

1977

HET OPTIMALISEREN VAN
EEN AFLEIDINGSKANAAL
OP CENTRAAL - JAVA

HOOFDINLEIDING
DEEL A: VOORONDERZOEK

KEES KLAVER
RIEN MAASKANT

HET OPTIMALISEREN VAN EEN AFLEIDINGSKANAAL
OP CENTRAAL JAVA.

Afstudeer-verslag bij de vakgroep Vloeistof-
mechanika van de TH Delft.

Begeleid door:

Prof. dr. ir. M. de Vries

Ir. N. Booy

Met de steun van:

Prof. F.A. Lootsma (Wiskunde)

Mevr. L.M. Bochove (RC)

Ir. C.L. van Mil (RC)

Ir. W. Hieselaar (NEDECO)

Mevr. P. Ihle (studente Wiskunde)

Anja Klaver (typewerk)

Rien Maaskant

Kees Klaver

Delft, juni 1977.

INHOUDSOPGAVE HOOFDINLEIDING

	blz.
Hoofdstuk 1. Algemeen.	1
2. Gebied van onderzoek.	2
3. Konklusie verkenningsonderzoek.	3
4. Ontwikkelingsplan.	4
5. NEDECO-rapport.	5
6. Rekenprogramma's.	7
7. Doel afstudeerontwerp.	9
8. Aanpak.	
- Wat is het probleem.	10
- Hoe is het benaderd.	12
- Wat kan er verder gebeuren.	14
9. Rapportindeling.	15
10. Konklusies.	17
Bijlage	
kaart 1: Jratunseluna-gebied op Centraal Java.	
Literatuurlijst.	18

1. ALGEMEEN

=====

In 1967 vroeg de Indonesische regering om technische hulp voor de ontwikkeling van een plan om de hydrologische toestand in een gebied op Centraal Java, het Jratunseluna-gebied, te verbeteren.

Het gebied ligt in de invloedssfeer van de natte west-moesson, die duurt van november tot april. De grootte van het gebied is 7.000 km², ongeveer gelijk aan de Nederlandse provincies Utrecht, Noord- en Zuid-Holland samen. In de bovenstroomse gebieden zijn regenwaterafvoer en daarmee gepaard gaande sterke erosie belangrijk. Een van de oorzaken is de ontbossing. In de kustvlakten veroorzaakt de grote sedimentatie van zand en slib hoge waterstanden en overstromingen. Deze gebieden bezitten uitgebreide irrigatievelden en zijn zeer dichtbevolkt. De toestand van de irrigatiewerken was slecht.

In 1968 werd een verkenningsonderzoek verricht door een aantal deskundigen uit Nederland en Indonesië, waaronder Prof. Ir. H.J. Schoenmaker, hoogleraar in irrigatie aan de TH Delft. Het doel van het onderzoek was het volgende:

- de mogelijkheden voor een verbetering bepalen;
- het maken van een inventarisatie van de toestand, zoals het ten tijde van dit onderzoek was;
- de landbouwkundige mogelijkheden van de lokale grondsoorten bepalen;
- onderzoeken van de plannen, die reeds waren gemaakt;
- bezien wat er nog zou moeten gebeuren aan onderzoek, studie, metingen enz. voor een verdergaand onderzoek.

2. GEBIED VAN ONDERZOEK

=====

Het Jratunseluna-gebied is gelegen op Java, in het noordelijk deel van de provincie Centraal Java. Het ligt ten oosten en zuid-oosten van de hoofdstad Semarang. De samengestelde naam Jratunseluna komt van de namen van de vijf hoofd rivieren in het gebied: Jragung, Tuntang, Serang, Lusi en Juana. Het beschouwde gebied is het stroomgebied van deze rivieren, die samen de alluviale vlakten ten oosten van Semarang hebben gevormd (zie kaart nr. 1).

3. KONKLUSIE VERKENNINGSONDERZOEK

=====

De hoofdkonklusie van het onderzoek was dat men het met de Indonesische regering eens was dat de verbetering van het Jratunseluna-gebied van het grootste belang was.

Men dacht hierbij aan twee fasen:

- herstel van de bestaande werken;
- ontwikkeling van nieuwe werken.

Wat betreft dit laatste, werd aangeraden om studies te verrichten naar de mogelijkheden van nieuwe reservoirs, irrigatiekanalen, wegen, hoogwaterafleidingen enz. (lit.1).

4. ONTWIKKELINGSPLAN

=====

In aansluiting aan het verkenningsonderzoek is er in 1972 en 1973 opnieuw een onderzoek geweest. Dit onderzoek werd uitgevoerd door de Nederlandse ingenieursburo's NEDECO en Grontmij, in samenwerking met de Indonesische overheid. De bedoeling was om de mogelijkheden van de waterhuishouding en de waterhulpbronnen voor de ontwikkeling van de landbouw in het Jratunseluna-gebied te bepalen. Dit onderzoek was nodig omdat eerdere studies achterhaald waren of te kleinschalig werden bevonden. Veel tijd werd besteed aan het verzamelen van gegevens. Er werd vooral aandacht geschonken aan projekten die een tekort aan water in het droge seizoen konden opheffen of schade door hoogwaters in het natte seizoen konden voorkomen.

Het rapport waarin dit onderzoek is beschreven bestaat uit elf delen en is getiteld:

- Jratunseluna Basin Development Plan -

Dit rapport is uitgebracht in november 1973.

Het resultaat van het onderzoek is een "Plan voor de ontwikkeling van waterhulpbronnen voor het Jratunseluna-gebied". Dit plan bestaat uit zes hoofdprojekten, vier nevenprojekten en een aantal komplementaire projekten (lit. 2).

5. NEDECO-RAPPORT
=====

Door NEDECO is een studie verricht en een rapport uitgebracht omtrent de hoogwaterafleiding van de Serang door een afleidingskanaal (één van de hoofdprojekten genoemd in lit. 2). Dit rapport, verder NEDECO-rapport genoemd, is uitgekomen in juni 1976. In de inleiding van dit NEDECO-rapport wordt het volgende vermeld:

"Het afleidingskanaal zal lopen van Brakas aan de Lower Serang naar de Java Zee, een afstand van 32 km (zie kaart 1). Het tracé is zodanig bepaald dat dorpen zoveel mogelijk worden vermeden en dat er zo min mogelijk schade wordt veroorzaakt aan de irrigatiesystemen in het Glapan-Sedadi-gebied.

Bij het afleidingspunt zal een overlaat worden toegepast. De functie hiervan is om de overgang te vormen van de brede en hooggelegen oevers van de Lower Serang naar het laaggelegen afleidingskanaal. De gehele afvoer van Lusi en Serang samen zal worden afgeleid via het afleidingskanaal.

Als ontwerpafvoer is een hoogwatergolf aangenomen met een gemiddelde herhalingstijd van 100 jaar (Q 100). Voor de dijkhoogte is gekozen 4 m, dit in verband met eerdere studies, waaruit bleek dat dit de meest economische was.

Er is een wiskundig modelonderzoek gedaan om de optimale kanaalafmetingen te bepalen. Het optimale ontwerp is berekend aan de hand van een aantal ontwerpcriteria en gegevens die door metingen zijn verkregen.

Ontwerpcriteria:

- ontwerpafvoer Q 100;
- maximum-waterdiepte van 3 m op het hoogwaterbed;

- minimale aanlegkosten, onteigenings- en ontgravingskosten;
- minimale sedimentatie in het kanaal om de onderhoudskosten laag te houden.

Uit de berekeningen bleek, dat niet aan alle eisen kon worden voldaan, zodat uiteindelijk voor een compromis is gekozen."

De manier van werken was als volgt:

Eerst werd het ontwerp gebaseerd op de ontwerpafvoer (Q 100) in combinatie met de maximaal toelaatbare waterstanden langs het kanaal. Daarna werd het ontwerp onderzocht op zijn sediment-transportcapaciteit en op basis hiervan werden de nodige veranderingen aangebracht.

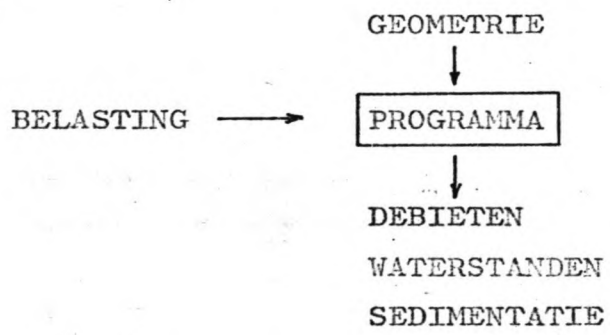
(Lit. 3)

6. REKENPROGRAMMA'S

=====

Uit het voorgaande blijkt dat er niet wordt gewerkt met een volledig "ontwerpend" rekenprogramma. De geometrie is vastgelegd, waarbij de sedimentatie (of erosie) wordt bepaald. Aan de hand van de resultaten hiervan worden wijzigingen aangebracht in de geometrie van het kanaal, waarna opnieuw een berekeningscyclus volgt. In zo'n geval spreekt men van een "analyse-programma". Beter is het te beschikken over een "synthese-programma", een ontwerpend programma. Dit zou min of meer automatisch het ontwerp moeten leveren.

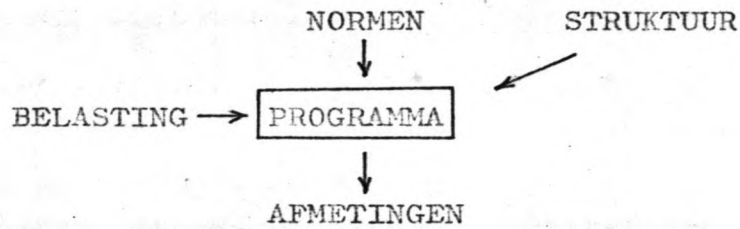
Een schema van een analyse-programma ziet er als volgt uit:



De geometrie wordt bekend verondersteld in elk detail. Bij een bekende (konstante of tijdsafhankelijke) belasting worden nu debieten enz. berekend. Met deze resultaten gaat de ontwerper, aan de hand van zijn normen, wijzigingen voorstellen die naar zijn inzicht beter aan de normen zullen voldoen. Deze procedure is in wezen in strijd met het beginsel van het automatisch rekenen. Er zal naar moeten worden gestreefd om zoveel mogelijk het rekentuig in te schakelen.

Een synthese-programma is wat dat betreft een betere methode. Naast minimale gegevens over de geometrie (b.v. alleen de structuur) bestaat de invoer hier uit een aantal normen waaraan het kanaal moet voldoen. De belasting is in feite

ook een norm.



De resultaten worden nu gevormd door de afmetingen. Hiermee wordt dus in beginsel het gehele ontwerp direkt en systematisch door berekening tot stand gebracht.

Er moeten hierbij enkele opmerkingen worden gemaakt:

- Er is hier sprake van een hoofdnorm en nevennormen. De hoofdnorm omvat de eis voor minimale kosten van aanleg en onderhoud. De nevennormen omvatten b.v. eisen voor de waterstanden.
- In een synthese-programma worden de vloeistofmechanische berekeningen vele malen uitgevoerd. Het betreft hier waterstands- en sedimentberekeningen.
- Het is duidelijk dat een synthese-programma veel bewerkelijker is dan een analyse-programma. Voor een analyse-programma mag de waterbeweging permanent of niet-permanent zijn. Een synthese-programma met een niet-permanente waterbeweging lijkt moeilijk, zo (nog) niet onmogelijk.

7. DOEL AFSTUDEERONTWERP

=====

Het doel van dit afstudeerontwerp is om te bepalen of het mogelijk is om in plaats van het analyse-programma in het NEDECO-rapport te komen tot een synthese-programma voor het optimaliseren van het afleidingskanaal. De kernvraag hierbij is:

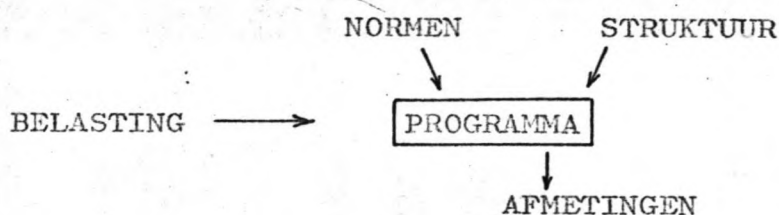
Hoe ontwerpen wij het kanaal zodanig dat de aanleg optimaal is, maar waarbij ook het onderhoud (wat door de sedimentatie wordt bepaald) in de beschouwing wordt betrokken?

8. AANPAK

=====

Wat is het probleem

Een synthese-programma voor het ontwerp van het afleidingskanaal zou er als volgt uit moeten zien:

Invoer:

- belasting: aanvoer water en sediment;
- normen : minimale aanlegkosten;
minimale sedimentatie en/of erosie;
geen overstroming;
grens aan de ontgravingsdiepte;
grens aan de totale breedte;
uitgegraven hoeveelheid grond moet gelijk zijn
aan het volume dijklichaam per eenheid van lengte;
- structuur: vorm van het dwarsprofiel;
terreinhelling;
vakindeling van het lengteprofiel aan de hand
van de terreinhelling.

Uitvoer:

- afmetingen (ontwerp-parameters):

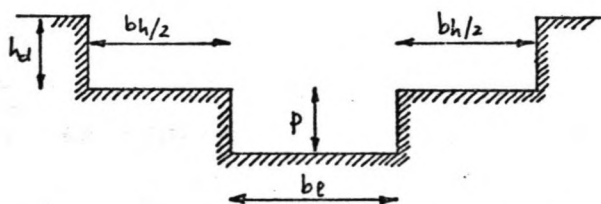
breedte laagwaterbed	b_l
breedte hoogwaterbed	b_h
verhang van het laagwaterbed	i_l
dijkhoogte	h_d
ontgravingsdiepte aan het begin van een vak	p

Opmerkingen:

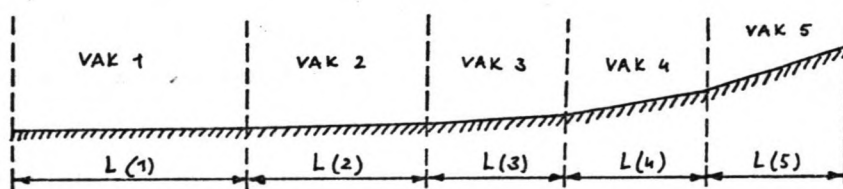
- belasting : rekenen met permanente stroming;
- normen : de kosten die het afleidingskanaal met zich meebrengt bestaan uit
 1. aanlegkosten
 - onteigening
 - ontgraving
 - dijkenbouw;
 2. onderhoudskosten
 - sedimentatie
 - erosie.

De totale kosten worden ondergebracht in een kostenfunctie (doelfunctie). De hoofdnorm bestaat uit het vinden van het minimum van de kostenfunctie.

- structuur :



geschematiseerd dwarsprofiel



lengtedoorsnede van het terrein en vakindeling

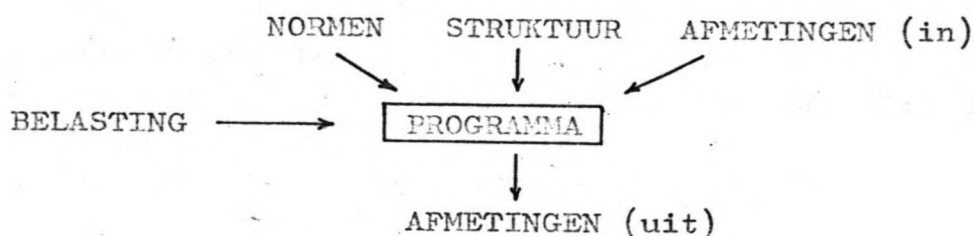
Bij een dergelijke structuur wordt het dwarsprofiel vastgelegd door vijf ontwerpparameters:

b_1
 b_h
 p
 h_d
 i_1

- afmetingen: de uitvoer bestaat uit die waarden voor de ontwerpparameters waarbij de totale kosten minimaal zijn en aan de overige normen wordt voldaan; in dit geval zijn er $5 \times 5 = 25$ ontwerpparameters.

Hoe is het benaderd

Om tot een eerste aanzet voor een dergelijk ontwerp te komen, is het probleem vereenvoudigd. Het aantal ontwerpparameters is verminderd tot 10 door 3 van de 5 variabelen per vak vast te leggen. Deze vaste afmetingen moeten nu naast normen, belasting en structuur worden ingevoerd. Verder is de norm dat de uitgegraven hoeveelheid grond gelijk moet zijn aan het volume dijklichaam per eenheid van lengte niet meegenomen in de beschouwing. De mengvorm synthese-analyse-programma ziet er nu als volgt uit:



Invoer:

- belasting : aanvoer water en sediment;
- normen : minimale aanlegkosten;
minimale sedimentatie en/of erosie;
geen overstroming;
grens aan de ontgravingsdiepte;
grens aan de totale breedte;
- structuur : vorm van het dwarsprofiel;
terreinhelling;
vakindeling van het lengteprofiel aan de hand van de terreinhelling;

- afmetingen: verhang laagwaterbed	i_1
(in) breedte laagwaterbed	b_1
dijkhoogte	h_d

Uitvoer:

- afmetingen: breedte hoogwaterbed	b_h
(uit) ontgravingsdiepte	p
(ontwerp- parameters)	

Opmerkingen:

Het programma bestaat uit twee gekoppelde gedeelten:

- a) optimaliseringsprogramma;
- b) vloeistofprogramma.

In a) wordt m.b.v. een iteratieve methode de waarden van de ontwerpparameters zodanig veranderd dat de kostenfunctie (doelfunctie) minimaal wordt binnen de grenzen die gesteld zijn door de normen (neveneisen). In b) worden waarden voor waterdiepte, sedimentatie en erosie berekend bij de lopende ontwerpparameters. Deze waarden zijn nodig om de kostenfunctie en de neveneisen te berekenen na iedere verandering van de ontwerpparameters. Het berekenen van de neveneisen houdt in dat berekend wordt wat de afstand is van het lopende iteratiepunt tot de grenzen die door de neveneisen zijn gesteld. Wordt deze afstand 0, dan bevindt het punt zich precies op de grens. Is de afstand negatief, dan is de grens overschreden en wordt er niet voldaan aan de neveneisen. Voor meer details: zie deel B "Optimalisatietheorie".

Als optimaliseringsprogramma's zijn toegepast de volgende routines van het Rekencentrum van de TH Delft:

- EO4HAF
- MINI

Het programma E04HAF bleek niet te voldoen. Vandaar dat, na overleg met Prof. Lootsma en een studie van Patricia Ihle, is overgegaan op MINI.

Door de aard van de kostenfunctie is het niet mogelijk om analytische afgeleiden toe te voegen aan het gebruikte optimaliseringsprogramma. Het programma kan echter de afgeleiden numeriek bepalen. Hiertoe wordt bij eenzelfde iteratiestap de kostenfunctie berekend bij kleine variaties van iedere ontwerpparameter afzonderlijk. Het gevolg hiervan is dat bij één iteratiestap het vloeistofprogramma een groot aantal malen (afhankelijk van het aantal parameters) wordt doorgerekend. Dit vergt veel rekentijd als het vloeistofprogramma bewerkelijk is. Om deze reden moet worden getracht om het vloeistofprogramma zo eenvoudig mogelijk te houden. Dit kan worden bereikt door het probleem te schematiseren. Echter te vergaande schematisatie zal de werkelijke situatie niet meer redelijk benaderen. Het is duidelijk dat er naar een kompromis moet worden gezocht. Bij de keus van het kompromis zijn er beperkingen gesteld aan het vloeistofprogramma (zie deel C). Omdat de waarden die volgen uit het vloeistofprogramma hierdoor niet zo nauwkeurig zijn, is het zinloos om het optimum wel zeer nauwkeurig te bepalen. Vandaar dat voor de oplossing van het optimaliseringsprogramma een nauwkeurigheid van 10% voldoende geacht wordt.

Wat kan er verder gebeuren

Het hier beschreven ontwerpprogramma is slechts gedeeltelijk een synthese-programma. Om tot een volledig synthese-programma te komen, zouden zoals is vermeld alle vijf afmetingen geoptimaliseerd moeten worden. Dit betekent een aanpassing en uitbreiding van het vloeistofprogramma. Daarnaast kan de werkelijke situatie beter worden benaderd. Ook dit zal een verbetering en een uitbreiding van het vloeistofprogramma met zich meebrengen. Het uitbreiden van het vloeistofprogramma zal wel als konsekwentie hebben dat de rekentijd sterk toeneemt.

9. RAPPORTINDELING

=====

Het afstudeerwerk bestaat uit drie verslagen:

Deel A - Vooronderzoek

In het vooronderzoek worden de volgende punten beschreven:

- de algemene situatie van Indonesië;
- beschrijving van het projektgebied met punten als geologie, grondsoorten, klimaat e.d.;
- specifieke hydrologische problemen en maatregelen die in het verleden zijn genomen;
- uitgebreide informatie i.v.m. hoogwaterbeheersing in de kustgebieden;
- mogelijke oplossingen voor de hoogwaterbeheersing;
- de keus voor de hoogwaterafleiding van de Serang via een nieuw te graven kanaal;
- terreinprofiel van de gekozen oplossing.

Deel B - Optimalisatietheorie

In dit verslag wordt een studie beschreven over algemene optimalisatietheorie. De kosten die het ontwerp van het kanaal met zich meebrengt, moeten ondergebracht worden in een functie die varieert met de ontwerpparameters. De functie wordt doel- of objektfunctie genoemd. De ontwerpparameters zijn b.v. breedte, diepte en dijkhoogte. Deze parameters zijn variabelen die begrensd zijn door minimale en/of maximale waarden. Om een methode te vinden waarmee in een komputerprogramma het probleem kan worden opgelost, is een studie gedaan naar bestaande optimalisatie-technieken, alsmede naar beschikbare komputerprogramma's. De gekozen methode en het daarbijbehorende komputerprogramma worden besproken. Specifieke zaken die betrekking hebben op ons programma, zoals b.v. het testen en het systematisch schrijven van komputerprogramma's, komen ook aan de orde.

Deel C - Uitwerkingen komputerresultaten

De methode om tot een doel- of objektfunctie te komen wordt duidelijk gemaakt door vanuit een sterk geschematiseerd model stapsgewijs te komen tot een moeilijker en meer realistisch model. Verder worden in dit verslag de vloeistofmechanische en sedimenttransport-berekeningen beschreven die nodig zijn om een doelfunctie op te stellen. De uiteindelijke resultaten met het programma MINI worden als laatste punt besproken.

10. KONKLUSIES

=====

- In dit rapport wordt een eerste stap gedaan in de ontwikkeling van een synthese-programma voor het beschouwde probleem, het optimaliseren van een afleidingskanaal. De sedimentatie is in de optimalisatie betrokken. De aannamen en veronderstellingen gedaan ten behoeve van de berekeningen op dit gebied zijn de grootste beperkingen. Verdere ontwikkeling van het beschreven programma is noodzakelijk om tot betere resultaten te komen.
- Het vloeistofprogramma is dat gedeelte van het gehele programma waarin de berekeningen op het gebied van de vloeistofmechanica en het sedimenttransport worden uitgevoerd. Het vloeistofprogramma moet enerzijds in verband met de rekentijd zo eenvoudig mogelijk zijn. Anderzijds moet de werkelijke situatie zo goed mogelijk worden benaderd. Er moet dus naar een kompromis tussen deze tegenstrijdige eisen worden gezocht. In dit rapport is gekozen voor een betrekkelijk vergaande schematisatie. In de praktijk moeten de kosten die het ontwerp van het computerprogramma en de daarmee verbonden rekentijd gezien worden in verhouding met de totale kosten voor het projekt. In dat geval zal een uitbreiding van het programma tot de mogelijkheden behoren.
- Ieder probleem wat moet worden geöptimaliseerd vereist een gericht zoeken naar een voor dat probleem geschikte methode. In veel gevallen kan gebruik worden gemaakt van bestaande optimaliseringsprogramma's.

LITERATUURLIJST

=====

1. NEDECO - Grontmij. 1968.
Reconnaissance Survey.
2. NEDECO - Grontmij. 1973.
Jratunseluna Basin Development Plan.
3. NEDECO. 1976.
Feasibility-study Serang Flood Diversion.
4. M. de Vries. 1969.
Het rekentuig als hulpmiddel bij rioleringsberekeningen.
Publikatie no. 75^N Waterloopkundig Laboratorium.

INHOUDSOPGAVE DEEL A

=====

		blz.
Hoofdstuk	0. <u>Inleiding.</u>	
	0.1. Algemeen.	1
	0.2. Probleemstelling.	1
	0.3. Uitwerking.	2
	0.4. Konklusies.	3
Hoofdstuk	1. <u>Indonesië algemeen.</u>	
	1.1. Politiek.	5
	1.2. Bevolkingskoncentratie.	6
	1.3. Armoede en werkloosheid.	7
	1.4. Transmigratie en gezinsplanning.	7
	1.5. Repelita.	8
	1.6. Landbouw.	8
	1.7. Landbouwkundige experimenten.	9
	1.8. Nederlandse hulp.	11
Hoofdstuk	2. <u>Het Jratunseluna-gebied.</u>	
	2.1. Achtergronden van het projekt.	13
	2.2. Omschrijving van het gebied.	13
	2.3. Geologie en morfologie.	16
	2.4. Grondsoorten.	17
	2.5. Klimaat.	19
	2.6. Landbouw, landgebruik en werkgelegenheid.	20
	2.7. Veeteelt.	22
Hoofdstuk	3. <u>Hydrologie en waterhuishouding.</u>	
	3.1. Algemeen.	23
	3.2. De vlakte van Oost-Semarang.	23
	3.3. De vlakte van Demak.	27
	3.4. Het bovenstroom-gebied van de Tuntang.	29
	3.5. Het Lusi-dal.	30
	3.6. Het Juana-dal.	31

INHOUDSOPGAVE DEEL A (vervolg)

=====

		blz.	
Hoofdstuk	4.	<u>Konklusies en suggesties.</u>	
	4.1.	Herstel en ontwikkeling.	34
	4.2.	Prioriteiten van het herstelprogramma.	35
	4.3.	Nieuwe werken.	37
Hoofdstuk	5.	<u>Hoogwaterbeheersing Serang, Tuntang en Lusi.</u>	
	5.1.	Inleiding.	41
	5.2.	Enige historische gegevens.	41
	5.3.	Huidige situatie.	44
Hoofdstuk	6.	<u>Moreelijke oplossingen.</u>	
	6.1.	Probleem en globale oplossingen.	48
	6.2.	Huidige capaciteit en ontwerpafvoeren van de rivieren.	49
	6.3.	Beschrijving van alternatieve oplossingen.	55
	6.4.	Vergelijking van de oplossingen.	58
	6.5.	Keus oplossing.	62
	6.6.	Ontwerpeisen afleidingskanaal en lengteprofiel van tracé.	63
Bijlage	1.	Kaart Jratunseluna-gebied op Centraal Java.	
Literatuurlijst.			65

figuur 1.	JAVA	blz. 14
2.	het JRATUNSELUNA-gebied	15
3.	lengteprofiel van rivieren in het JRATUNSELUNA-gebied	25
4.	banjir K. Lusi - K. Serang januari 1972	51
5.	schema van rivierensysteem met afvoerkapaciteiten	53
6.	vier alternatieve oplossingen voor het veilig afvoeren van hoogwatergolven van de Tuntang en de Serang	56
7.	lengteprofiel tracé afleidings- kanaal	64

0. INLEIDING

=====

0.1. Algemeen

Dit verslag behandelt de algemene situatie in Indonesië, een algemene beschrijving van het projektgebied, de hydrologische problemen, de werken die in het verleden zijn uitgevoerd om deze problemen op te lossen en recente studies die zijn gedaan naar de mogelijkheden om de huidige te verbeteren.

In de verslagen B en C wordt dieper ingegaan op één der projecten die in het vooronderzoek worden genoemd om de hydrologische situatie te verbeteren.

De rapportindeling is als volgt:

- Hoofdinleiding
- Deel A - Vooronderzoek
- Deel B - Optimalisatietheorie
- Deel C - Uitwerking en komputerresultaten.

0.2. Probleemstelling

Het projektgebied is het stroomgebied van een aantal rivieren. Dit gebied wordt verder het Jratunseluna-gebied genoemd, een samenstelling van delen van de rivieren. In het gebied spelen verschillende hydrologische, landbouwkundige en sociale aspecten een minder of meer belangrijke rol. In de hoger gelegen (bovenstroomse) gebieden zijn de regenwaterafvoer en de daarmee gepaard gaande sterke erosie belangrijk. Een van de oorzaken is de ontbossing in deze gebieden. In de lager gelegen (benedenstroomse) gebieden veroorzaakt de sedimentatie van zand en slib hoge waterstanden en overstromingen. De kustvlakten van het Jratunseluna-gebied zijn vruchtbaar, bestaan daardoor uit irrigatievelden en zijn

zeer dichtbevolkt. De landbouw is hier de voornaamste bron van inkomen. Het voorkómen van het buiten hun dijken treden van de rivieren, met name de Serang en de Lusi, is van groot belang voor de bevolking. Dit betekent het beheersen van de sedimentatie en de hoogwaterafvoeren. Omdat het Jratunseluna-gebied gelegen is in het Verre Oosten, hebben wij in dit gebied met een andere kultuur te maken als waarin wij leven.

0.3. Uitwerking

- In hoofdstuk 1. wordt de algemene situatie van en in Indonesië beschreven. Er wordt ingegaan op de politiek, de bevolkingsconcentratie op de eilanden Java, Madoera en Bali, de heersende armoede en werkeloosheid, vooral in de dichtbevolkte gebieden. De regering probeert deze situatie in de hand te krijgen door transmigratie (het verhuizen van mensen naar dunbevolkte eilanden) en gezinsplanning. De Repelita I en II (vijfjaren plannen), landbouw en zijn experimenten worden genoemd.
- Hoofdstuk 2. bevat de achtergronden van het gehele Jratunseluna-project. Verder een beschrijving van het projektgebied, de algemene geologische en morfologische aspecten, de grondsoorten met hun eigenschappen en het heersende klimaat. Als laatste worden beschreven de landbouw, het landgebruik en heel kort de veeteelt in de Jratunseluna.
- Hoofdstuk 3. gaat dieper in op de specifieke hydrologische en waterhuishoudkundige problemen in de vijf deelgebieden en welke maatregelen er in het verleden zijn genomen. Voor enkele problemen worden in h t kort mogelijkheden genoemd om de situatie te verbeteren.

- Hoofdstuk 4. behandelt in grote lijnen de konklusies en suggesties t.a.v. de problemen beschreven in hoofdstuk 3. Een uitgebreide beschrijving staat in het Reconnaissance Survey van oktober 1968 (lit. 1).
- Uitgebreidere informatie i.v.m. de hoogwaterbeheersing in de kustgebieden wordt gegeven in hoofdstuk 5. Wat in het verleden is gedaan om dit probleem in de hand te krijgen en de huidige situatie als resultaat van oplossingen in het verleden zijn beschreven.
- Oplossingsmogelijkheden en de keus voor een oplossing zijn het onderwerp in hoofdstuk 6. Meer informatie i.v.m. de vergelijking van de oplossingen wordt gegeven over de huidige capaciteit en nieuwe ontwerpafvoeren van de rivieren. De laatste paragraaf geeft het lengteprofiel van de gekozen oplossing.

0.4. Konklusies

- Uit technisch en economisch oogpunt is de oplossing voor de hoogwaterbeheersing in de kustgebieden van het Jratunseluna-gebied - het afleiden van de hoogwatergolf door een nieuw te graven kanaal dat de Serang verbindt met de Java Zee door het Glapan-Sedadi-gebied - de meest juiste.
- Overwegingen op sociale en maatschappelijke gronden worden in dit rapport niet genoemd. Onteigening van een groot gebied, ongeveer 640 ha, in een intensief landbouw- en dichtbevolkt gebied geeft zeer grote problemen. In de praktijk is ook de studie van NEDECO voor het graven van een nieuw kanaal op bovengenoemde gronden afgewezen en men bestudeert nu één van de andere oplossingen - het afvoeren van de ontwerpafvoer van de Serang via de Wulan - op uitvoerbaarheid.

- Het probleem van de hoogwaterbeheersing in de kustgebieden kan niet los gezien worden van de andere problemen in het gehele Jratunseluna-gebied. Een goede beschrijving van deze problemen was derhalve noodzakelijk.

- Veel informatie is overgenomen uit het Reconnaissance Survey (1968) en de rapporten van het Jratunseluna Basin Development Plan (1973). Voortdurende verwijzing naar deze rapporten zou het vooronderzoek tot een onleesbaar stuk maken.

- De genoemde rapporten zijn de enige rapporten, waarin de Jratunseluna-problematiek beschreven is. Gevolg is een beperkte, maar goede informatiebron.

- Voor informatie uit de laatste hand waren de gesprekken met Ir. Hieselaar, medewerker bij de vakgroep Irrigatie en voordien teamleider voor NEDECO in het Jratunseluna-projekt, waardevol.

1. INDONESIAË ALGEMEEN

1.1. Politiek

Op 27 december 1949 droeg Nederland de soevereiniteit van het voormalig Nederlands-Indië over aan de Verenigde Staten van Indonesië, die al na enkele maanden werden omgevormd tot een eenheidsstaat. West-Irian bleef nog tot 1962 buiten de overdracht.

De Indonesische geschiedenis van de afgelopen 25 jaar kan in drie perioden worden ingedeeld:

- De eerste acht jaren, tot 1957, werden gekenmerkt door een parlementaire-demokratie met grote politieke verdeeldheid, diverse opstanden, een teleurstellende economische ontwikkeling en geleidelijke verslechtering van de betrekkingen met Nederland.
- De volgende acht jaren, tot 1965, gaven een presidenteel bewind te zien van Soekarno, die het parlement allerlei bevoegdheden ontnam. De enige groepen waarmee Soekarno ernstig rekening moest houden waren leger en kommunistische partij.
- De mislukte staatsgreep van oktober 1965 vormde het begin van de overgang naar de derde periode, de zogenaamde nieuwe orde. Na de staatsgreep ontstond een machtsvacuüm, waarin een hevige kommunistenvervolgning losbarstte. Het leger kreeg een duidelijk leidende rol; president Soekarno werd opgevolgd door generaal Soeharto (in 1968).

De "nieuwe orde" wordt op binnenlands politiek terrein vooral gekenmerkt door de zorg de kommunisten geen enkele kans meer te geven. De kommunistische partij is verboden, enige tienduizenden verdachten zitten nog altijd gevangen en het leger oefent in Indonesië sterke controle uit. Op economisch gebied streeft het bewind van Soeharto op pragmatische wijze naar herstel en ontwikkeling. Ontwikkelingsplanning neemt een belangrijke

plaats in en buitenlandse partikuliere investeringen worden bevorderd. In de buitenlandse politiek valt een heroriëntering op het Westen waar te nemen.

1.2. Bevolkingsconcentratie

Indonesië heeft, net als veel andere Zuidoost-Aziatische landen, te maken met een zeer ernstig bevolkingsprobleem. Voor Indonesië valt het uiteen in twee delen: ten eerste de ongelijke spreiding van de bevolking over de archipel en ten tweede de snelle bevolkingstoename, die het eerste probleem nog nijpender maakt.

De Indonesische archipel, bestaande uit meer dan 13.000 grote en kleine eilanden, waarvan ongeveer 3.000 bewoond, herbergt nu ruim 130 miljoen inwoners. Het land is ongeveer 56 maal zo groot als Nederland. Het aantal inwoners per vierkante kilometer bedraagt 68. (Niets aan de hand dus vergeleken met de 370 inwoners per vierkante kilometer in Nederland.) Maar ruim 70 procent van de bevolking woont op de eilanden Java, Madoera en Bali en deze eilanden maken 7,3 procent van het totale gebied uit. Dus ongeveer 85 miljoen mensen op een grondgebied dat maar net 4 maal zo groot is als Nederland. Voor Java komt dat neer op 625 inwoners per vierkante kilometer, waarmee het 24 maal zo dicht bevolkt is als de buitengewesten. In de meest vruchtbare landbouwgebieden komen dichtheden voor van meer dan 2.000 inwoners per vierkante kilometer voor, dat is 20 personen per hektare. Terwijl de Javaanse boer met zijn gezin toch wel 1 ha bevoeid land (sawah) nodig heeft om te kunnen leven.

De bevolkingsconcentratie op de eilanden Java en Madoera is voor een belangrijk deel te danken of te wijten aan de vruchtbaarheid van de bodem en het gunstige klimaat. De tweede faktor in het bevolkingsprobleem is de zeer snelle bevolkingsgroei, veroorzaakt door een sterk verlaagd sterftecijfer, momenteel 20 per 1.000, en een vrij konstant

hoog geboortecijfer, momenteel 45 per 1.000. Wat neerkomt op een bevolkingsgroei van 2,5 procent. Dit betekent een verdubbeling van de bevolking binnen dertig jaar. Zonder veranderingen aan dit groeipatroon zullen er in Indonesië aan het begin van de volgende eeuw ongeveer 260 miljoen mensen wonen en zal Java zo ongeveer uitgegroeid zijn tot één grote stad van ruim 150 miljoen inwoners.

1.3. Armoede en werkloosheid

De problemen, veroorzaakt door de bevolkingsdichtheid en de zeer snelle groei, zijn nu al enorm. Het Javaanse platteland is nu al niet meer in staat haar bewoners voldoende werk en voedsel te verschaffen. Het grondbezit is zeer versnipperd en veel boeren en landloze arbeiders leven met hun gezinnen in grote armoede. De trek naar de steden is dan ook groot.

Naast de groeiende werkloosheid, per jaar komen er meer dan een miljoen werkzoekenden bij, levert de grote bevolkingsaanwas bijna onoverkomelijke problemen op voor het onderwijs. Binnen niet al te lange tijd zal meer dan de helft van de Indonesische bevolking jonger dan 15 jaar zijn. Ongeveer 33 miljoen kinderen hebben nu de leerplichtige leeftijd, naar schatting gaat meer dan de helft ervan niet naar school. En als men al naar school gaat, dan is dat voor meer dan 50 procent slechts tot aan de derde of vierde klas. Op Java is tot en met de derde klas de voertaal Javaans en Indonesisch een vak. Vanaf de vierde is Indonesisch de voertaal. Dat wil zeggen dat een groot gedeelte der jeugd ook geen goed Indonesisch leert spreken.

1.4. Transmigratie en gezinsplanning

Om op de lange termijn tot resultaten te komen, zal het bevolkingsprobleem drastisch aangepakt moeten worden. Daartoe hanteert de regering momenteel twee oplossingen. Transmigratie van de overbevolkte eilanden Java, Madoera en Bali naar de buitengewesten om de spreiding van de

bevolking te bevorderen en gezinsplanning om de snelle groei van de bevolking in te dammen. Tot nu toe is er echter weinig of geen resultaat. De Javaan heeft een sterke familieband en is zeer gehecht aan zijn geboortegrond. Tot dusver was de bereikte maximale transmigratie 20.000 gezinnen per jaar, terwijl het tweede Vijfjarenplan streeft naar 450.000 gezinnen.

Net als in de meeste ontwikkelingslanden is er in Indonesië sprake van de zogenaamde "demografische paradox". Op het nationaal-ekonomische niveau is wel degelijk geboortebeperking een noodzaak, de groei van het nationale inkomen wordt immers goeddeels opgeslokt door de bevolkingsgroei. Maar op het niveau van het gezin blijkt het hebben van een groot aantal kinderen voordelig te zijn met het oog op de oude dag. Sociale voorzieningen ontbreken en een groot aantal kinderen is ook in de toekomst de sociale zekerheid.

1.5. Repelita

Repelita I, het Vijfjarenplan dat in 1969 van kracht werd, stelde als voornaamste doeleinden verhoging van de levensstandaard en het leggen van een basis voor de ekonomische groei in de toekomst. Hoge voorrang werd gegeven aan de ontwikkeling van de agrarische sektor, onder meer een forse verhoging van de rijstproduktie. In Repelita II, het huidige Vijfjarenplan (1974-1979), krijgen niet de zuiver ekonomische aspecten van de ontwikkeling de meeste nadruk, maar gaat het vooral om werkgelegenheid, inkomensverdeling, onderwijs en regionale ontwikkeling. Thans wordt veel bewuster gestreefd naar verbetering van het lot van brede lagen van de bevolking.

1.6. Landbouw

Ongeveer tweederde van de Indonesische bevolking leeft geheel of in hoofdzaak van de landbouw. De gemiddelde bedrijfsgrootte is zeer gering. Op Java had reeds in

1963 meer dan de helft van de boeren minder dan een halve hektare grond tot zijn beschikking en bijna 80 procent minder dan een hektare. Het grondbezit is sindsdien door de bevolkingsgroei nog verder versnipperd. Voor een redelijk bestaan heeft een boer op Java minstens één hektare bevlloeide grond (sawah) nodig of twee hektare droge grond.

Indonesië is de afgelopen 25 jaar een rijst- en suiker-importerend land geworden. Het streven van de overheid naar volledige zelfvoorziening heeft nog niet tot het beoogde resultaat geleid, omdat bijvoorbeeld de nationale konsumptie even snel is gestegen als de produktie.

1.7. Landbouwkundige experimenten

Reeds Soekarno probeerde in zijn Achtjarenplan (1961-1969) tot zelfvoorziening in de rijstproduktie te komen. In het begin van de planperiode startte een groep enthousiaste studenten van de Landbouwhogeschool te Bogor een experiment waarbij ze de boeren voorlichting gaven. Ze deden dit op een andere manier dan de boeren gewend waren van de officiële regeringsambtenaren. Zij gingen in de dorpen wonen en hielpen de boeren bij het bewerken van de grond en het leren van nieuwe landbouwmethodes. Op deze manier probeerden zij het diepgewortelde wantrouwen van de boeren tegenover alles wat "uit de stad" kwam weg te nemen.

Het programma van de studenten, het Pantja Usaka-programma, bestaande uit vijf onderdelen: betere irrigatie, betere rijstvariëteiten, gebruik van kunstmest, gebruik van pesticiden en de vorming van coöperaties, had succes. Het leidde in die gebieden waar de studenten werkzaam waren tot een stijging van de rijstproduktie met 50 procent. In 1965 werd besloten de Pantja-Usaka massaal toe te passen.

De BIMAS (Bimbingan Massal of "massale leiding") en de INMAS (Intensifikasi Massal of "massale intensivering")

projekten deden hun intrede. Door de chaos rond de machtswisseling van september/oktober 1965 werden ze echter onderbroken. Het jaar daarop ging het program weer van start, maar door de massaliteit, gebrekkige organisatie en het terugdraaien van een aantal landhervormingen door de nieuwe, politiek wel even anders gekleurde, regering werden niet de gewenste resultaten bereikt.

In 1967 sloot de regering kontrakten af met buitenlandse ondernemingen voor de levering op krediet van kunstmest, pesticiden en de zogenaamde wonderrijst. De kredieten zouden terugbetaald worden door een zesde van de opbrengst van de boeren op te eisen. De regering hoopte hiermee al aan het eind van Repelita I (1974) zelfvoorzienend in de rijstproduktie te kunnen worden. Het werd een mislukking. De boeren vonden de kunstmest te duur en ontdoken de heffingen op hun oogst. Bovendien was er sprake van korruptie van hogere en lagere ambtenaren, waardoor de goederen te laat of helemaal niet op de bestemde plaatsen aankwamen. Redenen waarom deze samenwerking in 1970 met de buitenlandse ondernemingen gestaakt werd en de BIMAS weer "nationaal" werd. Nu wordt het programma uitsluitend gefinancierd door overheidsgelden en zijn de boeren vrij om er geheel of gedeeltelijk aan mee te doen.

In de praktijk komt het er op neer dat de programma's met hun nieuwe technieken en op de markt gerichte produktie de bestaande verschillen in rijkdom op het platteland versterkt hebben. Vooral de relatief al rijkere boeren, zij die anderhalve of meer hektare grond bezitten, hebben ervan geprofiteerd en hun rijkdom en dus hun positie versterkt, want rijkdom en macht gaan samen in de Javaanse samenleving. Zij waren in staat gemakkelijk kredieten te krijgen, zij konden de risico's nemen die nu eenmaal gepaard gaan met veranderingen in de produktie. De kleine boeren zijn ver in het nadeel

en uit tal van onderzoeken blijkt dat zij ook nauwelijks meedoen aan de BIMAS-programma's. Zij blijven achter en worden meer en meer gedwongen hun grond te verkopen. Nog slechter er aan toe is de grote groep landloze boeren, of zij die een zeer klein lapje grond (tot 0,2 ha) hebben en op de velden van anderen moeten werken. Vanwege de overbevolking is er te weinig land om iedereen een behoorlijke dagtaak te verschaffen. De door de BIMAS beoogde vergroting van de opbrengst is er gedeeltelijk wel gekomen. Doordat de handrijstpellerijen overgingen op mechanisatie raakten vele arbeiders en arbeidsters zonder werk. Tegengesteld hieraan is het volgende: Men heeft geprobeerd sikkels in te voeren om de rijsthalmen niet meer één voor één af te hoeven snijden (m.b.v. het ani-animesje). Dit is volledig mislukt door de tegenwerking van de boeren die volgens de adat (gewoonte) en hun (godsdienstige) overtuiging deze apparatuur niet willen introduceren. Hele boerengezinnen raken echter zonder werk, dreigen te verpauperen en worden gedwongen te vertrekken naar de grote steden, waar niemand op hen zit te wachten.

1.8. Nederlandse hulp

Op initiatief van Nederland werd in 1967 de Intergouvernementele Groep inzake Indonesië (IGGI) opgericht, waarvan naast Indonesië zelf een groot aantal donorlanden en internationale instellingen lid zijn. In de IGGI-bijeenkomsten wordt halfjaarlijks de financieel-ekonomische ontwikkeling van Indonesië besproken en financiële hulp vastgesteld.

In de Nederlandse hulpverlening aan Indonesië is de laatste jaren een sterke verschuiving gekomen van betalingsbalans-hulp (schenkingen) naar projekthulp (leningen). Zowel in 1975 als in 1976 bedraagt de hulp in totaal 150 miljoen gulden.

Financiële hulp

Tot 1974 werden met de financiële hulp kapitaalgoederen van velerlei aard aangeschaft; sinds dat jaar ligt het aksent meer op projekten met duidelijke sociale aspekten zoals drinkwatervoorziening, transmigratie, woningbouw, ontwikkeling van dorpscoöperaties, opleidingen in de gezondheidssektor en vaktechniek.

Technische hulp

Nederland verleent technische bijstand bij tal van projekten, onder meer op het terrein van de waterhuishouding, het transport, energie, textiel, land- en bosbouw, gezondheidszorg, opleidingen, woningbouw en telekommunikatie.

In de jaren 1972, 1973 en 1974 financierde Nederland aan Indonesië voedselhulp in de vorm van leveranties van tarwe en rijst.

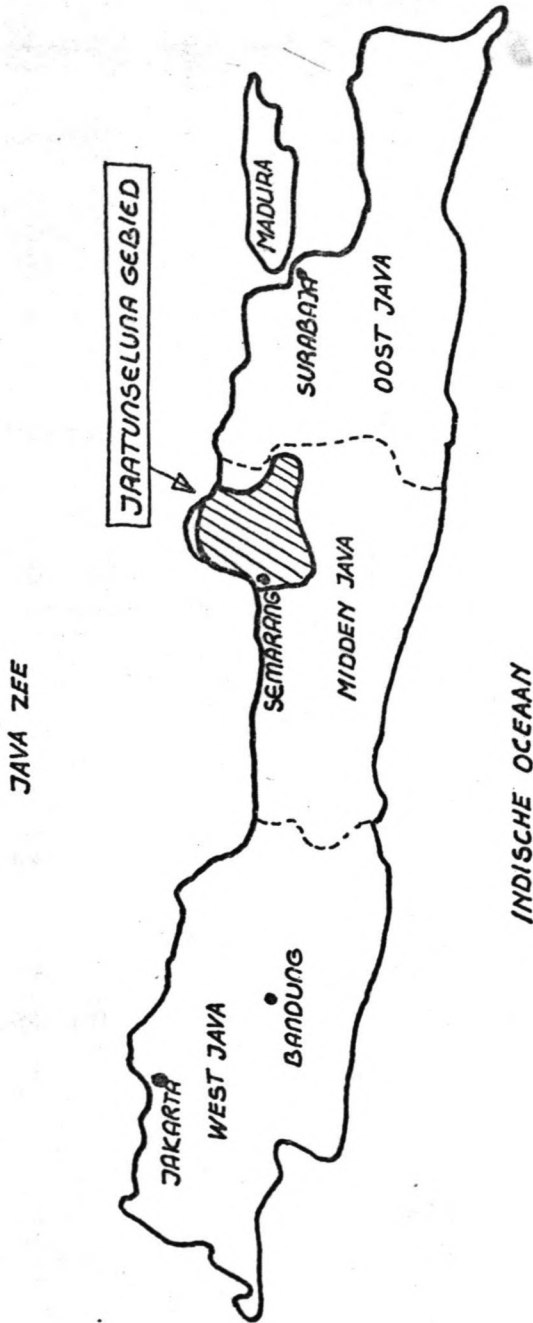
2. HET JRATUNSELUNA-GEBIED

2.1. Achtergronden van het projekt

In 1967 vroeg de Indonesische regering technische hulp aan Nederland voor het maken van een plan voor de ontwikkeling en verbetering van een gebied in Midden-Java. Dit gebied wordt later het Jratunseluna-gebied genoemd (zie figuur 1 - Java). In 1968 werd in overleg met de Nederlandse regering een verkenningsonderzoek (vooronderzoek) gedaan in het gebied. Het rapport naar aanleiding van dit onderzoek, getiteld "Reconnaissance Survey", werd oktober 1968 gepubliceerd. Het doel van dit inleidend onderzoek was een inzicht te krijgen in de omvang en aard van de problemen en het aanduiden van de mogelijkheden voor verbetering van de situatie.

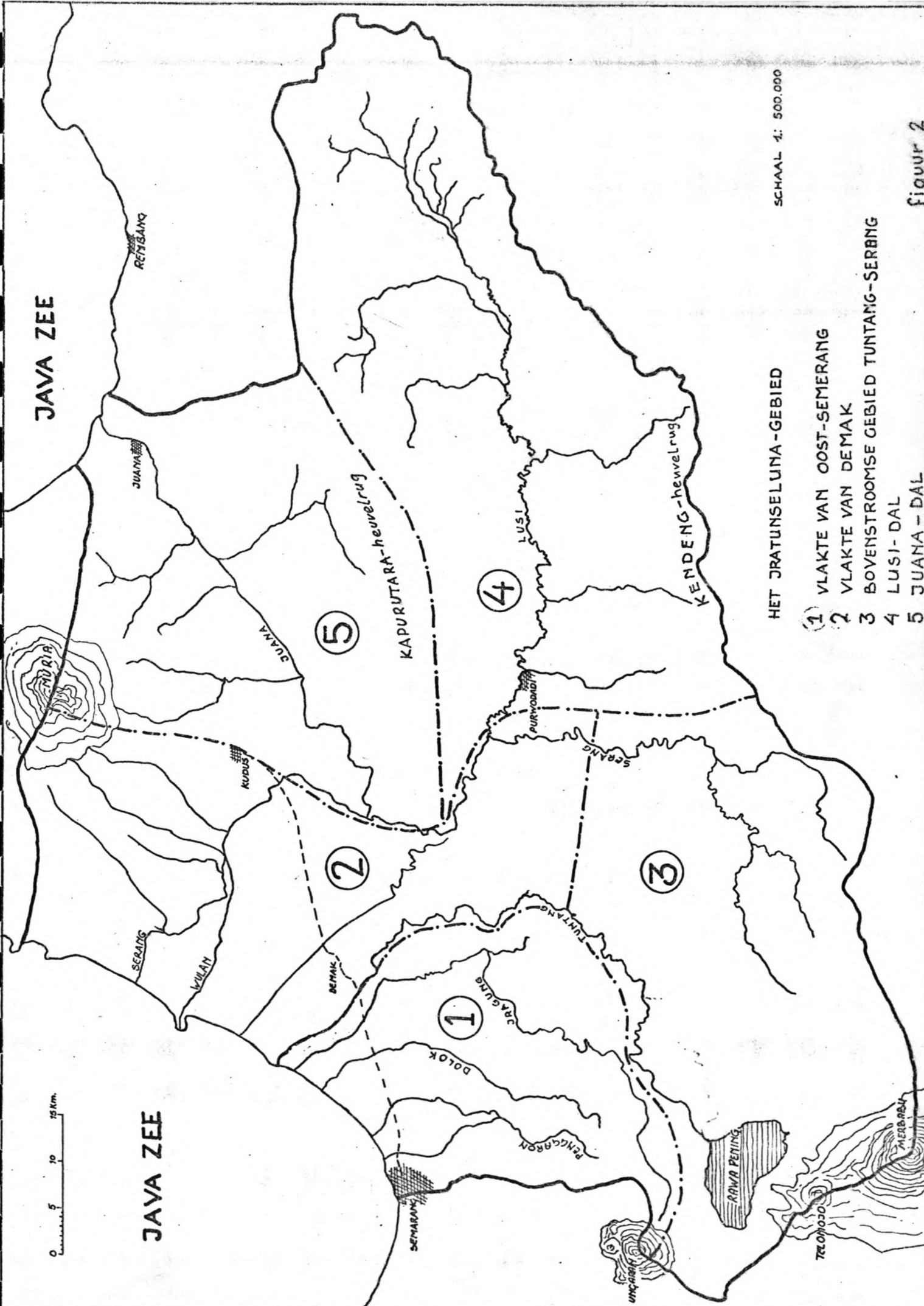
2.2. Omschrijving van het gebied

Het Jratunseluna-gebied wordt gevormd door het stroomgebied van vijf rivieren in het noordelijk deel van Midden-Java. Het gebied heeft een oppervlakte van 7.700 km², dit is te vergelijken met de provincies Noord-, Zuid-Holland en Utrecht samen. De naam van het gebied is samengesteld uit delen van de namen van de vijf belangrijke rivieren, die het gebied doorstromen, nl. JRagung, TUNtang, SERang, LUSi en JuaNA. Deze rivieren en vele andere kleine waterlopen in het gebied ontspringen op de vulkanen Ungaran, Merbabu en Muria en op de centrale bergketens. Zij stromen de Java Zee in tussen Semarang en Rembang. Het Jratunseluna-gebied is in vijf gebieden verdeeld (zie figuur 2). Elk van deze gebieden onderscheidt zich van de andere wat betreft haar hydrologische situatie en daardoor in de problemen voor de waterhuishouding. Het belangrijkste deel van de Jratunseluna voor de voedselproductie bestaat uit de vlakke alluviale kustgebieden. Er wordt voornamelijk rijst verbouwd op geïrrigeerde velden. Het gebied beslaat een oppervlak van ca. 300.000 ha.



schaal 1: 6.000.000

FIGUUR 1 geografische ligging van het JAATUNSELUNA GEBIED op JAVA, INDONESIA.



JAVA ZEE

REYISANG

JUANA

JUANA

5

KAPURUTARA-heuvelrug

4

LUSI

KENDING-heuvelrug

HET JRATUNSELUNA-GEBIED

SCHAAL 1: 500.000

- 1 VLAKTE VAN OOST-SEMERANG
- 2 VLAKTE VAN DEMAK
- 3 BOVENSTROOMSE GEBIED TUNTANG-SERANG
- 4 LUSI-DAL
- 5 JUANA - DAL

FIGUUR 2

0 5 10 15 Km.

JAVA ZEE

SEMARANG

DOK

1

JAGUNG

RENGGAS

TUNTANG

3

SERANG

PURWODADI

KULAN

KUDUS

SERANG

RAWA PENING

TELOMOSO

MERABAH

FIGUUR 2

2.3. Geologie en Morfologie

Geologische processen zoals erosie, sedimentatie en bergvorming zijn in het algemeen zo langzaam, dat de eenheden die worden aangenomen voor de geologische tijdschaal, perioden zijn van duizend of miljoen jaren. Het is daarom een uitzondering dat veranderingen ten gevolge van geologische krachten gedurende een mensenleven merkbaar zijn. Eén van deze uitzonderingsgevallen komt voor in het Jratunseluna-gebied en haar onmiddellijke omgeving en wordt bepaald door actief vulkanisme en tektonische* bewegingen. Aktieve vulkanen veranderen niet alleen hun eigen vorm ten gevolge van een uitbarsting, maar afstromend lava, laharstromen** en grondverschuivingen, veroorzaakt door vulkanische aardbevingen kunnen drastische veranderingen van de morfologie en de hydrologie van het gebied tot gevolg hebben. De twee vulkanen in het gebied, de Ungaran en de Muria, zijn uitgedoofd. Vertikale tektonische beweging en heuvels, die grotendeels bestaan uit zachte, mergelachtige gesteenten, veroorzaken een extreem snelle erosie en sedimentatie. Veel sediment is afkomstig van de Kendeng en Kapurutara-bergruggen. Dit heeft een merkbaar effect op de hydrologie van het gebied. Om te voorkomen dat het natuurlijk evenwicht tussen afstroming en sedimentatie zich instelt, wat zou resulteren in frekwente overstrooming van de vlakte en het verleggen van de rivierlopen, moeten de rivierbeddingen en kanalen kontinu worden onderhouden.

* tektonisch - als gevolg van verschuivingen van de aardkorst.

** lahar - fijne vulkanische stof meekomend met regen.

De grote Oost-Semarang-Demak vlakte krijgt zijn sediment hoofdzakelijk van de erosie van het westelijk deel van de Kendeng-heuvels. Het westelijk deel van de Oost-Semarang vlakte werd en wordt gevormd door erosie van de hellingen van de uitgedoofde Ungaran via de rivieren

Jragung, Setu, Dolok en Pengaron. De Lusi-vallei is sinds duizenden jaren land. Het noordelijke deel van de Semarang-Demak-Juana-vlakte was hoogstwaarschijnlijk duizend jaar geleden nog onder water. De Muria-vulkaan was toen een vulkanisch eiland. Het water tussen Muria en Java slibte langzamerhand dicht. De zee werd naar het oosten via de Juana en naar het westen via Wulan, Tuntang e.d. teruggedrongen. Dit proces zal, als het niet wordt gecontroleerd door natuurlijke of menselijke (kunstmatige) krachten, doorgaan tot de heuvels zijn geërodeerd en de valleien zijn opgevuld. Bescherming tegen overstroming door middel van dijken langs de rivieren echter zal ervoor zorgen dat grote hoeveelheden zand en slib in de zee stromen.

2.4. Grondsoorten

Bij een algemeen beeld kan men twee hoofdgrondsoorten onderscheiden: de latosols en de grumosols, met als tussensoort de latolische grumosols. De alluviale grondsoorten vormen een afzonderlijke groep.

Latosol-kenmerken

Rode, bruine en gele grond, gekarakteriseerd door een open, kruimelige structuur, weinig plastisch en taai, weinig krimpnd en scheurend, goede doorlatendheid en matige vochthoudendheid.

De gronden komen voor op de hellingen van de Muria, Ungaran en Merbabu-vulkanen en zijn vaak min of meer geërodeerd. Zij worden gevonden op de steile hellingen van de Muria en aan de voet van de vulkaan in het Kudus-Pati-gebied. In de Kapurutara en Kendeng-heuvels zijn de latosols in zwaar geërodeerde dunne lagen aanwezig, vaak overgaand in zwarte grumosols.

De latosols zijn goede landbouwgrond, mits de velden goed worden bemest en geïrrigeerd.

Grumosol-kenmerken

Zwarte en grijze grond, leemachtig tot zwaar kleiachtig, uitermate plastisch en taai als het nat is, ze krimpt sterk bij droging, waarbij diepe, wijde scheuren ontstaan. Het is de meest voorkomende grondsoort in de Jratunseluna, ze bedekt de Lusi en de Oost-Semarang-Demak vlakten, behalve een smalle strook recent alluvium langs de hoofd rivieren. Droog is deze grond erg hard en bewerking met de gebruikelijke werktuigen is bijna onuitvoerbaar. Als de vochtigheid rond veldcapaciteit ligt, wordt de grond adhesief en kleeft aan de ploeg of andere werktuigen. Bewerking van de grond is daarom alleen mogelijk als er water in voldoende hoeveelheid aanwezig is om de grond zacht te maken, maar niet zoveel dat grondklompen aan de werktuigen kleven, of als de grond volledig verzadigd is en er water op het oppervlak aanwezig is, zodat het water fungeert als een soort smeermiddel. Door de grote scheuren heeft de grond voor verzadiging een grote hoeveelheid water nodig. Vanwege het hoge percentage zwellende kleimineraal montmorilloniet wordt de grond spoedig ondoorlatend, zodat waterverlies door perkolatie daarna verwaarloosbaar is. Vanwege de zwellende van deze grondsoorten kan de beluchting in de wortelzone een probleem worden. Chemische, maar vooral fysische eigenschappen van grumosols resulteren in een lage landbouwkundige waarde. Bovendien zijn ze zeer gevoelig voor erosie. Wortelpenetratie wordt verhinderd en de waterbeweging is erg langzaam, de capaciteit om water vast te houden is hoog en beluchting is slecht. Wanneer "sawah"-landbouw wordt toegepast, spelen enkele eigenschappen een minder beslissende rol. Daarom zijn grumosols het meest geschikt voor geïrrigeerde rijstkultuur, maar moet dan goed bemest worden. Slib en mineralen uit de vulkanische stroomgebieden hebben een gunstige invloed. Daarom wordt overstroming van de vlakte als gunstig beschouwd voor de vruchtbaarheid van het land. Overstroming heeft echter

nadelige effecten t.o.v. de oogst. Een irrigatiesysteem dient daarom zodanig te zijn ontworpen, dat het slib niet bezinkt in de leidingen (deeltjes $50-70 \mu\text{m}$), maar doorgevoerd wordt naar de velden.

Alluviale en recente afzettingen

Omdat vulkanische activiteiten ontbreken, zijn recente afzettingen van oorsprong rivier- of zeeafzettingen. Langs de rivieren meestal van mergelachtig karakter, chemisch rijk. Wanneer er geen zware overstromingen voorkomen, zijn de gewasopbrengsten gewoonlijk goed. Moerassige grond wordt gevonden langs de benedenlopen van de rivieren, ten noorden van de weg van Semarang naar Demak en in grote hoeveelheid in de Juana-vallei. Ze zijn van de kust gescheiden door een strook jonge zeeklei. De moerassige grond ligt op mariene afzettingen welke veel kalk en gips bevatten. De laagliggende gebieden waren, ofschoon er nu een zoetwaterregiem is, gedeelten van een zee-estuarium enkele honderden jaren geleden.

2.5. Klimaat

Uitgebreide informatie is beschikbaar over de regenval in het Jratunseluna-gebied. De totale regenval per jaar in het grootste gedeelte van het gebied bedraagt tussen 2.000 en 2.500 mm. De regenval wordt gekarakteriseerd door de afwisseling van een natte west-moesson, in het algemeen van oktober tot april, en een droge oost-moesson van mei tot september. Gedurende de vier droogste maanden valt er in het algemeen slechts 5-15% van de totale neerslag. Het kustgebied ten westen van de Muria, ten noorden van Demak en rondom Rembang tot het oosten van de Muria heeft een uitgesproken droog seizoen met minder dan 10-15 dagen regen gemiddeld in de vier droogste maanden. Van groot belang voor de landbouw en voor het erosieprobleem is het zeer intensieve karakter van de regenval. Een aanzienlijk deel van de regen valt in

zware buien. Vanwege de ongunstige distributie van de regen is irrigatie van groot belang. De gemiddelde jaarlijkse temperatuur is ongeveer 26° C, temperatuurwisselingen in het jaar zijn onbeduidend. De gemiddelde dagelijkse variatie is min of meer konstant en bedraagt 7 tot 9° C, in het droge seizoen groter dan in het natte seizoen. De relatieve vochtigheid in het natte seizoen is 85-90% met variaties van 70-95%. In het droge seizoen daalt dit op het heetst van de dag tot 45-50%, terwijl het maandelijks gemiddelde 70-80% is. Volgens Köppen's klimaatzone-verdeling behoort het grootste gedeelte van het gebied, tot 1.300 m hoogte, tot het "tropische regenklimaat".

2.6. Landbouw, landgebruik en werkgelegenheid

Tegenwoordige landbouw-ekonomische situatie

In de Jratunseluna is 425.000 ha landbouwgebied verdeeld over ongeveer 550.000 landbouwbedrijven. 275.000 ha zijn bevoeide en 150.000 ha zijn droge velden. Het gemiddelde eigen land is niet groter dan 0,5 à 0,6 ha, maar meer dan 60% van de landeigenaren bezit een stuk land dat kleiner is dan 0,5 ha. Ongeveer 70% van de ekonomisch aktieve bevolking werkt in de landbouw. De landbouwproduktie van duurzame goederen en voor industrie is van weinig belang in vergelijking met de landbouw voor direkt gebruik. De totale bevolking van het gebied met de stad Semarang wordt geschat op 4,5 miljoen mensen. In sommige delen is de bevolkingsdichtheid groter dan 1.000 mensen per km^2 . De jaarlijkse toename van de bevolking is ongeveer 2,6%. Een van de hoofdproblemen in het gebied is de werkloosheid. Het is duidelijk dat een verdere toename van de werkgelegenheid in de landbouw nauwelijks mogelijk is. Nieuwe werkgelegenheid moet voornamelijk worden gezocht in de ontwikkeling van industrie. Er zijn al verschillende industriële activiteiten in het gebied, maar de konkurrentie met geïmporteerde goederen is moeilijk. Enkele industrieën zijn:

elektrische batterijen, lucifers, waterkranen, plastics, paraplu's, autobanden, snoep. Industrieën gebaseerd op agrarische produktie zijn: suikerfabrieken, sigaretten-industrie, spinne- en weverijen, rijstpellerijen, vervaardiging van jutezakken, houtzagerijen en huisindustrieën zoals het maken van houten voorwerpen, het maken van tapioca uit kassave (voedingsstof) en het verduurzamen van visprodukten. Van het bruto regionaal produkt komt 40% van bevoelde en 40% van droge velden en uit de dorpen, terwijl de resterende 20% komt van de plantages en bestaat uit duurzame produkten.

Indeling landbouw in de Jratunseluna (1968)

De geïrrigeerde velden kunnen als volgt worden ingedeeld:

- technische irrigatie	62.900 ha
- semi-technische irrigatie	30.400 ha
- wilde irrigatie	<u>48.700 ha</u>
	142.000 ha
- van regen afhankelijke velden	<u>134.300 ha</u>
	276.300 ha
	=====

Het is gebruikelijk om onderscheid te maken tussen west-moesson-rijst, geplant in de periode tussen oktober en maart, en oost-moesson-rijst, geplant tussen april en september. In tijden van tekort aan water worden andere gewassen verbouwd, zoals maïs, peulvruchten, sojabonen, pinda's, pepers, watermeloen, zoete aardappelen, kassave en tabak. De tweede gewassen worden "polowidjo"-gewassen genoemd. Op de vochtigblijvende gronden behoeven deze gewassen bijna geen irrigatie. Belangrijke gewassen voor industriële verwerking zijn suiker, tabak en rosella. Suiker en rosella worden verbouwd op landerijen, die van de regering worden gehuurd en deze worden gesubsidieerd. De boer kan tegen een vast loon plus twee maaltijden werken. Zijn jaarlijkse inkomen is dan ongeveer gelijk aan dat van een boer die de verbouwing van één rijst- en

"polowidjo"-gewas voor eigen rekening neemt, namelijk 35.000 - 40.000 rp./ha. De suikerprijs wordt vastgesteld door de regering. Tabak is een aantrekkelijk gewas om te verbouwen.

2.7. Veeteelt

De weiden zijn langzamerhand in bezit genomen voor de voedselproductie. Er zijn slechts enkele veebedrijven in de buurt van Semarang, Salatiga en Blora. Andere zuivere veehouderijen komen niet voor, ofschoon er een grote veestapel in het gebied wordt gehouden, vooral bij Demak en in de Lusi-vallei. Deze veehouderij is een tweede bron van inkomsten naast landbouw. Ossen en buffels worden verhuurd voor transport en ploegwerk.

3. HYDROLOGIE EN WATERHUISHOUDING

3.1. Algemeen

In het algemeen geldt voor het gehele gebied, dat de bestaande irrigatiewerken erg verslechterd zijn de laatste tijd (1968). Een belangrijke reden is het tekort aan kapitaal dat beschikbaar was voor onderhoud, alsmede het ontbreken van technisch geschoolde mensen om het systeem te bedienen.

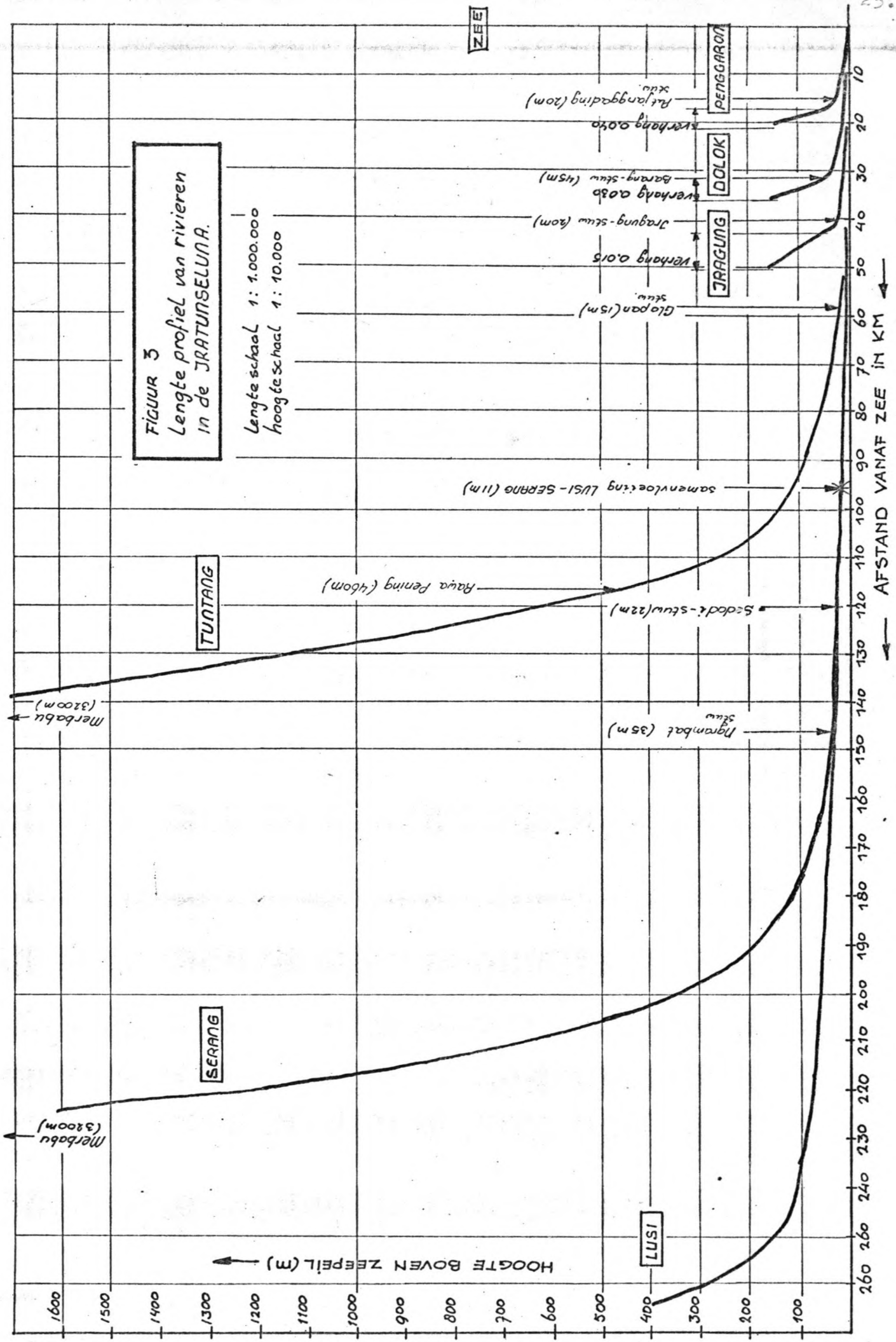
Na 1968 is men begonnen met het maken van ontwerpen voor alle gebieden. Als ontwerpnorm voor de te nemen maatregelen i.v.m. overstromingen en irrigatie wordt genomen, dat een regenval van vijf opeenvolgende dagen van 48 mm per dag met een frekwentie van eens per jaar in vijf dagen moet worden afgevoerd. In 1976 is de situatie zo dat voor alle gebieden in de vlakte van Oost-Semarang, de vlakte van Demak en andere irrigatiegebieden (o.a. Wedung) ontwerpen gereed zijn. De uitvoering is voor 50% gereed.

3.2. De vlakte van Oost-Semarang

Dit gebied wordt gekenmerkt door zijn specifieke hydrologische karakteristieken en de technische maatregelen die in het verleden zijn genomen. Het gebied ligt tussen het grote ontwateringskanaal, gegraven langs de oostelijke grens van Semarang naar de zee (Ooster-Bandjir-kanaal), en de Tuntang rivier. Het gebied stijgt lichthellend van de kust van de Java Zee tot 20 m boven de zeespiegel (Semarang Haven Vloed Peil) aan de voet van het Kendeng berggebied. De oppervlakte bedraagt 30.000 ha. De vlakte wordt doorsneden door vier rivieren: Penggaron, Dolok, Setu en Jragung, welke een opvallende regelmatige halfcirkelvormige loop hebben. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door het feit dat het water altijd de kortste weg naar beneden kiest, wat loodrecht op de

hoogtelijnen is. Deze hoogtelijnen in het gebied ten oosten van Semarang zijn stralen vanuit een punt ongeveer 10 km ten westen van Semarang, waar de bergen de Java Zee het dichtst naderen. Van Bemmelen schat de dikte van het holocene alluvium in het Semarang-gebied 50 m aan de voet van de Tjandi Hills en bij de kust 90 m. Nemen we een gemiddelde van 75 m dan bedraagt het volume van deze sedimenten $225 \times 10^8 \text{ m}^3$. Deze hoeveelheid is afgestroomd van een stroomgebied van ongeveer dezelfde grootte als de vlakte, in een periode van 20.000 jaar. Dit betekent een denudatiesnelheid van 4 mm/jaar. De tegenwoordige gemiddelde snelheid is waarschijnlijk iets minder, maar zeker van dezelfde orde van grootte.

Na de plotselinge overgang van de heuvels naar de vlakte, kunnen de rivierbeddingen onmogelijk worden gehandhaafd. Het is een feit dat er een abrupte verandering van het verhang voorkomt in het langsprofiel van de rivieren (zie figuur 3). Toch bestaan er rivierbeddingen beneden deze punten. Dit kan als volgt worden verklaard: Als het sediment uit stenen en zand bestond, zou er geen uitleg mogelijk zijn, maar in dit geval bestaat het sediment uit mergelachtige rots en de klonten die worden meegevoerd, vallen spoedig uiteen in fijn zand en slib. Deeltjes kleiner dan 0,07 mm kunnen in grote concentratie in suspensie worden vervoerd met een snelheid groter dan 0,60 m/sek. Grotere deeltjes zand of fijn zand tussen 0,07 en 0,3 mm worden minder gemakkelijk getransporteerd. Met een stroomsnelheid van 2 m/sek., zoals is waargenomen bovenstrooms van de Jragung-dam, een verval van 1 m per km en een hydraulische straal van 2,5 m, kunnen deeltjes bij een concentratie van 6 gram per liter in suspensie worden getransporteerd. Blijkbaar is dit genoeg om al het materiaal te transporteren dat wordt weggespoeld in de hogere streken, waar het verhang van de rivier tot 20 m/km bedraagt en snelheden van 8 m/sek. voorkomen,



FIGUUR 3
 Lengte profiel van rivieren
 in de JRATUNSELUNA.

FIGUUR 3

omdat er nauwelijks zandbanken worden gevonden bovenstrooms van de Jragung-dam.

Ernstige sedimentatie in de rivier vindt alleen plaats meer benedenstrooms in de vlakte, waar het verhang vermindert van 0,8 tot 0,2 m/km. Daar nemen de stroomsnelheden af van 1,6 tot 0,8 m/sek. gedurende de hoogwaters en de concentratie van zwevend materiaal wordt gereduceerd van 3,2 tot 0,2 gr/l. Dit betekent dat tijdens hoogwatergolven tussen 3 tot 6 gr fijne zanddeeltjes moeten worden afgezet langs het rivierbed. Dat dit inderdaad het geval is, is te zien aan de verschillende dwarsdoorsneden van de Dolok en Jragung. Op 50 m hoogte kan de Dolok 250 m³/sek. verwerken, terwijl op 10 m hoogte een afvoer van 5 m³/sek. al overstroming kan veroorzaken. Hetzelfde geldt voor de Jragung.

Hoogwaters van de Penggaron worden voor een gedeelte afgeleid naar het Ooster-Bandjir-kanaal. De capaciteit van de drain is t.g.v. aanslibbing sterk verminderd. Het is mogelijk ook ontwateringskanalen te maken voor de andere rivieren, de konsekwentie is dan dat ze jaarlijks moeten worden opgeschoond.

Het Prauwvaartkanaal werkt als boezem voor het afstromende water van de bovenstroomse rivieren en dient verder als verdeling van water aan de lagere kustvlakte in het noorden. Bij een teveel aan water in het kanaal wordt dit automatisch afgevoerd via automatisch werkende kleppen naar ontwateringskanalen. De bevoeiing ten noorden van het Prauwvaartkanaal hangt af van het surpluswater van de ten zuiden gelegen gebieden, hier liggen ook drie polders. Er is vaak een tekort, vooral in de droge periode. Oplossingen voor dit probleem zullen kunnen zijn het verlengen van het West-Glapan-irrigatiekanaal of het bouwen van een bergingsreservoir in de Dolok of de Jragung. Er is geprobeerd een stuw in de Tuntang en een uitlaat naar het Prauwvaartkanaal te bouwen. Het bleek echter moeilijk het peil van de Tuntang te verhogen. De uitlaatkonstruktie dient nu om het teveel aan water in het Prauwvaartkanaal te spuien

in de Tuntang. Het grootste deel van het irrigatiesysteem is dus niet compleet. Slechts een klein deel is helemaal ontwikkeld, inclusief het tertiaire netwerk. Een ander deel is voorzien van een hoofdtoevoerkanaal, terwijl de rest van het systeem door de boeren zelf is gemaakt. Dit wordt "wilde irrigatie" genoemd.

3.3. De vlakte van Demak

De vlakte ligt tussen Tuntang en Serang en strekt zich uit vanaf de kust tot een hoogte van ongeveer 20 m boven de zeespiegel, waar het heuvelachtige land begint. De grootte is ongeveer 47.000 ha. De twee grensrivieren zijn sinds het einde van de 19^e eeuw bedijkt geweest. De kans op overstroming door de Tuntang is afgewend door een zijdelingse noodoverlaat te Ngroto, die is gebouwd in de linkerdijk van de Tuntang en vier uitlaatkonstrukties in de rechterdijk van de Serang, boven Juani, die een totale capaciteit hebben van 500 m³/sek. De dijken aan de kant van de vlakte zijn altijd zorgvuldig bijgehouden op een iets hoger peil dan de dijken aan de andere kant. Er is een volledig technisch irrigatiesysteem opgebouwd in deze goed beschermde vlakte.

Door de sedimentatie op het voorland (uiterwaard) en in de beddingen zijn de hoogwaterpeilen aanzienlijk gestegen sedert de bouw van de dijken, maar de dijken zijn ook regelmatig verhoogd. In de benedenlopen waar meer sedimentatie optrad, moesten andere maatregelen worden genomen. Nieuwe kanalen moesten worden gegraven welke recht naar zee stroomden over kortere afstanden dan de oorspronkelijke rivierbeddingen. Voor de Tuntang heet de nieuwe uitgang de Kontrak, voor de Serang de Wulan. De oude Tuntang en Serang bestaan nog, maar zijn los van de bovenstroomse delen en dienen alleen nog als plaatselijke ontwateringskanalen. Nog een maatregel die is genomen, is de hoogwaterafleiding te Wilalung, waardoor piekafvoeren naar wens konden worden afgeleid voor

een deel naar de Wulan en voor een deel naar de Juana. In het algemeen kan worden gezegd dat de hoogwaterbestrijding in dit gebied bevredigend is geweest gedurende een groot aantal jaren.

Het irrigatiesysteem wordt gevoed door water van de Tuntang, wat wordt afgeleid bij de Glapandam en van de Serang bij de Sedadidam. Beide systemen zijn onderling verbonden. Het irrigatiegebied beslaat een oppervlakte van 47.000 ha. De kunstwerken van het systeem (Demakse Waterwerken) zijn oud. De Glapandam werd meer dan een eeuw geleden gebouwd en de Sedadidam tachtig jaar geleden. In de loop van de tijd zijn ze verbeterd. De Glapandam is met 50 cm verhoogd. De andere konstrukties zijn ook vaak aangepast. Toch zijn veel kunstwerken verouderd en vereisen complete vernieuwing. In 1968 was de situatie betreurenswaardig: meettoestellen buiten werking, kunstwerken vervallen, kanalen ernstig opgeslibt, dijken verwaarloosd of vernield, geen toezicht op waterverdeling en geen regulering van de beplanting (golongan-systeem). Hierbij komt nog de verwoesting van de stuw in de Wulan bij Karanganjjar, die werd weggespoeld tijdens een hoogwatergolf in 1944. Het Wedunggebied kan daardoor niet meer worden bevoeid. Eerst heeft men een nooduitlaat gebouwd te Duari bovenstrooms van Wilalung. Later is een pompstation gebouwd te Karanganjjar voor de bevoeiing. Grote moeilijkheden zijn ondervonden met de fundering in de zachte grond.

In 1968 was de konklusie dat een complete rehabilitatie vereist was en tevens dat het systeem moest worden gemoderniseerd. Eventueel zullen nieuwe bergingsreservoirs te Ngrambat in de Serang en te Glapan in de Tuntang moeten worden aangelegd. Belangrijk is ook het opslibbingsprobleem. Eventuele zandvangen en spuisluisen kunnen gebouwd worden in de hoge delen van de primaire kanalen en eventueel kunnen kleine baggermolens worden gestationeerd in deze kanalen.

De vlakte van Demak is een zeer belangrijk landbouwgebied. Met behulp van kunstmest en andere landbouwkundige maatregelen zal de produktiviteit behoorlijk verhoogd kunnen worden. De rijstproduktie in het droge seizoen zal vermeerderd kunnen worden door de bouw van een bergingsreservoir in de Serang te Ngrambat, welk een capaciteit van 490 miljoen m³ zal moeten krijgen. Het stuwmeer zal 35.000 ha in het natte en droge seizoen moeten bevoeien.

Het opknappen van de Demakse Waterwerken verdient de hoogste prioriteit voor de ontwikkeling van het Jratunseluna-gebied. Het is vooral van belang voor de droge-seizoenirrigatie.

3.4. Het bovenstroom-gebied van de Tuntang

Dit gebied wordt apart beschouwd vanwege het bijzondere belang van de Rawa Pening voor de bevoeiing in de vlakte van Oost-Semarang en de vlakte van Demak. Het natuurlijk reservoir ligt in een deel van het stroomgebied van de Tuntang, wat een dichte vegetatie heeft en een relatief grote regenval (jaarlijkse neerslag 2.660 mm), en het bestaat voornamelijk uit rots van vulkanische oorsprong. Dit alles resulteert in een zeer gunstige hydrologische situatie; het gebied onderscheidt zich van de andere delen van het Jratunseluna-gebied door zijn relatieve rijkdom aan waterbronnen, zelfs in het droge seizoen. Bovendien is het reservoir een boezem voor plotseling hoge afvoeren in de zeventien kleine stromen die de Rawa Pening voeden. De uitstroming in de Tuntang is zeer regelmatig, er zijn nauwkeurige afvoermetingen gedaan dicht bij het uitstromingspunt. De exploitatie van het geborgen water in de Rawa Pening berust bij een instantie, waarin vertegenwoordigers van het provinciale bestuur en de ministeries van irrigatie, elektriciteit en landbouw zitting hebben. Er is een schema opgesteld voor de hoeveelheden water die kunnen worden gevoerd door de inlaat van de krachtcentrales

Jelok en Timo, of direkt in de Tuntang door de stuw met scharnierende kleppen te Jelok. In het schema is een datum vastgelegd waarop het reservoir moet zijn gevuld tot zijn maximum peil van 463,90 m, indien dit mogelijk is, en een datum en peil van minimale berging. Dagelijks worden peil en waterhoeveelheden, gebruikt voor elektriciteitsopwekking en irrigatie, gemeten. In het regenseizoen moet, nadat het reservoir is gevuld, het teveel aan water worden verspild over de stuw. Op deze wijze wordt het volledig benutten van het vermogen t.b.v. de elektriciteitsopwekking verzekerd. Sinds juni 1968 is de nieuwe krachtcentrale aangedreven door gas te Semarang in bedrijf. Deze voorziet Semarang en omgeving van elektriciteit. Hierdoor is het belang van de waterkrachtcentrales minder kritisch geworden.

3.5. Het Lusi-dal

Dit is de armste streek in het hele gebied. De bodem is niet vruchtbaar en moeilijk te bewerken. De Lusi meandert grillig door het dal. Haar oevers zijn onstabiel en bezwijken veelvuldig. De rivier wordt gevoed door veel kleine zijrivieren die alle komen van de ergst geërodeerde heuvels in het hele gebied. In de droge tijd heeft de Lusi een te verwaarlozen kleine afvoer. Er zijn in zijrivieren kleine bergingsreservoirs gebouwd, nl. Tempuran, Greneng, Nglangon, Butak, Simo en de Sanggekmeren. De Tempuran is de grootste met een nuttige inhoud van 2.143.000 m³. Echter, dit water wordt gebruikt voor de west-moesson rijstbouw om water aan te voeren gedurende droge perioden in het regenseizoen en het reservoir is zelden tot z'n capaciteit gevuld. De andere reservoirs zijn ook niet geschikt om water te bergen voor tweede rijstogsten van enig belang. Er zijn plannen om verschillende andere kleine dammen en stuwmeertjes te bouwen, echter hun nut zal ook beperkt zijn tot lokale doeleinden. In 't algemeen kan gezegd worden dat er geen bevoeiing in het droge seizoen plaatsvindt en ook

in de natte tijd zijn er tekorten. Daarom lage opbrengsten. In het natte seizoen gedurende hevige regens, kunnen de afvoeren van de Lusi aanzienlijk zijn. Bij het punt van samenkomst met de Serang overstromen de oevers van de Lusi zeer gemakkelijk. Het laagste gebied van het dal, tussen dit knooppunt en de stad Purwodadi, overstroomt dan en het water blijft vaak een behoorlijke tijd staan. Om de stad Purwodadi moest een dijk worden gebouwd en de weg van Godong naar Purwodadi is sinds de tweede wereldoorlog met ongeveer 1,50 m verhoogd. In 1930 is een studie gemaakt met een hydraulisch model op kleine schaal om een oplossing te vinden voor de vermindering van de overstromingen.

3.6. Het Juana-dal

Het hydraulische probleem, wat het Juana-dal onderscheidt van de andere gebieden, bestaat uit de afleiding van een gedeelte van de hoogwaters van de Serang door de Babalan in de Juana en de uitstroming in zee bij de stad Juana. De funktie van de Juana als afvoer voor een gedeelte van de topafvoeren van de Lusi en de Serang beïnvloedt de hydrologische situatie in de vallei sterk. Naast het afvoeren van veel kleine stromen, die van de Muria komen, en ook van het water dat van de Kapurutara Heuvels afstroomt, wordt zo'n 75% van de hoogwaterafvoeren van de Serang afgeleid in de Babalan via de Wilalung-stuw. Hierdoor worden ernstige overstromingen in de vallei veroorzaakt, eerst in de laaggelegen moerassen, maar ook op de hogere gronden die voor rijstbouw worden gebruikt en zelfs van de hoofdweg en in de steden en dorpen. Oorspronkelijk doel van de bouw van het Wilalung-kunstwerk: verbetering van de moerassige gebieden in Juana-dal door geforceerde sedimentatie. Toen de Wilalung-hoogwater-verdeelkonstruktie werd gebouwd (in 1918) werd een speciale uitlaat gemaakt naar het zuid-oosten om water met veel sediment af te leiden naar een laag gebied van 1.800 ha. Tussen 1935 en 1940

werden nog vier uitlaten gebouwd in de Oost-Serangdijk, nadat in 1934 tijdens een banjir de dijk doorgestoken moest worden om overstroming van de linkerdijs en inundatie van de Demakse vlakte te voorkomen. De totale capaciteit is $500 \text{ m}^3/\text{sek}$. Het doel van de maatregelen om het gebied op te slibben is voor een bepaald gedeelte van het gebied volledig bereikt. Voor het overige deel zou regelmatig bijhouden van het "kolmatage"-systeem noodzakelijk zijn. Aan de mond van de Juana vindt een aanzienlijke aanslibbing van de zee kust plaats. De uitbouw van de kustlijn en de verlenging van de uitmonding naar zee heeft een ongunstige invloed op de overstromingen in de vlakte. De verklaring voor dit verschijnsel is mogelijk de volgende. Het vaste materiaal wat door de Lusi en de Serang wordt vervoerd, is van oorsprong overheersend mergelachtige rots. Het wordt snel afgebroken tot deeltjes kleiner dan 0,1 mm, die gemakkelijk als zwevend materiaal worden vervoerd in hoge concentraties, zelfs bij lage snelheden. In het regenseizoen stijgt het Juana-peil en worden de lage moerassen gevuld met water. Pas veel later, als het peil in de Serang tijdens hoogwater gevaarlijk wordt voor de dijken, worden de veiligheidsuitlaten geopend. Het met slib verzadigde water spreidt zich dan niet uit over de moerassen, maar stroomt af naar zee. Als de zwevende deeltjes in aanraking komen met het zeewater, flokkuleren ze en slaan neer. De bouw van het Wilalung-verdeelwerk kwam in 1918 gereed. De tien openingen die 75% van het hoogwaterdebiet naar de Babalan leiden, zijn evenwijdig aan de hoofdstroom gelegen. Vele proeven hebben aangetoond dat de waterstroom, die loodrecht wordt afgeleid van de hoofdstroom, een relatief hoog percentage bodem- en zwevend materiaal bevat. Na de bouw van het kunstwerk slibde de benedenloop van de Serang, Tanggulangin en Wulan genoemd, niet meer aan en toonde zelfs tekenen van erosie. In 1935 werd de dam en stuw te Kranganjar, na uitgebreide studies aan hy-

draulische modellen, versterkt. Nadat de stuw echter was weggespoeld in 1944, ging de erosie stroomopwaarts en bedreigt nu het Wilalung-kunstwerk. De konsekwenties voor de benedenstrooms gelegen werken, nl. de brug in de hoofdweg van Demak naar Kudus over de Wulan, evenals de nieuwe dam en het pompstation te Karanganyar, kunnen weleens ernstig zijn. Belangrijk in de Juana-vallei is het verschil tussen de twee valleiwanden. Op de hellingen van de Muria zijn twee bergingsreservoirs gebouwd, het Gunungrowo-reservoir (5 miljoen m³) en het Gembong-reservoir (9 miljoen m³). Ook zijn in de vele stroompjes stuwen gebouwd die het water afleiden in distributiesystemen. De zuidflank bestaande uit de Kapurutara Hills toont een heel ander beeld. De grondslag en het voorkomen van ondergrondse bronnen aan de voet van de heuvels maken de bouw van reservoirs hier riskant.

4. KONKLUSIES EN SUGGESTIES

4.1. Herstel en ontwikkeling

Het Jratunseluna-gebied met zijn vijf hoofd rivieren en diverse andere waterlopen is een gebied met erg verschillende hydrologische omstandigheden en hydraulische problemen. Een zekere mate van controle en nuttig gebruik van de waterhulpbronnen is in het verleden verkregen, maar mogelijkheden tot verdere ontwikkeling zijn ook lang geleden al onderkend. Hoewel de grond niet bijzonder vruchtbaar is, is verdere landbouw-ontwikkeling duidelijk mogelijk, vooral in combinatie met modernisering en intensivering van de bewerkingmethoden. De groei van de bevolking tot zijn huidige dichtheid vraagt een ontwikkeling van de landbouwproductie, niet alleen voor levensonderhoud, maar ook als basis voor industrialisatie met als doel te voorzien in werkgelegenheid en toename van de welvaart.

Bij de realisering van de verbetering moeten twee fasen worden onderscheiden, nl. herstel en ontwikkeling. Onmiddellijke verbetering zal worden verkregen door het herstellen van de bestaande bevoeiingswerken, het terugwinnen van vertrouwen in een betrouwbare waterhuishouding en het strikt houden aan regels die betrekking hebben op plantschema's. De tweede fase van verbetering zal worden verkregen door het ontwikkelen van het nuttig gebruik van de waterhulpbronnen en door het uitbreiden van de landbouw op de bevoeide- en niet bevoeide velden, plantages en bossen tot hun maximale mogelijkheden. Deze verdere ontwikkeling zal diepgaande voorbereiding vereisen in de vorm van onderzoeken en studies en moet worden gezien als een lange-termijnplanning. De snelheid waarmee gestelde doelen worden gerealiseerd zal van de financiële mogelijkheden afhangen en de beschikbaarheid van ervaren mensen. Het is

in dit verband dat technische hulp van het buitenland van aanzienlijke invloed kan zijn.

4.2. Prioriteiten van het herstelprogramma

Voor de bepaling van prioriteiten voor het herstel van bestaande bevoeiingswerken in de Jratunseluna kunnen de volgende criteria worden toegepast:

- a) het effect op toename van de rijstproductie;
- b) het voorkomen van katastrofale tekorten aan voedsel in jaren van extreme droogte;
- c) het verbeteren van met name de kritische hygiënische levensvoorwaarden;
- d) de eis de effecten van de verbeteringen te spreiden over het gehele gebied;
- e) economische kosten-baten analyse.

De volgende prioriteiten zijn het resultaat van toepassing van de criteria:

- 1) Herstel van de technische irrigatie in de Vlakte van Demak, gekombineerd met een aangepast exploitatieschema voor de Rawa Pening. Het meest economische gebruik van irrigatiewater zal gewaarborgd moeten worden (intensieve landbouw). Plantschema's moeten daartoe worden opgesteld in onderlinge overeenstemming tussen het lokale bestuur, irrigatie- en landbouwinstanties en de boeren.
- 2) Herstel van de technische irrigatie in de Vlakte van Oost-Semarang. Veroorzaakte schade in het natte seizoen en watertekorten in het droge seizoen zijn oorzaken van de situatie, dat er onvoldoende drink- en huishoudelijk water is tijdens de droge oostmoesson. Uitbreiding van het westelijke hoofd-irrigatiekanaal van de Glapandam tot de Dolokrivier. Dit

zal een hogere rijstopbrengst opleveren en een belangrijke verbetering zijn in de voorziening van het huishoudelijk water tijdens de oost-moesson, speciaal in het kustgebied. De bouw van bergings- en hoogwaterbestrijdingsreservoirs in de Jragung, Dolok en Penggaron is van grote invloed op het herstel in de Vlakte van Oost-Semarang.

- 3) Mogelijke ontwikkelingen in het Lusi-dal. In het Lusi-dal zijn nog maar weinig werken van belang uitgevoerd en de landbouwproduktie is relatief laag. Maatregelen, die zullen worden genomen om de oude situatie te herstellen, zullen niet resulteren in een grote verbetering in het Lusi-dal. Nieuwe werken zijn vereist: onderzoek en studie bijvoorbeeld voor het reservoir Bandunghardjo en het pompen van Serang-water naar het Zuid-Grobogan-gebied. Studie omtrent mogelijkheden voor andere landbouwontwikkelingen in dit gebied moeten worden ondernomen, omdat de irrigatiemogelijkheden beperkt zullen blijven.
- 4) Herstel van het Juana-dal (waaronder het Wulan-gebied). Op de zuidelijke hellingen van de Muria moeten de kleine irrigatienetten hersteld en verbeterd worden. Voor nieuwe werken zijn zorgvuldige studies nodig, b.v. de maatregelen voor opslibbing van de moerassen, vooral met betrekking tot de plaatselijke bevolking, de voorgestelde bouw van reservoirs in de Kapuratura-heuvels en eventuele irrigatiesystemen in het zuidelijk deel. De bescherming van het hoogwaterverdeelwerk te Wilalung tegen terugschrijdende erosie in de benedenstroomse Serang verdient hoge prioriteit. De studie daartoe moet worden gekombineerd met alternatieve oplossingen ten behoeve van het afleiden van de Serang.
- 5) Een laatste belangrijke eis voor het herstel van het gebied is de reparatie van het wegennet. Er is geen

effektieve verbetering van de waterhuishouding mogelijk, als niet ieder deel van het irrigatiesysteem toegankelijk is bij ieder weertype. Ook gedurende de reparatiewerken moeten verschillende delen gemakkelijk bereikbaar zijn voor apparatuur, materialen en regelmatige inspectie. Tenslotte vraagt de intensivering van de landbouw een regelmatige aanvoer van kunstmeststoffen, pesticiden en andere behoeften voor de boeren. Hetzelfde geldt bij eventuele mechanisatie voor de grondbewerking.

4.3. Nieuwe werken

Uit het voorgaande is reeds gebleken dat bij iedere maatregel die de waterhuishouding in een bepaald gebied moet veranderen of verbeteren een uitgebreider gebied in ogenschouw moet worden genomen. Ieder deel van het Jratunseluna-gebied is verbonden met en wordt beïnvloed door de andere delen. Daarom kan er geen duidelijk verschil worden gemaakt tussen het zuivere herstelwerk en nieuwe werken voor verdere ontwikkeling van de waterhuishouding in het Jratunseluna-gebied. Zonder dat er uitgebreide onderzoeken worden gedaan om de technische en economische mogelijkheden van nieuwe werken vast te stellen is het niet mogelijk een volgorde van prioriteiten vast te stellen. Waar alternatieve oplossingen mogelijk zijn, is een keus voor de ene of de andere mogelijkheid niet eenvoudig.

De belangrijkste projecten zijn de volgende:

1) Stuwdam in de Jragung-rivier.

In november 1973 is een feasibility-studie (feasible = technisch uitvoerbaar en economisch verantwoord) van de Jragung-dam, gebaseerd op recente gegevens, gereed gekomen. In 1971 werd het uitvoeren van de Dolok- en Penggaron-dam bekeken. Deze uitvoering was minder ge-

schikt dan het uitvoeren van de Jragung-dam. Een verbindingskanaal tussen de Dolok en Penggaron en verbetering van de drainage in de Vlakte van Oost-Semarang zal moeten worden gezien als onderdeel van het herstelprogramma. (Men is hiermee voor een groot deel al gereedgekomen.) De mogelijkheid om reservoirs te bouwen in Dolok en Penggaron voor irrigatie in het droge seizoen of misschien voor industrieel water kan in de toekomst opnieuw worden bekeken.

2) Stuwdam in het Tuntang-riviersysteem.

Er is een feasibility-studie gedaan naar het verhogen van de stuwdam en dijken van de Rawa Pening. Veel meer informatie moet echter verkregen worden omtrent de alternatieve mogelijkheden om stuwdammen te bouwen bij Gunung Wulan of bij Glapan. Na de bouw van een van beide dammen kan de exploitatie van de Rawa Pening, die nu dient voor zowel de irrigatie als de opwekking van elektrische energie, worden aangepast voor volledige energie-opwekking. De feasibility van de capaciteitstoename van de Rawa Pening zelf (dijken langs de oever) is zeer twijfelachtig. In verband met irrigatie en hoogwaterbeheersing worden de voordelen van de vergroting overbodig bij uitvoering van een van de twee dammen in de Tuntang.

3) Stuwdam in het Serang-riviersysteem.

Twee alternatieve plaatsen voor de dam zijn vastgesteld: bij Nglanji en dichtbij Ngrambat. De toenemende voorraad water kan òf worden gebruikt in een gedeelte van het Tuntang-gebied en in het Pelayaran-gebied van het Glapan-Sedadi-systeem, òf in het Wedung-gebied. In het eerste geval kunnen de afvoeren van de Tuntang geheel worden gebruikt in het westelijke gebied van de Glapan. In het tweede geval zal de aanvoer van het irrigatiewater in het Wedung-gebied verbeteren. De functie van het pomp-

station bij Karanganyar zal daarbij meer gedetailleerd moeten worden vastgesteld. Hoewel, in het geval van de bouw van een dam in de Serang, een verlaging van de hoogwaters in de Serang wordt verkregen, zijn de problemen bij het Wilalung-verdeelwerk en in het Juana-dal niet opgelost.

4) Stuwdam in de Lusi-rivier.

Een enkele plaats, bij Banjarrejo, is geschikt voor de bouw van een dam. Gevolg van deze lokatie, in het bovenstroomse gebied van het Lusi-dal, is dat de reductie van hoogwaters in de kustvlakte gering zal zijn.

5) Hoogwaterbeheersing.

Het hoofdprobleem van hoogwaterbescherming in de kustvlakte concentreert zich rond het Wilalung-hoogwaterverdeelwerk (banjir-verdeelwerk). Sinds de voltooiing van het verdeelwerk, in 1918, is de afvoer van de Serang verdeeld over het Juana-dal en de Wulan. Het belangrijkste deel van het met hoge slibconcentratie beladen Serang-en Lusi-water werd geleid naar het Juana-dal om de laagste moerassen op te vullen. De sedimentatie heeft gedurende een halve eeuw het land doen rijzen. Het land is nu bewoond en wordt gebruikt voor landbouw voor zover de regelmatige overstromingen dit toelaten.

6) Drainage van het Juana-dal.

Als het Lower Serang-water niet langer wordt afgeleid in de Juana, komt deze waterloop beschikbaar voor het afvoeren van de overmaat aan regenwater van haar eigen stroomgebied. De capaciteit zal moeten worden vergroot en een uitgebreid systeem van ontwateringskanalen moet dan worden gegraven. Voor 18.600 ha in het dal zullen de overstromingen, die nu ieder jaar meer dan vier maanden duren, niet meer voorkomen en de overblijvende 2.000 ha zullen gemiddeld slechts twee maanden onder water staan.

Naast de belangrijke projekten zijn ook mogelijkheden van kleinere, minder ingrijpende verbeteringen aanwezig. Hun betekenis wordt beperkt tot de direkte omgeving en hun effect op de waterhuishouding in de kustvlakte is te verwaarlozen. De lijst van mogelijke kleinere projekten die hieronder wordt gegeven, is summier.

- 1) In de dalen van de zijrivieren van de Lusi zijn 18 plaatsen gevonden, waar mogelijk kleine stuwdammen gebouwd kunnen worden. In de meeste gevallen is het bouwen van de stuwdam kostbaar ten opzichte van de kleine hoeveelheid opgestuwd water.
- 2) De vraag rijst of nog kleinere dammen misschien beter geschikt zijn. Bij het gebruikmaken van dezelfde criteria als die bij de belangrijke projekten (zie 4.2.) zullen de analyses leiden tot negatieve resultaten. Verder veldonderzoek zal plaatsen moeten vaststellen met de beste mogelijkheden en onder welke veronderstellingen deze projekten gerechtvaardigd zijn.
- 3) Eenzelfde beschouwing geldt voor kleine reservoirs op de hellingen van de Muria.
- 4) Een ander klein projekt bestaat uit de maatregelen die kunnen worden genomen om de indringing van zout water in de laaglanden langs de kust tegen te gaan.

5. HOOGWATERBEHEERSING SERANG, TUNTANG EN LUSI

5.1. Inleiding

Vanaf nu zullen we ons in dit vooronderzoek bezig gaan houden met de mogelijkheden om de hoogwatergolf van de Serang, Tuntang en Lusi te beheersen. Slechts zijdelings of geheel niet zullen de andere herstel- of nieuwe werken hierbij betrokken of genoemd worden. De opslibbing van de Juana-vallei staat in zeer nauw verband met de afleiding van de hoogwatergolf.

5.2. Enige historische gegevens

De Tuntang ontspringt op de hellingen van de Ungaran, een oude vulkaan ten zuiden van Semarang. Bij Glapan, waar de rivier de kustvlakte binnenkomt, werd in 1859 een stuw gebouwd. Op dit punt bedraagt het stroomgebied 796 km^2 . Vanaf hier stromen geen andere rivieren meer toe. Aan het einde van de 19-de eeuw werden dijken aangelegd en de benedenloop van de rivier, van Demak tot de zee, werd verlegd door een gegraven kanaal, de zgn. Kontrak-rivier, die de weg naar de zee verkort. Bij Ngroto, juist benedenstrooms van Glapan, is over een lengte van ongeveer 2 km geen linker dijk aanwezig, zodat hoogwaters groter dan $250 \text{ m}^3/\text{s}$ gedeeltelijk overlopen op deze plaats om zo de dijken van de benedenloop te beschermen tegen overstroming. Deze regelmatige onderwaterzettingen zijn slechts van korte duur. Het water op de velden moet worden afgevoerd via het interne drainagesysteem.

Het bestaan van het natuurlijke meer Rawa Pening in de bovenloop van de rivier regelt tot op zekere hoogte het regiem. In 1912 werd een stuw met schotbalken in de Tuntang gebouwd, dichtbij de uitlaat van de Rawa Pening, en een eerste energiecentrale werd in gebruik

genomen. In 1937 werd een nieuwe stuw gekonstrueerd met vijf kanteldeuren juist benedenstrooms van de oude. Tegelijkertijd werd een nieuwe energiecentrale te Jelok gebouwd om de andere te vervangen. In 1962 werd een tweede energiecentrale te Timo gebouwd. Timo benut een tweede val in hoogte. Onderzoek naar de aanleg van een derde centrale is onderwerp van een studie.

De Serang heeft zijn oorsprong op de hellingen van de Merbabu-vulkaan. Ongeveer 10 km beneden Sedadi vloeit de Serang samen met de Lusi. Op dit punt zijn de stroomgebieden van beide rivieren resp. 937 km^2 (Serang) en 2.057 km^2 (Lusi). De gekombineerde rivier (Lower Serang) vervolgt zijn loop door de kustvlakte en splitst zich bij Wilalung weer in twee takken, de Wulan en Babalan, die beide uitstromen in de Java Zee. In het midden van de 19-de eeuw beschermde de bevolking langs de gekombineerde rivier zijn landerijen door de aanleg van kleine dijken die de loop van de rivier volgden. Deze dijken echter, laag en zwak, werden regelmatig overstroomd wat resulteerde in dijkbreuken en de overstroming van grote gebieden. Toen gedurende de tweede helft van de 19-de eeuw de Damakse Waterwerken werden uitgevoerd (Glapanstuw in de Tuntang in 1859 en Sedadi-stuw in de Serang in 1886) werden deze overstromingen niet langer geaksepteerd en plannen werden gemaakt om het gebied tussen de Tuntang en Lower Serang door de aanleg van dijken te beschermen. In 1888 waren de rechter Tuntang-dijk van Gubug tot Demak en de linker Serang-dijk van de samenvloeiing met de Lusi tot Karanganyar gereed. In 1891 was ook de rechter dijk van de Serang van Klambu tot de hoofdweg Semarang-Pati klaar. Deze nieuwe dijken volgden niet de loop van de rivier, maar werden min of meer parallel aangelegd op afstanden variërend van 2.000 m bij Klambu tot 1.500 m bij Wilalung en van Wilalung tot Karanganyar verminderd van 750 tot 500 m. Zij omsloten de meanderbochten van de rivier en creëerden brede uiter-

waarden. In 1892 werd de lengte van de Serang verkort met ongeveer 10 km door het graven van het Wulan-kanaal. Omdat een dijkdoorbraak veel meer schade in het gebied van de Demakse Waterwerken zou veroorzaken dan in de Juana-vallei, werd de kruin van de rechter dijk 0,30 m lager uitgevoerd dan die van de linker dijk, zodat gedurende hoge hoogwaters een ontsnapping naar de moerassen in de Juana-vallei mogelijk zou zijn. Dit gebeurde bijvoorbeeld in de jaren 1915, 1916 en 1918. In de loop van de jaren moesten de dijken verscheidene malen worden versterkt en verhoogd en het oorspronkelijke principe van "veiligheidsklep" werd verwaarloosd. Dit was er de oorzaak van dat in 1934 tijdens een hoogwater de rechter dijk moest worden doorgestoken. Uit een recent onderzoek is gebleken dat de rechter en linker dijken bijna dezelfde kruinshoogte hebben. Om de afvoeren naar de Babalan en Wulan volledig te regelen werd een verdeelwerk bij Wilalung gebouwd. In 1918 kwam dit gereed. Het werd ontworpen voor een maximum afvoer van $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$, waarvan $150 \text{ m}^3/\text{s}$ kon worden afgevoerd via de Wulan en $1.650 \text{ m}^3/\text{s}$ via de Babalan. In 1895 werd de bestaande stuw bij Karanganyar gebouwd in 1934 vervangen door een stuw met openingen, die op zijn beurt in 1944 werd weggespoeld. Daarna werd op deze plaats een pompstation gebouwd dat in 1968 in gebruik genomen werd.

Enkele honderden jaren geleden was de Muria-vulkaan gelegen op een eiland en gescheiden van Java door een zeestraat. Deze straat is in de loop van de eeuw opgeslibd. In het midden van de 19-de eeuw bestond het grootste deel van het huidige Juana-dal uit moerassen die door de Serang werden gevoed. Aan de benedenstroomse zijde van deze moerassen ontstond de Juana die het water afvoerde naar de Java Zee. Hoewel aan het eind van de 19-de eeuw dijken werden aangelegd langs de Serang, verbeterde dit de situatie in het Juana-dal niet bijzonder. Ten dele omdat de gebieden steeds weer werden overstromd

door de Babalan, een zijrivier van de Serang, en verder omdat de rechter Serang-dijk funktioneerde als veiligheidsklep en werd doorgestoken in het geval dat de Demakse Waterwerken werden bedreigd door hoge waterstanden op de rivier. De situatie in het Juana-dal verslechterde door de bouw van het Wilalung-verdeelwerk. De funktie hiervan was, naast het afleiden van de hoogwatergolf via Babalan en Wulan, opslibbing te veroorzaken van de laagliggende moerasgebieden in het Juana-dal. Een speciale kolmatage-leiding werd daartoe aangelegd om slibrijk water af te voeren naar een gebied van 1.800 ha (kolmatage = laten overstromen van laaggelegen gebieden (moerassen b.v.) met slibrijk water om zo sedimentatie, dus ophoging van die gebieden te verkrijgen). Nadat in 1934 tijdens een banjir de dijk doorgestoken moest worden om overstroming van de linker dijk te voorkomen, werden tussen 1935 en 1940 vier uitlaten gebouwd in de rechter dijk van de Serang, bovenstrooms van Wilalung. De schuiven gaan alléén open als er reëel gevaar bestaat voor het overstromen van de bestaande dijken. Ze zijn dus duidelijk bedoeld als nooduitlaten en niet als kolmatage-uitlaten. Aan het dichtslibben van de Babalan (natte profiel bij Babalan in 1910: 400 m² en in 1934: 263 m²) en van de laaggelegen gebieden in het zuiden is het te wijten dat de uitbreiding van overstromende gebieden geleidelijk toenam. Bijna jaarlijks overstromden grote gebieden, enkele keren zelfs meer dan 25.000 ha (1934, 1972). De opslibbing is er tevens de oorzaak van dat de capaciteit van de Juana afnam. Dit resulteerde in het langer worden van de overstromingsperiode ten gevolge van de banjirs. Deze situatie bestaat nu nog steeds.

5.3. Huidige situatie

Serang - Wulan, Tuntang - Kontrak

Sinds de aanleg van de dijken langs de Tuntang en Serang worden de sedimenten niet langer uitgespreid over de

vlakten. Grootste bottleneck voor de Lower Serang is de afgenomen capaciteit van de Babalan, waardoor bovenstrooms van Wilalung opstuwning ontstaat. Dit resulteert in hoge waterstanden, lagere stroomsnelheden dan mogelijk zouden zijn en derhalve relatief versterkte sedimentatie. Deze sedimentatie vindt voor een groot deel plaats op de uiterwaarden, maar ook gedeeltelijk in de rivierbeddingen. Hierdoor zijn de uiterwaarden van de Tuntang en Serang opgeslibd tot een peil , dat nu enige meters hoger is dan dat van de aanliggende velden en slechts 1 à 2 meter lager dan de kruin van de dijken. Konsekwentie van deze gedaalde capaciteit is de voortdurende bedreiging voor de omringende rijstvelden, speciaal voor het hoogontwikkelde en herstelde Glapan-Sedadi-gebied. Deze bedreiging wordt verergerd door onvoldoende onderhoud van de dijken en door het feit dat de uiterwaarden door de bevolking intensief worden bebouwd. Dit betekent de aanwezigheid van kleine dijken, drains, huizen en van gewassen en andere vegetatie. De situatie in de Kontrak en Wulan is veel ongunstiger, omdat de dijken slechts 150 m van elkaar liggen en ook hier de uiterwaarden zijn opgeslibd. De nieuwe verkeersbrug over de Lower Serang bij Karanganyar is ontworpen voor een hoogwater (banjir) van $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$, maar de oude spoorwegbrug even benedenstrooms van de verkeersbrug, hoewel lang genoeg, is waarschijnlijk te laag voor een dergelijk hoogwater. Deze brug zal dus bij vergroting van de capaciteit mede verhoogd moeten worden.

Juana-dal

Sinds de bouw van het Wilalung-kunstwerk is de capaciteit van de Babalan aanzienlijk afgenomen. In het algemeen kan gezegd worden dat alle drains in het Juana-dal in een zeer slechte toestand zijn. Sommige drains zijn volkomen verdwenen, andere zijn compleet verstopt door waterplanten en zelfs door kleine dammen, opgeworpen door de bevolking. Een deel van de Babalan bestaat zelfs

niet meer en de drainage van de laaggelegen gebieden in het zuiden vindt plaats langs een weg die gedeeltelijk door de bevolking en gedeeltelijk door het afstromende water is gevormd. Hoewel er nog steeds enige gebieden zijn die permanent onder water staan, is het grootste deel van het gebied vrij vlak, hellend van het westen naar het oosten. Gem. helling 0,10 ‰. De gebieden worden bebouwd zodra het water is weggestroomd. Een onderzoek (februari 1973) in deze gebieden wees uit dat op dat moment grote gebieden onder water stonden, hoewel tot die tijd geen banjirs (hoogwaters) waren afgeleid bij Wilalung, noch neerslag van enige betekenis was gevallen. Deze overstroming moest hoofdzakelijk zijn veroorzaakt door het niet bestaan van een voldoende goed drainagesysteem. Ten gevolge van de afgenomen capaciteit van de Babalan en Juana is de drainage-toestand in de gebieden ten noorden van de Babalan ook verslechterd. De rivieren, welke de zuidelijke kant van de Muria-vulkaan draineren, hebben t.g.v. opslibbing geen verbinding meer met de Babalan. Hierdoor treden zij regelmatig buiten hun oevers en inunderen grote gebieden. De ontwatering van deze overstroomde gebieden vindt plaats via kleine kanaaltjes, waardoor de perioden van inundatie vaak aanzienlijk zijn. Ten gevolge van de verslechtering van deze ontwatering zijn momenteel gronden geïnundeerd waar zo'n dertig jaar geleden nog suikerriet verbouwd werd (N.b. suikerriet vereist goede drainage).

Welahan-gebied

De situatie in het gebied ten zuid-westen van de Muria-vulkaan, het Welahan-gebied, is eveneens ongunstig. Vanwege het feit dat de afvoerkapaciteit van de kleine rivieren te klein is en het feit dat zij moeten afstromen via de oude Serang, die aanzienlijk is opgeslibd, wordt het Welahan-gebied iedere keer overstroomd wanneer de rivieren buiten hun oevers treden. Deze overstroming

bedekt een gebied van ongeveer 3.500 ha en duurt van 10 dagen in de hoger gelegen gebieden tot enige maanden in de lagere delen van het gebied.

Het Wilalung-kunstwerk

Ten gevolge van het ontbreken van onderhoud is de woelbak benedenstrooms van het banjir-verdeelwerk in de Wulan-tak ondermijnd en grotendeels verdwenen. Hierdoor zijn de "beklede" taluds ter weerszijden afgeleden en heeft het water de nu onbeschermd taluds aangevallen en geërodeerd. In het kader van het Jratunseluna Projekt zijn de bekledingen van de taluds zelfdragend gemaakt en wordt er een nieuwe woelbakbescherming aangebracht.

6. MOGELIJKE OPLOSSINGEN

=====

6.1. Probleem en globale oplossingen

Zelfs bij lage afvoeren via het Wilalung-verdeelwerk zijn de huidige rivierbeddingen van Babalan en Juana volledig gevuld en voorkomen deze dus de afstroming van de neerslag op het stroomgebied van Juana zelf. Deze afvoeren zijn voor de Babalan 100-150 m³/s en voor de Juana 200-250 m³/s. Dit betekent dat zelfs bij neerslag beneden het jaarlijks gemiddelde grote gebieden onder water staan.

Om uitbreiding en langdurige overstromingen te voorkomen zal een eerste vereiste zijn dat er geen afvoeren meer bij het verdeelwerk worden doorgelaten, tenzij de capaciteit van Babalan en Juana aanzienlijk wordt uitgebreid. Deze oplossing zal, naast het feit dat deze erg duur is, slecht voldoen omdat binnen enkele jaren de rivierbeddingen weer zullen zijn opgeslibd. Dit wordt veroorzaakt doordat het verhang van de rivieren erg klein is en de stroomsnelheden dus erg laag zijn. Het gemiddeld verhang is ongeveer 0,10 ‰. Indien de hoogwaters van het Wilalung-verdeelwerk beheerst worden afgevoerd, betekent dit nog niet dat de overstromingen in het Juana-dal voorkomen zijn. Het gehele drainage-systeem in het Juana-dal moet worden verbeterd. Echter pas als er geen onbeheerste afvoeren meer plaatsvinden vanuit de Serang is verbetering van het interne drainage-systeem mogelijk.

Indien de Babalan-openingen worden gesloten, kan van de hoogwaters slechts een gedeelte via de Wulan-openingen worden afgevoerd tot een maximum van ca. 350 m³/s. Voor de afvoer van het restant zal een andere oplossing gezocht moeten worden. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden, namelijk:

- Het vergroten van de capaciteit van de Wulan. Bij deze mogelijkheid wordt dus het gehele hoogwater via de Wulan afgevoerd.
- Het maken van een verbinding tussen Serang en Tuntang en het afvoeren van de hoogwaters via de benedenloop van de Tuntang (Kontrak).
- Het graven van een compleet nieuw kanaal van de Serang naar de Java Zee.

In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op de hierboven genoemde oplossingen en wordt een keus gedaan.

6.2. Huidige capaciteit en ontwerp-afvoeren van de rivieren

In het "Supporting Report VI van het Jratunseluna Basin Development Plan" is de berekening aangegeven voor de capaciteitsbepaling in verschillende dwarsdoorsneden van de Tuntang/Kontrak en Serang/Wulan-rivier (voor resultaten: zie tabel blz. 54). Er is een duidelijke afname van de maximum capaciteit in benedenstroomse richting gaande voor beide rivieren.

Voor het bepalen van de ontwerpafvoer zou men een economische kosten-baten analyse moeten opzetten. De kosten van uitvoering en onderhoud van de werken, op verschillende dijkhoogten, moeten worden vergeleken met de respectievelijke verliezen door overstroming. De optimale dijkhoogte is die hoogte waarbij de som van kosten en verliezen minimaal is. Echter vanwege het ontbreken van gegevens wat betreft oogstverliezen en schade aan de infrastructuur in het Glapan-Sedadi-gebied en in het Juana-dal moet op een andere wijze een ontwerp-afvoer bepaald worden.

Een return-period wordt gekozen en hierbij wordt de ontwerp-afvoer berekend. Een return-period geeft de tijds-

periode aan waarbinnen de ontwerp-afvoer gemiddeld slechts eenmaal bereikt of overschreden wordt. De bepaling van Q-ontwerp gebeurt grafisch, waarbij op de horizontale as de return-period m.b.v. een Gumbel-verdeling is uitgezet en vertikaal de afvoer, lineair (Supp. Report VI). Er wordt een return-period van 100 jaar aangenomen. De kans nu dat gedurende een bepaalde periode een zekere afvoer zal worden bereikt of overschreden wordt, kan berekend worden met de benaderingsformule

$$T = r \left(\frac{100}{U} - \frac{1}{2} \right)$$

T = return-period (100 jaar)

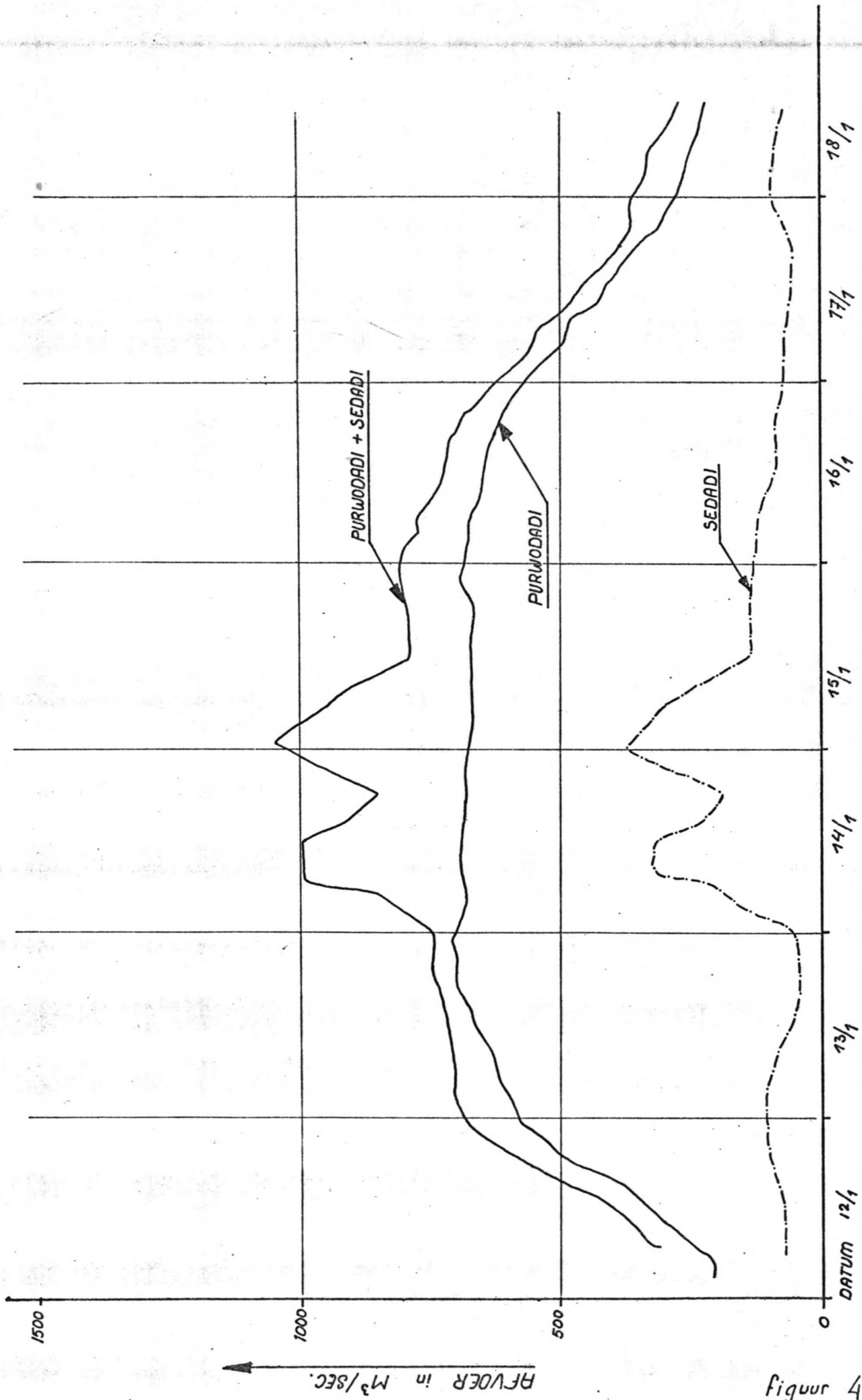
r = hier: projektperiode (30 jaar)

U = kans in %

Deze kans op overschrijding wordt 26% gedurende de projektperiode. Dit lijkt hoog; er wordt echter een waking van 1 m aangenomen als extra veiligheid tegen overstrooming.

Serang

In het NEDECO-rapport Supp. VI is de frekwentiekromme van jaarlijkse maximum afvoeren bij de samenvloeiing van Serang en Lusi weergegeven. Deze grafiek geeft bij een return-period van 100 jaar een afvoer van $1.450 \text{ m}^3/\text{s}$ bij de samenvloeiing. Deze ontwerp-afvoer wordt ook wel als Q 100 aangeduid (zie figuur 4). In figuur 4 is de hoogwatergolf van 14 januari 1972 bij de samenvloeiing weergegeven. Het is samengesteld uit de afvoer-tijd-grafieken van de Lusi en de Serang. De vorm van deze krommen is zeer verschillend. De grafiek van de Lusi is zeer vlak, zonder een duidelijke piek en dit hoogwater kan enkele dagen duren. In tegenstelling hiermee groeien de hoogwaters van de Serang snel tot een maximum en vallen dan in korte tijd terug tot een normale afvoer. Daarom is het volume van een Serang-hoogwater relatief gezien laag, de piek kan echter hoog zijn.



BANJIR K. LUSI - K. SERANG JANUARI 1972

Figur 4

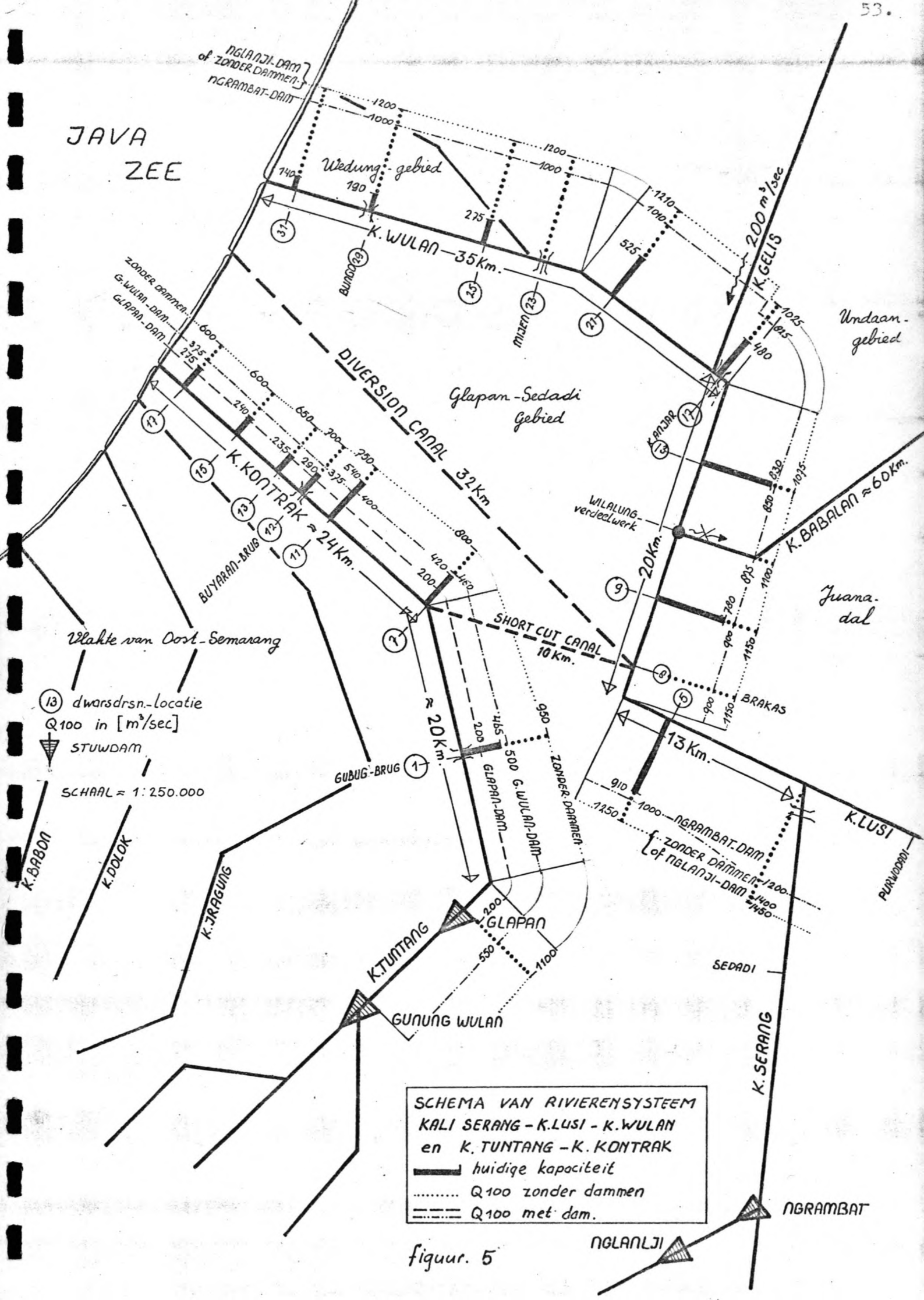
RFVDER in M³/SEC.

Een groot Lusi-hoogwater duurt enkele dagen en heeft een groot volume. In het geval dat er een stuwdam in de Serang wordt gebouwd zal de afvoer met een frekwentie van eens in de honderd jaar worden gereduceerd. Bij de bouw van een dam bij Nglanji wordt Q_{100} bij de samenvloeiing ongeveer $1.400 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij de bouw van een dam bij Ngrambat wordt een grotere reductie bereikt, Q_{100} wordt ongeveer $1.200 \text{ m}^3/\text{s}$. De reductie in piekafvoer, veroorzaakt door een stuwdam in de Boven-Lusi, kan worden verwaarloosd.

Tuntang

Er is weinig bekend over de afvlakking van de piekafvoeren in de Tuntang-rivier. Er is een grove berekening gemaakt voor het bepalen van Q_{100} bij de Glapan-stuw. Dit geeft voor Q_{100} $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij de bouw van een dam bij Gunung Wulan wordt Q_{100} bij Glapan ongeveer $550 \text{ m}^3/\text{s}$ en bij een stuwdam bij Glapan kan de maximum afvoer door de dam worden gelimiteerd tot $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

In de volgende twee tabellen is de geschatte afvlakking van de ontwerpafvoer Q_{100} van de rivieren Tuntang/Kontrak en Serang/Wulan gegeven. Voor beide rivieren is zowel de situatie beschouwd dat geen dammen zijn gebouwd in de bovenloop van de rivieren als de situatie dat deze dammen wel gebouwd zijn. De waarden en gegevens van deze tabellen zijn grafisch weergegeven in fig. 5 . In Supporting Report II "Surface Water Resources" van het Jratunseluna Basin Development Plan wordt de invloed van de dammenbouw op Q_{100} beschreven.



SCHEMA VAN RIVIERENSYSTEEM
 KALI SERANG - K. LUSI - K. WULAN
 en K. TUNTANG - K. KONTRAK

— huidige capaciteit
 Q100 zonder dammen
 - - - - - Q100 met dam.

figuur. 5

NGLANJI

JAVA ZEE

NGLANJI-DAM of ZONDER DAMMEN- NGRAMBAT-DAM

Wedung-gebied

K. WULAN - 35 Km.

DIVERSION CANAL 32 Km.

Glapan-Sedadi Gebied

K. KONTRAK ≈ 24 Km.

SHORT CUT CANAL 10 Km.

Wlakte van Oost-Semarang

dwarsdrsn.-locatie Q100 in [m³/sec] STUWDAM

SCHAAL ≈ 1:250.000

GUBUG-BRUG

GLAPAN-DAM

WILALUNG-verdeelwerk

K. BABALAN ≈ 60 Km.

Juana-dal

BRAKAS

K. LUSI

K. TUNTANG

GUNUNG WULAN

SEDADI

K. SERANG

NGRAMBAT

Undaan-gebied

TUNTANG/KONTRAK

=====

dwars- doorsnede*	lokatie	max. huidige kap. (m ³ /s)	geschatte ontwerp-afvoer (m ³ /s)		
			zonder dam	Glapan-dam	Gunung Wulan
1	Gubug-brug	465	950	200	500
7	Eind shortcut	420	800	200	450
11		540	750	200	400
--	Buyaran-brug	290	700	200	375
13		235	650	200	375
15		240	600	200	375
17		275	600	200	375

SERANG/WULAN

=====

dwars- doorsnede*	lokatie	max. huidige kap. (m ³ /s)	geschatte ontwerp-afvoer (m ³ /s)		
			zonder dam	Nglanji	Ngrambat
5	Godong	910	1.250	1.250	1.000
8	Begin shortcut	--	1.150	1.150	900
9		780	1.150	1.150	900
--**	Wilalung	--	1.100	1.100	875
13		830	1.075	1.075	850
17***	Karanganyar	480	1.025	1.025	825
21		525	1.210	1.210	1.010
23	Myen	--	1.200	1.200	1.000
25		275	1.200	1.200	1.000
29	Bungo	190	1.200	1.200	1.000
31		140	1.200	1.200	1.000

* in de 1e kolom komen de getallen overeen met de dwarsprofielen in figuur

** geen afvoer naar de Babalan

*** afvoer Gelis is 200 m³/s

6.3. Beschrijving van alternatieve oplossingen

In principe kunnen nu vier alternatieve oplossingen om hoogwatergolven van Tuntang en Serang veilig af te voeren onderscheiden worden (zie figuur 6).

Oplossing 1:

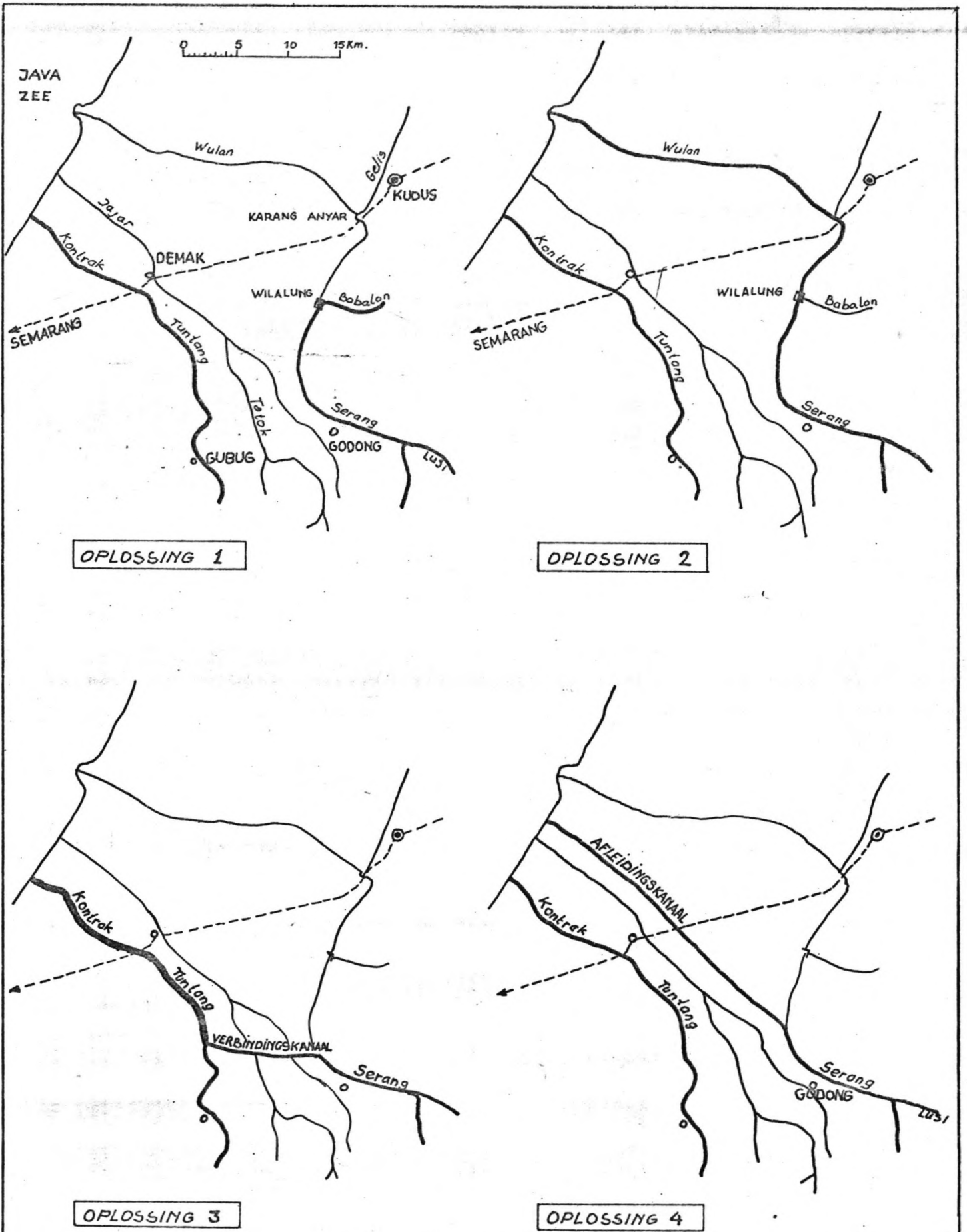
- a) De Wulan benedenstrooms van Wilalung tot zijn maximale capaciteit benutten.
- b) De rest van de ontwerp-afvoer (Q 100) van Serang en Lusi bij Wilalung afleiden naar het Juana-dal (Babalan en Juana moeten tot de vereiste capaciteit worden vergroot).
- c) De Tuntang en het lagere deel, de Kontrak, worden vergroot (ingeval van Wulan-dam en zonder dam) voor de Q 100; tevens moet er bij Buyaran en misschien bij Gubug een nieuwe brug gebouwd worden.

Oplossing 2:

- a) De Wilalung-konstruktie verbouwen, zodat ontwerp-afvoer Q 100 van Serang/Lusi door de Wulan afgeleid wordt. De Wulan moet vergroot worden.
- b) De Babalan/Juana gebruiken tot zijn huidige capaciteit (zeer beperkt, zie hoofdstuk 5.2).
- c) Voor de Tuntang/Kontrak: zie oplossing 1c.

Oplossing 3:

- a) Zowel Wulan als Babalan/Juana tot hun huidige capaciteit benutten.
- b) De rest van de ontwerp-afvoer van de Serang/Lusi afleiden op een plaats bovenstrooms van Wilalung door een kortsluitkanaal naar de Tuntang (shortcut).
- c) De Tuntang/Kontrak moet worden vergroot om het gekombineerde debiet vanaf de samenvloeiing, Q 100 van



SCHAAL 1: 500.000

4 ALTERNATIEVE OPLOSSINGEN VOOR HET VEILIG AFVOEREN VAN HOOGWATERGOLVEN VAN DE TUNTANG EN DE SERANG

figuur 6

de Tuntang plus de afgeleide afvoer van de Serang/Lusi, af te kunnen voeren. De dijken van de Tuntang, bovenstrooms van de samenvloeiing met het kortsluitkanaal, moeten worden verhoogd om overstroming t.g.v. opstuwning te voorkomen.

Oplossing 4:

- a) Voor de Wulan en Babalan/Juana geldt hetzelfde als bij oplossing 3.
- b) In plaats van een kortsluiting naar de Tuntang wordt een geheel nieuw kanaal naar zee gegraven, waardoor de rest van de ontwerp-afvoer van Serang/Lusi direkt naar zee wordt afgevoerd.
- c) Voor Tuntang/Kontrak wordt slechts een vergroting als genoemd onder oplossing 1 en 2 gemaakt.

Voor elk van deze principiële alternatieve oplossingen zijn enkele extra varianten mogelijk.

Variant 1: toepasbaar bij oplossing 1, 2 en 4

De vergroting van de Tuntang wordt bekeken. De Kontrak wordt slechts zover vergroot dat zijn capaciteit gelijk is aan de capaciteit bij de brug te Buyaran. Deze brug behoeft dan niet vernieuwd te worden.

Variant 2: toepasbaar bij oplossing 2, 3 en 4

De openingen in het Wilalung-verdeelwerk naar de Babalan worden permanent gesloten. Er gaat geen water van de Serang/Lusi naar het Juana-dal.

Variant 3: toepasbaar bij oplossing 3 en 4

Het Wilalung-verdeelwerk wordt helemaal niet meer gebruikt behalve voor irrigatiewater voor het Undaan- en het Wedung-gebied en voor drinkwater in het Juana-dal. Het water voor het Undaan-gebied stroomt toe via een ope-

ning in het Wilalung-verdeelwerk. Het Wedung-water wordt bij Karanganyar uit de Wulan opgepompt. Het sluiten van de Wulan geeft de mogelijkheid het waterpeil in de Wulan te laten stijgen tot een hoogte dat pompen niet langer nodig is. De gehele ontwerp-afvoergolf Q 100 van de Serang/Lusi wordt nu dus afgeleid naar de Tuntang (oplossing 3) of direkt naar zee (oplossing 4).

De grootte van de ontwerp-afvoer van Tuntang en Serang/Lusi (Q 100) is zeer afhankelijk van het wel of niet bouwen van een stuwdam in het bovenstroomse deel van de rivieren. Bij het bouwen van de Glapan-dam kan de Q 100 van $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$ zelfs gereduceerd worden tot $200 \text{ m}^3/\text{s}$ en dat betekent zelfs een overcapaciteit van de huidige capaciteit. Bij het bouwen van een dam in de Serang bij Ngrambat zal de Q 100 bij de samenvloeiing met de Lusi minder reduceren, nl. van 1.450 tot $1.200 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.4. Vergelijking van de oplossingen

Uit waterloopkundig oogpunt moet die oplossing worden gekozen welke de kortste weg naar zee geeft voor hoogwatergolven. De kortere lengte geeft gemiddeld de steilste helling naar gemiddeld zeepeil (M.S.L.). Bij een gegeven ontwerp-afvoer en waterdiepte kan de stroomsnelheid groter en het dwarsprofiel kleiner worden. Deze oplossing heeft bepaalde technische voordelen, omdat men hierbij vrij is in het ontwerp. Bij de kortste weg en dus voldoende verval zijn de mogelijkheden aanwezig om het kanaal zodanig te ontwerpen dat zijn ontwerp-profiel (lengte- en dwarsprofiel) maximaal gunstig is, zowel voor wat betreft zijn hydraulische als zijn sediment-transporterende functies. Bij de bestaande geulen is men (min of meer) gebonden aan de bestaande loop en configuraties.

Als we de vier oplossingen en varianten wat nader bekijken, kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

Oplossing 1:

Deze oplossing is in feite een kontinuering van de huidige situatie. Er moeten grote verbeteringen in het Juana-dal plaatsvinden en dat maakt het bijzonder kostbaar. Een variant bestaat uit het graven van een nieuw Babalan-kanaal door de laagste delen van het dal. Als er geen nieuwe waterloop wordt gemaakt, zal de bestaande Babalan moeten worden vergroot. Aan beide zijden zullen dijken nodig zijn. Tevens is een betere wijze van ontwatering voor het gebied zelf nodig. De afstand van Wilalung naar zee via het Juana-dal is ongeveer twee maal zo lang als de afstand via de Wulan. Er moet dus veel grond verzet worden en dit is kostbaar. Tot nu toe heeft men gepoogd via het Wilalung-verdeelwerk de moerassen in het Juana-dal op te vullen met het Serang-sediment. Omdat de omstandigheden zijn veranderd: een groot deel is opgevuld met sediment en deze velden zijn bewoond en de landbouw is toegenomen, is het een redelijke beslissing de sedimentatie te stoppen.

Oplossing 2:

Deze oplossing bestaat uit het vergroten van de Wulan. De dijken echter langs de Wulan liggen niet ver uit elkaar. Bij verbreding is het noodzakelijk een van beide dijken te verplaatsen over een lengte van ongeveer 10 km. Dit betekent onteigening van land en het verplaatsen van verscheidene dorpen. Ook moeten drie bruggen worden verlengd en ontwateringskanalen worden verlegd.

Oplossing 3:

De kortsluiting, die de Lower Serang bij Brakas verbindt met de Tuntang, vermindert de weg naar zee aanzienlijk.

60.

Het kanaal snijdt echter dwars door het onlangs her-
stelde irrigatiegebied van Glapan-Sedadi. De bouw van
tenminste drie sifons is nodig. Bij de samenkomst met
de Tuntang zal het kanaal moeten uitkomen op een peil
dat gelijk is aan het peil van de Tuntang. Het voorland
tussen laagwaterbed en bedijking is opgeslibd en ligt
3 m hoger dan het nivo buiten de dijken. Bovenstrooms
van de samenkomst zal opstuwing optreden in beide takken.
Hierdoor zal ook daar zwaardere bedijking noodzakelijk
zijn. De capaciteit van de Tuntang/Kontrak zal vergroot
moeten worden. De grootte van de totale ontwerp-afvoer
is zeer afhankelijk van het wel of niet bouwen van stuw-
dammen. De brug bij Buyaran moet in ieder geval ver-
vangen worden door een brug met een groter doorstroom-
profiel. Ook de Kontrak stroomt door een dichtbevolkt
gebied, zodat verbreding van de rivier-hoogwaterbedding
veel problemen geeft.

Oplossing 4:

Het nieuwe afvoerkanaal van de Serang naar zee loopt
door het Glapan-Sedadi-irrigatiegebied. Het moet de
Serang op een voldoende hoog en goedgelegen punt ont-
lasten van haar teveel aan water. Het tracé kan min of
meer parallel worden gekozen aan de richting van de
irrigatie- en drainagesystemen en zal daardoor weinig
moeilijkheden veroorzaken. Slechts één sifon zal nodig
zijn. Er moet een nieuwe brug gebouwd worden in de weg
van Semarang naar Kudus vlakbij Demak. Praktisch alle
dorpen kunnen worden vermeden, zodat niet veel mensen
behoeven te verhuizen. Echter zal wel veel land moeten
worden onteigend, ongeveer 640 ha, en dat is zéér veel
voor een gebied met intensieve landbouw. Het betekent
dat ongeveer 700 kleine boeren met hun gezin zonder
land komen en daarmee werkeloos worden.

Variant 1:

Omdat tot nu toe de dijken van de Tuntang niet zijn bedreigd met overstroming, kan vergroting van de rivier worden uitgesteld. Het benedenstroomse deel, de Kontrak, stroomt over zijn dijken. Hier is vergroting van capaciteit noodzakelijk door verhoging van de dijken. Deze vergroting wordt begrensd door de capaciteit bij de Buyaran-brug.

Variant 2:

De Babalan en Juana worden nu de hoofdontwatering voor het neerslagoverschot in het Juana-stroomgebied. Ontwateringsmaatregelen op grote schaal en werkelijke verbetering worden dan mogelijk.

Variant 3:

Bij het geheel sluiten van het verdeelwerk te Wilalung kan ook de Wulan een andere functie krijgen, namelijk de ontwatering van het meest westelijke deel van het Juana-dal en als nieuwe uitlaat naar zee voor enkele rivieren die van de Muria-hellingen afstromen. Tegenwoordig stromen deze rivieren in de Lama, de vroegere benedenloop van de Serang. Deze rivier is erg opgeslibd en grote gebieden ten noord-oosten van de Wulan overstromen ieder jaar, het Welahan-gebied. Het Wilalung-verdeelwerk kan wel een functie behouden, nl. het voorzien van irrigatiewater aan het Undaan- en Wedung-gebied. Omdat het deel voor het Undaan-gebied via een uitlaat in het verdeelwerk wordt geleid, zal de rest van het water de Wulan volgen tot het pompstation te Karanganyar. Ook kan drinkwater op deze plaats worden onttrokken. Beneden dit punt kan de Wulan permanent worden afgesloten. Het is mogelijk het water in de Wulan te laten stijgen tot een peil dat pompen niet meer nodig is.

6.5. Keus oplossing

De bouw van stuwdammen in de toekomst is hierbij buiten beschouwing gelaten. Dit zou van zeer grote invloed zijn, niet alleen op de grootte van de ontwerp-afvoeren, maar ook op de meegevoerde hoeveelheden sediment (zie fig. 5).

Uit een ruwe kostenschatting waarbij onteigening, grondwerk, transport, kunstwerken en aanpassing van bestaande irrigatie- en drainagesystemen zijn betrokken, blijkt dat oplossing 4: de aanleg van een nieuw kanaal van de Serang naar zee, veruit het gunstigste alternatief is. De kostenraming is beschreven in Jratunseluna Basin Development Plan Report VI. Oplossing 1 is buiten beschouwing gelaten, omdat deze toch veel te duur t.o.v. de andere alternatieven zou uitvallen. De bouwtijd is een belangrijke faktor in de economische beschouwing. Hoe korter deze periode, hoe beter het is voor het hele gebied. Omdat bij de oplossingen 2 en 3 vergroting van de bestaande rivieren alleen mogelijk is in het droge seizoen, veroorzaakt dit een veel langere bouwtijd. Bovendien zal er een aanzienlijke sedimentatie optreden in de voor een gedeelte gereed zijnde rivieren, omdat de afvoer pas kan worden vergroot nadat de rivier over zijn gehele lengteprofiel is vergroot.

Uit technisch oogpunt is oplossing 4 de meest aantrekkelijke, omdat het de kortste weg naar zee geeft, wat de minste onderhoudskosten inhoudt. Met behulp van bemaling kan de bouw van het nieuwe kanaal in het droge en natte seizoen doorgaan.

Economisch en technisch gezien is de keus voor oplossing 4 gerechtvaardigd. Belangrijkste voordelen boven de andere oplossingen:

- weinig kruisingen met wegen en waterlopen;
- dorpskernen kunnen ontweken worden;

- kortste afstand naar zee;
- ideale ontwerp-afmetingen vast te stellen i.v.m. water- en sedimentbeweging;
- korte bouwtijd.

Belangrijke nadelen zijn:

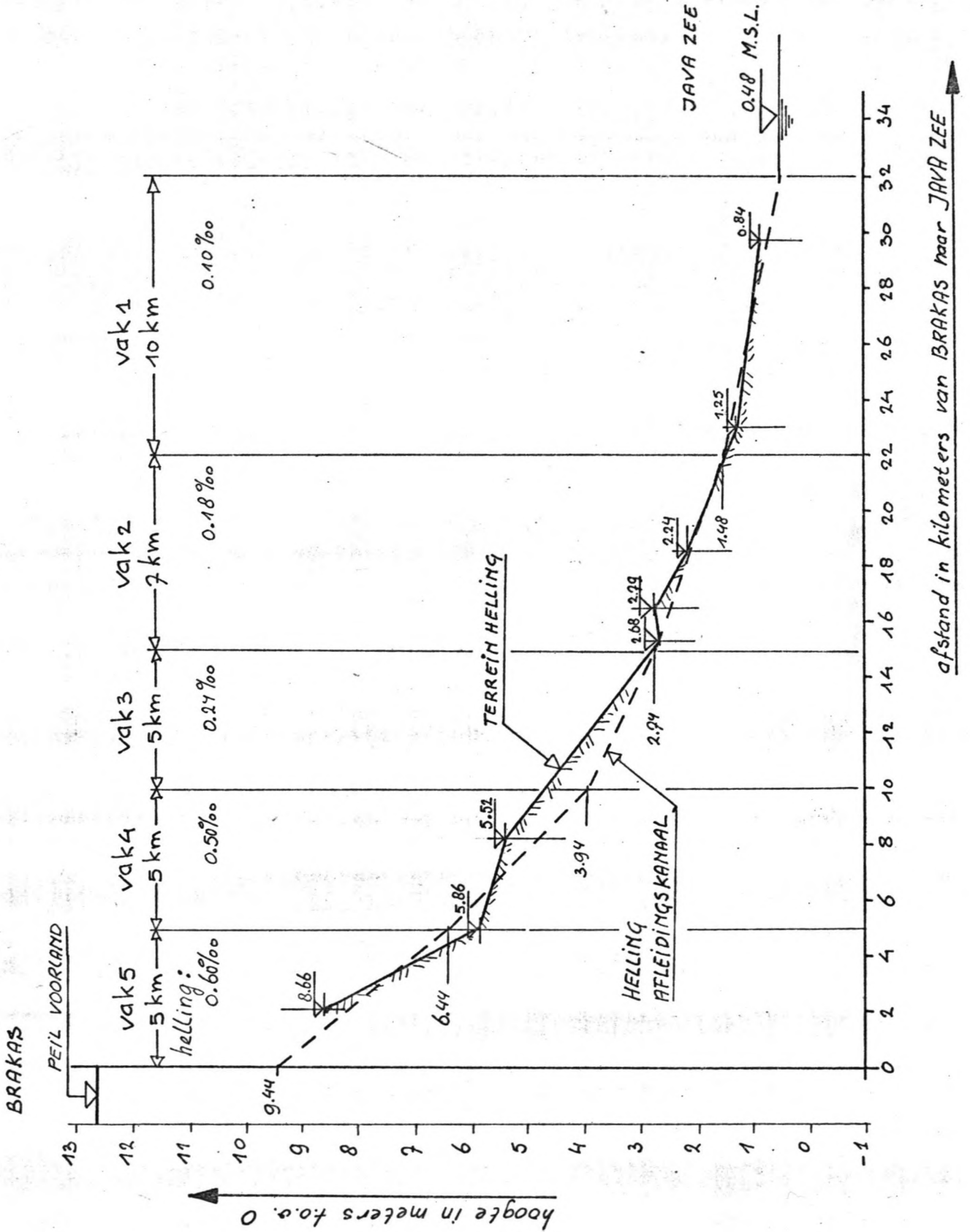
- de bouw van een kunstwerk aan het begin van het kanaal bij Brakas;
- het grote oppervlak dat moet worden ontnomen in dit intensieve landbouwgebied.

6.6. Ontwerpeisen afleidingskanaal en lengteprofiel van tracé

Voor het bepalen van het tracé, basis-ontwerpafmetingen en het maken van capaciteitsberekeningen zijn de volgende ontwerpeisen opgesteld:

- a) De afstand van de Serang tot de Java Zee moet zo kort mogelijk zijn.
- b) Als ontwerp-afvoer moet een afvoer met een overschrijdingsfrequentie van eens in de honderd jaar worden gekozen.
- c) Per eenheid van lengte moet de uitgegraven hoeveelheid grond gelijk zijn aan het volume van de dijken om een tekort of teveel aan grond te voorkomen en dus de kosten van grondverzet zo laag mogelijk te houden.
- d) De sedimentatie in het kanaal moet zo laag mogelijk zijn, opdat de jaarlijkse afname van de capaciteit van het kanaal en de onderhoudskosten minimaal zullen zijn.
- e) Onteigening van dorpen moet zoveel mogelijk worden voorkomen.
- f) Verstoring van bestaande irrigatie- en drainagesystemen moet zoveel mogelijk worden vermeden.

Op basis van de genoemde eisen a), e) en f) is door NEDECO de keus gemaakt voor een tracé van Brakas aan de Serang door het Glapan-Sedadi-gebied naar de Java Zee (zie fig. 6). Voor het bijbehorende lengteprofiel van het terrein: zie fig. 7.



figuur 7.

LITERATUURLIJST

=====

- Internationale Samenwerking no. 6. 16-4-1976.
Voorlichtingsdienst Ontwikkelingssamenwerking.
 - Onze Wereld no. 10. 18-6-1976.
NOVIB, Den Haag.
 - Gordel van Smaragd raakt overvol. 1976.
Artikel TROUW.
 - En de Javaanse boer, hij ploetert voort. 1976.
Artikel TROUW.
 - Java loopt vast op overbevolking. 1976.
Artikel VOLKSKRANT.
 - De positie van de kleine boer in de ontwikkelingslanden.
5-3-1976.
Artikel INTERMEDIAR.
1. NEDECO - Grontmij. 1968.
Reconnaissance Survey.
 2. NEDECO - Grontmij. 1973.
Jratunseluna Basin Development Plan
 - Main report:
Conclusions and Recommendations.
 - Supporting report II:
Surface water resources.
 - Supporting report VI:
Flood control in the coastal plains.

