



# Indonesië op de kaart

De rol van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië  
bij de ontwikkeling van de geodesie in Nederland

Huib Ekkelenkamp







# Indonesië op de kaart

De rol van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië bij de ontwikkeling van de geodesie in Nederland.

Huib Ekkelenkamp







# Indonesië op de kaart

De rol van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië  
bij de ontwikkeling van de geodesie in Nederland.

## Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor  
aan de Technische Universiteit Delft,  
op gezag van de Rector Magnificus Prof. dr. ir. T.H.J.J. van der Hagen,  
voorzitter van het College voor Promoties,  
in het openbaar te verdedigen op dinsdag 9 april 2019 om 15:00 uur

door

**ir. Hubert EKKELENKAMP**

Elektrotechnisch ingenieur Technische Universiteit Delft, Nederland,

geboren te Deventer, Nederland.

Dit proefschrift is goedgekeurd door de promotors.

Samenstelling promotiecommissie:

Rector Magnificus, voorzitter

Prof. dr. ir. R.F. Hanssen, Technische Universiteit Delft, promotor

Prof. dr. H.W. van den Doel, Universiteit Leiden, promotor

*Onafhankelijke leden:*

Prof. dr. M.J. Kraak, Universiteit Twente

Prof. em. dr. ir. M. Molenaar, Universiteit Twente

Prof. dr. B. Schoenmaker, Universiteit Leiden

Prof. Dr. -Ing. habil. R. Klees, Technische Universiteit Delft

Prof. dr. ir. P.J.M. van Oosterom, Technische Universiteit Delft

*Sleutelwoorden:* Indonesië, Nederlands-Indië, VOC, geodesie, landmeten, triangulatie, hydrografie, kartografie, fotogrammetrie, Kadaster, Topografische Dienst, waterwerken, spoorwegen, telecommunicatie, Radio Kootwijk, Radio Bandung, TH Bandung, Technische Universiteit Delft, Universiteit Leiden.

*Gedrukt door:* Ridderprint, Ridderkerk

*Voor- en achterkant:* auteur

Copyright © 2019 Huib Ekkelenkamp

ISBN 978-94-6375-250-3

# Inhoud

Samenvatting .....	7
Summary .....	8
1 Inleiding.....	9
1.1 Overzicht van het onderzoek; hypotheses en onderzoeksvragen .....	11
1.2 Opzet en methodiek van het onderzoek .....	13
1.3 Wetenschap in Nederlands-Indië .....	14
1.4 Structuur van de dissertatie .....	20
2 Historisch overzicht, ontwikkelingen in de archipel.....	21
2.1 Kenmerkende perioden, Hollandse betrokkenheid.....	22
2.1.1 Bataafs-Frans en Engels bestuur .....	29
2.1.2 Nederlands bestuur over Nederlands-Indië .....	32
2.1.3 Indonesië zelfstandig.....	41
2.2 Eerste hydrografische en topografische verkenningen .....	42
2.2.1 De Indonesische archipel .....	42
2.2.2 Verkenningen op zee.....	44
2.2.3 Verkenningen op land .....	52
2.2.4 Eerste triangulaties Java, Sumatra en Celebes .....	64
3 Kaarten voor stedenbouw en infrastructuurontwikkeling.....	71
3.1 Steden en openbare werken .....	72
3.1.1 Stedenbouw .....	72
3.1.2 Wegen en bruggen.....	78
3.1.3 Havens en waterwerken .....	79
3.2 Spoorwegen en tramwegen .....	84
3.2.1 Aanleg van spoorlijnen en tramlijnen op Java .....	85
3.2.2 Aanleg van spoorlijnen en tramlijnen op Sumatra.....	92
3.2.3 Topografische verkenningen en trajectkeuze .....	104
3.3 Telecomverbindingen .....	113
3.3.1 Ontwikkeling telecommunicatie .....	113
3.3.2 Radio Malabar en Radio Kootwijk .....	118
3.3.3 Van langegolf- naar kortegolf-radiocommunicatie .....	124
4 Geodetische methoden en instrumenten bij geometingen.....	133
4.1 Navigatie en plaatsbepaling op zee .....	135
4.1.1 Astronomische plaatsbepaling.....	137
4.1.2 Methoden en instrumenten voor plaatsbepaling op zee.....	140
4.1.3 Hydrografische opnemingsmethoden.....	145
4.2 Astronomische en telegrafische plaatsbepaling op land.....	147
4.2.1 Astronomische plaatsbepaling op land .....	147
4.2.2 Chronometerreizen .....	150
4.2.3 Telegrafische plaatsbepaling.....	154
4.3 Triangulatie.....	157
4.3.1 Hoekmeting en basismeting.....	159
4.3.2 Hoogtemeting en waterpassen .....	165
4.3.3 Statistische gegevensverwerking en vereffening.....	172



4.4	Fotogrammetrie.....	177
4.4.1	Van luchtfoto's tot kaarten .....	178
4.4.2	Fotogrammetrie in Indonesië.....	180
4.4.3	Fotogrammetrie in Nederland .....	182
4.5	Verstorende factoren .....	183
4.5.1	Aardkromming en atmosferische refractie .....	183
4.5.2	Klimaat en omgeving.....	188
4.5.3	Schietloodafwijkingen .....	189
4.5.4	Zwaartekrachtafwijkingen.....	192
4.5.5	Instrumentnauwkeurigheid.....	193
4.5.6	Kaartprojecties .....	194
5	Geodetische activiteiten en resultaten .....	199
5.1	Topografische verkenning, opneming en kartering.....	200
5.1.1	Triangulaties en driehoeksnetten .....	200
5.1.2	Topografische opneming.....	213
5.1.3	Landrente-opneming.....	218
5.1.4	Kartering en kaartproductie .....	220
5.2	Topografische Dienst .....	225
5.2.1	Topografische Dienst in Nederlands-Indië .....	225
5.2.2	Topografische Dienst in Nederland .....	238
5.3	Kadaster.....	239
5.3.1	Kadaster in Nederlands-Indië.....	239
5.3.2	Kadaster in Nederland.....	242
5.4	Hydrografische Dienst .....	244
5.4.1	Hydrografische opnemingen .....	244
5.4.2	Oceanografische expedities .....	249
5.5	Resultaten Topografische Dienst, Kadaster en Hydrografische Dienst .....	253
5.5.1	Topografische kaarten en thema-kaarten.....	254
5.5.2	Kadaster- en landrentekaarten .....	267
5.5.3	Zeemansgidsen en zeekaarten.....	269
5.5.4	Luchtvaartkaarten .....	272
5.5.5	Atlassen .....	274
5.6	Vergelijking Nederlands-Indië met geodetische ontwikkelingen elders .....	275
5.6.1	Frankrijk.....	275
5.6.2	Nederland.....	278
5.6.3	Duitsland .....	281
5.6.4	Groot-Brittannië .....	284
5.6.5	India.....	291
6	Interactie van geodesie-activiteiten in Nederland en Indonesië .....	297
6.1	Bepalende geometingen en leidende personen in de geodesie .....	298
6.1.1	Astronomische waarnemingen, plaatsbepaling en navigatie .....	299
6.1.2	Triangulatie en hoogtemetingen.....	300
6.1.3	Fotogrammetrie .....	302
6.1.4	Hydrografie .....	303

6.2	Geodesie-ontwikkeling door de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië.....	304
6.2.1	Invloed van Nederland op de geodesie-ontwikkeling in Nederlands-Indië / Indonesië .....	305
6.2.2	Invloed van Nederlands-Indië / Indonesië op de geodesie-ontwikkeling in Nederland .....	310
6.2.3	Invloed van de Tweede Wereldoorlog op de geodetische en kartografische activiteiten.....	312
6.2.4	Natievorming van Indonesië en de rol van militairen, ambtenaren en ingenieurs.....	315
6.3	Geodesie-onderwijs in Nederland en Nederlands-Indië .....	319
6.3.1	Geodesie-onderwijs in Nederland.....	320
6.3.2	Geodesie-onderwijs in Nederlands-Indië.....	328
6.3.3	Studieboeken bij de geodesie-opleidingen in Nederland en Nederlands-Indië.....	334
7	Conclusies .....	341
7.1	Conclusies, onderzoeksvragen en hypothesen .....	342
7.2	Samenvatting en conclusies geometingen .....	348
7.3	Samenvatting en conclusies personen .....	350
7.4	Samenvatting en conclusies resultaten .....	352
8	Bijlagen.....	354
9	Literatuur .....	439
9.1	Geschiedenis van Indië en Indonesië algemeen en in relatie tot Nederland .....	440
9.2	Bouw van steden, wegen, waterwerken, spoorwegen en telecomverbindingen.....	444
9.3	Navigatie, plaatsbepaling en hydrografie .....	446
9.4	Geodesie, landmeten, triangulatie, topografie en wiskunde algemeen .....	448
9.5	Geodetische, astronomische en nautische meetinstrumenten .....	453
9.6	Atlassen, kaarten en kaart-catalogi .....	455
9.7	Topografische activiteiten in Nederlands-Indië en Indonesië .....	457
9.8	Topografische Dienst in Nederlands-Indië, jaarverslagen 1905-1939.....	461
9.9	Kadaster van Nederlands-Indië .....	470
10	Index van personen, plaatsnamen, organisaties en begrippen .....	471
	Curriculum Vitae .....	476

*Wie ook van het verleden geniet leeft dubbel.*

Marcus Valerius Martialis (40-104)



## Dankwoord

Allereerst wil ik mijn beide promotors prof. dr. ir. Ramon Hanssen en prof. dr. Wim van den Doel bedanken voor de inspirerende wijze, waarop ze mij in dit onderzoek naar dit eindresultaat geleid hebben. De gevoerde discussies, zowel in Delft als in Leiden, hebben verschillende disciplines en stijlen tot één geheel gebracht. De ontwikkeling van de geodesie vanaf 1800 tot heden in de historische context is daarmee in een breder perspectief geplaatst.

De eerste gedachtenuitwisselingen, waardoor in plaats van een boek het idee van een dissertatie ontstond, hebben plaatsgevonden met enkele deskundigen: prof. em. dr. ir. Leen Aardoom, dr. ir. Herman Quee en prof. em. ir. Henri Aalders (oud-geodeten van de Technische Universiteit Delft), allen betrokken bij de Stichting “De Hollandse Cirkel” (DHC) voor het behoud van het geodetisch erfgoed. Overige experts, betrokken bij DHC, hebben ook inspirerend gewerkt, zoals Zacharias Klaasse en Jan Stehouwer (kadastermuseum), ir. Sieb Dijkstra (kadaster), ing. Joop Gravesteijn, ing. Wim van Beusekom, dr. ir. Roel Nicolai, ir. Jan Ebbinge, ir. Henk Schuringa, ir. Pieter van Leijsen, Jeroen Mohrmann, John Vossepoel, Adri de Boer en ir. Jan Timmerman. De medewerkers van de universiteitsbibliotheken van Leiden, Utrecht, Amsterdam en Delft, in het bijzonder Marietje Ruijgrok, wil ik hierbij bedanken voor de ondersteuning bij het verkrijgen van de vele documenten en kaarten voor dit onderzoek. Een woord van dank verdient ook drs. Piet Batelaan, oud-docent en zeer betrokken bij de voortgang van het onderzoek.

De leden van de promotiecommissie: prof. dr. M.J. Kraak (Universiteit Twente), prof. em. dr. ir. M. Molenaar, (Universiteit Twente), prof. dr. B. Schoenmaker (Universiteit Leiden), prof. Dr. -Ing. habil. R. Klees, (Technische Universiteit Delft) en prof. dr. ir. P.J.M. van Oosterom (Technische Universiteit Delft) dank ik voor het kritisch doornemen van het concept en hun resulterende opmerkingen.

De jarenlange steun van mijn gezin tijdens het onderzoek, tijdens het schrijven van het proefschrift en ook tijdens de promotie was zeer waardevol voor het bereiken van het resultaat. Alexandra Ekkelenkamp MA en ir. Hugo Ekkelenkamp hebben hun deskundigheid ingebracht bij het doornemen van de concepten en hun support als paranimfen, terwijl ir. Annemarie Ruitenbergh, Frederieke Minnaar-Ekkelenkamp BN en Ingeborg Ekkelenkamp MA nuttig commentaar gaven en bij de organisatie en communicatie hun bijdrage geleverd hebben.

Tot slot wil ik mijn vrouw drs. Jitske Ekkelenkamp-Verburgh bedanken, die met grote steun en continue aandacht bij tal van onze reizen, bezoeken aan musea en universiteitsbibliotheken, het beklimmen van bergen met triangulatiepilaren, het aanhoren van overwegingen en het doornemen van verschillende concepten mijn grote stimulans is geweest bij de totstandkoming van dit proefschrift.





## Samenvatting

Met hun grafische weergave van de werkelijkheid hebben kaarten al eeuwenlang tot de verbeelding gesproken. Grote veranderingen rond 1800 op nationaal en koloniaal gebied hebben de wereldwijde vraag naar betrouwbare kaarten aanzienlijk doen toenemen. Met “Indonesië op de kaart” is onderzocht hoe de Indonesische archipel in de periode 1800-1990 in kaart is gebracht. Tot de overdracht aan de Republiek Indonesië in 1949 hebben koloniale verhoudingen invloed uitgeoefend op het ontstaan van kaarten. De invloed van het koloniale verleden op het ontstaan van kaarten en de toegepaste geodetische methoden is nauwelijks bekend. Opeenvolgende Gouverneurs-Generaal en Ministers van Koloniën hebben hun stempel gedrukt op het beleid en zo mede de historische context bepaald voor de vraag naar kaarten. Aan de hand van de activiteiten van een elftal bestuurders zijn politieke en economische ontwikkelingen geschetst, die van invloed waren op het ontstaan van kaarten. Een hoofdvraag is de rol, die de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië gespeeld heeft, voor de technische en de organisatorische ontwikkeling van de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland in de periode 1850-1950. Landmeten en het waterpassen waren eeuwenlang een belangrijk onderdeel van de civiele, militaire en geodetische opleidingen in Nederland. Uitgezonderd militaire en civiele experts waren vaak ingenieurs. Zij publiceerden hun technische resultaten in jaarverslagen, rapporten en artikelen. Hier laten we zien dat die Nederlandse aanwezigheid in Indonesië grote invloed heeft gehad op de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland. In het kader van de wetenschapsgeschiedenis zijn de ontwikkelingen in de geodesie gevolgd als basis voor topografische en hydrografische opnemings- en kartering. Zoals vaak in de wetenschap werd lang uitgegaan van een paradigma, totdat dit niet meer houdbaar was en een nieuw paradigma ervoor in de plaats kwam. Een voorbeeld van een paradigmaverandering in Indië was het gebruik van triangulatie of driehoeksmeting. Die werd aanvankelijk gebruikt ter controle achteraf van de topografische opnemingen, maar werd later vooraf gebruikt als wiskundige basis voor die opnemingen. Drie terreinen zijn gekozen waar kaarten onontbeerlijk waren en waardoor ook veel kaarten ontstaan zijn: *steden en openbare werken, spoor- en tramwegen en telecomverbindingen*. De groei van de bevolking en de snelle ontwikkeling vanaf 1870 van de infrastructuur hebben de vraag naar kaarten enorm doen toenemen. De geodetische uitdagingen, die de basis voor kaarten vormden, zijn behandeld aan de hand van navigatie en plaatsbepaling, hydrografie, triangulatie, hoogtemeting en fotogrammetrie. Op enkele gebieden speelde Indië een voortrekkersrol en heeft Nederland van de opgedane ervaring kunnen profiteren. Versturende factoren bij de metingen in de tropische omgeving weken nogal af van die in Nederland. Het onderzoek laat zien dat het tropische klimaat, de andere geografie, atmosferische refractie, schietloodafwijkingen, zwaartekracht afwijkingen en kaartprojecties een geheel andere benadering dan in Nederland vergden. De geodetische activiteiten zijn beschreven aan de hand van uitgevoerde triangulaties en topografische opnemingen, die de basis voor kaarten vormden. De organisatie en werkwijze van de Topografische Dienst en het Kadaster, zowel in Nederlands-Indië als in Nederland, krijgen alle aandacht. Belangrijke personen en hun resultaten worden naar voren gehaald.

Hydrografische activiteiten en de oceanografische expedities in het eilandenrijk, laten het grote belang zien van veilige vaarroutes en diepzee-onderzoek. Behalve topografische kaarten is ook het ontstaan van zeekaarten, luchtvaartkaarten en atlanten onderzocht. Aan de hand van een representatieve selectie uit duizenden vervaardigde kaarten, waarvan een deel als annex is opgenomen, wordt een beeld gegeven van de geleverde prestaties. Een globale vergelijking is gemaakt met initiële geodetische activiteiten in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Groot-Brittannië en India. India was vergelijkbaar met Indië en werd door de Topografische Dienst in Batavia (nu Jakarta) op de voet gevolgd. Een vergelijking is gemaakt tussen Nederland en Nederlands-Indië voor enkele specifieke geometingen zoals astronomische waarneming, triangulatie, hoogtemeting, fotogrammetrie en hydrografie. Aan het geodesie-onderwijs, met name aan de TH Delft en TH Bandung, is uitvoerig aandacht besteed en de wisselwerking is daarin meegenomen. Vergelijking van studieboeken uit Europa en Indië laat zien dat het kennisniveau goed overeenkwam. De wetenschap in Nederlands-Indië, die op een hoog peil stond, heeft ook invloed op de Nederlandse wetenschap gehad. Zowel de uitwisseling van kennis aan de hand van publicaties en congressen, als de terugkeer van experts hebben hieraan bijgedragen. De conclusies zijn onderscheiden in drie categorieën: *geometingen, personen en resultaten*. Die hebben een nauwe relatie en tonen aan dat “Indonesië op de kaart” meer is dan een grafische voorstelling van de topografie of hydrografie. De andere lokale omstandigheden hebben in Nederland de geodesie-ontwikkeling en het onderwijs aanzienlijk verbreed. Het zijn echter de mensen geweest, die met bescheiden middelen de resultaten tot stand gebracht hebben. De grote hoeveelheid literatuur is daar getuige van.

## Summary

For centuries, maps have sparked people's imagination of geographical reality. Large changes around 1800, both national and colonial, resulted worldwide in a significant increased demand for reliable maps. In "Indonesia on the map" mapmaking of the Indonesian archipelago has been investigated in the period 1800-1990. Up to the transfer of sovereignty to the Republic of Indonesia in 1949, colonial relations influenced mapmaking. However, the impact of Indonesia's colonial past on mapmaking and the applied geodetic methods is virtually unknown. The policies of successive Governors-General and Ministers of Colonial Affairs shaped the historic context for the demand on maps. The role and activities of eleven governors are followed to outline the political and economic developments that influenced mapmaking.

A main research question is the role and impact of the Netherlands presence in Indonesia in the technical and organizational development of geodesy and geodetic education in the Netherlands from 1850 to 1950. For centuries, surveying and levelling were an important part of civil, military and geodetic education in the Netherlands. Military and civil experts, sent to the Netherlands Indies, were often engineers. They published their technical results in annual reports, special documents and articles. Here we show that the Dutch presence in Indonesia had large impact on geodesy and the geodetic education in the Netherlands. In the framework of the history of science, the developments in geodesy have been investigated as base for the topographic and hydrographic surveying and mapping. As is often the case in the history of science, for a long period, science was based on a paradigm, until this was not acceptable anymore and had to be replaced by a new paradigm. An example of a paradigm change in the Indies was the use of triangulation. Triangulation was initially used to check the topographical surveys afterwards, but later on it was used as a mathematical base for the surveys. Three areas are chosen where maps were indispensable and many maps emerged: *towns and public works, railways and tramways* and *telecom connections*. Population growth and rapid development of infrastructure from 1870 further stimulated the demand for maps. The geodetic challenges, which were the base for maps, are covered by navigation, positioning, hydrography, triangulation and photogrammetry. In some of these areas the Netherlands Indies played a leading role, benefitting the Netherlands with the obtained experience. Disturbing factors on measurements in the tropical environment, differed considerable from those in the Netherlands. The climate and the volcanos, atmospheric refraction, plumb line deflections, gravity anomalies and map projections required a different approach. The topographical activities are described in relation with the triangulations and surveys on which the maps were based. The organisation and operation of the Topographical Service and Land Registry in the Netherlands Indies and the Netherlands, get all attention. The results of the Topographic Service, Land Registry and Hydrographic Service in the shape of maps and guides are described extensively. Several important individuals and their work are highlighted.

Hydrographic activities, including oceanographic expeditions in this archipelago, illustrate the importance of safe shipping routes and deep-sea research. Besides the topographical maps, also nautical maps, aviation maps and atlases are covered. To give an impression of the delivered results, of the thousands of produced maps, a representative selection has been chosen, which is included in the body of the text and at the end in the annexes. The impact of the Dutch presence in Indonesia on the geodetic development and the geodetic education in the Netherlands gets extra attention as an important part of this research. A comparison is made with the initial geodetic activities in France, the Netherlands, Germany, Great Britain and India. India was comparable to the Netherlands Indies. The Topographic Service in Batavia (now Jakarta) followed closely the developments in these countries. A comparison has been made between the Netherlands and the Netherlands Indies using specific fields of interest such as astronomical observation, triangulation, height measurement, photogrammetry and hydrography. That includes a study of geodetic education at the TH Delft and the TH Bandung, as well as the interaction between these institutes. An overview and comparison of the authored and used study books in both countries shows that the knowledge level is comparable. This is also the case with study books from other European countries. The science in the Indies, which was on a high level, had also impact on the Dutch science. Both, the exchange of knowledge by means of publications and congresses, as well as the exchange and repatriation of experts have here contributed.

The conclusions are split into three categories: *geo-measurements, persons* and *results*. These three are closely related and show also that "Indonesia on the map" is more than just a graphical presentation of topography and hydrography. Different local circumstances resulted in quite different measuring methods and results, which considerably widened and enhanced geodetic development in the Netherlands. People with their limited means have achieved impressive results. The large volume of literature is their witness.

# 1 Inleiding

## Motivatie, waarom dit onderzoek

Indonesië, met het vroegere Nederlands-Indië en Oost-Indië, heeft al meer dan vier eeuwen nauwe banden met Nederland, wat geleid heeft tot een wederzijdse beïnvloeding op cultureel, economisch en technisch gebied.<sup>1</sup> In die beïnvloeding hebben kaarten een grote rol gespeeld. De invloed van het koloniale verleden op het ontstaan van kaarten is nauwelijks bekend. De motivatie voor dit onderzoek is de toenmalige vraag naar kaarten en de vereiste geodetische methoden om aan die vraag te voldoen. Het gebruik van kaarten bij het plannen van de infrastructuur, zoals wegen, spoorwegen en telecomnetwerken in Indonesië en de Indische geschiedenissen hebben deze motivatie ondersteund.<sup>2</sup>

## Kaarten voor de zeereis

Om een beeld te krijgen of te geven van de archipel aan de andere kant van de wereld werd al in de 16<sup>e</sup> eeuw gebruikt gemaakt van kaarten, die een groot aantal eilanden lieten zien met vormen en afmetingen die nu nauwelijks herkenbaar meer zijn. Het waren kaarten, die op basis van informatie van ontdekkingsreizigers en handelaars, soms uit het buitenland, waren samengesteld. Ze inspireerden de Nederlandse handelsgeest. Na de eerste Hollandse scheepvaart in 1595-1597 en de oprichting van de Vereenigde Oostindische Compagnie (VOC) in 1602, ontstonden in de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden al snel betere kaarten met vaarroutes tussen Nederland en Oost-Indië.<sup>3</sup> Die kaarten waren lange tijd geheim om handelsbelangen te beschermen. Ze toonden slechts de belangrijkste plaatsen aan de kusten van Java en Sumatra met de specerij-eilanden in de Molukken. Van het binnenland was nog weinig bekend. Topografische opnemingen werden vanuit schepen langs de kust gedaan, waarbij de vele vulkanen als oriëntatiepunten dienden.

## Geodetische methoden en instrumenten voor de zeereis

Op schepen was astronomische plaatsbepaling al lang in gebruik voor navigatie, zodat met de beschikbare meetinstrumenten, waaronder het kompas, de octant of sextant, opnemingen plaatsvonden, die een basis vormden voor kleinschalige kaarten.<sup>4 5</sup> Voor de zeekaarten werden dieptes gemeten met een peillood om zo veilige vaarroutes en havens aan te kunnen geven. Met het vaststellen van vaarroutes, stromingen, ondieptes en ankerplaatsen werd voortgebouwd op de ervaring opgedaan in de VOC-tijd, die grotendeels verwerkt was in zeekaarten en zeemansgidsen. Veel kennis over astronomische plaatsbepaling op zee kon toegepast worden bij topografische opname aan land. Chronometers en sextanten werden zowel op zee als op land gebruikt. Zeekaarten dienden aan te sluiten op landkaarten. De latere hydrografische dienst had tot taak het in kaart brengen van veilige vaarroutes, zowel tussen Nederland en Indië als in de wateren van de archipel. Ook de binnenwateren, zoals bevaarbare rivieren en meren vielen daaronder.

Tot de opening van het Suezkanaal in 1869 liep de zeeroute van West-Europa langs de westkust van Afrika naar Kaap de Goede Hoop aan de zuidpunt van Afrika en vervolgens via verschillende routes naar Batavia, zoals Fig. 1-1 laat zien. Aanvankelijk kostte de reis meer dan 200 dagen. Om de doldrums met windstilte aan de westkust van Afrika te vermijden en bovendien gebruik te maken van de zuidelijke passaatwinden werden snellere vaarroutes voorgeschreven. Toch vergde de reis per zeilschip via de Kaap, ook later, vaak meer dan 100 dagen, zodat communicatie veel tijd kostte. Met stoomschepen via het Suezkanaal werd dat na 1869 bekort tot 30-50 dagen. Met de komst van intercontinentale zeekabels eind 19<sup>e</sup> eeuw en een radioverbinding in 1923 waren telegrammen binnen enkele uren beschikbaar.

“Indonesië op de kaart” is meer dan een geografische of topografische visuele voorstelling. Het is een weergave van beïnvloeding door bestuur en samenwerking, al dan niet opgelegd of vrijwillig, die kenmerkend was in de onderzochte periode van 1800-1990. Het tot stand komen van nauwkeurige, betrouwbare kaarten werd naast de techniek bepaald door de inzet van deskundigen met kennis en ervaring.

<sup>1</sup> De aanduidingen voor de archipel zijn nogal eens veranderd: Indië, Oost-Indië of Nederlands-Indië, terwijl al in de 19<sup>e</sup> eeuw werd voorgesteld de naam Indonesia of Indonesië te gebruiken. Hier zal in de onderzochte periode gebruik gemaakt worden van Indië, Oost-Indië, Nederlands-Indië en Indonesië.

<sup>2</sup> Cees Fasseur, *De weg naar het paradijs en andere Indische geschiedenissen*, (uitg. Prometheus 1995).

<sup>3</sup> Günter Schilder & Hans Kok, *Sailing for the East, History and Catalogue of Manuscript Charts on vellum of the Dutch East India Company (VOC), 1602-1799*, (uitg. Hes & de Graaf 2010).

<sup>4</sup> Genoemde meetinstrumenten worden in hoofdstuk 4 besproken.

<sup>5</sup> Zie voor definities, gehanteerde begrippen, spelling en naamgeving hoofdstuk 8, **Annex 8.1** en voor een lijst van figuren en hun bronvermelding **Annex 8.34**.



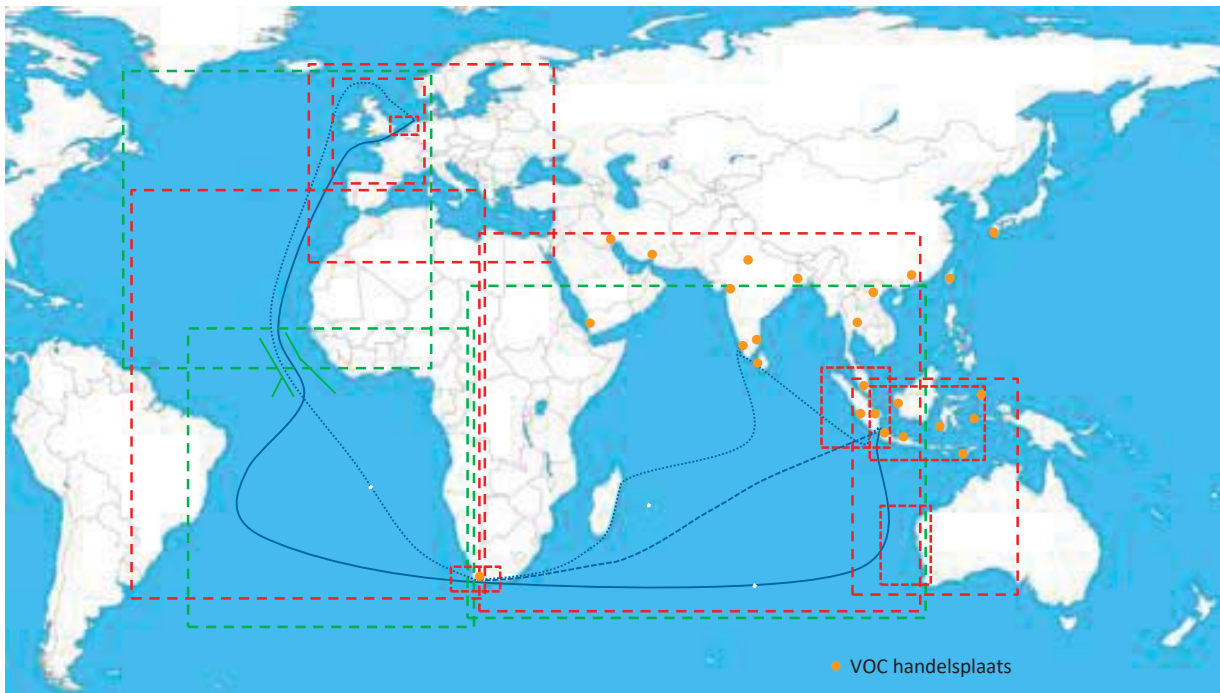


Fig. 1-1 Bladwijzer van VOC-kaarten met verschillende kaartprojecties <sup>6</sup> en routes tussen Nederland en Batavia.<sup>7</sup>

### Geodetische methoden voor betrouwbare kaarten

Voor de verkenningen, hydrografische en topografische opnemingen als basis voor vervaardiging van de kaarten is veel pioniersarbeid nodig geweest. De vele eilanden met bergen en vulkanen, de zeeën in de archipel, de cultuur en de tropische omgeving, die geheel afweken van de Nederlandse situatie, waar toch de meeste experts aanvankelijk vandaan kwamen, vroegen om een geheel andere benadering. Het uitgestrekte gebied, de beperkte beschikbare financiële middelen, expertise en mogelijkheden voor transport maakten het werk tot een echte uitdaging. Ook al werden de uitgezonden experts zo goed mogelijk opgeleid in Nederland, praktische ervaring met instrumenten, metingen en verwerking van resultaten opgedaan in de tropen, was nodig om de archipel in kaart te brengen. De kennis en ervaring daarvoor was in Europa begin 19<sup>e</sup> eeuw nog beperkt aanwezig. De vorm van de aarde was nog onderwerp van onderzoek. De beïnvloeding van de meetresultaten door de atmosfeer, de zwaartekracht, de meetmethoden en de persoonlijke factor bij het meten met het onderscheid tussen systematische fouten en stochastische fouten waren nog niet volledig onderkend. Maateenheden verschilden per land, standaarden waren er nauwelijks. Ondanks dat de kwaliteit van lenzen in kijkers, meetinstrumenten en het gebruikt papier voor kaarten de nauwkeurigheid beperkte, werden indrukwekkende resultaten behaald. Een voordeel was dat de theoretische kennis, met name die van de wiskunde, al ver gevorderd was. Ook waren fameuze instellingen opgericht, waardoor kennisuitwisseling bevorderd werd. Uitgelofde prijzen voor de theoretische en praktische oplossing van problemen stimuleerden onderzoek. De drang tot ontdekken hoe de wereld in elkaar zat, de uitdaging tot het verkennen van nieuwe gebieden, de machtsuitbreiding en mogelijkheid tot verrijking door handel en nijverheid hebben zeker aan de vraag naar kaarten bijgedragen. Het ontstaan van kaarten kan dan ook niet los gezien worden van de politieke en economische omstandigheden. Veilige vaarroutes, terreinkennis voor militairen bij onlusten en oorlogen, eigendomsregistratie van onroerend goed, belastinginning in de vorm van landrente, exploitatie van bodemschatten, aanleg van wegen, spoorwegen en telecommunicatieverbindingen vroegen elk om specifieke kaarten. Het beschikbare kaartmateriaal bleek vaak onvoldoende gedetailleerd of nauwkeurig te zijn, terwijl met de uitbreiding van de regeringsmacht over een steeds groter gebied ook behoefte was aan nieuwe kaarten. Eerst zal nu een overzicht van het onderzoek gegeven worden, waarin de belangrijke onderzoeksvragen aan de orde komen. Daarna volgt de opzet van het onderzoek. Vervolgens wordt het onderzoek in het kader van de wetenschapsgeschiedenis van Nederlands-Indië geplaatst en wordt de indeling van het proefschrift toegelicht.

<sup>6</sup> Kaartprojecties worden in hoofdstuk 4.5.6 besproken.

<sup>7</sup> Ten westen van Afrika moest tussen de groene lijnen van het "karrepad" of de "wageweg" worden gevaren. Rood gearceerde rechthoeken zijn paskaarten met gelijke schaal, groen gearceerde rechthoeken zijn Mercatorkaarten met wassende schaal.

## 1.1 Overzicht van het onderzoek; hypotheses en onderzoeksvragen

“Indonesië op de kaart” richt zich op de wijze waarop Indonesië in kaart is gebracht. Het omvat zowel de hydrografische als de topografische verkenning, opneming en kartering. De kaarten van de Indische archipel gaven de bestuurlijke en economische centra aan en toonden van de verschillende eilanden de geografie en de topografische informatie over nederzettingen, verbindingswegen en verdedigingswerken. Beschikbaar kaartmateriaal werd gebruikt voor handel, bestuur en ontwikkeling van gebieden. Met thematische kaarten werd de actuele situatie weergegeven. Dat konden militaire situaties zijn, maar ook aanwezige plantages, bevolkingsgroepen, religies, talen of welvaart. Kaarten waren een bron van informatie of toonden juist het gebrek aan informatie aan. In de jaarlijkse Koloniale Verslagen voor de Nederlandse regering treffen we dan ook regelmatig die thema-kaarten aan. Vaak werd vastgesteld dat beschikbare kaarten onnauwkeurig of onvolledig waren. De aanleiding kon bijvoorbeeld een oorlog, ramp of gebrek aan informatie, nodig voor belastingheffing zijn. Dat gebrek moest dan in zo kort mogelijke tijd met grote inspanning verholpen worden. Daarvoor was goed opgeleid personeel nodig met kennis van landmeten, topografische en hydrografische opneming en kartering. De situatie in het tropische Indië verschilde nogal met Nederland, zodat specifieke kennis van geschikte instrumenten, methoden en omstandigheden nodig was om kaarten van voldoende kwaliteit en bruikbaarheid te verkrijgen. De werkwijze met de gehanteerde instrumenten en methoden staat centraal in het onderzoek naar “Indonesië op de kaart”. Ondanks de grote afstand en lange reistijd ontstond tussen Indië, Nederland en een aantal landen in Europa regelmatig uitwisseling van kennis en ervaring. Die uitwisseling vond zowel plaats van Europa naar Indië als van Indië naar landen in Europa. Door het uitgestrekte gebied met geheel andere condities heeft Nederland kunnen profiteren van de opgedane specifieke kennis en ervaring in de Indische archipel. De Nederlandse aanwezigheid in Indonesië heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland. De wijze waarop en de mate waarin die bijdrage heeft plaatsgevonden is een belangrijk deel van het onderzoek.

In dit onderzoek wordt in eerste instantie naar de periode 1800-1990 gekeken, met daarbinnen de focus op 1850-1950. De eerstgenoemde periode van 190 jaar bestrijkt belangrijke ontwikkelingen in hydrografische en topografische opneming en kartering, voordat satellieten en internet hierbij gebruikt werden. In de tweede genoemde periode van 100 jaar wordt vooral gekeken naar de opneming en het in kaart brengen op basis van triangulatie, waterpassen en fotogrammetrie. In de beschouwde periode zijn steden en openbare werken ontstaan en is de infrastructuur met wegen, spoorwegen en telecomverbindingen uitgebreid. Om dat mogelijk te maken ontstond een grote behoefte aan nauwkeurige en gedetailleerde kaarten. Ook voor militaire doeleinden, economische activiteiten, irrigatie en registratie van onroerend goed waren die kaarten onontbeerlijk. Het in kaart brengen was, zoals in veel landen een taak van militairen, waarbij de marine en landmacht, aangevuld met lokaal personeel en burgerexperts, de uitvoering voor hun rekening namen. Zij werkten in opdracht van het gouvernement en de legerleiding voor overheidsinstanties, particuliere ondernemers en de koopvaardij. In de beschouwde periode staat in deze studie centraal *waarom* bepaalde kaarten nodig waren van de Indische archipel en *hoe* vervolgens “Indonesië op de kaart” is gebracht.

In het onderzoek zijn drie aandachtsgebieden gekozen, waarvoor kaarten van wezenlijk belang waren: *steden en openbare werken, spoorwegen en tramwegen, en telecomverbindingen*. Deze drie gebieden omvatten een brede waaier aan technische disciplines en overlappen elkaar deels. Immers: de aanleg van een spoorlijn en een telecomverbinding werd vaak gecombineerd. Een wegaanleg, havenaanleg of -uitbreiding vond veelal met een stadsontwikkeling plaats. De trajectkeuze tussen twee plaatsen werd bepaald door geografische beperkingen, beschikbare expertise en middelen, inclusief menskracht en kosten. Het in kaart brengen van mogelijke trajecten was een eerste voorwaarde om keuzes onderbouwd te kunnen maken.

De vervaardiging van een betrouwbare kaart vergde veel specialistische kennis, waarvoor een gedegen opleiding nodig was. Kaarten waren in eerste instantie voor militairen bij hun acties van strategisch belang. Aanvankelijk waren topografische verkenningen en kartering dan ook het domein van militairen, maar dit veranderde met de komst van opleidingen voor burgerlijke ingenieurs en Oost-Indische ambtenaren vanaf het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw. Dit onderzoek geeft daarom ook een gedetailleerd overzicht van het ontstaan en de ontwikkeling van deze opleidingen in Nederland en het toenmalig Nederlands-Indië. Dat leidt tot de hoofdvraag:

***Wat is de rol, die de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië gespeeld heeft in de periode 1850-1950 voor de technische en organisatorische ontwikkeling van de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland?***

Door deze hoofdvraag komen de volgende deelvragen aan de orde:

- a. Hoe zag de geodesiekennis in Nederland en Indië eruit begin 19<sup>e</sup> eeuw en wat waren de voornaamste ontwikkelingen en kenmerkende periodes in de ca. 190 jaar die daarop volgden?
- b. Wat was de historische en politieke context waarbinnen gewerkt moest worden? Wie waren de opdrachtgevers en wat waren hun drijfveren om in Indië tot goede kaarten te komen?
- c. Wat was het belang van kaarten bij de ontwikkeling in Indië van steden, havens, wegen, spoorwegen en telecomverbindingen en hoe hebben de kaarten daaraan bijgedragen?
- d. Waaruit bestond de topografische verkenning, opneming en kartering van Indië? Welke methoden, meetinstrumenten, experts en organisaties waren bepalend? Welke disciplines waren van belang?
- e. Wat waren de kosten en hoe werden topografische en hydrografische activiteiten en het in kaart brengen van de Indische archipel georganiseerd en gefinancierd?
- f. Hoe verhouden de resultaten van de topografische activiteiten in Nederlands-Indië zich tot overeenkomstige activiteiten in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Groot-Brittannië en India?
- g. Wat is de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië op de topografische opneming, hydrografie en kartering in Nederland geweest?
- h. Hoe was de verhouding en beïnvloeding tussen het geodetisch onderwijs in Nederland en Nederlands-Indië?

Deze vragen zijn nauw aan elkaar gerelateerd en vragen dus om een integrale benadering. De Topografische en Hydrografische Diensten volgden nauwgezet de ontwikkelingen in het buitenland. Omgekeerd was het buitenland ook geïnteresseerd in de ontwikkelingen in de Indische archipel, vooral in de 20<sup>e</sup> eeuw toen regelmatig daarover in jaarverslagen en rapporten gerapporteerd werd. De wisselwerking tussen Nederland en Indië werd bovendien versterkt door terugkerende bestuursambtenaren, militairen en burgerlijke experts. Dat kon na hun (vroege) pensionering zijn, maar ook door ziekte of de behoefte aan een nieuwe uitdaging. Ook door leraars, predikanten, priesters, schrijvers, journalisten en kooplieden ontstond een wisselwerking, die zijn invloed op het ontstaan van kaarten heeft gehad. Teruggekeerde Gouverneurs-Generaal werden in Nederland vaak tot Minister van Koloniën benoemd en hebben zo hun invloed op het beleid op andere wijze gecontinueerd. Ook in Nederland hebben prominenten binnen en buiten de politiek zich met de Indische zaak bemoeid, hoewel ze nooit in Indië geweest waren. Er was grote belangstelling voor de Oost, omdat men zich steeds meer realiseerde dat een groot deel van de welvaart in Nederland afhankelijk was van de Indische bijdragen. De staatsbegroting werd jarenlang voor een derde gevuld met het batig slot. Bovendien was handel met Indië overal merkbaar. Waren het niet de producten, dan wel de namen van pakhuizen en de rijtjes van Indische eilanden, die kinderen op school moesten leren. In het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw realiseerde men zich in Nederland dat aan het batig slot ook een keerzijde zat. Dat werd door Multatuli versterkt na het uitkomen van de Max Havelaar in 1860, vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw resulterend in een “ethische politiek”.<sup>8</sup> Met het beëindigen van het cultuurstelsel in 1870 ontstond een meer liberale opvatting over bestuur en ontwikkeling. Het particulier initiatief zou voor een deel de rol van het gouvernement moeten overnemen, terwijl de overheid meer aandacht aan het welzijn van de bevolking zou moeten besteden. Dat heeft de vraag naar thema-kaarten doen toenemen.

In het onderzoek wordt gekeken naar relaties tussen technische opleidingsinstituten in beide landen, de kennisuitwisseling en de invloed op het vakgebied. Dat heeft geleid tot twee hypothesen die getoetst zullen worden:

**Hypothese 1:** Voor triangulatie, topografische opneming en kartering van Indië waren andere methoden en instrumenten nodig dan die in Nederland toegepast werden. Dat resulteerde in nieuwe werkwijzen, die ook weer bijgedragen hebben aan de verdere ontwikkeling van geodesie in Nederland.

**Hypothese 2:** De topografische en hydrografische opneming en kartering van de Indische archipel, waarover uitgebreid gerapporteerd is heeft significant bijgedragen aan de aanzienlijke Nederlandse positie op geodetisch gebied.

Het onderzoek werd ondersteund door een jarenlang verblijf voor werkzaamheden op telecomgebied in Indonesië, waarbij kennis van het Indonesisch zeer nuttig bleek. Veel gebieden, die in dit onderzoek aan de orde komen, zijn bezocht. Op Java en Sumatra kon dat deels per trein, maar de meeste reizen zijn per auto, boot of vliegtuig gemaakt. Praktische ervaring met geodetische en nautische meetinstrumenten is ook van nut geweest om een beter begrip te krijgen van de problemen waar de experts mee te maken kregen.

<sup>8</sup> Cees Fasseur, *Indisch gasten*, (uitg. Ooievaar, Amsterdam 1999).

## 1.2 Opzet en methodiek van het onderzoek

Dit onderzoek is gebaseerd op primair en secundair bronnenonderzoek. Dat omvat de kaarten zelf, (met een geschatte omvang van totaal ca. 6.000 verschillende kaarten), die in allerlei schalen en uitvoeringen nog in bibliotheken, archieven, musea en persoonlijke verzamelingen aanwezig zijn. Ook is gebruik gemaakt voor het ontstaan van kaarten van achtergrondinformatie uit archieven. De context waarbinnen “Indonesië op de kaart” is gekomen is bepaald door historische ontwikkelingen en de vraag naar kaarten, die uit de eerdergenoemde drie aandachtsgebieden naar voren is gekomen. De invloed van enkele bepalende Gouverneurs-Generaal en ministers maakt daarvan deel uit. Door het *eerste aandachtsgebied*, de ontwikkeling van steden en openbare werken, zoals wegen, bruggen, havens en waterwerken in de beschouwde periode, komt de vraag naar grootschalige kaarten en plattegronden naar voren. Het *tweede aandachtsgebied*, de aanleg van spoorwegen en tramlijnen, vergde gedetailleerde kaarten, nodig voor het vaststellen van routes en tracés. Als *derde aandachtsgebied* van onderzoek is meegenomen de aanleg en uitbreiding van telecomverbindingen. De nauwe relatie met spooraanleg en de opstelling van zenders en ontvangers met hun antennes hebben geleid tot intensief gebruik van kaarten. Vervolgens is onderzocht hoe de kaarten in de beschouwde periode tot stand zijn gekomen. Daarvoor is studie gemaakt van de instrumenten, meetmethoden en gerelateerde opleidingen om die kaarten te vervaardigen. De gebruikte instructies en leerboeken geven in de verschillende perioden een goed beeld van de kennis van de geodesie als verzamelbegrip, waaronder nu ook landmeten, waterpassen en hydrografie vallen. Bijzondere aandacht is in het onderzoek besteed aan versturende factoren bij hydrografisch en topografisch opnemen, met name de factoren die anders waren dan in Nederland. De wisselwerking tussen hydrografisch en topografisch opnemen is tevens in het onderzoek meegenomen.

Het Gouvernement en de Nederlandse regering hebben zich altijd direct bemoeid met de voortgang van de topografische en hydrografische activiteiten. Dat kwam ook tot uitdrukking in de gedetailleerde Koloniale en Indische Verslagen (zonder Suriname en de Antillen ca. 46.000 pagina's in 1849-1939) en in de Jaarverslagen van de Topografische Dienst (ca. 6.000 pagina's in 1905-1939; zie ook de grafiek aan het begin van de literatuurlijst in hoofdstuk 9). Die bevatten dan ook een schat aan informatie over de gevolgde werkwijze en gehanteerde instrumenten, de personen die erbij betrokken waren, de kosten, de gemaakte vorderingen en de resultaten in de vorm van verkenningen, opnemingen en kaarten. Meestal was dit beeld positiever dan de werkelijkheid. Hoewel veel documenten en kaarten verloren zijn gegaan is het toch mogelijk gebleken een consistent beeld te krijgen van de prestaties van de topografische en hydrografische activiteiten. Nu al kan gesteld worden dat de resultaten in Nederlands-Indië niet onderdeden voor die in Nederland. Eén van de conclusies is dat de ontwikkeling van de geodesie in Nederland veel te danken heeft aan de ervaring opgedaan in Nederlands-Indië. Uit de vele kaarten en documenten is duidelijk geworden dat, behalve de regering en het gouvernement, enkele experts in het verleden een voortrekkersrol hebben gespeeld. Die krijgen dan ook extra aandacht.

Gesprekken met huidige deskundigen, die een deel van de beschouwde periode nog hebben meegemaakt, hebben ook waardevolle informatie opgeleverd. In dat kader kunnen genoemd worden de deskundigen, die betrokken zijn bij de Stichting De Hollandse Cirkel (DHC) voor behoud van het geodetisch erfgoed. Een deel van de meetinstrumenten is bewaard gebleven en bovendien nog in staat tot het verrichten van metingen. Tal van instellingen hebben er zorg voor gedragen dat dit erfgoed geconserveerd en beschreven is. Waar mogelijk is gebruik gemaakt van gedigitaliseerde kaarten, zoals uit de oorspronkelijke verzamelingen van het Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT) en het Koninklijk Instituut voor Taal-, Land- en Volkenkunde (KITLV), nu opgenomen in de uitgebreide verzameling en database van de Universiteit Leiden. De universitaire bibliotheken en collecties van Delft, Utrecht, Amsterdam, Enschede (ITC), Eindhoven en Wageningen vormden een goede aanvulling. Waardevolle informatie voor het onderzoek leverden ook: De Koninklijke Militaire Academie (KMA) in Breda, het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (KNAG), het Scheepvaart-museum in Amsterdam, het Maritiem museum in Rotterdam, het Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH), het Nationaal Archief, het Museum voor Communicatie in Den Haag, de bibliotheken en collecties van Bronbeek en het Kadastermuseum in Arnhem, het Rijksmuseum Boerhaave in Leiden, het Teylers museum in Haarlem, het Spoorwegmuseum in Utrecht en de Stichting De Hollandse Cirkel (DHC). Daarnaast zijn in het buitenland ook relevante musea en bibliotheken bezocht en geraadpleegd. Dat waren het Royal Observatory en Maritime Museum in Greenwich, het Science Museum in Londen, het Museum of the History of Science (University of Oxford), het Whipple Museum of the History of Science (University of Cambridge), het National Museum of Scotland in Edinburgh, The British Library in Londen, Musée des Arts et Métiers in Parijs, Museo Galileo in Florence en het Deutsches Museum in München. Daarnaast is gebruik gemaakt van materiaal uit Indonesische instellingen.



### 1.3 Wetenschap in Nederlands-Indië

In de VOC-periode werd zoveel mogelijk geheimgehouden, zodat op het gebied van de wetenschap tot 1800 weinig gerapporteerd werd. In feite leverden voor 1800 alleen Georg Everhard Rumphius (1627-1702), een Duits militair, architect, geograaf, koopman en botanicus en zijn vriend François Valentijn (1666-1727), predikant, vervaardiger van geografische, historische, juridische, politieke en botanische beschrijvingen en kaarten, een bijdrage aan de wetenschap.<sup>9 10</sup> Van Valentijn werd over de kwaliteit van zijn werk in zijn tijd hoog opgegeven. Nu wordt dat terecht gerelativeerd door de vele onduidelijkheden en fouten in zijn publicaties.

De oprichting van tal van genootschappen en academies, zoals in 1660 de Britse academie voor wetenschappen (The 'Royal Society' for the Improvement of Natural Knowledge), met Isaac Newton (1643-1727) als Fellow in 1672 en voorzitter in 1702-1727, stimuleerde wetenschappelijk onderzoek.

In 1778 werd het "Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen tot nut van het algemeen" opgericht.<sup>11</sup> Met de komst van Herman Willem Daendels en vooral daarna tijdens het Engelse bewind onder Thomas Stamford Raffles (1811-1816) kwam het Genootschap tot grote bloei. Raffles, die een belangrijke rol zou spelen in Indië, was een voorbeeld van een bestuurder met grote belangstelling voor wetenschap, in het bijzonder de natuur, de cultuur en de geografie. Aan hem wordt in dit kader nog nader aandacht besteed. Raffles zag direct de waarde van het Genootschap in; hij werd voorzitter en leverde tijdens zijn gouverneur-schap van 1811-1816 regelmatig bijdragen op literair gebied. Thomas Horsfield (1773 –1859), een vriend van Raffles, was ook een actief lid. Hij reisde veel op Java met een tekenaar, die zowel de natuur met planten voor geneeskundig gebruik, als de topografie vastlegde, waarover hij regelmatig in het Genootschap verslag deed. John Leyden, eveneens een vriend van Raffles, kwam uit Brits-Indië over om een wetenschappelijke bijdrage als botanicus te leveren. Helaas overleed hij kort na zijn komst op Java, waardoor zijn bijdrage beperkt bleef. Horsfield bleef na het Engelse bewind nog enkele jaren op Java, maar moest vanwege gezondheidsredenen terug naar Engeland, waar hij zijn verzamelde natuurlijke voorwerpen in een museum onderbracht en gedetailleerd beschreef. Raffles heeft met zijn vrienden, volgens sommige historici, in een periode van amper 20 jaar meer vastgelegd van Java dan de VOC in de tweehonderd jaar daarvoor heeft gedaan.<sup>12</sup>

Zoals in hoofdstuk 6.3 over opleidingen aan de orde komt, deed Caspar Georg Carl Reinwardt (1773-1854) veel onderzoek naar botanie, geologie en mineralogie op Java in 1815-1822. Onder Raffles voerde hij het bewind over landbouw, kunsten en wetenschappen en stichtte hij in 1817 de plantentuin in Buitenzorg naast het paleis van de Gouverneur-Generaal. Zijn opgedane kennis in Indië kwam goed van pas in Leiden, waar hij naast hoogleraar chemie, botanie, geologie en mineralogie ook beheerder van de botanische tuin werd.

Het "Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen tot nut van het algemeen" speelde een belangrijke rol bij de ontwikkeling van de natuurwetenschappen in Indië. Het lid Pieter Bleeker (1819-1878) was in Indië geneeskundige, chirurgyn-majoor, mederedacteur van het Tijdschrift van het Koninklijk Instituut voor Taal-, Land- en Volkenkunde (KITLV) en oprichter van de "Koninklijke Natuurkundige Vereeniging" (K.N.V.) met haar Tijdschrift in 1850. Daarnaast was hij ook nog ichtioloog (viskundige). Andere van belang zijnde leden van het Genootschap waren Franz Junghuhn, Philipp Franz Balthasar von Siebold, Pieter baron Melvill van Carnbee en Sjoerd Hendrik de Lange. Die krijgen allen aandacht. De opvolger van Bleeker in de K.N.V. was Jean Abraham Crétien Oudemans (astronoom), die weer door Pieter Adriaan Bergsma (meteoroloog en oprichter van het Meteorologisch Observatorium in Batavia, nu Jakarta) opgevolgd werd. Verder kunnen nog genoemd worden H. Onnen (fysicus), Rogier Diederik Marius Verbeek (geoloog) en Willem van Bemmelen (aards magnetisch veld).

Elk van deze deskundigen heeft bijdragen aan de ontwikkeling van de geodesie geleverd, die bij "Indonesië op de kaart" aan de orde komen. Jaarlijks ontvingen het Genootschap en de K.N.V. een financiële bijdrage van het gouvernement. Het Bataviaasch Genootschap loofde aanmoedigingsprijzen uit voor beantwoording van geneeskundige, topografische, taal- en geschiedkundige vragen. Dat werd door Gouverneur-Generaal (GG) baron van der Capellen in 1816-1826 gestimuleerd, wat leidde tot een stroom aan publicaties. Evenals in Nederland kregen de wetenschappen in Indië in de periode 1840-1940 steeds meer aandacht.<sup>13 14</sup>

<sup>9</sup> W.R. van Hoëvell, *Geschiedkundig overzicht beoefening van Kunsten en Wetenschappen in Nederlands-Indië*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1839).

<sup>10</sup> Willem Oosterbeek, Nootmuskaat, *De geschiedenis van een wonderbaarlijk nootje*, (uitg. Athenaeum Polak & Van Gennep, Amsterdam 2017).

<sup>11</sup> Hans Groot, *Van Batavia naar Weltevreden, het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, 1778-1867*, (uitg. KITLV 243, Leiden 2009).

<sup>12</sup> H.L. Heeren, *Handbuch der Geschichte des Europäischen staaten-systeem und seiner Coloniën*, (Göttingen 1839) p. 407.

<sup>13</sup> K. van Berkel, *In het voetspoor van Stevin. Geschiedenis van de natuurwetenschap in Nederland 1580-1940*, (uitg. Boom, Meppel / Amsterdam 1985).

<sup>14</sup> Lewis Pyenson, *Empire of Reason, Exact Sciences in Indonesia, 1840-1940*, (uitg. Brill, Leiden 1989).

Al vroeg werd het belang voor Nederland van wetenschapsbeoefening in Nederlands-Indië onderkend. Was het in het begin vooral de kennis van de natuur, de specerijen, de bijzondere planten en dieren en de verbouw van gewassen, later kwamen daar de natuurverschijnselen, de geologie, de vulkanologie, de geodesie, de astronomie en de meteorologie bij.<sup>15</sup> Ook op gebied van archeologie, antropologie, taalkunde, Aziatische kunst, Boeddhisme, Hindoeïsme en de Islam werden, evenals in India, wetenschappelijke bijdragen op hoog niveau geleverd.<sup>16</sup>

Binnen het kader van de wetenschapsgeschiedenis neemt geodesie, waaronder landmeten en hydrografie valt, voor het in kaart brengen van een bepaald gebied al eeuwenlang een belangrijke plaats in. Zeelieden en militairen hadden het grootste belang bij betrouwbare kaarten voor ontdekkingsreizen, veilige vaarroutes en controle of bestuur van gebieden. De rol van militairen bij het vervaardigen van hydrografische en topografische kaarten is dan ook lange tijd dominant geweest. Sinds de ontdekkingen van Galileo Galilei (1564-1642) tot het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw, een periode die wel met de Verlichting aangeduid wordt, ontstond steeds grotere belangstelling voor de natuur en het ontdekken van wetmatigheden.<sup>17</sup> Daarbij werd in toenemende mate gebruik gemaakt van meetinstrumenten, gebaseerd op natuurkundige theorieën, die bepalend zijn geweest voor de ontwikkeling van de geodesie.<sup>18</sup>

De invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië op de geodesie in Nederland komt ook tot uitdrukking in de internationale wetenschappelijke bijdragen in tijdschriften en presentaties op congressen. Voor het geodesie-onderwijs zijn boeken op het gebied van landmeten, waterpassen en geodesie een belangrijke graadmeter. Dat wil zeggen dat boeken over deze onderwerpen, gebruikt bij het Nederlandse geodetische en landmeetkundige onderwijs, aanzienlijk van invloed waren op de geodesie in Nederland. Hier wordt vooral gekeken naar de periode tussen het vertrek van de Engelsen in 1816 en het beëindigen van de Snellius II expeditie in 1986, dus ca. 170 jaar. Rekenen we de activiteiten van Daendels en Raffles en de afronding van de Snellius expeditie er ook bij, dan moet naar een periode van 190 jaar gekeken worden. Voor geodesie in Nederlands-Indië lag de belangrijkste periode in 1850-1950.

De betrokkenheid van de Leidse astronoom Frederik Kaiser komt tot uitdrukking in zijn functie als verificateur van zee-instrumenten voor navigatie aan boord van schepen, in het bijzonder de tijdseinen of tijdmeters, later chronometers genoemd.<sup>19</sup> Dit werk werd later door zijn zoon voorgezet.<sup>20 21</sup> De astronomie-opleiding door Kaiser in Leiden van marineofficier Sjoerd de Lange (die al ervaring in de Indische archipel had), voor plaatsbepalingen in de Indische archipel is het begin van de wisselwerking van geodesie tussen Nederland en Indië. Dat wordt nogmaals bevestigd door Kaiser 's notitie over sterrekundige plaatsbepaling in de Indische archipel.<sup>22</sup>

Tussen Nederland en Indonesië bleken grote verschillen te bestaan. Een voorbeeld is de bepaling van de breedtegraad, waarvoor in Europa gebruik gemaakt kon worden van de poolster, maar die bij de evenaar nauwelijks zichtbaar was, waardoor andere sterren gebruikt moesten worden. Ook de opleiding door Kaiser van Oudemans (die later hoogleraar astronomie in Utrecht werd) als opvolger van De Lange in Nederlands-Indië geeft de relatie tussen Nederland en Indië voor de astronomische en geodetische wetenschap aan.

Op astronomisch gebied hebben Joan G.E.G. Voûte, astronoom en directeur van de sterrenwacht bij Lembang, Karel A.R. Bosscha, plantagehouder en financier van de sterrenwacht en de TH Bandung en P.H. Poldervaart, betrokken bij de lengtebepalingen via de sterrenwacht en 1939-1950 hoofd triangulatiebrigade van de Topografische Dienst (TD) in Indië, een essentiële rol gespeeld. Op astronomisch gebied werden met Oudemans, Voûte en een groot aantal gastastronomen belangrijke resultaten bereikt. Na pensionering van Voûte in 1939 werd Aernout de Sitter (zoon van de Leidse astronoom Willem de Sitter) directeur van de sterrenwacht Lembang. In dit verband kunnen nog de bouw van het internationale breedtestation bij Batavia en de nauwkeurige metingen van poolbewegingen (door precessie en nutatie)<sup>23</sup> voor de internationale breedtedienst door de Topografische Dienst met de experts K. Gsöllpointner en P.H. Poldervaart in 1931-1939 genoemd worden.<sup>24</sup>

<sup>15</sup> W.R. van Hoëvell, *Geschiedkundig overzicht van de beoefening van Kunsten en Wetenschappen in Nederlands-Indië*, (uitg. Lands-drukkerij, Batavia 1839).

<sup>16</sup> W.R. van Hoëvell, *Geschiedkundig overzicht van de beoefening van kunsten en wetenschappen uit Tijdschrift voor Neêrlands Indië*, vierde jaargang nr. 2, 1841, Batavia, p. 489- 651, met name p. 532-651.

<sup>17</sup> *Masterpieces of Science*, Museo Galileo (Istituto e Museo di Storia della Scienza), ed. Paolo Galuzzi, (uitg. Giunti Florence 2010).

<sup>18</sup> J.A. Bennett, *The Divided Circle. A History of Instruments for Astronomy, Navigation and Surveying*, (uitg. Phaidon-Christie's, Oxford 1987).

<sup>19</sup> F. Kaiser, *De Tijdseinen der Nederlandsche Marine*, (uitg. Wed G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1840).

<sup>20</sup> Dr. P.J. Kaiser, verificateur van 's Rijks zee-instrumenten te Leiden, *Onderzoek tot aankoop van Tijdmeters ten behoeve van der Nederlandse Marine in het jaar 1881*, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1881).

<sup>21</sup> Dr. P.J. Kaiser, *Theorie en beschrijving der thans bij de Ned. Marine in gebruik zijnde zeevaartkundige werktuigen, deel III, de zee-uurwerken*, (uitg. E.J. Brill Leiden 1895).

<sup>22</sup> F. Kaiser, *Sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel*, (uitg. J.C.A. Sulpke, Amsterdam 1851).

<sup>23</sup> Jaarverslag TD 1929 p. 100-115, Jaarverslag TD 1930 p. 72-80.

<sup>24</sup> Jaarverslag TD 1932 p. 12-20 en Jaarverslag TD 1933 p. 6-41 en tevens de Jaarverslagen TD 1934-1939.

Ook op meteorologisch gebied was Indië ver andere koloniën vooruit. Buys Ballot wilde al in 1857 in Indië een magnetisch observatorium oprichten. Hij stelde toen als leiding daarvan Pieter Adriaan Bergsma voor, zoon van een collega professor uit Utrecht. Aanvankelijk wilde Buys Ballot geen concurrerend meteorologisch observatorium in Indië, maar na enige druk van buiten stemde hij toch in met een meteorologisch-magnetisch observatorium. Uiteindelijk werd pas in 1875 met de bouw van het observatorium begonnen, waar later ook seismologisch onderzoek plaatsvond. De nauwe samenwerking tussen Buys Ballot van het KNMI in de Bilt en Bergsma van het Meteorologisch Observatorium in Batavia leverde een stroom aan gegevens en analyses op hoog niveau. Het magnetisch onderzoek kwam zo van de grond en kreeg internationaal grote waardering.<sup>25</sup>

Na een jaar onder Johannes Paulus van der Stok, die zich vooral met maritieme zaken bezighield, werd de leiding van het observatorium in 1908 overgenomen door Willem van Bemmelen, gepromoveerd op aardmagnetisme. Zijn zoon, Rein van Bemmelen, was vulkanoloog en geoloog in Indië en heeft, in navolging van R.D.M. Verbeek<sup>26</sup>, daarmee mede geologie op de kaart gezet.<sup>27</sup> Rein van Bemmelen werd in 1961 benoemd tot hoogleraar in Utrecht.

Veel meteorologisch onderzoek vond plaats met hulp van ballonnen, die steeds meer betrouwbare gegevens omtrent het weer en de atmosfeer opleverden. De Nederlandse onderzoekers in Indië hielden nauwgezet de ontwikkelingen in de rest van de wereld in de gaten. De volgende directeuren waren C. Braak en J. Boerema.

Aanvankelijk waren het vooral deskundigen van academies en universiteiten in Europa die wetenschappelijke bijdragen in Indië leverden, maar met de oprichting van de Technische Hogeschool in Bandung in 1920 ontstond voor het eerst een opleiding op universitair niveau. In de cursus 1921-1922 werd landmeten en waterpassen gedoceerd door Kolonel H.J.K. Schuitenvoerder van de Topografische Dienst. Vanaf 1922 werd dit samen met geodesie gedoceerd door buitengewoon hoogleraar Johan Hildebrand George Schepers, die daarnaast tot 1939 hoofd van de triangulatie-brigade van de TD in Indië was. Bij de TH Bandung werd in 1922 het "Bosscha-laboratorium voor natuurkunde" geopend, met de eerste hoogleraren fysica Jacob Clay en na 1929 Herman Robert Woltjer.

Het gravimetrisch- of zwaartekrachtonderzoek van Felix Vening Meinesz, bg. hoogleraar in Delft en Utrecht, stond internationaal in hoog aanzien. Hij is met een onderzeeboot verschillende keren in de archipel geweest en heeft daarbij in Bandung lezingen gegeven en in het Bosscha laboratorium (het fysisch laboratorium) van TH Bandung ijkingen van zijn apparatuur uitgevoerd. Felix Vening Meinesz onderhield nauwe contacten met fysicus Jacob Clay.

De School tot Opleiding van Inlandsche Artsen (STOVIA), opgericht door Willem Bosch in 1899, ging in 1927 over in de Medische Faculteit met een volwaardige opleiding tot arts. Christiaan Eijkman, die enige tijd directeur was, werd zelfs de Nobelprijs toegekend voor de ontdekking van het vitaminetekort dat de gevreesde beri-beri ziekte veroorzaakte. Ook werd in Batavia in 1924 een Rechts-Hogeschool gerealiseerd. In Batavia startte in 1940 een Faculteit der Letteren en Wijsbegeerte. Uitgebreid biologisch onderzoek was nodig voor het verbeteren van landbouwgewassen.<sup>28</sup> Daarom werd in Buitenzorg (nu Bogor) nog in 1941 een Landbouwkundige Faculteit opgericht. Het waren allen op toepassingsgebieden gerichte instellingen. In Indië vond nauwe samenwerking plaats tussen de private en overheidssector. Echter kwam het gouvernement pas met financiële ondersteuning, nadat door particulier initiatief een belangrijk instituut of genootschap met succes was opgericht.

Ingenieurs hebben belangrijke bijdragen aan de wetenschap in Indië geleverd. In Nederland waren twee soorten ingenieurs ontstaan: de militair ingenieur, vaak een genieofficier, opgeleid via de militaire scholen of de Koninklijke Militaire Academie en de civiel (burgerlijk) ingenieur, opgeleid via de (civiele) Koninklijke Akademie, de latere Polytechnische school of Technische Hogeschool in Delft.<sup>29</sup> Deze opleidingen waren voortgekomen uit de opleiding tot landmeter, verzorgd door militaire scholen of academies voor vestingbouw, wegen, waterschappen en eigendomsregistratie van het kadaster. Voorbeelden zijn de hiervoor genoemde Schepers en Poldervaart.

In 1847 werd in Nederland het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) opgericht, met als doelstelling de ontwikkeling van de techniek door lezingen en publicaties te stimuleren. Door de samenvoeging van de "waterstaats-ingenieur" uit 1913 met "de mijningenieur" uit 1919 voor het KIVI maandblad, gewijd aan techniek en wetenschap in Indië, ontstond een aparte organisatie voor technische ontwikkelingen in Nederlands-Indië.

<sup>25</sup> *Magnetischen opneming in den Indischen Archipel, in 1874-1877 gedaan, op advies door dr. van Rijckevorsel*, (uitg. J. Müller, Amsterdam 1880).

<sup>26</sup> R.D.M. Verbeek, *Topografische en geologische beschrijving Zuid-Sumatra* (Benkoelen, Palembang, Lampong) (uitg. Jaarboek van het Mijneuzen 1881).

<sup>27</sup> Soetarjo Sigit, *A brief outline of the geology of the Indonesian Archipelago*, Th H.F. Klompé, *Geological map of Indonesia, Peta Geologi Indonesia*, (uitg. Republik Indonesia, Departemen Perindustrian Dasar/Pertambangan Djawatan Geologi- Bandung 1962).

<sup>28</sup> Wim van der Schoor, *Zuivere en toegepaste wetenschap in de tropen Biologisch onderzoek aan particuliere proefstations in Nederlands-Indië 1870-1940*, proefschrift Universiteit Utrecht, (uitg. Ridderprint BV, Ridderkerk 2012). Met name hoofdstuk 2: Waarom wetenschap in Indië?

<sup>29</sup> H.W. Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in de negentiende eeuw: een streven naar erkenning en macht*, proefschrift, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1980).



Het gedenkboek van het 50-jarig bestaan van het KIVI gaf over 1847-1897 een overzicht van onderwerpen, die voor ingenieurs, met name in Nederland en Nederlands-Indië, van belang waren.<sup>30</sup> In Fig. 1-2 is een deel van de inhoudsopgave opgenomen. Telegrafie, telefonie, elektriciteit, geodesie, kartografie en het onderwijs werden alleen voor Nederland besproken. De meeste aandacht in Nederlands-Indië werd in deze periode gegeven aan rivieren en rivierwerken, irrigatiewerken, aanleg van spoor- en tramwegen, wegen en bruggen, kustverlichting en zeehavens. Daarnaast vermeldde het gedenkboek bouwkunde (ook in de militaire omgeving), drinkwater en de ontwikkeling van de waterstaat en de petroleumindustrie.

HOOFDSTUK XII.	Bladz.	HOOFDSTUK XVI.	Bladz.
ELEKTRICITEIT.		NEDERLANDSCH OOST- EN WEST-INDIË.	
De telegrafie en telefonie in Nederland. A. E. Collette . . . . .	229	Rivieren en rivierwerken in Nederlandsch-Indië. J. E. de Meijier. (Platen LXI, LXII). . . . .	281
Over de ontwikkeling van de telegraaf en het seinwezen bij de Maatschappij tot exploitatie van Staatsspoorwegen. L. Dufour. (Plaat LIV). . . . .	231	De bevoelingswerken op Java. A. P. Melchior. (Platen LXIII, LXIV, LXV, LXVI). . . . .	282
De ontwikkeling van de storkstroomtechniek bij de Maatschappij tot exploitatie van Staatsspoorwegen. L. M. Barnett Lyon. (Plaat LV). . . . .	232	De nederlandsch-indische spoorwagemaatschappij. B. M. Gramma. (Plaat LXVII). . . . .	287
Over de ontwikkeling der telefonie en elektrische verlichting te Amsterdam. J. Stroink . . . . .	235	De spoor- en tramwegen op Java. J. J. Stieltjes. (Platen LXVIII, LXIX, LXX en LXXI). . . . .	291
Beschrijving van de elektrische installatie voor de beweging en verlichting van de nieuwe schutsluis te IJmuiden. F. C. Dufour. (Plaat LVI). . . . .	238	De Staatsspoorweg ter Sumatra's westkust. J. W. IJzerman. (Plaat LXXII). . . . .	297
HOOFDSTUK XIII.		Deel-Spoorwagemaatschappij te Amsterdam. J. T. Cromer. . . . .	299
KAARTEN, ENZ.		Eens draadkabelbaan op Java. G. B. H. F. Alpherts. (Plaat LXXIII). . . . .	300
De driehoeksmeting van Nederland. Dr. Ch. M. Schols. (Plaat LVII). 243		Wegen en bruggen in Nederlandsch-Indië. J. E. de Meijier. (Platen LXXIV en LXXV). . . . .	301
Overzicht der cartografie in Nederland gedurende de laatste vijftig jaren. C. A. Eckstein. . . . .	244	Zeehavens- en kustverlichting in Nederlandsch-Indië. J. E. de Meijier. (Platen LXXVI en LXXVII). . . . .	303
Waterwaarneming. Jhr. F. L. Ortt. (Plaat LVIII). . . . .	247	De zeehaven voor Batavia te Tandjong Priok. H. E. van Berckel. 305	
Waterstaatskaart. J. Krap . . . . .	250	De bebakening en de kustverlichting in de koloniën. A. Oostindie. B. Westindie. H. E. van Berckel. . . . .	307
Horizoning van de merken van het AP. J. van der Breggen. (Plaat LIX). . . . .	252	Gebouwen in Nederlandsch Oost-Indië. L. J. C. van Es. (Platen LXXVIII en LXXIX). . . . .	311
HOOFDSTUK XIV.		Drinkwaterleidingen in Nederlandsch-Indië. E. A. C. F. von Esson. (Plaat LXXX). . . . .	313
ONDERWIJS.		Bouwkunde en techniek bij de Indische goniëtroepen. G. E. V. L. van Zuylen . . . . .	315
Korte geschiedenis van de voormalige Koninklijke Akademie ter opleiding van burgerlijke ingenieurs te Delft, 1843—1864. N. H. Henket . . . . .	257	Militair etablissement te Magelang. J. G. H. de Voogt. (Plaat LXXXI). . . . .	318
Korte geschiedenis van de Polytechnische School te Delft. 1864 tot en met 1896. N. H. Henket . . . . .	261	De ontwikkeling van den Waterstaat in Nederlandsch-Indië. M. J. van Bosse . . . . .	320
Het klassicaal technisch onderwijs in de constructie van de onderdeelen van gebouwen. G. J. Morre. . . . .	265	De ontwikkeling van de petroleumindustrie in Nederlandsch-Indië. A. Stoop. (Plaat LXXXII). . . . .	322
HOOFDSTUK XV.		HOOFDSTUK XVII.	
VERSCHILLENDE ONDERWERPEN.		BUITENLAND.	
Ontwikkeling van het onderzoek van de bouwmaterialen in de laatste vijf-en-twintig jaren. L. Bienfait. (Plaat LX). . . . .	269	Spoorwegen in de Zuid-Afrikaansche Republiek. R. W. J. C. van den Wall Bako. (Plaat LXXXIII). . . . .	327
Het waterstaatsbudget in het tijdperk 1847—1897. R. P. J. Tutein Nolthenius . . . . .	271	Bouw van het droogdok te Taleahuano (Chili). J. Kraus. . . . .	329
De roeging van den arbeid in Nederland. J. Drabbe . . . . .	275	Indijking, bemaling en afwatering van het Pearson Reclamation-district in Californië. Mr. P. J. van Löben Sols. (Plaat LXXXIV). . . . .	331

Fig. 1-2 Gedeelte van de inhoudsopgave van het KIVI-gedenkboek 1847-1897.

Een encyclopedisch overzicht van Indië uit 1913, tot stand gekomen door tal van experts onder leiding van H. Colijn met een voorwoord van J.B. van Heutsz (die het een populair wetenschappelijk werk noemde) geeft met veel illustraties in 800 pagina's een beeld van de toenmalige koloniale situatie.<sup>31</sup> Uit de hoofdstukken over land en volk, geschiedenis en bestuur, bedrijf en samenleving zijn met name relevant de delen over: bevoeiing, onderwijs, wetenschap, het verkeerswezen, land- en zeemacht en de Europese samenleving. Hieruit komt de sterke verwevenheid met Nederland naar voren en de trots over wat bereikt is.

Het KIVI organiseerde in Batavia in 1920 een Algemeen Ingenieurs Congres en excursies met 966 deelnemers, waarvan 47 uit Nederland, 54 buiten Nederland en 865 uit Nederlands-Indië. De lezingen waren ingedeeld in 6 secties: 1<sup>e</sup> havens, spoorwegen, telegrafie, telefonie; 2<sup>e</sup> irrigatie, drinkwater, assainering; 3<sup>e</sup> wegen, bruggen, bouwwerken, stedenbouw; 4<sup>e</sup> energieproductie, industrie; 5<sup>e</sup> mijnbouw, geologie, en 6<sup>e</sup> overig (o.a. topografische activiteiten).<sup>32 33 34</sup> Op veel van deze gebieden werden wetenschappelijke prestaties op hoog niveau geleverd, zoals de spoorwegen in Indië en de lange afstand radiocommunicatie met Nederland.

<sup>30</sup> E. van Konijnenburg, *Gedenkboek uitgegeven ter gelegenheid van het vijftigjarig bestaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*, (uitg. gebr. J. & H. van Langenhuisen, 's-Gravenhage 1897).

<sup>31</sup> H. Colijn en J.B. van Heutz, *Neerlands Indië, land en volk, geschiedenis en bestuur, bedrijf en samenleving* (twee delen), (uitg. Elsevier 1913).

<sup>32</sup> *Algemeen Ingenieurs Congres, gehouden te Batavia 8-15 mei 1920, Algemeen Verslag*, (uitg. N.V. Boekhandel Visser & Co., Weltevreden 1921).

<sup>33</sup> H.J.K. Schuitenvoerder (Kapitein v. d. Topografischen Dienst), *Het Kaarteringsvraagstuk in den N.I. Archipel*, Alg. Ingenieurs Congres Batavia 8-15 Mei 1920.

<sup>34</sup> Ir. J.H.G. Schepers, *Het invarmetaal en zijne toepassing bij de nieuwe basismetingen in Nederlandsch-Indië*, Alg. Ingenieurs Congres, (uitg. de Unie, Batavia 1920).

Dat de wetenschap in Nederlands-Indië internationaal gezien op een hoog peil stond getuigen de bijdragen aan de Encyclopedie van Nederlandsch-Indië<sup>35</sup>, het Gedenkboek Koninklijke Natuurkundige Vereeniging<sup>36</sup>, congresbijdragen<sup>37</sup> en de hiervoor aangehaalde studies over exacte wetenschappen daar.<sup>38</sup> Hiervan heeft de Topografische Dienst (TD) bij het in kaart brengen van de archipel ook gebruik kunnen maken. Voor het vierde wetenschapscongres in 1929 werden de volgende bijdragen geleverd, waaronder enkele van de TD:<sup>39</sup>

- *Geodesy and topography in the Netherlands East Indies*, door J.H.G. Schepers en F.A. Vening Meinesz;
- *Terrestrial Magnetism*, door E. van Everingen,
- *The climate of the Netherlands East Indies*, door C. Braak;
- *Hydrography*, door J. Luymes;
- *Oceanography and maritime meteorology*, door E. van Everdingen;
- *Earthquakes*, door C. Braak;
- *Volcanic science in past and present*, door N. Wing Easton;
- *Geology of the Netherlands East Indies*, door H.A. Brouwer;
- *Astronomy*, door A. Pannekoek.

Deze onderwerpen hadden een nauwe relatie met het werk van de TD. De genoemde experts hadden wel hun opleiding grotendeels in Nederland verkregen. Door de toename van geodetische en topografische activiteiten waren steeds meer experts en ingenieurs nodig, die vooral uit Europa kwamen.

Het Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlands-Indië en het Geneeskundig Tijdschrift waren van groot belang voor de verspreiding van onderzoeksresultaten, zowel in Indië als in Nederland. Dat onderzoek stond op een hoog peil, zeker vergeleken met de landen in ZO-Azië. Promoties vonden al in Indië plaats nog voordat ze in Australië plaatsvonden.<sup>40</sup> Een overzicht van de wetenschappelijke en universitaire instellingen uit 1930 onderbouwt dat.<sup>41</sup> Biotechnisch en chemisch onderzoek en de verwerking van tropische producten zoals rubber, vond plaats in samenwerking met de TH Delft vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw en met de in 1917 aangelegde botanische tuin van de TH.<sup>42</sup> Melchior Treub, directeur van de botanische tuin in Buitenzorg (Bogor), richtte in 1890 het Indisch committee voor stimulering van wetenschappelijk onderzoek in de Nederlandse Koloniën (ICWO) op. Leden waren afkomstig van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, de Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) in Nederlands-Indië en de lokale Medische Associatie. Met steun van Jacob Christiaan Koningsberger (1867-1951), natuurkundige en directeur van de botanische tuin in Buitenzorg (1911-1917), later Minister van Koloniën (1926-1929), werd getracht een koloniale versie van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (KNAW) op te richten. Na vijf jaar overleg kwam in 1924 bij koninklijk besluit de oprichting van een Indische academie tot stand. Uiteindelijk werd het een Raad, geleid door de botanist Abraham Arnold Lodewijk Rutgers. Zo ontstond in 1928 de Natuurwetenschappelijke Raad (NWR) van Nederlands-Indië, die meteen met Willem van Bemmelen in 1929 het bovengenoemde vierde Pacific Science Congress in Batavia mocht organiseren.

Kaarten en atlanten toonden met kleuren de omvang en het belang van een koloniaal imperium.<sup>43</sup> De koloniën van het Britse wereldrijk werden op kaarten meestal rood gekleurd, Nederlandse koloniën kregen een oranje of geel-bruine kleur, terwijl Franse koloniën vaak een blauwe kleur kregen. Nederland was na Groot-Brittannië een tijd de tweede grootste koloniale mogendheid op aarde. Nederland met haar koloniën stelde iets voor en had op wetenschapsgebied iets te zeggen. Echter ook een groot aantal Duitse wetenschappers heeft, zowel in Nederland als in Nederlands-Indië, aanzienlijke bijdragen geleverd aan de ontwikkeling van de natuurwetenschappen en de geodesie. Voor geodesie werden na Engeland de meetinstrumenten uit Duitsland steeds belangrijker. Zowel in Nederland als in Nederlands-Indië werden veel geodetische meetinstrumenten uit Duitsland aangeschaft. Door wetenschappelijke publicaties en beschrijvingen van onderzoek en meetinstrumenten werd naast Engels Duits in de 19<sup>e</sup> eeuw ook een belangrijke taal voor de wetenschap.

<sup>35</sup> *Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië*, (4 delen), (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).

<sup>36</sup> *Gedenkboek Koninklijke Natuurkundige Vereeniging (K.N.V.)*. Een eeuw natuurwetenschap in Indonesië 1850-1950, (uitg. K.N.V., Jakarta 1950).

<sup>37</sup> E.J. Vouïte, De internationale geografische congressen, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1929.

<sup>38</sup> Peter Boomgaard, *The making and unmaking of tropical science, Dutch research on Indonesia, 1600-2000*, uit KITLV, Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde (BKI) 162-2/3 (2006):191-217.

<sup>39</sup> *Science in the Netherlands East Indies*, L.M.R. Rutten editor, Fourth Pacific Science Congress, (Schepers, Vening Meinesz, Pannekoek e.a., 1929).

<sup>40</sup> Lewis Pyenson, *Empire of Reason, Exact Sciences in Indonesia, 1840-1940*, (uitg. Brill, Leiden 1989).

<sup>41</sup> *De Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Universiteiten en Hoogescholen in Nederland en Nederlandsch-Indië*, (uitg. S.C. v. Doesburgh, Leiden 1930).

<sup>42</sup> Trudy van de Wees, *Het groene laboratorium. Honderd jaar Botanische tuin TU Delft*, (uitg. Eburon Academic publishers, Delft 2017).

<sup>43</sup> *Harmsworth Atlas and Gazetteer*, George Philip & Sons<sup>LTD</sup>, The London Geographical Institute, (uitg. Carmelite house, London 1909).

Tot slot kunnen nog de expedities in 1871-1941 en in 1959 genoemd worden, die bijgedragen hebben aan wetenschappelijk onderzoek en betere topografische en hydrografische kennis van tot dusver nauwelijks bekende gebieden.<sup>44</sup> Ze leverden niet altijd het gewenste resultaat op; sommige voorstellen bleken niet haalbaar, zoals in 1908 een ballontocht over Nieuw-Guinea.<sup>45 46</sup> De uitgestrekte ondoordringbare gebieden met nauwelijks wegen, brede rivieren, een vijandige bevolking en het ongezonde klimaat was een grote uitdaging. Voor antropologisch onderzoek hebben meerdere expedities op Sumatra en Nieuw-Guinea plaatsgevonden.<sup>47</sup> Vooral de latere expedities naar Nieuw-Guinea hebben voor het in kaart brengen van het nog onbekende gebied nuttige bijdragen geleverd.<sup>48 49 50 51 52 53</sup> Voor het oceanografisch onderzoek hebben de Siboga (1899), de Snellius I (1929) en de Snellius II (1984-1985) expedities veel aan kennis van de diepzee opgeleverd. Hieraan zal in hoofdstuk 5.4 aan de hand van enkele kaarten aandacht besteed worden.

Waren het aanvankelijk na de zeelieden vooral de militairen, die behoefte hadden aan gedetailleerde, nauwkeurige kaarten, al snel ontstond vanuit de bestuursambtenaren, wetenschappers en ingenieurs een grote vraag naar kaarten. Naast topografische en hydrografische kaarten, leverden thema-kaarten overzichten van ontwikkelingen op onderwijsgebied, taal, bevolkingsamenstelling, gezondheidszorg, godsdienst, geologie, landbouw en tal van andere geografisch bepaalde grootheden, die voor bestuur en onderzoek van belang waren. Aan de vervaardiging heeft de Topografische Dienst in Indië steeds bijgedragen. Overzichten van vervaardigde kaarten in de periode 1876-1956 zijn als annex 8.12, 8.13 en 8.14 in hoofdstuk 8 opgenomen.

Het koloniale project, zoals Van Doorn de laatste 100 jaar van Nederlands-Indië noemde, was ontstaan uit een unieke samenwerking van militairen, bestuursambtenaren, ingenieurs, wetenschappers en ondernemers.<sup>54</sup> Zij verenigden vaak deskundigheden en functies in één persoon. Militairen, bestuursambtenaren of ondernemers konden tevens ingenieur zijn. Militairen en ingenieurs werden soms (later) hoogleraar, zoals Johan Muller en bestuursambtenaren werden ondernemer. Omgekeerd werden ondernemers bestuurders, zoals planter en latere minister Frans van de Putte (1822-1902). Hierop wordt in hoofdstuk 6.2.4 nog teruggekomen.

“Indonesië op de kaart” is een samenwerkingsproject geweest van al deze deskundigen, met vanaf 1874 een leidende rol voor de Topografische Dienst en Hydrografische Dienst als onderdeel van een militaire organisatie.

De Gouverneurs-Generaal en Ministers van Koloniën bepaalden de context voor het tot stand komen van kaarten. Hoewel over deze leidende personen al veel gepubliceerd is<sup>55 56</sup>, zal aan de hand van een elftal bestuurders een historisch overzicht gegeven worden van gebeurtenissen, die van invloed waren op het ontstaan van kaarten. Deze bestuurders waren nauw betrokken bij de politieke, economische en culturele ontwikkelingen en hadden grote interesse in het verkrijgen van kaarten. Hun invloed op het tot stand komen van kaarten blijkt groter dan verwacht, waardoor hier eerst aandacht aan besteed zal worden.

Voor het ontstaan van kaarten in de onderzochte periode worden vervolgens enkele experts besproken, die in de Indische archipel in de 19<sup>e</sup> eeuw beschouwd kunnen worden als de pioniers van de topografische en hydrografische opnemingen.

Extra aandacht krijgen de vulkanen, die het landschap bepaalden (en nog steeds beïnvloeden) en gebruikt werden als oriëntatiepunten of bakens bij de metingen voor de genoemde opnemingen.

<sup>44</sup> Klaas van Berkel, *Het late begin van de Nederlandse wetenschappelijke expedities naar Indië*, uit Groniek publicaties Universiteit Groningen 2015.

<sup>45</sup> A.E. Rambalo, De luchtvaart ten dienste van het wetenschappelijk onderzoek in Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het KNAG, 1908.

<sup>46</sup> K. Wegener, De mogelijkheid van een ballontocht dwars over Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1908.

<sup>47</sup> Jet Bakels en Nico de Jonge, *Indië ontdekt. Expedities en onderzoek in de Oost en de West*, (uitg. KITLV, Leiden 2001).

<sup>48</sup> *Reizen naar Nederlandsch Nieuw-Guinea in de jaren 1871, 1872, 1875-1876* door P. Van der Crab en J.E. Teysmann, J.G. Coorengel, A.J. Langeveldt van Hemert en P. Swaan, P.J.B.C. Robedié van der AA, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1879).

<sup>49</sup> *Nova Guinea, uitkomsten der Nederlandsche Nieuw-Guinea-expeditie in 1903*, vol I, II-1, II-2, III en IV, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1909).

<sup>50</sup> E. Heldring e.a., De expeditie van 1939 van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap naar het Nassau-gebergte op Nederlandsch Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1939.

<sup>51</sup> Dr. P.J. Eyma, *Laporan harian tentang perjalanan ekspedisi di wilayah bagian utara danau paniai, Oktober 1939, (Dagelijks rapport van de expeditiereis in het gebied ten noorden van het Paniaimeer in Nieuw-Guinea) en Penjelajahan (Ondekkingsreis) Nieuw-Guinea*, E.J. Brill, (uitg. Lembaga Ilmu Pengetahuan Geografi Kerajaan Belanda (Prof dr. L. Rutten Ketua, Ir. J.H.G. Schepers Sekretaris), Amsterdam, Edisi Kedua, Volume LVII, Leiden 1940).

<sup>52</sup> Dr. P.J. Eyma, Een tocht ten noorden van het Paniaimeer (Nieuw-Guinea), uit Nederlandsch-Indische Geografische Mededeelingen, deel I aflevering 1, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Batavia 1941) p. 4-14.

<sup>53</sup> Reilingh de Vries, Bertoen-Brouwer, Schepers, Tijdschrift van het KNAG, tweede versie Deel LXXVI, no 4, oktober 1959 met o.a. de wetenschappelijke expeditie naar het Sterrengebergte, Nederlands Nieuw-Guinea, de ruimtelijke verdeling van het macro-klimaat.

<sup>54</sup> J.A.A. van Doorn, *De laatste eeuw van Indië, ontwikkeling en ondergang van een koloniaal project*, (uitg. Bert Bakker, 1994).

<sup>55</sup> Cees Fasseur, *Indisch gasten*, (uitg. Ooievaar, Amsterdam 1999).

<sup>56</sup> Wim van den Doel, *Zo ver de wereld strekt. De geschiedenis van Nederland overzee vanaf 1800*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 2011).



## 1.4 Structuur van de dissertatie

In dit onderzoek wordt “van groot naar klein” gewerkt. De ontwikkeling van de geodesie voor het in kaart brengen van Indonesië is onderzocht en vergeleken met ontwikkelingen in Europa en India. Daarbij is de historische achtergrond beschreven, die de context aangeeft waarbinnen het ontstaan van kaarten heeft plaatsgevonden. De werkwijze en de daarbij gebruikte meetinstrumenten komen aan de orde, waarbij ook de versturende factoren in de Indische omgeving behandeld zijn. De topografische en hydrografische activiteiten krijgen aandacht, evenals de organisatie en het personeel van de Topografische Dienst, het Kadaster en de Hydrografische Dienst. Resultaten in de vorm van de triangulatiennetten en de vervaardigde kaarten worden uitgebreid besproken. Dat wordt gevolgd door de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indië op de geodesiekennis en het geodesie-onderwijs in Nederland. Dat leidt uiteindelijk tot de samenvatting en conclusies. Daardoor wordt de volgende structuur in deze dissertatie gehanteerd:

**Hoofdstuk 1** geeft als inleiding dit overzicht, de hypothesen en onderzoeksvragen met de opzet en methodiek van onderzoek. Geodesie is hier in het bredere kader van wetenschapsbeoefening in Nederlands-Indië geplaatst.

**Hoofdstuk 2** schetst aan de hand van een aantal bestuurders, die invloed hadden op de totstandkoming van kaarten, een beeld van de historische achtergrond met politieke, economische en maatschappelijke ontwikkelingen. Van enkele pioniers op geodesiegebied worden hun levensloop en activiteiten besproken. Hierbij komen ook oorlogen, inkomsten en de rol van vulkanen ter sprake. Een korte beschrijving van de Indonesische archipel met een bijbehorende kaart geeft een overzicht van de geografie en huidige samenstelling van de bevolking.

**Hoofdstuk 3** behandelt de ontstane vraag naar kaarten door stedenbouw en infrastructuurontwikkeling. Dat omvat de bouw en uitbreiding van steden met de aanleg van wegen, havens en andere openbare werken en de verkenningen, nodig voor de aanleg van spoorwegen en tramwegen, met de aanleg van kabel- en radio-verbindingen, waarmee telecomnetwerken ontstaan zijn.

**Hoofdstuk 4** beschrijft de geodetische uitdagingen, die aangegaan werden om tot nauwkeurige kaarten te komen. Dat betreft navigatie en hydrografie, astronomische plaatsbepaling, triangulatie, fotogrammetrie en de versturende factoren, waarmee rekening gehouden moest worden. Het gebruikte instrumentarium en de meetmethoden, met hun ontstaan en toepassing, komen eveneens aan de orde. Daarbij zijn uitgebreide wiskundige verhandelingen zoveel mogelijk vermeden doordat, waar dat mogelijk is, verwezen wordt naar literatuur, waar hiervoor meer plaats is. Wel zijn de belangrijke principes en meetmethoden, die nodig zijn voor een goed begrip van de gevolgde werkwijze in Indië, voor lezers van verschillende disciplines aan de hand van eenvoudige formules toegelicht. Dit hoofdstuk geeft informatie over de nauwkeurigheid van de meetresultaten bij verstoringen en toegepaste geodetische methoden, waar in de volgende hoofdstukken naar verwezen wordt.

**Hoofdstuk 5** bevat een overzicht van de topografische en hydrografische activiteiten en resultaten in de vorm van kaarten van de verschillende betrokken diensten. De organisatie en personeelssamenstelling van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië worden besproken. De activiteiten van het Kadaster en de hydrografische dienst komen ook ter sprake. Een overzicht van topografische ontwikkelingen in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Groot-Brittannië en India maakt onderlinge vergelijking mogelijk.

**Hoofdstuk 6** gaat in op de hoofdvraag, waarin de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië op de geodesie-ontwikkeling in Nederland centraal staat. Hier valt ook het geodesie-onderwijs onder.

**Hoofdstuk 7** bevat tenslotte de conclusies en samenvattingen op het gebied van de geodesie betreffende de geometingen, personen en resultaten.

In de hoofdstukken is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van kaarten, die een beeld geven van de vroegere en huidige situatie en de historische ontwikkeling in een bepaalde periode, van zowel de opneming als de kartering. Door de beperkingen in omvang zijn uit de vele beschikbare kaarten representatieve selecties gemaakt. Die zijn als bijlage, met enkele kaartcatalogi en een lijst van overige gekozen kaarten en figuren in dit document, als **Hoofdstuk 8** met de andere bijlagen opgenomen. Geraadpleegde literatuur is in negen categorieën opgedeeld en chronologisch als **Hoofdstuk 9** weergegeven. **Hoofdstuk 10** bevat een index van personen, plaatsnamen, organisaties en begrippen. Daarna is het curriculum vitae van de auteur opgenomen. Aan het begin van de hoofdstukken wordt als introductie een overzicht van de behandelde onderwerpen gegeven. Samenvattingen, vaak in tabelvorm, geven de belangrijkste resultaten van het betreffende hoofdstuk.

## 2 Historisch overzicht, ontwikkelingen in de archipel

Dit hoofdstuk geeft een historisch overzicht van ontwikkelingen, die in de periode 1800-1990 van invloed zijn geweest op het tot stand komen van kaarten in de archipel. Aan de hand van een elftal bestuurders wordt aandacht besteed aan gebeurtenissen tijdens het Bataafs-Frans, Engels en Nederlands-Indisch bestuur. De eerste hydrografische en topografische verkenningen met enkele triangulaties worden al besproken.

Indonesië werd beïnvloed door cultuur en bouwstijlen uit noordelijke Aziatische en Arabische landen. Met name India, Birma, China en Saudi-Arabië hebben hun Hindoeïstische, Boeddhistische en Islamitische invloed op de eilanden doen gelden. Dat is nog terug te vinden in tempels, moskeeën en kratons, die de plattegrond van dorpen en steden in belangrijke mate beïnvloed hebben. Later kwamen daar de Portugezen bij met hun katholieke geloof en de Nederlanders, met hun protestantse geloof en levensstijl.<sup>57</sup> De Portugezen kwamen in 1520 in de archipel en vestigden handelsposten voor specerijen op de Molukken. Zij hebben verschillende forten gebouwd, die nog op de huidige kaarten worden weergegeven. Aan het eind van de 16<sup>e</sup> eeuw kwamen de Hollanders, eerst met een paar schepen, bekend onder de eerste en tweede Hollandse scheepvaart naar Indië. Die werden nog gefinancierd door lokale maatschappijen, die elkaar onderling beconcurrerden, maar die vanaf 1602 verenigd werden in de VOC. Gouverneur Jan Pieterszoon Coen stichtte, door inname van het fort Jacatra of Jayakarta ten oosten van Bantam, in 1619 een nieuwe vestiging van de VOC, die Batavia genoemd werd. Een aanval op het kasteel van Batavia door het leger van sultan Agung de Grote van Mataram op Midden-Java in 1628 werd afgeslagen.<sup>58</sup>

Na het failliet van de VOC, eind 18<sup>e</sup> eeuw, kwam er met de Bataafs-Franse tijd en Engelse overname een periode van wisselend bestuur. De Nederlandse Staat had alle bezittingen en schulden van de VOC overgenomen. Daardoor werd de Bataafse Republiek verantwoordelijk voor het bestuur in Indië. Toen in Nederland in 1806 het Koninkrijk Holland onder koning Lodewijk Napoleon werd gevestigd, nam in Nederland de Franse invloed toe. Dat werd nogmaals versterkt door de inlijving van Nederland door Frankrijk in 1810. Franse wetten en bestuursvormen gingen ook in Indië invloed uitoefenen. Maateenheden en registraties van onroerend goed werden gebaseerd op Franse regelgeving. Dat kwam plotseling ten einde met de verovering van Java door de Britten. Die plaatsten Thomas Raffles als bestuurder in Batavia en zorgden dat een beleid, deels vergelijkbaar met dat in India werd ingevoerd.<sup>59</sup> Raffles besteedde veel aandacht aan Java en zorgde dat het eiland in kaart gebracht werd.

Door de ontwikkelingen in Europa, met name de val van Napoleon door de slag bij Waterloo in juni 1815, werd op het congres van Wenen in 1816 bevestigd (op basis van een Verdrag van Londen uit 1814) dat de Indische bezittingen aan Nederland teruggegeven zouden worden. Inmiddels had Raffles zich in Bengkulu op Sumatra als bestuurder teruggetrokken. Pas met het 2<sup>e</sup> Verdrag van Londen uit 1824 werd de overdracht van Nederlandse bezittingen in de Oost definitief geregeld (zie **Annex 8.6**). Daarbij verloor Nederland de handelsvestigingen in India, Malakka en Ceylon definitief aan Engeland, in ruil voor volledige teruggave van de gebieden in de Indische archipel. Het laatst ging Bengkulu op Sumatra weer in Nederlandse handen over en moest Raffles het veld ruimen.

Begin 19<sup>e</sup> eeuw was een periode van grote veranderingen op nationaal en koloniaal gebied. De nieuwe onafhankelijkheid van Amerika, de veroveringen in India door de Britten, de val van Napoleon, de teruggave van Indië en de overdracht van overige Nederlandse gebieden in Azië aan de Britten resulteerden in nieuwe regeringsvormen. Dat had tot gevolg dat overal behoefte was aan nieuwe nauwkeurige kaarten. In Nederland ontstonden die vooral onder invloed van Koning Willem I en enkele ministers door het werk van Kraijenhoff.<sup>60</sup> In Nederlands-Indië waren de Gouverneurs-Generaal en de Ministers van Koloniën en Marine er nauw bij betrokken. Zij waren de opdrachtgevers en verstrekten de middelen voor het beter in kaart brengen van de archipel.

Het volgende hoofdstuk 2.1 onderscheidt het Bataafs, Frans en Engels bestuur met kenmerkende perioden, die gevolgd worden door Nederlands bestuur over Nederlands-Indië en de zelfstandigheid van Indonesië. De eerste hydrografische en topografische verkenningen beschreven in hoofdstuk 2.2 vormden de basis voor latere kaarten.

<sup>57</sup> Haryati Soebadio, Carine A. Marchie Sarvaas, Editors, *Dynamics of Indonesian History*, (uitg. North Holland Publ. Company, Amsterdam 1978).

<sup>58</sup> Mochtar Lubis, *Het land onder de regenboog*, (uitg. A.W. Sijthoff, Alphen aan den Rijn 1979).

<sup>59</sup> *Proclamations, regulations, advertisements and orders, printed and published in the island of Java by the British Government*, Vol I from September 1811 to September 1813, both inclusive, printed by A.H. Hubbard, Batavia 1813.

<sup>60</sup> Ido de Haan, Paul den Hoed en Henk te Velde redactie, *Een nieuwe staat: Het begin van het Koninkrijk der Nederlanden*, met name: Matthijs Lok, *Koninkrijk van windvanen: het napoleontische bestuur en de staat van Willem I*, Leonard Blussé, *Koning Willem I en de schepping van de koloniale staat*, Erik Buyst, *De onmogelijke integratie. Economische ontwikkelingen in Nederland en België*, (uitg. Prometheus Bert Bakker Amsterdam 2014).

## 2.1 Kenmerkende perioden, Hollandse betrokkenheid

In de VOC-periode was bestuur een middel om handel te bevorderen.<sup>61</sup> De VOC was niet uit op grondbezit, behalve als dat de handel en de winsten zou kunnen bevorderen. Waren het aanvankelijk de specerijen van de Molukken en peper van Java en Sumatra die de VOC probeerde te verkrijgen, later kwamen daar tabak, indigo (verfstof), koper, thee, koffie, suiker, salpeter (basis voor buskruit), zijde, katoen, textiel en porselein bij. Niet alles werd uit Indië verkregen; er was een uitgebreide handel in de Oost en producten als zijde, goud en koper konden in Japan verkregen worden, terwijl China veel porselein leverde. Met de stichting van Batavia in 1619 werd dit centrum door opeenvolgende Gouverneurs-Generaal steeds verder uitgebreid. Het bestuur van de VOC bleef beperkt tot de plaatsen met handelsnederzettingen. De kaartenmakers uit de VOC-periode leverden een belangrijke bijdrage aan de groei van de VOC. De kaarten waren allereerst bedoeld voor een veilige reis per zeilschip om de Kaap naar en in de archipel. Daarnaast werden kaarten van alle handelsposten en soms het omliggende gebied gemaakt, waarmee latere kaartenmakers en de topografische dienst hun voordeel konden doen. Er zijn voor, tijdens en na de periode van de VOC op de kust van de eilanden tal van forten gebouwd (zie ook **Annex 8.3**), die ook voor de oriëntatie en navigatie belangrijke herkenningspunten waren.<sup>62</sup> Waren het aanvankelijk de Portugezen en Spanjaarden die de wereld probeerden in kaart te brengen, al snel namen de Nederlanders, Fransen en Engelsen het initiatief over en werden tal van expedities uitgerust om onbekende gebieden te verkennen. Na de overname van de VOC, eind 18<sup>e</sup> eeuw door “de Nederlandse Staat”, werd het bestuur in Indië onder invloed van de Bataafs-Franse republiek in Nederland aangepast. Herman Willem Daendels wilde een nieuwe bestuursvorm, die meer gericht was op de ontwikkeling van de kolonie. Hij greep drastisch in en benoemde tal van nieuwe bewindslieden en vernieuwde de rechtspraak. Na hem kwamen de Engelsen, die met Raffles een tussenbestuur opzetten.<sup>63</sup> Raffles voerde nieuwe wetten en een nieuwe belastingvorm in, de landrente, waarvoor nieuwe kaarten nodig waren. Verder stimuleerde hij instellingen voor de bevordering van natuurontwikkeling, zoals de botanische plantentuin in Buitenzorg en de bestudering van de natuur- en cultuur-wetenschappen. Raffles verdiepte zich in de cultuur en maatschappij op Java en verwerkte dat later ook in zijn belangrijkste boek over Java, waarin een van de eerste kaarten van Java opgenomen was.<sup>64</sup>

De 19<sup>e</sup> eeuw werd gekenmerkt door de Java-oorlog (1825-1830), de invoering en afschaffing van het cultuurstelsel (1830-1870), de vele oorlogen zoals de Padi- en Aceh-oorlog op Sumatra, bij Boni op Celebes en die bij Singkawang en Banjarmasin op Borneo. Mede door deze oorlogen werd pas in het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw goed aandacht besteed aan betere kaarten van Java en Sumatra. De systematische verkenning, opneming, opmeting en kartering vonden vanaf 1850 plaats. Aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw was Java goed in kaart gebracht. Vervolgens kregen ook Sumatra, Borneo en Celebes en geleidelijk de overige eilanden van de archipel goede kaarten. De terugkeer van het Nederlandse gezag in 1816 met Gouverneur-Generaal (GG) van der Capellen resulteerde in een nieuwe bestuursvorm. Nu was het de staat die enerzijds belang had bij de bescherming van de bevolking, maar anderzijds de uitgaven van de staat zo laag mogelijk wenste te houden. Toen dat niet zo goed lukte kreeg zijn opvolger GG van den Bosch de opdracht het bestuur zo in te richten, dat de kolonie in eigen onderhoud kon voorzien en zo mogelijk een bijdrage aan de Nederlandse schatkist kon leveren. De invoering van het cultuurstelsel in 1830 heeft dat meer dan waargemaakt.

Er werd onderscheid gemaakt in *Binnenlands Bestuur* en *Inlands Bestuur*. Voor het Binnenlands bestuur was Indië eerst onderverdeeld in 36 en later in 37 gewesten of residenties op basis van de eerdere prefecturen van Daendels. Aan het hoofd van deze residenties stond meestal een resident die de GG vertegenwoordigde. Een residentie was weer verdeeld in drie tot vijf afdelingen met aan het hoofd een assistent-resident. Daarnaast was er het Inlands Bestuur met aan het hoofd de regent, die de resident ondersteunde en direct het bewind voerde over de inlandse bevolking. In de periode 1880-1920 groeide de economie snel. Er werden spoorwegen aangelegd op Java en Sumatra, steenkoolmijnen en aardoliebronnen geëxploiteerd en plantages ontwikkeld voor suikerriet, rubber, thee, koffie en tabak die flinke winsten opleverden.<sup>65</sup>

<sup>61</sup> F.S. Gaastra, *De geschiedenis van de VOC*, jubileum uitgave, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2002).

<sup>62</sup> Cor Passchier, Djahari Sumintardja, Endy Subijono e.a., *Forts in Indonesia*, (Ministry of Education and Culture Republic of Indonesia, Jakarta 2012).

<sup>63</sup> John Joseph Stockdale, *Island of Java and its immediate dependencies*, illustrated with a map of Java and plan of Batavia from actual survey, 1811.

<sup>64</sup> Thomas Stanford Raffles, *The History of Java*, (two volumes with a map of Java), (uitg. John Murray, 1<sup>st</sup> edition London 1817, 2<sup>nd</sup> edition 1830).

<sup>65</sup> *Koloniaal Verslag*; jaarlijks 1855-1930 met daarin ondermeer aandacht voor: Grondgebied, bevolking en bestuur (opperbeheer), Landmacht, Zeemacht en Justitie (waaronder Topografie, Hydrografie en Geodesie), Financiën (rekenkamer, comptabiliteit, banken), Burgerlijk beheer, Binnenlands bestuur (waaronder agrarische, statistische en topografische opnemingen), Onderwijs, erediens en nijverheid (waaronder kunsten

Het was ook de periode waarin de eilanden goed in kaart werden gebracht. Voor de uitbreiding van steden en de aanleg van infrastructuur, waaronder naast wegen, spoorwegen en telecommunicatievoorzieningen ook irrigatiewerken, bruggen en havens gerekend kunnen worden, waren gedetailleerde kaarten nodig.<sup>66</sup> Bij de oprichting van de Topografische Dienst in 1874 was al een belangrijke basis gelegd voor de verdere verkenning en kartering van de archipel. Het Kadaster moest eigen grond- en woningbezit registreren, maar verrichtte ook landrenteopnemingen voor de belasting. Als zodanig deed Nederlands-Indië niet onder voor Nederland. Ook de ontwikkeling van wegen, nodig door toenemend auto- en busvervoer, vergde grote investeringen. Voor de scheepvaart werden havens vergroot en nieuw aangelegd en vaarwaters uitgediept. Het was, behalve enkele crisisjaren na 1920, tot de bezetting door de Japanners in 1942 een periode van groei, die veel Nederlanders kenschetsten als de goede oude tijd (Tempo Doeloe) in de Gordel van Smaragd, een naam die door Multatuli aan Nederlands-Indië was gegeven.<sup>67</sup> Door de Tweede Wereldoorlog (WO II), met de Japanse bezetting van maart 1942 tot augustus 1945, ontstond een geheel nieuwe situatie. Het Nederlandse bestuur werd weggevaagd en de Japanners namen het over met hulp van Indonesiërs. Voor de Indonesiërs ontstond hoop op onafhankelijkheid, die echter al gauw de bodem in werd geslagen. Veel Indonesiërs zijn als Romusha's (dwangarbeiders) omgekomen. Veel geïnterneerde Nederlanders kwamen om door dwangarbeid en de slechte omstandigheden in kampen, verspreid over de archipel.<sup>68</sup> De locaties van die kampen zijn in kaart gebracht.<sup>69</sup>

De geallieerden maakten tal van fotografische luchtopnames, die ze combineerden met de Nederlandse kaarten in gedetailleerde aanvalsplannen voor strategische doelen. Na WO II werden kaarten gemaakt voor de onderhandelingen en de Nederlands-Indonesische bevrijdingsoorlog (door Nederland politionele acties genoemd). De dreigende oorlog met Indonesië door de Nieuw-Guinea kwestie vergde ook weer kaarten van een tot dusver weinig bekend gebied. Delen van Nieuw-Guinea zijn pas na WO II goed op de kaart gezet.

Na de overdracht aan de Republiek Indonesië werd nog lang gebruik gemaakt van Nederlandse kaarten. Met het toepassen van satellietopnames en digitalisering zijn gedetailleerde kaarten van vrijwel de hele archipel beschikbaar gekomen, die nu een basis vormen voor de ontwikkeling van het land en het toerisme.

Na de overdracht, eind 1949, moest een groot deel van het land weer opgebouwd worden. Er was gebrek aan alles en het bestuur en de handel moesten met beschikbare krachten weer opnieuw opgezet worden. Dat was aanvankelijk met technische hulp van de achtergebleven Hollanders. Door de Indonesische regering, onder leiding van president Soekarno werd een nieuwe staatsfilosofie, de "Pancasila" ontwikkeld. Indonesië werd daarmee geen Islamitische staat, alhoewel de Islam wel de grootste godsdienst was.

Na de onafhankelijkheid van Indonesië bleven de Nederlanders zich nog altijd gedragen alsof ze de baas waren in het land. Ze behielden vaak hun koloniale bezit en de oneerlijke economische verhoudingen bleven vrijwel gelijk. Dat was niet zo verassend, aangezien een en ander officieel was vastgelegd bij de Ronde Tafel Conferentie in Den Haag in 1949. Nederlandse bedrijven hadden daar bedongen dat zij in het onafhankelijke Indonesië ongelimiteerd zaken konden blijven doen. De Nederlandse bedrijven mochten gebruik maken van allerlei voordelige regelingen, zodat de winst optimaal was. Dat veroorzaakte spanningen, die door de kwestie Nieuw-Guinea nog versterkt werden. Toen dan ook de VN in 1957 stemde voor handhaving van het Nederlandse bestuur over Nieuw-Guinea ontstonden onlusten, die moeilijk in de hand te houden waren. De onvrede uitte zich in nationalisatie van grote bedrijven zoals de Koninklijke Pakketvaart Maatschappij en de uiteindelijke uitzetting eind 1957 van 50.000 Nederlanders die het land, met achterlating van hun bezittingen, onmiddellijk moesten verlaten.<sup>70</sup> Met de overdracht van Nieuw-Guinea in 1963 aan de Republiek moesten de kaarten in Indonesië weer aangepast worden. Nederlandse topografische namen werden vervangen door Indonesische namen. Na een periode van heftige onlusten en economische stagnatie begonnen in de zeventiger jaren economie en toerisme zich langzaam te ontwikkelen.<sup>71</sup>

---

en wetenschappen, instellingen van liefdadigheid, geneeskundige dienst), Burgerlijke Openbare Werken (waaronder spoorwegen, telegrafie en telefonie), Nijverheid (waaronder buitenbezittingen, landbouw, boswezen, veeteelt, mijnbouw, plantages, fabrieken, koopvaart, scheepsbouw).

<sup>66</sup> Eric Tagliacozzo, *The Indies and the world, State building, promise, and decay at a transnational moment, 1910*, uit KITLV, *Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde* (BKI) 166-2/3 (2010), p. 270-292.

<sup>67</sup> Joop van den Berg samenstelling, *Zo was Indië 1850-1950, herinneringen aan een eeuw Nederlands-Indië*, (uitg. Luitingh, Haren N.H. 1981).

<sup>68</sup> Jan Bosdriesz, Gerard Soeteman, *Ons Indië voor de Indonesiërs, de oorlog, de chaos, de vrijheid*, (uitg. Moesson, 's-Gravenhage 1985).

<sup>69</sup> J. van Duim, W.J. Krijgsveld, H.J. Legemaate, H.A.M. Liesker, G. Weijers, E. Braches, *Geïllustreerde Atlas van de Japanse Kampen in Nederlands-Indië 1942-1945*, (uitg. Asia Maior, Purmerend, 2000).

<sup>70</sup> H.W. van den Doel, *Afscheid van Indië. De val van het Nederlandse imperium in Azië*, (uitg. Prometheus, Amsterdam 2001).

<sup>71</sup> Nico Schulte Nordholt, *Indonesië, mensen, politiek, economie, cultuur*, (uitg. KIT, 's-Gravenhage 1995).



De regeringsperiode van Soekarno (1949-1967) werd opgevolgd door die van Suharto (1967-1998), die technocraten benoemde die hun opleiding grotendeels in het buitenland hadden verkregen. Een voorbeeld was Habibie die zijn vliegtuigbouwopleiding in Duitsland had gedaan en na Suharto kort president werd (1998-1999). In de tachtiger en negentiger jaren groeide de bevolking snel en daarmee de steden en infrastructuur. Rond de eeuwwisseling ontstond een enorme bouwactiviteit, ondersteund door een sterke economische groei met goede vooruitzichten. De skyline van Jakarta werd nog meer gedomineerd door hoge kantoorgebouwen en hotels. Continu was er grote behoefte aan gedetailleerde kaarten. Jakarta met het omliggende gebied kreeg 30 miljoen inwoners. Yudhoyono (2004-2014) en Widodo (vanaf 2014) werden door democratische verkiezingen gekozen tot president; een nieuwe fase was aangebroken.

Indonesië bestaat nu uit 34 provincies, elk met een eigen wetgevende macht en gouverneur. De provincies Jakarta, Yogyakarta, Papua en West-Papua (het vroegere Nieuw-Guinea) hebben een speciale status. De provincies zijn meestal verdeeld in een aantal 'kabupaten' (regentschappen), die weer verdeeld zijn in een aantal 'kecamatan' (onderdistricten). Een kecamatan wordt verder verdeeld in een 'kelurahan' (regio of buurt) met dorpen (*desa's*) en steden (*kota's*) met een eigen bestuur. Hoewel Indonesië veel grondstoffen heeft in de vorm van aardolie, aardgas, mineralen en hout, leeft bijna de helft van de bevolking van de opbrengst van agrarische producten zoals thee, koffie, tabak, specerijen, rijst, cacao, rubber, kopra, palmolie, hout en rotan. Daarnaast gaat de industrie zich steeds sneller ontwikkelen. Met een grote interne markt en een groot aantal natuurlijke producten neemt Indonesië een belangrijke plaats in de economische ontwikkeling van zuidoost Azië in. Toerisme is ook een belangrijke bron van inkomsten, zodat goede toeristische kaarten nodig zijn.

Tabel 2-1 **Samenvatting van belangrijke bestuursvormen, gebeurtenissen en topografische activiteiten.**

1602-1799	VOC	Zeekaarten, vaarwegen tussen Nederland en Indië, forten
1795-1813	Bataafs-Franse tijd in Nederland	1802-1811 systematische triangulatie van Nederland
1795-1801	Bataafse Republiek in Nederland	Overname VOC-schulden e.d. door de Nederlandse staat
1801-1806	Bataafs Gemenebest in Nederland	Bestuursstructuur VOC in Indië gecontinueerd
1806-1810	Koninkrijk Holland in Nederland	Geleidelijk meer Franse invloed in Indië
1807-1811	Bataafs-Frans bestuur in Indië	Grote Postweg op Java, plattegronden van vestigingen
1811-1816	Brits bestuur in Indië (Bengkulu zelfs tot 1824)	Kartering door de Engelsen voor bestuur en defensie
1816-1949	Nederlands-Indië (vanaf 1824 met Bengkulu)	Kartering voor kolonisatie, ontwikkeling en exploitatie
1825-1830	Java-oorlog	Bestaande kaarten onvoldoende, nieuwe kaarten nodig
1830-1870	Cultuurstelsel	Plantages en irrigatie, kartering grotere schaal
1853	Start systematische triangulatie en kartering	Java 1853-1886, de Topografische Dienst start in 1874
1819-1914	Militaire expedities en oorlogen NI-leger	Verkenningen verwerkt in militaire stafkaarten
1873-1914	Aceh oorlog	Militaire stafkaarten op grote schaal nodig
1920	Oprichting Technische Hogeschool Bandung	Opleiding in civiele techniek, geodesie en kartografie
1942-1945	Japanse bezetting WO II	Japanse kaarten en NEFIS-AMS-HIND <sup>72</sup> kaarten door geallieerden
1945	Onafhankelijkheid Indonesië	Kaarten nodig voor bestuursvarianten
1947-1949	Politionele acties (oorlog Nederland-Indonesië)	Militaire stafkaarten op basis van de NEFIS-AMS-HIND-kaarten
1949	Republiek Indonesia	Vaststellen van grenzen van de Republiek
1950-1957	Nederlanders gedwongen te vertrekken	Overdracht bestuur Topografische Dienst, kennis en materiaal
1962	Oorlogsdreiging en overdracht Nieuw-Guinea	Militaire stafkaarten Nieuw-Guinea, gebruik fotogrammetrie
1980-	Toerisme en economische ontwikkeling	Toeristische kaarten, grotere schalen, digitale kaarten

Zoals Tabel 2-1 laat zien hebben deze bestuursvormen en gebeurtenissen grote invloed gehad op het ontstaan van kaarten. De eerste contacten in de Oost met Europeanen (na Marco Polo, die eind 13<sup>e</sup> eeuw Sumatra bezocht) dateren van het begin van de 16<sup>e</sup> eeuw. Dat waren vooral Portugezen en Spanjaarden. Na de Portugezen hebben de Hollanders en Zeeuwen met de VOC bijna 200 jaar hun stempel op "de Oost" gedrukt.<sup>73</sup> Er was toen nog nauwelijks sprake van een staat. De Oost of het Indië van toen bestond uit enkele eilanden waar Nederlanders handelsposten en versterkingen, zoals forten, hadden gevestigd. Het bestuur of gezag werd gevormd door lokale vorsten of sultans, waarmee de VOC verdragen had afgesloten voor handel en verblijf in de archipel. Aanvankelijk was de thuisbasis van de VOC op Ternate, een eiland in de noordelijke Molukken in het toenmalige Fort Oranje, gebouwd in 1607. De VOC had ook toestemming voor een handelsnederzetting in Jacatra, gelegen op Java ten oosten van Bantam aan de noordwest kust.<sup>74</sup>

<sup>72</sup> NEFIS Netherlands Forces Intelligence Service, AMS American Map Service, HIND Directorate of Military Survey India.

<sup>73</sup> Hollanders en Zeeuwen waren dominant, echter er waren veel nationaliteiten bij betrokken. Nederlanders of Europeanen is een betere aanduiding.

<sup>74</sup> Jacatra heette oorspronkelijk Sunda Kalapa maar werd op 22 juni 1527 veroverd door Fatahilla van het Sultanaat Demak (op Midden-Java, ten oosten van Semarang) en hernoemd tot Jacatra of Jayacarta, wat glorieuze overwinning betekent.



De eerdere verovering van Jacatra op 22 juni 1527 door het Sultanaat van Demak wordt als officiële stichtingsdatum van het huidige Jakarta beschouwd. De Sultan van Bantam heerste vanaf 1548 over een groot gebied in het noordwesten van Java. Met hem sloten de Nederlanders dan ook de eerste handelsverdragen voor peper. Ook de Portugezen en Engelsen hadden in het Sultanaat Bantam handelsnederzettingen. Dat leidde al snel tot rivaliteit, die uiteindelijk door Jan Pieterszoon Coen in 1619 beslecht werd met de verovering van Jacatra en de uitbreiding van de VOC-nederzetting en het kasteel dat Batavia genoemd werd. Batavia werd het nieuwe handels- en bestuurscentrum van de VOC in Azië. Batavia groeide uit tot de hoofdstad van Indië en werd later na de overdracht aan Indonesië eind 1949 omgedoopt in Jakarta (aanvankelijk nog geschreven in Nederlandse stijl als Djakarta). De geschiedenis met Indonesië kan in een zevental, hierna beschreven, kenmerkende periodes onderscheiden worden. Aan de hand van de derde t/m de zesde periode (met focus op de vierde en vijfde periode) zullen de ontwikkelingen, die van belang zijn geweest voor het in kaart brengen van de archipel beschreven en geanalyseerd worden.

In de *eerste periode* 1520-1600 groeide de handel van de Hollanders met Scandinavië, de steden rond de Oostzee en de Baltische staten, wat resulteerde in een toename van bouw van schepen voor vervoer van lading. De Hollanders verdienden goed geld door handel in Europa. Amsterdam werd daarbij de stapelplaats. Het ging aanvankelijk om producten als graan, meel, rogge, hout, huiden, vlas, wijn, vis en ertsen (koper en ijzer). Daar kwamen geleidelijk ook meer exotische producten bij, zoals specerijen en tropische producten. Het waren eerst de Portugezen die, met hun kennis van zeevaart en navigatie, ontdekkingsreizen maakten naar tropische gebieden en routes naar de Indische archipel verkenden. Ze knoopten handelsbetrekkingen aan en vestigden zich op verschillende plaatsen in de archipel. De meegenomen specerijen waren ook in trek bij de Hollanders, die ze in Portugal haalden en in Amsterdam verhandelden. Met de overname van de Portugese kroon in 1580 door de Spanjaarden, waar Holland mee in oorlog was, werd de handel met Lissabon geblokkeerd. Bovendien nam de vraag toe en stegen de prijzen. De Hollanders besloten zelf de specerijen in Indië te gaan halen. Inmiddels was de route naar Indië bekend geworden o.a. door Jan Huygen van Linschoten, die in dienst van de Portugezen veel kennis van zowel de handel als de reis naar Indië had opgedaan en dat publiceerde in het *Iternario* uit 1596.<sup>75</sup> Daarnaast nam de kennis van zeevaart ook toe met zeemansgidsen als *'Spiegel der Zeevaart'* van Lucas Janszoon Waghenaer uit 1584.<sup>76</sup>

De *tweede periode* breekt aan met de geregelde scheepvaart naar de Oost en de oprichting van de VOC in 1602. De Portugezen werden verdreven en monopolies voor handel in specerijen, inclusief vervoer naar Europa, leverden na enige jaren aardige winsten. Het waren aanvankelijk vooral de specerijen uit de Molukken met als belangrijkste eilanden in het noorden Ternate en Tidore (ten westen van Halmahera) en Ambon en Banda in het zuiden. Die hadden eerder, behalve van de Portugezen en Spanjaarden, ook belangstelling van de Engelsen. Met name de kleine eilanden Run (2 mijl bij 1 mijl) en Ai ten westen van Banda Neira, bij elkaar 3 vierkante mijl, worden wel gezien als de bakermat van de Engelse East India Company (EIC), opgericht in 1600. Daar zouden later de VOC en het Gouvernement nog veel last van krijgen.<sup>77</sup>

Over de VOC (1602-1799) is veel gepubliceerd, waarnaar verwezen kan worden.<sup>78 79 80</sup> Vanaf het begin van de VOC speelden kaarten en zeemansgidsen een belangrijke rol. Waren ze aanvankelijk nodig bij navigatie voor een veilige en zo snel mogelijke zeereis, later kwamen er steeds meer kaarten van handelsnederzettingen, steden en gebieden, die voor de VOC van belang waren. In de VOC-tijd bestuurden de regenten vanuit hun comfortabele posities in Holland en Zeeland hun handelsbelangen. Zij reisden graag mee aan de hand van prachtige atlanten en kaarten van Mercator, Ortelius, Hondius, Vingboon en vooral van vader en zoon Blaeu, van Keulen en de Graaf. De atlanten en beschrijvingen van Oost-Indië, later Nederlands-Indië, waren dan ook zeer populair. De zeventien VOC bestuurders moesten op afstand keuzes maken en besluiten nemen.

Rekening houdend met de winden en stromingen zoals in Fig. 2-1 is weergegeven, vertrokken jaarlijks drie vloten vanuit Holland of Zeeland: de Paasvloot in het voorjaar, de Kermisvloot in september en de Kerstvloot in december of januari. Van januari naar juli draaide de wind in Indië vanuit het westen naar het oosten. Afhankelijk van de route, winden en stromingen duurde de reis naar Batavia meestal meer dan een jaar.

<sup>75</sup> Jan Huygen van Linschoten, *Iternario*, (uitg. Cornelis Claesz., Amsterdam 1596).

<sup>76</sup> Lucas Janszoon Waghenaer, *Spiegel der Zeevaart*, (uitg. Christoffel Plantijn, Leiden 1584).

<sup>77</sup> John Keay, *The Honourable Company, A History Of The English East India Company*, (uitg. HarperCollinsPublishers 1991).

<sup>78</sup> F.S. Gaastra, *De geschiedenis van de VOC*, jubileum uitgave, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2002).

<sup>79</sup> Jan B. Kuipers, *De VOC Een multinational onder zeil, 1602-1799*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2014).

<sup>80</sup> <https://www.vocsite.nl/index.html>

Vanaf 1620 werd een snellere route gevolgd, waarbij gebruik gemaakt werd van de passaatwinden en stromingen rond de 40<sup>e</sup> breedtegraad (tussen 36° en 50° de “roaring forties” genoemd, zie Fig. 2-1). Dit vergde wel een langere weg, maar dat werd ruimschoots gecompenseerd door de hogere snelheid. Met 3 knopen of zeemijlen (een league) ofwel ca. 5,6 km per uur, kon de reistijd in de eerste helft van de 17<sup>e</sup> eeuw beperkt worden tot 8 à 9 maanden (240 tot 280 dagen), inclusief een tussenstop van een maand aan de Kaap. Het traject tot de Kaap was het langst en duurde veelal 4½ maand. Het tweede traject naar Batavia kon in 3½ maand afgelegd worden. Door de winden en stromingen werd voor de terugreis een andere route gevolgd.

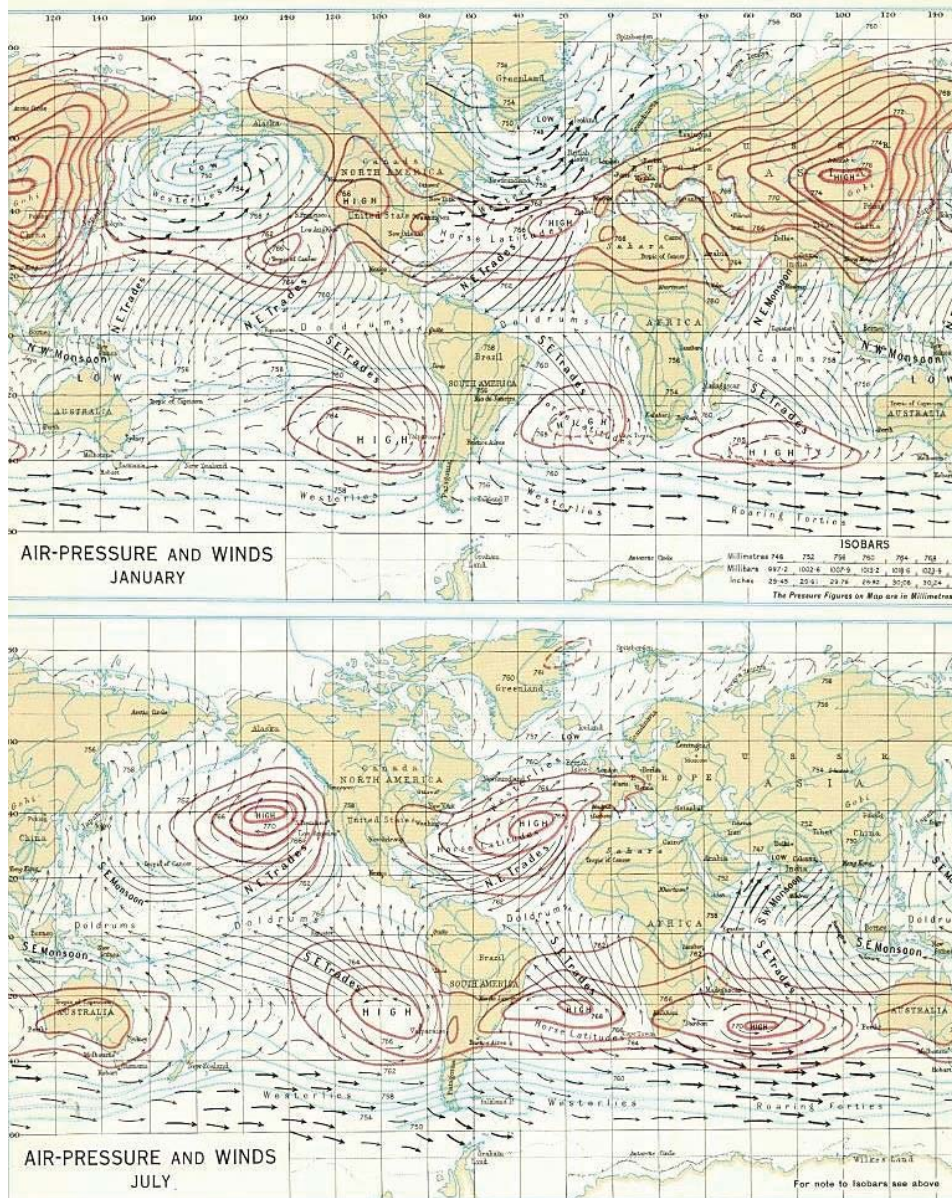


Fig. 2-1 Luchtdruk en heersende winden op de route naar en van de Oost in januari en juli.

Totaal zijn er voor de VOC in Nederland bijna 1500 schepen gebouwd (728 in Amsterdam, 336 in Middelburg, 111 in Delfshaven, 110 in Rotterdam, 102 in Hoorn en 108 in Enkhuizen). Bij elkaar transporteerden die bijna 1 miljoen personen van Nederland naar Indië en ca. 360.000 terug. De VOC zond 4721 keer een schip uit, waarvan er 3356 maal een terugkeerde. Een aantal schepen bleef in de Oost varen of was niet geschikt voor de terugreis en werd afgedankt. Ongeveer 3% ging door schipbreuk verloren.<sup>81</sup> Hoewel dit steeds dramatisch is mag toch gesproken worden van betrekkelijk kleine verliezen. Daar hebben de steeds verbeterde kaarten en navigatiemiddelen aanzienlijk toe bijgedragen.

<sup>81</sup> F.S. Gastra, *De geschiedenis van de VOC*, jubileum uitgave, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2002).



Ook het beleid van de bestuurders, zowel in Nederland als in Indië, heeft invloed gehad. Het winstbejag resulteerde enerzijds in veel lading en snelle routes tegen zo laag mogelijke kosten, maar anderzijds in zo weinig mogelijk risico's om schipbreuk en kaping te voorkomen en de bemanning zoveel mogelijk te laten overleven. Schepen werden stevig gebouwd en ruim voorzien van de laatste kaarten (meestal 3 of 4 exemplaren van de verschillende trajecten) en kregen een behoorlijk aantal navigatie-instrumenten mee, waarvoor wel getekend moest worden. Voor het navigeren werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van oriëntatiepunten, zoals bergen, forten, gebouwen, kustprofielen en vulkanen. Om ondieptes en kapers te vermijden werd een flinke afstand van de kust gehouden, zodat het zicht op deze punten slechts op delen van de route mogelijk was. Vuurtorens kwamen pas na de VOC periode, terwijl forten al in de zestiende, zeventiende en in de achttiende eeuw op verschillende plaatsen verschenen in de archipel (zie **Annex 8.3**). Voor de nadering van belangrijke havens werden wel boeien gebruikt. In de VOC-atlassen en zeegidsen zijn dan ook vooral kustprofielen, vulkanen of bergen en enkele markante gebouwen te zien. De positie van de oriëntatiepunten werd zo nauwkeurig mogelijk aan de hand van astronomische metingen bepaald. Vooral de vulkanen zijn belangrijk geweest, hoewel na een eruptie hun vorm nogal eens veranderde.

De *derde periode*, waar hier vooral als eerste naar gekeken wordt, is 1800-1860. Daarin stond eerst nog het Indische bestuur onder invloed van de Bataafse Republiek, daarna de Franse staat en vervolgens de Engelse staat. Uiteindelijk nam in 1816 de Nederlandse staat het bestuur van de Engelsen over. Dat betekende nog lang niet dat alle eilanden onder Nederlands bestuur stonden. In veel gebieden van de archipel had zich geen Europeaan ooit vertoond. Er waren dan ook nauwelijks betrouwbare kaarten gemaakt van de binnenlanden. Door verdragen en soms oorlogen probeerde de Gouverneur-Generaal en zijn regering in Batavia het Nederlandse gezag te vestigen. Tot ver in de 20<sup>e</sup> eeuw zijn daarvoor nog oorlogen of "expedities" tegen lokale vorsten uitgevoerd.<sup>82</sup> Na de Java-oorlog (1825-1830) werd in 1830 het cultuurstelsel ingevoerd en werden plantages, wegen en havens uitgebreid. De VOC had voor handel de meeste aandacht besteed aan veilige vaarroutes en havens. Voor verdediging en handelsbescherming waren in de archipel forten en magazijnen gebouwd. Daarbij vonden al uitgebreide astronomische metingen voor plaatsbepaling, en landmetingen voor het ontwerp en de bouw van de forten plaats. Deze derde periode markeert het begin van de geodetische en topografische activiteiten in de archipel. Tot dan waren de kaarten nauwelijks gebaseerd op een wiskundige grondslag. Het waren veelal compilaties van allerlei kaarten, ontstaan op basis van observaties vanuit zee en enkele expedities op land. Door de Java-oorlog werd de behoefte aan gedetailleerde kaarten duidelijk en werden nauwkeurige landmetingen uitgevoerd, eerst vanuit schepen, later aangevuld met driehoeksmetingen (triangulatie) op land. De eerste nauwkeurige kaarten van Java ontstonden rond 1845 op basis van positiebepaling van markante geografische en topografische kenmerken zoals vulkanen, forten, bouwwerken met torens, rivieren, enz. Vanaf 1860 werd gestart met gedetailleerde verkenningen door systematische plaatsbepaling van locaties met astronomische en geodetische metingen (triangulaties) op Java en enkele plaatsen op Celebes.

De *vierde periode* van 1860-1910 laat een verarming van de Javaanse bevolking zien en zelfs rond 1900 hongersnoden. Mede hierdoor ontstond de "ethische politiek" met meer aandacht voor de noden van de bevolking.<sup>83</sup> Een uitbreiding van de regeringsmacht in de buitengewesten vond plaats. Dat stimuleerde ook snelle ontwikkeling van de infrastructuur als wegen, havens, (irrigatie)kanalen, spoorwegen en telegrafie. Uitgebreide topografische opnemingen en kartering vonden in deze periode plaats op Java, Sumatra, Borneo en Celebes. Dat resulteerde in steeds nauwkeuriger en gedetailleerdere kaarten. Voor irrigatie waren hoogtemetingen nodig om het juiste verval te bepalen. Voor spoorwegen moesten hellingen beperkt worden om voldoende trekkracht voor de locomotieven te kunnen leveren. Met lengteprofielen werden keuzes gemaakt voor het best geschikte spoortraject. Voor telegrafie was het nodig de kortste weg tussen de telegrafiecentrales te bepalen. Waar mogelijk werd gebruikgemaakt van draden en kabels, opgehangen aan palen langs het spoor en na 1913 ook van radioverbindingen. De telegrafieverbindingen werden gebruikt voor het overbrengen van berichten voor bestuur en militaire activiteiten. Zo werden veel kaarten met een specifiek doel vervaardigd; verschillende voorbeelden daarvan zijn als annex opgenomen. In deze periode ontstonden kaarten, gebaseerd op triangulatie waarmee een "wiskundige basis" verkregen werd. Daarmee werden ze steeds nauwkeuriger en vonden ze aftrek bij tal van instanties en particulieren.

<sup>82</sup> Piet Hagen, *Koloniale oorlogen in Indonesië, vijf eeuwen verzet tegen vreemde overheersing*, (uitg. De Arbeiderspers, Amsterdam 2018).

<sup>83</sup> H.W. van den Doel, *Het Rijk van Insulinde: Opkomst en ondergang van een Nederlandse kolonie*, (uitg. Prometheus, Amsterdam, 1996).

De *vijfde periode* van 1910-1950 laat aanvankelijk de verdere ontwikkeling van de infrastructuur zien met de uitbreiding van handel, bestuur, gezondheidszorg, scholing, verkeer en telecommunicatie. In Deli werden plantages aangelegd. Vanaf 1910 ontstonden jaren met economische groei tot de recessie in 1920-1923 en depressie in 1930-1935. In 1930 werd ook het strafkamp Boven-Digul in Nieuw-Guinea in gebruik genomen. In deze vijfde periode vielen tevens de bezetting door Japan van maart 1942 tot augustus 1945, het uitroepen van de Republiek Indonesië op 15 augustus 1945, de onafhankelijkheidsstrijd, ofwel de oorlog in 1947 en 1948/1949 tussen Indonesië en Nederland (politie acties) en de soevereiniteitsoverdracht aan de Republiek Indonesië eind 1949. Grootchalige, gedetailleerde kaarten van de hele Indische Archipel werden gemaakt door de Topografische Dienst en tijdens WO II door de geallieerden voor de herovering van de bezette gebieden. Het is ook de periode waarin veel thema-kaarten zijn vervaardigd. De verdere uitbouw van het spoorwegnet en tramwegnet, de aanleg van nieuwe wegen geschikt voor gemotoriseerd verkeer, de havenuitbreidingen en de radiocommunicatie rondom Bandung vergden tal van nieuwe kaarten, die in de jaarlijkse catalogi van de Topografische Dienst en Hydrografische Dienst, hier deels opgenomen als annex, te vinden zijn. Tijdens WO II zijn topografische kaarten vervaardigd in schalen 1:25.000 tot 1:1.000.000 waarvan enkele voorbeelden als annex in hoofdstuk 8 onder Bijlagen opgenomen zijn.

De *zesde periode* van 1950-1990 betreft de nationale ontwikkeling met modernisering en uitbreiding van wegen, vliegvelden, havens, wooncomplexen, hotels, industrie, telecommunicatie, plantages en irrigatie. Vanaf 1980 kende het toerisme een grote groei. De kartering van Nieuw-Guinea werd voortgezet, eerst nog onder gezag van de Nederlanders, maar na de overdracht aan de Republiek Indonesië in 1963 samen met de Indonesische regering. Door toepassing van fotogrammetrie en nieuwe technieken werd geleidelijk de gehele archipel gedetailleerd in kaart gebracht. Enkele belangrijke gebeurtenissen voor het ontstaan van kaarten in de derde t/m de zesde periode komen hierna bij enkele markante bestuurders nog ter sprake.

De *zevende periode* 1990-2015 tenslotte werd gekenmerkt door economische groei en snelle uitbreiding van steden en infrastructuur. Satellietopnames en plaatsbepaling maakten snellere nauwkeurige topografische opname mogelijk. Internet en mobiele communicatie zorgden voor snelle uitwisseling van gegevens. In de bijlagen zijn enkele voorbeelden van recente kaarten opgenomen. Met name de toeristische kaarten met bezienswaardigheden waren zeer in trek. Ook ontstonden nieuwe digitale kaarten, die van groot belang zijn bij de verdere ontwikkeling van het land. Een en ander is samengevat in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 **Samenvatting kenmerkende perioden in de ontwikkeling van Indië en Indonesië.**

Met geel is de beschouwde periode voor "Indonesië op de kaart" aangeduid (1800-1990); de focus is op 1850-1950.

Periode	Ontwikkelingen	Topografische verkenning en kartering	
1	1520-1600	Ontdekking, verovering en handel door de Portugezen. Specerijhandel en fortenbouw. In 1595 de eerste Hollandse zeevaart naar Indië.	Bouw van handelsvestigingen en verdedigingswerken door de Portugezen. Ontstaan van zeekaarten en kaarten van kustgebieden voor de vaart van Europa naar en in de archipel.
2	1600-1800	Kolonisatie, VOC, oorlogen, veroveringen, handel, transport van personen en goederen, ontginningen en aanleg van plantages. Uitbreiding van zending en missie.	Bouw en aanleg van forten, havens, pakhuizen, wegen, kanalen, werkplaatsen/werven, bakens voor de scheepvaart, nederzettingen, garnizoensplaatsen en kerken.
3	1800-1860	Bataafs-Frans en Engels bestuur, overname door de Nederlandse staat, bestuursinrichting, consolidatie van de macht. Ontwikkeling van het cultuurstelsel en de landbouw.	Aanleg van plantages, wegen (grote postweg op Java), irrigatie. Astronomische plaatsbepaling in Batavia en Menado. Opneming voor Kadaster voor eigendom en bepaling van de landrente.
4	1860-1910	Van cultuurstelsel naar ethische politiek. Op Java, Sumatra en Celebes ontwikkeling van nieuwe infrastructuur (wegen, havens, kanalen en spoorwegen), start kabel- en radiotelegrafie.	Eerste triangulatie en gerelateerde kartering van Java, (delen van) Sumatra, Banka, Celebes, Bali, Borneo en de Molukken. Vervaardiging van de Residentiekaarten op Java.
5	1910-1950	Economische groei, uitbreiding van handel, bestuur, scholing, gezondheidszorg, verkeer en communicatie. Recessie, depressie, transmigratie, WO II, Japanse bezetting, onafhankelijkheidsstrijd, nationalisme en soevereiniteitsoverdracht vonden plaats.	Uitbreiding van plantages, waterwerken (irrigatie), fabrieken, bedrijfs- en overheidsgebouwen en kerken op Java, Sumatra, Celebes, Borneo en de kleinere eilanden. Vervaardiging van kaarten, stadsplattegronden en plantagekaarten op grote schaal.
6	1950-1990	Nationale ontwikkeling, overheidsinrichting, onlusten en nationalisatie van Nederlandse bedrijven. Modernisering en uitbreiding van wegen, vliegvelden, havens, irrigatie, industrie, wooncomplexen, hotels en telecommunicatie.	Opneming en kartering van Nieuw-Guinea. Landmeting bij de bouw. Modernisering van de Topografische Dienst, gebruik van nieuwe technieken, luchtfotografie en satellieten. Ontstaan van nieuwe autokaarten, toeristische kaarten en thema-kaarten.
7	1990-2015	Economische groei, democratie. Toename industrie, bouwactiviteiten. Uitbreiding van wegen, spoorwegen en steden. Gebruik van aardobservatie, internet en mobiele communicatie.	Systematische verkenning met satellietopnames van steden, landschap, natuur en landbouw. Gebruik van topografische grootschalige (digitale) kaarten voor planning.

In hoofdstuk 2.1.1 en 2.1.2 zal aan de hand van de activiteiten van een elftal invloedrijke bestuurders de achtergrond van het ontstaan van kaarten in de archipel geschetst worden (zie ook de overzichtskaart van Fig. 2-9 in hoofdstuk 2.2.1 en de lijst van bestuurders en ministers in **Annex 8.4** en **Annex 8.5**).

### 2.1.1 Bataafs-Frans en Engels bestuur

Eind 1794 kwamen de Fransen over de bevroren rivieren Nederland binnen en in 1795 werd de Bataafse Republiek onder leiding van de patriotten opgericht.<sup>84</sup> Voorlopig veranderde niet veel in Indië. De zittende Gouverneur-Generaal in Indië bleef met zijn bestuursapparaat de dienst uitmaken. Pas met de komst van Lodewijk Napoleon Bonaparte (1778-1846) als koning van Holland (1806-1810), veranderde een en ander. Herman Willem Daendels werd in 1807 in Indië de bestuurder namens het Koninkrijk Holland. In 1810 werd echter Lodewijk Napoleon door zijn broer keizer Napoleon teruggedroepen en werd het Koninkrijk Holland bij het Franse Keizerrijk ingelijfd. Het gevolg was dat nu Engeland, dat in oorlog met Frankrijk was, zich het recht toe-eigende alle Hollandse koloniën (die nu immers Frans bezit waren) te veroveren. Dat leidde tot een aanval en bezetting door de Engelse vloot en legermacht, waarna in 1811 het bestuur aan de Engelsen werd overgegeven. In 1815 werden in Europa de Fransen door de Engelsen en Duitsers met hulp van de Hollanders verslagen. Daarna werd bij het Congres van Wenen bepaald dat Indië aan het nieuwe Verenigd Koninkrijk der Nederlanden (tot 1830 verenigd met België onder koning Willem I) teruggegeven moest worden.

#### Herman Willem Daendels

Herman Willem Daendels (1762-1818) was advocaat en zoon van de stadssecretaris en magistraat in Hattem. Hij werd lid van het Bataafs Comité, dat een omwenteling in de Republiek der Zeven Verenigde Provinciën voorbereidde. Na de oorlogsverklaring van de Franse Republiek aan de stadhouder nam Daendels dienst in het Franse leger, waar hij na enkele veldslagen generaal werd. Lodewijk Napoleon benoemde hem in 1807 tot Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië met de rang van maarschalk. Hij kwam begin 1808 aan in Batavia met als opdracht de archipel tegen aanvallen van de Engelsen te beschermen en tevens het bestuur te verbeteren. Hij reorganiseerde het leger, liet forten bouwen in Jakarta (Batavia — Meester Cornelis) en Surabaya (Fort Lodewijk) en zorgde voor de bouw van ziekenhuizen en wapenfabrieken. Hij had hierdoor veel belangstelling voor kaarten.

Hij probeerde de macht van de feodale heersers te beperken en begon met de Sultan van Bantam, die niet met zijn kraton wenste te verhuizen naar de westkust. In de *"Staat der Nederlandsche Oostindische bezittingen"*, geschreven in 1814, na zijn periode als Gouverneur-Generaal in Nederlands-Indië, geeft Daendels in ca. 140 pagina's een overzicht van de situatie zoals hij die aantrof.<sup>85</sup> Met name de vele misstanden en de maatregelen die hij ertegen nam (zoals het ontslaan van ambtenaren), de bereikte resultaten en de verbeteringen in bestuur en financiën, werden uitvoerig besproken. Dat werd niet door iedereen in dank aanvaard. De ontslagen oud-gouverneur van Java's noordoostkust Nicolaus Engelhard, heeft zijn gram gehaald met een boek in 1816, waarin hij in 380 pagina's Herman Daendels aanvalt met uitgebreide kritiek en beschuldiging van willekeur en geweld.<sup>86</sup>

Het is duidelijk dat over de bijdrage van Daendels verschil van mening is.<sup>87</sup> Zo wordt de in zeer korte tijd van een jaar aangelegde Grote Postweg op Java (zie Fig. 2-2) enerzijds geroemd als grote prestatie waar het eiland veel voordeel aan had, maar anderzijds bekritiseerd door de wijze waarop de aanleg en het onderhoud hebben plaatsgevonden door gedwongen arbeid met vele slachtoffers.<sup>88</sup> Die Grote Postweg was lange tijd de belangrijkste weg op de kaarten. De verplaatsing van de bestuursdiensten van de ongezonde benedenstad Batavia naar het hoger gelegen Weltevreden was een tweede ingreep. Daendels regeerde met harde hand. Hoewel hij in naam van koning Lodewijk Napoleon en de regering veel verbeteringen in het Indische bestuur en de militaire macht realiseerde, was hij bij de oud-bestuurders en ambtenaren niet geliefd. Nadat Lodewijk Napoleon als koning was afgezet en Nederland bij Frankrijk was ingelijfd, werd Daendels op zijn verzoek teruggedroepen door de keizer en in 1811 vervangen door Jan Willem Janssens, die Gouverneur-Generaal van Kaap de Goede Hoop was geweest. Janssens moest al spoedig zijn bestuur op 18 september 1811 aan de Engelsen overdragen. Daendels werd onder koning Willem I in 1816 Gouverneur-Generaal van de Nederlandse bezittingen aan de Afrikaanse Goudkust. Daar waren veertien verwaarloosde forten en handelsposten met twaalf Nederlanders. Daendels overleed in mei 1818 aan malaria en werd begraven op de Nederlandse begraafplaats te Elmina (Ghana).

<sup>84</sup> Simon Schama, *Patriots and Liberators, Revolution in the Netherlands, 1780-1813*, (uitg. Alfred A. Knopf New York and William Collins and Co. London 1977, vertaald in het Nederlands: *Patriotten en Bevrijders*, uitg. Agon, Amsterdam 1989).

<sup>85</sup> H.W. Daendels, *Staat der Nederlandsche Oost-Indische bezittingen onder het bestuur van den Gouverneur-Generaal Herman Willem Daendels*, Ridder, Luitenant-Generaal in de jaren 1808-1811, (uitg. Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1814).

<sup>86</sup> Nicolaus Engelhard, *Overzicht van de Staat der Nederlandsche Oost-Indische bezittingen onder het bestuur van den Gouverneur-Generaal Herman Willem Daendels, enz., enz. ter beteren kennis van 's mans willekeurig en gewelddadig bewind*. (uitg. Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage en Amsterdam 1816).

<sup>87</sup> Paul van 't Veer, *Daendels, maarschalk van Holland*, (uitg. W. de Haan, Zeist en Antwerpen 1963).

<sup>88</sup> Pramodya Ananta Toer, *Jalan Raya Pos, Jalan Daendels*, (uitg. Lentera Dipantara, Jakarta 2005).

De Nederlandse bezittingen in de Indische archipel waren op dat moment beperkt tot de gebieden die de VOC onder zijn bestuur had. Dat waren vooral plaatsen waar de VOC als handelsimperium belang bij had. Ze vormden geen aaneengesloten gebied, maar waren beperkt op Java tot delen buiten de Vorstenlanden Surakarta en Yogyakarta, op Sumatra en Borneo tot enkele kuststreken en een aantal oostelijke eilanden, waaronder de Molukken. De gebieden op Java werden op de kaart van de Grote Postweg aangegeven. Deze kaart was op dat moment de enige betrouwbare kaart van Java om op te reizen.



Fig. 2-2 Java, de Grote Postweg langs de noordkust ca. 1810, met uitbreidingen naar de vorstenlanden in 1854.

### Thomas Stanford Raffles

Thomas Stanford Raffles (1781-1826) werd geboren aan boord van het schip van zijn vader op de reis van Jamaica naar Engeland, als zoon van Benjamin Raffles en een onbekende Nederlandse moeder. Het was middenin de periode van de Amerikaanse onafhankelijkheidsoorlog. Het schip moest daarom de koopvaartschepen tegen aanvallen van de kolonisten en hun Franse en Hollandse bondgenoten beschermen. De periode 1780-1790 was het hoogtepunt in het Caribische gebied van de slavenhandel, waar hij later fel tegen tekeer is gegaan. Zijn vader verloor met de Caribische handel veel geld en was niet in staat zijn opleiding te bekostigen. In 1795 werd hij in Londen klerk bij de Britse Oost-Indische Compagnie. Twee jaar later overleed zijn vader en moest hij zijn moeder en vijf zusters onderhouden. De volgende jaren gebruikte hij door zich met zelfstudie in zijn eigen tijd te verdiepen in een breed scala van onderwerpen, waaronder kennis van de natuur en geografie en zich daarnaast ook de Maleise taal eigen te maken. Dat viel op en in 1805 werd hij verkozen als assistent van de hoofdsecretaris van het Engelse bestuur op het eiland Penang ten noordwesten van Maleisië, waardoor hij zijn moeder en zusters financieel beter kon ondersteunen.

Penang was sinds 1786 door de Britse Oost-Indische Compagnie van Maleisië verkregen tegen een jaarlijkse vergoeding. Kort voor vertrek naar Penang trouwde hij in Engeland met Olivia Francourt, een Engelse weduwe uit Madras. Een jaar later werd hij al secretaris bij het Engelse bestuur met een aanzienlijk hoger salaris. Penang viel onder het bestuur van India waar Lord Minto (Gilbert Elliot-Murray-Kynynmound, een Schotse edelman) Gouverneur-Generaal was. In 1809 werd hij door Lord Minto overgeplaatst naar Malakka, dat in 1795 van de Hollanders overgenomen was, ter voorkoming dat het in Franse handen zou vallen.<sup>89</sup> De Fransen hadden immers met de Bataafse Republiek in de Nederlanden grote invloed gekregen. Malakka was ook beter gelegen dan Penang voor de bescherming van de Engelse schepen door de Straat Malakka naar China. Sinds 1807 was met het Bataafs-Frans bestuur van Daendels op Java de Franse aanwezigheid in zuidoost Azië toegenomen. Lord Minto had er belang bij dat te verminderen. Raffles onderzocht de situatie en stelde vast dat het schrikbewind van Daendels nauwelijks lokale steun van de bevolking op Java had. De Britten besloten de Fransen van Java te verdrijven.<sup>90</sup> Raffles ging in 1811 met Lord Minto mee met de invasievloot van 90 schepen naar Java. Bij aankomst bleek Daendels opgevolgd te zijn door Jan Willem Janssens, die zich direct terugtrok met zijn verdedigingsmacht op Meester Cornelis, een slecht beschermd fort ten zuiden van Batavia.

<sup>89</sup> Maurice Collis, *Raffles*, (uitg. Century Hutchinson, London 1988).

<sup>90</sup> M.L. van Deventer, *Daendels-Raffles*, overdruk uit de Indische gids 1891, (uitg. 1895).



De Britten veroverden Java na korte schermutselingen van 25 dagen in augustus 1811, waarna Raffles tot luitenant-gouverneur van Java werd benoemd.<sup>91</sup> Na de overname van het gezag door de Engelsen in september 1811 werden bekendmakingen, regels en orders afgekondigd door de Britse regering, die samengevat zijn in een publicatie in Batavia uit 1813.<sup>92</sup> Aanvankelijk werden de Nederlandse wetten gehanteerd en werden tal van Nederlandse functionarissen in het Engelse bestuur opgenomen. De Indische bevolking werd voorgehouden dat zij dezelfde status zouden krijgen als de bevolking van India, terwijl de Nederlandse ingezetenen gelijke rechten zouden krijgen als Engelse burgers. In tal van bekendmakingen, regels en orders werden prijzen en handelsvoorwaarden vastgelegd. Dat gold zowel voor dagelijkse levensmiddelen als voor opium en het huren van bedienden. Slavenhandel en invoer van slaven werden fors bestraft. De politie en rechtspraak werden omgevormd. In navolging van Daendels werden tal van landerijen en boerderijen openbaar verkocht, de Engelse overheid trachtte met verkoop van grond, opbrengsten binnen te krijgen voor de aanleg van infrastructuur en het financieren van het bestuur. Voor de verbetering van de weg tussen Batavia en Semarang werd in 1812 een loterij gehouden met prijzen voor een totaalbedrag van 100.000 Spaanse zilver dollars. Uitgebreide import- en exportheffingen en belastingen werden ingesteld. Op goederen werd 6 % importbelasting geheven. Raffles voerde verder de landrente in (grondbelasting op bebouwd land), wat nog lange tijd voor het Kadaster en de latere Topografische Dienst veel werk opleverde.<sup>93</sup>

Thomas Raffles heeft als luitenant-generaal op Java (1811-1816) in Bogor (Buitenzorg) en vervolgens als luitenant-generaal op Sumatra (1817-1823) in Bengkulu flink zijn stempel gedrukt op bestuur, rechtspraak en ontwikkeling. Hij heeft de Botanische plantentuin in Bogor uitgebreid en had grote belangstelling voor de inheemse bevolking, cultuur en natuur. Hij deed daarvan gedetailleerd verslag in zijn tweedelige beschrijving "The History of Java", later in Engeland in 1817 uitgegeven, waarin een gedetailleerde kaart van Java is opgenomen (zie Fig. 2-3).<sup>94</sup> Raffles is geen leed bespaard gebleven, eerst overleed in 1814 zijn beschermheer en vriend Lord Minto en een paar maanden later zijn vrouw Olivia. Nadat Napoleon de eerste keer bij Leipzig in oktober 1813 door een grote Europese alliantie verslagen was, werd in het Verdrag van Londen in augustus 1814 bepaald dat Engeland alle Nederlandse koloniën op basis van de status van 1 januari 1803 zou teruggeven aan Willem I. Ceylon, al in 1802 door de Engelsen veroverd, viel daar buiten. Raffles werd in 1816 door de Britse gouverneur John Fendall vervangen en keerde meteen naar Engeland terug, waar hij in de adelstand verheven werd. Hij besprak in Nederland de koloniale situatie met Koning Willem I en een verantwoordelijk minister. In Engeland trouwde hij opnieuw in 1817 met Sofia Hull. In oktober van dat jaar werd Raffles door de Britten tot luitenant-gouverneur van Bengkulu aan de westkust van Sumatra benoemd.<sup>95</sup>

Begin 1819 stichtte hij ten zuiden van het schiereiland Malakka een Engelse vrijhandelspost, waaruit Singapore ontstaan is. Hij kreeg vijf kinderen, waarvan er voor 1823 vier jong stierven door tropische ziektes in Bengkulu. Het enige overlevende kind, een dochttertje, was al eerder naar Engeland gestuurd. Door de overeenkomst tussen Nederland en Engeland, die bekrachtigd werd met het tweede Verdrag van Londen uit 1824 (zie **Annex 8.6**), moest ook Sumatra terug gegeven worden in ruil voor andere Nederlandse bezittingen in Maleisië en India.<sup>96</sup> Pas in 1871 werd met het Verdrag van Sumatra het gezag van Nederland over Aceh door Engeland erkend (en werd de Goudkust aan Engeland verkocht); een paar jaar later in 1873 begon de Aceh-oorlog.<sup>97</sup> Hij was gedwongen Bengkulu te verlaten en vertrok al begin 1824 met vele kisten met boeken, kaarten en documenten, natuurhistorische voorwerpen en dieren in kooien naar Engeland. Net buiten Bengkulu leed hij schipbreuk en kon hij met zijn vrouw Sofia en de overige veertig opvarenden maar net gered worden. Hij probeerde in Engeland de schade van zijn verloren bagage zo snel mogelijk te herstellen, maar overleed drie jaar later op 44-jarige leeftijd. Sofia heeft zijn leven aan de hand van zijn vele brieven en publicaties in twee boeken uitvoerig beschreven.<sup>98</sup>

<sup>91</sup> John Keay, *The Honourable Company, A History Of The English East India Company*, (uitg. HarperCollinsPublishers 1991).

<sup>92</sup> *Proclamations, regulations, advertisements and orders, printed and published in the island of Java by the British Government*, Vol I from September 1811 to September 1813, both inclusive, printed by A.H. Hubbard, Batavia 1813.

<sup>93</sup> John Joseph Stockdale, *Island of Java and its immediate dependencies, illustrated with a map of Java and plan of Batavia from actual survey*, 1811.

<sup>94</sup> Thomas Stamford Raffles, *The History of Java*, (two volumes with map of Java), (uitg. John Murray, 1<sup>st</sup> edition London 1817, 2<sup>nd</sup> edition 1830).

<sup>95</sup> Maurice Collis, *Raffles*, (uitg. Century Hutchinson, London 1988).

<sup>96</sup> *Notices of the Indian Archipelago and adjacent countries; being a collection of papers relating to Borneo, Celebes, Bali, Java, Sumatra, Nias, The Philippine Islands, Sulus, Siam, Cochin China, Malayan Peninsula, & c.*, Accompanied by an index and six maps; *Treaty between the Britannic and Netherland Governments*, March 1824, *Speech of the Baron van der Capellen, on resigning the Government of Netherland's India, The insurrection in Java 1825, Dutch degree respecting lands*, (Editor J.H. Moor, Singapore 1837).

<sup>97</sup> Piet Hagen, *Koloniale oorlogen in Indonesië, vijf eeuwen verzet tegen vreemde overheersing*, (uitg. De Arbeiderspers, Amsterdam 2018).

<sup>98</sup> Sophia Raffles, *Memoir of the life and public services of Sir Thomas Stamford Raffles, F.R.S., & c., particularly in the government of Java, 1811-1816, Bencoolen and its dependencies, 1817-1824: with details of the commerce and resources of the Eastern Archipelago, and selections from his correspondence*, (uitg. J. Duncan, London 1835).

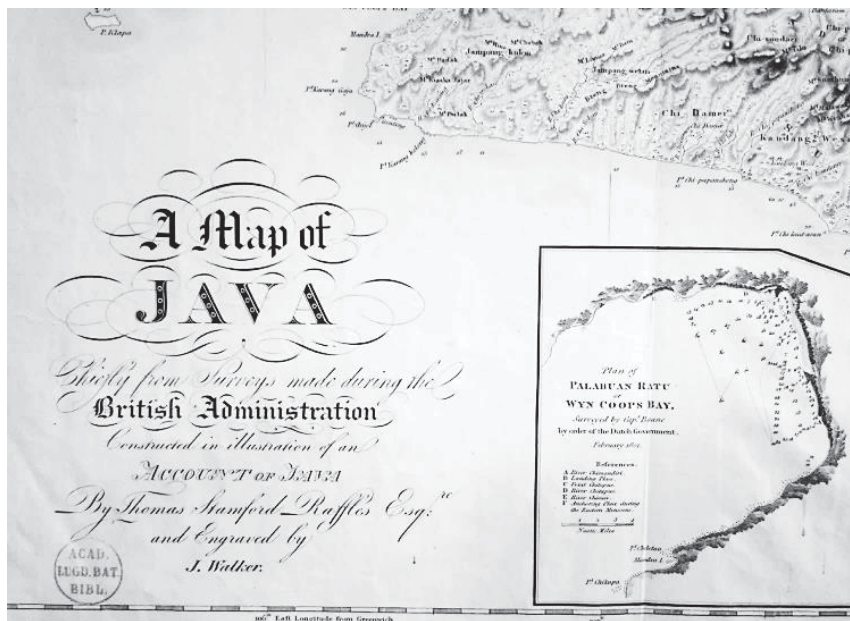


Fig. 2-3 Java door Thomas Stamford Raffles, uitg. 1830.

### 2.1.2 Nederlands bestuur over Nederlands-Indië

De hierna beschreven gebeurtenissen in de beschouwde periode, aan de hand van de rol en activiteiten van enkele prominente Gouverneurs-Generaal (of vergelijkbaar), die Minister van Koloniën waren of werden, vormen de achtergrond en verduidelijken zo het in kaart brengen van de archipel.<sup>99 100 101 102 103</sup>

#### Godert van der Capellen

Godert Alexander Gerard Philip baron van der Capellen (1778-1848) werd in 1814 benoemd tot Gouverneur-Generaal om het gezag van de Engelsen over te nemen. Van der Capellen vertrok in oktober 1815 naar Indië. Daar kwam hij na bijna 8 maanden in mei 1816 aan en nam in augustus van dat jaar pas het bestuur van de Britse gouverneur John Fendall over. Hij maakte een reis over Java en bezocht de kratons van Solo en Yogya. Bij de Javaanse sultans en regenten bestond ontevredenheid en vrees voor verlies van hun ambt. In mei 1820 vaardigde hij een resolutie uit waarin hun rechten, verplichtingen en titels als hoofden van de inlandse bevolking werden omschreven.

In zijn periode als Gouverneur-Generaal maakte hij enerverende gebeurtenissen mee. In 1821 teisterde een cholera-epidemie Java, die 110.000 slachtoffers eiste. De uitbarsting van de vulkaan Galunggung op Java (17 km ten westen van Tasikmalaya) in 1822 veroorzaakte enorme verwoestingen.

Van der Capellen maakte nogmaals een reis door Java, waarbij door hem bijzondere aandacht geschonken werd aan de buitensporige toename van landverhuur in de Vorstenlanden. Het verhuren van land werd zelfs in 1823 verboden. Dit besluit gaf grote onrust en heeft bijgedragen aan de opstand en de Java-oorlog van 1825-1830.<sup>104</sup>

Het Nederlands-Indische leger werd op Sumatra ook betrokken bij onlusten in de Padangse Bovenlanden, waardoor in de periode 1821-1837 zogenaamde Padri-oorlogen met tussenpozen plaatsvonden. Gestart als een Islamitische sekte, ontstaan uit Mekkagangers die de sharia wilden opleggen in de Minangkabau, veroorzaakten ze geweld en onderdrukking in het gebied ten oosten van Padang. Pas in 1837 werden door een overeenkomst tussen de Padri's en de Hollanders alle vijandelijkheden beëindigd. Deze Padri-oorlogen zijn verschillende keren in de verslagen van de Topografische Dienst genoemd, wat ook geleid heeft tot versnelde verkenning en opneming voor kartering van de betreffende gebieden.

<sup>99</sup> Zie ook het overzicht van de Gouverneurs-Generaal en Ministers in Annex 8.4 en 8.5.

<sup>100</sup> Cees Fasseur, *De weg naar het paradijs en andere Indische geschiedenissen*, (uitg. Prometheus 1995).

<sup>101</sup> Cees Fasseur, *Indisch gasten*, (uitg. Ooievaar, Amsterdam 1999).

<sup>102</sup> H.L. Wesseling, *Europa's koloniale eeuw, de koloniale rijken in de negentiende eeuw, 1815-1919*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 2003).

<sup>103</sup> Wim van den Doel, *Zo ver de wereld strekt. De geschiedenis van Nederland overzee vanaf 1800*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 2011).

<sup>104</sup> W. van den Doel, *Het Rijk van Insulinde: Opkomst en ondergang van een Nederlandse kolonie*, (uitg. Prometheus, Amsterdam, 1996).



In 1825 brak in Midden-Java een opstand uit door een opvolgingskwesitie aan het hof in Yogyakarta. Prins Diponegoro (ook geschreven als Dipanegara of Dipo Negara) wierp zich op als verlosser van de Hollanders, door een heilige oorlog uit te roepen en met guerrilla-tactieken de Hollanders te verdrijven. Het gebrek aan goede kaarten werd pijnlijk vastgesteld, de opstandelingen wisten beter de weg en konden iedere keer ontkomen. De Hollanders werkten nog met kaarten uit de tijd van Daendels. Overal werden door het Hollandse leger versterkingen (bentengs) gebouwd en pas na veel strijd kon met guerrilla-tactieken de opstand onderdrukt worden. Diponegoro werd in 1830 gevangengenomen en verbannen naar het fort Rotterdam in Makassar. Hij is in 1973 nationale held van Indonesië geworden. Met aan Nederlandse kant ongeveer 15.000 gesneuvelde militairen en meer dan tienmaal zoveel door honger en geweld omgekomen Javanen heeft deze oorlog diepe indruk gemaakt. Door de Java-oorlog was de situatie op Java drastisch veranderd; het Nederlandse gouvernement kreeg een forse greep op het bestuur. De ervaringen tijdens de Java-oorlog hebben wel geleid tot verhoogde aandacht voor het in kaart brengen van Java.

Van der Capellen had goede voornemens toen hij aan zijn bestuur begon. Hij gunde Patria en kolonie een “verenigd welzijn”, waarbij geen enkele vorm van afpersing of knevelarij geduld zou worden. Hij heeft gedurende zijn ambtstermijn veel gereisd, zowel op Java als in de buitengewesten. Dat verlangde hij ook van zijn lokale bestuurders, de *residenten*, die toezicht moesten houden op het onderhoud van wegen, bruggen, havens en kanalen. De lokale vorsten, de *regenten*, vormden de verbinding tussen het koloniale bestuur en de inheemse bevolking. Er ontstonden al gauw problemen toen men de door de Britten onder Raffles ingestelde vrijheden in twijfel begon te trekken. Was eerst de slavernij afgeschaft, nu was het vrij burgerschap ook vaak een probleem. Met name in de Molukken, maar ook in de vorstenlanden leidde dat tot onlusten. Zoals al in het tweede verdrag van Londen was opgenomen, zou het monopolie op de specerijenhandel geleidelijk opgeheven worden. Pas aan het einde van zijn bestuur heeft Van der Capellen per proclamatie dit in verzoenende taal proberen te versnellen. Hij wilde de lokale bevolking beschermen tegen uitbuiting, maar vond wel dat geleverde herendiensten voor onderhoud van wegen en waterwerken, maar ook voor het verbouwen van koffie in de Preanger (ten zuiden van Batavia en Bandung) mogelijk moesten blijven.<sup>105</sup>

Van der Capellen werd na 10 jaar bestuur als Gouverneur-Generaal in 1826 teruggeroepen, omdat de financiën in Indië in deplorabele staat verkeerden en de schatkist in Nederland leeg was. Voor “Indonesië op de kaart” zijn in de periode Van der Capellen twee gebeurtenissen van belang geweest. Door de Padri-oorlogen ontstond meer aandacht voor Sumatra’s westkust en door de Java-oorlog voor Midden-Java. Pas na 1860 werden concrete plannen gemaakt en uitgevoerd om voor die gebieden tot betere kaarten te komen.<sup>106</sup>



Fig. 2-4 Kaart van Java uit de periode Van der Capellen, uitg. Mortier Covens & Zoon, Amsterdam.<sup>107</sup>

<sup>105</sup> C.S.W. Grave van Hogendorp, *Beschouwing der Nederlandsche bezittingen in Oost-Indië*, (uit het Fransch vertaald door Joh. Olivier, Joh. en Zn), (uitg. C.G. Stilpke, Amsterdam 1833).

<sup>106</sup> J.J.A. Muller, *Triangulaties in Nederlandsch-Indië*, ca. 1905.

<sup>107</sup> Deze kaart lijkt een bewerkte kaart te zijn van Johannes van den Bosch uit zijn atlas van 1817. De belangrijkste wegen, zoals de Grote Postweg met verbinding naar de Vorstenlanden (Mataram op de kaart), en enkele rivieren, zoals de Solo-rivier zijn al aangegeven.

## Johannes van den Bosch

Johannes van den Bosch (1780-1844) werd in 1797 benoemd tot luitenant der genie en op zijn verzoek bij de genie in Indië geplaatst. In Batavia werd hij begin 1801 bevorderd tot kapitein en benoemd tot adjudant bij de Gouverneur-Generaal. In 1802 werd hij belast met de directie van het topografisch bureau te Batavia. Daardoor kreeg hij grote kennis van kartografie, die hij later in zijn atlassen verwerkt heeft. Hij vervulde van 1804 tot 1808 verschillende functies als adjudant van enkele Gouverneurs-Generaal. In 1804 trouwde hij met de dochter van de bevelhebber van het Indische leger Sandol Roy, waardoor hij nog meer vertrouwd raakte met de militaire organisatie.<sup>108</sup> Nadat begin 1808 maarschalk Daendels als Gouverneur-Generaal in Batavia was aangekomen werd Van den Bosch in mei 1808, op eigen verzoek, eervol uit militaire dienst ontslagen. Sandol Roy nam in 1808 ontslag en Van den Bosch werd in 1810 zelfs door Daendels naar Nederland verbannen.

Van den Bosch vertrok november 1810 naar Nederland; op zijn reis daarheen werd hij door een Brits oorlogsschip krijgsgevangen gemaakt en naar Engeland gevoerd, waar hij ongeveer twee jaar in krijgsgevangenschap bleef. Eind 1813 werd hij kolonel-adjudant van Kraijenhoff, die behalve kartograaf, generaal-majoor gouverneur van de stad Amsterdam was. Hij werd gedurende de wintermaanden van 1813 en 1814 belast met het beleg van de vesting Naarden, één van de plaatsen die nog door de Fransen bezet werd gehouden. Begin 1815 werd Van den Bosch benoemd tot kolonel bij de Generale Staf en belast met de directie van alle zaken betreffende troepen, die voor de koloniën bestemd waren. Begin april daaropvolgend werd hij benoemd tot chef van de staf te Maastricht, waar hij zich gedurende de Slag bij Waterloo bevond. Van den Bosch werd eind 1816 benoemd tot generaal-majoor titulair en begin 1819, op eigen verzoek, op non-actief gesteld. Als reactie op de kritiek van Raffles op de Hollandse methoden van bestuur, beschreven in 'The History of Java' uit 1817, kwam hij met een uitgebreide repliek in 1818, vergezeld van een atlas met 12 nieuwe kaarten, voor een deel voortgekomen uit zijn werk aan het Topografisch Bureau te Batavia en opgedragen aan Willem I.

In 1828 werd Van den Bosch door koning Willem I (1772-1843) tot luitenant-generaal en Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië benoemd. Hij had echter verzocht niet in aanmerking te komen vanwege de belangen van de Maatschappij voor Weldadigheid in de veenkoloniën in Drenthe waarvoor hij, ook na zijn terugkomst uit Indië, bleef ijveren. Van den Bosch vertrok juli 1829 uit Nederland met een persoonlijke instructie voor bestuur, waarin de financiële aspecten de nadruk kregen en kwam pas na 6 maanden, begin 1830 in Batavia aan. Het hoofddoel van de instructie van Van den Bosch was het stelsel van bestuur in Indië zodanig in te richten, dat de Oost-Indische bezittingen in de kosten van eigen onderhoud zouden kunnen voorzien. Daarvoor moest de productiviteit van de landerijen en bedrijven toenemen. Ook moesten meer de belangen gediend worden van de Nederlandse industrie en handel, waaronder die van de Nederlandsche Handelsmaatschappij.

Bij zijn komst in Indië was de opstand in Midden-Java reeds onderdrukt door de gevangenneming van Diponegoro; een paar maanden nadat Van den Bosch het bestuur had aanvaard was de rust op Java weergekeerd. Allereerst moesten schikkingen worden gemaakt met de vorsten van Surakarta en Yogyakarta, die aanzienlijke landstreken van hun gebied moesten afstaan. Voor vier nieuwe residenties: Banyumas, Bagelen, Madiun en Kediri moesten de grenzen en de inrichting van het bestuur geregeld worden (zie de kaarten van Java in Fig. 2-4 en Fig. 5-18 met de residenties). Al zes maanden na de aankomst van Van den Bosch op Java deed hij schriftelijke voorstellen aan de Raad van Indië tot uitbreiding van de teelt van producten voor de Europese markt. Het beheer en de leiding van de cultures werd nu uit handen van de commissies van landbouw en in de hand van de regering genomen. Naast de gedwongen cultures werd, met steun van het gouvernement, de particuliere industrie gestimuleerd. Met name werden teelt en levering van koffie, indigo (een kleurstof voor het verven van textiel) en suikerriet verplicht. Het gouvernement bouwde zelf ook fabrieken. Het Nederlandse bestuur moest zich zo min mogelijk met de interne zaken van Javanen bemoeien en de regelingen voor de cultures, overlaten aan de hoofden. Die werden daarvoor beloond, evenals de Nederlandse bestuurders door toekenning van een percentage uit de cultuuropbrengsten. Door dit door Van den Bosch in 1830 ingevoerde cultuurstelsel, dat in de volgende jaren nog werd verbeterd en aanzienlijk uitgebreid, werd een aanzienlijke bijdrage geleverd aan de Nederlandse staatsbegroting. Nederlands-Indië werd financieel onafhankelijk van het moederland en handel en industrie gingen bloeien. De Javaanse boer werden zware verplichtingen en belemmeringen opgelegd door lage beloning van de gedwongen levering van landbouwproducten en arbeid. Het zogenaamde "batig slot" beperkte ook de uitgaven voor ontwikkeling van het land en de bevolking.

<sup>108</sup> Dr. J.J. Westendorp Boerma, *Een geestdriftig Nederlander, Johannes van den Bosch*, (uitg. E.M. Querido, Amsterdam 1950).



Door zijn militaire achtergrond had hij veel aandacht voor de defensie van Java. De belangrijke havens van Batavia, Semarang en Surabaya zouden extra beschermd moeten worden door omwallingen en forten. Voor de hoofdmacht van ca. 20.000 militairen werd centraal een onneembare stelling in Midden-Java ontworpen tussen Semarang en de vorstenlanden Yogya en Solo. Die is na 1837 bij Ambarawa uitgebouwd met het fort Willem I waarmee, met de forten in Gombong en Ngawi, de toegangswegen vanuit het noorden naar de vorstenlanden werden bewaakt (zie **Annex 8.16** voor een kaart van Ambarawa en omgeving).

Door de tegenwerking, die Van den Bosch bij de invoering van zijn maatregelen ondervond en die invloed had op zijn gezondheid, gaf hij reeds in 1830 aan naar Nederland terug te willen keren. Maar op wens van de koning bleef hij in functie. Jean Chrétien Baud, die met Van den Bosch op één lijn zat, werd in 1832 naar Indië gezonden om het bestuur over te nemen als Van den Bosch Nederlands-Indië zou verlaten. Van den Bosch had grote plannen voor Sumatra en wilde dit gehele eiland onderwerpen. Begin 1834 legde Van den Bosch zijn functie als Gouverneur-Generaal neer. Bij zijn aftreden gaf hij aan zijn opvolger een uitvoerig verslag van zijn verrichtingen in Indië gedurende zijn bestuur en vertrok een maand later naar Nederland, waar hij na bijna 4 maanden aankwam. Daar was na de Belgische afscheiding in 1831 en de voortdurende oorlogstoestand de politieke situatie nog steeds ongunstig. Door de afscheiding waren de staatsfinanciën verslechterd en werden de bevolking zware lasten opgelegd. Van den Bosch werd direct na zijn aankomst in mei 1834 al benoemd tot Minister van Koloniën met ruime volmachten om de staatsfinanciën te verbeteren. Het cultuurstelsel werd gecontinueerd en uitgebreid, zodat inkomsten verhoogd werden. Dat leidde ertoe dat in 1860 de Indische baten zelfs voor een derde bijdroegen aan de Nederlandse staatsbegroting.<sup>109</sup> Er zijn schattingen dat in de periode van 1830 tot de afschaffing in 1870 ruim 830 miljoen gulden is bijgedragen aan de Nederlandse schatkist.<sup>110</sup> Daaruit zijn onder andere de aanleg van de Nederlandse spoorwegen en verschillende droogmakerijen bekostigd.

Van den Bosch heeft ons enkele interessante kaarten van gebieden op Java uit 1817 en 1818 nagelaten. Die geven een goed beeld van de vorderingen, die sinds de kaarten van Daendels en Raffles gemaakt waren. Zowel Fig. 2-5 als Fig. 2-6 laten gedetailleerde kaarten zien; de kaart van West-Java toont al de grote rivieren en de eilanden zoals De Grote Kombuis en Het Wapen van Hoorn voor de kust. Ook is hierop het deel van de Grote Postweg tussen Anjer en Krawang (Crawang) aangegeven. Bij de kaart van Ambon is zelfs een panorama van het dorp getekend. Het noorden is op deze kaart linksonder (Leytimor ligt ten zuiden van het dorp Ambon).



Fig. 2-5 West-Java, Js. van den Bosch, uitg. 1817.

<sup>109</sup> Cees Fasseur, *De weg naar het paradijs en andere Indische geschiedenissen*, (uitg. Prometheus 1995).

<sup>110</sup> Janny de Jong, *Van batig slot naar ereschuld, de discussie over de financiële verhouding tussen Nederland en Indië en de hervorming van de Nederlandse koloniale politiek 1860-1900*, proefschrift, (uitg. SDU 1989).



Fig. 2-6 Ambon, Js. van den Bosch, uitg. 1817.

### Jean Chrétien Baud

Jean Chrétien baron Baud (1789-1859) was een Marineofficier, later Minister van Marine, Minister van Koloniën en luitenant-gouverneur-generaal van Nederlands-Indië. Van den Bosch gaf de wens te kennen om te repatriëren en hem te vervangen door iemand die overtuigd was van de noodzaak van het door hem ingevoerde cultuurstelsel. Zoals hiervoor vermeld is werd Baud in juli 1832 benoemd om het bestuur van Van den Bosch over te nemen als deze Indië verliet. Hij vertrok eind september 1832 uit Holland en kwam na bijna 4 maanden in januari 1833 in Batavia aan. Een paar weken later werd hij als vice-president van de Indische regering geïnstalleerd. Van den Bosch bleef nog enige tijd om hem volledig op de hoogte te brengen en deed met hem een reis over Java. Kort tevoren was besloten tot de verplichte levering van koffie terug te keren en die cultuur belangrijk uit te breiden. Baud nam in juli als Gouverneur-Generaal ad interim het bestuur over. Baud was door de koning de handhaving van het stelsel van Van den Bosch aanbevolen. Baud was weinig vrijheid van handelen toegestaan, hij trachtte het cultuurstelsel zo veel mogelijk te verbeteren.

Baud was van mening dat, als de cultures met beleid in de geest van de oude gezagsverhoudingen waren geregeld en als er niet te veel van de bevolking werd gevergd en het werk voldoende werd beloond, er geen tegenstand te vrezen was. Hij ondernam hiervoor in 1834 een nieuwe inspectiereis over geheel Java en Madura, die drie maanden duurde. Het gevolg van die reis was uitbreiding van het cultuurstelsel, maar wijziging of afschaffing daarvan in die streken, waar de toestand het eiste.<sup>111 112</sup> Het kostte Baud grote moeite het Indische bestuur van de financiële verplichting aan Nederland te overtuigen. Dat vergde ook handhaving van een zuinig beheer, zoals al door zijn voorganger Van den Bosch was opgelegd. Voor de buiten Java gelegen buitengewesten volgde Baud het beleid van Van den Bosch door zich zo weinig mogelijk daarmee te bemoeien, waarbij voor Sumatra vanwege de landbouw en Banka vanwege de tinwinning een uitzondering werd gemaakt. Ook werd, ondanks het Verdrag van Londen, de Engelse dreiging reëel geacht. Pas in 1837 werd in Sumatra met de Padri's een overeenkomst gesloten en kon de westkust van Sumatra tot verdere ontwikkeling worden gebracht.

Baud vertrok begin april 1836 naar Nederland, waar hij na 4 maanden in augustus aankwam; kort daarna werd hij benoemd tot staatsraad in buitengewone dienst.

<sup>111</sup> C.S.W. Grave van Hogendorp, *Beschouwing der Nederlandsche bezittingen in Oost-Indië*, (uit het Fransch vertaald door Joh. Olivier, Joh. en Zn), (uitg. C.G. Stilpke, Amsterdam 1833).

<sup>112</sup> Roorda van Eysinga, *Indië ter bevordering der kennis van Nederlands Oostersche Bezittingen*, in het Nederduitsch en Maleisch, met kaarten en platen, III boek, II deel, (uitg. ter boekdrukkerij van de gebr. Nys, Breda 1843).

Daarbij werd bepaald dat de Minister verplicht was het advies van Baud in te winnen omtrent alle punten van koloniale wetgeving en algemeen bestuur. In 1838 nam hij zitting in de Raad van State. Baud werd in 1840 tot Minister van Koloniën ad interim benoemd en een paar maanden later tot Minister van Marine en Koloniën, maar in 1841 werden beide ministeries weer gescheiden en bleef Baud alleen Minister van Koloniën. Onder het ministerschap van Baud kwamen bepalingen tot stand voor de opleiding van ambtenaren voor de burgerlijke dienst in Nederlands-Indië aan de Delftse Akademie. Het muntstelsel werd herzien en er werden in 1845 voor Nederlands-Indië bepalingen en verordeningen vastgesteld en herzien voor wetgeving, rechterlijke macht en justitie. Gebiedsuitbreiding werd zoveel mogelijk beperkt of er werd zo min mogelijk ruchtbaarheid aan gegeven. Voor het moeilijk toegankelijke Nieuw-Guinea werden langs de moerassige kusten slechts wapenborden met de Nederlandse leeuw geplaatst, die lange tijd door de Papoea's met rust gelaten werden (zie de afbeelding onder de inhoudsopgave). Baud was met Van den Bosch een groot voorstander van het cultuurstelsel; hij beschouwde het als de kurk waarop Nederland dreef. Pas rond 1845 werd voor het eerst een aanvang gemaakt met inlands onderwijs.

### Jan Jacob Rochussen

Jan Jacob Rochussen (1797-1871) was als Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië (1845-1851) actief bij het onder Nederlands gezag brengen van de buitengewesten. Rochussen continueerde het door Nederland opgelegde cultuurstelsel, ondanks de daardoor resulterende verarming en voedseltekorten van de inheemse bevolking. Dat leidde in 1848 en 1849 tot hongersnoden, waardoor de verplichtingen van het cultuurstelsel enigszins gematigd werden. Rochussen verzette zich tegen persvrijheid in Indië, die in Nederland wel toegestaan was. Op Java hervormde hij de relaties met de vorstenlanden Surakarta en Yogyakarta door contracten met de sultans te sluiten. Tijdens zijn bewind werden diverse strafexpedities georganiseerd. Nederland wilde de buitengewesten onder koloniaal gezag brengen. In 1846 vond een grootscheepse militaire operatie tegen Bali plaats.<sup>113</sup> Hij was de eerste Gouverneur-Generaal die na Van der Capellen weer op inspectie-reis ging in de buitengewesten. Zo bezocht hij in 1848 Celebes en Borneo, de laatste vanwege de mogelijke kolenwinning daar. Rond Banjarmasin in het zuiden van Borneo, waar steenkolenlagen waren aangetroffen, kwam het na zijn bestuur zelfs tot een heuse oorlog die vier jaar duurde. In noord-Celebes waren mogelijkheden voor goudwinning. Beiden bleken later niet zo succesvol als gedacht. Ook de piraten die vanuit de Sulu-eilanden hun rooftochten hielden werden aangevallen. Op Celebes, met name in het zuiden bij Boni vonden schermutselingen plaats. Toen was Rochussen al terug in Nederland en Minister van Koloniën. In 1850 vroeg Rochussen om ontslag, om pas in 1852 in Nederland terug te keren. Hij was Minister van Koloniën (1858-1860), zowel onder koning Willem II (1792-1849) als koning Willem III (1817-1890) en kabinetsleider in het conservatieve kabinet-Rochussen. Als minister was hij veel minder op expansie gericht dan eerder als Gouverneur-Generaal. De opname en kartering van de buitengewesten begon rond 1850 met de vluchtige opnemingen, (aanvankelijk zonder triangulatie) van enkele gebieden waar onlusten voorkwamen of waar door het gouvernement bijzondere interesse voor getoond werd.<sup>114</sup> Daarvoor was het vooral de marine die vanuit zee met opneming van kustprofielen en markante punten, zoals vulkanen en bergen met driehoeksmetingen ofwel triangulatie, kaarten van de eilanden vervaardigde. De eerste kaarten en atlanten van de archipel met enige betrouwbaarheid kwamen tussen 1840 en 1860 uit. Met name de activiteiten van Van de Velde, Melvill van Carnbee en Junghuhn hebben daartoe bijgedragen (zie hoofdstuk 2.2.4).

### Charles Ferdinand Pahud

Charles Ferdinand Pahud (1803-1873) was al op 11-jarige leeftijd met zijn ouders naar Batavia gegaan. Na zijn opleiding kwam hij in dienst van het gouvernement, waar hij allerlei hoge functies vervulde. In 1848 keerde hij terug naar Nederland, waar hij benoemd werd tot Minister van Koloniën (1849-1856) in een conservatief-liberaal kabinet. Hij was evenals zijn voorgangers Van den Bosch en Baud een groot voorstander van de onthoudingspolitiek, waarmee de buitengewesten zoveel mogelijk met rust gelaten werden.<sup>115</sup> Na zijn ministerschap werd hij benoemd tot Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië (1856-1861).

<sup>113</sup> Piet Hagen, *Koloniale oorlogen in Indonesië, vijf eeuwen verzet tegen vreemde overheersing*, (uitg. De Arbeiderspers, Amsterdam 2018).

<sup>114</sup> W.A. van Rees, *Montrado. Geschied- en Krijgskundige bijdrage betreffende de onderwerping der Chinezen op Borneo naar het dagboek van een Indisch officier over 1854-1856*, (uitg. Gebr. Muller, 's Hertogenbosch 1858).

<sup>115</sup> Chs. F. Pahud, *De Minister van Koloniën, Verslag van het beheer van Nederlandsch Indië en van den staat waarin hetzelfde zich bevindt over 1850*, 's-Gravenhage, 9<sup>den</sup> October 1852.



Vanwege provocaties door de vorstin van Bone op zuid-Celebes besloot hij in 1858 tot twee militaire expedities, die weinig succesvol waren. Pahud stond aanvankelijk dicht in zijn ideeën bij zijn voorgangers. Hij was ook een enthousiast voorstander van het cultuurstelsel. De opbrengsten van het cultuurstelsel, in de eerste plaats voor Nederland maar ook voor Indië, zorgden dat er wegen en bruggen gemaakt konden worden en een begin gemaakt werd met de aanleg van spoorwegen. Onder Pahud begon het succes van het cultuurstelsel enigszins af te nemen. De eraan verbonden wantoestanden bleven niet onopgemerkt. Dat kwam met name tot uiting met de verschijning van de *Max Havelaar of de koffieveilingen der Nederlandsche Handelsmaatschappij* door Multatuli (alias Eduard Douwes Dekker) in 1860. Hierin werden de lotgevallen van de assistent-resident Max Havelaar in Lebak in het westen van Java beschreven. Hoewel het boek vooral gericht was tegen de knevelarijen van de inheemse hoofden, werd de Nederlandse bestuursambtenaar opgeroepen de inheemse bevolking recht en welvaart te brengen. Dat was moeilijk te combineren met het cultuurstelsel. In de Nederlandse samenleving had dit boek een groot effect. Men wilde af van de knevelarijen en dwangcultuur, maar dat vond pas plaats in 1870. Pahud heeft opdracht gegeven tot het maken van betere kaarten. Aan hem zijn dan ook verschillende kaarten opgedragen, zoals Fig. 2-7 laat zien.



Fig. 2-7 Voorbeeld van een kaart van Java door Junghuhn opgedragen aan Pahud.

### Pieter Mijer

Pieter Mijer (1812-1881), geboren in Batavia, studeerde rechten te Leiden. Vervolgens ging hij terug naar Batavia, waar hij als advocaat werkte. Hij vervulde vanaf 1835 allerlei functies in dienst van het gouvernement. Hij keerde in de zomer van 1855 met verlof terug en werd benoemd als Minister van Koloniën (1856-1858). In die periode was Pahud Gouverneur-Generaal. Tien jaar later werd hij weer Minister van Koloniën (1866) in een conservatief kabinet, maar werd na enkele maanden (in feite door zichzelf) benoemd tot Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië (1866-1872). Over het algemeen werd over Mijer positief geoordeeld, door sommigen werd hij later als daadkrachtig, maar ook wel als te aardig voor zijn ondergeschikten afgeschilderd. Dat werd mede veroorzaakt door het grote contrast met zijn voorganger Sloet van de Beele en met zijn opvolger James Loudon. De eerste werd als een goedgehartig maar zwak bestuurder afgeschilderd, terwijl de laatste wel werd verweten moeilijk te benaderen te zijn geweest en ook te weinig gedaan heeft om de Aceh-oorlog (1873-1914) te voorkomen. Tijdens het gouverneurschap van Mijer is Java goed op de kaart gezet. De primaire triangulaties kwamen onder leiding van Oudemans, als hoofd van de Geografische Dienst grotendeels klaar en enkele zogenaamde residentiekaarten van Java werden uitgegeven. Het principe van triangulatie wordt in hoofdstuk 4.3 behandeld.

### Otto van Rees

Otto van Rees (1823-1892) vertrok al op jeugdige leeftijd naar Nederlands-Indië waar hij als veertienjarige aan een ambtelijke loopbaan begon en het daar in korte tijd bracht van klerk tot adjunct-Gouvernements-secretaris. In 1851 werd hij inspecteur van financiën, maar moest in 1853 met ziekteverlof naar Nederland terugkeren. Hij reisde eind 1854 weer naar Nederlands-Indië en werd resident van Kedu (1856-1857), Bagelen (1857-1860) en Surabaya (1860-1864).

Elke residentie leverde de resident extra inkomsten op, met Bagelen weer 2½ maal Kedu en Surabaya bijna 1½ maal Bagelen. In deze periode waren de Indische baten ca. 26 miljoen gulden per jaar, voor die tijd een fenomenaal bedrag. De koffie- en suikerprijzen waren tot grote hoogte gestegen. Toch werd de kwetsbaarheid van het cultuurstelsel onderkend. Van Rees werd om advies gevraagd en hij stelde voor de landrente te verhogen. Overal werden plantages aangelegd en fabrieken gebouwd, waarbij ook particuliere initiatieven ondersteund werden. Dit deed de behoefte aan goede kaarten van Java stijgen. Ook de kaartopnemingen voor de bepaling van de landrente door het Kadaster en de Topografische Dienst kregen extra aandacht. Van Rees werd vervolgens acht jaar lid van de Raad van Nederlands-Indië, met onderbreking door ziekteverlof in 1868-1870. In 1872 kwam hij weer voor herstel van zijn gezondheid naar Nederland. Na aankomst werd hij tot juli 1873 afgevaardigde in de Tweede Kamer. Hij werd benoemd tot vicepresident van de Raad van Nederlands-Indië, zodat hij in 1873 weer naar de Oost afreisde en tot begin 1878 deze functie vervulde om vervolgens weer naar Nederland terug te keren. Na een jaar kamerlid werd hij tot Minister van Koloniën in een nieuw kabinet benoemd. Dat kabinet viel al na 6 maanden, zodat hij weer kamerlid werd en zelfs Kamervoorzitter. Hij werd in 1884 benoemd tot Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië (1884-1888). Door zijn vele functies en rol in Nederlands-Indië kreeg hij de bijnaam "koning Otto".<sup>116</sup> Hij was tegenstander van voortdurende uitbreiding van het Nederlandse gebied in Indië en voorstander van hervormingen. In de periode dat Otto van Rees betrokken was bij Nederlands-Indië is het cultuurstelsel afgeschaft, is een begin gemaakt met de ethische politiek, zijn grote irrigatieprojecten gestart, zijn steden uitgebreid, nieuwe gebieden (o.a. in Deli in noordoost Sumatra) ontwikkeld en zijn spoorlijnen aangelegd, waardoor veel topografische activiteiten hebben plaatsgevonden. Dat werd nog versterkt door stimulering van particulier bezit door de inheemse bevolking en uitbreiding van de landrente, die extra activiteiten door het Kadaster opleverde. Ook werd eindelijk met veel protest de personele belasting ingevoerd. De zorg van de Aceh-oorlog werd in 1888 door zijn opvolger GG Hordijk overgenomen, die daarbij vanaf 1891 geadviseerd werd door de Islamkenner uit Leiden, Snouck Hurgronje.

### Alexander Willem Frederik Idenburg

Alexander Willem Frederik Idenburg (1861-1935) ging na de HBS, naar de Koninklijke Militaire Academie en vertrok eind 1882 naar Indië, waar hij aanvankelijk werd geplaatst bij het korps genietroepen. In 1889 werd hij overgeplaatst naar de genie in Aceh en in 1892 tot kapitein bevorderd. Voor de Aceh-oorlog waren betere kaarten nodig; de kraton in Kota Raja bleek elders te liggen.<sup>117</sup> Na een tweejarig verlof in Nederland werd hij, terug in Indië in 1896, geplaatst bij het Departement van Oorlog in Weltevreden en kort daarop benoemd bij de generale staf. Vanaf 1896 tot 1901 was Idenburg adjudant van verschillende commandanten van het Indische leger. In 1901 werd hij eervol uit de dienst ontslagen. Idenburg kwam in 1901 in de Tweede Kamer der Staten-Generaal. Geïnspireerd door de publicatie "De eereschuld" van de jurist Van Deventer in De Gids uit 1899 was het besef ontstaan dat Indië niet overheerst en geëxploiteerd, maar bestuurd moest worden en het verdiende geld in onderwijs en verbetering van de economische toestand gestoken moest worden. Idenburg werd benoemd tot Minister van Koloniën (1902-1905) in het Kabinet-Kuyper en voerde de ethische politiek uit door onderzoek te laten doen naar het onderwijs en de slechte positie van de inlanders op Java. Hij werd benoemd tot Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië (1909-1916). Zijn bewind kenmerkte zich door een krachtige bevordering van de economische ontwikkeling, hulp aan de verarmde inlandse bevolking en maatregelen ter verhoging van hun welvaart. Hij keerde in 1918 terug naar Nederland en werd voor de derde keer tot Minister van Koloniën benoemd (1918-1919). Tijdens zijn bewind vond grotendeels de herziening van de topografische opneming van Java plaats en werden Sumatra en Celebes verder topografisch opgenomen en in kaart gebracht. Dit was ook de periode van grote groei en welvaart in Indië: spoorwegen waren grotendeels aangelegd, de introductie van de automobiel vond plaats en daaraan gerelateerd de aanleg van wegen, waardoor de vraag naar kaarten toenam. In Europa ontstond door WO I (1914-1918) vraag naar producten, waarin Indië met het officieel neutrale Nederland kon voorzien. Rubber- en tabaksplantages zorgden voor economische bedrijvigheid van particuliere ondernemingen.<sup>118 119</sup>

<sup>116</sup> Cees Fasseur, *Indisch gasten*, (uitg. Ooievaar, Amsterdam 1999).

<sup>117</sup> F.J. Ormeling sr., Het nieuwe gezicht van Caert-Thresoor, kaart van de Kraton met omstreken (Aceh), uit Caert Thresoor 18<sup>de</sup> jaargang 1999 nr. 3.

<sup>118</sup> R.N.J. Kamerling, redactie, *Indonesië toen en nu*, met name: Paul van 't Veer, *Vogelvlucht door de geschiedenis van Indonesië (1800-1979)*, P. Boomgaard, *Bevolkingsgroei en welvaart op Java (1800-1942)*, W.R. Hugenholtz, *Het binnenlands bestuur op Java*, en J.T.M. van Laanen, *De landbouw tot 1940*, (uitg. Intermediair bibliotheek, Amsterdam 1981).

<sup>119</sup> Dr. J.M. van der Kroef, *Indonesia in the Modern World*, part II, (uitg. Masa Baru Ltd, Bandung 1956).



## Hubertus van Mook

Hubertus Johannes (Huib) van Mook (1894-1965), studeerde Indologie aan de Universiteit van Leiden (1916-1918). In de periode september 1940 tot juni 1941 leidde hij met succes de onderhandelingen met Japan over de handelsbetrekkingen. In oktober 1940 behaalde hij zijn eredoctoraat in de economische wetenschappen aan de Rechtshogeschool te Batavia. In november 1941 werd hij tot minister van Koloniën benoemd in het kabinet-Gerbrandy II, maar hij bleef nog in Nederlands-Indië en zijn functie werd door de minister-president tot 21 februari 1942 waargenomen.<sup>120</sup>

Inmiddels was hij na de aanval op Pearl Harbor (7 december 1941) en de oorlogsverklaring van Nederland aan Japan (8 december 1941) op aandringen van de Gouverneur-Generaal met ingang van begin 1942 ook tot luitenant-gouverneur-generaal benoemd. Vanuit die functie trachtte hij tevergeefs tot nauwere militaire samenwerking met de VS te komen en Washington tot levering van vliegtuigen te bewegen. Hij kreeg van Gouverneur-Generaal Tjarda van Starkenborgh de opdracht naar Australië te gaan, wat tijdens de Slag om Java op 7 maart 1942 per vliegtuig lukte. Op 1 november 1945 ontmoette hij een delegatie van de Indonesische republikeinse regering, onder wie Soekarno. Dit was in strijd met het officiële regeringsbeleid, dat geen contact toestond met Soekarno vanwege zijn steun aan de Japanners. Koningin Wilhelmina verhinderde het daarna door het kabinet voorgestelde ontslag van Van Mook. In maart 1946 stelde hij voor de Republiek Indonesia de facto te erkennen en onderdeel te laten worden van een federatieve staat Indonesië. In april 1946 nam hij deel aan de onderhandelingen met een Indonesische delegatie (onder wie ministers uit het kabinet-Sjahrir) op het jachtslot Sint-Hubertus (Hoge Veluweconferentie). In het najaar van 1946 gaf hij aan te willen aftreden als luitenant-gouverneur-generaal, omdat hij zijn taak als voltooid beschouwde, maar dat werd niet gehonoreerd. In 1947 was hij met Schermerhorn<sup>121</sup> de voornaamste architect van de Verenigde Staten van Indonesië, een federatief verband van Indonesische staten, en van het Akkoord van Linggajati. Daarbij werd uitgebreid gebruik gemaakt van kaarten (zie ook hoofdstuk 6.2.3). In augustus 1947 was hij voorstander van de politionele acties om uitvoering van het Akkoord van Linggajati af te dwingen.<sup>122</sup> Hij was de laatste landvoogd in Nederlands-Indië.

Gedurende de Japanse bezetting van maart 1942 tot augustus 1945 zijn zowel door de Japanners als door de geallieerden veel kaarten voor militair gebruik gemaakt. Op basis van de kaarten van de Topografische Dienst en met luchtfotografie werden van belangrijke eilanden en vaarwegen nauwkeurige gedetailleerde kaarten vervaardigd, zowel in Batavia als in Amerikaanse en Engelse hoofdkwartieren. Daarbij hebben Nederlandse inlichtingendiensten in Australië belangrijke ondersteuning geleverd. Voor de voorstellen van een federatieve staat Indonesië zijn in opdracht van Van Mook kaarten gemaakt met verdelingen tussen gebieden die onder Nederlands bestuur of onder dat van de Republiek Indonesia vielen. Zo werd voorgesteld delen van Sumatra onder Nederlands bestuur te laten. Op Borneo (Kalimantan) zouden enkele gebieden rond Pontianak deel uitmaken van de Nederlandse federatie, terwijl ook de staat Oost-Indonesië met Bali, Celebes en de Molukken deel zou uitmaken van de zogenoemde Verenigde Staten van Indonesië.<sup>123</sup> Daarnaast werd Nieuw-Guinea buiten de onderhandelingen gehouden. Toen de onderhandelingen mislukten kwam militair ingrijpen weer naar voren.<sup>124</sup> Door de resulterende oorlog (eufemistisch politionele acties genoemd, waarin helaas excessen voorkwamen<sup>125</sup>) was er grote belangstelling voor goede stafkaarten. In de periode tot de overdracht eind 1949 zijn veel kaarten gemaakt van veroverde gebieden, bestandsgebieden en uiteindelijk van gebieden, die overgedragen werden.<sup>126</sup> Nieuw-Guinea werd pas in 1962 aan de Verenigde Naties overgedragen, die op 1 mei 1963 de overdracht aan de Indonesische Republiek regelden. In de periode 1950-1962 zijn ook veel kaarten van dat deel van de archipel gemaakt. Daarbij is vooral gebruik gemaakt van luchtfotogrammetrie. Een groot deel van deze kaarten, met name schaal 1:250.000 is tot 1990 in gebruik gebleven.

Het is duidelijk dat deze bestuurders in de beschouwde periode van invloed zijn geweest op het tot stand komen van kaarten. Hun prioriteiten en beleid op Java en in de buitengewesten, al dan niet beïnvloed door de regering in Nederland, hebben activiteiten van de Topografische Dienst (als “zelfstandig” onderdeel van het leger) gestuurd. Beschikbaar gestelde middelen, inclusief personeel, waren bepalend voor de voortgang.

<sup>120</sup> Dr. L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*, deel 11c, Ned.-Indië III, (uitg. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1986).

<sup>121</sup> Schermerhorn wordt nog uitvoerig besproken in de hoofdstukken 4.4.3, 6.1.3, 6.2 en 6.3.1.

<sup>122</sup> Linggajati, zoals het nu wordt geschreven, is een dorp dat ligt in West-Java ten westen van Cirebon op de oosthelling van de vulkaan Ciremai en heeft al lang een bijzondere culturele en religieuze positie.

<sup>123</sup> Dr. H.J. van Mook, *Indonesië, Nederland en de Wereld*, (uitg. De Bezige Bij, Amsterdam 1949).

<sup>124</sup> Peter Schumacher, *Ogenblikken van genezing. De gewelddadige dekolonisatie van Indonesië*, (uitg. van Gennep, Amsterdam 2011).

<sup>125</sup> Cees Fasseur e.a. (ingeleid door Jan Bank), *De Excessennota*, (uitg. SDU, Den Haag 1990).

<sup>126</sup> Hieraan wordt in hoofdstuk 6.2.3 verder aandacht besteed.

### 2.1.3 Indonesië zelfstandig

Met het uitroepen van de Republiek Indonesië op 17 augustus 1945 en de overdracht op 27 december 1949 van Nederlands-Indië aan de Republiek kwam er een einde aan een lange periode van Nederlands bestuur en overheersing.<sup>127</sup> In de eerste jaren werd nog gebruik gemaakt van Nederlandse experts, voor zover ze niet direct na augustus 1945 terug naar Nederland waren gerepatriëerd.<sup>128</sup> Bij de Topografische Dienst of wat er nog van over was, werd met Nederlandse experts getracht orde in de chaos te scheppen. Er werden nieuwe kaarten gemaakt op basis van beschikbaar materiaal en er werd kennis overgedragen aan Indonesiërs. Vooral door de slepende Nieuw-Guinea kwestie zegde Soekarno in 1956 eenzijdig het Nederlands-Indonesische unieverdrag op. Nederlandse bedrijven werden genationaliseerd en alle Nederlanders moesten het land verlaten. Dat bleken er meer dan 50.000 te zijn, een grote uittocht, waaronder ook veel experts en technische deskundigen op het gebied van landmeten en kartografie.

De ontwikkeling van Indonesië is vanuit het perspectief van “Indonesië op de kaart” na de overdracht in twee perioden gesplitst. De eerste periode 1950-1990 kenmerkte zich door het vormen van de nationale staat met stormachtige politieke ontwikkelingen en onlusten.<sup>129 130</sup> Militairen namen belangrijke posities in. De regering werkte op basis van vijfjaren plannen (Repelita’s). De groei van de bevolking was enorm, resulterend in 1990 in totaal 220 miljoen inwoners, waarvan de helft op Java. De tweede periode 1990-2015 liet een snelle ontwikkeling van de economie zien. Grote steden als Jakarta, Bandung, Surabaya en Medan groeiden sterk en overall verschenen “high rise buildings”. Enorme hotels en kantoorgebouwen bepaalden de horizon. Het verkeer, dat toch al chaotisch was, liep steeds vaker vast ondanks de aanleg van snelwegen. Nieuwe vondsten van aardolie leverden een belangrijke bijdrage aan de economie. Belangrijke politieke hervormingen vonden plaats en democratisch gekozen presidenten bepaalden een nieuwe koers en ontwikkeling.

#### Nationale ontwikkeling Indonesië 1950-1990

In het begin moest na de oorlogen alles weer opgebouwd worden. Veel gebouwen en infrastructuurverbindingen waren verwoest of niet meer geschikt voor gebruik. Soekarno en Suharto hebben in deze periode flink hun stempel gedrukt op de politiek en de nationale ontwikkeling van het land. Na een periode van stagnatie en inflatie (stagflatie) kwam pas na 1985 de groei van het GDP boven de 5%. Daarover is veel literatuur verschenen, waarnaar verwezen kan worden.<sup>131 132</sup>

Veel kaartmateriaal was verloren gegaan of verouderd. Juist in deze periode van wederopbouw was grote behoefte aan nieuwe kaarten. Inmiddels was in Nederland na de oorlog door prof. Schermerhorn in Delft het International Training Centre (ITC) voor kartografie en luchtfotogrammetrie opgericht. Veel Indonesische studenten zijn daar opgeleid en hebben hun kennis in Indonesië kunnen toepassen.

#### Economische ontwikkeling 1990-2015

Vanaf 1990 nam de economische groei toe. Mede door exploitatie van nieuwe olievelden, de uitvoer van grondstoffen en de toenemende binnenlandse vraag steeg de welvaart. De steden lieten grote groei zien. De bevolking nam in deze periode toe tot 250 miljoen, waarvan de helft weer op Java. Internet en mobiele telecommunicatie maakten communiceren veel makkelijker. Was het aantal vaste telefonielijnen in het begin van deze periode slechts een paar miljoen, het mobiele net kreeg 180 miljoen aansluitingen, door een groei die nog steeds doorgaat. Ook het wegennet werd drastisch uitgebreid. Op Java werden tussen de grote steden vierbaans snelwegen aangelegd. Het spoorwegennet werd uitgebreid en er verschenen nieuwe treinen met hogere snelheden. Zelfs werd aan een ondergronds metronetwerk in Jakarta gewerkt. Aan het eind van deze periode was het hele land in kaart gebracht en waren er digitale kaarten van elk gebied beschikbaar in verschillende schalen. Daar hebben vele deskundigen, zowel aan Indonesische als aan Nederlandse zijde toe bijgedragen.

<sup>127</sup> W. van den Doel, *Afscheid van Indië. De val van het Nederlandse imperium in Azië*, (uitg. Prometheus, Amsterdam 2001).

<sup>128</sup> Dr. J.M. van der Kroef, *Indonesia in the Modern World*, part II, (uitg. Masa Baru Ltd, Bandung 1956).

<sup>129</sup> Haryati Soebadio, Carine A. Marchie Sarvaas, Editors, *Dynamics of Indonesian History*, (uitg. N. Holland Publishing. Company, Amsterdam 1978).

<sup>130</sup> R.N.J. Kamerling, red., *Indonesië toen en nu*, met name: Paul van 't Veer, *Vogelvlucht door de geschiedenis van Indonesië (1800-1979)*; P. Boomgaard, *Bevolkingsgroei en welvaart op Java (1800-1942)*; W.R. Hugenholtz, *Het binnenlands bestuur op Java*; R. de Bruin, *Met klewang en karabijn; het Koninklijk Nederlands-Indisch leger (1816-1950)*; J.T.M. van Laanen, *De landbouw tot 1940*, (uitg. Intermediair bibliotheek, Amsterdam 1981).

<sup>131</sup> Mr. Drs. M.A. Kagenaar, *Inleiding tot de economie van Indonesië, de ontwikkelingen na de onafhankelijkheid*, Leiden december 1991.

<sup>132</sup> Nico Schulte Nordholt, *Indonesië, mensen, politiek, economie, cultuur*, (uitg. KIT, 's-Gravenhage 1995).

## 2.2 Eerste hydrografische en topografische verkenningen

Al tijdens de VOC-periode waren uitgebreide hydrografische verkenningen rond de belangrijkste eilanden in de archipel uitgevoerd. De topografische verkenningen waren veel beperkter van omvang en gedetailleerdheid. Pas met overname van het bestuur door de staat werd meer aandacht besteed aan wegen en nederzettingen en goede kaarten, waarmee enerzijds het reizen beter mogelijk was, en anderzijds ook vanuit militair oogpunt een betere controle over de gewesten uitgeoefend kon worden. Het zijn overigens overal op de wereld (scheeps)rampen, (dreiging van) onlusten en oorlogen geweest, die het kaarten maken versnelde en verbeterd hebben. Er kwamen meer fondsen beschikbaar en menskracht om onbekende of niet goed in kaart gebrachte wateren of streken te verkennen. Ook in Nederlands-Indië werden hydrografische en topografische verkenningen eerst door marine en leger uitgevoerd. De archipel werd steeds beter in kaart gebracht en beschreven in weekbladen en encyclopedieën.<sup>133 134</sup> De komst van de fotografie eind 20<sup>e</sup> eeuw maakte ook het gebruik van afbeeldingen steeds aantrekkelijker en eenvoudiger.<sup>135</sup> Het volgende overzicht van de huidige Indonesische archipel geeft een indruk van de uitgestrektheid en de topografie aan de hand van een kaart, de bevolking, de godsdiensten, het klimaat, de geografie met de vulkanen en de bestuursvormen.

### 2.2.1 De Indonesische archipel

De Indonesische archipel beslaat een groot gebied van ca. 2000 km noord naar zuid en ca. 5300 km van west naar oost met drie verschillende tijdzones: UTC+7, UTC+8 en UTC+9. De archipel ligt in Azië rond de evenaar tussen 6° noorderbreedte en 12° zuiderbreedte en tussen 94° en 142° oosterlengte van Greenwich (zie ook de kaart in Fig. 2-9). De hoofdstad Jakarta ligt op 107° oosterlengte.<sup>136</sup> In de Nederlands-Indië tijd werd de nulmeridiaan over Batavia gelegd en werden de afstanden in lengtegraden ten opzichte van deze meridiaan bepaald. De evenaar of equator loopt over midden-Sumatra en Pontianak op Kalimantan, het Indonesische zuidelijke deel van Borneo. Indonesië ligt dus zowel onder als boven de evenaar en heeft een tropisch klimaat met droge en natte seizoenen (moessons). Het regenseizoen rond en ten zuiden van de evenaar loopt van november tot februari; ten noorden van de evenaar tot in India valt het een paar maanden later. De gemiddelde jaartemperatuur op zeeniveau ligt in het gehele land rond de 26-28 graden Celsius en de relatieve vochtigheid is meestal hoger dan 85%. De temperatuur neemt af met een toename in hoogte; op bergtoppen boven de 3000 m komen temperaturen lager dan 10 graden Celsius voor.

De afstand tussen Nederland (Amsterdam) en Indonesië (Jakarta) is hemelsbreed ca. 11.500 km, via de Kaap is de afstand ca. 21.000 km en via het Suezkanaal (na 1869) ca. 13.000 km.<sup>137</sup>

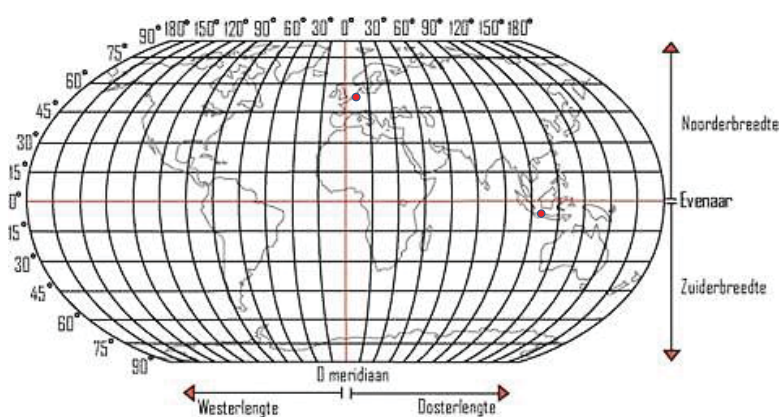


Fig. 2-8 Meridianen en parallellen omspannen de aarde.

<sup>133</sup> Dr. H.H. Zijlstra red. e.a "Indië", geïllustreerd weekblad voor Nederland en Koloniën, 1917.

<sup>134</sup> H. Colijn en J.B. van Heutz, *Neerlands Indië, land en volk, geschiedenis en bestuur, bedrijf en samenleving*, twee delen, (uitg. Elsevier 1913).

<sup>135</sup> L.F. van Gent, *Indië in woord en beeld, (pictorial Netherlands East-Indies)*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden, Batavia 1924).

<sup>136</sup> Een positie ten oosten of ten westen van de nulmeridiaan wordt respectievelijk oosterlengte (OL) of westerlengte (WL) genoemd. Evenzo wordt een positie ten noorden of ten zuiden van de evenaar aangegeven met noorderbreedte (NB) of zuiderbreedte (ZB). Hier zal verder gebruik gemaakt worden van het sexagesimale of 60-tallige stelsel met graden, minuten en seconden. Voor hoeken wordt een notatie in x graden, y minuten en z seconden geschreven als x° y' z". Voor tijd wordt een notatie in p uren, q minuten en r seconden geschreven als p<sup>u</sup> q<sup>m</sup> r<sup>s</sup>.

<sup>137</sup> Nederland ligt rond 52° NB en 5° OL (zie Fig. 3-40). Sinds 25-10-2018 is op de TUD-campus de gemarkeerde 52<sup>e</sup> breedtegraad in het plaveisel te zien.

De Indonesische archipel werd in de VOC-periode 1602-1799 aangeduid met “Oost-Indië”, kortweg Indië of “de Oost” en in de periode 1816-1949 tot de soevereiniteitsoverdracht aan de Republiek Indonesië met “Nederlands-Indië” of “Nederlands-Oostindië” (in de huidige schrijfwijze). Tijdens het Bataafs-Franse en Engelse tussenbestuur (1795-1816) zijn daarnaast verschillende benamingen gebruikt, die soms op oude kaarten voorkomen, zoals “L’Inde” of “Indian Archipelago” terwijl nu “Republik Indonesia” gebruikt wordt. De Indonesische archipel heeft 17.508 eilanden, waarvan vijf grote: Sumatra, Java, Borneo, Sulawesi en Papua. Het noordelijke deel van Borneo behoort nu tot het aangrenzende Maleisië en het zelfstandige sultanaat Brunei. Het oostelijke deel van het eiland Timor is zelfstandig en heet nu de Democratische Republiek Oost-Timor (Timor-Leste) en Indonesisch Papua New Guinea is nu gesplitst in West Papua en Papua. Deze landen met hun grenzen zijn pas later ontstaan, ze zijn door koloniaal bezit gevormd of aangepast. De huidige situatie is met de kaart in Fig. 2-9 weergegeven. Daarbij zijn huidige Nederlandse topografische namen, voor zover gebruikelijk, gehanteerd. Het kaartje van Nederland rechtsboven op deze kaart geeft een indruk van de verhouding in grootte tussen Nederland en Indonesië. Ter vergelijking zijn de landoppervlaktes gegeven van Nederland 37.354 km<sup>2</sup> (na aftrek van 18,4 % binnenwater), Indonesië ca. 1.920.000 km<sup>2</sup> (192 miljoen hectare of ca. 51 x Nederland) en Java 132.000 km<sup>2</sup> (ca. 3,5 x Nederland). Sumatra met 470.000 km<sup>2</sup> (ca. 12,6 x Nederland), Borneo met 743.330 km<sup>2</sup> met Kalimantan 544.000 km<sup>2</sup> (ca. 14,6 x Nederland), Sulawesi (het vroegere Celebes) met 174.600 km<sup>2</sup> (ca. 4,7 x Nederland) en Nieuw-Guinea met 785.753 km<sup>2</sup> waarvan de Indonesische Papua’s met 420.540 km<sup>2</sup> (ca. 11 x Nederland), behoren tot de grootste eilanden ter wereld.<sup>138 139</sup>



Fig. 2-9 Indonesische archipel en aangrenzende landen.

In 1930 telde Nederlands-Indië ca. 60 miljoen inwoners (waarvan 0,25 miljoen Europeanen) en Nederland ca. 8 miljoen. In 2016 waren dat in Nederland ca. 17 miljoen en in Indonesië ca. 250 miljoen, waarvan de helft op Java. Daarbij is de verdeling over de godsdiensten 80-87% Islam, 8% Christen, 3% Hindoe en 2% Boeddhist. Indonesië is het grootste eilandrijk op aarde en heeft tevens de grootste islamitische bevolking.<sup>140 141</sup> In 1949 werd Soekarno president, die vervolgens in 1967 werd opgevolgd door Suharto. In 2014 werd de huidige president Joko Widodo democratisch gekozen. Het land is opgedeeld in 34 provincies, elk weer met regentschappen (kabupaten), regio's, stadsgemeenten (kota's), onderdistricten (kecamatan), dorps-regio's (kelurahan) en dorpen (desa's).

<sup>138</sup> Voor de oppervlaktes van zowel Nederland als de Indonesische eilanden worden verschillende waarden opgegeven. De statistiek van de Verenigde Naties vermeldt voor Indonesië 1.910.931 km<sup>2</sup> in 2013. Individuele Indonesische eilanden tellen met gegevens van Wikipedia op tot ca. 1.931.000 km<sup>2</sup>.

<sup>139</sup> *Indonesia from the air*, Arswendo Atmowiloto e.a., (uitg. PT Humpuss and Times editions, Jakarta 1986).

<sup>140</sup> *Indonesia Lonely Planet*, (kaarten en plattegronden), Patrick Witton, Mark Elliott, Paul Greenway, Virginia Jealous, Etain O'Carrol, Nick Ray, Alan Tarbell, Matt Warren, (uitg. Lonely Planet Publications, London 2003 en latere herdrukken).

<sup>141</sup> Peter Boomgaard, Janneke van Dijk, *Het Indië boek*, (uitg. Waanders, 2<sup>e</sup> druk 2005).



Indonesië is een vulkanisch gebied met 128 actieve vulkanen waarvan 43 op Java, die voor een groot deel het landschap beheersen.<sup>142</sup> Daarvan worden er 26 voortdurend in de gaten gehouden. De vulkanen bedreigen een gebied van 16.620 km<sup>2</sup>, waarbij ook nog eens meer dan 2,5 miljoen mensen bedreigd worden. In het verleden hebben honderden uitbarstingen of erupties plaatsgevonden, waarbij veel doden zijn gevallen en het landschap drastisch veranderd is. De grootste eruptie ter wereld in de laatste 10.000 jaar was die van de Tambora op het eiland Sumbawa, ten oosten van Java in de avond van 10 april 1815. Een tweede bekende eruptie was die van de Krakatau, gelegen als eiland in Straat Sunda ten westen van Java. De Krakatau explodeerde op 27 augustus 1883 en was weer de zwaarste ter wereld sinds die van de Tambora. Deze uitbarstingen hebben meer dan een jaar het weer op aarde beïnvloed. Tienduizenden mensen kwamen om en er ontstonden op veel plaatsen hongersnoden. Recente uitbarstingen, aardbevingen en tsunami's in 26-12-2004 (aardbeving - tsunami in zee ten NW van Sumatra), 2005, 2006, 2010, juli-aug. 2018 (Lombok), 28-9-2018 (aardbeving - tsunami in Straat Makassar ten N van Palu) en 22-12-2018 (Anak Krakatau uitbarsting - aardbeving - tsunami in Straat Sunda) hebben ook veel slachtoffers gevergd.

Vulkanen hebben een grote invloed op de kaart gehad, zowel door hun ligging als door hun erupties of dreiging. De vruchtbare grond trok landbouw op de hellingen aan. Zeker op een dicht bevolkt eiland als Java geeft dat grote risico's. Door de erupties met bijkomende aardbevingen en modderstromen (lahar) werden rivieren, dorpen, wegen en spoorwegen verwoest, waardoor kaarten aangepast moesten worden. Om Indonesië op de kaart te krijgen werd echter ook gebruik gemaakt van vulkanen als oriëntatiepunt en baak bij de topografische en hydrografische opnemingen.

### 2.2.2 Verkenningen op zee

In 1821 werd een "Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten" ingesteld. Vanaf 1849 werd over de vorderingen jaarlijks gerapporteerd door commissies in bijzondere verslagen, Koloniale Verslagen of Indische Verslagen.<sup>143 144 145 146 147</sup> De resultaten waren niet altijd openbaar, gedetailleerde kaarten waren lange tijd geheim of niet algemeen beschikbaar. Voor de scheepvaart waren wel gedetailleerde zeekaarten en zeemansgidsen beschikbaar. Aan passerende schepen van andere landen werden deze veelal gratis verstrekt, vooral om ongelukken en scheepsrampen in de archipel te voorkomen.

In dit hoofdstuk wordt met name aandacht besteed aan kaartenmakers in de periode 1800-1860. Voor de eerste hydrografische en topografische verkenningen aan het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw kunnen Gijsbert von Derfelden van Hinderstein, James Horsburgh, Thomas Horsfield en Johannes Le Clercq (of Le Clerck) genoemd worden. De eerste heeft vooral bestaande kaarten verzameld en op basis daarvan een grote kaart van de Indische Archipel samengesteld. James Horsburgh heeft als hydrograaf de wateren rond Java beter in kaart gebracht.<sup>148</sup> Thomas Horsfield heeft Raffles geholpen bij het samenstellen van zijn kaart van Java. Le Clercq tenslotte heeft op basis van vele reizen een goede kaart van Java gemaakt. Aan elk zal kort aandacht besteed worden. Hun resultaten waren weer van groot belang voor de volgende generatie.

De eerste kennismaking met Java zal plaatsvinden aan de hand van een tweetal zeereizen en verkenningen op enkele eilanden door Charles van de Velde en Pieter Melvill van Carnbee. Franz Junghuhn kan als grondlegger van de topografische opnemingen op Java en Sumatra beschouwd worden. Met de beschrijving van Junghuhn wordt tevens aandacht besteed aan de vulkanen in de archipel, met name op Java, die dominant het landschap bepalen. De eerste uitgezonden geodetische ingenieur op Java en Celebes was Sjoerd de Lange. Met De Lange wordt een beeld gegeven van de moeilijkheden die de geodetische metingen met zich meebrachten.

<sup>142</sup> *Data Dasar Gunung api Indonesia, Catalogue of References on Indonesian Volcanoes with Eruptions in Historical Time*, (uitg. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Vulkanologi, Jakarta 1979).

<sup>143</sup> *Verslag van het beheer van Nederlandsch-Indië en van den staat waarin hetzelve zich bevindt over het jaar 1849*, (uitg. 's-Gravenhage, November 1852).

<sup>144</sup> *Verslag van het beheer van Nederlandsch-Indië en van den staat waarin hetzelve zich bevindt over het jaar 1850*, de Minister van Koloniën, Chs. F. Pahud, (uitg. 's Gravenhage, October 1852), over 1851 (uitg. 's Gravenhage, December 1853) en over 1852 (uitg. 's Gravenhage, Julij 1854).

<sup>145</sup> *Verslag van het beheer en den staat der Nederlandsche bezittingen en koloniën in Oost- en Westindie en ter kust van Guinea*; Inge diend door den Minister van Koloniën over het jaar 1853 en 1854, (uitg. Kemink en zoon, Utrecht).

<sup>146</sup> *Koloniaal Verslag*; jaarlijks 1855-1930, met daarin ondermeer aandacht voor: Grondgebied, bevolking en bestuur (opperbeheer); Landmacht, zeemacht en justitie (waaronder topografie, hydrografie en geodesie); Financiën (rekenkamer, comptabiliteit en banken); Burgerlijk beheer; Binnenlands bestuur (waaronder agrarische, statistische en topografische opnemingen en Kadaster); Onderwijs, erediens en nijverheid (waaronder kunsten en wetenschappen, instellingen van liefdadigheid, geneeskundige dienst); Burgerlijke Openbare Werken (waaronder spoorwegen, telegrafie en telefonie); Nijverheid (waaronder buitenbezittingen, landbouw, boswezen, veeteelt, mijnbouw, plantages, fabrieken, koopvaart en scheepsbouw).

<sup>147</sup> *Indisch Verslag van bestuur en staat van Nederlandsch-Indië*; jaarlijks 1931-1938 een apart verslag, (zoals het Koloniaal Verslag), met aandacht voor de staatkundige, financiële en economische toestand, met daarin onder "Verkeer" railverkeer, telegraaf en telefoon, de culturele en sociale toestand en onder "Bescherming van het grondbezit" Kadastrale en topografische opnemingen, en staatsinrichting met landmacht en zeemacht.

<sup>148</sup> Van der Stok, *De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, boekhandel-drukkerij v/h E.J. Brill, Leiden 1922).

## Gijsbert Franco, Baron von Derfelden van Hinderstein

Gijsbert Franco, Baron von Derfelden van Hinderstein had grote interesse in geografie en wiskunde en verzamelde kaarten uit de hele wereld.<sup>149</sup> Hij hield zich bezig met de nulmeridiaan en met grenzen tussen landen. In 1817 werd hij benoemd tot hoogheemraad van de IJsseldam en een deel van de Lekdijk en raakte zo betrokken bij oplossingen voor rivierproblemen. Mede door zijn lidmaatschap van enkele genootschappen zoals Société de Géographie de Paris en het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen ontstond interesse om een kaart van Indië te maken. Een eerste compilatiekaart van Sumatra en Malakka werd in 1814 samengesteld. Verdere zogenaamde manuscriptkaarten volgden van Borneo (1815), Celebes (1815), de Molukken (1815), Java en Madura (1817) en Borneo met Celebes (1819). Hij heeft daarvoor gebruik kunnen maken van kaarten uit de depots in Batavia en Amsterdam.

Hij was bevriend met ex-GG Van der Capellen, die hem ook geholpen heeft met het verkrijgen van de bestaande kaarten van Nederlands-Indië. Veel kaarten waren in de Franse tijd naar Parijs gestuurd en sommige kopieën kwamen later in de collectie van Roland Bonaparte aldaar. Voor Java gebruikte hij een kaart van J.C. von Schierbrand uit 1835. Verder maakte hij gebruik van kaartmateriaal uit het Ministerie van Koloniën en van François Valentijn (1666-1727) uit begin 18<sup>e</sup> eeuw zoals *De zee- en landkaarten en gezigten van steden en landvertooningen van Oost-Indiën in 106 kaarten en platen*.

Na een voorbereiding van ca. 20 jaar tekende hij in 5 jaar een grote kaart van Nederlandsch Oost-Indië, die in acht bladen, met verzamelblad als overzicht, werd uitgebracht in 1842-1843. Voor 1840 werd de kaart opgedragen aan koning Willem I en daarna aan koning Willem II. Elk kaartblad is 60 cm breed en 80 cm hoog, zodat 2 rijen van 4 kaarten een totale breedte hebben van 240 cm en een hoogte van 160 cm. Door deze afmetingen was het vooral een statuskaart en veel minder een gebruikkaart.

Op de hoofdkaart zijn tussen twee graden enkele schaalstukken afgebeeld met teksten: *15 Deutsche Mijlen in de Graad, 60 Zee Mijlen in de Graad, 69 ⅓ Engelse Mijlen in de Graad en Nieuwe Nederlandsche Mijlen (kilometer) van 1000 Nederl. Ellen 111 ¼ in de Graad*. Verder vermeldt deze kaart *Vijf Nederlandsche Duimen voor een Graad*. Tussen 1820 en 1870 was de *Nederlandsche* duim gelijkgesteld aan 1 centimeter, de el aan 1 meter en de roede aan 10 m. Een graad van 111 ¼ km resulteert dan in een schaal van 1:2.250.000. De meter was in Frankrijk door Delambre en Méchain rond 1800 afgeleid als het tienmiljoenste deel van ¼ van de aardomtrek over de polen, wat resulteert in ca. 111,1 km voor een graad.<sup>150 151</sup> Daarmee zou de schaal komen op 1:2.222.222. De detail-inzetkaarten op de grote kaart hebben schalen tussen ca. 1:17.000 en ca. 1:2.000.000, aangeduid met allerlei schaalstukken en maateenheden, zoals in *Deutsche Mijlen* (7,4 km), *Rijnlandse Roeden* (3,8 m) en *Nieuwe Nederlandse Roeden* (10 m). Zie ook Fig. 2-10 met deze schalen en maten.

De door de Engelsen betwiste Kokos-eilanden werden met de eigendomsclaim op de kaart getekend. Ook werden reisroutes op land en zee ingetekend. Van Derfelden is nooit in Indië geweest en heeft alleen gebruik gemaakt van bestaande kaarten. Dat was rond 1842 een grote prestatie, aangezien de schalen, detaillering en nauwkeurigheid van die bronkaarten nogal verschilden en goede metingen alleen van enkele kuststreken beschikbaar waren.

Geen van de kaarten had een geodetische grondslag. Het zijn hydrografische opnames en landopnames vanuit zee, aangevuld met topografische opnames van verschillende perioden en kwaliteiten. De kaart is echter niet geschikt bevonden voor navigatie, er worden beperkt dieptes op de inzetkaarten aangegeven, de kustlijnen wijken af en de projectie is ook niet eenduidig, waardoor nogal grote afwijkingen in positie en afstanden ontstaan. Ook waren de kosten van de kaart (f 60,-) toen hoog, zodat er weinig belangstelling voor heeft bestaan. Toch wordt deze kaart van de archipel als een belangrijke referentie gezien voor latere kaartenmakers.

Deze en volgende kaarten laten de ontwikkeling zien van de kaartenmakers van begin 19<sup>e</sup> eeuw tot eind 20<sup>e</sup> eeuw. Steeds meer details worden weergegeven, terwijl door de groei van steden, wegen, havens, tram- en spoorwegen en telecommunicatieverbindingen, zowel de informatie op de kaarten, als de vormgeving met topografische elementen en kleuren voortdurend verandert.

<sup>149</sup> P.W.A. Broeders, *Gijsbert Franco, Baron von Derfelden van Hinderstein 1783-1857. Leven en werk van 'eene ware specialiteit' in kaart gebracht*, proefschrift, (uitg. Hes & de Graaf, 2007).

<sup>150</sup> Ken Alder, *The Measure of All Things, The Seven-Year Odyssey that Transformed the World*, (uitg. Little, Brown 2002). Nederlandse vertaling: *"De maat van alle dingen", de zevenjarige zoektocht naar de universele meter*, (uitg. Anthos 2003).

<sup>151</sup> Hier wordt in hoofdstuk 5.6.1 nog verder aandacht aan besteed.





Fig. 2-10 Algemeene kaart van Nederlandsch Oost-Indië, Gijsbert Franco, Baron van Derfelden v. Hinderstein, uitg. 1839.

### James Horsburgh

James Horsburgh (1762-1836) was een Schotse hydrograaf. Hij werkte voor de Britse East India Company, (EIC) en bracht belangrijke vaarwegen in kaart rond Singapore en in de Indonesische archipel, eind van de 18<sup>e</sup> en begin 19<sup>e</sup> eeuw. Hij werd geboren in Fife in Schotland, ging al vroeg naar zee maar werd gevangen genomen door de Fransen bij Duinkerken. Na zijn vrijlating maakte hij reizen naar West-Indië en Oost-Indië. Hij zeilde in 1786 van Batavia naar Ceylon, maar leed schipbreuk bij het eiland Diego Garcia. Dit bracht hem ertoe nauwkeurige zeekaarten te maken. Hij was auteur van de "India Directory" uit 1836, een zeegeids voor Oost-Indië, China, New Holland, Kaap de Goede Hoop en de tussenliggende havens, waarin 21 jaar ervaring verwerkt was. De India Directory werd vertaald in het Nederlands en is lange tijd door de Nederlanders op de reis naar Nederlands-Indië gebruikt. Zijn hydrografische informatie werd gebruikt door Melvill van Carnbee en Van de Velde en werd ook genoemd door Junghuhn.

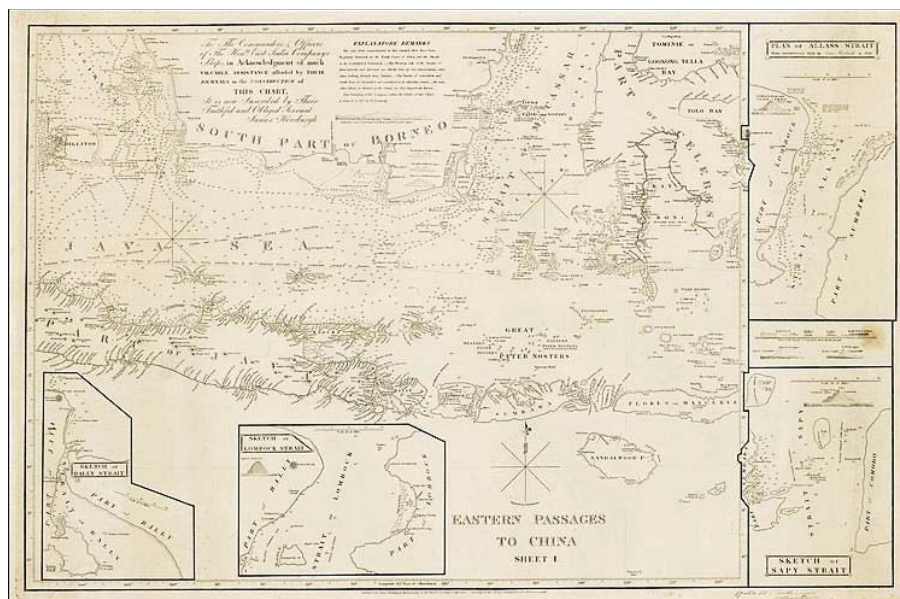


Fig. 2-11 Eastern Passages to China Sheet 1 (Java, Bali, Lombok, etc.), James Horsburgh, 37.5 x 25 inches, London 1848.

## Thomas Walker Horsfield

Thomas Horsfield (1773 –1859) studeerde geneeskunde in de VS aan de Universiteit van Pennsylvania. In 1800 reisde hij voor het eerst naar Java, waar hij ging werken als dokter. De Britse Oost-Indische Compagnie nam het eiland in 1811 over van de Nederlanders. Horsfield ging zich daarna bezighouden met het verzamelen van planten en dieren voor zijn vriend Thomas Raffles. Tevens leverde hij een belangrijke bijdrage aan de kaart van Java behorend bij de *History of Java* door Raffles. Hij bracht in die periode (1811-1819) grote delen van het eiland in kaart, waar latere topografen zoals Junghuhn van gebruik maakten (zie Fig. 2-12). In 1819 dwong een slechte gezondheid hem het eiland te verlaten. Hij vertrok naar Londen, en werd daar conservator van het museum van de (Britse) Oost-Indische Compagnie.

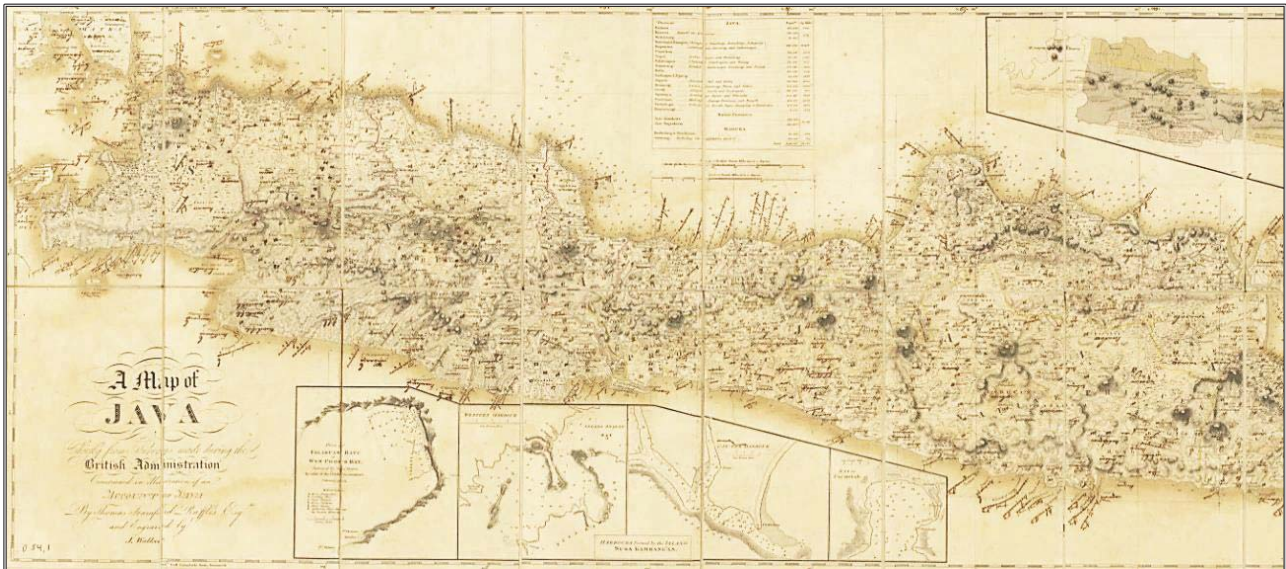


Fig. 2-12 Java, Thomas Horsfield, uitg. J. Walker, Londen 1817.<sup>152</sup>

## Kennismaking met Java; reisverslag door Charles van de Velde

De eerste indruk van Oost-Indië aan het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw werd bepaald door de route vanuit het zuiden via Straat Sunda langs de westkust van Java naar Batavia. Deze “Behouden Passage” is de eerste kennismaking van de zeilschepen met de archipel. Hiervan zijn verschillende verslagen gemaakt, die aandacht besteden aan de geografie en hydrografie van deze route. Dat kan het best geïllustreerd worden aan de hand van een tweetal beschrijvingen: één uit 1845 van luitenant-ter-zee en geograaf Charles van de Velde en één uit 1844 van luitenant-ter-zee en hydrograaf Melvill van Carnbee. Beiden hebben in de eerste helft van de 19<sup>e</sup> eeuw een belangrijke bijdrage geleverd aan de verdere ontwikkeling van de hydrografie en kartografie in de archipel. Hun kaarten zijn lang in gebruik geweest en zijn een basis voor de kartografische werkzaamheden na 1860. Charles William Meredith van de Velde (1818-1898) vertrok na een opleiding aan de Marine-academie in Medemblik als luitenant ter zee in oktober 1837 aan boord van het zeilschip Triton naar Nederlands-Indië. Hij was een begaafd tekenaar en observator en heeft van zijn eerste reis door de archipel een gedetailleerd verslag gedaan, dat geïllustreerd werd met een vijftigtal platen.<sup>153 154</sup> Bovendien had hij veel aandacht voor navigatie en topografie en met zijn kennis van geografie en hydrografie werd hij uiteindelijk in de periode 1830-1841 hoofd van de Geografische Dienst in Batavia. In 1844 vertrok hij om gezondheidsredenen weer naar Nederland, waar hij tot zijn dood actief bleef als kartograaf, tekenaar en schilder, zendeling, ziekenverzorger en medeoprichter van het Rode Kruis. Hij heeft met zijn kaart van Java in 1847 op basis van trigonometrische plaatsbepaling met aantekeningen een grote bijdrage aan de kartografie van Nederlands-Indië geleverd. Zijn tekening van de Uitkijk en Tijdbal in Fig. 2-14 is karakteristiek.

<sup>152</sup> Op de kaart staat: *Java chiefly from surveys made during the British Administration of Thomas Stamford Raffles by Thomas Horsfield.*

<sup>153</sup> C.W.M. van de Velde, luitenant ter zee: opgedragen aan zijne koninklijke hoogheid Prins Hendrik der Nederlanden, enz., enz. *Gezigten uit Neerlands Indië naar de natuur geteekend en beschreven door C.W.M. van de Velde*, (uitg. Frans Buffa en Zonen, Amsterdam 1845).

<sup>154</sup> C.W.M. van de Velde Luitenant (ter Zee), *Toelichtende aantekeningen behoorende bij de kaart van het eiland Java uit officieele bronnen te zamengesteld*, (uitg. S. en J. Luchtmans, Leiden 1847).





Fig. 2-13 Gezichten uit Nederlands-Indië (plaat II Straat Sunda), Van de Velde, uitg. 1845.



Fig. 2-14 Batavia, haven, Van de Velde (plaat IV Uitkijk met de Tijdbal, seinvlag en semafoor), uitg. 1845.



Met het vallen van de Tijdbal in de havens konden de chronometers aan boord van de schepen geijkt worden, zodat nauwkeurige bepaling van de lengtegraad mogelijk was.<sup>155</sup> De plaats van de Tijdbal bij de Uitkijk op een van de bastions van het fort Batavia is lange tijd als referentie voor de nulmeridiaan over Batavia gebruikt.<sup>156</sup> Kaarten werden zowel gepositioneerd ten opzichte van deze nulmeridiaan als die van Greenwich. Het eiland Java ligt tussen 105° en 115° oosterlengte (t.o.v. Greenwich) en is dus 10° lang of ca. 1111 km en tussen 5½° en 9° zuiderbreedte. Van de Velde koos voor zijn kaart uit 1845 een schaal van 1:700.000, zodat een lengtegraad overeenkwam met 0,15873 meter en de totale lengte van de kaart 1,5873 meter werd. Nauwkeurige hermeting van de plaats van de Tijdbal in Batavia met ondersteuning door Melvill van Carnbee in 1843 (4 jaar na de plaatsing in 1839) leverde een correctie van 106° 52' naar 106°50' 1",25 ofwel met 1' 58",75 (ca. 3,7 km) westelijk. De oosterlengtewaarden in de hiernavolgende zeemansgids van Melvill van Carnbee (gepubliceerd door Jacob Swart in 1844 op basis van de eerder gemeten positie van de Tijdbal in Batavia) moeten dan ook eigenlijk hiermee gecorrigeerd worden. Voor de breedte is 6° 7' 30" aangehouden. De plaats van de Tijdbal in Batavia is later in 1853 bepaald op 106° 48' 27",79.

Vanuit zee werden door Van de Velde op Java de locaties van herkenningpunten tussen 1807 en 1846 gemeten, zoals bergpieken, toppen van vulkanen, vlaggenmasten, baaien en kapen, eilanden, riviermondingen, gebouwen, torens en forten (veelal de vlaggenmast). De metingen werden aangevuld met nauwkeurige astronomische metingen en zo nodig aangepast. Daarbij hanteerde hij een driehoeksnetwerk (trigonometrisch), zodat controlemetingen mogelijk waren. Voor de hoogtemetingen maakte hij gebruik van gemiddelden van barometrische metingen en van hoekmetingen (trigonometrisch). Voor vervaardiging van de kaart van Java is naast deze meetresultaten door Van de Velde gebruik gemaakt van alle tot dan beschikbare kaarten (zie **Annex 8.2**). Dat is in de eerste plaats de *Kaart van de Vaarwaters rondom het Eiland Java* en de bijbehorende *zeemansgids* uit 1844 door Luitenant ter zee Jhr. Pieter Melvill van Carnbee. Verder zijn kaarten van Java gebruikt uit 1813-1816 (gemaakt door landmeters), uit 1825-1830 (militaire kaarten van de Vorstenlanden uit de Java- oorlog), 1837 (etappe-kaart door de Directie der Genie met schaal 1:500.000) en tal van detailkaarten van residenties, berggebieden en kustgebieden. Veel aandacht werd besteed aan naamgeving van topografische elementen, zoals plaatsen, rivieren, vaarwaters, vulkanen, baaien, kapen etc.

### **Kennismaking met Java; zeemansgids door Pieter Melvill van Carnbee**

Pieter Melvill van Carnbee (1816-1856) kreeg zijn opleiding ook op het Koninklijk Instituut te Medemblik. Zijn eerste zeereis in 1835 was naar Oost-Indië. Hij begon meteen met het maken van zeekaarten. In 1839 werd hij bevorderd tot luitenant-ter-zee en vertrok hij opnieuw naar Oost-Indië, waar hij geplaatst werd bij het hydrografisch bureau van het Departement van Marine en belast werd met vervaardiging van kaarten. In 1844 kwam zijn eerste kaart van Java gereed. Hij werkte aan de samenstelling van een algemene atlas van Nederlands-Indië. Het eerste deel verscheen in 1853. In 1856 werd hij directeur van de marine op het eiland Onrust waar hij in 1856 aan koorts bezweek. Het tweede deel van de atlas werd na zijn overlijden door luitenant-kolonel Willem Frederik Versteeg in 1862 uitgebracht. Melvill van Carnbee heeft veel werk verzet met het in kaart brengen van Nederlands-Indië, met name van de wateren in de archipel. Hij heeft zich daarbij gebaseerd op uitgebreide locatiebepalingen door hoekmetingen met sextant en kompas voor de breedtegraad en richting en tijdmetingen met chronometers (toen door hem Tijdmeters genoemd) voor de lengtegraad. Verder zijn tal van dieptemetingen door lodingen uitgevoerd en is een beschrijving gegeven van kustprofielen, bergtoppen of vulkanen en andere herkenningstekens, zowel ter land als ter zee (zoals kliffen, rotspunten, boeien, havenhoofden, torens, bomen, gebouwen en forten met vlaggenmasten, etc.). Daar waar mogelijk zijn driehoeksmetingen (triangulaties) uitgevoerd en zijn astronomische waarnemingen verricht (voor plaatsbepaling). Voor de scheepvaart zijn gedetailleerde kaarten en zeemansgidsen vervaardigd met zeilaanwijzingen voor snelle passage en het voorkomen van rampen.<sup>157</sup> <sup>158</sup> Tevens zijn beschrijvingen gegeven van de lokale bevolking en zijn aanwijzingen verstrekt voor het verkrijgen van drinkwater en levensmiddelen, geneeskundige hulp en mogelijk herstel van schepen.

<sup>155</sup> Voor de *lengtegraad* en *breedtegraad* zullen verder ook de internationale termen, respectievelijk *longitude* en *latitude*, gebruikt worden.

<sup>156</sup> De Tijdbal als referentie voor de nulmeridiaan van Batavia, was van geen enkele bergtop ten zuiden van Batavia zichtbaar, maar de Uitkijk die toen de hoogste toren was (nu Menara Syahbandar) in hetzelfde gebouwencomplex wel, waarvoor de locatie gecorrigeerd werd (zie hierna hoofdstuk 2.2.4).

<sup>157</sup> Jhr. P. Melvill van Carnbee, Luitenant ter Zee, *Zeemans-gids voor de vaarwaters rondom het eiland Java*, (van wege de commissie ter verbetering der Oost-Indische zeekaarten uitgegeven door Jacob Swart), (uitg. Wed. G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1844).

<sup>158</sup> P. Baron Melvill van Carnbee, Luitenant ter Zee, *Zeemans-gids voor de vaarwaters rondom het eiland Java*, (van wege de commissie ter verbetering der Oost-Indische zeekaarten uitgegeven door Jacob Swart), 3<sup>e</sup> verbeterde uitgave, (uitg. Wed. G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1858).

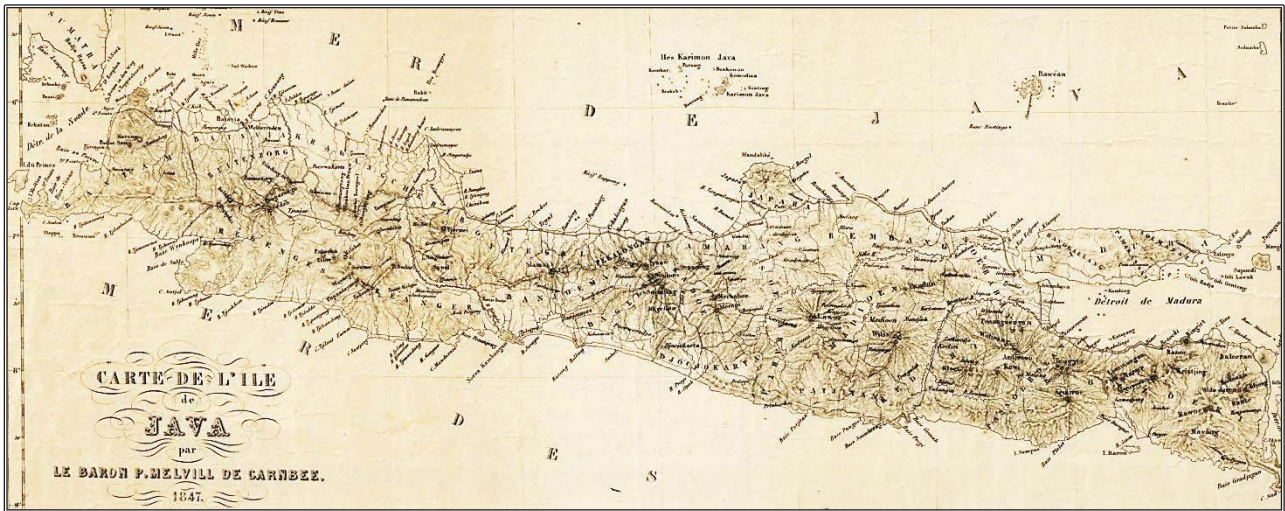


Fig. 2-15 Kaart van het eiland Java, Pieter Melvill van Carnbee, 1847.

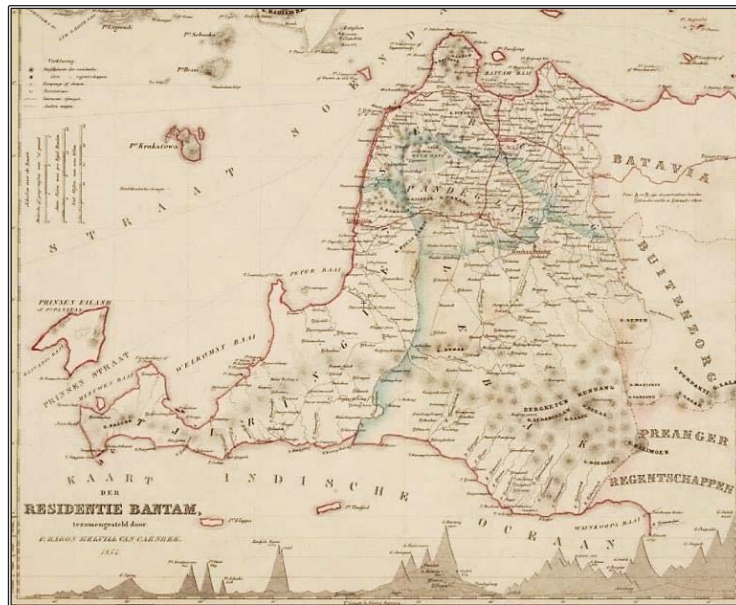


Fig. 2-16 Kaart van de residentie Bantam, Pieter Melvill van Carnbee, 1854.

Met het toenemend scheepvaartverkeer werd het steeds noodzakelijker betere zeekaarten van de archipel te krijgen. In de uitgestrekte archipel was nog niet alles in kaart gebracht. Scheepswrakken werden niet overal nauwkeurig aangegeven en bovendien veranderde de zeebodem voortdurend; ondiepten die risico's voor de scheepvaart vormden verplaatsten zich. Eind 18<sup>e</sup> eeuw werd al gepleit voor het verbeteren van de Hollandse zeekaarten door ze op het niveau van de Engelse en Franse kaarten te brengen. Ook kaarten van de Indische archipel voldeden niet maar door het Franse en Engelse tussenbestuur kwam dat pas daarna aan de orde. De regering besloot in 1821 de eerdergenoemde *Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten* in te stellen.<sup>159</sup> In opdracht van de commissie werden toegangen tot de belangrijke havens in kaart gebracht door dieptepeilingen, opneming van ankerplaatsen en baaien en het aanbrengen van bebakening. In 1823 werd voor het beheer van de zeekaarten het Dépôt van Zeekaarten opgericht. In 1860 ging de Commissie over naar het Hydrographisch bureau in Batavia. Het hiernavolgende verslag en lijst met kaarten uit 1860 (zie **Annex 8.2**) geeft een goede indruk van de werkzaamheden van de commissie over de jaren 1849-1860. Ook details als tijdbal en landopname waren blijikbaar voor de regering van belang.

<sup>159</sup> *Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten; verrigtingen van de geographische ingenieurs*, met Bijlage B: Lijst der kaarten in 1854 ingekomen bij de Commissie uit Koloniaal verslag van het beheer van den staat der Nederlandsche bezittingen en koloniën in Oost- en West-Indië en ter kust van Guinea over 1854, ingediend door den Minister van Koloniën, (uitg. Kemink en Zoon, Utrecht 1858).



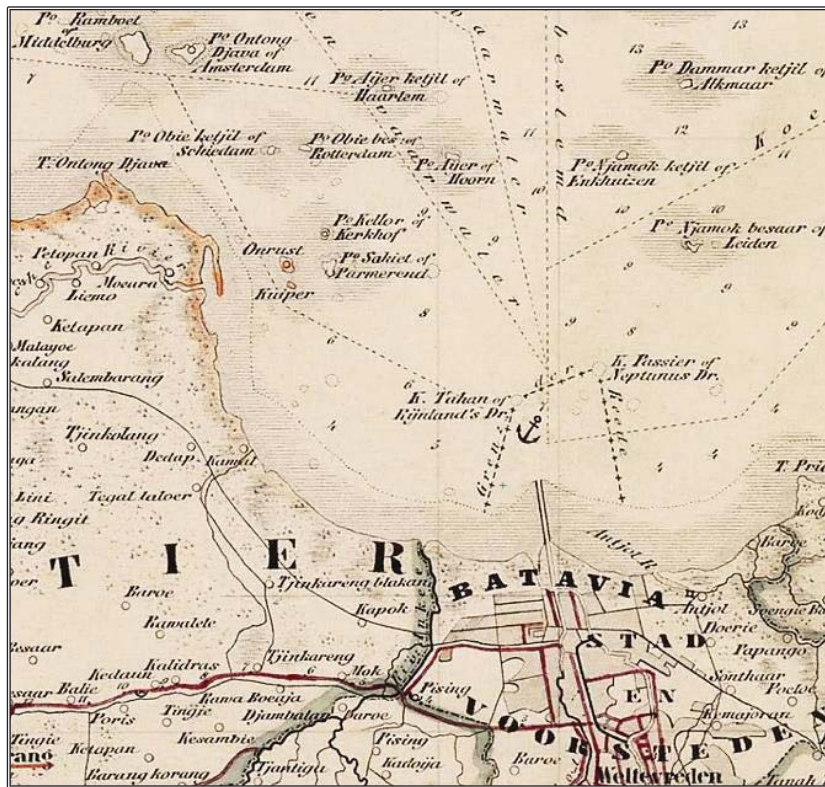


Fig. 2-17 Batavia en omgeving, Pieter Melvill van Carnbee, schaal: 1:290.000, uitg. 1853.<sup>160</sup>

#### Uit Verslag der Nederlandsche bezittingen en Koloniën over 1849 -1860:

*Te Batavia is eene commissie, voorgezeten door den kommandant van Zr. M. zeemagt in Oost-Indie en inspecteur der marine, belast met het verbeteren der Indische zeekaarten, het openbaar maken van die verbeteringen, het verstrekken van gepubliceerde kaarten en het geven van zeevaartkundige inlichtingen omtrent den Indischen Archipel. Zy heet: Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten, en heeft, behalve den voorzitter, twee leden en eenen secretaris, die tevens het beheer voert over het depot van zeekaarten. Nopens de hydrographische werkzaamheden van 1815 tot 1849 heeft de kommandant van Zijner Majesteits zeemagt in Oost-Indie het volgende gerapporteerd. Meestal, wanneer de omstandigheden zulks maar eenigzins toelieten is een oorlogs-vaartuig, met vrijstelling van alle andere diensten, opzettelijk tot het doen van hydrographische opnemingen gebezigd geworden. Doch ook de officieren van meest alle andere oorlogsschepen hebben telkens op hunne togten van de gelegenheid, als die zich aanbood, gebruik gemaakt, om door opnemingen van kusten, vaarwaters, baaijen en reeden de hydrographische kennis van den Oost-Indischen Archipel te verrijken en op die wijze bij te dragen tot de vermeerdering van de veiligheid van de scheepvaart en de uitbreiding des handels in dit gedeelte der wereld.*

*De tijdbal te Batavia bleef aan het daarmede beoogde doel beantwoorden. De slechte staat van het gebouw, waarin ook de astronomische klokken zijn geplaatst, zou echter weldra eene herstelling vereischen. In weerwil van de schudding, welke het loopen van een aantal menschen dagelijks in den houten uitkijk veroorzaakt, zijn de astronomische klokken en andere uurwerken, bij het beheer van den tijdbal behoorende, goed blijven voldoen. Aan den tijdbal te Batavia werd eene nieuwe, beter en zekerder werkende inrigting gegeven, welke echter eerst in het begin van het volgende jaar in werking kon treden. De officieren der zeemagt beijerden zich ook dit jaar om mede te werken tot bevordering der hydrographie; hetgeen door hen te dezen aanzien verrigt werd kan eenigermate blijken uit de bij dit verslag gevoegde opgave der kaarten en schetsen die aan de commissie werden ingezonden. Bij het hydrographische bureau werd onder andere eene nieuwe uitgaaf bewerkt van de kaart der reede van Batavia; een algemeene index aangelegd van den Indischen Archipel, waardoor de verschillende opnemingen enz. in één oogopslag kunnen worden overzien; voortgegaan met de zamenstelling der kaart van Sumatra's Westkust, op welke kaart, ter vergemakkelijking der inlandsche kustvaart, alle namen in het Maleisch met Arabische letters werden gebracht. Door de commissie werden dit jaar zestien kaarten uitgegeven, hoofdzakelijk betrekkelijk de reeden ter Westkust van Sumatra en de Japansche wateren: namelijk kaarten der reeden Padang, Benkoelen en Poeloe-baai, Tiko, Priaman, Baros, Natal, Sinkel, der reeden Taballang en Kait, Muntok, Ampanan, kaart der Westkust van Sumatra, van Tandjong-taboejong tot Sinkel, der Laboantring-baai, der Japansche Binnensee, landverkenningen aldaar, baai van Jedo en reeden Nigata. Met Zijner Majesteits opnemings-vaartuig Pylades werd de opname van Straat Banda voorgezet. In de Molukken hadden enige diepzeeloodingen plaats; terwijl in Straat Madura onderzoek werd gedaan naar gevaarlijke klippen. Eenige vreemde oorlogsschepen, die de reede van Batavia bezochten, werden kosteloos van de gevraagde kaarten voorzien. Met Spanje had eene ruiling van kaarten plaats.*

<sup>160</sup> Deze uitvergroting laat een stuk van de Grote Postweg zien en voor de kust eilanden, zoals Onrust, Kuiper, Middelburg, Amsterdam en Haarlem.

### 2.2.3 Verkenningen op land

Voor de latere topografische verkenningen op land zijn de kaarten van Johannes Le Clercq en daarna van Frans Junghuhn met zijn beschrijvingen van de natuur en vulkanen van groot belang geweest.

#### Johannes Le Clercq

Johannes Henricus Willem Le Clercq (of Le Clerck) (1809-1885) kreeg een artillerieopleiding aan de Genieschool te Delft en werd 1832 1<sup>e</sup> Luitenant. Hij ging naar Indonesië (1844-1847), werd Kapitein en verkende grote delen van Java en Sumatra. Hij beëindigde zijn loopbaan als Generaal-Majoor. Hij kwam in 1844 in Batavia aan met de opdracht het verdedigingsstelsel in Indië te onderzoeken en na te gaan of het niet voor vereenvoudiging vatbaar was. Hij heeft op zijn dienstreizen van bezochte gebieden veel aquarellen en tekeningen gemaakt, met vermelding van plaats en datum en informatie verzameld voor een latere kaart van Java. Van Batavia ging de reis naar Buitenzorg, West-Java en de Preanger Regentschappen. Vervolgens werden Cirebon, Semarang, Kedu, Banyumas, Bagelen, Surabaya en de uiterste Oosthoek van Java geïnspecteerd. In het volgende jaar werden nog excursies op Sumatra gemaakt, waarbij o.a. de hoofdplaatsen Padang, Fort de Kock, Palembang, de Bataklanden en de Menangkabau werden aangedaan. Junghuhn beschouwde Le Clercq's kaart van Java uit Fig. 2-18 op schaal 1:1.000.000, gemaakt na thuiskomst in Nederland in 1850, als een van de beste kaarten. Die is door hem gebruikt bij zijn vele verkenningen op Java.



Fig. 2-18 Java (westelijk gedeelte), Le Clerck, 39x108 cm, 1 kaart in 2 bladen, schaal 1:1.000.000, A.J. Bogaerts Breda 1850.



Fig. 2-19 Midden-Java Residenties Banyumas, Bagelen, Tegal, (uitvergroot) deel van de kaart door Le Clerck uit 1850.





Junghuhn zag op tegen het werk in het hospitaal in Batavia en vroeg overplaatsing aan naar Sumatra maar kreeg eerst een paar maanden ziekteverlof, die hij op het hooggelegen Diëng plateau in Midden Java doorbracht. Hij is daar een paar maal geweest en heeft daarbij de G. Sumbing 3361 m (nu 3371 m) en de G. Perahu 2557 m (nu 2565 m) beklommen. Andere vulkanen op Java, door hem (na een verblijf op Sumatra) nog in 1844-1848 beklommen, zijn de G. Ijen 2620 m (nu 2644 m), de G. Ruang 3102 m (nu 3332 m) beiden in Oost-Java, een tweede keer de G. Slamet 3388 m (nu 3432 m) in Midden-Java en de Tangkuban Prahū 1959 m (nu 2076 m), ofwel de omgekeerde prauw ten noorden van Bandung.

Deze vulkanen hebben meestal aan de voet een diameter van 30 tot 40 km met een omtrek van 90 tot 120 km. Dat betekent dat zij met hun grote aantal op Java een groot deel van het landschap en de natuur bepalen. Dat is nu ook te zien aan de wegen die langs de kust en rond de voet van de vulkanen lopen. Veel hellingen zijn bewoond vanwege de vruchtbare grond en het koele klimaat. Op de kaart zijn de belangrijkste vulkanen van Java weergegeven. Die komen hierna voor bij de beschrijving van topografische opnemingen en kartering en zijn daarom alvast wat uitgebreider weergegeven. Bij de vulkanen, die Junghuhn hiervan nog verder beklommen heeft staan zijn hoogtemetingen, zoals hiervoor, weer direct achter de vulkaan vermeld. Van de overige zijn alleen huidige hoogtes tussen haakjes gegeven.

Dat zijn G. Karang (nu 1778 m), G. Pulasari (nu 1346 m), G. Halimun (nu 1929 m), G. Kendeng (nu 1764 m), G. Salak 2196 m (nu 2211 m), G. Cirema 3055 m (nu 3078 m), G. Jimat (nu 2213 m), G. Bismo (nu 2365 m), G. Butak op Midden-Java (nu 2136 m), G. Ungaran 1569 m (nu 2050 m), G. Muria (nu 1602 m), G. Kawi 2865 m (nu 2551 m), G. Kelud 1626 m (nu 1731 m), G. Arjuno 3362 m (nu 3339 m), G. Lamongan (G. Tarub nu 1671 m), G. Kepolo (nu 3035 m), G. Argopuro 2990 m (nu 3088 m) en in Oost-Java de G. Butak 2865 m (nu 2868 m) en G. Merapi 2360 m (nu 2800 m). Van de meeste van deze vulkanen zijn uitgebreide beschrijvingen gegeven, zowel van de structuur, de natuur als de geschiedenis van hun erupties.<sup>161</sup>

De ligging van al deze vulkanen en genoemde plaatsen kan het best met hulp van een moderne kaart van Java (zoals uit **Annex 8.17**) of een atlas<sup>162 163</sup> bekeken worden. Je moet er geweest zijn om een indruk van de grootsheid van de natuur en de kracht van de vulkaan, zichtbaar uit eerdere erupties, te ervaren. De sporen van asregens, gestolde lava- en modderstromen, zijn jarenlang nog zichtbaar. De hoogte en het profiel van een vulkaan kan na een eruptie veranderen. Daarom zijn tussen haakjes de *huidige* hoogtes in meters gegeven. Hoewel Junghuhn de hoogtes zeer zorgvuldig met een geijkte kwikbarometer van Fortin of Pistor en Martins gemeten heeft, met een correctie voor temperatuur, kunnen er behalve door erupties en erosie toch verschillen met de huidige, nauwkeurig bepaalde waarden voorkomen. Het is opmerkelijk bij vulkanen zonder grote erupties hoe klein de verschillen zijn tussen de hoogtes, gemeten door Junghuhn en de hoogtes die nu op moderne kaarten worden aangegeven. Op zijn tochten nam hij een uitgebreid instrumentarium mee om afmetingen, hoogte en plaats te kunnen meten. Dat bestond vaak uit een sextant (voor hoekmetingen), een kunstmatige horizon (voor breedtegraad- of latitude-bepaling op land met de sextant), een chronometer (voor lengtegraad- of longitude-bepaling), een barometer (voor hoogtebepaling) en verder nog een kompas, thermometer, magneet, psychrometer (voor bepaling van het dauwpunt), microscoop, verrekijker, aerometer (voor meting van de windsnelheid), prisma, aard- en hemelglobe en later nog een camera. Deze tochten zijn later gepubliceerd in *Topographische naturwissenschaftliche Reisen durch Java*.

Hij kon prachtig tekenen en heeft van de tempels op het Diëng plateau, van de natuur en de vulkanen kleurrijke platen gemaakt (zie Fig. 2-26 en Fig. 2-27). Hij wilde “natuurvoorwerpen en natuurtaferelen op heterdaad ontwerpen vóór de indrukken door nieuwe beelden worden uitgewist”. Zijn waarnemingen waren gedetailleerd en nauwkeurig, van de vele vulkanen zijn gedetailleerde kaarten gemaakt. Een deel daarvan is later samengevoegd met een grote kaart van Java, uitgegeven in 1855. Die kaart van ca 3,1 m lengte en 0,78 m breedte in 5 delen was op een schaal van 1:350.000 en dus tweemaal zo groot als de kaart van Van de Velde met schaal 1:700.000. Hoewel nauwelijks gebaseerd op volledige driehoeksmetingen was dit in 1855 de beste kaart van Java. Fig. 2-24 en Fig. 2-25 laten een deel daarvan zien, waarop ook enkele kaartjes van vulkanen staan. In 1860 is een gekleurde versie, gebaseerd op de kaart van Junghuhn, met schaal 1:2.600.000 door A. Petermann uitgegeven. Deze kaart is in Fig. 2-21 weergegeven. Opvallend zijn de gedetailleerdheid en de met kleuren aangegeven hoogtes met groen, blauw, paars, rood en wit voor de vulkanen.

<sup>161</sup> Dr. Frans Junghuhn, *Java, deszelfs gedaante, bekleeding en inwendige structuur*, deel I, II, III en IV, (uitg. P.N. v. Kampen, Amsterdam, 's-Gravenhage 1851-1854).

<sup>162</sup> Prof. dr. ir. Jacob Rais, M. Sc, Drs. Soerose Hadiyanto, Yunus Swarinoto, M.S., Nurvadi, M.S., Editors, *Atlas Nasional Indonesia, Fisik dan Lingkungan Alam*, (uitg. Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) 2008).

<sup>163</sup> *Atlas of the World*, The Royal Geographical Institute, (uitg. Philip's, Octopus Publishing, London 2013).



Mede door ervaringen in zijn jeugd had Junghuhn moeite met het instituut kerk en de toen door haar uitgedragen openbaring. De interpretatie van de kerkelijke leer en geloof door veel van zijn tijdgenoten was nogal bekrompen. De natuurwetenschappen stonden in minder goed aanzien. Men oordeelde snel op basis van oppervlakkige kennis en beschouwde hem als natuurvorser al gauw als een ongelovige. Toch gaf hij met talloze uitspraken blijk van zijn geloof. Hij zag God vooral in de natuur. Zijn eigen ontstaan en afhankelijkheid van een kracht van buiten noemde hij de oorzaak van ons wezen en de schepping. Hij geloofde in een onzichtbare grote, redelijke geest in de natuur, die hij God noemde. Hij was wel kritisch en kon met zijn scherpe tong mensen van zich vervreemden. Toch wordt hij in het *Gedenboek Franz Junghuhn 1809-1909* uit 1910 alomt geroemd door een groot aantal deskundigen om zijn grote en brede kennis, zowel van de natuur als van de topografie en geologie.<sup>164</sup> Ook zijn afkeer van status en zijn enorme werkklust worden genoemd. Een overzicht wordt tevens gegeven in de Encyclopedie van Nederlands-Indië uit 1918.<sup>165</sup> Er zijn over zijn leven verschillende studies verschenen, die de veelzijdigheid van deze geleerde benadrukken.<sup>166</sup> <sup>167</sup>

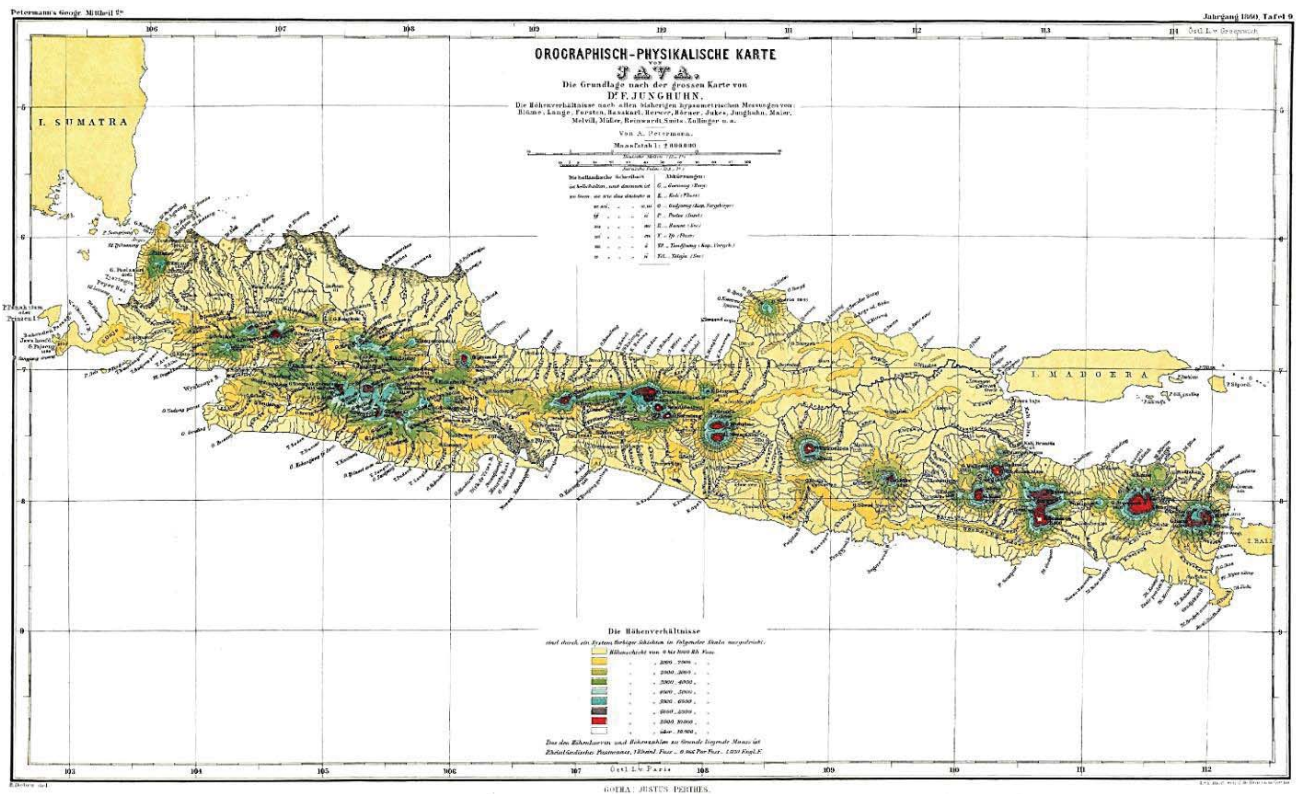


Fig. 2-21 Java, orografische (reliëf bepalende) kaart van Junghuhn / Petermann, uitg. 1860.

Hoogte op de kaart in Rijlandse voet:

0 - 1000 lichtgeel	3000-4000 donkergroen	6000-8000 paars
1000-2000 donkergeel	4000-5000 lichtblauw	8000-10.000 rood
2000-3000 lichtgroen	5000-6000 donkerblauw	> 10.000 wit

Uit de kaart blijkt ook dat vulkanen op Java hoogtes van 5000 voet tot zelfs meer dan 10.000 voet bereikten. In plaats van verdere verwijzingen naar de talloze publicaties door hem en over hem laten we hemzelf aan het woord. Als voorbeeld van een vulkaanbeschrijving van Junghuhn uit zijn boek *“Java, deszelfs gedaante, bekleeding en inwendige structuur”* is hierna een gedeelte gekozen van de G. Salak (nu 2211 m) ten zuidwesten van Buitenzorg (Bogor), die een directe bedreiging voor zowel Buitenzorg als Batavia vormde.

<sup>164</sup> *Gedenboek Franz Junghuhn 1809-1909*, diverse auteurs, met name: Prof. Dr. J.J.A. Müller, Junghuhn als topograaf der Bataklanden en Prof. J.F. Niermeyer Junghuhn als geograaf, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1910).

<sup>165</sup> *Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië*, (4 delen), uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921 met name tweede deel H-M: Java, Junghuhn, Kaartbeschrijving, Maten en Gewichten en Hydrographie.

<sup>166</sup> Rob Nieuwenhuys, Frits Jaquet, *Java's onuitputtelijke natuur, reisverhalen, tekeningen en fotografieën van Franz Wilhelm Junghuhn*, (uitg. A.W. Sijthoff, Alphen aan den Rijn 1980).

<sup>167</sup> Henk J. Bakker, *Leven en werk van Franz Wilhelm Junghuhn 1809-1864*, (uitg. Bakker & de Vries, Amersfoort 2009).

## SALAK

### A. Topographisch overzicht

Deze berg verheft zich met eene zeer zachte helling ten Z.W. van Buitenzorg. Br. 6° 45'. L. 106° 46'  
Hoogte boven de zee 6760' (de hoogste top Gajak)

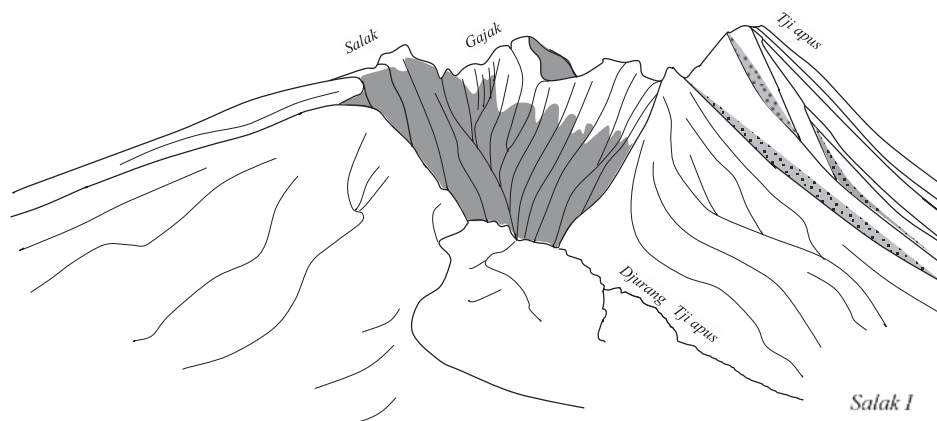
Tot over de 2000 voet hoogte strekt zich de aanbouw van rijst in Sawa's uit; daarna ontwaart men (tot op eene hoogte van 3500' door koffijtuinen afgewisseld) de oorspronkelijke wouden, welker donker groen nu alles, zelfs de steilste toppen, overdekt.

Op het eerste gezicht namelijk schijnt de kruin van den Salak uit verscheidene bergen te bestaan. Onder dezen onderscheidt men er bijzonder drie: den Salak, den Gajak en den Tjiapoës, die in eenen driehoek tegen elkander geplaatst, als hooge bergzuilen of pieken verre boven het land uitsteken, maar die niets anders zijn dan hoogere punten van eene en dezelfde bijna kringvormige bergnok, namelijk van den ouden kraterrand des vulkaans.

Overal onbeklimbaar en op vele plaatsen loodregt stort zich de binnenzijde van dezen wand naar beneden en omschrijft eenen afgrond, die van boven als een ketel gesloten is, maar dieper beneden zich noordwaarts in eene zeer groote kloof (de Djoerang Tjiapoës) verlengt, die aan het zamengeloopene water, door de Kali Tjiapoës, eenen uitweg verschaft. De geheele bergmassa schijnt hierdoor als in twee helften gespleten en juist door deze bergkloof ziet men van Buitenzorg in het duistere, met bosschen begroeide binnenste van de kolk. Nergens evenwel ontwaart men meer in dezen oude krater het minste spoor van vulkanische werkzaamheid; slechts aan de uiterste W. helling van het gebergte, verre van daar, ziet men, door weelderig bosch naauw omgeven, eene solfatara, uit welke zwavelzure dampen sissend naar buiten dringen.

Deze solfatara, welke midden in bosschen aan de westzijde van den Salak ligt, in de rigting naar den Perwakti, is, als de meest nabij Batavia gelegen krater, sedert mijne beklimming van den berg door verschillende reizigers bezocht. Zij is in alle hare verschijnselen niet onderscheiden van vele andere van deze soort, welke op Java aangetroffen worden, zoo als vele in Dieng, de Kawa Manok, de Waijang, verscheidene aan de afhelling van den Tankoeban Prau, van den Loeboe-Radja op Sumatra, aan den Willis en anderen, en wier uiterlijke physiognomische vorm alleen gewijzigd wordt door hare hoogere, droogere ligging aan steile afhellingen, of haren grooteren rijkdom aan atmospherisch water, hetwelk onophoudelijk er instroomt, wanneer zij in eene diepte liggen. De voornaamste kenmerken zijn, **van de eerste soort**: zwaveldamp en zwavelig zuur, drooge omgewoelde grond, zwavel-kristallen en voornamelijk eene korst van gesublimeerde zwavel aan de openingen; van de **tweede soort**, zwavelwater-stof, warm water, dat of eenig vrij zwavelzuur, of opgeloste zwavelzure klei-aarde, (aluin) bevat, borrelende water-plassen, hete modderpoelen uit grauwe klei-aarde met eenig zwavel vermengd bestaande, kleine slijkvulkanen, weeke slijkgrond, waar men inzakt; terwijl eene geelachtig bleeke kleur der kale plekken midden tusschen het weelderigste groen der bosschen, het verdord zijn der meest nabijstaande boomen en ene menigte verbleekte, in elkander vallende rotsblokken (soms ook de vorming van pluim-aluin) aan **beide** soorten gemeen is.

Eene nauwkeurige voorstelling van den vorm des Salaks geeft het in den atlas bijgevoegd profiel. De figuur vertoont hem zoo als hij uit Buitenzorg gezien wordt in het Z.W. Men ziet van dat punt af in zijnen ouden met bosschen begroeide krater, welke zich in de Djoerang Tjiapoës verlengt. Op zijnen westelijken wand merkt men den omtrek der scherp begrensde schaduw van de oostelijke helft des bergs, door de morgenzon geworpen op. Men ziet zijne drie punten (Salak, Gajak en Tjiapoës) des morgens reeds door de zon verguld, wanneer het lagere land nog in de schaduw ligt.



### B. Geschiedenis van zijne uitbarstingen.

De eenige bekende uitbarsting van dezen vulkaan had plaats in 1699, in den nacht van den 4den op den 5den Januarij. De aardbevingen, met welke zij vergezeld was, werden tenzelfden tijde in Batavia, Bantam en in de zuidelijke streken van Sumatra (de Lampung) gevoeld, en waren zo hevig, dat in Batavia (op eenen afstand van 40 eng mijlen van den berg) slechts weinige huizen en muren zonder scheuren bleven, terwijl, bij het geheel instorten van 20 huizen en 21 hutten of lootsen, 28 menschen om het leven kwamen en een groot aantal gewond werd. Men zag verschrikkelijke bliksem- of vuur-stralen door de lucht schieten, snel gevolgd door slagen, die naar het gebulder van zwaar geschut geleken. De massa van vulkanischen modder en zand, welke daarbij werd uitgebraakt, was zoo groot, dat verscheidene rivieren daardoor in haren loop gestuit werden en vernielende overstromingen te weeg bragten. In het bijzonder werd de mond van de zoogenaamde Groote Rivier door de aangestroomde uitwerpsstoffen schier geheel verstopt.

*Het is zeker dat deze uitbarsting uit den, door mij zoogenaamden, ouden krater van den Salak (welke ontzettend diep tusschen de vier bovengenoemde, door slechts weinig lagere smalle verbindingsruggen te zamenhangende toppen afdaalt en lager de Tjiapoës kloof vormt), plaats had, hoewel deze krater thans geheel uitgebluscht en met digte bosschen geheel gevuld is. Het is deze uitbarsting (voorafgegaan en vergezeld door hevige aardbevingen), welke hét meeste en in den kortsten tijd tot de aanvulling met modder der rivieren bijgedragen heeft, welke zich bij Batavia en de Java'sche zee uitstorten. Van dien tijd af is de bovengenoemde Grootte rivier door eene zandbank verstopt. De moddermassa's, welke deze rivieren mede afvoerden en waaronder eene menigte boomstammen, benevens overblijfselen van tamme en wilde dieren, ja zelfs waterdieren vermengd waren (krokodillen en visschen), wier dood veroorzaakt werd door de vreemde bestanddelen, waarmede hun element bezwangerd was, – deze massa's zullen waarschijnlijk door de talrijke instortingen (bergvallen), welke door de aardbevingen, volgens de berigten (Verh. Bat: Gen: 1.c.) aan de hoogere aardoevers der rivieren plaats grepen, zeer vermeerderd geworden zijn, zoodat niet alle deze, met het water vermengde stoffen, vulkanische uitwerpselen (d.i. asch, met atmospherisch water tot modder vermengd) – waren. Hierdoor alléén kunnen reeds die groote overstromingen ontstaan zijn, wanneer het water door deze instortingen verstopt, opgedreven werd en dan plotseling doorbrak.*

### **C. Bezoek van reizigers**

*In 1831, den 22<sup>sten</sup> Julij, werd deze berg door Macklot, Korthals, Müller en van Oort beklommen. Dit vernam ik bij toeval in het jaar 1838 in de maand October, toen ik mij op den top Gajak bevond en door een opschrift nog in tijds bemerkte, dat deze top reeds te voren door reizigers bezocht was geweest.*

*De westelijke solfatara van den Salak werd in November 1838 door een gezelschap van wetenschappelijke reizigers van Batavia bezocht en in den eersten jaargang van het tijdschrift voor N.I. (2<sup>de</sup> deel pag. 486) beschreven.*

### **D. Gedaante-verbisselingen van den vulkaan**

*Het schijnt ontwijfelbaar, dat de uitbarsting van 1699, waarvan de geweldige kracht zich bijzonder noordwaarts openbaarde, uit de zoogenaamde Djoerang Tjiapoës ontstaan is, welke aan deze zijde openstaat en, in de hoogste streken tusschen de drie toppen, geheel openstaat en, geheel de gedaante heeft van eenen ketelvormigen krater. Welligt werd deze kloof, deze halfzijdige kraterspleet, eerst bij de gemelde groote uitbarsting gevormd (of ten minste vergroot), ter plaatse van eene vroegere kleinere opening door den bergtop, die vóór deze uitbarsting denkelijk eenen veel hooger en kegeltop uitmaakte. Van dien tijd af tot nu toe, schijnt evenwel de berg, behalve de vorderingen van den plantengroei, in het tijdvak van 143 jaren, geene veranderingen ondergaan te hebben: alle hoogten en diepten zijn met digt woudgeboomte bedekt, en men ziet geene fumarolen meer in den ouden krater dampen.*

*De solfatara aan de westelijke helling van den berg is waarschijnlijk sedert deze uitbarsting ontstaan en in deze, mitsgaders in nog eene solfatara, omtrent vier Engelsche mijlen Z.Z.W. van de eerste verwijderd, vertoont zich de eenige nog overblijvende werking van den ouden vulkaan, door de ontwikkeling van zwavelig-zure dampen. Geweldige uitbarstingen hebben, voor zoo veel men weet, uit geene dezer solfata's immer plaats gehad.*

Nog twee belangrijke erupties hebben het landschap en daarmee de kaarten vóór en na Junghuhn aanzienlijk beïnvloed. Bij de eruptie van de eerdergenoemde Tambora in de avond van 10 april 1815 kwam het eiland Sumbawa op verschillende plaatsen meters uit de zee omhoog en 150 kubieke kilometer puin en vulkanische assen kwamen tot 43 kilometer hoog in de atmosfeer. Er ontstond een krater met een diameter van 6 km en een omtrek van 21 km. Voor de explosie was Tambora een apart koninkrijk met 7000 mensen, dat daarna totaal verdwenen is. Vanwege de uitbarsting werd de omgeving door 1 tot 10 meter as en lava bedolven. De vulkanische as bereikte na twee maanden Londen terwijl 1816, het jaar na de eruptie, wereldwijd geen zomer kende. Er zijn schattingen van tienduizenden tot honderdduizend mensen, die door de uitbarsting zijn omgekomen. De eruptie beïnvloedde het klimaat wereldwijd, niet alleen in Indonesië maar ook in India, China, Amerika en Europa, waaronder Nederland. De gevolgen waren desastreus in de directe omgeving maar ook wereldwijd. Golven kwamen honderden meters voorbij de normale beddingen van rivieren. Flora en fauna werd ernstig aangetast. Rijstvelden, graslanden en boomgaarden lagen onder het stof. Door de vernietiging van de oogst ontstond op Sumbawa hongersnood, die gepaard ging met allerlei ziektes. Op de nabijgelegen eilanden Lombok en Bali brak ook hongersnood uit... Vissen dreven dood op het water, vogels vielen dood uit de bomen en het regende insecten.

De ook eerdergenoemde Krakatau, gelegen als eiland in Straat Sunda ten westen van Java, explodeerde op 27 augustus 1883. De uitbarsting van de Krakatau was de zwaarste ter wereld sinds die van de Tambora uit 1815. Er ontstond een tsunami met vloedgolven van 30 meter hoog, die de kusten van Java en Sumatra overspoelden. Steden en dorpen aan de kust werden weggespoeld en meer dan 36.000 mensen kwamen om. Telegraafkabels knapten en schepen werden vele kilometers landinwaarts geslingerd. De aswolk uit de berg steeg tot 50 kilometer hoogte en dompelde de omgeving in diepe duisternis. Door de enorm grote hoeveelheid stof die in de atmosfeer terecht kwam, daalde wereldwijd in 1884 de gemiddelde temperatuur met 1,2 graden Celsius. Schokgolven gingen meer dan 3 keer de aarde rond.

## Junghuhn naar Sumatra

Op het schip naar Sumatra in 1840 ontmoette hij Pieter Merkus, regeringscommissaris voor Sumatra, die later tot Gouverneur-Generaal zou worden benoemd (1841-1844). Beiden deelden hun belangstelling voor cultuur en natuur, wat tot een lange vriendschap zou leiden. Door de recente beëindiging van de Padri-oorlogen (zie hiervoor bij Van der Capellen), voer het schip langs Padang aan de westkust van Sumatra naar de Tapanuli baai, gelegen ten zuidwesten van het Batakgebied. Junghuhn kreeg van Merkus de opdracht dat gebied in kaart te brengen en een beschrijving van het Batakvolk en hun cultuur te maken.

Hij heeft alleen het zuidelijke deel van de Bataklanden tot 2° 45' NB kunnen verkennen en is nooit bij het Tobameer geweest. Een goed overzicht van zijn activiteiten, met name op geodetisch en kartografisch gebied, werd later gegeven door prof. dr. J.J.A. Muller (1856-1946) in het Gedenkboek.<sup>168</sup> Muller was bij de Topografische Dienst hoofd van de triangulatiebrigade (1894-1909) op Sumatra, later hoogleraar geodesie in Utrecht en als geen ander in staat het werk van Junghuhn te beoordelen. Hij kende de omgeving van het Tobameer goed en wist met welke problemen een landopnemer en topograaf in Sumatra te kampen had. Muller sprak grote waardering uit voor het werk dat Junghuhn in de 20 maanden van zijn verblijf op Sumatra verricht had. Junghuhn beschreef zijn werkzaamheden in het Duits (er werd geen geld beschikbaar gesteld voor een vertaling in het Nederlands) met *Die Battaländer auf Sumatra*.<sup>169</sup> Junghuhn verdeelde voor de topografische beschrijving de Bataklanden in twintig provincies, die door natuurlijke grenzen gescheiden werden. Met zes kaarten, drie op schaal 1:177.750 (1 cm is 1,78 km), twee op schaal 1:355.500 (1 cm is 3,56 km) en een overzichtskaart van Midden-Sumatra met schaal 1:1.000.000 (1 cm is 10 km) werd het gebied in kaart gebracht. De schalen werden volgens Junghuhn bepaald door de grootte van het af te beelden gebied en de grootte van het beschikbare papier. De eerste kaart bevat de baai van Tapanuli aan de westkust en een deel van het aangrenzende land, de tweede en derde de noordelijke en zuidelijke aangrenzende landschappen en zo verder.

Om de kaarten goed met elkaar in verband te kunnen brengen is triangulatie nodig (door Muller trigonometrische metingen genoemd). Er was geen vlak terrein voor een basismetings beschikbaar, dus werd op twee plaatsen de breedtegraad bepaald (wellicht met de zaksextant of gewone sextant die Junghuhn had). Met een bergboussole mat hij het azimut(h) of de horizontale hoek tussen de plaatsen, zodat de afstand berekend kon worden. Voor hoogtemetingen gebruikte Junghuhn een kwikbarometer (van Fortin of Pistor en Martins). Voor verschil in hoogte moest immers ook gecorrigeerd worden om de horizontale afstand te kunnen bepalen. Trigonometrische hoogtebepaling door hoekmeting tussen object en horizon vond hij niet nauwkeurig genoeg vanwege vermeende refractie door de atmosfeer. Met een zo verkregen basis van 14.300 meter kon hij door hoekmetingen aan de uiteinden de triangulatie voortzetten (zie hoofdstuk 4). In de genoemde *"Battaländer auf Sumatra"* staan de meetmethoden en meetapparatuur beschreven (p. 43-56).

Hoewel Muller veel respect voor de gedane metingen had, was hij het met Junghuhn eens dat aan de nauwkeurigheid van de zo gedane metingen wel het een en ander mankeerde. Het resultaat was echter voldoende om het verband tussen de kaarten te geven, met een vrij juiste positie van de bergen en rivieren. Het was in ieder geval beter dan wat tot dan toe beschikbaar was. Daarmee waren deze triangulatiemetingen de eerste op land in de archipel. Er zijn wel eerder metingen uitgevoerd met sextanten aan boord van schepen (zie hiervoor bij Van de Velde en Van Carnbee) maar die waren beperkt tot de kustgebieden. Mede door zijn latere werk op Java kan Junghuhn toch wel beschouwd worden als de pionier op dit gebied. Met de Batakse namen van plaatsen, bergen en rivieren had Junghuhn moeite, hij verstond de taal niet en kon het schrift niet lezen. Weer zijn het prachtige tekeningen van de landschappen, die op juiste wijze het gebied weergeven. Om weerstand te bieden aan het Mohammedaans fanatisme zoals dat in de Padri-oorlogen in het gebied had plaatsgevonden beval Junghuhn de invoering van het Christendom aan. De Rijnlandse zending uit Duitsland heeft dat later waar gemaakt. Hij heeft te kampen gehad met vijandige Bataks, die er niet voor terugdeinsden hem om te brengen. In die tijd stonden de Bataks nog bekend als kannibalen, die weinig op hadden met indringers. Hij is verschillende keren ternauwernood ontsnapt. In juni 1842 keerde Junghuhn door ziekte vervroegd terug naar Batavia. Pas in 1853 drong de antropoloog Van der Tuuk uit Leiden als eerste Europeaan door tot het Tobameer.

<sup>168</sup> *Gedenkboek Franz Junghuhn 1809-1909*, diverse auteurs, met name: Prof. Dr. J.J.A. Müller, *Junghuhn als topograaf der Bataklanden*, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1910).

<sup>169</sup> Franz Junghuhn, *Die Battaländer auf Sumatra* (Im Auftrage Sr. Excellenz des General-Gouverneurs von Niederländisch-Indien Hr. P. Merkus in den Jahren 1840 und 1841), (uitg. G. Reimer, Berlin 1847).



## Junghuhn terug op Java en de reis naar Europa

Junghuhn werd na zijn terugkeer op Java in 1845 eervol uit militaire dienst ontslagen en nam daarna als lid van de Natuurkundige commissie deel aan verschillende expedities naar vulkanen en natuurgebieden. Hij bezocht weer het Diëngplateau en enkele in Oost- en Midden-Java gelegen bergmeren en vulkanen, waarvan weer prachtige afbeeldingen zijn gemaakt. Dat leidde in 1845 tot de publicatie van de eerdergenoemde *Topographische und naturwissenschaftliche Reisen durch Java* met bijbehorende *Topographischer Atlas*. Het is een beschrijving in bijna 500 pagina's van zijn reis naar Indië en de reizen door West- en Oost-Java, met name de tochten die hij met Fritze in 1838 en 1839 ondernomen heeft. Zijn meesterwerk: *Java, deszelfs gedaante, bekleeding en inwendige structuur*, van totaal 2600 pagina's komt pas later, tijdens zijn verlof in Nederland klaar. Naast de geografische en geologische beschrijvingen van vulkanen laten ook de plantkundige en biologische beschrijvingen zien dat hij met grote kennis en accuratesse te werk ging. Ter illustratie volgt uit deel I van *Java*... een gedeelte van zijn beschrijving van de vulkanen op Java. Dit is oorspronkelijk in het Nederlands geschreven, later in het Duits vertaald, waarbij nog enkele illustraties toegevoegd zijn. Hierin zijn delen verwerkt van *Topographische naturwissenschaftliche Reisen durch Java*.

### TOELICHTENDE AANMERKINGEN OP DE HOOGTE-KAARTEN IN HET ALGEMEEN

en de methode van projectie

*De schaal voor de horizontale uitgestrektheid op de lengte-profielen n<sup>o</sup>. 1 en 2, geeft eene geographische mijl in 5 lijnen; zij is bij gevolg 18 ¼ maal verkort, of in vergelijking van haar zijn de bergen 18 ¼ maal te hoog. Indien ik op deze lengte-profielen, namelijk, op dat van Java (n<sup>o</sup>. 2) dezelfde horizontale schaal had willen behouden als in de dwars-profielen, dan zou deze kaart 15 voet lang hebben behooren te zijn, welke buitengewone lengte niet meer bevorderlijk zou wezen om een duidelijk en gemakkelijk overzicht van het geheel te verkrijgen. Om die reden verkortte ik op deze beide lengte-profielen de horizontale uitgestrektheid ongeveer nog drie malen meer dan op de genoemde dwarsprofielen, ten gevolge waarvan de bergen hier veer steiler voorkomen dan op de laatst-gemelden.....*

*Het is er verre van verwijderd, dat ik de waarde zou trachten te verminderen, welke de eerste kaart bezit, die van dit eiland is uitgegeven, namelijk: de kaart van Thomas Stamford Raffles. Op deze kaart zijn de vulkanen en kegelbergen, te rekenen van den Goenoeng-Karang tot aan den Goenoeng-Idjen, af geteekend geworden naar de opgaven, gedaan door Dr. Thomas Horsfield, die de resultaten zijner navorschingen en reizen aan den toen-maligen Gouverneur-Generaal van Java, had medegedeeld. Men moet gerechtigheid laten wedervaren aan den man, de volharding bewonderen van hem, die in een tijd toen het reizen op Java, namelijk, van 1800 tot 1812, nog met zoo veel grootere zwarigheden gepaard ging dan thans, zulke volledige bouwstoffen voor zulk een veel omvattend werk verzamelde, voor een werk, dat, betrekkelijk Java, het eerste van dien aard genoemd mag worden. Th. Horsfield toch was de eerste natuurkundige, die zich een weg baande door de aloude bosschen van Java en tevens de eerste, die het eiland uit een geographisch/geologisch oogpunt heeft onderzocht en beschreven. – Uithoofde echter de kaart, met uitzondering der daaraan toegevoegde "mineralogische" kaart, niet door Horsfield zelve is uitgewerkt, maar de bouwstoffen, berigten, opnemingen van verscheidene reizigers, die verschillende deelen des eilands bezochten, op last van Raffles tot één geheel te zamen werden gevoegd, – al pasten die verschillende stukken allen niet even juist aan elkander, – zoo kon het niet anders, of er moesten fouten en onnauwkeurigheden insluipen, zelfs ten opzichte van hooge kegelbergen, terwijl de berg-achtige, neptunische landschappen der zuidelijke helft van Java slechts figuratief voorgesteld konden worden.*

*Mijn eerste streven was derhalve om, op de grondslagen van Horsfield en Raffles, eene verbeterde positie-kaart der vulkanen van Java te ontwerpen. Met uitzondering van den Goenoeng-Poelasari, Karang en Moerio, beklom ik alle hooge bergtoppen van het eiland; behalve dat ik mij voorzien had van de instrumenten, benodigd tot het doen van hoogte-metingen, tot het bepalen van de drukking des dampkrings, van zijne temperatuur en zijne vochtigheid, had ik mij insgelijks aangeschaft een azimuthkompas, eene Smalkalder boussole, benevens een sextant, in plaats waarvan ik mij later bediende van een magnetischen theodolith, uit de werkplaats van Pistor en Martins. Ik nam peilingen naar alle herkenbare punten, – natuurlijke signalen, – zoo wel in oorden aan de kust gelegen, in de dorpen van het binnenland, als ook op de toppen der kegelbergen zelve, wier spits toeloopende gedaante, wier scherp omgrensde kraterrand, – uithoofde van het groote aantal degelijke bergen, die hoog in het luchtruim zichtbaar zijn, – mij bij dien arbeid van groote nuttigheid waren. Behalve eenige grondlijnen van geringe uitgestrektheid, welke ik in het binnenland afmat, b.v., in het plateau van Bandong, in Krawang, in het Tengger-gebergte, zoo heb ik tot algemene basis mijner kaart niet anders kunnen nemen dan de onderlinge afstand van eenige dier hoofdplaatsen, gelegen aan de noorder kust, wier ligging, door astronomische waarnemingen, nauwkeuriger dan die van andere plaatsen was bepaald geworden. Met uitzondering van Patjitan, Madioen en Kediri, doorkruiste ik later insgelijks de neptunische gebergten der zuidelijke helft van Java; ik beschreef die in mijne dagboeken en ontwierp reeds op reis voorloopig, bij wijze van schetsen, de kaarten van vele dier streken. Terwijl ik mij gedurende twaalf jaren bezig hield met het nemen van peilingen naar natuurlijke signaalpunten en elken door mij afgelegden weg opnam met het horlogie en het kompas, zoo verkreeg ik op die wijze van lieverlede de bouwstoffen tot eene kaart van Java, waarvan de bearbeiding, naar den maatstaf van 1:350.000, mij thans onledig houdt.*

*Sedert dien tijd zijn twee met zorg bewerkte kaarten van Java verschenen, beide door Nederlandsche officieren bearbeid, de eene door C.W.M. van de Velde, naar den maatstaf van 1:700.000 (1845), de andere door Le Clercq, naar den maatstaf van 1:1.000.000; deze kwam in het licht in 1850 en is naar mijne meening, nauwkeuriger dan de vorige, ja, mag in vele opzichten eene voortreffelijke kaart worden genoemd.*

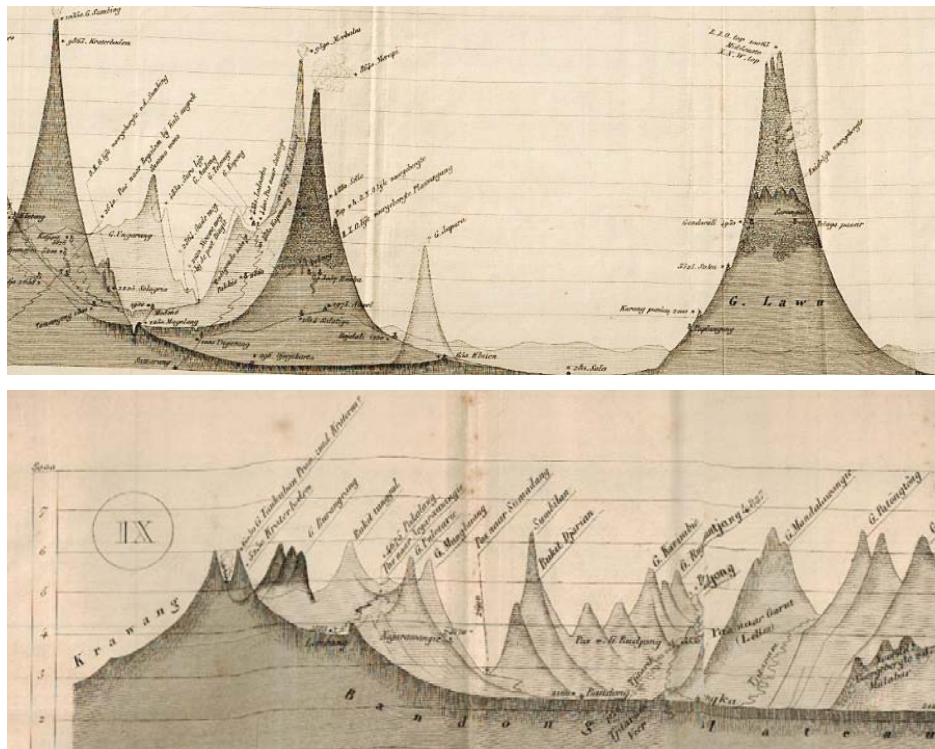


Fig. 2-22 Profiel van vulkanen op Java uit "Java", Junghuhn, 1855.

Door uitputting en ziekte kon Junghuhn na 13 jaar in de tropen met verlof naar Nederland gaan. Hij vertrok eind augustus 1848 uit Batavia met toestemming van Gouverneur-Generaal Rochussen per oorlogstoomboot naar Singapore. Junghuhn heeft van zijn reis van Java naar Europa een uitgebreid verslag nagelaten, dat later in boekvorm is verschenen.<sup>170</sup> Onderweg heeft hij landschappen beschreven en kaarten vervaardigd. Hij nam veel kisten met materiaal mee om tijdens zijn verlof in Nederland te verwerken. In zijn handbagage nam hij een barometer mee (vermoedelijk een kwikbarometer van een meter lengte). De hierna beschreven route via Suez is ook lange tijd gebruikt voor poststukken. Vanuit Alexandrië kon dan een bootreis gekozen worden naar Triëst of Genua in Italië, naar Marseille in Frankrijk, naar Londen, Southampton of Plymouth in Engeland of naar Hellevoetsluis, Rotterdam of Amsterdam. De bootreis van Batavia naar Singapore duurde 4 dagen en na een verblijf van ruim een week daar werd de reis met een raderstoomschip voortgezet door de Straat van Malakka naar Ceylon (zie de kaart in Fig. 2-23). Ceylon werd in 1505 door de Portugezen ontdekt en in 1658 door de Nederlanders in dienst van de VOC veroverd. In 1796 ging het eiland over naar de Engelse Oost-Indische compagnie. In 1948 werd het zelfstandig onder de naam Dominion Ceylon, dat sinds 1972 Sri Lanka genoemd wordt. Van Ceylon ging de reis via Aden (toen Engels) met het Engelse P&O stoomschip Lord Bentinck door de Rode Zee naar Suez en daar via de Engelse overlandroute, gemarkeerd door optische telegraafposten, in 15½ uur met tussenstops naar Caïro.<sup>171</sup> Na het bezoek van deze stad, beklom hij zelfs een piramide van Gizeh van 430 voet, waarvan later zijn gedetailleerd verslag en tekening getuigen. Het later in 1859-1869 ten oosten gegraven Suezkanaal tussen Suez en Port Said, zonder sluizen was ca. 164 km lang en 60 m breed en kon binnen een dag gepasseerd worden (inmiddels is het kanaal ca 200 km lang en 200 m breed en duurt de reis door het kanaal 11 tot 16 uur). Na een verblijf van 9 dagen in het Oriëntal hotel ging de reis verder met een rivierstoomboot via de Nijl naar Alexandrië en vervolgens weer per schip naar Triëst in noordoost Italië. Daarna ging de tocht per postwagen via Laibach (Ljubljana in Slovenië) verder over de Alpen en via Salzburg naar München, waar hij voor het eerst een trein zag en waarmee hij richting Holland kon reizen. Zo kwam hij na een reis van vier maanden, eind 1848 in Nederland aan. Zowel de tocht van Batavia naar Europa als later terug naar Batavia via de Kaap en de bezochte plaatsen zijn op de kaart in Fig. 2-23 aangegeven. Hij huurde eerst een woning in Den Haag en daarna in Leiden aan het Rapenburg, waar hij ook zijn meegebrachte specimen kon opslaan voor verdere verwerking.

<sup>170</sup> Dr. F. Junghuhn, *Terugreis van Java naar Europa met de zoogenaamde Engelsche overlandpost, in de maanden september en oktober 1848*, (uitg. Joh. Noman en Zoon, Zalt-bommel 1851).

<sup>171</sup> Howard Mallinson, *Send it by semaphore, The old Telegraphs During the Wars with France*, (uitg. The Crowood Press Ltd., Ramsbury, England 2005).

Daar dachten de heren geleerden van de Universiteit geheel anders over, die meenden dat het in Rijksdienst verkregen materiaal hen toekwam. Genoeg voor enkele conflicten, wat Minister van Koloniën Pahud deed besluiten de Natuurkundige Commissie op te heffen. In Leiden begon hij aan zijn levenswerk, het hiervoor al genoemde *Java zijne gedaante, zijn plantentooi en inwendige bouw*, wat in 1851 aan het eind van zijn geplande verlof resulteerde in een indrukwekkend document in vier boekdelen met totaal 2600 pagina's en uitgegeven werd tussen 1852 en 1854. Tijdens zijn verblijf in Europa heeft hij tal van landen bezocht, waarvan er enkele op de kaart in Fig. 2-23 zijn aangegeven. Ondertussen was hij januari 1850 getrouwd met Johanna Louise Frederica Koch, die 18 jaar jonger was. Hij werd in 1853 genaturaliseerd tot Nederlander en in het jaar daarop benoemd tot Ridder in de Orde van de Nederlandsche Leeuw. In Berlijn heeft hij samen met de natuurvorser Alexander von Humboldt, zijn grote voorbeeld, ook de Duitse koning Friedrich Wilhelm IV ontmoet. Dat leverde een hoge Duitse of beter Pruisische onderscheiding op. Junghuhn is lange tijd in Duitsland meer geëerd dan in Nederland.

Pahud droeg hem in 1852 op bij zijn *Java zijne gedaante...* een bijbehorende topografische kaart van Java te maken, waardoor zijn verlof verlengd werd tot 7 jaar. Die kaart, al eerder genoemd, met een afmeting van 3,1 m bij 0,78 m is in 1855 gereedgekomen en opgedragen aan Pahud. Door Pahud werd hij direct onder het gezag van de Gouverneur-Generaal geplaatst en kon het echtpaar terugkeren naar Java. Ze vertrokken met een groot aantal kinaplanten uit de Leidsche botanische tuin en voeren uit Hellevoetsluis op 18 juli 1855 met het net gebouwde zeilschip, de *Minister Pahud*, via Kaap de Goede Hoop naar Batavia waar ze 142 dagen later op 7 december aankwamen. Tot eind 19<sup>e</sup> eeuw werden op deze route nog zeilschepen gebruikt. Met de opening van het Suezkanaal in 1869 werd de reis naar Indië 7000 km korter. In het Suezkanaal mochten uitsluitend nog stoomschepen gebruikt worden en zo werd de reis binnen 2 maanden mogelijk. Die Gouverneur-Generaal werd in 1856 Pahud zelf, zodat er voor Junghuhn een leven met meer zekerheid aanbrak. Na een tijdelijke woning in Cianjur kregen ze een mooie woning in Lembang op de helling van de Tangkuban Prahū ten noorden van Bandung op ca. 1100 m hoogte. Junghuhn kreeg in 1856 het verzoek van de regering de kinacultuur op Java verder te ontwikkelen met uit Zuid-Amerika geïmporteerde planten en zaden. Door een plaats te kiezen, vergelijkbaar met het gebied waar de kinaplanten en zaden vandaan kwamen lukte het de kinabomen te laten groeien. De bast van deze bomen bevatte het middel kinine tegen malaria, waarmee later Indonesië in 90% van de wereldbehoefte kon voorzien. In augustus 1857 werd een zoontje geboren.

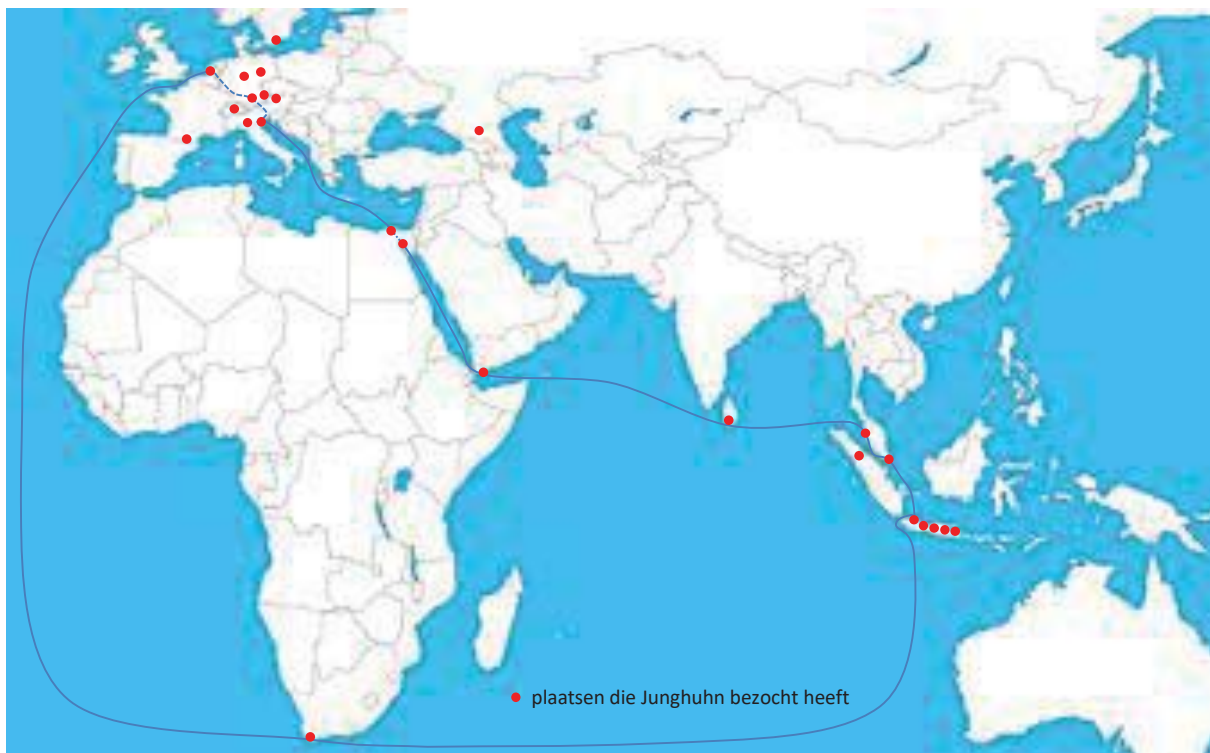


Fig. 2-23 Reisroutes van Junghuhn tussen Nederland en Nederlands-Indië.<sup>172</sup>

<sup>172</sup> De met rode stippen aangegeven plaatsen in Europa zijn door Junghuhn vanuit zijn verblijf in Leiden bezocht.



Van de laatste periode van zijn leven zijn veel foto's bewaard gebleven. Niet alleen foto's van de natuur en het landschap, maar ook talrijke portretfoto's zijn door hem gemaakt. Junghuhn heeft een omvangrijk oeuvre nagelaten in wetenschappelijke boeken, tekeningen, kaarten, tijdschriftartikelen en brieven. Later is door de TD nog regelmatig van zijn werk gebruik gemaakt. Een voorbeeld is de beschrijving van de G. Salak in 1919.<sup>173</sup> In april 1864 overleed Junghuhn op 54-jarige leeftijd na een intensief en productief leven. Hij kreeg een grafmonument bij Lembang, niet ver van de daar later gebouwde sterrenwacht. Op latere kaarten van de TD met schaal 1:25.000 en schaal 1:50.000 (Annex 8.16 en Fig. 5-56) staat het grafmonument zelfs aangegeven, waarmee nogmaals het belang van zijn bijdrage aan de wetenschap en de kartografie benadrukt wordt.

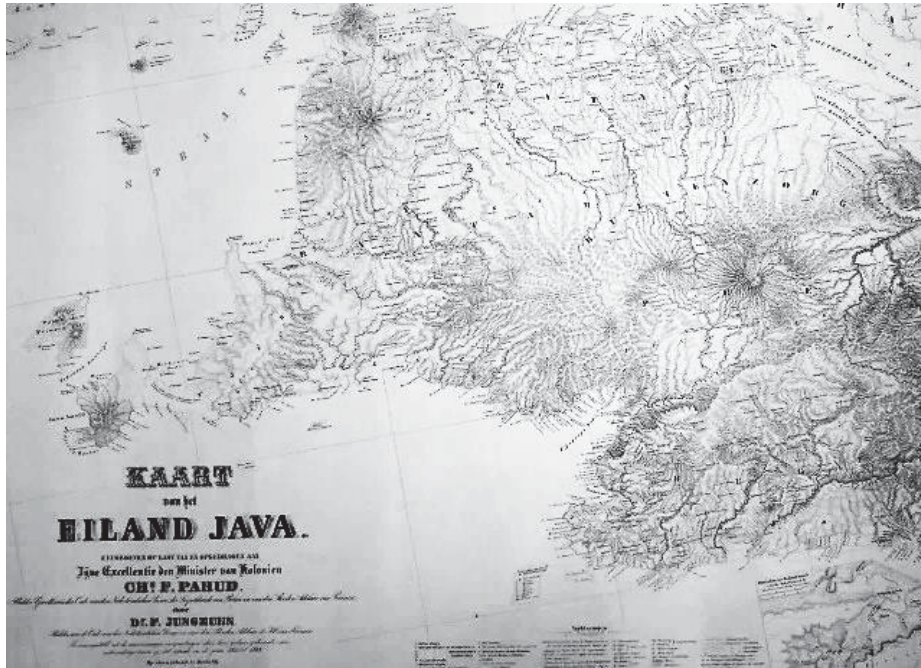


Fig. 2-24 Java, F. Junghuhn (opgedragen aan minister Pahud), schaal 1:350.000, uitg. A.J. Bogaerts Breda 1855.

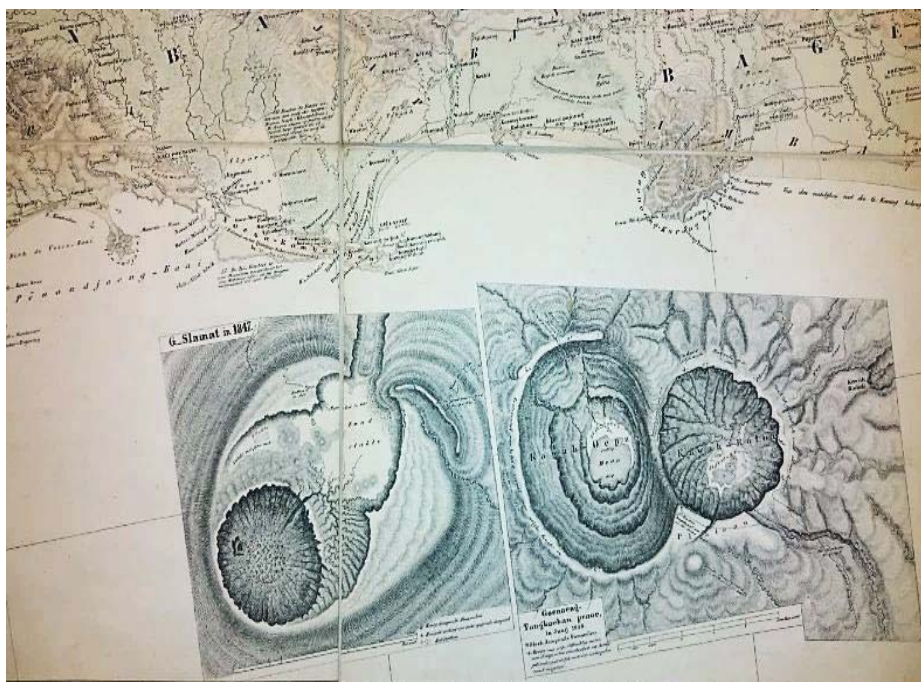


Fig. 2-25 Java, F. Junghuhn, schaal 1:350.000, detail van een ingekleurde versie (uitvergroot), uitg. 1855.

<sup>173</sup> J.W.E de Ruiter, *De G. Salak*, uit Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1919 deel II, p. 159-165.





Fig. 2-26 Gunung Gedeh, Franz Junghuhn, uitg. 1855.

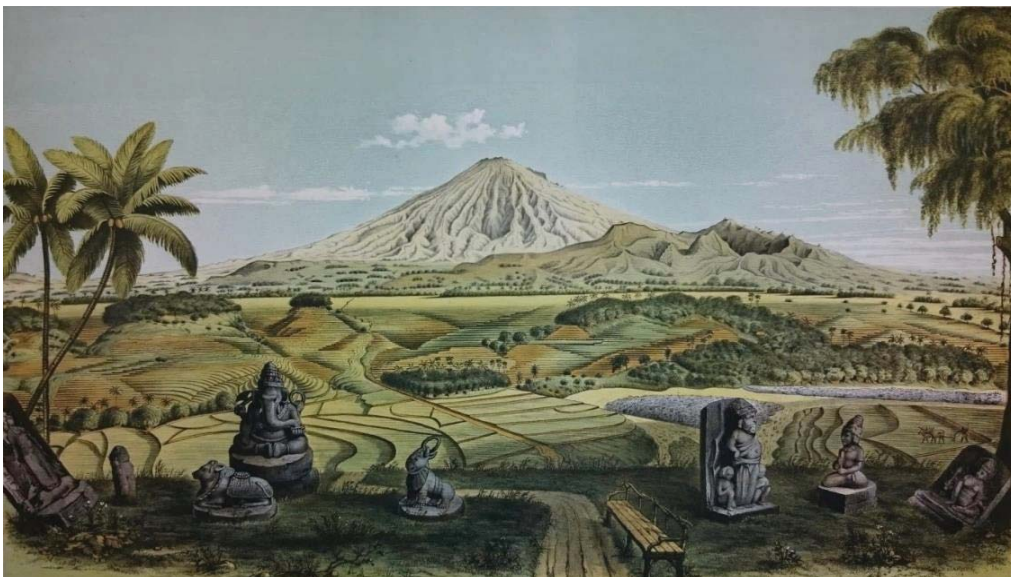


Fig. 2-27 Gunung Sumbing, Franz Junghuhn, uitg. 1855.

De tot nu toe genoemde kaarten van Java werden niet of nauwelijks gebaseerd op triangulatiemetingen. De vaste punten waren gebaseerd op astronomische plaatsbepalingen aan boord van schepen met een beperkte nauwkeurigheid. De kaarten vertonen dan ook opmerkelijke verschillen, vooral in het binnenland en oosten van Java met middelbare fouten of standaarddeviaties van de plaatsen tussen 2 en 10 km.<sup>174</sup> De Java-kaarten van Daendels, Raffles/Horsfield (1817), Van den Bosch (1817), Von Derfelden/Schierbrand (1839), Van de Velde (1845), Melvill van Carnbee (1847), Horsburgh (1848), Le Clercq (1850), Junghuhn (1855) en Junghuhn/Peterman (1860) nemen over het algemeen in de tijd toe in nauwkeurigheid, hoewel er regionaal grote verschillen zijn. Eerst zal hierna aandacht besteed worden aan kaarten, gebaseerd op triangulaties en astronomische plaatsbepaling, waarmee fouten tenminste een factor 10 kleiner werden.

<sup>174</sup> Dr. J. Heere, Dr. F.J. Ormeling, De nauwkeurigheid van kaarten vóór de triangulatie (1800-1850), uit Caert Thresoor, 35ste jaargang 2016-1.

### 2.2.4 Eerste triangulaties Java, Sumatra en Celebes

De eerste triangulaties als basis voor het systematisch in kaart brengen van de eilanden vonden plaats op Java, Celebes en Sumatra. Zoals hiervoor is beschreven komt Junghuhn de eer toe als eerste op Java en Sumatra in de periode 1838-1842 triangulaties te hebben uitgevoerd. De resultaten werden gebruikt voor zijn kaart van Java, die tijdens zijn verlof in Nederland in 1855 uitgegeven werd. Inmiddels waren uit Nederland de broers Sjoerd en Dolf de Lange op Java aangekomen om daar in opdracht van de regering nauwkeurige astronomische en trigonometrische metingen voor plaatsbepaling te verrichten. Na de broers de Lange nam Jean Abraham Crétien Oudemans, hoogleraar astronomie in Utrecht, de metingen over.

#### Astronomische plaatsbepalingen en triangulaties door de broers De Lange

Sjoerd Hendrik de Lange (1816-1855), Sjoerd genoemd en zijn broer Geldolph Adriaan de Lange (1824-1897), Dolf genoemd, hebben beiden een belangrijke rol gespeeld in Nederlands-Indië. Hun vader was procureur en notaris te Alkmaar, die tweemaal getrouwd was en 18 kinderen uit beide huwelijken kreeg. Sjoerd is slechts 39 jaar geworden, maar zijn 8 jaar jongere broer 73 jaar. Beiden werden opgeleid tot marineofficier aan de marineschool in Medemblik. Sjoerd werd na zijn opleiding in 1837 geplaatst op het korvet Amphitrite voor een reis naar de kusten van Nieuw-Guinea en West-Indië, waarvan hij in 1842 weer terug in Medemblik was. Hij was zeer geïnteresseerd in sterrenkunde in relatie tot navigatie en schreef aan Prof. Frederik Kaiser, hoogleraar in Leiden, in 1844 een brief met het verzoek opgeleid te worden in de sterrenkunde. Vervolgens kreeg hij in de weken van de zomervakantie gelegenheid praktische sterrenkunde bij Kaiser op te doen. Hij deed in september 1845 zijn kandidaatsexamen in de wis- en natuurkunde aan de Leidsche universiteit. Sjoerd trouwde in 1845 met Wilhelmina Christina Landskroon (1814-1905). Ze kregen vier dochters, waarvan één al jong gestorven is. Hij volgde meer lessen en praktische oefeningen bij Kaiser en verzocht hem mee te werken aan een uitzending naar Indië, ter verbetering van de zeekaarten in de Oost-Indische vaarwaters. Sjoerd was met name geïnteresseerd in het gebruik van astronomische plaatsbepaling om kaarten een betere wiskundige grondslag te geven. Hij schreef daartoe zelfs in 1848 aan de Minister van Koloniën Julius Constantijn Rijk een uitgebreid memorandum met een voorstel voor astronomische metingen ter verbetering van zeekaarten, met daarbij details over de aanpak en benodigde instrumenten. Pas een jaar later werd erop gereageerd. Dat had uiteindelijk, met positief advies van Kaiser in 1850, zijn uitzending als geografisch ingenieur ten gevolg. Daarbij werd voorgesteld dat hij buitengewoon lid zou worden van de *Commissie ter verbetering der Indische zeekaarten*, waarin Melvill van Carnbee op dat moment de leiding had. Dit werd vergezeld van de aanwijzing: *“Zijne werkzaamheden worden in overleg met hem en onder goedkeuring van den Gouverneur-Generaal van Nederlandsch Indië geregeld”*. In Nederlands-Indië was op dat moment Rochussen Gouverneur-Generaal, die in 1851 opgevolgd zou worden door Van Twist. Hoewel Sjoerd aanvankelijk niet erg ingenomen was zijn werk door deze commissie te laten bepalen en controleren, werd de samenwerking later beter en eenmaal in Indië werd hij steeds meer bij het werk van de commissie betrokken. Dat resulteerde in grote waardering voor zijn werk daar, getuige de later verstuurde verslagen naar Nederland. Hij vertrok met zijn vrouw en twee kinderen begin oktober 1850 uit Rotterdam en kwam na 100 dagen, begin 1851 in Batavia aan. Hij had voor zijn werk de volgende instrumenten meegekregen met daarnaast nog een kist met gereedschappen en onderdelen, waaronder spinrag voor de “haarlijnen” in de oculairs van de kijkers.

4 tijdbewaarders geregeld naar sterretijd;	5 maatstaafjes;
2 tijdmeters;	2 mètres (ijzeren);
1 astronomische kijker;	2 verdeelde ellen (mètres, koperen);
1 ringmicrometer;	2 meetkettingen van 20 el;
2 smalkalder boussoles;	1 meetveer van 20 el;
1 aneroïde barometer;	1 passage instrument van Wenckebach;
1 kleine kijker;	2 barometers;
4 thermometers;	1 universaal instrument Pistor en Martins.

Met zijn bescheiden traktement van f 450 per maand kon hij een klein huisje huren in het zuiden van Batavia naast de rijstvelden op ongeveer 4240 meter van de Uitkijk aan de kust. Naast dat huisje bouwde hij een waarnemingshut op ca. 490 meter ten oosten van de nulmeridiaan, die over de Tijdbal naast de Uitkijk liep.

Het gezin verhuisde en de observatiehut werd verplaatst naar 4120 m ten zuiden en 936 m ten oosten van de Uitkijk. Die posities bleken later van belang te zijn om nauwkeurig zijn metingen te kunnen reduceren op de Tijdbal.<sup>175</sup> Zijn leermeester in Leiden, Frederik Kaiser was door de regering in Nederland gevraagd de zending naar Indië te begeleiden. Hij had daartoe een boekje *“De Sterrenkundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel”* geschreven en uitgegeven in 1851, waarin hij aangaf met welke methoden in Indië volgens hem het best van een tiental locaties zo nauwkeurig mogelijk de plaats bepaald kon worden.<sup>176</sup> Dit zou dan een instructie voor De Lange moeten zijn waarmee nauwkeuriger kaarten zouden kunnen worden samengesteld. Kaiser was als astronoom vooral geïnteresseerd in die locatiebepalingen met sterbedekkingen door de maan, geobserveerd met de meegenomen kijker en nauwkeurige klok. Dan kon na de nodige correcties aan de hand van maantafelen (tabellen) de latitude en longitude bepaald worden, waarmee die plaats vastgelegd was. Dit vergde wel zicht op de hemellichamen, waarvoor een heldere lucht vereist was. Helaas bleek in het regen-seizoen begin 1851 dat er in Batavia door de wolken en de hoge vochtigheid nauwelijks heldere luchten voorkwamen, zodat Sjoerd weinig gelegenheid had tot het doen van waarnemingen. In zijn enthousiasme probeerde hij ondertussen aan de hand van een eigen voorstel de triangulatie van Java te starten door met assistentie van zijn broer Dolf posities van vaste plaatsen te bepalen. Dat viel aanvankelijk bij de Commissie, waar Melvill van Carnbee werkte, minder goed, zodat de Commissie voorstelde hem met zijn broer Dolf als assistent, locaties in de Minahasa, de noordoostpunt van Celebes, te laten bepalen.

Met moeite kon het gezin De Lange het hoofd boven water houden. Huur, personeel, vervoer, levensmiddelen, technische onderdelen en medicijnen vergden in Indië een groot deel van het traktement, zodat Sjoerd geregeld naar Kaiser in Leiden schreef of die niet voor een verhoging van zijn inkomsten kon zorgen. Dat bleek moeilijk, Kaiser was vooral geïnteresseerd in resultaten en kon weinig begrip opbrengen voor de moeilijke omstandigheden waaronder De Lange in Batavia zijn werk moest doen. In zijn instructie stond immers dat hij als buitengewoon lid van de Commissie in overleg het werk, onder goedkeuring van de Gouverneur-Generaal moest uitvoeren, zodat zij maar de problemen moesten oplossen. Verder diende De Lange om de drie maanden een rapport over de werkzaamheden via de Commissie bij het Indisch gouvernement in te dienen, die dat dan naar Nederland zou sturen. Alleen voor wetenschappelijke zaken diende hij zich tot Kaiser te richten. Pas na het regen-seizoen was Sjoerd in de zomer in staat een paar goede waarnemingen te verrichten, wat Kaiser beslist onvoldoende vond. Die begon hem zelfs van luiheid te beschuldigen, hoewel Sjoerd vrijwel elke mogelijke nacht met zijn kijkers in de weer was en geen moment oversloeg om observaties te verrichten. Eind 1852 was nog maar een beperkt aantal observaties gedaan en omdat het nieuwe regen-seizoen aanbrak stelde hij voor naar noordoost Celebes te gaan, waar het regen-seizoen net voorbij was en dus heldere luchten verwacht konden worden.

Met zijn broer Dolf, inmiddels eind 1852 in Batavia aangekomen, zeilde hij in januari 1853 naar noordoost Celebes, waar zij ongeveer een jaar verbleven voor het verrichten van astronomische plaatsbepalingen. Onderweg werd de breedtegraad en met de uit Batavia meegenomen vier chronometers (twee van het schip en twee van henzelf), ook de lengtegraad bepaald van enkele belangrijke locaties. Die lagen in Makassar bij fort Rotterdam, op het eiland Buton bij fort Wolio, op het eiland Bacan bij fort Barneveld, op Ternate bij fort Toloko en aan de kust van noord Celebes bij Kema en Menado (later Manado genoemd, zie ook Fig. 2-28).

De plaatsbepalingen bleken aanvankelijk door wolken rond de G. Klabat van 1939 m hoog, ten oosten van Menado ook niet zo eenvoudig. Beter lukte het 25 km in het zuidwesten bij Tondano op de G. Lokon van 1616 m (zie de kaart rond Tondano in **Annex 8.21**). Wel konden ze van 26 vaste punten in noord-Celebes, aan de hand van sterbedekkingen door de maan, de breedtegraad en lengtegraad aardig goed vaststellen. Daarbij bleek dat posities op beschikbare kaarten nogal afweken van hun positiebepalingen; op een afstand van 15 mijl werden afwijkingen van 2 tot 3 mijl geconstateerd. In oppervlakte resulteerde dit in een fout van 15%. Dit resultaat maakte de broeders enthousiast hun energie en tijd te richten op verbetering van bestaande landkaarten. Dat zou ook voor landrentehellingen in de archipel van grote waarde kunnen zijn. Dit is later door het Indische gouvernement ook ingezien. Kaiser dacht daar geheel anders over.

<sup>175</sup> De Tijdbal, die van oudsher als referentie voor de nulmeridiaan van Batavia aangehouden werd, was van geen enkele bergtop in de omgeving of ten zuiden van Batavia zichtbaar, maar de aangrenzende Uitkijk in hetzelfde gebouwencomplex wel (zie ook Fig. 2-14). In plaats van een Tijdbal werd wereldwijd ook wel een kantelende of neervallende klep aan een paal toegepast, waardoor de Tijdbal vaak aangeduid werd met Tijdklep. De afstand Uitkijk – Tijdbal was 16,25 m, in de richting NO 70° 11' ,5 zodat triangulatiemetingen op de Uitkijk hiermee op de Tijdbal gereduceerd werden (zie Jaarverslag TD 1922 p. 110). Wereldwijd zijn ca. 300 van deze signaalposten in gebruik geweest. Nederland had er ook een tiental.

<sup>176</sup> F. Kaiser, *Sterrenkundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel*, (uitg. J.C.A. Sulpke, Amsterdam 1851).



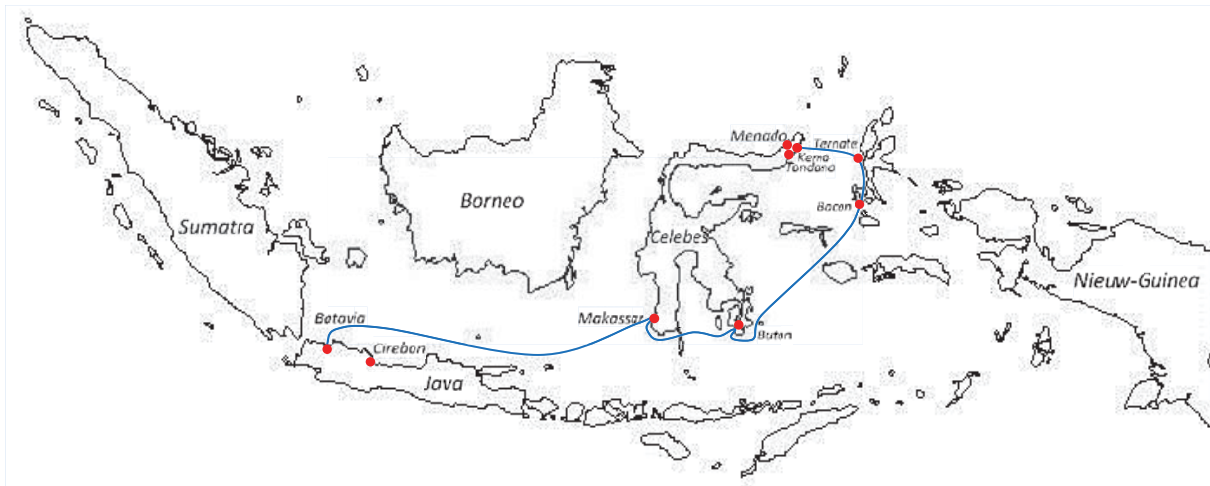


Fig. 2-28 Locaties waar de broers De Lange in 1853-1854 metingen verricht hebben.

Hier volgt een stukje uit de briefwisseling tussen De Lange en Kaiser, ontleend aan het boeiende verhaal van N.D. Haasbroek (hij was lector geodesie TU Delft) uit 1977.<sup>177</sup> Kaiser schrijft 17 december 1852 aan De Lange een lange brief waaruit het volgende stuk is geciteerd:

.....“Ik mag U niet verbergen dat de Oost Indische zending mij sedert Uw vertrek van hier eene bestendige bron is geweest van verdriet en teleurstellingen daar het met haar geheel anders ging dan ik het mij had voorgesteld. Terwijl ik de mededeeling verwacht van belangrijke waarnemingen voor de plaatsbepaling van Batavia zijn Uwe brieven vervuld van klagten en zwaarigheden en alleen Uwe allerlaatste brieven kunnen als getuigen van Uwe werkzaamheid worden aangewend. Gij zijt nu bijna een jaar te Batavia en gij zult mij wel moeten toestaan dat ik hetgeen gij mij van Uwe waarnemingen voor de plaatsbepaling van Batavia hebt medegedeeld, treurig weinig noem. Ik weet slechts van eenige weinige maanculminatiën, van weinige bepalingen van gelijke hoogten van een ster "(en de maan)" (bij welke gij volstrektelijk beide randen der maan moet waarnemen) en van eene enkele sterbedekking. De sterbedekkingen waren U in het bijzonder aanbevolen en gij schijnt die geheel en al verwaarloosd te hebben. Hadt gij jagt op die verschijnselen gemaakt, zoo zoudt gij er in een jaar tenminste een dertig of veertig tal kunnen waarnemen en zoolang gij er niet tenminste een twintig tal hebt kunt gij de lengte van Batavia niet als bepaald beschouwen. Gij erkent tenminste een twintigtal culminatiën van iedere rand der maan te hebben en ook aan iedere rand der maan een twintigtal reeksen van waarnemingen van gelijke hoogten van maan en sterren. Die drie soorten van waarnemingen kunnen op denzelfden avond volbragt worden en twintig heldere nachten (?) waarnemingen rekenende hadt gij in zestig heldere nachten overvloedige gelegenheid om de lengte van Batavia met zoo groote juistheid te bepalen dat die nimmer meer verbetering kan behoeven. Hebt gij in een jaar hoogstens twintig heldere nachten gehad, zoo zijt gij verantwoord maar dan moet dit ook uit de meteorologische waarnemingen te Batavia blijken.

Gij kunt vele verontschuldigen aanvoeren maar gij zult toch wel gelooven dat ik ook eenig denkbeeld van waarnemingen moet bezitten en ik verzeker U dat de waarnemingen en berekeningen die ik volbragt heb terwijl ik bij na den ganschen dag moest collegiën geven en uitgebreide correspondentie voerde, brieven schreef en voor iedereen gereed moest zijn vrij wat talrijker waren dan de Uwe. Het gebrek van Uwen hut kan U belemmeren maar niet de waarnemingen onmogelijk maken en gij voert zwaarigheden aan die voor U volstrekt niet bestaan moesten en ook niet bestaan indien gij te Leiden Uw instrument maar beoefend hadt. Terwijl mij zoo weinige waarnemingen bekend zijn van de plaatsbepaling in Batavia, het eerste doel van Uwe zending, verwondert het mij te meer dat gij U met allerlei beschouwingen bezig houdt die het doel van deze zending niet bevorderen. Ik wenschte dat gij U liever met sterbedekkingen dan met deze dingen ingelaten hadt en ik moet U dringend verzoeken dat gij de lengtebepaling te Batavia niet als voltooid beschouwt en die plaats niet verlaat eer dat gij tenminste het bovengenoemde aantal waarnemingen verkregen hebt want dan zoudt gij alles bederven. Uit de waarnemingen van de breedte bepalingen die gij mij hebt medegedeeld blijkt dat gij een zeer nauwkeurige waarnemer zijt hetgeen ik buitendien reeds wist maar uit alles blijkt het mij tevens dat gij Uwe instrumenten niet onderhanden durft nemen. Ik heb UEd. onbewimpeld mijne meening omtrent Uwe werkzaamheden medegedeeld, dit niet om eene vijandige houding tegenover U aan te nemen, maar enkel en alleen in het belang van Uwe zending en in het belang van Uwen persoon, want, al mogt gij dat anders begrijpen, die belangen smelten tezamen. Heb ik gedwaald in mijn ongunstig oordeel, zoo zal ik vriendschappelijke teregtwijzingen dankbaar aannemen, maar verwijtingen die ik niet verdien kan ik niet meer verdragen en ik moet U verzoeken mij in het geheel niet meer te schrijven indien mijne verwachtingen geen ander gevolg mogten hebben dan dat zij U toornig maken. Ik beloof U dat ik U dan ook met mijne aanmerkingen en, hoe ook ongaarne, mij met de Oost Indische zending niet meer zal inlaten. Zoo lang als ik zal spreken zal ik spreken van mijne overtuiging en ik zal de wetenschappelijke belangen die mij werden toevertrouwd naar mijn beste weten blijven voorstaan”.....

<sup>177</sup> N.D. Haasbroek, Prof. F. Kaiser en S.H. de Lange in hun relatie tot de astronomische plaatsbepalingen van omstreeks 1850 in het voormalige Ned. Indië, (Delft 1977).



De Lange 's brief aan Kaiser van 23 mei 1852, bevat, behalve een summier verslag van zijn reis naar Menado, een uitgebreide reactie op Kaiser 's schrijven van 17 december 1851 dat hij "hedenmorgen", na ruim vijf maanden dus, ontving. Wellicht nog sterker spreekt de grote afstand tussen Nederland en het "Nederlandsch-Indië" van toen uit de brief die De Lange op dezelfde dag met dezelfde mail van zijn familie uit Alkmaar had ontvangen en waarin het overlijden van zijn "geliefden broeder Jacques" op 1 februari 1852 wordt gemeld. Uiteraard gaat De Lange in op Kaiser 's verwijt dat hij Batavia heeft verlaten, zonder de lengte-bepaling daar te hebben voltooid:

*"Maar bedenk eens dat ik na den 16 October geen enkele observatie kreeg en dat ik heden berigten tot 25 Maart uit Batavia heb ontvangen, mij meldende dat er tot dien tijd nog geen heldere nacht geweest was. Komt het U ook niet voor dat eene dergelijke gedwongen werkeloosheid, die ik uit de ondervinding van het voorgaande jaar moest voorzien, voor mij geene aanbeveling bij het Gouvernement kon zijn en moet ik wel vele redenen aanvoeren om U te bewijzen dat bij mij de overtuiging wel zeer diep gevestigd moest zijn dat ik het voorstel om naar Menado te gaan verplicht was te doen om der wille mijner loopbaan en van mijnen naam daar ik zoo doende het oogenblik verhaastte dat ik voor langen tijd van vrouw en kinderen moest afscheid nemen?"*

De broers Sjoerd en Dolf de Lange verrichtten honderden waarnemingen van sterren en bamboerichtings-signalen op bergtoppen om zo posities en afstanden zo nauwkeurig mogelijk te bepalen. Soms werd daarbij gebruik gemaakt van lichtsignalen door ontbrandend buskruit tussen twee waarnemingsposten. Door de nauwkeurige meting van het tijdsverschil tussen de lichtflits en het moment waarop een ster de meridiaan passeert kon het lengteverschil bepaald worden. Dat betekende dat in elke post een sterrenkijker opgesteld stond met een chronometer als nauwkeurige klok. Voor de meting van het lengteverschil tussen Kema en Menado (een afstand van ongeveer 30 km) werd gebruik gemaakt van de tussenliggende berg G. Klabat (nu 1995 m), waarop het buskruit tot ontbranding gebracht werd. Vergelijking van de aan weerszijden gemeten tijdsverschillen leverde dan een tijd op die bepalend was voor het verschil in lengtegraad. Een andere methode, die overdag toegepast kon worden als signaal tussen twee posten, was het gebruik van een vallende bamboemat van 1,4 x 1,4 m, zichtbaar op een tussenliggende berg opgesteld. Net als bij het ontbrandend buskruit kon uit het tijdstip van het vallen van die mat van horizontaal naar verticaal, geobserveerd door een kijker, met een klok het tijdsverschil tussen de posten en daarmee het lengteverschil bepaald worden.

Na hun terugkeer in Batavia, maart 1854 werden de metingen van Celebes verder uitgewerkt, de resultaten in een boekje verwerkt en verzonden naar Nederland via het Indisch gouvernement. Eind 1854 werd hun verzocht metingen te starten in Cirebon voor de verdere bepaling van juiste posities voor landafmetingen en topografische kaarten. Hier volgt nog een stukje uit een brief van De Lange.

*Den 17<sup>den</sup> Maart vertrok ik in gezelschap van den kapitein der Genie J. van Staveren naar Cheribon waar wij den 25<sup>sten</sup> aankwamen na onderweg op het paleis Buitenzorg en andere plaatsen onderzocht te hebben of zij gelegenheid aanboden om Cheribon in ligging met Batavia te verbinden. Ons eerste werk was een geschikt terrein voor eene basis te zoeken dat zich langs het Cheribon strand uitbreidt. Aan het eene uiteinde werd dadelijk een signaal van bamboes opgericht om het zoeken van het andere einde gemakkelijk te maken. Later hebben wij ons verzekerd dat zij eene lengte van ongeveer achtduizend ellen heeft en met juistheid de bepaling van den hoogsten top van het Kromogebergte waarop een tweede signaal gesteld is, toelaat. Het is op dezen driehoek dat wij getracht hebben voort te werken. Ik vlei mij dat de door ons gekozen punten allen door werkelijke driehoeksmeting aan elkander verbonden zullen kunnen worden. Over het algemeen zullen zij weinig meer dan 15 paal (22 à 23 km) uit elkander staan en terwijl zij vrij gelijkmatig over de residentie verspreid zijn acht de heer van Staveren hun aantal voor de juiste zamenstelling der topografische kaart ruim voldoende. Maar behalve de gelukkige plaatsing der signalen heeft de reis ons geleerd dat de G. Slamet, de G. Tampomas en waarschijnlijk de Tangkoeban Prahoe in de Preanger in het driehoeksnet kunnen worden opgenomen.*

Door bijna een jaar van driehoeksmetingen in de residentie Cirebon, gebruik makend van allerlei bergtoppen en een basis langs het strand, werd het gebied opgemeten. De lengte van de basis werd bepaald met meetkettingen, bepaald niet een nauwkeurige methode. Op een lengte van 8 km bleek later een fout van 12 m vastgesteld te worden. Door deze fout moest een deel van latere metingen van het driehoeksnet op Java gecorrigeerd worden, waarvoor zowel de hoeken als de lengten van de driehoekszijden werden aangepast. Na 1860 werden op Java zeer nauwkeurig een drietal basissen gemeten voor een hernieuwde triangulatie, waaraan nog uitgebreid aandacht besteed zal worden.

De Lange vond met verschillende astronomische methoden drie waarden voor het tijdsverschil tussen Batavia en Greenwich:  $7^u 7^m 17,5^s$ ,  $7^u 7^m 16,8^s$  en  $7^u 7^m 12,3^s$ . Deze laatste waarde bleek later nauwelijks af te wijken van nauwkeurige metingen met behulp van radiosignalen. Op de gemiddelde breedtegraad van Java komt  $1''$  (een boogseconde) overeen met een afstand van ca. 31 meter. Bij Gouvernements Besluit van 25 nov 1924 werd bepaald dat als nulmeridiaan van Nederlands-Indië voortaan moest worden aangenomen de plaats der vroegere Tijdkele te Batavia, welke geacht werd gelegen te zijn op:  $7^u 7^m 13,853^s$ , ofwel  $106^\circ 48' 27'',79$  ten oosten van Greenwich.

Eind 1854 werd Sjoerd ernstig ziek en moest zijn broer Dolf het werk overnemen. Zijn vrouw schreef een emotionele brief aan Kaiser waarin ze de hele gang van zaken rond de uitzending en het werk in het juiste perspectief plaatste. Sjoerd en zijn gezin gingen in mei 1855 voor ziekteverlof naar Nederland, maar aan boord overleed Sjoerd. Dolf ging verder met hun gezamenlijk gestarte triangulaties op Java in de residenties Banyumas, Bagelen en Kadu en heeft daar uitgebreid over gerapporteerd.<sup>178 179</sup>

### Jean Abraham Crétien Oudemans

Als opvolger van de gebroeders De Lange werd de voormalig assistent van Kaiser, de astronoom Jean Abraham Crétien Oudemans (1827-1906) benoemd. Met de komst van Oudemans op Java in augustus 1857 brak een nieuwe periode aan voor topografische opnemings. Oudemans, opgeleid door Kaiser in Leiden, kreeg de opdracht plaatsen in de archipel met astronomische waarnemingen vast te leggen. Gelukkig zag hij bijtijds in dat triangulatie een betere methode was voor een nauwkeurige grondslag voor kartering. Oudemans en zijn assistenten Jaeger en Voswinkel Dorselen begonnen hun werk met een groot aantal dienstreezen, waarvan gedetailleerde verslagen gemaakt zijn.<sup>180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190</sup>

Onder zijn leiding vond de primaire triangulatie van Java plaats. Daarvoor werden in West-Java, Midden-Java en Oost-Java nauwkeurige basismetingen verricht, gebruik makend van de beste meetinstrumenten die op dat moment verkrijgbaar waren. Oudemans heeft door zijn overname van het standpunt van De Lange ook zijn oud-leermeester Kaiser teleurgesteld.<sup>191</sup> Oudemans heeft van 1858 tot 1875 in Indië gewerkt en zich in zijn memoriam bij het overlijden van Frederik Kaiser veel genuanceerder dan zijn leermeester over het werk van De Lange uitgelaten. Ook Schepers, die vanaf 1910 in Indië 29 jaar bij de Topografische Dienst werkte als hoofd triangulatie, had een gebalanceerder oordeel over het werk van De Lange. In zijn memoriam bij het overlijden van Oudemans, die hij zeer waardeerde, sprak Schepers nog over de toewijding en grote inzet van De Lange met beperkte hulpmiddelen. Zo kan gesteld worden dat, ondanks geconstateerde onvolmaaktheden, met het werk van de gebroeders De Lange een belangrijk begin was gemaakt met de geografische opnemings van Java.

In schril contrast met Sjoerd de Lange kreeg Oudemans een jaarsalaris van  $f$  7200, wat bovendien jaarlijks verhoogd werd met  $f$  600, totdat uiteindelijk het astronomische bedrag van  $f$  14.400 bereikt werd, aanzienlijk meer dan wat hij ooit in Nederland zou krijgen.

<sup>178</sup> G.A. de Lange en Dr. J.J. van Limburg Brouwer, *Geodetische Triangulatie der Residentie Banjoemas en Geodetisch nivellement*, (Batavia 1857).

<sup>179</sup> G.A. de Lange, *Geodetische Triangulatie van de Residentiën Bagelen en Kadoe en Geodetisch nivellement* (met kaart), (Batavia 1857).

<sup>180</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de Geografische Dienst in Nederlandsch Indië, januari 1858 – april 1859*, uit Verhandelingen der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlands-Indië (uitg. Lange & Co, Batavia 1860).

<sup>181</sup> *Verslag van de dienstreezen (in Nederlands-Indië): van den adsistent, tijdelijk waarn. ingenieur bij de geographische dienst C.F.J. Jaeger in 1861, van den hoofd-ingenieur van die dienst in 1862, van den adsistent bij die dienst F.W. Voswinkel Dorselen, in hetzelfde jaar, ter bepaling van de geographische ligging van Muntok, Palembang, Lucipara, Riouw, Singapor, Djambie (Jambi), Moeara-Kompeh, Hoek Berikat, Hoek Toeing, Blinjoe, ondiepwater-eiland en eenige punten op Belitong*, opgemaakt door Dr. J.A.C. Oudemans, 1862.

<sup>182</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van die plaatsen op Java waar telegraafkantoren gevestigd zijn*, op gemaakt door den hoofd-ingenieur van de geographische dienst in Nederlands-Indië dr. J.A.C. Oudemans, (Batavia 1862).

<sup>183</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de dienstreis, van den hoofd-ingenieur van de Geographische Dienst in Julij en Augustus 1863, ter sterrekundige bepaling van de geographische ligging van eenige punten op of nabij de westkust van Borneo*, (Batavia 1863).

<sup>184</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Hernieuwde bepaling van de lengte van Batavia*, (Batavia 1864).

<sup>185</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten op of nabij de Oostkust van Celebes, verricht Sept.-Dec 1864*, (Batavia 1865).

<sup>186</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten in de Molukken, verricht in November 1866 - Februari 1867*, (Batavia 1867).

<sup>187</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten aan de Zuid- en Oostkust van Borneo in September 1867*, (Batavia 1869).

<sup>188</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten in straat Makasar in Mei-September 1869*, (Batavia 1869).

<sup>189</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten in den Riouw- en Lingga-Archipel, in Aug. 1871*, (uitg. Ernst, Batavia 1873).

<sup>190</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Bepaling van het lengteverschil van Batavia en Singapore door middel van seinen met den onderzeeschen telegraafkabel*, uit Natuurkundig Tijdschrift, (Batavia 1874).

<sup>191</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, Hoofd-Ingénieur van de Geographische Dienst in Nederlandsch Indië, *Herleiding van de waarnemingen gedaan door de Heeren S.H. en G.A. de Lange, ter bepaling van de lengte van Menado, Kema, Boeton, Ternate en Makasar in de jaren 1852 en 1853*.

In de lange periode dat Oudemans in Nederlands-Indië werkte (1857-1875) is veel tot stand gebracht. Maar ook na zijn vertrek, eind 1875 naar Nederland, heeft hij nog geruime tijd (1876-1900) naast zijn hoogleraarschap aan de Universiteit Utrecht aan de uitwerking van de meetresultaten besteed. Het resultaat werd vastgelegd door Oudemans in het lijvige werk *“Die Triangulation von Java”*.<sup>192</sup> Met de triangulatie van het primaire net van Java werd de basis gelegd voor de latere topografische opname en kartering. Voor de metingen had hij de beschikking over een Repsold basismmeetinstrument en een Repsold universaalinstrument, door hem meegenomen uit Nederland. Deze instrumenten krijgen in hoofdstuk 4 nog aandacht. Later kwamen universaalinstrumenten van Pistor en Martins, Breithaupt en Hildebrand beschikbaar. Voor de buitengewesten werd met astronomische plaatsbepaling gewerkt. Op Java werden plaatsen met telegraafkantoren vastgelegd. Daardoor konden tijdseinen voor de lengtegraad-bepaling worden gebruikt. Dit zal in hoofdstuk 4.2.3 weer aan de orde komen. In *“Die Triangulation von Java”* wordt eerst de vergelijking tussen het Repsold basismmeetapparaat en de standaardmeter behandeld (Erste Abtheilung). Vervolgens komen uitgebreid de basismetingen bij Simplak, Logantong en Tangsil aan bod (Zweite Abtheilung & Dritte Abtheilung). Daarna wordt aandacht besteed aan het primaire en het secundaire driehoeksnetwerk (Vierte Abtheilung & Fünfte Abtheilung). Ten slotte worden schietloodafwijkingen besproken (Sechste Abtheilung) en volgt nog een bijlage over refractie (Anhang).

Het is een degelijk werk waar later op voortgeborduurd is. Dit werk heeft dan ook 40 jaar gevergd, waarvan bijna de helft door hem op Java. Hij heeft na zijn terugkeer naar Nederland in 1875 naast zijn hoogleraarschap in Utrecht er tot eind 19<sup>e</sup> eeuw aan gewerkt. Het is opmerkelijk hoeveel aandacht er al aan twee grote versturende factoren, de refractie en de schietloodafwijkingen wordt besteed. Oudemans kende door zijn waarnemingen als astronoom afwijkingen, die door refractie van de atmosfeer konden ontstaan goed. Hij onderkende ook het grote belang van nauwkeurige plaatsbepaling, vooral voor longitude. Hij was een van de eersten die van telegrafiesignalen (tijdseinen) op Java gebruik maakte. Al in 1860, nauwelijks drie jaar na zijn komst op Java, deed hij uitgebreid verslag in het *Natuurkundig Tijdschrift* over zijn metingen bij de Geografische Dienst.<sup>193</sup> De meetresultaten vergeleek hij met die van De Lange, waarbij hij tot de conclusie kwam dat zijn resultaten goed overeenkwamen (op een enkele rekenfout na), zodat hij ook het werk van De Lange wist te waarderen. De onderdelen van het werk van Oudemans zijn verwerkt in volgende hoofdstukken, waarbij in hoofdstuk 4 aandacht besteed wordt aan de basismetingen en de genoemde versturende factoren en in hoofdstuk 5 aan de resultaten van de triangulaties.

### François de Bas en Johan Muller

Bij de afronding in 1881 van de primaire triangulatie van Java, besloot de regering de Geografische Dienst met de sterrenkundige opnemingen naar de Hydrografische Dienst te laten overgaan. In mei 1882 besloot de GG van de verdere triangulatie van Sumatra af te zien. Door het daaropvolgende protest van kapitein (later generaal) François de Bas kon dat voorkomen worden. Hij voerde tal van argumenten aan voor de verdere voortzetting van de kartering van Sumatra en toonde aan dat de baten de benodigde gelden daarvoor ruimschoots zouden overtreffen. Daarin gaf hij nogmaals duidelijk aan, dat voor goede kaarten eerst een triangulatie nodig was en pas daarna opneming en kartering.<sup>194</sup> Hij maakte voor de triangulatie van Sumatra in 1882 een plan, waarin de volgorde van werkzaamheden aangegeven werd.<sup>195</sup> Gestart zou moeten worden in het Gouvernement van Sumatra's Westkust bij Padang. Vervolgens zou via de residentie Bengkulu verder naar Zuid-Sumatra gewerkt moeten worden, richting de Lampongse districten, zodat een verbinding met het triangulatiernet van Java mogelijk zou worden. Daarna zou Palembang toegevoegd moeten worden en daarna Sumatra's Oostkust. Het protest van De Bas had effect. De regering besloot toch met de triangulatie van Sumatra door te gaan.<sup>196</sup>

<sup>192</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Die Triangulation von Java, Niederländisch Ost-Indien*, Teil 1-6, 1875-1900: Erste Abtheilung: *Vergleichung der Massstabe des Repsold'schen Basismessapparates mit dem Normalmeter*, Batavia 1875; Zweite Abtheilung: *Die Basismessung bei Simplak*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1878); Dritte Abtheilung: *Ergänzungen zu den beiden ersten Abtheilungen. Genaue Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Normalmeter und dem Metre des Archives. Das Basisnetz von Simplak. Die Basismessungen bei Logantong und bei Tangsil, sowie die beiden dazu gehörenden Basisnetze*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1891); Vierte Abtheilung: *Das primaire Dreiecknetz*, uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1895; Fünfte Abtheilung: *Ergebnisse der Triangulation zweiter Ordnung*, uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1897; Sechste und letzte Abtheilung: *Die Hohen-, Breiten- und Azimuthbestimmungen die Lothabweichungen im Sinne des Meridians und des Parallels. Nebst einem Anhang: Geschichtliches über die Terrestrische Refraktion*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1900).

<sup>193</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de Geografische Dienst in Nederlandsch Indië, januari 1858 – april 1859*, in Verhandelingen der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië (uitg. Lange & Co, Batavia 1860).

<sup>194</sup> De methode van triangulatie wordt uitgebreid in hoofdstuk 4.3 besproken, evenals de basismeting, kartering en versturende factoren.

<sup>195</sup> F. de Bas, *De Triangulatie van Sumatra, met kaarten en bijlagen*, uitgegeven van wege het Aardrijkskundig Genootschap, Bijblad No 10, (uitg. C.L. Brinkman, Amsterdam en J.L. Beijers, Utrecht 1882).

<sup>196</sup> F. de Bas, *De opnemingen in Nederlandsch-Indië gedurende de jaren 1885 en 1886*, uit *Tijdschrift van het KNAG*, 1888.



De voorbereidingen voor de triangulatiemetingen startten in 1883 met terreinverkenningen voor een basis-meting bij Padang. Aan de Westkust van Sumatra werd een strook land van bijna 5 km lengte gevonden, waar met een stalen meetlint zo nauwkeurig mogelijk een basis gemeten werd. Het meetlint was nog geijkt op een basislijn van 200 meter, die uitgezet was op het Koningsplein in Batavia met het Repsold toestel, voordat dat weer terug naar Nederland werd gezonden. Op de basislengte van 4857 m werd uit een drietal metingen een grootste verschil van 7 mm vastgesteld, een goede prestatie op dat moment. Later bleek dat dit toch niet voldoende nauwkeurig was, zodat daar in 1927 met een Jäderin toestel een nieuwe basis gemeten werd. De basis kon in 1883 vergroot worden tot een primaire driehoekszijde van 35 km. Van daaruit werd het primaire net in 1883 uitgebreid, met gebruikmaking van een tiental bergtoppen in de omgeving van Padang.<sup>197</sup> De Mercator-projectie werd gebruikt voor de berekeningen bij de hoofddriehoeksmetingen, waarna de coördinaten herleid werden tot die op het betreffende graadafdelingsblad in de polyeder-projectie.<sup>198</sup> Voor Sumatra's Westkust werd gebruik gemaakt van de meridiaan van Padang op 6° 26' 26", 373 W.L. van Jakarta.<sup>199</sup>

Na Java vond eind 19<sup>e</sup> eeuw de verdere triangulatie van Sumatra plaats onder leiding van J.J.A. Muller. Hij had na een opleiding als officier in Breda, zijn opleiding van Prof. Schols en Prof. Oudemans in Nederland gekregen. Er werd een triangulatiebrigade opgericht, die meteen in Zuid-Sumatra aan de slag ging.<sup>200</sup> Muller kreeg de leiding van deze brigade en heeft zich steeds beijverd voor de opleiding van de medewerkers van de TD.<sup>201</sup> Na zijn terugkeer naar Nederland werd hij hoogleraar in Utrecht en bracht zijn ervaring in als voorzitter van de Rijkscommissie voor Graadmetingen en Waterpassen, waarover later meer.

Jaarlijks werd een Regerings-almanak voor Nederlands-Indië uitgegeven. De almanak uit 1867, bevatte naast algemene informatie, die in almanakken te vinden is over jaartellingen, feestdagen, astronomische gebeurtenissen, munten, maten en gewichten, koninklijk huis, grondgebied, geschiedenis en bevolking, ook gedetailleerde informatie over het bestuur met de departementen, het leger, de marine, de burgerlijke openbare werken, de gezondheids- en onderwijsinstellingen, de kerken en de ondernemingen. Zelfs de grondwet stond erin. In dat jaar werd in 758 pagina's vrijwel ieder die hierbij werkte of betrokken was vermeld, een ongelofelijke hoeveelheid informatie, die zo nauwgezet mogelijk jaarlijks werd bijgehouden.<sup>202</sup> Uitgegeven zeekaarten en gidsen werden ook vermeld. Zelfs werd de hoogte (in Rijnlandse voeten) van honderden plaatsen en vulkanen opgegeven. De meesten waren met een barometer bepaald, enkele met een sextant of kookbarometer.<sup>203</sup> Deze Regerings-almanakken zijn nuttig voor het verkrijgen van een jaarlijks overzicht. Echter de Koloniale Verslagen en de latere Jaarverslagen van de Topografische Dienst (TD) en andere regeringsdiensten geven een overzicht per onderwerp, waarmee een vollediger beeld verkregen wordt. In de grafiek aan het begin van hoofdstuk 9 is de zien dat rond 1850 een aantal publicaties over de eerste verkenningen is ontstaan (met name die van Melvill, Van de Velde, Junghuhn en Oudemans) en dat vervolgens de Koloniale Verslagen uitdijen tot 1000 pagina's per jaar of meer. De Jaarverslagen van de TD nemen vanaf 1905 een groot deel van de verslaglegging op hun gebied over; de hydrografische activiteiten blijven in de Koloniale Verslagen. Ook de ontwikkeling en voortgang van steden met de infrastructuur uit het volgende hoofdstuk is voor een groot deel ontleend aan de Koloniale Verslagen.

## Conclusie historisch overzicht

Uit dit hoofdstuk 2 blijkt dat kaarten ontstonden door gedreven experts, die gestimuleerd werden, maar ook door de bestuurders gelegenheid kregen, gebieden te verkennen en op te nemen voor kartering. De besproken experts leverden grote prestaties, mede mogelijk gemaakt door middelen, verstrekt door het gouvernement.

Na dit historisch overzicht met de eerste hydrografische en topografische verkenningen wordt nu aandacht besteed aan de infrastructuurgebieden, waar kaarten nodig waren voor planning en realisatie van uitbreiding en vernieuwing. Omgekeerd hebben steden, havens, wegen, spoorwegen en telecomverbindingen de kaarten vormgegeven. Straaltorens en masten voor mobiele communicatie zijn de nieuwe oriëntatiepunten geworden.

<sup>197</sup> F. de Bas, *De Triangulatie van Sumatra*, met kaarten en bijlagen, uitgegeven van wege het Aardrijkskundig Genootschap, Bijblad No 10, (uitg. C.L. Brinkman, Amsterdam en J.L. Beijers, Utrecht 1882).

<sup>198</sup> De genoemde basismetingen en projecties worden in hoofdstuk 4 besproken.

<sup>199</sup> Later werd voor Zuid-Sumatra gebruik gemaakt van de midden-meridiaan van Zuid-Sumatra op 3° 15' W.L. van Jakarta (Batavia) als nulmeridiaan.

<sup>200</sup> Dr. J.J.A. Muller, *De Triangulatie van Zuid-Sumatra*, uit Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, Jaarg. XX 1904.

<sup>201</sup> J.J.A. Muller, *Triangulaties in Nederlandsch-Indië*, ca. 1905.

<sup>202</sup> *Regerings-Almanak voor Nederlandsch-Indië 1867*, (Batavia, Ter Landsdrukkerij 1867).

<sup>203</sup> De verschillende manieren van hoogtemeting komen in hoofdstuk 4 ter sprake.

### 3 Kaarten voor stedenbouw en infrastructuurontwikkeling

Dit hoofdstuk behandelt de vraag naar en het ontstaan van kaarten aan de hand van drie gekozen aandachtsgebieden: *steden en openbare werken*, *spoorwegen en tramwegen* en *telecomverbindingen*. De nadruk ligt op de periode 1860-1990, waarin de grootste veranderingen plaatsvonden. Verkenningen en metingen, die van invloed zijn geweest op de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland, komen ook ter sprake. De gebruikte geodetische methoden en instrumenten komen in hoofdstuk 4 aan de orde.

Tot 1800 kende Indië nauwelijks steden van enige omvang. De grootste steden Batavia en Surabaya, hadden minder dan 50.000 inwoners, terwijl de totale bevolking in de archipel amper 5 miljoen inwoners telde. Dat was in 2016 gestegen tot meer dan 250 miljoen, waarvan ongeveer de helft op Java en Madura. Deze uitbreiding van steden met de bouw van nieuwe woningen en voorzieningen, zoals scholen, kantoren, ziekenhuizen en fabrieken vergde een goede stadsplanning, waarvoor kaarten onontbeerlijk waren. Ook de registratie van het onroerend goed door het Kadaster met gegevens omtrent eigendom, plaats, afmeting en soort of karakter werd steeds belangrijker. Dit werd nog versterkt door de mogelijkheid belasting te heffen of belastingen evenrediger te verdelen. Rond 1800 was de infrastructuur in de vorm van wegen, bruggen en havens zeer beperkt. De VOC had voor haar bestuurs- en handelsactiviteiten een aantal wegen aan laten leggen om goederen tussen schepen en pakhuisen te transporteren. Pas met de komst van Daendels in 1808 werd de Grote Postweg na 1809 de eerste verharde verbinding tussen de grote steden op Java. Daardoor kon de reistijd van Batavia naar Surabaya over een afstand van 900 km, ofwel 300 uur gaans, aanzienlijk bekort worden. Brieven deden daardoor in plaats van 3 weken er 6-7 dagen over, terwijl passagiers nu met paarden en koets hun reistijd konden bekorten van één maand tot 10 dagen. Door de tropische regenbuien konden de rivieren in korte tijd aanzwellen tot grote watermassa's, die tot grote overstromingen leidden. In de droge tijd was er gebrek aan voldoende water voor de irrigatie van landbouwgrond. Waterwerken voor regulatie van te veel en te weinig water kregen dan ook steeds grotere prioriteit. Dat werd versterkt door de toenemende invloed van de koloniale overheid, die vanaf 1830 met de invoering van het cultuurstelsel er alle belang bij had de opbrengst van landbouwproducten te verhogen.

Vanaf 1860 vond serieus onderzoek plaats naar de mogelijkheid van spoorverbindingen. Op Java ontstond de behoefte aan snel efficiënt transport van landbouwproducten naar de havens, terwijl ook vervoer van personen tussen de grote steden steeds belangrijker werd. De spoorwegontwikkeling zag de overheid eerst als particulier initiatief, waarvoor zij concessies verstrekke. Al spoedig leidde het strategische en economische belang tot staatsaanleg en -exploitatie. Spoorwegen op Sumatra werden in eerste instantie gebruikt voor vervoer van kolen en landbouwproducten naar de havens aan de kust. Langs de spoorwegen vond ook de eerste aanleg van telegrafieverbindingen plaats. Daarmee kon de komst van een trein aangekondigd worden en was het mogelijk tekstberichten in de vorm van telegrammen te versturen. Spoorwegen en telegrafie, later telefonie, waren nauw met elkaar verbonden. Op de meeste detailkaarten zijn naast de spoorwegen dan ook de telegrafie- en telefoonlijnen aangegeven.

Aanvankelijk gebruikte de Indische PTT voor telegrafie- en telefoonverbindingen luchtlijnen in de vorm van ijzer- of koperdraden, opgehangen aan palen langs wegen en spoorwegen. Dat was een kostbare investering, die veel onderhoud vergde. De luchtlijnen maakten, zonder versterking van het signaal, overbrugging van afstanden van 50 tot 100 km mogelijk. Daarbij was de capaciteit van de verbinding aanvankelijk beperkt tot één signaal of gesprek per aderpaar, zodat al gauw vooral in steden, grote aantallen draden opgehangen aan stevige masten nodig waren. Met de komst van radioverbindingen voor langeafstandsverkeer ontstonden nieuwe mogelijkheden. Vooral de draadloze verbinding tussen Nederland en Indië bleek te voldoen aan een grote behoefte. Meestal ontstond uit particulier initiatief infrastructuur, zoals bij spoorwegen, telecomverbindingen en havens die, zodra ze succesvol waren, door de staat werden overgenomen. De verkeersbedrijven van de staat speelden dan ook een grote rol in de verdere ontwikkeling.<sup>204</sup> De overheidsuitgaven in Indië voor openbare werken zijn een indicator voor het gewicht dat eraan toegekend werd (**Annex 8.31**).

De overkoepelende vraag in dit hoofdstuk is hoe hebben sociaal-maatschappelijke ontwikkelingen op het gebied van stedenbouw, havens, wegen, spoorwegen en telecomverbindingen bijgedragen aan het ontstaan van kaarten.

<sup>204</sup> S.A. Reitsema, *De Verkeersbedrijven van den Staat (Spoorwegen, Telegraaf- en Telefoondienst; Havenwezen)*, Vereniging voor studie van Koloniaal maatschappelijke vraagstukken, Publicatie No. 17, (uitg. O. Kolff & Co, Weltevreden 1924).

### 3.1 Steden en openbare werken

Plattegronden van stadskarten waren onmisbaar voor een geplande uitbreiding van de snelgroeiende steden. De opnemingen en vervaardiging van kaarten vonden plaats, zowel door de Topografische Dienst als door het Kadaster. In Batavia was steeds grote behoefte aan kaarten, waarvoor vaak een beroep werd gedaan op de Topografische Dienst.

#### 3.1.1 Stedenbouw

De belangrijkste steden aan het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw waren Batavia (Jakarta), Bandung, Surabaya, Semarang, Cirebon en Makassar. Daarnaast kunnen in de vorstenlanden ook nog Surakarta (Solo) en Yogyakarta (Yogya) genoemd worden. Het grootste deel van de bevolking leefde nog op het platteland. Tot 1930 bedroeg de stedelijke bevolking in genoemde steden amper 1 miljoen, wat gering was op een totale bevolking van bijna 60 miljoen. In 2015 lag de verhouding totaal anders namelijk 50 op 250 miljoen. Deze enorme groei van de stedenbouw heeft uitgebreide verkenning en planning gevergd. Er werden tal van blauwdrukken en kaarten gemaakt voor ontwerpen en uitvoeringen, waarbij het Kadaster en de Topografische Dienst belangrijke bijdragen hebben geleverd. Indië was verdeeld in Residenties en Regentschappen, die weer verdeeld waren in Afdelingen. Zoals eerder is aangegeven wordt Indonesië nu bestuurd via bijzondere gebieden, zoals Aceh en Yogya en provincies bestaande uit een aantal kapupaten, die weer bestaan uit kelurahan, kota's en desa's. De grote steden hebben een aanzienlijke autonomie. Op Sumatra waren de belangrijkste steden in 2015 (van zuid naar noord, zie Fig. 3-1), Bandar Lampung (samenvoeging van Tanjung Karang en Teluk Betung), Palembang, Bengkulu, Padang, Pekanbaru, Medan en Banda Aceh. Op Kalimantan (Borneo) waren dat Pontianak, Banjarmasin, Balikpapan en Samarinda en op Sulawesi (Celebes) Makassar (dat enige jaren Ujung Pandang heette), Manado en Gorontalo. Op Bali kan Denpasar genoemd worden, terwijl dat in de Molukken Ambon en Ternate, op Timor Kupang en op Papua nu Sorong en Jayapura (het voormalige Hollandia) zijn.



Fig. 3-1 Eilanden en belangrijke steden in de Indonesische archipel.

Op Java zijn de belangrijkste steden in Fig. 3-2 aangegeven, met als grootste: Jakarta, Bandung, Semarang en Surabaya. Java is opgedeeld in de volgende gebieden (van west naar oost in Fig. 3-2): Banten, Jakarta, West-Java, Midden-Java, Yogyakarta en Oost-Java. Yogyakarta is een bijzonder gebied (daerah istimewa) en is sinds 1950 weer een sultanaat met een eigen bestuur. Het eiland Madura wordt bij Oost-Java gerekend. De ontwikkelingen in de archipel werden vanaf 1849 elk jaar in almanakken en Koloniale Verslagen beschreven. Dat gold voor zowel de politieke situatie, de inzet van het leger, voor de economische bedrijvigheid als voor de ontwikkelingen van de steden en infrastructuur. Hiervan is dan ook dankbaar gebruik gemaakt.<sup>205 206 207</sup>

<sup>205</sup> *Regerings-Almanak voor Nederlandsch-Indië 1865 en 1867*, (Batavia, Ter Landsdrukkerij 1865 en 1867).

<sup>206</sup> *Almanak van het Indologisch Studentencorps voor 1897*, (uitg. J. Waltman, Binnenwatersloot 33, Delft 1897).

<sup>207</sup> W.B. Bergsma, *De bevolkingscijfers van Java's hoofdsteden in 1880, en eenige andere cijfers uit den Regeeringsalmanak van Nederlandsch Indië van 1882*, uit *Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap*, Amsterdam 1882.





Fig. 3-2 Belangrijkste steden op Java en Madura.

Met de oprichting van het Departement Burgerlijke Openbare Werken (BOW) in 1866 werd getracht enige structuur in de realisatie van utiliteitsgebouwen en civiele infrastructurele werken aan te brengen.<sup>208 209</sup> Voor gebouwen werd een zekere vorm van standaardisatie aan de hand van een beperkt aantal ‘normaal-ontwerpen’ voorgeschreven.<sup>210</sup> Zo waren stations, telegraafkantoren, postkantoren, scholen, ziekenhuizen en opslagplaatsen gebaseerd op gestandaardiseerde plattegronden en uiterlijke vormgeving, die heden ten dage nog de koloniale gebouwen kenmerken. Veel daarvan is ook terug te vinden in de woonhuizen.<sup>211 212</sup> Overigens werd standaardisatie ook vaak toegepast op de pompgemalen, bruggen, sluizen en dammen, iets wat ook in Nederland met de “waterstaatsstijl” het geval was. In Indië werden de steden op grote schaal ontworpen. Dat wil zeggen stadsuitbreidingen voor Europeanen werden aanvankelijk ruim aangelegd. Aparte wijken in “koloniale stijl” werden op grote afstand van het centrum gepland. Voorbeelden zijn de nieuwe wijken in Batavia en Bandung. Vaak ontstond daardoor een tweedeling van de stad. In Batavia was dat de oude compacte benedenstad en aangrenzende Chinese wijk Glodok enerzijds en nieuwe gebieden in het zuidelijker gelegen Weltevreden, Gondangdia en Menteng (ten oosten en zuiden van het Koningsplein) anderzijds. In Bandung was dat het geval met de oude compacte stad ten zuiden van de oost-west spoorlijn en de nieuwe wijk in het noorden. Daar werden later ook verschillende overheidsinstituten gevestigd, zoals laboratoria, het ziekenhuis, het PTT-hoofdkantoor, het Departement van Gouvernementsbedrijven (nu het Gouvernementsgebouw voor West-Java, door de pinakel op het dak Gedung Saté genoemd) en de Technische Hogeschool (nu Institut Teknologi Bandung ofwel ITB), geopend in 1920. Vergelijkbare situaties zijn te vinden in Semarang en Surabaya. Bij de woningen van de inheemse bevolking waren ook vaak de bedrijfjes gevestigd waar deze bevolking werkzaam was. In de Europese wijken was er een duidelijk onderscheid tussen de plaats van wonen en plaats van werken. Het waren veelal vrijstaande villa’s, omgeven door een grote tuin, in de wijk Menteng in Batavia vaak weer door een hoge muur of schutting van de buitenwereld afgeschermd. Deze ontwikkelingen zijn direct uit het stratenpatroon op de stadsplattegronden af te leiden (zie ook Fig. 3-9 en **Annex 8.16**). De groei van de bevolking nam vanaf het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw snel toe, zoals uit Tabel 3-1 en Tabel 3-2 blijkt. Rond 1900 had Nederlands-Indië 42 miljoen inwoners, in 1930 waren dat er al 59 miljoen, maar in 2015 zelfs 250 miljoen, waarvan de helft op Java. Ook de steden groeiden snel: Jakarta (Batavia) van bijna 0,5 miljoen in 1930 tot 30 miljoen (voor de regio) in 2015. Medan groeide van een onbetekenend plaatsje eind 19<sup>e</sup> eeuw tot een miljoenenstad, Bandung groeide van een kleine provinciestad in 1900 tot de derde miljoenenstad van de archipel. Het aantal Europeanen is altijd relatief klein gebleven. Daarmee was ook het aantal woningen voor Europeanen relatief klein, hoewel hun gemiddelde woning aanzienlijk groter was dan van de lokale bevolking. De meeste grote bedrijven stonden aanvankelijk ver buiten de steden. Dat waren fabrieken voor de verwerking van landbouwproducten zoals suiker, rubber, thee en koffie. Andere bedrijven waren gerelateerd aan de spoorwegen of de scheepvaart. De havens en spooreplacements met stations bepaalden in de 20<sup>e</sup> eeuw voor een groot deel de ontwikkeling van de steden. Later kwamen daar nog vliegvelden, winkelcentra en sportaccommodaties bij.

<sup>208</sup> *Regerings-Almanak voor Nederlandsch-Indië*, (Batavia, Ter Landsdrukkerij 1867).

<sup>209</sup> *Verslag over de Burgerlijke Openbare Werken in Nederlandsch-Indië over het jaar 1916*, (uitg. Landsdrukkerij-Weltevreden 1920).

<sup>210</sup> Pauline K.M. van Roosmalen, *Ontwerpen aan de stad, Stedenbouw in Nederlands-Indië en Indonesië (1905-1950)*, Technische Universiteit Delft.

<sup>211</sup> Cor Passchier, *Bouwen in Indonesië 1600-1960*, (uitg. LM Publishers, Volendam 2016).

<sup>212</sup> Emile Leushuis, *Gids historische stadswandelingen Indonesië*, (uitg. KIT Publishers, Amsterdam 2011).

Vergelijking van stadsplattegronden in de periode 1860-1940 laat veranderingen zien, die nauw samenhangen met economische ontwikkelingen in de archipel. Bij Jakarta werden nieuwe satellietsteden gepland, zoals Kebayoran in het zuiden en Kemayoran in het oosten. De grootste veranderingen zijn echter in de periode 1980 - 2015 ontstaan. De skyline van de grote steden werd steeds meer gedomineerd door “high-rise buildings” zoals ze lokaal genoemd worden. Vooral de laatste 20 jaar heeft er een ware bouwexplosie plaatsgevonden. Koloniale gebouwen zijn nu nauwelijks nog herkenbaar tussen al die glanzende hoge kantoorgebouwen (zie ook Fig. 3-6, Fig. 3-7 en Fig. 3-8).

Tabel 3-1 **Groei van de bevolking in miljoenen**

Jaar	Java en Madura	Ned. Indië / Indonesië	Nederland
1815	4,5	6	2,5
1845	9,4	14	3,0
1880	12,5	18	4,0
1900	28,4	42	5,1
1920	34,4	50	6,0
1930	40,9	59	7,9
2000	110,0	220	16,0
2015	125,0	250	17,0

Tabel 3-2 **Groei van de steden in aantal inwoners**

Aantal inwoners in:	1930 (totaal)	1930 (Europeanen)	2000 (x10 <sup>6</sup> )	2015 regio (x10 <sup>6</sup> ) *
Jakarta	437.433	31.340	12	30
Surabaya	342.000	26.000	3	4
Bandung	166.722	19.664	3	8
Semarang	218.000	12.600	2	3
Medan	80.000	5.000	2	4

\* schattingen

Stadskaarten uit verschillende perioden geven een goed beeld van de ontwikkeling van een stad. Rond het paleis of de kraton van een vorst ontstonden woningen en bedrijven voor personeel en toeleveranciers. In Batavia groeide de stad vanuit het kasteel aan de kust langs de rivier de Ciliwung naar het zuiden. De oude benedenstad was ongezond door malariamuggen uit het lage moerassige kustgebied zodat, verder van de kust, de hoger gelegen wijk Weltevreden werd aangelegd. Hoger gelegen betekende ook minder kans op overstromingen tijdens de natte moesson. Een nadeel was de grotere afstand tot de haven en de daaraan verbonden bedrijven en winkels. Rond de oude stadsdelen ontwikkelden zich de wijken voor “Vreemde Oosterlingen”. Met name de Chinezen en Indiërs bouwden aparte compacte wijken met kleine bedrijven en winkels. Dit is herkenbaar aan het stratenpatroon. Boeddhistische en Hindoeïstische tempels waren klein van omvang en meestal geïntegreerd in de wijk. Dat gold aanvankelijk ook voor moskeeën op een enkele uitzondering na als in Aceh en Medan; pas na de overdracht werden overal grote moskeeën gebouwd. Protestantse en katholieke kerken domineerden meer het straatbeeld. In Batavia was dat ten oosten van het Koningsplein (nu Medan Merdeka) de Willemskerk uit 1839 (Fig. 3-5, nu Immanuelkerk) en de kathedraal van Onze Lieve Vrouwe ten Hemelopneming uit 1901 (nu Santa Maria Pelindung Diangkat Ke Surga). Nog meer in het oog springend waren de gouvernementsgebouwen, zoals het oude stadhuis in de benedenstad uit 1710 (Fig. 3-3, nu museum) en het paleis van de gouverneur aan het Koningsplein uit 1879 (nu Istana Merdeka en Istana Negara van de president).<sup>213</sup> Pas tussen 1961 en 1978 werd de grote moskee gebouwd naast de kathedraal op de plaats van de vroegere citadel voor Weltevreden (zie ook Fig. 3-9). De stadsuitbreidingen van de grote steden aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw vonden vaak plaats met grote wijken, ruim opgezet met een uitgekiend stratenpatroon en veel groenvoorzieningen. Hoogbouw kwam nauwelijks voor, behalve voor enkele grote bedrijven in de benedensteden van Batavia, Semarang en Surabaya. Goede, gedetailleerde kaarten waren van groot belang voor de stadsplanning, inclusief de wegeaanleg en de sanitaire- en drinkwatervoorzieningen. De plattegronden van Jakarta, Bogor, Bandung, Semarang, Surabaya en Malang in verschillende perioden geven een interessant beeld van de ontwikkeling in de laatste 150 jaar. Met name de snelle groei van Malang vergde een goede planning van woningen en utiliteitsgebouwen. Dat heeft geleid tot een stadsplattegrond, die zelfs in 2015 nog een aantrekkelijke woon- en werkomgeving liet zien (zie **Annex 8.16**).

<sup>213</sup> Adolf Heuken sr., *Historical Sites of Jakarta*, (uitg. Cipta Loka Caraka, Jakarta 1983).



Fig. 3-3 Jakarta kota (oude stad), stadhuis uit 1710, museum in 2015.



Fig. 3-4 Jakarta kota, Post- en Telegraafkantoor uit 1911, straatbeeld in 2015.



Fig. 3-5 Jakarta, Immanuelkerk (vroegere Willemkerk) uit 1839 ten oosten van Medan Merdeka 2015.





Fig. 3-6 Jakarta richting noorden met het nationale monument op Medan Merdeka (Vrijheidsplein) 2015.



Fig. 3-7 Jakarta richting zuiden, Gunung Salak op de achtergrond in 2015.



Fig. 3-8 Jakarta, Onafhankelijkheidsplein met Welkomstmonument in Menteng, 2015.



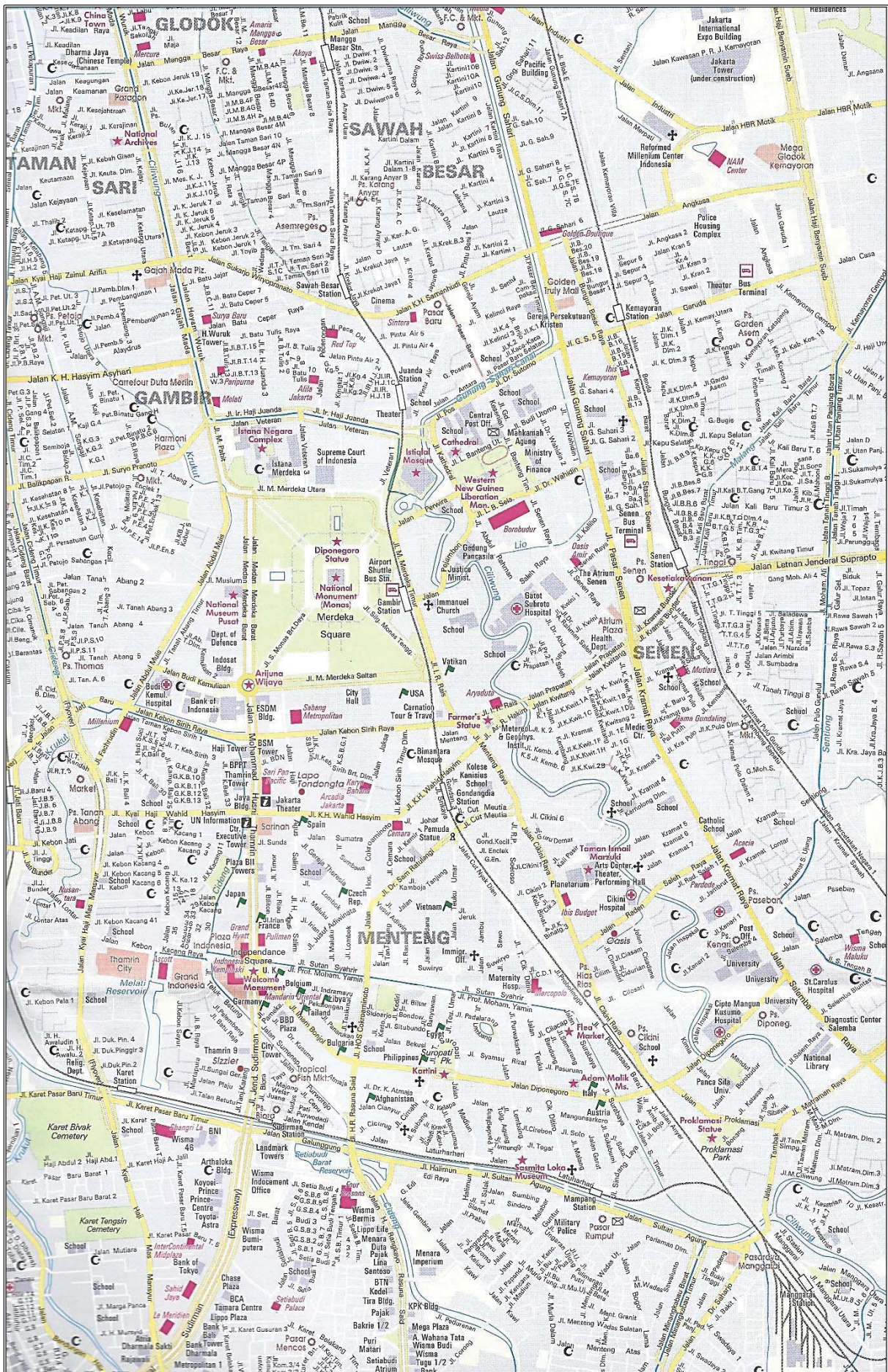


Fig. 3-9 Jakarta, Weltevreden-Gambir en Menteng rond Medan Merdeka (het vroegere Koningsplein) in 2014.



### 3.1.2 Wegen en bruggen

In de uitgestrekte archipel, waar door de natte en droge moesson grote verschillen in neerslag voorkomen, werden bijzondere eisen gesteld aan wegen en bruggen. Rivieren konden in korte tijd aanzwellen tot kolkende massa's water en wegen veranderden in onbegaanbare modderpoelen.<sup>214 215</sup> In de droge tijd was er gebrek aan water; voor drinkwater en irrigatie werden flinke civiele werken uitgevoerd. Sommige delen van Indonesië hadden al in de 19<sup>e</sup> eeuw een grote bevolkingsdichtheid. Op Java, met een bevolking omstreeks 1880 van ca. 12,5 miljoen, was dat al meer dan 95 personen per km<sup>2</sup> en was irrigatie nodig om hongersnood te voorkomen. Inmiddels was die dichtheid op Java in 2015 toegenomen tot 950 personen per km<sup>2</sup>, dus 10 x zoveel. Ter vergelijking met Nederland was dat rond 1880 ca. 100 personen per km<sup>2</sup> en in 2015 ca. 455 personen per km<sup>2</sup>, de helft van Java nu.

De Grote Postweg over Java, in één jaar aangelegd tussen 1809 en 1810, was een grote prestatie. Allereerst moest een geschikte route gevonden worden tussen de belangrijkste plaatsen. Daarbij diende rekening gehouden te worden met maximale hellingen van 1:10 (10%), van belang voor zowel het stijgen als het dalen van de koets met paarden. Het aantal te kruisen rivieren en benodigde bruggen of doorwaadbare plaatsen moest zo gering mogelijk zijn. Dat vergde uitgebreide verkenningen en landmetingen. Het belangrijkste traject volgde de route van Batavia-Buitenzorg-Cirebon-Semarang-Surabaya. Pas in 1854 werd dit uitgebreid met wegen naar het zuiden, waarbij de vorstenlanden Surakarta en Yogyakarta werden aangedaan. De weg was, daar waar mogelijk twee Rijnlandse roeden (2 x 3,77 m) breed, soms zelfs 3 roeden. Om de 400 Rijnlandse roeden (1,5 km) werd een paal gezet om de afstand te markeren en onderhoud te verdelen over de herendiensten, een vorm van dwangarbeid. De Paal van 1,5 km is lange tijd in Indië als lengte-of afstands-eenheid in gebruik geweest, waarbij voor de oppervlakte als maateenheid de vierkante paal, ofwel □ paal (2,3 km<sup>2</sup>), gehanteerd is. Langs de postweg werd om de 5 à 6 paal een station geplaatst voor het wisselen van paarden of opstappen van passagiers. Deze stations zijn op detailkaarten met schaal 1:20.000, uitgegeven rond 1890, nog aangegeven. Zoals al bij Daendels is vermeld is de Grote Postweg onder grote dwang gereed-gekomen. De aanleg van de weg werd verdeeld in stukken die in een bepaalde tijd, als herendienst gereed moesten komen. Bij het niet nakomen van de opgelegde werkzaamheden werden flinke straffen uitgedeeld, tot ophanging aan bomen langs de weg toe.<sup>216</sup> Bij de aanleg van 900 km weg in een jaar zijn veel Javanen omgekomen. Het was op dat moment de enige verharde weg over Java, die zelfs in het regenseizoen gebruikt kon worden.

De grote wegeaanleg kwam met de komst van het gemotoriseerde vervoer pas begin 20<sup>e</sup> eeuw. De eerste verharde wegen volgden de oude routes tussen de steden, dorpen (desa's), pleisterplaatsen of Pasarangans (overnachtingsplaatsen van de overheid).<sup>217 218</sup> Voor de wegeaanleg werd dankbaar gebruik gemaakt van de verkenning en kartering van de Topografische Dienst. Zowel op Java als op Sumatra waren de kaarten van groot belang voor bepaling van de beste plaats van nieuwe wegen en bruggen. De grote afstanden en moeilijke terreinomstandigheden vergden een zorgvuldige keuze van route en constructiematerialen. De wegen werden en worden nog gebruikt voor een grote diversiteit aan vervoersmiddelen. Naast gemotoriseerd verkeer als motoren, scooters, auto's, bussen en vrachtwagens komen ook nog veel voor de buffel- of karbouwkar, fietsen, fietstaxi's (becak), handkarren (gerobak) en overdekte driewielers (bajay). De lokale bevolking loopt met schouderlasten (pikolans) en etenskarretjes (kaki lima). Overvolle wegen vragen voortdurend om uitbreiding van het wegennet. Al in het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw werden naast de Postweg aparte wegen voor de lokale bevolking aangelegd. Pas in 1857 werden de postwegen opengesteld voor alle verkeer. Tot 1916 waren wegen in stukken opgedeeld, die deels onderhouden werden in herendiensten, opgelegd aan de lokale gemeenschappen. Aan het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw hadden Java en Madura 3.300 km aan grote postwegen, 6.600 km aan grote binnenwegen en 10.500 km in herendienst onderhouden binnenwegen. Daarnaast kwamen overal lokale wegen tussen de desa's voor. Dit totaal van ca. 20.000 km aan wegen was 10 jaar later uitgebreid met ca. 4.000 km. In de Buitengewesten kwam toen ongeveer 13.000 km aan wegen voor.

<sup>214</sup> E. van Konijnenburg, *Gedenkboek uitgegeven ter gelegenheid van het vijftigjarig bestaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*, (uitg. gebr. J. & H. van Langenhuisen, 's-Gravenhage 1897).

<sup>215</sup> *Bouwen in de Archipel. Burgerlijke openbare werken in Nederlands-Indië en Indonesië 1800-2000*, Wim Ravesteijn en Jan Kop redactie, (uitg. Walburgers, 2004).

<sup>216</sup> Pramoedya Ananta Toer, *Jalan Raya Pos, Jalan Daendels*, (uitg. Lentera Dipantara, Jakarta 2005).

<sup>217</sup> S.A. Reitsema, De wegen in de Preanger, overdruk uit "De Preanger-Bode" dd. 10, 12, 17 en 21 februari en 1, 2, 5, 12, 14 en 16 maart 1912, (uitg. G. Kolf & Co., Bandoeng 1912).

<sup>218</sup> *Verslag over de Burgerlijke Openbare Werken in Nederlandsch-Indië over het jaar 1916, derde gedeelte, bruggen en wegen*, (uitg. Landsdrukkerij-Weltevreden 1920).



Op veel plaatsen, met name in oost Sumatra en Borneo, kwamen nauwelijks wegen voor en werd voor transport gebruik gemaakt van rivieren. De grootste wegegroeï vond echter plaats tussen 1910 en 1930. Met name de toename van het aantal auto's en vrachtwagens voor goederenvervoer en de opkomst van toerisme gaf een impuls aan het aanleggen van verharde wegen en bruggen over rivieren en bergdalen. Pas na 1975 werden autowegen met gescheiden rijstroken (4-baanswegen) aangelegd, meestal als tolwegen. Het eerste stuk was Jakarta-Bogor van ca. 60 km. Inmiddels zijn op Java rond en tussen de grote steden grote stukken 4-baanswegen gereedgekomen. De groei van het gemotoriseerde verkeer is zó groot dat de meeste wegen op Java overvol zijn.

Op Sumatra is een uitgebreid wegnnet ontstaan. De Trans-Sumatra Highway loopt van Lampung in het zuiden, naar Banda Aceh in het noorden. Dit is een normale verharde weg, waar grote bussen elkaar net kunnen passeren. Er zijn plannen om delen te verbreden tot 4-baans autoweg. Alleen bij Medan is een stuk gereedgekomen.

Voor de spoorwegen op Java en Sumatra zijn imposante bruggen en tunnels gebouwd. Spoorwegen kunnen niet te steil worden aangelegd en bochten niet te scherp. Dat betekent dat in berggebieden veel bruggen, viaducten en tunnels voorkomen. Bij voorkeur werden voor spoorwegen lange tracé's uitgegraven om zoveel mogelijk hoogteverschillen te voorkomen. Met name ten zuidoosten van Jakarta op lijnen door de Preanger naar Bandung en vervolgens naar Tasikmalaya werden prachtige kunstwerken aangelegd. Daar waar mogelijk werd gebruik gemaakt van stalen vakwerkbruggen, waarmee grote overspanningen gerealiseerd werden. Veel van die bruggen, aangelegd tussen 1870 en 1930 zijn nog in gebruik. Dat geldt ook voor de bruggen in de drie spoorgebieden op Sumatra: in het zuiden in Lampung tussen Bandar Lampung en Palembang, in het midden aan de westkust tussen Padang en de Ombilin kolenmijnen en in het noordoosten in Deli bij Medan.

### 3.1.3 Havens en waterwerken

In een eilandenrijk spelen havens een belangrijke rol bij het vervoer van personen en goederen. Al tijdens de VOC-periode waren de havens van Batavia, Semarang en Surabaya van groot belang. De door Daendels gewenste aanleg van een grote vlootbasis aan de Meeuwenbaai bij Straat Sunda mislukte door de grote sterfte van het werkvolk. Door de groei van de export van tropische producten in de 19<sup>e</sup> eeuw, met name rietsuiker, tabak en rubber was nieuwe havencapaciteit nodig. In totaal heeft Indonesië nu 500 havens, waarvan 8 grote: op Sumatra zijn dat Sabang, Medan en Padang, op Java zijn dat Jakarta, Semarang, Surabaya en Cilacap en op Celebes / Sulawesi is dat Makassar. Daarnaast komen nog 12 middelgrote havens voor (zoals Banjarmasin, Balikpapan en Pontianak op Kalimantan en Bandar Lampung). Door de opening van het Suezkanaal in 1869 werd de vaartijd tussen Nederland en Indië verkort van 100 naar 50 dagen. Zoals eerder is vermeld, mochten door het Suezkanaal geen zeilschepen maar wel stoomschepen varen. Vanaf 1870 is dan ook de groei van stoomschepen enorm versneld. De tijdswinst kon alleen benut worden als ook het laden en lossen in de havens versneld kon worden. Dat heeft de aanleg en uitbreiding van havens, geschikt voor stoomschepen gestimuleerd.<sup>219</sup> De haven van Batavia werd lange tijd bepaald door de rivier de Ciliwung die in de baai uitkomt. Grote schepen bleven in de baai voor anker liggen. Met kleinere schepen (Sampan's) of (Buginese) schoeners werd hun lading aan de kades gelost (nu Sunda Kalapa). Door verzanding van de riviermond werden al in 1634 twee pieren van 800 m vanuit de kust in zee gelegd. Die zijn op oude kaarten van Batavia ook duidelijk te zien. In 1817 werden de twee pieren verlengd tot 2 km en in 1874 waren ze al 4 km, zodat een lang toegangskanaal naar de stad ontstond. Dit kon zo niet doorgaan, men besloot een nieuwe haven aan te leggen ten oosten van Batavia. Daar aan de kust, bij Tanjung Priok op 9 km van de stad was minder slibafzetting en was voldoende ruimte voor de aanleg van een havenbassin tussen twee grote naar elkaar gekromde dammen en een groot haventerrein met opslagloodsen en een spooreplacement. Die haven kwam begin 1883 grotendeels gereed. Bij de uitbarsting van de Krakatau op 27 augustus 1883 bleek dat de aanleg degelijk had plaatsgevonden, alleen was de oostelijke havendam wat verzakt, maar dat kon snel hersteld worden. De haven is daarna nog verschillende keren uitgebreid. Op topografische kaarten wordt duidelijk de haven aangegeven door de twee dammen die in zee steken. De jaaruitgaven aan havenwerken zijn opgenomen in **Annex 8.31**.

De haven bij Semarang op Midden-Java bleek iets minder eenvoudig te verbeteren door de voortdurende verzanding. Uiteindelijk werd gekozen voor een prauwhaven, die minder diepgang vergde. De havens bij Surabaya werden bepaald door de natuurlijke ligging aan de Surabaya straat. Ook hier vond verzanding plaats, zodat in de verslagen van de hydrografische dienst te lezen is dat elke vier jaar daar uitgebreide baggerwerkzaamheden moesten plaatsvinden. Surabaya kende een marinehaven en een koopvaardijhaven.

<sup>219</sup> G.J. Boelen, J.G. Bunge, J. Boissevain, *Directe stoomvaart op Java door het Suez-kanaal*, (uitg. de erven van v. Munster en Zoon, Amsterdam 1870).

Het was dan ook van groot belang dat daar regelmatige dieptemetingen plaatsvonden om ongelukken te voorkomen. Hieraan wordt bij de hydrografische opnemingen later nog meer aandacht aan besteed. Na Tanjung Priok was een haven in West-Sumatra aan de beurt. Gekozen werd voor een haven in een natuurlijke baai, 7 km ten zuiden van Padang. Deze Emmahaven (nu Telukbayur) was vooral bedoeld voor de overslag van kolen en kwam in 1892 gereed. De spoorlijn van de Ombilin kolenmijnen bij Sawah Lunto, 60 km landinwaarts naar de haven, werd tussen 1886 en 1893 aangelegd.

In 1862 kreeg Jacob Nienhuys toestemming van de sultan van Deli voor het verbouwen van tabak. Dat werd een groot succes en trok meerdere planters aan die, behalve tabaksplantages, ook rubber- en palmolieplantages aanlegden. In korte tijd groeiden deze cultuurondernemingen sterk, waardoor grote behoefte ontstond aan een betere haven. Ten noorden van Medan op het eilandje Belawan in de monding van de Deli en Belawan rivieren werd tussen 1890 en 1907 een nieuwe haven aangelegd. Die werd via een brug verbonden met het spoorwegnet van de Deli Spoorweg Maatschappij (DSM), waarvan de aanleg in 1886 begonnen was. Aanvankelijk leek een haven aan de Aru baai op ca. 100 km ten noorden van Medan het beste. Deze zou minder snel verzanden, maar was door de afstand toch minder aantrekkelijk. Regelmatig baggeren bij Belawan bleek ook een oplossing, waaraan de voorkeur werd gegeven. Bij Sabang op het Weh eiland boven de noordpunt van Sumatra werd in 1895 een bunkerhaven voor steenkool aangelegd. Hier konden de stoomboten kolen krijgen voor de verdere reis naar Batavia of naar Europa. De haven werd in 1898 voor andere goederen uitgebreid. Andere uitbreidingen van havens in de archipel vonden plaats rond 1908 in Makassar op Celebes en Banjarmasin en Pontianak op Borneo. In het zuiden van Java werd een grote haven in Cilacap aangelegd. Zo ontstond een netwerk met meer dan 20 havens, die steeds nog van groot belang zijn.<sup>220</sup> **Annex 8.31** laat zien dat in de periode 1872-1940 totaal 238 miljoen gulden aan havens is besteed.

Om ziekten te voorkomen zijn goede drinkwatervoorziening en sanitatie van groot belang. De snelle bevolkingstoename en groei van de steden maakten een betrouwbaar drinkwaternetwerk en een uitgebreid rioolstelsel noodzakelijk. Dit werd pas vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw als integraal onderdeel van de stedenontwikkeling meegenomen. Daarnaast was in de regentijd voldoende capaciteit nodig voor de afvoer van grote hoeveelheden regenwater via het riool of via aparte kanalen. Hiervoor zijn tal van kaarten als blauwdrukken vervaardigd. Prof. ir. Jan Kop van TU Delft heeft hier belangrijke bijdragen aan geleverd.<sup>221</sup> Voor drinkwatervoorziening van de grote steden werden grote reservoirs aangelegd. Een voorbeeld is het grote stuwmeer Jatiluhur tussen Jakarta en Bandung, voor irrigatie en drinkwater, gereedgekomen in 1967. In Indië is ook veelvuldig gebruik gemaakt van waterkracht, zowel voor het aandrijven van machines als het opwekken van elektriciteit. Daarvoor zijn in de bergen dammen en reservoirs aangelegd. Grote rivieren op Java, Sumatra en Kalimantan werden al lang gebruikt voor transport van personen en goederen. Op Java is de Solorivier, die bij Solo ontspringt en bij Surabaya in de Javazee uitmondt, de langste bevaarbare rivier. Op Sumatra is dat de Musi. De regulering van rivieren en deze reservoirs hebben de kaart ook veranderd.

Met de regulering van rivieren was ook in Nederland al eeuwenlang ervaring opgedaan.<sup>222</sup> De regelmatige overstromingen, vooral van de Rijn, Maas en Waal kregen onder Lodewijk Napoleon extra aandacht. Daarvoor vervaardigde Kraijenhoff vanaf 1809 nieuwe kaarten voor grootse plannen, ter verbetering van de waterbeheersing. Een groot deel daarvan heeft in de periode 1810-1860 tot wezenlijke verbeteringen geleid. Met die kennis en ervaring uit Nederland zijn op veel plaatsen op Java en Sumatra vanaf 1870 grote *waterwerken* aangelegd. Onder waterwerken worden hier civiel-technische constructies en bouwwerken verstaan, die dienen voor waterbeheersing of irrigatie. Waterbeheersing is vooral van belang voor het voorkomen van overstromingen in de natte tijd door overmatige regenval. Irrigatie is nodig in de droge tijd voor landbouw en voedselproductie op rijstvelden (sawah's), suikerrietvelden en voor andere gewassen. Dat werd uitgevoerd door dammen, (spui)sluizen, (omleidings)kanalen en dijken. Uit de overheidsuitgaven voor openbare werken in Nederlands-Indië (zie **Annex 8.31**) blijkt dat een aanzienlijk deel werd besteed aan irrigatie. In de periode 1872-1940 was dat bij elkaar 100 miljoen gulden (gecorrigeerd voor inflatie). Hoewel het een aanzienlijk bedrag was, was het toch kleiner dan de investeringen in dezelfde periode voor havens (totaal 238 miljoen gulden), spoorwegen (963 miljoen gulden) en PTT netwerken met (bus)transport (totaal 122 miljoen gulden).

<sup>220</sup> J.N.F.M.A Campo, *Koninklijke Paketvaart Maatschappij. Stoomvaart en staatsvorming in de Indonesische archipel 1888-1914*, proefschrift, (uitg. Verloren, Hilversum 1991).

<sup>221</sup> *Bouwen in de Archipel. Burgerlijke openbare werken in Nederlands-Indië en Indonesië 1800-2000*, redactie Wim Ravesteijn en Jan Kop, (uitg. Walburgpers, 2004).

<sup>222</sup> Ton Burgers, *Nederlands grote rivieren. Drie eeuwen strijd tegen overstromingen*, (uitg. Matrijs Utrecht 2014).

Een kaart van Java uit 1884, weergegeven in **Annex 8.30**, geeft de belangrijke landbouwgebieden en geteelde gewassen aan. In de regentschappen Batavia en het oosten van Krawang (later samengevoegd) zijn dat de particuliere landerijen. In de Preanger regentschappen ten zuiden van Batavia, is dat de gouvernements-koffiecultuur, evenals in de andere geel gekleurde gebieden op die kaart van Java. Dit zijn de in het algemeen hoger gelegen gebieden, waar droge landbouw werd toegepast. De vorstenlanden Yogyakarta en Surakarta waren “zelfstandig” en bepaalden hun eigen landbouw. Voor het verbouwen van rijst en suikerriet werd al eeuwen irrigatie toegepast. Ter voorkoming van hongersnoden door de sterk groeiende bevolking werd na het beëindigen van het cultuurstelsel in 1870 getracht de irrigatie te verbeteren. De 34 irrigatiegebieden, die daarvoor in aanmerking kwamen zijn in **Annex 8.30** door de onderste kaart uit 1900 met Romeinse cijfers en kleuren aangegeven. De belangrijke rivieren die voor de wateraanvoer konden zorgen zijn ook op de kaart getekend. Van elk gebied is de oppervlakte in bouws in de tabellen vermeld, waarbij 1 bouw  $\approx 7097 \text{ m}^2$ , ofwel 1,4 bouw  $\approx 1 \text{ ha}$  van  $10.000 \text{ m}^2$  (hier zal verder alleen hectare gebruikt worden). Wim Ravesteijn beschreef in zijn dissertatie een zestal gebieden aan de noordkust die karakteristiek waren voor de ontwikkeling van irrigatie op Java. Hij onderzocht vooral de totstandkoming van kunstwerken voor irrigatie in de gebieden XXXII, VI, XXIV en Tangerang:<sup>223</sup>

- XIX, XX Semarang, afdelingen Demak en Grobogan met de Tuntang-, Serang- en Lusi-rivier voor rijst;
- XXXII Besuki met de Sampean-rivier in Oost-Java voor rijst en vooral suikerriet;
- VI Tegal met de Pemali-rivier in Midden-Java voor rijst en suikerriet;
- XXIV Rembang en Surabaya met de Solo-rivier in Oost-Java voor rijst en suikerriet;
- II Krawang met de Citarum in West-Java voor rijst;
- Tangerang (nog niet op deze kaart aangegeven) met de Cisadane en Cidurian in West-Java voor rijst; (rivieren ook geschreven als Tji-sadane of Tjisedane en Tji-durian; Ci betekent in het Sundanees rivier).

Tijdens het cultuurstelsel kwamen ook misoogsten en daardoor hongersnoden voor. Met name in de residenties Cirebon en Semarang, afdeling Demak en Grobogan ging het in 1844 en 1848-1850 mis met de rijstooft. GG Rochussen greep in en gelastte nader onderzoek naar de waterbouwkundige toestanden daar. Het gebied ten zuiden van vulkaan G. Muria van Demak-Kudus-Pati-Juwang was al lange tijd problematisch. In het begin van de VOC-tijd was het zelfs mogelijk bij hoge waterstand rond de vulkaan te varen. Ondanks aangelegde afwateringskanalen was de waterbeheersing niet voldoende voor de landbouw. Het gouvernement besloot in de Tuntan-rivier ten zuiden van Demak bij Glapan een stuw te bouwen, die in 1852-1859 gebouwd werd. Hoewel in het begin de resultaten nog niet voldoende waren, ontstond wel hiermee het eerste irrigatieproject van ca. 10.000 ha op Java. Inmiddels was in 1857 Burgerlijke Openbare Werken (BOW) opgericht met Uhlenbeck (later minister van Koloniën) als eerste directeur. Hierbij werkte een groot aantal ingenieurs, opgeleid aan de Koninklijke Akademie in Delft (zie voor de ingenieursopleiding hoofdstuk 6.3.1). In 1866 werd zelfs een Departement Burgerlijke Openbare Werken (BOW) opgericht met ca. 100 personen.

In de residentie Besuki in Oost-Java ligt een gebied van ca. 10.000 ha aan de noordkust waar de Sampean-rivier uitmondt in de straat Madura (zie **Annex 8.30**). In het vruchtbare gebied aan de voet van de vulkanen G. Merapi en G. Ijen (zie ook Fig. 2-20) werd al lang rijst, mais en later ook tabak en suikerriet verbouwd, waarvoor de plaatselijke bevolking voor irrigatie met hout en aarde dammen in de Sampean-rivier bouwde, die elk jaar tijdens het regenseizoen door banjirs weer weggeslagen werden. Het gouvernement besloot op de oude plaats bij Situbondo in de rivier naar Panarukan in 1832 een permanente dam aan te brengen. De moeilijkheden die daarbij door de ingenieurs overwonnen moesten worden, totdat eindelijk omstreeks 1900 door een stuw met een omleidingskanaal een permanente oplossing gevonden was, worden in detail door Wim Ravesteijn beschreven. Inmiddels was wel ca. 2 miljoen gulden gependend. Gebrek aan goede topografische kaarten van het gebied en mede daardoor gebrekkige opneming met nauwelijks onderzoek vooraf, had ca. 70 jaar gevegd voordat daar “moderne” irrigatie kon plaatsvinden. De stuw in de Sampean-rivier heeft wel veel kennis en ervaring voor volgende projecten opgeleverd. Dat gold met name voor de Pemaliwerken in Tegal op Midden Java (zie ook weer de kaart in **Annex 8.30**).

Aan de Pemaliwerken is vooral de naam van ir. A.G. Lamminga verbonden (de latere hoogleraar aan de TH Delft). Hier werd door hem een geheel nieuw irrigatieplan ontwikkeld, waarin met detailkaarten eerst een ontwerp werd gemaakt en ook rivieren stroomopwaarts, zoals de Comal-rivier, betrokken werden.

<sup>223</sup> Wim Ravesteijn, *De zegenrijke Heeren der wateren, irrigatie en staat op Java 1832-1942*, proefschrift, (uitg. Delft University press, Delft 1997).



De Pemali-rivier (op kaarten Kali Pemali genoemd) komt van de G. Slamet en loopt via de vlakte bij Brebes in het noorden in de Javazee. Hier ondervond de bevolking jaarlijks last van overstromingen en was in de droge tijd tijdens de oostmoesson te weinig water voor irrigatie bij rijstbouw. Het irrigatiegebied was met ca. 32.000 ha aanzienlijk groter dan de eerder beschreven gebieden. Na meer dan 50 jaar ontwerpen en plannen kwam een definitief plan voor een verdeelsluis in de Pemali-rivier bij Songgam, gerekend van de kust bij Brebes ongeveer 13 km stroomopwaarts en een dam bij Notok weer 22 km verder naar het zuiden. Er waren onderweg tal van kunstwerken nodig, inclusief een aquaduct. De tussen 1890-1925 uitgevoerde Pemali-Comalwerken hebben 2,3 miljoen gulden gekost, maar voldeden daarmee wel aan de behoefte, zowel in de oostmoesson als in de westmoesson bij irrigatie en waterbeheersing. Wel is daarbij gebruik gemaakt voor 1.248.900 aan herendiensten, tegen een geringe vergoeding van 12½ cent per koelie per dag, waarmee 200.000 gulden uitgespaard werd.

De Solo-rivier tussen Solo en Surabaya in het oosten veroorzaakte jaarlijks door overstromingen in de residenties Rembang en Surabaya veel overlast. Ook werden in de westmoesson grote hoeveelheden slib meegevoerd, die grotendeels in de Surabaya-straat terecht kwamen en daarmee voor de scheepvaart een belemmering vormden. In de Solo-vallei zou het water voor irrigatie gebruikt kunnen worden en zou tevens met dammen, omwateringskanalen en spuisluizen de waterbeheersing verbeterd kunnen worden. In de regentijd ving de lokale bevolking het water op in reservoirs (waduks) voor irrigatie in de droge tijd. Een irrigatieplan uit 1881 liet zien dat bijna 100.000 ha bevoeid kon worden met een investering van 7,6 miljoen gulden in vijf jaar. Het eerst werd in 1882-1885 een omleiding van de mond van de Solo-rivier richting het noorden gerealiseerd, waardoor minder slib in de Surabaya-straat terecht kwam. Deze rivier-aanpassing is op topografische kaarten na 1900 aangebracht. Voor een gewenste uitbreiding tot 160.000 ha irrigatiegebied (5 x het Pemali-gebied), inclusief kunstwerken en ca. 1000 km aan kanalen werd in 1892 een schatting van ca. 19 miljoen gulden opgegeven. Het Nederlandse parlement gaf goedkeuring voor de start van het project. Het was, zelfs op wereldschaal, een groot irrigatieproject waar nauwelijks ervaring mee was. Omdat geen aannemer gevonden kon worden besloot men het project in eigen beheer uit te voeren. Dat bleek een probleem te worden; omstreeks 1897 werd vastgesteld dat het begrootte bedrag veel te laag was en minstens 38 miljoen gulden zou vergen, dus besloot minister van Koloniën Cremer in 1898 het project te stoppen. Uiteindelijk werd gekozen voor een groot aantal kleinschalige projecten, waaronder reservoirs, drainage, bedijkingen en goed beheer. Het slib droeg, door de jaarlijkse overstromingen, ook bij aan de vruchtbaarheid van de grond, zodat uiteindelijk toch een hogere rijstopbrengst verkregen werd. Sindsdien werden landbouwdeskundigen meer bij de irrigatieprojecten betrokken. Het ging uiteindelijk in de ethische politiek om de vergroting van de levensstandaard van de bevolking, waarvoor verhoging van de rijstopbrengst gewenst was en daarna pas de suikerrietopbrengst, die vooral de belangen van de suikerfabrieken, in handen van ondernemers zou dienen. Ondanks de kleinere irrigatieprojecten verdubbelde de omvang op Java in 1900-1910 van 100.000 ha naar 200.000 ha en steeg in 1910-1920 van 200.000 ha naar 519.000 ha, wat overeenkwam met 20% van het sawah-oppervlak. Het ontstaan van het Departement van Landbouw in 1905 en het Departement van Gouvernementsbedrijven (waaronder BOW met havenwerken, irrigatiewerken, spoor- en tramwegen en PTT met telecomnetwerken) in 1907 heeft een betere afstemming en besteding van beschikbare fondsen mogelijk gemaakt. Door de toenemende irrigatie en landbouwopbrengsten werden de inkomsten voor het gouvernement uit de landrente tevens verhoogd.

In Krawang lag een gebied van 90.000 ha, dat met een stuw in de Citarum ook geïrrigeerd kon worden (zie **Annex 8.30**). Het Krawang-project werd gerealiseerd in 1919-1925 met grote steun van de lokale bevolking.

Als laatste irrigatieproject zullen de Tangerang-werken op de kaart gezet worden. Voor transport, afwatering en doorspoeling van de grachten van Batavia was al eind 17<sup>e</sup> eeuw de Mookervaart van Batavia naar de Cisadane bij Tangerang in het westen gegraven. Het gebied tussen de Cisadane en nog westelijker gelegen Cidurian was vruchtbaar en geschikt voor irrigatie. Daar lagen vooral particuliere landerijen, zodat een groot aaneengesloten irrigatiegebied onteigeningen vergde. Met een afluatsluis voor de Cisadane en een schutsluis bij Tangerang zou de Mookervaart nog gebruikt kunnen worden voor de scheepvaart en waterafvoer bij een banjir. Voor de aanleg van het sluisencomplex werd een aparte spoorlijn aangelegd. Met een plan uit 1916 werden de sluisen gebouwd in 1934-1936. Voor de verdere irrigatie van het gebied was een hoofdkanaal gepland tussen de Cisadane en de Cidurian in het westen. Met nog een dam in de Cidurian kon zo door beide rivieren een groot oppervlak geïrrigeerd worden. Het hele project kwam pas in 1987 gereed.

Op Sumatra, aan de zuidoostkant en op Kalimantan komen tal van grote rivieren voor, die in de moerassige streken daar de transportwegen vormen. Zelfs in de droge moesson bevatten ze nog voldoende water voor schepen met een diepgang tot een paar meter. Hiervoor werden hekwielers gebruikt, schepen met geringe diepgang en voorzien van een schoepenrad aan de achterzijde voor de aandrijving. De Topografische Dienst heeft rivieren met het oog op bevaarbaarheid in de seizoenen in kaart gebracht. Met de kaart in Fig. 3-10 van Zuid-Sumatra is als voorbeeld de bevaarbaarheid van een aantal grote rivieren gegeven.<sup>224</sup> De Trusan-Bujang ten zuiden van Palembang is een 24 km lang kanaal, dat een bocht van de Ogan rivier afsnijdt.

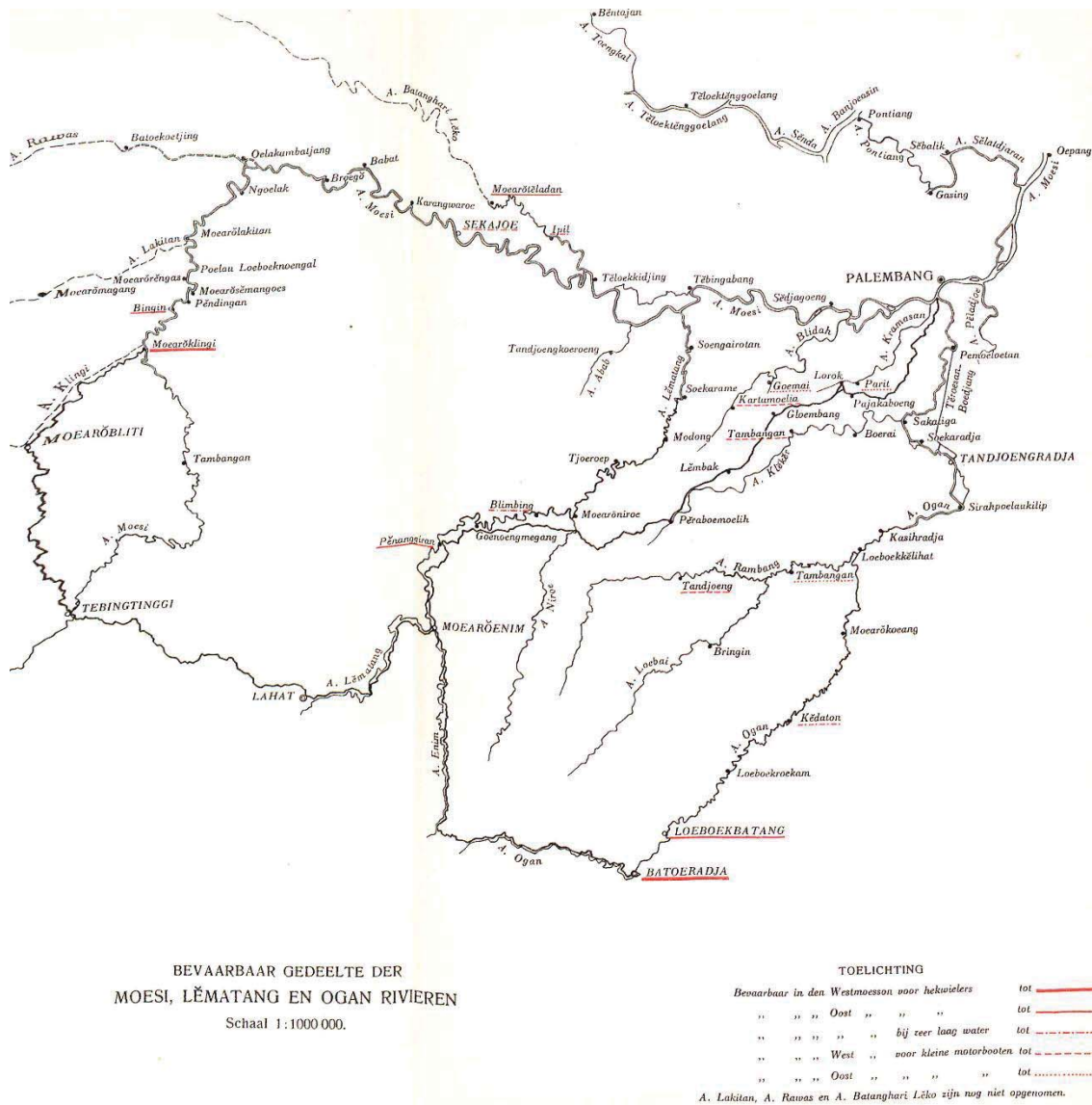


Fig. 3-10 Bevaarbaarheid rivieren in Zuid-Sumatra.

Het onderzoek naar het voorkomen op Java van waterkracht, benodigd voor de elektrische tractie van spoorwegen en het verzamelen en uitwerken van gegevens voor het in de toekomst te verwachten energieverbruik door de spoorwegen op Java vond continu plaats. In rivierdalen werd een zeer uitvoerig terreinonderzoek ingesteld voor hydro-elektrisch krachtwerk en werden daarmee verband houdende waterdebietmetingen verricht. Regelmatig werd daarover in de Koloniale Verslagen gerapporteerd.<sup>225</sup> In 1917 werd zelfs door Minister van Koloniën Idenburg bij het Departement van Gouvernementsbedrijven een dienst voor waterkracht en elektriciteit ingesteld voor het stelselmatig opsporen en exploiteren van waterkracht. De voortgang werd sindsdien in aparte jaarverslagen beschreven.

<sup>224</sup> Jaarverslag TD 1913, Topografische opneming van Zuid-Sumatra, p. 84-106.

<sup>225</sup> Koloniaal Verslag 1913, p. 232 en 1914, p. 224.



### 3.2 Spoorwegen en tramwegen

Spoorwegen hebben op Java en Sumatra vanaf het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw een belangrijke functie vervuld in het vervoer van personen en goederen. Waren de spoorlijnen aanvankelijk aangelegd voor het vervoer van landbouwproducten en later daarnaast ook hout en kolen naar de kust, spoedig bleek ook grote behoefte aan personenvervoer over grote afstanden. Vooral in het regenseizoen, wanneer veel wegen onbegaanbaar waren bleek het spoor een goed alternatief, wat nu op Java nog steeds het geval is. Als voorbeeld kan de reis van Jakarta naar Bandung genomen worden, zoals mogelijk was in de tachtiger jaren van de 20<sup>e</sup> eeuw. Dat was over de weg via Bogor (de snelweg via Purwakarta bestond nog niet) een afstand van ca. 160 km, waarvan tussen Jakarta en Ciawi 50 km 4-baans snelweg was. Een reis met de auto van Jakarta, via Bogor, Cisarua, over de Puncak-pas naar Bandung duurde 4 uur. Een tweede optie was een vlucht naar Bandung waarvoor, inclusief de reistijd met de auto naar het vliegveld en het inchecken, totaal ca. 3 uur nodig was. Als derde mogelijkheid kon een 1<sup>e</sup> klas trein genomen worden via Karawang, Purwakarta naar Bandung wat ook in 3 uur mogelijk was. Daarbij was de trein comfortabel en goedkoop vergeleken met de andere opties. Fig. 3-11 geeft een goed overzicht van de huidige wegen en spoorwegen tussen de steden en dorpen in dat gebied. Hierop zijn toekomstige uitbreidingen van de 4-baans snelwegen met onderbroken groene lijnen ook aangegeven (de snelweg ten noorden van Bandung is inmiddels gereed). Spoorwegen zijn getrokken in donkergrijze lijnen, zoals van Jakarta via Cikampek, Purwakarta naar Bandung of van Cikampek naar het oosten en ook Jakarta via Bogor, ten zuiden langs de G. Pangrango en G. Gede, via Sukabumi, Cianjur naar Bandung. Het stuwmeer Jatiluhur bevindt zich westelijk van Purwakarta.



Fig. 3-11 West-Java (gedeelte), wegen en spoorwegen tussen Jakarta en Bandung in 2014.<sup>226</sup>

<sup>226</sup> Deze recente kaart uit 2014 van Nelles geeft ook wegfstanden tussen gemarkeerde plaatsen. Door de overvolle wegen in Jakarta en Bandung kan de reistijd aanzienlijk oplopen. Enkele belangrijke vulkanen met hun hoogtes zijn ook aangegeven, zoals de G. Gede en G. Tangkubanperahu.



### 3.2.1 Aanleg van spoorlijnen en tramlijnen op Java

Met de aanleg van spoorwegen in Engeland startte in 1825 voor Europa een nieuwe fase in transport en communicatie. Nederland volgde al vrij snel met de eerste lijn Amsterdam-Haarlem in 1839, vervolgens naar Den Haag in 1843 en Rotterdam in 1847. Tot 1860 was door particulier initiatief 300 km spoor aangelegd. Uiteindelijk werd in Nederland tot 1930 ongeveer 3500 km spoor aangelegd, een flinke prestatie aangezien dit aanvankelijk grotendeels handmatig moest gebeuren. Al snel werd ingezien dat aanleg van spoorwegen in Indië de beste manier was om landbouwproducten naar de havens te vervoeren. Op Java waren de wegen en transportmiddelen ongeschikt, vooral in de regentijd om goederen maar ook personen snel te vervoeren. Er werd in Nederland eindeloos door de regering gedebatteerd over staatsaanleg of particulier initiatief. In 1842 schreef minister Baud nog dat men het particulier initiatief *“veeleer moest aanmoedigen dan tegengaan, zodat men een ijzeren spoorweg als bijzondere onderneming met steun der Regering wilde daarstellen, bestemd om te worden bereden met ijzeren wagens, getrokken door buffels, ossen en paarden”*.

GG Rochussen wilde geen spoorwegconcessiën, maar alleen spoorwegen door de Regering aangelegd en geëxploiteerd. Daarna vond GG Pahud wel dat een spoorweg een krachtige hefboom is tot verzekering van ons gezag en tot ontwikkeling van Java 's welvaart. Rochussen, inmiddels Minister van Koloniën, vond een uitgestrekt spoorwegnet niet nodig.<sup>227</sup> Wel buffelbanen, die hier en daar vervangen kunnen worden door *“lichte locomotieven met stoomkracht”*. Ir. Stieltjes deed 1861-1863 een onderzoek naar een mogelijke spoorverbinding op midden-Java voor stoomtreinen van de Vorstenlanden Surakarta en Yogyakarta naar Semarang aan de noordkust. Hoewel hij daarbij gebruik kon maken van de ervaring opgedaan in Nederland, waren toch de bijzondere omstandigheden in Indië geheel anders. Aanvankelijk was Stieltjes sceptisch over de aanleg van spoorwegen op Java. Door een goed tracé te kiezen, met zo weinig mogelijk bruggen en viaducten en rekening houdend met de maximale hellingen en bochten, zou wel op de aanlegkosten aanzienlijk bespaard kunnen worden. Door voor de opbrengsten te rekenen met een hoger tarief dan in Nederland, namelijk 2 cent per pikol-paal voor goederen en 5 cent per paal (ca. 1,5 km) voor personen, zou het volgens hem bij voldoende groei net uit kunnen een spoorlijn op Java aan te leggen.

Stieltjes deed uitgebreid onderzoek te paard met gebruik van verrekijker, kaarten met schalen 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000, 1:200.000 en fotografiën, met assistentie van ir. N.H. Henket en bracht na 29 maanden een gedetailleerd rapport uit.<sup>228</sup> Volgens hem waren in 1861 de bestaande kaarten onbruikbaar voor het uitzetten van een tracé. Hij was het niet eens met GG Sloet van de Beele (1861-1866), die meende dat de aanleg van spoorwegen in Indië eenvoudig en goedkoop was. Bovendien stelde de GG trajecten voor die volgens Stieltjes onmogelijk waren door te steile hellingen of te grote bruggen. Het bleek dat de GG gebruik gemaakt had van onbetrouwbare kaarten, waarop plaatsen voorkwamen die in werkelijkheid niet bestonden of ergens anders lagen. Rapporten van de adviseur werden buiten Stieltjes om aangepast. De GG keurde de kaarten van adviseur Stieltjes geen blik waardig. Dat gold ook voor minister van der Putte die, door op bestaande kaarten enkele rechte lijnen te trekken, op papier een zogenaamd spoorwegstelsel van 168 km dacht te kunnen realiseren. In werkelijkheid waren hellingen groter dan 1 op 25 (40 ‰) niet mogelijk, zodat geheel andere routes gevolgd moesten worden. Bovendien bleek de minister gebruik te hebben gemaakt van kleinschalige kaarten waarop bergen en nodige bochten niet goed aangegeven werden. Stieltjes kon aantonen met zijn waterpassingen, barometrische hoogtemetingen en detailkaarten van 1:5.000 en 1:10.000 dat werkelijke afstanden, hellingen en hoogtes aanzienlijk groter waren dan in de concessievoorwaarden door de minister aangegeven waren. Daarmee werden de kosten van spooraanleg en vervoer van personen en goederen ook aanzienlijk hoger. Stieltjes, die al onmin had met Sloet van de Beele over spooraanleg in Nederland, werd medio 1863 ontslagen als adviseur bij het Ministerie van Koloniën en moest zich in allerlei geschriften verdedigen tegen de manipulaties van het ministerie en de Gouverneur-Generaal.<sup>229</sup> Uiteindelijk werd een aangepast tracé gevolgd, voor een belangrijk deel gebaseerd op de aanbevelingen van Stieltjes en Henket, die hem opgevolgd was.<sup>231</sup>

<sup>227</sup> H.J. Lion, *Hoe Indië geregeerd wordt*, met zeven bijlagen over spoorwegen in Nederlandsch-Indië en Britsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1861).

<sup>228</sup> T.J. Stieltjes, *Gegevens omtrent de zaak der spoorwegen op Java*, (uitg. Gebr. J. & H. Van Langenhuysen, 's-Gravenhage 1863).

<sup>229</sup> T.J. Stieltjes, *Overzicht van hetgeen met de spoorwegen op Midden-Java is voorgevallen*, (uitg. Gebr. J. & H. Van Langenhuysen, 's-Gravenhage 1864).

<sup>230</sup> T.J. Stieltjes, *Nota over den aanleg van spoorwegen en kanalen op Java*, (1865).

<sup>231</sup> N.H. Henket, *De aanleg van spoorwegen op Midden-Java*, (uitg. J.C. Schlömann, Amsterdam 1866).

In 1862 werd voor de aanleg en exploitatie van deze spoorverbinding door de Nederlandse Regering een concessie gegeven aan een particuliere maatschappij. Onder leiding van ir. J.P. de Bordes werd in 1864 met de aanleg begonnen en in 1873 kwam in betrekkelijk korte tijd de lijn van Semarang naar de Vorstenlanden over een afstand van 204 km gereed. Deze eerste spoorlijn werd op basis van het Europese normaalspoor met een breedte van 1435 mm aangelegd. Deze maat was weer gebaseerd op de Engelse spoorbreedte van 4 feet (Engelse voet) en 8½ inches (Engelse duim), aangeduid met 4' 8½", die na 1825 op veel plaatsen in Europa, waaronder Nederland werd toegepast. Een goedkopere aanleg was mogelijk met smaller spoor, dat al op grote schaal in de Kaap van Zuid-Afrika en Australië werd toegepast. Dit zogenaamde Kaaps spoor had een spoorbreedte van 1067 mm (3' 6"), ofwel iets meer dan een meter, wat aanzienlijk goedkoper was dan normaalspoor door lichtere treinstellen, minder grondverplaatsingen, kleinere kromtestralen, lichtere en smallere bruggen, stations en emplacementen. Later werd in Indië voor Kaaps spoor ook wel de naam normaalspoor gehanteerd. Voor tramwegen werden spoorbreedtes van 600 mm, 700 mm, 750 mm of Kaaps spoor van 1067 mm toegepast. De eerste twee werden aangelegd, vooral voor het vervoer van landbouwproducten van plantages naar de hoofdlijnen of direct naar steden en havens.

Tramwegen werden ook in en rondom steden aangelegd voor personenvervoer. In Batavia werden tramlijnen met een spoorbreedte van 1188 mm aangelegd, waarop in 1867-1872 paardentrams reden.<sup>232</sup> Daarna kwamen de zogenaamde "vuurloze" stoomlocomotieven. Dat waren trams met locomotieven met een stoomreservoir dat aan begin en eind van de lijn steeds met verse stoom gevuld werd, zodat daarmee zonder vervuiling door de stad gereden kon worden. De smalle tramlijnen hadden het voordeel dat ze aan één kant op de openbare weg of direct naast de weg aangelegd konden worden en daardoor weinig extra ruimte vroegen. De snelheden waren beperkt tot 30 km per uur. Later kwamen in Batavia ook elektrische trams.<sup>233</sup> Door tramlijnen op Kaaps spoor aan te leggen konden gewone treinen er ook gebruik van maken, zij het met lagere snelheid. Op het gewone spoor was de snelheid onderscheidend voor de klasse van het spoor. De 1<sup>e</sup> klasse spoorwegen hadden een toegelaten snelheid hoger dan 59 km per uur en de 2<sup>e</sup> klasse een snelheid tot 59 km per uur. Verder diende nog met de bogen in het spoor rekening gehouden te worden. Hogere snelheden vergden ruimere bogen, ofwel grotere kromtestralen. Ook waren voor de zwaardere treinen steviger ondergrond, viaducten en brugconstructies nodig dan voor trams.<sup>234</sup>

Voor de belangrijke lijn Jakarta—Bogor (Batavia—Buitenzorg, ofwel B/B) werd een concessie verstrekt aan dezelfde particuliere maatschappij als die van de Vorstenlanden. Deze lijn van 58 km werd op Kaaps spoor aangelegd en werd eveneens in 1873 operationeel. Daarmee waren de eerste twee lijnen op Java door particulier initiatief tot stand gekomen. Beide lijnen werden door de Nederlands-Indische Spoorwegmaatschappij (NIS) geëxploiteerd. Staatsaanleg en exploitatie kwamen pas op gang met het wetsontwerp van 1874 om een aantal verbindingen van staatswege op te nemen, ofwel trajecten te verkennen en in kaart te brengen, en als proef de ongeveer 115 km lange lijn Surabaya—Pasuruan—Malang door de staat aan te leggen (zie Fig. 3-12). De wet werd op 5 april 1875 aangenomen, zodat die datum als start van de staatspoorwegen in Indië beschouwd kan worden.

In de tweede periode van de minister van Koloniën Van Bosse (1877-1879) ontstond in het Nederlandse parlement een uitgebreide discussie over de scheiding of samenvoeging van de Nederlandse en Indische begroting. Tevens kwam daarbij aan de orde, waaruit de staatsbijdrage voor de financiering van de spoorwegen in Nederlands-Indië zou moeten komen. Wel werd onderkend dat voor de spoorwegen de baten van Indië, waar ze ontstonden aangewend mochten worden, een voorloper van de latere "ethische politiek". Op Van Bosse's voorstel werd de Indische bijdrage aan de Nederlandse begroting weggelaten.<sup>235</sup> Daarmee ontstond een geheel nieuwe fase in de relatie tussen Nederland en Indië. Voor de infrastructuurontwikkeling kwam nu geld beschikbaar. In de antirevolutionaire visie van Abraham Kuyper (1836-1920) kwam de ethische politiek in 1879 neer op een gescheiden ontwikkeling, met een verantwoordelijke rol van het moederland met name bij defensie, voogdij en de voorbereiding op een zelfstandige positie.

<sup>232</sup> A.W.I. Weijerman, *Geschiedkundig overzicht van het Ontstaan der Spoor- en Tramwegen in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Rijswijk-Batavia 1904).

<sup>233</sup> H.J.A. Duparc, *De Elektrische Stadstrams op Java*, (uitg. Wyt, Rotterdam 1972).

<sup>234</sup> J.J.G. Oegema, *De Stoomtractie op Java en Sumatra*, (uitg. Kluwer, Deventer 1982).

<sup>235</sup> Janny de Jong, *Van batig slot naar ereschuld, de discussie over de financiële verhouding tussen Nederland en Indië en de hervorming van de Nederlandse koloniale politiek 1860-1900*, proefschrift, (uitg. SDU 1989), p. 169 e.v.



Fig. 3-12 Belangrijkste spoorlijnen en tramlijnen op Java in 1930.

Als hoofd van de aanleg werd hoofdingenieur David Maarschalk, een gepensioneerde kolonel van de genie uit het Indische leger, benoemd. Hij had bedongen dat de dienst der Staatsspoorwegen (SS) nagenoeg zelfstandig zou zijn, naast Burgerlijke Openbare Werken (BOW), die we hiervoor al zijn tegengekomen bij de stadsontwikkeling. Met de aanstelling van een groot aantal ingenieurs werd in korte tijd een organisatie opgericht, die enorme prestaties zou leveren. Er werd voortvarend te werk gegaan, in 1875 bestelde de SS in Engeland locomotieven en wagons voor goederen- en personenvervoer. Voor de 115 km lange proeflijn werden al binnen 17 maanden na de start in april 1875 de uitgewerkte grondkaarten en lengteprofielen opgeleverd.

Lengteprofielen gaven de hoogte als functie van de spoorlengte en daarmee de stijging en daling van de spoorbaan aan. Die hellingen mochten bepaalde waarden niet overschrijden om voldoende trekkracht met de wielen van de locomotieven op de rails te kunnen leveren en door de schuine stand van de locomotieven op de hellingen, het droogvallen van de bovenste vlampijpen in de vuurkast van de locomotieven te voorkomen. Het opleveren van grondkaarten en lengteprofielen was door opgedane ervaring sneller dan bij de eerder aangelegde particuliere NIS-lijnen Semarang—Solo—Yogya en Batavia—Buitenzorg. In mei 1878 werd het eerste stuk van de lijn van Surabaya tot Pasuruan feestelijk door de Gouverneur-Generaal geopend. In juli 1879 was de lijn tot Malang gereed. De aanleg was sneller dan gepland en de kosten waren met 9,5 miljoen gulden, ruim binnen het beschikbare budget van 10 miljoen gulden. Daarmee was de mogelijkheid van snelle, efficiënte staatsaanleg aangetoond.<sup>236</sup>

Daarna ging de spooraanleg snel door, het traject Batavia-Buitenzorg van de NIS werd door de Staatsspoorwegen verlengd via een route ten zuiden van de G. Gede door Sukabumi, Cianjur en Bandung tot Cicalengka (20 km ten oosten van Bandung). Ook werd in 1879 besloten de lijn Yogya—Cilacap naar de haven aan de zuidkust aan te leggen. Vervolgens werden door de SS lijnen ten oosten van Bandung aangelegd: Cicalengka—Cilacap en Solo—Madiun—Jombang—Surabaya. Daarmee kwam eind 1894 een doorgaande verbinding gereed van Tanjung Priok—Batavia—Buitenzorg (NIS), Buitenzorg—Bandung—Tasikmalaya—Yogya (SS), Yogya—Solo (NIS) en Solo—Madiun—Jombang—Surabaya (SS). Passagiers en goederen moesten wel tussen deze trajecten van maatschappij en treinstellen wisselen door verschil in spoorbreedte, wat veel tijd kostte, maar er was tenminste een directe treinverbinding. Met overnachtingen in Tasikmalaya en Yogya kon in drie dagen, waarvan 32½ uur op het spoor, Surabaya bereikt worden. Door de NIS werd ook een lijn met Kaaps spoor tussen Semarang en Surabaya aangelegd, zodat vanaf 1902 een concurrerende verbinding tussen Semarang of de Vorstenlanden met Surabaya ontstond.

Er werden ondertussen allerlei voorstellen door particuliere bedrijven gedaan om de staatsspoorlijnen over te nemen. Door het succes van de staatsaanleg bleef de verdeling tussen NIS en SS lange tijd gehandhaafd. In 1881 werd zelfs een poging gedaan het NIS-traject Batavia—Buitenzorg (B/B) door de Staat te laten overnemen. Doordat voorstemmer van Limburg Stirum op de stemmingdag net te laat in de 1<sup>e</sup> kamer kwam telde zijn stem niet mee, waardoor met één stem verschil de overname verworpen werd. Pas in 1913 werd B/B voor 8½ miljoen gulden aan de SS verkocht.

<sup>236</sup> S.A. Reitsma, *Gedenkboek der Staatsspoor- en Tramwegen in Nederlandsch-Indië 1875-1925*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).



Met de NIS werd vervolgens overeengekomen op het 60 km lange NIS-traject Yogya—Solo met normaalspoor, een derde rail voor Kaaps spoor aan te brengen, zodat SS-treinen op Kaaps spoor van Batavia door konden rijden naar Surabaya. Die aanpassing was in 1899 gereed, maar werd pas in 1905 in gebruik genomen. In 1929 legde de SS op het traject Yogya—Solo een apart Kaaps spoor aan, parallel aan het normaalspoor van de NIS. Uiteindelijk werden alle normaalspoorlijnen van 1,435 m en bijbehorende treinstellen tijdens de Japanse bezetting 1942-1945 opgeruimd, zodat in Indonesië alleen nog Kaaps spoorlijnen en enkele smalle tramlijnen overbleven. De meeste tramlijnen werden in Oost-Java aangelegd voor transport van goederen en personen van plantages en ondernemingen (zie Fig. 3-13). Zelfstandige bedrijven legden tramlijnen aan, zoals Cirebon—Semarang en Semarang—Kudus—Rembang op basis van concessies, waarin ook de exploitatie verleend werd. Tramlijnen kwamen vooral voor als zijtakken van de hoofdlijnen naar kleinere plaatsen. De meeste tramlijnen werden direct op Kaaps spoor aangelegd en sommige smalspoorlijnen werden in de loop der tijd verbreed tot Kaaps spoor.



Fig. 3-13 Spoorlijnen en tramlijnen op Oost-Java.<sup>237</sup>

De Bataviasche Ooster Spoorweg Maatschappij (BOS) met een lijn naar Karawang, werd in 1898 door de SS overgenomen. Deze lijn werd daarna oostwaarts van Karawang verlengd via Cikampek—Purwakarta naar Padalarang ten westen van Bandung, waar de lijn aangesloten kon worden op de bestaande SS-lijn naar Bandung (zie Fig. 3-12). Zo ontstond voor de SS in 1906 een nieuwe spoorlijn van Batavia naar Bandung. Deze spectaculaire lijn ten westen van Bandung maakte de bouw van een lange tunnel van 950 m en een groot aantal hoge bruggen en viaducten noodzakelijk (zie ook de kaart in **Annex 8.16**). Dit werd later dé snelle treinverbinding Batavia—Bandung, met een reistijd van 3 uur.<sup>238</sup> Vanaf Cikampek, halverwege de lijn van Batavia naar Bandung, werd door het vlakke kustgebied een lijn van 137 km aangelegd naar Cirebon die GG Idenburg in 1912 feestelijk kon openen. Vanuit Cirebon aan de noordkust werd vervolgens een directe lijn van 158 km over Midden-Java naar Kroya bij Cilacap aan de zuidkust aangelegd, die pas in 1917 in gebruik kon worden genomen. Bij Kroya kon aangesloten worden op de eerder aangelegde zuidelijke lijnen naar Cilacap. Daarmee ontstond een snelle verbinding Batavia—Cirebon—Kroya—Yogya—Solo—Surabaya. Op enkele trajecten reden de stoomtreinen zelfs 100 km/uur. Door de extra SS-spoorlijn Yogya—Solo op Kaaps spoor kon in 1929 een eendaagse verbinding Batavia—Surabaya over 825 km tot stand komen die in 11½ uur mogelijk was. De tramlijn van de Semarang—Cheribon Stoomtram Mij (SCS), aan de noordkust aangelegd met een concessie uit 1898 op Kaaps spoor, vervoerde naast passagiers vooral suiker en rijst. Voor het suikertransport was per jaar 100 dagen nodig. Op deze tramlijn konden ook locomotieven en wagens van de SS rijden, zij het met beperkte snelheid en belasting. In Semarang was alleen een verbinding via het normaalspoor van de NIS naar het Kaaps spoor van de SS naar Surabaya mogelijk.

<sup>237</sup> Dit kaartje laat details zien van de tramlijnen die vooral op Oost-Java voor de plantages aangelegd zijn.

<sup>238</sup> Sudarsono Katam, *Kereta Api di Priangan Tempo Doeloe*, (uitg. PT Dunia Pustaka Jaya, Bandung 2014).

Het was natuurlijk voor de SS aantrekkelijk een rechtstreekse doorgaande verbinding van Batavia langs de noordkust via Cirebon—Semarang naar Surabaya te krijgen. Door WO II en de nasleep lukte dat pas in 1950. Bij een wet van juli 1893 besloot de regering in Oost-Java de SS-lijn van Probolinggo naar het zuidoosten te verlengen naar Jember, met een zijtak naar Pasirian in het zuiden en naar Panarukan aan de noordkust. Van Panarukan zou er dan een veerverbinding met Madura mogelijk zijn. Op Madura vond alleen aanleg van een tramweg plaats. De oosterlijnen waren al in 1897 operationeel. Van Jember werd de lijn in 1903 doorgetrokken tot Banyuwangi aan de oostkust van Java. Verder vond nog de aanleg plaats van de lijn van Batavia naar de westkust van Java, zodat tussen de westkust en de oostkust en alle belangrijke steden op Java, spoorverbindingen ontstonden. Zo was vanaf 1912 een groot aantal lange-afstandsverbindingen op Java operationeel.

Tussen Yogyakarta en Semarang legde de NIS voor vier suikerfabrieken een spoorlijn via Magelang aan. Deze lijn, die in 1903 gereedkwam, gebruikte over 6 km een tandstaafbaan (of tandradbaan) tussen de rails naar Ambarawa, waar het belangrijke KNIL Fort Willem I met legerkamp lag. Dat fort beschermde de toegangsweg van Semarang langs het grote moeras bij Ambarawa naar de Vorstenlanden Surakarta en Yogyakarta (zie de kaart in **Annex 8.16**). De latere jappenkampen bij Ambarawa waren berucht. De spoorlijn werd in 1976 opgeheven, waarna op het station Ambarawa het spoorwegmuseum van Indonesië ontstond.

Aanvankelijk leverden Engeland en Duitsland de stoomlocomotieven, wagens en wagons. Later werd ook spoorwegmaterieel besteld in Zwitserland, België, Nederland en Amerika. Voor de berglijnen door de Preanger waren sterke stoomlocomotieven nodig. Om de asdruk te beperken en toch voldoende adhesie op de rails te krijgen schaften de spoorwegen locomotieven met een groot aantal assen aan. Voor enkele steile bergtrajecten pasten de spoorwegen een tandradbaan toe met speciale tandradlocomotieven. Locomotieven werden aangeduid met een cijfer voor het aantal voor- en achterloopassen en een letter voor het aantal door stoom aangedreven assen. Erg aantrekkelijk waren de 2C1 sneltreinen met 2 voorloopassen, 3 aangedreven assen (C) en 1 achterloopas. Zelfs Amerikaanse 1DD locomotieven met 1 voorloopas en 8, in twee groepen van 4 aangedreven assen (DD) kwamen voor. In de periode 1870-1940 werden zo duizenden locs geleverd. Alleen al voor Java kocht de SS meer dan duizend locs die per schip aankwamen. Op Java waren de spoorwegen grotendeels staatsbedrijven en enkele spoorwegen (zoals de NIS) en tramwegen particuliere bedrijven, die later deels overgenomen zijn door de staat. Door groeiende behoefte aan capaciteit en laadvermogen werden veel smalspoorlijnen verbreed tot Kaaps spoor en opgenomen in het spoorwegnetwerk.

Zo ontstonden begin 20<sup>e</sup> eeuw een groot aantal kleinere particuliere en enkele grote staatsbedrijven (zie ook Tabel 3-3 op p. 102), die vervolgens werden samengevoegd tot de SS en T op Java. De grote steden op Java kregen stoomtramverbindingen, waardoor de stad kon uitbreiden en satellietsteden ontstonden. Op kaarten en stadsplattegronden uit die periode valt het grote aantal tramlijnen op.<sup>239 240</sup>

Totaal vond tussen 1864 en 1930 in Indië aanleg van 7583 km aan spoor- en tramwegen plaats, waarvan 2025 km op Sumatra en 5558 km op Java.<sup>241</sup> Dat is dus tweemaal zoveel dan in Nederland in dezelfde periode. In 1939 was nog 7128 km spoor- en tramweg in gebruik. De Preanger-lijnen van en naar Bandung gaan door bergachtig gebied, waarvoor veel bruggen en viaducten nodig waren. Hiervoor was uitgebreide topografische opnemingen nodig. Met name de te volgen tracés, de bruggen, tunnels en emplacementen vroegen om uitgebreide verkenningen. Hellingen groter dan 20 ‰ (ofwel 2%, gelijk aan 20 m stijging per horizontaal afgelegde afstand van 1000 m) moesten zoveel mogelijk voorkomen worden, in berggebieden werd maximaal 40 ‰ (40 m stijging per km) toegestaan, waarbij lagere snelheden en soms extra locomotieven nodig waren. Het aantal bruggen, viaducten tunnels en doorgravingen moest zo klein mogelijk zijn. Op Java waren tot 1925 desondanks ongeveer 5100 spoorbruggen aangelegd, met een totale lengte van 50 km en een gewicht aan staal van 50.000 ton.

Tal van ingenieurs hebben hieraan bijgedragen. De opgedane ervaring bleek ook voor Nederland nuttig. Een voorbeeld was ir. Jan Honing, die na zijn opleiding in Delft als constructeur van spoorbruggen in Indië werkte, tijdens WO II dwangarbeid in een Japanse mijn verrichtte en na terugkeer lector aan de TH Delft werd.<sup>242</sup>

<sup>239</sup> S.A. Reitsema, *Gedenkboek der Staatsspoor- en Tramwegen in Nederlandsch-Indië 1875-1925*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).

<sup>240</sup> *De Tramwegen op Java, Gedenkboek samengesteld ter gelegenheid van het vijf en twintig-jarig bestaan der Samarang-Joana Stoomtram-Maatschappij*, (uitg. Kon. Ned. Boek- en Kunsthandel M.M. Couvée, 's-Gravenhage 1907).

<sup>241</sup> J.J.G. Oegema, *De Stoomtractie op Java en Sumatra*, (uitg. Kluwer, Deventer 1982).

<sup>242</sup> Jan Honing, *Herinneringen aan het leven in Indië*, (uitg. Brave New Books, 2014).

De trajectkeuze heeft in nauwe samenwerking met de Topografische Dienst plaatsgevonden.<sup>243 244 245</sup> Voor de nodige verkenningen van de geschikte routes was bij de SS een aparte opnemingsdienst met een eigen opnamebureau tot stand gekomen. Zoals gezegd is hielden de ontwerpers bij de keus van trajecten rekening met toegestane maximale hellingen, minimale kromtestraal van bochten en zo weinig mogelijk bruggen, tunnels en doorgravingen. Daarbij maakten ze gebruik van alle beschikbare kaarten van de Topografische Dienst en de ervaring met spooraanleg in bergachtig gebied. Veel pionierswerk werd verricht en van fouten werd geleerd. In de Koloniale Verslagen voor de Regering van 1866-1930 en de Jaarverslagen van de spoorwegmaatschappijen op Java en Sumatra zijn van jaar tot jaar de vorderingen van spooraanleg en exploitatie te volgen. Bladen als “de Ingenieur” publiceerden regelmatig over nieuwe ontwikkelingen en publiceerden bijdragen aan lezingen en congressen.<sup>246</sup> Later verschenen gedenkboeken, studies en tal van publicaties over de ontwikkelingen van de spoorwegen aldaar. Die spoorwegen zijn voor zowel het land zelf als voor de Nederlandse bedrijven daar bepalend geweest voor bestuur en ontwikkeling.

Spoorlijnen hebben op Java vanaf 1875 een belangrijke rol gespeeld in het vervoer van personen en goederen. De meeste rivieren waren beperkt bevaarbaar en wegen waren slecht en vooral in de regentijd moeilijk begaanbaar. Begin 20<sup>e</sup> eeuw kostte de reis per auto over de weg van Batavia naar Bandung een dag en naar Surabaya minstens een week. De eerste automobielen hadden niet de gewenste betrouwbaarheid en garages en reserveonderdelen waren er nauwelijks. Zelfs in de huidige tijd is de gemiddelde reissnelheid over binnenwegen op Java amper 30 km per uur. Treinen reden aanvankelijk gemiddeld 50 km per uur, maar begin 20<sup>e</sup> eeuw lag dat al boven de 60 km per uur. Opvallend is het grote aantal kaarten met de steeds gereedgekomen treinverbindingen. Het grote aantal bijzondere kaarten van de nieuwe spoorwegen en emplacementen, vaak toegevoegd aan reisgidsen, rapporten en jaarverslagen geeft een indicatie van het grote belang. De bevolking hield het goed bij en zag uit naar verdere uitbreiding van het spoorwegnet. Reizen per spoor werd pas echt populair met de invoering van het 1 cent per kilometer tarief, wat voor de lokale bevolking nog op te brengen was. Men mocht handelswaar in speciale wagens meenemen, waardoor het aantal reizende handelaren enorm toenam.<sup>247</sup> Deze lijnen hebben het landschap, de steden, de infrastructuur en daarmee de kaart van Java flink veranderd. Er ontstonden nieuwe nederzettingen en plantages langs de spoorlijn en steden groeiden door de betere verbindingen. Voor de watervoorziening van de locomotieven legde de spoorwegen speciale reservoirs aan, zoals bij Gundik (of Gundih), ten zuidoosten van Semarang. Spooremplacementen, vooral bij havens, veranderden aanzienlijk de plattegrond van steden.

Als voorbeeld kan de plattegrond van Batavia uit Fig. 3-14 worden genomen. Overall lopen spoorlijnen door de stad naar de havens, de woonwijken en aangrenzende steden. De lijnen van Tanjung Priok rechtsboven en de lijnen naar het depot Manggarai midden onder, ten zuiden van Menteng, laten zien hoe Batavia tot 1940 werd beheerst door spoorlijnen. De drie lijnen van de kust naar het zuiden zijn nog steeds van groot belang voor vervoer van personen en goederen. De middelste lijn is geëlektrificeerd van Jakarta Kota (stad) naar Bogor en gaat via Gambir (Weltevreden) en Depok naar Bogor en vervolgens via Sukabumi en Cianjur naar Bandung. De oostelijke lijn gaat van Jatinegara (Meester Cornelis) naar Cikampek in het oosten en wordt daar gesplitst in de lijn naar Cirebon-Semarang-Surabaya en naar Purwokerto—Bandung. In **Annex 8.16** is een plattegrond van Batavia uit 1897 opgenomen, waarop een deel van de spoorlijnen nog tramlijnen zijn. De spoorlijnen zijn ook te zien op de Internationale Wereldkaarten in Fig. 5-54, Fig. 5-55 en **Annex 8.28**.

De westerlijn waaiert eerst uit naar Tangerang en iets zuidelijker naar Serang tot aan Anjer aan de kust met een zijspoor naar Merak en naar de vissershaven Labuan (zie Fig. 3-12), dit laatste traject is inmiddels opgeheven. Als zijspoor van deze lijn werd voor de winning van steenkool of bruinkool tijdens WO II de Zuid-Bantam lijn aangelegd. Die lijn van Saketi naar Bajah (zie ook Fig. 3-12) over 89 km, 59 bruggen en langs 9 stations aan de zuidkust is tussen januari 1943 en april 1944 door de Japanners met Indonesische dwangarbeiders aangelegd en tot 1951 in gebruik gebleven.

<sup>243</sup> R.A.J. Snethlage, *Spoor- en Tramwegen in Nederland en Indië*, (uitg. de Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1886).

<sup>244</sup> E.A.A van Heekeren, E.P. Wellenstein c.i., *De militaire positie van Nederlandsch-Indië, Het spoor- en tramwezen in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Hollandia-Drukkerij, Baarn 1915).

<sup>245</sup> *Verslag betreffende het Spoor- en Tramwegwezen in Nederlandsch-Indië over het jaar 1914*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1915).

<sup>246</sup> Ir R.A.D. Loven, *Traditie en techniek van de locomotief*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar in spoorwegmaterieel aan de Faculteit van Technische wetenschap der Universiteit te Bandung, op zaterdag 2 October 1954.

<sup>247</sup> *Bepalingen betreffende spoor- en tramwegen, Algemeene regelen betreffende den aanleg en exploitatie van spoor- en tramwegen bestemd voor algemeen verkeer in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Landsdrukkerij, Weltevreden 1927).



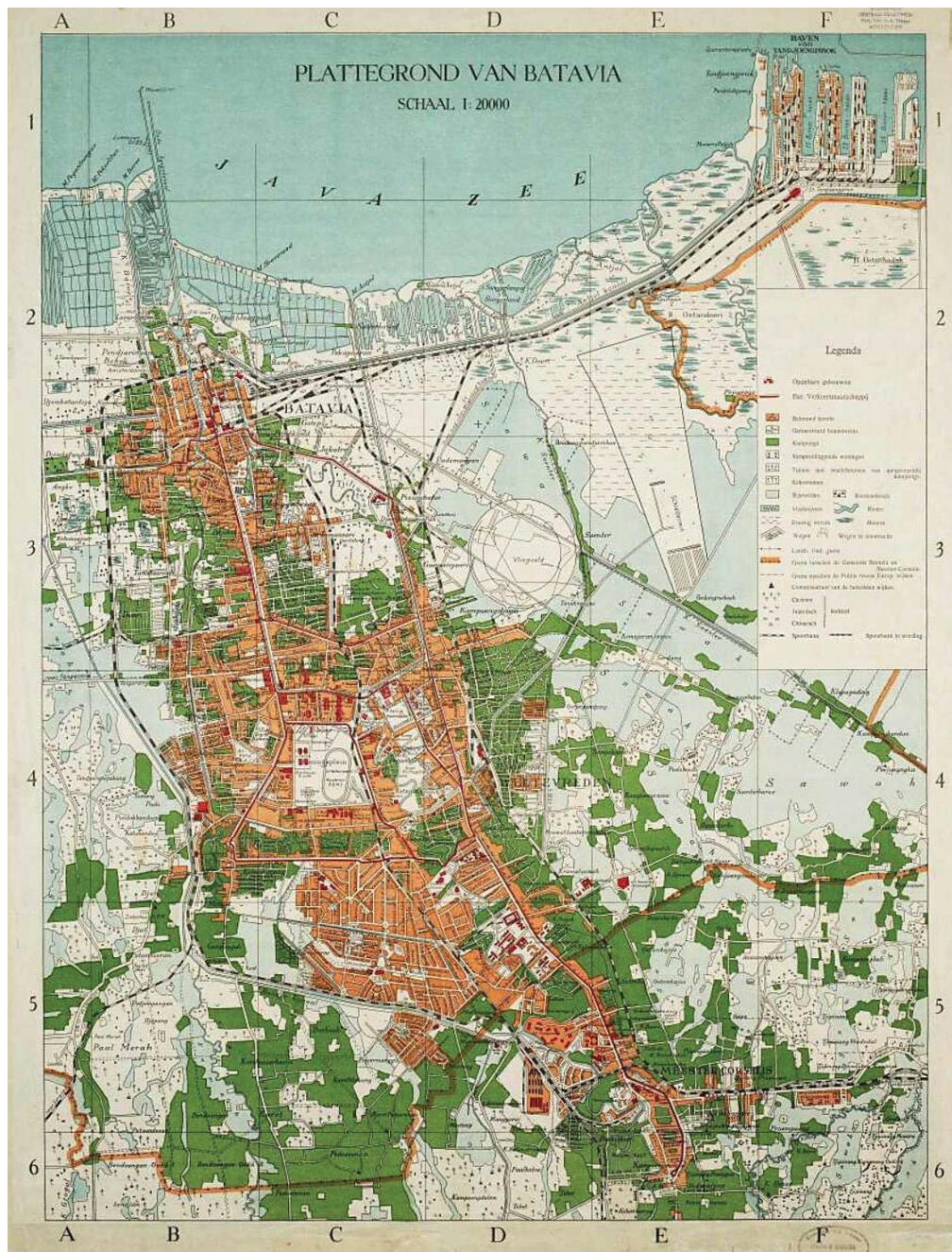


Fig. 3-14 Spoorlijnen in Batavia, Tanjung Priok, Weltevreden (Gambir) en Meester Cornelis (Jatinegara) in 1945.<sup>248</sup>

“Indonesië op de kaart” is op Java en Sumatra lange tijd gedomineerd door de spoorverbindingen. Sinds 1873 heeft continue verkeersgroei plaatsgevonden. Ondanks de aanleg van veel wegen in de afgelopen jaren is het vervoer per spoor nog steeds aantrekkelijk. Met de verdubbeling van het spoor op drukke trajecten en de inzet van snelle treinen zijn reistijden verkort en is de vervoerscapaciteit op Java flink toegenomen. De basis is nog steeds het spoorwegennetwerk dat grotendeels in 1864-1914 is aangelegd met trajectkeuzes, die zijn gebaseerd op kaarten van de Topografische Dienst.

Alvorens naar de topografische verkenningen en trajectkeuze gekeken wordt, zal eerst de aanleg van de spoorlijnen en tramlijnen op Sumatra aan de orde komen. Die hebben namelijk een geheel andere ontstaansgeschiedenis dan op Java. Op Sumatra waren de Aceh-oorlog en het vervoer van plantageproducten en steenkool bepalend; pas later is het personenvervoer van belang geworden.

<sup>248</sup> De tijdens WO II, onder Japane bezetting bewerkte kaart van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië; de zwart-wit gestreepte lijnen zijn spoorwegen. Het “ronde” vliegveld Kemayoran was in juli 1940 in gebruik genomen. Ten oosten van het vliegveld bevond zich een schietbaan. Aan de kust liggen visvijvers. Van Meester Cornelis loopt deels langs de westelijke spoorlijn naar de kust een uitwateringskanaal.

### 3.2.2 Aanleg van spoorlijnen en tramlijnen op Sumatra

Tramlijnen en spoorlijnen op Sumatra zijn aangelegd door vier aparte maatschappijen (zie Fig. 3-15):

- Atjèh Tram (AT), aanvankelijk voor troepentransport, later gebruikt als tramlijn voor personenvervoer;
- Deli Spoorweg Maatschappij (DSM) Sumatra's Oostkust, vooral voor transport van plantageproducten;
- Staatsspoorwegen Sumatra's Westkust (SSS), vooral voor kolentransport naar de haven van Padang;
- Staatsspoorwegen in Zuid-Sumatra (ZSS), vooral voor kolentransport naar Bandar Lampung.

Naast goederen heeft ook altijd personentransport plaatsgevonden. De Atjèh Tram werd al snel verbonden met de DSM. Er zijn tal van plannen geweest om DSM met de andere twee geïsoleerde gebieden per spoor met elkaar te verbinden. Verschillende expedities op midden Sumatra hebben plaatsgevonden, waarbij gedetailleerde kaarten gemaakt zijn. De topografische verkenningen daarvoor worden in hoofdstuk 3.2.3 besproken.



Fig. 3-15 Spoorlijnen en tramlijnen met belangrijke plaatsen en vulkanen op Sumatra.<sup>249</sup>

<sup>249</sup> De Aceh Tramlijn in het noorden is in Besitang verbonden met de DSM lijnen rond Medan. De Pekanbaru spoorlijn, tijdens WO II aangelegd met dwangarbeiders, is bij Muaro aangesloten op de Staatsspoorlijnen Sumatra's Westkust naar Padang. De Staatsspoorwegen Sumatra's Zuidkust verbinden Palembang met Bandar Lampung. Een zijspoor van Prabumulih loopt naar de kolennijnen bij Bukit Asam en naar Lubuklinggau met een busverbinding naar Bengkulu.



## Atjèh Tram of Atjèh Staats Spoorwegen

Kort na het uitbreken van de Atjèh-oorlog in 1873 ontstond behoefte aan snel troepentransport, waarvoor in 1876 gestart werd met de aanleg van de Atjèh-lijn (Atjèh wordt verder geschreven met de huidige schrijfwijze Aceh, dat net zo uitgesproken wordt). Het eerste stuk van de haven Olehleh (of Ulèè Lheuë) aan de noordkust naar de veroverde kraton in Kota Raja (nu Banda Aceh) werd over 4 km aangelegd met 1067 mm Kaaps spoor. Deze lijn was aanvankelijk een belangrijke schakel in de verdedigingsgordel rondom de kraton van de sultan van Aceh. Alle goederen voor de KNIL-militairen in Kota Raja werden vanuit zee over deze lijn aangevoerd. Door het succes wilde men de lijn verder naar het zuiden verlengen, maar dat zou volgens Batavia te grote investeringen vergen. Een tramlijn met een breedte van 750 mm (0,75 m of 2' 5½") op of direct naast de weg zou wel mogelijk zijn. Daardoor zou de spoorlijn van Olehleh naar Kota Raja omgebouwd moeten worden naar een tramlijn van 750 mm. Aldus geschiedde, zodat in 1884 de zogenoemde Aceh tram met hout gestookte stoomlocomotieven begon te rijden. Geleidelijk werd het netwerk van de Aceh tram in de zogenaamde geconcentreerde linie rond Kota Raja uitgebreid, zodat in 1897 ongeveer 40 km aangelegd was naar de versterkingen die rondom de stad de linie vormden (zie Fig. 3-16).

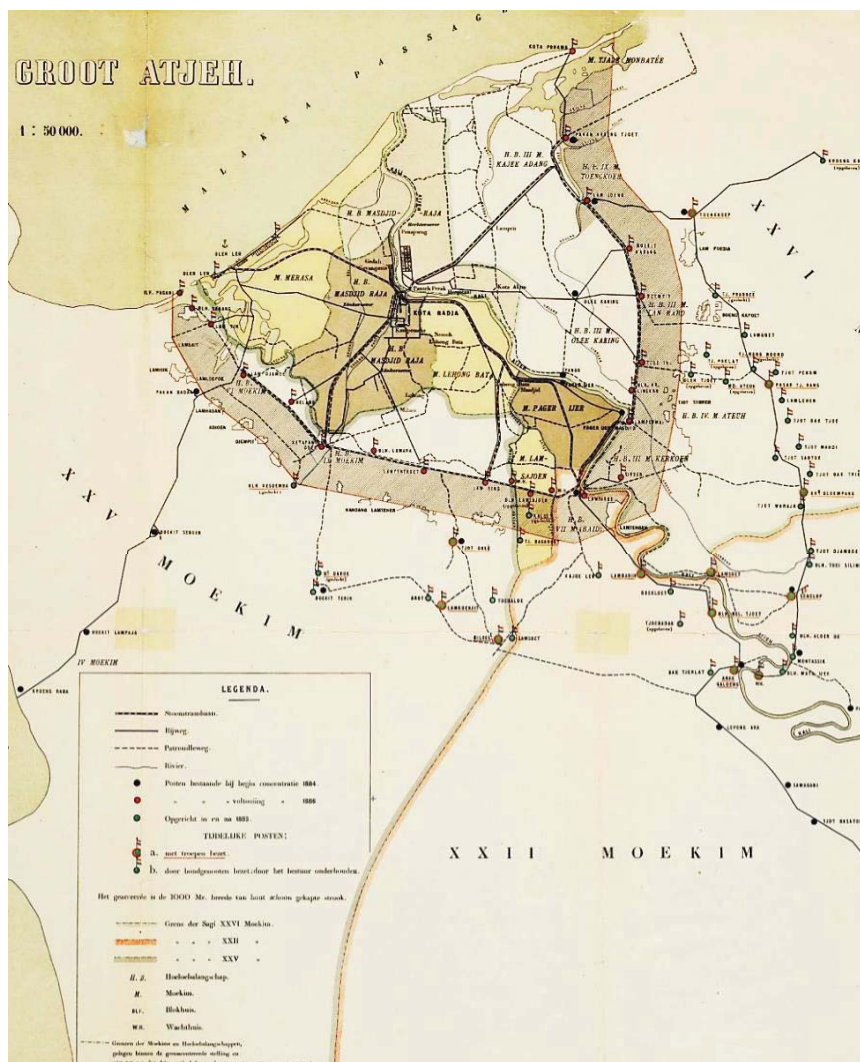


Fig. 3-16 Aceh, Kota Raja met stoomtrambanen achter de geconcentreerde linie, schaal 1:50.000, Kol. Verslag 1894.

Voor vergroting van het bezette gebied werd de Aceh tramlijn verlengd met ca. 30 km naar het zuiden waar al enkele plaatsen door het KNIL bezet waren. Onder de Aceh gouverneur Van Heutsz verlengde de genie de lijn met ondersteuning van de Topografische Dienst daarna naar Sigli aan de noordoostkust. Vervolgens ging de route langs de oostkust zuidwaarts via Lhoksumawe, Langsa en Besitang naar de haven Pangkalansusu bij Pangkalanbrandan, wat bijna 500 km was (zie ook de detailkaarten van Sumatra hierna).



Het netwerk kreeg zo in 1917 een lengte, inclusief zijsporen, van 520 km en was daarmee het langste smalspoornet ter wereld. Voor de lijn waren ca. 80 bruggen en viaducten nodig, enkelen hadden een lengte van 100 m tot 200 m en overspanningen tot 100 m. Bruggen werden vaak gecombineerd met wegen of voetpaden voor de lokale bevolking. Voor de uitzetting van het tracé waren geen nauwkeurige kaarten beschikbaar, terwijl de lijn in vijandelijk gebied met militaire bescherming aangelegd moest worden. Er werd al vroeg gebruik gemaakt van telefoonverbindingen over luchtlijnen, opgehangen aan palen naast het spoor. Voortdurende sabotage bemoeilijkte de voortgang van het werk aanzienlijk. De langs de lijn gebouwde stations zijn in Fig. 3-17 en Fig. 3-18 met rode stippen aangegeven en krijgen nog afzonderlijk aandacht. In het eindpunt werd de Aceh tramlijn in 1921 aangesloten op de Deli-lijnen, die met Kaaps spoor van 1067 mm waren aangelegd (zie Fig. 3-19 en Fig. 3-20). De aansluiting ontstond door het stuk van Besitang naar de haven Pangkalansusu (ten noorden van Pankalanbrandan) van een derde rail te voorzien, zodat de Aceh tram op 750 mm en DSM op 1067 mm naar de haven kon rijden. De Aceh lijn werd in 1971 opgeheven, maar er zijn plannen voor een nieuwe lijn, waar sinds 2011 aan gewerkt wordt.

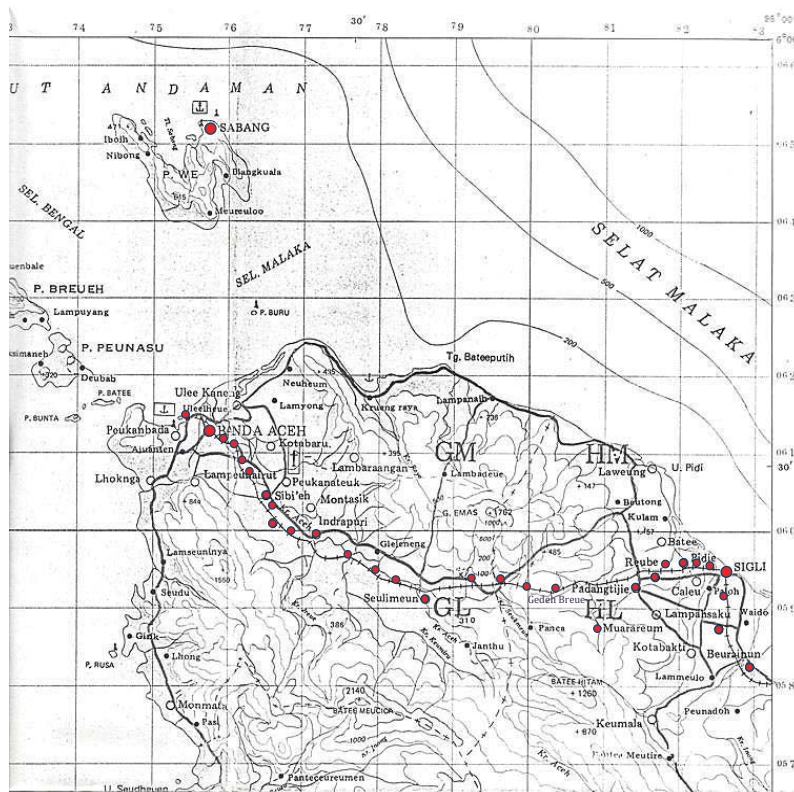


Fig. 3-17 Aceh tramlijn tussen Banda Aceh en Sigli (grid is 10x10 km).

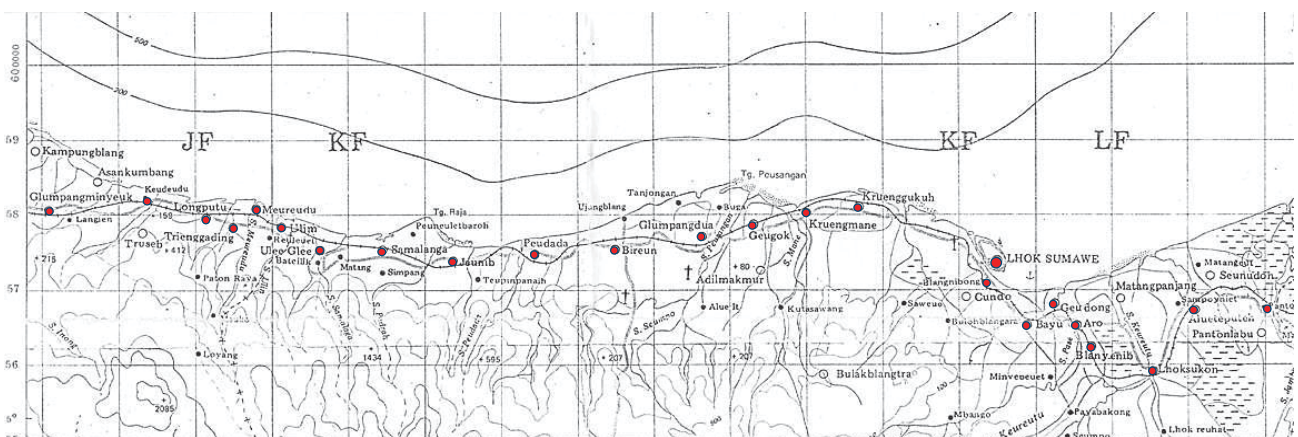


Fig. 3-18 Aceh tram aan de noordkust tussen Sigli en Lhoksumawe (grid is 10x10 km).



Fig. 3-19 Aceh tramlijn van Lhoksumawe tot Besitang-Pangkalansusu (grid is 10x10 km).

### Deli Spoorweg Maatschappij

Jacobus Nienhuys begon in 1863 als tabaksplanter in Deli aan Sumatra's noordoostkust. De oostkant van Sumatra is vrij vlak en moerassig, maar ten noordwesten en zuidoosten van Medan juist weer wat hoger en daardoor beter toegankelijk en geschikt voor landbouw. Door aanleg van grote tabaks- en palmolieplantages ontstond behoefte aan transport van goederen en personen naar de havens. In 1887 werd Medan de hoofdstad van het district Deli, waarna een grote groei van het aantal ondernemingen plaatsvond. In 1882 verleende de Nederlandse regering een concessie voor de aanleg van een spoorweg, resulterend in 1883 in de oprichting van de particuliere Deli Spoorweg Maatschappij (DSM). De hele lijn werd aangelegd op Kaaps spoor en werd meteen voor goederen en personenvervoer ingericht.<sup>250</sup> Als eerste traject kwam in 1886 een verbinding van 17 km gereed van Medan met Labuan aan de Deli rivier in het noorden, die toegang tot zee gaf (zie Fig. 3-20). Medan was net gesticht en de haven op het eiland Belawan aan de andere zijde van de Deli rivier moest nog aangelegd worden. De brug over de rivier van 400 m was door de slappe bodem een uitdaging, die na ruim twee jaar overwonnen werd. Daarna kon de haven op het eiland Belawan aan de mond van de Deli en Belawan rivieren verder ontwikkeld worden. Een andere lijn werd aangelegd via Binjai (Timbang Langkat) ten westen van Medan over het grondgebied van de Sultan van Langkat. De lijn liep naar het noorden via Pankalanbrandan, Besitang naar Pangkalansusu met de haven aan de Aru baai, waar tevens aansluiting met de Acehtram werd verkregen. Daarmee werd het mogelijk vanuit Medan in twee dagen naar Kota Raja in noord-Aceh te reizen. Deze lijn was ook van belang voor de vele tabaks- en rubberplantages ten noorden van Medan.

Langkat ten noorden van Deli, grenst in het westen en noorden aan Aceh en is bekend geworden door de eerste ontdekking van aardolie in Indonesië. Aeilko Jans Zijlker, een administrateur van een tabaksplantage, ontdekte op zijn reis door Langkat in 1880 de eerste aardolie of iets wat erop leek. Hij nam ontslag op de plantage, verkreeg een concessie van de Sultan van Langkat en ging met een primitieve houten toren naar olie boren.

<sup>250</sup> ir. H. Meijer, *De Deli Spoorweg Maatschappij, driekwart eeuw koloniaal spoor*, (uitg. De Walburg pers, Zutphen 1987).



Dat lukte na enkele pogingen in 1884 bij Telaga Said in het gebied van de Lipan rivier, ca. 10 km ten zuiden van Pankalanbrandan. Dat wordt wel als de start van de Bataafse Petroleum Maatschappij (BPM) gezien, die later opgegaan is in Shell. De Sultan en het Sultanaat Langkat hebben er goed aan verdiend. Het gebied werd gedetailleerd in kaart gebracht, er werd een pijpleiding naar de haven aangelegd, waarbij de spoorlijn ook een belangrijke functie in het transport vervulde. Toen de opbrengst van Telaga Said verminderde kon dat na 1898 gecompenseerd worden door nieuwe noordelijke velden in Aceh aan de kust bij Tamiang, Langsa en Perlak.

De DSM-spoorlijnen rond Medan waren in eerste instantie bedoeld voor het transport naar de haven van de belangrijkste producten van plantages in Deli en aangrenzende districten. Dat was naast tabak, thee, sisalvezel en rubber (vellen en vloeibare latex) ook palmolie, die alleen verwarmd verpompt kon worden. Daardoor was een pijpleiding minder geschikt en gebruikte men tankwagens op het spoor. Plantages breidden zich naar het zuiden langs de kust uit, zodat de spoorweg verlengd werd naar Tebingtinggi en vandaar zich splitste naar Pemantangsiantar en naar Kisaran—Tanjungbalai—Rantau Prapat (zie Fig. 3-21). Daarvoor werden tientallen stalen vakwerkbruggen en viaducten gebouwd en bij steden uitgebreide emplacements voor het rangeren van goederentreinen aangelegd. Door DSM vond in de periode 1883-1937 de aanleg plaats tussen Besitang en Rantauprapat met zijtakken van totaal 554 km spoor. Behalve goederen werd ook een geregelde dienst voor personenvervoer op de lijnen onderhouden. DSM had zo het eerste publieke spoornetwerk op Sumatra. Een groot deel ervan, zowel voor vervoer van goederen als personen, is nog operationeel. Het netwerk is enkelsporig, op enkele trajecten na, zoals tussen Medan en de haven Balawan.

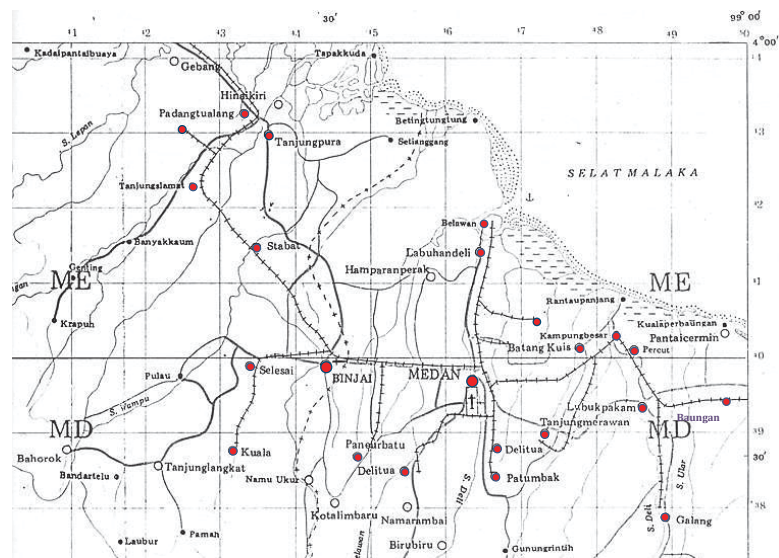


Fig. 3-20 DSM spoorlijnen rond Medan, Belawan en Binjai (grid is 10x10 km).

DSM legde ook een telefoonnet aan waarvan de verbindingen via luchtlijnen en later kabels, opgehangen aan palen langs de rails, geïnstalleerd werden. Dit particuliere netwerk met eigen centrales en bedienend personeel werd ook opengesteld voor openbaar telegrafie- en telefonie-verkeer en heeft tot de nationalisatie van DSM in 1957 voor de regio een belangrijke functie vervuld. Het DSM-netwerk heeft nog lang als apart telecommunicatienetwerk uitstekend dienstgedaan, maar is nu geheel geïntegreerd in het Indonesische telecomnetwerk. Het DSM-spoor was grotendeels gelegen in een vlak gebied met enkele zijsporen naar hoger gelegen gebieden. Het werd tussen 1885 en 1937 in fasen aangelegd vanuit Medan naar Pankalansusu in het noorden en Rantauprapat in het zuiden.<sup>251</sup> De grootste problemen waren de vele rivieren en de slappe moerasachtige bodem. De eerste uitdaging was de verbinding naar de nieuwe haven Belawan met de brug van 386 m over de Deli rivier. De grond had weinig draagvermogen, zodat de brug op schroefpalen met een schroefdiameter van 160 cm gefundeerd werd. In 1932 werd deze vervangen door een dubbele vakwerkbrug. Het volgende traject was de 37 km lijn van Medan—Lubukpakam—Baungan (Perbaungan). Deze spoorwegtrajecten van de plantages en ondernemingen naar de haven werden wederom met ondersteuning van de Topografische Dienst in kaart gebracht.

<sup>251</sup> ir. H. Meijer, *De Deli Spoorweg Maatschappij, driekwart eeuw koloniaal spoor*, (uitg. De Walburg pers, Zutphen 1987).



Het spoornet volgde de plantageaanleg, zodat de lijn met 149 km naar het zuiden werd verlengd tot Tebingtinggi en Pemantangsiantar. Het laatste stuk daarvan ging door bergachtig terrein met sterke hellingen en diepe doorgravingen. Hiervoor werd veel landmeterswerk verricht. De Asahanlijn, aangelegd door heuvelachtig en golvend terrein via Tebingtinggi—Kisaran—Tanjungbalai, eindigde voor de samenloop van de Asahan en Silau rivieren aan de kust. Bij Kasaran begon DSM in 1927 de aanleg van de Zuid-Asahan lijn, die eerst de Silau-rivier met een vakwerkbrug van 60 m moest oversteken (zie Fig. 3-21). Deze lijn naar Rantauprapat lag grotendeels op slappe grond, de kaart laat zien dat het gekozen traject aan de westrand van het moerasgebied lag. Het tracé door het moeras moest zoveel mogelijk over aanwezige droge ruggen lopen. Terreinverkenning, opmeting en indeling vonden plaats door het kappen van rintissen (in rechte lijn opengekapte smalle stroken). Gebruikmakend van waterpasinstrumenten en theodolieten werd het tracé vastgesteld voor de aanleg van een spoordijk. Na de voltooiing in 1937 vergde het traject van Kisaran naar Rantauprapat van ca. 110 km ca. 3 uur reistijd.

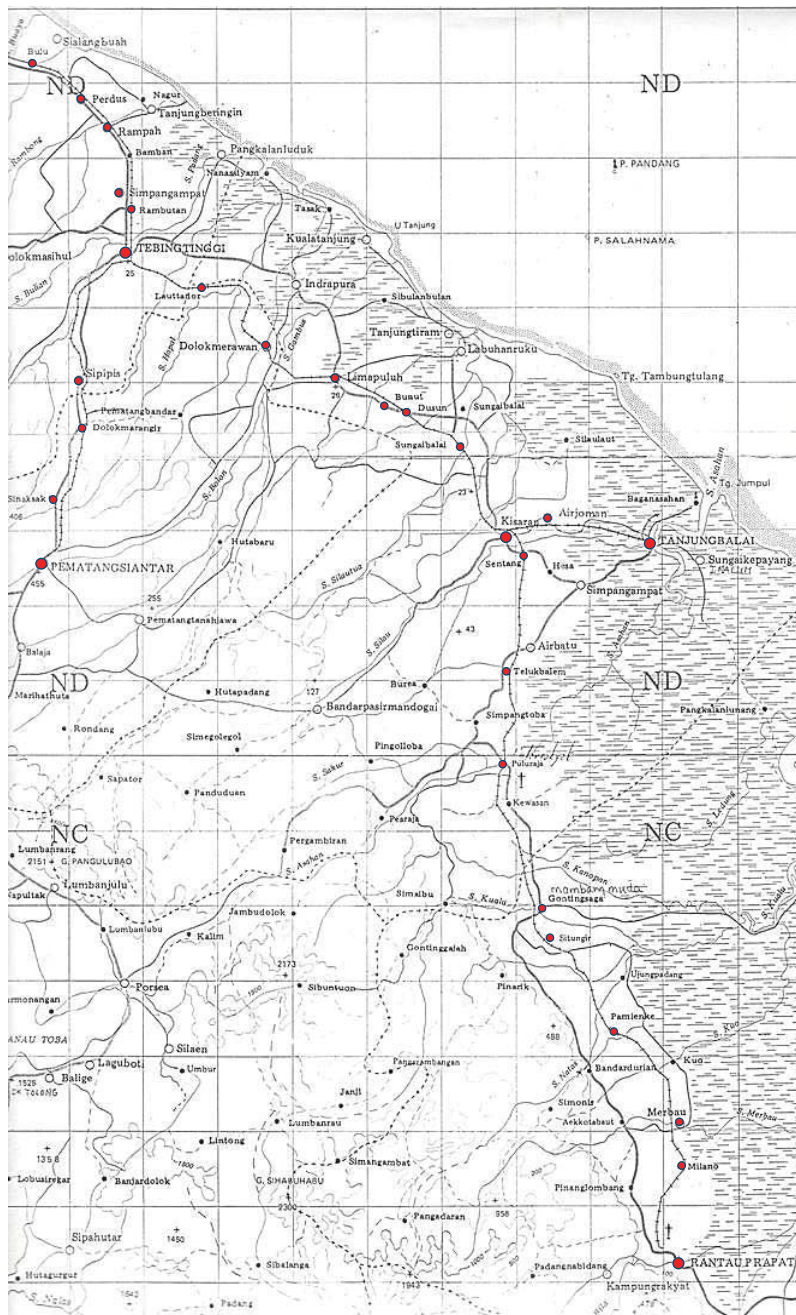


Fig. 3-21 DSM: Medan-Tebingtinggi-Kisaran-(met zijspoor naar Tanjungbalai)-Rantauprapat, (grid is 10x10 km).<sup>252</sup>

<sup>252</sup> Van Tebingtinggi loopt een zijspoor langs plantages naar Pemantangsiantar.

## Staatsspoorwegen Sumatra's Westkust

Aan de westkant van Sumatra loopt van Aceh in het noorden naar Lampung in het zuiden een hoge bergketen, het Barisan-gebergte genoemd, waar tal van vulkanen en grote meren deel van uitmaken, zoals het Tobameer in het noorden, het Sinkarakmeer in het midden en het Ranaumeer in het zuiden (zie Fig. 3-15). Ongeveer hemelsbreed 60 km van de kust ten noordoosten van Padang was al begin 19<sup>e</sup> eeuw aan de Ombilinrivier bij Sawah Lunto steenkool ontdekt. Dit werd nogmaals in 1868 bevestigd door mijningenieur de Greve. Transport van steenkool van de Ombilijn naar een haven bij Padang was niet eenvoudig. Tussen Padang en de Ombilijn lag het Barisan-gebergte en het meer van Singkarak. In een natuurlijke baai, 8 km ten zuiden van Padang werd een nieuwe haven gepland voor het overslaan van de kolen in schepen. Deze Emmahaven (nu Telukbayur) moest via Padang met de spoorlijn verbonden worden. Ir. J.L. Cluijsenaer voerde in 1873-1876 gedetailleerde verkenningen en trajectkeuzes uit, waarbij grote hellingen, woeste rivieren en flinke bergen getrotseerd werden. Onder leiding van ir. J.W. IJzerman werd de lijn ontworpen en aangelegd in 1888-1894, wat met de toepassing van vele nieuwe technieken een grote prestatie was. Door de steile hellingen in de Anei-kloof ten noorden van Padang, werd bij Padang Panjang 34 km van de lijn met een tandstaafbaan aangelegd om hellingen van 40 ‰ (ofwel 40 m stijging op 1 km horizontaal) tot 80 ‰ met de steenkooltreinen aan te kunnen. De volle zware kolentreinen van de mijn naar de haven bij Padang moesten 40 ‰ trotseren en de lege treinen van Padang naar de mijn maximaal 80 ‰ (60 ‰ gemiddeld op het traject). Voor de overbrugging van rivieren en dalen werden stalen volle-wandligger bruggen (dichte liggers onder de rails) en grote rechte of met bogen versterkte vakwerkbruggen gebouwd, waarvan enkele een paar keer door enorme watermassa's (banjir's) weggeslagen en weer vernieuwd werden. Tunnels van 35 m, 68 m en één zelfs van 828 m lang waren nodig om Padangpanjang op een hoogte van ca. 770 m te bereiken. Vandaar werd de lijn gesplitst en gingen de (lege) kolentreinen naar het zuiden door, om het meer van Singkarak, naar Sawah Lunto. Van de Emmahaven naar Sawah Lunto was dat 158 km (zie Fig. 3-22). Gewone treinen klommen weer verder naar het noorden met een tandstaafbaan tot een hoogte in Kotabaru van 1154 m en daalden naar Fort de Kock (nu Bukittinggi) af op ca. 900 m en Payakumbuh op 514 m. Daarvoor was nog eens een tandstaafbaan van 52 km nodig. Totaal is zo ca. 210 km aangelegd, waarvan 86 km tandstaafbaan. Het grootste deel werd in 1894 al in gebruik genomen. De laatste 40 km aan uitbreidingen werden tot 1924 als tramweg aangelegd, resulterend in 1929 in een netwerk met zijlijnen van totaal ca. 290 km. Dit westelijke netwerk werd geëxploiteerd door de SSS (Staatsspoorwegen Sumatra's Westkust). De lijn van Sawah Lunto was nog een stukje verlengd tot Muaro (Muara bij Sijunjung) voor transport van hout, met de mogelijkheid vandaar de lijn verder noordoostwaarts door te trekken.<sup>253 254</sup>

Gedurende WO II werd tussen april 1943 en augustus 1945 door de Japanners met westerse en Indonesische dwangarbeiders (Romusha's) van Muaro naar Pekanbaru voor kolentransport een spoorlijn van 220 km aangelegd (zie Fig. 3-23). De route was al verkend door experts van de Topografische Dienst uit Batavia als onderdeel van een spoorwegplan voor Sumatra.<sup>255</sup> De bedoeling was in Pekanbaru aan te sluiten op de Siak rivier, die vanaf dat punt bevaarbaar was, zodat kolen direct naar Singapore vervoerd konden worden, zonder gebruik te maken van de door geallieerden bedreigde omweg vanuit Padang langs de kust van Sumatra. De Romusha's hadden tussen april 1943 en april 1944 het talud al voorbereid, waarna tussen 24 mei 1944 en 15 augustus 1945 de spoorlijn erop aangelegd werd. Ploegen dwangarbeiders werden ondergebracht in kampen langs de lijn en werkten vanuit Muaro en vanuit Pekanbaru onder erbarmelijke omstandigheden met blote handen aan de spoorlijn. De kwaliteit van de lijn was zeer slecht, deels door sabotage. Vanaf kamp 8 bij Kota Baru en kamp 14 werd nog een lijntje naar de kolenmijnen Sapar en Karu aangelegd. Tussen kamp 10 en 11 kwamen de trajecten bij elkaar. Bij de aanleg van deze lijn in slechts 15 maanden zijn 700 westerse krijgsgevangenen (inclusief de torpedering van gevangenen op transportschepen zelfs 2346) en duizenden Romusha's omgekomen. De lijn is slechts enkele maanden in gebruik geweest.<sup>256</sup>

<sup>253</sup> J.L. Cluijsenaer, *Rapport van den Ingenieur J.L. Cluijsenaer over den aanleg van een spoorweg ter verbinding van de Ombilijn-kolenvelden op Sumatra met de Indische zee met kaarten en aantekeningen*, (uitg. Departement van Koloniën 1876).

<sup>254</sup> J.L. Cluijsenaer, *Rapport van den Ingenieur J.L. Cluijsenaer over den aanleg van spoorwegen in de Padangse Bovenlanden met kaarten en lengteprofiel*, (uitg. Departement van Koloniën 1878).

<sup>255</sup> W. IJzerman, J.F. van Bemmelen, S.H. Koorderd, L.A. Bakhuis, *Dwars door Sumatra, Tocht van Padang naar Siak*, (uitg. De erven F. Bohn, Haarlem en G. Kolff & Co, Batavia 1895).

<sup>256</sup> H. Neumann en E. van Witsen, *De Sumatra spoorweg*, (in WO II op Midden-Sumatra aangelegd door het Japanse leger). Een documentatie van gegevens, in en direct na de oorlog verzameld, (uitg. Studio Pieter Mulier, Middelie 1985).

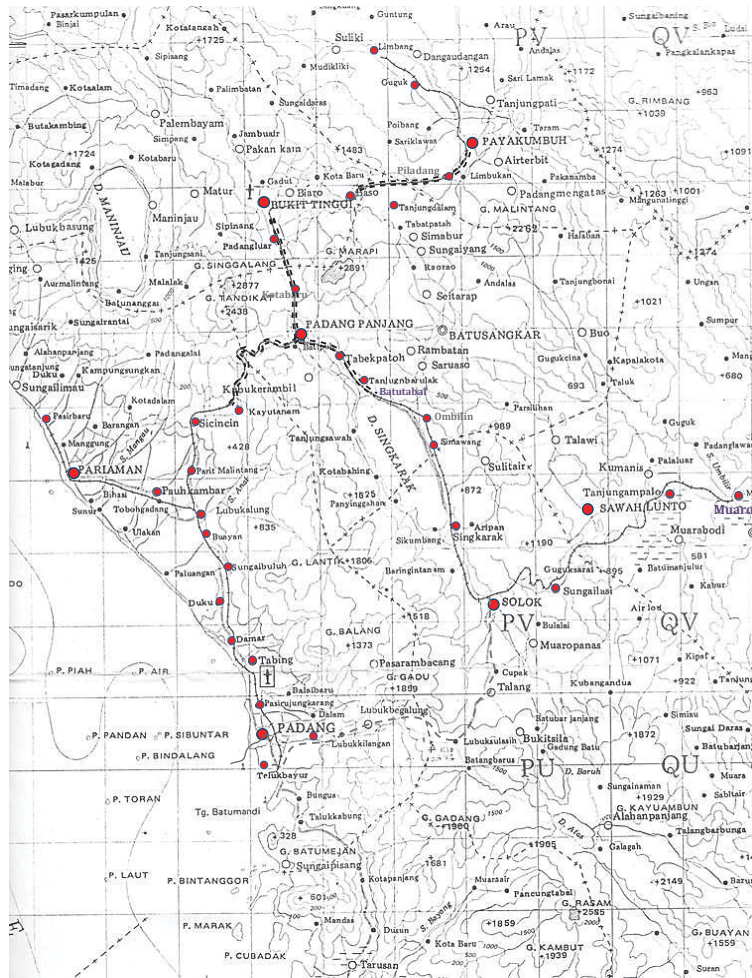


Fig. 3-22 SSS spoorlijn Padang–Sawah Lunto, === is tandstaaf, - - - was alternatief Solok-Padang (grid is 10x10 km).

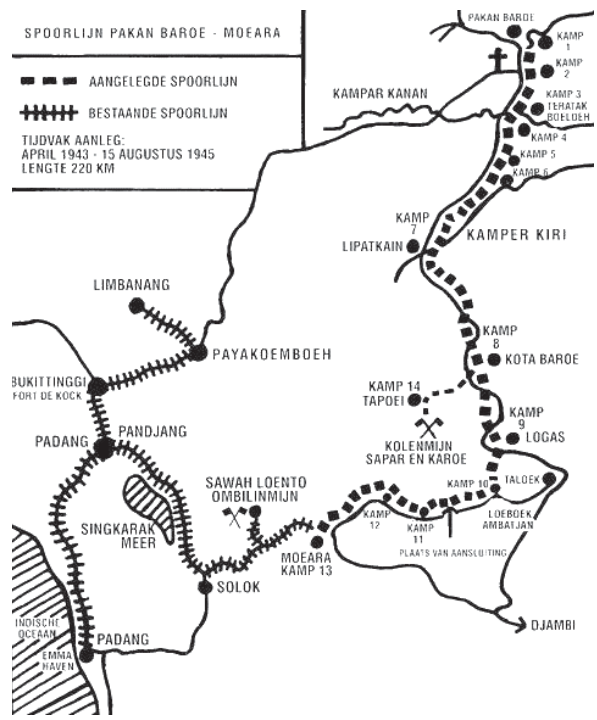


Fig. 3-23 Spoorlijn van Muaro (toen Moeara) naar Pekanbaru.



## Staatspoorwegen in Zuid-Sumatra

In het zuiden van Sumatra in de Lampungse districten werd in de periode 1912-1924 een vierde spoorweg-netwerk aangelegd, vooral om steenkool uit de Bukit Asam mijnen naar de kust te transporteren. Daarmee ontstonden spoorverbindingen tussen Tanjungkarang / Telukbetung (nu samen Bandar Lampung) aan de zuidkust naar het noorden via Kotabumi, Baturaja naar Prabumulih (zie Fig. 3-24 en Fig. 3-25). Daar splitste de lijn zich naar Palembang in het oosten en naar Lahat, Tebingtinggi en Lubuklinggau in het westen. Het eerste stuk van de Oosthaven bij Panjang naar Tanjungkarang kwam klaar in 1914.<sup>257</sup> De verbinding van Kertapati, het station bij Palembang naar de kolenmijnen bij Bukit Asam, totaal 168 km, was in 1919 gereed en in 1927 werd de aansluiting met de lijn vanuit het zuiden op feestelijke wijze tot stand gebracht. Zo ontstond in 1932 een netwerk van 661 km met tal van vertakkingen, dat werd geëxploiteerd door de Staatspoorwegen in Zuid-Sumatra (ZSS). Aanvankelijk was het netwerk bestemd voor ontsluiting van landbouwgebieden, maar geleidelijk werd het transport van kolen uit de mijnen bij Bukit Asam steeds belangrijker. Ten zuiden van Bandar Lampung werd in 1988 bij Tarahan een nieuwe kolenoverslaghaven aangelegd, waar de grote kolenwagens automatisch gelost werden.

Behalve steenkool en goederen vindt ook personenvervoer nog steeds plaats. Verschillende stations langs de lijn zijn daarvoor vernieuwd. Ook het vervoer met de veerboten van Java naar Sumatra tussen Merak en Panjang bij Bandar Lampung (railway ferry genoemd) en tussen Merak en Bakauheni aan de zuidpunt en omgekeerd, hebben voor een flink verkeersaanbod gezorgd.

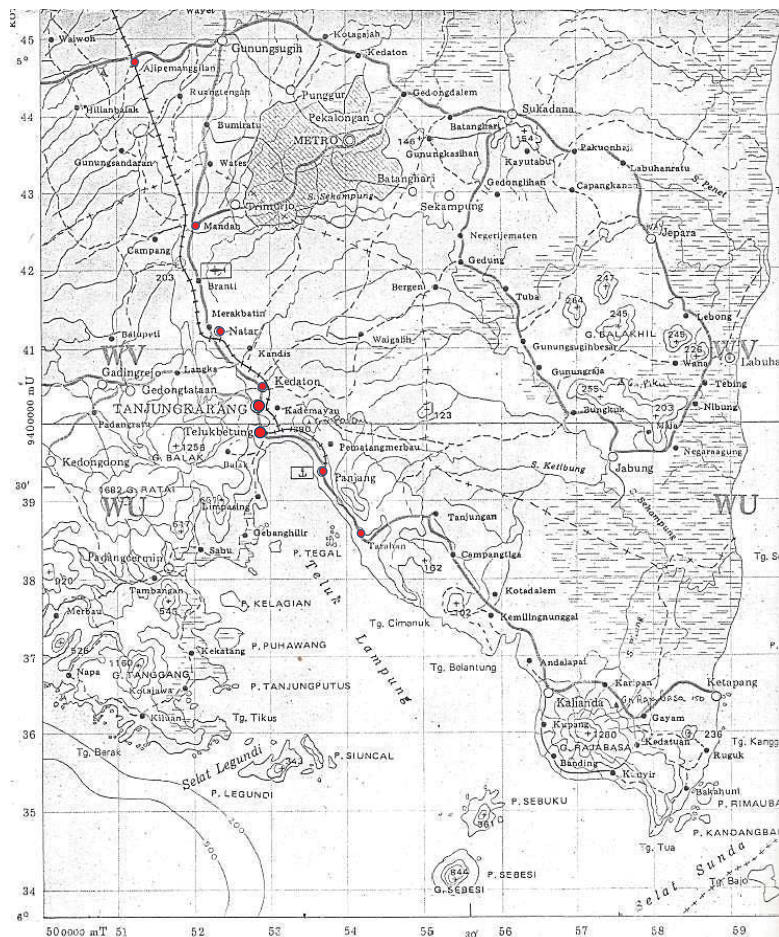


Fig. 3-24 Kaart ZSS van Tanjungkarang richting Palembang en Lubuklinggau (grid is 10x10 km).

<sup>257</sup> J.F.P. Richter, *Rapport nopens den aanleg van Staatspoorwegen in Zuid-Sumatra*, samengesteld door den hoofdingenieur J.F.P. Richter, Deel I, II en III (kaarten), (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1910).

De ZSS-lijnen in de Lampongse districten werden grotendeels door vlak terrein aangelegd. Daarbij moesten wel tal van rivieren gekruist worden en beperkten in het oosten de moerassen de keuze van een goed tracé. Vooral de verbinding met Palembang aan de overkant van de Musi-rivier bleek moeilijk. Bij Palembang was de rivier 320 m breed en dus de aanleg van een brug een kostbare zaak. Er werd besloten de lijn te laten eindigen in Kertapati, aan de zuidoever bij de samenvloeiing van de Ogan en Musi-rivier en vandaar de oversteek naar Palembang aan de andere oever per veerboot te maken. De Musi is 750 km lang en daarmee de grootste rivier van Sumatra. De spoorlijn van Lahat–Tebingtinggi–Lubuklinggau (in het westen) was 116 km met daarin 34 bruggen met lengtes tot 50 m en werd in 1933 in gebruik genomen. Door de ZSS werden autobusdiensten onderhouden van Lubuklinggau naar Bengkulu (150 km) aan de westkust. Van Palembang naar Lubuklinggau duurde de treinreis over 280 km bijna 6 uur en vandaar per autobus over de 150 km naar Bengkulu nog eens 4 uur (zie ook Fig. 3-15).

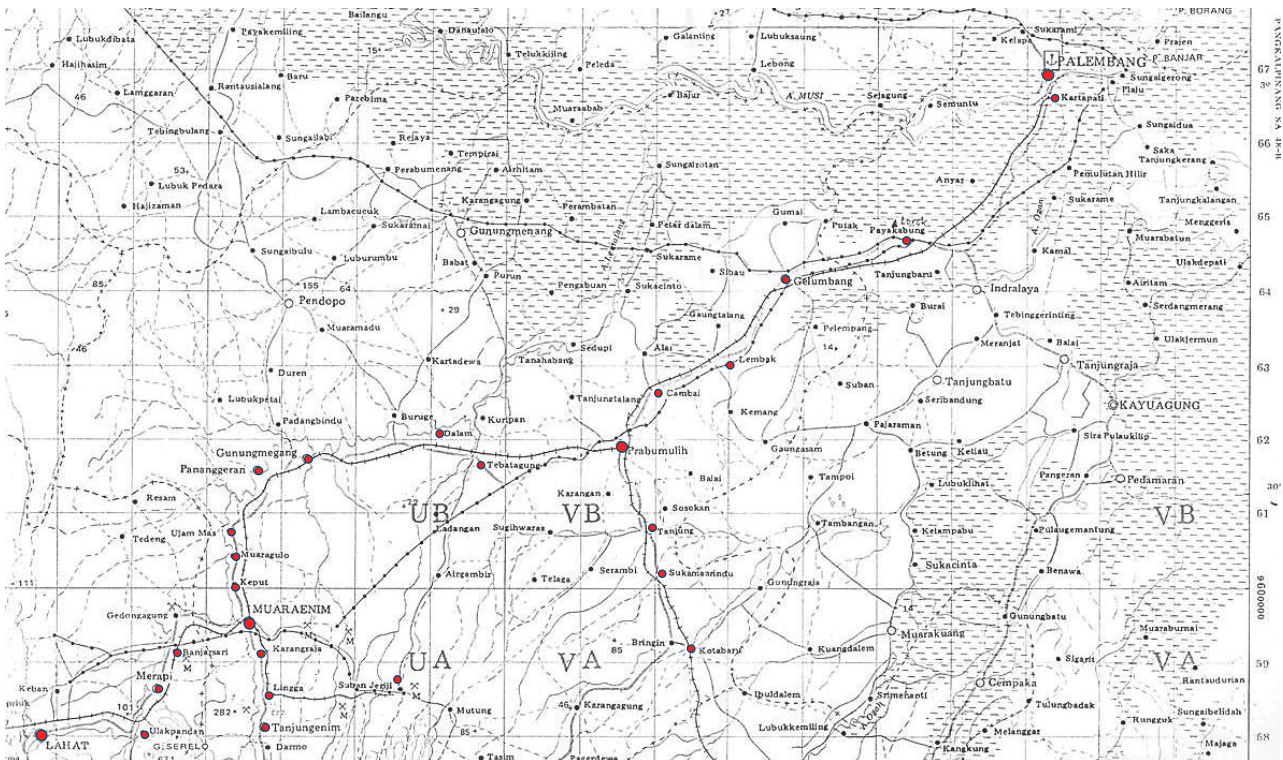


Fig. 3-25 ZSS-lijnen Palembang-Perabumulih naar Bandar Lampung of Muaraenim-Lahat-Lubuklinggau <sup>258</sup> (grid is 10x10 km).

Van de drie staatsbedrijven (ASS, SSS en ZSS) en het particulier spoorwegbedrijf DSM zijn alleen ASS en DSM met elkaar verbonden, hoewel er wel allerlei plannen zijn gemaakt voor een trans-Sumatra spoorverbinding, zowel in de periode van Nederlands-Indië als daarna. <sup>259 260</sup>

Vanaf 1920 tot 1940 maakten de spoorlijnen een sterke groei door in goederen en personenvervoer. Door de Japanse bezetting in 1942, met afvoer van veel materieel naar Japan en de onlusten tussen 1945-1949, is veel spoor materieel verdwenen of verwaarloosd. Toch was in 1950 al de genoemde eendaagse verbinding Jakarta–Surabaya (725 km) mogelijk, eveneens in 1951 tussen Bandung en Surakarta (Solo) langs de zuidlijn. Stoomlocomotieven hebben tot ca. 1985 nog dienstgedaan en zijn vervangen door diesel of elektrische locomotieven. In 1973 vond een reorganisatie plaats en ontstond de Perusahaan Jawatan Kereta Api (PJKA) en vervolgens in 1991 ging deze over in Perumka (Perusahaan Umum Kereta Api).

<sup>258</sup> Spoorlijnen zijn aangegeven met  $\text{---}+\text{---}+$ , oliepijpleidingen met  $\text{---}\bullet\text{---}\bullet\text{---}$ . De kolonmijnen bevinden zich ten westen en zuiden van Muaraenim.

<sup>259</sup> W. IJzerman, J.F. van Bemmelen, S.H. Koorderd, L.A. Bakhuis, *Dwars door Sumatra, Tocht van Padang naar Siak*, (uitg. De erven F. Bohn, Haarlem en G. Kolff & Co, Batavia 1895).

<sup>260</sup> K.J.A. Ligtoet, E. Van Zuylen, *Rapport betreffende terreinverkenningen en een spoorwegplan voor Midden-Sumatra*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1909).



Tabel 3-3 geeft een overzicht van de spoorweg- en tramwegmaatschappijen met hun afkortingen, de lengte van het spoor, het jaar van de operationele start en het jaar van het verkrijgen van de concessie. De oudste zijn de NIS, de JSS en de JSM. De NIS begon al met de opnemings van de routes in 1861. De B/B lijn en de lijnen naar Tanjung Priok werden al begin 20<sup>e</sup> eeuw geëlektrificeerd. Op Sumatra startte de eerste spoorlijn in Aceh in 1876 als verbinding van de kraton in Kota Raja naar de kust voor de bevoorrading van de militairen in en om de stad. ASS was in 1917 geheel gereed. DSM startte met het eerste stuk in 1886 en heeft de laatste uitbreiding van Kasaran naar Rantau Prapat in 1937 gerealiseerd. SSS aan de Westkust startte in 1894. Met de uitbreiding van Bukittinggi naar Payakumbuh en nog enkele tramlijnen was dat netwerk in 1918 gereed. ZSS in het zuiden stelde het eerste stuk in 1914 in bedrijf en was gereed in 1933. De jaarlijkse overheidsuitgaven aan spoor- en tramwegen zijn in **Annex 8.31** opgenomen. Zij vormden vanaf 1876 het grootste deel van de uitgaven aan openbare werken, in 1921 was dat al 42% van het totaal.

Tabel 3-3 **Overzicht van de spoorwegen in Nederlands-Indië tot eind 1949**

Java	Afgekort	Lengte	Start	Opmerkingen
Babat-Djombang Stoomtram Mij.	BDSM	71 km	1902	1896 concessie, 1916 naar (J)SS
Batavia Electricische Tram Mij.	BET	19 km	1893	1893 concessie, uitbreiding tot 1913
Bataviasche Ooster Spoorweg Mij.	BOS	63 km	1898	1887 concessie
N.V. Bataviasche Verkeers Mij.	BVM	33 km	1930	1930 samenvoeging NITM-BET
Javasche Spoorweg Mij.	JSM	24 km	1886	1883 concessie (o.a. Preanger)
Kediri Stoomtram Mij.	KSM	125 km	1900	1894, 1895, 1898 concessies
Madoera Stoomtram Mij.	MT	221 km	1900	1896 concessie, uitbreiding tot 1913
Malang Stoomtram Mij.	MS	85 km	1901	1894 concessie, uitbreiding tot 1908
Modjokerto Stoomtram Mij.	MSM	80 km	1898	1895, 1898 concessies,
Nederlands-Indische Spoorweg Mij.	NIS of NISM	904 km	1873	1867 concessie, uitbreiding tot 1924
Nederlands-Indische Tramweg Mij.	NITM	14 km	1891	1883 concessie
Pasoeroean Stroomtram Mij.	PsSM	52 km	1898	1893-1896 concessies, uitbreiding 1912
Probolinggo Stroomtram Mij.	PbSM	43 km	1895	1894 concessie, uitbreiding tot 1912
Oost-Java Stroomtram Mij.	OJS	117 km	1895	1893 concessie, zustermaatschappij
Serajoedal Stoomtram Mij.	SDS	126 km	1898	1893 concessie, zustermaatschappij
Semarang-Cheribon Stoomtram Mij.	SCS	388 km	1898	1898 concessie, zustermaatschappij
Semarang-Joana Stoomtram Mij.	SJS	415 km	1884	1881 concessie, zustermaatschappij
Solosche Tramweg Mij.	SoTM	27 km	1908	1908 concessie, 1914 naar de NIS
Staats Spoorwegen op Java	JSS of SS	2668 km	1875	1875 concessie, uitbreiding tot 1928
Staatsspoor- en Tramwegen in NI	SS en T	4238 km	1917	1917 alle staatslijnen op Java samen
Cicalenka-Majalaya		26 km	1945	1944 door Japanners met dwangarbeid
Sekati-Bajah		89 km	1944	1944 door Japanners met dwangarbeid
<b>Sumatra</b>				
Atjeh Tram of Atjeh Staats Spoorwegen	AT of ASS	520 km	1884	1876 start in Kota Raja, 1917 gereed
Deli Spoorweg Mij.	DSM	554 km	1886	1882 concessie, 1886 start aanleg
Staatsspoorwegen Sumatra's Westkust	SSS	290 km	1894	1887 start aanleg, 1918 geheel gereed
Staatsspoorwegen in Zuid-Sumatra	ZSS	661 km	1914	1911 start aanleg, 1933 geheel gereed
Pekanbaru Sumatra Spoorweg (kort in bedrijf)		220 km	1945	1944 door Japanners met dwangarbeid
<b>Celebes (Sulawesi)</b>				
Staatstramwegen		47 km	1922	1930 einde Makassar-Takalar

De grootste spoorwegmaatschappij was de SS (Staats Spoorwegen) op Java met 2668 km spoor. Door samenvoeging van een aantal spoorweg- en tramwegmaatschappijen ontstond in 1917 de SS en T met 4238 km spoor. De grootste particuliere maatschappij was de NIS, die behalve de lijnen tussen Yogyakarta, Surakarta, Semarang en Surabaya, aanvankelijk ook Batavia-Bogor exploiteerde.


Op Sulawesi (Celebes) is in de periode 1922-1930 tussen Makassar en Takalar in het zuiden ook een tramlijn van 47 km in bedrijf geweest. Op Borneo is voor kolenvervoer nog een lijn van 4,5 km aangelegd. Op de tineilanden Banka en Billiton / Belitung (Singkep niet) werden nog enkele smalspoorlijnen voor hout en goederen aangelegd. De Pekanbaru Sumatra Spoorweg en het lijntje Cicalengka-Majalaya zijn eigenlijk nooit echt in bedrijf geweest. Naast de genoemde spoorwegen in de tabel werden er allerlei plannen ontwikkeld voor spoorwegen op Sumatra, Borneo, Celebes, Bali en Lombok. Een kaart in **Annex 8.17** geeft met kleuren de gebieden aan. Door de financiële crisis van 1921-1930 is het er nooit van gekomen. Wel zijn in 1945-1949 nog enkele bestaande lijnen hersteld en verzaard. De Indonesische regering heeft daarna de exploitatie overgenomen. Inmiddels zijn de spoorlijnen gedeeltelijk voorzien van dubbelspoor en zijn trajecten geschikt gemaakt voor hogere snelheden en is, zoals eerder gezegd de capaciteit tussen de grote steden, verder toegenomen.



## Spoorwegstations en emplacements

Spoorwegstations op Java en Sumatra zijn met het gereedkomen van de spoorlijnen gebouwd in de toen gebruikelijke bouwstijl voor dit soort bouwwerken. Een zekere vorm van standaardisatie is toegepast, waarin bij de grotere stations de Nederlandse bouwstijl uit die dagen nog te herkennen is. Hoewel de eerste stations eenvoudig van opzet waren, kregen de grote steden al gauw monumentale stations in klassieke stijl, aangepast voor de tropen. De meeste stations zijn gebouwd in de periode 1900-1920, daarna sloeg de recessie toe en namen bouwactiviteiten sterk af. De eerdergenoemde architecten ir. Maclaine Pont en ir. H.Th. Karsten hebben enkele prachtige ontwerpen op hun naam staan. De lijnen tussen de grotere steden werden zoveel mogelijk langs ondernemingen en dorpen gelegd, waarvoor een eenvoudig station of halteplaats voldoende geacht werd. Op kaarten werd het onderscheid aangegeven door Stasiun of St. en perhentian (halteplaats) met ph of p. Omdat langs de spoorlijnen telegraaflijnen aangelegd werden, kwamen in de stations of in de buurt van stations ook handbediende telefooncentrales. Die zijn later vervangen door automatische centrales. In veel steden zijn openbare telefooncentrales dan ook nog steeds in de buurt van spoorwegstations te vinden. Veel nieuwe of vernieuwde stations hebben een uiterlijk gekregen dat vergelijkbaar is met de oude stations uit de Nederlands-Indië periode. Buiten de steden zijn dat vaak eenvoudige gebouwen, voldoende voor de basisbehoefte van forensen. Voor de wat grotere stations paste de SS aanvankelijk stalen constructies toe, veelal gietijzeren kolommen met gegalvaniseerde golfplaten of houten overkappingen, waarvan een groot aantal op Java en Sumatra nog bestaan.<sup>261 262</sup> Verschillende lijnen op Java zijn of worden uitgebreid met dubbelspoor, met name op de route langs de noordkust naar Surabaya, wat uitbreiding of vernieuwing van stations tot gevolg had. Halteplaatsen waren en zijn nog altijd eenvoudige optrekjes naast het spoor, voorzien van basisfaciliteiten en voldoende om te schuilen tijdens het regenseizoen.

Tramlijnen kregen ook eenvoudige halteplaatsen, zoals wachthokjes ofabri's. Een groot deel van de rurale tramlijnen op Java was immers vooral in gebruik voor vervoer van landbouwproducten. Inmiddels zijn de meeste tramlijnen opgeheven of omgebouwd naar spoorlijnen en daarmee geïntegreerd in het spoorweg-netwerk. Bij elk station werd een emplacement aangelegd waar de treinen elkaar konden passeren. Bij de grotere stations kon dat flinke afmetingen hebben door wissels en vereiste rangeermogelijkheden. Goederentreinen konden dan samengesteld worden en locomotieven soms gekeerd via draaischijven of omloopsporen. Stoomlocomotieven moesten van water en kolen of hout worden voorzien en na een dag dienst hun as kwijt. Er werden watertorens, reservoirs, kolenbunkers of houtopslagplaatsen en seinhuisjes geplaatst van waaruit seinen en wissels via lange draden bediend werden. Bovendien was veel onderhoud nodig, waarvoor grote loodsen werden gebouwd. Veel emplacements zijn op de kaarten gedetailleerd aangegeven en bepaalden voor een groot deel de stadsplattegrond, mede door de aanvoerwegen en beperking van het aantal spoorovergangen. Met name geldt dat op Java voor Jakarta, Bandung, Cirebon, Semarang, Surabaya, Malang, Yogya en Solo.

Op Java zijn vanaf het begin van de spoorwegaanleg in 1864 tot 2015 voor 5558 km spoor totaal 745 spoorwegstations en halteplaatsen gebouwd, waarvan de meeste nog in gebruik of herkenbaar zijn. Op Sumatra zijn grote emplacements te vinden bij Bandar Lampung (Tanjungkarang en Panjang, de voormalige Oosthaven), bij Medan en de haven Belawan en bij Padang bij de voormalige Emmahaven, nu Telukbayur. Ook in Aceh bij Kota Raja werd een groot emplacement aangelegd, onder meer voor de bevoorrading van de troepen. Langs de Aceh tramlijn van 520 km zijn 120 stations en haltes gebouwd. Voor vervoer van steenkool uit de Ombilinmijnen bij Sawah Lunto werd een uitgebreid emplacement aangelegd met faciliteiten voor het laden van de kolentreinen. Bij Padang was in de Emmahaven (Telukbayur) een kolenstort nodig om direct de kolenwagens in schepen te kunnen ledigen. Daarvoor werd een aparte spoorbrug naar een cantilever brug (  ) in de baai aangelegd. Die is inmiddels vervangen door een transportband voor kolen. Bij de Bukit Asam mijnen in Zuid-Sumatra zijn faciliteiten aangelegd voor het laden van steenkool en bij Tarahan aan de zuidkust voor het lossen in schepen. Het net van de DSM had ca. 120 stations en haltes voor 554 km spoor. Voor de SSS West-Sumatralijn werden ca. 40 stations en halteplaatsen gebouwd langs 290 km spoor, evenzo voor de ZSS ca. 90 voor een netwerk van 661 km. Het totaal komt daarmee in Sumatra op ca. 370 stations voor 2025 km spoorlijnen en tramlijnen.

<sup>261</sup> Michiel van Ballegoijen de Jong, *Spoorwegstations op Java*, (uitg. De Bataafse Leeuw, Amsterdam 1993).

<sup>262</sup> Michiel van Ballegoijen de Jong, *Stations en spoorbruggen op Sumatra, 1876-1941*, (uitg. De Bataafse Leeuw, Amsterdam 2001).

### 3.2.3 Topografische verkenningen en trajectkeuze

Voor de aanleg van spoorlijnen hebben veel topografische verkenningen plaatsgevonden. Daar waar mogelijk werd gebruik gemaakt van bestaande kaarten voor de eerste verkenning van mogelijke trajecten. Rond 1860 waren goede kaarten nog onvoldoende beschikbaar voor een gedetailleerde planning van de routes. Kaartschalen van 1: 5000 tot 1:250.000 waren nog niet betrouwbaar zodat in het begin, in samenwerking met de Topografische Dienst, routes verkend en in kaart gebracht werden. Zoals eerder is vermeld zijn voor spoorwegen de maximale helling en minimale straal van de bochten bepalend voor het te kiezen tracé, de hoogte van de lijn is niet belangrijk. Natuurlijk werd een route gekozen met zo groot mogelijk potentieel aanbod van goederen en passagiers. Aanvankelijk was het aanbod van goederen bepalend, zodat de lijn zoveel mogelijk plantages en fabrieken aan moest doen. Na enige jaren bleek het personenvervoersaanbod groter dan verwacht, wat nog gestimuleerd werd door de verlaging van de tarieven.

Ook strategische overwegingen voor het transport van militairen, de kwetsbaarheid door natuurrampen zoals aardbevingen, vulkaanuitbarstingen en overstromingen en de aanwezigheid van andere vervoersvormen speelden een rol. Soms kon het opnamewerk voor een tracé gecombineerd worden met het in kaart brengen van het gebied door de Topografische dienst, wat begin 20<sup>e</sup> eeuw in Zuid-Sumatra het geval was. De spoorwegen hadden ook hun eigen dienst voor opnemings- en kartering van nieuwe lijnen. Voor de staatsspoorwegen lag het voor de hand dat nauw samengewerkt werd met de Topografische Dienst, ook een staatsbedrijf in Indië. De spoorwegen werkten ook nauw samen met de PTT, ook een staatsbedrijf, dat gebruik maakte van telegraaf- en telefoonlijnen langs het spoor. Verstrekte concessies aan PTT resulteerden voor telecommunicatie in plaatsing en gebruik van luchtlijnen en kabels opgehangen aan palen aan de ene kant van het spoor, terwijl de andere kant voor eigen gebruik van de spoorwegmaatschappijen werd gehouden. Ook werden kabels langs de route ingegraven en vond in het begin combinatie van PTT en SS centrales plaats. Kaarten van deze routes laten vaak een combinatie van spoorlijnen met telegrafie- en telefoonlijnen zien. Met de uitbreiding van het aantal telefoonabonnee's waren al gauw aparte centrales in gebouwen nodig, die nog wel op korte afstand van het spoor stonden.

Een goed beeld van de topografische activiteiten en gebruikte kaarten kan het best verkregen worden aan de hand van enkele uitgevoerde verkenningen voor spooraanleg op Java en Sumatra. Voor Java waren vooral de routeverkenningen in het begin interessant om een beeld te krijgen van de moeilijkheden en afwegingen die een rol hebben gespeeld bij de tracékeuze. Bij Sumatra waren het overwegingen van militair strategisch belang, zoals de Aceh-tramlijn en het economisch belang (plantages en mijnen), die de routes bepaalden.

Belangrijke spelers voor de topografie-opnemingen zijn altijd de militairen geweest die het land verkend hebben, opmetingen zoals triangulaties hebben uitgevoerd en hiermee kaarten hebben vervaardigd. De Topografische Dienst was lange tijd een onderdeel van het leger en werkte met officier-deskundigen. Dat waren meestal ingenieurs, die hun opleiding in Nederland verkregen hadden.<sup>263 264</sup>

Voor topografische verkenning en trajectselectie bij spoorwegaanleg zijn de volgende bijzondere trajecten als voorbeeld gekozen:

- Java:
  - Semarang-Vorstenlanden
  - Batavia-Bandung
- Sumatra:
  - Aceh tramlijn
  - SSS-lijn Padang-Sawah Lunto
  - Trans-Sumatra verbindingen

<sup>263</sup> E. van Konijnenburg, *Gedenkboek uitgegeven ter gelegenheid van het vijftigjarig bestaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*, 1897.

<sup>264</sup> Cees Fasseur, *De indologen. Ambtenaren voor de Oost 1825-1950*, (uitg. Prometheus 1994).

## Semarang—Vorstenlanden, verkenning en trajectselectie

Op verzoek van minister Rochussen werd ir. Stieltjes gevraagd een onderzoek te doen naar de meest geschikte route voor een spoorlijn van Semarang naar Solo en Yogya. De concessie, door de regering voor spooraanleg door de NIS, was verleend zonder gedetailleerde kaart en gegevens over de route. Er was op verouderde en onnauwkeurige kaarten een route getekend tussen de drie steden waarbij ook Purwodadi aangedaan werd. Bij aankomst op Java, februari 1861 verzocht Stieltjes aan GG Pahud ondersteuning door een team, bestaande uit 1 officier der genie, 1 officier militaire opmetingen (dat werd Roorda van Eysinga), 1 ingenieur van waterstaat en 2 aspirant ingenieurs uit Europa (dat werden Henket en Gendt). Dit Midden-Java gebied was dicht bevolkt. Er lagen rond de vulkanen Merapi en Merabu veel plantages en er waren concessies verstrekt voor houtexploitatie.

Al snel bleek dat bestaande kaarten onvoldoende nauwkeurig waren, zodat het team genoodzaakt was de routes opnieuw in kaart te brengen. Eerst werd een zo direct mogelijke route te paard en te voet van Semarang naar het zuiden richting Yogya verkend. Het eerste stuk Semarang—Ungaran (voorheen Oenarang)—Ambarawa leek niet al te moeilijk, het was tamelijk vlak terrein. Met waterpassingen werden hoogtes gemeten van het traject Semarang—Ungaran—Ambarawa—Tuntang—Salatiga—Plumbon—Karanggedeh—Seruan (bij Ampel en Tengaron). Met een barometer werden hoogtes gemeten in een gebied ten zuidoosten van Salatiga o.a. bij Simo—Boyolali—Seruan. Vervolgens kwam Stieltjes op het idee vanuit Salatiga direct een berglijn te verkennen voor de verbinding naar Yogya, waarin echter wel hellingen van 20 tot 40 ‰ getrotseerd moesten worden. Een nadeel was een lagere snelheid en extra of krachtiger locomotieven. Deze berglijn zou de kortste verbinding opleveren en tevens een groot aantal plantages en plaatsen aandoen, zodat er voldoende verkeersaanbod verwacht kon worden. Met tekens werd op kaarten (zie Fig. 3-27) de geschatte opvoer over de spoorlijn van zout aangegeven met  $\blacksquare$ ,  $\square$  of  $\boxplus$  en de afvoer van koffie, suiker, tabak en indigo met  $\odot$ ,  $\ominus$  of  $\infty$ . Het resulteerde uiteindelijk in een aantal alternatieve routes met een westelijke en oostelijke berglijn naar Yogya en een kanaal tussen Yogya en de bevaarbare Pepe en Solo rivieren bij Surakarta (zie Fig. 3-26). Daarnaast werd voor een verbinding tussen Semarang en de dichtbevolkte residentie Kadu in het zuidwesten een spoorlijn gepland van Ambarawa naar Magelang, zoals op de kaart hierna is aangegeven. Doordat Stieltjes goed het terrein verkend had en zich de beperkingen van het spoor volledig bewust was, waren zijn ontwerpen zeer zorgvuldig. Een voorbeeld was zijn voorstel voor tracékeuze door de bergen; liever iets omrijden en dus een langere weg kiezen dan te steile hellingen nemen.<sup>265</sup>

Uiteindelijk is geen van zijn berglijnen gekozen, maar na verdere verkenningen met hulp van de Topografische Dienst een meer vlakke, maar langere oostelijke route van Semarang—Kedungjati—Solo—Yogya gevolgd, zoals op de kaart van Henket (zie Fig. 3-27) is getekend. Voor de verbinding met het Fort Willem I in Ambarawa, vond westelijk van Kedungjati de aanleg plaats van een zijspoor (zie ook Fig. 3-12). Later is die lijn van Ambarawa doorgetrokken naar Magelang via het tracé voorgesteld door Stieltjes. Daarbij is voor de steile helling ten westen van Ambarawa een tandstaaftaan gebruikt. De lijn Semarang—Solo—Yogya, inclusief het zijspoor van totaal 203 km, die in 1873 gereedkwam, bevatte maximale hellingen van 1 op 120 (8 ‰) voor het hoofdspoor en 1 op 35 (29 ‰) voor het zijspoor. Dat was mogelijk met een aantal ingravingen en ophogingen tot 21 m en bruggen en viaducten van 20 tot 50 m, met in het zijspoor zelfs één van 162 m, samen een totale overspanning van ca. 1600 m.<sup>266</sup> De lijn viel met f 20 miljoen (gemiddeld f 96.000 per km, inclusief rollend materieel) duurder uit dan begroot en kon na een tiental jaren pas winst maken. Deze particuliere aanleg bleek later een lering en stimulans voor staatsaanleg, wat bleek uit de aanleg van de proeflijn Surabaya—Pasuruan—Malang, zoals eerder beschreven is. Alleen op het zijspoor, dat als berglijn met grote hellingen en kleine bochten met stralen van 250-1000 m aangelegd moest worden, kwamen snelheidsbeperkingen voor. Voor de landmetingen van hoogte en richting is gebruik gemaakt van waterpasinstrumenten (levels van Troughton & Simms), theodolieten (berg-boussoles van Hildebrand), meetkettingen en aneroiden barometers. De ervaring opgedaan met deze eerste lijn was van groot belang voor verdere verkenning en uitbreiding van het spoornetwerk in Nederlands-Indië.

In **Annex 8.16** is een toeristenkaart van Midden-Java uit 1930 en een topografische kaart rond Ambarawa opgenomen met gerealiseerde spoorwegen Semarang-Solo-Yogya en Semarang-Ambarawa-Magelang-Yogya.

<sup>265</sup> A.W.I. Weijerman, *Geschiedkundig overzicht van het Ontstaan der Spoor- en Tramwegen in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Rijswijk-Batavia 1904).

<sup>266</sup> R.A.J. Snethlage, *Spoor- en Tramwegen in Nederland en Indië*, (uitg. de Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1886).





Fig. 3-26 Alternatieve spoorwegen en kanalen Semarang—Vorstenlanden (Stieltjes).

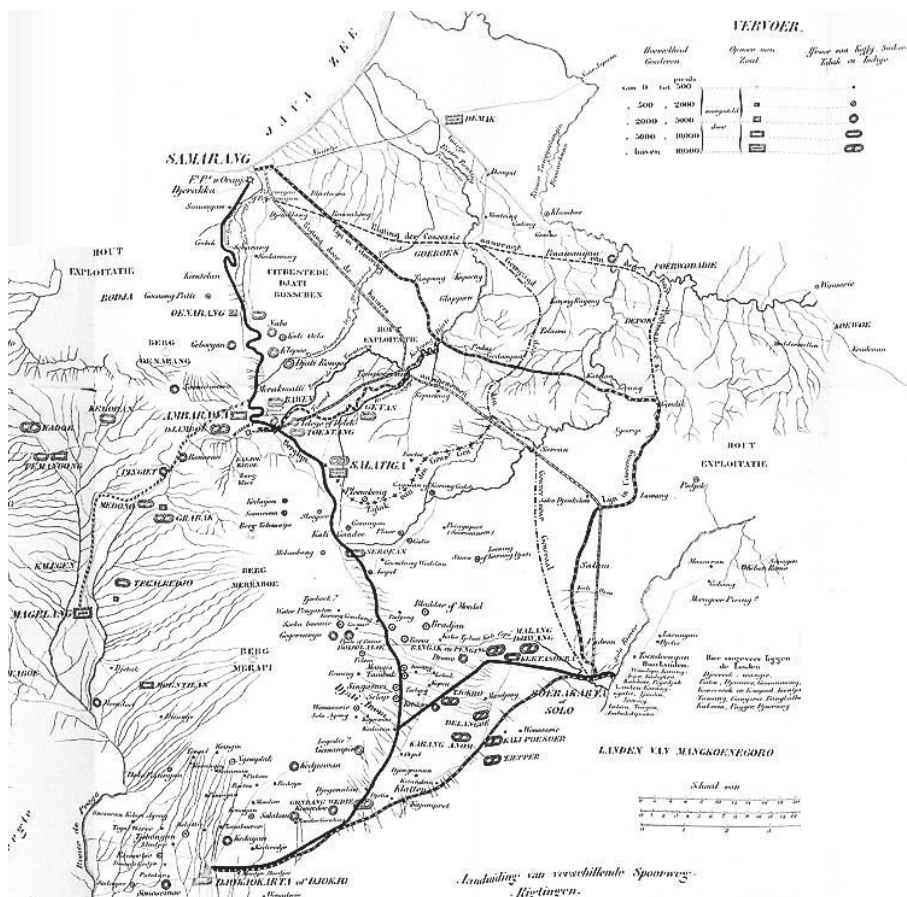


Fig. 3-27 Alternatieve trajecten voor spoorlijnen Semarang—Vorstenlanden (Henket).

## Batavia—Bandung verkenning, trajectkeuze en tracéontwerp

Behalve voor de aanleg van de lijn Semarang—Vorstenlanden had de NIS ook een concessie gekregen voor de lijn van Batavia naar Buitenzorg, waar in de botanische tuin daar in 1856 een nieuw paleis als ambtswoning voor de GG gebouwd was. Dit bleek een vrij vlak en recht tracé te zijn met een stijging van slechts 300 m over 58 km. Met de helft van de lijn vlak en slechts 5 km met een helling 1 op 80 (12 ‰) en 200 m aan bruggen leverde de aanleg op Kaaps spoor dan ook weinig problemen op. Dit resulteerde, inclusief rollend materieel in een kostprijs van f 3,3 miljoen (f 58.000 per km, iets meer dan de helft van het Midden-Java traject). De kosten voor opname van het tracé waren ook aanzienlijk minder. Een volgende prioriteit was een spoorverbinding van Batavia met Bandung. Voor deze verbinding kwamen twee trajecten in aanmerking:

- a) Batavia—Buitenzorg—Sukabumi—Cianjur—Padalarang—Bandung;
- b) Batavia—Karawang—Cikampek—Purwakarta—Padalarang—Bandung.

*Traject a).* Met ingravingen tot 30 m, bruggen met een totale lengte van 1663 m en een tunnel van 684 m tussen Sukabumi en Cianjur kon deze berglijn ten zuiden van de G. Pangrango en G. Gede aangelegd worden. De lijn kwam in 1884 gereed tot Cicalengka ten oosten van Bandung. Een nadeel waren de hellingen van 1 op 25 (40 ‰), zoals Cipatat—Padalarang, waar maximaal met 30 km per uur met dubbele tractie gereden moest worden (twee locomotieven). Deze lijn van 182 km kostte, inclusief rollend materieel, ca. f 18 miljoen (f 100.000 per km). Dat was voor die tijd een enorm bedrag en er werd dan ook lang in de Tweede Kamer over gediscussieerd. **Annex 8.16** toont topografische kaarten met delen van traject a en b.

*Traject b).* In 1893 kwam een nieuw spoorplan voor Java gereed, waarin o.a. de aanleg van Batavia naar Cirebon hoge prioriteit kreeg. De BOS-lijn tot Karawang was al in 1891 door SS overgenomen, waarna de vlaktelijn zonder al te grote problemen via Cikampek naar Cirebon in 1912 voltooid werd. Het werd nu aantrekkelijk om de berglijn door de Preanger via Cikampek—Purwakarta—Padalarang met aansluiting op de eerdere lijn naar Bandung aan te leggen. Inmiddels had de SS een eigen opnamedienst voor trajectkeuze en tracéontwerp, waarbij kaarten van de Topografische Dienst werden gebruikt, voor zover ze beschikbaar waren. Bij wet werd eind 1900 goedkeuring verleend om Cikampek—Padalarang aan te leggen. Het stuk Karawang—Cikampek—Purwakarta van 41 km kwam eind 1902 gereed, maar de berglijn Purwakarta—Padalarang van 56 km pas in 1906. Het was een enorme uitdaging deze berglijn met talloze lange bruggen en tunnels zo vlak mogelijk aan te leggen om een snelle verbinding naar Bandung te krijgen. Er werden 12 stations of halteplaatsen aangelegd. Dit deel van de Preangerlijn naar Bandung vormt nog steeds een spectaculaire verbinding door de tunnels, hoge vakwerkbruggen en viaducten, die ook nog in bochten van het spoor zijn aangelegd. Pas 10 jaar later kwam met Cirebon—Kroya een snellere verbinding tot stand.

## Aceh tramlijn verkenning en trajectselectie

De route van de Aceh tramlijn werd bepaald door de militaire situatie. Voor de eerste 4 km van de kraton in Kota Raja naar de haven Olehleh legde de genie een brug aan over de Aceh-rivier bij de kust. In 1882 ging de tram over van de genie naar BOW en werd de exploitatie uitgevoerd door de Staats Spoorwegen. Tot het begin van de ontmanteling in 1897 was binnen de geconcentreerde linie 40 km aan tramwegen aangelegd. De veranderde militaire strategie maakte het nodig de tramlijn naar het zuiden verder uit te breiden. De militaire legerleiding wilde tunnels in verband met sabotage voorkomen, zodat een traject uitgezet werd door de genie in samenwerking met de Topografische Dienst (wat ook een militaire organisatie op dat moment was). Zoals eerder is aangegeven volgde de route de noordoostkust naar het zuiden tot Besitang (zie Fig. 3-17 en Fig. 3-18). In 1898 was de lijn Kota Raja—Seulimeum klaar, een traject van 45 km dat grotendeels vlak lag en weinig problemen opleverde. Wel waren enkele imposante viaducten en bruggen nodig, waaronder een van 215 m bij Indrapuri. Daarna begon de berglijn Seulimeum—Padangtiji, een afstand van 34 km, waarin hellingen tot 35 ‰ voorkwamen. De lijn moest aangelegd worden ten zuiden van de G. Emas of G. Seulawah (1806 m). Net als bij de Preangerlijn bij Bandung moesten hier ook met grote bruggen, viaducten, ingravingen en ophogingen de hellingen beperkt worden tot maximaal 40 ‰ om zonder tandstaafbaan nog met voldoende trekkracht te kunnen rijden. Over de Seulimeum rivier was meteen al een brug van 75 m nodig; totaal werden 27 bruggen op het bergtraject gebouwd. De aanleg van dit traject vond tijdens de Aceh-oorlog plaats onder dreiging van aanslagen, zodat permanente bewaking nodig was. De lijn heeft, inclusief rollend materieel, ca. f 23 miljoen (f 45.000 per km) gekost.

### SSS-lijn Padang—Sawah Lunto, verkenning en trajectselectie

De aanleg van de spoorlijn tussen de haven van Padang en de Ombilinmijn<sup>267</sup> bij Sawah Lunto heeft nogal wat voeten in de aarde gehad. Dit was een van de eerste spoorverbindingen op Sumatra, waarvoor bovendien veel nieuwe technieken toegepast werden. Verschillende trajecten leken mogelijk, elk met specifieke voor- en nadelen zoals de lengte, hellingen, benodigde tunnels en bruggen. Om de verschillende trajecten in kaart te brengen en aanbevelingen voor de meest geschikte route te doen, benoemde de regering een speciale commissie onder leiding van Jacobus Leonardus Cluijsenaer (1843-1932). Die kreeg uit Nederland een vijftal ingenieurs als ondersteuning: ir. J.W. IJzerman, ir. R.A.J. Snethlage, ir. J. Havelaar, ir. W. Verwey Azn. en ir. A.N.J. van Hees. Van Hees beschreef de nieuwe tacheometer-theodoliet van Richer die later ook bij de spoorwegen in Nederland gebruikt werd.<sup>268</sup>

Het resultaat, weergegeven in rapporten uit 1876 en 1878, gaf details van de routes, kosten en geschatte opbrengsten. Pas in 1883 toonde de regering weer interesse, waarna Cluijsenaer met nieuwe prijzen voor rails, locomotieven en graafwerkzaamheden en nog enkele aanvullingen omtrent het te kiezen traject een boek schreef, dat door de regering in 1884 uitgegeven werd.<sup>269</sup>

Twee trajecten waren volgens Cluijsenaer mogelijk tussen de Emmahaven (nu Telukbetung) aan de Brandewijnsbaai (later Koninginnebaai genoemd) bij Padang en de Ombilinmijn bij Sawah Lunto. Het langste traject van 145,3 km liep van Padang eerst naar Padang Panjang in het noorden, dan naar het zuidoosten langs het meer van Singkarak tot aan Solok en vervolgens weer naar Sawah Lunto (zie Fig. 3-22). Het kortste traject van 78,3 km liep rechtstreeks van de Koninginnebaai bij Padang naar het oosten over de Subangpas, door naar Solok in het noordoosten en vervolgens naar het Ombilin kolenveld bij Sawah Lunto (zie Fig. 3-22 van de SSS-spoorlijn met deze alternatieve route).

Het was de bedoeling van de regering de nieuwe spoorlijn ook te gebruiken voor de ontsluiting van de Padangse Bovenlanden, zodat een verbinding naar Fort de Kock (nu Bukittinggi) en verder noordwaarts gewenst was. Voor de tweede route zou dan nog voor personenvervoer de verbinding Solok—Padang Panjang—Fort de Kock als tramlijn erbij komen. Voorgesteld werd om een deel daarvan uit te voeren met stoomvaart over het Singkarak-meer tussen Singkarak en Batutabal aan de noordpunt van het meer (zie ook Fig. 3-22). Het werd duidelijk dat goede rendementen verkregen konden worden als de aanleg en exploitatie van de mijn en het spoor gezamenlijk door één partij zouden plaatsvinden. Voor de aanleg van het eerste traject over Padang Panjang was *f* 15 miljoen begroot, inclusief rollend materieel en aanleg van de mijn.

De vergelijking van de twee mogelijke verbindingen zou moeten plaatsvinden op basis van de technische mogelijkheden en de kosten. Het lengteprofiel van beide trajecten tussen de haven en terminus is in Fig. 3-28 weergegeven. Zoals de bovenste tekening laat zien, variëren de hellingen in het traject over Padang Panjang van ca. 1 ‰, 50 ‰, 52 ‰, 25 ‰, 8 ‰ tot 11 ‰. Met een tandstaafbaan zou dit mogelijk zijn.<sup>270</sup> De grootste hellingen komen in de richting terminus bij de mijn voor, maar daar zouden de lege kolentreinen minder moeite mee hebben, dan de volle treinen op de kleinere hellingen richting haven. Het lengteprofiel over de Subangpas laat veel steilere hellingen zien. Het bleek daardoor dat het kortste traject over de Subangpas tot een hoogte van 1080 m met steile hellingen tot 90 ‰ samen met de verbinding tussen Solok en Fort de Kock toch *f* 1 miljoen duurder zou uitvallen dan het langere traject over Padang Panjang. Uiteindelijk gaf de regering dan ook de voorkeur aan het traject Padang—Padang Panjang—Sawah Lunto, zodat in 1888 met de aanleg daarvan onder leiding van IJzerman begonnen werd en deze lijn in 1894 in bedrijf kon worden gesteld. De spoorlijn is nog verlengd tot Muaro waar hout voor de mijnen verkregen werd. Een mogelijke verlenging van de spoorlijn vanaf Muaro naar de oostkust werd door IJzerman en enkele experts van de spoorwegen en Topografische Dienst in 1891 onderzocht (zie ook Trans-Sumatra hierna). Het begin van die verkenningen is op de kaart in Fig. 3-29 met de vertrekdatums van de tocht in rood aangegeven.

De aanleg van de West-Sumatra spoorlijnen heeft de regering lang beziggehouden, getuige de rapporten en Koloniale Verslagen uit die periode. Discussies over aanleg en exploitatie van spoorweg en mijn door een particuliere maatschappij of door de overheid hebben voor veel vertraging gezorgd.

<sup>267</sup> De mijn is vernoemd naar de Ombilin-rivier die uitmondt in het Singkarak-meer. Ombilin werd ook geschreven als Oembilin of Ombilien.

<sup>268</sup> Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Ariaan Nicolaas Johan van Hees (1844-1936), geodeet tegen wil en dank?, uit *De Hollandse Cirkel*, Jaargang 16 nr. 2, juni 2014.

<sup>269</sup> J.L. Cluijsenaer, civiel-ingenieur, *Nota over Spoorweg-aanleg in Midden Sumatra*, (uitg. Dep. van Koloniën, stoomdrukkerij J. van Boekhoven, Utrecht 1884).

<sup>270</sup> Ir. J.L. Cluijsenaer, Het hellend vlak van Agudio en de stangenbanen. De waarde en bruikbaarheid dezer stelsels bij den aanleg van een spoorweg ter verbinding van de Ombilien-kolenvelden op Sumatra met de Indische Zee, met teekeningen, (uitg. Departement v. Koloniën, 's-Gravenhage 1878).



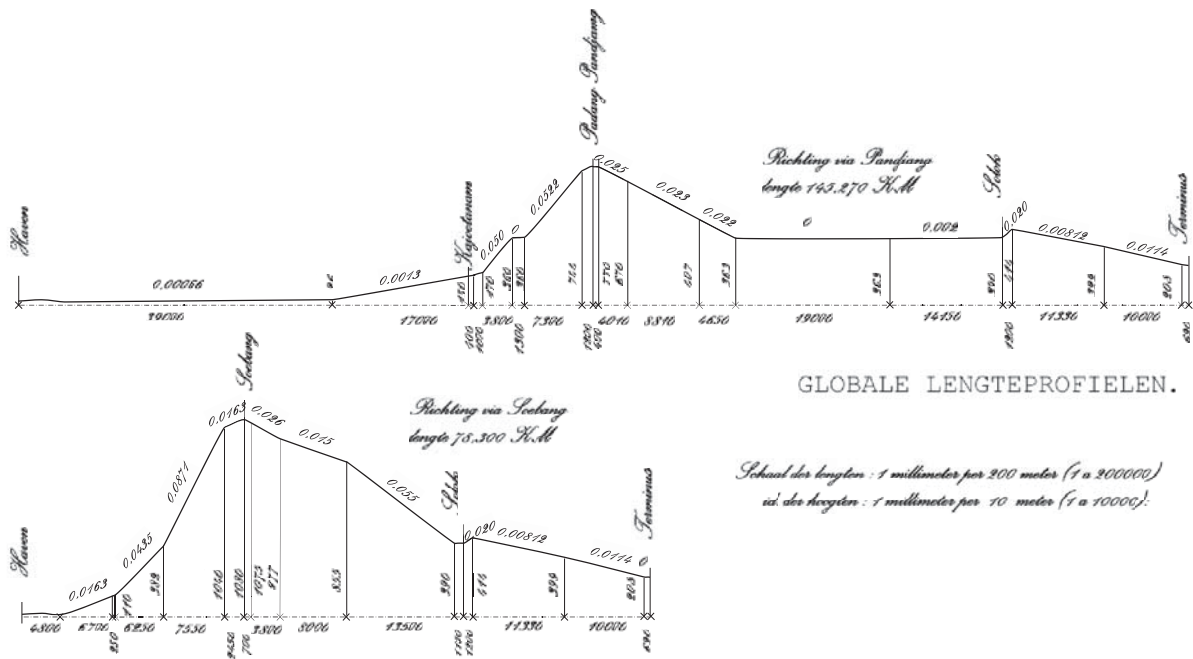


Fig. 3-28 Lengteprofielen traject Emmahaven—Sawah Lunto van de routes over Padang Panjang en over Subang.<sup>271</sup>



Fig. 3-29 Padangse Bovenlanden Sumatra's Westkust, met de spoorlijn Padang—Ombilinkolenveld, schaal 1:500.000.<sup>272</sup>

<sup>271</sup> Het bovenste (gekozen) traject heeft een tandstaafbaan op de hellingen van 50 % over 3,5 km en van 52 % over 7,3 km tot Padang Panjang en daarna op de hellingen van 22-25 % naar het Singkarak-meer. Tussen Padang Panjang en Fort de Kock (Bukittinggi) en op een deel van het traject naar Payakumbuh was ook een tandstaafbaan nodig (zie Fig. 3-22).

<sup>272</sup> Op de kaart is de geplande spoorlijn en de route van de Trans-Sumatra expeditie in 1891. Het alternatieve traject liep op de kaart van de haven onder Padang richting het oosten over de Subangpas (Soebang) naar Solok in het noordoosten.

## Trans-Sumatra verbinding, verkenning, mogelijkheden en beperkingen

Ondanks de aangelegde spoorlijn naar Padang, zou het aantrekkelijk zijn als kolen van de Ombilinmijn direct naar de oostkust getransporteerd konden worden. Berekeningen toonden aan dat de vraag naar kolen in Singapore de kosten van transport zouden kunnen rechtvaardigen. In mei 1890 werd door de regering voorgesteld een mogelijke route voor een spoorweg tussen Muaro en Siak (Siak Sri Indrapura) met een expeditie te verkennen. Die expeditie werd samengesteld door IJzerman en bestond bij de start uit een negental Europeanen<sup>273</sup> en 150 dragers en opzichters uit Sumatra en Java. Een deel van deze Europeanen vertrok met de dragers en opzichters op 13 februari 1891 uit Padang Panjang via de grote postweg naar het oostelijk gelegen Fort van der Capellen. De route werd van dag tot dag beschreven en kan gevolgd worden aan de hand van de plaatsen met datums van vertrek, die aangegeven zijn met rode cijfers op de kaart van de expeditie, die gedeeltelijk hiervoor bij de SSS-lijn in de Padangse Bovenlanden is weergegeven.<sup>274</sup> Later is dit tracé ook gevolgd bij de beruchte Pekanbaru spoorlijn. Tijdens de tocht was het aantal dragers en opzichters tot ca. 300 gegroeid. De bagage met tenten en vrijwel al het eten voor de tocht moesten door de dragers meegenomen worden. De tocht liep naar Logas (ook Logei genoemd of Logé, zoals in Fig. 3-29). Hier werd naar het noordoosten afgeslagen; de latere Pekanbaru spoorlijn ging hier rechtdoor naar het noorden via Muaralembu—Kotabaru—Lipatkain—Sungaipagar—Lubuksakat—Pekanbaru. Onderweg, net na Logé, werden ze aangevallen door een groep Talukkers in het niet-gouvernementsgebied, waarbij zelfs enkele doden vielen. In het noorden moest de expeditie door het stroomgebied van de Kampar- en Pelalawan-rivier naar Siak (Sri Indrapura), gelegen aan de Siak-rivier ten oosten van Pekanbaru. Daar waren nauwelijks begaanbare wegen, vaak moest een pad gekapt worden en werden veel rivieren en moeilijk toegankelijke moerassen doorkruist.

De hele route werd met meetkettingen, rotantouw en kompas opgemeten, waarbij met een camera markante plaatsen door “photographiën” werden vastgelegd. De meegenomen chronometers voor lengtegraadbepaling bleken na enige tijd niet goed meer te werken, zodat de positiebepaling met kompas, kaarten en meetketting moest plaatsvinden. Voor hoogtebepaling werd een clinometer gebruikt, bomen bleken wel 50 m hoog te kunnen worden. De expeditie gebruikte voor de route een kaart uit de atlas van Stemfoort en Ten Siethoff, waar grote delen tussen de Kuantan- en Kampar-rivieren nog niet ingevuld waren. Elke dag werd de afgelegde weg zo nauwkeurig mogelijk in kaart gebracht. De tocht met een lengte van ca. 360 km werd in 46 dagen te voet afgelegd, over de 36 looppdagen een gemiddelde van slechts ca. 10 km per dag. Aangekomen in Siak op 30 april werd de expeditie feestelijk onthaald. De terugreis ging voor een deel van de deelnemers via de Siak-rivier over Pekanbaru naar de Padangse Bovenlanden en voor een deel per stoomschip over de Siak-rivier via Bengkalis naar Deli of via Singapore—Batavia—Padang. Hoewel de beoogde spoorlijn naar het noordoosten geprojecteerd was bleek toch dat het terrein voor spooraanleg niet geschikt was. De gedetailleerde beschrijving van de expeditie heeft wel verdere verkenningen gestimuleerd. Later werden andere trajecten verkend die direct van Kota Tuo naar Pekanbaru in het noorden liepen en meer mogelijkheden voor spooraanleg boden.

Aansluitend op het SSS-netwerk werd een verlenging van de lijn Sawah Lunto—Muaro of Bukittinggi—Payakumbuh overwogen in respectievelijk oostelijke of noordelijke richting. In het oosten waren enkele brede rivieren die vanaf de kust stroomopwaarts over grote afstanden bevaarbaar waren. De belangrijkste waren (van noord naar zuid) de Rokan, de Siak bij Pekanbaru, de Kampar Kanan (rechter Kampartak), de Kampar Kiri (linker Kampartak)<sup>275</sup> en de Kuantan, die stroomafwaarts de Indragiri wordt. Daarvoor werd later vanuit Muaro (of Muara) en vanuit Payakumbuh (of Pajakombo) een aantal expeditiereizen gemaakt om spoorwegtracés te verkennen (zie ook Fig. 5-53). De schetskaart in Fig. 3-30, ontleend aan de nota van de chef der Spoorwegverkenning Ligtvoet en Chef der tweede Brigade Van Zuylen laat vier tracés zien:<sup>276 277</sup>

<sup>273</sup> Aan de tocht naar Siak namen deel: J.W. IJzerman hoofdingenieur Staats-Spoorwegen, L.A. Bakhuis officier triangulatie (oud-brigadefchef bij de Topografische Dienst), Van Raalten opzichter aanleg Staats-Spoorwegen (vroeger opnemer bij de TD), J.F. van Bemmelen zoöloog, van Alphen tijgerjager, S.H. Koorders houtvester en onderzoeker boomflora op Java, Whitton opnemer spoorwegaanleg, Delprat en Wijs ingenieurs en onderzoekers voor de spooraanleg (de laatste twee namen deel tot Lubuk Ambacang bij Kota Tua).

<sup>274</sup> J.W. IJzerman, J.F. van Bemmelen, S.H. Koorders, L.A. Bakhuis, *Dwars door Sumatra, Tocht van Padang naar Siak*, (uitg. De erven F. Bohn, Haarlem en G. Kolff & Co, Batavia 1895).

<sup>275</sup> De lokale bevolking kijkt naar de oorsprong van de rivier voor de keuze van links of rechts (dat is omgekeerd van wat wij gewend zijn).

<sup>276</sup> K.J.A. Ligtvoet, E. Van Zuylen, *Rapport betreffende terreinverkenningen en een spoorwegplan voor Midden-Sumatra*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1909).

<sup>277</sup> Schetskaarten waren gebaseerd op allerlei gegevens van patrouilles, ambtenaren, oude kaarten en particulieren, maar meestal niet op metingen.



- Tracé I van Payakumbuh (Pajakombo) naar het noorden langs de Mahat-rivier via Bangkinan naar Pekanbaru waar de Siak-rivier naar de oostkust verbinding geeft, 225 km;
- Tracé II van Payakumbuh langs de Bio rivier en de Kampar Kiri rivier naar het noordoosten, daarna over de Kampar-rivier naar de oostkust, 278 km;
- Tracé III van Muara Kalaban ten zuiden van Sawah Lunto naar Lipatkain en via Tebingtinggi naar Pekanbaru, 342 km;
- Tracé IV, langs de Kuantan-rivier naar Taluk (nu Talukkuantan) in het oosten, 188 km.

Tracés I, II en III liepen over bergachtig terrein met steile hellingen. Dat vereiste lange trajecten met tandstaafbanen, veel tunnels en bruggen. Van de genoemde rivieren was alleen de Siak-rivier voor grotere schepen met een diepgang van maximaal 6 m tot Pekanbaru bereikbaar. De monding van de rivier in de straat van Bengkalis gaf meteen toegang tot diep water en had bovendien geen last van plotseling opkomende vloedgolven, wat de meeste andere rivieren wel hadden. Van deze vier tracés was Tracé IV het meest aantrekkelijk. Het was betrekkelijk kort naar het bevaarbare deel van de Kuantan-rivier. Wel moest de rivier voor schepen met grotere diepgang dan 1 m tussen Taluk en Rengat uitgediept worden en stroomde de rivier, die daarna Indragiri-rivier genoemd wordt, door slecht toegankelijk moerasgebied. Nu ligt daar Tembilahan als grote plaats maar begin 20<sup>e</sup> eeuw was het een leeg gebied. Beter was het de spoorlijn van Taluk door te trekken naar Pekanbaru aan de goed bevaarbare Siak-rivier. Dat vergde nog 186 km extra, zodat de lijn  $188+186 = 374$  km werd. Ondanks deze lange omweg was dit toch de beste verbinding door het kleinste aantal bruggen en tunnels. Er was nog een reden om zo snel mogelijk naar het oosten te gaan. Langs de Singingi-rivier, die van Muara Lembu via Gunung Sahilang naar de Kampar Kiri-rivier in het noorden loopt, was een spoorlijn van het zuiden naar het noorden gepland. Die lijn is op de kaart in Fig. 3-30 in grijs met “Stamlijn” aangegeven en was al eerder verkend. Later is dit traject deels gebruikt voor de beschreven beruchte Pekanbaru spoorlijn. Eigenlijk is de verkenning van deze spoorlijn, in combinatie met de verkenning voor Tracé IV voor de Japanners een basis voor de aanleg van de Pekanbaru spoorweg geweest.

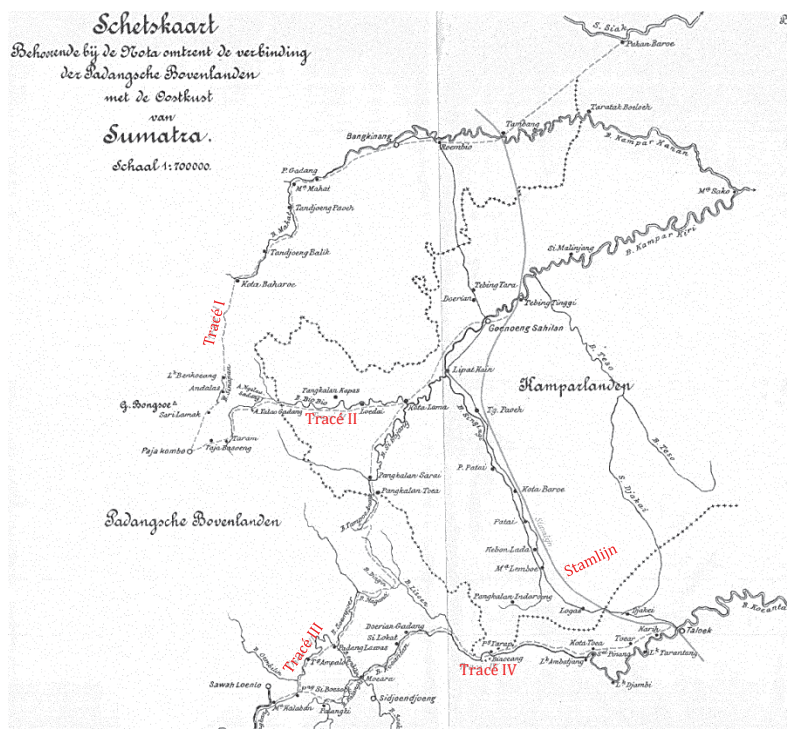


Fig. 3-30 Schetskaart van de onderzochte spoorwegtracé's tussen de Padangse Bovenlanden en de Oostkust.

Er zijn in de 20<sup>e</sup> eeuw tal van plannen geweest voor een spoornetwerk over Sumatra waarmee ASS, DSM, SSS en ZSS verbonden zouden worden. Vanuit het zuiden zou vanuit Tebingtinggi of Lubuklinggau de spoorlijn noordwaarts verlengd kunnen worden via Surulangun—Sarolangun—Bangko—Muarabungo—Telukkayuputih—Telukkuantan. Deze laatste plaats Taluk sluit dan weer aan op bovengenoemd Tracé IV.



De kaarten in Fig. 3-31 en Fig. 3-32 uit het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw, geven een goed overzicht van deze voorgestelde trajecten. De route is aangegeven op de kaarten voor het ontwerp van de Trans-Sumatralijn van ZSS naar DSM. De geplande stamlijn loopt van ZSS in het zuiden noordwaarts via Taluk naar Tambang aan de Siak-rivier met een zijspoor naar Pekanbaru. Vervolgens loopt de lijn via Pasirpengarayan naar Kotapinang ten zuidoosten van Rantauprapat, waar later de zuid-Asahan lijn van DSM zou eindigen. Op basis van statistische informatie over het aantal zielen  $Z$ , het aantal stuks vee  $V$  en het aantal karren  $K$  werd in de met geel aangegeven gebieden in Fig. 3-31 het belang aangegeven. Verder werd nog de invoer  $i$  en uitvoer  $u$  in guldens vermeld, zodat enigszins het belang van een spoorlijn door die gebieden onderbouwd kon worden.

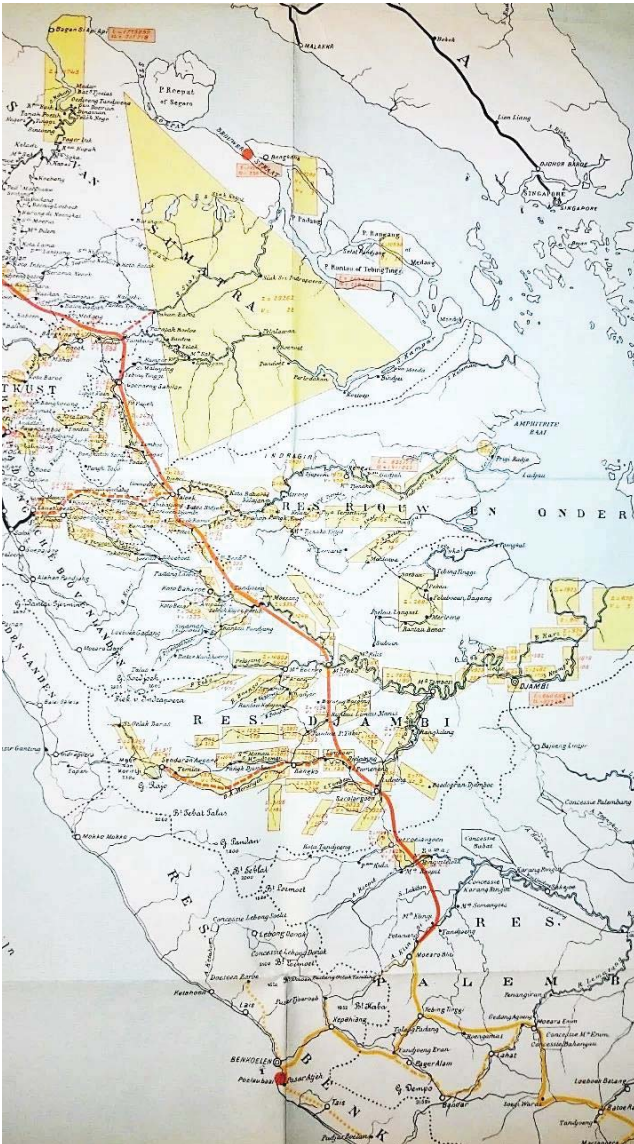


Fig. 3-31 Ontwerp voor de Trans-Sumatra spoorlijn van ZSS naar SSS.

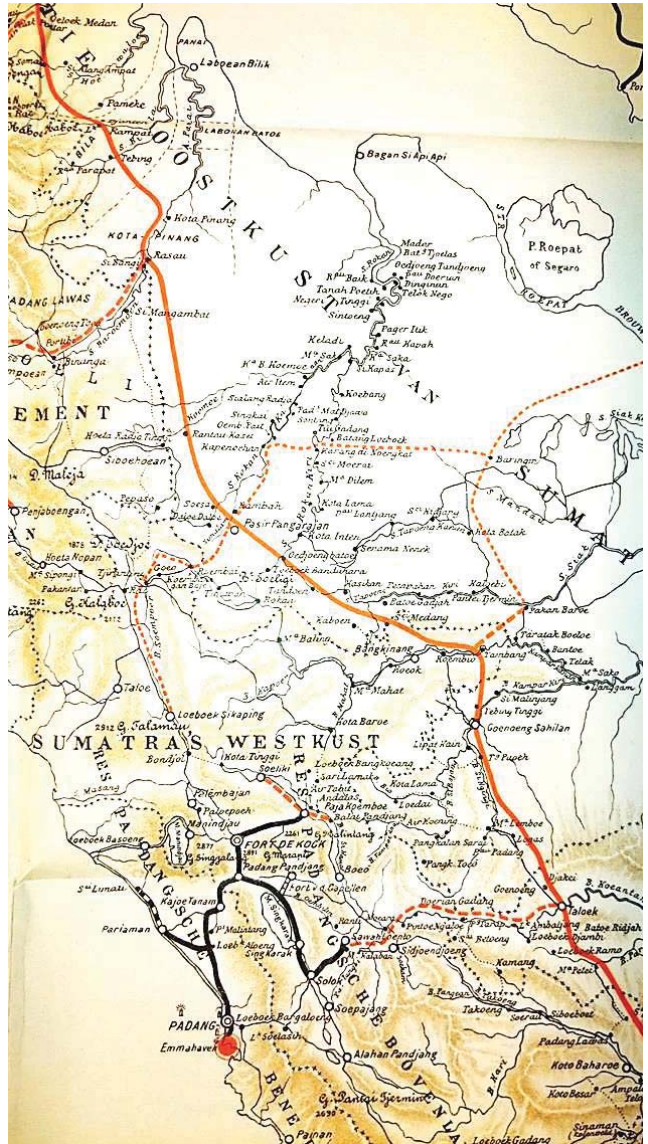


Fig. 3-32 Ontwerp voor de Trans-Sumatra spoorlijn van SSS naar DSM.



### 3.3 Telecomverbindingen

Telecomverbindingen werden vrijwel gelijktijdig met spoorwegen ontwikkeld. Het betreft hier de elektromagnetische signaaloverdracht via metallieke geleiders, meestal koper-, aluminium- of ijzerdraden. Na 1894 werd dat ook mogelijk met radiosignalen. In 1964 kwamen daar satellietverbindingen en in 1982 glasvezelverbindingen bij. Voor het schakelen van telegrafie- en telefonieverbindingen tussen gebruikers werden eerst handcentrales en later automatische elektromechanische en digitale centrales toegepast. Na het aanvankelijk beperkte gebruik van analoge mobiele communicatie ontstond met de introductie van GSM (Global System for Mobile Communications) in 1993 de sterke groei van het mobiele netwerk.

#### 3.3.1 Ontwikkeling telecommunicatie

Door de grote afstand en het belang van snel berichtenverkeer was er al in 1850 grote belangstelling voor telecommunicatie. In 1855 werd een machtiging verkregen tot het oprichten van een elektromagnetische telegraphen in Indië. Voortaan mocht alleen met een machtiging van de regering een openbare telegraaf, inclusief de kabels aangelegd worden. De eerste telegrafieverbinding werd aangelegd tussen Batavia en Buitenzorg, waarover op 23 oktober 1856 het eerste telegram verzonden werd. Tussen Semarang en Surabaya, met een zijtak naar Ambarawa werd in 1857 een lijn voor algemeen gebruik opengesteld. Vervolgens werd de lijn Batavia—Buitenzorg—Cirebon—Semarang—Surabaya van 850 km op 25 juli 1858 in gebruik gesteld. In 1859 was de lengte van de lijnen op Java al 2900 km met 28 kantoren. Kaarten in hoofdstuk 3.2 en 5.5 van Java en Sumatra met spoorlijnen en telecomkantoren en de telegraafkaart in **Annex 8.17** tonen enkele routes. Op Sumatra vond vanuit het zuiden van Telokbetung naar Padang aanleg plaats van een lijn van 1200 km, die in 1871 operationeel werd en vervolgens tot Sinkel aan de westkust van Sumatra een lijn van 600 km, die in 1873 gereedkwam. Tussen Padang Sidempuan en Medan ontstond in 1887 eveneens een verbinding. IJzerdraden werden met isolatoren aan kapokbomen opgehangen en er werden lijnwachters aangehangen. Daar waar mogelijk gebruikte men draden, opgehangen aan ijzeren palen langs de nieuwe spoorwegen. Aanvankelijk kon voor het overbrengen van een bericht of gesprek volstaan worden met één draad, opgehangen met isolatoren aan de palen of bomen met de aarde als retourgeleider. Later is dat vervangen door een opgehangen dubbeldraad of door kabels, waardoor de kwaliteit van de transmissie beter werd. Door de groei van het aantal aansluitingen leidde dat, net als in andere landen, tot grote bossen draden. In steden verving men de bovengrondse luchtlijnen en kabels deels door begraven kabels. Het grote belang van de uitbreiding van het telegraafnet werd onderstreept door de jaarlijkse voortgangs- en storingsverslagen aan de regering, waarvan hierna markante fragmenten zijn weergegeven en een kaart weer onontbeerlijk is.

Uit het Koloniaal Verslag over 1871:

*“Op den 1 sten November 1871 werden, te gelijk met den kabel door straat Soenda, de toen bestaande telegraaf-kantoren op Sumatra voor het algemeen verkeer opengesteld; die te Padang, Indrapoera en Mokko-Mokko eerst op 5 Januarij 1872, doordien het lijn-traject van Seblat tot Padang, voor een groot gedeelte door zeer moeilijk terrein loopende, nog verbetering moest ondergaan. De ondervinding met de lijnen van Sumatra opgedaan, is nog niet zeer bevredigend, daar, ondanks de betrekkelijk hooge kosten van onderhoud, het niet mogt gelukken de geregelde werking der telegraphische gemeenschap op die lijnen voldoende te verzekeren. Er wordt echter met ernst naar gestreefd om dit doel te bereiken, en vermoedelijk zal daartoe veel bijdragen de plaatsing van een ingenieur te Benkoelen en van een adjunct-ingenieur te Lahat (beide bij Indisch Staatsblad 1871, n°. 165, boven de formatie toegestaan). Het telegraafnet op Java onderging in 1871 eene aanmerkelijke uitbreiding, hoofdzakelijk met het doel om aan de transito-telegrammen eene geregelde en spoedige overkomst te verzekeren. Uit dien hoofde werd door de Indische regering bevolen: 1°. een tweeden draad te spannen langs de lijn van Batavia via Buitenzorg, Tjiandjoer, Bandong, Tjiamis, Banjoemas tot Poerworedjo, van Soerakarta naar Ngawi en van Soerabaija via Pasoeroean, Probolinggo, Bezoeki tot Banjoewangi; 2°. nieuwe lijnen aan te leggen van Poerworedjo naar Djokjokarta, van Ngawi langs Bodjonegoro naar Toeban, van Rembang langs Toeban naar Soerabaija, van Tagal naar Banjoemas en Cheribon naar Tjiamis; 3°. de lijnen van Samarang langs Soerakarta naar Djokjokarta en van Weltevreden naar Buitenzorg over te brengen naar de spoorwegbaan, en die van Buitenzorg naar Tjiandjoer naar den nieuwen militairen weg. Door gebrek aan het noodige ijzerdraad kon in 1871 slechts een gedeelte dier werken worden voltooid en wel de nieuwe lijnen van Poerworedjo naar Djokjokarta van Ngawi langs Bodjonegoro door Toeban, en van Rembang langs Toeban naar Soerabaija; een tweede draad langs den bestaanden werd gespannen van Soerakarta naar Ngawi en van Soerabaija langs Pasoeroean naar Probolinggo. Overigens werden, voor zoo veel de beschikbare werkkrachten dit toelieten, alle voorbereidingen gemaakt om na ontvangst van het reeds uit Nederland verzonden ijzerdraad de werkzaamheden onverwijld te kunnen hervatten, en laat het zich aanzien dat die lijnen nog in het loopende jaar gereed zullen komen. Ten gevolge van de plaats gehad hebbende overstroomingen in de residentie Samarang, is de telegraphische gemeenschap tusschen die plaats en Soerakarta een korten tijd verbroken geweest.”*



Uit het Koloniaal Verslag over 1874:<sup>278</sup>

*Bij het einde van 1874 bedroeg de lengte der telegraaflijnen, ongerekend de 103,6 kilometers telegraafkabel tusschen Java en Sumatra, op eerstgenoemd eiland 3514,93 kilometers, met 4657,32 kilometers draad; op Sumatra 2023,94 kilometers met even zooveel draadlengte. In Junij 1874 werd het strandende van den kabel te Telok-Betong op nieuw door de witte mieren beschadigd. Hoewel dit strandende ter nauwernood 1000 meters lang is, terwijl de onderaardsche kabel van daar naar het telegraafkantoor eene lengte van 1850 meters heeft, en door een terrein loopt waarin de witte mieren zeer veelvuldig voorkomen, is tot dusverre het laatst bedoelde gedeelte van den kabel onbeschadigd gebleven.....*

*De telegraafkabel van Java naar Australië werkte het geheele jaar ongestoord, terwijl op de landlijn van Port- Darwin naar Adélaïde slechts storingen van korten duur voorkwamen. De gemeenschap van Java met Singapore werd acht maal verbroken, ten gevolge van gebreken in den kabel of van de pogingen om dien te herstellen. De gezamenlijke duur dier storingen beliep in Mei 3 dagen en 1 uur; in Junij 1 dag en 15 uren; in Julij 1 dag en 14 uren; Augustus 6 dagen en 4 uren. Bovendien werd de kabel tweemaal door scheepsankers gebroken, waardoor de gemeenschap van 16—23 Augustus en van 11—29 December 1874 gestremd was. Op den 17den December werd echter op het Javaeinde van den gebroken kabel, nabij den hoek van Krawang, een schip voor anker gelegd, en van daaruit de telegrafische gemeenschap met Singapore onderhouden. Eens per dag werden de telegrammen per stoomschip van dat schip afgehaald en wederkeerig daarheen overgebracht.<sup>279</sup>*

Door de uitvinding van de telefonie en de toekenning van het patent op 7 maart 1876 aan de Schots-Amerikaanse spraakleraar Alexander Graham Bell (1847-1922) kwam er een geheel nieuwe techniek beschikbaar. Telefonie werd al snel in Nederlands-Indië toegepast, zodat eind 19<sup>e</sup> eeuw naast het telegraafnet al een uitgebreid telefonienet aanwezig was. Overal ontstonden particuliere telegraaf- en telefoonmaatschappijen, die vanaf 1914 geleidelijk door de Staat werden overgenomen. Eind 1914 waren alle lokale en districtsnetten op Java, op enkele na in Oost-Java, op het interlokale (langeafstands) net aangesloten.

De eerste zeekabel Batavia—Muntok (op Banka)—Singapore met zijtak Palembang—Muntok—Singapore werd al in 1859 in werking gesteld. De kabel brak echter al kort na installatie en vertoonde daarna zoveel storing dat in 1865 besloten werd een deel te voorzien van extra isolatie, wat ook niet afdoende bleek. Pas in 1881 werd een nieuwe kabel gelegd. Van 1884 tot 1922 werden zeekabels gelegd tussen, Java, Banka, Singapore, Billiton, Riau, Sumatra, Bali, Lombok, Celebes en Ternate.<sup>280 281</sup>

De kaarten in Fig. 3-33 en Fig. 3-34 geven een overzicht van de internationale zeekabelverbindingen van betrokken kabelmaatschappijen in 1901 en het zeekabelnet in de Indische archipel in 1927. Knoop punten voor internationaal verkeer waren toen al Batavia, Singapore, Guam, Midway, Norfolk en Hong Kong. Dat is ook met de komst van glasvezelkabels zo gebleven. Voor internationale verbindingen was Nederlands-Indië afhankelijk van de Engelse kabels (EE) en de Duits-Nederlandse Telegraafkabels (DNTG).<sup>282</sup> De laatste liepen over het eiland Yap naar Shanghai en dan over land door Rusland via Duitsland naar Nederland, een enorme omweg. Deze kabels werden tijdens WO I regelmatig gestoord of gekapt. Er was dan ook behoefte aan eigen kabels, maar nog liever aan een langeafstand radioverbinding.

Ook de kabels in de Indonesische archipel brachten ongekende mogelijkheden voor communicatie. Nog nooit was het mogelijk geweest zo snel te communiceren. Het bestuur kreeg vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw de mogelijkheid berichten en instructies met de hoofdplaatsen op de grote westelijke eilanden uit te wisselen. Dat doorbrak de isolatie van de eilanden. Vanaf Sabang in noord-Sumatra kon de komst van een schip in Batavia aangekondigd worden. Ondernemingen waren nu instaat hun activiteiten te spreiden over de archipel. Het vervoer tussen de eilanden door de Koninklijke Pakketvaart Maatschappij (KPM) werd enorm gestimuleerd.

Ondertussen werden ook steeds meer lokale netten aangelegd, die verbindingen gaven tussen de knooppunten in Fig. 3-34. Dat stimuleerde het berichtenverkeer van de lokale bevolking, voor zover zij de tarieven konden opbrengen. Het verkeer groeide elk jaar, zelfs ten tijde van de recessie en depressie tussen 1920-1935. Reizen was immers riskant en reiskosten en reistijd waren ook aanzienlijk. Zoals eerder vermeld is investeerde de regering 122 miljoen gulden in de periode 1872-1940.

<sup>278</sup> Koloniale Verslagen, elk jaar over 1849-1929 en Verslagen van Bestuur en Staat van Nederlandsch Indië over 1930-1938.

<sup>279</sup> Om deze verhalen uit de Koloniale verslagen goed te kunnen volgen waren goede kaarten onmisbaar.

<sup>280</sup> B. Wieringa, *Kort overzicht van de Ontwikkelingsgeschiedenis der Posterijen, Telegrafie en Telefonie in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Boekhandel Visser & Co., Weltevreden 1914).

<sup>281</sup> Dr. Ing. F. Wisgrill, *De zeekabeltelegrafie in Ned. - Indië en haar einde*, *De Ingenieur in Nederlandsch-Indië*, III Electrotechniek en Werktuigbouw, No. 1, 1934.

<sup>282</sup> *Harmsworth Atlas and Gazetteer*, George Philip & Sons LTD, The London Geographical Society, (uitg. Carmelite house, London 1909).



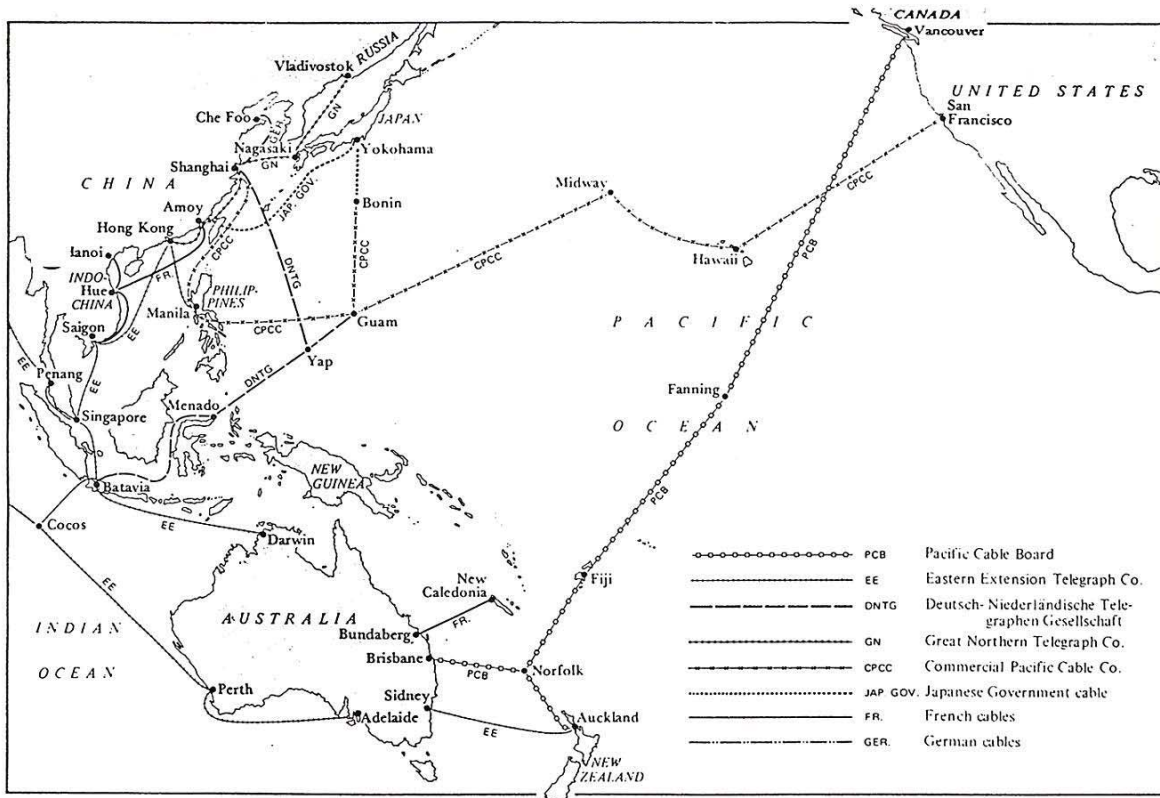


Fig. 3-33 Internationale zeekabelverbindingen voor telegrafie in 1901, van belang voor Nederlands-Indië.<sup>283</sup>

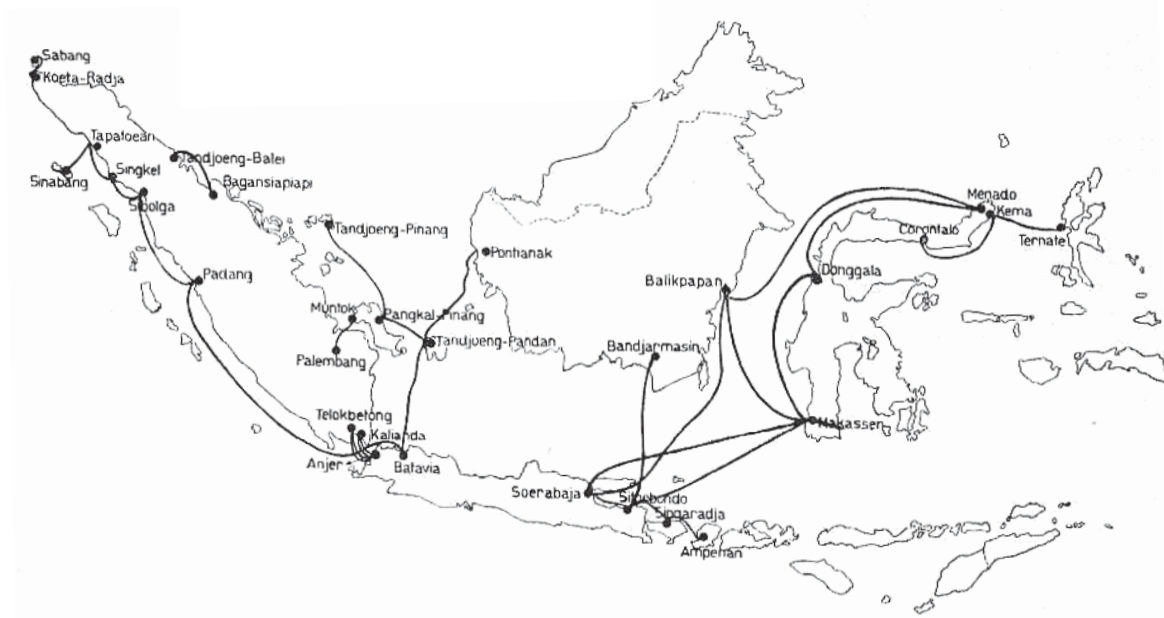


Fig. 3-34 Het Nederlands-Indische zeekabelnet medio 1927.<sup>284</sup>

<sup>283</sup> De kabels van de DNTG (Deutsch-Niederländische Telegraphen Gesellschaft) en de EE (Eastern Extension Telegraph Co.) waren de belangrijkste verbindingen met Europa. De EE kabels gaven ook verbinding met Australië.

<sup>284</sup> Tandjung-Pinang was verbonden met Singapore voor aansluiting op de EE kabels. Evenzo was Menado verbonden met de DNTG kabel.

Zoals in Tabel 3-4 te zien is groeide het zeekabelnet voor telegrafie tussen de eilanden snel. De kabels waren echter minder geschikt voor telefonie en bovendien duur in onderhoud. Het grote belang van telegrafie voor telecommunicatie tussen Nederland en Nederlands-Indië werd volledig onderkend.

Tabel 3-4 **Zeekabelverbindingen in de Indische Archipel.**

jaar van legging	verbinding	eilanden	lengte in mijlen	lengte in km
1884	Straat Sunda (eerste kabel)	Java-Sumatra	35	65
1888	Situbondo-Makassar	Java-Celebes (Sulawesi)	421	780
1888	Situbondo-Singaraja	Java-Bali	75	139
1897	Singaraja-Ampenan	Bali-Lombok	98	181
1901	Situbondo-Banjarmasin	Java- Borneo (Kalimantan )	258	478
1903	Balikpapan-Menado	Borneo-Celebes	610	1130
1903	Batavia-Tanjungpandan	Java-Billiton (Belitung)	230	426
1903	Tanjungpandan-Pangkalpinang	Billiton-Banka	98	181
1903	Muntok-Palembang	Banka-Sumatra	79	146
1904	Tanjukpandan Pontianak	Billiton-Borneo	210	389
1905	Makassar-Balikpapan	Celebes-Borneo	338	626
1911	Padang-Sibolga	Sumatra-Sumatra	209	387
1911	Straat Sunda (tweede kabel)	Java-Sumatra	38	70
1913	Surabaya-Balikpapan	Java-Borneo	496	919
1913	Kema-Ternate	Celebes-Ternate	162	300
1913	Kema-Gorontalo	Celebes-Celebes	196	363
1913	Batavia (Weltevreden)-Padang	Java-Sumatra	638	1182
1913	Singkel-Tapaktuan	Sumatra-Sumatra	87	161
1914	Tapaktuan-Sinabang	Sumatra-Simeulue	73	135
1916	Straat Sunda (derde kabel)	Java-Sumatra	55	102
1916	Tanjungbalei-Bagansiapiapii	Sumatra-Sumatra	107	198
1916	Surabaya-Situbondo	Java-Java	93	172
1921	Straat Sunda (vierde kabel)	Java-Sumatra	63	117
1921	Surabaya-Makassar	Java-Celebes	485	898
1921	Makassar-Donggala	Celebes-Celebes	344	637
1921	Donggala-Menado	Celebes-Celebes	469	869
1921	Sibolga-Singkel	Sumatra-Sumatra	72	133
1922	Muntok-Tanjungpinang	Banka-Riau	234	433
	Diverse korte rivierkabels		100	185
		Totaal	6373	11803

De kosten van ca. 6400 mijl (à 1852 m) of 12.000 km waren rond de *f* 20 miljoen of ca. *f* 3000 per mijl. Extra bepantsering met 10 ijzerdraden van 10 mm diameter gaf 15.000 kg per mijl en *f* 4000 per mijl.

Voor kabellegging en reparatie werd het kabelschip de *Telegraaf* en vanaf 1921 het *Zuiderkruis* gebruikt.<sup>285</sup> De kosten van onderhoud, zoals herstel van kabelbreuken en vernieuwingen bedroegen ca. *f* 60 per mijl per jaar, zodat voor de 6400 mijl in 1927 ca. *f* 380.000 nodig was. Daarnaast moest voor kabels ouder dan 25 jaar voor vervanging ook *f* 200 per mijl per jaar gereserveerd worden. Dat zou in 1940 totaal al uitkomen op *f* 1,2 miljoen per jaar, een aanzienlijk bedrag in die tijd.

De afhankelijkheid van Engelse en Duitse kabels kon doorbroken worden met radioverbindingen.<sup>286</sup> Het comité tot "Onderzoek van een rechtstreekse radiotelegrafische gemeenschap tussen Nederland en Nederlands-Indië" kwam in 1913 met een aanvraag aan de regering voor toestemming tot het oprichten van radiotussenstations in Tripoli en Ceylon. Die aanvraag werd afgewezen vanwege de afhankelijkheid van andere landen. Een rechtstreekse radioverbinding moest ontwikkeld worden.<sup>287</sup>

Met de komst van geregelde radiotelegrafie in 1923 en radiotelefonie in 1927 werd de verdere uitbreiding van het zeekabelnet gestopt. De kosten voor leggen en onderhoud van zeekabels bleken aanzienlijk hoger te zijn dan van radioverbindingen. Verschillende bedrijven installeerden zelf eigen radiostations, zoals de Bataafse Petroleum Maatschappij (BPM) in Balikpapan (1910), Tarakan (1910) en Bulu (1922).

<sup>285</sup> B. Holthuis, Over zeekabels en het kabelschip, (oud-gezaghebber der Gouverneurs Marine in N.I.), uit Ons Zeewezen, 33ste Jaargang 1934.

<sup>286</sup> M.F. Onnen, Ing, *De draadloze Telegrafie en haar toepassing in Oost-Indië*, (uitg. Boekhandel en drukkerij (voorheen E.J. Brill), Leiden 1906).

<sup>287</sup> Prof. C.L. van der Bilt c.i., Een radio-telegrafische gemeenschap tussen Nederland en Nederlandsch Oost-Indië, uit weekblad "De Ingenieur", Orgaan van het Kon. Inst. van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftse Ingenieurs, 18 October 1913, No. 42.

Door de eerder aangegeven relatie tussen spoorwegen en telecomverbindingen en de vele raakvlakken met landmeten en kartografie is in het kader van “Indonesië op de kaart” gekozen voor telecomverbindingen door kabels en radio. Zowel bij geodesie als bij straalverbindingen voor telecom moet bij direct-zicht tussen punten op het aardoppervlak met belemmering door de kromming van de aarde rekening gehouden worden.

Radiocommunicatie voor navigatie en berichtenuitwisseling met schepen begon al eind 19<sup>e</sup> eeuw.<sup>288</sup> De eerste radiotelegrafieverbindingen in Nederland kwamen in 1902 tot stand tussen Hoek van Holland en het lichtschip *Maas* en schepen van de marine.<sup>289</sup> Voor het uitwisselen van telegrammen met varende schepen werd het radiostation Scheveningen Haven in 1904 opgericht.<sup>290</sup> Dat ging in 1929 over in het bekende Scheveningen Radio, gelegen in de duinen ten zuiden van Scheveningen.<sup>291</sup> Radiocommunicatie was natuurlijk ook van belang voor schepen die tussen Nederland en Nederlands-Indië voeren. In 1905 en 1906 kwamen al experimentele radiostations voor de marine in Makassar en Ampenan (West Lombok bij Mataram) in de lucht (die werden gebruikt bij de Boni en Bali expedities) en in Weltevreden en Cirebon. Evenzo werd in het meest westelijke deel van de archipel in Sabang (Aier-Melek) een ontvangststation opgericht. Zowel vanuit Amsterdam als vanuit Indië bleek eind 1904 al dat een verbinding over 500 km met Hr. Ms. *Hertog Hendrik* mogelijk was.<sup>292</sup>

Er werd ook geëxperimenteerd in Indië met radiotelegrafie tussen de eilanden. Daarvoor kwamen in 1913 radiostations op Ambon, Kupang (op Timor) en bij Situbondo (Oost-Java) gereed. Met deze drie stations werden dag en nacht atmosferische absorptie en storingen onderzocht. De experimenten werden uitgevoerd door drie radio experts, respectievelijk J.A. Brouwer, G.C. Holtzappel en C.H. de Groot, die later een belangrijke rol in de ontwikkeling van radiocommunicatie zouden spelen.<sup>293</sup> Ze maakten gebruik van Telefunken vonkzenders met golflengtes van 1600 m (187,5 kHz zendfrequentie) en 600 m (500 kHz).<sup>294</sup> Door hun lage zendvermogen van 5 kW lagen ze direct aan de kust. Met vonkzenders en paraplu-antennes werden grote afstanden overbrugd, zoals Fig. 3-35 toont. De verschillende moessons en bestraling door de zon hadden de grootste storingsinvloed.<sup>295</sup>

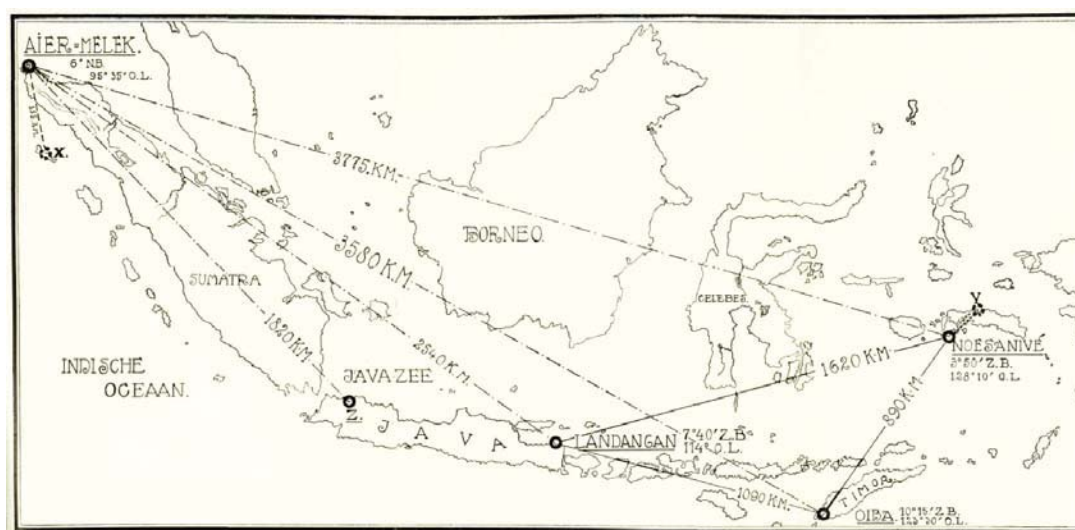


Fig. 3-35 Proefnemingen met radiostations in Ambon (Noesaniwe), Situbondo (Landangan), Kupang (Oiba) en Sabang (Aier-Melek).

<sup>288</sup> R.F. Pocock, G.R.M. Garratt, *The Origins of Maritime Radio, The story of the introduction of Wireless Telegraphy in the Royal Navy between 1896 and 1900*, A Science Museum Survey, (uitg. Her Majesty's Stationary Office, London 1972).

<sup>289</sup> *Station voor Draadloze Telegrafie aan boord Hr. Ms. Panzerdekschip "Kon. Wilhelmina der Nederlanden"*, Platen, (uitg. Dep. v. Marine, 's-Gravenhage 1906).

<sup>290</sup> De Boer, Vijf-en-twintig jaren radiodienst der marine 1904-1929: draadloze herinneringen van officieren en oud-officieren van Hr. Ms. Zeemacht, uit *Marineblad*, 1932 afl. 6.

<sup>291</sup> In 1926 werden de ontvangers met antennes verplaatst naar IJmuiden waardoor minder last van storing werd ondervonden. Daar werd in 1951 ook de bedienpost met telegrafisten gevestigd. Voor navigatie konden schepen de zenders al over honderden kilometers uitpeilen, de zenders bleven daarom in Scheveningen. Tot eind 1998 werd telegrafie met schepen onderhouden, daarna waren schepen verplicht met satellietcommunicatie te werken en werd Scheveningen Radio als openbare dienst opgeheven.

<sup>292</sup> H.T. Hoven, *De toepassing der Draadloze Telegrafie speciaal in Nederlandsch-Indië*, lezing voor de Marine-Vereeniging te Den Helder gehouden op 31 Januari 1906 door H.T. Hoven, Kapitein-Luitenant ter Zee, (uitg. C. de Boer Jr., 1906).

<sup>293</sup> Klaas Dijkstra, *Radio Malabar. Herinneringen aan een boeiende tijd 1914-1945*, (uitg. Drukkerij-Uitgeverij Emaus, Groenlo 2006).

<sup>294</sup> Het product van golflengte en frequentie is steeds gelijk aan de lichtsnelheid van 300.000 km/s (afroning van 299.792,5 km/s in vacuüm).

<sup>295</sup> *Onderzoekingen op het gebied der Radiotelegrafie in Nederlandsch-Indië*, deel I: verslag der jaarproeven, deel II: verslag der technisch-wetenschappelijke onderzoekingen, deel III: afbeeldingen behorende bij het verslag der technisch-wetenschappelijke onderzoekingen, (uitg. 1916).



### 3.3.2 Radio Malabar en Radio Kootwijk

Overbrugging van de afstand Nederland – Indië zou mogelijk zijn met drie tussenstations en twee eindstations.<sup>296</sup> Men wilde meer, namelijk de eerdergenoemde rechtstreekse verbinding tussen Nederland en Indië, een afstand van minstens 11.000 km. Aan dr. ir. Cornelis de Groot (1883-1927) werd in 1916 de opdracht verstrekt een studie te doen naar de stand van zaken op gebied van langeafstand radiotelegrafie in Europa en Amerika. De Groot was werkzaam bij de Indische radiodienst en was aan de Technische Hoogeschool in Delft tijdens zijn verlof in juni 1916 op radiotelegrafie in de tropen gepromoveerd, waarbij hij de volgende opzienbarende laatste stelling XX had geponeerd:<sup>297</sup>

*“Een radio-verbinding van Nederland met hare Koloniën zonder gebruik van tusschen-stations is eene politieke noodzakelijkheid en technisch uitvoerbaar. De hoegrootheid der volgens stelling XX te verwachten onregelmatigheid der verkeersfrequentie over de hier te overbruggen lange afstanden bij groote zonshoogte, beheerscht de vraag of eene gelijke verbinding slechts in politieke dan wel tevens in commerciële behoeften kan voorzien. Dit hangt in hoofdzaak af van het succes der toe te passen middelen tegen lucht-electrische storingen.”*

Hij was daarvoor al afgestudeerd als werktuigbouwkundig ingenieur in Delft en als elektotechnisch ingenieur in Karlsruhe, waarna hij 1½ jaar werkte bij de General Electric Company in Berlijn. In 1908 vertrok hij naar Nederlands-Indië waar hij een aanstelling kreeg bij de Gouvernementsbedrijven in Bandung, afdeling Telegrafie en later bij de Radiodienst. Daar deed hij uitgebreid onderzoek op gebied van radiocommunicatie, ook met schepen. Hij gaf lezingen en publiceerde die al in 1910.<sup>298</sup> In 1913 keerde hij voor verlof naar Nederland terug en gebruikte de tijd voor zijn promotieonderzoek. Als eerste invulling van de regeringsopdracht bezocht De Groot in 1916 (tijdens WO I) in Duitsland het zendstation Nauen op 30 km ten NW van Berlijn en de firma Telefunken, die machinezenders voor langeafstand radioverbindingen vervaardigde. Hij kreeg voor proefwaarnemingen in Indië van Telefunken een ontvanger mee. Op zijn terugreis naar Bandung bezocht hij in Amerika de firma Poulsen, waar op dat moment de grootste vlamboogzenders voor telegrafie geproduceerd werden. Ondertussen werden in Sabang ten NW van Sumatra in de zomer van 1916 al telegrafiesignalen van Nauen door een van zijn medewerkers met een zelf ontwikkelde ontvanger opgevangen. De Groot kon bij terugkomst in Bandung eind 1916 dat nogmaals verifiëren met de Telefunken ontvanger, zodat hij ook ontvangst begin 1917 kon bevestigen. Daarop werd door de regering de opdracht gegeven een geschikte locatie voor een radiostation in Nederland te zoeken. Pas ruim een jaar later werd voor de zender een locatie bij Kootwijk op de Veluwe en voor de ontvanger bij Sambeek in Oost Brabant gekozen. De Groot had al eerder met hulp van de Topografische Dienst voor een zend- en ontvangststation plaatsen gekozen ten zuiden van Bandung. De afstand Kootwijk-Bandung die overbrugd moest worden was 11.500 km, dat was tot dan toe nog nergens ter wereld gerealiseerd. In die tijd waren drie soorten langegolfzenders beschikbaar: vonkzenders, vlamboogzenders en roterende machinezenders.<sup>299</sup> De eerste door beperkt vermogen voor korte afstanden, de laatste twee met vermogens tot 500 kW voor lange afstanden. Telefunken in Berlijn leverde machinezenders en Poulsen (een Deen) in de VS leverde vlamboogzenders.

Een *vonkzender* werkte met een inductor, die elektrische vonken opwekte tussen twee kleine bolvormige elektroden op kleine afstand geplaatst. Er ontstond een fluitend signaal van 1000 Hz, waardoor de zender ook wel fluitvonkzender heette. Deze telegrafiezenders werden veelal in de scheepvaart gebruikt. Door het uit- en inschakelen van de inductor ontstond een wisselend elektrisch veld, waarmee telegrafiepulsen uitgezonden konden worden.

Een *vlamboogzender* (ook lichtboogzender genoemd) werkte ook met twee elektroden op korte afstand van elkaar. Door de gelijkspanning op de elektroden te verhogen ontstond overslag en daarmee een vlamboog tussen de elektroden. De elektroden met vlamboog werden in een waterstofatmosfeer geplaatst voor betere ionisatie en sneller doven van de vlamboog, wanneer de spanning weer beneden een bepaalde waarde zakte. De vlamboog werd ook “uitgeblazen” door een sterk magnetisch veld bij de opening tussen de elektroden. De elektroden leverden hun energie aan de antenne, die voor lange golflengten en grote te overbruggen afstanden enorme afmetingen kon krijgen. Zo was een hoge snelheid van telegrafie en zelfs ook spraakoverdracht mogelijk.

<sup>296</sup> Prof. C.L. van der Bilt c.i., Een radio-telegrafische gemeenschap tusschen Nederland en Nederlandsch Oost-Indië, weekblad “De Ingenieur”, Orgaan van het Kon. Inst. van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftse Ingenieurs, 18 October 1913, No. 42.

<sup>297</sup> C.J. de Groot, *Radio-telegrafie in de tropen*, proefschrift, (uitg. TH Delft / Elektrische Drukkerij “de Atlas”, ‘s Gravenhage, Delft 1916).

<sup>298</sup> C.J. de Groot, *Draadloze Telegrafie en Telefonie*, uit Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Afdeling Nederlandsch-Indië 1910 (tweede halfjaar), (uitg. Javasche boekhandel & Drukkerij, Batavia 1910).

<sup>299</sup> Dr. -Ing. habil. Fritz Vilbig, *Lehrbuch der Hochfrequenztechnik*, Band I & II, (uitg. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig 1960).

Een *machinezender* was een soort generator met een groot aantal poolparen waarmee een wisselstroom opgewekt kon worden. Met een frekwentievermenigvuldiger konden daarna elektro-magnetische velden van enkele tientallen kHz door een antenne uitgezonden worden. Een groot voordeel van een vlamboogzender was dat verschillende zendfrequenties ingesteld konden worden, zodat vijandelijke storing lastig was. Een machinezender was beperkt tot enkele vaste frequenties.

Bij zijn promotie in 1916 had De Groot aangetoond dat radiocommunicatie mogelijk was tussen Nederland en Indië door gebruik te maken van de langegolf (LG). Nederland gaf de voorkeur aan de Telefunken machinezender, De Groot echter aan een Poulsen zender, maar van groter vermogen dan wat te koop was. Hij bestelde eerst een Poulsen zender van 100 kW en later op aandringen van Nederland een Telefunken zender van 400 kW en besloot zelf een sterkere Poulsen zender van 2400-3600 kW met bijbehorende antenne te bouwen. Een geschikte locatie voor een grote antenne werd gevonden in het bergmassief Malabar, ca. 30 km ten zuiden van Bandung (zie Fig. 3-36). De proefuitzendingen van de 100 kW Poulsen zender in maart 1918 werden in Nederland niet ontvangen. Ook Telefunken bouwde in Cililin, 20 km ten westen van Bandung, een 100 kW machinezender. Ook die proefuitzendingen in augustus 1918 werden niet in Nederland ontvangen. De Groot besloot toen een in Indië zelf vervaardigde ontvanger mee te sturen met het schip "*De Zeven Provinciën*" dat vanwege WO I door het Panamakanaal naar Nederland moest varen. Er was tot Panama redelijke tot goede ontvangst van de Malabar-signalen mogelijk. De ontvanger werd opgesteld op de Meent bij Blaricum en kon de signalen uit Indië een aantal uren per dag ontvangen. De Nederlandse ontvangers waren blijkbaar daar nog niet toe in staat.<sup>300</sup> Ook het Telefunken station in Cililin werd nu ontvangen, zij het zwakker.

De Groot was overtuigd, een sterker zendstation met een flinke antenne zou meer uren per dag radioverkeer mogelijk moeten maken.<sup>301 302</sup> In de Malabar-kloof werd op een hoogte van 1250 m een zendstation gebouwd en daarboven aan kabels van 2 km, gespannen tussen twee bergen een 2128 m (2,128 km) langegolf-antenne opgehangen (zie Fig. 3-37 en **Annex 8.16** met enkele topografische kaarten rond Bandung). De lange golven met golflengtes tussen 20.000 m en 600 m, overeenkomend met frequenties van 15 kHz en 500 kHz, volgden grotendeels het oppervlak van de aarde met grondgolven en oppervlaktegolven en konden zo met voldoende zendvermogen duizenden kilometers overbruggen. Door de absorptie van de aarde en de atmosfeer waren langeafstand radioverbindingen alleen mogelijk met grote antennes en zenders van groot vermogen. Zo kon een afstand van meer dan 12.000 km overbrugd worden. De Malabar-antenne was de grootste ter wereld en de gebouwde Poulsen zender de sterkste. Een ontvangststation met een ca. 4 km lange antenne werd bij Cangkring, 9,5 km ten noordoosten van Malabar gebouwd. Cangkring was toen bereikbaar vanuit Bandung per spoor, terwijl Malabar op 9 km van het spoor lag. De genoemde plaatsen, evenals de spoorlijn Majalaya-Cicalengka, die in WO II met dwangarbeid aangelegd is, zijn op de kaart in Fig. 3-36 aangegeven.

De kortegolf-radiocommunicatie, straalverbindingen en mobiele communicatie, die hierna volgen hebben nog meer dan langegolf-radiocommunicatie de kaart beïnvloed. Naast de eerder besproken telecommunicatie via draden of kabels is draadloze radiocommunicatie door de grote zenders, ontvangers en antennes dan ook een wezenlijk deel van de kaart geworden. Overal zijn straaltorens of masten met antennes zichtbaar, velen zijn op kaarten weergegeven en worden als oriëntatie- of meetpunten beschouwd. Deze telecomverbindingen zijn dan ook een integraal onderdeel van "Indonesië op de kaart".

De overheidsuitgaven voor PTT (in kabel- en radionetwerken) en transport (enkele jaren tot 1923 voor investeringen in busverbindingen op Sumatra) in **Annex 8.31** laten zien dat de jaaruitgaven voor kabelnetwerken tot 1912 bescheiden bleven. Door WO I, waardoor andere kabelroutes nodig werden en de ontwikkeling van radiodiodocommunicatie met uiteindelijk de komst van Radio Malabar, stegen de kosten tot 1922 snel, maar zakten daarna weer tot enkele miljoenen per jaar. Radiocommunicatie vergde grote antennes en zenders, die hun sporen in het landschap hebben achtergelaten. Voor de bouw was landmeetkundig onderzoek nodig, zowel voor de optimale locatie als de richting waarin de antennes moesten zenden of ontvangen.

<sup>300</sup> Geschiedenis van de totstandkoming der radioverbinding Indië-Nederland en de daartoe verrichte werkzaamheden aan het Indische verbindingseinde, uit Indië weerbaar 1921, p. 4 t/m 34.

<sup>301</sup> C. J. De Groot, The High Power Station at Malabar, Java, uit Proceedings of the Institute of Radio Engineers 1924, Vol. 12, Issue 6, p. 693-722.

<sup>302</sup> Hetgeen op radiotechnisch gebied in Nederlandsch-Indië is tot standgebracht en: De radiotelegrafische verbinding tusschen Nederland en Indië. Voordracht gehouden in de vergadering van de Afdeling voor Elektrotechniek van het KIVI. 's-Gravenhage, op 9 September 1924 door het lid dr. ir. C.J. de Groot. Overdruk uit het weekblad 'De Ingenieur' Nos. 40 en 41, 1925.





Fig. 3-36 Topografische kaart Bandung 1955 (48' OL t.o.v. Batavia / Jakarta op 0°), schaal 1:250.000 (\* is radiostation).<sup>303</sup>

<sup>303</sup> Bandung ligt op een hoogvlakte, omgeven door vulkanen. Malabar is het LG zendstation, Cangkring en later Rancaekek zijn ontvangstations.



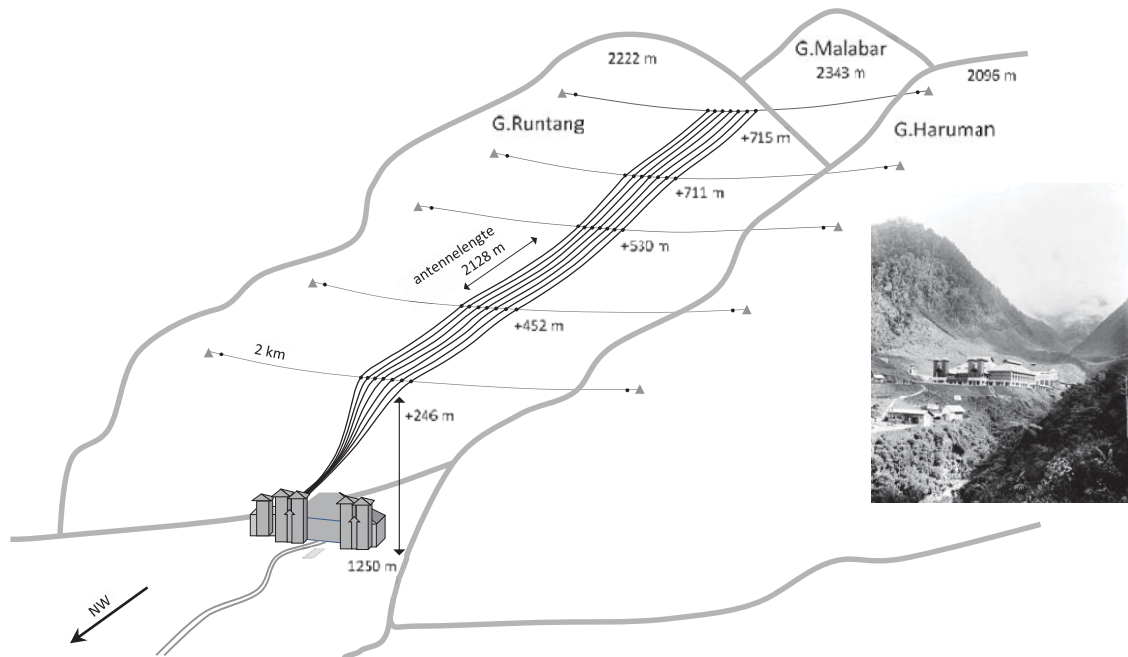


Fig. 3-37 Radio Malabar zendstation met langegolf-antenne.

De ontvangst van de seinen in Blaricum, begin 1919 van de 100 kW Poulsen zender uit Malabar met de toegestuurde Indische ontvanger uit Bandung maakte in Nederland grote indruk. De grote Malabar vlamboogzender van 2400 kW, ontworpen door De Groot kwam begin 1923 gereed en werd op 5 mei 1923 officieel door GG Fock in bedrijf gesteld voor openbaar telegrafieverkeer. Inmiddels was in Kootwijk voor de Telefunken machinezender een apart gebouw neergezet met een grote antenne, opgehangen aan 210 m hoge vakwerkmasten (zie Fig. 3-38, de tuidraden zijn weggelaten). Ook die zender kwam in 1923 gereed, zodat vanaf dat moment directe radiocommunicatie met Indië mogelijk was.<sup>304 305</sup>

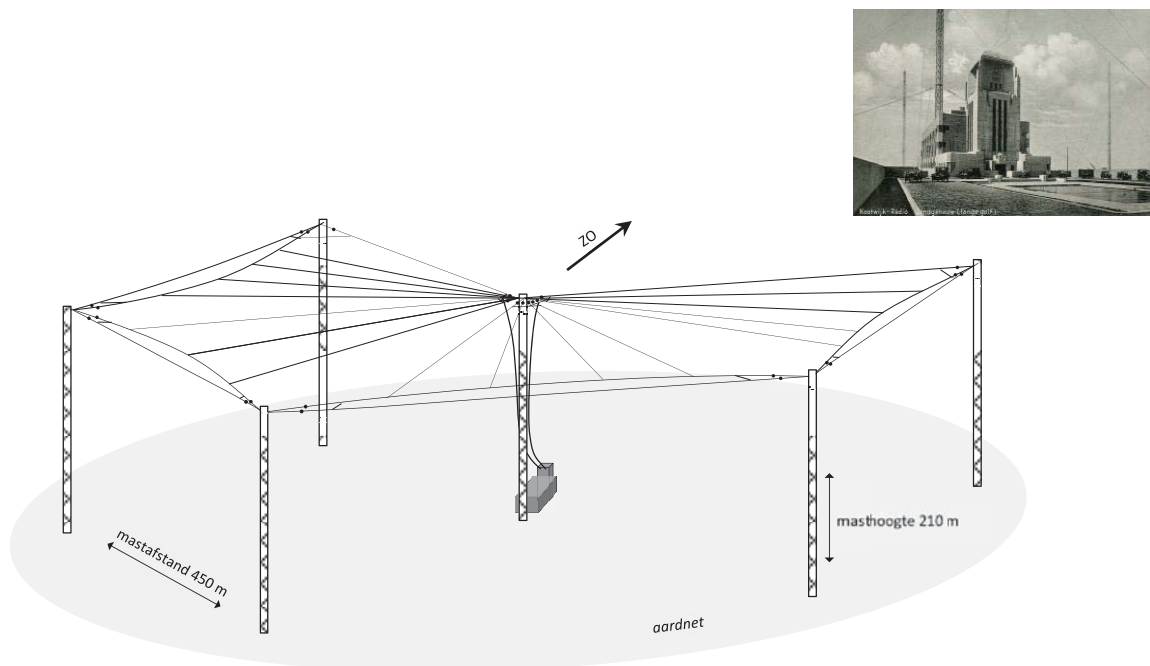


Fig. 3-38 Radio Kootwijk zendstation met langegolf-antenne.

<sup>304</sup> *Gouvernements Telegraafdienst Nederlandsch Oost-Indië, Radiotelegrafie*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).

<sup>305</sup> *Gouvernements Telegraafdienst Nederlandsch Oost-Indië, Landlijn- en kabeltelegrafie* (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).

Voor de LG-antenne bij Radio Kootwijk werd gebruik gemaakt van een ontwerp van Telefunken met 6 hoge vakwerkmasten van 210 m in een zeshoek met de ZO-zijde weggelaten, rond het zendgebouw waar de Telefunken machinezender opgesteld werd. Zoals Fig. 3-38 laat zien was het een soort paraplu-antenne, verdeeld in twee helften. De bovenkant fungeerde als een capaciteit (condensator) naar de aarde, zodat in combinatie met grote spoelen (zelfinducties) tussen zender en antenne een elektrisch grotere lengte verkregen werd. Daarmee kon een groter deel van het opgewekte LG-zendervermogen uitgestraald worden. Op de droge Veluwegrond moest voor de aarde een fijnmazig aardnetwerk van koperdraden worden ingegraven.<sup>306</sup> De bouw van de zender in Kootwijk en ontvanger in Sambeek heeft met de terrein-egalisisatie, de aanleg van wegen en een spoorlijn  $f$  8 miljoen gekost.

De LG-zenders hadden grote vermogens: ca. 2400 kW voor de vlamboogzender in Malabar en 400 kW voor de Telefunken machinezenders in Kootwijk en Malabar, waarvoor dan ook aparte elektriciteitsvoorzieningen werden aangelegd. Het was natuurlijk een enorme verbetering in het berichtenverkeer, in plaats van maanden konden nu berichten binnen enkele uren uitgewisseld worden. Er werd wel last ondervonden van luchtstoringen in de tropen, waardoor het verzenden van telegrammen nogal eens problemen gaf en soms meerdere pogingen nodig waren. Aanvankelijk was de ontvanger met antenne ten zuiden van Bandung opgesteld in Cangkring, ca. 9,5 km ten noordoosten van Malabar en 12 km ten zuidoosten van Bandung. Dat bleek op den duur een minder gunstige locatie door beïnvloeding van de grote zender. Het ontvangststation werd daarom later nog ca. 10 km naar het noordoosten verplaatst naar Rancaekok op 22 km van Bandung (zie de kaart in Fig. 3-36). Telefunken had zelf voor een proefopstelling van een machinezender in Indië de locatie bij Cililin (Tjililin op de kaart), 20 km ten westen van Bandung verworven en voor een ontvangststation grond bij Dayeuhkolot, ca. 5 km ten zuiden van Bandung verkregen.<sup>307</sup> De opstelling in het zendergebouw in de Malabar-kloof bleek gunstiger, zodat er daar een aparte hal voor Telefunken bijgebouwd werd. Later is het terrein bij Dayeuhkolot door de Indische PTT overgenomen voor de bouw van een nieuw zenderpark. Zowel de grote Poulsen vlamboogzender als de Telefunken machinezender hebben jaren goed gefunctioneerd voor telegrafie met Nederland. Voor communicatie met ZO-Azië werd bij Padelarang nog een LG-ontvangststation gebouwd. Voor de LG- zend- en ontvangststations bij Bandung, inclusief Malabar is ca.  $f$  4 miljoen nodig geweest.

Uit het Koloniaal Verslag over 1923:

*Het Malabar-station werd 5 Mei 1923 door den Gouverneur- Generaal voor het rechtstreeksche telegraafverkeer met Nederland geopend. Sedert werd dat verkeer geregeld onderhouden en nam het in den loop van het jaar in omvang toe. Het verkeer met het radiostation Cavité werd regelmatig voortgezet. Voorts gaf het Malabar-station — evenals de stations te Sitoebondo, Ambon, Koepang en Sabang en de marinestations te Manggarai en Soerabaja — dagelijks tijdseinen en persberichten voor schepen en stations binnen den Archipel. De versterking van de stations te Sitoebondo, Ambon, Koepang en Sabang werd voortgezet; die van het eerstgenoemde station kwam gereed. De bouw van de radiotelefonische proefstations te Soerabaja en Makassar werd voltooid, op de aansluiting op het plaatselijke en interlokale telefoonnet na, waaromtrent de proeven worden voortgezet. Het kustverkeer werd onderhouden door de stations te Sitoebondo, Ambon, Koepang, Sabang en Semarang, door de militaire stations te Manggarai, Soerabaja, Tjilatjap en Tjerebon, alsmede door de stations van de Bataafsche Petroleummaatschappij te Balikpapan en Tarakan. Het kustverkeer van het station te Sitobondo ging, ter verkrijging van een doeltreffender en zuiniger uitoefening van dezen weinig omvattenden dienst, midden 1923 op het marinestation te Soerabaja over. Te Tahoen (res. Menado) werd tijdelijk, ten behoeve van eene spoedige hulp-verleening aan de bevolking bij eene eventueele vulcanische uitbarsting op dit eiland, een verplaatsbaar militair radiostation opgesteld, welk station eveneens voor het verkeer met schepen op zee zal worden opengesteld, terwijl te Tomohon met den bouw van een station van den post-, telegraaf- en telefoondienst werd aangevangen.*

Na het succes van de Malabar zender werden overal in de archipel kleine en grote langegolf- en middengolfzenders geïnstalleerd. Fig. 3-39 geeft de stand van zaken in 1924 weer. Dat was tot dan toe ongekend. Nooit eerder was er op zo'n schaal in de archipel gecommuniceerd. Het was nog wel met berichten op basis van telegrafie, maar telefonie zou spoedig volgen.

Aan Nederlandse zijde stond behalve de langegolf-zender in Kootwijk het ontvangststation eerst in Sambeek en vervolgens in Meyendel bij Wassenaar, zoals Fig. 3-40 laat zien.<sup>308</sup>

<sup>306</sup> *Technische beschrijving van het langegolf-radio-zendstation te Kootwijk*, (uitg. Hoofdbestuur der Posterijen en Telegrafie 's-Gravenhage 1927).

<sup>307</sup> Radiostation Malabar en overige stations op de Bandoengse hoogvlakte, (uitg. Gouvernements Post-Telegraaf en Telefoondienst in Nederlandsch-Indië, Bandung 1928).

<sup>308</sup> *De Radioverbinding Nederland – Nederlandsch-Indië*, (uitg. Hoofdbestuur der Posterijen en Telegrafie 's-Gravenhage 1927).



Fig. 3-39 Lange golf- en middengolf-radiostations in de Indische archipel in 1924.  
 Y grote radiostations, \* kleine radiostations



Fig. 3-40 Plaatsen in Nederland die van belang waren voor radiocommunicatie met Indië/Indonesië.<sup>309</sup>  
 \* zend- of ontvangststation

<sup>309</sup> Dr. Ir. N. Koomans, Ingenieur der telegrafie, *Geschiedkundig overzicht van het radiobedrijf van den Rijksdienst der Posterijen en Telegrafie*, Gedenkboek ter herinnering aan het tienjarig bestaan van de Nederlandsche Vereeniging voor Radiotelegrafie 1916-1926, (uitg. Nauta, Zutphen 1926).



### 3.3.3 Van langegolf- naar kortegolf-radiocommunicatie

Inmiddels werd naarstig onderzoek gedaan naar zenders met hogere frekventies, die met kleinere antennes en vermogens zouden kunnen volstaan. Dit werd mogelijk gemaakt door de ontwikkeling van radiobuizen (aanvankelijk radiolampen genoemd). Tot 1925 was van zenders met hogere frekventies, ofwel kortere golven nauwelijks iets bekend. Er werd op veel plaatsen in de wereld geëxperimenteerd, met name in Bandung op het radiolaboratorium van de Indische PTT en in Nederland in het laboratorium van PTT in Den Haag en het laboratorium van Philips in Eindhoven.

Door de ontdekking van de ionosfeer als reflecterende laag voor radiogolven, ontstonden nieuwe mogelijkheden voor langeafstand radioverbindingen. Op een hoogte van 50 tot 300 km boven het aardoppervlak wordt de atmosfeer geïoniseerd door de zon, waardoor er positieve en negatieve deeltjes ontstaan. Deze ionosfeerlaag zorgt door refractie dat radiogolven afgebogen worden en fungeert als een reflectie laag voor radiosignalen met frekventies tussen 3 en 30 MHz. Lagere frekventies kunnen daar nauwelijks in doordringen. In werkelijkheid bestaat de ionosfeerlaag uit meerdere reflecterende lagen, elk met hun specifieke eigenschappen.<sup>310</sup> De ruimte tussen aardoppervlak en onderkant van de ionosfeer is voor lage frekventies (grote golflengtes) meer een golfgeleider (zie ook Fig. 3-41). Bij hogere frekventies (dus kortere golflengtes) kan efficiënt gebruik gemaakt worden van de reflecterende ionosfeerlaag door een hogere opstraalhoek van de zender te kiezen. Onder invloed van de zon wordt de ionisatie groter, waardoor de ionisatie laag dikker wordt, zodat de hoogte van de reflecterende laag overdag lager is dan 's nachts. Ook is de reflectie afhankelijk van de gekozen frekventie. Hogere frekventies worden minder afgebogen en kunnen zelfs door de laag heen dringen. De variatie in reflectiehoogte kan dus gecompenseerd worden door de opstraalhoek te veranderen of een andere zendfrekventie te kiezen. Bij een bepaalde frekventie wordt de opstraalhoek (b.v. 30° boven de horizon) bepaald door de hoogte van de antenne boven de aarde. Bij gebruik van een Rhombus antenne (zie Fig. 3-43 en Fig. 3-44) worden vaak verschillende antennes gekozen.

De radiogolven komen na 1000 km tot 3000 km weer terug op de aarde. Dichterbij is dan ook met de kortegolf (KG) geen ontvangst mogelijk. Deze zogenaamde skip zone kan met de opstraalhoek en zendfrekventie binnen bepaalde grenzen aangepast worden, zodat optimale ontvangst mogelijk is. Dit resulteert in KG frekventies die afhankelijk zijn van het tijdstip op de dag en de plaats van ontvangst, zoals het geval is bij de kortegolf wereldomroep.<sup>311</sup> Fig. 3-41 geeft het gedrag van de verschillende golven weer bij reflectie tussen ionosfeer laag en aardoppervlak. De KG tussen Nederland en Indië was mogelijk met 3 tot 4 sprongen of hops. De communicatie kon het best plaatsvinden als een groot deel van het traject Kootwijk-Bandung in donker gehuld was. Daarbij moest rekening gehouden worden met 6 uur tijdsverschil.

Door meerdere reflecties tussen de ionosfeer en de aarde werd zelfs rond-de-aarde communicatie mogelijk. Er was veel minder zendvermogen dan bij de langegolf nodig. Zo kon bij een golflengte van 15 m, ofwel met een frekventie van 20.000 kHz (20 MHz) volstaan worden met een zendvermogen van 40 kW om Indië te bereiken. De radiobuizen (triodes) maakten ook telefonie en muziektransport mogelijk. In maart 1927 werd voor het eerst een KG-zender van het Philips Nat lab, ontwikkeld door TH student Johan Numans, in Bandung ontvangen.<sup>312</sup>

De Groot reageerde binnen een maand met een zelfgebouwde KG-zender op 15,9 en 16,8 m. In de nacht van 31 mei op 1 juni 1927 werd een historische radioboodschap van koningin Wilhelmina en prinses Juliana uitgezonden. Die kon meteen door Indië beantwoord worden. Met de komst van deze KG-verbindingen raakte de LG voor langeafstand verbindingen steeds meer buiten gebruik. Alleen voor de omroep op afstanden tot ca. 500 km bleef de LG nog aantrekkelijk. In Nederland werd daarna door de PTT onder leiding van Nicolaas Koomans met grote inzet gewerkt aan de verdere ontwikkeling van de kortegolf-telefonie.<sup>313</sup>

Zoals gezegd werden de LG-ontvangers met antennes in 1924 van Sambeek naar Meyendel bij Wassenaar verplaatst. Die locatie bleek minder geschikt voor de KG-ontvangers, zodat een nieuw KG-ontvangststation aan de kust bij Noordwijkerhout (Nora) werd gebouwd. Later zijn nog enkele ontvangststations gebouwd, die hierna besproken worden.

<sup>310</sup> Dr. -Ing. Habil. Fritz Vilbig, *Lehrbuch der Hochfrequenztechnik*, Band I & II, (uitg. Akademische Verlagsgesellschaft Geist & Portig K. -G., Leipzig 1960).

<sup>311</sup> J.F. van Oort, *Radiogolven*, (uitg. Kluwer Technische Boeken N.V., Deventer 1980).

<sup>312</sup> Ir. Hans Vles, *Hallo Bandoeng, Nederlandse Radiopioniers [1900-1945]*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2008).

<sup>313</sup> Dr. ir. N. Koomans, Ingenieur der telegrafie, *Geschiedkundig overzicht van het radiobedrijf van den Rijksdienst der Posterijen en Telegrafie*, Gedenboek ter herinnering aan het tienjarig bestaan van de Nederlandsche Vereeniging voor Radiotelegrafie 1916-1926, (uitg. Nauta, Zutphen 1926).

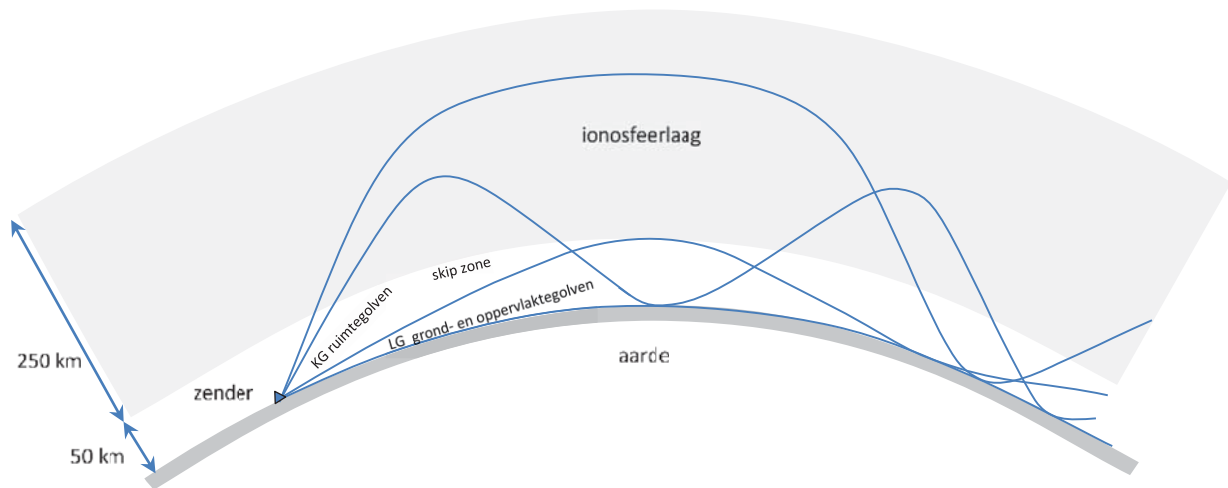


Fig. 3-41 Voortplanting van radiogolven om de aarde.

In Tabel 3-5 is een overzicht met enkele karakteristieke waarden voor de langegolf (LG), middengolf (MG) en kortegolf (KG) gegeven, met hun toepassing in Nederland en Nederlands-Indië.<sup>314</sup> Daarmee zijn tal van radio-verbindingen tot stand gebracht, waarvoor grote antennes nodig waren.<sup>315</sup> Antennes van tientallen meters tot enkele kilometers werden toegepast. Op een aantal grootschalige kaarten, zowel in Nederland als in Indonesië, zijn die “op de kaart” gebracht. GNSS satelliet-plaatsbepaling gebruikt de band van 1 tot 2 GHz.<sup>316</sup>

Tabel 3-5 Overzicht van golflengtes en frekventies voor radiocommunicatie met en in Indië / Indonesië.

Soort	golflengtes [m]	frekventies [kHz]	Toepassing Nederland en Nederlands-Indië
LG (Lange Golf) LF (Laag Frekvent)	20.000	15	Machinezenders 17,6-18,8 km (17-16 kHz) Malabar en 16,8 km (17,9 kHz) Kootwijk.
	15.000	20	Vlamboogzender 15,6 km (19,2 kHz) Poulsen Malabar.
	10.000	30	12,5 km (24 kHz) Nauen zender (bij Berlijn) 's avonds.
	6.000	50	6 km (50 kHz) Nauen zender.
	3.000	100	3,0 km (100 kHz) in Radio Kootwijk.
	2.000	150	Omroep in Nederlands-Indië (minder geschikt door luchtstoringen).
	1.500	200	1,6 km (187,5 kHz) in Ambon, Kupang, Situbondo en voor Scheveningen Radio.
1.000	300	1,2-2,3 km (250-130,4 kHz) in Ambon, Kupang en Situbondo.	
MG (Midden Golf) MF (Midden Frekvent)	600	500	600 m (500 kHz) in Ambon, Kupang, Situbondo en voor Scheveningen Radio.
	500	600	Omroep.
	300	1.000	Omroep.
	200	1.500	Omroep.
	160	1.875	Omroep.
KG (Korte Golf) HF (Hoog Frekvent)	150	2.000	Omroep.
	100	3.000	Omroep in Nederlands-Indië in de avond (zender in Tanjung Priok).
	60	5.000	
	50	6.000	Omroep in Nederlands-Indië in de middag (zender in Tanjung Priok).
	30	10.000	16,0 – 24,7 m (18,75 – 12,15 MHz) in Kootwijk, 16-18 m (overdag) in Malabar.
VHF (Very High Freq.) UHF (Ultra High Freq.) SHF (Super High Freq.)	15	20.000	15,9 en 16,8 m (18,87 en 17,86 MHz) en later 20-30 m ('s nachts) in Malabar.
	10	30.000	
	6	50.000	
	1	300.000	FM-radio en TV.
	0,6	500.000	TV.
	0,3	1.000.000	3 tot 10 GHz satellietverbindingen (Palapa), 0,5 tot 6 GHz mobiele communicatie.
	0,01	30.000.000	3 tot 30 GHz straalverbindingen (telefonie, TV).

De GNSS satelliet-plaatsbepalingssystemen gebruiken verschillende frekventies van satelliet naar aardse ontvanger:

GPS (Amerika) in MHz	GLONASS (Rusland) in MHz	GALILEO (Europa) in MHz	COMPASS/BeiDou (China) in MHz
1.227,60 en 1.575,42	1.246-1.257 en 1.602-1.616	1.164-1.215 1.215-1.300 1.559-1.592	1.176,45 1.207,14 1.268,52 1.561,098 1.575,42

<sup>314</sup> Aanvankelijk werden de termen LG, MG en KG gebruikt. Later zijn die vervangen door de officiële internationale afkortingen met respectievelijk LF, MF en VF, zoals in de tabel is aangegeven. Dat werd nog uitgebreid voor de hogere frekventies met VHF, UHF en SHF.

<sup>315</sup> J.J. Numans, Radiotelefonie Holland-Indië, uit Radio-Nieuws Tijdschrift van de Ned. Vereniging voor Radiotelegrafie, (uitg. Veenstra, Den Haag, jan. 1928).

<sup>316</sup> GNSS ofwel Global Navigation Satellite Systems is de verzamelnaam van de globale satelliet-plaatsbepalingssystemen die gebruikt worden voor navigatie.

Na de eerste successen met de KG in 1927 vond wereldwijd een enorme groei plaats. Met ca. 5000 zenders in 1927 waren dat er al 74.000 in 1932 (exclusief de omroep-, amateur- en experimentele zenders). Overdag werden golflengtes van 16-18 m gebruikt en 's nachts 20-24 m of zelfs 30 m. In Indië werd veel apparatuur in eigen beheer door het Radiolaboratorium in zuid-Bandung vervaardigd. Triodebuizen werden gerepareerd en kristallen voor de frekwentiestabiliteit van de KG-zenders en ontvangers werden zelf geslepen. Voor De Groot was dat een reden om ook de KG voor Indië snel te ontwikkelen, dat zou meer recht op het toekennen van frekwenties leveren. In juli 1927 vertrok De Groot per schip naar Europa om zijn vrouw, die in Bandung begin dat jaar overleden was, in Nederland te herbegraven en daarna aan de conferentie in Washington voor de frekwentieverdeling deel te nemen. Onderweg overleed hij echter zelf aan boord van het schip in de Rode Zee. Hij werd, samen met zijn echtgenote, in Den Haag in augustus 1927 onder grote belangstelling begraven.

Na het succes van de KG-verbindingen, die De Groot nog net had meegemaakt, werd in Nederland een apart KG-zendstation bij Radio Kootwijk gebouwd. Daarvoor gebruikte de PTT gordijnantennes en later ruit- of rhombus-antennes, die op de kaarten duidelijk te zien zijn. Deze konden zowel voor zendantenne als ontvangstantenne gebruikt worden. Een voorbeeld van de gordijnantennes, die zowel in Nederland als in Indië toegepast werden, is in Fig. 3-42 weergegeven.<sup>317</sup> Met de 8 x 4 (8 kolommen en 4 rijen) horizontale dipoolantennes, opgehangen tussen twee masten, kon de nodige bundeling en richting van antennestraling verkregen worden. De achterste dipolen fungeren als reflector. Een ruit- of rhombusantenne, gebruikt in Radio Kootwijk, is eveneens als voorbeeld in Fig. 3-43 gegeven. De afmetingen hingen af van de gebruikte golflengte, zodat voor verschillende golflengten (of zendfrekwenties) verschillende antennes gebruikt werden. Met de grote afmetingen van deze antennes kon ook de gewenste bundeling en richting verkregen worden.<sup>318</sup> Na de schade door WO II zijn in Radio Kootwijk, naast de KG nog enkele LG-antennes van 212 m hoogte in gebruik geweest. Het verkeer werd door satellieten en optische zee kabels overgenomen. Uiteindelijk zijn antennes en radiosystemen opgeruimd in de tachtiger jaren van de vorige eeuw en heeft het zendgebouw een culturele bestemming gekregen.

In Nederlands-Indië is geëxperimenteerd met allerlei KG-antennes. Gordijnantennes tot 48 x 4 dipolen werden toegepast (met de reflector-dipolen totaal 384 dipolen per antenne). Dat gaf nog gerichtere zendvermogens of ontvangstgevoeligheden. KG-verbindingen hadden last van radiogolven, die via verschillende wegen bij de ontvanger aankwamen en daardoor bij kleine wegverschillen elkaar konden uitdoven. Deze fading veroorzaakte hinderlijk wegvallen van de spraakverbinding en kon met deze geavanceerde antennes en elektronische hulpmiddelen enigszins onderdrukt worden. Voor de vereiste verschillende golflengtes voor betrouwbare communicatie tussen Nederland en Indië waren zes of meer zenders en ontvangers met bijbehorende antennes nodig. Daarbij werden grote antennes gebruikt, veelal dubbel uitgevoerd en op enige afstand van elkaar geplaatst (diversity), om het sluiereffect (fading) te minimaliseren. Dat resulteerde in grote antennenparken, die op verschillende topografische kaarten uit die tijd zijn aangegeven.

In de periode 1930-1931 werd nog een groot ontvangstation bij Kebayoran in zuid-Jakarta gebouwd. Daarmee kon het vele telegrafie- en spraakverkeer naar de hoofdstad ontvangen worden; de zenders bleven in Bandung. De ruimte in de Malabar-kloof was al gauw te beperkt. Er werd daarom in 1935-1936 een groot KG-zendstation met bijbehorende KG-antennes bij Dayeuhkolot ten zuiden van Bandung gebouwd (zie ook Fig. 3-36 en **Annex 8.16** met de topografische kaart van Bandung en omgeving). Het radiostation bestond uit een centraal zendergebouw met daar omheen een 12-tal masten van 90 m hoogte, die ongeveer 200 m uit elkaar stonden en waartussen de gordijn-antennes opgehangen waren. In 1940 stonden er 17 zenders met antennes voor evenzoveel wereldwijde bestemmingen.

Het radiostation is 50 jaar in gebruik geweest voor KG-verbindingen met belangrijke plaatsen in alle continenten van de wereld en is daarna ontmanteld en opgenomen in de stadsuitbreiding van Bandung. Het Malabar zendstation is na WO II overgedragen aan de Indonesische nationalisten, maar werd al gauw met de grond gelijk gemaakt, zodat nu alleen nog de fundamenten en de koelvijver te zien zijn.

Tijdens WO II is veelvuldig gebruik gemaakt van KG-radiocommunicatie met zelfgebouwde zenders tussen bezet Indonesië en geallieerden, inclusief Nederlandse vertegenwoordigers op Ceylon, India en Australië.<sup>319</sup>

<sup>317</sup> ir. A.J.H. van Leeuwen, Tien jaren Radio Indië-Holland, uit *De Ingenieur in Nederlandsch-Indië*, III Electrotechniek en Werktuigbouw, No. 1, 1934.

<sup>318</sup> William Gosling, *Radio Antennas and Propagation*, (uitg. Newnes-Reed Elsevier, Oxford 1998).

<sup>319</sup> Dr. L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*, deel 11c, Nederlands-Indië III, (uitg. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1986).



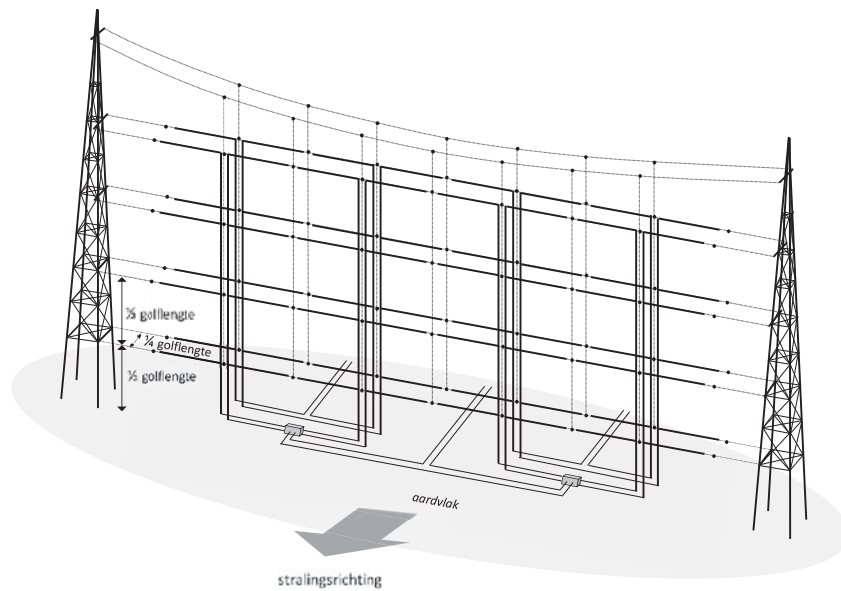


Fig. 3-42 Gordijnantenne, gebruikt voor kortegolf-radioverbindingen Nederland-Indië.

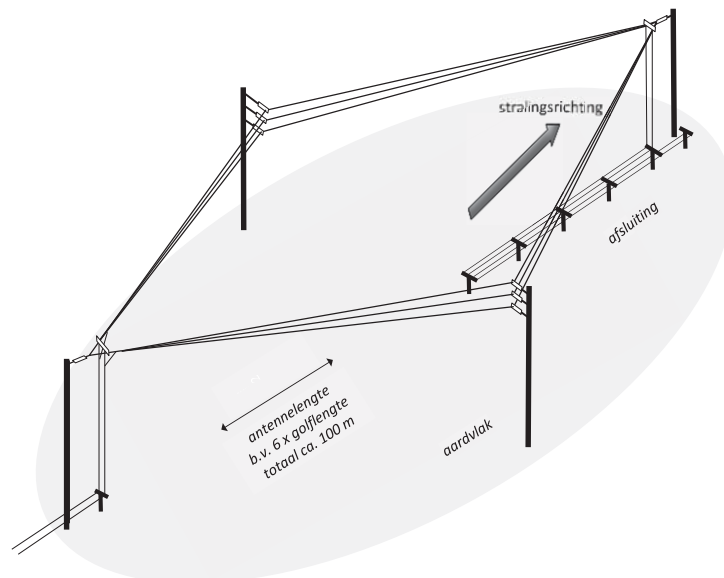


Fig. 3-43 Ruit- of rhombus-antenne, gebruikt voor kortegolf-radioverbindingen Nederland-Indië.

De LG-zenders in Malabar en later de KG-zenders in Dayeuhkolot zonden op regelmatige tijden tijdsignalen uit voor positiebepaling van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië en de scheepvaart. Hiermee kon de longitude nauwkeurig bepaald worden, wat zowel voor de navigatie als voor de kartografie van groot belang was. Na 1930 werd ook gebruik gemaakt van een nauwkeurige klok en kristal-gestuurde KG-zenders. Voor zwaartekrachtmetingen in de archipel door Vening Meinesz vanuit een onderzeeboot, werden op een golflengte van 30 m (10 MHz) secondetikken uitgezonden. Deze tijdsignalen waren over een afstand van 300 km nog te ontvangen.<sup>320</sup>

Vanaf 1930 werd ook radiocommunicatie met vliegtuigen over het traject tussen Nederland en Indië onderhouden met golflengten voor de LG van 600-1320 m en de KG van 25-60 m. Als antenne werd een lange sleepdraad achter het vliegtuig gebruikt.

<sup>320</sup> W.F. Einthoven, Een en ander uit het radiolaboratorium te Bandoeng, uit NRG (Tijdschrift van het Nederlandsch Radio Genootschap) 1931.

Voor de ontwikkeling van de radiocommunicatie in de archipel was al in de tijd van De Groot een PTT-radiolaboratorium in Bandung opgericht. Dat werd eerst gevestigd in de kelder van het hoofdgebouw van het Departement van Gouvernement Bedrijven (het genoemde Gedung Sate) in noord Bandung. Door de groei van de activiteiten werd het laboratorium verplaatst naar de aangrenzende gebouwen van het Mijnwezen. Op het terrein voor het gebouw werd een grote KG-gordijnantenne opgericht voor KG-experimenten, waarvoor in het laboratorium KG-zenders en ontvangers ontwikkeld werden. In 1927 ging de leiding van het radiolaboratorium over naar Delfts ingenieur Willem Frederik Einthoven (1893-1945). Deze Willem Frederik was de zoon van de beroemde arts Willem Einthoven (1860-1927), hoogleraar fysiologie in Leiden en Nobelprijswinnaar, die de snaargalvanometer uitvond, waarmee hij elektrocardiogrammen (ECG 's) vervaardigde en interpreteerde. Willem Frederik gebruikte deze galvanometer om in 1923 via Radio Malabar uitgezonden radiotelegrammen in Nederland fotografisch te registreren. De rechterhand van Einthoven was Klaas Dijkstra (1894-1976), die als ontwerper, constructeur en chef werkplaats, zowel op radiostation Malabar als het radiolaboratorium, LG- en KG-apparatuur ontwikkelde. Dankzij hem zijn veel details vastgelegd over de ontwikkeling van radiocommunicatie tussen Nederland en Indië.<sup>321</sup> Het radiolaboratorium werd in 1930 verplaatst naar Tegallega in zuid Bandung, naast het raceterrein op de weg naar Malabar (zie ook de kaart van Bandung in **Annex 8.6**). Ook daar plaatste de PTT-radiodienst grote antennes voor de KG-experimenten. De pioniersarbeid resulteerde in KG-zenders en ontvangers die daar in productie kwamen. Het laboratorium is nog enkele jaren na WO II in gebruik geweest. Het hiervoor genoemde KG-zendstation Dayeuhkolot lag 6 km zuidelijker. Na 1989 is op een deel van dat terrein de Telkom University gebouwd. Het ontvangststation bij Rancaek is tot 1985 in bedrijf geweest en daarna ontmanteld. Het Gouvernement rapporteerde tot 1939 elk jaar uitgebreid aan de regering in Nederland over de ontwikkelingen in Nederlands-Indië op telecommunicatiegebied, zoals het volgende fragment aangeeft.

Uit het Indisch Verslag over Bestuur en Staat van Nederlandsch-Indië over het jaar 1938:

*“Verschillende particuliere maatschappijen werd vergunning verleend tot installatie en het gebruik van stations voor radiotelegrafie en/of-telefonie. Particuliere radiotelegrafiestations werden voor het openbare telegraaf-verkeer opengesteld. In Augustus 1938 werd overgegaan tot instelling van een openbaar radionet voor de vliegtuigen van de K.N.I.L.M. Met ingang van 1 April 1938 werden in het mobile verkeer in de richting naar wal scheepsbrief-telegrammen ingevoerd, welke alleen bestemd waren voor plaatsen in Nederlandsch-Indië. In de richting van wal naar schip werden deze telegrammen alleen toegelaten, indien zij bestemd zijn voor de bemanning. Als gevolg van het Chinees-Japansch conflict is in vergelijking met 1937 het kabelverkeer met China ten koste van het radioverkeer verdrievoudigd. Van het aantal der met het buitenland gewisselde telegrammen werden in 1938 57,1 % radiotelegrafisch overgebracht. Het aantal telefoonposten op 31 December 1938 bedroeg 45.033 tegen 41.581 sinds 1937, derhalve 3452 meer. De inkomsten van het districts- en interlokale verkeer vertoonde ten opzichte van 1937 respectievelijk een vermeerdering met 3,9 % en een vermindering van 0,8 %. Evenals de vorige jaren werd ook in 1938 gelegenheid gegeven tot het voeren van Kerst- en Nieuwjaars-gesprekken tegen verlaagd tarief met Nederland, België, Danzig, Duitsland, Groot-Britannië, Ierland, Japan, Malaya, Philippijnen en Zwitserland, alsmede in het verkeer Malaya-Europa, Bandoeng/Amsterdam. Vergeleken met de periode 1937/1938 vertoonde het Kerst- en Nieuwjaarsverkeer, dank zij de tariefsverlaging in het verkeer met Nederland een stijging van het aantal gesprekken en minuten met 93 %, terwijl het Indische aandeel, in verband met genoemde tariefsverlaging, 26,9 % meer bedroeg. Met de invoering van goedkope gesprekken met Nederland bij bijzondere gelegenheden, zoals tijdens de herdenking van het 10-jarig bestaan van de telefoonverbinding in Maart, het 40-jarig Regeeringsjubileum van de Koningin in September en tijdens verschillende tentoonstellingen zijn bevredigende resultaten bereikt.”*

Zoals eerder vermeld, was in Nederland het ontvangststation in 1924 verplaatst van Sambeek naar Meyendel bij Wassenaar. Toen dat voor de KG niet voldeed, werd het eind 1928 verplaatst naar Nora bij Noordwijkerhout en in 1950 naar Nera bij Nederhorst den Berg, waar de drassige grond nog beter geschikt was voor het plaatsen van de KG-antennes (zie Fig. 3-40). Radio Kootwijk werd ondertussen verder uitgebreid tot 1927 voor LG-zenders en daarna vooral voor KG-zenders.<sup>322</sup> Voor het hoofdgebouw werd een zenderloods met KG-antennes gebouwd.<sup>323</sup> Later zijn verder naar het oosten drie aparte gebouwen met grote gordijn- en ruitantennes neergezet voor de verschillende richtingen, zoals in Fig. 3-44 met kaartjes is weergegeven. Die gebouwen staan er nog, de antennes niet meer.<sup>324</sup>

<sup>321</sup> Klaas Dijkstra, *Radio Malabar. Herinneringen aan een boeiende tijd 1914-1945*, (uitg. Drukkerij-Uitgeverij Emaus, Groenlo 2006).

<sup>322</sup> *Honderd jaar telefoon. Geschiedenis van de openbare telefonie in Nederland 1881-1981*, (uitg. Staatsbedrijf der PTT, 's-Gravenhage, 1981).

<sup>323</sup> Coby de Haan-van der Meulen, Betsy van de Pol-Woonink, *Tussen zand en zenders, de geschiedenis van Radio Kootwijk*, (uitg. Den Haag (1992)).

<sup>324</sup> Cees van der Pluijm, *Radio Kootwijk, biografie van een zendstation en een dorp in het hart van de Veluwe*, (uitg. BDUMedia, Barneveld 2014).

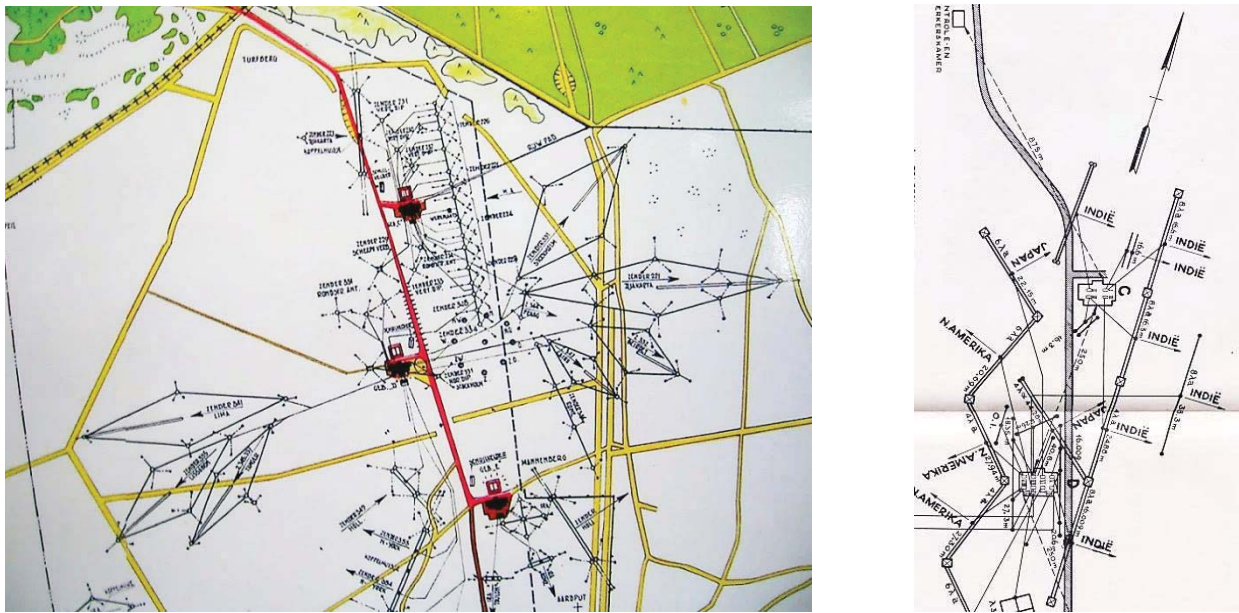


Fig. 3-44 KG-zenders en antennes van Radio Kootwijk voor internationale verbindingen, waaronder Nederlands-Indië.<sup>325</sup>

In het begin waren speciale ruimtes voor telefoniegesprekken beschikbaar. Aanvankelijk waren gesprekken nogal kostbaar (f 30 voor 3 minuten). Toch werd er uitgebreid gebruik van gemaakt, vooral rond feestdagen voor het overbrengen van goede wensen. De kortegolf-verbindingen hebben later ook een belangrijke rol gespeeld bij de communicatie ten tijde van de politonele acties (vrijheidsoorlog Indonesië-Nederland).<sup>326 327</sup>

De KG-radioverbindingen over grote afstanden voor spraak- en datacommunicatie zijn naast internationale (zee)kabelverbindingen tot ca. 1980 in gebruik geweest. Satellietverbindingen vanaf 1976 en glasvezelkabels vanaf 1988 hebben het lange-afstandsverkeer overgenomen. Indonesië had al vroeg een nationaal satellietnetwerk met grondstations op vrijwel alle eilanden. Met name het toenemend transport van data en de grote beschikbare capaciteit hebben het gebruik van glasvezelkabels, zowel over land als door zee, enorm doen toenemen.

Voor internationale verbindingen kwamen na 1950 verschillende transmissiesystemen beschikbaar:

- Vanaf 1956 coax zeekabels, eerst op Trans-Atlantische routes tussen Europa en Amerika;
- Vanaf 1965 internationale satellietcommunicatie (Intelsat en Inmarsat) ;
- Vanaf 1970 straalverbindingen, zowel nationaal als internationaal;
- Vanaf 1976 nationale satellietcommunicatie in Indonesië (Palapa);
- Vanaf 1988 glasvezel zeekabels, eerst op Trans-Atlantische routes en daarna ook in Indonesië;
- Vanaf 1989 glasvezelverbindingen, eerst op Java en daarna op Sumatra en andere eilanden.

Palapa werkte in Indonesië vanaf 1980 met honderden kleine en enkele grote grondstations, waaronder het controlestation bij het nieuwe stuwmeer van Jatiluhur (tussen Jakarta en Bandung). Kabelroutes en straalverbindingen vergden uitgebreide verkenning van het te volgen traject. Bij straalverbindingen moet het pad tussen twee naar elkaar gerichte parabolantennes vrij van obstakels zijn. Dit vergt een antenneopstelling van voldoende hoogte om de kromming van de aarde en bomen of bouwwerken te overbruggen. Antennes werden veelal aan masten of torens op bergtoppen geplaatst. Door de grote groei van het dataverkeer, mede door internet en mobiele communicatie, werd aan de kwaliteit van de verbindingen hoge eisen gesteld. Daardoor werden en worden glasvezelkabels in de archipel gelegd met hoge capaciteit en kwaliteit. Op en tussen de grote eilanden met veel verkeer heeft dat geleid tot een uitgebreid glasvezelkabelnetwerk.

<sup>325</sup> In Kootwijk werden zowel ruitantennes als gordijnantennes gebruikt wat op deze figuren goed te zien is.

<sup>326</sup> Martin Elands, Jan Hoffenaar, Herman Roozenbeek en Ronald Verbeek, *Van telegraaf tot satelliet, 125 jaar telecommunicatie in de Koninklijke Landmacht 1874-1999*, (uitg. Sdu Uitgevers, Den Haag 1999).

<sup>327</sup> R. Sittrop, *Verbindingsdienst van het Koninklijk Nederlands-Indisch Leger, Nederlands-Indië 1945-1955*, (1995).



## Omroep

Vanaf 1927 waren via de KG-uitzendingen uit Nederland te beluisteren met distributie over telefoonleidingen van de ontvangen radiosignalen. In 1933 werd een concessie verleend voor een omroep in Nederlands-Indië aan de NIROM (Nederlands-Indische Radio Omroep Maatschappij). Door luchtstoringen (atmosferische storingen) in de tropen waren de frekwenties, overeenkomend met langegolflengten van 1800 tot 1900 m niet goed te gebruiken. Na tal van proeven kwam men tot de conclusie dat de KG met 50 m golflengte (6 MHz) overdag het meest geschikt was en 99 m (ca. 3 MHz) 's avonds door de hogere ionosfeerlaag de voorkeur verdiende. Met een hoofdzender in Tanjung Priok, was een redelijke tot goede radio-ontvangst mogelijk van 11 westers en 6 oosters georiënteerde zenders.<sup>328</sup>

## Mobiele communicatie

Voor mobiele communicatie worden frekwenties van 0,5 tot 6 GHz gebruikt, waarvoor een groot aantal masten met antennes op afstanden van 10 tot 50 km nodig is. De antennes zijn met de mobiele centrales door (glasvezel-)kabels of straalverbindingen verbonden. In Indonesië heeft mobiele communicatie de vaste telefoonlijn overvleugeld. Net als in veel westerse landen valt in het dichtbevolkte Java direct het grote aantal masten voor mobiele communicatie op. Tabel 3-6 geeft een samenvattend overzicht van de verbindingen.

Tabel 3-6 **Samenvatting van de kabel- en radioverbindingen met en in Nederlands-Indië en Indonesië.**

kabel	mijlpaal	opmerkingen
1856	Batavia en Buitenzorg	Op 23 oktober 1856 werd het eerste telegram verstuurd.
1858	Telegraafkabel en -draden aan isolatoren voor Batavia-Cirebon-Semarang over ca. 850 km.	Luchtlijnen opgehangen aan palen en bomen.
1859, 1881	Zeekabel Batavia-Muntok-Singapore en Muntok-Palembang.	De eerste zeekabel brak snel en werd na verschillende reparaties uit dienst genomen. Pas in 1881 werd een nieuwe kabel gelegd en op het Engelse telegraafnet aangesloten. Eerste kaarten met zeekabels in 1870.
1873	Route Telok-Betong-Padang-Palembang-Sinkel gereed.	Luchtlijnen aan palen en bomen, eerste kaarten met telegrafie in 1870.
1884	Start telefonie tussen telegraafkantoren.	Gesprekken werden opgeschreven. Kaarten nodig met kabelroutes op Java, Sumatra, Borneo en Celebes.
1887	Telegrafieverbinding van Oost- met West-Sumatra (Padang-Sidempuang-Medan) gereed.	Behoeftte aan goede kaarten voor routeverkenningen etc. neemt toe.
1902	Telegraafdraden en -kabel van Banjarmasin via Amuntai en Balikpapan naar Samarinda.	Verkenningen voor nieuwe kaarten zijn nodig.
1905	Gouvernementskabelschip "Telegraaf" aangekocht, start bij Balikpapan-Makassar.	Meerdere schepen ingezet maar gebrek aan goed personeel.
1913	Vrijwel alle belangrijke eilanden in de archipel (Java, Sumatra, Banka, Billiton, Borneo, Celebes, Bali, Lombok, Ternate) zijn met zeekabels voor telegrafie verbonden.	Zeekabels zijn duur in aanleg en onderhoud. Legging vergt betrouwbare hydrografische kaarten. De eerste complete zeekabelkaart ontstond in 1912.
1914	Uitgebreide telefonieverbindingen tussen hoofdsteden op Java beschikbaar.	Gedetailleerde kaarten met telefoonkantoren en kabelroutes.
1914-1918	Duitse en Engelse zeekabels worden gekapt of zijn niet meer beschikbaar t.g.v. WO I.	Meer belang bij rechtstreekse radioverbinding tussen Nederland en Indië.

langegolf		
1902-1903	Plannen voor radiocommunicatie in Indië (38 kuststations).	Telegrafie voor schepen en het gouvernement.
1904	Eerste scheepsradiotelegrafie over 500 km (Amsterdam en Indië).	Hr. Ms. Hertog Hendrik nov-dec 1904.
1905, 1906	Radiostations voor marine in Makassar en Ampenam in gebruik.	Proeven met experimentele radiostations.
1911	Radiostation Sabang gereed, ontvangst van Nauen bij Berlijn.	Sabang als meest westelijke radiostation in gebruik.
1913	Radiostations Ambon, Kupang en Situbondo gereed. Zij zijn door laag zendvermogen direct gelegen aan de kust (Telefunken apparatuur langegolf 1600 m / 187,5 kHz).	Ambon door J.A. Brouwer Kupang door G.C. Holtzappel Situbondo door C.H. de Groot
1917	Eerste ontvangst van telegrafiesignalen in Bandung uit Europa.	Signalen van Telefunken-zender Nauen bij Berlijn.
1918	Eerste zender in Bandung in Malabar getest.	Vlamboogzender in Malabar werkend.
1919	Test ontvangst Malabar-signalen op een schip met ontvanger.	Hr. Ms. <i>de Zeven Provinciën</i> naar Nederland.
1919	Eerste radiotelegrafie van Indië naar Nederland.	Gebruik van de vlamboogzender en antenne in Malabar.
1920	Eerste tijdseinen uit Malabar ontvangen.	Tijdseinen gebruikt voor lengtegraad-bepaling.
1923	Eerste ontvangst radiotelegrafie uit Kootwijk in Bandung.	Gebruik van de machinezender en antenne in Kootwijk.
1923	5 mei opening radiotelegrafie Malabar-Kootwijk.	Samenwerking van Koomans en de Groot.

<sup>328</sup> ir. W.D.P. Stenfert, De ontwikkeling van het radio-omroepnet van de N.I.R.O.M. in Nederlandsch-Indië, uit De Ingenieur in Nederlandsch-Indië III Electrotechniek en Werktuigbouw, 2e jaargang, nummer 11, november 1935.

kortegolf		
1927	In maart eerste KG-ontvangst uit Nederland in Bandung.	Gebruik van Philips-zender in Philips Natlab Eindhoven.
1927	In april eerste KG-ontvangst uit Bandung in Nederland.	KG-zender in korte tijd door de Groot gebouwd.
1928	Eerste openbare kortegolf-gesprek Kootwijk-Malabar.	Koomans in NL en Dijkstra in NI
1928	Kortegolf-verbinding met schepen operationeel	Golf lengten tussen 15 en 40 m
1929	7 januari start openbare telefoniedienst Nederland-Indië	Telefonie is nogal duur (in het begin $f$ 10 per minuut).
1929	Kortegolf-verbindingen met vliegtuigen mogelijk.	Was in Indië en tussen Nederland en Indië van belang.
1934	Enkel-zijband kortegolf Kootwijk-Bandung/Dayeuhkolot gebruikt.	In Bandung dankzij chef radiowerkplaats Dijkstra gelukt.
1980	Einde KG-radiotelefoniedienst	KG werd in Nederland gestopt, Indonesië ca. 5 jaar later.

hogere capaciteiten		
1970-	Straalverbindingen	Tussen steden en buurlanden
1980-	Satellietverbindingen	Via grondstation Jatiluhur nationaal en internationaal
1988-	Glasvezelverbindingen	Land- en zeekabels
1993-	Mobiele communicatiemasten met antennes	Vanaf 2000 sterke groei van mobiele communicatie.

## Topografische verkenningen voor de keuze van transmissieroutes en radiostations

De keuze van een optimale transmissieroute en plaats van een radiostation wordt voor een belangrijk deel bepaald door de geografische omstandigheden tussen de zender en ontvanger. Uitgaande van plaatsen waar-tussen het verkeer afgewikkeld moet worden, zullen verbindingen gekozen moeten worden met de grootste betrouwbaarheid tegen de laagste kosten. Zoals eerder is aangegeven werden daarvoor eerst de telegrafieverbindingen met open luchtlijnen aan palen langs het spoor gerealiseerd. Daar waar geen spoorverbinding was werden routes langs wegen gevolgd, waardoor de bereikbaarheid voor onderhoud ook eenvoudig was. In enkele gevallen werden dalen en rivieren direct overbrugd, wanneer dat tot kortere verbindingen leidde. Dit vergde een zorgvuldige planning, met gebruik van grootschalige topografische kaarten en opnamen in het veld.

Voor het bepalen van de optimale plaats van een radiostation werden uitgebreide verkenningen en metingen uitgevoerd. De signaalsterkte in bergachtig gebied werd beïnvloed door de bergen tussen zender en ontvanger, bij hoge frekwenties meer dan bij lage frekwenties. Voor microgolfverbindingen, zoals bij straalzenders, was direct zicht nodig, waarbij rekening gehouden moest worden met de kromming van de aarde en mogelijke obstakels als gebouwen en bomen, ook in de toekomst. Over zee werd ook het effect van reflectie door het (variërende) watervlak meegenomen. Dat betekende in de praktijk meestal dubbele antennes om zo "diversity" te verkrijgen. Het ontwerp van een straalverbindingenet vertoont dan ook veel overeenkomst met de triangulatie-werkzaamheden van de Topografische Dienst. Via hoge punten, zoals bergtoppen of masten waar schotelantennes geplaatst konden worden, werd de optimale route ontworpen. In Indonesië is in de periode 1970-1990 over alle grote eilanden, behalve Nieuw-Guinea, een straalverbindingenet aangelegd. De afstand tussen de antennes varieerde tussen 10 en 100 km en soms bij het overbruggen van de zee zelfs nog meer, met een gemiddelde van 40 km. Daarna heeft uitbreiding vooral met glasvezelverbindingen plaatsgevonden.

Een voorbeeld is het uitbreidingsplan van het bestaande analoge transmissienetwerk in 1986 met digitale glasvezelkabels, straalverbindingen en satellietgrondstations, zoals op de kaarten in Fig. 3-45 is getekend. De reeds in 1986 bestaande verbindingen zijn met getrokken lijnen getekend, terwijl geplande glasvezelkabels met streeplijnen zijn aangegeven. Digitale centrales werden met digitale kabel- of straalverbindingen verbonden, zodat een compleet digitaal telecomnetwerk ontstond. Aan de hand van topografische kaarten, aangevuld met opnamen in het veld, zijn de routes gepland. De kabelverbindingen werden waar mogelijk langs de spoorlijnen geïnstalleerd, terwijl de straalverbindingen zoveel mogelijk gebruik maakten van bergtoppen, waarbij vanzelfsprekend actieve vulkanen vermeden werden. In de dunbevolkte buitengewesten stonden kleine satellietgrondstations. Het digitale netwerk moest tevens de backbone vormen voor de mobiele communicatie via de antennes, die op aparte torens werden geplaatst. Met de geplande transmissieringen werd een grotere betrouwbaarheid van het netwerk verkregen. Sindsdien zijn grote delen van dit netwerk gerealiseerd en uitgebreid. Door verbindingen voor mobiele communicatie is het digitale netwerk in de loop der jaren aanzienlijk verdicht, waarbij voor planning van verbindingen topografische kaarten veelvuldig gebruikt zijn.

## Conclusies stedenbouw en infrastructuurontwikkeling

Hiermee is duidelijk gemaakt dat aanleg en uitbreiding van steden en infrastructuur grote invloed op het ontstaan van kaarten hebben gehad. Kaarten waren zowel voor het ontwerp als voor de exploitatie nodig. Het volgende hoofdstuk gaat in op geodetische methoden en instrumenten, die gebruikt werden voor triangulatie voor het vervaardigen van kaarten en ook voor het dimensioneren van kabelverbindingen en straalverbindingen.

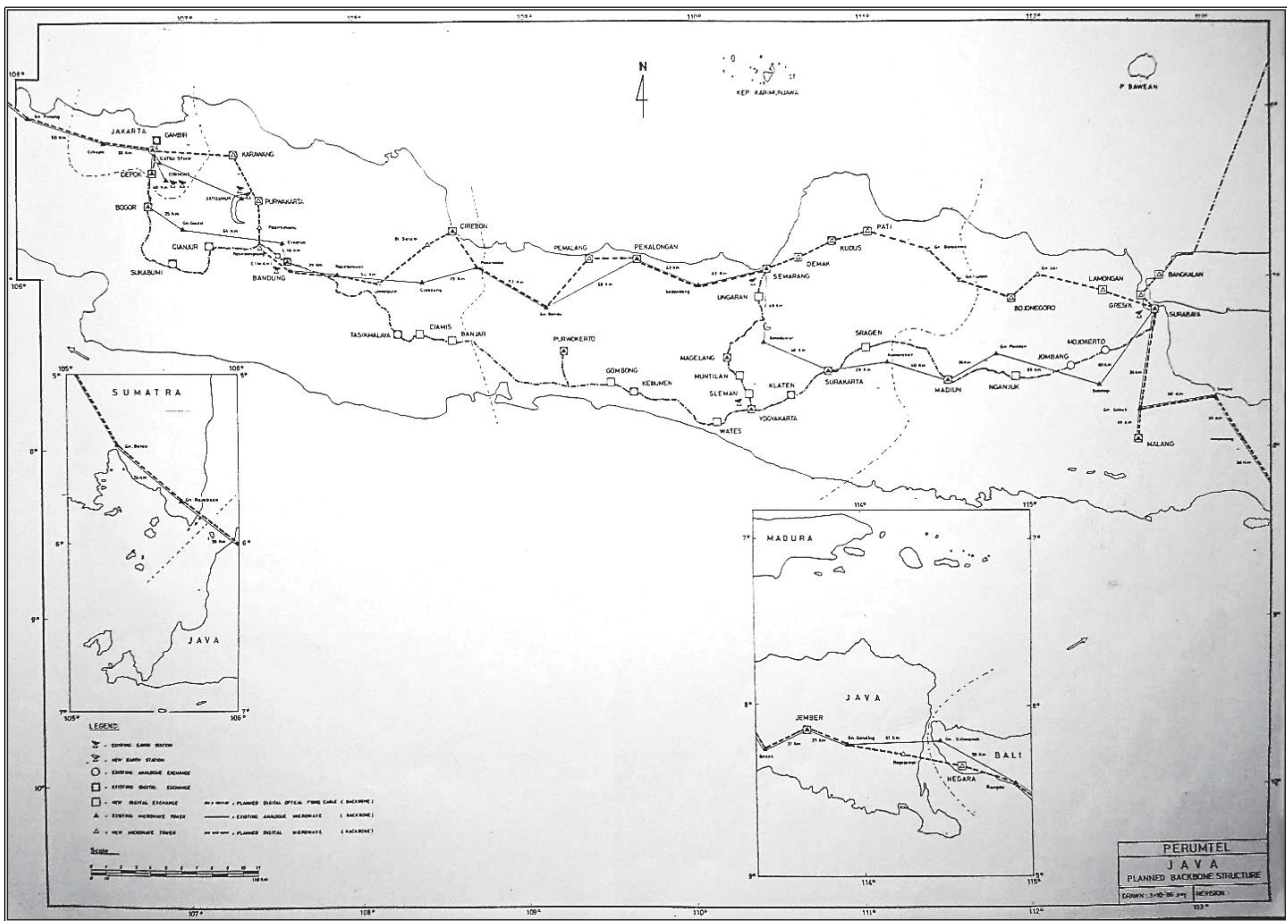
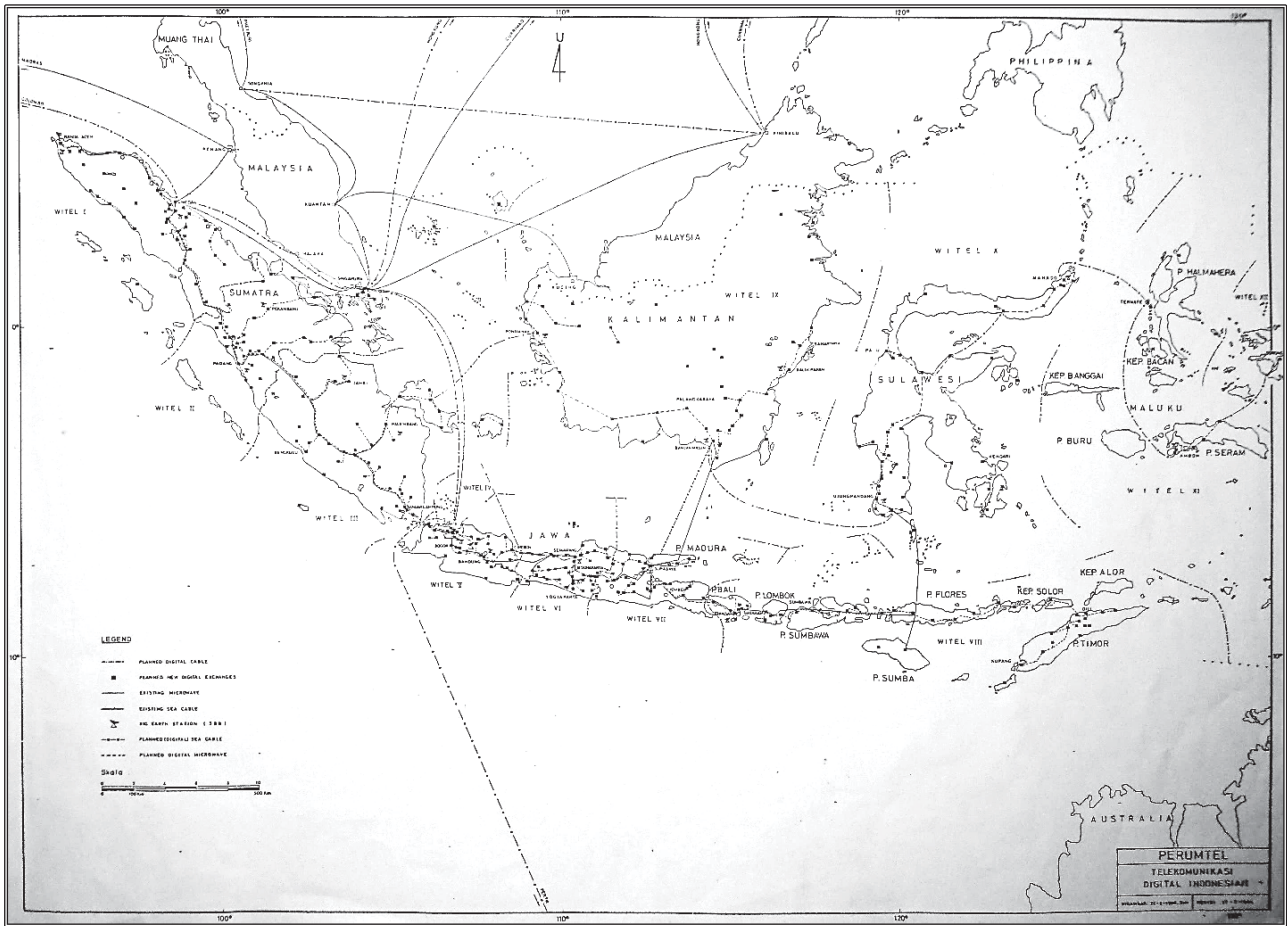


Fig. 3-45 Bestaande en geplande telecomverbindingen in de Indonesische archipel in 1986.



## 4 Geodetische methoden en instrumenten bij geometingen

Dit hoofdstuk beschrijft astronomische en geodetische metingen, verder geometingen genoemd, die nodig waren bij het vervaardigen van kaarten, zoals toegepast in Nederlands-Indië. Dat houdt in de gebruikte meetmethoden en instrumenten bij astronomische, telegrafische of radiografische plaatsbepaling op zee en op land (hoofdstuk 4.1 en 4.2). Triangulaties en fotogrammetrie (hoofdstuk 4.3 en 4.4) beschrijven de instrumenten en methoden in Indië. Versturende factoren, zoals aardkromming, atmosfeer, klimaat en omgeving, schietlood- en zwaartekrachtafwijkingen, meetnauwkeurigheid en kaartprojecties krijgen ook aandacht (hoofdstuk 4.5). De geodetische methoden in dit hoofdstuk vormen de basis voor de kaarten, beschreven in hoofdstuk 5.

Onderzocht zijn de meetinstrumenten, hun nauwkeurigheden en meetmethoden, die toegepast zijn bij de geometingen voor het minimaliseren van meetfouten in Indië en afwijkend waren van Nederland.

De plaatsbepaling op aarde door coördinaten in graden, minuten en seconden en gebruik van verschillende lengtematen is al bijna 2000 jaar bekend door Claudius Ptolemaeus (ca. 100-170), een Grieks astroloog, astronoom, geograaf, wiskundige en muziektheoreticus uit Alexandrië. Hij publiceerde met zijn *Geographia* een gids voor het maken van kaarten en een lijst met de geografische lengte en breedte van circa 8000 plaatsen, waaronder honderden steden. Zijn methode heeft meer dan 1400 jaar de astronomie in West-Europa en Arabië beheerst. De oorspronkelijke *Geographia* is verloren gegaan, het oudste bewaard gebleven handschrift is uit 1200 en bevat geen kaarten.<sup>329</sup> Op basis van de coördinaten zijn latere edities wel voorzien van kaarten, de eerste gedrukte editie uit Bologna in 1477 bevatte 26 kaarten. De eerste Griekse tekst werd in Bazel in 1533 door Desiderius Erasmus (1466-1536) uitgegeven. De Ptolemaeus topografie van Europa, Afrika en Azië was gedetailleerder dan enig ander. Hij noemde het grote belang van astronomische waarnemingen en gaf al duidelijk aan hoe latitude en longitude bepaald konden worden. Met zijn aandacht voor kaartprojecties en beschrijving van het vervaardigen van kaarten op basis van coördinaten wordt hij als grondlegger van de kartografie beschouwd. Hij nam aan dat de aarde bolvormig was en zich in het centrum van een bolvormig heelal bevond. Deze geocentrische wereldbeschouwing heeft tot de Poolse astronoom Nicolaas Copernicus (1473-1543) standgehouden.<sup>330</sup> Door zijn publicatie in 1543 van “*De revolutionibus orbium coelestium*” (Over de omlopen van de hemellichamen) werd het heliocentrische stelsel beschreven op basis waarvan later Galileo Galilei (1564-1642) het in Italië eveneens, ondersteund door eigen waarnemingen, verdedigd heeft.<sup>331</sup> Johannes Kepler (1571-1630) toonde tijdens zijn verblijf in Graz en Praag rond 1600 op basis van Copernicus en Galilei met drie wetten echter ellipsvormige banen aan van planeten, met de zon in een van de brandpunten. Tot midden 17<sup>e</sup> eeuw waren de topografische kaarten gebaseerd op compilaties van bestaande kaarten met aanvulling van waarnemingen door reizigers, militairen en lokale verkenners. Er was nauwelijks sprake van systematische bepaling van locaties, onderlinge afstanden en verbanden tussen de topografische elementen. Dat resulteerde vaak in grote afwijkingen tussen de kaart en de werkelijkheid. Het belang van astronomische en geodetische metingen voor het vervaardigen van betrouwbare kaarten werd al vroeg onderkend.

Het vastleggen van locaties in coördinaten op aarde was sinds Ptolemaeus en de latere herontdekking van zijn geschriften in de Renaissance steeds belangrijker geworden. Daarnaast nam de ontwikkeling van wiskunde, met name de goniometrie of trigonometrie voor driehoeksmetingen een grote vlucht. Ook werd meer aandacht besteed aan nauwkeurige afstandsbeplating. Afstandsmetingen, die over oneffen bergachtig terrein moeilijk waren, konden met eenvoudige hoekmetingen en goniometrische berekeningen plaatsvinden.

Een belangrijk geleerde op het gebied van geodesie was de Nederlander Jemme Reinersz., ofwel Gemma Frisius (1508-1555). Hij studeerde en doceerde aan de Katholieke Universiteit Leuven als geograaf, wiskundige en arts. Hij was daar leermeester van Gerard de Kremer (1512-1594), geboren in Rupelmonde, die zijn instrumentmaker werd (o.a. van globes) en zich later Gerardus Mercator liet noemen en zo beroemd zou worden als kartograaf (mede door zijn kaartprojecties). De publicatie van Gemma Frisius in 1533 over topografie en landmeten, met name de driehoeksmeting, was een belangrijke basis voor verdere ontwikkeling op dit gebied. Met gebruik van betrekkelijk eenvoudige instrumenten beschreef hij als eerste de triangulatie voor het vervaardigen van kaarten. Zijn werk raakte door tal van herdrukken van de genoemde publicatie over heel Europa bekend.<sup>332</sup>

<sup>329</sup> Vincent Virga, *Cartographia, mapping civilizations*, The Library of Congress, (uitg. Little, Brown and Company, 3rd printing 2008) p. 20-41.

<sup>330</sup> Dava Sobel, *A more perfect Heaven, How Copernicus Revolutionized the Cosmos*, (uitg. Walker & Company, New York 2011).

<sup>331</sup> Dava Sobel, *Galileo's Daughter, A drama of Science, Faith and Love*, (uitg. HarperCollins Publishers, New York 1999).

<sup>332</sup> H.C. Pouls, *Een nuttig en profijtelijk boekje voor alle geografen, Gemma Frisius*, (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie met DHC, Delft 1999).

Een tweede belangrijke Nederlander was Willebrord Snel van Royen, beter bekend onder zijn gelatiniseerde naam Willebrord(us) Snellius (1580-1626). Hij werd als opvolger van zijn vader professor in de wiskunde en astronomie aan de in 1585 opgerichte eerste universiteit in Leiden. Hij beschreef in 1617, gebruikmakend van het werk van Gemma Frisius, in *Eratosthenes Batavus* een nieuwe methode om de omtrek en straal van de aarde te meten. Door triangulatie kon de afstand tussen Alkmaar en Bergen op Zoom, die ongeveer op een afstand van 1 breedtegraad op de meridiaan liggen, nauwkeurig bepaald worden. Hij vond met hulp van een metersgroot meetkwadrant voor deze graad 107,395 km voor wat nu ongeveer 111 km is, een opmerkelijke prestatie voor die tijd. Daarmee wordt hij door anderen beschouwd als eerste geleerde, die een praktische toepassing van de driehoeksmeting gaf.<sup>333</sup> Christiaan Huygens (1629-1695) en Isaac Newton (1643-1727) toonden met berekeningen aan dat de bolvormige aarde aan de polen afgeplat moest zijn.<sup>334</sup> Dat werd pas in 1735 bevestigd met Franse expedities door lengtemetingen van een meridiaan over enkele breedtegraden in Peru en Lapland.<sup>335</sup> Het aardoppervlak is daarnaast ook onregelmatig door bergen en dalen op land en in zee. Veel later werd voor hoogtemetingen op aarde een referentievlak, de geoïde gekozen, dat orthogonaal (loodrecht) op de zwaartekracht staat en overeenkomt met het gemiddelde niveau van de oceanen en zich doorzet onder de continenten. Een goede benadering van de geoïde door een wiskundige vorm is mogelijk met een (omwentelings)ellipsoïde. Die wordt gekarakteriseerd door een lange as  $2a$  op de evenaar en een korte as  $2b$  tussen de polen. Voor Nederland en Nederlands-Indië is de Bessel ellipsoïde uit 1841 gekozen met de in Fig. 4-1 aangegeven halve assen  $a$  en  $b$ . Tevens is de relatieve afplatting  $\frac{a-b}{a}$  gegeven. Internationaal is later in het World Geodetic System 1984 (WGS 84) een ellipsoïde gekozen met iets afwijkende assenlengtes. Het verschil tussen de (globale) ellipsoïde (waar GPS mee werkt) en de geoïde (voor de hoogtebepaling)<sup>336</sup> is afhankelijk van de plaats op aarde en ligt in Nederland tussen de 40 en 46 m. De GPS ontvanger past dat verschil per gebied aan. Delen van de ellipsoïde kunnen weer door een bol benaderd worden (zoals Gauss had aangegeven), waardoor berekeningen eenvoudiger worden.<sup>337</sup>

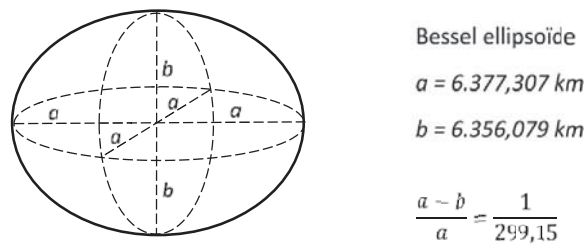


Fig. 4-1 Bessel ellipsoïde in Nederlands-Indië

Meestal werd in Nederlands-Indië gewerkt in het sexagesimale of 60-talig stelsel, al ontstaan bij de Babyloniërs met een cirkel van 360 graden, 60 minuten per graad en 60 seconden per minuut. In Europa gebruikten landmeters en astronomen na 1800 ook het decimale stelsel met 400 gon (of grad) in een cirkel. In Nederlands-Indië zijn voor afstanden en oppervlaktes in de 19<sup>e</sup> eeuw naast Hollandse maten ook Engelse, Franse en (oude) Indische maten gebruikt. Zowel de maten als hun interpretatie zijn in de 19<sup>e</sup> eeuw veranderd. Zo was voor 1816 de “el” iets minder dan 70 cm en werd de el tussen 1816 en 1870 gelijkgesteld aan de meter. Daarna werd het metrieke stelsel ingevoerd en is de el niet verder gebruikt. Oude maten voor plaats- en lengtebepaling zijn nog lang gehanteerd (zie verder hoofdstuk 4.3.2). Een overzicht van deze gebruikte Nederlandse, Indische, Engelse en Franse maten in Nederlands-Indië is in **Annex 8.8** weergegeven.

Geodesie houdt zich vanouds bezig met de bepaling van de vorm en de afmetingen van de aarde, veelal gebruik makend van een meetkundige beschrijving. Daarbij wordt ook uitgebreid aandacht besteed aan het zwaartekrachtveld en de vormveranderingen van de aarde. Dat is mogelijk door toepassing van de landmeetkunde, fotogrammetrie, gravimetrie en satellietgeodesie. De invulling van de begrippen is in de loop der tijd veranderd. In Nederlands-Indië sprak men eerst van de Geodetische Dienst, die later opging in de Topografische Dienst (zie voor de begrippen ook **Annex 8.1**). Daaronder viel dan ook weer het Kadaster, waarin de registratie van onroerend goed ondergebracht werd, deels voor de belastingheffing zoals de landrente.

<sup>333</sup> N. D. Haasbroek, *Gemma Frisius, Tycho Brahe and Snellius and their Triangulations*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Delft, 1968).

<sup>334</sup> Edwin Danson, *Weighing the World, The Quest to Measure the Earth*, (uitg. Oxford University Press, New York 2006).

<sup>335</sup> Larrie D. Ferreiro, *Measure of the Earth, The enlightenment expedition that reshaped our world*, (uitg. Basic Books, New York 2011).

<sup>336</sup> Jan van Sickle, *GPS for Land Surveyors*, (uitg. Taylor & Francis group USA, 2<sup>e</sup> druk 2001, 3<sup>e</sup> druk 2008 of 4<sup>e</sup> druk 2015) hoofdstuk 5.

<sup>337</sup> G. Bakker, J.C. de Munck, G.L. Strang van Hees, *Radio positioning at sea, Geodetic Survey Computations, Least Square Adjustment*, (uitg. DUP, Delft 1989) p. 75.

## 4.1 Navigatie en plaatsbepaling op zee

Dit hoofdstuk behandelt enkele begrippen, methoden en instrumenten voor plaatsbepaling, zoals die in Indië toegepast werden. Navigatie en plaatsbepaling op zee zijn nauw aan elkaar verwant. Navigatie gaat in eerste instantie over het plannen en volgen van een route van de huidige positie naar een bestemming. Al eeuwen waren kompas, peillood, scheepslog, zeekaart en zeemansgids in gebruik. De kennis opgedaan vóór en tijdens de VOC-periode, was een belangrijke basis voor navigatie op zee.<sup>338</sup> Zo werd gegist bestek (dead reckoning) bijgehouden om enigszins de positie te bepalen als andere middelen niet beschikbaar of mogelijk waren. Daarbij moest voor variaties in het magnetische noorden ten opzichte van het geografische noorden (declinatie) en voor stromingen tijdens de reis tussen Nederland en Indië zoveel mogelijk gecorrigeerd worden.<sup>339</sup>

Met de komst in de 18<sup>e</sup> eeuw van de sextant, de chronometer en betrouwbare kaarten, konden posities op zee maar ook op land steeds beter bepaald worden.<sup>340 341 342</sup> De chronometer was de meegenomen referentie van de tijd van een bekende meridiaan, zodat daarmee het verschil met de lokale tijd bepaald kon worden voor de longitudebepaling. De sextant had het voordeel, dat hoekmetingen voor bepaling van de latitude aan boord van een schip, verschildingen waren tussen de horizon en een hemellichaam, die beiden bij sextant-waarneming de op- en neergaande bewegingen van het schip volgden.<sup>343</sup> Op land werd de voorkeur gegeven aan een theodoliet of, als die niet beschikbaar was, aan een sextant met een kunstmatige horizon.

Nederland had midden 19<sup>e</sup> eeuw al een lange traditie op het gebied van zeevaartkunde en navigatie.<sup>344</sup> Voor navigatie in de archipel waren de winden en stromingen van groot belang. De eerdergenoemde zeemansgidsen en zeekaarten van Melvill van Carnbee en James Horsburgh bevatten veel aanvullende informatie over vaarroutes, havens en kustgebieden. Zeevaartkunde en hydrografie stonden op een hoog peil.<sup>345</sup>

Hydrografisch opnemen richtte zich op de opmeting van zeeën, rivieren en andere bevaarbare wateren. Daarbij werd veel aandacht besteed aan waarneming en bestudering van getijden en stromingen.<sup>346</sup> Uitgebreide magnetische, astronomische en oceanografische waarnemingen vonden plaats. Dat resulteerde in het vervaardigen van zeekaarten, zeemansgidsen, almanakken met astronomische tabellen met posities van hemellichamen en allerlei informatie, die veiliger en efficiënter scheepvaartverkeer mogelijk maakte.<sup>347</sup>

Hier zal vooral navigatie en hydrografie in de Indische archipel aandacht krijgen. Daarbij werd, waar mogelijk, gebruik gemaakt van ervaringen opgedaan bij de hydrografische dienst in Nederland, maar ook in andere landen, met name in Groot-Brittannië en Frankrijk. Engelse zeemansgidsen, zoals die van Horsburgh, werden vertaald in het Nederlands en hebben jarenlang een belangrijke bijdrage geleverd aan de navigatie in de archipel.<sup>348</sup> Ze gaven gedetailleerde vaaraanwijzingen met dieptes en oriëntatiepunten, zoals forten, vuurtorens, bergen, vulkanen en rotsklippen.<sup>349</sup> Samen met nautische almanakken en zeekaarten waren ze onmisbaar bij navigatie. Latere Nederlandse zeemansgidsen bevatten steeds meer afbeeldingen van kustprofielen en havens.<sup>350 351</sup>

<sup>338</sup> Jan Parmentier, Karel Davids en John Everaert, *Peper, Plancius en Porselein, De reis van het schip Swarte Leeuw naar Atjeh en Bantam, 1601-1603*, (uitg. Walburg pers 2003).

<sup>339</sup> J.C. Pilaar, Nieuwe inrigting van regtwijsende Kompassen, uit Tijdschrift toegewijd aan het zeezezen, 2<sup>e</sup> reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).

<sup>340</sup> J.M. Mohrmann, Astronomische plaatsbepaling, zeemansgidsen en het vak hydrografie in de 17e eeuw, uit De Hollandse Cirkel, juni 2012.

<sup>341</sup> J.C. Pilaar, Onderzoek der tegenwoordig gebruikte methodes voor het bepalen van breedte en lengte door de tijdmeters, uit Tijdschrift toegewijd aan het zeezezen, Tweede reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).

<sup>342</sup> J.C. Pilaar, Over het vinden van de miswijzing door eene waarneming der Poolster, uit Tijdschrift toegewijd aan het zeezezen, Tweede reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).

<sup>343</sup> W.J. Morris, *The nautical sextant*, (uitg. Paradise Cay Publications, Inc., Arcata USA 2010).

<sup>344</sup> *Mededelingen betreffende het zeezezen*, (tijdseinen, zee-uurwerken, reflexie-instrumenten, de kompassen) negende deel met platen, (uitg. Departement van Marine, De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1868).

<sup>345</sup> D.J. Brouwer, *Handleiding tot de theoretische en praktische zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de hydrografie*, eerste deel, (uitg. J.C. Buissonje, Nieuwediep 1864).

<sup>346</sup> J.M. Mohrmann, Koninklijke Marine en zeevaartkunde 1787-1850, uit De Hollandse Cirkel, oktober 2003.

<sup>347</sup> John Noble Wilford, *The Mapmakers*, (uitg. Vintage books, second edition, New York 2001).

<sup>348</sup> G. Kuijper, D. Boes Lutjens, *Zeemans-gids naar, in en uit Oost-Indië, China, Japan, Australië, De Kaap de Goede Hoop, Brazilië en tusschen liggende havens*, volgens de laatste Engelse uitgave van Horsburgh's directory, (uitg. C.F. Stemler, Amsterdam 1853 en herdruk 1866).

<sup>349</sup> James Horsburgh, *The India directory or directions for sailing to and from the East Indies, China, Japan, Australia, and the interjacent ports of Africa and South America*, volume first, (uitg. Wm. H. Allen & Co., London 1864).

<sup>350</sup> *Zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel, deel I, straat Soenda vaarwaters naar Batavia en Westkust van Sumatra*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrographie, Mouton & Co., 's-Gravenhage 1916).

<sup>351</sup> *Landverkenningen, behoorende bij deel II van den zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel*, (uitg. Afdeling Hydrographie van het Ministerie van Marine, 's-Gravenhage 1913).



Een voorbeeld uit de zeemansgids van 1942 is het in Fig. 4-2 gegeven kustprofiel met de beschreven bergen aan de noordkust van Java.<sup>352</sup> De G. Ungaran (Oengaran), G. Prahoe, G. Slamet en G. Ciremai (Tjareme) zijn we al eerder in hoofdstuk 2.2.3 bij Junghuhn tegengekomen. Plaatsbepaling was het belangrijkste onderdeel van navigatie. Daar waar mogelijk werd gebruik gemaakt van markante punten op land.<sup>353</sup>

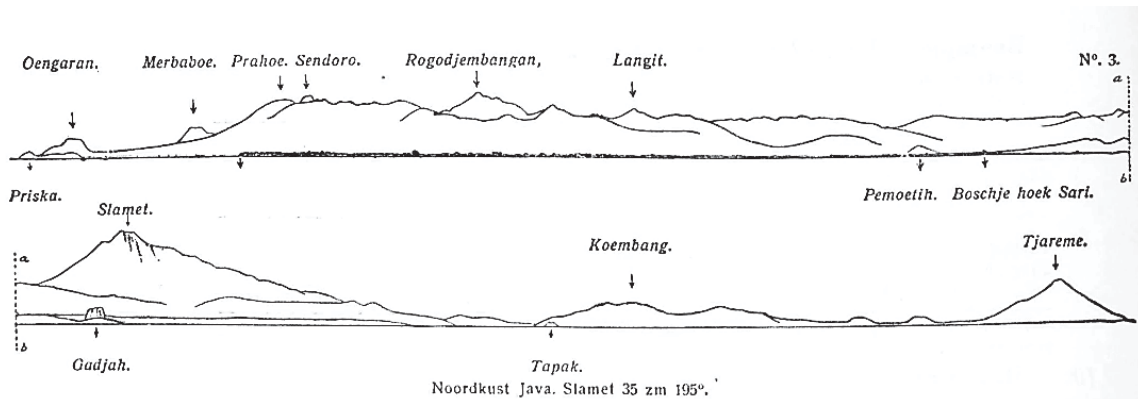


Fig. 4-2 Kustprofiel uit de zeemansgids van 1942.

Daarnaast werden in Nederland handleidingen voor navigatie en hydrografie uitgegeven.<sup>354</sup> Al in de begintijd van de VOC waren er zeevaartscholen en cursussen, waarin de laatste methoden van navigatie en astronomische plaatsbepaling onderwezen werden.<sup>355</sup> Navigatie op Nederlandse schepen vond in de 19<sup>e</sup> en een groot deel van de 20<sup>e</sup> eeuw plaats met hulp van zeekaarten, zeemansgidsen, almanak, scheepslog, kompas, sextant, chronometer, peillood en barometer.<sup>356</sup><sup>357</sup> Als nulmeridiaan werden wereldwijd verschillende referenties gebruikt. Nederland heeft aanvankelijk gebruik gemaakt van de Portugese en Spaanse nulmeridianen over het eiland St. Michaels, de Azoren, Ferro, Boa Vista (Kaapverdische eilanden) of Tenerife (Canarische eilanden). De VOC koos in 1787 voor Tenerife.<sup>358</sup> In 1826 koos de regering bij koninklijk besluit de nulmeridiaan van Greenwich als referentie. Die werd pas in 1874 op een conferentie in Washington internationaal aanvaard. In de Indische archipel werd, mede op voorstel van Melvill van Carnbee, in 1843 gekozen voor de nulmeridiaan over Batavia met de Tijdbal bij de haven, die al sinds 1839 als tijd- en plaatsreferentie voor schepen gebruikt werd (zie Fig. 2-14). Zoals in hoofdstuk 2.2.4 is vermeld had Sjoerd de Lange de plaats van de nulmeridiaan over de Tijdbal in Batavia ten opzichte van Greenwich vastgesteld, maar was het uiteindelijk Oudemans die in 1859 de locatie van de Tijdbal bepaalde. Dat is later nog gecorrigeerd met hulp van radiosignalen. Het vallen van de Tijdbal precies om 12 uur werd gebruikt als referentie voor de chronometers aan boord van schepen, nodig voor de longitudebepaling.<sup>359</sup> Hydrografie in de archipel bestond in de VOC-tijd vooral uit dieptemetingen en het registreren van onderwaterobstakels zoals rotsen, zandbanken en scheepswrakken. Die zijn dan ook op de zeekaarten uit die tijd aangegeven. Ook ankerplaatsen, samenstelling van de zeebodem, aanbevolen vaarroutes, kompasafwijkingen, stromingen en (passaat)winden werden geregistreerd. Met het toenemend scheepvaartverkeer in de 19<sup>e</sup> eeuw ontstond de noodzaak van systematische metingen, waarvoor aparte hydrografische opnemingsvaartuigen werden aangeschaft. Aan de twee belangrijkste instrumenten, de sextant en de chronometer voor plaatsbepaling zal uitvoeriger aandacht besteed worden. Bij ontdekkingsreizen van nieuwe gebieden op zee en op land en bij de hydrografische en topografische opnemingen in de Indische archipel zijn ze veelvuldig gebruikt.<sup>360</sup><sup>361</sup>

<sup>352</sup> *Zeemansgids voor Nederlandsch Oost-Indië, deel II, midden gedeelte van den Oost-Indischen Archipel*, (uitg. hoofdkantoor van scheepvaart in Nederlandsch- Oost-Indië, zevende druk, 1942).

<sup>353</sup> W.F.J. Mörzer Bruyns, H. Hooijmaijers, *Tussen hemel en horizon. Korte geschiedenis van navigatie op Nederlandse schepen*, (uitg. Hollandia 2012).

<sup>354</sup> D.J. Brouwer, *Handleiding tot de theoretische en praktische zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de hydrografie*, eerste deel, (uitg. J.C. Buissonje, Nieuwediep 1864).

<sup>355</sup> Diverse artikelen over navigatie en plaatsbepaling met name: J.C. Pilaar, *Over een nieuwe handelwijze tot het vinden der Breedte buiten den Middag*, A. Givry, *Over de astronomische Peilingen*, uit Tijdschrift toegewijd aan het zeezezen, tweede reeks, Redactie J.C. Pilaar en J.M. Obreen, (uitg. Wed. L.C. Vermande, Medemblik 1842).

<sup>356</sup> Jean Randier, *Nautische instrumenten*, (vertaling van *L'Instrument de la marine* 1977), (uitg. Kluwer Technische Boeken B.V., Deventer 1980).

<sup>357</sup> Amird D. Aczel, *The Riddle of the Compass*, (uitg. Harcourt, Florida USA, 2001).

<sup>358</sup> Willem F.J. Mörzer Bruyns, *Prime Meridians used by Dutch Navigators. A Survey of the Prime Meridians Used by the Dutch for Navigation and Hydrography, prior to 1884*, Nederlands Scheepvaart Museum, uit *Vistas in Astronomy*, 1985 Vol. 28.

<sup>359</sup> Dava Sobel, *Longitude*, (uitg. Walker and Company, New York 1995, vertaald in het Nederlands als *Lengtegraad*, (uitg. Ambo, Amsterdam 1999).

<sup>360</sup> J.A. Bennett, *The Divided Circle. A History of Instruments for Astronomy, Navigation and Surveying*, (uitg. Phaidon-Christie's, Oxford 1987).

<sup>361</sup> David Barrie, *Sextant, a voyage guided by the stars and the men who mapped the world's oceans*, (uitg. William Collins (HarperCollins), GB 2014).

#### 4.1.1 Astronomische plaatsbepaling

Om de werkwijze en resultaten in Nederlands-Indië te kunnen volgen zal een beknopt overzicht van de methode en belangrijkste parameters bij astronomische plaatsbepaling gegeven worden. Hiervoor is wel de huidige terminologie gehanteerd. In Fig. 4-3 is de aarde bolvormig verondersteld met  $O$  als middelpunt. De observator bevindt zich hier ten noorden van de equator op een meridiaan, ten westen van de nulmeridiaan, die over Greenwich loopt. Rondom de aarde is een concentrische hemelbol getekend, waarop de hemellichamen geprojecteerd zijn. De plaats van de observator op aarde wordt vastgelegd door latitude  $\varphi$  en longitude  $\lambda$ . Deze aardse coördinaten worden afgeleid van de astronomische coördinaten op de hemelbol.

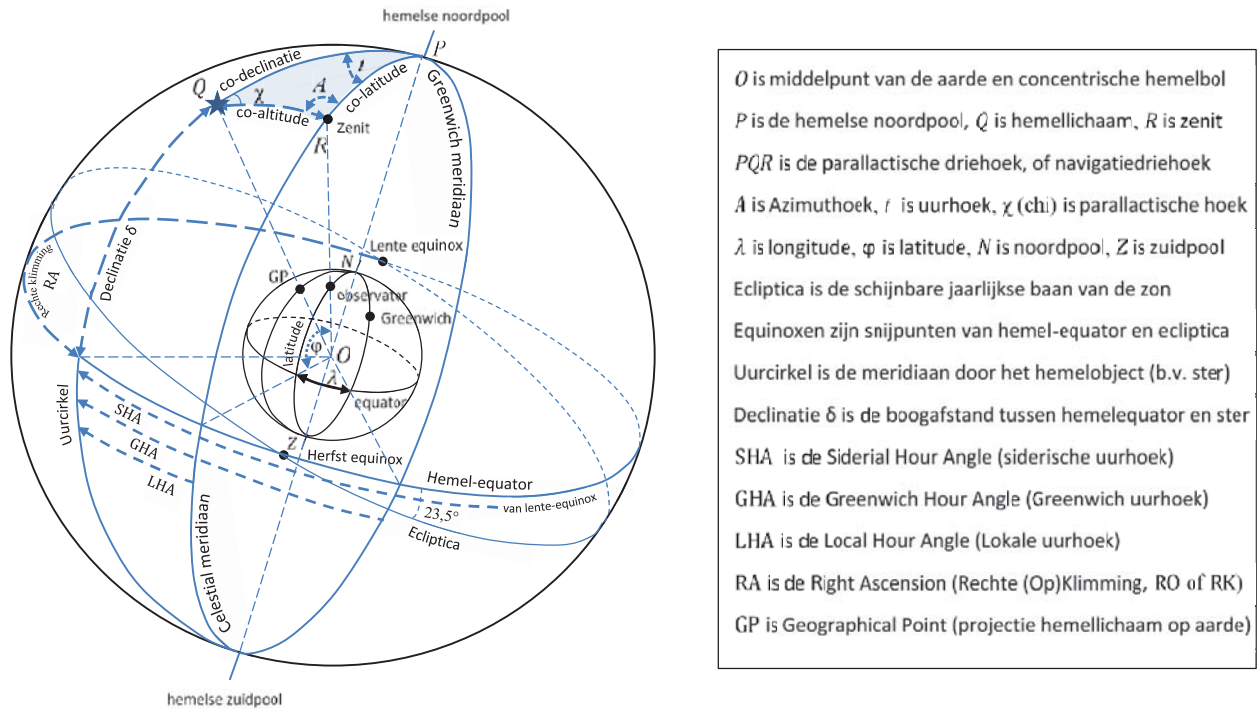


Fig. 4-3 Astronomische en aardse coördinaten, van belang voor astronomische plaatsbepaling en navigatie.

De aarde draait ten opzichte van de zon in 24 uur  $360^\circ$  om haar as in westelijke richting. Voor de plaatsbepaling kan ook verondersteld worden dat omgekeerd de zon om de aarde draait in een *schijnbare* jaarlijkse baan, die ecliptica genoemd wordt. De hemelbol is verdeeld in uurcirkels (hemelse meridianen), die grotendeels overeenkomen met tijdzones. De equator (of evenaar) op aarde ligt in het vlak van de hemel-equator. Ecliptica en hemel-equator maken een hoek van  $23,5^\circ$  met elkaar. Hun snijpunten zijn "vaste" referentiepunten: de lente equinox (of lentepunt in sterrenbeeld Aries) en de herfst equinox (of herfstpunt in sterrenbeeld Weegschaal). De aarde draait in werkelijkheid in een jaar van ca.  $366 \frac{1}{4}$  dagen om de zon, zodat eens in de vier jaar een schrikkeljaar van 366 dagen nodig is. Zou de aarde niet dagelijks om haar as draaien, dan nog wordt, door de omloop om de zon, de aarde eenmaal gedraaid ten opzichte van een vast punt in de ruimte, zoals een equinox of een ster. Er zijn daarom ca.  $366 \frac{1}{4}$  zogeheten "sterredagen" of siderische dagen in een tropisch jaar, een sterredag duurt dan ook 23 uren, 56 minuten en 4,0989 seconden. De sterretijd loopt sneller; een sterredag is dus ca. 4 minuten per dag korter dan een gemiddelde zonnedag. Astronomen, landmeters en navigators ook in Nederlands-Indië, werkten met sterretijd of siderische tijd bij plaatsbepaling.<sup>362</sup> Chronometers werden erop afgeregeld en verslagen van de Topografische Dienst refereren bij astronomische plaatsbepaling aan siderische tijd.

In Fig. 4-3 is  $\delta$  de declinatie of boogafstand (in graden) tussen de hemel-equator en het hemellichaam (b.v. de zon of een andere ster). Op aarde is dit vergelijkbaar met de latitude  $\varphi$ . De positie van een hemellichaam wordt daarnaast vastgelegd door de uurhoek  $t$ , die op aarde weer vergelijkbaar is met de longitude  $\lambda$ .<sup>363</sup>

<sup>362</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952), p. 143-199.

<sup>363</sup> John Karl, *Celestial Navigation in the GPS Age*, (uitg. Paradise Cay Publications, USA Arcata 2009).

Door het draaien van de aarde verschuift een uurcirkel naar het westen. De plaats van de uurcirkel, die overeenkomt met het hemellichaam bij  $Q$ , wordt aan drie andere hemelmeridianen gerelateerd (zie Fig. 4-3) door:

- GHA (Greenwich Hour Angle), ten opzichte van de hemelmeridiaan over Greenwich;
- SHA (Siderial Hour Angle), ten opzichte van de lente-equinox (verkregen uit een Almanak);
- LHA (Local Hour Angle), ten opzichte van de hemelmeridiaan, die met de observator overeenkomt.

Daarnaast kan de plaats van die uurcirkel op de hemelbol ook bepaald worden door de Right Ascension (RA), ofwel Rechte Klimming (RK), die gerekend wordt van de lente-equinox (of lentepunt) langs de hemel-equator naar de uurcirkel. In Indië werd gebruik gemaakt van de RK van een hemellichaam. In de getekende situatie geldt dat de uurhoek  $t$  overeenkomt met de LHA. De sferische driehoek  $PQR$ , wordt parallactische of navigatie-driehoek genoemd en wordt bepaald door drie hoeken met de co-latitude, co-declinatie en co-altitude. Hierin staat co- voor complement (co-latitude =  $90^\circ - \text{latitude}$ ). Voor een relatie tussen het hemels coördinatensysteem en de aardse coördinaten worden altitude en azimut van het horizonsysteem gebruikt. Deze altitude is de hoek  $h$  langs een meridiaan tussen het hemellichaam en het vlak, bepaald door de horizon van de observator, dus het raakvlak aan de aarde. Dat vlak staat loodrecht op de richting van de zwaartekracht op de plaats van de observator. Voor sterwaarnemingen kan de aarde als zeer klein worden verondersteld, zodat observator en middelpunt van de aarde samenvallen en  $h$  de hoogte van  $Q$  t.o.v. de horizon is.<sup>364</sup>

De procedures bij astronomische plaatsbepaling op basis van Fig. 4-3 en de gegevens over de SHA, GHA en Declinatie  $\delta$  van hemellichamen die gebruikt worden, zijn voor elke dag en op elk tijdstip te vinden in de Nautische Almanak, die sinds 1767 jaarlijks uitgegeven wordt.<sup>365</sup> Altitude  $h$  komt dus overeen met de hoogte in graden van b.v. een ster, gezien door de observator boven de horizon. Deze kan eenvoudig met een sextant op zee of een theodoliet op land gemeten worden. De co-altitude of zenitafstand is de boog in graden tussen de ster en het zenit. De parallactische driehoek  $PQR$  wordt bepaald door zes parameters, de drie hoeken en de drie zijden (bepaald door de daarop betrokken hoeken). Als drie parameters bekend zijn, dan kunnen de andere drie met sferische goniometrie (zie ook hoofdstuk 4.3.1) met de cosinusregel uitgerekend worden.<sup>366</sup>

Uit de parallactische driehoek  $PQR$  worden met de cosinusregel  $h$  en  $A$  als volgt gevonden (zie ook Fig. 4-3):

$$\cos QR = \cos PR \cos PQ + \sin PR \sin PQ \cos t ,$$

waarbij de zijden vervangen kunnen worden door:

$$\cos QR = \sin h , \quad \cos PR = \sin \varphi , \quad \cos PQ = \sin \delta , \quad \sin PR = \cos \varphi , \quad \sin PQ = \cos \delta .$$

Met de uurhoek  $t = \text{LHA}$  wordt zo de belangrijke formule voor de *altitude*  $h$  verkregen:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \text{LHA} .$$

Evenzo kan gevonden worden voor het *azimut*  $A$ :

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sin h \sin \varphi}{\cos h \cos \varphi} .$$

Als de *altitude* nul is ( $h = 0$  op de horizon), dan geldt voor het *azimut*  $A$ :

$$\cos A = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} .$$

<sup>364</sup> Charles D. Ghilani, *Astronomical Observation Handbook*, (uitg. USA Pennsylvania State University 2004).

<sup>365</sup> *Nautical Almanak 2010*, commercial edition, (uitg. Paradise Cay Publications. Inc. Arcata, Copyright United Kingdom Hydrographic Office 2009).

<sup>366</sup> Voor de gebruikte trigonometrie of (sferische) goniometrie, kan verwezen worden naar een naslagwerk als Robert D. Carmichael, Edwin R. Smith, *Mathematical Tables and Formulas*, 1<sup>e</sup> editie USA 1931 (uitg. Dover Publications, New York 1962).



Verder geldt voor longitude  $\lambda_w$  ten westen van Greenwich en longitude  $\lambda_o$  ten oosten van Greenwich:

$$\lambda_w = \text{GHA} - \text{LHA} ,$$

$$\lambda_o = \text{LHA} - \text{GHA} .$$

Voor de latitude geldt:

$$\varphi = \delta \pm (90^\circ - h) .$$

Als GHA, LHA en  $\delta$  bekend zijn volgen  $\varphi$  en  $\lambda$  uit deze formules. Voor de declinatie  $\delta$  en GHA van een ster, bijvoorbeeld de zon op een bepaald tijdstip werd gebruik gemaakt van de Nautische Almanak. Zoals verwacht wordt, volgt de longitude uit het verschil tussen de lokale tijd en de Greenwich tijd. De latitude kon zo uit de altitude van de zon, of ster in het algemeen afgeleid worden. Met de voorgaande formules kan een positie nu met een eenvoudige calculator uitgerekend worden.

De ellipsvormige baan van de aarde om de zon heeft tot gevolg dat de omloopsnelheid van de aarde om de zon niet gelijkmatig is. Op aarde wordt gewerkt met een middelbare zonnetijd van een dag. Dit is het gemiddelde van de gemeten opeenvolgende dagen, steeds tussen de momenten van de hoogste stand van de zon. Daarnaast loopt de middelbare zonnetijd, vergeleken met een constant lopende klok, door het jaar vóór of achter op de ware tijd, die lokaal bepaald wordt door de hoogste stand van de zon, aangegeven op een zonnwijzer. Deze tijd is afhankelijk van de positie van de zon in het vlak van de ecliptica. Door de ellipsvormige baan van de aarde om de zon verandert de baansnelheid en daarmee de reistijd en ontstaat een verschil tussen de plaatselijke middelbare zonnetijd en ware tijd van ca. +15 of – 16 minuten. Correctie hiervoor wordt *tijdsvereffening* (equation of time) genoemd. Die is dus afhankelijk van de zonnestand door het jaar. Dit is in Fig. 4-4 met een grafiek op basis van gegevens uit de Nautische Almanak van 2010 weergegeven. Rond 15 april, 15 juni, 2 september en 24 september vallen ware tijd en middelbare zonnetijd samen. De jaarlijkse verandering van de grafiek is gering. Door de indeling in tijdzones moet verder rekening gehouden worden met het tijdsverschil tussen het moment dat de zon de tijdzone binnenkomt en de plaats van waarneming. Indonesië kent 3 tijdzones. Stel dat een plaats zich halverwege een tijdzone van een uur bevindt. De ware plaatselijke tijd kan dan gevonden worden door een correctie voor de looptijd van 30 minuten van de zon over een halve tijdzone, plus de tijdsvereffening die, zoals Fig. 4-4 laat zien, rond 4 november zelfs –16 minuten kan worden. Het totale verschil wordt dan 46 minuten. Met zomertijd komt daar dan nog een uur bij. Indonesië heeft nooit zomer- of wintertijd gekend. Door ligging rond de equator is verandering in de duur van daglicht door het jaar minder dan 30 minuten.

Astronomische plaatsbepaling werd toegepast op zee, op kleine eilanden en in rurale dunbevolkte gebieden, zoals zuidoost Sumatra, west Borneo en Nieuw-Guinea.<sup>367</sup> Dat komt in hoofdstuk 4.2 en 5.1 aan de orde.

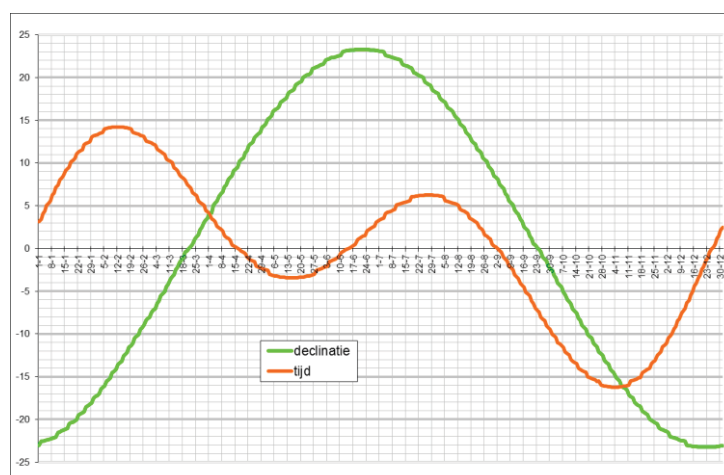


Fig. 4-4 Tijdsvereffening door het verschil tussen middelbare zonnetijd en ware tijd.<sup>368</sup>

<sup>367</sup> Wilheld Filchner, Erich Przybyllok, Toni Hagen, *Route-mapping and Position-locating in unexplored regions*, (uitg. Birkhauser Publ. Company, Basel, 1957).

<sup>368</sup> De horizontale as geeft over een jaar de *datum* met een verdeling in weken. De verticale as geeft de *tijd* in minuten en de declinatie in graden.

#### 4.1.2 Methoden en instrumenten voor plaatsbepaling op zee

De plaats op zee wordt bepaald door de breedtegraad en lengtegraad, zoals hiervoor al is aangegeven. De bepaling van de breedtegraad of latitude op zee vergde een zo nauwkeurig mogelijk hoekmeting tussen een hemellichaam, zoals de poolster of de zon en de horizon. Aanvankelijk werd dit in de 18<sup>e</sup> eeuw met een octant uitgevoerd. Daarvoor heeft de octant een sector van 45° voor meting van hoeken tot 90°. De octant is in de 18<sup>e</sup> eeuw veelvuldig door de VOC gebruikt.<sup>369</sup> Een sextant, die over een grotere hoek kan meten, is de opvolger van de octant. Evenals de octant is de sextant een hoekmeetinstrument dat in de hand gehouden wordt. De sextant heeft een sector van 60° en kan zo hoeken tot 120° meten. De arm langs de schaal heeft een nonius, die op de schaal van de sector aflezings tot op 10" mogelijk maakt. Met een sextant kon een geofend waarnemer aan boord van een varend schip de noord-zuid positie op 400 tot 500 m nauwkeurig bepalen. In Fig. 4-5 en Fig. 4-6 zijn enkele sextanten uit de Nederlands-Indië periode gegeven. Zowel ebbenhouten frames, ingelegd met een schaal (limbus) van ivoor, als messing frames, ingelegd met een schaal van zilver, zijn gebruikt voor octanten en sextanten.



Fig. 4-5 Sextant Owen-Owens, Engeland.

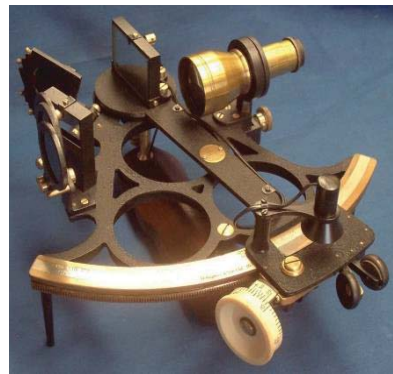


Fig. 4-6 Sextant Hughes & Son, Engeland.

In het oculair van de kijker worden twee beelden naast elkaar gezien. Spiegeltjes voor de kijker zorgen dat een object, bijvoorbeeld de zon, gezien wordt in de rechterhelft van het oculairbeeld en de horizon in de linkerhelft. Aan de arm is een spiegeltje bevestigd dat ervoor zorgt dat door draaiing van de arm de beelden in het oculair kunnen corresponderen. Meting van de hoek van de poolster boven de horizon levert direct de hoek op, overeenkomend met de latitude. Voor triangulatie op zee werd gebruik gemaakt van een triangulatiesextant. Dit is een nauwkeurige sextant, die met een extra pentaprisma voor de kleine spiegel 90° grotere hoeken kan meten, zoals uit de stralengang in Fig. 4-7 blijkt. Zonder prisma wordt hoek  $\alpha$  tussen richting A en B gemeten en op de randverdeling afgelezen. Met het pentaprisma wordt tussen A en C de hoek  $\alpha + 90^\circ$  gemeten, zodat bij de aflezing op de randverdeling  $90^\circ$  opgeteld moet worden.

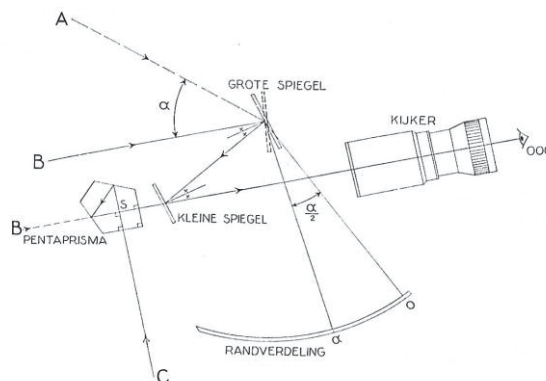


Fig. 4-7 Stralengang bij een (triangulatie)sextant.

<sup>369</sup> W.F.J. Mörzer Bruyns, *Schip Recht door Zee. De octant in de Republiek in de achttiende eeuw*, proefschrift (Leiden 2003).

Sextanten zijn in Nederlands-Indië zowel op zee, op land en in vliegtuigen toegepast. Op land werd gebruik gemaakt van een kunstmatige horizon (daar kunstkim genoemd), gevormd door een spiegelend horizontaal vlak, meestal een bakje met kwik. De maximale hoek waarover zo gemeten kon worden was dan slechts  $60^\circ$ . In vliegtuigen werd als horizontale referentie een doosniveau, zichtbaar als een ringvormige bel in het oculair toegepast (bubble sextant).<sup>370</sup> Vanuit zee kon met een sextant ook de hoogte van bergen en vulkanen gemeten worden, mits de afstand tot de berg of vulkaan bekend was. Sextanten waren veelal persoonlijk eigendom van de kapitein of een navigatieofficier, die er zorgvuldig mee omging.

Voor positiebepaling bij de kust gebruikte men in Nederlands-Indië een plaatspasser (station pointer). Vanuit het schip voor de kust koos de opnemer drie markante punten op de wal, waartussen met een horizontaal gehouden sextant de hoeken werden gemeten. Vervolgens werden de drie armen van de plaatspasser, als in Fig. 4-8, op de cirkelvormige rand met die hoeken ingesteld en vastgezet. Door de armen langs de markante punten op de kaart te leggen correspondeert het centrum van de cirkelvormige ring met de plaats van het schip. Dit vond vooral bij hydrografische opname in Indië plaats. In Nederland is weinig van het instrument gebruik gemaakt, daar werd de voorkeur gegeven aan Snelliusmetingen met achterwaartse insnijding.<sup>371</sup>



Fig. 4-8 Plaatspasser (station pointer).

Lengtegraadbepaling is mogelijk met nauwkeurige tijdsbepaling. Door vergelijking van de lokale tijd, afgeleid uit de zonnestand en een meegenomen referentietijd van een bekende locatie kan bepaald worden hoever de aarde in dat tijdsverschil gedraaid is. De aarde draait  $360^\circ$  in 24 uur, ofwel  $15^\circ$  per uur. Dan komt 1 graad ( $1^\circ$ ) overeen met 4 tijdminuten ( $4^m$ ) en 1 boogminuut ( $1'$ ) met 4 tijdseconden ( $4^s$ ). Op de evenaar geeft  $1^s$  een oostwest verschil van 482 m (omtrek van de evenaar van 40.077 km gedeeld door  $24 \times 60 \times 60$  seconden). Wordt niet de zon maar een ster buiten ons zonnestelsel als referentie gekozen (bij nachtelijke metingen) dan wordt gebruik gemaakt van een siderische dag, die ca. 4 minuten korter is. Ook geldt dat 1 boogminuut ( $1'$ ) overeenkomt met 1 zeemijl van ca. 1,852 km, (omtrek van de aarde over de polen van 40.000 km gedeeld door  $360 \times 60$  boogminuten). Een boogseconde komt overeen met ca. 31 m, wat van belang is bij de plaatsbepaling op basis van de latitude met een sextant. De meegenomen referentietijd was een nauwkeurig lopende klok of chronometer, die de tijd aangaf van de nulmeridiaan van Greenwich of andere plaats met een bekende longitude (zoals de Tijdbal van Batavia). De chronometer was kostbaar en kwetsbaar en vergde speciale aandacht voor het dagelijks (later ook wel wekelijks) opwinden op een vast tijdstip. De chronometer was cardanisch opgehangen in een afgesloten kist, die geplaatst was in de hut van de kapitein of op de brug. Met een waarnemingshorloge (deckwatch) werd de tijd van de chronometer meegenomen naar het dek voor tijdmeting bij de observaties met een sextant. Dat bleek uiteindelijk de meest betrouwbare methode te zijn. De Nederlandse Marine gebruikte deze zogenaamde tijdseinen al in het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw.<sup>372 373</sup>

<sup>370</sup> Peter Ifland, *Taking the Stars. Celestial Navigation from Argonauts to Astronauts*, (uitg. Krieger, 1998).

<sup>371</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952) p. 117-118.

<sup>372</sup> F. Kaiser, *De Tijdseinen der Nederlandsche Marine*, (uitg. Wed G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1840).

<sup>373</sup> Elly Dekker, Frederik Kaiser en zijn pogingen tot hervorming van het sterrekundig deel van onze zeevaart, uit Tijdschrift voor de geschiedenis van de geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek, 13 (1990) 1.



Over de ontwikkeling van de chronometer door uitvinder John Harrison (1693-1776) en andere Engelse, Franse, Zwitserse, Duitse, Nederlandse en Amerikaanse klokkenmakers is veel gepubliceerd.<sup>374 375 376 377 378</sup> Thomas Cooke was een van de eersten, die er op zijn ontdekkingsreizen na 1775 tot volle tevredenheid gebruik van maakte.<sup>379</sup> In Nederland werd de chronometer voor navigatie aan boord van schepen al begin 19<sup>e</sup> eeuw gebruikt, in Nederlands-Indië pas vanaf 1832.<sup>380 381 382</sup>

Na een scheepsramp van de Engelse vloot bij de Scilly eilanden aan de zuidwestkust van Engeland in 1707 door een navigatiefout in longitude, waarbij tweeduizend zeelieden omkwamen, loofde de Engelse regering in 1714 een beloning uit voor een oplossing.<sup>383</sup> In de beroemde wet uit 1714 op de lengtegraden werden drie prijzen genoemd voor een methode voor het vaststellen van een lengtepositie op een cirkel van 360°: de eerste prijs van 20.000 pond voor een precisie van een halve graad, de tweede prijs van 15.000 pond tot tweederde graad en de derde prijs van 10.000 pond met een precisie tot één graad. Ook andere landen, zoals Nederland, Portugal, Spanje en Frankrijk stelden vergelijkbare prijzen beschikbaar, zij het met lagere bedragen. Een lengtegraad rond de evenaar komt overeen met 60 nautische mijlen (ca. 111 km), zodat een halve graad overeenkomt met ca. 56 km, wat nog binnen de “zichtafstand” vanuit het kraaiennest van een schip beschouwd kon worden. Zoals aangegeven draait de aarde in één uur 15°; een halve graad komt overeen met 2 tijdminuten (120 seconden). De maximale zeiltijd van Engeland naar het Caribisch gebied was zes weken. Stel die reis op 40 dagen, dan mocht de chronometer niet meer dan 3 seconden per dag voor- of achterlopen. Het was ook voldoende als dit met een bekende regelmatige afwijking (rate) gehaald werd.<sup>384</sup>

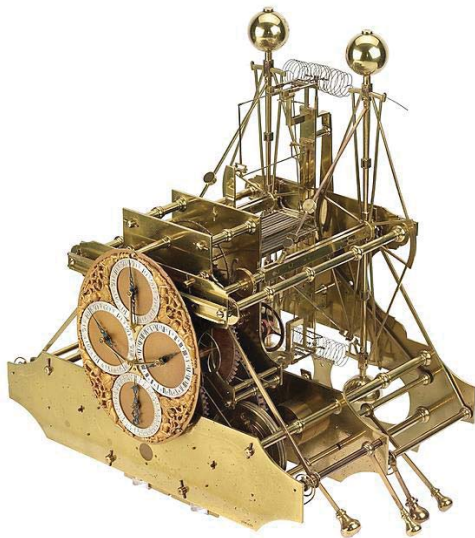


Fig. 4-9 Eerste chronometer H1 van John Harrison.



Fig. 4-10 Vierde chronometer H4 van John Harrison.

John Harrison ging de uitdaging aan. Hij bouwde in vier jaar een uurwerk dat in staat bleek ruim aan deze eis te voldoen. Door gebruik te maken van twee naar elkaar bewegende slingers, vrijwel wrijvingsloos gelagerde tandwielen en slingers met temperatuurcompensatie, leverde hij met de H1 rond 1730 een unieke prestatie. De board of longitude beloofde hem na een proefreis met een deel van het prijzengeld.

<sup>374</sup> Rupert T. Gould, *The Marine Chronometer. Its History and Development*, (oorspronkelijke uitg. Potter, London 1923, nieuwe editie met extra tekst en illustraties, uitg. Antique Collectors Club 2013).

<sup>375</sup> Jonathan Betts, *Time Restored: The Story of the Harrison Timekeepers and R.T. Gould, 'The Man who Knew (almost) Everything'*, (uitg. National Maritime Museum / Royal Observatory, Greenwich, Oxford 2006).

<sup>376</sup> Hans von Bertele, *Marine & Pocket Chronometers, History and Development*, (uitg. Schiffer Publishing, West Chester USA 1991), (Vertaald uit het Duits met als titel '*Marine- und Taschenchronometer*', (uitg. D.W. Callwey München).

<sup>377</sup> Marvin E. Whitney, *The Ships Chronometer*, (uitg. American Watchmakers Institute Press, Cincinnati, Ohio, US 1985, 1991).

<sup>378</sup> Tony Mercer, *Mercer Chronometers; History, Maintenance & Repair*, (uitg. Mayfield books, 2003).

<sup>379</sup> Frank McLynn, *Captain Cook, master of the seas*, (uitg. Yale University Press, London 2012).

<sup>380</sup> H. M. Leverink, *Verhandeling over het bepalen der lengte op zee door middel van tijdmeters*, (uitg. Wed. Gerard Hulst van Keulen 1818).

<sup>381</sup> H. Spek, *Tijdmeters en waarnemingshorloges van de Departementen van Marine en Koloniën vanaf omstreeks 1832*, (uitg. MEOB Oegstgeest 1984).

<sup>382</sup> J.C. Pilaar, *Onderzoek der tegenwoordig gebruikte methodes voor het bepalen van breedte en lengte door de tijdmeters*, uit Tijdschrift toegewijd aan het zeewezen, Tweede reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).

<sup>383</sup> Dava Sobel, *Longitude*, (uitg. Walker and Company, New York 1995, vertaald in het Nederlands als *Lengtegraad*, (uitg. Ambo, Amsterdam 1999).

<sup>384</sup> Jonathan Betts, *Harrison*, (uitg. National Maritime Museum, Greenwich, Londen 2007).

Hij was zelf ook nog niet tevreden over het resultaat. Pas in 1759 bij de vierde uitvoering van de klok, de H4 die er geheel anders uitzag met een cilinderbalans en tal van vernieuwingen, was hij tevreden. Een proefvaart in 1761 van drie maanden naar Jamaica liet een verschil zien van slechts 5 seconden. Na lang talmen door de lengtegraad-commissie werd, onder druk van koning George III, de rest van het prijzengeld in 1773 aan Harrison toegekend. Hij was toen inmiddels 80 jaar en had bijna 50 jaar aan de klokken gewerkt. Deze geschiedenis is tal van malen beschreven en verfilmd. De uurwerken van Harrison zijn deels werkend opgesteld in het oude observatorium in Greenwich. Voor uurwerkdeskundigen (horologists) over de hele wereld is dit de start geweest van een nieuw tijdperk.<sup>385</sup> Maar dat gold eveneens voor navigators en geodeten, waarvoor nauwkeurige positiebepaling nu mogelijk werd. Latere versies van de chronometer werden wel goedkoper, maar de geavanceerde techniek en hoge precisie van de onderdelen vergden toch altijd aanzienlijke investeringen. De meeste chronometers werden in Groot-Brittannië gemaakt, zoals die van Mercer, in Fig. 4-11 afgebeeld. Maar ook in Nederland werden ze gebouwd, met name door Hohwü. Naast Mercer en Hohwü gebruikte men in Nederlands-Indië chronometers van Ulysse Nardin en Dent. Voor plaatsbepaling en navigatie, al dan niet in combinatie met radiotijdsignalen, was de chronometer onmisbaar. Er is door de Marine en Topografische Dienst in Nederlands-Indië veel gebruik van gemaakt. Zowel de Engelse Royal Navy als de Amerikaanse marine hebben toegegeven dat ze WO II niet gewonnen zouden hebben zonder gebruik van de chronometer. Chronometers zijn gemaakt tot ca. 1985. De nauwkeurigheid was beter dan  $\pm 1$  seconde per dag over een temperatuurvariatie van 50 °C. Satellietnavigatie heeft ze overbodig gemaakt.



Fig. 4-11 Mercer chronometer (8 dagen).

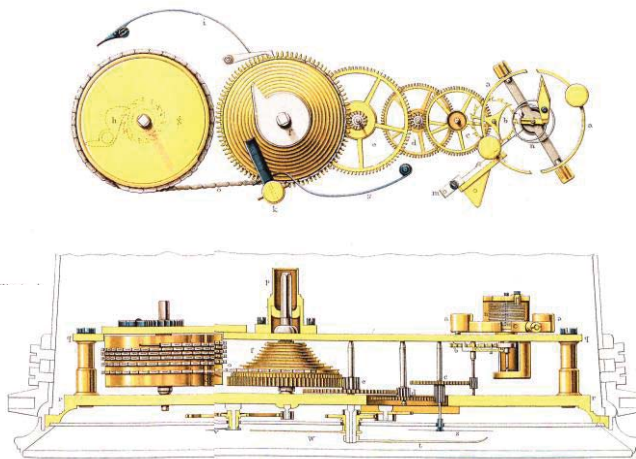


Fig. 4-12 Hohwü chronometer (inwendige).

De chronometers en sextanten moesten regelmatig gecontroleerd en afgeregeld worden. Daarvoor was in de Leidsche sterrenwacht een verificatieafdeling, aanvankelijk onder leiding van Frederik Kaiser (1808-1872)<sup>386</sup> later door zijn zoon dr. P.J. Kaiser.<sup>387 388 389 390</sup> en opvolgers voor nauwkeurige tijdmeting.<sup>391 392</sup> Voor het verkrijgen van betere kaarten in Nederlands-Indië was nauwkeurige plaatsbepaling nodig. Zoals hiervoor is beschreven, verrichtten Sjoerd en Dolf de Lange en de astronoom Oudemans astronomische metingen om de positie van Batavia, Menado en tal van andere plaatsen in de archipel zo nauwkeurig mogelijk te bepalen. Zij waren al goed op de hoogte van de coördinatenstelsels en afspraken, zoals die nu nog gelden.

<sup>385</sup> A.L. Rawlings, *The science of clocks and watches*, (uitg. Longman Group UK Ltd. & British Horological Institute, Upton, England 1993).

<sup>386</sup> Hans Hooijmaijers, *Een passie voor precisie*, Frederik Kaiser en het instrumentarium van de Leidsche sterrenwacht, (2011).

<sup>387</sup> *Mededelingen betreffende het zeewezen, (tijdseinen, zee-uurwerken, reflexie-instrumenten, de kompassen) negende deel met platen*, (uitg. Departement van Marine, De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1868, 1869).

<sup>388</sup> *Rapport aan Zijne Excellentie den Minister van Marine over de verificatie van 'Rijks zee-instrumenten, gedurende het jaar 1871*, (uitg. Leiden 1872).

<sup>389</sup> Dr. P.J. Kaiser, verificateur van 's Rijks zee-instrumenten te Leiden, *Onderzoek tot aankoop van Tijdmeters ten behoeve van der Nederlandse Marine in het jaar 1881*, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1881).

<sup>390</sup> Dr. P.J. Kaiser, *Theorie en beschrijving der thans bij de Nederlandse Marine in gebruik zijnde zeevaartkundige werktuigen, deel III, de zee-uurwerken*, (uitg. E.J. Brill Leiden 1895).

<sup>391</sup> R.H. van Gent 1953, John H. Leopold, 1935-2010, *De tijdmeters van de Leidse Sterrewacht, Mededeling uit het Rijksmuseum voor de Geschiedenis van de Natuurwetenschappen*, (uitg. Museum Boerhaave Leiden, kopie 1992).

<sup>392</sup> Carel Hofland, Pier van Leeuwen, *Het vinden der Lengten van Oost en West. Nederlandse bijdragen aan de tijdmeting en plaatsbepaling op zee*, (uitg. Museum van het Nederlandse Uurwerk, Zaandam 2008).

Voor bepaling van de tijd voor het vaststellen van de longitude kunnen ook radiosignalen, al dan niet in combinatie met een chronometer, gebruikt worden. Met automatisch uitgezonden radiosignalen kunnen afwijkingen van de chronometer op  $0,1^s$  gecorrigeerd worden. Nog nauwkeuriger is mogelijk door de ontvangen radiopulsen (piepjes) als een nonius te vergelijken met de (halve) seconde tikken van de chronometer, die dan bij voorkeur op zonnetijd loopt, en hun coincidenties als referentie te gebruiken.<sup>393</sup>

Met alleen radiosignalen, met seconde-, minuut- en uurpulsen is ook de tijd beschikbaar voor de plaatsbepaling. Die signalen werden na 1905 door langegolf- en na 1925 ook door middengolf- en kortegolf-zenders, verspreid over de hele wereld, uitgezonden. Na WO II kwamen radioplaatsbepalingssystemen beschikbaar, die steeds geavanceerder en nauwkeuriger werden tot zelfs enkele tientallen meters (standaarddeviatie) en uiteindelijk vervangen werden door satellietssystemen, die meternauwkeurigheden of beter voor navigatie mogelijk maakten.<sup>394</sup>

Voor nauwkeurige positiebepaling op zee gebruikte de bemanning, waar mogelijk, radioplaatsbepaling. Een voorbeeld is het Decca-systeem, ontwikkeld tijdens WO II in Engeland. Door toepassing van lage frekwenties (70 -129 kHz) was ook over de horizon nog ontvangst mogelijk. In Fig. 4-13 zenden de twee zenders M en S continu ongemoduleerde golven uit. Veelvouden van de golflengte bepalen in de figuur de cirkels. De hyperbolen geven de plaats aan waar het verschil in afstand tot de zenders M en S constant is en dus het faseverschil  $0^\circ$  is.<sup>395</sup> De strook tussen de twee hyperbolen, werd een "lane" genoemd. Een speciale Decca-ontvanger bepaalde op basis van een gemeten faseverschil waar, in welke lane het schip zich bevond.<sup>396</sup> De posities A, B en C uit het voorbeeld in Fig. 4-13 komen overeen met:  $A = 0,71$ ,  $B = 21,89$  en  $C = 5,48$ . Door nog twee zenders te gebruiken ontstond een rooster van Decca-veldlijnen, zodat de scheepspositie op 5 m nauwkeurig bepaald werd.<sup>397</sup> Decca is nog toegepast in 1956 aan de kust van Nederlands Nieuw-Guinea bij de hydrografische opname door Hr. Ms. *Snellius*.<sup>398</sup>

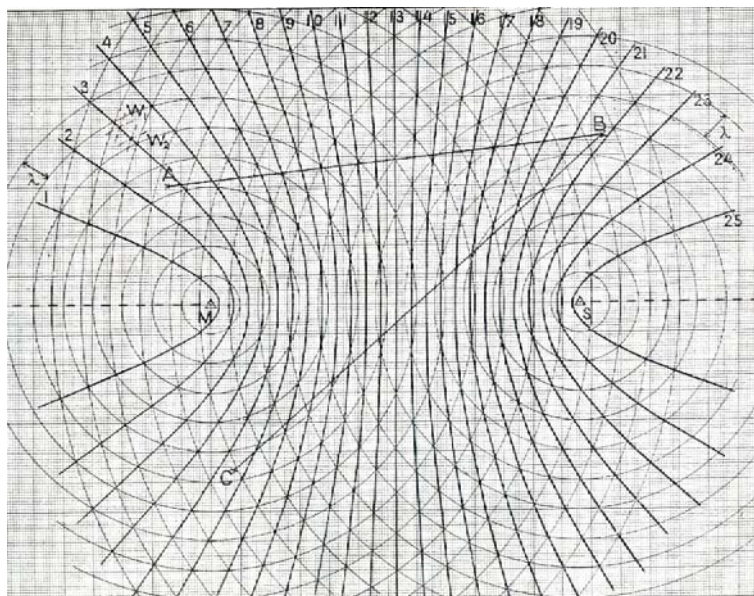


Fig. 4-13 Decca radiopatroon voor plaatsbepaling op zee, M en S zijn de zenders.

Een goed vergelijkend overzicht van recenter gebruikte plaatsbepalingssystemen op zee wordt gegeven in *Hydrography*,<sup>399</sup> gebaseerd op colleges van de sectie Mathematical Geodesy and Positioning van TU Delft. Dat betreft plaatsbepaling zowel door radiosignalen, satellieten als geluidsgolven (zie ook hoofdstuk 4.1.3). De moderne systemen maken gebruik van GNSS, al dan niet in combinatie met radioplaatsbepaling en Radar.

<sup>393</sup> R. Roelofs, *Astronomy applied to land surveying*, (uitg. N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam 1950).

<sup>394</sup> G. Bakker, J.C. de Munck, G.L. Strang van Hees, *Radio positioning at sea*, Geodetic Survey Computations, Least Square Adjustment, (uitg. Delft University Press, Delft 1989).

<sup>395</sup> Het zijn in werkelijkheid sferische hyperboloïden op de aardellipsoïde of bij benadering sferische hyperbolen op een bolvormige aarde.

<sup>396</sup> G.J. Sonnenberg, *Moderne Radio-Navigatiemiddelen*, 5<sup>e</sup> uitgave, (uitg. Van Goor Zonen / de gebroeders van Kleef, 's-Gravenhage 1964).

<sup>397</sup> Op de speciale Decca-kaarten werden de Decca-veldlijnen van het ene zenderpaar in rood en van het andere zenderpaar in groen weergegeven.

<sup>398</sup> <http://onzevloot.weebly.com/snellius-a-907.html>

<sup>399</sup> C.D. de Jong, G. Lachapelle, S. Skone, I.A. Elema, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2002).



### 4.1.3 Hydrografische opnemingsmethoden

Zoals hiervoor is gezegd vonden de hydrografische opnemingen in de archipel al in de tijd van de VOC plaats. Met het verzanden van de havens door het verplaatsen van zandbanken moesten geregeld havens en vaargeulen opnieuw gemeten en uitgebaggerd worden. Goede zeekaarten met dieptemetingen waren daarbij onmisbaar. Voorbeelden waren de havens van Batavia en Surabaya. Voor Batavia was de haven voor handel en het personenvervoer, voor Surabaya was dat de goederen- en marinehaven. Met name het Westervaarwater bij Surabaya werd elk jaar opgenomen en eens in de vier jaar uitgebaggerd (zie Fig. 4-14).



Fig. 4-14 Cartouche van de kaart van vaarwaters Surabaya, uitg. 1848.

Voor de samenstelling van een betrouwbare zeekaart dienden hydrografische opnemingen aan bepaalde eisen te voldoen. De volgende gegevens waren nodig: <sup>400</sup> <sup>401</sup> <sup>402</sup>

- a. De diepte van het opnemingsgebied, gemeten met regelmatige evenwijdige lodingslagen;
- b. Ondieptes door zandbanken, rotsen of wrakken, met hoogte en plaats;
- c. De ligging van lichtscheperen, boeien en aparte markeringen voor waterstromingen;
- d. Grondsoorten op regelmatige afstanden, van belang voor ankeren;
- e. Vuurtorens en lichtenlijnen;
- f. De hoog- en laagwaterlijn en de aard van de kust;
- g. Topografische details, inclusief namen voor plaatsbepaling bij nadering van de kust;
- h. Waterstanden en getijhoogtes; <sup>403</sup>
- i. Stroomsnelheden;
- j. Magnetische variatie;
- k. Aanvullende informatie voor zeemansgidsen;
- l. Astronomische plaatsbepaling;
- m. Vastlegging en markering van triangulaties;
- n. Weersomstandigheden;
- o. Informatie voor wetenschappelijke doeleinden (zoals zoutgehalte en temperatuur van het water).

Afstandsmetingen op zee vonden plaats met een lange pianodraad tot ca. 140 zeemijlen, die uitgevaren werd met een spandraadinrichting (taut wire measuring gear) om te voorkomen dat hij slap kwam te hangen. Nauwkeurige afstandsmetingen, uiteindelijk tot 30 km werden met de komst van de Geodimeter (zie hoofdstuk 4.3.2 bij afstandsmeten) vanaf 1953 mogelijk. Dieptemeting door loden was mogelijk met een handloodlijn met een loodgewicht aan een henneptouw. Om rek en krimp te verminderen werd dit later vervangen door een katoendraadlijn met een fosforbronzen kern. Grote dieptemetingen vonden plaats met lodingsmachines; een loding op 2000 m duurde daarmee ca. 30 minuten. Vanaf 1874 waren in Indië al diepzeelodungen op 4667 m diepte mogelijk.

<sup>400</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1938).

<sup>401</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952).

<sup>402</sup> C.D. de Jong, G. Lachapelle, S. Skone, I.A. Elema, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2002).

<sup>403</sup> J.M. Mohrmann, *Het meten van getijden voor de Nederlandse kust en in Nederlands-Indië in de 19e eeuw*, uit De Hollandse Cirkel, maart 2006.

Het echolood werd vanaf 1936 in de archipel toegepast. Gekalibreerd voor de snelheid van het geluid in het water (ca. 1500 m/s) kon zo tot 9000 m diep gemeten worden met een nauwkeurigheid, afhankelijk van de diepte, van 1 tot 10 m.

Door het schip voor anker te leggen of bij diep water met motoren op haar plaats te houden ontstond een “vast” punt voor triangulaties. Net zoals op land probeerde men hoeken kleiner dan 30° te vermijden, om meetfouten zo klein mogelijk te houden. Waar mogelijk gebruikte men een basis op land, wat meting vanuit land met een theodoliet van de hoeken naar het schip en drijfbakens op onderlinge afstanden van 7 tot 10 zeemijlen mogelijk maakte. Hoekmetingen op het schip vonden met de triangulatiesextant plaats. Lukte gebruik van een basis op land niet, dan vond een basismeting op zee plaats met hulp van een spandraad tussen twee bakens. Daarvoor voer het schip met gelijktijdig uitrollen van een draad van het ene naar het andere bakens. In uitzonderlijke gevallen werd de triangulatie op basis van astronomische positiebepaling uitgevoerd. Dat leverde een geringere nauwkeurigheid op.

Om calamiteiten door onder water omhoogstekende rotsen, wrakken, koraalbanken en zandbanken zo veel mogelijk te voorkomen, vond vanaf 1931 dreggen systematisch in de archipel plaats. Met een kabel, gespannen tussen twee schepen en door drijvers op een bepaalde diepte gehouden bijvoorbeeld 25 m, kon met een veeg over een breedte van 750 tot 2250 m naar obstakels gezocht worden. Beter waren de sonar dieptemetingen, die met geluidsgolven de bodem aftastten op obstakels. In het algemeen geldt dat hogere frekwenties nauwkeuriger metingen mogelijk maken, echter ten koste van kleinere afstanden. Met sonar zijn met lage frekwenties van 10-20 kHz dieptes tot 10 km met voldoende nauwkeurigheid te meten. Bij 300 kHz is de nauwkeurigheid wel tienmaal zo groot maar wordt de afstand al gauw beperkt tot 300 m. Akoestische plaatsbepaling van een schip met bakens op de zeebodem is eveneens mogelijk, zowel stilliggend als varend. Dit is vooral bij de latere off-shore activiteiten van waarde gebleken voor de positionering van boorplatforms. Latere Nederlands-Indonesische oceanografische expeditie hebben veelvuldig van sonar gebruik gemaakt.

De oceanografische expeditie met de Hr. Ms *Siboga* (1899), de Hr. Ms. Willebrord *Snellius*, later Snellius I genoemd (1929) en de Snellius II met onderzoekschip ‘*Tyro*’ (1984-1985) hebben in belangrijke mate bijgedragen aan de hydrografische kennis van de archipel. Fotogrammetrische opnames vulden dat later aan. Hier wordt bij de *Siboga* en *Snellius* expeditie in hoofdstuk 5 aandacht aan besteed.

Hydrografisch opnemen van de zeebodem is mogelijk met een rij (array) van sonar detectors of transducers bevestigd aan een tientallen meters lange drijvende pijp, die door een opnemingsvoertuig voortgetrokken wordt.<sup>404</sup> Dit is vergelijkbaar met de eerder genoemde dreg. Als laatste kunnen nog de zijdelingse of schuin naar beneden gerichte sonar systemen genoemd worden. Bij de moderne systemen wordt automatisch gecorrigeerd voor versturende factoren, zoals variaties in voortplantingssnelheid van het onderwatergeluid, instrumentfouten, bewegingen van het opnemingsvoertuig en het effect van getijden. Hydrografische opname is nu in hoge mate geautomatiseerd. Dat geldt voor zowel de opnemingen op zee als op binnenwateren, zij het dat rivieren en meren meer maatwerk vereisen.

De hoogte of diepte wordt gerelateerd aan een gemiddeld zeeniveau (datum). Vanwege de maancyclus werd over 19 jaar het uurgemiddelde MSL (Mean Sea Level) op verschillende locaties in de wereld bepaald. Daarnaast werd ook het gemiddelde hoogwater niveau (Mean High Water Level of MHWL) en gemiddelde laagwater niveau (Mean Low Water Level of MLWL) bepaald. In plaats van Level werd ook “Datum” gebruikt. Op kaarten werd op land de hoogte gerelateerd aan MSL of aan het gemiddelde hoogwater niveau, op zee werd de diepte gerelateerd aan het gemiddelde laagwater niveau. Het was belangrijk de diepte in de gangbare maateenheid aan te geven. Lange tijd is dat de vadem (fathom = 6 feet) van 1,83 m geweest. Bij invoering van het metrieke stelsel werd diepte in meters gegeven, zodat op de zeekaarten in Indië extra waarschuwingen aangebracht werden (soms op bestaande kaarten met stempels) als “DIEPTE in METERS”.<sup>405</sup>

De plaatsbepaling op land week af van de plaatsbepaling op zee door de beschikbaarheid van een “stabiele” ondergrond, nauwkeurig bekende referentielocaties, nauwkeurige meetinstrumenten en verstoringen, waarvoor beter gecompenseerd kon worden. Dat komt in het volgende hoofdstuk aan de orde.

<sup>404</sup> C.D. de Jong, G. Lachapelle, S. Skone, I.A. Elema, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2002).

<sup>405</sup> Zie voor gebruikte hoogte-referenties in de Indische archipel hoofdstuk 5.1.1.

## 4.2 Astronomische en telegrafische plaatsbepaling op land

Astronomische plaatsbepaling als hiervoor beschreven, is alleen mogelijk als er vrij zicht is en weerscondities voor waarneming geen al te grote belemmeringen geven. Voor plaatsbepaling op land heeft triangulatie vanuit een locatie, waarvan de positie bekend is de voorkeur. Als dat niet mogelijk is dan kan latitude bepaald worden met een hoekmeting door een sextant of theodoliet en longitude door een tijdverschilmeting met een chronometer of met telegrafie tijdsignalen via kabel- of radioverbindingen. In gebieden waar alleen astronomische plaatsbepaling mogelijk was vonden tijdmetingen bij voorkeur plaats in de nabijheid van rivieren, die per boot schokvrij transport van de chronometers mogelijk maakten. Deze chronometerreizen, hierna beschreven, zijn op Sumatra en Borneo uitgevoerd.

### 4.2.1 Astronomische plaatsbepaling op land

Oudemans heeft als astronoom na zijn komst op Java in 1851 aanzienlijk bijgedragen aan de astronomische plaatsbepaling in Nederlands-Indië. Voor zijn werk had hij de beschikking over een universealinstrument van Repsold, dat hij had meegenomen uit Nederland (zie Fig. 4-15).<sup>406</sup> Zijn gedetailleerde beschrijvingen van meetmethoden en meetinstrumenten hebben een grote bijdrage geleverd aan de werkzaamheden van de Topografisch Dienst.<sup>407 408</sup> Met zijn reizen door de archipel zijn tal van plaatsen in de archipel vastgelegd.

Oudemans heeft met zijn assistenten de ligging van de volgende plaatsen bepaald en daar gedetailleerd over gerapporteerd (zie hiervoor de in hoofdstuk 2.2.4 genoemde reisverslagen):

- Batavia;
- Muntok, Palembang, Riouw, Jambi;
- Westkust van Borneo: Pontianak, Forten Singkawang, Sorg en Sukadana;
- Zuidwesten en Noordoostkust van Celebes (23 plaatsen): Makassar, Menado en Gorontalo;
- Molukken (23 plaatsen): Ternate, Ambon, Banda, Bacan, Timor;
- Zuid- en Oost-afdeling Borneo (14 plaatsen): Banjarmasin, Balikpapan, Pelarang (kolenhoofd);
- Straat van Makassar (50 plaatsen): west- en noordkust Celebes, Molukken, Makassar, Saleier, Paré-Paré en vele andere in die regio;
- Riouw- en Lingga-Archipel (5 plaatsen).

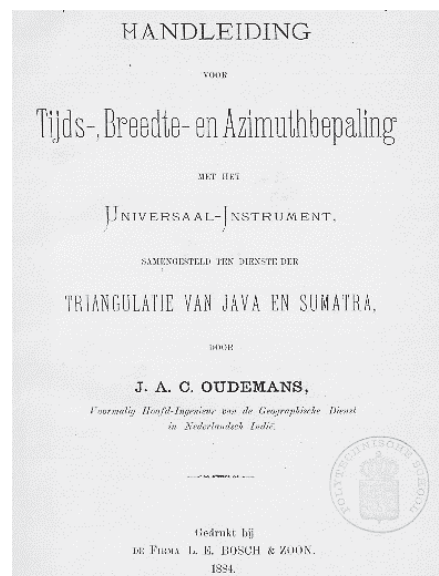
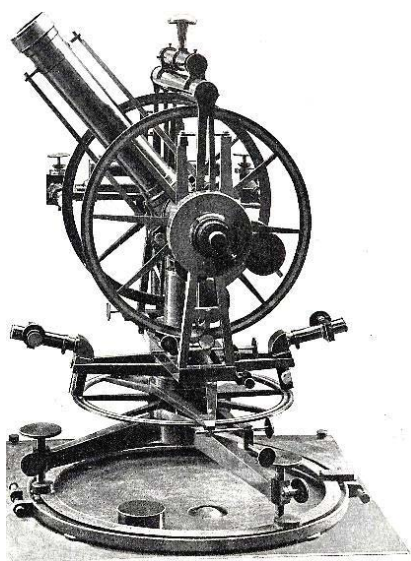


Fig. 4-15 Universealinstrument van Repsold ca. 1845.

<sup>406</sup> Joh. A. Repsold, *Zur Geschichte der Astronomischen Messwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach*, (uitg. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig 1908).

<sup>407</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Beschrijving en afbeelding van een universeel-instrument van Repsold*, 1852.

<sup>408</sup> J.A.C. Oudemans, *Handleiding voor Tijds-, Breedte- en Azimuthbepaling met het Universeel-instrument, samengesteld ten dienste der Triangulatie van Java en Sumatra*, (uitg. L.E. Bosch & Zoon, 1884).



Astronomische waarnemingen door de Topografische Dienst op Sumatra zijn vanaf 1905 gedetailleerd beschreven in de jaarverslagen.<sup>409</sup> Op dat moment waren de triangulatiemetingen in Zuid-Sumatra aan de gang. Met het triangulatiernetwerk vormden zij een wiskundige basis voor de kaarten.

Er waren bij de Topografische Dienst en de Marine verschillende methoden in gebruik voor de bepaling van de astronomische coördinaten. De simultane lengte- en breedtebepaling zoals door Gauss werd ingevoerd werd vaak toegepast met gebruik van een theodoliet en een prisma-astrolabium-uitrusting.<sup>410</sup> Een tweede methode was hoogtemeting van sterren nabij of in de meridiaan.<sup>411 412</sup>

Bij de Gauss-methode werd gebruik gemaakt van het astrolabium dat in Fig. 4-16 is weergegeven. Het bestaat uit een 60° prisma a, geplaatst voor het kijkerobjectief van een theodoliet en een kunstmatige horizon, gevormd door een kwikspiegeltje b op een plateau voor het objectief. Deze combinatie laat door de kijker van een ster, die de hoogtecirkel van 60° passeert, twee gescheiden beelden zien: één met een ster die vertikaal daalt en één met een ster die vertikaal stijgt. Het moment van het passeren van beide beelden wordt vastgelegd met een chronometer en bepaalt de breedte en lengte van de positie. Op het prisma wordt een los spiegeltje gelegd, waarna met kunstlicht de afregeling plaatsvindt. De cijfers bij de figuren geven de onderdelen en afregelmogelijkheden weer. Er is nogal wat voor nodig om deze metingen 's nachts uit te voeren, wanneer zo tientallen sterren gemeten moeten worden. Het uitgegoten kwik mag niet door wind bewogen worden. Het gaat hier niet om een gedetailleerde beschrijving van de meetmethode te geven, maar om een indruk te krijgen van de moeilijkheid van de waarnemingen. Een latere praktische uitvoering is de Pendulum astrolabe.<sup>413</sup>

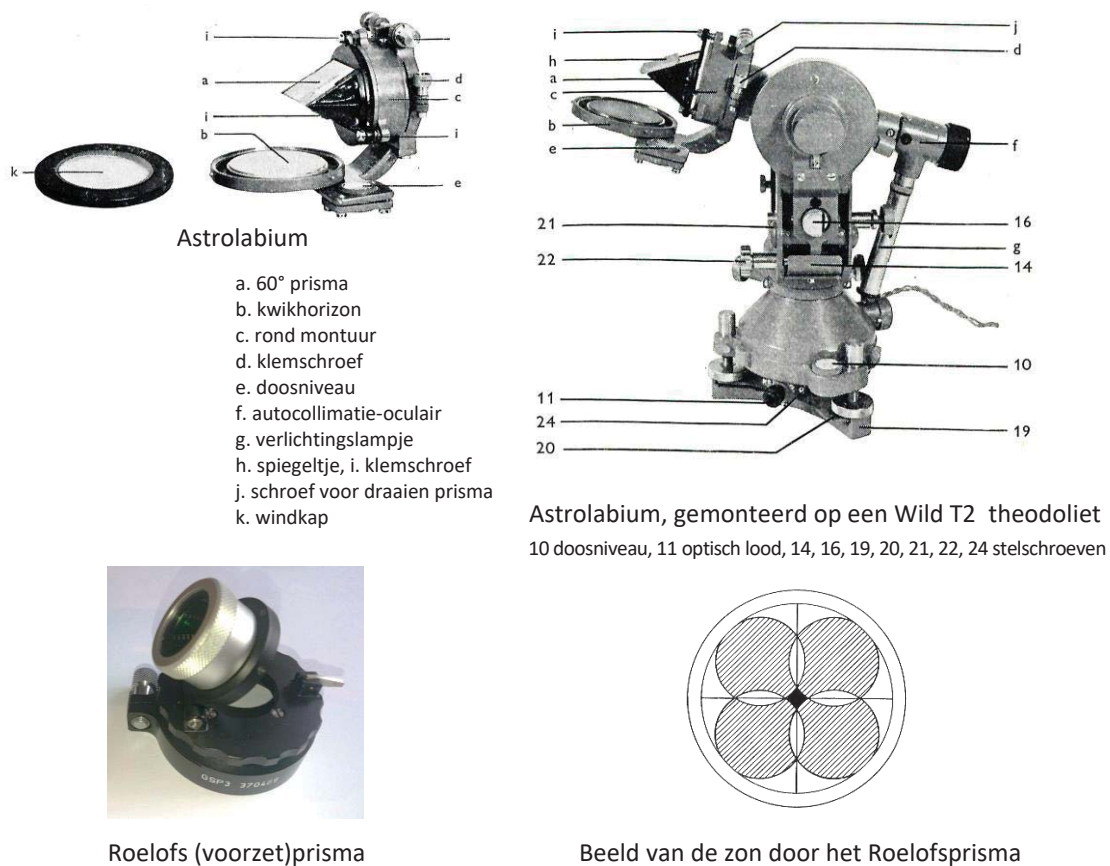


Fig. 4-16 Astrolabium en Roelofsprisma.

<sup>409</sup> *Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1905, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden, de hoofd- en secundaire triangulatie van Zuid-Sumatra, met een kaart*, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1906).

<sup>410</sup> *Universal-Theodolite Wild T2. Instructions for use*, (uitg. Henry Wild surveying instruments, Supply Co. Ltd., Heerbrugg, Zwitserland 1936).

<sup>411</sup> R. Roelofs, *Astronomy applied to land surveying*, (uitg. N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam 1950).

<sup>412</sup> *Hydrografisch opnemen*, uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952.

<sup>413</sup> F.E.J. Dejongh, *Pendulum astrolabe*, uit *De Ingenieur in Indonesië*, 5e jaargang nummer 3, Bandung augustus 1953.

Bij de bepaling van de breedte door hoogtemeting van sterren nabij de meridiaan, werd de hoogte van de zon (of ster in het algemeen) gemeten, wanneer deze precies in de meridiaan het hoogste punt bereikte (culmineert). Een andere methode was het meten van de hoogte van een ster met een theodoliet of sextant naast de meridiaan, even vóór en even na de culminatie. Deze werd aangeduid in de beschrijvingen van de Topografische Dienst met de *circummeridiaanbreedtebepaling* (zoals die toen genoemd werd).<sup>414</sup> Die vond meestal met enkele metingen aan weerszijden van de meridiaan plaats. Er werden vaak 6 hoogten vóór en 6 hoogten na de culminatie gemeten. Dat vereiste een nauwkeurige meting van het tijdstip van elke hoogtemeting met een chronometer of observatiehorloge. De meetresultaten werden gemiddeld en herleid tot de meridiaan. Een *circummeridiaanbreedtebepaling* door hoogtemeting van de zon kon eenvoudig uitgevoerd worden door gebruik te maken van een Roelofsprisma met ingebouwd zonnfilter, dat voor het kijkerobjectief aangebracht werd. Door dit prisma ontstaan vier cirkels van de omtrek van de zon, die samen een vakje in het centrum vormen, zoals in Fig. 4-16 is weergegeven. Dat vakje komt overeen met het middelpunt van de zonnenschijf, zodat het richten en meten met de theodoliet eenvoudiger wordt.<sup>415</sup>

Bij de bepaling van de LHA moest rekening gehouden worden met tijdsvereffening, die eerder besproken is. Voor refractie moest gecorrigeerd worden. De zonsdeclinatie  $\delta$  bij de meridiaansdoorgang volgde uit de nautische almanak. Voor de lengtebepaling moest het tijdstip van de culminatie van de zon nauwkeurig gemeten worden. De vizierlijn van de theodoliet diende zo goed mogelijk in het meridiaanvlak te staan. Het moment dat de zon de verticale haarlijn in de kijker passeerde is dan bepalend. Hiervoor werd bij de TD een doorgangsinstrument of een universaalinstrument gebruikt. Later werd met een Wild T2 theodoliet volstaan. Met de eerder gegeven formule voor de *altitude* kan de tijdsbepaling uit de hoogtemeting van een ster berekend worden. Ook voor deze nauwkeurige bepalingen is een uitgebreid instrumentarium nodig.

De volgende correcties op de waarnemingen moesten gemaakt worden:<sup>416</sup>

- a. Refractie (afbuiging) van de lichtstraal, die luchtlagen van verschillende dichtheid passeert;
- b. Aberratie door de snelheid van de aarde in haar baan en om haar as t.o.v. de lichtsnelheid;
- c. Parallax, doordat niet in het middelpunt van de aarde, maar op het oppervlak wordt waargenomen;
- d. Diameter van de waargenomen diameter van de zon of heldere ster.

ad a. De hoek van waarneming of altitude mag niet kleiner zijn dan  $30^\circ$  om refractie te minimaliseren.

ad b. Een kleine correctie is nodig van de hoek waaronder men de ster ziet, afhankelijk van  $h$ ,  $A$  en  $\lambda$  of  $LHA$ .

ad c. Als de zon wordt waargenomen op de horizon, dan is de parallax  $p = \frac{R}{d} 206265''$  met  $R$  de straal van de aarde en  $d$  de afstand aarde–zon. Dan varieert  $p$  van  $8'',66$  tot  $8'',95$  (gemiddeld  $8'',88$ ).

ad d. Bij waarneming aan een rand van de zon moet voor de halve diameter van de zon gecorrigeerd worden, tenzij gebruik gemaakt wordt van een Roelofsprisma voor het objectief, zodat het midden van de zon voor de metingen zichtbaar gemaakt wordt.

Het hoofd van de triangulatiebrigade ir. J.H.G. Schepers (later buitengewoon hoogleraar aan de TH in Bandung) heeft hier uitvoerig over gerapporteerd. Voor de geografische breedtebepaling werden door de triangulatiebrigade van de Topografische Dienst circummeridiaanswaarnemingen van 2 sterren noord en 2 sterren zuid uitgevoerd, elke ster in drie kijkerstanden. Voor de lengtebepaling is nauwkeurige meting nodig van het tijdsverschil tussen een punt waarvan de lengte bekend is en het gewenste punt. Aanvankelijk werd dat met een chronometer uitgevoerd. Schepers heeft uitgebreid aandacht besteed aan de astronomische plaatsbepalingen in de archipel door Oudemans en zijn medewerkers.<sup>417</sup> Die plaatsbepalingen waren in eerste instantie bedoeld om de zeekaarten van de Marine te baseren op vaste punten, waarvoor een geringere nauwkeurigheid dan voor topografische opnamen nodig was. Echter soms werden zijn resultaten, bij gebrek aan beter daarvoor wel gebruikt.

Met de komst van telecommunicatiekabels in 1870 en radioverbindingen via Radio Malabar na 1923 konden tijdseinen gebruikt worden. In het volgende hoofdstuk 4.2.2 zullen nu eerst de chronometerreizen besproken worden, waarna in hoofdstuk 4.2.3 de telegrafische plaatsbepaling aandacht krijgt.

<sup>414</sup> Jaarverslag TD 1905 p. 3-19.

<sup>415</sup> Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Het zonnepisma van Roelofs: de zon aanmeetbaar als een ster, uit DHC, Jaargang 17, nr. 4, december 2015.

<sup>416</sup> *Hydrografisch opnemen*, uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952.

<sup>417</sup> Ir. J.H.G. Schepers, Prof. dr. J.A.C. Oudemans en diens werkzaamheden als chef van den geografischen dienst, uit Jaarverslag TD 1922.

### 4.2.2 Chronometerreizen

Op Sumatra ligt westelijk het Barisan gebergte, waar triangulatie via de bergtoppen goed mogelijk was. Het zuidoostelijke deel van Sumatra is vlak en moerassig. Het wordt doorsneden door een aantal grote rivieren. Daarom werd daar gekozen voor astronomische plaatsbepaling. In de Lampongse Districten werden die voor het eerst tussen augustus en oktober 1905 uitgevoerd en daarna in maart en april 1906.

Telegrafiesignalen voor geografische lengtebepaling van plaatsen op Java waar telegraafkantoren gevestigd waren, werden al vanaf 1862 gebruikt.<sup>418 419</sup> In Zuid-Sumatra was dat mogelijk in Palembang, dat met een zeekabel verbonden was met het telegrafienetwerk. Verlenging van dat netwerk op land was een kostbare zaak, zodat voor chronometers gekozen werd. In een enkel geval, zoals tussen Palembang en Lahat, werd een telegrafische verbinding gebruikt voor vergelijking van chronometers. Door gebruik van twee of drie chronometers was ook onderlinge vergelijking en hogere nauwkeurigheid mogelijk van de tijdwaarneming. Op Java zijn alleen voor de oriëntatie (azimuth) van het triangulatiernetwerk in Bandung en Genuk (P.520) astronomische plaatsbepalingen uitgevoerd. Deze vonden op Sumatra plaats in het noorden op de Bukit Serati (P.118), T. Batu na Gulang (P.62), Padang (P.2) en G. Dempo (P.71), zie Fig. 5-10.

Voor de breedte of latitude werden *circummeridiaanzenthaafstanden* gemeten met hulp van vier vaste sterren, waarvan twee ten noorden en twee ten zuiden van het zenit(h) culmineerden. De chronometers (tijdmeters) werden per boot verplaatst of moesten met twee handen gedragen worden. De correcties werden uit zenitafstanden tussen een vaste ster in het oosten en een vaste ster in het westen bepaald. Op de kaart in Fig. 4-17 zijn de chronometerreizen tot 1905 langs rivieren of de kust van zuidoost Sumatra aangegeven met getrokken lijnen. De kaart in Fig. 4-18 geeft de astronomisch bepaalde punten tot 1927. Hoewel minder nauwkeurig dan triangulatiemetingen waren deze astronomische punten voldoende als meetkundige basis voor dat dunbevolkte deel van Sumatra.

De locaties van de astronomische stations zijn met een ster en een nummer en de triangulatiepunten met een zwart of rood driehoekje aangegeven. Het centrum was Menggala dat in Fig. 4-17 in het zuidoosten te vinden is. Afhankelijk van de bevaarbaarheid van de rivieren werd getracht met het eindstation zo dicht mogelijk bij het driehoeksnet in het westen te komen, zodat met enkele hoekmetingen een verbinding mogelijk was. Een voorbeeld is Kotabumi (Koeta Boemi in het zuiden in Fig. 4-17) op 1 km van het tertiair triangulatiepunt T.1635. Er werd met twee of drie chronometers gewerkt, zodat enige controle op afwijkingen mogelijk was. Metingen werden steeds in twee richtingen uitgevoerd en gemiddeld om zo betrouwbaar mogelijk de lengtegraad te bepalen. Het aantal astronomische punten in het oosten en de door triangulatie bepaalde punten in het westen was voldoende voor de "wiskundige basis" van de topografische kaarten van Sumatra. Voor grootschalige kaarten vond met secundaire en tertiaire triangulatie een verdere verdichting van het driehoeksnetwerk plaats, waarmee tot schaal 1:25.000 nauwkeurige kaarten verkregen werden.

Bij de astronomische plaatsbepaling, die in hoofdstuk 4.1.1. beschreven is aan de hand van Fig. 4-3, werd de GHA bepaald met de chronometer en de LHA met de sextant uit culminatie van de zon of in het algemeen van een ster, zodat de longitude  $\lambda$  volgens hoofdstuk 4.1.1 uit het verschil van die twee bepaald kon worden. De latitude  $\varphi$  volgde uit de declinatie  $\delta$  van het hemellichaam (uit de almanak) en de altitude  $h$  die met een universaalinstrument, theodoliet of sextant (met kunstmatige horizon) gemeten werd.

Voor azimutsbepaling gebruikte de TD een boussole-theodoliet of bergboussole als in Fig. 4-21. Horstink geeft in hoofdstuk VI van zijn handboek verschillende voorbeelden voor een astronomische azimutsbepaling op de zon, met gebruikmaking van rekenschema's, zoals die in Indië toegepast werden.<sup>420</sup>

Voor de buitengewesten en daarmee Sumatra en Borneo werd in de periode van de chronometerreizen nog gewerkt met de plaatselijke tijd en werden tabellen gehanteerd, die het tijdsverschil of lengteverschil van een aantal plaatsen op Sumatra en Borneo met de Midden-Java-Tijd (M.J.T.) aangaven. Wanneer echter met de zon of de sterren de *ware tijd* op een willekeurige plaats bepaald werd, volgde de *middelbare tijd* uit de som van de *ware tijd* en de *tijdsvereffening* gegeven in Fig. 4-4.

<sup>418</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van die plaatsen op Java waar telegraafkantoren gevestigd zijn*, op gemaakt door den hoofdingenieur van de geographische dienst in Nederlands-Indië, (Batavia 1862).

<sup>419</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Bepaling van het lengteverschil van Batavia en Singapore door middel van seinen met den onderzeeschen telegraafkabel*, Natuurkundig Tijdschrift, (Batavia 1874).

<sup>420</sup> J.Th. Horstink, *Handboek der Landmeetkunde*, voor Nederlandsch Oost-Indië, Band I en II, (uitg. TD, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung 1931).



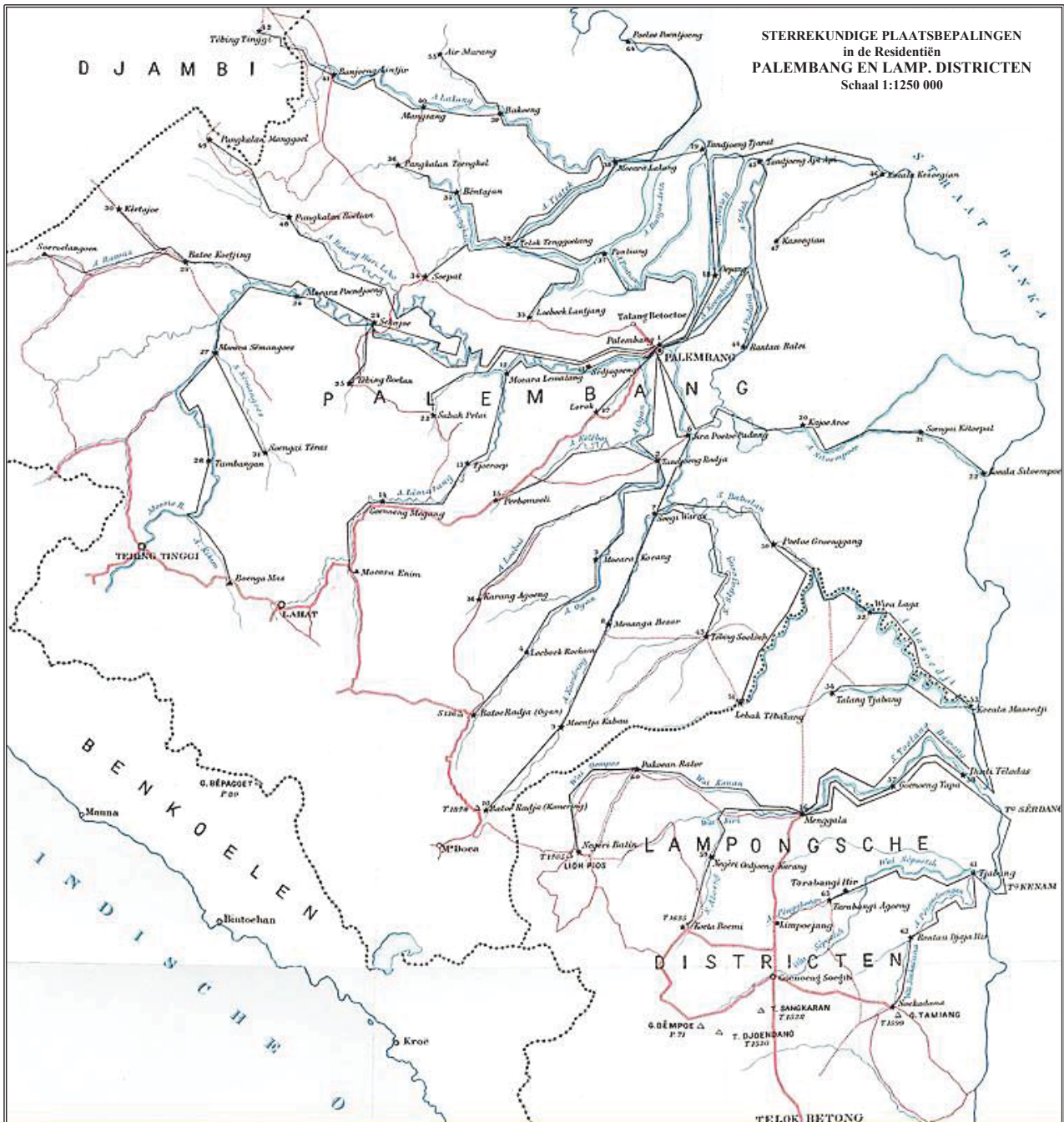


Fig. 4-17 Astronomische metingen (met ★) en chronometerreizen (getrokken lijnen langs rivieren) in Zuid-Sumatra, 1906.

Palembang was verbonden via een telegrafiekabel met Java en kon dus als tijdreferentie voor het ijken van de chronometers gebruikt worden. Zoals te zien is in Fig. 4-17 vonden de chronometerreizen plaats vanuit Palembang op de rivieren richting Jambi in het noordwesten, richting het Barisan-gebergte in het westen en richting de Lampongse districten in het zuiden. Daar werd aansluiting gevonden op het terrestrische netwerk, waarvan de posities weer nauwkeurig bepaald waren. Met 5 tot 9 chronometers werd de middelbare fout respectievelijk  $0^s,14$  en  $0^s,10$  wat voldoende nauwkeurig geacht werd voor de plaatsbepaling.<sup>421</sup>

De gedetailleerde beschrijving van de jaarlijkse voortgang in de jaarverslagen van de Topografische Dienst is een indicatie van het grote belang dat door de regering aan gehecht werd aan de totstandkoming van betrouwbare kaarten op basis van gedegen metingen. Het was daarnaast een verantwoording van de kosten.

<sup>421</sup> Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1906, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden: De hoofd- en secundaire driehoeksmetingen van Zuid-Sumatra met 2 kaarten, De topografische opname van Zuid-Sumatra (residentiën Palembang, Lampongse Districten en Bengkulu), met kaart, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1907).

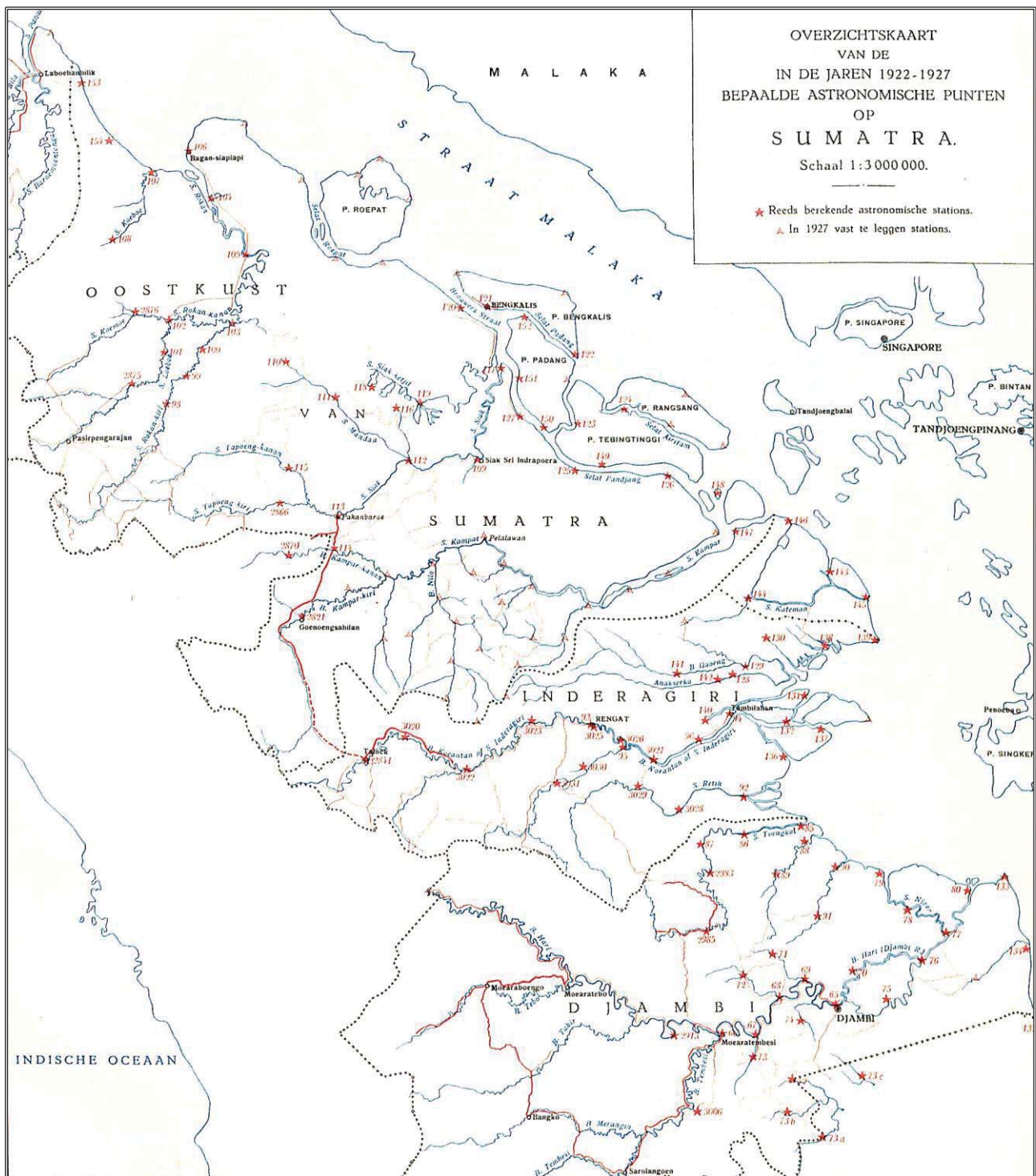


Fig. 4-18 Oost-Sumatra, astronomische punten bepaald in de jaren 1922-1927.<sup>422</sup>

Zoals uit Fig. 4-18 blijkt waren 1922-1927 ca. 100 astronomische stations gemeten en berekend en moesten nog enkele tientallen stations gemeten worden. De astronomisch bepaalde punten langs de kust of de rivieren vormden een voldoende dekkend netwerk voor verdere topografische opnemingen.<sup>423</sup> De meeste bewoners van dit gebied woonden immers langs de kust of de rivieren. Op een enkele uitzondering na vormden de zee en de rivieren de verbindingen tussen de nederzettingen en hoofdplaatsen.

<sup>422</sup> Fig. 4-18 sluit aan ten noorden van Fig. 4-17, zij het dat Fig. 4-18 wel de situatie twintig jaar later weergeeft.

<sup>423</sup> *Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1926, Algemeen overzicht, terreinwerkzaamheden: Verrichtingen van de triangulatiebrigade op Sumatra, Banka (basis), Celebes, Kleine Sunda-eilanden en Java, De topografische opname van Zuid-Sumatra en Jambi, (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1927).*

In West-Borneo koos de TD ook voor astronomische plaatsbepaling, omdat het dunbevolkte en moeilijk toegankelijke gebied zich niet leende voor triangulatie. Een TD brigade voerde daartoe in de periode 1886-1894 verkenningen langs toegankelijke rivieren uit voor het bepalen van locaties voor astronomische stations en het uitvoeren van astronomische metingen.<sup>424</sup> De plaatsen zijn in het kaartje van Fig. 4-19 aangegeven, waarbij ook enkele later gemeten locaties in de Ooster Afdeling van Borneo zijn getekend. West-Borneo is  $4\frac{1}{2}$  x Nederland en had nauwelijks landwegen, maar wel grote moerasgebieden met een aantal lange rivieren, zoals de Sungai Kapuas (1145 km) van Pontianak langs Sintang naar het oosten met onderweg tal van aftakkingen. Oudemans had al in 1863 zes plaatsen op Borneo's Westkust met astronomische waarnemingen vastgelegd en zo de lengteverschillen met Batavia bepaald. Helaas konden slechts twee locaties van Oudemans bij de aanvang van de metingen in 1886 teruggevonden worden. De plaatsbepaling werd uitgevoerd met chronometerreizen over rivieren, waarvoor de brigade totaal acht chronometers beschikbaar had van Hohwû, Casseres en Dent. De ene helft was afgeregeld op sterretijd en de andere helft op middelbare tijd. De chronometers werden eerst uitvoerig getest bij verschillende temperaturen, waarna op basis van de resultaten elk een gewicht voor latere metingen werd toegekend. Dat bleek later nauwelijks bruikbaar door de opgedane veranderingen in nauwkeurigheid bij het transport. Een 8-duims universaalinstrument van Pistor en Martins was beschikbaar voor de astronomische waarnemingen. Het oculair daarvan was voorzien van 7 horizontale en 2 verticale (Europese) spinrag-draden, wat zowel de nauwkeurigheid als de grote kwetsbaarheid van het instrument aangeeft.

Voor de *breedtegraadbepaling* werd weer gebruik gemaakt van circummeridiaanmetingen van zenitafstanden bij parensterren aan weerszijden van een meridiaan. Sterren werden tussen een zenitafstand van  $10^\circ$  en  $30^\circ$  gekozen, enerzijds om voldoende merkbare snelheid van een ster voor de meridiaandoorgang te krijgen en anderzijds om het effect van de refractie zo klein mogelijk te houden (zie ook hiervoor Fig. 4-3). Op deze wijze kon een middelbare fout (standaarddeviatie) van minder dan 1 (boog)seconde verkregen worden, wat op de evenaar bij Pontianak een plaatsnauwkeurigheid van 31 m geeft. Op een kaart met schaal 1:200.000 resulteerde dat in een verschil van  $31/200$  mm (0,15 mm), wat voldoende nauwkeurig was.<sup>425</sup>

Voor de *lengtegraad-bepaling* uit de tijdmetingen met de chronometers was het zaak, dat het transport over water zo weinig mogelijk verstoring van de gang van deze tijdmeters veroorzaakte. Bij stroomversnellingen werden de meters dan ook in de hand langs de oevers gedragen. Door het gemiddelde van de metingen te nemen en de zorgvuldige werkwijze kon de middelbare fout van de tijdsbepalingen met de gebruikte tijdmeters beneden de  $0^s,26$  blijven. Met 1 tijdseconde op de evenaar (of 482 m) geeft dat 125 m, wat op de kaart met schaal 1:200.000 een verschil van 0,6 mm geeft, dat weer voldoende nauwkeurig was voor praktisch gebruik. Op deze wijze zijn in West-Borneo 103 astronomische plaatsbepalingen uitgevoerd.

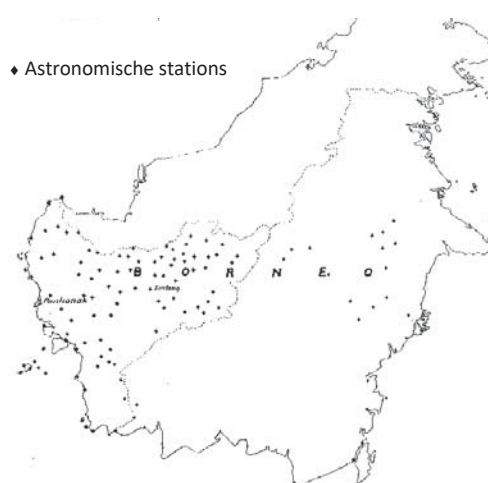


Fig. 4-19 Primaire Triangulatie van West-Borneo met enkele locaties in Oost-Borneo.

<sup>424</sup> J.J.K. Enthoven, Geographische plaatsbepalingen (West-Borneo), Astronomische en andere opmetingen t.b.v. de kartografie, 1886-1894, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1903.

<sup>425</sup> J. van Roon, *De werkzaamheden van den Topographischen Dienst in de Westerafdeling van Borneo (1886-1895)*, (uitg. N.V. Boekh. Visser & Co., Bandoeng 1920).



### 4.2.3 Telegrafische plaatsbepaling

Door de aanleg van intercontinentale telegrafiekabels en telegrafieverbindingen op Java<sup>426</sup> ontstond in 1857 de mogelijkheid van nauwkeurige plaatsbepaling door een lengtegraad-bepaling op basis van telegrafisch overgebrachte tijdsignalen in combinatie met een breedtegraadbepaling. Dit werd al snel door Oudemans na zijn aankomst in Batavia eind 1857 onderkend, zodat na enkele maanden in 1858 al de eerste proeven van lengtebepaling op Java uitgevoerd werden.<sup>427</sup> Door de telegrafist in het kantoor Batavia te vragen zijn seinsleutel in te drukken op de momenten dat de naast hem opgestelde chronometer met de secondewijzer 0, 15, 30 of 45 seconden aanwees en in het kantoor Weltevreden het tijdstip van ontvangst van het telegrafiesignaal te noteren, verkreeg Oudemans inzicht in de reactietijd van zowel de personen als de telegrafie-apparatuur. De aanspreektijd van het relais of van de galvanometer met spiegeltje aan de ontvangtzijde bleek namelijk ook te variëren. Tussen kantoor Weltevreden en de Tijdklep in Batavia vond hij een waarschijnlijke fout van minder dan  $0^s,1$ , wat hem in staat stelde zijn nachtelijke astronomische waarnemingen in het gezondere Weltevreden te doen in plaats van bij de Tijdklep aan de kust. De waarschijnlijke fout in het lengteverschil werd steeds bepaald uit enkele tientallen waarnemingen.

Na goedkeuring door de Regering in juni 1858 van zijn voorstel voor telegrafische plaatsbepaling in verschillende plaatsen in de archipel, konden op Java en in de buitengewesten de plaatsbepalingen starten. Met het universaalinstrument van Repsold of van Pistor en Martins werd eenvoudig de tijdsbepaling van de meridiaandoorgang of zenitafstand met een chronometer, geijkt op het telegrafiesignaal, bepaald. Zo werd tussen de Tijdklep en de observatieplaats Weltevreden het verschil in lengtegraad van  $5^s,24$  gevonden en met het universaalinstrument een zuiderbreedte van de Tijdklep van  $6^{\circ} 7' 36'',6$  vastgesteld. Deze plaatsbepaling zou van groot belang worden, omdat over de Tijdklep de nulmeridiaan gekozen werd.

Door gebrek aan een militair stoomschip voor metingen aan de oostkust van Sumatra besloot Oudemans eerst aan de noordkust van Java telegrafische plaatsbepalingen uit te voeren. Allereerst bepaalde Oudemans met zijn assistent, de geografische ingenieur Jaeger, de lengteverschillen van Batavia met Cirebon en Semarang. Die plaatsen konden per pakketstoomboot bereikt worden. Jaeger richtte in beide plaatsen bij het telegraafkantoor stevige platforms op voor de opstelling van het universaalinstrument. Eerst werd Semarang gemeten. Nadat door onweer verbroken luchtlijnen voor de telegraafverbindingen weer hersteld waren, kon eind oktober 1858 het lengteverschil met Cirebon bepaald worden en evenzo in november het lengteverschil met Surabaya. Uit vergelijking met eerdere triangulatiemetingen werden kleine verschillen in plaatsbepaling door lokale attractie vastgesteld. De gebruikte chronometers waren van Dent en Hohwû.

Door de metingen bij de Tijdklep weer te vergelijken met die in Greenwich kon de lengtegraad bepaald worden. Rekening houdend met fouten in de Nautical Almanac en gebruik van de gemeten waarden in Greenwich voor de maan voor Rechte Klimming, zenitafstand, noordpoolsafstand en parallactische hoek (zie Fig. 4-3) werd voor de lengte van Batavia ten oosten van Greenwich door Oudemans gevonden  $7^u 7^m 12^s,5$  met een waarschijnlijke fout van  $0^s,38$ .

Met chronometers, geijkt met de telegrafiesignalen, bepaalde Oudemans op Java van de plaatsen met een telegrafiekantoor ook zo nauwkeurig mogelijk de coördinaten.<sup>428</sup>

Oudemans bepaalde in 1864, met gebruik van de herstelde zeekabel naar Singapore, het lengteverschil met Singapore en vond zijn eerdere meting van de lengte van Batavia voldoende nauwkeurig.<sup>429</sup> Zijn resultaat is later weer vergeleken met telegrafiesignalen door de kabelverbinding tussen Batavia en Greenwich. Daarbij werd gevonden  $7^u 7^m 13^s,853$  ofwel  $106^{\circ} 48' 27'',79$  ten oosten van Greenwich, een verschil van slechts 1,4 s. Zoals eerder is aangegeven werden deze laatste waarden officieel in een Regeringsbesluit vastgelegd. Directe telegrafische plaatsbepaling bleek de meest nauwkeurige resultaten op te leveren.

<sup>426</sup> Zie hoofdstuk 3.3.1

<sup>427</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de Geografische Dienst in Nederlandsch Indië, januari 1858 – april 1859*, in *Verhandelingen der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlands-Indië* (uitg. Lange & Co, Batavia 1860).

<sup>428</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van die plaatsen op Java waar telegraafkantoren gevestigd zijn*, op gemaakt door den hoofdingenieur van de geographische dienst in Nederlands-Indië dr. J.A.C. Oudemans, (Batavia 1862).

<sup>429</sup> J.A.C. Oudemans, *Bepaling van het lengteverschil van Batavia en Singapore door middel van seinen met den onderzeeschen telegraafkabel*, *Natuurkundig Tijdschrift*, (Batavia 1874).

Tot 1905 werden tijdseinen uitsluitend verspreid via telegrafie over kabelverbindingen. Na 1905 werden via radiozenders op de LG en KG de tijdseinen uitgezonden. Daarbij had de LG het voordeel boven de KG dat de transmissieweg eenduidiger bepaald werd.<sup>430</sup> Voor grote afstanden moet rekening gehouden worden met een vertraging door de lagere voortplantingssnelheid van elektromagnetische signalen door een koperkabel (of een glasvezelkabel). Die ligt in beide gevallen ca. 1,5 x lager dan in vacuum, wat neerkomt op 200.000 km/s. Over een afstand van 12.000 km resulteert dat in een vertraging van 60 ms (milliseconden). Voor LG-radioverbindingen is de tijdvertraging over 12.000 km ca. 40 ms.<sup>431</sup> Dat is door directe waarneming met het oor of oog niet merkbaar, maar wel bij nauwkeurige automatische metingen.

De lengtegraad van de vuurtoren bij Makassar ten opzichte van de Tijdklep bij Batavia was in 1891 met telegrafiesignalen bepaald op  $12^{\circ} 35' 37''$ ,<sup>89</sup>. Deze vuurtoren werd als secundair punt in het triangulatiernet van Zuid-Celebes opgenomen. Door in 1917 het lengteverschil tussen de vuurtoren en de Wenangheuvel met P.56 bij Menado met hulp van telegrafiesignalen te meten, werd een verbinding met het triangulatiernet van Noord-Celebes tot stand gebracht.<sup>432</sup> Bij deze metingen gebruikte ingenieur Schepers aan de ene kant en kapitein Horsting aan de andere kant van de 1765 km lange zeekabel Menado-Balikpapan-Makassar een seinsleutel voor het zenden en een gevoelige galvanometer voor het ontvangen van de telegrafieseinen. De tijdseinen via de kabel werden afgewisseld met telegrafieberichten over de tijden, die door astronomische waarnemingen van sterdoorgangen bepaald werden. Met de tijdseinen werden de chronometers geijkt door naar de galvanometeruitslag te kijken en naar de tik van de chronometer te luisteren (de "oog-oor" methode). Telegrafieberichten werden met een recorder op papierband vastgelegd. Voor de astronomische tijds waarnemingen werden chronometers, afgeregeld op sterretijd (siderische tijd), gebruikt en voor de tijdseinen chronometers, afgeregeld op middelbare tijd.

Zonder verder op de details van de metingen in te gaan wordt al duidelijk dat hier veel waarnemingen en dus foutenbronnen aanwezig waren. Behalve de afwijkingen van de chronometers speelden dan ook persoonlijke equaties (in waarnemingseigenschappen) bij de tijden een belangrijke rol. Daarom wisselden Schepers en Horsting zowel van zend- en ontvangstrichting als van plaats. Met minstens 10 sterwaarnemingen per meting leverde dat een aanzienlijke hoeveelheid meetresultaten op, waarvan weer de middelbare fouten (standaarddeviaties) bepaald werden. Het eindresultaat was  $\lambda_i = 0^{\circ} 21^m 44^s,986$  en na plaatsverwisseling van de waarnemers  $\lambda_{ii} = 0^{\circ} 21^m 45^s,013$ . Het lengteverschil tussen de pilaar P.56 op de Wenangheuvel bij Menado en de Tijdklep van Batavia werd daarmee vastgesteld op  $18^{\circ} 1' 56''$ ,23 en op  $124^{\circ} 50' 33''$ ,28 met Greenwich. Dat was een opmerkelijk goed resultaat, wat ook door latere metingen bevestigd werd.

In het Magnetisch en Meteorologisch Observatorium in Weltevreden werd elke dag (bij heldere hemel) met een transitkijker van Bamberg de meridiaanpassage van sterren bepaald voor het ijken van de astronomische klokken en chronometers. Vanaf 1922 werden de tijdsignalen doorgegeven aan Radio Malabar. Daar stond een ronddraaiend wiel, dat gesynchroniseerd was met de tijdsignalen. Met uitsparingen op het wiel, overeenkomend met de gewenste tijdseinen, werd een relais bediend dat de kleine 100 kW Poulsen vlamboogzender (werkend op een golflengte van 6.000 m) aan of uit schakelde. De Radiodienst in Bandung had een eenvoudige radio-ontvanger ontworpen en gebouwd voor ontvangst van uitgezonden tijdseinen door de TD meetbrigades in de archipel. De eerste toepassingen waren de telegrafische plaatsbepalingen bij Jambi in het oosten van Sumatra. Daarvoor werden twee rondreizende astronomische stations uitgerust met radio-ontvangers, chronometers en een chronograaf voor het registreren van de tijdseinen van Radio Malabar. De tekening in Fig. 4-20 geeft een schema van een astronomisch station. In een tent bevond zich de meetapparatuur, verbonden met de ontvangstantenne en een drukcontact bij de sterrenkijker buiten. Een plaatsbepaling was gebaseerd op herhaalde metingen van minstens zes sterren. Ook hierbij werd weer veel aandacht besteed aan persoonlijke equaties om de fouten in de waarnemingen zo minimaal mogelijk te krijgen. Op deze wijze werden de middelbare fouten in de lengtegraadbepaling zo klein, dat ze vergelijkbaar waren met de huidige satellietplaatsbepaling.<sup>433</sup>

<sup>430</sup> Zie hoofdstuk 3.3.3

<sup>431</sup> Bij satellietverbindingen ontstaat door de grote (meestal schuine) afstand naar de geostationaire satelliet een looptijdvertraging van ca. 250 ms. Een antwoord komt daarom altijd 0,5 s later wat in sommige situaties storend kan zijn. Het effect van de vertragende atmosfeer is gering.

<sup>432</sup> *Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1917, met name Telegrafische bepaling van het lengteverschil Makassar-Menado*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1918) p. 7-27.

<sup>433</sup> Ir. J.H.G. Schepers, *De bepaling van de geografische lengten van de astronomische punten op Sumatra met behulp van draadloze tijdseinen*, uit Jaarverslag TD 1922.

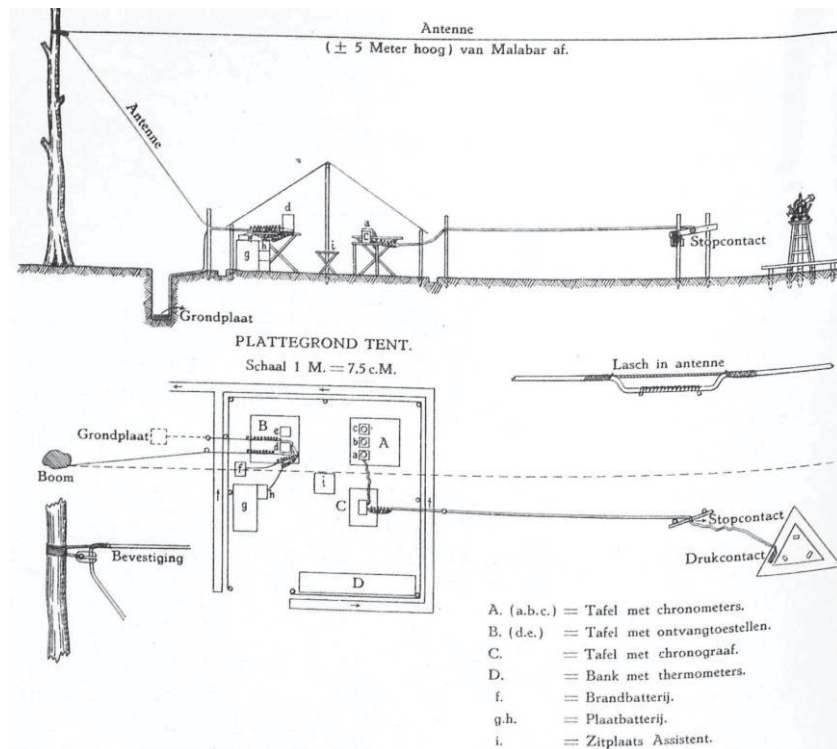


Fig. 4-20 Schema van een astronomisch station in 1922.<sup>434</sup>

Een grotere bron van onnauwkeurigheid vormden de schietloodafwijkingen, die vooral in de nabijheid van het gebergte tot aanzienlijke fouten kon leiden. Daarom werd getracht de plaatsen voor astronomische waarnemingen zover mogelijk van de bergen af te kiezen, wat niet altijd mogelijk was.

Na het gereedkomen van de Bosscha-sterrenwacht bij Lembang in 1928 werden de tijdsignalen vandaar over luchtlijnen naar Radio Malabar verstuurd en dagelijks uitgezonden. Die tijdseinen werden later ook opgevangen door Vening Meinesz, die in zijn onderzeeër via het Panamakanaal op weg was naar Indië.

Over de hele wereld kwamen LG- en KG-zenders beschikbaar, die tijdseinen met een nauwkeurigheid van  $0^s,1$  of beter op regelmatige tijdstippen uitzonden. Met afgesproken codes werden ze herkenbaar en bruikbaar voor het synchroniseren van klokken. Tot de komst van satellieten waren de tijdsignalen nodig voor plaatsbepalingen op zee en op land.<sup>435</sup>

De Bosscha-sterrenwacht bij Lembang met zijn telescopen en het station voor de internationale breedtebepaling ten zuiden van Batavia (met zijn zenithkijker) heeft later, in nauwe samenwerking met de TD, uitgebreide metingen verricht voor de poolbeweging door precessie en nutatie van de aardas.<sup>436 437</sup> Zoals in hoofdstuk 1.3 vermeld is, werd hierover tussen 1929 en 1939 gedetailleerd in de TD jaarverslagen gerapporteerd.

De Bosscha-sterrenwacht werd vooral gebruikt voor het waarnemen van dubbelsterren en parallaxen van zuidelijke sterren. Daarvoor was een grote 60 cm Zeiss refractor-telescoop met 10,5 m brandpuntsafstand op een beweegbare vloer van 11,1 m diameter in de koepel van bijna 15 m diameter opgesteld.<sup>438</sup> De vloer kon met elektromotoren op een gewenste hoogte ingesteld worden.<sup>439</sup> De sterrenwacht is nog steeds in gebruik, zij het dat de oorspronkelijke kijkers tijdens de Japanse bezetting verdwenen zijn.<sup>440</sup>

<sup>434</sup> Met het drukcontact kon de waarnemer buiten, een markering op de chronograafregistratie aanbrengen op het moment van een sterdoorgang. Die markering kon later vergeleken worden met de tijdseinen van de chronometers, die weer vergeleken werden met ontvangen radiosignalen.

<sup>435</sup> R. Roelofs, *Astronomy applied to land surveying*, (uitg. N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam 1950).

<sup>436</sup> De precessie (het tollen van de aardas door aantrekking van de zon van de afgeplatte aarde, zodat de aardas een kegel beschrijft met een halve tophoek van  $23,5^\circ$ ) vindt langzaam plaats met één omwenteling in ca. 26.000 jaar. Momenteel wijkt de richting van de verlengde aardas  $1^\circ$  af van de richting naar de poolster. De nutatie is een combinatie van snellere slingeringen van de aardas door de interne aardmassa van  $0,4''$  in enkele dagen tot  $10''$  in 18,6 jaar.

<sup>437</sup> K. Gsöllpointner, *Poolbeweging*, Jaarverslag TD 1929 p. 100-115.

<sup>438</sup> Henry C. King, *History of the Telescope*, (uitg. Dover Publications New York 1979 (oorspronkelijke uitg. Charles Griffin & Company in 1955).

<sup>439</sup> Dr. A. Pannekoek, *Astronomy* p. 126-132 uit *Science in the Netherlands East Indies*, L.M.R. Rutten editor, Fourth Pacific Science Congress, 1929).

<sup>440</sup> Huib Zuidervaart, Joan Voûte 1879-1963, Een reuzentelescoop op de Bosscha-sterrenwacht te Lembang, uit KNAW, 2008.



## 4.3 Triangulatie

Triangulatie of driehoeksmeting was in de periode tussen de praktische toepassing door Snellius in 1617 en de toepassing van satellieten na 2000, de basis voor het vervaardigen van nauwkeurige topografische kaarten. Door de ervaring in WO I werden daaraan vanaf 1920 ook fotogrammetrische opnemingen toegevoegd. De belangrijkste trigonometrische en fysische geometingen bestaan uit:

- a. Basismetingen
- b. Hoekmetingen
- c. Afstandsmetingen
- d. Hoogtemetingen
- e. Astronomische positiebepalingen
- f. Zwaartekrachtmetingen
- g. Luchtdrukmetingen
- h. Temperatuurmetingen
- i. Luchtvochtigheidsmetingen
- j. Fotogrammetrische metingen

### a. Basismetingen

Voor een triangulatie is het nodig uit te gaan van een nauwkeurig gemeten basis. Bij voorkeur werd uitgegaan van een recht, horizontaal gelegen traject van 4 tot 10 km. Er werd ook wel van een gebroken basislijn gebruik gemaakt (zoals bij Simplak op Java), terwijl zelden een geheel horizontaal traject te vinden was. In dat geval moest voor de knikken en hoogteverschillen gecorrigeerd worden. Aanvankelijk gebruikte men voor de lengtebepaling houten meetstaven van 3 tot 5 m die zo goed mogelijk tegen vochtindringing beschermd werden. Andere materialen, die minder door temperatuurvariaties beïnvloed werden, zoals glas, bimetaal en invar, werden al gauw ingezet. Vooral Jäderin invardraden bleken goed in Indië te voldoen. Met lengtes van 24 m werden die draden tussen nauwkeurig aangebrachte merktekens gespannen. Bij een ingestelde trekkracht b.v. 10 kg werd voor lengteverandering door uitrekking, doorhangings- en temperatuur gecorrigeerd. Meestal werd om de 500 km een basis gemeten om te grote opstapeling van meetfouten te voorkomen. Rondom de basis lagen de hoekpunten van de primaire triangulatie. Vanuit de basis werd de lengte op de primaire zijden van de driehoeken overgebracht. Dat vergde wel direct zicht tussen de basisuiteinden en de hoekpunten van die driehoeken, die veelal gemarkeerd werden met stenen pilaren.

### b. Hoekmetingen

Als eerste werden in Indië locaties voor geschikte punten voor de 1<sup>e</sup> orde triangulatie verkend. Daarbij gebruikte de verkenners zoveel mogelijk bestaande kaarten, zodanig dat bij voorkeur afstanden niet groter dan 50 km en hoeken niet kleiner dan 30° voorkwamen. Ook de bereikbaarheid van de triangulatiepunten (trigs) was van belang om de meetapparatuur er naartoe te kunnen brengen en zo nodig erbij te kunnen bivakkeren. Overdag gebruikte de TD bij de hoekmetingen een baken of signaal. Lukte dat niet door de afstand of beperkte helderheid, dan werd een vuur of een heliotroop gebruikt.<sup>441</sup> Bij metingen 's nachts koos de TD olie-, carbid- of autolampen met een reflector. Daar ging men steeds vaker toe over, omdat 's nachts minder hinder van stof en luchtrillingen werd ondervonden. Op de pilaar werd een theodoliet geplaatst, waarmee een baken, heliotroop of lamp op het naastgelegen trigpunt, dat bij voorkeur niet verder lag dan 50 km, aangepeild werd. Vanaf voldoende hoge bergtoppen waren, onder gunstige omstandigheden, afstanden tot 100 km en soms meer mogelijk. Voor communicatie gebruikte men de heliotroop of lamp als seingever met afgesproken tekens. Vanuit een trig werden soms meer dan 10 punten gemeten. Voor de hoogte van de trig moest gecorrigeerd worden. Deze reductie vond achteraf plaats. Ter controle werden, indien mogelijk, alle hoeken van een driehoek gemeten. Sluitfouten werden over de driehoeken vereffend.

<sup>441</sup> Met een heliotroop wordt het zonlicht door spiegels richting de opnemer gereflecteerd, die daarop zijn meetinstrument kan richten.

### c. Afstandsmetingen

Korte afstanden tot een paar kilometer werden met een meetketting, meetband of meetveer gemeten. Waar mogelijk gebruikte de TD metingen met een baak en een waterpasinstrument of theodoliet met een oculair voorzien van haarlijnen (dit wordt hierna nog toegelicht). Bij minder nauwkeurige metingen gebruikte de TD een tachymeter. Echter in de meeste gevallen, zeker bij afstanden zoals die in het primaire, secundaire en tertiaire net voorkwamen, werd triangulatie toegepast. Door de komst van opto-elektronische en elektromagnetische afstandsmeters, werd na 1950 ook directe meting tot 60 km mogelijk. Ook hier was reductie voor refractie en hoogteverschillen nodig. Het gebruik van lasers maakte afstandsmetingen over aanzienlijk grotere afstanden mogelijk. Met een krachtige laser is nu zelfs de afstand aarde-maan (gemiddeld 384.450 km) te meten.

### d. Hoogtemetingen

Voor hoogtemetingen waren verschillende methoden beschikbaar: trigonometrisch met een theodoliet, barografisch op basis van atmosferische luchtdruk, met een hypsometer door bepaling van het kookpunt van water en hydrostatisch op basis van communicerende vaten. Trigonometrische hoogtemeting was het nauwkeurigst. Barografische hoogtemeting met een aneroïde barometer had de voorkeur, vooral wanneer bergen en vulkanen beklommen moesten worden. De verschillende methoden komen nog aan de orde.

### e. Astronomische positiebepalingen

Astronomische positiebepaling op land werd met een universaalinstrument of een theodoliet in combinatie met een chronometer en zo mogelijk een radio-tijdsignaal uitgevoerd. Op zee werd een sextant gebruikt in combinatie met een chronometer. Voor sterdoorgangen werd indien mogelijk een transitinstrument gekozen.

### f. Zwaartekrachtmetingen

Voor het bepalen van schietloodafwijkingen werden, naast astronomische en geodetische metingen, wel zwaartekrachtmetingen uitgevoerd, zoals de genoemde metingen door Vening Meinesz. Metingen konden ook nuttig zijn voor bepaling van een optimaal meetpunt ter voorkoming van lokale aantrekking door massa.

### g. Luchtdrukmetingen

Luchtdrukmetingen, bij correcties voor refractie en hoogte, deed men bij voorkeur met kwikbarometers. Later gebruikte de TD ook nauwkeurige temperatuur-gecompenseerde aneroïde barometers.

### h. Temperatuurmetingen

Temperatuurmetingen vonden overal waar mogelijk plaats voor correcties en reductie van meetwaarden, die beïnvloed werden door temperatuurvariaties. Meetinstrumenten vertoonden temperatuurafhankelijke waarnemingen, waar zoveel mogelijk voor gecorrigeerd werd. Door bodemstraling konden verkeerde waarden gemeten worden. Er werden normale kwikthermometers gebruikt maar ook aspiratie en natte-bol thermometers, die rondgeslingerd werden.

### i. Luchtvochtigheidsmetingen

Luchtvochtigheid was van belang voor nauwkeurige hoogtemetingen. De dampspanning werd gemeten met een natte-bol thermometer of een psychrometer.

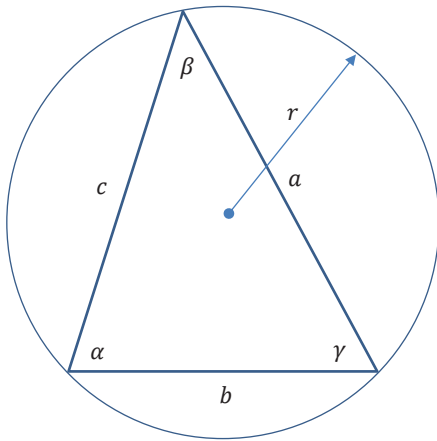
### j. Fotogrammetrische metingen

Fotogrammetrische opnamen werden met een camera vanuit een ballon of vliegtuig uitgevoerd om daarna de foto-opnames te verwerken tot bruikbare informatie voor het vervaardigen van kaarten.

Hoekmeting, basismeting, hoogtemeting en afstandsmeting zijn de belangrijkste geometingen bij triangulatie; enkele meetprincipes zullen hierna uitvoeriger aandacht krijgen.

### 4.3.1 Hoekmeting en basismeting

Het principe van triangulatie berust op meting van de hoeken van een driehoek, zodat met de lengte van één zijde de afmeting daarvan bepaald is. Als van een driehoek twee hoeken en de lengte van één zijde bekend zijn dan kunnen de overige zijden en hoek met de cosinus- of sinusregel uitgerekend worden.<sup>442</sup>



#### Trigonometrie (goniometrie)

Voor een driehoek met zijden  $a$ ,  $b$  en  $c$  met respectievelijk de overstaande hoeken  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$  geldt:

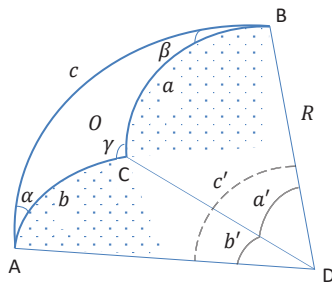
##### cosinusregel

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \\ b^2 &= c^2 + a^2 - 2ca \cos \beta \\ c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \end{aligned}$$

##### sinusregel

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = 2r$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$



#### Sferische trigonometrie (boldriehoeksmeting)

Voor een bolsegment met zijden  $a$ ,  $b$  en  $c$  in graden of radialen (overeenkomend met hoeken  $a'$ ,  $b'$  en  $c'$ ) met respectievelijk de overstaande hoeken  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$  geldt:

##### cosinusregel

$$\begin{aligned} \cos a &= \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos \alpha \\ \cos b &= \cos c \cdot \cos a + \sin c \cdot \sin a \cdot \cos \beta \\ \cos c &= \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos \gamma \end{aligned}$$

##### sinusregel

$$\frac{\sin \alpha}{\sin a} = \frac{\sin \beta}{\sin b} = \frac{\sin \gamma}{\sin c}$$

##### sferisch excès $E$

$$E = \alpha + \beta + \gamma - \pi$$

##### oppervlak bolsegment $O$

$$O = \frac{\pi R^2 E}{180}$$

Bij grote afstanden werd rekening gehouden met de kromming van de aarde door gebruik van een boldriehoeksmeting. Het sferisch excès  $E$  is het verschil tussen de som van de drie hoeken met  $180^\circ$  of met  $\pi$  radialen. Een sferische driehoek met hoeken  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$  kan zo vervangen worden door een vlakke driehoek met overeenkomstige zijden en met hoeken:<sup>443</sup>  $\alpha' = \alpha - \frac{1}{3}E$ ,  $\beta' = \beta - \frac{1}{3}E$  en  $\gamma' = \gamma - \frac{1}{3}E$ .

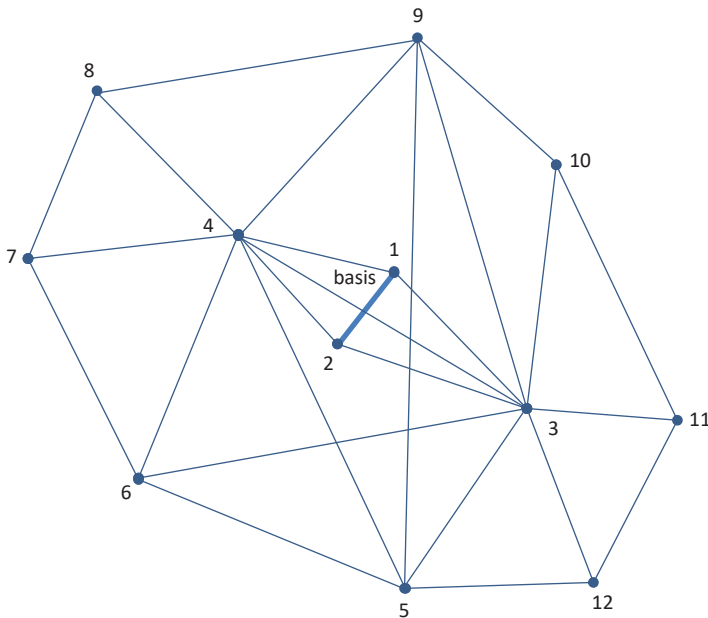
Op de aarde met straal  $R = 6.371$  km heeft een gelijkbenige driehoek met zijden van 21 km een oppervlak van  $393 \text{ km}^2$  en is het excès ca. 1 boogseconde, zodat de hoeken van een vlakke driehoek elk  $\frac{1}{3}''$  kleiner zijn.

<sup>442</sup> Robert D. Carmichael, Edwin R. Smith, *Mathematical Tables and Formulas*, 1<sup>e</sup> editie USA 1931, (uitg. Dover Publications, New York 1962).

<sup>443</sup> Dit is de regel van Legendre, die zowel op de bol als op de ellipsoïde geldt.



Vanaf een 4 tot 10 km lange basis werden de hoeken gemeten, waarmee door vergroting, grotere zijden van de aansluitende driehoeken bepaald werden. De lengte van de basis diende zo nauwkeurig mogelijk gemeten te worden. Verificatie was mogelijk door de drie hoeken van een driehoek te meten. De som van de drie hoeken is  $180^\circ$  bij niet al te grote driehoeken, waarbij het sferisch effect nog verwaarloosbaar is.



#### Triangulatie in Nederlands-Indië

Meting van de basis 1-2 door een nauwkeurige lengtemeting.

Meting in de rhombus 1-2-3-4 van hoeken in driehoeken 1-2-3, 1-2-4 en 1-3-4 of 2-3-4, resultatenverificatie met berekeningen.

Meting in de vergrote rhombus 3-4-5-9 van alle overige hoeken, zodat vanuit de basis, de lengtes van de rhombuszijden bepaald worden voor verdere triangulatie met de punten 5-12.

Reductie voor hoogteverschillen, luchtdruk, temperatuur en atmosferische refractie.

Berekening van driehoeken ter verificatie en vereffening van meetfouten over de hoeken.

Aan landmeten en waterpassen werd veel aandacht besteed. Het gebruik van de meetinstrumenten, de meetfouten, de invloed van de atmosfeer door temperatuur, vochtigheid en luchtdruk, de geografische beperkingen door bergen, vulkanen en kromming van de aarde werden in de verslagen van de Topografische Dienst uitvoerig behandeld.

Het gebruik van boussole instrumenten (zoals in Fig. 4-21) was aantrekkelijker dan in Europa door het kleinere effect van geografische en jaarlijkse variatie van het magnetische noorden. Bovendien kon bij afwezigheid van kerktorens of vaste oriëntatiepunten zo eenvoudiger het azimut bepaald worden. Dit vereiste een andere benadering dan in Nederland, zodat daarmee rekening gehouden werd. Een overzicht van de gebruikte meetinstrumenten en hulpmiddelen is gegeven in **Annex 8.9**. Een deel daarvan is gespaard gebleven; enkele staan nog in de eerder genoemde musea of in hun depots.

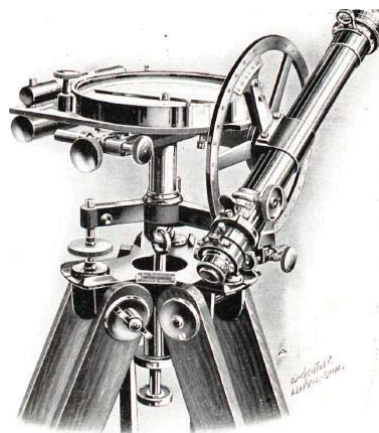


Fig. 4-21 Bergboussole of Boussole tranche-montagne.

## Hoekmeting met boussole en theodoliet

Voor hoekmetingen waren vanaf 1850 al verschillende hoekmeetinstrumenten beschikbaar.<sup>444</sup> Met name Duitse leveranciers zoals Repsold, Pistor & Martins, Wanschaff, Breithaupt, Hildebrand, Zeiss en later de Zwitserse leveranciers Wild, Kern en Leica waren erg in trek. Daarnaast werd met Engelse en Nederlandse leveranciers gewerkt, zoals Troughton & Simms, Becker en Buddingh en De Koningh.<sup>445 446</sup> De instrumenten werden bij de Topografische Dienst in Batavia-Weltevreden zelf onderhouden en afgeregeld.<sup>447 448 449</sup> Enkele voorbeelden van gebruikte meetinstrumenten zijn in Fig. 4-22 t/m Fig. 4-26 weergegeven (zie ook **Annex 8.9**).



Fig. 4-22 Bergboussole van Hildebrand.

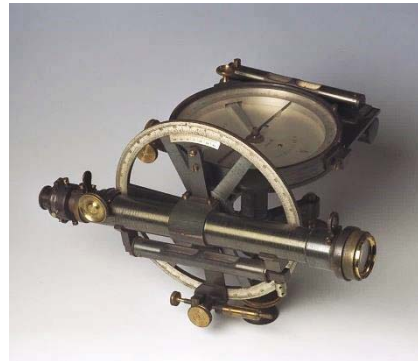


Fig. 4-23 Bergboussole van De Koningh.

De bergboussole heeft een kijker die asymmetrisch geplaatst is. Door de kijker door te slaan (kijker links en kijker rechts) en van de afgelezen waarden het gemiddelde te nemen wordt asymmetrie gecompenseerd. Voor grote afstanden kan de asymmetrie verwaarloosd worden. Voor astronomische waarnemingen en primaire metingen werden nauwkeurige theodolieten gebruikt, waarvan hierna enkele voorbeelden zijn gegeven. Bij meridiaandoorgangswaarnemingen voor tijdsbepaling werden transitinstrumenten toegepast.



Fig. 4-24 Astronomische theodoliet van Wanschaff.



Fig. 4-25 Universaalinstrument van Pistor en Martins.

<sup>444</sup> *De meetinstrumenten in gebruik bij den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië*, (met platen) samengesteld bij de V/le afdeling van het Departement van Oorlog (onderafdeeling Topographische Dienst), (uitg. G. Kolff & Co. Batavia 1893).

<sup>445</sup> Anita McConnell, *Instrument makers of the world. A history of Cooke, Troughton & Simms*, (uitg. University of York, W. Sessions Ltd, York 1992).

<sup>446</sup> F. Hartman, 100 jaar instrumenten- en apparatenfabriek De Koningh, uit Arnhem de genoeglijkste, jaargang 23 nr. 1 maart 2003.

<sup>447</sup> *Beknopt voorschrift betreffende de opstelling, het onderzoek en de regeling van de Boussole Tranchemontagne*, (uitg. Topographische Dienst, Landsdrukkerij, Batavia 1902).

<sup>448</sup> L.A. Bakhuis (gepensioneerd Majoor bij het OI leger), *Handleiding voor het bepalen van de Correctie eener boussole en het bepalen van den tijd*, (uitg. Topografische Dienst Nederlands-Indië, Weltevreden).

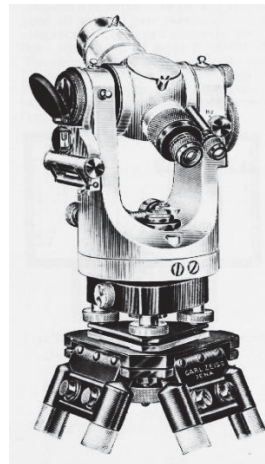
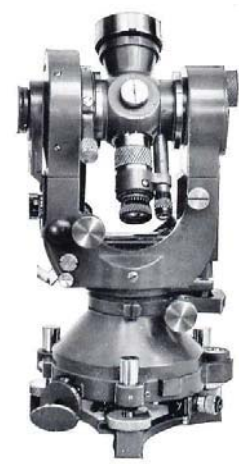
<sup>449</sup> Ing. Dr. Th. Dokulil, *Herstellung und Justierung geodätischer Instrumente*, Teil II, (uitg. Verlag der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, Berlin 1911).



Boussole-theodoliet van Heyde



Breithaupt

Zeiss II <sup>450</sup> <sup>451</sup>Wild T2 <sup>452</sup>Fig. 4-26 Theodolieten gebruikt in Nederlands-Indië. <sup>453</sup> <sup>454</sup>

Verificatie van de meetresultaten, na correctie voor refractie door de atmosfeer en reductie voor hoogte met vereffening van meetfouten, vergde uitgebreide wiskundige berekeningen. Hierbij werd gebruik gemaakt van trigonometrie, waarschijnlijkheidsrekening, logaritmetafels en goniometrische tabellen. Na de uitvindingen van mechanische rekenmachines door geleerden als Wilhelm Schickard (1592-1635), Blaise Pascal (1623-1662), Gottfried Leibnitz (1646-1716) en later Charles Babbage (1791-1871) kwamen pas eind 19<sup>e</sup> eeuw betaalbare mechanische rekenmachines op de markt. Daarmee werd het mogelijk een aantal belangrijke functies bij geodetische berekeningen te ondersteunen, zodat resultaten sneller beschikbaar kwamen. De komst van elektronische (zak)rekenmachines en computers na 1965 hebben geodetische berekeningen aanzienlijk eenvoudiger gemaakt. Geavanceerde programmatuur, geautomatiseerde meetinstrumenten en satellietssystemen als GPS hebben dat enorm versneld. <sup>455</sup>

De onnauwkeurigheden waarmee rekening gehouden moest worden waren:

- Fouten bij de lengtebepaling van de gemeten basis;
- Refractie (lichtbreking bij waarneming) door de atmosfeer, afhankelijk van temperatuur en luchtdruk;
- Vorm van de aarde, kromming van de meridiaan door aardafplatting en vorm van de gekozen ellipsoïde;
- Hoogteverschillen van gemeten driehoekspunten bij bepaling van horizontale afstanden;
- Schietloodafwijkingen door aantrekking van een bergmassief of onregelmatigheid van de aarde van het schietlood, waarmee een hoekmeetinstrument “verticaal” op een meetpunt werd gesteld;
- Meetinstrumentfouten en menselijke fouten, zoals richtfouten en afleesfouten;
- Berekeningsmethoden voor bepaling van de gewenste grootte uit de gemeten waarden;
- Astronomische plaatsbepaling voor de positionering op de aarde.

### Basismetting

Door de hoge vochtigheid, temperatuurvariaties en insecten (witte mieren) waren houten meetstaven, zoals vaak in Europa werden toegepast, niet geschikt voor de tropen. Meetkettingen bleken uit eerdere metingen te onnauwkeurig te zijn. De basislengte van 4 tot 10 km moest zo nauwkeurig mogelijk gemeten worden, aangezien die bepalend was voor de te behalen nauwkeurigheid van de triangulatiemetingen. Voor de basismettingen op Java onder leiding van Oudemans werd gebruikt gemaakt van een Repsold basismettingapparaat.

<sup>450</sup> Zeiss Theodolit II, und Zusatzrichtungen. Gebrauchs- und Justieranweisung, (uitg. Carl Zeiss, Jena 1936).

<sup>451</sup> Carl Zeiss - A History of a most respected name in optics, Zeiss 2005.

<sup>452</sup> Universal-Theodolite Wild T2. Instructions for use, (uitg. Henry Wild surveying instruments, Supply Co. Ltd., Heerbrugg, Zwitserland 1936).

<sup>453</sup> Wichmann-Hauptkatalog. Zeichengeräte, Vermessungsinstrumente, etc., (uitg. Gebr. Wichmann, 20<sup>e</sup> Ausgabe, Berlijn 1939).

<sup>454</sup> Jordan, Eggert, Kneissl, Handbuch der Vermessungskunde, Band II, Kapitel V, Der Theodolit ..., (uitg. Metzler, Stuttgart 1963), p. 233-389.

<sup>455</sup> Jan van Sickle, GPS for Land Surveyors, (uitg. Taylor & Francis group USA, 1<sup>e</sup> druk 1996, 2<sup>e</sup> druk 2001, 3<sup>e</sup> druk 2008, 4<sup>e</sup> druk 2015).



De invloed van temperatuurvariaties op de lengte werd gemeten door gebruik te maken van naast elkaar gelegen zinken en ijzeren meetstaven, waarvan de lengte-uitzetting werd vergeleken. De geijkte staven werden tot lengtes van 10 meter achter elkaar gelegd. Met meetmicroscopen kon de lengte op een micrometertrommel in microns afgelezen worden en was het mogelijk zelfs kleinere waarden te schatten. Een comparator maakte vergelijking van de meetstaven met de meegeleverde standaardmeter mogelijk. Voor een basis werd bij voorkeur een stabiel vlak terrein gezocht. Direkte zonnestraling op de meetstaven en apparatuur moest zoveel mogelijk vermeden worden. Daarvoor werd gebruik gemaakt van tenten en parasols. Metingen konden alleen in het droge seizoen plaatsvinden. Elke basis werd in twee richtingen gemeten, zodat maanden nodig waren voor het opmeten van een basis van 4 tot 10 km. De basis werd tweemaal vergroot met een omliggend rhombus netwerk, zodat aansluiting voor verdere triangulatie met grotere driehoeken kon plaatsvinden. In de periode 1873-1877 vond opmeting plaats van een basis voor West-Java bij Simplak, voor Midden-Java bij Logantong en voor Oost-Java bij Tangsil.<sup>456 457</sup>

De opstelling en gemeten basis worden met Fig. 4-27 verduidelijkt. Hierin is de opstelling van de meetstaven, voorzien van een omhulling en ondersteuning door statieven getekend. De uitlijning vond plaats met een waterpasinstrument en met microscopen werd de aansluiting van de meetstaven bepaald. De basismeting moest altijd met grote zorgvuldigheid en nauwkeurigheid plaatsvinden. Aanvankelijk werden ijzeren meetbanden of meetstaven gebruikt, zoals in het Repsold meettoestel, die gecorrigeerd werden voor temperatuuruitzetting.

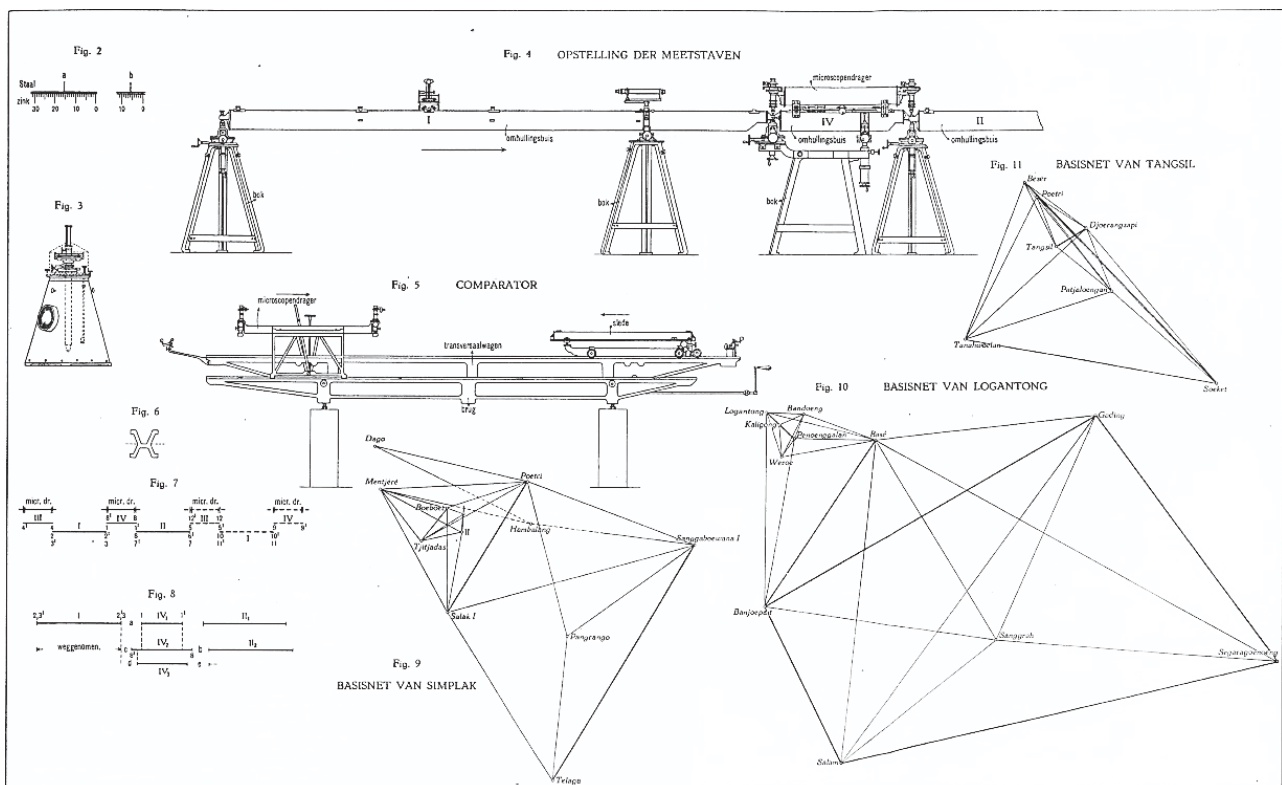


Fig. 4-27 Repsold basismmeetapparaat, zoals toegepast op Java bij Simplak, Logantong en Tangsil.

<sup>456</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Die Triangulation von Java, Niederländisch Ost-Indien*, Teil 1-6, 1875-1900:

Erste Abtheilung: *Vergleichung der Massstabe des Repsoldschen Basismessapparates mit dem Normalmeter*, Batavia 1875.

Zweite Abtheilung: *Die Basismessung bei Simplak*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1878).

Dritte Abtheilung: *Ergänzungen zu den beiden ersten Abtheilungen. Genaue Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Normalmeter und dem Metre des Archives. Das Basisnetz von Simplak. Die Basismessungen bei Logantong und bei Tangsil, sowie die beiden dazu gehörenden Basisnetze*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1891).

Vierte Abtheilung: *Das primaire Dreiecknetz*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1895).

Fünfte Abtheilung: *Ergebnisse der Triangulation zweiter Ordnung*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1897).

Sechste und letzte Abtheilung: *Die Höhen-, Breiten- und Azimuthbestimmungen die Lothabweichungen im Sinne des Meridians und des Parallels. Nebst einem Anhang: Geschichtliches über die Terrestrische Refraktion*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1900).

<sup>457</sup> Dr. J.D. van der Plaats, *De basismetingen op Java* (ingebonden met het *Overzicht graadmetingen in Nederland*), (uitg. J. v. Druten, Utrecht 1889).

Met de uitvinding rond 1900 door dr. Guillaume van de metaallegering invar, bestaande uit 36% nikkel en 64% staal werd de uitzetting door temperatuur gereduceerd tot 1/100 van die van staal alleen. Guillaume was werkzaam bij het Internationaal Bureau voor maten en gewichten te Breteuil bij Parijs. Hij heeft voor het onderzoek van ijzer-nikkel legeringen en de uitvinding van invar de Nobelprijs gekregen. Voor de basismetingen op Sumatra werd een toestel met invardraden aangeschaft. Het werd ontworpen door de Zweedse hoogleraar Jäderin en was aanzienlijk goedkoper en hanteerbaarder dan eerder gebruikte basismet-toestellen. De draden van 24 m lengte werden gehard en kunstmatig gerekt om latere lengteveranderingen te minimaliseren. Door zorgvuldig de draden met een gecontroleerde trekkracht te spannen werd een basis bij Sampun in Sumatra met een lengte van gemiddeld 6666,47618 m gemeten.<sup>458 459</sup>

Fig. 4-28 en Fig 4.29 zijn voorbeelden van de triangulatie in het basisnet bij Sampun, Sumatra's Oostkust, gemeten in 1910 en van Tondano in Noord-Celebes, gemeten in 1916-1917. Bij Sampun werd de basis A-B overgedragen op de rhombus Pintau – Tenaro – Tanduk – Benua-Kutu. Bij Tondano vormde de basis A-B met de hoekpunten C en D een rhombus. Door meting van de hoeken 1-16 werden de afmetingen van deze rhombus op de vergrote rhombus D-E-C-F overgebracht, zodat de verdere triangulatie kon plaatsvinden. De basis A-B was zo overgedragen op E-F. Beide metingen zijn verricht met het Jäderin basismetstoestel.

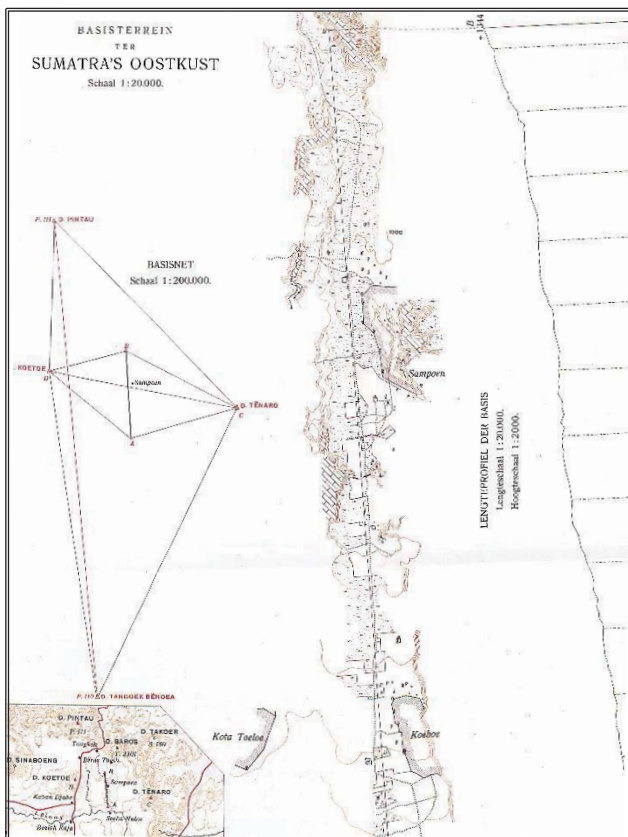


Fig. 4-28 Sumatra, basisnet bij Sampun 1910.

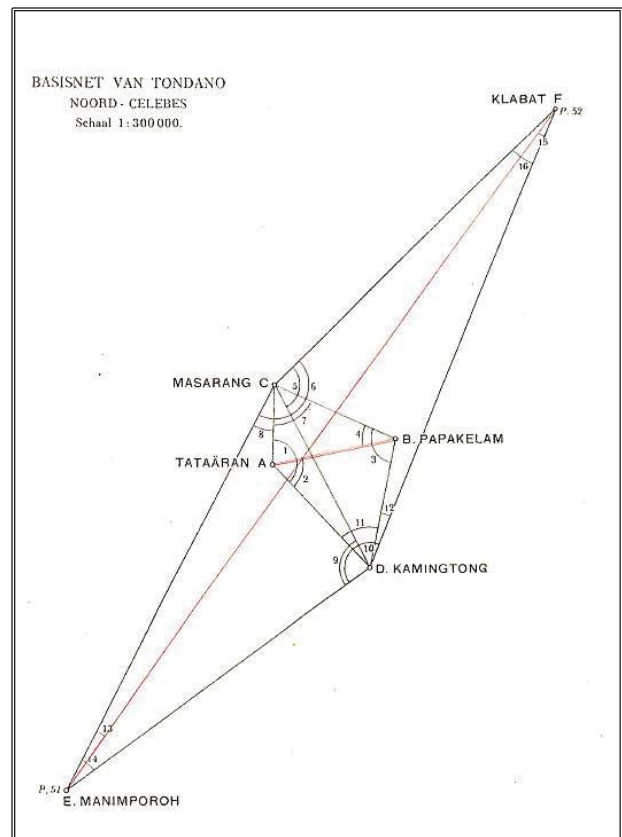


Fig. 4-29 Noord-Celebes, basisnet bij Tondano 1917.

Het lengteverschil tussen het net van Noord-Celebes (P. 56 op de Wenangheuvel bij Menado) met het net van Zuid-Celebes (op de vuurtoren van Makassar) werd telegrafisch bepaald. De vuurtoren was al in 1891 telegrafisch bepaald op  $12^{\circ}35'37''89$  OL van de 0-meridiaan over Batavia (Tijdbal of Tijdklep).

Dit leverde op  $5^{\circ}26'18''34$  ten oosten van Makassar, ofwel  $3^{\circ}1'56''23$  OL van de middenmeridiaan van Celebes, wat weer overeenkwam met  $18^{\circ}1'56''23$  OL van de Tijdklep Batavia, ofwel  $124^{\circ}50'33''28$  OL van Greenwich.

<sup>458</sup> Jaarverslag TD 1910 p. 209-285.

<sup>459</sup> Ir. J.H.G. Schepers, *Het invarmetaal en zijne toepassing bij de nieuwe basismetingen in Nederlandsch-Indië*, Algemeen Ingenieurscongres, (uitg. Drukkerij de Unie, Weltevreden Batavia 1920).

### 4.3.2 Hoogtemeting en waterpassen

Hoogtemetingen kunnen uitgevoerd worden op basis van verminderende luchtdruk van de atmosfeer bij toenemende hoogte. Het kan ook door waterpassing, trigonometrische metingen of bepaling van het kookpunt van water, dat afneemt bij toename van hoogte. Met satellieten kunnen geometrische hoogtes bepaald worden.

#### Barometrische hoogtebepaling

Na de eerste experimenten van Blaise Pascal (1623 –1662) in 1648 op de Puy de Dôme in Frankrijk werden barometrische hoogtemetingen steeds vaker toegepast. Voor Indonesië geldt bij 20°C (tot 1000 m) dat 100 m stijging een daling van 1 cm kwikdruk geeft (ofwel 1 hPa per 8 m). De dagelijkse variatie van de luchtdruk is aanzienlijk kleiner dan in Europa en bovendien komen er nauwelijks depressies voor. Een barometer, zoals gebruikt wordt in Europa voor weersvoorspelling, heeft in Indonesië dan ook weinig zin. Een barometer is daarom bij uitstek geschikt als hoogtemeter in Indonesië. De grafiek in Fig. 4-30 laat zien dat de maximale variatie over de dag, gemeten op verschillende hoogtes, enkele mm bedraagt. Dit is een stabiel patroon het hele jaar door. Maxima en minima treden op 's morgens rond 4 uur en 10 uur, 's middags rond 16 uur en 's avonds rond 10 uur, zoals de grafiek laat zien. Het ijken kan het best plaatsvinden tijdens de nuldoorgangen rond 6 uur, 12:30 uur en 19:30 uur. Jaarlijkse variaties zijn  $\pm 1$  mm.<sup>460</sup> Tot de uitvinding van de aneroïde (vloeistof loze) barometer in 1847 door de Fransman Vidi (1805-1860), werd luchtdruk gemeten met verticale kwikbarometers van ca. 1 m lang. In Nederlands-Indië werd vaak de robuuste Fortin barometer (of type Kew), opgehangen aan een driebeinig statief, gebruikt. Die kon eenvoudig op het kwik-referentieniveau afgeregeld worden.<sup>461</sup> De gemiddelde luchtdruk op zeeniveau kwam overeen met een kwikkolom van 76 cm. Tot eind 19<sup>e</sup> eeuw werden voor hoogtemetingen gebaseerd op luchtdrukmetingen in Indië vooral kwikbarometers toegepast. Naarmate de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de aneroïde barometers toenamen, werden de kwetsbare kwikbarometers vervangen door compacte, temperatuur-gecompenseerde aneroïde of doosbarometers, zoals ze in Nederlands-Indië genoemd werden.

Het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium in Batavia verzamelde gegevens omtrent het verloop van de luchtdruk tussen de zeespiegel en 3000 m op verschillende plaatsen en hoogten. De gemiddelde barometerstand, gereduceerd naar zeeniveau was 75,94 cm kwikdruk, dus afgerond 76 cmHg. Aangezien kwik een grote temperatuurcoëfficiënt heeft moest wel voor de temperatuurverandering door hoogteverschil gecorrigeerd worden. De temperatuurdaling van 10° Celsius bij een stijging van 1600 m vergde een correctie van 0,25 cmHg van de luchtdrukverandering, die daarbij 1 cmHg per 100 m bedraagt. Dus een stijging tot 1600 m gaf een luchtdrukverlaging van 16,0 cmHg, zodat met de temperatuurverandering de verlaging van de stand van een kwikbarometer 16,25 cmHg bedroeg.

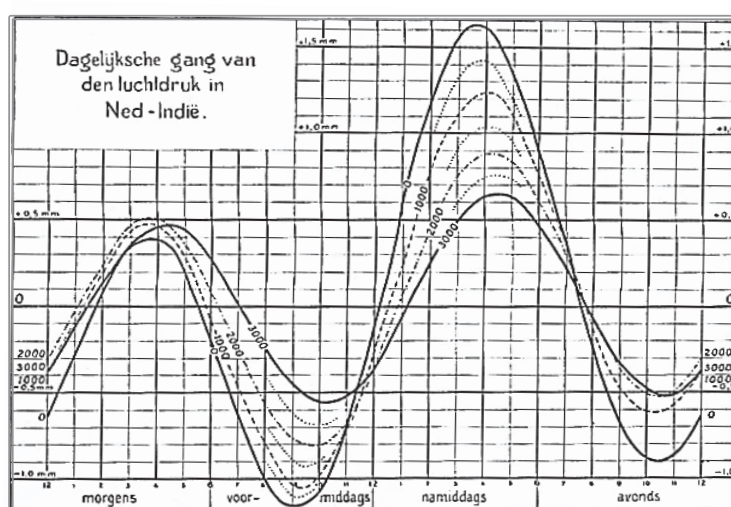


Fig. 4-30 Dagelijkse luchtdrukvariatie in Nederlands-Indië (in 0,1 mmHg) voor verschillende hoogtes.

<sup>460</sup> R. Montigel, *Barometrische hoogtemeting in de tropen*, Topografische Dienst in NI, Verhandelingen No. 2, (uitg. Topogr. Dienst, Weltevreden 1927).

<sup>461</sup> W.E. Knowles Middleton, *The History of the Barometer*, (uitg. J. Hopkins Press, Baltimore 1964, reprint Baros Books, Trowbridge, Wiltshire, England 1994).

<sup>462</sup> Edwin Banfield, *Barometers: Stick or Cistern Tube*, (uitg. Baros Books, Trowbridge, Wiltshire, England 1985).



## Hoogtebepaling en afstandsmeting door waterpassing en hoekmeting

Nauwkeurige waterpassing voor het vaststellen van het hoogteverloop op Java werd pas vanaf 1924 uitgevoerd. Daarbij werd als nulreferentie (datum) het gemiddelde zeeniveau in Tanjung Priok genomen, vastgelegd met een bout in de kademuur. Dit niveau kwam overeen met 2 m boven de laagste waterstand. Voor de hoogtemeting werd gebruik gemaakt van een waterpasinstrument of een (boussole-)theodoliet op statief en tachymetrische bakens. Met deze bakens kon tevens de afstand redelijk nauwkeurig bepaald worden. Het principe van de toegepaste hoogtemeting en afstandsmeting kan eenvoudig aan de hand van Fig. 4-31 verduidelijkt worden.

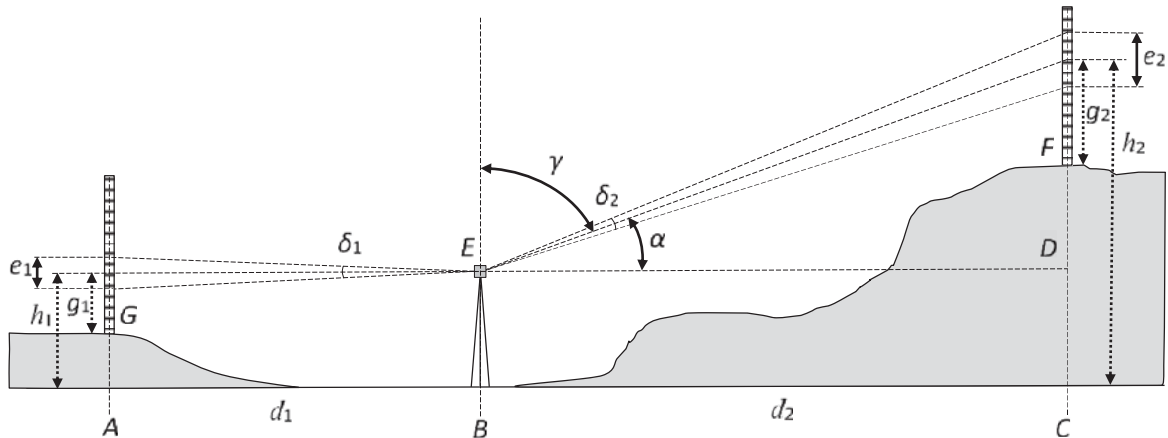


Fig. 4-31 Hoogtemeting en afstandsmeting.

In de tekening zijn twee situaties geschetst van hoogte- en afstandsmeting met een waterpasinstrument of theodoliet op het statief bij  $E$  en een baak bij  $A$  of  $C$ :

1. Horizontale meting van  $E$  richting  $G$  van hoogte  $h_1$  en afstand  $d_1$  tussen  $A$  en  $B$ ;
2. Verticale schuine meting van  $E$  richting  $F$  van hoogte  $h_2$  en horizontale afstand  $d_2$  tussen  $B$  en  $C$ .

Als het referentieniveau de statiefvoet bij  $B$  is, dan moet in beide gevallen gecorrigeerd worden voor de baakhoogte en instrumenthoogte. De gewenste grondhoogtes zijn dan  $h_1 - g_1$  en  $h_2 - g_2$ . Vrijwel alle leerboeken over landmeten en waterpassen beschrijven deze hoogte- en afstandsmetingen. Het oculair van de kijker bij  $E$  is voorzien van drie horizontale haarlijnen (diafragma's): één centraal, één erboven en één eronder. Na scherpstelling van het oculair op de haarlijnen en van de kijker op de baak, begrenzen de buitenste haarlijnen het deel  $e_1$  of deel  $e_2$  van de baak. Dit deel wordt bepaald door hoeken  $\delta_1$  of  $\delta_2$  die bij de onveranderde kijker aan elkaar gelijk zijn. De hoogte  $g_1$  kan direct via de kijker met de centrale haarlijn op de baak afgelezen worden. Daarmee is met de bekende instrumenthoogte  $h_1$  de hoogte van de grond bij  $G$  bekend. Met de openingshoek  $\delta$ , bepaald door de haarlijnen en het objectief van de kijker, en in situatie 2 daarbij ook nog de hellingshoek  $\alpha$  van de kijker, is op eenvoudige wijze goniometrisch af te leiden dat:<sup>463 464</sup>

$$d_1 = \frac{e_1}{2 \tan \frac{\delta_1}{2}},$$

$$h_2 - h_1 = d_2 \tan \alpha,$$

$$d_2 = P e_2 \cos^2 \alpha + Q \cos \alpha,$$

$$h_2 - h_1 = \frac{1}{2} P e_2 \sin 2\alpha + Q \sin \alpha.$$

Hierin zijn  $\delta_1$ ,  $P$  en  $Q$  instrumentconstanten, bepaald door de brandpuntafstand van het objectief, de verticale afstand tussen de haarlijnen in het oculair, en de afstand van haarlijnen tot de verticale as in het meetinstrument.

<sup>463</sup> M. Van Leeuwen, *Het afstandsmeten (tachymetrie), beknopte handleiding bij het werken met den tachymeter*, (uitg. N.V. Wed. J. Arend & Zoon, Amsterdam 1920).

<sup>464</sup> L. Zwiers, *Landmeten en waterpassen, beknopte handleiding*, 4<sup>e</sup> druk, (uitg. "Kosmos", Amsterdam 1929).

Deze formules kunnen aanzienlijk vereenvoudigd worden voor praktisch gebruik. De eerste formule laat zien dat de afstand  $d_1$  eenvoudig bepaald kan worden uit de aflezing  $e_1$  op de baak, vermenigvuldigd met een kijker constante van  $\frac{1}{2 \tan^2 \frac{\alpha}{2}}$ . Die constante is door het gekozen ontwerp van de meeste kijkers 100, zodat de afstand  $d_1$  met  $e_1$  op de baak volgt uit:

$$d_1 = 100 e_1 .$$

Dus bij een aflezing  $e_1$  van 20 cm op de baak is de afstand  $d_1$  tot de baak 20 m. Met maximaal 2 m op de baak is de zo gemeten afstand 200 m tot de baak. Voor grotere afstanden zijn meerdere slagen nodig. Voor de afstand  $d_2$  in situatie 2, kan door de keus van  $Q$  met goede benadering geschreven worden:

$$d_2 = P e_2 \cos^2 \alpha ,$$

$$h_2 - h_1 = \frac{1}{2} P e_2 \sin 2\alpha .$$

Ofwel: 
$$h_2 = \frac{1}{2} P e_2 \sin 2\alpha + h_1 .$$

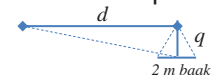
Hierin is  $P$  weer een instrumentconstante. Met de afgelezen hoogte  $g_2$  op de baak volgt de grondhoogte bij  $F$  uit  $h_2 - g_2$ . In plaats van de meting van hoek  $\alpha$  kan ook de zenit hoek  $\gamma$  (gelijk aan  $90^\circ - \alpha$ ) gemeten worden. Dan geldt bij instrumenten vaak voor de afstand:

$$d_2 = 100 e_2 \sin^2 \gamma .$$

Als bijvoorbeeld met een zenit hoek  $\gamma$  van  $60^\circ$  de aflezing  $e_2$  op de baak 40 cm is, dan is  $d_2 = 100 \times 0,4 \times 0,75$  dus gelijk aan 30 meter. Evenzo is bij deze hoek met een aflezing  $e_2$  van 2,4 m deze horizontale afstand 180 m. Hieruit blijkt ook dat voor de hoogtebepaling van vulkanen, die vaak een voetdiameter hebben van tientallen kilometers en een hoogte tot 3000 m, veel meetlagen nodig zijn.

In plaats van een verticale baak werd voor afstandmeten ook een horizontale invarbaak van 2 m lengte op een statief gebruikt. Het voordeel was dat geen last van verticale refractie werd ondervonden. Eveneens valt bij  $d_2$  de fout van  $e_2$  door schuine meting op de baak weg. In het algemeen werd voor de verhouding baak/afstand groter dan 1/50 aangehouden, wat bij een 2 m horizontale baak maximaal 100 m afstand geeft.

De middelbare fout neemt toe met het kwadraat van de te meten afstand. Gebruik van een korte hulpbasis  $q$  haaks op het eind van de te meten afstand  $d$  kan deze fout nog verder verkleinen.<sup>465 466 467</sup>



Tachymeters hadden een groot voordeel bij polychonering (veelhoeksmeting), doordat aan één stuk door afstand, hoek en hoogte gemeten konden worden. Dat kon het bochtige tracé langs een weg of spoorlijn zijn. Latere uitvoeringen van afstandsmeters konden veel grotere afstanden overbruggen. Na 1880 kwamen de tachymeters Hammer-Fennel<sup>468</sup>, Wagner-Fennel<sup>469</sup> en na 1924 Bosshardt-Zeiss<sup>470</sup> (zie Fig. 4-32 en Fig. 4-33). Daarmee konden afstanden tot 400 m met redelijke nauwkeurigheid gemeten worden. In deze tachymeters vond direct een reductie plaats voor de hoogte, met als doel minder berekeningen achteraf. Ze werkten aanzienlijk sneller dan gebruik van meetkettingen of meetbanden, zeker bij oneffen terrein. Een ander voordeel was dat natuurlijke hindernissen eenvoudiger overbrugd konden worden. De Wagner-Fennel en Zeiss tachymeters zijn vooral toegepast bij trajectopmetingen voor de Indische spoorwegen. In Indië is veel gebruik gemaakt van de bergboussole met tachymetrische voorzieningen, zoals haarlijnen en de genoemde factor 100. De Topografische Dienst in Weltevreden was goed op de hoogte van de laatste ontwikkelingen. Er werden steeds nieuwe instrumenten getest en men volgde nauwgezet de ervaringen elders. De voorbeelden geven een indruk van het vele werk dat verricht is met hoogtemeting en afstandmeting of waterpassing in de uitgestrekte, vaak moeilijk toegankelijke gebieden op Java en Sumatra. Hoogtemetingen werden steeds gecorrigeerd voor atmosferische refractie. Barometrische hoogtebepaling had de voorkeur.

<sup>465</sup> Jordan, Eggert, Kneissl, *Handbuch der Vermessungskunde*, Band II, Kap. VII, Indirekte Entfernungsmessung, (uitg. Metzler, Stuttgart 1963), p. 426-462.

<sup>466</sup> Prof. ir. G.F. Witt, *Optische lengtemeting*, (uitg. Laboratorium voor Geodesie TH Delft 1968).

<sup>467</sup> De nauwkeurigheid in  $d$  is tot 75 m ca.  $\pm 1$  cm, van 150-250 m ca.  $\pm 2,5$  cm, 150-350 m ca.  $\pm 2,5$  cm (met hulpbasis) en 350-700 m ca.  $\pm 4,5$  cm (met hulpbasis).

<sup>468</sup> Dr. E. Hammer, *Der Hammer-Fennel'sche Tachymeter-Theodolit und die Tachymeterkippregel, Beschreibung und Anleitung zum Gebrauch des Instruments, erste Genauigkeitsversuche*, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1901).

<sup>469</sup> Adolf Fennel, *Die Wagner-Fennel'schen Tachymeter der Fabrik Otto Fennel Söhne in Cassel*, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1904).

<sup>470</sup> Rudolf Bosshardt, *Optische Distanzmessung und Polarkoordinatenmethode, mit besonderer Berücksichtigung des Bosshardt-Zeiss'schen Reduktionstachymeters*, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1930).

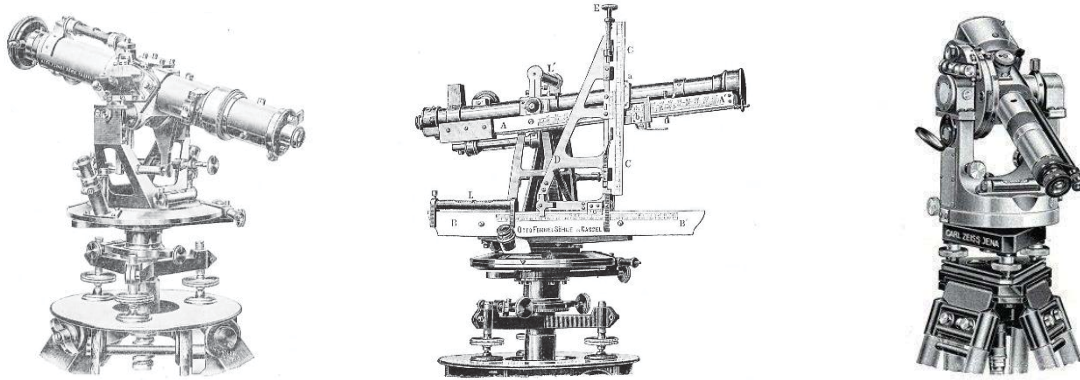


Fig. 4-32 Hammer-Fennel tachymeter.

Wagner-Fennel tachymeter.

Fig. 4-33 Bosshardt-Zeiss tachymeter.

Een geheel andere manier van hoogtebepaling was mogelijk met een hypsometer. Doordat water bij lagere luchtdruk eerder kookt, kan de temperatuur van het kokende water, of de stoom die ervan af komt, een maat zijn voor de hoogte waarop gekookt wordt. De verandering van het kookpunt is klein, slechts  $0,1^{\circ}\text{C}$  voor  $2,7\text{ mmHg}$  luchtdrukverandering (of  $27,0\text{ m}$  bij  $1\text{ cmHg}$  voor  $100\text{ m}$ , zie p. 171). De hypsometer is een kooktoestel op spiritus met een metalen buis aan de bovenzijde van het kookvaatje, waarin een zeer nauwkeurige thermometer gestoken kan worden. De thermometer bevindt zich net boven het kokende water en kan honderdsten van  $^{\circ}\text{C}$  aangeven.



Fig. 4-34 Hypsometer.

Hoogtemetingen gebaseerd op communicerende vaten, zoals bij een flesjeswaterpas en het hydrostatisch waterpassen met buigzame loden buizen voor het overbruggen van rivieren of wateren in Nederland, werden in Nederlands-Indië niet toegepast.

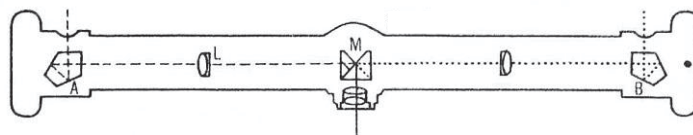


Fig. 4-35 Reflectie-afstandsmeter type Barr &amp; Stroud.

Begin 20<sup>e</sup> eeuw kwamen de optische tachymeters (range finders) opzetten, gestimuleerd door de vereisten en ervaringen van WO I. Met twee vijfhoekige prisma's op  $70\text{ cm}$  afstand, werden afstanden tussen  $400\text{ m}$  en  $2\text{ km}$  gemeten met een nauwkeurigheid van  $1$  tot  $1,5\%$ . Die was echter niet voldoende voor topografische metingen, zoals uit een test van de Topografische Dienst in 1922 bleek.<sup>471</sup> Wel kon het instrument nuttig zijn als andere afstandsmetingen niet mogelijk waren, zoals bij vulkanen en brede rivieren.

<sup>471</sup> H.J.K. Schuitenvoerder, *Rapport omtrent den beproeving van den basistachymeter van de firma Goerz*, Jaarverslag 1922, (uitg. TD, Batavia 1923).



Vanaf midden 20<sup>e</sup> eeuw zijn de elektro-optische en elektromagnetische afstandsmeters ontwikkeld. De Geodimeter (Fig. 4-36) met gemoduleerd licht en de Tellurometer (Fig. 4-37) met gemoduleerde radiogolven konden aanzienlijk grotere afstanden overbruggen met een hogere nauwkeurigheid, dan met mechanisch-optische tachymeters mogelijk was.

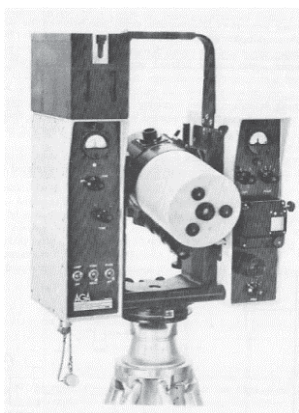


Fig. 4-36 Geodimeter MB6B.



Fig. 4-37 Tellurometer MRB-201.

Met gemoduleerde LED, Laser en microgolfmeters waren door faseverschilmetingen afstanden tot 60 km mogelijk. De microgolfmeters werkten met frequenties van 4 tot 10 GHz. Daarmee vertoonden ze qua propagatie-eigenschappen veel overeenkomst met straalverbindingen voor radiocommunicatie. Er moest dan ook wel degelijk rekening gehouden worden met grondreflecties en refractie door de luchtlagen. In het algemeen nam de meetnauwkeurigheid af bij toenemende afstand.<sup>472 473 474</sup> Elektro-optische en elektromagnetische afstandsmeters zijn van 1950 tot 2000 toegepast.<sup>475</sup> Door theodoliet, waterpasinstrument en afstandsmeter in een elektronisch meetinstrument te combineren ontstonden de Total Stations, waarbij een hoge graad van automatische verwerking van meetgegevens toegepast werd.<sup>476 477 478</sup> Door digitale meettechnieken, snelle processors en grote geheugens ontstonden geheel nieuwe vormen van landmeetkundige en geodetische metingen. Vanaf 1990 werden die gecombineerd met steeds nauwkeuriger satellietmetingen, inclusief de (Differential) Global Positioning Systems (DGPS)<sup>479</sup> en Radar Interferometry.<sup>480</sup>

De meetmethoden en meetinstrumenten, gebruikt in Nederlands-Indië zijn gedetailleerd beschreven, met afbeeldingen en handleidingen voor praktisch gebruik.<sup>481 482 483 484 485 486</sup>

Daarmee heeft Nederland tevens haar voordeel kunnen doen; de beschreven instrumenten zijn ook gebruikt bij triangulaties en tracé-vestiging door de topografische dienst, het kadaster of de spoorwegen. Met dit hoofdstuk is ook de verdere vergelijking tussen Nederland en Nederlands-Indië in hoofdstuk 6 mogelijk.

<sup>472</sup> *Surveyor's Guide to Electromagnetic Distance Measurements*, ed. J.J. Saastamoinen, uitg. University of Toronto Press, Toronto 1967

<sup>473</sup> Ir. D.C. de Bruijn, Enkele beschouwingen over het gebruik van de tellurometer, uit Kadaster en Landmeetkunde 1967.

<sup>474</sup> Austin C. Poling, *Tellurometer Manual*, (uitg. US Government printing office, Washington 1961).

<sup>475</sup> Prof. Dr. Sc. Techn. Fritz Deumlich, *Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*, 8<sup>ste</sup> druk, (uitg. Verlag für Bauwesen, Berlin 1988).

<sup>476</sup> *Instrumentatie in de geodesie*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap „Snellius“ ter gelegenheid van het vierde lustrum, Delft 1960).

<sup>477</sup> Simo H. Laurila, *Electronic Surveying and Navigation*, (uitg. John Wiley & Sons, London 1976).

<sup>478</sup> M.A.R. Cooper, *Modern theodolites and levels*, (uitg. BSP Professional Books, London 1987).

<sup>479</sup> Clement A. Ogaja, *Applied GPS for engineers and project managers*, (uitg. American Society of Civil Engineers, USA, Reston, Virginia 2011).

<sup>480</sup> Ramon Hanssen, *Radar Interferometry, Data Interpretation and Error Analysis*, Delft University of Technology, The Netherlands, (uitg. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2001).

<sup>481</sup> *De meetinstrumenten in gebruik bij den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië*, (met platen) samengesteld bij de V/le afdeling van het Departement van Oorlog (onderafdeling Topographische Dienst), (uitg. G. Kolff & Co. Batavia 1893).

<sup>482</sup> Dr. J.A.C. Oudemans, *Beschrijving en afbeelding van een universaal-instrument van Repsold*, (1852).

<sup>483</sup> J.A.C. Oudemans, *Handleiding voor Tijds-, Breedte- en Azimuthbepaling met het Universaal-instrument ten dienste der Triangulatie van Java en Sumatra*, (uitg. L.E. Bosch & Zoon, 1884).

<sup>484</sup> *Handleiding bij het gebruik van het universaalinstrument ten behoeve van het personeel van den Topographischen Dienst samengesteld door het hoofd van den Triangulatie-brigade*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1918).

<sup>485</sup> *Modellen behorende tot de handleiding bij het gebruik van het universaalinstrument ten behoeve van het personeel van den Topographischen Dienst samengesteld door het hoofd van de Triangulatie-brigade*, (uitg. Topographische Dienst, Batavia 1919).

<sup>486</sup> Rudolf Bosshardt, *Optische Distanzmessung und Polarkoordinatenmethode, mit besonderer Berücksichtigung des Bosshardt-Zeiss'schen Reduktionstachymeters*, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1930).

## Maatsystemen en eenheden

In de periode 1800-2015 zijn verschillende maatsystemen en eenheden in Indië / Indonesië in gebruik geweest. Drie verschillende Hollandse systemen, Franse systemen en Engelse systemen, hebben allen hun eigen maateenheden geïntroduceerd.<sup>487 488 489 490</sup> Tot lang in de 20<sup>e</sup> eeuw zijn delen daarvan nog in gebruik geweest. Daarom is het goed steeds na te gaan welke duim, voet of mijl wordt bedoeld. Zelfs een “el”, die voor 1799 verschillende lengtes tussen 58 en 70 cm kon hebben, werd onder invloed van Nederland in de periode 1820-1870 ineens 1 meter genoemd. Na 1870 werd niet meer de “el” maar de meter gehanteerd. Daarnaast zijn specifiek Indische maten lang in gebruik geweest, sommige nog steeds. Verschillende lengte- of afstandsmaten en daarvan afgeleide oppervlaktematen werden onderscheiden. Ook kwamen verschillende maten voor gewicht, luchtdruk en temperatuur voor, die in de literatuur uit de 19<sup>e</sup> eeuw, maar ook in Koloniale Verslagen en Jaarverslagen van de Topografische Dienst, het Kadaster en de Spoorwegen gehanteerd werden.

Edmund Gunter (1581-1626) introduceerde in Engeland de “chain” als lengtemaat. Gunter’s chain heeft 100 schakels (links) van ca. 20 cm (8 inch) en is 20,1 m lang. Instrumentmaker Jesse Ramsden (1735–1800) introduceerde in Engeland later een chain met 100 schakels (links) van een voet (foot) met een totale lengte van 30,48 m. Er zijn ook Ramsden chains met 40 schakels (links) van 2½ voet. Deze chains zijn door landmeters gebruikt en hadden specifieke voorkeuren (een Gunter’s chain vaak in de stad en een Ramsden chain vaak in rurale gebieden). De Nederlandse landmetersketting is 20,12 m (Gunter’s chain). Meetkettingen of meetbanden van precies 10, 20 of 30 m komen ook voor. De VOC hanteerde vaak 15 Duijtsche mijlen in een graad (op kaarten). Een graad is de omtrek van de aarde gedeeld door 360° ofwel ca. 111 km en deze Duijtsche mijl is dus afgerond 7407 m. Vanaf 1820 gebruikte men vaker nautische mijlen van 1,85 km.

In 1820 werden in het Nederlandse taalgebied de Franse benamingen vervangen door Nederlandse. Het metrieke stelsel bleef echter gehandhaafd. Oude regionale benamingen, zoals ‘el’, ‘bunder’, ‘roede’, ‘mud’, ‘vat’ e.d. waren nu ineens metrieke maten. Een el was in de 18e eeuw gemiddeld 70 centimeter, maar na 1820 was de el 1 meter. Zeker waar mensen gedurende de Franse tijd waren blijven rekenen met de oude maten, zal dit nogal eens tot verwarring geleid hebben. Het volgende overzicht van Nederlandse maten die in Nederland maar ook in Nederlands-Indië tot 1870 gehanteerd zijn geeft de equivalente metrieke maten.

afstanden	metrieke maat
mijl	1 kilometer
roede	10 meter
el	1 meter
palm	1 decimeter
duim	1 centimeter
streep	1 millimeter

volumes	metrieke maat
mud	100 liter (droge waar)
vat	100 liter (natte waar)
schepel	10 liter (droge waar)
kop	1 liter (droge waar)
kan	1 liter (natte waar)
maatje	1 deciliter

gewichten	metrieke maat
pond	1 kilogram
ons	100 gram
lood	10 gram
wichtje	1 gram
korrel	0,1 gram

Als gewichtseenheid wordt naast de kilogram, pond, ons en gram, nog de pikol van 61,7613 kg gebruikt. Deze wordt beschouwd als het maximum dat één persoon kan dragen. De last wordt verdeeld over de twee einden van een draagstok (pikolan) die in het midden over de schouder gedragen wordt.

De gehanteerde maten en gewichten in Nederlands-Indië met hun omrekeningsfactoren naar het metrieke stelsel zijn opgenomen in **Annex 8.8**.

Voor hoogtemeting werden niveaumetingen uitgevoerd met een waterpasmeetinstrument of luchtdrukmetingen met een barometer.<sup>491</sup> Zowel kwikbarometers als aneroïde barometers zijn gebruikt. De luchtdruk is eerst in duimen (Rijnlandse duimen, Engelse inches of Franse pouches) gemeten. Later is overgegaan op het metrieke stelsel. Omdat hoogte- en temperatuurmetingen veel aandacht kregen in Nederlands-Indië volgt hier een overzicht van de belangrijkste karakteristieken (zie verder Annex 8.8).

<sup>487</sup> *Regerings-Almanak voor Nederlandsch-Indië*, (uitg. Ter Landsdrukkerij, Batavia 1865 en 1867).

<sup>488</sup> Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië, (4 delen), met name tweede deel H-M: *Maten en Gewichten* (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).

<sup>489</sup> Alto Brachner, *Von Ellen und Füßen zur Atomuhr, Geschichte der Meßtechnik*, (uitg. Deutsches Museum, München 2005).

<sup>490</sup> Vivian Linacre, *The General Rule. A Guide to Customary Weights and Measures*, (uitg. The Squeeze Press, Glastonbury 2007).

<sup>491</sup> In Nederland werd bij niveaumetingen ter overbrugging van rivieren en wateren ook gebruik gemaakt van het genoemde hydrostatisch waterpassen.

Bij de invoering van het metrieke stelsel werd aanvankelijk gebruik gemaakt van centimeters kwikdruk (cmHg). Later, in de 20<sup>e</sup> eeuw, is gewerkt met millibar en hecto Pascal (hPa), waarbij 1 millibar gelijk is aan 1 hPa en 75 cmHg overeenkomt met 1 bar, ofwel 1000 millibar zo gelijk is aan 1000 hPa (100.000 Pascal). Ook is 76 cmHg (1013,25 hPa) gelijk aan 1 atm (atmosfeer). De gemiddelde luchtdruk op gemiddeld zeeniveau is 76 cmHg of 1013,25 hPa (dat is nu een referentiewaarde).

Op Nederlandse barometers staat het "gemiddelde" als *veranderlijk* bij 76 cmHg (1013,25 hPa).

Op Franse barometers staat het "gemiddelde" als *variable* ook bij 76 cmHg (1013,25 hPa).

Op de Engelse barometers staat dat "gemiddelde" als *change* bij 75 cmHg (29,53 inchHg).

De volgende equivalenten en omrekeningsfactoren waren nuttig bij het interpreteren van metingen en resultaten in de verslagen uit de beschouwde periode:

1 cmHg = 13,25 millibar, ofwel andersom: 20 millibar = 1,5 cmHg dus is 1 millibar = 0,075 cmHg;

1 Engelse duim (inch) is 25,40 mm en gelijk aan 12 lines van 2,1 mm of 10 tenths van 2,5 mm;

12 inch is 1 Engelse voet van 30,48 cm;

1 Franse of Parijse duim (pouche) is 27,07 mm en gelijk aan 12 lignes van 2,3 mm (2,255829 mm);

12 Franse duim is 1 Franse of Parijse voet van 32,48 cm (die in 1799 door Frankrijk afgeschaft is).

Zoals we gezien hebben zijn tussen de keerkringen, met name in de tropen, de variaties in luchtdruk door het jaar veel kleiner dan daarbuiten. Op Java zijn de luchtdrukvariaties op het nulniveau 2½ tot 3 mmHg. Meestal zijn de over enkele maanden geregistreerde variaties niet groter dan 0,05 tot 0,10 mmHg. Op eenzelfde plaats zijn de temperatuurvariaties in de schaduw beperkt tot enkele graden. Dat betekent dat een barometer goed gebruikt kan worden voor hoogtemetingen, mits voor de temperatuurafname bij toename van de hoogte gecompenseerd wordt. Zoals we gezien hebben is bij een kwikbarometer het van belang de krimp van het kwik door temperatuurdaling te corrigeren met de juiste temperatuurafname. De daarbij gebruikte thermometer moet wel de temperatuur van het kwik in de barometer aangeven. Bij een aneroïde barometer (zonder vloeistof) kan temperatuurcompensatie door een bi-metaal plaatsvinden, zodat over een groot bereik nauwkeurige luchtdrukmetingen mogelijk zijn.

In Indië zijn door het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia uitgebreide metingen gedaan van de luchttemperatuur en luchtdruk als functie van de hoogte. Bij het bepalen van de hoogte werd gebruik gemaakt van geijkte barometers, die voor temperatuur gecompenseerd waren.

Voor Indonesië geldt bij 20° C (tot 1000 m) dat 100 tot 120 m stijging, een daling van 1 cm kwikdruk geeft (ofwel 1 hPa per 8 tot 9 m). Voor een nauwkeurige meting werd rekening gehouden met het niet-lineaire verloop van de luchtdruk, dat nauwkeurig bekend was.

In de 19<sup>e</sup> eeuw werd voor temperatuurmetingen, ook in Nederlands-Indië, gebruik gemaakt van drie schalen: Celsius, Reaumur en Fahrenheit. Celsius en Reaumur hebben beiden hun nulpunt bij smeltend ijs. Celsius heeft 100 graden bij kokend water, waar Reaumur er 80 heeft, zodat:

°Celsius is dus 5/4 keer °Reaumur (of omgekeerd: °Reaumur is 4/5 keer °Celsius);

°Fahrenheit is 9/5 keer °Celsius + 32.

Dus 30° Celsius = 24° Reaumur = 86° Fahrenheit en 10° Celsius = 8° Reaumur = 50° Fahrenheit.

De temperatuur in de onderste lagen van de atmosfeer verandert ook met de hoogte: in droge atmosfeer met 1 graad Celsius per 100 m en in vochtige tropische atmosfeer, zoals in Indonesië met 1 graad Celsius per 160 m. In het algemeen geldt tot 3000 m voor de gemiddelde temperatuur  $T$  op hoogte  $h$  (in 100 m):

$$T = 26,3^{\circ} - 0,61 h .$$

Op een topografische kaart geven de hoogtes van de bergen en de hoogtelijnen een goede indicatie van de temperatuur (controleer wel de gebruikte eenheden). Zo ligt Bogor op 240 m boven het nulniveau aan zee en is dus 1,5° Celsius koeler dan op nulniveau, evenzo is Bandung op 700 m ca. 4° Celsius koeler. De Puncak pas daartussen op 1000 m is ca. 6 graden koeler. Op vulkaantoppen rond 3200 m kan het zelfs 20° Celsius kouder worden. Op de hoogste vulkaantoppen in Indonesië kan het vriezen, zodat sneeuw en ijs voorkomt.



### 4.3.3 Statistische gegevensverwerking en vereffening

De ontstane fouten bij een meting kunnen onderscheiden worden in systematische en statistische fouten. Systematische fouten kunnen geminimaliseerd worden door een goede constructie, ijking en afregeling van het meetinstrument en door de methode van meten. Statistische of toevallige fouten kunnen verkleind worden door middeling van een groot aantal fouten. Daarvoor zijn overtollige metingen of waarnemingen nodig. Een voorbeeld is de repetitiecirkel van Borda. Door herhaalde metingen, gebruik makend van verschillende delen van de cirkelvormige schaal, worden de constructie- en afleesfouten door uitmiddeling verkleind. Vereffening vindt plaats door een evenwichtige verdeling van meetfouten over gemeten grootheden. Dat kan bijvoorbeeld bij een driehoeksmeting de sluitfout zijn, als het verschil van de som van de drie hoeken met  $180^\circ$ . Door de sluitfout in drie gelijke delen bij de hoeken op te tellen, zodat de som van de drie hoeken wel  $180^\circ$  is, ontstaat een vereffende driehoek. De vereffening is een correctie op de gemeten grootte, waardoor de meest waarschijnlijke waarde gevonden wordt. Daarmee wordt tevens een indicatie verkregen van de meetnauwkeurigheid. Onderscheid werd gemaakt tussen interne vereffening, zoals binnen een driehoek en externe vereffening, zoals in aansluiting op een bestaande triangulatieketen. Dat laatste vindt plaats wanneer een nieuwe triangulatie binnen een bestaand triangulatiernet ingepast moet worden.

De vereffening vond plaats op basis van de kleinste kwadraten methode, die uitgebreid in diverse leerboeken en op websites beschreven is.<sup>492</sup> Deze beproefde methode, uitgevonden en verder ontwikkeld door Legendre en Gauss heeft ruime toepassing bij geodetische metingen verkregen.<sup>493</sup> Meetfouten werden uitgebreid geanalyseerd, statistiek was en is een belangrijke deel van de opleiding van landmeters, geodeten en ieder die met verwerking van meetgegevens te maken had.<sup>494</sup> Voor de analyse van meetfouten bij afstandsmeting kan verwezen worden naar Jordan.<sup>495</sup> In Nederland en in Nederlands-Indië werd als maat de middelbare fout gehanteerd (later standaarddeviatie genoemd). Bij elke meting werd die berekend, zodat een indruk van de nauwkeurigheid van de resultaten werd verkregen. De rekenkundige vereffening moet plaatsvinden met zo klein mogelijke middelbare fouten. Niet alle fouten waren even belangrijk; een fout van een nauwkeurig instrument kan meer gewicht in de schaal leggen dan van een onnauwkeurig instrument. Dat laatste kan een minder goed lopende chronometer zijn of een theodoliet met een kleinere afleescirkel. Evenzo kan een korte afstand nauwkeuriger gemeten worden dan een grote afstand. Daarom werd aan meetresultaten een gewicht toegekend, waarmee fouten meer of minder doorwerken in het eindresultaat.<sup>496</sup> Ook kon de gehanteerde meetmethode (zoals de Schreiber methode in het voorbeeld hierna) het aantal metingen beperken en tot een bepaalde verdeling van de gewichten leiden, wat regelmatig in de jaarverslagen van de TD besproken werd. In Nederlands-Indië werd de volgende literatuur gebruikt: *Handbuch der Vermessungskunde* door Jordan e.a. (zowel de edities uit 1888 en 1904<sup>497</sup>, als uit 1914 en 1920<sup>498</sup>), *Foutengrenzen voor opneming en kaarteering* door Montigel<sup>499</sup>, *Handboek der Landmeetkunde* door Horstink<sup>500</sup>, *Kleinste kwadraten bij hydrografische triangulatie* door Luymes<sup>501</sup> en *Hydrografisch opnemen* door diverse auteurs van de Marine.<sup>502 503</sup> In Nederland waren de handleidingen voor technische werkzaamheden bij de triangulatiedienst en het Kadaster leidend.<sup>504 505</sup>

<sup>492</sup> A. Groothoff c.i., *Methode der kleinsten vierkanten, bewerkt naar het college van prof. H.J. Heuvelink*, 2e druk (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1914).

<sup>493</sup> Stephen M. Stigler, *The History of Statistics, The Measurement of Uncertainty before 1900*, (uitg. The Belknap Press of the Harvard University, Cambridge, Massachusetts, and London, England 1986).

<sup>494</sup> Ir. J.A.J. Grobden (leraar Middelbare Koloniale Landbouwhogeschool Deventer), *Waarschijnlijkheidsrekening*, inleiding ten behoeve van de proefveldtechniek en de statistiek, het landmeten, de biologie, de natuurkunde enz., (uitg. Schriks, 's-Gravenhage 1940).

<sup>495</sup> Jordan, Eggert, Kneissl, *Handbuch der Vermessungskunde*, Band II, Kap. VII, Indirekte Entfernungsmessung, (uitg. Metzler, Stuttgart 1963), p. 426-462.

<sup>496</sup> Prof. dr. Herman J.C. Berendsen, *Goed meten met fouten*, een introductie in de verwerking en presentatie van meetresultaten en de discussie van meetfouten, (uitg. Bibl. der RU, Groningen, 5<sup>e</sup> herziene druk, Groningen 2009).

<sup>497</sup> Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz, *Handbuch der Vermessungskunde: Band I Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate*, 5<sup>e</sup> druk 1904, Band II *Feld- und Land-Messung*, 6<sup>e</sup> druk 1904, (uitg. Metzler, Stuttgart).

<sup>498</sup> Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz en bewerkt door dr. O. Eggert: *Handbuch der Vermessungskunde: Band I Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate* 7<sup>e</sup> druk 1920, Band II *Feld- und Landmessung*, 8<sup>e</sup> druk 1914 (uitg. Metzler, Stuttgart).

<sup>499</sup> R. Montigel, *Foutengrenzen voor de Opneming en kaarteering in Nederlandsch Indië, op geodetisch-wetenschappelijke grondslag*, (uitg. Zendings-Drukkerij, Lagoeboti Toba 1925).

<sup>500</sup> *Handboek der Landmeetkunde*, bewerkt voor Nederlandsch Oost-Indië door J.Th. Horstink (Kapitein van den Topografischen Dienst in Ned. Indië), Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).

<sup>501</sup> J.L.H. Luymes, chef der afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, *De methode der kleinste kwadraten en hare toepassing bij de hydrografische triangulatie*, (uitg. Algemeene landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1923).

<sup>502</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1938).

<sup>503</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952).

<sup>504</sup> *Voorschrift voor de technische werkzaamheden bij den Triangulatiedienst*, (uitg. Algemeene landsdrukkerij 's-Gravenhage 1938).

<sup>505</sup> *Handleiding voor de technische werkzaamheden van het kadaster* (HTW), vastgesteld bij de beschikking van de staatssecretaris van financiën van 28 mei 1956, nr. 41, (uitg. Staatsdrukkerij 's-Gravenhage 1956).

Aan de hand van Sumatra's triangulatiernet zijn meetfouten geanalyseerd en is ook de invloed van instrumentfouten onderzocht. In het Jaarverslag TD over 1916 staat onder "bijdragen van gemengden aard" een kort overzicht van de primaire en secundaire triangulatie van de Oostkust van Sumatra door ir. J.H.G. Schepers. Hierin wordt uitgebreid aandacht besteed aan meetfouten en instrumentafwijkingen. Het onderstaande kaartje geeft een overzicht uit 1916 van de 25 driehoeken, die deels als een krans rond het Toba-meer waren gemeten. Ten noorden van het Toba-meer ligt bij Sampun de basis AB met een lengte van 6665 m, in 1910 gemeten met het Jäderin toestel.

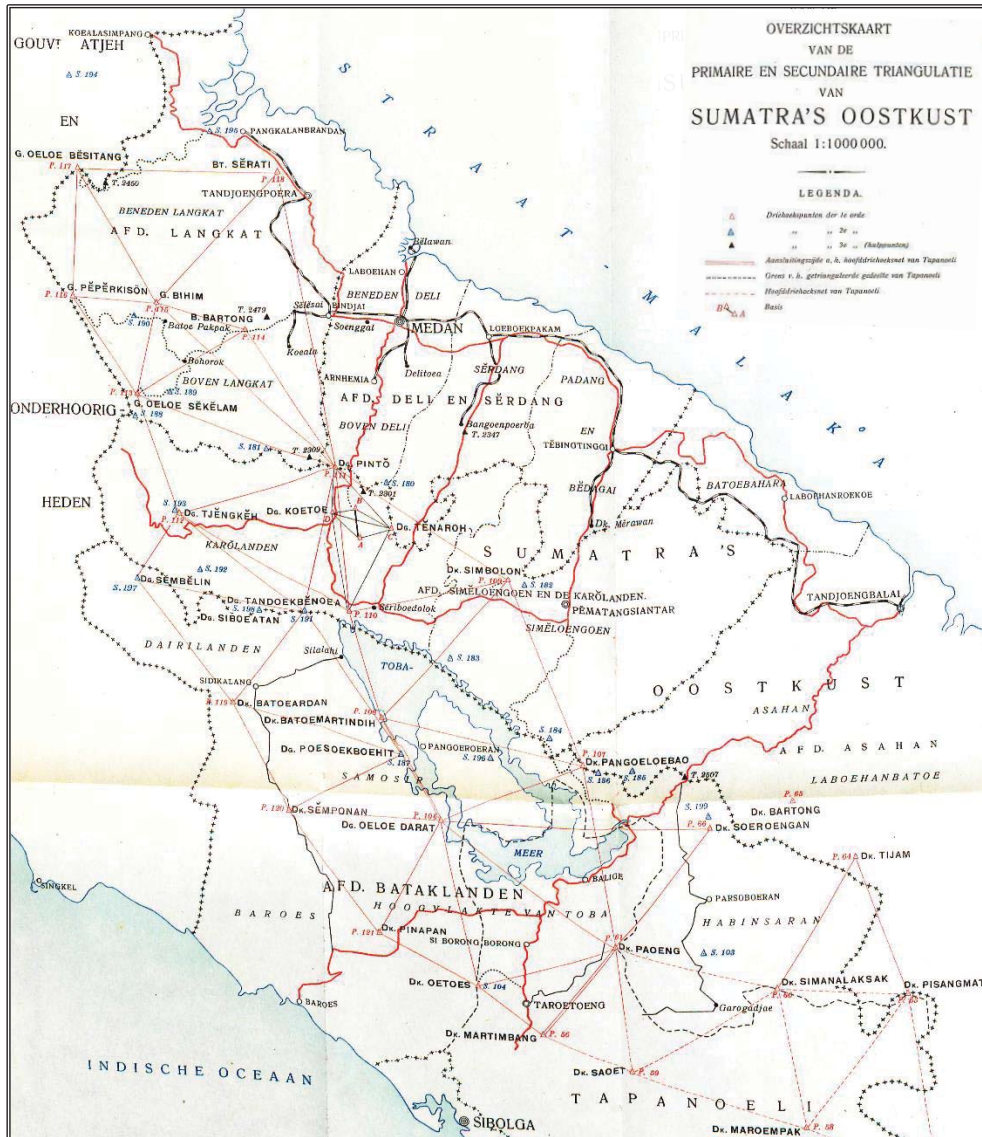


Fig. 4-38 Sumatra's Oostkust triangulatiekaart, uitg. 1916.

De berekening van de middelbare fout  $M_{12}$  van de vereffende hoek op een station (waaraan een gewicht van 12 werd toegekend) volgde uit de wortel van de som van de kwadraten van de sluitingsfouten  $\Delta$ , gedeeld door het aantal hoeken ( $n$  driehoeken en  $3n$  hoeken) ofwel:

$$M_{12} = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{3n}}$$

De uitdrukking  $[\Delta\Delta]$  staat voor  $\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 +$  enz. Het resultaat voor de 25 driehoeken is met de tabel in Fig. 4-39 uit het Jaarverslag TD 1916 uitgewerkt, zodat voor het net  $M_{12} = 0'',72$  wat een goed resultaat is.

No. v/d driehoek.	Sluitingsfout			$\Delta \Delta$	Toelichtingen.	
	+	$\Delta$	-			
2	1,21			1,4641	Kransstysteem om het Toba-meer.	
3			0,56	0,3136		
4			2,07	4,2849		
5	0,35			0,1225		
6			0,23	0,0529		
7	1,03			1,0609		
8			0,94	0,8836		
16			0,21	0,0441		
17	0,07			0,0049		
18	0,73			0,5329		
19			0,07	0,0049		
20	1,95			3,8025		
21	0,16			0,0256		
22			1,11	1,2321		
23			1,47	2,1609		
10			0,94	0,8836		Langkat net.
11	2,29			5,2441		
12			1,65	2,7225		
13			0,37	0,1369		
13a	2,65			7,0225		
13b	0,66			0,4356		
1			0,31	0,0961		
9	0,18			0,0324		
15			1,86	3,4596		
14			1,62	2,6244		
	11,28		13,41	38,6481		

$M_{12} = \sqrt{\frac{38,6481}{3 \times 25}} = \sqrt{0,5153} = 0'',72$

Volgens de internationale formule werd hieruit berekend voor de middelbare fout in den op het station vereffenden hoek met gewicht 12

$M. = \sqrt{\frac{1 \Delta \Delta}{3x}} = \sqrt{\frac{38,6481}{75}} = 0'',72.$

Fig. 4-39 Berekening van de middelbare fout.

De middelbare fouten  $m_x, m_y, m_z, \mu$  en  $\tau$  werden bepaald bij de toegepaste Schreibermetingen<sup>506</sup> door:

$$m_x = \sqrt{\frac{[gxx]}{\frac{1}{2}(n-1)(n-2)}}$$

$$m_y = \sqrt{\frac{[yy]}{\frac{1}{2}(n-1)(gn-2)}}$$

$$m_z = \sqrt{\frac{[zz]}{\frac{1}{2}(n-1)(g-2)}}$$

$$\mu = \sqrt{\frac{[vv]}{2ng(n-1)}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{1}{2}(m_x^2 - \mu^2)}$$

Hierin is (in de gewichtseenheid, die bepaald wordt door het meetinstrument en de meetnauwkeurigheid):

$n$  het aantal richtingen en  $g$  het aantal randstanden waarin iedere hoek wordt gemeten.

$m_x$  de middelbare fout berekend uit de verschillen  $x$  tussen de *vereffende* hoeken met de *gemiddelde* waarden van de  $g$ -metingen van elke hoek.

$m_y$  de middelbare fout berekend uit de verschillen  $y$  tussen de *vereffende* hoeken met elke  $g$ -meting, die daarvoor is uitgevoerd.

$m_z$  de middelbare fout berekend uit de verschillen  $z$  tussen de *gemiddelden* van elke hoek met elke  $g$ -meting, die daarvoor is uitgevoerd.

$\mu$  de middelbare fout veroorzaakt door de eigenlijke waarnemingsfouten,  $v$  zijn hoekverschillen heen- en terug gemeten, gecorrigeerd voor de excentrische bevestiging van de kijker aan de 2<sup>e</sup> as.

$\tau$  de middelbare fout veroorzaakt door de rand- en microscoopfouten.

<sup>506</sup> De Schreiber-methode is door generaal Schreiber in Pruisen tussen 1868 en 1871 ontwikkeld en reduceert aanzienlijk de meetfouten en het aantal benodigde metingen. Meetresultaten worden gewichten toegekend, er werd hier gewerkt met een gewicht van 12 voor de hoeken op het station.



Dit heeft voor twee meetinstrumenten de fouten in Fig. 4-40 opgeleverd (de 1<sup>e</sup> kolom met No. is het nummer van het triangulatiepunt uit de kaart in Fig. 4-38):

G. U. I. PISTOR en MARTINS No. II.								
No.	STATIONS.	Aantal richtingen.	Aantal randstanden	$m_x$	$m_y$	$m_z$	$\mu$	$\tau$
P. 111	Dg. Pintó . . . . .	5	5	1,04	1,01	1,12	0,80	0,56
" 112	Dg. Tjéngkèh . . . . .	3	8	0,37	0,37	0,99	0,99	0,57
Tr. D	Dg. Koetoe . . . . .	2	8	—	—	0,99	0,68	0,51
" C	Dg. Ténaroh . . . . .	2	9	—	—	0,81	0,51	0,45
" B	Basis Noord . . . . .	2	14	—	—	0,97	0,73	0,45
" A	Basis Zuid . . . . .	2	8	—	—	0,93	0,62	0,48
P. 113	G. Oeloe Sèkèlam . . . . .	5	13	1,06	1,06	1,26	0,66	0,76

G. U. I. WANSCHAFF No. I.								
No.	STATIONS.	Aantal richtingen.	Aantal randstanden	$m_x$	$m_y$	$m_z$	$\mu$	$\tau$
P. 112	Dg. Tjéngkèh . . . . .	3	8	1,53	1,34	1,37	0,92	0,72
" 120	Dk. Sémponan . . . . .	4	6	0,40	0,95	0,98	0,54	0,58
" 119	Dk. Batoeardan . . . . .	4	6	0,66	1,32	1,37	0,65	0,85
S. 197	Dg. Sèmbèlin . . . . .	3	8	2,19	1,36	1,30	0,76	0,75
P. 115	G. Bihim . . . . .	6	4	1,29	1,12	1,07	0,77	0,53
" 116	G. Pèpèrkisón . . . . .	3	8	0,29	1,18	1,20	0,66	0,71
" 111	Dg. Pintó . . . . .	2	12	—	—	1,31	0,54	48,0

Fig. 4-40 Middelbare fouten van twee gebruikte Universaal Instrumenten (zie ook Fig. 4-24 en Fig. 4.25).

Opmerkelijk zijn de overeenkomsten tussen de instrumenten, waarbij opvalt dat Pistor en Martins beter is. De waarnemingsfout  $\mu$  voldoet aan de eisen voor kartografie (in Nederland werd  $\mu = 0,45$  gevonden).<sup>507</sup>

Voor hoekmetingen werd in Duitsland en Nederlands-Indië de Schreiber-methode toegepast, zoals beschreven is in Jordan.<sup>508</sup> In Nederland werden de voorschriften van de triangulatiedienst gehanteerd, waarin de methode van Bessel voorgeschreven werd, die enigszins afweek van de Schreiber methode.<sup>509</sup>

### Foutenvereffening in een keten

In 1930 is voor de hele triangulatieketen op Sumatra de middelbare fout bepaald.<sup>510</sup> De vereffening van de meetfouten in het primaire triangulatiernet van Sumatra is aan de hand van de volgende principes uitgevoerd (zie ook Fig. 4-42 afkomstig uit het Jaarverslag TD 1930).

- Het net van Zuid-Sumatra was gekoppeld aan het Java triangulatiernet
- Het net van Sumatra's Westkust was gebaseerd op een basismeting bij Padang
- Het net van Sumatra's Oostkust was gebaseerd op een basismeting bij Sampun.

Voor het bepalen van de middelbare fout  $M_{\Delta}$  van de keten met  $3n$  hoeken werd weer gebruik gemaakt van:

$$M_{\Delta} = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{3n}}$$

Voor de drie netten werden de volgende waarden gevonden, zodat uitstekende prestaties geleverd zijn:

- ad a:  $M_{\Delta} = 0'',67$ ,  
 ad b:  $M_{\Delta} = 0'',98$ ,  
 ad c:  $M_{\Delta} = 0'',70$ .

De gemiddelde waarden van de fouten over alle metingen per meetinstrument in de tabel van Fig. 4-41 uit het Jaarverslag TD over 1930, geven een indruk van de onderlinge nauwkeurigheden van de meetinstrumenten. Het Wanschaff universaalinstrument met 27 cm randdiameter blijkt een van de beste instrumenten te zijn, evenals de Hildebrand met 21 cm randdiameter, die gebruikt is van 1928 t/m 1931. Hieruit blijkt ook dat de waarnemingsfouten  $\mu$  klein zijn en de randfouten  $\tau$  acceptabel zijn.

<sup>507</sup> De laatste waarde van de rand- en microscoopfouten  $\tau = 48,0$  voor No. P.111 is wellicht een typfout en zou best eens 0,48 kunnen zijn.

<sup>508</sup> Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz, *Handbuch der Vermessungskunde*: Band I, *Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate* 5<sup>e</sup> druk 1904, (uitg. Metzler, Stuttgart) p. 172-292.

<sup>509</sup> *Voorschrift voor de technische werkzaamheden bij den Triangulatiedienst*, (uitg. Algemene landsdrukkerij 's-Gravenhage 1938).

<sup>510</sup> ir. J.H.G. Schepers, *Kritisch onderzoek van het primaire driehoeksnet van Sumatra en vaststelling van het plan voor de vereffening van dit net*, Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1930, (uitg. Reproductiebedrijf TD, Weltevreden 1931) p. 95-110.

**Gemiddelde waarden der middelbare stationsfouten,  
instrumentsgewijze gerangschikt.**

Toelichting	m <sub>x</sub> "	m <sub>y</sub> "	m <sub>z</sub> "	μ <sup>z</sup>	τ"
PISTOR en MARTIN II (27 cm. randdiam). gebruikt van 1912 t/m 1916 op 18 stations . . . . .	1,54	1,71	1,70	0,47	1,15
REPSOLD 1863 (32 cm. randdiam). gebruikt in 1911 op slechts 1 station. . . . .	—	—	1,10	0,61	0,65
WANSCHAFF I (27 cm. randdiam). gebruikt in 1917 op 7 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1910.	0,53	0,82	0,82	0,32	0,53 0,48
HILDEBRAND 13499 (21 cm. randdiam). gebruikt van 1928 t/m 1931 op 15 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1914.	1,14	1,12	1,10	0,46	0,71 0,42
HILDEBRAND 13500 (27 cm. randdiam). gebruikt van 1915 t/m 1921 op 6 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1914.	—	—	1,19	0,79	0,63 0,19
HILDEBRAND 13872 (27 cm. randdiam). gebruikt van 1917 t/m 1929 op 17 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1915.	1,00	0,93	0,86	0,50	0,50 0,31
HILDEBRAND 55430 (21 cm. randdiam). gebruikt van 1928 t/m 1931 op 9 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1922.	0,79	0,86	0,88	0,72	0,37 0,34
HILDEBRAND 55431 (21 cm. randdiam). gebruikt in 1931 op 2 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1922.	0,90	1,04	1,18	0,75	0,65 0,45
HEYDE 4691 (21 cm. randdiam). gebruikt van 1924 t/m 1926 op 4 stations . . . . . Randonderzoek door prof. Hevelink in 1915.	0,53	0,71	0,74	0,65	0,26 0,38

De in de laatste kolom vetgedrukte getallen stellen weer de waarden van  $\tau$  voor, die afgeleid zijn uit een speciaal randonderzoek; op blz. 101 van het jaarverslag 1930 werd er reeds op gewezen, waarom deze waarden theoretisch iets kleiner moeten zijn dan de waarden  $\tau$  die uit de stationsvereffeningen worden afgeleid.

Fig. 4-41 Middelbare fouten in seconden (uit het Jaarverslag TD 1930).

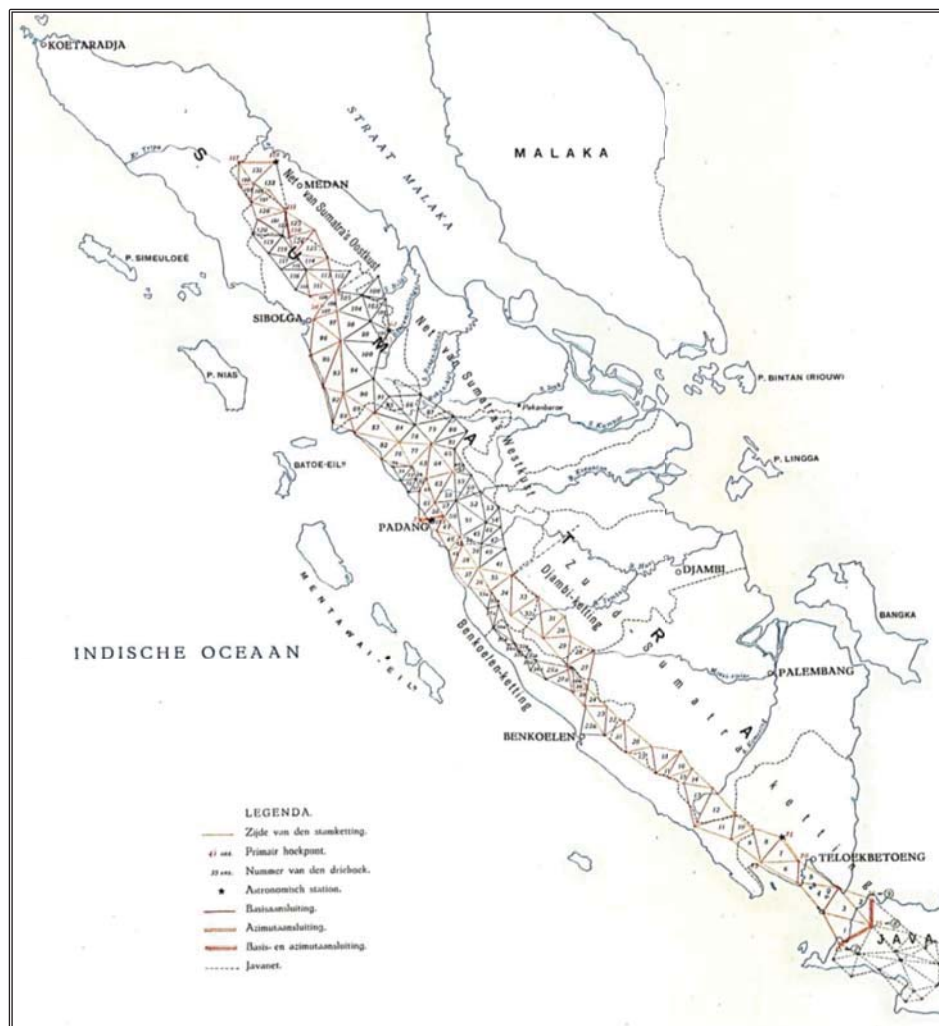


Fig. 4-42 Primaire triangulatiernet van Sumatra vereffend (uit het Jaarverslag TD 1930).

## 4.4 Fotogrammetrie

Na de uitvinding van de fotografie midden 19<sup>e</sup> eeuw, ontstonden nieuwe mogelijkheden voor het vervaardigen van kaarten. Junghuhn was een van de eersten, die op zijn tochten op Java hiervan gebruik maakte. Aanvankelijk was het een hulpmiddel bij het vastleggen van landschappen ter ondersteuning van de topografische opnemingen. Niet lang daarna werd het specifieke nut voor de kartografie onderkend.

Fotogrammetrie startte in Frankrijk in de 19<sup>e</sup> eeuw waar in 1864-1868 al ca. 72.000 ha in kaart gebracht was. Aanvankelijk werkten de opnemers op de grond met fototheodolieten voor het vastleggen van moeilijk toegankelijk terrein. Al snel werden camera's met hulp van ballonnen en vliegers opgelaten. Voor het vervaardigen van kaarten, vlak voor en na de Frans-Duitse oorlog van 1870-1871, werd deze terrestrische fotografie ook toegepast. Met behulp van luchtballonnen was men begin 20<sup>e</sup> eeuw in staat stereografische foto-opnames te maken voor het bepalen van spoorweg tracé 's in Oostenrijk en Turkije. Voor luchtfoto's werd gebruik gemaakt van Zeiss objectieven, die op dat moment de beste prestaties leverden.

Uit ervaringen in WO I was duidelijk dat fotogrammetrie met vliegtuigen van groot belang kon worden voor opname en kartering van grote, dunbevolkte gebieden zoals in Indonesië voorkwamen.<sup>511</sup> In een bergachtig landschap met hoge vulkanen als op Java, Sumatra, Borneo en Celebes was belangstelling voor grootschalige kaarten met hoogte-informatie. In het Jaarverslag van de Topografische Dienst over 1918 gaf L.F. van Gent al een uitgebreid overzicht van de fotogrammetrie tot dat moment.<sup>512</sup> In een bijdrage in 1919 over fotografie bij karteringen gaf hij het grote belang van de fotogrammetrie in WO I aan.<sup>513</sup> Horstink heeft later in zijn *Handboek der Landmeetkunde* uit 1931 uitgebreid de toepassing van fotogrammetrie voor Nederlands-Indië besproken.<sup>514</sup>

In *Maps and Survey* uit 1933 van Arthur Hinks, docent in Cambridge University, werd een wereldwijd overzicht gegeven van uitgegeven kaarten met hun kenmerken en de verschillende opnemingsmethoden en beschikbare meetinstrumenten op dat moment.<sup>515</sup> In het overzicht werd ook een vergelijking gemaakt tussen traditionele opname, gebaseerd op triangulatie, en fotogrammetrische opname. Grote verwachtingen werden gekoesterd van de fotogrammetrie, met gebruikmaking van de op dat moment beschikbare stereo-comperators en stereo-plotters voor het verwerken van luchtfoto's tot kaarten. Zowel vóór als tijdens WO II is fotogrammetrie verder ontwikkeld en uitgebreid toegepast. Sindsdien is de ontwikkeling van fotogrammetrie voor civiel gebruik in een stroomversnelling gekomen. In het boek van Filchner, Przybyllok en Hagen uit 1957 is uitgebreid aandacht besteed aan toepassing van fotogrammetrie voor nog niet verkende en rurale gebieden.<sup>516</sup>

Met stereografische opnames werd diepte in de beelden vastgelegd. Voor de oriëntatie koos men vaste punten in het veld, waarvan de plaats met een tachymeter voor de onderlinge afstand en een barometer voor de hoogte vooraf bepaald was. Die opnames hadden alleen zin als op de grond punten te zien waren waarvan de plaats bekend was. Bij oerwoud of dicht gebladerte was van de bodem niets te zien en was de oriëntatie nauwelijks mogelijk. In dat geval moesten delen van het bos kaal gekapt worden of werd met plaatsbepalingssystemen getracht de overlappende luchtfoto's te maken.

Tot 1990 vond opname en verwerking hoofdzakelijk met analoge apparaten en systemen plaats. Met de komst van digitale camera's en digitale verwerkingsmethoden werden steeds meer fasen in de fotogrammetrie gedigitaliseerd en geautomatiseerd. Analoge apparatuur heeft inmiddels een plaats in het museum gekregen.<sup>517</sup> De ontwikkeling van drones en kleine onbemande vliegtuigen met digitale scan apparatuur is een volgende fase in de "fotogrammetrie". Autonome opnamevluchten zijn nu mogelijk, waarbij met GPS zelfs paspunten op de grond niet meer nodig zijn. Geavanceerde software is nu instaat direct het profiel van het landschap vast te leggen. Ondanks het gebruik van satellieten vindt nog steeds fotogrammetrische opname plaats, vooral bij kartering op grote schaal, zoals voor het kadaster.

Het volgende hoofdstuk 4.4.1 geeft enkele principes van fotografische opname en verwerking. Fotogrammetrie in Indonesië en Nederland in de beginperiode, wordt respectievelijk in hoofdstuk 4.4.2 en hoofdstuk 4.4.3 besproken.

<sup>511</sup> *Report of the Air Survey Committee No. 1-1923*, The War Office, (uitg. His Majesty's Stationary Office, London 1923).

<sup>512</sup> L.F. van Gent, *Fotografie ten dienste van karteringen*, Jaarverslag TD 1918.

<sup>513</sup> L.F. van Gent, *Fotografie ten dienste van karteringen*, in Jaarverslag TD 1919 deel II.

<sup>514</sup> J.Th. Horstink, *Handboek der Landmeetkunde*, Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).

<sup>515</sup> Arthur R. Hinks, *Maps and survey*, (uitg. Cambridge University Press, 3rd edition, London 1933).

<sup>516</sup> Wilheld Filchner, Erich Przybyllok, Toni Hagen, *Route-mapping and Position-locating in unexplored regions*, (uitg. Birkhauser Publishing Company, Basel, Switserland 1957).

<sup>517</sup> Het Kadaster museum in Arnhem heeft een uitgebreide verzameling van fotogrammetrische opname- en verwerkingsinstrumenten.



#### 4.4.1 Van luchtfoto's tot kaarten

Het principe van luchtfotografie berust op het verticaal fotograferen van rechthoekige grondvlakken met een overlap in de vliegrichting van 60 à 70% en in de zijrichting van 20 à 30%, als in Fig. 4-43 is weergegeven.<sup>518 519</sup> Door een regelmatig patroon te vliegen met overlappende stroken en regelmatige opnamen kon zo in korte tijd bij helder weer een groot gebied gefotografeerd worden. Zo ontstonden aangrenzende en deels overlappende opnamen, die in korte tijd stereografische weergave van grote gebieden mogelijk maakten. Door steeds de twee aangrenzende luchtfoto's met een stereoscoop of beeldenpaarmachine te bekijken waren in het stereografische beeld de hoogtes van het gebied of van objecten te meten en in een kaart aan te geven. De propellervliegtuigen vlogen in Indonesië op 4000 m of hoger, afhankelijk van de hoogte van bergen of vulkanen, de grootte van het gebied en de gewenste details. Voor grote kaartschalen bijvoorbeeld 1:10.000 werd wel gevlogen op een hoogte van 1000 m.<sup>520</sup> Fig. 4-44 verduidelijkt de relatie tussen vlieghoogte en schaal.

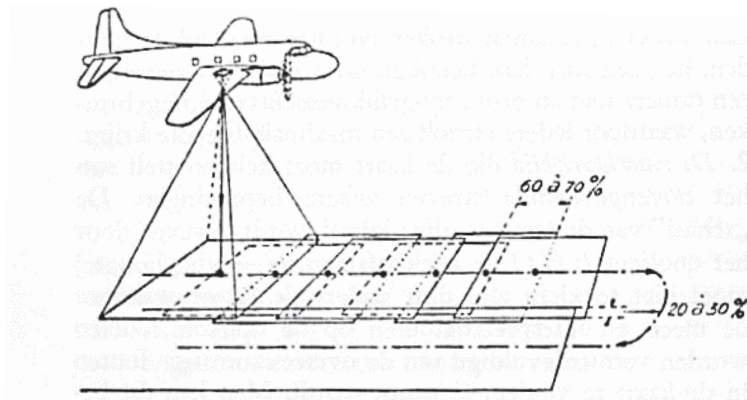


Fig. 4-43 Luchtfotografie-opname, overlappende foto's op de vliegroute.

Stel dat het vliegtuig vloog op hoogte  $H$  boven het gemiddeld zeeniveau en dus  $h = H - b$  boven de grond, zoals schematisch in de tekening van Fig. 4-44 is aangegeven. Een strook van het grondoppervlak met breedte  $D$  werd zo met de cameralens met brandpuntsafstand  $f$  op de film in de camera met breedte  $d$  afgebeeld.

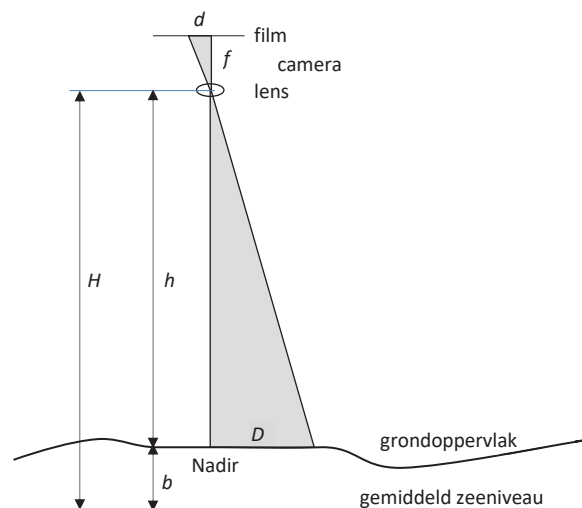


Fig. 4-44 Schema van de luchtopname op hoogte  $H$  van de grondstrook  $D$  op hoogte  $b$ .

<sup>518</sup> J.C.C. Williams, *Simple Photogrammetry*, (uitg. Academic Press, London and New York 1969).

<sup>519</sup> W.K. Kilford, *Elementary Air Survey*, (uitg. Pitman Publishing, Londen 1970).

<sup>520</sup> Gerard Casius en Thijs Postma, *40 jaar luchtvaart in Indië*, (uitg. De Alk bv, Alkmaar 1986).

De hoogte  $H$  werd meestal met een op zeeniveau geijkte barometer gemeten en geregistreerd. Voor absolute plaatsbepaling werd gebruik gemaakt van paspunten op de grond in de vorm van ronde schijven van 0,2-0,5 m. De plaats daarvan werd terrestrisch bepaald. De schaal van de opname is gelijk aan de verhouding van  $d$  tot  $D$ , wat in Fig. 4-44 overeenkomt met  $f/h$ . Als bijvoorbeeld  $f = 0,1$  m en  $h = 4000$  m, dan is de schaal 1:40.000.

Dit geldt alleen bij zuiver verticale opnamen (naar het Nadir direct onder het vliegtuig), waarbij het filmvlak evenwijdig is aan het grondvlak. Als dat niet het geval is moet eerst "onthoeking" of "ontschanking" plaatsvinden om vervormingen door een afwijkende schaalvergroting te corrigeren.

Op basis van een ontwerp van A. Kint (luitenant-kolonel van de TD in NI) uit 1930, werd zowel door de firma De Koningh in Arnhem als de firma Zeiss in Jena een automatisch ontschankingstoestel gebouwd. Deze toestellen werden ook in Nederland gebruikt.<sup>521</sup> A. Kint beschreef tevens in 1937 luchtphotogrammetrie met eenvoudige methoden en instrumenten en was daarmee een van de pioniers op dit gebied.<sup>522</sup>

Luchtfoto's met afmetingen van 18 x 18 cm of 30 x 30 cm kwamen het meest voor. Eerst werden de foto's door de genoemde ontschanking gecorrigeerd voor scheve opname en werd de gewenste vergroting aangebracht. Door overeenkomstige afbeeldingen van steeds twee aangrenzende foto's te bekijken met stereoscopische kijkers werd een ruimtelijk beeld verkregen. Fig. 4-45 laat het werkingsprincipe van een stereoscoop zien. Door de twee kijkers  $K^1$  en  $K^2$  met lenzen  $L^1$  en  $L^2$  op oogafstand van 65 mm worden via de prisma's  $P^1$  en  $P^2$  en spiegels  $S^1$  en  $S^2$  de foto's 1 en 2 bekeken. De pootjes  $P$  bepalen de hoogte. Zo kunnen de twee deels overlappende foto's ruimtelijk worden waargenomen en kan een kaart met hoogtelijnen getekend worden.

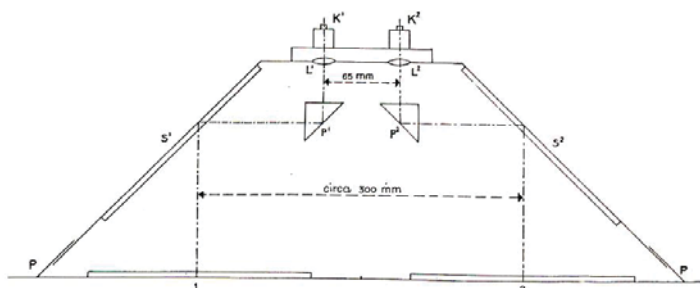


Fig. 4-45 Stereoscoop voor het bekijken van luchtfoto's.

De verwerking van luchtfoto's tot kaarten vergde speciale apparatuur, die steeds geavanceerder werd. In Nederlands-Indië werd ook zogenaamde multiplex apparatuur toegepast. Daarmee kon met een aantal in lijn opgestelde projectors via verkleinde diapositieven, gemaakt op basis van de luchtfoto's, virtueel een bergachtig landschap zichtbaar gemaakt worden. In Indië zijn verschillende beeldenpaarmachines voor verwerking van luchtfoto's in gebruik geweest. Hoeken en richtingen werden in het stereobeeld nauwkeurig gemeten met een *radiaaltriangulator*.<sup>523</sup>

Met een *stereo-autograaf* (ook wel stereo-comperateur genoemd) werd van de twee foto's een kaart met daarin de hoogte van het opgenomen gebied getekend. Van het gebied werd met hulpmiddelen (zoals een verlicht haarlijnenkruis of een schaal) in het ruimtelijk beeld de hoogte gemeten.<sup>524</sup>

Het basisprincipe en de werking van de stereo-autograaf, zoals van Zeiss-Pulfrich, zijn door Ohlhardt van de Indische vliegdiens al beschreven in het TD-jaarverslag over 1918.<sup>525</sup> De fotogrammetrie is zowel op land als bij hydrografische opname langs de kust toegepast.<sup>526</sup> Zo ontstonden al begin 20<sup>e</sup> eeuw in Indië nauwkeurige kaarten met hoogtelijnen. Vliegtuigen en ballonnen voor topografische opnamen zijn in Nederlands-Indië nauwelijks toegepast, hoewel er wel plannen voor ontwikkeld zijn, met name voor Nieuw-Guinea.<sup>527 528</sup>

<sup>521</sup> Een toestel van De Koningh is nog werkend in het Kadaster museum in Arnhem te zien.

<sup>522</sup> Jaarverslag TD 1937 p. 83-89.

<sup>523</sup> Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie*, (uitg. Servire, Den Haag 1951).

<sup>524</sup> Teodor J. Blachut, Rudolf Burkhardt, *Geschichte der Photogrammetrie, Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Sonderheft*, (uitg. Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt an Main 1988).

<sup>525</sup> J.C.F. Ohlhardt, *De stereo-autograaf*, Jaarverslag TD 1918.

<sup>526</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952).

<sup>527</sup> A.E. Rambalo, *De luchtvaart ten dienste van het wetenschappelijk onderzoek in Nieuw-Guinea*, uit Tijdschrift van het KNAG, 1908.

<sup>528</sup> K. Wegener, *De mogelijkheid van een ballontocht dwars over Nieuw-Guinea*, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1908.

#### 4.4.2 Fotogrammetrie in Indonesië

In de Jaarverslagen van de TD werd regelmatig over fotogrammetrie gerapporteerd. Een uitgebreid overzicht van de ontwikkelingen op dit gebied is al te vinden in het Jaarverslag over 1918<sup>529</sup> met verdere aanvulling in 1919.<sup>530</sup> De TD volgde nauwgezet de verdere ontwikkeling van stereografische uitwerkingsinstrumenten.<sup>531</sup> De eerste proeven met stereofotogrammetrie werden in 1922 genoemd door Van Lith, het toenmalig hoofd van de TD<sup>532</sup> en verder beschreven door kapitein Boon van de TD. Boon maakte van de vulkaan Tangkuban Prahū ten noorden van Bandung foto-opnamen, die hij tijdens zijn verlof naar Nederland in München samen met eerdere proefopnamen liet uitwerken tot kaarten. De resultaten van deze proefnemingen op Java beschreef hij in het TD-jaarverslag over 1923.<sup>533</sup> In 1923 werden voor ecologische doeleinden foto-opnames gemaakt van de monding en de delta van de Solo-rivier. Die werden samengevoegd tot een fotomosaïek. Omdat geen ontschankingstoestel aanwezig was, waren de luchtfoto's helaas niet zo'n succes.

In 1925 besloot de regering op basis van gunstige ervaringen met verschillende experimenten op Java verder te gaan met luchtfotografie. Hoewel de resultaten niet slecht waren, was er bij de deskundigen scepsis over de toepassing van fotogrammetrie in Indië.<sup>534</sup> Dat had te maken met de beperkte herkenning van oriëntatiepunten in de opnames en de kosten. Tijdens een studiereis naar Frankrijk in 1926 verzamelde kapitein Gaade kennis van de Franse werkwijze van fotografische opname, ontschanking (of onthoeking) en verwerking van stereofoto's. Het in kaart brengen van de verwoestingen in WO I voor het Kadaster met fotogrammetrie bleek sneller en goedkoper mogelijk dan met conventionele methoden. Met het rectificatieapparaat van Roussilhe behaalde Frankrijk goede resultaten. Omdat het apparaat bovendien aanzienlijk goedkoper was dan de semi-automatische apparaten van Zeiss besloot de TD er één in 1925 voor de TD aan te schaffen. Binnen 20 minuten kon zo een luchtfoto ontschrankt en vergroot worden tot de gewenste schaal.<sup>535</sup>

De TD besloot een aantal luchtfotogrammetrische karteringsproeven uit te voeren. Als eerste proef koos de TD in 1927 een vlak sawah complex (rijstvelden) van 750 ha ten zuiden van Bandung, waarvan een landrente-kaart op schaal 1:5.000 vervaardigd moest worden. Ook een sawah-complex bij Batavia van 12.000 ha kon snel en nauwkeurig op basis van luchtfoto's in kaart worden gebracht. Door een verticale luchtfoto op schaal 1:10.000 was met het Roussilhe apparaat een vergroting tot 1:5.000 mogelijk. De eerste proef leverde van de droge sawah's onduidelijke foto's op. Bij de tweede proef met natte (reflecterende) sawah's waren de foto's aanzienlijk beter. Een derde proef van een visvijvercomplex ten noorden van Batavia op schaal 1:2.000 was een nog groter succes.<sup>536</sup> Met de foto's werden de bestaande topografische kaarten weer bijgewerkt. Gebruik van kleurfilters liet het effect van kleur zien bij het onderscheiden van verschillende tropische gewassen. Zelfs werd met infrarood gevoelige film geëxperimenteerd.

De nauwkeurigheid van de kaarten was vergelijkbaar of soms beter dan van experimenten in Frankrijk en Zwitserland. De diverse publicaties in de Jaarverslagen van de TD en in tijdschriften over de Indische experimenten hebben aanzienlijk aan de verdere ontwikkeling van fotogrammetrie in Nederland en wellicht ook elders in de wereld bijgedragen. Boon en Ohlhardt namen in 1926 deel aan een fotogrammetrieproef bij Serawak voor het opsporen van mogelijke olievindplaatsen. De resultaten, verwerkt in schetskaarten, waren voor het doel voldoende, maar mede door de hoge kosten van f 34 per km<sup>2</sup> beperkt van belang voor de TD.<sup>537</sup> Dat gold ook voor luchtfotogrammetrische karteringsproeven bij Tangerang<sup>538</sup> en visvijvers bij Sidaju.<sup>540</sup> Vanaf dat moment gaven de Jaarverslagen van de TD elk jaar de vorderingen op het gebied van fotogrammetrie weer. Geleidelijk ging de fase van proefnemingen over in reguliere opnemingen.

<sup>529</sup> L.F. van Gent, *Fotografie ten dienste van Kaarteringen*, uit Jaarverslag TD 1918.

<sup>530</sup> L.F. van Gent, *Fotografie ten dienste van Kaarteringen*, uit Jaarverslag TD 1919.

<sup>531</sup> R. Montigel, *Nieuwe wegen der stereofotogrammetrie*, uit Jaarverslag TD 1922.

<sup>532</sup> Jaarverslag TD 1921 onder het algemeen overzicht van terreinwerkzaamheden, p. 4.

<sup>533</sup> P.D. Boon, *Kort verslag betreffende de uitkomsten der in 1923 gehouden inspecties over de door de "Stereographik-zentrale" te München vervaardigde kaarten van stereofotogrammetrisch opgenomen terreinen op Java*, in Jaarverslag TD 1923, p. 81-83.

<sup>534</sup> J. van Roon, *De beteekenis der stereo-autogrammetrie voor de opname en kaarteering*, in het bijzonder voor die van Nederlandsch-Indië, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1925.

<sup>535</sup> R.C. Gaade, *Het rectificatie-apparaat Roussilhe*, uit Jaarverslag TD 1926.

<sup>536</sup> R.C. Gaade, *De lucht-fotogrammetrische karteering van een vischvijvercomplex ten noorden van Batavia op de schaal 1:2.000*, uit Jaarverslag TD 1927.

<sup>537</sup> P.D. Boon, P.C.P. Ohlhardt, *Verslag betreffende de Fransche Luchtfotogrammetrische karteeringsmethode en de nabij Miri (Serawak) uitgevoerde luchtfotogrammetrische karteering*, uit Jaarverslag TD 1926 deel 1.

<sup>538</sup> R.C. Gaade, *Mededeelingen betreffende de luchtfotogrammetrische proefkartering op de schaal 1:5.000 van een uitgestrekt vlak terrein nabij Tangerang (res. Batavia)*, uit Jaarverslag TD 1928.

<sup>539</sup> P.D. Boon, *Nadere mededeelingen betreffende luchtfotogrammetrische karteeringsproeven*, uit Jaarverslag TD 1929.

<sup>540</sup> A. Kint, *De luchtfotogrammetrische proefkartering van een complex vischvijvers nabij Sidaju*, uit Jaarverslag TD 1931.



De ontschrinking met het Russilhe apparaat werkte alleen voor enigszins vlakke terreinen. Voor geaccidenteerd terrein schafte de TD een radiaaltriangulator van Zeiss aan. Met een kleinere schaal van 1:25.000 kon daarmee zo een terrein van 1300 km<sup>2</sup> op Banka goed en snel in kaart gebracht worden.

In 1931 besloot de TD een proefkartering van een bergachtig deel van Banka op basis van fotogrammetrie op schaal 1:25.000 uit te voeren. In de periode 1931-1932 werd geheel Banka met luchtfotografie vastgelegd. Op de luchtfoto's werd de luchtbel van een niveau mee-gefotorafeerd, zodat de verticale stand van de camera in het vliegtuig op de negatieven vastgelegd werd. Op de negatieven werden nadien de nadirpunten bepaald, waarmee samen met terrestrisch bepaalde punten een driehoeksnet ontworpen werd. Gebruik makend van de eigen apparatuur, de Zeiss radiaaltriangulator voor hoeken van het driehoeksnet en het Russilhe apparaat voor het ontschrinken (onthoeken) van de luchtfoto's, kon de TD de belangrijke punten, zoals bergtoppen, wegkruisingen en kunstwerken met een pantograaf op de kaart brengen. De resultaten bleken boven verwachting te zijn, getuige de publicaties in de TD-jaarverslagen van 1932-1937.<sup>541</sup> Er werd een aanzienlijke tijdswinst behaald, waardoor de opnemingskosten aanzienlijk lager werden dan met de conventionele terrestrische methode. De resultaten van fotogrammetrie op Banka werden vergeleken met de terrestrische triangulatiemetingen, die daar tegelijkertijd plaatsvonden. De coördinatenverschillen waren in het veld kleiner dan 7 m, wat op dat moment zeer acceptabel was.

Nieuw-Guinea werd vanaf 1907 systematisch in kaart gebracht. De eerste periode 1907-1914 leverde een beperkt aantal schetskaarten op schaal 1:250.000 op.<sup>542</sup> Voor topografische verkenningen van Nieuw-Guinea voor een combinatie van "petroleummaatschappijen" gaf de regering in 1935 toestemming voor fotografie door de Koninklijke Nederlands-Indische Luchtvaartmaatschappij (KNILM), waarbij bedongen werd dat de opnamen ook aan de TD verstrekt zouden worden. De resultaten zouden verwerkt worden tot kaarten op schaal 1:100.000. Na de in 1936 verleende concessie aan de Nederlandse Nieuw-Guinea Petroleum Maatschappij (NNGPM) voor de exploratie van de vogelkop, werd in 2 jaar met de KNILM ruim 10 miljoen ha met luchtfoto's opgenomen. Proefboringen op basis daarvan in Klamono, Wasian en Modoi resulteerden daadwerkelijk in de vondst van olie.

Ook gebieden op Sumatra, zoals Aceh en Palembang bracht de TD op deze wijze in kaart. In Aceh werd voor kaarten op schaal 1:50.000 gekozen. Veel aandacht besteedde de TD aan de fouten met de fotogrammetriemethode door enerzijds berekeningen van foutenoorzaken en anderzijds vergelijking met bekende terrestrische opnamen, gebaseerd op triangulatie. Dat heeft de werkwijze van fotogrammetrie ook beïnvloed, zodat de resultaten steeds beter werden. Door in 1937 binnen de TD één opnemingsbrigade op te heffen was ruimte voor oprichting van een nieuwe fotogrammetrische brigade, die uiteindelijk in 1939 zou uitgroeien tot 42 personen. Grote gebieden op Sumatra (Aceh), Borneo en Nieuw-Guinea werden zo in kaart gebracht. In het noordwesten van Celebes (Sulawesi) in het Malili-kolonisatiegebied ten noorden van Palopo, vonden fotogrammetrische metingen van polychonen plaats, die aansloten op terrestrisch gemeten polychonen. Een uitgebreide foutenanalyse, met een analyse van de behaalde nauwkeurigheid liet zien dat dit een aantrekkelijke werkwijze was.<sup>543</sup>

Wetenschappelijk werk en praktijk gingen in Indië hand in hand. Daarvoor werden bijdragen geleverd door de genoemde Kint en Kloet, die uiteindelijk leidden tot het boek "*De projectieve Meetkunde en Fotogrammetrie*", waarvan in 1941 het eerste deel in Indië uitgegeven werd. Kloet kwam helaas om bij de Birma-spoorlijn.

In 1942-1945, tijdens WO II, zorgde de American Map Service (AMS) voor fotogrammetrische kaarten, die echter niet met grondmetingen gecorrigeerd waren.<sup>544</sup> Wel was zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de oude Nederlandse schetskaarten voor de vaste punten. Na WO II werd besloten Nieuw-Guinea op schaal 1:100.000 fotogrammetrisch in kaart te brengen. Daarvoor waren 284 kaartbladen nodig. In 1962, net voor de overdracht aan Indonesië, waren daarvan 212 in druk verschenen.<sup>545</sup>

<sup>541</sup> Jaarverslag TD 1932 p. 26-30, Jaarverslag TD 1933 p. 45-48, Jaarverslag TD 1934 p. X, 49-51, Jaarverslag TD 1936 p. 26-35, Jaarverslag TD 1937 p. 83-89.

<sup>542</sup> F.J. Ormeling, De huidige stand der Exploratie van Nieuw-Guinea, (lezing 23 oktober 1948 voor het Kon. Ver. "Indisch Instituut" en Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap te Amsterdam).

<sup>543</sup> A. Kint en L.F. Kloet, *Enkele bijzonderheden betreffende de multiplex-kaarteering op schaal 1:10.000 van het kolonisatie-gebied nabij Malili (Celebes)*, uit Jaarverslag TD 1939.

<sup>544</sup> F.J. Ormeling, De groei van de kaart van Westelijk Nieuw-Guinea, Tijdschrift van het KNAG, Deel LXIX, No. 2 1952.

<sup>545</sup> Ir. J.A. van der Linden, Kartografie vanuit de lucht; de luchtfoto als informatiebron voor de topografische kaarten, uit NGT Geodesia 24<sup>e</sup> jaargang no. 9, september 1982.

#### 4.4.3 Fotogrammetrie in Nederland

Met het oprichten van de fototechnische dienst van de KLM in 1921 op luchthaven Waalhaven bij Rotterdam werd een start gemaakt met systematische fotogrammetrie in Nederland.

Met zijn lange ervaring bij de TD in NI, ook op gebied van fotogrammetrie, werd Jan van Roon na zijn terugkeer naar Nederland lid van het algemeen bestuur van het KNAG. Hij vervulde een belangrijke taak bij de samenstelling van een commissie van onderzoek voor de Topografische inrichting in Nederland. De regering vroeg hem het verslag van de commissie onder voorzitterschap van prof. ir. H.J. Heuvelink over de opleiding van landmeters in Wageningen te beoordelen. Hij werkte nog jaren als adviseur voor de regering op topografisch, hydrografisch en geografisch gebied en vervaardigde een belangrijk document dat het belang van stereo-autogrammetrie voor opnemings- en kartering beschreef.<sup>546</sup>

Een in Nederland op 13 maart 1925 ingestelde Triangulatiecommissie moest ook de mogelijkheden van fotogrammetrie onderzoeken. H.F. van Riel, lector van de landmeterscursus aan de Landbouw Hogeschool had daar al een studie naar gedaan.<sup>547</sup> De eerste opdracht door de minister was het vervaardigen van een kaart van een gebied van 30 km<sup>2</sup>, waarvoor in 1928 een proef bij Hilvarenbeek plaatsvond. Daarvoor werd 30 km<sup>2</sup> gefotografeerd op een schaal 1:20.000 door een Zeiss camera met een lens met brandpuntsafstand van 21 cm. Een Roussilhe apparaat, dat in Nederland in 1926 was aangeschaft, zorgde voor ontschanking.<sup>548</sup>

De tweede opdracht was een aëro-stereofotogrammetrische kaart te maken, waarvoor in 1929 een proef in Den Hout met de Wild autograaf en in 1930 een proef in Oosterhout met de Hegershoff aërokaartograph plaatsvond.<sup>549 550</sup> Na deze proeven kwam vanaf 1932 de fotogrammetrie in Nederland tot ontwikkeling. Van Riel overleed in 1931 en Schermerhorn nam het over in 1932. Schermerhorn kan in Nederland wel gezien worden als de grondlegger van de fotogrammetrie. Hij heeft met zijn pionierswerk in Nederland en Indonesië en door lezingen en publicaties, daarvoor de basis gelegd.<sup>551</sup>

De resultaten van de fotogrammetrie op Banka inspireerden Schermerhorn tot de luchtkartering voor de BPM in Nieuw-Guinea in 1936. Door de gebruikte panoramacamera en de terreinomstandigheden liet die echter wel iets minder goede resultaten zien. Op het congres in Rome in 1938 van de International Society of Photogrammetry (ISP, opgericht in 1910), was de Nederlandse inzending een bijdrage van het boswezen uit Nederlands-Indië. Schermerhorn werd benoemd tot voorzitter van de ISP, de congressen werden onder zijn voorzitterschap tot 1942 in Nederland gehouden.

Vanuit de TD in Indië was voor WO II prof. ir. Schepers hier al nauw bij betrokken. Na zijn terugkeer in 1939 naar Nederland leverde hij ook nog een bijdrage aan de fotogrammetrie. In het boek over luchtfotografie uit 1948 geeft Schepers een overzicht van de tot dan gebruikte methoden en ondervonden beperkingen van fotogrammetrie.<sup>552</sup>

Na WO II werd de fototechnische dienst van de KLM opnieuw opgericht als KLM-Aerocarto met Schermerhorn als adviseur. Mede door zijn optreden als gijzelaar door de Duitsers werd hij na WO II minister-president.<sup>553</sup> Hij werd als hoogleraar opgevolgd door R. Roelofs, afkomstig van het Kadaster uit Nederlands-Indië. Met de oprichting van het ITC in 1950 door Schermerhorn kreeg de fotogrammetrie een nieuwe impuls. Er werden karteringsinstrumenten aangeschaft voor de verwerking van luchtfoto's tot kaarten. Tal van studenten, vooral uit Indonesië, werden hier in fotogrammetrie opgeleid.

De verwerking van de opnamen is het grootste deel van de activiteiten. Gebruik van digitale technieken heeft tot grote besparingen geleid. Geconcludeerd kan worden dat fotogrammetrie voor Nederlands-Indië en Nederland, maar ook wereldwijd het proces van kartering aanzienlijk versneld en de kosten opmerkelijk verlaagd heeft.

<sup>546</sup> J. van Roon, De betekenis der stereo-autogrammetrie voor de opnemings- en kaarteering, in het bijzonder voor die van Nederlandsch-Indië, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1925.

<sup>547</sup> *Beknopt overzicht van werkzaamheden van de Triangulatie Commissie in de jaren 1925-1930*, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1930).

<sup>548</sup> *Verkort verslag van de eerste in Nederland gehouden proef voor het vervaardigen van topographische kaarten met toepassing van de photogrammetrie (proef 'Hilvarenbeek', 1928)*, (uitg. Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1931).

<sup>549</sup> *Verkort verslag van de tweede en derde der in Nederland gehouden proeven voor het vervaardigen van topographische kaarten met toepassing van de photogrammetrie (proef 'Den Hout' 1929, 'Oosterhout' 1930)*, (uitg. Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1931).

<sup>550</sup> Teodor J. Blachut, Rudolf Burkhardt, *Geschichte der Photogrammetrie*, Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Sonderheft, (uitg. Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt an Main 1988).

<sup>551</sup> Luchtkarteering in de ingenieurspractijk, voordracht, gehouden voor de Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 20 December 1940 te 's-Gravenhage door prof. ir. W. Schermerhorn.

<sup>552</sup> *Het spiedend oog der luchtcamera*, 170 luchtfoto's met toelichting, verzameld namens de redactie-commissie van het tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap door haar secretaris ir. J.H.G. Schepers (oud-hoofd van de Triangulatie Brigade te Batavia, oud-bg. Hoogleraar Geodesie aan de TH Bandung), m.n. toelichtingen bij luchtfoto's uit Indonesië door dr. A.J. Pannekoek, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1948).

<sup>553</sup> J.A.A. Bervoets, *Inventaris van het archief van W. Schermerhorn [levensjaren 1894-1977], 1918-1976*, Nr. archiefinventaris: 2.21.183.74, (uitg. NA 1977).

## 4.5 Versturende factoren

De versturende factoren bij topografische opneming en kartering in Nederlands-Indië die aandacht kregen zijn: *aardkromming en refractie, klimaat en omgeving, schietloodafwijkingen, zwaartekrachtafwijkingen, instrumentnauwkeurigheid en kaartprojecties*. Die zijn in Indonesië anders dan in Nederland; in de periode 1860-1960 is hieraan veel aandacht besteed, getuige de jaarverslagen en rapporten.

### 4.5.1 Aardkromming en atmosferische refractie

Aardkromming en refractie zijn van invloed op “direct zicht” tussen twee punten op aarde of tussen een punt op aarde en een hemellichaam en worden vaak gezamenlijk in correcties meegenomen.

In Nederland op 52° NB kan de ellipsoïde van de aarde bolvormig verondersteld worden met een straal  $R$  van 6371 km. In Nederlands-Indië op 5° ZB werd als benadering van de ellipsoïde gekozen voor een bol met straal  $R = 6356$  km. De aardkromming kan bij grote afstand een belemmering vormen bij het zicht tussen twee bergen of torens. De torens kunnen meetpunten of bakens zijn voor triangulatie. Hoe groot moet nu de hoogte  $h$  van deze torens zijn om een afstand  $d$  te kunnen overbruggen? Eenzelfde vraag doet zich voor bij radioverbindingen met straaltorens, waaraan hier ook even aandacht besteed zal worden. De verbindingslijn met lengte  $s$  tussen hun toppen bevindt zich op hoogte  $i$  boven het gekromde aardoppervlak (zie Fig. 4-46).

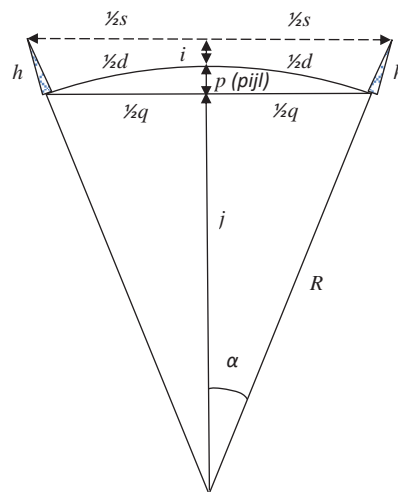


Fig. 4-46 Verkleining van de vrije hoogte  $i$  tussen de torens door de kromming van het aardoppervlak.

Voor de zo gevormde rechthoek geldt:

$$\left(\frac{1}{2} s\right)^2 + (R + i)^2 = (R + h)^2 .$$

Als  $i$  nul is raakt de verbindingslijn de aarde en geldt volgens bovenstaande formule:

$$h = \frac{\left(\frac{1}{2} s\right)^2}{2R} - \frac{h^2}{2R} .$$

De laatste term is zeer klein en kan verwaarloosd worden, zodat geldt:

$$h = \frac{\left(\frac{1}{2} s\right)^2}{2R} .$$

Bij een afstand  $s$  tussen de torens van 40 km dient, voor direct zicht tussen de torens, hun hoogte  $h$  bij een straal  $R = 6371$  km meer dan 31,39 m te bedragen. Bij een straal  $R = 6356$  km wordt dit 31,46 m, dus iets hoger. Als de vrije ruimte  $i$  boven het aardoppervlak beperkt wordt door bomen of gebouwen, dan zijn hogere torens nodig. Als die obstakels b.v. 20 m hoog zijn, dan dienen de torens minimaal 51,5 m hoog zijn.



Voor de koorde  $q$  geldt met hoek  $\alpha$  in graden:

$$q = 2R \sin \alpha .$$

De afstand tussen de torens is:

$$d = \frac{4\pi R \alpha}{360} .$$

Over een afstand  $d$  van 40 km is de hoek  $\alpha = 10' 8$  en de koorde  $q = 39,9999$  km wat op die afstand minder dan 10 cm verschilt van de afstand  $d$ , die gemeten wordt langs het aardoppervlak met  $R = 6356$  km.

Het verband tussen de pijllengte  $p$  en koorde  $q$  volgt uit:

$$p = R - R \sqrt{1 - \frac{q^2}{4R^2}} ,$$

$$\text{ofwel: } p = R - \sqrt{R^2 - (\frac{1}{2} q)^2} .$$

De koorde  $q$  kan hierin gelijkgesteld worden aan de afstand  $d$  over het aardoppervlak tussen de torens. Stel dat die afstand weer 40 km bedraagt dan is de pijl  $p$  gelijk aan 31,47 m, overeenkomstig de hiervoor gevonden minimumwaarde voor  $h$  op die afstand. Zo kan ook uitgerekend worden dat een waarnemer op een hoogte van 1,7 m door de kromming van de aarde, de horizon op maximaal 5 km kan zien. Tussen twee bergtoppen van 500 m kan door de kromming van de aarde bij helder weer maximaal 160 km overbrugd worden, bij twee bergtoppen van 1000 m wordt dat zelfs 225 km.

Door Willebrord Snellius was het verschijnsel "refractie" sinds begin 17<sup>e</sup> eeuw bekend. Bij astronomische metingen werd er in de 18<sup>e</sup> eeuw al rekening mee gehouden. Ook dispersie, ofwel de refractieafhankelijkheid van de golflengte (of frekwentie) van licht (in het algemeen elektromagnetische straling) was al sinds Newton bekend en werd in de 19<sup>e</sup> eeuw onderbouwd met de wetten van Maxwell.<sup>554</sup> Tot 50 km boven het aardoppervlak kon de atmosfeer neutraal beschouwd worden, daarboven ontstonden lagen die door de zon geïoniseerd waren en werden elektromagnetische stralen afgebogen (zoals in hoofdstuk 3.3.3 al besproken is). In de onderste laag, waren vooral de refractie en de dispersie dominant. Met steeds nauwkeurigere meetinstrumenten werd refractie bepalend voor de te behalen nauwkeurigheid van de astronomische waarneming, afstandsmeting, triangulatie en fotogrammetrie.<sup>555 556</sup>

Het verschil tussen dag en nacht resulteerde in de tropen in een andere temperatuurgradiënt. Door de uitstraling 's nachts bogen de stralen in de onderste twee meter van de atmosfeer naar de aarde toe, dus met holle kant naar de aarde. Overdag bogen door (zon)instraling de stralen in de onderste twee meter van de aarde af (met de bolle kant naar de aarde toe). Als onderscheid met astronomische refractie werd dit verschijnsel, bepaald door de temperatuurverschillen in de luchtlaag tot een paar meter boven het aardoppervlak, terrestrische refractie genoemd. Dit was net de laag waarin de waterpassing uitgevoerd werd. Metingen in de zon moesten dan ook zoveel mogelijk vermeden worden. Licht volgt in de atmosfeer een kromme baan met straal  $r$ , gelijk aan ca. 7 x de aardstraal  $R$ , ofwel  $r = \frac{R}{0,14}$ .

De centimetergolven bij straalverbindingen gedragen zich als lichtgolven, maar worden nog meer naar de aarde afgebogen. De metergolven van de kortegolf volgen ca. 3 x de aardstraal, maar worden vervolgens door de ionosfeer verder afgebogen. De hectometergolven van de middengolf volgen een baan met 1 x tot 3 x de aardstraal, terwijl de kilometergolven van de langegolf het aardoppervlak volgen, zoals hiervoor bij radiocommunicatie aan de orde is gekomen.

De onzekerheid door de refractie kon tot aanzienlijke fouten bij de hoogtebepalingen leiden. Metingen werden daarom in Indië bij voorkeur aan het begin van de ochtend of later in de middag uitgevoerd, wanneer de atmosfeer enigszins stabiel was. Door die onzekerheid werd in plaats van trigonometrische hoogtemeting ook veelvuldig gebruik gemaakt van barometrische hoogtebepaling.

<sup>554</sup> F.K. Brunner, *Refraction, refractive-index and dispersion: some relevant history*, uit *Refraction of trans-atmospheric signals in geodesy, proceedings of the symposium, The Hague, May 19-22, 1992*, (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 1992).

<sup>555</sup> Ir. H.J. van Steenis, *Landmeetkunde, over refractie*, uit *Kadaster en Landmeetkunde*, oct.1937.

<sup>556</sup> *Proceedings of the International Symposium on Electromagnetic Distance Measurement and the Influence of Atmospheric Refraction*, Wageningen 23-28th May 1977, P. Richardus ed., (uitg. Netherlands Geodetic Commission 1977).

De brekingsindex van de atmosfeer varieert met de hoogte door de dichtheid, vocht, temperatuur en druk. Door refractie volgen licht of radiogolven, die schuin door de atmosfeer lopen een kromme baan. Een bakken op een berg of een ster lijkt daardoor lager te staan dan de werkelijkheid. In het algemeen worden de stralen naar de aarde gebogen, zodat het mogelijk is over de horizon, of op zee over de kim te kijken. Bij nauwkeurige metingen moet daarvoor gecorrigeerd worden. De kromming van de baan is afhankelijk van de atmosfeer met een brekingsindex, die weer varieert met de hoogte. In uitzonderlijke gevallen (bij inversie van de luchtlagen) worden de golven van de aarde afgebogen. De kromme baan door refractie kan als eerste benadering door een cirkelboog met straal  $r$  worden voorgesteld waarbij:

$$r = \frac{R}{k}.$$

Hierin is  $k$  de zogenoemde refractiecoëfficiënt. Voor Nederlands-Indië werd  $k = 0,14$  gehanteerd voor de lichtgolven gebruikt bij triangulaties. Voor Nederland werd in het algemeen  $k = 0,13$  aangehouden. Deze refractiecoëfficiënt is afhankelijk van de frequentie van de radiogolven (of de kleur van licht), maar ook van de temperatuur, vochtigheid en zonnestand en daarmee van het uur van de dag. Het was al lang bekend dat  $k$  werd beïnvloed door temperatuur  $t$  (in  $^{\circ}\text{C}$ ) en luchtdruk  $B$  (in cmHg) volgens onderstaande formule:<sup>557</sup>

$$k = 0,2325 \frac{B}{760} \frac{1}{(1 + \alpha t)^2} \left( 1 - 29,39 \frac{\Delta t}{\Delta h} \right).$$

Hierin is  $\frac{\Delta t}{\Delta h}$  de verandering van de temperatuur  $t$  met de hoogte  $h$ . In Indonesië is dat ca.  $1^{\circ}\text{C}$  per 160 m, zoals in hoofdstuk 4.3.2 besproken is, zodat  $\frac{\Delta t}{\Delta h} = 0,006^{\circ}\text{C}/\text{m}$ . Bij toenemende hoogte  $h$  daalt ook  $B$ , toch zorgt de daling van  $t$  dat  $k$  stijgt ( $\alpha = 0,003665$ ). De variatie in Indonesië is dan ook anders dan in Nederland. Om  $k$  te bepalen zijn in Nederlands-Indië uitgebreide metingen uitgevoerd, waarvan Fig. 4-49 een voorbeeld is.

In Fig. 4-47 loopt de lijn  $F-C$  horizontaal en wordt vanuit  $E$  de hoogte van torenspits  $B$  op de berg gemeten. Afbuiging van de rechte lijn  $E-A$  door de refractie, corrigeert zo een deel van de aardkromming.

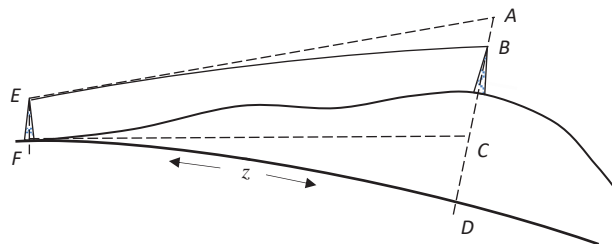


Fig. 4-47 Afbuiging door refractie in de atmosfeer.

Met de afstand  $z$  tussen de torens bij  $F$  en  $D$  geldt dan:

Correctie voor aardkromming:	Correctie door refractie:	De totale hoogte wordt dan:
$CD = \frac{z^2}{2R}$	$AB = \frac{kz^2}{2R}$	$BD = \frac{(1 - k)z^2}{2R} + BC$

Bij radioverbindingen tussen straaltorens, waarbij hoge frekwenties in het GHz bereik toegepast worden, moet ook rekening gehouden worden met reflecties aan het oppervlak van de aarde. Dat geldt ook bij geodetische meetinstrumenten, zoals afstandsmeters met gebruik van GHz frekwenties. Het effect van de refractie tussen twee torens kan ook verdisconteerd worden door een effectieve aardstraal te nemen die groter is volgens:

$$K = \frac{R_{eff}}{R}.$$

<sup>557</sup> Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz, *Handbuch der Vermessungskunde, Feld- und Land-Messung* (Band II), 5<sup>e</sup> druk (uitg. Metzler, Stuttgart 1904) p. 584.

In dit geval is  $K$  groter dan 1, meestal wordt  $K = 4/3$  gekozen. De stralen tussen de torens kunnen dan op de grotere aarde als rechte lijnen worden voorgesteld. Door reflecties vanwege obstakels of water op het aardoppervlak tussen de torens ontstaan verschillende wegen waarbij, door het ontstane faseverschil tussen directe en gereflecteerde weg, uitdoving van het ontvangstsignaal kan ontstaan. Bij straalverbindingen wordt in het algemeen hiervoor de zogenaamde "Fresnel-zone" vrij van reflectie-oppervlakken gehouden (zie Fig. 4-48).

De diameter van de halve Fresnel-zone is gelijk aan  $h_{fres} = \sqrt{\frac{s\lambda}{4}}$ .

Rekening houdend met een obstakel tussen de torens van hoogte  $h_{obst}$  is de minimale torenhoogte  $h_t$  nu:

$$h_t = \frac{s^2}{8R_{eff}} + h_{obst} + \sqrt{\frac{s\lambda}{4}}.$$

De eerste term is het gecombineerde effect van aardkromming en atmosfeer. Als voorbeeld geldt bij een afstand  $s$  van 40 km, een obstakel  $h_{obst} = 20$  m en een golflengte  $\lambda$  van 5 cm (frequentie van 6 GHz), zodat  $h_{fres} = 31$  m en de torenhoogte  $h_t = 31 + 20 + 22 = 73$  m. Bij lichtstralen is de golflengte  $\lambda = 380 - 780$  nm en is de Fresnel-zone te verwaarlozen, zodat de formule weer overeenkomt met de eerder gegeven formule voor de torenhoogte.

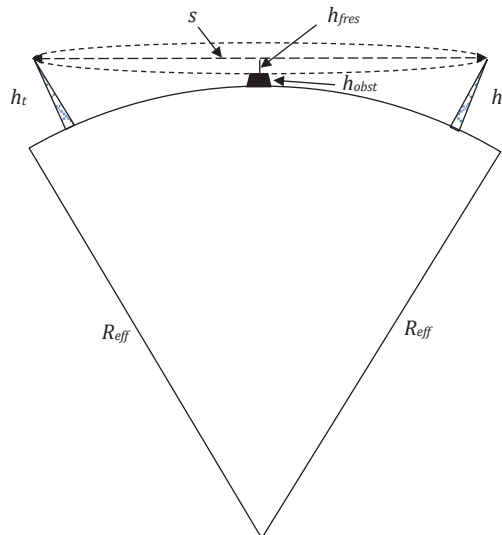


Fig. 4-48 Radioverbinding tussen twee straaltorens op afstand  $s$ .

De invloed van refractie kan aanzienlijk verkleind worden door steeds in de tegenovergestelde richtingen "gelijktijdig" te meten en het gemiddelde van de twee waarden te nemen. Dit "doorslaan" van de kijker corrigeert tevens voor een aantal instrumentfouten, zoals hierna behandeld wordt. Voor waterpassing is dat mogelijk door steeds vanuit het midden tussen twee bakken te meten. Bij trigonometrische metingen kan dat door steeds vanuit de twee eindpunten van het traject te meten en de gevonden waarden te middelen. Voor afstandsmetingen dient ook rekening gehouden te worden met de refractie over grotere afstanden bijvoorbeeld 20 km om zo hoog mogelijke nauwkeurigheid te krijgen. Daarbij wordt aangenomen dat de refractie over het gemeten traject uniform is, wat lang niet altijd het geval is. Vooral bij een groot hoogteverschil tussen het begin en eind van een traject kan de refractie op de heenweg aanzienlijk verschillen van de terugweg. Door begroeiing of een waterkruising in het traject kunnen er ook verschillen in refractie optreden die leiden tot een geringere nauwkeurigheid. De refractiecoëfficiënt varieerde in Indië over de dag; om 10 uur kon die zelfs 0,2 zijn. De kleinste variatie in  $k$  was van 8-10 uur en van 15-17 uur, wanneer de atmosfeer wat tot rust gekomen was. Bij voorkeur werd niet gemeten tussen 10 en 15 uur.<sup>558</sup>

<sup>558</sup> J.Th. Horstink (Kapitein van den Topografischen Dienst in Ned. Indië), *Handboek der Landmeetkunde, bewerkt voor Nederlandsch Oost-Indië door J.Th. Horstink*, Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).



De nauwkeurigheid van trigonometrische metingen werd voor een belangrijk deel bepaald door onzekere factoren zoals atmosferische invloeden en schietloodafwijkingen. Van de atmosferische invloeden was het effect van de lichtstraalafbuiging of refractie door de atmosfeer het grootst. Daar kon voor gecorrigeerd worden, als de *k*-factor bekend was. Zoals hiervoor is vermeld varieerde deze factor nogal over de dag en het jaar en was bovendien plaats afhankelijk. Uitgebreide metingen van het Meteorologisch Instituut in Batavia, lieten variaties tussen locaties van 40% zien. Bovendien waren dit gemiddelden over een bepaalde waarnemingsperiode. Dit betekende dat voor nauwkeurige metingen de *k* factor per locatie bepaald moest worden. Behalve verticale refractie moest ook rekening gehouden worden met horizontale refractie, die veroorzaakt kon worden door metingen langs verwarmde (berg)wanden of valleien. Het was dan ook zaak zoveel mogelijk daarvan afstand te houden en metingen in de schaduw of 's nachts uit te voeren. De tabel in Fig. 4-49 toont enkele uitkomsten van de bepaling van de refractiecoëfficiënt *k* voor lichtstralen op Java.<sup>559</sup> De waarden variëren tussen 0,104 en 0,150 met een gemiddelde van *k* = 0,14. Hieruit blijkt wel dat *k* grote variaties vertoonde, wat ook in de meetresultaten tot uitdrukking kon komen.

Berekening van den refractie-coëfficiënt *k*.

No.	Driehoekszijde.	log S.	hoogte P <sub>1</sub> van P <sub>2</sub> = H <sub>1</sub> .	hoogte van P <sub>2</sub> = H <sub>2</sub> .	gemidd. delde hoogte.	k.	Toelichting.
1	Langeiland P. 68—Batoe Hideung (Java) P. 15.	4.719	132	275	200	0.132	k berekend uit: $k = \frac{1 - \frac{z_1 + z_2 - 180^\circ}{S}}{\sqrt{NR}} \times \log 1''$
2	G. Radja Basa P. 67—G. Karang (Java) P. 35.	4.853	1281	1779	1530	0.143	
3	Langeiland P. 68— id.	4.835	132	1779	960	0.148	
4	G. Radja Basa 67—G. Gêde (Java) P. 36.	4.707	1281	595	940	0.196	waarin $\log \sqrt{NR} = 6.8032$
5	id. —Langeiland P. 68.	4.598	1281	132	710	0.142	
6	G. Tanggang P. 69— id.	4.758	1162	132	650	0.148	
7	id. —G. Radja Basa P. 67.	4.764	1162	1281	1220	0.145	
8	G. Bétong P. 70— id.	4.815	1240	1281	1260	0.148	
9	id. —G. Tanggang P. 69.	4.500	1240	1162	1200	0.119	
10	id. —G. Dempoe P. 71.	4.664	1240	382	810	0.134	
11	G. Tenggamoes P. 73— id.	4.648	2102	382	1240	0.131	
12	G. Dempoe P. 71—Tangkit Tébak P. 72.	4.608	382	2115	1250	0.147	
13	G. Tanggamoes P. 73— id.	4.676	2102	2115	2110	0.132	
14	G. Tanggang P. 69—G. Tanggamoes P. 73.	4.759	1162	2102	1630	0.141	
15	G. Bétong P. 70— id.	4.726	1240	2102	1670	0.143	
16	Tangkit Tébak P. 72—G. Sèkintjau P. 74.	4.489	2115	1718	1920	0.127	
17	G. Tanggamoes P. 73— id.	4.726	2102	1718	1910	0.137	
18	Tangkit Tébak P. 72—G. Poenggoer P. 75.	4.512	2115	1677	1900	0.125	
19	G. Sèkintjau P. 74— id.	4.537	1718	1677	1700	0.118	
20	id. —G. Poenggoer P. 76.	4.723	1718	1964	1840	0.134	
21	G. Poenggoer P. 75— id.	4.778	1677	1964	1820	0.124	
22	id. —Bt. Garbo P. 77.	4.701	1677	798	1240	0.139	
23	G. Poenggoer P. 76— id.	4.805	1964	798	1380	0.131	
24	id. —G. Bésar I P. 78.	4.800	1964	1899	1930	0.136	
25	Bt. Garbo P. 77— id.	4.664	798	1899	1350	0.150	
26	id. —Bt. Nanti P. 79.	4.571	798	1619	1210	0.142	
27	G. Besar I P. 78— id.	4.500	1899	1619	1760	0.131	
28	id. —G. Bépagoet P. 80.	4.399	1899	2732	2320	0.128	
29	Bt. Nanti P. 79— id.	4.638	1619	2732	2180	0.132	
30	id. —Bt. Iseu Iseu P. 81.	4.546	1619	1431	1530	0.127	
31	G. Bépagoet P. 80— id.	4.647	2732	1431	2080	0.118	
32	id. —Bt. Patah P. 82.	4.332	2732	2817	2770	0.104	
33	G. Iseu-Iseu P. 81— id.	4.702	1431	2817	2120	0.125	
34	id. —Bt. Besar II P. 83.	4.651	1431	1736	1580	0.129	

Fig. 4-49 Bepaling van de refractiecoëfficiënt *k*.

De (astronomische) refractiecoëfficiënt was later ook bepalend voor de nauwkeurigheid van (elektronische) afstandsmetingen. Vanaf 1967 kon *k* nauwkeurig met behulp van twee lichtstralen met verschillende golflengtes gemeten worden.<sup>560 561</sup> Na 1980 kwamen er geodetische meetinstrumenten, waarbij zoveel mogelijk automatisch voor refractie gecompenseerd werd.<sup>562</sup>

<sup>559</sup> Jaarverslag TD 1906 p. 11

<sup>560</sup> Ir. J.C. de Munck, Aantekeningen over het symposium over refractie, gehouden te Wenen op 15 en 16 maart 1967, uit Kadaster en Landmeetkunde, 1967.

<sup>561</sup> *Proceedings of the International Symposium on Electromagnetic Distance Measurement and the Influence of Atmospheric Refraction* Wageningen 23-28th May 1977, P. Richardus ed., (uitg. Netherlands Geodetic Commission 1977).

<sup>562</sup> D.C. Williams, H. Kahmen, *Two Wavelength Angular Refraction Measurement*, uit *Geodetic Refraction, Effects of Electromagnetic Wave Propagation Through the Atmosphere*, F.K. Brunner ed., (uitg. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1984).

#### 4.5.2 Klimaat en omgeving

Meteorologische en vulkanologische activiteiten hebben grote invloed gehad op de werkzaamheden en resultaten van de Topografische Dienst. Met name luchtvochtigheid, neerslag, wind, temperatuur, luchtdruk, onweer (bliksem), stof en seismische activiteit waren versturende factoren bij nauwkeurige metingen. Toch zijn de geringe veranderingen een kenmerk van het tropische klimaat. Op zeeniveau is de luchtvochtigheid 85-90%. Op eenzelfde hoogte vertonen temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk door het jaar geringe variaties, zodat met metingen daarmee rekening gehouden kon worden. Het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium in Batavia registreerde tal van fysische parameters.<sup>563</sup> Voor registratie van klimaatgegevens werd ook hulp ingeroepen van de bevolking, door regelmatig gegevens als temperatuur en neerslag naar Batavia te sturen.<sup>564</sup> Hoogte-afhankelijke luchtdruk en temperatuur waren van belang voor de reductie bij hoogtemetingen. Neerslag, wind, bewolking en seismische activiteit hadden invloed op de meetprogramma's van de TD. In de natte moesson of regentijd regent het tussen Zuid-Sumatra en Oost-Timor vrijwel dagelijks in december, januari en februari. Bewolking kon maandenlang astronomische observaties onmogelijk maken, zoals het geval was bij De Lange in Batavia. Ondanks de regen is de lucht het meest helder gedurende het regenseizoen, wat voor de topografische metingen weer van belang was. De gemiddelde temperatuur in Indonesië op zeeniveau is 26° Celsius en de temperatuur neemt tot 3000 m vrijwel lineair af met de hoogte (zie hoofdstuk 4.3.2 bij barometrische hoogtemeting, luchtdrukmeting en maateenheden). Verschil in temperatuur op zeeniveau tussen dag en nacht is, afhankelijk van de locatie, slechts 6° tot 9° Celsius. De temperatuurveranderingen bij moessonovergangen bedragen 1° tot 2° Celsius. Door menselijke activiteiten ligt de temperatuur in de grote steden een paar graden hoger. Verwoestende tropische cyclonen of stormen komen nauwelijks voor. Bij deze temperaturen en luchtvochtigheid kan een verschil van een paar graden als een groot verschil ervaren worden. De meetinstrumenten werden beïnvloed door de temperatuur, waarvoor gecompenseerd of gecorrigeerd moest worden. Zo veel mogelijk voorkwam men direct zonlicht op meetinstrumenten en meetstaven bij basismetingen en gebruikte de TD-materialen, zoals invar, die ongevoelig zijn voor temperatuur- en vochtvariaties. Overdag kwamen luchttrillingen binnen enkele meters boven het aardoppervlak voor (ondulaties), waardoor scherpstellen op een baak bemoeilijkt werd. Stof ontstond door menselijke activiteit, zoals verbranding van afval, voertuigtransport en stoomtreinen. Dat leidde steeds vaker tot nachtelijke metingen, wanneer minder stof in de atmosfeer aanwezig was. Na vulkanische uitbarstingen verhinderde stof soms maandenlang helder zicht (zoals bij de Tabora en Krakatau).<sup>565</sup> Aardbevingen konden tot gevolg hebben dat triangulatiepilaren verplaatst werden of zelfs omvielen, zoals het geval was op Sumatra en Bali. De opstelling van permanente bakens in de vorm van pilaren vergde ook zorgvuldigheid en continue aandacht. Allereerst was de locatie bepalend; aan de rand van een vulkaanrater of aan de kust was niet altijd een stabiele ondergrond beschikbaar. Er zijn nogal wat pilaren in een krater of in zee verdwenen. Daarnaast was de lokale bevolking niet altijd overtuigd van het belang van de bakens. Als ze in de weg stonden werden ze verplaatst of gebruikt als bouw materiaal. Olifanten hielden er ook van. Pilaren werden uit de grond gerukt of omvergelopen. Dan moest nog rekening gehouden worden met de begroeiing in het zichttraject of rond de pilaar, waardoor hij in het geheel niet meer te vinden was.

Bij hydrografische opnemingen speelden het klimaat en de omgeving een grote rol. Zicht, storm en stroming bepaalden de mogelijkheden van nauwkeurige metingen. Dat gold ook voor verplaatsing van zandbanken. Hiervoor werden over lange perioden gegevens over het weer en de zeestromingen verzameld.

Ook met magnetische verstoringen door metalen in de bodem werd rekening gehouden.<sup>566</sup> Vooral bij het gebruik van boussole instrumenten of kompassen kon dat anders tot grote meetfouten leiden. De aantrekkingskracht door een grote massa, bijvoorbeeld een berg, beïnvloedde het schietlood, wat de hierna besproken schietloodafwijking tot gevolg had. Daarom was kennis van het terrein en de ondergrond ook nodig om afwijkingen te voorkomen of te kunnen corrigeren.

<sup>563</sup> Dr. T.C. Braak, *The climate of the Netherlands East Indies*, uit *Science in the Netherlands East Indies*, L.M.R. Rutten editor, Fourth Pacific Science Congress, (Schepers, Vening Meinesz, Pannekoek e.a., 1929).

<sup>564</sup> T.C. Braak, Eene circulaire van het Kon. Magn. en Meteor. Observatorium te Batavia, uit *Tijdschrift van het KNAG* 1909.

<sup>565</sup> Dr. H. Onnen, red., *Vulkanische verschijnselen en aardbevingen in den O. I. Archipel waargenomen gedurende de maanden Juli—December van het jaar 1886*, verzameld door dr. S. Figeo en dr. H. Onnen, leden der aardbevings-commissie, *Meteorologische waarnemingen in Nederlandsch-Indië*, *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, Deel XLVII, achtste serie deel VIII, (uitg. Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, Ernst & Co. Batavia en Noordwijk, Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1887).

<sup>566</sup> *Magnetischen opneming in den Indischen Archipel, in de jaren 1874-1877 gedaan, op advies door Dr. van Rijckevorsel*, (uitg. Johannes Müller, Amsterdam 1880).

### 4.5.3 Schietloodafwijkingen

Gevonden verschillen tussen de coördinaten, bepaald door astronomische waarnemingen en door triangulatie, werden grotendeels toegeschreven aan schietloodafwijkingen (deflections of the vertical) door de aantrekking van het gebergte op het schietlood voor de positionering van de hoekmeetinstrumenten. De schietloodafwijking kon oplopen tot tientallen boogseconden. Ook kon de meting van het azimut(h) er door beïnvloed worden. Een indicatie geven de volgende meetwaarden van het primaire punt P.118 op de Bukit Serati in Sumatra 's Oostkust (in Langkat, in Fig. 4-50 bovenaan).

Gemeten op P.118	Astronomisch	Geodetisch	Vershil
Geografische breedte	$+ 3^{\circ}56'48''92 \pm 0'',17$	$+ 3^{\circ}56'40''72$	$+ 8''20$
Azimut P.118–P.117	$270^{\circ}17'19''34 \pm 0'',42$	$270^{\circ}17'20''77\frac{1}{2}$	$- 1''43$

Het kaartje laat ook de basis A-B bij Sampun ten zuiden van Medan zien. Zoals eerder vermeld is, zijn het zuidoostelijk deel van Sumatra en het westen van Borneo (Kalimantan) op basis van astronomische plaatsbepaling in kaart gebracht. Op Sumatra en Java heeft uitgebreid bepaling van schietloodafwijking plaatsgevonden. In Oost-Indië werden schietloodafwijkingen berekend uit gemeten zwaartekrachtwaarden.

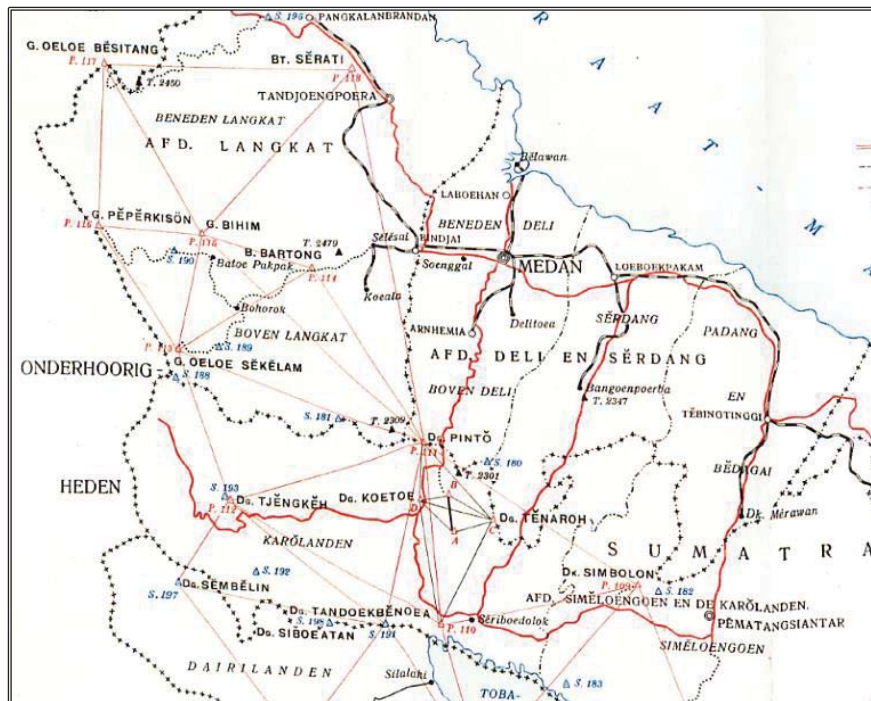


Fig. 4-50 Sumatra 's Oostkust bij Medan.

Schietloodafwijkingen op Java en Sumatra werden bepaald uit verschillen van meetresultaten, gebaseerd op astronomische en geodetische plaatsbepalingen. De verschillen werden zowel voor longitude als latitude uitgerekend, zodat een oost-west en een noord-zuid component gevonden werd. Het kon ook een verschil zijn van de grootste waarden, die in een bepaalde richting of azimut gemeten werden.<sup>567</sup>

Op de kaart in Fig. 4-51 komt 1 mm overeen met 1" schietloodafwijking. Hieruit blijkt dat voor Java en Sumatra, door de aantrekking van het bergmassief, de schietloodafwijkingen tot enkele tientallen seconden in oost-west of noord-zuid richting ontstonden. Hiervoor diende dus bij triangulatie gecorrigeerd te worden.

<sup>567</sup> Prof. ir. J.H.G. Schepers, *Schietloodafwijkingen in Ned.- Indië*, uit Jaarverslag TD 1926 deel 1, p. 113-124



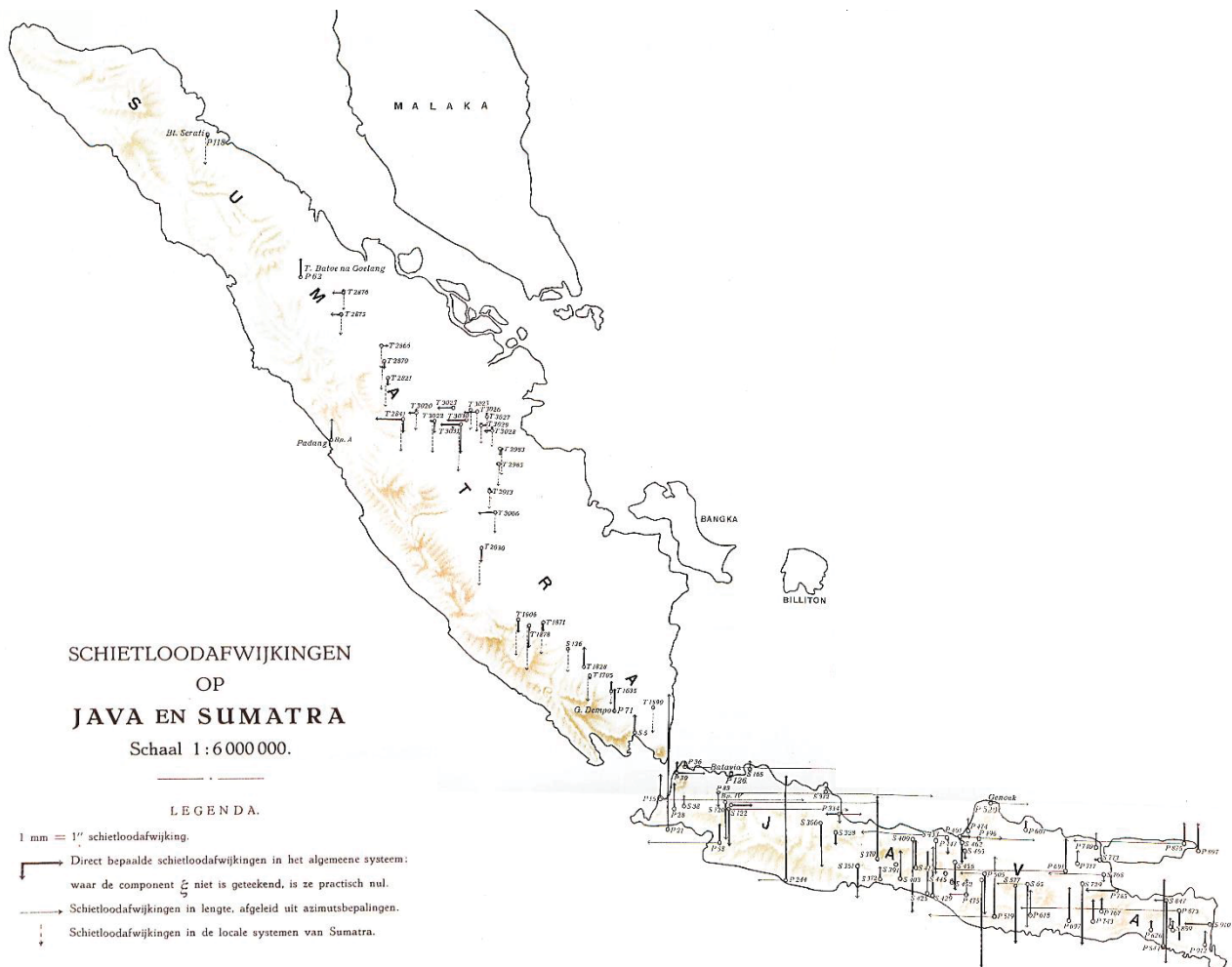


Fig. 4-51 Schietloodafwijkingen op Java en Sumatra, bepaald in 1926.

In het oosten van de archipel zijn ook uitgebreid schietloodafwijkingen bepaald, waarbij gebruikt is gemaakt van de zwaartekrachtmetingen van Vening Meinesz in de onderzeeboot van de marine.<sup>568</sup> Daar kwamen nog grotere afwijkingen voor. Ook hier werden waarden van tientallen seconden gevonden, zoals in de Tabel 4-1 en kaart in Fig. 4-52 zijn weergegeven.<sup>569</sup> De verdeling van schietloodafwijkingen, afgeleid van zwaartekrachtmetingen op geodetische stations laat zien, dat op 35 stations afwijkingen tussen 0" en 5" en op 6 stations zelfs tussen 35" en 40" gemeten werden.

Tabel 4-1 **Verdeling van schietloodafwijkingen over de geodetische stations in Oost-Indonesië.**

Afwijkingen in seconden	Aantal keren
0 tot 5	35
5 tot 10	45
10 tot 15	18
15 tot 20	18
20 tot 25	7
25 tot 30	5
30 tot 35	2
35 tot 40	6

De kaart van de geöïde in Fig. 4-52 laat hier een grillig patroon zien met grote veranderingen bij de diepe trog, die loopt van het zuiden naar het noordoosten. De pijltjes geven de richting van de afwijkingen aan. Daarvoor moet op de eilanden in dat gebied dan ook bij de topografische metingen gecorrigeerd worden.

<sup>568</sup> F.A. Vening Meinesz, *Gravity expeditions at sea*, Vol 1, (uitg. NGC / Waltman, Delft 1932).

<sup>569</sup> J.E. Baron de Vos van Steenwijk, *Plumb-line deflections and geoid in Eastern Indonesia as derived from gravity*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Waltman Delft 1946).

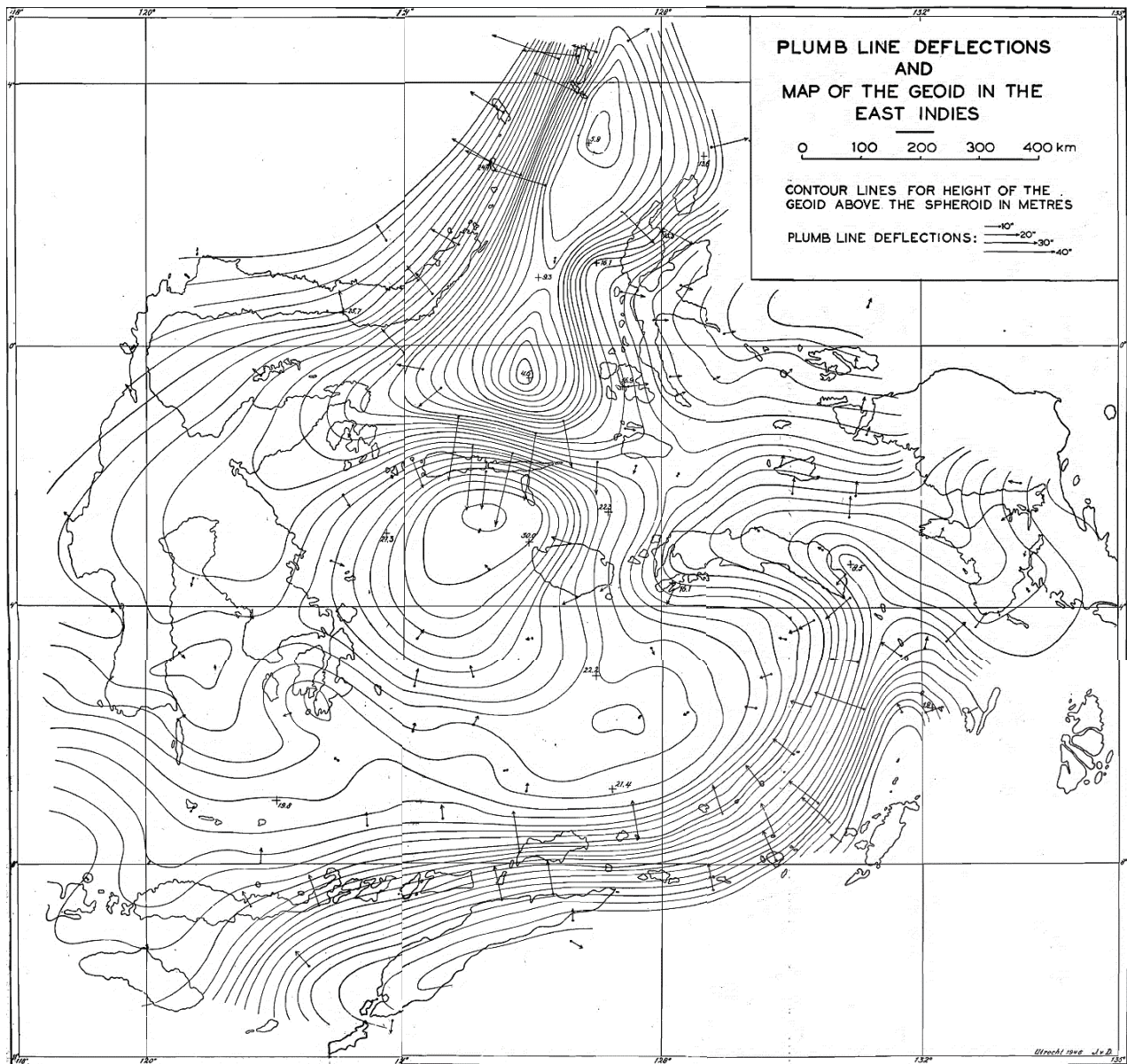


Fig. 4-52 Schietloodafwijkingen en geöide in Oost-Indië.

Schietloodafwijkingen werden al op basis van de zwaartekracht-theorieën van Isaac Newton (1643-1727) in zijn *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* uit 1687 voorspeld. Bijna een eeuw later in 1774 besloot Astronoom Royal Nevil Maskelyne (1732-1811) uit Greenwich een proef te doen voor de aantrekking van een schietlood bij de berg Schiehallion in Schotland. Daarbij werd inderdaad de aantrekking gemeten.<sup>570</sup> Dit komt nog verder in hoofdstuk 5.6.4 aan de orde. Daarnaast werden schietloodafwijkingen ook vastgesteld in Peru<sup>571</sup>, India<sup>572 573</sup>, Frankrijk<sup>574</sup> en Nederland<sup>575</sup>, waar in hoofdstuk 6 aandacht aan besteed zal worden. De (niet homogene) ondergrond kan de triangulatie aanzienlijk beïnvloeden. Zo bleek dat in het noorden van India de verwachte aantrekkingskracht van de Himalaya minder groot was. Een verklaring zou kunnen zijn dat gemis aan massa ondergronds een deel compenseerde. Zwaartekrachtmetingen ter plaatse kunnen daar meer zicht op geven. De geologie in Indonesië kreeg bij de TD dan ook uitgebreid aandacht.

<sup>570</sup> Rachel Hewitt, *Map of a Nation, a biography of the Ordnance Survey*, (uitg. Granta Books, 2010).

<sup>571</sup> Larrie D. Ferreiro, *Measure of the Earth: The enlightenment expedition that reshaped our world*, (uitg. Basic Books, New York 2011).

<sup>572</sup> John Keay, *The Great Arc: The Dramatic Tale of How India was Mapped and Everest was Named*, (uitg. HarperCollins 2001).

<sup>573</sup> Edwin Danson, *Weighing the World, The Quest to Measure the Earth*, (uitg. Oxford University Press, New York 2006).

<sup>574</sup> Ken Alder, *The Measure of All Things, The Seven-Year Odyssey that Transformed the World*, (uitg. Little, Brown 2002). Nederlandse vertaling: "De maat van alle dingen", de zevenjarige zoektocht naar de universele meter, (uitg. Anthos 2003).

<sup>575</sup> G.J. Husti, *Deviations of the vertical in The Netherlands from geodetic-astronomical observations*, publications on geodesy, new series, volume 6, number 3, (uitg. Netherlands Geodetic Commission, Delft 1978).

#### 4.5.4 Zwaartekrachtafwijkingen

Zwaartekrachtversnelling door aantrekking van een massa door de aarde is niet overal gelijk. De afplatting van de aarde, het reliëf van het aardoppervlak en de samenstelling van de ondergrond leiden tot een ruimtelijk variërende zwaartekracht, die bepaalde geodetische metingen beïnvloedt. In de beschouwde periode is daar veel onderzoek naar gedaan, waarbij ook uitgebreid in de Indische archipel gemeten is. Meestal werd gebruik gemaakt van slingers voor bepaling van de versnelling van de zwaartekracht.

Voor de slingertijd  $T$  (heen en terug) van een slinger met lengte  $L$  en zwaartekrachtversnelling  $g$ , geldt bij niet te grote uitwijking de formule van Christiaan Huygens (1629-1695):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}.$$

Hierin varieert  $g$  op aarde van 9,780 m/s<sup>2</sup> tot 9,832 m/s<sup>2</sup>. Voor Nederland geldt gemiddeld 9,812 m/s<sup>2</sup>, voor Indonesië 9,780 m/s<sup>2</sup>. Met  $L = 1$  m, en  $g = 9,812$  m/s<sup>2</sup> is heen en terug de slingertijd  $T = 2,006$  s.

Bij metingen met een fysieke slinger is de lengte  $L$  door de massa van de bob en slingerstaaf moeilijk te bepalen. Daarom werd een reversieslinger gebruikt, die twee draaipunten heeft op onderlinge afstand  $L$  en een langs de slingerstaaf verplaatsbare massa. Door zo'n slinger om te draaien en de massa te verschuiven, zodat in beide toestanden de slingertijd  $T$  gelijk is, kan  $g$  met bovenstaande formule uit  $T$  bepaald worden.<sup>576</sup> Metingen van  $g$  op een andere locatie kunnen dan bepaald worden uit het verschil in slingertijd tussen de twee locaties. Door te werken met relatieve verschillen kan met een eenvoudiger meetapparaat volstaan worden. Vening Meinesz heeft dat toegepast met een slingertoestel, waarin bovendien uit onderlinge verschillen van twee, drie of vier korte slingers steeds de slingertijd bepaald werd en externe invloeden geminimaliseerd waren.<sup>577 578 579</sup> Tot begin 20<sup>e</sup> eeuw waren nauwelijks metingen van  $g$  op zee beschikbaar. Vening Meinesz promoveerde in 1915 op bepaling van  $g$  uit slingerwaarnemingen. Hij maakte in 1923-1935 verschillende reizen naar Indië in een onderzeeër van de Marine, waarbij hij uitgebreid metingen met zijn door hem ontworpen slingertoestel uitvoerde (zie ook oceanografische expedities in hoofdstuk 5.4.2).<sup>580 581</sup> De verschilmetingen in de onderzeeboot werden op fotografisch papier vastgelegd. Voor de slingertijd en tijdregistratie werd in Zwitserland een Ulysse Nardin chronometer met een elektrisch verbreekcontact aangeschaft. De chronometer werd gedurende de reis met de onderzeeboot vergeleken met radiotijdseinen; na 1923 was dat mogelijk met tijdseinen uit Malabar en Kootwijk.

Vening Meinesz heeft op basis van de theorie van George Gabriel Stokes (1819-1903) een relatie gelegd tussen schietloodafwijkingen en zwaartekrachtanomalieën. Zijn meetresultaten zijn daarmee tijdens WO II door de ondergedoken burgemeester van Haarlem, J.E. Baron de Vos van Steenwijk bewerkt en weergegeven in Fig. 4-52.

Met zijn slingertoestel (door de messingkleur en de extra verdiensten van de onderzeebootbemanning tijdens de metingen, ook gouden kalf genoemd) werd Vening Meinesz beroemd. Vening Meinesz heeft internationaal veel waardering gekregen voor zijn zwaartekrachtswerk en voorzitterschappen van internationale organisaties, waarmee hij Nederland "op de kaart heeft gezet".<sup>582</sup>

Voor de vaststelling van de meter is begin 19<sup>e</sup> eeuw overwogen de lengte van de meter te baseren op een slingerlengte met een bepaalde slingertijd, maar door de plaatsafhankelijkheid van  $g$  is daarvan afgezien.

(Gyro)gestabiliseerde platforms en zeegravimeters (veelal afstand bestuurd en continu-registrerend) hebben na WO II zwaartekrachtmetingen aan boord van oppervlakteschepen mogelijk gemaakt. De latere satellietmetingen hebben verplaatsingen van aardschollen (platentektoniek) en zwaartekracht-anomalieën vastgesteld, waardoor deze nauwkeurige geodetische metingen nog meer inzicht in het ontstaan en de afwijkingen van het aardoppervlak hebben gegeven.

<sup>576</sup> Govert Strang van Hees, De reversieslinger, een keerpunt in de geschiedenis van de zwaartekrachtmetingen, uit DHC 1 maart 2001 p. 9-14.

<sup>577</sup> F.A. Vening Meinesz, *De verhouding van geodesie tot geophysica*, Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar aan de Rijksuniversiteit te Utrecht op den 28sten november 1927.

<sup>578</sup> Theodorus Jan Cornelis van Hengel, *The Diving Dutchman, Het Marien-Gravimetrisch Onderzoek van F.A. Vening Meinesz (1887-1966)*, proefschrift, (uitg. Universiteit Leiden 2014).

<sup>579</sup> Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Het Stückrath-vier-slingertoestel, niet geïnventariseerd 'geodetisch instrumenteel erfgoed', uit DHC 2018-3 p. 94-103.

<sup>580</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Felix\\_Vening\\_Meinesz](https://nl.wikipedia.org/wiki/Felix_Vening_Meinesz)

<sup>581</sup> F.A. Vening Meinesz, *Gravity expeditions at sea*, Vol 1, (uitg. NGC / Waltman, Delft 1932).

<sup>582</sup> G.J. Bruins, Prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz: bij de herdenking van zijn 100<sup>ste</sup> geboortjaar, uit NGT Geodesia 1987 p. 442-456, via [www.hollandsecirkel.nl](http://www.hollandsecirkel.nl)



### 4.5.5 Instrumentnauwkeurigheid

Meetfouten kunnen ontstaan door de waarnemer, onnauwkeurige aflezingen van instrumenten, de opstelling van het instrument en het signaal, een verkeerde meetmethodiek, instrumentfouten en externe factoren, die verstoringen werken. Bij de Topografische Dienst werd hier veel aandacht aan besteed.

Bij theodolieten worden twee categorieën fouten onderscheiden:

- A. Fouten die niet door de waarnemer geregeld maar wel gecorrigeerd kunnen worden,
- B. Fouten die wel door de waarnemer geregeld en gecorrigeerd kunnen worden.

#### A1. Excentriciteit van de assen t.o.v. het middelpunt van de horizontale of verticale cirkel

Deze fout kan gereduceerd worden door de hoek op twee tegenovergestelde plaatsen op een cirkel af te lezen. Daarvoor worden twee afleesmicroscopen, gericht op een afleesnonius, gebruikt. De Borda repetitie-cirkel had er zelfs vier, verdeeld in 90° over de cirkel. Het tweemaal (of viermaal) aflezen verkleint bovendien de gemiddelde afleesfout van de microscoop. In latere instrumenten werd dit automatisch gedaan.

#### A2. Verticale en horizontale as in de theodoliet staan niet loodrecht (haaks) op elkaar

Deze fout wordt gecorrigeerd door een object te meten met de kijker in de normale stand en hetzelfde object nogmaals te meten maar met de kijker in de omgekeerde stand, door de kijker zowel in het verticale vlak als in het horizontale vlak 180° te draaien. Dit wordt het “doorslaan” van de kijker genoemd, wat pas bij instrumenten na ca. 1850 zonder losnemen van de kijker mogelijk was.

#### A3. Fout in de randverdeling van de horizontale cirkel

Deze fout wordt verkleind door op verschillende plaatsen diametraal op de cirkel te meten en de waarden te middelen. Daarvoor kan de cirkel met de klemschroef los gemaakt worden en b.v. 90° gedraaid worden zodat de beide meetmicroscopen op een ander deel van de cirkel gericht zijn. Door de vaste verticale cirkel is dit niet mogelijk voor fouten op de verticale cirkel, maar dient elke meting normaal en met doorgeslagen kijkerstand uitgevoerd te worden. Dit vindt plaats in een zogenaamde Repetitiethodoliet.

#### A4. Scheve verticale (of eerste) as t.o.v. de horizontale cirkel

Deze fout kan niet eenvoudig gecorrigeerd worden, maar dient door de fabrikant met het richten van de as geminimaliseerd te worden.

#### B1. Horizontale (of tweede) as niet horizontaal na het inspelen van de bel in het niveau (of libel)

Deze fout kan eenvoudig gecorrigeerd worden door afregelen van het niveau, waarbij de kijker in het horizontale vlak gedraaid wordt naar verschillende richtingen.

#### B2. Vizerlijn van de kijker staat niet loodrecht (haaks) op de horizontale as (collimatiefout)

Deze fout wordt geëlimineerd met het gemiddelde van een meting in de normale stand en in de doorgeslagen stand van de kijker. In latere uitvoeringen van theodolieten wordt de meting van normale stand en doorgeslagen stand automatisch gecorrigeerd (zoals bij de Wild en Zeiss theodolieten).

#### B3. Schietloodafwijkingen door aantrekking van een grote massa

Het verticaal stellen van een meetinstrument vindt plaats op basis van de zwaartekracht. Die wordt bepaald door de aantrekking van de aarde, waarin door de vorm van de aarde (bergen en dalen) in de nabijheid van de meting afwijkingen tot tientallen seconden kunnen ontstaan. Het schietlood en de stand van het niveau worden aangetrokken door een grote massa, b.v. een berg, waardoor de verticale referentie afwijkt van de gewenste referentie. Daarom bij voorkeur niet meten naast een berg of hiervoor corrigeren.

Metingen werden zoveel mogelijk in tegenovergestelde richtingen uitgevoerd, zodat zowel instrumentfouten als refractie geminimaliseerd werden.<sup>583 584 585</sup> In Indië werd bij hoekmetingen de “Schreiber-methode” toegepast.<sup>586</sup>

<sup>583</sup> R. Montigel, De nauwkeurigheid van de bij den Topografischen Dienst gebruikelijke wijze van optische afstandsmeting met de bergboussole, uit Mededeelingen van de Vereeniging van Officieren van den Topografischen Dienst No. 2, April 1928.

<sup>584</sup> Ir. C. Koeman, De berekening van de inwendige nauwkeurigheid uit de simultane lengte- en breedtebepalingen met het prisma-astrolabium uit Kadaster en Landmeetkunde, oct. 1937.

<sup>585</sup> J.Th. Horstink (Kapitein van den Topografischen Dienst in Ned. Indië), *Handboek der Landmeetkunde*, bewerkt voor Nederlandsch Oost-Indië door J.Th. Horstink, Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).

<sup>586</sup> Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz, *Handbuch der Vermessungskunde: Band I Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate* 5<sup>e</sup> druk 1904, (uitg. Metzler, Stuttgart).

#### 4.5.6 Kaartprojecties

De afbeelding van (delen van) de bolvormige of beter ellipsoïdale aarde op een plat vlak geeft altijd vertekening. Afhankelijk van de kaarttoepassing wordt voor een bepaalde projectie gekozen. Daarbij kunnen helaas niet tegelijk lengtes, hoeken en oppervlakten zonder vervorming op een plat vlak afgebeeld worden. Zo gaat bij de oppervlaktegetrouwe Bonne-projectie de hoekgetrouwheid verloren en wordt bij de hoekgetrouwe Mercator-projectie de oppervlakte-getrouwheid opgeofferd. Dit zijn versturende factoren, die afhankelijk van de toepassing, zo klein mogelijk moeten zijn. In Nederlands-Indië zijn drie kaartprojecties toegepast: Mercator, Bonne en Polyeder, waarvan enkele karakteristieken en toepassingen hieronder zijn weergegeven.<sup>587 588 589</sup>

karakteristiek	naamgeving	voorbeeld	toegepast in
Hoek-getrouw	conforme projectie	Mercator	zeekaarten in de archipel, Borneo
Oppervlakte-getrouw	equivalente projectie	Bonne	Java tot 1896, daarna polyeder
Lengte-getrouw	equidistante projectie	Polyeder	Nederlands-Indië / Indonesië

#### Mercator-projectie

Op de Mercator-projectie worden de meridianen (lengtecirkels) en parallellen (breedtecirkels) als rechte lijnen afgebeeld, die elkaar onder een rechte hoek (90 graden) snijden. Daarbij is de afstand tussen de parallellen niet gelijk, maar neemt deze toe vanuit de evenaar (equator) naar de polen en wel zodanig dat een vaste richting of koers steeds eenzelfde hoek met de meridianen en parallellen heeft. De vergroting is gelijk aan  $1/\cos \varphi$  ( $\varphi$  is de breedtegraad). Voor zeekaarten had dit het voordeel dat een constante koers op de kaart als een rechte lijn uitgezet kon worden. Deze *loxodroom* vereenvoudigde het navigeren. Op de wereldbol wordt een loxodroom (of rhumbline) een kromme. Helaas is dit niet de kortste verbinding tussen twee punten op aarde. Dat is op de wereldbol een stuk van een grootcirkel, die het oppervlak van de bol volgt. Deze *orthodroom* wordt op de Mercator-projectie weer als een kromme lijn afgebeeld. Door het laten toenemen van de afstand tussen de parallellen bij toenemende of wassende breedte, wordt de vertekening bij het weergeven van meridianen (die in werkelijkheid naar elkaar toelopen) als parallelle lijnen op de Mercator-projectie gecompenseerd, waardoor de loxodromen op de kaart rechte lijnen worden. Daardoor werden dit wassende kaarten genoemd. De schaal is dus niet constant, waardoor afstanden niet direct van de kaart zijn af te lezen. Dit is met het netwerk in Fig. 4-53 verduidelijkt. In het algemeen hebben Mercator-kaarten dan ook geen schaal aanduiding. Er werd soms op oude kaarten wel gebruikt gemaakt van een (niet-lineaire) noord-zuid schaal, die voor elke breedte de schaal aangaf. De Mercatorkaarten geven een goed overzicht over een groot gebied. Voor de zeevaart werden ze overzeilers genoemd. Landen worden ten opzichte van de evenaar richting het noorden en het zuiden naar verhouding steeds te groot afgebeeld. De kaarten zijn dan ook boven de  $+70^\circ$  en onder de  $-70^\circ$  niet goed bruikbaar. Voor de polen is de oppervlaktevergroting oneindig. Er wordt dan gebruik gemaakt van een polaire stereografische kaartprojectie in een vlak loodrecht op de as van de aarde, rakend aan de noord- of zuidpool. Rond de evenaar, dus bij  $0^\circ$  vormen de meridianen met de parallellen vierkanten, waardoor de vervorming het kleinst is. Deze projectie was daarom goed bruikbaar voor Borneo/Kalimantan dat rond de evenaar ligt. Ook de zeekaarten in de Indonesische archipel werden in de Mercator-projectie weergegeven.

Na WO II is het conforme Universele Transversale Mercator (UTM) coördinatensysteem ontwikkeld uit de samenstelling van 60 transversale Mercator-projecties. Daarmee ontstonden van west naar oost 60 stroken (zones), elk met een breedte van 6 lengtegraden. De stroken zijn van  $80^\circ$  ZB tot  $84^\circ$  NB verdeeld in 19 banden van  $8^\circ$ , met letters C t/m W (zonder I en J) en één band X van  $12^\circ$ . Voor de polen werd een stereografische projectie gehanteerd. UTM werd na WO II zowel in Indonesië als in Nederland gebruikt voor plaatsbepaling. Wereldwijd, inclusief Nederland, zijn nu geodetische referentiestelsels voor plaatsbepaling ingevoerd.<sup>590 591</sup>

<sup>587</sup> Prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz, J.M. Tienstra, *Kort overzicht der Kartografie*, (uitg. P. Noordhoff N.V., Groningen, Djakarta 1950).

<sup>588</sup> Charles H. Deetz, Oscar S. Adams, *Elements of map projection with applications to map and chart construction*, (uitg. Greenwood Press, Publishers, New York 1945).

<sup>589</sup> G. Bakker, J.C. de Munck, G.L. Strang van Hees, *Radio positioning at sea*, Geodetic Survey Computations, Least Square Adjustment, (uitg. Delft University Press, Delft 1989).

<sup>590</sup> Arnold de Bruine, Joop van Buren, Anton Kösters, Hans van der Marel, e.a., *De geodetische referentiestelsels van Nederland*, definitie en vastlegging van ETRS89, RD en NAP en hun onderlinge relaties, (uitg. NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 2005).

<sup>591</sup> Govert Strang van Hees (oud-universitair hoofddocent aan de TU Delft), *Globale en lokale geodetische systemen*, Publicatie 30, 4e herziene druk (uitg. NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 2006).

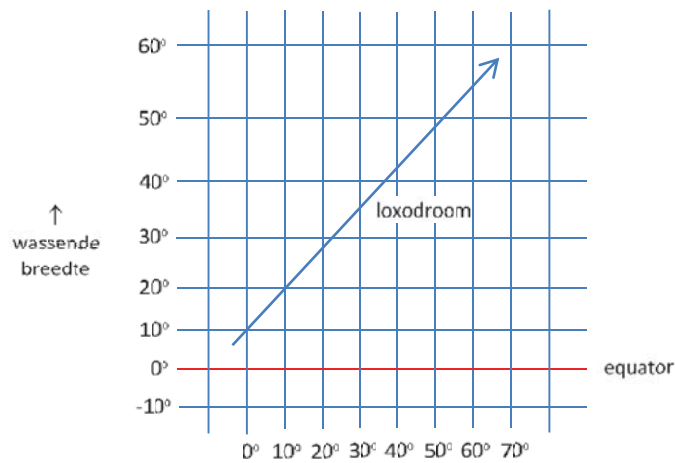


Fig. 4-53 Mercator-projectie.

### Bonne-projectie

De Bonne-projectie is een oppervlakte-getrouwe kegelpjectie en daardoor goed bruikbaar voor grote landen. Helaas is de projectie niet conform, hoeken veranderen na projectie. Dat betekent dat de Bonne-projectie niet direct bruikbaar is voor topografische kaarten. Op Java is voor de kartering vanaf 1853 de Bonne-projectie gehanteerd voor de eerste residentiekaarten. Elke residentie werd afzonderlijk gekarteerd, eerst op schalen tussen 1:250.000 en 1:500.000 en vanaf 1860 op de schaal 1:100.000. Er werd gebruik gemaakt van een centraal punt met coördinaten t.o.v. de nulmeridiaan en evenaar, zoals hierna gegeven in Tabel 4-2. De Flamsteed-projectie was een bijzonder geval van de Bonne-projectie, doordat parallelcirkels als evenwijdige rechte lijnen getekend werden. De evenaar werd als centrale parallel aangenomen.

Tabel 4-2 Projecties en centrale punten van de residentiebladen.

residentie	projectie	zuidelijke breedte	lengte t.o.v. de nulmeridiaan van Batavia
Bantam	Flamsteed	6° 30' 49",196	- 0° 57' 22",224
Batavia	Flamsteed	6° 24' 2",5	- 0° 0' 0",9
Preanger Regentschappen	Bonne	7° 10' 5",683	+ 0° 46' 3",222
Preanger Regentschappen	Flamsteed	7° 10' 5",75	+ 0° 46' 4",31
Cirebon	Bonne	6° 53' 35",739	+ 1° 35' 52",137
Pekalongan	Bonne	7° 2' 22",0	+ 2° 53' 9",0
Tegal	Bonne	7° 6' 46",0	+ 2° 18' 39",0
Banyumas	Bonne	7° 28' 0",0	+ 2° 22' 0",0
Bagelen	Flamsteed	7° 32' 0",0	+ 2° 57' 0",0
Kedu	Flamsteed	7° 23' 30",0	+ 3° 22' 30",0
Yogyakarta en Surakarta	Flamsteed	7° 40' 0",0	+ 4° 2' 0",0
Madiun	Flamsteed	7° 13' 39",068	+ 4° 32' 24",541
Kediri	Flamsteed	7° 53' 9",8	+ 5° 12' 32",8
Pasuruan	Flamsteed	7° 57' 0",0	+ 5° 50' 0",0
Probolinggo	Flamsteed	8° 1' 0",0	+ 6° 25' 0",0
Besuki	Bonne	8° 4' 55",03	+ 7° 15' 33",9
Nulmeridiaan van Batavia (over de Tijdklep) t.o.v. Greenwich		106° 48' 27",79	

De Residentiekaarten in de Bonne- of Flamsteed-projectie werden begrensd door de residentiegrens. Doordat elke residentie zijn eigen centraal punt had kunnen de hoekafwijkingen aan de randen leiden tot hinderlijke vervormingen. De Residentiekaarten met Bonne-projectie sloten vaak niet goed op elkaar aan. Er vertoonden zich tussen de kaarten open plekken of overlappingsen, waardoor het reizen van de ene residentie naar de andere bemoeilijkt werd (zie Fig. 4-54). Een ander nadeel van de residentiekaarten was dat de kaartgrenzen op basis van de residentiegrenzen vaak bepaald werden door geografische kenmerken zoals vulkanen of rivieren. Voor het beklimmen van een vulkaan of het volgen van een rivier waren grote aantallen kaarten nodig.



Daarnaast werden de residentiegrenzen nogal eens gewijzigd door samenvoeging van residenties en grenscorrecties, zodat de residentiegrens als kaartgrens niet geschikt bleek. De Bonne- en Flamsteed-projecties zijn bij de hermetingen op Java vanaf 1896 vervangen door de polyeder-projecties.

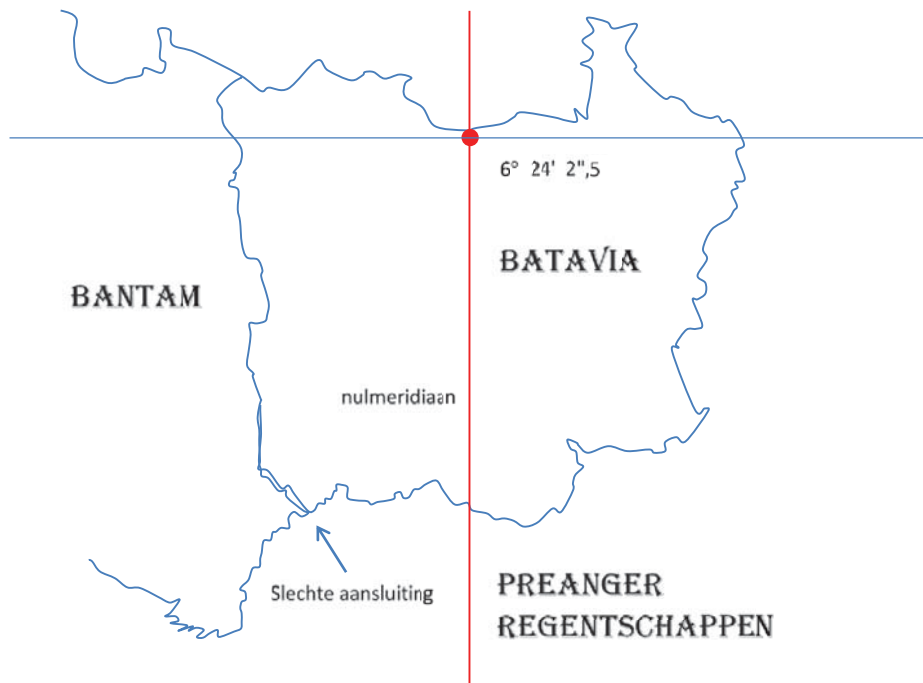


Fig. 4-54 Residentiekaarten.

### Polyeder-projectie

De polyeder-projectie is een conforme kegelvormige projectie op vlakken, die symmetrisch liggen ten opzichte van de meridiaan door het centrale punt. Het is een projectie op een veelvlak, dat losgeknipt en uitgevouwen een onderbroken kaart oplevert. De projectiekegel raakt langs een parallel aan de ellipsoïde (afgeplatte bolvorm van de aarde). Het zo ontstane vlak snijvlak van parallel en kegel wordt op het platte vlak afgebeeld als deel van een concentrische cirkel met de top van de kegel als middelpunt (zie Fig. 4-55). Het land wordt verdeeld in een net van meridianen en parallellen op gelijke afstanden in trapeziumvormige stukken van 20' x 20' (ca. 37 x 37 km), die graadafdelingen genoemd worden. Om de afwijkingen zo klein mogelijk te houden, wordt van meerdere projectiekegels op verschillende breedtes gebruik gemaakt. Als de graadafdelingsbladen van de polyeder-projectie naast elkaar en onder elkaar worden gelegd, wordt duidelijk waar de afwijkingen bij deze projectie ontstaan. De stralen van de cirkelsegmenten zijn zo groot gekozen, dat de onder- en bovenkant door rechte lijnen kunnen worden weergegeven. De bladen met gelijkbenige trapezia sluiten zijdelings goed aan, maar wijken aan de boven- en onderkant naarmate ze verder van de centrale meridiaan liggen (zie ook Fig. 4-55). Deze projectie is zeer geschikt voor de brede archipel; de lengtes (afstanden) zijn equidistant, de vervormingen minimaal en de bladen sluiten goed aan, zodat grote kaarten kunnen worden samengesteld. De gapingen bij het naast elkaar leggen van de kaarten zijn kleiner dan de krimp en uitzetting van het papier door vocht en temperatuur. Op kaarten met schalen 1:20.000 of kleiner zijn de afwijkingen te verwaarlozen.<sup>592</sup>

Bij de kaarten op de schalen 1:20.000 en 1:25.000 werd elke graadafdeling voorgesteld op 16 bladen. Bij de kaarten op schalen 1:40.000 en 1:50.000 was dat op 4 bladen, terwijl bij de kaarten op schalen 1:80.000 en 1:100.000 elk blad van de kaart overeenkwam met één graadafdeling. De bladen met schalen 1:100.000 tot 1:10.000 hadden een afmeting van 37 x 37 cm en de bladen met schaal 1:5.000 waren 74 x 74 cm.

<sup>592</sup> J. van Roon (kapitein-brigadechef van den Topographischen Dienst), *Kaartprojecties*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1909).

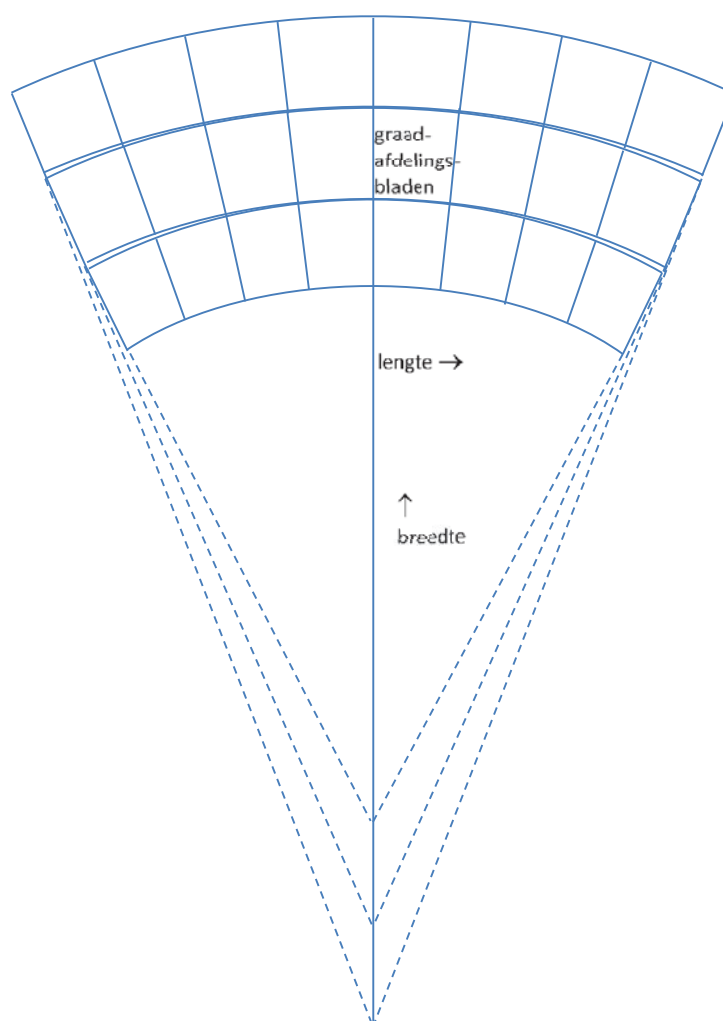


Fig. 4-55 Polyeder-projectie op het zuidelijk halfrond.

De Internationale Wereldkaart (International World Map) op schaal 1:1.000.000, op een congres in 1913 overeengekomen, werd na WO I ook in Indonesië in delen uitgebracht. Met conforme conische projecties (Lambert, polyconic) zou op 1000 kaarten de wereldkaart uitgebracht worden. Eind 1939 was van de ca. 28 kaarten van Indonesië door de Topografische Dienst meer dan de helft gereedgekomen. In hoofdstuk 5.5 is daarvan een voorbeeld opgenomen van een kaart uit 1926. Voor Nederland kon volstaan worden met twee kaarten, waarop ook nog grote delen van België, Frankrijk, Duitsland en Denemarken voorkwamen.<sup>593</sup> In Nederland waren in 1925 de Bonne-projectie (Kraijenhoff kaart, Topografisch Militaire Kaart en Chromo-topografische kaart) en de stereografische projectie (RD metingen) in gebruik.<sup>594 595</sup>

In Nederlands-Indië zijn beperkt hoogtemetingen met waterpassing uitgevoerd. Hieraan zal in het volgende hoofdstuk aandacht besteed worden. De behandelde versturende factoren bepalen de nauwkeurigheid van de metingen en weergave op de kaart. Enkele langetermijneffecten kunnen nog toegevoegd worden, zoals de stabiliteit van de ondergrond, de stijging van de zeespiegel, de samenstelling en temperatuurstijging van de atmosfeer. Met de komst van satellieten en snelle computers met grote dataverwerkingscapaciteit is een geheel andere situatie ontstaan. Dat valt echter buiten het bestek van de onderzochte periode.

De meetmethoden, meetinstrumenten en versturende factoren weken af van die in Nederland, de kennis en kunde bij de TD in Indië was voldoende voor de gewenste resultaten.<sup>596</sup>

Met dit overzicht van geodetische methoden en instrumenten is de basis gelegd voor de beschrijving van de geodetische activiteiten en resultaten in de vorm van triangulaties en kaarten in hoofdstuk 5.

<sup>593</sup> <http://www.lib.utexas.edu/maps/imw/>

<sup>594</sup> Hk.J. Heuvelink, *De stereografische kaartprojectie in hare toepassing bij de Rijksdriehoeksmeting*, (uitg. Technische boekhandel J. Waltman Jr. Delft 1918).

<sup>595</sup> Ir. W. Schermerhorn, *Geodesie* (naar het college van Prof. ir. Hk.J. Heuvelink), (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1922).

<sup>596</sup> In hoofdstuk 6 wordt de hoofdvraag over de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië voor de geodesieontwikkeling in Nederland verder uitgewerkt.

## Conclusies geodetische methoden en instrumenten

De geodetische methoden en instrumenten zijn beschreven aan de hand van astronomische plaatsbepaling, verkenning, opneming en triangulatie en fotogrammetrie op zee en op land. Met chronometers werd zowel op zee als op land de longitude bepaald. Chronometerreizen langs rivieren op Sumatra en Borneo maakten nauwkeurige plaatsbepalingen mogelijk. Dat werd vanaf 1923 ondersteund met radiosignalen van Radio Malabar. Waar mogelijk werd gebruik gemaakt van triangulatie door basismetingen en hoekmetingen op de eilanden. Die werden aangevuld met hoogtemetingen voor de reductie op een referentieniveau. De Topografische Dienst en Hydrografische Dienst in Nederlands-Indië volgden nieuwe ontwikkelingen in Europa en India, zodat steeds de beste meetinstrumenten en meetmethoden ingezet konden worden. Nieuwe methoden en instrumenten werden uitgebreid beproefd en zo mogelijk toegepast. De literatuur werd nauwgezet bijgehouden en regelmatig werden ook bijdragen over bereikte resultaten in Indië geleverd.

In de Indonesische archipel waren al sinds de VOC hydrografische opnemingsmethoden in gebruik voor het bepalen van ondieptes en meest geschikte vaarroutes. Door verzanding waren geregelde dieptemetingen nodig van havens en waterwegen om te bepalen of uitbaggering weer nodig was. Ook werd ter voorkoming van rampen gezocht naar ondieptes en obstakels door peilloodmetingen en dregging. Voor het samenstellen van zeekaarten waren gedetailleerde hydrografische gegevens nodig waarmee, in combinatie met zeemansgidsen, de veiligheid verhoogd werd.

Verschillende maatsystemen vereisten nogal wat rekenwerk en konden snel tot fouten leiden. De statistische gegevensverwerking en vereffening van meetfouten kreeg ook in Nederlands-Indië veel aandacht. Van alle meetresultaten werd de middelbare fout bepaald en werd jaarlijks verantwoording afgelegd in uitgebreide rapportage. In sommige gevallen leidde dat tot hermetingen, zoals de lengte van de basis bij Padang, waarvoor de nauwkeurigheid onvoldoende geacht werd. Met een nieuw basismmeetapparaat van Jäderin met invar-draden werden wel de gewenste resultaten verkregen.

Na WO I ontstond fotogrammetrie met luchtfoto's vanuit vliegtuigen. Hiervoor zijn in Indonesië veel experimenten uitgevoerd, vooral om moeilijk toegankelijke gebieden in kaart te brengen. Dat bleek bruikbare resultaten op te leveren en bovendien opnemingen en het in kaart brengen van grote gebieden te versnellen. Na proefnemingen op Java en Banka werden, in samenwerking met Nederland, enkele ontoegankelijke gebieden van Nieuw-Guinea door fotogrammetrie in kaart gebracht.

De versturende factoren in de tropen bleken anders te zijn dan in Europa. Voor schietloodafwijkingen en refractie moest gecompenseerd worden. Temperatuur, luchtdruk en vochtigheid beïnvloedden de meetresultaten. Zwaartekrachtafwijkingen bleken groter te zijn dan in Nederland. Door de ligging en afmetingen van Indonesië, bleken ook de meest geschikte kaartprojecties anders dan in Nederland te zijn. Dat werd pas vastgesteld nadat ervaring met de Bonne-projectie niet de gewenste resultaten opleverde, zodat grote delen van Java opnieuw voor de polyeder-projectie opgemeten moesten worden.

De werkwijzen en meetinstrumenten uit Nederland waren niet zondermeer geschikt voor toepassing in de tropen. Door ervaring werden andere meetinstrumenten gekozen of gemodificeerd en meetmethoden aangepast. De boussole trans-montagne was bij de Topografische Dienst uitgebreid in gebruik. De bergen en vulkanen vroegen om hoogtemetingen waar men in Nederland niet aan gewend was. Het gebruik van kwikbarometers en aneroïde barometers in het tropische klimaat was in Nederland niet bekend. De afwezigheid van kerktorens als hoekpunten bij triangulatie vereiste keuze van andere oriëntatiepunten. De invloed van zwaartekrachtverandering door een bergmassief of diepzeetrog moest tijdig onderkend worden, zodat correcties op meetresultaten konden plaatsvinden. Vanwege het gebruik van kompassen en boussoles tranche-montagne was ook kennis van de ondergrond nodig, zodat magnetische verstoringen vermeden konden worden. De grote afstanden en uitgebreide triangulatiennetten vergden gebruik van meerdere basissen op grote onderlinge afstanden in het net. In Indonesië is gebruik gemaakt van 3 basissen op Java, 3 voor Sumatra en omliggende eilanden, 3 voor Celebes / Sulawesi en nog enkele kleine eilanden bij Java en de Molukken. De vereffening van meetfouten vond plaats over de langgerekte keten van Aceh tot Lombok.

De meetresultaten en ervaring met methoden en instrumenten leverde ook weer voor Nederland veel kennis van metingen onder andere omstandigheden op, die ook weer buiten Nederland nuttig waren. Het heeft Nederland ook internationaal "op de kaart gezet".



## 5 Geodetische activiteiten en resultaten

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de topografische verkenning, opnemings- en kartering met de methoden en meetinstrumenten uit hoofdstuk 4. De triangulatie, het personeel en de organisatie van de Topografische Dienst worden besproken. Ook de werkwijzen van het Kadaster en de Hydrografische Dienst komen aan de orde, terwijl aan hun resultaten in de vorm van kaarten uitgebreid aandacht besteed wordt.

Van de duizenden vervaardigde kaarten is een representatieve selectie gemaakt, die in hoofdstuk 5.5 en Annex 8.15 t/m 8.30 is opgenomen. Vergelijking van Nederlands-Indië met geodetische ontwikkelingen elders in de wereld laat zien dat in Nederlands-Indië al vroeg resultaten op hoog niveau verkregen werden. Gekozen is voor geodetische activiteiten in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Groot-Brittannië en India. Experts van de Topografische Dienst en de Hydrografische Dienst volgden nauwgezet de ontwikkelingen daar.

Door de eerder besproken topografische en hydrografische activiteiten van de Geografische Dienst en het leger was er, mede door de betrokken personen zoals Melvill van Carnbee, Van de Velde, De Lange en Oudemans, een zekere vorm van samenwerking ontstaan. Astronomische plaatsbepalingen, meetmethoden, instrumenten en kaarten werden uitgewisseld. Hydrografische opnemingen vonden al in de VOC-tijd plaats. Door het grote belang van veilige vaarroutes en de toename van het scheepvaartverkeer gaf het gouvernement steeds meer aandacht aan de opleiding van zeelieden en de hydrografie.<sup>597</sup> Fondsen kwamen beschikbaar voor het oprichten van zeevaartscholen en de aanschaf of bouw van hydrografische opnemingsvaartuigen. Daarnaast werd de bebakening en kustverlichting verbeterd.<sup>598</sup> De werkzaamheden en bereikte resultaten werden jaarlijks in de Koloniale Verslagen en Jaarverslagen aan de Nederlandse regering gerapporteerd.<sup>599</sup> Vanaf 1849 kwamen daar systematische topografische opnemingen bij, waarvoor aparte brigades gevormd werden. Geleidelijk werd het aantal opnemingsbrigades uitgebreid en ontstonden aparte brigades voor triangulatie, opleiding en landrenteopnemingen. Met de beëindiging van opnemingen in West-Borneo werd de opnemingsbrigade omgevormd tot opleidingsbrigade en vrijwel meteen in 1896 ingezet voor de hermetingen van enkele residenties op Java.

Gelijktijdig met de topografische opnemingen vonden vanaf 1850 statistische opnemingen van het grondgebruik plaats voor het vaststellen van de landrentebelasting. Hierbij werd zoveel mogelijk inlands personeel ingezet, dat met de dorpschouwen de landrente op basis van perceelgrootte, vruchtbaarheid van de grond en opbrengst moest vaststellen. De landrenteopneming, eerst door het binnenlands bestuur en vervolgens door het Kadaster, werd in 1905 overgedragen aan de Topografische Dienst. Hoewel in de verslagen aan de regering steeds een positieve indruk van de voortgang van de activiteiten wordt verkregen, mag op basis van de lokale kritiek, waaronder berichten in de pers, aangenomen worden dat niet alles even voorspoedig plaatsvond. Voor de resultaten in de vorm van overzichtskaarten, topografische kaarten, thema-kaarten, toeristenkaarten, plattegronden en atlanten was grote belangstelling, zowel door het Gouvernement en de Nederlandse regering, als door particulieren en het bedrijfsleven. De regelmatig door de TD uitgegeven catalogi van beschikbare kaarten en atlanten met hun prijzen, vonden gretig aftrek. Van 1850-1939 werd de voortgang in de Koloniale Verslagen en Indische Verslagen van bestuur en staat van Nederlandsch-Indië en daarnaast van 1905-1939 ook in de Jaarverslagen van de TD gegeven.<sup>600</sup> Ook in de naoorlogse periode van WO II hebben nog activiteiten op topografisch en hydrografisch gebied met Nederlandse betrokkenheid plaatsgevonden. De activiteiten in Nieuw-Guinea liepen zelfs tot de overdracht in 1962. Daarna is Nederland nauw betrokken geweest bij de opleiding van experts uit Indonesië via het ITC.

De vraag die in dit hoofdstuk centraal staat is: *“Welke organisatie en middelen hebben in Nederlands-Indië resultaten als triangulaties en kaarten mogelijk gemaakt”*. De Topografische Dienst en het Kadaster in Nederland worden vergeleken met die in Nederlands-Indië. In het verlengde daarvan wordt ook de vraag gesteld: *“Wat hebben de topografische en hydrografische activiteiten in Indië voor Indonesië en Nederland opgeleverd”*. De Topografische Dienst vergeleek voortdurend Indië met geodetische activiteiten in India, zodat als derde vraag onderzocht is: *“Hoe was de verhouding Indië-India”*.

<sup>597</sup> J.P. Nieborg, *Indië en de zee. De opleiding tot zeeman in Nederlands-Indië 1743-1962*, (uitg. De Bataafsche Leeuw, Amsterdam 1989).

<sup>598</sup> F.C. Backer Dirks, *De Gouvernements Marine in het voormalige Nederlands-Indië in haar verschillende tijdperioden geschetst, III 1861-1949*.

<sup>599</sup> Koloniaal Verslag; jaarlijks 1855-1930 met daarin ondermeer aandacht voor: Grondgebied, bevolking en bestuur (opperbeheer), Landmacht, Zeemacht en Justitie (waaronder Topografie, Hydrografie en Geodesie).

<sup>600</sup> Jaarverslagen van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1905-1939 jaarlijks, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden).

## 5.1 Topografische verkenning, opneming en kartering

Topografische verkenning, opneming en kartering voor de vervaardiging van nauwkeurige kaarten vonden vanaf 1860 systematisch plaats, eerst op Java en vervolgens op Sumatra, Borneo en Celebes en eilanden in de andere buitengewesten. Met triangulaties en astronomische plaatsbepaling ontstond een referentienetwerk met vaste punten als “wiskundige basis” voor kaarten. Het heeft tot 1939 geduurd voordat de belangrijkste eilanden zo gemeten waren.<sup>601</sup> In **Annex 8.11** is een samenvattend chronologisch overzicht van topografische en kartografische activiteiten opgenomen. Voor Nieuw-Guinea en nog enkele oostelijk gelegen eilanden in de Molukken werd volstaan met schetskaarten. Nadat eerst het primaire driehoeksnet was vastgesteld, was voor kaarten met een grotere schaal al gauw behoefte aan een verdere verdichting met secundaire, tertiaire en quaternaire triangulaties. Voor de Topografische Dienst volstonden opnemingen met een schaal 1:25.000 of waar mogelijk 1:10.000. Voor het Kadaster was een schaal 1:5.000 of groter gewenst. Topografische kaarten met hun hoogte-informatie pasten niet in het kadastersysteem. De gekozen schaal was afhankelijk van het belang van het gebied voor militaire, infrastructurele of economische doeleinden. Voor veel rurale gebieden buiten Java werd volstaan met kaarten op de schaal van 1:250.000 of kleiner. Met de versturende factoren uit hoofdstuk 4.5 werd rekening gehouden, vooral refractie en schietloodafwijking.

### 5.1.1 Triangulaties en driehoeksnetten

#### Java

Na de topografische opnemingen in de eerste helft van de 19<sup>e</sup> eeuw werd duidelijk dat voor de gewenste nauwkeurigheid, geodetische metingen nodig waren. In het Gouvernementsbesluit eind 1853 werd besloten tot de topografische opneming van de residentie Cirebon, waarbij ook geodetische metingen zouden worden gebruikt. Hoewel die metingen aanvankelijk werden gebruikt ter controle van de opneming, werd hiermee wel het verband tussen de twee activiteiten gelegd. Zoals gezegd is, werd pas vanaf 1873 Java eerst getrianguleerd en daarna topografisch opgenomen. De triangulatiebrigade moest dan ook steeds de opnemingsbrigades voorblijven. Tot die tijd waren de opnemingsbladen op schaal 1:10.000 zonder triangulatiepunten gemeten en verkleind ingepast in de overzichtskaarten op schaal 1:100.000, waarop wel de driehoekspunten waren aangebracht. Geleidelijk werden steeds betere meetinstrumenten ingezet en vanaf 1870 werden boussoles tranche-montagne voor de opneming en theodolieten voor de triangulatie voorgeschreven.

Aanvankelijk werd op Java bij de kartering gewerkt met een gewijzigde projectie van Flamsteed en later met de Bonne-projectie. Pas met de invoering van de polyeder-projectie, eerst op Sumatra vanaf 1887 en vanaf 1896 ook op Java met opneming op schaal 1:20.000, ontstonden kaarten in verschillende schalen, die goed op elkaar aansloten (zie ook hoofdstuk 4.5.6). De opnemingsbrigade uit Borneo werd, na afronding van hun werkzaamheden daar, omgevormd tot opleidingsbrigade, die voor herzieningswerk op Java ingezet werd. Herziening vergde veel meer inzet, zodat bij de formatie van 1925 te zien is dat de herzieningsbrigades sterk gegroeid waren. Toekomstige officieren van de TD werden in gemiddeld 3½ jaar opgeleid: door detachering van 3 maanden met een examen, 2 jaar opleiding bij de opleidingsbrigade en daarna detachering van 6 maanden bij de triangulatiebrigade en nog weer eens 6 maanden bij een opnemingsbrigade.

De primaire triangulatie van Java vond plaats in de periode 1861-1880. Onder leiding van Oudemans werd gebruik gemaakt van 10 duims theodolieten van Pistor en Martins en een 12 duims theodoliet van Repsold. Stenen pilaren, opgericht op de hoogste bergen (veelal vulkanen), maakten met hulp van heliotropen en hoekmeetinstrumenten, opgesteld op de pilaren, de hoekmetingen mogelijk. In hoofdstuk 4.3.1 is de triangulatie in Nederlands-Indië, uitgaande van een basismeting met een rhombus beschreven. Met het Repsold toestel werd eerst de lengte van een basis bepaald: in West-Java bij Semplak (ten noorden van Bogor), in Midden-Java bij Logantung (ten oosten van Semarang) en in Oost-Java bij Tangsil (bij Bondowoso). Astronomische plaatsbepaling vond plaats in Batavia en op de G. Genuk (op Midden-Java, ten noorden van Kudus). De meridiaan van Batavia over de Tijdklep werd als nulmeridiaan gehanteerd (zie Fig. 5-1). De primaire triangulatie werd verder verdicht met secundaire, tertiaire en quaternaire triangulaties, zoals hierna in Fig. 5-3 en Fig. 5-4 te zien is. De rode lijnen uit Fig. 5-1 zijn later opgenomen in het primaire Java netwerk. Het punt op de Krakatau verdween bij de eruptie en later werd op het triangulatiernet van Sumatra op Tangka, Teluk en Telukbetung aangesloten. In het oosten kon Bali op Tg. Pakem-Baluran aangesloten worden.

<sup>601</sup> M.T. van Staveren, *75 jaren topografie in Nederlandsch-Indië, Dutch East Indies. Topographische Dienst*, (uitg. Topografische Dienst, Batavia 1939).

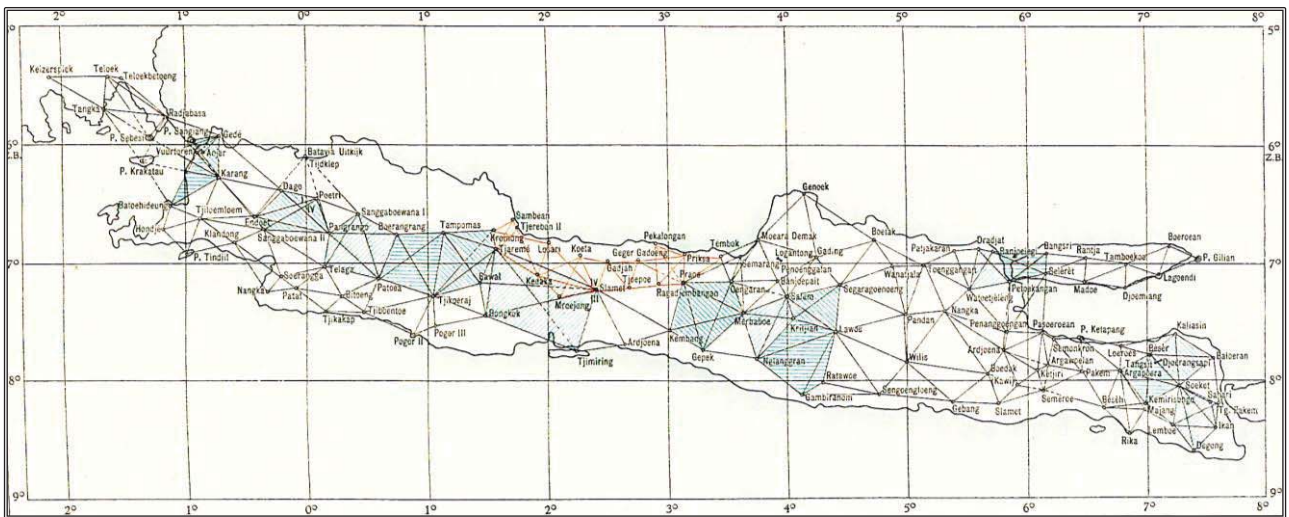


Fig. 5-1 Java en Madura, primaire net (met plaatsnamen).<sup>602</sup>

Na de eerste basismetings bij Semplak door Oudemans met het Repsold toestel, bleek in 1871 dat er aanzienlijke verschillen waren tussen triangulatiepunten gemeten door De Lange met als basis Cirebon, en punten gemeten door Oudemans met als basis Semplak. Daarvoor moest gecorrigeerd worden, wat met veel rekenwerk door verschuiving en verdraaiing van het triangulatiernet mogelijk was. Dat vond plaats voor de residenties Bantam, Batavia, Preanger, Kediri, Rembang, Surabaya, Pasuruan, Probolinggo, Besuki, Banyuwangi en Madura. De kaart in Fig. 5-2 geeft een indruk van de benodigde correcties, hoewel de verschuiving tussen het zwarte en rode netwerk enigszins overdreven aangegeven is.<sup>603</sup> De correcties zorgden dat verschillen van enkele tientallen meters teruggebracht konden worden tot enkele meters. Hoewel het corrigeren voor de betere basis van Semplak nog wel lukte, bleek dat de aansluiting van kaarten met de gehanteerde Bonne-projectie een groter probleem opleverde. Dat gaf moeilijkheden bij reizen over Java, maar ook bij de aanleg van spoorwegen. Vanaf 1870 werd dan ook al begonnen met de polyederprojectie, die een veel betere aansluiting van de kaarten gaf (zie ook hoofdstuk 4.5.6.). De omrekening van Bonne- naar polyeder-projectie bleek te omslachtig, zodat in 1896 gestart werd met een algehele hermeting van Java en kartering op basis van de polyeder-projectie.

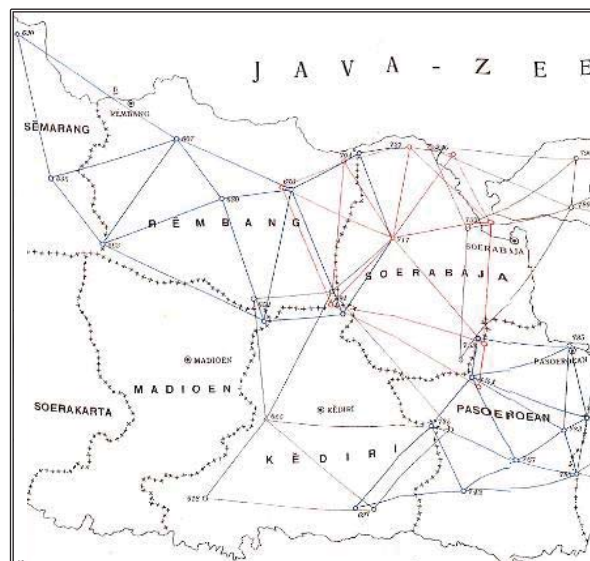


Fig. 5-2 Verschillen (wat overdreven) tussen de triangulatiernetten op Midden-Java met als basis Cirebon of Semplak.

<sup>602</sup> De rode lijnen, gemeten tussen 1861-1866, zijn later opgenomen in het primaire net, alleen de blauw gearceerde driehoeken zijn verefend met de kleinste kwadraten methode.

<sup>603</sup> Jaarverslag TD 1908, p. 136-149.



De tertiaire triangulatie werd vanaf 1870 uitgevoerd door het Topografisch Bureau, dat vanaf 1874 verder ging als Topografische Dienst. In 1875 vertrok Oudemans naar Nederland, waar hij de berekeningen voor de primaire en secundaire triangulatie voortzette. Dr. P.A. Bergsma, tevens directeur van het Magnetisch en Meteorologisch Observatorium, volgde hem op. In 1881 werd de primaire en secundaire triangulatie van Java als gereed beschouwd en werd de Geographische Dienst, waar eerst Oudemans leiding aan gaf, opgeheven.

Triangulaties en kartering in NI zijn uitvoerig beschreven in de jaarverslagen van de TD en in afzonderlijke publicaties.<sup>604 605 606</sup> Daarnaast zijn de activiteiten van de TD beschreven in de boekwerkjes 1874-1924 lustrum 50 jaren TD in Nederlandsch-Indië<sup>607</sup> en in 1864-1939 lustrum 75 jaren topografie Nederlands-Indië (na de oprichting van het topografisch bureau in 1864).<sup>608</sup> Aan de hand van kleurenkaarten en tekeningen vond zo jaarlijks gedetailleerde verslaglegging plaats, waarmee een verantwoording aan de regering van de inzet en uitgaven gegeven werd. Een voorbeeld is de triangulatiekaart uit Fig. 5-3 van Pekalongan met de voortgang eind 1910 van de eerste, tweede en derde orde triangulatie. De bijbehorende driehoekspunten zijn respectievelijk in de kaart met P.xxx  $\Delta$ , S.xxx  $\Delta$  en T.xxx  $\blacktriangle$  weergegeven, waarbij xxx het nummer van het triangulatiepunt (meestal een pilaar) voorstelt. De triangulatie van de irrigatiedienst is in het met geel gemarkeerde gebied aangegeven. De fijnmazige triangulatie (met polychonen) was nodig om in het betrekkelijk vlakke terrein voldoende verval te krijgen in de kanalen. Metingen van het boswezen zijn in de oranje gekleurde gebieden te vinden. Elke dienst had zijn eigen triangulatie, die wel door de Topografische Dienst uitgevoerd werd.

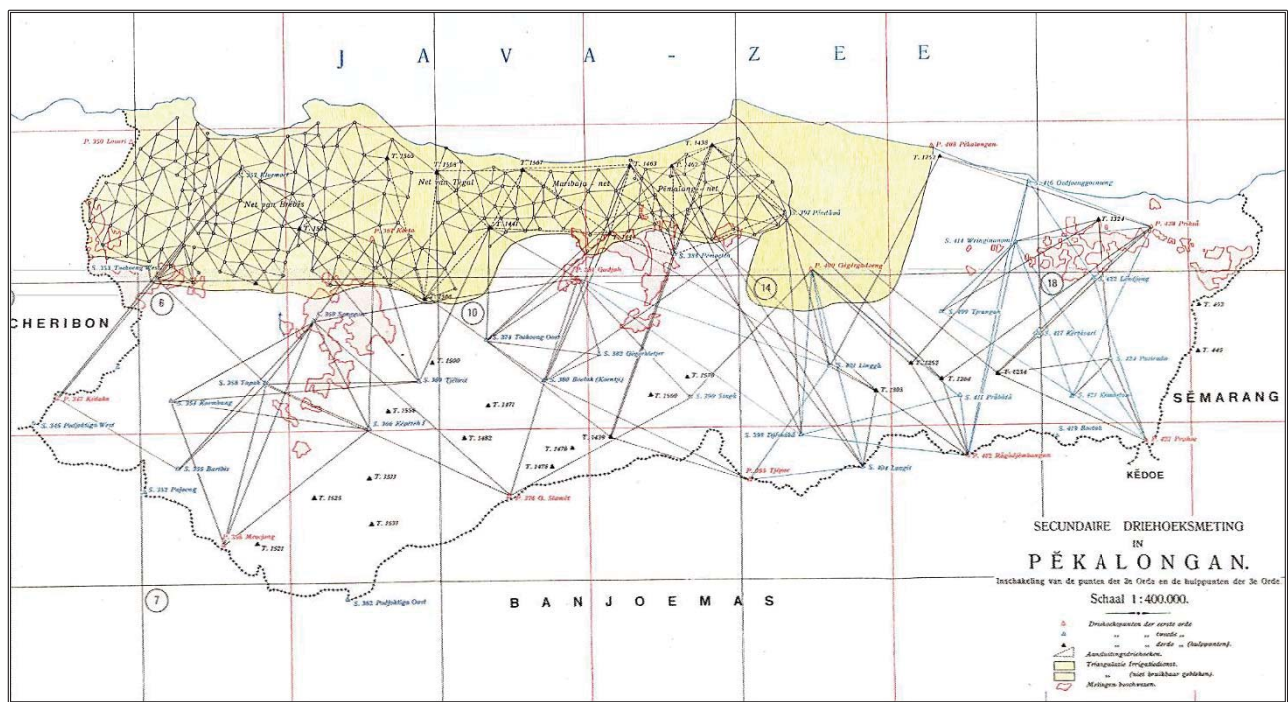


Fig. 5-3 Midden-Java, stand secundaire driehoeksmeting in Pekalongan eind 1910.

De kaart in Fig. 5-4 uit het jaarverslag van de TD over 1911 toont de voortgang in de residentie Cirebon. Ook hier is weer een fijnmazig polychoonnetwerk met triangulatiepunten van het kadaster te vinden. De tertiaire pilaren, aangegeven met T.xx  $\Delta$ , zijn wel gebouwd maar nog niet gemeten. Fig. 5-5 toont de triangulatiepilaren op de G. Ciremai in detail. Op de G. Ciremai kraterwand zijn 1 primaire pilaar en 3 secundaire pilaren gemeten.<sup>609 610</sup>

<sup>604</sup> J.J.A. Muller, *Triangulaties in Nederlandsch-Indië*, ca.1905.

<sup>605</sup> Jaarverslag TD 1922, *Triangulatie van Java*, p. 89-120.

<sup>606</sup> H.J.K. Schuitenvoerder (Kapitein van den Topografischen Dienst), *Het Kaarteringsvraagstuk in den N.I. Archipel*, algemeen Ingenieurs congres Batavia 8-15 Mei 1920, 6<sup>e</sup> sectie, diverse onderwerpen, Batavia 1920 (van deze auteur en dit congres is ook een Engelstalige uitgave met als titel: *The Problem of Cartography in the Netherlands Indian Archipelago*, Batavia 1920).

<sup>607</sup> *De Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië 1874-1824*.

<sup>608</sup> M.T. van Staveren, *75 jaren topografie in Nederlandsch-Indië*, Dutch East Indies, Topographische Dienst, (uitg. Topografische Dienst, Batavia 1939).

<sup>609</sup> Jaarverslag TD 1912 p. 88-91.

<sup>610</sup> Jaarverslag TD 1913 p. 79-83.





Het nulpunt voor hoogtebepaling van het triangulatiernet werd meestal gebaseerd op de gemiddelde hoogte van eb en vloed aan de kust. In de periode na 1874 zijn op Java, Sumatra en Celebes verschillende referenties gebruikt, zoals uit de volgende lijst blijkt:<sup>611</sup>

- (Tanjung) Priok Peil (P.P) is ongeveer de laagste waterstand in de haven;
- Pekalongan Peil is 0,50 m beneden het gemiddelde zeeniveau;
- Semarang Peil is de gemiddelde laagwaterstand;
- Surabaya Havenvloed Peil (S.H.V.P.) is de hoogste waterstand van Surabaya;
- Surabaya Peil (S.P.) heeft een nulpunt 1,02 m beneden het nulpunt van S.H.V.P.;
- Cilacap Havenpeil is het laagwaterspringtij;
- Lampong Peil (L.P.) is het gemiddelde zeeniveau in Teluk Betung gedurende 1 jaar (1897/1898);
- Bengkulu Peil is het gemiddelde zeeniveau, gemeten oktober-september 1903;
- Deli Peil (D.P.) van DSM is 0,32 m onder Malakka Peil (M.P.), als gemiddelde zeeniveau in de Straat van Malakka;
- Padang Peil (P.P.) is het gemiddelde zeeniveau, gemeten augustus-november 1874. Padang Peil is Deli Peil +0,97 m;
- Siboga Peil (S.P.) is het gemiddelde zeeniveau, gemeten februari-augustus 1889;
- Makassar Peil (M.P.) is het gemiddelde zeeniveau, Makassar Havenvloedpeil is M.P. + 0,80 m;
- Menado Peil is het gemiddelde zeeniveau in Menado.

Hoogtemetingen vonden plaats met barometers, waterpasinstrumenten en theodolieten. Een nadeel van het meten van verticale hoeken met theodolieten was weer de refractie. Aanvankelijk werd gewerkt met een refractiecoëfficiënt van 0,14 dat tot een nauwkeurigheid van 0,50 m leidde. Met waterpas-rondmetingen kon dat teruggebracht worden tot enkele mm. Deze metingen waren van groot belang voor irrigatie, de aanleg van spoorwegen en de waterhuishouding. In 1924 werd besloten nauwkeurige waterpasmetingen uit te voeren, te beginnen op Java. Dit zou moeten leiden tot één hoogtereferentie voor alle diensten.<sup>612</sup>

In het ontworpen waterpasnet voor Java, weergegeven met het kaartje in Fig. 5-6, kwamen 20 kringen voor, waarvan aanvankelijk enkele niet gesloten waren. Deze laatste waren polychonen, waarmee op de nulreferenties aan de kust aangesloten kon worden. De hoogtemetingen op Java werden vanaf 1925 met een Breithaupt waterpasinstrument uitgevoerd, te beginnen bij kringen I<sup>A</sup> en II. De hoogtemetingen werden uitgevoerd, zoals beschreven is in hoofdstuk 4.3.2. Daarbij werd van een Dieperink-baak en verticale Zeiss invarbaken gebruik gemaakt.<sup>613</sup> Voordat de hoogtemetingen begonnen, werd eerst de meetapparatuur getest en de invloed van het klimaat en de hoogte op de metingen onderzocht. Er werd "uit het midden" gewaterpast door een meting met een meetinstrument halverwege tussen de baak vóór en de baak achter.

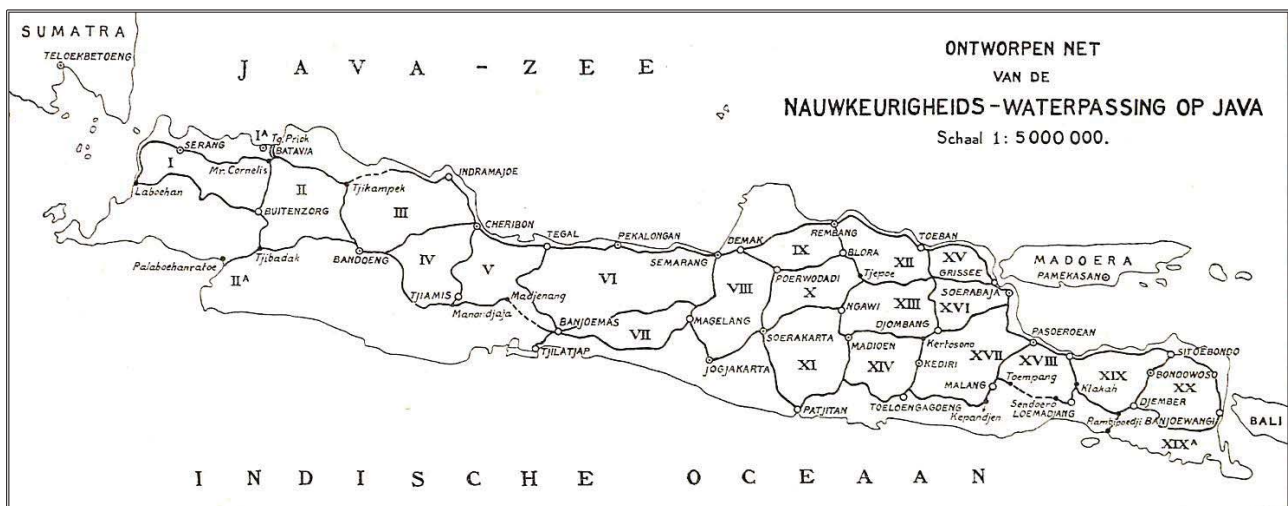


Fig. 5-6 Java, nauwkeurigheidswaterpassing met meetkringen I-XX, planning 1925.<sup>614</sup>

<sup>611</sup> Prof. ir. W. Schermerhorn en ir. H.J. van Steenis (met een bijdrage van Prof. ir. J.H.G. Schepers), *Leerboek der landmeetkunde voor het middelbaar en hoger technisch onderwijs en voor de praktijk*, (uitg. N.V. Wed J. Ahrend & Zoon, Amsterdam, 1941).

<sup>612</sup> H.J.K. Schuitenvoerder, *De nauwkeurigheidswaterpassing van Java*, uit Jaarverslag TD 1925.

<sup>613</sup> J.Th. Horstink, *Handboek der Landmeetkunde*, Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).

<sup>614</sup> Alleen de kringen I<sup>A</sup> en II-IV zijn gemeten, de overige kringen zijn plannen gebleven.



Met een halve slaglengte (afstand tussen instrument en baak) van 10 tot 75 m werden eerst kringen I<sup>A</sup> en II, inclusief de zijarmen van in totaal bijna 400 km, in één jaar gemeten.<sup>615 616</sup> Daarvan was kring I<sup>A</sup> (de verbinding met Tanjung Priok), samen met het stadsnet van Batavia, bijna 40 km. Zowel heen als terug werd gemeten. De sluitingsfouten in Fig. 5-7 waren in kring *a* (12,4 km) 0,75 mm, in kring *b* (8,3 km) 0,75 mm, in kring *c* (5,7 km) 0,25 mm, in kring *d* (5,4 km) 2,15 mm en in de buitenste kring rond *a*, *b*, *c* en *d* (18,2 km) 2,40 mm. Dat is een goed resultaat. Aan de rechterkant van Fig. 5-7 loopt de verbinding Tanjung Priok-Jatinegara.

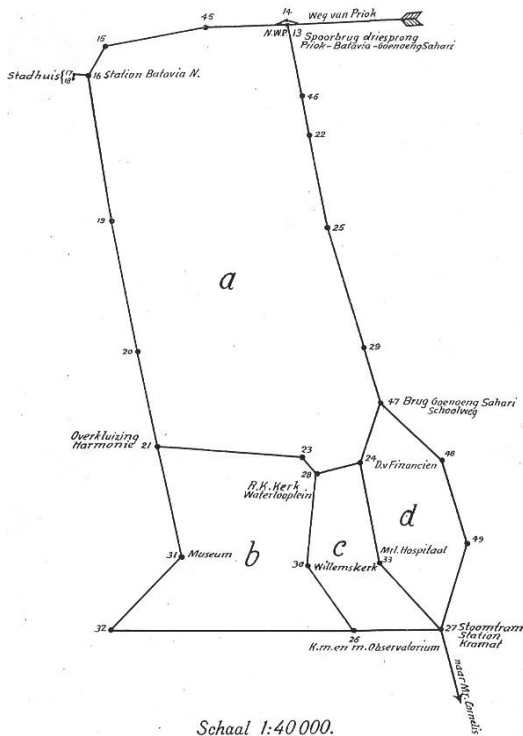


Fig. 5-7 Waterpassing Batavia (Jakarta).

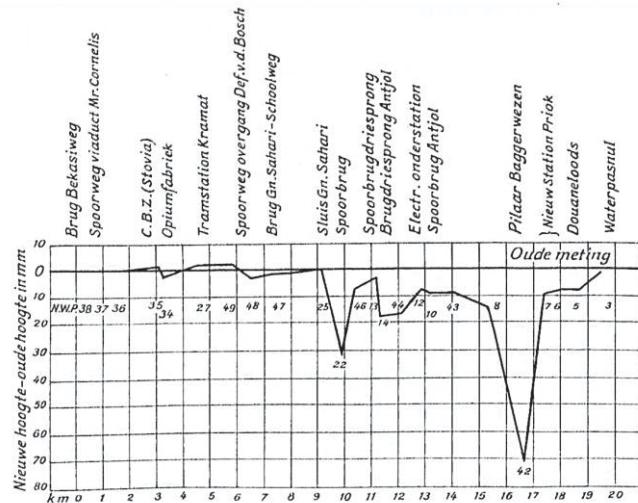


Fig. 5-8 Vergelijking waterpassingen 1928 met 1925.

Uit vergelijking van waterpassingen in Batavia uit 1928 met 1925 over het traject Mr. Cornelis (Jatinegara) – Tanjung Priok van 20 km bleek begin- en eindpunt na drie jaar nog dezelfde hoogte te hebben, zoals uit de grafiek blijkt. De grafiek geeft al wel dalingen bij de kust aan over ca. 3 jaar. Bij N.W.P. staan nummers van de meetpunten. Tot 10 km van de haven, met waterpas-nul, lijkt de bodem gemiddeld 1 cm gezakt te zijn. N.W.P. 22 was verzakt door spoorverbreding en N.W.P. 42 door verzakking van een pilaar. De huidige bodemdaling van noord Jakarta wordt grotendeels toegeschreven aan het oppompen van grondwater voor drinkwatervoorziening. Door de bodemdaling, die sinds 2000 inmiddels 7,5 cm per jaar is en de stijging van het gemiddelde zeewaterniveau, ontstaan problemen bij de kust. Daardoor zijn dan ook extra beschermingsmaatregelen nodig om overstromingen en verzilting te voorkomen.

De verschillen, geconstateerd in kring II, konden grotendeels verklaard worden uit refractiefouten (op het traject kwamen hoogten tot 900 m voor) en het langzame zakken van de potten, waarop de bakken rustten. De kringen werden met grote zorgvuldigheid linksom en rechtsom gemeten en gaven zeer kleine sluitingsfouten. Als voorbeeld kan kring IV Bandung-Cirebon-Ciamis van 420 km genoemd worden, die over drie bergpassen van 800-900 m loopt. De sluitingsfouten waren 6,7 en 14,2 mm, gemiddeld dus 10,4 mm.

Op Sumatra, zuidwest Celebes en de Minahasa zijn in 1924-1925 ook enkele waterpasmetingen uitgevoerd.<sup>617</sup> Helaas werden de waterpasmetingen vanwege bezuinigingen vroegtijdig beëindigd.

<sup>615</sup> Prof. ir. J.H.G. Schepers, *De nauwkeurigheidswaterpassing van Java, de primaire kringen 1a en II, benevens het stadsnet van Batavia en Weltevreden*, Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië, Verhandelingen No. 1., (uitg. Reproductiebedrijf Top. Dienst, Weltevreden 1926).

<sup>616</sup> *De nauwkeurigheidswaterpassing van Java, uitkomsten van de waterpassing der primaire kringen 1a en II, benevens het stadsnet van Batavia en Weltevreden*, Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië, Verhandelingen, No. 1a, (uitg. Reproductiebedrijf Top. Dienst, Weltevreden 1927).

<sup>617</sup> P.D. Boon, *Waterpassingen in Z.W. Celebes en in de Minahasa*, uit Jaarverslag TD 1925.

## Sumatra

Aanvankelijk gaf men de voorkeur aan de aansluiting van Zuid-Sumatra op het triangulatiernet van Java, zodat geen aparte basis gemeten hoefde te worden. Later is Zuid-Sumatra opgenomen in de hele Sumatra-Java keten en werd gebruik gemaakt van een basis bij Padang, bij het Toba-meer en bij Seulimeum in Aceh.

De primaire triangulatie van Sumatra werd uitgevoerd in drie secties: West-Sumatra (1883-1896), Zuid-Sumatra (1895-1909) en Sumatra's Oostkust (1907-1916). Het betrof totaal 118 triangulatiepunten, zoals de triangulatiekaarten van Sumatra in Fig. 5-9 en Fig. 5-10 laten zien. De TD gebruikte theodolieten van Pistor en Martins, Wegener en Wanschaff. Overdag, bij zonneschijn, werden heliotropen als baken toegepast, die het zonlicht in de richting van de theodolieten reflecteerden. Vanaf 1912 gebruikte de TD voor nachtmetingen acetyleenlampen, waarmee met theodolieten afstanden tot 60 km overbrugd konden worden.<sup>618</sup>

De triangulatie en opneming van Sumatra's Westkust startte in 1883 met een basismeting bij Padang.<sup>619</sup> De meting vond plaats met een stalen meetveer, waardoor hij minder nauwkeurig was dan de meting met het Repsold toestel op Java. Men achtte de meetveer voor Sumatra voldoende nauwkeurig, zodat het Repsold toestel terug naar Nederland gezonden was.

Vervolgens werd Zuid-Sumatra in 1895-1906 onder leiding van Muller getrianguleerd, gebaseerd op de basis bij Semplak en het triangulatiernetwerk van West-Java.<sup>620</sup> De zo verkregen coördinaten van de driehoekspunten in het westen van Sumatra werden aangevuld met astronomische plaatsbepalingen in het oosten, zoals in hoofdstuk 4.1.1 vermeld is.<sup>621</sup> Zo ontstond een uitgebreid netwerk tussen plaatsen, die gebruikt werden voor de verdere opneming en kartering van Sumatra.<sup>622</sup>

De derde triangulatie werd uitgevoerd in Sumatra's Oostkust. Ten noorden van het Toba-meer, op een hoogvlakte van 1280 m hoog bij Sampun, werd in 1910 een basis van 6665 m nauwkeurig met een nieuw Jäderin basismettoestel gemeten. In Fig. 5-31 zijn de 12 leden van de triangulatiebrigade onder leiding van Schepers aan het meten. Vervolgens werd naar het zuiden en noorden een omvangrijk gebied getrianguleerd.<sup>623</sup>

Met detailkaarten werd de jaarlijkse voortgang van verkenning, pilaarbouw, triangulatie en berekening met kleuren aangegeven, zoals in Fig. 5-9 op de kaart van Sumatra's Oostkust met de situatie van eind 1912 te zien is. Hierin zijn de primaire, secundaire en tertiaire punten van de triangulatie op dat moment weergegeven. Rond het Toba-meer ontstond een krans van primaire meetpunten, veelal gelegen op de bergtoppen. Op het primaire punt P.118 op de Bukit Serati in het noorden vonden astronomische metingen plaats voor de oriëntatie van het netwerk. Elke sectie had nu zijn eigen basis: voor de Oostkust bij Sampun (gemeten met het Jäderin toestel in 1910), voor de Westkust bij Padang (gemeten met een staalband in 1881) en voor Zuid-Sumatra afgeleid van de basis bij Semplak op Java.

Voor de kustartillerie op Sabang werden voor een nieuwe vuurkaart in 1914 triangulatie- en tekenwerkzaamheden verricht. Op de vuurkaart waren batterijen en peilposten aangegeven. De in het terrein verborgen locaties waren geheim, zodat er in de jaarverslagen van de TD niet gedetailleerd over defensie gerapporteerd werd.<sup>624 625</sup>

Zoals in hoofdstuk 4.2 vermeld is, gebruikte de TD in het vlakke zuidoosten van Sumatra, astronomische plaatsbepaling waar, door de moerassen, triangulatie moeilijk was. De astronomische stations werden gekozen op plaatsen, die zoveel mogelijk via rivieren bereikbaar waren, zodat met vaartuigen het transport van de kwetsbare chronometers voor de bepaling van de longitude mogelijk was. Voor de bepaling van de latitude gebruikten de landmeters theodolieten of sextanten. Zoals vermeld is in hoofdstuk 4.2.2, werden tijdsignalen van het Observatorium in Weltevreden vanaf 1922 door Radio Malabar uitgezonden. Met de beschikbaarheid van de tijdsignalen van de Bosscha-sterrenwacht bij Lembang, die door Radio Malabar vanaf 1928 werden uitgezonden, werden chronometerreizen vervangen door radiosignalen, waarmee tevens een grotere nauwkeurigheid verkregen werd.

<sup>618</sup> Dr. J.J.A. Muller, De Triangulatie van Zuid-Sumatra, uit Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, Jaargang XX (1904).

<sup>619</sup> *Triangulatie van Sumatra, driehoeksnet van Sumatra's Westkust. De coördinaten der driehoekspunten, samengesteld bij de triangulatiebrigade van den TD* en uitgegeven ingevolge Gouvernements Besluit DD. 18 januari 1900, No. 13. Met een plaat en een kaart, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1900).

<sup>620</sup> J.J.A. Muller, De aansluiting van het driehoeksnet van Zuid-Sumatra aan het net van Sumatra's westkust, uit Tijdschrift van het KNAG, 1905.

<sup>621</sup> Jaarverslag TD 1906 p. 13-41.

<sup>622</sup> *Triangulatie van Sumatra, driehoeksnet en astronomische plaatsbepalingen in Zuid-Sumatra, de coördinaten der driehoekspunten en astronomische stations*, samengesteld bij de Triangulatiebrigade van den Topographischen Dienst (met een kaart), (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1911).

<sup>623</sup> J.H.G. Schepers, *Kort overzicht van de primaire en secundaire triangulatie van de oostkust van Sumatra*, uit Jaarverslag TD 1916.

<sup>624</sup> Jaarverslag TD 1914 p. 107-108.

<sup>625</sup> Jaarverslag TD 1916 p. 1, 66-67.

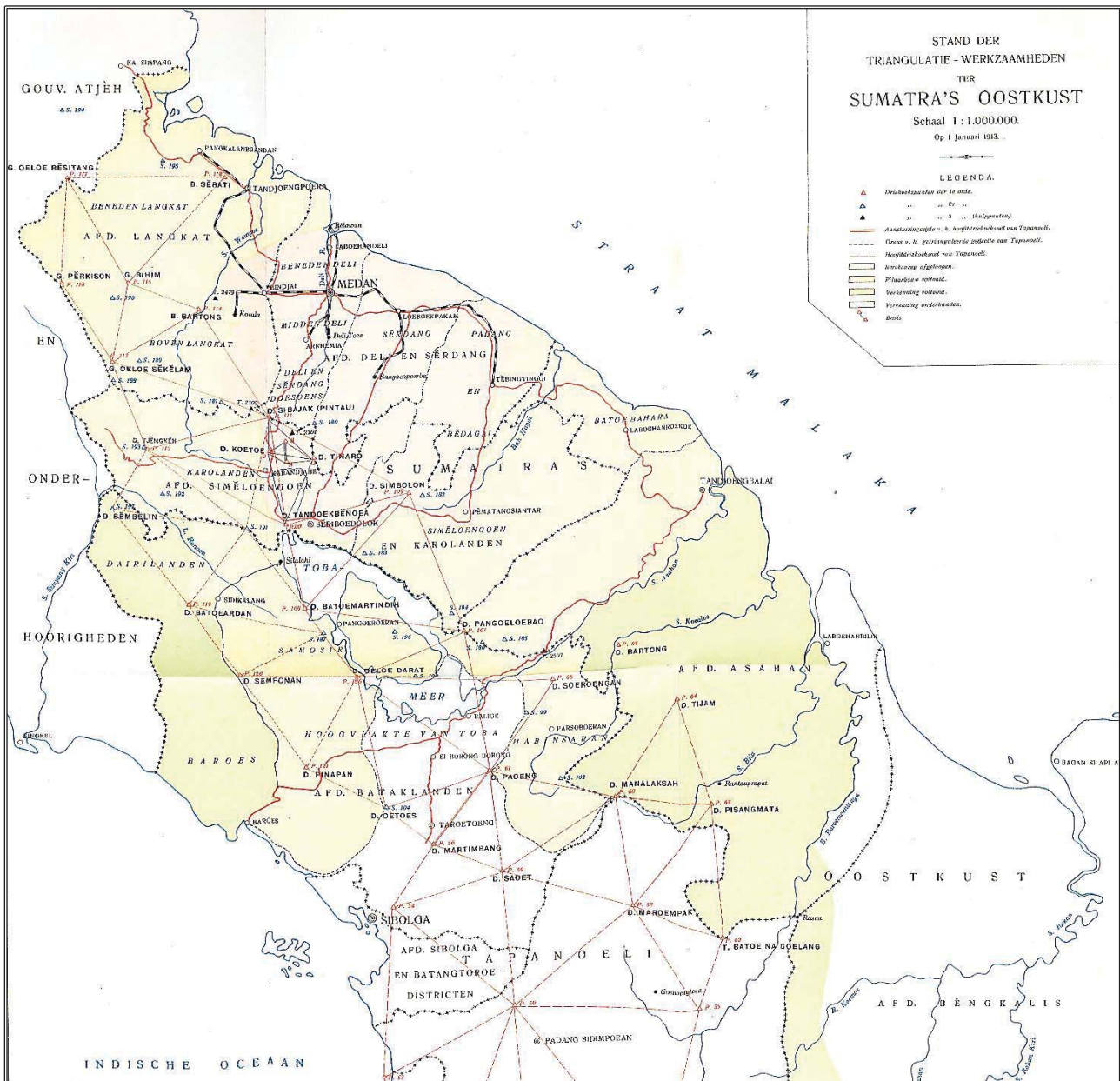


Fig. 5-9 Sumatra's Oostkust, stand triangulatie eind 1912.<sup>626</sup>

Door de secties na 1920 met elkaar te verbinden ontstond over het westelijke Barisan gebergte een keten van Java naar Bukit Serati in het noorden. Door eerdere onlusten in Aceh werd dat gebied pas later getrianguleerd en gedetailleerd in kaart gebracht.

Bij verbinding van de drie netten stelde de TD vast dat de basis bij Padang met de meetveer niet voldoende nauwkeurig gemeten was, zodat besloten werd tot een hermeting. Daarvoor was nu het nauwkeurige Jäderin basismeettoestel met invardraden beschikbaar, zodat na meting van de basis bij Sampun opnieuw in 1927 de basis bij Padang gemeten werd.<sup>627</sup> Zo kon in 1931 eindelijk het hele triangulatiennetwerk als één geheel vereffend worden, wat een goed beeld van de meetfouten opleverde, zoals in hoofdstuk 4.3 behandeld is. Dit betrof 200 primaire en 2600 secundaire punten. De overzichtskaart van het primaire triangulatiennet en de astronomische punten in Fig. 5-10 laat de zo in 1926 ontstane keten over Sumatra en Java zien.

<sup>626</sup> Van de rode 1<sup>ste</sup> orde, blauwe 2<sup>e</sup> orde en zwarte 3<sup>e</sup> orde driehoekspunten zijn, op een enkele uitzondering na, alleen de rode 1<sup>ste</sup> orde punten met rode lijnen verbonden, waarmee het primaire driehoeksnet aangegeven wordt. Het hoofdtrihoeksnet van Tapanuli in het zuiden is met lang-gestreepte lijnen aangegeven. De basis bij Sampun ten noorden van het Toba-meer is overgedragen op de D. Kutu, D. Tinaro, D. Sibayak en D. Tandukbenua (D staat voor Dolok of berg, zoals G voor Gunung op Java). De kleuren op de kaart geven aan berekening afgelopen (oranje), pilaarbouw voltooid (geel), verkenning voltooid (lichtgroen) en verkenning onderhanden (wit).

<sup>627</sup> J. van Roon, De driehoeksnetten van Sumatra: Lineaire afmetingen, oriëntering en altimetrie, uit Tijdschrift van het KNAG, 1930.



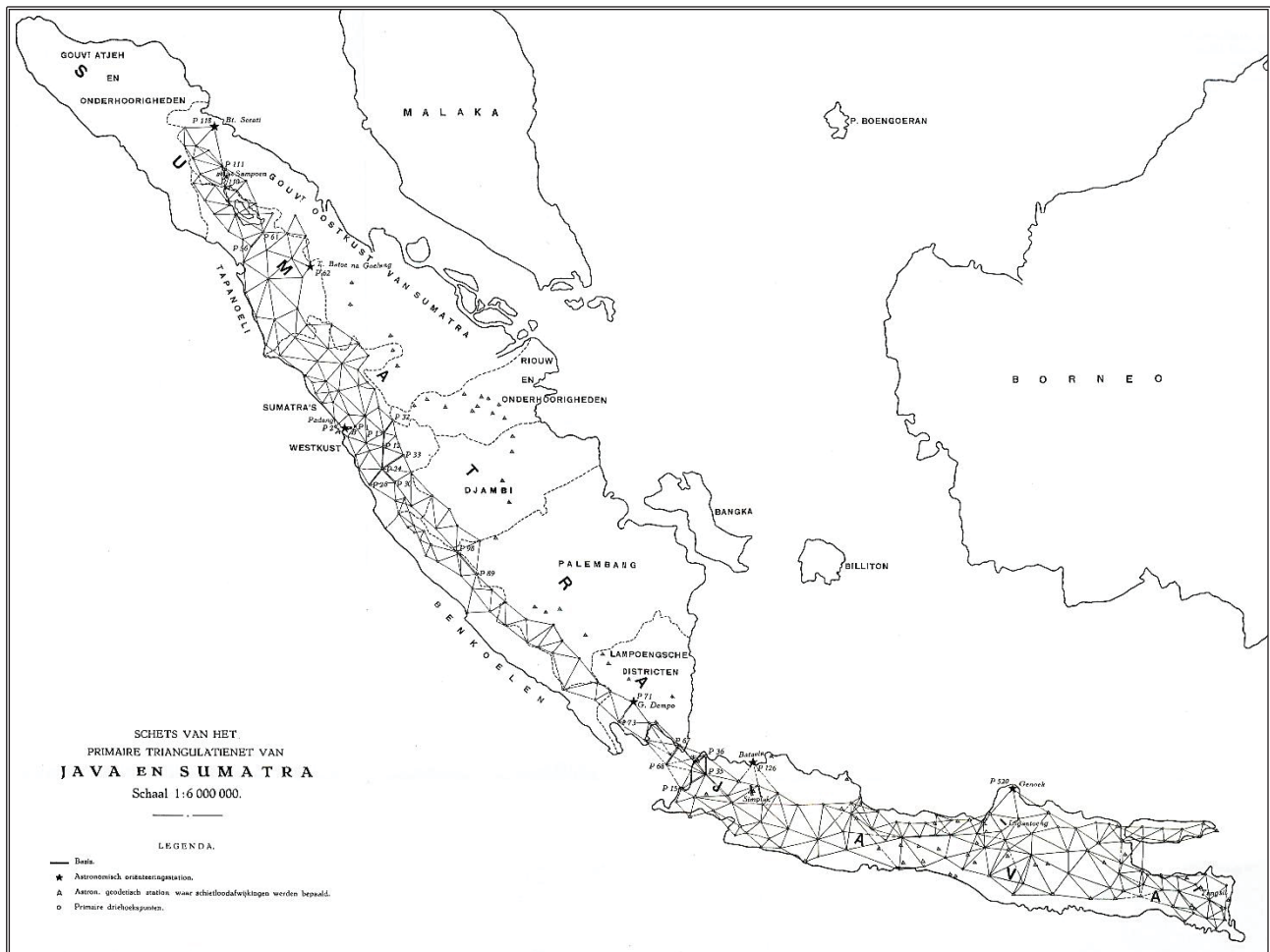


Fig. 5-10 Java en Sumatra, primaire triangulatiernet en astronomische punten in 1926.<sup>628</sup>

### Banka, Batam, Bali, Lombok en Sumbawa

Het eiland Banka was voor het eerst vluchtig opgenomen in 1852 en daarna nogmaals in 1859-1861. Pas met het meten van een basis bij Bakem in 1917 en de opbouw in 1917-1920 van een dekkend triangulatiernet met een herziening in 1926-1931, ontstonden de vaste punten voor een topografische opname van het eiland. De primaire triangulatie van Banka met 14 triangulatiepunten werd met onderbrekingen tussen 1917-1926 uitgevoerd. De delen van de gemeten richtingen en de pilaren, gebouwd tot eind 1919, zijn met kleuren in Fig. 5-11 weergegeven. Zoals eerder is vermeld vond in de periode 1931-1933 met succes een proefkartering met fotogrammetrie plaats. De triangulatie van Banka is in 1935-1938 verder naar het noorden uitgebreid in de Riau en Lingga archipel en vervolgens via Batam naar Singapore. Ook op Batam werd een basis gemeten, zoals in Fig. 5-12 het triangulatiekaartje laat zien.<sup>629</sup> Omliggende eilanden werden tevens in het triangulatiernet opgenomen. Vanuit Banka werd naar het zuidoosten een verbinding gemaakt met Billiton. Daarmee ontstond tussen Singapore en Billiton een triangulatieketen, die nauwkeurige kartering mogelijk maakte. In de periode 1912-1916 vond uitbreiding van de primaire triangulatie van Java plaats over Bali. Het triangulatiernetwerk van Bali werd, zoals Fig. 5-13 laat zien, weer in oostelijke richting uitgebreid via Lombok (1916-1923) naar Sumbawa.<sup>630 631 632 633 634</sup>

<sup>628</sup> De oriëntering van het primaire net vond plaats met astronomische waarnemingen, aangegeven met een ★ op de Bt. Serati (P.118), T. Batu na Gualang (P.62), bij Padang (P.1), G. Dempo (P.71), Batavia (P.126) en Genuk (P.520).

<sup>629</sup> R.E.P. Maier, *De triangulatie van het eiland Bantam en enkele gegevens omtrent land en volk*, uit Jaarverslag TD 1919 deel II.

<sup>630</sup> Jaarverslag TD 1912 p. 53-58.

<sup>631</sup> Jaarverslag TD 1913 p. 41-46.

<sup>632</sup> Jaarverslag TD 1916 p. 35-38.

<sup>633</sup> Jaarverslag TD 1919 p. 5-6.

<sup>634</sup> Jaarverslag TD 1923 p. 39-42.

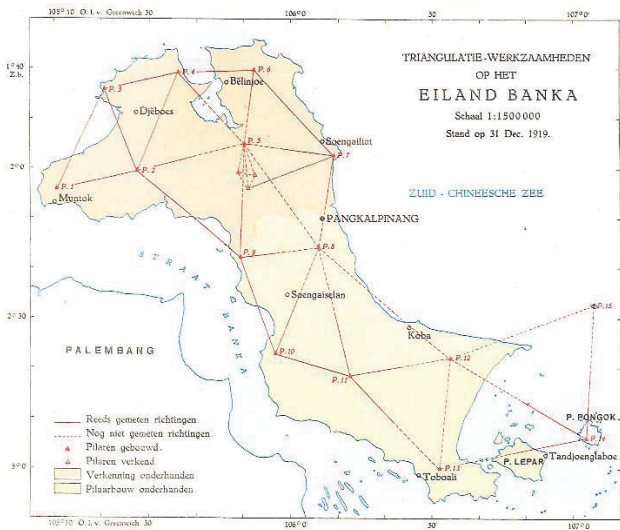


Fig. 5-11 Banka triangulatie, situatie eind 1919.

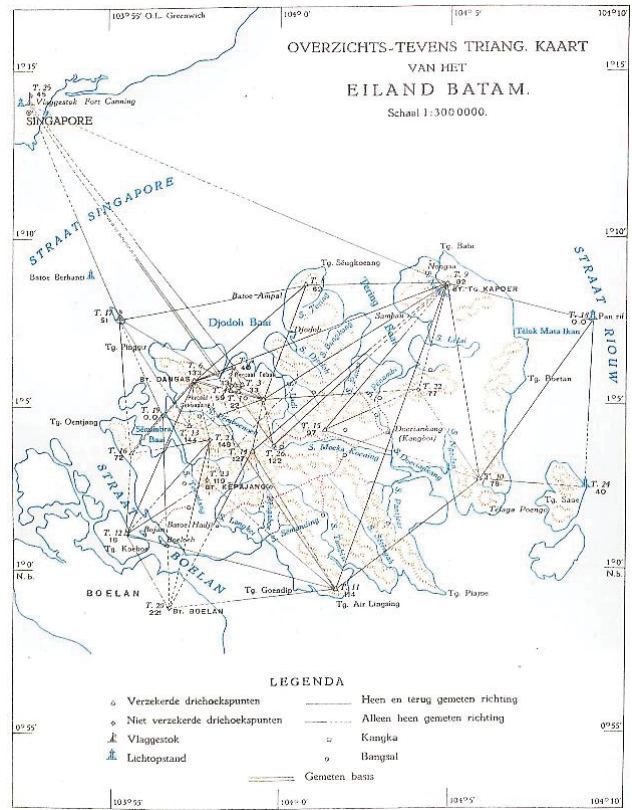


Fig. 5-12 Batam triangulatie (naar Singapore) 1919.

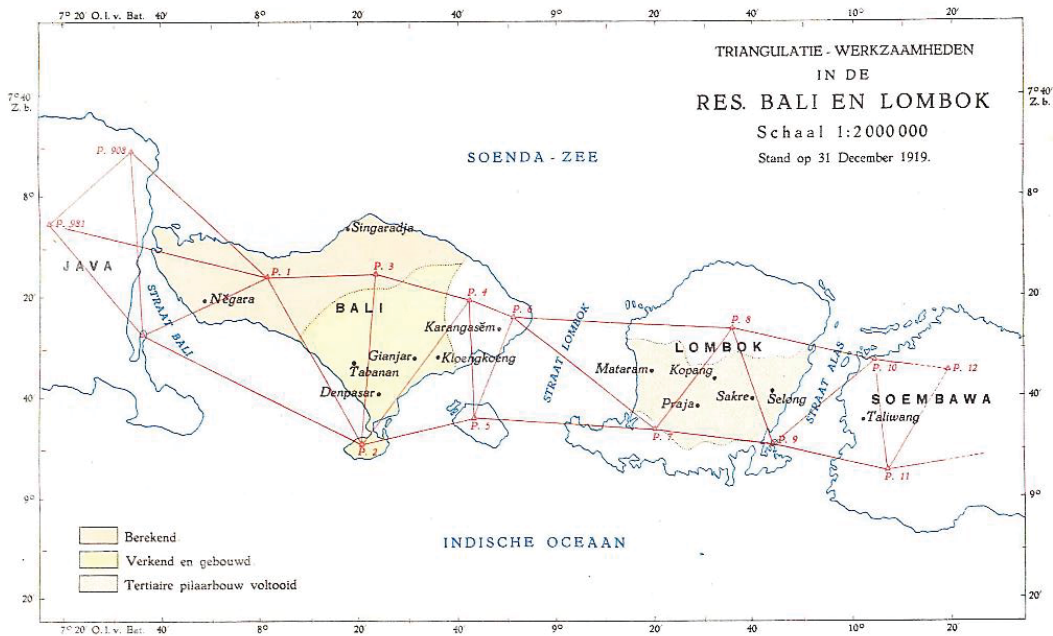


Fig. 5-13 Bali, Lombok Sumbawa, situatie eind 1919.

Het meten op de bergtoppen ging niet altijd zo voorspoedig. Zo overkwam een adjudant-onderofficier het dat hij na maanden bivakkeren op een bergtop zo goed als niets gemeten had. Heersende influenza was voor heliotropisten een reden te vluchten. Zelfs werden door bliksem twee hoekmeters op P.1 verwond en werd hun universeelinstrument zo beschadigd, dat verder meten onmogelijk was.<sup>635</sup>

<sup>635</sup> Jaarverslag TD 1919 p. 18.

## Celebes / Sulawesi

De primaire triangulatie en opneming van Celebes startte in Zuid-Celebes in 1910. De TD maakte gebruik van een basis bij Jeneponto (gemeten in 1911 ten zuiden van Makassar),<sup>636</sup> bij Tondano (ten zuiden van Manado) en bij Korodolo (in het midden van Celebes). Allen werden gemeten met een Jäderin basismetstoel. In 1913 werd de triangulatiebrigade verzocht de triangulatie van de Minahasa in het noordoosten van Celebes uit te voeren. Om triangulatie van losstaande gebieden (zoals op Sumatra eerst het geval was) te voorkomen, nam de opleidingsbrigade de tertiaire triangulatie in het zuiden over en kon door de triangulatiebrigade eerst de primaire triangulatieketen richting het noordoosten tot in de Minahasa uitgebreid worden. In 1912 werd voor Celebes ook een aparte 5<sup>e</sup> opnemingsbrigade opgericht.

Van Celebes werd het noordoosten (de Minahasa) in 1852-1853 verkend en het zuidwesten in 1857-1878. Dat leverde enkele schetskaarten met beperkte nauwkeurigheid op. In 1910 startten de werkzaamheden voor de primaire triangulatie door vijf pilaren voor P.1 t/m P.5 te bouwen. Door eerst deze plaatsen te kiezen en daarna een basis bij Jeneponto in het zuidwesten, moesten enkele pilaren weer verplaatst worden toen bleek dat ze t.o.v. de gekozen basis minder gunstig lagen. Opneming in het primaire net van de vuurtoren in Makassar, waarvan de coördinaten al in 1861 bepaald waren, was geen succes. Het bleek namelijk dat de toren door de wind nogal bewoog, waardoor geen nauwkeurige meting mogelijk was. De vuurtoren kon wel als secundair punt met een apart net aangesloten worden. Astronomische metingen voor de oriëntatie van het net vonden later op P.1 plaats. Pilaren voor de eerste-orde punten hadden afmetingen van 1,5 m in hoogte en 0,5 x 0,5 m in doorsnede. Voor tweede-orde punten gebruikte de TD pilaren van 0,65 x 0,3 x 0,3 m. Dit kwam overeen met de pilaren toegepast op Sumatra. Uit metingen in twee richtingen en gebruik makend van steeds twee invardraden bleek de Jeneponto basis precies 10.476.256 mm te zijn. De basisvergroting met een rhombus-net leverde de driehoekszijde P.1-P.2, het begin van de primaire triangulatieketen naar het noorden.<sup>637 638</sup> Andere basismetingen vonden daarna plaats bij Tondano in het noordoosten in 1915 en bij Korodolo in Midden-Celebes in 1920. Voor hoogtemetingen legde de TD op +3 m een peil aan de kust vast op de noordwest muur van Fort Rotterdam. In 1912 kon P.1, P.2 en P.3 gemeten worden. Het bleek moeilijk te zijn lokaal personeel te krijgen, maar na enige druk op de lokale hoofden kwam toch na enige dagen hulp beschikbaar. Met succes kon gebruik gemaakt worden van nachtmetingen met behulp van carbidlantaarns met aan de voorkant een scherm, voorzien van een spleet. Dat vermeerde de hinderlijke luchtdeining overdag. Bij het aanbreken van de regentijd kropen giftige slangen naar boven en moesten de toppen verlaten worden. Pas met het kaalkappen van de top en het gebruik van vuren 's nachts kon verder gemeten worden. Voor de primaire metingen was een Pistor en Martins 10 duims universaalinstrument beschikbaar en voor secundaire metingen een iets kleiner instrument van hetzelfde fabricaat. Hoogtemetingen vonden plaats met een klein Wegener universaalinstrument. Met een waterpassing in twee richtingen over ca. 31 km, bracht men het peil van Fort Rotterdam in Makassar over naar P.1, wat daar resulteerde in een hoogte van 303,24 m.

Verkenning en bouw van primaire en secundaire pilaren vonden in volgende jaren plaats, waarna door hoekmetingen het triangulatiernetwerk uit de kaarten in Fig. 5-14 en Fig. 5-15 ontstond. Metingen konden zowel in het zuidwesten als in het noordoosten van Celebes door verschillende brigades in dezelfde periode uitgevoerd worden. De kaarten geven zowel de planning als de realisatie weer, waarbij het onderscheid is aangegeven met verkenning van locaties, het bouwen van pilaren, het uitvoeren van metingen en het gereedkomen van berekeningen. Later komt op de kaarten (net zoals bij Java en Sumatra is aangegeven) de voortgang in de opneming en de kartering erbij. De kaarten geven snel een overzicht van de vorderingen na een aantal jaren. Het weer, de helderheid en de beschikbaarheid van personeel vormden redenen tot uitstel of verplaatsing van activiteiten. Ook voor het vrijmaken van routes door het vellen van bomen en oprichten van verhogingen of torens ontstond vertraging. In 1915 werd de basis bij Tondano met een lengte van 7194 m gemeten.<sup>639 640</sup> De opnemingen vonden plaats op een schaal van 1:25.000. Het ging allemaal wat langzamer dan gewenst, daarom werd in 1917 besloten ook een schetskaart op schaal 1:100.000 samen te stellen zonder triangulatie vooraf en met weglating van reliëf. Het ging vooral om wegen, voetpaden, kampongs en belangrijke rivieren op de schetskaarten aan te geven.

<sup>636</sup> Jaarverslag TD 1911 p. 17-22.

<sup>637</sup> Jaarverslag TD 1912 p. 13-25.

<sup>638</sup> Jaarverslag TD 1913 p. 20-26.

<sup>639</sup> Jaarverslag TD 1915 p. 16-28.

<sup>640</sup> Jaarverslag TD 1916 p. 19-23.



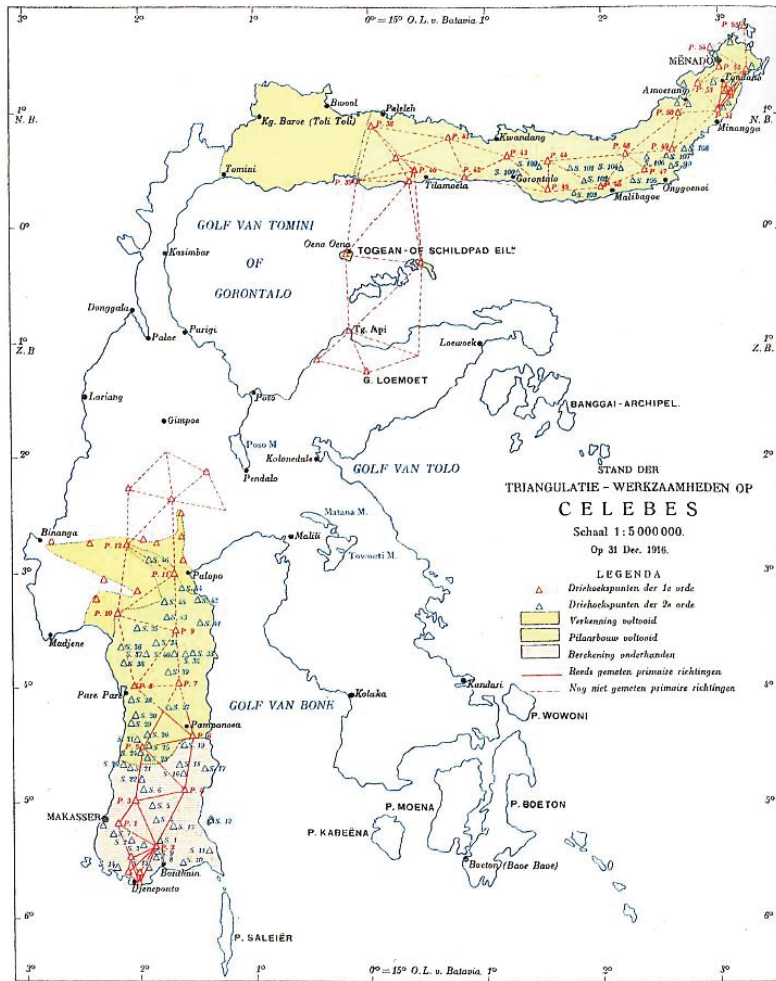


Fig. 5-14 Celebes (Sulawesi), stand triangulatie eind 1916.

Door WO I ondervond men in Indië beperkingen in levering van onderdelen voor meetinstrumenten, zodat veel improvisatie nodig was. Bij Kolodolo vond in 1920 de derde basismeting plaats. Het licht golvende basisterrein maakte een basis van 6.567.519 mm mogelijk. Er werd weer op tienden van mm gemeten, waarbij voor alle mogelijke storende invloeden van buiten, afgeschermd of gecompenseerd moest worden. Eind 1917 was in het zuidwesten en noorden een groot deel van de triangulatie gereed, zoals de kaartjes laten zien. De verbinding daartussen over de Schildpadeilanden is pas in 1939 gereedgekomen. Zo ontstond van Makassar in het zuidwesten tot Menado in het noordoosten een triangulatiennetwerk.

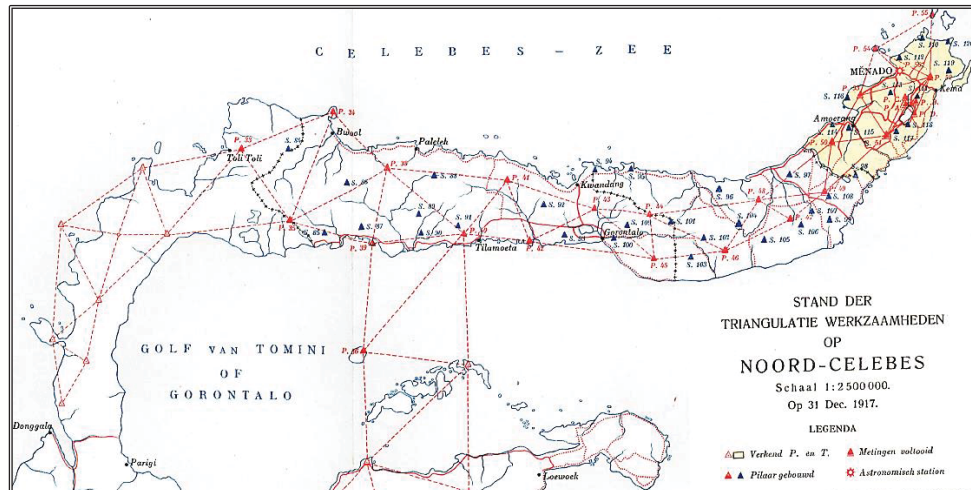


Fig. 5-15 Noord-Celebes, stand triangulatie eind 1917.

## Borneo / Kalimantan en Ambon

Op Kalimantan, het Indonesische deel van Borneo, koos de TD voor astronomische plaatsbepaling. Door de vele rivieren in het westen en zuiden kon voor transport van de chronometers (toen tijdmeters genoemd) ook gebruik gemaakt worden van vaartuigen. De zo behaalde nauwkeurigheid in longitude en latitude was ruim voldoende. Vanaf 1922 werd ook gebruik gemaakt van telegrafiesignalen, uitgezonden door radio Malabar, om de longitude nauwkeuriger te bepalen. In het zuidoosten waren wel plannen voor triangulatie. Op Borneo werd in 1939 nog een triangulatie uitgevoerd aan de oostkust, aansluitend op het BPM netwerk. De triangulatie op Ambon (1918-1919) met een afzonderlijk net en basis bij Tawari is in Fig. 5-16 getekend.

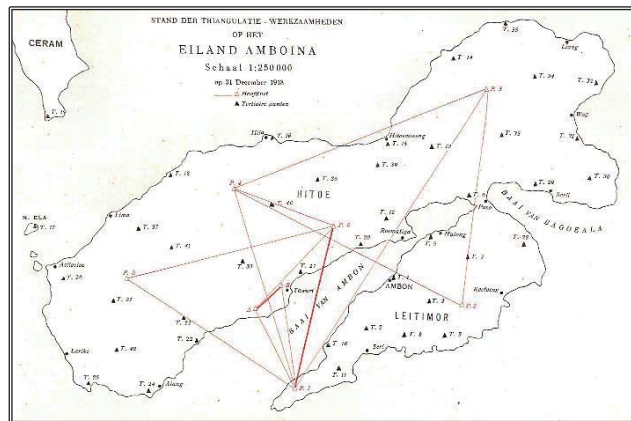


Fig. 5-16 Ambon, stand triangulatie (basis bij Tawari) eind 1918.

In 1930 vond de eerste systematische luchtkartering plaats onder leiding van kapiteins A. Kint en L.F. Kloet van de eilanden Banka en Tarakan. In 1936 werden fotogrammetrische opnamen van Nieuw-Guinea uitgevoerd. In 1937 werd de eerste fotogrammetrische luchtbrigade bij de TD opgericht. Uiteindelijk ontstond eind 1939 een triangulatiennetwerk van Aceh over westelijk Sumatra en Java tot aan Sumbawa. Daarnaast waren primaire netwerken gereedgekomen van Billiton via Banka, de Riau Archipel naar Singapore, op Celebes van Makassar naar Manado en op Borneo in het zuidoosten. In het oosten van Sumatra en westen van Borneo was volstaan met astronomische plaatsbepalingen, evenals in de oostelijke dunbevolkte gebieden in de archipel. De NOI Archipel kaart uit Fig. 5-17 geeft daarvan een goed overzicht.

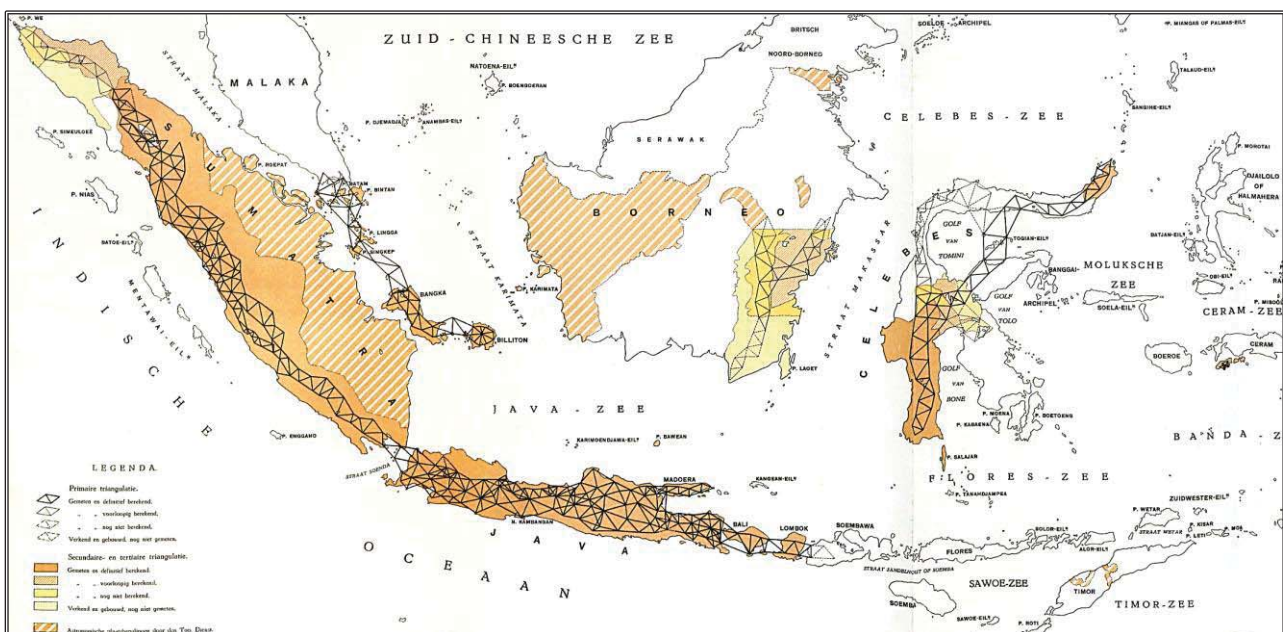


Fig. 5-17 NOI Archipel (westelijk en middendeel), stand primaire triangulatie eind 1939.

## 5.1.2 Topografische opneming

### Java

De residenties werden opgenomen in de volgorde, zoals in Fig. 5-18 met de kaart en tabel is aangegeven. Enkele residenties zijn in de loop der tijd bij elkaar gevoegd. Aan de hand van kaartjes per residentie in de Koloniale en TD Jaarverslagen kan de voortgang van verkenning, triangulatie, opneming en kartering gevolgd worden. Daarbij werd gebruik gemaakt van arceringen, residentie- en afdelingsgrenzen en gebieden met verschillende kleuren. Op bladwijzers werden de grenzen van verschillende schalen voor de opneming en kartering aangeduid.



1 Batavia en Buitenzorg	7 Yogyakarta	13 Japara (later deel Semarang)	19 Besuki (later met Banyuwangi)
2 Cirebon	8 Surakarta	14 Rembang	20 Banyuwangi (later deel Besuki)
3 Banyumas	9 Tegal (later deel Pekalongan)	15 Kediri	21 Preanger
4 Bagelen (later deel Kedu)	10 Pekalongan (later met Tegal)	16 Surabaya	22 Madura
5 Kedu (later met Bagelen)	11 Krawang (later deel Batavia)	17 Pasuruan	23 Bantam
6 Semarang	12 Madiun	18 Probolinggo	42 Bawean (apart eiland)

Fig. 5-18 Java residenties omstreeks 1860 (cijfers geven de volgorde van opneming aan).

Aanvankelijk was Buitenzorg een aparte assistent-residentie, die later in 1866 bij Batavia gevoegd werd. Voor de opneming werd gebruik gemaakt van gezworen landmeters uit Batavia. Omstreeks 1849 was de kaart van Van de Velde uit 1845 op schaal 1:700.000 nog de beste kaart. In 1849 werd gestart met een meer gedetailleerde opneming van het gebied. Met een basis van 2802,0 m en 81,6 m, gemeten met een ketting, werd met een klein driehoeksnet de afstand Uitkijk-Havenhoofd gemeten. Op basis hiervan vond de eerste detail-opneming van 1849-1853 plaats. Voor de noordkust tot Anyer in het westen werd gebruik gemaakt van de hydrografische opneming van de Marine.

De kaarten uit 1853, van zowel de stad als de Residentie Batavia, werden in de periode 1869-1915 verschillende keren herzien, waarbij beperkt gebruik gemaakt werd van triangulaties.<sup>641</sup> Afstanden werden veelal “op den pas” bepaald. De betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de kaarten was eind 19<sup>e</sup> eeuw onvoldoende, zodat besloten werd tot herkartering. Met nieuwe triangulaties, gebruik van betere meet-instrumenten en de overgang op de polyeder-projectie werd in 1915 de hermeting en nieuwe kartering van Batavia gestart. Eind 1919 was de stad Batavia herzien en het gebied rond Buitenzorg hermeten. Het oostelijk gelegen Krawang werd aanvankelijk apart gemeten maar werd in 1900 samengevoegd met Batavia. In 1915 was het grootste deel hermeten. De herziening van Batavia en Krawang was in 1925 afgerond; de kaarten werden tussen 1910 en 1925 op schaal 1:50.000 uitgegeven.

De voortgang van activiteiten op Java en Madura in Tabel 5-1 en de kaarten hiervoor geven een beeld van hoe “Java op de kaart” gebracht is. De informatie is ontleend aan Koloniale Verslagen en Jaarverslagen van de TD. Het eiland Bawean ten noorden van Surabaya was in kaart gebracht met een triangulatie met eigen basis.

<sup>641</sup> H.J.K. Schuitenvoerder in Jaarverslag TD 1915 p. 288-300.



Tabel 5-1 Voortgang Topografische activiteiten op Java, Madura en Bawean.

eiland	id	residentie	opneming*	kartering	kaart uitgave	opmerking
Java en Madura	B1	Basis Simplak (NW Buitenzorg/Bogor)	1872-1873	—	1891	West Java triangulatie (Repsold toestel)
	B2	Basis Logantung (ZO van Demak)	1875	—	1891	Midden Java triangulatie (Repsold toestel)
	B3	Basis Tangsil (ZW van Situbondo)	1877	—	1891	Oost Java triangulatie (Repsold toestel)
	1	Batavia en Buitenzorg	1849-1853 1869-1879 1915-1925*	tot 1853	1853 1882-1883 1910-1925	Basis voor kartering Java, vanaf 1873 met triangulatie vanaf 1896 hermeting Java
	2	Cirebon	1854-1857 1918-1919	tot 1857	1877, 1894 1909	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	3	Banyumas	1857-1860 1896-1900	tot 1866	1868, 1892 1896, 1910	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	4	Bagelen	1857-1859 1899-1903	tot 1867	1868, 1890 1899, 1902	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	5	Kedu	1860-1862 1902-1905		1868 1912-1915	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	6	Semarang	1861-1864 1904-1911		1876, 1898 1902, 1909	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	7	Yogyakarta	1862-1864 1916-1925		1869, 1892 1913, 1919	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	8	Surakarta	1861-1866 1916-1925		1876, 1894 1913, 1919	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	9	Tegal	1863-1866 1912-1915		1875, 1895 1913	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	10	Pekalongan	1863-1866 1910-1914		1876, 1892 1909, 1913	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	11	Krawang	1866-1869 1908-1920		1877, 1889	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	12	Madiun	1864-1871 1913-1920		1878, 1904 1913	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	13	Japara	1866-1870 1908-1918		1875, 1894 1902, 1909	triangulatie achteraf triangulatie vooraf
	14	Rembang	1868-1875 1916-1918		1878, 1897 1919	triangulatie vooraf
	15	Kediri	1869-1875 1912-1920		1878, 1894 1913	triangulatie vooraf
	16	Surabaya	1871-1878		1883-1895 1907	triangulatie vooraf
	17	Pasuruan	1873-1879 1910-1913		1887, 1900 1911	triangulatie vooraf
	18	Probolinggo	1875-1880 1911-		1884-1885 1909	triangulatie vooraf
	19	Besuki	1875-1883 1911-		1888, 1900	triangulatie vooraf
	20	Banyuwangi	1880-1883 1912-1916		1888, 1900	triangulatie vooraf
21	Preanger	1871-1886 1898-1920		1894 1908, 1911	triangulatie vooraf	
22	Madura	1878-1882 1915-1918		1887	triangulatie vooraf	
23	Bantam	1878-1885 1910-1912		1897	triangulatie vooraf	
Bawean	B11	Basis Tambak	1916	—		stalen meetveer en 4 m invarband
	42	Bawean	1916-1917	1917-1918		triangulatie vooraf

\*Jaartallen zijn inclusief (1878-1885 kan de periode zijn vanaf begin 1878 tot in 1885 en kan dus 7 tot 8 jaar beslaan).

De metingen van het primaire triangulatiernet, inclusief de basis B1 bij Simplak, B2 bij Logantung en B3 bij Tangsil, waren in 1881 afgerond, waarna de resultaten nog door Oudemans in Nederland uitgewerkt moesten worden. Zoals in de tabel is aangegeven werden in de periode 1849-1873 de residenties 1 t/m 13 met triangulaties achteraf gecontroleerd. Daarna werd uitsluitend nog op basis van triangulaties opgenomen.

Tot 1896 vond de opneming op Java plaats in de Bonne-projectie, daarna uitsluitend in de polyeder-projectie. Hoewel enkele residenties omgerekend werden van de ene naar de andere projectie vond voor de meeste een hermeting plaats, waarvan de jaartallen in de tabel vermeld zijn.<sup>642 643</sup> Hermeting was ook nodig door voortdurende veranderingen door wegen, spoorwegen, irrigatiewerken en het verdwijnen van triangulatiepilaren. De kaartuitgave vond steeds parallel na het gereedkomen van de kartering plaats. In de jaarverslagen van de TD wordt gedetailleerd de voortgang besproken, zoals uit 1915 als voorbeeld:<sup>644</sup>

*De opneming van Cheribon zou op gelijke wijze plaats hebben als voor Batavia en Buitenzorg was geschied, doch hier zou zij tevens tot grondslag strekken aan eene afzonderlijke er op volgende statistische opneming, welke bij wijze van proef en in den geest van het latere landrente-onderzoek in dit gewest werd gelast. Om de wiskunstige waarde van het werk te verzekeren, werd bij voormeld besluit tevens bepaald, dat de ingenieurs van den Geographischen dienst S.H. en G.A. de Lange in de residentie Cheribon een aanvang zouden maken met de hun opgedragen geodetische metingen. Daar de trig.-hydrogr. triangulatie van 1840/46 tot Anjer reikte, hoopte men door eene geodetische verbinding van Bantam met Cheribon tot een behoorlijk verband te geraken over een afstand van ongeveer 300 K.M., waarop dan verder zou kunnen worden voortgewerkt. De door de H.H. de Lange aangevangen primaire triangulatie, welke resultaten te laat waren ontvangen om voor de opneming van Cheribon nog van noemenswaardig nut te kunnen zijn, strekte zich in de jaren 1854 en '55 uit over de toenmalige gewesten Batavia en Buitenzorg.*

*Na de voltooiing der kaart van Cheribon in 1857, werd tot 1864 met 2 en daarna aanvankelijk met 4 brigades verder gewerkt aan de voor de verdediging verlangde, spoedige opneming van Midden-Java. De statistische uitkomsten in Cheribon en Banjoemas verkregen, hadden nl. bij Gouv. Besluit van 24 Februari 1864 No. 12 tot de beslissing geleid, dat de topographische en statistische opnemingen zich, met uitzondering van de Vorstenlanden, over geheel Java zouden uitstrekken. Aangezien hierdoor Batavia en Buitenzorg voor eene statistische opneming in aanmerking kwamen en de kaart van 1851/1853 te verouderd was om daaraan ten grondslag te kunnen strekken, zou aan deze werkzaamheden eene topographische hermeting moeten voorafgaan. De volgorde, waarin de gewesten zouden worden opgenomen, was geregeld bij Gouv. Besluit van 4 December 1865 No.7, terwijl bepaald werd, dat de Topographische dienst bij de regeling van zijn arbeid met die volgorde rekening zou houden. Van de resultaten van laatstgenoemden dienst had men tot dusverre nog slechts weinig partij kunnen trekken door den voorsprong, die de topographische metingen langzamerhand op het triangulatielwerk hadden verkregen. Aan Dr. J.A. Oudemans, die in 1858 als Chef van den Geographischen dienst was opgetreden, waren voornamelijk werkzaamheden buiten Java opgedragen en bij gebrek aan personeel stonden de triangulatielwerkzaamheden dan ook in 1861 nagenoeg stil. In dat jaar weder aangevangen, werden zij van af 1862, toen de reorganisatie van den Geographischen dienst tot stand kwam, met kracht en onafgebroken voortgezet.*

*De tweede Triangulatiesectie onder den ingenieur C.A.E. Metzger voltooide van 1895-1867 de puntsgewijze triangulatie der secundaire punten in Batavia en Buitenzorg. Daar het Gouv. Besluit van 5 Januari 1806 No. 20 de triangulatie van Java, die in 1854 uitsluitend ten behoeve van de topografische metingen was aangevangen, ook dienstbaar stelde aan het meten van lengte- en breedtegraden, was sinds 1865 eene toenemende zorgvuldigheid bij de uitvoering van dat werk in acht genomen. Bij de triangulatie der secundaire punten in Batavia en Buitenzorg werden dan ook het universaalinstrument en de heliotroop gewoonlijk gesteld op de tot verzekering der driehoekspunten te voren gebouwde steenen pilaren, zoodat hier – in tegenstelling met Midden-Java, waar de pilaarbouw veelal eerst verscheidene jaren na de hoekmetingen plaats vond – geen vrees behoeft te bestaan, dat de verzekerde punten, behoudens mogelijke latere verplaatsingen, niet identiek zouden zijn aan de berekende. In October 1868 werden de definitieve resultaten van de triangulatie in Batavia door Dr. Oudemans ingediend. Inmiddels, vooral sinds de oprichting van een zelfstandig Topografisch bureau in 1864, vormde zich de overtuiging, dat er onder leiding van den dienstchef niet alleen meer eenheid moest worden gebracht in de werkwijze der verschillende opnemingsbrigades, maar vooral ook, dat voortaan een zuiverder en meer wiskunstige grondslag moest worden aangenomen. Alvorens echter eene bepaalde werkwijze te kunnen voorschrijven, behoorde uit de onderscheiden methoden, tot dien tijd door de brigadechefs toegepast, de meest voldoende te worden gekozen en daaraan wiskunstige grondslagen te worden toegevoegd tot verhoging van het algemeen verband van de kaart. Bij de kaarteering van Madioen (1864-1871) werd voor het eerst van eene bepaalde projectie, nl. de gewijzigde projectie van Flamsteed of Bonne-projectie gebruik gemaakt en deze sedert geregeld toegepast. Men begon na 1868 met de opneming eene tertiaire triangulatie te doen voorafgaand, en voorzag het personeel van betere instrumenten als theodolieten (van BREITHAUPT, en van PISTOR en MARTINS) en boussoles-tranchemontagne.....*

*Doch al moge, zooals aan elk werk, ook aan de opneming van 1869/1879 gebreken kleven, de kaarten blijken voor het doel, waarmede zij vervaardigd werden, zoo goed van uitvoering, dat zij, na 25 jaren later voor eene herziening in aanmerking te zijn gebracht, ook thans nog, dus ruim 40 jaren later, door de particuliere landen geraadpleegd worden, en, wat meer zegt, niettegenstaande de vele veranderingen sinds dien in het terrein opgetreden, door de gebruikers steeds met lof over de nauwkeurigheid van die opneming gesproken wordt.*

<sup>642</sup> Jaarverslag TD 1906 p. 58-64.

<sup>643</sup> Jaarverslag TD 1910 p. 20-60.

<sup>644</sup> Jaarverslag TD 1915 p. 288-300, H.J.K. Schuitenvoerder, *Beknopt historisch overzicht van de opnemings en karteeringswerkzaamheden in de Residentie Batavia (oud)*.

## Sumatra, Banka, Billiton, Borneo en Celebes

De voortgang van activiteiten op Sumatra, Banka, Billiton, Celebes en Borneo in Tabel 5-2 geeft aan dat triangulatie en kartering weer naast elkaar plaatsvonden. Zodra een gedeelte van de triangulatie en opneming klaar was en personeel beschikbaar was, werd met de kartering begonnen.<sup>645</sup> Op Celebes vonden uitgebreide verkenningen plaats en werd kennis gemaakt met de lokale bevolking en hun gewoonten.<sup>646 647</sup>

Tabel 5-2 **Voortgang van de Topografische activiteiten op Sumatra, Banka, Billiton, Borneo en Celebes.**

eiland	id	residentie	opneming	kartering	kaart uitgave	opmerking
Sumatra	B4	Basis Padang	1883 1927	—		Westkust (stalen meetveer) hermeting (Jäderin invardraden)
	B5	Basis Sampun	1910	—		Oostkust (Jäderin invardraden)
	B6	Basis Seulimeum	1938	—		Aceh (Jäderin invardraden)
	24	Westkust en Tapanuli Tapanuli Sumatra's Westkust	1883-1896 1911-1918 1924-1930	1885-1907 1922-1934 1931-1935	1890, 1893 1907-1938	1883 triangulatie, in 1886 met polyeder-projectie
	25	Bataklanden en Nias			1860 1905, 1910	vluchtige opnemingen schetskaarten
	26	Lampungse districten Zuid-Sumatra	1847-1856 1895-1909	1906-1926	1911	vluchtige opnemingen, triangulatiebrigade in 1886
	27	Palembang Zuid-Sumatra	1847-1856 1906-1926		1901-1935	vluchtige opnemingen
	28	Bengkulu	1847-1856		1904	vluchtige opnemingen
	29	Jambi (eerst deel Palembang)	1906-1909 1912-1925	1924-1927 1931-1936	1906, 1910	
	30	Aceh en onderhoorigheden	1870-1874 1900 1931-1940	1933-1940	1874, 1898 1900, 1903 1922	schetskaart overzichtskaart triangulatie en opneming
	31	Oostkust Sumatra	1877-1882 1907-1918 1922-1927	1908-1933	1889, 1896 1922	vluchtige opnemingen Primaire net in 1915 gereed Astronomische metingen
Billiton	32	Billiton en omgeving	1877-1878		1882, 1894	vluchtige opnemingen
Banka	B6	Basis Bakem	1917	—		Jäderin invardraden
	33	Banka en omgeving	1852 1859-1861 1917-1920 1926-1931	1927-1935	1896 1931	vluchtige opnemingen vluchtige opnemingen
Riau-Archipel	34	Riau-Lingga	1935-1938			triangulatie en opneming
Borneo	B7	Basis Juwai	1937	—		Bij Amuntai (Jäderin invardraden)
	35	Wester afdeeling	1886-1895		1898, 1912	
	36	Z. en O. afdeeling	1933-1940		1926-1928	triangulatie
Celebes	B8	Basis Jeneponto	1911	—		ZW Celebes (Jäderin invardraden)
	B9	Basis Tondano	1915	—		N Celebes (Jäderin invardraden)
	B10	Basis Korodolo	1920	—		Midden Celebes (Jäderin invardraden)
	37	ZW schiereiland	1857-1878 1913-1940		1886	vluchtige opnemingen triangulatie en opneming
	38	Minahasa	1852-1853 1911-1917		1878	Eerste triangulatie in NO
	39	Midden Celebes	1900-1906		1907	schetskaart
	40	Gowa	1900-1902		1900, 1902	
41	ZO Celebes	1926-1940				

De opneming van Banka werd in 1927 voor het eerst ondersteund met fotogrammetrische opnemingen. Toen dit succesvol bleek werd dit ook toegepast voor opneming en kartering van Borneo. In 1937 werd een aparte brigade daarvoor in de TD opgenomen, zoals ook eerder bij de formatie van 1939 is aangegeven.

<sup>645</sup> Jaarverslag TD 1906 p. 81-86.

<sup>646</sup> Jaarverslag TD 1913 p. 171-188.

<sup>647</sup> Jaarverslag TD 1919 deel II p. 1-68.



## Overige Buitengewesten

Het oostelijke deel van de archipel omvat Bali, de kleine Sunda eilanden, de Molukken en Nieuw-Guinea. De laatste werd eigenlijk pas na WO II goed in kaart gebracht. Tabel 5-3 geeft weer een overzicht van de voortgang van opname en kartering.

Tabel 5-3 **Voortgang van de Topografische activiteiten op Bali, Lombok, Timor, Molukken en Nieuw-Guinea.**

eiland	Id	residentie	opneming	kartering	kaart uitg.	opmerking
Bali	43	Bali en omgeving	1912-1922	1919-1933	1905, 1935	
Lombok	44	Lombok en omgeving	1916-1923	1925-1932	1897, 1908, 1926, 1928	
Timor			1918-1920		1922	
Molukken	B1	Basis Tawari	1919	—		Ambon (stalen meetveer)
	45	Ambon	1918-1919	1921-1926	1924	
Nieuw-Guinea	46	Nieuw-Guinea en omliggende eilanden			1897, 1909	1 schetskaart 3 schetskaarten
	47	Nieuw-Guinea en omliggende eilanden			1912, 1919	4 schetskaarten
	48	Nieuw-Guinea			1936	schetskaarten
	49	Nieuw-Guinea		1942-1943	1943	Japane uitgave 85 kaarten
	50	Nieuw-Guinea	1942-1944	1943-1945	1947	108 kaarten Hind 644 en 646
	51	Nieuw-Guinea	1942-1944	1943-1945	1947	108 kaarten AMS
	52	Nieuw-Guinea	1947-1960	1947-1962	1962	212 kaarten

Op Bali, Lombok, Timor en de Molukken hebben de systematische topografische opnamen op basis van triangulaties pas na 1912 plaatsgevonden, hoewel al eerder kaarten beschikbaar waren (zie **Annex 8.12**). De Molukken kregen kaarten voor Ambon op schaal 1:100.000 en 1:50.000 met de hoofdplaats op 1:5.000 en Ceram met schalen op 1:100.000, 1:200.000 en 1:500.000. Daarnaast werden overzichtskaarten vervaardigd voor de Internationale Wereldkaart NA 52 en SA 52 op schaal 1:1.000.000 (zie **Annex 8.13**).

Nieuw-Guinea kreeg pas eind 19e eeuw belangstelling door enkele reizen en expedities in 1871, 1872 en 1875-1876. Daarbij werden vooral de kusten verkend; resultaten werden in enkele kaarten weergegeven.<sup>648</sup>

Na de verleende NNGBPM concessie in 1936 werd op basis van luchtfotogrammetrie in 1936-1937 een aantal schetskaarten vervaardigd op schaal 1:1.000.000, 1:250.000 en 1:100.000, die in de catalogus van 1938 opgenomen zijn (zie **Annex 8.13**). Het concessiegebied bedroeg 10.000.000 ha (100.000 km<sup>2</sup>, ca. 3 x Nederland). In 1939 heeft nog een expeditie ten noorden van het Paniaimeer, één van de Wisselmeren plaatsgevonden.<sup>649</sup> Zoals we gezien hebben is Nieuw-Guinea grotendeels fotogrammetrisch na 1939 in kaart gebracht.<sup>650 651</sup>

Tijdens WO II hebben de Japanners de beschikbare Nederlandse schetskaarten aangevuld met luchtfoto's en die door de Topografische Dienst in grootschaliger kaarten laten verwerken (met Japanse opschriften). Dat heeft geresulteerd in 85 kaarten op schaal 1:100.000 van wisselende kwaliteit, aangezien ze niet met terrestrische opnamen gecontroleerd waren. Na 1947 zijn de opnamen met luchtfoto's door Nederland voortgezet. Die zijn verwerkt in topografische kaarten op schaal 1:100.000 in UTM-projectie. Verdere verkenningen van de archipel door de Geografische Dienst onder leiding van de latere ITC kartograaf prof. dr. Ferjan J. Ormeling sr. en de ITC geograaf prof. dr. Herman Verstappen hebben nog delen beter in kaart gebracht.<sup>652</sup> Bij de overdracht van Nieuw-Guinea aan Indonesië in 1963 waren van de 300 kaarten er 212 kaarten gereed, die ook overgedragen werden. In Nederland zijn, met ondersteuning van de Topografische Dienst, enkele publicaties met luchtfoto's uitgebracht, die een goed beeld geven van de uitgestrektheid en beperkte toegankelijkheid van dit grote eiland.<sup>653 654</sup> Van het oorspronkelijke Nederlandse plan, de overbevolking van Nederland met migratie naar Nieuw-Guinea op te lossen, is niets meer vernomen.

<sup>648</sup> *Reizen naar Nederlandsch Nieuw-Guinea in de jaren 1871, 1872, 1875-1876* door P. Van der Crab en J.E. Teysmann, J.G. Coorengel, A.J. Langeveldt van Hemert en P. Swaan, P.J.B.C. Robedié van der AA, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1879).

<sup>649</sup> Dr. P.J. Eyma, Een tocht ten noorden van het Paniaimeer, uit Ned. Indische Geografische Mededeelingen, deel I afl. 1, (uitg. KNAG, Batavia 1941) p. 4-14.

<sup>650</sup> F.J. Ormeling, De huidige stand der Exploratie van Nieuw-Guinea, (lezing 23 oktober 1948 voor het Kon. Ver. "Indisch Instituut" en KNAG te Amsterdam).

<sup>651</sup> F.J. Ormeling, De groei van de kaart van Westelijk Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het KNAG, Deel LXIX, No. 2 1952.

<sup>652</sup> H. Th. Verstappen, *Zwerftocht door een wereld in beweging*, (uitg. Koninklijke Van Gorkum, Assen 2006).

<sup>653</sup> J.H. Bramlage, *Schakels Nederlands Nieuw-Guinea in kaart en foto*, jaargang 1958, NNG 31, Topografische Dienst Nederland, (Delft 1958).

<sup>654</sup> J.R. van Diessen, R.P.G.A. Voskuil, *Boven Indië, Nederlands-Indië en Nieuw-Guinea in luchtfoto's 1921-1963*, (uitg. Asia Maior, Purmerend, 1993).

### 5.1.3 Landrente-opneming

Voor het vaststellen van de landrente werden regelmatig de opnemingen herzien.<sup>655</sup> Elk jaar werd met kaarten, zoals in Fig. 5-19 met kleuren de voortgang aangegeven.<sup>656</sup> De landrente-opnemingen op Java vonden plaats op schaal 1:5.000 met een gemiddelde van ca. 420 bouw (300 ha of 3 km<sup>2</sup>) per topograaf per maand.

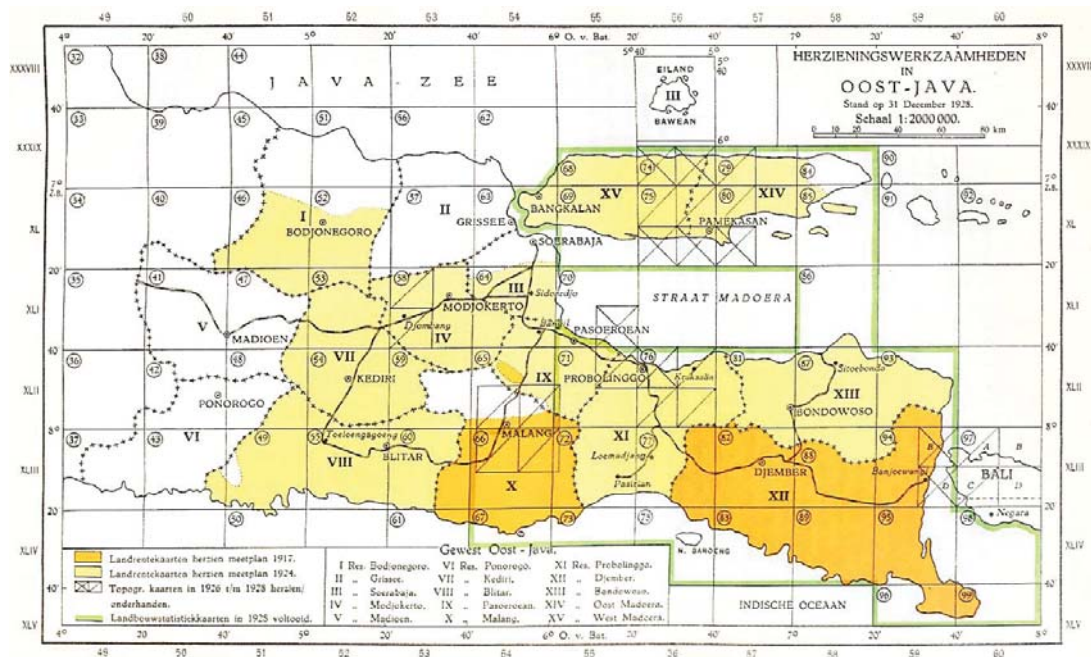


Fig. 5-19 Oost-Java, stand herzieningswerkzaamheden eind 1928, geel zijn landrentekaarten, herzien meetplan.

Na 1906 gingen de landrenteopnemingen over van het Kadaster naar de TD en werd de regionale- of desalndrente vervangen door persoonlijke belastingen op basis van de omvang en het gebruik van de gronden. In 1930 startte de 10-jaarlijkse herziening van de landrentemetingen van 673.500 ha op Java en Madura en 70.200 ha op Bali. Daarbij kwamen nog eens nieuwe opnemingen van 41.800 ha op Java en 109.600 ha in ZW Celebes. De verdeling en het gebruik van het oppervlak van Java in 1930 zijn in Tabel 5-4 weergegeven.<sup>657</sup> Meer dan de helft van Java bestond uit inheemse bouwvelden, die 84 % landrenteplichtig waren.

Tabel 5-4 Grondgebruik op Java in 1930.

oppervlak in km <sup>2</sup>	gebruik
78.367	inheemse bouwvelden, waarvan 66.200 km <sup>2</sup> renteplichtig
15.084	erfpacht gronden, particuliere landerijen, enz.
7.960	jati-bossen
17.523	wildhoutbossen
13.340	niet-geoccupeerde domeingronden
132.274	totale oppervlakte

### Landrente-opnemingen Residenties Banyumas en Kedu

De residenties Banyumas en Kedu vormen een dichtbevolkt vruchtbaar gebied ten westen en zuiden van enkele vulkanen. Hierin liggen de belangrijke assistent-residentschappen Cilacap, Purwakerta, Kebumen, Wonosobo, Magelang en Purworejo. Het zuiden is een tamelijk vlak agrarisch gebied met veel rijstvelden en andere tropische gewassen. De residentie Banyumas werd voor het eerst genomen in 1857-1860 en hermeten in 1896-1900. In Kedu (met Bagelen) vond dat in de periodes 1857-1862 en 1899-1903 plaats. In de eerste periodes vond een triangulatie achteraf plaats, bij de hermeting was dat vooraf.

<sup>655</sup> Voorschrift voor de landrentemetingen in Bali en Lombok, Topographische Dienst, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1917).

<sup>656</sup> Jaarverslag TD 1928 p. 36-40.

<sup>657</sup> Jaarverslag TD 1930 p. XI.

Door de voortdurende ontwikkelingen van deze gebieden werd besloten eens in de tien jaar een nieuwe opneming uit te voeren. Het kaartje in Fig. 5-20 laat de stand van het landrente-opnemingswerk zien met de delen die in 1919 opgemeten en hermeten waren door de TD. Cilacap was opgemeten, zuid-Banyumas nog niet. De meeste spoorlijnen waren in 1919 al gereed en op de kaart aangegeven. De spoorlijn van Purwakerta naar Wonosobo gaf toegang tot een hoog en daardoor koeler toeristisch gebied rond Wonosobo. De spoorlijn van Yogya via Magelang was aangelegd voor enkele suikerfabrieken, die daarmee hun producten naar de haven in Semarang konden afvoeren. Landrente-opnemingen waren in dat gebied gereed.<sup>658</sup>

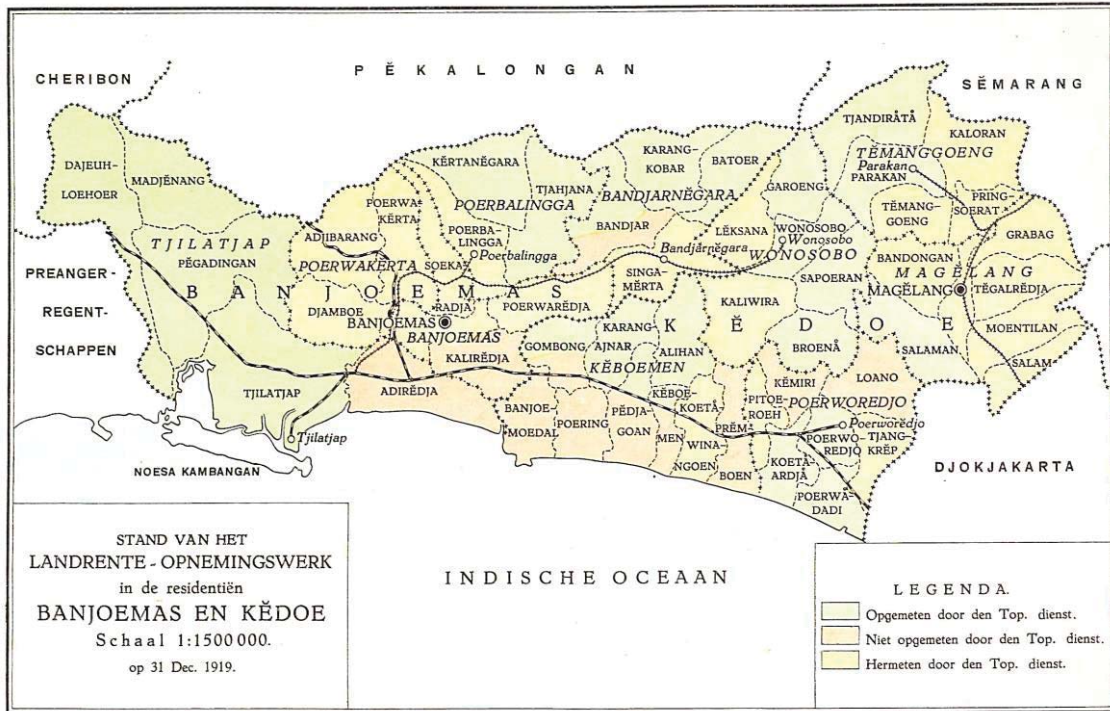


Fig. 5-20 Residenties Banyumas en Kedu, stand landrente-opnemingswerk eind 1919.

Bali is topografisch opgenomen in 1912-1922, Lombok in 1916-1923 en Timor in 1918-1920. De landrente-opneming op Bali heeft nog een paar jaar langer geduurd. Fig. 5-21 laat de stand eind 1923 zien in de gebieden die landrenteplichtig waren. De donkergeel gekleurde gebieden waren voltooid.

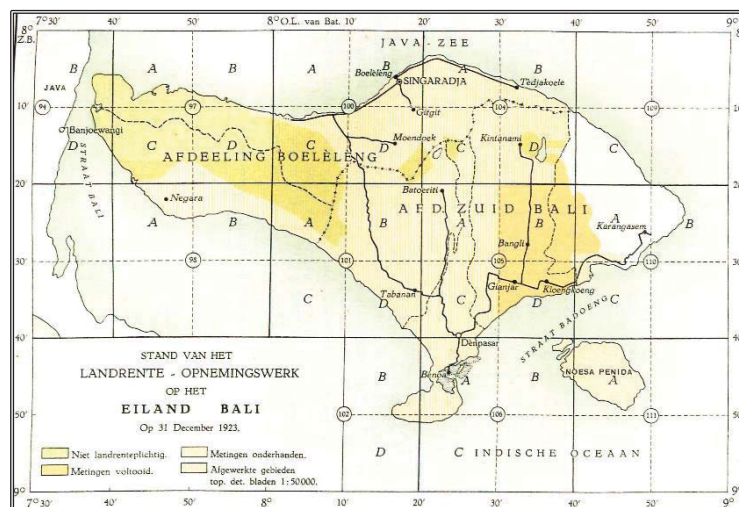


Fig. 5-21 Bali, landrente-opneming, stand eind 1923.

<sup>658</sup> Jaarverslag TD 1919 p. 61-63.



### 5.1.4 Kartering en kaartproductie

#### Kartering

De verwerking van de triangulatie- en opnemingsresultaten door de TD tot kaarten op de gewenste schalen was een proces waar topografen, tekenaars, lithografen, retoucheurs en drukkers bij betrokken waren. Voor de gekozen projectie werden de coördinaten van de opneming bepaald, zodat de kaarten ingetekend konden worden. Een coördinatograaf verhoogde de nauwkeurigheid. Veel aandacht werd besteed aan kleur en vormgeving. Het toegepaste papier moest door temperatuur en vocht zo gering mogelijk van vorm veranderen en slijten door veelvuldig gebruik. Ook op afdrukkwaliteit en kleurvastheid werd gelet. Voor de afmetingen ging de TD uit van de eerdergenoemde graadafdelingen en schalen, zodat ook daarmee standaardisatie verkregen werd. Met de polyeder-projectie sloten de kaarten zijdelings goed aan en waren de verschillen bij de aansluitingen van kaarten aan de onder- en bovenzijde zo klein dat ze nauwelijks opvielen. De kaarten waren zeer in trek, zowel bij de militairen, de bedrijven als de burgerbevolking. Tussen opneming en kaart konden jaren verstrijken. Ook kon een herziening van een kaart pas na jaren plaatsvinden, zodat de TD een grote voorraad van kaarten uit allerlei perioden aanhield. De TD beschikte daartoe over een groot kaartmagazijn waar kaarten in stellingen horizontaal en zo geconditioneerd mogelijk werden opgeslagen.

Als er nog geen (gedetailleerde) triangulatie uitgevoerd was en er toch behoefte aan gedetailleerde kaarten bestond, werden vluchtige opnemingen uitgevoerd, die over het algemeen minder nauwkeurig waren.

De TD maakte vaak schetskaarten van kleine gebieden, bijvoorbeeld voor het bestuur of de aanleg van infrastructuur zoals spoorwegen. Die kwamen later bij de verdere triangulering en opneming goed van pas. Op de uitgegeven kaarten stond meestal de grondslag van de kaart aangegeven en of het een schetskaart betrof. De schaalgrootte hing af van het belang van het gebied en de gewenste gedetailleerdheid.

Voor Java zijn de schalen 1:25.000 en 1:50.000 gekozen. De schaal 1:50.000 werd beschouwd als standaard, net zoals in Engelstalige gebieden 1:63.360 (one inch to the mile) als standaardschaal beschouwd werd. Uiteindelijk zijn kaarten met schaal 1:50.000 voor geheel Java beschikbaar gekomen en met schaal 1:25.000 voor de belangrijkste gebieden. Hiervan zijn enkele voorbeelden als bijlage in hoofdstuk 8 opgenomen.

Voor het Kadaster was grotere gedetailleerdheid nodig. Hier werd gekozen voor een schaal 1:2.000 of groter. Op Sumatra zijn ook van kleine gebieden kaarten met deze schalen uitgegeven. Door de grote afmetingen en de geringe bevolkingsdichtheid werd op de grote eilanden voor kaartschalen tussen 1:100.000 en 1:500.000 gekozen. Overzichtskaarten en thema-kaarten kwamen beschikbaar in schaal 1:1.000.000 of kleiner.

Voor de aanleg van wegen, spoorwegen en telecomverbindingen waren steeds grootschalige kaarten nodig. Bovendien was detailinformatie over grondsoorten, begroeiing en kwetsbaarheid voor overstromingen gewenst, zodat hier, naast topografische kaarten, ook thema-kaarten voor een specifieke toepassing ontstonden. Met kleuren, symbolen en aanwijzingen werden mogelijke hindernissen in kaart gebracht. Voor de vele auto- en motorclubs ontstonden vanaf 1930 kaarten op schaal 1:100.000 met de berijdbare wegen, toeristische bestemmingen en overnachtingsmogelijkheden,

Zeekaarten van de archipel werden aanvankelijk in Nederland vervaardigd. Met de beschikking over betere druktechnieken in Indië, werden steeds meer zeekaarten bij de TD in Indië vervaardigd. Dat gold ook voor atlanten, thema-kaarten en wandkaarten voor scholen en bedrijven. Uiteindelijk werd bij de reproductiedienst van de TD voor particuliere en overheidsbedrijven in Indië en zelfs voor Nederland drukwerk van hoge kwaliteit geleverd. De kartografische afdeling, het reproductiebedrijf, het kaartmagazijn en de instrumentmakerswinkel werden samengevoegd onder "Werkzaamheden der Inrichtingen", waarover apart werd gerapporteerd.<sup>659</sup>

Het samenvattend chronologisch overzicht in **Annex 8.11** geeft de opnemings- en karteringsactiviteiten van de TD, met het in kaart gebrachte gebied en de schaal, voor zover bekend. Behalve een groot aantal overzichtskaarten ontstonden na 1860 steeds meer grootschalige topografische kaarten, waarvan de genoemde Residentiekaarten met schaal 1:100.000 tussen 1868-1897 een voorbeeld zijn.

Aan de resultaten in de vorm van overzichtskaarten, topografische kaarten, thema-kaarten, kadasterkaarten, zee- en luchtvaartkaarten, met bijbehorende catalogi, wordt in hoofdstuk 5.5 uitgebreid aandacht besteed.

<sup>659</sup> Jaarverslag TD 1932 p. 50-70.

## Kaartproductie

Vermenigvuldiging van kaarten was mogelijk met kopergravures en in Nederland vanaf 1820 ook met lithografie (steendruk). De zwart-wit kaarten werden eerst met de hand ingekleurd, maar door de verdere ontwikkeling van chromolithografie konden vanaf 1870 ook kleurenkaarten gedrukt worden.<sup>660</sup> In Indië gebruikte men tot 1870 fotografische reproductie van de getekende kaarten, maar door de grote vraag en technische mogelijkheden werd overgegaan op lithografie. Deze techniek kreeg in Indië al gauw grote belangstelling, zodat vanaf 1880 ook daar chromolithografie toegepast werd en kleurenkaarten in eigen beheer door de TD vervaardigd konden worden. Tot 1885 werden kaarten voor Indië in Nederland gegraveerd en gedrukt bij de Topografische Inrichting in Den Haag of bij steendrukkers in Amsterdam of Breda. Vanaf 1882 vond dat ook plaats bij de TD in Batavia Weltevreden. Volgens de opgave in het Jaarverslag van de TD over 1905 waren er in het lithografisch etablissement al 12 personen werkzaam.<sup>661</sup>

Het gebruik van kleuren en grafische elementen was in het begin nogal gevarieerd; kleurmogelijkheden, contrasten, duidelijkheid en eenduidigheid waren in het begin nog niet voldoende ontwikkeld.<sup>662</sup> Voor de aanduiding van topografische elementen, zoals wegen, bouwwerken, bodembedekking en gewassen waren allerlei symbolen en kleuren in gebruik. Een zekere mate van standaardisatie bleek gewenst.<sup>663</sup> De TD gaf regelmatig voorschriften uit voor de tekens en hun gebruik op topografische kaarten.<sup>664</sup> Daar wordt in hoofdstuk 5.5 nog op teruggekomen. De kaarten deden beslist niet onder voor de Europese kaarten.<sup>665</sup> De TD heeft met haar residentiekaarten al begin 20<sup>e</sup> eeuw internationale prijzen behaald. Jaarlijks werd uitgebreid over de verrichtingen van het Reproductiebedrijf van de TD gerapporteerd.<sup>666</sup>

Veel aandacht werd besteed aan het papier; veranderingen door temperatuur en vocht in de tropen bedroegen soms meer dan één procent.<sup>667</sup> De lengteverandering was meestal in de lengterichting anders dan in de dwarsrichting door de ligging van de vezels en de mogelijke invloed van walsen of oprollen van het papier. Daardoor was ook het azimuth op de kaart afhankelijk van temperatuur en vocht. In de tropen kon de lengteverandering van een blad van 32 cm oplopen tot enkele mm, wat voor landrentebepaling niet steeds verwaarloosd kon worden. Bij de geringe variaties in temperatuur en vocht in Indië waren het soort papier en de opslag bepalend voor de vormveranderingen. Betere papiersoorten, impregnering en coatings konden dit reduceren tot acceptabele waarden.

Uit het samenvattend chronologisch overzicht van Topografische en Kartografische activiteiten in **Annex 8.11** en de catalogi in **Annex 8.12**, **Annex 8.13** en **Annex 8.14** is te zien dat kaarten regelmatig vernieuwd werden, maar ook dat veel kaarten lang leverbaar waren. Daardoor werden hoge eisen aan de opslag gesteld. De kaarten vertegenwoordigden immers een groot kapitaal, wat ook in de financiële overzichten in de Jaarverslagen van de TD naar voren kwam. Zoals we in hoofdstuk 5.2.1 zullen zien, kwam een aanzienlijk deel van de TD inkomsten uit niet-kartografisch drukwerk voor derden, zoals waardepapieren en documenten voor de overheid. Het reproductiebedrijf nam daardoor, na aanvankelijke bezuinigingen, aanzienlijk in omvang toe en de beste drukpersen konden worden aangeschaft. Dat komt tot uitdrukking in de hoge kwaliteit van de gedrukte kaarten, waarvan een deel als annex is opgenomen.

De voortgang van de kartering en kaartproductie volgt uit de bladwijzers, die opgenomen werden in de Jaarverslagen van de TD. Kleuren gaven de fasen in het productieproces aan, waarbij onderscheid gemaakt werd in opneming, kartering en afgedrukte kaarten. Enkele voorbeelden zijn in Fig. 5-22 t/m Fig. 5-26 gegeven. De kaart in Fig. 5-22 geeft de stand van zaken van het opnemingswerk en kartering in Zuid-Sumatra eind 1919 en de kaart in Fig. 5-23 van Zuid-Celebes eind 1929. In Zuid-Sumatra werden schalen van 1:25.000, 1:100.000 en in het noordoosten 1:200.000 gebruikt voor de kartering. De grens tussen de opnemings-brigades is eveneens gemarkeerd. De vakjes van 20' x 20' zijn hier nog genummerd en komen overeen met 1369 km<sup>2</sup>. Pas 20 jaar later zou het immense gebied in kaart gebracht zijn op schaal 1:100.000 en deels op schaal 1:25.000. Deze laatste schaal had ook een relatie met de gebieden voor transmigratie vanuit Java.

<sup>660</sup> F.J. Ormeling sr., Triangulatie, opneming en kartering in voormalig Nederlands-Indië, uit *Kartografisch Tijdschrift* (1989) XV.2, p. 37–48.

<sup>661</sup> Zie ook in hoofdstuk 5.2.1 de formatie van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië.

<sup>662</sup> Dorothy Sylvester, *Map and Landscape*, (uitg. George Philip and Son, Londen 1952).

<sup>663</sup> P.J. Brandenburg, *Beginselen der Werkdadige Meetkunst* (met een Atlas van 18 platen), (uitg. De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1888).

<sup>664</sup> *Voorschrift bevattende de aangenomen tekens enz. te gebruiken bij het vervaardigen van topographische kaarten*, (uitg. Topogr. bureau, Batavia 1896).

<sup>665</sup> Arthur R. Hinks, *Maps and survey*, (uitg. Cambridge University Press, 3rd edition, London 1933).

<sup>666</sup> Zie bijvoorbeeld het Jaarverslag TD 1929 p. 46-50.

<sup>667</sup> W. de Quant, *Kaarteeringsfouten, als gevolg van rekken en krimpen van het papier*, Jaarverslag TD 1920.

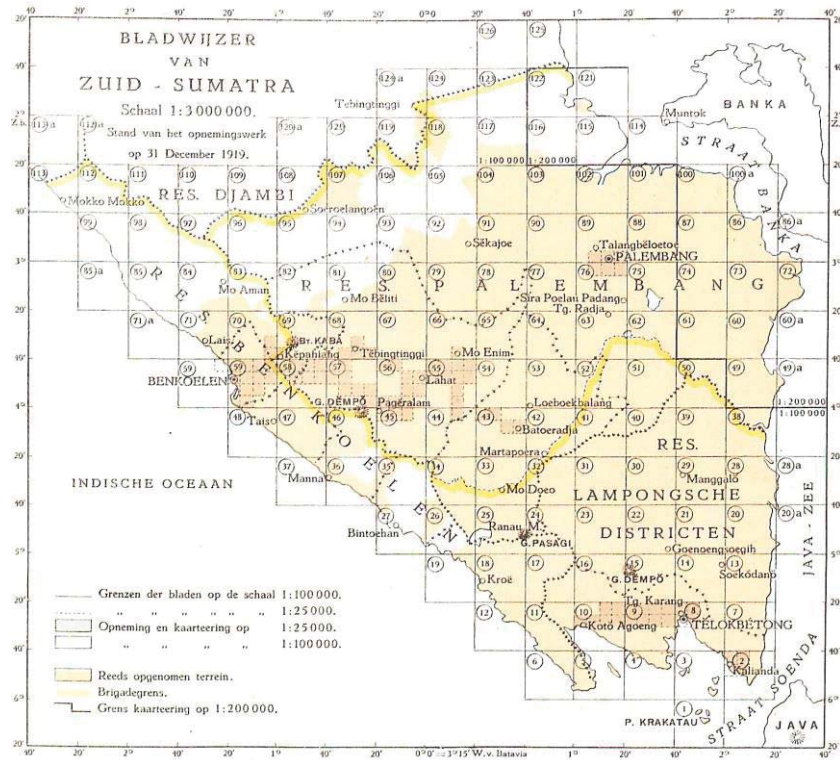


Fig. 5-22 Zuid-Sumatra, bladwijzer stand opnemingswerk eind 1919, gekleurd is opgenomen, (grid 20' x 20', ca. 37 x 37 km, ofwel 1369 km<sup>2</sup>).

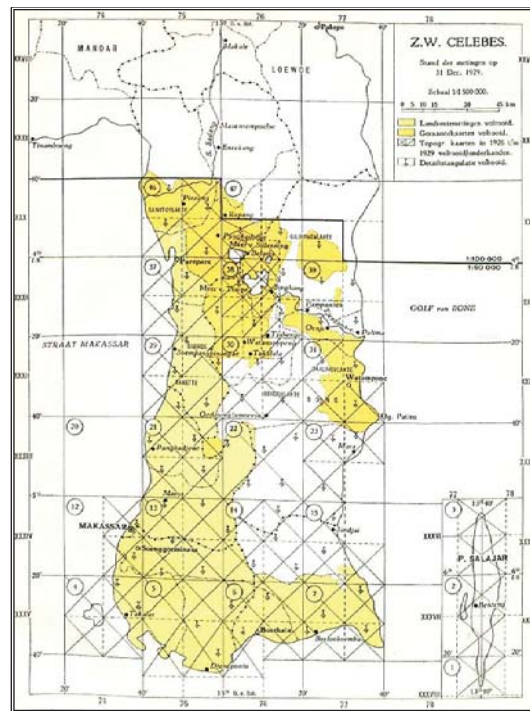


Fig. 5-23 Zuid-West Celebes, stand 1929, ruiten betekent kaarten gereed.

Het volgende hoofdstuk 5.2 geeft aandacht aan de organisatie van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië, waarvan het Reproductiebedrijf deel uitmaakte. Tot 1925 zou dit bedrijf uitgroeien tot meer dan 130 personen met een jaarmzet van meer dan 0,5 miljoen gulden, wat overeenkwam met een derde van de totale inkomsten. De productie van kaarten vormde daar slechts een deel van.



De bladwijzer van Borneo in Fig. 5-24 laat de stand van zaken eind 1927 zien van de bladen die gereed waren in de schalen 1:50.000 tot 1:200.000.<sup>668</sup> Onderscheid werd gemaakt in topografische kaarten en schetskaarten. Tevens werden verkenningsskaarten van de TD en van het boswezen aangegeven. De bladen bij Banjarmasin waren al afgedrukt, terwijl de schetskaarten in de Zuider- en Ooster-afdeling van Borneo (Kalimantan) op schaal 1:200.000 voor bijna de helft gereed waren. Bij Pontianak waren vooral schetskaarten op schaal 1:50.000 gereed en in de Westerafdeling op basis van astronomisch bepaalde punten de kaarten op schaal 1:200.000. De lengtegraad van de kaart is weer t.o.v. de nul-meridiaan over Batavia.

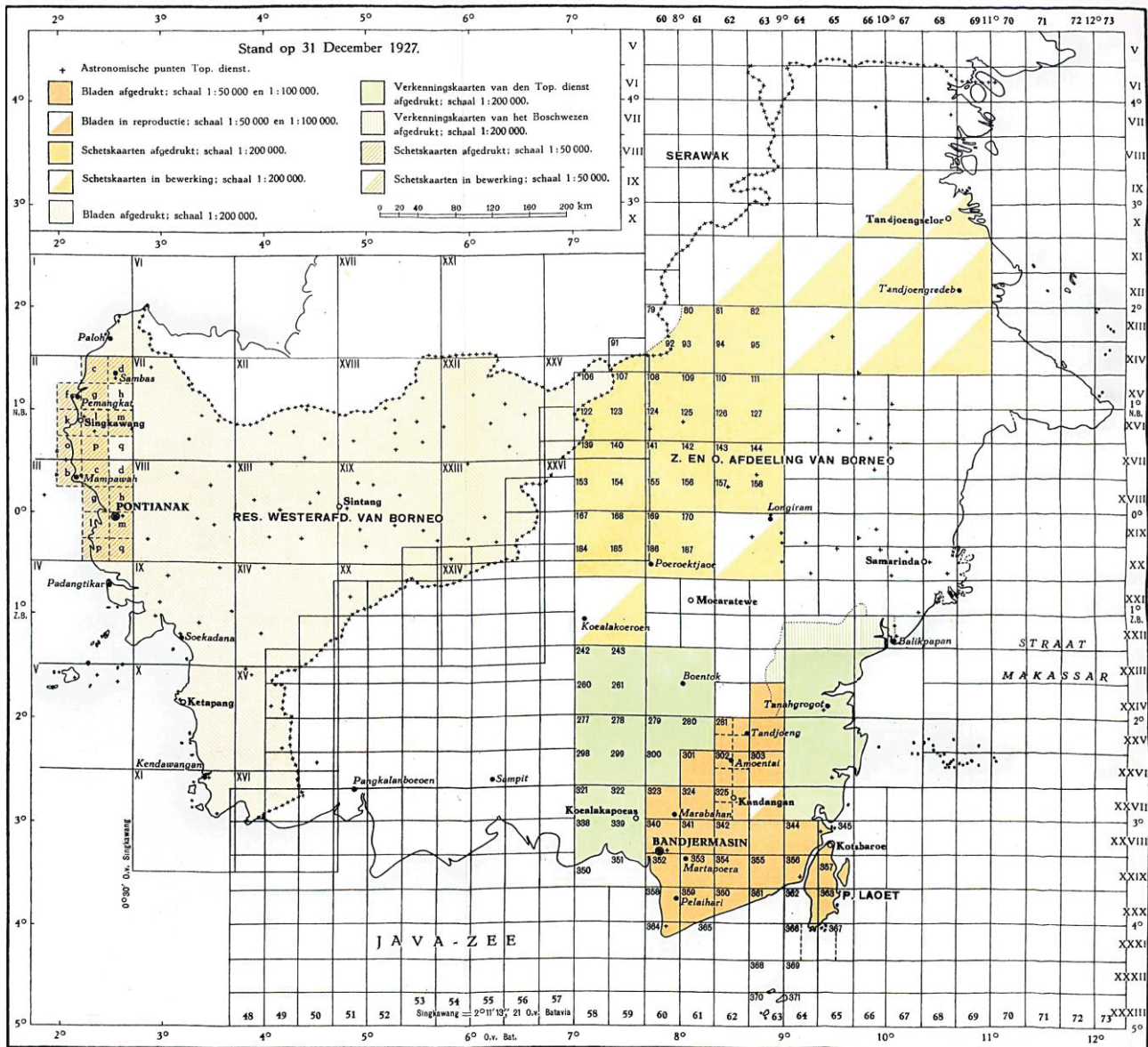


Fig. 5-24 Borneo, bladwijzer stand eind 1927 (grid is 20' x 20', ofwel ca. 37 x 37 km en 1° x 1°, ofwel ca. 111 x 111 km).

De kaart uit Fig. 5-25 toont de kartering eind 1926 van de kleine Sunda eilanden met name Bali, Lombok, Sumbawa, Floris, Sumba, Roti en Timor. Hier zijn de landrentemetingen gedeeltelijk uitgevoerd en zijn Topografische detailbladen van Bali voltooid of onderhanden.<sup>669</sup> Met de landrenteopnemingen kon weer belasting geheven worden. De oostkant van Sumba heeft schetskaarten, evenals Roti en het gebied rond Kupang. Van Floris en de Solor-eilanden zijn verkenningsskaarten gemaakt op schaal 1:50.000 en 1:100.000.

<sup>668</sup> Jaarverslag TD 1927 p. 73-89.

<sup>669</sup> Jaarverslag TD 1926 p. 46-49.

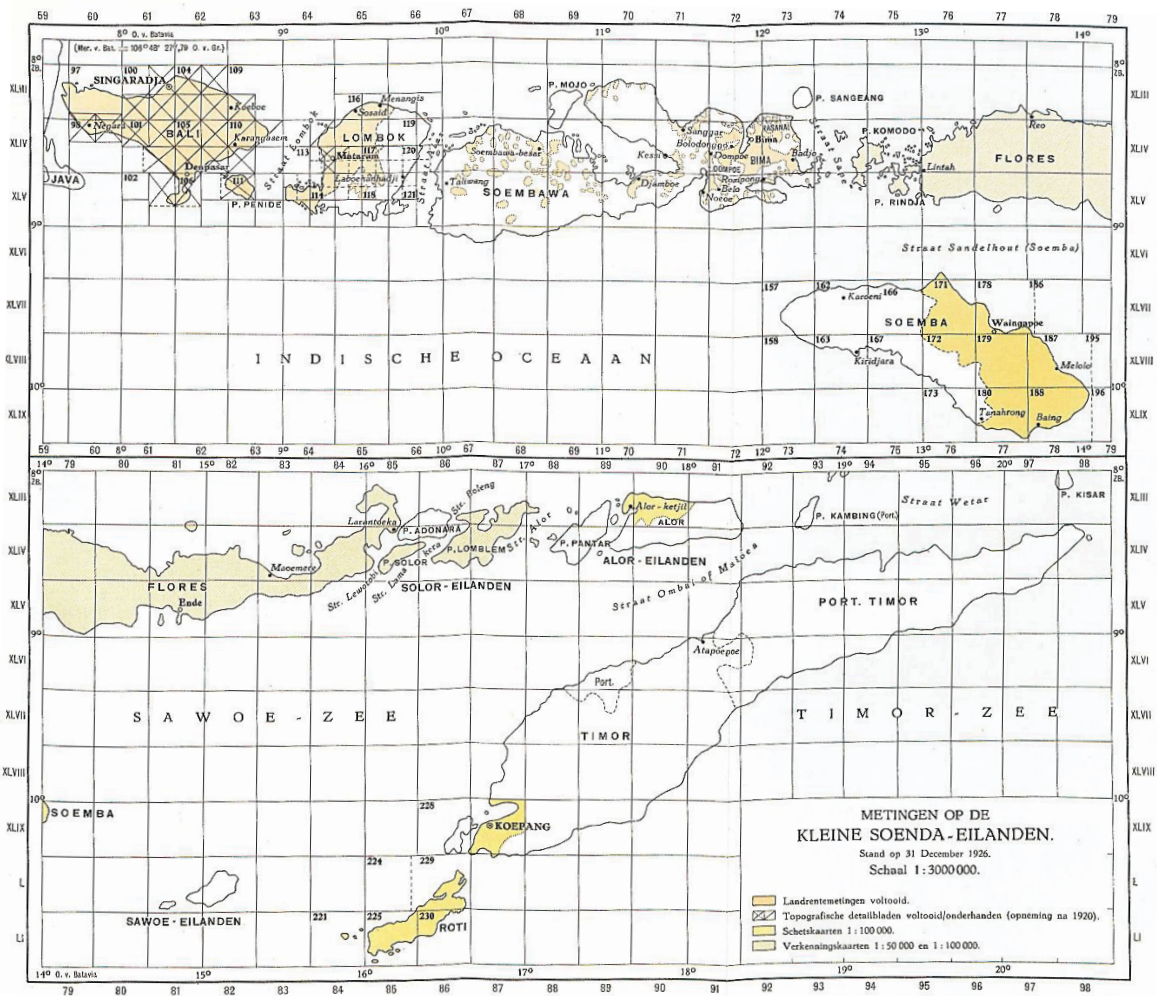


Fig. 5-25 Kleine Soenda eilanden, stand eind 1926, op Bali, Lombok en Sumbawa landrentemetingen, voltooid is geel.

De uiteindelijke opneming en kartering in 1939 wordt weergegeven in Fig. 5-26. Onderscheiden worden: Topografische opneming (bruin, zoals Java, West-Sumatra en ZW Celebes), opneming met astronomische grondslag (bruin-wit gearceerd, zoals Oost-Sumatra en West Borneo), vluchtige opneming (lichtbruin gearceerd, zoals Sumba, Timor en Halmahera), verkenningsskaarten (oranje-geel, zoals Billiton, Floris en Ceram) en schetskaarten (lichtgeel, zoals Oost Borneo, Midden- en NO Celebes en Nieuw-Guinea).

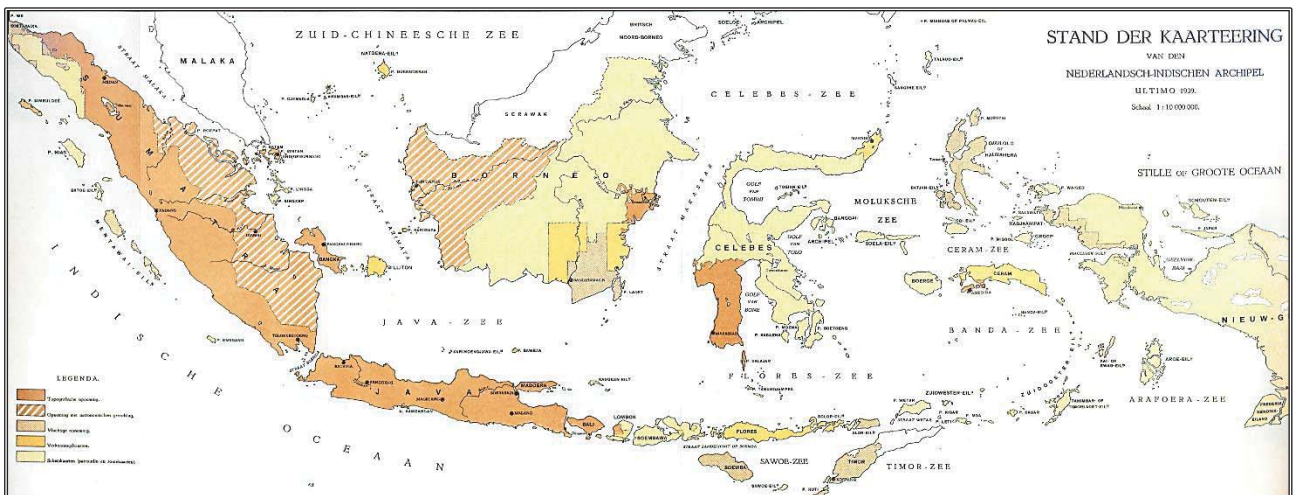


Fig. 5-26 NOI Archipel stand opneming en kartering eind 1939.



## 5.2 Topografische Dienst

De Topografische Dienst in Nederlands-Indië week nogal af van de Topografische Dienst in Nederland. Dat wordt deels verklaard uit hun voorgeschiedenis, omstandigheden en beschikbare middelen. Ontwikkelingen werden over en weer gevolgd aan de hand van gedetailleerde rapporten en jaarverslagen. Ook opleiding, uitwisseling van personeel en het verloop in Nederland van experts uit Indië hebben aan kennis bijgedragen.

### 5.2.1 Topografische Dienst in Nederlands-Indië

De topografische opnemingen vonden aanvankelijk plaats door de genie van het Nederlands-Indische leger. Met het Gouvernements Besluit (G.B.) van 25 februari 1864 werd een zelfstandig topografisch bureau opgericht onder de leiding van de “Chef van het Topografisch Bureau en der militaire verkenningen”. De eerste chef was majoor-ingenieur W.F. Versteeg (1864-1867). Met het G.B. van 7 april 1874 ging de organisatie verder als Topografische(n) Dienst (TD). Daarom werd het 50-jarige jubileum van de TD gevierd in 1924 en 75 jaren topografie in Nederlands-Indië in 1939.<sup>670 671</sup>

Zoals bij militaire organisaties vaker voorkomt werd door de officieren om de 2 tot 5 jaren van functie gewisseld, zodat een groot aantal directeuren in de ruim 75 jaar van haar bestaan leiding hebben gegeven. Een overzicht daarvan is in Tabel 5-5 weergegeven. Fig. 5-27 laat enkele prominente bestuurders in vol ornaat zien. Vanaf eind 19<sup>e</sup> eeuw werd gebruik gemaakt van aparte brigades voor opneming, triangulatie en opleiding. Militair personeel werd ingezet bij brigades voor opneming, terwijl burgerlijke en inlandse ambtenaren ingezet werden als topografen bij de brigades en op het hoofdkantoor als tekenaars, lithografen en steendrukkers. Aanvankelijk vond opneming plaats op schaal 1:10.000, later werd 1:20.000 voldoende geacht. Zoals eerder gezegd, ging opneming tot 1873 aan triangulatie vooraf en werd triangulatie als controle beschouwd. De volgorde van werken was toen: topografische verkenning (keuze van de locaties voor opneming) – topografische opneming (waar liggen de wegen, de rivieren en de plaatsen) – triangulatie (ter controle van de opneming) – kartering (het in kaart brengen van de topografie). Na 1873 werd de juiste volgorde toegepast met een wiskundige basis voor nauwkeurigere kaarten: verkenning (waar komen de triangulatiepunten) – triangulatie (meten van het roosternet) – opneming – kartering. Triangulatie werd steeds het uitgangspunt, waarmee een roosternet met vastgestelde hoekpunten als basis voor de opneming en kartering gebruikt werd. De triangulatiebrigades moesten wel de opnemingsbrigades voorblijven.

Triangulatie vergt herkenningspunten in het landschap, waarvoor meestal betonnen pilaren opgericht werden. Na een eerste verkenning van het gebied werden de locaties van de pilaren vastgesteld en kon de pilaarbouw plaatsvinden. Waar geen triangulatie mogelijk was werd gebruik gemaakt van astronomische plaatsbepaling, die in het algemeen iets minder nauwkeurig is. Aanvankelijk gebruikte men heliotropen die het zonlicht weerkaatsen in de richting van de opnemer. Later zijn ook nachtelijke metingen met autolampen toegepast om afstanden tot 50 km te meten. De astronomische en triangulatiere resultaten moesten met berekeningen verwerkt worden tot bruikbare punten op de kaart, rekening houdend met de bolvormige aarde, zodat in het platte vlak met de gekozen projectie de afwijkingen zo gering mogelijk waren. De Regering bracht in 1878 de triangulatie-activiteiten onder bij de TD. Op 10 mei 1879 werden door de Regering op Java de statistische opnemingen en het kadastraal statistisch bureau opgeheven, tevens gingen in 1879 de sterrenkundige plaatsbepalingen over naar de Hydrografische Dienst. Voor de verdere opneming van Sumatra verleende de regering in november 1881 goedkeuring voor de opleiding van twee officieren (Bosboom en Muller) van 1½ jaar in Nederland door prof. Schols en prof. Oudemans.

Op 1 mei 1882 vond echter de opheffing plaats van de afdeling Triangulatiën van de Geographische Dienst (als onderdeel van de Marine). In het register van besluiten van de Gouverneur-Generaal van Nederlands-Indië van 2 juni 1882 werd vastgesteld van de verdere triangulatie van Sumatra af te zien. Dit leidde tot het genoemde protest van kapitein F. de Bas (later generaal) in 1882 met een uitgebreide argumentatie. Daarbij refereerde hij aan de vele voordelen van het hebben van nauwkeurige, betrouwbare topografische kaarten. Hij noemde Groot-Brittannië, India en Beieren als voorbeelden van investeringen voor vervaardiging van goede kaarten.<sup>672</sup>

<sup>670</sup> De Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië 1874-1924, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1924).

<sup>671</sup> M.T. van Staveren, 75 jaren topografie in Nederlandsch-Indië, Dutch East Indies. Topographische Dienst, (uitg. Topografische Dienst, Batavia 1939).

<sup>672</sup> F. de Bas, De Triangulatie van Sumatra, met kaarten en bijlagen, (uitgegeven van wege het Aardrijkskundig Genootschap), Bijblad No 10, (uitg. C.L. Brinkman, Amsterdam en J.L. Beijers, Utrecht 1882).



Hij gaf het grote belang aan voor het mijnwezen, de spoorwegen, het Kadaster voor de landrente (belasting) en als militair de betere kennis van het land en de bevolking met het oog op militaire acties. Hij bracht het verlies aan kennis en ervaring bij het opheffen van de triangulatiedienst en zelfs mogelijk de Topografische Dienst onder de aandacht.

De strubbelingen, na het gereedkomen van de triangulatie van Java, voor hervatting van de werkzaamheden op Sumatra werden daardoor overwonnen, zodat vanaf 1883 de triangulatie en kartering van Sumatra kon plaatsvinden. De Bas kreeg zo veel waardering bij de TD.

In 1884 werd een instructie uitgebracht voor berekening en tafels bij triangulatie, tevens werd de Bonne-projectie vervangen door de polyeder-projectie. Dat vereiste een hermeting van Java. De TD werd gevestigd in Batavia dicht bij het Koningsplein in Weltevreden (zie Fig. 5-28). De activiteiten werden jaarlijks vanaf begin 19<sup>e</sup> eeuw voor de regering beschreven in de "Verslagen der Nederlandsche bezittingen en Koloniën" en vanaf 1866 in de Koloniale Verslagen. In 1906 kwam het eerste eigen Jaarverslag TD (over 1905) uit, waardoor de rapportage in de Koloniale Verslagen kleiner werd en alleen nog op hoofdlijnen informatie gaf. Dat gold overigens voor meer overheidsorganisaties, die in die periode verzelfstandigden en eigen jaarverslagen maakten. De eerdergenoemde majoor J.J.K. Enthoven werd na zijn werk op Borneo in 1897 als chef van de TD benoemd en eindigde 12 jaar later in 1909 als kolonel. Hij werd beschouwd als de grondlegger van de TD door tal van hervormingen, verbeteringen en richtlijnen voor topografische opneming. De invoering van het Jaarverslag TD en de verdere toepassing van de polyeder-projectie kunnen als twee van zijn belangrijke "wapenfeiten" beschouwd worden. Alle landrentemetingen van het Kadaster en topografische activiteiten van overheidsbedrijven, zoals het boswezen en irrigatie, werden zoveel mogelijk in 1905 gecentraliseerd en ondergebracht bij de TD. Aanvankelijk maakte de TD-onderdeel uit van de dienst der Genie (1864-1874) en later van de Generale staf (1874-1907), waardoor de chefs zich moesten bemoeien met tal van zaken op personeels-, administratief en financieel beleid. Het verzelfstandigen van de TD in 1907 bleek een goede keuze voor de efficiëntie en kwaliteit van de topografische activiteiten.



W. F. Versteeg (1824-1913)  
Chef van het Topografisch bureau en van de  
Militaire verkenningen 1864-1867



Generaal F. de Bas (1840-1931)  
Militair historicus 1897-1927



J.J.K. Enthoven, (1851-1921)  
Chef van de Topografische Dienst 1897-1909

Fig. 5-27 Belangrijke personen voor de Topografische Dienst.

Bij de opneming van het landschap besteedde de TD ook aandacht aan de geologie en de (geo)morfologie, als het ontstaan van de vormen van het landschap met de processen die een rol spelen of gespeeld hebben. Er werd dan ook in "bijdragen van gemengden aard" in de latere verslagen van de Topografische Dienst uitgebreid over vulkanisme, meren en aardbevingen gerapporteerd.



Fig. 5-28 Hoofdkantoor Topografische Dienst in Batavia Weltevreden omstreeks 1939.

De Borneo-brigade werd in 1896 de opleidingsbrigade van de Topografische Dienst en werd ingezet bij de hermeting van Midden-Java met een nieuwe secundaire triangulatie. Zo kon kennis en ervaring opgedaan worden en kreeg de TD tevens een betere basis voor de kartering van Java. Voor de landrentekaarten viel de keuze op een schaal van 1:5.000 met eveneens de polyeder-projectie. Door de graadafdelingen van 20' x 20' te verdelen in 100 vakken ontstonden minuutplans van 2' x 2'.

Een geoefende opnemer kon per maand een gebied opnemen en karteren van ongeveer 6 km<sup>2</sup> bij een schaal van 1:25.000, 12 km<sup>2</sup> bij een schaal van 1:50.000 en 30 km<sup>2</sup> bij een schaal van 1:100.000. De hoeveelheid was behalve de ervaring, ook nogal afhankelijk van het gebied en de beschikking over bestaande kaarten.

Een overzicht van beschikbare kaarten en literatuur in de periode 1595-1865 wordt gegeven in het Repertorium en de literatuurcatalogus van Hooykaas.<sup>673 674</sup> In **Annex 8.2** is een selectie van relevante kaarten voor de periode 1800-1860 gegeven. Het grote aantal Nederlandse kaarten uit deze periode geeft een eerste indicatie van de uitgebreide kartografische activiteiten in de archipel. Regelmatig zijn in Nederland en Nederlands-Indië catalogi van kaarten uitgegeven. Als voorbeelden kunnen nog genoemd worden de catalogi van het KIT uit 1898<sup>675</sup>, van de TD uit 1912<sup>676</sup> en van het KITLV uit 1913.<sup>677</sup> De beschikbaarheid voor het publiek van het grote aantal kaarten, vervaardigd door de TD, wordt duidelijk met de catalogi van de TD.

De opneming op basis van triangulatie na 1873 resulteerde vanaf 1882 in de uitgifte van 23 fraai gekleurde Residentiekaarten op schaal 1:100.000. De meeste Residentiekaarten bestonden uit meerdere bladen. Bij de Residentiekaarten werd aanvankelijk de Bonne-projectie gehanteerd met een centrale coördinaat. Zoals eerder vermeld is, vond daarmee geen goede aansluiting van de kaarten plaats. Op de Residentiekaarten staat ook in één van de hoeken apart het triangulatiennetwerk getekend. Een voorbeeld van de Residentie Surabaya is gegeven in **Annex 8.15**. Tabel 5-5 geeft een overzicht van functies en activiteiten van leidinggevende personen, inclusief de chefs of hoofden bij de Geografische en Topografische Dienst in de beschouwde periode. Tot de komst van ir. Schepers waren het vrijwel allen militairen in de rangen van kapitein, majoor, luitenant-kolonel of kolonel.

<sup>673</sup> J.C. Hooykaas, *Repertorium op de Koloniale Litteratuur of systematische inhoudsopgaaf van hetgeen voorkomt over de Koloniën in mengelwerken en tijdschriften van 1595 tot 1865 uitgegeven in Nederland en zijne overzeesche bezittingen*, ter perse bezorgd door Dr. W.N. du Rieu, eerste deel (1877): I. het land, II. het volk, tweede deel (1880): III. het bestuur, IV. de wetenschap, (uitg. P.N. van Kampen & Zoon, Amsterdam).

<sup>674</sup> J.C. Hooykaas, *Natuurkundige Aardrijksbeschrijvingen: A. Astronomie, B. Geographie, Geodesie, Hypsometrie, Astronomische plaatsbepaling, C. Kaarten*, uit *Repertorium op de Koloniale Litteratuur of systematische inhoudsopgaaf van hetgeen voorkomt over de Koloniën in mengelwerken en tijdschriften van 1595 tot 1865*, (uitg. P.N. van Kampen & Zoon, Amsterdam 1877).

<sup>675</sup> *Catalogus der landkaarten bevattende 32 diverse rubrieken genummerd I tot en met XXXII en catalogus van zeekaarten, bevattende 12 diverse rubrieken genummerd A tot en met M*, in het Koninklijk Instituut (van de Tropen), juni 1898.

<sup>676</sup> *Opgave van kaarten, bladwijzers, registers, verslagen enz. verkrijgbaar bij het hoofdbureau van den Topographischen Dienst te Weltevreden*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1912).

<sup>677</sup> W.C. Muller, *Catalogus der Land- en Zeekaarten*, (uitg. Koninklijk Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch Indië (KITLV), Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1913).

Tabel 5-5 **Leidinggevende personen bij de Geografische en Topografische Dienst van Nederlands-Indië.**

geleefd	naam	chef/hoofd	opnemings- en karteringswerkzaamheden
1780-1844	Johannes van den Bosch	1802	Leiding Topografisch Bureau in Batavia, GG NI
1818-1898	Charles William Meredith van de Velde	1830-1841	Eerste driehoeksmetingen op Java vanuit astronomisch bepaalde punten aan de kust
1816-1856	Pieter Melvill van Carnbee	1839-1845	Hydrograaf, kaart van Java 1844, zeekaarten, zeemansgidsen, hoogte vulkanen, Atlas NI
	E. Steinmetz	1849-1853	
1816-1855	Sjoerd H. de Lange	1850-1855	Astronomische plaatsbepaling Batavia en Menado
1824-1897	Dolf G.A. de Lange	1855-1857	Astronomische plaatsbepaling en triangulatie
1827-1906	Jean A.C. Oudemans	1858-1875	Chef Geografische Dienst (Departement Marine)
1830-1882	P.A. Bergsma	1875-1881	Chef Geografische Dienst (Departement Marine)
- 1879	H.T. Soeters	1875-1879	Chef opneming en triangulatie Geografische Dienst
- 1880	C. Woldringh	1879-1880	Chef opneming en triangulatie Geografische Dienst
1824-1913	Willem Frederik Versteeg	1864-1867	Chef Topographisch bureau, Genie (Departement van Oorlog) Afronding in 1862 van de Atlas NI (gestart in 1853)
1821-1869	I. van Staveren	1867-1869	Chef Topographisch bureau
1828-	A.W. van Egter van Wissekerke	1867-1869	Chef Topographisch bureau
1834-1901	Karel Lodewijk Pfeiffer	1869-1874	Chef Topographisch bureau
1835-	W.J. Havenga	1874-1878	Chef Topographische Dienst (onder Generale staf)
1833-	F.C.E. Meyer	1878-1879	Chef Topographische Dienst, triangulatieafdeling
1835-	W.J. Havenga	1879-1881	Chef Topographische Dienst
1833-	F.C.E. Meyer	1881-1888	Chef Topographische Dienst
1841-1916	H. Helb	1888-1894	Chef Topographische Dienst
1849-	H.D.H. Bosboom	1894-1897	Chef Topographische Dienst
1851-1921	J.J.K. Enthoven	1897-1909	Hoofd Topographische Dienst, nieuwe werkwijze
1872-1930	Jan van Roon	1911-1919	Hoofd Opleidingsbrigade van de TD, Topograaf
1856-1946	J.J.A. Muller	1894-1909	Hoofd Triangulatiebrigade TD NI
1869-1945	Charles Clement Musch	1909-1920	Hoofd Topografische Dienst, start opneming Aceh
	A. van Lith	1920-1923	Hoofd Topografische Dienst
	L.F. van Gent	1923-1926	Hoofd Topografische Dienst, 0-meridiaan op Batavia
	H.J.K. Schuitemvoerder	1926-1929	Hoofd Topografische Dienst, start fotogrammetrie, docent THB
	H.J. Kuiper	1929-1935	Hoofd Topografische Dienst
	V. Dersjant	1935-1936	Hoofd Topografische Dienst
	M.T. van Staveren	1937-1939	Hoofd Topografische Dienst
	L.H.C. Horsting	- 1928	Kapitein TD in NI, plv chef triangulatiebrigade
	J. Th. Horstink	1929-	Kapitein TD in NI, chef herzieningsbrigade, auteur boeken
1885-1968	J.H.G. Schepers	1910-1939	Hoofd verkenningen en triangulatie TD NI, chef van de triangulatiebrigade, b.g. hoogleraar TH Bandung tot 1-4-1939,
	P. H. Poldervaart	1941-1942	Hoofd triangulatie brigade, b.g. hoogleraar TH Bandung
1890-1976	S. van Valkenburg	1924-1927	Geograaf, later hoogleraar
1905-2000	A.J. Pannekoek	1935-1942	Chef karteringsafdeling
1904-1977	Gerard Leonard Reinderhoff	1942-1950	NEFIS topografische en geografische inlichtingen
1912-2002	Ferdinand Jan Ormeling sr.	1948-1955	Hoofd Geografische Dienst bij de Topografische Dienst en in 1949-1955 bij de Jawatan Topografi

Aan de hand van de formatie en kosten per jaar kan een goed beeld verkregen worden van de organisatie-ontwikkeling van de Topografische Dienst tussen 1905 en 1940. Over de hydrografische activiteiten en gerelateerde kosten van de hydrografische dienst als onderdeel van de marine werd apart gerapporteerd.

Het samenvattend chronologisch overzicht over 1800-2014, in **Annex 8.11** in tabelvorm weergegeven, van de uitgevoerde triangulatie- en opnemingswerkzaamheden in de Indische archipel, geeft aan welke kaarten waar ontstaan zijn. Aan de hand van kaarten per eiland in de periode 1860-1940 worden in hoofdstuk 5.5 de voortgang en resultaten besproken van verkenning, triangulatie, opneming en kartering.

De organisatie van de Geografische en Topografische Dienst heeft in de loop der jaren grote veranderingen ondergaan. Was het eerst een kleine stafafdeling van de Marine, na de oprichting van de TD werd het al gauw een flinke gestructureerde eenheid met een directie, staf en brigades voor triangulatie, opneming en opleiding.

De Topografische Dienst kreeg aparte brigades voor triangulatie en opneming. Tabel 5-6 geeft een indruk van de samenstelling van enkele brigades. Het zelfstandig detachement in Bandung werkte aan de Preangerherziening. Het jaartal van indiensttreding van de personen staat in de tabel. De triangulatiebrigade, jarenlang onder leiding van ir. J.H.G. Schepers (met plaatsvervanger kapitein L.H.C. Horsting), was de kern.



Het hoofdkwartier van de triangulatiebrigade werd na enkele jaren blijvend gevestigd in Batavia, Weltevreden. De thuisbasis van de opnemings- en herzieningsbrigades werd, afhankelijk van het werkgebied, nogal eens verplaatst. In 1927 waren er opnemingsbrigades in Padang (Westkust Sumatra), Makassar (ZW Celebes), Pankalpinang (Banka) en Medan (Sumatra's Oostkust) en herzieningsbrigades in Bandung (West-Java), Magelang (Midden-Java) en Malang (Oost-Java). Opleidingsbrigades waren in Magelang en Malang gestationeerd. De thuisbasis correspondeerde niet altijd met het opnemingsgebied, zoals in Tabel 5-6 is aangegeven, zodat vaak lange reizen naar het werkgebied ondernomen moesten worden.

Tabel 5-6 **Brigades van de Topografische Dienst.**

TRIANGULATIEBRIGADE Hoofdkwartier WELTEVREDEN	1 <sup>ste</sup> OPNEMINGSBRIGADE Hoofdkwartier BENKOELLEN	5 <sup>de</sup> OPNEMINGSBRIGADE Hoofdkwartier MAKASSER	ZELFSTANDIG DETACHEMENT Hoofdkwartier BANDOENG
Schepers, J. H. G. Ingenieur, Hoofd. . . 1910	Tissot van Patot, A. Kap. (Inf.). . . 1911	Quant, W. de Kap. (Inf.) Hoofd. . . 1909	Droogleevers, W. W. B. Kap. (Inf.) Hoofd. 1910
Horsting, L. H. C. Kap. (Art.). . . 1909	Esch, A. J. van Serg. opn. . . 1915	Boenecke, K. P. R. Adj. o.o. . . 1909	Kempen, W. N. A. van Mil. opz. 1 <sup>ste</sup> kl. . . 1905
Stoltenhoff, F. " (Art.). . . 1912	Wijk, J. L. " opn. . . 1914	Haas, P. A. J. de Serg. maj. . . 1910	Somers, F. L. G. " " 1 <sup>ste</sup> kl. . . 1905
Goossens, J. H. 1 <sup>ste</sup> Luit. (Inf.). . . 1917	Charon de St. Germain, L. F. L. de Serg. opn. . . 1914	Brauns, P. F. F. Serg. . . 1914	Peperzak, N. J. A. " " Serg. maj. . . 1914
Boon, P. D. 1 <sup>ste</sup> " (Inf.). . . 1917		Boelens, A. Serg. . . 1915	Baur, A. W. " " maj. . . 1918
Vollenhoven, F. H. J. 1 <sup>ste</sup> " Mil. adm. . . 1917		Bos Otten, O. Serg. . . 1917	Vincent, A. A. " " Korp. . . 1917
Engles, M. 1 <sup>ste</sup> " (Art.). . . 1919	M. Kasanredjo, Inl. top. 2 <sup>de</sup> kl. . . 1905		
	Soetedjo, " " 2 <sup>de</sup> kl. . . 1906	Mononimbar, Inl. top. 3 <sup>de</sup> kl. . . 1911	M. Soemosastro, Inl. opz. top. . . 1897
Dose, J. P. J. Burg. ambt. top. . . 1881	Moh. Saleh, " " 3 <sup>de</sup> kl. . . 1913	Atmohardjo, " " 3 <sup>de</sup> kl. . . 1912	M. Prawirasantika, Inl. top. 1 <sup>ste</sup> kl. . . 1903
Lefevre, J. J. Mil. opz. opn. . . 1887	Sapulette, " " 3 <sup>de</sup> kl. . . 1913		R. Tjokrosoemarmo, " " 2 <sup>de</sup> kl. . . 1906
Breyer, J. D. C. " " opn. . . 1912	Djoenardi, " " 3 <sup>de</sup> kl. . . 1913	Wiriosoedarmo, Inl. teek. 1 <sup>ste</sup> kl. . . 1904	Nitthardjo, " " 3 <sup>de</sup> kl. . . 1910
Steenvelt, G. A. P. van Adj. o.o. opn. . . 1902			
Alberti, J. H. " " opn. . . 1912			M. Sajidiman, Inl. teek. 3 <sup>de</sup> kl. . . 1914
Plettenberg, G. Serg. maj. opn. . . 1906			Zainoel, " " 3 <sup>de</sup> kl. . . 1915
Clements, A. O. " " opn. . . 1914			
Lups, J. " " opn. . . 1916			
Weise, A. F. O. C. Serg. opn. . . 1915			
Hannibal, L. W. " opn. . . 1917			
Sjarif gl. Stn. Mangoen, Inl. teek. 3 <sup>de</sup> kl. . . 1916			

Voor landrente-opneming op de grote schaal 1:5.000 waren tot 1921 aparte brigades beschikbaar. Daarna zijn die activiteiten door een herzieningsbrigade en de opnemingsbrigades uitgevoerd.

De organisatiestructuur zag er in 1905 uit zoals hieronder weergegeven is, met een directie van 4 personen en als staf een topografisch bureau (voor het karteren) van 37, een instrumentmakerswinkel (voor aanschaf en onderhoud van meetinstrumenten) van 4, een fotografisch atelier (voor het fotograferen en reproduceren van kaarten) van 5 en een lithografisch etablissement (voor het op steen brengen van de kaarten voor het drukken) van 12 personen. Daarnaast waren er opnemingsbrigades, landrentebrigades, een triangulatiebrigade en een opleidingsbrigade. Totaal waren dat 211 personen, bestaande uit officieren, burgerambtenaren, militair personeel en inlandse beambten, zoals ze toen genoemd werden.<sup>678</sup>

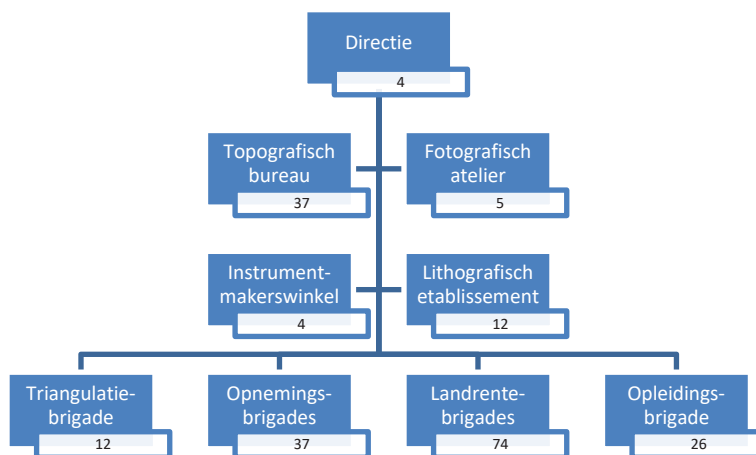


Fig. 5-29 Organogram Topografische Dienst in 1905.

<sup>678</sup> Lokaal werden nog wel dragers en soms hulpkrachten ingehuurd voor hand- en spandiensten.











## Formatie van de Topografische Dienst in 1930

Ook in 1930 was de totale sterkte met 647 personen en de formatie van 663 groter dan 5 jaar daarvoor. De herzieningsbrigades hadden het grootste aantal personen (zie Tabel 5-12). De triangulatiebrigade en kartografische afdeling waren weer uitgebreid.<sup>681</sup> Het reproductiebedrijf, dat na krimpings nu enkele jaren ook voor derden werkte, was weer toegenomen tot 106 personen. Naast kaartmateriaal werden tal van brochures, boeken en tekeningen voor de regering gedrukt in het hoofdkantoor te Weltevreden.

Tabel 5-12 **Personeelsbezetting TD in 1930.**

ONDERDELEN van den TOPOGRAFISCHEN DIENST.	OFFICIEREN										Totaal
	Officieren	Officieren in opleiding en/of gedet.	Brugelijke ambtenaren	Onderofficieren	Brig. en soldaten 1e klas	Aspiranten militairen topografie	Mantri's tekenaar reprod. en instrum.	Mantri's instrumentmaker	Inh. drukkers, zettels en binders	Spiegelgaars	
Hoofdkantoor	2		1								3
Opleidingsbrigade en topografencursus	3	7	2	1	18	5	19	2			57
Triangulatiebrigade	2		8	6			14	5		24	59
Herzieningsbrigades	5		5	16			143	89			258
Opnemingsbrigades	4		4	17			39	8			72
Detachementen	1		2	2			31	24			60
Kartografische afdeling	1		3	3	1			10			18
Reproductiebedrijf				11	23			52	20		106
Kaartenmagazijn, enz	1				2						3
Instrumentmakerswinkel				1	5				5		11
Totale sterkte	19	7	37	75	19	5	246	195	20	24	647
Formatie	27		39	90	12	12	242	196	20	25	663

## Formatie van de Topografische Dienst in 1935

Door bezuinigingen was de sterkte gereduceerd tot 468 en de begrotingsformatie tot 480 personen (zie Tabel 5-13). Vrijwel alle brigades en detachementen hebben moeten inleveren, hoewel de normale formatie 644 was. Nu de grootste delen van de archipel opgenomen waren, bleven de herzieningsbrigades het grootst. De opnemers heetten toen topografen en de tekenaars kartografen.

Tabel 5-13 **Personeelsbezetting TD in 1935.**

Onderdelen van den Topografischen Dienst	officieren		burg. ambt.		onderoff.		brig. en soldaten topograaf		asp. mil. top. (burgerjongelieden)		mantri's		Totaal	
	in organieke functies	in opleiding	topograaf	kartograaf	topograaf	kartograaf	topograaf	kartograaf	topograaf	tekenaar	hulpmantri's leerling bergtopograaf	mantri's triangulatie		spiegelgaars
hoofdkantoor	3													3
opleidingsbrigade		3												3
triangulatiebrigade	8	1	1		12		2		3	1		14	13	55
4 opnemingsbrigades	4		4		19		3		26	7				63
3 herzieningsbrigades	4		6		13				113	74				210
1 detachement					2				14	12				28
kartografische afdeling				1		3	1			10				15
reproductiebedrijf	1			4		15				40				78
kaartenmagazijn	1					1								2
instrumentmakerswinkel				1		5				5				11
Aanwezige sterkte ultimo 1935	21	4	11	6	46	24	6	0	156	149	0	14	13	468
Begrotingsformatie 1936	25		12	7	46	28	6		157	153		14	14	480
Normale formatie	31		18	11	49	29	12	12	212	190	16	15	25	644

<sup>681</sup> Prof. ir. J.H.G. Schepers, capt. F.C. A. Schulte, *Geodetic Survey in The Netherlands East Indies, Report to the section of Geodesy of the International Geodetic and Geophysical Union*, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1930).



### Formatie van de Topografische Dienst in 1939

Het laatste jaarverslag van de Topografische Dienst voor WO II is over 1939 en is uitgekomen in 1940. Door een grote uitbreiding met 197 personen voor rubberrestrictiemetingen voor opneming van rubbertuinen in de archipel en een groot aantal personen in 3 herzieningsbrigades kwam de sterkte op 685 personen (zie Tabel 5-14). Nieuw was ook de fotogrammetrische brigade van 42 personen. De 2 detachement- en 3 opnemings-brigades van respectievelijk 27 en 33 personen, dus 60 bij elkaar voor nieuwe opnemingen, waren weer iets kleiner geworden. Een en ander kan wellicht verklaard worden door de dreigende oorlogssituatie.

Tabel 5-14 **Personeelsbezetting TD in 1939.**

Onderdelen van den Topografischen Dienst	officieren		burg. ambt.	onder-officieren		mantri's						Totaal			
	in organieke functies	in opleiding	topograaf	topograaf	topograaf	topograaf	tekenaar	leerling bergtopograaf en tekenaar	mantri's triangulatie	spiegelmeesters	zetter, enz. (plaatselijke krachten)				
hoofdkantoor	3											3			
triangulatiebrigade	7		2		6			1	12	16		44			
fotogrammetrische brigade	4		2		9	2	8	5	4	8		42			
3 opnemingsbrigades	3	1	7		7			18	4			33			
3 herzieningsbrigades	3		4		13			109	74			203			
2 detachementen					1			14	12			27			
opleidingsbrigade	1		2			7		1	1	12		24			
kartografische afdeling	1			1	3	4			11			20			
reproductiebedrijf	1			6		12	5		38		15	77			
kaartenmagazijn	1					1						2			
instrumentmakerswinkel				1		5			5			11			
mutatiemetingen Tapanuli								1	1			2			
rubberrestrictiemetingen	1		10								186	197			
<b>Sterkte ultimo 1939</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>39</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>148</b>	<b>151</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>201</b>	<b>685</b>

### Veranderingen van de formatie van de Topografische Dienst in de periode 1905-1939

De veranderingen in de formatie in de periode 1905-1939 zijn verduidelijkt met de grafiek in Fig. 5-32. De groei vanaf 1905, de reductie door bezuinigingen rond 1935 en de sterke stijging weer door de rubberrestrictiemetingen bepalen deels het verloop. De overgang vanaf 1925 van een deel van het reproductiebedrijf naar de nieuwe kartografische afdeling heeft ook een aanpassing ten gevolg. De landrentbrigades en opnemingsbrigades (waaronder de detachementen zijn opgenomen) blijven het grootst. De categorie "overige" bevat het hoofdkantoor met directie en militaire leiding en ook enkele kleinere afdelingen, zoals boekbinderij, kaartenmagazijn en de rubberrestrictiemetingen in 1939.

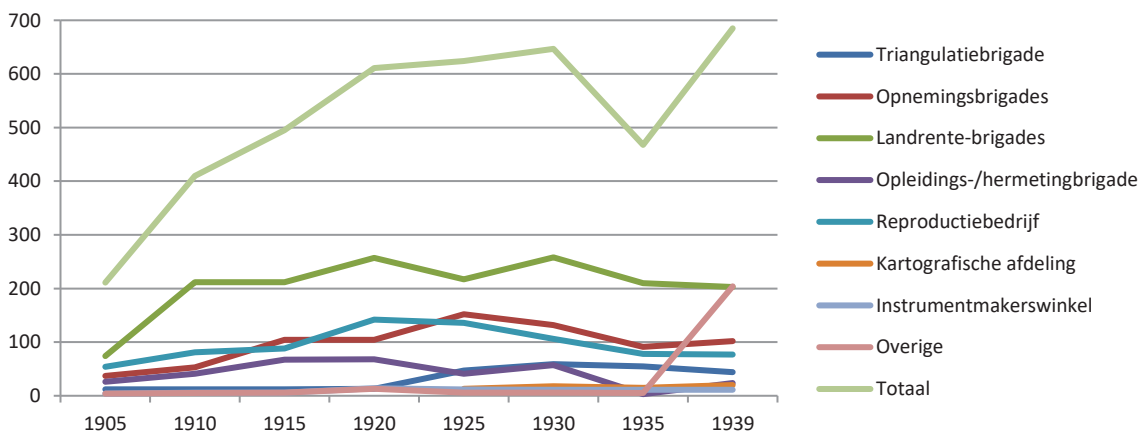


Fig. 5-32 Topografische Dienst, afdelingen en personeel 1905-1939 (verticaal aantal personen).

De formatie bedroeg omstreeks 1915 ca. 500 personen en 10 jaar later in 1925 ca. 624 personen (exclusief de ingehuurde losse krachten). Het loon voor Europese topografische opnemers bedroeg omstreeks 1915 per jaar 300 tot 400 gulden, wat omgerekend in koopkracht 100 jaar later overeenkomt met 3000 tot 4000 Euro's per jaar.<sup>682</sup> In particuliere betrekkingen konden ze soms twee tot driemaal zoveel verdienen. Inlands personeel verdiende minder, een koelie niet meer dan de helft van deze bedragen. Een "transportkoelie" kreeg f 0,05 per paal. Er was dan ook altijd gesteggel over de beloning.

In de jaarverslagen van de TD werd ook gerapporteerd over de kosten van de activiteiten en investeringen (zoals meetinstrumenten) en de opbrengsten (door kaartverkoop of verrekening). Er werd steeds een aantal vaste categorieën onderscheiden, zij het dat de benaming veranderde. Zo werd de tekenkamer opgenomen in de kartografische afdeling en werden de lithografie- en fotografie-activiteiten samengevoegd bij het reproductiebedrijf. De opleidingsbrigade werd al snel ingezet voor de herziening van Java.<sup>683</sup> Onder de instrumentmakers-winkel vielen de aanschaf, onderhoud en beheer van de geodetische meetinstrumenten en hulpmiddelen voor de TD-brigades en verschillende gouvernementsbedrijven.

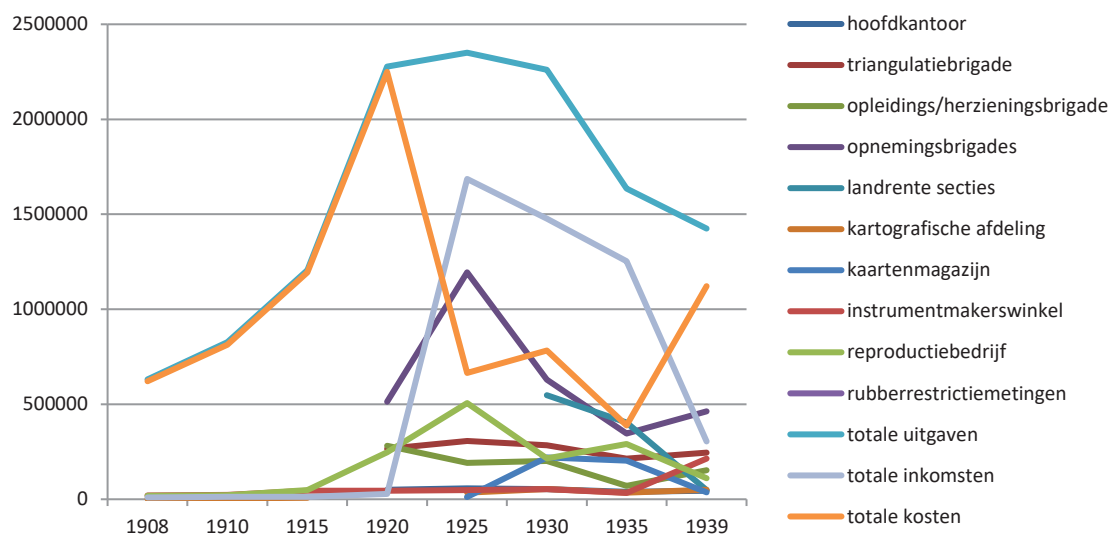


Fig. 5-33 Topografische Dienst, jaarkosten (verticaal) in gulden 1908-1939.

Omstreeks 1915 waren de totale kosten van de TD ca. f 1,2 miljoen (zie Fig. 5-33).<sup>684</sup> Door de TD werd ook voor andere departementen en soms voor particulieren gewerkt. Vanaf 1920 werden uitgaven voor andere departementen verrekend, zodat deze inkomsten de totale kosten van de TD veel lager maakten, wat uit de oranje grafiek op te maken is.<sup>685</sup> De kosten voor het reproductiebedrijf en de opnemingsbrigades, inclusief landrentebrigades (paars) waren het hoogst in 1925 (ze werden vanaf 1930 apart als landrente secties gegeven). Van de totale uitgaven in 1925 van f 2,35 miljoen werd 72 % aan kosten voor brigades uitgegeven.

Een indicatie van de productie is de toename van het gekarteerd oppervlak in km<sup>2</sup> per jaar, zoals dat jaarlijks opgegeven werd in de Koloniale en Indische Jaarverslagen van de TD. Tabel 5-15 laat van de grootste eilanden het gekarteerde oppervlak in de periode 1883-1939 zien. In 1883 was de primaire triangulatie en opneming van Java grotendeels gereedgekomen en waren enkele kaarten uitgegeven (zie Tabel 5-1), zodat dat jaar als referentie beschouwd werd. De tweede kolom geeft de totale oppervlaktes van enkele grote eilanden weer, zoals die in 1932 vastgesteld waren. Die wijken enigszins af van de oppervlaktes in de laatste kolom van 2015. In 1932 waren Java en Madura geheel opgenomen, hoewel op alle eilanden aan grotere schalen gewerkt werd en voortdurend opnemingen en herkarteringingen plaatsvonden. Nieuw-Guinea werd pas vanaf 1937 gekarteerd. Het gekarteerde oppervlak van de overige grote eilanden laat in 1932-1938 een toename van 54% tot 62% zien. Dat komt overeen met Fig. 5-26 waar kartering tot 1939 op topografische grondslag met bruin is aangegeven.

<sup>682</sup> De koopkracht in gulden omstreeks 1915 komt overeen met een 10 x zo grote koopkracht in Euro's omstreeks 2015; voor 1925 wordt dat 7 x

<sup>683</sup> F.J. Ormeling sr., Triangulatie, opneming en kartering in voormalig Nederlands-Indië, uit *Kartografisch Tijdschrift* (1989) XV.2, p. 37-48.

<sup>684</sup> Ter vergelijking waren ze voor het grotere India, van toenmalige Rupies omgerekend in toenmalige gulden, ca. f 3,2 miljoen.

<sup>685</sup> De kosten van de landrenteopnemingsbrigades voor belastinginkomsten kwamen voor rekening van het Departement van Financiën.

Tabel 5-15 Gekarteerd oppervlak in km<sup>2</sup> in 1883–1938 en 2015<sup>686</sup>

Oppervlak in km <sup>2</sup>	Totaal 1932	1883	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	Totaal 2015
Java	132.000	0	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000
Madura	5.250	0	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250	5.250
Sumatra	473.606	0	357.293	387.597	405.950	426.299	436.873	440.622	444.604	470.000
Borneo (Kalimantan)	539.460	0	220.890	221.359	221.599	224.274	227.629	229.090	230.380	544.000
Celebes (Sulawesi)	189.035	0	24.902	28.209	31.877	34.715	36.764	37.362	37.944	174.600
Kleine Sunda eilanden	73.615	0	23.554	25.989	30.229	32.344	34.380	35.570	37.166	71.432
Molukken	86.862	0	41.595	41.665	41.665	41.665	41.665	41.665	41.665	79.612
Totaal km <sup>2</sup>	1.499.828	0	805.484	842.069	868.570	896.547	914.561	921.559	929.009	1.476.894
Percentage van totaal			54%	56%	58%	60%	61%	61%	62%	100%
Nieuw Guinea (Papua)	409.594	0	0	0	0	0	0	2.407	11.473	420.540
Totaal met Nieuw Guinea	1.909.422									1.897.434
Totaal Indonesië										1.920.000

Het reproductiebedrijf vervaardigde de kaarten en drukwerken voor de regering. Vanaf 1920 waren de kosten meer dan f 250.000 gulden per jaar, in 1926 zelfs f 500.000 per jaar. Daar stonden tegenover de inkomsten uit kaartverkoop en verrekening met externe opdrachtgevers; een deel werd gratis verstrekt. De grafiek in Fig. 5-34 toont de gemiddelde personeelsbezetting, de kosten en de productie in 1926-1939.<sup>687</sup> De productie toont een aanzienlijke stijging, terwijl de kosten en gemiddelde personeelsbezetting afnemen.

Terreinwerk vergde altijd veel improvisatie. Opneming in de sawah's, tussen en op vulkanen en bij bossen en rivieren kostte veel menskracht en tijd. Directe bestraling door de zon werd zoveel mogelijk vermeden, zoals de man met de payung in Fig. 5-35 laat zien.

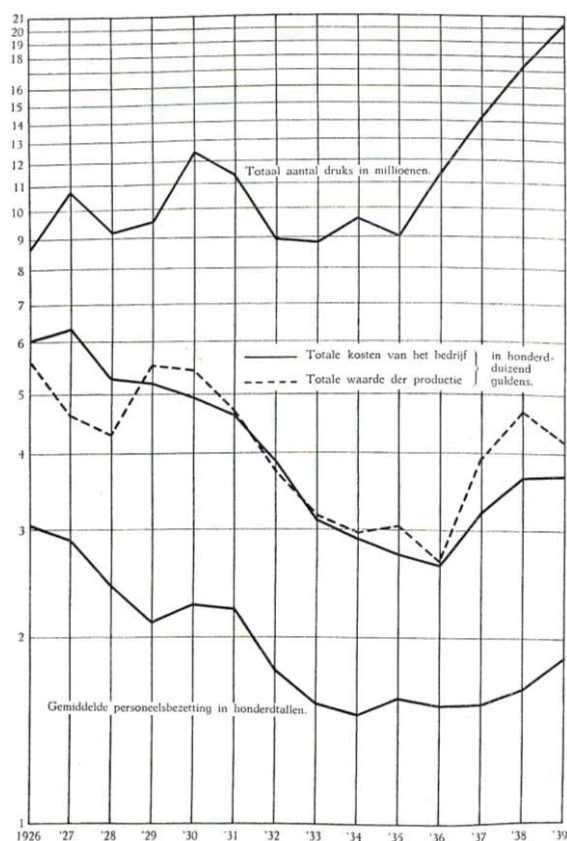


Fig. 5-34 Repro: personeel, kosten en productie 1926-1939.

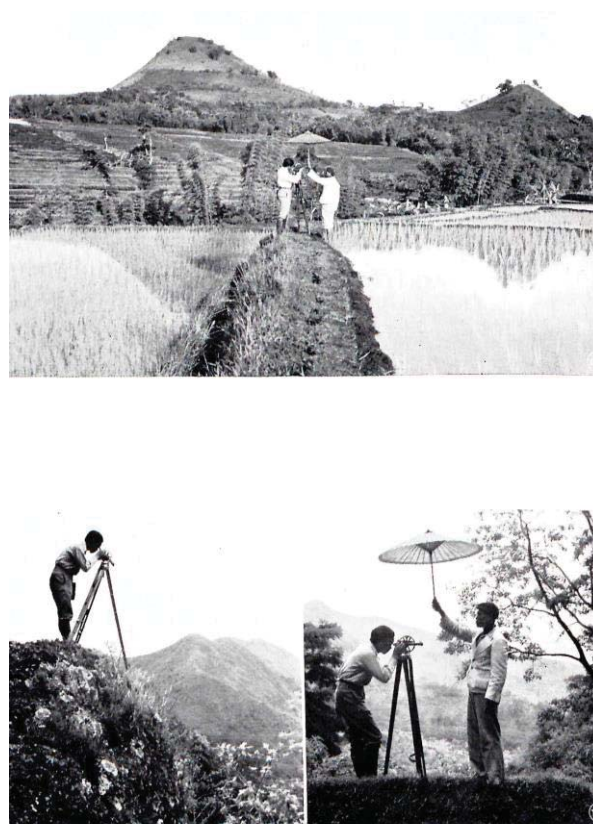


Fig. 5-35 Terreinwerk met de boussole tranche-montagne.

<sup>686</sup> Na 1938 werden oppervlaktes van de eilanden nauwkeuriger bepaald, maar werd ook het gebied, dat onder een eiland(groep) viel, aangepast. De data voor 2015 komen uit Wikipedia en de bevolkingsgegevens van de Verenigde Naties.

<sup>687</sup> G.P. Rouffaer, Een bezoek aan de Topographische Inrichting te Batavia, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1909.



## 5.2.2 Topografische Dienst in Nederland

Al gedurende de Bataafs-Franse tijd was er grote behoefte aan een kaart van het hele gebied van de Nederlanden. In 1798 was hiervoor een commissie opgericht en werd Kraijenhoff verzocht op basis van de Franse werkwijze een nieuwe kaart te maken. De Choro-Topografische (of landbeschrijvende) kaart van Kraijenhoff (zie Fig. 5-69) kwam op basis van zijn primaire triangulatie gereed in 1823 en bestond uit 9 bladen op schaal 1:118.000 (800 Rijnlandse voet op een duim). Deze kaart werd de basis voor latere topografische kaarten.<sup>688</sup> Met zijn driehoeksmetingen en kaart wordt Kraijenhoff wel als grondlegger van de topografische activiteiten in Nederland beschouwd.

Na de Bataafs-Franse tijd werd begin 1815 onder het Archief van Oorlog een Topografisch Bureau ingesteld, zoals dat onder Lodewijk Napoleon was opgericht met Kraijenhoff als Inspecteur-Generaal en zijn zwager M.J. de Man als directeur. Hieruit ontstonden de 1<sup>e</sup> afdeling voor vervaardiging van militaire kaarten onder leiding van M.J. de Man en de 2<sup>e</sup> afdeling voor militaire verkenningen onder leiding van J.E. van Gorkum. Deze 2<sup>e</sup> afdeling kreeg ook als taak statistische opnamen en vluchtige opnemingen van gebieden uit te voeren. Van 1816-1830 waren de activiteiten in België geconcentreerd vanwege de potentiële oorlogsdreiging uit Frankrijk, maar na de afscheiding en onafhankelijkheid van België in 1830 verhuisden beide afdelingen naar Nederland. Aanvankelijk volgde de 2<sup>e</sup> afdeling voor Militaire Verkenningen de opnemingen door het hele land, maar vanaf 1878 vestigden zij zich definitief in Den Haag.

De opnemingen vonden plaats op basis van de instructies van Kraijenhoff en Van Gorkum. Kadasterkaarten werden verkleind op kartons van 40 x 50 cm en in het veld aangevuld met topografische informatie, waaronder ook de plaatsnamen vielen. De ontstane kaarten werden overgedragen op tekenbladen, die overeenkwamen met 5' x 5' (boogminuten). Op de schaal 1:25.000 kwam dat op de Nederlandse breedtegraad overeen met een blad van 22,8 x 36,6 cm voor een gebied van ca. 5 x 9 km.

De kaart van Kraijenhoff was de beste kaart op dat moment, maar vertoonde toch nogal wat gebreken. De schaal was onvoldoende groot voor militaire operaties, zodat in 1822 besloten werd een Topografische Militaire Kaart (TMK) op schaal 1:50.000 van Nederland te maken op basis van extra secundaire triangulaties en nieuwe opnemingen. De TMK ontstond in 1850-1864 en kreeg grote waardering.<sup>689 690</sup>

De opvolging van de TMK was een topografische kleurenkaart op een schaal van 1:25.000. Daarvoor werd de Bonne-projectie gekozen. Deze Chromo-Topografische kaarten verschenen in de periode 1900-1930.

Het was al begin 20<sup>e</sup> eeuw duidelijk dat aan de kwaliteit van de kaarten nogal wat ontbrak. In 1918 werd door hoogleraar landmeten en waterpassen aan de TH Delft prof H.J. Heuvelink voorgesteld kaarten alleen nog op basis van een geodetische grondslag te vervaardigen. De Regering stelde daartoe in 1925 een triangulatiecommissie in met als adviseur majoor van Roon, afkomstig van de TD in Nederlands-Indië. De Regering besloot op basis van de uitgebrachte adviezen, dat voortaan kaarten alleen nog vervaardigd mochten worden in de hoekgetrouwe stereografische projectie op basis van Rijksdriehoeksmetingen en fotogrammetrie.

In 1868 was het Topografisch Bureau omgevormd tot Topografische Inrichting, die pas in 1932 samengevoegd werd met de Militaire Verkenningen tot de Topografische Dienst. Tijdens WO II werd door de bezetter de TD verplaatst naar Utrecht om vervolgens na de oorlog eerst naar Delft en in 1984 naar Emmen verplaatst te worden. Door samenvoeging met het Kadaster kwamen de activiteiten in 2004 in Zwolle terecht.<sup>691 692 693</sup>

De Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing (RGW), de Rijkscommissie voor Graadmetingen (RCG) en de Meetkundige Dienst (MD) van Rijkswaterstaat hebben invloed gehad op het beleid en de uitvoering van de Topografische Dienst in Nederland.<sup>694 695</sup> In hoofdstuk 6.2 worden aan de hand van de jaarverslagen van de RGW en de RCG de geodetische activiteiten in Nederland in relatie met Nederlands-Indië besproken.

<sup>688</sup> Drs. P.W. Geudeke, *Choro-Topografische kaart der Noordelijke Provinciën van het Koninkrijk der Nederlanden*, (uitg. Fabula van Dishoek, Haarlem 1985).

<sup>689</sup> Frits Irrgang, *Officieren zetten Nederland op de kaart. Over de cartografie vanaf 1795 door Nederlandse officieren*, Kilacadmon Papers, deel 5, 2012.

<sup>690</sup> Frits Irrgang, *Landmeten en cartografie op de Koninklijke Militaire Academie in de 19e eeuw*, Kilacadmon Papers, deel 1 (uitg. KMA Breda 2004).

<sup>691</sup> *200 jaar kaartmaken in beeld, 1815-2015*, Nico Bakker, Vincent van Altena, Mariëlle Verberck, Tamar Berkhout e.a. (samenstelling en redactie), (uitg. 12 Provinciën / Kadaster, Apeldoorn 2015).

<sup>692</sup> Drs. P.W. Geudeke, *Opkomst en ondergang van een organisatie, tweehonderd jaar topografische kartering*, uit Caert Tresoar, 34ste jaargang 2015-4.

<sup>693</sup> Drs. P.W. Geudeke, *Paden op en lanen in, Tweehonderd jaar topografische verkenningen*, uit Caert Tresoar, 34ste jaargang 2015-4.

<sup>694</sup> *Verslag van de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing aangaande hare werkzaamheden, RGW-jaarverslagen over 1879 – 1937*, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1880-1938).

<sup>695</sup> *Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat*, publicatie ter gelegenheid van het 25-jarige bestaan 16 oktober 1956, (uitg. B.J. Brill, Leiden 1956).

## 5.3 Kadaster

Het Kadaster is een instelling, die door middel van kaarten en registers een omschrijving geeft van alle stukken grond die binnen het gebied van een staat zijn gelegen. De band tussen landmeten en kadaster is zeer hecht. Al sinds de Egyptenaren werd de kostbare grond langs de Nijl afgebakend en geregistreerd, waarbij ook de meetkunde een belangrijke rol ging spelen. Dat was ook het geval in Mesopotamië bij de Assyriërs en Babyloniërs voor registratie van grond tussen de Eufraat en Tigris. Bij de Romeinen was de eigendomsgrens (terminus) heilig, er stonden dan ook strenge straffen op het illegaal verplaatsen van grensstenen. De landmeters werden gromatici genoemd, naar het landmeterskruis of groma en de jalons waarmee ze werkten voor het uitzetten van rechte hoeken. Na de middeleeuwen werd het cadastral (Italië) of cadastre (Frankrijk) steeds van groter belang voor het heffen van grondbelasting. In 1800 werd besloten tot een instelling voor het hele Franse rijk. Het was met name keizer Napoleon die in 1808 per decreet het perceelsgewijze kadaster invoerde. In 1812 werden onder de naam 'Recueil Méthodique des Lois' (aangeduid met R.M.) in Frankrijk en Nederland instructies voor het Kadaster gegeven, die ook in Indië na 1816 gehanteerd zijn. Er werd onderscheid gemaakt tussen bebouwde en onbebouwde grond.

Triangulatie van het land vond in Engeland vanaf 1788 systematisch plaats. Met theodolieten was het mogelijk hoeken tussen triangulatiepunten over afstanden tot 50 km te meten. In uitzonderlijke gevallen bij helder zicht tussen bergtoppen op grote hoogte kwamen afstanden van 120 km voor. Het primaire net was in 1849 geheel klaar. Het daarna gemeten fijnmaziger secundaire net kende veel kortere afstanden, meestal niet meer dan enkele tientallen kilometers. De keus van opneming op schaal 1:2500 voor het hele land was zowel voor de topografische kaart als de kadaster- kaart bruikbaar. Voor algemeen gebruik maakte de Ordnance Survey kaarten van 1 inch op een mijl ofwel 1:63.360 en ¼ inch op een mijl ofwel 1:253.440 (zie verder hoofdstuk 5.6.4). Ook in Nederlands-Indië werd de opneming voor het kadaster, geïntegreerd in de topografische opneming.

### 5.3.1 Kadaster in Nederlands-Indië

Met de ontwikkeling van de steden werd het Kadaster steeds belangrijker. In de VOC-tijd bestond al een uitgebreid systeem van eigendomsregistratie, met name in Batavia. Naast eigendomsregistratie was belastingheffing het belangrijkste doel. In Indië maakte de eerste landmeter Frans Florenszoon van Berckenrode de eerste kaart van Batavia in 1628. Vervolgens werd in 1633 door GG Brouwer bepaald dat iedere burger moest bijdragen naar de waarde zijner onroerend goed. In 1668 werd bepaald dat mijl- of scheidspalen door heemraden of de landmeter gezet, niet mochten worden beschadigd, verplaatst, uitgetrokken of omgehakt op straffe van een boete en bij herhaling van een lijfstraf. GG van Imhoff gaf in 1751 veel grond uit aan particulieren ter kolonisatie en landbouw. Het jaar daarop werd de maatregel afgekondigd dat van alle landerijen kaarten gemaakt moesten worden en werden schepenen en heemraden belast met het inrichten en bijhouden van alle erfboeken.<sup>696</sup> De Indische regering wenste een volledig eigendomsregister, gebaseerd op koopbrieven en meetbrieven. Vervolgens werd in 1778 een nieuwe instructie voor landmeters en een hernieuwde opname van Batavia opgedragen. Het Kadaster was aanvankelijk bedoeld als eigendomsregister, later kwam daar belastinginning bij. In 1806 werd voor landmeters zelfs een aanvullende instructie uitgegeven, waarin zij ook taxatie van vaste goederen moesten verrichten. In de tijd van het Engelse tussenbestuur (1811-1816) werd onder Raffles de basis gelegd voor de landrente. Daarmee werd een grondbelasting mogelijk op de Indonesische bouwvelden, met het karakter van een opbrengstbelasting. Heffing van landrente was een belangrijke bron van inkomsten voor het gouvernement. Aanvankelijk had het Kadaster eigen landmeters in dienst, die in Batavia onder de resident vielen. Later ging het Kadaster over naar de Dienst van Financiën. De opneming voor de landrente werd eerst door een aparte opnamebrigade van de belastingdienst uitgevoerd, later werd dit ondergebracht bij de Topografische Dienst van NI. Vanaf 1837 werd onder de naam kadaster het eigendom vastgelegd en na taxatie belasting geheven. Tot 1823 werd eerst in Batavia, daarna in de Ommelanden en vervolgens in heel Java over alle onroerende eigendommen ½ % belasting geheven. Kerkgebouwen, weeshuizen, gasthuizen, bazaars, landerijen, waarvan landrente werd geheven en percelen met een waarde minder dan f 200 waren van deze belasting vrijgesteld. In 1826 werd de belasting verhoogd tot 1 % om vervolgens in 1837 weer verlaagd te worden tot ¾ %.

<sup>696</sup> Van Huls, Kadaster, *Overzicht van het Kadasterwezen, geschiedenis van het eigendomskadaster in Indonesië*, (uitg. Kantor besar, Djawatan Pendaftaran Tanah, Djakarta 3 april 1953).

De landmeter taxeerde alle gronden, erven en huizen, die door veranderingen, zoals splitsing of samenvoeging een andere aanslag in verponding (een soort grondbelasting) moesten ondergaan. Kadaster en hypotheek waren toen nog niet verenigd. Landmeters kregen veel tegenwerking van eigenaren, omdat die vreesden dat hun een hogere belasting opgelegd zou worden na opneming. In 1837 werd een nieuwe instructie voor landmeters te Batavia, Semarang en Surabaya uitgegeven. Dit wordt wel als de start van het Kadaster in Indië beschouwd. Toch verbeterde er door die instructie niet voldoende, er was te veel werk, waarvoor ook nog eens een te klein budget beschikbaar gesteld werd. In 1873 werd uiteindelijk een commissie benoemd, die een jaar later tot een reorganisatie van het Kadaster leidde. Er werden nieuwe werkwijzen opgelegd en gedetailleerde instructies voor opneming en kartering gegeven. De opnemingsmetingen moesten goed aansluiten bij de driehoeksmetingen van de Geografische of Topografische Dienst, door minstens twee punten van het driehoeksnet van deze dienst in het kadastrale net op te nemen. Van elke sectie werd een minuutplan aangelegd met schaal 1:2.000 of 1:1.000 of zelfs 1:500. Op de bladen werden coördinaten met abscissen en ordinaten door een patroon van blauwe ruiten weergegeven. Karakteristieke kenmerken zoals bruggen en sluizen moesten op dezelfde wijze als bij de topografische kaarten worden aangegeven. Bij deze kadastrale kaart werden benaming, soort eigendom (huis, tuin e.d.), oppervlakte en naam van de eigenaar vermeld. In 1870 werd de Agrarische Wet van kracht, waardoor het gouvernement gronden uitsluitend in erfpacht kon geven. De wet bepaalde dat deze grond alleen beschikbaar was voor Nederlandse onderdanen en Nederlandse of Indische bedrijven. De wet was een paar jaar later ook geldig in de buitengewesten. Door de Agrarische Wet werd ook bepaald, dat alle grond en onroerende goed, waarvan niet door anderen het eigendom aangetoond kon worden, automatisch eigendom van de staat was en dat grond alleen staatseigendom kon worden als er geen Inlandse rechten op rustten.

De belangrijkste taken van het vernieuwde Kadaster waren vanaf 1875:

- De vervaardiging van kaarten van de hoofdplaatsen van afdelingen op Java en Madura;
- De vervaardiging van kaarten van Java en Madura (zonder de residenties Surakarta en Yogyakarta);
- De landmeterswerkzaamheden voor het Gouvernement op basis van de instructie uit 1837;
- Het bijhouden van de kaarten van de statistieke opname.

Toepassing van de instructies vond in 1895 ook plaats in de buitengewesten, met als eerste de westkust van Sumatra en tot 1908 ook plaatsen op Borneo en Celebes. In 1916 vaardigde het toenmalige hoofd van het Kadaster Polderman een nieuwe instructie uit voor Gouvernementslandmeters. Die beschreef ook het opmeten van percelen, het afgeven van meetbrieven en het bijhouden van minuten en kaarten. Met name de koppeling aan de topografische kaarten en de nauwkeurige vaststelling van perceelgrenzen achtte hij van groot belang. Het doel van het Kadaster in Nederlandsch-Indië was ten eerste het op de juiste wijze verdelen van de grondbelasting en ten tweede het geven van alle mogelijke informatie over de waarde, ligging en grootte van de percelen en daarbij de soort van bebouwing. Als dat laatste bekend was, dan was ook de zogenaamde verponding van de gronden goed mogelijk. De herdenking van de vorming van het Kadaster in 1837 vond 100 jaar later in 1937 plaats. De geschiedenis van het Kadaster is in **Annex 8.7** samengevat.<sup>697</sup>

## Werkwijze van het Kadaster

Een uniek document van het Kadaster in Nederlands-Indië was de zogenaamde meetbrief (Fig. 5-36). Dit is eigenlijk een akte, die dient als bewijsstuk. Daarvoor hanteerde men wel een erfbrief, opgemaakt bij het afstand doen van een stuk grond door de overheid. Daarnaast was een belendingsbrief en meetbewijs van belang. Meetbrieven werden opgemaakt door beëdigde (gouvernements)landmeters. Het woord geeft aan dat het weergegeven object is opgemeten. Vaak is een op schaal getekend kaartje toegevoegd (Fig. 5-37), met vermelding van details van de belendende percelen, met name de afstanden en oriëntatie (azimut). Een meetbrief, opgesteld bij het afstand doen en bij overdracht van grond, maar ook bij splitsing van een perceel of samenvoeging van percelen gaf aanvullende details. Zowel driehoeksmetingen (triangulaties) als polygoonmetingen vonden plaats om een perceel of grondgebied in kaart te brengen.<sup>698</sup>

<sup>697</sup> C.J.W. de Jong, *Herkadastreringswerkzaamheden*, uit *Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië*, Jaargang 1936, uitg. voor rekening van de Vereniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1936).

<sup>698</sup> P.M. Toewater, *Kadaster in Nederlandsch-Indië, handleiding voor landmeters en eigenaars van vaste goederen*, (uitg. Lange & Co., Batavia 1867).





Tussen het Kadaster en de Topografische Dienst ontstond een steeds nauwere samenwerking. Uiteindelijk werden de triangulaties en landrenteopnemingen door de TD uitgevoerd. Zo werden Kadaster en Topografische Dienst gedeeltelijk geïntegreerd. Een mooi voorbeeld wordt gegeven met het in kaart brengen van Buitenzorg (Bogor). In 1930 werd Buitenzorg opnieuw opgemeten met behulp van triangulering en polygonering, zoals met de kaart in Fig. 5-38 is weergegeven. Hierin is een triangulatiekrans gemeten rondom het paleis in het centrum, daarbij zijn een zestal basissen gebruikt.<sup>701</sup>

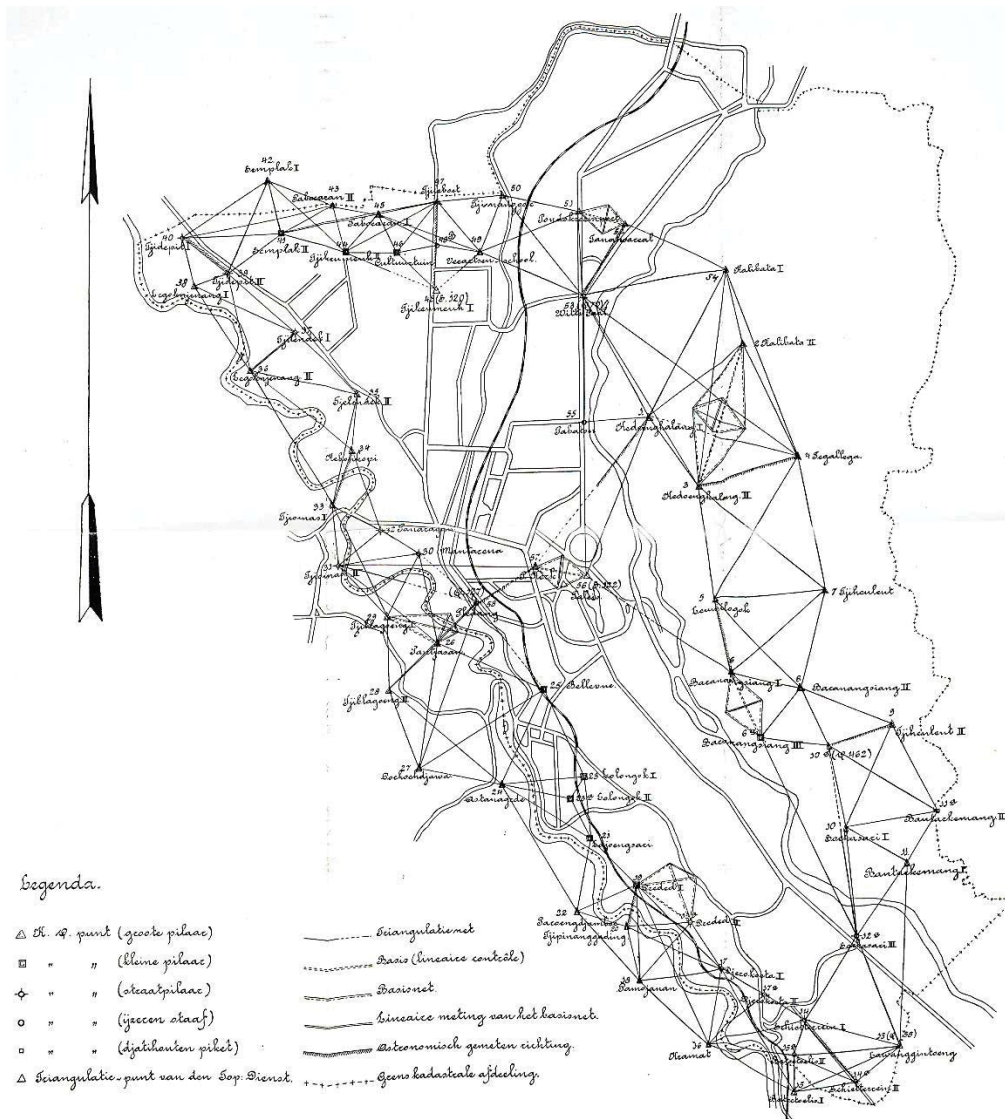


Fig. 5-38 Herkadastrering van Buitenzorg (Bogor) in 1930.<sup>702</sup>

### 5.3.2 Kadaster in Nederland

Zoals hiervoor is genoemd volgde na 1812 het Kadaster in Nederland de Recueil Méthodique. Na een onderbreking na de Volkerenslag bij Leipzig (oktober 1813) en na de Slag bij Waterloo (juni 1815) werden met een koninklijk besluit van Koning Willem I in 1816 de werkzaamheden weer opgepakt op basis van deze Recueil Méthodique. Eerst werden de gemeentegrenzen met hulp van de burgemeester en aanwijzers vastgesteld, wat resulteerde in een schets. Vervolgens werd het gemeentegebied, zo mogelijk rond een centrale kerktoeren in secties verdeeld, werd een basis gemeten en werd een triangulatie van het hele gebied uitgevoerd met gebruik van eenvoudige meetinstrumenten.

<sup>701</sup> L.F.L. Bergamin, K.G. Hulla, Herkadastrering van Buitenzorg uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, uitg. de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1930, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1930).

<sup>702</sup> De basissen zijn te vinden bij de nummers 3, 6, 39, 57, 29 en 51. Het paleis van de GG bevindt zich in het centrum bij de rotonde.

Het opmeten vond in de 19<sup>e</sup> eeuw plaats door hoekmetingen met de hele cirkel (Hollandse cirkel), de halve cirkel (grafometer), de boussole (met kompas en kijker), de equerre (ook geschreven als équerre voor het uitzetten van vaste hoeken van 45° of 90°) en lengte- of afstandsmetingen met kettingen of meetbanden van 10 of 20 meter. Al snel werd gebruik gemaakt van driehoeksmeting of triangulatie, waarbij van een driehoek nauwkeurig een eerste basis gemeten werd en met hoekmeters aan de uiteinden van die basis de overige delen van de driehoek bepaald werden. Behalve het nauwkeurig opmeten van percelen en gebouwen moest ook de eigendomsregistratie plaatsvinden. Het resultaat werd vastgelegd in een minuutplan met schalen tussen 1:5.000 en 1:1.250. Deze minuten werden weer samengebundeld tot atlassen. Na 1820 werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het metrieke stelsel. Na verificatie en berekening van het oppervlak werd de grondbelasting vastgesteld. Ondanks allerlei herzieningen was de kwaliteit van het Kadaster in Frankrijk en Nederland matig. Pas door toepassing van luchtfotogrammetrie rond 1930 werden belangrijke verbeteringen mogelijk.

Met detailmetingen konden de perceelgrenzen bepaald worden. De kartering vond plaats voor woningen met tuinen op schaal 1:1.250, voor weilanden op schaal 1:2.000 en voor bosland op schaal 1:5.000. De gegevens van de eigenaar, de cultuurtoestand, de plaatselijke benaming, de nummering en de berekende oppervlakte werden in een register vastgelegd. De oorspronkelijke kaart en het minuutplan, classificeerden de percelen op basis van het gebruik (b.v. bouwgrond, weiland of bos). Van de bebouwde percelen werd de waarde bepaald op basis van eerdere koop- of huurcontracten. Zo ontstond het Kadaster voor de grondbelasting. Een probleem was altijd het splitsen of samenvoegen van percelen. In 1870 bepaalde de wet op de grondbelasting, dat om de 20 jaar een herschatting van het gebruik en de belastbare opbrengst moest plaatsvinden. Het Kadaster sloot aan op de primaire en secundaire triangulatiemetingen van Kraijenhoff en zijn opvolgers. Ook in Nederland gebruikte het Kadaster aanvankelijk de oppervlakte-getrouwe Bonneprojectie, wat ook kaarten opleverde die niet goed aansloten, maar door de beperkte afmetingen van Nederland acceptabel geacht werden. Door de invoering van het burgerlijk wetboek in 1838 moesten ook hypotheek met een kadastrale aanduiding in de openbare registers vastgelegd worden. Scheepshypotheek werden ook opgenomen en sinds 1959 vindt eveneens een registratie van luchtvaartuigen plaats.

De landmeters kregen aanvankelijk een interne opleiding en konden vanaf 1919 een landmeterscursus volgen in Wageningen. Die opleiding ging in 1938 over naar Delft, tevens ontstond een technische opleiding aan de HTS in Utrecht, zoals verder besproken zal worden in hoofdstuk 6.3. Landmeters speelden vanaf 1924 ook een grote rol bij de ruilverkaveling en vanaf 1975 bij de Grootchalige Basiskaart. Na WO II werd het Kadaster een onderdeel van de Belastingdienst maar ging, na een korte periode bij Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, in mei 1994 verder als een zelfstandig bestuursorgaan. In 2004 vond een fusie met de Topografische Dienst plaats. Sinds 2008 is ook de registratie van de ligging van ondergrondse kabels en leidingen (van KPN) overgenomen. Een samenvatting van de geschiedenis van het Kadaster in Nederland is opgenomen als **Annex 8.10**. Recente ontwikkelingen zijn de Basisregistraties Topografie (BRT) en Kadaster (BRK) en de Europese integratie in de INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) en ELF (European Location Framework) programma's.<sup>703</sup>

De samenvoeging in 2004 van het Kadaster en de Topografische Dienst heeft ook gevolgen gehad voor het geodetisch erfgoed van deze twee tot dan gescheiden diensten. Het erfgoed is samengevoegd en beschreven. Voor de diverse voorschriften, registraties, kaarten, documenten, boeken, gebruikte meetinstrumenten en hulpmiddelen in de periode 1800-1990 biedt het Kadastermuseum in Arnhem een goed overzicht.<sup>704</sup>

Naast de topografische opnemingen in de Indische archipel vonden daar ook uitgebreide hydrografische opnemingen plaats. Met de methoden en meetinstrumenten, beschreven in hoofdstuk 4, zal nu aandacht besteed worden aan de hydrografische opnemingen met vaartuigen en aan de resultaten in de vorm van zeekaarten en zeemansgidsen. Hoewel de Hydrografische Dienst verplaatst was naar Nederland, werden de meeste hydrografische activiteiten in de Indische archipel uitgevoerd. Door de uitgestrekte archipel met verraderlijke kusten en de continu veranderende zeebodem was de omvang van het hydrografische werk groter dan in Nederland. Veel opgedane ervaring in Indië heeft dan ook in Nederland zijn nut bewezen. Dat komt ook tot uitdrukking in de handboeken voor hydrografisch opnemen.<sup>705</sup>

<sup>703</sup> 200 jaar Topografie, diverse auteurs: Militaire Geografische Informatie van de Koude Oorlog tot heden; De Topografische kaart en Basisregistraties; Open Kaart - 200 jaar topografische kaarten online; Gebruik topografische kaart verrassend constant; Recente ontwikkelingen en nieuwe toepassingen in het topografisch domein, uit Geo-Info 2015-5, p. 10-38.

<sup>704</sup> <https://www.kadaster.nl/inventaris-van-het-kadastermuseum>

<sup>705</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952).



## 5.4 Hydrografische Dienst

De Hydrografische Dienst was als onderdeel van de Gouvernements Marine belast met het in kaart brengen van de wateren in de Archipel. Nederland is tot 1963 betrokken geweest bij de hydrografische activiteiten in de archipel. Daarna vond actieve deelname nog plaats in de oceanografische Snellius II expeditie 1984-1985, door beschikbaarstelling van kennis, schepen en bemanning, die in dit hoofdstuk ook aan de orde komt.

### 5.4.1 Hydrografische opnemingen

Zoals eerder is vermeld, had een veilige route tussen Nederland en de eilanden in de archipel de eerste prioriteit. In de VOC-periode 1602-1799 lag de nadruk op dieptemetingen in de vaarwegen en havens. In 1705 waren er al goede zeekaarten van de Geelvinckbaai in Nieuw-Guinea. Met de komst van de Engelsen in 1811 en de overname door de Nederlandse staat in 1816 werden de metingen aanzienlijk uitgebreid.<sup>706</sup> Zoals gezegd, vond in 1821 de instelling van de “Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten” plaats. Er werd gestart met opnemingsvaartuigen, zoals de zeilschepen *Jacoba Elisabeth* en *Courier* rond Madura en Billiton. Ter voorkoming van rampen ontstonden steeds betere gedetailleerde zeekaarten door:

- Dieptemetingen
- Bepaling van bodemprofielen en grondsoorten
- Locatie- en afstandsmetingen
- Vastlegging van kustprofielen en oriëntatiepunten
- Stroomsnelheids- en stroomrichtingmetingen
- Getijdemetingen
- Windsnelheidsmetingen

De vroegste kaarten van de VOC laten al gedetailleerde dieptepeilingen rond havens en eilanden zien, waarvoor aparte verkenningsreizen werden gemaakt. Voor de oriëntatie en navigatie speelden ook kustprofielen en vulkanen een belangrijke rol. Op kaarten werden die soms apart aangegeven, zoals de kaarten van Melvill van Carnbee laten zien. Omstreeks 1850 waren dat de meest betrouwbare en ook gedetailleerde kaarten van de archipel. Met het toenemen van het scheepvaartverkeer, de grotere vereiste diepgang voor schepen en de grotere aandacht voor veiligheid, ontstond de behoefte aan het systematisch opnemen van de zeeën in de archipel. Daarvoor werden in het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw speciale opnemingsvaartuigen ingezet, aanvankelijk zeilschepen maar al gauw stoomschepen. Een aparte dienst werd opgericht, die onderdeel was van de Gouvernements Marine.<sup>707 708 709</sup> De Koloniale Verslagen besteedden elk jaar aandacht aan de gemaakte vorderingen en de noodzaak tot uitbreiding van het aantal opnemingsvaartuigen. Door hun jarenlange inzet raakten de schepen alom bekend. Hydrografisch opnemen vond vooral in het oostelijk deel van de archipel plaats. Dieptemetingen door loden en sonar voor routes tussen havens hadden de grootste prioriteit. Dreggen met een tuig van 1800 m tussen twee boten vond plaats om obstakels op te sporen. De opneming van bodemprofielen en grondsoorten was van belang voor het ankeren. Opnemingsvaartuigen gebruikten stromingsmeters voor het vervaardigen van stroomtafels in de archipel. Uitgebreide getijdemetingen leverden informatie over veilige routes voor de jaarlijkse bijwerking van zeemansgidsen en zeekaarten.

Ter illustratie zijn hierna afbeeldingen van enkele opnemingsvaartuigen weergegeven. Ze hebben allen hoge masten met in de top een baken, waarmee hun positie en tuighoogte voor afstands- en hoekmetingen bepaald konden worden. Ze waren uitgerust met apparatuur voor dieptemetingen door lodingen (later ook sonar) en antennes voor radiocommunicatie. Er was voldoende accommodatie aan boord voor een bemanning van tientallen koppen. Het bureau hydrografie werd enkele malen van Nederlands-Indië naar Nederland en omgekeerd verplaatst, maar kwam in 1894 definitief in Nederland. Begin 20<sup>e</sup> eeuw, nog voor WO I, waren er in de archipel zes opnemingsvaartuigen: Hr. Ms. *Van Doorn*, *Van Gogh*, *Bali*, *Borneo*, *Lombok* en *Sumbawa*. Het overzicht hierna laat zien dat 20 opnemingsvaartuigen in de periode 1858-1972 in bedrijf zijn geweest. Na WO I werden oud marineofficieren uit Oostenrijk geworven, omdat die geen aanzien in eigen land meer hadden en bovendien de Oostenrijkse marine na de oorlog was opgeheven.

<sup>706</sup> Van der Stok, *De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, boekhandel-drukkerij v/h E.J. Brill, Leiden 1922).

<sup>707</sup> A.C.J. Edeling, *De Indische hydrografie*, uit Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap, Amsterdam, 1883.

<sup>708</sup> R. Posthumus Meyes, *De astronomische plaatsbepalingen ten dienste der hydrographie in Nederlandsch-Indië*, uit Tijdschrift van het KNAG, 1901.

<sup>709</sup> J.L.H. Luymes, *De hydrographische opneming van den O.I. archipel*, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1927.

### Hydrografische opnemingsvaartuigen 1858-1950:

In bedrijf	Opnemingsvaartuig
1858-1868	zeilschip <i>Pylades</i>
1868-1873	ss (stoomschip) <i>Stavoren</i>
1874-1891	ss <i>Hydrograaf</i>
1883-1899	zeilschepen <i>Melville van Carnbee</i> en <i>Blommendal</i>
1891-1899	ss <i>Banda</i>
1898-1924	ss <i>van Gogh</i>
1901-1932	ss <i>van Doorn</i>
1901-1906	ss <i>Bali</i>
1907-1912	ss <i>Borneo</i>

In bedrijf	Opnemingsvaartuig
1907-1922	ss <i>Sumbawa</i>
1906-1918	ss <i>Lombok</i>
1919-1933	ss <i>Tydeman</i>
1922-1936	ss <i>Orion</i>
1922-1937	ss <i>Eridanus</i>
1929-1937	ss <i>Snellius</i>
1934-1936	ss <i>Zuiderkruis</i>
1936-1942	ss <i>Hydrograaf</i>
1950-1972	Hr. Ms. <i>Snellius</i>

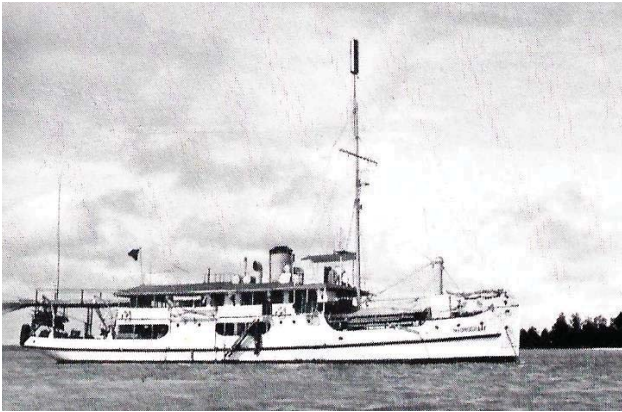


Fig. 5-39 Opnemingsvaartuig de *Hydrograaf* 1874-1891.

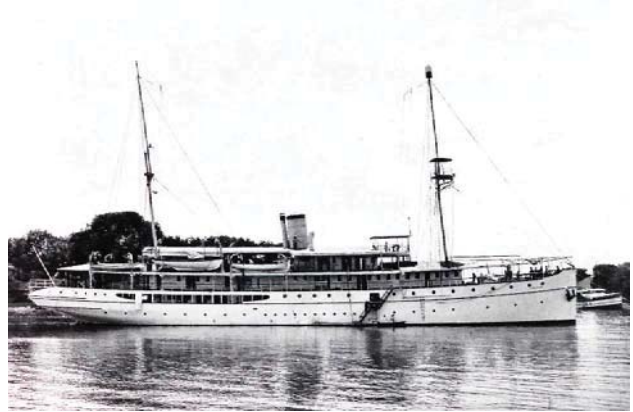


Fig. 5-40 Opnemingsvaartuig *Tydeman* 1919-1933.

Het laatste opnemingsvaartuig van de lijst Hr. Ms. *Snellius* (Fig. 5-42), werd ingezet in de vijftiger jaren van de vorige eeuw om de wateren rond Nieuw-Guinea beter in kaart te brengen. Dat schip kwam terug in Nederland en werd na restauratie in Den Helder bewaard als voorbeeld van een opnemingsvaartuig uit de Indonesische archipel.<sup>710</sup> Het ss *Zuiderkruis* was oorspronkelijk het kabellegschip, dat eerst omgebouwd werd als hydrografisch opnemingsvaartuig en later weer als transportschip in WO II waardevolle diensten heeft verricht. Dat kon door begin 1942 uit te wijken naar Ceylon. Na WO II werd het schip weer ingezet voor de hydrografie. Het is het enige grote schip van de Gouvernements Marine dat WO II heeft overleefd.<sup>711</sup>

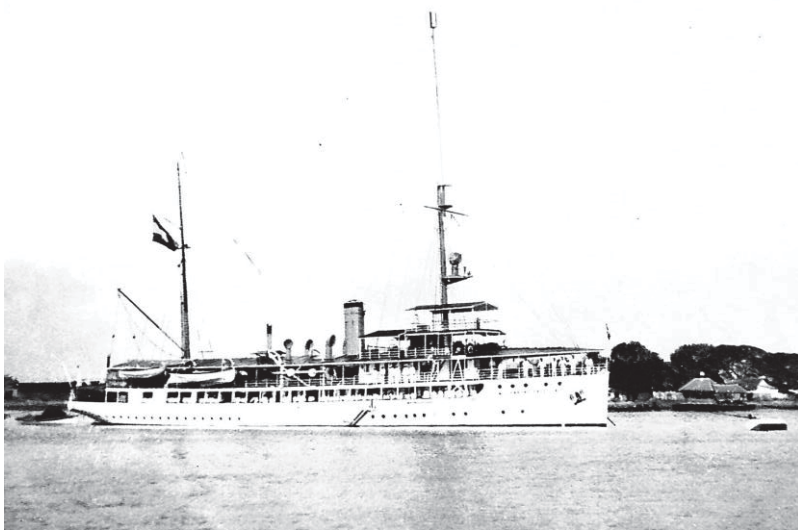


Fig. 5-41 Opnemingsvaartuig *Willebrord Snellius* 1929-1937.



Fig. 5-42 Hr. Ms. *Snellius* 1950-1972.

<sup>710</sup> <http://onzevloot.weebly.com/snellius-a-907.html>

<sup>711</sup> F.C. Backer Dirks, *De Gouvernements Marine in het voormalige Nederlands-Indië in haar verschillende tijdsperioden geschetst, III 1861-1949*, (uitg. De Boer Maritiem, Unieboek, Houten 1986).

## Hydrografische activiteiten en resultaten

Al eeuwenlang vonden hydrografische activiteiten in de Indische archipel plaats.<sup>712 713</sup> Continue opnemingen aan boord van schepen leverden steeds betrouwbaardere gegevens op over de beste vaarroutes, (on)dieptes en ankerplaatsen. Resultaten in de vorm van kaarten en zeemansgidsen werden regelmatig vernieuwd en in catalogi opgenomen.<sup>714 715</sup> De Koloniale Verslagen van 1866-1923 vermeldden jaarlijks de Nederlandse bijdrage. Enkele markante activiteiten daaruit zijn geselecteerd als illustratie van de werkwijze en vorm van rapportage. In vergelijking met de Engelse en Franse hydrografische opnemingen duurde het twee tot driemaal zo lang voordat betrouwbare zeekaarten van de archipel beschikbaar kwamen. Aan de in 1821 opgerichte *Commissie ter verbetering van Indische zeekaarten* in Batavia werd in 1860 een Hydrografisch Bureau toegevoegd.<sup>716</sup> Dat bureau stelde in 1867 en 1869 kaarten beschikbaar voor het publiek van de eilanden Banka, Sumbawa en de redenen van Batavia, Makassar, Semarang met de vaarwateren naar Surabaya. Toch vond de regering, onder druk van de gebruikers, dat sneller en vooral goedkoper zeekaarten beschikbaar konden komen door het graveren en drukken van zeekaarten weer in Nederland te concentreren. Dat vond dan ook plaats in 1894 door samenvoeging met de Nederlandse Hydrografische afdeling onder het ministerie van Marine. Na terugkeer van Oudemans naar Nederland in 1875 breidde het aantal astronomische plaatsbepalingen in de archipel zich aanzienlijk uit. De Hydrografische Dienst van de Marine bepaalde in de periode 1879-1884 tal van punten op de kust van Borneo en op Billiton. Evenzo vond dit plaats voor Bali, Lombok, Sumbawa, Flores en Timor in de periode 1886-1890, gebruik makend van enkele speciale opnemingsvoertuigen. De grensscheiding tussen Nederlands en Brits Oost-Borneo in 1891 vroeg ook om nieuwe astronomische plaatsbepalingen van punten voor het vaststellen van de grens. Dit werd gezamenlijk met een opnemingsvoertuig van de Britse Hydrographic Office uitgevoerd.<sup>717</sup> Het vaststellen van de grens tussen Nederlands Nieuw-Guinea en Brits Nieuw-Guinea vond eveneens plaats op basis van astronomische plaatsbepaling. Overeengekomen was dat de grens op 141° OL zou liggen, maar uit opneming ter plaatse bleek dat aan de kust op 141° 1' 47",9 dus ca. 3 km naar het oosten, een rivier in zee kwam, wat een betere referentie voor de grens was dan een Nederlands wapenschild.<sup>718</sup> Ter compensatie van dit gebiedsverlies kregen de Engelsen een noordelijk gelegen uitstulping van hun grens, waardoor daar de Fly River op Engels grondgebied bleef. Die uitstulping is nu nog zichtbaar op kaarten van dat gebied.

Met ondersteuning van de TD werd een telegrafiekabelverbinding van Makassar via Bali, Surabaya naar Batavia gebruikt voor het vaststellen van het lengteverschil tussen Makassar en Batavia. Door in Batavia aan te sluiten op het internationale telegrafienetwerk, waar ook Greenwich mee verbonden was, kon in 1892 de lengtegraad van de verbonden plaatsen bepaald worden. Deze plaatsen werden gebruikt als referentie bij astronomische plaatsbepalingen. Uiteindelijk zijn in de periode 1854-1894 meer dan 540 plaatsen astronomisch bepaald.<sup>719</sup> Ondertussen gingen de opnemingen in de archipel door. In 1876 werd met het nieuwe opnemingsvaartuig de *ss Hydrograaf* (zie Fig. 5-39) de westkust van Sumatra met de hoofdtoegang voor schepen uit Europa naar Padang, via straat Siberut, beter in kaart gebracht. De *Hydrograaf* deed ook opnemingen in Straat Karimata, onderzocht verschillende reven, beloodde het vaarwater en voltooide de kustopneming van Pontianak af tot aan de rivier Kadawangan. In 1882 kwam weer de gewone vierjaarlijkse opneming van de vaarwateren bij Surabaya aan de beurt. Met aanvullende opnemingen werden nieuwe compilatiekaarten van enkele grote rivieren op Sumatra en Borneo samengesteld. Nieuwe kaarten werden vervaardigd van Straat Makassar (zuidelijk gedeelte), van de oostkust van Celebes, van de noordoostkust van Sumatra en van de ankerplaatsen in de Molukken. Na de uitbarsting van de Krakatau in augustus 1883 onderzocht de hydrografische dienst in 1883 nog het vaarwater in Straat Sunda rond de Krakatau wat tot aanpassingen van de zeekaarten leidde. Ook vond opneming van de rede van Nieuw-Anyer ten oosten van de Krakatau plaats. In dit verband was ook een nieuwe opneming van de wateren aan de noordoostkust van Java in 1884 uitgevoerd.

<sup>712</sup> J.P. van der Stok Ph. D, *Wind and Weather, Currents, Tides and Tidal Streams in the East Indian Archipelago*, (uitg. Batavia 1897).

<sup>713</sup> Van der Stok, *De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, boekhandel-drukkerij v/h E.J. Brill, Leiden 1922).

<sup>714</sup> *Catalogus der verzameling van kaarten van het Ministerie van Marine*, 's-Gravenhage 1872, p. 885-986.

<sup>715</sup> *Catalogus der Land- en Zeekaarten*, W.C. Muller, uitg. KITLV, Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1913.

<sup>716</sup> *Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten; verrichtingen van de geografische ingenieurs*, met Bijlage B: Lijst der kaarten in 1854 ingekomen bij de Commissie ter verbetering der Indische zeekaarten uit 'Koloniaal verslag van het beheer van den staat der Nederlandsche bezittingen en koloniën in Oost- en West-Indië en ter kust van Guinea over 1854', ingediend door den Minister van Koloniën, (uitg. Kemink en Zoon, Utrecht 1858).

<sup>717</sup> R. Posthumus Meyjes, *De astronomische plaatsbepalingen ten dienste der hydrographie in Nederlandsch-Indië*, uit Tijdschrift van het KNAG 1901.

<sup>718</sup> De borden met een wapenschild werden langs de kust van Nieuw-Guinea als grensaanduiding gebruikt (zie afbeelding onder de inhoudsopgave).

<sup>719</sup> J.L.H. Luymes, *De hydrografische opneming van den O.I. archipel*, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1927.



De drie opnemingsvaartuigen, het stoomschip de *Hydrograaf*, de zeilschepen *Blommendal* en *Melville van Carnbee*, vervolgden in 1885 hun opnemingen respectievelijk bij de Duizend-eilanden (ten noordwesten van de baai van Batavia), aan de zuidoostkust van Sumatra en langs de noordkust van Java. Men wilde zeker zijn dat de uitbarsting van de Krakatau geen gevaren voor de scheepvaart opleverde.<sup>720 721 722 723</sup> De *Hydrograaf* voltooide in 1889 de opneming van Bawean en de lodingen tussen dit eiland en Java. Daarna werd het oostelijk deel van Straat Madura belood. De zeilschepen maakten een begin met de opnemingen van de Oostkust van Sumatra tussen de monding van de Deli rivier en de zuidelijke ingang van straat Malakka. Rond de kleine Sunda eilanden werden astronomische plaatsbepalingen uitgevoerd.

In 1890 werd de *Hydrograaf* buiten dienst gesteld en vervangen door ss *Banda* voor opneming van de zuidoostkust van Borneo. De opnemingszeilschepen waren actief rond Banka en Deli. De voorgeschreven vierjaarlijkse opneming van het westervaarwater van Straat Madura vond eveneens in 1890 plaats. Het ss *Banda* werd in 1899 vervangen door ss *Van Gogh*, terwijl de beide zeilopnemingsvaartuigen uit de vaart werden genomen. Het opnemingsvaartuig *Makassar* vertrok 1901 van Surabaya naar de oostkust van Borneo om samen met het Britse opnemingsvaartuig *Waterwitch* de Nederlands-Britse grens opnieuw te bepalen en permanente grenstekens op te richten. Het opnemingsvaartuig *Van Doorn* deed in 1904 opnemingen aan de zuidkust van Borneo en op de Sampit-rivier met een kleinere boot. Vervolgens werden opnemingen verricht bij de Sambas-rivier tot Pontianak, de Tambelan-eilanden en de Zuid-Natua groep. De *Van Gogh* deed opnemingen in Straat Sunda en bij Sumbawa. In plaats van ss *Van Doorn* werd ss *Van Gogh* in 1922 ingezet voor opnemingen bij Nieuw-Guinea en de noordkust van Halmahera. Het opnemingsvaartuig *Tydemann* (zie Fig. 5-40) nam daarna de lodings- en triangulatiemetingen over. Voor de bebakening en kustverlichting had de Gouvernements Marine aparte schepen in dienst. Aan boord van de opnemingsvaartuigen kwam regelmatig beri-beri voor, zodat de gezondheidstoestand van de bemanning nogal te wensen overliet.

In 1854 bevonden zich in het depot voor zeekaarten 827 manuscripten, waarvan 121 buitenlandse. Een regelmatig uitgebrachte "Index der Zeekaarten", zoals in **Annex 8.26**, gaf het overzicht van beschikbare kaarten. In 1938 waren er 332 Nederlands-Indische zeekaarten met nog slechts enkele buitenlandse, waarvan er in 1937 in Batavia 10.800 kopieën verstrekt werden. Ter vergelijking waren er 17 Nederlandse kaarten, waarvan er in 1937 in Nederland 3520 kopieën verstrekt werden. Hieruit blijkt wel dat de hydrografische activiteiten in de Indische archipel aanzienlijk waren. De kaart in Fig. 5-43 geeft de gebieden en jaartallen van de opnemingen tot 1927. Vooral de blauw-grijs aangegeven kustgebieden kregen regelmatig aandacht.

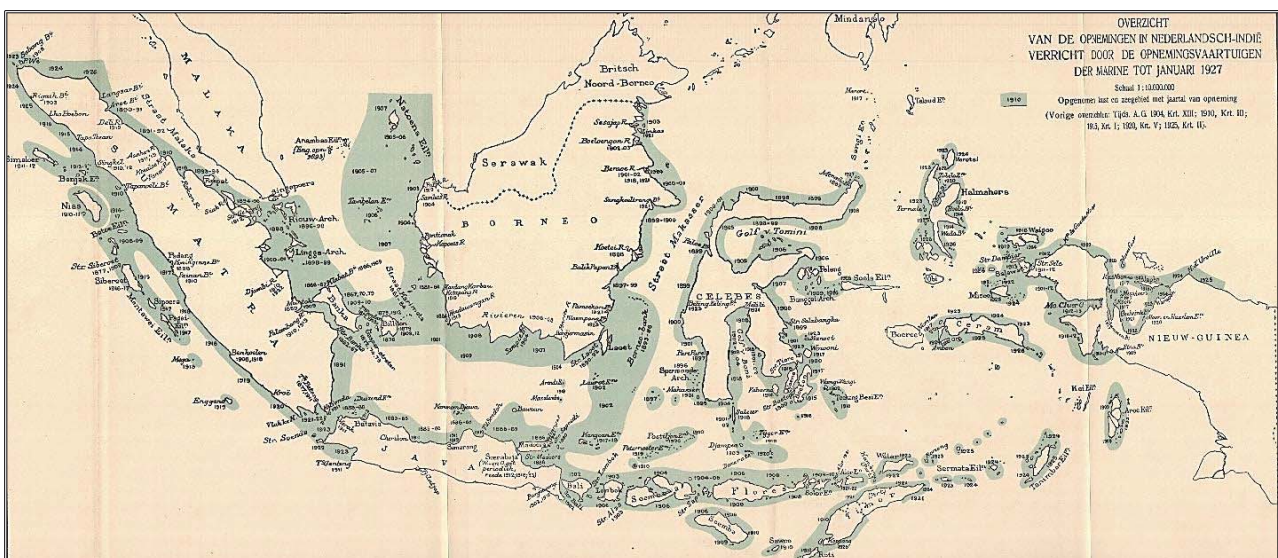


Fig. 5-43 Hydrografische opnemingen in de Indonesische archipel tot begin 1927.

<sup>720</sup> Christiaan Biezen, 'De waardigheid van een koloniale mogendheid': de Hydrografische Dienst en de kartering van de Indische Archipel tussen 1874 en 1894, uit Tijdschrift voor zeegechiedenis 18 (1999) 2, p. 23-38.

<sup>721</sup> C. Craandijk, Het werk onzer opnemingsvaartuigen in den Nederlandsch-Indischen archipel, uit Tijdschrift van het KNAG 1908.

<sup>722</sup> C. Craandijk, Het werk der Nederl. opnemingsvaartuigen in den Oost-Indischen archipel (1920-1925), uit Tijdschrift van het KNAG, 1925.

<sup>723</sup> J.L.H. Luymes, Het werk der Nederlandsche opnemingsvaartuigen in den Oost Indischen archipel, 1930-1935, uit Tijdschrift van het KNAG, 1935.

Het Magnetisch en Meteorologisch Observatorium in Batavia verwerkte de gegevens van de wind- en stroomwaarnemingen, verricht aan boord van de gouvernementsvaartuigen, evenals de wind- en regenwaarnemingen en getijmetingen tot een samenvattende publicatie die grote interesse kreeg van de scheepvaart in de Indische Archipel.<sup>724</sup> Deze publicatie heeft verder oceanografisch onderzoek tot gevolg gehad, zoals de hierna besproken expeditie met het oorlogsschip *Siboga* onder bevel van G.P. Tydeman uit 1899-1900. Voor zee kabelverbindingen was ook kennis van het zeebodemprofiel (bathymetrie) nodig. Uit dieptemetingen bleek dat het profiel nog grilliger was en dat de verschillen nog groter waren dan van de bergprofielen op land. De zeebodemprofielen hebben mede het zee kabelnetwerk, dat in hoofdstuk 3.3.1 beschreven is, bepaald. Als tegenhanger van het Britse zee kabelmonopolie werden onder Nederlands-Duitse samenwerking nieuwe kabeltrajecten verkend, waardoor kennis van het zeebodemprofiel aanzienlijk toenam.<sup>725</sup> De dieptemetingen van de Engelse, Nederlandse en Duitse schepen in de archipel leverden een gedetailleerd beeld op. De Gouvernements Marine zorgde vanaf 1898 voor systematische hydrografische opnemingen. De opgenomen gegevens werden voor verwerking tot kaarten naar Nederland gestuurd. De diepzeekaart in Fig. 5-44 van Tydeman uit 1922 laat de grote verschillen van de zeebodem in de Indische archipel zien. De diepe troggen van meer dan 5000 m ten zuiden van Java en ten oosten van Celebes / Sulawesi hebben ook het zeeonderzoek en de zwaartekrachtmetingen gestimuleerd.<sup>726</sup>

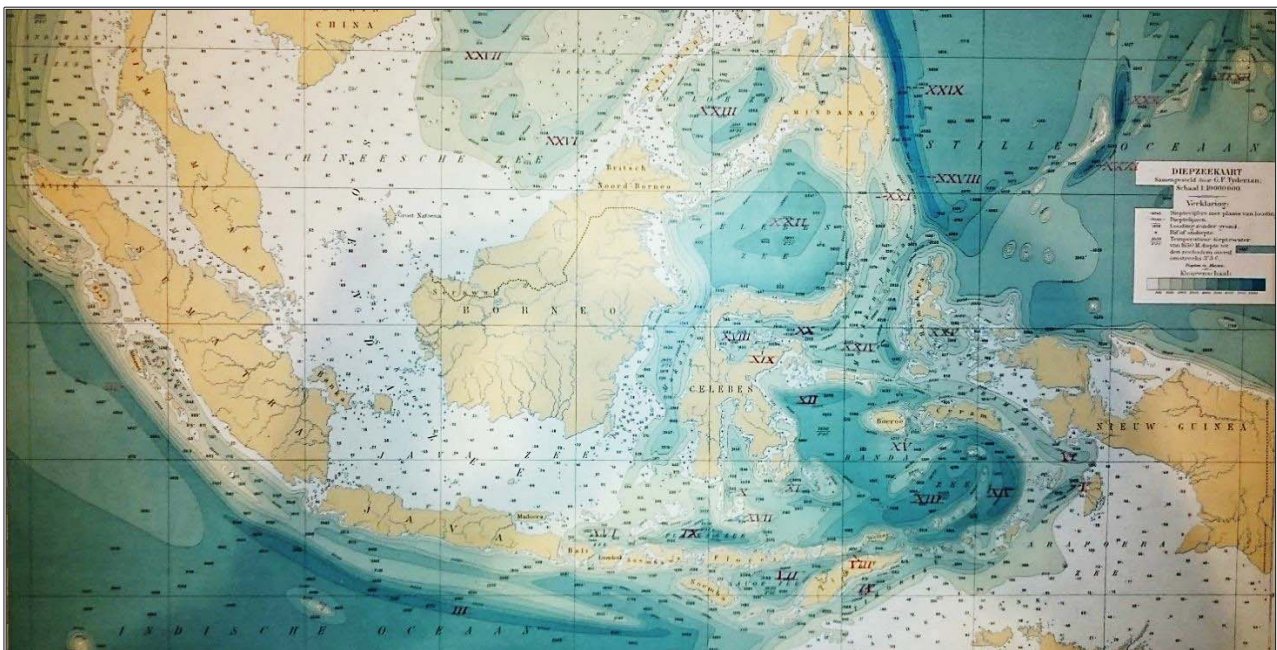


Fig. 5-44 Diepzeekaart van de Indonesische archipel, G.P. Tydeman 1922.<sup>727</sup>

Aan de opleiding zeevaartkunde en hydrografie werd al eeuwenlang aandacht gegeven. Met de toenemende scheepvaart en kennis van navigatie ontstonden eind 18<sup>e</sup> eeuw zeevaartscholen die zelf lesboeken uitgaven. Die zullen bij het geodesie-onderwijs in hoofdstuk 6.3 verder ter sprake komen. De resultaten van hydrografische opnemingen en kartering hebben tot indrukwekkende zeekaarten en atlanten geleid. In de VOC-tijd werden die kaarten fraai geïllustreerd.<sup>728</sup> Na 1800 stond vooral het praktische gebruik voorop en werd de nadruk gelegd op weergave van gegevens, die voor een veilige vaart van belang waren. Dat waren behalve hydrografische gegevens, zoals dieptes, obstakels en stromingen ook kustprofielen, waarmee de navigatie ondersteund kon worden.

<sup>724</sup> J.P. van der Stok Ph. D, *Wind and Weather, Currents, Tides and Tidal Streams in the East Indian Archipelago*, (uitg. Batavia 1897).

<sup>725</sup> Van der Stok, *De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, boekhandel-drukkerij v/h E.J. Brill, Leiden 1922).

<sup>726</sup> Dr. A.J. Pannekoek, Het relief van den zeebodem en de dieptekaarten van den Indischen Archipel, uit *Nederlandsch-Indische Geografische Mededeelingen*, deel I, aflevering 4, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Batavia 1941) p. 77-91 met kaart na p. 102.

<sup>727</sup> Deze kaart laat met kleuren en getallen de verschillen in diepte zien. Opmerkelijk is rechts de diepzeetrog in de Bandazee.

<sup>728</sup> Robert Putman, *Oude scheepskarten en hun makers, hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*, (uitg. Inmerc, Mercbook 1983).

<sup>729</sup> John Blake, *The Sea Chart. The Illustrated History of Nautical Maps and Navigational Charts*, (uitg. Conway Maritime Press, London 2004).



## 5.4.2 Oceanografische expedities

Tussen 1899 en 1989 vonden drie grote oceanografische expedities in de Indonesische archipel plaats: de Siboga expeditie en twee Snellius expedities.<sup>730</sup> Daarnaast waren er nog de zwaartekrachtonderzoekingen in de archipel door Vening Meinesz in een onderzeeboot. Fig. 5-45 geeft een Engelstalige overzichtkaart uit 2015.



Fig. 5-45 De Indonesische archipel in 2015 met Engelstalige benamingen van eilanden en zeestraten.

### Siboga-expeditie

Deze expeditie in 1899-1900 was genoemd naar het schip dat een omgebouwde kanonneerboot was van de Indische marine uit 1898 en aangedreven werd door een stoommachine. Er werd oceanografisch onderzoek verricht in het oostelijke deel van de archipel, zoals de kaart in Fig. 5-46 laat zien.<sup>731</sup>

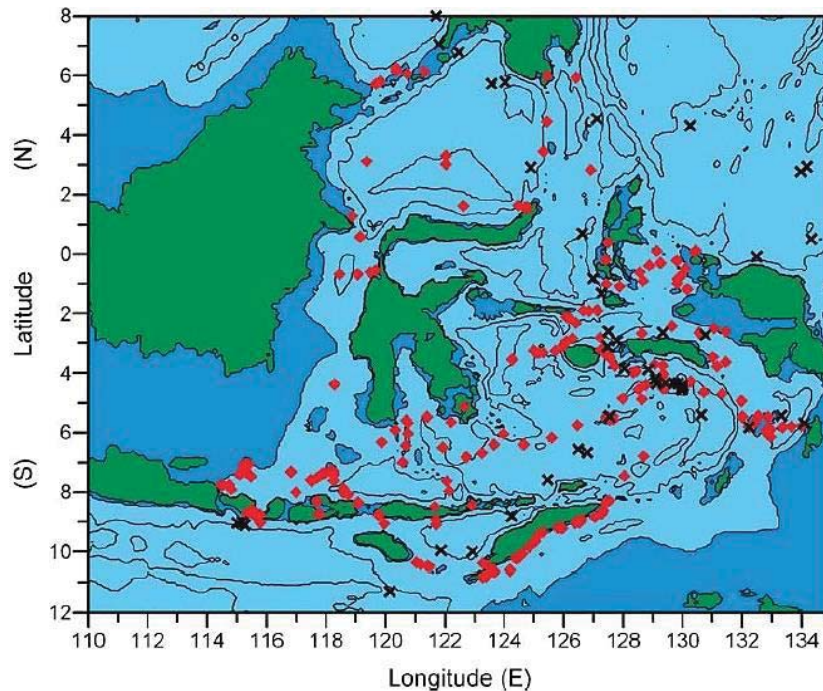


Fig. 5-46 Siboga expeditie, plaatsen van onderzoek in 1899-1900; de zwarte kruisjes zijn eerdere dieptepeilingen.

<sup>730</sup> Hendrik van Aken, Dutch Oceanographic Research in Indonesia in Colonial Times, uit Oceanography Vol. 18, No. 4, Dec. 2005.

<sup>731</sup> J. Luymes, De Siboga-expeditie, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1899.



Bij deze eerste grote expeditie werden diepzeemetingen met uitgebreide bodemmetingen, temperatuurmetingen en biologische metingen uitgevoerd. Bovendien werden bestaande zeekaarten verbeterd. Daarmee werd de basis gelegd voor volgende oceanografische expedities.

### Zwaartekracht expedities

In de periode 1923-1935 vonden nog enkele expedities plaats om een beter beeld te krijgen van de zwaartekracht-anomalieën in de archipel. Het isostatisch evenwicht van een vast lichaam, drijvend in een vloeistof zou gedeeltelijk het profiel van de zeebodem en bergmassieven kunnen verklaren. Verschuivende aardschollen, die tegen elkaar duwen, kunnen seismische activiteiten, zoals vulkaanuitbarstingen en aardbevingen, tot gevolg hebben. De zwaartekrachtvariaties en schietloodafwijkingen, die geconstateerd werden, zouden daarmee verklaard worden. Daartoe deed Vening Meinesz in een onderzeeboot met zijn slingertoestel metingen van de versnelling van de zwaartekracht. Hier zijn op vier expedities drie onderzeeboten bij betrokken geweest: de K II in 1923, de K XIII in 1926-1927 en 1929-1930 (met Snellius I) en de K XVIII in 1934-1935. Op de kaart in Fig. 5-47 zijn de vier routes van de K XIII aangegeven en is de lijn van negatieve zwaartekracht-anomalie getekend. Die valt samen met de grootste dieptes, zoals uit de diepzeekaart gegeven in Fig. 5-44 blijkt. De meettrajecten stonden haaks op de vermoede anomalie. De resultaten hebben aanzienlijk bijgedragen aan grotere kennis van de zeeën in de archipel en het ontstaan van de zeebodem aldaar.<sup>732</sup> Tijdens zijn verblijf op Java heeft Vening Meinesz Bandung bezocht en daar met Schepers zijn slingertoestel geijkt en enkele colleges verzorgd aan de TH Bandung. In Nederland werd aan deze expedities veel aandacht besteed. Van de laatste reis met de K XVIII werd zelfs een film gemaakt.<sup>733 734</sup>

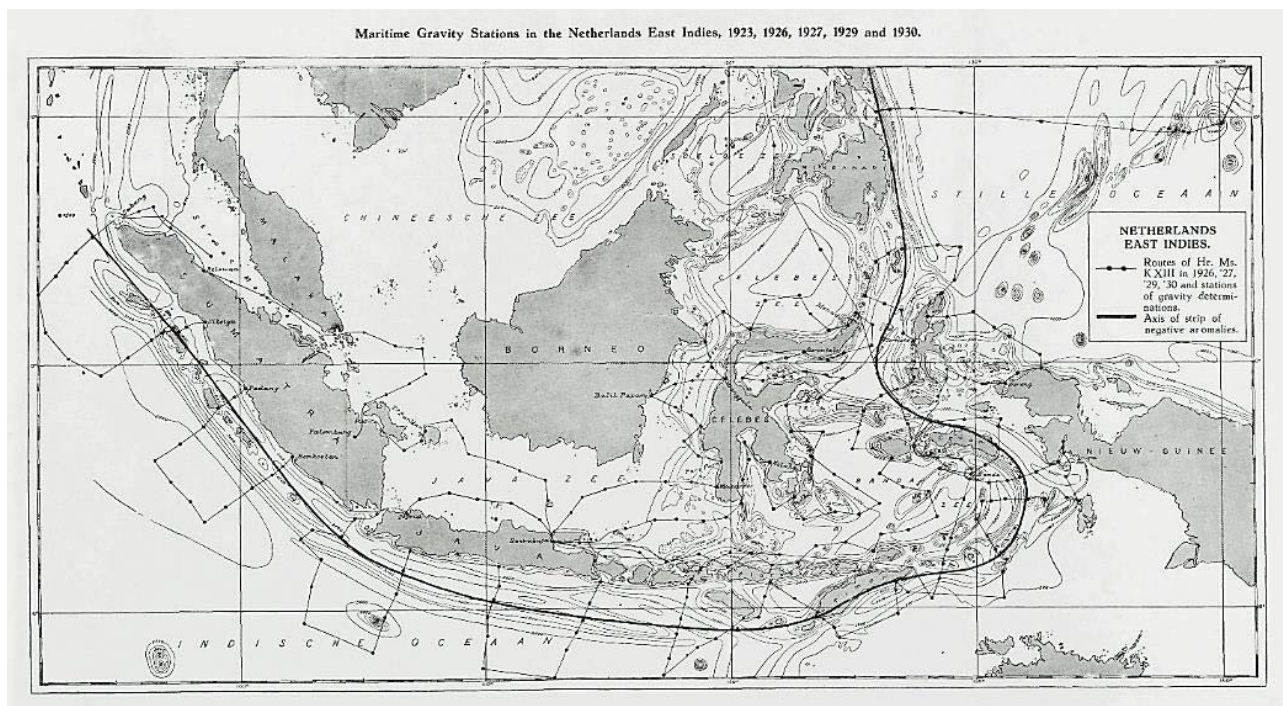


Fig. 5-47 Oceanografische zwaartekrachtmetingen met de K XIII in de Indische Archipel 1923-1930.

Dieptemetingen vonden met sonar plaats. De chronometers voor positiebepaling werden vergeleken met radioseinen, die afkomstig waren van de Eiffeltoren in Parijs, maar in de Indische Archipel van Radio Malabar, die daartoe de tijdseinen kreeg van de Bosscha sterrenwacht bij Lembang ten noorden van Bandung.

<sup>732</sup> F.A.Vening Meinesz, "Gravity anomalies in the East Indian Archipelago", uit Geographical Journal LXXVII (London 1931) p.323 en volgende.

<sup>733</sup> De route van de K XVIII startte 14 november 1934 in Den Helder en ging langs de westkust van Afrika door de Atlantische oceaan voor een rendez-vous met een KLM-toestel in het midden van de oceaan naar Brazilië, vervolgens via Kaapstad, Durban en Mauritius, door de Indische oceaan naar Fremantle in ZW Australië en vandaar noordelijk naar Surabaya waar ze na 8 maanden op 11 juli 1935 aankwam, een afstand van 22.710 zeemijlen.

<sup>734</sup> <https://youtu.be/YMc62mEeyC8>

## Snellius I expeditie

Een tweede oceanografisch onderzoek was de Snellius expeditie.<sup>735</sup> De nadruk van deze, later Snellius I genoemde expeditie, lag op de fysische en chemische oceanografie van de diepzeetroggen en de geologie van de koraalriffen. Deze expeditie vond plaats in 1929-1930, gedurende 16 maanden met het schip de *Willebrord Snellius* in het oostelijk deel van de archipel tussen Borneo en Nieuw-Guinea, zoals op de kaart in Fig. 5-48 aangegeven is. Het betrof wetenschappelijk oceanografisch, biologisch en geodetisch onderzoek, waarover uitgebreid gepubliceerd is.<sup>736</sup>

Met netten van zijde werd plankton verzameld. Daarnaast verzamelden duikers materiaal van de bodem. Behalve over het biologische onderzoek, werd uitgebreid gerapporteerd over hydrografische meetresultaten met betrekking tot temperatuur, stromingen, bodemsamenstelling, lodingen (diepte), koraalriffen en gebruikte meetmethoden.<sup>737</sup> De dieptemetingen van de Snellius I expeditie werden ondersteund door de zwaarte-krachtmetingen van Vening Meinesz. Hiermee werd de basis gelegd voor de latere aardschollentheorie. Met regelmatige echolodingen, bij een snel veranderende bodem zelfs om de kilometer, werd de bodem afgetast. Meer nauwkeurige draadlodingen op dieptes tot 10 km vergden enkele uren. Veel aandacht werd besteed aan de waterverplaatsingen tussen de waterbekkens. Daarbij spelen bodemdrempels een belangrijke rol, zodat uitgebreide dieptemetingen nodig waren om een goed beeld te verkrijgen.<sup>738</sup>

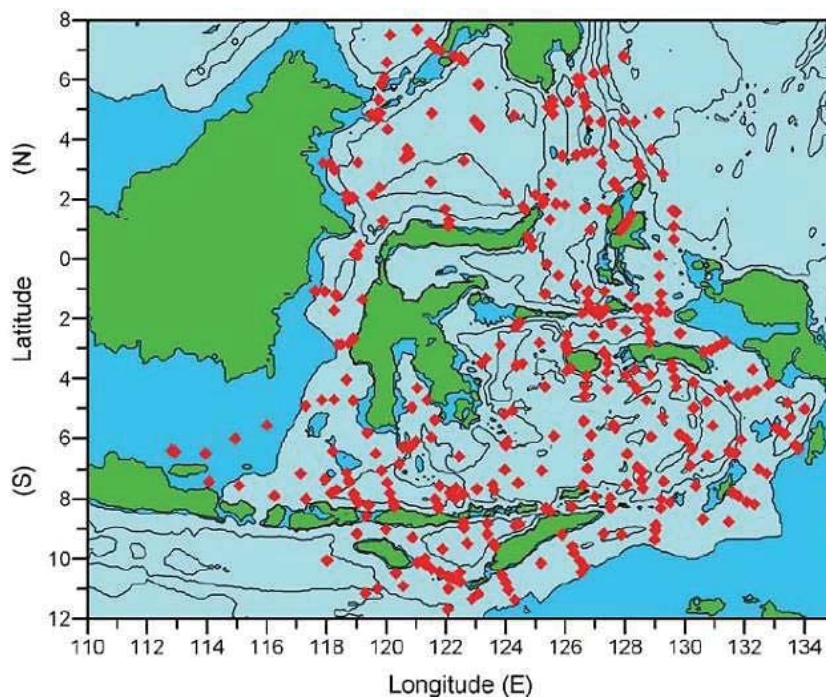


Fig. 5-48 Snellius I expeditie, plaatsen van onderzoek in 1929-1930.

De temperatuur werd continu gemeten met een elektrische thermometer onder het schip, terwijl de diepte continu met sonar geregistreerd werd. Bodemonsters werden verzameld en koraalriffen onderzocht.

De kaart in Fig. 5-49 toont een deel van het traject van de *Willebrord Snellius*, waarin de meetpunten met cirkeltjes zijn aangegeven. De grote cijfers geven de plaatsen aan op de kusten waar materiaal verzameld is. Deze eerste Snellius expeditie was internationaal een groot succes. Nooit eerder was zo uitgebreid de archipel onderzocht. Dat heeft geleid tot de tweede Snellius expeditie, die hierna genoemd wordt.

<sup>735</sup> J.L.H. Luymes e.a., De Snellius-expeditie, 27 Juli 1929-15 November 1930, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1929-1931.

<sup>736</sup> *Tweede en Derde Bulletin van de Willebrord Snellius Expeditie*, uitgezonden door de "Maatschappij ter bevordering van het Natuurkundig Onderzoek der Nederlandse Koloniën" en het "Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap", (uitg. G. Kolff & Co, Batavia, Weltevreden 1930).

<sup>737</sup> *Wetenschappelijke uitkomsten der Snellius-expeditie onder leiding van P.M. van Riel en onder commando van F. Pinke, 1929-1930*, Vol. VI, Biological data, H. Boschma, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1936).

<sup>738</sup> Hendrik van Aken, Dutch Oceanographic Research in Indonesia in Colonial Times, uit *Oceanography* Vol. 18, No. 4, Dec. 2005.



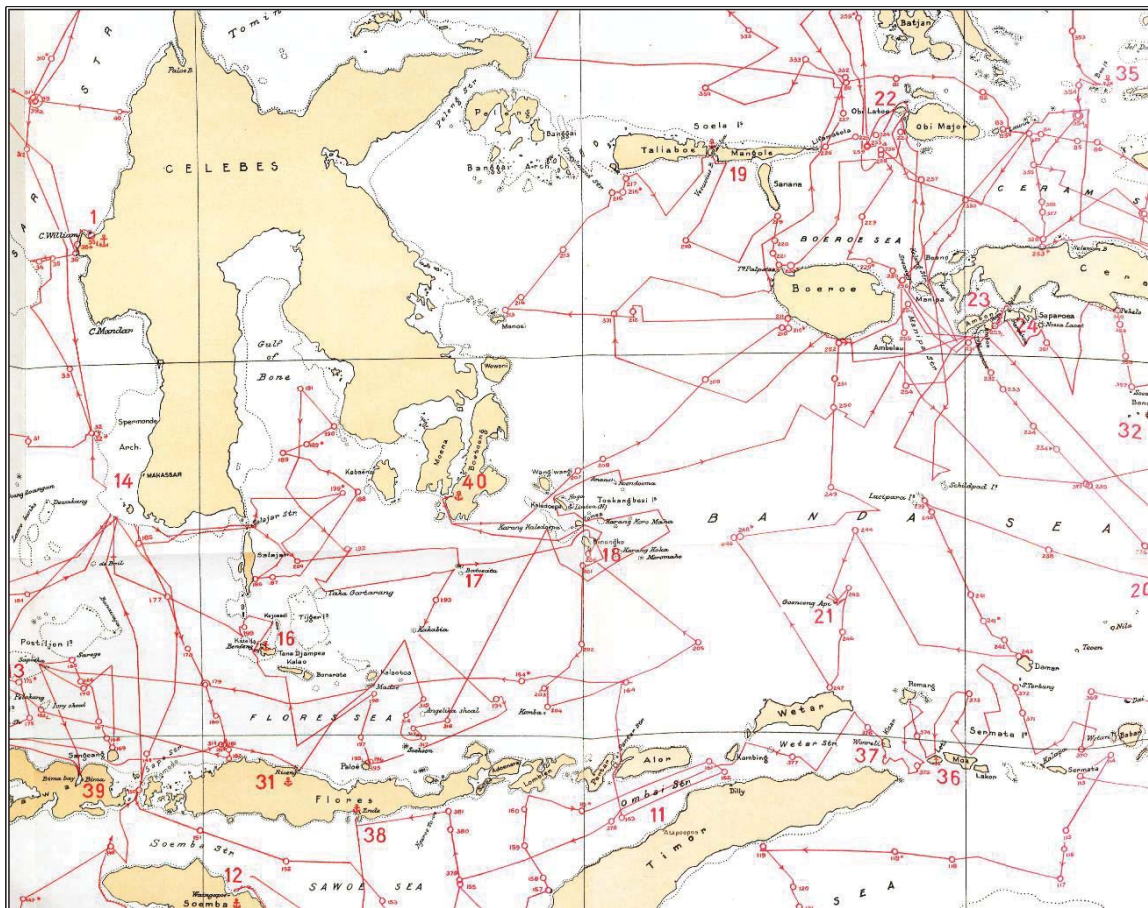


Fig. 5-49 Snellius I expeditie, deel van het traject dat met de *Willebrord Snellius* onderzocht is.

### Snellius II expeditie

De Snellius II expeditie vond plaats met het onderzoekschip 'Tyro' in het oostelijk deel van de Indonesische archipel gedurende ca. 14 maanden in 1984-1985.<sup>739</sup> Dit was een gezamenlijk Nederlands-Indonesisch oceanografisch en biologisch onderzoeksprogramma. Met seismisch onderzoek werd de bodem van de Banda-zee afgetast, zie Fig. 5-50.

De onderzoeksthema's waren koraalriffen, riviermondingen, diepzeewatercirculatie en alles wat leeft en zweeft in de zee (pelagische systemen). Verder was de geologie en geofysica van de Banda-boog en de omgeving daarvan ook een belangrijk onderzoeksthema. De Banda-zee heeft een boog van actieve vulkaan-eilanden. Met meetapparatuur in verplaatsbare containers konden aan boord de onderzoeksfaciliteiten flexibel worden aangepast. Ook van Indonesische kant werden schepen ingezet.



Fig. 5-50 Seismisch onderzoek van de zeebodem door weerkaatsing van geluidsgolven.

<sup>739</sup> Hans de Witte, *De Snellius II Expeditie. Een Indonesisch oceanografisch onderzoeksproject 1984-1985*, (uitg. Nederlandse Raad voor Zeeonderzoek in Amsterdam 1983).



## 5.5 Resultaten Topografische Dienst, Kadaster en Hydrografische Dienst

**Annex 8.12** bevat het kaartendeel van de catalogus van de TD uit 1912, met een overzicht van beschikbare kaarten van de archipel en documenten uit begin 20<sup>e</sup> eeuw.<sup>740</sup> Dat geeft een goede indruk van de omvang, de gehanteerde schalen en de prijzen, die ervoor gevraagd werden. De kaarten vonden gretig aftrek door de vele bouwprojecten en infrastructuurontwikkelingen aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw. Voor militairen waren van sommige gebieden nog meer gedetailleerde kaarten beschikbaar, die niet in de catalogi van de TD voorkwamen. In de catalogus van 1912 staat onder A. Archipel een Telegraafkaart van Ned. Indië, bestaande uit 6 bladen.

**Annex 8.17** bevat een deel van Blad I uit 1911. Het laat de telegraaf- en telefoonverbindingen en handcentrales op Java zien. Blijkbaar waren specialistische thema-kaarten voor een breder publiek interessant, evenals de genoemde postverbindingenkaart.

De Residentie-kaarten van Java op schaal 1:100.000 staan ook vermeld met jaar van eerste uitgave en herdruk.

**Annex 8.15** geeft als voorbeeld Surabaya, waarvan de Residentiekaart uit 4 bladen is samengesteld. Een complete set van 83 bladen van gemiddeld 2 gulden per stuk was een flinke investering, zodat een atlas tegen lagere kosten gewenst was. Na enkele particulier uitgegeven atlassen kwam in 1885 de "Atlas der Nederlandsche bezittingen in Oost-Indië" van J.W. Stemfoort en J.J. Siethoff uit. Die werd in 1898 opgevolgd door een uitgave van de TD als "Atlas van Nederlandsch Oost-Indië". Fig. 5-51 laat een kaart van de archipel uit 1903 zien. In 1938 kwam een volledige "Atlas van Tropisch Nederland" uit voor een bedrag van 16 gulden.<sup>741</sup>

**Annex 8.13** bevat de TD-catalogus, uitgegeven in 1938 en laat een geheel andere verzameling kaarten zien.<sup>742</sup> Veel oudere kaarten zijn verdwenen en het bestand is aanzienlijk uitgebreid. Met name in de rurale gebieden zijn er veel topografische en schetskaarten bijgekomen. Door WO II kwamen er veel kaarten beschikbaar, gemaakt door NEFIS-AMS. Het kaartendeel van de catalogus uit 1946 is hier opgenomen als **Annex 8.14**.<sup>743</sup> De kaarten uit die catalogus zijn nog tot 1990 in Indonesië in gebruik geweest.



Fig. 5-51 Nederlandsch Oost-Indischen Archipel, schaal 1:6.500.000, uitg. 1903.

Op basis van catalogi, bladwijzers en literatuur is bepaald dat in 1800-1990 ca. 6.000 verschillende kaarten van de archipel zijn vervaardigd. Daarvan zijn er 790 nader onderzocht en 200 geselecteerd voor deze dissertatie. Dit hoofdstuk samen met Annex 8.15 t/m 8.30 bevat een selectie van residentiekaarten, topografische kaarten, plattegronden, kadasterkaarten, thema-kaarten, zeekaarten, luchtvaartkaarten, internationale wereldkaarten, geologische kaarten en landbouw- en irrigatiekaarten. Aan deze kaarten zal nu apart aandacht besteed worden.

<sup>740</sup> *Opgave van kaarten, bladwijzers, registers, verslagen enz.* verkrijgbaar bij de TD te Weltevreden, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1912).

<sup>741</sup> *Atlas van Tropisch Nederland*, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap en de Topografische Dienst, Batavia origineel 1938, facsimile uitgave door Antiquariaat Gemilang, Landsmeer, uitg. Hill House Publishers, London 1990).

<sup>742</sup> *Catalogus: opgave van kaarten, legenda, verslagen enz.* Verkrijgbaar bij den beheerder van het kaarten magazijn van den Topografischen Dienst te Batavia-C, bijgewerkt tot 1 December 1938, (uitg. Reproductiebedrijf van den Topografischen Dienst, Batavia 1938).

<sup>743</sup> *Voorlopige Catalogus: opgave van kaarten, legenda, verslagen, enz.* Topografischen Dienst te Batavia-C, (uitg. Reproductiebedrijf van den Topografischen Dienst, Batavia December 1946).

### 5.5.1 Topografische kaarten en thema-kaarten

Voor dit onderzoek is een representatieve selectie gemaakt uit de duizenden nog beschikbare kaarten. Alleen al van Java zijn er ca. 600 kaarten met schaal 1:50.000 en bijna viermaal zo veel op schaal 1:25.000, die bovendien ook nog om de vijf tot tien jaar vernieuwd werden (sommige echter pas na meer dan tien jaar). De kleuren en symbolen op de kaarten werden “gestandaardiseerd”, hoewel die standaarden wel geregeld aangepast werden. De kunst van het weglaten van details werd steeds beter, waardoor de leesbaarheid toenam. Voor schalen en gebruiksdoelen werden duidelijke kleuren en een juiste grootte van de symbolen gekozen. Wegen en spoorlijnen werden steeds belangrijker en kregen zo gepaste kleuren, waarmee hun kwaliteit en capaciteit aangegeven werd (verhard versus onverhard, enkelspoor versus dubbelspoor). Ook bergen en vulkanen kregen meer aandacht; donkere kleuren, zoals op de Residentiekaarten werden lichter, waardoor details beter zichtbaar werden en belangrijke eigendoms- en reizigersinformatie werd toegevoegd. Zelfs informatie van geplande wegen en vliegvelden werd opgenomen. Het grondgebruik, de natuur, bossen, boomsoorten, gewassen, de bebouwing, soms met hun bouw materiaal werden bij de kaarten met schalen 1:50.000 of groter vermeld. Voor afstanden werden kilometerpalen gemarkeerd, de afstanden werden eerst in afstandswijzers vermeld en later bij de wegen zelf. Naast de opgenomen figuren in de tekst zullen de geselecteerde kaarten per annex kort beschreven en geanalyseerd worden.

**Annex 8.12, Annex 8.13 en Annex 8.14** geven een overzicht van uitgegeven en verkrijgbare kaarten in respectievelijk 1912, 1938 en 1946, waaraan ook een lijst van vervaardigde thema-kaarten in de betreffende jaren toegevoegd is. Van de kaarten is aangegeven, hun schaal, datum van uitgave en herdruk, prijs, of ze in kleur (kl) of zwart-wit (zw) uitkwamen en eventuele opmerkingen, zoals het aantal bladen. In annex 8.12 wordt onderscheid gemaakt in overzichtskaarten met schalen van 1:500.000 of kleiner, schetskaarten met schalen 1:100.000 of kleiner en detailkaarten met schalen 1:5.000 of kleiner. Hoofdplaatsen waren beschikbaar in schalen van 1:5.000, 1:10.000 of 1:20.000. Sommige kaarten waren in 1912 al meer dan 30 jaar oud en bleven volgens de catalogus leverbaar. De thema-kaarten in annex 8.12 zijn vooral overzichtskaarten met administratieve indelingen, bevolkingsdichtheid, godsdiensten, onderwijs, talen, klimaat, gewassen, grondgebruik, fabrieken, landbouwondernemingen, vervoer, spoor- en tramwegen en telecomverbindingen. In annex 8.13 zijn 26 jaar later veel kaarten bijgewerkt en uitgebreid. De oudere kaarten, gemarkeerd met oranje, zijn in de catalogi na WO II niet meer opgenomen. Enkele kaarten waren alleen als bruinkaarten (br) of grijskaarten (gr) leverbaar. Annex 8.14 geeft met een grijze markering een overzicht van kaarten die door de geallieerden in WO II ontstaan zijn. Enkele thema-kaarten geven overzichten van ondernemingen in bergcultuur, suiker, thee en rubber, die tijdens de politionele acties van belang waren.

**Annex 8.15** toont de residentiekaart van Surabaya op schaal 1:100.000 die uit vier afzonderlijke kaarten is samengesteld. Deze kaarten zijn uitgegeven in 1883-1884 en waren op dat moment de beste kaarten van Java, waarmee ook nog internationale prijzen zijn gewonnen. De uitvergroting laat de gedetailleerdheid rond de stad Surabaya zien met een verdedigingsgracht en het fort Prins Hendrik. Op een aantal residentiekaarten zijn de bijbehorende triangulatiennetten getekend. De hoger gelegen delen en bergen, zoals G. Arjuno in het zuiden, zijn nogal donker gekleurd, wat de leesbaarheid van die gebieden bemoeilijkt. Met kleuren is het grondgebruik aangegeven. Op deze kaart zijn langs de kust met blauw moerassen of visvijvers gemarkeerd. Sawah's zijn met een geel blokpatroon getekend. Annex 8.15 bevat ook tekenvoorschriften voor kaarten na 1896.

**Annex 8.16** geeft enkele topografische kaarten en stadsplattegronden van Java. De topografische kaarten met schalen 1:25.000 en 1:50.000 hebben hoogtelijnen, die het grillige verloop van de beroemde Preanger spoorlijn tussen Batavia en Bandung verklaren. De hoogte werd op de kaarten met schaal 1:50.000 zowel met hoogtelijnen als met een geelbruine kleuring aangegeven. Zoals de kaarten laten zien, waren in het traject Purwakarta—Plered—Padelarang tal van hoge viaducten, bruggen, ophogingen, uitgravingen en tunnels nodig. Op de kaart van Plered—Padelarang is een kabelbaan getekend. Zowel secundaire als tertiaire triangulatiepunten met hun hoogtes staan vermeld.

De kaart van Bandung en omgeving bevat een groot aantal triangulatiepunten (aangegeven met KQ xxx). De weg, die deels parallel aan de zuidkant van de spoorlijn loopt, volgt het tracé van de Grote Postweg. In het zuiden ligt het Dayuhkolot KG radiostation. De kaart na Bandung laat de locatie van de Malabar radiozender met de antenne zien. De antennedraden zijn zelfs zichtbaar. Hier is een combinatie van hoogtelijnen en schaduwwerking gebruikt om het reliëf van het Malabar berggebied aan te geven. Langs de kronkelige bergweg naar de Malabar-kloof zijn enkele quaternaire triangulatiepunten aangegeven met hun de hoogte in meters.

**Annex 8.16** bevat een kaart van de Tangkubanprahu en Lembang op schaal 1:25.000 uit 1918, die tweemaal verkleind is weergegeven en daarmee schaal 1:50.000 wordt. Vergelijking met de kaart op schaal 1:50.000 uit 1941 laat zien dat er meer triangulatiepunten zijn bijgekomen en het aantal ondernemingen fors is uitgebreid. Ook bevat de kaart uit 1941 een 1x1 km grid. Het beroemde Grand Hotel Lembang staat op de 1:50.000 kaart bij Lembang 1 ten noorden van de G. Lembang met de sterrenwacht (zie ook Fig. 5-56).

De topografische kaart van Ambarawa en omgeving in Midden-Java uit 1910 op schaal 1:50.000, bevat veel details, zoals de aangelegde spoorlijn naar het eerdergenoemde Fort Willem I door het Pening-moeras. Met een tweede fort Banyubiru werd de weg naar de vorstenlanden bewaakt. De toeristenkaart van Midden-Java uit 1930 geeft een overzicht van de toeristische plaatsen en hun spoor- en wegverbindingen, zij het dat de symbolen en letters hier nogal klein zijn uitgevallen. Op de kaart staan de Borobudur en Prambanan tempels.

De Atlas van Tropisch Nederland uit 1938 bevat kaarten van Java op schaal 1:750.000, waarvan Midden-Java als voorbeeld is opgenomen. Voor de hoogte zijn zowel hoogtelijnen als verschillende tinten bruin toegepast. Met deze schaal past Java nog op een kaart van 1,5 m lengte met voldoende details voor algemeen gebruik.

**Annex 8.16** toont een oudere kaart van Batavia uit 1897 met schaal 1:20.000, waarop ook de spoorlijnen en de tramlijnen aangegeven zijn. Aan de kust bevinden zich visvijvers die met lichtblauw gemarkeerd zijn. De haven van Tanjung Priok met de twee karakteristieke strekdammen heeft in 25 jaar een spoorverbinding langs de kust met Batavia gekregen. De uitvergroting laat details zien, zoals de Welkomst Batterij en Batterij het Loo langs het oude havenkanaal. Aan het eind van de Kali Besar staat de Uitkijk aangegeven. Ten zuiden van het Koningsplein is nog de Koninklijke Natuurkundige Vereniging gevestigd, ten westen staat al het museum. Tussen het Koningsplein en het Waterlooplein in Weltevreden is nog de citadel Frederik Hendrik te zien, waar later de grote Istiqlal Moskee gebouwd is. In Cikini (Tjikini op de kaart) ligt de dierentuin (nu cultureel centrum Taman Ismael Mazurki) en het huis van schilder Raden Saleh. De sawah's reiken nog bijna tot het Koningsplein. Zelfs bevindt zich dicht bij het plein een schijfschietterrein naast de begraafplaats. De kleuren van de kaart zijn goed gekozen, belangrijke gouvernementgebouwen met donkerbruin, stenen gebouwen met lichtbruin en kampungs (stadsdorpen) met groen. Volgens de legenda staan op de kaart ook de telegraaf- en telefoondraden en is het tracé van de elektrische tram met een oranje stippellijn getekend.

Vergelijking van de kaart uit 1897 met de topografische kaart uit 1940 in Fig. 5-52 laat zien dat Batavia in de ca. 40 jaar vooral uitgebreid is in Weltevreden met Gondangdia en Menteng ten zuiden van het Koningsplein en in Meester Cornelis. De kaart van Batavia uit 1940 bestaat uit twee bladen op schaal 1:50.000, waarvan alleen het oostelijke blad in Fig. 5-52 is weergegeven. Deze kaart bevat weer details van het grondgebruik, de haven van Tanjung Priok, het spoorweg- en wegennet en de omleidingskanalen voor overtollig regenwater. Behalve spoorlijnen zijn ook tramlijnen getekend. Op het Koningsplein bevindt zich nog een renbaan, het vliegveld is in aanleg. Aan de kust liggen nog visvijvers. Het schietterrein is inmiddels verplaatst naar het oosten van het vliegveld in aanleg. Kampungs zijn weer met groen aangegeven en particulier land met lichtgroen. De hoogspanningslijnen aan masten staan ook op de kaart. Bij deze schaal 1:50.000 is een 1x1 km grid aangebracht (de kaart is ca. 40% verkleind weergegeven). Bij Meester Cornelis begint de spoorlijn naar het oosten via Bekasi, Krawang en Purwokerto naar Bandung en de spoorlijn naar het zuiden via Bogor, Sukabumi naar Bandung.

De plattegronden van Semarang, Yogyakarta, Surabaya en Malang in annex 8.16 geven een goed beeld van de bebouwing, wegen en spoorwegen in de periode 1925-1938. Ook zijn enkele forten en militaire emplacementen nog aangegeven. Bij Semarang en Surabaya liggen weer visvijvers aan de kust. Op de kaart van Semarang uit 1938 zijn aan de oostkant de N.I.S. (Nederlands Indische Spoorwegen) en de S.J.S. (Semarang-Joana tram) en aan de westkant de S.C.S. (Semarang-Cirebon tram) te vinden. Enkele primaire, tertiaire en quaternaire triangulatiepunten staan op de kaart. De leesbaarheid van de kaart is minder, vooral bij de beige, bruine en groene delen. Uit de schaal en het 1x1 km grid is te zien dat de kaart op ware grootte is weergegeven.

Op de kaart van Yogyakarta uit 1925 met schaal 1:10.000 zijn de hoogtes van enkele plaatsen vermeld. Het fort Vredenburg bewaakt de toegang tot de kraton. Tegenover het fort bevindt zich bij R de woning van de resident.

De kaart van Surabaya uit 1925 geeft een indruk van het havengebied Tanjung Perak en Marine etablissement. Het centraal gelegen Prins Hendrik station ligt ten noorden van het voormalige, gelijknamige fort.

Malang ligt gemiddeld op 450 m hoogte en wordt omgeven door sawah's, zoals de garnizoenskaart laat zien. Enkele fabrieken staan op de kaart, terwijl in het westen een schietterrein en een Decauville (opneembaar) spoor is te vinden. De kaart is iets verkleind afgebeeld, de leesbaarheid is matig, mede door het stratenpatroon.





Fig. 5-52 Batavia, Tanjung priok, Weltevreden, Meester Cornelis, schaal 1:50.000, (grid 1x1 km), 1940.



**Annex 8.17** bevat enkele thema-kaarten van Java en de Indische archipel. De telegraafkaart uit 1911 is eerder genoemd. De dunne lijnen tussen de steden geven het aantal koper- of ijzerdraden voor telegrafie aan. De cirkeltjes geven de handcentrales weer. De dikke rode en zwarte lijnen zijn de zeekabels. Interlokale telefoonverbindingen tussen de grote steden zijn apart getekend. De mogelijkheid in 1911 al van langeafstandstelefonie gebruik te kunnen maken was een enorme vooruitgang. Zowel voor het gouvernement als voor militairen en ondernemers werd snelle communicatie mogelijk. Steeds meer ondernemers vestigden zich in Oost-Java, waar de suikercultuur veel mogelijkheden bood om in korte tijd een fortuin te maken. De gekozen kaarten zijn steeds nauw verbonden met de historische, culturele, technische en economische ontwikkelingen.

De kaart met de zeekabelverbindingen voor telegrafie in de archipel geeft de situatie in 1904 weer. Deze kaart werd gebruikt om de uitbreiding met de zeekabel van Batavia naar Pontianak, die in rood aangegeven is, op de Indische begroting te onderbouwen. De kabels van Australië (op de kaart Nieuw-Holland genoemd) naar Singapore en Amerika maken deel uit van het internationale telegrafienetwerk, waar Nederland ook op aangesloten was. Hieruit is te zien dat Java een belangrijk knooppunt was voor internationale verbindingen.

Ook interessant is de kaart uit 1921 met aangegeven gebieden, die spoorwegen hadden (de groene gebieden) of die in aanmerking kwamen voor de aanleg van spoorwegen (de bruine gebieden). Opmerkelijk zijn de met bruin aangegeven delen op Sumatra, Borneo, Celebes Bali en Lombok, waar spoorwegen werden overwogen. Het is er onder het Nederlands-Indisch gouvernement niet meer van gekomen.

De taalkaart van Java en Madura geeft een overzicht van verschillende talen op Java en de dichtheid van de bevolking rond 1900. Geel-oranje is Sundanees, groen is Javaans en lichtgeel Maleis, allen gebaseerd op de telling van 1895. Inmiddels wordt door verplichte scholing het Bahasa Indonesia overal gebruikt.

**Annex 8.17** bevat tevens de eerder genoemde toeristenkaart van Java uit 2016. Daarin worden de huidige topografische benaming en spelling gehanteerd (met de toeristische informatie in het Engels). De kaart geeft met schaduwen de bergachtige gebieden en vulkanen weer. Natuurgebieden zijn met groene stippelgrenzen en een boompje aangegeven. Door de gebruikte kleuren en lettergrootte is een rustig kaartbeeld ontstaan. De grootte van de symbolen voor steden is een indicatie voor het aantal inwoners. Met lichtbruin aangegeven stedelijke agglomeraten hebben meer dan 1 miljoen inwoners, de vierkantjes met een dikke rand hebben 0,1- 1,0 miljoen en met een dunne rand 50.000-100.000. Hiermee is te zien dat Java nu een groot aantal grote tot middelgrote steden heeft, hoewel 80 % van de bevolking nog leeft buiten de grote steden. Het is interessant deze toeristische kaart van Java te vergelijken met de voorgaande Java kaarten. Hoewel er veel wegen zijn bijgekomen, volgen wegen en spoorwegen nog de oude routes. De Grote Postweg is nog steeds zichtbaar.

Het aantal toeristische bestemmingen is aanzienlijk toegenomen, terwijl ook beschermde natuurgebieden zijn ontstaan. Bekende toeristische bestemmingen uit de Nederlands-Indië periode, zoals Pelabuhan Ratu (Wijnkoopsbaai) en Anyer aan de westkust, zijn nog steeds in trek. De plaatsen van interesse zijn op de kaart met een rode ster aangegeven. De Puncak tussen Bogor en Cianjur is nog steeds een toeristen-resort. Heetwaterbronnen worden ook nog op de kaart aangegeven. Vulkanen met hun koelere bergoorden zijn nog steeds populair. De Borobudur en Prambanan en het Dieng plateau zijn ook nu toeristische trekpleisters. Koloniale en antieke monumenten krijgen aandacht op de kaart. Inmiddels staan er wel meer moskeeën op de kaart en worden graven van islamitische heiligen vaker vermeld.

De meeste Nederlandse namen zijn vervangen door Indonesische namen, hoewel hier en daar op eilanden topografische elementen nog namen van Nederlandse wetenschappers dragen. De kaart laat ook de verlegde monding van de Solo-rivier ten noorden van Surabaya zien. Hier is bij punt Pangkah een grote delta ontstaan. Bij Sidoarjo ten zuiden van Surabaya is al sinds mei 2006 een aangeboorde modderbron actief, die al jaren grote overlast geeft in het gebied. De hete moddervulkaan is niet te stoppen en heeft al meer dan 11.000 mensen gedwongen te vertrekken.

Tussen Surabaya op Java en Madura is een tolbrug aangelegd. Inmiddels is het aantal vierbaans-snelwegen, met groene lijnen aangegeven, geleidelijk toegenomen. Hoewel het verkeer ook aanzienlijk toegenomen is heeft dit toch tot een halvering van de reistijd met de auto tussen West- en Oost-Java geleid. Voor de secundaire wegen moet nog steeds rekening gehouden worden met een gemiddelde reistijd van 30 km per uur, terwijl nog veel wegen, vooral in de regentijd, alleen met vierwiel-aangedreven voertuigen te berijden zijn. De treinen vormen dan het beste alternatief. Daarnaast is een groot aantal vliegvelden in de nabijheid van de grote steden aangelegd, die goedkope vluchten mogelijk maken.

**Annex 8.18** toont een topografische kaart van Sumatra met omliggende eilanden uit 1922 op de schaal 1:1.650.000. Met kleuren worden diepte en hoogte gemarkeerd van 5000 m en dieper, tot 2500 m en hoger. Bestaande spoorwegen en spoorwegen in aanleg, naast wegen voor automobielen, vrijhavens, vestigingsplaatsen van Residenten, Assistent-Residenten, Controleurs en Gezaghebbers, staan allemaal op de kaart. Een apart inzetkaartje geeft de scheepvaartverbindingen aan rond Sumatra. De kaart is ook gebruikt voor de administratieve indeling van Sumatra, zoals de legenda aangeeft. Door de donkerbruine kleuring van het westelijk gebergte zijn de plaatsnamen daar slecht leesbaar.

Een kaart van Sumatra's Oostkust uit 1933, met een deel van de omgeving van Medan en het Toba-meer op schaal 1:750.000, laat enkele Deli plantages zien. Het zijn bij elkaar honderden plantages, variërend in omvang en geteelde producten. Gezien de schaal en grootte op de kaart hebben de plantages afmetingen van 10-100 km<sup>2</sup>, enkele zelfs nog groter. Tot het Toba-meer en het Van Heutsz-gebergte ten zuidwesten van Medan, lagen in een betrekkelijk vlak gebied volgens de kaart al meer dan honderd plantages.

De volgende kaart uit 1922 op schaal 1:50.000 laat details zien van enkele plantages ten westen en zuiden van Medan. Ze hebben fraaie namen, zoals Charlottenburg, Polonia, en Germania. Enkele spoor- en tramlijnen staan al op de kaart. Opmerkelijk zijn de opiumverkoopplaatsen op de kaart.

Van Sumatra's Westkust is de topografische kaart van Padang en omgeving uit 1929 op schaal 1:50.000 weergegeven. De spoorlijn Sawahlunto—Padang voor vervoer van kolen, besproken in hoofdstuk 3.2.2, loopt door tot de Emmahaven. Het omleidingskanaal (banjir-kanaal) van de rivier naar zee moet overstromingen voorkomen. De bijgevoegde legenda geeft uitgebreide topografische details en een toelichting over het ontstaan van de kaart en de telegraaf- en telefoonverbindingen. Een gedeelte van de kaart is gebaseerd op detailbladen met schaal 1:20.000. Het telefoon- en telegraafnet is tevens op de kaart getekend. Bij Padang bevindt zich de Apenberg waar een secundair triangulatiepunt op geplaatst is. Een nieuw basispunt staat naast het omleidingskanaal ten westen van Induring vermeld. Bij Lubukbargalung ligt de badplaats "Welkom" en bij de Koninginnebaai de "Juliana" badplaats. Ten noorden van de Emmahaven ligt een schietterrein. Op verschillende plaatsen zijn op de kaart triangulatiepunten met hun hoogtes weergegeven.

**Annex 8.19** is een thema-kaart van Midden-Sumatra, volgens de legenda met details over mijnbouw- en landbouwondernemingen, grondstoffen en producten in 1920. Met een cirkeldiagram is de productie van verschillende producten gegeven. Het betreft koffie, klapper, gember, cassave, kina, rubber en guttaperchha (voor isolatie van elektrische kabels of leidingen) waarbij onderscheid wordt gemaakt in ondernemersproductie en bevolkingsproductie. De kaart laat het belang zien van het gebied ten oosten van Padang.

De thema-kaart van Sumatra in Fig. 5-53 geeft een overzicht van de politieke indeling, wegen, spoorwegen, stoomvaartlijnen, rivieren, telegraaf- en telefoonverbindingen in 1922. Hier wordt zelfs onderscheid gemaakt in spoor- of tramlijnen in ontwerp, aanleg of exploitatie. Ook worden telegraaflijnen nog van telefoonlijnen onderscheiden. De kaart geeft de Residentiegrenzen en Landschapsgrenzen aan. Verder geeft de kaart automobioldiensten (rode lijnen) en geregelde vaardiensten (blauwe lijnen) weer. Landen met zelfbestuur zijn met lichtbruin en een cijfer aangegeven, terwijl landen onder rechtstreeks bestuur (van het gouvernement) gebroken wit zijn. Opmerkelijk is de aandacht voor de weergave van deze infrastructuur. Getuige het grote aantal uitgekomen thema-kaarten in die periode en hun gedetailleerdheid waren die kaarten zeer in trek voor economische ontwikkeling en bestuur.

De grens van Aceh loopt in Fig. 5-53 van de westkust onder Sinkel naar de noordoostkust bij Kualasimpang. Ten westen van deze grens liggen de Gayo- en Atlaslanden, een lang omstreden gebied tijdens de Aceh oorlog. Deze landen grenzen aan de Batak-landen rond het Toba-meer. Van februari tot eind juli 1904 vond de beruchte expeditie voor "pacificering" van het ontoegankelijke gebied onder leiding van luitenant-kolonel van Daalen plaats, waarbij honderden doden vielen. In 1922 had het grootste deel zelfbestuur zoals het lichtbruin aangeeft.

Tijdens de Aceh oorlog zijn bij het Topographisch Bureau te Batavia verschillende kaarten gemaakt, zoals de:

- Historische, chronologische overzichtskaart van den Atjèh oorlog, 1873-1896, schaal 1:1.000.000, uitg. 1896
- Kaart van het bezet gebied in Groot-Atjèh, met blad A t/m F op schaal 1:40.000, uitg. 1898 met o.a.:
  - Groot-Aceh, blad A met tramlijnen rond Kota Raja, schaal 1:40.000
  - Groot-Aceh, blad D met Aceh tram van Kota Raja naar Seulimeum, schaal 1:40.000

Op die kaarten gaven kleuren aan waar opgetreden werd en welke gebieden al onderworpen waren.



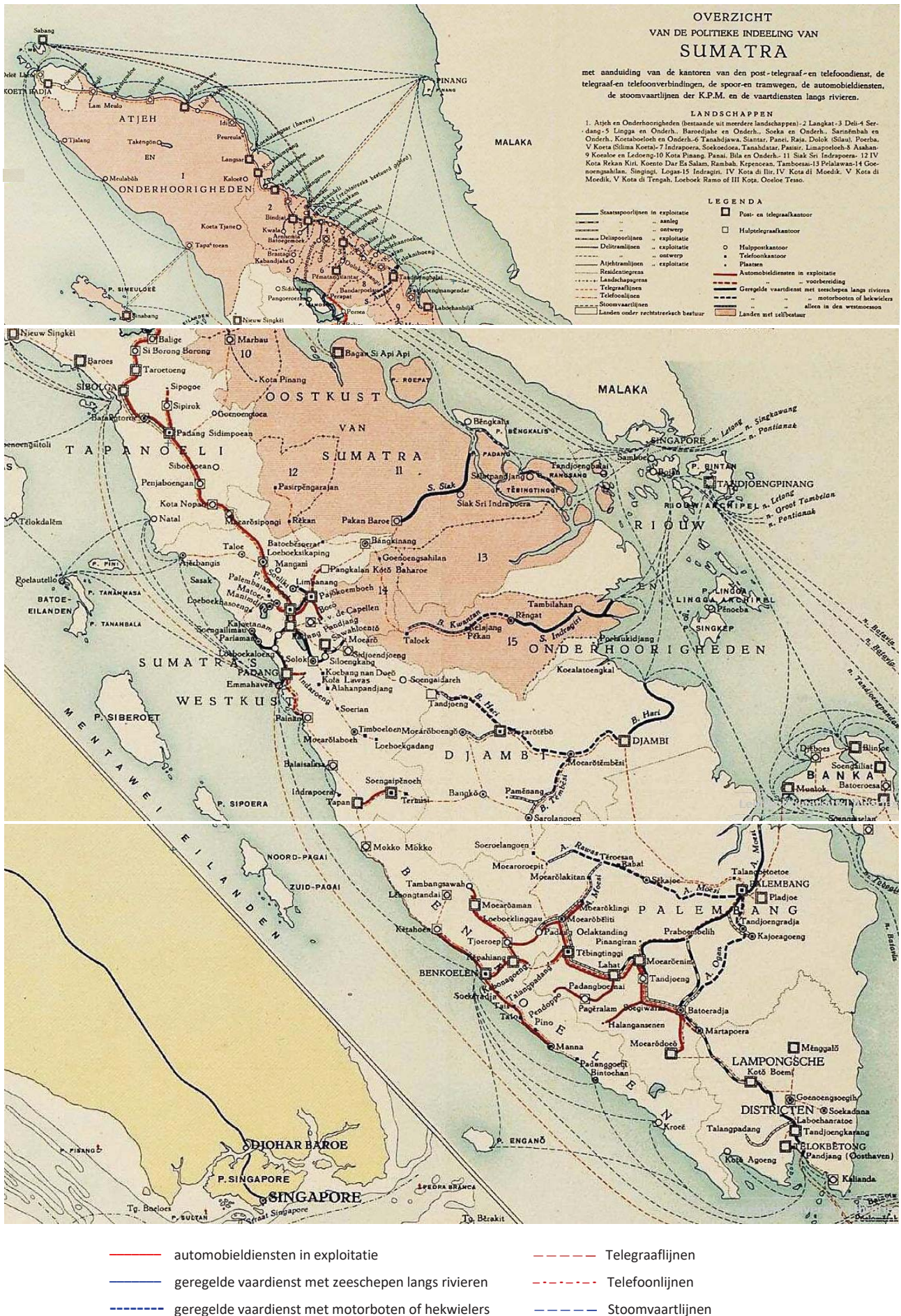


Fig. 5-53 Sumatra, indeling, wegen, spoorwegen, stoomvaartlijnen, rivieren, telegraaf- en telefoonverbindingen, 1922.



**Annex 8.20** toont kaarten van de Wester-afdeling van Borneo omstreeks 1900 op schaal 1:1.000.000 en de Zuider- en Ooster-afdeling van Borneo op schaal 1:1.500.000. Hoogte-informatie is slechts met een reliëf aangegeven. De kaarten bevatten aparte kaartjes van Pontianak en omstreken en Banjarmasin en omstreken. De kaart op schaal 1:5.000 van den vierkanten paal (zie voor maateenheden Annex 8.8) uit 1886 van het gouvernements-grondgebied van Montrado in de Wester-afdeling van Borneo staat al in de catalogus van 1912. Montrado heeft door de opstanden van de Chinezen een roemruchte geschiedenis meegemaakt.<sup>744</sup>

**Annex 8.21** bevat een kaart van Zuid-West-Celebes op schaal 1:500.000 met de plattegrond van Makassar (schaal 1:20.000) en het eiland Saleijer uit 1901. Het voormalige sultanaat Bone bevond zich aan de oostkust. Makassar en het gebied rond het bergoord Malino was voor toeristen aantrekkelijk.<sup>745</sup> Een geheel andere kaart is de automobielkaart op schaal 1:100.000, uitgegeven door de Java motor club in 1935. Hierop worden de aanwezige wegen met rood aangegeven. De groene lijnen zijn provinciegrenzen. De meeste wegen in 1935 bevinden zich in de Minahasa rond Menado en Gorontalo en bij Palu links in het midden waar de Minhasaslurf begint. De kaart van noordoost Celebes op schaal 1:200.000 uit 1922 laat het gebied rond Menado en Tondano zien. Hier ligt ook de G. Kalawat of G. Klawat, waarop ook triangulatiemetingen zijn uitgevoerd. Rond het meer van Tondano hebben uitgebreide triangulaties plaatsgevonden, zoals in hoofdstuk 5.1.1 besproken is.

**Annex 8.22** geeft kaarten van Bali, Lombok en Sumbawa tot waar de triangulaties zouden komen (zie ook Fig. 5-13). Verschillende kaartweergaven uit de periode 1898-1922 zijn gegeven. De schetskaart van Bali, op schaal 1:250.000 uitgegeven door de Java Motor Club laat weer de wegen zien, die voor gemotoriseerd verkeer in 1922 geschikt waren. Dat waren vooral wegen vanuit Denpasar in het zuiden naar het noorden waar vier vulkanen liggen. De vulkanen op Bali kregen extra aandacht, met name de G. Batur door zijn uitbarsting in 1905. De foto en tekening door de Topografische Dienst uit 1915 laten goed het Batur-complex zien met doorsnede en hoogteprofiel. De tekening van een vulkaan was vaak een oefening voor de leerling-opnemers van de TD. Naast elkaar is het bovenaanzicht van het G. Batur-complex op schaal 1:100.000 en daarvan weer de top op schaal 1:10.000 getekend. Hiervoor waren op dat moment nog geen vliegtuigen of ballonnen beschikbaar. Opmerkelijk zijn de aangegeven triangulatie-pilaren op de vulkaan.

**Annex 8.23** laat een kaart zien van de Molukken met Buru, Ceram, Ambon en de Banda eilanden met Neira, Run en Ai, in 1854 samengesteld door Melvill van Carnbee. Opmerkelijk zijn weer de bergprofielen, bedoeld als oriëntatiepunten voor navigatie. Deze annex bevat tevens een kaart met de aanval van Japan begin 1942. De toelichting op de kaart is direct onder de kaart gegeven.

**Annex 8.24** geeft enkele kaarten van Nieuw-Guinea uit 1919 op schaal 1:1.000.000. Grote delen waren toen nog onbekend en de schetskaarten waren ook niet erg nauwkeurig. Het latere strafkamp in Boven Digul is op de kaart aangegeven. De nauwkeurigheid van latere kaarten, gebaseerd op fotogrammetrie, waarvan een voorbeeld is gegeven met de HIND 644 kaart met schaal 1:250.000 uit 1947, was al veel beter.

In aansluiting zijn in annex 8.24 nog enkele kaartjes van de veroveringen van de geallieerden in de periode 1942-1944 opgenomen. De aanval van de geallieerden begon in het oosten al in 1942 bij Guadalcanal, één van de Solomon-eilanden. Daarna werden delen van de noordkust van Nieuw-Guinea, Hollandia en de Vogelkop in 1944 veroverd en in september 1944 ook het eiland Morotai ten noorden van Halmahera.<sup>746</sup> Met lucht- en amfibielandingen op Borneo, Java, Celebes, Ambon, Bali en Timor, zouden de veroveringen verder uitgebreid worden. Het is anders gelopen. Het veroveringsplan met landingen in de Indonesische archipel is nooit uitgevoerd, maar geeft wel aan hoe de Amerikanen en Australiërs dachten het gebied te kunnen veroveren. In mei 1945 werden alleen Tarakan en Balikpapan op Borneo vanwege de olievoorraden door de Amerikaanse en Australische troepen met delen van het KNIL veroverd. De geallieerden van het Southwest Pacific Area Command (SWPAC) onder McArthur veroverden vervolgens de Filipijnen en Japan. In mei-augustus 1945 werd behalve Sumatra ook de rest van Indonesië aan de Engelsen van het South-East Asia Command (SEAC) onder Admiraal Mountbatten toegewezen. Na de capitulatie van Japan op 15 augustus 1945 is de overname van de Japanse bezetting door de Engelsen met steun van enkele Nederlandse eenheden uitgevoerd.<sup>747</sup>

<sup>744</sup> W.A. van Rees, *Montrado. Geschied- en Krijgskundige bijdrage betreffende de onderwerping der Chinezen op Borneo naar het dagboek van een Indisch officier over 1854-1856*, (uitg. Gebr. Muller, 's Hertogenbosch 1858).

<sup>745</sup> Gids van Makassar en Zuid-Celebes met kaart van Makassar: beschrijvingen voor toeristen in het Hollandsch en Engelsch (uitg. en druk N.V. Celebes drukkerij Makassar 1938).

<sup>746</sup> John Costello, *The Pacific War*, (uitg. William Collins Sons and Co, London 1981).

<sup>747</sup> Dr. L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*, deel 11c, Nederlands-Indië III, (uitg. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1986).

**Annex 8.25** geeft enkele zeekaarten van de Indische archipel, die in hoofdstuk 5.5.3 ter sprake komen.

**Annex 8.26** bevat bladwijzers van topografische kaarten van Java en Madura voor topografische kaarten met schaal 1:25.000 en 1:50.000, de Internationale Wereldkaart met schaal 1:1.000.000 en zeekaarten met verschillende schalen van het westelijk deel van de archipel. De bladwijzers werden tevens gebruikt om met kleuren de stand van zaken te laten zien met betrekking tot de verkenning, triangulatie, opneming en kaartproductie. De bladwijzers en kaartcodering worden hierna aan de hand van Fig. 5-58 besproken. Daarmee kon snel een bepaalde kaart gevonden worden.

**Annex 8.27** laat enkele luchtvaartkaarten zien, die in hoofdstuk 5.5.4 besproken zullen worden.

**Annex 8.28** bevat enkele Internationale Wereldkaarten van Indonesië uit 1967 en 1965. Vergelijking van deze Internationale Wereldkaarten met Fig. 5-54 uit 1926 laat zien dat er in de 40 jaar nauwelijks wegen en spoorwegen zijn bijgekomen. De latere wereldkaarten hebben een ander gridpatroon en lichtere kleuren gekregen. Voor de topografische namen is gebruik gemaakt van een tussenvorm zoals bij Djakarta, Jogjakarta en Surabaya. Op de kaart uit 1967 staan alle spoorlijnen op Java nog op de kaart. Scheepvaartverbindingen zijn weggelaten. Het aantal weergegeven rivieren, waterwerken en moerasgebieden is weer toegenomen. Hier is gekozen voor de Lambert conforme conische projectie. Vrijwel alle topografische namen van de kaart uit 1926 zijn na de onafhankelijkheid veranderd door de nieuwe spelling en de anti-Nederlandse stemming, zoals vergelijking met de toeristische Java-kaart uit 2016 in **Annex 8.17** laat zien. Soms is een directe vertaling van de Nederlandse namen in het Indonesisch gemaakt, zoals Welkomst-baai in Teluk Selamat Datang en Peper-baai in Teluk Lada (Teluk is baai/bay). Het eiland “Dwars in den weg” is “Sangiang” genoemd en “Wijnkoops-baai” is “Teluk Pelabuhan Ratu” geworden.

Van de Internationale Wereldkaart met 28 bladen voor Indonesië op schaal 1:1.000.000 was in 1939 ca. 60% gereed. Enkele voorbeelden uit 1926 zijn gegeven in Fig. 5-54 en Fig. 5-55 met delen van West- en Midden-Java met de residenties Banten, Batavia en Preanger. Kaart SB 48 in Fig. 5-54 sluit aan op SB 49 in Fig. 5-55.

Deze kaarten laten veel details zien: vulkaanhoogtes, hoogtelijnen met hoogtes, dieptelijnen met dieptes, moerasgebieden, riviernamen, Post- en Telegraafkantoren (P en T), scheepvaartroutes, vuurtorens, het eiland Dwars in den Weg (nu Sangiang) in Straat Sunda, Java's 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> punt (het 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> punt vallen buiten de kaart in Fig. 5-54). Ook staan op de kaart de wegen en spoorwegen als Batavia—Tangerang, Batavia—Serang—Anjer, Batavia—Sukabumi—Bandung en Batavia—Purwakarta—Bandung en de spoor- of tramlijn van Bandung naar Ciwidey of Majalaya. De spoorlijn van de assistent-residentiehoofdplaats Rankasbitung naar de haven Labuhan, en enkele tramlijnen van de spoorlijn Batavia—Cikampek naar het noorden worden ook op deze kaart getoond. De gebieden en bergen boven 2000 m hebben donkerbruine kleuren, waardoor de leesbaarheid van topografische namen bemoeilijkt wordt. De kaart bevat ook dieptelijnen; zoals toen gebruikelijk was wordt, naarmate de diepte groter is, de blauwe kleur donkerder. Spoorwegen krijgen hier nog meer aandacht dan wegen, die met een dunne of iets dikkere rode lijn zijn aangegeven. De weg van Buitenzorg over de Puncak naar Cianjur staat niet op deze kaart. De dikkere rode lijn komt overeen met de Grote Postweg van Anyer, Batavia, Buitenzorg, Sukabumi, Cianjur naar Bandung. Boven Bandung ligt Kalijati, waar het latere vliegveld aangelegd is en de WO II overgave aan de Japanners in 1942 werd getekend.

**Annex 8.29** toont geologische kaarten van Java, Banka en Billiton. Door de Dienst van het Mijnwezen is van een aantal eilanden geologische kaarten gemaakt, die ook onder de thema-kaarten zijn te rangschikken. In deze kaarten wordt met kleuren de periode van het ontstaan en de samenstelling van de bodem weergegeven. De Dienst van het Mijnwezen was nauw betrokken bij het opsporen van mineralen en delfstoffen, waaronder steenkolen, tin en aardolie. Banka en Billiton leverden tin, Java bevat allerlei grondsoorten en mineralen, die met kleuren op de kaarten zijn aangegeven. De rechte lijnen op de kaarten zijn doorsneden, waarvan grondprofielen gegeven zijn.

**Annex 8.30** De kaart van Java uit 1884 met administratieve indeling en landbouwondernemingen geeft met geel / lichtbruin gemarkeerde streken aan, die gereserveerd zijn voor de gouvernements-koffiecultuur, terwijl de grijs gemarkeerde gebieden bij Batavia en Krawang particuliere landerijen zijn.

De kaart van Java uit 1900 bevat enkele irrigatiegebieden van Java omstreeks 1900. De meeste irrigatiegebieden bevonden zich op dat moment op Java aan de noordkust, in Banyumas en de Vorstenlanden, zoals de kaart laat zien. Daarvan is een aantal irrigatiegebieden in hoofdstuk 3.1.3 besproken.



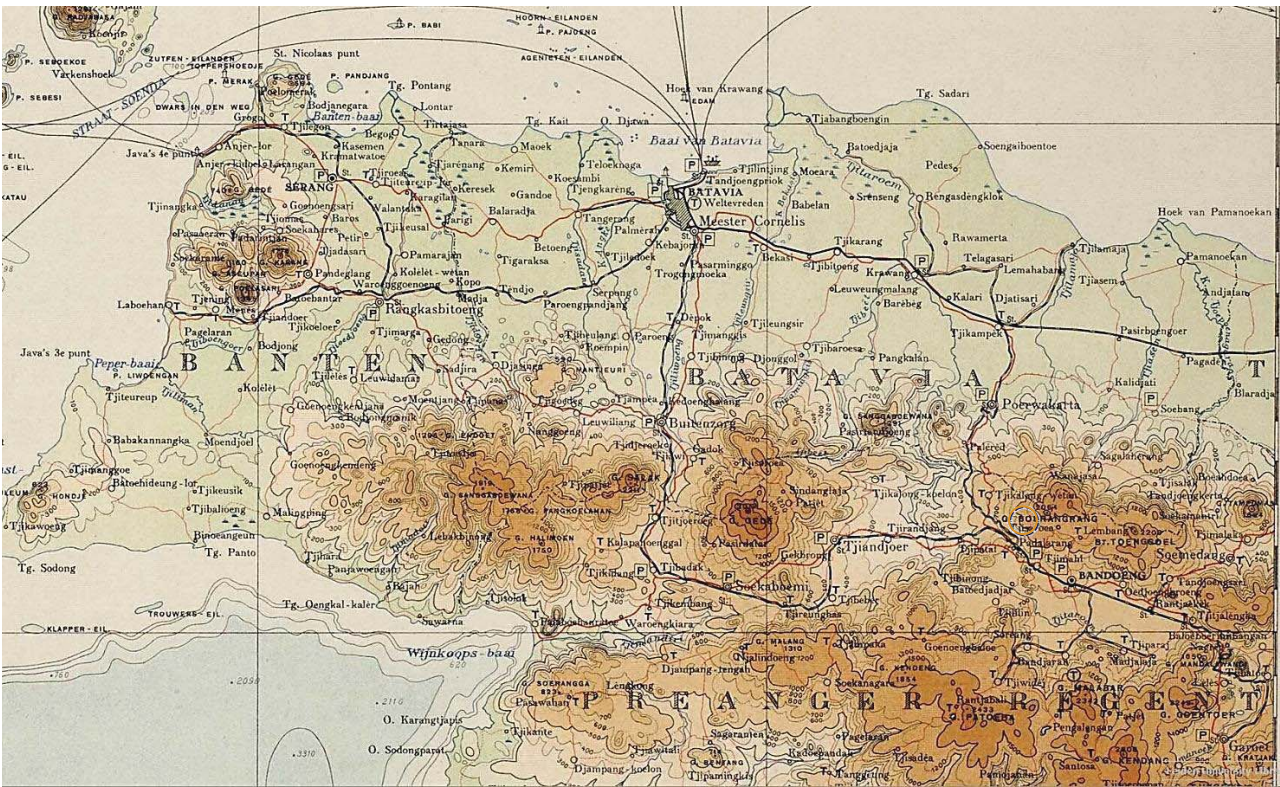


Fig. 5-54 Internationale Wereldkaart SB 48, West-Java, schaal 1:1.000.000, Topografische Dienst, uitg. 1926.

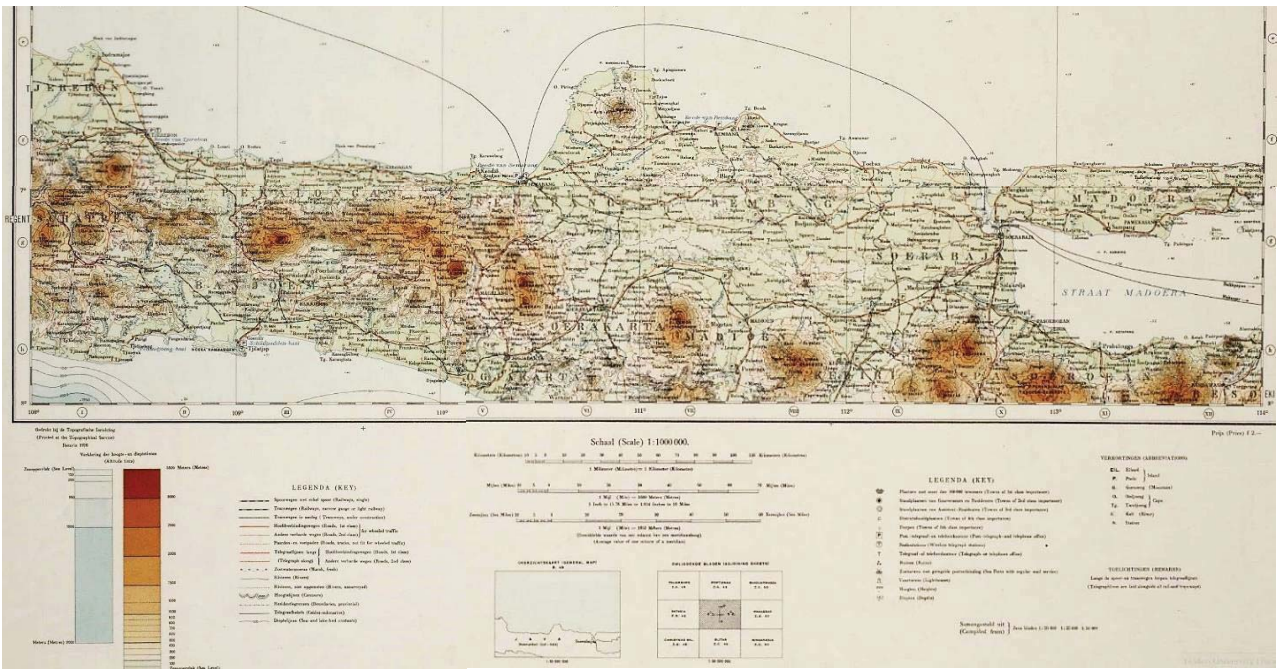


Fig. 5-55 Internationale Wereldkaart SB 49, Midden-Java, schaal 1:1.000.000, Topografische Dienst, uitg. 1926.

Zoals uit de voorgaande selectie van topografische en thema-kaarten blijkt, zijn in de periode 1850-1950 de uitvoeringen geregeld aangepast en verbeterd. Net als elders in de wereld werd van fouten, onleesbaarheid en onduidelijkheid in weergave geleerd. Beter grafische-, reproductie- en druktechnieken met papier dat beter bestand was tegen vormverandering door temperatuur- en vochtvariaties resulteerden in duidelijker kaarten. Hier is een selectie gemaakt uit de ca. 800 bestudeerde kaarten, die ook weer met beperkingen in resolutie en kleurweergave in de tekst en bijlagen weergegeven zijn. Ondanks dat het grootste deel van de kaarten inmiddels al meer dan 70 jaar oud is, valt nu de hoge kwaliteit van het kaartmateriaal nog op.



**Legenda**

Naarmate de kaarten gedetailleerder werden bevatten de legenda op topografische en thema-kaarten een steeds groter aantal symbolen. Met kleuren, lijnen of arceringen werd de hoogte, het gebruik en het thema aangegeven. Fig. 5-56 toont een deel van de kaart uit 1923 rond Lembang, waarop al veel details te zien zijn. De bergtoppen, vaak met triangulatiepunten, zijn met hoogtelijnen en symbolen gegeven. Het monument voor Junghuhn en Dr. de Vrij staat bij T. 49 op hoogte 1281 m, Grand Hotel Lembang, de Sterrenwacht, Hulpposten en Telegraafkantoren (Hp. Tk.) staan er ook op. Soorten wegen, (al dan niet geschikt voor veldartillerie), kilometerpalen (K.M.), grenspalen, bedrijven, grondgebruik, soorten bomen en gebouwen zijn ook weergegeven. Het linkerdeel van de legenda is voor alle TD kaarten gelijk, het rechterdeel met de toelichtingen verschilt per kaart. Deze en eerdere kaarten zijn later gebruikt door de geallieerden tijdens WO II als aanvulling op hun luchtfoto's. Fig. 5-57 laat legenda van AMS en HIND kaarten op schaal 1:50.000 zien. Opmerkelijk zijn de verschillen tussen de Amerikaanse en Engelse versie, hoewel ze beiden in dezelfde serie uit 1943 voorkomen. De AMS kaart is (volgens de legenda) gebaseerd op een Nederlandse kaart uit 1908, terwijl de Engelse kaart (HIND 1090) gebaseerd is op de AMS kaart en een Nederlandse kaart uit 1938. Door AMS-HIND is gebruik gemaakt van Nederlandse kaarten uit 1900 - 1941. De kaarten zelf zijn niet vertaald.

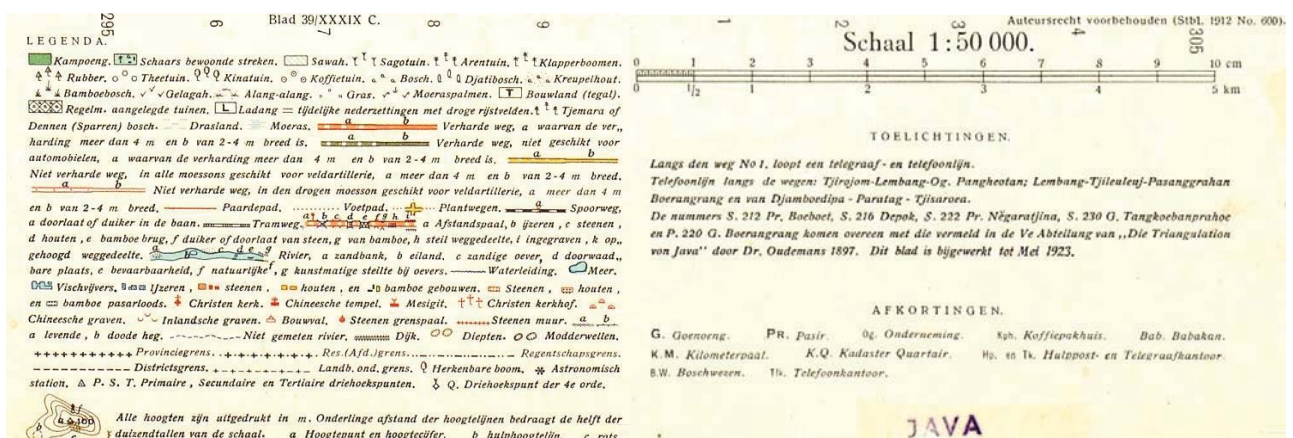
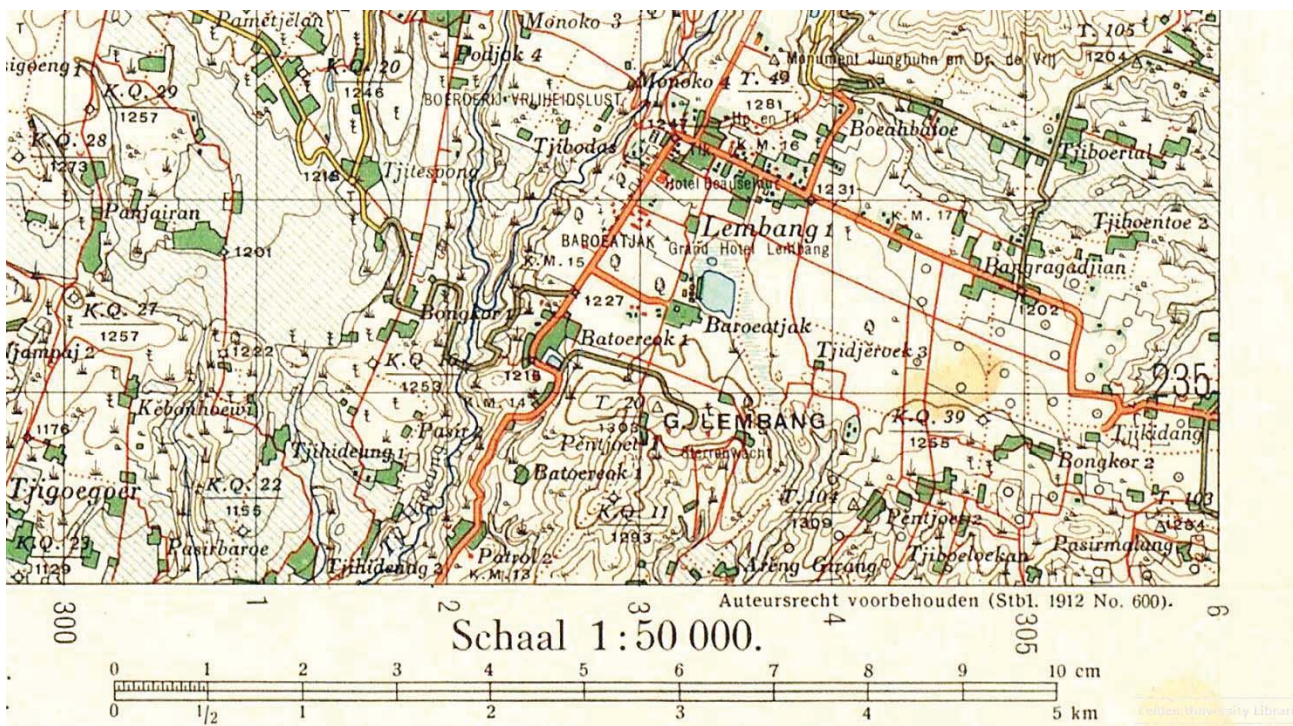


Fig. 5-56 Java, kaart en legenda van Lembang, Topografische Dienst uit 1923, schaal 1:50.000, uitg. 1941.



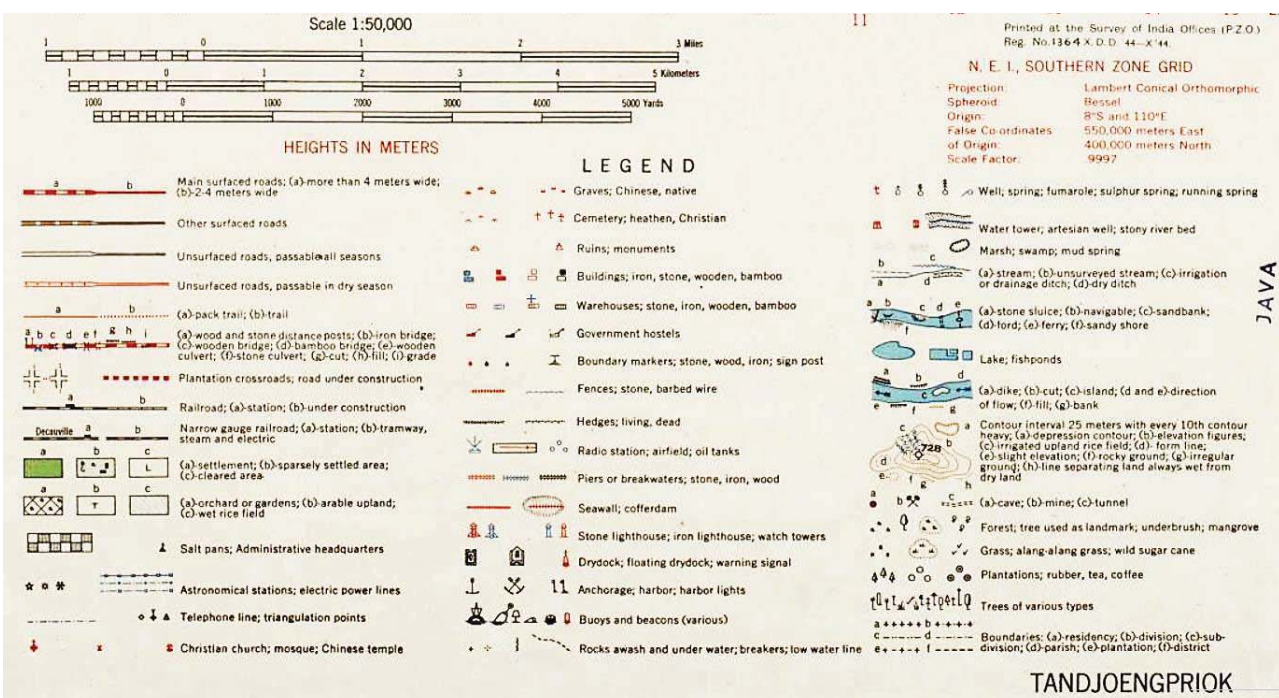
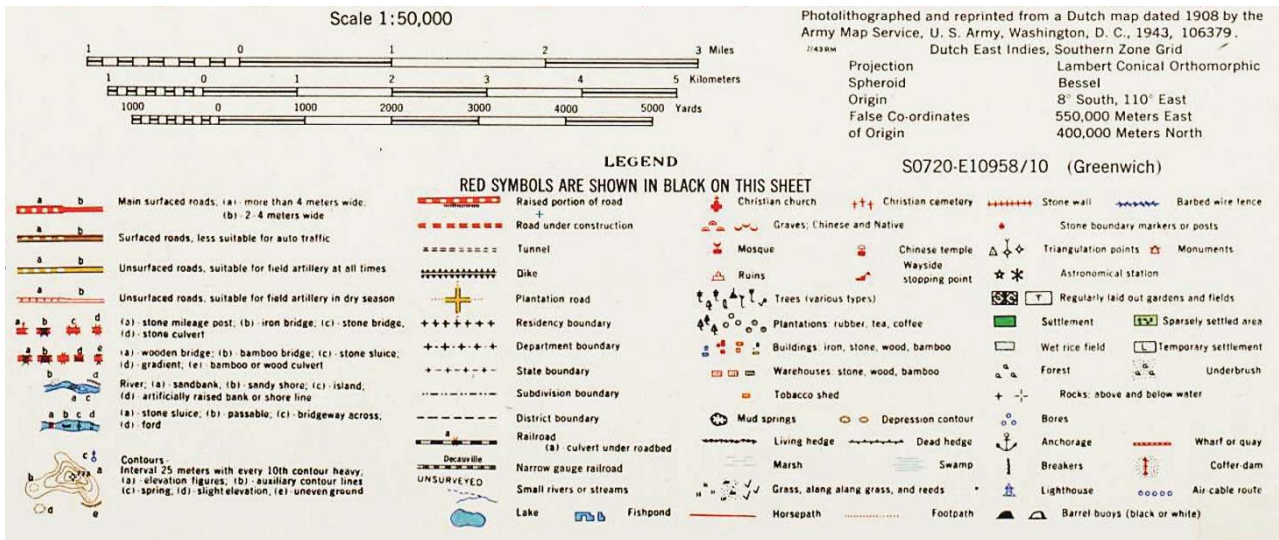


Fig. 5-57 Java, legenda bij de AMS (boven) en HIND (onder) militaire kaarten, schaal 1:50.000, uitg. 1943.

**Bladwijzers en kaartcodering**

Bladwijzers geven een overzicht van de beschikbare kaarten en schalen van een bepaald gebied door gebruik te maken van een codering, waarmee elk gebied uniek geïdentificeerd wordt. Met een ruitpatroon wordt het gebied verdeeld in een groot aantal vakjes, die door de codering direct aangeven welke kaarten er mee corresponderen. Voor Nederlands-Indië zijn verschillende systemen in omloop geweest. In 1924 heeft men op Java in een conferentie besloten gebruik te maken van een kaartcodering voor de graadafdelingsbladen, die in de polyeder-projectie 20' x 20' groot zijn en in de breedte (van west naar oost) gebruikmaken van Arabische cijfers en in de lengte (van noord naar zuid) van Romeinse cijfers. Voor een schaal van 1:100.000 begint de codering met 1-I voor de eerste kaart in het noordwesten van Sumatra (ten westen van Sabang) en loopt op naar het oosten en zuiden (zie Fig. 5-58); Batavia/Jakarta ligt in 37-XXXVII. Voor de schaal van 1:50.000, waarvoor de 1:100.000 kaarten in vieren gedeeld worden, wordt onderscheid gemaakt met de hoofdletters A, B, C en D, zoals met de matrix in Fig. 5-58 is aangegeven. Zie ook de bladwijzers in Fig. 5-24 en Annex 8.26. De kaart van Lembang op schaal 1:50.000 uit Fig. 5-56 is Blad 39/XXXIX C. Evenzo wordt voor schaal 1:25.000 elke 1:100.000 kaart verdeeld in 16 kaartbladen, elk aangegeven met de kleine letters a, b, c, ...q (zonder j). Voor schaal 1:10.000 wordt de 1:100.000 kaart verdeeld in 100 bladen met nummers 1-100.



y \ x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
II	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
III	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
IV	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
V	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
VI	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
VII	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
VIII	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
IX	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
X	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D

graadafdelingsbladen  
 schaal 1:100.000 x-y  
 schaal 1: 50.000 x-y A/B/C/D

y \ x	1	2	3	4	5
I	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q
II	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q
III	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q
IV	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q	a b c d e f g h i k l m n o p q

graadafdelingsbladen  
 schaal 1:100.000 x-y  
 schaal 1: 25.000 x-y a/b/c/.../q

y \ x	1										2									
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
II	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

graadafdelingsbladen  
 schaal 1:100.000 x-y  
 schaal 1: 10.000 x-y 1/2/3/.../100

Fig. 5-58 Bladwijzers met kaartcodering voor Topografische kaarten in Nederlands-Indië.

## Geografie en kaartweergave

Zoals we gezien hebben waren de kaartschalen, tekens, kleuren, contouren of hoogtelijnen en profielen bepalend voor de duidelijkheid en kwaliteit van de kaart. Verschillende kleuren gaven de grondsoorten of het grondgebruik aan. Hier is internationaal regelmatig overleg over geweest om tot een zekere mate van overeenstemming te komen.<sup>748 749 750 751</sup> Nederlands-Indië week aanzienlijk af van Nederland door de andere geografie met vulkanen, rotspartijen, sawah's, visvijvers, moerassen, modderbronnen, plantages en vegetatie. Hiervoor werden nieuwe symbolen gekozen. In 1896 werd al een voorschrift voor gebruik van tekens op topografische kaarten door de TD gegeven (zie **Annex 8.15**).<sup>752</sup> De legenda uit Fig. 5-56 bevat vele voorbeelden van kaartsymbolen op topografische kaarten met schaal 1:50.000 uit 1941. Een kaartschaal en een schaalstok vermeldde steeds de verhouding, zodat bij verkleining of vergroting nog steeds een afstandsbepaling mogelijk was. Op zeekaarten werden afstanden in nautische mijlen gegeven en dieptes in vaders (fathoms). Later is overgegaan op het metrieke stelsel, waardoor extra waarschuwingen op kaarten verschenen zoals "diepte in meters". Het hydrografisch bureau gebruikte in 1856-1862 naast het normale Romeinse schrift op enige zeekaarten voor plaatsnamen ook Maleis schrift. Dat werd vanwege de (niet) beschikbaarheid van personeel beëindigd.<sup>753</sup> Met het toenemend autoverkeer kwamen op kaarten afstandsmatrices en na 1970 langs de wegen de afstanden in km tussen gemarkeerde punten, vaak in steden. Topografische kaarten van Java met schaal 1:50.000 of groter gaven ook aan of het land in particulier bezit was (zie Fig. 5-52). Ook plannen voor nog niet gerealiseerde wegen, spoorwegen of openbare voorzieningen, zoals vliegvelden, werden aangegeven.

Het aangeven van hoogte in het twee-dimensionele kaartvlak was een uitdaging. Met kleuren van licht naar donker, zoals in de Residentie kaarten kon enigszins een indicatie gegeven worden, maar bij de hoogste punten, weergegeven met donkere kleuren ging dat ten koste van de duidelijkheid (zie **Annex 8.15**). De TD kwam regelmatig met voorschriften voor weergave van het reliëf.<sup>754</sup> In Engelstalige gebieden werd gewerkt met schrapjes of arceringen (hachuring). Veel beter waren contouren of hoogtelijnen, door de Engelsen in Schotland uitgevonden (zie later hoofdstuk 5.6.4). Combinaties van contouren en kleuren zijn in Nederlands-Indië ook veel toegepast, zoals Fig. 5-54 weergeeft. Een geheel andere manier is gebruikmaken van schaduw-effecten met meestal licht uit een noordwestelijke richting. De moderne toeristenkaart van Java in **Annex 8.17** is daar een voorbeeld van.

Ook de verschuiving van spoorwegen naar autowegen is op kaarten merkbaar door het grotere gewicht dat geleidelijk aan autowegen toegekend werd. De spoorwegen, die internationaal vaak met zwarte of grijze lijnen zijn weergegeven, werden sinds 1960 overvleugeld door de fel gekleurde dikkere rode, blauwe, oranje of groene lijnen voor autowegen (zie ook weer **Annex 8.17**). De legenda in Fig. 5-56 en Fig. 5-57 laten voorbeelden zien van wegen voor, tijdens en na WO II. Contouren of hoogtelijnen bevatten hoogte in meters, waarbij dikkere lijnen, bij markante hoogtes afhankelijk van de schaal, zoals bijvoorbeeld 10, 100 of 500 meter aangebracht zijn. Het verschil in hoogte tussen twee opvolgende hoogtelijnen in meters was gelijk aan 2/1000 deel van de schaal. Het gebruik van kaarten is ook bepalend voor de gekozen kleurcombinaties. Tijdens WO II dienden luchtvaartkaarten bij het gedimde gekleurde licht in de cockpits van militaire vliegtuigen nog leesbaar te zijn. Een voorbeeld is Fig. 5-64 waar blauw dominant is, maar ook kaarten met rood als dominante kleur kwamen voor. De gekozen kleurencombinatie heeft na WO II nog jarenlang de topografische kaarten van Indonesië beïnvloed.

Toeristische kaarten bevatten symbolen en aanduidingen met kleuren die eruit springen. Hier is ook de duidelijke verandering in de Indische kaarten te zien, waarbij soms de duidelijkheid van de kaarten ten koste is gegaan door de veelheid aan informatie. Aangezien kaarten steeds de horizontale afstanden weergeven, kan met de aanwezige contouren en hoogtepunten, die vaak gebruikt werden voor triangulaties, een betere indruk van het hoogteprofiel verkregen worden dan door de waarneming in het veld. Voor een nieuwe opname werden dan ook de bestaande kaarten goed bestudeerd en aangevuld met nieuwe metingen.

Kaartkleuren en symbolen zijn nog steeds niet internationaal gestandaardiseerd, hoewel er wel conventies zijn voor bepaalde topografische elementen, zoals blauw voor water. Inmiddels is duidelijke schermweergave belangrijker dan weergave op papier, zodat kleuren en symbolen daar nu op afgestemd worden.

<sup>748</sup> Dorothy Sylvester, *Map and Landscape*, (uitg. George Philip and Son, Londen 1952).

<sup>749</sup> George Gill, *Gill's Imperial Geography for College and School Use*, illustrated by 108 maps, (uitg. George Gill & Sons, London 1896).

<sup>750</sup> Thomas Suárez, *Early Mapping of Southeast Asia*, (uitg. Periplus Editions, Hong Kong 1999).

<sup>751</sup> Arthur R. Hinks, *Maps and survey*, (uitg. Cambridge University Press, 3rd edition, London 1933).

<sup>752</sup> *Voorschrift bevattende de aangenomen tekens enz. te gebruiken bij het vervaardigen van topographische kaarten*, (uitg. Topogr. bureau, Batavia 1896).

<sup>753</sup> Koloniaal Verslag 1856 en 1862.

<sup>754</sup> P.J.B. van Kessel, *De weergave van het reliëf met behulp van gekleurde hoogte zones*, uit Jaarverslag TD 1929.

### 5.5.2 Kadaster- en landrentekaarten

Door de gemeenteraad van Batavia was al lange tijd een goede kaart op grote schaal gewenst. Aan de TD werd in 1913 verzocht, grotendeels op kosten van de gemeente, een kaart van Batavia te maken. Daarbij zou gebruik gemaakt kunnen worden van de kadastrale kaarten, zodat de opnemering op basis van een schaal 1:1.000 (het centrum) of 1:2.000 (de buitengebieden) kon plaatsvinden. Bij de opnemering werden polychoonmetingen toegepast met gebruik van een boussole trans-montagne, equerre en meetband.

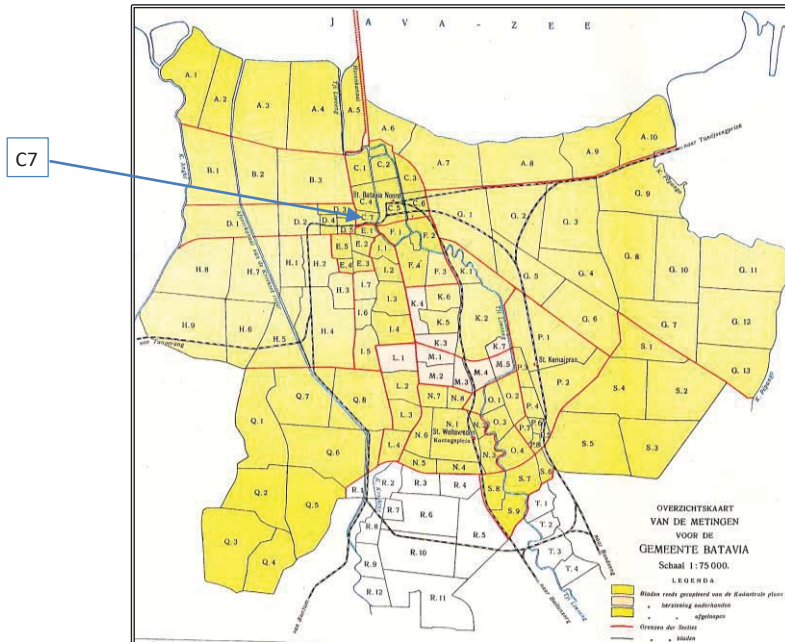


Fig. 5-59 Batavia 1916, geel is gekadastreerd, blad 5 van sectie C7 is hieronder weergegeven.

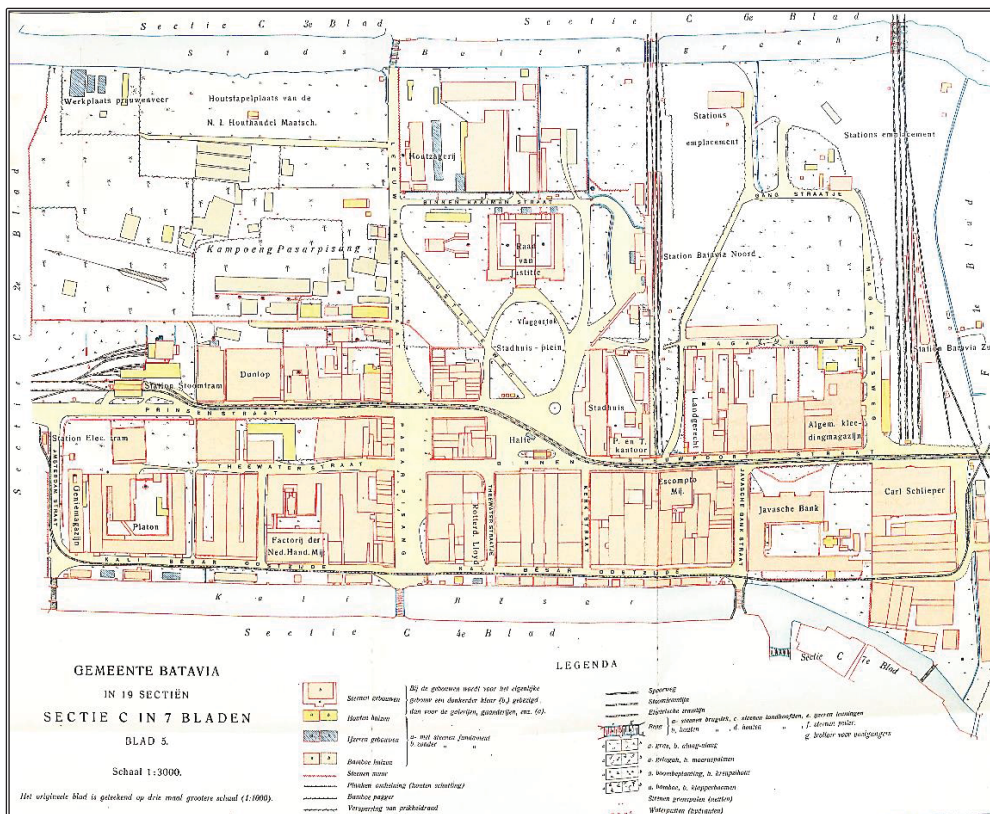


Fig. 5-60 Batavia blad 5 van sectie C7 in 1916.



Dat project is in betrekkelijk korte tijd tot volle tevredenheid van de gemeenteraad door de TD uitgevoerd. In de periode 1913-1918 werd het grootste deel van Batavia zo opnieuw in kaart gebracht. Enkele resultaten zijn in de kaartjes weergegeven. Als voorbeeld is in Fig. 5-59 en Fig. 5-60 uit het centrum sectie C7 met een kaart op schaal 1:3000 genomen.<sup>755</sup> Daarin bevindt zich het stadhuis met de Raad van Justitie. Verder zijn op de kaart de spoor- en tramlijnen in 1916 getekend.

Het is duidelijk dat het in kaart brengen van een zo compact gebied met beperkte middelen en gegevens met 8 tot 12 opnemers een grote prestatie genoemd mag worden. Met sterk wisselend personeel en omstandigheden, die verre van ideaal waren, werden kaarten van hoge kwaliteit verkregen. Totaal zijn 118 bladen vervaardigd, die in 1919 verenigd zijn in een overzichtskaart op schaal 1:10.000.

De opneming en herziening van topografische kaarten, landrentekaarten, irrigatiekaarten, kadasterkaarten en kaarten voor het boswezen werden door de TD of met ondersteuning van de TD uitgevoerd. Daardoor liep de rapportage van de TD over de voortgang de opneming en herziening van deze verschillende kaarten nogal dooreen. Na 1925 combineerden opnemingsbrigades en herzieningsbrigades werkzaamheden voor topografische en landrentekaarten en zoveel mogelijk ook voor gouvernementsbedrijven en particulieren.

De opneming vond plaats op verschillende schalen. Voor het Kadaster, de irrigatie en het boswezen waren grootschalige kaarten, vaak op schaal 1:5.000 gewenst. Voor topografische kaarten werd op Java volstaan met opneming op schaal 1:20.000, die later bij de kartering verkleind werd tot schalen 1:25.000, 1:50.000 of 1:100.000, of voor overzichtskaarten tot nog kleinere schalen (zie Fig. 5-61). Door nieuw decauvillespoor (opneembaar smalspoor) langs vele binnenwegen naar de suikerfabrieken ontstond soms verwarring, waardoor fouten in de kartering ontstonden. Ook bleek dat het papier door vocht wel 4 mm in afmeting kon veranderen. Voor desakaarten waren 4<sup>e</sup> orde triangulaties nodig. Een ijzerhoudende bodem maakte de boussole trans-montagne met zijn magneetnaald onbruikbaar.

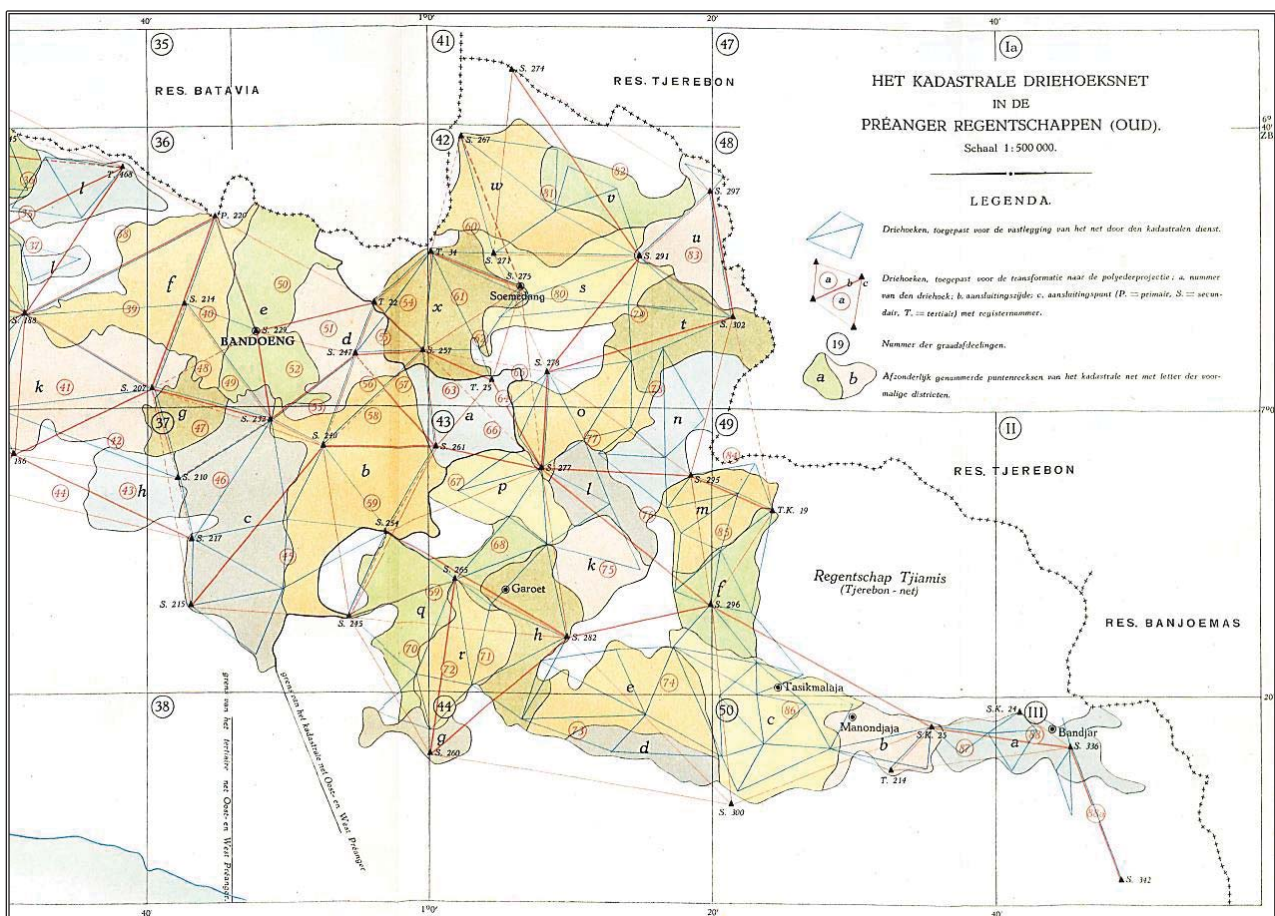


Fig. 5-61 Preanger regentschappen, stand kadastrale driehoeksnet eind 1923.

<sup>755</sup> Jaarverslag TD 1916 p. 66-70.

### 5.5.3 Zeemansgidsen en zeekaarten

De al eerder genoemde zeemansgidsen gaven gedetailleerde informatie over de vaarroutes met adviezen voor een zo veilig mogelijke en snelle vaart. Ze dienden in combinatie met zeekaarten gebruikt te worden. Regelmatig kwamen nieuwe edities beschikbaar, waarbij die van Melvill van Carnbee<sup>756</sup> en James Horsburgh vermaardheid kregen.<sup>757 758 759 760</sup> Als voorbeeld is een stukje uit de zeemansgids van Melvill van Carnbee uit 1858 gekozen.

*De BEHOUDENE DOORVAART of PRINSENSTRAAT, is aan haren ingang 1 mijl breed, en wordt daar, aan de N. zijde bepaald, door den Z. hoek van Prinsen-eiland, van welken de Timmermans-klippen, ook de Timmerlieden genoemd, ongeveer 1 mijl afsteken, meestal met hevige branding bedekt, en grootendeels boven water zichtbaar zijn. Digt bij deze klippen vindt men met 50 Vad. geen grond, doch verder in de Prinsen-straat, welke strekking meest N.O. en N.O. ten O. is, heeft men 30 tot 50 Vad. diepte, die naar en in de Meeuwen-baai tot 20 Vad. en minder afnemen. In deze Doorvaart moet men ten minste op ¼ mijl van de Z.O. kust van Prinsen-eiland blijven, wegens een rif, dat zich op eenigen afstand van den Z.O. hoek uitstrekt, alsmede om eene koraal droogte te mijden, die ½ mijl ten W. van den Z.O. hoek, digt onder den wal, ligt, en altijd aan de branding zichtbaar is, terwijl digt daarbij eene kennelijke witte rots gelegen is. Somtjds kan een schip, in de N.W. mousson de straat uitwillende, spoedig in de Behoudene Doorvaart W. halen, terwijl het door buijig weder, ten N. van Prinsen-eiland moeijelijk naar buiten kan komen. Er zijn voorbeelden van schepen, die tegen eenen W. storm door deze straat spoedig naar buiten hebben gewerkt, door kracht van zeil te maken, en tusschen de rukwinden te wenden, en op een tijdstip, dat het aan andere schepen, in de Groote Doorvaart, tusschen Krakatou en Prinsen-eiland, onmogelijk was, om tegen de zware zeeën op te laveren.*

*Volgens de Trigonometrische opname van een gedeelte van de Noordk. van Java door den Luit. ter zee STARING in 1841, ligt St. Nikolaaspunt op 0° 45' 57" W. en dus ligt de O<sup>ster</sup> Monnikrots 1° 30' 20" W. van Batavia's Tijdbal, of op 105° 15' 40" Oosterlengte. – De Krokodil kwam den 19<sup>den</sup> Aug. bij St. Nicolaaspunt terug, om te onderzoeken of de gang der Tijdmeters dezelfde gebleven was, en er werd toen door herhaalde waarnemingen bevonden, dat de eene Tijdmeter dezelfde gebleven was, en de tweede Tijdmeter 10" boogs te oostelijk gaf; het gemiddelde daarvan, 4" boogs, over tien dagen rekenende, als geheel onbeduidend kan beschouwd worden.*

*DWARS IN DEN WEG is een eiland, nagenoeg in het midden van het naauwe gedeelte van Straat Sunda gelegen, van eene middelmatige hoogte, en aan deszelfs Z.W. zijde eenigszins meer verheven, en goed te kennen aan de onregelmatige gedaante. Het strekt zich meest N.N.W. en Z.Z.O. ruim ½ mijl uit, is aan alle zijden zeer steil, en heeft alleen aan de Z. zijde een afstekend rif, van 2 of 3 kabellengte breedte, waarop eene boven het water uitstekende rots zichtbaar is. Volgens bepaling van den Luit. ter zee RIETVELD, in 1841, ligt het meest verheven gedeelte, of deszelfs piek, op 5° 58' Z. breedte en 105° 54' 10" O. lengte en verder N. ten W. ¼ W. van Java's vierde punt, W.Z.W. iets W. van St. Nikolaas punt, en N.O. ten O. ¾ O. van de piek van Krakatou.*

*EEN SCHIP, NAAR BATAVIA BESTEMD, en dat tot op de hoogte van St. Nikolaas punt gevorderd is, kan, bij eenen bezeiden wind, met den koers van W. ½ Z. of W. ten Z. benoorden de baai van Bantam en midden vaarwaters, tusschen Poelo Babij en het rif, dat van den Hoek van Pontang afsteekt, doorsturen, en zal dan voor uit de eilanden Menschen-eter en de Groote-Kombuis, en in het N.O. of O.N.O. de Hoorn-eilanden in het gezicht loopen, welke eilanden bij helder weder op 3 of 2 ½ mijl afstand kunnen gezien worden. De getijden loopen hier meestal om de O. en W. Des nachts van St. Nikolaas punt om de O. zeilende, is het beste vaarwater in 14 en 15 vademen water, en is het dan niet raadzaam onder de 11 vademen naar den wal van Java en boven de 18 vademen naar buiten te komen. Vreemde schepen zullen meestal beter doen, bij nacht niet door te zeilen, maar te ankeren, waartoe men, eens St. Nikolaas punt voorbij zijnde, tot Batavia toe, altoos geschikte diepten zal aantreffen.*

Opmerkelijk zijn de duidelijke aanwijzingen en gedetailleerdheid, waardoor de zeekaarten onontbeerlijk waren. Zeekaarten toonden vaardieptes en landprofielen met bergen, die voor de scheepvaart van belang waren.<sup>761</sup> Het waren lange tijd in Indië grijze kaarten, meestal voorzien van een kompasroos en soms met aanbevolen vaarroutes. Het in Fig. 5-62 gegeven Westblad van de Oost-Indische Archipel uit 1921 is een voorbeeld van een zeekaart, die op land alleen kenmerkende vuurtorens, bergen en vulkanen laat zien. Een uitvergroting van deze kaart rond Straat Sunda is eveneens opgenomen. De vuurtorens zijn met rood-geel en een naam gemarkeerd; in de bijbehorende zeemansgids staat de locatie, naam en flitsfrequentie vermeld. Na de Behouden Passage volgen aan de westkust bij Straat Sunda het 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> punt, het St. Nicolaaspunt en Batavia.

<sup>756</sup> P. Baron Melvill van Carnbee, Luitenant ter Zee, *Zeemans-gids voor de vaarwaters rondom het eiland Java*, (van wege de commissie ter verbetering der Oost-Indische zeekaarten uitgegeven door Jacob Swart), derde verbeterde uitgave, (uitg. Wed. G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1858).

<sup>757</sup> G. Kuijper, D. Boes Lutjens, *Zeemans-gids naar, in en uit Oost-Indië, China, Japan, Australië, De Kaap de Goede Hoop, Brazilië en tusschen liggende havens, volgens de laatste Engelse uitgave van Horsburgh's directory*, (uitg. C.F. Stemler, Amsterdam 1853).

<sup>758</sup> James Horsburgh, *The India directory or directions for sailing to and from the East Indies, China, Japan, Australia, and the interjacent ports of Africa and South America*, volume first, (uitg. Wm. H. Allen & Co., London 1864).

<sup>759</sup> *Zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel, deel I, straat Soenda vaarwaters naar Batavia en Westkust van Sumatra*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrographie, 's-Gravenhage, Mouton & Co. 1916).

<sup>760</sup> *Zeemansgids voor Nederlandsch Oost-Indië, deel II, midden gedeelte van den Oost-Indischen Archipel*, (uitg. hoofdkantoor van scheepvaart in Nederlandsch-Oost-Indië (zevende druk), 1942).

<sup>761</sup> *Landverkenningen, behoorende bij deel II van den zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel*, (uitg. Afdeling Hydrographie van het Ministerie van Marine, 's-Gravenhage 1913).

**Annex 8.25** geeft een deel weer van de zeekaart bij Surabaya uit 1911 van het Oostervaarwater met Jansen's vaarwater, dat om de vier jaar uitgediept moest worden. De diepte is op basis van lodingen op de kaart vermeld. Enkele lichtboeien staan op de kaart. Ook staat er een enkele verwijzing naar een andere kaart. Bij de monding van de Kali Mas staat nog de Tijdklep vermeld, waarmee schepen bij vertrek hun chronometers konden ijken. De havenlichten zijn ingekleurd. Op deze kaart staan ook de boeien, die de ondieptes en de vaargeul aangeven. Vuurtorens, scheepswrakken en obstakels, zoals een gezonken dok, worden ook weergegeven.<sup>762</sup>

Het gedeelte van de uitvergroete kaart van Straat Makassar laat ook weer veel details zien, die voor de scheepvaart daar nuttige informatie gaven. De aangegeven kleine eilanden, dieptes (in vaders), vuurtorens, bergprofielen en riviermondingen helpen bij navigatie en kunnen ongelukken voorkomen. Het bereik van de vuurtorens is met cirkels aangegeven. De namen van de vuurtorens staan op de kaart, zodat in de bijbehorende zeemansgidsen de details van de lichtflitsen gevonden konden worden. Vuurtoren de Bril (Karang Taka Rewataya) uit 1887, op de zeekaart ten zuidwesten van Makassar, was een gietijzeren achtkantige vuurtoren van vier verdiepingen (lijkend op een pagode) met een lichthoogte van 27 meter met een vast licht en een licht met schitteringen, dat op een afstand van 3½ Duitse Geografische Mijl (D.G.M) of 14 nm zichtbaar was.<sup>763</sup> De hoogte van de lichten werd zo gekozen dat, rekening houdend met de kromming van de aarde, enerzijds de lichten op voldoende afstand zichtbaar waren, maar anderzijds dat ze onderling geen verwarring veroorzaakten. Dit type vuurtorens was gebaseerd op Engelse vuurtorens en werd vanaf 1871 in Nederland vervaardigd en als bouw pakket naar Indië verscheept, waar een meegekomen monteur ze in elkaar zette.<sup>764</sup> Tussen 1856 en 1899 werden 11 grote gietijzeren vuurtorens langs de Nederlandse kust geplaatst. Totaal zijn 22 gietijzeren vuurtorens naar Indië verzonden. Nederland heeft ca. 250 nm kustlengte, Indonesië 10.000 nm. Voor de verlichting met lichtonderbrekingen werd met automatische toestellen acetyleen uit carbid of petroleumvergassing gebruikt.<sup>765</sup> Naarmate een gebied meer van belang was, zoals nauwe passages en havens, waren gedetailleerdere zee kaarten beschikbaar. Door het verplaatsen van zandbanken, het ontdekken van nieuwe riffen of obstakels, zoals scheepswrakken, moesten de zee kaarten door de Hydrografische Dienst voortdurend bijgewerkt worden en oude kaarten uit de roulatie gehaald worden om scheepsrampen te voorkomen.

**Annex 8.26** geeft met de index / bladwijzer het grote aantal zee kaarten aan, dat in 1929 beschikbaar was. Naast de zeemansgidsen werden later regelmatig "Berichten aan Zeevarenden" (BaZ) verstrekt, zodat de bemanning van de actuele situatie op de hoogte kon zijn. Publicaties over de zeeën en vaarroutes in de vorm van artikelen en rapporten vulden dat aan.<sup>766 767</sup> De geregeld uitgegeven catalogi van zee kaarten, soms gecombineerd met die van landkaarten, laten een grote productie zien.<sup>768 769 770 771</sup> Behalve aan catalogi werd ook aandacht besteed aan het gebruik van zee kaarten en zeemansgidsen om zoveel mogelijk de veiligheid op zee te verhogen.<sup>772</sup>

In 1921 vond de oprichting van het Internationaal Hydrografisch Bureau in Monaco plaats. Hierdoor konden internationale afspraken over opnemingen, methoden, gebieden en symbolen of afkortingen op zee kaarten vastgelegd worden. Gebruikte kleuren, kaartschalen en kaartafmetingen werden zo beter op elkaar afgestemd. Aanvankelijk (1900-1950) werden kopergravures gebruikt, die voor Indië per kaart gemiddeld 40 kaarten per jaar afdrukten. Een lichtenlijst en betonningsstaat vormden nog een aanvulling op genoemde documenten. Daarmee kan geconcludeerd worden dat de hydrografische activiteiten in de Indische archipel aanzienlijk omvangrijker waren dan in het moederland. De opgedane ervaring kwam dan ook goed van pas in Nederland. Vele experts uit Nederlands-Indië hebben hun ervaring na terugkeer naar Nederland kunnen toepassen. Een voorbeeld is J.L.H. Luymes, die als chef hydrografie lid werd van de RGW (zie hoofdstuk 6.2.1 en 6.1.4).

<sup>762</sup> Een ijzeren bolbaak op schroefpalen werd in Augustus 1855 op de Zwaantjes-droogte of Karang-Koko in straat Madura opgericht (Koloniaal Verslag 1855).

<sup>763</sup> 1 Duitse Geografische Mijl (D.G.M.) is 4 nautische mijlen, ofwel 7407,4 m, zodat 14 nm overeenkomt met ca. 26 km (zie ook Annex 8.8).

<sup>764</sup> R.G. Grant, *Sentinels of the Sea, a miscellany of lighthouses past*, (uitg. Thames & Hudson, The National Archives, Londen 2018).

<sup>765</sup> *De Kustverlichting in Nederlandsch-Indië*, uitgegeven door het Hoofdbureau van Scheepvaart (Dep. van Marine) n.a.v. 1e Ned. Tentoonstelling op Scheepvaartgebied te Amsterdam, (uitg. F.B. Smits, Batavia 1913).

<sup>766</sup> *Routen voor stoomschepen tussen Aden en Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut, Stoom Boek- en Steendrukkerij "de Industrie" J. van Druuten, Utrecht 1891).

<sup>767</sup> *De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. KNAG, boekhandel-drukkerij v.h. E.J. Brill, Leiden 1922).

<sup>768</sup> *Catalogus der landkaarten bevattende 32 diverse rubrieken genummerd I tot en met XXXII en catalogus van zee kaarten, bevattende 12 diverse rubrieken genummerd A tot en met M, in het Koninklijk Instituut (van de Tropen)*, (juni 1898).

<sup>769</sup> W.C. Muller, *Catalogus der Land- en Zee kaarten*, (uitg. KITLV Nederlandsch Indië, Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1913).

<sup>770</sup> *Catalogus Koloniaal-Aardrijkskundige Tentoonstelling*, ter gelegenheid van het veertigjarig bestaan van het KNAG, 20 sept.- 31 oct. 1913, (uitg. Stedelijk Museum Amsterdam 1913).

<sup>771</sup> *Catalogus van Nederlandse Zee kaarten en Boekwerken*, (uitg. Afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, 's-Gravenhage 1950).

<sup>772</sup> *Algemene toelichting op de samenstelling en het gebruik van de Nederlandse zee kaarten, zeemansgidsen en verdere uitgaven der afdeling hydrografie*, 5e druk (uitg. Afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1949).



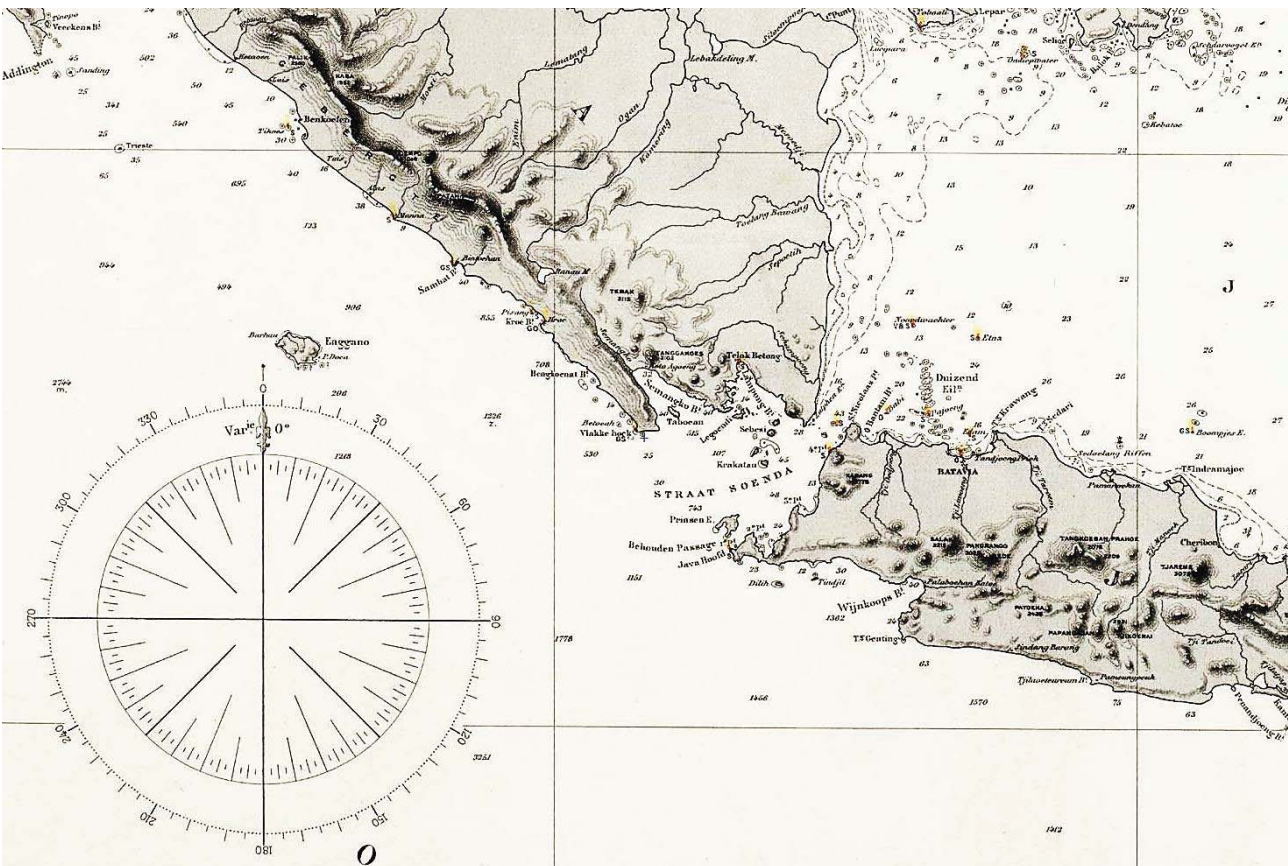


Fig. 5-62 Oost-Indische Archipel, Westblad (boven), detail Straat Sunda (onder), schaal 1:3.000.000, uitg. 1921.

### 5.5.4 Luchtvaartkaarten

Nederlands-Indië zag al vroeg het grote belang van de luchtvaart in. De grote afstanden, de eilanden en ontoegankelijke gebieden maakten dat reizen langdurig, kostbaar en ook wel onveilig was. De eerste vlucht op Java maakte ir. Gijs Küller op 18 maart 1911 op het suikercongres voor planters in Surabaya met zijn Antoinette motorvliegtuig.<sup>773</sup> Al snel was er vanuit het KNIL en de Marine Luchtvaart Dienst (MLD) belangstelling voor verkenningsvluchten. Bij Tanjung Priok werd in 1915 een helling voor watervliegtuigen gereed gemaakt, die later overging in de Marine vlieghaven (zie de kaart in Fig. 5-52 van Batavia uit 1940), terwijl aansluitend bij Ancol aan de kust een vliegveldje werd aangelegd. Ondanks de beperkingen van watervliegtuigen, zoals het extra gewicht en landen en stijgen op water bleken deze aantrekkelijk vanwege het gebrek aan vliegvelden. Ten noorden van Bandung werd bij Kalijati (6° 19' Z, 106° 48' O tussen Purwakarta en Subang, zie de kaart van West-Java in **Annex 8.17**) een vliegveld voor Batavia aangelegd, terwijl Ranjaek 22 km ten oosten van Bandung (zie Fig. 3-36 met de kaart van Bandung) ook een vliegveld kreeg. Deze keus bleek minder gelukkig, in de regentijd was de grond bij Ranjaek nogal drassig. Beter was de locatie Andir ten westen van Bandung, waar in 1925 een vliegveld klaar kwam, dat nog steeds na veel aanpassingen in gebruik is. De baan bij Ancol stond geregeld onder water, zodat de MLD in 1925 verhuisde naar een nieuw vliegveld bij Morokrebang ten westen van Perak, de Surabaya haven. De militaire luchtvaart kwam pas vlak voor WO II tot ontwikkeling, maar toen was het eigenlijk al te laat om weerstand tegen Japan te bieden.<sup>774</sup>

Tussen 1 oktober en 24 november 1924 werd met een Fokker F.VII-vliegtuig, de eerste intercontinentale vlucht van Schiphol naar Batavia uitgevoerd, wat bewees dat vluchten over deze afstand mogelijk waren. De Koninklijke Nederlandse Indische Luchtvaart Maatschappij (KNILM) werd opgericht en geregelde vluchten ontstonden vanaf november 1924. Omdat Ancol niet voldeed werd in 1925 een nieuw vliegveld bij Cililitan ten zuiden van Meester Cornelis (het huidige Jatinegara) aangelegd, dat later als militair vliegveld, Halim Perdanakusuma zou gaan heten. Voor intercontinentale vluchten werd op 8 juli 1940 een nieuw vliegveld Kemayoran, ten noordoosten van Weltevreden (het huidige Gambir) geopend. Kemayoran werd weer opgeheven in 1985 bij het gereedkomen van de huidige luchthaven Soekarno-Hatta aan de kust, ten westen van Jakarta. Inmiddels waren op een groot aantal eilanden in de archipel vliegvelden aangelegd. Ten zuidoosten van Surabaya werd vliegveld Darmo in 1929 in gebruik genomen. Dat is in 1964 overgegaan in vliegveld Juanda, waarna in 1990 internationale vluchten mogelijk werden. In 1929 duurde een vlucht van Batavia naar Medan 8 uur, terwijl een bootreis 3 dagen vergde. Ondanks de hogere kosten stimuleerde dat de luchtvaart op deze afstanden enorm. Een vlucht van Batavia naar Bandung duurde alles bij elkaar 2 tot 3 uur, terwijl een treinreis 3 uur in beslag nam. Op deze afstand van ca. 160 km over de weg was vliegen minder aantrekkelijk. Door de recente aanleg van snelwegen tussen Jakarta en Bandung is met de auto nu de reis binnen 3 uur mogelijk.

In 1922 werd gestart met proeven voor luchtfotogrammetrie en in 1929 vond op Java de eerste geslaagde luchtkartering plaats. Zoals in hoofdstuk 4.4.1 is beschreven kon Banka in 1931-1932 en Nieuw-Guinea na 1935 fotogrammetrisch opgenomen worden. Op één van de vluchten met een Sikorsky watervliegtuig ontdekte vlieger ir. Wissel eind 1936 de later naar hem vernoemde Wisselmeren in midden Nieuw-Guinea.

De luchtvaart naar Indië werd vooral bekend door de vlucht van de KLM Uiver DC-2 (van Douglas Aircraft Company) van 20 tot 24 oktober 1934. Dat was een luchtrace van Mildenhall in Suffolk, Groot Brittannië naar Melbourne in Australië. De Uiver won het handicap-klassement van de race. De tocht liep via Batavia en Surabaya naar Melbourne. Het moderne toestel had de 19.877 km in 90 uren en 17 minuten gedaan.

De KNILM onderhield al voor WO II een uitgebreid netwerk, zoals Fig. 5-63 met de kaart uit 1936 laat zien. Hierop zijn ook routes van andere maatschappijen aangegeven. Luchtvaartkaarten werden aanvankelijk gebaseerd op de Internationale Wereldkaart met schaal 1:1.000.000, waarvan in **Annex 8.27** een voorbeeld is gegeven. Voor gebruik tijdens WO II met toenemende eisen ontstonden specifieke kaarten, waarop details die voor de luchtvaart van belang waren (zoals radiobakens en kompasafwijkingen) werden aangegeven. Tijdens WO II zijn door de geallieerden veel luchtfoto's gemaakt, die fotogrammetrisch tot militaire kaarten zijn verwerkt. Karakteristiek zijn het aangebrachte ruitenpatroon (grid) en de vaak felle kleuren om details in het vliegtuig bij slechte lichtcondities beter te kunnen onderscheiden (zie Fig. 5-64). Ook werden kaarten zoveel mogelijk van Engelstalige legenda voorzien met afstanden in kilometers, statue miles en nautical miles. In de grensgebieden met Maleisië stonden op de kaart zowel de Engelse als de Nederlandse kaartprojecties.

<sup>773</sup> Gerard Casius en Thijs Postma, *40 jaar luchtvaart in Indië*, (uitg. De Alk bv, Alkmaar 1986).

<sup>774</sup> Bart van der Klaauw en Bart M. Rijnhout, *De militaire luchtvaart in Nederlandsch-Indië 1914-1949*, (uitg. De Bataafsche Leeuw, Amsterdam 1987).



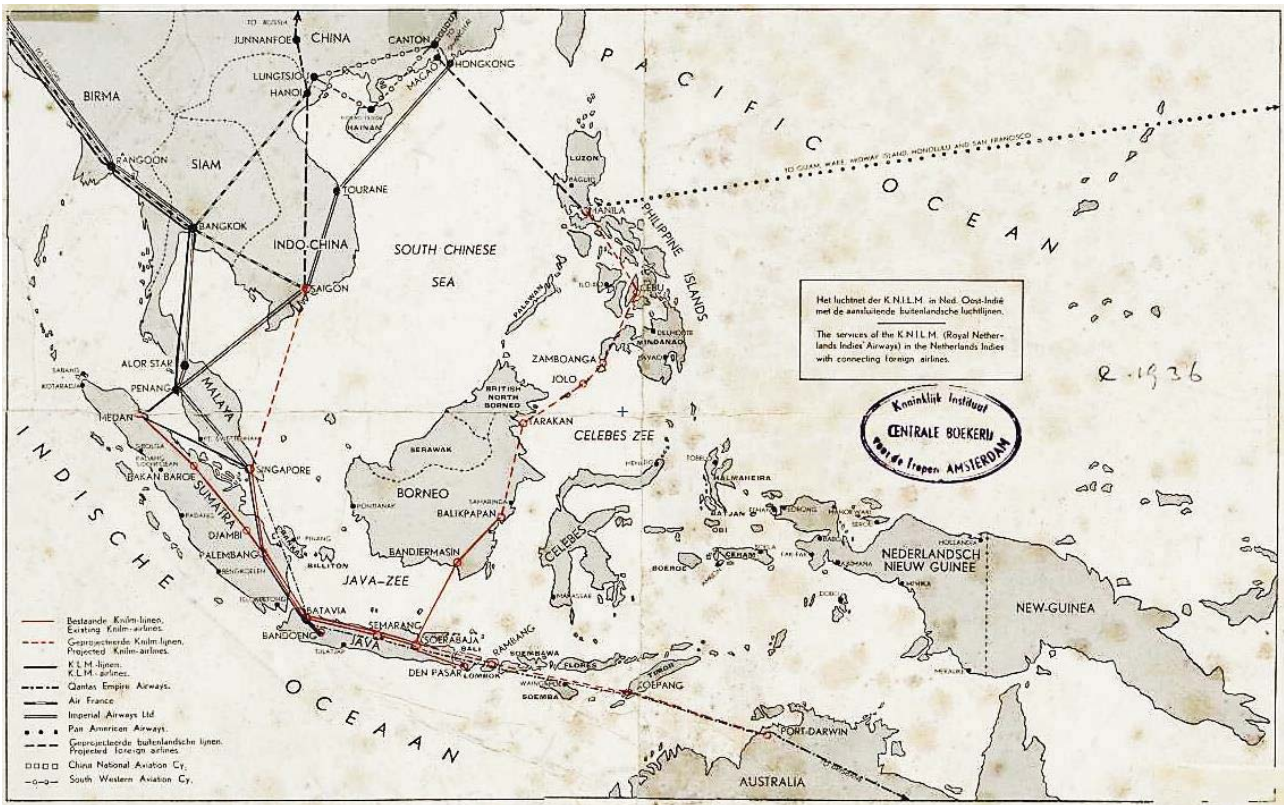


Fig. 5-63 K.N.I.L.M. luchtnet in Ned. Oost-Indië met aansluitende buitenlandse luchtlijnen, schaal 1: 2.070.000, uitg. 1936.

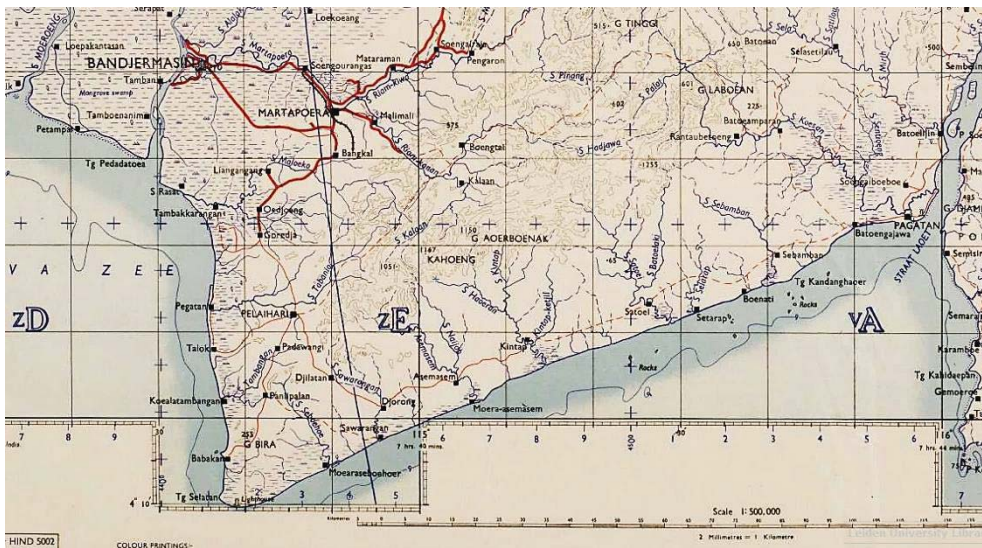


Fig. 5-64 Borneo Banjarmasin, militaire kaart, schaal 1:500.000, grid 10'x10' (ca. 18x18 km), uitg. 1945.

In 1946 waren de 28 bladen van de Internationale Wereldkaart van Indië gereed. Twee kaarten van een latere editie uit 1966-1967 (gebaseerd op de eerdere Nederlandse kaarten) van Zuid-Sumatra en Java zijn als **Annex 8.28** opgenomen. Ze laten de verschillende projecties en bijbehorende grids met kaartcoderingen zien. De schaal is overal 1:1.000.000. Zowel meridianen en parallellen, als het metrische grid hebben randaanduidingen naast een geblokte rand met nautische mijlen, wat gemakkelijk tot vergissingen kan leiden. Na WO II, tijdens de bevrijdingsoorlog (politioele acties) tot begin 1949, is door Nederland gebruik gemaakt van vliegtuigen en de militaire AMS-HIND kaarten (in **Annex 8.14** met grijs aangegeven kaarten). Na 1949 is het vliegverkeer tussen Nederland en Indonesië sterk toegenomen, waardoor kaarten verbeterd en gedetailleerder werden. Een voorbeeld van een luchtvaartkaart uit 1962, kort voor de overdracht van Nieuw-Guinea aan Indonesië, is eveneens in **Annex 8.27** opgenomen. Opvallend zijn de kompasrozen en de no-fly zone, omdat op dat moment het luchtruim boven Indonesisch grondgebied voor Nederlandse vliegtuigen verboden was.



### 5.5.5 Atlassen

Sinds Gerardus Mercator (1512-1594) en Abraham Ortelius (1527-1598) was de atlas in Nederland populair. De lange traditie van het samenstellen van een atlas werd voortgezet met de kaartenverzamelingen van Indië in de 19<sup>e</sup> eeuw. Johannes van den Bosch liet door de gebroeders Cleef een atlas van zijn kaarten samenstellen die in 1817 in zwart-wit uitkwam.<sup>775</sup> Enkele kaarten daaruit zijn in hoofdstuk 2.1.2 opgenomen. De volgende belangrijke uitgave was de Atlas van Overzeesche Bezittingen, in 1849 door Melvill van Carnbee in eigen beheer uitgegeven (zie **Annex 8.11**). Die werd al snel opgevolgd door zijn Algemeene Atlas van Nederlandsch-Indië met 25 kaarten (zie hoofdstuk 2.2.2 en **Annex 8.23**), die na zijn dood in 1856 verder door W.F. Versteeg, het latere hoofd van de TD, met nog eens 35 kaarten in 1862 uitgebracht werd.<sup>776</sup> In deze atlas werd veel aandacht besteed aan de vaardieptes, kusten en vulkaanprofielen, wat gezien Melvill's achtergrond als hydrograaf niet verwonderlijk was. In 1874 kwam W.F. Versteeg met de Nieuwe Atlas van Nederlandsch Oost-Indië.<sup>777</sup> Deze atlas werd later omgewerkt en in 1898-1907 opnieuw uitgegeven. In 1850-1857 bracht Pijnappel de Atlas der Nederlandsche Overzeesche bezittingen uit, waarin diverse schalen gebruikt werden. Pijnappel was leraar in land- en volkenkunde aan de Koninklijke Akademie te Delft, die in hoofdstuk 6.3.1 nog besproken wordt. In 1885 kwam W.J. Havenga met de Atlas van Nederlandsch Oost-Indië, die duidelijk de spoorwegen en telecomverbindingen liet zien.<sup>778</sup> De Harmsworth Atlas van het Geographical Institute in Groot-Brittannië was in 1909 de meest uitgebreide atlas met gegevens en kaarten van alle koloniën, inclusief Nederlands-Indië.<sup>779</sup> Die rol is later overgenomen door de Times Atlas<sup>780</sup>, maar toen waren al veel koloniën onafhankelijk. De TD gaf in 1896-1907 de Atlas van Nederlandsch Oost-Indië uit, wat een omgewerkte uitgave was van de eerder uitgegeven atlas van J.W. Stemfoort en J.J. Siethoff.<sup>781</sup> Ook kwamen schoolatlassen voor Indië beschikbaar, zoals die van CH. Dumont en C.J. Poldermans<sup>782</sup> en van P.R. Bos en J.F. Niermeyer.<sup>783</sup> Enkele schoolkaarten gaven een fraai overzicht van de kartografie in een bepaalde periode.<sup>784</sup> Een uitgebreide wereldatlas uit 1930, bewerkt door A. de Moor, liet ook nieuwe ontwikkelingen als vlieghavens, radiostations en de luchtroute naar en in Indonesië zien.<sup>785</sup> Deze atlas werd weer opgevolgd door de uitgave van de Geïllustreerde Atlas van Nederland en Oost-Indië door J.J. ten Have met 22 kaarten en 27 platen.<sup>786</sup> Een fraaie atlas was ook die van W. van Gelder en C. Lekkerkerker uit 1937.<sup>787</sup> Het grootste project was echter de Atlas van Tropisch Nederland, uitgegeven in 1938 door het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap en de Topografische Dienst in Batavia (zie Midden-Java in **Annex 8.16**).<sup>788</sup> Hieraan had de kartograaf Pannekoek van de TD een grote bijdrage geleverd om de atlas op tijd voor de grote tentoonstelling in Amsterdam gereed te krijgen. De Stedenatlas Nederlands-Indië uit 1998 door drs. J.R. van Driessen en drs. R.P.G.A. Voskuil bevat veel plattegronden uit de periode voor WO II.<sup>789</sup> Dat wordt mooi aangevuld met de kaarten uit De Grote Atlas van Nederlands Oost-Indië uit 2004, onder redactie van drs. J.R. van Driessen en Prof. dr. F.J. Ormeling.<sup>790</sup> Een geheel andere atlas is de Historical Atlas of Indonesia uit 2000 van Robert Cribb, waarin veranderingen in de archipel, met name de benamingen in de loop der tijd worden aangegeven.<sup>791</sup> Indonesische atlassen hebben na 1990 meer aandacht besteed aan fysische aspecten en milieu.<sup>792 793</sup> Nederlandse atlassen, zoals de Bos atlas na 1877, hebben tot 1950 nog detailkaarten van de Indische Archipel opgenomen. De interesse daarvoor is nog steeds groot, getuige de plaats die ze in Nederlandse atlassen innemen.

<sup>775</sup> Js. van den Bosch, *Atlas der Overzeesche Bezittingen*, (uitg. gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage en Amsterdam 1817).

<sup>776</sup> P. Baron Melvill van Carnbee en W.F. Versteeg, *Algemeene Atlas van Nederlandsch-Indië*, (uitg. Gualterus Kolff, Leiden 1872).

<sup>777</sup> W.F. Versteeg, *Nieuwe Atlas van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. J. Voltelen, Arnhem. ca. 1879).

<sup>778</sup> W.J. Havenga, *Atlas van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. G. Kolff en Co., Batavia 1885).

<sup>779</sup> *Harmsworth Atlas and Gazetteer*, George Philip & Sons<sup>LD</sup>, The London Geographical Institute, (uitg. Carmelite house, London 1909).

<sup>780</sup> *The Times Atlas*, containing 117 pages of maps, and comprising 173 maps and an alphabetical index, (uitg. The office of "The Times", London 1896).

<sup>781</sup> *Atlas van Nederlandsch Oost-Indië bij het Topografisch Bureau te Batavia samengesteld 1897-1904* (omgewerkte uitgave van de J.W. Stemfoort en J.J. Siethoff atlas) (uitg. op last van het Departement van Koloniën, gereproduceerd bij de Topografische Inrichting te 's-Gravenhage in 1896-1907).

<sup>782</sup> CH. Dumont, C.J. Poldermans, *Nieuwe schoolatlas van Nederlandsch-Oostindie*, (uitg. NV Boekhandel Visser & Co, Weltevreden-Bandung 1924).

<sup>783</sup> P.R. Bos, J.F. Niermeyer, *Kleine schoolatlas der geheele aarde voor de scholen in Nederlandsch Oost-Indië* in 52 kaarten en 50 platen, vier-enderdigste druk bewerkt door C.L. van Balen, (uitg. J.B. Wolters' uitgevers-maatschappij N.V. Groningen, Den Haag, Weltevreden 1928).

<sup>784</sup> Lowie Brink, De Schoolkaart van Insulinde van R. Schuiling: Een overzicht van Indische cartografie in 1898 op vijf m<sup>2</sup>, uit Cart-Thresoor 25<sup>ste</sup> Jrg. 2006 nr. 1.

<sup>785</sup> *Nieuwe meer uitgebreide Wereldatlas met 52 kaarten der gehele wereld waaronder vlieghavens, radiostations, luchtroute Indonesië en bovendien een alphabetisch register*, opnieuw bewerkt door A. de Moor, (uitg. Cohen Zonen in Amsterdam 1930).

<sup>786</sup> J.J. ten Have, *Geïllustreerde Atlas van Nederland en Oost-Indië*, 22 kaarten en 27 platen, (uitg. Joh. Ykema, 's-Gravenhage 1931).

<sup>787</sup> W. van Gelder en C. Lekkerkerker, *Atlas van Nederlandsch-Indië*, (uitg. J.B. Wolters' uitgeversmaatschappij N.V., Groningen, Batavia 1937).

<sup>788</sup> *Atlas van Tropisch Nederland*, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap en de Topografische Dienst, Batavia origineel 1938, facsimile uitgave door Antiquariaat Gemilang, Landsmeer, (uitg. Hill House Publishers, London 1990).

<sup>789</sup> Drs. J.R. van Driessen en drs. R.P.G.A. Voskuil, *Stedenatlas Nederlands-Indië*, (uitg. Asia Maior, Purmerend 1998).

<sup>790</sup> Drs. J.R. van Driessen, Prof. dr. F.J. Ormeling, *Grote Atlas van Nederlands Oost-Indië*, (Comprehensive Atlas Netherlands East Indies), (uitg. Asia Maior 2004).

<sup>791</sup> Robert Cribb, *Historical Atlas of Indonesia*, (uitg. Routledge; First Edition edition 17 Nov 2000).

<sup>792</sup> I made Sandy, *Atlas Republik Indonesia*, druk: 1<sup>e</sup> in 1974, 2<sup>e</sup> in 1976, 3<sup>e</sup> in 1977, 4<sup>e</sup> in 1979, 5<sup>e</sup> in 1982, 6<sup>e</sup> in 1986 en 7<sup>e</sup> in 1995, (uitg. Tenaga Indonesia).

<sup>793</sup> Prof. dr. ir. Jacob Rais, M.Sc, e.a. editors, *Atlas Nasional Indonesia, Fisik dan Lingkungan Alam (Fysische aspecten en milieu)*, (uitg. BAKOSURTANAL 2008).

## 5.6 Vergelijking Nederlands-Indië met geodetische ontwikkelingen elders

De geodetische en trigonometrische metingen in Europa en India en de resulterende kaarten hebben op de kartografie van Nederlands-Indië veel invloed gehad. Er werd in Nederlands-Indië gebruik gemaakt van internationale kennis en ervaring, met name opgedaan in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Engeland en India.<sup>794</sup> Van elk van deze landen zal een overzicht van de belangrijkste initiële metingen gegeven worden.

### 5.6.1 Frankrijk

Afwijkingen tussen de kaart en de werkelijkheid van 100 km of meer waren in de 17<sup>e</sup> eeuw geen uitzondering. Lodewijk XIV (1643-1715), de Franse zonnekoning, keurde in 1679 een plan goed om Frankrijk op basis van de triangulatie van Snellius nauwkeurig op te meten. Dat werd uitgevoerd met hulp van de Italiaanse astronoom Cassini, die als eerste directeur van het nieuwe sterrenkundige observatorium in Parijs benoemd was. Toen Lodewijk na de eerste metingen in het westen van Frankrijk vernam dat afstanden in werkelijkheid veel kleiner waren zou hij verzucht hebben dat hij aan zijn astronomen meer land was kwijtgeraakt dan aan een rampzalig verlopen oorlog.



Fig. 5-65 Triangulatie in zuid Frankrijk door Cassini.

In de periode 1671-1739 werd Frankrijk door drie generaties Cassini met hulp van triangulatie opgemeten, zodat in 1744 een kaart van geheel Frankrijk op een schaal van 1:1.800.000 uitkwam (zie Fig. 5-65). De derde en vierde generatie Cassini produceerden vervolgens tot 1793 gedetailleerdere kaarten op een schaal van 1:86.400, die bekend werden als de Cassinikaart.

De vorm van de aarde hield geodeten, landmeters en kartografen al eeuwenlang bezig. Was de aarde nu bolvormig, maar iets langer langs haar draaiingsas en dus smaller rond de evenaar of juist afgeplat aan de polen en uitgedijd aan de evenaar. De Franse filosoof en wiskundige René Descartes (1596-1650) was het eerste van mening, terwijl de Engelse wis- en natuurkundige Isaac Newton (1643-1727) de tweede vorm beargumenteerde. Cassini had enkele meridiaanmetingen in Frankrijk uitgevoerd, waarmee volgens hem Descartes bevestigd werd. Newton baseerde zich uitsluitend op zijn zwaartekrachttheorie. De Franse Academie van Wetenschappen besloot een expeditie uit te rusten voor graadmetingen bij de evenaar over een meridiaan, waarvoor Peru geselecteerd werd.<sup>795</sup> Met tien wetenschappers (astronomen, wiskundigen, tekenaars, botanisten, instrumentmakers en assistenten) en twee experts van Spanje vertrok in 1735 de expeditie naar Panama, stak de landengte over en reisde naar Quito in Peru aan Zuid-Amerika's westkust. Daar werd in een vlakke maar hooggelegen vallei in de Andes eind 1736 met meegenomen (deels Engelse) meetinstrumenten<sup>796</sup> en houten meetstaven van 20 Franse peds een basis van 7,6 mijl (12,2 km) gemeten.

<sup>794</sup> John Noble Wilford, *The Mapmakers*, (uitg. Vintage books, second edition, New York 2001).

<sup>795</sup> Larrie D. Ferreiro, *Measure of the Earth, The enlightenment expedition that reshaped our world*, (uitg. Basic Books, New York 2011).

<sup>796</sup> A.D. Morrison-Low, *Making Scientific Instruments in the Industrial Revolution*, (uitg. Ashgate Publishing Ltd, Aldershot, England 2007).

Ondertussen ontdekte de expeditie daar in de buurt natuurrubber en werd de malaria-genezende werking van kinine, die daar ook ontdekt was, bevestigd. In Peru konden ze bij de vulkaan Chimborazo (6267 m) ten zuiden van Quito als eerste de kleine aantrekkingskracht door de massa van de vulkaan meten. Na zeven jaar triangulaties waren enkele leden in Parijs in 1744 in staat te melden, dat een graad op een meridiaan bij de evenaar korter was dan in Frankrijk en dat dus Newton gelijk had. Dit werd bevestigd met een tweede Franse expeditie, die in 1736-1737 in Lapland bij de noordpoolcirkel uitgevoerd werd. De basis was 8,9 mijl (14,3 km) bevroren rivier, gemeten met houten meetstaven van 30 peds.<sup>797</sup> Beide expedities werden onder erbarmelijke omstandigheden uitgevoerd: Peru in tropische hitte en bergkoude, Lapland in intense koude.

Na de Franse revolutie van 1789 gaf het revolutionair comité opdracht een lengtestandaard voor Frankrijk vast te stellen. Na ampele overwegingen besloot men daarvoor het tienmiljoenste deel van een kwart van de omtrek van de aarde, gemeten over de polen te nemen. Dat zou dan de meter worden als deel van het decimale maatstelsel voor lengtes. Met nog een aanbeveling van Lodewijk XVI op zak gingen de astronomen Jean-Baptiste-Joseph Delambre (1749-1822) en Pierre-Francois-André Méchain (1744-1804) met behulp van triangulatie de lengte van de meridiaan, respectievelijk tussen Parijs en Duinkerken en Parijs en Barcelona opmeten (zie Fig. 5-66). Dit bleek tijdens de revolutiejaren in de periode 1792 tot 1799 een hachelijke onderneming, die veel meer tijd vergde dan gedacht was.<sup>798</sup> Slechts beperkt kon gebruik gemaakt worden van de eerdere triangulaties onder de Cassini's.<sup>799</sup>

Voor de hoekmetingen waren enkele Borda repetitiecirkels gemaakt door de beste instrumentmaker in Frankrijk op dat moment, Etienne Lenoir (1744-1822).<sup>800</sup> In de zeven jaar werd met triangulatie de lengte van de meridiaan tussen Duinkerken en Montjuïc in Barcelona over 9° 40' bepaald. De lengte van de meridiaan over de 90° voor de kwart omtrek van de aarde kon zo berekend worden en de meter als 1/10.000.000 deel daarvan bepaald worden. Napoleon Bonaparte had inmiddels de macht overgenomen en kon in 1800 het decimale stelsel met de meter bekrachtigen. De kaart in Fig. 5-66 laat zien hoe de triangulaties van Frankrijk zijn uitgevoerd. De rechter kaart laat ook de triangulaties in de jaren daarna zien. Voor communicatie werd vanaf 1794 gebruik gemaakt van de optische telegraaf van Claude Chappe, aangelegd op basis van de Cassini kaarten.<sup>801</sup>

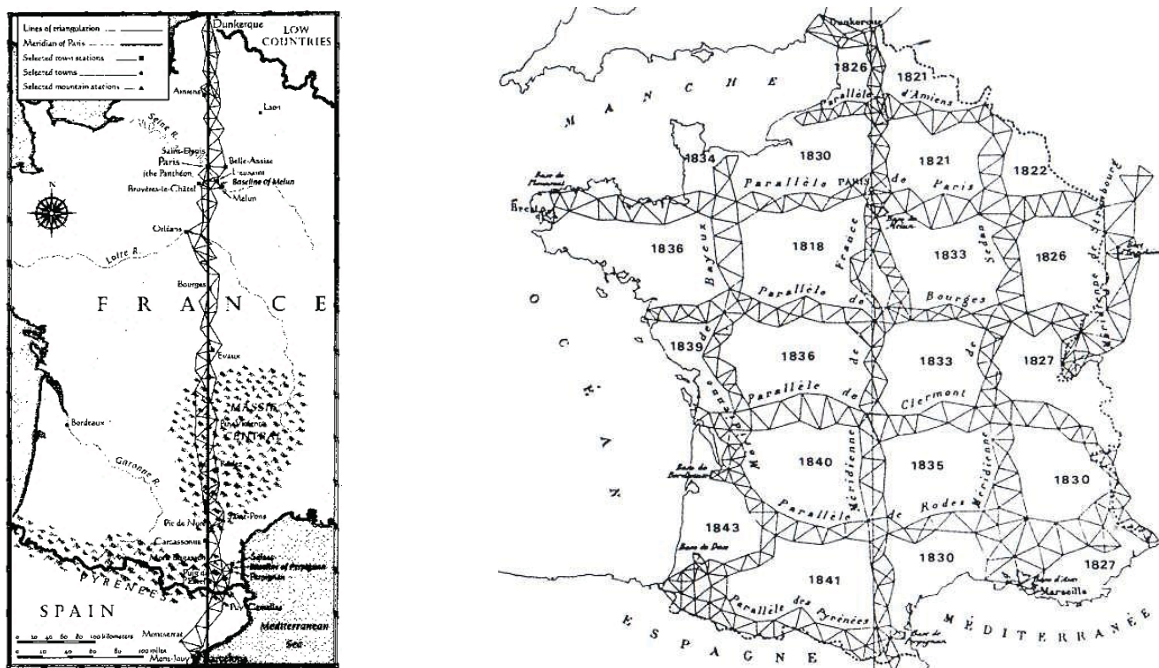


Fig. 5-66 Triangulatie Duinkerken-Parijs-Barcelona voor de lengtemeting van de meridiaan en later van Frankrijk.

<sup>797</sup> Edwin Danson, *Weighing the World, The Quest to Measure the Earth*, (uitg. Oxford University Press, New York 2006).

<sup>798</sup> Ken Alder, *The Measure of All Things, The Seven-Year Odyssey that Transformed the World*, (uitg. Little, Brown 2002). Nederlandse vertaling: "De maat van alle dingen", de zevenjarige zoektocht naar de universele meter, (uitg. Anthos 2003).

<sup>799</sup> Joseph W. Konvitz, *Cartography in France 1660-1848, Science, Engineering and Statecraft*, (uitg. The University of Chicago Press, Chicago & London 1987).

<sup>800</sup> A.J. Turner, *From Pleasure and Profit to Science and Security. Etienne Lenoir and the transformation of precision instrument-making in France 1760-1830*, (uitg. The Wipple Museum of the History of Science, Cambridge 1989).

<sup>801</sup> Howard Mallinson, *Send it by semaphore, The old Telegraphs During the Wars with France*, (uitg. The Crowood Press Ltd., Ramsbury, Marlborough, Wiltshire, England 2005).



Napoleon hechtte veel belang aan goede kaarten, hij was een groot liefhebber van kartografie. Bovendien was hij een fervent gebruiker van de optische telegraaf, die hij aanzienlijk uitbreidde. Het eerste wat hij deed, zodra weer een gebied veroverd was, was de telegraaflijnen verlengen, alle kaarten in beslag nemen en topografische activiteiten onder zijn leiding en op zijn Franse wijze continueren. Dat laatste was gebaseerd op drie stappen:

1. basismeting
2. triangulatie en een astronomische plaatsbepaling van een referentielocatie
3. op 1 en 2 gebaseerde terreinopname

De triangulatie werd, waar mogelijk, op die van Frankrijk aangesloten. In veel landen was als volgorde gebruikelijk eerst de astronomische plaatsbepaling van verschillende locaties, dan het intekenen van het terrein op beschikbare kaarten en zo nodig aanpassing van deze kaarten. Soms werden triangulaties ter controle achteraf uitgevoerd, zoals in het begin ook in Nederlands-Indië het geval was. In Duitsland en Oostenrijk werden door de Franse troepen grote gebieden veroverd, zodat Napoleon daar zijn werkwijze voor kartografie kon invoeren.

Uiteindelijk werden in Europa triangulaties, kaartprojecties en schalen tussen de landen onderling zoveel mogelijk afgestemd. Een belangrijke stimulans was de eerder genoemde International World Map, waarvan in Fig. 5-67 als voorbeeld de 7<sup>e</sup> editie van NM 32 uit 1956 in de gemodificeerde polyconische projectie met een gedeelte van Frankrijk, Duitsland, België, Nederland en geheel Luxemburg is weergegeven.

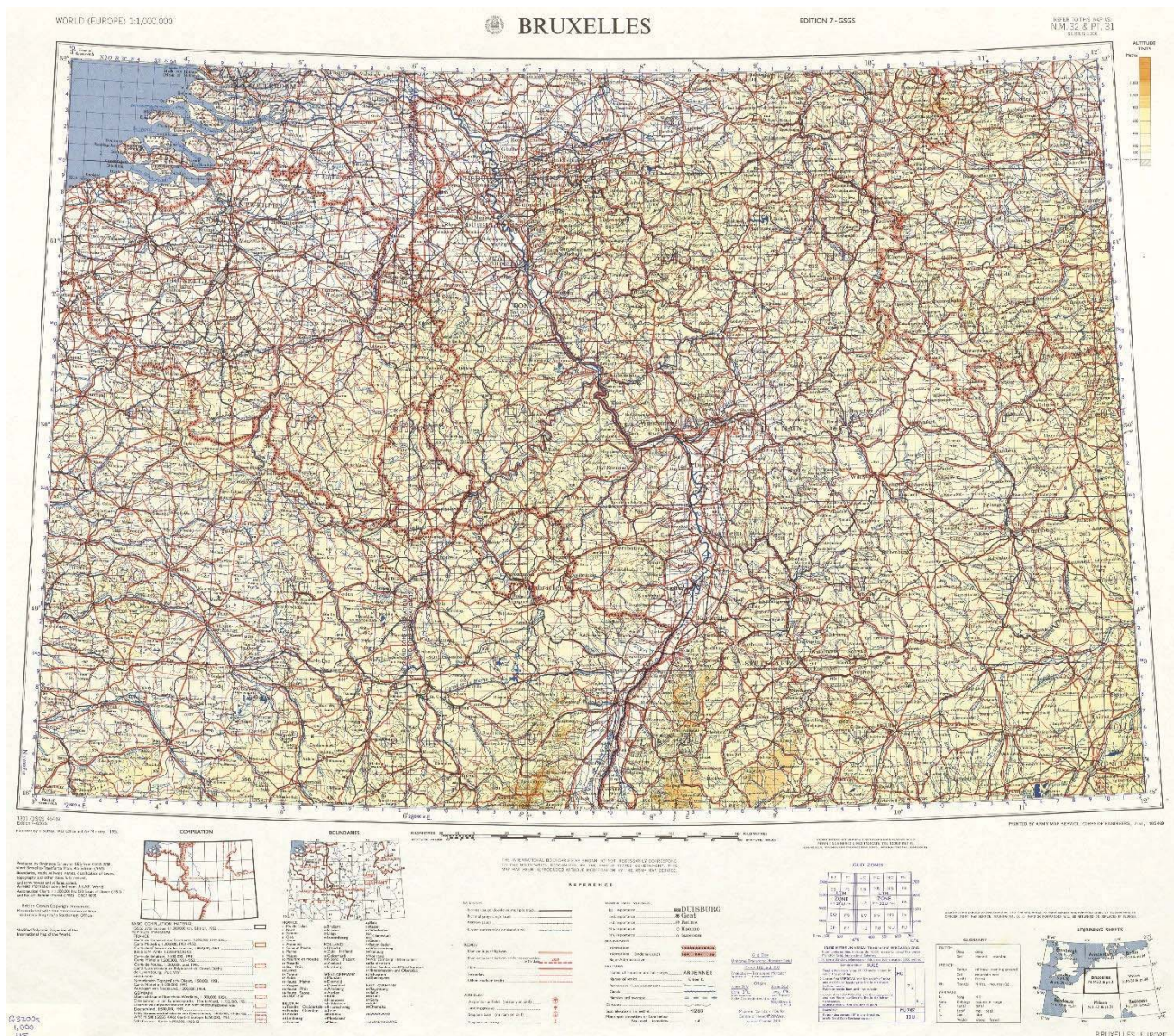


Fig. 5-67 Internationale Wereldkaart, schaal 1:1.000.000, deel West Europa, kaarten uit 1945-1953, uitg. 1956.



## 5.6.2 Nederland

Met de Bataafse Republiek (1795–1801) en Bataafs-Franse tijd (1801-1813) kwam de Franse kennis beschikbaar via Herman Willem Daendels (1762-1818) en Corneli(u)s Rudolphus Theodorus Kraijenhoff (1758-1840).<sup>802</sup> <sup>803</sup> Kraijenhoff (ook wel als Krayenhoff geschreven) was een Nederlands natuurkundige, arts, generaal, waterbouwkundige, kartograaf en korte tijd Nederlands minister van Oorlog.<sup>804</sup> Daendels en Kraijenhoff waren een tijd bevriend en hebben nauw samengewerkt. Beiden zijn generaal geweest in Franse en Nederlandse (Bataafse) dienst en hebben begin 19<sup>e</sup> eeuw belangrijke activiteiten ontplooid op gebied van waterbouwkunde, het ontwerpen van fortificatiën, landmeten en kartografie. De gemaakte triangulatiekaart van Nederland, een deel van België en noordwest Duitsland onder leiding van Kraijenhoff is in Fig. 5-68 weergegeven. Kraijenhoff gebruikte voor zijn geodetische metingen ook de repetitiecirkel van Borda, vervaardigd door Etienne Lenoir in Parijs. Daarmee werd door uitmiddeling van meerdere metingen een nauwkeurigheid gehaald van enkele boogseconden.<sup>805</sup>

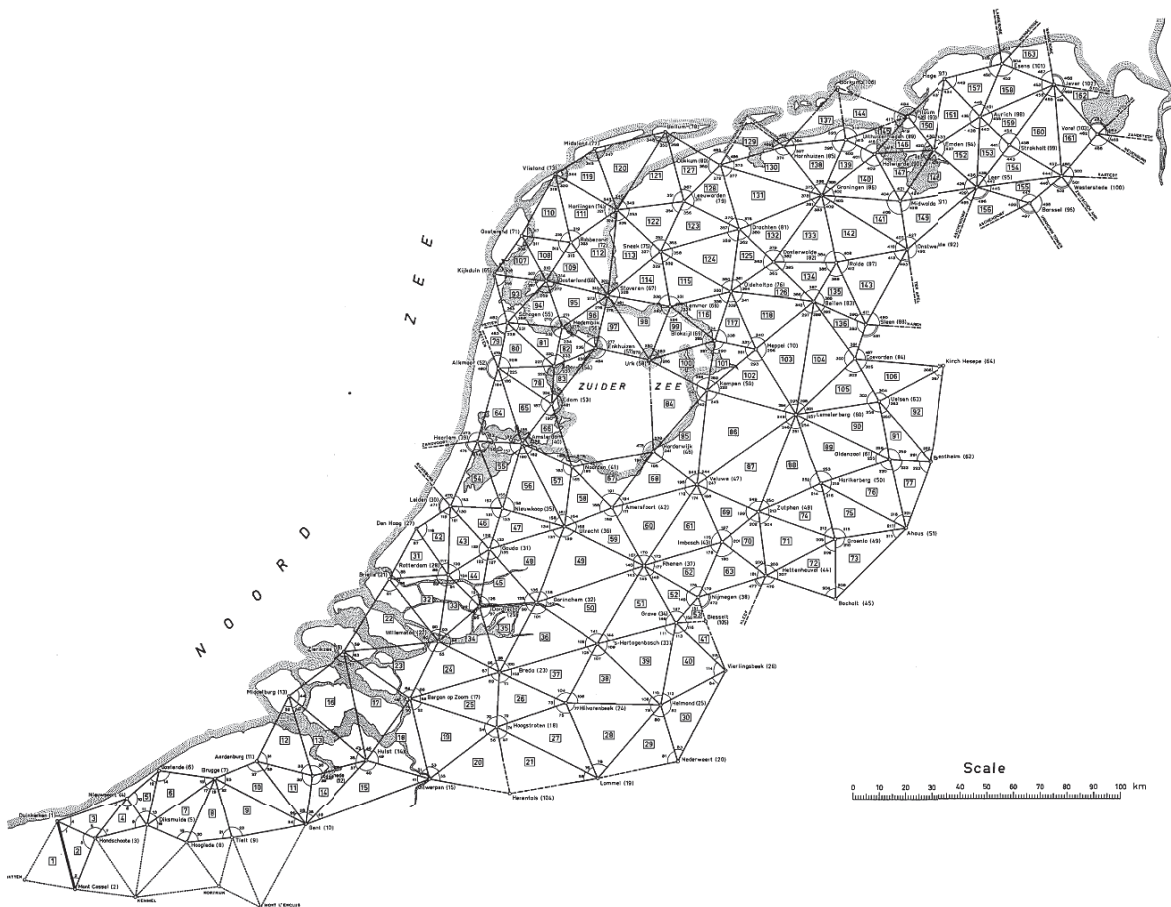


Fig. 5-68 Triangulatie door Kraijenhoff (1802-1811) in België, Nederland en een deel van noordwest Duitsland.<sup>806</sup>

De hiervoor genoemde optische telegraaf was vanaf Lille via Brussel en Antwerpen verlengd tot Amsterdam, zodat in de “Franse tijd” met Parijs gecommuniceerd kon worden. In 1815 werkte Kraijenhoff mee aan de oprichting van het Topografisch Bureau voor het maken van een kaart van Nederland. We zullen hem weer tegenkomen bij de opleiding in Nederland.

<sup>802</sup> Simon Schama, *Patriots and Liberators, Revolution in the Netherlands, 1780-1813*, (uitg. Alfred A. Knopf New York and William Collins and Co. London 1977, vertaald in het Nederlands: *Patriotten en Bevrijders*, uitg. Agon, Amsterdam 1989).

<sup>803</sup> *Een nieuwe staat: Het begin van het Koninkrijk der Nederlanden*, onder redactie van Ido de Haan, Paul den Hoed en Henk te Velde, met name: Hans Knippenberg, *De fysieke kant van het land: grenzen, grond, water en wegen*; Matthijs Lok, *Koninkrijk van windvanen: het napoleontische bestuur en de staat van Willem I*; Leonard Blussé, *Koning Willem I en de schepping van de koloniale staat*; Erik Buyst, *De onmogelijke integratie; Economische ontwikkelingen in Nederland en België*, (uitg. Prometheus Bert Bakker Amsterdam 2014).

<sup>804</sup> Wilfried Uitterhoeve, *Cornelis Kraijenhoff 1758-1840, Een loopbaan onder vijf regeervormen*, (uitg. Vantilt, Nijmegen 2009).

<sup>805</sup> *175 jaar TU Delft, Erfgoed in 33 verhalen*, diverse auteurs (uitg. Histechica, Vereniging voor Geschiedenis der Techniek en Erfgoed TUD, Delft 2017).

<sup>806</sup> Delen van het huidige oosten van Nederland en Limburg behoorden begin 19<sup>e</sup> eeuw nog niet tot Nederland.

Onder zijn leiding werd op basis van triangulatie, waarvoor hij gedetailleerde instructies opstelde <sup>807</sup>, een kaart op de schaal van 1:115.200 vervaardigd. Deze kaart, uitgegeven in 1823, is later bekend geworden als de Choro-Topographische Kaart of Kraijenhoffkaart (zie Fig. 5-69). Kraijenhoff wordt in Nederland wel beschouwd als de grondlegger van de topografische dienst. Zijn werk is verwerkt in latere leerboeken over landmeten en waterpassen, die ook gebruikt zijn voor Nederlands-Indië. De triangulatie van Kraijenhoff werd ook de basis voor de Topografische Militaire Kaart (TMK) van Nederland op schaal 1:50.000 in zwart-wit, uitgegeven in 1850-1864 en de Algemene Rivierkaart, uitgegeven in 1830-1864.

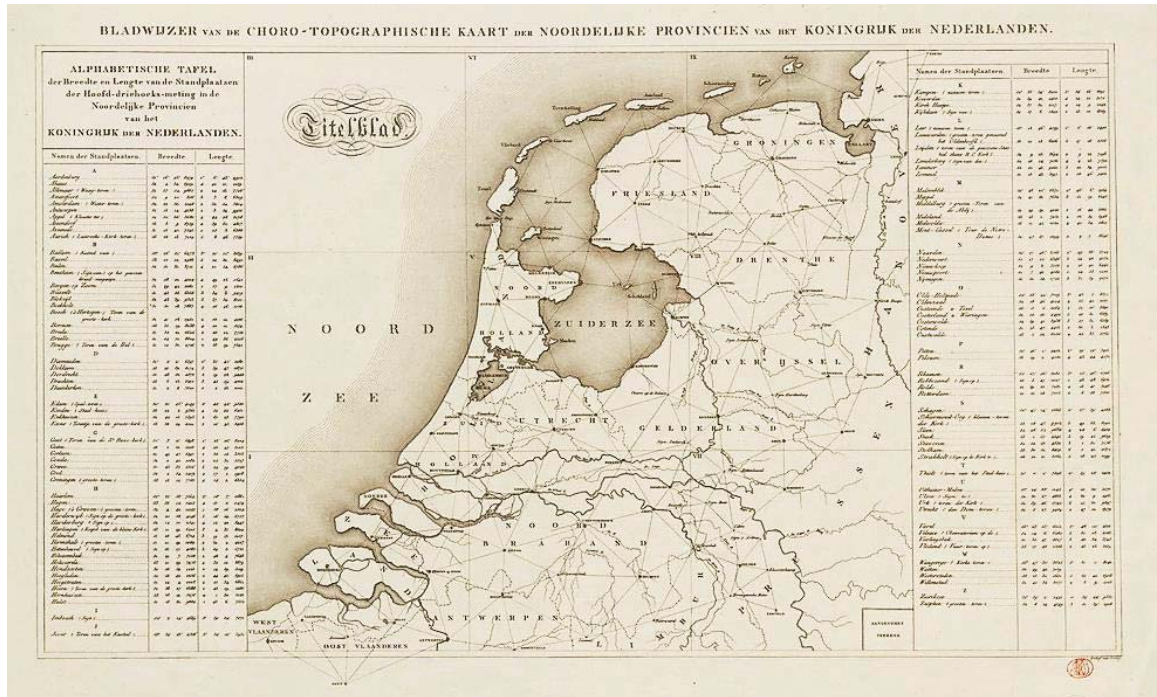


Fig. 5-69 Bladwijzer van de Choro-Topographische kaart van Nederland, uitg. 1823.<sup>808</sup>

Inmiddels was uit onderzoek gebleken dat het netwerk van Kraijenhoff niet voldoende nauwkeurig was om in Europees verband gebruikt te kunnen worden.<sup>809</sup> Later onderzoek door J. D. van der Plaats en N.D. Haasbroek toonde aan dat het met die nauwkeurigheid niet zo slecht gesteld was.<sup>810 811</sup> Er werd besloten dat een nieuwe triangulatie van Nederland nodig was. Daarmee werd prof. dr. F.J. Stamkart (1805-1882) belast die, tot zijn overlijden op 77-jarige leeftijd, er aan werkte. Het werk was toen nog niet af en de resultaten waren niet bevredigend, zodat in 1888 onder leiding van prof. dr. Ch.M. Schols een nieuw begin werd gemaakt. Na zijn overlijden in 1897 werd het werk voortgezet en afgemaakt onder leiding van prof. ir. H.J. Heuvelink. Het primaire net werd gemeten in 1888-1904 en het secundaire net tot 1929, veel langer dan de aanvankelijk geschatte 6 jaar. De Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing coördineerde de activiteiten. Aanvankelijk was gebruik gemaakt van een Duitse basis bij Bonn. Bij Stroe langs de straatweg tussen Apeldoorn en Millingen werd in 1913 met hulp van geleende invar-meetstaven uit Frankrijk een basis van 4,3 km gemeten; de verschillen bleken na uitvoerige metingen klein te zijn. Naast triangulatie werd hoogtemeting steeds belangrijker. Tussen 1875 en 1885 werd in Nederland de eerste waterpassing uitgevoerd, deels op verzoek van Pruisen, dat Amsterdams Peil graag met hun nulniveau wilde verbinden. Dat is met succes uitgevoerd. Na enkele tientallen jaren was het nodig een tweede waterpassing in Nederland uit te voeren. Die vond plaats in de periode 1926-1940. Voor de absolute plaatsbepaling werd gebruik gemaakt van astronomische observaties. Daarvoor werden de observatoria van Leiden, Göttingen, Brussel, Bonn en Greenwich gebruikt.

<sup>807</sup> C.R.T. Kraijenhoff, *Instructie voor de géographische ingenieurs*, 1808.

<sup>808</sup> Drs. P.W. Geudeke, *Choro-Topografische kaart der Noordelijke Provinciën van het Koninkrijk der Nederlanden*, (uitg. Fabula van Dishoek, Haarlem 1985).

<sup>809</sup> F. Kaiser, L. Cohen Stuart, *De eischen der medewerking aan de ontworpen graadmeting in Midden Europa voor het Koninkrijk der Nederlanden*, Amsterdam 1864.

<sup>810</sup> Dr. J.D. van der Plaats, *Overzicht van de graadmetingen in Nederland, De Triangulatie van Snellius, W.J. Blaeu, Kraijenhoff*, (uitg. J. v. Druten, Utrecht 1889).

<sup>811</sup> N.D. Haasbroek, *Investigation of the accuracy of Kraijenhoff's triangulation (1802-1811) in Belgium, The Netherlands and a part of North Western Germany*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie Delft, 1972).



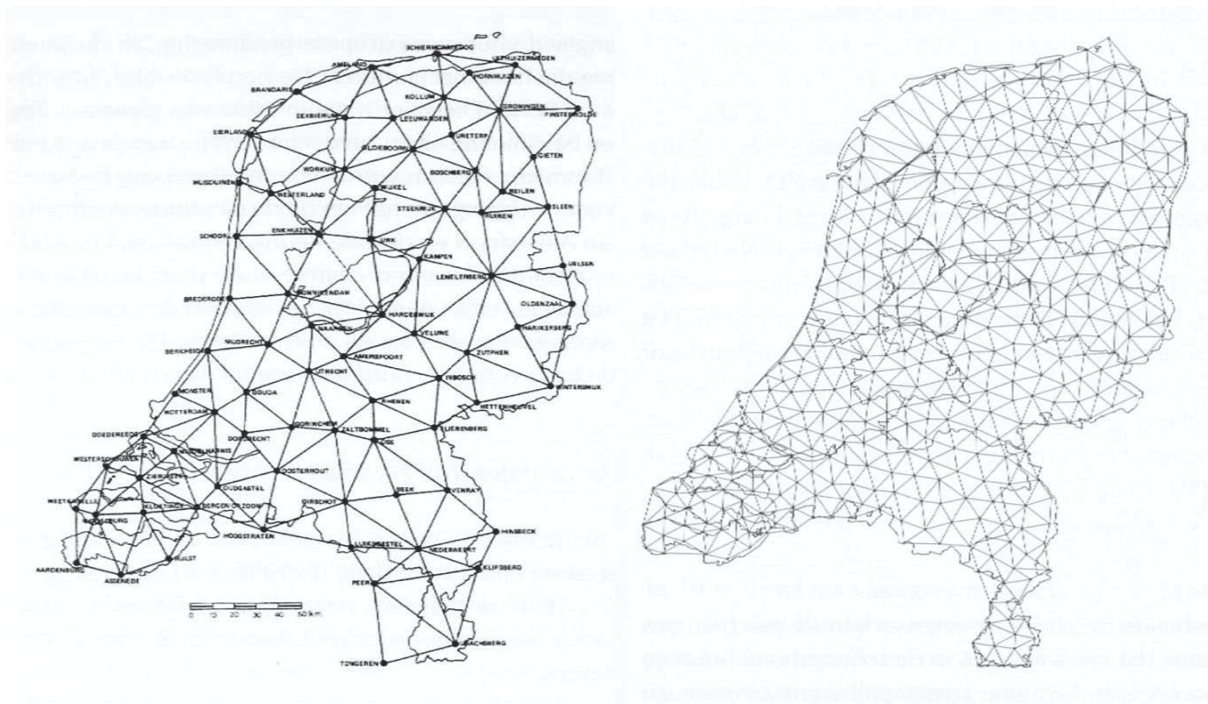


Fig. 5-70 Oorspronkelijke eerste-orde net van de Rijksdriehoeksmeting (RD) en het huidige GPS kadaster-kernet.<sup>812</sup>

Zoals eerder is gezegd waren voor de bepaling van de vorm van de aarde zwaartekrachtmetingen nodig. Die werden eind 19<sup>e</sup> eeuw gestart met pendulum-apparatuur uit Duitsland en Frankrijk. Felix Vening Meinesz werd in 1910 gevraagd hiervoor de benodigde metingen uit te voeren. Hij startte in 1913 met uitgebreide metingen in Nederland en in 1923 op zee, waarvoor hij met zelf ontwikkelde pendulum-meetapparatuur in een onderzeeboot van de marine de beroemde tocht naar Nederlands-Indië maakte. In de Indische archipel heeft hij ook uitgebreide metingen uitgevoerd, waarvan de resultaten weer belangrijk waren bij de geconstateerde schietlood-afwijkingen.<sup>813</sup>

Al in 1926 werd het grote belang van luchtfotografie voor kartering ingezien. Deze fotogrammetrie werd door Nederland met Schermerhorn als eerste president van de ISP (International Society for Photogrammetry) in dat jaar onderstreept. Hij heeft fotogrammetrie ook gestimuleerd bij de verkenningen voor kartering van Nieuw-Guinea.<sup>814</sup> Daarnaast heeft hij na WO II het ITC (International Trainings Centre) in Delft opgericht, waar veel Indonesiërs zijn opgeleid in de luchtkartering.<sup>815</sup>

### Conclusie

Voor Nederlands-Indië waren de ontwikkelingen in Nederland van grote invloed, maar omgekeerd was dat ook het geval. De topografische activiteiten vielen onder het Ministerie van Oorlog of onder het Ministerie van Koloniën. Militaire experts werden in Nederland vaak aan de Polytechnische School, later de Technische Hogeschool in Delft of in Breda aan de Koninklijke Militaire Academie opgeleid.<sup>816</sup> Experts uit Nederlands-Indië werden soms hoogleraar of kregen andere belangrijke functies in Nederland. Voorbeelden waren de eerder besproken Oudemans, Muller, Roelofs en Schepers. Elk zullen we nogmaals verderop bij de activiteiten in Nederlands-Indië tegenkomen.

De ontwikkelingen in Nederland worden uitvoeriger besproken in hoofdstuk 6, waar de invloed van Nederlandse aanwezigheid in Indonesië op de geodesie-ontwikkeling in Nederland behandeld wordt. Bij de bepalende geometingen en het onderwijs komen ook weer de leidende personen in Nederland en Nederlands-Indië ter sprake.

<sup>812</sup> Het GPS kadaster kernnet is pas ontstaan na 1987 met 400 punten voor het opstellen van GNSS-meetapparatuur.

<sup>813</sup> F.A. Vening Meinesz, *Gravity expeditions at sea, Vol 1*, uitg. NGC / Waltman, Delft 1932.

<sup>814</sup> Prof. ir. W. Schermerhorn, *Luchtkartering in de ingenieurspractijk*, voordracht, gehouden voor de Afdeling voor Bouw- en Waterbouwkunde van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 20 Devenber 1940 te 's-Gravenhage.

<sup>815</sup> Nil Disco, *60 years of ITC, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*, (uitg. Stichting Historie der Techniek en ITC Foundation, Enschede 2010).

<sup>816</sup> G.A. van Kerkwyk, *Geodesie, wiskundige leercursus KMA*, 1e druk 1842, 2e druk 1847, 3e druk 1855, 4e druk, 1860, 5e druk 1865.

### 5.6.3 Duitsland

Als voorbeeld van Duitsland heeft Beieren in het zuiden gediend. Dat was tot de eenwording van Duitsland in 1871 een onafhankelijke staat en het eerste land in Europa dat geheel op basis van trigonometrische metingen in kaart gebracht werd. Beieren was al door de astronoom en wiskundige Philipp Apian (1531-1589) rond 1563 in 40 bladen op schaal 1:45.000 in kaart gebracht, maar was daarna nauwelijks bijgewerkt. Het grondgebied van Beieren was in 1800 aanzienlijk veranderd en uitgebreid. Na de verovering door Napoleon van Beieren en de daarop volgende vrede van Luneville in februari 1801 trokken de Franse troepen zich terug. De overname van de kerkelijke domeinen en de nationalisatie van het grootgrondbezit door de nieuwe Beierse regering, onder invloed van Frankrijk, vergde een nieuwe landindeling. De Apian kaart was al lang verouderd en had ook geen trigonometrische basis, zodat Napoleon zijn geografische ingenieur Charles Rigobert Bonne (1771-1839), de zoon van de gelijknamige ontwerper van de bekende projectie, opdracht gaf geheel Beieren met de Franse methode in kaart te brengen. Allereerst werd in 1801 het Topografisch Bureau opgericht. Voor de uitgebrachte kaarten en atlanten werd zowel de Bonne- als de polyeder-projectie toegepast.<sup>817</sup>

De trigonometrische metingen voor het primaire net van Beieren werden tussen 1801 en 1825 uitgevoerd. Dit omvatte 131 trigonometrische punten, zoals deels in Fig. 5-71 met de kaart is weergegeven. Met de meter als eenheidsmaat vond eerst in 1801 een 21.653,8 meter lange basismetring ten oosten van München plaats. Er werd gebruik gemaakt van 5 m lange vurenhouten meetstaven, die geschilderd waren tegen vochtindringing en die met een schuifmaat met nonius nauwkeurig tegen elkaar gelegd werden. Dit principe is later ook op Java toegepast, zij het dat daar uit Duitsland afkomstige ijzeren staven, gemaakt door Repsold, gebruikt zijn. Aan de uiteinden werden pyramides opgericht (die er nog staan). Recente metingen met GPS gaven een lengte die slechts 0,7 m afweek. Dat was op deze lange basis van ruim 21,6 km voor die tijd een grote prestatie. Vervolgens werden driehoeken gemeten, waarvoor aanvankelijk de Borda repetitiécirkel werd gebruikt. Door het continentale stelsel van Napoleon konden geen meetinstrumenten uit Engeland ingevoerd worden. Vanaf 1806 werd dan ook lokale expertise gezocht om de geodetische metingen uit te kunnen voeren.<sup>818</sup>

Drie belangrijke experts, die naam gemaakt hebben met meetinstrumenten, kunnen in dit verband genoemd worden: Joseph von Fraunhofer (1787-1826), Georg Friedrich von Reichenbach (1771-1826) en Joseph von Utzschneider (1763-1840). Fraunhofer, bekend van zijn onderzoek naar spectraallijnen, was expert op gebied van lenzen die hij zelf bij het klooster Benediktbeuern ten zuiden van München vervaardigde. Reichenbach was instrumentmaker uit München, die in Engeland kennis van vervaardiging van geodetische meetinstrumenten opgedaan had. Utzschneider was als landmeter geschoold en betrokken bij de oprichting van het Kadaster en de daarmee mogelijk gemaakte belastingheffing. Verder was hij de ondernemer die kapitaal verschafte voor de optische activiteiten in Benediktbeuern en de inrichting van lithografische vermenigvuldiging van kadasterkaarten. Zij hebben gezamenlijk theodolieten ontwikkeld, die beter waren dan de Borda repetitiécirkel en kleiner en lichter dan de Engelse theodolieten. Op basis van hun werk hebben verschillende bedrijven in Duitse staten na 1840 nauwkeurige theodolieten en waterpas-instrumenten ontwikkeld, die in Nederland en Nederlands-Indië gebruikt zijn bij triangulaties en hoogtemetingen. Voorbeelden zijn Pistor en Martins, Breithaupt, Repsold, Ertel, Wegener, Wanschaff, Zeiss en Hildebrand.

In 1807 werd bij Neurenberg, ter controle van de driehoeksmetingen, een tweede basis aangelegd van bijna 14 km (zie Fig. 5-71). De uitgevoerde metingen bleken zeer nauwkeurig te zijn. Hoewel de trigonometrische metingen goed verliepen, bleken de topografische detailopnemingen voor het Kadaster niet zo eenvoudig te zijn. Bij deze detailopnemingen moest ook een waarde aan de grond toegekend worden. Daarmee kon belasting geheven worden en konden tevens de kosten van de metingen gedekt worden.

In Beieren werden topografische en kadastermetingen al vanaf het begin in 1808 door dezelfde organisatie uitgevoerd. Voor de topografische en kadasteropname werd gebruik gemaakt van het planchet (Messtisch) met vizierlineaal, daar Kippregel genoemd, waarmee direct de omgeving in kaart gebracht kon worden. Aansluiting op de vaste triangulatiepunten bleek minder eenvoudig. Men begon voor het Kadaster een apart net van vaste punten aan te leggen. De eilandkaarten die zo ontstonden sloten onderling niet goed aan en pasten ook niet goed op het triangulatiernet.

<sup>817</sup> J. van Rhoon, *Een en ander over het Beiersche en Wurtembergsche officiële kaartenwezen*, uit Jaarverslag TD 1916.

<sup>818</sup> Max Seeberger, Frank Holl, *Wie Bayern vermessen wurde*, (uitg. Haus der Bayerischen Geschichte, (Augsburg), Deutsches Museum & Bayerischen Landesvermessungsamt (München), 2011).

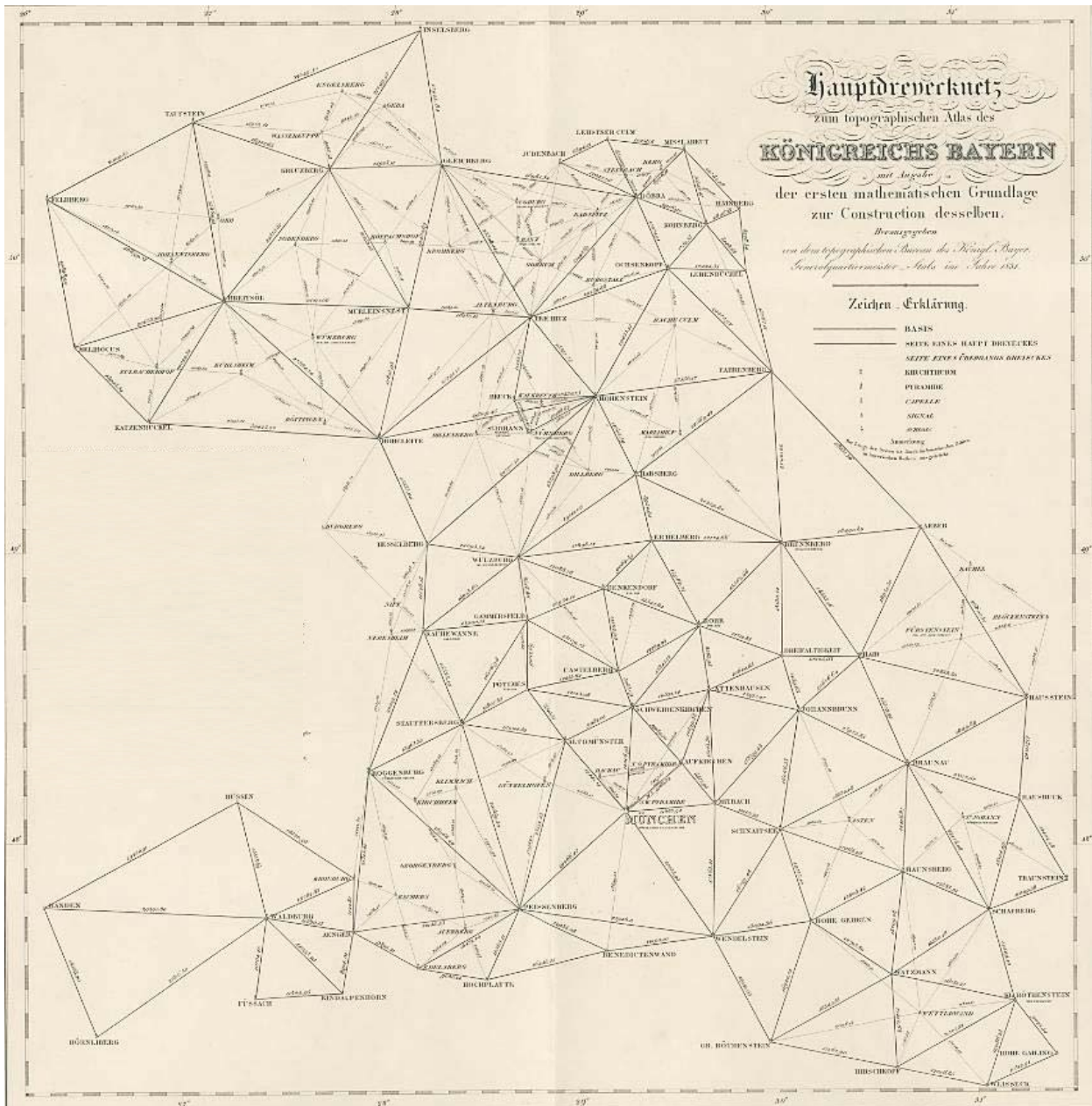


Fig. 5-71 Primaire triangulatiemet van Beieren gemeten tussen 1801 en 1825.

Veel kadasterwerk bleek niet voldoende nauwkeurig en moest daardoor overgedaan worden. Daarnaast werd aanvankelijk veel tegenwerking ondervonden van zowel grootgrondbezitters als van boeren, die meenden meer belasting te moeten gaan betalen. Pas toen duidelijk werd dat zo ook de eigendomsrechten beter beschermd konden worden en verordonneerd werd dat niet-geregistreerde grond aan de armen gegeven zou worden, werd meer medewerking van de lokale bevolking verkregen. Utschneider was vanuit de Beierse regering nauw betrokken bij de organisatie en financiering van het Kadaster. Het duurde tot 1828 voordat een wet in werking trad, die een eenduidige besturing van de grondbelasting op basis van het Kadaster mogelijk maakte. Hun kadasterkaarten werden beschouwd als de beste van Europa. De triangulatie, met de topografische en kadaster-kaarten waren een voorbeeld van wetenschappelijk landmeterswerk.

Landmeters werden karig betaald en hadden veel last van rondtrekkende militairen, die hun hulpmiddelen en resultaten confisqueerden. De regering besloot in 1817 het Topografisch bureau onder te brengen bij het Ministerie van Oorlog. Zo ontstond meer orde en verkreeg het landmeterswerk betere bescherming. Pas in 1867 was met 121 kaarten de eerste topografische atlas van Beieren gereed. Het topografische werk in Beieren was een voorbeeld voor de rest van Duitsland. Bij de stichting van het Duitse Rijk in 1871, werd besloten voor heel Duitsland een kaart op schaal 1:100.000 samen te stellen en gebruik te maken van het metrieke stelsel. Het laatste blad van de benodigde 674 kaarten kwam in 1901 gereed, dus 100 jaar na de start in Beieren.



Na WO I werd steeds meer gebruik gemaakt van fotogrammetrie, waarvan ook Nederland en Nederlands-Indië geprofiteerd hebben. Bedrijven als Zeiss in Jena en Wild in Heerbrugg, Zwitserland werkten nauw samen met Nederland en hebben daar veel apparatuur voor geleverd. In 1930 waren van heel Duitsland kaarten beschikbaar met schalen van 1:5.000, 1:25.000 (zie Fig. 5-72), 1:50.000 en 1:100.000, met daarnaast van Europa op schaal 1:300.000 en de Internationale wereldkaart op 1:1.000.000.<sup>819</sup>

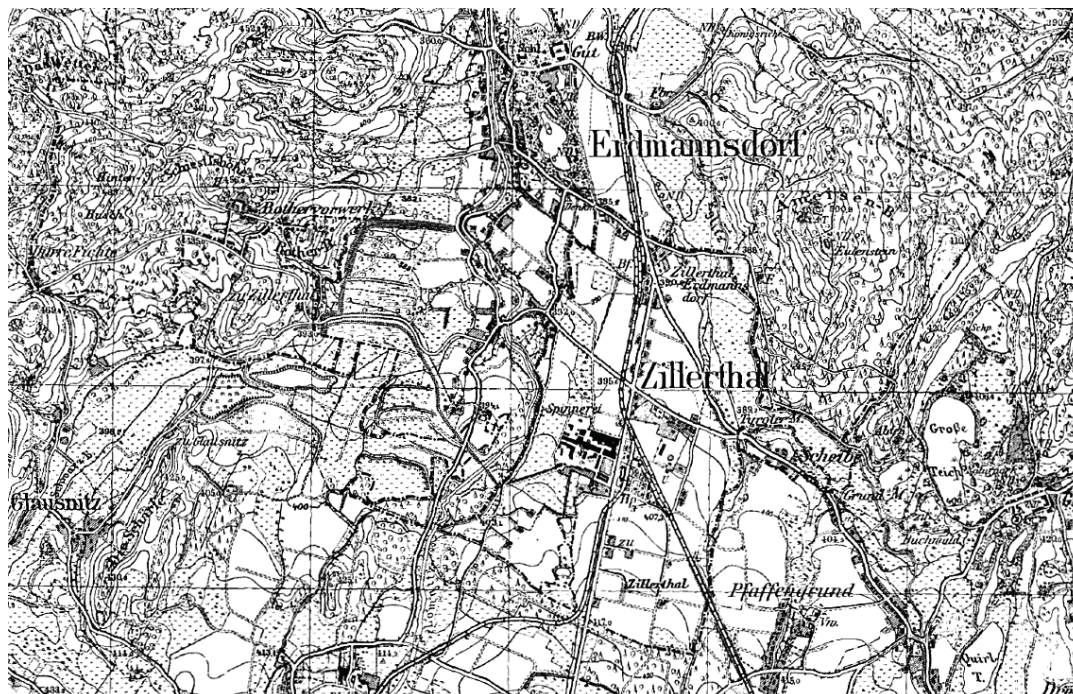


Fig. 5-72 Duitsland, schaal 1:25.000, uitg. 1930.

Met de uitvinding in München van de lithografie of steendruktechniek in 1798 door Alois Senefelder (1771-1834) werd de basis gelegd voor goedkope vermenigvuldiging van kaarten. Kaarten werden nog tot eind 19<sup>e</sup> eeuw via kopergravures vervaardigd. Wijzigingen waren lastig aan te brengen, de koperplaten sletten snel. De steendruktechniek was aanzienlijk goedkoper en werd vanaf 1810 ook in Nederland geleidelijk ingevoerd. Aanvankelijk werden zwart-wit afdrucken zo nodig nog met de hand ingekleurd. Vanaf 1870 werd met lithografie ook kleurendruk mogelijk en werden de eerste residentiekaarten voor Nederlands-Indië in Den Haag in kleur gedrukt. Na ca. 1910 werd kleurenlithografie voor kaarten ook in Nederlands-Indië mogelijk. Van de ervaringen met opneming en kartering in WO I werd ook door de TD kennis genomen, zowel van Duitse als Engelse zijde. Tijdens WO I werd ter ondersteuning al ruimschoots gebruik gemaakt van luchtfotografie.<sup>820</sup>

Voor de geodesiekennis kan Wilhelm Jordan (1842-1899) nog genoemd worden, die in 1868 als Professor Praktische Geometrie en hogere Geodesie aan het Polytechnicum in Stuttgart werd benoemd en werkte aan de Rijnlandse graadmeting-triangulatie. Van hem verscheen in 1872 het *Taschenbuch der Praktische Geometrie*. In 1881 werd hij Professor Geodesie en praktische Geometrie aan de Technische Hogeschool in Hannover. Hij is vooral bekend geworden als eerste auteur van het *Handbuch der Vermessungskunde*, dat vanaf 1888 verscheen in een aantal banden en tot de laatste band, herdrukt in 1972, het grootste Duitse standaardwerk bleef op gebied van landmeten en geodesie. Er is in Nederlands-Indië ook veelvuldig van de Jordans handboeken gebruik gemaakt, wat verder in hoofdstuk 6.3 nog aan de orde komt.

### Conclusie

Met de triangulatie en opnemingen in Beieren, met lokaal ontwikkelde meetinstrumenten, werd een hoog niveau behaald dat diende als voorbeeld voor de rest van Duitsland. De opgedane kennis met metingen, meetinstrumenten en druktechnieken kwam later ook in Nederland en Nederlands-Indië van pas.

<sup>819</sup> Das Reichsamt für Landesaufnahme und seine Kartenwerke, (uitg. Verlag des Reichsamts für Landesaufnahme, Berlin NW 40, 1931).

<sup>820</sup> D.G. Draaijer, *Het gebruik van den Topographischen Dienst in den modernen oorlog*, uit Jaarverslag TD 1919. deel II.

### 5.6.4 Groot-Brittannië

De ontwikkelingen in Groot-Brittannië tussen 1745 en 1845 hebben grote invloed gehad op de kartografie wereldwijd. Dat kan geïllustreerd worden aan de hand van een drietal leidende figuren, die daar in deze honderd jaar met hun bijdrage aan triangulatie en kartering, maar ook voor de Engelse koloniën een belangrijke rol hebben gespeeld. De ervaringen, opgedaan in Groot-Brittannië en met name India, hebben ook voor het topografisch werk in Nederlands-Indië een belangrijke bijdrage geleverd.

De rebellie in Schotland in 1745 van Bonnie Prince Charlie (The Young Pretender) en de daardoor volgende slag bij Culloden ten noordoosten van Inverness in 1746 bracht een omkeer in het denken over betrouwbare kaarten. Hoewel de rebellen van Prince Charlie door de Engelsen verpletterend verslagen werden, wist hij te ontkomen door betere kennis van het terrein en de gebrekkige kaarten van de Engelsen.<sup>821</sup> In 1734 vergeleek een kaartenmaker een zestal kaarten van het noorden van Groot-Brittannië en liet zien dat er verschillen van tientallen kilometers waren in bepaalde gebieden. Militairen hadden dan ook het grootste belang bij goede betrouwbare kaarten, zodat na Culloden een nieuwe fase begon. De eerste die van de regering opdracht kreeg het land systematisch in kaart te brengen was kolonel David Watson (1704-1762). Hij nam voor het opnemen en goed in kaart brengen van Schotland de landmeter William Roy (1726-1790) in dienst. Die maakte gebruik van eenvoudige middelen, zoals een planchet (Engels: plane table) met een vizierlineaal of alhidade (alidade) met daarnaast een loopwiel (perambulator) en een Gunter meetketting (chain) voor het meten van afstanden.<sup>822</sup>

Voor hoekmetingen werd een circumferentor gebruikt. Dat is een kompas met een vizier voor het richten op een object. De eind 17<sup>e</sup> eeuw uitgevonden telescopen werden nog nauwelijks toegepast. Deze zogenaamde Military Survey, begonnen in 1746, kwam in 1755 gereed en werd toen beschouwd als een van de grootste werken door de Britten uitgevoerd. Ondanks de grote zorgvuldigheid en het gebruik van de hiervoor genoemde instrumenten bleek dat er toch nog grote afwijkingen tussen de kaart en de werkelijkheid waren. Op enkele plaatsen bedroeg de afwijking zelfs tientallen mijlen. De Military Survey was dan ook niet gebaseerd op triangulatie.

Gezien een mogelijke invasie van de Fransen stelde William Roy in 1766 aan koning George III voor een volledige militaire kaart van Engeland te maken. Mede door de hoge kosten duurde het nog tot de oprichting van de Ordnance Survey in 1791 voordat, op basis van trigonometrische metingen, een begin werd gemaakt met het systematisch in kaart brengen het land. De 'Society of Arts' (for the encouragement of Arts, Manufactures & Commerce), opgericht in 1754 werd, aanvankelijk mede door het lid Joseph Banks, de stimulator van kartografie. Er werden prijzen beschikbaar gesteld voor de beste verkenningen, opnemingen en kaarten.

Daarnaast was de 'Royal Society' (for the Improvement of Natural Knowledge, ofwel de Britse academie voor wetenschappen), eind 1660 opgericht, een stimulator van wetenschappelijk onderzoek. Isaac Newton (1643-1727) werd in 1672 een Fellow of the Royal Society (FRS) en was van 1703 tot 1727 voorzitter van dit wetenschappelijk genootschap. In 1778 werd Joseph Banks ook gekozen tot voorzitter en werd zijn vriend William Roy een gewaardeerd lid door het leveren van bijdragen op gebied van geodesie en kartografie. Newton had beweerd dat door centrifugale krachten de bolvormige aarde op de evenaar uitgedijld was en zo afgeplatte polen had, zodat de diameter op de evenaar groter zou moeten zijn dan tussen de polen. Het werd meteen betwijfeld, sommigen vonden juist het tegenovergestelde, de aarde zou meer op een ei lijken dan op een grapefruit. Dat zou door lengtemetingen van de meridiaan vastgesteld kunnen worden.

Zoals bij Frankrijk is besproken werden enkele expedities uitgezonden om op verschillende plaatsen in de wereld de lengte van een graad te meten en zo kreeg Newton gelijk. Op basis van een andere theorie van Newton, dat massa 's elkaar aantrekken, zou de nauwkeurigheid van de metingen in bergachtige gebieden ook weleens beïnvloed kunnen worden. Dit zou mogelijk zijn door de aantrekking van het bergmassief en het schietlood dat bij de meetinstrumenten gebruikt werd voor het bepalen van de verticale as. Dit leidde ertoe aparte metingen van deze aantrekking te doen in Schotland bij de Schiehallion, een oost-west gelegen ca. 2 km lange geïsoleerde bergkam.

<sup>821</sup> Rachel Hewitt, *Map of a Nation, a biography of the Ordnance Survey*, (uitg. Granta Books, 2010).

<sup>822</sup> De Gunter meetketting bestaat uit 100 ijzeren schakels van 8½ inch (ca. 20 cm) en is dus 20 m lang. Daarnaast werd later ook een Ramsden meetketting gebruikt van 30 m met 100 schakels van 12 inch (ofwel 1 voet van ca. 30 cm) of 40 schakels van 2½ voet.

Het effect werd in 1774 duidelijk vastgesteld, zodat hiermee rekening gehouden moest worden. Zoals we gezien hebben bleken deze schietloodafwijkingen later in Nederlands-Indië ook invloed te hebben op de meetresultaten. Om het volume van de Schiehallion voor de aantrekking te bepalen maakte wiskunde-professor Charles Hutton gebruik van lijnen van gelijke hoogte. Deze contouren of hoogtelijnen (*tranches*) zijn later alom gebruikt op topografische kaarten voor hoogte-informatie.

In 1783 deed de directeur van het Parijse observatorium César François Cassini de Thury (Cassini III) een verzoek aan de president van de Royal Society Joseph Banks om de observatoria van Parijs en Greenwich bij Londen via triangulatie met elkaar te verbinden. Zo zou een betere basis voor longitude- en latitude-metingen op zee en op land verkregen worden. Ook zou zo een langer deel van een meridiaan opgemeten kunnen worden, wat weer van belang was voor het bepalen van de vorm van de aarde. Deze 'French Connection' heeft nogal invloed gehad op latere triangulaties en plaatsbepaling wereldwijd. Cassini had al een groot deel van Frankrijk met triangulaties opgemeten, zodat Duinkerken en Calais verbonden waren met het Parijse observatorium.

De uitnodiging van Cassini werd door de Royal Society geaccepteerd en William Roy werd verzocht de benodigde trigonometrische metingen uit te voeren. Voor de hoekmetingen werd direct bij de beste instrumentmaker Jesse Ramsden (1735-1800) een zo nauwkeurig mogelijke theodoliet besteld. Na enkele jaren werd een grote theodoliet afgeleverd, waar hoeken tot op enkele seconden nauwkeurig mee gemeten konden worden. Er werd gebruik gemaakt van twee grote telescopen van Dollond, voorzien van de eerste achromatische (kleur gecorrigeerde) lenzen. Zijn horizontale cirkeldiameter was 3 voet en het gewicht 90 kg (zie Fig. 5-73), zodat er een aparte hijskraan en tent voor ontworpen werden.

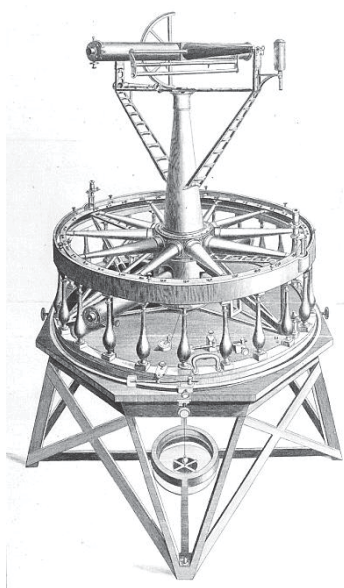


Fig. 5-73 Ramsden theodoliet.

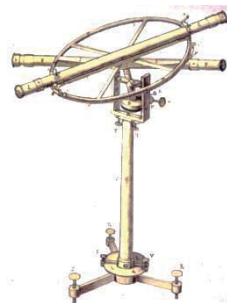


Fig. 5-74 Borda repetitielid.

De triangulatie in het zuiden van Engeland begon onder leiding van William Roy en onder grote belangstelling van Joseph Banks met een basismeting van ruim 5 mijl op Hounslow Heath, een vlak stuk land ten westen van Londen tussen Heathrow en Hampton Court. Voor de lengtemeting werd gebruik gemaakt van glazen staven van 6 m lengte. Die waren stabiel en vrijwel onafhankelijk van temperatuur en vocht. Op de kaarten in Fig. 5-75 zijn de driehoeken van de triangulaties aangegeven. Ter verificatie werd nog een extra basis in Romney Marsh aan de zuidoostkust gemeten. Daaruit bleek dat de uitgevoerde triangulatiemetingen zeer nauwkeurig waren.<sup>823</sup>

<sup>823</sup> William Roy and Isaac Dalby, An account of the trigonometrical operation, whereby the distance between the meridians of the royal observatories of Greenwich and Paris has been determined, uit *Philosophical Transactions of the Royal Society* 1790 80, p. 111-255.



De Fransen maakten gebruik van een repetitiécirkel van Borda, vervaardigd door Etienne Lenoir (Fig. 5-74). Door uitmiddeling van meetfouten kon ook een nauwkeurigheid van enkele seconden verkregen worden. De 'French Connection' was 1787 klaar en was een groot succes en stimulans voor de verdere triangulatie van Engeland.

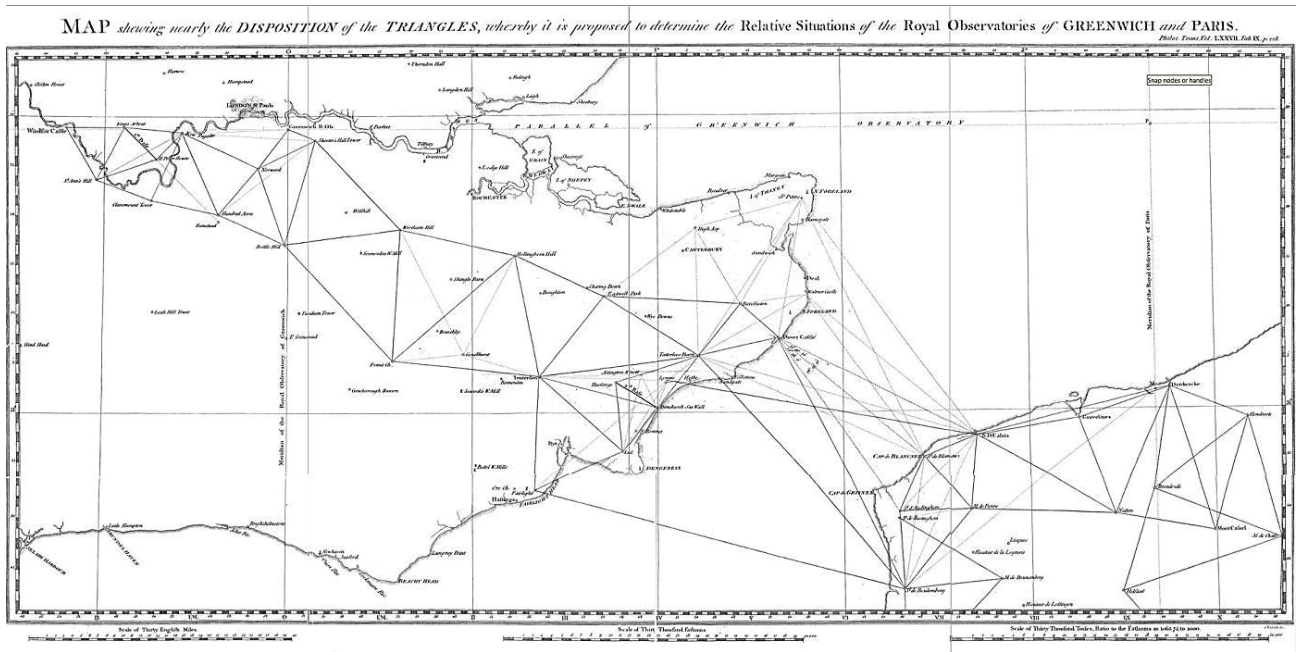
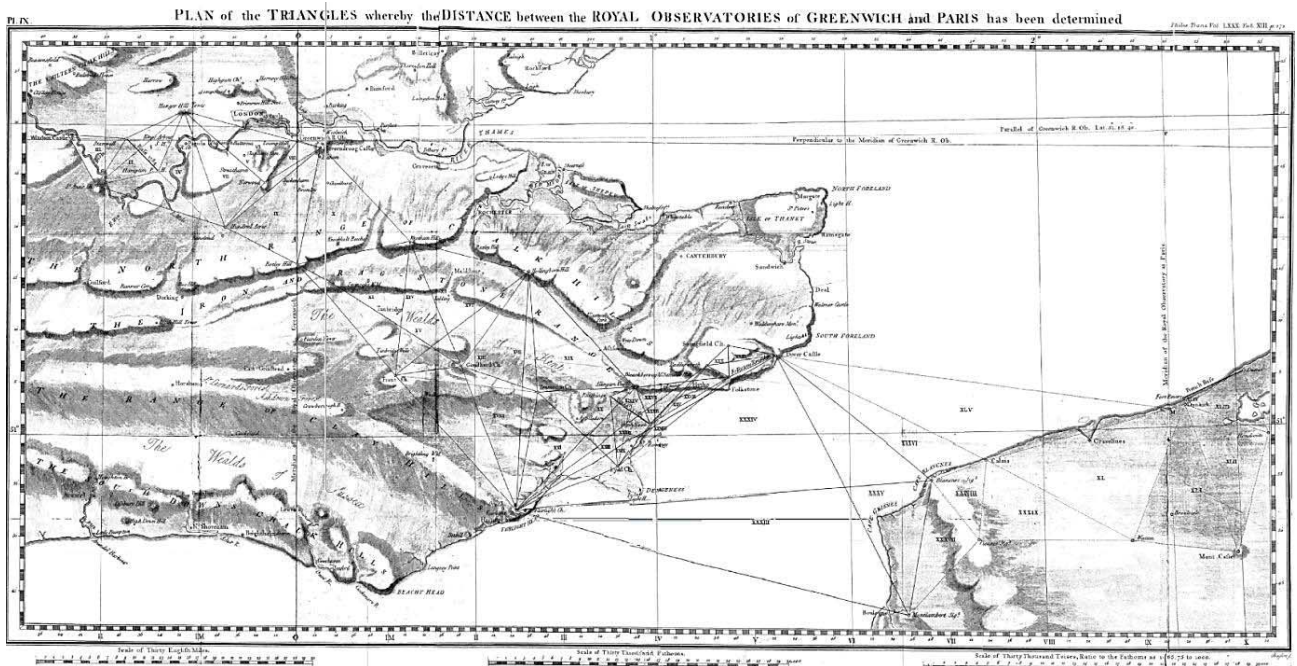


Fig. 5-75 Triangulatieplan 1784-1790 van William Roy voor de bepaling van de relatie tussen de observatoria van Greenwich en Parijs, 1787.

William Roy had de basis gelegd voor de oprichting van de Ordnance Survey in 1791 als (militaire) organisatie voor de verdere triangulatie van Engeland. Hij overleed in 1790 op 64 jarige leeftijd. Zijn opvolger werd William Mudge (1762-1820), een officier van de Royal Military Academy, die uitblonk in wiskunde. Nu onder verantwoordelijkheid van de Ordnance Survey werd de basis op Hounslow Heath opnieuw opgemeten, waarbij de afwijkingen in vergelijking met de eerdere metingen door William Roy zeer gering waren.

Vanaf 1792 werd systematisch vanaf de zuidkust Engeland trigonometrisch opgemeten, gebruik makend van de grote Ramsden theodoliet. Ter verificatie van de driehoeksmetingen werd een tweede basis van 7 mijl gemeten vanaf Old Sarum ten noorden van Salisbury over Salisbury plain naar Beacon Hill, dat een paar mijl ten zuiden van Stonehenge lag. Bij Old Sarum staat nu een gedenksteen, waarmee aan deze meting herinnerd wordt. Begin 1801 kon de eerste kaart van het zuidoosten van Engeland met een schaal van 'one inch to a mile' (1:63.360) worden gepubliceerd.<sup>824</sup> Met de dreiging van een mogelijke invasie door de legers van Napoleon werd hoge prioriteit gegeven aan het verder in kaart brengen van het zuiden van Engeland. Men kon gebruik maken van heuveltoppen, bergtoppen en markante bouwwerken, waaronder kerktorens en kastelen. Het was fysiek inspannend werk en William Mudge zocht een energieke assistent, die hij vond bij de Royal Military Academy in de persoon van Thomas Colby (1784-1852). Ook Colby was goed in wiskunde en zeer betrokken bij kartografie. Inmiddels was de trigonometrische verkenning gevorderd tot Wales waar Mudge en Colby nauw samenwerkten. Ter verificatie van de triangulatie werd in het noorden bij Rhuddlan een nieuwe basis van 5 mijl richting de kust in het noordwesten opgemeten. In Wales had men te maken met lastige plaatsnamen, die bovendien op verschillende manieren geschreven werden, een probleem dat zich later op veel plaatsen deed gelden. Het kiezen van strategische posities voor het opstellen van de grote theodoliet vergde uitgebreide verkenningen van het landschap. Het oprichten van geschikte triangulatiepunten (trigs) was een kostbare zaak, het aantal punten voor de primaire triangulatie moest zo klein mogelijk zijn, maar de te meten hoeken moesten minstens 10 graden zijn om meetfouten te minimaliseren.

In 1816 verzocht de astronoom François Arago<sup>825</sup> van het Parijse observatorium aan William Mudge de meridiaanmeting over Barcelona-Parijs-Duinkerken verder naar het noorden uit te breiden. Dat zou een nog betere bepaling van de meter kunnen opleveren. Mudge en Colby probeerden dat met het Franse team zo goed mogelijk tot stand te brengen en eind 1817 was de meridiaan tot de Shetland eilanden gemeten. Door taalproblemen en onbegrip van elkaars werkwijze verliepen deze metingen minder soepel dan de eerdere triangulatie voor de verbinding van de observatoria van Parijs en Greenwich. William Mudge werd alom geprezen om zijn persoonlijkheid, deskundigheid en resultaten. In 29 jaar had hij de Ordnance Survey "op de kaart gezet" en 37 kaarten van Engeland geproduceerd. Na zijn overlijden in 1820 werd Thomas Colby zijn opvolger.

Hoewel Groot-Brittannië nog niet af was moest eerst een nauwkeurige kaart van Ierland gemaakt worden. Na oriënterende verkenningen begonnen in 1824 de eerste metingen. Die namen uiteindelijk meer dan 20 jaar in beslag. Voor de verbinding van Ierland met Engeland werd bij de triangulatie een afstand van 111 mijl overbrugd. Colby werkte op een kaartschaal van 6 inch voor een mijl (1:10.560), zodat er 1.939 kaarten voor Ierland nodig waren. Ook hier waren de Ierse namen voor de topografische elementen een probleem. Dat werd met lokale deskundigen zo goed mogelijk opgelost. De kaarten overstegen zelfs de kwaliteit van de Engelse kaarten uit de eerste serie.<sup>826</sup> Die eerste serie kon pas na het gereedkomen van Ierland verder afgemaakt worden. Colby ging verder met de triangulatie in midden Engeland maar overleed in 1852. Daarmee was een eind gekomen aan een belangrijk tijdperk van de kartografie in Groot-Brittannië, bepaald door William Roy, William Mudge en Thomas Colby.<sup>827</sup>

De eerste kaarten die op basis van de triangulatie uitgegeven werden voor algemeen gebruik waren van de graafschappen. Een voorbeeld van Cambridge uit 1835 is in Fig. 5-76 weergegeven. De triangulatiekaart in Fig. 5-77 geeft een overzicht van de eerste primaire triangulatie waarin William Roy, William Mudge en Thomas Colby een belangrijke rol hebben gespeeld. Zoals de kaart laat zien waren afstanden van 100 mijl en meer bij deze triangulatie geen uitzondering.<sup>828</sup> Dat vergde goede instrumenten en een geoefend oog. Door gebruik van heliotropen overdag en gaslampen 's nachts konden bij helder weer deze afstanden overbrugd worden. Voor absolute plaatsbepaling en oriëntatie van het net werd gebruik gemaakt van astronomische metingen in de observatoria van Greenwich, Cambridge, Dublin en Edinburgh.<sup>829</sup>

<sup>824</sup> Rachel Hewitt, *Map of a Nation, a biography of the Ordnance Survey*, (uitg. Granta Books, 2010).

<sup>825</sup> Paul Murdin, *De astronoom en de gazelle, een historische roman gebaseerd op de avonturen van sterrenkundige François Arago*, (uitg. Conserve 2011).

<sup>826</sup> Tim Owen, Elaine Pilbeam, *Ordnance Survey, Mapmakers to Britain since 1791*, (uitg. Ordnance Survey, Southampton & HMSO, Norwich 1992).

<sup>827</sup> *A History of the Ordnance Survey*, ed. W.A. Seymour, bijdragen door J.H. Andrews, R.C.A. Edge, I.B. Harley e.a. (uitg. W.M. Dawson & Sons Ltd, England, Folkstone 1980).

<sup>828</sup> *Ordnance trigonometrical survey, Principal Triangulation, plates* (London 1858).

<sup>829</sup> Tim Owen, Elaine Pilbeam, *Ordnance Survey, Mapmakers to Britain since 1791*, (uitg. Ordnance Survey, Southampton & HMSO, Norwich 1992).



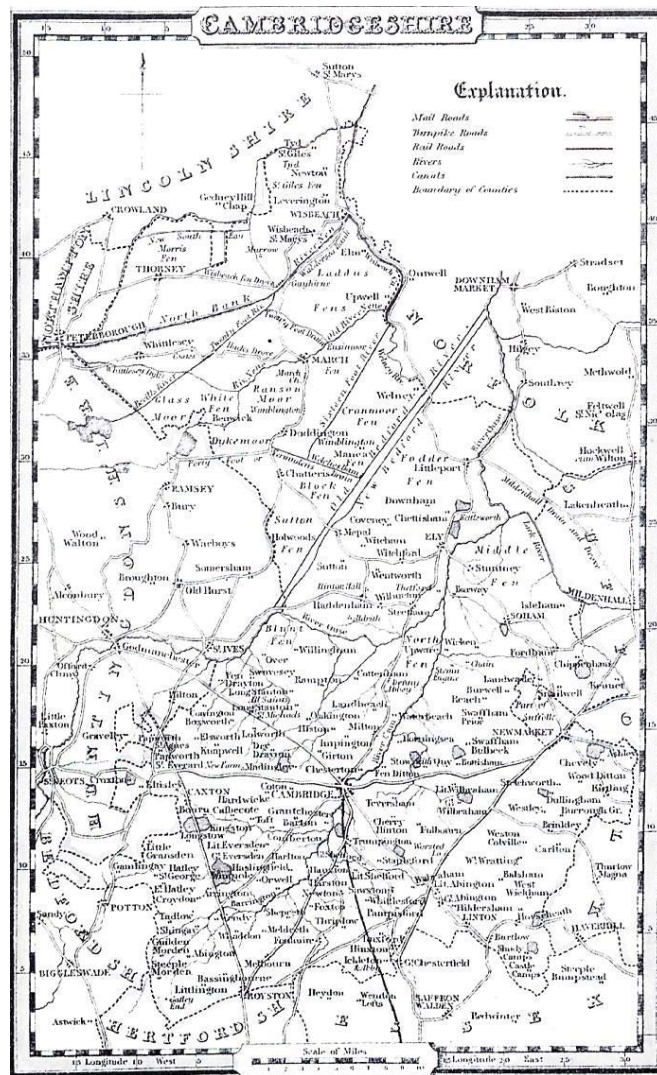


Fig. 5-76 Engeland, Cambridgeshire, James Pigot, uitg. 1835.

Na Colby ontstonden onder zijn opvolger luitenant-kolonel L.A. Hall, die weinig ervaring met geodesie had, meningsverschillen over de schaal van de kaarten. Hij gaf de voorkeur aan zes inch op een mile (1:10.560), terwijl een groot deel al met één inch op een mile (1:63.360) uitgevoerd was. Dit resulteerde in 1854-1863 in een controverse over welke schalen het meest geschikt waren voor welk gebied. Zelfs het parlement bemoeide zich ermee en er werden tal van aanbevelingen opgesteld over de schalen voor de topografische opname, de steden, de economisch belangrijke regio's en de rurale gebieden, waarbij Schotland weer afweek van Engeland. De gerelateerde kosten, benodigde tijd en gewenste detaillering waren voortdurend onderwerp van de ontstane discussie, die zich nog lang zou voortslepen. Kort voor WO II kwamen er acceptabele voorstellen, die echter pas 50 jaar later geïmplementeerd werden.

Een nieuw hoofd van de afdeling triangulatie en waterpassen Alexander Ross Clarke, zorgde dat het primaire triangulatiennet in 1858 vereffend was en zo als "Principal Triangulation" tot 1935 de wiskundige basis voor de kartering werd. Schietloodafwijkingen bleken tot  $\pm 11''$  te kunnen oplopen. Clarke stelde na uitgebreid onderzoek in Europa een nieuwe ellipsoïde voor.

Pas in 1870 waren Engeland en Wales met "one inch to a mile" (1:63.360) in kaart gebracht. Dat had 86 jaar geduurd sinds de start van de basismeting bij Hounslow Heath in 1784. Hoewel een militaire organisatie, had in 1870 de Ordnance Survey 1367 burgers en 409 militairen in dienst. Hun werk werd met interesse in Nederland aan de hand van de vele publicaties gevolgd en was, mede door de activiteiten in India en de toegepaste methoden en meetinstrumenten in de koloniën, in Nederlands-Indië ook van invloed.<sup>830</sup>

<sup>830</sup> W. Usill, Gordon Hearn, *Practical Surveying in the colonies*, 14th edition, (uitg. The Technical Press, London 1949).



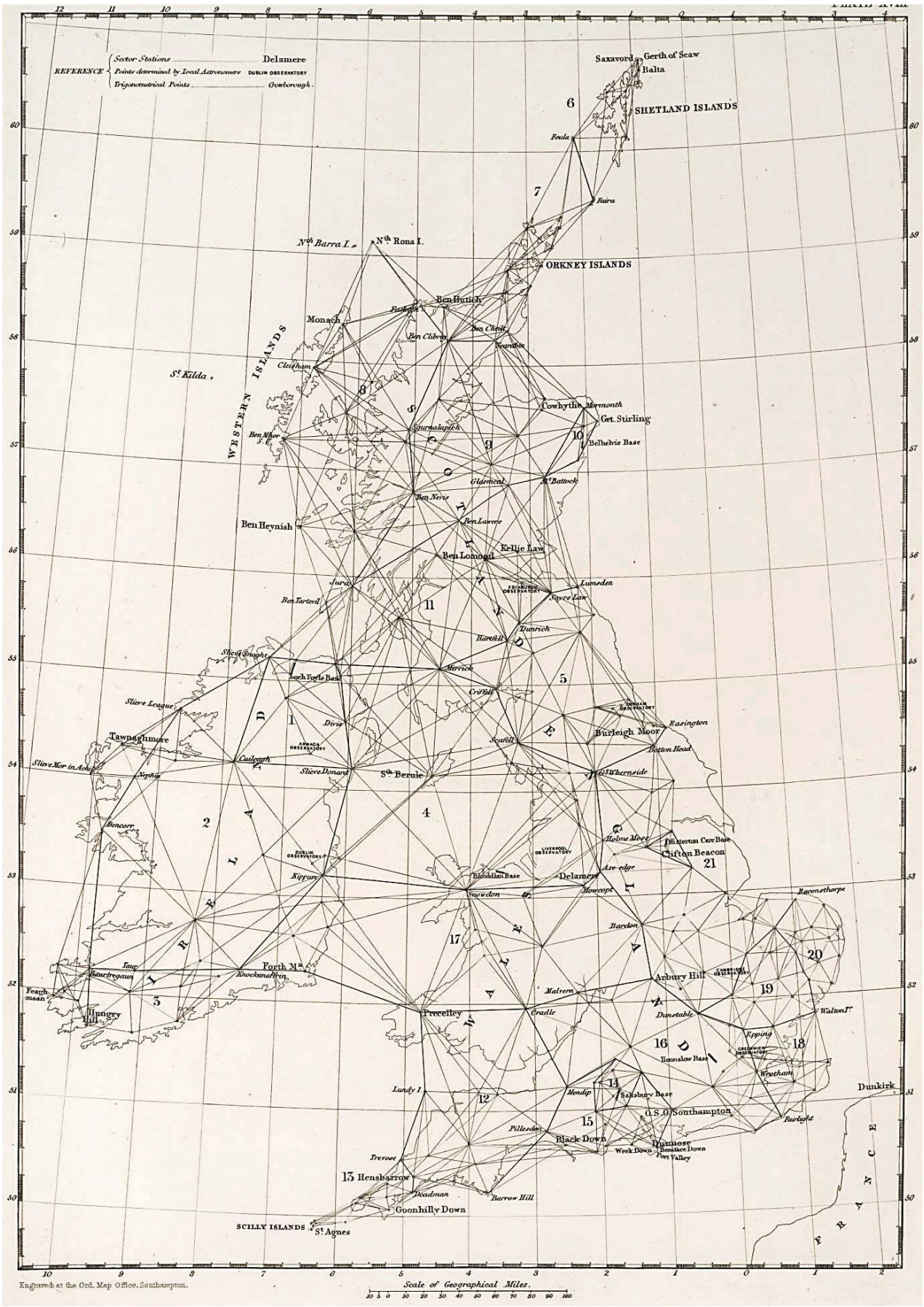


Fig. 5-77 Eerste Triangulatie van Groot-Brittannië door de Ordnance Survey.

De eerste waterpassing (levelling) van Engeland en Wales begon in Liverpool en vond plaats in 1841-1859. Daarnaast werden hoogtemetingen zoveel mogelijk met een theodoliet uitgevoerd. Streepjes of schrapjes met een dichtheid afhankelijk van de helling (hachures) of hoogtelijnen (contours) gaven het reliëf weer. Uniek was ook de weergave van antieke plaatsen en oude monumenten van voor 1688. Voor het Kadaster werd een schaal van 1:2500 of groter gekozen. Pas eind 19<sup>e</sup> eeuw werden topografische kaarten in kleur gedrukt, te beginnen met de één inch op de mile serie. Behalve in Groot-Brittannië werden in de Britse koloniën ook uitgebreide topografische opnemingen verricht. Het belangrijkste werk vond plaats in India en wordt in het volgende hoofdstuk beschreven.

Het Engelse triangulatiernet bleek minder nauwkeurig te zijn dan de moderne netten op het continent, met een waarschijnlijke fout, gemiddeld een derde van die in Engeland. De Ordnance Survey besloot rond 1908 tot hermeting met moderne theodolieten en invar-banden en meetstaven. Ook werd besloten een tweede geodetische waterpassing uit voeren. Door de Ordnance Survey werd een nieuwe referentie (datum) gekozen in Newlyn, op basis van het gemiddelde zeeniveau tussen 1915 en 1921 aan de zuidkust.

WO I gaf grote veranderingen in topografische opnemingen.<sup>831</sup> Fotogrammetrie of photo mapping werd met succes toegepast, resulterend in nauwkeurige kaarten op schaal 1:20.000.<sup>832</sup> Tijdens de oorlog werden 32 miljoen kaarten aan de militairen verstrekt. Fotogrammetrie kwam pas na de oorlog goed tot ontwikkeling met experimenten in 1925-1928. In de dertiger jaren werd voorgesteld over te gaan op metrische schalen als 1:12.500 (i.p.v. 6-inch/mile kaarten), 1:25.000 (nieuw), 1:50.000 (i.p.v. 1-inch/mile of 1:62.500 kaarten), 1:125.000 (i.p.v. ½-inch/mile of 2 mile/inch kaarten), 1:250.000 (i.p.v. ¼-inch/mile of 4 mile/inch kaarten) en 1:500.000 (i.p.v. ⅛- en 1/10-inch/mile kaarten), wat echter nog bijna een halve eeuw zou duren voordat ze ingevoerd werden. Daarvan zijn nu overgebleven de bekende kaartseries 1:25.000, 1:50.000 en 1:250.000.

De her-triangulatie van Groot-Brittannië vond grotendeels plaats in 1935-1939 en na WO II nog tot 1962.<sup>833</sup> Het waren vooral de secundaire en lagere ordes, die aan herziening toe waren. Hoewel de primaire triangulatie uit 1858 nog voldoende nauwkeurig was, werd besloten een algehele nieuwe triangulatie van het netwerk uit te voeren. Het aantal primaire triangulatiepunten was ten opzichte van de lagere orde triangulatiepunten aanzienlijk kleiner, zodat de extra kosten te verwaarlozen waren. Deze punten werden bij de eerste triangulatie rond 1850 nog gemarkeerd door zware keien of rotsblokken, waarvan inmiddels al een aantal verdwenen waren. Bij de her-triangulatie werden meer dan 6500 standaard betonpilaren in de vorm van een afgeknotte piramide van ca. 1,5 m hoogte toegepast, waarvan ruim de helft nu nog het landschap markeren. De pilaren staan op de top van bergen en hoge punten en zijn via paden nu nog goed bereikbaar. Bovenop de pilaren kon eenvoudig een theodoliet of bakenlicht verankerd worden. In vlak terrein werden kerktorens gebruikt of aparte torens opgericht. Tijdens en na WO II is zowel in Groot-Brittannië als in de Britse koloniën nog veel traditioneel survey-werk verricht.<sup>834</sup> Ook op het gebied van onderwijs en onderzoek hebben veel activiteiten plaatsgevonden. Een voorbeeld is het onderzoek naar de relatie van geografie, wetenschap en nationale identiteit van Schotland.<sup>835</sup> De invloed van de geografie, (waaronder hier verkenning, topografische opneming en kartografische weergave valt) op imperialisme, bleek groter dan verwacht. De Schotten waren als “Workshop of the Empire” een ras van “Empire builders”.

## Conclusie

De triangulaties van Groot-Brittannië zijn voor veel landen een voorbeeld en inspiratie geweest. Zowel in India als in Nederland en Nederlands-Indië is van Engelse expertise en ervaring gebruik gemaakt. Surveying en mapping in Groot-Brittannië heeft grote invloed gehad op de ontwikkeling in de wereld. Over de werkwijze en resultaten werd uitgebreid gepubliceerd. Er werden nuttige overzichten van topografische verkenning, opneming, gebruikte meetinstrumenten en vervaardigde kaarten uitgegeven.<sup>836</sup> Fraaie voorbeelden van Britse kartografie zijn te vinden in tal van naslagwerken (vaak meerdere edities) en op websites.<sup>837 838 839 840 841</sup>

<sup>831</sup> D.G. Draaijer, *Het gebruik van den Topographischen Dienst in den modernen oorlog*, uit Jaarverslag TD in Nederlandsch-Indië over 1919. deel II.

<sup>832</sup> *Report of the Air Survey Committee No. 1-1923*, The War Office, (uitg. His Majesty's Stat. Office, London 1923).

<sup>833</sup> *The History of the Retriangulation of Great Britain 1935-1962*, diverse auteurs van Ordnance Survey, (uitg. Her Majesty's Stationary Office, London 1967).

<sup>834</sup> G.W. Usill, Gordon Hearn, *Practical Surveying in the colonies*, 14th edition, (uitg. The Technical Press, London 1949).

<sup>835</sup> Charles W.J. Withers, *Geography, Science and National Identity, Scotland since 1520*, (uitg. Cambridge University Press, Cambridge 2001).

<sup>836</sup> Arthur R. Hinks, *Maps and survey*, (uitg. Cambridge University Press, 3rd edition, London 1933).

<sup>837</sup> Bartholomew *World Atlas*, (uitg. Geographical Institute 1982); Bartholomew *Illustrated World Atlas*, (uitg. John Bartholomew & Son, Edinburgh 1989).

<sup>838</sup> Christopher Fleet, Margaret Wilkes, Charles W.J. Withers, *Scotland: Mapping the Nation*, (uitg. Birlinn in ass. with the Nat. Library of Scotland, Edinburgh 2012).

<sup>839</sup> *Atlas of the World*, The Royal Geographical Institute, (uitg. Philip's, Octopus Publishing, London 2013).

<sup>840</sup> *The Times (Comprehensive) Atlas of the World*, 1<sup>st</sup> gen. 1895, 2<sup>nd</sup> gen. 1920, 3<sup>rd</sup> gen. 1967, 10<sup>th</sup> ed. 1999, 11<sup>th</sup> ed. 2003, 12<sup>th</sup> ed. 2007, 13<sup>th</sup> ed. 2011, 14<sup>th</sup> ed. 2014.

<sup>841</sup> *Map Images*, National Library of Scotland, <http://maps.nls.uk/>



### 5.6.5 India

Met de oprichting van de East India Company (EIC) in 1600 toonden de Engelsen hun ambitie om hun handel met Azië fors uit te breiden. In tegenstelling tot de VOC was de EIC aanvankelijk een verzameling van afzonderlijke kooplieden, die voor elke reis opnieuw gelden bijeen moesten brengen en elkaar soms zelfs beconcurrerden. Eerst vestigden zij naast de Nederlanders en de Fransen handelsnederzettingen aan de kust van India. De belangrijkste factorijen omstreeks 1700 waren Madras aan de oostkust, Bombay aan de westkust en Calcutta in het noordoosten aan de kust van Bengalen. Rond elk van deze plaatsen ontstond een administratief centrum, presidency genoemd, van waaruit verdere handelscontacten opgebouwd werden. De Fransen vestigden zich in Pondicherry aan de kust net onder Madras. De VOC had al vestigingen in het noorden in Surat, Bengalen en in het zuiden aan de Malabar- en Coromandel-kust. Kaarten lieten aanvankelijk dan ook weinig van het binnenland zien. Pas na 1700 ontstonden meer contacten met vorsten landinwaarts, waardoor ook daar grotere behoefte aan kaarten ontstond.<sup>842</sup> In 1752 was door Jean Baptiste Bourguignon d'Anville (1697-1782), een Franse kartograaf, een kaart van 1 x 1 meter op een schaal van 1:3.000.000 samengesteld op basis van beschikbare kaarten. Grote delen van het binnenland waren niet ingevuld. Deze gedeeltelijke compilatiekaart was niet gebaseerd op geodetische metingen, zodat grote afwijkingen voorkwamen. Aanvankelijk bestond India uit een groot aantal onafhankelijke staten, die evenals de landen in Europa, weinig met elkaar gemeen hadden. In 1818 kwam een kaart van geheel India uit met daarop de staten onder Brits gezag en onder gezag van autonome vorsten. De Engelsen hadden als doel van het subcontinent, dat zij later India noemden, een eenheid te maken die geheel onder gezag van Groot-Brittannië zou staan. Daarbij waren betrouwbare kaarten onontbeerlijk. Inmiddels was duidelijk geworden dat daarvoor uitgebreide verkenningen en trigonometrische metingen nodig waren. Die verkenningen en metingen werden grotendeels in de periode 1765-1843 door de Engelsen met hulp van de lokale bevolking uitgevoerd. De Great Trigonometrical Survey (GTS) startte al onder de eerste surveyor general James Rennell in 1765 met astronomische plaatsbepaling en triangulaties bij Madras. Grote gebieden van India, die nog niet onder Brits bestuur stonden moesten nog door de Engelsen veroverd worden, zodat er tijdens de GTS nog diverse oorlogen werden gevoerd. Er werd besloten dat eerst de trigonometrische opname zou plaatsvinden en daarna pas de kartering. Hoewel de gehele GTS pas in 1870 afgerond werd, kwamen vanaf 1843 al wel betrouwbare kaarten beschikbaar. Een belangrijk doel werd ook meer kennis te verkrijgen over de vorm van de aarde. Het was inmiddels duidelijk dat rekening gehouden moest worden met de afplatting van de polen om betrouwbare trigonometrische metingen te kunnen doen. Op het subcontinent India zou langs de 78<sup>e</sup> lengtegraad de meridiaan over meer dan 22 graden gemeten kunnen worden, tweemaal zo lang als in Europa. De meting van "The Great Arc" was dan ook internationaal van groot belang en zou Groot-Brittannië op geodetisch gebied groot aanzien geven. Hierbij hebben twee officieren een belangrijke rol gespeeld: William Lambton (1753-1823), surveyor general van 1800-1823 en zijn opvolger George Everest (1790-1866), surveyor general van 1823-1843.<sup>843 844</sup> Lambton was de initiatiefnemer van de GTS en de meridiaanmeting. Astronomische plaatsbepaling voor alle gewenste punten werd onvoldoende nauwkeurig en bovendien te kostbaar geacht. Triangulatie met een nauwkeurige theodoliet zou de gewenste resultaten opleveren. Een subcontinent als India zo op te meten zou een enorme inspanning zijn door het landschap en klimaat, met grote risico's voor mensenlevens. Lambton stelde voor trigonometrische metingen langs enkele meridianen en parallellen uit te voeren. Met deze noord-zuid en oost-west metingen zou een rooster ontstaan, waarvan de vakken later met minder nauwkeurige metingen ingevuld zouden kunnen worden. Hij had de steun van gouverneur-generaal Richard Wellesley en surveyor general Colin Mackenzie, die hij later zou opvolgen.<sup>845</sup> Zowel Mackenzie als Everest zijn op Java geweest. Mackenzie heeft daar in 1811-1814 Raffles geadviseerd.

Voor de triangulatiemetingen werd een kopie besteld van de grote Ramsden theodoliet (gemaakt door William Cary (1759-1825), leerling van Ramsden), die William Roy in Groot-Brittannië gebruikte. Met slechts een Ramsden meetketting van 30 meter (40 schakels van 2½ voet), een zenit sector (voor astronomische waarnemingen) en enkele eenvoudige hoekmeetinstrumenten werd in Madras bij het observatorium gestart met een basismeting. Daar was aan de kust een vrij vlak stuk grond van 7½ mijl aanwezig, zodat in 75 dagen de basis gemeten kon worden.

<sup>842</sup> P.L. Madan, *Indian Cartography, A Historical Perspective*, (uitg. Manohar, Delhi 2001).

<sup>843</sup> Matthew H. Edney, *Mapping an Empire: the geographical construction of British India 1765-1843*, (uitg. The Univ. of Chicago Press, Chicago 1997).

<sup>844</sup> Joan Keay, *The Great Arc: The Dramatic Tale of How India was Mapped and Everest was Named*, (uitg. HarperCollins; (Reissue) 2001).

<sup>845</sup> Philip Mason, *The men who ruled India*, (uitg. Rupa & co, New Delhi 2007).



Na aankomst van de grote theodoliet uit Engeland kon in 1803 de triangulatie starten. Om de grote afstanden te overbruggen werd getracht zo groot mogelijke driehoeken te maken, wat alleen mogelijk was met theodolietmetingen op voldoende hoogte. In het zuiden waren bergen nauwelijks aanwezig, maar er kon gebruik worden gemaakt van grote rotsblokken en hoge tempels. Interessant is dat al in een vroeg stadium er over gepubliceerd werd, getuige het volgende commentaar van Kraijenhoff in de *Algemeene Konst- en Letter-Bode* van 1804 over de meridiaanmetingen onder de titel: “*Engelsche Graadmetsing, in Oost-Indiën*”.<sup>846</sup>

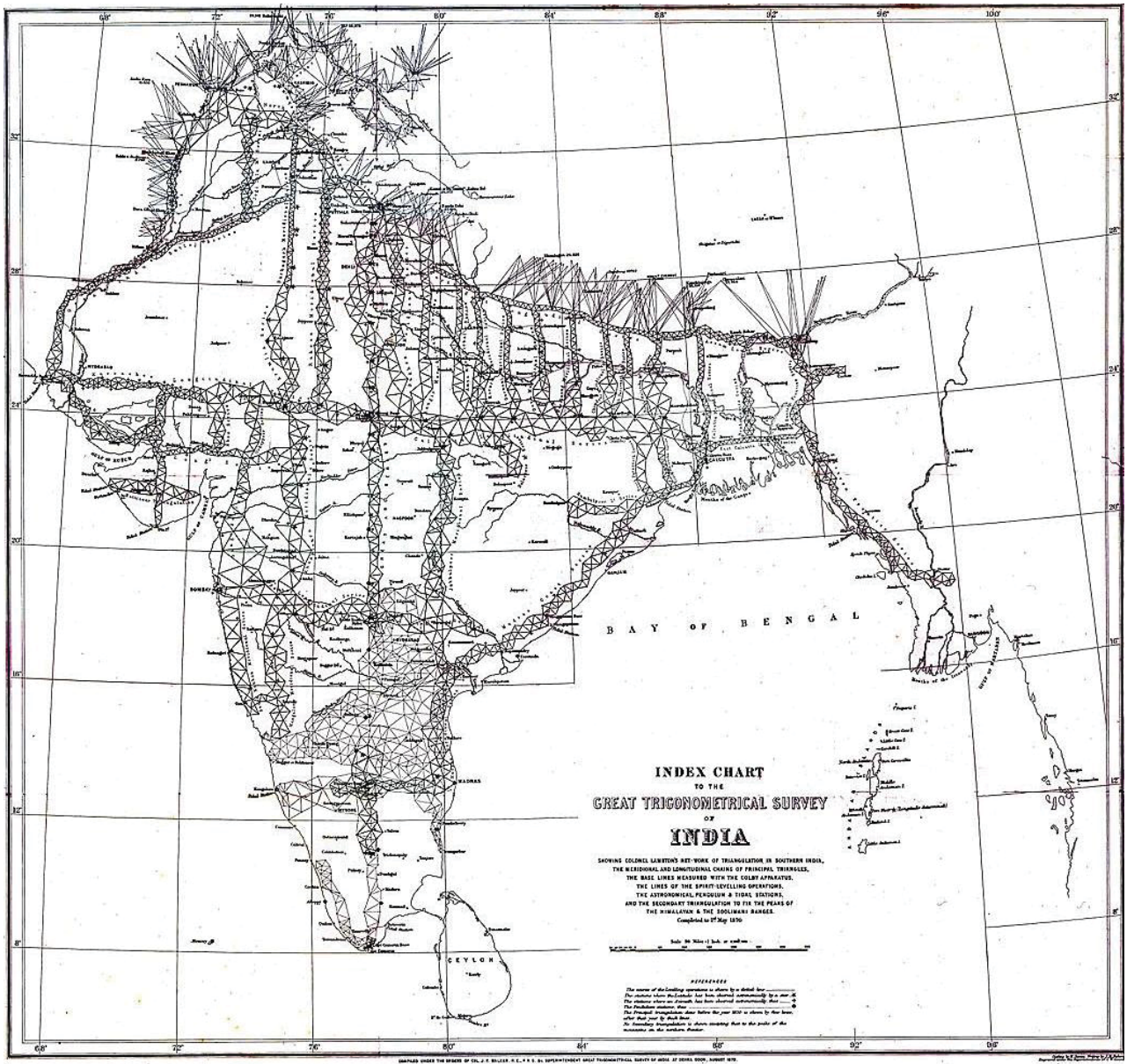
*Volgens schrijven van den Brigade Major Lambton uit Madras, van 7 Aug 1803, hadde deze, op dien tijd, de meting eenes Meridiaanboogs, in Oost-Indiën, volëindigt; eene onderneming, welke, door vergelyking met de resultaten der onlangs afgedane in Lapland, en der nog voortgezet wordende gelyksoortige metingen in Engeland en Spanje, van ongemeen nut kan zijn, om de gedaante des Aardkloots nauwkeuriger te bepalen. Door middel eener reeks van Driehoeken, wier hoek, door een groot en zeer juist Theodolid van CARY bepaald was, vond hy den afstand van twee, Noordelyk en Zuidelyk van elkanderen gelegene Standpunten, 108,777 Engelsche Mylen: hij vond tevens, door zorgvuldige en dikwijls herhaalde Sterrekundige Waarnemingen, die hy, met een Senith-Sector van Ramsden, deed, het verschil in breedte van deze beiden Standpunten 1,582,342 graden: waar uit hy dan besluit, dat de Meridiaan-graad of Lyn, van het Noorden naar het Zuiden, waar het middelpunt in 12°, 32' Noordel. Breedte ligt, gelyk staat met 60,495 Engelsche vademen, of 56,762 Fransche toisen. Uit een reeks van Driehoeken, op dezelfde plaats, maar in eene Oostelyke en Westelyke rigting, vindt hy de langte van een perpendikulair, of Oostelyk en Westelyk op den Meridiaan staande graad 61,061 Engelsche vademen, of 57,293 Fransche toisen. De Oost-Indische Comp. heeft besloten, dat deze driehoeken, door 7 of 8 Breedtgraden zullen achtervolgt worden, om de lengte eenes Graad op die Breedte, des te juister te bepalen. Op die wyze zal deze linie de basis uitmaken eener opneming van het geheele Oost-Indisch Schier-Eiland, en die dus volkomen evenaren zal de groote opneming van Engeland, waar mede de Major Mudge begonnen is.*

Vanuit Cape Comorin aan de zuidpunt werd door Lambton en zijn meetploeg tot Hyderabad, een afstand van ca. 1000 km naar het noorden, bijna 15 jaar continu gemeten. Bij het omhoog hijsen van de zware theodoliet voor plaatsing op een tempel in het zuiden brak een touw voor de geleiding, waardoor het instrument tegen de tempel klapte en danig beschadigd werd. Het kostte Lambton zes weken in zijn tent om de schade te herstellen. Met grote zorgvuldigheid werden vervolgens de metingen voortgezet. Er werd gecorrigeerd voor hoogte om horizontale afstanden te krijgen, voor refractie door veranderende brekingsindex van de luchtlagen en voor de vorm van de aarde (spherical excess). Naarmate de metingen naar het noorden vorderden werden met controlemetingen (alle hoeken werden gemeten) toch grotere afwijkingen in de meetresultaten geconstateerd. Lambton vermoedde dat schietloodafwijkingen de oorzaak waren. Maar ook ver verwijderd van bergen, die voor aantrekking van het schietlood zouden kunnen zorgen, werden afwijkingen gevonden. Een en ander kon alleen verklaard worden door de compactere massa aan de voet van de bergen en een geringere massa op afstand van de bergen. Deze verschijnselen deden zich later ook voor in Nederlands-Indië. In 1819 kreeg Lambton met luitenant George Everest een assistent. Zijn opdracht werd de Great Arc bij Hyderabad te voorzien van een dwarsverbinding naar Bombay aan de westkust. Lambton was geliefd bij zijn medewerkers die hij met respect behandelde. Hij overleed in 1823, waarna Everest zijn taak overnam. Die had een geheel andere omgang met zijn ondergeschikten. Hij was uiterst kritisch en kon weinig bewondering voor zijn personeel opbrengen. Toch is zijn naam bekender gebleven dan die van William Lambton.

De triangulatiekaart in Fig. 5-78 geeft een indruk van de enorme hoeveelheid werk die in India voor de trigonometrische metingen is uitgevoerd. Hoewel het voldoende is twee van de drie hoeken te meten werd elke hoek van een driehoek gemeten en soms hermeten. Daarvoor konden vele dagen tot weken nodig zijn. De triangulatie van Madras aan de Coromandel oostkust, via Bangalore naar Mangalore aan de Malabar westkust toonde aan dat India daar 360 mijl breed is, wat 40 mijl korter was dan aanvankelijk gedacht (zie ook Fig. 5-78 en Fig. 5-79).

Op verschillende plaatsen aan de kust vonden getijdemetingen plaats, voor het vaststellen van de hoogte-referenties (datums). Die werden door waterpassingen met de vele basislijnen verbonden. Zo ontstond een primair netwerk met 3665 stations, dat in vijf grote secties vereffend kon worden. Gelijk met de primaire stations waren nog duizenden secundaire stations gemeten. Over het hele land vonden metingen van de zwaartekracht met slingertoestellen plaats. Secundaire triangulaties zorgden ook voor de verbindingen met de toppen van de Himalaya en de vuurtorens aan de kust. Onder surveyor-general J.T. Walker werden in 1878 de “Topographical Survey”, de “Trigonometrical Survey” en de “Revenue Survey” (vergelijkbaar met de landrente-opnemingen in Nederlands-Indië) samengevoegd tot de “Survey of India”.

<sup>846</sup> C.R.T. Kraijenhoff, *Astronomisch-Triangonometrische landmeting der Bataafse Republiek, Engelse graadmetsing in Oost-Indiën*, uit *Algemeene Konst- en Letter-Bode* voor het jaar 1804, Haarlem 1804.



GENERAL PLAN OF THE TRIANGLES.

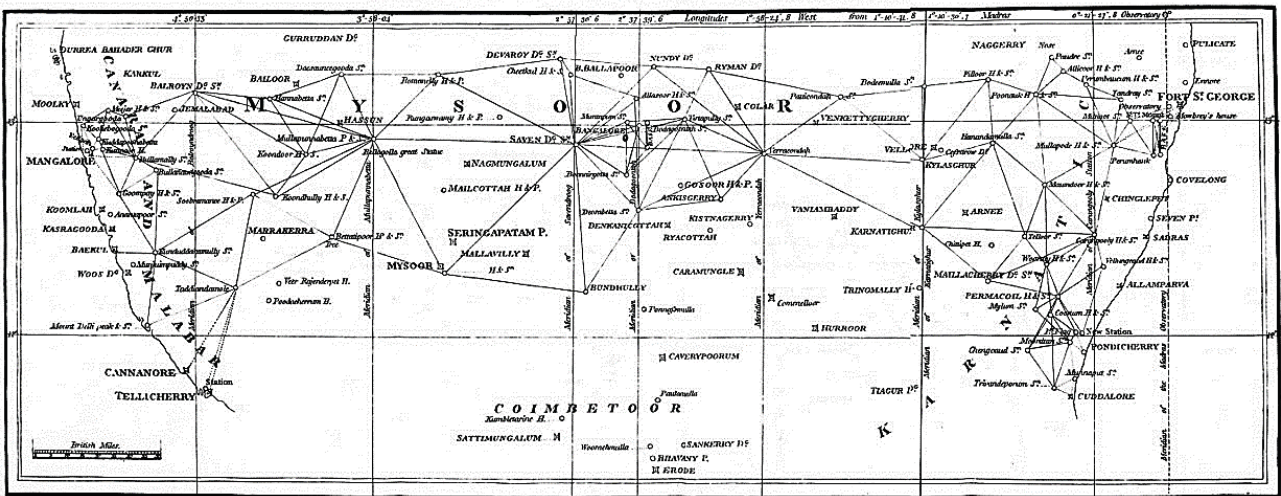


Fig. 5-78 Triangulatiekaart van India met het oorspronkelijke plan voor de triangulatie van Madras-Bangalore-Mangalore.



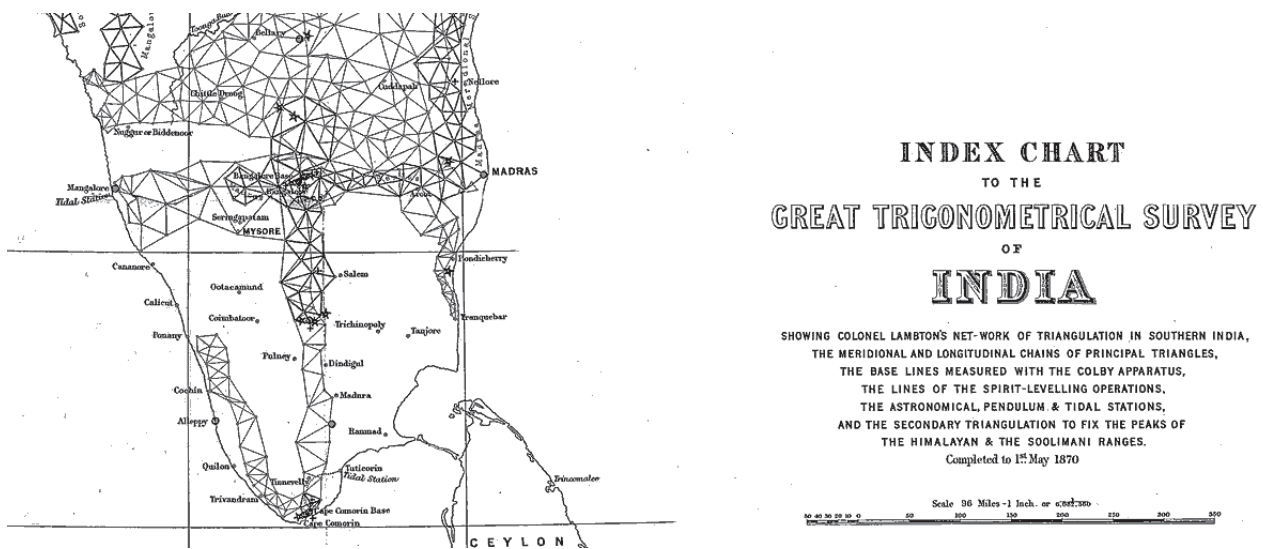


Fig. 5-79 Detail van de GTS index kaart van de zuidpunt van India.

Aanvankelijk kon vanwege het stof alleen overdag in het regenseizoen of direct daarna aan het begin van het droge seizoen gewerkt worden. Met de ontdekking dat 's nachts minder last van stof en refractie ondervonden werd, vonden de metingen steeds vaker 's nachts met hulp van olielampen plaats. Tijdens ziekteverlof in Europa had Everest gelegenheid de metingen van Thomas Colby in Ierland te volgen. Het lukte hem de door Colby ontwikkelde betere meetstaven met temperatuur-compensatie voor de basismetingen te verkrijgen. Ondanks veel tegenslagen als ziekte en daardoor jarenlange afwezigheid, kon Everest nog voor zijn vertrek uit India in 1844 Delhi in het noorden bereiken. Daar in Hindustan waren nauwelijks bergen voor triangulatiepunten, zodat grote torens gebouwd moesten worden. Hij was vooral geïnteresseerd om de meridiaanmeting zover mogelijk naar het noorden uit te breiden. Metingen in de Himalaya, waar mogelijk de hoogste toppen van de wereld lagen, liet hij graag aan anderen over. Een probleem was dat de Himalaya grotendeels in Nepal lag, dat voor de buitenwereld afgesloten was (zie Fig. 5-80). Hoogtemetingen moesten vanuit het lagergelegen Gangesgebied en Bengalen plaatsvinden. Dat is dan ook te zien op de triangulatiekaart in het noordoosten van India. De hoogte van de bergtoppen werd met de grote theodoliet uit hoekmetingen over grote afstanden bepaald (zoals vanuit het hoofdkwartier van de GTS in Dehra Dun, zie Fig. 5-80). Vermoed als pelgrim verkende Nain Singh in 21 maanden over 2000 km Nepal en Tibet met een verstopte sextant, kunstmatige horizon, rozenkrans (met 100 kralen voor de afstandsmeting), kompas, chronometer en hypsometer. Gezien de onnauwkeurigheid van de afstand, de invloed van refractie en de grote temperatuurvariaties waren dit niet bepaald nauwkeurige methodes. Het heeft nog tot 1856 geduurd voordat met zekerheid in het oosten van Nepal op de grens met Tibet de hoogste berg van 29.028 voet (8.848 m) vastgesteld werd. George Everest heeft de berg nooit gezien, hij vertrok al in 1844 naar Engeland. Zijn opvolger Andrew Scott Waugh heeft de hoogste berg op aarde naar hem vernoemd. Everest trouwde nog op 55-jarige leeftijd, kreeg kinderen en hield zich tot zijn overlijden in 1866 bezig met zijn gezin, schrijven en het geven van lezingen.

De GTS werd pas in 1870 afgerond, en heeft met het eerdere werk van Rennell en Mackenzie 100 jaar geduurd. De GTS en de meridiaanmeting werden beschouwd als de grootste meetcampagne ooit ondernomen. De resultaten na vereffening en de gevolgde werkwijze zijn gepubliceerd, waarvan dankbaar gebruik gemaakt werd bij de latere verkenningen en triangulaties in Nederlands-Indië.<sup>847 848</sup> Daarnaast zijn verschillende vergelijkingen gemaakt tussen India en Nederlands-Indië, waarbij bleek dat de prestaties voor elkaar niet onderdeden.<sup>849</sup> De opnemingen vonden grotendeels plaats met een "plane table" (planchet), kompas en clinometer. In het jaarverslag 1879-1880 van de "Survey of India" werd de Atlas van India met 177 kaarten van 38 x 24,4 inches op schaal van een quarter inch (to a mile) ofwel 1:253.440 aangekondigd. Met de bladindeling van India in Fig. 5-81, werd de stand van zaken aan het eind van 1916 gegeven. De kaarten werden samengesteld onder leiding van James Horsburgh, die we al eerder zijn tegengekomen.

<sup>847</sup> Col. J.T. Walker, *The Great Trigonometrical Survey of India, Volume IV, The Principal Triangulation, The Great Arc section 24°-30° of the North-West Quadrilateral*, (India, Dehra Dun 1876).

<sup>848</sup> Col. G. Strahan, *The Great Trigonometrical Survey of India, Volume XV, Electro-Telegraphic Longitude Operations 1885-1886, 1887-1888, 1889-1890 and 1891-1892*, (India, Dehra Dun 1893).

<sup>849</sup> L.F. van Gent, *Overzicht van de verrichtingen van den topographischen dienst in Britsch-Indië*, uit Jaarverslag TD 1916 p. 153-182.



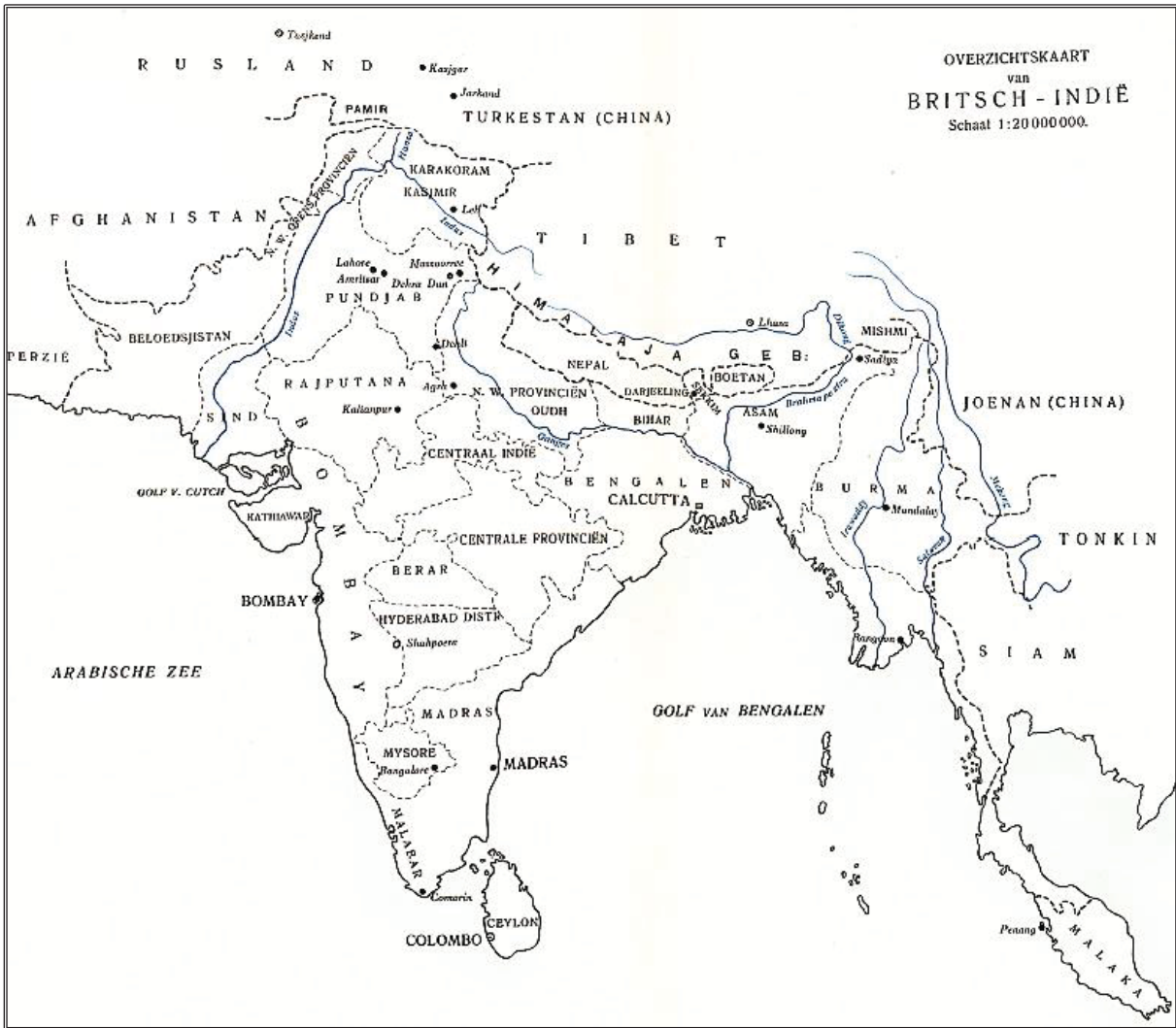


Fig. 5-80 India aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw getekend door de Topografische Dienst in Batavia.

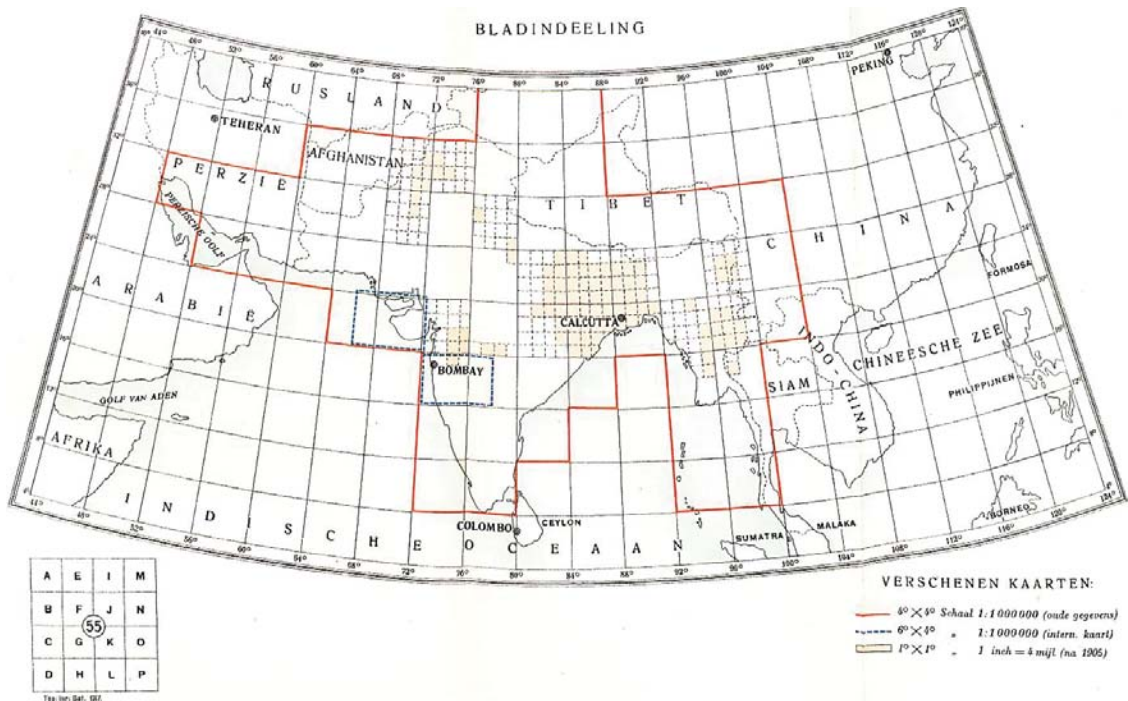


Fig. 5-81 Kaarten van India, stand van zaken eind 1916, (oranje delen hebben een schaal 1 inch/4 mile, ofwel 1:253.440).

## Vergelijking India-Indonesië

De Indische archipel is vergelijkbaar met India.<sup>850</sup> Het landoppervlak van India is nu met ca. 3 miljoen km<sup>2</sup> ruim 1,5 x zo groot zo groot als dat van Indonesië. De landen hebben een vergelijkbaar klimaat, terwijl beiden grote rivieren, tropische regenwouden, moerassen, bergen en lange kusten hebben. India heeft daarnaast nog woestijnen. Beide landen werden gekoloniseerd door West-Europese mogendheden, die bovendien met handel en bestuur ongeveer even lang daar gevestigd waren: de EIC 1600-1858 (hoewel in 1813 al de Britse Kroon de soevereiniteit over India van de EIC overnam)<sup>851</sup>, het Britse gouvernement 1858-1947, de VOC 1602-1800 en de Nederlandse staat (inclusief de Bataafs-Franse en Engelse periode) 1800-1949. In beide landen werd triangulatie de basis voor kaarten en vonden landrente-opnemingen plaats. Nederlands-Indië en India behoorden omstreeks 1950 tot de best gekarteerde tropische gebieden. Toch waren er enkele markante verschillen. De TD in Nederlands-Indië probeerde zoveel mogelijk van ervaring elders te leren en volgde dan ook de ontwikkelingen op de voet. Dat kan niet altijd gezegd worden van de Survey of India (althans zijn in de literatuur geen aanwijzingen daarvoor gevonden). Groot-Brittannië met India "ruled the world".<sup>852</sup>

De Internationale wereldkaart op schaal 1:1.000.000 werd in India gebaseerd op de 16 miles (to the inch), ofwel 1/16-inch/mile kaarten, die overeenkwamen met een vak van 4°x 4° (zie ook hiervoor de bladindeling in Fig. 5-81 voor de in 1916 verschenen kaarten). De Internationale wereldkaart omvat een vak van 6°x 4°, zodat voor 1947 ca. 30 kaarten (inclusief delen van Siam en het latere Pakistan en Bangladesh) nodig waren (Indonesië vergde 28 kaarten). In India werd gekozen voor zoveel mogelijk decentralisatie van topografische activiteiten, in Nederlands-Indië juist voor centralisatie. In India werden dragers en hulpen nog lager betaald dan in Indië. De gemiddeld productie in topografische opnemingen was in India lager dan in Indië. De voortgang en het gebruik van nieuwe instrumenten en methoden deden in Indië zeker niet onder voor die in India, ondanks de kleinere personeelsaantallen en beschikbare middelen.<sup>853</sup> In 1915-1916 was de Indiase begroting ca. f 3,2 miljoen (toenmalige gulden) per jaar met ca. 800 personen en de Indische f 1,2 miljoen met 495 personen. Dit is in beide landen exclusief dragers en contractarbeiders. Het opnemingspersoneel bestond in India alleen uit inlanders. In Indië waren de meeste opnemers militairen, uit Europa afkomstig. Door gebrek aan éénhoofdige leiding ontstonden in India grote verschillen in werkwijze en resultaten. Studies waarbij India met Indië in de koloniale periode vergeleken worden geven verschillen aan in respectievelijk direct bestuur en indirect bestuur (via regenten), geassimileerd bestuur en westers bestuur, grootschalige veroveringen (tot zelfs grote ontbossingen langs wegen toe) en kleinschalige veroveringen (soms zelfs guerrilla, zoals in de Java-oorlog en Aceh-oorlog), grootschalige industrie en kleinschalige (vooral agrarische) industrie.<sup>854</sup> India is niet veroverd en bezet door de Japanners, Indië wel, waardoor de suprematie van de Nederlandse machthebbers aanzienlijk werd aangetast. Een verschil was ook het kastensysteem, waardoor in India bepaalde groepen geen kansen voor ontwikkeling kregen. In India werd de lokale bevolking, meer dan in Indië, bij het bestuur ingeschakeld. De overgang van koloniaal bestuur naar zelfstandig bestuur was in India dan ook minder groot en gewelddadig dan in Indië, hoewel in India door de scheiding (separation), waarbij Pakistan ontstaan is, wel veel slachtoffers zijn gevallen.<sup>855</sup> Een vergelijking op economisch gebied in 1921 laat zien dat in Indië amper 7% van de bevolking van ca. 50 miljoen in steden of kleine gemeenschappen met een stedelijk karakter woonde, terwijl dat in India met een bevolking van toen ca. 320 miljoen 10% was.<sup>856</sup> In Indië leefden 80% van de Europeanen en slechts 6% van de inlanders in steden, in India trof men nauwelijks in de genoemde periode Europeanen in de steden aan. Het grootste deel van de industrie was in India in handen van de Indiase bevolking, in Indië was industrie in handen van de Europeanen of Chinezen. Het spoorwegnetwerk, dat grotendeels tijdens Brits bestuur is aangelegd, is nu 121.407 km over 67.368 km aan routes (ca. 10 x Indonesië). Het grootste deel is aangelegd of wordt geconverteerd naar 1.676 mm (5' 6") breedspoor. Al deze verschillen zijn ook van invloed geweest op de prioriteiten bij het vervaardigen van kaarten.

### Conclusies resultaten van de Topografische Dienst, het Kadaster en de Hydrografische Dienst in Nederlands-Indië

Deze organisaties wisten met relatief bescheiden middelen en in korte tijd een groot gebied in kaart te brengen. De triangulaties en opnemingen in Nederlands-Indië resulteerden in een groot aantal kaarten van hoge kwaliteit. De indrukwekkende resultaten in Indië deden niet onder voor die in India en Europa (zie verder hoofdstuk 7.4).

<sup>850</sup> F.J. Ormeling sr., De kartering in voormalig Brits- en Nederlands-Indië, uit *Kartografisch Tijdschrift* (1993) XIX.3, p. 17–28.

<sup>851</sup> John Keay, *The Honourable Company, A History Of The English East India Company*, (uitg. HarperCollinsPublishers 1991), p. 393.

<sup>852</sup> John Keay, *India, a history from the earliest civilisations to the boom of the twenty-first century*, (uitg. HarperPress, London 2010).

<sup>853</sup> *Survey of India, Geodetic Report 1937*, (uitg. by order of Brigadier C.G. Lewis, O.B.E., Surveyor General of India, Dehra Dun, 1938).

<sup>854</sup> *India and Indonesia from the 1830s to 1914: the Heyday of Colonial Rule, volume II, Essays by Mushirul Hasan et al., D.H. Evans*, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1987).

<sup>855</sup> L. Blussé, A. Booth et al., *India and Indonesia from the 1920s to the 1950: the Origins of Planning*, (uitg. E.J. Brill Leiden 1987).

<sup>856</sup> J.H. Boeke, Vergelijking van Nederlandsch-Indië met Britsch-Indië op economisch gebied, uit *Tijdschrift van het KNAAG*, 1931.

## 6 Interactie van geodesie-activiteiten in Nederland en Indonesië

Dit hoofdstuk behandelt de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië op de geodesie-ontwikkeling en het geodesie-onderwijs in Nederland. Geometingen, leidende personen, studieboeken en onderwijs in geodesie worden besproken. Bepalende gebeurtenissen zoals de Tweede Wereldoorlog, krijgen extra aandacht.

De interactie van geodesie-activiteiten in Nederland en Indonesië is te onderscheiden in de geodesie-ontwikkeling door de Nederlandse aanwezigheid in Nederlands-Indië, de bepalende geometingen en de leidende personen in de geodesie en in het geodesie-onderwijs in Nederland en in Nederlands-Indië. Deze interactie of wisselwerking heeft in twee richtingen plaatsgevonden. Aanvankelijk was het Nederland dat meende onder een militaire organisatie het gebrek aan goede kaarten wel snel te kunnen oplossen met experts uit Nederland en inzet van lokale hulpkrachten. Dat bleek toch meer tijd en geld te vergen dan was voorzien. De omstandigheden in de tropen vergden een andere aanpak, gericht op de lokale omstandigheden en rekening houdend met de beperkingen in middelen en het optreden van versturende factoren.

Hoewel eind 18<sup>e</sup> eeuw al bijna twee eeuwen door de VOC de Indische archipel verkend was, bleek er toch weinig bekend te zijn van het land en de wateren; de binnenlanden waren niet of nauwelijks in kaart gebracht en grote gedeelten van de omliggende zeeën waren nog onbekend. De kennis van topografische en hydrografische opnemings was in Nederland slechts beperkt aanwezig. Triangulatie en hoogte- of dieptemetingen waren nauwelijks ontwikkeld, terwijl beschikbare meetinstrumenten nog veel beperkingen en onnauwkeurigheden kenden. Het onderwijs was ook nog niet op het niveau dat betrouwbare resultaten snel verkregen werden. Door de opgedane ervaring werd wel geleerd hoe betere resultaten verkregen konden worden. De wiskunde was al ver ontwikkeld, er was praktische ervaring met navigatie en plaatsbepaling op zee. De belangen, gemoeid met veilige vaart en effectief bestuur van gebieden, resulteerden in het beschikbaar stellen van fondsen, waarmee opleidingen bekostigd konden worden en experts aangesteld werden voor verkenningen en het vervaardigen van kaarten. Scheepsrampen en oorlogen hebben dat proces zeker versneld.

Zoals we gezien hebben in hoofdstuk 2.2 vertrok Sjoerd de Lange in 1850 voor astronomische metingen naar Batavia en vond eind 1949 de overdracht van Nederlands-Indië plaats. Daarna is het vooral nog de samenwerking op het gebied van fotogrammetrie, satellietgeodesie en oceanografisch onderzoek door de Snellius II expeditie geweest, die nog invloed heeft uitgeoefend op geodesie in Nederland. Ook hier geldt dat onderscheid gemaakt moet worden tussen geodesie algemeen en de opleiding geodesie, inclusief landmeten en waterpassen. Geodesie maakte in de onderzochte periode gebruik van landmeten en waterpassen, barometrische hoogtemeting, meteorologie, wiskunde, en fysica (zoals optica en de invloed op metingen van temperatuur, luchtdruk, astronomie, vochtigheid en atmosferische refractie). Zoals beschreven is in hoofdstuk 4 was daarbij een uitgebreid meetinstrumentarium nodig. De TD in Nederlands-Indië zorgde voor het onderhoud, vanaf 1910 ook voor andere gouvernementsbedrijven en volgde nieuwe internationale ontwikkelingen in meetmethoden en instrumenten op de voet.

Hoofdstuk 6.1 beschrijft de geometingen met enkele leidende personen, om de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indië op de geodesie in Nederland te kunnen vaststellen. Kennis van meetinstrumenten, inclusief hun beperkingen, nauwkeurigheden en meetfouten is nodig om een oordeel over de betrouwbaarheid van de meetresultaten te kunnen geven. Daarbij hoort ook een goed inzicht in de toenmalige kennis van statistische verwerking van meetgegevens. Bij triangulatie en astronomische plaatsbepaling werd gebruik gemaakt van sferische trigonometrische berekeningen. Met de beperkte beschikbare middelen was men genooddaakt daarbij gebruik te maken van logaritmische tabellen of rekenlinialen. De meeste geodetische leerboeken uit de 19<sup>e</sup> eeuw bevatten dan ook veel wiskunde met uitgebreide complexe berekeningen.

Hoofdstuk 6.2 gaat in op de invloed van Nederland op de geodesie-ontwikkeling in Indië en omgekeerd de invloed van de aanwezigheid in Indië op de geodesie-ontwikkeling in Nederland. Ook wordt de invloed van WO II door de bezetting en bevrijding van de Japanners besproken. De rol van militairen, ambtenaren en ingenieurs bij de natievorming van Indonesië krijgt extra aandacht.

Hoofdstuk 6.3 geeft een overzicht van het geodesie-onderwijs met name aan de TH Delft en de TH Bandung en de daarbij gebruikte studieboeken. Behalve de overheid, had een groot aantal bedrijven en onderwijsinstellingen, zowel in Indië als in Nederland belang bij de resultaten van het geodetische werk.



## 6.1 Bepalende metingen en leidende personen in de geodesie

Uit de Koloniale en Indische verslagen van 1848-1938 en de Jaarverslagen van de TD NI 1905-1939 komen voor Nederlands-Indië belangrijke onderwerpen naar voren voor geodesie, landmeten en hydrografie. In Nederland volgen die onderwerpen uit jaarverslagen van de RGW in 1879-1937<sup>857</sup> en de RCG in 1938-1988.<sup>858</sup>

In de periode 1850-1990 waren dat:

*astronomische waarnemingen, plaatsbepaling, navigatie, schietloodafwijkingen, zwaartekrachtmetingen, triangulatie, hoogtemetingen, klimaat, atmosferische refractie, nauwkeurigheid, vereffening en statistische gegevensverwerking, vorm van de aarde, kaartprojecties, fotogrammetrie, hydrografie en kartografie.*

Deze krijgen hierna dan ook bijzondere aandacht.

Zoals we gezien hebben ontstond door de uitbreiding van steden en aanleg van infrastructuur de behoefte aan steeds gedetailleerdere kaarten. Astronomische plaatsbepaling en triangulatie bepaalden de vaste punten voor topografische opname en kartering. Deskundigen, in Nederland opgeleid, werden uitgezonden om met lokale experts, militairen, inheems personeel en meegenomen meetinstrumenten de archipel verder in kaart te brengen. Na de oprichting van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië werd daarover uitgebreid en regelmatig gerapporteerd.

Een groot aantal experts heeft na terugkeer in Nederland nuttige bijdragen geleverd aan de geodesie en het geodesie-onderwijs. In dat kader hebben de genoemde Van de Velde, Junghuhn, Oudemans, Muller, Schepers, Van Roon, Roelofs, Ormeling sr., Vening Meinesz, Schermerhorn en vele anderen een rol gespeeld. Dat had tot gevolg dat:

- Geometingen bij geodesie en landmeten in Nederland ook werden gericht op een andere geografie;
- Topografische opname en triangulatie in bergachtige en moerasachtige gebieden meegenomen werden;
- Hydrografie en oceanografie ook in tropische gebieden onderzocht en bestudeerd werden;
- Versturende factoren in Indonesië (schietloodafwijkingen, refractie, klimaat) ook beschouwd werden.

Oudemans en Muller namen hun ervaringen met triangulatie op Java en Sumatra mee naar Nederland en hebben dat kunnen gebruiken als hoogleraar aan de Universiteit Utrecht. Van Roon en Schermerhorn brachten hun ervaring met fotogrammetrie in Indië mee. Zwaartekracht- en schietloodafwijkingen in Indië werden door Vening Meinesz en Schepers ingebracht. Schepers vertrok in 1939 definitief naar Nederland, waar hij op aanbeveling van Vening Meinesz lid werd van de RCG en zijn ervaring inbracht bij het KNAG. Schepers werd in Indië opgevolgd door ir. P.H. Poldervaart als hoofd van de Triangulatie-brigade en daarnaast tevens buitengewoon hoogleraar aan de TH Bandung. Roelofs nam zijn ervaring als landmeter bij het Kadaster in Indië mee op gebied van astronomische geodesie en werd eveneens lid van de RCG en na Schermerhorn hoogleraar aan de TH Delft. Ormeling sr. heeft zijn ervaring met topografie en kartografie na zijn terugkeer kunnen inbrengen als hoogleraar bij de Universiteit van Amsterdam en het ITC.

De genoemde metingen krijgen in dit hoofdstuk extra aandacht onder de volgende hoofdgebieden:

- 6.1.1 Astronomische waarnemingen, plaatsbepaling en navigatie
- 6.1.2 Triangulatie en hoogtemetingen
- 6.1.3 Fotogrammetrie
- 6.1.4 Hydrografie

In de conclusies in hoofdstuk 7 zal aan belangrijke metingen, personen en resultaten afzonderlijk aandacht besteed worden.

<sup>857</sup> *Verslag van de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing aangaande hare werkzaamheden, RGW-jaarverslagen over 1879 – 1937*, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1880-1938).

<sup>858</sup> *Verslag van de Rijkscommissie voor Geodesie aangaande hare (later over haar) werkzaamheden, RCG-jaarverslagen over 1938 – 1988*, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, later Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1939-1989).

### 6.1.1 Astronomische waarnemingen, plaatsbepaling en navigatie

Zoals besproken is kregen *astronomische waarnemingen, plaatsbepaling en navigatie* veel aandacht in Nederland als zeevarende natie, met bovendien een koloniaal bezit dat vele malen uitgestrekter was dan het moederland en alleen over zee bereikt kon worden. Met de zeevaartscholen werd kennis gedeeld van navigatie en nieuwe instrumenten en methoden om rampen te voorkomen. Door de bouw van grote aantallen schepen en de vele reizen tussen Nederland en Indië werd veel kennis en ervaring opgedaan. Zo kon Nederland in de 17<sup>e</sup> eeuw uitgroeien tot één van de welvarendste naties in de wereld. Dat trok experts aan uit de hele wereld. In 1737 vertrok de Duitse theoloog, predikant en amateur-astronoom Johan Maurits Mohr (1716-1775) naar Indië en richtte in Batavia een heus observatorium op met instrumenten, die hij uit de Republiek had laten komen. Zelfs James Cook en Joseph Banks hebben hem daar bezocht.

Na een terugval in de Bataafs-Franse tijd kwam met het cultuurstelsel in 1830 weer een periode van groeiende inkomsten. Nederlands-Indië zette Nederland “op de kaart”. Ondanks bezuinigingen werd in Batavia het station van de Internationale breedtedienst voor de bestudering van de beweging van de aardas opgericht. Dat resulteerde in 1926 in deelname aan de internationale breedtebepalingen voor bepaling van bewegingen van de continentale schollen. Daarover werd regelmatig in de Jaarverslagen van de TD gerapporteerd in de hoofdstukken over poolbeweging en internationale breedtedienst.<sup>859 860</sup>

De ervaringen met astronomische waarnemingen bij landmetingen, opgedaan in Indië werden door Roelofs deels verwerkt in zijn boek en in publicaties in tijdschriften.<sup>861 862</sup> Daarop voortbouwend deed ir. G.J. Husti in Nederland onderzoek naar *schietloodafwijkingen*, waarbij hij astronomische plaatsbepaling toepaste, gebruik makend van de modernste middelen op dat moment.<sup>863 864</sup> De metingen werden uitgevoerd met een Zeiss Ni2 astrolabe.<sup>865</sup> Zonder al te diep op de resultaten in te gaan kan gesteld worden dat de metingen nogal opzien baarden. Tot dan toe was weinig over schietloodmetingen in Nederland bekend, ook al omdat door het vlakke Nederland weinig verstoring daardoor te verwachten leek. De besproken *zwaartekrachtmetingen* van Vening Meinesz in het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw, in combinatie met latitude- en azimuth-metingen eind 19<sup>e</sup> eeuw, hadden wel eerste indicaties gegeven, maar waren te beperkt om een volledig beeld te krijgen. De nieuwere observatiemogelijkheden en beschikbaarheid van computers maakten beter onderzoek mogelijk. De schietloodafwijkingen in Nederland bleken toch niet groter dan 5" te zijn. In Zuid-Limburg en net daar over de grens in Duitsland kwamen iets grotere waarden voor, hetgeen gezien de heuvels en bergen daar te verwachten was. Eventuele correcties zouden voor een betrekkelijk klein land als Nederland weinig effect op de kaarten hebben.

Astronomische waarnemingen waren inmiddels uitgevoerd voor de bepaling van het lengteverschil tussen de sterrenwachten Leiden—Göttingen (1867), Leiden—Brussel (1868), Leiden—Bonn (1870) en enkele steden, zoals Leiden—Delft (1870). Brussel—Greenwich was al in 1853 bepaald (dus ook Leiden—Greenwich). Met navigatie was het anders gesteld. Hier speelden dezelfde factoren als in Indonesië een rol, zij het dat refractie door verschil in temperatuurgradiënt, luchtvochtigheid en luchtdruk afhankelijk was van de plaats op aarde. Tot 1990 werd navigatie hoofdzakelijk gebaseerd op latitude- en longitude-bepaling met sextant, chronometer en radiosignalen, zoals eerder besproken is. Pas met de komst van satellieten na 1990 werd navigatie aanzienlijk nauwkeuriger en eenvoudiger. De navigatie aan boord van de marine- en koopvaardij-schepen was in de archipel niet anders dan voor de tocht tussen Nederland en Indië nodig was. Hier had al lang “standaardisatie” van navigatiemethoden en instrumenten plaatsgevonden. Wel voegden de tropische klimaatomstandigheden, winden en stromingen nieuwe aspecten toe, die in de verschillende zeemansgidsen behandeld werden. De barometers uit Europa ter voorspelling van slecht weer hadden in de archipel geen nut. Bij astronomische plaatsbepaling kon gebruik gemaakt worden van het Zuiderkruis. Een zonnetje schieten was niet anders dan in Europa. In de archipel was radionavigatie in de 20<sup>e</sup> eeuw aanzienlijk beperkter en kustverlichting spaarzamer. Wel werd met de lange en vele zeereizen veel navigatie-ervaring opgedaan.

<sup>859</sup> Jaarverslag TD 1929 p. 100-115, K. Gsöllpointner, *Poolbeweging*.

<sup>860</sup> Jaarverslag TD 1930 p. 72-80, K. Gsöllpointner, *Het internationale breedtestation Batavia*.

<sup>861</sup> R. Roelofs, *Astronomy applied to land surveying*, (uitg. N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam 1950).

<sup>862</sup> R. Roelofs, *Selection of stars for the determination of time, azimuth and Laplace quantity by meridian transits, publications on geodesy, new series*, vol. 2, number 2, (uitg. Netherlands Geodetic Commission (NGC), Delft 1966).

<sup>863</sup> G.J. Husti, *Simultaneous determination of latitude, longitude and azimuth by horizontal directions at the sun, publications on geodesy, new series*, vol. 2, number 3, (uitg. NGC, Delft 1966).

<sup>864</sup> G.J. Husti, *Geodetic-Astronomical Observation in The Netherlands, 1947-1973*, publ. on geodesy, new series vol. 6, number 3, (uitg. NGC, Delft 1975).

<sup>865</sup> G.J. Husti, *Deviations of the vertical in The Netherlands from geodetic-astronomical observations*, publ. on geodesy, new series, vol. 6, number 3, (uitg. NGC, Delft 1978).

### 6.1.2 Triangulatie en hoogtemetingen

De *triangulatie* en *waterpassing* in Nederland was een verdere voortzetting van het eerder genoemde werk van Kraijenhoff en werd gecoördineerd door de RGW en RCG. Na prof. dr. F.J. Stamkart met assistentie van ir. A.N.J. van Hees, die 1873-1876 bij de spoorwegen in West Sumatra werkte<sup>866</sup>, werd het werk in 1886 opnieuw opgezet op basis van een plan van prof. dr. Ch.M. Schols van de Polytechnische School in Delft.<sup>867 868</sup> Dat bevatte drie componenten: triangulatie (eerste- en tweede-orde), waterpassing en astronomische observaties. De nieuwe triangulatie, bekend als de Rijksdriehoeksmeting (RD-meting), zou volgens Schols de volgende regels moeten hanteren:

- Starten met een zorgvuldige verkenning (reconnaissance);
- Grondige controle en zorgvuldige afregeling van de meetinstrumenten (ijking);
- Systematische waarnemingen volgens een vooraf vastgesteld meetprogramma;
- Waar mogelijk gebruik maken van heliotropen als richtingsbakens (in plaats van kerktoerspitsen);
- Minimaliseren van de invloed van refractie door meetinstrument en bakens zo hoog mogelijk te plaatsen;
- Meetinstrument en bakens (heliotroop) zo mogelijk op dezelfde hoogte op elk meetstation plaatsen;
- Heliotropen door deskundig personeel laten bedienen;
- Werken op basis van een nauwkeurige beschrijving en kaart van elk station, met richtingen naar de torens.

Deze werkwijze was al in Indië ontstaan, maar werd nu officieel voorgeschreven. Dit programma zou door civiel ingenieurs ir. Hk.J. Heuvelink en ir. N. Wildeboer uitgevoerd worden. Daarbij moest van de methode van de kleinste kwadraten gebruikt gemaakt worden. Zoals we gezien hebben was in 1886 bij de start van de RD-metingen in Nederland al een groot deel van Java getrianguleerd, waardoor daar ervaring was opgedaan met universeel instrumenten en bakens, die ook in Nederland van pas kwam. Aanvankelijk werd de eerder beschreven Schreiber-methode bij de metingen, zowel in Indië als in Nederland gehanteerd. Later is in Nederland de Bessel-methode voorgeschreven.<sup>869</sup> De secundaire triangulatie, nodig als referentie voor kadastrale metingen, werd deels gelijktijdig met de primaire triangulatie uitgevoerd, zodat pas 42 jaar later in 1928 het veldwerk in Nederland klaar was. Op dat moment was de primaire triangulatie van Java en Sumatra al gereed en waren grote delen van de secundaire en tertiaire triangulaties daar al uitgevoerd. Zowel in Nederland als in Indië werd aanvankelijk van Pistor en Martins theodolieten gebruik gemaakt, die in beide landen vervangen werden door Wanschaff theodolieten met betere eigenschappen. De Indische instrumenten werden wel eerst door Heuvelink in Delft onderzocht. Vanaf 1930 werden de RD-metingen onderhouden door de Bijhoudingsdienst. Het Nederlandse triangulatiennetwerk zou uiteindelijk bestaan uit 140 primaire, 596 secundaire en 2288 tertiaire stations. Als basis werd aanvankelijk uitgegaan van de driehoekszijde Ubachsberg-Klifsberg op de grens van Limburg met Duitsland, die in 1892 gebaseerd was op een basis bij Bonn. De oorspronkelijke basis in de Haarlemmermeer was door Stamkart in 1869 gemeten met het Repsold basismetapparaat, voordat het naar Indië werd gestuurd. Bij nader onderzoek in 1889 bleek dat die basis niet geschikt was voor de RD-metingen, zodat een nieuwe basis op meer stabiele grond gezocht werd. Bij Stroe tussen Apeldoorn en Amersfoort werd een geschikte locatie gevonden. Na een teleurstellende ervaring met een Jäderin basismetstoestel werd Franse meetapparatuur geleend, waarmee pas in 1913 de basis van 4.320 m bij Stroe gemeten werd.<sup>870</sup> Over de lengtecalibratie ontstond veel gesteggel; er waren voorstanders van gebruik van de Nederlandse "standaardmeter", anderen gaven de voorkeur aan gebruik van de standaardmeter in Sèvres bij Parijs. Door WO I waren metingen daar onmogelijk, bovendien bleek bij nader onderzoek dat de lengte van de Bonn-basis tussen beide referenties in lag en daarmee dus nauwelijks verschilde.<sup>871</sup> Internationaal was overeengekomen een ijkbasis aan te leggen, zodat op de Veluwe in 1957 de lengte van de 576 m lange "Loenermark" met lichtinterferentie bepaald werd.<sup>872</sup> Nadien is op de Afsluitdijk in 1964-1967 een 24 km lange basis (met een kleine knik) met behulp van een Jäderin toestel met invardraden gemeten.<sup>873</sup> De invardraden werden weer geijkt op de Loenermark.

<sup>866</sup> Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Ariaan Nicolaas Johan van Hees (1844-1936), geodeet tegen wil en dank?, uit De Hollandse Cirkel, Jaargang 16 nr. 2, juni 2014.

<sup>867</sup> Dr. J.D. van der Plaats, *Overzicht van de graadmetingen in Nederland, I. De Triangulatie van Snellius, II. W.J. Blaeu*, (uitg. J. v. Druten, Utrecht 1889).

<sup>868</sup> N. van der Schaaf ed, *The Centenary of The Netherlands Geodetic Commission (NGC)*, Part II: History of the Netherlands Geodetic Commission by N. van der Schaaf, Terms of reference and organization of the Commission, Triangulation, Base measurements, Astronomical observations, Pendulum observations and Gravity measurements, Precise levelling, Tidal observations, International relations, (uitg. Meinema, Delft 1979).

<sup>869</sup> *Voorschrift voor de technische werkzaamheden bij den Triangulatie-dienst*, (uitg. Algemene landsdrukkerij 's-Gravenhage 1938).

<sup>870</sup> Hk.J. Heuvelink, *Rijksdriehoeksmeting 1885-1929, Basis bij Stroe 1913*, (uitg. Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing, Delft 1931).

<sup>871</sup> *Beknopt overzicht van de werkzaamheden van de Triangulatie Commissie in de jaren 1925-1930*, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1930).

<sup>872</sup> G.J. Bruins, *Remeasuring of the standard baseline Loenermark*, publications on geodesy, new series volume 4, number 2, (uitg. NGC, Delft 1971).

<sup>873</sup> W. Baarda, *Base and base extension "Afsluitdijk"*, publ. on geodesy, new series vol. 4, nr. 4, (uitg. Netherlands Geodetic Commission, Delft 1972).



De *hoogtemetingen* door waterpassing waren gestart in 1875 en na een onderbreking onder leiding van Van de Sande Bakhuyzen (astronoom en directeur van de Sterrewacht Leiden) in 1879 voortgezet. Onder ministeriële druk kwam het grootste deel van de primaire waterpassing in 1885 gereed. De resultaten waren bevredigend met een standaarddeviatie van 0,75 mm per km. Het verdere werk werd overgedragen aan Rijkswaterstaat, die de tweede-orde waterpassing in 1926-1940, de derde-orde in 1950-1959 en de vierde-orde in 1964-1977 uitvoerde.<sup>874</sup> Deze metingen waren vergelijkbaar met die in Indië, zij het dat op Java door geldgebrek slechts een deel uitgevoerd werd. Een groot deel van de metingen in Nederland werd uitgevoerd door het bureau van Schermerhorn, dat in 1931 verder ging als de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat, gevestigd in het TH gebouw in Delft aan Kanaalweg 4. Het onderscheid tussen de geometingen voor het Kadaster en voor Rijkswaterstaat werd bepaald door het al dan niet opmeten van de onteigeningsgrenzen. Voor het Kadaster waren die grenzen van belang, voor de geometingen van Rijkswaterstaat niet, wat desondanks wel leidde tot nauwe samenwerking. Een hoofdtaak was het verzorgen van de hoogtepunten voor het NAP en de daaraan ten grondslag liggende waterpassingen. Later kwam daar de verwerking van fotogrammetrische opnamen bij, waaronder die voor de BPM in Nieuw-Guinea. De Meetkundige Dienst had in 1956 totaal 445 personeelsleden, waarvan de helft werkzaam in de buitendienst.<sup>875</sup>

Voor de vergelijking van triangulatie- en hoogtemetingen in Nederland met Nederlands-Indië bleken de totaal andere omgeving, het klimaat en de beschikbare middelen (personeel en meetinstrumenten) dominant te zijn. Metingen vanaf de top van een vulkaan met vaak slecht zicht, zowel overdag als 's nachts waren toch anders dan vanuit een kerktoeren. Hoogteverschillen tot enkele duizenden meters maakten triangulaties gecompliceerder en vereisten nauwkeurige reducties tot op zeeniveau. Correcties in de tropen voor *atmosferische refractie*, die niet precies bekend was, vereisten meer controlemetingen op verschillende tijdstippen en condities. Bij voorkeur vonden barometrische hoogtemetingen plaats. De daarmee opgedane ervaring was een waardevolle aanvulling voor de metingen in Nederland.

De *nauwkeurigheid* van metingen kreeg in Indië veel aandacht. Bij de lengte-, triangulatie- en hoogtemetingen werd steeds de middelbare fout vermeld. Meetinstrumenten werden voor verzending naar Indië eerst op nauwkeurigheid gecontroleerd en soms na gebruik in Indië weer ter controle naar Delft teruggezonden. Bij de *vereffening en statistische gegevensverwerking* werden erkende methoden gevolgd, zoals beschreven in de Jordan handboeken. Dat maakte ook vergelijking met elders behaalde resultaten mogelijk.

De *vorm van de aarde* was vooral interessant voor de metingen over grote oppervlakten, waarbij het sferisch exces niet meer te verwaarlozen was. Het was ook van belang bij de te kiezen *kaartprojecties*. De aanvankelijk gekozen Bonne-projectie op Java, die ook in delen van Europa gehanteerd werd, bleek niet geschikt. De ervaring met de polyeder-projectie, die ook in Duitsland toegepast werd, bleek op Java en Sumatra beter geschikt te zijn. Voor Borneo op de evenaar was de Mercator-projectie het meest geschikt.

In de jubileumuitgaven van de Topografische Dienst en in de 'in Memoriams' in jaarverslagen en herdenkingsuitgaven van Junghuhn, Oudemans, de Bas, Muller, Enthoven, Schepers, Ormeling sr. en vele anderen werd uitgebreid aandacht besteed aan geleverde prestaties in Indië, met name op het gebied van triangulatie en hoogtemetingen.<sup>876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887</sup>

In de conclusies bij personen in hoofdstuk 7.3 zal hierop worden teruggekomen.

<sup>874</sup> A. Waalewijn, *De Tweede Nauwkeurigheidswaterpassing van Nederland 1926-1940*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Delft 1979).

<sup>875</sup> *Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat*, publicatie ter gelegenheid van het 25-jarige bestaan 16 oktober 1956, (uitg. B.J. Brill, Leiden 1956).

<sup>876</sup> *De Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië 1874-1924*, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1924).

<sup>877</sup> M.T. van Staveren, *75 jaren topografie in Nederlandsch-Indië, Dutch East Indies*. Topographische Dienst, (uitg. Topografische Dienst, Batavia 1939).

<sup>878</sup> Prof. ir. J.H.G. Schepers, capt. F.C.A. Schulte, *Geodetic Survey in The Netherlands East Indies*, Report to the section of Geodesy of the International Geodetic and Geophysical Union, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1930).

<sup>879</sup> *Gedenkboek Franz Junghuhn 1809-1909*, diverse auteurs, met name: Prof. dr. J.J.A. Müller, *Junghuhn als topograaf der Bataklanden*, Prof. J.F. Niermeyer, *Junghuhn als geograaf*, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1910).

<sup>880</sup> *De Topografische Dienst onder J.J.K. Enthoven*, uit Jaarverslag TD 1920.

<sup>881</sup> L.F. van Gent, *In memoriam J.J.K. Enthoven*, uit Jaarverslag TD 1925.

<sup>882</sup> Ir. J.H.G. Schepers, *Prof. dr. J.A.C. Oudemans en diens werkzaamheden als chef van den geografischen dienst*, uit Jaarverslag TD 1922.

<sup>883</sup> *De verdiensten van generaal F. de Bas voor den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië*, uit Jaarverslag TD 1924.

<sup>884</sup> *Prof. dr. J.J.A. Muller*, uit Jaarverslag 1925.

<sup>885</sup> D.A. Bertoen-Brouwer, In Memoriam Prof. ir. J.H.G. Schepers 1885-1968, uit K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift II 1968 Nr. 2.

<sup>886</sup> D.W. Rhind and D.R.F. Taylor ed., *Cartography past, present and future. A Festschrift for F.J. Ormeling sr.* Int. Cart. Ass. (ICA), (uitg. Elsevier, London, 1989).

<sup>887</sup> N. van der Schaaf ed, *The Centenary of The Netherlands Geodetic Commission (NGC)*, vooral: Part II: N. van der Schaaf, History of The Netherlands Geodetic Commission, Terms of reference and organization of the NGC, Triangulation, Base measurements, Astronomical observations, Pendulum observations and Gravity measurements, Precise levelling, Tidal observations, International relations, (uitg. Meinema, Delft 1979).

### 6.1.3 Fotogrammetrie

*Fotogrammetrie* is al besproken in hoofdstuk 4.4; hier zal nog aandacht besteed worden aan de interactie tussen Nederland en Indië. In 1943 werden door Nederlanders voor NEFIS ook fotoverkenningsvluchten boven Nieuw-Guinea uitgevoerd, waarbij verschillende keren op de Wisselmeren in midden Nieuw-Guinea door een Catalina amfibievliegtuig werd geland. Op verzoek van de Amerikanen begon de ML-KNIL al in 1944 fotoverkenningen ten zuiden en zuidwesten van Hollandia uit te voeren. Bij de politionele actie in 1947 werden door Nederland ook kleine luchtfoto-verkenningsvliegtuigen, zoals de Pipers en de Austers ingezet. Voor luchtkartering rond Balikpapan waren door de BPM kleine Amerikaanse Goose vliegtuigen aangeschaft. Door het vereiste grotere vliegbereik en laadvermogen werden ze voor fotogrammetrie op Nieuw-Guinea al gauw vervangen door Catalina en Mallard amfibies.<sup>888</sup> Na de overdracht aan Indonesië eind 1949, vond in maart 1950 opheffing plaats van de "Photo Verkennings Afdeling" met overdracht van de B-25 en Mustang verkenningsvliegtuigen aan de Indonesiërs. Voor de uitgebreide luchtverkenningen werden ook vliegtuigen uit Australië ingezet. Het personeel werd naar Nederland overgebracht. Daarmee kwam weer opgedane ervaring uit Indonesië in Nederland beschikbaar.

De kennis en ervaring met fotogrammetrie in Indië opgedaan zowel voor, tijdens als na WO II, werd door Van Roon<sup>889</sup>, Kint<sup>890</sup> en Schepers<sup>891</sup> in Nederland ingebracht. De fotogrammetrie na WO II vond in Indië in Nieuw-Guinea plaats bij de verdere verkenningen van de BPM en kartering van de Topografische Dienst.<sup>892</sup> De Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat heeft hier ook baat bij gehad, getuige haar volgende uitspraak.<sup>893</sup>

"De ervaring opgedaan bij deze werkzaamheden heeft uitermate bevruchtend gewerkt op de eigen werkzaamheden van de dienst en bovendien Nederland in staat gesteld op internationaal niveau een vooraanstaande plaats in te nemen."

Die ervaring kwam ook van pas bij de oprichting van het ITC in 1950.<sup>894</sup> Met het ITC heeft Nederland lange tijd een leidende rol op gebied van fotogrammetrie vervuld. Door de verdere integratie met GIS en remote sensing is fotogrammetrie onderdeel geworden van geodesie, waarmee aardobservatie, natural resource management en geo-information management, ondersteund worden.

De hoofdrolspelers in de fotogrammetrie waren Schermerhorn<sup>895</sup> <sup>896</sup> <sup>897</sup>, Roelofs, Van der Weele<sup>898</sup> <sup>899</sup> <sup>900</sup> en Ligterink.<sup>901</sup> <sup>902</sup> In 1938 was het internationale blad "Photogrammetria" door Schermerhorn al opgericht. De RCG stelde in 1939 een fotogrammetriecommissie in. Na zijn terugkeer in Nederland bracht Schepers in 1940 zijn tropische ervaring met fotogrammetrie in de RCG. Voor het Kadaster bij ruilverkaveling en registratie van onroerend goed en voor Rijkswaterstaat bij het onderhoud en de verbetering van wegen, waterwegen, rivieren en kusten, heeft fotogrammetrie het in kaart brengen aanzienlijk versneld.<sup>903</sup> De eerste fotogrammetrische kaarten op schaal 1:25.000 en 1:50.000 in UTM verschenen in Nederland in 1960-1963. De fotoschaal zorgde dat het fotogrammetrische model overeenkwam in hoogte met de vlieghoogte voor kaartschalen van 1:500 en 1:1.000, die voor het Kadaster voldoende details lieten zien.<sup>904</sup>

Ondanks de steeds grotere resolutie van satellietopnamen wordt fotogrammetrie, waarvoor luchtfotografie gebruikt wordt, nog steeds als een belangrijke techniek gezien voor het in kaart brengen van bewoond gebied. De interactie van fotogrammetrie tussen Indonesië en Nederland heeft de landen goed op de kaart gezet.

<sup>888</sup> Gerard Casius en Thijs Postma, *40 jaar luchtvaart in Indië*, (uitg. De Alk bv, Alkmaar 1986).

<sup>889</sup> J. van Roon, De betekenis der stereo-autogrammetrie voor de opneming en kaarteering, in het bijzonder voor die van NI, uit Tijdschrift van het KNAG, 1925.

<sup>890</sup> A. Kint, Het kaarteringsvraagstuk in Nederlandsch-Indië na de wapenstilstand van 1945, uit Tijdschrift van het KNAG, 1947.

<sup>891</sup> *Het spiedend oog der luchtcamera*, 170 luchtfoto's met toelichting, verzameld namens de redactie-commissie van het tijdschrift van het KNAG door haar secretaris ir. J.H.G. Schepers (oud-hoofd van de Triangulatie Brigade te Batavia, oud-bg. Hoogleraar Geodesie aan de TH Bandung), met name toelichtingen bij luchtfoto's uit Indonesië door dr. A.J. Pannekoek, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1948).

<sup>892</sup> F.J. Ormeling, De huidige stand der Exploratie van Nieuw-Guinea, (lezing 23 oktober 1948 voor het Kon. Ver. "Indisch Instituut" en KNAG te Amsterdam).

<sup>893</sup> *Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat*, publicatie ter gelegenheid van het 25-jarige bestaan 16 okt. 1956, (uitg. B.J. Brill, Leiden 1956) p. 76-77, 122-125. Uitspraak gedaan door ir. A.J. van der Weele in het document uit 1956, toen nog als directeur van de Meetkundige Dienst, p.76.

<sup>894</sup> Nil Disco, *60 years of ITC, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*, (uitg. Historie der Techniek en ITC Foundation, Enschede 2010).

<sup>895</sup> W. Schermerhorn, *Photogrammetry in The Netherlands 1960-1964* (uitg. Delft, The Netherlands 1964).

<sup>896</sup> Prof. ir. W. Schermerhorn, Luchtkarteering in de ingenieurspraktijk, voordracht voor de Afd. Bouw- en Waterbouwkunde van het KIVI op 20 dec. 1940 te 's-Gravenhage).

<sup>897</sup> A.H.E. Frank, A.A. Manten, W. Schermerhorn and his role in the development of photogrammetry, uit *Photogrammetria*, 25 (1969/1970) p. 41-60.

<sup>898</sup> Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie*, (uitg. Servire, Den Haag 1951).

<sup>899</sup> Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie en Civiele techniek*, rede TH Delft, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1963).

<sup>900</sup> Prof. ir. A.J. van der Weele, Enkele hoofdpunten van de fotogrammetrie in Nederland in 1957-1982, in *NGT Geodesia* 24e jaargang no. 9, september 1982.

<sup>901</sup> Dr. ir. G.H. Ligterink, *Fotogrammetrie en computer*, openbare les uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van gewoon lector in de fotogrammetrie aan de Technische Hogeschool te Delft op vrijdag 16 juni 1972.

<sup>902</sup> Prof. dr. ir. G.H. Ligterink, *Fotogrammetrie in de studie voor geodetisch ingenieur*, uit *NGT Geodesia* 24e jaargang no. 9, september 1982.

<sup>903</sup> *Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat*, publicatie ter gelegenheid van het 25-jarige bestaan 16 okt. 1956, (uitg. B.J. Brill, Leiden 1956).

<sup>904</sup> Ir. J. Timmerman, Kadaster en fotogrammetrie, uit *NGT Geodesia* 24e jaargang no. 9, september 1982.

## 6.1.4 Hydrografie

De RGW was eerst de wetenschappelijke begeleiding en uitvoering van waterpassing, driehoeksmetingen en graadmeting opgedragen. Daar kwam later *hydrografie* bij. Waterpassing was al naar Rijkswaterstaat gegaan, primaire driehoeksmetingen waren voltooid of werden door het Kadaster verder uitgevoerd. Een aantal leden had een relatie met Indië. De voorzitter van de RGW dr. J.J.A. Muller was voormalig hoofd triangulatie in Nederlands-Indië. De natuurkundige dr. Jacob Christiaan Koningsberger (1867 -1951) was als Minister van Koloniën (1926-1929) een groot voorstander van natuurkundig onderzoek en daarmee van de RGW. Hij was in Nederlands-Indië werkzaam geweest op natuurwetenschappelijk gebied en was ook directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg (1911-1917).

Bij het departement van Marine In Batavia was in 1860 het bureau Hydrografie opgericht dat in 1874 naar Nederland werd verplaatst om samengevoegd te worden met de Nederlandse hydrografische afdeling van het departement van Marine.

De hydrografie in de Indische archipel was onderdeel van de Gouvernements Marine, die nauw samenwerkte met de Koninklijke Marine en zo een uitwisseling van kennis en ervaring tot stand bracht.<sup>905</sup>

De opleiding in zeevaartkunde en hydrografie werd aanvankelijk aan het KIM in Den Helder verzorgd.<sup>906 907</sup> Later zijn er verschillende hydrografie-opleidingen in Nederland gekomen. Het hydrografisch onderwijs in Nederlands-Indië werd gecombineerd met het onderwijs in zeevaartkunde<sup>908</sup>, dat in hoofdstuk 6.3.2 behandeld wordt. Hydrografie betrof ook de vaarroute tussen Nederland en Indië, die vanaf 1921 door het International Hydrographic Bureau (IHB), in 1970 omgevormd tot het International Hydrographic Office (IHO), in Monaco verzorgd werd.<sup>909</sup> Daarmee werd een internationale standaardisatie tot stand gebracht, waarbij momenteel 87 lidstaten betrokken zijn. Samen met de Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), wordt ook het werk voor bathymetrische kaarten gecoördineerd. De zwaartekrachtmetingen van Felix Vening-Meinesz en de Snellius-expedities hebben daaraan ook bijgedragen.

Kapitein J.L.H. Luymes (1869-1943) was als Chef van de Hydrografische Dienst van de Marine ambtshalve lid van de RGW en bovendien direct betrokken bij de oceanografische expedities en drijvende kracht achter de Snellius I expeditie.<sup>910 911 912</sup> Luymes had zijn sporen in Indië verdiend en is 14 jaar betrokken geweest bij het werk van de RGW.<sup>913</sup> Hij wordt wel de vader van de Internationale Nautische Kaart genoemd. Hij werd in 1935 opgevolgd door Admiraal J.C.F. Hooykaas (1874-1964), ook met ervaring in de Indische Archipel.

Hydrografische triangulatie en hydrografische opneming werd in handboeken beschreven, die zowel in Nederland als in Nederlands-Indië gebruikt werden.<sup>914 915 916</sup> In de recente naslagwerken over hydrografie is daarvan nog veel terug te vinden. Doordat de uitwerking van de hydrografische opnemingen van Indië in Nederland plaatsvond was er al een grote mate van onderlinge beïnvloeding en werden meetmethoden op elkaar afgestemd. De latere hydrografische ontwikkelingen laten een verdere automatisering en dataverwerking van de opnemingen zien. Belangrijke onderwerpen zijn nog steeds plaatsbepaling<sup>917</sup> en communicatie, zowel radiografisch als per satelliet, onderwater-akoestiek en akoestische echometingen voor bodemprofielen en obstakels, en bepaling van getijden en stromingen.<sup>918</sup>

<sup>905</sup> F.C. Backer Dirks, *De Gouvernements Marine in het voormalige Nederlands-Indië in haar verschillende tijdsperioden geschetst, III 1861-1949*, (uitg. De Boer Maritiem, Unieboek, Houten 1986).

<sup>906</sup> D.J. Brouwer, *Handleiding tot de Theoretische en Praktische Zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de Hydrografie, met platen en kaarten*, eerste deel en tweede deel, (uitg. J.C. Buissonjé, Nieuwediep 1864).

<sup>907</sup> D.J. Brouwer, herzien door E. Simon van der AA, *Handleiding tot de Theoretische en Praktische Zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de Hydrographie, met platen en kaarten, eerste deel*, tweede druk, (uitg. J.C. de Buissonjé, Nieuwediep 1880).

<sup>908</sup> J.P. Nieborg, *Indië en de zee. De opleiding tot zeeman in Nederlands-Indië 1743-1962*, (uitg. De Bataafsche leeuw, Amsterdam 1989).

<sup>909</sup> <https://www.iho.int>

<sup>910</sup> J.L.H. Luymes, De Siboga-expeditie, uit Tijdschrift van het KNAG, 1899.

<sup>911</sup> J.L.H. Luymes e.a., De Snellius-expeditie, 27 Juli 1929 - 15 November 1930, uit Tijdschrift van het KNAG, 1929-1931.

<sup>912</sup> J.L.H. Luymes, De hydrografische opneming van den O.I. archipel, uit Tijdschrift van het KNAG, 1927.

<sup>913</sup> J.L.H. Luymes, Het werk der Nederlandsche opnemingsvaartuigen in den Oost Indischen archipel, 1930-1935, uit Tijdschrift van het KNAG, 1935

<sup>914</sup> J.L.H. Luymes, (chef der afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine), *De methode der kleinste kwadraten en hare toepassing bij de hydrografische triangulatie*, (uitg. Algemeene landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1923).

<sup>915</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1938).

<sup>916</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952).

<sup>917</sup> G. Bakker, J.C. de Munck, G.L. Strang van Hees, Radio positioning at sea, Geodetic Survey Computations, Least Square Adjustment, (uitg. Delft University Press, Delft 1989).

<sup>918</sup> C.D. de Jong, I.A. Elema, G. Lachapelle, S. Scone, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2008).



## 6.2 Geodesie-ontwikkeling door de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië

Zoals we gezien hebben is de geodesie-ontwikkeling gestimuleerd met de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië door het ontstaan van de steden, wegen, spoorwegen, vaarwegen en telecomverbindingen, zoals in Fig. 6-1 met de kaart uit 1920 samengevat is. Hier zien we een infrastructuur, die begin 20<sup>e</sup> eeuw alleen kon ontstaan dankzij goede kaarten op basis van uitgebreide geodetische metingen. Dit hoofdstuk gaat in op de onderlinge beïnvloeding van Nederland en Nederlands-Indië. Daarin heeft de Rijksc commissie voor Graadmetingen en Waterpassen (RGW) en haar opvolger de Rijksc commissie voor Graadmetigen (RCG) een grote rol gespeeld. Nog grotere invloed heeft de Tweede Wereldoorlog gehad. Uiteindelijk heeft die mede ertoe geleid dat Indië zelfstandig is geworden, zodat de samenwerking na 1949 geheel anders is geworden.

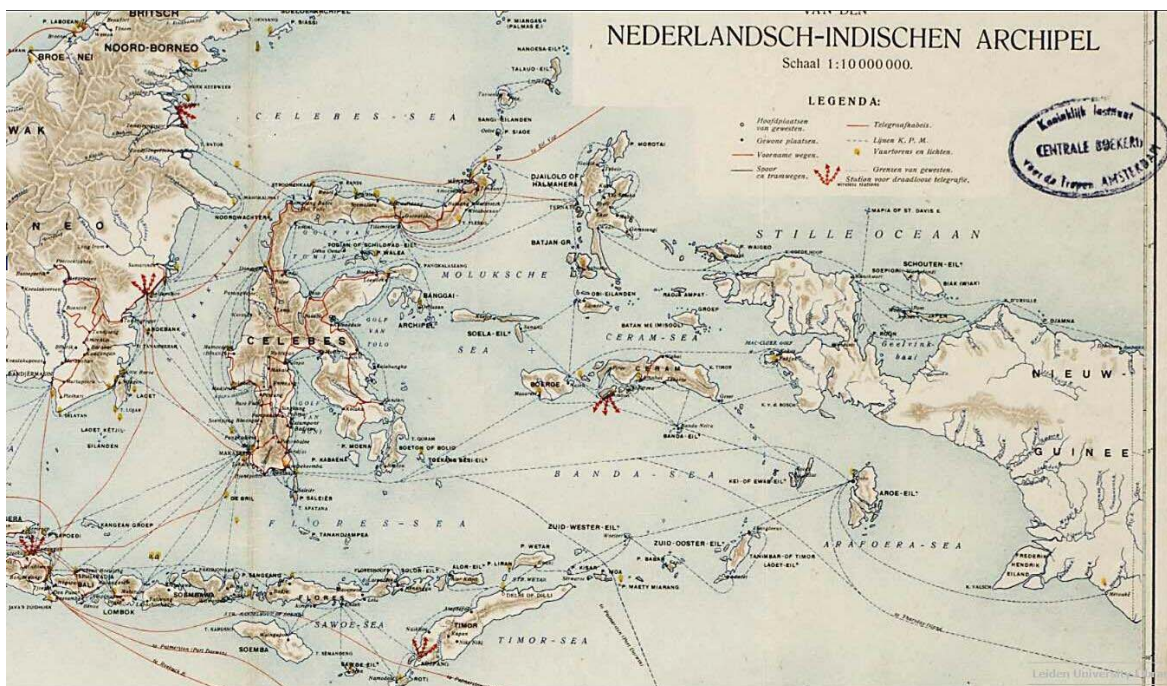


Fig. 6-1 Indische archipel met hoofdplaatsen, wegen, spoor- en tramwegen, lijnen K.P.M., vuurtorens en lichten, telegraafkabels en stations voor draadloze telegrafie, schaal 1:10.000.000, TD uitg. 1920.

## 6.2.1 Invloed van Nederland op de geodesie-ontwikkeling in Nederlands-Indië / Indonesië

Met het ontstaan van de Bataafse Republiek door ondersteuning van het Franse leger, kwam in 1795 ook de Franse invloed mee. Via Daendels en Kraijenhoff, beiden generaal in het Franse leger, ontstonden connecties met Franse wetenschappers.<sup>919 920</sup> Dat werd nog versterkt tijdens het Koninkrijk Holland (1806-1810) als een vazalstaat van Frankrijk en de inlijving bij het Napoleontische Keizerrijk in 1810. Van hogerhand was grote behoefte aan een goede kaart van het ingelijfde gebied, zodat Kraijenhoff daartoe opdracht kreeg. Met een Borda repetitielcirkel van Etienne Lenoir uit Parijs werden in 1805-1815 de eerder besproken triangulatiemetingen uitgevoerd, die de basis werden voor de Kraijenhoff kaart en de Topografische Militaire Kaart. In 1804 publiceerde Kraijenhoff al de eerder geciteerde topografische activiteiten in de Bataafse Republiek en in India (toen Oost-Indië genoemd).<sup>921</sup> De invloed van Nederlandse aanwezigheid in Indië deed zich pas gelden na het verblijf van Johannes van den Bosch als GG (1829-1833) en door het succes van het cultuurstelsel (1830-1870). De naar Nederland teruggekeerde GG's, die Minister (van Koloniën) werden (of andersom, ministers die GG werden) hebben ook de waarde van goede kaarten onderkend. Behalve Van den Bosch kunnen hier genoemd worden Van der Capellen, Baud, Rochussen, Pahud, Mijer, Van Rees, Idenburg en Van Mook (zie **Annex 8.4** en **Annex 8.5**). Tot 1885 werden de kaarten voor Indië in Nederland gegraveerd en gedrukt. De daarmee opgedane ervaring kwam ook het kaarten maken in Nederland ten goede. Zowel in Nederland als in Nederlands-Indië was vervaardiging van kaarten een operatie, die onder restrictie van het leger en de marine viel. De uitwisseling van militairen heeft een directe invloed op dit proces gehad.<sup>922 923</sup>

Tot 1860 waren het de KMA in Breda, het Koninklijk Instituut voor de Marine, de Koninklijke Akademie in Delft en de Universiteit Leiden, die het meest betrokken waren bij de geodesie-activiteiten in de Indische Archipel. De KMA vanwege de opleiding van de officieren in landmeten, de Akademie vanwege de opleiding van ambtenaren voor de Oost en de opleiding van civiel ingenieurs (inclusief landmeten) en Leiden vanwege de betrokkenheid van Kaiser bij de astronomische waarnemingen door De Lange. Naar Nederland teruggekeerde militairen hebben nog wel een (bescheiden) rol gespeeld; een voorbeeld is Le Clerck die bij de KMA zijn kennis en ervaring bij de opleiding ingezet heeft. Ook werd gepubliceerd in tijdschriften als de *Algemeene Konst- en Letter-Bode* of werden lezingen gehouden voor leden van gerenommeerde genootschappen, zoals het KIVI.<sup>924</sup>

De Topografische en Militaire Kaart (TMK) van Nederland op schaal 1:50.000, uitgegeven in 1850-1864 in zwart-wit en de Algemene Rivierkaart, uitgegeven in 1830-1864, waren rond 1860 de beste kaarten van Nederland.<sup>925</sup> Er ontstond behoefte aan grootschaliger kaarten in kleur, waarvoor meer gedetailleerde triangulatie en opnemingen noodzakelijk was. De coördinatie werd door de Regering toevertrouwd aan de Rijkscommissie voor Graadmetingen en Waterpassen (RGW), bestaande uit deskundigen van universiteiten en overheidsinstellingen op dit gebied. Naast de vaste, door de koning benoemde persoonlijke leden werden leden van verschillende overheidsinstellingen ambtshalve benoemd, zoals van Rijkswaterstaat, het Kadaster, de Topografische Dienst, de Hydrografische Dienst en het KNMI. De RGW werd in 1938 omgevormd tot de Rijkscommissie voor Graadmetingen (RCG). Door deze commissies werd ook aandacht besteed aan activiteiten in Indonesië. Deze geven een beeld van de betrokkenheid van de geodesie in Nederland met die in Indonesië in de periode 1879-1990. De inventarisatie van geodetisch onderzoek in Nederland onder de RCG door prof. dr. ir. L. Aardoom van de TU Delft werd in 1992 besproken; de conclusies zijn opgenomen als **Annex 8.33**. Daaruit blijkt dat de vorm van de aarde, het oorspronkelijke hoofdterrein van de geodesie, in 1990 inmiddels was uitgebreid met de natuurlijke indeling, inrichting, ontginning en plaatsbepaling op en rond de aarde, inclusief GNSS.<sup>926</sup> Deze onderwerpen kregen binnen de RCG dan ook steeds meer aandacht. Het volgende overzicht van markante punten uit de RGW en RCG-jaarverslagen bevat een selectie van geodetische activiteiten in 1879-1990, die illustratief zijn voor de relatie tussen Nederland en Nederlands-Indië.

<sup>919</sup> Wilfried Uitterhoeve, *Cornelis Kraijenhoff 1758-1840, Een loopbaan onder vijf regeervormen*, (uitg. Vantilt, Nijmegen 2009).

<sup>920</sup> N.D. Haasbroek, *Investigation of the accuracy of Krayenhoff's triangulation (1802-1811) in Belgium, The Netherlands and a part of North Western Germany*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie Delft 1972).

<sup>921</sup> C.R.T. Kraijenhoff, *Astronomisch-Triangonometrische landmeting der Bataafse Republiek en over de Engelse graadmeting in Oost-Indië (India)*, uit *Algemeene Konst- en Letter-Bode* voor het jaar 1804, Haarlem 1804.

<sup>922</sup> Frits Irrgang, *Landmeten en cartografie op de Koninklijke Militaire Academie in de 19e eeuw*, Kilacadmon Papers, deel 1 (uitg. KMA Breda 2004).

<sup>923</sup> Frits Irrgang, *Officieren zetten Nederland op de kaart. Over de cartografie vanaf 1795 door Nederlandse officieren*, Kilacadmon Papers, deel 5, 2012.

<sup>924</sup> Prof. Ir. W. Schermerhorn, *Luchtkartering in de ingenieurspraktijk*, voordracht, gehouden voor de Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 20 December 1940 te 's-Gravenhage.

<sup>925</sup> *Topografische en Militaire kaart van het Koninkrijk der Nederlanden (TMK)*, 1864, schaal 1:50.000, (uitg. 12 Provinciën, Landsmeer 2008).

<sup>926</sup> L. Aardoom, *Het geodetisch onderzoek in Nederland, de resultaten van een inventarisatie* (publikatie 29), in opdracht van de Nederlandse Commissie voor Geodesie, (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 1992).



## RGW of Rijkscommissie voor Graadmelingen en Waterpassen (1879-1937)<sup>927</sup>

### Jaar Markante punten uit de RGW jaarverslagen

- 1879 F.J. Stamkart deed verslag van zijn metingen van triangulaties bij Groningen en Schiphol. J.A.C. Oudemans deed verslag over metingen van het driehoeknet Utrecht-Amersfoort met een universeelinstrument van Repsold door azimutbepaling op basis van de positie van de poolster. Nauwkeurigheidswaterpassing vond plaats onder H.G. van de Sande Bakhuyzen van de Sterrewacht (zonder n) Leiden, met ondersteuning door jonge ingenieurs en studenten van de Polytechnische (hoge)school Delft.
- 1880 Radiografische lengtebepaling tussen de Sterrewacht Leiden en Sterrenwacht Greenwich en berekening van de waterhoogte van het Marsdiep werd uitgevoerd.
- 1882 Na het overlijden van Stamkart werd door Oudemans vastgesteld dat de metingen met het Repsold basistoestel niet voldeden aan de gewenste nauwkeurigheid. Uit hoogtemetingen van een 224 km kring tussen Amsterdam en Zwijndrecht onder leiding van ingenieur C. Lely, werd een sluitingsfout van slechts 2 mm gevonden.
- 1888 Op tien plaatsen langs de kust werd in 1884-1888 het gemiddelde zeeniveau gemeten, dat 66 mm (Elburg) tot 200 mm (Vlissingen) onder Amsterdams Peil bleek te liggen.
- 1891 In de RGW-vergadering werd verslag gedaan van de activiteiten op Sumatra door Oudemans, Bosboom en Muller. Ingenieur J.F. Quant van de RGW ging over naar de Waterstaat in Nederlands-Indië (de RGW had vijf ingenieurs in dienst). In 1891-1892 vonden proeven plaats met kunstlicht voor nachtelijke metingen (tot dan toe werden alleen heliotropen gebruikt).
- 1892 Oudemans presenteerde de hermeting van Java op de Internationale Conferentie van Aardmeting in Brussel. Internationaal onderzoek naar de variaties in poolhoogte werd in 1892 afgesproken.
- 1893 De werkzaamheden van de RGW hadden betrekking op de primaire driehoeksmeting, de slingerproeven, de getijwaarnemingen en de lengte- en azimutbepalingen. Voor lengtegraadbepaling tussen de Sterrewacht Leiden en Ubachsberg tegen de grens met Duitsland werd een telegraaflijn van Heerlen doorgetrokken, zodat gebruik van telegrafiesignalen mogelijk was.
- 1895 De RGW ontving een verslag van J.J.A. Muller over de werkzaamheden van de triangulatiebrigade op Sumatra in de periode 1892-1895. In 1895 kwam ook het geodesiegebouw Kanaalweg 4 in Delft klaar.
- 1896 Door de RGW werd luitenant ter zee ingenieur R. Posthumus Meyjes benoemd, die drie jaren in de NI Archipel gewerkt had aan de verbetering van zeekaarten en de bepaling van landsgrenzen door sterrenkundige waarnemingen. Hij werd naast Pannekoek ingezet bij sterrenkundige waarnemingen.
- 1901 Er werd veel last van refractie en ondulatie door de atmosfeer ondervonden.
- 1902 De landmeter van het Kadaster uit Nederlands-Indië L.C.F. Polderman kreeg tijdens zijn verlof van een jaar in Nederland gelegenheid tot deelname aan de secundaire driehoeksmetingen.
- 1903 R. Posthumus Meyjes vroeg ontslag om naar Nieuw-Guinea te gaan voor het KNAG voor sterrenkundige plaatsbepalingen.
- 1905 De pendule van Strasser en Rohde voor bepaling van de slingertijd met de slinger van Defforges werd ontvangen in 1904. Een vierslingertoestel van Stückrath uit Duitsland werd afgeleverd in 1905. Voor de tijdmeting werd uit Zwitserland een chronometer van Nardin met elektrisch verbreekcontact ontvangen.
- 1906 Oudemans overleed 14 december 1906, waarna aandacht aan zijn RGW-activiteiten besteed werd. Op de internationale conferentie van de vereniging voor aardmeting in Budapest werd verslag gedaan van proefnemingen met radiosignalen van de zender Nauen bij Berlijn voor de bepaling van de lengtegraad. Ook werden schietloodafwijkingen, zwaartekrachtmetingen en slingertoestellen besproken. Uitgebreid werd gerapporteerd over de later in Indië toegepaste Jäderin methode met invardraden voor basismeting en werd door de uitvinder Guillaume zelf over invar gesproken. Vanuit Nederland waren hierbij aanwezig H.G. van de Sande Bakhuyzen, Hk.J. Heuvelink en J.J.A. Muller. Het triangulatiewerk op Sumatra werd met een rapport door J.J.A. Muller onder de aandacht gebracht.
- 1910 Civiel ingenieur Vening Meinesz kwam 1 oktober in dienst van de commissie en werd belast met slingerwaarnemingen.
- 1911 Bij Koninklijk besluit van 1 Juni 1911 no. 37 werd bepaald, dat in de RGW zitting zullen hebben de hoofdingenieur-directeur van Waterstaat (algemene dienst), de chef der afdeling Hydrografie van het Departement van Marine, de directeur van de Militaire verkenningen en de ingenieur-verificateur van het Kadaster. Van de Sande Bakhuyzen en Vening Meinesz waren aanwezig bij een basismeting in Lyon.
- 1912 Op de internationale conferentie voor aardmeting in Hamburg bood Muller een verslag aan van kapitein van de topografische dienst, A. van Lith, over de triangulatiearbeid in Nederlands-Indië. De Commissie werd door de Minister van Koloniën geraadpleegd over de aanwijzing van een ingenieur voor de triangulatiebrigade in Nederlands-Indië. Een kist met invardraden, van de Topografische Dienst in Ned.-Indië, al gebruikt voor basismetingen op Sumatra en Celebes, werd door de Commissie in bewaring genomen.
- 1913 Onder leiding van Hk.J. Heuvelink werd langs de Rijksstraatweg tussen Apeldoorn en Hoevelaken bij Stroe met behulp van een geleend basismettoestel van het Franse leger een ca. 4320 m lange basis gemeten. Voor het Stückrath slingertoestel werden vier invar-slingers besteld om zo temperatuureffecten te minimaliseren.
- 1915 Drie invardraden, die bij de RGW in bewaring waren, werden voor basismetingen in Celebes opgevraagd, waarvoor zij eerst met drie andere invardraden vergeleken werden omdat door de oorlogstoestand ijking in Breteuil bij Parijs niet mogelijk was.
- 1918 Op verzoek van de hoofdingenieur-directeur der telegrafie werd voor een punt op de Sambeekse heide het azimut berekend van een op de kaart van de Preanger-regentschappen aangewezen punt nabij Cililin en werd dit azimut op het terrein uitgebakend.
- 1920 De activiteiten van de commissie betroffen in 1920: primaire driehoeksmeting, secundaire driehoeksmeting, sterrenkundige plaatsbepaling, slingerwaarnemingen en waterpassing. Vening Meinesz maakte tussen mei en december rondreizen voor waarnemingen op 20 stations. Met de eerdere metingen werd zo op 50 stations gemeten. Op alle stations werd de gang van de tijdmeter afgeleid door waarneming van draadloze seinen, gegeven door de Eiffeltoren te Parijs, waarbij gebruik werd gemaakt van een door de Nederlandse Seintoestellenfabriek te Hilversum geleverd toestel met draadraam. De waarnemingen werden volgens het gewone schema met de invarslingers en het toestel van Stückrath uitgevoerd. De tijdmeter van Nardin, die eerder een minder regelmatige gang begon te vertonen, is in het begin van 1920 door de maker te Le Locle in Zwitserland geheel nagezien, waardoor de regelmatigheid van de gang aanmerkelijk is verbeterd. De chef der afdeling Hydrografie van het Departement van Marine kapitein ter zee titulair J.L.H. Luymes, met veel ervaring in Indië, werd lid van de commissie.

<sup>927</sup> *Verslag van de Rijkscommissie voor Graadmeling en Waterpassing aangaande hare werkzaamheden*, RGW-jaarverslagen over 1879 – 1937, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1880-1938).



- 1923 De voorzitter H.G. van de Sande Bakhuyzen overleed begin 1923, waarna J.J.A. Muller het voorzitterschap van de RGW overnam. Vening Meinesz kreeg toestemming om vanuit de onderzeeboot K II onderweg naar Indië zwaartekrachtmetingen uit te voeren. Vanwege de sterke elektromagnetische velden aan boord gebruikte hij messing slingers. Aan de metingen op de stations Twijzel en Drogeham heeft ir. P. H. Poldervaart deelgenomen tijdens zijn opleiding voor de betrekking van aspirant-adjunct-brigade chef bij de triangulatiebrigade van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië.
- 1926 Vening Meinesz voerde zwaartekrachtmetingen uit in de onderzeeboot K XIII, via het Panamakanaal op weg naar Indië. Kort voor de reis werd uit Washington bericht ontvangen, dat de tijdseinen van Honolulu, die slechts op korte afstand hoorbaar zijn, niet konden worden gecontroleerd. Er is toen telegrafisch de hulp ingeroepen van het Hoofd van de triangulatiebrigade, Prof. ir. J.H.G. Schepers te Weltevreden voor de uitzending van tijdseinen van de Bosscha-Sterrewacht te Lembang door het radiostation Malabar. Dankzij zijn bereidwilligheid, de steun van de heer K.A.R. Bosscha en de medewerking van de Indische autoriteiten, in de eerste plaats dr. ir. C.J. de Groot, hoofd Telegrafie en Telefonie en kolonel Hk.J. Schuitenvoerder, chef van de Topografische Dienst, is aan alle wensen voldaan.
- 1927 Dr. ir. F.A. Vening Meinesz, buitengewoon hoogleraar in de geodesie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht, werd tot lid van de Commissie benoemd. Nieuwe leden van de Groep voor Geodesie waren ir. W. Schermerhorn, hoogleraar in de geodesie aan de TH Delft, ir. J.H.G. Schepers, Hoofd van de triangulatiebrigade in Nederlands-Indië te Weltevreden en ir. J.W. Dieperink, hoogleraar in de geodesie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen.
- 1930 In Stockholm vond met 37 landen de Conferentie plaats van de Union Géodésique et Géophysique Internationale met deelname van Heuvelink, Schermerhorn, de Sitter en Vening Meinesz. De commissie No. 17 voor een meridiaan-boog over Siam en aangrenzende landen wilde de mogelijkheid onderzoeken van een ketting van driehoeken over Malakka en Nederlands-Indië naar Australië. Met het oog op deze studie werd de heer Schepers (Ned.-Indië) als lid van deze commissie aangewezen. De commissie No. 18 voor lengte wenste tijdens de herhaling in 1933 van de in 1926 uitgevoerde internationale lengte-bepalingen daarin twee punten in Nederlands-Indië op te nemen, gelegen nabij en aan verschillende kanten van de door de slingerwaarnemingen van dr. Vening Meinesz aan het licht gekomen strook van negatieve storingen in de intensiteit van de zwaartekracht. Wellicht zullen Menado en Ternate geschikte punten zijn. In aansluiting op de waarnemingen, die in 1929 aan boord van Hr. Ms. Onderzeeboot K XIII in de oostelijke zeeën zijn uitgevoerd, heeft dr. Vening Meinesz op een derde reis 2 januari tot 15 februari 1930 tot het gravimetrisch onderzoek van de zeeën van de Indische Archipel besloten. In de zeeën en straten rondom Sumatra en verder in de Javazee zijn op 64 stations waarnemingen uitgevoerd; de afgelegde afstand op deze reis bedroeg 4900 mijlen. De tijdseinen voor dit onderzoek werden weer gegeven door de Radiodienst van Nederlands-Indië en gecontroleerd door ir. P.H. Poldervaart van de triangulatiebrigade van de Topografische Dienst op de sterrenwacht te Lembang. De zwaartekrachtbepalingen zijn ten slotte aangesloten aan het uitgangspunt te Surabaya en aan het centrale zwaartekrachtstation van Nederlands-Indië in het Bosscha-Laboratorium van de Technische Hogeschool te Bandung.
- 1935 Van november 1934 tot juli 1935 vond de reis van onderzeeboot K XVIII naar Indië plaats waarbij Vening Meinesz zwaartekrachtmetingen uitvoerde. Op aanvraag van Philips Eindhoven werd op een aangegeven plaats in Huizen de richting uitgezet naar Cililin bij Bandung voor het oriënteren van een antenne voor een nieuwe radiozender.
- 1937 Op 1 oktober werd bij de Commissie als ingenieur aangesteld dr. W. Nieuwenkamp, om zich in de theorie en methoden van zwaartekrachtswaarnemingen in te werken met de bedoeling om in het vervolg de uitvoering van deze waarnemingen van het lid Vening Meinesz over te nemen. Dr. J.J. Pannekoek van Rheden, geoloog te Haarlem, was bereid het gedetailleerde zwaartekrachtsonderzoek in Nederland geheel belangeloos op zich te nemen en de Bataafse Petroleum Maatschappij was bereid daarvoor een Holweck-Lejay toestel ter beschikking te stellen, dat de heer Pannekoek van Rheden in zijn auto heeft ingebouwd.

## RCG of Rijkscommissie voor Gradmetingen (1938-1990)<sup>928</sup>

### Jaar Markante punten uit de RCG-jaarverslagen

- 1938 Benoeming van RCG voorzitter Prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz, secretaris Prof. ir. W. Schermerhorn; leden: Prof. Ir. Hk.J. Heuvelink, Prof. dr. J.J.A. Muller, Prof. dr. J.H. Oort, Prof. J.M. Tienstra, Prof. dr. J.H.F. Umbgrove, ambtshalve leden: Hoofdingenieur-Directeur Rijkswaterstaat directie Algemene Dienst, Hoofdambtenaar van het Kadaster, Hoofd Hydrografie van het Departement van Defensie, Directeur van de Topografische Dienst, Hoofd van de Triangulatiebrigade, Officier bij de schoolmeetafdeling der artillerie.
- 1940 Benoeming van Prof. ir. J.H.G. Schepers, oud-hoofd van de triangulatiebrigade van de Topografische Dienst in Nederlands-Indië. De schade aan kerktorens en andere geodetische punten door oorlogshandelingen werd geïnventariseerd en zo mogelijk hersteld.
- 1942 Schermerhorn in gijzeling; mededeling dr. J.E. Baron de Vos van Steenwijk: de berekening van de schietloodafwijkingen in Nederlands-Indië uit het veld der zwaartekrachtanomalieën.
- 1945 Na de oorlog bestond de RCG uit: voorzitter dr. ir. F.A. Vening Meinesz, secretaris ir. W. Schermerhorn, leden: ir. Hk. J. Heuvelink, dr. J.H. Oort, ir. J.H.G. Schepers, J.M. Tienstra, dr. J.H.F. Umbgrove en de ambtshalve leden. In de zomer van 1945 stond de dienst voor de taak de omvangrijke, aan het driehoeksnet toegebrachte schade zoveel mogelijk te beperken. In totaal waren 489 torens beschadigd, waarvan 419 zwaar of geheel vernield, 212 punten bleken geheel verloren te zijn.
- 1946 Schermerhorn werd opgevolgd als secretaris door J.M. Tienstra en R. Roelofs werd lid. G.J. Bruins en W. Baarda waren als landmeters bij de commissie werkzaam.
- 1947 Voorbereidingen voor geprojecteerde astronomische metingen op de driehoekspunten Leeuwarden en Ameland werden door de landmeter G.J. Bruins voltooid. Reeds eerder waren op deze punten breedte- en azimutbepalingen uitgevoerd, zodat nog slechts lengtebepalingen nodig waren om de punten tot Laplacepunten te maken. Toegepast werd de methode van lengtebepaling uit meridiaan-doorgangen van sterren. De waarnemingen werden uitgevoerd met een doorgangsinstrument van Pistor en Martins, dat in bruikleen was afgestaan door de Sterrewacht Leiden. Als tijdmetende fungeerde een in het PTT-radiolaboratorium in Den Haag opgestelde kwartsklok, waarvan de 50-Herz-wisselstroom per kabel naar Leeuwarden resp. Ameland werd overgebracht. Daar diende deze stroom voor het aandrijven van een synchroonmotor, voorzien van een secondecontact. Zo konden de seconden worden geregistreerd doormiddel van een chronograaf, die in bruikleen was verkregen van het laboratorium voor geodesie.
- 1948 Vening Meinesz werd als directeur van het KNMI ook ambtshalve lid van de Commissie en Schermerhorn werd na zijn minister-presidentschap ook weer lid.

<sup>928</sup> *Verslag van de Rijkscommissie voor Geodesie aangaande hare (later over haar) werkzaamheden*, RCG-jaarverslagen over 1938 – 1988, (uitg. Algemene Landsdrukkerij later Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1939-1989).

- 1949 Op 26 juli 1949 overleed ir. Hk.J. Heuvelink, die gedurende 52 jaar lid van de Commissie is geweest, waarvan 36 jaar secretaris. De landmeter G.J. Bruins deed in april en mei zwaartekrachtmetingen aan boord van de onderzeeboot O 24 op de terugreis van Curaçao naar Nederland via de Azoren. Het herstel van door oorlogshandelingen verloren peilmerken werd vrijwel voltooid.
- 1950 Voorzitter was J.M. Tienstra, secretaris R. Roelofs. Gewone leden waren: dr. G.J.A. Grond, A. Kruidhof, dr. J.H. Oort, ir. J.H.G. Schepers, dr. ir. W. Schermerhorn, dr. J.H.F. Umbgrove, dr. ir. F.A. Vening Meinesz. Ambtshalve leden waren Hoofdingenieur-Directeur van Rijkswaterstaat in de Directie Algemene Dienst ir. E. Volker, Directeur van de Topografische Dienst C.A.J. von Frijtag Drabbe, Chef der Hydrografie Th. K. Baron van Asbeck, Inspecteur van de Hypotheken en van het Kadaster W.F. Stoorvogel, Hoofddirecteur van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut dr. ir. F.A. Vening Meinesz en de Directeur van de 5<sup>e</sup> Afdeling van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut dr. J. Veldkamp.
- 1951 Start van de derde nauwkeurigheidswaterpassing met een slaglengte van 2 x 65 m.
- 1952 Het lid Prof. dr. ir. W. Schermerhorn was lid van het Hoofdbestuur van de Société Internationale de Photogrammétrie (S.I.P.) en hoofdredacteur van het officieel orgaan "Photogrammetria". Het lid Prof. R. Roelofs was redacteur van dat orgaan.
- 1957 Bouw en metingen basis Loenermark. In Westelijk Nieuw-Guinea werd de meetkundige grondslag voor hydrografische karteringen met behulp van het Decca systeem bepaald, welk systeem tevens gebruikt werd voor de plaatsbepaling op zee. Astronomische plaatsbepaling (astrolabium-methode) werd verricht op vier van deze Decca stations. Gezien de onzekerheden in de meetkundige grondslag, konden geen betrouwbare conclusies getrokken worden met betrekking tot lokale schietloodafwijkingen.
- 1960 De systematische kartering van de Arafura Zee op de grondslag van een Decca survey chain werd voortgezet. In de verslagperiode werden geen astronomische punten bepaald. Verschillende polygonen werden gemeten ter controle op schaal en azimut van de Decca patronen. Deze bevestigden conclusies uit vroegere metingen dat schaal en azimut nauwkeurigheid binnen het bestreken gebied van circa 300 x 350 kilometer op ongeveer 1/10.000 gesteld mogen worden, zijnde de grenzen waarbinnen de voortplantingssnelheid van de radiogolven over land bepaald kunnen worden.
- 1961 Voorzitter was prof. R. Roelofs, secretaris prof. ir. W. Baarda, leden: prof. ir. G.J. Bruins, prof. ir. E.C.W.A. Geuze, prof. dr. G.J.A. Grond, prof. A. Kruidhof, prof. dr. J.H. Oort, prof. ir. J.H.G. Schepers, prof. dr. ir. W. Schermerhorn, prof. dr. J.G.J. Scholte, prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz en de ambtshalve leden.
- 1962 De kartering van Westelijk Nieuw-Guinea werd in 1962 beëindigd in verband met de overdracht van het gebied aan de Verenigde Naties. De kartering van Westelijk Nieuw-Guinea op schaal 1:100.000 in UTM-projectie werd afgebroken nadat 212 kaartbladen van in totaal 300 waren voltooid. Van de kaartserie 1:1.000.000 in Lambertprojectie, bestaande uit 3 bladen, kwamen 2 kaartbladen gereed.
- 1964 De luchtvaartkaart 1:1.000.000 van Nieuw-Guinea, waaraan in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst in 1961 was begonnen, kwam in 1964 gereed. Deze kaart is uitgevoerd in conforme kegelprojectie van Lambert met twee standaardparallelle. De productie ervan was zeer vertraagd doordat het vergaren van bruikbaar basismateriaal voor de weergave van de hoogtezones zeer veel tijd vergde.
- 1965 In 1965 nam vrijwel het gehele personeel van de buitendienst deel aan de grote basismeting op de Afsluitdijk, waar een ongeveer 24 km lange basis met invardraden werd gemeten en door middel van een basisvergrotingsnet werd aangesloten aan het hoofddriehoeksnet. Deze metingen werden uitgevoerd in nauw overleg met de subcommissie Triangulatie van de Rijkscommissie voor Geodesie.
- 1966 Op 10 augustus, 1966 overleed op 79-jarige leeftijd prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz, waaraan zowel in de commissie als daarbuiten uitgebreid aandacht besteed werd.
- 1967 Voorzitter was prof. R. Roelofs, secretaris prof. ir. W. Baarda, leden: prof. ir. G.J. Bruins, dr. G. van Herk, dr. ir. C. Koeman, prof. A. Kruidhof, prof. dr. J.H. Oort, prof. ir. J.H.G. Schepers, prof. dr. ir. W. Schermerhorn, prof. dr. J.G.J. Scholte, prof. dr. J. Veldkamp, prof. ir. A.J. van der Wee en de ambtshalve leden.
- 1968 Prof. ir. J.H.G. Schepers overleed 30 januari 1968 op 83-jarige leeftijd.
- 1970 De R.D. coördinaten ondergingen een nulpuntsverschuiving van 155.000 meter naar het westen en 463.000 meter naar het zuiden. Negatieve coördinatenwaarden vvielen, terwijl door deze keuze van het nulpunt de x- en y-coördinaten nooit dezelfde waarden konden krijgen.
- 1973 Voorzitter was prof. R. Roelofs, secretaris prof. ir. W. Baarda, leden: dr. ir. L. Aardoom, prof. ir. G.J. Bruins, dr. G. van Herk, prof. A. Kruidhof, prof. dr. J. Veldkamp, prof. ir. A.J. van der Wee, ir. G.A. van Wely, prof. ir. G.F. Witt en de ambtshalve leden. Voor de uitvoering van verschillende onderdelen van haar taak had de RCG een aantal subcommissies en werkgroepen, waarin naast leden van de Commissie ook anderen, deskundig op een bepaald gebied, zitting hadden. Deze subcommissies (a) en werkgroepen (b) waren:  
a. Geodetische Terminologie, Triangulatie, Zwaartekrachtonderzoek, Beheer Standaardbasis, Bodembeweging, Mariene Geodesie.  
b. Vormbepaling van de Aarde, Plaatsbepaling, Uniformering.
- 1974 Er werd een aanvang gemaakt met het bepalen van de schietloodafwijking op een aantal primaire punten van het Nederlandse driehoeksnet. De waarnemingen werden verricht met een Zeiss Ni-2 astrolabium. Met gebruikmaking van de methode van Gauss werd simultaan lengte en breedte bepaald. Het station Kootwijk werd hierbij als referentiestation gebruikt.
- 1979 Voorzitter was prof. ir. G. J. Bruins, secretaris prof. ir. W. Baarda, leden: dr. ir. L. Aardoom, prof. dr. ir. M.J.M. Bogaerts, dr. W.N. Brouw, prof. dr. F.J. Ormeling, dr. A.R. Ritsema, prof. dr. N.J. Vlaar, prof. ir. A.J. van der Wee, ir. G.A. van Wely, prof. ir. G.F. Witt en de ambtshalve leden. Oprichting van de werkgroep Geschiedenis der Geodesie (gaat later apart verder als De Hollandse Cirkel of DHC).
- 1984 Subcommissie Triangulatie en de werkgroepen Plaatsbepaling Doppler Satellietwaarnemingen en Uniformering werden opgeheven.
- 1990 RCG gaat verder als Nederlandse Commissie voor Geodesie (NCG) en werd ondergebracht bij de KNAW.

Uit dit overzicht kan geconcludeerd worden, dat in de beschouwde periode de geodesie-ontwikkeling in Nederland nauw verwant was met die in Indië. Er was geregeld uitwisseling van kennis en experts. Door het verslag van activiteiten in Indië ontstond onderlinge betrokkenheid. Regelmatig werden er experts vanuit Nederland uitgezonden, zoals in 1891 en 1903. Ook rapportage van activiteiten in Indië op internationale conferenties, zoals door Oudemans in 1892 en Muller in 1912 heeft contacten tussen het buitenland en Indië gestimuleerd. De radiografische plaatsbepaling van de sterrenwachten van Leiden en Greenwich heeft bijgedragen aan kennis, die in Indië later toegepast is. De ijking van invardraden in 1915 voor de basismeting in Celebes geeft de samenwerking aan. Oudemans, Muller, Vening Meinesz, Schermerhorn en Luymes hadden nationaal en internationaal groot aanzien en vervulden belangrijke bestuursfuncties.

Nederland was door haar aanwezigheid in Indië een belangrijke natie, waarnaar geluisterd werd. Vergeleken met Nederland maakten de geodetische activiteiten in de uitgestrekte archipel met haar unieke omstandigheden grote indruk. Zwaartekrachtmetingen in een gebied met diepe troggen, vulkanische en seismische activiteit en de fotogrammetrische opnamen in uitgestrekte gebieden als Nieuw-Guinea spraken geodeten tot de verbeelding. Ook de in Indië vervaardigde kaarten trokken op internationale tentoonstellingen aandacht.

De volgende organisaties, instellingen en bedrijven waren in de periode 1860-1990 hierbij nauw betrokken:

- Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers (KADOR);
- Topografische Dienst in Nederland, (nu opgegaan in het Kadaster);
- Dienst der Hydrografie (DH);
- Ministerie van Defensie (en de voorgangers, ministeries van Oorlog en Marine);
- Ministerie van Koloniën (opgegaan in ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties);
- Landmacht, Luchtmacht en Marine;
- Koninklijke Pakketvaart Maatschappij (KPM), Koopvaardij;
- Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (KLM), KLM Aerocarto;
- Rijkswaterstaat (RWS), Meetkundige Dienst (MD);
- Universiteiten, Hogescholen en sterrenwachten, (o.a. Delft, Leiden, Utrecht, Groningen, Amsterdam);<sup>929</sup>
- International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC, nu deel van Universiteit Twente);
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI);
- Nederlandse Spoorwegen (NS) en voorlopers (HSM, NCS, SS en NBDS);
- PTT (Research), nu KPN en TNO;
- TNO-TPD (Technisch Fysische Dienst), TNO-FEL (Fysisch en Elektronisch Laboratorium);
- Bataafse Petroleum Maatschappij (B.P.M.), Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM), Shell;
- Leveranciers van landmeetkundige instrumenten en verwerkingssystemen (als Ahrend en de Koningh);
- Geodetische, landmeetkundige en hydrografische bedrijven.

Zij hadden door hun geodetische activiteiten allen belang bij goede kaarten, zowel voor ontwerp, bouw, onderwijs of onderzoek, als voor uitvoering of exploitatie.<sup>930</sup> De bedrijven en instellingen met een vestiging in Indonesië hadden vanzelfsprekend ook interesse in de kaarten daar. Tot de overdracht van Nieuw-Guinea bleven kaarten van de archipel bij het onderwijs op scholen in gebruik, getuige de schoolatlassen met aparte secties voor Indonesië. Ook na 1963 bleef de interesse in Nederland in Indische zaken groot, zij het dat nostalgie de overhand kreeg. Na 1970, met het verschijnen van de boeken over WO II van historicus dr. Lou de Jong, directeur van het Rijksinstituut voor Oorlogsdocumentatie, met name de drie boeken in 1984-1986 over de bezetting door de Japanners, kwam Nederlands-Indië en Indonesië weer in de belangstelling.<sup>931</sup> Documentaires en speelfilms stimuleerden toerisme en daarmee ook weer de behoefte aan kaarten. Het aantal (foto)boeken met herinneringen nam toe, terwijl discussies op TV over mogelijke wandaden van Nederlandse militairen steeds meer aandacht kregen.<sup>932</sup> Het Nederlandse bedrijfsleven, met name de ING, ABN-AMRO, PTT, Philips, NKF, Shell, Unilever, KPMG, DHV en Haskoning toonde steeds meer belangstelling. PTT vestigde een consultancy-organisatie Nepostel in Jakarta en bleek bereid tot investering in het lokale telecomnetwerk en deelname in een mobiele operator. Ook op postaal en giraal gebied ontstond nauwe samenwerking. Dat leidde rond 1990 tot meer dan 2000 Nederlanders in Jakarta, die via bedrijven of ontwikkelingsorganisaties bilaterale samenwerking tot stand brachten, deels met financiering door de Nederlandse bedrijven en overheid of multinationale-instellingen, zoals de Wereldbank of de VN.

Tot de reactie op de uitlatingen van minister Pronk in 1992 over de mensenrechten in Indonesië, behartigde Nederland de ontwikkelingssamenwerking, zowel vanuit Nederland als door de "Intergovernmental Group on Indonesia (IGGI)". Veel Nederlandse experts moesten het land weer verlaten. Pas na het staatsbezoek van koningin Beatrix in 1995 en verontschuldigen bij het bezoek in 2005 van minister Bot voor wandaden, werden de betrekkingen weer genormaliseerd.

<sup>929</sup> F.J. Ormeling en E.H. van de Waal, De kartografie-studie aan de Rijksuniversiteit Utrecht; J.E. Romein, Kartografie in Delft; A. van der Waag, werkgroep mogelijke HTS opleiding kartografie; F.J. Ormeling Sr., De kartografische opleiding aan het ITC, uit Kartografisch tijdschrift, jaargang III, nr. 1, 1977.

<sup>930</sup> Eric Berkers e.a., *Geodesie, de aarde verdeeld en verbeeld, berekend en getekend*, (uitg. WalburgPers, Zutphen 2004).

<sup>931</sup> Dr. L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*, Deel IIa, IIb, IIc Nederlands-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, Leiden).

<sup>932</sup> Cees Fasseur e.a. (ingeleid door Jan Bank), *De Excessennota*, (uitg. Sdu, Den Haag 1990).



## 6.2.2 Invloed van Nederlands-Indië / Indonesië op de geodesie-ontwikkeling in Nederland

Tijdens de Bataafs-Franse periode was het Daendels die, met de aanleg van de Grote Postweg op Java en zijn publicaties daarover later in Nederland, zijn ervaringen kenbaar heeft gemaakt.<sup>933</sup> Vervolgens geven de beschrijvingen van activiteiten in de Engelse periode onder Raffles een overzicht van wegen en transportmogelijkheden.<sup>934 935 936</sup> Voor de hydrografie zijn de eerder genoemde verrichtingen van de *Commissie ter verbetering der Oost-Indische zeekaarten* van belang.<sup>937</sup> De jaarlijkse Koloniale Verslagen en de Indische jaarverslagen van bestuur en staat van Nederlands-Indië geven een beeld van de ontwikkeling van steden en infrastructuur met de daaraan gerelateerde geodetische activiteiten.<sup>938 939</sup> In deze periode werd veel werk voor de landrente-opnemingen uitgevoerd. Het zijn de terugkerende militairen en ambtenaren, die weer met hun publicaties in Nederland en participatie in het geodesie-onderwijs invloed uitoefenden. Van de Velde en Junghuhn hebben met hun omvangrijke en gedetailleerde publicaties een bijdrage aan de aan geodesie verwante gebieden in Nederland geleverd. De eerste door zijn reisbeschrijvingen, kaarten en illustraties, waardoor een beter beeld ontstond van de archipel. De tweede door zijn beschrijvingen van de natuur, geologie en het landschap, waarmee het geomorfologisch en vulkanologisch onderzoek gestimuleerd werd. Beiden hebben in Nederland daarmee tevens invloed op het geodetisch en hydrografisch onderwijs gehad.

Na het vertrek van Muller naar Nederland in 1910, werd hij als hoogleraar in Utrecht benoemd en kwam ingenieur Schepers in zijn plaats. Schepers heeft tot zijn afscheid van Indië in 1939 de triangulatiebrigade geleid en werd daarnaast in 1921 benoemd tot buitengewoon hoogleraar aan de TH in Bandung. Hij heeft tal van publicaties op zijn naam staan, waarvan een groot deel in de jaarverslagen van de Topografische Dienst van Nederlands-Indië opgenomen zijn. Schepers is ook na zijn terugkeer in Nederland nog jaren actief geweest in de RCG en als secretaris van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (KNAG).<sup>940</sup> Schepers heeft zich uitgebreid met de schietloodafwijkingen op Java en Sumatra beziggehouden.<sup>941</sup> Daarnaast heeft hij zowel in Indië als in Nederland veel aandacht besteed aan fotogrammetrie.<sup>942</sup> Schuitevoerder heeft vooral aandacht besteed aan de kartering van de archipel.<sup>943</sup> Horstink heeft veel kennis en ervaring opgedaan met trigonometrische metingen in de archipel. Zijn eerdergenoemde boeken zijn daar getuige van. Veel meetmethoden voor topografische opnemingen worden daarin beschreven en kunnen als een overzicht van de werkwijze in Indië in de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw beschouwd worden. De eerder beschreven hydrografische meetmethoden, grotendeels ontleend aan de genoemde boeken "Hydrografisch opnemen" van de Marine, vormen daar een goede aanvulling op. Na de soevereiniteitsoverdracht in 1949 is in Indonesië door Nederlandse experts nog veel aandacht besteed aan luchtfotogrammetrie, waarin Schermerhorn een belangrijke rol gespeeld heeft.<sup>944</sup> Dat gold voornamelijk voor Nederlands Nieuw-Guinea, dat pas in 1963 overgedragen werd aan Indonesië.

<sup>933</sup> H.W. Daendels, *Staat der Nederlandsche Oost-Indische bezittingen onder het bestuur van den Gouverneur-Generaal Herman Willem Daendels*, Ridder, Luitenant-Generaal in de jaren 1808-1811, (uitg. Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1814).

<sup>934</sup> Sophia Raffles, *Memoir of the life and public services of Sir Thomas Stamford Raffles, F.R.S., & c., particularly in the government of Java, 1811-1816, Bencoolen and its dependencies, 1817-1824: with details of the commerce and resources of the Eastern Archipelago and selections from his correspondence.*

<sup>935</sup> Maurice Collis, *Raffles*, (uitg. Century Hutchinson, London 1988).

<sup>936</sup> M.L. van Deventer, *Daendels-Raffles*, overdruk uit de Indische gids 1891, (uitg. 1895).

<sup>937</sup> *Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten; verrigtingen van de geographische ingenieurs*, met Bijlage B: Lijst der kaarten in 1854 ingekomen bij de Commissie ter verbetering der Indische zeekaarten uit 'Koloniaal verslag van het beheer van den staat der Nederlandsche bezittingen en koloniën in Oost- en West-Indië en ter kust van Guinea over 1854', ingediend door den Minister van Koloniën, (uitg. Kemink en Zoon, Utrecht 1858).

<sup>938</sup> *Koloniaal Verslag*; jaarlijks 1855-1930 met daarin ondermeer aandacht voor: Grondgebied, bevolking en bestuur (opperbeheer), Landmacht, Zeemacht en Justitie, Financiën, Burgerlijk beheer, Binnenlands bestuur, Onderwijs, erediens- en nijverheid, Burgerlijke Openbare Werken en Nijverheid.

<sup>939</sup> *Indisch Verslag van bestuur en staat van Nederlandsch-Indië*; jaarlijks 1931-1938 een apart verslag, zoals het Koloniaal Verslag, met daarin:

- De staatkundige, financiële en economische toestand; onder "Verkeer": landwegen en bruggen, wegverkeer, railverkeer, havenbedrijf en baggerbedrijf, bebakening, kustverlichting, loodswezen, hydrografische opnemingen, scheepvaart, luchtverkeer, post, telegraaf, telefoon en toerisme; onder "Waterstaat": bevoeiing, waterkering en landsgebouwen; onder "Kunsten en wetenschappen": oudheidkundige dienst, toneel, dans, muziekbeoefening, landsarchief, volksbibliotheken, natuurbescherming, vulkanologische onderzoekingen en wetenschappelijke instellingen.
- De culturele en sociale toestand met daarin onder "Bescherming van het grondbezit": Kadastrale en topografische opnemingen.
- De staatsinrichting met daarin: regering, volksraad, bestuur, rechtelijke macht, politie, landmacht en zeemacht.

<sup>940</sup> D.A. Bertoen-Brouwer, In Memoriam Prof. ir. J.H.G. Schepers 1885-1968, uit K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift II 1968 Nr.2.

<sup>941</sup> Prof. ir. J.H.G. Schepers, capt. F.C. A. Schulte, *Geodetic Survey in The Netherlands East Indies*, Report to the section of Geodesy of the International Geodetic and Geophysical Union, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1930).

<sup>942</sup> *Het spiedend oog der luchtfotocamera*, 170 luchtfoto's met toelichting verzameld namens de een commissie van het tijdschrift van het KNAG door haar secretaris Ir. J.H.G. Schepers (oud-hoofd van de Triangulatie Brigade te Batavia, oud-bg. Hoogleraar Geodesie aan de TH Bandung), m.n. toelichtingen bij luchtfoto's uit Indonesië door Dr. A.J. Pannekoek, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1948).

<sup>943</sup> H.J.K. Schuitenvoerder, *Het Karteringsvraagstuk in den N.I. Archipel*, (Kapitein van den Topografischen Dienst), algemeen Ingenieurs congres Batavia 8-15 Mei 1920, 6e sectie, diverse onderwerpen, Batavia 1920 (van deze auteur en dit congres is ook een Engelstalige uitgave met als titel: *The Problem of Cartography in the Netherlands Indian Archipelago*, Batavia 1920).

<sup>944</sup> Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat, publicatie ter gelegenheid van het 25-jarige bestaan 16 oktober 1956, (uitg. B.J. Brill, Leiden 1956).

Personen als Oudemans, Muller, Luymes, Schepers en Roelofs hebben de opgedane kennis en ervaring door hun jarenlange verblijf in Indië vertaald naar beleid via de RGW en RCG in Nederland en bijgedragen tot internationale samenwerking. Verder kunnen in dit verband nog genoemd worden de activiteiten van:

- Kadaster Nederlands-Indië;
- Geografische Dienst;
- Hydrografische Dienst, (Hydrografi);
- Oceanografische Dienst (Siboga, Snellius I en II expedities);
- Topografische Dienst, na 1950 BAKOSURTANAL (Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional, of National Surveying & Mapping Agency), na 2014 BIG (Badan Informasi Geospasial, of Geospatial Information Agency);
- American Map Service (AMS), HIND, NEFIS (WO II);
- Koninklijk Nederlands-Indisch Leger (KNIL) na 1949 deels opgegaan in Tentara Nasional Indonesia (TNI);
- TH Bandung, op 2 maart 1959 overgegaan in Institut Teknologi Bandung (ITB), Sterrenwacht Lembang;
- Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Koninklijke Natuurkundige Vereniging;<sup>945 946</sup>
- NIS en SS, na 1949 verschillende namen, nu PT Perusahaan Kereta Api Indonesia (KAI of PT KAI);
- Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium in Batavia;
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (Centre of Volcanology and Geological Hazard Mitigation);
- PTT, na 1949 verschillende namen, in 1974 Perumtel en in 1991 PT Telekomunikasi Indonesia (Telkom);
- BPM, Shell (en andere exploitatiemaatschappijen zoals Pertamina).

De lijst is niet volledig, maar geeft een indicatie van de diversiteit van organisaties, die intensief gebruik maakten en maken van kaarten en daar bijdragen voor leverden. Dat resulteerde veelal in thema-kaarten met indicaties van groei, planning en veranderingen in tijd. Al deze instellingen, organisaties en bedrijven hebben bijgedragen aan de uitwisseling van experts tussen Indonesië en Nederland. Kennis, opgedaan in Nederland werd aangepast, verrijkt en uitgebreid met de ervaring, opgedaan in Indonesië. Kennis van geodesie en aanverwante disciplines, opgedaan in de tropische omgeving bij de bouw van steden en aanleg van infrastructuur bleek voor Nederlandse bedrijven en instellingen voor internationale activiteiten waardevol. Maar ook in Nederland kon de kennis toegepast worden. Op basis van ervaring in Indië met spooraanleg en wegeaanleg in bergachtige gebieden, werd gedoceerd in Delft. Landmeten en waterpassen in de tropen voegde nieuwe elementen toe aan het onderwijs. De opleidingen in Nederland kregen een internationaler karakter. Ook de oprichting van het ITC in 1950 heeft daaraan bijgedragen. Het ITC heeft tussen 1950 en 2009 meer dan 1300 studenten uit Indonesië opgeleid.<sup>947</sup> De afgestudeerden vormden zelf ook weer contacten met Nederlandse bedrijven en instellingen, terwijl de geleerde werkwijze ook de banden versterkte. Uiteindelijk zijn mede hierdoor op geodesiegebied internationale activiteiten alleen maar toegenomen en heeft Nederland haar aanzien en positie in de wereld weten te handhaven. Dat wordt nog onderstreept door de economische groei na WO II. Hoewel het algemene beeld was “Indië verloren, rampspoed geboren”, was de welvaart in Nederland na het verlies van Indië groter dan ooit tevoren.<sup>948</sup>

Een belangrijke periode was WO II, die in Indië door de aanval van Japan begin 1942, ook bepalend is geweest voor de verdere relatie met Nederland. De reguliere activiteiten van de Topografische Dienst kwamen stil te liggen, zij het dat de Japanners wel opdracht gaven voor het verder in kaart brengen van delen van de archipel. De belangrijkste activiteiten waren echter de luchtopnamen van de geallieerden voor fotogrammetrische kartering van de archipel, waar Indonesië na de oorlog nog jarenlang kaarten aan te danken had. Na WO II zijn Nederlandse experts nog enkele jaren in Indonesië betrokken geweest bij topografische activiteiten. Tot 1957 was dat op het hoofdkantoor in Weltevreden, daarna ook nog tot 1963 in Nieuw-Guinea. Ook de opleiding in het ITC, toen nog gevestigd in Delft, heeft nog lang de relatie met Indonesische experts gevormd en versterkt.

Nu zal eerst gekeken worden naar de invloed van de Tweede Wereldoorlog, die bepalend is geweest voor de geodesie, zowel in Indonesië als in Nederland en de verdere relatie tussen Nederland en Indonesië na 1945.

<sup>945</sup> Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde, red. E. Netscher en Mr. J.A. van der Chijs vierde serie (uitg. Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia 1861).

<sup>946</sup> Hans Groot, *Van Batavia naar Weltevreden, het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, 1778-1867*, Verhandelingen van het KITLV 243, (uitg. KITLV, Leiden 2009).

<sup>947</sup> Nil Disco, 60 years of ITC, *The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*, (uitg. Stichting Historie der Techniek en ITC Foundation, Enschede 2010).

<sup>948</sup> H.W. van den Doel, *Afscheid van Indië. De val van het Nederlandse imperium in Azië*, (uitg. Prometheus, Amsterdam 2001).

### 6.2.3 Invloed van de Tweede Wereldoorlog op de geodetische en kartografische activiteiten

Japan veroverde al in 1937 delen van Rusland en China, met name Mantsjoerije (het NO deel van het huidige China) en het kustgebied tot net voorbij de lijn Wuhan-Hangzhou (zie Fig. 6-2). Door de Japanse invasie stelden de VS en Nederlands-Indië een olieboycot in, wat voor Japan een ernstige bedreiging was. De Japanners wilden een groot "Aziatisch rijk" stichten. Dit zou vrijwel alle gebieden omvatten, die nog niet in Japanse handen waren: China, Mongolië, de Sovjet-Unie tot het Baikalmeer, de Britse koloniën op Borneo, Malakka, Birma, Brits-Indië (het huidige India, Bangladesh en Pakistan), Franse bezittingen, Amerikaanse bezittingen in de Grote Oceaan, zoals de Filipijnen, Wake, Guam, Midway en Hawaï, Nederlands-Indië en tevens Australië en Nieuw-Zeeland. Op 7 december 1941 werden Pearl Harbor bij Hawaï (NO van Guam) en Hongkong aangevallen en deels vernietigd.



Fig. 6-2 Zuidoost-Azië, (conische oppervlaktegetrouwe projectie) schaal 1:46.000.000, uitg. 2015.

In januari 1942 begon de aanval op Nederlands-Indië, die met een kaart in **Annex 8.23** beschreven is. Inmiddels was de gering bewapende, civiele Gouvernements Marine gemilitariseerd en toegevoegd aan de Koninklijke Marine voor ondersteuningstaken. Met enkele belangrijke zeeslagen bij Java, zoals die in de Java-zee, werden de geallieerde vloten vernietigd. Ook van de luchtmacht en landmacht bleef niet veel over, zelfs Australië werd gebombardeerd. Enkele schepen en vliegtuigen konden ontsnappen naar Australië, India of Ceylon. Tijdens en na WO II zijn tal van kaarten gemaakt met aanvalsplannen en veroveringen, zoals in **Annex 8.23**. **Annex 8.24** bevat een aanvalsplan en de veroveringen van de geallieerden in 1944-1945. De oorlog heeft in de jaren daarna ook nog veel ellende veroorzaakt. De Japanse bezetting van Indië en nasleep heeft naar schatting 4 miljoen slachtoffers gemaakt. Veel Indonesiërs kwamen om als Romusha's (dwangarbeiders) en een zesde deel van de geïnterneerde Nederlanders stierf op Java in WO II door geweld of ondervoeding in Japanse kampen.



De gevolgen daarvan waren nog jarenlang, zelfs tot in de tweede generatie van het slachtoffer merkbaar.<sup>949</sup> Van die honderden kampen zijn kaarten en plattegronden gemaakt en later weer in atlassen weergegeven.<sup>950</sup> De Japanse bezetting van maart 1942 tot augustus 1945 heeft ook invloed gehad op de topografische activiteiten. Een deel van de Topografische Dienst moest onder leiding van de Japanners doorwerken aan de kartering van de oostelijke delen van de archipel. Vooral van Nieuw-Guinea waren nauwelijks kaarten beschikbaar. Kort voor WO II waren alle beschikbare kaarten gebruikt bij de vervaardiging van schetskaarten op schaal 1:250.000. Van het NNGPM concessiegebied in de "Vogelkop" waren luchtfoto's gemaakt, waarvan enkele fotogrammetrisch tot kaarten op schaal 1:100.000 waren verwerkt.<sup>951 952</sup> Tijdens WO II zijn door de Japanners aanvullende luchtfoto's gemaakt, die zonder paspunten op de grond verwerkt werden tot foto-schetskaarten. Ondanks het slechte horizontaal verband werden ze gebruikt voor het verdedigen van de noordkust van Nieuw-Guinea. Het heeft niet mogen baten, de Japanners werden daar al in 1944 door de oprukkende Amerikanen verslagen. De geallieerden hadden daarvoor uitgebreide luchtfoto's van de archipel vervaardigd en die verwerkt in de hoofdkwartieren van de Amerikaanse Army Map Service (AMS) en Engelse HIND tot topografische kaarten op schalen tussen 1:25.000 en 1:1.000.000. Daarmee werden de bestaande kaarten van de TD bijgewerkt en tevens, afhankelijk van de schaal, voorzien van een vierkant grid (zoals hiervoor bij de spoorwegkaarten op Sumatra met 10 x 10 km). Het horizontaal verband was matig tot slecht, maar snelle beschikbaarheid had tijdens de oorlog de voorkeur boven nauwkeurigheid.

In samenwerking met de Amerikaanse, Engelse en Australische militaire topografische diensten leverde de Netherlands Forces Intelligence Service (NEFIS) onder S.H. Spoor (later bevelhebber KNIL) een significante bijdrage aan nieuwe topografische kaarten. Door beschikbare kennis, aangevuld met enkele tientallen verkenningsstochten met vliegtuigen en op de grond, ontstonden redelijk betrouwbare kaarten, deels ook van het binnenland.<sup>953</sup> Na WO II werd de TD weer in Batavia opgericht en de kaartproductie met bijeengezochte sneldrukpersen op gang gebracht.<sup>954</sup> In Nieuw-Guinea werd de fotogrammetrie in de concessiegebieden voortgezet. Zoals eerder is vermeld, was bij de overdracht van Nieuw-Guinea in 1963 het hele gebied op schaal 1:250.000 in kaart gebracht en werden de kaarten aan de Indonesische autoriteiten overgedragen. Het resultaat en de ervaring met fotogrammetrie in Nieuw-Guinea heeft dan ook aanzienlijk aan de kennis in Nederland op dit gebied bijgedragen. Publicaties na WO II in tijdschriften, zoals van het KNAG en terugkeer van experts naar Nederland stimuleerden toepassing van fotogrammetrie in Nederland.

Na de capitulatie van Japan op 15 augustus 1945 werd op 17 augustus de Republiek Indonesia uitgeroepen.<sup>955</sup> Tijdens WO II was de archipel door de geallieerden gesplitst in een westelijk deel met Brits oppercommando en oostelijk deel, dat onder Australisch en Amerikaans oppercommando viel. Zowel Engelsen als Amerikanen ondersteunden Nederland niet met het herstel van de vooroorlogse situatie; er moest met de nieuwe Republiek onderhandeld worden. Dat heeft geleid tot conferenties op de Hoge Veluwe in april 1946 en in Linggajati (het eerdergenoemde plaatsje op de helling van G. Ciremai ten ZW van Cirebon) in maart 1947. Voorstellen om tot een opsplitsing van gebieden te komen werden gebaseerd op de HIND en AMS kaarten. Door Van Mook werden daartoe voorstellen gedaan, waarbij ook Schermerhorn in Indonesië probeerde een gewapende oplossing te voorkomen. In die naoorlogse periode zijn nogal wat thema-kaarten gemaakt met aanduiding van de gebieden, die onder Nederlands bestuur of met Nederland gezamenlijk als Verenigde Staten van Indonesië bestuurd zouden worden. In het Akkoord van Linggajati werd dit vastgelegd, maar verschillend geïnterpreteerd.<sup>956 957</sup> In Nederland werd dit akkoord "aangekleed". Begin 1948 werd nog getracht met een Renville akkoord een en ander te repareren, het heeft niet mogen baten. Uiteindelijk heeft het geleid tot de Nederlands-Indonesische bevrijdingsoorlogen (politieacties) van 21 juli tot 5 augustus 1947 en daarna van 19 december 1948 tot begin 1949. De AMS-HIND kaarten, gebaseerd op de oudere Nederlandse kaarten, kwamen daarbij goed van pas. Met felle tegenstand van Indonesiërs ging Nederland pas na buitenlandse druk medio 1949 overstag. Bij de rondetafelconferentie daarna, kwam begin november een overeenkomst.

<sup>949</sup> Rudy Kousbroek, *Het Oostindisch kampsyndroom*, (uitg. Meulenhoff, Amsterdam 1992).

<sup>950</sup> J. van Duim, W.J. Krijgsveld, e.a., *Geïllustreerde Atlas van de Japanse Kampen in Nederlands-Indië 1942-1945*, (uitg. Asia Maior, Purmerend, 2000).

<sup>951</sup> F.J. Ormeling, *De huidige stand der Exploratie van Nieuw-Guinea*, (lezing 23 oktober 1948 voor het Kon. Ver. "Indisch Instituut" en het KNAG te Amsterdam).

<sup>952</sup> F.J. Ormeling, De groei van de kaart van Westelijk Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het KNAG, Deel LXIX, No. 2 1952.

<sup>953</sup> J.J. Nortier, *Acties in de Archipel. De intelligence-operaties van NEFIS-III in de pacific-oorlog*, (uitg. T. Wever B.V., Franeker, 1985).

<sup>954</sup> A. Kint, Het karteringsvraagstuk in Nederlandsch-Indië na de wapenstilstand van 1945, uit Tijdschrift van het KNAG, 1947.

<sup>955</sup> In Jakarta door Soekarno (de eerste president) en Mohammed Hatta (de eerste vicepresident); Sutan Sjahrir werd de eerste premier van Indonesië.

<sup>956</sup> Mr. dr. C. Smit, *Het akkoord van Linggajati*, uit het dagboek van prof. dr. ir. W. Schermerhorn, (uitg. Elsevier, Amsterdam 1959).

<sup>957</sup> Herman Langeveld, *De man die in de put sprong, Willem Schermerhorn 1894-1977*, (uitg. Boom, Amsterdam 2014).

Na WO II zijn de door de Topografische Dienst (althans wat er nog van over was) in Batavia gemaakte kaarten bij onderhandelingen tussen de Nederlanders en de vertegenwoordigers van de Republiek gebruikt om tot een verdeling van gebieden in de archipel te komen. Van Mook stelde op een conferentie in Malino, Zuid-Celebes, een federale opbouw van Indonesië voor, door een groot aantal deelstaten te vormen naast Java en Sumatra. Een groot aantal kaarten die in maart 1942 waren meegenomen naar Australië kwam medio 1946 weer terug. Later kwamen daar nog kaarten bij, waarin de scheiding tussen Nederlands en Republikeins gebied, al dan niet door overeenkomst of door gevechtshandelingen werd aangegeven. Een voorbeeld van één van de laatste kaarten, die onder verantwoordelijkheid van Van Mook een paar maanden voor zijn definitieve vertrek uit Indonesië werd gemaakt, is de Voorlopige Staatkundige Ordening van Indonesië op schaal 1:6.000.000 uit september 1948. Die kaart is in Fig. 6-3 weergegeven met de autonome gebiedsdelen, zoals die toen genoemd werden (hier wel met de huidige spelling). De kaart onderscheidt als aparte gebieden: Sumatra Timur (Oost Sumatra), Sumatra Selatan (Zuid Sumatra), Pasuden (een groot deel van West Java), Madura, Indonesia Timur (Oost-Indonesië of de Grote Oost), Kalimantan Barat (West Kalimantan), Kalimantan Timur (Oost Kalimantan), met het laatste gebied weer onderverdeeld in kleinere gebieden. Verder werden nog enkele gebieden en eilanden, zoals Banka, Billiton en de Riouw archipel onderscheiden. Padang en omgeving, Midden-Java, Oost-Java en Nieuw-Guinea werden op dat moment beschouwd als rechtstreeks bestuurd gebieden. Uiteindelijk vond op 27 december 1949 de soevereiniteitsoverdracht aan de Republiek Indonesia plaats van alle gebieden, behalve Nieuw-Guinea dat pas op 1 oktober 1962, eerst aan de Verenigde Naties overgedragen werd, die het vervolgens op 1 mei 1963 weer overdroeg aan Indonesië.<sup>958</sup>

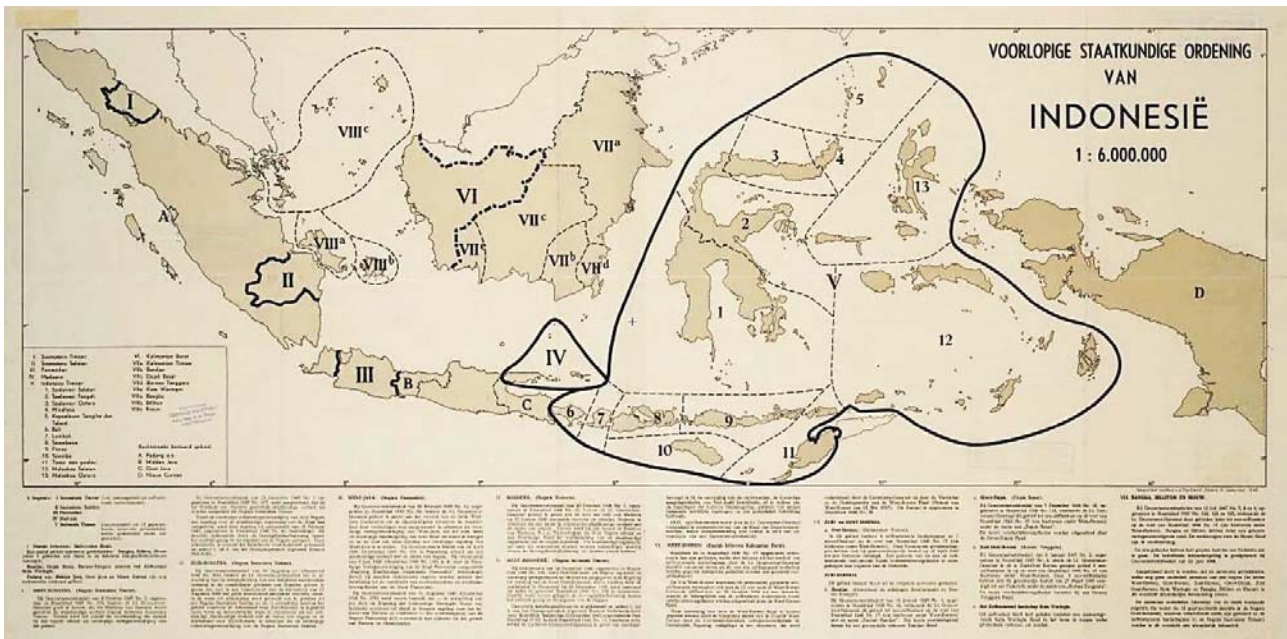


Fig. 6-3 Indonesië, opdeling in autonome gebiedsdelen 1948, uitg. Geografisch Instituut van de TD, Batavia 15-9-1948.

Nr.	Gebied
I	Sumatra Timur
II	Sumatra Selatan
III	Pasuden
IV	Madura
V	Indonesia Timur: 1. Sulawesi Selatan, 2. Sulawesi Tengah, 3. Sulawesi Utara, 4. Minahasa, 5. Kepulauan Sangihe dan Talaud, 6. Bali, 7. Lombok, 8. Sumbawa, 9. Flores, 10. Sumba, 11. Timor dan pulau <sup>2</sup> , 12. Maluku Selatan, 13. Maluku Utara.
VI	Kalimantan Barat
VII <sup>a</sup>	Kalimantan Timur
VII <sup>b</sup>	Banjar
VII <sup>c</sup>	Dayak Besar
VII <sup>d</sup>	Borneo Tenggara
VII <sup>e</sup>	Kota Waringin
VIII <sup>a</sup>	Bangka
VIII <sup>b</sup>	Billiton (Belitung)
VIII <sup>c</sup>	Riouw
A	Padang e.o.
B	Midden-Java
C	Oost-Java
D	Nieuw-Guinea (Papua)

<sup>958</sup> H.W. van den Doel, *Afscheid van Indië. De val van het Nederlandse imperium in Azië*, (uitg. Prometheus, Amsterdam 2001).

## 6.2.4 Natievorming van Indonesië en de rol van militairen, ambtenaren en ingenieurs

### Natievorming van Indonesië

Het Indië van de 19<sup>e</sup> eeuw bestond uit een groot aantal eilanden, die nauwelijks met elkaar verbonden waren. Talen en culturen verschilden onderling, er was nog nauwelijks sprake van een natie. Er was nog geen “Indische nationaliteit” en zeker nog geen nationalisme. Wel waren er al veel handelsrelaties, waarbij het Pasar-Maleis als lingua franca een belangrijke rol speelde. Een ander bindend element was (en is) de religie. Arabische handelaren op de noordkust van Java en Sumatra verspreidden de islam. Zoals Benedict Anderson beschrijft in *Imagined Communities*, wordt natievorming gestimuleerd door taal en tekst (geschreven of gedrukt).<sup>959</sup> Heilige teksten in het Arabisch, Chinees of Latijn stimuleerden een band. Daarnaast was het effect van een dynastie groot. De samenvoeging van gebieden door huwelijken of veroveringen had grote invloed op natievorming. Vorsten bepaalden vaak de religie en taal van hun onderdanen. Het proces van natievorming begon vanaf begin 20<sup>e</sup> eeuw met nationalisme door organisaties, die zich verenigden op basis van geloof (Islam) en sociaal-economisch belang (onderwijs en handel). Chinezen vormden handelsverenigingen en onderwijsinstellingen. Budi Utomo was in 1908 één van de eerste verenigingen voor behoud van de Javaanse cultuur en de verbetering van het onderwijs, de handel en de landbouw. Sarekat Islam, opgericht in 1912, ontstond als een handelsvereniging, maar werd al gauw een politieke beweging. Onder invloed van de ethische politiek werd de sociale betrokkenheid van ingenieurs vergroot.<sup>960</sup> De opkomst en rol van de nationalistische bewegingen in Indonesië is uitgebreid beschreven.<sup>961 962</sup> Anderson voegt nog drie elementen toe die grote invloed hadden op natievorming: *census (volkstellingen)*, *maps (kaarten)* en *musea*.

Bij *census (volkstellingen)* werd geïdentificeerd in categorieën. Het onderscheid tussen autochtonen (inheems) en allochtonen (van een ander gebied) bleek niet voldoende. Veel inheems op Java kwamen van andere eilanden; een groot deel van de bevolking kwam uit (verschillende delen van) China. De categorie Europeanen was ook erg breed. Mengvormen van bevolkingsgroepen maakten het nog lastiger: Indo-Europeanen (Indische Nederlanders of Indo's), mestiezen, mardijkers en vreemde oosterlingen als onderscheid met “volbloed” Europeanen (totoks) leverden racistische indelingen. Daarnaast werd nog onderscheid gemaakt in religies en hun voorkomende varianten. De Indische bevolking (vaak aangeduid met inheems) toonde ook grote verschillen. Papua's, Molukkers, Dayakkers, Batakkers en Javanen hadden als Aziaten wel overeenkomsten maar evenzoveel verschillen. Thema-kaarten werden vervaardigd om de concentraties van groepen in bepaalde gebieden te kunnen overzien. Natievorming voorkwam grotendeels dit onderscheid; Indonesiërs geldt nu voor alle groepen. Het Maleis werd door Nederland als universele taal voor de hele archipel gestimuleerd. Daarnaast werd in de ambtenarenopleiding in Nederland het (moeilijke) Javaans gedoceerd, aangezien de meeste ambtenaren op Java geplaatst werden. Op basis van het wijdverspreide Maleis werd na 1928 het Bahasa Indonesia ingevoerd. De Nederlandse taal is nooit verplicht ingevoerd; van buitenlanders werd wel verwacht dat zij Maleis kenden. Het later verplichte Bahasa Indonesia heeft in belangrijke mate aan de natievorming van Indonesië bijgedragen.

*Kaarten* tonen topografische gebieden, bevolkingscentra en grenzen met andere landen. Kaarten spelen dan ook een grote rol bij natievorming. De bevolking identificeert zich met een duidelijk begrensd gebied. Macht en kaart vallen samen. Volkstelling en kaarten hebben een relatie in thema-kaarten. Het Nederlands-Indische gouvernement wilde van alles administreren en met hulp van kaarten aanschouwelijk maken. De kaart van de Indonesische Archipel (Nusantara) van Sabang tot Merauke geeft de eenheidsstaat weer. Tot in de binnenlanden van Papua moest ieder de kaart kennen en naast de lokale taal het Bahasa Indonesia spreken.

*Musea* vervullen een rol bij de identiteit. Het verleden met de belangrijke bouwwerken, zoals de Borobudur en Prambanan tempels op Java, geven aan dat natievorming gebaseerd is op een lange historie, die uitstijgt boven de periode van koloniale overheersing door een vreemde cultuur. Aan de andere kant heeft Indonesië altijd de invloed van vreemde overheersing ondergaan. Zelfs de Boeddhistische Borobudur en Hindoeïstische Prambanan kwamen door Indiase invloeden. Veel van deze religieuze bouwwerken kregen een seculiere toeristische bestemming. Ze werden sinds hun ontdekking in de Engelse periode op kaarten aangegeven. Musea besteedden met kaarten en schilderijen tevens aandacht aan de vrijheidsstrijd tegen de Nederlanders. De combinatie van volkstelling, taal, kaarten en musea heeft de natievorming en identiteit flink gestimuleerd.

<sup>959</sup> Benedict Anderson, *Imagined Communities*, (uitg. Verso, London, New York 1991).

<sup>960</sup> Ch.G. Cramer (ir. van Waterstaat), *De ingenieur in Ned. – Indië op technisch en sociaal gebied*, (uitg. Mij. van F. van Rossen, Amsterdam 1914).

<sup>961</sup> H.W. van den Doel, *Het Rijk van Insulinde: Opkomst en ondergang van een Nederlandse kolonie*, (uitg. Prometheus, Amsterdam, 1996).

<sup>962</sup> Piet Hagen, *Koloniale oorlogen in Indonesië, vijf eeuwen verzet tegen vreemde overheersing*, (uitg. De Arbeiderspers, Amsterdam 2018).



## Gewelddadig afscheid, de rol van militairen

De periode van vier jaar afscheid van Indië, tussen september 1945 tot september 1949, heeft diepe sporen achtergelaten.<sup>963</sup> Hierin speelden drie partijen een rol: Nederland, Nederlands-Indië en de Republiek Indonesië. Het was een driehoeksverhouding met elk zijn rol. Zoals Van Doorn stelt was het grootste probleem de verhouding tussen Nederlands-Indië en de Republiek Indonesië (kortweg het conflict Indië-Indonesië).<sup>964</sup> Nederland was soms dichterbij de Republiek Indonesië dan bij Nederlands-Indië. Al voor WO II was door de recessie voor de bevolking een uitzichtloze economische situatie ontstaan. De lonen waren 1/8 van die in Nederland. Van de 180 suikerfabrieken op Java waren er na de crisis nog slechts 40 operationeel. Een groot deel van de inheemse bevolking moest zich redden met het absolute minimum van 3 cent per dag. Dat verklaarde de aanvankelijk enthousiaste ontvangst van de Japanse bezetter. Toen ook nog de koloniale overheerser verslagen en vernederd werd ontstond een geheel nieuwe situatie. In feite hield de Nederlands-Indië periode in maart 1942 op met de overgave aan Japan en ontstond in 1942-1962 tot de overdracht van Nieuw-Guinea een periode van 20 jaar met problemen door onrust en oorlogen. De offers van Nederlanders in Indië wogen zwaarder dan in Nederland door het Japanse geweld, de interneringskampen, de afwezigheid van een steunende bevolking en het lijden van een totaal gezichtsverlies in de ogen van de inheemse bevolking. Voor Indonesiërs begon voor het eerst weer hun eigen geschiedenis. Het nationaal bewustzijn werd versterkt, mede door de samenwerking van Soekarno met de Japanners. Toch werd de repressie door Japan van de Indonesische bevolking ook steeds meer voelbaar. Maar anti-Japan betekende nog niet pro-Nederlands. Zoals Van Doorn stelt was de verdienste van Japan het uitlokken van Indonesisch initiatief. De positieve bijdrage van Nederland voor WO II aan de voedselproductie door irrigatie werd wel onderkend maar nauwelijks gewaardeerd. Het verbeterde weg- en spoorvervoer, de gezondheidszorg en de telecommunicatie leverden onvoldoende draagkracht voor de continuering na WO II van de koloniale verhoudingen. Bovendien was door de grote bevolkingsgroei tot WO II de vooruitgang belemmerd. Mede door de Japanse bezetting was er een verdere verwijdering ontstaan. Na de overgave van Japan en de directe uitroeping van de Indonesische Republiek op 17 augustus 1945 op Java en 8 oktober 1945 op Sumatra ontstond een machtsvacuüm, dat al snel door Engelse troepen ingevuld werd. De laatste maanden van 1945 vormden de bersiaptijd; ongeregelde groepen jongeren (pemuda's) terroriseerden de bevolking.<sup>965</sup> Nederland ontkende de Indonesische eenheid; ze vond dat wat er aan eenheid was alleen kwam door de Nederlandse aanwezigheid. Met man en macht moesten zo snel mogelijk de vooroorlogse verhoudingen hersteld worden, wat alleen mogelijk was met militair ingrijpen. Door de Nederlandse militaire leiding was uitgerekend dat daarvoor 200.000 militairen nodig waren, bestaande uit de overgebleven delen van het KNIL en troepen uit Nederland. De eerste prioriteit was economisch herstel door heropening van de ondernemingen, eerst in het gebied Batavia-Bandung en vervolgens in de Porong-delta bij Mojokerto ten zuidwesten van Surabaya (zie Fig. 6-4).

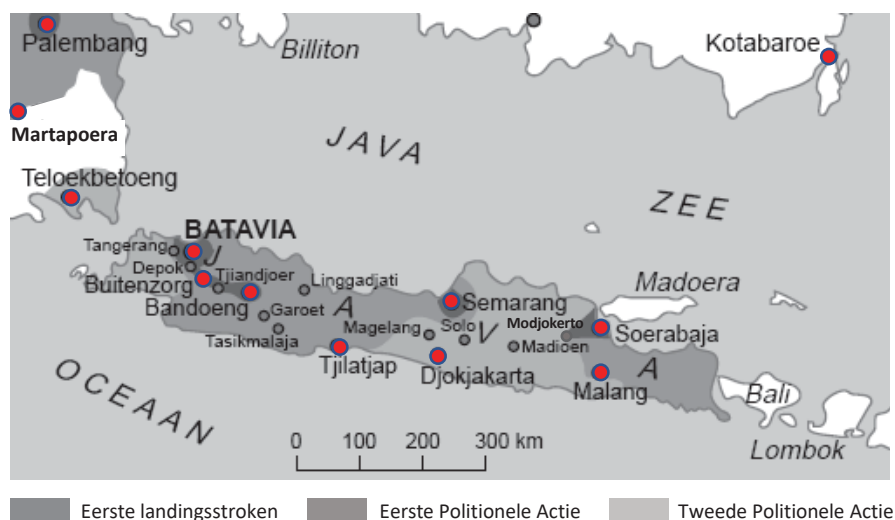


Fig. 6-4 Politionele acties 1947-1949.

<sup>963</sup> Peter Schumacher, *Ogenblikken van genezing. De gewelddadige dekolonisatie van Indonesië*, (uitg. van Gennep, Amsterdam 2011).

<sup>964</sup> J.A.A. van Doorn, W.J. Hendrix, (nawoord D. Vlasblom), *Ontsporing van geweld. Het Nederlandsch-Indonesisch conflict*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2012).

<sup>965</sup> Jan Bosdriesz, Gerard Soeteman, *Ons Indië voor de Indonesiërs, de oorlog, de chaos, de vrijheid*, (uitg. Moesson, 's-Gravenhage, T. Wever, Franeker 1985).

Na de Engelse troepen van augustus tot eind 1945 kwamen in 1946 eerst de oorlogsvrijwilligers, vervolgens de commando's en eind 1946 het Korps Speciale Troepen onder leiding van Westerling. Voor WO II bestond het KNIL uit 76.000 man (de beroepskern was 39.000 man). Met de troepen uit Nederland waren eind 1946 er al 91.200 man, waarvan 55.650 in de smalle corridor van Batavia naar Bandung. In Nederland werd besloten na vrijwilligers ook dienstplichtigen te sturen, waarvoor de grondwet in allerijl werd aangepast. Het kaartje in Fig. 6-4 laat de eerste landingsgebieden op Java in 1946 zien bij Batavia-Bandung, Semarang en Surabaya. Op Sumatra vonden landingen plaats bij Medan, Padang en Palembang.

Ondertussen werd er onderhandeld met de Republiek Indonesië. Het verloop van die onderhandelingen en de militaire gevolgen zijn uitvoerig beschreven in de boeken van Van den Doel (*Afscheid van Indië*), Van Doorn (*Ontsporing van geweld*) en Langeveld.<sup>966</sup> Uiteindelijk werd besloten tot een eerste "politieele actie" op beperkte schaal, waarbij van 21 juli tot 5 augustus 1947 de in de kaart aangegeven gebieden in Midden- en Oost-Java veroverd werden. Het doel was met deze actie, die "Operatie Product" genoemd werd, de productie van plantages en suikerfabrieken weer op gang te brengen. De volgende fase van onderhandelingen bracht niet het gewenste resultaat, waarna met een tweede "politieele actie" ("Operatie Kraai") van 19 december 1948 tot 5 januari 1949 Yogyakarta, zetel van de Republikeinse Regering, veroverd werd. Voor deze acties zijn tal van kaarten vervaardigd en werden de beschikbare kaarten van AMS-HIND aangepast. Achteraf kan geconstateerd worden dat de eerste actie (in de ogen van Nederland) een succes was, maar dat de tweede actie uiteindelijk, mede door de politiek, een mislukking was. De bezetting van Yogyakarta en de arrestatie van Soekarno en Hatta vielen internationaal slecht. Naar het gebruikte geweld en de gevolgen van de acties werd al direct na 1949 onderzoek gedaan. Gezien de in Nederland voortgaande discussies wordt door de Nederlandse regering nu een nieuw onderzoek gefinancierd, waarin behalve het NIOD tal van experts uit instellingen en universiteiten participeren. Indonesië zelf schijnt minder behoefte te hebben alles weer op te rakelen.

### Militairen, ambtenaren en ingenieurs

Door het verlies van Nederlands-Indië viel Nederland terug tot een klein land aan de rand van Europa met nog enkele weinig bekende delen in en bij de Caraïbische Zee. Na eeuwenlang het grootste Islamitische land op aarde te zijn geweest met een bevolking van tientallen miljoenen, werd Nederland een kleine Europese staat, waarvan het grootste deel van de wereldbevolking nauwelijks wist waar het op de kaart lag. Dat was even wennen. Maar "er werd iets groots verricht". De roem van Nederland was nog zichtbaar in de civiele waterwerken, spoor- en tramwegen en telecomnetwerken, die in Indië zo'n belangrijke rol hadden gespeeld.<sup>967</sup> Het koloniale project, zoals Van Doorn de laatste 100 jaar van Nederlands-Indië noemde, was ontstaan uit een unieke samenwerking van militairen, bestuursambtenaren, ingenieurs en koloniale ondernemers.<sup>968</sup> Het algemene beeld was dat de ontwikkeling van Indië dezelfde fasen als in Nederland zou moeten doormaken: van een louter agrarische samenleving naar een geïndustrialiseerde maatschappij. Nederland zou een voorbeeld zijn en de bevolking wel leiden naar een moderne samenleving. De controversie van een Eurocentrisch versus Indocentrisch beeld heeft enerzijds het koloniale denken gestimuleerd, met Nederland als gidsland en anderzijds het dekolonisatieproces versterkt. Indië werd met de invoering van het cultuurstelsel al snel gezien als een exploitatiekolonie voor een bijdrage aan de Nederlandse staatskas. Met de afschaffing van het cultuurstelsel en de toename van het particulier ondernemerschap ontstond een spanning tussen de bestuursambtenaar en de planter-ondernemer. De ambtenaar kreeg na 1900 tot taak de bevolking te verheffen door scholing en (gezondheids)zorg en de planter had baat bij gedwee hardwerkend personeel, tegen zo laag mogelijke kosten. De extra kosten voor de bevolking moesten wel opgebracht worden door het bedrijfsleven. Iedere groep had behoefte aan goede kaarten: de ambtenaren voor de uitgifte van grond in erfpacht aan particulieren en de inning van landrente, het gouvernement voor de ontwikkeling van de infrastructuur en de ondernemers voor de aan- en afvoer van personeel en goederen. Voor de lokale bevolking waren kaarten van minder belang. Zij kenden de wegen en hadden bovendien het geld niet om ze te kopen. Dat is later wel veranderd door de nationalistische bewegingen, die bepaalde gebieden voor hun zaak in kaart brachten. Door de behoefte aan industriële producten in de westerse wereld, werd de vraag naar rubber, olie en tin gestimuleerd. Dat vergde een grootschalige en kapitaalintensieve aanpak. In Indië werd voor 1940 ca. 4 miljard gulden, ofwel 22% van het nationaal vermogen geïnvesteerd.

<sup>966</sup> Herman Langeveld, *De man die in de put sprong*, Willem Schermerhorn 1894-1977, (uitg. Boom, Amsterdam 2014).

<sup>967</sup> Dr. C.W. Wormser red., *Wat Indië ontving en schonk*, (uitg. onder auspiciën van het Indisch Instituut door de Wereldbibliotheek N.V., Amsterdam 1946).

<sup>968</sup> J.A.A. van Doorn, *De laatste eeuw van Indië, ontwikkeling en ondergang van een koloniaal project*, (uitg. Bert Bakker, 1994).

Van de Europese beroepsbevolking van 85.000 in 1930 was bijna 35 % werkzaam als ambtenaar bij het gouvernement en slechts 14 % in het particuliere bedrijfsleven. Er werd dan ook veel geadmistreerd, onderzocht en gepland door de overheid. In Indië waren voor WO II verhoudingsgewijs 10 x meer academici dan in Nederland. Van de 3699 tussen 1846 en 1919 afgestudeerde ingenieurs in Delft, waren er 1042 werkzaam in Indië, ofwel gemiddeld 28 % per jaar. In 1930 waren van de in totaal 4405 eerder in Nederland afgestudeerde werkzame ingenieurs zelfs 1378 of 31 % werkzaam in Indië. In 1930 waren in Nederland 951 civiel (inclusief geodesie) ingenieurs en in Indië 441 ingenieurs werkzaam. Voor werktuigbouwkunde waren de getallen respectievelijk 950 en 264, voor mijnbouwkunde 100 en 157, voor elektrotechniek 482 en 123 en voor landbouwkunde 295 en 360.<sup>969 970</sup>

De toenemende technische projecten in wegebouw, irrigatie, spoorwegen en telecommunicatie vergden steeds meer specialisten en projectleiders, waarvoor, zoals Van Doorn het noemt, Nederland een groot uitzendbureau was voor specialistische kennis. Daardoor ontstonden in Indië technische en medische wetenschappen, die gebaseerd waren op tropische omstandigheden of, in het algemeen, ontstonden tropische wetenschappen. Ambtenaren waren bedachtzaam en nauwgezet, maar na een besluit tot uitvoering prompt en krachtig. Militairen wilden actie, zowel om onlusten te bestrijden, als bij het in kaart brengen van het land. Het waren de ambtenaren, die aanvankelijk leidinggaven aan het koloniale project Indië. Het waren de ingenieurs, die de plannen invulden en ze uitvoerden. Aanvankelijk was in de ambtenarenopleiding in Nederland een aantal technische vakken opgenomen (landmeten en irrigatie, zie ook hoofdstuk 6.3.1). Er werden veel plannen gemaakt, er werden proefprojecten opgezet en er werden grootse civiele werken uitgevoerd, die uniek waren in de wereld. Uiteindelijk namen civiele, geodetische, mijnbouwkundige, werktuigbouwkundige, elektrotechnische, landbouwkundige, bouwkundige en chemische ingenieurs veel taken van ambtenaren over. Overigens was van specialisatie pas na 1900 sprake. Daarvoor werd de civiel (inclusief geodetisch/landmeetkundig) ingenieur geacht een breed technisch terrein te bedienen. Ambtenaren van het Binnenlands Bestuur dachten er inmiddels geheel anders over. Het contrast tussen de ethische bestuursambtenaar en de technische ingenieur is door Van Doorn markant onder woorden gebracht:<sup>971</sup>

*Was Indië voor de ethicus een palet van culturen, rechtskringen en volksgemeenschappen die respect verdienden en om begeleiding vroegen, voor de ingenieur was het een verzameling van landschappen die door forse technische ingrepen geschikt waren te maken voor bewoning, bewerking en verkeer.*

Ondanks het relatief grote aantal ingenieurs werd Indië een ambtenarenstaat met technocratische trekken genoemd. De exploitatie van de technische infrastructuur, beschreven in hoofdstuk 3, kwam in 1907 grotendeels in handen van de (semi-)overheid onder het departement van Gouvernementsbedrijven. De Nederlandse invloed in Indië heeft bijgedragen aan meer openheid van de maatschappij voor externe invloeden, inclusief moderne techniek en politieke stromingen. De uitgedragen westerse superioriteit heeft de (technische) ontwikkeling en modernisering aantrekkelijk gemaakt. De kritiek was dat de afhankelijkheid van westerse technologie groter werd en de stimulans tot eigen ontwikkeling minder werd. Het opmerkelijke resultaat is wel dat in het huidige Indonesië, traditionele technieken, zoals de batikkunst, naast de nieuwste technologie zijn blijven bestaan. Eveneens krijgen eeuwenoude cultuurvormen, zoals wayangvoorstellingen, nog grote waardering en belangstelling, naast moderne film en muziek. Na het vertrek van 250.000 Europeanen in de periode 1950-1960 heeft Indonesië zijn eigen koers bepaald. De eerdergenoemde rol van het ITC bij het verder in kaart brengen van Indonesië, zoals Irian Jaya (Nieuw-Guinea), nu Papua geheten en de Snellius II expeditie zijn voorbeelden van samenwerking. Het loslaten van macht, verantwoordelijkheid, roeping en invloed heeft lang geduurd. Pas met het besluit van de Indonesische regering in 1992 de ontwikkelingshulp uit Nederland niet meer te accepteren, was volgens Van den Doel het dekolonisatieproces werkelijk voltooid.<sup>972</sup> Op de terreinen van de spoorwegen, telecommunicatie en restauratie van monumenten hebben ingenieurs uit Nederland en Indonesië lang samengewerkt. Het afscheid van Indië is nooit definitief geweest. Zeker op cultureel, technisch, medisch, financieel en economisch gebied zijn en worden nog veel samenwerkingsprojecten met Nederland uitgevoerd. De uit Indië teruggekeerde Nederlanders hebben zich nog wel jaren moeten aanpassen.<sup>973</sup>

<sup>969</sup> *De toekomst der academisch gegradueerden*, Rapport van de Commissie ter Bestudeering van de Toenemende Bevolking van Universiteiten en Hoogeschoolen en de Werkgelegenheid voor Academisch Gevormden (uitg. Wolters, Groningen/Batavia 1936).

<sup>970</sup> *De toekomst der academisch gegradueerden*, notulen van de bespreking van het rapport in de algemene ledenvergadering der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs op 12 november 1936, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage).

<sup>971</sup> J.A.A. van Doorn, *De laatste eeuw van Indië, ontwikkeling en ondergang van een koloniaal project*, (uitg. Bert Bakker, 1994) p.151.

<sup>972</sup> H.W. van den Doel, *Afscheid van Indië. De val van het Nederlandse imperium in Azië*, (uitg. Prometheus, Amsterdam 2001) p.368.

<sup>973</sup> <https://psychotraumanet.org/nl/de-achtergrond-van-de-mensen-uit-voormalig-indië>



## 6.3 Geodesie-onderwijs in Nederland en Nederlands-Indië

Het geodesie-onderwijs, zowel in Nederland als in Nederlands-Indië, werd bepaald door gerenommeerde hogescholen en universiteiten, die hierna zijn weergegeven. Verspreid over de beschouwde periode hebben zij bijdragen aan het geodesie-onderwijs of daaraan verwant onderwijs geleverd, sommige slechts over een korte periode.

### Instellingen voor geodesie-onderwijs in Nederland:

- Koninklijke Militaire Academie (KMA) in Breda (1826-heden);
- Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM) in Delft (1816-1828), Medemblik (1828-1854) en Den Helder;
- Zeevaartscholen in Amsterdam, Rotterdam, Vlissingen, Terschelling;
- Koninklijke Akademie, Polytechnische School Delft, TH Delft, TU Delft; <sup>974 975 976</sup>
- Universiteit Leiden;
- Universiteit Utrecht;
- Vrije Universiteit Amsterdam;
- Landbouw Hogeschool, nu Wageningen University & Research (WUR);
- Koloniale Landbouwschool Deventer; <sup>977</sup>
- Universiteit Groningen;
- ITC, Universiteit Twente;
- HTS (Geodesie) Utrecht;
- Algemene Hogeschool Hydrografie.

### Geodesie-onderwijs in Nederlands-Indië:

- Marine-opleiding in Semarang, Batavia, Surabaya; <sup>978</sup>
- Interne opleiding Topografische Dienst Nederlands-Indië in Gombong, Madiun en Malang;
- Interne opleiding Kadaster Nederlands-Indië;
- Technische Hogeschool Bandung;
- Zelfstudie.

In Nederlands-Indië was omstreeks 1800 alleen een Marineschool in Semarang (1782-1812), die in 1818 overging naar de militaire school aldaar. Daar werd in de periode 1818-1826 een opleiding tot officier gegeven, met aandacht voor navigatie en landmeetkunde voor het in kaart brengen van Java. Aandacht voor verder middelbaar onderwijs was er in de archipel nauwelijks. Voor Nederlands-Indië waren na de overname van het Engels bestuur in 1816 nieuwe bestuursambtenaren en militair deskundigen nodig. Daarnaast was ook behoefte aan de opgeleide ingenieurs. Kennis van het Javaans, gesproken in de Vorstenlanden Yogyakarta en Surakarta, werd voor hen van groot belang geacht.

Het geodesie-onderwijs heeft tal van boeken opgeleverd, die karakteristiek zijn voor de behandelde onderwerpen en het niveau. De boeken werden zowel in Nederland als in Nederlands-Indië gebruikt, hoewel voor Indië ook aparte boeken, gericht op de situatie daar, geschreven werden. Behalve algemene leerboeken verschenen er ook handboeken met richtlijnen voor metingen, statistische vereffening en foutenanalyse. In Nederland waren dat de Voorschriften of Handleidingen voor de Technische Werkzaamheden van het Kadaster (HTW), die uitkwamen in 1938, 1956 en 1996. Voor hydrografisch opnemen zijn in 1938 en 1952 handboeken verschenen. Van enkele boeken zijn meerdere drukken uitgebracht, waarbij in de loop der tijd onderwerpen vervallen zijn of toegevoegd werden. Met name na de overdracht van Nederlands-Indië eind 1949, zijn onderwerpen over Indië uit de Nederlandse boeken verdwenen.

<sup>974</sup> *Gedenkschrift van de Koninklijke Akademie en van de Polytechnische School 1842-1905*, samengesteld door Mr. H.H.R. Roelofs Heyrmans (bibliothecaris TH) ter gelegenheid van de oprichting der Technische Hoogeschool, (uitg. J. Waltman, Delft 1906).

<sup>975</sup> A.F. Kamp, *De Technische Hogeschool 1905-1955*, (uitg. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1955).

<sup>976</sup> H. Baudet, *De lange weg naar de Technische Universiteit Delft*. Deel I: de Delftse ingenieurschool en haar voorgeschiedenis en deel II: verantwoording, registers, tabellen, namenlijsten en bijlagen, (uitg. SDU, Den Haag 1992).

<sup>977</sup> Ir. J.A.J. Grobden (leraar Middelbare Koloniale Landbouwhogeschool Deventer), *Waarschijnlijkheidsrekening, inleiding ten behoeve van de proefveldtechniek en de statistiek, het landmeten, de biologie, de natuurkunde enz.*, (uitg. Schriks, 's-Gravenhage 1940).

<sup>978</sup> J.P. Nieborg, *Indië en de zee. De opleiding tot zeeman in Nederlands-Indië 1743-1962*, (uitg. De Bataafsche leeuw, Amsterdam 1989).

### 6.3.1 Geodesie-onderwijs in Nederland

Het ontwerp voor een opleiding voor aanstaande Indische ambtenaren vond pas plaats na een koninklijk besluit in 1825. Er werd een opleiding opgezet in Leiden, in eerste instantie met aandacht voor talen als Arabisch, Maleis en Javaans. Tot die tijd werd er noch in Nederland, noch in Nederlands-Indië, onderwijs gegeven in (een van de) talen uit de Indische archipel. Deze opleiding zou verder aangevuld worden met vakken als algebra, rekenkunde, boekhouden, meetkunde, trigonometrie, aardrijkskunde en geschiedenis. Door de Java-oorlog (1825-1830) was echter een militaire opleiding nodig, waarbij vooral topografie voor het vervaardigen van kaarten van belang was.<sup>979</sup> Indië droeg immers aanzienlijk bij aan de Nederlandse begroting, goed voor de lege Nederlandse staatskas. Opgeleide bestuursambtenaren voor Indië waren dan ook nodig om het cultuurstelsel en de infrastructuur te ontwikkelen. Leiden werd daarvoor minder geschikt geacht, omdat er niet de benodigde technische en bestuurskundige kennis aanwezig was. De opleiding van landmeten en later geodesie in Delft heeft daarin vanaf het begin een prominente rol gespeeld. Dat gold ook voor de opleiding van ambtenaren voor Nederlands-Indië. In de beginjaren was het aantal leerlingen, bestemd voor Indië, zelfs aanzienlijk groter dan voor Nederland. Rond 1840 kwam 20% van de Nederlandse staatsbegroting uit Nederlands-Indië, zodat spoorwegen en droogleggingen in Nederland daarmee gefinancierd konden worden. Een groot deel van de financiering kwam dan ook uit het Ministerie van Koloniën. Veel ingenieurs uit Delft hebben in Indië aan de ontwikkeling van infrastructuur bijgedragen. Dit was voor de ingenieursopleiding in Delft van landmeten en geodesie heel belangrijk.

#### Koninklijke Akademie Delft (1842-1864)

De grote behoefte aan technische kennis voor het koloniaal bestuur leidde tot een groeiende druk op de minister van Binnenlandse Zaken om een Polytechnische School op te richten. De minister overlegde met zijn adviseur ir. Antoine Lipkens, die opgeleid was als ingenieur-landmeter en in Frankrijk geodesie had gedoceerd. Dat leidde tot de opdracht van koning Willem II aan Lipkens om de oprichting van een onderwijsinstelling voor burgerlijke ingenieurs voor te bereiden. Bij Koninklijk Besluit van 8 januari 1842 werd de Koninklijke Akademie voor nijverheid en handel in Delft opgericht en werd Lipkens tot directeur benoemd. De voorbereidende werkzaamheden werden in 1842 door Lipkens in snel tempo uitgevoerd. In het Koninklijk Besluit van 28 juli 1842 werd ook de opleiding van Oost-Indische Ambtenaren in de nieuwe Koninklijke Akademie opgenomen. Zo zouden zij ook kennis kunnen krijgen van landmeetkunde, mineralogie, werktuigkunde, tekenen en kaarten voor bouwkundige projecten. Zo werd de Akademie ook dienstbaar gemaakt aan de opleiding van Indische ambtenaren en kon een groot deel van de kosten gedragen worden uit de koloniale geldmiddelen. Baud was als Minister van Koloniën de drijvende kracht achter de Akademie. Hoewel hij geen universitaire opleiding had, kon zo wel de lang gekoesterde wens voor een opleiding voor Indische ambtenaren op goedkope wijze vervuld worden.



Fig. 6-5 Koninklijke Akademie aan de Oude Delft 95.

<sup>979</sup> Cees Fasseur, *De Indologen. Ambtenaren voor de Oost 1825-1950*, (uitg. Prometheus 1994).

De toelatingseisen, het studieprogramma en de samenstelling van het bestuur werden geregeld bij Koninklijk Besluit van 20 oktober 1842. Voor toelating moesten de kandidaten voor een commissie een toelatingsexamen afleggen. Het niveau van de studie was meer middelbaar dan universitair onderwijs. Aan de Akademie bestonden vier studiemogelijkheden, die ondergebracht werden in vier afdelingen:<sup>980</sup>

- Een opleiding voor 's lands dienst bij waterstaat en mijnwerken, zowel in Nederland als de koloniën;
- Een cursus voor een betrekking bij het Departement van Financiën in het ijkwezen en de accijnzen;
- Een cursus voor Oost-Indisch ambtenaar;
- Een cursus voor een exact wetenschappelijk vak buiten de dienst van het Rijk, de opleiding tot zogenaamde burgerlijke ingenieurs.

Hoewel zij zelf niet doceerden aan de Delftse Akademie, speelden vier van oorsprong Duitse wetenschappers een belangrijke rol in de ontwikkeling van het wetenschappelijk onderwijs in Leiden en aan de Delftse Akademie. Dit waren Reinwardt, Blume, Von Siebold en Junghuhn. Duitsers speelden een belangrijke rol in de wetenschap in 19<sup>e</sup> eeuws Nederland. De wetenschappelijke voertaal in Nederland was dan ook vaak Duits.

Caspar Georg Carl Reinwardt (1773-1854), hoogleraar in chemie, botanie, geologie en mineralogie, werd in 1815 door de Nederlandse regering naar Indië gezonden om daar het bewind te voeren over landbouw, kunsten en wetenschappen. Hij ontwierp een regeling voor Europees onderwijs op Java en legde de basis voor de pokkenvaccinatie. Hij stichtte in 1817 een plantentuin in Buitenzorg (Bogor). Na zijn terugkeer in Leiden in 1822 hield hij een lezing over het belang van Indië voor de studie van natuurwetenschappen. In dat verband kan ook de opvolger van Reinwardt genoemd worden, de Duitse hoogleraar Carl Ludwig Blume (1796-1862), die zowel in Buitenzorg als later in Leiden beheerder was van de botanische tuin. Ook invloedrijk was Philipp Franz Balthasar von Siebold (1796-1866), die na een verblijf in de plantentuin in Buitenzorg van 1823 tot 1829 arts was op Deshima in Japan en voor Nederland, ongeoorloofd door Japan, kaarten van Japan verzamelde. De vierde belangrijke expert was Franz Junghuhn (1809-1864), arts, botanicus, geograaf, geoloog en landmeter, zoals beschreven in hoofdstuk 2.2.3. Als militair verkreeg hij de Nederlandse nationaliteit. Hij promoveerde in Leiden en werkte als planter van kinine in Indië. Wat de vier wetenschappers bond, was hun brede interesse; specialisatie in één vakgebied was in deze periode niet zo gebruikelijk als nu.

## Het lesprogramma van de Koninklijke Akademie

De Akademie bood een vierjarig programma, waarbij elk studiejaar tien maanden duurde. Zoals gezegd, werden de studenten opgeleid in vier beroepsprofielen. Twee profielen betroffen ingenieurs opgeleid voor de staatsdienst, namelijk ingenieurs voor waterstaat en mijnwerken, en experts voor het ijkwezen en de accijnzen. De twee andere profielen waren die van Oost-Indische ambtenaren en burgerlijke ingenieurs.

In de eerste twee jaar werd de nadruk sterk gelegd op wiskunde. Voor de verschillende beroepsprofielen was er daarnaast ieder jaar een groot aantal keuzevakken, waarvan een deel verplicht was. Het programma van de ingenieurs voor de staatsdienst was het zwaarste. De bouwkundige ingenieurs volgden met uitzondering van enkele specifieke waterstaatsvakken hetzelfde programma. Na een geslaagde afronding van de vier jaar kregen studenten een diploma als werktuigbouwkundige, bouwkundige, of voor de handel. Het programma voor aspirant-ingenieurs voor bijvoorbeeld de waterstaat zag er als volgt uit. De student kreeg in het 1<sup>e</sup> jaar les in stekunst (algebra), meetkunde, beschrijvende meetkunde, driehoeksmeting, rechtlijnig tekenen, handtekenen, cosmografie, praktische landmeetkunde en moderne talen, waaronder het Javaans, dat alleen verplicht was als men naar Indië uitgezonden wilde worden. In het 2<sup>e</sup> jaar werd wiskunde, teken- en taalonderwijs voortgezet, terwijl daarnaast het onderwijs in proefondervindelijke natuurkunde, scheikunde, aardrijkskunde en bouwkunde verplicht was. In het 3<sup>e</sup> jaar werd hogere wiskunde, differentiaal- en integraalrekenen geïntroduceerd. Verder werd onderwezen in theoretische mechanica, analytische en beschrijvende meetkunde, natuurkunde, scheikunde, bouwkunde, waterbouwkunde en constructie van publieke werken en praktische werktuigkunde. In het 4<sup>e</sup> jaar tenslotte werd het onderwijs in wiskunde, mechanica, waterbouwkunde, bouwkunde en werktuigbouwkunde gecontinueerd, terwijl als nieuw vak de hydrografie der Nederlanden werd gegeven.

<sup>980</sup> *Gedenkschrift van de Koninklijke Akademie en van de Polytechnische School 1842-1905* samengesteld door Mr. H.H.R. Roelofs Heyrmans (bibliothecaris TH) ter gelegenheid van de oprichting der Technische Hoogeschool, (uitg. J. Waltman, Delft 1906).



In het studieprogramma van de Akademie voor het jaar 1861 werden voor Indische ambtenaren ook vakken als landmeten, waterpassen en kartering opgenomen. Dat zou nuttig zijn bij de voorlichting van de bevolking over de aanleg van irrigatiekanalen en het opnemen van gronden voor de aanslag in landrente. De Delftse Akademie werd gedurende zijn bestaan dan ook voor een belangrijk deel gefinancierd uit bijdragen van het Ministerie van Binnenlandse zaken en van Koloniën. Het aantal ingeschrevenen varieerde nogal. De Indische ambtenaren, later Indologen genoemd, overtroffen in aantal jarenlang de ingenieurs. Het studierendement was niet overweldigend. In totaal studeerden in de periode 1842 tot 1864 in Delft 578 studenten af, waarvan 207 (of 35,8%) als ingenieur, 53 (of 9,2%) bij het ijk- of accijnswezen en de overige 318 bij de opleiding tot Indisch ambtenaar.<sup>981</sup>

### Indische Ambtenarschool Leiden versus Indische Instelling Delft

In 1864, bij de oprichting van de Polytechnische School, werd de Akademie in Delft gesloten. De Indische ambtenarschool in Leiden nam in 1864 de rol van Delft over. Dit hield in dat van de vier genoemde beroepsprofielen, de aspirant-ambtenaren voor Indië voortaan in Leiden zouden worden opgeleid. De overige drie ingenieursprofielen bleven in Delft.

De nieuwe opleiding in Leiden voor Indische ambtenaren zou de volgende vakken onderwijzen:

- De Indische taal- en letterkunde;
- De land- en volkenkunde van Nederlands-Indië;
- De geschiedenis van Nederlands-Indië;
- Het publiek recht en het bestuursstelsel in Nederlands-Indië;
- De godsdienstige wetten, volksinstellingen en gebruiken in Nederlands-Indië.

De opleiding werd afgesloten met het grootambtenaresexamen, dat eens per jaar afgenomen werd.

Het verdwijnen van de Indische ambtenarenopleiding uit Delft was een groot verlies voor de Delftse economie en het aanzien van de stad. Bovendien waren er nog twee docenten in Delft achtergebleven. De liberale minister Fransen van der Putte vond een tweede instelling prima.

De oprichting van een nieuwe opleiding, die later de "Indische Instelling" genoemd zou worden, vond plaats na besluit door de gemeenteraad van Delft op 27 mei 1864. Het zou een gemeentelijke instelling worden waar in een cursus van twee jaar wetenschappelijk onderwijs gegeven moest worden aan aspirant-ambtenaren voor Oost-Indië. De nieuwe opleiding werd gevestigd aan de Oude Delft 69, in de buurt van de Polytechnische School. Er werden vijf docenten benoemd. S. Keyzer werd directeur, docent geschiedenis en Mohammedaanse rechtsinstellingen. Als docent landmeten en waterpassen werd een oud-ingenieur van de Indische waterstaat en landmeetkundige aangewezen, G.L. Brocx genaamd. Daarmee had Leiden een concurrent, die een goedkopere en in sommige vakken betere opleiding kon bieden. Bij het eerste grootambtenarenexamen in 1865 slaagden 11 van de 23 Leidenaren en 18 van de 23 Delftenaren. Deze "overwinning" van Delft betekende al spoedig het einde van de Leidse opleiding. Uiteindelijk had Leiden wel dure docenten maar geen studenten, zodat de Indische opleiding daar in 1891 werd opgeheven. Maar het tij zou keren; binnen tien jaar zou de opleiding weer van Delft naar Leiden verhuizen. In het grootambtenarenexamen waren de vakken 1 t/m 4 verplichte vakken en 5 t/m 8 keuzevakken:

1. geschiedenis
2. land- en volkerenkunde
3. staatsinstellingen van Indië
4. Maleise of Javaanse taal
5. een andere inheemse taal
6. godsdienstige wetten, volksinstellingen en gebruiken
7. boekhouden
8. landmeten en waterpassen.

Het laatste vak had een relatie met de Polytechnische School, waar dit vak ook gedoceerd werd. Bij overgang van de Indische opleiding naar Leiden kwam dit laatste keuzevak te vervallen, wat de opleiding in Leiden ook niet aantrekkelijk maakte.

<sup>981</sup> De Koninklijke Akademie tot opleiding van Burgerlijke Ingenieurs, de Polytechnische School en de instelling voor onderwijs in de taal- land- en volkenkunde te Delft, (met grafieken van het aantal studerenden per jaar), uit "De Ingenieur" van Juli 1889 no. 27.

De Indische Instelling werd gefinancierd door de gemeente Delft en middels de inschrijfgelden van de studenten. Het aantal inschrijvingen aan de Indische Instelling fluctueerde hevig, onder invloed van een sterk wisselende vraag naar afgestudeerde ambtenaren in Oost-Indië. Dit resulteerde in financiële onzekerheid voor de Instelling. Financiering van de Indische Instelling trok een zware wissel op de gemeentelijke financiën van de gemeente Delft. Hoewel een rijkssubsidie werd bedongen, was het niet mogelijk om de Instelling om te zetten van een gemeente-instelling naar een rijksinstelling. Het aantal studenten nam eind 19<sup>e</sup> eeuw zo af dat in 1900 besloten werd op advies van de belangrijke adviseur van de Indische regering Snouck Hurgronje de instelling in Delft te sluiten en verder onderwijs aan de universiteit van Leiden te laten plaatsvinden. De nieuwe opleiding aan de Leidse universiteit startte in 1901 en werd geleidelijk omgevormd tot een universitaire studie in 1922. Daarbij werd het accent gelegd op talenstudie en studie van het Indisch recht.

Een 25-tal grotere en kleinere Indische ondernemingen in Nederland en Nederlands-Indië had meer behoefte aan experts, opgeleid in richtingen die het bedrijfsleven zouden kunnen ondersteunen. Deze experts konden niet gevonden worden onder de Leidse afgestudeerden. Daarom werd met financiële steun van deze ondernemingen een Indologische Faculteit gesticht aan de Universiteit Utrecht in 1925. Die zou uiteindelijk tot ca. 1950 naast Leiden blijven bestaan. Intussen groeide de Polytechnische School in Delft gestaag met nieuwe afdelingen en studenten. De viering van 50 jaar Delfts technisch onderwijs vond plaats op 4 januari 1893 met aandacht voor de spoorwegen op Java en Sumatra en de haven van Tanjung Priok bij Batavia.

### Opleiding landmeten en geodesie in Delft

De wortels van de geodesieopleiding in Delft liggen in de opleiding wiskunde in Leiden en de landmetersopleiding in Franeker. Landmeten werd in boekvorm als eerste beschreven in de *Practijk des Landmetens* van Johan Sems en Jan Pietersz. Dou in 1600. Dat boek heeft tot 1744 zes drukken beleefd. Daarna werd *Werkdadige Meetkunst* door Joh. Morgenster en Joh. Knoop in verschillende drukken toonaangevend. Pas met "Geodesie" door G.A. van Kerkwyk van de KMA in Breda kwam in 1846 een volledig werk beschikbaar, dat vele herdrukken heeft gekend. Het onderwijs in Breda stond dan ook op een hoog niveau en veel landmeetkundige en topografische kennis voor Nederlands-Indië kwam daar vandaan. De kennis van officieren opgeleid in Breda deed op wiskundig en geodetisch-landmeetkundig gebied niet onder voor die van de ingenieurs in Delft. Een voorbeeld is J.J.M. Muller (1856-1946), als officier in Breda opgeleid en daarna werkzaam op Sumatra als hoofd van de triangulatiebrigade van de Topografische Dienst. Na zijn vertrek uit Indië werd hij hoogleraar geografie (1909-1923) en kartografie (1923-1926) in Utrecht.

Cornelis Rudolphus Theodorus Kraijenhoff (1758 -1840), (met ij of y), speelde een belangrijke rol in de vormgeving van de opleiding landmeten. Kraijenhoff was natuurkundige, arts, generaal, waterbouwkundige, landmeetkundige, kartograaf en Nederlands minister van Oorlog.<sup>982</sup> Blijkbaar moest je nogal wat in huis hebben om de eerste geodeet-landmeter van Nederland te worden. Zijn kennis en ervaring heeft er in ieder geval toe bijgedragen dat Nederland beter in kaart gebracht is. Zoals eerder besproken is gebruikte hij als meetinstrument een Borda repetitiecirkel, gemaakt door Etienne Lenoir in Parijs, waarvoor hij uitgebreide instructies voor geodetische ingenieurs schreef, die ook in Delft gebruikt werden. Hij heeft zijn werkwijze bij de triangulatie van Nederland en delen van België en Duitsland beschreven en daarmee ook in Delft landmeetkundige experts voor Nederland opgeleid.<sup>983</sup> Bij de wiskundige berekeningen werd hij ondersteund door Jacob de Gelder (1765-1848). Die was eerst hoogleraar wiskunde aan de Artillerie- en Genieschool in Delft, maar werd in 1825 benoemd tot hoogleraar wiskunde en leider van het industrie-onderwijs in Leiden.<sup>984</sup>

Andere grondleggers van de opleiding waren ingenieur-landmeter Lipkens, Cohen Stuart, Ch.M. Schols en H.J. Heuvelink. Ch.M. Schols (1849-1897) was leraar aan de KMA in Breda en vanaf 1878 hoogleraar aan de Polytechnische School in Delft. Hij publiceerde het *Leerboek over Landmeten en Waterpassen* (Breda 1879). Schols was de eerste hoogleraar in Delft in "het landmeten, het waterpassen en de geodesie".

Bij het 50-jarige jubileum van de Koninklijke Akademie en Polytechnische School, dat op 4 januari 1893 gevierd werd, maakte hoogleraar-directeur J.M. Telders de balans op. De eerste 50 jaar had Delft voor de dienst in Indië 317 ambtenaren afgeleverd en daarnaast 1205 ingenieurs en technologen, waarvan ook velen naar Indië gingen.

<sup>982</sup> Wilfried Uitterhoeve, *Cornelis Kraijenhoff 1758-1840. Een loopbaan onder vijf regeervormen*, (uitg. Vantilt, Nijmegen 2009).

<sup>983</sup> *Précis Historique des opérations géodésiques et astronomiques, faites en Hollande pour servir de base à la topographie de cet état, exécutées par le lieutenant général Baron Krayenhoff* (first edition, The Hague, 1815, second edition, The Hague, 1827).

<sup>984</sup> G.J. Verdam prof. te Leiden, Het leven van den hoogleraar Jacob de Gelder (overleden den 10 Oct. 1848), uit den Alg. Konst- en Letterbode, No. 46-54, 1848.

Voor de secundaire RD was een gebouw nodig, dat zou gecombineerd kunnen worden met de opleiding in Delft. Schols regelde bij het Ministerie van Binnenlandse Zaken dat daarvoor fondsen beschikbaar kwamen. In de periode Schols werd dan ook aan de Kanaalweg in Delft (Fig. 6-6) een nieuw gebouw voor de opleiding geodesie neergezet, dat in 1895 in gebruik kwam. Het gebouw met de observatietoren is, deels als museum voor het historisch erfgoed van geodesie, nog steeds in gebruik. Het is uitgebreid met een woonhuis (op de volgende foto aan de linkerzijde) waar Schols een paar jaar en later Schermerhorn jaren gewoond heeft.



Fig. 6-6 Geodesiegebouw aan de Kanaalweg omstreeks 1900.

Het was al jaren duidelijk dat landmeters voor het Kadaster een andere opleiding vergden dan ingenieurs.<sup>985</sup> Eigendoms-landmeter voor het Kadaster en vestingbouwer/waterbouwer-ingenieur voor de overheid waren verschillende beroepen. De werkzaamheden van de militaire ingenieurs vergden kennis van (astronomische) plaatsbepaling, topografische opneming en kartografie. Voor het Kadaster was naast kartografie ook landhuishoudkunde, juridische en cultuurtechnische kennis van belang. Sedert eind 19<sup>e</sup> eeuw kregen bij de secundaire RD betrokken kadasterlandmeters bijscholing aan de Polytechnische School. Aan de Polytechnische School werd eind 19<sup>e</sup> eeuw dan ook een nieuwe opzet voor de opleiding tot landmeetkundig ingenieur uitgewerkt.

Om tot het hoger universitair onderwijs te behoren ging op 10 juli 1905 de Polytechnische School verder als Technische Hogeschool (TH). Daarmee ontstond een opleiding op academisch niveau, waarbij tevens het recht op promotie verleend werd. De eerste Rector Magnificus werd ir. J. Kraus (1861-1951), hoogleraar waterbouwkunde (1898-1905) met ervaring in Latijns-Amerika en Indië, met name Java. Hij kreeg een eredoctoraat in 1907 en was 1921-1927 president-curator.<sup>986</sup> Ir. J.L. Cluijsenaer (1843-1932), die zijn ervaring bij de spooraanleg in Indië had opgedaan, werd curator (1905-1914) en (1914-1921) de eerste president-curator na J.E.N. baron Schimmelpenninck van der Oye, die als minister van Binnenlandse Zaken bij de oprichting van de Akademie betrokken was geweest. Ir. H.J. Heuvelink werd in 1926 opgevolgd door ir. W. Schermerhorn (1894-1977) als hoogleraar geodesie binnen de afdeling Weg- en Waterbouwkunde.

Zoals eerder vermeld, richtte Schermerhorn zich op de fotogrammetrie, ofwel luchtkartering met fotografische middelen. Zijn Geodetisch Bureau werd in 1931 in Rijkswaterstaat opgenomen als Meetkundige Dienst.<sup>987</sup> Hij werd adviseur voor KLM en KNILM voor luchtkartering in Nieuw-Guinea bij olie-exploratie door de BPM.<sup>988</sup> Hij maakte in 1936 een eerste reis per KLM en KNILM naar Surabaya en vervolgens per KNPM boot naar het exploitatiegebied van de BPM bij Babo, ten zuiden van de "vogelkop" in het westen van Nieuw-Guinea waar hij bij dr. Anton Colijn (zoon van premier H. Colijn) logeerde. Hij had diverse meetinstrumenten meegenomen, zoals een theodoliet van De Koningh, een sextant en enkele chronometers. Voor het vervaardigen van kaarten bepaalde hij in Babo met een radiaaltriangulator de hoeken tussen punten op de luchtfoto's. Nadien zijn nog tal van verre adviesreizen gemaakt, o.a. naar Australië en China. Schermerhorn hield een gedetailleerd dagboek bij.<sup>989</sup>

<sup>985</sup> Ir. C. Koeman, *Uit de geschiedenis van de landmetersstatus*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap "Snellius", lustrumboek 1950-1955, Delft 1955).

<sup>986</sup> A.F. Kamp, *De Technische Hogeschool 1905-1955*, (uitg. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1955).

<sup>987</sup> Dat bureau had al in 1920 op verzoek van Schepers (hoogleraar TH Bandung en hoofd triangulatie TD) meetinstrumenten voor het KNILM geleverd.

<sup>988</sup> Luchtkarteering in de ingenieurspraktijk, KIVI voordracht, gehouden op 20 December 1940 te 's-Gravenhage door prof. ir. W. Schermerhorn.

<sup>989</sup> J.A.A. Bervoets, *Inventaris van het archief van W. Schermerhorn [levensjaren 1894-1977], 1918-1976*, Nr. archiefinventaris: 2.21.183.74, (uitg. NA 1977).



Schermerhorn werd, mede door zijn optreden als gijzelaar in het interneringskamp St. Michielsgestel, na de oorlog verkozen als Minister-President.<sup>990</sup> Hij was in 1950 ook de oprichter van het International Training Centre for Aerial Survey (ITC), waar later veel Indonesische experts opgeleid werden.<sup>991 992</sup>

Dr. ir. F.A. Vening Meinesz werd in 1939 benoemd als buitengewoon hoogleraar in de (fysische/ gravimetrische) geodesie. Zoals besproken is deed hij veel onderzoek naar de zwaartekracht, waarvan de bekende tochten met de onderzeeboot naar Indië een onderdeel waren.<sup>993</sup>

In Wageningen werd vanaf 1918 een landmetersopleiding van ca. 3½ jaar gegeven voor het Kadaster in Nederland en Nederlands-Indië. De landmeterscursus was gesplitst in een Nederlandse richting en een richting Koloniale Geodesie. Deze opleiding werd in 1935 opgeheven en vervangen door een vergelijkbare opleiding voor civiel-landmeter, toegevoegd aan de afdeling Weg- en Waterbouwkunde van de TH in Delft. Er waren in Wageningen 155 landmeters opgeleid, waarvan 42 voor Nederlands-Indië. Met de overgang van de opleiding naar Delft kwam ook lector J.M. Tienstra (1895-1951) mee, die daarbij werd benoemd tot buitengewoon hoogleraar voor civiel-landmeter aan de Technische Hogeschool.<sup>994</sup> Per 1 januari 1939 werd hij benoemd tot gewoon hoogleraar. In 1946 werd hij benoemd tot rector magnificus aan de TH Delft. Ondanks ziekte lukte het hem in 1948 om aan de TH Delft een universitaire opleiding tot geodetisch ingenieur op te zetten, die het mogelijk maakte om te promoveren. Hetzelfde jaar lobbyde hij met Schermerhorn om het International Training Centre for Aerial Survey (ITC) op te richten.

Als lectoren werden benoemd R. Roelofs in 1942 (na zijn landmeterstudie in Wageningen, werkte hij van 1929-1935 bij het Kadaster in Nederlands-Indië) en N.D. Haasbroek en W. Baarda in 1947 (beiden ook landmeter bij het Kadaster). Als opvolger van W. Schermerhorn werd R. Roelofs in 1946 als hoogleraar benoemd. Uiteindelijk ontstond zo in 1948 een volledige opleiding voor ingenieur in de geodesie.

Na een overzicht van de relevante studies en het lesprogramma van de Polytechnische School in enkele jaren tussen 1864 en 1870, geeft Tabel 6-1 hierna het curriculum van de TH Delft in 1924-1925, 1934-1935, 1939-1940 en 1949-1950. Alleen de vakken op gebied van het landmeten en de geodesie zijn weergegeven. Voor algemene vakken, zoals wiskunde werd een beroep gedaan op andere afdelingen. In deze periode is het aantal vakken flink uitgebreid en zijn nieuwe onderwerpen, zoals fotogrammetrie erbij gekomen.

De kern werd lange tijd gevormd door hoogleraren in landmeten, waterpassen en geodesie, en daarnaast hoogleraren in planologische geodesie, burgerlijk recht en agrarisch recht. Ter gelegenheid van het 50-jarig bestaan van de opleiding geodetisch ingenieur verscheen in 1998 een boek over de geschiedenis van de opleiding.<sup>995</sup> Tienstra en Baarda deden veel onderzoek op gebied van het vereffenen en toetsen van waarnemingen, statistiek en kwaliteit van geodetische metingen en netwerken en werden daarmee de grondleggers van de (geodetische) "Delftse School". Roelofs gaf fotogrammetrie, geodetische astronomie en barometrische hoogtemeting.

De ruimtevaart bracht na 1957 een nieuwe geodetische discipline: satellietgeodesie voor zwaartekrachtsonderzoek, plaatsbepaling en kartering. In die tijd van automatisering in de geodesie werden nieuwe wegen ingeslagen o.a. bij het meten, rekenen en de administratie. De leerstoelen van Witt en Bruins waren daar voorbeelden van.<sup>996</sup>

Ir. Bruins had tot 1974 in Delft ook de wetenschappelijke leiding over de satellietgeodesie; een taak die ir. L. Aardoom, in 1971 benoemd tot lector, in 1974 van hem overnam. Dat heeft in 1974 geleid tot vestiging van een observatorium voor satellietgeodesie bij Radio Kootwijk (dat in 1923 opgericht was voor langegolf- en later korte golf-radiocommunicatie met Nederlands-Indië). Het observatorium is inmiddels ontmanteld, maar de laser-afstandsmeter en fotografische camera's zijn behouden als academisch erfgoed (nu bij het Rijksmuseum Boerhaave te Leiden). Aardoom werd in 1980 benoemd als hoogleraar satellietgeodesie. Rond 1970 werden voor de diverse sub-disciplines nog meer lectoren benoemd; zij werden in 1980 hoogleraar.

<sup>990</sup> Herman Langeveld, *De man die in de put sprong, Willem Schermerhorn 1894-1977*, (uitg. Boom, Amsterdam 2014).

<sup>991</sup> Nil Disco, *60 years of ITC, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*, (uitg. Stichting Historie der Techniek en ITC Foundation, Enschede 2010).

<sup>992</sup> Het ITC verhuisde van Delft naar de Universiteit Twente in Enschede en werd Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation.

<sup>993</sup> G.J. Bruins, Professor dr. ir. F.A. Vening Meinesz: bij de herdenking van zijn 100ste geboortejaar, uitg. NGT Geodesia 1987 p. 442-456.

<sup>994</sup> N.D. Haasbroek, *De opleiding tot geodetisch ingenieur*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap „Snellius“, lustrumboek 1950-1955, Delft 1955).

<sup>995</sup> *Steeds voor u/jou de plaats bepalend, 50 jaar opleiding tot geodetisch ingenieur*, onder redactie van René van der Schans, (uitg. TU Delft 1998).

<sup>996</sup> G.J. Bruins, Onderwijs en onderzoek in de geodesie in het bijzonder in relatie tot de zwaartekracht, afscheidscollege als hoogleraar TH Delft op 21-5-1976.

In 1955 werd het 50-jarige jubileum van de Technische Hogeschool gevierd, waarbij weer een lustrumboek werd uitgegeven.<sup>997</sup> Het daaropvolgende jubileum van de TU werd weer gerelateerd aan de oprichting van de Koninklijke Akademie in 1842, zodat bij het 150 jarige lustrum in 1992 een nieuw gedenkboek uitkwam.<sup>998</sup> Dit bevatte een historisch overzicht van de voorafgaande instituten, hoogleraren en studieprogramma's. Ook werd uitgebreid aandacht besteed aan opgelegde besparingen in de dertiger jaren en de dramatische ontwikkelingen tijdens en na de tweede wereldoorlog. In deel II van dit gedenkboek is ook een lijst van alle hoogleraren en bestuurders tot 1992 opgenomen. Ook in 1995 en 2000 verschenen lustrumboeken.<sup>999 1000</sup>



Tot 1975 was Geodesie een onderafdeling van Weg- en Waterbouwkunde. Met de verhuizing in Delft van Kanaalweg 4 naar Thijsseweg 11 ontstond in 1975 een zelfstandige afdeling Geodesie. In 1985 veranderde de Technische Hogeschool in Technische Universiteit; afdelingen werden faculteiten. Geodesie werd daardoor eerst een faculteit. Die werd in 1997 weer een afdeling en vormde samen met de afdelingen Civiele Techniek en Technische Aardwetenschappen de nieuwe Faculteit "Civiele Techniek en Geowetenschappen (CITG)".

Bij het jubileum in 2017 kwam weer een lustrumboek uit: "175 jaar TU Delft, Erfgoed in 33 verhalen".<sup>1001</sup> De satellietssystemen gingen een grote invloed op de geodesie uitoefenen door de komst van de Global Navigation Satellite Systems (GNSS) en daarvan het Amerikaanse Global Positioning System (GPS) vanaf 1985. Door de toename van de nauwkeurigheid van plaatsbepaling op aarde, die rond 2000 ook beschikbaar kwam voor niet-militaire toepassingen, veranderden de geodetische meetmethoden aanzienlijk. Op basis van zijn huidige specificaties kunnen van het nieuwe operationele Europese Galileo systeem nog grotere positie-nauwkeurigheden verwacht worden. Met de toenemende capaciteit en geheugenopslag van computers en netwerken ontstonden weer nieuwe mogelijkheden voor het verwerken, analyseren en presenteren van grote hoeveelheden gegevens. Geografische Informatie Systemen (GIS) op kleine werkstations, laptops, tablets en smartphones kwamen binnen ieders bereik. De verdere integratie van GPS en GIS met de dalende prijzen van computers, programmatuur, geheugenopslag en breedbandige internetverbindingen hebben tot geheel andere werkwijzen in de landmeetkunde en geodesie geleid. Dit heeft grote invloed op de opleiding en benodigde disciplines. Telecom- en informatie-deskundigheid (ICT) zijn steeds belangrijker geworden. Het volgende overzicht laat de ontwikkeling zien van het lesprogramma tussen 1864-1950.<sup>1002 1003 1004 1005</sup>

## Studies en lesprogramma van de Polytechnische School

Bij oprichting van de Polytechnische School in 1864 werd de opleiding mogelijk tot civiel ingenieur, architect of bouwkundig ingenieur, scheepsbouwkundig ingenieur, werktuigbouwkundig ingenieur en mijningenieur. Dat hield een selectie in uit de volgende vakken (met toevoegingen in de gegeven jaren):

- in **1864-1865** beschrijvende meetkunde, teekenen, analytische meetkunde, bolvormige driehoeksmeting, analyse, theoretische mechanica, toegepaste mechanica, toegepaste natuurkunde, algemene, toegepaste en analytische scheikunde, oefeningen in het laboratorium, delfstofkunde, kennis van werktuigen, mechanische technologie, scheikundige technologie, waterbouwkunde en waterbouwkundig teekenen, burgerlijke bouwkunde en bouwkundig teekenen, scheepsbouwkunde en scheepsbouwkundig teekenen, landmeten, staatshuishoudkunde, handteekenen, situatie teekenen, boetseren;
- in **1865-1866** werd toegevoegd: waarschijnlijkheidsrekenen, kristallografie, wegen en bruggen, geodesie, ijk van maten en gewigten;
- in **1866-1867** werd toegevoegd: handelsrecht, administratief recht, organische scheikunde;
- in **1868-1869** werd toegevoegd: palaeontologie, mijnontginning, waterpassen, projecteren;
- in **1869-1870** werd toegevoegd: hydrolica, aardkunde.

Landmeten, waterpassen en geodesie waren een onderdeel van de studie voor civiel ingenieur. Geleidelijk werden deze vakken uitgebreid tot het lesprogramma van de TH na 1924, dat Tabel 6-1 laat zien.

<sup>997</sup> A.F. Kamp, *De Technische Hogeschool 1905-1955*, (uitg. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1955).

<sup>998</sup> H. Baudet, *De lange weg naar de Technische Universiteit Delft. Deel I: de Delftse ingenieursschool en haar voor-geschiedenis en deel II: verantwoording, registers, tabellen, namenlijsten en bijlagen*, (uitg. SDU, Den Haag 1992).

<sup>999</sup> *Geodesie wereldwijd, lustrumboek 90-95*, (uitg. Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft 1995).

<sup>1000</sup> *The 5th element, lustrumboek 2000*, (uitg. Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft 2000).

<sup>1001</sup> *175 jaar TU Delft, Erfgoed in 33 verhalen*, diverse auteurs (uitg. Histechica, Vereniging voor Geschiedenis der Techniek en Erfgoed TUD, Delft 2017).

<sup>1002</sup> *Polytechnische School te Delft, programma der lessen 1864-1904*, (uitg. Polytechnische School, Delft elk jaar).

<sup>1003</sup> *Technische Hoogeschool te Delft, programma der lessen 1924-1925*, (uitg. Technische boekhandel Waltman, Delft 1924).

<sup>1004</sup> *Technische Hoogeschool te Delft, programma der lessen voor het studiejaar 1939-1940*, (uitg. Technische boekhandel Waltman, Delft 1939).

<sup>1005</sup> *Technische Hogeschool te Delft, programma der lessen voor het studiejaar 1949-1950*, (uitg. W.D. Meinema, Delft 1949).

Tabel 6-1 Geodesie en landmeten in het lesprogramma van de TH Delft.

Landmeten en waterpassen 1924-1925	Docent
Beschrijving, theorie, regeling, gebruik landmeetkundige instrumenten. Opmeten, waterpassen, berekenen, in kaart brengen.	Heuvelink
<i>Bijzondere onderwerpen:</i> Methode der kleinste vierkanten en hare toepassing in landmeetkundige vraagstukken.	Heuvelink
<i>Praktische oefeningen:</i> Oefeningen in het onderzoek, de regeling en het gebruik van landmeetkundige instrumenten	Heuvelink
Eenvoudige opmetingen en waterpassingen op aan te wijzen tijden.	Heuvelink
<i>Geodesie:</i> Berekeningen op de aard-ellipsoïde. Primaire en secundaire driehoeksmetingen. Kaartprojecties	Heuvelink

Landmeten, waterpassen en geodesie 1934-1935	Docent
Kaarten en hun gebruik. Systemen van opmeting. Beschrijving, theorie, regeling en gebruik van landmeetkundige instrumenten. Opmetingen, berekeningen en kartering. Waterpassing, Fotogrammetrie.	Schermerhorn
<i>Praktische oefeningen:</i> Oefeningen in het onderzoek, de regeling en het gebruik van landmeetkundige instrumenten.	Schermerhorn
Oefeningen in eenvoudige en kleine opnamen en waterpassingen op het terrein. Uitzetten van bogen en rechte lijnen.	Schermerhorn
Tachymetrische terreinopname, puntsbepalingen op nader aan te wijzen tijdstippen, gedurende 4 dagen.	Schermerhorn
Methode der kleinste vierkanten. Hare toepassing in de waarnemingstechniek in het algemeen en in de landmeetkunde.	Schermerhorn
Bijzondere onderwerpen uit hogere en lagere geodesie.	Schermerhorn

Landmeten, waterpassen en geodesie 1939-1940	Docent
<i>Algemene cursus:</i> Overzicht der geodesie. Methoden in de landmeetkunde. Coördinatenberekening. Meting van richtingen en hoeken. Fundamentele richtingen en hulpmiddelen ter aanduiding hiervan. Instrumentele hulpmiddelen ter verkrijging van de gewenste nauwkeurigheid bij richtingsmetingen. Meting van hoogteverschillen. Detailmetingen en methoden van lengtemeting. Bepaling van een meetkundige grondslag bij de metingen. Het uitzetten.	Schermerhorn
<i>Praktische oefeningen:</i> Oefeningen in het onderzoek, de regeling en het gebruik van landmeetkundige instrumenten. Oefeningen in eenvoudige en kleine opnamen en waterpassingen op het terrein. Uitzetten van bogen en rechte lijnen. Tachymetrische terreinopname, puntbepalingen, waterpassingen op nader aan te wijzen tijdstippen, gedurende 4 dagen.	Schermerhorn
I. <i>Het landmeten voor topografische en technische doeleinden:</i> Trigonometrische en barometrische hoogtemeting. Indirecte afstandsmeting. Opnamen met behulp van een planchet. Organisatie der metingen ten behoeve van technische werken. Het uitzetten van ontwerpen. Diverse bogen. Het landmeten in stedelijke diensten.	Schermerhorn
II. <i>Fundamentele metingen:</i> Uitvoering van nauwkeurige richtingsmeting bij driehoeks- en veelhoeksmeting. Nauwkeurigheidswaterpassing en haar vereffening. Organisatie van de kartering van gehele landen.	Schermerhorn
III. <i>Kennis van instrumenten:</i> Onderzoek van niveaus. Kijkers en keuring ervan. Randverdelingen. Methoden van onderzoek. Capaciteit van theodolieten en afstandsmeters.	Schermerhorn
<i>Boldriehoeksmeting:</i> Hoofdzaken van de boldriehoeksmeting met het oog op de toepassing in de geodesie.	Tienstra
<i>Grafisch en numerisch rekenen:</i> Theorie en gebruik der rekenhulpmiddelen. Grafische rekenmethoden, interpolatiemethoden, trigonometrische berekeningen.	Tienstra
<i>Puntsbepaling:</i> Toepassing der vereffeningmethoden. Driehoeksnetten en kettingen. Veelhoeksmeting. Bepaling van afzonderlijke punten.	Tienstra
<i>Kartografie:</i> Vervaardiging en gebruik van kaarten. Geschiedenis der kartografie. Praktische oefeningen.	Schermerhorn
<i>Methode der kleinste vierkanten:</i> Hare toepassing in de waarnemingstechniek in het algemeen en in de landmeetkunde	Tienstra
Bijzondere onderwerpen uit hogere en lagere geodesie te kiezen uit de landmetersstudie in overleg met de betreffende docent.	Schermerhorn Tienstra
<i>Theorie der geoïde:</i> Algemene stellingen over zwaartekracht en zwaartekrachtspotentiaal. Bepaling van de geoïde uit astronomisch-geodetische en uit zwaartekrachtmetingen. Theorema's van Clairaut en Stokes. Isostasie. Evenwichtsafwijkingen.	Vening Meinesz
Geodetische berekeningen op bol en ellipsoïde. Berekening van primaire driehoeksmetingen.	Tienstra
<i>Kaartprojecties:</i> Mathematische afbeeldingen in het algemeen. Aansluitingsmethoden	Tienstra
Behandeling van de voornaamste kaartprojecties speciaal van de conforme.	Tienstra
<i>Fotogrammetrie:</i> Fotografische opname. Oriëntering van stralenkegels. Puntsgewijze reconstructie. Automatische karteringsmachines. Herleidingsstoestellen. Toepassing der apparaten. Luchttriangulatie. Praktische gebruiksmogelijkheden.	Schermerhorn
<i>Geodetische astronomie:</i> Sferische coördinaten. Tijdrekening. Plaatsbepaling met eenvoudige hulpmiddelen.	Schermerhorn
<i>Hypothecaire en kadastrale administratie:</i> Inrichting en geschiedenis van het Kadaster in Nederland en Nederlands Oost-Indië.	Tienstra

Geodesie, civiel landmeten 1949-1950	1e jaar	2e jaar	3e jaar	4e jaar	5e jaar	Docent
Inleiding landmeetkunde	x					Tienstra, Roelofs, Haasbroek, Baarda
Boldriehoeksmetingen	x					Haasbroek
Praktisch rekenen	x	x				Haasbroek
Kaarttekenen	x	x				Haasbroek
Kadaster	x	x				Haasbroek
Kartografie			x			Baarda
Landmeten		x	x	x	x	Roelofs
Waarnemingsrekenen		x	x		x	Tienstra, Baarda
Puntsbepaling			x			Tienstra, Baarda
Kaartprojecties		x	x	x		Tienstra
Fotogrammetrie			x			Roelofs
Astronomische geodesie		x	x	x		Roelofs
Fysische Geodesie			x	x	x	Vening Meinesz
Technische optica			x			Van Heel
Recht	x	x	x	x		Jonas



### 6.3.2 Geodesie-onderwijs in Nederlands-Indië

Door de oprichting van de Académie de Marine (1743-1755) ontstond de schoolopleiding voor stuurlieden van de VOC in zeevaartkunde en sterrenkunde in Batavia al eerder dan in Amsterdam. Pas in 1785 kwam Amsterdam met een vergelijkbaar instituut. Door bezuinigingen werd de Académie in 1755 gesloten, maar na enige jaren in Semarang vervangen door een militaire vakopleiding voor de zeevaart. Daar werd vanaf 1782 les gegeven in rekenkunde, algebra, meetkunde, de 'regtlijnsche en spherische trigonometria', tekenen, zeevaartkundige instrumenten, het passen op de ronde en platte zeekaart en de geografische oplossingen op de hemel- en aardglobe.<sup>1006</sup> Deze school werd bekend als de Marineschool.

De Geografische Dienst, ondergebracht bij de Marineschool en latere Militaire school in Semarang, was de enige basis voor de topografische en hydrografische opleiding in de archipel. Een paar jaar na de oprichting van de Marineschool waren al tweehonderd kaarten gekopieerd en bijdragen geleverd voor een zeevaart-almanak. Door een zeeblokkade van de Engelsen voor de kust en de vernietiging van de Bataafse vloot in de havens van Java besloot GG Daendels zich op de verdediging op land te richten en werd de Marineschool in 1808 vervangen door een school voor de opleiding van artillerie- en genie-officieren. Kort na vertrek van Daendels werd Java in september 1811 veroverd door de Britten, waarna de Militaire school gesloten werd. Pas na het vertrek van de Britten in 1816 ontstond bij de oprichting van de Koloniale Marine (1816-1842) weer behoefte aan een opleidingsinstituut voor zeelieden. Dat vond plaats met een nieuwe Marineschool in Weltevreden, die echter met een jaar weer verhuisde naar Semarang, maar als Militaire School vanaf 1818 een officiersopleiding bood voor het leger, de Koloniale Marine en landmeter bij de Waterstaat. De opleiding was zeer breed, naast talen, geschiedenis, werktuigkunde, aardrijkskunde en natuurkunde werden de vakken gedoceerd, die voor zeevaart en artillerie nodig waren. Met de overgang van de Koloniale Marine naar de Koninklijke Marine en de latere oprichting van een Gouvernements Marine kwam in 1842 een einde aan de Militaire School. De Gouvernements Marine had als belangrijke taak het voorkomen van zeeroof en smokkel door het bewaken van de kusten. In 1898 werd zij een burgerlijke dienst, gericht op politietoezicht, transport van gouvernementspersoneel en -goederen, hydrografische opnemingen en het leggen van zee kabels voor telegrafie en telefonie in de archipel. Zeevaartopleidingen in Surabaya en Tanjung Priok leverden vanaf 1923 torpedomakers, radiotelegrafisten, vliegtuigmakers en tekenaars. Bij de bezetting van Nederland werd de opleiding tot marineofficier in 1940-1942 naar Surabaya verplaatst. De opleiding zeemanskunde en hydrografisch opnemen werd door de Marine intern verzorgd met gebruik van de studieboeken, die eerder bij hydrografie ter sprake zijn gekomen.<sup>1007 1008</sup>

Met de toenemende vraag naar goede topografische kaarten ontstond al gauw grote behoefte aan een lokale opleiding voor personeel. Voor de topografische opnemers werd een beroep gedaan op het Korps Pupillen in Gombong op Midden-Java of op het leger. De opleiding tot officier vond na de Java-oorlog (1825-1830) vooral bij de KMA in Breda plaats. Op Java werden wel onderofficieren als militaire opnemers opgeleid. Een aanzienlijke uitbreiding van personeel werd nodig door het steeds vaker toevoegen van opnemers aan militaire excursies, het voortdurende verloop en de opvoering van de theoretische eisen. Zo ontstond behoefte aan een aparte opleidingsbrigade waar aspirant opnemers het vak in de praktijk konden leren. De opleidingsbrigade werd echter pas in 1896 door de TD opgericht. Tussen 1896 en 1905 werden zo 36 officieren (luitnants), 81 Europese militairen (waarvan 35 uit Gombong) en 127 inlanders getraind.<sup>1009</sup> Van elke categorie voldeed ca. 30% niet aan de verwachtingen. De aspirant-officieren werden drie jaar, inclusief 6 maanden praktisch werk, getraind in astronomische waarnemingen, triangulatie, kaartprojecties en het opnemen en tekenen van landschappen. Ook werden als oefening vulkanen in kaart gebracht, waarvan er vele in de jaarverslagen van de TD opgenomen zijn. Voldeed de aspirant-officier binnen twee jaar niet dan ging hij terug naar zijn dienstwapen. De topografische opnemers kregen gedurende een aantal maanden les in basiswiskunde en opnemingsmethoden, inclusief tekenen met weer 6 maanden praktisch werk. Na 2 jaar volgde een examen, waarna ze bij een opnemingsbrigade ingedeeld konden worden. Voor de inlandse leerling-opnemers werd nog extra training in basisvaardigheden gegeven, waardoor voor hen een driejarige opleiding ontstond.

<sup>1006</sup> J.P. Nieborg, *Indië en de zee. De opleiding tot zeeman in Nederlands-Indië 1743-1962*, (uitg. De Bataafsche leeuw, Amsterdam 1989).

<sup>1007</sup> F.C. Backer Dirks, *De Gouvernements Marine in het voormalige Nederlands-Indië in haar verschillende tijdsperiodes geschetst, III 1861-1949*, (uitg. De Boer Maritiem, Unieboek, Houten 1986).

<sup>1008</sup> *Hydrografisch opnemen*, (uitg. afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1938).

<sup>1009</sup> *Jaarverslag van den TD Dienst in NI over 1905*. Administratief gedeelte, personeel, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1906).

Aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw was in Nederlands-Indië grote behoefte aan een eigen technische universitaire opleiding. In 1920 werd met steun van de TH Delft in Bandung een Technische Hogeschool opgericht. Daarbij speelde ir. IJzerman, die zijn sporen in Indië bij de spoorwegen verdiend had een leidende rol.<sup>1010</sup> Er werd een mooie campus aangelegd, waarvan enkele foto's in Fig. 6-8 en Fig. 6-9 een indruk geven. In 1922 werd het Bosscha natuurkundig laboratorium officieel in gebruik gesteld.<sup>1011</sup> De opleiding van experts voor de TD in Nederlands-Indië vond tot dan toe grotendeels plaats binnen de militaire opleidingsbrigade in Malang. Met een nieuwe leerstoel werd dat vanaf 1922 ook mogelijk aan de TH Bandung.<sup>1012</sup> De eerste buitengewoon hoogleraar die deze leerstoel bekleedde, was Prof. ir. H.G. Schepers (opgeleid als landmeter-ingenieur in Nederland, daarna later hoofd triangulatie brigade TD). Hij gaf daar gedurende 17 jaar college (1922-1939) in opnemings- en waterpassing (survei, perataan) en geodesie.<sup>1013</sup> Zijn opvolger bij de TD, ir. P.H. Poldervaart, werd ook buitengewoon hoogleraar aan de TH Bandung. Hij doceerde vanaf mei 1941 tot 1942 en, na een onderbreking door de Japanse bezetting, weer vanaf 1947. De TH Bandung ging in 1959 verder als het Institut Teknologi Bandung (ITB). Het curriculum Landmeten en Waterpassen en Geodesie voor 1922-1923 bevatte een groot aantal onderwerpen, van belang voor de TD in Indië, zoals uit het volgende overzicht in Fig. 6-7 blijkt.<sup>1014</sup>



<p><b>Derde Studiejaar:</b> voordrachten 1 uur per week.</p> <p>Machines voor opwekking van gelijk- en wisselstroom; meefasestroom; transformatoren; electromotoren; accumulatoren.</p> <p><b>TECHNISCHE HYGIËNE.</b></p> <p><b>Derde Studiejaar:</b> voordrachten 1 uur per week.</p> <p><b>LANDMETEN EN WATERPASSEN EN GEODESIE.</b></p> <p>Ir. J. H. C. SCHEPERS.</p> <p><b>Tweede Studiejaar:</b> voordrachten 2 uur per week tot Kerstmis; 1 uur per week na Kerstmis; oefeningen 3 uur per week na Kerstmis.</p> <p>Regeling en gebruik van landmeetkundige instrumenten. Het berekenen van eenvoudige driehoeksmetten; veelhoeks- en detailmetingen; het in kaart brengen der opmetingen.</p> <p><b>Derde Studiejaar:</b> voordrachten 1 uur per week; oefeningen 3 uur per week.</p> <p>Vervolg Landmeten en waterpassen: Het bepalen van oppervlakken. De waterpasinstrumenten en de uitvoering van waterpassingen. Bijzondere ingenieurswerkzaamheden: het uitzetten van rechte lijnen en bogen enz.</p>	<p><b>Vierde Studiejaar:</b> voordrachten 2 uur per week tot Kerstmis; 1 uur per week na Kerstmis. oefeningen terreinwerk, gedurende eenige dagen.</p> <p>Beknopte theorie der waarschijnlijkheidsrekening en van de fouten. Vereffening van waarnemingen volgens de methode der kleinste vierkanten. Hoogere geodesie en kaartprojecties. Driehoeks-berekening op de ellipsoïde. Algemeene theorie der kaartprojecties en behandeling van de in Indië gebruikte projecties.</p> <p><b>ADMINISTRATIEF RECHT.</b></p> <p><b>Derde Studiejaar:</b> voordrachten 1 uur per week</p> <p><b>Vierde Studiejaar:</b> voordrachten 1 uur per week.</p> <p><b>BEDRIJFSLEER, BOEKHOUDEN, HANDELSRECHT.</b></p> <p><b>Derde Studiejaar:</b> voordrachten en oefeningen 2 uur per week.</p> <p><b>Vierde Studiejaar:</b> voordrachten en oefeningen 2 uur per week.</p> <p><b>STAATHUISHOUDKUNDE.</b></p> <p><b>Vierde Studiejaar:</b> voordrachten 1 uur per week tot Kerstmis; 2 uur per week na Kerstmis.</p>
--	--

Fig. 6-7 Programma Landmeten en Waterpassen TH Bandung voor 1922-1923.

Uit vergelijking van de programma's, gedoceede vakken en gehanteerde boeken blijkt dat voor landmeten, waterpassen en geodesie tot 1940 de opleiding aan de TH Bandung zeker niet onderdeed voor die van de TH Delft. Ook waren de problemen en uitdagingen in de archipel minstens zo groot, zo niet groter dan in het kleine vlakke Nederland. De opleiding aan de TH Delft heeft omgekeerd op een aantal terreinen aan de kennis en ervaring opgedaan in Indië, ook veel te danken gehad. Ook een groot aantal experts uit Indië, die in Delft lector of hoogleraar werden, heeft daaraan bijgedragen. Hoewel de oprichting van de TH in Bandung ondersteund en gefinancierd werd door de Nederlandse staat en het bedrijfsleven, heeft de opleiding in Delft op haar beurt weer geprofiteerd van gelden, middelen en deskundigheid uit Nederlands-Indië, zoals eerder beschreven is.<sup>1015</sup>

<sup>1010</sup> IJzerman speelde later in Nederland o.a. bij het KNAG, KITLV en het KIVI een belangrijke rol, evenals Cluijsenaer zijn voormalige baas in Indië, die in 1863 afstudeerde als civiel-ingenieur aan de Delftse Academie en curator (1905-1914) en eerste president-curator (1914-1921) van de TH was.

<sup>1011</sup> TH Bandung, Opening van het Bosscha Laboratorium, met lezingen van K.A.R. Bosscha, GG Fock, prof. dr. J. Clay, (uitg. Bandung 1922).

<sup>1012</sup> Zie Annex 8.32 voor het curriculum en de hoogleraren aan de TH Bandung in 1924.

<sup>1013</sup> Schepers speelde later in Nederland als opvolger van prof. Muller uit Utrecht een belangrijke rol in de Nederlandse Geodetische Commissie (NGC).

<sup>1014</sup> Technische Hoogeschool te Bandoeng (geopend 3 juli 1920), Programma voor den cursus 1922-1923, (uitg. TH Bandung 1922).

<sup>1015</sup> Voorbeelden zijn Thomas Joannes Stieltjes (1819-1878) en Nicolaas Hubert Henket (1829-1904), beiden op gebied van de spoorwegen in Indië. De laatste deed begin 1848 examen voor landmeter. Hij werd in Delft in 1866 hoogleraar en eind 1900 directeur van de Polytechnische School.

Met name de Akademie en de Polytechnische School hebben hun succes deels aan deze steun te danken gehad. In de 20<sup>e</sup> eeuw is een hechte samenwerking tussen TH/TU en ITB ontstaan waar beiden hun voordeel mee gedaan hebben.

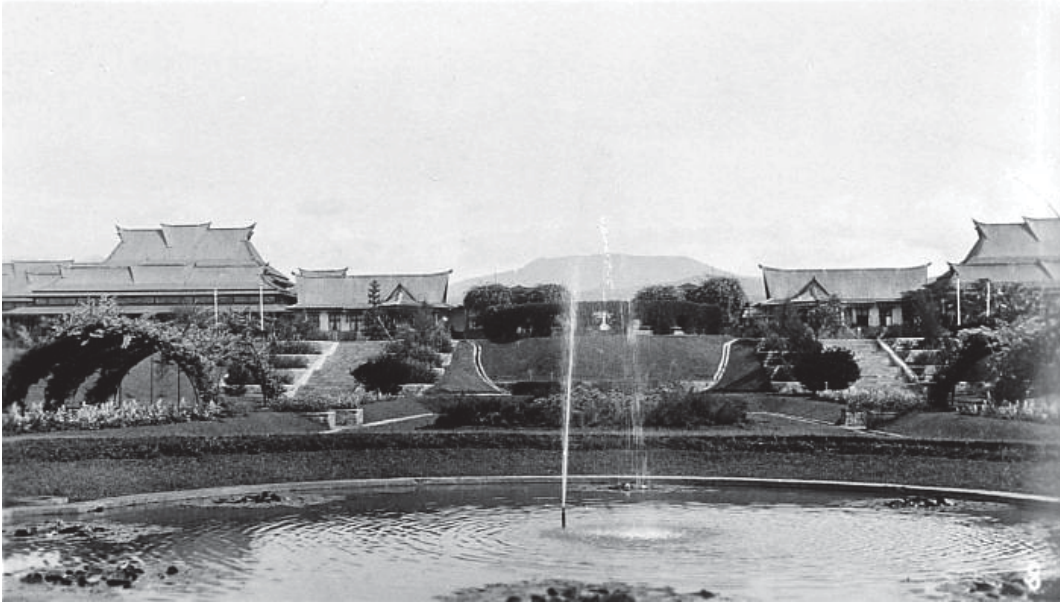


Fig. 6-8 Campus TH Bandung, IJzerpark (nu Taman Ganesha Kampus ITB), op de achtergrond de G. Tangkuban Parahu, omstreeks 1930.



Fig. 6-9 ITB in Javaans-Minangkabause stijl, omstreeks 1930.



## Vergelijking en wisselwerking geodesie en geodesie-onderwijs in Nederland en Nederlands-Indië

Vergelijking van de geodesie-opleidingen van Delft en Bandung laat zien dat de gegeven vakken goed overeenkwamen. Dat kon ook haast niet anders omdat docenten in Delft opgeleid waren, hun landmeetkundige kennis bij dezelfde of vergelijkbare organisaties of diensten hadden opgedaan en voor vakken vaak gebruik maakten van dezelfde boeken. De verschillen werden veroorzaakt door de andere geografie, fysieke parameters, financiën, expertise, werkwijzen, historie en cultuur. Het geodesie-onderwijs in Delft was ontstaan uit het landmeten en waterpassen, waaraan in 1935 de landmetersopleiding van Wageningen toegevoegd was. Veel kennis was ontwikkeld door de graadmetingen en het waterpassen in Nederland. In Indië was vooral de kennis, opgedaan bij de Topografische Dienst en het Kadaster daar bepalend. De condities voor ambtenaren bij het Kadaster in Indië voor opleiding, uitzending, bezoldiging, verloven en pensioen waren in 1929 relatief goed.<sup>1016</sup> Op drie belangrijke terreinen (astronomische en radiografische) plaatsbepaling, graadmeting en waterpassen (inclusief de basismeting) en fotogrammetrie werden al lang kennis en ervaring uitgewisseld, zowel via tijdschriften, rapporten en jaarverslagen, als door experts die van Nederland naar Indië en omgekeerd reisden. Daarnaast werden de vervaardigde kaarten ook uitgewisseld, wat inspireerde tot verbeteringen. Toch bleven beide kanten hun eigen stijl houden; kaarten uit Indië hadden toch andere kenmerken dan kaarten uit Nederland. Dat kon veroorzaakt worden door verschillen in kleuren en topografische kenmerken (rijstvelden, vulkanen, dessa's, polders etc.), maar kon ook ontstaan door toegepaste methoden en procedés en materialen (papier, inkt) bij het vervaardigen van de kaarten. Verschillen in beschikbaar budget hebben ook een rol gespeeld. De vraag was bepalend; voor militair gebruik werden andere eisen gesteld dan voor civiel gebruik. De militaire kaarten zijn lange tijd geheim gebleven. Zelfs tot 1990 waren topografische kaarten op gedetailleerdere schalen dan 1:250.000 in Indonesië niet zonder speciale vergunning beschikbaar.

Een verdere vergelijking en wisselwerking in het geodesie-onderwijs tussen Nederland en Nederlands-Indië wordt bepaald door de omstandigheden zoals WO I en WO II, de vraag vanuit de overheid, militairen en het bedrijfsleven, de beschikbare docenten en de studenten. Aan de TH Delft waren in 1922-1950 leidend:

- Heuvelink in 1924-1925;
- Schermerhorn in 1926-1939;
- Schermerhorn, Tienstra en Vening Meinesz in 1939-1940;
- Tienstra, Vening Meinesz, Roelofs, Haasbroek en Baarda in 1949-1950.

In het geodesie-onderwijs (inclusief landmeten en waterpassen) waren na 1922 aan de TH Bandung leidend:

- Schepers in 1922-1939;
- Poldervaart in 1945-1950.

Als hoofd opleiding van de TD in Nederlands-Indië heeft Van Roon in 1911-1919 een grote bijdrage geleverd. Ook mogen voor het onderwijs auteurs van de in hoofdstuk 6.3.3 geciteerde studieboeken genoemd worden.

Het aantal in Nederland afgestudeerde ingenieurs nam geleidelijk toe; meer dan 20 % ging naar Indië.<sup>1017</sup>

jaar	<u>1885</u>	<u>1891</u>	<u>1900</u>	<u>1910</u>	<u>1917</u>	<u>1934</u>
aantal ingenieurs	550	786	1.050	2.070	1.754	3452*

\* waarvan 768 naar Indië

Door de TH Bandung werd dat geleidelijk aangevuld, zodat in 1925 de eerste ingenieurs in civiele techniek ofwel weg- en waterbouw met kennis van landmeten en waterpassen afstudeerden. Na 1949 vertrokken veel ingenieurs uit Indonesië en verspreidden zich over de hele wereld. Toch waren in 1953 in Indonesië nog 530 ingenieurs lid van de KIVI-groep Indonesië.<sup>1018</sup>

Het merendeel van de ingenieurs keerde terug naar Nederland eind 1957; ze hebben met hun tropische ervaring in Indië / Indonesië hun kennis zowel bij bedrijven, de overheid als het onderwijs kunnen inzetten. Nederland was na WO II aan het herstellen van de oorlogsschade en werkte aan de opbouw van een nieuwe toekomst, waardoor aan ingenieurs met ervaring grote behoefte was.

<sup>1016</sup> L.C.F. Polderman, *De ambtenaar bij den Kadastralen Dienst (landmeter) in Nederlandsch-Indië*, (uitg. comm. voor Indische zaken, Dep. v. Koloniën 1929).

<sup>1017</sup> Harry Lintsen, *Ingenieur van beroep, historie, praktijk, macht en opvattingen van ingenieurs in Nederland*, (uitg. Ingenieurspers, Den Haag 1985).

<sup>1018</sup> Koninklijk Instituut van Ingenieurs Groep Indonesië, ledenlijst, uit *De Ingenieur in Indonesië*, 5e jaargang nr. 3, Bandung augustus 1953.

Een vergelijking van functies en enkele aanvangssalarissen van afgestudeerde civiel ingenieurs in bedrijven in Nederland en Nederlands-Indië in 1914 geeft nog een interessant beeld van de mogelijkheden en verschillen.<sup>1019</sup>

### Nederland

(jaarsalarissen met aftrek pensioenfonds)  
 Waterstaat Rijk, Provincie en Waterschappen f 2000  
 Spoor- en Tramwegen f 1300,  
 Rijksgraadmetering f 1200  
 Assistent TH f 1200  
 Post- en Telegraafdienst en particulier bedrijfsleven  
 Gemeentewerken, gas- en waterleidingbedrijf  
 Leraar HBS en Gymnasium, Ambachtsscholen en MTS

### Nederlands-Indië

(maandsalarissen met aftrek pensioenfonds)  
 Burgerlijke Openbare Werken (BOW) f 300  
 Staats Spoorwegen (SS) f 300  
 Triangulatie-brigade f 400  
 Post- en Telegraafdienst en particulier bedrijfsleven  
 Particuliere Spoor- en Tramwegmaatschappijen  
 Leraar HBS en Gymnasium

De salarissen in Indië lagen wel hoger dan in Nederland, maar dat wil nog niet zeggen dat men meer overhield.<sup>1020</sup>

Het koloniaal project dat ook de geodesie en het geodesie-onderwijs omvatte, hield in Indië ook een nauwe samenwerking tussen militairen, ingenieurs, bestuursambtenaren en ondernemers in. Die samenwerking heeft ook voor de geodesie en het geodesie-onderwijs vruchtbaar gewerkt, met name in de RGW en RCG, zoals in hoofdstuk 6.2.1 besproken is. Dat volgt ook uit de studieboeken die bij de geodesie-opleidingen gebruikt zijn en in hoofdstuk 6.3.3 besproken zullen worden. Ervaring met landmeten en waterpassen, opgedaan in militaire situaties was ook voor de civiele sector nuttig. Militairen keerden na terugkomst in Nederland terug naar het bedrijfsleven. De militaire organisatie besteedde weer veel geniewerk uit aan de civiele sector.

Van den Doel stelt dat de in de buiten-Europese wereld gegeneerde ideeën een min of meer vergelijkbare invloed op de ontwikkeling van de Europese samenleving hadden, als het Europese koloniale optreden had op de ontwikkeling van de buiten-Europese samenlevingen.<sup>1021</sup> Verschillende auteurs stellen echter dat de invloed van kolonisatoren op de samenleving gering is geweest; Hella Haasse noemt in haar boek “Krassen op een rots” de invloed in Indonesië zelfs minimaal. De invloed van Azië is volgens Peter Frankopan vooral de laatste jaren aanzienlijk toegenomen.<sup>1022</sup> <sup>1023</sup> Volgens Rob de Wijk rechtvaardigen de opkomende grootmachten China en India het verschuiven van het centrum van de wereldkaart naar de Stille Oceaan, met aan de linkerkant de Sovjet-Unie, China, Japan, India, Indonesië, Australië, Afrika en Europa en aan de rechterkant Canada, de Verenigde Staten en Zuid-Amerika.<sup>1024</sup> “Indonesië op de kaart” krijgt zo ook een prominente plaats op de wereldkaart. Een voorbeeld is de projectie van Hajime Narukawa uit Japan in Fig. 6-10. Europa is hier slechts een verzameling landen aan de rand van de kaart. De projectie zou equivalent zijn, maar lijkt niet conform en equidistant.



Fig. 6-10 Wereldkaart AutoGraph, Hajime Narukawa, 2016.

<sup>1019</sup> *De studie te Delft, inlichtingen voor den student en toekomstigen student aan de Technische Hoogeschool*, samengesteld door de centrale commissie ter behartiging van studiebelangen, No. 44 DS, (uitg. J. Waltman Jr, Delft juni 1914).

<sup>1020</sup> Door de kortere levensverwachting, hogere kosten en verschillen in pensioenbijdrage vond de eerder genoemde ingenieur Jan Honing in zijn boek *Herinneringen aan het leven in Indië* (p. 266-267), dat de verschillen tussen Nederland en Indië kleiner waren.

<sup>1021</sup> Wim van den Doel, *Zo ver de wereld strekt. De geschiedenis van Nederland overzee vanaf 1800*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 2011), p.10.

<sup>1022</sup> Peter Frankopan, *The Silk Roads, a new history of the world*, (uitg. Bloomsbury, Londen 2015).

<sup>1023</sup> Peter Frankopan, *De nieuwe zijderoutes, het heden en de toekomst van de wereld*, (uitg. het Spectrum, Houten 2018).

<sup>1024</sup> Rob de Wijk, *Europa is een vlek links bovenin. Is dat erg? Zeker*, uit Trouw 27 juli 2006.

## Literatuur en uitgesproken redes over ontwikkelingen in de geodesie en de geodesie-opleiding

Geodesie en de geodesie-opleiding kwamen regelmatig naar voren in gedenkschriften, lustrumpublicaties, congresbijdragen en uitgesproken redes bij ambtsaanvaarding. Hierin werd het verleden geëvalueerd, het toekomstperspectief geschetst en meestal een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen gepresenteerd. Op 5 november 1998 kwam een boekje met een overzicht van 50 jaar geodesie-onderwijs in Delft uit, waarin door medewerkers van TU Delft de belangrijkste mijlpalen vanaf 1948 in kaart gebracht werden.<sup>1025</sup> In het voorwoord memoreerde prof. Alberda, die in 1949 als militair terugkwam uit Indonesië, zijn keuze voor de studie geodesie, die toen nog vooral landmeten en waterpassen betrof. In het boekje passeren de hoogleraren met hun vakgebied de revue en worden de belangrijke veranderingen, publicaties en resultaten behandeld. Het vakgebied geodesie kon bouwen op 400 jaar onderwijs. Lustrums boden ook de mogelijkheid voor een terugblik.<sup>1026 1027 1028 1029 1030</sup>

In een lustrumbijdrage van Haasbroek werd de opleiding tot geodetisch ingenieur tot 1955 beschreven, met aandacht voor de kadaster-landmeterscursus in Wageningen en de overgang van deze opleiding naar Delft in 1935.<sup>1031</sup> Bij hun ambtsaanvaarding of afscheid namen lectoren en hoogleraren de gelegenheid te baat voor een evaluatie en toekomstvoorspelling voor het vakgebied.<sup>1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041</sup> Daarnaast werden voor symposia historische overzichten gemaakt en plannen voor de toekomst ontwikkeld.<sup>1042 1043 1044</sup> Boeken en artikelen over de ontwikkeling van de geodesie, het Kadaster of de topografische dienst gaven overzichten van het vakgebied.<sup>1045 1046 1047</sup> Een evaluatie van het onderwijs vond ook in Bandung plaats na de start van de opleiding landmeten en waterpassen aan de TH daar in 1922.<sup>1048 1049 1050</sup>

Van al deze evaluaties en toekomstverwachtingen is in deze studie gebruikgemaakt. Enkele verwachtingen zijn uitgekomen, echter de ontwikkelingen zijn door de komst van nieuwe technieken zoals satellietgeodesie, datacommunicatie, het internet en gecomputeriseerde informatieverwerking geheel anders ingevuld. De principes zijn echter nog steeds geldig. Het geodetisch erfgoed is daarbij een belangrijke basis voor de toekomst. Het geeft ons beter begrip voor de ontwikkelingen, zoals die hebben plaatsgevonden. Ondanks de onvoorziene invulling van het vakgebied is de waardering voor de pioniers, het onderzoek en de resultaten er niet minder op geworden.

<sup>1025</sup> *Steeds voor u/jou de plaats bepalend, 50 jaar opleiding tot geodetisch ingenieur*, onder redactie van René van der Schans, (uitg. 1998).

<sup>1026</sup> J.W. Dieperink, *De techniek van het landmeten in een tweetal tijdperken der geschiedenis*, rede uitgesproken op den 9den maart 1928 ter gelegenheid van den tienden verjaardag der Landbouwhoogeschool door den rector magnificus, (uitg. H. Veenman & Zonen, Wageningen 1928).

<sup>1027</sup> Ir. C. Koeman, *Uit de geschiedenis van de landmetersstatus*, (uit. Landmeetkundig gezelschap „Snellius“, lustrumboek 1950-1955, Delft 1955).

<sup>1028</sup> *Geodesie wereldwijd, lustrumboek 90-95*, (uitg. Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft 1995).

<sup>1029</sup> *The 5th element, lustrumboek 2000*, (uitg. Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft 2000).

<sup>1030</sup> *175 jaar TU Delft, Erfgoed in 33 verhalen*, diverse auteurs (uitg. Histechica, Vereniging voor Geschiedenis der Techniek en Erfgoed TUD, Delft 2017).

<sup>1031</sup> N.D. Haasbroek, *De opleiding tot geodetisch ingenieur*, uit Landmeetkundig gezelschap „Snellius“, lustrumboek 1950-1955, Delft 1955, p.65-83.

<sup>1032</sup> H.J. Heuvelink, *Inleiding tot de studie der landmeetkunde. Rede bij de aanvaarding van het hoogleraarsambt in Landmeten, Waterpassen en Geodesie in 1897*.

<sup>1033</sup> F.A. Vening Meinesz, *De verhouding van geodesie tot geophysica*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar aan de Rijks-universiteit te Utrecht op den 28sten november 1927.

<sup>1034</sup> Dr. J.J.A. Muller, *Het tegenwoordige standpunt der geodesie*, rede bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar aan de Rijksuniversiteit te Utrecht, 17de mei 1909, (uitg. A/W. Sijthoff's uitgeverijmaatschappij, Leiden 1909).

<sup>1035</sup> R. Roelofs, *De ontwikkeling van de geodetische astronomie in het bijzonder gedurende de laatste anderhalve eeuw*, voordracht door R. Roelofs bij de aanvaarding van het lectoraat in het landmeten, het waterpassen en de geodesie aan de Technische Hoogeschool te Delft op 22 October 1942.

<sup>1036</sup> W. Baarda, *Betekenis en waarde van coördinaten in de landmeetkunde*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van lector in het landmeten, het waterpassen en de geodesie aan de Technische Hogeschool te Delft op woensdag 12 november 1947, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1947).

<sup>1037</sup> Ir. G.J. Bruins, *Geodesie en Gravimetrie*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van gewoon hoogleraar in het landmeten, het waterpassen en de geodesie aan de Technische Hogeschool te Delft op 1 oktober 1958, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1958).

<sup>1038</sup> Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie en Civiele techniek*, rede TH Delft, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1963).

<sup>1039</sup> Dr. I. G.H. Ligterink, *Fotogrammetrie en computer*, openbare les uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van gewoon lector in de fotogrammetrie aan de Technische Hogeschool te Delft op vrijdag 16 juni 1972.

<sup>1040</sup> Prof. Dr. -Ing. R. Klees, *Hoe rond is de aarde? Fysische geodesie, wetenschap en maatschappij*, rede TU Delft, Faculteit der Geodesie, 1996.

<sup>1041</sup> Prof. dr. ir. R.F. Hanssen TU Delft 'Geodesy, ... a Space Odyssey', intreedrede TU Delft, 3 september 2008.

<sup>1042</sup> L. Aardoom, *Het geodetisch onderzoek in Nederland, de resultaten van een inventarisatie (publikatie 29), in opdracht van de Nederlandse Commissie voor Geodesie*, (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 1992).

<sup>1043</sup> Prof. dr. ir. Leen Aardoom, *Satellietgeodesie in Nederland 1960-2000. Opstap naar en partner in Delfts aardgericht ruimteonderzoek*, Geodetisch-Historische Monografieën Nr. 1, Ontwikkeling van het vakgebied sedert de Franse tijd, (uitg. De Hollandse Cirkel, Apeldoorn 2012).

<sup>1044</sup> *Wat is waar?, Nationaal Geodetisch Plan 1995*, Een bezinning op de maatschappelijke rol van de geodesie als ruimtelijk-informatieve wetenschap en op de gewenste ontwikkeling van het veld in Nederland, opgesteld door de subcommissie nationaal geodetisch plan, (uitg. NGC, publikatie 31, Delft 1995).

<sup>1045</sup> Eric Berkens e.a., *Geodesie, de aarde verdeeld en verbeeld, berekend en getekend*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2004).

<sup>1046</sup> Nil Disco, *60 years of ITC, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*, (uitg. Stichting Historie der Techniek en ITC Foundation, Enschede 2010).

<sup>1047</sup> Drs. P.W. Geudeke, *Opkomst en ondergang van een organisatie, tweehonderd jaar topografische kartering*, uit Caert Tresoar, 34ste jaargang 2015-4.

<sup>1048</sup> Rede uitgesproken op den tweeden verjaardag der Technische Hoogeschool te Bandoeng, door haren Rector Magnificus Prof. ir. J. Klopffer, (Bandoeng 1922).

<sup>1049</sup> *Jaarboek der Technische Hoogeschool te Bandoeng, Java Nederlandsch Indië, 21<sup>e</sup> cursusjaar*, (uitg. Faculteit v. Technische Wetenschap, Bandoeng oktober 1941).

<sup>1050</sup> De Technische Hogeschool te Bandoeng en de eerste jaren van haar bestaan, uit *De Ingenieur in Indonesië*, orgaan van de Groep Indonesië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Tijdschrift gewijd aan Techniek en Wetenschap in Indonesië, waarin opgenomen *De Waterstaats-Ingenieur*, opgericht in 1913 en *De Mijningingenieur*, opgericht in 1919, 7e jaargang, nummer 4, december 1955.



### 6.3.3 Studietoeken bij de geodesie-opleidingen in Nederland en Nederlands-Indië

Landmeten met gebruik van meetkettingen en hoekmeetinstrumenten vond al in de 16<sup>e</sup> eeuw in Nederland en Engeland plaats voor het bouwen van verdedigingswerken en waterwerken en de verdeling en inrichting van polders en landerijen. Het eerste Nederlandstalige landmetersboek was van Johan Sems (1572-1635) en Jan Pietersz. Dou (1572/1573-1635) en verscheen in 1600 in Amsterdam.<sup>1051</sup> Het beschreef de benodigde meetkunde, met name de goniometrie en de gebruikte meetinstrumenten en hulpmiddelen. Aandacht werd besteed aan eigenschappen van geometrische figuren en daarbij goniometrische functies voor bepaling van lengten, hoeken en oppervlakten, die bij de praktijk van het landmeten een belangrijke rol speelden. Ook het gebruik van verschillende maateenheden werd behandeld. Deze kennis was dus al beschikbaar bij het begin van de VOC en werd dan ook bij de bouw van forten, factorijen, pakhuizen, of in het algemeen bij grotere bouwwerken toegepast. Later werden beëdigde landmeters door de VOC in Indië ook ingezet voor registratie van onroerend goed en belastingheffing.

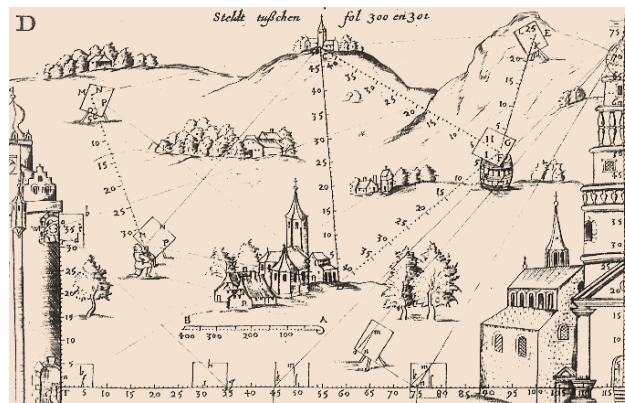


Fig. 6-11 Praktijkvoorbeeld van opneming met planchet uit het boek van Sems en Dou.

Een goed overzicht van landmetersactiviteiten en gebruikte instrumenten tot de Bataafs-Franse tijd rond 1800 wordt gegeven door Pouls.<sup>1052</sup> Hierin wordt, behalve aan landmeters in Nederland, ook aandacht besteed aan hun activiteiten in Zuid-Afrika, Ceylon (Sri Langka), de Afrikaanse Goudkust, Suriname en Indië.

Evenals in Nederlandse boeken over landmeten, werd in Engelse boeken eerst uitgebreid onder het hoofd van "practical geometry" aandacht besteed aan meetkunde en trigonometrie. De theorie ondersteunde de, als voorbeeld gegeven, praktische toepassingen voor de bepaling van afstanden, breedte van rivieren en oppervlaktes van geometrische figuren. Het gebruik van de meetketting (chain) voor afstandsmetingen, het meetkruis (survey cross) en equerre (cross staff) voor het uitzetten van rechte hoeken werd aan de hand van fraaie tekeningen uitgelegd. Het waterpasinstrument (level), voor hoogtemetingen, de theodoliet voor het meten van hoeken en het planchet (plane table of veldtekentafel) voor opneming in het veld werden uitvoerig besproken.<sup>1053</sup> Voor surveying in de Engelse koloniën werden aparte boeken uitgegeven.<sup>1054</sup>

Ook in de Verenigde Staten was begin 19<sup>e</sup> eeuw door de ontwikkeling van steden en infrastructuur veel landmeterswerk nodig. Meetinstrumenten zoals theodolieten en levels kwamen vooral uit Engeland.<sup>1055</sup> Door gemis aan kerktorens of oriëntatiepunten in het algemeen, die op de grote prairies als bakens konden dienen, werd de voorkeur gegeven aan boussole-instrumenten, waarmee azimut(h) en driehoeken gemeten werden. Veel aandacht werd besteed aan de plaatsafhankelijke variatie van de kompasnaald, die op sommige plaatsen meer dan 20° kon zijn. Uitgebreid werd ingegaan op goniometrische en logaritmische functies en werden nauwkeurige tabellen in de leerboeken opgenomen.

<sup>1051</sup> *Praktijk des landmetens door Johan Sems en Jan Pietersz. Dou, gheadmitteerde Landmeters, vermeerdeert met hondert Geometrische Questiën met haer Solutien door Sybrandt Hansz, gedrukt tot Amsterdam bij Willem Jansz., op het water/in de vergulde Sonnenwijser, 1600.*

<sup>1052</sup> H.C. Pouls, *De Landmeter, inleiding in de geschiedenis van de Nederlandse Landmeetkunde van de Romeinse tot de Franse tijd*, (uitg. Canaletto / Repro Holland, Alphen aan den Rijn 1997).

<sup>1053</sup> A. Crocker, *The Elements of Land Surveying*, (uitg. Richard Phillips, Londen 1806).

<sup>1054</sup> G.W. Usill, Gordon Hearn, *Practical Surveying in the colonies*, 14th edition, (uitg. The Technical Press, Londen 1949).

<sup>1055</sup> Charles Davies, *Elements of Surveying and Navigation*, (uitg. A.S. Barnes & Co., New York 1854).

Met de komst van de spoorwegen werden vanaf ca. 1850 aparte hoofdstukken aan spoorwegverkenning gewijd.<sup>1056 1057 1058</sup> In de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw nam de diversiteit van meetinstrumenten en daarmee het aantal leveranciers aanzienlijk toe. Dit werd gestimuleerd door beide wereldoorlogen, zowel door de behoefte aan betere kaarten, als door de toegenomen bouwactiviteiten voor verdedigingswerken en herstel van oorlogsschade. Gecombineerde hoek- en afstandsmetingen in tachymeters (of tacheometers, later total stations genoemd) maakten het gebruik van meetkettingen overbodig. Met het beschikbaar komen van temperatuur-gecompenseerde aneroïde barometers werden hoogtemetingen steeds eenvoudiger. Het merendeel van de meetinstrumenten kwam tot 1950 uit Groot-Brittannië, Duitsland, Frankrijk en Zwitserland. De kennis van geodesie, landmeten en waterpassen voor de Oost werd door opleiding in Nederland en deels in Nederlands-Indië verkregen, waarvoor een groot aantal leerboeken beschikbaar was. Die besteedden aandacht aan de specifieke omstandigheden in de tropen en het gebruik van de beschikbare meetinstrumenten. De Topografische Dienst maakte in veel landen, waaronder Nederland, deel uit van de militaire organisatie en viel onder het ministerie van oorlog, later veelal ministerie van defensie genoemd. De eerste leerboeken waren bedoeld voor militaire kadetten en werden gebruikt in militaire academies.

Een belangrijk leerboek in het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw, dat tal van herdrukken heeft beleefd, was de **“Geodesie, wiskundige leercursus”** voor de kadetten van alle wapenen van Kolonel-Ingenieur G.A. van Kerkwyk.<sup>1059</sup> Dit boek werd vaak gebruikt voor militairen, die uitgezonden werden naar Nederlands-Indië. Onderscheid wordt gemaakt in *“Topographie”* en *“Geomorphie”*, zoals dat toen genoemd werd. Onder *topographie* (ook wel landmeetkunst of werkdadige meetkunst genoemd) wordt een uitvoerige beschrijving van alle op dat moment beschikbare meetinstrumenten en hun gebruik gegeven, inclusief theodoliet, waterpasinstrument, planchet, boussole en sextant. Vervolgens wordt het tekenen van kaarten besproken, waarbij de verschillende buitenlandse methoden aan de orde komen. Veel aandacht wordt besteed aan het waterpassen met beschikbare instrumenten, zoals waterpasinstrumenten zonder en met kijkers, bakens en hellingmeters (clinometers). Hoogtemetingen met kwikbarometers en thermometers worden eveneens behandeld. Onder *geomorphie* (eerst géodesie genoemd en later weer geodesie) wordt ingegaan op de gedaante en de vorm van de aarde en de geodetische werkzaamheden bij het trianguleren. Het herleiden (reduceren) van metingen tot zeeniveau, het corrigeren voor refractie van lichtstralen en het berekenen van driehoeken krijgen uitgebreid aandacht. Een belangrijk deel is gewijd aan astronomische metingen met uitgebreide sterrenkundige berekeningen voor tijd- en plaatsbepaling. Ook wordt de werking en het gebruik van nauwkeurige geodetische en astronomische meetinstrumenten behandeld, zoals de repetitielcirkel en reflectielcirkel van Borda en het universaalinstrument van Repsold. Tot slot worden verschillende kaartprojecties besproken. Het boek kan beschouwd worden als een overzicht van de kennis, die naar Indië uitgezonden officier-topografen in het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw hadden. Hierin is behoorlijk wat wiskunde verwerkt, zodat de titel *“wiskundige leercursus”* niet misplaatst is.

Het boek met de **“Beginselen der Werkdadige Meetkunst”** voor aanstaande officieren van de infanterie door Brandenburg uit 1888 komt deels overeen met het boek van Van Kerkwyk.<sup>1060</sup> De voor het Nederlands-Indische leger voorgeschreven kaartschalen en hun gebruik worden behandeld. Een transporteur voor het overbrengen van hoeken van het veld naar het papier zag men als een belangrijke vereenvoudiging. Het meten van afstanden in het veld door meetbanden, meetkettingen, rotankettingen en (loop-)passen komt aan de orde. Aandacht wordt besteed aan de beschikbare instrumenten voor het uitzetten van hoeken, zoals meetkruis, equerre en pantometer. Het planchet was eind 19<sup>e</sup> eeuw een belangrijk hulpmiddel bij het opnemen van de situatie in het veld. *Werkdadige Meetkunst* richt zich vooral op de topografische opname in Nederlands-Indië. Uitgebreid worden de boussole (kompas)-instrumenten behandeld, met name de boussole tranche-montagne (tranche is hoogtelijn) of bergboussole. Daarmee kunnen zowel horizontale hoekmetingen ten opzichte van een bepaald azimut(h), als verticale hoekmetingen ten opzichte van de horizon of het zenit(h), betrekkelijk eenvoudig uitgevoerd worden. Een voordeel is dat een boussole-hoekmeter voorkomt dat fouten zich opstapelen. Waterpassen en triangulatie met de instrumenten worden beschreven, evenals het meten van hellingen. Tenslotte wordt vervaardiging van Indische kaarten met voorgeschreven tekens en kleuren op de kaart uitgebreid behandeld.

<sup>1056</sup> T. Baker, F.E. Dixon, *Land and Engineering Surveying*, 18<sup>th</sup> edition, (uitg. Crosby Lockwood and Son, Londen 1900).

<sup>1057</sup> T. Baker, G.L. Leston, *Land and Engineering Surveying*, 26<sup>th</sup> edition, (uitg. The Technical Press, Londen 1935).

<sup>1058</sup> David Clark, James Clendinning, *Plane and Geodetic Surveying for Engineers*, volume 1. *Plane Surveying*, (uitg. Constable & Company, Londen 1942).

<sup>1059</sup> G.A. van Kerkwyk, *Geodesie, wiskundige leercursus KMA*, 1<sup>e</sup> druk 1842, 2<sup>e</sup> druk 1847, 3<sup>e</sup> druk 1855, 4<sup>e</sup> druk 1860, 5<sup>e</sup> druk 1865.

<sup>1060</sup> P.J. Brandenburg, *Beginselen der Werkdadige Meetkunst* (met een Atlas van 18 platen), (uitg. De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1888).

In het boek **“Landmeten en Waterpassen”** door Schols uit 1878, met de latere aanvullingen door Van Hemert en Nobel, wordt de stof gepresenteerd, die eerst op de KMA in Breda en later op de TH in Delft werd gedoceerd.<sup>1061</sup> De zevende druk uit 1901 bevat een goed overzicht van de stand van zaken op dit terrein. Eerst worden gedetailleerd de meetinstrumenten met de randverdelingen en afleesmicroscopen behandeld. Het horizontaal stellen van waterpasinstrument en theodoliet wordt besproken. Afleesfouten en instrument-fouten en hun mogelijke correcties bepalen de resultaten. Sextant, planchet, boussole, equerre, meetketting en meetband waren rond 1900 de instrumenten voor landmetingen. Ook werd de directe afstandsmeting, al dan niet in combinatie met hoekmeting steeds belangrijker. In het boek wordt ingegaan op de meetfouten en hun vereffening. Bij het hoogtemeten wordt naast het waterpasinstrument nu ook uitgebreid het gebruik van kwik- en aneroïde barometers behandeld. Hoogtelijnen op kaarten krijgen bijzondere aandacht. In een aanhangsel wordt fotogrammetrie besproken, waarbij camera's aan ballonnen een groot gebied kunnen overzien. Dit boek was van groot belang voor de opleiding van officieren, die een functie kregen bij de Topografische Dienst in Nederlands-Indië. Met name voor het trianguleren en waterpassen was deze kennis onontbeerlijk. Tal van officieren en ingenieurs werden door Schols in Breda of Delft opgeleid, voordat ze vertrokken naar de Oost.

Het boek **“Landmeten en Waterpassen”** door Buijsman werd in Batavia (Weltevreden) in 1917 uitgegeven.<sup>1062</sup> Eerst vindt een beschrijving van meetinstrumenten en hun toepassing plaats voor lengte- of hoekmetingen, zoals meetveer en meetketting, stappenteller, landmeterskruis, equerre, boussole en clinometer. Vervolgens wordt terreinopneming behandeld aan de hand van schattingen met gebruik van afpassen (met stappenteller) en kompas (boussole). Daarna worden de niveaus besproken, waarmee de horizontale en verticale afregeling plaatsvindt. Het adagium was steeds opmeten “van het grote naar het kleine” ofwel eerst een wijdmazig nauwkeurig primair net en daarna dat invullen met een fijnmazig net. Waterpasinstrumenten van verschillende fabricaten met hun verschillende afleesinrichtingen en hun gebruik krijgen bijzondere aandacht. Apart worden de hellingmeters of clinometers besproken. Gedetailleerde beschrijvingen van een groot aantal op dat moment beschikbare theodolieten (inclusief de boussole-theodoliet) geven inzicht in constructie en werking, met bijzondere aandacht voor eliminatie van aflees- en instrumentfouten. Trigonometrisch hoogtemeten volgt met de bespreking van de fouten, ontstaan door refractie, zoals straalbuiging en aardkromming of kimduiking (zoals dat toen genoemd werd). Het uitzetten van bogen, zoals voor spoorlijnen en wegen nodig is, wordt ook behandeld. Aan meetfouten en hun mogelijke verkleining en vereffening is veel aandacht besteed. Afstandsmetingen met hulp van de (stadia)lijnen in het oculair van een theodoliet of waterpasinstrument, in combinatie met een baak, bleken tot een afstand van honderd meter nauwkeuriger te zijn dan met een meetketting mogelijk was. Het gebruik van een planchet met een vizierlineaal of kijkerlineaal en kompas wordt uitgelegd. Voor het uitzetten van vaste hoeken van 45° en 90° of willekeurige hoeken worden allerlei hoekspiegels en prisma's behandeld. Hoekmetingen met sextant en zak- of doos-sextant met de eliminatie van parallax, indexfouten en instrumentfouten geven een beeld van de mogelijke nauwkeurigheid met deze instrumenten. Voor de oppervlaktemetingen op de tekeningen en kaarten werden planimeters gebruikt die hier ook beschreven zijn.

Het boek **“Landmeten, Waterpassen, Stroommeten”** van Wind uit 1920 behandelt instrumenten en methoden voor de beginnende bouw- en waterbouwkundigen.<sup>1063</sup> Ook hier komt eerst aan de orde het traditionele meten en uitzetten van rechte lijnen, met gebruik van een meetketting, meetlint of meetband en hoeken met een landmeterskruis, equerre, hoekspiegel of prisma. Het gebruik van de pantometer, de sextant en het planchet wordt weer behandeld, gevolgd door het uitzetten van gebouwen en bogen. Hoogtemetingen met waterpasinstrumenten krijgen veel aandacht. Voor Indië was de beschrijving van de theodolieten, afstandsmeters en boussole-instrumenten van belang. De beschreven hydrometrie richt zich op het meten van de stroomsnelheid in kanalen en rivieren.

Het boek **“Landmeten en Waterpassen”** van Zwiers is als beknopte handleiding uitgegeven, maar bevat een goed overzicht van de belangrijkste landmetersactiviteiten en -instrumenten.<sup>1064</sup> Er worden verschillende instrumenten besproken, die in Nederlands-Indië in gebruik zijn geweest. Voor gedetailleerde metingen en verstoringen door de atmosfeer en aardkromming wordt verwezen naar andere boeken op dit gebied.

<sup>1061</sup> Dr. Ch.M. Schols, *Landmeten en waterpassen*, (eerste druk 1878), herzien en vermeerderd door A.C.C.G. van Hemert en C. Nobel, (met een Atlas van 23 platen), zevende druk, (uitg. Koninklijke Militaire Academie, Breda 1901 negende druk in 1912).

<sup>1062</sup> H.J. Buijsman, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. Kolff, Batavia Weltevreden 1917).

<sup>1063</sup> F. Wind, *Landmeten, waterpassen, stroommeten*, (uitg. N.V. Uitgevers Maatschappij, voorheen Van Mantgem & de Does, Amsterdam 1920).

<sup>1064</sup> L. Zwiers, *Landmeten en waterpassen, beknopte handleiding* 1<sup>e</sup> druk 1904, 4<sup>e</sup> druk 1929, (uitg. “Kosmos” Amsterdam 1929).



Met name de schetsen en beschrijving van de meetinstrumenten geven een goed beeld van de stand van de techniek in de periode waarin de desbetreffende druk is uitgekomen. Ook hier worden eerst de eenvoudige lengte- en hoekmetingen besproken. Vervolgens komen instrumenten voor het uitzetten van rechte hoeken, zoals de hoekspiegels en prisma's aan de orde. Hoogtemetingen met eenvoudige en nauwkeurige waterpasinstrumenten worden beschreven. Sextant, planchet, theodoliet en tachimeter passeren de revue. Bijzondere aandacht is er voor boussole-instrumenten, die veelvuldig in Indië toegepast zijn. Het opmeten en uitzetten gaat in op de praktische toepassing bij de aanleg en bouw van infrastructuur. Veel aandacht wordt besteed aan het minimaliseren van meetfouten. Het is een nuttig overzicht in een klein handzaam formaat, waarbij de wiskundige beschouwingen beperkt zijn gehouden en de nadruk op de praktijk ligt.

Ook Duitstalige boeken over landmeetkunde, zoals de "**handboeken van Jordan**" werden in Indië gebruikt. Na de uitgave van de eerste band in 1888 zijn de handboeken steeds uitgebreid met nieuwe banden tot:

I	Mathematische Grundlagen, usw	1961*	IV1, IV2	Mathematische Geodäsie	1958*, 1959*
IA	Geländeformen, usw	1963*	IVB	Ländliche Neuordnung, Kartenbeilagen	1967*
II	Feld und Landmessung, usw	1963*	V	Astronomische und Physikalische Geodäsie	1969*
IIA	Geodätische Astronomie	1970*	VA	Gravimetrische Instrumente und Messmethoden	1967*
III	Höhenmessung/Tachymetrie	1956*	VI	Elektronische Entfernungsmessung	1966*
IIIA1, IIIA2, IIIA3	Photogrammetrie	1972*	* Bij deze boekdelen is steeds hun laatste uitgavejaar vermeld.		

Uit diverse publicaties van de Topografische Dienst blijkt dat van "Jordan" regelmatig gebruik gemaakt is. In dit standaardwerk werd veel wiskunde toegepast. De uitgave uit 1904 van Band I en II werd in 1910 in Nederlands-Indië al gebruikt. Het is een volumineuze verzameling boeken; de uitgaven van Band I uit 1920, Band II uit 1914 en Band III uit 1916 beslaan al bij elkaar bijna 2500 pagina's. Band I en II geven een goede indruk van de kennis rond 1930.<sup>1065</sup> <sup>1066</sup> De meeste onderwerpen worden nogal wiskundig behandeld. Toch werd aan het handboek grote waarde gehecht en zijn veel onderwerpen in het volgende handboek verwerkt.

Het "**Handboek der Landmeetkunde**" uit 1931, bewerkt voor Nederlands Oost-Indië door J.Th. Horstink, is het meest relevante en gedegen werk.<sup>1067</sup> Horstink had als kapitein bij de Topografische Dienst veel ervaring opgedaan bij de triangulaties en opnemingen in de archipel. Twee volumineuze delen, bij elkaar meer dan 800 pagina's beschrijven het hele terrein van trigonometrische metingen, topografische opnemingen en kartering in Nederlands-Indië. De beschrijving van geodetische en mathematische gegevens geeft een goed overzicht van de benodigde wiskunde, met name de goniometrie en foutenanalyse. Instrumentkunde behandelt alle tot 1931 gebruikte landmeetkundige meetinstrumenten en hulpmiddelen in Nederlands-Indië. Het minimaliseren van instrument- en afleesfouten door afregeling en meetmethoden wordt gedetailleerd beschreven. Triangulatie van lagere orde geeft aan de hand van vele voorbeelden de werkwijze in Nederlands-Indië weer. Veel aandacht wordt besteed aan nauwkeurigheid en vereffening van meetfouten. Trigonometrische hoogtemeting beschrijft de hoogtemeting in de tropen met een theodoliet. De correctie van meetfouten door de kromming van de aarde en refractie door de atmosfeer bij verschillende afstanden krijgt extra aandacht. Azimutsbepaling van hemellichamen als zon en sterren in de archipel met correctie voor refractie en instrumentfouten blijkt van wezenlijk belang voor positiebepaling. De behandelde polygoonmetingen met een theodoliet, boussole-theodoliet of bergboussole (boussole tranche-montagne), voorzien van een optische afstandmeter werden gebruikt in het Quartaire net (Q-punten) en voor controle van de triangulaties. Eveneens zijn polygonen beschreven voor het opmeten en in kaart brengen van wegen en spoorwegen over trajecten van honderden kilometers. Voor de verschillende uitgebreide berekeningen werd gebruik gemaakt van logaritmen, waarmee de vermenigvuldigingen en delingen omgezet werden in optellingen en aftrekkingen. Ook werd veelvuldig van mechanische rekenmachines gebruik gemaakt. Vervolgens beschrijft het boek detailmetingen en het in kaart brengen van het gevarieerde Indische landschap met bergen, vulkanen, rivieren en kusten, met bijzondere aandacht voor barometrische hoogtemeting, waterpassing en profielmetingen. Doordat in de beschouwde periode in Nederlands-Indië gebruik is gemaakt van verschillende kaartprojecties, zijn uitgebreid deze projecties en de transformatie van de ene naar de andere projectie beschreven. Voorbeelden zijn de Mercator-, Bonne- en Polyeder- projectie.

<sup>1065</sup> Dr. W. Jordan, *Handbuch der Vermessungskunde*, bewerkt door Dr. O. Eggert, (uitg. Metzler, Stuttgart 1914, 1916 en 1920, tot in 1972 herdrukt).

<sup>1066</sup> De latere uitgaven, bij elkaar 14 boeken met elk 700 tot 1000 pagina's, beschrijven elk detail van de landmeetkunde, maar niet van de hydrografie.

<sup>1067</sup> J.Th. Horstink, *Handboek der Landmeetkunde, bewerkt voor Nederlandsch Oost-Indië* door J.Th. Horstink (Kapitein van den Topografischen Dienst in Ned. Indië), Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).

Voor het Kadaster en de landrentebepaling was oppervlaktebepaling van groot belang. Voor wegaanleg en spoorwegaanleg was het uitzetten van bogen nodig. Rond 1931 was er al grote belangstelling voor fotogrammetrie, zodat aan de hand van kaarten en originele foto's de mogelijkheden en beperkingen getoond worden. Er zijn veel rekenmodellen en tabellen van de Topografische Dienst in het boek opgenomen.

Het "**Beknopt leerboek voor het landmeten en waterpassen in Nederlands-Indië**" van Hoedt en Jansen, waarvan de 1<sup>ste</sup> druk in Batavia kort voor 1928 en de 5<sup>e</sup> druk in Nederland in 1943 verscheen, heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de Indische praktijk.<sup>1068</sup> Rekening houdend met de beschikbare meetinstrumenten en opnamehulpmiddelen wordt de werking van de traditionele instrumenten met hun toegepaste meetmethoden beschreven. Extra aandacht wordt besteed aan de boussole-instrumenten, die veelvuldig in Indië in gebruik waren bij de Topografische Dienst, het Kadaster en bij de aanleg van wegen, spoorwegen en terreinen. De kaarten, oppervlakteberekeningen en Indische maten krijgen alle aandacht.

Het "**Leerboek der landmeetkunde voor het middelbaar en hoger technisch onderwijs en voor de praktijk**" van Schermerhorn en Van Steenis uit 1941 geeft eerst een overzicht van de geodesie op dat moment en gaat daarna in op kaarten met kort aandacht voor kartografie in Nederland, Nederlands Oost-Indië en België.<sup>1069</sup> Vervolgens komen onder algemene begrippen uit het landmeten onderwerpen aan de orde als: maatstelsels, coördinatenberekening, hoeken en richtingen, invloed van fouten en bepaling van punten. Daarna worden optische en mechanische onderdelen van instrumenten besproken. In een volgend hoofdstuk komt hoogtemeting aan bod. Daarin worden in deze editie nog vergelijkingsvlakken in Nederland (N.A.P.), België en Nederlands Oost-Indië behandeld. Het Indië-deel is afkomstig van Schepers (afkomstig uit Indië, sinds 1939 weer in Nederland); in de latere edities is dit (met de delen over België) weggelaten. De meetinstrumenten, hulpmiddelen, uitvoering en berekening bij het hoogtemeten krijgen ruim aandacht. Opnemingen, karteringen en oppervlaktebepalingen zijn volgende onderwerpen. Uitgebreid worden ook de theodoliet, de boussole en de meetmethoden, inclusief de foutenreducties besproken. Afstandsmetingen en tachymetrie zijn eveneens behandeld. Een hoofdstuk over fotogrammetrie geeft de stand van zaken op dat moment (is in latere edities uitgebreid). Tot slot komen onder "toepassingen der landmeetkunde in het maatschappelijk leven" bij het Kadaster, landmeetkundig werk in de weg- en waterbouwkunde, stedelijke diensten, hydrografie en geologische exploraties nog enkele onderwerpen aan de orde. Met ruim 500 pagina's is dit een uitvoerig Nederlandstalig werk, dat later nog tal van herdrukken heeft beleefd.

Het boek "**Landmeten en waterpassen**" van Schermerhorn en Van Steenis uit 1943 geeft een goed overzicht van de kennis, die voor bouwkundigen en waterbouwkundigen van belang was.<sup>1070</sup> Na een bespreking van algemene begrippen uit het landmeten, zoals de invloed van fouten in de metingen, coördinatenberekening en hoogtemetingen, worden onderdelen van instrumenten behandeld. Een groot aantal meetinstrumenten en bakens, gebruikt bij het waterpassen in Nederland wordt beschreven. Methoden van waterpassing en verkleining van meetfouten worden vergeleken. Onder situatiemeting, kartering en oppervlaktebepaling wordt aandacht besteed aan lengtemetingen en het uitzetten van lijnen met meetlijnen, hoekspiegels en prisma's. Onder kartering wordt het in kaart brengen van een terrein op basis van coördinaten bedoeld. Oppervlaktebepaling is zowel door berekening als door meting met een planimeter beschreven. De werking en het gebruik van enkele nieuwere theodolieten geven een goede indruk van de stand van zaken rond 1943. Voorbeelden worden gegeven van driehoeksmeting en polygoon (of veelhoeks)-metingen zoals toegepast in Nederland. Tot slot wordt aan het Kadaster aandacht besteed.

Het boek "**Landmeten en waterpassen**" van Van Leusen uit 1947 bevat veel details over meetinstrumenten, hun foutenbronnen en afregelingen of correcties.<sup>1071</sup> Voor het uitzetten van lijnen onder hoeken worden verschillende hoekspiegels, prisma's en de pantometer besproken. De meetketting wordt nog steeds van belang geacht voor lengtemetingen. Berekening en meting van oppervlakten worden uitvoerig besproken. Theodolieten, boussole-instrumenten, sextanten en waterpasinstrumenten krijgen ruim aandacht. Driehoeksmeting of triangulatie met berekeningen van coördinaten voor kartering laten de werkwijze zien om tot goede kaarten te komen. Polygoonmetingen met boussole-instrumenten worden ook behandeld.

<sup>1068</sup> G.E. Hoedt / Gerard Jansen, *Landmeten en waterpassen in Indië*, (uitg. Versluys, 5<sup>e</sup> druk 1943).

<sup>1069</sup> Prof. ir. W. Schermerhorn en ir. H.J. van Steenis: *Leerboek der landmeetkunde voor het middelbaar en hoger technisch onderwijs en voor de praktijk*, (uitg. N.V. Wed J. Ahrend & Zoon, 1<sup>e</sup> druk, Amsterdam 1941, uitg. Argus 3<sup>e</sup> druk, 's-Gravenhage 1953 en 4<sup>e</sup> druk, 's-Gravenhage 1964).

<sup>1070</sup> Prof. ir. W. Schermerhorn, ir. H.J. van Steenis, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. Ahrend & zoon, 1943).

<sup>1071</sup> H.J. van Leusen, *Landmeten en waterpassen*, 6<sup>e</sup> druk, (uitg. Waltman, Delft 1947).

Het waterpassen met de benodigde instrumenten, geeft een goed beeld van de werkwijze rond 1947. Afstandsmeting met dubbelbeeld en noniusbaak laat nieuwe mogelijkheden zien. Ook het uitzetten van cirkelbogen voor wegen en spoorwegen wordt beschreven.

Het boek “**Landmeten en waterpassen**” van Muller en Scheffer uit 1948 tenslotte, is het laatste boek uit de Nederlands-Indië periode.<sup>1072</sup> Het is een leerboek voor de MTS (later HTS) maar ook voor zelfstudie. De belangrijkste meetinstrumenten en hulpmiddelen worden besproken. Onder landmeten wordt verstaan het uitzetten van rechte hoeken met prisma's, lengtemeting met meetbanden, het uitzetten van bogen, het inrichten van terreinen en vaststellen van tracés voor de aanleg van wegen en kanalen. De theodoliet, boussole, sextant en hun gebruik bij polygoonmetingen en driehoeksmetingen komen aan de orde. Evenzo wordt aandacht besteed aan oppervlaktemetingen en -berekeningen. Ook hier worden de principes van voorwaartse en achterwaartse snijding (probleem van Snellius) behandeld. Dit wordt in alle genoemde boeken en op enkele websites uitvoerig beschreven. Onder waterpassen worden instrumenten en methoden voor hoogtemeting besproken. Verder wordt aandacht besteed aan oppervlaktemetingen, tachymetrie en fotogrammetrie.

Op het gebied van *hydrografie* zijn het vooral de twee gedegen boeken over **Hydrografisch opnemen** van het Ministerie van Defensie en de Marine uit 1938 en 1952 geweest die leidend waren. Ze beschrijven zowel de Nederlandse als Indische praktijk en zijn zowel in Nederlands-Indië als in Nederland jaren in gebruik geweest. Enkele eerder genoemde boeken bevatten ook hoofdstukken over hydrografie. Het boek **Hydrography** van De Jong e.a. uit 2008 beschrijft moderne hydrografische technieken, zoals die aan de TU Delft gedoceerd worden.

Na 1950 verschijnen er, naast algemene boeken op gebied van landmeetkunde of geodesie, steeds meer boeken die specifiek op één aandachtsgebied gericht zijn. Dat kan fotogrammetrie of refractie zijn maar ook meetinstrumenten, bijvoorbeeld theodolieten of afstandsmeters. Zie ook de literatuur in hoofdstuk 9.

Twee algemene studieboeken, die in Nederland gebruikt werden zijn: “**Praktische geodesie en topografie**” van Urbain I. van Twembeke uit 1986 en “**Inleiding Landmeetkunde**” van Alberda en Ebbinge met diverse drukken uit 2003-2006. Beide boeken geven een goede behandeling van de belangrijkste onderwerpen. Deze boeken werden zowel op de TU Delft als de HTS gebruikt, maar kwamen in Nederland en België voor bij vrijwel alle opleidingen in landmeten. Daarnaast geven collegedictaten, al dan niet gepubliceerd, nog een overzicht van de geodesiekennis in het onderwijs.

De artikelen in tijdschriften als: *Kadaster en Landmeten*, *Tijdschrift voor het Kadaster in Nederlands-Indië*, *Karthografisch Tijdschrift*, *Caert Thresoor*, *Tijdschrift van het KNAG en NGT Geodesia* geven de ontwikkelingen in het Nederlandse taalgebied. Daarnaast kunnen de internationale tijdschriften, zoals het genoemde *Photogrammetria* nog genoemd worden. Ook zijn tal van artikelen te vinden op internet, voor een snelle introductie in onderwerpen die van belang zijn voor geodesie. Het is duidelijk dat het geodesie-onderwijs veel aan de opgedane ervaring in Nederlands-Indië te danken heeft. De TU Delft is voortgekomen uit de opleiding landmeten en waterpassen, die later met hydrografie opgegaan is in de afdeling geodesie. Ook is de financiering van de Koninklijke Akademie mogelijk gemaakt door Indische bijdragen. Het grote aantal ingenieurs uit Delft, dat naar Indië is gegaan en deels later weer teruggekomen is heeft eveneens de opleiding in Delft beïnvloed.

## **Conclusies interactie van geodesie-activiteiten in Nederland en Nederlands-Indië**

Het is duidelijk dat de geodesie-activiteiten in Nederland en Nederlands-Indië nauw met elkaar verbonden waren en daarmee elkaar voortdurend beïnvloed hebben. Verbindende factoren waren de opleiding, studieboeken, voortgangs- en jaarverslagen, meetmethoden, instrumenten, congressen en uitwisseling van experts en bestuurders. Daardoor is de rol van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië bij de ontwikkeling van de geodesie in Nederland groter geweest dan tot heden werd verondersteld.

De volgende samenvatting laat zien dat het bij elkaar een uitgebreide verzameling Nederlandse, Engelse en Duitse boeken was, die beschikbaar was voor het geodesie-onderwijs. Hoewel de Nederlandse boeken een groot aantal onderwerpen behandelden waren de Duitse en Engelse boeken vaak gedetailleerder en daarmee uitgebreider. Daarmee is zowel de geodesie als het geodesie-onderwijs in Nederland en Nederlands-Indië in belangrijke mate beïnvloed. Dat geldt ook voor het grote aantal ingenieurs uit Delft, dat naar Indië is gegaan en teruggekomen is.

<sup>1072</sup> Ir. J.A. Muller en A. Scheffer, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. H. Stam, Haarlem 1948).



## Samenvatting gebruikte studieboeken

Gebruikte studieboeken en instructies voor de geodesie in Nederland en Nederlands-Indië in de periode 1800-1990 met de geometingen door triangulatie, landmeten en waterpassen, topografische opnemingen, fotogrammetrie, astronomie, hydrografie en kartering geven een goed beeld van de kennis en het niveau van de geodesie en geodesie-opleidingen. De rol van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië bij de ontwikkeling van geodesie in Nederland wordt hiermee direct onderbouwd. De belangrijkste instructies en boeken die in Nederland of Nederlands-Indië gebruikt werden en deels besproken zijn, zijn hieronder samengevat:

- C.R.T. Kraijenhoff, *Instructie voor de géographische ingenieurs*, (1808).
- Jacob de Gelder, *Beginnelsen der meetkunst* (o.a. platte en bolvormige driehoeksmetingen, veelhoeks- en veelvlakkige lichaamsmeting, theorie der transversalen in landmeten, geodesie, aardrijkskunde en sterrekunde, (uitg. de Gebr. van Cleef en B. Scheurleer junior, 's-Gravenhage en Amsterdam 1817).
- G.A. van Kerkwyk, *Over het waterpassen en het gebruik van den barometer tot het meten van hoogten*, (uitg. gebr. v. Cleef, 's-Gravenhage, Amsterdam 1828).
- G.A. van Kerkwyk, *Terreinleer* (vertaling uit het Duits van een bewerking van Dr. F.A. D'Etzel), (uitg. Broese & Comp., Breda 1838).
- G.A. van Kerkwyk, *Geodesie, wiskundige leercursus KMA*, (1e druk 1842, 2e druk 1847, 3e druk 1855, 4e druk, 1860, 5e druk 1865).
- Charles Davies, *Elements of Surveying and Navigation*, (uitg. A.S. Barnes & Co., New York 1854).
- Ph.Fr. de Siebold, P. Melvill de Carnbee, *Cosmographie, Observations Géo-hydrographiques* uit Le Moniteur des Indes-Orientales et Occidentales 1846-1847, (uitg. Belinfante Frères Den Haag, Staatsdrukkerij, Batavia 1847).
- Charles Davies, *Elements of Surveying and Navigation*, (uitg. A.S. Barnes & Co., New York 1854).
- J.R. Schmidt, *Beginnelsen der goniometrie en trigonometrie*, naar het Fransch door S.F. la Croix, 5<sup>e</sup> druk, (uitg. gebr. v. Cleef, 's-Gravenhage en Amsterdam 1856).
- Ch.M. Schols, *Over de aansluiting van een driehoeksnet van lagere orde aan een driehoeksnet van hogere orde*, (uitg. KMA, Breda 1881).
- P.J. Brandenburg, *Beginnelsen der Werkdadige Meetkunst* (met een Atlas van 18 platen), (uitg. De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1888).
- Plasschaert Sr., *Landmeten en waterpassen*, (uitg. P. Gouda Quint, Arnhem 1899).
- T. Baker, F.E. Dixon, *Land and Engineering Surveying*, 18th edition, (uitg. Crosby Lockwood and Son, London 1900).
- Dr. Ch.M. Schols, *Landmeten en waterpassen*, (eerste druk 1878), herzien en vermeerderd door A.C.C.G. van Hemert en C. Nobel, (met een Atlas van 23 platen), zevende druk, (uitg. Koninklijke Militaire Academie, Breda 1901).
- M. de Vos (landmeter van het Kadaster Leeuwarden), *Leerboek der lagere geodesie*, (uitg. J.B. Wolters, Groningen 1905).
- Dr. W. Jordan, en later bewerkt door Dr. O. Eggert e.a., *Handbuch der Vermessungskunde*, (uitg. Metzler, Stuttgart 1914 en 1920, tot in 1972 aangevuld).
- H.J. Buijsman, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. Kolff, Batavia Weltevreden 1917).
- Wind, *Landmeten, waterpassen, stroommeten*, (uitg. N.V. Uitgevers Maatschappij voorheen Van Mantgem & de Does, Amsterdam 1920).
- Wind, *Technische meetinstrumenten en hun gebruik*, handleiding terreinmeten, waterpassen, (uitg. N.V. Uitgevers Mij, Amsterdam 1920).
- Groothoff c.i., *Methode der kleinste vierkanten*, bewerkt naar het college van prof. H.J. Heuvelink, 2e druk, (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1914).
- Ir. W. Schermerhorn, *Geodesie* (naar het college van Prof. ir. Hk. J. Heuvelink), (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1922).
- J.L.H. Luymes, chef der afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, *De methode der kleinste kwadraten en hare toepassing bij de hydrographische triangulatie*, (uitg. Algemeene landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1923).
- Prof. ir. Hk. J. Heuvelink, *Zakboekje voor landmeten en waterpassen*, 4e druk, (uitg. L.J. Veen, Amsterdam 1926).
- Ir. A.J. van Staaen, c.i. en R. Montigel, verm. Ing. ir. J.A. Seesink Cleef, c.i., ir. L. Swaab, e.i., ir. B. Visman, e.i., *Technisch zakboek voor Nederlandsch-Indië*, (uitg. Boekhandel en drukkerij Visser & Co., Weltevreden – Bandung 1926).
- L. Zwiers, *Landmeten en waterpassen, beknopte handleiding*, 1e druk 1904 en 4e druk 1929, (uitg. "Kosmos", Amsterdam 1929).
- J.Th. Horstink (Kapitein van den Topografischen Dienst in Ned. Indië), *Handboek der Landmeetkunde*, bewerkt voor Nederlandsch Oost-Indië door J.Th. Horstink, Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).
- Ir. J.A.J. Grobden (leraar Middelbare Koloniale Landbouwhogeschool Deventer), *Waarschijnlijkheidsrekening, inleiding ten behoeve van de proefveldtechniek en de statistiek, het landmeten, de biologie, de natuurkunde enz.*, (uitg. Schriks, 's-Gravenhage 1940).
- A.C.J. Hof, *Landmeten, wenken en oefeningen voor het verrichten van eenvoudige metingen*, (uitg. P. Noordhoff N.V., Groningen 1941).
- G.E. Hoedt / Gerard Jansen, *Landmeten en waterpassen in Indië*, (uitg. Versluys, 5e druk 1943).
- Prof. ir. W. Schermerhorn, ir. H.J. van Steenis, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. Ahrend & zoon, 1943).
- Prof. ir. W. Schermerhorn, ir. H.J. van Steenis: *Leerboek der landmeetkunde voor het middelbaar en hoger technisch onderwijs en voor de praktijk*, (uitg. N.V. Wed J. Ahrend & Zoon, 1e druk, Amsterdam 1941, uitg. Argus 3e druk, 's-Gravenhage 1953 en 4e druk, 's-Gravenhage 1964).
- H.J. van Leusen, *Landmeten en waterpassen*, 6e druk, (uitg. Waltman, Delft 1947).
- Ir. J.A. Muller en A. Scheffer, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. H. Stam, Haarlem 1948).
- A.J.A. Meertens (civiel landmeter), *Landmeetkunde*, (uitg. Servire, Den Haag 1949).
- Prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz, J.M. Tienstra, *Kort overzicht der Kartografie*, (uitg. P. Noordhoff N.V., Groningen, Djakarta 1950).
- Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie*, (uitg. Servire, Den Haag 1951).
- R. Roelofs, *Astronomy applied to land surveying*, (uitg. N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam 1950).
- T. Baker, G.L. Leston, *Land and Engineering Surveying*, 26th edition, (uitg. The Technical Press, Londen 1935).
- David Clark, J.E. Jackson, *Plane and Geodetic Surveying for Engineers*, volume 2 Higher Surveying, (uitg. Constable, London 1973).
- Urbain I. van Twembeke, *Praktische geodesie en topografie, deel 1 metrologie*, (uitg. Acco, Leuven / Amersfoort 1986).
- W. White, R. Paul, *Basic Surveying*, (uitg. Butterworth Heinemann, 4e editie, Oxford 1999).
- J.E. Alberda, J.B. Ebbinge, *Inleiding Landmeetkunde*, 7e druk, (uitg. VSSD, Delft 2003-2006).
- D.J. Brouwer, *Handleiding tot de theoretische en praktische zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de hydrografie*, met platen en kaarten eerste deel en tweede deel, (uitg. J.C. Buissonjé, Nieuwediep 1864).
- *Hydrografisch opnemen*, (uitg. afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1938).
- *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1952).
- C.D. de Jong, I.A. Elema, G. Lachapelle, S. Scone, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2008).
- *Voorschrift voor de technische werkzaamheden bij den Triangulatiedienst*, (uitg. Algemeene landsdrukkerij 's-Gravenhage 1938).
- *Handleiding voor de technische werkzaamheden van het Kadaster (HTW)*, vastgesteld bij de beschikking van de staatssecretaris van financiën van 28 mei 1956, nr. 41, (uitg. Staatsdrukkerij 's-Gravenhage 1956).
- *Handleiding voor de Technische Werkzaamheden van het Kadaster (HTW)*, red. J. Polman, M.A. Salzman, (uitg. Kadaster, Apeldoorn 1996).

## 7 Conclusies

De conclusies die voortkomen uit dit onderzoek zijn gerelateerd aan kenmerkende *geometingen, personen en resultaten*. Die zijn nauw met elkaar verbonden en krijgen in dit hoofdstuk apart aandacht. Hier wordt eerst teruggekomen op de hoofdvraag en de daaraan verbonden deelvragen uit de inleiding, waarna de hypothesen worden besproken.

De in de inleiding gestelde hoofdvraag was:

*Wat is de rol, die de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië gespeeld heeft in de periode 1850-1950 voor de technische en organisatorische ontwikkeling van de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland?*

Met de activiteiten van Junghuhn, de gebroeders De Lange, Oudemans, Muller en Schepers nam de kennis toe van plaatsbepaling, triangulatie en hoogtemeting, gevolgd door topografische opnemingen voor het vervaardigen van kaarten in de tropen. De ervaring na de oprichting van de Topografische Dienst (TD) in 1874, met de vorming van aparte brigades voor triangulatie en opnemingen voor topografische kaarten en landrentekaarten, is voor de ontwikkeling van de geodesie in Nederland inspirerend geweest. De jaarlijkse voortgangsverslagen van de TD met meetresultaten, berekeningen, detailkaarten en kostenverantwoording kunnen als voorbeeld van gedegen rapportage beschouwd worden. Het gebruik in Indonesië van tal van Duitse en Nederlandse meetinstrumenten, geschikt of aangepast voor de tropen, zoals de waterpasinstrumenten van Becker en Buddingh en de boussoles tranche-montagne van De Koningh, leverde ook voor Nederland weer nuttige kennis en ervaring op.

De vervaardigde topografische kaarten in Indonesië stimuleerden de verdere ontwikkeling van kaarten in Nederland. Voorschriften, instructies en leerboeken, geschreven in Indië, waarin tropische ervaring verwerkt was, hebben ook een bijdrage aan de geodesie in Nederland geleverd. De zorgvuldige basismetingen op Java, Sumatra, Celebes en enkele kleine eilanden met het Repsold of Jäderin basismetapparaat en de vele triangulatiemetingen met vergelijkbare instrumenten als die in Nederland bij de Rijksdriehoeksmetingen werden gebruikt, hebben bijgedragen aan ervaring met geodetische metingen onder afwijkende omstandigheden. De eerste ervaringen, opgedaan met fotogrammetrie in Indonesië, hebben ontwikkelingen op dat terrein in Nederland gestimuleerd. Dat betreft zowel de technische, als de organisatorische ontwikkeling van de geodesie. Het verwerken van de grote hoeveelheid meetresultaten op statistisch verantwoorde wijze, zodat de resultaten zo nauwkeurig mogelijk werden, vergde gedegen kennis van versturende factoren en mogelijkheden voor het reduceren van hun invloed. De organisatie van de TD was door het beperkte aantal experts, de grote afstanden en de reismogelijkheden in de archipel aangepast, zodat met betrekkelijk geringe aantallen personeel toch grote prestaties geleverd werden. Een opname van gemiddeld 30 km<sup>2</sup> per persoon per maand was al gewoon. De TD had in 1905 nauwelijks 200 personen en in latere jaren niet meer dan 700 personen in dienst. Die werden dan wel aangevuld met lokale helpers voor transport van meetinstrumenten en proviand, maar dat waren hooguit enkele tientallen personen per brigade op tijdelijke basis. De opname werd uitgevoerd door militairen in vaste dienst. De uitwerking van meetresultaten vond plaats door burger- of militaire ingenieurs, ook in vaste dienst. Dit in tegenstelling tot India waar de opname door (tijdelijk) ingehuurd lokale krachten plaatsvond.

Het geodesie-onderwijs heeft ook veel te danken aan de opgedane ervaring met metingen in de tropen. Dat betreft vooral de invloed van de andere geologie (bergen en vulkanen) en het klimaat, de versturende factoren, de fotogrammetrie, de zwaartekrachtmetingen en de beperkte middelen om een groot gebied in kaart te brengen. Astronomische en radiografische plaatsbepaling, zoals op Sumatra en Borneo toegepast werd, was in die tijd nieuw. Dankzij radiotelegrafie na 1923 tussen Radio Bandung-Malabar en Radio Kootwijk kreeg Nederland een voorsprong met radiocommunicatie over grote afstanden, die ook weer van nut was voor geodetische metingen in Nederland. Experts die terugkeerden namen hun ervaring mee en werden soms adviseur van de regering of Topografische Dienst in Nederland of schreven leerboeken, gebruikt in het geodesie-onderwijs. Na de oprichting van de TH Bandung in 1920 vond uitwisseling van kennis en ervaring met de TH Delft plaats. Het aantal ingenieurs dat in Nederland of Indië opgeleid werd in landmeten en waterpassen nam aanzienlijk toe. Door de tropische ervaring in studieboeken en opleiding te verwerken, werden de geodesie-opleidingen in Nederland internationaler, waardoor afgestudeerden betere kansen op de internationale arbeidsmarkt kregen. De uitwisseling van wetenschappelijke kennis op gerelateerde terreinen zoals astronomie, meteorologie en fysica, heeft ook bijgedragen aan de technische kennis van de geodesie.

## 7.1 Conclusies, onderzoeksvragen en hypothesen

Het is duidelijk dat de beïnvloeding op geodesiegebied wederzijds was en dat zowel Nederland als Indonesië van elkaars ervaring geprofiteerd hebben door kennisoverdracht via rapporten, jaarverslagen en experts. De beantwoording van de deelvragen, die gerelateerd zijn aan de hoofdvraag, kan nu ook plaatsvinden:

a) *Hoe zag de geodesiekennis in Nederland en Indië eruit begin 19<sup>e</sup> eeuw en wat waren de voornaamste ontwikkelingen en kenmerkende periodes in de ca. 190 jaar die daarop volgden?*

De geodesiekennis was begin 19<sup>e</sup> eeuw beperkt tot landmeten en waterpassen bij militaire en civiele activiteiten voor waterwerken, bouwwerken, het Kadaster en de hydrografie-opnemingen op zee. Onder Franse en Engelse invloed ontstond behoefte aan betere kaarten. Zowel Franse als Engelse zeekaarten en zeemansgidsen bleken gedetailleerder en sneller beschikbaar te zijn. De voornaamste ontwikkeling van de geodesie in de 19<sup>e</sup> eeuw was kartering op basis van triangulatie, hoogtemeting en astronomische plaatsbepaling. Triangulatie, aanvankelijk gebruikt ter controle achteraf van topografische opnemingen, ging vanaf 1873 vooraf aan die opnemingen. Kenmerkende periodes waren 1800-1860 waarin de eerste triangulaties plaatsvonden, 1860-1910 waarin op basis van systematische triangulaties Java en een groot deel van Sumatra in kaart gebracht werden, 1910-1950 triangulatie, opneming en kartering van de buitengewesten en vervolgens 1950-1990 herstel van de oorlogsschade en verdere gedetailleerde kartering (zie ook Tabel 2-2).

b) *Wat was de historische en politieke context waarbinnen gewerkt moest worden? Wie waren de opdrachtgevers en wat waren hun drijfveren om in Indië tot goede kaarten te komen?*

In Indië waren handel, veiligheid, industrie en uitbreiding van steden, havens, wegen, spoorwegen en telecomverbindingen de belangrijkste drijfveren voor betrouwbare kaarten. Het gouvernement, militairen, bestuurders, kooplieden, planters, projectontwikkelaars en particulieren waren bereid hiervoor aanzienlijke fondsen beschikbaar te stellen. Zij gaven opdracht gebieden beter in kaart te brengen. Het cultuurstelsel was voor Nederland een belangrijke bron van inkomsten, terwijl later ook de landrente in belangrijke mate bijdroeg aan het Indische staatsbudget. Dat vergde goede kaarten van de cultuurgebieden. Van geheel andere aard waren de kaarten voor militaire doeleinden. De Java-oorlog, Padri- en Aceh-oorlog en onlusten op Celebes en Borneo hebben het kaartmaken versneld. Met het beëindigen van het cultuurstelsel in 1870, deels onder druk van nieuwe inzichten die leidden tot een "ethische politiek", kon een deel van de overschotten in Indië zelf besteed worden.

c) *Wat was het belang van kaarten bij de ontwikkeling in Indië van steden, wegen, havens, spoorwegen en telecomverbindingen en hoe hebben de kaarten daaraan bijgedragen?*

Uitbreiding van steden en infrastructuur vergde nauwkeurige kaarten. Tracés werden bepaald en vastgelegd met kaarten. Ontwerp, planning, kostenbegroting en uitvoering werden op basis van kaarten gedaan. De bevolking volgde ontwikkelingen aan de hand van kaarten. Er kwamen kaarten voor bedrijven, wetenschap, toerisme, reclame, kranten en tijdschriften. Thema-kaarten met bestuurs-, bedrijfs- en bevolkingsgegevens vonden gretig aftrek.

d) *Waaruit bestond de topografische verkenning, opneming en kartering van Indië? Welke methoden, meetinstrumenten, experts en organisaties waren bepalend? Welke disciplines waren van belang?*

Topografische verkenning bepaalde de plaats van triangulatie, die weer bepalend was voor de plaats van opneming. De TD koos methoden en meetinstrumenten geschikt voor tropische omstandigheden. Ingenieurs voerden triangulatie en vereffening uit, militairen gaven leiding aan opneming en kartering. Met eigen studie en opleiding werd kennis op niveau gebracht. De organisatie van de TD werd jaarlijks aangepast. Het aantal opnemingsbrigades varieerde en er kwamen nieuwe afdelingen voor kaartherziening, landrente-opneming en fotogrammetrie. Aan fysiek uithoudingsvermogen werden ook grote eisen gesteld.

e) *Wat waren de kosten en hoe werden topografische en hydrografische activiteiten en het in kaart brengen van de Indische archipel georganiseerd en gefinancierd?*

Als onderdeel van de militaire organisatie beschikte de TD over beperkte middelen. Omstreeks 1920 bestond de TD uit ca. 600 personen met totale jaaruitgaven van f 2,3 miljoen. Deze kosten waren in die tijd aanzienlijk. Na 1920 kon echter een groot deel weer in rekening gebracht worden (Kadaster en reproductie), zodat in 1925 de totale kosten gedaald waren tot f 665.000. De uitgaven vielen onder de Indische begroting. Overigens waren deze kosten gering in vergelijking met de overheidsuitgaven in Nederlands-Indië voor openbare werken (in 1925 ca. f 34 miljoen), waarbij de diensten van de Topografische Dienst gebruikt werden (zie **Annex 8.31**).



De totaalbedragen van overheidsuitgaven voor openbare werken in 1872-1940 waren havenwerken *f* 238 miljoen, irrigatiewerken *f* 100 miljoen, spoor- en tramwegen *f* 963 miljoen en telecomnetwerken *f* 122 miljoen, zodat de spoor- en tramwegen de grootste omvang en prioriteit hadden en daarna de havenwerken.

De uitgaven voor de TD als onderdeel van de militaire organisatie waren daarbij vergeleken gering, na aftrek van kosten voor derden, zoals reproductie en Kadaster, gemiddeld nog geen miljoen gulden per jaar.

f) *Hoe verhouden de resultaten van de topografische activiteiten in Nederlands-Indië zich tot overeenkomstige activiteiten in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Groot-Brittannië en India?*

De resultaten waren beter of vergelijkbaar met de overeenkomstige activiteiten in Europa en India, die door de TD gevolgd werden (zie hoofdstuk 5.6). Omgekeerd werden de resultaten in Nederlands-Indië ook door genoemde landen gevolgd aan de hand van TD jaarverslagen en rapporten, die ruim verspreid werden. In de jaarverslagen werd aan de hand van kentallen (zoals het aantal km<sup>2</sup> opgenomen per persoon per maand) gerapporteerd. Vergelijking vond ook plaats op basis van kosten per opgenomen en gekarteerde oppervlakte.

g) *Wat is de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië op de topografische opnemings, hydrografie en kartering in Nederland geweest?*

Zoals uit hoofdstuk 6 blijkt, is de invloed van de Nederlandse aanwezigheid in Indië op Nederland groot geweest, met name door de opgedane ervaring met nieuwe meetmethoden en verstorende factoren. Instructies en leerboeken, ontstaan tijdens de aanwezigheid in Indonesië en teruggekeerde experts met hun ervaring, hebben daaraan bijgedragen. Dit komt hierna bij conclusies over personen ook naar voren.

h) *Hoe was de verhouding en beïnvloeding tussen het geodetisch onderwijs in Nederland en Nederlands-Indië?*

De uitwisseling van geodetische resultaten, experts, docenten en studieboeken zorgde dat het niveau van het geodetisch onderwijs in Indië, zoals aan de TH Bandung, vergelijkbaar was met dat in Nederland. De wetenschapsgeschiedenis van de geodesie in Nederland heeft nauwelijks aandacht besteed aan de invloed van Nederlands-Indië, terwijl het onderzoek aantoont dat er een voortdurende wisselwerking was tussen ontwikkelingen in Nederland en in Indië. In de RGW en RCG werd regelmatig over Indië gesproken. Aangetoond is dat bestuurders als GG's en Ministers van Koloniën grote invloed hadden op de voortgang van de TD door hun prioriteiten en het beschikbaar stellen van middelen, inclusief personeel. De gehanteerde geodetische methoden en instrumenten waren aangepast voor de tropische omgeving. Zoals hoofdstuk 4 laat zien gold dat zowel voor de topografische opnemingen op land als de hydrografische opnemingen op zee. Hier werden nieuwe methoden en instrumenten met succes beproefd. Astronomische plaatsbepaling met hulp van chronometers en radiosignalen was pionierswerk. De vereffening van meetfouten vereiste gedegen kennis van foutenanalyse, bijvoorbeeld de methode der kleinste kwadraten. Nieuwe ontwikkelingen, zoals de fotogrammetrie, werden al in een vroegtijdig stadium uitgetoetst.

De laatste meetinstrumenten werden beproefd en soms op aanwijzing verbeterd. Veel aandacht werd besteed aan verstorende factoren, zoals refractie, en schietloodafwijkingen. Waar mogelijk werd ervoor gecorrigeerd of werd gezorgd dat hun invloed zo gering mogelijk was. De resultaten van de geodetische activiteiten in de vorm van triangulaties en kaarten waren omvangrijk. Java werd geheel op schaal 1:50.000 en voor een groot deel op 1:25.000 gekarteerd. Het Kadaster legde het onroerend goed vast in schalen van 1:1.000 of kleiner, terwijl door de hydrografische dienst zeekaarten en kaarten van binnenwateren vervaardigd werden. Een vergelijking van Nederlands-Indië met landen in Europa en India laat zien dat de resultaten van de opnemingen, triangulaties en karteringen overeenkwamen. Daar hebben de internationale studieboeken ook aan bijgedragen. Hoewel het werk van de Topografische en Hydrografische Dienst voor buitenstaanders niet altijd als spectaculair gezien werd, waren hun resultaten in de vorm van kaarten en atlanten dat wel. Met de groei van het aantal voertuigen en de toename van het aantal langeafstand reizen waren de kaarten zeer in trek. Ook toenemend toerisme heeft daaraan bijgedragen. De betere verbindingen, toenemende welvaart en interesse in archeologie en cultuur hebben het gebruik van kaarten gestimuleerd. De kwaliteit van kaarten nam toe, zowel in nauwkeurigheid, leesbaarheid als houdbaarheid. Omgekeerd hebben de resultaten in Indië ook de geodesie in Nederland verder ontwikkeld. In Nederland werden resultaten in Indië als voorbeeld op congressen of bij lustrums naar voren gebracht, men was in Nederland trots op wat voor groots daar verricht werd. Dat verhoogde ook de kwaliteit van het geodesiewerk in Nederland. Men kon toch niet t.o.v. de kolonie achterblijven. Er werd geleerd uit de ervaringen opgedaan in Indië, hoewel dat nauwelijks in de literatuur vermeld wordt. Het heeft lang geduurd voordat het werk in de tropen de waardering kreeg die het verdiende. De hypothesen uit hoofdstuk 1 kunnen nu vervolgens getoetst worden:

**Hypothese 1:** *Voor triangulatie, topografische opneming en kartering van Indië waren andere methoden en instrumenten nodig dan die in Nederland toegepast werden. Dat resulteerde in nieuwe werkwijzen, die ook weer bijgedragen hebben aan de verdere ontwikkeling van geodesie in Nederland.*

Zoals we gezien hebben werden door de andere geografie, cultuur en het klimaat de Europese methoden aangepast. De bergen en vulkanen, de luchtdrukveranderingen, de hogere temperaturen en vochtigheid resulteerden in andere triangulatie- en hoogtemetingen, met een andere refractie door de atmosfeer. Bij geodetische metingen werd rekening gehouden met schietloodafwijkingen en lokale veranderingen van de zwaartekracht. De opnemingen van uitgestrekte gebieden werden, afhankelijk van het belang en gestelde eisen, met verschillende kaartschalen en detaillering uitgevoerd; in sommige gebieden werd volstaan met schetskaarten. Veel aandacht werd besteed aan meetinstrumenten, die geschikt waren voor de tropische condities. Al vroeg werd in Indië fotogrammetrie toegepast, wat ook de toepassing in Nederland stimuleerde.

Het terrein dat verkend, opgenomen en gekarteerd moest worden verschilde aanzienlijk van Nederland. Aanvankelijk werd volstaan met astronomische plaatsbepalingen, waarvoor de beste astronomische instrumenten uit Nederland werden meegenomen. Toch bleek dat door bewolking en overvloedige regenval grote delen van het jaar de metingen daarvoor nauwelijks mogelijk waren, waarvoor in Nederland niet altijd begrip was (zie hoofdstuk 2.2.4). Junghuhn, de broers De Lange en Oudemans moesten nieuwe werkwijzen ontwikkelen en veel meer rekening houden met hoogteverschillen en variaties in luchtdruk, refractie, temperatuur en schietloodafwijkingen dan in Nederland. Ook waren de meetinstrumenten niet ontworpen voor tropische omstandigheden en was men voor herstel aangewezen op de beperkte aanwezige kennis. Toch was die kennis groter dan verondersteld wordt. Als voorbeeld kan genoemd worden de kennis van radiobuizen bij de Indische PTT, waarmee de kortegolf-zenders uitgerust waren. Defecte vacuümbuizen werden in het radiolab weer hersteld en vaak verbeterd voor langdurig gebruik in de tropische omgeving.

De triangulatie en opneming was aanvankelijk een militaire operatie met inschakeling van lokale krachten en week daardoor ook af van Nederland. Voortdurende verandering van militair personeel door promoties of ziektes en wisselende beschikbaarheid van noodzakelijke ondersteunende lokale helpers belemmerden vaak de voortgang. De risico's bij het werk waren ook aanzienlijk groter dan in Nederland en vervanging van experts kostte soms veel tijd. Improvisatie, doorzettingsvermogen en een ambitie om nieuwe kennis zich eigen te maken speelden een belangrijke rol (zie hoofdstuk 2.2.4 en hoofdstuk 5.1.1). Aanvankelijk waren nog geen voorschriften voor het uitvoeren van de geodetische metingen beschikbaar. Handleidingen en instructies voor het personeel moesten zelf vervaardigd worden. Ondanks dat uitgezonden Nederlandse ingenieurs en militaire experts een gedegen opleiding aan de Koninklijke Akademie, Polytechnische School, KMA of Marineschool kregen, volgden en bestudeerden ze in Indië de laatste geodesie-literatuur. Een voorbeeld zijn de handboeken van Jordan, die ook in Nederland gebruikt werden. Dat resulteerde soms in andere oplossingen, zoals de genoemde Schreiber-methode om voor de gewenste nauwkeurigheid bij triangulaties het optimale aantal hoekmetingen te kiezen.

In Nederland werden voorschriften voor technische werkzaamheden bij de triangulatiedienst pas in 1938 uitgegeven, hoewel al door Kraijenhoff in 1808 een "Instructie voor de géographische ingenieurs" uitgebracht werd. De experts in Indië volgden ook nauwgezet de ontwikkelingen in het buitenland. Naast Nederland bestudeerden ze nieuwe werkwijzen en meetinstrumenten, gebruikt in Frankrijk, Duitsland, Groot-Brittannië en India. Vooral India werd gevolgd (zie ook hoofdstuk 5.6.5). De meeste meetinstrumenten kwamen uit Duitsland, enkele uit Nederland, Engeland en Frankrijk. De meetmethoden werden ook aangepast voor de tropische omstandigheden. Triangulaties en hoogtemetingen werden steeds vaker 's nachts uitgevoerd om minder last te hebben van stof en ondulatie.

De gekozen aandachtsgebieden uit hoofdstuk 3 laten zien dat stedenbouw, de aanleg van havens, irrigatie, wegen, spoorwegen en telecomverbindingen voor de landmeters nieuwe uitdagingen creëerden. Civiele werken voor waterbeheersing bij bandjirs en irrigatie vergden nauwkeurige kaarten, gebaseerd op triangulaties en hoogtemetingen. De goede samenwerking tussen de Topografische Dienst, Burgerlijke Openbare Werken (BOW) en later het Departement van Gouvernementsbedrijven heeft daaraan in belangrijke mate toe bijgedragen. Dat gold eveneens bij de aanleg van spoor- en tramwegen voor de routeverkenningen en tracé-keuzen. De nieuwe werkwijzen in Indië hebben door publicaties in jaarverslagen van de TD en naar Nederland teruggekeerde experts, waarvan enkele hoogleraar werden, bijgedragen aan de verdere (wetenschappelijke) ontwikkeling van geodesie in Nederland (zie ook hoofdstuk 1.3).

**Hypothese 2:** *De topografische en hydrografische opneming en kartering van de Indische archipel, waarover uitgebreid gerapporteerd is, heeft significant bijgedragen aan de aanzienlijke positie van Nederland op geodetisch gebied.*

Nederland met Nederlands-Indië was na Groot-Brittannië lange tijd de grootste koloniale mogendheid op aarde. Tot de komst van de radioverbindingen in 1923 was Nederland voor communicatie afhankelijk van Groot-Brittannië. Die werd voor 1880 bepaald door de zeevaart en daarna eerst door de Engelse zeekabels voor telegrafie en in de 20<sup>e</sup> eeuw zeekabels voor telefonie. Internationaal was veel belangstelling voor de Nederlandse langeafstand radioverbinding, die op dat moment één van de meest geavanceerde ter wereld was.

De resultaten van de topografische en hydrografische opnemingen in de uitgebreide Indische archipel trokken internationaal de aandacht. Uit publicaties en presentaties op congressen werd de voortgang nauwgezet gevolgd, zelfs de “bijdragen van gemengden aard” in de jaarverslagen van de TD over het land, de cultuur en de natuur werden vertaald; stopzetting daarvan leidde dan ook tot internationale protesten. Er ontstond uitgebreide internationale correspondentie. Dat was ook het geval op andere terreinen van wetenschap. Als eerste kunnen de aanverwante gebieden genoemd worden, zoals gravimetrie, astronomie, meteorologie, fysica, geologie en vulkanologie. Maar ook genoot Nederland aanzien door bijdragen op het gebied van baggeren, irrigatie, bruggenbouw, mijnbouw, radiocommunicatie, tropische geneeskunde, archeologie, antropologie, taalkunde, Aziatische kunst, Hindoeïsme en de Islam. In al deze gebieden werden topografische of thema-kaarten gebruikt. Zo werd internationale ervaring op een breed terrein opgedaan, die later ook in andere landen van pas kwam.

De internationale positie van Nederland werd door Indische activiteiten versterkt. Met een groot land als Nederlands-Indië met een diversiteit aan problemen en uitdagingen was Nederland interessant en kreeg het veel aandacht. Bijdragen aan congressen en tijdschriften hebben Nederland en Nederlands-Indië “op de kaart” gezet. Een internationale oriëntatie ontstond op het gebied van geodesie, topografie en kartografie. Ontwikkeling van ingenieurswetenschappen in de tropen werd enorm gestimuleerd. Wetenschappelijke bijdragen werden in veel landen gevolgd en gerespecteerd. Vergelijking met ontwikkelingen in Frankrijk, Nederland, Duitsland, Groot-Brittannië en India laat zien dat de resultaten in Indië zeker niet onderdeden voor vergelijkbare resultaten aldaar. In veel gevallen heeft het in kaart brengen sneller, efficiënter en tegen lagere kosten plaatsgevonden. De inkeer eind 19<sup>e</sup> eeuw tot een “ethische benadering” van bestuur en ontwikkeling heeft niet het aanzien van het koloniale optreden sterk kunnen verbeteren. Helaas was het “afscheid van Indië” niet zoals velen achteraf gewent hadden. De banden tussen Nederland en Indonesië zullen echter nooit verbroken worden, daarvoor is 400 jaar te lang geweest.

Door Nederlands-Indië is de internationale oriëntatie van Nederland sterk gestimuleerd. Dat geldt in eerste instantie op gebieden in de tropen waar vergelijkbare situaties en ontwikkelingen zich voordeden als in Nederlands-Indië. Dat waren ontwikkelingen in civiele techniek waaraan baggeren, aanleg van havens, sluisen, waterkeringen, irrigatie, bruggen en later ook off-shore werkzaamheden nauw gerelateerd zijn. Deze technische werkzaamheden gingen gepaard met topografische en hydrografische opneming en kartering voor ontwerp en plaatsbepaling. De belangstelling van technische deskundigen voor internationaal werk was al gestimuleerd door jarenlange oriëntatie op het buitenland door handel en ontwikkelingssamenwerking.

Ook na de overdracht hebben Nederlandse experts nog lang in Indonesië gewerkt aan ontwikkeling van infrastructuur, inclusief wegen en telecommunicatie. De naam die Nederland op internationaal gebied door Indonesië verkregen heeft is met de opgedane ervaring en verkregen resultaten nadien versterkt op tal van terreinen. De pioniersgeest, opleiding, talenkennis en belangstelling voor vreemde culturen kwamen daarbij goed van pas. Voor veel experts was Nederland te klein, zij hadden grotere uitdagingen nodig en voelden zich thuis in internationale bedrijven en onderzoekinstellingen. Dat bleek ook al in 1957 toen de Nederlanders Indonesië moesten verlaten. Velen vestigden zich niet in Nederland maar in landen als Zuid-Afrika, Amerika, Canada, Australië en Nieuw-Zeeland en onderhielden hun internationale contacten. De wereld was hun werkterrein.

Door het cultuurstelsel (1830-1870) is ca. 840 miljoen gulden als batig slot naar Nederland overgemaakt. Daarmee werd in die periode gemiddeld jaarlijks een derde van de Nederlandse begroting ondersteund. Zo was het mogelijk hiermee de spoorwegen in Nederland te financieren. De Koninklijke Akademie in Delft, met de opleiding van Indische ambtenaren, werd grotendeels betaald uit de Indische begroting. De vaste Indische bijdragen aan de Nederlandse begroting stopten na 1875, aangezien het geld nodig was voor de Aceh oorlog (1873-1914) en de aanleg van spoorwegen op Java en Sumatra.



De topografische activiteiten van de TD, als onderdeel van de militaire organisatie, werden evenals het KNIL betaald door Nederlands-Indië. De teruglopende cultuuropbrengsten werden voor een deel in Indië gecompenseerd door de toename van de landrente en belastingen op particuliere bedrijven. De bouw van steden en infrastructuur in Indië is de ontwikkeling van Nederland ook ten goede is gekomen. Ondanks het verlies van Indië na WO II heeft de Nederlandse economie er niet erg onder geleden. De welvaart is na 1949 alleen maar toegenomen.

Het geodetische onderwijs omvat drie aspecten: ten 1<sup>e</sup> de mathematische geodesie gericht op de utiliteit bij het vervaardigen van kaarten en het aanleggen steden en infrastructuur, ten 2<sup>e</sup> de geografie of aardrijkskunde, waarin (de vormgeving van) het landschap, mens en milieu met fysische en sociale aspecten centraal staat, en ten 3<sup>e</sup> de regionale of lokale studies, waarin ook aandacht gegeven wordt aan de historische context. Hierbij moet het grote belang van de geodesie en geografie bij de natievorming onderkend worden. Veel kaarten zijn ontstaan na calamiteiten, tijdens oorlogen of gewenste uitbreidingen van steden en infrastructuur. Deze aspecten zijn nauw met elkaar verbonden en hebben daarom in dit onderzoek uitgebreid aandacht gekregen. Bijzondere aandacht wordt gegeven aan de koloniale aspecten van de geodesie. De Britten hebben het over "Imperial geography", waarin ook "Imperial cartography" opgenomen is. Dat kwam vooral bij het streven naar een koloniale eenheid tijdens de Britse veroveringen in India bij de GTS naar voren, maar heeft ook invloed gehad bij de koloniale activiteiten in Afrika. "Geography" omvatte in de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw, behalve aardrijkskunde, ook de kennis over maten en gewichten, de geodesie en kartografie. De plaatsafhankelijkheid en historische context van de "geography" zoals Withers heeft aangegeven, wordt hiermee benadrukt.<sup>1073</sup> Als zodanig is de geschiedenis van de geografie en de geodesie in het bijzonder een wezenlijk onderdeel van wetenschapsgeschiedenis en natievorming en heeft zij geleid tot paradigma-veranderingen.<sup>1074</sup> Naast de geodetische activiteiten, resulterend in betrouwbare kaarten, hadden ook andere aspecten invloed op natievorming, zoals de volkstellingen en musea die in hoofdstuk 6.2.4 beschreven zijn.

Ontwikkelingen op de gebieden van hydrografie, fotogrammetrie, tachymetrie, kartografie en versturende factoren bij geodetische metingen in een tropische omgeving hebben geleid tot toenemende kennis, die voor Nederland ook tot verbeteringen heeft geleid. Geodesie-onderwijs in Nederland heeft hiervan kunnen profiteren. Internationaal bekende handboeken en studieboeken, zoals de genoemde boeken van Jordan, hebben tussen 1880 en 1950, zowel in Nederland als in Indonesië, bijgedragen aan het geodesie-onderwijs en de geodesiepraktijk en daarmee de uitwisseling van resultaten op basis van gestandaardiseerde meetmethoden vereenvoudigd. Grote aantallen ingenieurs en officieren, opgeleid voor Indië in Delft, Breda of bij de Marine hebben dit onderwijs doen groeien en verbeteren. Dat gold ook door teruggekeerde experts.

De interactie tussen geodesie in Nederland en Indië droeg bij aan de behaalde resultaten in beide landen. De breedte van dit onderzoek heeft verbanden zichtbaar gemaakt, die aanvankelijk niet zo duidelijk waren. "Indonesië op de kaart" geeft daarmee een completer beeld van de geodesieontwikkeling. De drie terreinen, die gekozen zijn om het belang en ontstaan van kaarten te onderzoeken: *steden en openbare werken*, *spoorwegen en tramwegen*, en *telecomverbindingen*, hebben daar in belangrijke mate aan bijgedragen.

Na het uitkomen van de boeken van De Jong over Nederlands-Indië in 1984-1986, zijn lange discussies gevoerd over de Nederlandse rol in Indië. Hieruit bleek dat veel deskundigen tegenstrijdige meningen hadden over de waardering van die rol.<sup>1075</sup>

Zoals Fasseur en Van den Doel aangeven kan het koloniale verleden beter onbevangen en met een zekere verwondering benaderd worden, zodat hiervan een genuanceerd beeld kan ontstaan.<sup>1076</sup> Het zijn niet alleen oorlog en geweld geweest, maar ook ontwikkeling en bescherming van de bevolking. Naast de politiek van "verdeel en heers" waren er ook pogingen verschillende volken samen te brengen tot één staat, waar het vervaardigen van kaarten van de archipel ook aan bijgedragen heeft. Het onderdrukken van initiatieven voor verdere ontwikkeling van de bevolking en het westerse superioriteitsbesef, heeft niet voorkomen dat veel lokale experts werden opgeleid door de Topografische Dienst en later door de TH Bandung. Daarmee worden zeker niet wandaden of kolonialisme gerechtvaardigd, maar wordt meer ruimte gegeven aan verwondering.

<sup>1073</sup> Charles W.J. Withers, *Geography, Science and National Identity, Scotland since 1520*, (uitg. Cambridge University Press, Cambridge 2001).

<sup>1074</sup> Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, (uitg. The University of Chicago Press, Chicago 1962, 1970), Nederlandse vertaling: *De structuur van wetenschappelijke revoluties*, (uitg. Boom Meppel 1972).

<sup>1075</sup> Dr. L. de Jong e.a., *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*, deel 14 Reacties, (uitg. SDU, 's-Gravenhage 1991), p. 725-927.

<sup>1076</sup> H.W. van den Doel, *Het Rijk van Insulinde: Opkomst en ondergang van een Nederlandse kolonie* in Epiloog. (uitg. Prometheus, Amsterdam, 1996).

## Concluderende opmerkingen

1. Nederland zag in Indië omstreeks 1840 het belang van kaarten vooral in voor de handel, het bestuur, de landbouw, de ontwikkeling van de bevolking en voor de landrentebepaling voor het innen van belasting.
2. Dankzij het batig slot door het cultuurstelsel heeft Indië een grote bijdrage voor de aanleg van de spoorwegen en droogleggingen in Nederland geleverd. De totale bijdrage aan de Nederlandse schatkist in de 19e eeuw wordt nu op ruim f 840 miljoen gesteld. Met het teruglopen van het batig slot na 1870 werden de opbrengsten uit landrente-opnemingen belangrijker. De beschikbaarheid van actuele detailkaarten was daarvoor nodig.
3. Voor de bouwprojecten in Indië voor infrastructuur, met name wegen, kanalen, havens, bruggen en spoorwegen, maar ook voor verdedigingswerken, kerken, woningen en openbare gebouwen werden uitgebreide landmetingen verricht en gedetailleerde kaarten gemaakt, voordat met de bouw gestart werd.
4. Een goed beeld over hoe Indonesië op de kaart gekomen is, vereist een gedegen kennis van de bevolking, de cultuur, het bestuur, de machtsverhoudingen, de bestaansmiddelen en de ontwikkeling van infrastructuur.
5. De noodzaak van nauwkeurige kaarten op zo groot mogelijke schaal werd al vroeg onderkend. Dat kreeg hogere prioriteit na onlusten, oorlog of wanneer wegen, havens, spoorlijnen of telecomverbindingen aangelegd moesten worden.
6. In de technisch-academische opleiding in Nederland in de 19e eeuw speelden landmeten en geodesie een dominante rol. Veel ingenieurs werden in Delft opgeleid in landmeten en geodesie. Tot 1800 was landmeten de enige geadmitteerde en daarmee de enige gediplomeerde ingenieursopleiding. Landmeters voor Nederlands-Indië werden in Nederland aan verschillende instellingen opgeleid.
7. De Nederlandse werkwijze was niet direct bruikbaar in Indië. Het berglandschap met vulkanen, de ondoordringbare bossen en moerassen, het klimaat met hevige regens, de hogere luchtvochtigheid en temperatuur vroegen om een specifieke werkwijze. De toegepaste triangulatie verschilde; er waren geen kerktorens voor triangulatie zoals in Nederland. Er was een gelaagde atmosfeer, die ogenschijnlijk stabiel was en er waren schietloodafwijkingen, waarmee rekening gehouden moest worden.
8. Dankzij een ongelofelijke inzet, door zowel inlandse als buitenlandse (veelal Europese) topografische opnemers, werden in Indië resultaten behaald, die uitstegen boven die in vergelijkbare gebieden elders.
9. Voor een belangrijk deel lag de motivatie van de experts in de interesse, de uitdaging door de prestatie en de fascinatie van het werk, met nieuwe technieken, resultaten en perspectieven voor ontwikkeling. Het loon bij de Topografische Dienst was meestal lager dan bij een particuliere onderneming.
10. Tot 1860 werd bij het karteren geen kaartprojectie toegepast. Vanaf 1865 werd de Bonne-projectie gebruikt en na 1875 de polyeder-projectie, die ook in Duitsland wel toegepast werd. De keuze voor een andere projectie op Java heeft grote gevolgen gehad. Veel residenties moesten worden herzien.
11. Hoe nauwkeurig chronometers ook waren, de lengtegraad werd in Indië pas betrouwbaar gemeten met telegrafiesignalen. Met gebruik van theodolieten en radiosignalen van Radio Malabar werd pas vanaf 1923 overal nauwkeurige en juiste plaatsbepaling mogelijk.
12. De Topografische Dienst in Indië gebruikte internationale kennis en ervaring bij het opleiden van experts. Experts maakten gebruik van de laatste literatuur in het Nederlands, Duits, Engels en Frans. Ze waren vaak lid van gerenommeerde instituten en verenigingen en soms correspondent van internationale tijdschriften.
13. Er werd zeer uitgebreid en gedetailleerd jaarlijks aan de regering gerapporteerd over voortgang en behaalde resultaten. Dat vereiste, zowel voor de rapporteurs als de lezers, experts met inhoudelijke kennis van zaken.
14. Geografie en historie zijn nauw aan elkaar gerelateerd. Een geografische beschrijving kan niet los gezien worden van een historische context, terwijl bij een historische beschrijving kennis van de geografie onontbeerlijk is.
15. Als Nederlands-Indië, vooral het koloniale verleden, nu in het Nederlandse nieuws is wordt er zelden positief over gesproken. Het lijkt of de collectieve schaamte de overhand heeft. Zo is er nauwelijks aandacht voor de prestaties en offers, die zowel door de lokale Indonesische bevolking, als de Europese en lokale experts geleverd zijn bij het in kaart brengen van de archipel. "Indonesië op de kaart" is ook een eerbetoon aan deze mensen en hun inzet.

## 7.2 Samenvatting en conclusies geometingen

De gebieden, waaraan in dit onderzoek aandacht besteed is, omvatten een breed terrein aan disciplines. Dat past ook bij de taken waar de experts in Nederlands-Indië of Indonesië zich voor gesteld zagen. Specialisatie is geleidelijk toegenomen, bovendien waren nauwelijks specialisten beschikbaar of konden ze, mede door de afstand en beschikbare middelen, geraadpleegd worden. Zoals we gezien hebben is de terminologie ook in de loop der tijd veranderd. Terugkomend op de voorgaande hypothesen en deelvragen, kunnen aan de hand van de belangrijkste geometingen nu de volgende conclusies getrokken worden.

### Astronomische waarnemingen: navigatie en plaatsbepaling

De kennis van astronomie was begin 19<sup>e</sup> eeuw in Nederland al ver gevorderd. Gestimuleerd door de noodzaak en praktijk, opgedaan bij navigeren op VOC-schepen, ontstonden scholen en leermiddelen, die zowel op zee als op land nauwkeuriger navigatie en plaatsbepaling mogelijk maakten. Dit was een eerste rol van de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië, die bijdroeg aan de geodesiekennis in Nederland. De Franse en Engelse invloed tijdens het bestuur begin 19<sup>e</sup> eeuw in Indië, heeft ook een bijdrage geleverd aan nauwkeuriger navigatie en plaatsbepaling. De toegang tot betere navigatie en plaatsbepalingmethoden, gebruik van betere instrumenten, zoals sextant en chronometer en het gebruik van nauwkeuriger kaarten en zeemansgidsen, hebben de veiligheid op zee verbeterd.

### Triangulatie en hoogtemeting; landmeten en waterpassen

De noodzaak om de nauwkeurigheid van kaarten te verbeteren ontstond onder druk van het gouvernement en de bestuurders, die zich geconfronteerd zagen met onlusten en oorlogen, waarbij het gebrek aan goede kaarten pijnlijk voelbaar werd bij nederlagen en gebrachte offers aan Nederlandse zijde. Een wiskundige basis bleek nodig, waarvoor triangulatie en hoogtemeting de beste oplossing bleek. Hoogtemeting was ook van belang voor het aanleggen van irrigatiewerken, de waterhuishouding en de juiste bepaling en reductie van triangulatiepunten, zoals op bergtoppen en vulkanen. Het ontwerp en de bouw van infrastructuur en steden met verdedigingswerken, havens, pakhuizen, woningen, kerken, irrigatie, plantages, fabrieken etc. vergden grootschalige kaarten.

Zowel het Kadaster als de topografische dienst pasten, net als in andere landen, al vroeg hierbij het landmeten en waterpassen toe. In Indië droeg de aanwezigheid van bergen en vulkanen, de noodzaak tot waterbeheersing bij woeste rivieren, overstromingen en de bevoeiing van gelaagde rijstvelden (sawah's) bij aan kennis op dit gebied in Nederland. Voor de triangulatiernetwerken, als basis voor het vervaardigen van nauwkeurige kaarten, werd uitgebreid van landmeten en waterpassen gebruik gemaakt. Bij vulkanen en bergachtige gebieden werd meestal volstaan met barometrische hoogtemeting. De TD gebruikte een groot aantal meetinstrumenten. Ook voor andere diensten, zoals het boswezen en de spoorwegen, werden de instrumenten onderhouden.

### Fotogrammetrie

Aandacht voor fotogrammetrie ontstond in NI door de ontoegankelijkheid van gebieden in Nieuw-Guinea en de binnenlanden van Sumatra en Borneo. In Nieuw-Guinea waren door de verstrekte exploitatieconcessies aan de NNGBPM ook fondsen beschikbaar voor luchtfotografie-opnemingen. Eerder dan in Nederland werden proeven ondernomen om de bruikbaarheid van fotogrammetrie voor het vervaardigen van kaarten te onderzoeken. Hoewel de fondsen beperkter waren en de gebieden groter, werd al snel ingezien dat hier belangrijke besparingen te verwachten waren. Mede door de opgedane ervaring in de archipel, werd de ontwikkeling in Nederland gestimuleerd. Daar hebben de ervaringen in WO II van de geallieerden ook toe bijgedragen. De snelheid, waarmee kaarten gemaakt werden, zij het aanvankelijk met geringere nauwkeurigheid, heeft toepassing van fotogrammetrie wereldwijd versneld. Het ITC in Nederland heeft daarin een voortrekkersrol gespeeld, wat deels ontstaan is uit de Nederlandse aanwezigheid in Indië. In dit verband kan de leidende rol van Schermerhorn na WO II genoemd worden.

### Hydrografie

De geïntroduceerde kennis van Franse en Engelse opnemingsmethoden in Indië hebben de Nederlandse werkwijzen verbeterd en versneld. Wetenschappelijke expedities zoals Siboga, Snellius I en II hebben kennis van dieptemetingen, dreggen en onderzoek naar zeestromen in tropische wateren met hun biologische samenstelling vergroot. De Nederlandse aanwezigheid in Indië door onderzoek, transport en handel heeft zodoende ook aanzienlijk aan de internationale hydrografie kunnen bijdragen.



## Statistische gegevensverwerking en vereffening

Door de Topografische Dienst in Nederlands-Indië is veel aandacht besteed aan statistische gegevensverwerking en vereffening. Regelmatig werd daarover in jaarverslagen gerapporteerd. De meetresultaten werden voorzien van een analyse van de meetnauwkeurigheid. Zo mogelijk werd de grootte van de middelbare fout of standaarddeviatie bepaald en vergeleken met elders behaalde resultaten. De aandacht voor nauwkeurigheid van waarnemingen kwam regelmatig naar voren. Dit kwaliteitsaspect benadrukt de zorgvuldigheid waarmee gewerkt werd. De regels voor vereffening van meetresultaten waren gebaseerd op wat toen internationaal gebruikelijk was. De daarmee opgedane ervaring over grote gebieden heeft ook bijgedragen aan de instructies in Nederland, zoals de HTW's voor het Kadaster en de Topografische Dienst.

## Verstorings bij geometingen: refractie, klimaat, omgeving, zwaartekracht en schietloodafwijkingen

Refractie bleek de belangrijkste beperking van de nauwkeurigheid bij geodetische metingen te zijn. De refractie in de tropische omgeving was anders dan in Nederland. Door uitgebreide metingen werden voor Indië de afwijkende parameters bepaald. De aandacht voor refractie in Nederland is er wel door toegenomen, getuige de bijdragen aan in Nederland of elders georganiseerde congressen en symposia. In de archipel waren geheel andere meteorologische en geografische condities aanwezig dan in Nederland door diepe zeetroggen, bergen en vulkanen, seismische en vulkanische activiteit, uitgestrektheid en ligging op de evenaar. Dit heeft het aandachtsgebied van geodesie in Nederland aanzienlijk verbreed. Bepalend was ook de beschikbaarheid van relatief goedkoop personeel en de lange ervaring in een tropische omgeving. Bepaling van de zwaartekracht heeft wereldwijd veel aandacht gekregen door de metingen van Vening Meinesz in zijn onderzeebootreizen naar Indië. Publicaties over geodetische metingen in India en Indonesië trokken wereldwijd de aandacht van landmeters en geodeten. Op congressen over dit onderwerp kreeg Nederland door de opgedane ervaring grote belangstelling. Schietloodafwijkingen speelden in Indië een grotere rol dan in Nederland. De afwijkingen waren groter, terwijl er ook meer aandacht aan besteed werd. Het onderwerp kreeg regelmatig aandacht in publicaties en congressen. Door Nederlandse zwaartekrachtbijdragen werd er wereldwijd meer aandacht aan gegeven.

## Kaartprojecties, topografie en kartografie

De ervaring, opgedaan met kaartprojecties in Indië, heeft ook bijgedragen aan een betere kennis op dit gebied. De ongeschiktheid van de Bonne-projectie, die ook in Nederland gebruikt werd, en het gebruik van residentiegrenzen voor de kaarten heeft tot nieuwe projecties geleid, zoals de polyeder-projectie, waarbij fouten bij de weergave op de kaart van de archipel zo weinig mogelijk opvielen of verstorend waren. Ook is ervaren dat omrekening van de ene naar de andere projectie met de toen beschikbare middelen een tijdrovende en kostbare zaak was; veel werk moest opnieuw uitgevoerd worden. De naamgeving en weergave van topografische elementen op de kaart is door standaardisatie aanzienlijk verbeterd. De nauwkeurigheid in de plaatsbepaling is na de triangulatie met meer dan een factor 10 toegenomen. De gekozen symbolen en kleuren hebben in de onderzochte periode de leesbaarheid vergroot. Door het toenemend belang van wegen, spoorwegen en telecommunicatie in de beschouwde periode hebben die een prominente plaats gekregen. Thema-kaarten, zoals opgenomen in **Annex 8.12**, 8.13 en 8.14 voor bestuur, economische ontwikkeling, toerisme en cultuur zijn naast topografische kaarten ontstaan. Digitalisatie en gebruik van computers heeft geleid tot kaarten als ondergrond voor planning en ontwikkeling.

## Topografische opneming en kartering

Uit hoofdstuk 5 is gebleken dat op basis van de geometingen de topografische opneming en kartering een groot aantal kaarten heeft opgeleverd die van hoge kwaliteit waren en daarmee niet onderdeden voor resultaten elders. Dat gold zowel voor de landkaarten als voor de zeekaarten. De formatie van de Topografische Dienst was bescheiden van omvang. Het reproductiebedrijf en de instrumentmakerswinkel leverden in tijden van recessie zelfs voor andere organisaties kwalitatief hoogstaand werk.

## Interactie van geodetische activiteiten in Nederland en Indonesië

Het is duidelijk dat geometingen de interactie tussen Nederland en Indonesië vergroot hebben. Uitwisseling van ervaringen met meetinstrumenten, meetmethoden en meetresultaten speelde daarin een belangrijke rol. Ook uitwisseling van experts, studieboeken en resultaten als kaarten en verslagen hebben daaraan bijgedragen.

### 7.3 Samenvatting en conclusies personen

- ✚ *Cornelis Rudolphus Theodorus Kraijenhoff (1758 -1840)*, als grondlegger van de topografie in Nederland, heeft met zijn aanpak en publicaties op geodetisch en waterstaatkundig gebied ook bijgedragen aan de ontwikkelingen in Indië.
- ✚ *Thomas Stanford Raffles (1781-1826)* heeft vernieuwingen op gebied van de belastingen en rechtspraak ingevoerd op basis van Engelse bestuurservaring uit India. Hij heeft wetenschappelijk onderzoek gestimuleerd en heeft in korte tijd meer over Java vastgelegd dan de VOC in de 200 jaar daarvoor.
- ✚ *James Horsburgh (1762-1836)* heeft met zijn hydrografische werkzaamheden en zeemansgidsen de veiligheid van de zee-reizen naar en in de Indische archipel aanzienlijk vergroot.
- ✚ *Johannes van den Bosch (1780-1844)* is in staat geweest met de invoering van het cultuurstelsel een “batig slot” te creëren, waarmee Nederland meer dan 840 miljoen gulden in de 19<sup>e</sup> eeuw ontvangen heeft. Dat is wel voor een deel ten koste van de Indische bevolking gegaan, wat uiteindelijk door protesten in Nederland tot een meer ethisch verantwoorde politiek heeft geleid. Van den Bosch bracht al in 1817 een atlas met kaarten van de archipel uit.
- ✚ *Johannes Henricus Willem Le Clercq (1809-1885)* heeft in 1850 één van de beste kaarten van Java gemaakt.
- ✚ *Frans Junghuhn (1809-1864)* was een breed ontwikkelde geleerde, die als arts en natuuronderzoeker met enorme kennis en doorzettingsvermogen op Java en Sumatra de natuur met de vele vulkanen in kaart heeft gebracht. Junghuhn was pionier in het gebruik van triangulatie in Indië voor zijn kaarten. Hij wordt als grondlegger van de vulkanologie beschouwd en heeft grote bijdragen geleverd met zijn kaart en beschrijving van Java en later met de verbouw van kina ter bestrijding van malaria.
- ✚ *Pieter Melvill van Carnbee (1816-1856)* kan beschouwd worden als de eerste hydrograaf, die met zijn opnemingen de wateren en grote delen van de eilanden op kaarten zorgvuldig heeft vastgelegd.
- ✚ *Charles van de Velde (1818-1898)* is bekend geworden door zijn hydrografische opnemingen en uitvoerige reisbeschrijvingen met nauwkeurige kaarten, aangevuld met fraaie tekeningen.
- ✚ *Sjoerd de Lange (1816-1855)* en *Geldolph Adriaan (Dolf) de Lange (1824-1897)* zijn als broers de eersten geweest die astronomische en geodetische metingen uitvoerden voor betere kaarten.
- ✚ *Abraham Crétien Oudemans (1827-1906)* heeft een grote bijdrage geleverd aan de “wiskundige basis” voor het nauwkeurig in kaart brengen van Java. Met zijn zorgvuldige astronomische en geodetische metingen en berekeningen heeft hij het primaire triangulatiernet van Java bepaald.
- ✚ *Willem Frederik Versteeg (1824-1913)* en *J.J.K. Enthoven (1851-1921)* waren de grondleggers van het Topografisch Bureau en de Topografische Dienst, waarmee Indonesië in kaart gebracht is. Samen met François de Bas (1840-1931) hebben zij na elkaar gezorgd dat er een efficiënte organisatie ontstond, die met grote inzet van hun mensen onder moeilijke omstandigheden grote prestaties leverde.
- ✚ *Thomas Joannes Stieltjes (1819-1878)* en *Nicolaas Hubert Henket (1829-1904)* hebben de eerste verkenningen voor de aanleg van spoorwegen op Java uitgevoerd. Deze ingenieur-pioniers hebben in Nederland ook nog een grote bijdrage aan de spooraanleg en het ingenieursonderwijs geleverd.
- ✚ *Jacobus Leonardus Cluijsenaer (1843-1932)* en *Jan Willem IJzerman (1851-1932)* hebben hun praktische kennis en ervaring als ingenieurs opgedaan bij hun ontwerp en aanleg van spoorwegen op Sumatra, later in Nederland in bestuursfuncties bij het onderwijs aan de TH Delft kunnen toepassen.
- ✚ *Charles Mathieu Schols (1849-1897)* was na docent aan de KMA de eerste hoogleraar landmeten en waterpassen aan de Polytechnische School in Delft. Schols heeft veel ingenieurs voor Indië opgeleid en met zijn boeken bijgedragen aan de vormgeving van de geodesie-opleiding in Delft.
- ✚ *Johan Jacob Aernoud Muller (1856-1946)* was als officier van de KMA door Schols en Oudemans opgeleid voor Indië en heeft als chef van de triangulatie-brigade baanbrekend werk op Sumatra verricht. Na terugkeer in Nederland werd hij benoemd als hoogleraar in Utrecht en voorzitter van de RGW en heeft hij met zijn Indië-ervaring de geodetische activiteiten in Nederland vormgegeven.

- ✚ *Johan Hildebrand George Schepers (1885-1968)*, als landmeter-ingenieur opgeleid, heeft 30 jaar in de Topografische Dienst als hoofd van de triangulatie-brigade de geodetische metingen vormgegeven. Tal van berekeningen zijn door hem in rapporten en jaarverslagen van de TD gepubliceerd, wat uiteindelijk in 1922 leidde tot zijn benoeming als buitengewoon hoogleraar aan de TH Bandung in landmeten en waterpassen. Na zijn terugkeer naar Nederland in 1939 heeft hij zijn ervaring op het gebied van de geodesie, met name ook fotogrammetrie door zijn lidmaatschap van de RCG en bestuursfunctie bij het KNAG benut. Hij kan beschouwd worden als de spil van het geodetisch werk in Nederlands-Indië.
- ✚ *Hendrik Jan Heuvelink (1861-1949)* was hoogleraar landmeten en waterpassen aan de TH Delft en heeft baanbrekend werk verricht, ook voor Indië op gebied van instrumentnauwkeurigheid en vereffening van meetfouten. Hij vormde de schakel tussen zijn voorganger Schols en opvolger Schermerhorn en heeft dan ook voor geodesie de ingenieursopleiding in Delft mede vormgegeven.
- ✚ *Cornelis de Groot (1883-1927)* was een pionier op het gebied van radiocommunicatie tussen Nederland en Indië. Met zijn ontwerp en realisatie van de grote Malabar-zender heeft hij ook Indonesië, met name Bandung, op de kaart gezet. De radiocommunicatie op de lange- en kortegolf heeft wereldwijd grote belangstelling gekregen en de Nederlandse industrie, met name Philips meer naamsbekendheid gegeven.
- ✚ *Felix Andries Vening Meinesz (1887-1966)*, met zijn zwaartekrachtonderzoek in zijn onderzeebootreizen naar de Indische archipel, werd internationaal een bekend geleerde. Als hoogleraar in Utrecht en Delft heeft hij zijn kennis en ervaring overgebracht op generaties studenten.
- ✚ *Willem Schermerhorn (1894-1977)*, al voor WO II als hoogleraar in Delft betrokken bij fotogrammetrie in Nieuw-Guinea, was na WO II kort minister-president en in 1946 betrokken bij de onderhandelingen met Indonesië over verzelfstandiging. Hij richtte in 1950 het ITC op, waarmee hij een belangrijke bijdrage leverde aan fotogrammetrie wereldwijd, in het bijzonder aan de opleiding van Indonesiërs.
- ✚ *Johan Lambertus Hendricus Luymes (1869-1943)* heeft veel kennis en ervaring opgedaan met hydrografische opnemingen in de Indische archipel die hij, mede door zijn publicaties, inbracht als hoofd van de hydrografische dienst in Nederland en lid van de RGW.
- ✚ *Jan van Roon (1872-1930)* heeft met zijn kennis en lange ervaring in Indië op gebied van topografische opname, fotogrammetrie en opleiding, na terugkeer in Nederland rond 1925 nog belangrijke adviesfuncties vervuld voor de regering. Daarnaast was hij actief als bestuurslid van het KNAG.
- ✚ *Roelof Roelofs (1905-1987)* werd, na jaren werk als landmeter bij het Kadaster in Indië, in 1946 als opvolger van Schermerhorn hoogleraar in het landmeten en waterpassen aan de TH Delft. Hij heeft met zijn astronomie, toegepast bij landmeten en zijn Roelofsprisma, baanbrekend werk verricht.
- ✚ *Antonie Johannes (Ton) Pannekoek (1905-2000)* vernieuwde voor WO II de kartografie bij de TD in Indië. Hij was van 1955-1972 hoogleraar in de algemene geologie aan de Rijksuniversiteit Leiden.
- ✚ *Willem van Bemmelen (1868-1941)* was directeur van het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch en Seismologisch Observatorium in Batavia en heeft belangrijke onderzoeken en metingen op de genoemde gebieden uitgevoerd en bijdragen geleverd aan wetenschappelijke congressen.
- ✚ *Reinout Willem (Rein) van Bemmelen (1904-1983)*, zoon van Willem, werd vulkanoloog en geodeet in Nederlands-Indië, waar hij voor de Dienst der Mijnbouw de geologie van Sumatra en Java in kaart bracht. In 1940 werd hij hoofd van de Vulkanologische Dienst van Nederlands-Indië. In 1961 werd Rein van Bemmelen hoogleraar in de Economische Geologie aan de Universiteit Utrecht.
- ✚ *Ferdinand Jan Ormeling (1912-2002)* was, als geograaf en kartograaf na WO II, de eerste directeur van het Geografisch Instituut van de Topografische Dienst in Batavia. In 1964-1970 werd Ormeling hoogleraar in de economische geografie aan de Universiteit van Amsterdam. Na zijn benoeming in 1971 als hoogleraar aan het ITC in Delft, bracht hij kartografie op universitair niveau. Hij heeft zijn opgedane kennis en ervaring uit Indië in het onderwijs en tal van publicaties gedeeld.
- ✚ Gouverneurs-Generaal en Ministers van Koloniën hebben ook bijgedragen aan overdracht van kennis en ervaring tussen Nederland en Indië. Belangrijke personen zijn al in hoofdstuk 2.1.2 behandeld. Zij hebben, met de teruggekeerde experts, gezorgd voor verspreiding van geodetische kennis in Nederland.



## 7.4 Samenvatting en conclusies resultaten

De resultaten van geodetische activiteiten in de periode 1850-1950 bestaan vooral uit TD kaarten met verschillende schalen, waarvan in hoofdstuk 5.5 en Annex 8.11 t/m 8.30 voor enkele jaren een overzicht gegeven is. Geschat wordt dat totaal 6.000 verschillende kaarten in de periode 1800-1990 vervaardigd zijn. Dit grote aantal geproduceerde kaarten is slechts gedeeltelijk in overzichten en databases opgenomen. Bovendien worden nog regelmatig nieuwe kaarten ontdekt en zijn kaarten uit de overzichten verdwenen of verloren gegaan. Van alle eilanden zijn kaarten vervaardigd, waarbij de schalen nogal kunnen afwijken. De schaal hing af van het belang en de grootte van het gebied; van Java is een veel groter aantal kaarten gemaakt dan van Borneo of Nieuw-Guinea. Bepalend waren ook de bevolkingsdichtheid en variatie in landschap. Kaartindexen en bladwijzers geven een goede indicatie over de omvang. “Indonesië op de kaart” te krijgen was een langdurige operatie van grote omvang. De luchtfotografie heeft vanaf WO II het proces aanzienlijk versneld. De geologie en ondergrond kregen grotere aandacht, terwijl de rivieren, zeeën en kustwateren van de archipel ook steeds betere kaarten kregen. De plattegronden van steden en dorpen moesten voortdurend bijgehouden worden. Door 3D met “street view” werd later een ruimtelijke dimensie toegevoegd. Satellieten helpen nu een groot deel van de archipel nog beter in kaart te brengen. Het aantal mogelijke varianten is onbegrensd. Hier zal volstaan worden met de belangrijkste resultaten in de genoemde periode:

- ❖ *Topografische opnemingen en kartering* zijn een belangrijk resultaat. Het triangulatiennetwerk is de “wiskundige basis” voor de kaarten. De TD-jaarverslagen in Indië gaven overzichten van de eerste-, tweede- en derde-orde triangulaties.
- ❖ *Overzichtskaarten* werden gemaakt op schaal 1:250.000, 1:500.000, 1:1.000.000, 1:2.000.000 of nog kleiner.
- ❖ *Topografische kaarten* werden vervaardigd op schaal 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000 of nog groter.
- ❖ *Thema-kaarten* zijn na 1900 bij honderden vervaardigd en werden gebruikt voor zeer uiteenlopende doeleinden.
- ❖ *Spoorkaarten* zijn ontstaan bij de aanleg van spoorwegen in 1870- 1930 en daarna gecombineerd met andere kaarten.
- ❖ *Telecomkaarten* zijn vervaardigd in 1880-1930 bij de aanleg en daarna gecombineerd met andere thema-kaarten.
- ❖ *Wegenkaarten* ontstonden vanaf 1910 door het autoverkeer en werden vernieuwd, gedetailleerder en duidelijker.
- ❖ *Toeristische kaarten* ontstonden in Indië vanaf 1920 en werden pas na 1990 aanzienlijk nauwkeuriger en gedetailleerder.
- ❖ *Zeekaarten en zeemansgidsen* werden door regelmatige hydrografische opnemingen bijgewerkt en betrouwbaarder.
- ❖ *Luchtvaartkaarten* zijn pas na WO I ontstaan en na WO II uitgebreid en als basis gebruikt voor automatische navigatie.
- ❖ *Kadasterkaarten* werden al in de VOC-tijd vervaardigd en hebben eigendomsregistratie en belasting ondersteund.
- ❖ *Plattegronden* zijn gemaakt van alle steden, plantages, verdedigingswerken en later ook van desa’s en kampongs.
- ❖ *Bouwtekeningen en onderlegkaarten* voor ontwerp en groei van steden en infrastructuur ontstonden vanaf 1870.
- ❖ *Atlassen en wandkaarten* werden na 1890 voor scholen, kantoren, bedrijven, de overheid en particulieren gemaakt.
- ❖ *Koloniale verslagen* en TD jaarverslagen (1850-1940) gaven gedetailleerde informatie van de geodetische activiteiten.
- ❖ *Opleidingen in landmeten en waterpassen* met het lesmateriaal ontstonden door behoefte aan kennisoverdracht.
- ❖ *Boeken en brochures* waren het resultaat van voorschriften, opleidingen en plannen of dienden als verantwoording.
- ❖ *Bijdragen aan symposia en congressen* ontstonden door de resultaten van topografisch en wetenschappelijk werk.
- ❖ *Tentoonstellingen* (Brussel, Amsterdam) lieten resultaten zien van het werk van de Topografische Dienst in Indië.

Indirect zou de aanleg van de infrastructuur met wegen, spoorwegen en telecomverbindingen ook als resultaat beschouwd kunnen worden, omdat daarvoor veel geodetische activiteiten nodig waren. Daarbij kan opgemerkt worden, dat daarvan in eerste instantie het bestuur en de Europese ondernemers het meest profiteerden. Met het verlagen van de tarieven (zoals in 1900 het 1 cent/km spoortarief voor personen) werd het voor de lokale bevolking ook aantrekkelijk hiervan gebruik te maken. Dat gold evenzo voor de verbetering van de irrigatie en waterhuishouding. Beschouwen we het onderwijs en de afgestudeerden ook als resultaat, dan kunnen we het ontstaan van de TU Delft uit de Akademie, Polytechnische school en Technische Hogeschool ook zien als resultaat van Indische activiteiten. De Akademie (1842-1864) werd immers voor een groot deel gefinancierd uit de Indische baten. De Indologen-opleiding domineerde de Akademie, terwijl ook later een groot deel van de afgestudeerde ingenieurs werk vond in Nederlands-Indië. Het ontstaan van de TU Delft heeft dan ook veel aan Indië te danken. Die ingenieurs hebben, zelfs na de overdracht aan de Republiek Indonesië eind 1949, nog een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van de infrastructuur aldaar. Zelfs nu nog leveren ingenieurs uit Delft belangrijke bijdragen op het gebied van civiele techniek en geodesie.

In de grote hoeveelheid onderzochte literatuur kunnen vier grote categorieën onderscheiden worden: *Koloniale en Indische verslagen*, *Jaarverslagen TD*, *Geschiedenis Indonesië - Nederland* en *Topografie en Hydrografie* in Indonesië. Daarvan geeft de grafiek aan het begin van de literatuurlijst in hoofdstuk 9 een interessant overzicht. Alleen al de Koloniale Verslagen (zonder Suriname en de Antillen) en de Indische Verslagen<sup>1077 1078</sup> zijn goed voor bijna 50.000 pagina's (enkele Koloniale Verslagen uit 1925-1930 ontbreken nog in dit overzicht).

De Jaarverslagen TD omvatten ruim 6.000 pagina's, terwijl van de Geschiedenis Indonesië - Nederland ruim 41.000 pagina's opgenomen zijn. Het verzoek van de regering tijdens de depressie van 1920-1925 het aantal pagina's verslaglegging vanwege kostenbeperking te reduceren, komt ook in de grafiek tot uiting. De Topografie en Hydrografie betreft alleen Indonesië (algemene literatuur is hier niet in opgenomen). Daarvan is rond 1850 en 1860 al een groot aantal publicaties en boeken verschenen (o.a. door Junghuhn, Melvill van Carnbee, Van de Velde, De Lange en Oudemans). Deze vier categorieën vertegenwoordigen al ruim 110.000 pagina's, waarin de publicaties over de bouw van steden, spoorwegen en telecomverbindingen, met de meetinstrumenten, kaarten en atlassen nog niet meegenomen zijn. Het aantal relevante geschiedenispublicaties (waaronder vele boeken) blijkt na 1976 aanzienlijk groter te zijn.

Zoals we gezien hebben betreft "Indonesië op de kaart" het brede terrein van verkenning en geometingen door triangulatie, hoogtemeting, dieptemeting en topografische of hydrografische opneming voor het in kaart brengen van bekende en onbekende gebieden. In de onderzochte periode van 1800-1990 werd dat gedaan met nauwkeurige meetinstrumenten en experts met kennis van zaken, die grote fysieke en intellectuele prestaties leverden. Het waren militairen, burgerlijke ingenieurs en ambtenaren, ondersteund door dragers en verkenners vaak bestaand uit slecht betaalde lokale bewoners of dwangarbeiders, die onder moeilijke omstandigheden hun werk moesten verrichten. Hun inzet en doorzettingsvermogen verdient grote waardering. Zij hebben ervoor gezorgd dat de basis voor de huidige kartering gelegd is en dat Nederland en Indonesië hiervan konden profiteren door betere kaarten en grotere kennis van geodesie.

Met deze conclusies mag gesteld worden dat de twee hypothesen bevestigend beantwoord zijn en de gerelateerde detailvragen voldoende aandacht hebben gekregen. In plaats van steeds te kijken hoe Nederland Indië ontwikkeld heeft, kan gesteld worden dat de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië, Nederland ontwikkeld heeft. Daar heeft de geodesie zeker aan bijgedragen.

Tal van bedrijven en instellingen hebben een belangrijke rol voor of in Indonesië gespeeld en zijn zo groot geworden. Nederlandse voorbeelden zijn: Philips, Unilever, Shell, Stork, KLM, de Amsterdamse en Rotterdamse havens, handelondernemingen, baggermaatschappijen, weg- en waterbouw (civiele) bedrijven, aannemers transportbedrijven, bergingsbedrijven, spoorwegmaterieelbedrijven, brugconstructiebedrijven, rederijen, banken, raffinaderijen, chemische industrie, farmaceutische industrie, telecombedrijven (PTT), universiteiten als TU Delft, Universiteit Leiden, Universiteit Utrecht, Landbouw Hogeschool Wageningen en internationale instellingen etc.

*Zou de Nederlandse economie en het onderwijs er niet geheel anders uitgezien hebben met deze bedrijven en instellingen als Nederlands-Indië er niet geweest was?*



<sup>1077</sup> *Koloniaal Verslag*; jaarlijks 1855-1930 met daarin ondermeer aandacht voor:

- Grondgebied, bevolking en bestuur (opperbeheer), Landmacht, Zeemacht en Justitie (waaronder Topografie, Hydrografie en Geodesie).
- Financiën (rekenkamer, comptabiliteit, banken), Burgerlijk beheer.
- Binnenlands bestuur (waaronder agrarische, statistische en topografische opnemingen, Kadaster).
- Onderwijs, eredienst en nijverheid (waaronder kunsten en wetenschappen, instellingen van liefdadigheid, geneeskundige dienst).
- Burgerlijke Openbare Werken (waaronder wegen, bruggen, havens, irrigatie, spoorwegen, telegrafie en telefonie).
- Nijverheid (waaronder buitenbezittingen, landbouw, boswezen, veeteelt, mijnbouw, plantages, fabrieken, koopvaart, scheepsbouw).

<sup>1078</sup> *Indisch Verslag van bestuur en staat van Nederlandsch-Indië*; jaarlijks 1931-1938 een apart verslag, zoals het Koloniaal Verslag, met daarin:

- De staatkundige, financiële en economische toestand; onder "Verkeer": landwegen en bruggen, wegverkeer, railverkeer, havenbedrijf en baggerbedrijf, bebakening, kustverlichting, loodswezen, hydrografische opnemingen, scheepvaart, luchtverkeer, post, telegraaf, telefoon en toerisme; onder "Waterstaat": bevoeiing, waterkering en landsgebouwen; onder "Kunsten en wetenschappen": oudheidkundige dienst, toneel, dans, muziekbeoefening, landsarchief, volksbibliotheken, natuurbescherming, vulkanologische onderzoekingen en wetenschappelijke instellingen.
- De culturele en sociale toestand met daarin onder "Bescherming van het grondbezit": Kadastrale en topografische opnemingen.
- De staatsinrichting met daarin: regering, volksraad, bestuur, rechtelijke macht, politie, landmacht en zeemacht.

## 8 Bijlagen

- Annex 8.1** Definities, gehanteerde begrippen, spelling, naamgeving en gebruikt Grieks alfabet.
- Annex 8.2** Overzicht van kaarten 1800-1860.
- Annex 8.3** Forten in Indonesië (gerestaureerd of nog herkenbaar).
- Annex 8.4** Gouverneurs-Generaal en bestuurders tijdens de VOC, de Bataafs-Franse en Britse periode en van Nederlands-Indië.
- Annex 8.5** Ministers van Koloniën (tot 1834 ook andere Ministeries).
- Annex 8.6** Verdrag van Londen uit 1824.
- Annex 8.7** Samenvatting geschiedenis van het Kadaster in Nederlands-Indië.
- Annex 8.8** Gebruikte Nederlandse, Franse, Engelse en Indische maten.
- Annex 8.9** Gebruikte meetinstrumenten en hulpmiddelen in Nederlands-Indië.
- Annex 8.10** Samenvatting geschiedenis van het Kadaster in Nederland.
- Annex 8.11** Samenvattend chronologisch overzicht van topografische en kartografische activiteiten.
- Annex 8.12** Catalogus van kaarten van de Topografische Dienst, Batavia 1912 en enkele thema-kaarten.
- Annex 8.13** Catalogus van kaarten van de Topografische Dienst, Batavia 1938 en enkele thema-kaarten.
- Annex 8.14** Catalogus van kaarten van de Topografische Dienst, Batavia 1946 en enkele thema-kaarten.
- Annex 8.15** Java residentiekaarten en tekenvoorschriften op topografische kaarten.
- Annex 8.16** Java topografische kaarten en stadsplattegronden.
- Annex 8.17** Java en Indische archipel, thema-kaarten (met recente toeristenkaart van Java).
- Annex 8.18** Sumatra topografische kaarten.
- Annex 8.19** Sumatra thema-kaarten.
- Annex 8.20** Borneo-kaarten.
- Annex 8.21** Celebes-kaarten.
- Annex 8.22** Bali-kaarten.
- Annex 8.23** Molukken-kaarten (met een kaart met de Japanse aanvallen in WO II).
- Annex 8.24** Nieuw-Guinea kaarten (ook de verovering door de geallieerden in WO II).
- Annex 8.25** Indische Archipel, zeekaarten.
- Annex 8.26** Bladwijzers van topografische kaarten Java en zeekaarten Indische Archipel.
- Annex 8.27** Luchtvaartkaarten.
- Annex 8.28** Internationale Wereldkaarten Indonesië.
- Annex 8.29** Geologische kaarten van Indonesië.
- Annex 8.30** Landbouw- en irrigatiekaarten Java.
- Annex 8.31** Indische overheidsuitgaven voor openbare werken.
- Annex 8.32** Curriculum en hoogeraren van de TH Bandung in 1924.
- Annex 8.33** Het geodetisch onderzoek in Nederland, de resultaten van een inventarisatie.
- Annex 8.34** Lijst van figuren.



## Annex 8.1 Definities, gehanteerde begrippen, spelling, naamgeving en gebruikt Grieks alfabet

De volgende begrippen voor relevante wetenschappen en techniek worden gehanteerd (met beoefenaar):

- Geodesie (geodeet): bepaling van de vorm en afmetingen van de aarde; onderdelen zijn nu landmeetkunde, inclusief triangulatie of driehoeksmeting, waterpassen, gravitatie (zwaartekracht), hydrografie, geografische informatiesystemen (GIS) en astronomische- of satelliet- plaatsbepaling. Remote sensing is ook een onderdeel.
- Geometingen: de verzameling van geodetische en astronomische metingen bij topografie- en hydrografie- opnemingen.
- Geografie (geograaf): beschrijving van het oppervlak van de aarde (aardrijkskunde), ook mens en milieu met fysische en sociale aspecten worden meegenomen.
- Geography in de Britse versie is: exploration, topographical and social survey, cartography and regional inventory.
- Geologie (geoloog): onderzoek van de oudheid en samenstelling van de aarde (aardkunde) met de vervorming, gesteenten, mineralen en delfstoffen. Hier valt de vulkanologie ook onder. Geomorfologie heeft een directe relatie.
- Geomorfologie: het ontstaan van vormen van het landschap met processen die een rol spelen of gespeeld hebben.
- Kartografie (kartograaf): het inzichtelijk en aanschouwelijk maken van geografische informatie (kaarten). Het wordt ook als cartografie geschreven. Kartering is het proces van het in kaart brengen van de resultaten van terreinopname. Soms wordt de terreinopname zelf er ook bij genomen.
- Topografie (topograaf): naamgeving en ligging van steden, plaatsen, wateren, wegen, bergen, streken en landen.
- Astronomie (astronoom): observatie en studie van alle fenomenen buiten de atmosfeer van de aarde. Positiebepaling en tijdsbepaling aan de hand van hemellichamen (maan, sterren en planeten) zijn een onderdeel.
- Hydrografie (hydrograaf): vaststelling en beschrijving van de waterbodem (zee, rivier, meer). Hydrograaf is het equivalent op water van de landmeter.
- Bathymetrie: kennis van het zeebodemprofiel door het opmeten van de topografische hoogte van de zeebodem.
- Oceanografie: onderzoek en beschrijving van zeestromen en de wisselwerking tussen de oceanen en het klimaat.
- Triangulatie: met behulp van driehoeksmetingen vaststellen van posities en afstanden van vaste punten in het landschap of op zee.
- Fotogrammetrie: met behulp van luchtfotografie het vastleggen van de topografie.

Topografische namen zijn in de loop der tijd veranderd, waarbij de a, o en e in een naam nogal eens wisselden.<sup>1079</sup>

Nederlandse klanken in namen worden in het Indonesisch als volgt vervangen: oe door u, dj door j, tj door c en j door y.

De volgende tabel bevat enkele voorbeelden van veranderingen. Zoveel mogelijk zijn huidige namen en spelling gehanteerd.

Naam tijdens de Nederlands-Indië periode	Namen in de tussenperiode	Huidige naam in Indonesië
Nederlands-Indië of Oost-Indië	Indië	Indonesia (Indonesië in het Nederlands)
Batavia	Djakarta	Jakarta
Buitenzorg	Bogor	Bogor
Tjirebon	Cheribon	Cirebon
Bandong of Bandoeng	Bandung	Bandung
Djocjakarta, Djogjakarta, of Djogja	Jogyakerto of Jogyakarta	Yogyakarta (Yogya) of Jogjakarta (Jogja)
Soerakarta	Solo	Surakarta (Solo)
Soerabaja	Surabaya	Surabaya
Macasser of Makasser	Ujung Pandang	Makassar
Pakanbaroe	Pekanbaroe	Pekanbaru
Atjèh	Atjeh	Aceh
Telokbètong en Tandjoengkarang	Telokbetung en Tanjungkarang	Bandar Lampung
Celebes	Celebes	Sulawesi
Sumatra	Sumatra	Sumatra of Sumatera
Borneo	Borneo	Kalimantan (Indonesische deel)
Molukken	Moluku	Maluku
Nieuw-Guinea	Irian Jaya	Papua
Tji-aseem	Tjiasem (Sungai, Kali of Ci staan voor rivier)	Ciasem

### Grieks alfabet

A α Alfa	H η Èta	N ν Nu	T τ Tau
B β Bèta	Θ θ Thèta	Ξ ξ Ksi	Υ υ Ypsilon
Γ γ Gamma	I ι Iota	Ο ο Omikron	Φ φ Phi
Δ δ Delta	K κ Kappa	Π π Pi	Χ χ Chi
E ε Epsilon	Λ λ Lambda	Ρ ρ Rho	Ψ ψ Psi
Z ζ Zèta	M μ Mu	Σ σ Sigma	Ω ω Omega

<sup>1079</sup> Robert Cribb, *Historical Atlas of Indonesia*, (uitg. Routledge; First Edition edition 17 Nov 2000).

## Annex 8.2 Overzicht van kaarten 1800-1860

Voor de beginperiode 1800 tot 1860 is o.a. gebruik gemaakt van de "Toelichtende aantekeningen behorende bij de kaart van het eiland Java" (uit officieele bronnen te zamengesteld) door C.W.M. van der Velde (Luitenant ter Zee), Leiden 1847.

- Kaart van de Vaarwaters rondom het Eiland Java (behoorende bij de Zeemans-Gids) door Jhr. Melvill van Carnbee (uitg. Wed. G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1844 en 1845 (5 bladen).
- Hoofdplaatsen der Residentiën naar bekende afstanden van vaste punten aan de kust, in vergelijking met de Etappe-Kaart van het eiland Java en met eenige hoekmetingen op bekende bergtoppen (3 bladen). Op deze wijze is een net van driehoeken verkregen.
- Een kaart van het eiland Java (in 4 bladen) in 1837 door de Directie der Genie te Batavia samengesteld onder opzicht van den Kolonel, Directeur der Genie, Jhr. Van der Wijck op 1 : 500.000.
- Een kaart van het eiland Java samengesteld en opgemaakt gedurende de jaren 1822-1827 door H.M. Gillavry, resident aan het Hof van Soerakarta (volumineus manuscript).
- Een kaart van het eiland Java, samengesteld uit de beste en nieuwste metingen en observatiën, onder directie van den kolonel, Directeur van Fortificatiën in Indië, J.C. Schultze, door den 1sten Luitenant-Ingenieur Eckhardt getekend en beschreven door Barthold. Dit onder het bestuur van G.A.G.P. Baron van der Capellen.
- Een kaart van het eiland Java, door den 2den Luitenant-Ingenieur B. Sauerland en getekend naar het origineel door den Dessinateur der Genie J.A. Latour.
- Een kaart van het meest bekende en gepopuleerde gedeelte de Residentie Bantam, aantonende de Districten, Mandoerschappen, Pasars enz. Alles opgemeten en in kaart gebragt sedert 1813 tot medio 1816 door de landmeters du Bois en Flikkenschild, een uitvoerig en belangrijk Manuscript in 6 bladen.
- Een zeer uitvoerige kaart van de Preanger Regentschappen in 12 bladen een officieel Manuscript zonder naam.
- Een kaart van de berg Galoenggoeng, aanwijzende de landen en kampongs verwoest door de modder-eruptie op 8 en 12 oktober 1822.
- Een figuratieve kaart door het Gouvernement in administratie genomen landen dan de Djaban rangka, Karang kobar, Woro wari en een gedeelte van Kali bebber.
- Een kaart van de Vorsten-landen, door den Kapitein Lange, een belangrijk Manuscript.
- Een kaart van het voornaamste gedeelte van het toneel des oorlogs in de Vorsten-landen op Java, met de aanwijzing der bentings en positiën van het leger, te rekenen van den aanvang der onlusten in 1825 tot op 1 Januarij 1830, waarop de namen van de vervaardigers niet zijn vermeld.
- Een kaart van Wedi ombo tot en met Segoro wedi, opgenomen onder het bestuur van Java 's Gouverneur Nicolaas Engelhart, door de Luitenant ter Zee derde Informator in het Marine School, H.P.D. Cortius en geassisteerd door den Kadet-Bombardier der Artillerie J.A. du Bois in 1807 (de deugdelijkheid is gebleken door de in 1839 gedane trigonometrische opnames van de baaijen).
- Een kaart getiteld: Carte de la riviere de Kediri ou de Soerabaja, prise dans une reconnaissance a la vue et dessinee par le Colonel de l'Etat-Major-General Holgard (Manuscript in 4 bladen).
- Een zeer uitvoerige kaart van de Residentie Besoeki, uit onderscheidene schetsen meetkundig zamengebracht en nagemeten door en onder den Directie van den Resident P. Langewagen, 1825.
- Een figuratieve schets van de Residentie Banjoewangi te zamengesteld volgens opgaven van den Resident van de Poel.
- Voorts al de trigonometrische opnames, voornamelijk aan het Westelijk gedeelte.

De gevonden hoogten (barometrisch of trigonometrisch opgenomen) verschillen nogal. In de kaart van Van de Velde zijn gemiddelden (in Rijnlandse voeten) genomen van Junghuhn, Hasskarl, van der Wijck, Reinwardt, Müller en Melvill van Carnbee. De diepten van zeeën zijn opgegeven in vademmen van 6 Rijnlandse voeten.

## Annex 8.3 Forten in Indonesië (gerestaureerd of nog herkenbaar)

gebouwd	naam Fort	locatie	provincie/eiland	doel/gebruik
1599	Inong Balee	Aceh	Sumatra	Verdediging Kota Raja
1607-1636	Iskandar Muda	Aceh	Sumatra	Verdediging Kota Raja/Aceh
1825	Fort de Kock	Bukittinggi	Sumatra	Controle van de streek
1714-1719	Fort Marlborough	Bengkulu	Sumatra	Engels fort, verdediging Bengkulu
1798	Fort Anna	Mukomuka	Sumatra	Engels fort, verdediging Bengkulu
1789	Fort Kuto Basak	Palembang	Sumatra	Verdediging Palembang
1818-1823	Fort (Kroon-)Prins Hendrik	Tanjung Pinang, op 0° 55' 30" N. breedte, 104° 26' 30" O. Lengte	Bintan	Verdediging Riau archipel/straat Malakka.
1570-1580	Fort Suroswan	Banten	Java	Verdediging Banten
1684	Fort Speelwijk	Banten	Java	Verdediging Banten/West Java
1619-1771	Fort / Kasteel Batavia	Jakarta (Batavia)	Java	Verdediging Batavia en opslag van goederen
1645	Bastion Culemborg	Jakarta (Batavia)	Java	Deel van Fort/Kasteel Batavia met daarop de Uitkijk
1839	De Uitkijk met Tijdklep	Jakarta (Batavia), 6° 7', 30" ZB en 106° 52' OL	Java	Wachttoeren en tijdbal/signaalbord voor chronometers
1656	Onrust	Jakarta (Batavia)	Java	Verdediging scheepswerven op eiland Onrust
1818	Fort van der Wijck	Gombong	Java	Kadetten school
1879	Fort Pendem	Cilacap	Java	Bescherming haveningang
1850	Fort Klinker	Nusa Kambangan	Java	Bescherming haveningang
1760	Vredenburg	Yogyakarta	Java	Bescherming Nederlandse gouverneur en sultan Yogya
1779	Vastenburg	Surakarta	Java	Bescherming Kraton Surakarta
1677	Fort VOC	Jepara	Java	Verdediging noordkust Java
1741-1756	Fort Prins van Oranje	Semarang	Java	Verdediging Semarang
1837-1883	Fort Willem I	Ambarawa	Java	Verdediging toegangsweg naar vorstenlanden
1755-1786	Fort Willem II	Ungaran	Java	Bescherming toegangsweg naar kraton van Surakarta
1837	Fort Prins Hendrik	Surabaya	Java	Verdediging Surabaya (met nog andere forten)
1653	Fort Concordia	Kupang	Timor	Verdediging Kupang/Timor
1634-1673	Fort Rotterdam	Makassar met de vlaggestok op 5° 8' ZB en 119° 26' 30" OL van Greenwich	Sulawesi (Celebes)	Verdediging Makassar/Z- Celebes
1525	Fort Otahana	Gorontalo	Sulawesi (Celebes)	Verdediging Gorontalo
1525	Fort Otahiya	Gorontalo	Sulawesi (Celebes)	Verdediging Gorontalo
1525	Fort Ulupahu	Gorontalo	Sulawesi (Celebes)	Verdediging Gorontalo
1658	Fort	Menado	Sulawesi (Celebes)	Verdediging Menado/N-Celebes
1578-1615	Fort Wolio, Sorawolio I, II	Bau Bau	Buton	Verdediging Buton tegen piraten
1540	Fort Kalamata (eerder Fort Willemstad)	Ternate	Molukken	VOC specerijen handel
1607-1622	Fort Oranje	Ternate	Molukken	VOC specerijen handel
1605	Fort (Nieuw) Victoria, (eerder Portugees Leitimor)	Ambon	Molukken	VOC specerijen handel
1636	Fort Amsterdam (eerder Kasteel van Verre)	Ambon	Molukken	VOC specerijen handel
1676-1691	Fort Duurstede	Saparua	Molukken	VOC specerijen handel
1611	Fort Belgica	Banda Neira	Molukken	VOC specerijen handel
1600	Fort Nassau	Banda Neira	Molukken	VOC specerijen handel



## Annex 8.4 Gouverneurs-Generaal en bestuurders tijdens de VOC, de Bataafs-Franse en Britse periode en van Nederlands-Indië <sup>1080</sup>

Er worden hier vier periodes onderscheiden: VOC tijd, Bataafs-Franse tijd, Brits bestuur en Nederlands-Indië.

VOC (1602-1799)	Brits bestuur (1811-1816)
1610-1614 Pieter Both	1811 Gilbert Elliot-Murray-Kynynmound (Lord Minto)
1614-1615 Gerard Reynst	1811-1816 Thomas Raffles
1616-1617 Laurens Reael	1816 John Fendall
1619-1623 Jan Pieterszoon Coen	
1623-1627 Pieter de Carpentier	<b>Nederlands-Indië (1816-1949)</b>
1627-1629 Jan Pieterszoon Coen	1816-1826 Godert Alexander Gerard Philip van der Capellen
1629-1632 Jacques Specx	1826 Hendrik Merkus de Kock
1632-1636 Hendrik Brouwer	1826-1830 Leonard Pierre Joseph du Bus de Gisignies
1636-1645 Antonio van Diemen	1830-1833 Johannes van den Bosch
1645-1650 Cornelis van der Lijn	1833-1836 Jean Chrétien Baud
1650-1653 Carel Reyniersz	1836-1840 Dominique Jacques de Eerens
1653-1678 Joan Maetsuycker	1840-1841 Carel Sirardus Willem van Hogendorp
1678-1681 Rijcklof van Goens	1841-1844 Pieter Merkus
1681-1684 Cornelis Speelman	1844-1845 jhr. Jan Cornelis Reijnst (waarnemend)
1684-1691 Johannes Camphuys	1845-1851 Jan Jacob Rochussen
1691-1704 Willem van Outhoorn	1851-1856 Albertus Jacobus Duymaer van Twist
1704-1709 Joan van Hoorn	1856-1861 Charles Ferdinand Pahud
1709-1713 Abraham van Riebeeck	1861 Ary Prins (waarnemend)
1713-1718 Christoffel van Swol	1861-1866 Ludolf Anne Jan Wilt Sloet van de Beele
1718-1725 Hendrick Zwaardcroon	1866 Ary Prins (waarnemend)
1725-1729 Mattheus de Haan	1866-1872 Pieter Mijer
1729-1731 Diederik Durven	1872-1875 James Loudon
1731-1735 Dirk van Cloon	1875-1881 Johan Wilhelm van Lansberge
1735-1737 Abraham Patras	1881-1884 Frederik s'Jacob
1737-1741 Adriaan Valckenier	1884-1888 Otto van Rees
1741-1743 Johannes Thedens	1888-1893 Cornelis Pijnacker Hordijk
1743-1750 Gustaaf Willem van Imhoff	1893-1899 Carel Herman Aart van der Wijck
1750-1761 Jacob Mossel	1899-1904 Willem Rooseboom
1761-1775 Petrus Albertus van der Parra	1904-1909 Johannes Benedictus van Heutsz
1775-1777 Jeremias van Riemsdijk	1909-1916 Alexander Willem Frederik Idenburg
1777-1780 Reinier de Klerk	1916-1921 Johan Paul graaf van Limburg Stirum
1780-1796 Willem Alting	1921-1926 Dirk Fock
<b>Bataafs-Franse tijd in Nederland (1795-1813)</b>	1926-1931 jhr. Andries Cornelis Dirk de Graeff
1796-1801 Pieter Gerardus van Overstraten	1931-1936 jhr. Bonifacius Cornelis de Jonge
1801-1805 Johannes Siberg	1936-1942 jhr. A.W.L. Tjarda van Starkenborgh Stachouwer
1805-1808 Albertus Henricus Wiese	1942-1948 Hubertus van Mook (luitenant gouverneur-generaal)
1808-1811 Herman Willem Daendels	1948-1949 Louis Beel (hoge commissaris)
1811 Jan Willem Janssens	1949 Antonius Hermanus Johannes Lovink (hoge commissaris)

<sup>1080</sup> Gouverneurs-Generaal of Luitenant-(Gouverneur)-Generaal, waaraan extra aandacht besteed is, zijn groen gemarkeerd.

Annex 8.5 Ministers van Koloniën (tot 1834 ook andere Ministeries) <sup>1081</sup>

1815-1818	Johannes Goldberg	DG van Koophandel en Koloniën	
1818-1824	Anton Reinhard Falck	Samen met Onderwijs en Nijverheid	
1824-1829	Cornelis Theodorus Elout	Samen met Nijverheid en Marine. Samen met GG v.d. Capellen, en GG de Kock, 1825-1830 Java-oorlog	
1829-1830	Jacques Jean Quarles van Ufford	Samen met Marine	
1830	Pierre Louis J. S. van Gobbelschroy	Samen met Waterstaat en Nijverheid	
1830-1834	Gerard George Clifford	DG Waterstaat, Nijverheid en Koloniën. Samen met GG van den Bosch, 1830 invoering cultuurstelsel	
1834	Arnoldus Brocx	Samen met GG J.C. Baud	
1834-1840	Johannes van den Bosch	Samen met GG J.C. Baud	Conservatief
1840-1848	Jean Chrétien Baud	Samen met GG van Hogendorp, Merkus, Rochussen	Conservatief
1848	Julius Constantijn Rijk	Samen met GG Rochussen	Conservatief
1848-1849	Guillaume Louis Baud (neef J.C. Baud) / Engelbertus Batavus van den Bosch	Samen met GG Rochussen	Liberaal
1849-1856	Charles Ferdinand Pahud	Samen met GG van Twist	Con.- liberaal
1856-1858	Pieter Mijer	Samen met GG Pahud	Conservatief
1858-1860	Jan Jacob	Samen met GG Pahud	Conservatief
1860-1861	Johannes Servaas Lotsy (a.i.) / Jean Pierre Cornets de Groot v. Kraaienburg	Samen met GG Pahud	Liberaal
1861-1862	James Loudon	Samen met GG van de Beele	Liberaal
1862-1866	Gerhard Hendrik Uhlenbeck / G. H. Betz (a.i.)	Samen met GG van de Beele	Liberaal
1866	Isaïc Dignus Fransen van de Putte	Samen met GG van de Beele	Liberaal
1866-1868	Pieter Mijer / Nicolaas Trakranen / Johannes Jerphaas Hasselman	Samen met GG Mijer	Conservatief
1868-1871	Engelbertus de Waal / Lodewijk Gerard Brocx	Samen met GG Mijer	Liberaal
1871-1872	Pieter Philip van Bosse	Samen met GG Mijer	Liberaal
1872-1874	Isaïc Dignus Fransen van de Putte	Samen met GG Loudon, 1873 begin Aceh oorlog	Liberaal
1874-1877	Willem v. Goltstein v. Oldenaller / F.A. Mees	Samen met GG van Lansberge	Conservatief
1877-1879	Pieter Philip van Bosse / Hendrikus Octavius Wichers / Otto van Rees	Samen met GG van Lansberge	Liberaal
1879-1883	Willem v. G. v. Oldenaller / Willem M.de Brauw / Willem Frederik van Erp Taalman Kip (a.i.)	Samen met GG van Lansberge en Frederik s'Jacob	Conservatief
1883-1888	Franciscus Gerard van Bloemen Waanders / August Willem Philip Weitzel (a.i.) / Jac. Petrus Sprenger v. Eyk	Samen met GG van Rees	Liberaal
1888-1891	Levinus Wilhelmus Christiaan Keuchenius / Æneas Mackay jr.	Samen met GG Hordijk	AR (Anti-Revolutionair)
1891-1894	Willem Karel van Dedem		Liberaal
1894-1897	Jacob Hendrik Bergsma	Samen met GG van der Wijck	Liberaal
1897-1901	Jacob Theodoor Cremer		Liberaal
1901-1905	Titus van Asch van Wijck / Joh. Willem Bergansius (a.i.) / Alexander Willem Frederik Idenburg	Samen met GG Rooseboom	AR
1905-1908	Dirk Fock	Samen met GG van Heutz	AR
1908-1913	Theodorus Heemskerk (a.i.) / Alexander Willem Frederik Idenburg / Jan Hendrik de Waal Malefijt	Samen met GG Idenburg	AR
1913-1918	Thomas Bastiaan Pleyte / Jean J. Rambonnet		AR
1918-1922	Alexander Willem Frederik Idenburg / Charles Ruijs de Beerenbrouck (a.i.) /	Samen met GG van Limburg Stirum	AR
1922-1925	Simon de Graaff	Samen met GG Fock	AR
1925-1926	Hendrik Colijn (a.i.) / Charles Welter		AR
1926-1929	Jacob Christiaan Koningsberger		AR
1929-1933	Simon de Graaff		AR
1933-1935	Hendrik Colijn		AR
1937-1939	Charles Welter		AR
1939	Cornelis van den Bussche		AR
1939-1945	Charles Welter / Pieter Sjoerds Gerbrandy / Hubertus van Mook		
1945-1946	Johann Heinrich Adolf Logemann		
1946-1948	Jan Anne Jonkman / Louis Beel (a.i.) / Lubbertus Götzen (a.i.)	Samen met LGG van Mook	KVP (Katholieke Volks Partij)
1948-1951	Maan Sassen / Joh. Henricus van Maarseveen (a.i.)		

<sup>1081</sup> Ministers die ook Gouverneur-Generaal of hoge commissaris waren of werden zijn geel gemarkeerd.

## Annex 8.6 Verdrag van Londen uit 1824<sup>1082</sup>

Op 17 maart 1824 werd het verdrag van Londen getekend door hoge vertegenwoordigers van de Nederlandse en de Britse regering met de volgende belangrijkste bepalingen (uit het Engels vertaald en verkort waar mogelijk):

Betrokken partijen staan elkaars onderdanen toe handel te drijven met hun bezittingen in de oostelijke archipel en op het Indiase continent en Ceylon op basis van de meest begunstigde natie; hun onderdanen moeten zich confirmeren aan de lokale regels van elke vestiging.

1. De onderdanen en schepen van de ene natie zullen voor import en export van de haven van de andere natie in de oostelijke zeeën nooit meer heffing betalen dan het dubbele van wat de onderdanen en schepen van de andere natie betalen, waaraan de haven toebehoort.
2. Er zal geen verdrag gesloten worden met enige andere natie in de oostelijke zeeën om de handel van de andere partij uit te sluiten of te verkleinen (dus vrijhandel is geboden).
3. De Nederlandse en Britse staatshoofden (koningen) zullen hun civiele en militaire autoriteiten strikte orders geven de vrijheid van handel te respecteren en de inheemse bewoners geen belemmeringen opleggen in communicatie en handel zowel in hun havens als die van de partijen.
4. De Nederlandse en Britse staatshoofden zullen op gelijke wijze piraterij in de oostelijke zeeën onderdrukken en niet toestaan dat gekaapte schepen of goederen in hun gebieden komen voor verkoop.
5. Er wordt overeengekomen dat door beide regeringen orders gegeven zullen worden dat geen nieuwe vestigingen op een van de eilanden in de oostelijke zeeën gevormd zullen worden zonder voorafgaande toestemming van hun betreffende regeringen in Europa
6. De Molukken, in het bijzonder Ambon, Banda, Ternate en hun directe afhankelijkheden vallen niet onder de bepalingen 1, 2, 3 en 4 totdat de Nederlandse regering het geschikt vindt het monopolie op de specerijen op te heffen. Zodra andere naties wel toestemming voor specerijenhandel krijgen, zal dat ook voor de Britse natie gelden.
7. Het Nederlandse staatshoofd draagt alle vestigingen op het Indiase continent over aan het Britse staatshoofd en trekt alle privileges en uitzonderingen ten gunste van die vestigingen daar in.
8. De faktorij en het fort Marlborough en alle Engelse bezittingen op het eiland Sumatra worden hierbij overgedragen aan het Nederlandse staatshoofd en het Britse staatshoofd verplicht zich dat geen Britse vestiging op dat eiland gevormd zal worden, noch een verdrag door een Britse autoriteit met enige inheemse prins, leider of staat daar gesloten zal worden.
9. De stad en het fort Malakka en zijn afhankelijkheden worden overgedragen aan het Britse staatshoofd en het Nederlandse staatshoofd verplicht zich met zijn onderdanen nooit een vestiging op het schiereiland Malakka te vormen of een verdrag te sluiten met een inheemse prins, leider of staat daar.
10. Het Britse staatshoofd trekt de bezwaren in die gemaakt zijn tegen de bezetting van het eiland Billiton en zijn afhankelijkheden door vertegenwoordigers van de Nederlandse regering.
11. Het Nederlandse staatshoofd trekt de bezwaren in die gemaakt zijn tegen de bezetting van het eiland Singapore door de onderdanen van het Britse staatshoofd. Het Britse staatshoofd zorgt ervoor dat geen Britse vestigingen gevormd zullen worden op de Carimon eilanden of op het eiland Battan, Bintang, Lingin of een van de andere eilanden ten zuiden van de straat van Singapore, noch een verdrag gesloten zal worden met de vorst van deze eilanden.
12. Alle kolonies, bezittingen en vestigingen die overgedragen worden door de voorgaande artikelen, zullen opgeleverd worden aan de autoriteiten van de betrokken soevereiniteiten op de 1<sup>e</sup> maart 1825. De fortificaties zullen in de staat blijven waarin ze zijn in de periode van bekendmaking van dit verdrag in Indië; maar geen claims zullen gemaakt worden aan beide kanten voor wapenlevering of opslag, achtergelaten of verwijderd door de overgeevende macht, noch voor achterstallige inkomsten of voor welke administratiekosten dan ook.
13. Alle bewoners van de gebieden die hierbij overgedragen worden zullen, als ze dat willen, de vrijheid genieten afstand te nemen van hun eigendom en zichzelf te verplaatsen zonder belet of hinder naar elk land waarheen ze willen verhuizen, in een periode van zes jaar na de ratificatie van dit verdrag.
14. De onderhandelende partijen komen overeen dat geen van de gebieden of vestigingen, genoemd in de artikelen 8, 9, 10, 11 of 12 op enig moment zullen worden overgedragen aan een andere macht. In het geval een van de genoemde bezittingen verlaten wordt door een van de contracterende partijen zal het recht van bezit daarvan onmiddellijk overgaan op de andere partij.
15. Er wordt overeengekomen dat alle rekeningen en claims voortkomend uit de restauratie van Java en andere bezittingen aan de autoriteiten van het Nederlandse staatshoofd in Oost-Indië, evenals die deel uitmaakten van een overeenkomst, gemaakt te Java op 24 juni 1817 geheel en blijvend voldaan en afgesloten zullen worden met de betaling van honderd duizend pond sterling, betaald in Londen voor rekening van Nederland.
16. Het huidige verdrag zal geratificeerd worden en de ratificaties zullen uitgewisseld worden te Londen binnen drie maanden van deze datum of eerder indien mogelijk.

<sup>1082</sup> Aceh maakte hier geen deel van uit daar het oorspronkelijk ook geen deel uitmaakte van de Nederlandse bezittingen.



## Annex 8.7 Samenvatting geschiedenis van het Kadaster in Nederlands-Indië

### Jaar gebeurtenis

- 1602 Door de VOC werd het eigendom van onroerend goed geregistreerd en werd belasting geheven.
- 1800 Te Batavia en Ommelanden wordt ½ % belasting geheven.
- 1818 Ook te Buitenzorg wordt ½ % belasting geheven.
- 1819 Nieuwe taxatie van eigendommen vindt plaats, te Batavia wordt een hoofdcommissie ingesteld met toezicht op kadastrering. In de binnenlanden worden commissies benoemd.
- 1823 Ordonnantie op het Middel der Verponding wordt afgekondigd. Java en Madura krijgen belasting van ½ %. De benoeming vindt plaats van de hoofdcommissie der verponding te Batavia met toezicht op kadastrering met behulp van haar toegevoegde landmeters.
- 1834 Ordonnantie op de In-en Overschrijving brengt enige rechtszekerheid t.a.v. grondeigendom.
- 1837 Gouvernements-landmeters worden benoemd (instructie in staatsblad 3, nog geen specifieke eisen). Men kan zich laten examineren, de naam kadaster ontstaat.
- 1839 De regering stelt f 30.000, voor de herziening van de verpondingskohieren, registers en blokkaarten. Het landmeterskantoor krijgt de naam "Kadastraal Bureau".
- 1844 Een plan wordt gemaakt om te komen tot statistieke opname van de Inlandse gronden om te komen tot een regelmatige heffing van de landrente.
- 1845 In plaats van de landmeter wordt de Algemeen Ontvanger belast met de inning van de verponding, wat een verlies van 5 % van de inkomende gelden van het landmeterskantoor betekent.
- 1847 Men komt tot de ontdekking dat er nog geen verbetering is gekomen in de ongelukkige toestand van het Kadastraal Bureau. Door gebrek aan deskundigen en aan geld werden alle gegevens geput uit de oude koopbrieven. Het werk wordt vrijwel gestaakt.
- 1851 Eerste proef vindt plaats met een statistieke opname in de residentie Cirebon
- 1853 De proef wordt gestaakt, de nu bevolen topografische opname zal tot basis strekken. Begonnen wordt met Cirebon, Banyumas en Bagelen.
- 1857 Voor de eerste maal wordt een programma voor het landmetersexamen vastgesteld.
- 1859 Hoofdingenieur Tromp sterft en het Kadaster komt onder supervisie van de Resident van Batavia.
- 1863 De Gouvernements-Landmetersinstructie van 1837 wordt toepasselijk verklaard voor de overige gewesten van Java en Madura. Op de hoofdplaatsen worden onbezoldigde Gouvernements-Landmeters benoemd door de Resident.
- 1864 Reorganisatie vindt plaats van de statistieke opname. Het toezicht berust bij de inspecteurs en aan het hoofd van elk van de vijf (later zes) secties staat een controleur B.B, bijgestaan door een landmeter. De start is in Kedu.
- 1865 De instructie van 1837 wordt van toepassing verklaard voor Bengkulu.
- 1866 Zwaarder examen voor landmeters wordt ingevoerd.
- 1867 De ongelukkige toestand van 1847 duurt nog steeds voort. Het personeel van het Kadastraal Bureau in Batavia bestaat uit 1 chef, als gezworen landmeter der 1<sup>e</sup> klasse, 1 gezworen landmeter der 2<sup>e</sup> klasse, 1 der 3<sup>e</sup> klasse, en 1 adjunct-landmeter met salarissen per maand van resp. f 350,-, f 200,-, f 150,-, en f 100,- Het Kadaster komt onder de Directie van Financiën.
- 1868 In vijf gewesten zijn door de statistieke opname de bouwvelden opgenomen.
- 1872 De Regering gaat twifelen aan de nauwkeurigheid van de statistieke opname. Het Kadaster wordt bij het Departement BB ondergebracht.
- 1873 Ter voorbereiding van de hervorming van het Kadaster worden een ingenieur en twee landmeters naar Indië gezonden. Er wordt een aanvang gemaakt met de opmeting van Batavia en Meester-Cornelis (stad en voorsteden).
- 1874 Er vindt een reorganisatie van het Kadaster plaats. Het personeel zal bestaan uit ingenieurs, bewaarders, landmeters en adjunct-landmeters. De instructie van 1837 treedt voor het resterend deel van de buitengewesten in werking.
- 1875 Algemene voorschriften voor kadastrale metingen in NI worden vastgesteld. Aan de opname van Batavia wordt met kracht doorgewerkt.
- 1876 De in 1873 uitgezonden ingenieur is overleden en zijn opvolger wil aansluiting van de kadastrale metingen met de bestaande triangulatie van de Topografische Dienst.
- 1878 De Regering geeft gevolg aan deze wens. De werkzaamheden in Batavia en Meester-Cornelis komen gereed (opgemeten zijn 12000 hectare en 16420 percelen). Met de opmeting van Surabaya en Semarang wordt een aanvang gemaakt.
- 1879 De statistieke opname wordt opgeheven, van die taak wordt het technische deel opgedragen aan het Kadaster.
- 1883 Een nieuw programma voor het adjunct-landmeters- en landmetersexamen wordt vastgesteld.
- 1889 De opnemingen voor de Preanger-landrente geschieden door het Kadaster.

- 1893 De eerste nederzetting in de buitengewesten (Tandjong Pinang) wordt kadastraal opgemeten.
- 1895 Er wordt een aanvang gemaakt met de kadastrering van Padang, Surakarta en Makassar.
- 1898 De landrentemetingen in de Preanger zijn voltooid, evenals de kadastreringen van Riouw en Makassar. Begonnen wordt met Yogyakarta.
- 1901 Het eigendomskadaster wordt ingevoerd in Besuki en Yogyakarta.
- 1905 De landrentemetingen gaan over op de Topografische Dienst.
- 1906 Ternate en Onderhorigheden wordt bij het Kadaster ingelijfd.
- 1907 De metingen in Menado en Banjarmasin zijn beëindigd.
- 1910 Een K.B. regelt de bijzondere voorwaarden voor de benoembaarheid tot adjunct-landmeter en landmeter bij het Kadaster in Nederlands-Indië.
- 1913 Bij Gouvernementsbesluit wordt in Bandung een cursus geopend voor de opleiding van Europees en Inlands technisch personeel bij de Kadastrale Dienst in Nederlands-Indië.
- 1916 De werkring van het Kadaster wordt opnieuw omschreven. De Gouvernements-landmetersinstructie wordt gewijzigd.
- 1918 Kadasterkantoren worden gevestigd in Yogyakarta en Banjarmasin, De werkzaamheden van de Gouvernements-landmeter in het gewest Tapanuli worden opgedragen aan het kadasterkantoor te Padang. In de Zuid en Oost afdeling van Borneo wordt het Kadaster ingevoerd.
- 1919 Wegens gebrek aan personeel worden de kantoren Yogya en Banyumas gesloten en de betreffende werkzaamheden opgedragen aan andere kantoren.
- 1920 Er bestaat een tekort aan 34 landmeters. Noch in Indië, noch in Holland blijkt enige animo te bestaan voor dat beroep, waartoe de slechte bezoldiging bijdraagt.
- 1922 De eerste 5 kandidaten worden aangewezen om de landmetercursus, verbonden aan de landmeterhogeschool te Wageningen, te volgen.
- 1925 Het Kadaster gaat over van het Departement B.B. naar dat van Justitie.
- 1926 De eerste in Wageningen opgeleide landmeters worden uitgezonden. Er wordt een aanvang gemaakt met de opleiding van middelbaar vakkundigen (adjunct-landmeters) aan de opleidingscursus te Bandung. Het Kadaster wordt ingevoerd in de gewesten Aceh en Onderhorigheden, Palembang en Banka en Onderhorigheden.
- 1927 De herkadastrering van Buitenzorg neemt een aanvang.
- 1928 Sukabumi wordt herkadastreerd. Het kantoor Rembang wordt opgeheven.
- 1930 Op Bali, Lombok en Timor en Onderhorigheden wordt het Kadaster ingevoerd. Begonnen wordt met de herkadastrering van Batavia. De vergunning voor het verrichten van particuliere werkzaamheden door Kadastrale landmeters wordt ingetrokken. De opleiding van landmeters wordt als verkort academisch beschouwd zodat overgang naar een hoger schaal plaats vindt.
- 1931 De Lampongse districten Bengkulu en Tapanuli krijgen een eigendomskadaster. Kwalijk zijn de toestanden die voordien heersten op de kantoren der Gouvernementslandmeters, kantoren die grotendeels, het karakter droegen van toko's voor meetbrieven en kaarten. Kadasterkantoren worden geopend in Purwokerto en Kotaradja. De regering beslist dat van het in opleiding zijnde personeel niemand meer mag worden aangenomen.
- 1932 De bezuiniging doet zich gelden. Het aantal hogere vakkundigen bedraagt 84. Het kadasterkantoor te Siboga wordt opgeheven.
- 1933 Purwokerto verliest zijn kantoor. De regering ontdekt dat de landmeteropleiding niet academisch is. Daardoor worden de landmeters in een lagere bezoldigingsschaal ondergebracht. Het laatste Gouvernements-landmeterskantoor (Ambon) wordt eind december opgeheven, zodat vanaf dit ogenblik voor geheel NI de functies van Gouvernements-landmeter worden waargenomen door het Kadaster.
- 1934 De inkomsten dalen steeds. Het kantoor Kediri wordt opgeheven.
- 1935 Het aantal technische werkzaamheden blijft dalen. De openbare verkopen nemen toe. De inkomsten zijn toegenomen in verband met de rubberrestrictiemetingen. Semarang wordt hergekadastreerd. De landmetercursus te Wageningen wordt opgeheven. De gelegenheid wordt opengesteld tot het volgen van lessen aan de Technische Hogeschool te Delft om zich te bekwamen voor het examen van civiel-landmeter.
- 1936 Het aantal hogere vakkundigen is gedaald tot 34.
- 1937 Een nieuwe meetbriefinstructie wordt ingevoerd. Het feit dat 100 jaar geleden de Gouvernements-landmetersinstructie werd ingevoerd wordt plechtig herdacht.

## Annex 8.8 Gebruikte Nederlandse, Franse, Engelse en Indische maten

De volgende tabel geeft een overzicht van de gebruikte lengte-, afstands- en oppervlaktematen. Opmerkelijk zijn de verschillende gebruikte voeten, feet, pieds en daaraan gerelateerde duimen, inches en pouches.

Eenheid	equivalent	metriek	afgerond	opmerkingen
Amsterdamse voet	11 Amsterdamse duim	0,283133 m	0,28 m	1650-1800 gebruikt door de VOC.
Amsterdamse vadem	6 voet van 0,2831 m	1,698798 m	1,7 m	1650-1800 gebruikt door de VOC.
Rijnlandse duim	1/12 Rijnlandse voet	2,61622 cm	2,6 cm	iets groter dan de Engelse duim (inch).
Rijnlandse voet	12 Rijnlandse duim	0,313947 m	0,31 m	iets groter dan de Engelse voet (foot).
Rijnlandse roede	12 Rijnlandse voet	3,767364 m	3,8 m	Duitse Rijnlandse roede is 3,766242 m.
Vadem (fathom)	6 voet (foot)	1,83 m	1,8 m	Tot 1789 als de toise (uitgestrekte armen).
Franse of Parijse voet (pied)	12 Franse duim (pouche)	0,3248 m	0,32 m	Franse of Parijse duim van 2,707 cm.
Parijse Toise	6 Parijse voet (pied)	1,9488 m	1,95 m	Na de Franse Revolutie van 1789.
Rijnlandse morgen (in NL)	600 □ Rijnlandse roede	8516 m <sup>2</sup>	0,9 ha	Andere morgens zijn iets kleiner dan 1 ha.
Paal	400 Rijnlandse roede	1506,9456 m	1507 m	1506,9430 m komt ook voor.
Geografische of Duijtse mijl	1/5400 omtrek equator	7407,4117 m	7407 m	15 mijlen in een graad (5400 in 360°), 4 nm.
Bouw of bahu	500 □ Rijnlandse roede	7096,5157 m <sup>2</sup>	7097 m <sup>2</sup>	Ongeveer grootte gemiddeld voetbalveld.
Patok	25 □ Rijnlandse roede	354,8245 m <sup>2</sup>	355 m <sup>2</sup>	1/20 bouw, 1 pantjar = 2 bouw.
□ paal	320 bouw (of bahu)	2,270885 km <sup>2</sup>	2,3 km <sup>2</sup>	Als "gebied van de vierkante paal".
1 km <sup>2</sup>	100 hectare	140,91 bouw	141 bouw	Na 1912 was oppervlakte in hectare of km <sup>2</sup> .
Hectare	100 x 100 m	10.000 m <sup>2</sup>	10.000 m <sup>2</sup>	700 □ Rijnlandse roeden in 1 hectare.
Engelse acre	10 x 1 chain (10 □ chain)	4046,71 m <sup>2</sup>	4047 m <sup>2</sup>	Tientallige eenheid; 1 acre is 0,57 bouw.
Engelse duim (inch)	12 lines ofwel 10 tenths	2,54 cm	2,5 cm	line is 2,1 mm, tenth is 2,5 mm.
Engelse foot	12 inches (Engelse duim)	0,3048 m	0,30 m	Korter dan Rijnlandse en Franse voet.
Engelse yard	3 feet	0,9144 m	0,91 m	Yardstick is Engelse standard.
Rod, pole, perch	198 inches	5,03 m	5 m	(rd., p.), vergelijkbaar met roede.
Engelse ketting (chain)	22 yard ofwel 66 feet	20,1168 m	20 m	1 chain bevat 100 links van 8 inch.
Furlong (vore)	220 yard ofwel 10 chains	201,168 m	201 m	Standaardlengte geploegde vore.
Engelse (statute) mile	1760 yard (van 3 feet)	1609,3426 m	1,6 km	Imperial mile van 1824 tot 1959.
Engelse mijl (mile)	1760 yard (van 3 feet)	1609,344 m	1,6 km	80 chains in 1 mile; (1609,3426 m tot 1959).
League (lopend)	1 uur gaans: 3 mijl op land	4828 m	4,8 km	Op land 4,8 km (3 miles).
League (varend)	1 uur zeilend: 3 nm op zee	5556 m	5,6 km	Op zee 5,6 km (3 nautical miles).
Fathom (vadem)	6 feet	1,83 m	1,8 m	(fm., fth), dieptemaat bij zeevaart.
Cable length (kabel lengte)	1/10 zeemijl	185,2 m	185 m	kabel(lengte) voor ankerketting en afstand.
Nautical/sea mile (zeemijl)	1' aardomtrek, 6076,12 feet	1,852 km	1,85 km	(nm, sm) is ook Hollandse zeemijl.

Als gewichtseenheid wordt naast de kilogram, pond, ons en gram de pikol van 61,7613 kg (nog) gebruikt.

### Equivalenten luchtdrukwaarden in metrische, Engelse, Franse en Rijnlandse eenheden

metrisch			duimen (inches, pouches)			gemiddelde
Pascal	millibar	cmHg	Engelse	Franse	Rijnlandse	veranderlijk (change)
104000	1040,0	78,0	30,71	28-1,0	29-1,0	
103334	1033,3	77,5	30,51	28-7,5	29-7,5	
102667	1026,7	77,0	30,31	28-5,5	29-5,5	
102000	1020,0	76,5	30,12	28-3,0	29-3,0	
101325	1013,3	76,0	29,92	28-1,5	29-1,5	NL, Fr
100666	1006,7	75,5	29,72	27-1,0	28-1,0	
100000	1000,0	75,0	29,53	27-8,5	28-8,0	GB
99332	993,3	74,5	29,33	27-6,0	28-5,5	
98665	986,6	74,0	29,13	27-4,0	28-3,5	
98000	980,0	73,5	28,94	27-2,0	28-1,5	
97331	973,3	73,0	28,74	26-1,5	27-1,0	
96664	966,6	72,5	28,54	26-9,0	27-8,5	
96000	960,0	72,0	28,35	26-7,2	27-6,4	

Temperatuur in °Celsius, °Reaumur of °Fahrenheit met 0° Celsius = 0° Reaumur en °Celsius = 5/4 x °Reaumur (of omgekeerd °Reaumur = 4/5 x °Celsius). °Fahrenheit = °Celsius + 32° en ook nog 9/5 x °Celsius.



## Annex 8.9 Gebruikte meetinstrumenten en hulpmiddelen in Nederlands-Indië

Van de belangrijkste meetinstrumenten met markering in groen zijn de huidige plaats en beschrijving bekend.

Type	fabrikant	gebruikt voor	periode	plaats	afbeelding
Baakniveau		Vertikaal stellen		K	✓
Baakstatieven	Lokaal	Baken oprichten		K	✓
Baken	Lokaal	Richtingspunt		K	✓
Balans		Weging			
Barometer aneroïde	Naudet, Kipp	Luchtdruk en hoogte	1860-	K, TUD	✓
Barometer, kwik	Fuess, Fortin, Olland,	Luchtdruk en hoogte	1810-	K, TUD	✓
Barometer, kwik	Pistor en Martins	Luchtdruk en hoogte	1840-		
Basismmeetapparaat comparator	Repsold	Basismeting	1850-1882	TUD	
Basismmeetapparaat Invardraden	Jäderin	Basismeting	1910-1970	K	✓
Belichtingsklokje		Fotografie			
Blaasinstrumenten		Signaalfunctie			
Boussole, berg (tranche montagne)	Hildebrand	Triangulatie	1905-	K, TUD	✓
Boussole, berg (tranche montagne)	De Koning	Triangulatie	1905-		✓
Boussole, Smalkalder		Triangulatie		K, TUD	✓
Boussole, statief		Triangulatie		K, TUD	✓
Boussole, hand of zak		Triangulatie		K, TUD	✓
Chronometer	Dent, Hohwü	Lengtegraad (longitude) bepaling	1840-	TUD	✓
Chronometer torpilleur		Tijdmeting			
Chronograaf		Tijdregistratie			
Compas, gewoon		Richting, azimuth			
Compas, bezard		Richting, azimuth			
Compas, geologisch		Richting, azimuth		K, TUD	✓
Compas, vloeistof		Richting, azimuth		K, TUD	✓
Coördinatograaf	Coradi	Uitzetten coördinaten op kaartblad		K	✓
Copieertoestel		Kopiëren			
Curvimeter		Bochten, schalen			
Driehoeken, celluloid		Tekenen		K	✓
Equerre		90° en 45° hoekuitzetting		K	✓
Entzerringsapparaten	Zeiss, de Koningh	Onthoeking van luchtfoto's		K	✓
Fototoestel		Foto-opname			
Filmoproltoestel		Fotografie			
Heliotroop		Triangulatiebaken door zonreflectie		K	✓
Heliotroopkijker		Uitrichting heliotroop		K	✓
Hellingmeter		Helling of verticale hoek		K	✓
Hoogtemeter		Hoogte (barometer)		K	✓
Hypsometer	R. Fuess	Hoogtemeter	1899-	TUD	✓
Kijkerboussole		Richting/azimuthmeter met kijker		K, TUD	✓
Kippregel		Vizierlineaal met kijker op planchet		K, TUD	✓
Linialen, koper / messing		Tekenen / afmetingen		K	✓
Lampen (auto)		Baken		K	✓
Loepen		Waarneming		K	✓
Max- en min thermometer		Temperatuur			
Meetband, stalen		Afstand en lengte		K	✓
Meetketting		Afstandsbeplating		K	✓
Meetlamp, elektrisch		Triangulatie baken 's nachts		K	✓
Meetveren		Afstand en lengte		K	✓
Microscop, bacteriologisch		Onderzoek bacteriën		K, TUD	
Multiplexen, aero		Kartering		K	
Nachtkijker	Busch	Waarneming			
Niveau pantograaf		Grafische vergroting/verkleining		K, TUD	✓
Olieluchtpomp					
Pantograaf		Grafische vergroting/verkleining		K, TUD	✓
Pantometer		Hoekuitzetting		K, TUD	✓
Parallaxmeter		Meting schijnbare beeldverschuiving			
Passage instrument	Wenckenbach	Tijd door sterpassage van meridiaan		TUD	✓
Passerdoos		Tekenen		K	✓
Passer, oreillon		Tekenen		K	✓
Passer, reductie		Tekenen		K	✓
Patentniveau		Horizontaalafregeling			
Planchet		Veldtekentafel		K	✓
Planimeter	Coradi	Oppervlaktebepaling		K	✓
Plombs		Verticaalstand		K	✓
Poolplanimeter	Ott	Oppervlaktebepaling		K, TUD	✓
Prismacirkel		Azimuth bepaling			
Prismakijker		Waarneming op afstand			

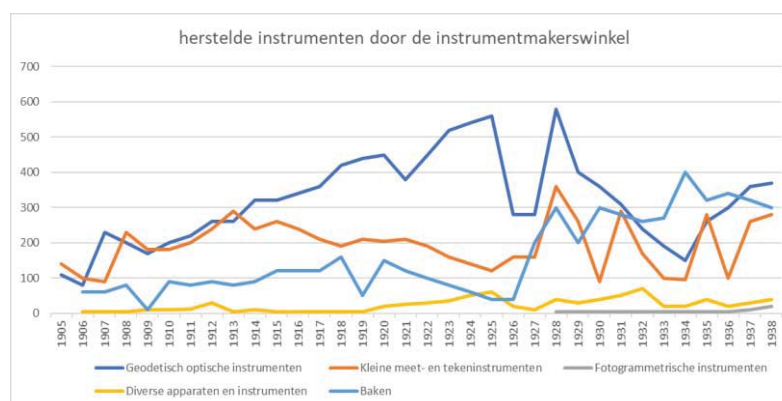
Type	fabrikant	gebruikt voor	periode	plaats	afbeelding
Prisma's pentagoon		Hoekuitzetting		K, TUD	✓
Psychrometer		Temperatuurmeting		K	✓
Radiaaltriangulator	Zeiss	Triangulatie met stereo-luchtfoto's		K	✓
Reflexie-afstandsmeter	Barr en Stroud	Afstandsmetingen bij triangulatie	1922-	TUD	✓
Rekenlinialen	Aristo, Castell	Berekeningen, logaritmen, gonio		K, TUD	✓
Rekenmachines	Brunsviga, Facit	Rekenwerk	1910-1950	K, TUD	✓
Rolplanimeter	Coradi	Oppervlaktebepaling	1900-1980	K	✓
Schaarkijker (primakijker)		Observatie			
Schietlood		Vertikaal bepaling		K, TUD	✓
Schijfplanimeters	Ott, Coradi	Oppervlakte bepaling	1920-1980	K, TUD	✓
Schrijfmachines	Remington, Triumph	Tekstverwerking		K	✓
Sextant	Pistor en Martins	Breedtegraad (latitude)-bepaling	1860-1950		✓
Spectroscop		Spectaalmetingen		TUD	
Statieven	Lokaal fabricaat	Plaatsing meetinstrumenten		K	✓
Statiefkoppen	Deverse	Richten meetinstrumenten op statief		K	✓
Tacheometer, reductie-mechanisch	Hammer-Fennel	Afstandsmeting	1900-1920	K, TUD	✓
Tachymeter, reductie-dubbelbeeld	Bosshardt-Zeiss	Afstandsmeting	1924-1950	K, TUD	✓
Telmachines		Rekenwerk		K	✓
Theodoliet boussoles	Heyde	Triangulatie	1872-1946	K, TUD	✓
Theodoliet, repetitie (21 cm, 27 cm)	Hildebrand	Triangulatie	1915-1921	TUD	✓
Theodoliet boussole, repetitie	Kern	Triangulatie		K	✓
Theodoliet	Breithaupt	Triangulatie		K	✓
Theodoliet boussole T0	Wild	Triangulatie		K	✓
Theodoliet dubbelbeeld	Wild	Triangulatie		K	✓
Theodoliet	Zeiss II	Triangulatie	1932-1945	K	✓
Transformator		Wisselspanningsverhoging/verlaging			
Universaalinstrument 27 cm	Pistor en Martins II	Triangulatie primaire net	1912-1916	TUD	✓
Universaalinstrument 10 duims	Pistor en Martins	Triangulatie primaire net	1896-1908	TUD	✓
Universaalinstrument 8 duims	Pistor en Martins	Triangulatie secundaire net Celebes		TUD	✓
Universaalinstrument 6 duims	Pistor en Martins	Triangulatie secundaire net	1906-	TUD	✓
Universaalinstrument 5 duims	Pistor en Martins	Triangulatie secundaire net		TUD	✓
Universaalinstrument 12 duims	Repsold	Triangulatie primaire net	1845-1908	K	✓
Universaalinstrument	Repsold	Triangulatie secundaire net		K	✓
Universaalinstrument 10 duims	Wegener	Triangulatie primaire net Sumatra,	1896-1908	K	✓
Universaalinstrument 27 cm	Wanschaff I	Triangulatie primaire net Sumatra	1917-	TUD	✓
Universaalinstrument / theodoliet	Wild T2	Triangulatie		K, TUD	✓
Universaalinstrument, tachymeter	Breithaupt	Triangulatie		K, TUD	✓
Verkleiningsapparaat		Tekenen		K	
Waterpasinstrument	Becker & Buddingh	Hoogtemeting		K	✓
Waterpasinstrument	Troughton & Simms	Hoogtemeting		K	✓
Waterpasinstrument	Wild	Hoogtemeting		K	✓

K = Kadaster museum Arnhem, TUD = Depot TU Delft, ✓ = afbeelding beschikbaar op de website van De Hollandse Cirkel of het Kadaster museum.

In de "instrumentmakerswinkel" werden vanaf 1936 alle meetinstrumenten onderhouden, hersteld en beheerd van de Topografische Dienst, het Kadaster, het Boschwezen, de dienst van Mijnbouw, de Bangka-tinwinning, de Bukit-Asem mijnen, de dienst der Landelijke Inkomsten en de S.S. Bij elkaar waren dat rond 5500 instrumenten, verdeeld als hierna is aangegeven. Voor het verrichten van herstellingen werd beschikt over een volledig geoutilleerd atelier (frais-, boor-, polijst-, knip-, hout- en metaalzaagmachines, draibanken, een precisieverdeelmachine en een ponsinrichting). Zoals de grafiek laat zien, beliep het aantal herstelde instrumenten (inclusief baken) de honderden per jaar.<sup>1083</sup>

### Aantal instrumenten in onderhoud bij de Instrumentmakerswinkel:

- 800 geodetische instrumenten
- 3500 kleine meetinstrumenten en tekeninstrumenten
- 100 fotogrammetrische instrumenten
- 100 diverse apparaten (rekenmachines)
- 1000 baken
- 5500 totaal aantal instrumenten in onderhoud



<sup>1083</sup> M.T. van Staveren, *75 jaren topografie in Nederlandsch-Indië, Dutch East Indies*. Topographische Dienst, (uitg. Topografische Dienst, Batavia 1939).

## Annex 8.10 Samenvatting geschiedenis van het Kadaster in Nederland

### Jaar gebeurtenis

- 1801 Start landelijke driehoeksmeting door baron Kraijenhoff als basis voor eerste topografische kaart van de toenmalige Bataafse Republiek.
- 1811 Napoleon besluit dat Nederland een Kadaster moet krijgen. Kadastrering begint. Eerste landelijke openbare registers.
- 1813 Val Napoleon, kadastrering stopt.
- 1816 Hervatting kadastrering onder Koning Willem I.
- 1823 Het Topographisch Bureau van het Ministerie van Oorlog levert de 'Choro-topographische kaart' op, de kaart waar Kraijenhoff rond 1800 aan is begonnen. Hij heeft een schaal van '800 Rijnlandse roeden op de duim' (1:115.200) en is de eerste lands dekkende topografische kaart.
- 1832 Kadaster van start in 54 vestigingen (1 oktober).
- 1838 Invoering burgerlijk wetboek: inschrijving overdrachts- en hypotheekakten verplicht. Nieuwe registers van in- en overschrijving onroerende goederen.
- 1854 Topografische en Militaire Kaart (TMK) van het Koninkrijk der Nederlanden 1:50.000 gereed.
- 1866 Chromo-Topografische kaart 1:25.000 (Bonnebladen) gereed: de eerste topografische kaart van Nederland in kleur.
- 1885 Start Rijksdriehoeksmeting; structurele bij houding van referentiepunten in het landelijke coördinatenstelsel.
- 1919 Eerste landmeterscursus in Wageningen.
- 1924 Eerste ruilverkavelingswet; Kadaster adviseur van de plaatselijke commissie.
- 1932 Uit twee militaire diensten ontstaat de Topografische Dienst. Luchtfotografie wordt de basis voor topografische kaarten.
- 1947 Voor militaire doeleinden worden kaartseries op de schalen 1:100.000 en 1:250.000 gemaakt.
- 1950 Letterlijke overschrijving van akten vervangen door getypt afschrift door notaris.
- 1961 Topografische kaartserie schaal 1:10.000 gereed.
- 1967 Netbeheerders richten voor een beperkt gebied het eerste Kabels en Leidingen Informatiecentrum op om daarmee graafschade aan ondergrondse kabels en leidingen te helpen voorkomen.
- 1973 Kadaster van het Ministerie van Financiën naar het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.
- 1975 Start vervaardiging Grootschalige Basiskaart Nederland (GBKN), eerste lands dekkende grootschalige topografische kaart.
- 1989 Vier regionale Kabels en Leidingen Informatiecentra, die samen het hele land bestrijken, gaan van start. Op deze manier organiseren de netbeheerders de informatieverstrekking, nadat in 1986 het wetsontwerp Leidingenregistratie is ingetrokken.
- 1990 Automatisering van de kadastrale registratie (AKR) is gereed. Deze vervangt de papieren grondboekhouding.
- 1994 Kadaster wordt zelfstandig bestuursorgaan.
- 1997 Topografische kaartserie 1:10.000 als digitaal bestand beschikbaar (TOP10vector).
- 2004 Kadaster en Topografische Dienst fuseren.
- 2007 Als onderdeel van het stelsel van basisregistraties wordt het Kadaster aangewezen als bronhouder van de Basisregistratie Kadaster (BRK) en de Basisregistratie Topografie (BRT).
- 2007 Op grond van de Wet kenbaarheid publiekrechtelijke beperkingen onroerende zaken (WKPB) krijgt het Kadaster een nieuwe taak: informatie verstrekken over door gemeenten opgelegde publiekrechtelijke beperkingen.
- 2008 Kabels en Leidingen Informatiecentrum (KLIC) gaat op in het Kadaster. De Wet Informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION) wordt van kracht.
- 2009 Landelijke voorziening Basisregistraties Adressen en Gebouwen (LV BAG) is gereed. Het Kadaster herbergt deze en verzorgt de informatieverstrekking.
- 2010 Landelijke voorziening Ruimtelijkeplannen.nl (voorheen RO-online) is gereed en in beheer genomen door het Kadaster.
- 2012 TOP10NL, het belangrijkste product van de BRT, is van heel Nederland klaar en als open data beschikbaar.
- 2013 Kadaster start met beheer van de Landelijke voorziening Waarde Onroerende Zaken (LV WOZ) en verzorgt de informatieverstrekking.
- 2014 Kadaster neemt de Landelijke voorziening Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT) in beheer en verzorgt hieruit de informatieverstrekking.
- 2016 Digitale kadastrale kaart is van heel Nederland beschikbaar als open data.



## Annex 8.11 Samenvattend chronologisch overzicht van Topografische en Kartografische activiteiten

1800-1860	gebied	schaal	opmerkingen en activiteiten in de vermelde periode
1800-1942	Kustgebieden en kustwateren		Verkenningen en hydrografische activiteiten door de Marine, ondersteund door de Marineschool in Semarang (na 1818 Militaire School genoemd).
1809	Java		Aanstelling 'gezworen' landmeters met de oprichting van het bureau der genie, artillerie en militaire bewegingen met als opdracht 'opneming en carteerling op basis van de beste zeekaarten', dit zonder voorafgaande geografische/geodetische werkzaamheden ter bepaling van vaste punten.
1814	Sumatra, Malakka		Compilatiekaart.
1817	Java	Opgaven: 1:937.000 1:966.000 1:950.000	Compilatiekaart van Java op basis van het werk van de landmeters, marine en civiele instanties. Op basis van het werk van het bureau der genie ontstond de kaart in het boek History of Java, helaas zonder "wiskunstige" grondslag (triangulatie).
1820	Indische Archipel		Kaart der Nederlandsche Bezittingen in Oost-Indiën.
1821-1881	Wateren in de Indische Archipel		Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten 1821-1860, ging in 1860 over naar het Hydrographisch bureau dat in 1871 verplaatst werd naar Nederland en weer in 1875 terug naar Batavia. Tot haar opheffing in 1882 was de Geographische Dienst onderdeel van de Marine.
1826	Indische Archipel		Carte du Grand Archipel d'Asie.
1834 1845 1847 1850	Java	1:500.000	Kartering met beperkte geodetische grondslag door Zeemacht en Landmacht van Nederlands-Indië. Triangulatie door Van de Velde en Van Carnbee. De kaarten hebben op land niet de vereiste nauwkeurigheid. Zie de nota bij de kaart van de Velde.
1840	Sumatra, verkenning enkele delen		Eerste triangulatie op Sumatra (bij het Toba-meer).
1842/1843	Algemeene Kaart van Nederlandsch Oost-Indië	1:2.250.000 en grotere schalen	Compilatiekaart van Van Derfelden zonder geodetische grondslag, gebaseerd op hydrografische opnemingen. Referentiekaart verbeteringen.
1849	Atlas Ned. Overzeesche Bezittingen	Diverse schalen	Atlas in eigen beheer door Pieter Melvill van Carnbee uitgegeven.
1853-1862 1898-1907	Algemeene Atlas van Nederlandsch-Indië	Diverse schalen	Atlas van Melvill van Carnbee (25 kaarten), na 1856 afgerond door Versteeg (overige 35 kaarten) en postuum uitgegeven in 1862. Astronomische positiebepaling van plaatsen op de kust. Omgewerkt en uitgegeven in 1898-1907 als Atlas van Nederlandsch Oost-Indië.
1855	Java	1:350.000	Zonder triangulatie, opneming in 1835-1848.
1850-1857	Atlas der Nederlandsche Overzeesche bezittingen	Diverse schalen	1 <sup>e</sup> druk in 1855, 2 <sup>e</sup> druk in 1857. Pijnappel was leraar in land- en volkenkunde aan de Koninklijke Akademie te Delft.
1850-1857	Java (Batavia, Cheribon, Kedu, Bagelen) Celebes (Menado, Makassar), Ternate		Astronomische plaatsbepaling en triangulatie.
1849-1853 1861-1869	Residentie Batavia Residentie Semarang, Yogyakarta, Surakarta, Tegal, Pekalongan, Krawang	1:10.000	Opneming en kartering (geen triangulatie). Uitbreiding van de opneming van geheel Java, start met de residentie Cirebon door militaire verkenningen. Triangulatie achteraf als controle.
1847-1856	Sumatra Lampongs, Benkulu, Palembang		Vluchtige opnemingen
1858-1886	Java Celebes en Borneo		Triangulatie van Java, astronomische plaatsbepaling van steden op Java, Celebes en Borneo door de Geographische Dienst (onder de Marine) Basis in West-Java bij Simprak (bij Bogor), in Midden-Java bij Longantong en in Oost-Java bij Tangsil. Hoofddriehoeknet Java (eerste orde) met 114 punten en tweede orde met 800 punten. Geen triangulatie 1858-1861.

1864-1910	gebied	schaal	opmerkingen en activiteiten in de vermelde periode
1864-1871 1866-1870	Residentie Madiun Residentie Jepara		Bij de Genie vond oprichting plaats van het Topographisch Bureau en de Militaire Verkenningen in 1864 met Versteeg als chef algemene leiding tot 1874 bij Directie Genie. Oprichting Bureau Statistische Opneming voor controle administratieve en taalkundige onjuistheden gaf vertragingen.
1861-1886	Java, 23 residenties, (eerste serie opnemingen)	1:10.000 na 1870 op 1:20.000	Opneming, triangulatie en kartering Java. Samenvoeging van Topographisch bureau en Militaire verkenningen in 1874 door oprichting van de Topographische Dienst onder de Generale Staf. Opheffing Geographische Dienst in 1881. Triangulatie en Topografie onder één leiding in 1882.
1868-1897	Residentiekaarten Java, Madura	1:100.000	Residentiekaarten vanaf 1853 door de Geographische Dienst en op basis van triangulatie; vanaf 1882 uitgegeven door de Topographische Dienst.
1884-	Java, Preanger-Regentschappen	1:300.000	Reiskaart en nog van 7 andere residenties op Java met schaal 1:250.000.
1868	Makassar, Ambon		
1872	Overzichtskaart Sumatra's Oostkust	1:500.000	Uitgifte Topografische Dienst

1877-1882	Oostkust Sumatra, Nias	1:200.000	Vluchtige opneming residenties.
1877-1878	Billiton		
1882	Overzichtskaart van Noord Sumatra	1:500.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1883	Overzichtskaart van Bali	1:250.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1884	Overzichtskaart van Billiton	1.200.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1886	Overzichtskaart van Aceh	1:750.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1886	Overzichtskaart van Zuid-Celebes	1:200.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1894-1895	Overzichtskaart van Bengkulu	1:160.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1896	Overzichtskaart van Banka	1:300.000	Uitgifte Topografische Dienst.
1883-1896	Westkust-Sumatra		Triangulatie start met basismetring bij Padang. Bosboom en Muller, na hun opleiding in NL (1882-1884) door Oudemans (Utrecht) en Schols (Delft), krijgen de leiding respectievelijk in 1886 en 1894.
1885-1907	Westkust-Sumatra en Tapanuli	1:20.000 1:40.000 1:80.000	Kartering in de polyeder-projectie.
1886-1895	West- Borneo	1:200.000	Vaste punten door astronomische plaatsbepaling. Mercator-projectie.
1895-1906	Zuid-Sumatra		Triangulatie Zuid-Sumatra, verbinding met West-Sumatra en Java. Oprichting Triangulatiebrigade in 1886.
1900	Groot-Aceh	1:40.000 1:80.000 1:200.000	Verkenning en kartering voor militaire kaarten.  Uitgifte kaart met schaal 1:200.000 in 1903.
1887-1901	Deli (Sumatra)	1:100.000	Druk en uitgifte kaart.
1889-1896	Oostkust-Sumatra	1:200.000	Druk en uitgifte kaart.
1883-1885 1897-1904 1898-1907	Atlas der Nederlandsche bezittingen in Oost-Indië Atlas van Nederlandsch Oost-Indië	Diverse schalen	Oorspronkelijk door de Generalen Staf in 1885,  1 <sup>e</sup> uitgave door de Topografische Dienst in 1904. 2 <sup>e</sup> uitgave door de Topografische Dienst in 1907.
1891-1897	Gowa	1:100.000	Publicatie overzichtskaart en beschrijving 1901
1896-1898 1899-1902 1902-1909 1909-1913 1913	Banyumas Kedu, Bagelen Semarang, Japara Pekalongan, Tegal Madiun, Kediri, Surakarta, Yogyakarta (hermeting, 2 <sup>e</sup> serie opnemingen)	Voor Java: 1:25.000 1:50.000 1:100.000	Vanaf 1896 hermeting van Midden-Java. Vorming opleidingsbrigade (1896) en brigade voor militaire opmetingen (1915) in Buitenzorg. Polyeder-projectie. Kartering op schaal 1:25.000, fotografische verkleining voor andere schalen.
1902-1906	Oostkust Sumatra		Astronomische metingen met chronometer-reizen.
1903	Topografische beschrijving van een deel van de Westkust Borneo		Start jaarverslagen Topografische Dienst in 1904, eerste gedrukte jaargang in 1905 (over 1904).
1908	Overzichtskaart van den Archipel	1:2.500.000	Steeds bijgewerkt door de TD tot 1926.
1908 1913 1922	Overzichtskaart van Sumatra	1:2.000.000 1:1.650.000 1:1.750.000	Overzichtskaarten zijn door de TD ook nog uitgegeven in 1928 en 1939.
1909	Overzichtskaart van Borneo		Laatste uitgave door de TD in 1934.
1909	Overzichtskaart van Celebes		Laatste druk door de TD in 1927.

1910-1950	gebied	schaal	opmerkingen en activiteiten in de vermelde periode
1907	Archipel		Verzelfstandiging Topografische Dienst 1907: - Hoofdkantoor - Topographische Inrichting (met eerst het Photographisch Atelier, later Reproductiebedrijf) en Instrumentmakerswinkel (meetinstrumenten) - Triangulatiebrigade (ook astronomische plaatsbepaling) - Opnemingsbrigades, Landrente-opnemingsbrigades, Opleidingsbrigade
1907-1915	Oostkust-Sumatra	1:50:000 1:100.000 1:200.000	Triangulatie en astronomische plaatsbepaling. In 1910 basismetring bij Sampun (bij Toba meer) en in 1911 topografische opneming Oostkust-Sumatra. Schepers startte op Sumatra in 1910 en werd 1913 hoofd van de Triangulatiebrigade. Hij is opgeleid als geodetisch ingenieur door Muller die na hoofd van de Triangulatiebrigade, hoogleraar werd in Utrecht.
1911-1917	Celebes	1:25.000 1:50.000 1:100.000 1:200.000	Triangulatie en astronomische plaatsbepaling, start in 1911 met basismetring bij Jenepondo aan de zuidkust. Start triangulatie van de Minahasa (noordoosten van Celebes).
1909-1912	Overzichtskaart van Nieuw-Guinea	1:1.000.000	Mercator-projectie, definitieve uitgave in 1919.
1912	Overzichtskaart van Java	1:500.000	

1912-1917	Bali		Triangulatie en (landrente) kartering.
1916-1923	Lombok		
1917-1920 1926-1931	Banka		
1918-1919	Ambon		
1911			De cursus in Magelang gaat over naar de Opleidingsbrigade in Malang.
1924-1929	10 Overzichtskaarten van Java	1:250.000	Vervanging van de reiskaarten voor de Residenties.
1922-1927	Oostkust-Sumatra		Astronomische metingen met draadloze tijdseinen voor longitude.
1928	Overzichtskaart van Sumatra	1:1.750.000	
1928	Overzichtskaart Lampongse districten	1:750.000	
1928	Overzichtskaart Lombok	1:200.000	
1928	Overzichtskaart Flores	1:300.000	
1931	Celebes		Tertiaire triangulatie.
1933	Borneo		Start triangulatie.
1928-1938	Atlas van Tropisch Nederland met: Nieuw-Guinea op Java op Sumatra op	1:3.000.000 1:750.000 1.500.000	Eerste uitgave door de Topografische Dienst, Batavia. Facsimile uitgave in Nederland in 1990.
1943-1946	Indonesische archipel	1:50.000 1:250.000 1:500.000	Militaire stafkaarten op basis van luchtverkenningen en kaarten van de TD.
1943-1946	Java	1:250.000	Topografische kaarten, tot 1990 beperkt beschikbaar bij de TD Jakarta.

1950-1990	gebied	schaal	opmerkingen en activiteiten in de vermelde periode
1950-1962	Nieuw-Guinea	Diverse schalen 1:100.000	Na de geallieerde luchtverkenningen van WO II in 1943-1945, aanvullende luchtverkenningen.
1957	Sumatra	1:500.000	Deelkaarten, na 1957 diverse herdrukken.
1957	Sulawesi en oostelijke eilanden	1:500.000	Deelkaarten, na 1957 diverse herdrukken.
1972	Java	1:250.000	Herdruk NEFIS-AMS met verbeteringen.
1974-1995	Atlas Republiek Indonesia	Diverse schalen	Algemene atlas van Indonesië met verschillende herdrukken, uitg. Tenaga Indonesia.
1983	Atlas Indonesia & Dunia	Diverse schalen	Indonesische schoolatlas, kaarten van alle Indonesische provincies en de werelddelen op kleine schaal.
1999	Atlas Sejarah Nasional untuk SLTA	Diverse schalen	Indonesische schoolatlas met geschiedenis van Indonesië met kaarten van de bevrijdingsstrijd en met enkele kaarten van Afrika en Azië.
1980-2004	Java (west, midden en oost)	1:500.000	Toeristische kaarten (uitg. in Indonesië).
1980-2004	Bali	1:50.000	Toeristische kaarten (uitg. in Indonesië).
1980-2004	Sumatra	1:1.790.000	Toeristische kaarten (uitg. in Indonesië).

1990-2015	gebied	schaal	opmerkingen en activiteiten in de vermelde periode
1990-	Java en Bali	1:650.000	Toeristische kaarten, (Java, later zonder Bali) met tolwegen, afstanden, plaats grootte, reservaten, stranden en bezienswaardigheden, zoals historische monumenten, musea, tempels, kerken, moskeeën, begraafplaatsen, plantages, natuurgebieden, parken, verblijfplaatsen, etc. (uitg. München, Duitsland).
1990-	Bali, Lombok	1:180.000	
1990-	Borneo (met oost-Maleisië en Brunei)	1:1.500.000	
1990-	Sulawesi	1:1.500.000	
2000-2010	Atlas of Indonesia (Historical, Digital)	Diverse schalen	Historische atlas met thema-kaarten.
2004	Grote Atlas van Nederlands Oost-Indië	Diverse schalen	Selectie van kaarten gemaakt tussen ca 1800 en 1960, topografische, thema-, lucht- en zeekaarten.
2013-	Papua en Molukken	1:1.500.000	
2008	Atlas Nasional Indonesia, Fisik dan Lingkungan Alam	Diverse schalen	Geografische atlas met beschrijvingen en kaarten van klimaat, natuur, rampen en bevolking. Uitgegeven door Bakosurtanal Jakarta.
2013-	Java, Bali, Nusatenggara	1:50.000	Topografische kaarten digitaal en gedrukt.
2013-	Sumatra	1:250.000 1:50.000	Topografische kaarten, digitaal en deels gedrukt verkrijgbaar.
2013-	Kalimantan	1:50.000	Digitaal en deels gedrukt verkrijgbaar.
2013-	Sulawesi	1:50.000	Digitaal en deels gedrukt verkrijgbaar.
2013-	Maluku (Molukken)  Papua	1:25.000 1:50.000 1:100.000 1:250.000	Digitaal en deels gedrukt verkrijgbaar.



## Annex 8.12 Catalogus van kaarten van de Topografische Dienst, Batavia 1912 en enkele thema-kaarten

Uitgave 1912, eilanden alfabetisch gerangschikt (plaatsnamen zoveel mogelijk in de huidige spelling). Prijs in gulden. kl is in kleur, zw is zwart-wit, br is bruin. Bij datum jaar is eerste uitgave/tweede uitgave en na komma, jaar herdruk.

Kaart	in	schaal	datum	prijs	opmerkingen
<b>A. Archipel</b>					
Overzichtskaart van den Oost-Indischen Archipel, met alfabetisch naamregister	kl	1:2.500.000	1908	8,50	6 bladen in omslag
Overzichtskaart van den Oost-Indischen Archipel	kl	1:10.000.000	1910	0,50	1 blad
Bestuurskaart van den Indischen Archipel	kl	1:6.000.000	1909	1,--	2 bladen
Telegraafkaart van Ned.-Indië:					
Blad I (Java)	kl	1:750.000	1911	1,50	2 bladen
Blad II (Sumatra en W. Borneo)	kl	1:2.000.000	1906	1,--	2 bladen
Blad III (O. Borneo en O. Archipel)	kl	1:2.000.000	1907	1,--	2 bladen
Kaart der geregelde postverbindingen en van de onderzeesche telegraafkabel in den O. I. Archipel	kl	1:4.000.000	1910	2,--	2 bladen
<b>B. Afzonderlijke eilanden</b>					
<b>Ambon</b>					
Schetskaart van het eiland Adonare	kl	1:100.000	1911	0,50	1 blad
Schetskaart van het eiland Babar	kl	1:100.000	1912	0,50	1 blad
Topographische kaart van Lei-timor	zw	1:20.000	1898	2,--	7 bladen in omslag
Topographische kaart van Ambon	zw	1:100.000	1898		
<b>Bali</b>					
Schetskaart van het eiland Bali	kl	1:250.000	1905	1,50	1 blad
<b>Banka</b>					
Kaart van het eiland Banka	kl	1:300.000	1896	3,--	2 bladen
<b>Billiton</b>					
Topographische kaart van het eiland Billiton	kl	1:200.000	1882, 1894	3,--	1 blad
<b>Buru (Boeroe)</b>					
Schetskaart van het eiland Buru	kl	1:250.000	1910	0,50	1 blad
<b>Borneo</b>					
<b>a. Schets en overzichtskaarten</b>					
Kaart van het eiland Borneo	kl	1:2.000.000	1899, 1901	2,50	1 blad
Overzichtskaart van het eiland Borneo, met de politieke indeeling, enz. (economische kaart)	kl	1:2.000.000	1909	1,50	1 blad
Residentie Westerafdeeling van Borneo	kl	1:500.000	1898, 1912	5,--	4 bladen
Bladen der overzichtskaart van de residentie Westerafdeeling van Borneo, genummerd van I t/m XXVI	kl	1:200.000	1887/1897	5,--	prijs per blad 24 bladen
Schetskaart van Midden-Borneo en het landschap Kutei	kl	1:1.000.000	1905, 1911	0,50	1 blad
<b>b. Detailkaarten</b>					
<i>1. Hoofdplaatsen en omstreken</i>					
Kaart van Bengkajang en omstreken	kl	1:20.000	1888	2,50	1 blad
Kaart van Mandor en omstreken	kl	1:20.000	1888	2,50	1 blad
Kaart van Montrado en omstreken	kl	1:20.000	1888	2,50	1 blad
Kaart van de hoofdplaats Pontianak en omstreken, Sungei Kakap en omliggend terrein	kl	1:20.000	1887	5,--	4 bladen
Kaart van de hoofdplaats Sambas en omstreken	kl	1:20.000	1888	2,50	1 blad
Kaart van den hoofdplaats Singkawang en omstreken	kl	1:20.000	1887	2,50	1 blad
Kaart van de hoofdplaats Sintang	kl	1:5.000	1888	2,50	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Benkayang	kl	1:5.000	1887	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Mampawah	kl	1:5.000	1887	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Montrado	kl	1:5.000	1887	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Nanga Pinoh	kl	1:5.000	1893	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Ngabang	kl	1:5.000	1888	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Pemangkat	kl	1:5.000	1888	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Pontianak	kl	1:5.000	1887, 1896	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied Sambas	kl	1:5.000	1888	2,--	1 blad

Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Sanggau	kl	1:5.000	1890	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Singkawang	kl	1:5.000	1887	2,--	1 blad
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Sintang	kl	1:5.000	1889	2,--	2 bladen
Kaart van den vierkanten paal Gouvernements grondgebied te Sukadana	kl	1:5.000	1890	2,--	1 blad
Kaart van het eiland Tajan	kl	1:5.000	1888	2,--	1 blad
<b>2. Detailbladen</b>					
<b>Weg- en rivierkaarten der Westerafdeeling van Borneo:</b>					
I Paloh	zw	1:50.000	1889	1,--	3 bladen
II Singkawang	zw	1:50.000	1889	1,--	13 bladen
III Pontianak	zw	1:50.000	1889	1,--	9 bladen
IV Padang Tikar	zw	1:50.000	1892	1,--	7 bladen
V Karimata	zw	1:50.000	1892	1,--	4 bladen
VI Dato	zw	1:50.000	1889	1,--	4 bladen
VII Siding	zw	1:50.000	1890	1,--	15 bladen
VIII Tajan	zw	1:50.000	1891	1,--	16 bladen
IX Sukadana	zw	1:50.000	1893	1,--	16 bladen
X Ketapang	zw	1:50.000	1897	1,--	9 bladen
XI Gelam	zw	1:50.000	1897	1,--	4 bladen
XII Ketungan	zw	1:50.000	1892	1,--	11 bladen
XIII Sanggan	zw	1:50.000	1893	1,--	16 bladen
XIV Bija	zw	1:50.000	1897	1,--	16 bladen
XV Kajung	zw	1:50.000	1897	1,--	12 bladen
XVI Jelai	zw	1:50.000	1897	1,--	5 bladen
XVII Boven-Embaluh I	zw	1:50.000	1895	1,--	1 blad
XVIII Batang Lupar	zw	1:50.000	1895	1,--	14 bladen
XIX Sintang	zw	1:50.000	1896	1,--	16 bladen
XX Pinoh	zw	1:50.000	1896	1,--	8 bladen
XXI Boven-Embaluh II	zw	1:50.000	1895	1,--	3 bladen
XXII Boven-Kapuas	zw	1:50.000	1896	1,--	16 bladen
XXIII Boven-Melawi	zw	1:50.000	1896	1,--	16 bladen
XXIV Boven-Serawai	zw	1:50.000	1896	1,--	2 bladen
XXV Bungan	zw	1:50.000	1894	1,--	10 bladen
XXVI Boven-Mandai	zw	1:50.000	1894	1,--	1 blad
Vaarwater door Padang-Tikarbaai en Jenurivier naar Pontianak	zw	1:50.000	1889	10,--	4 bladen
Vaarwater der Sambas-rivier van Sakalang naar zee	zw	1:50.000	1889	5,--	1 blad
Kaart van het Zuidwestelijk gedeelte van het landschap Mampawah	zw	1:50.000	1888	2,50	1blad
<b>Celebes</b>					
<b>a. Schets- en overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaart van het eiland Celebes, aanduidende de politieke indeeling, enz. (economische kaart)	kl	1:1.250.000	1909	1,50	1 blad
Kaart van het rijk Gowa	kl	1:100.000	1902	2,50	1 blad
Kaart van Zuid-Celebes met uitzondering van het rijk Gowa, van de afdeeling, eiland Saleier, en van Pitumpanuwae	kl	1:200.000	1886	6,10	6 bladen in omslag
Schetskaart van Midden- en Zuid-Celebes	kl	1:1.000.000	1906	0,50	1 blad
Schetskaart van Midden-Celebes	kl	1:500.000	1907	1,--	2 bladen
<b>b. Detailkaarten</b>					
<b>1. Hoofdplaatsen en omstreken</b>					
Kaart van de hoofdplaats Makassar en omstreken	kl	1:20.000	1894	2,--	1 blad
<b>2. Detailbladen</b>					
Kaart van de vlakte van Gowa	kl	1:50.000	1900	2,50	1 blad
<b>Ceram</b>					
Kaart van het eiland Ceram en omliggende eilanden	kl	1:250.000	1905, 1909	1,--	2 bladen
<b>Flores</b>					
Schetskaart van het eiland Flores en omliggende eilanden	kl	1:250.000	1909, 1910	1,--	2 bladen
<b>Halmahera</b>					
Schetskaart van het eiland Halmahera en omliggende eilanden	kl	1:600.000	1911	0,75	1 blad
<b>Java</b>					
<b>a. Overzichtskaarten</b>					
<b>1. Algemene overzichtskaarten</b>					
Etappe-kaart van Java en Madura	kl	1:500.000	1878	10,--	4 bladen in omslag
Spoor- en tramwegkaart van Java en Madura	kl	1:1.000.000	1906, 1909	2,--	2 bladen

Bladindeeling van Java en Madura	kl	1:1.000.000	1909	2,--	2 bladen
Postkaart van Java en Madura	kl	1:2.000.000	1901	0,50	1 blad
Overzichtskaart van Java en Madura	kl	1:2.000.000	1909	0,50	1 blad
Overzichtskaart van Java en Madura, aanduidende de administratieve indeeling, enz. (economische kaart) met toelichtende nota	kl	1:500.000	1912	8,--	4 bladen in omslag
<b>2. Residentiekaarten</b>					
Topographische kaart der residentie Bagelen	kl	1:100.000	1875, 1890	6,--	4 bladen
Topographische kaart der residentie Bantam	kl	1:100.000	1897	10,10	9 bladen
Topographische kaart der residentie Besuki	kl	1:100.000	1888, 1900	10,60	9 bladen
Topographische kaart der residentie Cheribon	kl	1:100.000	1877, 1909	8,07	6 bladen
Topographische kaart der residentie Yogyakarta	kl	1:100.000	1876, 1892	5,05	4 bladen
Topographische kaart der residentie Kediri	kl	1:100.000	1879, 1905	8,05	4 bladen
Topographische kaart der residentie Madiun	kl	1:100.000	1878, 1904	10,03	4 bladen
Topographische kaart der residentie Madura	kl	1:100.000	1887	6,60	3 bladen
Topographische kaart der afdeelingen Pasuruan, Bangil en Malang van de residentie Pasuruan	kl	1:100.000	1887, 1911	7,10	4 bladen
Topographische kaart der residentie Pekalongan	kl	1:100.000	1876	6,28	3 bladen
Topographische kaart der residentie Preanger-Regentschappen	kl	1:100.000	1894	26,10	15 bladen
Topographische kaart der afdelingen Probolinggo, Kraksaan en Lumajang van de residentie Pasuruan	kl	1:100.000	1885, 1909	3,60	4 bladen
Topographische kaart der residentie Rembang	kl	1:100.000	1881, 1910	9,55	4 bladen
Topographische kaart der residentie Surabaya	kl	1:100.000	1884, 1907	7,25	4 bladen
Topographische kaart der residentie Surakarta	kl	1:100.000	1876, 1894	7,89	6 bladen
<b>3. Reiskaarten</b>					
Overzichtskaart van de residentie Batavia	kl	1:250.000	1898, 1909	2,50	1 blad
Overzichtskaart van de residentie Banyumas	kl	1:250.000	1910	2,50	1 blad
Overzichtskaart van de residentie Besuki	kl	1:250.000	1887, 1912	2,50	1 blad
Overzichtskaart van de residentie Kediri	kl	1:250.000	1891	5,--	1 blad
Overzichtskaart van de residentie Pasuruan	kl	1:250.000	1907	2,50	1 blad
Overzichtskaart van de residentie Preanger Regentschappen	kl	1:250.000	1893	7,50	3 bladen
<b>4. Graadafdeelingsbladen</b>					
Graadafdeelingsbladen van Midden-Java van 20'x20': Nos. II, III, IV/VIII, VI, VII, X, XI, XII, XIV, t/m XVII, XIX, XX, XXI	kl	1:100.000	1898/1912	1,50	prijs per blad
Graadafdeelingsbladen van West-Java (Batavia) blad 12, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 28	kl	1:100.000	1910/1912	1,50	prijs per blad
<b>b. Detailkaarten</b>					
<b>1. Hoofdplaatsen en omstreken</b>					
Kaart van de Kota Bankalan en omstreken	kl	1:10.000	1882	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Banyuwangi en omstreken	kl	1:10.000	1883	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Batavia en omstreken	kl	1:20.000	1904	1,--	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Batavia en omstreken	kl	1:50.000	1904	1,--	1 blad (rijkaart)
Kaart v. d. hoofdplaats Besuki en omstreken	kl	1:10.000	1884	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Bandung en omstreken	kl	1:10.000	1911	1,00	1 blad
Kaart van Buitenzorg en omstreken	kl	1:20.000	1880, 1901	2,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Yogyakarta en omstreken	zw	1:20.000	1872	1,--	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Kediri en omstreken	zw	1:20.000	1877, 1894	1,--	1 blad
Kaart van Malang en omstreken	kl	1:20.000	1882	1,50	1 blad
Kaart van Ngawi en omstreken	kl	1:20.000	1873	1,--	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Pamekasan en omstreken	kl	1:10.000	1883	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Probolinggo en omstreken	kl	1:20.000	1882	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Rembang en omstreken	zw	1:20.000	1877	1,--	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Salatiga en Ambarawa en omstreken	kl	1:50.000	1891, 1898	5,--	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Salatiga en omstreken	zw	1:20.000	1873	1,--	1 blad
Kaart van Kota Sampang en omstreken	kl	1:10.000	1882	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Semarang en omstreken	kl	1:10.000	1892, 1909	3,--	2 bladen
Kaart v. d. hoofdplaats Serang en omstreken	kl	1:20.000	1887	1,50	1 blad
Kaart van Kota Sumenep en omstreken	kl	1:20.000	1883	1,50	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Surabaya en omstreken	kl	1:20.000	1900, 1905	3,--	2 bladen
Kaart v. d. hoofdplaats Surakarta en omstreken	kl	1:20.000	1873, 1911	1,--	1 blad
Kaart v. d. hoofdplaats Willem I en omstreken	zw	1:20.000	1879	1,--	1 blad
<b>2. Detailbladen</b>					
Detailbladen van de topographische kaarten der residentien:					
Banyumas	kl	1:25.000	1898/1909	1,--	Gedeeltelijk
	kl	1:50.000	1898/1909	1,50	Gedeeltelijk
Bantam	zw	1:20.000	1887	1,--	199 bladen
	zw	1:40.000	1887	1,--	25 bladen



Batavia (zonder de afd. Krawang)	kl	1:20.000	1898/1908	1,--	211 bladen
	kl	1:50.000	1909/1909	1,50	16 bladen
Batavia (afd. Krawang)	kl	1:25.000	1909	1,--	Gedeeltelijk
	kl	1:50.000	1910	1,50	Gedeeltelijk
Besuki (zonder de afd. Krawang)	zw	1:20.000	1883	1,--	195 bladen
Besuki (afd. Banyuwangi) herzien in kl	zw	1:40.000	1884, 1912	1,--	34 bladen
Kediri	kl	1:20.000	1880, 1894	1,--	209 bladen
Kedu	kl	1:25.000	1903/1909	1,--	Gedeeltelijk
	kl	1:50.000	1907	1,50	27 bladen
Madiun (afd. Patjitan)	zw	1:20.000	1889	1,--	50 bladen
Madura	zw	1:20.000	1883	1,--	159 bladen
Pasuruan (zonder afd. Probolinggo), herzien in kl	zw	1:20.000	1885, 1912	1,--	162 bladen
Pasuruan (afd. Probolinggo) herzien in kl	zw	1:20.000	1882, 1912	1,--	115 bladen
Preanger-Regentschappen	zw	1:20.000	1887, 1907/12	1,--	449 bladen
	zw	1:50.000	1887	1,--	14 bladen
	kl	1:50.000	1908/1912	1,50	Gedeeltelijk
Rembang	zw	1:20.000	1887, 1895	1,-	214 bladen
Semarang	kl	1:25.000	1907/1912	1,--	Gedeeltelijk
	kl	1:50.000	1907/1912	1,50	Gedeeltelijk
Surabaya	zw	1:20.000	1886	1,--	169 bladen
<b>c. Bevloeiingskaarten</b>					
Overzichtkaart der bevoeiing Bekacak	kl	1:10.000		7,50	3 bladen
Overzichtkaart der bevoeiing Pategung en Kepulungan	kl	1:10.000		5,--	2 bladen
Overzichtkaart der bevoeiing Tanggul	kl	1:10.000		2,50	1 blad
Terreinkaart van de afdeeling Ledok der residentie Bagelen	kl	1:20.000		5,--	2 bladen
Bevloeiingskaarten van de irrigatieafdeelingen Brantas (residentie Surabaya, Pasuruan en Kediri) en Serang (residentie Rembang)					
A. Surabaya A 13 en 14 ; B 11 t/m 14 ; C 10 t/m 16 ; F 10 t/m 14 ; G 11 t/m 15 ; I 10 t/m 13 ; en 15 ; I/K 14 ; K 7 en 8, 10 t/m 13 ; L 7 t/m 13 ; M 7 t/m 12 en 13/14 ; N 7 t/m 12 en 13/14	kl	1:20.000		2,50	prijs per blad
B. Pasuruan C 6 en 7 ; D 6, 7 en 8 ; E 7, 8 en 9 ; F 7 en 8 ; G 7 t/m 13 ; H 8 t/m 16 ; I 2/3 4, 5 en 8 t/m 14 ; K 2/3 t/m 14 ; L 3, 4, 5 t/m 14 ; M 3 t/m 12 ; N 3 t/m 7 ; O 4, 5 en 6 ; P 4, 5 en 6 ; Q 4, 5 en 9/7 ; R 5 en 6	kl	1:20.000		2,50	prijs per blad
C. Kediri A 11, 12 en 13 ; B 11 t/m 14 ; C 9 t/m 14 ; D 10 t/m 14 ; E 12, 13 en 14 ; F 12 en 13	kl	1:20.000		2,50	prijs per blad
D. Rembang E 2 ; F 2 ; G 2 ; H 1 en 2 ; I 1 ; K 1 ; L 1	kl	1:20.000		2,50	prijs per blad
<b>Leti</b>					
Schetskaart van het eiland Leti	kl	1:25.000	1912	1,--	1 blad
<b>Lombok</b>					
Overzichtkaart van het eiland Lombok	kl	1:200.000	1897, 1908	2,50	1 blad
Midden-Lombok	kl	1:100.000	1897, 1908	2,50	1 blad
<b>Mentawai-eilanden</b>					
Schetskaart van de Mentawai-eilanden	kl	1:250.000	1908	0,75	1 blad
<b>Nieuw-Guinea</b>					
Nederlandsch Nieuw-Guinea en omliggende eilanden	kl	1:2.000.000	1897	1,50	1 blad
Nederlandsch Nieuw-Guinea en omliggende eilanden	kl	1:1.000.000	1909	1,50	3 bladen
<b>Sumba (Soemba)</b>					
Schetskaart van het eiland Sumba	kl	1:500.000	1907, 1911	0,50	1 blad
<b>Sumbawa (Soembawa)</b>					
Schetskaart van het eiland Sumbawa	kl	1:250.000	1910	1,--	2 bladen
<b>Sumatra</b>					
<b>a. Schets- en overzichtkaarten</b>					
<i>1. Schets- en algemene overzichtkaarten</i>					
Overzichtkaart van het eiland Sumatra, aanduidende de politieke indeeling, enz. (economische kaart)	kl	1:2.000.000	1908	1,--	1 blad
Overzichtkaart van Aceh en Onderhoorigheden	kl	1:500.000	1900	2,50	1 blad
Overzichtkaart van Groot-Aceh en Pidië	kl	1:200.000	1898, 1900	1,--	1 blad
Overzichtkaart van de Afdeeling Kurinci (residentie Jambi)	kl	1:200.000	1908	1,--	1 blad

Schetskaart van het Noordelijk gedeelte van de Batang Hari districten en de IX Kotta	kl	1:250.000	1910	0,50	1 blad
Kaart der Bataklanden en van het eiland Nias	zw	1:250.000	1890	23,--	16 op linnen geplakte bladen
Kaart der residentie Oostkust van Sumatra	zw	1:250.000	1889, 1896	1,--	36 bladen, prijs per blad
Kaart van de afdeeling Deli	zw	1:100.000	1887, 1901	10,--	9 bladen
Verkenningkaart van Benkulu, waarvan verschenen de bladen I t/m X (VII en VIII één blad)	kl	1:160.000	1904	3,--	prijs per blad
Schetskaart van Zuid-Sumatra, waarvan verschenen de bladen I t/m XII	zw	1:200.000	1904, 1910	0,50	prijs per blad
Schetskaart van het stroomgebied der Indragiri-rivier en aangrenzende landstreken	zw	1:500.000	1907	0,50	1 blad
Schetskaart van Indragiri en Zuid Pelalawan	kl	1:250.000	1910	1,50	2 bladen
Schetskaart van de residentie Jambi	zw	1:500.000	1906	0,50	1 blad
Schetskaart van de residentie Jambi	kl	1:300.000	1910	1,50	2 bladen
Schetskaart van een deel der Bataklanden	kl	1:250.000	1905	0,50	1 blad
Schetskaart van het eiland Nias	zw	1:200.000	1909	0,50	1 blad
Schetskaart van het eiland Nias	kl	1:250.000	1910	0,50	2 bladen
Schetskaart van het Toba-meer en aangrenzende landstreken	kl	1:200.000	1909	1,--	2 bladen
Schetskaart van de Lampongse districten	kl	1:200.000	1911	4,--	4 bladen
Schetskaart van het Noordelijk gedeelte der residentie Oostkust van Sumatra	kl	1:200.000	1912	4,--	4 bladen
<b>2. Graadafdeelingsbladen</b>					
Graadafdeelingsbladen van Sumatra's Westkust en Tapanuli van 20'x 20', genummerd: I t/m/ LXI	kl	1:80.000	1890/1907	4,--	prijs per blad
Graadafdeelingsbladen van Zuid-Sumatra, waar-van verschenen de bladen 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9 en 10	kl	1:100.000	1910/1911	2,--	prijs per blad
<b>b. Detailkaarten</b>					
<b>3. Hoofdplaatsen en omstreken</b>					
Medan en omstreken	kl	1:10.000	1895	1,--	1 blad
Kaart van Padang Sidempuan en omstreken	kl	1:20.000	1893	2,--	1 blad
Kaart van de hoofdplaats Padang en omstreken	kl	1:10.000	1895, 1900	2,--	1 blad
Tarutung en omstreken	kl	1:20.000	1907	1,--	1 blad
<b>4. Detailbladen</b>					
Detailbladen van de topographische kaart van Aceh en Onderhoorigheden	kl	1:40.000	1911 en vroeger	1,--	prijs per blad
Detailbladen van de topographische kaart van Sumatra's Westkust, waarvan verschenen de bladen 1 t/m 174	kl	1:20.000	1889/1899	2,--	prijs per blad
Militaire bladen van de topographische kaart van Sumatra's Westkust en Tapanuli, waarvan verschenen de bladen 1 t/m 130	kl	1:40.000	1893/1907	3,--	prijs per blad
Detailbladen van de topographische kaart van Zuid-Sumatra	kl	1:25.000	1911 en vroeger	1,50	prijs per blad, gedeeltelijk verschenen
<b>Timor</b>					
Schetskaart van Nederlandsch Timor en omliggende eilanden	kl	1:500.000	1911	1,--	1 blad
<b>Wetar</b>					
Schetskaart van het eiland Wetar	kl	1:150.000	1911	0,50	1 blad

## Thema-kaarten t/m 1912

omschrijving thema-kaart	gebied	kaarten	door	schaal	jaar	in	opmerkingen
Nederlandse bezittingen	Indië	1		1:7.500.000	1840	zw	
Rijwegen (met Grote Postweg)	Java, Madura	1		1:1.000.000	1848	kl	
Telegraaflijnen, telegraafkantoren en postwegen	Java, Madura	1		1:1.750.000	1858	kl	
Geprojecteerde spoorlijnen, aanvraag dhr. Banck	Java	1	TD	1:1.600.000	1863	zw	
Gouvernements kinatuinen	Java, Bandung	1	TD	1:300.000	1881	zw	
Taalkaart	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1882	kl	
Gouvernements monopolie op opium en Zout	Indië	1		1:8.000.000	1882	kl	
Rechtswezen	Indië	1		1:8.000.000	1883	kl	uit Koloniaal Verslag
Telegraaflijnen, kust- en havenlichten, tolgebied	Indië	1		1:8.000.000	1883	kl	
Invloed van de uitbarsting van de Krakatau	Wereld	1		1:110.000.000	1883	kl	
Afdelingen, koffiecultuur, particuliere landbouw	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1884	kl	
Koffie- en zoutpakhuizen, post-, spoor-, tramwegen	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1885	kl	
Cultuurgewassen en veestapel	Java, Madura	1	TD	1:4.000.000	1889	kl	
Standplaatsen Europese ambtenaren	Indië	1		1:6.000.000	1891	kl	
Gemiddelde regenval en Jati- en wildhoutbossen	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1892	kl	
Bevolkingsdichtheid	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1892	kl	
Percentage in gebruik genomen grond	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1892	kl	
Spoor- en tramwegen en algemeen spoorwegplan	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1894	kl	
Administratieve indeling en aard van het grondbezit	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1895	kl	
Beleden godsdiensten	Indië	2	TD	1:6.000.000	1896	kl	
Spoor- en tramwegkaart	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1898	kl	
Bossen en indeling der bosdistricten	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1898	kl	
Taalkaart	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1900	kl	
Geologische overzichtskaart en vulkaankaart	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1900	kl	
Oro-hydrografische kaart	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1900	kl	
Verbindingen voor spoor, tram, telegraaf of telefoon	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1900	kl	
Regenval, bevolking, cultuurgewassen, veestapel	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1900	kl	
Indische Archipel	Indië	1		1:6.500.000	1900	kl	toeristische promotie
Middelen personenvervoer	Indië	1		1:8.000.000	1900	zw	
Stoomvaartdiensten	Indië	1	TD	1:14.400.000	1900	zw	
Klimaat, geologie delfstoffen, bevolking, cultuurgewas.	Indië	1		1:17.000.000	1900	kl	
Hoofdgebied van de parelvisserij	Indië	1		1:22.000.000	1900	zw	
Vaccinekaart	Java, Madura	1		1:1.500.000	1901	kl	
Geneeskundige hulp	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1901	kl	
Land- en zeekabels, bestaand, in aanleg, voorgesteld	Indië	1	TD	1:11.000.000	1904	kl	kabelverbindingen
Java en Madura autokaart	Java, Madura	8	TD	1:500.000	1905	kl	wegen en spoorwegen
Administratieve indeling	Midden-Java	1	Trap	1:1.250.000	1905	kl	
Spoor- en tramwegkaart	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1906	kl	
Spoor- en tramwegkaart met lengteprofielen	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1908	zw	
Suikerfabrieken, 375ergen, spoor- en tramwegen	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1909	kl	
Suikerfabrieken, spoor- en tramwegen	Java, Madura	1	KNAG	1:1.000.000	1909	kl	
Spoor- en tramwegkaart	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1909	kl	
Spoor- en tramwegen	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1909	kl	
Reisrouten verkenningsbrigades Midden-Sumatra	Sumatra	1	TD	1:2.000.000	1909	kl	
Bevolking, veestapel, karren, wegen, uit- en invoer	Mid-Sumatra	1	TD	1:2.000.000	1909	kl	
Spoor- en tramwegen	Sumatra	1	TD	1:2.000.000	1909	kl	
Standplaatsen Europese ambtenaren	Indië	1	TD	1:6.000.000	1909	kl	
Personeel van de veeartsenarijkundige dienst	Java, Madura	1		1:1.500.000	1910	kl	
Rubber estates, Government plantations	Java, Madura	1	De Bussy	1:1.000.000	1911	kl	
Landbouwondernemingen	Java Preanger	2	TD	1:250.000	1911	kl	
Europees lager onderwijs	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1912	kl	
Inlandsch onderwijs	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1912	kl	



### Annex 8.13 Catalogus van kaarten van de Topografische Dienst, Batavia 1938 en enkele thema-kaarten

Uitgave 1 december 1938. Prijs per blad in gulden. Oranje werd niet meer bijgewerkt en verdween in latere catalogi.

Kaart	in	schaal	datum	prijs	opmerkingen
<b>I. Nederlandsch-Indië</b>					
Overzichtskaat van den Ned. Indischen Archipel	kl	1:10.000.000	1924, 1928	1,-	Kleine kaart van handig formaat
Overzichtskaat van den Ned. Indischen Archipel	kl	1:2.500.000	1926	15,-	6 bladen. Als wandkaart f 30,-
Internationale Wereldkaart	kl	1:1.000.000	tot 1936	1,80	Uitvoerige kaart die op 28 bladen geheel Ned. Indië zal omvatten (zie bladw. 9d)
Atlas van Tropisch Nederland	kl		1938	16,-	Samengesteld door het Koninklijk Ned. Aardrijkskundig Genootschap
Geologische overzichtskaat van den N.I. Archipel	kl	1:1.000.000		2,50	21 bladen, vervaardigd door den Dienst van den Mijnbouw. Bij elk blad hoort een toelichtende nota. Zie bladwijzer no. 10c
Bladwijzer van den Ned. Oost-Indischen Archipel	zw	1:6.000.000		0,50	Geeft alleen de bladindeeling volgens het "alg. systeem"
<b>II. Java en Madura</b>					
<b>a. Overzichtskarten</b>					
Overzichtskaat van Java en Madura	kl	1:2.000.000	1906, 1936	1,-	Kleine kaart van handig formaat
Overzichtskaat van Java en Madura en Bali	kl	1:1.000.000	1931	6,-	Met bijbehorende alphabetische naamlijst. Als wandkaart f 10,-
Overzichtskaat van Java en Madura met toelichtende nota	kl	1:500.000	1912, 1922		Ouder maar groter en uitvoeriger dan de vorige. Als wandkaart f 25,-
Overzichtskaat van Java en Madura	kl	1:250.000	1924, 1929	4,50	Uitvoerige autokaart bevat alle ondernemingen. Zie bladw. No. 9c.
<b>b. Kaarten met een bijzondere bestemming</b>					
Schoolkaart van Java en Madura	kl	1:500.000	1923	7,50	4 bladen. Als wandkaart f 20,-
Afstandwijzerkaart van Java en Madura	kl	1:250.000	1926	2,50	10 bladen, verschenen bladen IV en V
Spoor- en tramwegkaart van Java en Madura	kl	1:1.000.000	1913, 1922	2,50	verouderd
Kaart van Java en Madura aangevende de nieuwe bestuursindeling	zw	1:1.000.000	1936	0,50	
Landbouwstatistiekkaart van Java en Madura, met bijbehorende registers	kl	1:150.000	1935	2,50	Geeft ondernemingen, bosschen en bebouwde grond met hun oppervlakten aan. Bladwijzer op aanvraag gratis verkrijgbaar
Bladwijzer van Java en Madura	zw	1:1.000.000	1922	0,50	
Geologische kaart van Java	kl	1:100.000	1932, 1936	2,50	Vervaardigd bij den Dienst v/d Mijnbouw. Bij elk blad behoort een toelichtende nota.
<b>c. Overzichtskaat der Residenties</b>					
Bantam	kl	1:250.000	1922	2,50	
Banyumas	kl	1:250.000	1910	3,50	Met toelichtende nota
Besuki	kl	1:250.000	1899	3,50	Met toelichtende nota
Yogyakarta	kl	1:250.000	1921	2,50	Met toelichtende nota
Madiun	kl	1:250.000	1923	2,50	
Madura	kl	1:250.000	1922	2,50	
Preanger Regentschappen	kl	1:250.000	1893, 1911	2,50	Met toelichtende nota, 3 bladen
Rembang	kl	1:250.000	1919	2,50	
Semarang	kl	1:250.000	1914	3,50	Met toelichtende nota
Surabaya	kl	1:250.000	1919	2,50	Met toelichtende nota
Surakarta	kl	1:250.000	1922	2,50	Met toelichtende nota
<b>d. Topografische kaarten</b>					
West Java (Res. Batavia)	kl	1:100.000	1910-1925	2,50	Worden niet meer bijgewerkt, zie bladwijzer 1
Midden Java (Res. Banyumas, Kedu, Semarang)	kl	1:100.000	1898-1915	2,50	Worden niet meer bijgewerkt, zie bladwijzer 1
Java en Madura	kl	1:50.000	tot 1938	2,50	Zie bladwijzer 1. Op aanvraag bladwijzers der afzonderlijke residenties gratis verkrijgbaar
	kl	1:50.000	1920, 1934	1,-	Bestaan van enkele gebieden in Yogyakarta en Surakarta Oudere uitgaven van een groot deel van Midden Java, deelen van Krawang, Noord Priangan en Madiun. Nieuwe uitgaven van Yogyakarta en Surakarta. Bladwijzers der afzonderlijke residenties op aanvraag gratis verkrijgbaar
	zw	1:25.000	tot 1936	2,-	
	kl	1:25.000		1,-	

<b>e. Garnizoenskaarten</b>					
Batavia en Omstreken	kl	1:50.000	1934	2,50	
Magelang en Omstreken	kl	1:50.000	1915, 1937	2,50	
Malang en Omstreken	kl	1:50.000	1931	2,50	
Ambarawa en Salatiga en Omstreken	kl	1:50.000	1930	2,50	
<b>f. Bijzondere topografische kaarten</b>					
Blad Bromo	kl	1:50.000	1922	2,50	
Blad Semeru	kl	1:50.000	1922	2,50	
Idjen Hoogland en Bali	kl	1:20.000	1919	3,-	
Lembang en omstreken	kl	1:25.000	1920	3,-	
<b>g. Plaatsen en omstreken</b>					
Banjarnegara	zw	1:2.500	1922	3,-	Gemeentekaart (2 bladen)
Banyumas	kl	1:2.500	1921	2,-	Gemeentekaart
Bangil	gr	1:5.000	1922	1,50	Gemeentekaart
Buitenzorg (Bogor) en omstreken	kl	1:20.000	1880, 1921	2,-	
Jember	gr	1:5.000	1922	1,-	Gemeentekaart
Yogyakarta	kl	1:10.000	1925	2,50	Gemeentekaart
Kediri	kl	1:5.000	1913	2,-	Gemeentekaart
Madiun	kl	1:5.000	1917	3,-	Gemeentekaart, 2 bladen
Magelang	br	1:2.500	1923	2,50	Gemeentekaart, 2 bladen
Malang	kl	1:10.000	1924	2,50	Gemeentekaart
Pasuruan	gr	1:5.000	1922	2,50	Gemeentekaart
Temanggung	zw	1:2.500	1922	1,50	Gemeentekaart
Oud-Batavia	zw		1931	0,15	Vervaardigd in 1780
<b>III. Eilanden rondom Java</b>					
Eiland Bawean	kl zw	1:50.000 1:25.000	1926 1886	1,50 1,50	
Schetskaart Kangean en Sapudi Archipel	kl	1:250.000	1921	1,-	Op blad V van de Overzichtskaart van Java en Madura 1:250.000
<b>IV. Sumatra</b>					
<b>a. Overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:1.750.000	1928	3,-	Als wandkaart f 7,-
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:750.000	tot 1936	2,50	Practische verkeerskaart; bevat alle ondernemingen. Zie bladwijzer no. 9b
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:250.000	1936	3,50	Gelijkvormig aan die van Java op dezelfde schaal
<b>b. Kaarten met een bijzondere bestemming</b>					
Ondernemings- en overzichtskaart van Sumatra	kl	1:750.000	1928	10,-	6 bladen. Als wandkaart f 20,- Met naamlijst voor f 1,-
Verkeers- en overzichtskaart van Sumatra	kl	1:1.650.000	1929	2,50	
Economische overzichtskaart van Sumatra	kl	1:1.650.000	1922	3,-	Verouderd
Schoolkaart van Sumatra (Hollands-Maleisch)	kl	1:1.500.000	1929	5,-	2 bladen, als wandkaart f 15,-
Oro-Hydrografische schetskaart van Sumatra	kl	1:2.500.000	1917	2,50	Verouderd
Geologische kaart van Sumatra	kl	1:200.000	tot 1936	2,50	Vervaardigd door den dienst van den Mijnbouw. Bij elk blad behoort een toelichtende nota. Zie bladwijzer 10b
Bladwijzer van de residentie Sumatra's W.K.	zw	1:600.000	1922	1,-	
Kaart v.d. cultuurondernemingen Sumatra's O.K.	kl	1:500.000	1918	1,-	
Kaart v.d. grondsoorten in N. deel Sumatra 's O.K.	kl	1:800.000		0,50	
<b>c. Overzichtskaarten der Residenties</b>					
Benkulu	kl	1:750.000	1922	2,-	Worden niet meer bijgewerkt. Grootendeels vervangen door de kaarten schaal 1:250.000 en 1:750.000
Palembang	kl	1:750.000	1919	1,50	
Palembang Afsandwijzer	zw	1:750.000	1926	1,50	
Riouw en Onderhoorigheden	kl	1:750.000	1922	3,-	
Sumatra's W.K.	kl	1:750.000	1919	2,50	
Tapanuli	kl	1:750.000	1919	2,-	
Lampoengse districten (Lampung)	kl	1:750.000	1927	1,50	
<b>d. Schetskaarten</b>					
Overzichtskaart van Aceh en Onderhoorigheden	kl	1:200.000	1913	5,-	16 bladen in omslag
		1:200.000	1913	0,50	Losse bladen, niet volledig
Schetskaart v.h. N deel der residentie Tapanuli	kl	1:200.000	1916	2,-	Verouderd
Schetskaart v.d. residentie Benkulu	zw	1:200.000	1918	2,50	5 bladen, verouderd
<b>e. Topografische kaarten</b>					
Aceh en Onderhoorigheden	br	1:80.000	1922	2,-	2 bladen: blad Lukup en blad Laut Tawar blad Takingeun blad Peusangan
	kl	1:80.000	1928	3,-	
	br	1:80.000	1927	1,-	

	kl	1:50.000	1937	2,50	ter vervanging der bladen 1:40.000
	kl	1:40.000	1911-1924	2,-	Blad Meulaboh
	br	1:40.000	1922	2,-	
Noord Sumatra (N. deel Oostkust en Tapanuli)	kl	1:100.000	1922-1936	3,-	Zie bladwijzer no. 2a
	kl	1:100.000	tot 1931	2,50	
Sumatra's Westkust en Zuidelijk deel Tapanuli	kl	1:80.000	1890-, 1932	3,-	Bladen aan de grans van Jambi en
	kl	1:50.000	1926-1935	2,50	Inderagiri. Zie bladwijzer no. 3 voor f 1,-
	kl	1:40.000	1893-, 1938	2,50	
	kl	1:20.000	1889-, 1832	2,50	
Midden Sumatra (Zuidelijk S.O.K., Indragiri, Jambi)	kl	1:100.000	1926-1938	3,-	Zie bladwijzer no. 3
Zuid Sumatra (Lamongse Districten, Bengkulu, Palembang)	kl	1:100.000	1910-1935	3,-	Zie bladwijzer no. 4a
	kl	1:200.000		3,-	3 bladen A, B en C
	kl	1:25.000	1910-1919	2,50	Bestaan van de omgeving van
	br	1:25.000	1916-1922	1,-	Palembang en in de residentie Bengkulu.
<b>f. Garnizoenskaarten</b>					
Fort de Kock	kl	1:50.000	1930	2,50	
Padang en omstreken	kl	1:50.000	1929	2,50	
Padangpanjang	kl	1:50.000	1931	2,50	
<b>g. Plaatsen en omstreken</b>					
Bengkulu	kl	1:10.000	1924	2,-	
Lahat	kl	1:10.000	1924	1,-	
Medan	kl	1:5.000	1913	3,-	4 bladen
Muara Enim	kl	1:10.000	1925	1,-	
Padang	kl	1:5.000	1915	2,-	
Padang Sidempuan en omstreken	kl	1:20.000	1893	2,-	
Palembang	kl	1:5.000	1921	1,-	6 bladen
Sabang	kl	1:2.500	1918	2,-	
Tarutung en omstreken	kl	1:20.000	1907	2,-	
Telokbetung	kl	1:5.000	1916	2,-	2 bladen
<b>V. Eilanden rondom Sumatra</b>					
<b>a. Schets- en overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaart van Bangka	kl	1:150.000	1916	4,50	4 bladen, verouderd. Komt ook voor op blad 22 van de overzichtskaart 1:250.000
<b>b. Topografische kaarten</b>					
Bangka	kl	1:25.000	1931-1936	2,50	Zie bladwijzer no. 4b
<b>Riouw- en Lingga Archipel</b>					
Riouw- en Lingga-Archipel					Komt voor op de overzichtskaart van Sumatra 1:250.000 blad 13 en 17 en met 1:750.000 blad VI en op de residentiekaart
<b>Natuna en Anambas eilanden</b>					
Schetskaart van het eiland Bunguran (Gr. Natuna)	kl	1:100.000	1923	2,-	
Natuna en Anambas eilanden					Komen voor op de residentiekaart van Riouw en onderhorigheden 1:750.000
<b>Simeulueh</b>					
Simeulueh					Komt voor op blad XIII en XIV van de overzichtskaart van Aceh 1:200.000
<b>Nias</b>					
Nias	kl	1:150.000	1916	1,-	
<b>Mentawai eilanden</b>					
Mentawai eilanden	kl	1:100.000	tot 1936	3,-	Zie bladwijzer no 3 en 4a
Schetskaart van de Mentawai eilanden	kl	verschillend	1909, 1914		verouderd, ook op overzichtskaarten
<b>VI. Borneo</b>					
<b>a. Overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaart van het eiland Borneo	kl	1:2.000.000	1934	2,50	Komt voor op de internationale wereldkaart, aangevuld door Asia bladen, 1:1.000.000. Als wandkaart f 12,50
<b>b. Topografische en verkenningsskaarten</b>					
Wester afdeeling van Borneo	kl	1:200.000	tot 1935	3,-	26 bladen
Wester afdeeling van Borneo	zw	1:50.000	1926	1,-	
Zuider en Ooster afdeeling van Borneo	zw	1:200.000	1924-1928	1,-	Verkenningsskaarten
	kl	1:100.000	1926-1928	3,-	
	kl	1:50.000	1924	2,50	
Balikpapan	kl	1:25.000	1932	2,-	Balikpapan en omgeving
<b>c. Plaatsen en omstreken</b>					
Banjarmasin en omgeving	kl	1:20.000	1916	1,-	



<b>VII. Celebes</b>					
<b>a. Schets- en overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaat van het eiland Celebes	kl	1:1.250.000	1927	2,50	Als wandkaart f 16,-
Schetskaart van een deel van Noord -en Midden Celebes	kl	1:500.000	1919	2,50	2 bladen
Schetskaart van Zuid-Oost Celebes	kl	1:500.000	1924	1,50	Verouderd
Schetskaart van de Minahasa	kl	1:200.000	1921	3,50	
Schetskaart van het landschap Butung met Tukang besi eil.	Kl	1:250.000	1916	3,-	2 bladen
Schetskaart van het landschap Butung	kl	1:400.000	1916	3,-	
<b>b. Topografische kaarten</b>					
Zuid Celebes	kl	1:100.000	1936	3,-	Omgeving Makassar
Zuid-Celebes		1:100.000	1918	1,50	Enige bladen in ZW, verouderd (spoeddruk)
Zuid Celebes	kl	1:50.000	1922-1934	2,50	Omgeving Makassar
Zuid-Celebes	kl	1:25.000	1932	2,-	Omgeving Tempe-Meer
Zuid Celebes	kl	1:25.000	tot 1921	1,-	Omgeving Makassar
<b>c. Plaatsen en omstreken.</b>					
Bantaeng en Omstreken	kl	1:10.000	1922, 1924	0,50	
Makassar	kl	1:10.000	1916		2 bladen
<b>VIII. Kleine Sunda eilanden</b>					
<b>Bali</b>					
Overzichtskaat van het eiland Bali	kl	1:200.000	1935	2,50	
Topografische kaarten	kl	1:50.000	1924-1935	2,50	Zie bladwijzer no. 7b
<b>Lombok</b>					
Overzichtskaat van het eiland Lombok	zw	1:200.000	1908, 1927	1,50	
Overzichtskaat van Midden Lombok	kl	1:100.000	1897, 1908		
Topografische kaarten	kl	1:50.000	1928	2,50	Zie bladwijzer no. 7a
Topografische kaarten	kl	1:25.000	1926-1931	2,-	
<b>Sumbawa</b>					
Schetskaart van het eiland Sumbawa	kl	1:250.000	1926	2,50	2 bladen
<b>Sumba</b>					
Schetskaart van het eiland Sumba	kl	1:300.000	1926	2,50	Grotendeels verouderd
Topografische kaarten	kl	1:100.000	1927-1935	3,-	Zie bladwijzer no. 7a
<b>Flores en omliggende eilanden</b>					
Verkenningsskaut van de Onderafdeeling Oost Flores en Solor eilanden	kl	1:100.000	1931	2,-	Oostelijk blad
	kl	1:100.000	1931	2,-	Westelijk blad
Schetskaart van het eiland Floris	kl	1:300.000	1928	3,-	
Verkenningsskaut Onderafdeling Maumere	br	1:100.000	1930	2,-	
Schetskaart van de Onderafdeeling Endé (Landschap Endé)	kl	1:50.000	1928	2,-	Blad 1 en 2
Onderafdeeling Endé (Landschap Lio)	kl	1:50.000	1920	2,-	Blad 3 en 4
Schetskaart van de Onderafdeeling Ngada	kl	1:50.000		2,50	4 bladen
Schetskaart van district Labuanbajo (Manggarai)	kl	1:50.000	1921	2,-	2 bladen, Westelijk gedeelte
<b>Alor</b>					
Overzichtskaat van het eiland Alor	kl	1:100.000	1932	3,-	Zie bladwijzer no. 7a
<b>Timor</b>					
Schetskaart van het eiland Timor	kl	1:250.000	1920	1,-	Grotendeels verouderd
Topografische kaarten		1:100.000	1924-1929	3,-	Zie bladwijzer no 7a
<b>IX. Molukken en Nieuw-Guinea</b>					
Molukken	kl	1:1.000.000			NA 52, SA 52 van de Internationale Wereldkaart
Overzichtskaat van de residentie Amboina en de afdeling Noord Nieuw-Guinea	kl	1:2.500.000	1915	2,-	
<b>Ambon groep</b>					
Topografische kaarten Ambon	kl	1:100.000	1924-1927	3,-	
Topografische kaarten Ambon	kl	1:50.000	1924	2,50	
Hoofdplaats Ambon	kl	1:5.000	1924	2,50	
<b>Ceram</b>					
Schetskaart van het eiland Ceram	zw	1:500.000	1921	1,25	
Schetskaart van het Westelijk deel van het eiland Ceram en omliggende eilanden	kl	1:200.000	1919	2,50	
Schetskaart van het eiland Ceram	kl	1:100.000	1919	3,-	Zie bladwijzer no 6c
<b>Buru</b>					
Schetskaart van het eiland Buru	zw	1:250.000	1915		Blad II Buru, voor militair gebruik
<b>Halmahera</b>					
Overzichtskaat eiland Halmahera	kl	1:500.000	1933	2,50	Als wandkaart f 6,-
Topografische kaarten		1:100.000	1921-1934	3,-	Zie bladwijzer no. 6b

Ternate en Hiri					
Schetskaart van het eiland Ternate en Hiri	zw	1:20.000	1916	1,-	
Tidore en Maitara					
Schetskaart van het eiland Tidore en Maitara	kl	1:20.000	1943	1,-	Zie bladwijzer no. 6b
Sula-eilanden					
Schetskaart van de Sula-eilanden	kl	1:250.000	1927	1,50	
Babar					
Schetskaart van het eiland Babar	kl	1:250.000	1912	1,50	
Nieuw-Guinea					
Schetskaart van Ned. Nieuw-Guinea en omliggende eilanden	kl	1:1.000.000	1912, 1919	10,-	4 kaarten met bijvoegsel
Overzichtskaart van residentie Amboina en de afdeling Noord-Nieuw-Guinea	kl	1:2.500.000	1915	2,-	
Schetskaart van Ned. Nieuw-Guinea	zw	1:250.000	1936-1937	0,50	Zie bladwijzer no. 8
	zw	1:100.000	1936	0,50	Zie bladwijzer no. 8
	br	1:500.000	1915, 1936	0,10	7 bladen, verouderd
Schouten- en Padaido-eilanden					
Schetskaart van de Schouten en Padaido-eilanden	kl	1:250.000	1927	1,50	

### Thema-kaarten 1913-1938

omschrijving thema-kaart	gebied	kaarten	door	schaal	jaar	in	opmerkingen
Inrichtingen voor Indisch onderwijs	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1913	kl	
Spoor- en tramwegkaart	Java, Madura	3	TD	1:1.000.000	1913	kl	
Mijnontginnings concessies	Indië	6	TD	1:2.500.000	1913	kl	
Inrichtingen Europees lager onderwijs	Indië	1	TD	1:6.000.000	1913	kl	
Taalkaart	Celebes	1	TD	1:2.500.000	1913	kl	
Jati- en wildhoutbossen	Java	4	TD	1:500.000	1913	kl	
Grondbezit	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1914	kl	
Suikerfabrieken	Java, Madura	1	De Bussy	1:1.375.000	1914	kl	fabr., nr. en naam
Erfpachtspercelen en landbouwconcessies	Sumatra	1	TD	1:2.000.000	1914	kl	
Telegraafverbindingen (land- en zeekabels)	Indië	1	TD	1:7.500.000	1914	kl	
Telegraafkaart	Indië	6	TD	1:2.000.000	1915	kl	
Stoomvaartlijnen KPM	Indië	1		1:6.100.000	1915	kl	
Spoor- en tramwegen, bestaand, in aanleg of overwogen	Indië	1	TD	1:10.000.000	1915	kl	overzicht gebieden, met aanleg van belang
Sumatra-Singapore kolen-concessie	Sumatra	1	TD	1:1.000.000	1915	kl	
Inlands onderwijs	Celebes	1	TD	1:2.000.000	1915	kl	
Overzichtskaart economische toestand bevolking	Java, Madura	3	TD	1:500.000	1916	kl	landrentepercentage per belastinggrens
Stoomvaartlijnen KPM	Indië	1		1:6.100.000	1916	kl	
Oro-hydrografische schetskaart	Sumatra	1	TD	1:2.500.000	1916	kl	
Orografische kaart	Bandung	1	TD	1:150.000	1918	zw	relief bepalende kaart
Serayudal Stoomtram Maatschappij	Banyumas, Kedu	1	TD	1:500.000	1918	kl	spoorwegen, wegen en fabrieken
Inrichtingen Hollands en Hollands-Indisch onderwijs	Java, Madura	3	TD	1:500.000	1919	kl	
Europees lager, uitgebreid en Hol.-Chinees onderwijs	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1919	kl	
Inlands en Indisch-Hollands onderwijs	Celebes	1	TD	1:2.000.000	1919	kl	
Economie: mijnbouw, olie, rubber, plantages	Oost Midden-Sumatra	1	TD	1:750.000	1920	kl	

Personeel van de veeartsenarijkundige dienst	Indië	1		1:6.000.000	1920	kl	
Stand van het karteringswerk	Indië	1	TD	1:6.000.000	1920	zw	
Europees lager, uitgebreid en Hollands-Chinees onderwijs	Indië	1	TD	1:8.000.000	1920	kl	
Diepzeekaart	Indië	1	Tydeman	1:10.000.000	1920	kl	
Cultuurgewassen	Indië	1		1:16.150.000	1920	kl	
Bevolking, afstamming, samenstelling en dichtheid	Indië	1		1:16.150.000	1920	kl	
Kadastrale driehoeksnet	Java, Preanger	1	TD	1:500.000	1920	zw	
Steden, wegen, spoorwegen, KPM, radio, kabels etc.	Indië	1	TD	1:10.000.000	1920	kl	Compleet overzicht
Spoor- en tramwegen en lands automobieldiensten	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1921	kl	
Geologische overzichtskaart	Sumatra, N. Guinea	1	mijnwezen	1:1.000.000	1921	kl	
Regenkaart	Indië	1		1:6.000.000	1921	kl	
Spoor- en tramwegen, bestaand, in aanleg of overwogen	Indië	1	TD	1:10.000.000	1921	kl	overzicht gebieden, met aanleg van belang
Spoor- en tramwegkaart	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1922	kl	
Stoomvaartlijnen KPM	Indië	1	KPM	1:6.100.000	1922	kl	
Economische schetskaart Minahasa	Celebes	1	TD	1:200.000	1922	kl	
Economie: mijnbouw, olie, rubber, plantages	Sumatra	1	TD	1:1.650.000	1923	kl	
Stoomvaartlijnen KPM	Indië	1	KPM	1:6.100.000	1924	kl	
Erfpachtpercelen	Java Preanger	1	TD	1:250.000	1924	kl	
Bevloeijingen (irrigatie)	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1925	kl	overzichtskaart
Suikerfabrieken, spoor- en tramwegen	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1925	kl	
Overzichtskaart wegenstelsel	Sumatra's Westkust	1	TD	1:750.000	1925	kl	
Toeristenkaart: spoorwegen, Borobudur, vulkanen	Indië	1	TD	1:2.000.000	1925	kl	
Indische Missiekaart	Indië	1	Missie	1:4.000.000	1925	kl	
Regenstations in de buitengewesten	Indië	1	TD	1:6.000.000	1925	kl	
Volkerenkaart	Indië	1		1:6.000.000	1925	kl	
Gouvernements spoorwegen	Indië	1		1:6.500.000	1925	kl	
Java en Madura autokaart	Java, Madura	4	TD	1:500.000	1926	kl	ondernemingen en wegen voor auto's
Automobielkaart Java Motor Club	Java, Madura	3	TD	1:500.000	1926	kl	
Toeristenkaart	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1926	kl	
Boskaart	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1927	kl	
Wegen, spoorwegen, plantages, mijnen	Mid. Sumatra	1	TD	1:750.000	1927	kl	overzichtskaart
Nieuwe bestuursindeling	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1928	kl	
Administratieve indeling	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1928	kl	
Nieuwe bestuursindeling	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1928	kl	
Ondernemings- en overzichtskaart	Sumatra	6	TD	1:750.000	1928	kl	
Radiostations	Indië	1		1:6.100.000	1928	kl	
Dienst der zoutregie	Midden-Java	1		1:500.000	1929	kl	overzicht vervoer en verkoop van zout
Kaart van de rijwegen op Java en Madura	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1929	kl	Grote Postweg
Automobielkaart	Zuid-Sumatra	1	motorclub	1:1.500.000	1929	kl	
Automobielkaart	N. Sumatra	1	motorclub	1:1.500.000	1929	kl	



Suikerfabrieken en proefstations	Java, Madura	1	TD	1:1.200.000	1929	kl	
Verkeers- en overzichtskaart	Sumatra	1	TD	1:1.650.000	1929	kl	
Boskaart	Java, Madura	1	TD	1:1.000.000	1930	kl	
Veda-organisatie	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1930	kl	
Geologische kaarten	Java, Madura	11	TD	1:1.000.000	1930	kl	
Zendingskaart	Indië	1	TD	1:4.000.000	1930	kl	
Gebieden voor Kolonisatie	Indië	1		1:6.000.000	1930	kl	
Overzichtskaart zoutbedrijf	West-Java	1		1:500.000	1930	kl	
Stoomvaartlijnen KPM	Indië	1	KPM	1:6.100.000	1930	kl	
Talenkaart Nederlands Oost-Indië	Indië	1	KIT	1:10.000.000	1930	zw	
Bergen- en rivieren-schetskaart	Sumatra's Westkust	1	TD	1:600.000	1930	kl	
Geologische overzichtskaart	Sumatra's Westkust	1	mijnwezen	1:1.000.000	1930	kl	
Geologische overzichtskaart	Sumatra, N. Guinea	10	mijnwezen	1:1.000.000	1930	kl	
Spoor-, tramwegen en automobiendiensten	Sumatra	1	SS	1:3.000.000	1930	kl	overzichtskaart
Talenkaart	Indië	1	KIT	1:10.000.000	1930	zw	
Bestuursindeling	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1931	kl	
Radiostations en kustverlichting	Indië	1		1:6.100.000	1931	kl	
Stoomvaartlijnen KPM	Indië	1	KPM	1:6.100.000	1931	kl	
Gouvernementsziekenhuizen, medische laboratoria	Indië	1		1:6.400.000	1931	kl	
Part. Ziekenhuizen, laboratoria, leprozeriën etc.	Indië	1		1:6.400.000	1931	kl	
Staatsspoorwegen	Java, Madura	2	TD	1:1.000.000	1932	kl	
Verkeerstelling	West-Java	1	TD	1:500.000	1933	zw	
Administratieve indeling	Kebumen, Yogyakarta	1	TD	1:150.000	1933	kl	
Landbouwstatistiekkaart	Java	26	TD	1:150.000	1933	kl	Grondgebruik met oppervlakte in ha.
Infrastructuur, plaatsen, ondernemingen	Sumatra	9	TD	1:750.000	1933	kl	overzichtskaart
Geologische kaart	Java	11		1:1.000.000	1934	kl	met relieprofiel
Scheepvaart- en spoorverbindingen KPM	Indië	1		1:4.500.000	1934	kl	
Diepzeekaart	Indië	1	TD	1:5.000.000	1934	kl	
Basins en diepzeetroggen	Indië, oostelijk deel	1		1:6.500.000	1934	kl	
Administratieve indeling	Java, Madura	3	TD	1:1.000.000	1935	kl	
Luchtnet K.N.I.L.M met buitenlandse lijnen	Indië	1		1:20.700.000	1936	kl	
Toeristenkaart	Java, Madura	3	TD	1:1.000.000	1937	kl	
Ijkgebied NOI	Indië	1	TD	1:2.120.000	1937	kl	
Tabaksgebieden en -ondernemingen	Java, Madura	1	Dentz	1:1.750.000	1938	kl	overzichtskaart
Jati- en wildhoutbossen	Java, Madura	1		1:500.000	1938	kl	
Rubber-, tabak-, thee-, palmolie- en koffie-productie	Java	1		1:1.816.612	1938	zw	
Toeristenkaart, spoor- en tramlijnen in vogelvlucht	Java, Madura	1	TD	1:2.000.000	1938	kl	
Reiskaart	Indië	1	TD	1:2.500.000	1938	kl	
Wegen en vaardiensten	Sumatra	1		1:2.500.000	1938	kl	overzichtskaart
Missie der Capucijnen	West-Borneo	1		1:500.000	1938	zw	

## Annex 8.14 Catalogus van kaarten van de Topografische Dienst, Batavia 1946 en enkele thema-kaarten

Uitgave december 1946 met latere (handgeschreven) aanvullingen zoals prijs per blad in gulden. Grijs door WO II.

Kaart	in	schaal	datum	prijs	opmerkingen
<b>I. Nederlandsch-Indië</b>					
Overzichtskaart van den Ned. Indischen Archipel	kl	1:10.000.000	1929	1,-	Kleine kaart van handig formaat
Ned. Indië en Omgeving	kl	1:5.000.000	1941	6,-	2 bladen
East Indies	kl	1:4.000.000	1942	4,-	2 bladen, Engelse editie
Internationale Wereldkaart	kl	1:1.000.000		1,80	28 bladen, aangevuld door Asia bladen voor militaire doeleinden.
Asia blad		1:4.000.000		5,-	
<b>II. Java en Madura</b>					
<b>a. Overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaart van Java en Madura en Bali	kl	1:1.000.000	1931	6,-	2 bladen, met bijbehorende alfabetische naamlijst.
Overzichtskaart van Java en Madura en Bali	kl	1:500.000	1945	12,-	3 bladen
Overzichtskaart van Java en Madura en Bali	kl	1:250.000	1924, 1929	4,50	10 bladen, uitvoerige autokaart waarop ondernemingen zijn aangegeven (Japanse herdruk)
Java en Madura en Bali	kl	1:250.000	tot 1945	2,50	Hind 1046 AMS t 521. Gegevens v/d detail en overzichtskaarten Ned. Indië.
<b>b. Kaarten met een bijzondere bestemming</b>					
Java en Madura, aangevende de bestuursindeeling	zw	1:1.000.000	1939	0,50	3 bladen
Bladwijzer van Java en Madura	zw	1:1.000.000	1922	0,50	2 bladen
Landbouwstatistiekaart van Java en Madura	kl	1:150.000		2,-	26 bladen
Geologische kaart van Java	kl	1:100.000	1932, 1936	2,50	Vervaardigd bij den Dienst v/d Mijnbouw. Bij elk blad behoort een toelichtende nota.
<b>c. Overzichtskaart der Residenties</b>					
Yogyakarta	kl	1:250.000	1921	2,50	Met toelichtende nota
Madiun	kl	1:250.000	1923	2,50	
Madura	kl	1:250.000	1922	2,50	
Rembang	kl	1:250.000	1919	2,50	
Surakarta	kl	1:250.000	1922	2,50	Met toelichtende nota
<b>d. Topografische kaarten</b>					
West Java (Res. Batavia)	kl	1:100.000	1910, 1925	2,50	Oude residentie
Midden Java (Res. Banyumas, Kedu, Semarang)	kl	1:100.000	1898-1915	2,50	Oude residenties
Java en Madura	kl	1:50.000	tot 1944	2,50	Hollandse en Engelse edities, Hind 1090.
<b>e. Garnizoenskaarten</b>					
Batavia en Omstreken	kl	1:50.000	1940	2,50	
Magelang en Omstreken	kl	1:50.000	1937	2,50	
Malang en Omstreken	kl	1:50.000	1931	2,50	
Ambarawa en Salatiga en Omstreken	kl	1:50.000	1930	2,50	
<b>f. Bijzondere topografische kaarten</b>					
Blad Bromo	kl	1:50.000	1922	2,50	
Blad Semeru	kl	1:50.000	1922	2,50	
Idjen Hoogland en Bali	kl	1:250.000	1932	3,-	
Lembang en Omstreken	kl	1:25.000	1920	3,-	
Rajamandala (blad I)	zw	1:25.000	1946	1,50	Special maps Engelse editie, overgenomen van de 1:25.000 bladen uitg. 1931-1932.
Bandung (blad II)	zw	1:25.000	1946	1,50	
<b>g. Plaatsen en omstreken</b>					
Batavia	kl	1:20.000	1945	2,50	Engelse editie (Hind 1072)
Batavia Mil. Guide map	kl	1:20.000	1945	2,50	Engelse editie (Hind 1072)
Batavia Town plan	kl	1:23.300	1946	2,-	Engelse editie (Hind 1072)
Bandung guide map	kl	1:10.000	1946	2,50	Engelse editie (Hind 1072)
Bandung Town plan	kl	1:10.000	1946	2,-	Engelse editie (Hind 1072)
Bandung	kl	1:15.000	1946	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
Buitenzorg	kl	1:15.000	1945	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
Buitenzorg	kl	1:15.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Banyumas	zw	1:5.000	1945	0,50	Engelse editie (Hind 1072)
Cheribon	zw	1:10.000	1945	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
Grissee	zw	1:19.000	1945	0,50	Engelse editie (Hind 1072)
Yogyakarta en omgeving	zw	1:10.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Magelang Mil. Guide map	zw	1:2.500	1945	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
Madiun	kl	1:5.000	1917	3,-	2 bladen, Hollandse uitgave
Malang Mil. Guide map	kl	1:10.000	1945	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
Malang	zw	1:22.000	1945	0,50	Engelse editie (Hind 1072)

Mojokerto	zw	1:7.500	1946	0,50	Engelse editie (Hind 1072)
Pasuruan	kl	1:5.850	1946	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Town plan of Surabaya	zw	1:10.000		2,50	Engelse editie (Hind 1072)
Gemeentekaart Surabaya	kl	1:10.000		3,-	Engelse editie (Hind 1072), 2 bladen
Bandung Guide map	zw	1:10.000		1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Town plan of Magelang	zw	1:20.000		0,50	Engelse editie (Hind 1072)
Purwakarta	kl	1:10.000	1946	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Probolinggo	kl	1:10.000	1946	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Surabaya	kl	1:15.000	1946	2,-	Engelse editie (Hind 1072)
Semarang	kl	1:25.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Semarang Mil. Guide map	kl	1:10.000	1939	2,50	Engelse editie (Hind 1072), 2 bladen
Semarang	zw	1:10.000		2,-	Engelse editie (Hind 1072)
Semarang	kl	1:15.000	1946	2,-	Engelse editie (Hind 1072)
Surakarta	kl	1:10.000	1945	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
Sukabumi	kl	1:10.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Cianjur (Tjiandjoer)	kl	1:10.000	1946	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Cilacap (Tjilatjap)	kl	1:10.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1072)
Cilacap (Tjilatjap)	zw	1:17.000	1946	1,-	Engelse editie (Hind 1072)
<b>III. Eilanden rondom Java</b>					
Eiland Bawean	kl	1:50.000	1926	1,50	
Schetskaart Kangean en Sapudi Archipel	kl	1:250.000		1,-	Op blad V van de kaart Java en Madura 1:250.000.
<b>IV. Sumatra</b>					
<b>a. Overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:1.750.000	1941	3,-	
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:1.000.000	1944	6,-	Engelse editie (Hind 1084), 2 bladen
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:750.000	tot 1936	2,50	10 bladen, waarop ondernemingen voorkomen.
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:250.000	1936	3,50	28 bladen, gelijkvormig aan die van Java op dezelfde schaal.
Overzichtskaart Sumatra	kl	1:250.000	1944	2,50	Engelse editie (Hind 1042), 70 bladen
<b>b. Kaarten met een bijzondere bestemming</b>					
Ondernemings- en overzichtskaart van Sumatra	kl	1:750.000	1928	10,-	6 bladen, met naamlijst
Verkeers- en overzichtskaart van Sumatra	kl	1:1.650.000	1929	2,50	
Economische overzichtskaart van Sumatra	kl	1:1.650.000	1922	3,-	
Schoolkaart van Sumatra (Hollands, Maleisch)	kl	1:1.500.000	1929	5,-	2 bladen
Geologische kaart van Sumatra (alleen zuid. Deel)	kl	1:200.000	tot 1936	2,50	Vervaardigd door den dienst van den Mijnbouw. Bij elk blad behoort een toelichtende nota.
Kaart v.d. grondsoorten in N. deel Sumatra 's O.K.	kl	1:800.000		0,50	
<b>c. Overzichtskaarten der Residentie's</b>					
Palembang	kl	1:750.000	1919	1,50	Worden niet meer bijgewerkt.
Palembang Afstandwijzer	zw	1:750.000	1926	1,50	Grootendeels vervangen door de kaarten
Sumatra's W.K.	kl	1:750.000	1919	2,50	schaal 1:250.000 en 1:750.000.
Tapanuli	kl	1:750.000	1919	2,-	
Lampoengse districten (Lampung)	kl	1:750.000	1927	1,50	
<b>d. Topografische kaarten</b>					
Noord Sumatra (Sum. O.K. en Tapanuli)	kl	1:100.000	tot 1944	3,-	Engelse editie (Hind 1063). Overgenomen van de Hollandse bladen 1936
Noord Sumatra (Aceh en Sum. O.K.)	kl	1:50.000	1937	2,50	Engelse editie (Hind 1057) Aceh.
Oost Sumatra (Indragiri en Jambi)	kl	1:100.000	1944	3,-	Engelse editie (Hind 1044). Overgenomen van de Hollandse bladen 1933
Oost Sumatra	kl	1:50.000	1937	2,50	Engelse editie (Hind 1062). Sum. O.K. gegevens van de bladen 1922/1936
West Sumatra (Padang en Bengkulu)	kl	1:100.000	1944	3,-	Engelse editie (Hind 1058). Gegevens van de Hollandse kaarten 1926
West Sumatra (Padang)	kl	1:40.000	1943	2,50	(Hind 1043)
Zuid Sumatra (Lampung distr., Bengkulu, Palembang)	kl	1:100.000	1943	3,-	Engelse editie (Hind 1060). Gegevens van de Hollandse bladen 1:100.000
Zuid Sumatra	kl	1:200.000	1943	3,-	Bladen A. B. en C. (3 kustbladen Palembang).
<b>e. Garnizoenskaarten</b>					
Fort de Kock	kl	1:50.000	1930	2,50	
Padang en omstreken	kl	1:50.000	1929	2,50	
Padangpanjang	kl	1:50.000	1931	2,50	
<b>f. Plaatsen en omstreken</b>					
Bengkulu	kl	1:10.000	1924	2,-	
Bireuen	kl	1:5.000	1944	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Idi	kl	1:5.000	1944	1,50	Engelse editie (Hind 1051)



Kualasimpang	kl	1:10.000	1944	0,50	Engelse editie (Hind 1051)
Kutaraja	kl	1:10.000	1942	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Lahat	kl	1:10.000	1924		Hollandse uitgave
Langsa	kl	1:5.000	1944	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Loh Seumawe	kl	1:5.000	1943	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Muara Enim	kl	1:10.000	1925		Hollandse uitgave
Medan	kl	1:5.000	1944	2,50	Engelse editie (Hind 1051)
Medan	kl	1:8.164	1945	2,-	Engelse editie (Hind 1051)
Meulaboh	kl	1:5.000	1944	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Padang	kl	1:5.800	1945	2,-	Engelse editie (Hind 1051)
Pangkalanbrandan	kl	1:5.000	1943	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Padang Sidempuan en omstreken	kl	1:20.000	1893		Hollandse uitgave
Palembang	kl	1:10.000	1945	3,-	Engelse editie (Hind 1051), 2 bladen
Sabang	kl	1:2.500	1918		Hollandse uitgave
Sabang	kl	1:7.500	1944	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Sigli	kl	1:5.000	1942	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Telokbetung	kl	1:5.000	1916		2 bladen, Hollandse uitgave
Siboga	kl	1:4.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
Fort de Kock	kl	1:8.000	1945	1,50	Engelse editie (Hind 1051)
<b>V. Eilanden rondom Sumatra</b>					
<b>a. Schets- en overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaat eiland Bangka				2,50	Op overzichtskaat Sumatra 1:250.000 en op Engelse editie (Hind 1042) 1:250.000.
<b>b. Topografische kaarten</b>					
Bangka	kl	1:25.000	1931, 1936	2,50	
<b>Riouw en Lingga Archipel</b>					
Riouw en Lingga Archipel				2,50	Op Hollandse overzichtskaat 1:250.000 en op 1:750.000, en de Engelse editie (Hind 1042), 1:250.000 op de bladen 48, 55 en 56.
<b>Natuna en Anambas eilanden</b>					
Schetskaart van het eiland Bunguran (Gr. Natuna)	kl	1:100.000	1942	2,-	
<b>Simeulue en Baniak eilanden</b>					
Simeulue en Banyak eilanden				2,50	Komen voor op overzichtskaat Sumatra 1:750.000 en op Engelse editie (Hind 1042) 1:250.000
<b>Nias</b>					
Nias				2,50	Komt voor op Engelse editie (Hind 1042) 1:250.000
P. Nias en Batu eilanden				2,50	Komen voor op Hollandse overzichtskaat Sumatra 1:750.000
<b>Mentawai eilanden</b>					
Mentawai eilanden				2,50	Komen voor op de kaart Sumatra Engelse editie (Hind 1042) 1:250.000 en de overzichtskaat Sumatra 1:750.000.
Mentawai eilanden	kl	1:100.000	tot 1936	3,-	
<b>VI. Borneo</b>					
<b>a. Overzichtskaarten</b>					
Overzichtskaat van het eiland Borneo	kl	1:2.000.000	1934	2,50	Komt voor op de internat. Wereldkaart, aangevuld door Asia bladen, 1:1.000.000 op de bladen NA 49 en 50 en SA 49 en 50
<b>b. Topografische en verkenningkaarten</b>					
West Borneo	kl	1:200.000	tot 1945	3,-	Engelse editie (Hind 1099), gedeeltelijk, gegevens v.d. Hollandse kaarten tot 1935
Wester afdeeling van Borneo	kl	1:200.000	tot 1935	3,-	26 bladen
Wester afdeeling van Borneo	zw	1:50.000		1,-	Engelse editie (Hind 625), deel Sambas, Singkawang, Mampawah en Pontianak
Zuider en Ooster afdeeling van Borneo	kl	1:250.000		2,50	Engelse editie, deel Mahakan Delta, Adang Bai en Balikpapan, Banjarmasin, P. Laut.
Zuider en Ooster afdeeling van Borneo	kl	1:100.000	tot 1942	3,-	Van hetzelfde terreingedeelte als 1:250.000
Zuider en Ooster afdeeling van Borneo	kl	1:50.000		2,50	Engelse editie (AMS T 731 en Hind 623), terreingedeelte Samarinda overgenomen van de Hollandse bladen 1924.
Tarakan eiland	kl	1:25.000	1945	4,-	Noord en Zuid (2 bladen)
Balikpapan	kl	1:25.000		2,-	
Tarakan eiland	kl	1:50.000		2,50	Engelse editie (Hind 624), Holl., 2 bladen.

Zuid Tarakan	zw	1:5.000	1930	1,-	Terrein Peningski-Karungan complex, kuststrook van de S. Karungan tot Tg. Batu en Kg. Juwata.
<b>VII. Celebes</b>					
<b>a. Schets- en overzichtskarten</b>					
Overzichtskarta van het eiland Celebes	kl	1:1.250.000	1927	2,50	
Schetskarta van een deel van N. en Midden Celebes	kl	1:500.000	1919	2,50	2 bladen
Schetskarta van de Minahasa	kl	1:200.000	1921	3,50	
Schetskarta Celebes (Minahasa)	br	1:100.000		0,50	
Schetskarta Tukang Besi	zw	1:250.000		2,50	
Schetskarta van het landschap Butung met Tukang besi eilanden	kl	1:250.000	1916	3,-	2 bladen
Schetskarta van het landschap Butung	kl	1:400.000	1916	3,-	
Midden Celebes	zw	1:200.000	1946	4,-	Engelse editie (Hind 619). Van de schetskarten Midden Celebes van Dr. A. Kruijt, 4 bladen.
<b>b. Topografische karten</b>					
Zuid Celebes	kl	1:125.000	1943	3,-	Engelse editie (Hind 628-AMS T 641). Z.W. gedeelte van Makassar en Noordelijker geleden.
Zuid Celebes	kl	1:100.000	tot 1938	3,-	Omgeving Makassar
Zuid Celebes	kl	1:50.000	tot 1936	2,50	Omgeving Makassar
Zuid Celebes	kl	1:25.000	tot 1936	1,-	Omgeving Makassar
<b>c. Plaatsen en omstreken.</b>					
Bantaeng en Omstreken	kl	1:10.000	1924	0,50	
<b>VIII. Kleine Sunda eilanden</b>					
<b>Bali</b>					
Overzichtskarta van het eiland Bali	kl	1:200.000	1924	2,50	
Overzichtskarta v .h. eiland Bali en Ijen hoogland	kl	1:250.000	1932	2,50	
Overzichtskarta van het eiland Bali	kl	1:250.000	1944	2,50	Engelse editie (Hind 1046) op de karta van Java en Madura 1:250.000.
Topografische karten	kl	1:50.000	tot 1944	2,50	Engelse editie (Hind 1119-AMS T 721) overgenomen van de Hollandse bladen 1935.
<b>Lombok</b>					
Overzichtskarta van het eiland Lombok	zw	1:200.000	1927	1,50	
Lombok	kl	1:250.000	tot 1944	2,50	Blad 1 van de Kleine Sunda eilanden 1:250.000, Engelse editie (Hind 1120).
Topografische karten	kl	1:50.000	1928	2,50	District Tanjung
Topografische karten	kl	1:250.000	1931	2,-	Mataram en omgeving
<b>Sumbawa</b>					
Schetskarta van het eiland Sumbawa	kl	1:250.000	1942	2,50	Engelse editie, gegevens Hollandse karta 1916
Sumbawa		1:250.000	1944	2,50	Engelse editie (Hind 1120) komt voor op bladen van de Kleine Sunda eilanden 1:250.000.
<b>Sumba</b>					
Schetskarta van het eiland Sumba	zw	1:500.000	1942	0,50	Engelse editie, overgenomen van de Hollandse karten uitg. 1911.
Overzichtskarta van de Afdeling Sumba	kl		1929	2,-	Engelse editie (Hind 1120). Bladen van de kleine Sunda eilanden 1:250.000.
Sumba	kl				Hollandse uitgave en Engelse editie (Hind 638-AMS T 656).
<b>Flores en omliggende eilanden</b>					
Schetskarta van het eiland Flores	zw	1:300.000	1942	1,50	2 bladen, Japans
Flores	kl	1:250.000		2,50	Engelse editie (Hind 1120-AMS T 551). Op bladen van de Kleine Sunda eilanden, 1:250.000.
Verkenningkarta van de Onderafdeeling Oost Flores en Solor eilanden	kl	1:100.000			Oostelijk blad
Afdeling Maumere	kl	1:100.000	1931	2,-	Westelijk blad
Schetskarta van de Onderafdeeling Ende (Landschap Ende)	kl	1:50.000	1928	2,-	Blad 1 en 2
Onderafdeeling Ende (Landschap Lio)	kl	1:50.000	1928	2,-	Blad 3 en 4
Schetskarta van de Onderafdeeling Ngada	kl	1:50.000	1943	2,-	Engelse editie, 4 bladen
Schetskarta Noord en West Mangerai	kl	1:50.000	1943	2,-	Engelse editie, gegevens Hollandse karta 1919, 2 bladen.
Overzichtskarta van het eiland Adonara	kl	1:100.000	1942	1,-	AMS T 651

<b>Alor</b>					
Overzichtskaart van het eiland Alor	kl	1:100.000	1932	3,-	2 bladen
Overzichtskaart van het eiland Alor	kl	1:100.000	1943	2,50	AMS T 651 Kalabahi, Taramana, Kolana, 3 bladen
Alor		1:250.000		2,50	Engelse editie (Hind 1120) blad 9 van de Kleine Sunda eilanden 1:250.000
<b>Timor</b>					
Overzichtskaart van het eiland Timor	zw	1:250.000	1941	1,-	Blad 1 Nederlands gebied Blad 2 Portugees gebied
Timor	kl	1:250.000		2,50	Hollands gedeelte op blad 14, 18 en 19 van Kleine Sunda eilanden. Portugees gedeelte op blad 14, 15 en 16 van Kleine Sunda eilanden 1:250.000, Engelse editie (Hind 1120).
Topografische kaarten	kl	1:100.000	tot 1940	3,-	Hollands gedeelte (Hind 637), gegevens van Hollandse kaarten 1929.
<b>Wetar</b>					
Overzichtskaart van het eiland Wetar	kl	1:150.000	1942	1,50	
Wetar	kl	1:250.000		2,50	Blad 10 en 11 van de Kleine Sunda eilanden 1:250.000. Engelse editie (Hind 1120)
<b>IX. Zuid West en Zuid Oost Eilanden</b>					
P. Romang	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Mao	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Damar	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Sermata	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Tanimbar (Jadena)	zw	1:250.000	1940	0,50	
P. Tanimbar (Jadena)	zw	1:500.000	1940	0,50	
P. Babar	kl	1:100.000	1943	2,-	
P. Babar	kl	1:200.000	1943	1,50	Engelse editie T 552
P. Masela	kl	1:200.000	1943	1,50	Engelse editie T 552
<b>X. Molukken en Nieuw-Guinea</b>					
Molukken	kl	1:1.000.000			NA 52, SA 52 van de Internationale Wereldkaart
Overzichts kaart van de residentie Amboina en de afdeling Noord Nieuw-Guinea	kl	1:2.500.000	1915	2,-	
<b>Ambon groep</b>					
Ambon eilanden groep	kl	1:100.000	1940	3,-	USA voor militair gebruik
Ambon eilanden groep	kl	1:50.000	1940	2,50	
Topografische kaarten Ambon	kl	1:100.000	tot 1927	3,-	
Topografische kaarten Ambon	kl	1:50.000	1924	2,50	
<b>Ceram</b>					
Schetskaart van het eiland Ceram	zw	1:500.000	1921	1,-	Hollandse uitgave
Schetskaart van het eiland Ceram	kl	1:500.000	1942	1,25	Engelse editie, gegevens Holl. kaart 1921.
Schetskaart van het Westelijk deel van het eiland Ceram en omliggende eilanden	kl	1:200.000	1919	2,50	
Schetskaart van het eiland Ceram	kl	1:100.000	1919	3,-	13 bladen
<b>Buru en Sula eilanden</b>					
Schetskaart van de Sula eilanden	zw	1:250.000	1943		Engelse editie (Hind 631), gegevens Hollandse kaart 1927.
Schetskaart van het eiland Buru	zw	1:250.000	1943		Blad I Sula, voor militair gebruik
Schetskaart van het eiland Buru	zw	1:250.000	1915		Blad II Buru, voor militair gebruik
<b>Halmahera</b>					
Schetskaart van het eiland Halmahera	zw	1:300.000	1943	3,-	Engelse editie AMS T 461, 2 bladen
Topografische kaarten	kl	1:100.000	1944	3,-	Engelse editie AMS T 662, 4 bladen
Overzichtskaart eiland Halmahera	kl	1:500.000		2,50	
<b>Ternate en Hiri</b>					
Schetskaart van het eiland Ternate en Hiri	zw	1:20.000	1943	1,-	Engelse editie, gegevens van de Hollandse kaart 1916.
<b>Tidore en Maitara</b>					
Schetskaart van het eiland Tidore en Maitara	zw	1:20.000	1943	1,-	Engelse editie, gegevens van de Hollandse kaart 1916.
<b>Topografische kaarten</b>					
P. Wuliaru	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Damar	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Kisar	zw	1:200.000	1940	0,50	
P. Masela	br	1:200.000	1940	0,50	



P. Saumlakki	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Selaru	br	1:200.000	1940	0,50	
P. Sermata	zw	1:200.000	1940	0,50	
<b>Nieuw-Guinea</b>					
Schetskaart van Ned. Nieuw-Guinea en omliggende eilanden	kl	1:1.000.000	1919	10,-	4 bladen
Schetskaart Nieuw-Guinea	zw	1:2.500.000	1938	1,50	Japans, gegevens Hollandse kaarten.
Schetskaart Nieuw-Guinea	kl	1:1.500.000		1,50	Japans, gegevens Hollandse kaarten.
Nieuw-Guinea (Werkkaart)	zw	1:500.000		1,50	Japans, gegevens Hollandse kaarten, 7 bladen.
Nieuw-Guinea	zw	1:1.000.000		1,-	Kaart uit het jaarboek van het Mijnwezen 1930, Japanse druk, 3 bladen.
Schetskaart N. Guinea	zw	1:300.000		1,-	Westelijk gedeelte, Japanse druk, 6 bladen
Nieuw-Guinea	zw	1:250.000		0,50	Gedeeltelijk.
Nieuw-Guinea	zw	1:100.000		0,50	Gedeeltelijk Zuid Vogelkop, Waropen district, Kokenau (Japanse druk).
Nieuw-Guinea		1:100.000			Anggi meren, Monokwari, Arfak gebergte (Japanse druk).
Overzichtskaart van Amboina van de afdeling Nieuw-Guinea	kl	1:2.500.000		2,-	
Westen Nieuw-Guinea	kl	1:2.000.000		2,-	

In de catalogus van het volgende jaar 1947 worden aan de voorgaande catalogus van 1946 enkele WO II HIND kaarten toegevoegd voor Java, Sumatra en enkele kleine eilanden.

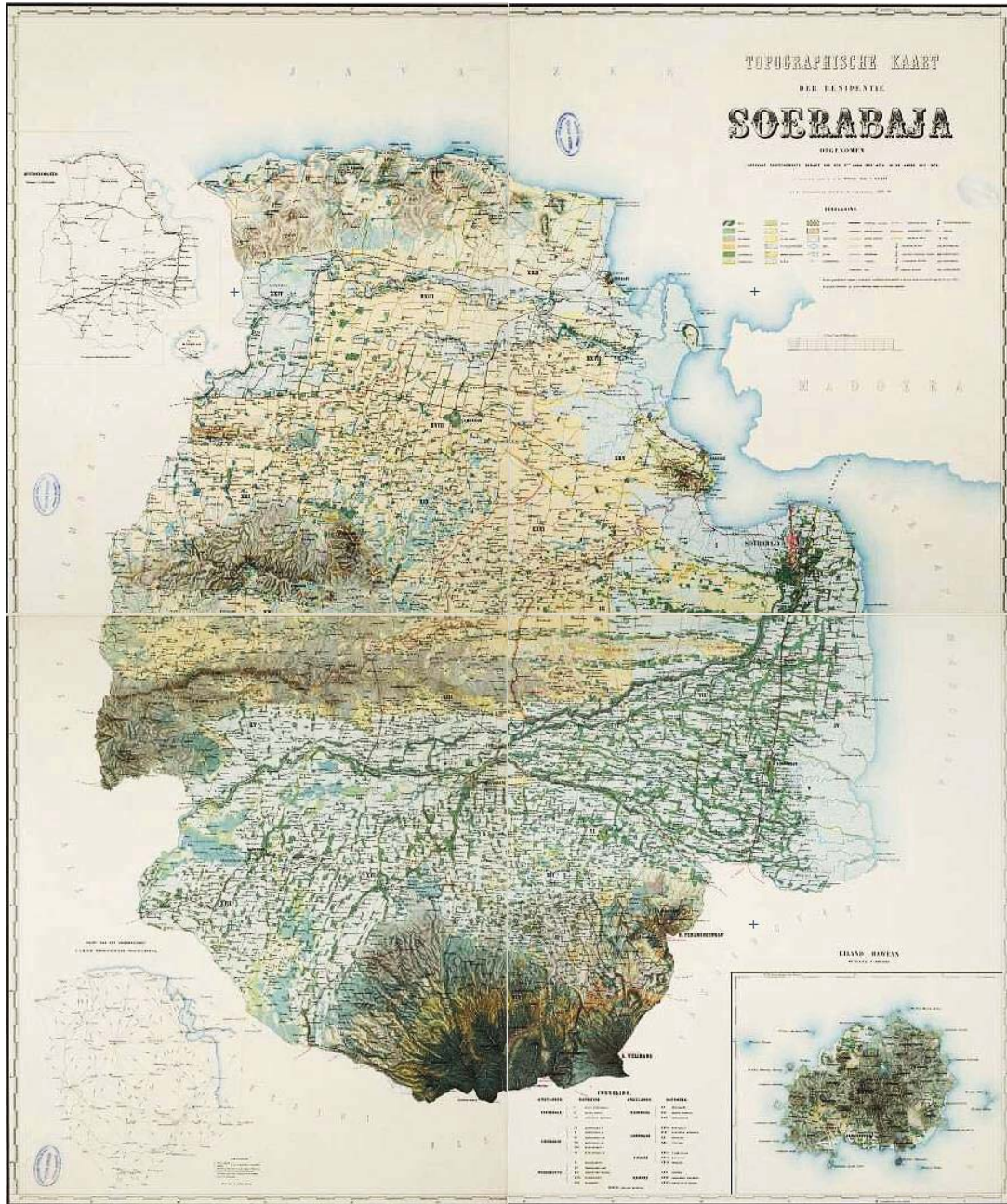
Voor Nieuw-Guinea komt een aanzienlijke uitbreiding met ca. 85 kaarten op schaal 1:100.000 (Japanse uitgave), ca. 35 kaarten op schaal 1:250.000 (Hind 644), ca. 73 kaarten op schaal 1:63.360 (Engelse Hind 646) en ca. 108 kaarten op schaal 1:20.000 (Amerikaanse Ams).

Verder zijn in de catalogus van 1947 enkele oudere kaarten uit de catalogus van 1946 verdwenen.

### Thema-kaarten 1939-1956

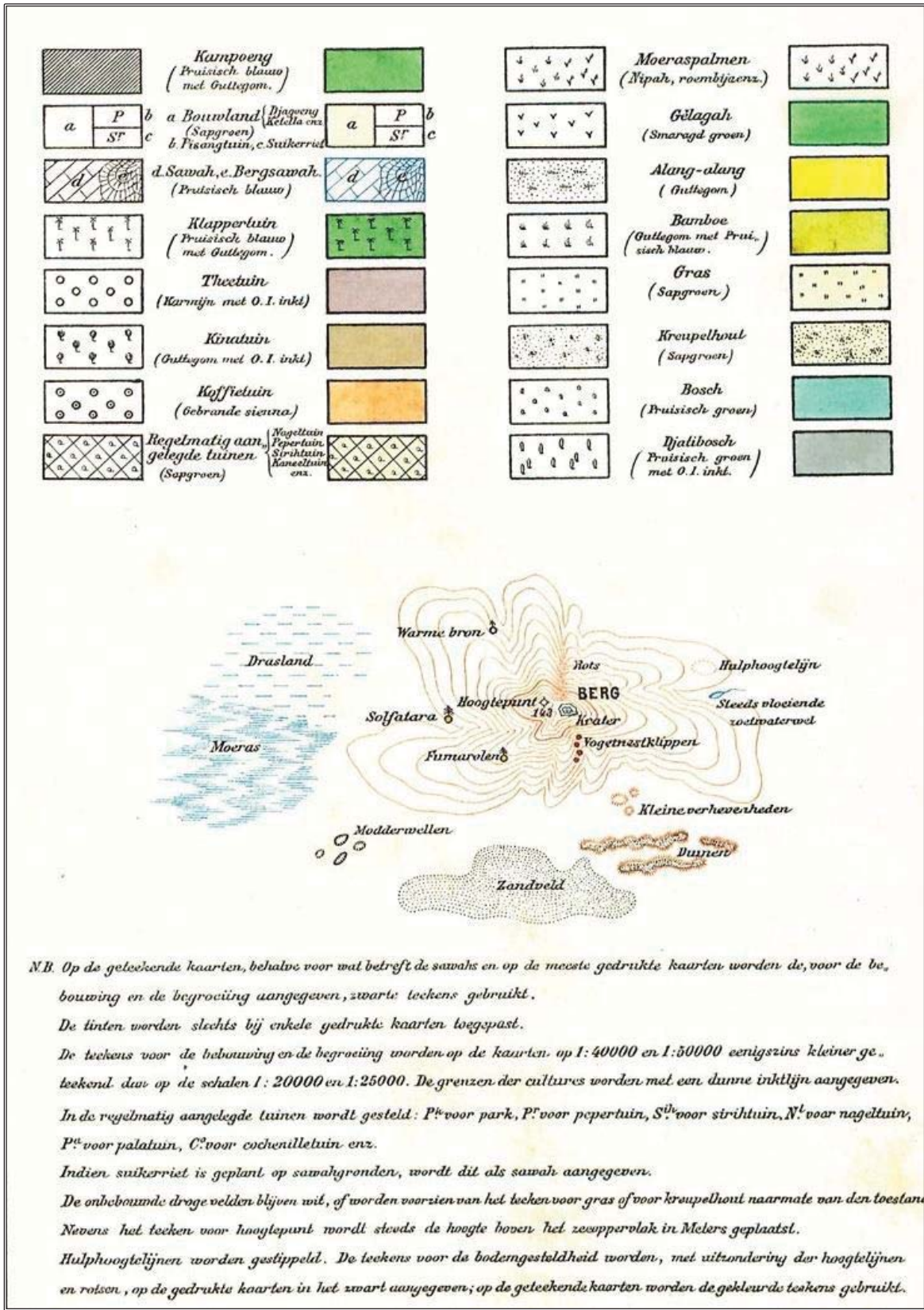
omschrijving thema-kaart	gebied	kaarten	door	schaal	jaar	in	opmerkingen
Missiekaart	Indië	1		1:6.200.000	1939	kl	
Residenties, afdelingen, Regentschappen, Districten	Java, Madura	3	TD	1:1.000.000	1940	kl	
Rubberondernemingen	West-Java	1	TD	1:500.000	1940	kl	Gouvernement en part.
Overzicht van lucht-, spoor- en zeeverbindingen	Indië	1	TD	1:2.500.000	1940	kl	land is roodgekleurd, Engelstalige kaart
Reisverbindingen	Indië	1		1:2.500.000	1940	kl	
Scheepvaartroutes, drinkwater plaatsen, NEFIS	Indië	1		1:6.500.000	1944	zw	
Overzichtskaart	Java, Madura	1	Visser	1:1.500.000	1946	kl	kaart in het Nederlands en Indonesisch
Bergcultuurondernemingen	Batavia	1	TD	1:150.000	1947	zw	
Bergcultuurondernemingen	Buitenzorg	1	TD	1:150.000	1947	zw	
Bergcultuurondernemingen	Priangan, Cirebon	1	TD	1:150.000	1947	zw	
Bergcultuurondernemingen	Semarang residentie	1	TD	1:150.000	1947	zw	
Bergcultuurondernemingen	Pekalongan, Banyumas	1	TD	1:150.000	1947	zw	
Vliegkaart met magnetische afwijkingen	Sumatra	2	HIND	1:1.000.000	1947	kl	overzichtskaart
Staat en indeling Oost-Indonesië	Oost-Indonesië	1		1:6.000.000	1947	zw	
Indeling gebieden Indonesia Timur	Oost-Indonesië	1		1:2.500.000	1948	zw	
Suiker-ondernemingen en -productie	Java	1		1:8.000.000	1948	zw	
Voorlopige staatkundige ordening van Indonesië	Indië	1	TD	1:6.000.000	1948	kl	
Fotogrammetrie	Indië	1	TD	1:6.000.000	1948	kl	
Bergcultuurondernemingen op Java	Java, Madura	3	TD	1:500.000	1950	kl	
Thee-ondernemingen	Java, Madura	1	TD	1:1.500.000	1950	kl	
Vegetatiekaart	Indië	1	TD	1:2.500.000	1950	kl	
Grondgebruik, bossen, rijstvelden, akkers etc.	Borneo Kalimantan	1		1:1.000.000	1953	kl	
Scheepvaart- en spoorverbindingen KPM	Indië	1		1:4.500.000	1956	kl	

Annex 8.15 Java residentiekaarten en tekenvoorschriften op topografische kaarten



Java, Surabaya residentiekaart, (onder uitvergroet) schaal 1:100.000, uitg. 1883-1884.





Topografische Dienst voorschrijf voor tekens van bebouwing, begroeiing en bodemgesteldheid op topografische kaarten (keuze uit zwarte of gekleurde versie, zie N.B.) met schalen van 1:20.000 tot 1:50.000 vanaf 1896.<sup>1084</sup>

<sup>1084</sup> Topografische Dienst in Nederlands-Indië, Voorschrijf bevattende de aangenomen tekens enz. enz. te gebruiken bij het vervaardigen van topografische kaarten, benevens algemeene aanwijzingen in hoeverre die teekens ook voor overzichts en gedrukte kaarten behooren te worden gevolgd, (uitg. Topographisch bureau, Batavia 1896).



* Astronomisch Station			
△ P.S. of T. Primair, Secundair of Tertiair driehoekspunt.			
	Artesische put met reservoir.		Waterput
	Wegwijzer		Mijn (de soort bij te schrijven)
	Gedenkteeken		Steenen gebouwen
	Houten "		Bamboe "
	Christen kerk		Mesgiti
	Chineesche tempel		Pasanggrahan
	Steenen pasarloods		Houten "
	Bamboe "		Bouwval, ruine
	Christen kerkhof		Inlandsche graven
	Chineesche "		Steenen grenspaal
	Houten "		Herkenbare boomen
	Telegraaf- en Telefoonlijn		
	Steenen muur		

	Planken omheining
	Steenen afsluiting
	Levende heg
	Doode "
	Droge sloot of gracht
	Residentiegrens
	Afdelingsgrens
	Onderafdelingsgrens
	Districtsgrens
	Grens van inlandsche (zelfbesturende) rijken.
	Landbouwondernemingsgrens
	R Resident
	AR Assistent Resident
	C Controleur
	REG <sup>T</sup> Regent
	D Districtshoofd

**Afkortingen ( Zie ook Bl. IV. )**

Pk., Tk. en Tphk.	Post-, Telegraaf- en Telefoonkantoor.	Tf.	Theefabriek	K <sup>o</sup>	Kampoeng ( dorp )
Ps.	Postpaardenstation	I.f.	Indigofabriek	S.	Soenjai ( beek of rivier )
H.	Halle	Kp.	Koffiepakhuys	M.	Moewara ( monding )
S.	Stopplaats	Zp.	Zoutpakhuys	O.	Oedjoeng ( hoek of landtong )
St.	Station	B <sup>T</sup>	Boekit ( heuvel of berg )	O <sup>f</sup>	Landbouwonderneming
Pl.	Postloods	G.	Goenoeng ( heuvel of berg )	R.	Rawa ( moeras )
WH.	Wachthuis	P.	Poelan ( eiland )	T.	Tundjoeng ( kaap, hoek of landtong )
St.b.	Steenbakkerij	D.	Danau ( meer )	P.	Pisangtuin
K.br.	Kalkbranderij	D.	Desa ( dorp )	S <sup>T</sup>	Suikerrietuin
S.f.	Suikerfabriek	H. <sup>a</sup>	Hoeta ( dorp )	T <sup>k</sup>	Tabaksveld

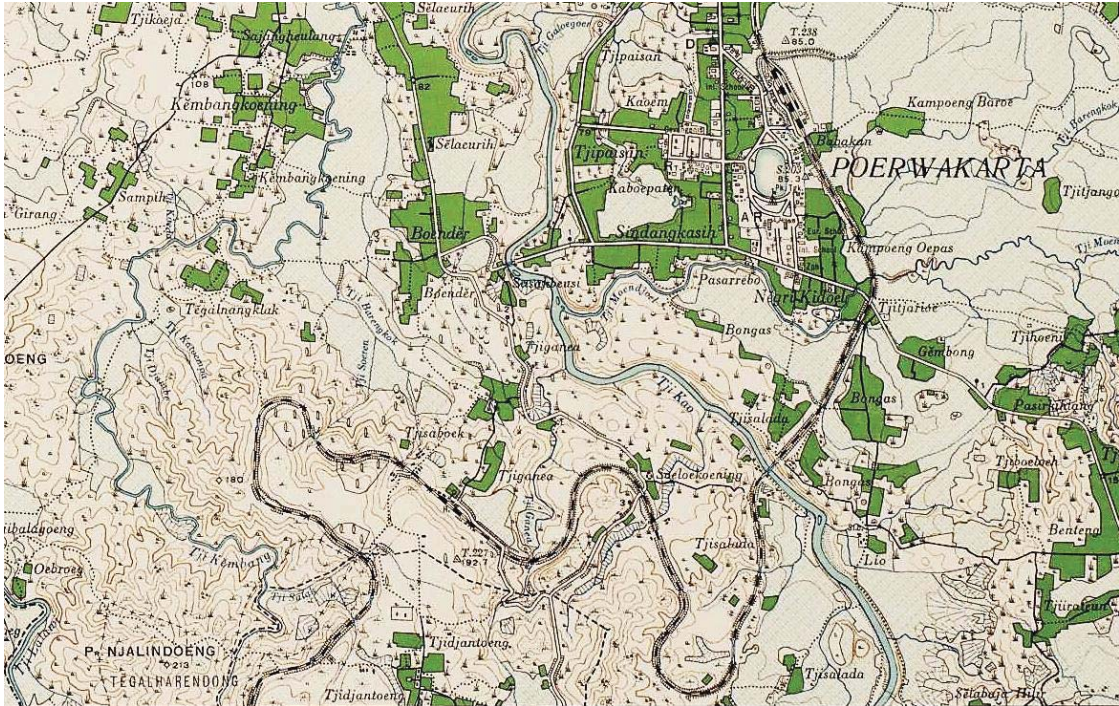
N.B. Bovenstaande teekens worden gebruikt bij kaarten op de schalen 1:20000 en 1:25000.  
 Op de schalen 1:40000 en 1:50000 worden de teekens iets kleiner geteekend.  
 Waar gekleurde en zwarte teekens voor een zelfde voorwerp zijn aangegeven, worden de gekleurde op de gateekende kaarten en de zwarte op de gedrukte kaarten gebruikt.  
 Van alle groote gebouwen wordt de plattegrond aangegeven. Waar dit zonder de duidelijkheid der kaart te schaden kan geschieden, wordt voor bijzondere gebouwen steeds de benaming, zoo noodig afgekort, bijgeschreven, en worden dan de boven aangegeven teekens weggelaten.  
 De namen van fabrieken enz. worden steeds vermeld.  
 Nevens de driehoekspunten wordt het registrummer en daaronder de hoogte in Meters van het bovenvlak der pilaren boven het gemiddeld zecoppervlak aangegeven.  
 De administratieve indeeling wordt in een schetsje onder aan de kaart buiten den bladrand aangegeven.

Topografische Dienst voorschrijf voor kleine tekens, afkortingen enz. op topografische kaarten met schalen van 1:20.000 tot 1:50.000 vanaf 1896.<sup>1085</sup>

<sup>1085</sup> Naast deze voorschriften waren er nog aanwijzingen voor wegen, bruggen, wateren, namen, schrijfwijze, gebruikte letters en cijfers, versterkingen en troepen, en toelichtingen voor kaarten met schalen groter dan 1:20.000 of kleiner dan 1:50.000.



## Annex 8.16 Java topografische kaarten en stadsplattegronden



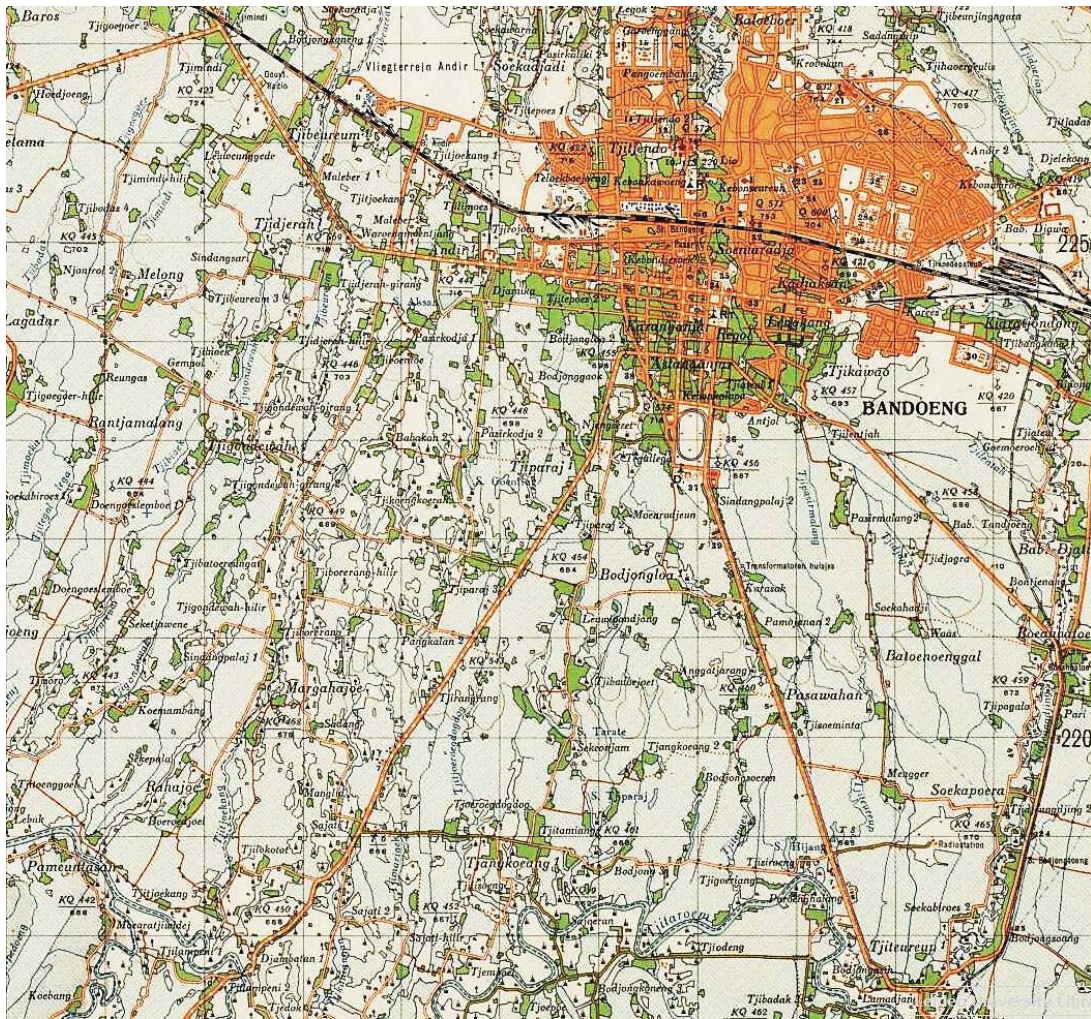
Purwakarta–Plered spoorlijn, schaal 1:25.000, uitg. 1918.

←—1 km—→

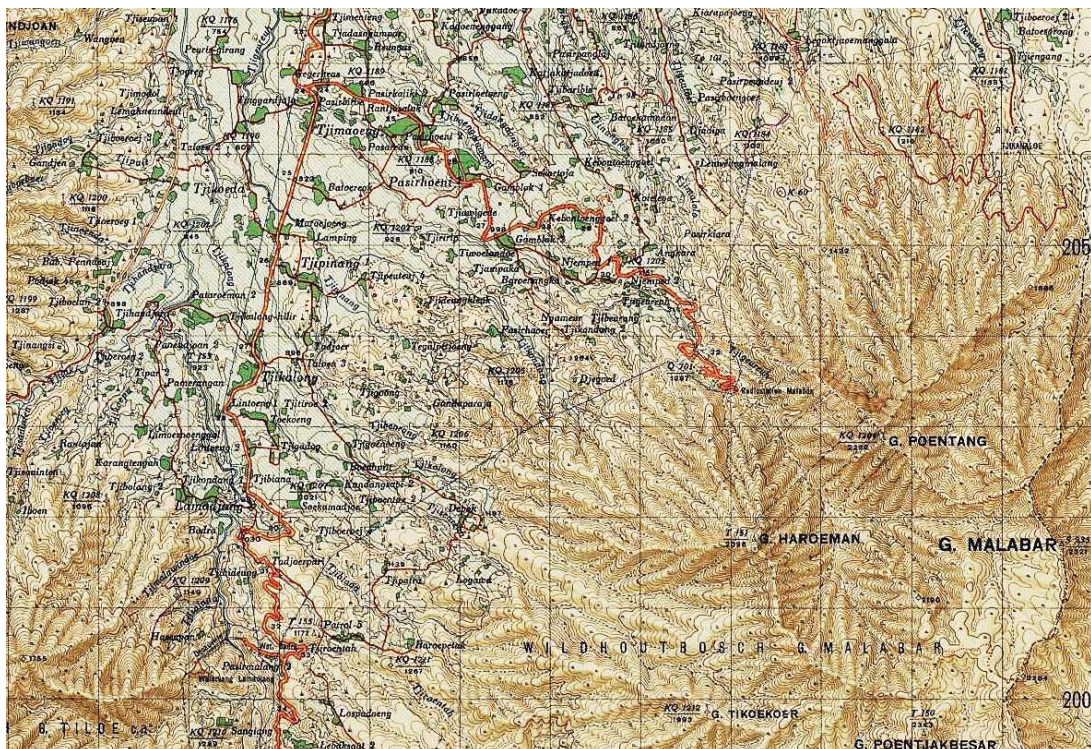


Samenvoeging bij Padalarang van de Batavia–Purwakarta–Plered–Padalarang–Bandung en de Batavia–Bogor–Sukabumi–Cianjur–Padalarang–Bandung spoorlijnen, schaal 1:50.000, uitg. 1923.





Bandung met Padelarang–Cimahi–Bandung spoorlijn, schaal 1:50.000, grid 1x1 km, uitg. 1932-1940, Dayuhkolot KG radiostation (rechtsonder), vliegterrein Andir, TH Bandung (noordkant van Bandung).

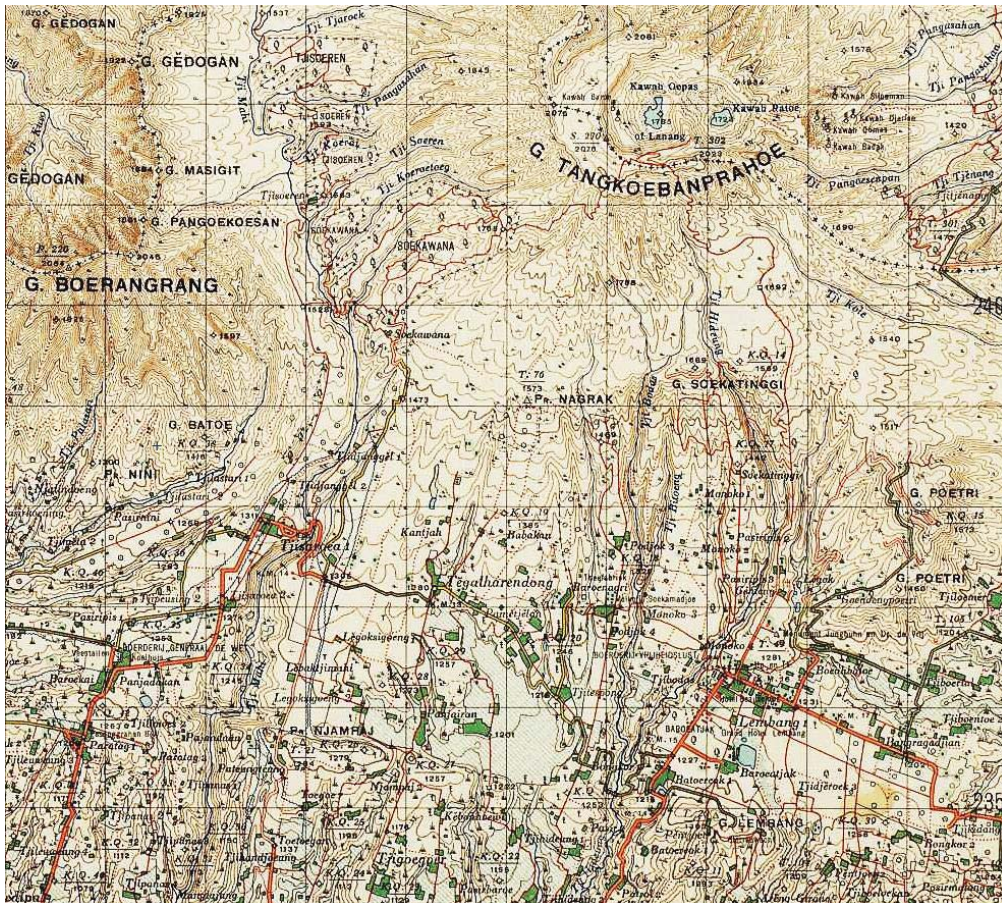


Radiozendstation Malabar met antenne ten Z van Bandung, schaal 1:50.000, grid 1x1 km, uitg. 1908, herzien 1934.



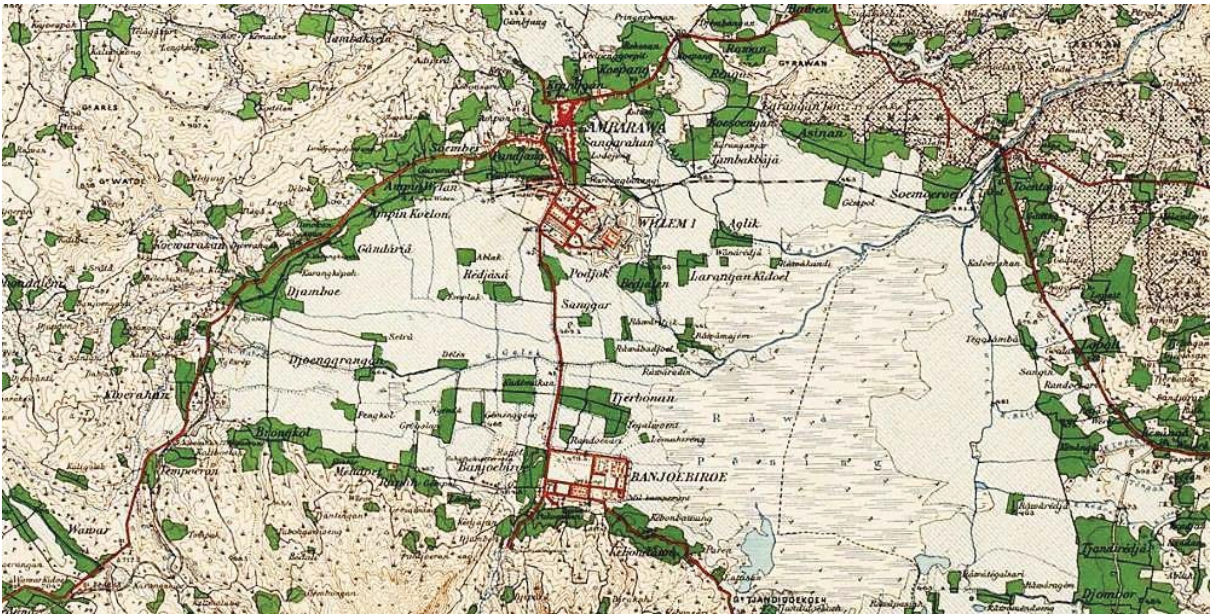


G. Tangkubanprahu, Lembang met Junghuhn monument, schaal 1:25.000, uitg. 1918. ← 1 km →



G. Tangkubanprahu en G. Lembang met sterrenwacht, schaal 1:50.000, grid 1x1 km, uitg. 1941.



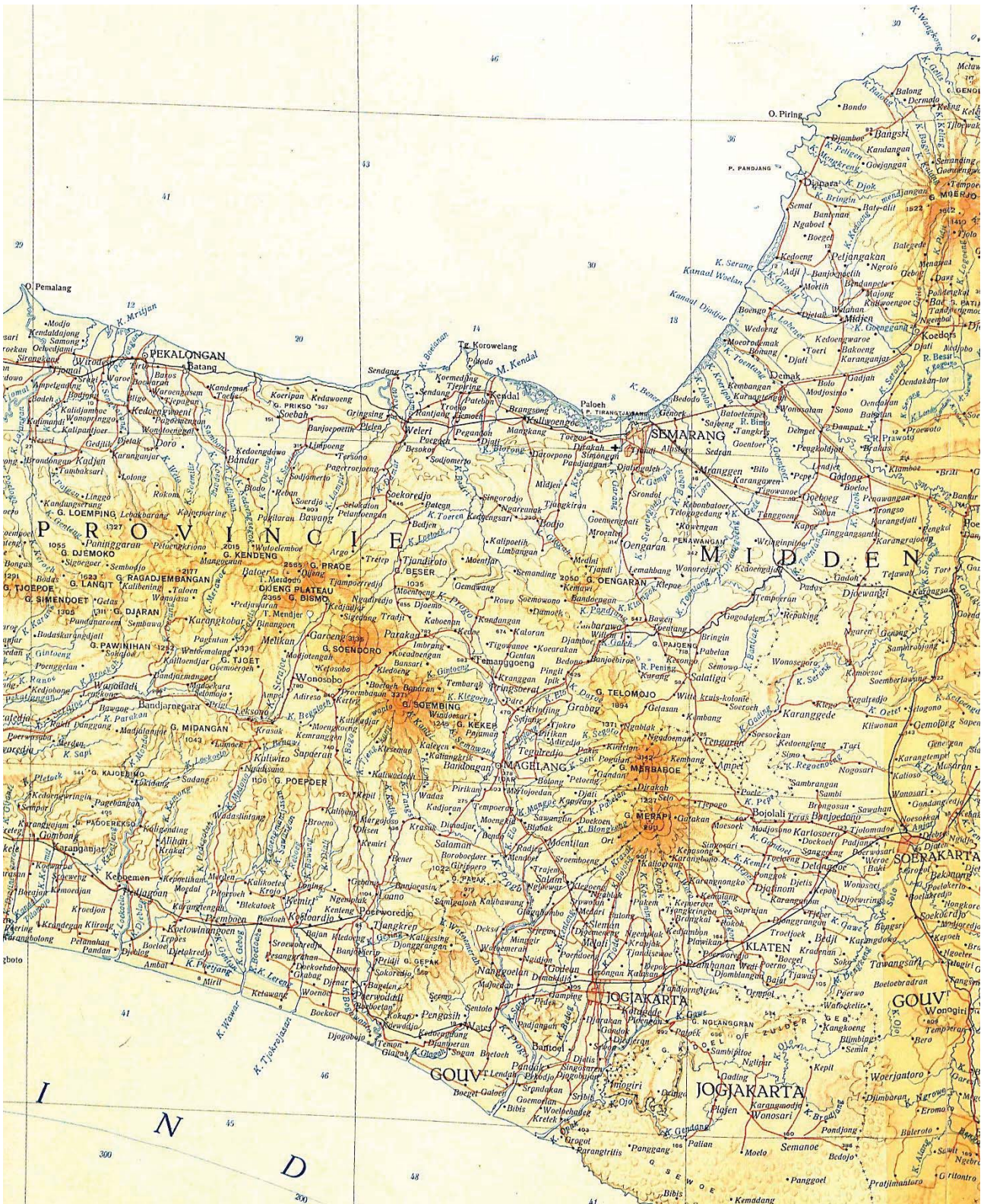


Midden-Java, Ambarawa-spoorlijn, Fort Willem I en Penningmoeras, schaal 1:50.000, hermeten 1903-1908, uitg. 1910.



Midden-Java toeristenkaart, verblijfplaatsen, wegen, spoorwegen, vulkanen en monumenten, schaal 1:250.000, 1930.



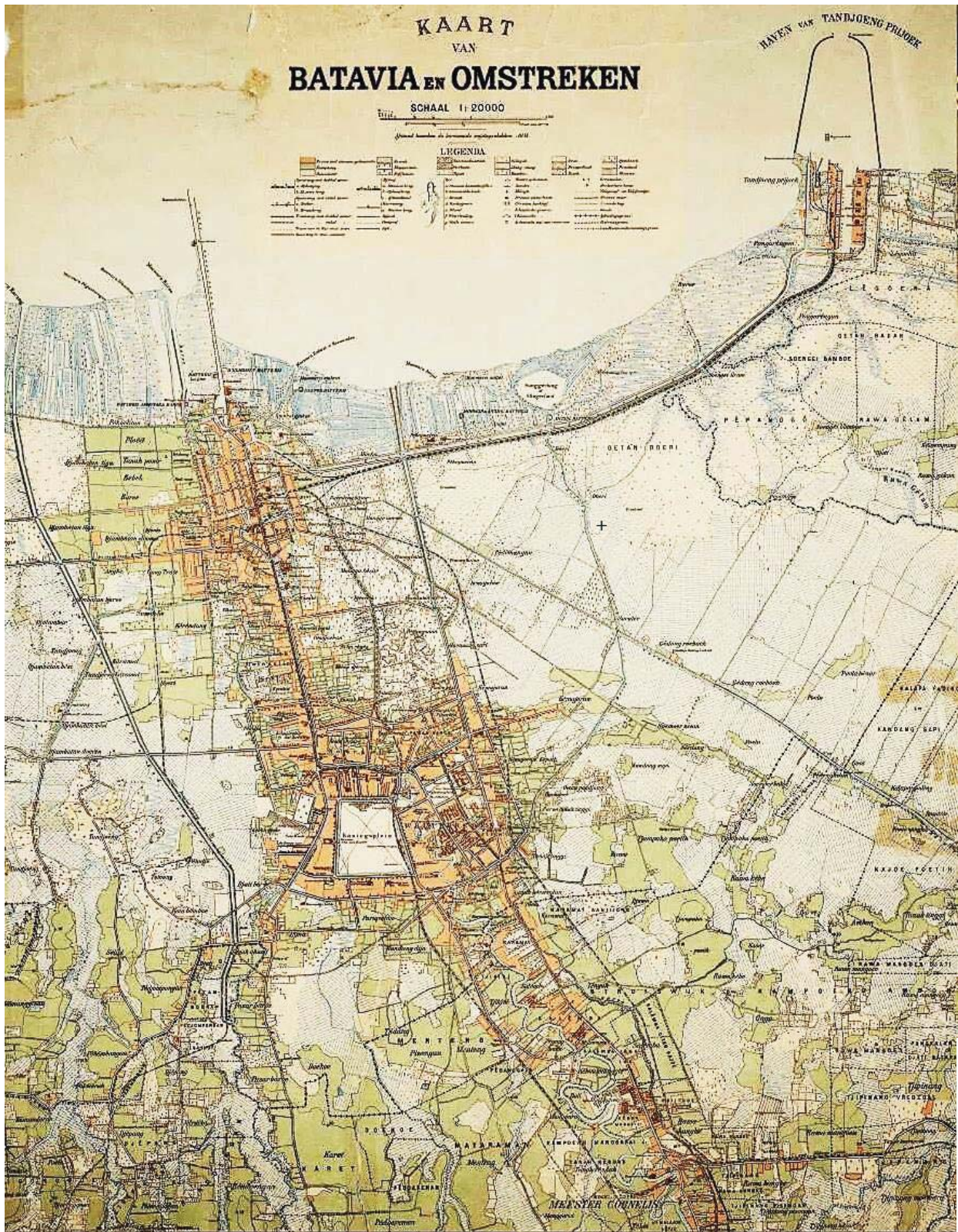


Midden-Java, uit de Atlas van Tropisch Nederland, schaal 1:750.000, uitg. 1938.<sup>1086</sup>

Deze atlas, uitgegeven door het KNAG, werd samengesteld door de Topografische Dienst, die hiervoor de kaarten vervaardigde. Voorzien van topografische kaarten van alle eilanden en tal van thema-kaarten gaf de atlas het meest uitgebreide overzicht van de Indische archipel aan het eind van de Nederlands-Indië periode.

<sup>1086</sup> Atlas van Tropisch Nederland, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap en de Topografische Dienst Batavia, Reproductiebedrijf van den Topographischen Dienst in Ned.-Indië, Batavia 1938).

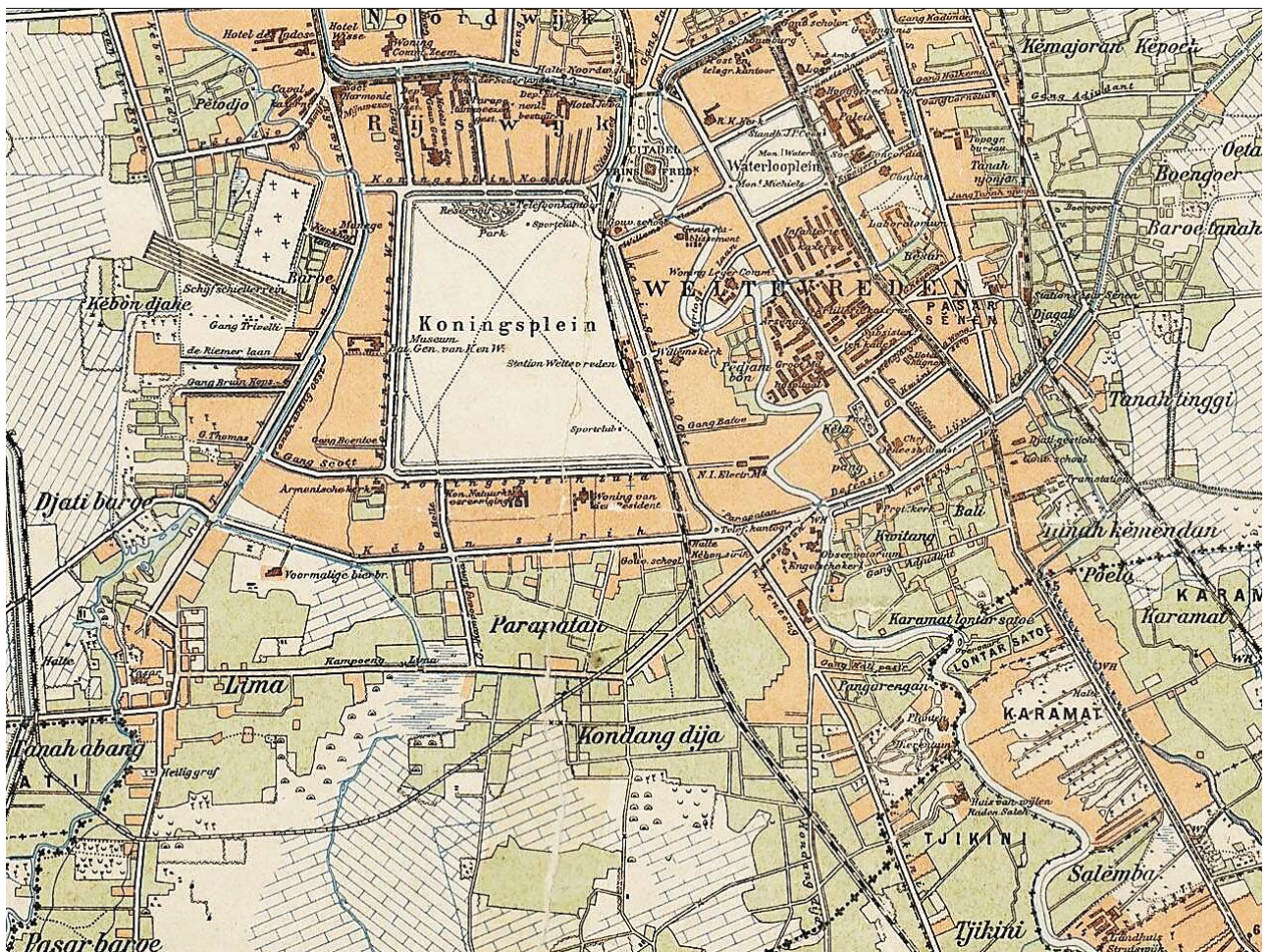
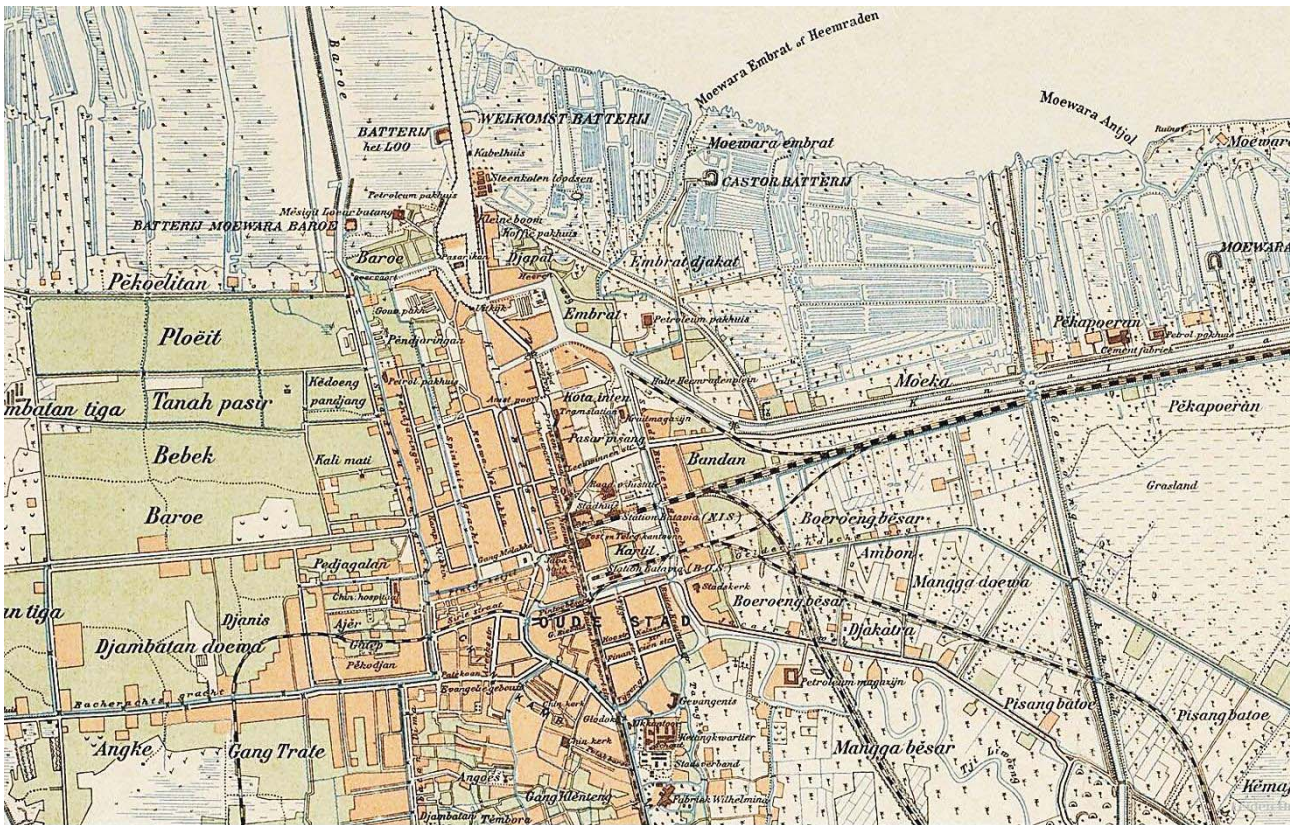




Erven met steenen gebouwen.	Sawah.	Nolemskaattuin.	Gêlagah.	Gras.	Djatihosch.
Kampoeng.	Klappertuin.	Sirihutin.	Alang-alang.	Krcupelhout.	Drasland.
Bouwland.	Koffietuin.	Nipah.	Bamboe.	Bosch.	Moeras.
Spoorweg met dubbel spoor.	Rijweg.	Zee	Houter gebouwen.	Grenspalen.	Horkenbare boom.
a. Ophooging.	a. Steenen brug	a. Steenen havenhoofden.	Lumboe ..	Levene heg.	Telegraaf- en Telefoonlijn.
b. J.eren brug	b. Ophaalbrug.	b. Gemetselde kade.	Misgit ..	Steenen muur.	Doode ..
Spoorweg met enkel spoor.	c. Afstandpaal.	c. Strand.	Steenen pasarloods.	Christen kerkhof.	Levende heg.
a. Duiker.	Karreweg.	d. Vischijvers.	Inlandsche graven.	Chineseesche ..	Afscheelingsgrens.
b. Draaibrug.	a. Routen brug.	e. Eiland.	Artesische put met reservoir.	Distrietgrens.	Landbouwondernemingsgrens.
Tramweg met dubbel spoor.	Rijput.	f. Waterleiding.	Dijk.		
" " enkel ".	Voetpad.	g. Steile oever.			
Tracé van de Bat. electr. tram.					
Spoorweg in voor-ontwerp.					

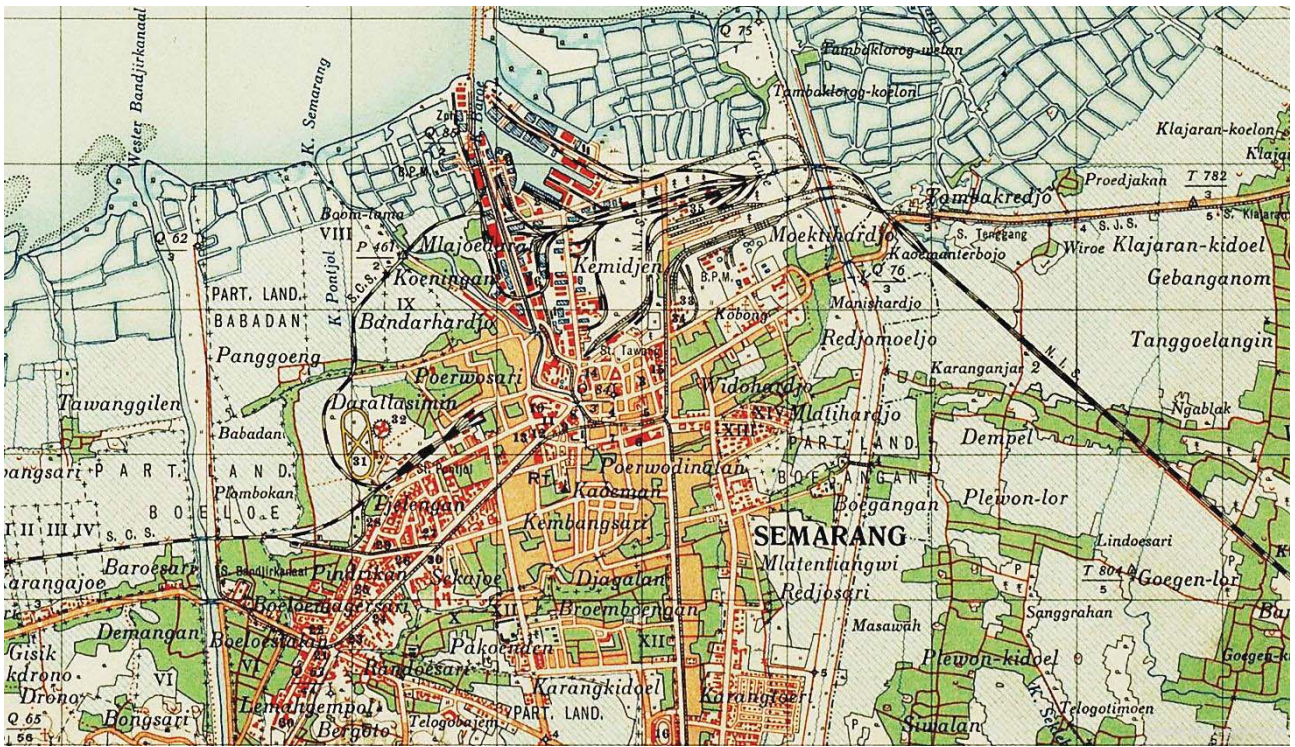
Batavia en omstreken, schaal 1:20.000, (legenda uitvergroot), Topografische dienst in Nederlands-Indië (Batavia), 1897.



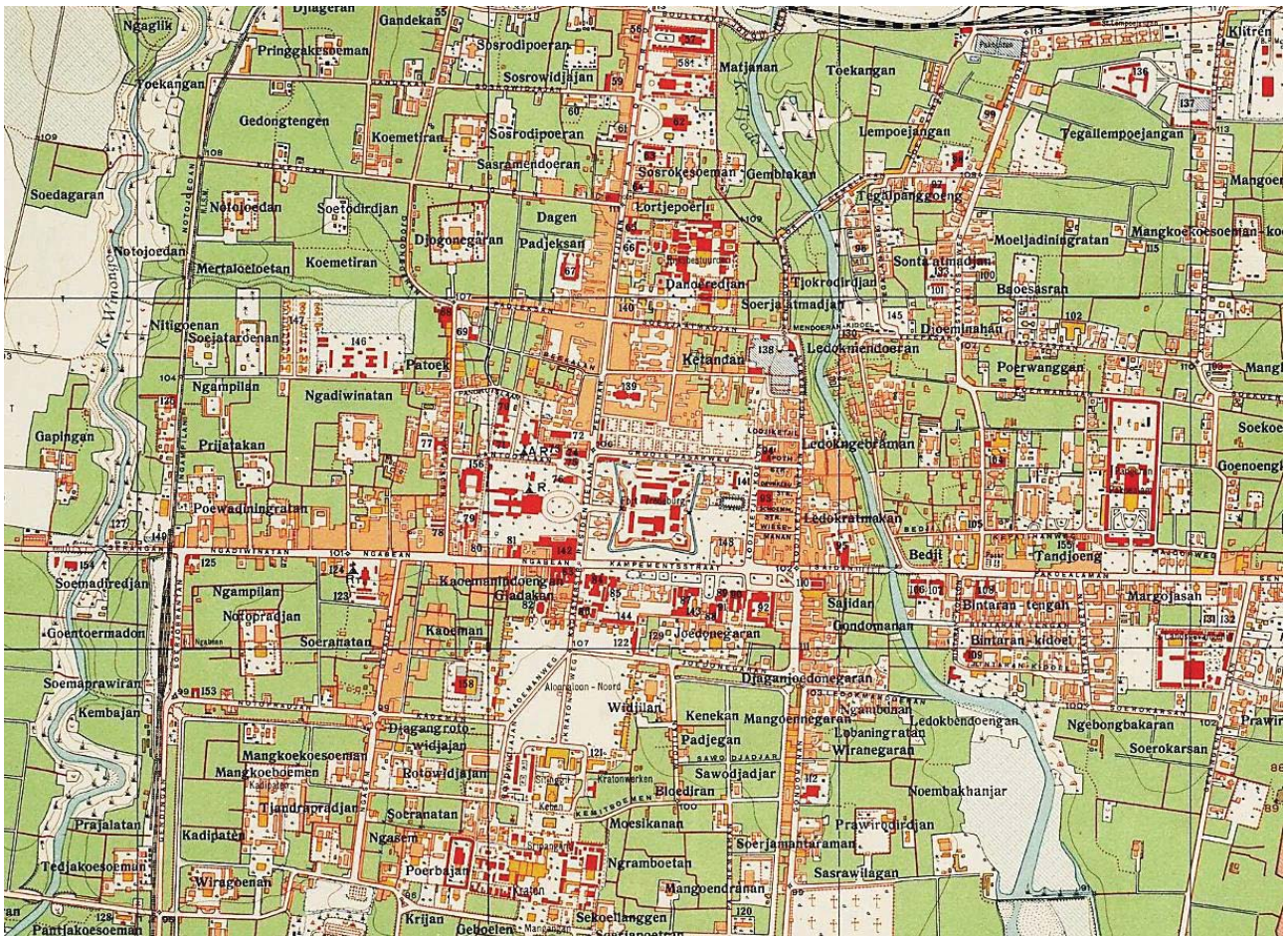


Batavia en omstreken, schaal 1:20.000 (kaart uitvergroet), Topografische dienst in Nederlands-Indië (Batavia), 1897.



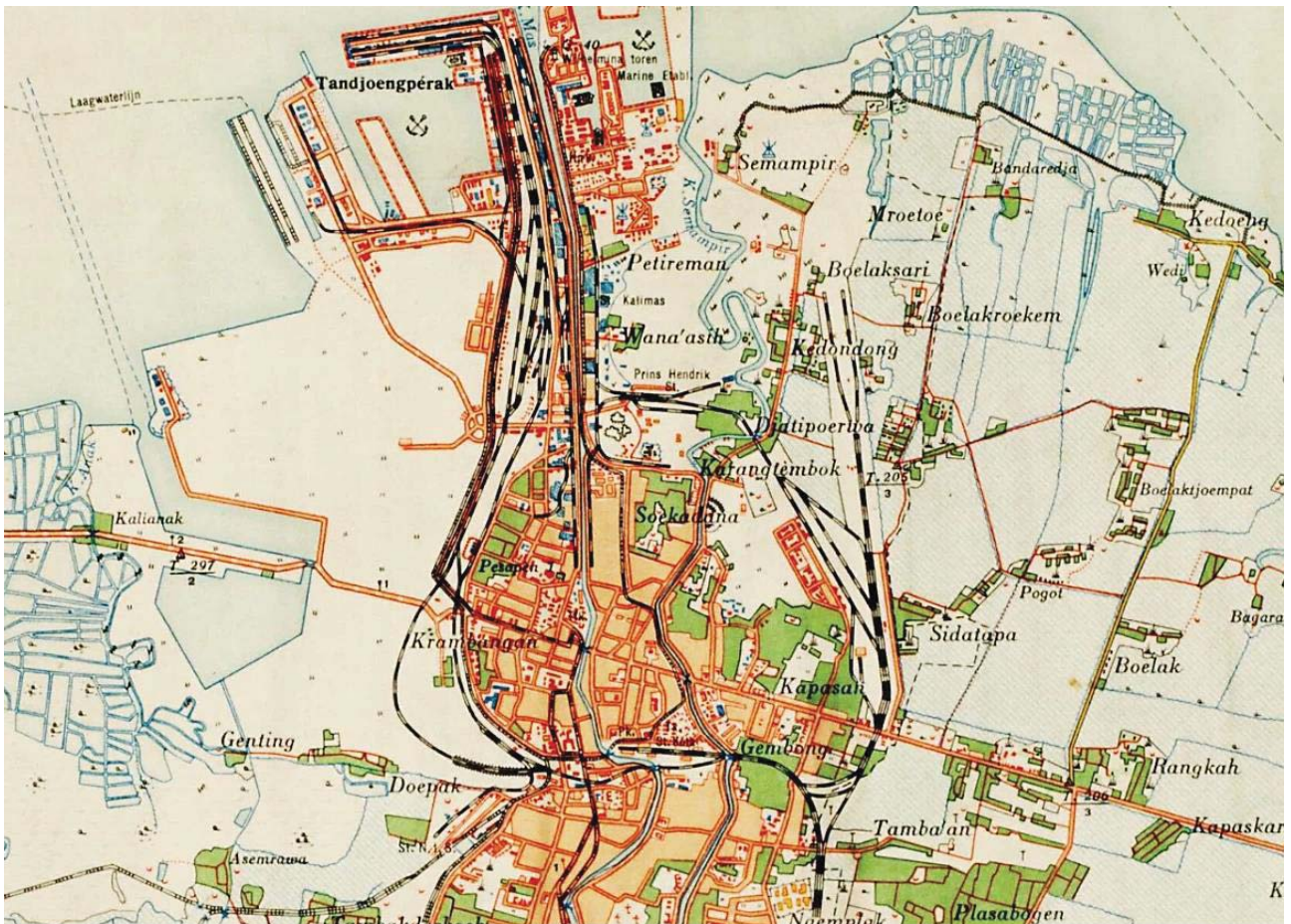


Semarang, stadskern, haven, visvijvers, spoorwegen (N.I.S., S.C.S., S.J.S.), schaal 1:50.000, grid 1x1 km, uitg. 1938.

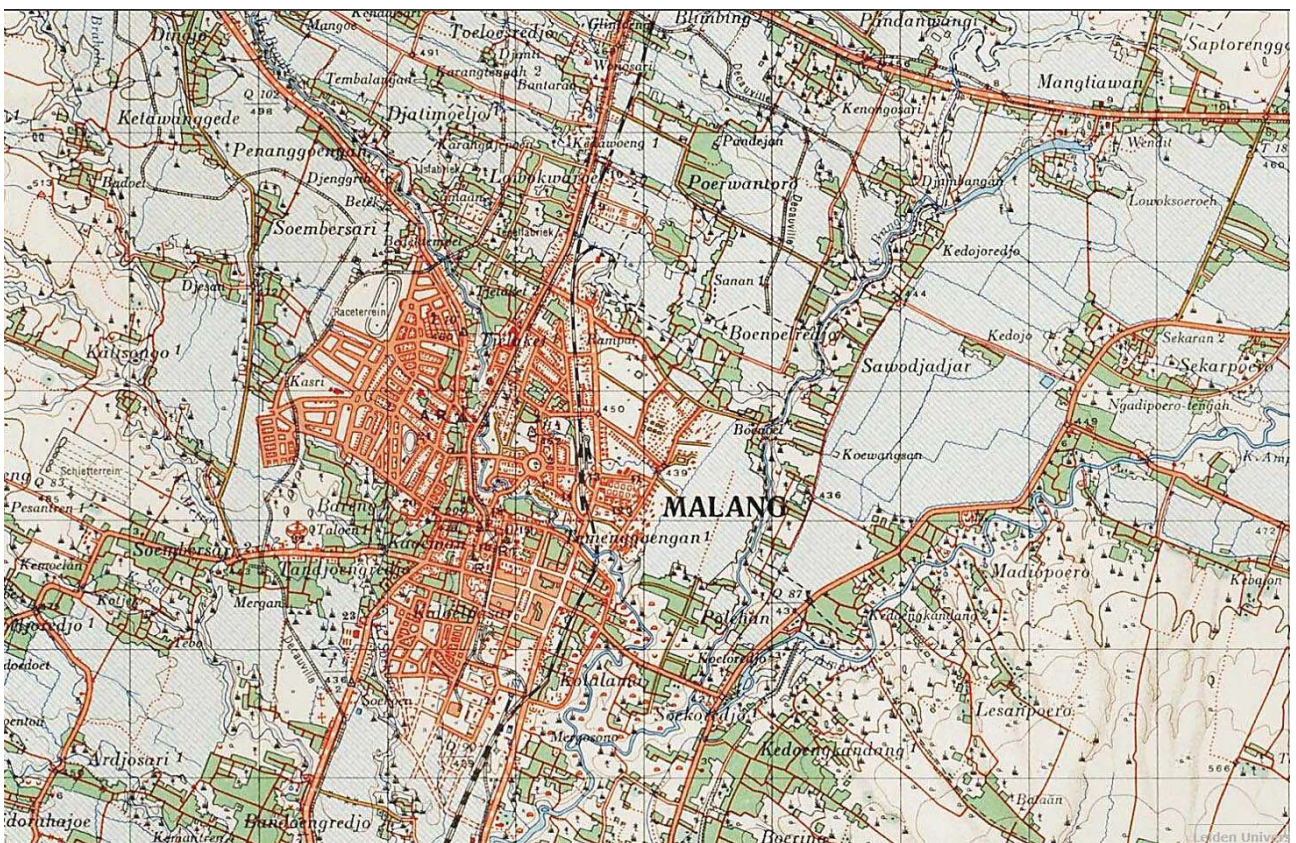


Yogyakarta en omstreken met de Kraton ten zuiden van Fort Vredenburg, schaal 1:10.000, uitg. 1925.





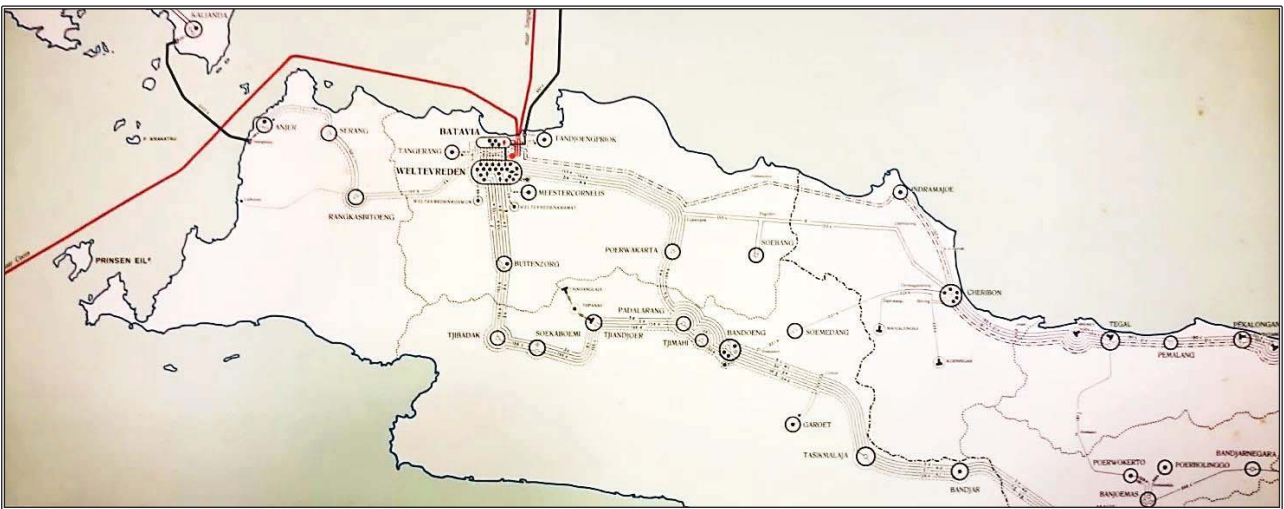
Surabaya en omstreken, met havens, visvijvers en voormalig Fort, hier bij Prins Hendrik St., schaal 1:50.000, uitg. 1925.



Malang, garnizoenskaart, barakken ten oosten van A.R. (Assistent Resident), schaal 1:50.000, grid 1x1 km, uitg. 1931.



Annex 8.17 Java en Indische archipel, thema-kaarten (met recente toeristenkaart van Java)

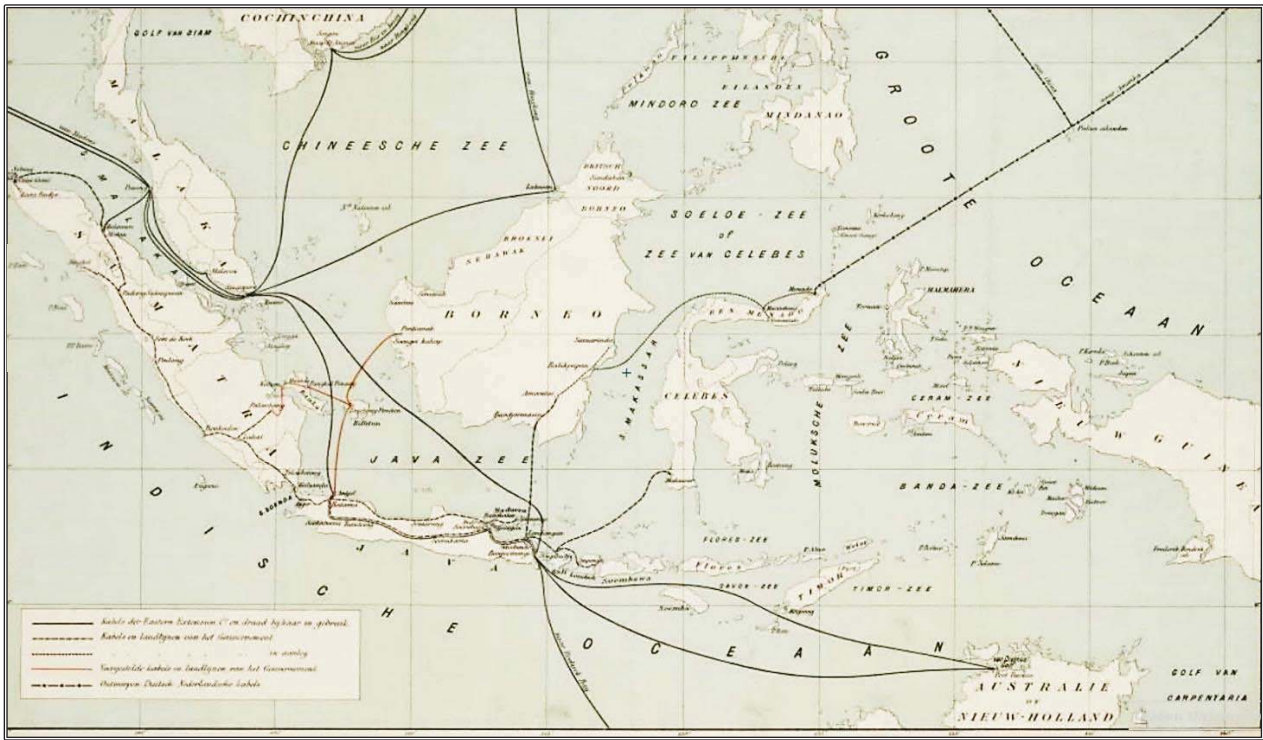


LEGENDA.

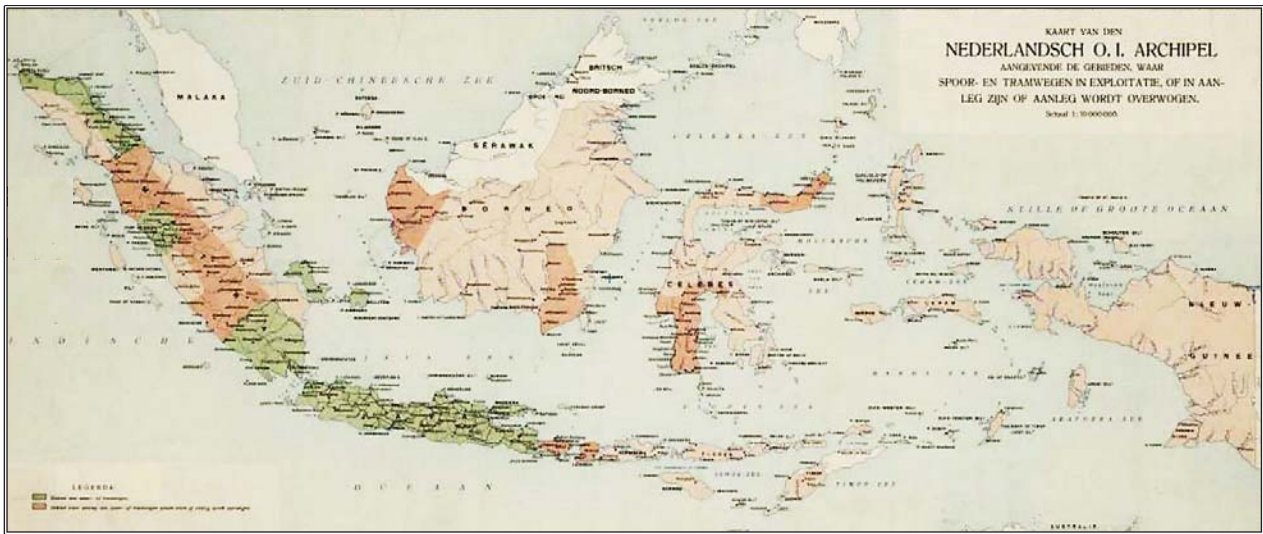
- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| ○ | Gouvernements telegraafkantoor.  | ⊕ | Telegraafpostel reserve — Morse.   |
| ○ | — hulptelegraafkantoor.  | ⊕ | — Recorder.  |
| ○ | — tijdelijk telegraafkantoor.  | ⊕ | Telegraafpostel van vreemde kabels.  |
| ⊕ | Bijkantoor voor den telegraafdienst.   | — | Gouvernements telegraafdraad.  |
| ⊕ | Telegraafkantoor van de Eastern Extension Australasia and China Tel. Co. Ld. | — | Spoorwegtelegraafdraad.  |
| ⊕ | Spoorwegtelegraafkantoor telegraafrecht met Gov. telegraafkantoor verbonden. | — | Telefoondraad van de Intercommunale Telefoon M <sup>o</sup>                |
| ⊕ | Telegraaf eindpostel — Morse.  | — | Gouvernements telegraafkabel.  |
| ⊕ | — Morse op meer dan 1 lijn.  | — | Telegraafkabel van de Eastern Extension Australasia and China Tel. Co. Ld. |
| ⊕ | — Recorder.  | — | Gouvernements ondergrondlijn.  |
| ⊕ | — Recorder duplex.   | — | Ondergrondlijn van de Eastern Extension Australasia and China Tel. Co. Ld. |
| ⊕ | — Telefoon.  | — | Gouvernements kabelbus.  |
| ⊕ | Telegraaf tusschenpostel — Morse.  | — | Kabelbus van de Eastern Extension Australasia and China Tel. Co. Ld.       |
| ⊕ | — Recorder.  | — | Isolatiepunt.  |
| ⊕ | — Telefoon.  | — | Grens der residentie.  |
| ⊕ | Telegraaf overdraagpostel — Morse — Vast overdraagkantoor.                   | — | — inspectieafdeeling.  |
| ⊕ | — Morse — Tijdelijk overdraagkantoor.  |   |  |

Telegraafkaart blad I schaal 1:750.000, ca. 1911.





Telegrafiekabels 1904, schaal 1:11.000.000, (behoort bij de memorie van toelichting van de Indische begroting) 1905.



Gebieden waar spoor- en tramwegen in exploitatie, in aanleg zijn of aanleg wordt overwogen 1921, schaal 1:10.000.000.



Java en Madura taalkaart, Topografisch Bureau te Batavia 1897-1904, schaal 1:900.000, uitg. 's Gravenhage 1898-1907.





Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 1 West-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.





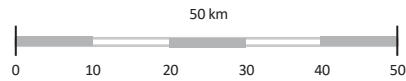
Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 2 West-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.



















Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 3 West-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.





Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 4 Midden-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.

Legenda	Java
JAKARTA, BANDUNG 	Stedelijke agglomeraten
BOGOR, CIREBON 	Steden met 0,1 - 1,0 miljoen inwoners
PURWOKERTO, Batang 	Steden met 50.000 - 100.000 inwoners
	Natuurgebieden en parken met hun grenzen
	Vierbaans tolwegen (met afstanden)
	Vierbaans snelwegen (met afstanden)
	Hoofdwegen (met afstanden)
	Provinciale wegen en binnenwegen
	Onverharde wegen
	Spoorlijnen
	Rivieren en binnenwateren
<b>Borobudur, Prambanan, Dieng</b>	Toeristische plaatsen, van groot belang
Hollands Fort 	Toeristische plaatsen, overige
Mt. Sumbing 	Bergen en vulkanen met hun hoogte in meters
Pantai Petanahan 	Bad- en strandplaatsen

Uitgave 2016  
 Voor GPS gebruikers:  
 Conforme cilindrische Mercator-projectie  
 Datum WGS 84  
 Website: [www.nelles.com](http://www.nelles.com)





Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 5 Midden-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.





Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 6 Oost-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.





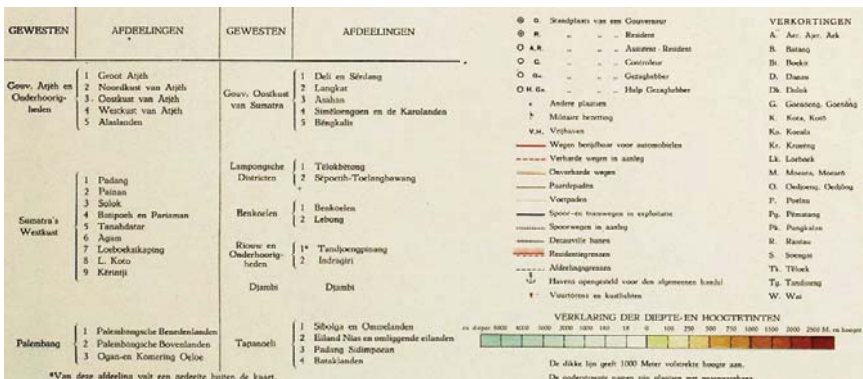
Java en Madura toeristenkaart (in 7 gedeeltes van west naar oost), deel 7 Oost-Java, schaal 1:750.000, uitg. Nelles 2016.



Annex 8.18 Sumatra topografische kaarten

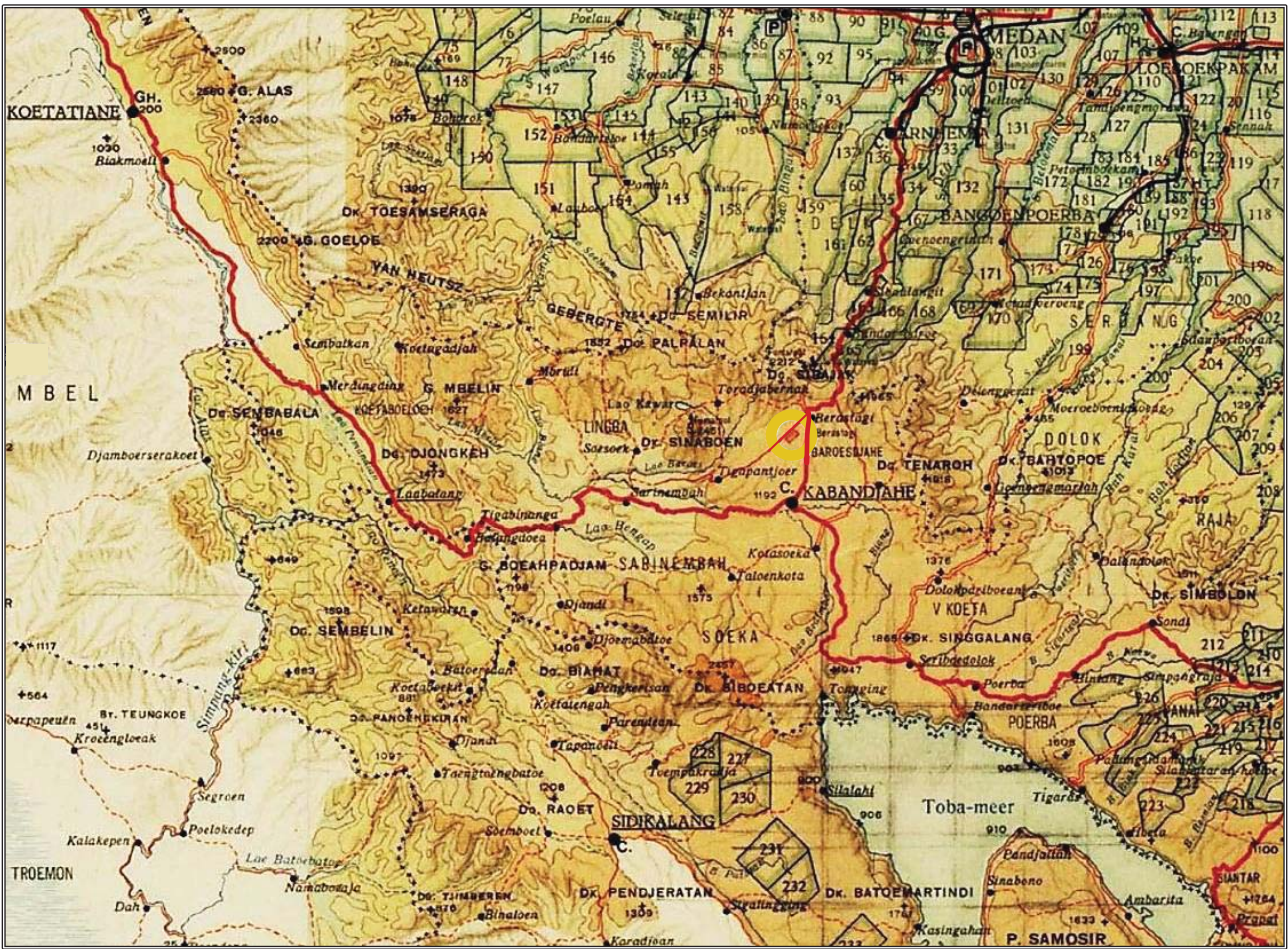


Sumatra, hoogte-aanduiding, administratieve indeling, scheepvaart- en spoorverbindingen, schaal 1:1.650.000, uitg. 1922.

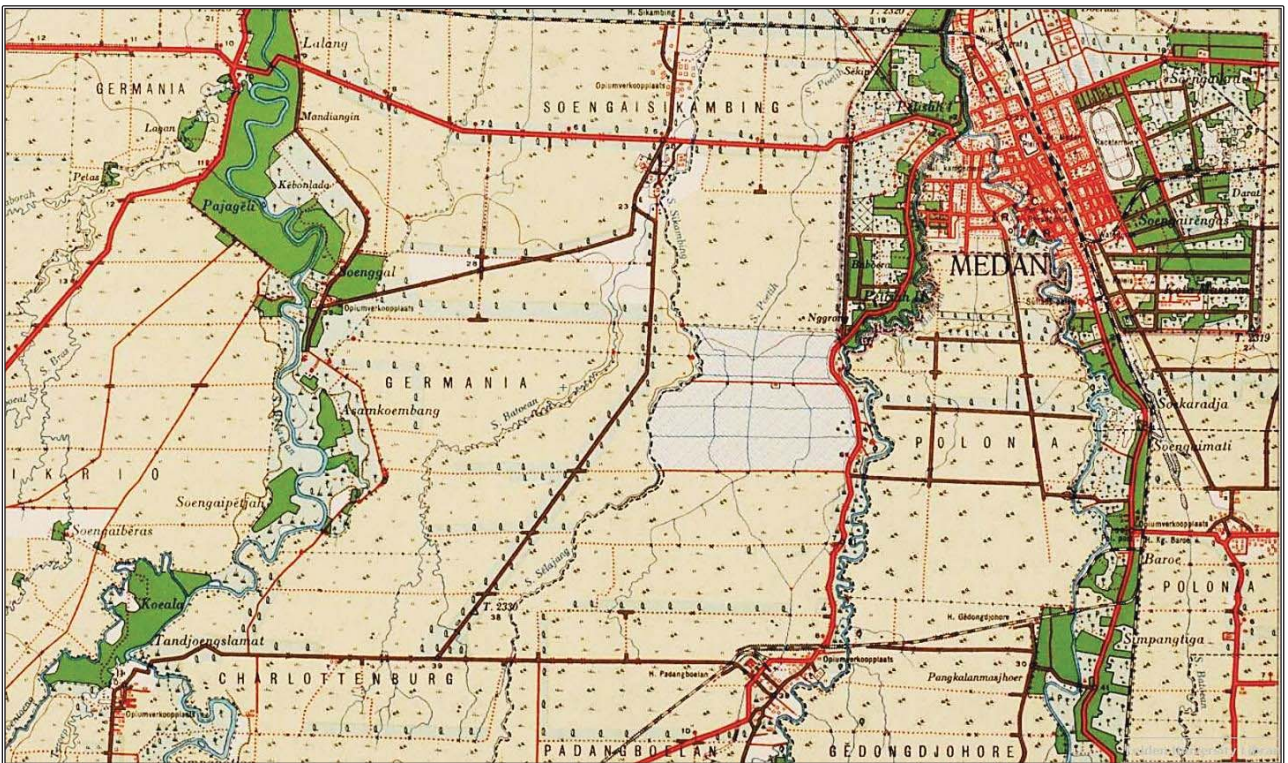


Administratieve indeling en legenda (uitvergoet).



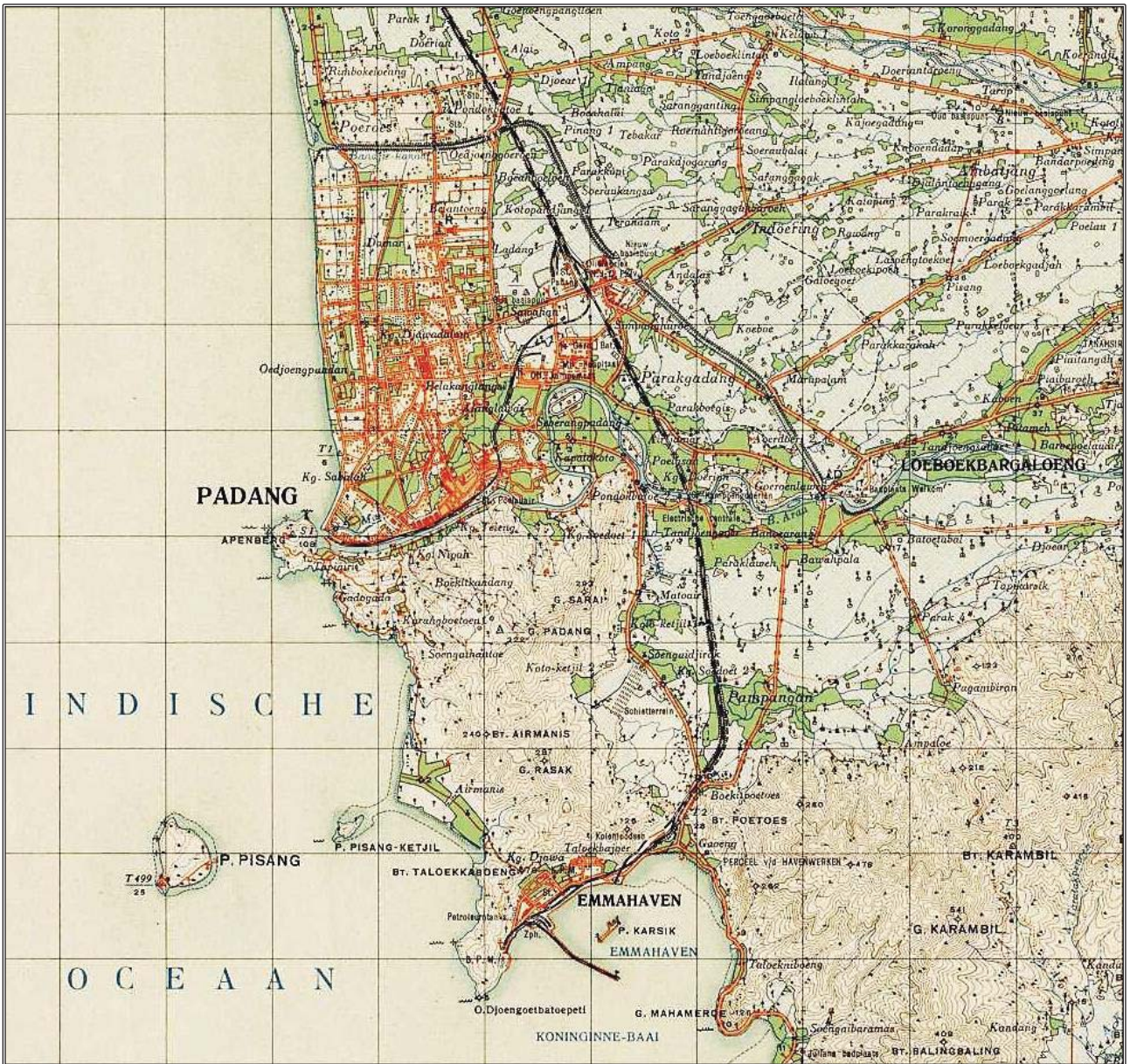


Sumatra's Oostkust, enkele plantages (met cijfers aangegeven) rondom Medan, schaal 1:750.000, uitg. 1933.



Sumatra, Medan en omgeving, schaal 1:50.000 Topografische Dienst, uitg. 1922.





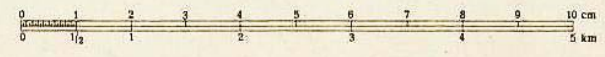
LEGENDA.

- Kampong.
- Schaars bewoonde streken.
- Sawah.
- Tjemara- of Dennen (Sparren) bosch.
- Arentain.
- Kapperboomen.
- Bamboebosch.
- Bosch.
- Kreupelhout.
- Djattibosch.
- Alangalang.
- Oras.
- Moerspalmen.
- Koffietuin.
- Rubber.
- Herkenbare boom.
- Verharde weg, a waarvan de verharding meer dan 4 m. en b 2-4 m breed is.
- Niet verharde weg, in alle moessons geschikt voor veldartillerie, van 2-4 m breed.
- Niet verharde weg, in den drogen moesson geschikt voor veldartillerie, van 2-4 m breed.
- Paardenpad.
- Voetpad.
- a 1 kilometerpaal, b ijeren- c steenen, d houten brug, e duiker of doorlaat van steen, f van bamboe.
- a doorlaat of duiker in de baan, b ophooging.
- a Rivier, a sandbank, b eiland, c sandige orver, d gemeten rivier, e kribbe, f niet gemeten rivier, g sluwdam, h natuurlijke stelte bij oever.
- Waterleiding, a aquaduct.
- Drasland.
- Dijk.
- Droge sloot of gracht.
- a Steenen muur, b levende, c doode heg.
- a Ketelbaan, b Uteren, c steenen, d houten-en, e bamboe gebouwen of houten, f Steenen-en, g houten pasaruodoi, h Christen kerk, i Chinesche tempel, j Steenen, k houten-en, l bamboe mesigt, m Christen kerkhof, n Chinesche graven, o Inlandsche graven, p Steenen grenspaal.
- Steenen- en houten kude, l Ijeren- en steenen vaartoren, m Seinpau, n Ijeren kaas, o Havenlicht.
- a Branding, b Klippen bij laag water zichtbaar, c Tonnen (witte en zwarte), d Afzettingsgrens.
- Districtsgrens.
- Landb. ond. grens, A en B Basisuiteinden, C D E en F Basisverbindingpunten, Δ S. en T. Secundaire- en Tertielre driehoekspunten, Q Driehoekspunt der 4e orde, □ Bouwland (tegal).



Alle hoogten zijn uitgedrukt in meters. De gewone hoogtelijnen hebben een onderling hoogtevverschil van 25 m; de dikke van 250 m, a hoogtepunt en hoogtelijer, b hulphoogtelijn, c rots, d strand, e laagwaterlijn, f eiland, g zandbank altijd droog, h zandbank alleen bij laag water droog, i steenen havenhoofd.

Schaal 1:50 000.



TUELICHTINGEN.

In de gedeelten N. O. en Z. O. van het blad is de terreinvoorstelling ontleend aan de detailbladen 3, 4, 5, 18, 19 van S. W. K. 1:20 000 en waar noodig herzien en verbeterd. De coördinaten der S en T punten komen voor in het boekwerk: „De coördinaten der driehoekspunten van het driehoeknet van S. W. K. De omgewerkte coördinaten en die der Q punten en kilometerpalen komen voor in een register berustende bij de 1e Opnemingsbrigade. Een telegraaflijn loopt langs de spoorbaan Emmahaven-Padang-Tabing en langs de wegen: Goeny-Goeroen-lapang en Padang-Tabing. In de Kota Padang is een telefoonnet. Een telefoonlijn loopt langs de wegen: Simpangharoe-Loeboekbargaloeng-Bandarboet-Indaroeng; Sawahan-Alai-Nangalo 1 en Andalas-Pasarbaroe-Lioaumanis-Indaroeng. Een kabelbaan voor cementtransport loopt van Indaroeng-Bandarboet naar Boekitpoetes. De namen en grenzen der particuliere ondernemingen en erfpachten zijn vergeleken met de kadastrale gegevens, doch zijn geschreeven volgens de lijst van de „Voorlaaste Aardrijkskundige Namen“ in den Ned.-Indischen Archipel.

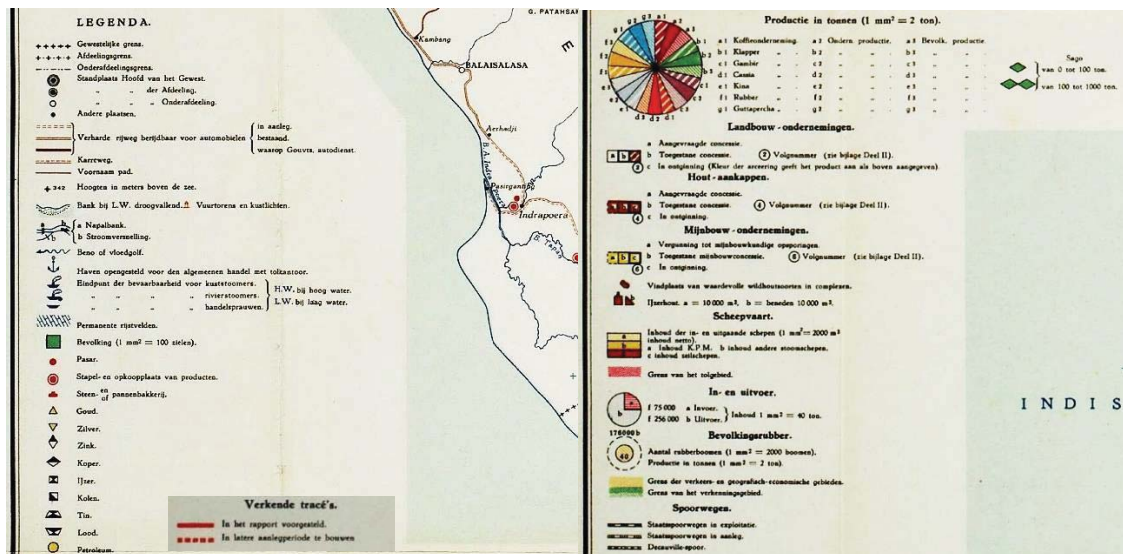
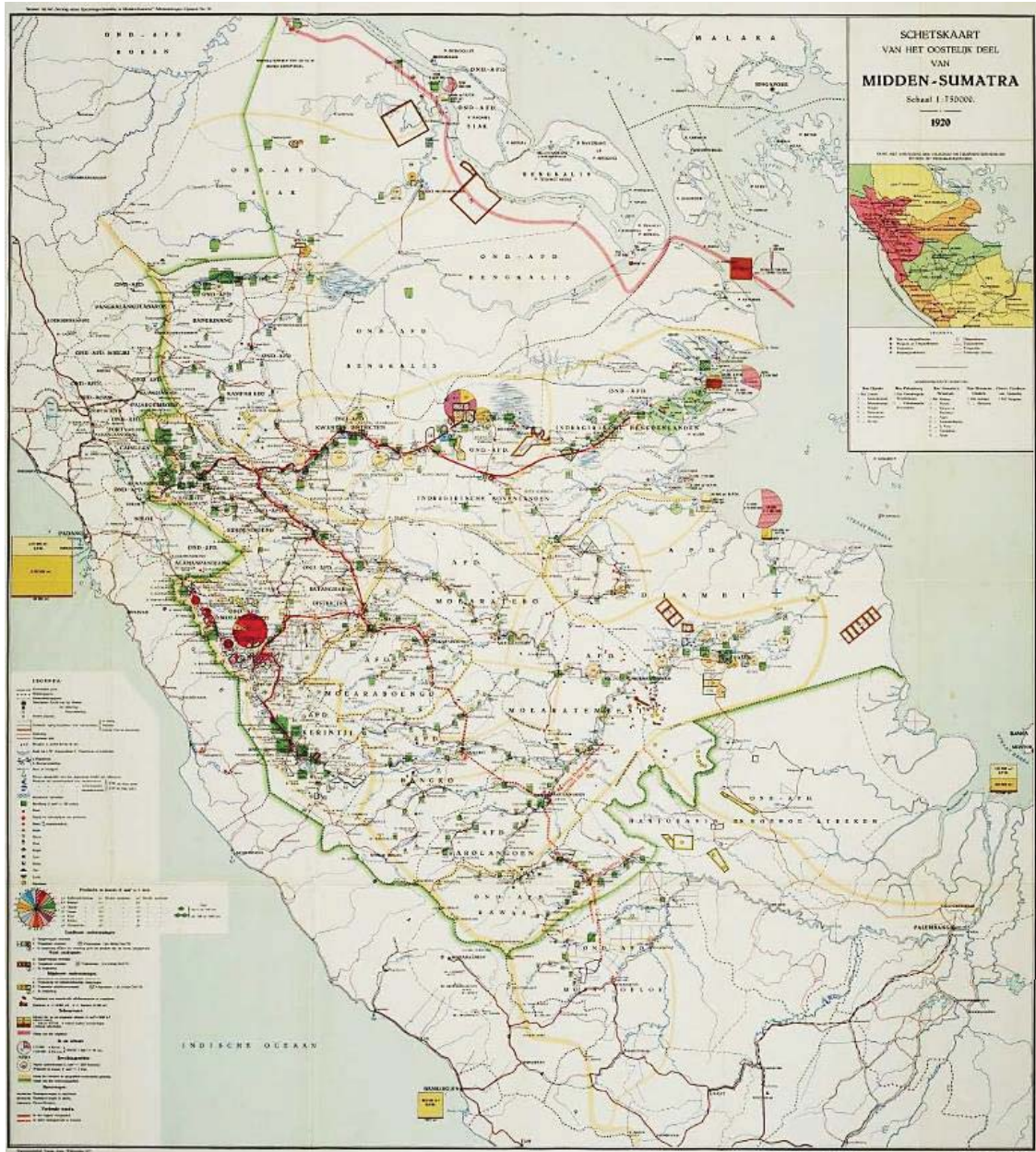
AFKORTINGEN.

- R. Resident. D. Districtshoofd. G. Goenoeng. BT. Roekit. P. Poelau. O. Oedjoeng.
- Tk. Teloek (Taloek). St. Station. H. Halle. S. Stopplaats. Stb. Steenbakkerij. Ip. Zoutpakhuis.
- Ls. Landhuis. K. P. M. Koninklijke Paketvaart Maatschappij. B. P. M. Batavische Petroleum Maatschappij.
- N. I. O. F. Nederlandsch-Indische Oliefabriek. (-) Verlaten. S. Soengai. B. Batang.
- A. Air. Kg. Kampong.

Sumatra's Westkust, Padang met Emmahaven, met legenda uitvergroot, schaal 1:50.000, grid 1x1 km, uitg. 1929.



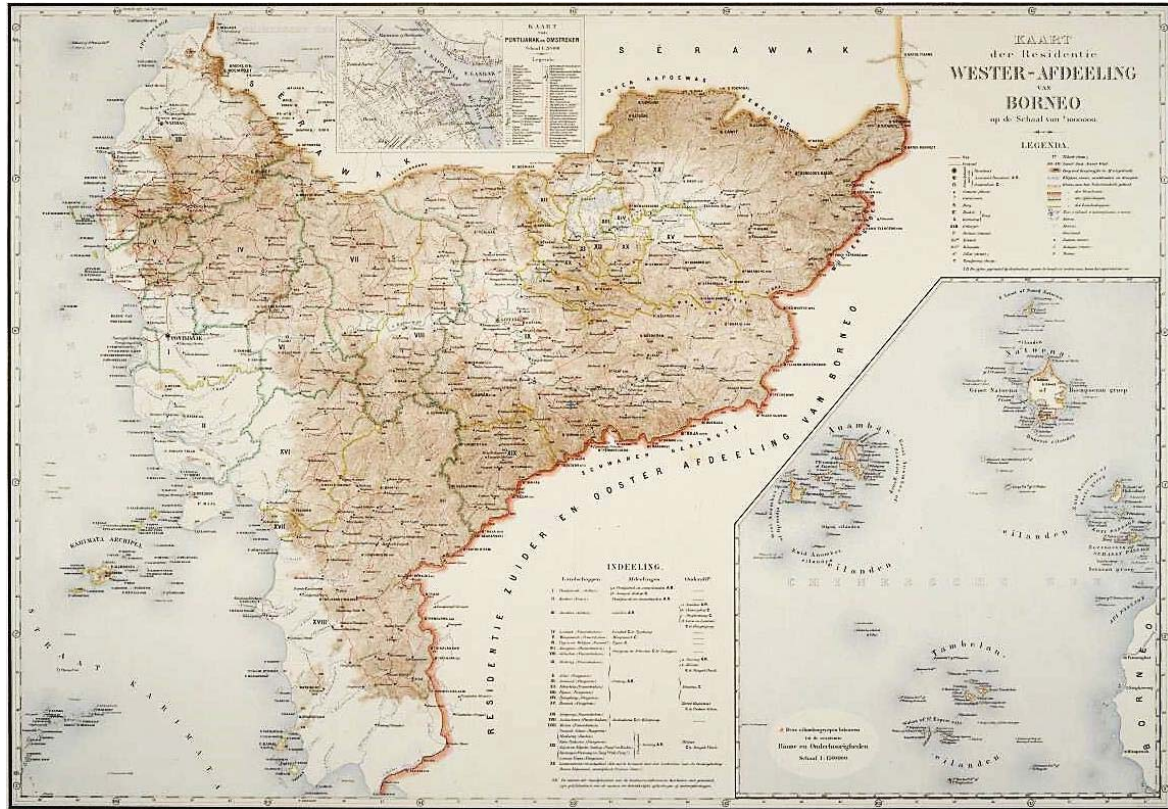
Annex 8.19 Sumatra thema-kaarten



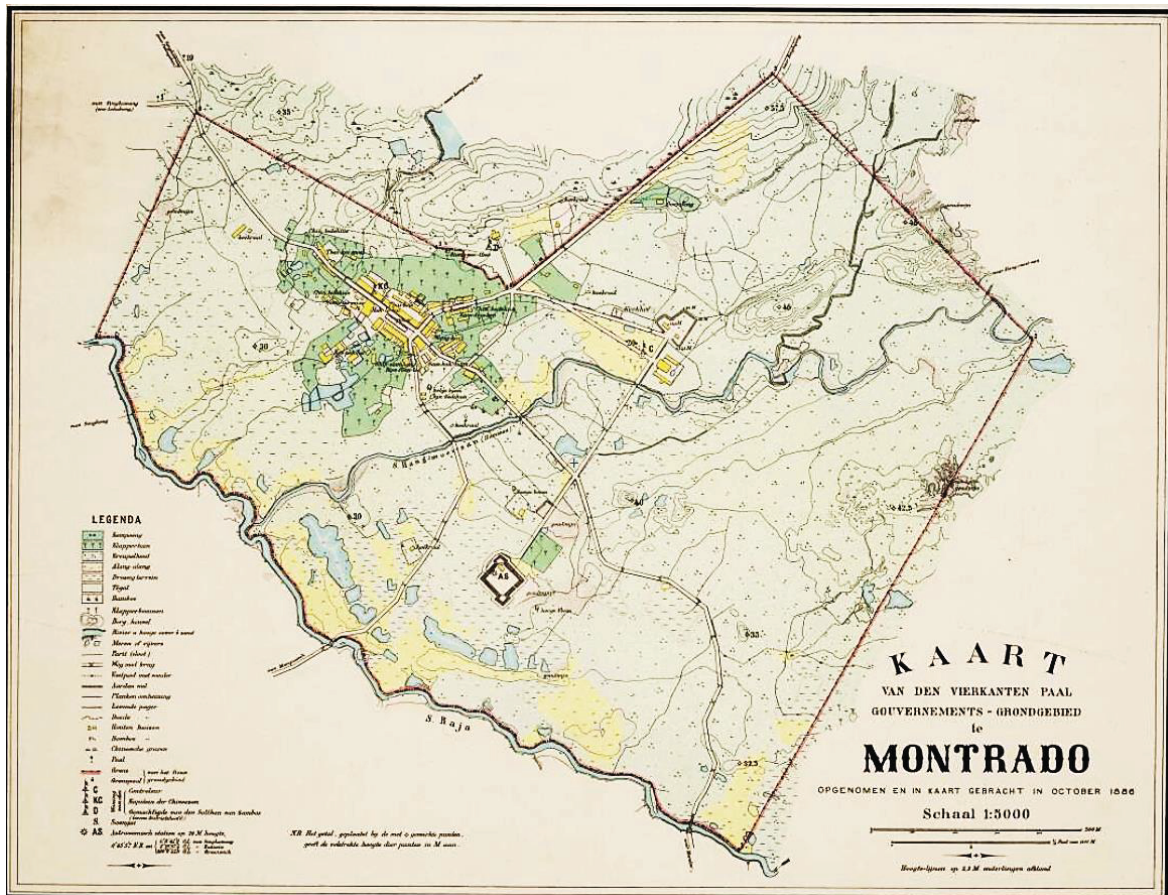
Midden-Sumatra, grondstoffen en bedrijven (legenda is onder uitvergroot), uitg. 1920.



Annex 8.20 Borneo-kaarten



Wester-afdeling Borneo, Topografisch Bureau Batavia 1897-1904, schaal 1:1.000.000, 's-Gravenhage 1898-1907.



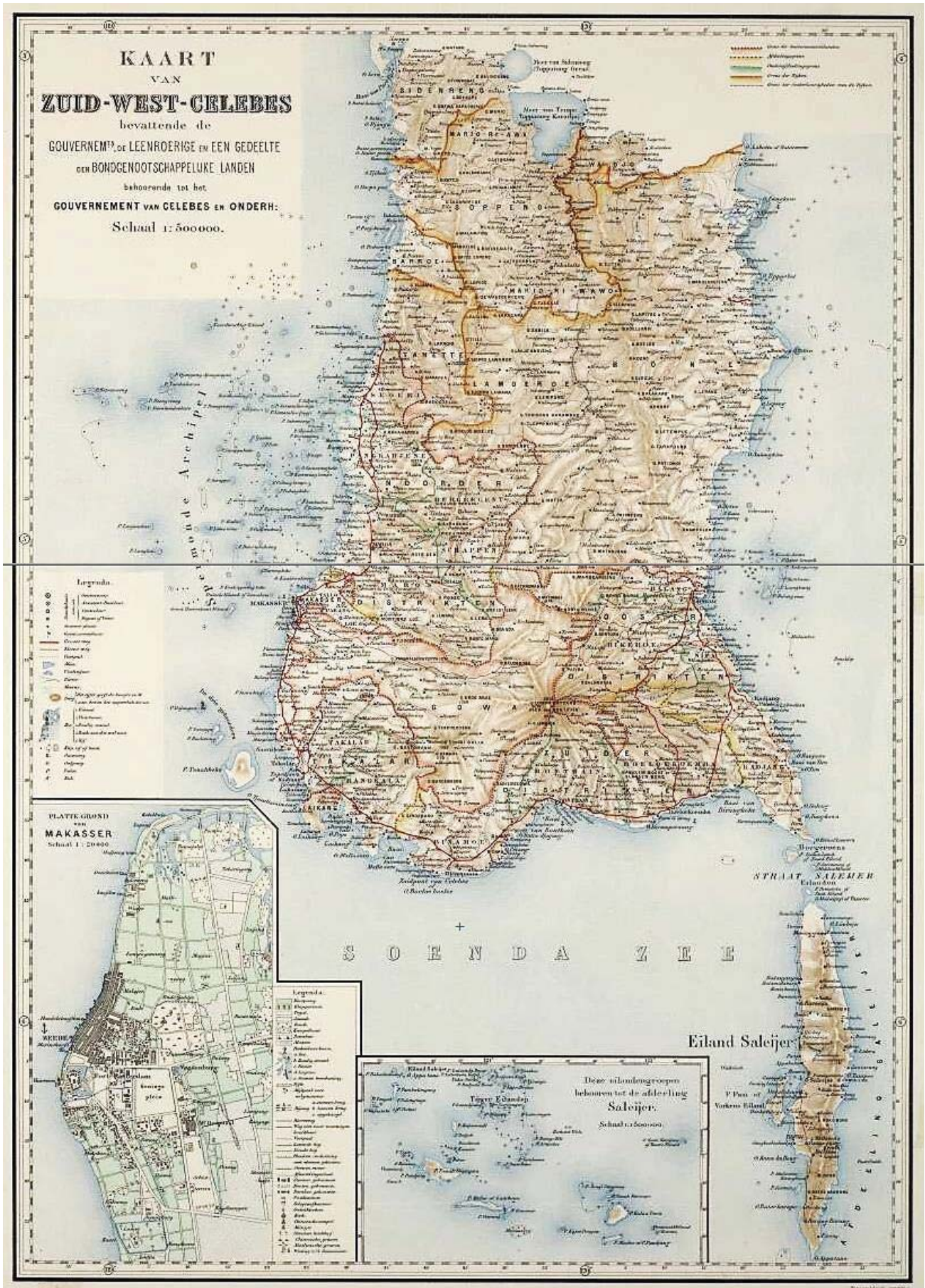
West Borneo, kaart vierkanten paal gouvernement-grondgebied te Montrado, schaal 1:5.000, uitg. 1886.





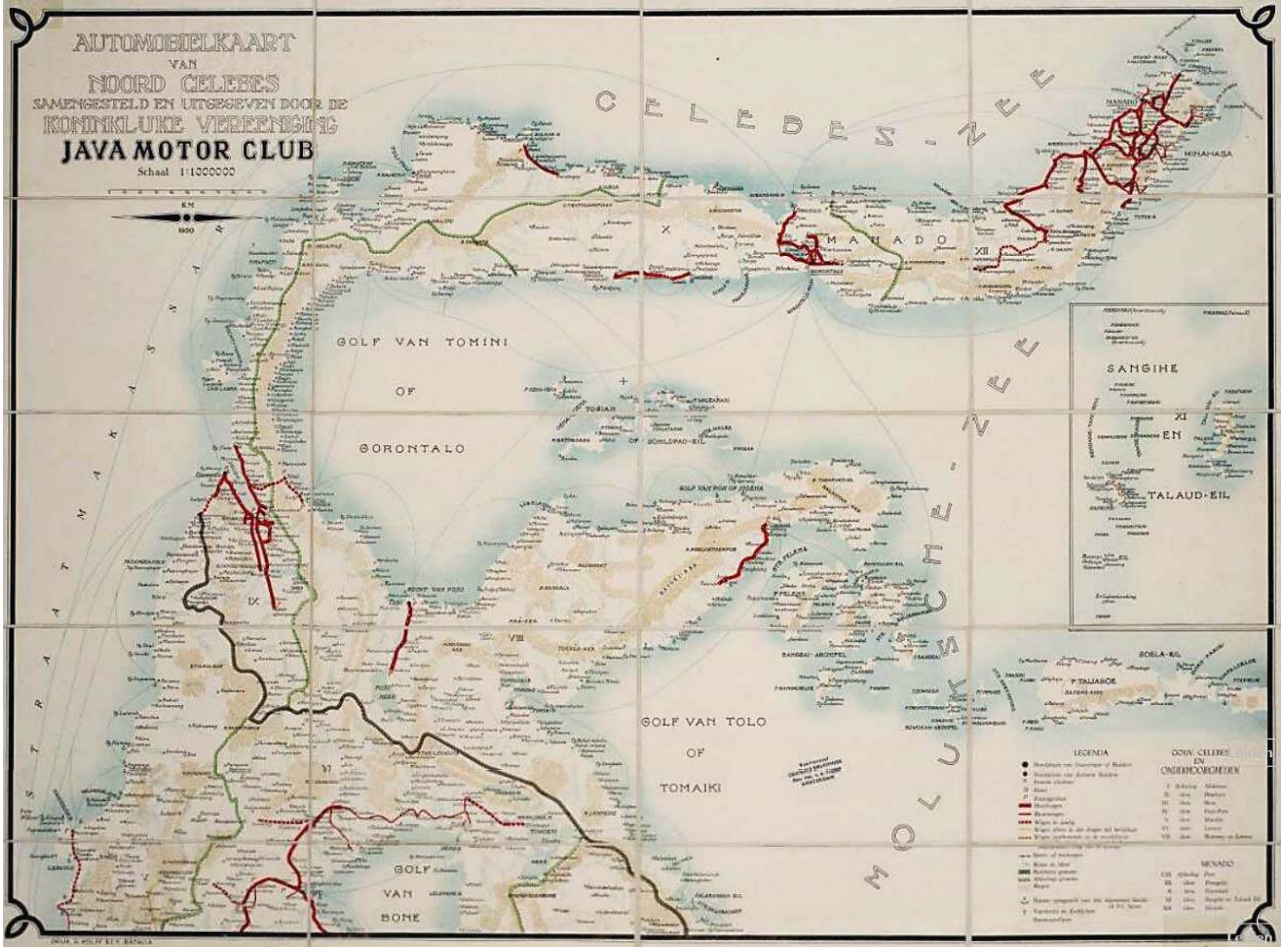


Annex 8.21 Celebes-kaarten

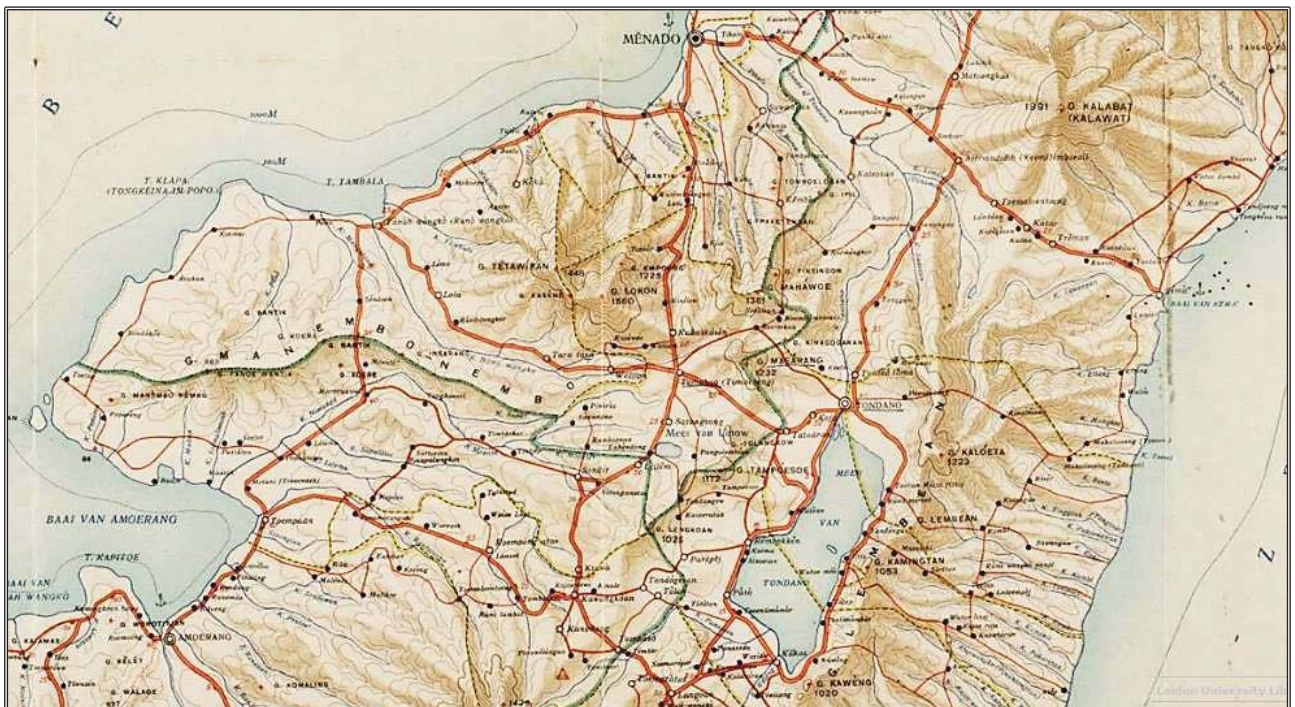


Zuid-West-Celebes met Makassar en het eiland Saleyer, schaal 1:500.000, uitg. 1901.





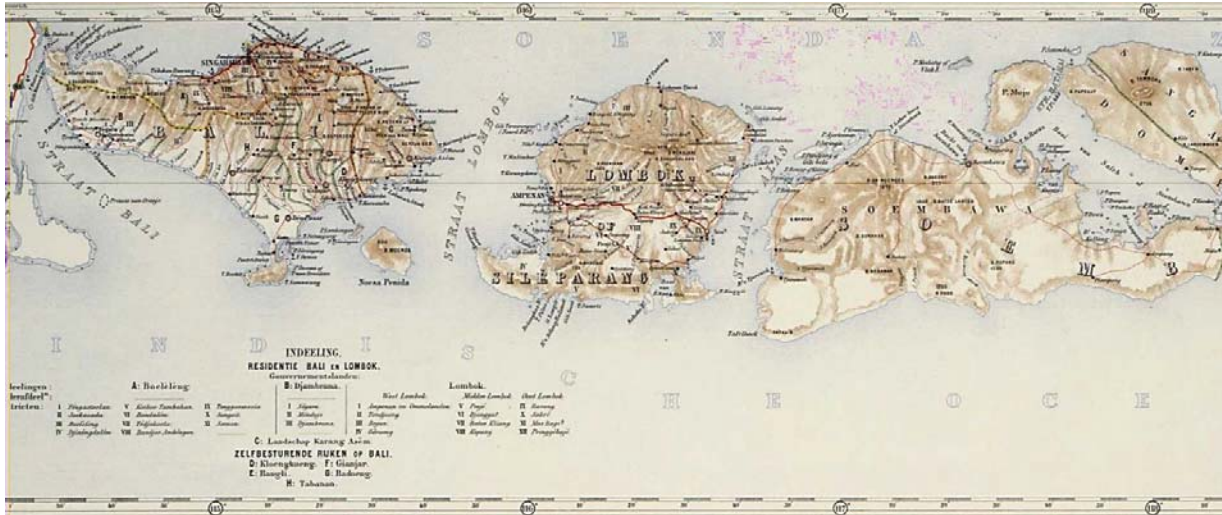
Noord Celebes, automobielkaart, schaal 1:100.000, uitg. 1935.



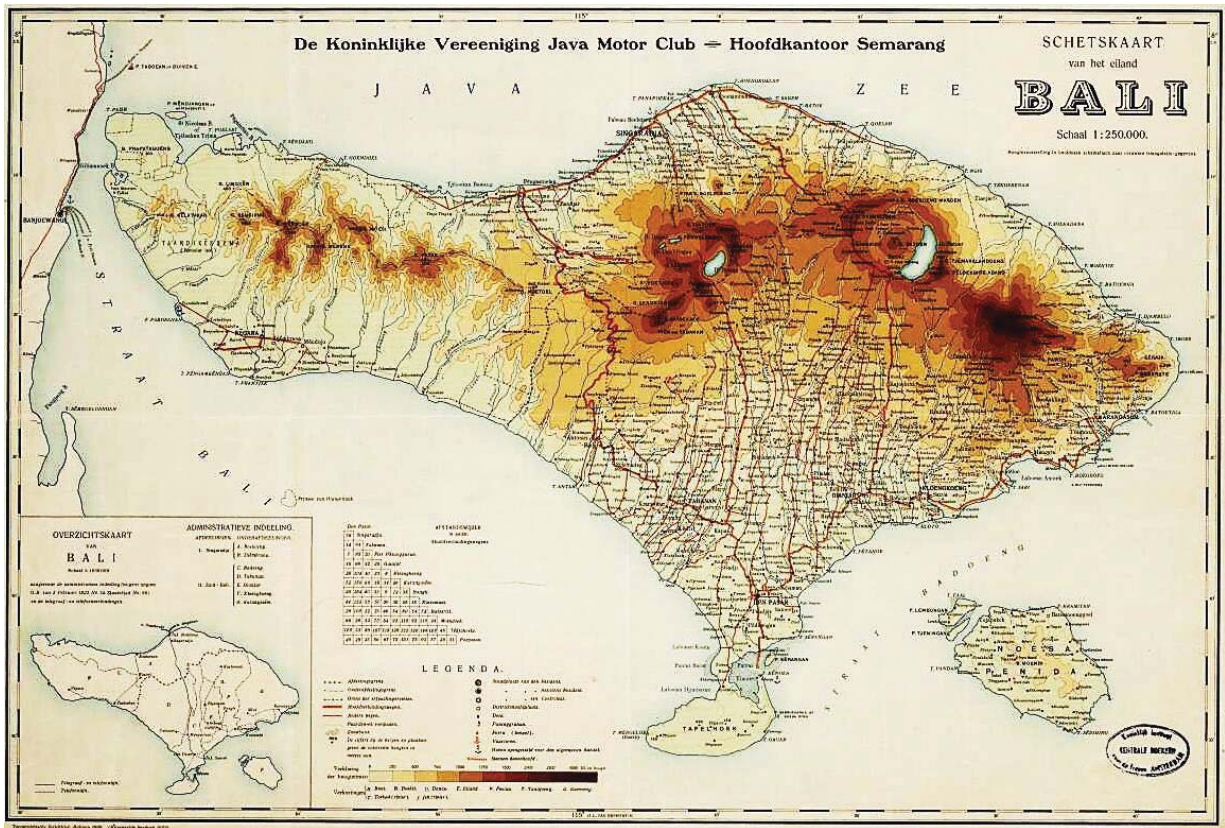
Noord-oost Celebes, Minahasa, Menado, Tondano, schaal 1:200.000, uitg. 1922.



Annex 8.22 Bali-kaarten



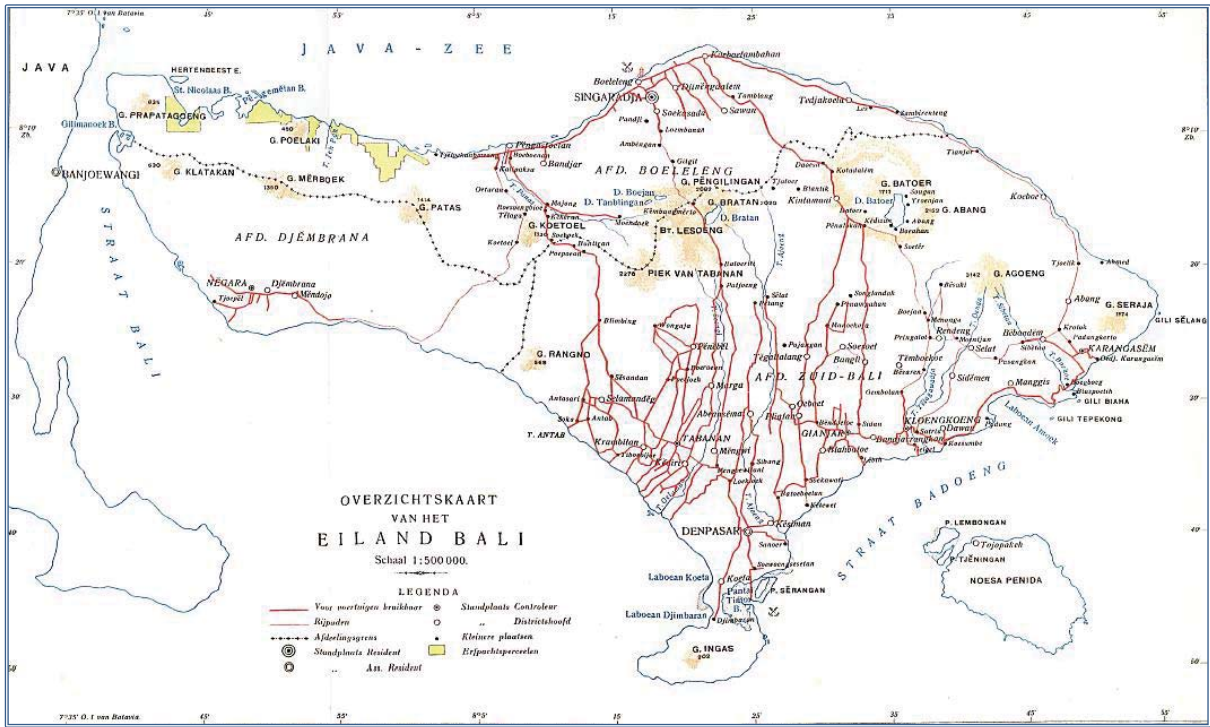
Bali, Lombok en Sumbawa, schaal 1:1.000.000, uitg. 1898.



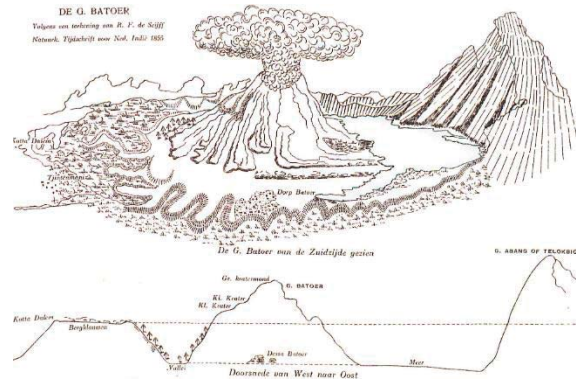
Bali, (Topografische Inrichting Batavia), schaal 1:250.000, uitg. 1922.

Op Bali zijn vier vulkanische gebieden op de kaart te onderscheiden: rond de G. Kutul, de G. Bratan, de G. Batur en de G. Agung. De G. Batur is na de grote eruptie van 1905 door de Topografische Dienst omstreeks 1915 in kaart gebracht. In de volgende foto en tekeningen is de vulkaan weergegeven, met aan de rand van de krater met groen het dorp Batur. Daar woonden op dat moment 600 mensen. De situatie omstreeks 1915 laat zien dat naast de krater een meer is ontstaan. Op de tekening van de vulkaan zijn verschillende hoogtes aangegeven. Op de rand van de vulkaan zijn enkele secundaire punten te vinden (S.4, S.14, S.23 en S.24) die opgenomen waren in het secundaire net van Bali. De hoogste top was op dat moment 1717 m. De kaartjes van de TD van bovenaanzichten en doorsneden geven een goed beeld van de vulkaan in 1915.

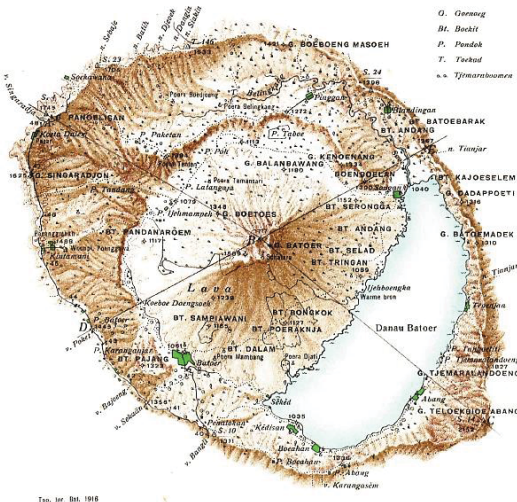




Bali, overzichtskartaart situatie 1915.



**HET G. BATOER-COMPLEX**  
Schaal 1:100 000.  
1915



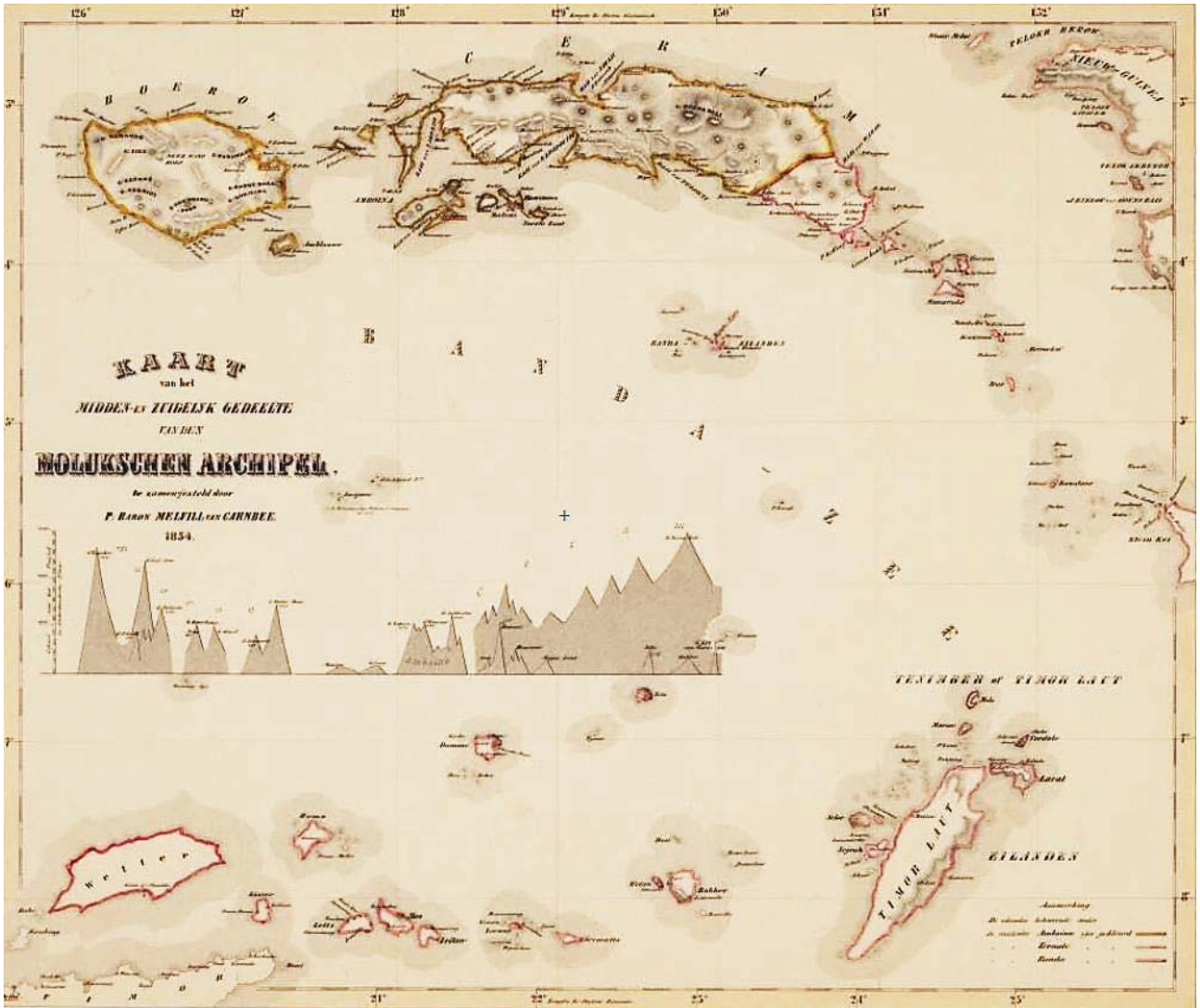
**TOP VAN DEN G. BATOER**  
Schaal 1:10 000.  
1915



Bali, vulkaan G. Batur, situatie 1915.

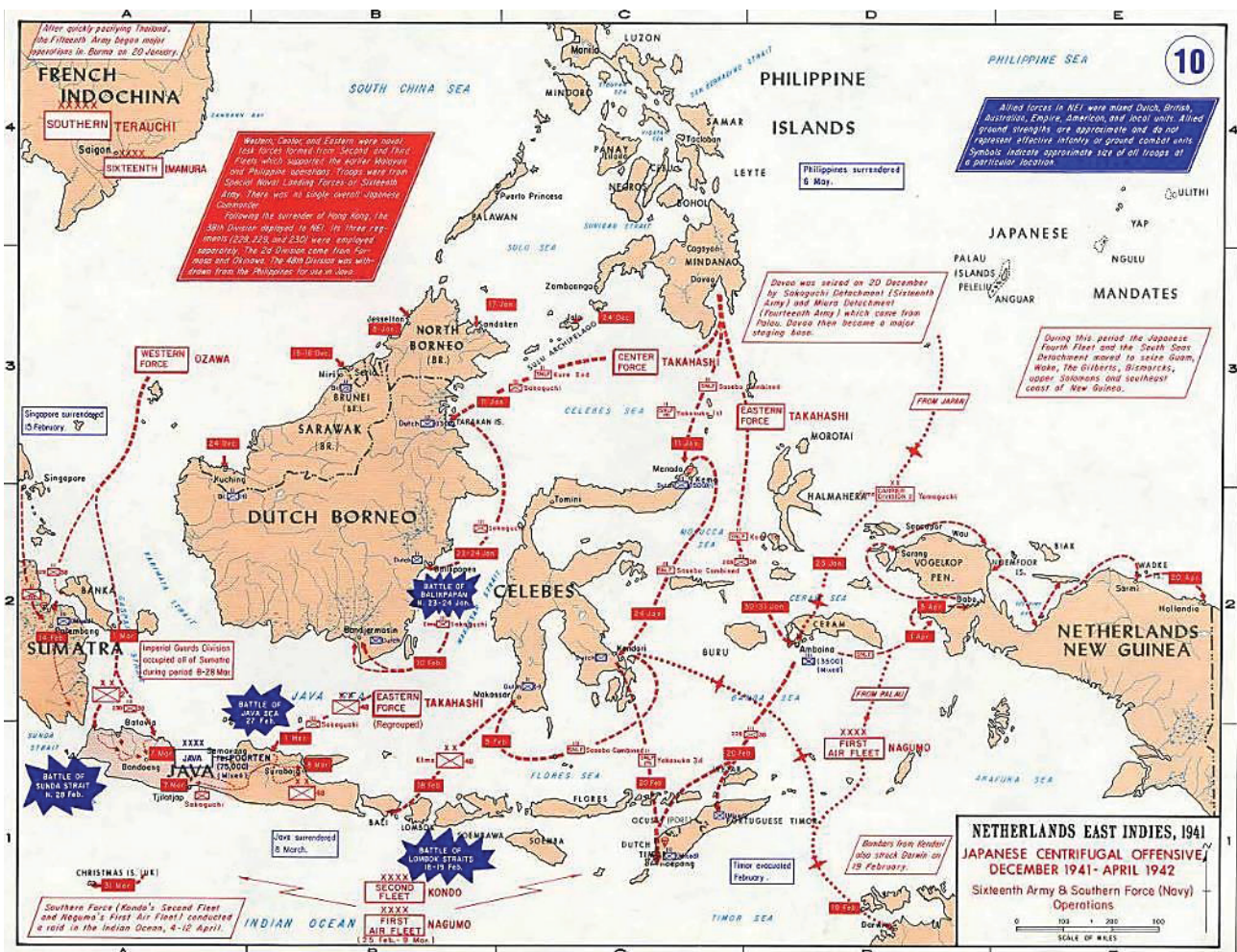


Annex 8.23 Molukken-kaarten (met een kaart met de Japanse aanvallen Japan in WO II)



Molukse archipel, Ambon, Ceram, Buru en de Banda eilanden, Melvill van Carnbee, onder uitvergroot, uitg. 1854.





Nederlands-Indië, Japanse aanvallen in december 1941 – april 1942.

Na de Japanse aanval op 7 december 1941 op de Amerikaanse vloot in Pearl Harbor en op Hongkong werd op 20 december Mindanao en op 24 december de Sulu-archipel ten noordoosten van Borneo aangevallen. Tevens vonden aanvallen plaats op de noordkust van Borneo bij Kuching en Brunei. In januari 1942 werden aanvallen uitgevoerd op Celebes bij Manado en Borneo bij Tarakan, waar de olie-installaties door de Nederlanders in brand waren gestoken. Daarna werden vele kleine eilanden in het oosten veroverd, zoals Guam, Wake, de Solomon-eilanden en Bismarck-archipel. Zoals op de kaart is aangegeven, vond bij Balikpapan 23-24 januari een grote zeeslag plaats. Eind januari werd Ambon veroverd. In februari werden Sumatra, Celebes, Bali en Timor veroverd. Het vliegveld bij Kendari in zuidoost Celebes werd veroverd, waardoor zelfs 10 februari Darwin in het noorden van Australië kon worden gebombardeerd. De slag in de Java-zee, waarbij schout-bij-nacht Karel Doorman ten onder ging, vond op 27 februari plaats. Op 2 maart begon de invasie op de noordkust van Java, wat uiteindelijk 8-9 maart tot de totale verovering van Java en capitulatie van het Nederlandse leger en de Marine leidde. In april 1942 zijn nog delen van Nieuw-Guinea veroverd. In amper vier maanden was de gehele archipel, op enkele zuidelijke delen van Nieuw-Guinea na, door Japan bezet. Enkele schepen en vliegtuigen wisten met passagiers op tijd te ontkomen naar Australië en Ceylon (Sri Lanka). Slechts driemaal is het tijdens de Japanse bezetting een aantal personen gelukt Java te ontsnappen naar Australië.<sup>1087</sup> Bij de aanleg van de Birma-spoorlijn tussen Bangkok en Rangoon in 1942-1943 voor een Japanse invasie van India, zijn veel Nederlanders, Engelsen, Australiërs en Indonesiërs als dwangarbeiders omgekomen.

Tijdens de Japanse bezetting zijn vanuit Australië op de zuidkust van Java, op enkele eilanden in de Arafura-zee en op Nieuw-Guinea meerdere geheime acties uitgevoerd, waarvan de meeste jammerlijk mislukt zijn. Op de westkust van Sumatra vonden vanuit Ceylon ook enkele acties plaats, allen helaas zonder succes.<sup>1088</sup>

<sup>1087</sup> Dr. L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*, deel 11a, Nederlands-Indië I (1984), deel 11b Nederlands-Indië II (1985), deel 11c Nederlands-Indië III (1986), deel 12 Epiloog (1988) en deel 14 Reacties (1991), (uitg. Martinus Nijhoff en SDU 1984-1991).

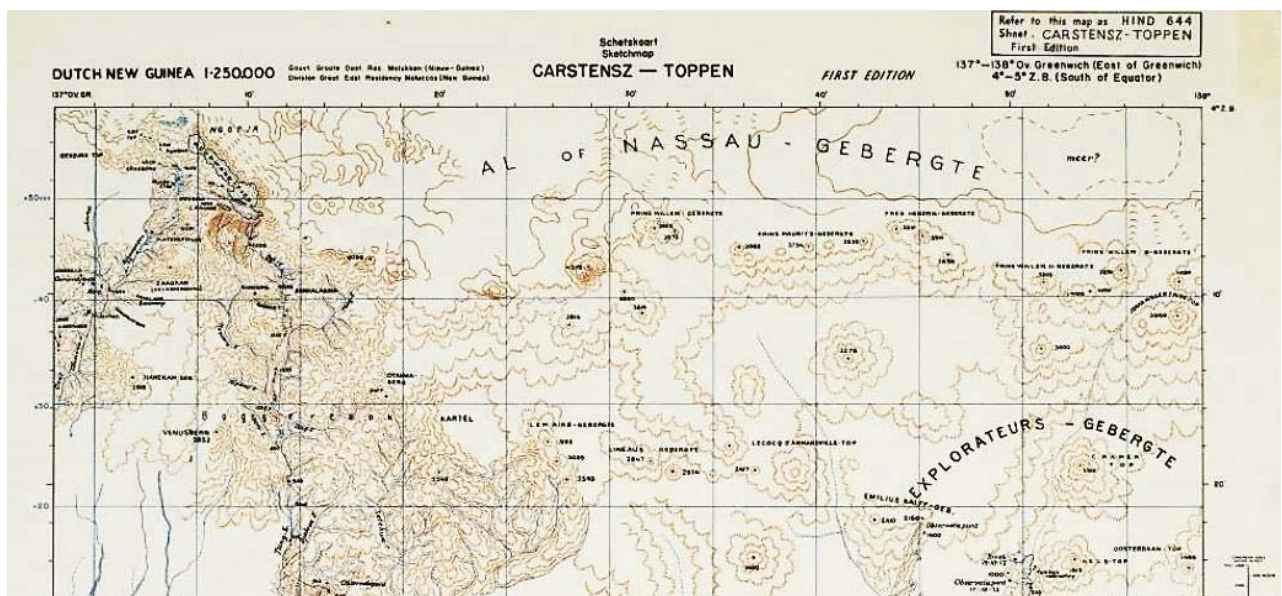
<sup>1088</sup> J. Nortier, *Acties in de Archipel. De intelligence-operaties van NEFIS-III in de pacific-oorlog*, (uitg. T. Wever B.V., Franeker, 1985).



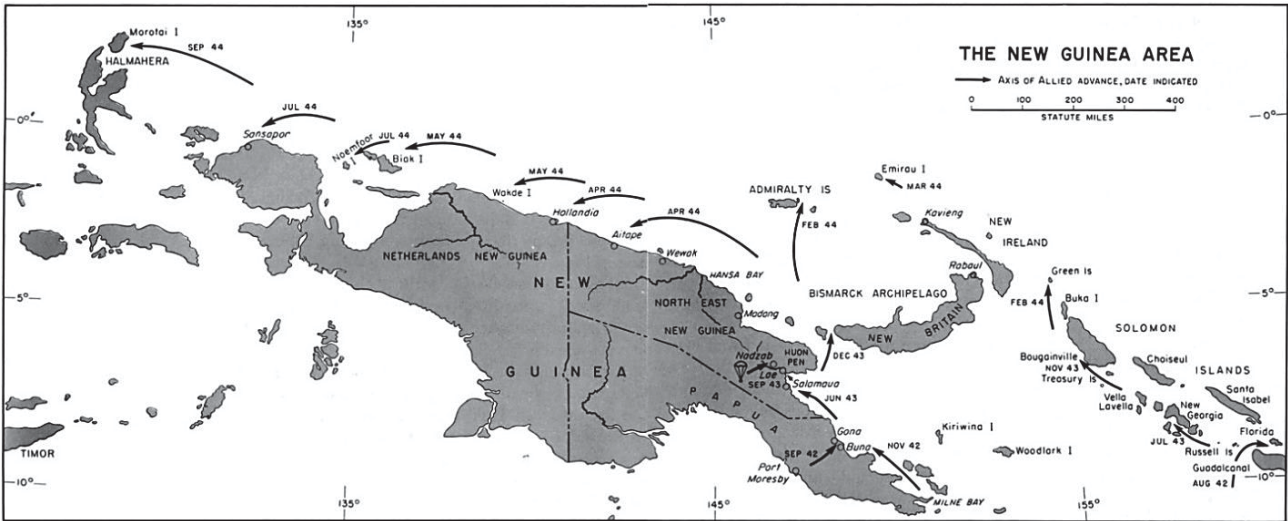
## Annex 8.24 Nieuw-Guinea kaarten (ook de verovering door de geallieerden in WO II)



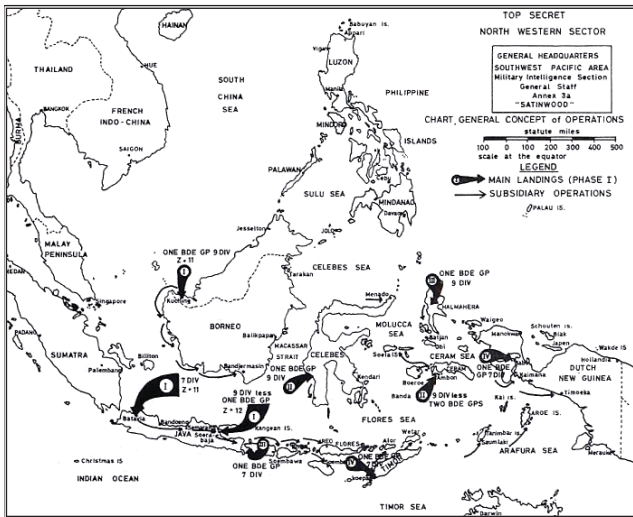
Nieuw-Guinea, schetskaart, schaal 1:1.000.000, uitg. 1919. ▲ na 1930 strafkamp Tanahtinggi / Tanahmerah in Boven-Digul.



Nieuw-Guinea Carstensz-Toppen, gedeelte militaire kaart HIND 644, schaal 1:250.000, uitg. 1947.

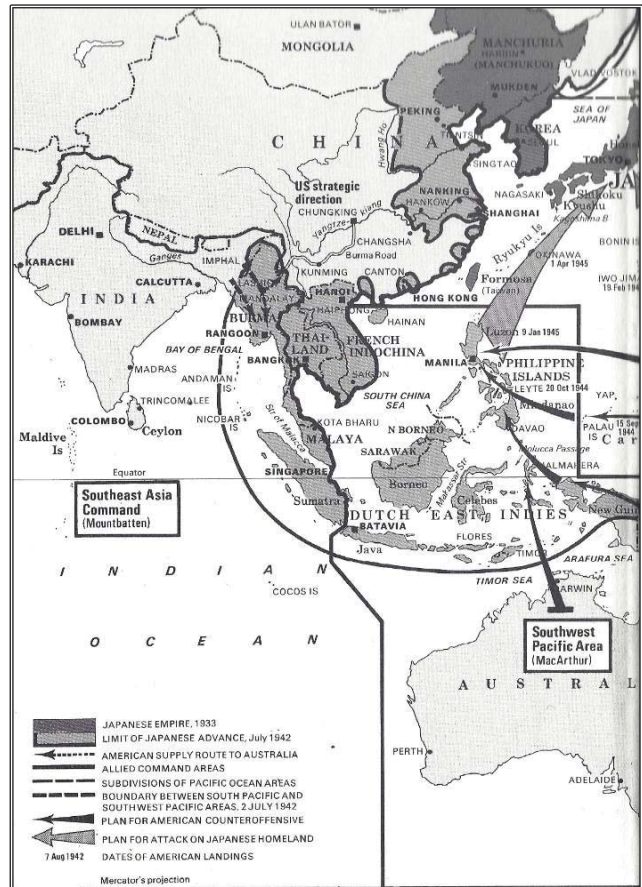


Veroveringen door de geallieerden bij Nieuw-Guinea in 1942-1944.



Plan voor de geallieerde landingen in 1944-1945

De Amerikanen en Australiërs wilden aanvankelijk Nederlands-Indië terugveroveren met een aantal landingen op de eilanden. Dat zou wel veel tijd en slachtoffers vergen, terwijl Japan nog steeds niet verslagen was. Uiteindelijk is na Halmahera vanuit Morotai de verdere geallieerde verovering in een noordelijke richting voortgezet en is Indonesië overgebracht naar het Southeast Asia Command onder de Engelsen.

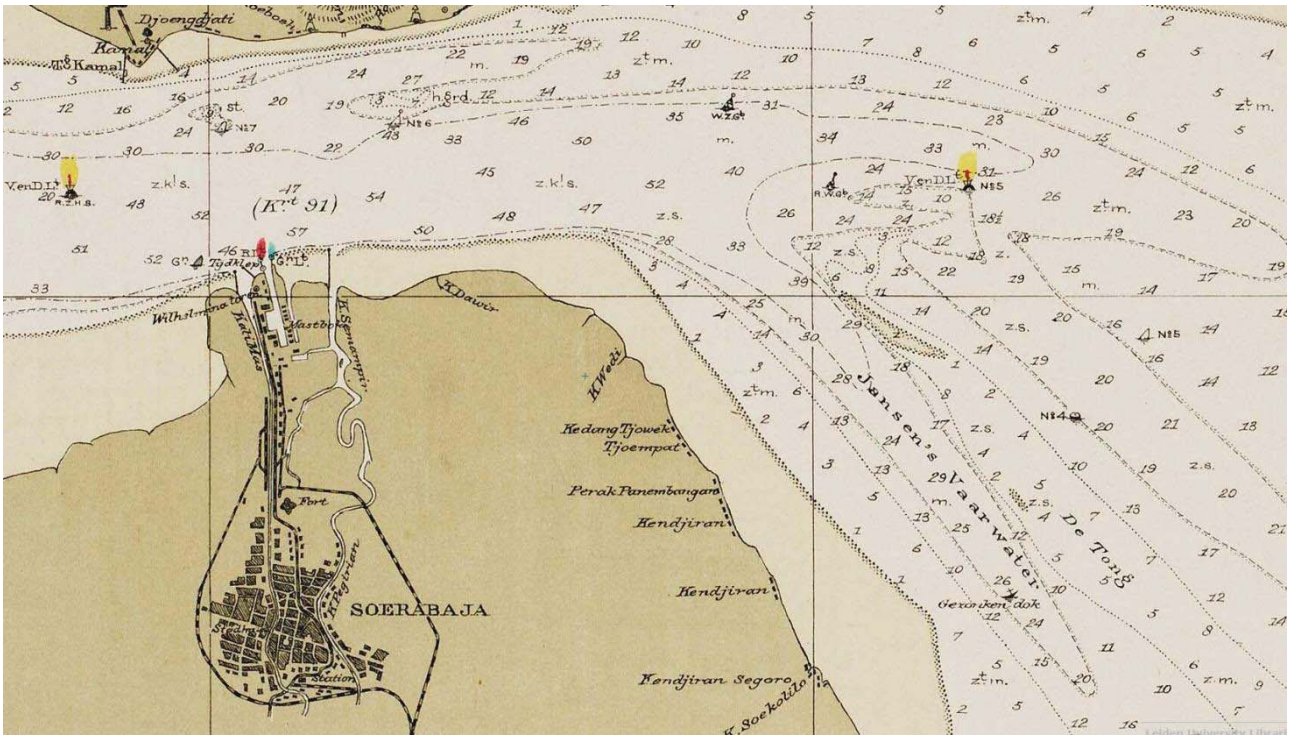


Veroveringen door de geallieerden in 1944-1945.<sup>1089</sup>

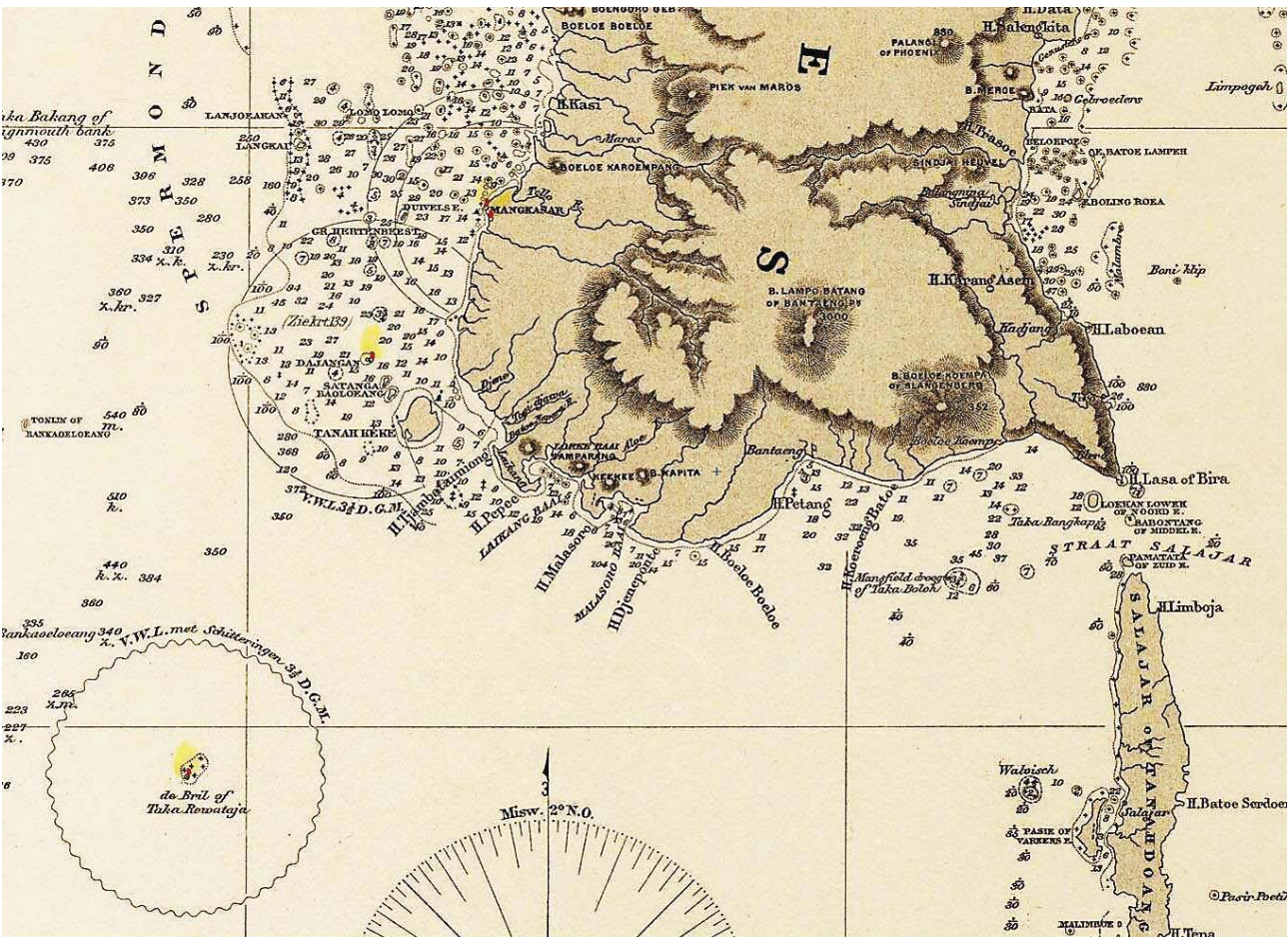
<sup>1089</sup> John Costello, *The Pacific War*, (uitg. William Collins Sons and Co, London 1981).



Annex 8.25 Indische Archipel, zeekaarten



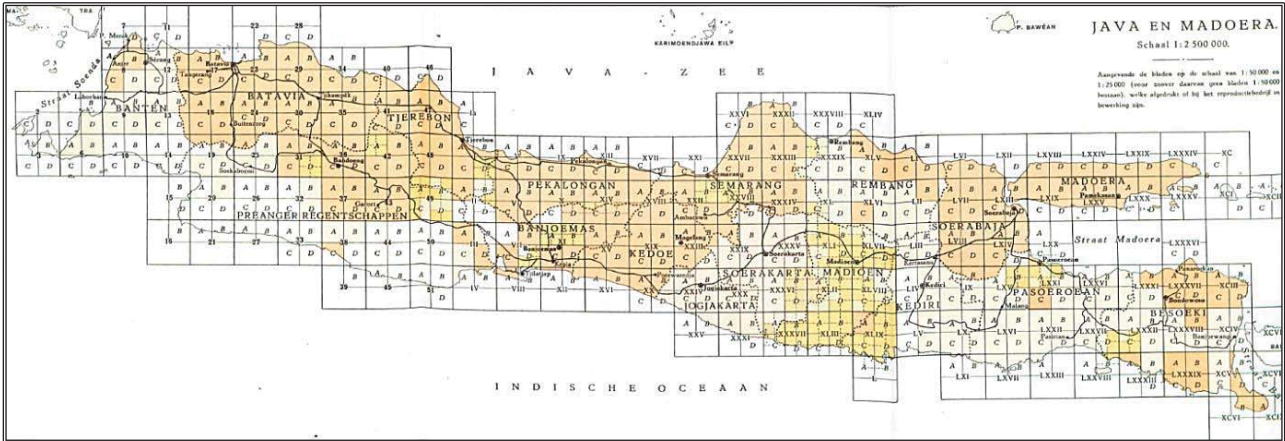
Surabaya (met Tijdklep bij de monding van de Kali Mas), detail Oostervaarwater, schaal 1:75.000, uitg. 1911.



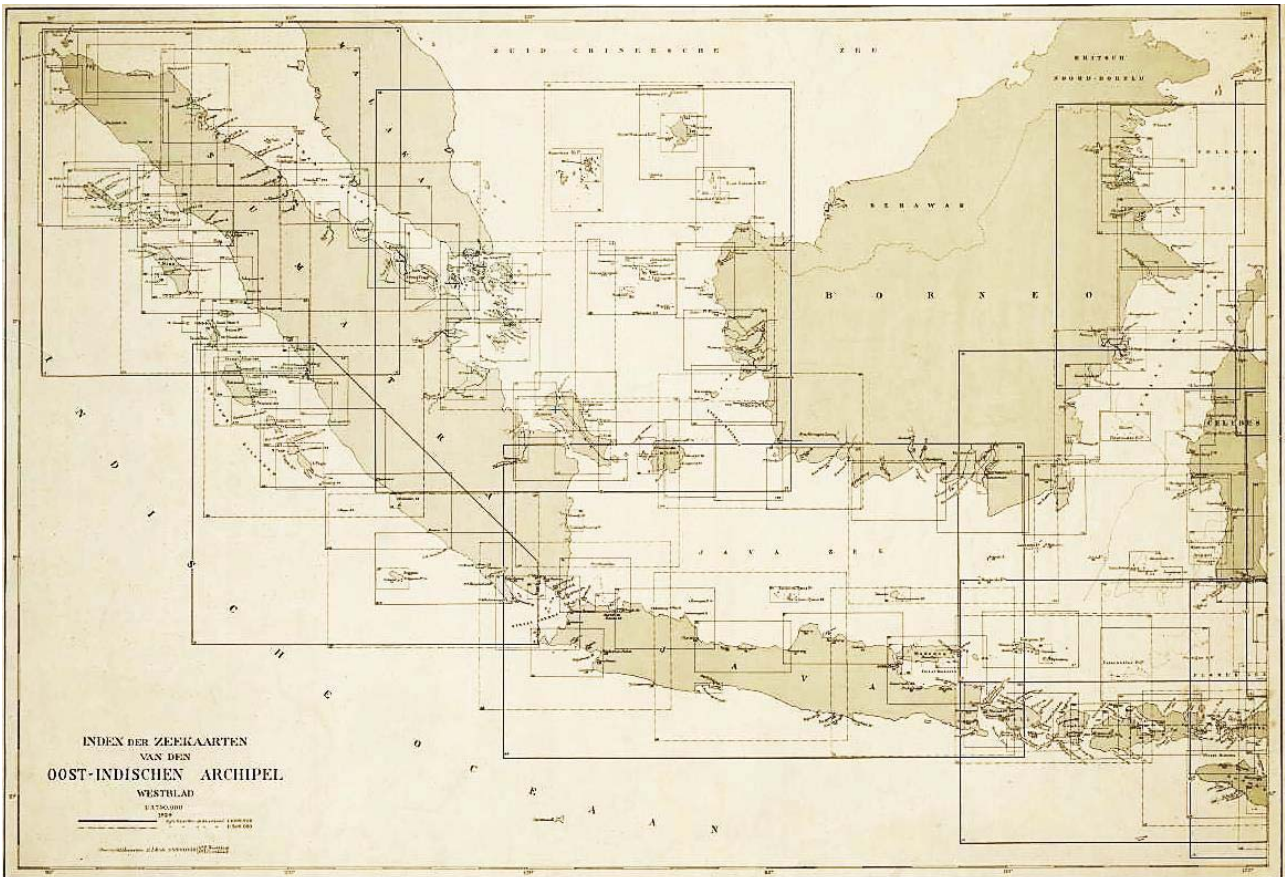
Zuidwest Celebes (Sulawesi), detail Straat Makassar met vuurtorens, schaal 1:1.000.000, uitg. 1883.



Annex 8.26 Bladwijzers van topografische kaarten Java en zeekaarten Indische Archipel



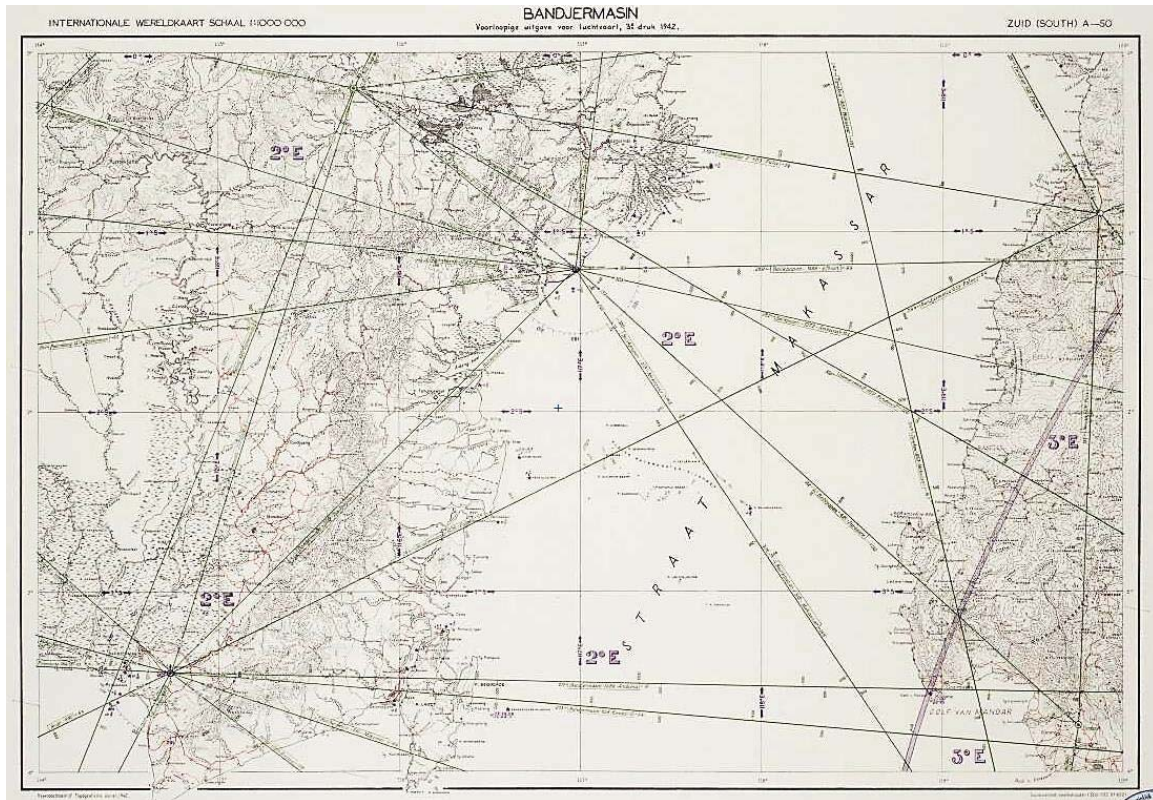
Java en Madura, bladwijzer kaarten schaal 1:25.000 en 1:50.000, stand eind 1923.



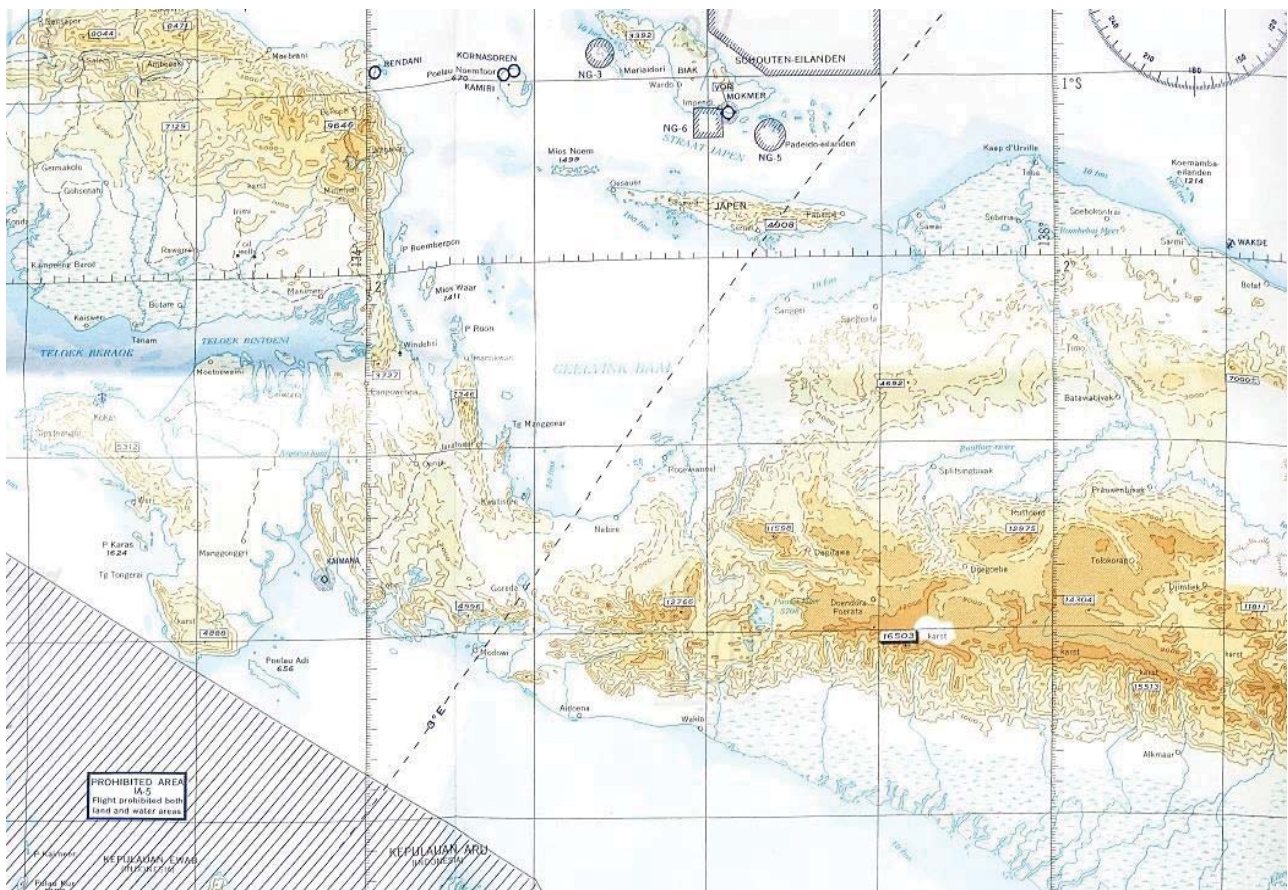
Index/bladwijzer zeekaarten westblad, schaal 1:3.750.000, uitg. 1929.



## Annex 8.27 Luchtvaartkaarten



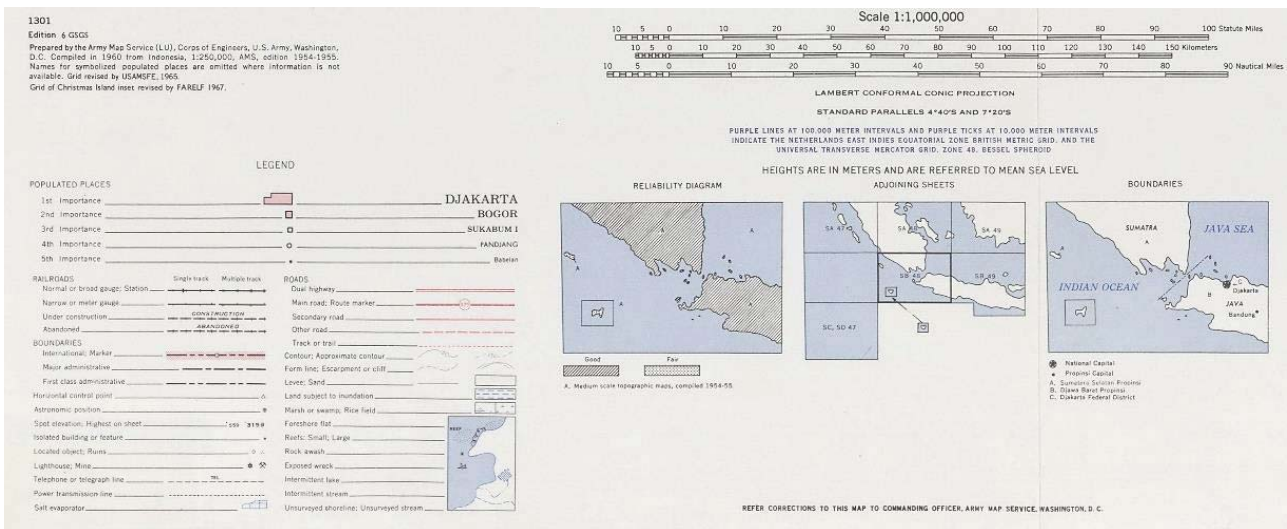
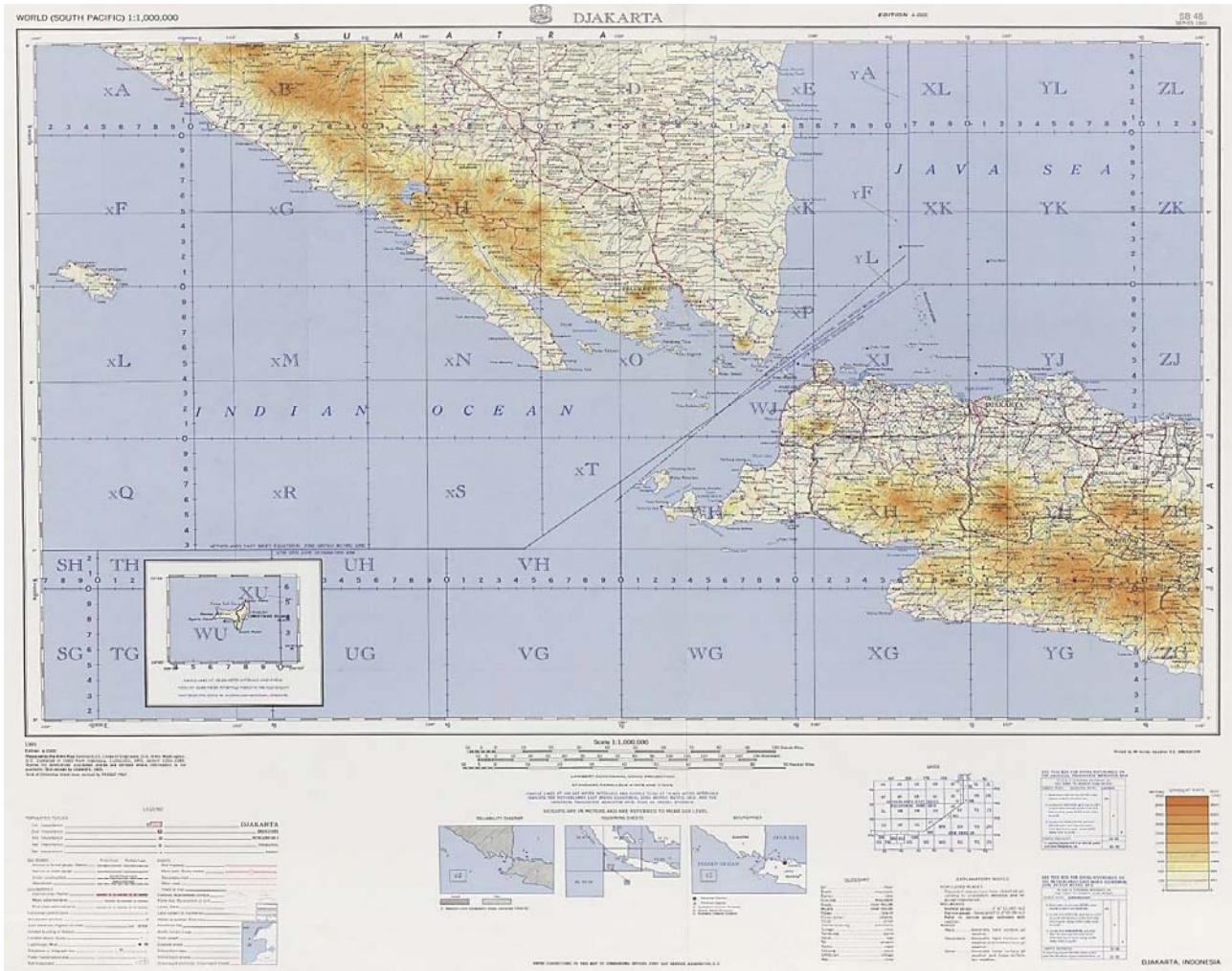
Luchtvaartkaart op de Internationale Wereldkaart Banjarmasin, schaal 1:1.000.000, uitg. 1942.



Nieuw-Guinea, luchtvaartkaart met no-fly zone Indonesië, schaal 1:2.188.800, uitg. 1962 (kort voor de overdracht).



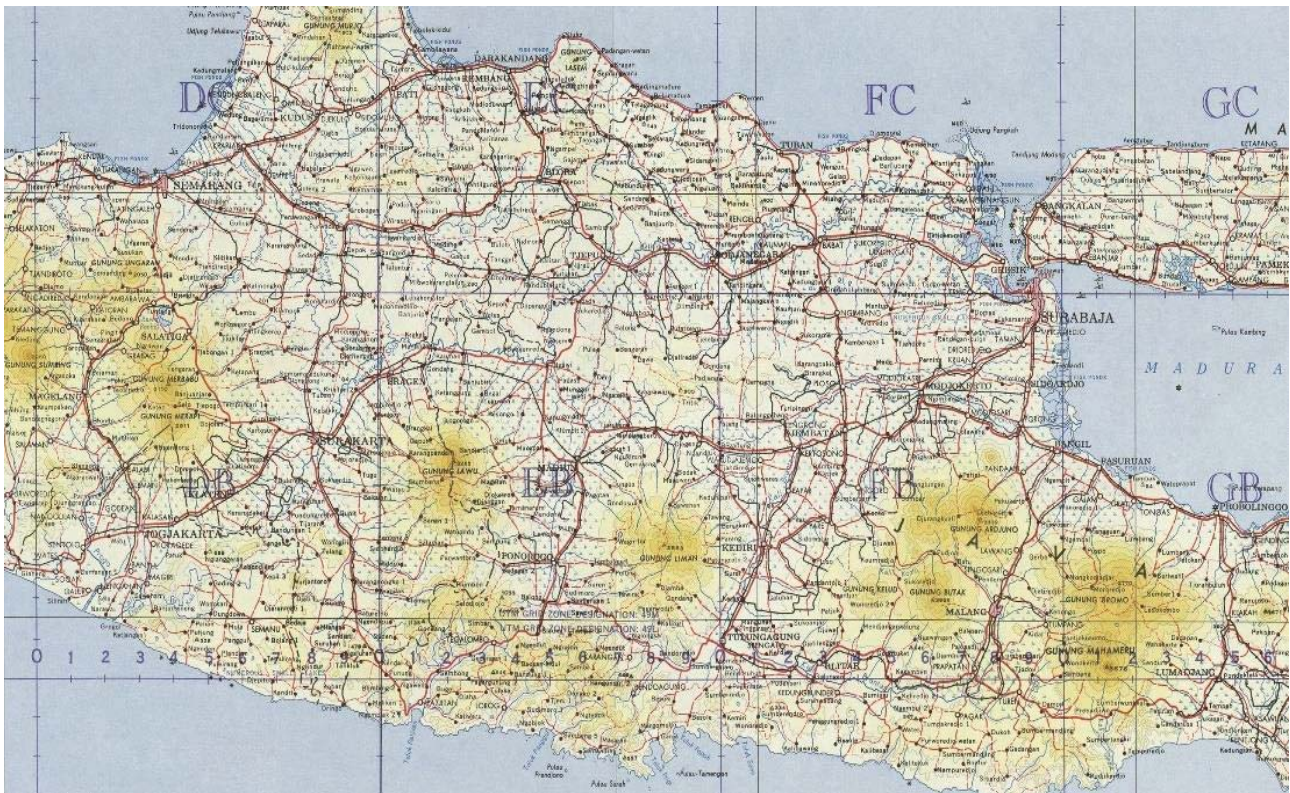
Annex 8.28 Internationale Wereldkaarten van Indonesië



Zuid-Sumatra en West-Java, Internationale Wereldkaart SB 48, schaal 1:1.000.000, legenda is onder uitvergroot, uitg. 1967.

De kaart toont de Nederlands-Indië equatoriale zone en een Brits metrisch grid (linksboven) en UTM grid, zone 48 (rechtsonder), Bessel sferoïde, blauw grid met genummerde 10x10 verdeling, die overeen komt met 100x100 km; de zwart-wit gestreepte randverdeling van de kaart geeft 12x5 nautische mijlen per graad aan (elk streepje is 5 minuten, of 5 nm, overeenkomend met ca. 9 km).





Midden- en Oost-Java Internationale Wereldkaart SB 49 met schaal 1:1.000.000, onder uitvergroet, uitg. 1965.

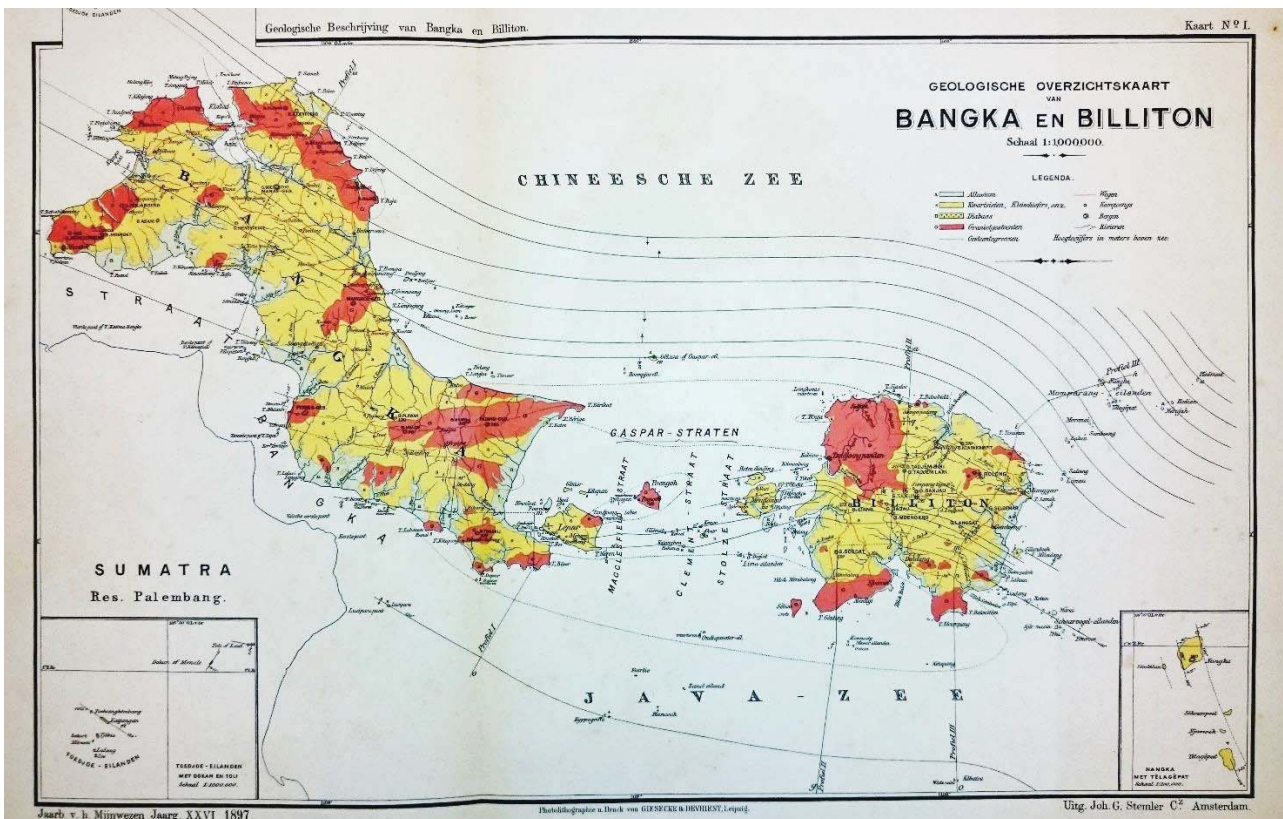


Annex 8.29 Geologische kaarten van Indonesië



Geologische kaart van Java, tevens vulkaankaart, door R.D.M. Verbeek en R. Fennema opgenomen in 1886-1894.<sup>1090</sup>

Lichtgroen en grijs zijn kalksteen, rood zijn granietgesteenten, geel zijn kwartsieten, kleischiefers en zandstenen.

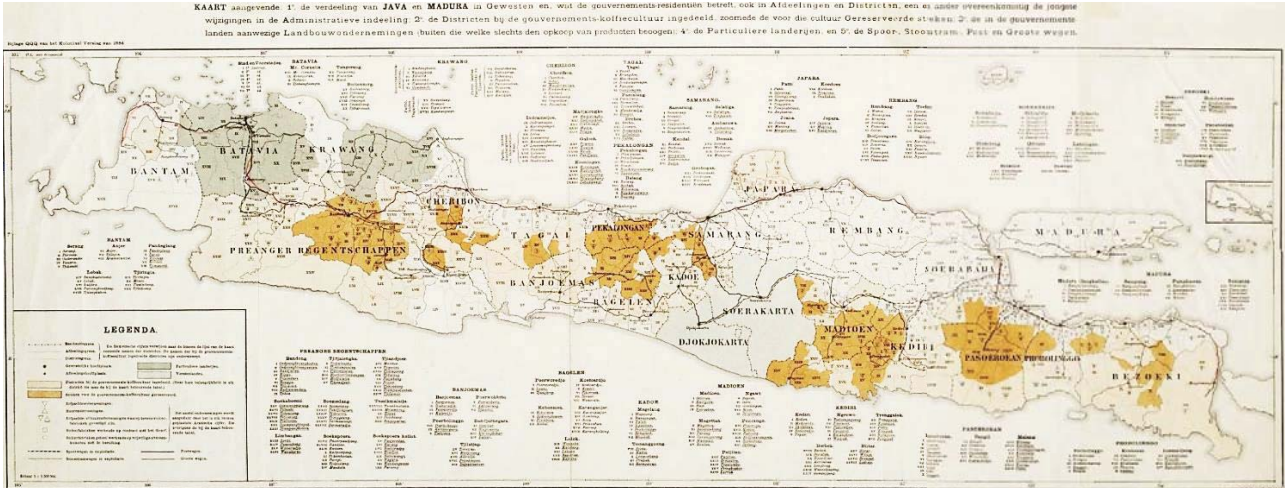


Geologische overzichtskaart van Banka en Billiton, Dienst van het Mijneuzen, uitg. 1897.

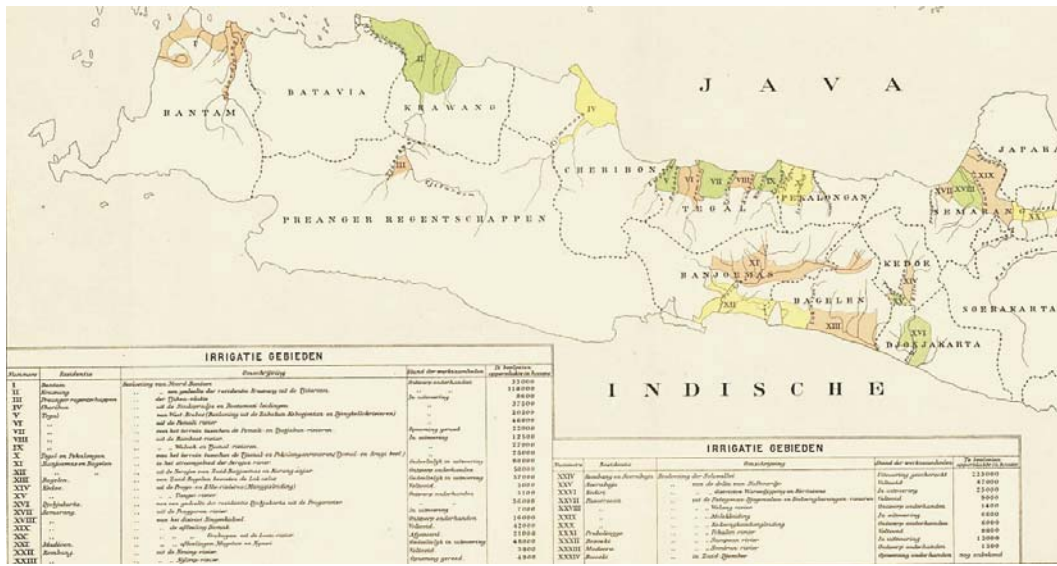
<sup>1090</sup> Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië, 37<sup>ste</sup> jaargang 1908, wetenschappelijk gedeelte, Atlas bevattende geologische schetskaart van het oostelijke gedeelte van den Nederlandsch-Indischen Archipel, 18 bijlagebladen, teekeningen en profielen, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1908).



### Annex 8.30 Landbouw- en irrigatiekaarten Java



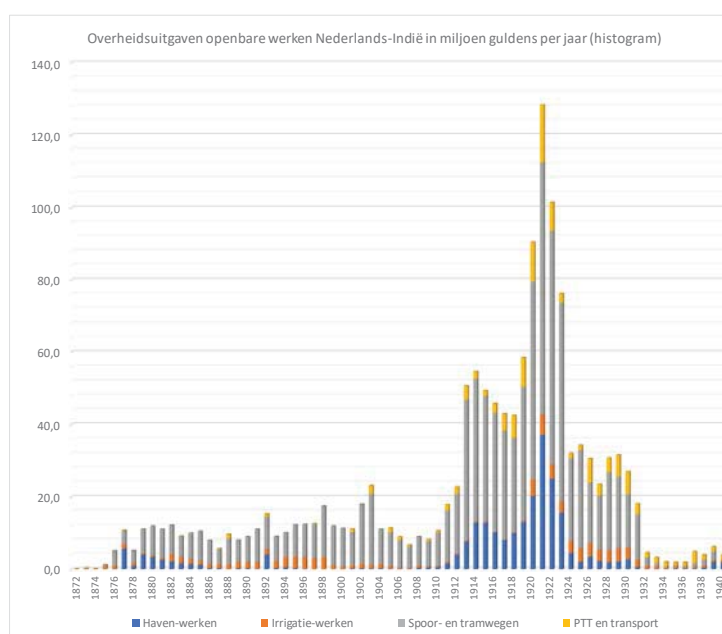
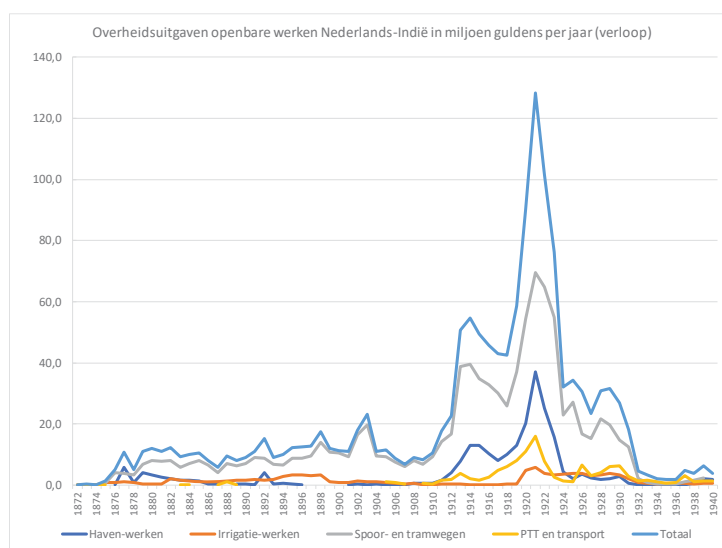
Java, administratieve indeling en landbouwondernemingen, (deel legenda is uitvergroot), schaal 1:1.500.000, uitg. 1884.



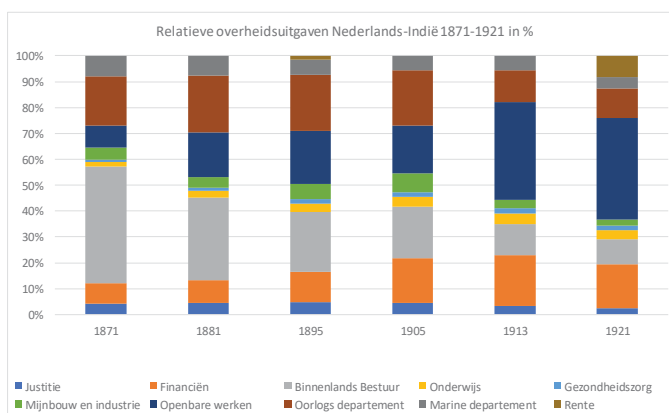
Java, irrigatiegebieden in 1900, schaal 1:1.500.000, (onder Midden- en Oost-Java), uitg. 1900.

## Annex 8.31 Overheidsuitgaven Nederlands-Indië voor openbare werken <sup>1091 1092</sup>

Overheidsuitgaven f x 10 <sup>6</sup>	Haven- werken	Irrigatie- werken	Spoor- en tramwegen	PTT en transport	Totaal
1872		0,1		0,0	0,1
1873	0,1	0,2		0,1	0,4
1874		0,2		0,0	0,2
1875		0,8	0,5	0,0	1,3
1876	0,1	0,9	4,0		5,0
1877	5,7	1,2	3,8	0,0	10,7
1878	0,9	0,9	3,3		5,1
1879	4,0	0,3	6,8	0,0	11,1
1880	3,4	0,4	8,1		11,9
1881	2,7	0,4	7,9		11,0
1882	2,1	2,0	8,1		12,2
1883	1,7	1,7	5,8	0,0	9,2
1884	1,5	1,3	7,1	0,1	10,0
1885	1,3	1,1	8,0		10,4
1886	0,4	1,1	6,5		8,0
1887	0,4	1,1	4,1	0,1	5,7
1888		1,4	7,1	1,1	9,6
1889	0,3	1,6	6,2	0,0	8,1
1890	0,3	1,6	7,1		9,0
1891	0,1	1,8	9,1		11,0
1892	4,0	1,5	8,9	0,8	15,2
1893	0,4	1,9	6,8		9,1
1894	0,6	2,9	6,6		10,1
1895	0,3	3,2	8,8		12,3
1896	0,1	3,4	8,9		12,4
1897		3,0	9,4	0,3	12,7
1898		3,4	14,0		17,4
1899		1,2	10,7		11,9
1900		0,8	10,5		11,3
1901	0,2	0,8	9,3	0,8	11,1
1902	0,3	1,3	16,4		18,0
1903	0,2	1,1	19,6	2,2	23,1
1904	0,3	1,2	9,5		11,0
1905	0,1	0,8	9,3	1,2	11,4
1906	0,1	0,5	7,5	0,8	8,9
1907	0,1	0,3	6,0	0,3	6,7
1908	0,5	0,5	8,0		9,0
1909	0,6	0,2	6,9	0,5	8,2
1910	0,7	0,2	9,2	0,4	10,5
1911	1,7	0,3	14,3	1,5	17,8
1912	4,0	0,3	16,6	1,8	22,7
1913	7,7	0,3	38,8	3,9	50,7
1914	13,0	0,2	39,4	2,0	54,6
1915	13,0	0,2	34,7	1,5	49,4
1916	10,2	0,2	32,9	2,5	45,8
1917	8,1	0,2	30,0	4,8	43,1
1918	10,0	0,4	26,0	6,1	42,5
1919	13,1	0,3	37,0	8,1	58,5
1920	20,3	4,7	54,4	11,0	90,4
1921	37,1	5,8	69,6	15,9	128,4
1922	25,1	3,8	64,7	7,9	101,5
1923	15,6	3,2	54,8	2,6	76,2
1924	4,4	3,5	22,8	1,3	32,0
1925	2,0	3,9	27,1	1,2	34,2
1926	3,5	3,8	16,7	6,6	30,6
1927	2,3	3,1	15,1	3,0	23,5
1928	1,9	3,3	21,6	4,0	30,8
1929	2,1	3,7	19,8	6,0	31,6
1930	2,8	3,2	14,8	6,2	27,0
1931	0,7	2,0	12,5	2,9	18,1
1932	0,1	0,9	2,2	1,4	4,6
1933	0,1	0,7	0,9	1,5	3,2
1934	0,1	0,4	0,3	1,2	2,0
1935	0,2	0,6	0,4	0,7	1,9
1936	0,2	0,5	0,4	0,8	1,9
1937	0,2	0,5	1,0	3,1	4,8
1938	0,6	0,4	1,7	1,2	3,9
1939	2,0	0,6	2,3	1,3	6,2
1940	1,9	0,6	1,3	3,8	7,6
Totaal	237,5	99,9	962,6	122,0	1422,0



Overheids-uitgaven in %	1871	1881	1895	1905	1913	1921
Justitie	4,2	4,4	4,9	4,5	3,2	2,3
Financiën	7,8	8,9	11,7	17,4	19,6	17,0
Binnenlands Bestuur	45,3	32,0	22,9	19,9	12,2	9,8
Onderwijs	1,7	2,4	3,4	3,7	4,1	3,5
Gezondheidszorg	0,8	1,3	1,6	1,7	1,9	1,7
Mijnbouw en industrie	4,6	4,2	6,1	7,4	3,4	2,5
Openbare werken	8,5	17,1	20,5	18,3	37,7	39,2
Oorlogs departement	19,2	22,0	21,5	21,5	12,3	11,5
Marine departement	7,9	7,7	6,0	5,6	5,6	4,4
Rente			1,4			8,1
Totaal %	100	100	100	100	100	100



<sup>1091</sup> W.M.F. Mansvelt, P. Creutzberg, P.J. van Dooren, e.a. (ed.), *Changing economy in Indonesia. A Selection of Statistical Source Material from the early 19th century up to 1940*, 12 Volumes, Volume 3: Expenditures on Fixed Assets, (uitg. Martinus Nijhoff, The Hague 1975-1996).

<sup>1092</sup> Ondanks de recessie 1920-1923 in Indië, bleven de overheidsuitgaven stijgen. Pas bij de depressie 1930-1935 namen ze af, maar toen waren de spoor- en tramwegen al aangelegd. Dat gold ook voor de havenaanleg. Telecommunicatie had de grootste uitgaven in 1921 door radio Malabar.

### Annex 8.32 Curriculum en hoogleraren aan de TH Bandung in 1924

1. Wiskunde (Matematika);
2. Mechanica (Mekanika);
3. Natuurkunde (Fisika);
4. Hydraulica (Hidrolika);
5. Waterbouwkunde (Bangunan air);
6. Wegen- en bruggenbouw (Bangunan jalan dan jembatan);
7. Architectuur (Arsitektur);
- 8. Landmeten, waterpassen en geodesie (Ilmu ukur tanah/surveying, perataan/levelling dan geodesi);**
9. Kennis en onderzoek van bouwstoffen (Pengetahuan dan penelitian bahan bangunan);
10. Werktuigkunde (Teknik mesin);
11. Electrotechniek (Teknik listrik);
12. Technologie (Teknologi/kimia);
13. Landbouwkunde (Pertanian);
14. Technische aardrijkskunde (Geografi teknik);
15. Staats-, administratief- en handelsrecht van NI (Hukum tata negara, hukum administrasi negara dan hukum dagang di Hindia Belanda);
16. Staathuishoudkunde (Ekonomi studi pembangunan);
17. Bedrijfsleer en boekhouden (Pengetahuan bisnis dan akuntansi);
18. Hygiëne (Higiene).

Voor het academisch jaar 1924 werden 6 gewone hoogleraren (guru besar tetap) en 8 buitengewone hoogleraren (guru besar luar biasa) benoemd (het cijfer tussen haakjes verwijst naar de hiervoor genoemde vakken):

1. Prof. ir. Jan Klopper – guru besar tetap untuk Mekanika merangkap Ketua Fakultas (voorzitter Faculteit) (2);
2. Prof. dr. Willem Boomstra – guru besar tetap untuk Matematika (1);
3. Prof. dr. Jacob Clay – guru besar tetap untuk Fisika (3);
4. Prof. ir. Hendrik Christiaan Paulus de Vos – guru besar tetap untuk Hidrolika, Bangunan Air, Bangunan Jalan dan Jembatan (4, 5, 6);
5. Prof. ir. H. van Breen – guru besar tetap untuk Bangunan Air, Bangunan Jalan dan Jembatan (5, 6);
6. Prof. ir. Charles Prosper Wolff Schoemaker – guru besar tetap untuk Bangunan, Sejarah Arsitektur dan Seni Dekoratif, Spesifikasi dan Estimasi, dan Perencanaan Kota (7);
7. Prof. ir. W.H.A. van Alphen de Veer – Kepala Laboratorium voor Materiaalonderzoek Departemen BOW - sebagai guru besar luar biasa untuk Pengetahuan dan Penelitian Bahan Bangunan (9);
8. Prof. dr. ir. J.H.A. Haarman – pejabat Kepala Biro Konstruksi Umum Staatsspoorwegen (SS) - sebagai guru besar luar biasa untuk Bangunan Jalan dan Jembatan (6);
9. Prof. ir. G.H.M. Vierling – pensiunan pegawai kepala - sebagai guru besar luar biasa untuk Teknik Mesin (10);
- 10. Prof. ir. J.H.G. Schepers – Kepala Triangulatie-brigade Dinas Topografi Batavia - sebagai guru besar luar biasa untuk Ilmu Ukur Tanah/Surveying, Perataan/Levelling dan Geodesi (8);**
11. Prof. ir. J.N. van der Ley – pejabat sementara Kepala Dienst voor Waterkracht en Electriciteit (dinas pembangkit tenaga air dan kelistrikan) - sebagai guru besar luar biasa untuk Teknik Elektro (11);
12. Mayor Jenderal (Purn) Prof. dr. H.M. Neeb – Inspektur Dinas Kedokteran Militer - sebagai guru besar luar biasa untuk Teknik Higiene/Lingkungan (18);
13. Prof. ir. P.N. Max – insinyur kepala Biro Konstruksi Umum Staatsspoorwegen (SS) - sebagai guru besar luar biasa untuk Bangunan Jalan dan Jembatan (6);
14. Prof. mr. dr. Harmen Westra – pejabat sementara guru Rechtsschool Batavia - sebagai guru besar luar biasa untuk Hukum Tata Negara, Hukum Administrasi Negara dan Hukum Dagang (16, 17);



### Annex 8.33 Het geodetisch onderzoek in Nederland, de resultaten van een inventarisatie

Door L. Aardoom, in opdracht van de Nederlandse Commissie voor Geodesie Delft 1992, Delft 1992.

De **bepaling van vorm en natuurlijke indeling van de aarde** kent de volgende aspecten:

- de wereldwijde (globale) of regionale quasi-statische beschrijving van de vorm, geldend voor een gekozen epoeche;
- de fysisch-geografische indeling van de aarde;
- de grootschalige, voornamelijk horizontale, beweging van lithosferische aardschollen met gemiddelde relatieve snelheden tot ongeveer 10 cm/jaar als meest tastbare uitingsvorm van de platentektoniek, met het optreden van natuurlijke aardbevingen als de meest opvallende;
- regionale bodembeweging, zowel horizontaal als verticaal en zowel als geologisch verschijnsel als door antropogene oorzaken, zoals de winning van delfstoffen en de onttrekking van water;
- de zee-topografie; de afwijking van het zeeoppervlak van de geoïde - de dynamische zee-topografie - is een belangrijke indicator voor het optreden van grootschalige stromingen; hun wisselwerking met de dampkring is van grote betekenis voor de ontwikkeling van weer en klimaat;
- de variatie van het globale gemiddelde zeeniveau als gevolg van een mogelijk veranderende warmtehuishouding op aarde; een regionale verandering van het gemiddelde zeeniveau uit zich als de resultante van de verandering van het zeeniveau en de regionale verticale bodembeweging; het verschijnsel is voor Nederland van groot en algemeen waterhuishoudkundig belang.

Aldus is de bepaling van vorm en natuurlijke indeling van grote betekenis voor zuiver en toegepast aardwetenschappelijk onderzoek en voor de beheersing van de leefomgeving.

De **inrichting en ontginning van de aarde** betreffen veranderingen van de natuurlijke omgeving door menselijk ingrijpen; hier is onderscheid te maken tussen:

- de administratieve indeling van de aarde;
- het aanbrengen en instandhouden van technische voorzieningen;
- de exploitatie van natuurlijke hulpbronnen.

De administratieve indeling kan er een zijn naar:

- zakelijke rechten de grond betreffende;
- het beheer van de grond;
- het grondgebruik;
- de bestemming;
- bodemkundige eigenschappen;
- de waterhuishoudkundige toestand;
- de begroeiing;
- het voorkomen van delfstoffen;
- de begaanbaarheid van terreinen.

Kennis over de indeling van de aarde - die in de diepte niet uitgezonderd - is onmisbaar bij het rechtsverkeer betreffende vastgoed, bij de inrichting van land en stad, de exploratie en exploitatie van natuurlijke hulpbronnen, het beheer van het milieu, ten behoeve van het verkeer, de defensie enz.

Het aanbrengen en instandhouden van technische voorzieningen betreffen die voor:

- het wonen, het verkeer te land, op zee en door de lucht;
- de waterkering; het waterbeheer; de nijverheid; de zorg voor het milieu; de landsverdediging; de nutsvoorziening;
- de recreatie.

De bedoelde technische voorzieningen dienen, onder meer, de stadsvernieuwing, de landinrichting, de kustverdediging, de wegenbouw, de aanleg van industrieterreinen, havens, vliegvelden, transportleidingen, communicatielijnen enzovoort, kortom alles wat het land bewoonbaar maakt. De exploitatie van natuurlijke hulpbronnen betreft de opsporing en winning van energie (voornamelijk aardolie en aardgas), grondstoffen en bouwstoffen en de winning van water ten behoeve van menselijke consumptie, landbouw en industrie.

De **plaatsbepaling op en rond de aarde** dient de navigatie in de meest algemene betekenis, van statisch, niet-geodetisch plaats bepalen op land tot de actuele baanbepaling van aardsatellieten. Behoeft aan plaatsbepaling is er in de te onderscheiden omgevingen: te land, op het water, onder water, op zee, in de lucht en in de ruimte.

Van de navigatie zijn er belangrijke burgerlijke en militaire toepassingen, variërend van toeristische oriëntatie tot het positioneren van geavanceerde wapensystemen. Optimale routing kan, naast die op zee en in de lucht, in Nederland een zeer belangrijke rol gaan spelen bij de beheersing van het wegverkeer.

## Annex 8.34 Lijst van figuren

Figuurnummer en beschrijving	pagina
Fig. 1-1 Bladwijzer van VOC-kaarten met verschillende kaartprojecties en routes tussen Nederland en Batavia.....	10
Fig. 1-2 Gedeelte van de inhoudsopgave van het KIVI-gedenboek 1847-1897.....	17
Fig. 2-1 Luchtdruk en heersende winden op de route naar en van de Oost in januari en juli.....	26
Fig. 2-2 Java, de Grote Postweg langs de noordkust ca. 1810, met uitbreidingen naar de vorstenlanden in 1854.....	30
Fig. 2-3 Java door Thomas Stanford Raffles, uitg. 1830.....	32
Fig. 2-4 Kaart van Java uit de periode Van der Capellen, uitg. Mortier Covens & Zoon, Amsterdam.....	33
Fig. 2-5 West-Java, Js. van den Bosch, uitg. 1817.....	35
Fig. 2-6 Ambon, Js. van den Bosch, uitg. 1817.....	36
Fig. 2-7 Voorbeeld van een kaart van Java door Junghuhn opgedragen aan Pahud.....	38
Fig. 2-8 Meridianen en parallellen omspannen de aarde.....	42
Fig. 2-9 Indonesische archipel en aangrenzende landen.....	43
Fig. 2-10 Algemeene kaart van Nederlandsch Oostindië, Gijsbert Franco, Baron von Derfelden v. Hinderstein, uitg. 1839.....	46
Fig. 2-11 Eastern Passages to China Sheet 1 (Java, Bali, Lombok, etc.), James Horsburgh, 37.5 x 25 inches, London 1848.....	46
Fig. 2-12 Java, Thomas Horsfield, uitg. J. Walker, London 1817.....	47
Fig. 2-13 Gezichten uit Nederlands-Indië (plaat II Straat Sunda), Van de Velde, uitg. 1845.....	48
Fig. 2-14 Batavia, haven, Van de Velde (plaat IV Uitkijk met de Tijdbal, seinvlag en semafoor), uitg. 1845.....	48
Fig. 2-15 Kaart van het eiland Java, Pieter Melvill van Carnbee, 1847.....	50
Fig. 2-16 Kaart van de residentie Bantam, Pieter Melvill van Carnbee, 1854.....	50
Fig. 2-17 Batavia en omgeving, Pieter Melvill van Carnbee, schaal: 1:290.000, uitg. 1853.....	51
Fig. 2-18 Java (westelijk gedeelte), Le Clerck, 39x108 cm, 1 kaart in 2 bladen, schaal 1:1.000.000, A.J. Bogaerts Breda 1850.....	52
Fig. 2-19 Midden-Java Residenties Banyumas, Bagelen, Tegal, (uitvergroot) deel van de kaart door Le Clerck uit 1850.....	52
Fig. 2-20 Kaart van Java en Madura met de belangrijkste vulkanen en plaatsen.....	53
Fig. 2-21 Java, orografische (reliëf bepalende) kaart van Junghuhn / Petermann, uitg. 1860.....	55
Fig. 2-22 Profiel van vulkanen op Java uit "Java", Junghuhn, 1855.....	60
Fig. 2-23 Reiseroutes van Junghuhn tussen Nederland en Nederlands-Indië.....	61
Fig. 2-24 Java, F. Junghuhn (opgedragen aan minister Pahud), schaal 1:350.000, uitg. A.J. Bogaerts Breda 1855.....	62
Fig. 2-25 Java, F. Junghuhn, schaal 1:350.000, detail van een ingekleurde versie (uitvergroot), uitg. 1855.....	62
Fig. 2-26 Gunung Gedeh, Franz Junghuhn, uitg. 1855.....	63
Fig. 2-27 Gunung Sumbing, Franz Junghuhn, uitg. 1855.....	63
Fig. 2-28 Locaties waar de broers De Lange in 1853-1854 metingen verricht hebben.....	66
Fig. 3-1 Eilanden en belangrijke steden in de Indonesische archipel.....	72
Fig. 3-2 Belangrijkste steden op Java en Madura.....	73
Fig. 3-3 Jakarta kota (oude stad), stadhuis uit 1710, museum in 2015.....	75
Fig. 3-4 Jakarta kota, Post- en Telegraafkantoor uit 1911, straatbeeld in 2015.....	75
Fig. 3-5 Jakarta, Immanuelkerk (vroegere Willemskerk) uit 1839 ten oosten van Medan Merdeka 2015.....	75
Fig. 3-6 Jakarta richting noorden met het nationale monument op Medan Merdeka (Vrijheidsplein) 2015.....	76
Fig. 3-7 Jakarta richting zuiden, Gunung Salak op de achtergrond in 2015.....	76
Fig. 3-8 Jakarta, Onafhankelijkheidsplein met Welkomstmonument in Menteng, 2015.....	76
Fig. 3-9 Jakarta, Weltevreden-Gambir en Menteng rond Medan Merdeka (het vroegere Koningsplein) in 2014.....	77
Fig. 3-10 Bevaarbaarheid rivieren in Zuid-Sumatra.....	83
Fig. 3-11 West-Java (gedeelte), wegen en spoorwegen tussen Jakarta en Bandung in 2014.....	84
Fig. 3-12 Belangrijkste spoorlijnen en tramlijnen op Java in 1930.....	87
Fig. 3-13 Spoorlijnen en tramlijnen op Oost-Java.....	88
Fig. 3-14 Spoorlijnen in Batavia, Tanjung Priok, Weltevreden (Gambir) en Meester Cornelis (Jatinegara) in 1945.....	91
Fig. 3-15 Spoorlijnen en tramlijnen met belangrijke plaatsen en vulkanen op Sumatra.....	92
Fig. 3-16 Aceh, Kota Raja met stoomtrambanen achter de geconcentreerde linie, schaal 1:50.000, Kol. Verslag 1894.....	93
Fig. 3-17 Aceh tramlijn tussen Banda Aceh en Sigli (grid is 10x10 km).....	94
Fig. 3-18 Aceh tram aan de noordkust tussen Sigli en Lhoksumawe (grid is 10x10 km).....	94
Fig. 3-19 Aceh tramlijn van Lhoksumawe tot Besitang-Pangkalansusu (grid is 10x10 km).....	95
Fig. 3-20 DSM spoorlijnen rond Medan, Belawan en Binjai (grid is 10x10 km).....	96
Fig. 3-21 DSM: Medan-Tebingtinggi-Kisaran-(met zijspoor naar Tanjungbalai)-Rantauprapat, (grid is 10x10 km).....	97
Fig. 3-22 SSS spoorlijn Padang-Sawah Lunto, == is tandstaaf, - - - was alternatief Solok-Padang (grid is 10x10 km).....	99
Fig. 3-23 Spoorlijn van Muaro (toen Moeara) naar Pekanbaru.....	99
Fig. 3-24 Kaart ZSS van Tanjungkarang richting Palembang en Lubuklinggau (grid is 10x10 km).....	100
Fig. 3-25 ZSS-lijnen Palembang-Perabumulih naar Bandar Lampung of Muaraenim-Lahat-Lubuklinggau (grid is 10x10 km).....	101
Fig. 3-26 Alternatieve spoorwegen en kanalen Semarang—Vorstenlanden (Stieltjes).....	106
Fig. 3-27 Alternatieve trajecten voor spoorlijnen Semarang—Vorstenlanden (Henket).....	106
Fig. 3-28 Lengteprofielen traject Emmahaven—Sawah Lunto van de routes over Padang Panjang en over Subang.....	109
Fig. 3-29 Padangse Bovenlanden Sumatra's Westkust, met de spoorlijn Padang—Ombilinkolenveld, schaal 1:500.000.....	109
Fig. 3-30 Schetskaart van de onderzochte spoorwegtracés tussen de Padangse Bovenlanden en de Oostkust.....	111
Fig. 3-31 Ontwerp voor de Trans-Sumatra spoorlijn van ZSS naar SSS.....	112
Fig. 3-32 Ontwerp voor de Trans-Sumatra spoorlijn van SSS naar DSM.....	112
Fig. 3-33 Internationale zeekabelverbindingen voor telegrafie in 1901, van belang voor Nederlands-Indië.....	115
Fig. 3-34 Het Nederlands-Indische zeekabelnet medio 1927.....	115
Fig. 3-35 Proefnemingen met radiostations in Ambon (Noesa nivé), Situbondo (Landangan), Kupang (Oiba) en Sabang (Aier-Melek).....	117
Fig. 3-36 Topografische kaart Bandung 1955 (48' OL t.o.v. Batavia / Jakarta op 0°), schaal 1:250.000 (* is radiostation).....	120
Fig. 3-37 Radio Malabar zendstation met langegolf-antenne.....	121
Fig. 3-38 Radio Kootwijk zendstation met langegolf-antenne.....	121
Fig. 3-39 Langegolf- en middengolf-radiostations in de Indische archipel in 1924. Y grote radiostations, * kleine radiostations.....	123
Fig. 3-40 Plaatsen in Nederland die van belang waren voor radiocommunicatie met Indië/Indonesië. * zend- of ontvangstation.....	123

Fig. 3-41 Voortplanting van radiogolven om de aarde.....	125
Fig. 3-42 Gordijnantenne, gebruikt voor kortegolf-radioverbindingen Nederland-Indië.....	127
Fig. 3-43 Ruit- of rhombus-antenne, gebruikt voor kortegolf-radioverbindingen Nederland-Indië.....	127
Fig. 3-44 KG-zenders en antennes van Radio Kootwijk voor internationale verbindingen, waaronder Nederlands-Indië.....	129
Fig. 3-45 Bestaande en geplande telecomverbindingen in de Indonesische archipel in 1986.....	132
Fig. 4-1 Bessel ellipsoïde in Nederlands-Indië.....	134
Fig. 4-2 Kustprofiel uit de zeemansgids van 1942.....	136
Fig. 4-3 Astronomische en aardse coördinaten, van belang voor astronomische plaatsbepaling en navigatie.....	137
Fig. 4-4 Tijdsvereffening door het verschil tussen middelbare zonnetijd en ware tijd.....	139
Fig. 4-5 Sextant Owen-Owens, Engeland. Fig. 4-6 Sextant Hughes & Son, Engeland.....	140
Fig. 4-7 Stralengang bij een (triangulatie)sextant.....	140
Fig. 4-8 Plaatspasser (station pointer).....	141
Fig. 4-9 Eerste chronometer H1 van John Harrison. Fig. 4-10 Vierde chronometer H4 van John Harrison.....	142
Fig. 4-11 Mercer chronometer (8 dagen). Fig. 4-12 Hohwü chronometer (inwendige).....	143
Fig. 4-13 Decca radiopatroon voor plaatsbepaling op zee, M en S zijn de zenders.....	144
Fig. 4-14 Cartouche van de kaart van vaarwaters Surabaya, uitg. 1848.....	145
Fig. 4-15 Universaalinstrument van Repsold ca. 1845.....	147
Fig. 4-16 Astrolabium en Roelofsprisma.....	148
Fig. 4-17 Astronomische metingen (met ★) en chronometerreizen (getrokken lijnen langs rivieren) in Zuid-Sumatra, 1906.....	151
Fig. 4-18 Oost-Sumatra, astronomische punten bepaald in de jaren 1922-1927.....	152
Fig. 4-19 Primaire Triangulatie van West-Borneo met enkele locaties in Oost-Borneo.....	153
Fig. 4-20 Schema van een astronomisch station in 1922.....	156
Fig. 4-21 Bergboussole of Boussole tranche-montagne.....	160
Fig. 4-22 Bergboussole van Hildebrand. Fig. 4-23 Bergboussole van De Koningh.....	161
Fig. 4-24 Astronomische theodoliet van Wanschaff. Fig. 4-25 Universaalinstrument van Pistor en Martins.....	161
Fig. 4-26 Theodolieten gebruikt in Nederlands-Indië.....	162
Fig. 4-27 Repsold basismetapparaat, zoals toegepast op Java bij Simplak, Logantong en Tangsil.....	163
Fig. 4-28 Sumatra, basisnet bij Sampun 1910. Fig. 4-29 Noord-Celebes, basisnet bij Tondano 1917.....	164
Fig. 4-30 Dagelijkse luchtdrukvariatie in Nederlands-Indië (in 0,1 mmHg) voor verschillende hoogtes.....	165
Fig. 4-31 Hoogtemeting en afstandsmeting.....	166
Fig. 4-32 Hammer-Fennel tachymeter. Wagner- Fennel tachymeter. Fig. 4-33 Bosshardt-Zeiss tachymeter.....	168
Fig. 4-34 Hypsometer.....	168
Fig. 4-35 Reflectie-afstandsmeter type Barr & Stroud.....	168
Fig. 4-36 Geodimeter MB6B. Fig. 4-37 Tellurometer MRB-201.....	169
Fig. 4-38 Sumatra's Oostkust triangulatiekaart, uitg. 1916.....	173
Fig. 4-39 Berekening van de middelbare fout.....	174
Fig. 4-40 Middelbare fouten van twee gebruikte Universaal Instrumenten (zie ook Fig. 4-24 en Fig. 4.25).....	175
Fig. 4-41 Middelbare fouten in seconden (uit het Jaarverslag TD 1930).....	176
Fig. 4-42 Primaire triangulatiemet van Sumatra verreffend (uit het Jaarverslag TD 1930).....	176
Fig. 4-43 Luchtfotografie-opneming, overlappende foto's op de vliegroute.....	178
Fig. 4-44 Schema van de luchtopname op hoogte $H$ van de grondstrook $D$ op hoogte $b$ .....	178
Fig. 4-45 Stereoscoop voor het bekijken van luchtfoto's.....	179
Fig. 4-46 Verkleining van de vrije hoogte $i$ tussen de torens door de kromming van het aardoppervlak.....	183
Fig. 4-47 Afbuiging door refractie in de atmosfeer.....	185
Fig. 4-48 Radioverbinding tussen twee straaltorens op afstand $s$ .....	186
Fig. 4-49 Bepaling van de refractiecoëfficiënt $k$ .....	187
Fig. 4-50 Sumatra's Oostkust bij Medan.....	189
Fig. 4-51 Schietloodafwijkingen op Java en Sumatra, bepaald in 1926.....	190
Fig. 4-52 Schietloodafwijkingen en geoïde in Oost-Indië.....	191
Fig. 4-53 Mercator-projectie.....	195
Fig. 4-54 Residentiekaarten.....	196
Fig. 4-55 Polyeder-projectie op het zuidelijk halfrond.....	197
Fig. 5-1 Java en Madura, primaire net (met plaatsnamen).....	201
Fig. 5-2 Verschillen (wat overdreven) tussen de triangulatiennetten op Midden-Java met als basis Cirebon of Semplak.....	201
Fig. 5-3 Midden-Java, stand secundaire driehoeksmeting in Pekalongan eind 1910.....	202
Fig. 5-4 Residentie Cirebon, stand triangulatie eind 1911.....	203
Fig. 5-5 Gunung Ciremai en omstreken in het zuiden van de residentie Cirebon.....	203
Fig. 5-6 Java, nauwkeurigheidswaterpassing met meetkringen I-XX, planning 1925.....	204
Fig. 5-7 Waterpassing Batavia (Jakarta). Fig. 5-8 Vergelijking waterpassingen 1928 met 1925.....	205
Fig. 5-9 Sumatra's Oostkust, stand triangulatie eind 1912.....	207
Fig. 5-10 Java en Sumatra, primaire triangulatiemet en astronomische punten in 1926.....	208
Fig. 5-11 Banka triangulatie, situatie eind 1919. Fig. 5-12 Batam triangulatie (naar Singapore) 1919.....	209
Fig. 5-13 Bali, Lombok Sumbawa, situatie eind 1919.....	209
Fig. 5-14 Celebes (Sulawesi), stand triangulatie eind 1916.....	211
Fig. 5-15 Noord-Celebes, stand triangulatie eind 1917.....	211
Fig. 5-16 Ambon, stand triangulatie (basis bij Tawari) eind 1918.....	212
Fig. 5-17 NOI Archipel (westelijk en middendeel), stand primaire triangulatie eind 1939.....	212
Fig. 5-18 Java residenties omstreeks 1860 (cijfers geven de volgorde van opneming aan).....	213
Fig. 5-19 Oost-Java, stand herzieningswerkzaamheden eind 1928, geel zijn landrentekaarten, herzien meetplan.....	218
Fig. 5-20 Residenties Banyumas en Kedu, stand landrente-opnemingswerk eind 1919.....	219
Fig. 5-21 Bali, landrente-opneming, stand eind 1923.....	219
Fig. 5-22 Zuid-Sumatra, bladwijzer stand opnemingswerk eind 1919, gekleurd is opgenomen, (grid 20' x 20', ca. 37 x 37 km, ofwel 1369 km <sup>2</sup> ).....	222
Fig. 5-23 Zuid-West Celebes, stand 1929, ruiten betekend kaarten gereed.....	222
Fig. 5-24 Borneo, bladwijzer stand eind 1927 (grid is 20' x 20', ofwel ca. 37 x 37 km en 1° x 1°, ofwel ca. 111 x 111 km).....	223



Fig. 5-25 Kleine Sunda eilanden, stand eind 1926, op Bali, Lombok en Sumbawa landrentemetingen, voltooid is geel.....	224
Fig. 5-26 NOI Archipel stand opnemng en kartering eind 1939.....	224
Fig. 5-27 Belangrijke personen voor de Topografische Dienst.....	226
Fig. 5-28 Hoofdkantoor Topografische Dienst in Batavia Weltevreden omstreeks 1939.....	227
Fig. 5-29 Organogram Topografische Dienst in 1905.....	229
Fig. 5-30 Organogram Topografische Dienst in 1935.....	230
Fig. 5-31 Basismeting door de triangulatiebrigade bij Sampun in 1910.....	231
Fig. 5-32 Topografische Dienst, afdelingen en personeel 1905-1939 (verticaal aantal personen).....	235
Fig. 5-33 Topografische Dienst, jaarkosten (verticaal) in guldens 1908-1939.....	236
Fig. 5-34 Repr: personeel, kosten en productie 1926-1939. Fig. 5-35 Terreinwerk met de boussole tranche-montagne.....	237
Fig. 5-36 Voorbeeld van een meetbrief. Fig. 5-37 Voorbeeld van een kadasterkaartje.....	241
Fig. 5-38 Herkadastrering van Buitenzorg (Bogor) in 1930.....	242
Fig. 5-39 Opnemingsvaartuig de <i>Hydrograaf</i> 1874-1891. Fig. 5-40 Opnemingsvaartuig <i>Tydemán</i> 1919-1933.....	245
Fig. 5-41 Opnemingsvaartuig <i>Willebrord Snellius</i> 1929-1937. Fig. 5-42 Hr. Ms. <i>Snellius</i> 1950-1972.....	245
Fig. 5-43 Hydrografische opnemingen in de Indonesische archipel tot begin 1927.....	247
Fig. 5-44 Diepzeekaart van de Indonesische archipel, G.P. Tydemán 1922.....	248
Fig. 5-45 De Indonesische archipel in 2015 met Engelstalige benamingen van eilanden en zeestraten.....	249
Fig. 5-46 Siboga expeditie, plaatsen van onderzoek in 1899-1900; de zwarte kruisjes zijn eerdere diepzeepeilingen.....	249
Fig. 5-47 Oceanografische zwaartekrachtmetingen met de K XIII in de Indische Archipel 1923-1930.....	250
Fig. 5-48 Snellius I expeditie, plaatsen van onderzoek in 1929-1930.....	251
Fig. 5-49 Snellius I expeditie, deel van het traject dat met de <i>Willebrord Snellius</i> onderzocht is.....	252
Fig. 5-50 Seismisch onderzoek van de zeebodem door weerkaatsing van geluidsgolven.....	252
Fig. 5-51 Nederlandsch Oost-Indischen Archipel, schaal 1:6.500.000, uitg. 1903.....	253
Fig. 5-52 Batavia, Tanjung priok, Weltevreden, Meester Cornelis, schaal 1:50.000, (grid 1x1 km), 1940.....	256
Fig. 5-53 Sumatra, indeling, wegen, spoorwegen, stoomvaartlijnen, rivieren, telegraaf- en telefoonverbindingen, 1922.....	259
Fig. 5-54 Internationale Wereldkaart SB 48, West-Java, schaal 1:1.000.000, Topografische Dienst, uitg. 1926.....	262
Fig. 5-55 Internationale Wereldkaart SB 49, Midden-Java, schaal 1:1.000.000, Topografische Dienst, uitg. 1926.....	262
Fig. 5-56 Java, kaart en legenda van Lembang, Topografische Dienst uit 1923, schaal 1:50.000, uitg. 1941.....	263
Fig. 5-57 Java, legenda bij de AMS (boven) en HIND (onder) militaire kaarten, schaal 1:50.000, uitg. 1943.....	264
Fig. 5-58 Bladwijzers met kaartcodering voor Topografische kaarten in Nederlands-Indië.....	265
Fig. 5-59 Batavia 1916, geel is gekadastreerd, blad 5 van sectie C7 is hieronder weergegeven.....	267
Fig. 5-60 Batavia blad 5 van sectie C7 in 1916.....	267
Fig. 5-61 Preanger regentschappen, stand kadastrale driehoeksnet eind 1923.....	268
Fig. 5-62 Oost-Indische Archipel, Westblad (boven), detail Straat Sunda (onder), schaal 1:3.000.000, uitg. 1921.....	271
Fig. 5-63 K.N.I.L.M. luchtnet in Ned. Oost-Indië met aansluitende buitenlandse luchtlijnen, schaal 1: 2.070.000, uitg. 1936.....	273
Fig. 5-64 Borneo Banjarmasin, militaire kaart, schaal 1:500.000, grid 10'x10' (ca. 18x18 km), uitg. 1945.....	273
Fig. 5-65 Triangulatie in zuid Frankrijk door Cassini.....	275
Fig. 5-66 Triangulatie Duinkerken-Parijs-Barcelona voor de lengtemeting van de meridiaan en later van Frankrijk.....	276
Fig. 5-67 Internationale Wereldkaart, schaal 1:1.000.000, deel West Europa, kaarten uit 1945-1953, uitg. 1956.....	277
Fig. 5-68 Triangulatie door Kraijenhoff (1802-1811) in België, Nederland en een deel van noordwest Duitsland.....	278
Fig. 5-69 Bladwijzer van de Choro-Topographische kaart van Nederland, uitg. 1823.....	279
Fig. 5-70 Oorspronkelijke eerste-orde net van de Rijksdriehoeksmeting (RD) en het huidige GPS kadaster-kernet.....	280
Fig. 5-71 Primaire triangulatiernet van Beieren gemeten tussen 1801 en 1825.....	282
Fig. 5-72 Duitsland, schaal 1:25.000, uitg. 1930.....	283
Fig. 5-73 Ramsden theodoliet. Fig. 5-74 Borda repetitiécirkel.....	285
Fig. 5-75 Triangulatieplan 1784-1790 van William Roy voor de bepaling van de relatie tussen de observatoria van Greenwich en Parijs, 1787.....	286
Fig. 5-76 Engeland, Cambridgeshire, James Pigot, uitg. 1835.....	288
Fig. 5-77 Eerste Triangulatie van Groot-Brittannië door de Ordnance Survey.....	289
Fig. 5-78 Triangulatiekaart van India met het oorspronkelijke plan voor de triangulatie van Madras-Bangalore-Mangalore.....	293
Fig. 5-79 Detail van de GTS index kaart van de zuidpunt van India.....	294
Fig. 5-80 India aan het begin van de 20 <sup>e</sup> eeuw getekend door de Topografische Dienst in Batavia.....	295
Fig. 5-81 Kaarten van India, stand van zaken eind 1916, (oranje delen hebben een schaal 1 inch/4 mile, ofwel 1:253.440).....	295
Fig. 6-1 Indische archipel met hoofdplaatsen, wegen, spoor- en tramwegen, lijnen K.P.M., vuurtorens en lichten, telegraafkabels en stations voor draadloze telegrafie, schaal 1:10.000.000, TD uitg. 1920.....	304
Fig. 6-2 Zuidoost-Azië, (conische oppervlaktegetrouwe projectie) schaal 1:46.000.000, uitg. 2015.....	312
Fig. 6-3 Indonesië, opdeling in autonome gebiedsdelen 1948, uitg. Geografisch Instituut van de TD, Batavia 15-9-1948.....	314
Fig. 6-4 Politionele acties 1947-1949.....	316
Fig. 6-5 Koninklijke Akademie aan de Oude Delft 95.....	320
Fig. 6-6 Geodesiegebouw aan de Kanaalweg omstreeks 1900.....	324
Fig. 6-7 Programma Landmeten en Waterpassen TH Bandung voor 1922-1923.....	329
Fig. 6-8 Campus TH Bandung, IJzermanpark (nu Taman Ganesha Kampus ITB), op de achtergrond de G. Tangkuban Parahu, omstreeks 1930.....	330
Fig. 6-9 ITB in Javaans-Minangkabause stijl, omstreeks 1930.....	330
Fig. 6-10 Wereldkaart AutoGraph, Hajime Narukawa, 2016.....	332
Fig. 6-11 Praktijkvoorbeeld van opnemng met planchet uit het boek van Sems en Dou.....	334



West-Java, Preanger, spoorbrug over de Cihérang (ten ZO van Bandung), 1931.



NIS station Semarang (hier nog Samarang) ca. 1880.

**Figuren en kaarten zijn afkomstig van:**

- KIT, KITLV, UBL: <sup>1093</sup> Fig. 2-7, 2-10, 2-11, 2-12, 2-18, 2-19, 2-24, 2-25, 2-26, 2-27, 3-10, 3-13, 3-16, 4-2, 4-10, 4-17, 4-18, 4-19, 4-20, 4-27, 4-28, 4-29, 4-38, 4-39, 4-40, 4-41, 4-42, 4-49, 4-50, 4-51, 5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, 5-7, 5-8, 5-9, 5-10, 5-11, 5-12, 5-13, 5-14, 5-15, 5-16, 5-17, 5-18, 5-19, 5-20, 5-21, 5-23, 5-24, 5-25, 5-26, 5-27, 5-28, 5-31, 5-34, 5-35, 5-56, 5-57, 5-59, 5-60, 5-61, 5-63, 5-64, 5-78, 5-79, 5-80, 5-81, 6-1, 6-4, Annex 8.15, 8.16, 8.18, 8.19, 8.20, 8.21, 8.22, 8.23, 8.24, 8.25, 8.26.
- UB TU Delft: <sup>1094</sup> Fig. 1-2, 2-13, 2-14, 2-15, 2-16, 2-17, 2-21, 2-22, 3-14, 3-26, 3-27, 3-29, 3-30, 3-31, 3-32, 3-33, 3-34, 3-35, 4-13, 4-14, 4-15, 4-16, 4-30, 4-32, 4-33, 4-34, 4-35, 4-43, 4-45, 4-52, 5-22, 5-36, 5-37, 5-38, 5-39, 5-40, 5-41, 5-42, 5-43, 5-44, 5-45, 5-46, 5-47, 5-48, 5-49, 5-50, 5-51, 5-52, 5-53, 5-54, 5-55, 5-62, 5-65, 5-66, 5-67, 5-68, 5-69, 5-70, 5-71, 5-72, 5-73, 5-74, 5-75, 5-76, 5-77, 6-2, 6-3, 6-5, 6-6, 6-7, 6-8, 6-9, 6-10, Annex 8.17, 8.29, 8.30, 8.34.
- UB Utrecht: <sup>1095</sup> Fig. 2-3, 2-4, 2-5, 2-6.
- Nelles Verlag: Fig. 3-9, 3-11, Annex 8.17.
- Barth. World Atlas: <sup>1096</sup> Fig. 2.1.
- Auteur HE: Fig. 1-1, 2-2, 2-8, 2-9, 2-20, 2-23, 2-28, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-12, 3-15, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20, 3-21, 3-22, 3-23, 3-24, 3-25, 3-28, 3-36, 3-37, 3-38, 3-39, 3-40, 3-41, 3-42, 3-43, 3-44, 3-45, 4-1, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8, 4-9, 4-11, 4-12, 4-21, 4-22, 4-23, 4-24, 4-25, 4-26, 4-31, 4-36, 4-37, 4-44, 4-46, 4-47, 4-48, 4-53, 4-54, 4-55, 5-29, 5-30, 5-32, 5-33, 5-58, Annex 8.27, 8.28, 8.31.

---

<sup>1093</sup> Koninklijk Instituut voor de Tropen, Koninklijk Instituut voor Taal- Land- en Volkenkunde, Universiteits Bibliotheek Leiden.

<sup>1094</sup> Universiteits Bibliotheek Delft.

<sup>1095</sup> Universiteits Bibliotheek Utrecht.

<sup>1096</sup> Bartholomew *World Atlas*, Edinburgh 1982.



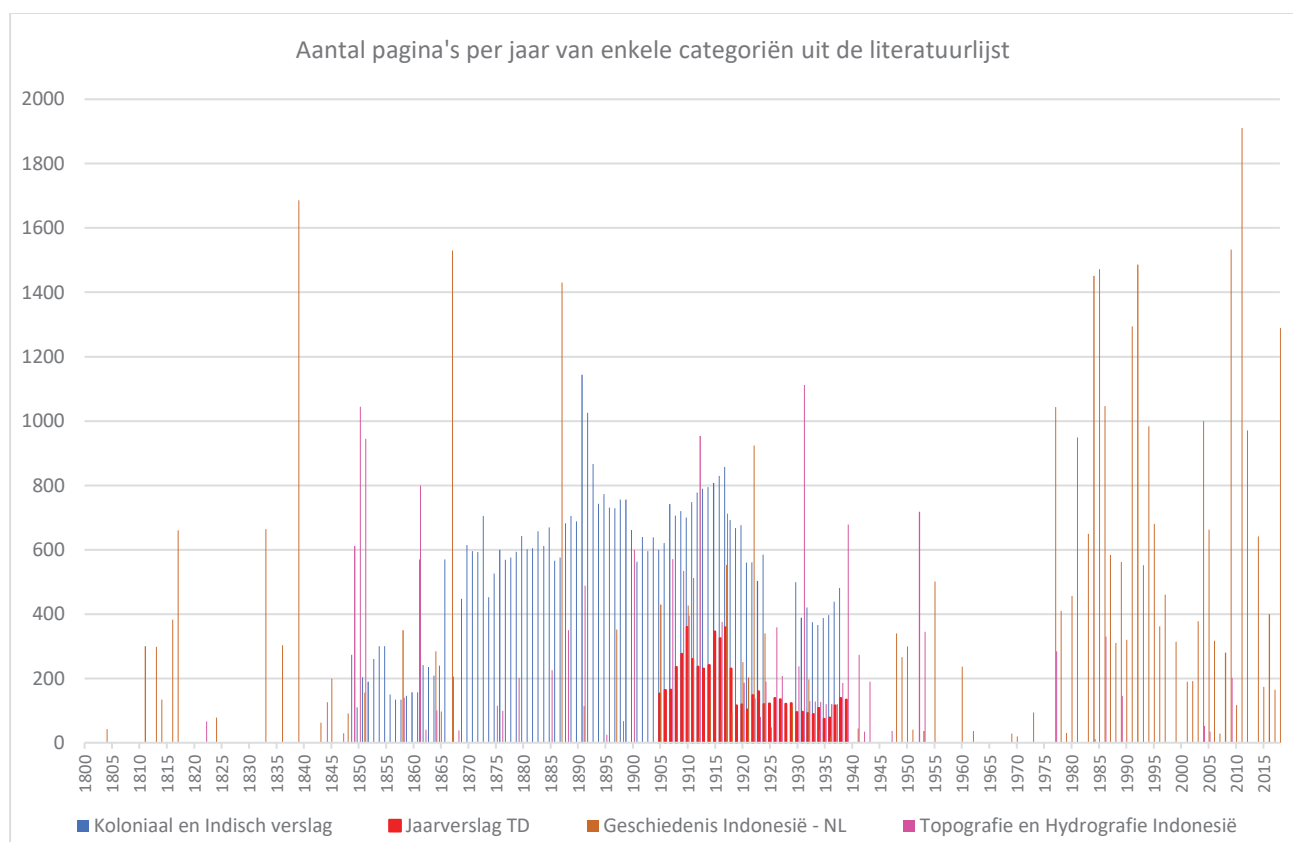
## 9 Literatuur

De literatuur is hierna categorisch en zo mogelijk per categorie weer chronologisch als volgt verdeeld:

- 9.1 Geschiedenis van Indië en Indonesië algemeen en in relatie tot Nederland
- 9.2 Stedenbouw en ontwikkeling van spoorwegen en telecomverbindingen
- 9.3 Navigatie, plaatsbepaling en hydrografie
- 9.4 Geodesie, landmeten, triangulatie, topografie en wiskunde algemeen
- 9.5 Geodetische, astronomische en nautische meetinstrumenten
- 9.6 Atlassen, kaarten en kaart-catalogi
- 9.7 Topografische activiteiten in Nederlands-Indië
- 9.8 Topografische Dienst in Nederlands-Indië, jaarverslagen 1905-1939
- 9.9 Kadaster van Nederlands-Indië

*Het verleden zal ons niet kunnen zeggen wat wij moeten doen, maar wel wat wij moeten nalaten.*

José Ortega y Gasset (1883-1955)



Categorie	Koloniaal en Indisch verslag	Jaarverslag TD	Geschiedenis Indonesië - NL	Topografie en Hydrografie Indonesië	Totaal
Aantal pagina's	45.597	6.007	41.732	16.682	110.018

Dit betreft van de literatuurlijst 9.1, 9.3, 9.7, 9.8 en 9.9 (Koloniaal en Indisch verslag uit 1849-1939 en Jaarverslag TD uit 1905-1939).

## 9.1 Geschiedenis van Indië en Indonesië algemeen en in relatie tot Nederland

1. John Joseph Stockdale, *Island of Java and its immediate dependencies, illustrated with a map of Java and plan of Batavia from actual survey*, 1811.
2. *Proclamations, regulations, advertisements and orders, printed and published in the island of Java by the British Government*, Vol I, September 1811 to September 1813, both inclusive, (printed by A.H. Hubbard, Batavia 1813).
3. H.W. Daendels, *Staat der Nederlandsche Oost-Indische bezittingen onder het bestuur van den Gouverneur-Generaal Herman Willem Daendels, Ridder, Luitenant-Generaal in de jaren 1808-1811*, (uitg. Gebroeders van Cleef, 's Gravenhage 1814).
4. Nicolaus Engelhard, *Overzicht van de Staat der Nederlandsche Oost-Indische bezittingen onder het bestuur van den Gouverneur-Generaal Herman Willem Daendels, enz., ter beteren kennis van 's mans willekeurig en gewelddadig bewind*. (uitg. Gebr. van Cleef, 's Gravenhage en Amsterdam 1816).
5. Thomas Stanford Raffles, *The History of Java, (two volumes with a map of Java)*, (uitg. John Murray, first edition London 1817, 2nd edition London 1830).
6. C.S.W. Grave van Hogendorp, *Beschouwing der Nederlandsche bezittingen in Oost-Indië*, (uit het Fransch vertaald door Joh. Olivier, Joh. en Zn), (uitg. C.G. Stilpke, Amsterdam 1833).
7. Sophia Raffles, *Memoir of the life and public services of Sir Thomas Stamford Raffles, F.R.S., &c., particularly in the government of Java, 1811-1816, Bencoolen and its dependencies, 1817-1824: with details of the commerce and resources of the Eastern Archipelago, and selections from his correspondence*, (uitg. J. Duncan, London 1835).
8. *Notices of the Indian Archipelago and adjacent countries; being a collection of papers relating to Borneo, Celebes, Bali, Java, Sumatra, Nias, The Philippine Islands, Sulus, Siam, Cochin China, Malayan Peninsula, & c.* (Accompanied by an index and six maps): Treaty between the Britannic and Netherland Governments of March 1824; Speech of the Baron van der Capellen, on resigning the Government of Netherland's India; The insurrection in Java 1825, Dutch degree respecting lands, (Editor J.H. Moor, Singapore 1837).
9. H.L. Heeren, *Handbuch der Geschichte des Europäischen staaten-systeem und seiner Coloniën* (Göttingen 1839).
10. W.R. van Hoëvell, *Geschiedkundig overzigt van de beoefening van Kunsten en Wetenschappen in Nederlands-Indië*, (uitg. Lands-drukkerij, Batavia 1839), later ook geplaatst in het Tijdschrift voor Neêrlands Indië, tweede jaargang, tweede deel, (uitg. Lands-drukkerij, Batavia 1839).
11. W.R. van Hoëvell, *Geschiedkundig overzigt van de beoefening van kunsten en wetenschappen uit Tijdschrift voor Neêrlands Indie*, vierde jaargang nr. 2, 1841, Batavia p. 489-651.
12. P.P. Roorda van Eysinga, *Indië ter bevordering der kennis van Nederlands Oostersche Bezittingen*, in het Nederduitsch en Maleisch, met kaarten en platen, III boek, II deel, (uitg. ter boekdrukkerij van de gebr. Nys, Breda 1843).
13. C.W.M. van de Velde, luitenant ter zee: opgedragen aan zijne koninklijke hoogheid Prins Hendrik der Nederlanden, enz., enz., *Gezigten uit Neerlands Indië naar de natuur geteekend en beschreven door C.W.M. van de Velde*, (uitg. Frans Buffa en Zonen, Amsterdam 1845).
14. Dr. F. Junghuhn, *Terugreis van Java naar Europa met de zoogenaamde Engelsche overlandpost, in de maanden september en oktober 1848*, (uitg. Joh. Noman en Zoon, Zalt-bommel 1851).
15. *Verslag der Commissie*, (Van der Linden, Baud, Van Hoëvell, Sloet tot Oldhuis, Stolte), *benoemd bij besluit van de Tweede Kamer der Staten-Generaal van den 23sten December 1850; welk verslag in de zitting der Kamer van den 24sten Julij 1851 is uitgebragt. Verslag van het beheer van Nederlandsch Indie en van den staat waarin hetzelve zich bevindt over het jaar 1849. Verslag der Commissie over het Verslag der Regering omtrent het beheer en den staat der Oost-Indische bezittingen over 1849* (met verslag van de Commissie voor de zeekaarten p. 28-29, uitgebracht 17 november 1852).
16. *Verslag van het beheer van Nederlandsch Indië en van den staat waarin hetzelve zich bevindt over het jaar 1850*, de Minister van Koloniën Chs. F. Pahud, (uitg. 's Gravenhage, October 1852), over 1851, (uitg. 's Gravenhage, December 1853) en over 1852, (uitg. 's Gravenhage, Julij 1854).
17. *Verslag van het beheer en den staat der Nederlandsche bezittingen en kolonien in Oost- en Westindie en ter kust van Guinea*; Ingediend door den Minister van Koloniën over het jaar 1853 en 1854, (uitg. Kemink en zoon, Utrecht).
18. *Koloniaal Verslag*; jaarlijks 1855-1930 met daarin ondermeer aandacht voor:
  - Grondgebied, bevolking en bestuur (opperbeheer), Landmacht, Zeemacht en Justitie (waaronder Topografie, Hydrografie en Geodesie).
  - Financiën (rekenkamer, comptabiliteit, banken), Burgerlijk beheer.
  - Binnenlands bestuur (waaronder agrarische, statistische en topografische opnemingen, Kadaster).
  - Onderwijs, eredienst en nijverheid (waaronder kunsten en wetenschappen, instellingen van liefdadigheid, geneeskundige dienst).
  - Burgerlijke Openbare Werken (waaronder wegen, bruggen, havens, irrigatie, spoorwegen, telegrafie en telefonie).
  - Nijverheid (waaronder buitenbezittingen, landbouw, boswezen, veeteelt, mijnbouw, plantages, fabrieken, koopvaart, scheepsbouw).
19. *Indisch Verslag van bestuur en staat van Nederlandsch-Indië*; jaarlijks 1931-1938 een apart verslag, zoals het Koloniaal Verslag, met daarin:
  - De staatkundige, financiële en economische toestand; onder "Verkeer": landwegen en bruggen, wegverkeer, railverkeer, havenbedrijf en baggerbedrijf, bebakening, kustverlichting, loodswezen, hydrografische opnemingen, scheepvaart, luchtverkeer, post, telegraaf, telefoon en toerisme; onder "Waterstaat": bevoeiing, waterkering en landsgebouwen; onder "Kunsten en wetenschappen": oudheidkundige dienst, toneel, dans, muziekbeoefening, landsarchief, volksbibliotheken, natuurbescherming, vulkanologische onderzoekingen en wetenschappelijke instellingen.
  - De culturele en sociale toestand met daarin onder "Bescherming van het grondbezit": Kadastrale en topografische opnemingen.
  - De staatsinrichting met daarin: regering, volksraad, bestuur, rechtelijke macht, politie, landmacht en zeemacht.
20. W.A. van Rees, *Montrado. Geschied- en Krijgkundige bijdrage betreffende de onderwerping der Chinezen op Borneo naar het dagboek van een Indisch officier over 1854-1856*, (uitg. Gebr. Muller, 's Hertogenbosch 1858).
21. *Regerings-Almanak voor Nederlandsch-Indië 1865*, (Batavia, Ter Landsdrukkerij 1865).
22. *Regerings-Almanak voor Nederlandsch-Indië 1867*, (Batavia, Ter Landsdrukkerij 1867).
23. J.C. Hooykaas, *Repertorium op de Koloniale Litteratuur of systematische inhoudsopgaaf van hetgeen voorkomt over de Koloniën in mengelingen en tijdschriften van 1595 tot 1865 uitgegeven in Nederland en zijne overzeesche bezittingen*, ter perse bezorgd door dr. W.N. du Rieu, eerste deel: I. het land, II. het volk, tweede deel (1880), III. het bestuur, IV. de wetenschap, (uitg. P.N. van Kampen & Zoon, Amsterdam).

24. W.B. Bergsma, De bevolkingcijfers van Java's hoofdsteden in 1880, en eenige andere cijfers uit den Regeeringsalmanak van Nederlandsch Indië van 1882, uit Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap, Amsterdam, 1882.
25. De Koninklijke Akademie tot opleiding van Burgerlijke Ingenieurs, de Polytechnische School en de instelling voor onderwijs in de taal- land- en volkenkunde te Delft, (met grafieken van het aantal studeren per jaar), uit "De Ingenieur" van Juli 1889 no. 27.
26. M.L. van Deventer, *Daendels-Raffles*, overdruk uit de Indische gids 1891, (uitg. 1895).
27. *Almanak van het Indologisch Studentencorps voor 1897*, (uitg. J. Waltman, Binnenwatersloot 33, Delft 1897).
28. *Polytechnische School te Delft, programma der lessen 1864-1904*, (uitg. Polytechnische School, Delft elk jaar).
29. *Gedenkschrift van de Koninklijke Akademie en van de Polytechnische School 1842-1905*, samengesteld door Mr. H.H.R. Roelofs Heyrmans (bibliothecaris TH) ter gelegenheid van de oprichting der Technische Hoogeschool, (uitg. J. Waltman, Delft 1906).
30. H. Colijn en J.B. van Heutz, *Neerlands Indië, land en volk, geschiedenis en bestuur, bedrijf en samenleving*, twee delen, (uitg. Elsevier 1913).
31. Vereniging van Delftse Ingenieurs, *Verslag de Commissie in zake plaatsing van ingenieurs in het binnenland, Advies van het bestuur over de doelmatigste aanduiding van ingenieurs met een Delftsch diploma, Adres aan den Minister van Koloniën over vooruitzichten en dienstvoorwaarden van ingenieurs in dienst der BOW en der SS in Ned.-Indië*, (uitg. Delft 1914).
32. *De studie te Delft, inlichtingen voor den student en toekomstigen student aan de Technische Hoogeschool*, samengesteld door de centrale commissie ter behartiging van studiebelangen, No. 44 DS, (uitg. J. Waltman Jr, Delft juni 1914).
33. Ch.G. Cramer (ir. van Waterstaat), *De ingenieur in Ned. – Indië op technisch en sociaal gebied*, (uitg. Mij. van F. van Rossen, Amsterdam 1914).
34. Dr. H.H. Zijlstra red. e.a "Indië", *geïllustreerd weekblad voor Nederland en Koloniën*, 1917.
35. *TH Bandung, Opening van het Bosscha Laboratorium*, met lezingen van K.A.R. Bosscha, GG Fock, prof. dr. J. Clay, (uitg. Bandung 1922).
36. *Technische Hoogeschool te Bandoeng, Programma voor den cursus 1922-1923*, (uitg. Druk N.V. Mij. Vorkink, Bandung 1922).
37. *Rede uitgesproken op den tweeden verjaardag der Technische Hoogeschool te Bandoeng*, door Rector Magnificus Prof. Ir. J. Klopper, (Bandung 1922).
38. *Rede uitgesproken op den derden verjaardag der Technische Hoogeschool te Bandoeng*, door Rector Magnificus Prof. Ir. J. Klopper, (Bandung 1923).
39. L.F. van Gent, *Indië in woord en beeld, (pictorial Netherlands East-Indies)*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden, Batavia 1924).
40. *Technische Hoogeschool te Delft, programma der lessen 1924-1925*, (uitg. Technische boekhandel Waltman, Delft 1924).
41. *Science in the Netherlands East Indies*, L.M.R. Rutten editor, Fourth Pacific Science Congress, (Schepers, Vening Meinesz, Pannekoek e.a., 1929).
42. *De Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Universiteiten en Hoogescholen in Nederland en Nederlandsch-Indië*, (uitg. S.C. v. Doesburgh, Leiden 1930).
43. *De Technische Hoogeschool te Delft van 1905 tot 1930*, in opdracht van den senaat, (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1930).
44. *Technische Hoogeschool te Delft, programma der lessen voor het studiejaar 1939-1940*, (uitg. Technische boekhandel Waltman, Delft 1939).
45. J.H. Boeke, *Vergelijking van Nederlandsch-Indië met Britsch-Indië op economisch gebied*, (uitg. Tijdschrift van het KNAG, 1931).
46. *Rapport van de commissie tot bestudering van de toekomstige ontwikkeling van het Hooger onderwijs in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Bandung 1932).
47. *Eenige statistische gegevens betreffende het Hooger onderwijs in Nederlandsch-Indië*, (uitg. drukkerij Emmink, Landsdrukkerij Batavia 1933).
48. *Publicaties Technische Hoogeschool Bandoeng in de periode 1920-1936*, (uitg. gebr. Kleijne & Co, Bandung 1936).
49. *De toekomst der academisch gegradueerden*, Rapport van de Commissie ter Bestudeering van de Toenemende Bevolking van Universiteiten en Hoogescholen en de Werkgelegenheid voor Academisch Gevormden (uitg. Wolters Groningen/Batavia 1936).
50. *De toekomst der academisch gegradueerden*, notulen van de bespreking van het rapport in de algemene ledenvergadering der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs op 12 november 1936, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage).
51. *Jaarboek der Technische Hoogeschool te Bandoeng, Java, Nederlandsch Indië, 21<sup>e</sup> cursusjaar*, (uitg. Fac. van Technische Wetenschap, Bandung okt. 1941).
52. Dr. C.W. Wormser red., *Wat indië ontving en schonk*, (uitg. onder auspiciën van het Indisch Instituut door de Wereldbibliotheek N.V., Amsterdam 1946).
53. *Technische Hogeschool te Delft, programma der lessen voor het studiejaar 1949-1950*, (uitg. W.D. Meinema, Delft 1949).
54. Dr. H.J. van Mook, *Indonesië, Nederland en de Wereld*, (uitg. De Bezige Bij, Amsterdam 1949).
55. Dr. J.J. Westendorp Boerma, *Een geestdriftig Nederlander, Johannes van den Bosch*, (uitg. E.M. Querido, Amsterdam 1950).
56. *Gedenkboek Koninklijke Natuurkundige Vereeniging. Een eeuw natuurwetenschap in Indonesië 1850-1950*, (uitg. Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, Jakarta 1950).
57. Koninklijk Instituut van Ingenieurs Groep Indonesië, ledenlijst, uit De Ingenieur in Indonesië, 5e jaargang nr. 3, Bandung augustus 1953.
58. N.D. Haasbroek, *De opleiding tot geodetisch ingenieur*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap „Snellius“, lustrumboek 1950-1955, Delft 1955).
59. Ir. C. Koeman, *Uit de geschiedenis van de landmetersstatus*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap "Snellius", lustrumboek 1950-1955, Delft 1955).
60. De Technische Hogeschool te Bandung en de eerste jaren van haar bestaan, uit De Ingenieur in Indonesië, orgaan van de Groep Indonesië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Tijdschrift gewijd aan Techniek en Wetenschap in Indonesië, waarin opgenomen De Waterstaatsingenieur, opgericht in 1913 en De Mijningenieur, opgericht in 1919, 7<sup>e</sup> jaargang, nummer 4, december 1955.
61. A.F. Kamp, *De Technische Hogeschool 1905-1955*, (uitg. Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1955).
62. Dr. J.M. van der Kroef, *Indonesia in the Modern World*, part II, (uitg. Masa Baru Ltd, Bandung 1956).



63. Mr. Dr. C. Smit, *Het akkoord van Linggadjadi*, uit het dagboek van Prof. dr. ir. W. Schermerhorn, (uitg. Elsevier, Amsterdam 1959).
64. D.M.G. Koch, *Batig slot, Figuren uit het oude Indië*, (uitg. De Brug-Djambatan N.V., Amsterdam 1960).
65. *Nederlandsch-Indië onder Japanse bezetting*, dr. H.J. de Graaf, A.H. Joustra, A.G. Vromans, prof. dr. I.J. Brugmans red., (uitg. T.Weaver, Franeker 1960).
66. Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, (uitg. The University of Chicago Press, Chicago 1962, 1970), Nederlandse vertaling: *De structuur van wetenschappelijke revoluties*, (uitg. Boom Meppel 1972).
67. Paul van 't Veer, *Daendels, maarschalk van Holland*, (uitg. W. de Haan, Zeist en Antwerpen 1963).
68. W.M.F. Mansvelt, P. Creutzberg, P.J. van Dooren, e.a. (ed), *Changing economy in Indonesia. A Selection of Statistical Source Material from the early 19th century up to 1940*, 12 Volumes, met name Volume 3: Expenditures on Fixed Assets, (uitg. Martinus Nijhoff, The Hague 1975-1996).
69. Pierre Heijboer, *Klamboes, Klewangs, Klapperbomen. Indië gewonnen en verloren*, (uitg. De Haan, Haarlem 1977).
70. J.A.A. Bervoets, *Inventaris van het archief van W. Schermerhorn [levensjaren 1894-1977], 1918-1976*, Nr. archiefinventaris: 2.21.183.74, (uitg. NA 1977).
71. Haryati Soebadio, Carine A. Marchie Sarvaas, ed., *Dynamics of Indonesian History*, (uitg. North Holland Publ. Company, Amsterdam 1978).
72. Mochtar Lubis, *Het land onder de regenboog*, (uitg. A.W. Sijthoff, Alphen aan den Rijn 1979).
73. Rob Nieuwenhuys, *Java's onuitputtelijke natuur, reisverhalen, tekeningen en fotografieën van Franz Wilhelm Junghuhn, Frits Jaquet*, (uitg. A.W. Sijthoff, Alphen aan den Rijn 1980).
74. H.W. Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in de negentiende eeuw: een streven naar erkenning en macht*, proefschrift, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1980).
75. Mochtar Lubis, *Het land onder de zon. Het Indonesië van nu*, (uitg. A.W. Sijthoff, Alphen aan den Rijn 1981).
76. John Costello, *The Pacific War*, (uitg. William Collins Sons and Co, London 1981).
77. Joop van den Berg samenstelling, *Zo was Indië 1850-1950, herinneringen aan een eeuw Nederlands-Indië*, (uitg. Luitingh, Haren N.H. 1981).
78. R.N.J. Kamerling, redactie, *Indonesië toen en nu*, met name: P. Boomgaard, *Bevolkingsgroei en welvaart op Java (1800-1942)*, W.R. Hugenholtz, *Het binnenlands bestuur op Java*, R. de Bruin, *Met klewang en karabijn: het Koninklijk Nederlands-Indisch leger (1816-1950)*, J.T.M. van Laanen, *De landbouw tot 1940*, (uitg. Intermediair bibliotheek, Amsterdam 1981).
79. F.S. Gaastra, *De geschiedenis van de VOC*, (uitg. Fabula- Van Dishoek, Haarlem 1982).
80. Adolf Heuken sr., *Historical Sites of Jakarta*, (uitg. Cipta Loka Caraka, Jakarta 1983).
81. C.T.A. Ruijter, *Ontwikkeling van hoger onderwijs in Indonesië*, TH Twente, Onderwijskundig centrum CDO/AVC Ministerie van Ontwikkelingssamenwerking, (Enschede 1983).
82. Dr. L. de Jong, *Het Koninkrijk der Nederlanden in de Tweede Wereldoorlog*: deel 11a Nederlands-Indië I (1984); deel 11b Nederlands-Indië II (1985); deel 11c Nederlands-Indië III (1986); deel 12 Epiloog (1988) en deel 14 Reacties (1991), (uitg. Martinus Nijhoff en SDU 1984-1991).
83. Jan Bosdriesz en Gerard Soeteman, *Ons Indië voor de Indonesiërs, de oorlog, de chaos, de vrijheid*, (uitg. Moesson, 's-Gravenhage, T. Weaver, Franeker 1985).
84. J.J. Nortier, *Acties in de Archipel. De intelligence-operaties van NEFIS-III in de pacific-oorlog*, (uitg. T. Weaver B.V., Franeker, 1985).
85. Harry Lintsen, *Ingenieur van beroep, historie, praktijk, macht en opvattingen van ingenieurs in Nederland*, (uitg. Ingenieurspers, Den Haag 1985).
86. K. van Berkel, *In het voetspoor van Stevin. Geschiedenis van de natuurwetenschap in Nederland 1580-1940*, (uitg. Boom, Meppel / Amsterdam 1985).
87. Gerard Casius en Thijs Postma, *40 jaar luchtvaart in Indië*, (uitg. De Alk bv, Alkmaar 1986).
88. *Indonesia from the air*, Arswendo Atmowiloto e.a., (uitg. PT Humpuss and Times editions, Jakarta 1986).
89. Bart van der Klaauw en Bart M. Rijnhout, *De militaire luchtvaart in Nederlandsch-Indië 1914-1949*, (uitg. De Bataafsche Leeuw, Amsterdam 1987).
90. L. Blussé, A. Booth et al., *India and Indonesia from the 1920s to the 1950: the Origins of Planning*, (uitg. E.J. Brill Leiden 1987).
91. *India and Indonesia from the 1830s to 1914: the Heyday of Colonial Rule. Comparative History of India and Indonesia, volume II*, Essays by: Mushirul Hasan, D.H. Evans, J.A. de Moor, A.M. Djulianti Suroyo, G. Johnson, C.A. Bayley, V.H.Houben, P. Boomgaard, P.C. Emmer, F. Tichelman, J.F. Richards & J. Hagen, Rajat Ray, Nirmal Sengupta, J. Krishnamurty, Djoko Suryo, Sartono Kartodirdjo, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1987).
92. Maurice Collis, *Raffles*, (uitg. Century Hutchinson, London 1988).
93. Ben F. Van Leerdam, *Henri Maclaine Pont, architect tussen twee werelden. Over de perikelen van de gebouwen van een hogeschool, het "Institut Teknologi Bandung"*, (uitg. Delftse Universitaire Pers, Delft 1988).
94. Lewis Pyenson, *Empire of Reason, Exact Sciences in Indonesia, 1840-1940*, (uitg. Brill, Leiden 1989).
95. Simon Schama, *Patriots and Liberators, Revolution in the Netherlands, 1780-1813*, (uitg. Alfred A. Knopf New York and William Collins and Co. London 1977), vertaald in het Nederlands: *Patriotten en Bevrijders*, (uitg. Agon, Amsterdam 1989).
96. Janny de Jong, *Van batig slot naar ereschuld, de discussie over de financiële verhouding tussen Nederland en Indië en de hervorming van de Nederlandse koloniale politiek 1860-1900*, proefschrift, (uitg. SDU 1989).
97. Cees Fasseur e.a. (ingeleid door Jan Bank), *De Excessennota*, (uitg. SDU, Den Haag 1990).
98. Benedict Anderson, *Imagined Communities*, (uitg. Verso, London, New York 1991).
99. J.N.F.M.A. Campo, *Koninklijke Paketvaart Maatschappij. Stoomvaart en staatsvorming in de Indonesische archipel 1888-1914*, proefschrift, (uitg. Verloren, Hilversum 1991).
100. Mr. drs. M.A. Kagenaar, *Inleiding tot de economie van Indonesië, de ontwikkelingen na de onafhankelijkheid*, Leiden december 1991.

101. John Keay, *The Honourable Company, A History Of The English East India Company*, (uitg. HarperCollinsPublishers 1991).
102. Rudy Kousbroek, *Het Oostindisch kampsyndroom*, (uitg. Meulenhoff, Amsterdam 1992).
103. H. Baudet, *De lange weg naar de Technische Universiteit Delft*. Deel I: de Delftse ingenieursschool en haar voorgeschiedenis en deel II: verantwoording, registers, tabellen, namenlijsten en bijlagen, (uitg. SDU, Den Haag 1992).
104. Cees Fasseur, *De indologen. Ambtenaren voor de Oost 1825-1950*, (uitg. Prometheus 1994).
105. J.A.A. van Doorn, *De laatste eeuw van Indië. Ontwikkeling en ondergang van een koloniaal project*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 1995).
106. Nico Schulte Nordholt, *Indonesië, mensen, politiek, economie, cultuur*, (uitg. KIT, 's-Gravenhage 1995).
107. Cees Fasseur, *De weg naar het paradijs en andere Indische geschiedenissen*, (uitg. Prometheus 1995).
108. H.W. van den Doel, *Het Rijk van Insulinde: Opkomst en ondergang van een Nederlandse kolonie*, (uitg. Prometheus, Amsterdam, 1996).
109. Cees Fasseur, *Indisch gasten*, (uitg. Ooievaar, Amsterdam 1999).
110. Jet Bakels en Nico de Jonge, *Indië ontdekt. Expedities en onderzoek in de Oost en de West*, (uitg. KITLV, Leiden 2001).
111. H.W. van den Doel, *Afscheid van Indië. De val van het Nederlandse imperium in Azië*, (uitg. Prometheus, Amsterdam 2001).
112. F.S. Gaastra, *De geschiedenis van de VOC*, jubileum uitgave, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2002).
113. H.L. Wesseling, *Europa's koloniale eeuw, de koloniale rijken in de negentiende eeuw, 1815-1919*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 2003).
114. *Indonesia Loneley Planet*, (kaarten en plattegronden), o.a. Patrick Witton, Mark Elliott, Paul Greenway, Virginia Jealous, Etain O'Carrol, Nick Ray, Alan Tarbell, Matt Warren, (uitg. Loneley Planet Publications, London 2003 en latere herdrukken).
115. Peter Boomgaard en Janneke van Dijk, *Het Indië boek*, (uitg. Waanders, 2<sup>e</sup> druk 2005).
116. Pramoedya Ananta Toer, *Jalan Raya Pos, Jalan Daendels*, (uitg. Lentera Dipantara, Jakarta 2005).
117. Peter Boomgaard, The making and unmaking of tropical science, Dutch research on Indonesia, 1600-2000, uit KITLV, Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde (BKI) 162-2/3 (2006), p. 191-217.
118. Rob de Wijk, Europa is een vlek links bovenin. Is dat erg? Zeker, uit Trouw 27 juli 2006.
119. J.N.R. Rodrigues, *Pioneers of Globalization, why the Portuguese surprised the World*, (uitg. Centro Atlántico Lissabon 2007).
120. Henk J. Bakker, *Leven en werk van Franz Wilhelm Junghuhn 1809-1864*, (uitg. Bakker & de Vries, Amersfoort 2009).
121. Wilfried Uitterhoeve, *Cornelis Kraijenhoff 1758-1840, Een loopbaan onder vijf regeervormen*, (uitg. Vantilt, Nijmegen 2009).
122. Hans Groot, *Van Batavia naar Weltevreden, het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, 1778-1867*, proefschrift, Verhandelingen van het KITLV 243, (uitg. KITLV, Leiden 2009).
123. Eric Tagliacozzo, The Indies and the world, State building, promise, and decay at a transnational moment, 1910, uit KITLV, Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde (BKI) 166-2/3 (2010), p. 270-292.
124. John Keay, *India, a history from the earliest civilisations to the boom of the twenty-first century*, (uitg. HarperPress, London 2010).
125. Peter Schumacher, *Ogenblikken van genezing. De gewelddadige dekolonisatie van Indonesië*, (uitg. van Gennep, Amsterdam 2011).
126. Wim van den Doel, *Zo ver de wereld strekt. De geschiedenis van Nederland overzee vanaf 1800*, (uitg. Bert Bakker, Amsterdam 2011).
127. Emile Leushuis, *Gids historische stadswandelingen Indonesië*, (uitg. KIT Publishers, Amsterdam 2011).
128. J.A.A. van Doorn, W.J. Hendrix, (nawoord D. Vlasblom), *Ontsporing van geweld. Het Nederlandsch-Indonesisch conflict*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2012).
129. Wim van der Schoor, *Zuivere en toegepaste wetenschap in de tropen Biologisch onderzoek aan particuliere proefstations in Nederlands-Indië 1870-1940*, proefschrift Universiteit Utrecht, (uitg. Ridderprint BV, Ridderkerk 2012).
130. Jan B. Kuipers, *De VOC Een multinational onder zeil, 1602-1799*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2014).
131. Ben Wilson, *Empire of the Deep; the rise and fall of the British Navy*, (uitg. Phoenix, London 2014).
132. Ido de Haan, Paul den Hoed en Henk te Velde redactie, *Een nieuwe staat: Het begin van het Koninkrijk der Nederlanden*, met name: Hans Knippenberg, *De fysieke kant van het land: grenzen, grond, water en wegen*; Matthijs Lok, *Koninkrijk van windvanen: het napoleontische bestuur en de staat van Willem I*; Leonard Blussé, *Koning Willem I en de schepping van de koloniale staat*; Erik Buyst, *De onmogelijke integratie, Economische ontwikkelingen in Nederland en België*, (uitg. Prometheus Bert Bakker Amsterdam 2014).
133. Herman Langeveld, *De man die in de put sprong, Willem Schermerhorn 1894-1977*, (uitg. Boom, Amsterdam 2014).
134. Ton Burgers, *Nederlands grote rivieren. Drie eeuwen strijd tegen overstromingen*, (uitg. Matrijs Utrecht 2014).
135. Klaas van Berkel, Het late begin van de Nederlandse wetenschappelijke expedities naar Indië, uit Groniek publicaties Universiteit Groningen 2015.
136. Peter Frankopan, *The Silk Roads, a new history of the world*, (uitg. Bloomsbury, Londen 2015).
137. Willem Oosterbeek, *Nootmuskaat, De geschiedenis van een wonderbaarlijk nootje*, (uitg. Athenaeum Polak & Van Gennep, Amsterdam 2017).
138. Trudy van de Wees, *Het groene laboratorium. Honderd jaar Botanische tuin TU Delft*, (uitg. Eburon Academic publishers, Delft 2017).
139. Jos Gommans, *De verborgen wereld, Nederland en India vanaf 1550*, (uitg. Rijksmuseum en Vantilt, Amsterdam 2018).
140. Piet Hagen, *Koloniale oorlogen in Indonesië, vijf eeuwen verzet tegen vreemde overheersing*, (uitg. De Arbeiderspers, Amsterdam 2018).
141. Peter Frankopan, *De nieuwe zijderoutes, het heden en de toekomst van de wereld*, (uitg. het Spectrum, Houten 2018).

## 9.2 Bouw van steden, wegen, waterwerken, spoorwegen en telecomverbindingen

142. H.J. Lion, *Hoe Indië geregeerd wordt*, met zeven bijlagen over spoorwegen in Ned.-Indië en Britsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 's Gravenhage 1861).
143. T.J. Stieltjes, *Gegevens omtrent de zaak der spoorwegen op Java*, (uitg. Gebr. J. & H. Van Langenhuisen, 's Gravenhage 1863).
144. T.J. Stieltjes, *Overzicht van hetgeen met de spoorwegen op Midden-Java is voorgevallen*, (uitg. Gebr. J. & H. Van Langenhuisen, 's Gravenhage 1864).
145. T.J. Stieltjes, *Nota over den aanleg van spoorwegen en kanalen op Java*, (1865).
146. N.H. Henket, *De aanleg van spoorwegen op Midden-Java*, (uitg. J.C. Schlömann, Amsterdam 1866).
147. J.L. Cluijsenaer, *Rapport van den Ingenieur J.L. Cluijsenaer over den aanleg van een spoorweg ter verbinding van de Ombilien-kolenvelden op Sumatra met de Indische zee met kaarten en aanteekeningen*, (uitg. Departement van Koloniën 1876).
148. Ir. J.L. Cluijsenaer, *Het hellend vlak van Agudio en de stangenbanen*. De waarde en bruikbaarheid dezer stelsels bij den aanleg van een spoorweg ter verbinding van de Ombilien-kolenvelden op Sumatra met de Indische Zee, met teekeningen, (uitg. Departement v. Koloniën, 's-Gravenhage 1878).
149. J.L. Cluijsenaer, *Rapport van den Ingenieur J.L. Cluijsenaer over den aanleg van spoorwegen in de Padangse Bovenlanden met kaarten en lengteprofiel*, (uitg. Departement van Koloniën 1878).
150. *Spoorwegaanleg en kolonijontginning ter Sumatra's Westkust*, Kamer v. Koophandel en Nijverheid te Padang, (uitg. R. Edwards v. Muijen, Padang 1883).
151. J.L. Cluijsenaer, civiel-ingenieur, *Nota over Spoorweg-aanleg in Midden Sumatra*, (uitg. Dep. van Koloniën, stoomdruk J. van Boekhoven, Utrecht 1884).
152. R.A.J. Snethlage, *Spoor- en Tramwegen in Nederland en Indië*, (uitg. de Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1886).
153. J.W. IJzerman, J.F. van Bemmelen, S.H. Koorderd, L.A. Bakhuis, *Dwars door Sumatra, Tocht van Padang naar Siak*, (uitg. De erven F. Bohn, Haarlem en G. Kolff & Co, Batavia 1895).
154. E. van Konijnenburg, *Gedenkboek uitgegeven ter gelegenheid van het vijftigjarig bestaan van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*, (uitg. gebr. J. & H. van Langenhuisen, 's-Gravenhage 1897).
155. A.W.I. Weijerman, *Geschiedkundig overzicht van het Ontstaan der Spoor- en Tramwegen in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Rijswijk-Batavia 1904).
156. H.T. Hoven, *De toepassing der Draadlooze Telegrafie speciaal in Nederlandsch-Indië*, lezing voor de Marine-Vereeniging te Den Helder gehouden op 31 Januari 1906 door H.T. Hoven, Kapitein-Luitenant ter Zee, (uitg. C. de Boer Jr., 1906).
157. M.F. Onnen, Ing., *De draadlooze Telegrafie en haar toepassing in Oost-Indië*, (uitg. Boekhandel en drukkerij (voorheen E.J. Brill), Leiden 1906).
158. *Station voor Draadlooze Telegrafie aan boord Hr. Ms. Panserdekschip "Koningin Wilhelmina der Nederlanden"*, Platen, (uitg. Departement van Marine, 's Gravenhage 1906).
159. L.H.F. Wackers, *Stations voor draadlooze telegrafie in Nederlandsch-Indië*, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1907.
160. *De Tramwegen op Java, Gedenkboek samengesteld ter gelegenheid van het vijf en twintig-jarig bestaan der Samarang-Joana Stoomtram-Maatschappij*, (uitg. Kon. Ned. Boek- en Kunsthandel M.M. Couvée, 's-Gravenhage 1907).
161. K.J.A. Ligtoet, E. Van Zuylen, *Rapport betreffende terreinverkenningen en een spoorwegplan voor Midden-Sumatra*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1909).
162. C.J. de Groot, *Draadloze Telegrafie en Telefonie*, uit Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Afdeling Nederlandsch-Indië 1910, tweede halfjaar, (uitg. Javasche boekhandel & Drukkerij, Batavia 1910).
163. J.F.P. Richter, *Rapport nopens den aanleg van Staatsspoorwegen in Zuid-Sumatra*, samengesteld door den hoofdingenieur J.F.P. Richter, Deel I, II en III (kaarten), (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1910).
164. S.A. Reitsema, *De wegen in de Preanger*, overdruk uit "De Preanger-Bode" dd. 10, 12, 17 en 21 Februari en 1, 2, 5, 12, 14 en 16 Maart 1912, (uitg. G. Kolf & Co., Bandoeng 1912).
165. Prof. C.L. van der Bilt c.i., *Een radio-telegrafische gemeenschap tusschen Nederland en Nederlandsch Oost-Indië*, weekblad "De Ingenieur", Orgaan van het Kon. Inst. van Ingenieurs en van de Vereeniging van Delftse Ingenieurs, 18 October 1913, No. 42.
166. B. Wieringa, *Kort overzicht van de Ontwikkelingsgeschiedenis der Posterijen, Telegrafie en Telefonie in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Boekhandel Visser & Co., Weltevreden 1914).
167. E.A.A. van Heekeren *De militaire positie van Nederlandsch-Indië*, (uitg. Hollandia-Drukkerij, Baarn 1915).
168. E.P. Wellenstein c.i., *Het spoor- en tramwezen in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Hollandia-Drukkerij, Baarn 1915).
169. *Verslag betreffende het Spoor- en Tramwegwezen in Nederlandsch-Indië over het jaar 1914*, tekst en statistieken (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1915).
170. C.J. de Groot, *Radio-telegrafie in de tropen*, proefschrift, (uitg. TH Delft / Elektrische Drukkerij "de Atlas", 's- Gravenhage, Delft 1916).
171. *Onderzoekingen op het gebied der Radiotelegrafie in Nederlandsch-Indië*, deel I: verslag der jaarproeven, deel II: verslag der technisch-wetenschappelijke onderzoekingen, deel III: afbeeldingen behorende bij het verslag der technisch-wetenschappelijke onderzoekingen, (uitg. 1916).
172. *Verslag over de Burgerlijke Openbare Werken in Nederlandsch-Indië over 1916*, 3<sup>e</sup> gedeelte, bruggen en wegen, (uitg. Landsdrukkerij-Weltevreden, 1920).
173. *Algemeen Ingenieurs Congres, gehouden te Batavia 8-15 mei 1920*, Algemeen Verslag, (uitg. N.V. Boekhandel Visser & Co., Weltevreden 1921).
174. *Geschiedenis van de totstandkoming der radioverbinding Indië-Nederland en de daartoe verrichte werkzaamheden aan het Indische verbindingseinde*, uit Indië weerbaar 1921, p. 4 t/m 34.
175. S.A. Reitsema, *De Verkeersbedrijven van den Staat (Spoorwegen, Telegraaf- en Telefoondienst; Havenwezen)*, Vereeniging voor studie van Koloniaal maatschappelijke vraagstukken, Publicatie No. 17, (uitg. O. Kolff & Co, Weltevreden 1924).



176. C. J. De Groot, The High Power Station at Malabar, Java, uit Proceedings of the Institute of Radio Engineers 1924, Vol. 12, Issue 6, p. 693-722.
177. *Gouvernements Telegraafdienst Nederlandsch Oost-Indië, Radiotelegrafie*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).
178. *Gouvernements Telegraafdienst Nederlandsch Oost-Indië, Landlijn- en kabeltelegrafie*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).
179. S.A. Reitsma, *Gedenkboek der Staatsspoor- en Tramwegen in Nederlandsch-Indië 1875-1925*, (uitg. Topografische Inrichting, Weltevreden 1925).
180. F.B. Jantzen, *Bandung de stad op de hoogvlakte*, brochure met foto's en plattegrond, (uitg. Bandung 1926).
181. *De Radioverbinding Nederland – Nederlandsch-Indië*, (uitg. Hoofdbestuur der Posterijen en Telegrafie 's-Gravenhage 1927).
182. *Technische beschrijving van het lange-golf radiozendstation te Kootwijk*, (uitg. Hoofdbestuur der Posterijen en Telegrafie, 's-Gravenhage 1927).
183. *Bepalingen betreffende spoor- en tramwegen, Algemeene regelen betreffende den aanleg en exploitatie van spoor- en tramwegen bestemd voor algemeen verkeer in Nederlandsch-Indië*, (uitg. Landsdrukkerij, Weltevreden 1927).
184. J.J. Numans, Radiotelefonie Holland-Indië, uit Radio-Nieuws, uit Tijdschrift van de Nederlandsche Vereeniging voor Radiotelegrafie, Januari 1928, (uitg. N. Veenstra, Den Haag).
185. *Radiostation Malabar en overige stations op de Bandoengse hoogvlakte*, (uitg. Gouvernements Post-Telegraaf en Telefoondienst in Nederlandsch-Indië, Bandung 1928).
186. Vijf-en-twintig jaren radiodienst der marine 1904-1929: draadloze herinneringen van officieren en oud-officieren van Hr. Ms. Zeemacht, uit Marineblad, 1932 afl. 6, (uitg. De Boer).
187. Ir. A.J.H. van Leeuwen, Tien jaren Radio Indië-Holland, De Ingenieur in Nederlandsch-Indië, III Electrotechniek en Werktuigbouw, No. 1, 1934.
188. Dr. Ing. F. Wisgrill, De zeekabeltelegrafie in Ned. – Indië en haar einde, uit De Ingenieur in Ned.-Indië, III Electrotechniek en Werktuigbouw, No. 1, 1934.
189. B. Holthuis, Over zeekabels en het kabelschip, (oud-gezaghebber der Gouverneurs Marine in N.I.), uit Ons Zeewezen, 33<sup>ste</sup> Jaargang 1934).
190. Ir. R.A.D. Loven, *Traditie en techniek van de locomotief*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar in spoorwegmaterieel aan de Faculteit van Technische wetenschap der Universiteit te Bandung, op zaterdag 2 October 1954.
191. Dr. -Ing. habil. Fritz Vilbig, *Lehrbuch der Hochfrequenztechnik*, Band I & II, (uitg. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K. -G., Leipzig 1960).
192. H.J.A. Duparc, *De Elektrische Stadstrams op Java*, (uitg. Wyt, Rotterdam 1972).
193. J.F. van Oort, *Radiogolven*, (uitg. Kluwer Technische Boeken N.V., Deventer 1980).
194. *Honderd jaar telefoon. Geschiedenis van de openbare telefonie in Nederland 1881-1981*, (uitg. Staatsbedrijf der PTT, 's Gravenhage, 1981).
195. J.J.G. Oegema, *De Stoomtractie op Java en Sumatra*, (uitg. Kluwer, Deventer 1982).
196. Erica Bogaers en Peter de Ruijter, *ir. Thomas Karsten en de stedenbouw in Nederlands-Indië 1915-1940*, (uitg. Planologisch en Demografisch Instituut Universiteit Amsterdam, 1983).
197. H. Neumann en E. van Witsen, *De Sumatra spoorweg, (in WO II op Midden-Sumatra aangelegd door het Japanse leger)*. Een documentatie van gegevens, in en direct na de oorlog verzameld, (uitg. Studio Pieter Mulier, Middelie 1985).
198. Ir. H. Meijer, *De Deli Spoorweg Maatschappij, driekwart eeuw koloniaal spoor*, (uitg. De Walburg pers, Zutphen 1987).
199. Coby de Haan-van der Meulen en Betsy van de Pol-Woonink, *Tussen zand en zenders, de geschiedenis van Radio Kootwijk*, (Den Haag 1992).
200. Michiel van Ballegoijen de Jong, *Spoorwegstations op Java*, (uitg. De Bataafse Leeuw, Amsterdam 1993).
201. R. Sittrop, *Verbindingsdienst van het Koninklijk Nederlands-Indisch Leger, Nederlands-Indië 1945-1955*, (uitg. 1995).
202. Wim Ravesteijn, *De zegenrijke Heeren der wateren, irrigatie en staat op Java 1832-1942*, proefschrift, (uitg. Delft University press, Delft 1997).
203. Martin Elands, Jan Hoffenaar, Herman Roozenbeek en Ronald Verbeek, *Van telegraaf tot satelliet, 125 jaar telecommunicatie in de Koninklijke Landmacht 1874-1999*, (uitg. Sdu Uitgevers, Den Haag 1999).
204. Michiel van Ballegoijen de Jong, *Stations en spoorbruggen op Sumatra, 1876-1941*, (uitg. De Bataafse Leeuw, Amsterdam 2001).
205. Wim Ravesteijn en Jan Kop redactie, *Bouwen in de Archipel. Burgerlijke openbare werken in Nederlands-Indië en Indonesië 1800-2000*, (uitg. Walburgpers, 2004).
206. Klaas Dijkstra, *Radio Malabar. Herinneringen aan een boeiende tijd 1914-1945*, (uitg. Drukkerij-Uitgeverij Emaus, Groenlo 2006).
207. Ir. Hans Vles, *Hallo Bandoeng, Nederlandse Radiopioniers [1900-1945]*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2008).
208. Pauline K.M. van Roosmalen, *Ontwerpen aan de stad, Stedenbouw in Nederlands-Indië en Indonesië (1905-1950)*, proefschrift, (uitg. TUD, 2008).
209. Cor Passchier, Djahuri Sumintardja, Endy Subijono e.a., *Forts in Indonesia*, (uitg. Ministry of Education and Culture Rep. of Indonesia, Jakarta 2012).
210. Cees van der Pluijm, *Radio Kootwijk, biografie van een zendstation en een dorp in het hart van de Veluwe*, (uitg. BDUmedia, Barneveld 2014).
211. Jan Honing, *Herinneringen aan het leven in Indië*, (uitg. Brave New Books, 2014).
212. Sudarsono Katam, *Kereta Api di Priangan Tempo Doeloe (Spoorwegen in de Preanger in de oude tijd)*, (uitg. PT Dunia Pustaka Jaya, Bandung 2014).
213. Ben de Vries, Gerard de Graaf, Richard Schild, *Identification mission historical rolling stock Indonesia 2014*, (uitg. Cultural Heritage Agency, The Netherlands, Amersfoort 2015).
214. Job Pardoel, *Forts with a Museum Function. An exploration of experiences in the repurposing of fortification sites in Indonesia and the Netherlands*, (uitg. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed van Nederland, Amersfoort 2016).
215. Cor Passchier, *Bouwen in Indonesië 1600-1960*, (uitg. LM Publishers, Volendam 2016).

### 9.3 Navigatie, plaatsbepaling en hydrografie

216. Lucas Janszoon Waghenar, *Spiegel der Zeevaart*, (uitg. Christoffel Plantijn, Leiden 1584).
217. Jan Huygen van Linschoten, *Iternario*, (uitg. Cornelis Claesz., Amsterdam 1596).
218. H.M. Leverink, *Verhandeling over het bepalen der lengte op zee door middel van tijdmeters*, (uitg. Wed. Gerard Hulst van Keulen 1818).
219. J.C. Pilaar (Luitenant ter Zee), *Bekorte manier tot het herleiden van Maans-afstanden zonder de gewone voorafgaande voorbereidselen. Benevens iets over het vinden der breedte en der lengte door Tijdmeters tusschen de Keerkringen, door waargenomen hoogten digt bij den Meridiaan, met de Tafels tot het eerste betrekkelijk. Kunnende dienen tot een aanhangsel op de stuurmanskunst*, (uitg. S. en J. Luchtmans en L.C. Vermande, Leiden en Medemblik 1839).
220. F. Kaiser, *De Tijdseinen der Nederlandsche Marine*, (uitg. Wed G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1840).
221. Diverse artikelen over navigatie en plaatsbepaling met name:
  - J.C. Pilaar, Over een nieuwe handelwijze tot het vinden der Breedte buiten den Middag,
  - A. Givry, Over de astronomische Peilingen,
 uit Tijdschrift toegewijd aan het zeewezen, tweede reeks, Redactie J.C. Pilaar en J. M. Obreen, (uitg. Wed. L.C. Vermande, Medemblik 1842).
222. Jhr. P. Melvill van Carnbee, Luitenant ter Zee, *Zeemans-gids voor de vaarwaters rondom het eiland Java*, (van wege de commissie ter verbetering der Oost-Indische zeekaarten uitgegeven door Jacob Swart), (uitg. Wed. G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1844).
223. Ph.Fr. de Siebold, P. Melvill de Carnbee, *Cosmographie, Observations Géo-hydrographiques*, uit Le Moniteur des Indes-Orientales et Occidentales 1846-1847, (uitg. Belinfante Frères Den Haag, Staatsdrukkerij, Batavia 1847).
224. G. Kuijper, D. Boes Lutjens, *Zeemans-gids naar, in en uit Oost-Indië, China, Japan, Australië, De Kaap de Goede Hoop, Brazilië en tusschen liggende havens, volgens de laatste Engelse uitgave van Horsburgh's directory*, (uitg. C.F. Stemler, Amsterdam 1853).
225. P. Baron Melvill van Carnbee, Luitenant ter Zee, *Zeemans-gids voor de vaarwaters rondom het eiland Java*, (van wege de commissie ter verbetering der Oost-Indische zeekaarten uitgegeven door Jacob Swart), derde verbeterde uitgave, (uitg. Wed. G. Hulst van Keulen, Amsterdam 1858).
226. J.C. Pilaar, *Over het vinden van de miswijzing door eene waarneming der Poolster*, Tijdschrift toegewijd aan het zeewezen, Tweede reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).
227. J.C. Pilaar, *Nieuwe inrigting van regtwijzende Kompassen*, Tijdschrift toegewijd aan het zeewezen, Tweede reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).
228. J.C. Pilaar, *Onderzoek der tegenwoordig gebruikte methodes voor het bepalen van breedte en lengte door de tijdmeters*, uit Tijdschrift toegewijd aan het zeewezen, Tweede reeks, (uitg. L.C. Vermande, Medemblik 1859).
229. James Horsburgh, *The India directory or directions for sailing to and from the East Indies, China, Japan, Australia, and the interjacent ports of Africa and South America*, volume first, (uitg. Wm. H. Allen & Co., London 1864).
230. D.J. Brouwer, *Handleiding tot de Theoretische en Praktische Zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de Hydrografie*, met platen en kaarten, eerste deel en tweede deel, (uitg. J.C. Buissonjé, Nieuwediep 1864).
231. *Mededelingen betreffende het zeewezen, (tijdseinen, zee-uurwerken, reflexie-instrumenten, de kompassen) negende deel met platen*, (uitg. Departement van Marine, De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1868).
232. G.J. Boelen, J.G. Bunge, J. Boissevain, *Directe stoomvaart op Java door het Suez-kanaal*, (uitg. de erven van van Munster en Zoon, Amsterdam 1870).
233. *Rapport aan Zijne Excellentie den Minister van Marine over de verificatie van 'Rijks zee-instrumenten, gedurende het jaar 1871*, (uitg. Leiden 1872).
234. D.J. Brouwer, herzien door E. Simon van der AA, *Handleiding tot de Theoretische en Praktische Zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de Hydrographie*, met platen en kaarten, eerste deel, tweede druk, (uitg. J.C. de Buissonjé, Nieuwediep 1880).
235. D.J. Brouwer, herzien door E. Simon van der AA, *Handleiding tot de Theoretische en Praktische Zeevaartkunde, benevens eene beknopte verhandeling over de Hydrographie*, met platen en kaarten, tweede deel, tweede druk, (uitg. J.C. de Buissonjé, Nieuwediep 1882).
236. A.C.J. Edeling, *De Indische hydrografie*, uit Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap, Amsterdam, 1883.
237. L.S. Dawson Commander, *Memoirs of Hydrography*, brief biographies of the Principal Officers who have served in H.M. Naval Surveying Service 1750-1885, (uitg. Henry W. Keay, The Imperial Library, Eastbourne 1885).
238. *Routen voor stoomschepen tussen Aden en Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut, Stoom Boek- en Steendrukkerij "de Industrie" J. van Druuten, Utrecht 1891).
239. J.P. van der Stok Ph. D, *Wind and Weather, Currents, Tides and Tidal Streams in the East Indian Archipelago*, (uitg. Batavia 1897).
240. J.L.H. Luymes, *De Siboga-expeditie*, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1899.
241. R. Posthumus Meyjes, *De astronomische plaatsbepalingen ten dienste der hydrographie in Nederlandsch-Indië*, uit Tijdschrift van het KNAG, 1901.
242. C. Craandijk, *Het werk onzer opnemingsvaartuigen in den Nederlandsch-Indischen archipel*, uit Tijdschrift van het KNAG, 1908.
243. *Landverkenningen, behoorende bij deel II van den zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel*, (uitg. Afdeling Hydrographie van het Ministerie van Marine, 's-Gravenhage 1913).
244. *De Kustverlichting in Nederlandsch-Indië*, uitgegeven door het Hoofdbureau van Scheepvaart (Dep. van Marine) n.a.v. 1<sup>e</sup> Ned. Tentoonstelling op Scheepvaartgebied te Amsterdam, (uitg. F.B. Smits, Batavia 1913).
245. *Zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel, deel I, straat Soenda vaarwaters naar Batavia en Westkust van Sumatra*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrographie, 's Gravenhage, Mouton & Co. 1916).

246. Van der Stok, *De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, boekhandel en drukkerij voorheen E.J. Brill, Leiden 1922).
247. C. Craandijk, Het werk der Nederlandse opnemingsvaartuigen in den Oost-Indischen archipel (1920-1925), uit Tijdschrift van het KNAG 1925.
248. J.L.H. Luymes, De hydrographische opneming van den O.I. archipel, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1927.
249. C. Craandijk, Het werk der Nederl. opnemingsvaartuigen in den Oost-Indischen archipel (1925-1930), uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1930.
250. *Tweede en Derde Bulletin van de Willebrord Snellius Expeditie*, uitgezonden door de "Maatschappij ter bevordering van het Natuurkundig Onderzoek der Nederlandse Koloniën" en het "Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap", (uitg. G. Kolff & Co, Batavia, Weltevreden 1930).
251. J.L.H. Luymes e.a., De Snellius-expeditie, 27 Juli 1929 -- 15 November 1930, uit Tijdschrift van het KNAG, 1929-1931.
252. J.L.H. Luymes, Het werk der Nederlandsche opnemingsvaartuigen in den Oost Indischen archipel, 1930-1935, uit Tijdschrift van het KNAG, 1935.
253. *Wetenschappelijke uitkomsten der Snellius-expeditie onder leiding van P.M. van Riel en onder commando van F. Pinke, 1929-1930*, Vol. VI, Biological data, H. Boschma, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1936).
254. *Hydrografisch opnemen*, (uitg. afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie, Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1938).
255. *Zeemansgids voor Nederlandsch Oost-Indië, deel II, midden gedeelte van den Oost-Indischen Archipel*, (uitg. hoofdkantoor van scheepvaart in Nederlandsch- Oost-Indië (zevende druk), 1942).
256. *Hydrografisch opnemen*, (uitg. Ministerie van Marine, afdeling Hydrografie, Staatsdrukkerij, s-Gravenhage 1952).
257. G.J. Sonnenberg, *Moderne Radio-Navigatiemiddelen*, 5<sup>e</sup> uitgave, (uitg. Van Goor Zonen / de gebroeders van Kleef, 's-Gravenhage 1964).
258. Hans de Witte, *De Snellius II Expeditie. Een Indonesisch oceanografisch onderzoekproject 1984-1985*, (uitg. Nederlandsche Raad voor Zeeonderzoek in Amsterdam 1983).
259. Willem F.J. Mörzer Bruyns, *Prime Meridians used by Dutch Navigators. A Survey of the Prime Meridians Used by the Dutch for Navigation and Hydrography, prior to 1884*, (uitg. Nederlands Scheepvaart Museum, Vistas in Astronomy, 1985 Vol. 28).
260. F.C. Backer Dirks, *De Gouvernements Marine in het voormalige Nederlands-Indië in haar verschillende tijdsperioden geschetst, III 1861-1949*, (uitg. De Boer Maritiem, Unieboek, Houten 1986).
261. G.J. Boeschoten, Terugzien op Snellius II, uit Grondboor en Hamer, jaargang 42 no. 2, p. 39-42, april 1988.
262. J.P. Nieborg, *Indië en de zee. De opleiding tot zeeman in Nederlands-Indië 1743-1962*, (uitg. De Bataafsche leeuw, Amsterdam 1989).
263. G. Bakker, J.C. de Munck, G.L. Strang van Hees, *Radio positioning at sea, Geodetic Survey Computations, Least Square Adjustment*, (uitg. Delft University Press, Delft 1989).
264. Elly Dekker, Frederik Kaiser en zijn pogingen tot hervorming van het sterrekundig deel van onze zeevaart, uit Tijdschrift voor de geschiedenis van de geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek, 13 (1990)1.
265. Rear Admiral G.S. Ritchie, Hydrographer of the Navy, *The Admiralty Chart. British Naval Hydrography in the Nineteenth Century*, (uitg. The Pentland Press, Edinburgh 1995).
266. Dava Sobel, *Longitude*, (uitg. Walker and Company, New York 1995), vertaald in het Nederlands als *Lengtegraad*, (uitg. Ambo, Amsterdam 1999).
267. Dava Sobel, *Galileo's Daughter, A drama of Science, Faith and Love*, (uitg. HarperCollins Publishers, New York 1999). Nederlandse vertaling: Dava Sobel, *De Dochter van Galilei, een verhaal over wetenschap, geloof en liefde*, (uitg. Ambo, Amsterdam 2000).
268. Christiaan Biezen, 'De waardigheid van een koloniale mogendheid': de Hydrografische Dienst en de kartering van de Indische Archipel tussen 1874 en 1894, uit Tijdschrift voor zeegegeschiedenis 18 (1999) 2, p. 23-38.
269. C.D. de Jong, G. Lachapelle, S. Skone, I.A. Elema, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2002).
270. J.M. Mohrmann, Koninklijke Marine en zeevaartkunde 1787-1850, uit De Hollandse Cirkel, oktober 2003.
271. Jan Parmentier, Karel Davids en John Everaert, *Peper, Plancius en Porselein, De reis van het schip Swarte Leeuw naar Atjeh en Bantam, 1601-1603*, (uitg. Walburg pers 2003).
272. Charles D. Ghilani, *Astronomical Observation Handbook*, (uitg. USA Pennsylvania State University 2004).
273. Hendrik van Aken, Dutch Oceanographic Research in Indonesia in Colonial Times, uit Oceanography Vol. 18, No. 4, Dec. 2005.
274. J.M. Mohrmann, Het meten van getijden voor de Nederlandse kust en in Nederlands-Indië in de 19e eeuw, uit De Hollandse Cirkel, maart 2006.
275. C.D. de Jong, I.A. Elema, G. Lachapelle, S. Scone, *Hydrography*, (uitg. Delft University Press, Delft 2008).
276. John Karl, *Celestial Navigation in the GPS Age*, (uitg. Paradise Cay Publications, USA Arcata 2009).
277. Nautical Almanak 2010, commercial edition, (uitg. Paradise Cay Publications. Inc. Arcata, Copyright UK Hydrographic Office Taunton 2009).
278. Dava Sobel, *A more perfect Heaven, How Copernicus Revolutionized the Cosmos*, (uitg. Walker & Company, New York 2011).
279. J.M. Mohrmann, Astronomische plaatsbepaling, zeemansgidsen en het vak hydrografie in de 17<sup>e</sup> eeuw, uit De Hollandse Cirkel, juni 2012.
280. W.F.J. Mörzer Bruyns en H. Hooijmaijers, *Tussen hemel en horizon. Een korte geschiedenis van navigatie op Nederlandse schepen*, (uitg. Hollandia 2012).
281. Frank McLynn, *Captain Cook, master of the seas*, (uitg. Yale University Press, London 2012).
282. David Barrie, *Sextant, a voyage guided by the stars and the men who mapped the world's oceans*, (uitg. W. Collins (HarperCollins), Great Britain 2014).



## 9.4 Geodesie, landmeten, triangulatie, topografie en wiskunde algemeen

283. Johan Sems en Jan Pietersz. Dou, gheadmitteerde Landmeters, *Praktijck des landmetens, vermeerdeert met hondert Geometrische Questiën met haer Solutien* door Sybrandt Hansz., rekenmeester tot Amsterdam, gedrukt tot Amsterdam bij Willem Jansz, op het water/in de vergulde Sonnenwijser, (1600).
284. Charles Hutton, An account of the calculations made from the suvey and measures taken at Schehallien, in order to ascertain the mean density of the earth, uit *Philosophical Transactions of the Royal Society Londen* 1778 68, p. 689-788.
285. William Roy and Isaak Dalby, An account of the trigonometrical operation, whereby the distance between the meridians of the royal observatories of Greenwich and Paris has been determined, uit *Philosophical Transactions of the Royal Society Londen* 1790 80, p. 111-255.
286. A. Crocker, *The Elements of Land Surveying*, (uitg. Richard Phillips, Londen 1806).
287. C.R.T. Kraijenhoff, *Instructie voor de géographische ingenieurs*, (1808).
288. C.R.T. Krayenhoff, *Verzameling van hydrographische en topographische opnemingen in Holland door den oud-minister van oorlog*, (uitg. Doorman en Comp, Amsterdam 1813).
289. Jacob de Gelder, *Beginnelsen der meetkunst (o.a. platte en bolvormige driehoeksmetingen, veelhoeks- en veelvlakkige ligchaamsmeting, theorie der transversalen) in landmeten, geodesie, aardrijkskunde en sterrekunde*, (uitg. de Gebr. van Cleef en B. Scheurleer junior, 's Gravenhage en Amsterdam 1817).
290. G.A. van Kerkwyk, *Over het waterpassen en gebruik van den barometer tot het meten van hoogten*, (uitg. van Cleef, 's Gravenhage en Amsterdam 1828).
291. G.A. van Kerkwyk, *Terreinleer* (vertaling uit het Duits van een bewerking van dr. F.A. D'Etzel), (uitg. Broese & Comp., Breda 1838).
292. J. van Cleeff, *Beschouwende en werkdadige verhandeling over het waterpassen, benevens eenige stukken betreffende het uitbakenen van spoorwegen*, (uitg. R.J. Schierbeek, Groningen 1846).
293. G.J. Verdam, prof. te Leiden, Het leven van den hoogleraar Jacob de Gelder (overleden den 10 October 1848), overgenomen uit den *Algemeene Konst- en Letterbode*, No. 46-54 van het jaar 1848.
294. Charles Davies, *Elements of Surveying and Navigation*, (uitg. A.S. Barnes & Co., New York 1854).
295. J.R. Schmidt, *Beginnelsen der gonimetrie en trigonimetrie*, vrij gevolgd naar het Fransch door S.F. la Croix, 5<sup>e</sup> druk, (uitg. de gebroeders van Cleef, 's Gravenhage en Amsterdam 1856).
296. *Ordnance trigonometrical survey, Principal Triangulation*, plates (London 1858).
297. *Meetkunstige beschrijving van het Koninkrijk der Nederlanden, bevattende de getalwaarden, gebruikt bij de zamenstelling van de Topographische en Militaire kaart van het Rijk*, (uitg. Het Topographisch Bureau, Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1862).
298. G.A. van Kerkwyk, *Geodesie, wiskundige leercursus KMA*, (1<sup>e</sup> druk 1842, 2<sup>e</sup> druk 1847, 3<sup>e</sup> druk 1855, 4<sup>e</sup> druk 1860, 5<sup>e</sup> druk 1865).
299. Col. J.T. Walker, *The Great Trigonometrical Survey of India, Volume IV, The Principal Triangulation, The Great Arc section 24°-30° of the North-West Quadrilateral*, (India, Dehra Dun 1876).
300. Dr. Ch.M. Schols, *Landmeten en waterpassen*, (eerste druk 1878), herzien en vermeerderd door A.C.C.G. van Hemert en C. Nobel, (met een Atlas van 23 platen), zevende druk, (uitg. Koninklijke Militaire Academie, Breda 1901).
301. Ch.M. Schols, *over de aansluiting van een driehoeksnet van lagere orde aan een driehoeksnet van hoogere orde*, (uitg. KMA, Breda 1881).
302. *Verslag van de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing aangaande hare werkzaamheden*, RGW-jaarverslagen over 1879 – 1937, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's Gravenhage 1880-1938).
303. P.J. Brandenburg, *Beginnelsen der Werkdadige Meetkunst* (met een Atlas van 18 platen), (uitg. De Gebroeders van Cleef, 's-Gravenhage 1888).
304. Dr. J.D. van der Plaats, *Overzicht van de graadmetingen in Nederland, De Triangulatie van Snellius, W.J. Blaeu, Kraijenhoff*, (uitg. J. v. Druten, Utrecht 1889).
305. Col. G. Strahan, *The Great Trigonometrical Survey of India, Volume XV, Electro-Telegraphic Longitude Operations 1885-1886, 1887-1888, 1889-1890 and 1891-1892*, (India, Dehra Dun 1893).
306. H.J. Heuvelink, *Inleiding tot de studie der landmeetkunde*, Rede bij aanvaarding van het hoogleraarsambt in Landmeten, Waterpassen en Geodesie in 1897.
307. H. Zondervan, *Proeve eener Algemeene Katografie*, (uitg. J.M.N. Kaptein, Leiden 1898).
308. A. Plasschaert Sr., *Landmeten en waterpassen*, (uitg. P. Gouda Quint, Arnhem 1899).
309. Dr. W. Jordan, *Handbuch der Vermessungskunde: Band I Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate*, Band II *Feld- und Land-Messung* en Band III *Landes-Vermessung und Grundaufgaben der Erd-Messung*, 3<sup>e</sup> druk, (uitg. Metzler, Stuttgart 1888).
310. Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz, *Handbuch der Vermessungskunde: Band I Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate* 5<sup>e</sup> druk 1904, Band II *Feld- und Land-Messung*, 6<sup>e</sup> druk 1904, (uitg. Metzler, Stuttgart).
311. Dr. W. Jordan, Dr. C. Reinherz en bewerkt door dr. O. Eggert: *Handbuch der Vermessungskunde: Band I Ausgleichungs-Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate* 7<sup>e</sup> druk 1920, Band II *Feld- und Landmessung* 8<sup>e</sup> druk 1914 en Band III *Landesvermessung und Grundaufgaben der Erdmessung* 6<sup>e</sup> druk 1916 (uitg. Metzler, Stuttgart).
312. Jordan, Eggert, Kneissl, e.a. *Handbuch der Vermessungskunde*, boekdelen I -VI en hun laatste uitgavejaar, (uitg. Metzler, Stuttgart):
- |  |      |   |            |
|--|------|---|------------|
| I <i>Mathematische Grundlagen</i> , usw    | 1961 | IV1, IV2 <i>Mathematische Geodäsie</i>                | 1958, 1959 |
| IA <i>Geländeformen</i> , usw              | 1963 | IVB <i>Ländliche Neuordnung, Kartenbeilagen</i>       | 1967       |
| II <i>Feld und Landmessung</i> , usw       | 1963 | V <i>Astronomische und Physikalische Geodäsie</i>     | 1969       |
| IIA <i>Geodätische Astronomie</i>          | 1970 | VA <i>Gravimetrische Instrumente und Messmethoden</i> | 1967       |
| III <i>Höhenmessung/Tachymetrie</i>        | 1956 | VI <i>Elektronische Entfernungsmessung</i>            | 1966       |
| IIIA1, IIIA2, IIIA3 <i>Photogrammetrie</i> | 1972 |   |            |

313. T. Baker, F.E. Dixon, *Land and Engineering Surveying*, 18th edition, (uitg. Crosby Lockwood and Son, London 1900).
314. M. de Vos (landmeter van het Kadaster Leeuwarden), *Leerboek der lagere geodesie*, (uitg. J.B. Wolters, Groningen 1905).
315. A. Groothoff c.i., *Methode der kleinste vierkanten*, bewerkt naar het college van prof. H.J. Heuvelink, 2<sup>e</sup> druk (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1914).
316. Hk.J. Heuvelink, *De stereografische kaartprojectie in hare toepassing bij de Rijksdriehoeksmeting*, (uitg. Technische boekhandel J. Waltman Jr. Delft 1918).
317. J. van Roon, Enkele bladzijden uit de geschiedenis van de 'Survey of India' i.v.m. de kartografie van Nederlandsch-Indië, uit Tijdschrift van het KNAG, 1919.
318. F. Wind, *Landmeten, waterpassen, stroommeten*, (uitg. N.V. Uitgevers Maatschappij voorheen Van Mantgem & de Does, Amsterdam 1920).
319. F. Wind, *Technische meetinstrumenten en hun gebruik*, handleiding tot het terreinmeten, waterpassen, peilen en stroomsnelheidmeten, (uitg. N.V. Uitgevers Maatschappij, Amsterdam 1920).
320. *Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië*, (4 delen), met name tweede deel H-M: Java, Junghuhn, Kaartbeschrijving, Maten en Gewichten en Hydrographie (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).
321. J.W. Dieperink, W. van. Riessen, *Landmeten*, handgeschreven collegedictaat deel II, III, IV, (uitg. Landbouw Hogeschool Wageningen 1921).
322. Ir. W. Schermerhorn, *Geodesie* (naar het college van Prof. Ir. Hk.J. Heuvelink), (uitg. J. Waltman Jr., Delft 1922).
323. *Report of the Air Survey Committee No. 1-1923, The War Office*, (uitg. His Majesty's Stat. Office, London 1923).
324. J.L.H. Luymes, chef der afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, *De methode der kleinste kwadraten en hare toepassing bij de hydrographische triangulatie*, (uitg. Algemeene landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1923).
325. Prof. Ir. Hk.J. Heuvelink, *Zakboekje voor landmeten en waterpassen*, 4<sup>e</sup> druk, (uitg. L.J. Veen, Amsterdam 1926).
326. F.A. Vening Meinesz, *De verhouding van geodesie tot geophysicsa*, Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar aan de Rijks-universiteit te Utrecht op den 28sten november 1927.
327. J.W. Dieperink, *De techniek van het landmeten in een tweetal tijdperken der geschiedenis*, rede uitgesproken op den 9den maart 1928 ter gelegenheid van den tienden verjaardag der Landbouwhoogeschool door den rector magnificus, (uitg. H. Veenman & Zonen, Wageningen 1928).
328. L. Zwiers, *Landmeten en waterpassen, beknopte handleiding*, 1<sup>e</sup> druk 1904, 4<sup>e</sup> druk 1929, (uitg. "Kosmos", Amsterdam 1929).
329. E.J. Voute, De internationale geografische congressen, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1929.
330. Prof. W. Schermerhorn, Over de officiële kartografie van Nederland, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, maart 1929.
331. *Beknopt overzicht van de werkzaamheden van de Triangulatie Commissie in de jaren 1925-1930*, (uitg. Algemene Landsdrukkerij, 's Gravenhage 1930).
332. Rudolf Bosshardt, *Optische Distanzmessung und Polarkoordinatenmethode*, mit besonderer Berücksichtigung des Bosshardt-Zeiss'schen Reduktionstachymeters, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1930).
333. Verkort verslag van de eerste in Nederland gehouden proef voor het vervaardigen van topographische kaarten met toepassing van de photogrammetrie (proef 'Hilvarenbeek', 1928), uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1931.
334. Verkort verslag van de tweede en derde der in Nederland gehouden proeven voor het vervaardigen van topographische kaarten met toepassing van de photogrammetrie (proef 'Den Hout' 1929, 'Oosterhout' 1930), uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1931.
335. Hk.J. Heuvelink, *Rijksdriehoeksmeting 1885-1929, Basis bij Stroe 1913*, (uitg. Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing, Delft 1931).
336. *Das Reichsamt für Landesaufnahme und seine Kartenwerke*, (uitg. Verlag des Reichsamts für Landesaufnahme, Berlin NW 40, 1931).
337. F.A. Vening Meinesz, *Gravity expeditions at sea*, Vol 1, (uitg. NGC / Waltman, Delft 1932).
338. Arthur R. Hinks, *Maps and survey*, (uitg. Cambridge University Press, 3rd edition, London 1933).
339. R. Roelofs, Kadastrale hermetingen in Ned.-Indië, lezing 13 september 1935, uit Kadaster en Landmeten 1935.
340. T. Baker, G.L. Leston, *Land and Engineering Surveying*, 26<sup>th</sup> edition, (uitg. The Technical Press, Londen 1935).
341. Ir. H.J. van Steenis, Landmeetkunde, over refractie, uit Kadaster en Landmeetkunde, oct. 1937.
342. Ir. C. Koeman, De berekening van de inwendige nauwkeurigheid uit de simultane lengte- en breedtebepalingen met het prisma-astrolabium uit Kadaster en Landmeetkunde, oct. 1937.
343. *Survey of India, Geodetic Report 1937*, (uitg. by order of Brigadier C.G. Lewis, O.B.E, Surveyor General of India, Dehra Dun, 1938).
344. *Voorschrift voor de technische werkzaamheden bij den Triangulatie dienst*, (uitg. Algemene landsdrukkerij 's-Gravenhage 1938).
345. *Verslag van de Rijkscommissie voor Geodesie aangaande hare (later over haar) werkzaamheden*, RCG-jaarverslagen over 1938 – 1988, (uitg. Algemene Landsdrukkerij later Staatsdrukkerij, 's Gravenhage 1939-1989).
346. Prof. Ir. W. Schermerhorn, *Luchtkarteering in de ingenieurspraktijk*, voordracht, gehouden voor de Afd. voor Bouw- en Waterbouwkunde van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 20 December 1940 te 's-Gravenhage.
347. Ir. J.A.J. Grobden (leraar Middelbare Koloniale Landbouwhogeschool Deventer), *Waarschijnlijkheidsrekening*, inleiding ten behoeve van de proefveldtechniek en de statistiek, het landmeten, de biologie, de natuurkunde enz., (uitg. Schriks, 's-Gravenhage 1940).
348. A.C.J. Hof, *Landmeten, wenken en oefeningen voor het verrichten van eenvoudige metingen*, (uitg. P. Noordhoff N.V., Groningen 1941).
349. Prof. Ir. W. Schermerhorn en ir. H.J. van Steenis: *Leerboek der landmeetkunde voor het middelbaar en hoger technisch onderwijs en voor de praktijk*, (uitg. N.V. Wed J. Ahrend & Zoon, 1<sup>e</sup> druk, Amsterdam 1941, uitg. Argus 3<sup>e</sup> druk, 's-Gravenhage 1953 en 4<sup>e</sup> druk, 's-Gravenhage 1964).
350. David Clark, James Clendinning, *Plane and Geodetic Surveying for Engineers*, vol. 1. Plane Surveying, (uitg. Constable & Company, Londen 1942).

351. R. Roelofs, *De ontwikkeling van de geodetische astronomie in het bijzonder gedurende de laatste anderhalve eeuw*, voordracht door R. Roelofs bij de aanvaarding van het lectoraat in het landmeten, het waterpassen en de geodesie aan de Technische Hogeschool te Delft op 22 October 1942.
352. Prof. ir. W. Schermerhorn, ir. H.J. van Steenis, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. Ahrend & zoon, 1943).
353. Charles H. Deetz, Oscar S. Adams, *Elements of map projection with applications to map and chart construction*, (uitg. Greenwood Press, Publishers, New York 1945).
354. W. Baarda, *Betekenis en waarde van coördinaten in de landmeetkunde*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van lector in het landmeten, het waterpassen en de geodesie aan de Technische Hogeschool te Delft op woensdag 12 november 1947, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1947).
355. H.J. van Leusen, *Landmeten en waterpassen*, 6<sup>e</sup> druk, (uitg. Waltman, Delft 1947).
356. Ir. J.A. Muller en A. Scheffer, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. H. Stam, Haarlem 1948).
357. *Geodesie en Cartografie, Geofysica, Geologie, Oceanografie, Meteorologie, Biosfeer, Mens, Aarde en Wereldhuishouding*, Eerste Nederlandse Systematisch Ingerichte Encyclopaedie, 5e deel, redactie Prof. dr. B.G. Escher en Prof. dr. A.N.J. den Hollander, (uitg. E.N.S.I. Amsterdam 1948).
358. *Het spiedend oog der luchtcamera, 170 luchtfoto's met toelichting*, verzameld namens de redactie-commissie van het tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap door haar secretaris Ir. J.H.G. Schepers (oud-hoofd van de Triangulatie Brigade te Batavia, oud-bg. Hoogleraar Geodesie aan de TH Bandung) en met name toelichtingen bij luchtfoto's uit Indonesië door dr. A.J. Pannekoek, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1948).
359. G.W. Usill, Gordon Hearn, *Practical Surveying in the colonies*, 14<sup>th</sup> edition, (uitg. The Technical Press, London 1949).
360. A.J.A. Meertens (civiel landmeter), *Landmeetkunde*, (uitg. Servire, Den Haag 1949).
361. R. Roelofs, *Astronomy applied to land surveying*, (uitg. N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam 1950).
362. Prof. dr. ir. F.A. Vening Meinesz, J.M. Tienstra, *Kort overzicht der Kartografie*, (uitg. P. Noordhoff N.V., Groningen, Djakarta 1950).
363. Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie*, (uitg. Servire, Den Haag 1951).
364. Ir. C. Koeman, *Uit de geschiedenis van de landmetersstatus*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap „Snellius“, lustrumboek 1950-1955, Delft 1955).
365. *Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat, publicatie ter gelegenheid van het 25-jarige bestaan 16 oktober 1956*, (uitg. B.J. Brill, Leiden 1956).
366. *Handleiding voor de technische werkzaamheden van het Kadaster (HTW)*, vastgesteld bij de beschikking van de staatssecretaris van financiën van 28 mei 1956, nr. 41, (uitg. Staatsdrukkerij 's-Gravenhage 1956).
367. Wilheld Filchner, Erich Przybyllok, Toni Hagen, *Route-mapping and Position-locating in unexplored regions*, (uitg. Birkhauser Publ. Company, Basel, 1957).
368. T.L. Wadley, Cooke, Troughton & Simms, *Die Tellurometer-Methode zur Entfernungsmessung*, (vertaling en overdruk uit Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen), (uitg. Verlag des Instituts für angewandte Geodäsie, Frankfurt 1957).
369. Ir. G.J. Bruins, *Geodesie en Gravimetrie*, rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van gewoon hoogleraar in het landmeten, het waterpassen en de geodesie aan de Technische Hogeschool te Delft op 1 oktober 1958. (uitg. E.J. Brill, Leiden 1958).
370. G.J. Bruins, Professor dr. ir. F.A. Vening Meinesz: bij de herdenking van zijn 100ste geboortejaar, uit NGT Geodesia 1987, p. 442-456.
371. Prof. dr. Bertil Hallert, *Photogrammetry, Basic Principles and General Survey* (uitg. McGraw-Hill book Comp., New York, Toronto, London 1960).
372. Robert D. Carmichael, Edwin R. Smith, *Mathematical Tables and Formulas*, 1<sup>e</sup> editie USA 1931 (uitg. Dover Publications, New York 1962).
373. Ir. A.J. van der Weele, *Fotogrammetrie en Civiele techniek*, rede TH Delft, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1963).
374. W. Schermerhorn, *Photogrammetry in The Netherlands 1960-1964*, (uitg. Delft, The Netherlands 1964).
375. R. Roelofs, *Selection of stars for the determination of time, azimuth and Laplace quantity by meridian transits*, publications on geodesy, new series, volume 2, number 2, (uitg. Netherlands Geodetic Commission (NGC), Delft 1966).
376. G.J. Husti, *Simultaneous determination of latitude, longitude and azimuth by horizontal directions at the sun*, publications on geodesy, new series, volume 2, number 3, (uitg. Netherlands Geodetic Commission, Delft 1966).
377. Ir. J.C. de Munck, Aantekeningen over het symposium over refractie, te Wenen op 15 en 16 maart 1967, uit Kadaster en Landmeetkunde 1967.
378. W. Baarda, *Statistical concepts in geodesy, publications on geodesy*, new series, volume 2, number 4, (uitg. NGC, Delft 1967).
379. *The History of the Retriangulation of Great Britain 1935-1962*, div. auteurs van Ordnance Survey, (uitg. Her Majesty's Stationary Office, London 1967).
380. N.D. Haasbroek, *Gemma Frisius, Tycho Brahe and Snellius and their Triangulations*, (uitg. Rijkscommissie v. Geodesie, Kanaalweg 4, Delft, 1968).
381. Prof. ir. G.F. Witt, *Optische lengtemeting*, (uitg. Laboratorium voor Geodesie TH Delft 1968).
382. J.C.C. Williams, *Simple Photogrammetry*, (uitg. Academic Press, London and New York 1969).
383. A.H.E. Frank, A.A. Manten, W. Schermerhorn and his role in the development of photogrammetry, uit Photogrammetria, 25 (1969/1970) p. 41-60.
384. W.K. Kilford, *Elementary Air Survey*, (uitg. Pitman Publishing, Londen 1970).
385. W.G. Curtin, R.F. Lane, *Concise Practical Surveying*, (uitg. The English University Press, Londen, 1970).
386. G. Bakker, *The adjustments of primary direction measurements with special reference to circle testing methods*, comparison of the Schreiber and Bessel method of direction measurement, uit NGC publications on Geodesy, New series vol. 3 nr. 2 1970
387. G.J. Bruins, *Remeasuring of the standard baseline Loenermark*, publications on geodesy, new series volume 4, number 2, (uitg. NGC, Delft 1971).
388. W. Baarda, *Base and base extension "Afsluitdijk"*, publications on geodesy, new series volume 4, number 4, (uitg. NGC, Delft 1972).
389. P.I. van der Weele, *De geschiedenis van het NAP* (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Delft 1971).
390. N.D. Haasbroek, *Investigation of the accuracy of Krayenhoff's triangulation (1802-1811) in Belgium, The Netherlands and a part of North Western Germany*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie Delft 1972).



391. Dr. ir. G.H. Ligterink, *fotogrammetrie en computer*, openbare les uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van gewoon lector in de fotogrammetrie aan de Technische Hogeschool te Delft op vrijdag 16 juni 1972.
392. David Clark, J.E. Jackson, *Plane and Geodetic Surveying for Engineers*, volume 2 Higher Surveying, (uitg. Constable, London 1973).
393. N.D. Haasbroek, *Investigation of the accuracy of Stamkarts triangulation (1866-1881) in The Netherlands*, (uitg. RCG, Delft 1974).
394. G.J. Husti, *Geodetic-Astronomical Observation in The Netherlands, 1947-1973*, publications on geodesy, new series volume 6, number 3, (uitg. Netherlands Geodetic Commission, Delft 1975).
395. J. van Mierlo, *Hogere Geodesie, een schets*, (uitg. Laboratorium voor Geodesie, TH Delft 1976).
396. F.J. Ormeling en E.H. van de Waal, De kartografie-studie aan de Rijksuniversiteit Utrecht; J.E. Romein, Kartografie in Delft; A. van der Waag, werkgroep mogelijke HTS opleiding kartografie; F.J. Ormeling Sr., De kartografische opleiding aan het ITC, uit Kartografisch tijdschrift, jaargang III, nr. 1, 1977.
397. *Proceedings of the International Symposium on Electromagnetic Distance Measurement and the Influence of Atmospheric Refraction* Wageningen 23-28<sup>th</sup> May 1977, P. Richardus ed., (uitg. Netherlands Geodetic Commission 1977).
398. G.J. Husti, *Deviations of the vertical in The Netherlands from geodetic-astronomical observations*, publications on geodesy, new series, volume 6, number 3, (uitg. Netherlands Geodetic Commission, Delft 1978).
399. N. van der Schaaf ed., *The Centenary of The Netherlands Geodetic Commission (NGC)*, Part II: History of the Netherlands Geodetic Commission by N. van der Schaaf, Terms of reference and organization of the Commission, Triangulation, Base measurements, Astronomical observations, Pendulum observations and Gravity measurements, Precise levelling, Tidal observations, International relations, (uitg. Meinema, Delft 1979).
400. A. Waalewijn, *De Tweede Nauwkeurigheidswaterpassing van Nederland 1926-1940*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Delft 1979).
401. *A History of the Ordnance Survey*, ed. W.A. Seymour, bijdragen door J.H. Andrews, R.C.A. Edge, I.B. Harley e.a., (uitg. W.M. Dawson & Sons Ltd, England, Folkstone 1980).
402. Prof. ir. A.J. van der Weele, Enkele hoofdpunten van de fotogrammetrie in Nederland in de periode 1957-1982, uit NGT Geodesia 24<sup>e</sup> jaargang no. 9, september 1982.
403. Ir. J.A. van der Linden, Kartografie vanuit de lucht; de luchtfoto als informatiebron voor de topografische kaarten, uit NGT Geodesia 24<sup>e</sup> jaargang no. 9, september 1982.
404. Prof. dr. ir. G.H. Ligterink, Fotogrammetrie in de studie voor geodetisch ingenieur, uit NGT Geodesia 24<sup>e</sup> jaargang no. 9, september 1982.
405. Ir. J. Timmerman, Kadaster en fotogrammetrie, uit NGT Geodesia 24<sup>e</sup> jaargang no. 9, september 1982.
406. J.B.Ch. Wekker, *Historie, technieken en maatschappelijke achtergronden der karteringswerkzaamheden in Suriname sinds 1667*, (uitg. RCG Delft 1983).
407. *Geodetic Refraction, Effects of Electromagnetic Wave Propagation Through the Atmosphere*, F.K. Brunner ed., (uitg. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1984).
408. H.L. Rogge, *Register op landmeetkundige en aanverwante literatuur in Nederland 1971-1980, deel 1*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Delft 1984).
409. A. Waalewijn, redactie, *Drie eeuwen Normaal Amsterdams Peil*, (uitg. Den Haag, 1986).
410. Stephen M. Stigler, *The History of Statistics, The Measurement of Uncertainty before 1900*, (uitg. The Belknap Press of the Harvard University, Cambridge, Massachusetts, and London, England 1986).
411. Urbain I. van Twembeke, *Praktische geodesie en topografie, deel 1 metrologie*, (uitg. Acco, Leuven / Amersfoort 1986).
412. Joseph W. Konvitz, *Cartography in France 1660-1848, Science, Engineering and Statecraft*, (uitg. The University of Chicago Press, Chicago & London 1987).
413. Teodor J. Blachut, Rudolf Burkhardt, *Geschichte der Photogrammetrie*, Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Sonderheft, (uitg. Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt an Main 1988).
414. *Handleiding Landmeetkundige Veldwerkzaamheden Kadaster (HLV)*, (uitg. Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers 1989).
415. H. Pouls, De driehoeksmeting of triangulatie, uit Caert-Thresoor 8<sup>e</sup> jaargang, 1989, nr. 3.
416. Nederlandse Commissie voor Geodesie (onderdeel KNAW), *NCG-jaarverslagen 1990-2013*, (uitg. Bureau van de Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 1991-2014).
417. F.K. Brunner, *Refraction, refractive-index and dispersion: some relevant history*, uit Refraction of trans-atmospheric signals in geodesy, proceedings of the symposium, The Hague, May 19-22, 1992, (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 1992).
418. L. Aardoom, *Het geodetisch onderzoek in Nederland, de resultaten van een inventarisatie* (publikatie 29), in opdracht van de Nederlandse Commissie voor Geodesie, (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 1992).
419. Tim Owen, Elaine Pilbeam, *Ordnance Survey, Mapmakers to Britain since 1791*, (uitg. Ordnance Survey, Southampton & HMSO, Norwich 1992).
420. *Wat is waar?, Nationaal Geodetisch Plan 1995*, Een bezinning op de maatschappelijke rol van de geodesie als ruimtelijk-informatieve wetenschap en op de gewenste ontwikkeling van het veld in Nederland, opgesteld door de subcommissie nationaal geodetisch plan in opdracht van en aanvaard door de Nederlandse Commissie voor Geodesie (uitg. Nederlandse Commissie voor Geodesie, publ. 31, Delft 1995).
421. *Geodesie wereldwijd*, lustrumboek 90-95, (uitg. Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft 1995).
422. Prof. Dr. -Ing. R. Klees, *Hoe rond is de aarde? Fysische geodesie, wetenschap en maatschappij*, Rede TU Delft, Faculteit der Geodesie, 1996.
423. Menno-Jan Kraak, Ferjan Ormeling, *Cartography: Visualization of special data*, (uitg. Addison Wesley Longman, Harlow Essex England 1996).
424. *Handleiding voor de Technische Werkzaamheden van het Kadaster (HTW)*, red. J. Polman en M.A. Salzmann, (uitg. Kadaster, Apeldoorn 1996).
425. H.C. Pouls, *De Landmeter, inleiding in de geschiedenis van de Nederlandse Landmeetkunde van de Romeinse tot de Franse tijd*, (uitg. Canaletto / Repro Holland, Alphen aan den Rijn 1997).
426. Matthew H. Edney, *Mapping an Empire: the geographical construction of British India 1765-1843*, (uitg. Univ. of Chicago Press, Chicago & Londen 1997).
427. *Steeds voor u/jou de plaats bepalend, 50 jaar opleiding tot geodetisch ingenieur*, onder redactie van René van der Schans, (uitg. 1998).

428. W. White, R. Paul, *Basic Surveying*, (uitg. Butterworth Heinemann, 4<sup>e</sup> editie, Oxford 1999).
429. H.C. Pouls, *Een nuttig en profijtelijk boekje voor alle geografen, Gemma Frisius*, (uitg. NCG, in samenwerking met De Hollandse Cirkel, Delft 1999).
430. *The 5th element, Iustrumboek 2000*, (uitg. Landmeetkundig Gezelschap Snellius, Delft 2000).
431. John Keay, *The Great Arc: The Dramatic Tale of How India was Mapped and Everest was Named*, (uitg. HarperCollins 2001).
432. P.L. Madan, *Indian Cartography, A Historical Perspective*, (uitg. Manohar, Delhi 2001).
433. Charles W.J., *Geography, Science and National Identity, Scotland since 1520*, (uitg. Cambridge University Press, Cambridge 2001).
434. Govert Strang van Hees, De reversieslinger, een keerpunt in de geschiedenis van de zwaartekrachtmetingen, uit DHC 1 maart 2001 p. 9-14.
435. Ramon Hanssen, *Radar Interferometry, Data Interpretation and Error Analysis*, Delft University of Technology, The Netherlands, (uitg. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2001).
436. Ken Alder, *The Measure of All Things, The Seven-Year Odyssey that Transformed the World*, (uitg. Little, Brown 2002). Nederlandse vertaling: "De maat van alle dingen", de zevenjarige zoektocht naar de universele meter, (uitg. Anthos 2003).
437. J.E. Alberda, J.B. Ebginge, *Inleiding Landmeetkunde*, 7<sup>e</sup> druk, (uitg. VSSD, Delft 2003-2006).
438. H.C. Pouls, *De landmeter Jan Pietersz. Dou en de Hollandse Cirkel*, (uitg. NCG in samenwerking met de Stichting De Hollandse Cirkel Delft, aug. 2004).
439. F. Irrgang, *Landmeten en cartografie op de Koninklijke Militaire Academie in de 19<sup>e</sup> eeuw*, Kilacadmon Papers, deel 1 (uitg. KMA Breda 2004).
440. Eric Berkers e.a., *Geodesie, de aarde verdeeld en verbeeld, berekend en getekend*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2004).
441. Alfred Leick, *GPS Satellite surveying 3<sup>rd</sup> edition*, (uitg. John Wiley & Sons Hoboken, New Jersey 2004).
442. Donna Celso, *GIS for Building and Managing Infrastructure*, (uitg. ESRI, ca. 2005).
443. Wolfgang Torge, Der lange Weg der preußischen Landesvermessung: zum 100. Todestag Oscar Schreiber (1829–1905), uit zfv 6/2005 130. Jg. p. 359-371.
444. A.J. Kimerling, P.C. en J.O. Muehrcke, *Map use, reading, analysis and interpretation*, (uitg. JP Publications, Madison USA, 5<sup>e</sup> druk 2005, 8<sup>e</sup> druk 2016).
445. Arnoud de Bruine, Joop van Buren, Anton Kösters, Hans van der Marel, e.a., *De geodetische referentiestelsels van Nederland*, definitie en vastlegging van ETRS89, RD en NAP en hun onderlinge relaties, (uitg. NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 2005).
446. Govert Strang van Hees, (oud-universitair hoofddocent aan de TU Delft), *Globale en lokale geodetische systemen*, Publicatie 30, 4<sup>e</sup> herziene druk (uitg. NCG Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft 2006).
447. Edwin Danson, *Weighing the World, The Quest to Measure the Earth*, (uitg. Oxford University Press, New York 2006).
448. Philip Mason, *The men who ruled India*, (uitg. Rupa & co, New Delhi 2007).
449. Prof. dr. ir. R.F. Hanssen TU Delft 'Geodesy, ... a Space Odyssey', intreedere TU Delft, 3 september 2008.
450. Jan van Sickle, *GPS for Land Surveyors*, (uitg. Taylor & Francis group USA, 1<sup>e</sup> druk 1996, 2<sup>e</sup> druk 2001, 3<sup>e</sup> druk 2008, 4<sup>e</sup> druk 2015).
451. Prof. dr. H.J.C. Berendsen, *Goed meten met fouten, Een introductie in de verwerking en presentatie van meetresultaten en de discussie van meetfouten*, (uitg. Bibl. der RU, Groningen, 5<sup>e</sup> herziene druk, Groningen 2009).
452. Rachel Hewitt, *Map of a Nation, a biography of the Ordnance Survey*, (uitg. Granta Books, 2010).
453. Nil Disco, *60 years of ITC, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*, (uitg. Stichting Historie der Techniek en ITC Foundation, Enschede 2010).
454. Clement A. Ogaja, *Applied GPS for engineers and project managers*, (uitg. American Society of Civil Engineers, USA, Reston, Virginia 2011).
455. Max Seeberger, Frank Holl, *Wie Bayern vermessen wurde*, (uitg. Haus der Bayerischen Geschichte, (Augsburg), Deutsches Museum & Bayerischen Landesvermessungsamt München 2011).
456. Larrie D. Ferreira, *Measure of the Earth, The enlightenment expedition that reshaped our world*, (uitg. Basic Books, New York 2011).
457. Paul Murdin, *De astronoom en de gazelle, een historische roman gebaseerd op de avonturen van de sterrenkundige François Arago*, (uitg. Conserve 2011).
458. Frits Irrgang, *Officieren zetten Nederland op de kaart. Over de cartografie vanaf 1795 door Nederlandse officieren*, (uitg. Kilacadmon Papers, deel 5, 2012).
459. Prof. dr. ir. Leen Aardoom, *Satellietgeodesie in Nederland 1960-2000. Opstap naar en partner in Delfts aardgericht ruimteonderzoek*, Geodetisch-Historische Monografieën Nr. 1, Ontwikkeling van het vakgebied sedert de Franse tijd, (uitg. De Hollandse Cirkel, Apeldoorn 2012).
460. Christopher Fleet, Margaret Wilkes, Charles W.J. Withers, *Scotland: Mapping the Nation*, (uitg. Birlinn in association with the National Library of Scotland, Edinburgh 2012).
461. Theodorus Jan Cornelis van Hengel, *The Diving Dutchman, Het Marien-Gravimetrisch Onderzoek van F.A. Vening Meinesz (1887-1966)*, proefschrift, (uitg. Universiteit Leiden 2014).
462. Nederlands Centrum voor Geodesie en Geo-informatica, *NCG-jaarverslagen 2014-2017*, (uitg. Stichting NCG, Amersfoort 2015-2018).
463. Drs. P.W. Geudeke, Paden op en lanen in, Tweehonderd jaar topografische verkenningen, uit Caert Tresoor, 34<sup>ste</sup> jaargang 2015-4.
464. Drs. P.W. Geudeke, Opkomst en ondergang van een organisatie, tweehonderd jaar topografische kartering, uit Caert Tresoor, 34<sup>ste</sup> jg. 2015-4.
465. 200 jaar Topografie, diverse auteurs: Militaire Geografische Informatie van de Koude Oorlog tot heden; De Topografische kaart en Basisregistraties; Open Kaart - 200 jaar topografische kaarten online; Gebruik topografische kaart verrassend constant; Recente ontwikkelingen en nieuwe toepassingen in het topografisch domein, uit Geo-Info 2015-5, p. 10-38.
466. *200 jaar kaartmaken in beeld, 1815-2015*, Nico Bakker, Vincent van Altena, Mariëlle Verberck, Tamar Berkhout e.a. (samenstelling en redactie), (uitg. 12 Provinciën / Kadaster, Apeldoorn 2015).
467. H.J.G. Ferwerda, Het verzamelen van zeekaarten, landverkenningen op zeekaarten, uit Caert Thresoor 30<sup>ste</sup> jaargang, 2016-3.
468. Jan Stehouwer, Een nieuwe poging van Krayenhoff om een driehoeksnet te meten, uit De Hollandse Cirkel, Jaargang 20 nr. 3, december 2018.

## 9.5 Geodetische, astronomische en nautische meetinstrumenten

469. Dr. J.A.C. Oudemans, *Beschrijving en afbeelding van een universaal-instrument van Repsold*, (1852).
470. Dr. P.J. Kaiser, verificateur van 's Rijks zee-instrumenten te Leiden, *Onderzoek tot aankoop van Tijdmeters ten behoeve van der Nederlandse Marine in het jaar 1881*, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1881).
471. G.Chr.K. Hunäus, *Die geometrischen Instrumente der gesammten praktischen Geometrie deren Theorie, Beschreibung und Gebrauch*, (Leipzig, 1e editie 1864, 2e editie 1882).
472. J.A.C. Oudemans, *Handleiding voor Tijds-, Breedte- en Azimuthbepaling met het Universaal-instrument ten dienste der Triangulatie van Java en Sumatra*, (uitg. L.E. Bosch & Zoon, 1884).
473. J.F. Heather, *Surveying and astronomical instruments (mathematical instruments, vol III)*, (uitg. Crosby Lockwood and Son, Londen 1891).
474. *De meetinstrumenten in gebruik bij den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië, (met platen)* samengesteld bij de V/le afdeling van het Departement van Oorlog (onderafdeling Topographische Dienst), (uitg. G. Kolff & Co. Batavia 1893).
475. Dr. P.J. Kaiser, *Theorie en beschrijving der thans bij de Nederlandse Marine in gebruik zijnde zeevaartkundige werktuigen, deel III, de zee-urwerken*, (uitg. E.J. Brill Leiden 1895).
476. L.A. Bakhuis (gepensioneerd Majoor bij het OI leger), *Handleiding voor het bepalen van de Correctie eener boussole en het bepalen van den tijd*, (uitg. Topografische Dienst NI, Weltevreden).
477. Dr. E. Hammer, *Der Hammer-Fennel'sche Tachymeter-Theodolit und die Tachymeterkippregel, Beschreibung und Anleitung zum Gebrauch des Instruments, erste Genauigkeitsversuche*, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1901).
478. *Beknopt voorschrift betreffende de opstelling, het onderzoek en de regeling van de Boussole Tranchemontagne*, (uitg. Topographische Dienst, Landsdrukkerij, Batavia 1902).
479. Adolf Fennel, *Die Wagner-Fennel'schen Tachymeter der Fabrik Otto Fennel Söhne in Cassel*, (uitg. Verlag von Konrad Wittwer, Stuttgart 1904).
480. Joh. A. Repsold, *Zur Geschichte der Astronomischen Messwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach*, (uitg. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1908).
481. *Ahrend Prijscourant 1911* (geodetische meetinstrumenten, tekenmaterialen etc.), (uitg. Wed. J.Ahrend & Zoon, Amsterdam 1911).
482. Ing. Dr. Th. Dokulil, *Herstellung und Justierung geodätischer Instrumente, Teil II*, (uitg. Verlag der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, Berlijn 1911).
483. De Alanap, Indisch bouwkundig tijdschrift, no. 12 juni 1915, (uitg. Vereeniging van bouwkundigen in Ned. Indië).
484. *Handleiding bij het gebruik van het universaalinstrument ten behoeve van het personeel van den Topographischen Dienst* samengesteld door het hoofd van den Triangulatie-brigade, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1918).
485. *Modellen behoorende tot de handleiding bij het gebruik van het universaalinstrument ten behoeve van het personeel van den Topographischen Dienst*, samengesteld door het hoofd van de Triangulatie-brigade, (uitg. Topographische Dienst, Batavia 1919).
486. Ir. J.H.G. Schepers, *Het invarmetaal en zijne toepassing bij de nieuwe basismetingen in Nederlandsch-Indië*, Algemeen Ingenieurscongres, (uitg. drukkerij de Unie, Weltevreden Batavia 1920).
487. *M. van Leeven, Het afstandsmeten (tachymetrie), beknopte handleiding bij het werken met den tachymeter*, (uitg. N.V. Wed J. Arend & Zoon, Amsterdam 1920).
488. *Universal-Theodolite Wild T2. Instructions for use*, (uitg. Henry Wild surveying instruments, Supply Co. Ltd., Heerbrugg, Zwitserland 1936).
489. *Zeiss Theodolit II, und Zusatzeinrichtungen. Gebrauchs- und Justieranweisung*, (uitg. Carl Zeiss, Jena 1936).
490. *Geodetische Instrumenten Carl Zeiss, Jena, catalogus Zeiss Ikon*, (Amsterdam ca. 1938).
491. *Wichmann-Hauptkatalog. Zeichengeräte, Vermessungsinstrumente, Technische Papiere, Lichtpausanlagen*, (uitg. Gebr. Wichmann, 20<sup>e</sup> Ausgabe, Berlijn 1939).
492. Wild Heerbruch, *Geodätische und topographische Instrumenten*, Katalogus Wild Heerbruch ca. 1948.
493. F.E.J. Dejongh, Pendulum astrolabe, II Weg- en waterbouwkunde, uit De Ingenieur in Indonesië, 5e jaargang nr. 3, Bandung augustus 1953.
494. Henry C. King, *History of the Telescope*, (uitg. Dover Publications New York 1979 (oorspronkelijke uitg. Charles Griffin & Company in 1955).
495. E. Wilfred Taylor, *Theodolite design and construction*, (uitg. Cooke, Troughton & Simms, LTD, York, England 1955).
496. *Instrumentatie in de geodesie*, (uitg. Landmeetkundig gezelschap „Snellius“ ter gelegenheid van het vierde lustrum, Delft 1960).
497. Austin C. Poling, *Tellurometer Manual*, (uitg. US Government printing office, Washington 1961).
498. J.J. Saastamoinen ed., *Surveyor's Guide to Electromagnetic Distance Measurements*, (uitg. University of Toronto Press, Toronto 1967).
499. Ir. D.C. de Bruijn, Enkele beschouwingen over het gebruik van de tellurometer, uit Kadaster en Landmeetkunde 1967.
500. L. Hallermann, *Untersuchungen des Tachymeter-Theodolits Reg Elta 14 der Firma Carl Zeiss, Oberkochen*, (uitg. Geodätischen Institut der Universität Bonn).
501. Ronald Pearsall, *Collecting and Restoring Scientific Instruments*, (uitg. David & Charles, Newton Abbot, Londen 1974).
502. Simo H. Laurila, *Electronic Surveying and Navigation*, (uitg. John Wiley & Sons, London 1976).
503. Jean Randier, *Nautische instrumenten*, (vertaling van L'Instrument de la marine 1977), (uitg. Kluwer Technische Boeken., Deventer 1980).
504. Gerard L'E Turner, *Nineteenth-Century Scientific Instruments*, (uitg. Philip Wilson, 1983).



505. H. Spek, *Tijdmeters en waarnemingshorloges van de Departementen van Marine en Koloniën vanaf omstreeks 1832*, (uitg. MEOB Oegstgeest 1984).
506. Edwin Banfield, *Barometers: Stick or Cistern Tube*, (uitg. Baros Books, Trowbridge, Wiltshire, England 1985).
507. J.A. Bennett, *The Divided Circle. A History of Instruments for Astronomy, Navigation and Surveying*, (uitg. Phaidon-Christie's, Oxford 1987).
508. M.A.R. Cooper, *Modern theodolites and levels*, (uitg. BSP Professional Books, London 1987).
509. Prof. dr. Sc. Techn. Fritz Deumlich, *Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*, 8ste druk, (uitg. Verlag für Bauwesen, Berlijn 1988).
510. A.J. Turner, *From Pleasure and Profit to Science and Security. Etienne Lenoir and the transformation of precision instrument-making in France 1760-1830*. (uitg. The Wipple Museum of the History of Science, Cambridge 1989).
511. J.A. Bennett, *Le Citoyen Lenoir, Scientific instrument making in revolutionary France*, (uitg. Whipple Museum of the History of Science, Cambridge 1989).
512. Hans von Bertele, *Marine & Pocket Chronometers, History and Development*, (uitg. Schiffer Publishing, West Chester USA 1991), (Vertaald uit het Duits met als titel 'Marine- und Taschenchronometer', (uitg. D.W. Callwey München).
513. Marvin E. Whitney, *The Ships Chronometer*, (uitg. American Watchmakers Institute Press, Cincinnati, Ohio, US 1985, 1991).
514. R.H. van Gent 1953, John H. Leopold, 1935-2010, *De tijdmeters van de Leidse Sterrewacht*, Mededeling uit het Rijksmuseum voor de Geschiedenis van de Natuurwetenschappen, (uitg. Museum Boerhaave Leiden, kopie 1992).
515. Anita McConnell, *Instrument makers of the world. A history of Cooke, Troughton & Simms*, (uitg. University of York, William Sessions Ltd, York 1992).
516. A.L. Rawlings, *The science of clocks and watches*, (uitg. Longman Group UK Ltd. & British Horological Institute, Upton, England 1993).
517. Mari E.W. Williams, *The Precision Makers. A history of the instruments industry in Britain and France, 1870-1939*, (uitg. Routledge, Londen 1994).
518. W.E. Knowles Middleton, *The History of the Barometer*, (uitg. John Hopkins Press, Baltimore 1964, reprint Baros Books, Trowbridge, Wiltshire, England 1994).
519. Peter Ifland, *Taking the Stars. Celestial Navigation from Argonauts to Astronauts*, (uitg. Krieger, 1998).
520. Amird D. Aczel, *The Riddle of the Compass*, (uitg. Harcourt, Florida USA, 2001).
521. Tony Mercer, *Mercer Chronometers; History, Maintenance & Repair*, (uitg. Mayfield books, 2003).
522. F. Hartman, 100 jaar instrumenten- en apparatenfabriek De Koningh, uit Arnhem de genoeglijkste, jaargang 23 nr. 1 maart 2003.
523. W.F.J. Mörzer Bruyns, *Schip Recht door Zee. De octant in de Republiek in de achttiende eeuw*, proefschrift, (Leiden 2003).
524. Alto Brachner, *Von Ellen und Füßen zur Atomuhr. Geschichte der Meßtechnik*, (uitg. Deutsches Museum, München 2005).
525. Howard Mallinson, *Send it by semaphore, The old Telegraphs During the Wars with France*, (uitg. The Crowood Press Ltd., Ramsbury, Marlborough, Wiltshire, England 2005).
526. Carl Zeiss - *A History of a most respected name in optics*, (uitg. Zeiss 2005).
527. *The Whipple Museum of the History of Science. Instruments and Interpretations*, Liba Taub en Francis Willmoth ed., (uitg. University Press, Cambridge 2006).
528. Jonathan Betts, *Time Restored: The Story of the Harrison Timekeepers and R.T. Gould, 'The Man who Knew (almost) Everything'*, (uitg. National Maritime Museum / Royal Observatory, Greenwich, Oxford 2006).
529. Jonathan Betts, *Harrison*, (uitg. National Maritime Museum, Greenwich, Londen 2007).
530. Vivian Linacre, *The General Rule. A Guide to Customary Weights and Measures*, (uitg. The Squeeze Press, Glastonbury 2007).
531. A.D. Morrison-Low, *Making Scientific Instruments in the Industrial Revolution*, (uitg. Ashgate Publishing Ltd, Aldershot, England 2007).
532. Huib Zuidervart, *Joan Voûte 1879-1963, Een reuzentelescoop op de Bosscha-sterrenwacht te Lembang*, (uitg. KNAW, 2008).
533. Carel Hofland, Pier van Leeuwen, *Het vinden der Lengten van Oost en West. Nederlandse bijdragen aan de tijdmeting en plaatsbepaling op zee*, (uitg. Museum van het Nederlandse Uurwerk, Zaandam 2008).
534. Leendert van der Ent, *150 jaar goed in zicht, 1858-2008*. (uitg. Optronica kennis- en servicecentrum, 2008).
535. Vermessungsgeschichte, *Museumshandbuch Teil 2*, (uitg. Museum für Kunst und Kulturgeschichte Dortmund, 2009).
536. *Masterpieces of Science, Museo Galileo (Istituto e Museo di Storia della Scienza)*, ed. Paolo Galuzzi, (uitg. Giunti Florence 2010).
537. W.J. Morris, *The nautical sextant*, (uitg. Paradise Cay Publications, Inc., Arcata USA 2010).
538. Hans Hooijmaijers, Een passie voor precisie, Frederik Kaiser en het instrumentarium van de Leidsche sterrenwacht, (2011).
539. Rupert T. Gould, *The Marine Chronometer. Its History and Development*, (oorspronkelijke uitg. Potter, London 1923, nieuwe editie met extra tekst en illustraties, uitg. Antique Collectors Club 2013).
540. Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Het zonneprijs van Roelofs: de zon aanmeetbaar als een ster, uit De Hollandse Cirkel (DHC), Jaargang 17, nr 4, december 2015.
541. *175 jaar TU Delft, Erfgoed in 33 verhalen*, diverse auteurs (uitg. Histechnica, Vereniging voor Geschiedenis der Techniek en Erfgoed TUD, Delft 2017).
542. R.G. Grant, *Sentinels of the Sea, a miscellany of lighthouses past*, (uitg. Thames & Hudson, The National Archives, Londen 2018).
543. Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Het Stückrath-vier-slingertoestel, niet geïnventariseerd 'geodetisch instrumenteel erfgoed', uit DHC 2018-3 p. 94-103.

## 9.6 Atlassen, kaarten en kaart-catalogi

544. Lucas Jansz. Waghenaer, *Spiegel der zeevaerdt*, (uitg. Christoffel Plantijn, Leiden 1584).
545. Js. van den Bosch, Generaal Majoor, Ridder der 3e klasse van de Militaire Willemsorde, *Atlas der Overzeesche Bezittingen*, (uitg. gebroeders van Cleef, 's Gravenhage en Amsterdam 1817).
546. James Horsburgh, *Strait of Malacca*, (uitg. kaart ca. 1817).
547. C.W.M. van de Velde Luitenant (ter Zee), *Toelichtende aanteekeningen behoorende bij de kaart van het eiland Java uit officieele bronnen te zamengesteld*, (uitg. S. en J. Luchtmans, Leiden 1847).
548. Van Langenhuisen, *Répertoire de Cartes*, publié par L'Institut Royal des Ingénieurs Néerlandais, (La Haye 1854).
549. *Catalogus der verzameling van kaarten van het Ministerie van Marine*, ('s-Gravenhage 1872).
550. P. Baron Melvill van Carnbee en W.F. Versteeg, *Algemeene Atlas van Nederlandsch-Indië, uit officieele bronnen en met goedkeuring van het gouvernement samengesteld. Bezittingen buiten Java*, (uitg. Gualterus Kolff, Leiden 1872).
551. Dr. I. Dornseiffen, E. de Geest (lithograaf), *Kaart van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. Seyfardt's boekhandel, Amsterdam 1873 en 1878).
552. J.C. Hooykaas, *Natuurkundige Aardrijksbeschrijvingen: A. Astronomie, B. Geographie, Geodesie, Hypsometrie, Astronomische plaatsbepaling, C. Kaarten*, uit Repertorium op de Koloniale Litteratuur of systematische inhoudsopgave van hetgeen voorkomt over de Koloniën in mengelwerken en tijdschriften van 1595 tot 1865, (uitg. P.N. van Kampen & Zoon, Amsterdam 1877).
553. F. de Bas, De Residentiekaarten van Java en Madoera, uit Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap Amsterdam 17-11-1876, en de bewerking door P.C. Booms in De Gids Jaargang 41, januari 1877.
554. W.F. Versteeg, *Nieuwe Atlas van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. J. Voltelen, Arnhem. ca. 1879).
555. W.J. Havenga, *Atlas van Nederlandsch Oost-Indië*, (uitg. G. Kolff en Co., Batavia 1885).
556. P.R. Bos, *Natuur- en Staatkundige Atlas*, in zestig bladen, (uitg. J.B. Wolters, Groningen 1886).
557. Dr. C.M. Kan, *Toelichting behoorende bij de Kaart van den Nederlandsch-Indischen Archipel*, (uitg. J.L. Beijders, Amsterdam 1892).
558. *The Times Atlas*, containing 117 pages of maps, and comprising 173 maps and an alphabetical index, (uitg. The office of "The Times", London 1896).
559. *Atlas van Nederlandsch-Indië, buiten bezittingen, vluchtige opneming 1877-1882*, (uitg. 1896).
560. Topografische Dienst in Nederlands-Indië, *Voorschrift bevattende de aangenomen tekens enz. enz. te gebruiken bij het vervaardigen van topographische kaarten, benevens algemeene aanwijzingen in hoeverre die teekens ook voor overzichts en gedrukte kaarten behooren te worden gevolgd*, (uitg. Topographisch bureau, Batavia 1896).
561. George Gill, *Gill's Imperial Geography for College and School Use*, illustrated by 108 maps, (uitg. George Gill & Sons, London 1896).
562. *Catalogus der landkaarten bevattende 32 diverse rubrieken genummerd I tot en met XXXII en catalogus van zeekaarten, bevattende 12 diverse rubrieken genummerd A tot en met M, in het Koninklijk Instituut (van de Tropen)*, (juni 1898).
563. *Atlas van Nederlandsch Oost-Indië bij het Topografisch Bureau te Batavia samengesteld 1897-1904* (omgewerkte uitgave van de atlas van J.W. Stemfoort en J.J. Siethoff) (uitg. op last van het Dep. v. Koloniën en gereproduceerd bij de Topografische Inrichting te 's Gravenhage in 1896-1907).
564. G. Ström, *Leerboek der Militaire Aardrijkskunde en Statistiek van Nederlandsch Oost-Indië, 2<sup>e</sup> deel, Atlas van VII kaarten*, (uitg. Mil. Academie, Breda 1907).
565. *Jaarboek van het mijnwezen in Ned. Oost-Indië, 37<sup>e</sup> jaargang 1908, wetenschappelijk gedeelte*, Atlas bevattende geologische schetskaart van het oostelijke gedeelte van den Nederlandsch-Indischen Archipel, 18 bijlagebladen, teekeningen en profielen, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1908).
566. *Harmsworth Atlas and Gazetteer*, George Philip & Sons LTD, The London Geographical Institute, (uitg. Carmelite house, London 1909).
567. *Opgave van kaarten, bladwijzers, registers, verslagen enz.*, verkrijgbaar bij den TD te Weltevreden, (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1912).
568. W.C. Muller, *Catalogus der Land- en Zeekaarten*, (uitg. KITLV van Nederlandsch Indië, Martinus Nijhoff, 's Gravenhage 1913).
569. *Koloniaal-Aardrijkskundige Tentoonstelling, ter gelegenheid van het veertigjarig bestaan van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 20 sept.- 31 oct. 1913, Catalogus*, (uitg. Stedelijk Museum Amsterdam 1913).
570. CH. Dumont, C.J. Poldermans, *Nieuwe schoolatlas van Nederlandsch-Oostindië*, (uitg. Boekhandel Visser & Co, Weltevreden-Bandung 1924).
571. P.R. Bos, J.F. Niermeyer, *Kleine schoolatlas der geheele aarde voor de scholen in Nederlandsch Oost-Indië in 52 kaarten en 50 platen*, vier-entertigste druk bewerkt door C.L. van Balen, (uitg. J.B. Wolters' uitgevers-maatschappij N.V. Groningen, Den Haag, Weltevreden 1928).
572. *Nieuwe meer uitgebreide Wereldatlas met 52 kaarten der gehele wereld waaronder vlieghavens, radiostations, luchtroute Indonesië en bovendien een alphabetisch register*, opnieuw bewerkt door A. De Moor, (uitg. Cohen Zonen in Amsterdam 1930).
573. J.J. ten Have, *Geïllustreerde Atlas van Nederland en Oost-Indië*, 22 kaarten en 27 platen, (uitg. Joh. Ykema, 's-Gravenhage 1931).
574. W. van Gelder, *Atlas van Nederlandsch Oost-Indië*, ca. 1935.
575. W. van Gelder en C. Lekkerkerker, *Atlas van Nederlandsch-Indië*, (uitg. J.B. Wolters' uitgeversmaatschappij N.V., Groningen, Batavia 1937).
576. *Gids van Makassar en Z-Celebes met kaart van Makassar: beschrijvingen voor toeristen in het Hollandsch en Engels*, (uitg. N.V. Celebes, Makassar 1938).
577. *Atlas van Tropisch Nederland*, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap en de Topografische Dienst Batavia, origineel 1938, facsimile uitgave door Antiquariaat Gemilang, Landsmeer, uitg. Hill House Publishers, London 1990).
578. *Catalogus: opgave van kaarten, legenda, verslagen enz., verkrijgbaar bij den beheerder van het kaarten magazijn van den Topografischen Dienst te Batavia-C*, bijgewerkt tot 1 December 1938, (uitg. Reproductiebedrijf van den Topografischen Dienst, Batavia 1938).

579. *Voorlopige Catalogus: opgave van kaarten, legenda, verslagen, enz., verkrijgbaar bij den beheerder van het kaarten magazijn van den Topografischen Dienst te Batavia-C*, (uitg. Reproductiebedrijf van den Topografischen Dienst, Batavia December 1946).
580. *Catalogus: opgave van legenda, kaarten, verslagen, enz., verkrijgbaar bij het hoofd van het kaartenmagazijn van den Topografische Dienst te Batavia-C*, (uitg. Reproductiebedrijf van den Topografischen Dienst, Batavia December 1947).
581. *Algemene toelichting op de samenstelling en het gebruik van de Nederlandse zeekaarten, zeemansgidsen en verdere uitgaven der afdeling hydrografie*, 5<sup>e</sup> druk, (uitg. Afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, Staatsdrukkerij, 's Gravenhage 1949).
582. *Catalogus van Nederlandse Zeekaarten en Boekwerken*, (uitg. Afdeling hydrografie van het Ministerie van Marine, 's Gravenhage 1950).
583. Dorothy Sylvester, *Map and Landscape*, (uitg. George Philip and Son, Londen 1952).
584. Ir. J.A. van der Linden, *Topographische en militaire kaart van het Koninkrijk der Nederlanden*, (uitg. Fabula-van Dishoek, Uniboek B.V., Bussum 1973).
585. *Data Dasar Gunung api Indonesia, Catalogue of References on Indonesian Volcanoes with Eruptions in Historical Time*, (uitg. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Vulkanologi, Jakarta 1979).
586. *Atlas van kaarten en aanzichten van de VOC en WIC genoemd Vingboons-atlas*, (uitg. Fabula-van Dishoek, 1981).
587. *Bartholomew World Atlas*, (uitg. Geographical Institute, 1982); *Bartholomew Illustrated World Atlas*, (uitg. John Bartholomew & Son, Edinburgh 1989).
588. Robert Putman, *Oude scheepkaarten en hun makers, hoogtepunten uit vijf eeuwen cartografie*, (uitg. Inmerc, Mercbook 1983).
589. I made Sandy, *Atlas Republik Indonesia*, druk: 1<sup>e</sup> 1974, 2<sup>e</sup> 1976, 3<sup>e</sup> 1977, 4<sup>e</sup> 1979, 5<sup>e</sup> 1982, 6<sup>e</sup> 1986, 7<sup>e</sup> 1995, (uitg. Tenaga Indonesia).
590. Drs. P.W. Geudeke, *Choro-Topografische kaart der Noordelijke Provinciën van het Koninkrijk der Nederlanden*, (uitg. Fabula van Dishoek, Haarlem 1985).
591. F.J. Ormeling sr, R.P.G.A. Voskuil, *Facsimile uitgave van de Atlas van Tropisch Nederland (commentaar)*, Kartografisch Tijdschrift 1992 (XVIII), nr.1.
592. J.R. van Diessen, R.P.G.A. Voskuil, *Boven Indië, Nederlands-Indië en Nieuw-Guinea in luchtfoto's 1921-1963*, (uitg. Asia Maior, Purmerend, 1993).
593. Drs. J.R. van Driessen en drs. R.P.G.A. Voskuil, *Stedenatlas Nederlands-Indië*, (uitg. Asia Maior, Purmerend 1998).
594. Hans Straver, Ludolf Boelens, *Atlas Maluku*, (uitg. LSEM, Utrecht 1998).
595. Thomas Suárez, *Early Mapping of Southeast Asia*, (uitg. Periplus Editions, Hong Kong 1999).
596. J. van Duim, W.J. Krijgsveld, H.J. Legemaate, H.A.M. Liesker, G. Weijers, E. Braches, *Geïllustreerde Atlas van de Japanse Kampen in Nederlands-Indië 1942-1945*, (uitg. Asia Maior, Purmerend, 2000).
597. F.J. Ormeling sr., *De Residentiekaarten van Java en Madoera*, uit Caert-Thresoor, 2000, nr. 2.
598. Robert Cribb, *Historical Atlas of Indonesia*, (uitg. Routledge; First Edition edition 17 Nov. 2000).
599. John Noble Wilford, *The Mapmakers*, (uitg. Vintage books, second edition, New York 2001).
600. Drs. J.R. van Driessen, Prof. dr. F.J. Ormeling, *Grote Atlas van Ned. Oost-Indië, (Comprehensive Atlas of the Neth. East Indies)*, (uitg. Asia Maior 2004).
601. John Blake, *The Sea Chart. The Illustrated History of Nautical Maps and Navigational Charts*, (uitg. Conway Maritime Press, London 2004).
602. A.J. Kimerling, P.C. Muehrcke, J.O. Muehrcke, *Map use, reading, analysis and interpretation*, (uitg. JP Publications, USA Madison 5<sup>th</sup> ed. 2005).
603. Amrit Gomperts, *GPS, GIS en topografische kaarten van Java (1900-1946)*, uit Geo-Info 2006-5.
604. Diederick Wildeman, *Globes in Nederland, de Wereld in het klein*, Stichting Nederlands Scheepvaartmuseum, (uitg. Walburg Pers Zutphen 2006).
605. P.W.A. Broeders, *Gijsbert, Franco, Baron von Derfelden van Hinderstein 1783-1857. Leven en werk van 'eene ware specialiteit' in kaart gebracht*, proefschrift, (uitg. Hes & de Graaf, 2007).
606. Prof. dr. ir. Jacob Rais, M.Sc, Drs. Soerose Hadiyanto, Yunus Swarinoto, M.S., Nurvadi, M.S., Editors, *Atlas Nasional Indonesia, Fisik dan Lingkungan Alam, (Fysische aspecten en milieu)*, (uitg. Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) 2008).
607. Vincent Virga, *Cartographia, mapping civilizations*, The Library of Congress, (uitg. Little, Brown and Company, 3<sup>rd</sup> printing 2008).
608. Ruud Paesie, *Op perkament getekend: productie en omvang van het hydrografische bedrijf van de VOC*, uit Caert-Thresoor 2010-1.
609. Ruud Paesie, *Zeeuwse kaarten voor de VOC, het kaartenmakersbedrijf van de kamer Zeeland in de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw*, (uitg. Walburg Pers, Zutphen 2010).
610. Günter Schilder & Hans Kok, *Sailing for the East, History and Catalogue of Manuscript Charts on vellum of the Dutch East India Company (VOC), 1602-1799*, (uitg. Hes & de Graaf 2010).
611. Jerry Brotton, *A history of the world in twelve maps*, (uitg. Penguin, London 2013).
612. John O.E. Clark, *Maps that changed the world*, (uitg. Batford, London 2014).
613. *Maps: Indonesia, Java-Jakarta, Sumatra, Kalimantan, Bali-Lombok, Sulawesi-Nusa Tenggara, Papua-Maluku*, (uitg. Nelles Maps, München 2014-2016).
614. *Map Images*, National Library of Scotland, <http://maps.nls.uk/>
615. *Topografische en Militaire kaart van het Koninkrijk der Nederlanden (TMK), 1864*, schaal 1:50.000, (uitg. 12 Provinciën, Landsmeer 2008).
616. *Grote Historische Topografische Atlas, Nederland, schaal 1:25.000, 1897-1914*, (uitg. Nieuwland, Tilburg 2008).
617. *Atlas of the World*, The Royal Geographical Institute, (uitg. Philip's, Octopus Publishing, London 2013).
618. *The Times (Comprehensive) Atlas of the World: 1<sup>st</sup> generation 1895, 2<sup>nd</sup> generation 1920, 3<sup>rd</sup> generation 1967, 4<sup>th</sup> generation & 10<sup>th</sup> edition 1999, 11<sup>th</sup> edition 2003, 12<sup>th</sup> edition 2007, 13<sup>th</sup> edition 2011, 14<sup>th</sup> edition 2014*, (uitg. Collins Bartholomew Ltd, HarperCollins Publishers Ltd, Glasgow).
619. *Grote Bos Atlas (Schoolatlas der geheele aarde): 1<sup>e</sup> editie 1877, 36<sup>e</sup> editie 1939, 55<sup>e</sup> editie 2016*, (uitg. Wolters tot 1968, Wolters-Noordhoff, Noordhoff).



## 9.7 Topografische activiteiten in Nederlands-Indië en Indonesië

620. C.R.T. Kraijenhoff, *Astronomisch-Triangonometrische landmeting der Bataafse Republiek en over Engelse graadmeting in Oost-Indiën (India), uit Algemeene Konst- en Letter-Bode voor het jaar 1804, Haarlem 1804.*
621. F. Kaiser, *Sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel*, (uitg. J.C.A. Sulpke, Amsterdam 1851).
622. *Franz Junghuhn, Die Battaländer auf Sumatra (Im Auftrage Sr. Excellenz des General-Gouverneurs von Niederländisch-Indien Hr. P. Merkus in den Jahren 1840 und 1841)*, (uitg. G. Reimer, Berlin 1847).
623. Dr. Frans Junghuhn, *Java, deszelfs gedaante, bekleeding en inwendige structuur, deel I, II, III en IV*, (uitg. P.N. van Kampen, Amsterdam en 's Gravenhage 1851-1854).
624. Dr. J.A.C. Oudemans, Hoofd-Ingenieur van de Geographische Dienst in Nederlandsch Indië, *Herleiding van de waarnemingen gedaan door de Heeren S.H. en G.A. de Lange, ter bepaling van de lengte van Menado, Kema, Boeton, Ternate en Makasar in de jaren 1852 en 1853.*
625. G.A. de Lange en dr. J.J. van Limburg Brouwer, *Geodetische Triangulatie der Residentie Banjoemas en Geodetisch nivellement*, (Batavia 1857).
626. Commissie tot verbetering der Indische zeekaarten; *verrigtingen van de geographische ingenieurs, met Bijlage B: Lijst der kaarten in 1854* ingekomen bij de Commissie ter verbetering der Indische zeekaarten uit 'Koloniaal verslag van het beheer van den staat der Nederlandsche bezittingen en koloniën in Oost- en West-Indië en ter kust van Guinea over 1854', ingediend door den Minister van Koloniën, (uitg. Kemink en Zoon, Utrecht 1858).
627. Verslagen van de commissie tot verbetering der Indische zeekaarten over de jaren 1857, 1858 en 1859, Aanteekeningen omtrent de Westerafdeling van Borneo, Beschrijving van het eiland Bangka, uit Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde, red. E. Netscher en Mr. J.A. van der Chijs vierde serie (uitg. Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia 1861).
628. G.A. de Lange, *Geodetische Triangulatie van de Residentiën Bagelen en Kadoe en Geodetisch nivellement (met kaart)*, (Batavia 1857).
629. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de Geografische Dienst in Nederlandsch Indië, januari 1858 – april 1859, uit Verhandelingen der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlands-Indië*, (uitg. Lange & Co, Batavia 1860).
630. *Verslag van de dienstreizen (in Nederlands-Indië)*: van den adsistent, tijdelijk waarn. ingenieur bij de geographische dienst C.F.J. Jaeger, in 1861; van den hoofd-ingenieur van die dienst, in 1862; van den adsistent bij die dienst F.W. Voswinkel Dorselen, in hetzelfde jaar, ter bepaling van de geographische ligging van Muntok, Palembang, Lucipara, Riouw, Singapora, Djambie (Jambi), Moeara-Kompeh, Hoek Berikat, Hoek Toeing, Blinjoe, ondiepwater-eiland en eenige punten op Belitong, opgemaakt door dr. J.A.C. Oudemans (hoofd-ingenieur van de geographische dienst in Nederlandsch-Indië) 1862.
631. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van die plaatsen op Java waar telegraafkantoren gevestigd zijn, op gemaakt door den hoofd-ingenieur van de geographische dienst in Nederlands-Indië*, (Batavia 1862).
632. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de dienstreis, van den hoofd-ingenieur van de Geographische Dienst in Julij en Augustus 1863, ter sterrekundige bepaling van de geographische ligging van eenige punten op of nabij de westkust van Borneo*, (Batavia 1863).
633. Dr. J.A.C. Oudemans, *Hernieuwde bepaling van de lengte van Batavia*, (Batavia 1864).
634. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geografische ligging van punten op of nabij de Oostkust van Celebes, verricht in September-Dezember 1864*, (Batavia 1864).
635. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten in de Molukken, verricht in November 1866 tot Februari 1867*, (Batavia 1867).
636. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten aan de Zuid- en Oostkust van Borneo in September 1867*, (Batavia 1869).
637. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten in straat Makasar in Mei-September 1869*, (Batavia 1869).
638. *Ambtenaars-examen in Indië en de boussole tranche-montagne (1872)*.
639. Dr. J.A.C. Oudemans, *Verslag van de bepaling der geographische ligging van punten in den Riouw- en Lingga-Archipel in de maand Augustus 1871*, (uitg. Ernst & Co., Batavia 1873).
640. J.A.C. Oudemans, *Bepaling van het lengteverschil van Batavia en Singapore door middel van seinen met den onderzeeschen telegraafkabel*, uit *Natuurkundig Tijdschrift*, (Batavia 1874).
641. *Reizen naar Nederlandsch Nieuw-Guinea in de jaren 1871, 1872, 1875-1876* door P. Van der Crab en J.E. Teysmann, J.G. Coorengel, A.J. Langeveldt van Hemert en P. Swaan, P.J.B.C. Robedié van der AA, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1879).
642. *Magnetischen opneming in den Indischen Archipel, in de jaren 1874-1877 gedaan, op advies door dr. van Rijckevorsel*, (uitg. Johannes Müller, Amsterdam 1880).
643. R.D.M. Verbeek, *Topografische en geologische beschrijving Zuid-Sumatra* (Benkoelen, Palembang, Lampong), (uitg. Jaarboek van het Mijneuzen 1881).
644. F. de Bas, *De Triangulatie van Sumatra*, met kaarten en bijlagen, uitgegeven van wege het Aardrijkskundig Genootschap, Bijblad No 10, (uitg. C.L. Brinkman, Amsterdam en J.L. Beijers, Utrecht 1882).
645. F. de Bas, *De triangulatie van Sumatra en de opnemingen in Nederlandsch-Indië gedurende de jaren 1883 en 1884*, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1886.
646. Dr. H. Onnen, red., *Vulkanische verschijnselen en aardbevingen in den O. I. Archipel waargenomen gedurende de maanden Juli—December van het jaar 1886*, verzameld door dr. S. Figee en dr. H. Onnen, leden der aardbevings-commissie, Meteorologische waarnemingen in Nederlandsch-Indië, uit *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, Deel XLVII, achtste serie deel VIII, (uitg. Koninklijke Natuurkundige Vereeniging, Ernst & Co. Batavia en Noordwijk, Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1887).

647. F. de Bas, De opnemingen in Nederlandsch-Indië gedurende de jaren 1885 en 1886, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1888.
648. Dr. J.D. van der Plaats, *De basismetingen op Java* (ingebonden met *Overzicht graadmetingen in Nederland*), (uitg. J. v. Druten, Utrecht 1889).
649. C.M. Kan, De politieke verdeeling van Nieuw-Guinea en de stand van het onderzoek in de Nederlandsche en in de andere bezittingen, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1894.
650. J.J.A. Muller, *De verplaatsing van enige Triangulatie-pilaren in de Residentie Tapanuli (Sumatra) tengevolge van de aardbevingen van 17 mei 1892*, Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen in Amsterdam (eerste sectie) Deel III, No. 2, (uitg. Johannes Muller 1895).
651. *Triangulatie van Sumatra, driehoeksnet van Sumatra's Westkust. De coördinaten der driehoekspunten*, samengesteld bij de triangulatiebrigade van den Topographischen Dienst en uitgegeven ingevolge Gouv. Besl. DD. 18 januari 1900, No. 13. Met een plaat en een kaart, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1900).
652. Dr. J.A.C. Oudemans, *Die Triangulation von Java, Niederländisch Ost-Indien, Teil 1-6, 1875-1900:*  
 – Erste Abtheilung: *Vergleichung der Massstabe des Repsoldschen Basismessapparates mit dem Normalmeter*, (Batavia 1875).  
 – Zweite Abtheilung: *Die Basismessung bei Simplak*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1878).  
 – Dritte Abtheilung: *Ergänzungen zu den beiden ersten Abtheilungen. Genaue Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Normalmeter und dem Metre des Archives. Das Basisnetz von Simplak. Die Basismessungen bei Logantong und bei Tangsil, sowie die beiden dazu gehörenden Basisnetze*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1891).  
 – Vierte Abtheilung: *Das primaire Dreiecknetz*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1895).  
 – Fünfte Abtheilung: *Ergebnisse der Triangulation zweiter Ordnung*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1897).  
 – Sechste und letzte Abtheilung: *Die Hohen-, Breiten- und Azimuthbestimmungen, die Lothabweichungen im Sinne des Meridians und des Parallels. Nebst einem Anhang: Geschichtliches über die Terrestrische Refraktion*, (uitg. Martinus Nijhoff, Den Haag 1900).
653. J.J.K. Enthoven, Geographische plaatsbepalingen (West-Borneo), Astronomische en andere opmetingen t.b.v. de kartografie, 1886-1894, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1903.
654. Dr. J.J.A. Muller, De Triangulatie van Zuid-Sumatra, uit Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, Jaarg. XX (1904).
655. J.J.A. Muller, *Triangulaties in Nederlandsch-Indië, ca. 1905*.
656. J.J.A. Muller, De aansluiting van het driehoeksnet van Zuid-Sumatra aan het net van Sumatra's westkust, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1905.
657. *De coördinaten der driehoekspunten gebezigd bij de herziening der Topografische kaarten van Midden-Java, de residenties Banyumas en Kedu*, samengesteld bij de Triangulatie-brigade van de Topographischen Dienst, (uitg. G. Kolff, Batavia 1908).
658. A.E. Rambalo, De luchtvaart ten dienste van het wetenschappelijk onderzoek in Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1908.
659. K. Wegener, De mogelijkheid van een ballontocht dwars over Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1908.
660. *Catalogus der boekwerken aanwezig in de bibliotheek van het hoofdbureau van den Topographischen dienst te Batavia*, (uitg. Topographische inrichting, Batavia 1909).
661. Dr. J.J.A. Muller, *Het tegenwoordige standpunt der geodesie, rede bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar aan de Rijksuniversiteit te Utrecht, 17de mei 1909*, (uitg. A/W. Sijthoff's uitgeverijmaatschappij, Leiden 1909).
662. J. van Roon (kapitein-brigadechef van den Topographischen Dienst), *Kaartprojecties*, (uitg. Landsdrukkerij, Batavia 1909).
663. G.P. Rouffaer, Een bezoek aan de Topographische Inrichting te Batavia, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1909.
664. *Nova Guinea, uitkomsten der Nederlandsche Nieuw-Guinea-expeditie in 1903 onder leiding van dr. Arthur Wichmann (professor te Utrecht), vol I, II-1, II-2, III en IV*, (uitg. E.J. Brill, Leiden 1909).
665. T.C. Braak, Eene circulaire van het Kon. Magn. en Meteor. Observatorium te Batavia, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1909.
666. *Gedenkboek Franz Junghuhn 1809-1909*, diverse auteurs, met name: Prof. dr. J.J.A. Müller, *Junghuhn als topograaf der Bataklanden*, Prof. J.F. Niermeyer, *Junghuhn als geograaf*, (uitg. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage 1910).
667. *Triangulatie van Sumatra, driehoeksnet en astronomische plaatsbepalingen in Zuid-Sumatra, de coördinaten der driehoekspunten en astronomische stations, samengesteld bij de Triangulatiebrigade van den Topographischen Dienst (met een kaart)*, (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1911).
668. E.C. Abendanon, Bijdragen tot de historische cartographie van den Ned. Ind. Archipel, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1917.
669. *Voorschrift voor de landrentemetingen in Bali en Lombok, Topographische Dienst*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1917).
670. H.J. Buijsman, *Landmeten en waterpassen*, (uitg. Kolff, Batavia Weltevreden 1917).
671. F.C.W. Wieder (bibliothecaris LH Wageningen) *Kaartbeschrijving (algemeen)*, uit Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).
672. J.J.A. Muller (hoogleraar te Utrecht), *Kaartbeschrijving (nieuwe kaarten)*, uit Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).
673. J.M. Pfaff (chef afd. hydrografie Min. v. Marine) *Kaartbeschrijving, (zeekaarten)*, uit Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).

674. J.J.K. Enthoven (gep. Kol. Gen. Staf N.I. leger), *Topographische Dienst*, uit Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).
675. J.J.K. Enthoven (gep. Kol. Gen. Staf N.I. leger), *Triangulatie*, uit Encyclopaedie van Nederlandsch-Indië, (uitg. Martinus Nijhoff, 2e druk 1918-1921).
676. Ir. J.H.G. Schepers, *Modellen behoorende tot de Handleiding bij het gebruik van het Universaalinstrument ten behoeve van het personeel van den Topographischen Dienst*, samengesteld door het hoofd van de Triangulatiebrigade, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1919).
677. J. van Roon, *De werkzaamheden van den Topographischen Dienst in de Westerafdeeling van Borneo (1886-1895)*, (uitg. N.V. Boekh. Visser & Co., Bandoeng 1920).
678. H.J.K. Schuitenvoerder (Kapitein van den Topografischen Dienst), *Het Kaarteringsvraagstuk in den N.I. Archipel*, algemeen Ingenieurs congres Batavia 8-15 Mei 1920, 6<sup>e</sup> sectie, diverse onderwerpen, (Batavia 1920). Van deze auteur en dit congres ook een Engelstalige uitgave met als titel: *The Problem of Cartography in the Netherlands Indian Archipelago*, (Batavia 1920).
679. *Verslag van de permanente commissie voor de opnemings- en kaarteringswerkzaamheden in Nederlandsch-Indië, over 1915*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1916).
680. *Verslag van de permanente commissie voor de opnemings- en kaarteringswerkzaamheden in Nederlandsch-Indië, over 1916*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1917).
681. *Verslag van de permanente commissie voor de opnemings- en kaarteringswerkzaamheden in Nederlandsch-Indië, over 1917*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1918).
682. *Verslag van de permanente commissie voor de opnemings- en kaarteringswerkzaamheden in Nederlandsch-Indië, over 1918-1922*, (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1923).
683. *Verslag van de Rijkscmissie voor graadmeting en waterpassing aangaande hare werkzaamheden over het jaar 1924*, (uitg. Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage 1925).
684. R. Montigel, *Foutengrenzen voor de Opneming en kaarteering in Nederlandsch Indië, op geodetisch-wetenschappelijken grondslag*, (uitg. Zendings-Drukkerij, Lagoeboti Toba 1925).
685. J. van Roon, De beteekenis der stereo-autogrammetrie voor de opneming en kaarteering, in het bijzonder voor die van Nederlandsch-Indië, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1925.
686. Ir. A.J. van Staalen, c.i. en R. Montigel, vermess. Ing. ir. J.A. Seesink Clee, c.i., ir. L. Swaab, e.i., ir. B. Visman, e.i., *Technisch zakboek voor Nederlandsch-Indië (Wiskunde, Landmeten en Waterpassen, Wegen, Hydraulica en Hydrometrie, Gewapend beton, Springmiddelen, Electrotechniek)*, (uitg. Boekhandel en drukkerij Visser & Co., Weltevreden – Bandung 1926).
687. Prof. ir. J.H.G. Schepers, *De nauwkeurigheidswaterpassing van Java, de primaire kringen 1a en II, benevens het stadsnet van Batavia en Weltevreden*, Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië, Verhandelingen No. 1, (uitg. Reproductiebedrijf Top. Dienst, Weltevreden 1926).
688. *De nauwkeurigheidswaterpassing van Java, uitkomsten van de waterpassing der primaire kringen 1a en II, benevens het stadsnet van Batavia en Weltevreden*, Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië verhandelingen, No.1a, (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1927).
689. R. Montigel, *Barometrische hoogtemeting in de tropen*, Topografische Dienst in NI, Verhandelingen No. 2, (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1927).
690. R. Montigel, De nauwkeurigheid van de bij den Topografischen Dienst gebruikelijke wijze van optische afstandsmeting met de bergboussole, uit Mededeelingen van de Vereeniging van Officieren van den Topografischen Dienst No. 2, April 1928.
691. Prof. ir. J.H.G. Schepers, capt. F.C.A. Schulte, *Geodetic Survey in The Netherlands East Indies*, Report to the section of Geodesy of the International Geodetic and Geophysical Union, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1930).
692. J. van Roon, De driehoeksnetten van Sumatra: Lineaire afmetingen, oriëntering en altimetrie, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1930.
693. J.J.A. Muller, De gravimetrische opneming der zeeën van Nederlandsch-Indië, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1930.
694. F.A.Vening Meinesz, "Gravity anomalies in the East Indian Archipelago", uit Geographical Journal LXXVII (London 1931), p. 323.
695. A. Tissot van Patot, De kaarteering van Nederlandsch-Indië: Overzicht over het tijdvak 1920 t/m 1929, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1931.
696. J.Th. Horstink (Kapitein van den Topografischen Dienst in Ned. Indië), *Handboek der Landmeetkunde, bewerkt voor Nederlandsch Oost-Indië* door J.Th. Horstink, Band I en II, (uitg. Topografische Dienst, N.V. Drukkerij A.C. Nix & Co, Bandung-Java 1931).
697. Dr. R.W. van Bemmelen, *Geologische kaart van Java (schaal 1:100.000), toelichting bij blad 36 (Bandung)*, Ing. J. Szemian, *eene korte Argogeologische beschrijving*, (uitg. Dienst van den Mijnbouw in Nederlandsch-Indië, Topographischen Dienst Batavia 1933).
698. E. Heldring e.a., De expeditie van 1939 van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap naar het Nassau-gebergte op Nederlandsch Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1939.
699. Dr. P.J. Eyma, *Laporan harian tentang perjalanan ekspedisi di wilayah bagian utara danau paniai, Oktober 1939, (Dagelijks rapport van de expeditie in het gebied ten noorden van het Paniaimeer in Nieuw-Guinea) en Penjelajahan (Ondekkingsreis) Nieuw-Guinea*, E.J. Brill, (uitg. Lembaga Ilmu Pengetahuan Geografi Kerajaan Belanda (Prof. dr. L. Rutten Ketua, Ir. J.H.G. Schepers Sekretaris), Amsterdam, Edisi Kedua, Volume LVII, Leiden 1940).
700. Dr. P.J. Eyma, Een tocht ten noorden van het Paniaimeer (Nieuw-Guinea), uit Nederlandsch-Indische Geografische Mededeelingen, deel I aflevering 1, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Batavia 1941) p. 4-14.
701. Dr. A.J. Pannekoek, Het relief van den zeebodem en de dieptekaarten van den Indischen Archipel, uit Nederlandsch-Indische Geografische Mededeelingen, deel I, aflevering 4, (uitg. Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Batavia 1941) p. 77-91 met kaart na p. 102.



702. G.E. Hoedt / Gerard Jansen, *Landmeten en waterpassen in Indië*, (uitg. Versluys, 5<sup>e</sup> druk 1943).
703. J.E. Baron de Vos van Steenwijk, *Plumb-line deflections and geoid in Eastern Indonesia as derived from gravity*, (uitg. Rijkscommissie voor Geodesie, Waltman Delft 1946).
704. A. Kint, Het kaarteringsvraagstuk in Nederlandsch-Indië na de wapenstilstand van 1945, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1947.
705. *Aanhangsel van de handleiding voor de uitvoering van secundaire triangulaties, samengesteld ten behoeve van het personeel der opnemingsbrigades van den Topographischen Dienst*, (uitg. Reproductie bedrijf Topografische Dienst, Batavia 1948).
706. F.J. Ormeling, De huidige stand der Exploratie van Nieuw-Guinea, (lezing 23 oktober 1948 voor het Kon. Ver. "Indisch Instituut" en Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap te Amsterdam).
707. F.J. Ormeling, De groei van de kaart van Westelijk Nieuw-Guinea, uit Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Deel LIX, No. 2 1952.
708. J.H. Bramlage, Schakels Nederlands Nieuw-Guinea in kaart en foto, uit NNG jaargang 1958, NNG 31, Topografische Dienst, (Delft 1958).
709. Reilingh de Vries, Bertoen-Brouwer, Schepers, met o.a. de wetenschappelijke expeditie naar het Sterrengebergte, Nederlands Nieuw-Guinea, de ruimtelijke verdeling van het macro-kl., uit Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, tweede versie Deel LXXVI, no 4, oktober 1959.
710. Soetarjo Sigit, *A brief outline of the geology of the Indonesian Archipelago*, Th H.F. Klompé, *Geological map of Indonesia, Peta Geologi Indonesia*, (uitg. Republik Indonesia, Departemen Perindustrian Dasar/Pertambangan Djawatan Geologi- Bandung 1962).
711. D.A. Bertoen-Brouwer, In Memoriam Prof. ir. J.H.G. Schepers 1885-1968, uit K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift II 1968 Nr.2.
712. N.D. Haasbroek, *Prof. F. Kaiser en S.H. de Lange in hun relatie tot de astronomische plaatsbepalingen van omstreeks 1850 in het voormalige Ned. Indië*, (1977).
713. D.W. Rhind and D.R.F. Taylor ed., *Cartography past, present and future. A Festschrift for F.J. Ormeling sr.* International Cartographic Association (ICA), (uitg. Elsevier, London, 1989).
714. F.J. Ormeling sr., Triangulatie, opneming en kartering in voormalig Nederlands-Indië, uit Kartografisch Tijdschrift (1989) XV.2, p. 37-48.
715. F.J. Ormeling sr., *Mapping the former Netherlands Indies*, abstracts of the papers presented at the 13<sup>th</sup> International Conference on the History of Cartography, Amsterdam, 1989, p. 60-63.
716. F.J. Ormeling sr., De kartering in voormalig Brits- en Nederlands Indië, uit Kartografisch Tijdschrift (1993) XIX.3, p. 17-28.
717. Prof. dr. F.J. Ormeling sr., Het nieuwe gezicht van Caert-Thresoor, kaart van de Kraton met omstreken (Aceh), uit Caert Thresoor 18<sup>de</sup> jaargang 1999 nr. 3.
718. F.J. Ormeling sr., Jan van Roon (1872-1930), veelzijdig, kritisch topograaf, uit Caert-Thresoor, 2002-2.
719. Indische kartografie, (symposium), GIN publicatiereeks nr. 2, (uitg. Geo-informatie Nederland 2004): P.P.W.J. van den Brink, *Het kaartbeeld van Tropisch Nederland. Het Koninklijk Nederlands aardrijkskundig Genootschap en de kartografie van Nederlands-Indië*; P.W.A. Broeders, *De Algemeene Kaart van Nederlands Oost-Indië (1842) door Gijsbert Franco Baron van Derfelden van Hinderstein*; P. Levi, *Koninklijk Instituut voor de Tropen: ontdekkingsreis door de koloniale collectie van de kaartenzaal*; F.J. Ormeling, *De kartering van Nederlands-Indië*; A.M.M. Wentholt, *Geografische wegen. Het KNAG als wegbereider van de wetenschappelijke exploratie*.
720. Pieke Hooghoff en Ferjan Ormeling, *Wilhelm Linnemann: ervaringen bij het karteren van Nederlands-Indië, 1926-1936, Wilhelm Linnemann (1895-1968): achtergronden bij de memoires van een Indische topograaf*, uit Caert-Thresoor, 2005-1.
721. Peter van der Krogt, J.V.D. Werbata, een topograaf uit Oost-Indië, karteert in West-Indië, uit Caert-Thresoor, 2005-1.
722. Ferjan Ormeling, Colonial cartography of the Netherlands East Indies, 1816-1942, uit Carthesia 2005.
723. H. Th. Verstappen, *Zwerftocht door een wereld in beweging*, (uitg. Koninklijke Van Gorkum, Assen 2006).
724. Lowie Brink, De Schoolkaart van Insulinde van R. Schuiling: Een overzicht van de Indische cartografie in 1898 op vijf m<sup>2</sup>, uit Cart-Thresoor 25<sup>ste</sup> Jaargang 2006 nr. 1.
725. Ferjan Ormelink, Brieven uit Indië van John Meijerink, uit Caert-Thresoor, 2007-4.
726. Amrit Gomperts, Arnoud Haag, Peter Carey, De veertiende-eeuwse Javaanse hofstad Majapahit alsnog op de kaart gezet, uit Caert-Thresoor, 2008-3.
727. A.M.M. Wentholt ed., diverse auteurs, *In kaart gebracht met kapmes en kompas, met het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap op expeditie tussen 1873 en 1960. Beschrijving expedities en catalogus van de tentoonstelling*, (uitg. ABP/KNAG, Amsterdam 2009).
728. *Survei dan Pemetaan Nusantara, (geschiedenis verkenningen en opmetingen Topografische Dienst Indonesië tot 2009)*, groot aantal auteurs, (uitg. Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL), Jakarta Oktober 2009).
729. Clifford J. Mugnier, Grids & Datums, Republic of Indonesia, uit Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, October 2009.
730. Prof. dr. ir. Leen Aardoom, Ariaan Nicolaas Johan van Hees (1844-1936), geodeet tegen wil en dank?, uit De Hollandse Cirkel, Jaargang 16 nr 2, juni 2014.
731. Peter de Ruiter, *Het Mijnwezen in Nederlands-Oost-Indië 1850-1950*, proefschrift, (uitg. Universiteit Utrecht, druk Ipskamp, Enschede 2016).
732. Dr. J. Heere, dr. F.J. Ormeling, De nauwkeurigheid van kaarten vóór de triangulatie (1800-1850), uit Caert Thresoor, 35<sup>ste</sup> jaargang 2016-1.
733. Dr. F.J. Ormeling, De Topografische Dienst van Nederlands-Indië, Batavia 1864-1950, uit Caert-Thresoor, 36<sup>ste</sup> jaargang 2017-3.
734. Dr. P.P.W. van den Brink, Kartografische kapitaalvernietiging, Het Encyclopedische Bureau voor de Buitenbezittingen, 1909-1921, uit Caert-Thresoor, 36<sup>ste</sup> jaargang 2017-3.

## 9.8 Topografische Dienst in Nederlands-Indië, jaarverslagen 1905-1939

735. *De Topografische Dienst in Nederlandsch-Indië 1874-1924*, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1924).
736. *Systematisch overzicht van de onderwerpen en kaarten voorkomende in de jaarverslagen van den Topografischen Dienst 1905-1927*, (uitg. Topografische Dienst, Weltevreden 1929).
737. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1905, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De hoofd- en secundaire triangulatie van Zuid-Sumatra, met een kaart.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden-Java, met een kaart.*
  - *De topografische hermeting van Midden-Java, met twee kaarten.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentieën Batavia en Preanger-Regentschappen, 2 kaarten.*
  - *De topografische opnemings van de residentie Tapanuli en van Atjèh en Onderhoorigheden.*
  - *Vluchtige opnemingen: a. Korincil, b. Zuid-Celebes, c. Overige landstreken.*
  - *De landrente-opnemingen in Oud-Kedu.*
- Bijdragen van algemeenen aard:
- *De centralisatie der opnemings- en kaarteeringswerkzaamheden in Nederlandsch-Indië.*
  - *S. Blok, De bepaling van het lengteverschil tusschen Palembang en Lahat.*
  - *J. van Roon, Beschouwingen over het gebruik voor topografische doeleinden van de resultaten der opnemings van Noordwest Krawang door den Irrigatiedienst te Purwakarta (met een kaart).*
- (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1906).
738. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1906, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmetingen van Zuid-Sumatra met 2 kaarten.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden-Java, met kaart.*
  - *De topografische hermeting van Midden-Java, met kaart.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentieën Batavia en Preanger-Regentschappen, 4 kaarten.*
  - *De topografische opnemings van Zuid-Sumatra (residentieën Palembang, Lampongse Districten en Bengkulu), met kaart.*
  - *De topografische opnemings van Aceh en Onderhoorigheden, met kaart en twee photographieën.*
  - *De landrente-opnemingen op Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- *N.W. van Gelder, Sterrekundige plaatsbepalingen in de Lampongse Districten alsmede enige beschouwingen omtrent veelhoeksmetingen.*
  - *J. van Roon, Beschouwingen over het driehoeksnet der Preanger-Regentschappen.*
  - *A. Franssen Herderschee, De topografische verkenning van een deel van het eiland Timor, met kaart.*
- (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1907).
739. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1907, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Zuid-Sumatra.*
  - *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Sumatra's Oostkust.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden-Java.*
  - *De topografische hermeting van Midden-Java.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting der afdeling Krawang van de residentie Batavia.*
  - *De topografische opnemings van Aceh en Onderhoorigheden. Grensmetingen in de residentie Oostkust van Sumatra.*
  - *Landrente-opnemingen op Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- *I.V.D. Werbata, De topografische opnemings van de Benedenwindsche eilanden (kolonie Curaçao).*
  - *J.C. Lamster, Het kadastrale triangulatieneet van Oost-Preanger.*
  - *J. van Roon, Is het handhaven der residentiekaarten van Java en Madura nuttig en wenschelijk?*
- (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1908).
740. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1908, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De hoofd-en secundaire driehoeksmeting van Zuid-Sumatra.*
  - *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java.*
  - *De topografische hermeting van Midden-Java.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting der afdeling Krawang van de residentie Batavia.*
  - *De topografische opnemings van Zuid-Sumatra. De topografische opnemings van Ach en Onderhoorigheden.*
  - *Grensmetingen in de residentie Oostkust van Sumatra.*
  - *De landrente-opnemingen op Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- *J.C. Lamster, De kadastrale triangulatie van Midden- en West-Preanger.*
  - *J. van Roon, Een greep uit de geschiedenis van de triangulatie van Java en Madura vóór 1896.*
  - *De opnemings van de Krakatau-groep in mei 1908:*
    1. A. Franssen Herderscheé, *De topografische opnemings, 2.* H. Cool, *Mededeeling omtrent de geologie van de Krakatagroep,*
    3. Dr. W. van Bemmelen, *Oploding van het Krakatau-bekken,* 4. C.A. Backer, *De flora van het eiland Krakatau,*
    5. Edw. R. Jacobson, *De nieuwe fauna van Krakatau.*
- (uitg. Javasche Boekhandel & Drukkerij, Batavia 1909).

741. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1909, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De driehoeksmeting van Zuid-Sumatra.*
  - *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Midden-Sumatra. De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Sumatra's-Oostkust.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De topografische hermeting van Midden-Java.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting der afdeling Krawang der residentie Batavia. De topografische hermeting van de residentie Cheribon.*
  - *De topografische opneming van Zuid-Sumatra. De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *Grensmetingen in de residentie Oostkust van Sumatra. Vluchtige opnemingen. De landrenteopnemingen op Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- F.P. Sollewijn Gelpke, *De Landrente belastingswerkzaamheden.* L.F. van Gent, *De Landrentemetingen in de res. Kediri en Pasuruan van 1899-1908.*
  - J.V.D. Werbata, *De topografische opneming van het eiland Curaçao.* L.F. van Gent, *De Semeru.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1910).
742. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1910, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De driehoeksmeting van Sumatra's Oostkust. De driehoeksmeting van Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De topografische hermeting van Midden-Java.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting der afdeeling Krawang van de residentie Batavia. De topografische hermeting der residentie Cheribon.*
  - *De topografische opneming van Zuid-Sumatra. De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *Grensmetingen in de residentie Sumatra's Oostkust. De landrente-opnemingen op Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- A. van Lith, *Een en ander over basismetingen en kort verslag van de basismeting bij Sampun.*
  - J. van Roon, *Een en ander over de Pruisische Landesaufnahme.* G.E. Hoedt, *Basismeting in niet getrianguleerde streken.*
  - J. van Roon, *Een klein onderdeel van de Algemeene en internationale tentoonstelling te Brussel in 1910.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1911).
743. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1911, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, werkzaamheden:
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Sumatra's Oostkust.*
  - *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De topografische hermeting van Midden-Java.*
  - *De herziening van de topografische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting der afdeeling Krawang van de residentie Batavia. De topografische hermeting der residentie Cheribon.*
  - *De topografische opneming van Zuid-Sumatra. De topografische opneming van de residentie Oostkust van Sumatra.*
  - *De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden. Vluchtige opnemingen. De Landrente-opnemingen van Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- N.M.C. Verwey Mejan, *De Landrente belastingwerkzaamheden in 1911.*
  - L.F. van Gent, *De afdeeling Banyuwangi.* J.J. Lefèvre, *Van Lalahi via Sidikalang en Salak naar Barus. De Papaklanden.* L.F. van Gent, *De G. Semeru.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1912).
744. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1912,
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting v.d. residentieën Oostkust van Sumatra, Tapanuli en Jambi.*
  - *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De topogr. hermeting van Midden-Java. De driehoeksmeting van Bali en Lombok.*
  - *De herziening van de topografische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting der afdeeling Krawang van de residentie Batavia. De topografische hermeting der residentie Cheribon.*
  - *De topografische opneming van Zuid-Sumatra. De topografische opneming van de residentie Oostkust van Sumatra.*
  - *De topografische opneming van het eiland Celebes. De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *Vluchtige opnemingen. De landrente-opnemingen op Java.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- J.W.E. de Ruiter, *Het kratermeer van den G. Kelut.*
  - J. van Roon, *Aanteekeningen, verband houdende met de voorgenomen landrente-werkzaamheden in de residentie Bali en Lombok.*
  - C.C.F.M. le Roux, *Het bergland van Midden-Bali en het hoogland van Catur.*
  - J. van Roon, *Enkele aanteekeningen over de nauwkeurigheds-waterpassingen in Hongarije en het hoogteverband der topogr. kaarten.*
  - L.F. van Gent, *De erfpachtsperceelen in de afdeeling Lumajang.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1913).
745. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1913, Algemeen verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting v.d. residentieën Oostkust v. Sumatra, Tapanuli en Jambi.*
  - *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De topografische meting van Midden-Java. De driehoeksmeting van Bali en Lombok.*
  - *De herziening van de topografische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting van de afdeeling Krawang van de residentie Batavia. De topografische hermeting van de residentie Cheribon.*
  - *De topografische opneming van Zuid-Sumatra. De topografische opneming van de residentie Oostkust van Sumatra.*
  - *De topografische opneming van het eiland Celebes. De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- L.F. van Gent, *De G. Lamongan, De G. Merapi* (december 1909 - juni 1913), L.H.C. Horsting, *De Permalins van N. Habinsaran.*
  - P.Th. Santé, *De piek van Bonthain,* J.H.N.P. Jacobs, *Eenige tochten door Midden-Celebes.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1914).



## 746. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1914,

Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:

- *Algemeen overzicht.*
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van de residentieën Oostkust van Sumatra, Tapanuli, Riouw, Jambi en van Celebes.*
- *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De driehoeksmeting van Bali en Lombok. De topographische hermeting van Midden-Java.*
- *De herziening van de topografische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen.*
- *De topografische hermeting van de afdeling Krawang van de residentie Batavia. De topographische hermeting van de residentie Cheribon.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra in de residentieën Palembang en Bengkulu, Lampongse Districten en Bengkulu.*
- *De topografische opneming van Zuid-Celebes en van de residentie Oostkust van Sumatra. De topografische opneming van Aceh en Onderh.*
- *Vluchtige opnemingen. De landrente opnemingen op Java: de residentieën Preanger-Regentschappen, Rembang en Pekalongan.*

Bijdragen van gemengden aard:

- H.J.K. Schuitemoeder, *De vulkaan Kaba.* L.H.C. Horsting, *De vulkaan D. Sibayak.*
- J. van Roon, *De triangulatie van Java door den voormaligen Geografischen Dienst.*
- W.W.B. Droggeleever, *Zuidkust van de residentie Preanger-Regentschappen.* A. Tissot van Patot, *Aanteekeningen over de Secte der Samins.* (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1914).

## 747. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1915,

Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:

- *Algemeen overzicht*
- *De hoofd- en secundaire driehoeksmeting van de gewesten Oostkust van Sumatra, Tapanuli, Riouw, Jambi en van Celebes.*
- *De sec. driehoeksmetingen in Midden- en Oost-Java. De driehoeksmeting van Bali en Lombok. De topographische hermeting van Midden-Java.*
- *De herziening van de topographische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen.*
- *De topographische hermeting van de afdeling Krawang van de residentie Batavia. De topographische hermeting van de residentie Cheribon.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra in de residentieën Palembang, Bengkulu, Lampongse Districten en Bengkulu.*
- *De topographische opneming van het gouvernement Oostkust Sumatra. De topographische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
- *De topographische opneming van het eiland Celebes. Vluchtige opnemingen.*
- *De landrente-opnemingen op Java: de residentieën Preanger-Regentschappen, Pekalongan, Cheribon, Rembang, Surabaya, Madura, Kediri en Madiun.*

Bijdragen van gemengden aard:

- L.F. van Gent, *Aardrijkskundige benamingen in Midden- en Oost-Java.* J. van Roon, *Enkele aanteekeningen omtrent Bali.*
- H.J.K. Schuitemoeder, *Beknopt historisch overzicht van de opnemings en karteeringswerkzaamheden in de Residentie Batavia (oud).* (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1916).

## 748. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1916,

Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:

- *Algemeen overzicht.*
- *Verrichtingen van de Triangulatiebrigade: Sumatra's Oostkust, Tapanuli, Jambi, Indragiri en Celebes.*
- *De sec. driehoeksmetingen in Midden- en Oost-Java. De driehoeksmeting van Bali en Lombok. De topographische hermeting van Midden-Java.*
- *Herziening van de topographische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen.*
- *De topographische hermeting van de afdeling Krawang (residentie Batavia). De topographische hermeting van de residentie Cheribon.*
- *Triangulatie, veelhoeksgrensmetingen residenties Batavia (oud), Surabaya, Surakarta en Yogyakarta.*
- *De topographische opneming van Zuid-Sumatra. De topographische opneming van Gouvernement Oostkust van Sumatra.*
- *De topographische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
- *De topographische opneming van het eiland Celebes. Vluchtige opnemingen.*
- *De landrente-opnemingen van Java: de residenties Preanger-Regentschappen, Cheribon, Rembang, Surabaya, Madura en Madiun.*

Bijdragen van gemengden aard:

- J.H.G. Schepers, *Kort overzicht van de primaire en secundaire triangulatie van de oostkust van Sumatra.*
- L.F. van Gent, *Overzicht van de verrichtingen van den topographischen dienst in Britsch-Indië.*
- H. Philippi, *Morphologische en geologische aant. bij de kaart van Zuid-Sumatra,* J. van Roon, *Beierse en Würtembergsche officiële kaartenwezen.*
- L.H.C. Horsting, *Het meer van Tondano en zijne omgeving.* J.M. van Gils, *Meren en gevonden oudheden in de residenties Preanger en Cheribon.*
- J.W.E. de Ruiter, *Het land Depok.* A.F. Mönnich, *Van grauwe grotten en bruisende bronnen en daarmee verband houdende Javaansche legenden.*
- J. van Roon, *Het eiland Bawean.* L.F. van Gent, *Aardrijkskundige benamingen in en om Batavia.* (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1917).

## 749. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1917,

Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:

- *Algemeen overzicht.*
- *De driehoeksmetingen van de Gewesten Oostkust van Sumatra en van Tapanuli.*
- *De driehoeksmeting op Banka en in de residenties Jambi en Riouw. De driehoeksmeting op de Kleine Sunda-eilanden.*
- *De driehoeksmeting op Celebes. Telegrafische bepaling van het lengteverschil Makassar-Menado.*
- *De sec. driehoeksmetingen in Midden- en Oost-Java. De driehoeksmeting van Bali en Lombok. De topographische hermeting van Midden-Java.*
- *Herziening van de topographische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen.*
- *De topographische hermeting van de afdeling Krawang (residentie Batavia). De topographische hermeting der residentie Cheribon.*
- *Triangulatie, veelhoeksgrensmetingen, residenties Batavia (oud), Surakarta en Yogyakarta.*
- *De topographische opneming van Zuid-Sumatra. De topographische opneming van het Gouvernement Oostkust van Sumatra.*
- *De topographische opneming van Aceh en onderhoorigheden. De topographische opneming van het eiland Celebes. Vluchtige opnemingen.*
- *De Landrente-opnemingen op Java en Bali: de residenties Preanger-Regentschappen, Cheribon, Kedu, Banyumas, Surabaya, Madura, Madiun en Bali.*

Bijdragen van gemengden aard:

- H. Philippi, *Morphologische en geologische aanteekeningen bij de kaart van Zuid-Sumatra.*
- J.M. van Gils, *Beschrijving van enkele bergen, kraters, meren en baaien: G. Ciremai, G. Patuha, Kawah Ciwidey, Situ Cileunca, Wijkoopsbaai.*
- J. van Roon, *Losse aanteekeningen omtrent het middendeel van den G. Kidul.* H.A.L.K. Kortum, *Kuststreek van Beneden Langkat.*
- J.W.E. de Ruiter, *Geschiedenis v/d particuliere landerijen ten Westen v/d Cimanuk. Beknopt historisch overzicht van het land Buitenzorg.* (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1918).

750. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1918, Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *Algemeen overzicht.*
  - *De driehoeksmetingen van de gewesten Oostkust van Sumatra en Tapanuli.*
  - *De driehoeksmeting op Banka en in de residenties Jambi en Riouw.*
  - *De driehoeksmeting op de Kleine Sunda-eilanden. De driehoeksmeting op Ambon.*
  - *De driehoeksmeting op Noord-Celebes en Zuid-Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De triangulatie op Bali. De topogr. hermeting van Midden-Java, Surakarta en Yogyakarta.*
  - *Herziening van de topographische kaarten van de residentie Preanger-Regentschappen, benevens nieuwe metingen in de onderafdeeling Galuh.*
  - *De topographische hermeting van de afdeeling Krawang (residentie Batavia). De topographische hermeting der residentie Cheribon.*
  - *Triangulatie, veelhoeksgrensmetingen, residentien Batavia (oud), Surakarta en Yogyakarta.*
  - *De topographische opneming van Zuid-Sumatra, van het Gouvernement Oostkust van Sumatra en van Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *De topographische opneming van het eiland Celebes. Vluchtige opnemingen.*
  - *De landrente-opnemingen op Java en Bali: de residenties Preanger-Regentschappen, Cheribon, Kedu, Banyumas, Surabaya, Madura, Pasuruan, Besuki, Madiun en Semarang.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- L.F. van Gent, *Fotografie ten dienste van kaarteringen.*
  - J.C.F. Ohlhardt, *De stereo-autograaf.*
- (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1919).
751. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1919 deel I, Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *Algemeen overzicht.*
  - *De driehoeksmeting in de gewesten Oostkust van Sumatra en Tapanuli.*
  - *De driehoeksmeting op Banka en in de residenties Jambi en Riouw.*
  - *De driehoeksmeting op de kleine Sunda-eilanden; De driehoeksmeting op Ambon.*
  - *De driehoeksmeting op Noord-Celebes en Zuidwest-Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De triangulatie op Bali. De topographische hermeting van Midden-Java.*
  - *Herziening van de topographische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topographische hermeting van de afdeling Krawang (residentie Batavia) en der residentie Cheribon.*
  - *Residenties Batavia (oud), Surakarta en Yogyakarta.*
  - *De topographische opneming van Zuid-Sumatra, Sumatra's Oostkust en van Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *De topographische opneming van het eiland Celebes. Vluchtige opnemingen.*
  - *De landrentemetingen op Java en Bali: de residenties Preanger-Regentschappen, Cheribon, Bantam, Batavia, Kedu, Banyumas, Pasuruan, Besuki, Semarang en de afdeeling Ulu Sungei (residentie. Z.O. Borneo) en Bali.*
- *Naamlijst van de gewezen chefs van den Topographischen Dienst.*
- (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1920).
752. Jaarverslag van den Topographischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1919 deel II:
- W. de Quant, *Aanteekeningen betreffende het zuidwestelijk schiereiland van Celebes.*
  - L.F. van Gent, *Korte beschrijving van het Diëng-plateau.*
  - G.P. Groenhof, *Enkele geschiedkundige plaatsen in Bantam.*
  - P.H.G. Gerritsen, *Enkele aanteekeningen bij de kaart van de Semeru-top. J.W.E. de Ruiter, De G. Salak. W. de Quant, De G. Lompo Battang.*
  - D.G. Draaijer, *Het gebruik van den Topographischen Dienst in den modernen oorlog.*
  - H.J.K. Schuitenvoerder, *Het Geographisch Instituut van de Rijksuniversiteit te Utrecht.*
  - A. Tissot van Patot, *De hydrografie van het Gumai-gebergte.*
  - A.O. Clements, *Eene verkenning in Midden-Celebes.*
  - L.F. van Gent, *Belastinghervorming in de residentie Zuider- en Oosterafdeeling van Borneo.*
  - R.E.P. Maier, *De triangulatie van het eiland Bantam, benevens enkele gegevens omtrent land en volk.*
  - L.F. van Gent, *Fotografie ten dienste van Kaarteringen.*
  - H.J.K. Schuitenvoerder en F.H. van Beek, *Over de in het oude Bonne-systeem berekende triangulatiegegevens der Preanger-regentschappen en over de herleiding daarvan tot polyeder-coördinaten in het nieuwe systeem.*
  - A.F. Mönnich, *Langs Borneo's wegen.*
- (uitg. Topographische Inrichting, Batavia 1920).
753. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1920, Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- *Algemeen overzicht.*
  - *De driehoeksmeting op Banka en in de residenties Jambi en Riouw. De driehoeksmeting op de Kleine Sunda-eilanden.*
  - *De driehoeksmetingen op Noord-Celebes, Zuidwest-Celebes, Midden- en Zuidoost-Celebes.*
  - *De secundaire driehoeksmeting in Midden- en Oost-Java. De triangulatie op Bali. De topografische hermeting van Midden-Java.*
  - *De hermeting van de residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *Herziening van de topografische kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.*
  - *De topografische hermeting van de residentie Cheribon.*
  - *De topografische opneming van Zuid-Sumatra, de gouvernementen Oostkust van Sumatra en van Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *De topografische opneming van het eiland Celebes. Vluchtige opnemingen.*
  - *De landrentemetingen op Java, Bali en in de Z. en O. afdeeling van Borneo: de residenties Preanger-Regentschappen, Batavia, Bantam, Kedu, Banyumas, Pasuruan, Besuki, Semarang en de afdeeling Ulusungai (residentie Z.O. afdeeling van Borneo) en van Bali.*
- W. de Quant, *Kaarteeringsfouten, als gevolg van rekken en krimpen van het papier.*
- *De Topografischen Dienst onder J.J.K. Enthoven.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1921).

754. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1921, Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- Algemeen overzicht.
  - De driehoeksmeting op Banka en in de residenties Jambi en Riouw.
  - De driehoeksmeting op de Kleine Sunda-eilanden.
  - De driehoeksmeting in Noord Celebes, Midden Celebes en Zuidoost Celebes.
  - De secundaire driehoeksmeting in Midden en Oost Java.
  - De triangulatie op Bali.
  - De topografische hermeting van Midden Java.
  - De hermeting van de residentie Preanger-Regentschappen en Batavia.
  - Herziening van de top. kaarten der residentie Preanger-Regentschappen.
  - De topografische hermeting van de residentie Cheribon.
  - De topografische opneming van Zuid Sumatra, de gouvernementen Oostkust van Sumatra.
  - De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.
  - De topografische opneming van het eiland Celebes, Zuidwest Celebes en Midden Celebes.
  - De topografische opneming van het eiland Ambon.
  - Vluchtige opnemingen.
  - De landrentemetingen op Java, Bali en de Z. en O. afdeeling van Borneo: Preanger Regentschappen, Batavia-Banten, Kedu-Banyumas-Semarang, Pasuruan, Besuki.
  - Dr. S. van Valkenburg, *De taak van den geograaf bij den Topografischen Dienst, Geomorphologische beschouwingen over de Padangsche bovenlanden.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1922).
755. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1922, Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- De driehoeksmeting in het gouvernement Oostkust van Sumatra.
  - De driehoeksmeting op Banka en in de residenties Jambi en Riouw.
  - De driehoeksmeting op de kleine Sunda-eilanden.
  - De driehoeksmeting op Noord Celebes, Midden Celebes en Zuidoost Celebes.
  - De secundaire driehoeksmeting in Midden en Oost Java (inclusief Bali).
  - De topografische hermeting van Midden Java en West Java.
  - De topografische hermeting van de residenties Preanger-Regentschappen.
  - De topografische hermeting der residentie Cheribon.
  - De topografische opneming van Zuid Sumatra.
  - De topografische opneming van de gouvernementen Oostkust van Sumatra en Aceh en Onderhoorigheden.
  - De topografische opneming van de eilanden Celebes en Ambon. De topografische opneming van Zuidwest Celebes en Midden Celebes.
  - Vluchtige opnemingen.
  - Verrichtingen van de landrentelopnemingsbrigades Bandung, Magelang en Malang. De registratie van het Inlandsch grondbezit.
  - Inhoudsopgave van de bijdragen van gemengden aard, alsmede vermelding van de belangrijke onderwerpen, opgenomen in de gewone verslagen der verschenen jaargangen.
  - Ir. J.H.G. Schepers, *Prof. dr. J.A.C. Oudemans en diens werkzaamheden als chef van den geografischen dienst.*
  - Ir. J.H.G. Schepers, *De bepaling van de geografische lengten van de astronomische punten op Sumatra met behulp van draadloze tijdseinen.*
  - R. Montigel, *Nieuwe wegen der stereofotogrammetrie.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1923).
756. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1923, Verslag van de verrichtingen van den dienst, terreinwerkzaamheden:
- De astronomische metingen, hoekmetingen en berekeningen.
  - De secundaire driehoeksmeting in Midden Java.
  - De topografische hermeting van Midden Java en van de residenties Preanger-Regentschappen, Batavia (oud), Cheribon.
  - De topografische opneming ter Sumatra's westkust en van Zuid Sumatra.
  - De topografische opneming van het gouvernement Oostkust van Sumatra en Aceh en Onderhoorigheden.
  - De driehoeksmetingen der 3de en 4de orde van Celebes. De topografische opneming van Celebes.
  - De topografische opneming van Ambon.
  - Vluchtige opnemingen.
  - Verrichtingen van de landrentelopnemingsbrigades Bandung, Magelang en Malang, de landrentesectie op Sumbawa (Bima) en de meetsectie's op Sumatra (Padang). De registratie van Inlandsch grondbezit.
  - P.D. Boon, *Kort verslag betreffende de uitkomsten der in 1923 gehouden inspecties over de door de "Stereographik-zentrale" te München vervaardigde kaarten van stereofotogrammetrisch opgenomen terreinen op Java.*
  - *Kort verslag omtrent de vaststelling op het terrein van een grensgedeelte in de Jagui-streek tusschen Serawak en het landschap, Sambas.*
  - *Kort verslag omtrent de opmeting van de "grootte grens" tusschen Nederlandsch en Portugeesch Timor.*
  - V. Dersjant, *De werkzaamheden van den Geografischen dienst van Noorwegen gedurende de laatste 150 jaren.*
  - J. Debius, *Aanteekeningen naar aanleiding van het jaarverslag 1920-21 van den Topografischen dienst in Siam.*
  - V. Dersjant, *Aanteekeningen naar aanleiding van het jaarverslag over 1922 van den Geografischen dienst in Fransch Achter-Indië (Indo-China).*
  - H.J.K. Schuitenvoerder, *De Wajang-Windoe-vulkaan.*
  - Ir. J.H.G. Schepers, *De lengten van de invardraden 285, 286 en 287 van het Indische basisapparaat gedurende het tijdvak 1909-1922.*
  - Dr. S. van Valkenburg en J.Th. White, *Enkele aanteekeningen omtrent het Zuidergebergte (G. Kidul).*
  - R. Montigel, *Over de nauwkeurigheid der inhoudsbepalingen met den poolplanimeter.*
  - H.J.K. Schuitenvoerder, *Over de in de Bonne-projectie berekende kadastrale triangulatie-gegevens van de Preanger Regentschappen en over de herleiding daarvan tot polyeder-coördinaten in het nieuwe systeem.*
- (uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1924).



## 757. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1924,

Algemeen overzicht, terreinwerkzaamheden:

- *Astronomische metingen en berekeningen, secundaire driehoeksmeting, topografische hermeting.*
- *De topografische opneming van Sumatra's Westkust.*
- *De topografische opneming van Celebes.*
- *De topografische opneming van Ambon en Haruku. Vluchtige opnemingen.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra en Jambi.*
- *De topografische opneming van Sumatra's Oostkust en van Aceh en Onderhoorigheden.*
- *Herziening der landrentekaarten, registers en topografische kaarten.*
- *De registratie van Inlandsch grondbezit.*
- *De landrentemetingen op Bali, Lombok en Z.W. Celebes.*
- *De landschapsmetingen op Sumbawa.*
- *De agrarische metingen ter Sumatra's Westkust en in Tapanuli.*
- H.D.H. Bosboom, *De verdiensten van generaal F. de Bas voor den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië.*
- R.C. Gaade, *Enkele aanteekeningen bij de kraterrand van den G. Makian en F. Hagen, Een bestijging van den G. Berapi.*
- Dr. S. van Valkenburg, *Het district Djampang-Koelon.* H.O.M. Bensemann, *De grot Sagéa op Halmahera.*
- K. Gsöllpointner, *Aanteekeningen omtrent het Rindjanigebergte op Lombok.* J. Th. Horstink, *Enkele agrarische aant. omtrent het eiland Lombok.*
- Dr. S. van Valkenburg, *De bergstorting van Cigembong.* L.H.C. Horsting, *Het Soputangebergte in de Minahassa.*
- A. Tissot van Patot, *Grotten in West-Kediri.*
- J.W.H. Kramer, *Een en ander over de Minangkabausche adat en Minangkabausche Hoofden.*
- A. Gertis, *Enkele aanteekeningen omtrent Nusa Penide.*
- Ir. J.H.G. Schepers, *Het algemeene systeem van bladindeeling voor de kaarten van den Nederlandsch Indischen Archipel.*
- J.H. de Roode, *Economische bedrijfsleiding.*

(uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1925).

## 758. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1925,

Algemeen overzicht, terreinwerkzaamheden:

- *De topografische opneming van Sumatra's-Westkust.*
- *De driehoeksmeting der 3de en 4de orde in Zuidwest Celebes. De topografische opneming van Celebes.*
- *De topografische opneming van Ambon en Haruku. Vluchtige metingen.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra en Jambi.*
- *De topografische opneming van Sumatra's Oostkust en van Aceh en Onderhoorigheden.*
- *Landrentewerkzaamheden: herz. van topogr. kaarten, verrichtingen van het zelfst. detachement te Mataram, landschapsmetingen op Sumbawa.*
- *De werkzaamheden in het rechtstreeks bestuurd gebied en zelfbestuursgebied Pare-pare en Bone.*
- *Verrichtingen van het zelfstandig detachement te Padang en Balige.*
- L.F. van Gent, *In memoriam J.J.K. Enthoven.*
- L.F. van Gent, *Prof. dr. J.J.A. Muller.*
- E. Roeges, *De vulkaan Kunyit.*
- Dr. S. van Valkenburg, *Het district Jampang-wetan.*
- B.J. Lambers, *Enkele aanteekeningen omtrent de afvloeiing van het Toba-meer.*
- J.V.D. Werbeda, *De vulkanen Sumbing en Labuh.*
- J.Th. Horstink, *Eenige aanteekeningen bij de kaart van den top van het Rindjani-gebergte.*
- P.D. Boon, *Waterpassingen in Z.W. Celebes en in de Minahassa.*
- A. Tissot van Patot, *De bouw van het Willis-gebergte.*
- H.J.K. Schuitenvoerder, *De nauwkeurigheidswaterpassing van Java.*

(uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1926).

## 759. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1926,

Algemeen overzicht, terreinwerkzaamheden:

- *Verrichtingen van de triangulatiebrigade op Sumatra, Banka (basis), Celebes, Kleine Sunda-eilanden en Java.*
- *Opleiding.*
- *De topografische opneming van Sumatra's Westkust.*
- *De driehoeksmetingen der 3de en 4de orde in Zuidwest Celebes. De topografische opneming van Celebes.*
- *De topografische opneming van Ambon, Haruku en Saparua. Vluchtige opnemingen.*
- *De topografische opneming van Banka en Onderhoorigheden.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra en Jambi, Sumatra's Oostkust.*
- *De topografische opneming van Aceh en Onderhoorigheden.*
- *Landrentewerkzaamheden: herziening van de topografische kaarten, de landschapsmetingen op Sumbawa.*
- *De werkzaamheden in rechtstreeks bestuurd gebied en zelfbestuursgebied der afdeling Pare-pare en Bone.*
- *Verrichtingen van de zelfstandige detachementen te Makassar, Padang en Balige.*
- P.D. Boon, P.C.P. Ohlhardt, *Verslag betreffend de Fransche luchtfotogrammetrische kaarteeringsmethode en de nabij Miri (Serawak) uitgevoerde luchtfotogrammetrische kaartering.*
- R.C. Gaade, *Het rectificatie-apparaat Roussilhe.*
- Prof. ir. J.H.G. Schepers, *Schietloodafwijkingen in Ned.-Indië.*
- V. Dersjant, *Het kalksintercomplex Dolok Tinggiraja (Sumatra's Oostkust).*
- J.M.G. Schaafsma, *Een en ander over de Sagara Anakan (Kinderzee).*
- H.J.K. Schuitenvoerder, *Het slik- en zoutwater-complex Ciuyah navi Ciniroe (Zuid Cheribon).*
- *Nieuwe kaarten en foto's van den top van den vulkaan Semeru (Java) en van de ZW. Helling van den vulkaan Batur (Bali).*
- Prof. dr. M. de Haas, *Over de afkortingen van de benamingen onzer maten en gewichten.*

(uitg. Topografische Inrichting, Batavia 1927).

## 760. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1927,

## Terreinwerkzaamheden:

- Verrichtingen van de triangulatiebrigade: Sumatra (basismetings nabij Padang en astronomische metingen in de laaglanden van Sumatra), Banka, Celebes, Kleine Sunda Eilanden, Java (*nauwkeurigheds-waterpassing*).
- *De topografische opneming van Sumatra's Westkust.*
- *De driehoeksmeting der 3de en 4de orde in Zuidwest-Celebes. De topografische opneming van Celebes.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra en Jambi. De topografische opneming van Atjeh en Onderhoorigheden.*

## Bijdragen van gemengden aard:

- P.H. Poldervaart, *De werkzaamheden te Lembang in verband met de internationale lengtebepaling gedurende October en November 1926.*
- G. Welirang, *Eenige aanteekeningen bij de nieuw vervaardigde kaart van den G. Welirang.*
- R.C. Gaade, *De lucht-fotogrammetrische kaartering van een vischvijvercomplex ten noorden van Batavia op de schaal 1:2.000.*
- J.V.D. Werbata, *Het meer op den G. Tjujuh.*
- J.H. Goossens, *Watertijden en bepaling van den gemiddelden waterstand.*

(uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1928).

## 761. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1928,

## Terreinwerkzaamheden:

- *Verrichtingen van de triangulatiebrigade: Sumatra, Banka, Celebes, Java.*
- *De topografische opneming van Sumatra's Westkust.*
- *De driehoeksmeting der 3de en 4de orde in ZW-Celebes. De topografische opneming van Celebes.*
- *De topografische opneming van Banka en Onderhoorigheden.*
- *De topografische opneming van Zuid-Sumatra en Jambi. De topografische opneming van Sumatra's Oostkust.*
- *Verrichtingen van de herzieningsbrigade van West-Java, Midden-Java en Oost-Java.*

## Bijdragen van gemengden aard:

- L.F. van Gent, *H.D.H. Bosboom.*
- Prof. J. van Baren, *De klei van den bodem der Kinderzee.*
- R.C. Gaade, *Mededeelingen betreffende de luchtfotogrammetrische proefkaartering op de schaal 1:5.000 van een uitgestrekt vlak terrein nabij Tangerang (res. Batavia).*
- A. Tissot van Patot, *Enkele gegevens omtrent veranderingen in het terrein.*
- P.D. Boon, *Polygoonmetingen in de res. Batavia (prov. West-Java).*
- H.J. de Jamaer, *Waterpassingen in Zuid-Celebes.*
- E.J.A.F. Roeges, *Aanteekeningen bij de kraterkaarten van den G. Singgalang.*

Reproductie- en overige werkzaamheden, verrichtingen van het reproductiebedrijf,  
(uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1929).

## 762. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1929,

## Terreinwerkzaamheden:

- *Verrichtingen van de triangulatiebrigade: Sumatra, Banka, Celebes, Java.*
- *De topografische opname van Sumatra's Westkust.*
- *De driehoeksmeting der 3e en 4e orde in ZW-Celebes. De topografische opneming van ZW-Celebes.*
- *De topografische opneming van Banka en Onderhoorigheden.*
- *De topografische opneming van Sumatra's Oostkust.*
- *Verrichtingen van de herzieningsbrigade van West-, Midden- en Oost-Java en het Zelfst. detachement in Zuid-Priangan, Bali, Lombok en Zuid-Celebes.*
- *Topografische herkaarteering van Zuid-Priangan.*

## Bijdragen van gemengden aard:

- L.F. van Gent, *L.F. Bakhuis.*
- *In memoriam J. van Roon.*
- J.Th. Horstink, *Aanteekeningen bij den kraterrand van de G. Slamet.*
- P.D. Boon, *Nadere mededeelingen betreffende luchtfotogrammetrische kaarteringsproeven.*
- K. Gsöllpointner, *Poolbeweging.*
- P.J.B. van Kessel, *De weergave van het reliëf met behulp van gekleurde hoogte zones.*
- P.J.B. van Kessel, *Proefnemingen met een instrument ter vervaardiging van blokdiagrammen.*

(uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1930).

## 763. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1930,

## Geodetische werkzaamheden:

- *Driehoeksmeting.*
- *Hoofdwaterring (N.W.P.), Java en Banka. Peiloverbrenging over de Klabatbaai, Banka.*
- *Waarnemingen t.b.v. den internationalen breedte-dienst.*

## Topografische opnemingen:

- *Sumatra's Westkust, Zuidwest-Celebes, Banka, Sumatra's Oostkust, Tapanuli.*
- *Detachement van Bali en Lombok.*
- *Vluchtige opneming van Sumba en Timor.*
- *Herkaarteering: West-Java, Midden-Java en Oost-Java.*

## Bijdragen van gemengden aard:

- L.F. van Gent, *A. Voorsluis van Elk.*
- K. Gsöllpointner, *Het internationale breedtestation Batavia.*
- A. Kint, *De luchtfotogrammetrische proefkaartering van een complex vischvijvers nabij Sidaju.*
- J.H.G. Schepers, *Onderzoek naar den invloed der aardbeving van 1926 op eenige primaire punten ter Sumatra's Westkust.*
- J.H.G. Schepers, *Kritisch onderzoek van het primaire driehoeksnet van Sumatra en vaststelling van het plan voor de vereffening van dit net.*

(uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1931).

764. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1931,  
Geodetische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Hoofdwaterpassingen.*
  - *Waarnemingen t.b.v. den internationalen breedtedienst.*
- Topografische opnemingen:
- *Eerste kaartteering opnemingsbrigades: Sumatra's Westkust, Jambi, Zuidwest-Celebes en kleine eilanden, Banka, Sumatra's Oostkust en Tapanuli.*
  - *Herkaartering: West-Java, Midden-Java, Oost-Java.*
- Fiscale metingen:
- *Landrentemetingen West-Java, Midden-Java, Oost-Java, Zuid-Celebes, Bali en Lombok.*
  - *Agrarische metingen: Sumatra's Westkust, Tapanuli.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1932).
765. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1932,  
Geodetische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedtedienst.*
- Topografische opnemingen:
- *Eerste kaartteering der Buitengewesten: Jambi en Sumatra's Westkust, Celebes en kleine eilanden, Banka, Sumatra's Oostkust en Tapanuli.*
  - *Luchtfotogrammetrische sectie Banka.*
  - *Herkaartteering van Java.*
- Fiscale metingen:
- *Landrentemetingen (Java, Bali, Lombok, Zuid-Celebes.)*
  - *Tuin- en mutatiemetingen.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1933).
766. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1933,  
Geodetische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedte-dienst Internationale lengte-bepaling 1933.*
- Topografische opnemingen:
- *Eerste kaartteering Buitengewesten: Jambi, Sumatra's Westkust, Celebes, kleine Sunda-eilanden, Banka, Sumatra's Oostkust, Tapanuli, en Aceh en onderhoorigheden.*
  - *Luchtfotogrammetrische sectie Banka.*
  - *Herkaartteering van Java.*
- Fiscale metingen:
- *Landrente-metingen Java, Bali, Lombok, Zuid-Celebes.*
  - *Tuin- en mutatie-metingen Banka, Tapanuli.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1934).
767. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1934,  
Geodetische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedte-dienst.*
  - *Internationale lengte-bepaling 1933.*
- Topografische opnemingen:
- *Eerste kaartteering Buitengewesten: Jambi, Sumatra's Westkust, Celebes, kleine Sunda-eilanden, Banka, Sumatra's Oostkust, Tapanuli en Aceh en onderhoorigheden.*
  - *Luchtfotogrammetrische sectie.*
  - *Herkaartteering van Java: overzicht, opgeleverd werk (West-, Midden- en Oost-Java).*
- Fiscale metingen:
- *Landrente-metingen: overzicht, West-Java, Midden-Java, Oost-Java, Zuid-Celebes Bali, Lombok.*
  - *Tuin- en mutatie-metingen Banka, Tapanuli.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1935).
768. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1935,  
Geodetische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedtedienst.*
- Topografische opnemingen:
- *Eerste kaartteering der Buitengewesten: Jambi, Sumatra's Westkust, Celebes, kleine Sunda-eilanden, Zuider- en Oosterafdeling van Borneo, en Aceh en onderhoorigheden.*
  - *Luchtfotogrammetrische sectie.*
  - *Herkaartteering van Java: overzicht, opgeleverd werk (West-, Midden- en Oost-Java).*
- Fiscale metingen:
- *Landrente-metingen: overzicht, West-Java, Midden-Java, Oost-Java en Zuid-Celebes.*
  - *Tuin- en mutatie-metingen Banka en Tapanuli.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1936).



769. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1936, Geodetische en astronomische werkzaamheden:
- *Personeel, Triangulatie.*
  - *Internationale breedtedienst.*
- Topografische werkzaamheden:
- *Eerste kaartgeving der Buitengewesten: Riouw en Onderh., Celebes, kleine Sunda-eilanden, Zuider- en Oosterafdeeling van Borneo en Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *Herkaartgeving van Java: overzicht, personeel, opgeleverd werk (West-, Midden- en Oost-Java).*
  - *Luchtfotogrammetrische werkzaamheden: personeel, kaartgeving der 5 A-contractsterreinen.*
- Fiscale metingen:
- *Landrentemetingen: overzicht, West-Java, Midden-Java, Oost-Java, Zuid-Celebes.*
  - *Mutatiemetingen in Tapanuli.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1937).
770. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1937, Geodetische en astronomische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedtedienst.*
- Topografische werkzaamheden:
- *Eerste kaartgeving der buitengewesten: Riouw en Onderhoorigheden, Celebes en Kleine Sunda eilanden, Zuider- en Oosterafd. van Borneo en Aceh en Onderhoorigheden.*
  - *Herkaartgeving van Java.*
- Fiscale metingen:
- *Landrentemetingen Java, Zuid-Celebes.*
  - *Mutatiemetingen Tapanuli.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- A. Kint, *Luchtfotogrammetrie met eenvoudige methoden en instrumenten.*
  - Dr. A.J. Pannekoek, *Het weergeven van de plaatsen op topografische overzichtskaarten.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1938).
771. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1938, Geodetische en astronomische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedtedienst.*
- Topografische werkzaamheden:
- *Eerste kaartgeving der buitengewesten: Celebes, kleine Sunda-eilanden, Zuider- en Oosterafdeeling van Borneo, Aceh en Onderhoorigheden, Riouw en Onderhoorigheden.*
  - *Herkaartgeving van Java.*
- Fiscale metingen:
- *Landrentemetingen Java.*
  - *Mutatiemetingen Tapanuli.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- L.F. van Gent, *C.C. Musch.*
  - L.F. Kloet, *Polygoneering.*
  - Dr. A.J. Pannekoek, *De Geomorphologie van het West-Pragogebergte.*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden 1939).
772. Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indië over 1939, Geodetische en astronomische werkzaamheden:
- *Triangulatie.*
  - *Internationale breedtedienst.*
- Topografische werkzaamheden:
- *Eerste kaartgeving der buitengewesten (fotogrammetrisch): Midden Celebes, (vluchtige) opneming Timor en Marotai, Zuider- en Oosterafdeeling van Borneo, Atjeh en Onderhoorigheden, Riouw en Onderhoorigheden.*
  - *Herkaartgeving van Java.*
- Fiscale metingen:
- *Landrentemetingen.*
  - *Mutatiemetingen Tapanuli.*
- Bijdragen van gemengden aard:
- Ir. P.H. Poldervaart, *Prof. ir. J.H.G. Schepers.*
  - A. Kint en D.H.G. van Bergen van der Grijp, *Papier-ervorming bij het fotografisch procedé.*
  - Dr. A.J. Pannekoek, *Nieuwe schetskaarten van Nederlandsch-Indië.*
  - A. Kint en L.F. Kloet, *Enkele bijzonderheden betreffende de multiplex-kaartgeving op schaal 1:10.000 van het kolonisatie-gebied nabij Malili (Celebes).*
- (uitg. Reproductiebedrijf Topografische Dienst, Weltevreden, 1940).
773. M.T. van Staveren, *75 jaren topografie in Nederlandsch-Indië*, Dutch East Indies Topographische Dienst, (uitg. Topogr. Dienst, Batavia 1939).

## 9.9 Kadaster van Nederlands-Indië

774. P.M. Toewater, *Kadaster in Nederlandsch-Indië, handleiding voor landmeters en eigenaars van vaste goederen*, (uitg. Lange & Co., Batavia 1867).
775. *Archief voor het Kadaster*, (o.a. ambtenaarsexamen in Indië, boussole tranche-montagne, kadaster in Indië, beteekenis van het kadaster voor Java), onder redactie van O. Gleuns, (uitg. J.B. Wolters, Groningen 1875).
776. F. de Bas, Het kadaster in Nederlandsch-Indië, uit Tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap, 1884.
777. Van der Tas, Meetinstructies en verwerkingsmethoden voor het Kadaster in Nederlands-Indië, Batavia Weltevreden 1917.
778. J.H. Raeven, Een Inlandsch Kadaster, uit Tijdschrift voor het Kadaster in Ned.-Indië, 2<sup>e</sup> afl. 1923 en 3<sup>e</sup> afl. 1923, (uitg. Albrecht & Co 1923).
779. J.H. Raeven, Een Inlandsch Kadaster, uit Tijdschrift voor het Kadaster in Ned.-Indië, 4<sup>e</sup> afl. 1923 en 2<sup>e</sup> afl. 1924, (uitg. Albrecht & Co 1924).
780. L.C.F. Polderman, De ambtenaar bij den Kadastralen Dienst (landmeter) in Nederlandsch-Indië, (uitg. comm. voor Indische zaken, Dep. v. Koloniën 1929).
781. L.F.L. Bergamin, Vereffenning van zonsazimuth-bepalingen, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1930, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1930).
782. L.F.L. Bergamin, K.G. Hulla, Herkadastreering van Buitenzorg, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1930, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1930).
783. A.J. Stap, Iets over plaatselijken tijd, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1931, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1931).
784. H. Massier, Basismetings-Batavia, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1932, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1931).
785. R. Roelofs, De oriëntteering van het Primaire Driehoeksnet van Batavia, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1932. (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1932).
786. J. Strick, Over woeste-grondmetingen, (fouten van theodoliet-boussoles), uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1932.
787. R. Roelofs, Triangulatie-stations te Batavia, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1932.
788. J. Polman, De waterpassing van Batavia, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1932,
789. R. Roelofs, Triangulatie-stations te Batavia, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, uitg. de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1933. (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1933).
790. L.F.L. Bergamin, K.G. Hulla, Herkadastreering van Buitenzorg, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1933.
791. A.H.O. Bos, J. Polman, De waterpassing van Batavia, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, de Vereeniging van het Hooger Technisch Personeel van het Kadaster in Nederlands-Indië, Jaargang 1933).
792. R. Roelofs, Kadastrale hermeting in Nederlandsch-Indië, lezing Veening voor Kadaster en Landmeetkunde, Warnsveld 13 september 1935.
793. C.J.W. de Jong, Herkadastreeringswerkzaamheden, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1936, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1936).
794. Een eeuw....., (landmeterskadaster 1837-1937), uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1937, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1937).
795. R. Roelofs, Zonswaarneming zonder uurwerk, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1938, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië, (Indonesische Drukkerij, Weltevreden 1938).
796. C. van der Wel, Bijdrage tot de kennis van de geschiedenis van polygoon- en driehoekspunten in de voormalige Residentie Preanger Regentschappen, uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1938, uitg. Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in NI.
797. C.J.W. de Jong, Prospecti (Wild, Zeiss en Galileo theodolieten), uit Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1938, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië.
798. Th. Hemmes, Triangulatie van Batu en omstreken, Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1939, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië.
799. C.J.W. de Jong, Prospecti (Gurley en Breithaupt theodolieten), Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1939, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië.
800. C. van der Wel, De driehoeksmeting van Bandung, Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1939, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië.
801. C.J.W. de Jong, De nauwkeurigheid van lengtemeting met den dubbelbeeld-tachymeter, Tijdschrift voor het Kadaster van Nederlands-Indië, Jaargang 1939, uitg. voor rekening van de Vereeniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië.
802. *Jaarboekje voor de ambtenaren van het Kadaster in Nederlandsch-Indië, tevens overzicht van de voornaamste wettelijke bepalingen, welke betrekking hebben op het Kadaster*, 1941, (uitg. Vereniging van Landmeters van het Kadaster in Nederlandsch-Indië, Olt & Co, Batavia 1941).
803. Van Huls, *Kadaster, Overzicht van het Kadasterwezen, geschiedenis van het eigendomskadaster in Indonesië*, deel I (uitg. Kantor besar, Djawatan Pendaftaran Tanah, Djakarta 3 april 1953).
804. Van Huls, *Kadaster, Het meetbriefstelsel*, deel II, (uitg. Kantor besar, Djawatan Pendaftaran Tanah, Djakarta 3 april 1953).

## 10 Index van personen, plaatsnamen, organisaties en begrippen

aanvangssalarissen .....	332	Borneo .....	153, 212, 216
Aardkromming .....	183	Bos .....	274
Aardoom .....	325	Bosatlas .....	274
Académie de Marine .....	328	Bosboom .....	225
Aceh .....	31, 93	Bosch .....	22, 34, 305
Aceh tram .....	93	Bosscha .....	15
acetyleenlampen .....	206	Bosscha-laboratorium .....	16
aërokaartograph .....	182	Bosscha-sterrenwacht .....	156
afstandsmeting .....	145, 166	Bosse .....	86
Alberda .....	339	boussole instrumenten .....	160
altitude .....	138	BOW .....	73, 81
Ambarawa .....	35, 89, 105	Brandenburg .....	335
Ambon .....	212	breedtegraad .....	140
American Map Service .....	181	Breithaupt .....	69, 204
AMS-HIND kaarten .....	273, 313	Brocx .....	322
aneroïde barometers .....	165, 170	Bruins .....	325
Apian .....	281	bubble sextant .....	141
Arago .....	287	Buijsman .....	336
astrolabe .....	148, 299	buitengewesten .....	36, 240
astronomische plaatsbepaling .....	137, 147, 189, 200, 246	Buitenzorg .....	86, 213, 242, 321
atlas .....	274	Buys Ballot .....	16
atmosfeer .....	10	Cangkring .....	122
Baarda .....	325	Cape Comorin .....	292
Babbage .....	162	Capellen .....	32
Bakem .....	208	Carnbee .....	49, 135
Bali .....	208	Cary .....	291
<i>Banda</i> .....	247	Cassini .....	275, 285
Bandung .....	73, 84, 107	Celebes .....	65, 67, 181, 210, 216
Bangalore .....	292	Celsius .....	171
Banjarmasin .....	22	chromolithografie .....	221
Banka .....	181, 208, 212, 216	chronometer .....	141, 150
Banks .....	284	chronometerreizen .....	150, 153
Bantam .....	24	Cidurian .....	82
barometer .....	165, 299	Cilacap .....	80, 88
barometrische hoogtemetingen .....	165	Ciililil .....	122
Bas .....	226	circummeridiaanbreedtebepaling .....	149
basis .....	157	<i>circummeridiaanzenithafstanden</i> .....	150
basismeting .....	163, 201	Cirebon .....	52, 67, 72, 88, 154, 201
basisnet .....	164	Cisadane .....	82
Bataafse Republiek .....	27, 278	Citarum .....	81
Bataafs-Franse tijd .....	278	Clarke .....	288
Batavia .....	9, 25, 68, 73, 86, 90, 107, 205, 229, 267	Clay .....	16
Bataviaasch Genootschap .....	14	Cluysenaer .....	98, 108, 324
bathymetrie .....	248	Coen .....	21, 25
batig slot .....	12, 34	Colby .....	287, 294
Baud .....	36, 320	Colijn .....	17
Becker en Buddingh .....	161, 341	Cooke .....	142
Beele .....	38, 85	Copernicus .....	133
Beieren .....	281	Cribb .....	274
Bemmelen .....	16	Cultuurstelsel .....	12, 27, 36, 81, 299, 305
Benediktbeuern .....	281	Daendels .....	22, 29, 278, 305, 310, 328
Bengkulu .....	21, 31, 72, 101, 216	datum .....	146
bergboussole .....	161	Dayeuhkolot .....	122, 126
Bergsma .....	14, 202	Decca .....	144
Bessel .....	134	declinatie .....	135
bestuursambtenaren .....	320	Delambre .....	276
Billiton .....	216	Delftse School .....	325
Binnenlands bestuur .....	22	Deli Peil .....	204
bladwijzer .....	223	Deli Spoorweg Maatschappij .....	80, 92, 95
Bleeker .....	14	Derfelden van Hinderstein .....	45
Blume .....	321	Descartes .....	275
bodemdaling .....	205	Deshima .....	321
boldriehoeksmeting .....	159	Dieperink .....	204
Boni .....	22	Dijkstra .....	128
Bonne .....	281	Diponegoro .....	33
Bonne-projectie .....	195, 200, 215	dispersie .....	184
Boon .....	180	<i>Doorn</i> .....	247
Borda .....	286	Dou .....	323, 334
Borda repetitiecirkel .....	276, 305, 323	dreggen .....	146
Bordes .....	86	driehoeksmeting .....	157, 240



driehoeksnet.....	200	Have .....	274
Driessen.....	274	Hees.....	300
Duitsche mijl.....	170	heliotropen.....	200, 206, 225
Duitsland.....	12, 281, 300	hemelequator.....	137
Dumont.....	274	Henket.....	85, 105
East India Company (EIC).....	291	herzieningsbrigade.....	200, 233
Ebbinge.....	339	Heutz.....	17
echolood.....	146	Heuvelink.....	182, 279, 300, 323
ecliptica.....	137	Hildebrand.....	69, 161
Eindhoven.....	128	Himalaya.....	294
ellipsoïde.....	134, 183	Hoedt.....	338
Emmahaven.....	98	hoekmeetinstrumenten.....	161
Enthoven.....	226	Hohwü.....	143
equinox.....	137	hoogtelijnen.....	171
Erasmus.....	133	hoogtemeting.....	158, 166
erfbrief.....	240	Hooykaas.....	227, 303
ethische politiek.....	12, 39, 86, 342	Horsburgh.....	46, 135, 294
Everest.....	291	Horsfield.....	14, 47
Eysinga.....	105	Horsting.....	228
fading.....	126	Horstink.....	337
Fahrenheit.....	171	Hurgronje.....	39, 323
Flamsteed.....	200	Husti.....	299
formatie van de TD.....	230	Huygens.....	134, 192
Fort de Kock.....	108	<i>Hydrograaf</i> .....	246
Fort Willem I.....	89	hydrografie.....	12, 303
Fortin.....	165	hydrografische activiteiten.....	246
fotogrammetrie.....	177, 180, 298, 302	Hydrografische Dienst.....	20, 244
fotogrammetrische brigade.....	181	hydrografische opnemingen.....	145
Frankrijk.....	12, 275	hypsometer.....	168
Fraunhofer.....	281	Idenburg.....	39, 83
frekwenties.....	124	IJzerman.....	98, 329
Fresnel-zone.....	186	India.....	12, 21, 343
Frisius.....	133	Indische Instelling.....	322
G. Ciremai.....	202, 313	Indische PTT.....	71
G. Genuk.....	200	Indologen.....	322
G. Salak.....	55	Indonesische archipel.....	43
Gaade.....	180	Inlands bestuur.....	22
Galilei.....	133	Institut Teknologi Bandung (ITB).....	329
Galunggung.....	32	instrumentfouten.....	173, 193
Gauss.....	148	instrumentmakers.....	233
geallieerden.....	272, 313	instrumentmakerswinkel.....	365
Gelder.....	323	International Training Centre (ITC).....	41
Gent.....	177	Internationale Breedtedienst.....	299
geodesie-onderwijs.....	319, 341	Internationale wereldkaart.....	197, 261, 296
Geodimeter.....	145, 169	invar.....	164
Geografische Dienst.....	69, 328	invarbaak.....	167
Geographia.....	133	invar-basislat.....	241
geoïde.....	134	invardraden.....	164
GHA.....	138, 150	ionosfeer.....	124
glasvezelverbinding.....	129	irrigatie.....	81
<i>Gogh</i> .....	247	irrigatiedienst.....	202
Gombang.....	319, 328	Jaarverslagen van de Topografische Dienst.....	13
Gorkum.....	238	Jäderin basismeeettoestel.....	164, 207
Gouvernements Marine.....	244, 312	Jäderin invardraden.....	157
gouvernementsbedrijven.....	268	Jakarta.....	255
Gouverneur-Generaal.....	22, 27, 29, 32, 34, 37, 39	Janssens.....	29
graadafdelingen.....	196, 227	Japan.....	312
gravimetrie.....	134	Japane bezetting.....	40
Great Trigonometrical Survey (GTS).....	291	Java.....	32, 72, 200, 213
Greenwich.....	68, 143, 154	Java-oorlog.....	22, 320
Greenwich Hour Angle.....	138	Jordan.....	283, 337
Groot.....	118	Junghuhn.....	14, 53, 55, 321
grootambtenaarsexamen.....	322	Kaaps spoor.....	86
Groot-Brittannië.....	12, 284	kaartcodering.....	264
Grote Postweg.....	29, 78, 310	kaartprojecties.....	194
Guillaume.....	164	kabelverbindingen.....	131
Gunter's chain.....	170	Kadaster.....	20, 239, 309
Haarlemmermeer.....	300	Kaiser.....	64, 68, 143
Haasbroek.....	325	Kalimantan.....	212
Hall.....	288	Kanaalweg.....	324, 326
halve slaglengte.....	205	Kapuas.....	153
Hammer-Fennel.....	167	kartering.....	12, 220, 223
Handleidingen voor de Technische Werkzaamheden.....	319	kartografische afdeling.....	235
Harrison.....	142	Kepler.....	133

Kerkwyk .....	323, 335	maatsystemen .....	170
Keyzer .....	322	machinezender .....	118, 121
KG-zenders.....	127	Mackenzie.....	291
Kint .....	179, 212	Madiun.....	319
KIVI.....	17	Madras.....	291
kleinste kwadraten .....	172, 300	Madura.....	213
klimaat .....	188	Magnetisch en Meteorologisch Observatorium.....	155, 171, 202
Kloet .....	212	magnetische verstoringen.....	188
KNAG.....	313	Makassar .....	72, 80, 155, 164, 210
KNIL.....	93	Malabar-kloof .....	119
KNILM .....	181	Malang.....	319
Knoop .....	323	Marine-opleiding .....	319
Koch .....	61	Marineschool .....	319, 328
Kolodolo.....	211	maten.....	134
Koloniale en Indische Verslagen .....	13	Mean Sea Level .....	146
Koloniale Marine.....	328	Méchain .....	276
Koloniale Verslagen .....	11, 44, 90, 226, 246	Medan .....	80, 96
Koningh.....	161, 341	meetbrief .....	240
Koningsberger.....	18, 303	meetfouten.....	173
Koninklijk Instituut voor de Marine (KIM).....	319	meetinstrument.....	200
Koninklijke Akademie.....	81, 319, 320	Meetkettingen .....	162
Koninklijke Marine.....	312, 328	Meetkundige Dienst.....	324
Koninklijke Militaire Akademie (KMA) .....	319	meetveer.....	206
Koninklijke Natuurkundige Vereeniging .....	14	Melvill van Carnbee .....	14
Koomans.....	124	Menado.....	67, 155
kortegolf.....	125, 129	Mercator .....	133
Kraijenhoff .....	21, 80, 238, 243, 278, 292, 305, 323	Mercator-projectie.....	194
Krakatau .....	44, 57, 79, 246	Mercer .....	143
Kraus.....	324	meridiaan van Batavia.....	200
kwikbarometers .....	158, 165	metrieke stelsel.....	171
Lambton.....	291	Meyndel.....	122
Lamminga .....	81	middelbare fout .....	172, 173
landbouwgebieden .....	81	middengolf .....	125
landmetersopleiding .....	325	Mijer.....	38
landrente .....	39, 218	Militaire School.....	328
landrentebrigade .....	229	Minahassa.....	210
landrentemetingen .....	218	Minangkabau .....	32
Lange.....	14, 64, 201, 341	Minister van Koloniën .....	12, 35, 37, 38, 39, 320
langegolf.....	125	Ministerie van Koloniën .....	320
Lapland .....	276	Minto .....	30, 31
latitude .....	138, 139	minuutplan.....	227, 243
Le Clercq .....	52	mobiele communicatie .....	130
legenda .....	263	Mohr .....	299
Leibnitz.....	162	Molukken .....	9, 24, 217
Lembang.....	62, 264	Mook.....	40, 314
lengtegraad.....	140	Mookervaart .....	82
lengtestandaard.....	276	Morgenster .....	323
Lenoir .....	276	Mudge.....	286
lentepunt .....	138	Muller .....	58, 70, 206, 225, 303, 310, 323, 339, 341
lesprogramma van de TH.....	326	Multatuli.....	12, 23, 38
Leusen.....	338	Napoleon .....	21, 29, 276
LHA .....	138, 149, 150	natte-bol thermometers .....	158
Linggajati .....	40, 313	navigatie .....	135
Lipkens .....	320, 323	Nederlands-Indische Spoorweg-maatschappij.....	86
literatuur.....	439	NEFIS .....	313
Lith.....	180	NEFIS-AMS .....	253
lithografisch etablissement.....	229	Nera .....	128
Local Hour Angle.....	138	Newton.....	134, 184, 191, 275, 284
loden.....	145	Nienhuys .....	80
lodingsmachines .....	145	Niermeyer.....	274
Loenermark.....	300	Nieuw-Guinea .....	23, 41, 144, 181, 217, 310
Logantung .....	163, 200, 214	NNGPM .....	181, 313
Lombok .....	208, 217	Nora .....	124, 128
longitude.....	137, 139	normaalspoor.....	86
Loudon.....	38	nulmeridiaan .....	64, 136
luchtdruk.....	165	nulpunt voor hoogtebepaling .....	204
luchtdrukmetingen .....	165	Numans .....	124
luchtdrukvariatiës .....	171	oceanografie.....	298
luchtdrukverandering .....	165, 168	oceanografische expedities.....	249
luchtfotografie.....	178	octant.....	140
luchtvaart.....	272	Ohlhardt .....	179, 180
lustrumboek .....	326	Olivia .....	31
Luymes.....	270, 303	Ombilinmijn .....	98, 108
Maarschalk .....	87	omroep.....	130

onafhankelijkheidsstrijd.....	28
ontschrancking.....	179
ontvanger.....	121
ontvangststation.....	126
Oost-Indisch ambtenaar.....	321
opleidingsbrigade.....	200, 227, 229
opnemingsbladen.....	200
opnemingsbrigade.....	200, 229
opnemingsvaartuig.....	244
Ordinance Survey.....	286, 288
organisatiestructuur.....	229
Ormeling.....	274
Ormeling sr.....	298
Oudemans.....	14, 38, 68, 147, 202, 341
Padang.....	69, 98, 108, 206, 207
Padri-oorlogen.....	32
Pahud.....	37, 61, 105
Pancasila.....	23
Pannekoek.....	274
parallactische driehoek.....	138
Pascal.....	162, 165
Pasuden.....	314
Pekanbaru.....	98, 110
Pemali-rivier.....	81
Peru.....	275
Photogrammetria.....	302
Pijnappel.....	274
pikol.....	85, 170
pilaren.....	225
Pistor en Martins.....	69, 153, 210
plaatsbepaling.....	133, 135, 143, 241
plaatspasser.....	141
Polderman.....	240
Poldermans.....	274
Poldervaart.....	15, 298, 329
politieacties.....	129
polyconische projectie.....	277
polyeder-projectie.....	196, 200, 215
Polytechnische School.....	319, 322
Pontianak.....	153, 223
Poulsen.....	119
primaire triangulatie.....	200, 206, 300
Priok Peil.....	204
prisma-astrolabium.....	148
psychrometer.....	158
Ptolemaeus.....	133
Puncak pas.....	171
radiaaltriangulator.....	181
Radio Kootwijk.....	122, 126
Radio Malabar.....	119, 128, 155
radiocommunicatie.....	117, 128
radioplaatsbepalingssystemen.....	144
radiotelegrafie.....	116
radioverbindingen.....	119
Raffles.....	14, 21, 22, 30, 239
Ramsden.....	291
Rancaekek.....	122, 128
range finders.....	168
RCG.....	238, 300, 305, 307, 343
Reaumur.....	171
Rechte Klimming.....	138
Rees.....	38
refractie.....	162, 183, 184, 204, 299
refractiecoëfficiënt.....	185, 204
regentschap.....	24
Regerings-almanak.....	70
Reichenbach.....	281
Reinwardt.....	321
reproductie.....	221
reproductiebedrijf.....	220, 233
Repsold.....	69, 154, 163
Republiek Indonesië.....	41
Residentiekaarten.....	195, 227, 253
reversieslinger.....	192
RGW.....	238, 300, 303, 305, 306, 343
rhombus.....	164
rhombus netwerk.....	163
Riau en Lingga archipel.....	208
Right Ascension.....	138
Rijksdriehoeksmeting.....	300
Rijkswaterstaat.....	301
Rochussen.....	37
Roelofs.....	182, 298, 325
Romusha's.....	23, 98, 312
rondetafelconferentie.....	313
Roon.....	182, 238
Roussilhe.....	182
Roy.....	284
Royal Society.....	284
rubberrestrictiemetingen.....	235
Rumphius.....	14
Rutgers.....	18
Sabang.....	80
Sambeek.....	122
Sampean-rivier.....	81
Sampun.....	164, 189
Sawah Lunto.....	98, 108
Scheffer.....	339
Schepers.....	68, 149, 182, 228, 250, 302, 310, 329, 338, 341
Schermerhorn.....	41, 182, 302, 325, 338
schetskaarten.....	210, 224
Schickard.....	162
Schiehallion.....	191, 284
schietloodafwijking.....	189, 285, 292, 298
Schimmelpenninck.....	324
Schols.....	279, 300, 323, 336
Schreibermetingen.....	174
Schuitevoerder.....	310
secundaire triangulatie.....	227, 300
Semarang.....	79
Semplak.....	200, 201
Sems.....	323, 334
Senefelder.....	283
sexagesimale.....	134
sextant.....	140
sferisch exces.....	159
sferische driehoek.....	138
sferische goniometrie.....	138
SHA.....	138
Siboga.....	146, 248
Siderial Hour Angle.....	138
siderische.....	137
Siebold.....	14, 321
Siethoff.....	253, 274
Simplak.....	163, 214
Singapore.....	208
Singkarak.....	98
Singkawang.....	22
Sitter.....	15
Sjahrir.....	40
slingertoestel.....	192
Snellius.....	134
Snellius I.....	146, 251
Snellius II.....	146, 252
Snelliusmetingen.....	141
Society of Arts.....	284
Soeharto.....	24, 41, 43
Soekarno.....	24, 40, 41
Sofia Hull.....	31
Solo.....	32
Solo-rivier.....	81
sonar.....	146
Spoorwegen.....	84
spoorwegen en tramwegen.....	20
staatsbegroting.....	320
Staatsspoorwegen.....	87
Staatsspoorwegen in Zuid-Sumatra.....	100
Staatsspoorwegen Sumatra's Westkust.....	98



Stamkart.....	279, 300
standaarddeviatie .....	172, 301
Starckenborgh.....	40
steden.....	71, 72
stedenbouw en infrastructuurontwikkeling.....	20
steendruktechniek.....	283
Steenis.....	338
Steenwijk.....	192
Stemfoort.....	253, 274
<i>stereo-autograaf</i> .....	179
sterredag.....	137
sterrenwacht.....	62
sterretijd.....	137, 155
sterwaarnemingen.....	155
Stichting De Hollandse Cirkel (DHC).....	13
Stieltjes.....	85, 105
Stok.....	16
straaltorens.....	185
straalverbindingen.....	129, 131, 169, 184
Stroe.....	300
Stuart.....	323
Suezkanaal.....	9, 60, 61, 79
Sukarno.....	43
Sumatra.....	92, 206, 216
Sumbawa.....	208
Surabaya.....	79, 82, 86, 87
systematische en statistische fouten.....	172
tachymeters.....	167
Tambora.....	44, 57
Tangerang.....	180
Tangkuban Prah.....	54, 61, 180
Tangsil.....	163, 200, 214
Tanjung Priok.....	79, 205
Tarakan.....	212
Technische Hogeschool.....	324
Telders.....	323
telecomnetwerken.....	20
Telefunken.....	121, 122
<i>Telegraaf</i> .....	116
Telegraafkaart.....	253
telegrafieverbinding.....	113, 131
telegrafische plaatsbepaling.....	154
Tellurometer.....	169
temperatuurgradiënt.....	184
temperatuurvariates.....	163
TH Bandung.....	329, 341
TH Delft.....	331, 341
theodoliet.....	161, 239, 292
Tienstra.....	325
Tijdbal.....	49, 65, 136
Tijdklep.....	68, 154, 155, 164, 270, 424
tijdseinen.....	141, 155, 156
tijdsvereffening.....	139, 149
tijdzone.....	139
Timor.....	217
Toba-meer.....	173, 206
Tondano.....	164, 210
topografisch bureau.....	230
Topografische Dienst.....	20, 23, 225, 236, 301, 314, 342
Topografische Militaire Kaart (TMK).....	238, 279
topografische opnemingen.....	10
Total Stations.....	169
totale kosten van de TD.....	236
trajectselectie bij spoorwegaanleg.....	104
transitinstrumenten.....	161
transmissieroute.....	131
Treub.....	18
triangulatie.....	12, 69, 140, 146, 159, 200, 298
triangulatiebrigade.....	149, 200, 210
Triangulatiecommissie.....	182
triangulatiekaart.....	202
triangulatiernetwerk.....	300
triangulatiepilaren.....	188, 202
triangulatiesextant.....	140
tropische klimaat.....	188
Twembeke.....	339
<i>Tydeman</i> .....	247
Uitkijk.....	48, 49, 65
Uiver.....	272
Ulysse Nardin.....	192
universaalinstrument.....	69, 147, 154, 175
Universele Transverse Mercator.....	194
Universiteit Leiden.....	319
Universiteit Utrecht.....	319
uurcirkel.....	138
uurhoek.....	137
Valentijn.....	14
Velde.....	47
Vening Meinesz.....	16, 127, 192, 250, 251, 280, 325
vereffening.....	172, 175
verkenningsskaarten.....	224
verponding.....	240
Versteeg.....	49, 225, 274
verstorende factoren.....	183
Vidi.....	165
vlamboogzender.....	118
vluchtige opneming.....	224
VOC.....	9, 22, 25, 27, 71, 136, 244, 291, 296
vonkzender.....	118
Voskuil.....	274
Voûte.....	15
vulkanen.....	44, 53, 54
vuurtorens.....	269
waarnemingshorloge.....	141
Wageningen.....	182, 325
Wagner-Fennel.....	167
Walker.....	292
Wanschaff.....	161, 300
wapenschild.....	246
waterbouwkunde.....	324
waterkracht.....	83
waterpasinstrument.....	166
waterpassing.....	166
<i>waterwerken</i> .....	80
Watson.....	284
Weele.....	302
Weltevreden.....	74, 154
West-Borneo.....	153
Westervaarwater.....	145
wetenschapsbeoefening.....	15
WGS 84.....	134
Widodo.....	24
Wild.....	161, 283
Wildeboer.....	300
Wind.....	336
Wisselmeren.....	272
WO I.....	39, 118, 197
WO II... 23, 98, 119, 143, 181, 238, 253, 263, 272, 290, 309, 311, 313	
Woltjer.....	16
Yogya.....	30, 32, 53, 85, 105, 219
Yudhoyono.....	24
zeekaarten.....	9, 244, 247, 269
zeekabel.....	114
zeemansgids.....	136, 269
zeevaartkunde.....	303
zeevaartscholen.....	299
Zeiss.....	161, 167, 283
zenitafstand.....	138
zonnetijd.....	139
<i>Zuiderkruis</i> .....	116, 299
zwaartekracht.....	10, 191
zwaartekrachtmetingen.....	158, 192
zwaartekrachtvariates.....	250
Zwiers.....	336

## Curriculum Vitae

### Huib Ekkelenkamp

Ir. H. Ekkelenkamp studeerde elektrotechniek en telecommunicatie aan de Technische Universiteit Delft. Hij deed onderzoek naar glasvezelcommunicatie bij het PTT-laboratorium en was vervolgens voor PTT, later KPN, internationaal werkzaam op het gebied van telecomnetwerkplanning, waarvan een groot aantal jaren in Indonesië en in Centraal- en Oost-Europa. Hij vervulde management functies in Telecom Consultancy en IT Business Development bij KPN en Atos. Meetinstrumenten en verwerking van meetgegevens, nu en in het verleden, hebben zijn bijzondere interesse. Dat geldt vooral voor navigatiehulpmiddelen, geodetische meetinstrumenten en nauwkeurige uurwerken. Vanuit zijn belangstelling voor nieuwe technische ontwikkelingen en geschiedenis van de techniek, met name telecommunicatie, geodesie en kartografie, vervult hij bestuursfuncties bij het Koninklijk Instituut Van Ingenieurs en bij de Stichting De Hollandsche Cirkel voor behoud van het geodetisch erfgoed.

Geboren 24-09-1949 te Deventer

#### Opleiding

1966-1971	HTS Zwolle: Elektrotechniek, Informatica
1972-1978	Technische Universiteit Delft: Elektrotechniek, Telecommunicatie
1978-1993	PTT/KPN interne opleidingen: Telecomnetwerkplanning
1995-2001	Management en Business schools: Ashridge, Cranfield, London

#### Professionele ervaring

1971-1972	Officier in militaire dienst (dienstplicht, technische projecten)
1972-1978	TNO-Technisch Fysische Dienst Delft (verkeerssystemen, radiocommunicatie)
1978-1984	PTT Research (optische transmissiesystemen, ISDN)
1984-1988	PTT Consultancy Jakarta, Indonesië (telecomnetwerkplanning)
1988-1993	PTT Telecom Rotterdam, hoofd consultancy (bedrijfscommunicatie)
1993-1999	KPN Director Consultancy Central and Eastern Europe (netwerkplanning)
1999-2001	KPN Manager International Participations (acquisities)
2001-2002	KPN Manager Business Development (software development)
2002-2014	Atos Origin Manager Business Development (telecom operational support systems)
2014-2019	Promotieonderzoek "Indonesië op de kaart"

#### Publicaties:

Boeken: Huib Ekkelenkamp, *Transmission Aspects of Digital Telecommunication Systems*, (uitg. PTT Netherlands Postal and Telecommunication Services / NEPOSTEL, in het Nederlands, Engels en Indonesisch, Den Haag 1986, Jakarta 1987).

*Het ISDN Boek* (Huib Ekkelenkamp co-auteur), (uitg. Tutein Nolthenius, Amsterdam 1992, herdruk 1994 en 1997).

*175 jaar TU Delft, Erfgoed in 33 verhalen*, diverse auteurs, waaronder Huib Ekkelenkamp met *De repetitiecirkel van Borda en Lenoir*, (uitg. Hitechica, Vereniging voor Geschiedenis der Techniek en Erfgoed TUD, Delft 2017).

Artikelen: Verschillende bijdragen aan congresverslagen en tijdschriften over telecommunicatie en projecten in Indonesië in 2004-2008.









## Korte samenvatting

Het inzichtelijk en aanschouwelijk maken van geografische informatie door kaarten kan al eeuwenlang bogen op grote belangstelling. Dat was met name zo na de grote veranderingen op nationaal en koloniaal gebied rond 1800. De nieuwe onafhankelijkheid van Amerika, de veroveringen in India door de Britten, de Bataafs-Franse en Engelse periode in Indië en de overdracht van Nederlandse gebieden in Azië aan Groot-Brittannië resulteerden in een grote belangstelling voor nieuwe kaarten. Koloniale activiteiten in de 19<sup>e</sup> en eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw maakten het voortdurend nodig bestaande land- en zeekaarten te verbeteren en nieuwe gebieden in kaart te brengen. Daarbij heeft de ontwikkeling van het wetenschapsgebied geodesie, inclusief topografie en hydrografie, een dominante rol gespeeld. Voor Nederland waren betrouwbare kaarten van Indië/Indonesië van groot belang. De invloed van het koloniaal verleden op de ontwikkeling van nieuwe geodetische methoden heeft echter nauwelijks wetenschappelijke aandacht gekregen. Onderzocht is hoe de Indonesische archipel tussen 1800 en 1990 in kaart gebracht is. In dit proefschrift laten we zien, dat de Nederlandse aanwezigheid in Indonesië een grotere invloed heeft gehad op de geodesie en het geodesie-onderwijs in Nederland, dan tot heden werd verondersteld. Door het Indisch batig slot werd in de 19e eeuw voor een derde bijgedragen aan de Nederlandse staatsbegroting en kon een aanzienlijk deel van de Koninklijke Akademie in Delft, waaruit de TU Delft is ontstaan, gefinancierd worden. De beschreven ontwikkelingen van steden en openbare werken, spoorwegen en tramwegen, en telecomverbindingen in Indië, waaraan ingenieurs in belangrijke mate hebben bijgedragen, vereisten uitgebreide geodetische metingen door landmeten, waterpassen, triangulatie en hydrografie. Meteorologische en geologische omstandigheden resulteerden in verstoringen door atmosferische refracties en schietloodafwijkingen, die anders waren dan in Nederland. Daardoor was een aangepaste geodetische methodiek nodig. Aanvankelijk werden triangulaties gebruikt als controle achteraf van de topografische opnemingen. Het vergde een paradigma-verandering om in te zien dat triangulatie vooraf aan die opnemingen diende te gaan, zodat een wiskundige basis voor kartografie ontstond. De resultaten in Nederlands-Indië op geodetisch gebied deden niet onder voor ontwikkelingen in Europa en India. Nederland heeft door de opgedane ervaring met geodesie en daaraan gerelateerde vakgebieden, zoals gravimetrie, fotogrammetrie en hydrografie in de tropen, hier veel aan te danken en internationaal groot aanzien verkregen.

