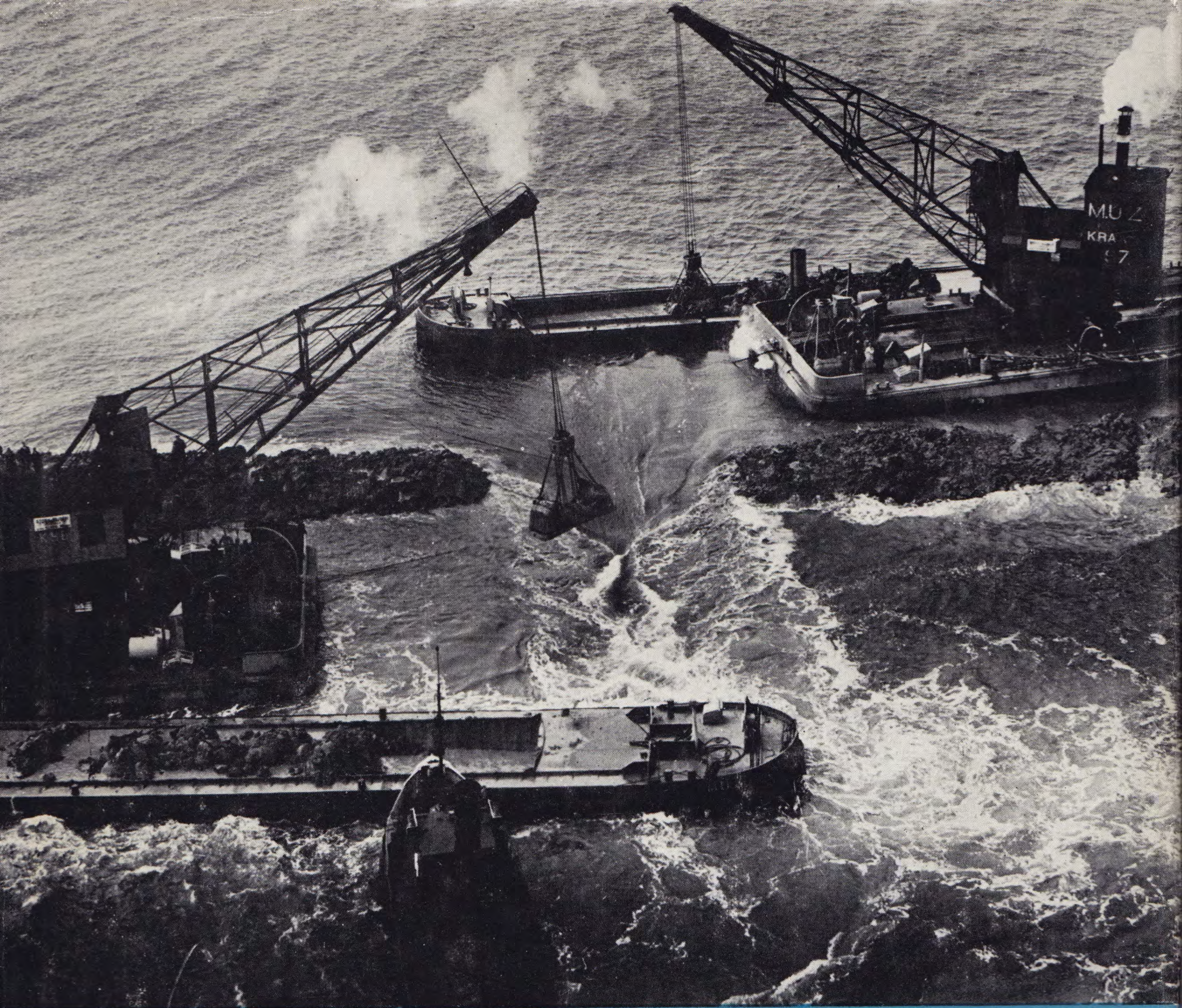




EEN HALVE EEUW ZUIDERZEEWERKEN

DOOR

PROF. DR. IR. J. TH. THIJSSE

H. D. TJEENK WILLINK GRONINGEN



figuur B
Het Zuiderzeegebied
in 1920



figuur E
Het Zuiderzeegebied
in 1970

EEN HALVE EEUW ZUIDERZEEWERKEN

1920-1970

Uitgegeven met medewerking van de Dienst der Zuiderzeewerken, die
ook het illustratie-materiaal ter beschikking heeft gesteld.

EEN HALVE EEUW ZUIDERZEEWERKEN

1920-1970

DOOR

PROF. DR. IR. J. TH. THIJSSE

1972

H.D. TJEENK WILLINK B.V. GRONINGEN

INHOUD

VOORWOORD	IX
INLEIDING	I
I. VAN PLANNEN TOT UITVOERING	
1. De Zuiderzee	5
2. Plannen	II
3. De stand van zaken bij het begin van het werk	24
4. Het tijdschema	39
2. DE AFSLUITING VAN DE ZUIDERZEE	
1. Aspecten van de afsluiting	42
1. <i>Keileem</i>	42
2. <i>De gesteldheid van de bodem</i>	46
3. <i>Waterloopkundig onderzoek</i>	50
4. <i>De MUZ</i>	60
5. <i>De Rijksfinanciën</i>	63
6. <i>De materiaalvoorziening</i>	65
2. De bouw van de Afsluitdijk	70
1. <i>De constructie van de dijk</i>	70
2. <i>De afsluiting van het Amsteldiep</i>	72
3. <i>De werken langs de kust van Noord-Holland</i>	84
4. <i>Het plan voor de dijk van Wieringen naar Friesland</i>	94
5. <i>Met goede moed vooruit</i>	107
6. <i>Voorbereiden tot de strijd</i>	113
7. <i>Het jaar van spanning</i>	123
8. <i>Terugblik</i>	134

3. De sluizen in de Afsluitdijk	138
1. <i>Algemeen ontwerp en uitvoering</i>	138
2. <i>De uitwateringsluizen</i>	144
3. <i>De scheepvaart kruist de Afsluitdijk</i>	148
4. Ervaringen met de Afsluitdijk	156
1. <i>De dijk tussen Wieringen en Friesland</i>	156
2. <i>De sluizen.</i>	169
3. <i>De Amstelmeerwerken</i>	187
 3. DE WADDENZEE	
1. De problemen	191
2. Het dagelijks getij in de Waddenzee.	192
3. De configuratie van de bodem	202
4. Het water van de Waddenzee	212
5. De stormvloeden	214
6. De waterkering rondom de Waddenzee	221
 4. HET IJSSSELMEER	
1. Karakter en taak van het IJsselmeer.	228
2. Het peil van het IJsselmeer	233
3. De dijken om het IJsselmeer	247
4. De bodem onder de Zuiderzee	258
5. Het water van het IJsselmeer	263
6. Het IJsselmeer als leverancier van zoet water	288
7. Scheepvaart en visserij op het IJsselmeer	292
8. De randmeren	305
 5. HET NIEUWE LAND	
1. Betekenis en omvang van het nieuwe land	320
2. Plannen.	327
3. De dijken om de polders	335
4. De waterhuishouding	338
5. De inrichting van de polders	351
5. De chronologie van de polders	365

6. DE POLDERS

1. De proefpolder bij Andijk	368
2. De Wieringermeer	370
1. <i>Rondom de polder</i>	370
2. <i>In de polder</i>	376
3. <i>Na de ontginning</i>	385
3. De Noordoostpolder	387
1. <i>De omtrek van de polder</i>	387
2. <i>In de polder</i>	397
3. <i>Na de eerste jaren</i>	407
4. Flevoland	410
1. <i>Een twee-eenheid</i>	410
2. <i>Veranderende doelstelling</i>	423
5. De Markerwaard, een onbekende toekomst	430

7. DE KOSTEN VAN DE ZUIDERZEEWERKEN

1. Groeiende begrotingen	435
2. De kosten van de werken	439

VAKTERMEN	447

LITERATUUR	451

In de tekst wordt naar de literatuur verwezen door nummers tussen vierkante haakjes

REGISTER VAN ONDERWERPEN	455

REGISTER VAN NAMEN (PLAATSEN EN PERSONEN)	463

PLAATS VAN TABELLEN EN FIGUREN	469

AFKORTINGEN

Afsluitdijk (met hoofdletter) = afsluitdijk van de Zuiderzee van Van Ewijcksluis naar Wieringen en van daar naar de Friese kust.

A	toestand bij afgesloten Zuiderzee.
AO	middenstand van de waterspiegel in een getijgebied (fig. 43).
AO	aannemingsovereenkomst tussen het rijk en de MUZ.
AP	Amsterdams peil (niveauvlak gebruikt tot 1891).
cl'	chloor-ion.
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (te De Bilt).
KWZ	Kornwerderzand.
M2	hoofdbestanddeel van het getij (hoofd-maansgetij).
MUZ	Maatschappij tot Uitvoering van Zuiderzeewerken.
mvv	grondverzet, gemeten in de middelen van vervoer.
NAP	Amsterdams peil der nauwkeurigheidswaterpassingen.
PP	polderpeil.
ppm	(parts per million) concentratie van in water opgeloste of zwevende stof (gram per m ³ of milligram per liter).
PWN	Provinciaal Waterleidingsbedrijf van Noord-Holland.
RYP	Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders.
SCL	Staatscommissie in zake hoge waterstanden in verband met de afsluiting der Zuiderzee (Staatscommissie Lorentz).
ST	scheepston (maat voor steen).
VOW	Jaarverslag betreffende de openbare werken (sinds 1850).
VPP	voorlopig polderpeil
WDL	Commissie drinkwatervoorziening westen des lands.
WMD	(voorlopige) Directie van de Wieringermeer.
wp	grondverzet, gemeten in het wiskundig profiel.
ZW	(Rijks-)Dienst der Zuiderzeewerken.
Z	toestand bij open Zuiderzee.

BIJ DE KAARTJES

Bij de kaartjes is geen schaal vermeld en ook de noordpijl ontbreekt. De functies van beide zijn overgenomen door de coördinaten die langs de randen zijn aangegeven. Deze coördinaten zijn in kilometers ten opzichte van het nulpunt dat door de topografische dienst wordt gebruikt (3° oosterlengte/48° noorderbreedte). Nederland ligt westelijk van de lijn 300 km-oost en noordelijk van de lijn 300 km-noord. Tengevolge daarvan hebben alle getallen kleiner dan 300 betrekking op de westelijk-oostelijke richting en die groter dan 300 op de zuidelijk-noordelijke richting.

In het register van plaatsnamen zijn de coördinaten als volgt vermeld: (*west-oost* / *zuid-noord*). Waar het gaat om een uitgestrekt object, heeft de aanduiding betrekking op ongeveer het midden.

De coördinaten van Amersfoort zijn 155/463. Op kaarten waar Amersfoort het nulpunt is, zijn dientengevolge de getallen die de coördinaten aangeven 155, resp. 463 kleiner dan de hier gebruikte.

VOORWOORD

De Zuiderzeewerken zijn niet alleen maar een groot waterbouwkundig werk. Degenen die er aan zijn verbonden, voelen het als een roeping om hun krachten en hun kennis in te zetten voor het scheppen van een nieuw land, bewoond door honderdduizenden en goed beschermd tegen de woede van de zee.

Dat gevoel is wel heel duidelijk tot uitdrukking gebracht in twee toespraken, die Ir. J. H. Telders, president-directeur van de aannemers-combinatie die de afsluiting van de Zuiderzee uitvoerde, richtte tot de Minister van Waterstaat.

In de eerste, uitgesproken op 28 mei 1932 onmiddellijk na het dichten van het laatste sluitgat in de Afsluitdijk, zei hij:

Excellentie, wij hebben Uw opdracht vervuld. De Zuiderzee is afgesloten.

Toen Uw voorganger ons de vraag voorlegde of wij het aandorsten ons met dit werk, met al zijn moeilijkheden en onzekerheden te belasten, en toen wij daarop 'ja' hadden geantwoord, waren wij ons bewust, dat die taak ongekend zwaar zou zijn, en dat zij tenminste de gehele mens zou vergen. Wij begrepen, dat hier voor wrijvingen geen plaats zou mogen wezen, dat alleen de allerbeste samenwerking er iets van terecht zou kunnen brengen. Zo werd de grote moeilijkheid zelve van de taak tot een prikkel, die haar vervulling hielp mogelijk maken.

Van de aanvang af heeft over deze werken die glans en die gloed gelegen die hen verhieven tot meer dan een groot waterstaatswerk en daaraan dankt dit werk de geheel bijzondere bekoring waaraan niemand zich kan onttrekken, noch de staf van de rijksdienst, noch die van ons zelf.

Ware het anders, de dijk was vandaag niet dicht. En evenmin was hij dicht als iets van die gloed niet had gegloeid in onze duizenden arbeiders, die het werk tenslotte hebben gemaakt. Kent u hen? Kent u bijvoorbeeld zo'n Hollandse molenbaas, verantwoordelijk kapitein op één van de baggermolens die u om u heen kunt zien liggen? Ook hij onderging de bekoring van dit werk. Waarschijnlijk lacht hij mij uit als ik het hem zeg, maar wáár is het, en was het niet zo, ook dan hadden wij heden de dijk niet gesloten.

In de tweede toespraak, ruim een jaar later, bij de overdracht van het monument op de plaats van de sluiting, zei hij onder andere:

De Zuiderzeewerken, hoe gewichtig ook, betekenen niet meer dan een belangrijke étappe in een proces van eeuwen. Zijn ze eigenlijk wel zo belangrijk als ze ons toeschijnen? Zoveel belangrijker dan de Haarlemmermeer? Of zoveel belangrijker dan de Beemster, drooggelegd in korte jaren van respijt in onze grootste oorlog? En is het in de grond niet nog veel merkwaardiger om, als men nòg driemaal zover teruggaat naar die vage tijd van de Hollandse graven, daar datzelfde volk te vinden aan het bedijken van een ver vooruitgeschoven eilandje in de Noordzee, het tegenwoordige Goeree?... En wanneer men die geschiedenis bekijkt, dan wordt eigenlijk het allermerkwaardigste, dat dat volk van Holland uit honderd vreselijke rampen en duizend tegenslagen de les heeft geleerd, dat het tenslotte niet zelf besliste over welslagen of mislukking van zijn werk, maar dat die tegenslagen en die rampen het geen ogenblik hebben doen twijfelen aan zijn roeping om met dat werk voort te gaan.

Daarin ligt de oplossing van de vraag, wat er moest komen te staan op de plaat onder de luifel van het monument: de waarheid, dat een volk dat leeft, aan zijn toekomst bouwt. U ziet op die gedenkplaat een groep van drie steenzetters, niet omdat die steenzetters meer dan andere groepen van ons prachtig Hollands werkvolk zouden hebben bijgedragen tot het welslagen van ons werk, maar omdat in het werk van een steenzetter zo symbolisch het gehele werk is verbeeld. Boven hen het opschrift:

Een volk dat leeft, bouwt aan zijn toekomst.

En hóe is er gebouwd. Wij herinneren ons een incident tijdens de kritieke fase van de sluiting van de Middelgronden. Een gezelschap ministers werd van een loopplank afgejaagd door een man met een kruiwagen, met de uitroep: van de plank af heren, eerst moet het gat dicht.

Anderen, eerst de landbouwers, kwamen de waterbouwers helpen en aanvullen, zeven jaar nadat deze met het werk waren begonnen. De eerste vruchten van hun werk, in de Wieringermeerpolder, zijn gesymboliseerd door het standbeeld van de maaier, bij Wieringerwerf, met de spreuk:

Hier werd een toekomst geboren, bouwt voort.

INLEIDING

Er wordt nu al een halve eeuw gewerkt aan de afsluiting en gedeeltelijke droogmaking van de Zuiderzee. Volgens het programma dat ons bij het begin voor ogen stond, had het werk al lang klaar moeten zijn. Men rekende er toen op dat de Afsluitdijk in negen jaar zou worden gebouwd en dat daarna de polders stuk voor stuk zouden volgen met een tempo, voldoende om aan het Nederlandse grondgebied elk jaar honderd vierkante kilometer toe te voegen.

Vóór 1955 had de eindpaal moeten zijn bereikt.

De werkelijkheid is heel anders. Dat komt niet doordat de moeilijkheden van het werk zouden zijn onderschat. Integendeel, echte tegenvallers zijn uitgebleven en de kennis, de hulpmiddelen en de organisatie van thans zijn zo veel beter dan omstreeks 1920, dat het toen gedachte tempo gemakkelijk zou kunnen worden overtroffen.

Achteraf blijkt, dat de Zuiderzeewerken een onderneming zijn die de Nederlandse gemeenschap economisch maar nèt aan kan. Zo lang we van 'normale toestanden' kunnen spreken, gaat alles uitstekend, maar telkens als er iets bijzonders aan de hand is, ontstaat vertraging. Wij behoeven niet eens te denken aan de jaren 1940-1945, toen er maar weinig van het werk terecht kwam; ook andere gebeurtenissen werken vertragend. Het begon al dadelijk met een economische depressie, die leidde tot een beperkt werkplan (1922-1925).

Hetzelfde effect had de crisis van de dertiger jaren. En na de bevrijding moest een groot deel van de inspanning die ons land zich kan getroosten, worden gebruikt voor de herbouw van het land.

Daarna kwam de stormramp van 1953, die vrijwel de hele organisatie van directie en aannemers uit de IJsselmeerpolders haalde om stormschade in Zeeland te herstellen. Die storm leidde tot het Deltaplan, een onderneming van dezelfde orde van grootte als de Zuiderzeewerken die, vooral om psychologische redenen, een hoge prioriteit kreeg.

Ondanks het feit dat we in het overbevolkte westen van Nederland om land zitten te springen, zijn de jaarlijkse honderd vierkante kilometer teruggelopen tot minder dan

veertig. Als het zo voortgaat, en daar is een grote kans op, zal het nog lang duren voor de laatste werken zijn voltooid.

Het gevaar is niet denkbeeldig, dat de vroege fasen van het werk tegen die tijd in de nevelen van de historie zijn verdwenen. Dan zouden de overwegingen verloren gaan, waarom de werken zó zijn uitgevoerd en niet anders. Ook zouden wij niet meer beschikken over de ervaringen die toen zijn opgedaan.

Daarom lijkt het nuttig, nu een relaas, een verslag en tevens een verantwoording, op te stellen van de gebeurtenissen bij de Zuiderzeewerken tijdens de eerste halve eeuw na hun begin.

Voor dat begin is aangenomen 29 juni 1920, de dag waarop de eerste grond is gestort in het profiel van de Afsluitdijk. Het eind van de halve eeuw valt dus op 29 juni 1970, afgerond op 30 juni. Statistieken omvatten nog het eerste halfjaar van 1970.

Dit relaas zal zich beperken tot een deel van de aspecten van het Zuiderzeevraagstuk. Centraal staan de waterbouwkundige werken. Die kunnen niet los worden gezien van de ruimtelijke ordening, de economie, de landbouw en de visserij. Deze zullen in het verhaal worden betrokken, maar alleen in zoverre als nodig is om het ontwerp en de uitvoering van de waterbouwkundige werken te verklaren. De kolonisatie van de polders, de veranderingen in het biologisch milieu en vele andere belangwekkende zaken kunnen niet of nauwelijks worden aangeroerd.

Het zal de aandachtige lezer opvallen, dat van gelijksoortige objecten de oudste veelal uitvoeriger zijn beschreven dan de later gemaakte. Van de afsluiting van het Amsteldiep zijn meer details vermeld dan van de Afsluitdijk tussen Wieringen en de Friese kust. De schutsluizen in de Afsluitdijk zijn uitvoeriger behandeld dan de toegangsluizen naar de polders. Ook de beschrijving van de Wieringermeer gaat verder dan die van de latere polders.

Een reden daarvoor is dat veel problemen waarmee de Zuiderzeewerken werden geconfronteerd, voor den dag kwamen bij de 'eerste uitvoering'. Daardoor ook zijn er indertijd veel gegevens over verzameld, waarvan de belangrijkste nu moeten worden vermeld.

Bij een zo grote onderneming als de Zuiderzeewerken spelen de financiën een alles beheersende rol. Daarover wordt het een en ander medegedeeld in hoofdstuk 7. Bij de beschrijving van de werken zal alleen op de financiële kant worden ingegaan als dat nodig is voor een goed begrip van de gang van zaken.

Ook als men zich beperkt tot de waterbouwkundige werken en wat daarmee in verband staat, dan wordt men geconfronteerd met een stortvloed van feiten en gegevens, veel te

veel om te worden samengebracht in een boek dat toch ook een overzicht van het geheel moet geven. Er moet dus telkens een keus worden gemaakt tussen wat wèl en wat niet wordt opgenomen. Zo'n keus is natuurlijk subjectief en hangt af van de instelling van de auteur. De schrijver is, van het begin af, betrokken geweest bij de waterloopkundige aspecten van de werken. Weliswaar hebben die aspecten een grote invloed gehad op het ontwerp en op de uitvoering van de Afsluitdijk en ook van de polders, maar toch zal de constructieve en misschien ook de organisatorische kant er wel eens wat stiefmoederlijk zijn afgekomen.

Wij hopen dat dit voldoende is gecompenseerd door de vele hulp die is verleend door medewerkers van de Dienst der Zuiderzeewerken (zw). In het bijzonder mag worden vermeld de medewerking van Ir. F. L. van der Bom, oud-hoofd van de Dienst, die een groot aandeel heeft gehad in het totstandkomen van de *hoofdstukken over het nieuwe land*.

Om alles begrijpelijk te maken voor anderen dan specialisten op waterbouwkundig gebied, is een lijst bijgevoegd van vaktermen die in de tekst niet konden worden vermeden en van gebruikte afkortingen.

Het register gaat, wat de onderwerpen betreft, niet in details. Plaatsnamen zijn aangegeven op de kaarten; bovendien zijn ze opgenomen in het register. Men vindt daarin niet veel persoonsnamen. De Zuiderzeewerken zijn en worden tot stand gebracht door zó velen dat ze haast onpersoonlijk zijn geworden. Namen zijn vrijwel alleen vermeld bij publikaties en dergelijke.

Van het begin af heeft de Dienst der Zuiderzeewerken in driemaandelijkse (oorspronkelijk maandelijkse) berichten geregeld meegedeeld hoe het stond met de voortgang van de werkzaamheden. Van belangrijke objecten, zoals sluizen, gemalen en dijkvakken, is telkens een beschrijving gegeven. Een ieder die beschikt over de volledige serie van die berichten [1], kan de hele historie reconstrueren.

De berichten zijn natuurlijk niet de enige bron. Er is enorm veel geschreven over de afsluiting en gedeeltelijke droogmaking van de Zuiderzee. Een uitgebreide bibliografie (581 nummers) is opgenomen in het in 1923 verschenen eerste nummer van de Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken [2]. De stroom der publikaties is daarna nog sterk toegenomen en het zou ondoenlijk zijn het werk van de auteur, Ir. L. T. van der Wal, op dezelfde voet voort te zetten. In de hierbij gaande literatuurlijst is een rigoureuze beperking toegepast. De in de tekst aangehaalde publikaties zijn in de lijst opgenomen. Overigens is de keus uiteraard subjectief. Het tweede nummer van de Rapporten en Mededelingen [3], uitgegeven in 1929, bevat een beschrijving van de tot dat jaar uitgevoerde werken.

VAN PLANNEN TOT UITVOERING

I. I. DE ZUIDERZEE

Plannen voor afsluiting

Het is geen wonder dat men zich al zo lang heeft bezig gehouden met plannen voor de afsluiting van de Zuiderzee. Die diepe inham in onze kust is immers altijd een bedreiging geweest voor de lage landen rondom. Zij waren tegen overstromingen beschermd door dijken, wier onderhoud en verbetering grote offers vergden.

Ondanks alle zorg waren de dijken toch niet helemaal betrouwbaar. Een groot deel ervan rust op een slappe samendrukbare, veenachtige ondergrond. Verhogen, verzwaren van het dijklichaam heeft tengevolge dat het dieper in de ondergrond wegzakt, zodat een deel van de verbetering weer verloren gaat.

Er zijn in de loop van de eeuwen talloze dijkdoorbraken geweest. Telkens wanneer door een zware storm het water hoog in de Zuiderzee werd opgezweept, begaf de waterkering het op één of meer plaatsen. Oorspronkelijk leidde dit vaak tot verlies aan land, zodat de zee zich snel uitbreidde. In de vroege middeleeuwen was de Zuiderzee veel kleiner dan thans. Later (par. 4.4) zal blijken hoe wij weten dat in het begin van de dertiende eeuw het grootste deel van de latere Zuiderzee nog land is geweest.

Omstreeks de veertiende eeuw is aan de terugtocht een einde gekomen. Na elke doorbraak is de dijk weer hersteld. In den regel werd het nieuwe gedeelte aangelegd binnen of buiten om de kolk heen, die ontstond als het zeewater met grote kracht door de bres stroomde en de, weinig weerstand biedende bodem meevoerde.

Nu nog getuigen talrijke bochten in de dijken, al dan niet vergezeld van diepe kolken, van de vele overstromingen die tot in de jongste tijd hebben plaats gevonden. Er zijn bij die kolken verscheidene die een bijdrage leveren tot de afwisseling, levendigheid en schoonheid van het landschap. Eén van de grootste en meest bekende is het Kinselmeer, binnen de Waterlandse dijk tussen Amsterdam-Noord en Monnickendam, die het toneel was van een doorbraak tijdens de beruchte stormvloed van 3-4 februari 1825.

Al lang vóór die vloed had Hendric Stevin (1667) gesuggereerd dat het gevaar zou kunnen worden afgewend door de Zuiderzee van de Noordzee af te scheiden. Het plan werd, zeer waarschijnlijk terecht, met de toen beschikbare middelen onuitvoerbaar geacht. Pas na 1825 is men gekomen met nieuwe voorstellen.

De overstromingen van 1916 hebben ten leste geleid tot het besluit om de Zuiderzee nu werkelijk af te sluiten. Zij sloten het tijdperk van de plannen af en luidden dat van de uitvoering in.

Plannen voor droogmaking

Het is óók geen wonder dat men zich al lang heeft bezig gehouden met plannen om gedeelten van de Zuiderzee droog te maken. Er was immers altijd behoefte aan vruchtbare grond. Die is in veel gevallen verkregen doordat ondernemende en kapitaalkrachtige personen het droogmaken ondernamen van plassen die een vruchtbare bodem hadden en diepten bezaten van twee tot vijf meter.

Een groot deel van de Zuiderzee voldeed aan die omschrijving. Dat was Stevin niet ontgaan. Hij was getuige geweest van het succes van het droogmaken van de grote Noordhollandse plassen, van de Beemster in 1612 tot de Schermer in 1635 en hij heeft dan ook voorgesteld de afgesloten Zuiderzee 'ten groote deele' in te polderen.

Bij alle plannen uit de negentiende eeuw is veel aandacht gegeven aan de landwinst door droogmaken van de vruchtbare delen van de Zuiderzeebodem. Aanvankelijk was niet goed bekend hoe het stond met de bodemgesteldheid, al wist men wel, dat het zuidelijk deel – de kom – uit vruchtbaarder grond bestaat dan het noordelijke deel, dat nu Waddenzee heet.

Topografie van de Zuiderzee

Ook wat de topografie betreft, is er een groot verschil tussen de Waddenzee en de kom. In het zuiden is de bodem uiterst vlak. De ondiepste plaatsen, zoals de Knar, liggen omstreeks twee meter onder NAP; de diepste, zoals de Kuil van Marken, halen amper vier meter. Meer naar het noorden is er wat meer reliëf: op het Enkhuizer zand ondiepten, maar ook wat diepere geultjes, en in de Val van Urk diepten van meer dan vijf meter. Die diepe gebieden zijn uitgeschuurd door de getijstroken, die in de kom heel zwak waren, maar des te sterker werden naarmate we dichter komen bij de zeegaten tussen de Wadden-eilanden. In die nauwe gaten is de bodem diep uitgeschuurd, tot dertig en plaatselijk zelfs vijftig meter onder de zeespiegel. De ver naar binnen reikende Texelstroom en de Vliestroom zijn maar weinig minder diep.

Zuidwaarts van deze hoofdaderen vinden we geulen die minder diepte hebben naarmate ze verder naar binnen doordringen. De lijn die uiteindelijk is gekozen voor de af-

sluiting van de Zuiderzee, werd gekruist door drie belangrijke geulen, die daar nog een diepte van omstreeks tien meter hadden: de Middelgronden, dicht bij de Friese kust, de Vlieter ten oosten van Wieringen en het Amsteldiep tussen dat eiland en de kust van Noord-Holland.

Nog verder zuidwaarts wordt het profiel minder geprononceerd, maar nog in de nauwe hals tussen Westfriesland en de zuidwestelijke hoek van Friesland liggen ondiepten, zoals het Vrouwezand bij Stavoren, en daartussen vrij diepe geulen.

Twee diepe geulen, ongeveer van zuidwest naar noordoost lopend, het Scheurrak en de Doove Balg, vormen een verbinding tussen het westelijke, van het Texelse zeegat uitgaande, geulensysteem en het oostelijke, dat zijn oorsprong heeft in het Vlie.

Het Eierlandse Gat, tussen Texel en Vlieland, is het jongste van de zeegaten. Het wordt nog steeds wijder, maar het heeft toch maar een lokale betekenis. De geulen die daarvandaan de Waddenzee ingaan, lopen te niet tegen een groot bankengebied en staan niet in verbinding met de Texelstroom of het Vlie.

Scheepvaart en visserij

In alle diepe geulen lopen sterke getijstromen, die verhinderen dat daar slibdeeltjes bezinken. De bodem bestaat dus uit zand, dat voortdurend in beweging is. De geulen hebben daardoor ook geen stabiele ligging en telkens herhaalde peilingen zijn nodig om de kaarten en de bebakening bij te houden en zodoende een veilige scheepvaart te verzekeren. In de kom varen, behalve de vissersvaartuigen, grote aantallen vrachtschepen, vroeger hoofdzakelijk zeilschepen van verschillend type, tegenwoordig alleen vaartuigen met mechanische beweegkracht. Nog geen halve eeuw geleden sprak men van stoomschepen; zij maakten toen nog geen derde deel uit van het totale aantal. De zeilschepen zijn nu vrijwel alleen pleziervaartuigen, die vooral na de tweede wereldoorlog een sterk toenemend aandeel in de vaart hebben gekregen.

Amsterdam is altijd de drukste aanloophaven geweest. Van daar uit, door de Oranjesluizen in de afsluiting van het IJ (van 1873), straalde en straalt de vaart uit naar de havens rond de kom van de Zuiderzee.

Verder noordwaarts overheersen de vissers. Hun bestaan hing vóór de afsluiting van de Zuiderzee grotendeels af van de haring en de ansjovis. In een goed haring- en ansjovisjaar floreerde de Zuiderzeevisserij, maar in de slechte jaren heerste er armoede. Het was gemakkelijk te voorspellen dat dit soort visserij teniet zou gaan als de Zuiderzee zou zijn afgesloten. Noch in het afgesloten gedeelte, het IJsselmeer, noch in de overblijvende Waddenzee zou het water het zoutgehalte en de temperatuur meer hebben die noodzakelijk zijn voor het ontwikkelen van het broed van deze vissoorten. Minder gemakkelijk kon men voorzien welke visserij er voor in de plaats zou komen.

In het noorden liggen tussen de diepe geulen zeer ondiepe banken of platen, die bij hoogwater blank staan en bij laag water droog vallen. Zij zijn het gebied van de mossels en de kokkels, die in miljarden aanwezig zijn. Bij laag water liggen de zeehonden er zich in de zon te koesteren. Vroeger vonden enkele wiiervissers, natuurlijk uit Wieringen, er een bestaan, maar in het begin van de dertiger jaren is het zeewier verdwenen tengevolge van een ziekte, die in een groot deel van Europa aan het wierbestand praktisch een eind heeft gemaakt. Sindsdien is er geleidelijk enig herstel opgetreden, maar in de Wadden gaat dat toch uiterst langzaam.

Ten zuiden van de Doove Balg liggen de platen dieper: ze vallen bij laagwater niet droog en gaan geleidelijk over in het Breezand, tussen de uitlopers van het oostelijk en die van het westelijk geulenstelsel. Helemaal in het westen bevond zich de Wieringermeer, een vlak gebied met diepten van een meter of drie, vier.

Een bijzonder element vormen de buitengronden van de zeegaten. Hun bodem bestaat uit zand dat door de felle ebstromen is weggeschuurd uit het nauwste deel van het zee-gat, dat, zoals gezegd, zeer diep is. In een waaier om het nauwste punt heen verliezen de stromen hun snelheid en laten het zand weer vallen. Dat wordt ook weer verplaatst door de vloedstroom en zo ontstaat een uiterst beweeglijk patroon van zandbanken, doorbroken door radiaalsgewijs verlopende geulen. De scheepvaart moet die geulen gebruiken, maar wordt geconfronteerd met ondiepe drempels, die òf aan de buitenrand liggen, òf aan de binnenzijde, vlak bij het nauwe deel van het zeegat.

In het Eierlandse Gat is de vaart vrijwel onmogelijk en in het Amelandse Gat is de toestand niet veel beter. De gunstigste omstandigheden worden gevonden in het Helderse of Texelse zeegat. Daar kunnen de buitengronden worden gepasseerd in het Schulpengat of in het Molengat, die, met diepten van ongeveer tien meter, een redelijke toegang verschaffen tot de marinebasis het Nieuwediep.

De buitengronden van het Vlie, die zich in een boog van Vlieland tot Terschelling uitstrekken, worden doorsneden door een drietal geulen, waarvan vooral het Stortemelk, een veelzeggende naam, de vaart op Harlingen mogelijk maakt voor kleine zeeschepen. Deze maken gebruik van de minder machtige geulen in de Waddenzee waardoor ook de veerboten van het vasteland naar de Waddeneilanden gaan.

Waterhuishouding

Behalve voor de scheepvaart had de Zuiderzee een grote betekenis voor de waterhuishouding van een groot deel van Nederland, in de eerste plaats voor de afwatering. De grootste slok komt natuurlijk van de IJssel. Zelfs in de allerdroogste tijden voert die ongeveer 50 m³ per seconde aan en als het kwaad wil komt wel 2000 m³ per seconde aanzetten. Gemiddeld kan men rekenen op ruim 8 miljard kubieke meter per jaar. In een

droog jaar kan het minder dan de helft zijn en in een nat jaar meer dan anderhalf keer zo veel.

De andere uitwateringen zijn natuurlijk kleiner, maar ze zijn toch niet zonder betekenis. Het Zwolse Diep, de mond van het Zwarte Water, verzorgt de afvoer van een groot stroomgebied, van de Overijsselse Vecht, de Regge en de Dinkel, en van de Sallandse Weteringen. In heel natte perioden kunnen die tegen de honderd kubieke meter per seconde op de Zuiderzee brengen. Van dezelfde orde van grootte is de Eem.

Het overvloedige water van de Veluwe wordt door een aantal kleine beekjes naar zee gevoerd. Het gaat maar om geringe hoeveelheden, verdeeld over een groot aantal plaatsen. Het lage polderland om de Zuiderzee loost door tientallen sluizen en gemalen.

Voor de watervoorziening van het omliggende land was de Zuiderzee niet geschikt. Het water was brak en kon daardoor niet worden gebruikt om het gebrek aan zoet water op te heffen waaronder vooral Friesland en Noord-Holland benoorden het IJ in droge zomers hadden te lijden.

Toch werd dan in Noord-Holland door verschillende sluizen Zuiderzeewater binnengelaten, omdat men een tekort aan water nog erger vond dan onvoldoende kwaliteit.

Op Frieslands boezem daarentegen werd nooit Zuiderzeewater ingelaten, zelfs niet bij Lemmer, waar het zeewater nog het minste zout bevatte. In droge jaren kwam de boezem ver beneden peil te staan. Bovendien verziltte het boezemwater toch, vooral in het noorden, waar zeewater met een hoog zoutgehalte door de schutsluizen van Harlingen en door de Dokkumer Nieuwe Zijlen naar binnen drong.

Het zoutgehalte van het Zuiderzeewater varieerde sterk van plaats tot plaats en van tijd tot tijd. Het was het laagst in de buurt van de monden van de IJssel, vooral als die rivier veel water afvoerde. Het kon daar dan dalen tot minder dan een tiende van dat in de Noordzee. In het westelijke deel van de kom was het hoger, gemiddeld een derde van zeewater, en verder noordwaarts ging het geleidelijk over in dat van de Waddenzee. Daar was – en is ook nu – geen sprake meer van brak water, maar van enigszins verdund Noordzeewater.

Erg nauwkeurig kennen wij het zoutgehalte van de vroegere Zuiderzee niet, omdat er maar enkele plaatsen zijn waar lange tijd geregeld waarnemingen zijn gedaan.

Getijden en stormvloed

Meer weten we van de getijbeweging. Van de Noordzee uit plantte het getij zich door de nauwe zeegaten voort naar de Waddenzee, waar het niveauverschil tussen hoogwater en laagwater, het tijverschil, rond een meter was, dat is omstreeks de helft van dat buiten de zeegaten. Verderop verspreidde het zich over de kom, waar de getijgolf slechts een

tweetal decimeters hoog was. Tegen de zuidelijke kust kaatste de getijgolf terug: het tijverschil was daardoor hier weer groter, ongeveer vier decimeter.

De bijbehorende stromen waren zwak in de kom. In de diepe geulen van de Waddenzee evenaarde de snelheid van de stroom die van een wandelaar.

Van het grootste belang voor de veiligheid van de omliggende gewesten was de bescherming tegen stormvloeden. Wanneer de noordwestelijke stormwind het Noordzeewater tegen onze kusten opjaagt tot twee of drie meter boven het normale peil, stromen grote hoeveelheden water door de nauwe zeegaten naar binnen. Daar vond het een uitweg naar de wijde kom en dit had tengevolge dat het in het gebied dat nu Waddenzee heet, nooit erg hoog kon oplopen. Het hoogst bekende stormvloedpeil aan de oostpunt van Wieringen, den Oever, was minder hoog dan waar ook elders in Nederland (met één uitzondering, langs de Donge), nl. 2,35 meter boven NAP. De kom zelf raakte dan ook vrijwel nooit 'helemaal vol', maar in de ondiepe zee had de wind zoveel vat op het water, dat het naar de lijwaartse kust werd gedreven. De maximale standen langs de kust waren dan ook hoger dan in het noorden, veelal tussen $NAP + 3$ meter en $NAP + 3\frac{1}{2}$ meter.

Defensie

Een heel ander aspect van de Zuiderzee was haar rol bij de landsverdediging. Zij scheidde het centrale reduit, de vesting Holland, van het oosten van het land, dat wellicht door een vijand zou zijn bezet. Ook moest zij water kunnen leveren voor militaire onderwaterzettingen. De waterstanden bij de sluizen van Muiden waren daarvoor van het hoogste belang.

Dit was dan een schetsmatig portret van de Zuiderzee, waarvan een groot deel moest worden afgesloten en waarvan later kleinere delen zouden worden drooggemaakt.

Het spreekt vanzelf dat de functies die de oorspronkelijke Zuiderzee vervulde, niet zouden mogen lijden in de nieuw te scheppen situatie. Ook tijdens de uitvoering van de werken zouden geen ontoelaatbare toestanden mogen ontstaan. Bij het ontwerpen moest dus rekening worden gehouden met een groot aantal belangen, zoals de veiligheid tegen overstromingen, de waterhuishouding, de scheepvaart en de landsverdediging.

Ten aanzien van de visserij moest een ander standpunt worden ingenomen. Men moest er op rekenen dat schade aan de visserij niet zou kunnen worden vermeden. Wilde men de Zuiderzee afsluiten, dan zou deze schade, node, moeten worden aanvaard.

'Grote' plannen

Bij geen enkele van de vele plannen om de Zuiderzee af te scheiden van de Noordzee is voor de afsluitdijk het tracé gekozen dat bij een vluchtige blik op de kaart van Nederland het meest voor de hand schijnt te liggen, namelijk de lijn door het nauwste deel van de zeegaten, van Den Helder naar Texel en dan verder van het ene Waddeneiland naar het andere. Van de oostpunt van Ameland, of van Schiermonnikoog of van het eiland Rottum af zou de dijk tegen de kust van Friesland of van Groningen kunnen aansluiten. De lengte van zo'n dijk zou betrekkelijk klein zijn, omdat verreweg het grootste deel van de barrière tegen de Noordzee zou worden gevormd door de Waddeneilanden zelf. De lengte van de door deze barrière beschermde dijken zou zo groot mogelijk zijn en het binnengedijkte gebied, en dus ook het eventueel te winnen nieuwe land, zou een maximale oppervlakte hebben.

Gaat men wat verder op de zaak in, dan stuit men al dadelijk op een bezwaar dat in de hele plannenperiode onoverkomelijk werd geacht. Het afdammen van de grootste twee zeegaten, het Helderse Zeegat en het Vlie, was met de beschikbare middelen volstrekt onmogelijk. De diepten zijn te groot, de stromen te sterk. Men moet dus een stap terug doen, naar een tweede linie. Die loopt van Den Helder eerst oostwaarts en gaat dan met een grote boog om de diepe geulen van de Waddenzee heen naar de westpunt van Terschelling. De geulen die van het Helderse Zeegat en van het Vlie uitgaan, tot voorbij de Doove Balg, blijven zodoende buiten de bedijking. Ook de grote zandplaten ten zuidoosten van Texel en Vlieland blijven er buiten. Dit zou geen groot verlies zijn en als men er de kosten voor over zou hebben, was het mogelijk ze afzonderlijk droog te maken. Daarvoor zou het nodig zijn het Eierlandse Gat af te sluiten, doch dat zou geen al te grote moeilijkheden opleveren.

Enige plannen zijn gemaakt waarbij werd uitgegaan van deze tweede linie (Van Diggelen, 1849, [7], fig. 1a) of van een afsluiting die nog verder zuidelijk was ontworpen. Al meer dan een eeuw geleden dacht men in staat te zijn de afsluiting volgens een dergelijk tracé tot stand te brengen. Waarschijnlijk heeft men de moeilijkheden onderschat.

De ontwerpers uit die tijd waren zich zeer goed bewust van een andere moeilijkheid, namelijk wat er zou moeten gebeuren met het water dat door de IJssel wordt afgevoerd (of liever aangevoerd).

De IJsselmond zou worden binnengedijkt en men zou dus het water van de IJssel moeten afleiden naar de Waal en de Nederrijn, of de IJssel een nieuwe mond moeten geven. De eerste methode zou een zó grote ingreep betekenen in het hele rivierenstelsel, dat

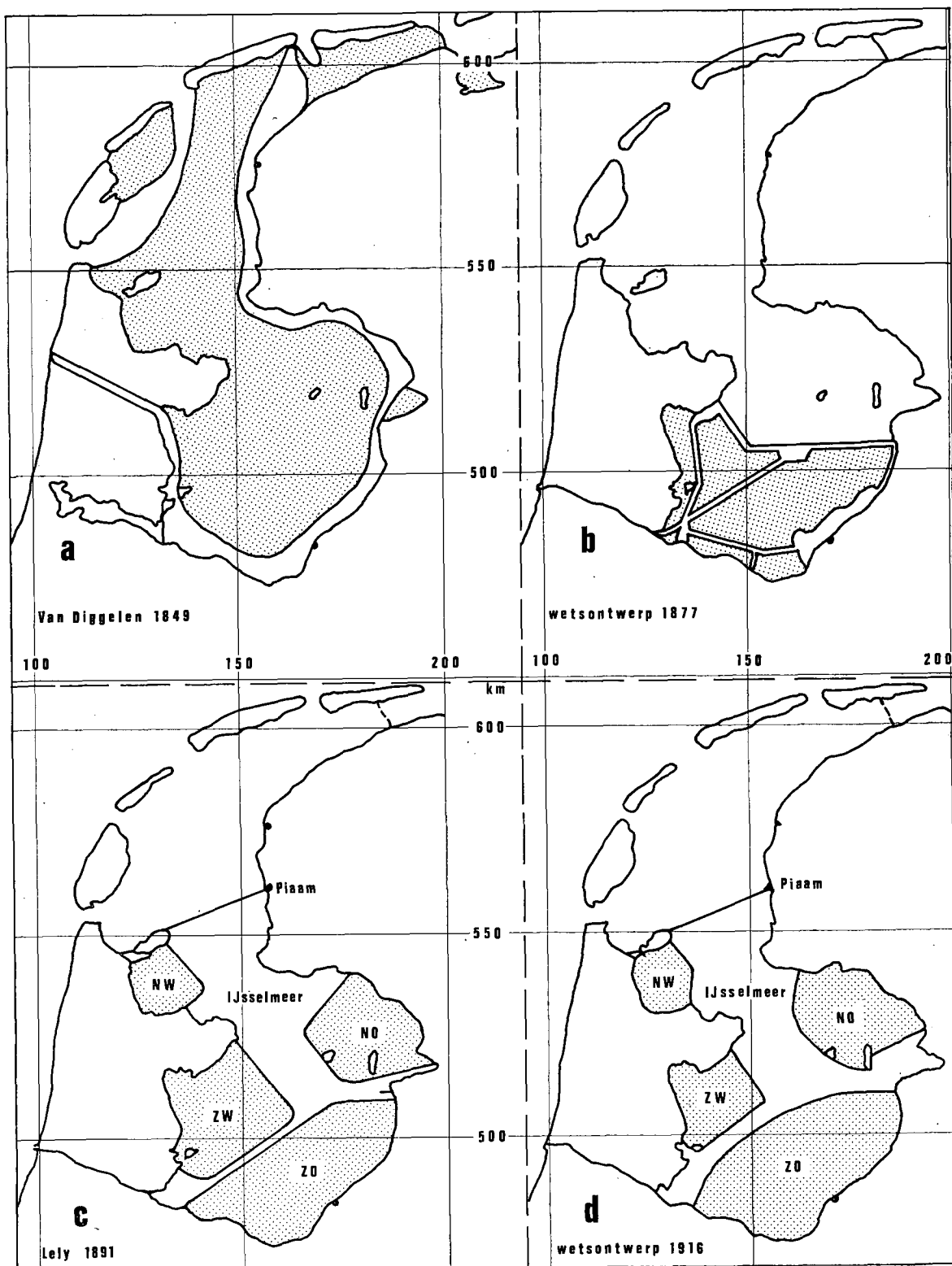


Fig. 1. Plannen vóór de uitvoering.

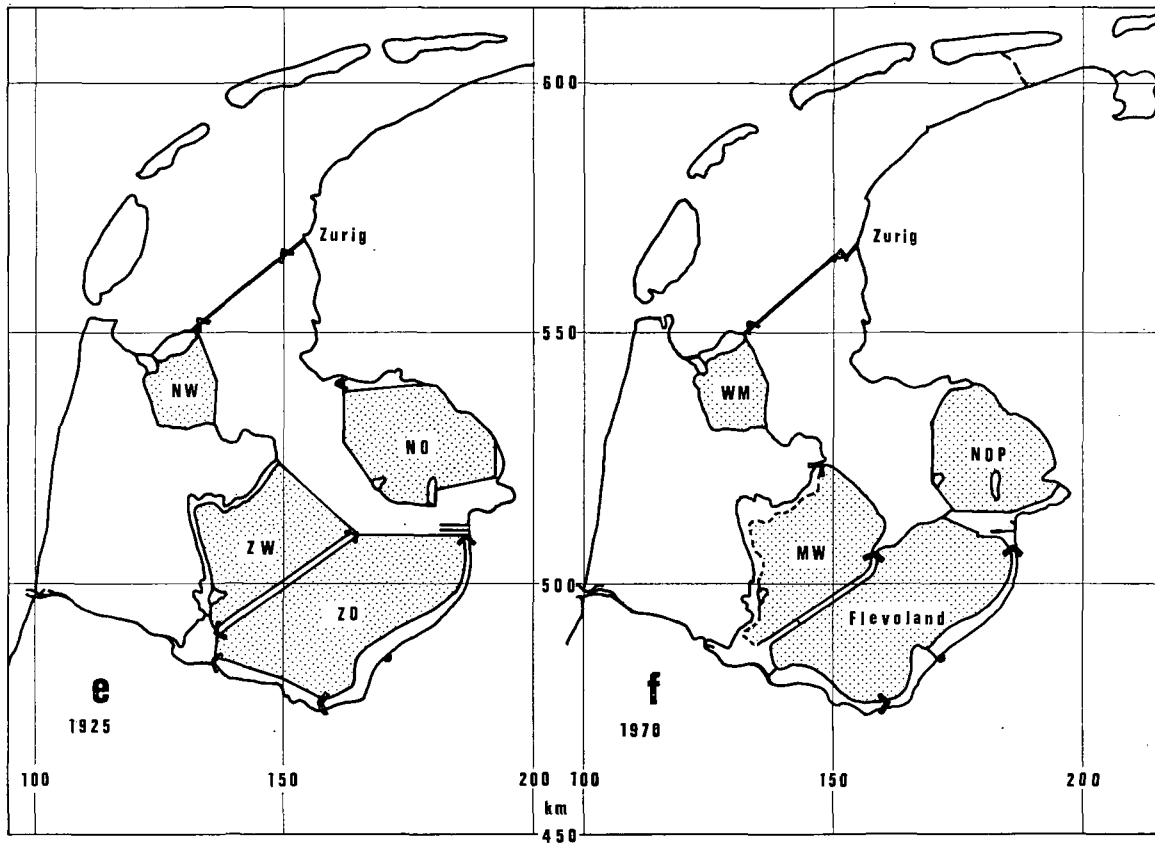


Fig. 2. Plannen tijdens de uitvoering,

er niet aan kon worden gedacht. Bij de tweede methode zou de IJssel veel langer worden dan tot dusverre. Daardoor zouden de waterstanden in de rivier tot ontoelaatbare hoogten stijgen. Om dit bezwaar te ontgaan zou de verlengde IJssel zeer ruim moeten worden en vrijwel tot een meer uitgroeien. In dat meer zou het slib bezinken dat door de rivieren met het water wordt afgevoerd. Men had er destijds geen idee van, hoe groot dat slibbezwaar was en men vreesde dat de aanslibbing zo sterk zou zijn dat in betrekkelijk korte tijd een groot deel van het beschikbare volume weer verloren zou gaan. Men wist geen raad met de IJssel en moest dus wel van de plannen afzien.

'Kleine' plannen

Het logische gevolg van dit alles was, dat bij de volgende plannen (van 1866 af) de IJsselmond buiten de afsluiting is gehouden. De dijk loopt dan van een punt vlak bezuiden de zuidelijkste mond van de IJssel (Ketel) naar de kust van Westfriesland bij of ten zuidwesten van Enkhuizen ([8-10] fig. 1b).

De bezwaren waren nu vervallen en het plan zou zonder grote moeilijkheden kunnen worden uitgevoerd. Daar staat tegenover, dat ook de voordelen veel geringer zouden zijn dan bij de 'grote' projecten. Nog geen derde deel van de Zuiderzee lag binnen de afsluitdijk en de landwinst was dus beperkt. Ook de lengte van de bestaande dijken die tegen stormvloeden worden beschermd, was beperkt. De meeste dijken lagen in deze plannen buiten de afsluitdijk en zouden dus in rechtstreekse verbinding met de open zee blijven. Die dijken zouden zelfs in ongunstiger omstandigheden komen. Doordat het zuidelijk deel van de Zuiderzee als bergingsgebied zou vervallen, zouden de stormvloeden in het overblijvend gedeelte hoger oplopen dan tevoren. Op deze stormvloedverhoging is al gewezen toen, nu een eeuw geleden, over de 'kleine plannen' werd gediscussieerd, maar er is niet veel aandacht aan gegeven. Wij weten nu, dat de stormvloedverhoging heel groot zou zijn geweest: zeker meer dan een meter en waarschijnlijk plaatselijk wel omstreeks twee meter. Om de veiligheid van het 'oude land' tegen overstromingen te handhaven, zouden de dijken daarvan ingrijpend moeten worden versterkt. Dit zou een zeer moeilijk en kostbaar werk zijn geworden. Het is dus maar goed, dat het wetsontwerp van 1877 tot bedijking en droogmaking van het zuidelijk gedeelte van de Zuiderzee weer is ingetrokken.

Indijking met een binnenmeer

Als de Zuiderzee zou moeten worden afgesloten, zou de afsluitdijk dus in het noordelijk deel moeten komen. Het zou niet bepaald nodig zijn om weer te gaan naar de 'tweede linie' van figuur 1a. De omvang van het werk (en daarmee de kosten) kan sterk worden beperkt door het langgerekte eiland Wieringen in de afsluitingslijn op te nemen en de afsluitdijk in eerste aanleg te richten op de Friese kust bezuiden Harlingen. Deze dijk scheidt de te maken werken in een zuidelijk en een noordelijk deel.

In het laatste bestaat de zeebodem grotendeels uit zand. Droogmaken is dus minder aantrekkelijk zolang het de bedoeling is vruchtbare grond te winnen die geschikt is voor de landbouw. Voorlopig kon dit gebied buiten beschouwing worden gelaten en de aandacht worden geconcentreerd op de werken bezuiden de afsluitdijk. Hoe die werken ook zouden uitvallen, zeker is het dat ze zeer omvangrijk zijn en tientallen jaren in beslag zouden nemen. Het begrip 'voorlopig' betekende misschien wel een afstel, maar tenminste een uitstel over een heel lange tijd. Met zekerheid kon worden voorspeld, dat de omstandigheden zich daarna zouden hebben gewijzigd, zodat het geen zin had reeds dadelijk plannen te maken voor het noordelijke gebied. Inderdaad zijn de omstandigheden ingrijpend veranderd. Over inpolderingen in de Waddenzee wordt tegenwoordig wel heel anders gedacht dan een eeuw geleden, toen de plannen werden opge-
maakt.

Voor het zuidelijke gebied moest allereerst een oplossing worden gevonden voor het vraagstuk van de IJssel. De sleutel voor deze oplossing lag in het denkbeeld dat de verlengde IJssel zo ruim zou moeten zijn, dat hij meer op een meer dan op een rivier zou lijken. Omstreeks 1870 werden twee schetsplannen [11 en 12] gepubliceerd, waarin de afsluitdijk over Wieringen was gedacht en ten zuiden ervan een groot meer zou worden overgelaten waarin de IJssel zou uitmonden. De waterstand in dat meer moest worden geregeld door uitwateringssluizen in de lijn van de afsluiting.

Hoe zou het nu gaan met het slib-bezwaar?

Daarvoor kwam de oplossing nadat het probleem kwantitatief was aangevat. Kort na 1880 werden metingen van het slibgehalte van het Rijnwater uitgevoerd door de jonge civiel-ingenieur Lely. Tevoren had men er geen idee van hoeveel slib door de rivieren werd meegevoerd. Nu kon men tot cijfers komen. Het bleek, wat men natuurlijk wél wist, dat het slibgehalte sterk wisselt. Het is laag wanneer ook de waterafvoer klein is, in het bijzonder in de bovenloop. Komt er veel regen en smeltwater uit Zwitserland, dan is de Rijn troebel en voert hij grote hoeveelheden slib aan.

Het komt voor ons doel aan op het gemiddelde gehalte over lange tijd.

Systematische waarnemingen van het gehalte gedurende enkele jaren hadden tot uitkomst, dat het gemiddelde slibgehalte van het IJsselwater over lange tijd tussen vijftig en zestig gram per kubieke meter water is. Ruim acht miljard kubieke meter water brengen dus in een jaar ongeveer een half miljoen ton slib mee. Dat vertegenwoordigt een half miljoen of meer kubieke meter bezonken slib.

Het is natuurlijk een grote hoeveelheid, maar in een groot meer, dat allicht duizend vierkante kilometer groot zou moeten worden, valt het toch mee. Zou het slib zich gelijkmatig over de hele oppervlakte verspreiden, dan zou de diepte per jaar hoogstens een millimeter kleiner worden en het zou dus eeuwen duren eer de aanslibbing ontoelaatbaar groot zou worden. Zo gaat het natuurlijk niet, want de aanslibbing is het sterkst in diepe gedeelten en in luwe hoeken. Ook daar, zo dacht men, zou het slib pas na lange tijd hinderlijk worden.

Men maakte zich dus voorlopig geen zorgen over het slib. Dat kon worden overgelaten aan het verre nageslacht. Billijkheidshalve zouden wij er voor moeten zorgen, dat het nageslacht de middelen zou krijgen om het slib dan weg te baggeren. Blijkbaar veronderstelde men tegen het eind van de negentiende eeuw, dat de wereld van die tijd niet veel zou veranderen, want men stelde zich voor, dat een fonds van f 300 000, te stichten bij het begin van de afsluitingswerken, in de loop van de tijd zo veel zou aangroeien, dat te zijner tijd de noodzakelijke baggerwerken uit de rente zouden kunnen worden bekostigd. Men rekende op een rentevoet van $3\frac{1}{2}\%$, een hoeveelheid te baggeren slib van 400 000 kubieke meter per jaar, te beginnen na 66 jaar en een kostprijs van een kwartje

per kubieke meter. Over veranderingen in rentevoet, geldwaarde of baggermethoden werd niet gesproken.

Er is gelukkig niets gekomen van de stichting van het baggerfonds. Het zou trouwens overbodig zijn geweest. Er is natuurlijk geen sprake van dat het door de IJssel aangebrachte slib zich in de loop der jaren in het meer ophoopt. Het wordt door de sluizen in de Afsluitdijk vrijwel even hard weer afgevoerd. Het gemiddelde slibgehalte van het weggespuide water is namelijk ongeveer even hoog als dat van het IJsselwater.

De werkelijke zorgen over het slib zijn van andere aard. Zij worden veroorzaakt door het slib dat bij ruw weer wordt opgewoeld van de bodem en dat zich deels neerzet op plaatsen waar men het niet wil hebben. Dat heeft men bij het maken van de plannen niet goed beseft.

Andere verschijnselen dan aanslibbing zullen op den duur invloed hebben op de gang van zaken bij de Zuiderzeewerken. Daar is bijvoorbeeld de relatieve rijzing van de zeespiegel, ook al van de orde van grootte van een millimeter per jaar, die misschien na verloop van lange tijd zal nopen tot bemaling van het IJsselmeer. Dat wordt wel afgewenteld op ons nageslacht. Wij zijn nog niet heel lang op de hoogte van dit verschijnsel en men kon er dus indertijd geen rekening mee houden. Nu kunnen wij dat wel, maar er zijn stellig andere omstandigheden die in de loop der eeuwen veranderen, waarvan wij nu geen weet hebben. Ik denk aan klimaatwijzigingen en ook aan menselijke activiteiten die de waterbalans van de afgesloten Zuiderzee, waarop de plannen zijn gebouwd, kunnen verstoren en dus bijzondere maatregelen nodig zullen maken. Wij vertrouwen er op dat onze tegenwoordige jeugd en degenen die weer daarna komen, met die nu nog onbekende problemen wel raad zullen weten.

Plan Lely

Hoe dit ook zij, het grootste bezwaar tegen plannen met een noordelijke dijk en een binnenmeer was van de baan. Het kwam er nu op aan, ze uit te werken, voorlopig tot een schetsplan, op grond waarvan de wenselijkheid zou kunnen worden beoordeeld om het werk inderdaad uit te voeren.

Evenals bij de vroegere plannen, werd de stoot hiervoor gegeven door het particuliere initiatief. Ditmaal was het de in 1885 opgerichte Zuiderzeevereniging die de koe bij de horens vatte. Ze heeft het schetsplan in hoofdzaak laten opmaken door Lely, die zich op magistrale wijze van die taak heeft gekwetend (fig. 1c). In 'Technische Notas', daterend van 1887-1891 [13 en 14-20] zijn de consequenties van de werken uiteengezet, zijn de vóór- en nadelen nagegaan en is een kostenraming opgemaakt. De verantwoordelijke autoriteiten en het grote publiek konden zich er nu op bezinnen, of men de grote onderneming al dan niet zou uitvoeren.

Uitstel

Die bezinning heeft veel tijd in beslag genomen. Er was geen sprake van, dat op korte termijn werd begonnen met het realiseren van de plannen. Men beschouwde de onderneming helemaal niet als urgent.

In de eerste plaats was het gebied van de Zuiderzee lange tijd vrij gebleven van ernstige overstromingsrampen. Er was daardoor geen sterke neiging om een moeilijk en kostbaar werk uit te voeren voor een betere beveiliging.

Maar ook was de landhonger in de tweede helft van de negentiende eeuw en het begin van de twintigste niet erg groot. Door het toepassen van kunstmest was de produktiviteit van de beschikbare gronden toegenomen en door de ontwikkeling van de stoomvaart was de invoer van buitenlands (Argentijns) graan concurrerend geworden. De negentiende eeuw heeft een ernstige landbouwcrisis gekend.

In de hele plannenperiode was er geen sprake van dat het Nederlandse volk stond te dringen om de Zuiderzee af te sluiten en deels droog te maken, ook niet toen er een verantwoord plan beschikbaar was.

De wet van 1918

Er is lang over geredeneerd en geschreven en het zou misschien nog langer hebben geduurd als de stormvloed van 13–14 januari 1916 en de in 1914 uitgebroken wereldoorlog niet tussenbeide waren gekomen.

De eerste toonde op pijnlijke wijze aan, dat de waterkering tegen de zee verbetering behoefde, de tweede liet een tekort aan landbouwprodukten zien. De wet die voorschrijft dat de Zuiderzeewerken van overheidswege worden ondernomen, is dus geïnspireerd op verhoging van de veiligheid tegen overstromingen enerzijds en op vergroting van de voor de landbouw bruikbare oppervlakte anderzijds.

Deze wet, die de grondslag vormt voor de Zuiderzeewerken, luidt als volgt:

Wet van den 14den Juni 1918 tot afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee.

Wij WILHELMINA, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz., enz., enz.,

Allen die deze zullen zien of hooren lezen, saluut! doen te weten:

Alzoo Wij in overweging genomen hebben, dat de afsluiting van de Zuiderzee en de droogmaking van gedeelten binnen die afsluiting in 's lands belang door het Rijk behooren te worden ondernomen;

Zoo is het, dat Wij, den Raad van State gehoord, en met gemeen overleg der Staten-Generaal, hebben goedgevonden en verstaan, gelijk Wij goedvinden en verstaan bij deze:

Artikel 1.

Op nader door Ons of van Onzentwege vast te stellen wijze, worden voor rekening van den Staat

A. de werken uitgevoerd, noodig:

1°. tot afsluiting van de Zuiderzee door een afsluitdijk, loopende van de Noordhollandsche kust door het Amsteldiep naar het eiland Wieringen en van dit eiland naar de Friesche kust bij Piaam;

2°. voor de droogmaking van gedeelten van de af te sluiten Zuiderzee;

3°. tot voorziening in de belangen van waterkeering, afwatering en scheepvaart, voorzooveel deze door de afsluiting en de droogmaking geschaad worden;

B. de maatregelen getroffen en de werken uitgevoerd, noodig tot voorziening in de belangen van de landsverdediging, in verband met de onder A bedoelde werken.

Artikel 2.

De maatregelen en de werken bedoeld onder B van art. 1 zullen bij afzonderlijke wet worden vastgesteld, waarbij tevens zal worden bepaald, welke van de daartoe noodige uitgaven zullen gebracht worden ten laste van het in art. 4 bedoelde fonds.

Het ontwerp van de in de eerste zinsnede bedoelde wetten zal, voorzoover zij verband houden met de onder A 1°. bedoelde werken, binnen twee jaar, en voorzoover zij verband houden met de onder A 2°. bedoelde werken, binnen vijf jaar na de inwerking-treding van deze wet bij de Staten-Generaal moeten zijn ingediend.

Artikel 3.

Bij de wet worden geregeld en vastgesteld de maatregelen ter tegemoetkoming aan de Zuiderzeeevisschersbevolking en andere personen, wegens de schade welke de afsluiting hun mocht berokkenen.

Artikel 4.

De uitgaven voor de werken bedoeld onder A van art. 1 worden gebracht ten laste van een fonds, dat nader bij de wet zal worden ingesteld.

Aan dat fonds zal gedurende de eerste 14 jaren ten laste van de Staatsbegrooting eene bijdrage worden toegekend van twee millioen gulden, vermeerderd met de rente van de kosten der maatregelen getroffen en der werken uitgevoerd tot voorziening in de belangen der landsverdediging, welke bij de in artikel 2 bedoelde wet ten laste van het fonds worden gebracht.

Artikel 5.

Er wordt ingesteld een Zuiderzeeraad om de Regeering van advies en bijstand te dienen in de voorbereiding en uitvoering van werken, alsmede in de voorbereiding van de regelingen betreffende het in gebruik brengen der drooggelegde gronden.

Aan de Zuiderzeeraad kan de leiding der werken, onder de bevelen der Ministers, Hoofden van de betrokken Departementen, geheel of ten deele worden opgedragen.

Omtrent de samenstelling van dien raad en de indeeling daarvan in afdeelingen, alsmede omtrent taak, bevoegdheid en werkwijze van raad en afdeelingen worden bij algemeenen maatregel van bestuur regelen gesteld.

Artikel 6.

Met de voorbereiding der uitvoering van de in art. 1 onder A genoemde werken zal onverwijld kunnen worden begonnen, evenals met de uitvoering zelve van die werken, voorzoover zij geen voorziening in de belangen van de landsverdediging noodig maken. Met de werken bedoeld in art. 1 onder A 1°, voorzoover zij wel voorziening in de belangen van de landsverdediging noodig maken, zal op 1 Mei 1921 en met de overige werken zal op 1 Mei 1924 begonnen kunnen worden, of vroeger, indien de in art. 2 bedoelde wetten vóór die data zijn tot stand gekomen.

Lasten en bevelen, dat deze in het *Staatsblad* zal worden geplaatst, en dat alle Ministerieele Departementen, Autoriteiten, Colleges en Ambtenaren, wie zulks aangaat, aan de nauwkeurige uitvoering de hand zullen houden.

Gegeven te 's-Gravenhage, den 14en Juni 1918.

WILHELMINA.

De Minister van Waterstaat

C. LELY.

De Minister van Financiën

TREUB.

De Minister van Oorlog

DE JONGE.

De Minister van Landbouw,

Nijverheid en Handel

POSTHUMA.

Uitgegeven den vijftien Juli 1918.

De Minister van Justitie

B. Ort.

Bijkomende wettelijke maatregelen

De Zuiderzeewet maakte nog drie andere wetten nodig.

De eerste, de Wet op het Zuiderzeefonds (art. 4), regelt de financiering van de werken. Zij kwam al op 20 december 1918 tot stand. Men ziet, dat de Zuiderzeewerken werden beschouwd als een bijzondere onderneming, die zou vallen buiten het gewone huishoudboekje van de staat. In de loop der jaren is de staat zich meer en meer met dergelijke grote investeringen gaan bezig houden, en de reden voor een afzonderlijke financiering is daardoor minder klemmend geworden.

Het Zuiderzeefonds is dan ook, nadat het bijna een halve eeuw zijn dienst had gedaan, ten slotte opgeheven. Na 1966 komen de kosten van de Zuiderzeewerken voor in het hoofdstuk Verkeer en Waterstaat van de Rijksbegroting.

De tweede wettelijke regeling betreft de landsverdediging (art. 2). Ten aanzien van de afsluiting van de Zuiderzee ging het in hoofdzaak over de militaire onderwaterzettingen. Een deel van de inundaties in de Nieuwe Hollandsche Waterlinie zou moeten worden gesteld met water uit de Zuiderzee. Nu die zee zou worden vervangen door het IJsselmeer, zouden speciale maatregelen nodig zijn om vertraging in de inundatie te voorkomen. Verder zouden versterkingen moeten worden aangelegd om het nieuwe accès tot het westen van het land, dat door de Afsluitdijk zou worden gevormd te verdedigen tegen een eventuele uit het oosten opdringende vijand. Een en ander is geregeld in de Zuiderzeewet voor Defensiebelangen van 29 juni 1925. Het totstandkomen van de tweede defensiewet, die over de inpolderingen gaat, is telkens weer vertraagd. Enkele malen is de Zuiderzeewet gewijzigd, waarbij de in art. 2 genoemde termijn van vijf jaar is verlengd en de datum van 1 mei 1924 in art. 6 is opgeschoven. Invloed op de voortgang van de werken heeft dit niet gehad.

Ook tegenover deze zaken staan wij anders dan in 1918. De defensiewet zou er nu heel anders uitzien, of, waarschijnlijk, helemaal niet tot stand zijn gekomen, maar tot 1940 hebben de defensiebelangen toch een grote invloed gehad op het ontwerp, de uitvoering en het beheer van de Zuiderzeewerken.

De Visserijsteunwet (art. 3) is de derde van het trio. Er is, zowel vóór als na 1918, heel wat te doen geweest om passende compensaties te vinden voor de schade die door de Zuiderzeevissers 'en andere personen' wordt geleden en die men niet kan vermijden. Ook na het afkondigen van de wet (eveneens 29 juni 1925) is de discussie doorgegaan. Nog steeds is de visserijsteun een onderwerp van zorg, ondanks het feit dat zich een belangrijke visserij op het IJsselmeer heeft ontwikkeld. Daarop durfde men vroeger niet vertrouwen. Al kan de IJsselmeervisserij (vooral op paling) de vroegere Zuiderzeewisserij

lang niet vervangen, hij moet toch zoveel mogelijk worden bevorderd. Alweer iets waarmee bij de Zuiderzeewerken rekening wordt gehouden.

Uitvoerende organen en hun taak

Behalve deze drie wetten, schrijft de Zuiderzeewet twee Algemene Maatregelen van Bestuur voor. Zij regelen de inrichting van de organen die de werken tot stand zouden moeten brengen: de Zuiderzeeraad en de Dienst der Zuiderzeewerken (zw). De desbetreffende besluiten zijn respectievelijk verschenen 16 juli 1918 en 31 mei 1919.

zw is de uitvoerende dienst; dat wil zeggen dat hij de plannen maakt en die uitwerkt tot bestekken, op grond waarvan de aannemers het werk maken. Tijdens de uitvoering is er een intensief samenspel tussen de aannemer met zijn personeel en de dienst (directie). Oorspronkelijk was zw een zelfstandige, onder het Ministerie van Waterstaat ressorterende, dienst, onder leiding van een directeur-generaal. In 1935 is deze vervangen door een hoofdingenieur-directeur, thans aangeduid als 'hoofd van de dienst'. Eind 1919 telde zw 25 personeelsleden. Na tien jaar waren het er 125 en ook daarna ging de groei (met enkele onderbrekingen) door tot de dienst vele honderden werknemers telde.

De Zuiderzeeraad was een veelzijdig samengesteld advieslichaam, dat de voorstellen van zw beoordeelde en met zijn commentaar doorgaf aan de Minister van Waterstaat (later Verkeer en Waterstaat). Hij beschikte daarvoor over een klein bureau. Lely had aan de Zuiderzeeraad (waarvan hij zelf de eerste voorzitter was) een belangrijke taak toegedacht en het zelfs wettelijk (art. 5 van de Wet) mogelijk gemaakt dat de Raad de leiding van de werken op zich zou nemen. Van die mogelijkheid is geen gebruik gemaakt.

Nadat de Directie van de Waterstaat werd ingeschakeld tussen het hoofd van de dienst en de minister, is de invloed van de Raad gaandeweg minder geworden. Uiteindelijk, in 1970, is de Zuiderzeeraad opgeheven. Zijn werk is overgenomen door de commissie voor de Zuiderzeewerken uit de Raad van Waterstaat.

De taak waarvoor deze nieuwe organen werden geplaatst, is omschreven in art. 1 van de Zuiderzeewet. Hij omvat de afsluiting, droogmaking, voorziening in bepaalde belangen en defensiewerken.

Voor het tracé van de Afsluitdijk laat het gestelde onder A. 1° maar weinig vrijheid. De plaatsen waar de dijk moet aansluiten tegen het 'oude' land, waren vrijwel vastgelegd. In het bijzonder het noemen van een zo kleine plaats als Piaam gaf maar een geringe speling. Het tracé tussen de aansluitpunten was niet voorgeschreven, maar het ligt voor de hand dat niet al te veel zou moeten worden afgeweken van rechte lijnen. De constructie van de dijk was geheel vrijgelaten.

Dat is ook het geval met de vorm van de IJsselmeerpolders. Paragraaf A. 2° schrijft alleen

voor dat gedeelten van de Zuiderzee worden drooggemaakt, maar laat in het midden waar die droog te maken gebieden zullen liggen. Het spreekt van zelf dat de kaart van Lely (fig. 1c) als richtlijn zou dienen, maar verder werd de ontwerpende dienst geheel vrijgelaten. Het is later gebleken hoe wijs het beleid is geweest van de leden van de Tweede Kamer die een nadere omschrijving van de in te polderen gebieden uit het wetsontwerp hebben geschraapt.

Over het derde onderdeel van de taak valt voorlopig weinig te zeggen. Het spreekt van zelf dat bij de ontwerpen er steeds op moet worden gelet dat geen belangen worden geschaad. De wet geeft een limitatieve opsomming van de belangen, namelijk waterkering, afwatering en scheepvaart, maar de bepaling is soepel toegepast als het bleek dat ook andere belangen bij de werken zouden worden betrokken. Het is duidelijk, waarom de visserij hier niet wordt genoemd. Het is immers onvermijdelijk dat die wordt geschaad, vandaar de visserij-steunregeling.

Over de belangen van de defensie is natuurlijk een intensief overleg gevoerd met de militaire autoriteiten.

Bij de behandeling van de wet in de Staten-Generaal zijn nog twee aspecten naar voren gekomen, die niet in de wet zelf zijn opgenomen (en er ook niet thuis horen), maar die beide een zeer grote invloed hebben gekregen op de gang van zaken. Het zijn de motie Bongaerts-De Muralt en de toezegging van minister Lely over het onderzoek van de stormvloedstanden.

Motie Bongaerts-De Muralt

De eerste gaat over de veiligheid van de in de af te sluiten Zuiderzee te maken polders. De dijken die deze polders afscheiden van het IJsselmeer waren nogal laag ontworpen, namelijk met een kruinhoogte van twee en een halve tot drie en een halve meter boven NAP. De samenstellers van de motie vonden dat zo de veiligheid van de bewoners van de diep liggende polders onvoldoende was verzekerd. De motie, waartegen de Minister geen bezwaar had, wenste dat 'de dijken van alle inpolderingen zoodanige afmetingen zullen moeten verkrijgen, dat zij in staat zullen zijn de te verwachten hoogste stormvloed te keeren, wanneer de afsluitdijk gedurende geruimen tijd over groote lengte eventueel is doorgebroken, of de sluizen het begeven'. De gedachte van de motie gaat uit van de kwade kans dat de Afsluitdijk zou kunnen bezwijken. Als men die kans reëel acht, is de motie logisch. De moeilijkheid is om de vaag omschreven begrippen 'te verwachten hoogste stormvloed', 'geruime tijd' en 'grote lengte' in getallen te interpreteren. Dit is zo goed mogelijk gedaan; met de motie is bij het ontwerp van de polderdijken altijd rekening gehouden.

Staatscommissie Lorentz

Van nog grotere invloed is de discussie geweest die in de Tweede Kamer is gevoerd over de veiligheid van de dijken buiten de Afsluitdijk. Men was het er algemeen over eens, dat de stormvloed tegen die dijken hoger dan tevoren zouden oplopen wanneer de Afsluitdijk zou beletten dat het water in zuidelijke richting, naar de kom, zou uitwijken. In het ontwerp Lely was rekening gehouden met een dergelijke verhoging, en bij de begroting was een post opgenomen voor het verhogen van een deel van de Friese en Noordhollandse dijken. Men stelde zich voor dat de verhoging gering zou zijn en dat ze op enige afstand van de Afsluitdijk niet meer voelbaar zou zijn.

Tegen die opvatting was van verschillende kanten kritiek gevoerd en zo is er een vrij verhitte gedachtenwisseling ontstaan over de grootte en de omvang van de te verwachten stormvloedverhoging. Onze kennis was onvoldoende om de juiste waarden te berekenen en men was dus aangewezen op schattingen. Betrouwbare getallen kunnen zulke schattingen onmogelijk opleveren en de door de verschillende auteurs genoemde waarden zijn als het ware uit de lucht komen vallen. Het is dan ook geen wonder dat we werden geconfronteerd met ver uiteenlopende stormvloedverhogingen. Optimisten noemden een verhoging die zich nauwelijks tot Harlingen zou uitstrekken en waarvan het maximum, in de hoek bij Piaam, anderhalve decimeter zou bedragen. De meest pessimistische raming gaf voor Piaam vier meter aan en stelde dat de stormvloedverhoging langs de gehele Friese kust en ook nog tegen de kust van Groningen van zoveel betekenis zou zijn dat ook de dijken daar moesten worden versterkt. Bovendien wees men er op dat het verschijnsel zich ook zou voordoen aan de Noordhollandse kust en aan de binnenzijde van de Waddeneilanden.

De minister kon de argumenten niet ontzenuwen, want ook hij beschikte niet over een methode om tot bruikbare cijfers te komen. De Kamer aanvaardde de toezegging van de minister, dat deze zaak onder wetenschappelijke leiding aan een nauwgezet en uitvoerig onderzoek zou worden onderworpen. Met andere woorden: als er geen bruikbare methode beschikbaar is, zal ze moeten worden ontwikkeld. Deze taak werd opgedragen aan de 'Staatscommissie in zake hoge waterstanden in verband met de afsluiting van de Zuyderzee', ingesteld bij Koninklijk besluit van 4 juli 1918.

De wetenschappelijke leiding was verzekerd doordat onze grootste fysicus H. A. Lorentz zich beschikbaar had gesteld om op te treden als voorzitter van de commissie, die dan ook bekend is geworden als 'Staatscommissie Lorentz' (SCL). In de commissie waren degenen opgenomen die over deze kwestie een bepaalde mening hadden verkondigd. Verder bestond zij uit oceanografen, meteorologen en ingenieurs, mensen met verschillende achtergrond, die elkaar onder de wijze leiding van Lorentz hebben leren kennen en begrijpen.

De commissie vatte haar taak ruim op en heeft, behalve de gevraagde stormvloedverhoging, een groot aantal gegevens geleverd over het gedrag van het water: stromen, getijden en golven. Men kan zich niet voorstellen hoe de Zuiderzeewerken zouden zijn verlopen als deze gegevens niet beschikbaar zouden zijn geweest.

1.3. DE STAND VAN ZAKEN BIJ HET BEGIN VAN HET WERK

Van 1891 naar 1919

Toen op 1 mei 1919 de Dienst der Zuiderzeewerken (zw) met zijn werk begon, kon worden uitgegaan van het plan dat Lely in 1886–1891 in zijn acht technische nota's heeft ontwikkeld. Lely heeft op magistrale wijze prachtig werk geleverd, maar het kon toch niet meer zijn dan een schetsplan.

In de kwart eeuw die volgde op de voltooiing van Lely's studie is er heel wat aan gedokterd. Het begon al dadelijk met een Staatscommissie, die in 1892 werd ingesteld om de plannen te onderzoeken [21]. Twee wetsontwerpen die uitvoering van een deel van het plan beoogden, resp. in 1901 en in 1907, gaven aanleiding tot het maken van rapporten. De uitvoerigste studie vindt men in het verslag van het Wieringermeerbureau van de Rijkswaterstaat, dat in 1914 is uitgebracht [23].

Ongeveer terzelfder tijd bracht een, door de Zuiderzeevereniging ingestelde, commissie rapport uit over de mogelijkheid en wenselijkheid om bij de Zuiderzeewerken gewapend beton toe te passen, een materiaal dat in de negentiger jaren natuurlijk nog niet in aanmerking kwam (gewapendbetoncommissie [22]). Een ander teken van de vooruitgang van de techniek vinden we in het verslag van een werkgroep die op verzoek van de regering de begroting herzag en die daarbij ook rekening moest houden met de toepassing van nieuwe werkwijzen bij de uitvoering van grote werken.

De veranderingen die bij al deze studies in de plannen werden voorgesteld, hebben alleen maar betrekking op details. Op de kaart die is gevoegd bij het in september 1916 ingediende ontwerp van de Zuiderzeewet (fig. 1d) vinden we de hoofdlijnen van Lely's oorspronkelijke ontwerp onveranderd terug.

Het moeilijkst te realiseren onderdeel van dit plan is de Afsluitdijk, die van de Noordhollandse kust bij de Van Ewijcksluis door het Amsteldiep loopt naar Westerland op Wieringen, en van Den Oever, op de oostpunt van dat eiland, in een rechte lijn naar de Friese kust bij het dorpje Piaam. Tengevolge van de afsluiting verandert het zuidelijke deel van de Zuiderzee in het IJsselmeer, ongeveer 3600 vierkante kilometer groot. Een derde deel van die oppervlakte moet water blijven, het definitieve IJsselmeer. Het overi-

ge wordt ingepolderd. Omdat de monden van de IJssel vrij moeten blijven en omdat ook Amsterdam een waterverbinding naar het noordoosten moet houden, wordt het droog te maken gebied verdeeld in vier polders, aangeduid als de Noordwestelijke, de Zuidwestelijke, de Zuidoostelijke en de Noordoostelijke polder.

De afwatering van het omringende land en de scheepvaart worden verzorgd door ringkanalen langs de kust. Voor het evacueren van het overtollige water van het IJsselmeer zelf dienen uitwateringsluizen, die worden gebouwd op de oostpunt van Wieringen, tussen de dorpen Oosterland en den Oever. Voor de scheepvaart van het IJsselmeer naar het noordoosten wordt een kanaal gegraven van Piaam langs de binnenzijde van de Friese zeedijk naar Harlingen.

Beschikbare hulpmiddelen

Om dit plan uit te voeren beschikte men over heel wat betere middelen dan tijdens Lely's eerste ontwerp het geval was. Toen stond de baggertechniek nog in zijn kinderschoenen. Nederland had pas omstreeks 1870 kennis gemaakt met baggermolens van behoorlijk formaat en van transport van zand en klei op grote schaal was nog geen sprake. Dat had vooral invloed op de plannen voor het werk in snel stromend water, dus in het bijzonder voor het dichten van de sluitgaten in de Afsluitdijk. Zulke dichtingen waren in het verleden herhaaldelijk met goed gevolg uitgevoerd, nog niet lang tevoren bij het aanleggen van de spoorweg van Bergen op Zoom naar Vlissingen in 1867–1871 (uitvoerig besproken in de vov's van die jaren). Tussen de Brabantse wal en Zuid-Beveland was het Kreekrak gedicht en tussen Zuid-Beveland en Walcheren was het Sloe afgesloten. In beide gevallen was een dam van rijshout, bezwaard met steen, geconstrueerd, die goed weerstand had geboden aan de kracht van het overstortende water. Het was zeker dat in de Zuiderzee, waar het tijverschil veel kleiner was dan in Zeeland, de sluitgaten zouden kunnen worden gedicht door het toepassen van dergelijke constructies van rijshout. Voor het maken beschikte men over zeer bekwame rijswerkers, die vooral woonden in de Merwestreek.

In Lely's ontwerp zijn dan ook rijzen dammen opgenomen, die zouden worden opgebouwd over de gehele lengte van de dijk, ruim negen en twintig kilometer. In de sluitgaten, vijftien kilometer lang, zou de zeebodem tegen uitschuring worden beschermd door een zinkstuk met een gemiddelde breedte van tachtig meter. De Staatscommissie van 1892 was – terecht – wat royaler met het toepassen van rijswerk. Dit had tengevolge dat het tempo waarin de Afsluitdijk zou worden gebouwd, werd bepaald door het beschikbaar komen van het rijshout.

In het begin van de twintigste eeuw stond het baggerbedrijf er zoveel beter voor dan in Lely's tijd, dat men er op durfde te rekenen zó grote hoeveelheden grond, vooral zand,

in het werk te brengen, dat men met succes kon concurreren met de stroom, die het zand wegsleepte.

In de na 1910 opgemaakte plannen ziet men een deel van het rijshout door zand vervangen. In het Wieringermeerrapport geven de figuren dammen aan die bestaan uit zinkstukken die niet onmiddellijk op elkander liggen, maar van elkander zijn gescheiden door zandlagen. De gewapendbetoncommissie gaat nog verder. Die rekent er op dat men in de diepe gedeelten van het dijktracé een dam van zand kan opstorten. Die beteugelingsdam zou worden afgedekt met een zinkstuk. De sluiting zou dan moeten plaats hebben door caissons van gewapend beton op de beteugelingsdam te laten zinken.

Men zou op die wijze heel wat rijshout hebben bespaard, maar het is op zijn minst twijfelachtig of de beteugelingsdam op deze manier had kunnen worden gemaakt. Blijkbaar onderschatte men het vermogen van stromend water om zand te verplaatsen.

Bij latere ontwerpen stelde men zich voor, klei te gebruiken op plaatsen waar zand te gemakkelijk door de stroom zou worden weggevoerd. Toen de werken in 1920 begonnen met het maken van een beteugelingsdam door de geulen van het Amsteldiep, was er wel een behoorlijk plan voor het maken van die dam, maar men wist nog helemaal niet hoe uiteindelijk de sluitgaten zouden worden gedicht. Er werd op vertrouwd, dat tijdens het werk zoveel ervaring zou worden opgedaan, dat later niet in den blinde zou worden gewerkt. Dat vertrouwen is niet beschaamd.

Materialen voor de dijkbouw

Wat waren de materialen die voor het maken van de dijken beschikbaar waren en hoe werden ze verwerkt?

Hoe een dijk ook zou worden gemaakt, het grootste deel zou in elk geval uit zand bestaan. Zand wordt in grote hoeveelheden aangetroffen in de zeebodem. Het kan dus worden gebaggerd, hetzij met een (emmer-) baggermolen (foto), hetzij met een zandzuiger (foto). De grote exemplaren uit die tijd, molens met een emmer-inhoud van 600 liter, zuigers met zuigbuizen van 60 centimer diameter, konden per uur verscheidene honderden kubieke meters zand deponeren in de 'middelen van vervoer'. Dat zijn 'bakken', pontons met drijflichamen waartussen een laadruim. In de elevatorbakken heeft het laadruim een vaste bodem, in de onderlossers bestaat de bodem uit kleppen die worden geopend als de bak ter bestemder plaatse is aangekomen. Het damlichaam kan zo worden opgestort tot een niveau dat afhangt van de diepgang van de onderlosser en van de afmetingen van de kleppen. Boven dat peil wordt het zand 'gespoten'. Het wordt nu van de winplaats vervoerd in elevatorbakken naar een bakkenzuiger, of perszuiger die tegen de te maken dijk is gemeerd (foto). Deze mengt het zand in het laadruim met water en perst het mengsel door de persleiding naar het stort (foto) op de dijk, waar het zand

bezinkt en het water wegloopt. Perskaden, veelal van klei, en houten schotten maakten dat het zandlichaam de gewenste vorm kreeg. Een zandbedrijf bestaat dus uit één of meer winzuigers of -molens, onderlossers, elevatorbakken, sleepboten, perszuigers en hulpmaterieel.

Ook klei wordt in de zeebodem aangetroffen. Dit materiaal kan niet worden gezogen en moet dus met emmermolens worden gebaggerd. Voor het werk onder water kan het worden gestort met onderlossers; verder moet het worden vervoerd met elevatorbakken of met dekschuiten. Men maakte er zich veel zorg over, dat de gebaggerde klei te slap zou zijn om te worden gebruikt, vooral voor bekleding van het zandlichaam van de dijk. In de plannen waren dan ook droogvelden opgenomen, aan de wal, waar de klei een jaar in depot zou worden gebracht om te drogen. Van daar moest dan worden gevaren naar de plaats waar de klei zou worden verwerkt. Aan een steiger zou worden gelost, met de hand of met kranen. Het was niet meer nodig alle klei over de dijk te vervoeren met kruitwagens. Die hadden plaats gemaakt voor kipkarren, rijdend op smalspoor en getrokken door paarden of door kleine stoomlocomotieven.

Het rijshout groeit vooral in de Zuidhollandse grienden. Het wordt vervoerd met binnenschepen, die lossen aan steigers bij de plaats waar het zal worden verwerkt, de zaat. Verreweg het grootste deel van het rijst is nodig voor de zinkstukken, die de bodem moeten beschermen tegen uitschuren. Deze matrassen, meestal rechthoekig van vorm, bestaan uit twee roosterwerken, waartussen één of meer lagen van gespreide losse takken worden opgesloten. De roosters zijn opgebouwd uit wiepen, dat zijn samengebonden bundels van wilgentakken. Een zinkstuk, enkele tientallen meters lang en breed, wordt tijdens de laagwaterperiode op de zaat gemaakt (foto). Bij opkomende vloed gaat het drijven; het wordt dan door een sleepboot gebracht naar de plaats waar het moet worden gezonken (foto). Daar wordt het verankerd en op het geschikte ogenblik, in de regel bij het kenteren van de getijstroom, gezonken door het met stenen te ballasten (foto).

'Stukken' die niet moeten worden gelegd op de zeebodem, maar op het onderwatertalud van een dijk, heten kraagstukken. Hun konstruktie wijkt maar weinig af van die der zinkstukken.

In gebieden waar het getij zwak is of helemaal ontbreekt, worden de stukken gemaakt op een houten helling. Nadat ze zijn gereed gekomen, worden ze in het water getrokken. Maken en zinken van de stukken is een oud ambacht, het 'monopolie' van de Sliedrechtse en hun naaste bureu.

Hun vak was in de loop van verscheidene eeuwen nauwelijks veranderd. Alleen sleepte men de stukken vroeger natuurlijk met roei- en zeilvaartuigen:

De steen die wordt gebruikt voor het bestorten van de zinkstukken, stortsteen, heeft dezelfde herkomst als de zetsteen, die moet dienen om de taluds van de dijk te beschermen tegen de golfslag. Het is of basalt, of kalksteen. De eerste komt vooral uit steengroeven in de Eifel, de tweede uit de Belgische Ardennen en wordt daarom ook Belgische steen genoemd. Men spreekt ook van bloksteen, omdat hij wordt geleverd in ruwe rechthoekige blokken, in tegenstelling met de basalt, die vooral in de vorm van de bekende vijf- of zeskantige zuilen wordt verwerkt. Het grootste deel van het vervoer van de groeve naar het werk vindt plaats met grote binnenschepen, Rijnschepen. Slechts een klein deel wordt direct overgeslagen op dekschuiten die het op de plaats van bestemming brengen. Vervolgens het grootste deel wordt eerst opgeslagen.

Onder de 'klassieke' steenglooing (foto) wordt baksteenpuin verwerkt. Dat is altijd wel ergens beschikbaar; het komt per binnenschip op het werk aan.

Als basis voor de dijkbouw zijn werkhavens nodig. Daarin is het water rustig genoeg voor het lossen en laden van binnenschepen en dekschuiten en er zijn terreinen voor het tijdelijk opslaan van rijshout en steen. Waar geen geschikte haven op een redelijke afstand beschikbaar is, moet er een worden gemaakt. Bij de plannen voor de Afsluitdijk is dan ook al in een vroeg stadium de aanleg opgenomen van een eiland met werkhavens op het Breezand, ongeveer halweg tussen Wieringen en de Friese kust.

De basis bevat ook woonketen, kantoren, magazijnen en werkplaatsen. In de haven komende drijvende werktuigen voor onderhoud en voor herstellingen en hier is ook de ligplaats voor de kleine vaartuigen die op het werk worden gebruikt. Daaronder neemt de peilvlet een belangrijke plaats in. Hij moet er voor zorgen dat de topografie van de zeebodem overal en altijd bekend is. Vooral daar waar met onderlossers wordt gewerkt, hangt men geheel af van de peilingen. Vroeger was het peilen een moeizaam werk. De vlet werd voortbewogen door roeiers die een regelmatig tempo moesten onderhouden, want de plaats waar de vlet zich bevond werd bepaald op de riemslag. Verder werkte men met een stelsel van door jalons (bakens) uitgezette raaien of met de sextant. Omstreeks de tijd waarin de Zuiderzeewerken begonnen, deed de motorvlet (foto) zijn intree. De roeiers werden vervangen door mechanische beweegkracht. Hier is de stoommachine overgeslagen, anders dan bij de grote baggerwerktuigen en de sleepboten, waar het heel lang heeft geduurd, eer de verbrandingsmotor als energiebron is ingevoerd.

De diepte werd gemeten met de slaggaard (peilstok) of, als het om meer ging dan een meter of vijf, met het dieplood. Echopeiltoestellen waren er nog niet en van elektronische plaatsbepaling was natuurlijk nog helemaal geen sprake.

Topografie van de Zuiderzee

Reeds Lely beschikte over een groot aantal gegevens die onontbeerlijk zijn voor het opmaken van een plan. De kusten van de Zuiderzee en het omringende land waren nauwkeurig in kaart gebracht.

Ook ten aanzien van de diepten in de Zuiderzee was men behoorlijk geïnformeerd. Ten behoeve van de scheepvaart waren geregeld peilingen verricht en er waren dan ook kaarten die ten zuiden van de lijn van de Afsluitdijk een goed beeld gaven van de bodemligging. Noordelijk van die lijn was de toestand wat minder gunstig. De hoge banken, die voor de scheepvaart niet van belang zijn, waren niet uitvoerig gepeild. Dat was wel het geval met de geulen, maar omdat de ligging daarvan telkens aan verandering onderhevig is, komt na een paar jaar de toestand niet geheel meer met de kaart overeen. Voor de globale plannen van de eerste tijd was dat geen bezwaar, maar later, toen men zich reenschap moest geven van de veranderingen die zijn teweeggebracht door de afsluiting van de Zuiderzee, had men meer uitgebreide en meer frequente peilingen nodig. Daarmee is men pas goed begonnen na het begin van de werken.

Al eerder is een gelukkig initiatief genomen door de toenmalige hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat in Noord-Holland, de latere directeur-generaal van de Zuiderzeewerken, Ir. H. Wortman. Hij beseftte dat de stromen door de zeegaten tussen de Waddeneilanden, die daar de diepten onderhouden, wel eens konden veranderen als de Zuiderzee werd afgesloten. Dit kon van invloed zijn op de scheepvaart en ook op de oevers van de zeegaten, die door de sterke getijstromen hevig worden aangevallen. In het Texelse zeegat, het Eierlandse Gat, het Vlie en het Amelandse Gat werd een aantal dwarsraaien vastgesteld, die om de drie jaar nauwkeurig werden gepeild. Vóór de invloed van de Zuiderzeewerken merkbaar werd, door de afsluiting van het Amsteldiep in 1924, had men de zeegaten vijf maal opgepeild, namelijk in 1911, 1914, 1917, 1920 en 1923. Men wist dus niet alleen hoe groot het dwarsprofiel van elk zeegat was, maar had ook enig inzicht in de variaties die door 'natuurlijke oorzaken' optraden. Daardoor werd het beter mogelijk na te gaan welke veranderingen in latere jaren moesten worden toegeschreven aan de afsluiting van de Zuiderzee. Bij het uitvoeren van een groot werk is men al gauw geneigd dat werk verantwoordelijk te stellen voor elke verandering van de omstandigheden ten kwade. In het geval van de zeegaten is het een taak van de overheid om te zorgen dat een goede toestand blijft bestaan en het is voor de belastingbetaler dus niet erg interessant waar de oorzaak ligt. Maar men moet toch weten of de kosten van eventueel te nemen maatregelen al dan niet zijn veroorzaakt door de afsluiting van de Zuiderzee. Ook afgezien daarvan was het belangwekkend dat bleek dat de grootte van een dwarsdoorsnede twintig procent kon variëren, dat op een bepaalde plaats de diepte met

meer dan tien meter kon toe- of afnemen en dat de noordelijke oever van het Texelse zeegat in die periode honderden meters was teruggeweken.

Verkenning onder de zeebodem

De samenstelling van de zeebodem was onderzocht door een groot aantal boringen. Men was daarmee al begonnen toen de plannen werden opgemaakt voor de droogmaking van het zuidelijk deel van de kom, die leidden tot het wetsontwerp van 1877. De meeste boringen reikten niet diep: zij hadden ten doel na te gaan waar de bovenlagen geschikt waren voor de landbouw, dus waar men zand vond, waar zavel, klei of veen. Onder leiding van Lely zijn deze boringen ook verricht in het noordelijker gedeelte van de Zuiderzee. Een ander doel van de boringen was, te onderzoeken hoe het staat met het vermogen van de bodem om een dijklichaam, of een andere zware last te dragen. Deze boringen moeten dieper reiken, vooral als de bovenste lagen uit slappe klei of slap veen bestaan. Tijdens het onderzoek van het Wieringermeerbureau is in de Wieringermeer nog veel geboord.

Weinig was nog gedaan om te zoeken naar de materialen die bij het bouwen van de dijken zouden worden gebruikt: klei en zand. Dat moest dus na 1918 gebeuren.

Hetzelfde geldt voor het onderzoek van grondwater, dat voornamelijk met behulp van boringen moet gebeuren. Over de stijghoogte en het zoutgehalte van het water in de verschillende grondlagen was nog naar heel weinig bekend.

Hydrologie en meteorologie

Eigenlijk geldt dat ook voor het zoutgehalte van het zeewater zelf. Er waren vrij lange waarnemingsreeksen op Marken en Urk, en verder nog wat verspreide metingen, maar het geheel was niet voldoende om een duidelijk beeld te krijgen van de wijze waarop de menging van het zoete IJsselwater met het zoute water uit de Noordzee geschiedde.

Over de stromen die deze menging tot stand brachten, was maar heel weinig bekend. Vissers en schippers waren natuurlijk wel op de hoogte van de stroom die ze konden verwachten en ook de zeemansgids gaf enige aanwijzingen, maar dit was allemaal kwalitatief. Zelfs voor de normale getijstromen die niet door harde wind waren gestoord, ontbraken cijfers over stroomsterkten. In de vlakke gebieden, zoals het Breezand, was ook de kennis van de richting van de stroom gebrekkig. Over stromen die bij stormvloed optraden was helemaal niets bekend.

Omstreeks het midden van de negentiende eeuw is men begonnen met het opstellen van registrerende peilschalen in een groot aantal havens rond en in de Zuiderzee. Uit de stapels diagrammen die in de loop der jaren waren verzameld was een behoorlijk beeld verkregen van het getij langs de kust. Toch ontbrak nog het een en ander. Midden in de zee waren er geen waarnemingen; vooral in de Waddenzee was het daardoor moeilijk

goed na te gaan hoe de getijgolven zich voortplanten. Erger nog was het dat er geen gegevens waren over de fluctuaties van de waterspiegel in de Noordzee buiten de zeegaten. Het doordringen van de getijgolven en ook van de stormvloeden van de Noordzee naar de Zuiderzee was dus een niet exact te beschrijven verschijnsel. Het manco had niet alleen een wetenschappelijke betekenis. Men zou een mathematisch gefundeerde verklaring moeten hebben van de waterbeweging in de bestaande toestand, bij open Zuiderzee, om te voorspellen wat er zou gebeuren tijdens de aanleg en na de voltooiing van de Afsluitdijk. Op het gebied van de getijden, de stormvloeden en de daarmee samenhangende stromen had men in 1918 dus nog heel wat werk voor de boeg.

De in het begin van de negentiende eeuw uitgevoerde en na 1877 herhaalde nauwkeurigheidswaterpassingen hadden uitstekende gegevens opgeleverd om de absolute hoogte te bepalen van de peilschalen waaraan de waterwaarnemingen geschieden. In 1890 werd het NAP ingesteld, waarmee Lely juist rekening kon houden. Het was dus mogelijk de op verschillende plaatsen waargenomen niveaus met elkander te vergelijken. Alleen op de Waddeneilanden was het NAP niet bekend; de waarnemingen werden daar uitgedrukt ten opzichte van 'volzee', omstreeks gemiddeld hoogwater. Daarom is in 1919-1922 door de SCL een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd van Den Helder over Texel, Vlieland, Terschelling en Ameland naar de Friese kust bij Holwerd om de hoogteligging van die eilanden vast te stellen.

Kennis van de door de wind opgewekte golven is nodig om de hoogte te bepalen van de dijken waartegen de golven oplopen en om de constructies te ontwerpen die door de golven worden aangevallen. De enige gegevens waarover men beschikte waren ontleend aan waarnemingen van de golfoploop tegen dijktafsluitingen, door de hoogte van het vloedmerk te meten, of door te constateren dat de golven tot op of over de kruin van de dijk waren gekomen. Rechtstreekse metingen van golven waren er niet.

Heel wat beter stond het er voor met de wind die de golven veroorzaakt en die ook aansprakelijk is voor de opwaaiing: de helling die de zeespiegel aanneemt onder invloed van de wrijving van de lucht over het water. Het KNMI had al tientallen jaren windmeters in bedrijf te Den Helder, De Bilt, Leeuwarden en Groningen. Weliswaar was het niet zeker dat de instrumenten altijd de juiste waarden hadden aangegeven, vooral in de vroege jaren, maar over het algemeen was er voldoende betrouwbaar materiaal aanwezig. Op de Waddeneilanden echter, waar de kennis van de wind van groot belang is, ontbraken de waarnemingen. Daarin is in 1919 vanwege de SCL voorzien door het plaatsen van windmeters op Vlieland en op Rottum.

Ten aanzien van de regen was het eveneens behoorlijk gesteld. Een vrij dicht net van regenmeters stelde ons in staat om te voorspellen op hoeveel regenwater zou moeten worden gerekend voor de bemaling van de Zuiderzeepolders. Daarvoor zijn de eenmaal-

daagse regenwaarnemingen voldoende. Het is dus niet nodig zijn toevlucht te nemen tot registrerende regenmeters, die ook de intensiteit van regen over korte perioden, uren of minuten, aangeven en die toen nog maar op enkele plaatsen in werking waren. Ook voor het beheer van het toekomstige IJsselmeer zijn dagwaarnemingen meer dan voldoende. Men kan daarbij in den regel volstaan met de totale neerslag per maand.

De verdamping was het meteorologische aspect dat volstrekt onvoldoende bekend was. Er waren wel enkele verdampingsspannen, maar het was zeker dat de daarin gemeten waarden moesten worden gecorrigeerd om representatief te zijn voor het waterverlies door verdamping van een grote watervlakte, zoals het IJsselmeer. Over de verdamping van bouwland of weiland, van belang voor de waterhuishouding van de polders in droge tijden, was vrijwel niets bekend.

Uitbreiden van theoretische kennis

Er stond in 1918 dus heel wat werk voor de deur om de ontbrekende gegevens zo veel mogelijk te verzamelen. Maar er was nog meer te doen.

Onze kennis van de beweging van het water en van het gedrag van de grond was groten-deels gebaseerd op ervaring. Dat was wel voldoende voor het ontwerpen en uitvoeren van een bouwwerk dat niet veel afwijkt van constructies die vroeger waren gemaakt, maar niet voor een werk met zoveel nieuwe aspecten als de afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee. Men sprak wel over een ingenieurs-instinct, dat de goede weg in het onbekende terrein zou kunnen vinden, maar dit instinct is toch eigenlijk, min of meer bewust, een verzameling van ervaringen. Komt er iets geheel nieuws, waarover geen ervaring aanwezig is, dan faalt het 'instinct' ook van de beste ingenieur. Een typisch voorbeeld is Lely, die op onnavolgbare wijze door logische redeneringen, gebruik makende van de ervaringen van eeuwen waterbouwkunde, een uitstekend plan heeft gemaakt. Hij sloeg de plank mis, toen het ging over de verhoging van de stormvloed in de Waddenzee, waarbij hij niet kon steunen op een voorbeeld en die hij vèr onderschatte.

Men moest dus de theorie te hulp roepen.

Ten aanzien van de waterbeweging was de situatie niet onbevredigend. Hydraulica (tegenwoordig noemen we het, beter, vloeistofmechanica) was al vrij sterk ontwikkeld en alle civiel-ingenieurs hadden het moeten bestuderen. De toepassing van de verworven kennis was echter slechts in handen van een kleine groep; bij de meerderheid was het alleen 'droge theorie'. Bovendien omvatte de vloeistofmechanica alleen de permanente stromen, niet de beweging die van ogenblik tot ogenblik verandert. Die beweging, golfbeweging, omvat heel lange golven, zoals de getijden en ook de korte windgolven. Van deze windgolven wisten ook de oceanografen (tegenwoordig oceanologen) niet veel. Wel van de lange golven, maar dan weer alleen als ze zich voortplanten door heel diep water.

Kennis van golven in ondiep water ontbrak, en dat was nu juist wat bij de Zuiderzeewerken nodig was.

De verschijnselen waarmee rekening moet worden gehouden bij niet-permanente stromen in gebieden van ingewikkelde vorm, zoals bij de koppen van onvoltooide dijkvakken, zijn ook met de beste theorie niet exact te beschrijven en te voorspellen. Daarvoor moet men zijn toevlucht nemen tot experimenten, die zouden moeten worden uitgevoerd in waterloopkundige laboratoria. Hier en daar in het buitenland (Oostenrijk, Duitsland, Zweden) was men omstreeks de eeuwwisseling aarzelend begonnen in modellen op kleine schaal van waterlopen en van waterbouwkundige werken te onderzoeken, hoe het water zou stromen in 'de werkelijkheid', het 'prototype' van het model.

Toen werd begonnen met de Zuiderzeewerken was de theorie waarop de proeven waren gebaseerd, al zo ver ontwikkeld, dat men zich rekenschap kon geven van de mogelijkheden en ook van de beperkingen van het modelonderzoek. In Nederland waren wij toen nog niet aan modelproeven toegekomen. Wij hoorden eigenlijk voor het eerst ervan toen in 1922 de leider van het Wasserbaulaboratorium te Karlsruhe voor een vergadering van ingenieurs kwam vertellen over zijn werk. Ir. Wortman, de directeur-generaal van de zw zag het belang van de zaak in en vroeg of modelproeven konden helpen bij het oplossen van problemen waarvoor de zw waren gesteld.

De eerste proeven zijn genomen in het laboratorium te Karlsruhe [4]. Van 1927 af zijn ze overgenomen door het in dat jaar gestichte waterloopkundig laboratorium te Delft [5] en sinds 1951 vooral ook door het daarbij behorende laboratorium bij De Voorst in de Noordoostpolder.

Vóórdat al die modelproeven waren uitgevoerd, was er maar heel weinig bekend van de details van waterstromingen en daardoor veroorzaakte verdiepingen van de bodem en van de verschijnselen in 'kunstwerken', zoals sluizen en gemalen.

Nog slechter stond het met ons inzicht in het gedrag van de bodem. Men wist dat de bodem van een droogmakerij zou inklinken als het water zou zijn weggepompt, en men begreep ook dat de inklinking des te groter zou zijn, naarmate de klei- en veenlagen dikker waren. Er was echter geen mogelijkheid om de te verwachten inklinking ook maar bij benadering te voorspellen. En dat was toch nodig om te weten met welk polderpeil men zou moeten rekenen bij het ontwerpen van gemalen van de polders. Ook was het nodig om te weten hoeveel de grond onder de te maken of te verzwaren dijken zou inklinken. Nog minder wist men onder welke omstandigheden de grond onder een zware last zijn evenwicht zou verliezen en zou afschuiven. Het spoorwegongeluk bij Weesp, 13 september 1918, kort na het aannemen van de Zuiderzeewet, was veroorzaakt door zo'n afschuiving. Bij het onderzoek naar de oorzaken van die ramp gaf men zich eigenlijk voor het eerst rekenschap van het samenspel van water en gronddeeltjes dat het even-

wicht beheerst. Hier vinden wij het begin van de studie van de grondmechanica, die kort te voren in het buitenland was begonnen, maar in Nederland nog op gang moest komen. Het heeft geduurd tot 1928 eer in ons land een laboratorium voor grondmechanica werd gesticht en een wetenschappelijk onderzoek van de mechanische eigenschappen van de grond kon beginnen. Tot zo lang moest men zich behelpen met onvoldoende kennis en dus feitelijk in den blinde werken.

Bouwen in zee, buiten de oude dijken

In Nederland waren veel kleine en grote aannemers die ervaring hadden met 'natte' waterbouwkundige werken en die de beschikking hadden over groot en, voor die tijd, modern materieel dat bij dit soort werken moet worden gebruikt. De dienst die de directie zou voeren, kon er dus op rekenen dat de bestekken die voor de verschillende onderdelen van het grote werk werden opgemaakt, in het algemeen op bevredigende wijze zouden worden uitgevoerd. Voorlopig werden geen moeilijkheden verwacht die niet onder het normale aannemersrisico zouden vallen. Later, bij het bouwen van de laatste, moeilijkste, gedeelten van de Afsluitdijk, zouden de kaarten anders liggen, maar vóór het zover was kon men volstaan met de beproefde manier waarop het werk werd uitgegeven. Het werk werd gegund, na een openbare of onderhandse aanbesteding, aan de aannemer die het gunstigst op het bestek had ingeschreven en van wie men mocht aannemen dat hij in staat zou zijn het werk tot een goed einde te brengen.

Dit nam niet weg dat sommige onderdelen van de plannen van een aard waren die in Lely's tijd nog riskant werd geacht. In het bijzonder doel ik hierbij op het buitendijks maken van werken die oorspronkelijk op het 'oude' land zouden komen. Een voorbeeld daarvan is het voorstel in 1914 gedaan in het Wieringermeerrapport om een deel van de uitwatering van de kop van Noord-Holland te leiden door een buiten de Koegras-zeedijk aan te leggen kanaal naar een op het Balgzand nabij het fort Oostoever te bouwen sluis. Vroeger had men die door de Noordwestelijke polder, de Wieringermeer, afgesneden uitwatering willen leiden naar het IJsselmeer, bij Wieringen of bij Medemblik. Men voorzag (terecht) dat het Amsteldiep nadat het zou zijn afgesloten zo hoog zou dichtzanden of opslibben, dat er geen uitwateringsgeul zou overblijven. Volgens het rapport van 1914 zou het water van de Van Ewijcksluis langs de binnenzijde van de Balgdijk van de Anna Paulownapolder worden gevoerd naar De Kooi, in de hoek tussen die polder en het Koegras. Daar zou een schutsluis aan de scheepvaart toegang tot het Noordhollands kanaal verschaffen; de weg voor het uitslagwater zou verder buiten de dijk liggen. Ook het stoomgemaal dat de Wieringermeer zou moeten leegmaken en drooghouden, was buitendijks ontworpen. Dat gemaal moest wel komen aan de oostelijke dijk, tussen Wieringen en Medemblik. Aan geen van beide einden was op het land een bevredigende

plaats te vinden en daarom werd voorgesteld het gemaal te maken vlak ten noorden van de zeedijk bij Medemblik in een bouwput, gevormd door een tijdelijke ringdijk en drooggemaakt door een tijdelijke pompinstallatie. Men had lange tijd tegen een dergelijke oplossing opgezien, vooral omdat men niet wist of de kwel onder de ringdijk door niet zou beletten dat de put kon worden drooggemaakt en drooggehouden. Ook in het Wieringermeerrapport was de buitendijkse ligging alleen aanvaard, omdat er geen andere aanvaardbare plaats was.

Vlak vóór de arbeid van het Wieringermeerbureau is in het rapport van de gewapend betoncommissie in overweging gegeven het grote sluizencomplex dat de afwatering van het IJsselmeer zou verzorgen, niet op Wieringen te bouwen, maar in zee. Er zou in het tracé van de Afsluitdijk een cirkelvormige bouwput, met een middellijn van een kilometer, worden gevormd, die zou worden drooggemalen en waarin plaats zou zijn voor de uitwateringsluizen en voor de aansluitende stortebedden, die de bodem moeten beschermen tegen het doorstromende water [22].

Nog geen twintig jaar tevoren werd zo iets niet mogelijk gevonden en de Staatscommissie van 1892 had het bouwen van sluizen in zee beslist afgewezen. Ook in het begin van de twintigste eeuw achtten de meer behoudend aangelegde technici het risico nog te groot. In de gewapendbetoncommissie wilde men nog niet zo ver gaan, dat ook de schutsluizen in de bouwput zouden worden gemaakt. Die bleven op Wieringen en het voordeel, dat de doorgraving van dat eiland zou vervallen, werd dus slechts ten dele bereikt. Het punt waar de oostelijke dijk van de Wieringermeer tegen het eiland zou aansluiten bleef vrijwel hetzelfde als voorheen.

Gedetailleerde plannen voor de Wieringermeer

Het Wieringermeer-rapport [23], samengesteld door de latere directeur-generaal van de Zuiderzeewerken, Ir. V. J. P. de Blocq van Kuffeler, is duidelijk een grote stap van de eerste schetsontwerpen naar de definitieve plannen. Het geeft niet alleen meer de grote lijnen, maar heeft ook aandacht voor een aantal details. Zo is er een studie over de kwel, die gebruik maakt van waarnemingen in de Haarlemmermeer en in de Waard-Nieuwlandpolder, waaruit de te verwachten kwel in de Wieringermeer schattenderwijs kan worden afgeleid. Daarbij wordt de regel toegepast, die de basis is van de stroming van grondwater en bekend staat als de wet van Darcy (1856, eigenlijk al in 1849 gevonden door Harting): de sterkte van de stroom door een grondmassa is evenredig aan het drukverschil in het water aan de beide uiteinden. Zo komt men tot de formule voor de hoeveelheid water, Q , die bij een drukverschil H in een tijd T kwelt door of onder een dijk ter lengte L :

$$Q = k L T H$$

Dit regeltje is al vermeld door de Staatscommissie van 1892, maar zij constateert dat de coëfficiënt k onbekend is en kan er dus niets mee doen. Van Kuffeler ziet nog geen kans om k rechtstreeks te berekenen uit grondboringen, maar hij behelpt zich met elders verrichte waarnemingen. In het rapport vinden we ook tekeningen van stroomlijnen van het grondwater door een dijklichaam; geconstrueerd door F. K. Th. van Iterson. Deze heeft ook het ontwerp gemaakt voor de stoommachines van het gemaal. Er wordt geen woord gesproken over de mogelijkheid van aandrijven van de pompen door verbrandings- of elektromotoren. De eerste waren nog buiten de gezichtskring van de bemalingsdeskundigen en voor de tweede was geen elektrisch leidingnet aanwezig.

Merkwaardig is de gang van zaken bij het tracé voor de dijk door het Amsteldiep. Omdat de Van Ewijcksluis als lozingspunt zou kunnen vervallen, werd de aansluiting tegen de Noordhollandse kust verder naar het zuidoosten gekozen dan bij de vorige plannen. De dijk werd daardoor korter en dus goedkoper. Er werd niet op gelet of de ondergrond in het nieuwe tracé beter in staat zou zijn om de zware dijk te dragen dan die van de oude afsluitingslijn. Wél werd gewezen op de minder gunstige ligging die de dijk zou krijgen ten opzichte van de veiligheid van de waterkering. Dit bezwaar werd echter niet ernstig gevonden, ook omdat er op werd gerekend dat de stormvloedhoogte tengevolge van de werken nauwelijks zou stijgen. Het 'buitengedijkte' deel van de dijk van de Anna Paulownapolder zou niettemin veiligheidshalve worden versterkt. Nu wilde het noodlot dat bij de stormvloed van 13 januari 1916 juist *dit* dijkvak is doorgebroken, waardoor een groot deel van de kop van Noord-Holland is overstroomd. Uit deze ramp is de juiste conclusie getrokken. Op de kaart die in september van hetzelfde jaar het ontwerp van de Zuiderzeewet vergezelde, vinden we de afsluitdijk door het Amsteldiep weer op de oude plaats, die al in 1891 was aangegeven (fig. 1d).

In het rapport is ook veel aandacht gegeven aan de wijze van uitvoering van de oostelijke meerdijk. Deze dijk zou worden aangelegd zonder dat de Zuiderzee zou zijn afgesloten en men moest dus rekening houden met de getijden en de daarmee samenhangende stromen. Uiteindelijk zou een sluitgat moeten worden gedicht. Nu wordt nagegaan, in welke volgorde de verschillende gedeelten van de dijk moeten worden gebouwd. Men moest zorgen eerst een goed beeld te hebben van de getijstromen in de omgeving van de te maken dijk. Daarbij bleek het volgende. Over een deel van de dijklengte zijn die stromen zwak, of zij lopen ongeveer in de richting van de dijk. Daar kan men de dijk bouwen, zonder de getijden te beïnvloeden en de stromen terug te dringen naar de dijkgedeelten die later moeten worden gemaakt. Er is dan nog geen gevaar voor lokaal versterkte stromen en dus ook niet voor uitschuring van de bodem. Vóór de dijk wordt uitgebouwd en de getijstroom meer en meer wordt geconcentreerd in de laatste openingen, wordt daar de bodem verdedigd met zinkstukken. In de ondiepe gedeelten kan men vol-

staan met een enkele laag zinkstukken, maar daar waar het dijktracé diepere geulen snijdt, wordt eerst een dam gemaakt, waarvan de kruin een drie- tot vijftal meters onder het zeeniveau ligt en die door zinkstukken is afgedekt. Op deze beteugelingsdam vindt tenslotte de sluiting van de dijk plaats: daar is dus het sluitgat. Hier vindt het gevecht met de sterke stroom plaats.

Deze werkwijze, die in principe al was aangegeven door de gewapendbetoncommissie, is de basis geworden voor het werkplan van de bouw van de Afsluitdijk van de Zuiderzee.

Het IJmeer

Vlak na het begin van de werken is een commissie aan het werk geweest die de enige principiële wijziging in het plan van Lely heeft aangebracht. Het is de IJmeercommissie, in 1919 ingesteld door de minister van Waterstaat. De aanleiding daartoe lag in de defensiebelangen. Als de inlaat voor het inundatiewater van de noordelijke kom van de Nieuwe Hollandse Waterlinie te Muiden niet meer aan de open Zuiderzee zou liggen, maar aan het IJsselmeer, dan zou de kans op het tijdig stellen van de inundatie danig verminderen. In plaats van een peil in zee variërend van twee decimeter onder NAP bij laagwater tot twee decimeter boven NAP bij hoogwater, zou het IJsselmeerpeil komen, dat in de zomer niet hoger zou zijn dan twee decimeter onder NAP en in de winter zoveel mogelijk op vier decimeter onder NAP zou worden gehouden. Wel zou in de tijd van oorlogsgevaar het IJsselmeer kunnen worden opgezet door bij de Afsluitdijk water in te laten, maar dat zou veel tijd kosten. Het denkbeeld was nu naar voren gekomen om het inundatiewater te IJmuiden uit de Noordzee te betrekken. Daar zou een grote inlaatsluis worden gebouwd en de afsluiting van het IJ zou worden verplaatst van Schellingwoude naar een lijn die ten oosten van Muiden tegen de Gooise kust zou aansluiten. Het IJsselmeer strekt zich dan niet uit tot vlak bij Amsterdam, maar wordt daarvan gescheiden door het IJmeer, dat samen met het Noordzeekanaal de IJboezem zou vormen. De commissie moest nagaan of de waterhuishouding op de IJboezem aanvaardbaar zou zijn en ook of de verandering geen nadelige invloed zou hebben op de waterstanden in het IJsselmeer.

Het resultaat was positief en de commissie kon in haar verslag (1922) aanbevelen het IJmeer af te scheiden van het IJsselmeer [24].

Voor de toestand op de IJboezem is het gewenst, in vreedetijd de oppervlakte groter te maken dan de tachtig vierkante kilometer die hij krijgt bij het voorgestelde tracé van de oostelijke dijk. Dat is mogelijk door tegen de noordpunt van het driehoekige IJmeer een ander meer aan te sluiten, het Gouwmeer, tussen de Noordhollandse kust en de Zuidwestpolder en tegen de oostpunt een Gooimeer, tussen het vasteland en de Zuidoostpolder.

Door de Dienst der Zuiderzeewerken is het denkbeeld van de IJmeercommissie verder uitgewerkt en neergelegd in het plan-1925 (fig. 2e). Het westelijke randmeer is doorgetrokken tot Enkhuizen, het oostelijke tot bij het Keteldiep, de zuidelijke mond van de IJssel. Daar zijn ze met sluizen afgesloten van het IJsselmeer. De guirlande van meren langs de kusten van Noord-Holland, Utrecht, Gelderland en Overijssel vindt dus zijn oorsprong in de eisen van de landsverdediging. Door de loop van de gebeurtenissen zijn die eisen vervallen, maar de randmeren zijn in de plannen gebleven. Het blijkt dat er ook heel andere redenen zijn waarom ze niet kunnen worden gemist.

In het plan-1925 is het kanaal tussen de zuidelijke polders, dat nu het Oostvaardersdiep heet, ook aan zijn noordoostelijk eind afgesloten. Daardoor ontstaat van Enkhuizen naar de Ketelmond een doorgaande kering, die de zuidelijke grens vormt van het IJsselmeer.

Toen en nu

In de kwart eeuw tussen de nota's van Lely en het begin van de werken zijn de plannen uitgewerkt, al waren ze natuurlijk verre van besteksklaar. Men heeft wel degelijk gebruik gemaakt van de vooruitgang van de technische hulpmiddelen die ter beschikking stonden. Toch mag men de mogelijkheden uit de tijd van de wet van 1918 niet vergelijken met de tegenwoordige. De grote werktuigen van toen zijn nu volkomen verouderd. Wij kunnen ons nauwelijks voorstellen hoe primitief onze theoretische kennis een halve eeuw geleden nog was. Men had er geen idee van wat er gebeurt als een dijk wordt aangelegd op een slappe ondergrond, want grondmechanica bestond nog niet. Oceanografie en vloeistofmechanica waren niet ingesteld op de verschijnselen die bij de Zuiderzeewerken zouden optreden. Van modelproeven had men nauwelijks gehoord. Tijdens de uitvoering van de werken waren wij herhaaldelijk gedwongen nieuwe vraagstukken op te lossen. Dat heeft het theoretische onderzoek gestimuleerd: de vooruitgang van onze kennis is voor een deel te danken aan grote ondernemingen.

De Zuiderzeewerken worden nogal eens vergeleken met de Deltawerken. Afsluiten van de zeegaten in het Zuidwesten van Nederland is veel en veel moeilijker dan afsluiten van de Zuiderzee. De getijden zijn er veel hoger, de diepten veel groter. Geeft men zich echter rekenschap van het verschil tussen de mogelijkheden van toen en nu, dan komt men toch tot de conclusie dat moet worden gesproken van gelijkwaardige prestaties.

Bij het lezen van oude publicaties valt het op, dat ook op andere gebieden dan het technische de denkbeelden ingrijpend zijn veranderd. Het geldt ook voor de economische, sociologische en sociale benadering van de problemen, maar die liggen, hoe belangrijk ze ook zijn, grotendeels buiten het onderwerp van dit boek.

1.4. HET TIJDSHEMA

Bij de opeenvolgende plannen voor de Zuiderzee heeft men er zich steeds rekenschap van gegeven hoeveel tijd er met de uitvoering zou zijn gemoeid. Nu wij al een halve eeuw bezig zijn en het eind nog ver weg ligt, valt het op, dat men zich altijd voorstelde dat het werk in betrekkelijk korte tijd zou kunnen worden voltooid. Het is mij niet bekend hoe lang Van Diggelen in 1849 dacht nodig te hebben voor het uitvoeren van zijn grote plan, waarbij vrijwel de hele Zuiderzee, inclusief de Waddenzee zou worden drooggemaakt. Voor de 'kleine' plannen, het droogmaken van bijna twee duizend vierkante kilometer in het zuiden van de kom, werd de tijd geschat op tien tot zestien jaar. Lely rekende op 32 jaar en de Staatscommissie van 1892 voegde daar nog een jaar aan toe. Als wij 1920 beschouwen als het eerste jaar van de uitvoering, dan had het werk tegen het eind van 1952 klaar moeten zijn.

Het is duidelijk waarom men zoveel haast wilde maken. De wens om een eenmaal begonnen werk ook snel voltooid te zien, was niet eens de belangrijkste drijfveer. Dat was de wijze waarop het werk zou worden gefinancierd. Net als een particulier, wilde de overheid kapitaal lenen om het uit te voeren. Wanneer de baten zouden worden verkregen, doordat de gewonnen gronden zouden worden verkocht, moesten dus het kapitaal en ook de daarover betaalde rente worden terugverdiend. Het was zaak om de rentelast zo laag mogelijk te houden om de prijs van de grond niet te veel te laten oplopen. Anderzijds rekende men er op dat in het tijdverloop dat was voorzien tussen de uitgifte van de eerste en van de laatste gronden, de markt niet zou worden bedorven door een te groot aanbod.

De Afsluitdijk werd niet gezien als een afzonderlijk werk dat zijn kosten zelf waard is. Dat betekent dat die kosten zouden moeten worden omgeslagen over de polders en dat de rente, betaald over de bouwkosten van de Afsluitdijk, op de rekening van de polders zou drukken. Vandaar de opzet om met de eerste polder te beginnen zodra de vordering van de afsluiting dat mogelijk zou maken.

Het is anders gelopen. De ontwerpers uit de negentiende eeuw hadden niet bedacht dat een groot werk van lange duur kan worden gestagneerd door allerlei omstandigheden van buiten af. Stagnaties zijn de Zuiderzeewerken niet bespaard gebleven. Het werkelijke tijdschema (fig. 3) wijkt wel heel veel af van dat van 1891.

Het begon al dadelijk doordat de Staatscommissie van 1892 voor de Afsluitdijk een jaar meer rekende dan Lely had gedaan. Ook nam zij aan dat het werk aan de polders 'klaar' zou zijn twee jaar nadat de verkaveling gereed zou zijn gekomen; weer een jaar meer dan Lely had gesteld.

In dat opzicht is men bij de uitvoering nog veel verder gegaan. Er is geen bepaald ogen-

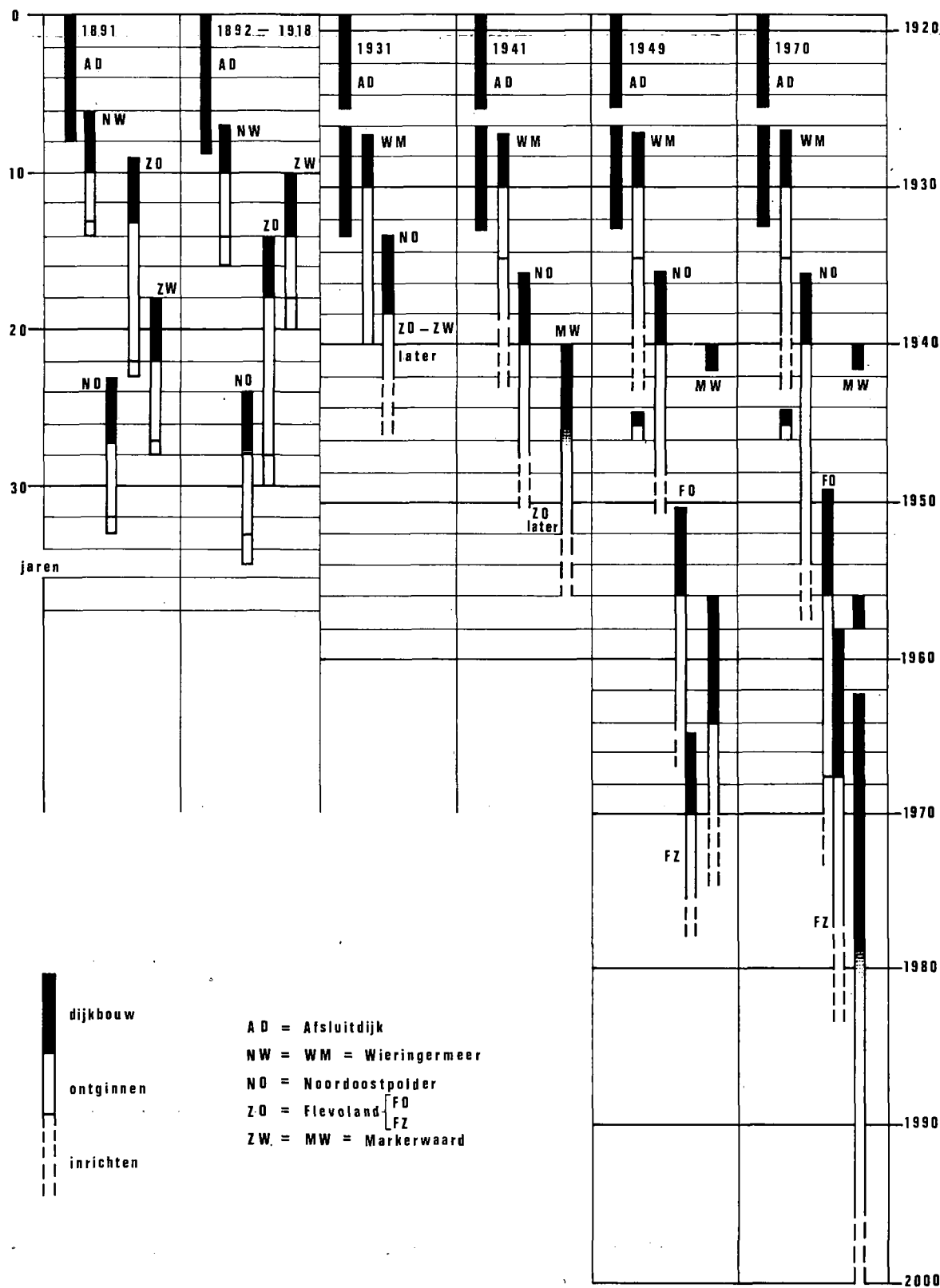


Fig. 3. Tijdschema's

blik aan te geven waarop het gewonnen land een 'normaal' deel van Nederland is geworden. De ontginning of, zo men wil 'kolonisatie' gaat veel verder dan men oorspronkelijk van plan was. Bij het vergelijken van de later opgemaakte tijdschema's met de oudere mag dat niet worden vergeten.

Er is echter ook werkelijke vertraging opgetreden. Het begon toen 'de toestand van de schatkist' dwong de werken in 1925-1926 vrijwel stop te zetten. Dat herhaalde zich in de dertiger jaren, toen met de Noordoostpolder twee jaar later is begonnen dan technisch mogelijk was geweest.

De oorlogs- en naoorlogse jaren zijn verantwoordelijk voor de volgende ernstige vertraging, maar de grootste klap kwam door de stormramp van 1953. Niet alleen werd in dat jaar een deel van zw ingezet voor het dijkherstel, maar sindsdien moeten de Zuiderzeewerken de weinige beschikbare mogelijkheden delen met de Deltawerken.

In het diagram is aangenomen dat het huidige langzame tempo zal worden aangehouden tot de Zuiderzeewerken zijn voltooid. Het is te hopen dat deze prognose te pessimistisch is en dat onze volksvertegenwoordiging en onze regering tot het inzicht zullen komen dat wij de grond zó hard nodig hebben, dat versnellen van het laatste deel der Zuiderzeewerken ruimschoots verantwoord is.

In figuur 3 kan men zien dat de volgorde van de werken herhaaldelijk is gewijzigd. Wij komen daarop in het vijfde hoofdstuk uitvoerig terug.

DE AFSLUITING VAN DE ZUIDERZEE

2.1. ASPECTEN VAN DE AFSLUITING

De afsluiting van de Zuiderzee is in sterke mate beïnvloed door de keileem, de gesteldheid van de zeebodem, het waterloopkundig onderzoek, de MUZ, de rijksfinanciën en de materiaalvoorziening.

2.1.1. KEILEEM

In alle plannen voor de afsluiting van de Zuiderzee is aangenomen dat de Afsluitdijk grotendeels uit zand zou bestaan. Zand is in grote hoeveelheden dicht bij de dijk aanwezig en het is gemakkelijk en goedkoop te verwerken. Het heeft echter twee onprettige eigenschappen. Enerzijds laat een zandlichaam gemakkelijk grondwater door, zodat een zanddam niet waterdicht is en anderzijds worden de zandkorrels, die niet onderling samenhangen, gemakkelijk door stromend water verplaatst. Bij de stroomsnelheden die tijdens de dijkbouw moesten worden verwacht, zou het volstrekt onmogelijk zijn een zanddam te maken, of een van te voren gemaakte dam in stand te houden.

Aan het eerste bezwaar, dat van de doorlatendheid, kan betrekkelijk gemakkelijk tegemoet worden gekomen door in het dwarsprofiel een waterdicht element op te nemen. Daarvoor is veelal klei gebruikt. De dijken hebben dan een kleikist of een kleibekleding, die bij een zorgvuldige uitvoering de waterdichtheid waarborgt.

Weerstaan van sterke stromen

Het element dat sterke stromen moet kunnen weerstaan, is van oudsher van rijshout gemaakt. De techniek van dergelijke constructies is al eeuwen oud en er zijn grote successen mee behaald. Stroomsnelheden van de orde van een meter per seconde, zoals in de Nederlandse rivierarmen voorkomen, worden met gemak weerstaan. Ook in gevallen

waarin de stroomsnelheid oploopt tot meer dan drie meter per seconde, zoals bij de afsluiting van het Sloe (1871), blijkt het goed mogelijk een rijzendam te maken.

Dergelijke snelheden werden ook verwacht bij de afsluiting van de Zuiderzee en men ging er daarom, terecht, van uit dat het zou gelukken de sluitgaten in de Afsluitdijk te dichten met behulp van een rijzen dam.

Mocht later bij een zeer zware stormvloed de Afsluitdijk worden beschadigd, dan zou de nog in het inwendige van de dijk aanwezige rijzen dam weerstand bieden aan het overstortende water en dus voorkomen dat de dijk plaatselijk geheel zou wegspoelen.

Technisch zijn de moeilijkheden dus opgelost en bij de behandeling van de Zuiderzeewet in de Staten-Generaal kon minister Lely verzekeren dat de van een rijzen dam voorziene dijk zou kunnen worden gemaakt en een veilige waterkering zou zijn. Toch had men zich al een aantal jaren beraden over de vraag of de rijzen dam door iets anders kon worden vervangen. Rijswerken zijn duur en omslachtig en er zouden maatregelen moeten worden genomen om de grote hoeveelheden rijshout die zouden moeten worden gebruikt, te verkrijgen. De bestaande grienden zouden zoveel rijshout niet kunnen leveren. Zou men geen gebruik kunnen maken van constructies van gewapend beton, bijvoorbeeld caissons? Voor allerlei bouwwerken waren caissons al vaak met succes gebruikt. Reeds de gewapendbetoncommissie heeft er aandacht aan gegeven, maar geen sterke aanbeveling in deze richting gedaan. Eigenlijk komen caissons niet in aanmerking omdat de kosten stellig nog hoger zijn dan die van een rijzen dam.

Natuurlijk gaan de gedachten ook naar het toepassen van klei, dat een grotere weerstand tegen sterke waterstromen heeft dan zand. Klei wordt in allerlei kwaliteiten aangetroffen: er is zandige klei, slappe en stijve. Het spreekt vanzelf dat voor de bouw van de afsluitdijk uitsluitend heel goede klei in aanmerking zou kunnen komen. Eén van de eerste activiteiten van zw was dan ook het inrichten van een terrein, bij de haven van Stavoren, om slappe klei te laten uitdrogen (1.3, blz. 27).

Bij het eerste werk voor de Afsluitdijk, het maken van beteugelingsdammen in de geulen van het Amsteldiep, werd besloten een proef te nemen met een kleidam. De boringen in de zeebodem ten noorden van de dijk toonden aan dat grote hoeveelheden klei van goede kwaliteit gemakkelijk met baggermolens zouden zijn te winnen. Bij die boringen kwam men op de oostwal van het Amsteldiep terecht op een plaats waar volgens de vissers 'mirakel harde klei' zat. Dat bleek geen klei te zijn, maar iets nog veel beters, nl. keileem. In de beschrijving van de resultaten der grondboringen die de Rijks Geologische Dienst kort na 1920 opstelde, wordt veel aandacht aan de keileem gegeven. Deze maakt deel uit van de afzettingen die de voorlaatste ijstijd in Nederland heeft achtergelaten. Het uit Scandinavië aangevoerde materiaal bestaat uit deeltjes en delen van zeer verschillende grootte, van enkele microns tot verscheidene decimeters. De laatste zijn de keien, waaraan

het materiaal zijn naam ontleent. Het is gedeponeerd als grondmorene en door de er over schuivende ijsmassa's samengeperst tot een compacte massa.

De geologische beschrijving onderscheidt een Fries profiel en een Noordhollands profiel. In het laatste is de keileem, die waarschijnlijk wel aanwezig is geweest, weggevoerd, of in schollen tot grote diepte verzonken. In het Friese profiel daarentegen wordt de keileem op zeer veel plaatsen aangetroffen op diepten die gemakkelijk bereikbaar zijn voor de baggerwerktuigen die bij het begin van de Zuiderzeewerken modern waren. Er zijn niet zo heel veel plaatsen waar de bovenkant van de keileem reikt tot de zeebodem, maar wel veel waar de dikte van de bovengrond, de later afgezette lagen, niet zo groot is dat de winning van de keileem op financiële bezwaren zou stuiten. Evenals bij klei vindt men bij keileem verschillende kwaliteiten. Werkelijk goede keileem kan, als hij in grote brokken wordt verwerkt, geruime tijd aan stromen van omstreeks vier meter per seconde worden blootgesteld zonder dat erg veel materiaal door het water wordt afgeslepen. Zolang de keileem niet uitdroogt, is een dam die ervan is opgestort, waterdicht. Hier is dus een materiaal dat, beter dan klei, en veel goedkoper dan gewapend beton, kan worden gebruikt voor de kern van een zanddijk en dat het mogelijk maakt om sluitgaten te dichtten.

Verwerken van keileem

Tijdens de uitvoering van bestek zw 1, de beteugeling van het Amsteldiep, is besloten een hoeveelheid (200 000 m³) keileem, die als het ware voor het grijpen lag, te verwerken in de plaats van klei. Tegelijkertijd werd het boren naar keileem geïntensiveerd. Ook werd een kleine hoeveelheid keileem uitgespreid op het droogterrein bij Stavoren; een teken dat men zich nog geen goede voorstelling had gemaakt van de eigenschappen van het nieuwe materiaal.

Natuurlijk heeft ook de keileem 'les défauts de ses qualités'. De goede soort is zo stijf, dat hij moeilijk los komt uit de emmers van de baggermolen. De snijrand van de emmer schuift vlak onder de op te halen keileem, die sterk tegen de bodem van de emmer blijft kleven. De hechting is vaak zo stevig, dat het materiaal niet los komt als de emmer over de tuimelaar is gekomen en weer mee naar de diepte gaat. De remedie was echter snel gevonden. Een smalle stalen band, gelast tegen de binnenkant van de emmer, vlak achter de snijrand, was voldoende om de al te grote hechting op te heffen.

Veel erger was het, dat de bestaande onderlossers, geconstrueerd voor het storten van zand en klei, niet goed bruikbaar bleken voor het hanteren van keileem. De zijschotten van het laadruim lopen naar beneden taps toe. Dit heeft tengevolge dat de bodemkleppen betrekkelijk klein kunnen zijn (fig. 4). Het zand passeert gemakkelijk door de opening en niet te vaste klei is wel zo plastisch dat de zwaartekracht voldoende is om hem tussen

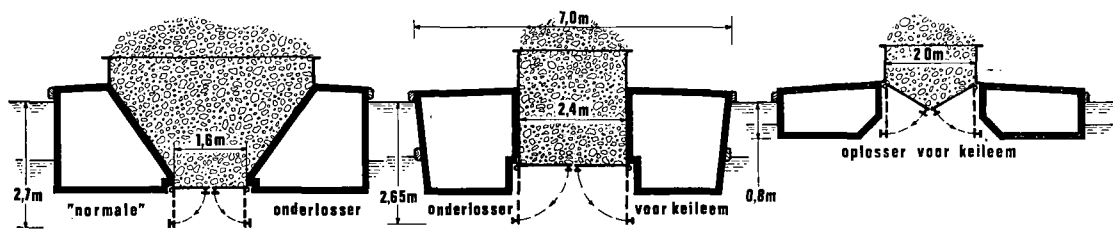


Fig. 4. Dwarsdoorsneden van onderlossers en oplossers.

de kleppen door te halen. De kettingen die vóór het lossen de kleppen in gesloten stand moeten houden en die dwars door de lading lopen, leveren evenmin een ernstig bezwaar op bij het lossen van zand en van klei. Met keileem ligt het anders. Die zet zich vast tussen de hellende wanden van het laadruim. Om de met keileem geladen onderlossers te ledigen bleek het nodig de leem met een krachtige waterstraal langs de wanden van het laadruim los te maken. Die waterstraal werd geleverd door een zandzuiger die verankerd was naast de plaats waar het materiaal moest worden gestort.

Het behoeft geen betoog dat deze omslachtige en kostbare methode niet in aanmerking kwam om geregeld te worden toegepast. Men zag in van hoeveel belang de keileem bij de aanleg van de Afsluitdijk zou worden en besloot daarom om, bij wijze van proef, drie onderlossers (ZzW 1 en 2 en ZzW A,) te bouwen die speciaal geschikt zouden zijn voor het storten van keileem.

De laadruimen van deze onderlossers kregen verticale wanden; er waren afzonderlijke, smalle, compartimenten voor de kettingen, die dus geen belemmering vormden voor het bewegen van de lading. De kleppen waren natuurlijk breder dan die van de gebruikelijke onderlossers en diensgevolge was de diepgang groot onmiddellijk na het openen van de kleppen, die dan vèr onder het vlak (de bodem) uitsteken. Met het oog daarop kreeg ZzW A kleppen waarvan het scharnier niet onderin zit, maar hoog tegen de zijwand van het laadruim. De open kleppen steken niet onder het vlak uit. Dit schip had slechts een klein laadvermogen, namelijk 40 tot 50 m³, inplaats van 150 m³, maar grote lengte en breedte. Geladen was de diepgang maar 0,8 m en overal waar het tijverschil meer was dan deze waarde (wat vrijwel overal in de omgeving van de Afsluitdijk het geval was) kon dus een keileendam worden gestort tot het peil van laagwater. Dit vaartuig, aangeduid als 'oplosser', heeft van het begin af uitstekend voldaan.

Met de andere twee is het gestelde doel eveneens bereikt. De keileem loste onmiddellijk bij het openen van de kleppen, zelfs met zoveel kracht dat 'de koppen van de klinknagels in het rond vlogen'. Het was een beetje àl te goed; de beweging van de kleppen moest worden geremd. Blijkbaar moesten de zijwanden van het laadruim nu ook weer niet helemaal verticaal staan. Door proeven te nemen met losse verstelbare houten schot-

ten langs de wanden van het laadruim is men uiteindelijk tot een constructie gekomen die voor het onder water storten van keileem uitstekend geschikt was.

Keileem bleek ook heel goed te verwerken met grijpers, meestal gemonteerd aan drijvende kranen. Daarmee kon hij worden aangebracht op niveaus die te hoog waren voor de onderlossers en ook voor oplossers.

Gebruik van keileem

De keileem, als stortkeileem en als kraankeileem, heeft een hoofdrol gespeeld bij de afsluiting van de Zuiderzee. Hij kon steeds worden gebaggerd in de omgeving van het werk. De transportafstanden varieerden van minder dan één tot omstreeks acht kilometer.

In totaal is er rond vijftien miljoen kubieke meter naar de Afsluitdijk aangevoerd. Niet alles is uiteindelijk in de dijk terecht gekomen. Het grootste verlies is ontstaan toen de stromen in de sluitgaten zo sterk werden dat zelfs van goede keileem grote hoeveelheden werden weggeschuurd. Op dit verlies was gerekend. Het is nergens zo groot geweest dat het niet kon worden bijgehouden door nieuwe aanvoer, waarvoor dan ook een machtig apparaat is ingezet.

Door een uitgebreid stelsel van grondboringen is het ene na het andere keileemveld aangetoond. Het grootste veld lag vóór de Friese kust, ter hoogte van Gaast. Daaraan is veel keileem onttrokken voor het dichten van het oostelijke sluitgat (fig. 5).

De beschikbare hoeveelheid keileem was wel groot, maar toch niet onbeperkt. Behalve in de Afsluitdijk, is – en wordt – ook veel keileem gebruikt in de dijken van de polders. Van de economisch goed winbare voorraden, die niet waren bedekt door dikke lagen ‘bovengrond’, is het grootste deel verbruikt. Dieper in de bodem ligt nog veel keileem die, natuurlijk tegen hogere kosten, kan worden gewonnen met moderne, diep reikende baggermolens.

2.1.2. DE GESTELDHEID VAN DE BODEM

Kwel

Voor de dijkenbouwer is het van het grootste belang, te weten hoe het staat met de grond die zijn dijk zal moeten dragen. Bestaat die grond van de zeebodem af tot grote diepte uit zand, dan is er in dit opzicht geen zorg. Het zand kan zware dijken dragen zonder zijdelings uit te wijken en zonder in betekenende mate in te klinken. In dit opzicht is keileem even goed als zand, zo niet beter. Hij heeft bovendien het voordeel waterdicht te zijn. Onder een dijk die direct op keileem is gefundeerd, behoeft men geen grondwaterstromen te duchten. Een zandige ondergrond daarentegen laat gemakkelijk water door.

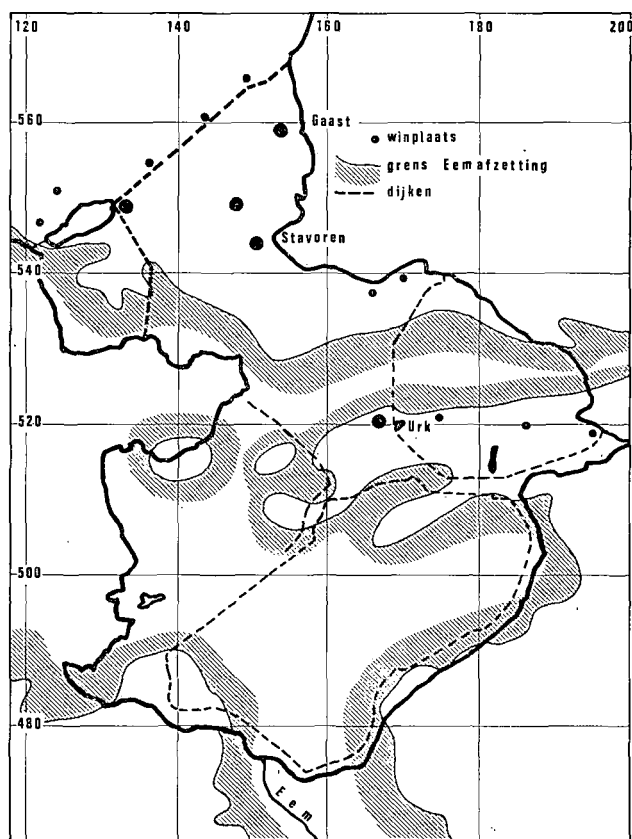


Fig. 5. Eemzee en winplaatsen van keileem

Vooraf in pakketten van grof zand moet men dus rekenen op kwelstromen onder de dijk door. Bij de Afsluitdijk levert dat niet zo heel veel bezwaar op, omdat het verschil in waterstand ter weerszijden van de dijk, dat de grondwaterstroom aandrijft, meestal klein is. Voor de meerdijken echter kan de kwel onder de dijk door sterk zijn en de waterrekening van de polders zwaar belasten, als de dijk op zand rust.

De bodem onder zware lasten

Ten aanzien van de kwel zou een kleibodem beter zijn. Klei is echter veelal niet geschikt om zware lasten te dragen. Er zijn wel kleilagen, lange tijd geleden afgezet en daarna bedekt met andere grondsoorten, die zo sterk zijn samengeperst dat zij een groot draagvermogen hebben gekregen. De kleideeltjes zijn dicht opeengeperst en het poriëngehalte van een dergelijke formatie is gering. Meer recente kleilagen kunnen een poriëngehalte hebben van zeven tiende of meer. Worden ze belast, dan zal het grondwater uit de poriën worden weggedrukt, als het kan uitwijken. De laag zal dus dunner worden: er treedt klink op. In dikke kleilagen kan die klink grote waarden krijgen; de daarop aan-

gelegde dijken kunnen meters zakken. In het begin gaat het hard, later vermindert het tempo, maar het kan eeuwen duren eer zoiets als een evenwicht is bereikt. De dijk moet dus telkens worden opgehoogd.

Dat is nog niet eens het ergste. Het ijle skelet van gronddeeltjes kan door de extra druk worden verbroken en we krijgen te maken met verlies aan evenwicht. Er zullen in het grondlichaam glijvlakken ontstaan, waarlangs verschillende pakketten ten opzichte van elkander gaan bewegen. Dit is geen langzaam verlopend verschijnsel: in enige minuten kan het dijklichaam door de kleilaag heen zakken. De grond zal zijdelings worden weggeperst, waarbij hele ruggen, evenwijdig aan de dijk verlopend, kunnen ontstaan.

Toen met de Zuiderzeewerken werd begonnen, had men nog geen goed begrip omtrent dit nare verschijnsel (1.3, blz. 33). Wel wist men natuurlijk dat grote zettingen zouden zijn te verwachten overal waar dikke slappe kleilagen in de ondergrond aanwezig waren. Bij het traceren van de dijken zijn die dan ook zoveel mogelijk vermeden. Helemaal lukt dat natuurlijk niet: men kan geen dijk aansluiten tegen de Noordhollandse kust zonder over het Noordhollandse bodemprofiel heen te gaan. Het westelijke deel van de dijk door het Amsteldiep, tussen Wieringen en de vaste wal, moest noodgedwongen worden aangelegd op slappe kleilagen van vier tot vijftien meter dikte. Men verwachtte dan ook dat daar de dijk 'bij en na den aanleg enigszins in den bodem zal indringen', maar niet dat de kleilaag onder het gewicht van het opgebrachte zand zijn evenwicht zou verliezen en zijdelings zou uitwijken. Het heeft heel wat grond, zorg en geld gekost eer een betrouwbaar dijklichaam was verkregen (2.2.2, blz. 76).

Nadat men een beter begrip had gekregen over het te verwachten gedrag van de grond, konden dergelijke onaangename verrassingen worden voorkomen door het maken van een grondverbetering. Een groot deel van de slappe lagen wordt weggebaggerd en de ontstane cunet wordt gevuld met zand, waarop dan de dijk wordt aangelegd. Ook dit is een kostbare zaak, maar toch minder dan het maken van de dijk tussen de telkens weer uitwijkende slappe lagen.

Bovendien is men van te voren zeker van het resultaat, kan de beste vorm van de te maken cunet worden bepaald en heeft men een behoorlijke schatting van de te verwerken hoeveelheid grond. Daartoe is het nodig dat de mechanische eigenschappen van de bodemlagen bekend zijn. Er gaat dus altijd een geologisch en een grondmechanisch onderzoek aan de dijkbouw vooraf. Zeer veel boringen en sonderingen worden gedaan, waarbij de medewerking van het laboratorium voor grondmechanica wordt ingeroepen.

Er blijft altijd een laag klei zitten om de kwel vlak onder de dijk door te beperken.

Met veenlagen heeft men dezelfde moeilijkheden als met klei. Het is dus zaak om bij het traceren van de dijken het veen en de klei in de ondergrond te mijden. Gaat men over zand, dan moet de grote kwel op de koop toe worden genomen. Het beste is de keileem,

waarbij ook dit bezwaar vervalt, en het was dus een gelukkige omstandigheid dat het tracé van de Afsluitdijk voor een groot deel gaat over keileemlagen die zich dicht onder de zeebodem bevinden en plaatselijk zelfs aan de oppervlakte komen. Zij ontbreken slechts op enkele plaatsen, waarschijnlijk stroomdalende van postglaciale rivieren. Ook daar is het profiel niet ongunstig: het behoort overal tot het Friese type. Veen is bijna nergens te vinden en de lokaal aanwezige klei is meestal vrij vast. Hij heeft dan ook geen aanleiding gegeven tot zettingen van enig belang in de dijk.

Alleen het meest westelijke deel van de dijk door het Amsteldiep, op het Balgzand, heeft een uitzondering gevormd. Ook de aansluitende Balgzanddijk heeft grote zettingen ondergaan. Tot de huidige dag is er beweging in die dijken, zij het in sterk vertraagd tempo. Gevaar levert het niet op. Het spreekt van zelf dat ze goed in de gaten moeten worden gehouden. Eigenlijk is dat geen uitzondering: regelmatige controle is nodig voor elke dijk, al meent men nog zo zeker dat men er op mag vertrouwen.

Funderingen

Goede keileem is ook geschikt om constructies te dragen die de waterbouwer betitelt met de naam 'kunstwerken', zoals gemalen, sluizen en bruggen. Het komt daar, wat de stabiliteit betreft, aan op centimeters en niet op decimeters, zoals het met de dijken zelf het geval is. Aan de fundering van die kunstwerken worden dus hoge eisen gesteld. De meeste zijn dan ook gebouwd op palen, die reiken tot in de 'vaste' zandlagen.

Op enkele plaatsen vond men een zo stevige ondergrond, dat palen niet nodig waren. Dit was het geval bij de grote uitwateringsluizen in de Afsluitdijk bij Wieringen, de Stevin-sluizen. Zij zijn gebouwd op een betonplaat die rechtstreeks rust op de keileembodem, zoals men zegt 'op staal'. Vóór het besluit daartoe is genomen, heeft een uitvoerig onderzoek plaats gehad naar de eigenschappen van de hier aanwezige keileem. De bouwplaats voor de sluizen, die al in 1922–1923 was omringd door een tijdelijke dijk (2.1.5, blz. 64 en 2.2.3, blz. 91), is droog gemalen en in de put zijn belastingproeven gedaan. Dit is het eerste deel van de Zuiderzeebodem dat droog is gekomen. Iemand met een fantasierijke en humoristische geest heeft daar ook het eerste gewas op de Zuiderzeegrond geteeld. Dat bestond uit radijs en het verhaal wil dat die zonder zout kon worden gegeten. Het bodemvocht en het kwelwater hadden immers een zoutgehalte dat maar weinig onderdeel voor dat van zeewater.

De belastingproeven hadden een positief resultaat. Ze zouden denkkelijk achterwege zijn gebleven, als de kennis van grondmechanica toen al zo ver ontwikkeld zou zijn geweest als later het geval was. Op grond van een aantal sonderingen, enkele boringen en onderzoek in het laboratorium zou zeer waarschijnlijk dezelfde conclusie zijn bereikt. Het droogmalen (en na afloop weer vol laten lopen) van de sluisput was dan niet nodig ge-

weest. Weliswaar lag het ook in de bedoeling in de droge put metingen te doen over kwel, maar alléén daarvoor zou men de toch tamelijk kostbare droogmaking niet hebben ondernomen. Er is trouwens van die kwelmetingen niet veel terecht gekomen.

2.1.3. WATERLOOPKUNDIG ONDERZOEK

De Staatscommissie-Lorentz (SCL)

Bij de vele studies voor de Zuiderzeewerken was telkens gebleken hoe weinig begrip men eigenlijk had over het wezen van de waterbeweging in en rond de Zuiderzee. Er waren veel waarnemingen gedaan over getijden, stormvloeden, en ook wel enige over golven, maar het bleef bij een antwoord op de vraag 'hoe'. De vraag 'waarom' kon niet worden beantwoord. Daardoor was het ook niet mogelijk een betrouwbare kwantitatieve voorstelling te maken over de gevolgen van de grote ingreep die de afsluiting van de Zuiderzee zou worden. Men moest er dus op los fantaseren en dat is dan ook braaf gedaan.

De Staatscommissie Lorentz (SCL 1.2, blz. 23) heeft in dit opzicht een nieuw tijdperk ingeleid. Deze commissie heeft de hydrodynamische (waterloopkundige) vraagstukken die met de afsluiting van de Zuiderzee in verband staan, grondig aangepakt [26].

De waterbouwkundige afdeling, onder leiding van de (toekomstige) directeur-generaal van de Zuiderzeewerken, Ir. H. Wortman, zorgde allereerst voor de vergroting van het waarnemingsmateriaal.

De meteorologische waarnemingen (wind) werden uitgebreid door de zorg van de meteorologisch-oceanografische afdeling, waarvan de hoofddirecteur van het KNMI, Prof. dr. E. van Everdingen voorzitter was. Lorentz zelf leidde een theoretische studie. Hij begon met de normale getijden, een periodiek verschijnsel, dat in de ondiepe Zuiderzee weliswaar gecompliceerd was, maar dat zich toch nog redelijk bleek te lenen voor een wiskundige behandeling.

Moeilijker was de volgende stap, naar de grillige stormvloeden. Die waren het onderwerp van de oorspronkelijke vraag die door de SCL moest worden beantwoord: hoeveel zouden de stormvloeden stijgen tengevolge van de afsluiting van de Zuiderzee, dus hoeveel zouden de dijken rond de Waddenzee moeten worden verhoogd.

Met behulp van het door de arbeid van de commissie verkregen inzicht zijn enkele vroegere publicaties over de stormvloedverhoging opnieuw beschouwd. Dit werd aangeduid als de 'eerste' en 'tweede' methode van berekenen. Bovendien is getracht de voor het 'normale' getij ontwikkelde methoden zo ver uit te breiden dat ze op stormvloeden konden worden toegepast. Deze 'derde' methode kwam tot voorspellingen die redelijk betrouwbaar werden geacht. Ze waren ongunstiger dan de uitkomsten van de eerste en van de tweede methode.

Het bleek dat men zou moeten rekenen op een stormvloedverhoging van meer dan een meter langs de Afsluitdijk. Langs de Friese kust zou de verhoging bij Harlingen nog meer dan een halve meter bedragen en nog enige tientallen kilometers verder duidelijk merkbaar zijn. Dit zou ook het geval zijn langs de binnenkant van de eilanden Terschelling, Vlieland en vooral Texel. Ook in de zeegaten tussen die eilanden zou de invloed van de afsluiting van de Zuiderzee voelbaar zijn. In het nauwste deel van het Texelse zeegat, dat het dichtst bij de Afsluitdijk ligt, kwam men alweer bijna tot een halve meter en het ligt in de rede dat de verhoging aan de Noordhollandse kust tussen Den Helder en de Van Ewijksluis nog groter zou worden. Bij Wieringen kwam men weer terecht bij een hele meter (fig. 52, blz. 217).

Bij deze verhoging moet nog worden gevoegd de vergroting van het oplopen van de golven tegen het buitentalud van de dijken.

Deze resultaten hebben geleid tot omvangrijke werken. Alle dijken rondom de Waddenzee moesten, in mindere of meerdere mate, worden verhoogd. Bij de plannen voor de Afsluitdijk was oorspronkelijk rekening gehouden met een veel kleinere stormvloedverhoging.

Het onderzoek naar het dagelijkse getij was niet begrepen in de opdracht van de SCL, maar het heeft grote invloed gehad op de gang van zaken bij de afsluiting. De resultaten bevestigden de mening die de waterstaatsingenieur H. E. de Bruyn reeds in 1894 [27] en weer in 1911 [28] had uitgesproken, maar waaraan nauwelijks aandacht was gegeven. De Bruyn was, op grond van schetsmatige, maar theoretisch uitstekend gefundeerde berekeningen, tot de slotsom gekomen dat het getij in de Waddenzee na het afsluiten van de Zuiderzee véél sterker zou worden dan tevoren het geval was. De daarvoor te verplaatsen watermassas zouden zó groot moeten zijn, dat in de zeegaten niet, zoals men op het eerste gezicht zou verwachten, de stroomsnelheid zou verminderen, maar integendeel groter zou worden.

Dit resultaat werd al bevestigd door de eerste getijberekeningen van de SCL. Volgens deze berekeningen zou de stroom door het Texelse zeegat zo veel toenemen, dat men zich zorgen ging maken over de toekomstige toestand van de Helderse zeewering.

De stromen in de zeegaten woelen de zandige bodem en oevers zo sterk om, dat de situatie geenszins stabiel is. Het Vlie, het Eierlandse Gat en het Texelse zeegat hebben alle drie de neiging om zich naar het zuidwesten te verplaatsen. Zij deden dit ook, tot door menselijk ingrijpen de zuidwestelijke oever werd vastgelegd.

Het is zeker dat het Texelse zeegat in de vijftiende eeuw daar lag waar zich nu de zandplaat Onrust aan de zuidelijke punt van Texel bevindt [29]. De punt van Noord-Holland is in enkele honderden jaren een paar kilometer achteruit gegaan, totdat hij omstreeks 1725 is vastgelegd in zijn tegenwoordige positie. Maar dat heeft een grote energie en

schatten geld gekost. Op het kritieke punt, bij Kaaphoofd, is zoveel steen gestort, dat er nu een hele rotsformatie is ontstaan, een steil talud dat zich van de zeespiegel uitstrekt tot een diepte van wel vijftig meter, één van de diepste plaatsen in de Nederlandse wateren.

Wat zou er gebeuren als de dagelijks door het zeegat trekkende stroom met een derde van zijn oorspronkelijke sterkte zou toenemen?

In oktober 1921 werd door de chef van de afdeling 'afsluiting' van de Zuiderzeewerken, Ir. De Blocq van Kuffeler, de vraag gesteld, of de stroomversterking zou zijn te voorkomen, of althans te beperken, door de Afsluitdijk een ander tracé te geven dan de rechte lijn van Den Oever naar Piaam. Het antwoord was bevestigend. De stroomversterking is namelijk een resonantie-verschijnsel. Zou men de afsluitdijk leggen vlak achter de zeegaten, dan zouden de getijstroomen daarin natuurlijk zwak zijn. Zij zouden des te sterker worden, naarmate de afstand tussen de zeegaten en de afsluitingslijn groter wordt. Aan die toename komt echter een eind als de afstand van zeegaten tot dijk ongeveer gelijk wordt aan het vierde deel van de lengte van de 'getijgolf'. Bij een nog grotere afstand zijn de stroomen door de toegangen weer minder sterk. De golflengte hangt af van de waterdiepte; ze bedraagt in het Zuiderzeegebied zo iets van tweehonderdvijftig tot driehonderd kilometer. De oorspronkelijke lengte van de Zuiderzee, van Vlieland tot Nijkerk, ruim honderd km, was belangrijk meer dan het vierde deel ervan. Elke verkorting zou een versterking van de getijstroomen in de zeegaten veroorzaken. In de tijd van de plannen tot droogmaking van het zuidelijk gedeelte van de Zuiderzee, omstreeks 1870, leefde men in zalige onwetendheid hierover. Het verschijnsel is toen nooit bij argumenten tegen de plannen aangevoerd.

Wel verhief De Bruyn zijn stem toen een ogenblik sprake was van een afsluitdijk van Westfriesland naar Gaasterland. Terecht, want de afstand van die dijk tot de zeegaten zou vrijwel zijn overeengekomen met de bewuste kwart-golflengte. Nu weten wij, dat de stroom door het Texelse zeegat met bijna de helft zou zijn toegenomen.

Elke verdere noordwaartse verschuiving van deze ongunstigste positie uit zou weer een verbetering betekenen en het is duidelijk dat dit ook waar is als de dijk van Piaam verder noordwaarts wordt opgeschoven. Verder dan de vooruitspringende hoek van de Friese dijk bij Zurig kon men moeilijk gaan en zo is uit de vraag van Van Kuffeler het tracé van de afsluitdijk van Den Oever (op Wieringen) naar Zurig (in Friesland) ontstaan. De getijberekening toonde aan, dat de winst, hoewel niet zo heel groot, toch niet was te verwaarlozen. De stroomversterking in het Texelse zeegat werd teruggebracht van een derde naar een vierde.

Er is nog wel eens gesuggereerd nog verder te gaan door de Afsluitdijk niet recht te maken, doch noordwaarts uit te buigen, maar daaraan is verder geen aandacht gegeven.

Hoog- en laagwater

De wetenschap dat na de afsluiting van de Zuiderzee het getij in de Waddenzee veel sterker zou worden dan voorheen, had nog meer consequenties. Een sterker getij betekent in het algemeen hogere hoogwaterstanden en dieper aflopende laagwaters. Het eerste is van belang voor havens waarop tijvaart plaats vindt: schepen waarvoor in de laagwaterperiode geen diepte genoeg zou zijn, komen en vertrekken omstreeks hoogwater.

Dit is het geval te Harlingen voor zeeschepen van bescheiden afmetingen, die deze haven aandoen langs de Pollendam, en ook voor de vaart naar het zuiden door de Boontjes, waar maar een heel kleine diepte aanwezig was. Van veel belang is het voordeel echter niet, omdat de verhoging van het hoogwaterpeil niet groot is (volgens de berekening omstreeks 2 decimeter). Een voordeel van de dijkrichting naar Zurig inplaats van naar Piaam, was dat de berekening voor de Boontjes in het eerste geval een sterkere getijstroom aangaf. Op grond van de berekeningen bestond er enige twijfel of na de afsluiting van de Zuiderzee de stromen in de Boontjes sterk genoeg zouden blijven om er zonder, of met weinig baggerwerk voldoende diepte voor de scheepvaart te handhaven.

De verlaging van het laagwater heeft een gunstige invloed op het vermogen van de uitwateringsluizen in de Afsluitdijk, die tot taak hebben het peil van het IJsselmeer te regelen. De vóór de afsluiting van de Zuiderzee bestaande waterstanden waren daar eigenlijk niet gunstig voor. De gemiddelde laagwaterstand bij de oostpunt van Wieringen bij Den Oever, lag tussen 50 en 55 centimeter onder NAP en dus weinig meer dan 1 decimeter onder het winterpeil van het IJsselmeer, NAP—40 cm.

Aan de Friese kant van de Afsluitdijk was de toestand nog ongunstiger en het is dan ook niet te verwonderen dat Lely de sluizen op Wieringen projecteerde. Hij ging er van uit dat door de afsluiting van de Zuiderzee het getij daar wel gunstiger (sterker) zou worden en had het gevoel dat de toekomstige getijlijn van Den Oever ongeveer dezelfde zou worden als die van Den Helder al vóór de afsluiting was. Op dat gevoel baseerde hij de afmetingen van de uitwateringsluizen: de drempels 4 meter onder het IJsselmeerpeil, dus NAP—4,4 m en een gezamenlijke breedte van alle sluiskokers van 300 meter.

Toen, na 1918, de plannen werden gedetailleerd, heeft men zich nader beraden over de onderstelling van Lely. Na 1885—1890, de tijd waarin de technische nota's waren geschreven, was het peil van de zeespiegel enige centimeters gestegen. Men onderstelde dat dit mogelijk nog lange tijd zou doorgaan en mocht dus voor het gemiddeld laagwater bij Den Oever niet aannemen 45 centimeter onder het winterpeil van het IJsselmeer, zoals Lely had gedaan, maar moest rekenen met een kleiner verval, minder dan 40 centimeter. Ook de spuiperiode zou korter worden. Het vermogen van de sluizen zou dus kleiner worden dan waarop Lely had gerekend.

Daar kwam nog wat bij. zw had voor een periode van zeven jaar, waarbij het extreem droge jaar 1911 en het heel natte jaar 1912, dag voor dag uitgerekend, in hoeverre het gewenste IJsselmeerpeil zou kunnen worden gehandhaafd en welke overschrijdingen van zomer- en winterpeil niet zouden kunnen worden verhinderd. De uitkomst was niet helemaal bevredigend; er zouden eigenlijk meer hoge waterstanden voorkomen dan ons lief was. Nu moet men dit niet al te tragisch opvatten, want het gaat meestal om centimeters, maar het was toch genoeg om te besluiten het sluisvermogen met 20 percent te vergroten door de totale sluiswijdte van 300 meter te brengen op 360 meter.

Nu kwam de getijlijn bij afgesloten Zuiderzee voor Den Oever van de SCL uit de bus. Het laagwater lag meer dan 10 cm dieper dan het vroegere laagwater van Den Helder en de spuiperiode was een kwartier langer. De capaciteit van de sluizen zou meer dan 10 percent groter zijn dan Lely had voorzien.

De capaciteit van de spuisluizen

Om weer terug te gaan tot de oorspronkelijke sluiswijdte van 300 m was nog een andere meevaller nodig. Die werd geleverd door het model-onderzoek. In de waterloopkundige laboratoria te Karlsruhe [4] en te Delft [5] zijn uitgebreide proeven gedaan over het vermogen van de uitwateringsluizen. Dat vermogen hangt namelijk niet alleen af van de waterstanden, de wijdte en de drempeldiepte van de sluizen, maar ook van de vorm van de vloer, zijwanden en pijlers. In de formules die aangeven hoeveel water bij bepaalde waterstanden stroomt door een sluis van een zekere wijdte en diepte, komt een coëfficiënt voor die afhangt van de vorm van de opening. Door theoretische beschouwingen kan die coëfficiënt, die we verder m zullen noemen, niet worden bepaald. Daarvoor waren experimenten nodig. Men had m wel opgevat als de mate waarin de doorstromende hoeveelheid achterblijft bij de ideale, die zou behoren bij een volmaakte sluis. Die gedachte werd gesteund door metingen aan bestaande sluizen, waarbij voor m veelal waarden tussen 0,8 en 0,9 waren gevonden. Lely had 0,9 aangehouden en daaraan was voorlopig niets veranderd.

Nu kwam men rapporten op het spoor van afvoermetingen aan sluizen te Scheveningen, Katwijk en IJmuiden, waarbij hogere waarden van m uit de bus kwamen, enkele zelfs boven de eenheid. Sommige, vooral oudere, ingenieurs vertrouwden dat niet en twijfelden aan de juistheid van de metingen. Anderen waren, op theoretische gronden, gaarne bereid te geloven dat m groter dan één kon zijn. Maar de theorie stond toen nog niet hoog in aanzien en men besloot dat metingen aan modellen van de ontworpen sluizen uitsluitend moesten geven.

Zo kwamen de uitwateringsluizen van de Zuiderzee in het laboratorium te Karlsruhe terecht, zij het op een vierenzestigste van de ware grootte. Er is met de grootste zorg aan

gemeten en de uitkomst was dat m niet helemaal constant was en meestal schommelde tussen 1,05 en 1,10. Een meevaller van omstreeks twintig percent, ruimschoots voldoende om samen met de gunstiger laagwaterstanden, terug te keren naar een sluiswijdte van 300 meter. Van de zes ontworpen sluisgroepen, elk met een totale wijdte van 60 meter, zou er één achterwege kunnen blijven.

De oppositie was nog niet helemaal verslagen, want nu werd weer getwijfeld of een modelproef werkelijk representatief was voor de 'echte' sluizen. Men wilde absolute zekerheid hebben dat het IJsselmeer niet zou worden toevertrouwd aan sluizen van te kleine afmetingen. Anderzijds wilde men ook het voordeel van een sluisgroep minder, misschien drie miljoen gulden, niet prijs geven. Daarom werd de keten gesloten met metingen in een sluis van ongeveer dezelfde afmetingen als een sluiskoker van de IJsselmeer-sluizen en ook in een model van die sluis [4].

Dit werd een genoegelijk avontuur. De sluizen te Steenenhoek, die voor de lozing van de Linge moesten zorgen, voldeden aan de eisen. Onder het wakend oog van het gastvrije bestuur van het waterschap de Linge Uitwatering zijn in juli 1923 en weer in april 1924 door personeel van Karlsruhe en van zw uitvoerige metingen gedaan.

Het is jammer dat de mooie waaiersluis van Steenenhoek moest worden opgeruimd toen later het hele lozingcomplex werd gemoderniseerd. Onze voorouders konden goed en soliede bouwen en bovendien de sluis een zodanige vorm geven dat m bij sommige waterstanden 1,2 overschreed. En dat alles alleen op grond van ervaring en traditie. De later gebouwde binnensluis daarentegen had voor het doorstromen een bijzonder slechte vorm. De afvoercoëfficiënt m was daar slechts ongeveer 0,75.

En het model? Dat bevestigde de metingen in de vrije natuur volkomen. De verschillen met de 'echte' sluizen waren kleiner dan de onzekerheid die zelfs bij nauwkeurige metingen in de natuur aanwezig is: verscheidene percenten.

De strijd was nu gewonnen; m mocht groter dan één zijn. zw ging terug naar de driehonderd meter van Lely en hield in die vijf groepen nog flink wat meer capaciteit over dan Lely had aangenomen.

De sluitgaten

Een ander probleem waarvoor de waterloopkundige theorie en de modelmetingen te hulp zijn geroepen, is de stabiliteit van de beteugelingsdammen in de sluitgaten van de Afsluitdijk. Naarmate de afsluiting zou vorderen, zouden steeds snellere stromen door die sluitgaten gaan. Hoe sterk zouden die stromen worden en hoe zou men de bodem van de sluitgaten, dus zinkstukken of beteugelingsdammen, moeten maken om die stromen te kunnen weerstaan? Het antwoord op de eerste vraag moest worden gevonden met behulp

van berekeningen gebaseerd op het werk van de SCL, dat op de tweede kon alleen worden verkregen door modelmetingen.

De eerste sluitgatberekening was gericht op de afsluiting van het Amsteldiep. In de getijberekeningen van de SCL werd de werkelijke waterbeweging geschematiseerd tot een stelsel van stromen in de langsrichting van een aantal vakken waarin de zee verdeeld was gedacht. Het vak 'Amsteldiep' werd door de dijk afgesneden; daar ter plaatse was dus de stroom tot nul teruggebracht. Dit had een verandering (versterking) van het getij aan de noordzijde van de dijk tengevolge. Ook aan de zuidzijde kreeg men met een ander getij te doen: de getijgolf moest de omweg om Wieringen maken om daar te komen. Uit het verschil tussen de berekende getijden noord en zuid was het verloop van de stromingen vlak vóór de sluiting gemakkelijk te berekenen. We wisten dus van te voren wat ons te wachten stond.

Ook de toestand in een eerdere fase van het werk was te bepalen. Bij de berekening werd de geul dan niet afgesloten, maar er werd een weerstand in aangebracht.

Zo kon men ook te werk gaan met de sluitgaten in de dijk van Den Oever naar Zurig. Moeilijker was het om te voorspellen wat er tijdens een stormvloed zou gebeuren in de sluitgaten die 's winters zouden open liggen, maar de rekenaars zijn toch tenslotte erin geslaagd de dijkbouwers een inzicht te verschaffen in de stromen die ze konden verwachten tijdens verschillende fasen van het werk.

Een groot aantal modelproeven is uitgevoerd om te weten te komen hoe de stroom over de beteugelingsdammen en in de naaste omgeving daarvan precies was verdeeld. Op grond van die proeven is het dwarsprofiel van de onderwaterdammen zodanig gekozen dat er geen bijzonder sterk aangevallen plaatsen meer voorkwamen.

De oppervlakte van de beteugelingsdammen bestond uit rijzen zinkstukken, geballast met natuursteen: Belgische kalksteen of Duitse basalt. Nieuwe modelproeven waren nodig om te zien hoe de bestorting moest worden ingericht om weerstand te bieden aan de stromen die op grond van het voorgaande onderzoek moesten worden verwacht. Voor die proeven had men de beschikking over het Waterloopkundig Laboratorium te Delft, dat in 1927 in bedrijf was genomen.

De 'vertaling' van zulke proeven in de werkelijkheid is veel moeilijker dan bij de sluisproeven het geval was. Omdat men absoluut zeker moest zijn van de resultaten, is ook hier een controleproef genomen (1929).

In een van de afvoeropeningen van de Maasstuw bij Roermond is een zinkstuk geplaatst, geballast met zware Belgische steen. Over het stuk is een stroom opgewekt door de stuw-schuif een eind open te trekken. Na afloop is het geheel drooggezet en opgetekend welke

stenen waren blijven liggen en waar de andere waren terechtgekomen. De proef is enige malen herhaald.

In het laboratorium is, op een twintigste van de ware grootte, hetzelfde programma uitgevoerd. De overeenstemming was uitstekend. De verplaatsing van de stenen in het model kwam vrijwel geheel overeen met die in het 'prototype'. De kleine verschillen die nog werden geconstateerd wezen er op dat de proeven bepaald niet te optimistisch waren. Een bestorting die in het model voldoende bleek zou zeker in de werkelijkheid de stromen weerstaan zonder ontoelaatbare beschadiging.

Het was een kostbare onderneming, vooral door het telkens droogzetten van de (echte!) stuw-opening, maar het was de moeite waard. Men wist nu zeker dat op de modelproeven kon worden vertrouwd.

De dijkbouwers konden hun gang gaan. Het spreekt vanzelf, dat de rekenaars en het laboratorium gemobiliseerd zouden moeten blijven tot het laatste gat zou zijn gesloten. Al is alles zo goed mogelijk bestudeerd, men moet er toch altijd op voorbereid zijn dat er iets gebeurt waarop niet was gerekend.

Dat is dan ook nodig gebleken. Eén van de ergste niet verwachte gebeurtenissen is geweest het optreden van een oude vijand van de waterbouwers, de paalworm (*Teredo navalis*).

Golfoploop

Een onderwerp waarvan de kennis lang erg beperkt is gebleven, is de hoogte die wordt bereikt door de toppen van de golven die tegen een dijkतालud oplopen, de golfoploop, die verscheidene meters kan bedragen.

De oude plannenmakers moesten zich wel erg behelpen met de schaarse gegevens die er toen waren. Eigenlijk waren die gegevens niet veel meer dan het feit dat een aantal dijken was doorgebroken nadat de golven over de kruin waren geslagen en dat andere dijken, die waren blijven staan, blijkbaar hoog genoeg waren. Verder waren er waarnemingen van het vloedmerk op het buitentalud van dijken waartegen de golven bij de voorafgaande storm kennelijk de kruin niet hadden bereikt. Door de golven meegebrachte drijvende voorwerpen, zoals takjes en strootjes, worden door het terugvloeiende water in de grasmat achtergelaten en vormen zo een min of meer duidelijk merk.

Zuiderzeewerken begreep dat er iets aan moest worden gedaan. Eén van de middelen tot vergroting van onze kennis was een modelonderzoek (1919-1920). In de tuin van het Haagse bureau werd een houten bak getimmerd, vijftien meter lang. Aan één van de korte zijden werden taluds gemaakt die onder verschillende hellingen konden worden gezet. Aan de andere kant kwam een verticaal schot, dat met de hand heen en weer kon worden bewogen en zo golven opwekte die tegen het talud aan de overkant opliepen.

Hoogte en periode van de golven konden worden gevarieerd. Er was geen gelegenheid om wind na te bootsen en de hele inrichting van deze voorloper van een waterloopkundig laboratorium was uitermate primitief. Toch zijn er nuttige resultaten uit gekomen. Er is enig inzicht verkregen in de invloed van de helling van het buitentalud en van de reductie die de golfoploop ondergaat door de aanwezigheid van bermen. Op de keus van 1 op 4 voor de helling van het buitentalud van de Afsluitdijk hebben de proeven duidelijk invloed gehad.

Het heeft lang geduurd eer betere laboratoriumproeven ter beschikking kwamen. Zonder 'modelwind' konden geen betrouwbare uitkomsten worden verkregen en pas in 1935, na het voltooiën van de Afsluitdijk, kreeg het Delftse laboratorium zijn eerste windgoot, de eerste voor dit doel bruikbare installatie in de wereld.*

Geleidelijk is men tot het inzicht gekomen dat het vraagstuk van de golfoploop uiteenvalt in twee, onderling niet afhankelijke, aspecten (zie ook verslag SCL, blz. 249). Eerst moet worden nagegaan welke golven onder verschillende omstandigheden vóór de dijk kunnen worden verwacht. Het tweede punt is de hoogte waartoe die golven zullen oplopen tegen een dijk met bepaalde eigenschappen.

Omtrent dat tweede punt is in de loop van de jaren in de windgoot te Delft en later in die bij De Voorst veel werk verzet. Golven van verschillende hoogte en met verschillende periode (waarvan de golflengte afhangt) zijn vóór de dijk opgewekt. De invloed van de helling van het buitentalud werd nu nauwkeurig bepaald. De ruwheid van het talud bleek, evenals bij de eerste proeven, van weinig betekenis te zijn. Alleen heel grote oneffenheden verminderen de oploop enigermate. Een grote reductie wordt verkregen door het aanbrengen van een berm ter hoogte van de 'rustende' waterspiegel, of iets hoger. De golf breekt dan vóór de buitenkruinlijn van de berm; het bovenste deel van de dijk, de tuimeldijk, wordt alleen bereikt door de uitschietende golftongen. De helling van de tuimeldijk kan dan tamelijk steil zijn, zonder dat dit een ongunstige invloed heeft op de golfoploop. Golven die scheef op de dijk aankomen brengen het minder ver dan die loodrecht binnenvallen. Het verschil is vooral groot als er een berm aanwezig is.

Al deze uitkomsten staan behoorlijk vast, maar bij het overbrengen naar de werkelijke dijken stuit men op de onzekerheid van de absolute grootte.

De oploop op een echte dijk zal wat groter zijn dan twintig keer de oploop die in een windgoot is gemeten aan een model op een twintigste van de ware grootte. Om het verschil te bepalen, moesten de waarnemingen in de praktijk te hulp worden geroepen. Zuiderzeewerken verzamelde alle gegevens over het vloedmerk en liet nieuwe waarnemingen uit-

* Er waren twee voorlopers, beide in Nederland. Heel in het klein de in het verslag van de SCL (par. 20) vermelde bak in een windtunnel van de toenmalige Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart te Amsterdam (1922) en in 1933 een stroomgoot met ventilator in het Geologisch Instituut van de Rijksuniversiteit van Leiden.

voeren. Ook richtte hij een aantal golfpeilschalen in langs dijken van Friesland en van Noord-Holland. Erg betrouwbaar konden dergelijke waarnemingen niet zijn. Het is niet eenvoudig om bij nacht en ontij te noteren hoeveel malen de verschillende piketten door de golven worden bereikt.

Het was helemaal onmogelijk om te meten hoe hoog de golven waren vóór ze de dijk bereikten. Pas in de tweede wereldoorlog is, ter voorbereiding van de amfibische oorlogshandelingen, uitvoerig bestudeerd welke golven ontstaan als wind van een bepaalde snelheid over een zekere strijklengte waait over een watervlakte van een bepaalde diepte. Toen dit eenmaal vaststond, kon uit de zeekaart en het weerkaartje achteraf worden vastgesteld wat de golfhoogte moet zijn geweest, en wat de golfperiode was.

Niet alle golven zijn even groot: er is een heel 'spectrum' tussen betrekkelijk kleine golven en de enkele uitschieters die heel wat groter zijn dan de gemiddelde. Men rekent tegenwoordig met de significante golf, die wordt overschreden door dertien percent van alle golven, maar veel dijken zijn gedimensioneerd op de twee-percent-golfoploop. Gemiddeld komt dan één op de vijftig golven op of over de kruin.

Omdat, bij dezelfde windkracht en dezelfde strijklengte, hogere golven worden opgewekt, naarmate de waterdiepte groter is, zal ook de golfoploop met de diepte toenemen. De SCL heeft een aantal gegevens overgenomen ([26], hoofdstuk VIII) die door zw waren bijeengebracht, waaruit blijkt dat in het algemeen de golfoploop groot is voor dijken die aan diep water liggen. Erg overtuigend is het diagram ([26], fig. 5) dat de resultaten weergeeft niet, omdat behalve de waterdiepte ook andere omstandigheden verschillen, zoals de strijklengte en de richting waaronder de golven de dijk treffen.

Toen het definitieve plan voor de Afsluitdijk werd gemaakt, was de kennis van de golfoploop nog erg beperkt. Toch heeft men over het algemeen een vrij goede schatting gedaan; waarschijnlijk wat aan de lage kant (2.4.1, blz. 159).

Tegenwoordig worden krachtige pogingen gedaan om de golfoploop onder de knie te krijgen. Onze laboratoria beschikken over drie windgoten en binnen afzienbare tijd komt er een vierde bij. De mechanische en elektrische uitrusting is zodanig, dat onregelmatige wind en onregelmatige golven kunnen worden opgewekt, waardoor de omstandigheden in de natuur beter worden benaderd. Ook wordt de hoeveelheid water gemeten die over de kruin komt.

Op de dijken zelf wordt veel aandacht gegeven aan de waarneming van het vloedmerk. Een golfpeilschaal op de Afsluitdijk, ten westen van Breezand, is voorzien van apparatuur waarmee de golfoploop wordt geregistreerd. De hoogte en de periode van de golven op enige afstand van de dijk worden gemeten aan verankerde boeien, of aan in de zeebodem geplaatste 'golfpalen' die hun gegevens radiografisch doorzenden naar het aan de vaste wal of de dijk gevestigde meetstation.

Bij het ontwerpen van de dijken van de IJsselmeerpolders kon al rekening worden gehouden met een deel van de nieuwere uitkomsten. In de toekomst, als het aanpassen van de Afsluitdijk aan de regels van de Deltawet aan de orde komt, zullen wij er nog beter voorstaan, al is het laatste woord over de golfoploop nog lang niet gezegd.

2.1.4. DE MUZ

Redenen voor een afwijkende organisatievorm

De eerste Zuiderzeewerken zijn uitgevoerd op de in Nederland gebruikelijke manier. Van een bepaald onderdeel werd een bestek gemaakt, waarin het werk nauwkeurig was omschreven en waarin de voorwaarden waren vermeld waaraan de uitvoerende aannemer moest voldoen. Op dit werk werd door geïnteresseerde aannemers ingeschreven. Het werk werd dan gegund aan degenen die de gunstigste offerte had gedaan. In veel gevallen, maar niet altijd, was dat die welke voor de laagste aannemingsom had ingeschreven.

Het bleek al gauw dat dit aloude systeem bij het maken van de Afsluitdijk van de Zuiderzee niet kon worden gevolgd. Dit werk was niet geschikt om in zijn geheel te kunnen worden aanbesteed. Het zou zich uitstrekken over een lange periode, misschien een jaar of acht, en niemand kon voorzien, welke toestanden tegen het eind zouden heersen. Bovendien waren de risico's niet te overzien. Van te voren kon geen behoorlijke beschrijving worden opgesteld van het dichten van de sluitgaten. Er kon dus ook geen bestek voor worden gemaakt. Aan de andere zijde was het ook niet gewenst het werk te splitsen in onderdelen van beperkte omvang. Reeds bij het allereerste werk, de beteugeling van het Amsteldiep in 1920, was gebleken dat voor een economische en doelmatige uitvoering materieel* nodig was, dat speciaal voor de Zuiderzeewerken zou moeten worden gemaakt. De directie, dus het Rijk, liet toen de keileem-onderlossers bouwen die voor verdere werken aan de aannemers ter beschikking werden gesteld. Bij de sluiting van het Amsteldiep, in 1924, werd met goed gevolg een drijvende grijperkraan gebruikt, gehuurd van een bedrijf in de Rotterdamse havens. Het behoeft geen betoog dat die kraan was ingericht voor het havenbedrijf en dat voor de Afsluitdijk beter werktuigen konden worden gebouwd die voor de daar heersende omstandigheden waren ontworpen.

De Afsluitdijk in zijn geheel was groot genoeg om er het kostbare speciale materieel op te kunnen afschrijven, maar geen aannemer van een klein onderdeel zou het in zijn hoofd

* Er is een groot verschil tussen de betekenis van *materieel* en van *materiaal*. Met het eerste worden de werktuigen bedoeld die worden gebruikt, dus baggermolens, sleepboten, draglines en bulldozers (en nog veel meer). Het tweede (bouwmaterialen) omvat de stoffen waaruit het werk wordt samengesteld, zoals zand, keileem, rijshout, beton en staal.

halen daarvoor speciaal materieel aan te schaffen. Er was geen waarborg dat hem een volgende tranche van de Afsluitdijk zou worden toegewezen en hij zou met zijn werktuigen blijven zitten als dit niet het geval zou zijn.

De overeenkomst met de MUZ

Om tussen Scylla en Charybdis door te zeilen is het MUZ-contract bedacht. Vier grote Nederlandse aannemingmaatschappijen richtten de Maatschappij tot Uitvoering van Zuiderzeewerken, de MUZ, op. De directeur-generaal van de Zuiderzeewerken, daartoe gemachtigd door de minister van Waterstaat, sloot met de nieuwe maatschappij een basis-overeenkomst, een raamcontract, waarin aan de MUZ de aanleg werd opgedragen van de Afsluitdijk Den Oever-Zurig met de daarin gelegen kunstwerken en van de dijk van de Wieringermeer tussen Den Oever en Medemblik. Deze overeenkomst was zodanig ingericht dat de belangen van beide partijen zo goed mogelijk waren gewaarborgd. De directie, dat is dus de Staat, werkend met geld van de belastingbetalers, had zich een uitstekende partner aangemeten, die de ervaring en de uitrusting bezat die voor een dergelijk groot en moeilijk werk nodig is. De MUZ was er zeker van dat zij de hele dijk kon maken en daarop een redelijke winst zou maken. De regeling was zodanig, dat door een goede aanpak en uitvoering de winst in gunstige zin kon worden beïnvloed. Het Rijk was door de overeenkomst op zijn beurt beschermd tegen onredelijk hoge winst van de MUZ en dus tegen een te dure Afsluitdijk.

De basis-overeenkomst, gesloten op 4 september 1926, voorzag in de eerste plaats in een algemeen werkplan voor de Afsluitdijk (en voor de dijk van de Wieringermeerpolder tussen Medemblik en Den Oever), lopend over een tijdvak van ten hoogste tien jaar. Dit werkplan werd in gemeenschappelijk overleg tussen MUZ en zw opgemaakt en door de minister van Waterstaat goedgekeurd.

Voor het uitvoeren van de onderdelen van het algemene plan zijn enkele tientallen afzonderlijke aannemingsovereenkomsten (AO's) gesloten, elke op basis van een bestek, waarbij het bedrag werd bepaald waarvoor ieder werk werd aangenomen. Over dit bedrag werd telkens onderhandeld door MUZ en zw. Zouden die onderhandelingen niet tot een resultaat leiden, dan zou de MUZ het betreffende werk uitvoeren voor rekening en risico van de Staat. Een dergelijke 'uitvoering in regie' was voor geen van beide partijen aantrekkelijk en het is er ook nooit toe gekomen. Er is altijd een redelijk resultaat bereikt.

De rekening van de MUZ werd gecontroleerd door een accountant, aangewezen door de minister van Waterstaat. Na afloop van het werk werd overgegaan tot een winstdeling. Tot 6 percent bleef de gehele winst aan de MUZ. In de volgende 6 percent deelde de Staat voor een kwart, in de daarop volgende 6 percent voor de helft. Van een eventuele

winst tussen 18 en 24 percent moest de MUZ driekwart restitueren en een overwinst van meer dan 24 percent zou geheel aan de Staat ten goede zijn gekomen. Eventuele geschillen zouden worden voorgelegd aan een permanente commissie.

De MUZ aan het werk

De MUZ had uiteraard de beschikking over personeel en materieel van de vier deelhebbers. Dat materieel moest dus worden gehuurd. Daarnaast kwam het materieel dat de MUZ speciaal voor de Zuiderzeewerken liet bouwen en dat de maatschappij dus in eigendom had. Per slot van rekening was het beschikbaar komen van dit materieel een van de redenen waarom de MUZ werd opgericht.

Natuurlijk was dat speciale materieel vooral ingericht voor het verwerken van keileem. Naar het voorbeeld van de Rijks-onderlossers (2.1.1), die ter beschikking van de MUZ kwamen, werden nieuwe onderlossers gebouwd. Het meest spectaculair waren de zes drijvende grijperkranen, die uitstekend werk hebben geleverd en miljoenen kubieke meters keileem hebben verwerkt. Nadat zij hun taak aan de Afsluitdijk hadden volbracht, hebben zij een ligplaats gevonden in de zuiderhaven van Den Oever. Later hebben ze meegewerkt aan de bouw van meerdijken van de Noordoostpolder en van Flevoland. Ook zijn er enige nog een paar keer geroepen om hun diensten te bewijzen bij het herstel van dijkbreuken in binnen- en buitenland.

Ander groot materieel dat voor de MUZ is gebouwd, zijn twee drijvende transporteurs voor het aanbrengen van bekledingsgrond en dergelijke. Verder was er nog kleiner materieel, waaronder het bekende, als sleepboot gebouwde, directievaartuig 'Vlieter'.

Een belangrijk punt in de financiële relatie tussen de MUZ en het Rijk was de vraag, in hoeverre al dit materieel aan het eind van het werk moest worden afgeschreven.

Voor de huur van het materieel van de deelhebbers waren normen aanwezig, maar hier kon een moeilijkheid liggen in de 'eindreparaties'. In welke toestand moest het materieel na afloop van het werk worden teruggeleverd aan de eigenaar en welke kosten om het in die toestand te brengen behoorden ten laste van de MUZ te komen?

Terugkijkend op de periode waarin de MUZ heeft gewerkt aan de Afsluitdijk, mogen we constateren dat beide partijen tevreden kunnen zijn. De MUZ heeft een bevredigende winst gemaakt (in de categorie tussen 12 en 18 percent). Het Rijk had zonder twijfel bij het normaal aanbesteden van sommige onderdelen minder hoeven te betalen, maar daar staat heel wat tegenover. Men had de beschikking over een organisatie die op dit werk was ingesteld, met deskundige leiding en uitstekend personeel. Last but not least een machtige vloot van aannemersmaterieel en daarbij nog een reserve van materieel van de deelhebbers, waarop zo nodig een beroep kon worden gedaan.

Dank zij de aanwezigheid van dit alles zijn we de paar spannende momenten die zich bij de bouw van de Afsluitdijk hebben voorgedaan, goed doorgekomen. Welke aannemer had bij de dichting van de Middelgronden in 1931 het volgende materieel kunnen tewerkstellen?

11 baggermolens	2 andere kranen
6 grondzuigers	3 steentransporteurs
7 perszuigers	37 onderlossers
2 hoppers	60 elevatorbakken
2 transporteurs	35 zolderbakken
4 gewone keileemkranen	60 sleepboten
2 langearm kranen	en het nodige kleine materieel,

met een grootste weekproduktie van 330 000 m³ zand en 92 000 m³ keileem (mvv).

De instelling van de MUZ is, althans voor de omstandigheden van die tijd, een goede greep geweest.

2.1.5. DE RIJKSFINANCIËN

Beperkt werkplan 1922-1925

Het is verdrietig als men in 1920 met een groot werk is begonnen en men moet reeds in 1921 horen dat de toestand van de schatkist zodanig is, dat de voortgang in de komende jaren sterk zal moeten worden vertraagd.

Er was geen sprake van dat de werken geheel konden worden stop gezet, want daarvoor was al te veel gedaan. Is men eenmaal van start gegaan, dan kan men niet ongestraft ophouden.

In het Amsteldiep lagen al de beteugelingsdammen, blootgesteld aan de knagende werking van de getijstromen. Zij waren er natuurlijk op berekend dat ze het enige jaren konden uithouden, al was er wel grondverlies te verwachten. Dat verlies kon worden goedgemaakt door geregeld bijstorten, maar er was meer zorg over de duurzaamheid van de zinkstukken die de sterkst aangevallen delen van de dammen moesten beschermen. Men was daarom gedwongen de eigenlijke afsluitdijk op de beteugelingsdammen te bouwen en zodoende Wieringen te verbinden met de vaste wal van Noord-Holland bij de Van Ewijcksluis.

Deed men dat, dan zou de getijbeweging ten zuiden van de afsluiting worden verzwakt. De laagwaters zouden minder diep aflopen en de afwatering van de aangrenzende poldergebieden zou in het gedrang komen. Om hierin te voorzien was een afwateringskanaal, het Balgzandkanaal, ontworpen langs de Noordhollandse kust van de Van Ewijck-

sluis naar de diepe geul door de haven van het Nieuwediep, waar een uitwateringsluis zou moeten worden gebouwd.

Een ander gevolg van het afsluiten van het Amsteldiep zou een versterking zijn van de stromen die om de oostpunt van Wieringen heen naar de Zuiderzee trokken. Tengevolge van het aanleggen van een werkhaven tegen die oostpunt, in 1921 (2.2.4, blz. 99), was de stroom daar toch al meer geleid over het terrein dat was bestemd voor de sluizenbouw. Het was niet uitgesloten dat op den duur de aanwezige goede keileembodem zou gaan uitschuren. Dus zou het sluisterrein moeten worden beschermd door het aanleggen van een beschermingsdam en het was aangewezen daarvoor de dijk te bestemmen die later zou moeten dienen als ringdijk om de sluisput.

Ten slotte zou de afsluiting van het Amsteldiep een verhogende werking hebben op de stormvloedstanden langs de noordkust van Wieringen. Er zou dus iets moeten worden gedaan aan de zeeweringen langs die kust.

Er was dus een soort sneeuwbal-effekt. De aanwezigheid van de beteugelingsdammen in het Amsteldiep maakt de afsluiting daarvan nodig. Op zijn beurt leidde de afsluiting van het Amsteldiep tot de aanleg van het Balgzandkanaal, de bouw van de ringdijk voor de sluizen bij Den Oever en versterking van de zeewering van Wieringen.

Aan dit beperkte program is vier jaar gewerkt (1922 tot en met 1925). Het was veel minder dan in de bedoeling had gelegen en de dienst is dan ook ingekrompen. Te ver kon men hiermee niet gaan, om de continuïteit niet in gevaar te brengen. Het overgebleven personeel kreeg daardoor tijd voor studie. De afsluiting van de Zuiderzee is dientengevolge zo goed bestudeerd, dat er geen sprake meer was van een sprong in het duister. Toen het groene licht aan ging en in 1926 het werk weer met volle kracht kon worden aan-gevat, lag er een goed gefundeerd werkplan klaar. Materialen en aannemersmaterieel waren bestudeerd, de organisatie van de uitvoering was vastgesteld en men wist welke waterstanden en stroomsnelheden in de verschillende stadia van het werk zouden optreden.

De commissie Lovink

Tot het ontsteken van de groene lamp heeft de commissie Lovink veel bijgedragen. Deze commissie was in 1922 ingesteld door de minister van Waterstaat om een schatting te maken van de baten die de Zuiderzee-onderneming zou opleveren. Zij bestond uit landbouwkundigen en waterbouwkundigen; de secretaris, Ir. J. F. Ligtenberg, had zowel in Delft als in Wageningen gestudeerd. In het verslag [25], uitgebracht in 1924, zegt ze dat de Zuiderzeewerken moeten worden beschouwd als een agrarische aangelegenheid. Zij belicht het vraagstuk dan ook van economisch-landbouwkundige zijde. In die tijd was dat ongetwijfeld de juiste wijze van benadering; tegenwoordig is dit niet meer het geval. Het vraagstuk is nu veel gecompliceerder, de baten zijn veel groter.

Ook de baten die uit de afsluiting van de Zuiderzee voortvloeien, zijn door de commissie nogmaals bekeken. Dit was al verscheidene malen gedaan, maar noch Lely, noch iemand na hen had het aangedurfd, de voordelen van grotere veiligheid en van zoetwatervoorziening van Friesland en Noord-Holland in getallen uit te drukken. Men had zich er toe bepaald te constateren dat de baten een groot deel van de kosten van de Afsluitdijk zouden dekken, maar de uitspraak dat de baten groter zouden zijn dan de kosten, was nog niet gedaan.

De commissie Lovink spreekt dit ook niet met zoveel woorden uit, maar de gegeven cijfers, vooral over de watervoorziening van het oude land, liegen er niet om. Het stond vast, dat de Afsluitdijk, op zichzelf beschouwd, een royaal economisch verantwoord object is.

Krachtige uitvoering, 1927-1933

Nadat de regering van dit rapport had kennis genomen, werd besloten de Zuiderzeewerken weer krachtig voort te zetten en voldoende geldmiddelen ter beschikking te stellen om het hoogste technisch en organisatorisch mogelijke tempo te bereiken en vol te houden. Men mag gerust aannemen, dat twee jaar op de uitvoering is bespaard tengevolge van de studies die in 1922-1925 zijn verricht. Het verlies is dus in feite niet meer geweest dan een tweetal jaren.

Toen de schatkist wéér in moeilijkheden kwam, na de crisis van 1929, was het werk in een zodanig stadium gekomen, dat onderbreking, en zelfs een ernstige vertraging van het tempo, zou hebben geleid tot een sterke aantasting van de reeds gemaakte onderdelen van het gehele werk. Het Nederlandse volk is zo verstandig geweest om krachtig door te gaan tot de Afsluitdijk was voltooid, in 1933.

2.1.6. DE MATERIAALVOORZIENING

Zand, keileem en klei

De materialen waaruit de Afsluitdijk grotendeels is opgebouwd, zand, keileem en klei, worden gewonnen uit de zeebodem.

Van het begin van de werken af is door een intensief programma van grondboringen gezocht naar de gunstigste winplaatsen voor die materialen. Van belang is de afstand tussen de vindplaats en de plaats waar het materiaal in de dijk moet worden verwerkt, de transportafstand. Deze bepaalt het aantal sleepboten, bakken en onderlossers dat moet worden ingezet en dus de prijs van het materiaal als het is aangekomen op zijn definitieve plaats in of onder de dijk. Ook de kwaliteit speelt een rol. Het zand kan grof- of fijnkorrelig zijn, het kan veel of weinig slib bevatten. Klei en vooral keileem kunnen in mooie

stijve formaties voorkomen, maar ook akelig slap zijn. Dan liggen de bruikbare materialen veelal niet aan de oppervlakte, maar zijn bedekt door 'bovengrond', die moet worden opgeruimd alvorens wordt begonnen met de eigenlijke winning. Aard en dikte van de bovengrond is heel belangrijk voor de economie van de exploitatie.

In de loop van de jaren heeft zw een inventaris opgemaakt van de voorraden zand, klei en keileem. Die inventaris wordt nog steeds aangevuld door nieuwe boringen (fig. 5).

Rijshout en steen

Er zijn andere materialen nodig bij de dijkbouw, waar men niet zo gemakkelijk aan kan komen en waarvan toch grote hoeveelheden moeten worden verbruikt. In het bijzonder denken we daarbij aan rijshout en aan steen.

Bij de oude plannen heeft men zich veel zorg gemaakt over de voorziening met rijshout. Het tempo waarin de Afsluitdijk zou worden gebouwd, was zelfs afgestemd op de hoeveelheden rijshout die elk jaar zouden worden verkregen. De overheid is daarom dadelijk begonnen met het aanleggen van grienden buiten de traditionele gebieden waar rijshout wordt geteeld, de Biesbosch en omgeving. Op veel plaatsen zijn Rijksgrienden aangelegd. Men kan ze vinden in Friesland, Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord- en Zuidholland. Het lag aanvankelijk in de bedoeling, dat ze samen een oppervlak zouden krijgen van $7\frac{1}{2}$ vierkante kilometer. Toen de keileem ten tonele verscheen, werd de situatie voor het rijshout gemakkelijker. Het oppervlak van de Rijksgrienden is dan ook lang niet zo groot geworden. Toch wordt nog steeds aan verschillende aannemers rijshout uit de Rijksgrienden ter beschikking gesteld.

Bij de rijswerken behoort ook de steen. Kraagstukken en zinkstukken worden geballast met 'lichte' zinksteen, meestal tussen 10 en 80 kilogram per stuk (10/80) om ze aan de grond te krijgen. Daarvoor is gemiddeld een tiende (scheeps-)ton per vierkante meter nodig. Zijn de stukken eenmaal ter bestemder plaatse gezonken, dan worden ze nagestort met zwaardere stenen, bijvoorbeeld 80/200. De nabestorting hangt af van de omstandigheden waaronder de gezonken stukken gaan verkeren. Het gaat om hoeveelheden van $\frac{1}{2}$ ST per m^2 tot $1\frac{1}{2}$ ST en meer. De totale bezonken oppervlakte langs en onder de Afsluitdijk is niet veel minder dan een vierkante kilometer. Er is dus meer dan een miljoen ST stortsteen nodig geweest.

Dat is nog lang niet de totale hoeveelheid steen die voor de Afsluitdijk nodig was. Honderdduizenden ST zijn ook verwerkt in de bekleding van de taluds van de dijk. Bij de klassieke bekleding van de dijk taluds (foto) worden drie materialen gebruikt. Op het lichaam van de dijk (keileem of klei) wordt eerst een krammat aangebracht, een dunne

laag van stro, vastgeprikt met een soort van uit strowis gedraaide krammen (beugels). Dat stro, daar is wel aan te komen, evenals aan puin van baksteen, waaruit het volgende pakket bestaat, eerst een gevlijde laag grote stukken, dan kleinere brokken. Die dienen als ondergrond voor de bovenste, weerstandbiedende laag van natuurlijke steen, de zetsteen.

Het is de natuursteen, waarvan het verkrijgen van grote hoeveelheden de meeste zorg baart. In Nederland zijn vrijwel geen steengroeven. Noch uit Zuid-Limburg, noch uit de Achterhoek (Ratum) kan bruikbare steen komen. Hij moet worden geïmporteerd uit Scandinavië, België of Duitsland. Voor steen uit Scandinavië zijn de transportkosten prohibitief. Duitsland levert de beste steen, basalt, waarvan de vijf- of zeskantige zuilen een prachtige sterke beschermende laag vormen. Het transport is betrekkelijk goedkoop, omdat de basaltgroeven in de Eifel dicht bij de Rijn liggen en de steen dus met Rijn-schepen direct naar de bouwplaats kan worden vervoerd, het goedkoopst denkbare transport.

Ook het vervoer van Belgische kalksteen geschiedt voor een groot deel per schip. De prijs van de Belgische steen in het werk is lager dan die van basalt, maar de kwaliteit van de glooiing is niet zó goed. Weliswaar biedt ook een glooiing van 'Maassteen', of 'Belgische bloksteen' een grote weerstand tegen het vernielende effect van de golven, maar hij staat toch achter bij een steenglooiing van basaltzuilen.

Het is logisch dat basalt wordt toegepast voor de meest aan zware golfslag blootgestelde plaatsen en dat overigens bloksteen wordt gebruikt. De overgang tussen die twee wordt in hoofdzaak bepaald door de prijspolitiek.

Van beide soorten steen zou zoveel nodig zijn, dat men rekening moest houden met de kans dat de prijs (aan de groeven) zou worden opgedreven door de grote vraag.

Zuiderzeewerken nam daarom iemand in dienst die een grote ervaring had in de handel van steen. Hem was de taak toebedeeld om te voorkomen dat één der steenleveranciers onredelijke winsten zou maken door de prijs op te drijven. Het verhaal deed indertijd de ronde dat hij na een mislukte onderhandeling met een Duitse basaltfirma, met luider stemme zijn chauffeur (in 1921 reisde hij al per auto!) toeriep 'nach Lüttich!'. Het gevolg daarvan zou zijn geweest dat de volgende dag de basalt-directeur in Den Haag kwam praten over de prijs van de te leveren basalt. Het optreden van deze merkwaardige functionaris heeft het Rijk misschien miljoenen guldens bespaard.

Per slot van rekening is de bekleding van het buitentalud van de Afsluitdijk in eerste aanleg deels van basalt gemaakt, deels van Belgische bloksteen. Het was de bedoeling om de laatste heel geleidelijk, tijdens het normale onderhoud, te vervangen door basalt. Dit zou kunnen gebeuren zonder de markt te forceren. De vrijgekomen bloksteen kon worden

verplaatst naar minder kwetsbare plekken, zoals het binnentalud van de Afsluitdijk en de meerdijken van de IJsselmeerpolders. Zo is het ook gegaan, tot de stormvloed van 1953.

Beschadiging van een steenglooïing wordt vaak ingeleid door overdruk van het water dat zich tussen en onder de stenen bevindt. Die overdruk treedt plaatselijk even op, telkens als een grote golf op het talud terechtkomt. Hij kan groot genoeg zijn om een steen een klein stukje naar boven te verplaatsen. Gebeurt dat vele malen na elkander, dan zal ook de kop van de steen, die nu boven de glooïing uitsteekt, harde klappen krijgen en uiteindelijk zal de steen door een golf worden weggesleurd. Iser eenmaal een steen vertrokken, dan is er geen houden meer aan. De samenhang is verbroken, andere stenen volgen de eerste en het gat wordt snel groter.

Om dit te voorkomen wordt de glooïing zorgvuldig afgestopt. Met een hamer worden in de spleten tussen de stenen schilfers 'stopsteen' vastgewigd. De samenhang tussen de stenen wordt daardoor heel veel vergroot, zonder dat de flexibiliteit van de glooïing verloren gaat. Het is immers nodig de zetting die een nieuw dijklichaam altijd min of meer ondervindt, door de steenglooïing te laten volgen, opdat er geen holten ontstaan. Daarom zal een glooïing niet mogen worden ingebetonneerd, vóórdat de dijk zich heeft gezet. De voegen worden dan volgegoten met beton, zodat een samenhangende, vrijwel waterdichte steenlaag ontstaat. Wil men dat in een vroeger stadium bereiken, dan zal asfalt moeten worden gebruikt als voegvulling.

Uit het voorgaande zal zijn gebleken, dat het maken van een betrouwbare steenglooïing een heel moeilijk werk is, dat alleen kan worden gedaan door daarvoor in het bijzonder opgeleide steenzetters, grotendeels afkomstig uit de streken langs de Merweden.

Een tekort aan geoefende steenzetters zou een catastrofale uitwerking hebben voor de dijkwerken. Het is daarom niet te verwonderen dat zw al vroeg is gaan zoeken naar methoden tot bescherming van dijktaaluds die minder gespecialiseerd werk vereisen, en die zo mogelijk bovendien arbeidbesparend en minder tijdrovend zijn. De asfalt-techniek stond in die tijd nog in de kinderschoenen; men heeft zich daarom gericht tot het vervangen van steen door bouwelementen van (gewapend) beton.

Dat is geen succes geworden. In 1921 zijn proeven genomen met betonnen balken en platen. De daarmee vervaardigde glooïingen waren echter niet bestand tegen een hevige aanval door de golven. Ook waren ze niet soepel genoeg: onder de betonglooïing ontstonden holten waar een flinke hond door kon rennen. Met de zeskantige betonnen zuilen liep het beter af. Die zuilen zijn regelmatig van vorm en dus veel gemakkelijker te zetten dan de basaltzuilen (maandberichten zw 1921). Hun dichtheid is echter minder (2200 kg/m^3 inplaats van 3150) en diensgevolge is een glooïing van betonzuilen niet zo sterk als een van basalt. Zij zijn alleen gebruikt op dijktaaluds die niet sterk door golven worden

aangevallen. Een aantal zuilen die in 1921 waren gemaakt, is ter beschikking gesteld van de aannemers.

Minder ingrijpende veranderingen van de klassieke steenglooing hebben het er beter afgebracht. De krammat is verdwenen en grind heeft zijn intree gedaan. Het wordt gebruikt om de ruimte onder de zetstenen zodanig op te vullen, dat de koppen van de zuilen (waarvan de lengten uiteenlopen) in één vlak liggen. Eertijds was dat de functie van de kleine stukken baksteenpuin. Het 'afstoppen' van de steenglooing gebeurt thans ook veelal met grind.

Overige materialen

Van de vele andere materialen die bij het bouwen van de Afsluitdijk zijn gebruikt, verdient staal een afzonderlijke vermelding. Herhaaldelijk is door het Rijk stalen damwand aangekocht.

Damwand, steen en rijshout zijn van Rijkswegvee veelal aan de aannemers ter beschikking gesteld. De kosten van het verwerken kwamen dan ten laste van de aannemer en waren in de aannemingsom begrepen. De kosten van aankoop en van vervoer naar het werk daarentegen blijken niet uit de som die, na correcties voor veranderingen in het bestek en na verrekening voor meer en minder werk, aan de aannemer is betaald. Wil men weten wat een bepaald onderdeel van de Zuiderzeewerken heeft gekost, dan moeten ze afzonderlijk in rekening worden gebracht.

In dit verhaal komt de asfalt bijna niet voor. De dijk is gebouwd vóór het tijdperk waarin in de waterbouw op grote schaal van asfalt gebruik wordt gemaakt. Wel is asfalt op enkele plaatsen toegepast, bijvoorbeeld voor voegvulling in steenglooingen.

Tot toepassing van asfalt op grote schaal is het bij de Afsluitdijk niet gekomen. Daarom is het niet nodig geweest maatregelen te nemen om verzekerd te zijn van het beschikbaar komen van een voldoende hoeveelheid asfalt tegen redelijke prijzen.

Het is hier niet de plaats om in te gaan op de voor- en nadelen van een asfaltbekleding ten opzichte van een steenglooing voor de verdediging van het buitentalud van dijken tegen golfslag. Zw heeft het gehouden op de steenglooing en rekent er op dat die in staat is om, zonder te veel onderhoud en zonder grote schade, het geweld van de elementen te weerstaan.

2.2. DE BOUW VAN DE AFSLUITDIJK

2.2.1. DE CONSTRUCTIE VAN DE DIJK

Het dwarsprofiel

Het dwarsprofiel van de Afsluitdijk (fig. 6) is in 1925 gekozen op grond van verschillende studies.

Voor de kruinhoogte is in de eerste plaats gebruik gemaakt van de stormvloedhoogten die waren aangegeven door de SCL. Daarbij was uitgegaan van de stormvloeden die in de periode 1825–1926 hadden gewoed. Als in die periode de Zuiderzee afgesloten zou zijn geweest, zou volgens de voorspelling bij Den Oever het hoogst bereikte peil $3\frac{1}{2}$ meter boven NAP zijn geweest en bij de Friese kust ongeveer $3\frac{3}{4}$ meter boven NAP. Wel vestigde de SCL er de aandacht op dat tengevolge van een zeer zeldzame ongunstige samenloop van omstandigheden nog hogere stormvloedstanden mogelijk waren, maar dit was een klein risico, dat ook zonder afsluiting van de Zuiderzee altijd had bestaan en dat men stilzwijgend ook voor de toekomst aanvaardde. De stormvloed van 1953 was er nog niet geweest om de realiteit van uiterst zeldzame gevallen onder de ogen te brengen.

Boven het stormvloedpeil werd de golfoploop geplaatst. De proeven in de Haagse tuin (2.1.3, blz. 57) hadden de algemeen aanvaarde mening bevestigd dat voor een door hoge golven aangevallen talud een helling van 1 op 4 geschikt was. Men nam aan dat voor zo'n talud het in het verslag van de SCL opgenomen diagram zou gelden, dat het verband geeft tussen de golfoploop en de vóór de dijk aanwezige waterdiepte. Op de ondiepe Makkumerwaard kan men in dat diagram een golfoploop van niet meer dan drie meter aflezen. Men komt zo voor het tegen Friesland aansluitende dijkvak tot een kruinhoogte van NAP + 6,7 meter. Verder westelijk, bij grotere zeediepten, moest de kruin overal tenminste zeven meter boven NAP komen, met een maximum van 7,4 meter, daar waar de dijk de diepe geulen van de Vlieter kruist.

Het talud zou enige 'tonrondte' krijgen. Dat betekent dat het geen plat vlak is, maar enigszins gewelfd, halverwege de kruin een kleine meter boven het platte vlak uitkomend. Het onderste deel van het talud komt dientengevolge steiler te staan dan 1 op 4, het bovenste deel flauwer.

Een brede kruin werd niet ontworpen; het zou niet nodig zijn, en zelfs niet gewenst, om over de kruin te rijden. Twee meter was voldoende. Omdat noch de buitenkruinlijn, noch de binnenkruinlijn scherp zijn gemarkeerd, is de kruin eigenlijk niet veel meer dan een geleidelijke overgang van het buiten- naar het binnentalud. De kennis van de grondmechanica was al zo ver gevorderd, dat voor dit talud een niet te steile helling werd gekozen, namelijk 1 op $2\frac{1}{2}$.

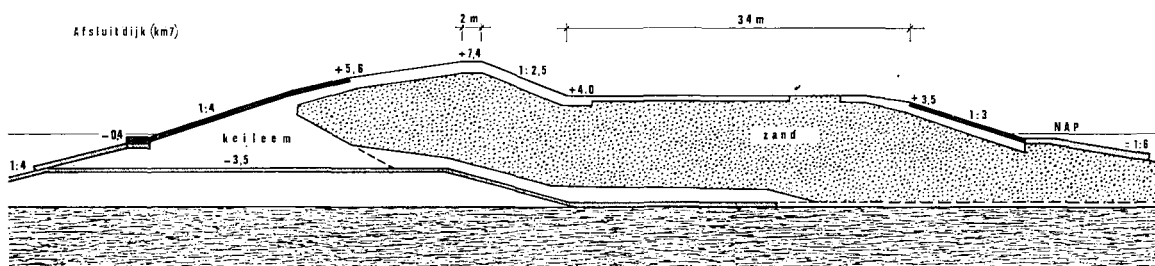


Fig. 6. Dwarsprofiel van de Afsluitdijk

Aan de voet van het binnentalud begint de binnenberm. Het gedeelte van de dijk dat uitsteekt boven het niveau van die berm wordt de tuimeldijk genoemd. Voor de stabiliteit van de dijk zou de binnenberm niet nodig zijn. Een dijk met taluds van 1 op 4 en 1 op $2\frac{1}{2}$ kan niet worden 'weggeduwd' door de waterdruk, zelfs al zou het verschil in waterstand ter weerszijden veel groter zijn dan vijf tot zes meter, een waarde die in extreme omstandigheden kan optreden.

Toch zal een dijkbouwer geen binnentalud ongebroken door laten gaan van de kruin naar de voet. De hoofdfunctie van de binnenberm van de Afsluitdijk is echter, dat hij plaats moet bieden voor het verkeer. Bij het plan van Lely was er plaats voor dubbel spoor, tien meter. Al spoedig zag men in dat er ook wegverkeer langs de dijk zou gaan en daarom werd de berm op de tekeningen telkens breder. In 1894 was er al zeven meter extra tussen de spoorweg en de tuimeldijk gereserveerd voor een straatweg met een verhardingsbreedte van vier meter. Meer en meer is men gaan rekenen met de mogelijkheid dat het verkeer op den duur meer ruimte nodig zou hebben. In 1924 is de dijk door het Amsteldiep gemaakt met een bermbreedte van dertig meter. Spoorweg en weg voor gewoon verkeer hadden toen van plaats geruild. In de volgende jaren kwam er nog vier meter bij. De dijk tussen Wieringen en Friesland heeft een berm van 34 meter gekregen.

Voor de hoogte waarop de binnenberm moest worden aangelegd, golden andere overwegingen dan voor de hoogte van de kruin. Daar is de eis dat bij de zwaarste stormen waarop wordt gerekend, geen gevaar mag bestaan voor het doorbreken van de dijk. Dat wordt bereikt door de kruin zó hoog te projecteren, dat niet meer dan hoogstens een enkele golf tot op de kruin komt. Aan de kant van het IJsselmeer ligt het anders. Als dáár nu en dan het water op de binnenberm komt, kan dat hoogst onaangenaam zijn, maar het is geen ramp. Zou men de berm een meter hoger leggen dan nodig is, dan zou dat ongeveer een miljoen kubieke meter zand extra kosten. In de twintiger jaren zag men er meer dan tegenwoordig tegen op om het werk duurder te maken, als dat misschien niet nodig zou zijn, en zo is aan de IJsselmeerzijde wat minder zekerheid in acht genomen, dan aan de

kant van de Waddenzee. Men dacht dat ook in ongunstige omstandigheden, als een zuidwesterstorm waait over een IJsselmeer dat tengevolge van groot waterbezwaar van te voren tot een hoog 'gemiddeld' peil is opgezet, de golven niet veel hoger zouden oplopen dan tot omstreeks drie en een halve meter boven NAP. De berm is dan ook gelegd op een peil van omstreeks $\text{NAP} + 4$ meter.

Het binnenbermtalud, van de binnenberm naar de waterspiegel van het toekomstige IJsselmeer (resp. Amstelmeer), is wat steiler gemaakt dan het buitentalud, namelijk ongeveer 1 op 3.

De gebruikte materialen.

Het grootste deel van het inwendige bestaat uit zand. Aan de buitenkant biedt een keileemdam weerstand tegen eventueel door of over de dijk stromend water. Hij beperkt de kwel en biedt een extra zekerheid tegen doorbraak van de Afsluitdijk. Zijn top ligt op het niveau van de hoogste stormvloedstand waarmee bij de bouw van de dijk rekening is gehouden. De keileemdam rust op de zeebodem of, in de dijkvakken door de diepe geulen, op de daar aangelegde beteugelingsdammen, die een daarvoor voldoende breedte hebben gekregen.

Het zandlichaam is afgedekt met een laag keileem, waarop weer een laagje klei.

Op de onderwatertaluds beiderzijds van de dijk zijn kraagstukken gezonken. De bovenkant daarvan rust op een smalle plasberm. Boven de plasbermen zijn de taluds verdedigd tegen de aanval van de golven door steenglooingen van het klassieke type (2.1.6, blz. 66): krammat, puin en zetsteen. Op het buitentalud is zoveel mogelijk basalt gebruikt, op het binnenbermtalud alleen Belgische steen. Daar reikt de steenglooing tot $\text{NAP} + 3$ meter, waarboven gras op een dun laagje klei. Aan de buitenzijde is tussen de bovenkant van de steenglooing, op $\text{NAP} + 5,2$ meter, en de grasmat nog een strook klinkers gemaakt.

Men herkent in het ontwerp de traditionele Nederlandse waterbouw, aangepast aan de resultaten van nieuwe onderzoeken en aan het beschikbaar komen van het nieuwe materiaal keileem.

2.2.2. DE AFSLUITING VAN HET AMSTELDIEP

De situatie

Het spreekt vanzelf dat de afsluiting van de Zuiderzee zou beginnen tussen de Noordhollandse kust en Wieringen. Het werk zou daar geen bijzonder grote omvang verkrijgen en bovendien was voor dat dijkgedeelte al een uitvoerige studie gemaakt door het Wieringermeerbureau. Men zou daar, ten westen van Wieringen, veel ervaring opdoen die later, bij de lange dijk van Wieringen naar de Friese kust, uitstekend te pas zou komen.

Het dijktracé, na de stormvloed van 1916 gekozen (1.3, blz. 36), kruist onder de Wieringse wal het Amsteldiep, lang geleden een vaarwater waardoor zeeschepen van de Ree van Texel naar Amsterdam gingen. Er is een oostelijke, kleine geul, rond 7 m diep, vervolgens een ondiepe rug en dan de westelijke, grote geul, waarin meer dan tien meter water stond. Naar het zuiden lopen beide geulen dood in een soort deltagebied, dat al vroeger bestond en na de indijking van de Anna Paulownapolder, in het midden van de 19e eeuw, meer geprononceerd en ondieper is geworden. Hier is zand neergezet, dat door de sterke vloedstroom in het Amsteldiep is meegesleurd door de nauwe passage tussen Wieringen en de Noordhollandse kust.

De plaatsen waar de dijk aansluit tegen het oude land, zijn bepaald door de situatie in dat oude land. Vooral de aansluitingen van de spoorweg die over de Afsluitdijk zou lopen, hebben een rol daarbij gespeeld. Toen kon nog niet worden voorzien dat die spoorweg er niet zou komen, maar toch zijn we gelukkig met het gekozen tracé. De autoweg, die de plaats van de spoorweg inneemt, stelt immers nagenoeg dezelfde eisen aan de aansluitingen als deze.

De Afsluitdijk bereikt Wieringen tegen het Westerlander klief, een keileemheuvel met een top dertien meter boven de zeespiegel. Een ingraving was nodig om de spoorweg, en dus ook de weg, te leiden naar het lagere deel van het eiland, verder noordoostelijk. Naar het westen gaande, kruist de dijk eerst de beide geulen van het Amsteldiep, een afstand van 1200 meter. Hij komt dan op het Balgzand, de grote plaat van zand en slib, bij laagwater grotendeels droogvallend, die zich uitstrekt langs het oude land van Koe-gras en Anna Paulownapolder, breed in het noorden, bij Den Helder en in een punt uitlopende bij de hoek van de oude dijk ten oosten van de Van Ewijcksluis. Het tracé van de Afsluitdijk over het Balgzand is nog eens 1200 m lang. Het bereikt de Balgdijk van de Anna Paulownapolder ongeveer 400 m ten noordwesten van de Van Ewijcksluis.

De Afsluitdijk bestaat dus uit twee, scherp verschillende delen, vrijwel evenlang. Bij het westelijke deel, de dijk over het wad, zou men geen last hebben van sterke stromen; die zouden alleen voorkomen in de oostelijke helft, door de geulen. Daar behoort de ondergrond tot het Friese profiel en zijn geen zakkingsen te duchten. Bij het westelijke deel, op het Noordhollandse profiel (2.1.1, blz. 44) zou men wel moeten rekenen op verzakkingen. Elk der beide helften van de dijk had dus zijn eigen moeilijkheden.

Aan de afsluiting van het Amsteldiep zijn andere werken onafscheidelijk verbonden. Zij behoorden daarom tot het beperkte werkplan van 1922–1925 (1.5, blz. 63).

Twee daarvan behoren niet tot de 'Amsteldiepwerken'. De beschermingsdijk om het sluisterrein bij Den Oever is een deel van de werken tussen Wieringen en Friesland. De versterking van de zeewering tussen Den Helder en Den Oever maakt deel uit van de al-

gemene aanpassing van de dijken rond de Waddenzee aan de toestand na de afsluiting van de Zuiderzee (3.6, blz. 221).

Het derde daarentegen, aan te duiden als de Amstelmeerwerken, is rechtstreeks verbonden met de afsluiting van het Amsteldiep. Het omvat de voorziening in de belangen van afwatering en scheepvaart langs de kust van Noordholland en strekt zich uit van Aarts- woud in het zuiden tot Oostoever in het noorden. Centraal ligt het Amstelmeer, tussen de vaste wal en Wieringen, tegen de Afsluitdijk. Het zuidelijke deel is het kanaal van Aartswoud, langs Kolhorn, tot het Amstelmeer. Het noordelijke deel, het Balgzand- kanaal, gaat van de Van Ewijcksluis naar de uitwateringsluis in de Waddenzee, bij Oostoever.

De beteugeling van het Amsteldiep, bestek ZW 1

Het afsluiten van het Amsteldiep begon met het maken van de beteugelingsdammen in de diepe geulen. Het was het allereerste van de Zuiderzeewerken. In juni 1920 voerde de aannemer van 'Bestek zw 1' zijn materieel aan en op de 29e van die maand kort na het middaguur werd in de kleine geul de eerste hoeveelheid grond gestort. Een paar hon- derd kubieke meters klei, het begin van de tientallen miljoenen kubieke meters keileem, zand en klei die tezamen de Afsluitdijk zouden vormen.

De bedoeling van de beteugelingsdammen was het vormen van een plateau, diep genoeg onder de zeespiegel om nog ruimte te geven voor de getijstroom en om er veilig over- heen te kunnen varen, maar toch zo hoog dat voor de eigenlijke afsluiting niet al te veel grond nodig zou zijn. Men zou dan later, wanneer de stroom zou worden geconcen- treerd in een steeds kleiner wordende opening, vlug kunnen opschieten.

De kruin van de beteugeling kwam te liggen op NAP—4½ m. Dat is dieper dan de rug tussen de beide geulen; de dam viel dus uiteen in twee delen, die in de kleine geul en die in de grote (fig. 7).

Er is zoveel mogelijk zand, het goedkoopste materiaal, in verwerkt. Om te verhinderen dat het zand door de versterkte getijstroom zou worden weggevoerd, had men voorzien in een afdekking van de kruin met klei, een meter dik. De noordkant van de dam zou ge- heel en al uit klei bestaan. De hoeken, de kruinlijnen, waar de sterkste stromen werden verwacht, werden voorzien van rijshouten zinkstukken (fig. 8).

De klei werd gebaggerd ten noorden van de dammen, langs de westwal van het Amstel- diep, het zand werd gezogen in de zandplaten aan de zuidzijde, de Kooltuinen, en al spoedig vooral ook in de diepe geulen tussen de platen. Het werk verliep voorspoedig. Toch werd er al gauw een wijziging in het bestek aangebracht.

Dicht bij de dam, aan de oostwal van het Amsteldiep [tegenover de winplaats van de klei, was immers de aanwezigheid van keileem gerapporteerd (2.1.1, blz. 43). Men besloot

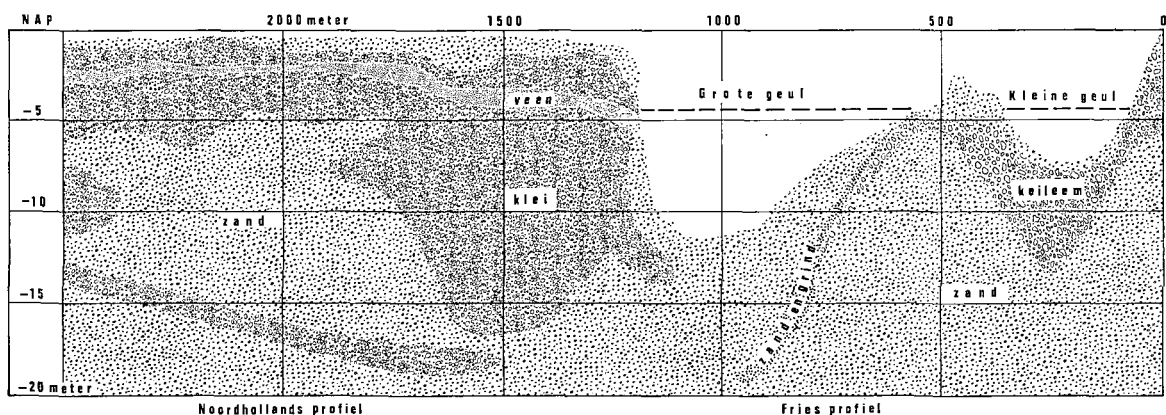


Fig. 7. Geologisch dwarsprofiel Amsteldiep

een proef met dit materiaal te nemen en schreef voor dat in de grote geul 200 000 m³ keileem moest worden verwerkt inplaats van klei. In het noordelijke deel van de dam is de klei geheel vervangen door keileem. De afdekking is zowat half om half van beide materialen gemaakt. In de dam door de kleine geul is geen keileem verwerkt.

Eenmaal in de dam voldeed de keileem voortreffelijk, maar bij het baggeren, en vooral bij het storten, werden grote moeilijkheden ondervonden. In 2.1.1 is beschreven hoe die moeilijkheden zijn opgelost, maar de aanemer van zw 1 kon daarvan nog geen profijt trekken. Er moest een zuiger aan te pas komen die met zijn waterstralen hielp om de keileem te lossen uit het ruim van de onderlossers waarin hij was aangevoerd.

Ondanks dit inconvenient waren de dammen vóór de winter gereed: het werk werd 7 november 1920 opgeleverd. De theoretische inhoud van de dammen volgens het bestek (wiskundig profiel = wp) is 490 000 m³. De totale aangevoerde hoeveelheid, gemeten in de middelen van vervoer (mvv) was 675 000 m³, waarvan omstreeks 225 000 m³ keileem. Er waren vier (bagger-)molens en twee (zand-)zuigers bij gebruikt, vijf sleepboten, dertien onderlossers en verder materieel, ook voor het maken, zinken en ballasten van de zinkstukken op de kruinlijnen. Het was bepaald geen modern materieel. De oudste molen dateerde van 1885, de oudste sleepboot zelfs van 1876.

Door de beteugelingsdammen werd het dwarsprofiel van het Amsteldiep plaatselijk verkleind van 8500 m² tot 5000 m² onder de gemiddelde zeespiegel. Op de algemene waterbeweging van en naar de Zuiderzee had dit nauwelijks invloed. Door het Amsteldiep stroomde praktisch evenveel water heen en weer als voorheen. Op de dammen is de stroomsnelheid dus met meer dan de helft toegenomen. Geen wonder dat de dammen herhaaldelijk zijn opgepeild, om te weten te komen of er grond verloren zou gaan. Dat bleek inderdaad het geval te zijn. Al in mei 1921 lag de kruin van de dammen bijna een meter lager dan in november 1920. De zinkstukken lagen nog op hun plaats, maar daar

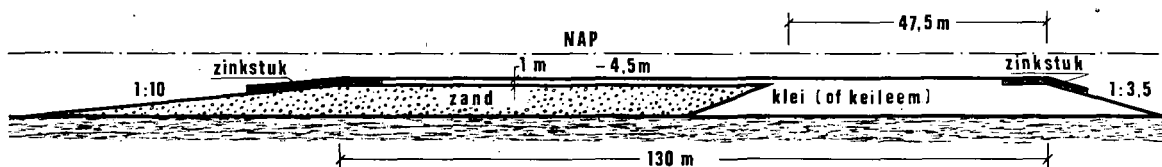


Fig. 8. Dwarsprofiel beteugelingsdam Amsteldiep

tussen in waren veel kuilen ontstaan. Ze zaten zowel in het deel van de dam waarin de afdekking uit keileem bestond, als in het met klei afgedekte gedeelte. Kennelijk was de afdekking te dun. De slechts één meter dikke laag was niet geheel dicht geweest; door de openingen was zand weggespoeld.

In het late najaar van 1921 is 70000 m³ keileem op de kruin bijgestort, dus gemiddeld omstreeks 70 cm. Dit gebeurde deels tussen de tamelijk hoge stormvloed en waaraan de winter 1921-1922 zo rijk was. Geen wonder dat in het voorjaar van 1922 weer veel grondverlies werd geconstateerd. De zinkstukken waren nog steeds op hun plaats gebleven, maar de kruin had weer 75000 m³ verloren. In de zomer van 1922 is dat weer aangevuld.

Daarbij is het gebleven. De winter van 1922 op 1923 was niet zo onrustig als zijn voorganger. Er ging niet veel grond meer verloren. Herstel van het volledige profiel van de beteugelingsdammen had ook geen zin meer, want de volledige afsluiting van het Amsteldiep stond nu voor de deur. De gunning van bestek zw 10, afsluiten van het Amsteldiep, vond plaats op 8 december 1923.

De dijk op het Balgzand

Dat was het begin van het ernstigste aannemersdrama dat de Zuiderzeewerken hebben gekend. Niet de strijd tegen de steeds sterker wordende stromen in de diepe geulen deed de aannemer de das om. Hij had daarvoor passende maatregelen genomen. Neen, het waren de dikke slappe kleilagen van het Noordhollandse profiel onder het Balgzand die aanleiding gaven tot veel extra en onvoorzien werk en die een financiële débâcle veroorzaakten.

Men was gewaarschuwd door de ernstige verzakkingen die van het begin 1923 af plaats vonden bij de werken die in de omgeving van de Van Ewijcksluis werden uitgevoerd. De bodem daar bleek bijzonder weinig draagkracht te hebben en men rekende dus wel op 'enige inzakking' (blz. 48).

Aanvankelijk ging alles goed. Van het westen en van het oosten uit werden, in den droge met kipkarren kaden van keileem vooruitgebracht en op 12 april 1924 was het wad afgesloten. Tussen de kaden werd zand gespoten. Toen het dijklichaam tot omstreeks 2½ m

boven NAP was gegroeid, begonnen de verzakkingen. Het bleef niet bij samenpersen van de slappe lagen. Het wankel evenwicht van de grondmassa werd verstoord: de grond week zijdelings uit en vormde op het wad ter weerszijden van de dijk heuvels van opgeperste grond. Het reeds gemaakte werk ontkwam niet aan de zijdelingse verplaatsing. Een groot deel van het talud, met steenbekleding en al, werd uit zijn verband gehaald en een eind verschoven. De glooiing werd weer onder profiel gebracht, 6 m verder naar het noorden dan aanvankelijk de bedoeling was geweest.

Voorzichtig werd verder gewerkt. Om grote waterdruk in het zandlichaam te voorkomen zijn draineerokers aangebracht, die even boven NAP in het binnentalud uitkomen. De zakkingen bleven in vertraagd tempo doorgaan. In het begin van 1925 is zand weggegraven uit de dijk door de geulen, die toen al klaar was. Dit zand werd naar de dijk over het Balgzand gespoord en vervangen door nieuw gezogen zand, dat in het dijklichaam van de geulen werd geperst. Op het wad durfde men dit niet meer aan. Gevreesd werd dat het met het zand meekomende water aanleiding zou geven tot nieuwe verzakkingen. Tenslotte is de dijk door werk in den droge onder profiel gebracht. Tegen het eind van de zomer van 1925, na een anderhalf jaar durende strijd, was het zo ver.

Na het voltooiën van de dijk is door middel van een aantal boringen nagegaan, hoe het er onder de dijk uit zag. De slappe lagen waren flink samengeperst en het dijklichaam was er een tweetal meters diep in doorgedrongen. Gevaar voor een nieuw verlies van evenwicht was er niet meer, maar er werden nog wel meer zakkingen verwacht. Dat is ook uitgekomen.

De sluiting

Met de dijk door de geulen is begonnen aan de westwal, waar het Friese profiel overgaat in het Noordhollandse. Daar kwam al heel gauw een eiland boven water, van waar in twee richtingen kon worden voortgewerkt: westwaarts over het Balgzand en oostwaarts over de beteugelingsdam. Van Wieringen uit kon ook worden vooruitgewerkt, zodat ook in de geulen werd beschikt over twee werkfronten.

De werkwijze die hier werd gevolgd heeft uitstekend voldaan en is dan ook bij de bouw van de hele Afsluitdijk tussen Wieringen en de Friese kust aangehouden.

Allereerst moest er voor worden gezorgd dat geen kans zou bestaan op het diep uitschuren van de zeebodem in de afsluitingslijn. Op de, zo nodig verdedigde, bodem werd zo snel mogelijk een keileemdam tot boven de waterspiegel opgetrokken. Het onderste deel van de keileemdam werd gemaakt met behulp van onderlossers. Voor het bovenste deel had de aannemer van zw 10 drijvende grijperkranen aangevoerd, gehuurd van een overslagbedrijf in de Rotterdamse havens. De met emmer-baggermolens gewonnen keileem werd in elevatorbakken ('veterbakken', of 'kraanbakken') door sleepboten gebracht naar

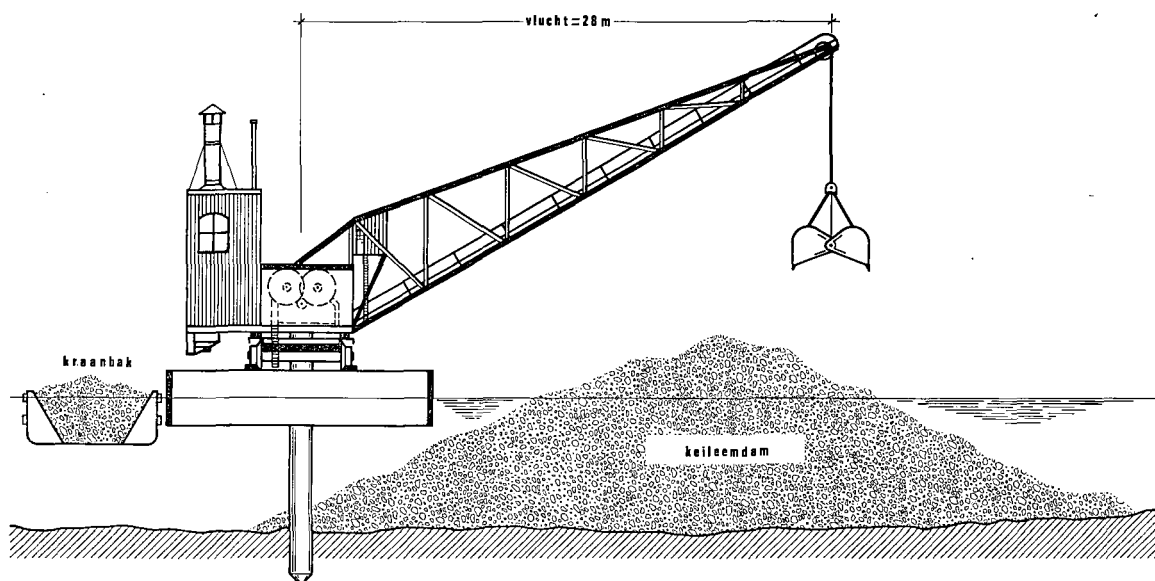


Fig. 9. Opstorten van keileemdam

de kraanpontons, waarlangs ze werden gemeerd. De kranen konden elke minuut een hap van 2 tot $2\frac{1}{2}$ m³ uit de veterbak grijpen, en na een zwenking de lading in het damprofiel storten (fig. 9). Natuurlijk is de uurproduktie van de kranen minder dan het produkt van het aantal cyclussen en de inhoud van de gripper (dus 150, resp. 120 m³). Er gaat tijd verloren bij het wisselen van de bakken, eventueel wachten op de aankomst van een volle bak, verhalen van de kraanponton, voor kleine herstellingen en allerlei andere onderbrekingen. De kraan kan op geen stukken na concurreren met de onderlossers, die een paar honderd kubieke meters in enkele seconden lossen en elkander met tussenpozen van vijf tot tien minuten kunnen opvolgen. Daar is de capaciteit bepaald door de aanvoer, dus de molens, de (sleep-) boten en het aantal aanwezige onderlossers.

Aan de kop van de boven water gebrachte keileemdam kan maar één kraan werken. Die wordt tegen de stromen beschermd door het door hemzelf gemaakte werk (fig. 10). Om harder op te schieten liet men de kraan de keileemdam maar juist boven hoogwater brengen. Een eindweegs terug kwam een tweede kraan, die het dammetje verder verstevigde tot een behoorlijke waterkering.

Langs de zuidkant van de keileemdam, buiten de stromen, werd het zandlichaam aangebracht. Het onderste deel weer met onderlossers. Waar het water te ondiep was geworden werden de perszuigers ingeschakeld. Verderop werd de bekleding aangebracht en de dijk onder het goede profiel afgewerkt. Men beschikte natuurlijk nog niet over bulldozers en draglines, maar moest werken met kipkarren en met de schop.

Zo is men tewerk gegaan, eerst enkele honderden meters van het Balgzand uit. Daarna

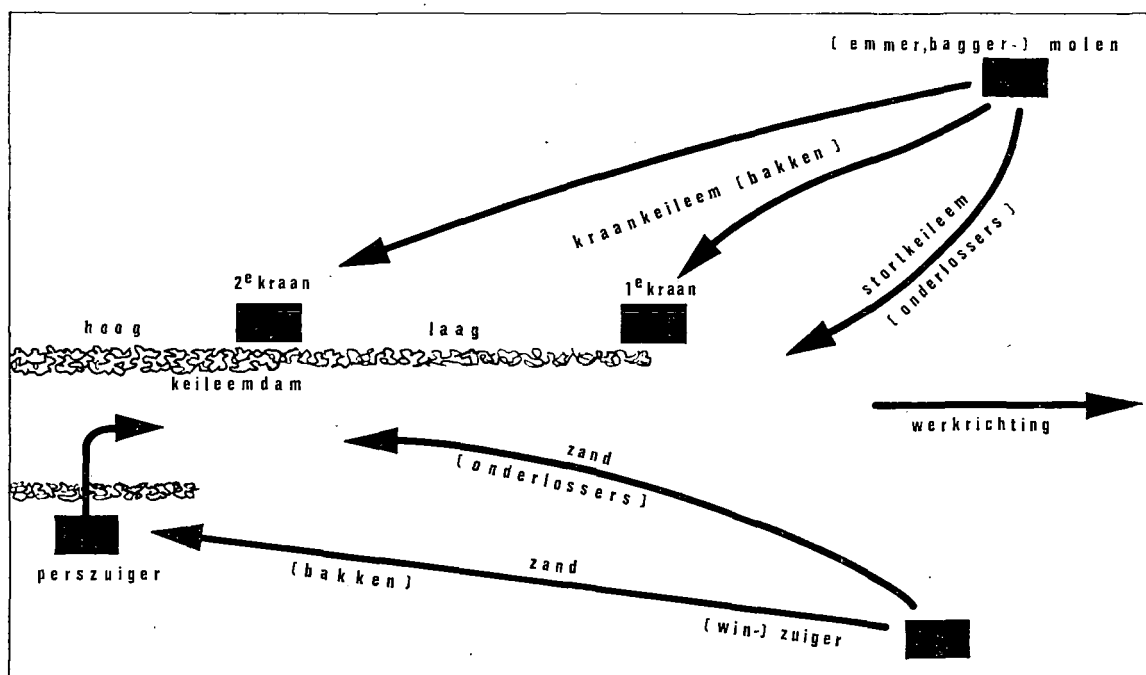


Fig. 10. Vooruitbouwen van een dijk

werd het werk verlegd en werkte men van Wieringen uit over de beteugelingsdam in de kleine geul, totdat aan die zijde een dam van 300 m tot stand was gekomen. Inmiddels was in de overblijvende opening door onderlossers een ruggetje van keileem opgestort. De kruin daarvan lag 3,3 m onder NAP: er kon, ook bij laag water, nog juist veilig over worden gevaren. Het deel van dit dammetje dat aansloot tegen het van Wieringen uitgebouwde werk, werd beschermd door er bovenop aangebrachte zinkstukken. Dat deel was voorbestemd om het laatste sluitgat te worden. Daar zou, op het eind, de sterkste stroom optreden en daar zou dus de grootste weerstand moeten worden opgebracht tegen de aanval van het snel stromende water.

Die stroom en die weerstand zijn gegevens waarover men moest beschikken om een verantwoord werkplan voor de sluiting te kunnen maken.

Ten aanzien van het laatste moest men afgaan op indrukken. Men meende er op te kunnen vertrouwen dat een oppervlak van keileem gedurende lange tijd kon worden blootgesteld aan stroomsnelheden van 2 m per sec, of nog wat meer, zonder veel te worden afgeslepen. Bij grote snelheden, bijvoorbeeld 4 m per sec, zou het verlies aan keileem niet zó groot zijn, dat het door aanvoeren van nieuw materiaal niet gemakkelijk zou kunnen worden bijgehouden. Om meer zekerheid te krijgen, heeft men de kop van de van Wieringen uitgebouwde keileemdam onbeschermd laten liggen tot vlak voor de uiteindelijke sluiting.

Van de te verwachten stroomsnelheden was vóór het begin van de werken nauwelijks iets bekend. Dank zij de SCL kon in 1923 een voorspelling worden gemaakt van de verandering die de waterbeweging zou ondergaan tengevolge van de afsluiting van het Amsteldiep. Het was maar een primitieve voorspelling, trouwens de eerste in zijn soort die ooit was gedaan. Men wist dat de nauwkeurigheid niet groot zou zijn. Contrôle achteraf ontbrak uit de aard der zaak ten enenmale. Er was echter geen ander middel om te weten te komen hoe groot in verschillende stadia van het werk de stroomsnelheid zou worden.

De uitkomst was dat de stroomsnelheid door de overgebleven opening in de dam geleidelijk zou toenemen van ruim een meter per seconde vóór het begin van het werk, tot $2\frac{1}{2}$ m per sec als de opening nog 1000 m² groot zou zijn en $3\frac{1}{2}$ m per sec op het laatste ogenblik, als men toe zou zijn aan het dichtgooien van de laatste vierkante meters.

Op grond van dit alles is de bezinking over het keileemdammetje 300 m lang gemaakt. Dit gedeelte, het sluitgat, had dus een profiel van ruim 1000 m².

De berekende snelheden zijn de maxima die telkens optreden, afwisselend vloedstroom en ebstroom. Daar tussen liggen de perioden met minder sterke stromen en daarin weer de kenteringen, als de vloedstroom overgaat in ebstroom, of omgekeerd. Dát zijn de momenten van de grootste activiteit aan de fronten: de onderlossers verdringen elkander bijna en de kraanmachinisten zien hun dammetje snel groeien.

Met deze gegevens zijn we er nog niet, want het is niet altijd rustig weer. Bij harde wind zal de stroom sterker worden. Op een zware stormvloed hoeft in het werkseizoen niet worden gerekend, maar in de laatste fase van de sluiting was een stroomsnelheid van meer dan $4\frac{1}{2}$ m per sec toch niet onwaarschijnlijk.

Nu zijn dit allemaal 'gemiddelde stroomsnelheden', een rekenkundige grootte, die men krijgt door de doorstromende hoeveelheid (m³ per sec) te delen door de grootte van het sluitgat (m²). Het was echter bekend dat op sommige plaatsen het water nog harder stroomt. In 1920, bij het maken van de beteugelingsdammten, was daarmee al rekening gehouden, door de kruinlijnen, waar de sterkste stroom zou voorkomen, te bekleeden met zinkstukken. Over die plaatsen met grotere snelheden gaven modelproeven (te Karlsruhe!) uitsluitsel.

Afgaande op deze gegevens is het Amsteldiep afgesloten.

Het spreekt vanzelf, dat de voorspellingen tijdens de uitvoering van het werk zijn gecontroleerd. De registrerende peilschaal Westerland, aan de Waddenzeezijde, is aangevuld met een tijdelijk exemplaar aan de zuidkant van de dam. Het meetschip heeft tussen 28 maart en 30 juli op 22 dagen op de dam voor anker gelegen om de stroomsterkte te me-

ten. Eenmaal (9 april) was professor Lorentz zelf aan boord. Een andere maal (9 mei) was de waarnemer, gewaarschuwd door abnormale stroomsnelheden elders, tijdig ter plaatse om een bijzonder sterke stroom te meten.

Men mag tevreden zijn over het resultaat. De berekening is wat aan de pessimistische kant gebleken, maar de waterstanden en stromen hebben zich vrijwel ontwikkeld zoals de berekeningen en de modelmetingen hadden voorspeld. Het was de eerste keer dat een dergelijke voorspelling op de proef is gesteld. Het is niet de laatste keer geweest. Na 1923 hebben berekeningsmethoden en modeltechniek zich enorm ontwikkeld. Zij hebben in de loop der jaren, in Nederland en elders, richtlijnen gegeven voor het uitvoeren van waterbouwkundige werken die nog veel meer in het regime van de wateren ingrepen dan de afsluiting van het Amsteldiep (3.3, blz. 202).

Enkele uitkomsten. Na de sluiting is het 'normale' tijverschil aan de noordzijde toegenomen van 76 tot 118 centimeter. Aan de zuidkant is het verminderd tot 62 centimeter. Het 'normale' verval (verschil in waterstand ter weerszijden van de dam) wisselde van omstreeks 40 centimeter in de ene richting tot ongeveer evenveel in de andere. Als de omstandigheden door harde wind, al dan niet gecombineerd met springtij, sterk afwaken van de normale, werd het verval soms veel groter. Later, toen de dijk al lang dicht was (9 oktober 1924), heeft het water aan de noordzijde zelfs een ogenblik 146 cm hoger gestaan dan aan de zuidkant.

Als het verval klopt met de voorspelling, doet de stroomsnelheid dat automatisch ook. Op het meetschip heeft men elke keer weer wat grotere snelheden geconstateerd. De laatste meting (foto) gaf een maximale snelheid van $3\frac{1}{2}$ m per sec te zien. Enige malen zal de snelheid zijn opgelopen tot ruim vier meter per seconde.

De onverdedigde kop van de keileemdam die van Wieringen was uitgebouwd, heeft dit alles twee maanden lang doorstaan (20 mei tot 22 juli), zonder dat er veel materiaal door de stroom is weggeschuurd. Deze proef met de keileem is glansrijk gewonnen.

Dat wil niet zeggen dat er weinig grond is verloren gegaan. Daarvoor is vooral het 'kopeffect' verantwoordelijk geweest, een gevreesd verschijnsel, dat optreedt waar de stroom om de kop van het reeds gemaakte werk heen trekt (fig. 11). Daar is een scherpe grens tussen het gebied van de snelle hoofdstroom en een gedeelte waar slechts matige, rondgaande stromen voorkomen, een zogenaamde *neer*. Langs die grens worden werveltjes gevormd, waarin het water om een verticale as snel ronddraait en de bodem opwoelt. Zelfs grote stenen kunnen worden verplaatst, ook al is de snelheid in de hoofdstroom slechts enkele meters per seconde.

Het kopeffect is vooral sterk waar aan de bovenstroomse zijde voldoende ruimte is om het water zijdelings te laten toestromen. Dat was aan de westelijke kant van het sluitgat

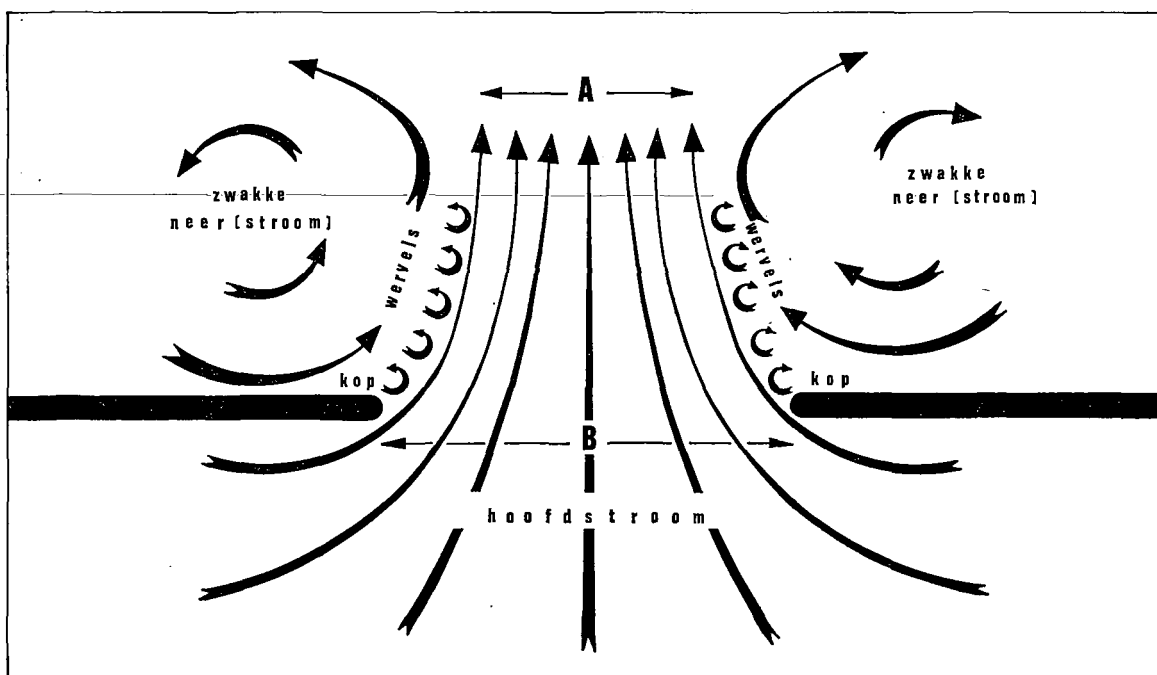


Fig. 11. Kopeffect en contractie (A:B)

in veel sterker mate het geval dan aan de Wieringse zijde, en het is dan ook dáár waar de meeste schade ontstond. Er werden kuilen gevormd in de oorspronkelijke zeebodem, maar ook de keileem kon de aanval van de schroefvormige bewegingen niet overal weerstaan. Ook werd stortsteen van de zinkstukken afgesleurd, zodat de randen van sommige stukken hun ballast kwijt raakten. Kenterde dan na enige tijd de stroom, dan kwamen de randen van de stukken bovendrijven. Het is geen prettig gezicht als je een deel van een zinkstuk ondersteboven aan de oppervlakte in de stroom ziet spartelen. Soms scheurde een deel van het zinkstuk af. Anders kwam het na de volgende kentering weer ongeveer in de normale positie en werd het dadelijk weer met steen bijgestort.

Nu hoeft dit alles niet dramatisch te worden opgevat, want de aannemer had genoeg materieel ter plaatse om de toestand de baas te blijven. De beste verdediging tegen het kopeffect is een zo snel mogelijke voortgang van het werk. Het gebied waar het zijn schadelijke uitwerking heeft, is dan al verplaatst vóór de schade zo groot is geworden dat de stabiliteit van het gemaakte werk wordt bedreigd. De goede afloop van de afsluiting is geen ogenblik in gevaar gekomen. Het was onze eerste kennismaking met het kopeffect, dat bij de bouw van de Afsluitdijk naar Friesland een grote invloed op de gang van zaken heeft gehad.

In het Amsteldiep ging het op het laatst hoe langer hoe beter. Deels is dat te danken aan de contractie van de stroom, een ander gevolg van het zijdelings toestromen van het

water. Een eind benedenstrooms van het gat is de straal smaller dan het gat zelf: de stroom is als het ware samengeknepen. De sterkste stroom vinden we niet in het gat, maar verder benedenwaarts, waar hij niet zoveel kwaad kan. Het spreekt vanzelf dat dit gunstige effect vooral op het laatst voorkwam, toen het gat nog maar smal was. Toen het sluitgat nog een breedte had van 200 meter (22 juli), was de strijd zo goed als gewonnen. Eén van de twee grijperkranen is die dag verplaatst naar de Wieringse kop. Aan beide kanten werd daarna een voortgang gemaakt van gemiddeld tien meter per dag. In de avond van 31 juli 1924 blokkeerde een 'hap' keileem uit een grijper de laatste stroom. Het Amsteldiep was afgesloten. Kort daarna, en ook de volgende dag, vloeide tijdens hoogwater nog wat water over de keileemdam, maar dat was afgelopen toen het dammetje was opgehoogd. Het spectaculaire deel van het werk, de strijd tegen de stroom, was voorbij.

Afwerken van de dijk

Dat betekende niet dat de aannemer van alle zorgen was bevrijd. Hij zat niet alleen midden in de nareigheid van de verzakkingen op het wad, maar er was nog heel wat grond te verzetten en er waren heel wat bekledingen te maken, eer de dijk door de geulen zijn uiteindelijke profiel had gekregen. Ook de weg over de dijk (4 m breed!) moest nog worden aangelegd.

Het laatste zand werd 18 december 1924 geperst in het dijkvak door de geulen, dat in het begin van 1925 gereed was.

Het hele werk, door de geulen en op het wad, is voltooid opgeleverd op 28 december 1925, dat is tien maanden later, dan in het bestek was voorzien.

Het is duidelijk dat veel meer 'grond': keileem, klei en zand, moest worden aangevoerd

TABEL I. IN AMSTELDIEP VERWERKTE HOEVEELHEDEN GROND (DUIZENDEN M³)

		<i>wp</i>	<i>mvv</i>	<i>Verhouding</i>
Geulen (Amsteldiep)	keileem en klei	243	553	2,27
	zand	552	842	1,53
Wad (Balgzand)	keileem en klei	75	134	1,79
	zand	218	603	2,76
Totaal	—	1088	2132	1,96

dan de hoeveelheden die zouden volgen uit het 'wiskundig profiel' (wp). In de geulen zijn het de stromen geweest die grote hoeveelheden keileem weer wegvoerden nadat ze in het werk waren gebracht; op het wad waren de verzakkingen de oorzaken dat heel veel grond, vooral zand, extra moest worden aangevoerd. De hoeveelheden, gemeten in de

middelen van vervoer (mvv), waren dus in beide gevallen veel groter dan die van het wp. Er is dus vrijwel twee maal zoveel grond aangevoerd als kon worden geborgen in het wiskundig profiel, met andere woorden de helft van het gebaggerde en gezogen materiaal is elders terechtgekomen. Voor de geulen is dit resultaat bevredigend: de door de stroom meegevoerde hoeveelheid is niet exorbitant hoog en zeker niet meer dan men had mogen verwachten. Op het wad ligt het anders. Op een zo groot verlies, vooral van zand, door het vervormen van de slappe bodemlagen was niet gerekend.

De onderlossers hebben bijna de helft van de keileem aangevoerd. Bij het zand is hun rol veel minder groot geweest. Zij hebben nog geen 15 percent van de totale hoeveelheid verwerkt.

Bij dit alles moet eigenlijk nog worden geteld het materiaal dat in 1920–1922 is verwerkt in de beteugelingsdammen. Alles bijeen is er bijna drie miljoen m³ grond gebaggerd en gezogen.

Deze hoeveelheden zijn opgenomen in tabel 3 (blz. 133), waarin ook de verwerkte hoeveelheden rijshout en steen zijn vermeld.

2.2.3. DE WERKEN LANGS DE KUST VAN NOORD-HOLLAND

Werken bij Van Ewijcksluis

Met het zuidelijk deel van de Amstelmeerwerken was geen haast. De drie lozingspunten aan de kust tussen Medemblik en de Oostpunt van de Anna Paulownapolder (Aarts-woud, Kolhorn en Nieuwesluis) zouden pas door de Zuiderzeewerken worden beïnvloed tegen de tijd dat de Wieringermeer van het buitenwater zou worden afgesloten. Die tijd lag nog ver in het verschiet. In 1921, toen moest worden beslist over de Amstelmeerwerken (fig. 12), wist men in het geheel niet, hoe lang dat nog zou duren. De studie van de commissie Lovink, die de stoot gaf aan de droogmaking (1.5), moest nog komen. In 1924 is zelfs in de kringen van Zuiderzeewerken nog overwogen, of het aanbeveling zou verdienen de Noordoostpolder te laten voorgaan.*

Voor de Van Ewijcksluis lag het anders. Daar zou reeds de afsluiting van het Amsteldiep invloed hebben op het peil van laagwater en daardoor op de geschiktheid van de sluis voor de waterlozing van het 'oude' land. Men wist niet hoeveel het laagwaterpeil zou veranderen, maar rekende er op dat de invloed wel eens zó nadelig zou kunnen zijn (minder diep aflopend laagwater), dat al vóór het Amsteldiep zou zijn afgesloten de nieuwe uitweg van Van Ewijcksluis naar het buitenwater tot stand zou moeten worden gebracht.

* In het openbaar is daarover nooit gesproken, maar ik vind in mijn dagboek van 1924 verscheidene gesprekken met ir. De Blocq van Kuffeler over voorrang van de NOP.

Daartoe zou het Balgzandkanaal zo spoedig mogelijk worden gemaakt. Het zou voorlopig vlak ten noordwesten van de Van Ewijcksluis worden afgesloten door een dam van de kust naar de in aanleg zijnde Afsluitdijk. De weg voor het te lozen water van de Van Ewijcksvaart naar het Balgzandkanaal zou gaan door een tijdelijk kanaaltje. Een keersluis in dat kanaaltje zou alleen worden gesloten bij stormschade aan de in aanleg zijnde dijk langs het Balgzandkanaal, de Balgzanddijk. Een houten ophaalbruggetje moest dienen voor het door het kanaaltje afgesloten wegverkeer langs de Van Ewijcksvaart.

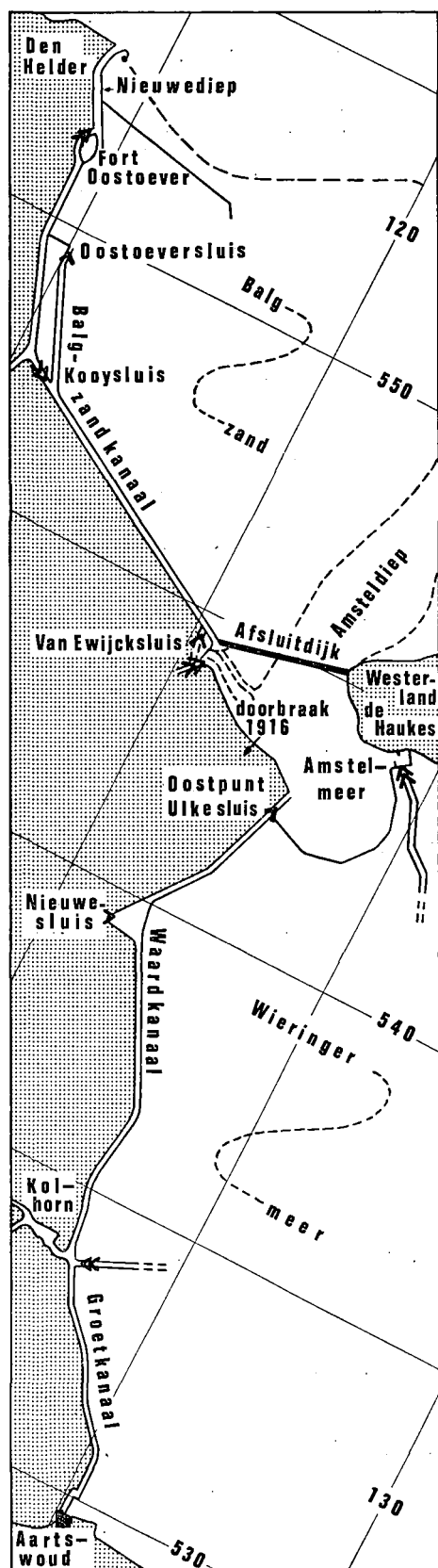
Als men in 1921 in de toekomst had kunnen kijken, waren de tijdelijke werken bij Van Ewijcksluis waarschijnlijk achterwege gebleven. Er was op gerekend dat ze tegen 1925 klaar zouden zijn. De uitzonderlijk weinig draagkrachtige ondergrond veroorzaakte echter onvoorziene vertraging. De afsluiting van het Amsteldiep verliep daarentegen zo voorspoedig dat de tijdelijke werken eigenlijk al in juli 1924 in functie hadden moeten zijn. Daar leek het in de verste verte niet op. Pas in november 1926 konden de werken in gebruik worden genomen.

Gelukkig heeft dat geen grote bezwaren opgeleverd. De 'oude' Van Ewijcksluis kon zijn functie blijven vervullen, want haar spuicapaciteit was tengevolge van de afsluiting van het Amsteldiep niet ernstig aangetast. Maar ook dit wist men in 1921 nog niet. De getijberekeningen die het toekomstig laagwater ten zuiden van de Afsluitdijk voorspelden, werden juist in die tijd gemaakt en hun uitkomst was tamelijk onzeker. Achteraf had het tijdelijke werk achterwege kunnen blijven tot het begin van het werkseizoen van 1929, toen de vorderingen van de meerdijk Den Oever–Medemblik een verdere verhoging van het laagwater aan de Van Ewijcksluis tengevolge hadden. De Amstelmeerdijk, die werd gesloten in augustus 1929, had zonder grote bezwaren kunnen zijn vervroegd: de tijdelijke werken bij Van Ewijcksluis waren dan niet nodig geweest.

Maar dit alles is nakaarten; men kon toen onmogelijk alles voorzien. De tijdelijke werken zijn gemaakt: ze hebben dienst gedaan tot september 1929, toen de Balgzandwerken volledig in gebruik zijn genomen.

Men begon, nog in de winter van 1922–1923, met de bouwput voor de keersluis in het tijdelijke kanaaltje. Al heel gauw was men gewikkeld in de strijd met de slappe kleilagen. Er deden zich direct omvangrijke verzakkingen en oppersingen voor. Er was geen sprake van, dat zou kunnen worden gewerkt met de voor groot grondverzet gebruikelijke methoden. Opspuiten van zand was helemaal uitgesloten. Er is zoveel mogelijk in den droge gewerkt, deels met de schop. Ook is gebruik gemaakt van rijzenbedden, een methode die nu wel als verouderd mag worden beschouwd.

Dit alles kostte veel tijd. De laatste fase van het werk, doorbaggeren van de Balgdijk,



waardoor het kanaaltje in verbinding werd gebracht met het Balgzandkanaal, werd pas tegen het eind van 1925 bereikt.

De tijdelijke dam die de Afsluitdijk door het Amsteldiep verbond met de vaste wal, was in juni 1925 over de gehele lengte boven water. Ongevenste waterstanden konden toen niet meer van de (nog open!) Wieringermeer doordringen in het Balgzandkanaal. Bij het verder omhoogwerken is weer heel voorzichtig te werk gegaan, want men vertrouwde ook hier de slappe grondlagen niet. Dit kostte veel tijd; het werd januari 1926 eer de dam klaar was. Op zijn kruin, $3\frac{1}{2}$ meter boven NAP, was een klinkerweg aangelegd, even breed (of even smal) als de weg op de Afsluitdijk, namelijk 4 meter. In maart 1926 is de wegverbinding naar Wieringen opengesteld voor het verkeer. De veerschipper van Van Ewijcksluis op De Haukes werd werkloos: het eerste slachtoffer van de Zuiderzeewerken.

Men maakte geen haast met de definitieve wegverbinding, waarvoor in het verlengde van de Afsluitdijk een overbrugging van het Balgzandkanaal nodig was. Die brug is ontworpen als een spoorbrug, dubbelsporig, en op dezelfde onderbouw een brug voor gewoon verkeer, met een rijweg van 6 m breedte en twee rijwielpaden, elk van 1,25 m. De westelijke doorvaartopening, 9 m wijd, werd overspannen door een basculebrug. De andere, met een doorvaartwijdte van 31 m, heeft een vaste overspanning gekregen met een doorvaarthoogte van vier meter.

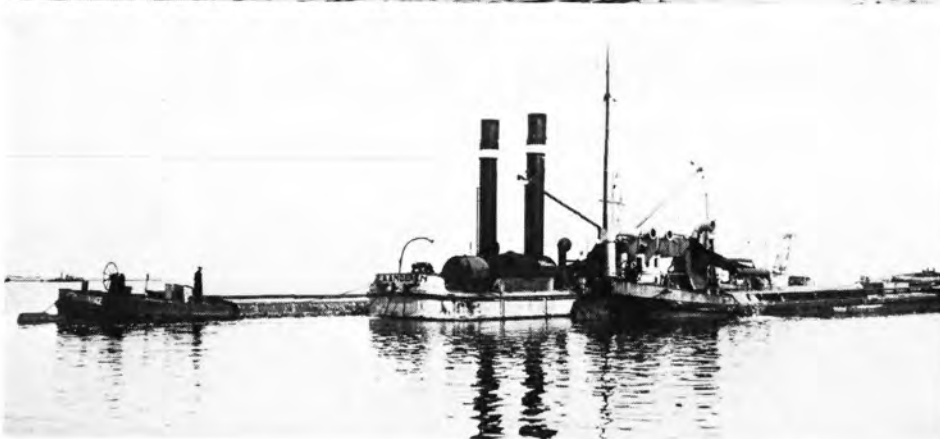
Er is terdege gerekend op de onbetrouwbaarheid van de bouwgrond. Het oostelijke landhoofd heeft een puttenfundering gekregen. De zes putten van gewapend beton zijn afgezonken tot hun snijrand door de slappe klei heen was gedrongen

Fig. 12. De Amstelmeerwerken

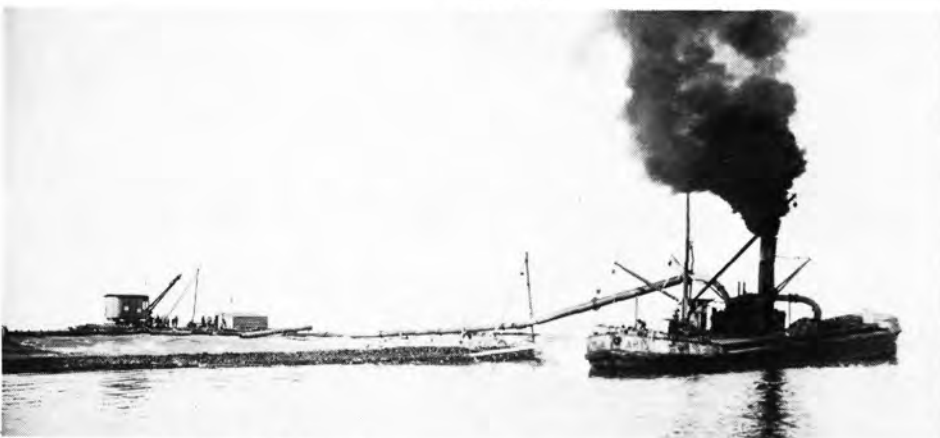
1. Emmermolen met onderlossers langsij.



2. Zuiger vult een bak.



3. Perszuiger.



4. Leegzuigen van een bak.





5. Het door de perszuiger aan-
gebrachte water stroomt weg. Het
zand blijft liggen. De dijk groeit.



6. De onderlosser is op het punt de
keileem ter plaatse te deponeren.
De sleepboten hebben hun werk
gedaan.



7. De grijperkraan haalt de keileem
uit de bak.



8. De grijper gaat open als hij te
bestemder plaatse is aangekomen.



9. De dijk groeit tussen de keileemdammen.



10. Het slepen van de zinkstukken naar hun plaats is een spectaculaire gebeurtenis (*negatieve druk*).



11. Uit van rijshout gebonden 'wiepen' worden de roosters gevormd van de zinkstukken,

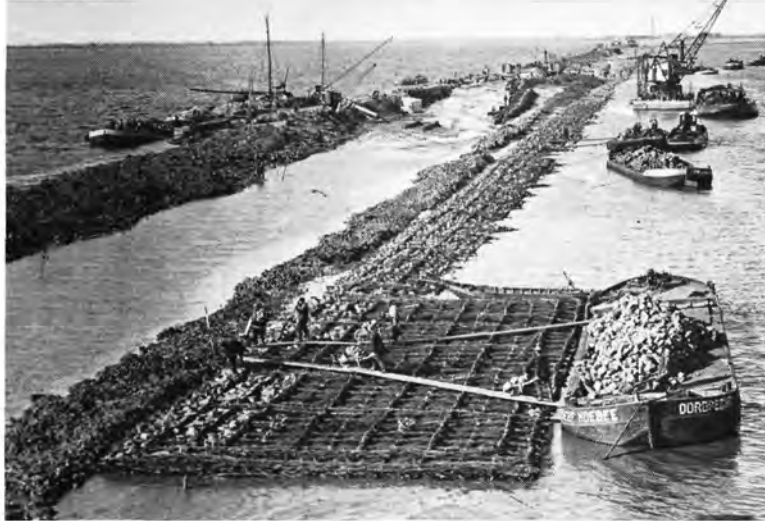


12. die op de zaat in enige uren worden gemaakt.



13. De ballast wordt met de hand van de dekschuiten naar het stuk gebracht.

14. Het kraagstuk wordt gezonken op het onderwatertalud van de dijk.



15. De motor-(peil-)vlet.

16. Zetten van steenglooiing.



17. Glooiing van betonzuilen. De Afsluitdijk heeft (bijna) geen asfalt, maar verscheidene polderdijken wel.





18. Amsteldiep 1924. ZW meet voor het eerst een stroom van meer dan 3 m/sec.



19. DE OMGEVING VAN HET AMSTELMEER

Van Wieringen (links) naar Van Ewijksluis (rechts) de Amsteldiepdijk. Achter de Amstelmeerdijk, van De Haukes naar de Ulkesluis, ligt de in cultuur gebrachte Wieringermeer. Op de voorgrond zijn nog restanten van de tijdelijke werken bij Van Ewijksluis te herkennen.

20. Het begin van de Afsluitdijk, januari 1927. Op het KWZ komt de eerste keileem boven (laag-) water.



21. 1930. Lang voor zijn tijd wordt het Gaatje afgesloten. De contractie helpt een handje. Er is nog maar nét ruimte voor het geankerde meetschip.



22. Breezand 1970. Het dijkvak met de werkhavens op het Breezand is al in 1929 gebouwd. In 1970 is het grondig onder handen genomen.





23. Gewone wiepen zijn op de beteugelingsdammen niet voldoende.

Dikke wiepen worden gebonden met staaldraad, dat later zoveel narigheid zou veroorzaken.



24. Bij Den Oever is een dok gemaakt om de grote zinkstukken voor de Vlieter regelmatig te kunnen vervaardigen.



25. Een groot zinkstuk is op zijn plaats gekomen. Het ballasten begint.

DE BEZINKING OP DE BETEUGELINGSDAMMEN

en op 19 m onder NAP in het vaste zand was terechtgekomen. Het westelijke landhoofd, met de kelder voor de staart van de basculebrug, en de tussenpijler zijn gefundeerd op een doorgaande plaat van gewapend beton onder de kanaalbodem, 6 m onder NAP.

Toch heeft het verzakkingsduiveltje zich nog duchtig laten gelden. De stalen damwand om de westelijke bouwput kon het niet houden. Er werd een houten damwand om heen geslagen; de ruimte tussen de twee werd met klei gevuld. Zelfs dit was niet afdoende. Men is er toe overgegaan om één der wanden met staaldraadtakels te verankeren aan de Balgzanddijk. Toen de funderingsplaat eenmaal was gestort, was het ergste leed geleden. In het begin van 1926 is, in het belang van de werkverschaffing, begonnen, maar het duurde nog tot het najaar van 1927 eer het werk voor de brug zelf is aangevat. De strenge winter van februari-maart 1929 was niet bevorderlijk om hard op te schieten, maar kort nadat de vorst was verdwenen kon de onderbouw worden voltooid en werd begonnen met het monteren van de stalen bovenbouw. De basculebrug werd dadelijk afgewerkt, maar van de vaste brug over de wijde opening is eerst alleen de rijvloer gemaakt, gemonteerd op een houten steigerwerk en voorzien van tijdelijke leuningen. In deze toestand is de brug op 18 september 1929 voor het verkeer opengesteld. Het was hoog tijd. De tijdelijke afsluitdam is in dezelfde week doorgegraven.

Het volgende jaar zijn de hoofdliggers van de vaste overspanning gemonteerd en is het steigerwerk afgebroken.

Het Balgzandkanaal

De afwatering langs de oostelijke kust van Noord-Holland naar de Waddenzee is het eerst voorgesteld in het Wieringermeerrapport. Daarin was al voorzien, dat het noordelijke deel van het afwateringskanaal, tussen De Kooi en het voormalige fort Oostoever, buitendijks zou worden gemaakt. Zo kon een goede aansluiting worden verkregen op het Nieuwe Diep, de diepe geul door het Balgzand. Tussen Van Ewijksluis en De Kooi zou gebruik worden gemaakt van het Balgkanaal, dat in de negentiende eeuw was gegraven om grond te verkrijgen voor de zeewering van de toen bedijkte Anna Paulownapolder, de Balgdijk.

Toen zw de plannen uitwerkte, bleek het beter ook dit deel buitendijks te maken en langs het kanaal een nieuwe dijk, de Balgzanddijk, aan te leggen. Van doorslaggevende betekenis was het feit dat anders de bestaande dijk, de Balgdijk, zou moeten worden verhoogd. De SCL was nog lang niet gereed met haar werk, maar we wisten toch al, dat hier op een fikse stormvloedverhoging moest worden gerekend. Dan werd het voordeliger een nieuwe dijk te maken. Tussen de nieuwe dijk en de oude kwam ruimte voor het afwateringskanaal en voor een daarlangs lopende nieuwe weg, de latere Rijksweg 9. Omdat nu alles buitendijks kwam, verviel ook de noodzaak van onteigening van de benodigde gronden.

Het Balgzandkanaal, 8 km lang, is, van Van Ewijcksluis uitgaande, uitgevoerd in drie delen. Met het eerste deel (bestek zw 6), 2,2 km lang, is begonnen vroeg in 1923. Het volgende jaar werd het middengedeelte (zw 12) van 1,6 km aangevat en in 1925 volgde het laatste deel (zw 17), dat ruim 4 km lang was. Het eindigde tegen de bouwput van de uitwateringsluis Oostoever, waarvan het opruimen tot het werk behoorde. In het laatste deel bevindt zich ook de aftakking naar de schutsluis de Kooi.

Aanvankelijk was het de bedoeling 'werk met werk te maken'. De uit het Balgzandkanaal gegraven grond zou meer dan genoeg zijn om er de Balgzanddijk mee te maken. Daarvan is niet veel terechtgekomen en de schuldige is weer de slechte geaardheid van de ondergrond, vooral in de buurt van Van Ewijcksluis. Een groot deel van de ontgraven grond was ongeschikt om deel uit te maken van een betrouwbare waterkering. Er moest dus grond worden aangevoerd van elders. De grote voorraden van keileem, klei en zand in het Amsteldiep werden weer aangesproken.

Ook de zakkingen en afschuivingen van de ondergrond hebben zich niet onbetuigd gelaten. Vooral in het eerste deel van het werk, waar de toestand van de bodem het slechtst was en waarbij men nog de minste ervaring had van het omgaan met de slappe lagen. Pogingen om het zandlichaam van de dijk tot grote hoogte op te spuiten, resulteerden in oppersingen van grond naast de dijk en in de bodem dringen van het dijklichaam. Het bovenste deel, de tuimeldijk, boven de bermen, moest in den droge worden gemaakt, met werkspoor, kipkarren en de schop.

Het kanaalvak had aan het eind van het seizoen 1923 klaar moeten zijn. Daar was geen sprake van. Voor zover ijs en weer het mogelijk maakten, is de hele winter doorgewerkt, maar het duurde toch tot het eind van 1924 eer het werk was voltooid.

In het begin van 1924 was het kanaal over de volle lengte van 2,2 km bevaarbaar en daardoor kon de aannemer van het tweede deel (bestek zw 12) er gebruik van maken toen met dat stuk werd begonnen. Ook in dat gedeelte zijn verzakkingen opgetreden, maar het werd toch niet zo erg als het bij de buurman was. Het werk verliep vlugger en het behoefde geen winter over te liggen. Tegen het eind van 1924 werd op 3,8 km van de Van Ewijcksluis een tijdelijke dwarsdam gelegd, die het gereedgekomen kanaal moest beschermen tegen eventueel uit het noordwesten komend watergeweld.

Tot dusver was gewerkt van het zuidoosten naar het noordwesten. Voor het derde en laatste stuk was het echter voordeliger niet meer van de Van Ewijcksluis uit te gaan, maar van het Nieuwediep. Daartoe is vlak achter de bouwput voor de uitwateringsluis Oostoever een opening gehouden in de Balgzanddijk. Van de diepe geul (Nieuwediep) uit is door die opening heen een toegang tot het kanaal gebaggerd.

De grondslag is hier minder slecht dan bij het begin van het kanaal en het gelukte dan

ook het zandlichaam van de Balgzanddijk in zijn geheel op te spuiten. Ernstige verzakkingen bleven uit. Voor de bekleding van de dijk kon klei worden gebruikt die uit het kanaal was gebaggerd, aangevuld met specie die buiten het werk op het Balgzand werd gewonnen. Nadat in december 1925 de tijdelijke toegang bij Oostoever was gedicht, was het kanaal geheel van het buitenwater afgesloten. Het kanaalpeil werd daarna zover nodig geregeld door schuiven in de deuren van de schutsluis bij De Kooi, die in de nazomer van 1925 voor het verkeer was opengesteld.

Met de uit het kanaal gebaggerde grond is heel wat gemanoeuvreerd. Een hoeveelheid minder goed bruikbare grond is over de dijk weggeperst naar het wad, maar het grootste deel kon nuttig worden gebruikt. Het grondlichaam van de weg tussen de Balgdijk en het kanaal is er mee gemaakt en een grote hoeveelheid is verwerkt in het terrein tussen het noordelijke deel van het kanaal en de Koegraszeedijk. Dit terrein, 0,6 km² groot, is de eerste landwinst van de Zuiderzeewerken. Het is een beetje merkwaardige landwinst, want, in tegenstelling tot de vele honderden vierkante kilometers die nog zouden volgen, ligt het niet op de oorspronkelijke zeebodem, maar is het een terrein dat kunstmatig is opgehoogd tot boven zeeniveau.

Bij het kiezen van het tracé van de Balgzanddijk heeft deze eerste Zuiderzeegrond geen rol gespeeld. Er waren andere redenen waarom die dijk op een afstand van 0,4 km buiten de Koegraszeedijk is aangelegd. De situatie van de schutsluis bij De Kooi maakte het nodig dat het Balgzandkanaal naar het noorden moest afbuigen vóór de Koegraszeedijk was bereikt. Bij Oostoever moest de uitwateringsluis vlak bij de (natuurlijke) diepe geul worden aangelegd, en dat was ook al een heel eind buitendijks. Tenslotte wilde men een strook buitendijks land tussen de nieuwe werken en de marinehaven Nieuwediep reserveren voor (industriële) uitbreiding van Den Helder. Inderdaad is dit terrein later opgehoogd.

De Kooisluis

De bouw van de twee kunstwerken bij het noordelijke deel van het Balgzandkanaal heeft het hele tijdvak 1923–1926 in beslag genomen.

De schutsluis bij De Kooi is de scheepvaartverbinding tussen het Balgzandkanaal en het Noordhollands kanaal. De grondslag is hier veel beter dan bij Van Ewijcksluis. De bouwput en de omringdijk daarvan werden in 1923 gemaakt. De sluis is gefundeerd op houten en betonnen palen, maar die behoefden niet dieper te reiken dan 9 m onder NAP. Ook het betonwerk van de sluis is nog in hetzelfde jaar gemaakt. Het jaar 1924 zag het aan-aarden en afwerken, maar het werd 1925 eer de laatste baggerwerken in de toegangen tot de sluis waren uitgevoerd.

Helemaal achteraan kwam de basculebrug over de sluis, die toegang geeft tot het 'gewonnen' terrein tussen de Koegraszeedijk en het Balgzandkanaal. Die brug was klaar in april 1927.

Men voorzag dat de vaart door de sluis niet druk zou zijn en dat pas na het droogmaken van de Wieringermeerpolder wat meer verkeer zou ontstaan. Inderdaad is de Kooisluis nooit erg druk geworden. Een 'normaal' getal is 2000 schepen van tezamen 250000 ton per jaar.

De Oostoeversluis

Voor de uitwateringsluis van de Amstelmeerboezem bij Oostoever is de ringdijk om de bouwput gemaakt in 1924. Bij dat werk behoorde ook het korte oost-west lopende dijkvak dat de sluis verbindt met de Koegraszeedijk. Tegelijkertijd zijn drie hoofden aangelegd tussen de sluisput en de natuurlijke geul in het wad. Twee daarvan lopen naar het noorden: zij begrenzen de spuigeul van de sluis. Het derde, in noordoostelijke richting, voorkomt dat de geul de sluis en de nieuwe dijk te dicht nadert. Met dit alles is een groot deel van het jaar gemoeid geweest.

In de volgende winter is de bouwput ontgraven tot de diepte van de fundering van de sluis en is het heiwerk uitgevoerd. De sluis is namelijk gefundeerd op houten palen, die hier weer dieper moesten reiken dan bij de Kooi, namelijk tot omstreeks 16 m onder NAP. De kleilaag is hier dus weer dik, maar niet erg slap. Een stalen damwand rondom de put was voldoende om afschuiven te voorkomen.

Het sluisgebouw bestaat grotendeels uit (ongewapend) beton. De pijlers zijn bekleed met tafelbasalt en op de hoeken versterkt met graniet. Het beton van de funderingsplaat en van sommige elementen van de bovenbouw, is gewapend. De gewelven van de vier openingen zijn gemetseld, denkkelijk een van de laatste toepassingen van enige omvang van metselwerk bij soortgelijke 'kunstwerken'.

De sluis maakt deel uit van de eerste verdedigingslinie tegen de Noordzee en heeft daarom een drievoudige waterkering. Elke opening heeft twee stel puntdeuren, kerende naar de zeezijde, en een schuif, die wordt gebruikt om het spuien te regelen.

In het begin van 1926 was de sluis klaar. Daarna zijn de oost-west lopende gedeelten van de ringdam weggebaggerd. In de zomer van dat jaar kon de sluis in gebruik worden gesteld, waardoor het Balgzandkanaal zijn definitieve uitlaat kreeg.

Enige getallen.

Balgzanddijk: kruin van NAP +4,7 m bij Oostoever, oplopend tot NAP +5,7 m. Bermen 5 m breed, buiten op +3 m, binnen op +2 m. Taluds 1:2, maar buiten boven de berm 1:3. Steenglooing op buitentalud beneden de berm.

Balgzandkanaal: bodembreedte 25 m. Taluds 1:4. Bodemdiepte NAP—5,4 tot—5,8 m.

Dwarsprofiel onder kanaalpeil: 225 tot 250 m².

Spuisluis Oostoever: 4 openingen, slagdrempel op NAP—4,8 m, elk wijd 5 m met 2 stel groenharthouten puntdeuren, kerende naar de zeezijde, bewogen door het water, en één stalen schuif.

Schutsluis de Kooi: Schutlengte 70 m, wijdte 9 m, slagdrempel op NAP—3,8 m. Groenharthouten vloed- en ebdeuren. In buitenhoofd kerend tot NAP+3,25 m, in binnenhoofd tot +1,25 m.

Voor de werken aan het Balgzandkanaal, de beide sluizen en de tijdelijke werken bij Van Ewijcksluis is totaal ongeveer 4½ miljoen m³ grond verzet.

De bouwput voor de sluizen bij Den Oever

De ringdijk om de sluisput bij Den Oever is uitgevoerd onder het etiket 'beschermingsdijk van het sluisterrein'. Als zodanig moest hij worden aangelegd vóór het Amsteldiep zou worden afgesloten (2.1.5, blz. 64). Hij viel dan ook onder het 'beperkte werkplan' van 1922–1925.

Het sluisterrein zou een L-vorm krijgen (fig. 13). Eén poot (afdeling I), ruim 800 meter lang, in de richting van de Afsluitdijk, waarin drie groepen uitwateringsluizen een plaats zouden vinden. Loodrecht daarop afdeling II voor de schutsluis, die met zijn buitenfront een halve kilometer achter de afsluitingslijn zou komen. In de hoek tussen beide afdelingen, waar waterverkeer en landverkeer elkaar zouden kruisen, moesten de bruggen worden gebouwd.

Om het sluisterrein te beschermen tegen de schurende werking van de vloedstroom moest de lange noordwestelijke dijk van afdeling I worden gemaakt. Dat was echter niet voldoende. Om ook de uit andere richting komende stromen buiten het sluisterrein te houden moest ook aan de zuidzijde een dijk worden gebouwd en tegen de Wieringse kust aangesloten. Daardoor werd het voordeliger, althans weinig duurder, de hele ringdijk te maken en de put te sluiten. De dijken behoeften dan alleen aan één kant te worden verdedigd tegen golfslag. Het talud aan de binnenkant kon onbeschermd blijven. Zo werd de beschermingsdijk tot de ringdijk, ruim 3½ kilometer lang, om de bouwput. De dijk zou maar een beperkte tijd blijven bestaan en is daarom niet bestand gemaakt tegen de zwaarste stormvloed. Het was voordeliger het zeer kleine risico te aanvaarden dat de put zou onderlopen in de jaren waarin de sluisbouw aan de gang zou zijn. Toch is het nog een fikse dijk geworden, van zand en keileem, met een kruinhoogte tussen 3½ en 5 meter boven NAP. Twee stukken, langs afdeling II, zouden deel gaan uitmaken van de definitieve waterkering tussen schutsluis en bruggen. Ze zijn niet extra hoog gemaakt (+4½ m), maar hebben wel een brede kruin gekregen.

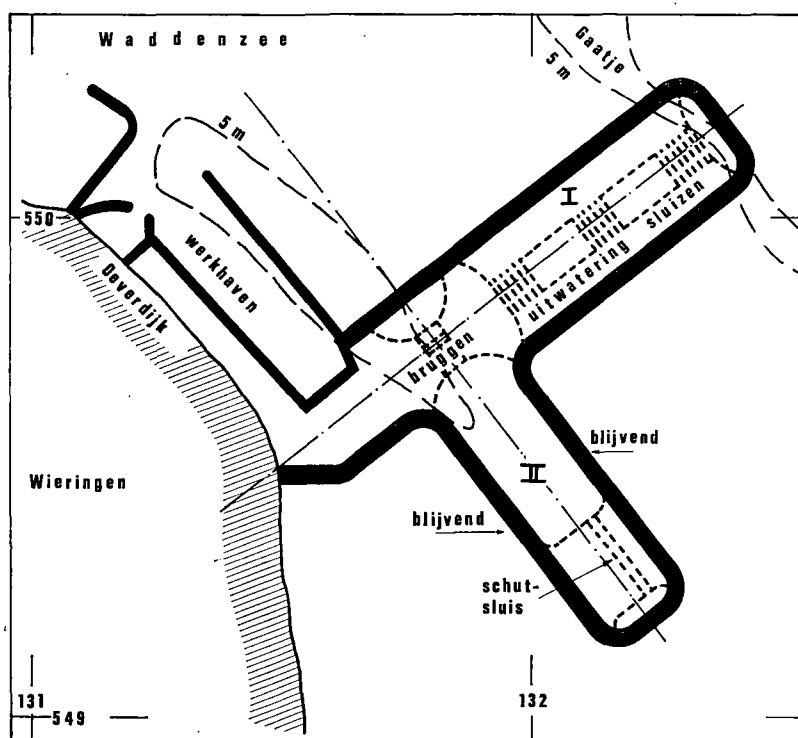


Fig. 13. Sluisput Den Oever

De noordhoek van afdeling I reikte tot in het Gaetje. Deze hoek werd nu de uiterste punt buiten Wieringen waaromheen de versterkte getijstroom liepen. Daar zijn dan ook de dijk en de aansluitende zeebodem beschermd door een uitgebreide bezinking.

In de zomer van 1922 is met het werk begonnen. Het was er een van de 'één miljoen klasse', niet alleen wat het aantal guldens, maar ook wat het aantal kubieke meters grond betreft.

De aannemer voerde vrij groot materieel aan, onder andere vier molens en drie zuigers, maar toch niet van het zwaarste type. Zand werd gezogen uit het Gaetje, keileem is gebaggerd in de toekomstige buitengeul van de schutsluis. Het werk verliep zonder grote moeilijkheden. De uitlevering (mvv gedeeld door wp) was nog niet helemaal 1,5.

De dijk is opgeleverd in juli-augustus 1923.

Het Amstelmeer

Het laatste vak van het Balgzandkanaal kwam 2 september 1926 gereed. In november 1926 werden de werken tussen Van Ewijcksluis en Oostoever officieel gereed verklaard en was dus de 'tijdelijke toestand' bereikt die van 1923 af was nagestreefd. Die toestand bleef bestaan tot in augustus 1929 de laatste opening in de Amstelmeerdijk werd gesloten, waardoor het Amstelmeer ontstond.

Daarna is het Balgzandkanaal bij Van Ewijcksluis met zijn volle profiel doorgetrokken tot de diepe geul van het Amsteldiep. De tijdelijke afsluitdam hoefde na het openstellen van de brug het wegverkeer naar Wieringen niet meer op te nemen en werd weggebaggerd. Op 24 september 1929 was de definitieve toestand verkregen (blz. 86).

De tijdelijke werken bij Van Ewijcksluis, kanaaltje, keersluis en ophaalbrug, waren nu niet meer nodig. Ze zijn in 1930 opgeruimd.

Het afwateringskanaal langs de Noordhollandse kust ten zuiden van het Amstelmeer (Groetkanaal en Waardkanaal) moet worden beschouwd als onderdeel van de werken voor de droogmaking van de Wieringermeer. Dit is ook het geval met de keersluis in de Amstelmeerdijk bij Oostpunt (Ulkesluis), die het zuidelijke kanaal in verbinding brengt met het Amstelmeer. Na het in bedrijf komen van deze sluis (1931; 6.2.1, blz. 373) was de Amstelmeerboezem gereed.

De boezem (fig. 12) omvat, behalve het Amstelmeer zelf (7 km²), het randkanaal van Aartswoud tot Oostoever, het Kolhornerdiep en de boezem van de Anna Paulownapolder. Alles bijeen ongeveer 9½ km². Het streefpeil is NAP—0,4 meter.

Het overtollige water wordt op de Waddenzee geloosd door de Oostoeversluis. Tekorten worden aangevuld uit het IJsselmeer door het Amstelmeerkanaal, dat loopt van de Stontelerkeersluis bij Den Oever naar de Haukeskeersluis, die in den regel open staat. Het eerste deel van dit kanaal, met de Stontelerkeersluis, is gemaakt in 1930. Met de rest was geen haast. Het kanaal kon immers pas dienst doen nadat het IJsselmeer was gevormd en zo ver ontzilt dat het water geschikt zou zijn om op de vrijwel zoete Amstelmeerboezem te worden toegelaten. Het was daarvoor ruimschoots op tijd: in juli 1933 was alles klaar.

Uit het oude land wordt water op de boezem geloosd door sluizen bij Kolhorn, Nieuwe-sluis en De Haukes. Tot 1959 sloeg ook het gemaal bij Aartswoud uit op de boezem. Na het in gebruik stellen van een nieuw gemaal van Schermerboezem bij Kolhorn is dat bij Aartswoud op non-actief gesteld.

De scheepvaartverbindingen met het oude land zijn de Kooisluis, de Van Ewijcksluis en de sluis bij Kolhorn. De toegangen tot de Wieringermeerpolder zijn de Westfriesse sluis bij Kolhorn en de Haukessluis.

Het grootste deel van de boezem ligt direct achter de hoofdwaterkering tegen de open zee, die wordt gevormd door de Oostoeversluis, de Balgzanddijk en de Afsluitdijk door het Amsteldiep (Amsteldiepdijk). De tweede kering loopt dwars door de boezem heen, over de Van Ewijcksluis, de Ulkesluis, de Amstelmeerdijk, de Haukessluis en de Haukeskeersluis.

2.2.4. HET PLAN VOOR DE DIJK VAN WIERINGEN NAAR FRIESLAND

Zurig of Piaam

Al dadelijk na zijn instelling besloot zw het voetspoor van de gewapendbetoncommissie (1.3, blz. 35) te volgen en zelfs een stap verder te gaan. Niet alleen de uitwateringsluizen van het IJsselmeer zouden in zee worden gebouwd, maar ook de schutsluizen zouden Wieringen verlaten om zich bij de uitwateringsluizen te voegen.

Een andere wijziging van de plannen bestond uit het verdelen van de sluizen over twee complexen: één bij Wieringen, het andere zo dicht mogelijk bij de Friese kust.

Deze besluiten hadden een grote invloed op het tracé van de Afsluitdijk. Niet ver bezuiden de rechte lijn tussen de door de wet voorgeschreven eindpunten, Wieringen en Piaam, ligt een ondiepte, de Zuid Steenplaat, die op de zeekaart geschikt leek om er het oostelijke sluiscomplex op te bouwen. Het eerst bestudeerde tracé van de Afsluitdijk was daarom een geknikte lijn Den Oever-Zuid Steenplaat-Piaam (fig. 14). In 1920 is in die lijn de zeebodem onderzocht door een groot aantal boringen.

Die boringen velden meteen het doodvonnis over het tracé. De bodem onder de Zuid Steenplaat bleek helemaal niet zo bijzonder geschikt om er sluizen op te funderen. De keileemlaag ligt er diep en loopt naar het westen uit in een gebied waar vroeger de IJssel moet hebben gestroomd en de keileem geheel was weggeschuurd. Het had nu geen zin meer om een knik te maken in de afsluitingslijn. Men ging over op een recht tracé, waarlangs in 1921 een nieuwe serie boringen werd uitgevoerd. Ook bij die boringen kwam de Oer-IJssel te voorschijn.

Het nieuwe tracé bleef niet lang in de belangstelling, want intussen was, op grond van de berekeningen van de SCL (2.1.3, blz. 52), het tracé naar Zurig op het toneel verschenen. Voorlopig had dit nieuwe tracé nog geen officiële status; het bleef nog een studie-object. Toch komt in hetzelfde Driemaandelijksch Bericht zw (april 1922) waarin de resultaten van de boringen van 1921 zijn beschreven, een tekening voor van het sluissterrein bij Wieringen met een op Zurig gerichte afsluitingslijn. Bij alle volgende werken is met dat tracé rekening gehouden. Het eerst door een juist voltooid onderdeel van de Zuiderzeewerken te veranderen, het zuidoostelijke talud van de in 1921 (bestek zw 2) aangelegde werkhaven van Den Oever. Zijn oorspronkelijke ligging was niet te verenigen met het wegverkeer over de sluizen van en naar de Afsluitdijk in de nieuwe richting.

Het ontwerp van de sluizen is al dadelijk in overeenstemming gebracht met de dijk naar Zurig. De in 1922–1923 gemaakte ringdijk om het sluissterrein gaf die richting duidelijk aan.

Het heeft lang geduurd eer de richting naar Zurig wettelijk werd gesanctioneerd. Daaraan is een hevige strijd voorafgegaan waarin Harlingen en de Zuidwesthoek van Fries-

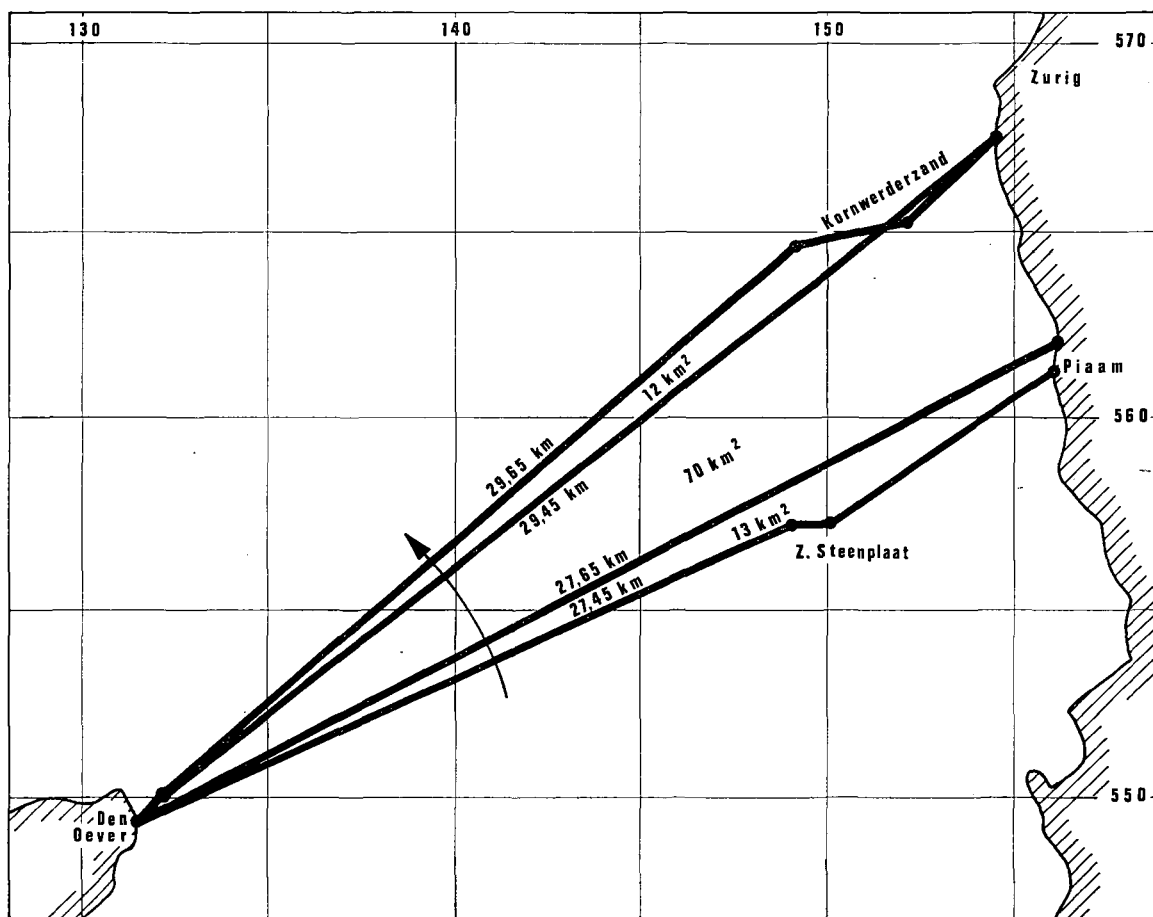


Fig. 14. De achtereenvolgende tracés voor de Afsluitdijk

land waren betrokken. Het ging vooral om de verbinding met de spoorlijn over de Afsluitdijk. Van Piaam uit zou de nieuwe spoorweg aansluiten op de lijn Stavoren-Sneek-Leeuwarden, maar via Zurig zou de aansluiting bij Harlingen liggen. De Zuidwesthoek zou dan zijn sneltreinverbinding kwijt raken.

De discussie resulteerde in een pennestrijd, waarin ook de directeur-generaal van de zw zich mengde. Er werden argumenten van verschillende aard aangevoerd. Het ging over de dijkverhoging bij Makkum (in het ene geval nodig, in het andere niet), de grootte van het IJsselmeer, de afstand tussen de Afsluitdijk en de diepe geul Doove Balg (scheepvaart en vermogen van de sluizen contra veiligheid van de dijk), de diepte ter plaatse van de sluitgaten (grote diepte een voordeel of een nadeel), de lengte van de Afsluitdijk, het binnendijkse kanaal van het IJsselmeer naar Harlingen (nodig of niet) en de draagkracht van de zeebodem. Het is merkwaardig, dat het argument waarom het was begonnen, de door de SCL gesignaleerde versterking van de getijstroom door de

zeegaten, nauwelijks ter sprake is gekomen. Bij de officiële behandeling die leidde tot een wetswijziging, is het in het geheel niet genoemd. Waarschijnlijk is de gedachte geweest, dat dit argument was aangebracht door de 'dorre theorie' en dat de pleitbezorgers van Zurig hun kansen zouden verkleinen door met zó iets onbegrijpelijks aan te komen.

Hoe dit zij, het is Zurig geworden. In de Zuiderzeewet werd 'bij Piaam' vervangen door 'benoorden Piaam' (1.2, blz. 21). zw kreeg daardoor de mogelijkheid om het gunstigste punt uit te zoeken. Dat werd gekozen op grond van de aansluitingsmogelijkheden te land voor weg en spoor en van de ligging van banken (Makkumerwaard) en geulen (Boontjes) in zee. Het kwam terecht ruim een kilometer bezuiden de markante hoek in de dijk van het poldertje Zurigeroord. Op het tracé in een rechte lijn naar dit punt is met de bouw van de sluizen bij Wieringen gerekend.

Bij dit aansluitingspunt is het gebleven, maar het tracé is toch nòg een keer gewijzigd. De rechte lijn van Den Oever naar Zurig kruiste de diepe geul van de Middelgronden en de hoge rug van het Kornwerderzand onder een scherpe hoek. In de eerste zou een sluitgat moeten komen, op de andere een sluiscomplex. Voor beide was een vrijwel loodrechte kruising gewenst. In het dijktracé werden daarom twee knikken aangebracht, waardoor een drie kilometer lang dijkvak de gewenste richting kreeg.

Dit vierde tracé, dat definitief voor de dijkbouw is gekozen, maakt bij Den Oever een kleine hoek met het derde. De overgang bevindt zich vlak ten noordoosten van de sluizen. Zelfs voor een nauwkeurige waarnemer is nauwelijks iets te zien van de richtingverandering, maar op een luchtfoto is het duidelijk.

Bij alle drie de wijzigingen is de dijk iets tegen de klok gedraaid, achtereenvolgens ongeveer $2\frac{1}{2}^\circ$, 12° en nog eens $2\frac{1}{2}^\circ$. Door dit alles is het gebied bezuiden de afsluitingslijn rond honderd vierkante kilometer groter geworden.

De sluizen

Het plan voor de Afsluitdijk is sterk beïnvloed door de keus van de plaatsen voor de sluiscomplexen. Vroeger was het hele afwaterend vermogen van het IJsselmeer geconcentreerd in de hoek bij Wieringen. Daar verwachtte men de laagste laagwaterstanden in de Waddenzee en daar zouden de sluizen dus het grootste vermogen hebben. De SCL toonde aan dat die verwachting niet juist was. Aan de Friese kant van de Afsluitdijk werd het getij na de afsluiting van de Zuiderzee zelfs nog sterker dan bij Den Oever, het laagwater lager. Er was dus geen reden om alle spuisluizen bij Den Oever te plaatsen en er werd besloten, een deel te bouwen dicht bij de Friese kust. Niet vlak tegen de kust, omdat daar de ondiepe Makkumer Waard ligt, ongeschikt voor toe- en afvoerwegen

van het door de sluizen stromende water en voor de door de schutsluizen passerende schepen. Een goede plaats was het Kornwerderzand (kwz, eigenlijk 'de rug' van de verder noordelijk liggende zandplaat, die Kornwerderzand heette), een ondiepte tussen de Middelgronden (de oostelijke stroomgeul van de Waddenzee naar de Zuiderzee) en de Boontjes (de vaarweg naar Harlingen). Ook hier konden de schutsluizen worden gebouwd naast de uitwateringsluizen; men voorzag dat de aansluitende vaargeul in de Waddenzee met een redelijke hoeveelheid baggerwerk in stand zou kunnen worden gehouden.

De sluizen moesten worden gemaakt binnen in zee aangelegde ringdijken. De daardoor gevormde bouwput voor het westelijke complex grensde aan de in 1921 gemaakte werkhaven bij Den Oever, die op zijn beurt aansloot tegen de kust van Wieringen. Op het Kornwerderzand werd de bouwput voor het oostelijke sluiscomplex aangelegd. Deze sluisput verdeelde de Afsluitdijk in twee stukken.

Het korte dijkvak tussen Zurig en het kwz, $3\frac{1}{2}$ kilometer lang, zou eerst het Makkumerdiep, een lokaal geultje, afsnijden. Dan kwam het op de Makkumerwaard, die bij laagwater vrijwel droog lag en waarover ook bij hoogwater geen stroom van betekenis trok. Tussen die ondiepte en de sluisput moest de Boontjes worden gekruist, een geul waardoor de scheepvaart tussen de Zuiderzee en Harlingen ging, maar die toch niet van veel belang was voor de waterbeweging. Het maken van dit oostelijke dijkvak zou geen problemen opleveren.

De afsluiting van de Zuiderzee zou zich afspelen in de 23 kilometer lange lijn tussen de oostelijke kop van de sluisput bij Den Oever en de westelijke kop van de sluisput op het kwz.

Diepten en stromen langs de afsluitingslijn

Het is merkwaardig hoe veel de omstandigheden in deze lijn verschilden van die langs het tracé naar Piaam, dat toch tamelijk dicht bij lag.

Niet zo zeer in de eerste vier kilometer van het zuidwesten uit, waar de rondom de kop van Wieringen trekkende stromen de toestand beheersten. Daar waren de geulen Gaatje en Zwin, met ondiepe platen daar tussen in en tussen Zwin en Vlieter.

Tussen dit gebied en het oostelijke sluiscomplex lag in het tracé naar Piaam het weinig geprofileerde gebied waar de richting van de sterkste getijstroom in grote trekken loodrecht stond op de dijkrichting. De snelheid van deze stromen was in het westen groter dan in het oosten, een verhouding tussen de uitersten van ongeveer twee op één. De hydrografische toestand gaf geen duidelijke aanwijzing waar de laatste sluitgaten zouden moeten komen. De keus zou worden bepaald door technische en organisatorische

overwegingen. De bouw van elke kilometer dijk, waar dan ook, zou de stroomsterkte in het overige deel hebben vergroot.

Het tracé naar Zurig, anderhalve tot zes kilometer verder noordwaarts, bestaat uit drie gedeelten, onderling sterk verschillend. Van het zuidwesten uit eerst een zes kilometer lang stuk waar een aantal vrij diepe geulen werd afgewisseld door zandplaten. De hoofdstroom stond praktisch loodrecht op het dijktracé. Vrij grote stroomsnelheden, vooral in de diepste en meest westelijke geul, de Vlieter, maar toch ook in de vier geulen tussen de Javaruggen (waarschijnlijk genoemd naar een schipper Jaep Vaer uit vroeger eeuwen). Het oostelijke vak, 5 km lang, was min of meer het spiegelbeeld van het westelijke. Een betrekkelijk smalle, heel diepe geul, de Middelgronden, vlak langs de bouwput van de sluizen. Westwaarts van de hoge plaat die de Middelgronden begrenst, een tweede geul, minder diep, die geen naam droeg, maar tijdens de afsluiting werd aangeduid als 'Blinde Geul'. Die naam was afkomstig van een ondiepe drempel aan de noordelijke uitgang van de geul die om 'strategische' redenen op de zeekaarten was getekend, maar die in werkelijkheid niet bestond.

Het middelste deel van het tracé (6 km) loopt over het Breezand. De diepte was hier gering, juist voldoende voor het verkeer met het grote aannemersmaterieel. Er liepen wel vrij sterke stromen, maar het bijzondere was, dat de hoofdrichting van de stroom nagenoeg evenwijdig was met de afsluitingslijn. De component loodrecht op die lijn was zwak, met andere woorden dit gedeelte deed nauwelijks mee aan de vulling en lediging van de Zuiderzee. Hier kon een dijkvak worden gemaakt van 6 km, of nog langer, zonder de stromen in de overblijvende gedeelten van het dijktracé noemenswaard te versterken.

Langs het tracé naar Zurig zijn in 1922 en 1923 op grote schaal grondboringen verricht (fig. 15). Nergens zijn kleilagen van enige betekenis aangetroffen. De keileemlaag is op enkele plaatsen, samen zes kilometer lang, onderbroken. Het grootste hiaat bevindt zich onder het oostelijke deel van het Breezand; men kan hier weer denken aan de loop van de vroegere IJssel. De afdekkende lagen bestaan grotendeels uit zand. Dicht bij Wieringen is de afdekking dun: daar ligt de bovenkant van de keileem vijf tot zes meter onder NAP. Verder oostwaarts zijn de afdekkende lagen dikker. De keileem reikt daar over grote lengte niet hoger dan —10 meter. Op een enkele plaats moest men boren tot NAP—16 meter alvorens keileem werd aangetroffen.

De eerste periode

Door deze stand van zaken lag het werkplan in grote trekken vast.

Allereerst moest de bouwput voor de sluizen op het Kornwerderzand worden gemaakt.

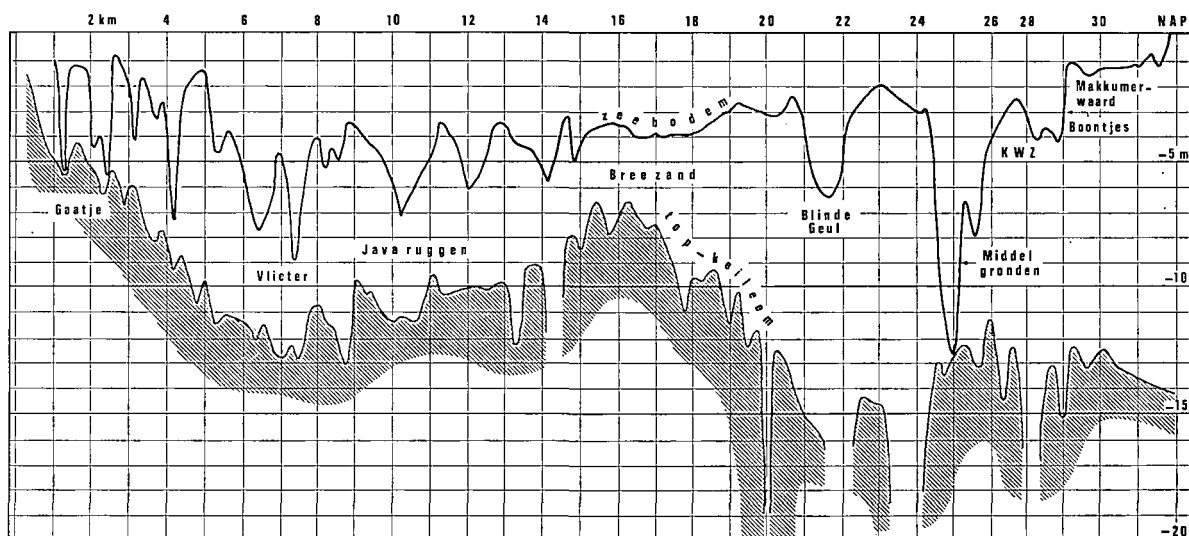


Fig. 15. Geologisch profiel Den Oever – Zuring

De daarin te bouwen sluizen zouden vóór de afsluiting van de Zuiderzee in bedrijf moeten. Omdat de bouwtijd van die sluizen minstens drie jaar zou zijn, was het zaak spoedig te beginnen.

Het werk aan de sluizen zou zeer worden vergemakkelijkt als er een verbinding met de vaste wal zou komen. Daarom is het dijkvak tussen Zuring en het KWZ vóór in het program opgenomen. Daartegen was uit hydrologisch oogpunt geen bezwaar.

Aan de Wieringse kant was de voorbereiding voor de sluisbouw al een heel eind op streek, doordat de sluisput al in 1922–1923 was aangelegd. Die maakte immers deel uit van het beperkte werkplan (2.1.5, blz. 64).

De werkhaven tussen de sluisput en de kust van Wieringen is reeds in 1921–1922 aangelegd. Het vissershaventje van Den Oever was bij lange na niet groot genoeg om te dienen als steunpunt voor de Zuiderzeewerken, ook niet voor het maken van de sluisput. Er moest iets heel anders komen. Dat is de werkhaven van Den Oever: een havenbassin van 500 bij 150 m en flinke opslagterreinen. De toegang is zo gesitueerd, dat hij uitkomt in de later gemaakte buitenvaargeul van de Waddenzee naar de schutsluis. Voorlopig kwam de mond rechtstreeks in de open zee terecht. De haven was bij slecht weer dan ook verre van rustig. De mond is later (1923) vernauwd: de oorspronkelijke breedte van 180 meter was groter dan voor het scheepvaartbedrijf nodig was.

De oude vissershaven is in een hoekje van de werkhaven opgenomen. Later (1924) is de vissershaven uitgebreid om het uitvallen van de haven van De Haukes (westen van Wieringen) te compenseren.

Toen met de werkhaven van Den Oever werd begonnen, liep de afsluitingslijn nog naar

Piaam. De richting van de zuidkant van het havenbassin was daarmee in overeenstemming. Gelukkig was daar alleen maar een grondtalud aangelegd, want toen de richting naar Zurig in de plannen verscheen, moest de begrenzing van de havenkom worden veranderd. Er is toen ook een stalen damwand geheid, waardoor de aanleggelegenheid is verlengd (blz. 94).

De werkhaven heeft heel veel dienst gedaan. De opslagterreinen hebben vele duizenden tonnen materialen bevat, vooral steen. De haven lag bij slechte weersomstandigheden vol aannemingsmaterieel. In de vorstperiode van februari-maart 1929 was er geen plekje onbezet.

Aan de Wieringse kant van de Afsluitdijk was dus een goede basis aanwezig. Aan de andere zijde was oorspronkelijk een werkhaven voorzien bij het begin van het scheepvaartkanaal Piaam-Harlingen. Door de introductie van het oostelijke sluiscomplex, inclusief scheepvaartsluizen, verdween dat kanaal en daardoor verviel ook de werkhaven. Die zou nu komen op het sluisceiland van het Kornwerderzand, maar zolang dat eiland nog niet bestond, moest worden omgezien naar een andere basis. Die werd gevonden in Harlingen. Hij lag daar weliswaar op een tamelijk grote afstand van de bouwplaatsen, maar toch niet te ver om tijdelijk te kunnen dienen als steunpunt voor de aanleg van het oostelijke deel van de Afsluitdijk. In een van de Harlingse havendammen is een coupure gemaakt en er is een opslagterrein opgespoten.

De afstand tussen de steunpunten bij Den Oever en op het kwz was zo groot, dat er behoefte bestond aan een derde steunpunt, ongeveer halverwege. Daar bood het Breezand een gunstige gelegenheid om een werkeiland te maken met havens aan de zijde van de Waddenzee en aan de kant van het IJsselmeer. De aanleg daarvan was gebonden aan de bouw van de Afsluitdijk tussen de beide sluisputten en kon dus niet meer in de eerste periode vallen.

De volgende perioden

Aan het eind van de eerste periode zou het Amsteldiep zijn afgesloten en de Afsluitdijk van Wieringen en van Friesland zijn uitgebouwd tot en met de sluisputten. In het lange traject tussen die putten zouden uiteindelijk de getijstroken van en naar de Zuiderzee moeten worden tegengehouden. Daar zouden ergens de sluitgaten moeten komen.

De volgorde die is gekozen voor het bouwen van de verschillende delen van de dijk tussen de sluisputten komt overeen met de in het Wieringermeerrapport aangegeven denkbeelden (1.3 blz. 36). Eerst zouden de dijken worden gemaakt op de gedeelten waar niet veel stromen zouden worden afgesneden, zodat de toestand op de overige delen niet veel moeilijker zou worden. Terwijl de dijk groeide zou daar de zeebodem worden verdedigd.

Het dichten van de sluitgaten zou de laatste fase zijn van de afsluiting van de Zuiderzee. Lely bestemde 15 van de 27 km van zijn dijk als sluitgat. Het is niet meer uit te maken waarom hij deze maat koos en evenmin waarom de Staatscommissie van 1892 er nog 10% aan toevoegde en dus aanbeval om 16½ km van de dijk als sluitgat te behandelen. Wel is het duidelijk waarom Lely aanbeval om het sluitgat in tweeën te splitsen en dus een westelijk en een oostelijk sluitgat te maken met een eerder te maken dijkvak, op het Breezand, er tussen. Daardoor werd het mogelijk, op vier fronten tegelijk te werken; in elk der beide sluitgaten van het westen en van het oosten uit. Het zou betrekkelijk weinig uitmaken waar de sluitgaten precies zouden komen.

Toen zw in 1919 met zijn werk begon, werd al gedacht aan kleinere sluitgaten. In het eerste tracé was trouwens tussen de sluizen op de Zuid Steenplaat, 7 kilometer uit de Friese kust, en Wieringen nauwelijks ruimte voor sluitgaten met een gezamenlijke lengte van 16½ kilometer. Die waren ook niet nodig. De eerste getijberekeningen toonden aan dat men zou kunnen volstaan met véél kortere sluitgaten, samen ongeveer zes kilometer lang. In het definitieve tracé was dat slechts ongeveer een kwart van de totaal beschikbare lengte.

Een belangrijk onderdeel van het werk in de tweede periode is het maken van de dijk over het Breezand. Daar zou maar weinig van de stromen naar en van de Zuiderzee worden afgesneden.

Door de aanwezigheid van de dijk over het Breezand wordt de nog te maken dijk gesplitst in twee delen, overeenkomend met de twee sluitgaten die al door Lely waren voorzien.

Tot de tweede periode zou ook moeten behoren het beschermen van de zeebodem in de toekomstige sluitgaten en het aanleggen van beteugelingsdammen in de daar aanwezige diepe geulen.

In de derde periode moest de afsluiting tot stand worden gebracht door het bouwen van de dijk in de openingen die waren overgebleven.

Het werkplan van 1924

In 1924 is het plan uitgewerkt vooral met het doel om een goede begroting te kunnen maken.

De voorbereiding van het werk zou in 1925 gebeuren.

De bouwput voor de sluizen op het Kornwerderzand zou in 1926 worden gemaakt. Met de verbinding van die bouwput met de Friese kust zou datzelfde jaar worden begonnen; dat dijkvak zou in 1927 worden voltooid.

In 1926 zou ook het eiland op het Breezand met de werkhavens worden gemaakt. Ter weerszijden daarvan zou in 1927 en 1928 de dijk over het Breezand worden uitgebouwd.

Dan kwam het maken van de beteugelingsdammen en van een verdere bezinking van de zeebodem aan de orde. Hiervoor was veel tijd uitgetrokken. In 1928 zou een begin worden gemaakt en de jaren 1929 en 1930 waren er geheel voor beschikbaar gehouden. In 1930 zou dus het werk van de tweede periode zijn voltooid.

De derde periode zou de volgende drie jaar, 1931, 1932 en 1933, in beslag nemen. Dan zou de dijk worden gebouwd tussen de sluisput bij Den Oever en het Breezand en die tussen het Breezand en de sluisput op het Kornwerderzand. De afsluiting van de Zuiderzee zou in 1933 plaats vinden.

In de tussentijd moest nog veel meer gebeuren. Met de sluizen bij Den Oever kon dadelijk worden begonnen, want de bouwput was al aanwezig. De bouw zou vallen in 1926 tot en met 1928. De sluizen op het Kornwerderzand kwamen twee jaar later, nadat de bouwput klaar zou zijn. De bouw zou zich dus uitstrekken over 1928 tot en met 1930. De sluizen zouden dus ruim op tijd vóór de afsluiting in bedrijf zijn.

Ook het verhogen van de dijken om de Waddenzee zou tijdig klaar zijn (bouwjaren 1926 t/m 1931).

Een ander onderwerp was het maken van voorzieningen in de geulenstelsels in de Waddenzee en in het IJsselmeer. Men rekende in 1924 op de mogelijkheid dat door de afsluiting het verloop van de geulen zodanig zou worden verstoord, dat uitgebreide werken, baggeren of bouwen van leidammen, nodig zouden zijn om goede omstandigheden te behouden voor scheepvaart en voor de afwatering van het IJsselmeer. Dit zou gebeuren in de jaren 1930 tot en met 1933.

Het hele plan was er op ingericht, dat in elk der acht jaren 1926–1933 een taak van ongeveer gelijke grootte zou moeten worden verricht. In geld uitgedrukt: elf miljoen gulden per jaar.

Het werkplan van 1926

Op grond van het werkplan 1924 kon de regering enigermate de consequenties overzien van het besluit om met de Zuiderzeewerken door te gaan. Toen in 1926 dat besluit werd genomen, moest het werkplan verder worden gedetailleerd. Het zou nu niet alleen meer dienen voor een begroting, maar het zou alle gegevens moeten bevatten om het werk uit te voeren.

Intussen was er al weer het een en ander veranderd. Tegelijk met de Afsluitdijk moest nu ook de bedijking van de Wieringermeer worden gemaakt: een grote uitbreiding van het program. Daar stond tegenover dat men niet stil had gezeten en dat de waterloopkundige omstandigheden beter bekend waren. De lengte van de beteugelingsdammen werd gesteld op nog geen 6 km. De voorzieningen van de geulenstelsels werden minder

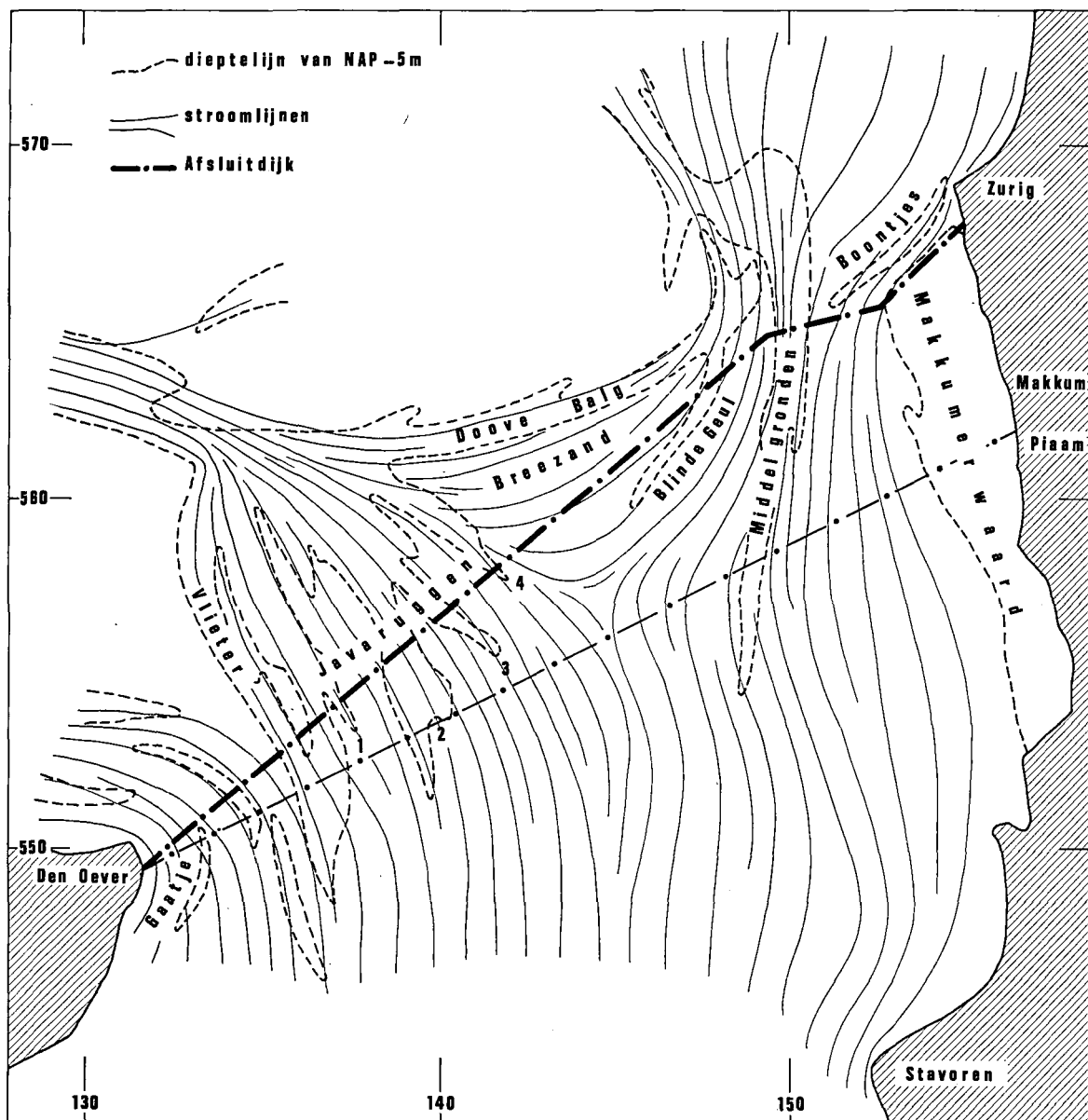


Fig. 16. Stromen bij de afsluitingslijn

zwaar bekeken dan vroeger; ze werden in het algemene plan niet meer afzonderlijk opgenomen.

De grootste verandering echter bestond uit de aanwezigheid van de MUZ, die een grote bijdrage leverde tot het opstellen van het nieuwe werkprogram 1926, dat ook uit het oogpunt van de uitvoering de toets van de kritiek ruimschoots kon doorstaan.

De eerste drie jaren moest het beschikbare materieel en personeel worden gedeeld met de Wieringermeerdijk; pas daarna kon met volle capaciteit worden gewerkt. Voor de sluisbouw werd vijf jaar uitgetrokken.

In de motivering van het werkplan zijn eerst de ervaringen opgesomd die waren opgedaan bij de sluiting van het Amsteldiep (hoofdstuk II van het werkplan). Dit waren:

- a. Een beteugelingsdam heeft weinig invloed op het getij.
- b. De berekeningen van het getij kloppen en zijn dus betrouwbaar.
- c. Bij een gat kleiner dan 300 m remt de contractie de stroomsnelheid af.
- d. Een dijkkop van goede keileem doorstaat geruime tijd stroomsnelheden van 3 tot 4 m per sec.
- e. Drijvende grijperkranen zijn goede werktuigen voor het opwerpen van een keileemdam op een betrouwbare basis op een diepte van 3 tot 4 m.
- f. Een zanddam met keileemdek is ongeschikt als beteugelingsdam. Deze moet geheel uit keileem bestaan.

Op grond van punt c. werd gekozen voor een groot aantal (vier) sluitgaten.

In het volgende hoofdstuk (III) is de bestaande toestand beschreven. Gememoreerd werd dat de ondergrond goed is en dat in de omgeving voldoende zand, keileem en klei kon worden gewonnen. De getijbeweging werd beschreven, waarbij de Makkumerwaard en het Breezand te voorschijn kwamen als gebieden die kunnen worden afgesloten zonder het getij noemenswaard te storen (fig. 16). Door de geulen om de kop van Wieringen (het Gaatje en het Zwin) trok wel veel stroom over de afsluitingslijn, maar die stroom was nauwelijks sterk genoeg om het getij in de Wieringermeer te doen ontstaan. Na het afsluiten van de Wieringermeer, in het derde jaar, kon dus de stroom om de kop van Wieringen worden gemist en zouden het Gaatje en het Zwin dus kunnen worden afgesloten.

Hoofdstuk IV bevat de voorspelde verandering die de getijden in de loop van het werk ondergaan. Het getij aan de buitenkant wordt geleidelijk sterker, dat aan de binnenkant zwakker, het verval op de dam, en daarmee de sterkte van de stroom, groter. Zolang de vulstroom naar en van de Zuiderzee, Q-totaal, nog groot is, is er weinig aan de hand. Het werk moest dus zo worden ingericht dat Q-totaal lang groot zou blijven. Dus eerst alleen de dijkvakken op de Makkumerwaard en het Breezand en de beteugelingsdammen.

De berekening gaf aan, dat de sterke stromen pas voorkomen als de totale sluitgat lengte minder is dan 8 km. De 'genormaliseerde' maximale stroomsnelheid is dan nog maar ruim een meter per seconde. Gaandeweg loopt de snelheid op. Bij het sluiten moet worden gerekend op 3,85 en 3,95 m/sec, resp. in het westelijke en in het oostelijke sluitgat. Dat is meer dan in het Amsteldiep, waar de overeenkomstige waarde 3,5 m/sec was, maar toch niet van een andere orde van grootte (fig. 24, blz. 120).

De duikende straal

Het stroombeeld op de dam was bekend door proeven in het waterloopkundig laboratorium te Karlsruhe (2.2.2, blz. 80). Die proeven zijn uitvoerig beschreven in 'Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken' nr. 3[4]. Zij waren grotendeels gericht op het onderzoek naar het schrikbeeld van de dammenbouwers, de 'duikende straal', dat de gang van zaken bij de afsluiting in sterke mate zou gaan beheersen.

Bij de stroom over een dam zijn namelijk twee typen mogelijk, dat van de bodemneer en dat van de duikende straal (fig. 17). In het eerste wordt benedenstrooms van de dam, min of meer in de luwte ervan, een betrekkelijk langzaam draaiende 'neer' gevormd, die de snelle hoofdstroom een eindweegs van de bodem afhoudt. De bodem wordt dientengevolge beschermd tegen uitschuring. De hoofdstroom raakt de bodem pas op enige afstand van de dam, waar hij al veel van zijn snelheid heeft verloren en waar bovendien enige uitschuring geen gevaar oplevert voor de standzekerheid van de dam. Dit stroombeeld treedt in het algemeen op als het verval over de dam klein is. Wordt het verval groot, dan slaat het stroombeeld plotseling om en worden we geconfronteerd met de duikende straal. Die volgt met grote snelheid het talud van de dam en de aansluitende zeebodem. De retourstroom bevindt zich nu boven de hoofdstroom als 'oppervlakenneer' (in het rapport 'Deckwalze'). De aanval door de sterk turbulente stroom op talud en bodem is in dit geval zó sterk, dat zelfs bij een zware verdediging de stabiliteit van de beteugelingsdam niet helemaal verzekerd is. De duikende straal moet daarom ten koste van alles worden voorkómen.

Bij de gekozen vorm van de beteugelingsdammen komt de duikende straal tijdens normale getijden niet voor, zelfs niet op het laatst van de sluiting, als het verval het grootst is. Anders is het bij stormvloed. Dan kan het verval veel groter worden. Dat betekent dat in het stormseizoen (half augustus tot half april) de sluitgaten zo wijd moeten zijn dat ook bij een stormvloed het verval niet zo groot wordt dat de straal duikt.

Op grond van de in 1926 beschikbare gegevens werd voorlopig geconcludeerd, dat zelfs bij een zeer zware stormvloed er geen gevaar voor een duikende straal zou zijn als de totale sluitgat lengte in de laatste winter vóór de uiteindelijke sluiting ongeveer zes kilometer zou bedragen.

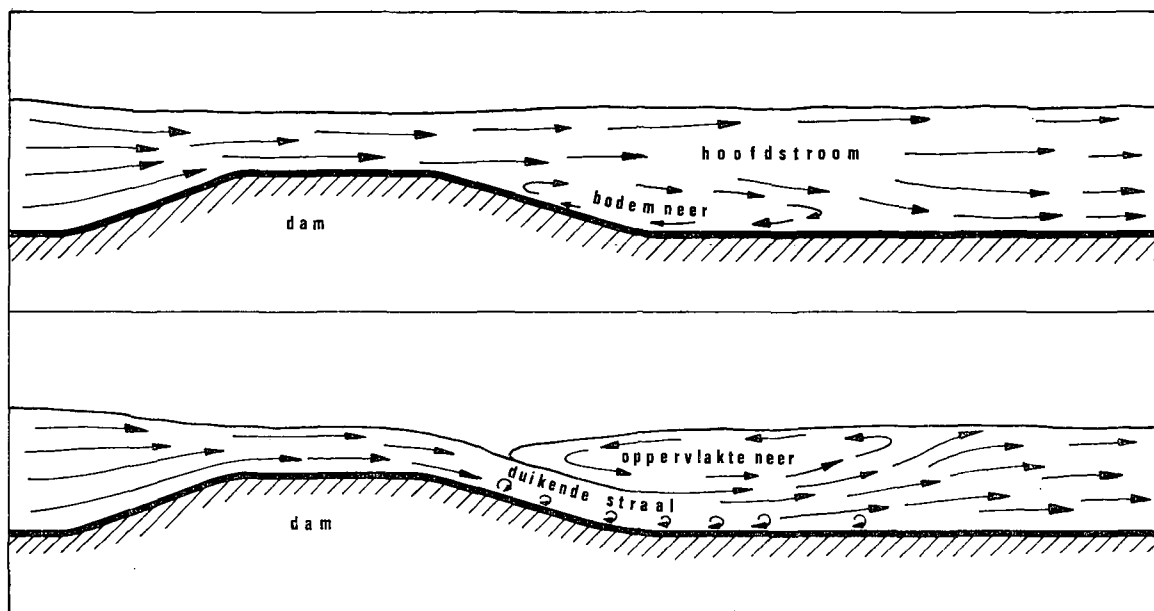


Fig. 17. Bodemneer en duikende straal

In het werkplan 1926 is die lengte verdeeld over vier sluitgaten, namelijk

Gaatje	0,7 km
Vlieter	2,5 km
Blinde Geul	1,05 km
Middelgronden	1,5 km
	5,75 km

Het vooruitbouwen van de dijk zou gelijktijdig op acht plaatsen geschieden. Er zijn immers in elk der vier sluitgaten twee werkfronten beschikbaar. In 1924 was in het Amstel-deep op het laatst honderd meter per kop en per week voortgang geboekt, maar men wilde niet zo optimistisch zijn om weer daarop te rekenen. In de 17 weken die het werkseizoen telt, zou men met een vooruitgang van vijftig meter per kop en per werk het karwei ruimschoots klaren. Alleen zou misschien het sluitgat in de Vlieter in tweeën moeten worden gedeeld.

De omvang van het aannemersmaterieel dat zou moeten worden aangevoerd, deels nieuw gebouwd, werd door dit programma voor het laatste jaar bepaald. Datzelfde materieel zou ook beschikbaar zijn voor het werk in de voorafgaande jaren. Daarvoor zou het zes jaar nodig hebben. Als het werk in 1927 zou beginnen, zou de sluiting dus in de zomer van 1933 plaats vinden. Daarna zou de dijk worden afgewerkt, wat misschien tot in 1934 zou uitlopen.

Het jaar achterstand op het werkplan van 1924 aan het begin zou geheel worden ingehaald.

Het tijdschema

Voor zover het de dijkbouw betreft, kan het werkplan 1926 (fig. 18) worden samengevat in tabel 2.

TABEL 2. WERKPLAN 1926

<i>Jaar</i>	<i>Dijkvak</i>	<i>Lengte</i> <i>km</i>	<i>Zand</i> <i>milj. m³</i>	<i>Keileem</i> <i>+ klei</i> <i>milj. m³</i>	<i>Rijswerk</i> <i>1000 m²</i>	<i>Stort-</i> <i>steen</i> <i>1000 ST</i>	<i>Glooiing</i> <i>1000 m²</i>	
<i>Eerste periode</i>								
1927	Sluisput Kornwerderzand	1,35	1,19	0,43	110	52	89	
1928	Kornwerderzand-Zurig	3,55	1,15	0,43	40	18	118	
<i>Tweede periode</i>								
1929	Breezand	2,0	1,30	0,45	60	29	83	
	Beteugeling Middelgronden	(1,5)	—	0,60	261	192	—	
1930	Breezand Oost	4,6	2,14	0,88	100	45	158	
	Beteug: Gaatje + Blinde Geul	(1,75)	—	0,14	268	193	—	
	Breezand West	2,3	1,23	0,55	50	22	80	
1931	Gaatje-Vlieter	3,0	1,49	0,56	70	31	102	
	Beteugeling Vlieter	(2,5)	—	0,32	365	278	—	
<i>Derde periode</i>								
1932	Javaruggen	3,8	2,16	1,00	85	37	131	
	Middelplaat	2,3	0,93	0,35	65	27	79	
1933	Sluitgaten {	Gaatje	0,7	0,42	0,15	14	7	24
		Vlieter	2,5	1,54	0,65	50	23	86
		Blinde Geul	1,05	0,51	0,32	21	10	37
		Middelgronden	1,5	1,12	0,49	30	14	52
Totaal		28,65	15,18	7,32	1589	978	1039	

Het program voor de eerste drie jaren is lichter dan dat voor de volgende jaren. Overigens is het werk vrij gelijkelijk verdeeld.

Bij het beoordelen van de te verwerken hoeveelheden moet worden bedacht dat alleen de steenglooiing met redelijke zekerheid kan worden geraamd. Ten aanzien van het rijswerk en de daarbij behorende stortsteen staat het al heel anders. Het verbruik daarvan hangt in sterke mate af van wat er gebeurt met de beteugelingsdammen. Het zou best mogelijk zijn, dat er een paar honderdduizenden scheepston (ST) stortsteen meer zou moeten worden gebruikt dan de theoretische hoeveelheid. In de te bezinken oppervlakte zit wel een speling van een half miljoen vierkante meter.

Ten aanzien van de te verplaatsen grond mag men alleen voor de klei een 'uitlevering' (mvv gedeeld door wp) verwachten die voor grondwerk normaal is. De klei wordt immers in hoofdzaak gebruikt voor bekleding. Zand, en vooral keileem, zullen, gemeten in mid-

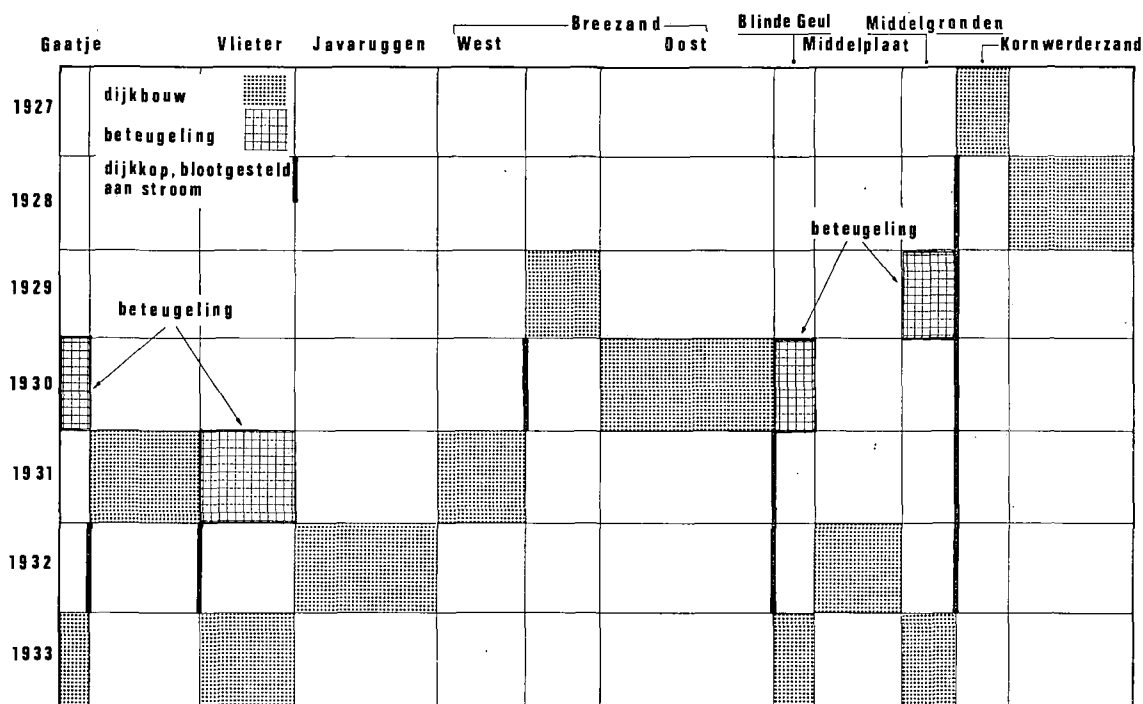


Fig. 18. Tijdschema werkplan 1926

delen van vervoer (mvv), veel en veel grotere hoeveelheden vergen dan de op grond van het wiskundig profiel (wp) bepaalde. Bij het Amsteldiep (2.2.2, blz. 83) was de dubbele hoeveelheid aangevoerd. Het zou niet onredelijk zijn om voor de dijk tussen Wieringen en Friesland te rekenen op 25 miljoen m³ zand en 10 tot 15 miljoen m³ keileem.

2.2.5. MET GOEDE MOED VOORUIT

De situatie in 1926

In de tweede helft van 1926 werd de overeenkomst gesloten tussen het Rijk en de MUZ (4 september 1926). Op grond daarvan stonden de MUZ en de directie van de Zuiderzeewerken, zw, samen voor de taak om de afsluiting van de Zuiderzee tussen Wieringen en de kust van Friesland tot stand te brengen.

Die taak was beter te overzien dan zeven jaar eerder. Toen heerste weliswaar het vertrouwen dat het werk met succes zou kunnen worden ondernomen, maar dat vertrouwen berustte niet helemaal op feitelijke gegevens. Meer op de prestaties van de waterbouwers uit vroeger tijden, die veel moeilijke werken tot stand hadden gebracht en die ook herhaaldelijk geconfronteerd waren geweest met sterke stromen in rivieren en getijgebieden. Men begreep dat die getijstromen bij de afsluiting van de Zuiderzee sterk genoeg zouden

worden om het zand van de zeebodem uit te schuren tot op de keileem en ook om de gebruikelijke dijkmaterialen, zand en klei, in grote hoeveelheden te verplaatsen.

Het vertrouwen dat we die stromen wel de baas zouden worden, was grotendeels gebaseerd op de ervaring die omstreeks 1870 was opgedaan bij de afsluiting van het Kreekrak en van het Sloe in Zeeland. Daar was de afsluiting tot stand gebracht door het opbouwen van rijzen dammen. Men mocht er zeker van zijn dat een dergelijke constructie van rijshout en steen ook succes zou hebben in de Zuiderzee, waar het getij veel minder sterk was dan in Zeeland.

Al wisten we dus dat de Zuiderzee kón worden afgesloten, men had er nog geen idee van, hóe het werk zou moeten worden ingericht om op een snelle en economische manier tot het doel te geraken. Wel waren in het Wieringermeerrapport enige richtlijnen aangegeven, maar die waren lang niet voldoende om er een rationeel en gedetailleerd werkplan op te baseren.

In 1926 zag het er heel anders uit. De afsluiting van het Amsteldiep had veel gegevens opgeleverd over materialen, materieel en werkwijzen. Er was gestudeerd door berekeningen, door metingen en door modelproeven. Op grond van dit alles was het werkplan van 1926 opgemaakt. Daarin was, althans bij benadering, aangegeven welke omstandigheden in verschillende fasen van het werk moesten worden verwacht.

MUZ en zw hadden dit werkplan als leidraad voor de uitvoering. Uiteraard zou het plan geregeld moeten worden aangepast aan nieuwe ervaringen die tijdens het werk zouden worden verkregen.

De sluisput op het Kornwerderzand

De MUZ had al in 1926 voorbereidingen getroffen en materieel laten bouwen. In de eerste dagen van 1927 kon het werk beginnen aan het object van dat jaar, de bouwput voor de sluizen op het Kornwerderzand. De eerste baggermolen verscheen op het keileemveld 'de Tabbe', buiten de Friese kust ter hoogte van het dorp Gaast. De afstand tot het werk was ongeveer 7 km.

Op 11 januari 1927 werd de eerste keileem uit een, nieuw voor de MUZ gebouwde onderlosser (MUZ 101) gestort in het westelijke deel van het werk. Met de bouw van de Afsluitdijk was een begin gemaakt. Op 26 januari verscheen bij laagwater een plekje keileem aan de oppervlakte.

De sluisput op de Kornwerderzand (fig. 19) was ongeveer het spiegelbeeld van die bij Den Oever (2.2.3, blz. 91, fig. 13). De poot van de L in de richting van de Afsluitdijk was bestemd voor slechts twee groepen uitwateringsluizen. In de andere poot was de plaats voor twee schutsluizen.

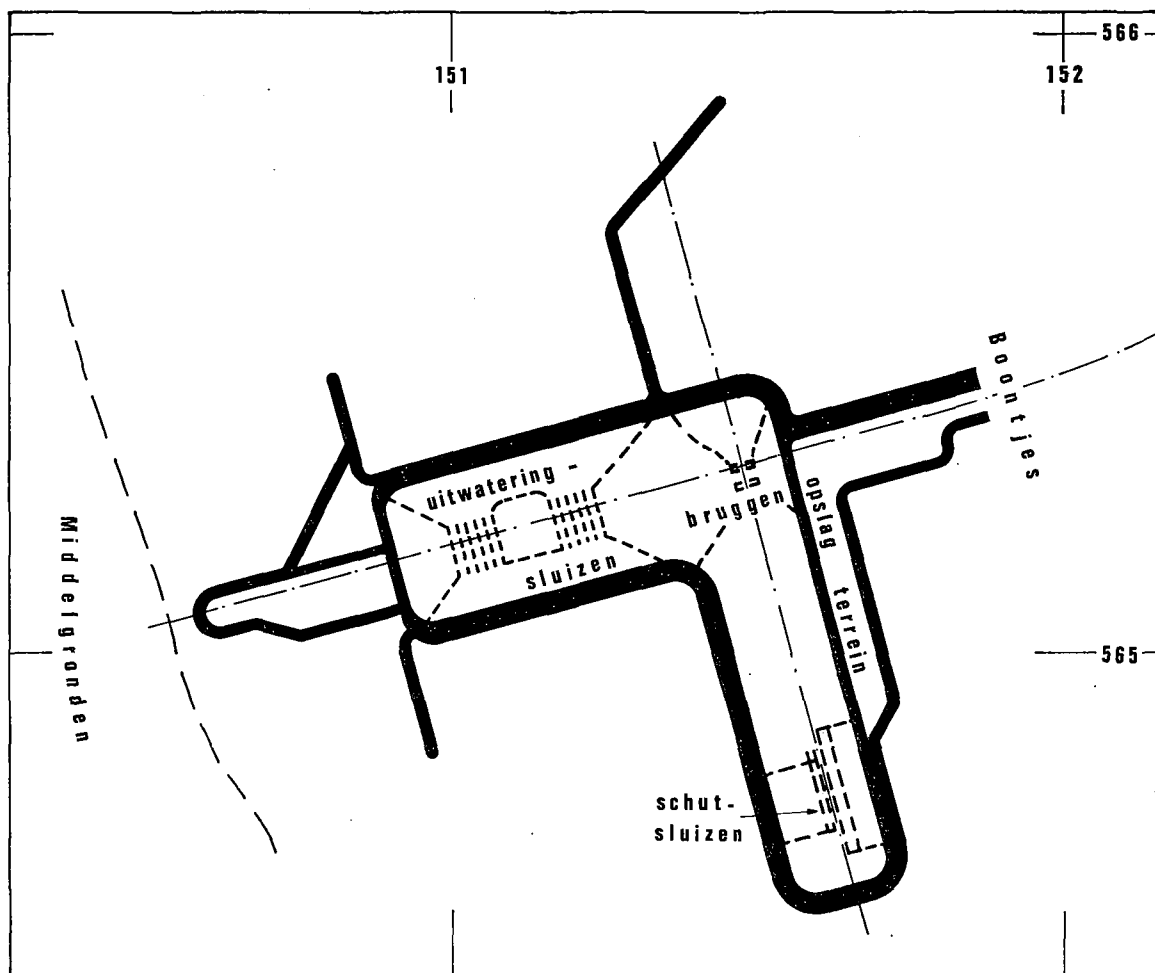


Fig. 19. Sluisput Kornwerderzand

De ringdijk om de put was 3 km lang; de kruinhoogte varieerde van $+4$ tot $+6$ m. Ook hier zouden de dijken van de tweede poot tussen de bruggen en de schutsluizen later deel gaan uitmaken van de definitieve waterkering tegen de open zee. Zij zijn daarvoor dadelijk geschikt gemaakt door hun kruinhoogte ($+5,5$ m) en de aanwezigheid van een tot stormvloedpeil reikende keileemkern. Bij Den Oever was deze keileemkern nog niet gemaakt.

Tot het werk behoorden nog twee andere gedeelten van de definitieve zeekering, namelijk twee stompjes Afsluitdijk, 300 m naar het westen en 350 m naar het oosten. De kop van het eerste werd afgesloten met een halfcirkelvormig bastion, verdedigd met zinkwerk en steenglooïing. Dat was nodig omdat tot de afsluiting van de Middelgronden, die voor 1933 was voorzien, de steeds sterker wordende getijstroom hier vlak

langs zouden trekken. Aan de oostkant was een dergelijke voorziening overbodig, omdat daar dadelijk het dijkvak naar de Friese kust zou aansluiten.

In de hoeken tussen de verschillende dijkvakken werden opslagterreinen opgespoten. Zij vervingen gedeeltelijk de terreinen bij Harlingen, die het eerste steunpunt waren voor het werk aan de sluisput. Toen een groot deel van de ringdam om de sluisput was gemaakt, had men daar binnen een uitstekende werkhaven, waar rustig kon worden gelost en geladen en waar ook de 'zaten' werden gemaakt voor het vervaardigen van zinkstukken en kraagstukken. Daar kwam ook het logiesschip te liggen, een tijdelijk tehuis voor de arbeiders, het vroegere artillerie-instructievaartuig Bellona van de marine.

In het bestek waren nog leidammen opgenomen voor de begrenzing van de scheepvaart-route van en naar de schutsluizen en voor het beschermen van de uitwateringssluizen tegen de golven van Waddenzee en IJsselmeer.

Het duurde een paar weken eer het werk goed op gang kwam, het baggeren en lossen van keileem goed verliep, goed te zuigen zand was gevonden, een hinderlijke ondiepte was weggebaggerd en de onderhandelingen over de aannemingssom tot ieders tevredenheid waren afgesloten. Al spoedig bleek echter wat met goed materieel en personeel en een kloppende organisatie mogelijk was. Vooral de grijperkranen bleken bijzonder geschikt voor hun taak. De keileemdam vloog als het ware het water uit. Het zand volgde spoedig en ook de verdediging met kraagstukken en steenglooïing werd dadelijk aangebracht. De perszuigers van het zandbedrijf en de transporteur voor de bekledingsgrond konden in het door de ringdijk omsloten water ongestoord werken. In de zuidoostelijke hoek bleef een opening over waardoor een intensief verkeer plaats vond (foto). Toen op 19 december de vorst het bedrijf praktisch stil zette, was dit het enige punt waar de dijk nog niet klaar was. Het gat werd pas gesloten vlak vóór de put zou worden leeggemalen, in april 1928. Nog op het laatst waren materialen voor de sluisbouw, voornamelijk de dennen heipalen, er door naar binnen gebracht.

De aansluiting tegen de Friese kust

Het werk aan de sluisput op het Kornwerderzand ging zonder onderbreking over in de werken tussen de put en de Friese kust. In hoofdzaak omvatten die het dijkvak, 3,6 kilometer lang, tussen het oostelijk dijk-stompje bij de put en de kust ten zuiden van Zurig. Die dijk zou twee scheepvaartwegen blokkeren, namelijk de vaarweg van Harlingen naar het zuiden door de Boontjes en de toegang tot de haven van Makkum, door het Makkumerdiep (fig. 20).

De eerste moest worden omgeleid van het open blijvende deel van de Boontjes naar de Middelgronden ten westen van de sluizen. Daarvoor werd ten noorden van de sluizen

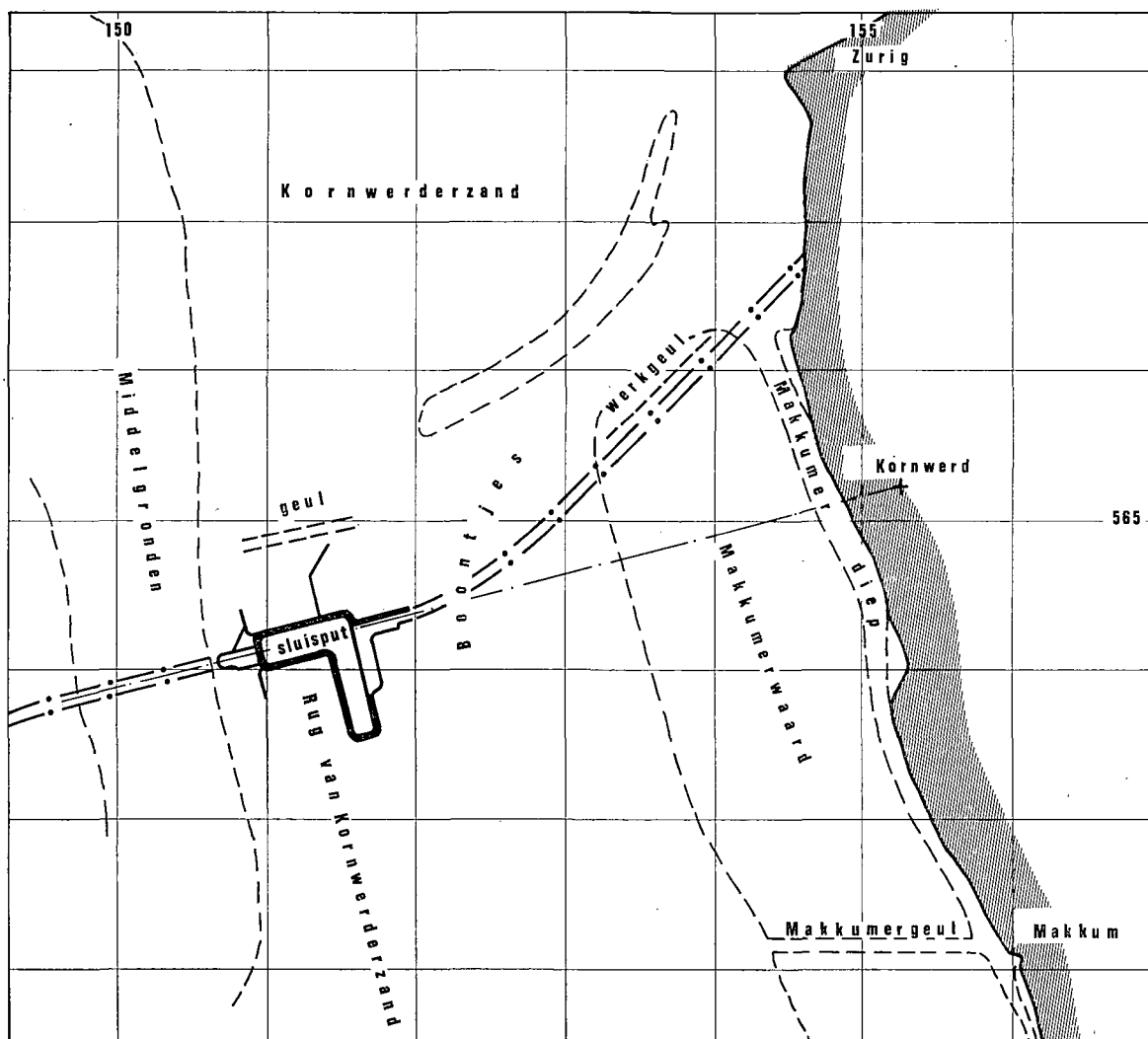


Fig. 20. Boontjes en Makkumerwaard

een geul gebaggerd door de rug van het Kornwerderzand, die de beide geulen scheidde. Men kon daarvoor gebruik maken van de geul die in het begin van 1927 was gebaggerd ten behoeve van het verkeer van aannemersmaterieel, boten en bakken. Deze werkgeul moest nu worden gebracht op de nodig geachte breedte (250 m) en diepte (NAP—3,4 m). Men rekende er op, dat de gewijzigde getijstromen de geul op den duur op diepte zouden houden. Dat vertrouwen is niet beschaamd.

De toegang tot de haven van Makkum bestond van oudsher uit een nauw geultje, het Makkumerdiep tussen de Makkumerwaard en de kust, vlak langs de dijk. In het noorden mondde het uit in de Boontjes. In de plaats daarvan is een geul gebaggerd, dwars door de Makkumerwaard, vrijwel oost-west lopend, die de naam Makkumergeul kreeg.

Na het afsluiten van de Zuiderzee en dus het wegvallen van de getijstromen, zou er geen gevaar meer voor zijn dat die geul snel zou dichtslibben.

Toen de aanbesteding voor het baggeren van de geul mislukte, werd overeengekomen met de MUZ, dat deze hem zou maken. Eigenlijk was het MUZ-materieel wel wat zwaar voor dat werk en daarom is de geul wat forser geworden dan oorspronkelijk in de bedoeling lag. De bodem kwam te liggen op NAP—3,3, inplaats van —2,8 m. De bodembreedte bleef 50 m. Achteraf was de grotere diepte geen bezwaar, omdat het nu langer zou duren eer onderhoudsbaggerwerk nodig zou zijn vanwege de opslibbing, die natuurlijk niet geheel en al zou uitblijven (4.7, blz. 303). Er werd met dit werkje korte metten gemaakt: begonnen in april 1928, opgeleverd in augustus.

Een groot deel van de dijk tussen het Kornwerderzand en Zurig ligt op de Makkumerwaard, die zo ondiep is dat hij bij laagwater vrijwel droog valt. Op het eerste gezicht lijkt dat gunstig, omdat slechts een betrekkelijk klein dijkprofiel behoeft te worden gemaakt. Dat zou waar zijn als de dijk van het land uit, in den droge, zou worden uitgebouwd.

Deze manier van doen zou echter zeer kostbaar zijn. Met drijvend materieel wordt veel en veel voordeliger gewerkt. Dat materieel moet dan ook kunnen varen en daarvoor was de Makkumerwaard bij verre na niet diep genoeg. De oplossing bestond in het baggeren van een werkgeul vlak buiten de lijn waar de teen van de dijk moest komen. Nu is de grondslag op de Makkumerwaard wel behoorlijk, maar men vertrouwde het draagvermogen toch niet overal zodanig, dat men de dijk vlak tegen de werkgeul durfde te bouwen. Daarom is over een lengte van 300 m onder de teen een kleine grondverbetering gemaakt. Het was de enige grondverbetering die onder de Afsluitdijk nodig is geweest. Natuurlijk werd met de dijk begonnen op de Makkumerwaard, aan de kant van de Boontjes. Dat vaarwater bleef zo lang mogelijk open voor het verkeer met aannemersmaterieel (foto). Ook van de Friese kust uit werd aan de dijk gebouwd. De sluitkade van keileem schoot hard op en werd ten slotte ook in de Boontjes doorgetrokken. Eind augustus kon men van de kust naar de sluisput wandelen, al was de tocht over de verse keileemdam geen onverdeeld genoegen.

De verdere opbouw geschiedde volgens het gewone program. Alleen in de Boontjes was nog gelegenheid om achter de keileemdam met onderlossers zand te storten. Het overgrote deel van het zand werd in het werk gebracht met perszuigers, die in de werkgeul lagen. Kraagstukken, steenglooïing, bekledingsgrond en de klinkerweg volgden op hun beurt. Aan het eind van 1928 was de dijk vrijwel klaar. Het afwerken, onderbroken door een lange periode met ijs, vergde nog enkele maanden, tot mei 1929.

Het vak tussen het Kornwerderzand en Zurig is het laagste deel van de Afsluitdijk. Ten westen van de sluizen kreeg de kruin van de dijk een hoogte van NAP + 7,4 m. In de Boontjes was dit peil + 7,0 m, op de Makkumerwaard slechts + 6,7 m. Men rekende er op dat in die ondiepe wateren de golfoploop kleiner zou zijn dan elders. De Friese zeedijk (de Vijf Deelen Zeedijken Buitendijks), waartegen de Afsluitdijk aansluit, was nog veel lager. Daar was natuurlijk nog niet gerekend op de verhoging van de stormvloedstand ten gevolge van de afsluiting van de Zuiderzee. Ook toen de dijk in verband daarmee was verhoogd, kwam zijn kruin niet hoger dan NAP + 6,6 m, dus 10 cm lager dan de Afsluitdijk bij het aansluitpunt. Hierin werd geen bezwaar gezien, omdat de Friese dijk een iets flauwer buitentalud kreeg en geheel uit klei bestaat en dus beter bestand werd geacht tegen overslag van golven dan een dijk die grotendeels van zand is gemaakt. Tegen dit alles is wel het een en ander in te brengen en de toestand van 1929 is dan ook op den duur niet gehandhaafd.

2.2.6. VOORBEREIDEN TOT DE STRIJD

De werken van de tweede periode

Met het voltooiën van de sluisput op het Kornwerderzand en het dijkvak van daar naar Zurig was de eerste periode van de dijkbouw geëindigd. Het programma van die periode was tamelijk bescheiden geweest: volgens het werkplan omvatte het slechts het zevende deel van het totale grondverzet. Met dit tempo zou vijftien jaar lang aan de Afsluitdijk worden gebouwd.

In de tweede periode, die begon na de strenge winter van 1929, zou het tempo sterk kunnen worden opgevoerd. Tot dusver was een groot deel van het materieel bezig geweest aan de Wieringermeerdijk. Dat werk zou in de loop van 1929 zijn einde naderen. Het materieel zou dan beschikbaar komen voor de bouw van de Afsluitdijk.

Op het programma voor de tweede periode, waarin de waterbeweging slechts weinig mocht worden veranderd, stonden drie grote werken. In de eerste plaats was dat het afsluiten van het gebied bij Wieringen, dat tengevolge van de afsluiting van de Wieringermeer zijn transporterende functie deels zou verliezen.

Het tweede onderdeel was de dijk op het Breezand, waar, zoals we zagen, de stromen weinig bijdroegen tot de vulling en lediging van de Zuiderzee.

Tenslotte moest de bodem van de overblijvende gedeelten van het dijktracé worden verdedigd. In het bijzonder zouden de beteugelingsdammen worden aangelegd op de plaatsen waar de laatste sluiting zou plaats vinden.

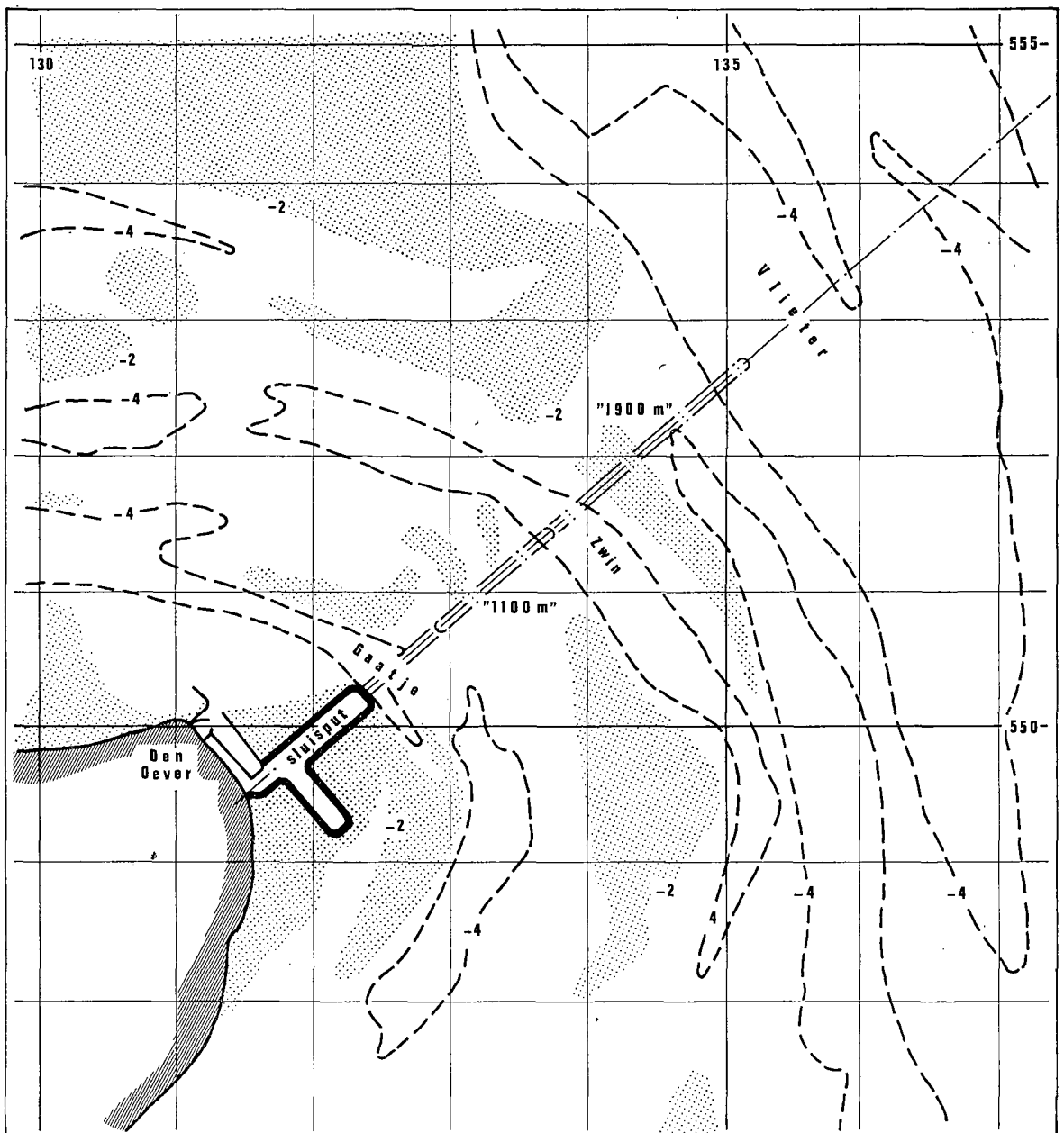


Fig. 21. Tussen Wieringen en Vlieter

De dijk tussen Gaetje en Vlieter

De eerstgenoemde dijk zou eerst het 'Gaetje' kruisen (fig. 21). In die geul stond, sedert het maken van de sluisput bij Den Oever in 1922-23 en het afsluiten van het Amstel-diep in 1924, een forse stroom. De nabijheid van de werkhaven van Den Oever, de hoge ligging van de keileem, vlak onder de zeebodem en de beschikbaarheid van goed winbare

keileem in de nabijheid (Zwin, Wierbalg en Vlieter) maakten het aantrekkelijk om in deze geul een sluitgat te maken. In het werkplan van 1926 was het Gaatje als zodanig opgenomen.

Voorlopig bleef het Gaatje dus open en de bouw van de Afsluitdijk begon in de zomer van 1929 op 700 m afstand van de sluisput. Aanvankelijk werd een vak van 1100 m lengte aangepakt, over de plaat tussen het Gaatje en de volgende geul, het Zwin. De waterdiepte was zo gering dat ook hier langs de buitenkant van de te maken dijk eerst weer een werkgeul moest worden gebaggerd. In de glooiing van deze dijk zijn, voor het eerst op grote schaal, betonnen zuilen (2.1.6, blz. 68) verwerkt.

De aanleg van 'de 1100 meter' verliep zonder stoornis. In februari 1930 was het klaar en kon men dadelijk doorgaan met het volgende stuk, 1900 m lang. Dit gedeelte kruiste eerst het Zwin, een vrij diepe geul, maar waarin niet veel stroom liep. Verder lag de dijk op de zandplaat die het geulenstelsel dat van het westen komend om de kop van Wieringen boog, scheidde van de Vlieter en de geulen van de Javaruggen, die uitstralen van het oostelijke einde van de Texelstroom. Het eind van de dijk lag op de rand van de Vlieter en reikte tot het daar geprojecteerde sluitgat.

Het Gaatje

Door de aanwezigheid van deze drie kilometer lange dijk, die nog in 1930 gereed was, kwam het Gaatje in een geïsoleerde positie te liggen. Daardoor werden daar de getijstroommen nog sterker, zodat er enig gevaar bestond dat de bodem zou uitschuren. Om dit te voorkomen is, tegelijk met het aanpakken van 'de 1900 m', in het Gaatje een keileemdam opgeworpen, eigenlijk een beteugelingsdam.

Er werd nog een stap verder gedaan. Op grond van waarnemingen van de ontwikkeling van de waterbeweging tijdens het werk, van waterloopkundige berekeningen en van modelproeven was men tot de conclusie gekomen dat het niet nodig was één der sluitgaten in het Gaatje te maken. Eigenlijk lag het Gaatje ook niet zo gunstig om als sluitgat te dienen. Het was te excentrisch, te ver verwijderd van de hoofdstromen. Men kan zeggen dat het nuttig effect van de stroom door het Gaatje niet erg groot zou zijn.

De beslissing lag voor de hand: de dichting van het Gaatje verschuiven van de derde naar de tweede periode. In die periode kwam dus, tegen de aanvankelijke opzet in, een echte sluiting voor, met sterke stromen die een fors keileembedrijf nodig zouden maken.

De stroomsnelheid in de afsluitingslijn was aanvankelijk ruim een meter per seconde. Naarmate het profiel kleiner werd, liep de stroomsnelheid op (fig. 26, blz. 127). De grootste snelheid die is gemeten (26 augustus), was bijna $3\frac{1}{2}$ m/sec, dus ongeveer even-

veel als bij het Amsteldiep in 1924. In tegenstelling met toen, lag er geen bezinking op de keileemdam en er ging dan ook veel keileem verloren. Eigenlijk waren er te weinig kranen om snel genoeg vooruit te komen.

Tenslotte ging de contractie van de straal een woordje meespreken. De grootste snelheid kwam nu benedenstrooms van het gat voor; in het gat zelf was hij kleiner dan een paar dagen geleden. Op 2 september werd daar de twee meter per seconde niet helemaal meer gehaald.

Diezelfde dag, tegen de avond, was het gat dicht: de keileem was over de hele lengte boven water gebracht.

Aan het eind van 1930 waren zowel de dijk tussen Zwin en Vlieter als die door het Gaatje praktisch klaar. Er was dus een belangrijke voorsprong op het werkplan-1926 ontstaan, tussen Gaatje en Vlieter ruim een jaar en in het Gaatje zelfs bijna drie jaar.

Het Breezand

Overeenkomstig het werkplan is na het einde van de strenge winter, op 4 april 1929 op het Breezand begonnen met het aanleggen van een kort dijkvak met twee werkhavens, één aan de Waddenzeekant en één aan de IJsselmeerzijde. De bedoeling was het scheppen van het steunpunt voor de dijkbouw halverwege de havens van Den Oever en op het Kornwerderzand. Het midden tussen deze twee punten lag even ten westen van de vlakke van het Breezand, ongeveer op de plaats waar de vierde geul van de Javaruggen de afsluitingslijn kruiste. Het werd niet gewenst geacht deze geul zo vroegtijdig af te sluiten en daarom kwam het werkeiland wat oostelijker, bij de zuidwestelijke rand van het Breezand.

In eerste aanleg is één kilometer dijk gemaakt, waarlangs de havens zich uitstrekken. De havens zijn werkhavens met opslagterreinen en ruimte voor loodsen en tijdelijke woningen. Zij zijn niet groter dan voor richtige uitvoering van de dijkbouw nodig was (fig. 22). De dijk is door de havendammen en de haventerreinen beschermd tegen golfslag. De kruin kon daarom wat lager zijn dan die van de aansluitende dijkvakken, n.l. op NAP + 7,0 m inplaats van + 7,4 m. Ook is er geen volledige tot de zeebodem reikende keileemkern. De keileembekleding aan de buitenzijde van de dijk is alleen een meter diep in het haventerrein ingegraven.

Het werk verliep voorspoedig. Men begon aan het zuidwestelijke uiteinde en werkte in de richting van Friesland. In juli was de keileemdam over de volle kilometer boven water. Men besloot nog 500 m door te gaan en toen ook dat vlug verliep kwam er nog eens evenveel bij. Het hele dijkvak werd dus 2 km lang. Aan het eind van het werkseizoen strekte het zich uit tot op het centrale deel van het Breezand, waar vóór de aanvang

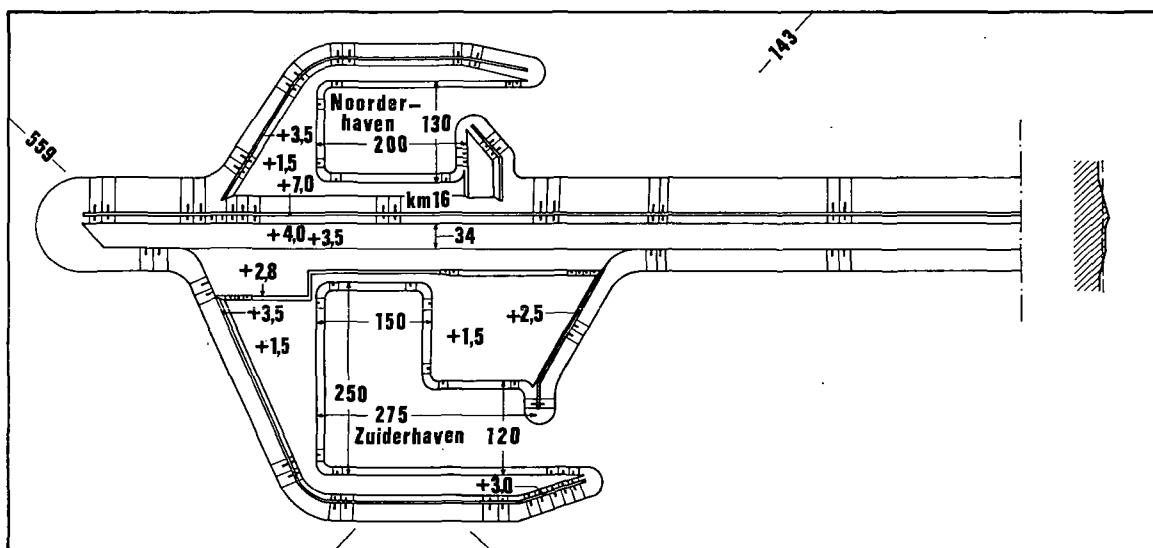


Fig. 22. De havens op het Breezand

van de dijkbouw de stromen van en naar de Zuiderzee nauwelijks van betekenis waren.

Na het afsluiten van twee kilometer was de stroom toch al iets veranderd. Aan weerszijden was de richting meer dwars op de afsluitingslijn gaan staan; de snelheid was wat toegenomen. Op groter afstand van het nieuwe eiland was nauwelijks iets van verandering te merken. Er was dan ook geen bezwaar tegen, het dijkvak op het Breezand te verlengen zonder zich voorlopig veel te bekommeren over wat er zou gebeuren in de overblijvende gedeelten van de toegangen tot de Zuiderzee (fig. 23).

Overeenkomstig het werkplan-1926 is in maart 1930 de bouw van de dijk over het oostelijke deel van het Breezand begonnen. Hiervoor was het beschikbare apparaat van de Muz lang niet nodig en daarom werd besloten om tegelijkertijd het dijkvak Breezand-West ter hand te nemen. Evenals bij Wieringen kwam men dus ook hier vóór op het werkplan-1926.

Op Breezand-Oost, 3500 m lang, verliep alles zonder stoornis. Hier was dan ook het gedeelte dat het minste had bijgedragen tot de vulling en lediging van de Zuiderzee. Sterke stromen om de kop bleven uit en ook in de Blinde Geul, tot waartoe de dijk zich uitstreckte, werd de stroom niet veel sterker. In september was de hele keileemdam boven water; het laatste kwartaal van 1930 werd besteed aan het afwerken van de dijk.

Het was te voorzien, dat het op Breezand-West niet zó gemakkelijk zou gaan. Verder naar het zuidwesten kwam men in een gebied dat meer water aan de Zuiderzee leverde (fig. 16). Vóór de kop van de keileemdam kwamen dan ook vrij sterke stromen voor, meer dan een meter per seconde, die de zandige bodem uitschuurden. De remedie was,

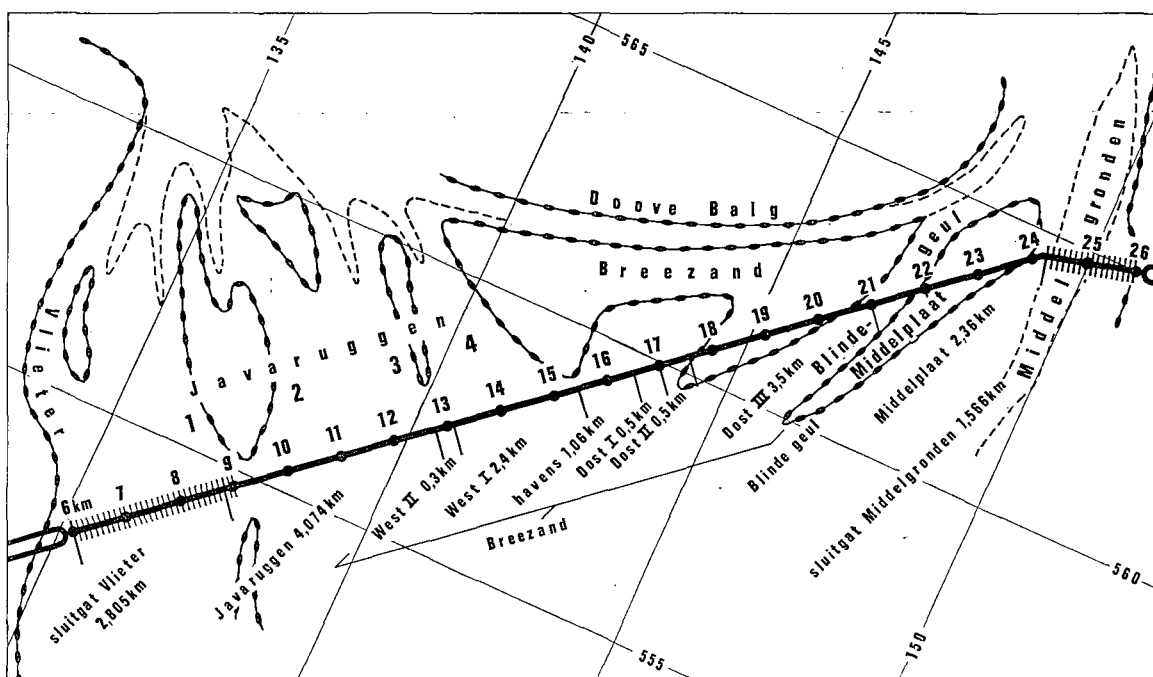


Fig. 23. Van Vlieter tot Middelgronden

zo snel mogelijk met de dam vooruit te gaan, zodat de uitschuring geen tijd kreeg om diep te worden. Dat lukte en toen men was gevorderd tot het eind van het 2400 m lange dijkvak dat moest worden gemaakt, was het gunstige seizoen nog niet voorbij. Er kon nog 300 m aan de dijk worden toegevoegd. Daarmee had men het Breezand verlaten en was de vierde geul van de Javaruggen al gepasseerd.

De lengte van de sluitgaten

In het jaar 1930 is de dijk bijna negen kilometer gegroeid, waardoor van de oorspronkelijke 28,6 km minder dan 12 km overbleef, zeven in het westen en vijf in het oosten. Dit waren de twee sluitgaten in de ruime betekenis. Een deel van die gaten zou kunnen worden gedicht zonder dat daarvoor een meer dan oppervlakkige bodembescherming nodig zou zijn. De bodem van de laatste openingen, de sluitgaten in engere zin, moest echter krachtig worden verdedigd. Hier moesten beteugelingsdammen komen, afgedekt door een zware bezinking.

Voor de gezamenlijke lengte van de sluitgaten was in het werkplan-1926 op ongeveer 6 km gerekend (2.2.4, blz. 105) en tot in 1929 is die maat aangehouden.

Men vroeg zich echter af, of de lengte niet zou kunnen worden beperkt. Bezonken beteugelingsdammen zijn kostbare zaken, maar behalve het financiële aspect was er nog

een andere reden om de sluitgaten vooral niet langer te maken dan strikt noodzakelijk was. De taak die voor 1931 en 1932 nog restte, was niet gelijkmatig over de beide jaren verdeeld. Voor elk stond ongeveer zes kilometer dijk op het programma, maar de eerste zes zouden veel gemakkelijker zijn dan de laatste, waarbij men met de sterkste stromen te maken zou krijgen. Eigenlijk was er in 1931 te weinig werk voor het MUZ-apparaat. In 1932 zou niet het hele werkseizoen beschikbaar zijn, maar alleen de eerste zeventien weken, tot augustus. Weliswaar was de omvang van het aannemersmaterieel er op afgestemd om dit werk met goed gevolg te verrichten (2.2.4, blz. 105), maar men kon niet precies voorzien, hoe zwaar de laatste loodjes zouden wegen. Daarom was er veel voor te zeggen de laatste winter door te komen met kortere sluitgaten dan in het werkplan van 1926 was voorzien.

Mijn dagboek vermeldt in begin februari 1929 al besprekingen over de vraag, of de sluitgatlengte minder zou mogen zijn dan 6 km. Al spoedig werd $4\frac{1}{2}$ km genoemd. Dat zou een vermindering van het werk in het laatste jaar met een kwart betekenen en een besparing van twee miljoen gulden, een bedrag waarvoor men in die (crisis-)tijd een vermindering van de reserve aan veiligheid voor over zou hebben.

Er waren nu meer gegevens beschikbaar dan tijdens het opmaken van het werkplan 1926.

Ten aanzien van de dagelijkse getijbeweging bestonden die gegevens in hoofdzaak uit een bevestiging van wat men in 1926 al wist. Na het werkseizoen van 1930 bleek dat de berekeningen tot dusverre behoorlijk door de waarnemingen van waterstanden en stromen werden bevestigd. Op enkele punten waren al iets grotere veranderingen in het getij opgetreden dan was verwacht, maar het verschil was niet van betekenis. Men mocht er daarom zeker van zijn dat ook de berekening van het getij voor de laatste perioden, 1931 en 1932, zou uitkomen (fig. 24).

Omtrent de stormvloeden, waarvoor de berekening het moeilijkst was, had men weliswaar niet zo'n absolute zekerheid, maar hier hadden stormvloeden die tijdens de werken hadden gewoed, laten zien dat de berekening niet ver mis kon zijn. De belangrijkste gegevens leverde een stormvloed in november 1930. Een vergelijking van deze vloed met vroegere vloeden van ongeveer gelijke hoogte en met een schatting voor dergelijke stormvloeden na voltooiing van de afsluiting van de Zuiderzee, toonde aan dat van de voorspelde stormvloedverhoging ruim het derde deel al tot stand was gekomen. Dit kwam goed overeen met de verwachting.

De modelmetingen, in 1923 begonnen in het Flussbaulaboratorium te Karlsruhe, zijn van 1927 af op grote schaal voortgezet in het 'Waterbouwkundig laboratorium van de Technische Hogeschool' te Delft, dat sinds 1932 Waterloopkundig laboratorium heet.

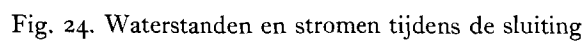


Fig. 24. Waterstanden en stromen tijdens de sluiting

Veel hing af van de betrouwbaarheid van die modelmetingen en daarom zijn ze onderworpen aan een deugdelijke controle. Daartoe zijn in 1929 de proeven aan de stuw bij Roermond uitgevoerd (1.3, blz. 56).

De duikende straal (2.2.4, blz. 104) heeft bij de modelproeven in het middelpunt van de belangstelling gestaan. Hij bleek eigenlijk nog gevaarlijker te zijn dan men al dacht. Onder bepaalde omstandigheden werd op het benedenstroomse talud van een beteugelingsdam een snelheid gemeten van twaalf meter per seconde. Daartegen zou niets bestand zijn.

Gunstig was het dat bleek dat een zeer ruw oppervlak van de beteugelingsdam het duiken van de straal tegengaat. De proeven in Karlsruhe, met een gladde of weinig oneffen dam, waren in dat opzicht te pessimistisch geweest. De dam is zeer ruw, ook zonder dat men daarvoor speciale maatregelen neemt. Het oppervlak wordt immers gevormd door zware stortstenen, 60 tot 200 kilogram per stuk, waarvan de afmetingen worden uitgedrukt in decimeters en die kriskras door elkaar liggen. De toestand was nog wat gunstiger dan men eerder had ondersteld. De straal zou niet duiken, zelfs als bij slecht weer het verval flink wat groter dan normaal zou worden.

Een uiterst zware stormvloed (december 1894) zou in de laatste winter bij de sluitgatlengte van 5,75 kilometer over een ruwe dam nog lang geen duikende straal veroorzaken. Men kon zonder bezwaar met kortere gaten overwinteren. Na zorgvuldige bestudering van de uitkomsten is besloten de sluitgaten $4\frac{1}{4}$ kilometer lang te maken, twee derden in het westen en één derde in het oosten. Die lengte was beschikbaar in de Vlieter en in de Middelgronden. Blinde Geul en Gaatje konden dus als beteugeld sluitgat vervallen. De in 1930 uitgevoerde afsluiting van het Gaatje behoefde niet te worden gecompenseerd door verlengen van het sluitgat in de Vlieter.

De beteugelingsdammen

Voor de beteugelingsdammen in de Middelgronden en in de Vlieter heeft hun voorganger in het Amsteldiep model gestaan. Van de ervaring met die dam is goede nota genomen. Het was duidelijk gebleken dat een dam van zand, afgedekt met keileem en alleen bezonken bij de kruinlijnen, niet sterk genoeg was. De nieuwe dammen zouden geheel uit keileem moeten bestaan en volledig worden afgedekt met zinkstukken.

In het Amsteldiep was de kruin zó breed, dat de hele dijk daar bovenop kon worden gebouwd. Zo was de gehele bodem onder de dijk beschermd tegen uitschuring. Nu de hele beteugelingsdam uit keileem moest bestaan, zou deze wijze van doen zeer kostbaar worden. Het was nu voordeliger de beteugelingsdammen zoveel smaller te maken dat de kruin juist breed genoeg zou zijn om als basis te dienen voor de keileemdam, waarmee de gaten uiteindelijk zouden worden gesloten. Dat was veertig meter, inplaats van 130.

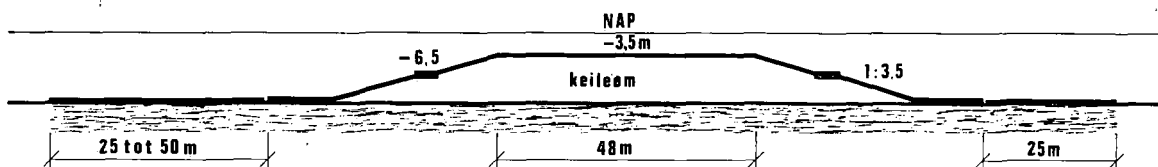


Fig. 25. Dwarsprofiel beteugelingsdam Middelgronden

De grote kans – bijna de zekerheid – dat de zeebodem onder het overige deel van de dijk zou worden uitgeschuurd door het over de beteugelingsdam stromende water, kon worden aanvaard. De gaten zouden later worden opgevuld met zand, waarvan de kosten per kubieke meter slechts een fractie zijn van die van keileem.

Het niveau van de kruin is een meter hoger gekozen dan in het Amsteldiep, namelijk NAP— $3\frac{1}{2}$ meter inplaats van — $4\frac{1}{2}$ meter. Dit is nog voldoende voor het verkeer met het aannemersmaterieel. Om de doorvaart met diepgaande schepen bij laagwater mogelijk te maken, is zowel in de Middelgronden als in de Vlieter een vak van 200 meter aangelegd met de kruin op NAP — $4\frac{1}{2}$ meter.

De taluds zijn ontworpen onder een helling van ongeveer 1 op $3\frac{1}{2}$ (fig. 25).

Veel hoofdbreken kostte de stabiliteit van de bestorting op de zinkstukken over de beteugelingsdammen. In het midden van de kruin zou de stortsteen behoorlijk blijven liggen, maar in de buurt van de kruinlijnen zou op een gewoon zinkstuk gestorte steen worden verplaatst door de stroom, die daar veel sterker is dan de ‘normale’ waarde die is aangegeven in de diagrammen (fig. 26). Noch hun eigen gewicht, noch de wiepen van het bovenroosterwerk, noch de tuinen om de stortvakken zouden in staat zijn ze tegen te houden als ze waren blootgesteld aan de volle kracht van de stroom. De beschadiging die zou ontstaan door het verlies van een aantal stenen zou zich uitbreiden en leiden tot wegstromen van de zinkstukken, vernieling van de keileemdams en diepe uitschuring in de zeebodem.

De oplossing waartoe men uiteindelijk is gekomen, bestond uit het toepassen van dikke wiepen in het bovenroosterwerk van de zinkstukken. Inplaats van de 6 tot 8 cm dikke bundels van wilgentakken, werden nu bossen gemaakt van 40 cm dikte, samengebonden met gegalvaniseerd staaldraad. De stortsteen kon niet over de dikke wiepen worden weggevoerd en beschermde op zijn beurt de wiepen tegen de aanval door de stroom.

De dikke wiepen zijn in 1929 ‘uitgevonden’ en ze zijn al gebruikt op de beteugelingsdam in de Middelgronden. Met die dam is begonnen in juli 1929. Oorspronkelijk zou hij 1440 m lang zijn. Tijdens de aanleg schuurde de rand van de Middelpaas uit en wel zo diep, dat de beteugelingsdam nog 125 m verder naar het westen werd doorgetrokken. Uiteindelijk was hij 1560 m lang.

De afdekking bestond uit zinkstukken op de kruin en over het bovenste deel van de ta-

luds (dekstukken) en uit stukken op het onderste deel van de taluds en op de aansluitende zeebodem, die werden overlapt door het dekstuk (grondstukken).

De dam was aan het eind van het jaar gereed.

Toen was al begonnen aan een vak van 500 m van de beteugelingsdam in de Vlieter. Daar werd een andere bezinking toegepast. De dekstukken werden met de grondstukken aan weerskanten gecombineerd tot één zinkstuk, dat een lengte verkreeg van 107 m, waarschijnlijk een lengterecord. Voor het vervaardigen van deze stukken werd afgeweken van de in getijgebieden gebruikelijke werkwijze. Daarbij wordt het zinkstuk opgebouwd op een 'zaat', een hellend vlak, waarvan de onderkant op het niveau van laagwater ligt en de bovenrand op dat van hoogwater. Tijdens laag water wordt begonnen met vooraf gebonden wiepen het onderroosterwerk samen te stellen en daarop het stuk te bouwen. Bij hoogwater moet het klaar zijn. Het drijft en wordt weggesleept naar de plaats van bestemming. Met de grote stukken voor de Vlieter was deze methode misschien nog wel mogelijk geweest, maar men zou te veel afhankelijk zijn geweest van de grillen van het getij om de regelmatige produktie te verkrijgen die voor het grote zinkwerk noodzakelijk was.

Het loonde de moeite, een speciaal bouwdok te maken. Dat kwam bij Den Oever. De stukken werden, onafhankelijk van het tij, gemaakt op een horizontale bodem. Was het klaar, dan werd water in het dok toegelaten, het stuk dreef op en werd weggesleept. Het dok werd daarna weer afgesloten en leeggepompt voor het volgende zinkstuk. Op deze wijze is een regelmatig bedrijf verkregen. Meer dan 120 grote zinkstukken zijn gemaakt en gezonken tussen december 1929 en september 1930. Na het middenvak van 500 m is westelijk daarvan ongeveer 1050 en oostelijk omstreeks 1250 m beteugelingsdam gemaakt. Het bezonken oppervlak was netto 30 ha.

Na het gereedkomen van de beteugelingsdammen zijn enige gedeelten van de bodem op de Javaruggen, in de Blinde Geul en op de Middelplaat bestort met keileem. De lengte van deze lage keileemdammen was in totaal 1750 m. Een afstand van ruim 5500 m bleef onverdedigd tot het volgend jaar.

2.2.7. HET JAAR VAN SPANNING

Een oude vijand: de paakworm

Aan het eind van 1930 zag het er voor de afsluiting van de Zuiderzee rooskleurig uit. Er was in de afgelopen vier jaar enorm veel werk verzet. Vooral in 1929 en 1930 waren grote vorderingen gemaakt en van de oorspronkelijke toegang tot de Zuiderzee waren nog maar twee openingen overgebleven. In het westen ontbrak nog het dijkvak door de Vlie-

ter en over de Javaruggen, samen 6,9 km lang. Een deel van de bodem van dat sluitgat was al verdedigd: de beteugelingsdam in de Vlieter en een keileemstorting in de Javaruggen. In het oosten waren de Blinde Geul en de Middelpaat nog open en in de Middelgronden lag de beteugelingsdam. De afstand tussen de koppen van de gereed zijnde dijkvakken was hier ruim 4,8 km.

Het zou niet moeilijk moeten zijn de dijk in 1931 en 1932 te voltooien. De noodzakelijke hoeveelheid grondwerk en steenglooing was minder dan de prestatie van de voorafgaande twee jaren.

Het werkplan voor de laatste twee jaar was het volgende. In 1931 maken van de dijkvakken over de Javaruggen (4,1 km) en door de Blinde Geul en over de Middelpaat (3,3 km). Voor 1932 zouden de sluitgaten Vlieter (2,8 km) en Middelgronden (1,55 km) overblijven. Dat werk moest zodanig worden geregeld, dat de laatste fase, waarin de sluitgaten nog maar klein waren, zou zijn voltooid vóór de najaarstormen van 1932. De uiterste datum voor het sluiten van het laatste gat was 1 augustus.

Het zag er mooi uit, maar in 1931 kwamen al gauw donkere wolken opzetten.

Duikers die de toestand op de beteugelingsdam van de Middelgronden controleerden, rapporteerden dat het rijshout van de zinkstukken ernstig was aangetast door de paalworm. De takken die waren samengebonden tot de dikke wiepen van het bovenroosterwerk, waren uitgehold door de borende dieren; de samenhang dreigde verloren te gaan. Al in 1930 was de paalworm aangetroffen in de bezinking van de beteugelingsdammen, maar de schade was toen nog niet ernstig.

De aanval van de oude vijand van onze vaderlandse waterbouwwerken werd begeleid door een andere, die eigenlijk nog ernstiger was. De dikke wiepen waren niet op de traditionele wijze samengebonden door twijgen wilgenhout. Men had daarvoor immers gegalvaniseerd staaldraad gebruikt. Voor het samensjorren van onder- en bovenroosterwerk waren stalen gordijnkoorden, eveneens gegalvaniseerd, toegepast. In 1929 had men er op vertrouwd, dat deze materialen het zouden uithouden tot 1933, het jaar waarop de dichting van de sluitgaten zou plaats vinden. Dit was echter te optimistisch geweest. Het zoute zeewater werkte als elektrolyt, zodat door galvanische werking het beschermende laagje op het staaldraad verdween en de roest vrij spel kreeg. Het was vrij zeker dat de zinkstukken een deel van hun stortsteen zouden verliezen, in een stormvloed, of door de sterke stromen die in het laatst van de sluitingsperiode zouden optreden. Op de beteugelingsdam in de Middelgronden kon niet meer worden vertrouwd.

De beteugelingsdam door de Vlieter was een jaar later gemaakt en was dus nog niet zo lang aan de vernielende werkingen blootgesteld. Het bleek dan ook, dat de toestand er veel beter was dan bij de Middelgronden, maar ook hier was al schade ontstaan.

Gedwongen tot een ander werkplan

Het was duidelijk dat van het werkplan moest worden afgeweken.

Inmiddels was de MUZ al met voortvarendheid bezig met het uitvoeren van dat werkplan. Op de in 1930 aangebrachte bodemvoorziening tussen de Javaruggen was begonnen met het optrekken van de dijk. Eind februari werd een begin gemaakt, uitgaande van de uiteinden van het dijkvak: bij het zuidwestelijk einde van de dijk over het Breezand en aansluitend aan de beteugelingsdam door de Vlieter. In juni was de keileemdam over de hele lengte tot boven hoogwater opgewerkt.

Ook in het oosten was men in februari begonnen en was de hele dijk over de Middelplaat eveneens in juni boven water. In de Blinde Geul werd in dezelfde periode keileem gestort, zodat hier een drempel ontstond. Eigenlijk was dit een lage beteugelingsdam, maar dan niet afgedekt met zinkstukken.

Door deze gang van zaken was het onmogelijk geworden een nieuw sluitgat met beteugelingsdam in te richten ter vervanging van die in de Middelgronden en die geul te dichtten. Het enige vak dat nog open lag, de Blinde Geul, was daarvoor, door zijn geringe lengte, veel te klein. Het zou in de volgende winter stellig in omstandigheden komen te verkeren die zouden leiden tot vernieling van de dam en vorming van een diep gat. Wij waren in een dwangpositie gekomen. De Blinde Geul *moest* in 1931 dicht en men was dus gedwongen het beste te maken van de Middelgronden en de Vlieter.

Het was uitgesloten beide sluitgaten in 1931 te dichtten. Het program voor 1931 bood nog wel enige ruimte voor extra werk, maar zelfs het gehele MUZ-apparaat zou in de verste verte niet in staat zijn om de grote taak, waarvoor bijna een heel jaar was uitgetrokken, aan het program toe te voegen.

Er bleven twee mogelijkheden over, beide met grote risico's, waartussen een keus moest worden gedaan.

De eerste was, de beide beteugelingsdammen te versterken, zodat ze de hun toegedachte taak toch nog zouden kunnen vervullen. Voor de Vlieter zou dat wel gelukken, maar het was aan twijfel onderhevig of de zwaarder beschadigde bezinking in de Middelgronden voldoende zou kunnen worden opgelapt. Juist bij de Middelgronden zouden tijdens een stormvloed een groot verval en zeer sterke stromen optreden, meer nog dan bij de Vlieter (fig. 24). Zelfs een matige stormvloed zou funest kunnen zijn.

Het alternatief bestond uit het herstellen en versterken van de verdediging in de Vlieter en het sluiten van de Middelgronden vóór de winter. Dat zou het MUZ-materieel maar net aankunnen. De sluiting van de Middelgronden zou zo laat in het jaar vallen, dat de kans bestond dat een herfststorm het werk zou doen mislukken. Een andere kwade kans was dat na de sluiting van de Middelgronden het overgebleven sluitgat van slechts 2,8 kilometer in de Vlieter een winterstorm niet zou overleven. Om dit risico te verminderen,

zou daar de beteugelingsdam moeten worden versterkt. Er zijn stromen gemeten, er is gerekend en er zijn modelmetingen gedaan. De conclusie van dit alles was dat de dam zo veel kon worden versterkt dat hij redelijk veilig zou zijn. Een zeer hoge stormvloed zou hij echter niet kunnen doorstaan zonder zware schade op te lopen, misschien wel gedeeltelijk vernietigd te worden.

Ook aan het alternatieve plan was dus risico verbonden. Het was nu de vraag welk risico het grootst was en hoe groot de schade zou zijn als het misliep.

De keus was moeilijk. De meningen van de staven van zw en MUZ waren verdeeld. De beslissing lag bij ir. De Blocq van Kuffeler, de directeur-generaal van de Zuiderzeewerken. Nadat alle gegevens binnen waren en hij kennis had genomen van de vele tegenstrijdige adviezen, koos hij op 29 juni 1931 voor de tweede werkwijze, de vóórtijdige sluiting van de Middelgronden, omdat hij het risico van de andere weg nòg groter achtte. De volgende dag verklaarde de Raad van Bestuur van de MUZ dat zijn organisatie in principe in staat en bereid was de Middelgronden te dichten. Op 9 juli was alles ook administratief, in kannen en kruiken. Alleen de ministeriële machtiging ontbrak nog. Die kwam later. Er werd niet op gewacht.

Strijd in de Blinde Geul

In de werkelijkheid was het nog lang niet bekeken, want er was een nieuwe tegenslag gekomen. In de Blinde Geul liepen de zaken namelijk helemaal niet naar wens. Aanvankelijk had de gestorte keileemdam zich goed gehouden, maar toen de dijkbouw eenmaal was begonnen, bleek dat hij de bodem niet voldoende beschermde. De autochtone keileem ligt hier juist heel diep en bij twee boringen ontbreekt hij zelfs geheel (fig. 15). De bodem bood dus weinig weerstand tegen de uitschurende werking van de getijstromen. Het zou beter geweest zijn op het opgeworpen dammetje een stevige bezinking aan te brengen, maar mijn advies, dat dit niet nodig zou zijn, was te optimistisch.

Er ontstonden diepe kuilen. Het dichten daarvan vergde een groot deel van de aangevoerde keileem. Ook was de keileem niet allemaal van de beste kwaliteit, zodat men slecht opschoot. Daardoor kon het gevreesde kopeffect zich manifesteren: de warrelende stroom vóór de kop van het werk langs bleef lang op dezelfde plaats, waardoor de kuilen nog dieper werden, tot 18 m onder NAP toe. Er moesten nog zinkstukken aan te pas komen om verder vooruit te kunnen gaan.

De strijd in de Blinde Geul had weer invloed op het werk in de Middelgronden. Het werk was daar op 11 juli begonnen. Deels bestond dat uit versterking van de beteugelingsdam, maar tegelijkertijd werd de bouw aangevat van de keileemdam die de dijk boven water moest brengen. Het spreekt vanzelf dat daardoor het gat kleiner werd en de

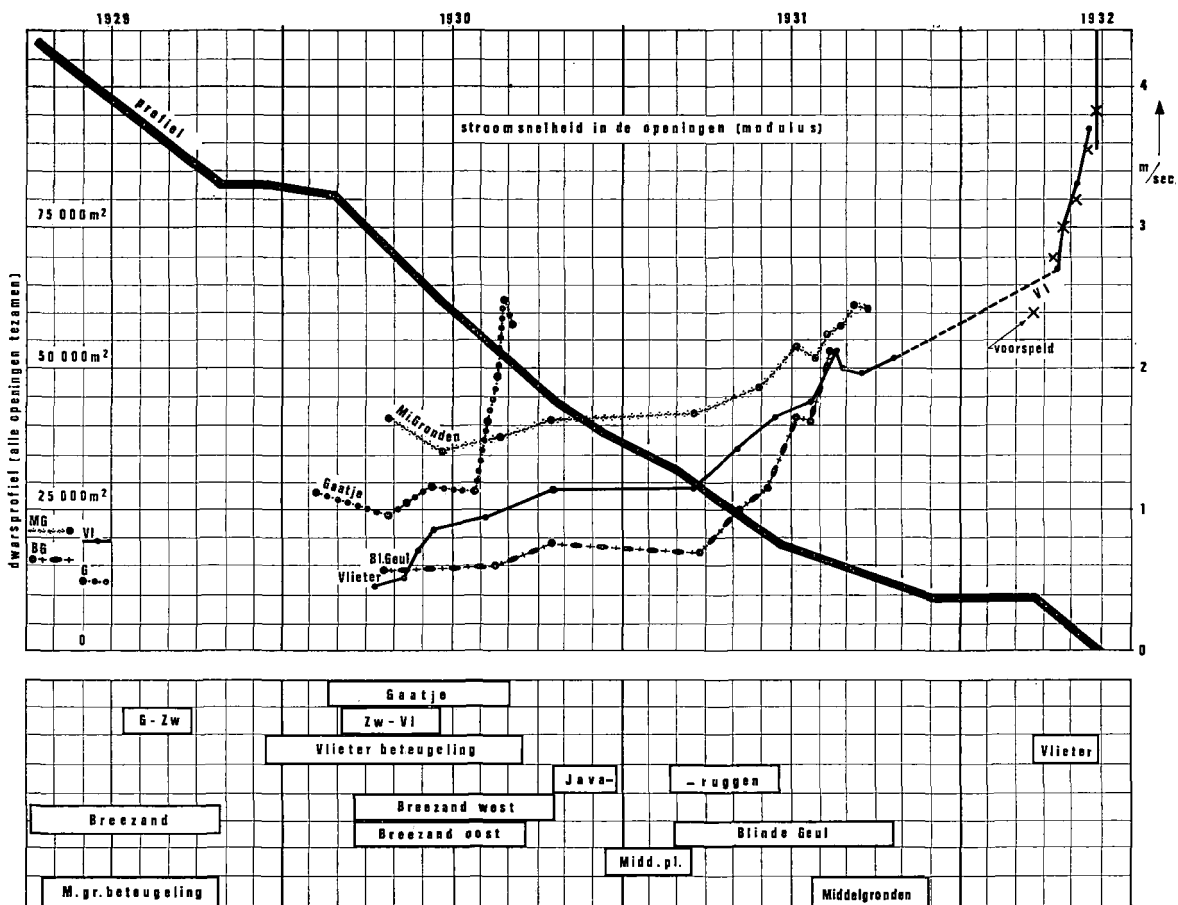


Fig. 26. Van de ijswinter tot de afsluiting

getijstroomen nog sterker (fig. 26). Niet alleen in de Middelgronden zelf, maar ook in de Blinde Geul, waarvan het sluiten dus nog meer zou worden bemoeilijkt. De keileemdam werd daarom maar langzaam vooruitgebracht en alleen aan de oostzijde. Pas toen de Blinde Geul eindelijk dicht was, op 23 september, is het tempo verhoogd en is men ook aan de westkant begonnen, van de dijk over de Middelpaat uit.

In de tussentijd is nog enige malen overwogen of wel moest worden doorgedaan met het sluiten van de Middelgronden. De dag nadat de Blinde Geul dicht was, is het genomen besluit nog eens bevestigd in een gezamenlijke bespreking van aannemers en directie.

De slag om de Middelgronden

Wij waren langzamerhand in de herfst terechtgekomen en het was te verwachten dat ruw weer en hoge getijden de beteugelingsdammen zwaar op de proef zouden stellen.

Er is dan ook al het mogelijke gedaan om het weerstandsvermogen van de dammen weer op te voeren.

Eén van de middelen die werden toegepast, was het nabestorten van de zinkstukken met materiaal van grote dichtheid (soortelijk gewicht). Gewone stortsteen, kalksteen, met een dichtheid van 2650 kg per m³, drukt (tengevolge van de opwaartse kracht van het zeewater, 1020 kg per m³) met ruim 1600 kg per m³ op zijn steunvlak. Basalt is wat zwaarder, omstreeks 3200 kg per m³, onder water dus 2200 kg. Het is daarom door de stroom moeilijker te verplaatsen. Hoe groter de dichtheid van het materiaal, hoe gunstiger. Daarom kwam men, zodra het eerste alarm was geslagen (maart 1931), op het denkbeeld om de bestorting aan te vullen met zwaarder materiaal dan steen. Men dacht eerst aan ijzererts, waarvan een grote hoeveelheid bij de hoogovens in IJmuiden aanwezig was.

Per slot van rekening is het zwaarspaat geworden, officieel baryt of bariumsulfaat, BaSO₄. Dit materiaal wordt gebruikt voor witte verf, omdat het wit is, of voor vervalsingen omdat het zwaar is. Het wordt, ook in het groot, verhandeld in kilo's, maar nu werd tien-duizend ton gevraagd, de hele jaarproduktie van Duitsland. De dichtheid is omstreeks 4500 kg per m³. Onder water (4500-1020) ongeveer 3500. Er is dus een meer dan twee maal zo grote kracht nodig om baryt te verplaatsen dan kalksteen.

Modelproeven toonden aan, dat toevoegen van brokken baryt van 30 tot 50 kg aan de bestorting de weerstand sterk zou opvoeren. Ze vullen de ruimten tussen de grotere stenen van de oorspronkelijke bestorting op en maken daardoor van de steenlaag een min of meer samenhangend geheel. Daardoor werd het oppervlak van de dam minder ruw, waardoor de kans op een duikende straal iets groter werd. Dat risico moest worden aanvaard.

Om de wiepen, of wat er van over was, op hun plaats te houden, werden oude zware scheepskettingen in de stroomrichting strak aangespannen over de beteugelingsdam aangebracht. Over een lengte van 500 m, het gedeelte dat het laatste zou worden gesloten, werd de voet van de dam voorzien van een grondbezinking, 50 m breed.

Voor het opbouwen van de sluitingsdam over de bezinking bracht de MUZ al het beschikbare materieel in de strijd. Een weekproduktie werd gehaald van 92000 m³ keileem en 330000 m³ zand, evenveel als was nodig geweest voor de gehele derde tranche van het Balgzandkanaal. Zelfs dit was nauwelijks voldoende. Het kopeffect veroorzaakte nog moeilijkheden. Zelfs helemaal op het laatst; toen de contractie van de stroom al verlichting moest brengen, groeven de draaikolken nog een gat van 28 m diepte, door de oorspronkelijke keileemlaag heen, in de bodem. De dijk moest plaatselijk worden omgelegd om te voorkomen dat de keileemdam in het gat zou afglijden (foto). Als het werk een weekeinde (14-15 november) zou zijn stilgelegd, zou zonder enige twijfel de kop van het werk en de daarvóór liggende beteugelingsdam in de diepte zijn verdwenen. Maar nie-

mand dacht er aan het werk te onderbreken. Bekend is het, in het voorwoord (blz. 8) al vermelde incident van het ministerieel bezoek, waarbij het hoge gezelschap van een loopplank werd afgedrongen door mannen met kruiwagens (!) met de uitroep: 'van de plank af heren, eerst moet het gat dicht!'

Nog op 17 november werd overwogen een schip in het laatste gat te laten zinken, maar dat was niet meer nodig. Ineens lukte het en op zondag 22 november 1931 kwamen de koppen van de westelijke en de oostelijke keileemkaden bij elkaar. De Middelgronden was afgesloten.

Het was nèt op tijd. Op 4 december kwam een matige storm, waarbij enig water vloeide over de nog lage keileemdam. Dat was dan ook het laatste.

De eerste helft van het spannende jaar (juni–november 1931), waarin het zwaartepunt lag in het oostelijke deel van de Afsluitdijk, was met succes afgesloten.

In de tweede helft van het jaar van spanning (december 1931–mei 1932) speelde de Vlieter de hoofdrol. De dijk in de Middelgronden was nog lang niet klaar, maar daar was toch geen groot gevaar meer. Met Kerstmis waren de keileem en het zand overal tot tenminste 4 m boven NAP opgewerkt. De uitgeschuurde gaten werden volgestort. De dijk werd rechtgetrokken over de plaats waar 28 m water had gestaan en verder afgewerkt. Medio 1932 was ook hier de dijk praktisch klaar.

De overwintering in de Vlieter

De beteugelingsdam in de Vlieter is in de winter van 1931 op 1932 flink onderhanden genomen. Op de grote zinkstukken op de kruin en de taluds is baryt bijgestort en over een lengte van 2000 m is aan beide zijden langs de voet de zeebodem over een breedte van 50 m bezonken. Er waren wat gaten in de bodem geschuurd, tot — 14 meter, dat is dus tot op de keileem (fig. 15). Die gaten werden met keileem dichtgestort. In maart rapporteerden de duikers: alles in orde, alleen de gordijnkoorden zijn vrijwel verdwenen. Daarin werd geen ernstig bezwaar gezien, omdat het geheel van steenlaag en dikke wiepen voldoende samenhang had om de stromen te weerstaan die tijdens de sluiting werden verwacht.

Tegen een zeer zware stormvloed in de winter van 1931–1932 zou de beteugelingsdam niet bestand zijn geweest. De kwade kans dat er zulk een storm zou zijn, misschien één op tien of twintig is, zoals we hebben gezien, bewust aanvaard. Het is goed afgelopen. De matige storm van 4–6 december 1931 was niet hoog genoeg om gevaar op te leveren. Verder is de winter van 1931 op 1932 niet erg onrustig geweest. Het heeft nog twee maal een beetje gespookt, maar zware stormvloeden zijn uitgebleven.

De afsluiting van de Zuiderzee

Nu volgde de laatste fase van de afsluiting: het bouwen van de dijk op de beteugelingsdam in de Vlieter. Het werk zou natuurlijk weer moeilijker worden naarmate het gat kleiner werd: het verval groter en de stromen sterker. De voorspelling (fig. 24) was dat de getijstroom zou oplopen van 2,4 m/sec bij het begin van het werk (sluitgat 2,8 km lang) tot 3,9 m/sec vlak voor het sluiten. Voor sluitgatlengten van 2 en 1 km zouden deze waarden resp. 2,8 en 3,3 m/sec zijn. Het verval zou geleidelijk oplopen tot omstreeks 0,8 m.

Tijdens het werk, dat 23 maart 1932 begon, is de voorspelling geregeld gecontroleerd. Op de kop van de bestaande dijk zijn twee peilschalen opgericht, één aan de buitenzijde en één aan de binnenkant. De waterstand moest langs elektrische of pneumatische weg worden overgebracht naar de dijk, waar de registreer-apparaten stonden. Deze inrichting was nog nieuw en geenszins betrouwbaar. Het heeft veel moeite gekost om voldoende gegevens bijeen te krijgen, maar het is toch gelukt na te gaan, of de verandering in de getijbeweging tijdens de voortgang van het werk overeenkwam met de verwachting. Stroommetingen vulden de peilschaalwaarnemingen aan (fig. 27). Daarbij is ook het stroombeeld nagegaan.

Over het algemeen is de voorspelling goed uitgekomen. Zowel de stroomsterkte als het verval is soms iets groter geweest dan de voorspelde waarde, maar voor de uitvoering van het werk had het verschil geen betekenis. Van meer belang waren de afwijkingen van het 'gemiddelde' door meteorologische invloeden, vooral het snel veranderen van de wind. Daarbij is een grootste verval voorgekomen van 1,5 m toen de door ruw weer opgezette Zuiderzee door het sluitgat leeg liep (8 april). De gemiddelde stroomsnelheid op de kruin van de dam moet daarbij 5 m/sec zijn geweest en plaatselijk, op de kruinlijn, zal omstreeks 6 m/sec zijn voorgekomen. Als de beteugelingsdam niet versterkt was geworden, zou hij toen zeker ernstig beschadigd zijn geweest. Uit de (op andere tijden verrichte) stroommetingen kan worden opgemaakt, dat de gevreesde duikende straal dicht is benaderd.

Op de voortgang van het werk heeft dit geen invloed gehad. Tot half april ging het met een kalm gangetje. Op 13 april was het sluitgat nog 2300 m wijd. Op stormen van betekenis behoefde na die datum niet meer worden gerekend, zodat er geen bezwaar meer tegen was het gat kleiner te maken. Het bleek nu hoe goed het was dat kon worden gewerkt op een betrouwbare beteugelingsdam met een verdedigde zeebodem ter weerszijden. De aanval van de stroom richtte zich nu alleen op de keileem van de sluitingsdam. Al in het Amsteldiep had men ervaren dat het grondverlies onder deze omstandigheden niet groot was. Elk der beide koppen vorderde regelmatig 25 m per dag. Dit werd gedaan door twee drijvende grijperkranen, één aan de buitenzijde en de andere aan de binnen-

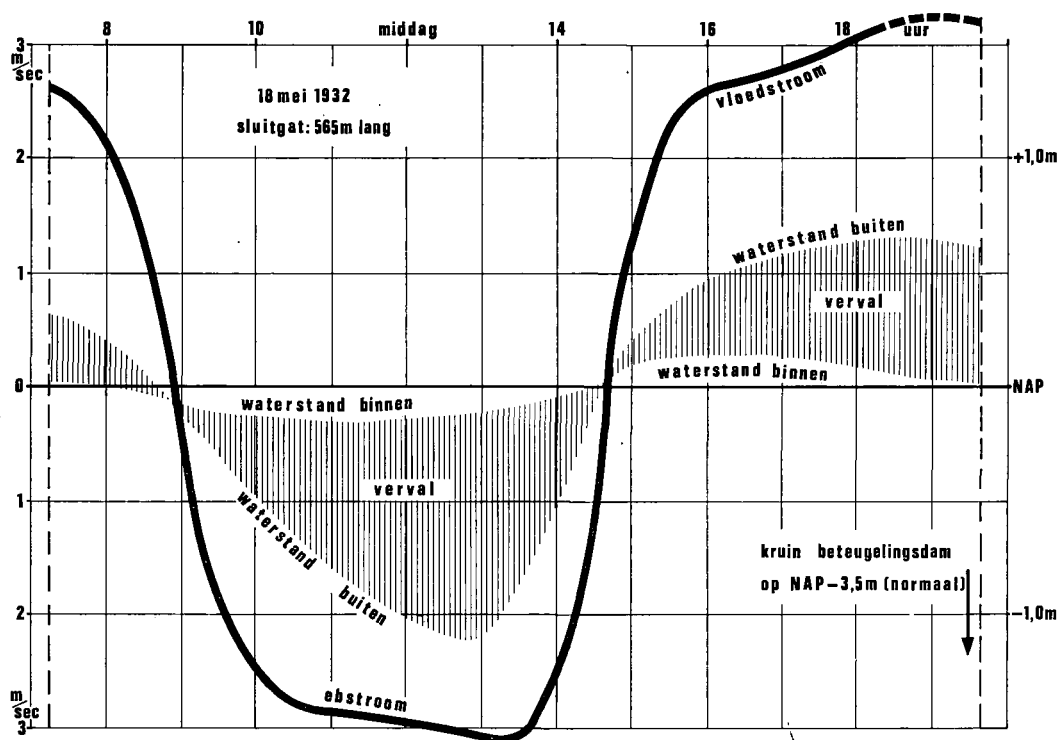


Fig. 27. Verval en stroom sluitgat Vlieter

kant. Afwisselend (bij ebstroom resp. bij vloedstroom) werkte de ene de kop vooruit en hoogde de andere de dam op die door de eerste nauwelijks boven water was gebracht. Het werk van de kranen werd versneld, doordat ze konden werken op een laag van keileem die door onderlossers vóór het werk uit op de beteugelingsdam was gestort (fig. 10). Op maandag 23 mei waren de koppen nog ongeveer 250 m van elkaar verwijderd en het zag er naar uit dat de dijk in de loop van de week zou kunnen worden gesloten. Een dergelijke gebeurtenis zou natuurlijk niet zonder ceremonieel mogen verlopen en daarom werd geïnformeerd of de minister van Waterstaat en de voorzitter van de Zuiderzeeraad met een aantal andere autoriteiten naar de Vlieter wilden komen om de sluiting mee te maken. Men wilde gaarne komen, maar de enige beschikbare dag was zaterdag. Het zou het best schikken als de sluiting 's middags één uur zou geschieden.

Wat een verschil met de Blinde Geul en met de Middelgronden. Daar werd alles op alles gezet om de sluiting een paar uur te vervroegen. Hier was feitelijk geen risico meer aanwezig en kon dus rekening worden gehouden met de wensen van de autoriteiten. Reeds woensdagavond was het gat zo klein geworden dat optimisten beweerden dat het die dag nog wel dicht kon. Donderdags was de verleiding groot om maar direct te sluiten en vrijdagmiddag was er nog maar 8 m over. Het vooruitbouwen moest worden gestopt

en de kranen konden zich bezig houden met ander nuttig werk, namelijk het verhogen van de reeds boven water gebrachte keileemdam.

Toen zaterdag 28 mei 1932 het gezelschap zich verzamelde op één der vaartuigen van de MUZ, liep er een flinke vloedstroom. Omstreeks twee uur zou het buiten hoogwater zijn. Aangedreven door een verval van ruim een halve meter joeg een felle waterstroom door het gaatje de af te sluiten Zuiderzee in. Afgewisseld door een aantal toespraken kwamen twee kranen in actie. Ze streden om de eer het laatste gat te sluiten. Om 13 uur en 2 minuten plofte een brok keileem van een paar kubieke meter in de dam, de doortocht voor het water versperrend. De president-directeur van de MUZ kon tegen de minister zeggen: 'Excellentie, wij hebben uw opdracht vervuld, de Zuiderzee is afgesloten'.

Afwerken van de dijk

Al was de Zuiderzee nu afgesloten, de dijk was nog lang niet gereed. De keileemkern bestond in eerste aanleg uit het sluitingsdammetje, met vrij steile taluds en de kruin zowat twee meter boven de gemiddelde zeespiegel. Dat moest worden uitgebreid tot het volledige profiel (fig. 6). Aan de Waddenzeezijde moest de dam boven water tegen de golven worden beschermd door een steenglooïing, onder water door kraagstukken. Achter de keileem was al dadelijk begonnen met het opstorten en oppersen van het zandlichaam, dat het grootste deel van het profiel van de dijk inneemt. Op 28 mei was pas een klein deel van dat zand aanwezig.

Dan moest het bovendeel van de dijk worden bekleed met keileem en klei, het IJsselmeertalud moest zijn verdediging met steenglooïing en kraagstukken krijgen en eindelijk moest op de brede binnenberm de weg worden aangelegd.

Al dit werk werd aangevat op de voortvarende wijze die bij de MUZ gebruikelijk was. Een week na de sluiting lagen de kraagstukken op hun plaats tegen het afgewerkte buitentalud van de keileemdam. Eind juli was de steenglooïing over de gehele lengte tot meer dan twee meter boven NAP opgetrokken. De dijk was toen vrijwel veilig voor de najaarsstormen.

Er waren nog twee maanden nodig om het grondlichaam te voltooien en de bekleding aan te brengen. Een half jaar nadat men was begonnen was alles klaar, op een stuk van de weg na.

De gebruikte materialen

Ondanks de grote stroomsnelheden waaronder moest worden gewerkt, is niet bijzonder veel grond verloren gegaan. Dit blijkt uit tabel 3 waarin het verbruik van de voornaamste materialen voor de gehele Afsluitdijk globaal is aangegeven.

TABEL 3. IN DE AFSLUITDIJK VERBRUIKTE MATERIALEN

De hoeveelheden zand en keileem plus klei (k+k), waarvan heel veel is gebruikt, zijn opgegeven in miljoenen kubieke meters, gemeten in de middelen van vervoer (mvv).

Onder 'rijs' zijn zowel zinkstukken als kraagstukken begrepen, de eerste vooral bij de beteugelingswerken. Hier is de hoeveelheid uitgedrukt in de bedekte oppervlakte, in duizenden vierkante meters. Dezelfde eenheid is gebruikt voor de hoeveelheid gezette steenglooing. Door elkander is daarin, afhankelijk van de dikte van de steenbekleding, per vierkante meter omstreeks één scheepston (ST) verwerkt.

		Lengte	Zand	k+k	Rijs	Stort- steen	Glooi- ing	Uitlevering zand k+k	Verbruik per m dijk zand k+k	
		km	10 ⁶ m ³		10 ³ m ²	10 ³ ST	10 ³ m ²	—	10 ³ m ³	
<i>Aanlooperperiode</i>										
1920	Beteugeling Amsteldiep	(1,20)	0,25	0,57	44	10	—	1,7	0,21	0,48
1924/5	Amsteldiep	2,32	1,44	0,69	31	10	67	1,88 2,16	0,62	0,30
1921	Werkhaven Den Oever	0,25	0,47	0,21	20	40	12	1,35	1,88	0,84
1922/3	Sluisput Den Oever	0,90	0,62	0,40	70	30	55	1,48	0,69	0,44
<i>Eerste periode</i>										
1927/8	Sluisput kwz	1,34	1,92	1,00	111	42	85	1,61 2,48	1,43	1,75
1928	kwz-Zurig	3,66	1,53	0,82	45	20	113	1,33 2,30	0,42	0,23
<i>Tweede periode</i>										
1930	Gaatje	0,70	0,61	0,50	17	11	26	1,32 2,14	0,87	0,71
1929/30	Gaatje-Zwin	1,10	0,58	0,35	32	19	42	1,26 1,81	0,53	0,32
1930	Zwin-Vlieter	1,90	1,29	0,80	54	34	68	1,29 1,77	0,68	0,42
1930	Breezand West	2,70	2,05	1,50	67	39	94	1,28 2,10	0,76	0,56
1929	Breezand	2,00	2,23	0,77	71	39	101	1,32 1,61	1,12	0,39
1930	Breezand Oost	3,50	2,20	1,30	85	49	119	1,25 2,00	0,63	0,37
1929	Beteug. Middelgr.	(1,56)	—	0,65	217	90	—	1,50	—	0,42
1929/30	Beteugeling Vlieter	(2,81)	—	0,43	318	163	—	1,53	—	0,15
<i>Derde periode</i>										
1931	Javaruggen	4,07	3,29	2,32	108	65	125	1,28 2,20	0,81	0,57
1931	Blinde Geul	0,90	1,53	1,45	95	52	99	2,22 4,55	1,70	1,61
1931	Middelplaat	2,36	1,55	0,88				1,33 1,98	0,66	0,37
1931/2	Middelgronden	1,56	2,14	0,86	93	41	52	1,49 2,14	1,40	0,55
1932	Vlieter	2,81	3,47	1,60	105	64	85	1,30 2,34	1,24	0,57
1920/32	Totaal	32,07	27,17	17,10	1583	818	1143	— —	0,85	0,54
1927/32	1e+2e+3e periode	28,60	24,39	15,23	1418	728	1009	1,60 2,08	0,85	0,53

Een deel van de getallen is exact, maar er zijn ook hoeveelheden vermeld die niet precies bekend zijn. Ze zijn zo goed mogelijk geschat. Naar enkele getallen uit de aanloopperiode moest een slag worden geslagen. In de bestekken waren de hoeveelheden niet verrekenbaar en men heeft er daarom niet altijd nauwkeurig aantekening van gehouden.

Niettemin geeft de tabel een behoorlijk overzicht van de hoeveelheden materialen die bij de aanleg van de Afsluitdijk zijn verbruikt.

Die hoeveelheden zijn over het algemeen groter dan die van tabel 2 (blz. 106). Daarin is uitgegaan van het wiskundig profiel (wp) uit het werkplan-1926. Later, bij het opmaken van de bestekken, kwam men (uiteraard!) uit op iets andere waarden voor het wp. Die nieuwe waarden zijn nu vergeleken met de werkelijk in mvv aangevoerde hoeveelheden. De verhouding tussen deze twee is in de tabel opgenomen als 'uitlevering'. Deze verhouding is soms nog enigermate beïnvloed door uitbreidingen die het werk tijdens de uitvoering ondergaat, waardoor het wp groter wordt. De onder 'uitlevering' vermelde verhoudingen geven daardoor niet precies het materiaal aan dat uiteindelijk niet in het werk is terechtgekomen, maar zij zijn er toch dicht bij. Een hoge uitlevering duidt in den regel op moeilijke omstandigheden, zoals in het Amsteldiep en in de Blinde Geul. Ook het verbruik per meter dijk lengte is soms door moeilijke omstandigheden opgevoerd, maar hier spelen ook andere zaken een rol. De diepte van het water waarin moest worden gebouwd, is natuurlijk van betekenis en het is ook duidelijk dat een dijkvak als dat met de werkhavens op het Breezand, veel meer materiaal, vooral zand, vereist dan een normale dijk. Ook bij de sluisputten is natuurlijk extra veel materiaal verbruikt.

Tijdschema.

Wij mogen vaststellen dat, ondanks de tegenslag met de beteugelingsdammen, de bouw van de Afsluitdijk voorspoedig is verlopen. Op het tijdschema van het werkplan-1926 (fig. 18) is ongeveer een jaar winst behaald. Dit is (fig. 28) vooral te danken geweest aan de grote voortgang in de jaren 1929 en 1930. De inspanning in 1931 heeft als resultaat gehad dat de tegenslag is overwonnen. Het MUZ-apparaat heeft toen, en niet in het laatste jaar (2.2.4, blz. 105) zijn volle aktiviteit moeten ontplooien. Het was daarvoor juist groot genoeg: het had vooral niet kleiner mogen zijn.

2.2.8. TERUGBLIK

Zijn voor de bouw van de Afsluitdijk het beste ontwerp en de juiste wijze van uitvoering gekozen?

Deze vraag kan op twee manieren worden beantwoord. In de eerste plaats kan men nagaan wat zou moeten worden gedaan als men bij het begin van het werk alles zou hebben

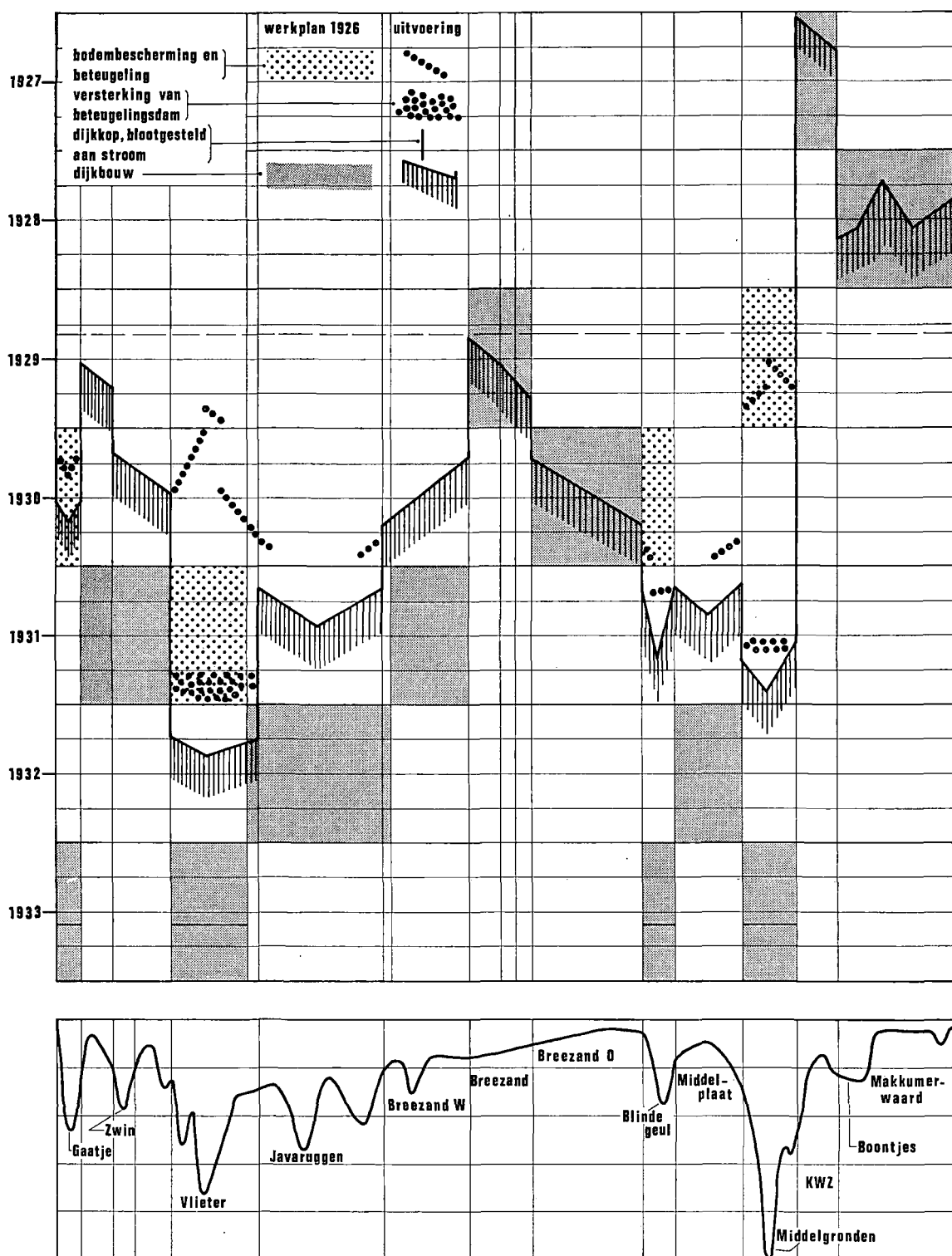


Fig. 28. Tijdschema 1927-1932

voorzien wat is gebeurd en men de beschikking had gehad over de middelen van toen en niet meer dan die.

Het andere antwoord gaat er van uit, dat men *nu* voor de taak zou worden gesteld om de Zuiderzee af te sluiten, met de kennis en de hulpmiddelen van tegenwoordig.

Wij zullen trachten de vraag op de eerste manier te beantwoorden.

Ten aanzien van het tracé van de Afsluitdijk laten wij de vraag buiten beschouwing of de eindpunten bij Van Ewijcksluis, Westerland, Den Oever en Zurig goed zijn gekozen, of dat misschien een verder zuidelijk gelegen dijk de voorkeur had verdiend. Evenmin of de dijk tussen Wieringen en Friesland beter een grote uitbuiging naar het noorden of naar het zuiden had gekregen, inplaats van nagenoeg recht te zijn. Met de uitvoering heeft dit alles niets te maken. Dat is wel het geval met de twee knikken (of liever bochten) die ter weerszijden van het Kornwerderzand zijn aangebracht met het doel de Middelgronden loodrecht te kruisen. Het is niet gemakkelijk te zeggen hoe de afsluiting van de Middelgronden zou zijn verlopen als de dijk recht was geweest en de geul scheef zou zijn gekruist. Gezien de ervaring in de Blinde Geul, die een scherpe hoek met de dijkrichting maakte, lijkt het aannemelijk dat het grondverlies in de Middelgronden nog groter zou zijn geweest dan al het geval was. Misschien zou het niet zijn gelukt de dichting vóór de storm van 4 december 1931 tot stand te brengen, wat tot grote vertraging en schade zou hebben geleid.

Dat de gekozen richting gunstig is voor toe- en afvoer van water en van schepen bij de sluizen op het Kornwerderzand, is een ander voordeel, maar dat heeft weer niets te maken met de uitvoering van de Afsluitdijk.

Over het gekozen algemene werkplan is ook niets dan goeds te zeggen. De opzet om grote delen van de dijk te maken zonder dat de stromen in de overblijvende delen veel sterker zouden worden, is volledig geslaagd. Dat bleek vooral uit de toestand die was ontstaan na het werkseizoen van 1930. Meer dan vijf achtste van de totale lengte van de dijk was al boven water en de beteugelingsdammen waren al aangebracht. De vulling en lediging van de Zuiderzee was maar weinig verzwakt en voltrok zich door de westelijke en oostelijke opening, zonder dat daarbij heel sterke stromen voorkwamen. Misschien was de afsluiting van het Gaatje vlotter gegaan als de gestorte keileemdam van te voren bezonken was geweest, maar het is de vraag, of het de extra kosten waard was geweest.

Anders lag het in de Blinde Geul. Daar heeft de zuinigheid de wijsheid bedrogen. De strijd in die geul en in de Middelgronden, die op het nippertje is gewonnen, was veel en veel gemakkelijker geweest als de sluitdam in de Blinde Geul had kunnen rusten op een betrouwbare bezonken onderbouw van keileem. Een bezinking van 70 000 m² had mis-

schien een klein miljoen kubieke meters zand en keileem uitgespaard en de sluiting een maand of meer versneld.

De beteugelingsdammen hebben gedaan wat ze moesten doen. Ze vormden een stevige basis voor de keileemdijk waarmee de dijk snel boven water kon worden gebracht. De kruin lag diep genoeg om de sluitgaten een voldoende vermogen te geven voor het overstortende water. Voor de scheepvaart door het sluitgat was de diepte maar net genoeg. Eenmaal is een sleepboot op de dam in de Vlieter vastgelopen en door de stroom omvergedrukt. Daarbij is een lid van de bemanning verdronken, het enige dodelijke ongeluk dat bij de afsluiting van de Zuiderzee heeft plaats gevonden.

De dammen hebben de stroom zodanig geleid dat geen ernstige uitschuring van de zeebodem is voorgekomen. Alleen hadden de grondstukken breder moeten zijn.

De aantasting van de zinkstukken van de beteugelingsdammen had deels kunnen worden voorkomen, door voor het binden en bevestigen van de wiepen ander materiaal te gebruiken dan gegalvaniseerd staal. Ongetwijfeld had men een materiaal kunnen vinden dat lang genoeg bestand was geweest tegen de vernielende werking van zeewater.

Moeilijker ligt het met de aantasting door de paalworm. Het zou praktisch onmogelijk zijn geweest de miljoenen bossen rijshout zo te behandelen dat de paalworm er geen vat op zou hebben. Het enige middel zou misschien zijn geweest het maken van de beteugelingsdammen zo lang mogelijk uit te stellen. Was de Middelgronden een jaar later beteugeld en de Vlieter een half jaar, dan had dat wat keileem gekost, omdat de dijkbouw elders de getijstroom zou hebben versterkt, maar waarschijnlijk waren de zinkstukken nog in staat geweest om de winter van 1931–1932 te doorstaan en in 1932 een betrouwbare basis voor de dijkbouw te verschaffen.

De opzet om de laatste keer met 4 tot 4½ km sluitgat te overwinteren, is achteraf juist gebleken. Men had dan niet behoeven te vrezen dat er in de winter 1931–1932 een zeer hoge stormvloed zou komen; wij weten nu, op grond van alles wat is gebeurd, dat die geen kwaad had kunnen doen.

Voor het maken van de dijk waren zand en keileem min of meer aangewezen. Beide materialen waren ruimschoots dicht bij het werk aanwezig. De transportafstand was vaak niet veel meer dan een kilometer en de grond behoefde nooit verder weg te worden gehaald dan acht kilometer. Het materiaal was goedkoop te winnen, te vervoeren en te verwerken. De weerstand die keileem biedt tegen wegvoeren door de stroom is zo groot, dat hij uitstekend geschikt was voor het opbouwen van de sluitkaden waarmee de dijk werd vooruitgewerkt. Dit gold voor de stroomsnelheden waarmee men bij de afsluiting van de Zuiderzee te maken had. Als het tijverschil er bijvoorbeeld tweemaal zo groot was geweest, dan had de keileem het niet aangekund en had men andere sluitingsmetho-

den moeten toepassen, bijvoorbeeld het doen zinken van betonnen caissons of het gebruiken van kabelbanen.

Nu zouden dergelijke kostbare middelen oneconomisch zijn geweest, zelfs in het laatste jaar, toen de sterkste stromen moesten worden overwonnen. De helft van de verwerkte keileem is toen verloren gegaan, maar de daarmee gemoeide kosten zijn slechts een fractie van het bedrag dat het bouwen en afzinken van caissons zou hebben gekost.

Tot het gunstige resultaat heeft niet het minst meegewerkt de keus van het speciale aannemersmaterieel dat voor de afsluiting is vervaardigd. Aan de aannemer van de afsluiting van het Amsteldiep in 1924 komt waarschijnlijk de eer toe, het eerst te hebben gedacht aan het storten van keileem met drijvende grijperkranen. De MUZ heeft zes van deze werktuigen laten bouwen. Zij hebben hun taak met ere verricht.

Ook de speciale onderlossers voor keileem hebben goed voldaan. Zij hebben wat kinderziekten moeten doorstaan, maar daarna hun aandeel geleverd in het tot stand brengen van de Afsluitdijk.

De conclusie is dat, ook als men alles vooruit had geweten, de uitvoering van de Afsluitdijk in grote trekken op dezelfde wijze zou zijn verlopen, als nu het geval is geweest.

Als wij nu de Zuiderzee hadden moeten afsluiten, zou er wel veel anders zijn gegaan. De sluiting zou echter, naar mijn vaste overtuiging, toch met keileem zijn geschied. Het toepassen van dammen van steen, van kabelbanen en van caissons, dat voor Lauwerszeewerken, Deltawerken en dijkherstel in Zeeland onontbeerlijk is, zou in de Zuiderzee niet nodig zijn.

2.3. DE SLUIZEN IN DE AFSLUITDIJK

2.3.1. ALGEMEEN ONTWERPEN UITVOERING

Plaats van de sluizen

Het plan voor de sluizen in de Afsluitdijk is geleidelijk tot stand gekomen. Het is telkens aangepast aan het beschikbaar komen van nieuwe gegevens en van de uitkomsten van nieuwe onderzoeken.

Toen Zuiderzeewerken met zijn werk begon was de stap al gezet om de sluizen niet op Wieringen te bouwen, maar in de open zee.

Korte tijd later werd het besluit genomen, de sluizen te verdelen over een westelijk en een oostelijk complex (2.2.4, blz. 96). De plaats van het eerste lag vrijwel vast door de

loop van de stroomgeulen om de kop van Wieringen (fig. 21). Het oostelijke complex was aanvankelijk ambulant. Als het ontwerp voor de Afsluitdijk weer een nieuw tracé te zien gaf, verhuisde het mee. In het werkplan-1924 lag het op de definitieve plaats, tussen de twee bochten in de Afsluitdijk, op (de rug van) het Kornwerderzand.

Het westelijke complex heeft de naam 'Stevinsluizen' gekregen. De naam 'Lorentzsluizen' is gekozen voor het oostelijke complex.

De afmetingen van de uitwateringsluizen

Voor de uitwateringsluizen had Lely het door hem gekozen dwarsprofiel gerealiseerd door ze een totale breedte te geven van 300 meter en de sluisdrempels te leggen op 4 meter onder het winterpeil van het IJsselmeer. Er was geen bijzondere reden om nu juist die diepte te kiezen. Het had ook $3\frac{1}{2}$ of $4\frac{1}{2}$ meter kunnen zijn.

De breedte van 300 meter was door Lely verdeeld over zes groepen, waartussen vijf plateaus. De bedoeling daarvan was, de spuistroom niet te veel te concentreren, maar te spreiden over een voldoende breedte. De uitschurende werking van de stroom zou zo doende binnen aanvaardbare perken blijven. Om constructieve redenen werd de 50 m van elke groep verdeeld in 4 sluisokers (openingen) van $12\frac{1}{2}$ m elk.

zw had in het allereerste begin nog gedacht aan een concentratie van 30 openingen van 10 m breedte bij Den Oever, maar nam al heel spoedig de verdeling in groepen over. Het ontwerp omvatte 5 groepen, elk van 5 okers van 12 m breedte.

Toen men de capaciteit van de sluizen met 20 percent ging uitbreiden, werd het aantal groepen van vijf op zes gebracht. Daarvan zou de helft deel uitmaken van de Stevinsluizen. De andere drie groepen zouden op het kwz komen. Later verviel, zoals we hebben gezien (2.1.3), de zesde groep weer. Waterstaatkundig was er een lichte voorkeur voor een verdeling van twee groepen bij Den Oever en drie op het kwz, maar Defensie wilde in geval van een invasie uit het oosten de grootste capaciteit zo lang mogelijk in eigen hand houden en daarom is de verhouding andersom geworden.

Het complex uitwateringsluizen van de Stevinsluizen bestaat dus uit drie groepen (genummerd 1, 2 en 3), met een totale breedte van 180 m. De Lorentzsluizen hebben twee groepen uitwateringsluizen (4 en 5), samen 120 m breed.

De afmetingen van de schutsluizen

De scheepvaart was langs de Friese kust vrij intensief, vooral tussen de Zuiderzeehavens en Harlingen. Het ging vooral om kleine schepen, maar er voeren toch ook wat grote schepen langs. Voor hen was het nodig een ruime schutsluis te bouwen en men kwam tot een schutlengte van 142 m en een breedte in de sluishoofden van 14 m.

Een grote diepte was niet nodig, omdat schepen met grotere diepgang dan omstreeks

3 m niet op het IJsselmeer en in de daaromheen gelegen havens terecht kunnen. De reeds door Lely aangegeven drempeldiepte van 4 m onder het IJsselmeerpeil, dat is NAP—4,4 m, is voor het definitieve ontwerp aangehouden. De grootste te verwachten schepen, tegenwoordig ook kleine kustvaarders (coasters), kunnen ook bij zeer lage waterstanden worden geschutz.

Het drukke verkeer met kleine schepen maakte het gewenst om op het K.W.Z., behalve de grote schutsluis, ook nog een kleine aan te leggen, die de maten $70 \times 9 \times -4,4$ m kreeg.

Bij Den Oever was de vaart minder druk. Voor de Stevinsluizen werd een tweede schutsluis dan ook niet nodig geacht. Wel moest ook hier worden gerekend op enkele grote schepen, zodat de sluis de zelfde hoofdafmetingen kreeg als de grote schutsluis van de Lorentzsluizen ($142 \times 14 \times -4,4$ m). Voor de vaart met kleinere schepen is de schutkolk wel erg groot. Daarom is een tussenhoofd aangebracht, waardoor de kolk is gesplitst in twee delen, die schutlengten kregen van 57 en 79 m (fig. 34).

De bruggen

De kruisingen van het landverkeer over de Afsluitdijk met de scheepvaart door de schutsluizen zijn verzorgd door beweegbare bruggen, die aan de schepen een onbeperkte doorvaarthoogte aanbieden. Men had kunnen denken aan ophaalbruggen of basculebruggen, maar het was alweer met het oog op defensiebelangen dat het draaibruggen zijn geworden. Omhoog staande brugklappen zouden een te duidelijk mikpunt voor artillerie zijn geweest.

Om een snelle doorvaart door de bruggen, en dus korte openingstijden, mogelijk te maken werden ze niet gecombineerd met de buitenhoofden van de schutsluizen, zoals het vaak gebeurt, maar werden de schutsluizen ongeveer een halve kilometer binnenwaarts (dus naar de IJsselmeerzijde) verschoven. Daardoor ontstond ook een voorhaven, waar wachtende schepen in rustig water hun beurt om te schutten kunnen afwachten (fig. 29 en 30).

Op deze wijze hebben de sluiscomplexen de vorm gekregen van een hoofdletter L, één poot met de uitwateringssluizen in de lijn van de Afsluitdijk, de andere poot met de schutsluizen haaks daarop en de draaibruggen in het hoekpunt. Ook de bouwputten hebben die vorm gehad (fig. 13 en 19).

Tijdschema voor de bouw

De uitwateringssluizen zouden in bedrijf moeten zijn zodra de Zuiderzee zou zijn afgesloten. De schutsluizen nog eerder, want vóór de stroom door de sluitgaten zo sterk zou worden dat daar geen veilige scheepvaart meer mogelijk was, zou de vaart van de schutsluizen gebruik moeten maken.

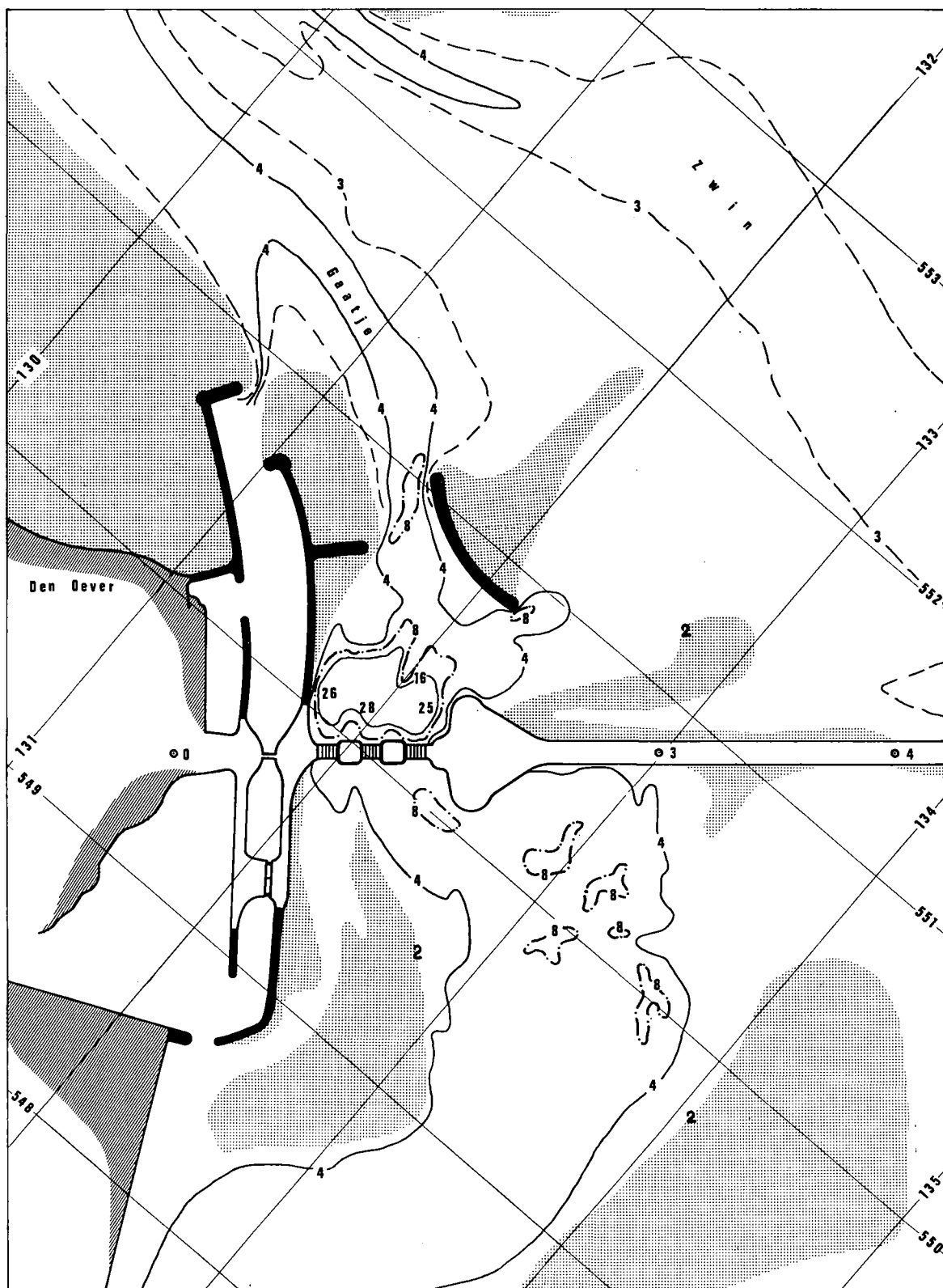


Fig. 29. De Stevin sluizen

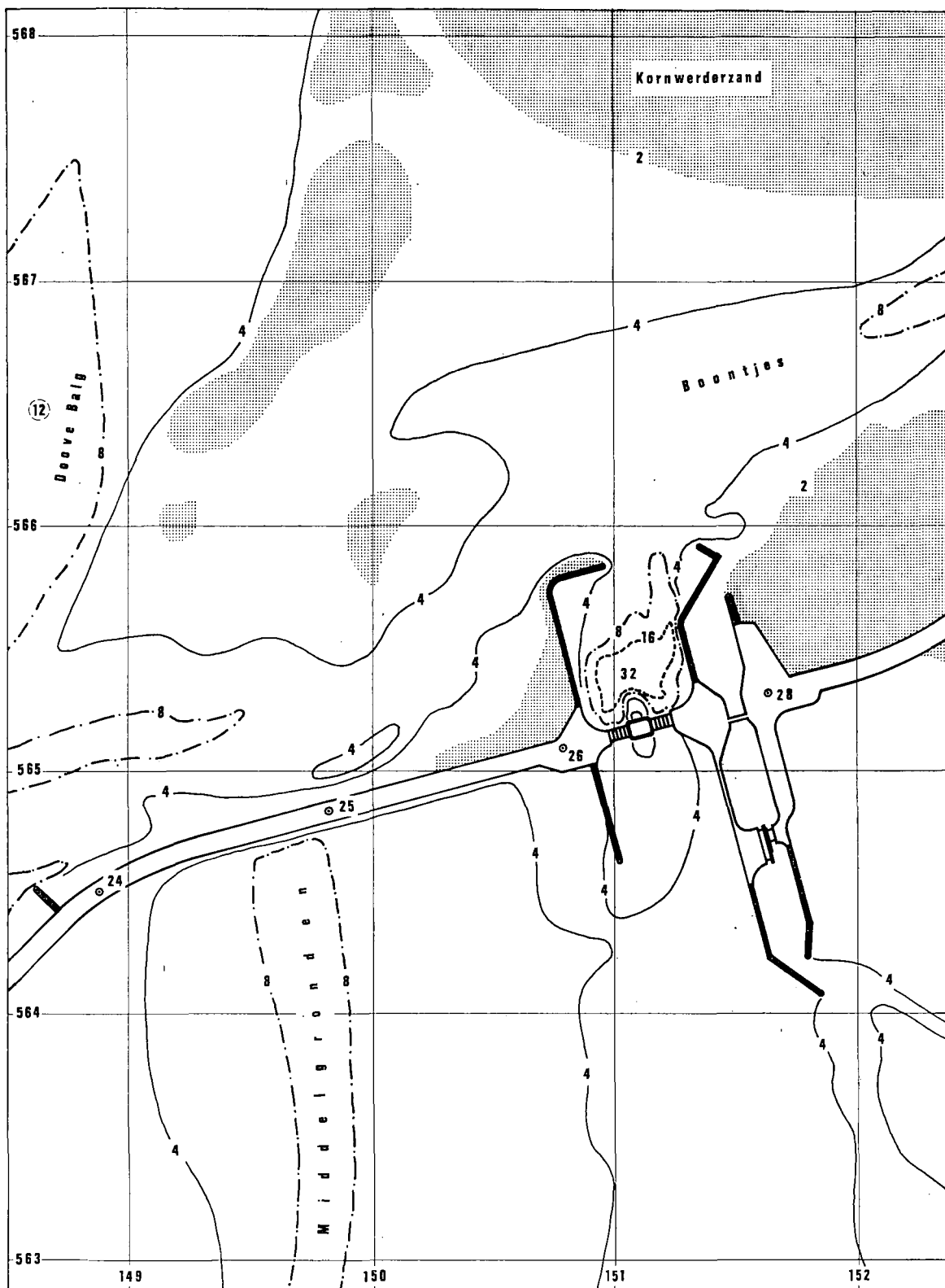


Fig. 30. De Lorentzsluizen

Het was dus zaak tijdig te beginnen met de sluisbouw. Daarvoor was drie jaar uitgetrokken. Het program voor het maken van de Afsluitdijk zelf strekte zich uit over zeven jaar (1927 t/m 1933) en op het eerste gezicht was er dus voldoende speling. Men moest er echter op rekenen dat bij de sluisbouw het wel een jaar zou kunnen tegenvallen en dat de Afsluitdijk misschien wel eens een jaar eerder zou kunnen worden gesloten dan het werkplan van 1926 aangaf. Bovendien moest de bouwput voor de Lorentzsluizen eerst nog worden gemaakt. Daarmee is dan ook begonnen als eerste van de afsluitingswerken (2.2.5). Het is maar goed dat dit is gedaan, want tengevolge van de gebeurtenissen bij de dijkbouw (2.2.6 en 2.2.7) moest een der schutsluizen al in de zomer van 1931 in dienst worden gesteld.

Voor de Stevinsluizen was de bouwput al gemaakt eer met het werkplan-1926 werd begonnen. De ringdijk moest dienen om het sluisterrein te beschermen tegen uitschuring (2.1.5, blz. 64 en 2.2.3, blz. 91). De later verrichte waarnemingen hebben doen zien hoe nodig deze voorzorg is geweest. Ongetwijfeld waren anders diepe geulen in de bodem geschuurd gedurende de periode tussen de afsluiting van het Amsteldiep in 1924 en het hervatten van de afsluitingswerken in 1927. Nu is de keileem behouden gebleven waarop de zware sluizen en bruggen konden worden gefundeerd. De draagkracht van de keileem is vastgesteld door de proefnemingen in de tijdelijk drooggezette bouwput (2.1.2, blz. 49). De sluizen en bruggen zijn rechtstreeks op de keileem gefundeerd.

Bij het Kornwerderzand was de bodemgesteldheid niet zó gunstig. Daar zijn onder de betonnen funderingsplaten houten palen geheid.

Het verloop van de sluizenbouw blijkt uit tabel 4.

TABEL 4. TIJDSHEMA SLUIZENBOUW

	<i>Stevinsluizen</i>		<i>Lorentzsluizen</i>	
	<i>begin</i>	<i>gereed</i>	<i>begin</i>	<i>gereed</i>
Bouwput	juni 1922	juli 1923	jan 1927	mei 1928
Fundering	april 1927	april 1928	juni 1928	juli 1929
Opbouw van betonwerk	april 1928	okt 1930	juli 1929	dec 1930
Stalen waterkeringen	1930	juni 1932	1930	juni 1932
Leidammen	mei 1931	1932	mei 1930	sept 1930
Grondwerk	1930	1932	1931	1932
Schutsluizen { voorlopig	nov 1930		15 juli 1931	
in bedrijf { officieel			7 okt 1931	
Uitwateringsluizen in bedrijf	9 mei 1932		26 mei 1932	

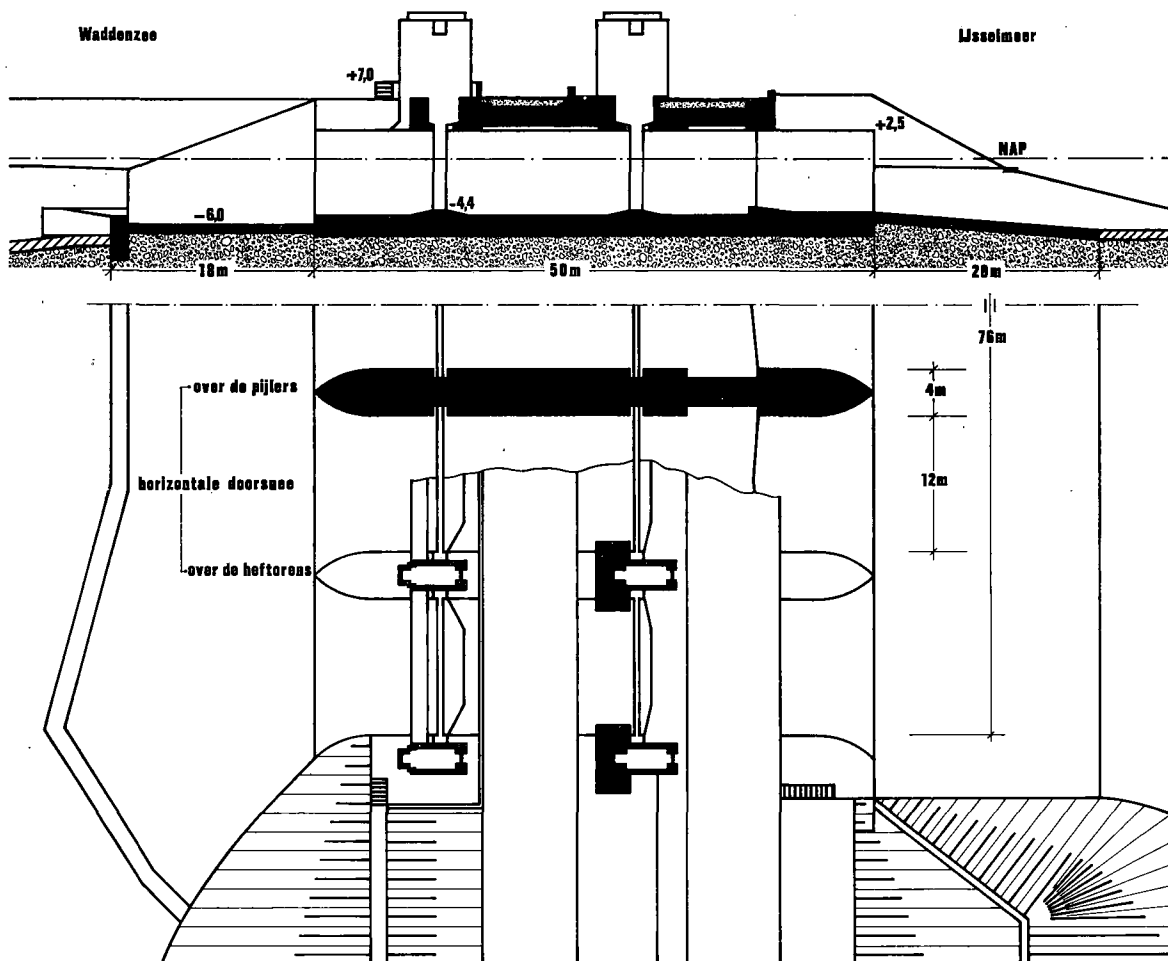


Fig. 31. Uitwateringsluizen (Stevin)

2.3.2. DE UITWATERINGSLUIZEN

De sluisgebouwen

De uitwateringsluizen van de Stevinluizen en van de Lorentzluizen verkeren vrijwel in dezelfde omstandigheden. Afgezien van het feit dat de eerste uit drie groepen bestaan en de andere uit twee, zijn zij dan ook in hoofdtrekken gelijk aan elkander. Er zijn echter tal van verschillen in details. De redenen voor die verschillen zijn niet meer na te gaan.

De taak van de uitwateringsluizen is het verlenen van een doortocht van het water dat uit het IJsselmeer wordt geloosd en het daarbij in stand houden van de zeewering en van het wegverkeer. Voor het eerste dienen de sluiskokers, voor het tweede de afsluit-

middelen daarvan en de overbruggingen. Om de voor de afsluitmiddelen en de overbruggingen nodige ruimte te verkrijgen zijn de kokers tamelijk lang geworden (fig. 31). De pijlers die ze van elkander scheiden, hebben een lengte, van punt tot punt gemeten, van vijftig meter. Zij konden geen hydrodynamisch bijzonder gunstige vorm krijgen, maar bieden toch, met hun spitse koppen, aan het stromende water weinig weerstand. Doordat ook aan de vorm van de drempels in de sluisvloer veel aandacht is gegeven, hebben de sluizen een vrij hoge 'afvoercoëfficiënt', iets boven de eenheid (2.1.3).

Het dak van de sluiskokers, dus de onderkant van de overbruggingen, ligt op NAP + 2,5 m, dat is ruimschoots boven de hoogste waterstand waarbij nog wordt gespuid. De kokers doen dus dienst als open sluizen, niet als duikers. De stormvloeden kunnen in de Waddenzee veel hoger oplopen dan het niveau van het dak. De overbruggingen maken dus deel uit van de waterkering.

De beweegbare waterkeringen

Onder het dak wordt de waterkering gevormd door de afsluitmiddelen van de kokers. Om een grote veiligheid te waarborgen, zijn ze in elke koker drie in getal. Van zee uit gerekend komen eerst de noorderschuiven, vervolgens de zuiderschuiven en ten slotte de puntdeuren. De zuiderschuiven zijn de normale waterkering. Het spuien wordt meestal geregeld door ze (deels) te openen of te sluiten. De noorderschuiven worden daarvoor gebruikt als de zuiderschuiven voor onderhoud of om andere redenen buiten dienst zijn. Ook moeten ze dienst doen als tijdens storm of harde noordwestenwind de sluizen worden getroffen door hoge golven. Daarop zullen we uitvoerig moeten terugkomen als de lotgevallen worden nagegaan van de sluizen nadat ze in bedrijf zijn gesteld (2.4.2.).

Ook aan de puntdeuren was oorspronkelijk een dubbele functie toegedacht. Eensdeels waren ze een extra reserve bij stormvloed, maar ook was het plan om ze te gebruiken voor 'automatisch spuien'. Als het te voorzien zou zijn dat enige tijen achtereen zou moeten worden gespuid, zou men de deuren los zetten. Bij laag water in zee zouden ze worden opgedrukt door het IJsselmeerwater. Tegen de tijd van hoogwater in de Waddenzee zou de waterdruk, nu van de andere kant, ze weer sluiten.

De schuiven werden opgehangen aan smeedstalen kettingen die over wielen boven in heftorens naar tegenwichten liepen. De tegenwichten waren blokken beton, waarin stalen ponsdoppen waren verwerkt om het benodigde gewicht, bijna twintig ton, in de beschikbare ruimte onder te brengen. De elektromotoren en de overbrenging naar de kettingwielen bevinden zich boven in de heftorens. Deze torens, reikend tot ruim zeven meter boven het doorgaande wegdek, twaalf per sluisgroep, bepalen het silhouet van de uitwateringsluizen.

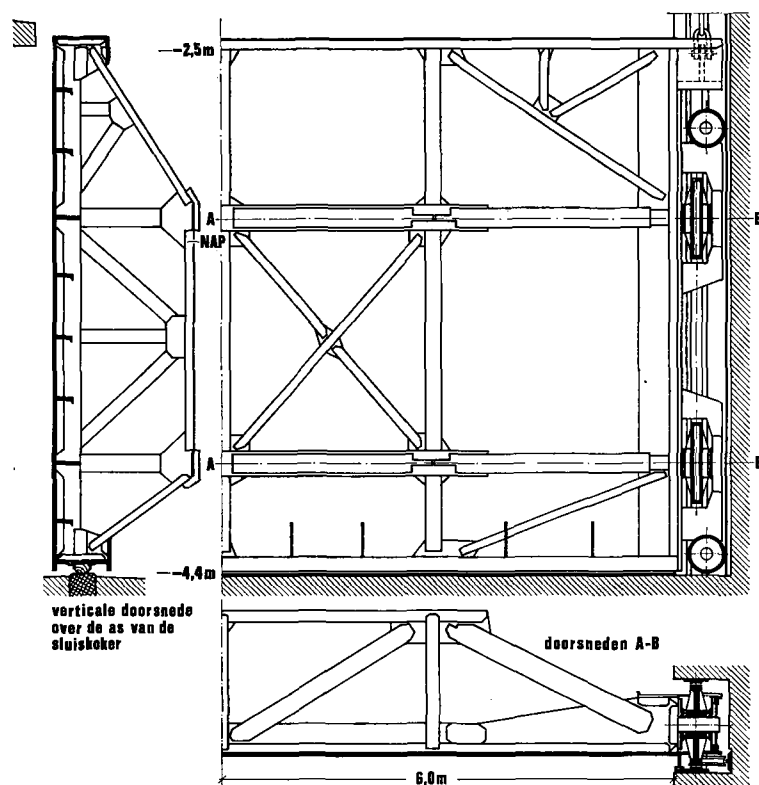


Fig. 32. Schuif in de Stevinssluisen

De constructie van de schuiven zelf was voor de Stevinssluisen en de Lorentzssluisen verschillend. De beplating, die de waterkering vormt, wordt bij de eerste gesteund door horizontale vakwerkliggers, bij de tweede door kokerliggers (fig. 32 en 33). Verticale stijlen zijn respectievelijk vakwerken en volle wanden.

De loopwielen waarmee de schuiven langs de verticale rails worden geleid, zijn bevestigd bij de uiteinden van de horizontale liggers.

Aan de afdichting tussen de schuiven en het sluisgebouw is veel zorg besteed. Langs de onderkant stuit een aan de onderligger bevestigde groenharthouten aanslagbalk tegen de granieten onderdorpel in de sluisvloer. Boven slaat een rubberslab tegen het beton van de overbrugging. Op zij zijn rubber stroken, waarvan het vrije einde, verstijfd door een koperen kraal, door de waterdruk wordt geperst tegen een der zijkanen van een groef in de looprail. De bedoeling van dit alles is het beperken van de lek. De hoeveelheid lekwater zal, zelfs bij een onvolkomen afdichting, niet zó groot zijn dat de waterhuishouding van het IJsselmeer in gedrang zou komen, maar het zout dat zou meekomen zou een merkbare invloed hebben op de kwaliteit van het IJsselmeerwater.

De puntdeuren zijn in beide sluiscomplexen aan elkander gelijk. Zij bestaan uit aaneen-

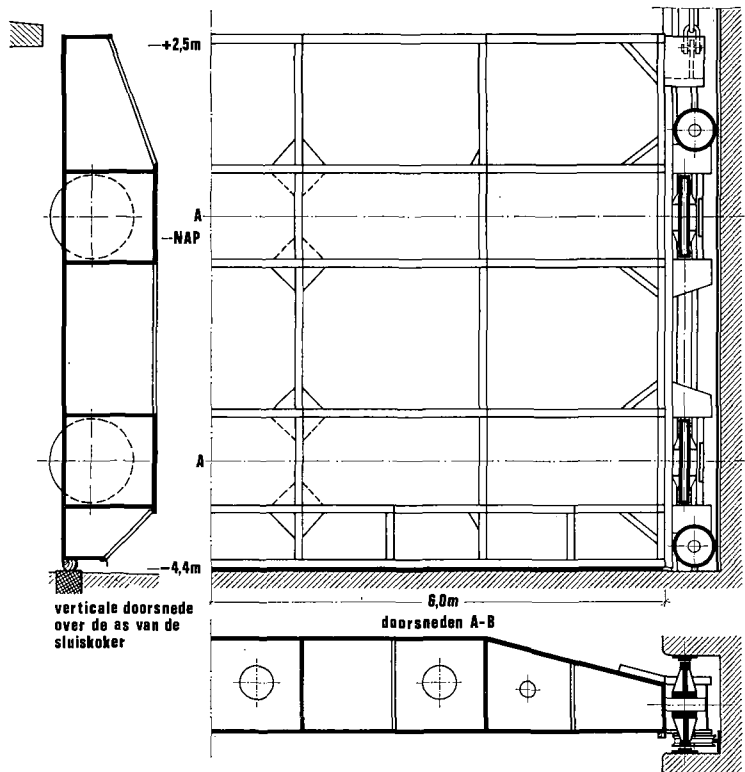


Fig. 33. Schuif in de Lorentzsluizen

gelaste verticale damplanken met de nodige verstijvingen. Zij kregen een klinkconstructie om ze in open stand vast te zetten en een inrichting om ze een eindweegs uit de deurkas te trekken als de klink los is.

De stortebedden

Een belangrijk punt bij alle stroomsluizen is de bescherming van de bodem ter weerszijden tegen de uitschurende werking van het door de sluis stromende water. Aan de bovenstroomse zijde wordt die bescherming gegeven door ontvangbedden, aan de benedenstroomse kant door stortebedden.

Op grond van modelproeven hebben de ontvangbedden de vorm gekregen van een plaat van beton, 20 m breed, en een daartegen geplaatst zinkstuk ter breedte van 25 m. Ter weerszijden sluiten de ontvangbedden aan tegen taludkegels die de grens vormen van de plateaus tussen de sluisgroepen en van de aansluitende dijkvakken. De taludkegels waren bekleed met basaltzuilen van 30/40 cm lengte.

De stortebedden zijn uitgevoerd als betonnen platen, voor het midden van elke groep 18 m breed, met hoeken ter weerszijden die tot 24 m vooruitsteken. Langs de rand van

elk stortebed is een drempel gemaakt, in het midden een halve meter hoog, naar beide kanten oplopend tot $1\frac{1}{2}$ m boven de plaat, waarvan het oppervlak ligt op NAP—6 m. Voorbij het betonnen stortebed is de zeebodem onverdedigd gelaten. Men verwachtte, dat de spuiroom door de drempel zou worden afgelicht van de bodem en dat daaronder een tegenstroom (neer) zou ontstaan, die bodemmateriaal naar de drempel toe zou voeren en zo verdieping langs het stortebed zou voorkomen. Verder van de sluis verwijderd zou de bodem worden uitgeschuurd, zelfs tot grote diepte, op den duur twintig meter en meer. Daarin werd geen bezwaar gezien.

Ook op dit punt zullen we later (2.4.2, blz. 171–174) uitvoerig moeten terugkomen.

Onderhoud

Om onderhoud en herstel van de looprails en aanslagen goed te kunnen verrichten, moet het mogelijk zijn de sluiskokers (één voor één) droog te zetten. Aanvankelijk waren daarvoor schipdeuren ontworpen, die tegen de buiten- en binnenkant van de pijlers, respectievelijk landhoofden, zouden worden gezonken. De schipdeuren, twee in elk complex, zouden worden bewaard in dokjes die tegen de binnenhoofden van de schutsluizen zijn aangebracht.

Men heeft dat denkbeeld laten varen en voor het droogmaken van de sluiskokers afsluitschotten gemaakt die, als ze geen dienst doen, op pijlers van de sluizen liggen. De schuiven en deuren van de uitwateringsluizen vormen een omvangrijk arsenaal. De 50 schuiven wegen samen 2065 ton en hebben een verf-oppervlak van 26040 m². Voor de 52 deuren (2 in reserve) zijn deze getallen 811 ton en 9620 m².

De schuiven kunnen in geheven stand worden onderhouden en zo nodig hersteld of gewijzigd, maar de puntdeuren, die in een heel benauwde ruimte zitten, moeten naar buiten worden gehaald. Daarvoor is een speciale ponton (beun- of kantelponton) gemaakt, die aanvankelijk ook diende voor het verplaatsen van de afsluitschotten. Al deze voorzieningen zijn pas tot stand gekomen nadat de sluizen in bedrijf waren, in 1935–1937.

2.3.3. DE SCHEEPVAART KRUIST DE AFSLUITDIJK

Hoogte van de waterkering

De drie schutsluizen maken deel uit van de hoofdwaterkering tegen de open zee. Zij zijn daarom ontworpen om te keren tegen de hoogste stormvloedstanden waarop destijds was gerekend, NAP+3,5 meter bij Den Oever en NAP+3,75 meter op het KWZ.

De buitenhoofden zijn anderhalve meter hoger opgetrokken. Dat was ruimschoots voldoende, want het is uitgesloten dat golven van enige betekenis uit de Waddenzee tot de sluizen zullen doordringen tussen de leidammen, door de brugopeningen en door de

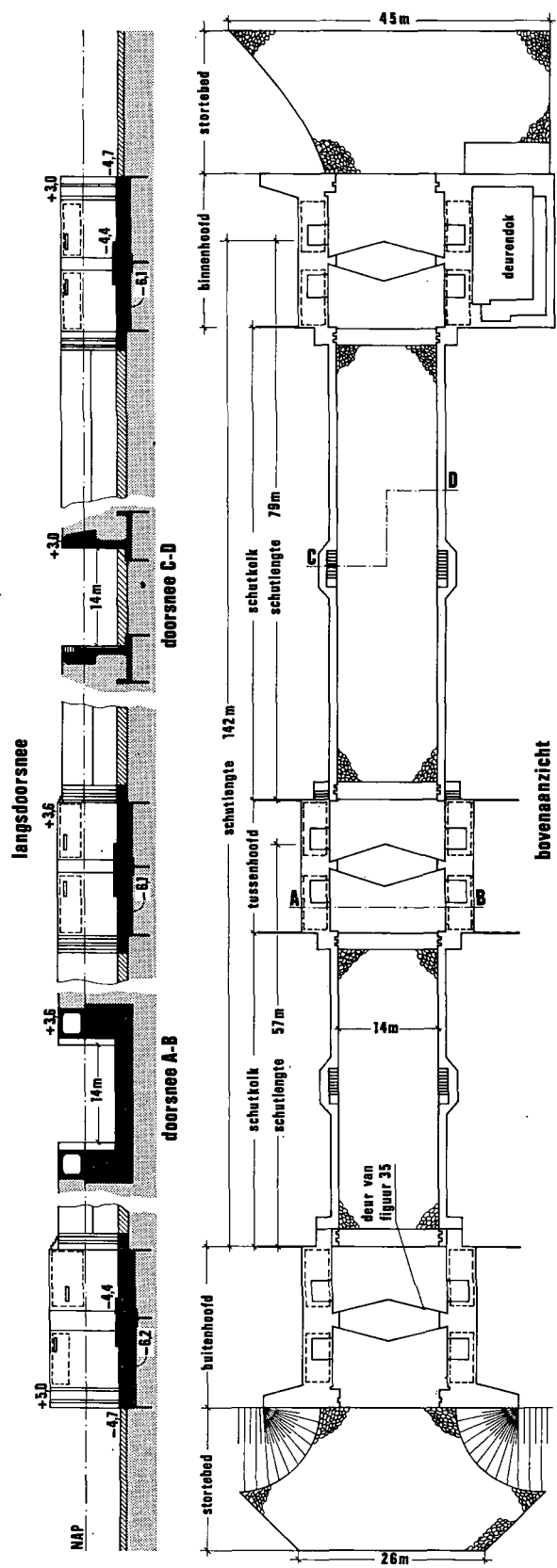


Fig. 34. Schutsluis bij Den Oever (Stevinsluizen)

voorhavens. Van de twee beweegbare keringen die in een primaire waterkering nodig worden geacht, keert alleen de buitenste (de stormdeuren) tot juist onder het bovenvlak van het buitensluishoofd. De tweede, in de Lorentzsluizen eveneens in het buitensluishoofd, in de Stevinsluizen in het tussenhoofd (fig. 34), reikt maar net tot of even boven het stormvloedpeil. Dit is redelijk. De vloeddeuren in het binnenhoofd behoeven niet veel hoger te keren dan het schutpeil, het hoogste peil in de Waddenzee waarbij nog wordt geschut.

De ebdeuren in de binnenhoofden moeten nog dienst doen bij extreem hoge standen in het IJsselmeer. Die in de andere hoofden keren alleen tot boven het schutpeil in het IJsselmeer.

Van belang is nog de hoogteligging van de openingen in de muren van de sluishoofden waardoor de duwpersen passeren die de deuren verbinden met hun bewegingsmechanisme. Van hun niveau hangt af in hoeverre de kelders waarin het bewegingsmechanisme is ondergebracht watervrij zijn.

TABEL 5. PEILEN SCHUTSLUIZEN AFSLUITDIJK

		Lorentzsluizen	
<i>meters boven NAP</i>	<i>Stevinsluizen</i>	<i>Grote SS</i>	<i>Kleine SS</i>
<i>Sluishoofden (bovenkant)</i>			
Buitenhoofd	5,0	5,25	5,25
Tussenhoofd	3,6	—	—
Binnenhoofd	3,0	3,0	3,0
<i>Waddenzeezijde (vloeddeuren)</i>			
Hoogste waterstand	3,5		3,75
Schutpeil	2,15	2,15	1,8
Stormdeur { kering	4,88	5,13	5,0
{ opening	4,2	4,2	4,44
Buitenvloeddeur { kering	3,48	4,09	3,76
{ opening	2,4	4,2	4,42
Binnenvloeddeur { kering	2,88	2,88	2,75
{ opening	2,35	2,4	2,18
<i>IJsselmeerzijde (ebdeuren)</i>			
Hoogste waterstand	1,1		1,5
Schutpeil	2,0	1,15	1,4
Ebdeur binnenhoofd { kering	2,13	1,50	1,51
{ opening	2,35	2,4	4,42
Ebdeur tussenhoofd { kering	2,35	—	—
{ opening	2,40	—	—
Ebdeur buitenhoofd { kering	2,12	1,23	1,51
{ opening	2,38	2,4	2,18

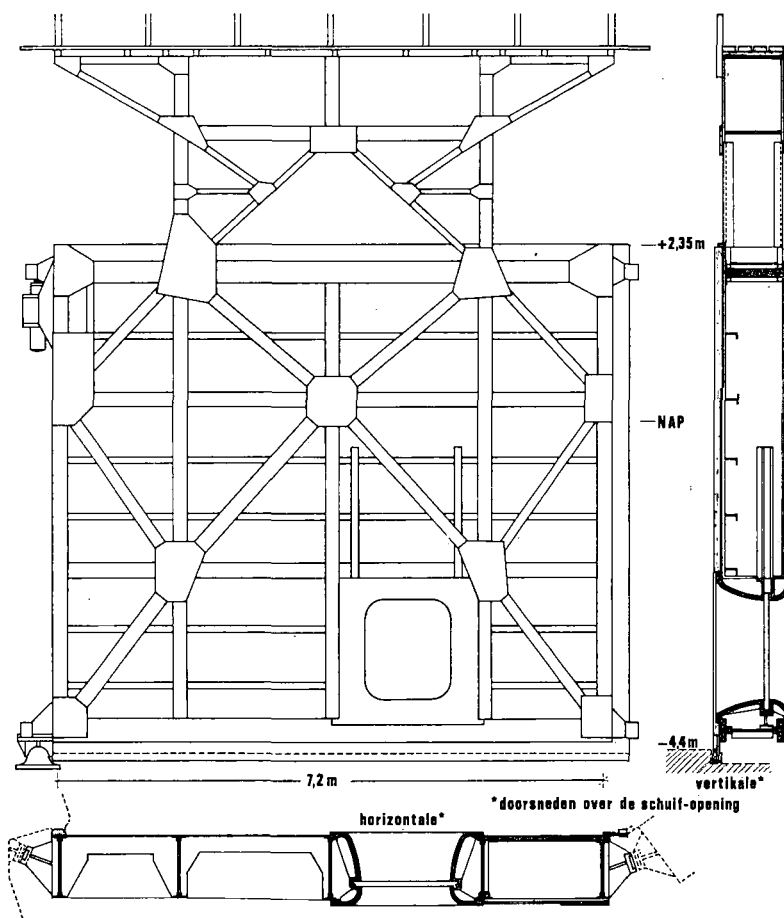


Fig. 35. Ebdeur in 'buitenhoofd' schutsluis Den Oever

Er zijn vrij grote verschillen tussen de peilen bij het ene sluiscomplex en bij het andere. Het is niet meer mogelijk na te gaan welke redenen daartoe hebben geleid. Tabel 5 geeft de voornaamste peilen in meters boven NAP.

Vulling en lediging van de schutkolken

De schutkolk van de grote schutsluis op het KWZ wordt gevuld en geledigd door omloopriolen in de sluishoofden. Vulling en lediging van de kolk van de kleine schutsluis gebeurt door schuiven (rinketten) in de puntdeuren. In de houten deuren is een eenvoudige traditionele constructie toegepast.

Ook bij Den Oever gaat het vullen en ledigen door de deuren. Van de grote ruimte tussen de beide beplatingen van de stalen deuren is gebruik gemaakt door gietstukken aan te brengen die een schuifopening van hydraulisch zeer gunstige vorm begrenzen. Kleine

openingen en dus kleine schuiven waarborgen toch het snel vullen of ledigen van de schutkolk (fig. 35).

Er zijn nog proeven genomen om de deuren te bewegen door een in de schuifopening aangebrachte schroef. Als die proeven geslaagd waren, zou een heel eenvoudige bediening van de schutsluis zijn verkregen. Het werd echter een grandioze mislukking. De deuren worden nu bewogen door duwpersen, via een 'Panamawiel' aangedreven door elektromotoren.

Ook de schuiven in de omloopriolen van de grote schutsluis van de Lorentzsluizen worden elektrisch bewogen. Men was er in die tijd nog niet aan toe om ook de kleine sluis aldaar te elektrificeren. De redenering was 'waarom zouden we het mechanisch doen, als het ook goed met mankracht kan?' Om de deuren te openen en te sluiten zijn windwerken geplaatst die met de hand worden bewogen. Tengevolge daarvan werd het wel heel moeilijk om de grote schutsluis uitsluitend te gebruiken voor schepen die te lang of te breed waren om door de kleine sluis te worden geschut.

De sluisgebouwen

De hoofden van de grote schutsluizen (fig. 34) zijn gebouwd op funderingsplaten van gewapend beton. Bij de Stevinsluizen rusten de platen op de keileem, bij de Lorentzsluizen op houten palen.

Van de betonnen muren zijn alleen de bovenste delen gewapend. Daar bevinden zich de kelders voor de bewegingsinrichtingen van de deuren. De spleten waardoor de duwpersen naar buiten gaan, liggen zo hoog, dat bij de hoogste waterstanden in de Waddenzee en in het IJsselmeer waarop werd gerekend, de kelders praktisch watervrij zijn.

De vloeren zijn tussen de granieten aanslagdorpels afgewerkt met klinker-metselwerk. De schutkolken zijn niet uitgevoerd als betonnen bakken. De zeer goede ondergrond bij Den Oever en de redelijke bodem op het kwz maken dat onnodig. De schutkolkmuren bestaan onder water uit haakvormige muren van gewapend beton, bij de Lorentzsluizen op palen van het zelfde materiaal. Daarboven zijn het keermuren van stampbeton. De kolkvloeren worden gevormd door een steenbezetting op een rijshouten onderlaag.

De dagzijde van de schutkolkmuren ligt in één lijn met die van de sluishoofden. De sluisen zijn dus over de geheel lengte, in de hoofden en in de kolken, even breed: 14 m. Ze zijn gedimensioneerd op het schutten van een 2000 tons Rijnschip samen met de sleepboot. Die grote sleepscheep, lang 98 m, breed 11,6 m en volgeladen met een diepgang van 2,8 m beheersten destijds de vaart op de Rijn en zijn takken. Bij goed weer kunnen ze van Den Oever naar Den Helder en van het kwz naar Harlingen varen.

Tegen het binnenhoofd van elk der grote sluisen is op een uitbreiding van de funderingsplaat een dokje gebouwd voor het opbergen van de schipdeuren die zouden worden aan-

geschaft om de kokers van de uitwateringsluizen af te sluiten wanneer dat nodig zou zijn voor het onderhoud of het herstel van de schuiven en de deuren in die kokers (2.3.2, blz. 148). Uitgebreide remmingwerken en – in den droge gemaakte – stortebedden van steenzetting op rijswerk voltooien de sluizen.

De kleine schutsluis op het kwz is een betrekkelijk eenvoudig bouwwerk. De constructie komt, op kleiner schaal, in grote trekken overeen met die van de andere sluizen. De afmetingen laten het schutten toe van een Kempenaar, een sleepschip van omstreeks 600 ton ($55 \times 8,5 \times 1,9$ m), maar hij is in het bijzonder bedoeld voor vissersschepen.

De stalen puntdeuren van de grote schutsluizen moeten voor onderhoud en herstel uit het water worden gelicht. Daarvoor is een kraanponton gemaakt die in de sluis kan komen om de deuren op te hijsen. Uiteraard vaart hij met zijn last weg om zijn werk te verrichten op een daarvoor bestemde ligplaats.

Voor de groenharthouten deuren van de kleine schutsluis op het kwz is een dergelijke inrichting niet nodig.

De hoek van de deurkassen waar zich het draaipunt van de deuren (de taats) bevindt, kan worden drooggezet door middel van een 'taatskuip'.

De bruggen

De draaibruggen vormen de kruising van het verkeer te water en te land. De doorvaartswijdte is 16 m. In verband daarmee zijn de bruggen 46 m lang: de draai pijler (10,8 m), twee openingen (32 m) en de oplegging van de brug op de landhoofden ter weerszijden (1,6 m).

Eén brug was bestemd voor de spoorweg en zou een breedte van omstreeks 10 m (dubbel spoor) krijgen. De grootte van de vierkante draai pijler ($10,8 \times 10,8$ m) was daardoor bepaald. De draai pijler voor de 'weg voor gewoon verkeer' werd even groot gemaakt, om de scheepvaart een rechte doorvaart te verschaffen. Misschien is het daaraan te danken dat de wegbrug zo royaal is uitgevallen. Toen het ontwerp werd gemaakt dacht men voor de weg over de Afsluitdijk aan een breedte van 5 m. Op de brug werd het ruim 6 m met een voetpad van $1\frac{1}{2}$ m ter weerszijden.

De rijbaan ligt bij de Stevinsluizen op NAP + 5,95 m en bij de Lorentzsluizen een meter hoger. De doorvaarthoogte onder de gesloten brug is daar over het grootste deel van de breedte omstreeks vijf meter boven gemiddeld hoogwater, tegen vier meter bij de Stevinsluizen.

Het feit dat het machtige apparaat voor de landsverdediging draaibruggen had voorgeschreven, was ongunstig voor het tracé van de aansluitende wegen. De bruggen voor

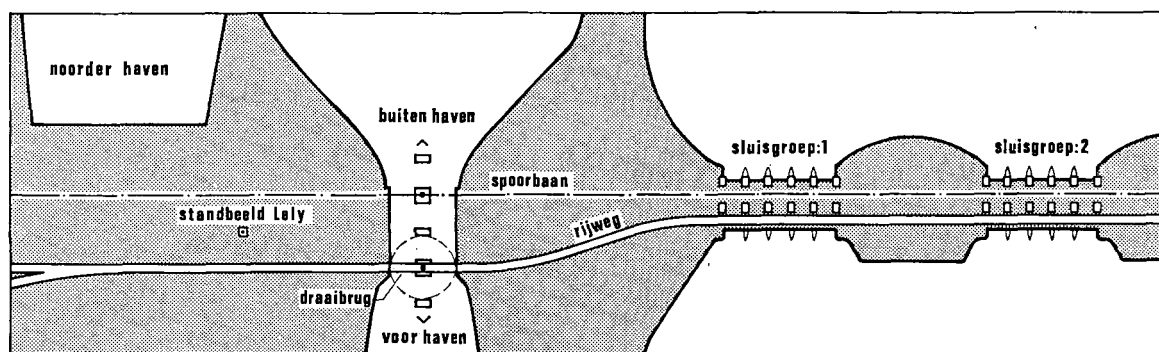


Fig. 36. Tussen Den Oever en de Stevinssluisen

spoor- en wegverkeer zouden immers tegelijkertijd moeten openstaan en dat was alleen mogelijk als de afstand tussen de draaipiJlers hart op hart groter was dan de lengte van de brug (eigenlijk twee maal de lengte van een halve brug). Het werd 48 m. In de spoorweg mag hoogstens een flauwe bocht (2000 meter straal) voorkomen en de spoorbrug kwam dus in het verlengde van de lijn die midden tussen de noorder en zuider heftorens van de uitwateringsluizen loopt (fig. 36).

Op die sluizen ligt de as van de rijweg op $16\frac{1}{2}$ m van de as van de spoorlijn. Over de korte afstand tussen sluizen en brug moet de weg dus ruim dertig meter uitwijken en een S-bocht volgen. De richtingverandering is 18 graden, de straal van de bogen 200 meter. Tussen de tracé's van weg en spoorweg was voldoende om er het standbeeld te plaatsen van Lely, met oliejas en zeelaarzen aan.

In de lijn die de draaipiJlers verbindt bevinden zich drie steunen voor de uiteinden van de opengedraaide bruggen. Verder zijn er uitgebreide remmingwerken gemaakt die de schepen een geleiding verschaffen langs de draaipiJlers, de steunen en de landhoofden.

Leidammen

Aan de Waddenzeekant en aan de zijde van het IJsselmeer zijn havendammen aangelegd. De eerste functie van deze dammen is het verschaffen van rustig vaarwater aan de schepen die sluizen of bruggen naderen. Bovendien moeten ze ook dienen om de vaargeulen te beschermen tegen aanzanden of aanslibben. Zonder leidammen zou, vooral aan de zijde van de Waddenzee, een zeer omvangrijk baggerwerk vereist zijn om de geulen in stand te houden. Door de aanwezigheid van de dammen wordt het baggerwerk lang niet vermeden, maar toch wel sterk gereduceerd.

Bij de Lorentzsluizen is, behalve de dammen die de scheepvaartweg begrenzen, nog een korte dam gemaakt aan de zuidwestkant van het complex om de uitwateringsluizen enigszins te beschutten tegen uit die richting komende golven (fig. 30).

Bij de Stevinsluizen was een dergelijke maatregel niet nodig. De uitwateringsluizen liggen daar alleen open op het oosten en het zuidoosten, waaruit geen hoge golven kunnen worden verwacht (fig. 29). Tegen de stormstreek zijn deze sluizen gedekt door de scheepvaartsluis en de daarvan uitgaande dammen. Die dammen zijn aangelegd tezamen met de tegen Wieringen aansluitende meerdijk van de Wieringermeer. Vanzelf ontstond een ruime haven, de Zuiderhaven (ter plaatse Hofman's haven genoemd), waarin het uitslagwater van het gemaal Leemans terecht komt, die door de Stontelersluis toegang geeft tot de kanalen in de Wieringermeer en waaruit door de Stontelerkeersluis water kan worden ingelaten naar het Amstelmeerkanaal (2.2.3, blz. 93).

Bij de Lorentzsluizen volstond men aan de Waddenzeezijde aanvankelijk met een 600 m lange leidam aan de westkant van de scheepvaartgeul, een kortere dam aan de oostkant daarvan en een nog korter dammetje aan de westkant van het complex. Men verwachtte (zoals later bleek, terecht) dat de getijstroom een geul zouden vormen en in stand houden die vlak vóórlangs de sluizen zou lopen.

Bij de oostpunt van Wieringen is de toestand veel minder gunstig. De scheepvaartgeul zou moeten uitkomen in de Wierbalg, een geul die door de afsluiting van de Zuiderzee een deel van zijn betekenis zou verliezen. De SCL had voorspeld, dat de geul wel in stand zou blijven, maar dat vooral het oostelijke deel in vermogen achteruit zou gaan (3.3, blz. 208). Het was helemaal onzeker, of de geul zich zou verplaatsen en, zo ja, waarheen. Men besloot de leidammen voorlopig zo kort mogelijk te maken en dan af te wachten hoe de toestand zich zou ontwikkelen. Later zouden de leidammen zo nodig worden verlengd. Zelfs deze voorlopige leidammen moesten nog een grote lengte krijgen, de westelijke 800 meter (van de werkhaven af), de oostelijke ruim 1100 meter. Daarbij zijn inbegrepen de haakvormig omgebogen uiteinden, die de mond moeten beschermen. De dammen zijn aangelegd in 1931 en 1932, toen de schutsluis al in bedrijf was. De vaart is aanvankelijk gaande gehouden door een nauwe opening in de ringdijk van de sluisput, die toen nog niet was weggebaggerd.

Tegelijk met het opruimen van de ringdijken van de bouwputten zijn de grondwerken uitgevoerd die nodig waren om de sluiscomplexen te voltooien. Het waren de plateaus langs en tussen de schutsluizen en de uitwateringsluizen en ook de militaire plateaus aan de oostzijde van de sluizen. Zij zijn voorzien van verdedigingswerken, die helaas niet alleen als preventie hebben gediend.

2.4. ERVARINGEN MET DE AFSLUITDIJK

2.4.1. DE DIJK TUSSEN WIERINGEN EN FRIESLAND EN DE WEG OP DE DIJK

Aspecten

Na het voltooiën van de dijk, dat in 1933 mag worden gesteld, volgde de periode van onderhoud en van aanpassen aan de veranderde omstandigheden, inzichten en kennis en aan de gebeurtenissen die invloed hebben op de Afsluitdijk. Het gaat om een aantal aspecten, zoals het grondlichaam, de hoogte van de kruin, het buitentalud, het binnentalud, schade door storm en door oorlogshandelingen, de weg op de dijk en het verkeer daarover en eventuele kwel door de dijk heen en er onder door.

Het grondlichaam

Over het grondlichaam van de dijk is niet veel kwaads te vertellen. Het vrijwel geheel opgespoten of onder water gestorte zand is, zoals werd verwacht, niet ingeklonken. Ook de keileem is vormvast gebleven. Een dunne laag aan de buitenzijde is ingedroogd, maar de keileemkern in zijn geheel is plastisch gebleven. Op de enkele plaatsen waar de keileem tot een diepte van enkele decimeters was verwijderd, bleek het materiaal nog dezelfde eigenschappen te hebben als toen het werd aangebracht. De kleibekleding van 15 centimeter is te dun gebleken om er een stevige grasmat op tot ontwikkeling te laten komen.

Tussen Wieringen en de Friese kust is de bodem niet of nauwelijks samengeperst. Door herhaalde waterpassingen is geconstateerd dat in de eerste twintig jaar na het voltooiën van de dijk de kruin weinig is gezakt. Slechts enige centimeters ten oosten van Breezand en wat meer, tot omstreeks twee decimeter toe, tussen Breezand en de Vlieter en dicht bij de Friese kust. Het was overal minder dan de 'overhoogte' die bij de bouw aan de dijk is gegeven. De Afsluitdijk is altijd en overal hoger geweest dan het peil waarop hij is ontworpen (fig. 37).

De Afsluitdijk als waterkering

De hoogte van de kruin van de Afsluitdijk was oorspronkelijk eigenlijk vastgesteld op grond van onvoldoende gegevens over de golfoploop. Dat bleek al gauw bij de eerste stormvloed van betekenis na het tot stand komen van de dijk, in december 1936. Het water in de Waddenzee bereikte toen wel een hoog peil, maar bleef toch een halve meter, of iets meer, onder de zeer hoge stand waarvoor de dijk was ontworpen. Het vloedmerk lag over bijna de hele lengte van de dijk evenveel onder de kruin en dat klopte dus prachtig. Alleen het dijkvak op de Makkumerwaard maakte een uitzondering. De golf toppen

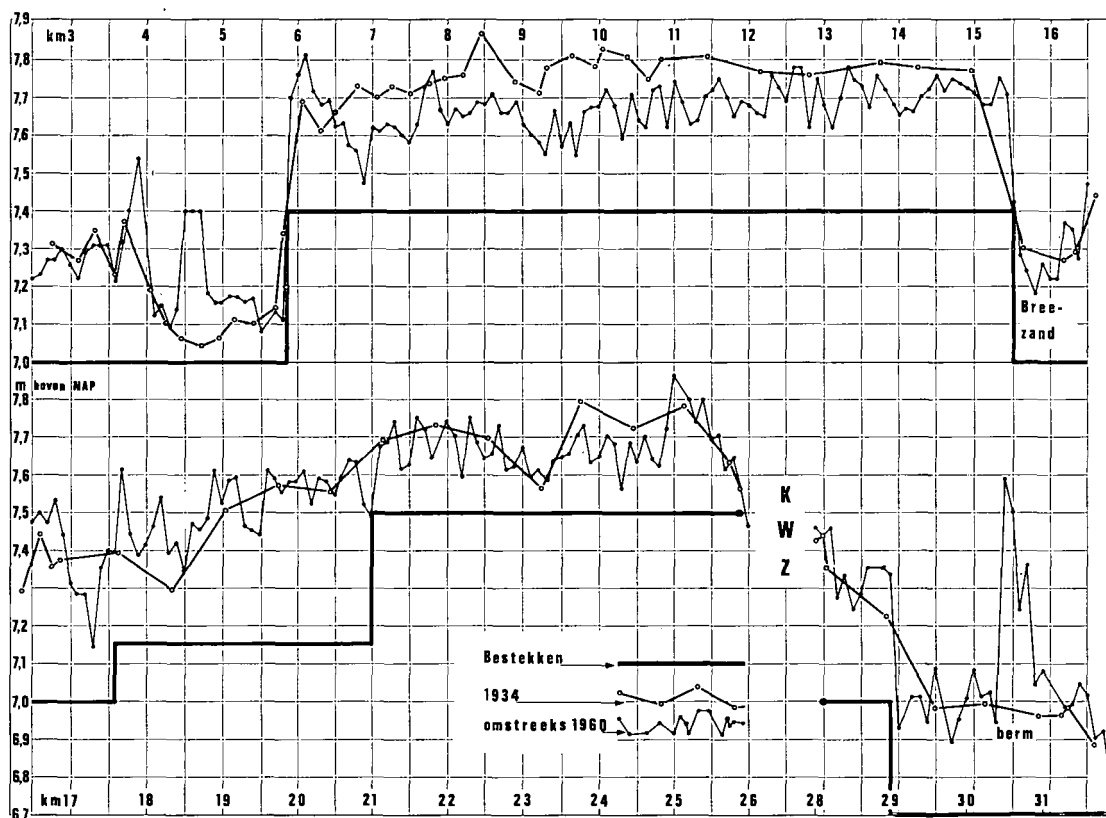


Fig. 37. De kruin van de Afsluitdijk

waren daar plaatselijk tot op de kruin gekomen. De reductie van de golfoploop, die was verwacht in verband met de geringe diepte van de Makkumerwaard, was blijkbaar overschat. Wij weten nu al lang de reden daarvan: de ondiepe strook langs de Afsluitdijk is niet breed genoeg om invloed van betekenis te hebben op de golven die verder weg, in dieper water, door de stormwind zijn opgewekt. Het is dus ten onrechte dat de kruin daar een halve meter lager is gelegd dan bij het overige deel van de Afsluitdijk.

Gelukkig had men intussen een remedie gevonden. De golfoploop wordt beperkt als in het buitentalud van de dijk een nagenoeg horizontale berm voorkomt. De golven, die breken bij de buitenkruinlijn van de berm, schieten dan eerst over de berm heen vóór ze tegen het bovenste deel van het talud (de tuimeldijk) opklimmen. Zelfs als dit talud wat steiler is dan de helling beneden de berm, bereiken de golven niet het niveau waar op een 'ongebroken' talud het vloedmerk zou liggen. De golfoploop wordt des te kleiner naarmate de berm breder is.

Van de waargenomen golfoploop van omstreeks $3\frac{1}{2}$ m (dijkskruin + 6,7 m, stormvloedpeil + 3,2 m) moest twintig percent worden afgehaald.

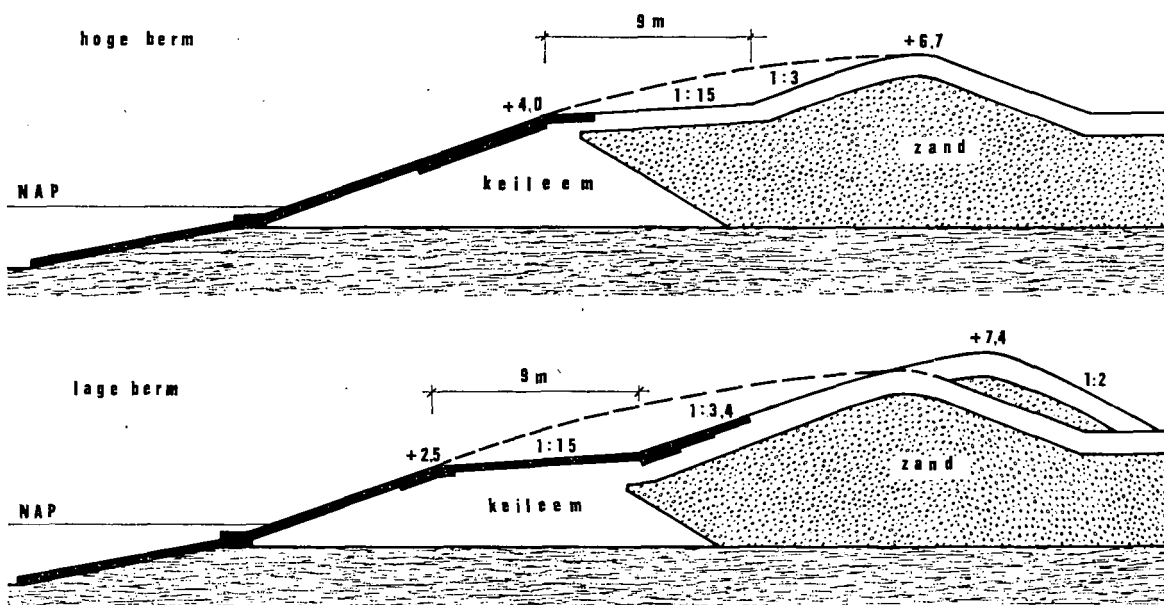


Fig. 38. Bermen in de dijk over de Makkumerwaard

Om een goed ontwerp te kunnen maken voor de IJsselmeerdijk van de Noordoostpolder, was men juist bezig met modelproeven waarmee de invloed van een berm moest worden bepaald. Men wilde geheel zeker zijn en daarom zijn de proeven gecontroleerd door op een echte dijk proefvakken te maken met bermen. Min of meer toevallig werden die proefvakken aangelegd op het dijkvak van de Afsluitdijk over de Makkumerwaard. In 1935 is daarvoor een stuk van de dijk, tussen 640 en 1520 m van de aansluiting bij Zurig verwijderd, ingericht. Over lengten van 220 meter zijn insteken in de dijk gemaakt, waardoor bermen ontstonden. In de vier proefvakken lagen de buitenkruinlijnen van de berm op verschillende hoogten, namelijk $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ en 4 m boven NAP. De uitkomende grond werd verwerkt in de tuimeldijk, die daardoor plaatselijk ongeveer een halve meter hoger werd.

Bij de storm van december 1936 werd de uitkomst van de modelmetingen bevestigd. De bermen die onder de stormvloedstand lagen werkten nauwelijks, maar de bermen op of even boven het zeeniveau reduceerden de golfoploop in voldoende mate. De dijk was dus sterker gemaakt door er een hap uit te nemen.

Op grond van een en ander is in 1937 de dijk over drie kilometer lengte, van de hoek bij Zurig af, van een buitenberm voorzien. Het niveau van de nieuw gemaakte berm werd zodanig gekozen, dat de invloed het grootst is bij het stormvloedpeil waarop de dijk was ontworpen, dat is ongeveer NAP + 3,75 m. De buitenkruinlijn kwam deels op NAP + 4,0 m en overigens op NAP + 4,3 m (fig. 38). Door deze maatregel is de dispariteit tus-

sen het dijkvak over de Makkumerwaard en de rest van de Afsluitdijk (2.2.5, blz. 113) opgeheven.

Latere stormvloeden hebben weer nieuwe gezichtspunten opgeleverd. Het peil van 1936 werd jaren lang niet meer bereikt, maar toch liep in februari 1944, in januari 1945 en in maart 1949 het water op verschillende plaatsen op tot de kruin. Bij die stormen was de golfoploop, gemeten aan het vloedmerk, een meter groter dan waarmee was gerekend. Was de Afsluitdijk dus zoveel te laag?

Deze conclusie is niet aanvaard. In de kwart eeuw die was verstreken sinds de dijk werd ontworpen, waren de inzichten over de aanval van golven op de dijk veranderd. Men ging niet meer uit van het vloedmerk, maar aanvaardde dat een klein aantal van de hoogste golven over de kruin heen mocht vloeien, omdat dit geen gevaar voor de dijk oplevert. Later is het criterium geworden, dat tijdens het hoogtepunt van de stormvloed niet meer dan een bepaalde hoeveelheid water de kruin mocht passeren. Bij dit alles werd dan ondersteld, dat de bekleding van het buitentalud sterk genoeg zou zijn om niet ernstig te worden beschadigd. Beschadigingen van enige omvang aan de steenglooing waren uitgebleven, niettegenstaande de aanwezigheid van minder zuilenbasalt en meer bloksteen dan men gaarne had gewild. Wel was tijdens het normale onderhoud (tot 1952 was de 'herzette' oppervlakte bijna even groot als de gehele bekleding met natuursteen) al wat bloksteen vervangen door zuilen, maar dat had nog niet veel te betekenen.

Achteraf was het ook duidelijk waarom de golfoploop zo groot was. Weliswaar is de gemiddelde helling van het talud 1 op 4, maar er was een flinke 'tonrondte' toegepast. Het talud is geen plat vlak, maar staat enigszins bol. Bij de teen stond het oorspronkelijk onder 1 op 3, vlak onder de kruin onder 1 op 6. Wij weten nu, dat de golfoploop in hoofdzaak wordt bepaald door de helling van het talud in de buurt van de 'waterstand' (de golven weggedacht). Bij alle stormvloeden van belang lag de hoogste stand tussen NAP + 2,7 m en NAP + 3,25 m en voor dat niveau was de helling die de golfoploop bepaalt ongeveer 1 op $3\frac{1}{4}$. De vraag was dus niet, waarom de golfoploop in 1944, 1945 en 1949 zo groot was, maar waarom hij bij de vloed van 1936, en ook bij die van 1938, 1940 en 1943 zo klein was. Die vraag is niet zo moeilijk te beantwoorden als de eerste. Golfoploop is een grillig verschijnsel. De strooiing is groot en bij het opstellen van verwachtingen is over het algemeen de veilige weg bewandeld. Ook zal het veelal gebeuren dat de hoogste waterstand en de hardste stormwind niet gelijktijdig voorkomen. In de Waddenzee, die wordt gevuld door de betrekkelijk nauwe zeegaten, zal het hoogste peil vaak pas worden bereikt als de hardste storm al voorbij is.

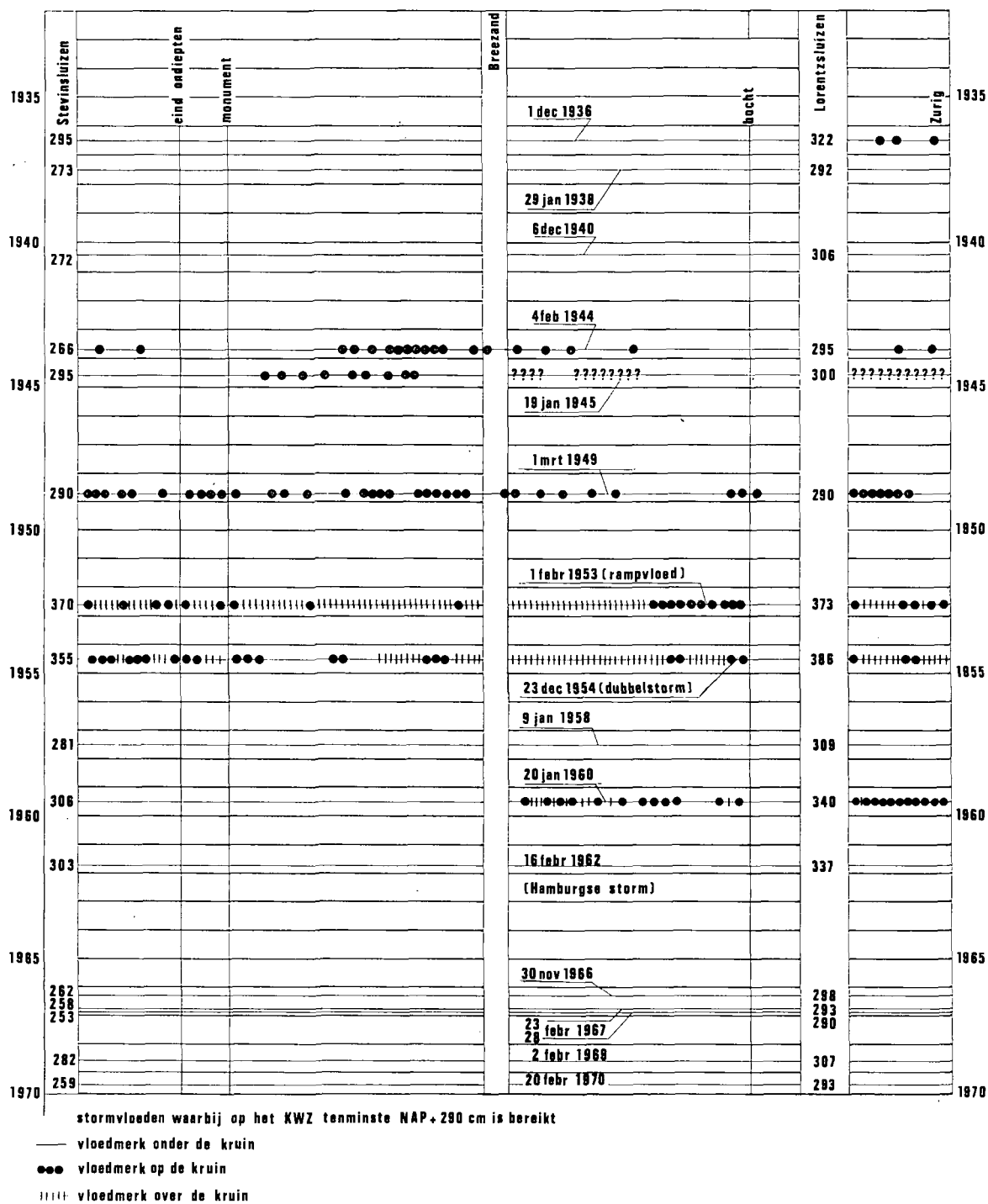


Fig. 39. Golven op en over de kruin van de Afsluitdijk

De stormvloed van 1953 en 1954

Een ware revolutie brachten de stormvloed van 1 februari 1953 en van 22–24 december 1954. De eerste was in het noordwesten van Nederland niet een zó buitengewoon verschijnsel als in de Delta het geval was, maar moest voor de Waddenzee toch worden gerekend tot de grote zeldzaamheden, die men maar enkele keren per eeuw heeft te verwachten. De tweede, de befaamde dubbelstorm, was in het oostelijk deel van de Waddenzee nog iets hoger dan de vloed van 1953. Beide overschreden ze de peilen waarop de Afsluitdijk was ontworpen: die van 1953 was bij Den Oever nog iets hoger, bij die van 1954 was dat op het kwz het geval. De Afsluitdijk werd dus in een tijdvak van nog geen twee jaar tweemaal onderworpen aan de ergste beproeving waartegen hij bestand moest zijn.

In één opzicht heeft hij de beproeving goed doorstaan. Er is geen ogenblik gevaar geweest voor doorbreken van de dijk. Anderzijds is er reden genoeg tot bezinning. Er is zeer veel water over de kruin gekomen die gemiddeld meer dan $3\frac{1}{2}$ m uitstak boven de hoogste stormstanden (1953: Den Oever + 3,70 m, kwz + 3,73 m; 1954: Den Oever + 3,55 m, kwz + 3,86 m) (fig. 39). Het was meer dan ons lief was, al is de grasmat op en bij de kruin niet ernstig beschadigd.

Wél beschadigd is de steenglooing. Op grote delen van de dijk sloeg in 1953 de hele bloksteenglooing uit elkaar. Daardoor kregen de golven de kans om ook de blootgekomen bovenrand van de basaltglooing aan te tasten. Duidelijk was gebleken dat de Belgische kalksteen, de bloksteen, niet thuis behoort in de bekleding van een zo zwaar door de golven aangevallen dijk als de Afsluitdijk. Bij het herstel (dat ongeveer een miljoen gulden kostte) is de bloksteen dan ook grotendeels verbannen naar het hoogste deel van de glooing, boven stormvloedpeil.

Het gevolg was dat de stormen van 1954 aan de steenglooing minder schade aanrichtten dan hun voorganger. Wel ontstonden weer gaten aan de bovenrand, waar de bovenliggende klinkerstrook het begaf.

Na deze stormen is de bekleding van het buitentalud versterkt. Er is nog meer bloksteen vervangen door basalt. Over grote oppervlakten zijn de voegen tussen de zuilen gevuld met beton of asphalt. De na 1954 voorgekomen 'tweede rangs'-stormen, 1958, 1960, de 'Hamburgse' van 1962 en daarna, hebben geen schade van betekenis aangericht en hebben nauwelijks overslag van golven te zien gegeven.

De stormvloed van 1953 had nog een ander gevolg. Na de overstromingen in Zeeland en Zuid-Holland zijn geheel nieuwe criteria aanvaard voor de veiligheid die zeeweringen moeten bieden. Men is niet meer tevreden met 'bestand tegen de hoogst bekende vloed', maar heeft zo goed en zo kwaad mogelijk berekend waar het economisch en so-

ciaal optimum van de sterkte van de zeewering ligt. De begrippen 'basispeil' en 'ontwerp-peil' zijn ontstaan.

Bij Den Oever is het ontwerppeil NAP + 5,25 m, op het KWZ + 5,3 m. Dat betekent dat de Afsluitdijk niet mag doorbreken bij stormen die anderhalve tot twee meter hoger oplopen dan de storm die bij het plan voor de dijk in aanmerking was genomen. De kans dat deze in een bepaalde winter voorkomt, is een vijftigste of een honderdste; op het ontwerppeil is de kans slechts zo iets als een drieduizendste.

Mocht een stormvloed het ontwerppeil bereiken, dan zou de Afsluitdijk het stellig kunnen houden. Een gunstige factor is, dat de golven dan zouden breken op het hoogste deel van de glooiing, waar de helling 1 op $4\frac{1}{2}$ is. De golfoploop zou daardoor relatief klein zijn.

Toch mocht niet worden berust in deze toestand. Sinds 1958 is elk dijkvak dat toe was aan een onderhoudsbeurt, grondig onderhanden genomen. Tussen de Stevinsluizen en de Lorentzsluizen wordt de kruin gebracht op NAP + 7,8 meter. De bekleding met zuilenbasalt reikt van de plasberm tot ongeveer NAP + 6 m; daarboven komen bloksteen of betonzuilen, doorgaand tot de kruin. Ten oosten van de Lorentzsluizen geven de leidammen van de sluizen enige dekking en verderop is een buitenberm aanwezig. Daar wordt de kruin lager gehouden, maar toch overal tenminste op NAP + 7,3 meter.

Het werk wordt geleidelijk uitgevoerd. Er is geen haast bij. Als het klaar zal zijn, is de veiligheid van de Afsluitdijk wel zo groot geworden, dat volledig aanpassen aan het ontwerppeil helemaal niet urgent meer is.

De verdediging onder de waterlijn

Tegen de voet van de steenglooiingen sluit de plasberm aan, die ongeveer op het normale niveau van de Waddenzee, respectievelijk van het IJsselmeer, ligt. Daarop ligt de bovenrand van de kraagstukken die de onderwatertaluds beschermen tegen golven en stroom. De plasbermen hebben een breedte van omstreeks twee meter gekregen en dat is te smal gebleken. Ze maakten veel onderhoud aan de bestorting en aan het beneden-deel van de steenglooiing nodig. Verbetering is verkregen door zeer grote hoeveelheden stortsteen aan te brengen, omstreeks 180 000 st, dus drie scheepston per meter plasberm.

Ook de kraagstukken moesten (en moeten nog) van tijd tot tijd worden nabestort. Dat kost gemiddeld 7000 st per jaar. Het behoort tot het normale onderhoud van de dijk.

Al heel lang was gerekend op de mogelijkheid dat de getijstroom in de Waddenzee een geul zouden schuren vlak langs de Afsluitdijk. In dat geval zou een uitgebreide bezinking nodig zijn geweest. Een geul langs de dijk is over een groot deel van de lengte wel

ontstaan, maar hij is niet diep geworden en op voldoende afstand gebleven. Hij ligt het dichtst bij de dijk in de omgeving van het hoofd dat bij de bocht van de dijk bewesten het kwz over een afstand van 165 m uit de teen van de steenglooïing is uitgebouwd. Dit hoofd ligt dus op de juiste plaats. Wij kunnen niet zeggen, of zonder het hoofd de geul te dicht tegen de dijk zou zijn aangedrongen of dat het zonder bezwaar had kunnen worden weggelaten. De peilkaarten geven daaromtrent geen uitsluitsel.

De binnenkant van de dijk

Het talud tussen de plasberm langs het IJsselmeer en de binnenberm is ook al niet ongewijzigd gebleven. De kruinlijn van de binnenberm ligt gemiddeld op NAP + 3,85 m en dat is niet hoog genoeg om altijd watervrij te zijn. Enige keren is het water op de weg gekomen, het eerst bij de hevige en langdurige zuiderstorm van 3 op 4 oktober 1938, toen ook veel schade werd aangericht aan de bloksteenglooïing. Zelfs spoelde enige onder de glooïing gelegen keileem weg.

De schade werd eerst, zo laat in het seizoen, voorlopig hersteld en intussen werd een plan opgemaakt om de situatie te verbeteren. In theorie zou het mogelijk zijn, het binnentalud zodanig te wijzigen dat in de toekomst de toppen van de golven de kruinlijn van het talud alleen in extreme omstandigheden zouden bereiken. Het talud zou veel flauwer kunnen worden gemaakt, bijvoorbeeld 1 op 6, inplaats van gemiddeld 1 op 3½, zoals het geval was. Ook zou ongeveer ter halver hoogte een berm kunnen worden aangelegd, die een breedte van een tiental meters zou moeten krijgen. In beide gevallen zou het nodig zijn hetzij de binnenberm te versmallen, of de teen van het talud verder naar het IJsselmeer uit te brengen. Het eerste werd ontoelaatbaar geacht, want reeds in 1938 begreep men, dat het verkeer zich wel eens zo sterk zou kunnen ontwikkelen, dat daarvoor de hele breedte van de berm nodig zou zijn. Het andere zou betekenen het opruimen en opnieuw maken van de hele onderwaterverdediging, met kraagstukken en al. Dat zou een zeer kostbare zaak worden.

Nu is het wel zeer onaangenaam dat nu en dan, hoogstens eens in de vijf jaar, het verkeer over de Afsluitdijk wordt belemmerd door het overslaande water, maar het is niet zo'n grote ramp dat zeer grote uitgaven gewettigd zouden zijn om de overlast te voorkomen. Men besloot daarom in er te berusten dat de binnenberm niet geheel watervrij zou zijn. Wel is een minder ingrijpend middel toegepast om althans enige verbetering te verkrijgen. De golfoploop wordt enigszins beperkt als het bovenste deel van het talud wordt uitgevoerd als een trapjesglooïing. Om dit effect te bereiken is men in 1939 begonnen met het aanbrengen van betonblokken type—Leendertse. Dat zijn blokken die verticale kanten hebben en bovendien in elkander grijpen, waardoor ze niet gemakkelijk door de golven worden verplaatst.

Op het benedendeel van de glooiing is de bloksteen vervangen door basaltzuilen. Ook is de tonrondte uit het talud gehaald, waardoor de helling van het benedendeel, waar het ten aanzien van de golfoploop op aan komt, wat minder steil is geworden.

In de jaren 1939, 1940 en 1941 is zes kilometer dijk op deze wijze behandeld. Daarna is blijkbaar de animo verminderd, misschien vanwege de oorlog. Tussen 1948 en 1954 is er nog drie kilometer bijgekomen, maar daarna zijn geen trapjesglooiingen meer gemaakt. Toch is de verwachte uitwerking verwezenlijkt. De reductie van de golfoploop haalt ruimschoots de vijftien percent die door de modelproeven was voorspeld.

De hinder die het wegverkeer ondervindt van overkomend water is zo gering dat men de moeite en kosten van de verbetering er niet meer voor over heeft. Een enkele keer, zoals bij de Sinterklaasstorm van 1940, is nog wel eens IJsselmeerwater op de weg gekomen, maar schade van betekenis is niet meer ontstaan. De zaak kan blijven rusten tot de toekomst, als tengevolge van de dan noodzakelijke verbreding van de binnenberm het hele talud door een nieuw, verder zuidwaarts gelegen, moet worden vervangen.

De weg op de dijk

Er zijn andere verstoringen van het verkeer, ook zeldzaam, maar toch frequenter dan overslaand IJsselmeerwater.

Eén daarvan is de wind. Tegen wind uit west tot noord is de weg gedekt door de tuimeldijk, maar voor oosten- en zuidenwind ligt de weg open. Nu is de zijwind op zichzelf niet zo erg als de stoten die optreden bij het passeren van een object dat de wind breekt, zoals een dijkmagazijn. Een remedie is gevonden door ter weerszijden een heining te maken met verticale spleten die des te wijder zijn naarmate ze verder zijn verwijderd van het object dat de wind breekt. Het is analoog aan de onderbroken afdekking bij de in- en uitgang van een tunnel om de overgang van licht en duisternis minder abrupt te maken, en het werkt goed.

Een bezwaar van de heining is dat het de opeenhoping bevordert van sneeuw, die van het bevroren IJsselmeer af, de dijk opwaait en op de berm blijft liggen. De van het ijsdekafkomstige sneeuw kan in sommige winters op grote trajecten van de weg overlast veroorzaken, maar bij de windvangen kan hij meters hoge versperringen veroorzaken die het verkeer volledig stremmen en slechts met veel moeite kunnen worden verwijderd. De dijkmagazijnen zijn niet meer nodig. Ze worden afgebroken en daardoor vervalt ook de hinder.

Niet alleen de sneeuw, maar ook het in het IJsselmeer gevormde ijs kan een enkele keer storing veroorzaken. Als na een periode van strenge koude het ijs losraakt en gaat kruien, dan kunnen bij een krachtige wind uit zuidoost tot zuid grote schollen ijs tot op de weg worden gestuwd. Gelukkig komt dit euvel niet vaak voor, misschien gemiddeld eens in

de vijf of tien jaren. De bekleding van het binnentalud is over het algemeen goed bestand tegen de aanval van het ijs.

De geschiedenis van de weg op de Afsluitdijk weerspiegelt de groei van het autoverkeer. Lely had wél een spoorlijn in zijn ontwerp, maar een 'weg voor gewoon verkeer' vond hij alleen tussen de Noordhollandse kust en Wieringen nodig. De Staatscommissie van 1892 heeft wél een weg voorzien over de hele lengte van de Afsluitdijk. In 1924 heeft de dijk door het Amsteldiep een weg gekregen, 4 m breed. Ook het dijkvak tussen het kwz en de Friese kust kreeg in 1928 een weg van die breedte.

Een jaar later werd een klein stapje vooruit gedaan. De weg van het dijkvak op het Breezand had een breedte van 5 m. Dat werd al heel gauw veranderd, toen op de dijkvakken die in 1931–1933 zijn gemaakt, een weg kwam van 6 m plus een rijwielpad van 1½ m. In 1931 is ook de weg op de Amsteldiepdijk op die breedte gebracht.

In oktober 1932 was het hele traject tussen Den Oever en Zurig berijdbaar. Het is toen 'bij gedogen' opengesteld tegen een tarief van een gulden voor een auto en een rijksdaalder voor een vrachtauto. Er werd druk gebruik van gemaakt. Toen op 25 september 1933 de weg officieel werd geopend, kon honderdduizend gulden als opbrengst van deze verkapte tolheffing aan het crisisfonds worden overgedragen.

De opening van de weg betekende ook het gereed komen van de Afsluitdijk. Bij een samenkost op de plaats van de sluiting op 25 september 1933, is het werk aan de dijk nog eens herdacht door passende ministeriële en andere toespraken, waaruit in het voorwoord is geciteerd. De Muz droeg bij die gelegenheid het hier door haar opgerichte Monument over aan het Rijk.

Men heeft nog lang de mogelijkheid opengelaten om een dubbelsporige spoorlijn over de Afsluitdijk aan te leggen. In de eerste plannen werd die spoorlijn beschouwd als een van de grote voordelen voor het maken van de Afsluitdijk. Naarmate het karakter van het verkeer veranderde is het belang van een spoorwegverbinding verminderd. Het heeft tot na de oorlog geduurd eer definitief is afgezien van het aanleggen van de spoorweg.

Intussen heeft de spoorweg toch zijn invloed op het ontwerp van de Afsluitdijk gehad. De bochten in het tracé ter weerszijden van het kwz hebben een straal gekregen van 2000 meter, die in een hoofdspoorlijn past. Als geen rekening was gehouden met de trein, zouden de bochten ongetwijfeld scherper zijn geweest en hinder aan het verkeer hebben opgeleverd. Ook zou de breedte van de binnenberm tien meter minder zijn geweest.

In de jaren tussen 1933 en 1968 zijn veel veranderingen in de weg aangebracht. Het wegdek bestond bij de militaire verdedigingswerken, waar het gemakkelijk moest kunnen worden opgebroken, natuurlijk uit klinkers. Ook op sommige andere stukken was een klinkerverharding aangebracht. Al dadelijk werden ook betonplaten toegepast. Dat was mogelijk, omdat de ondergrond zo stevig is, dat geen zetting was te verwachten.

Toen het verkeer intensiever werd, voldeed de ouderwetse klinkerbestrating niet meer. De klinkers werden deels vervangen door betonplaten en overigens zijn stukken weg aangelegd van gefundeerde gemetselde of geasfalteerde klinkers. Toen ook die werden stukgereden is de hele weg gebetonneerd. De betonplaten voldoen behoorlijk, vooral waar de uiteinden zijn opgelegd op betonnen onderlegplaten.

De Afsluitdijk werd al spoedig een attractie voor hengelaars, toeristen en later ook voor recreanten. Verbredingen van de dijk, oorspronkelijk aangelegd om ruimte te krijgen voor een uithaalspoor, zijn gaan dienen als picknickplaatsen. Beide sluisgroepen hebben een parkeerplaats gekregen, evenals het Breezand. Daar zal op den duur een groot recreatiecentrum komen. Een grote attractie is het Monument, waar al van het begin af een parkeerruimte is gemaakt en waar men de gelegenheid heeft om op de kruin van de dijk te komen. Daarvoor moest de weg worden overgestoken en dat heeft aanleiding gegeven tot dodelijke ongelukken. Een voetbrug over de weg, van het Monument naar de kruin, heeft daarin voorzien (1967). Prompt is die brug stukgereden; we hopen dat hem na zijn herstel een langer leven is beschoren.

Al deze maatregelen zijn te zien als voorlopers voor een algemene reconstructie van de weg. Het heeft lang geduurd eer dat noodzakelijk werd geoordeeld (1968). Een lange weg met slechts twee flauwe bochten, zonder zijwegen, heeft een zo grote capaciteit, dat hij jaren lang zonder al te veel morren is aanvaard.

Het spreekt van zelf dat het verkeer sterk is gegroeid. De tellingen zijn niet volledig, maar de algemene tendens blijkt wel uit tabel 6.

TABEL 6. WEGVERKEER OVER AFSLUITDIJK

<i>Tijdvak</i>	<i>Aantal auto's gemiddeld per dag</i>
1933-1939	700
1946-1951	1100
1952-1957	2600
1958-1963	3750
1964-1969	5500

26. Het slagveld: de Blinde Geul op de voorgrond, de Middelgronden daar achter.



27. De strijd in de Middelgronden.



28. De strijd is nog niet gewonnen, maar over twee dagen zal de Middelgronden toch dicht zijn.





29. Nog twee weken.



30. Nog één week.



31. Nog één dag.



32. Nog één uur.



33. Hier werd de dijk gesloten.



34. Een volk dat leeft bouwt aan zijn toekomst.



35. De stormvloed van 1953 heeft de steenglooiing door elkaar geslagen, maar de keileemdam is niet erg aangetast.



36. Ook tegen ijs zijn de dijken bestand,



37. maar de sneeuw kan veel hinder veroorzaken (vooral bij een dike-magazijn).

38. De sluisput is voor de eerste maal droog. De achterkant van de werkhaven is nog op Piaam gericht.



39. Van Den Oever tot Medemblik (juli 1929). De sluizen worden gebouwd. Van Wieringen (rechts) gaat de Wieringermeerdijk langs de bouwput van de Leemans naar het sluitgat en verder over de Oude Zeug naar Medemblik, op de wazige achtergrond.



40. Sluisgroep in bouwput. 41. Inhangen van een schuif.



42. Wegbaggeren van de ringdijk van de bouwput. Er zit tóch een knik in de Afsluitdijk.



43. De uitwateringsluizen zijn klaar om met hun werk te beginnen.



44. Spuien.



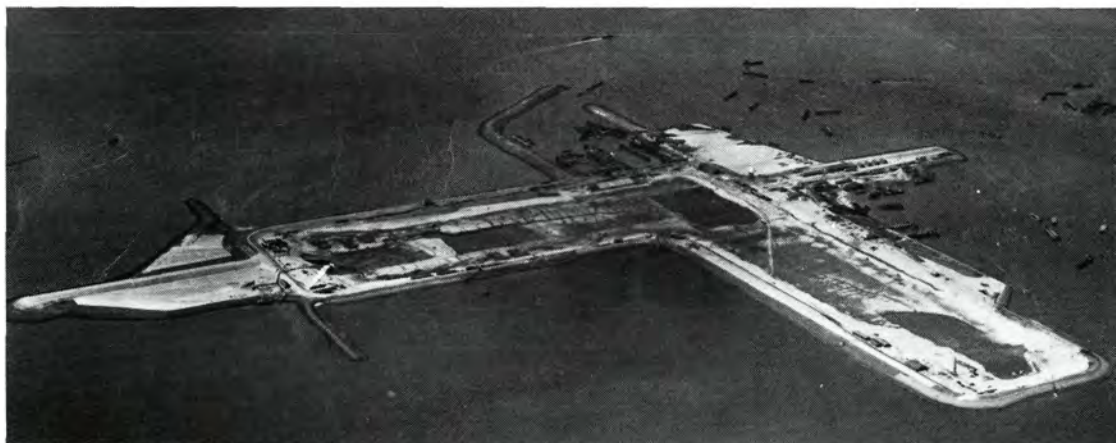
45. De kuil in de bodem wordt afgedekt met een zinkstuk.



46. Onder het ijsdek van het IJsselmeer kan nog worden gespuid.



47. Tegelijkertijd werkhaven en bouwput.



48. In de droge bouwput worden de funderingen gemaakt. Rechts de Boontjes en het begin van de dijk over de Makkumerwaard.



49. Onderbouw van schutsluizen, draaibruggen en uitwateringsluizen is gereed. Er wordt begonnen aan het wegbaggeren van de ringdijk.



50. De golven beuken de uitwateringsluizen. De waterstand is bijna gelijk met de koppen van de pijlers. Het water spuit achter de militaire balk tussen de heftorens omhoog.

Het grootste deel is zakenverkeer, maar het toeristische en recreatieve verkeer is niet te verwaarlozen. Dat blijkt ook uit de jaarlijkse tellingen van auto's met buitenlandse kentekenen, in juni, juli en augustus. Kort na de oorlog kwam dat verkeer voor ongeveer de helft uit Scandinavische landen. Twintig jaar later was hun aantal nog een vijfde. Duitse auto's, eerst onbeduidend in aantal, namen toen ruim de helft van het totaal voor hun rekening.

TABEL 7. BUITENLANDSE AUTO'S GEMIDDELD PER ZOMER (JUNI T/M AUGUSTUS)

<i>Tijdvak</i>	<i>Totaal duizenden</i>	<i>waarvan</i>	
		<i>scandinavisch</i>	<i>duits</i>
1950-1951	7	3	0,2
1952-1957	20	8	4½
1958-1963	52	11	26
1964-1969	69	15	35

Na een topjaar van 73 000 buitenlandse auto's in 1965 is de stijging enkele jaren onderbroken. Misschien is het verkeer afgeleid door nieuwe wegen, zoals de snelweg tussen Katerveer en Hoevelaken. Na 1967 heeft de stijging zich weer onverdroten voortgezet.

In 1968 is men begonnen met verdubbelen van de weg. Het nieuwe ontwerp bestond uit twee banen, elk van 7½ m breedte, met vluchtstroken en een 3½ m brede weg voor langzaam verkeer. Voor één van de banen dient de – opgebroken – oude weg als fundering. De andere baan en de weg voor langzaam verkeer komen grotendeels te liggen op de strook die oorspronkelijk was bedoeld voor de spoorweg. Ook bij de sluizen zal één rijbaan het tracé dat was bedoeld voor de spoorweg volgen, tussen de heftorens door. De breedte van de berm, 34 meter, is voldoende om alles te plaatsen: de twee rijbanen, de middenstrook van 3½ meter, de vluchtstroken, de weg voor de bromfietsen en ander 'langzaam' verkeer en de nodige veiligheidstroken. Voor extra voorzieningen bij de sluizen en op het Breezand is plaats genoeg, maar bij het Monument is gebrek aan ruimte. Daar moest zelfs van de kruin gebruik worden gemaakt voor parkeerterrein. Daartoe is de kruin verbreed en dat kon alleen gebeuren door ter plaatse het bovenste deel van het buitentalud, boven het ontwerppeil, steiler op te zetten dan het oorspronkelijk was gemaakt. Uit het oogpunt van de veiligheid is daar geen enkel bezwaar tegen.

Reconstructie van de dijk

Het versterken van de Afsluitdijk tot hij volledig is aangepast aan het ontwerppeil, is een zaak voor de jaren tachtig of nog later. Er is dan ook alle gelegenheid om te bestuderen hoe dat moet worden uitgevoerd.

De meest voor de hand liggende manier is het naar boven doortrekken van het buitentalud tot een niveau dat waarschijnlijk ligt in de buurt van NAP + 10 meter. De kraagstukken op het onderwatertalud, de plasberm en de steenglooing kunnen dan blijven zitten, maar de tuimeldijk moet zo groot worden dat hij een groot stuk van de binnenberm afneemt. Dat heeft tengevolge dat deze berm aan de IJsselmeerkant moet worden verbreed, waardoor de verdediging van het talud aan die kant moet worden opgebroken en door een nieuwe vervangen. Het is een zeer omvangrijk werk, waarbij miljoenen kubieke meters grond moeten worden verzet en een paar honderdduizend vierkante meter talud opnieuw moet worden verdedigd.

Er is alle reden toe om gebruik te maken van onze steeds vermeerderende kennis van golfaanval en golfoploop om een andere oplossing te vinden. Stellig kan een gunstiger vorm van het buitentalud worden gevonden dan de tegenwoordige, waardoor het grondverzet kleiner kan worden. Het is echter de vraag of daarmee kan worden ontkomen aan de vervanging van het IJsselmeertalud.

Bij het dijkvak tussen de Lorentzsluizen en de Friese kust is verbreden van de binnenberm niet te vermijden. De kruin is daar zo veel lager, dat de toestand nu alleen aanvaardbaar is met een hoge buitenberm. De binnenberm wordt hier royaal verbreed, met vijftig meter. Daarmee wordt ook bereikt dat de wegen ten oosten van het KWZ een goed tracé krijgen. De S-bocht, erfenis van militaire belangen, verdwijnt.

Men ziet er niet meer zozeer als vroeger tegen op dat dit om en bij de miljoen kubieke meters zand kost.

Overige aspecten

De dijk zelf heeft, anders dan de sluizen, weinig geleden van oorlogshandelingen. Hij is een paar keer getroffen door bommen, maar die hebben niet meer dan plaatselijk wat schade veroorzaakt. De veiligheid van de dijk is niet in gevaar geweest.

De kwel onder en door de dijk is een tijd geleden een omstreden punt geweest. Sommigen vreesden dat met het doorkwellende zeewater zoveel zout zou meekomen, dat het een zware aanslag op de kwaliteit van het IJsselmeerwater zou betekenen. Daarvan is nog niets gebleken (4.5, blz. 274).

Alles bijeen kunnen wij over de Afsluitdijk tevreden zijn. Evenals elk waterbouwkundig werk eist hij geregeld zorg op, maar hij is bepaald geen zorgenkind.

Het vermogen van de spuisluizen

Van de uitwateringsluizen is het vermogen ruimschoots wat er van werd verwacht. Elk jaar gaan er de nodige miljarden kubieke meters IJsselmeerwater doorheen naar de Waddenzee. Gemiddeld bijna 14 miljard, tot dusver met een kleinste jaardebiet van 6,6 miljard in 1949 en een grootste van 23,0 in 1966. Er zijn niet veel onderbrekingen voor herstel of onderhoud. Als een voorgenomen spuiing niet kan doorgaan, dan komt dat omdat er geen verval aanwezig is. Het laagwater in de Waddenzee blijft dan hoger dan de waterstand aan de IJsselmeerzijde van de sluizen.

Meestal kan in de laagwaterperiode verscheidene uren worden gespuid. Het verschil tussen het niveau in het IJsselmeer en in de Waddenzee, het verval, loopt in de spui-periode op van 5 cm, waarbij de schuiven worden geheven, tot het maximum op het ogenblik van laagwater en daalt dan weer tot 5 cm, waarbij de schuiven weer dicht moeten. Die paar centimeters zijn nodig om te beletten dat langs de sluisvloer het zwaardere Waddenzeewater tegen de oppervlaktestroom in naar binnen komt.

Vooraf tijdens harde zuidoostenwind kan het maximum van het verval veel meer dan een meter bedragen. Meestal is het niet veel groter dan een halve meter en vaak moet men het met nog minder stellen. Het is zaak dat de kwaliteit van de sluizen vooral bij die kleine vervallen extra goed is.

Dat is dan ook zo. Afvoermetingen in de sluizen hebben het resultaat van de modelproeven (2.1.3, blz. 54) bevestigd. In de sluis zelf staat het wateroppervlak op een lager peil dan in de Waddenzee. Tengevolge van zijn kinetische energie kan het water tegen de helling oplopen vóór het zijn snelheid grotendeels kwijt is. De gunstige vorm van de sluizen maakt dat bij dat oplopen weinig energie verloren gaat en de winst in water-niveau dus betrekkelijk groot is. Daardoor is het verval tussen het IJsselmeer en het nauwste deel van de sluis groter dan dat tussen IJsselmeer en Waddenzee (z). Dat betekent, dat de snelheid van het water groter is dan de 'valhoogte' $\sqrt{2gz}$, die bij z behoort. De coefficient m in de afvoerformule is dan groter dan één.

Bij heel grote vervallen z gaat dit verhaal niet op, maar het is van belang dat de kwaliteit van de sluizen goed is bij kleine vervallen, als het er vaak op aan komt onder weinig gunstige omstandigheden veel water kwijt te raken.

Tijdens het maximum van de sluisgang staat in de sluizen een flinke stroom, tot vier, vijf of zes meter per seconde toe. De spuiing wordt uitgedrukt in groep-tijen, dat is ten hoogste twee getijden met vijf groepen in bedrijf, dus 10 groep-tijen per dag. Gemiddeld wordt per groep-tij omstreeks 9 miljoen m^3 geloosd; de hoeveelheid varieert van heel weinig tot meer dan 30 miljoen m^3 .

Aanval van de spuistroom op de zeebodem

Het is pas later gebleken, dat ook de gunstige vorm van de sluizen een medaille is die zijn keerzijde heeft. Die wordt vertegenwoordigd door de 'kuil' in de waterspiegel, die voor de capaciteit nu juist zo goed is. Het water dat uit een sluisgroep komt, vindt links en rechts van zich een gebied waar de waterstand hoger is. Het water uit die gebieden heeft diensgevolge de neiging om naar de 'kuil' toe te stromen. De spuistroom wordt van opzij samengedrukt. Een eind benedenstreams is hij heel wat smaller dan de 76 m (5 openingen van 12 m plus 4 pijlers van 4 m) waarmee hij uit het sluisgebouw treedt. Op een luchtfoto is die samensnoering te zien.

De spuistroom wordt door de drempel van het stortebed van de bodem afgelicht. Er onder is een 'dood' gebied, waarin het bodemwater van alle kanten beweegt naar het punt waar de waterstand het laagst is, dat is zowat in het midden van de rand van het stortebed. In de hartlijn van de sluisgroep loopt de bodemstroom recht tegen de spuistroom in. Hij is sterk genoeg om zand van de bodem mee te slepen. Het aangebrachte zand wordt deels afgezet vlak tegen het stortebed, zodat gevaar voor ontgronding wordt voorkomen (2.3.2, blz. 148).

Tot zover is alles koek en ei, maar anders wordt het wanneer we letten op de bodemstroom die van opzij komt, vooral vlak langs de rand van het stortebed. Ook die stroom is veelal zo sterk dat hij zand meevoert en naar het midden vóór de sluisgroep brengt. Dat zand is afkomstig van de zijkanten, waar het niet wordt vervangen door ander materiaal, omdat er geen stroom is van voldoende sterkte om het aan te voeren. Er ontstaan dus verdiepingen vóór het stortebed ter weerszijden van de sluisgroep.

Bij de modelmetingen die in het Delftse laboratorium werden gedaan om de vorm van het stortebed te bepalen (1928–1929) werden aanvankelijk deze kuilen gevormd. Om ze te vermijden kreeg het stortebed aan weerszijden een uitspringend gedeelte en werd daar een hogere drempel aangebracht dan in het middenstuk.

Na deze wijzigingen verdwenen de kuilen in het model bijna helemaal. Het modelmateriaal, gebroken puimsteen, werd niet meer van de zijkanten naar het midden gevoerd.

Op grond van deze uitkomsten hebben de sluisgroepen betonnen stortebedden gekregen van dezelfde vorm als die in het model. Men vertrouwde er op dat de geringe ontgronding die in het model aan de zijkanten van de groepen nog was geconstateerd, in de werkelijkheid niet dieper zou reiken dan tot de onderkant van de betonkoffer onder de rand van het stortebed, dat is NAP — $8\frac{1}{2}$ m. Weliswaar reikt de afsluitende stalen damwand nog 3 m dieper, maar met het oog op de kans van 'uit het slot lopen' van de damplanken mag niet worden vertrouwd op de grondichtheid van zulk een damwand.

Ontgronding

De verwachting is wel heel slecht uitgekomen. Bij de Stevinsluizen, waar op 9 mei met spuien werd begonnen, leek aanvankelijk alles goed te gaan, maar toen op 26 mei de Lorentzsluizen in bedrijf kwamen werd de bodem, die hier niet, zoals bij Den Oever, uit keileem bestond, dadelijk sterk uitgeschuurd. Reeds na vijf sluisgangen reikten de kolken aan de hoeken tot onder de betonkoffer en stroomde het zand door spleten in de damwand en wellicht plaatselijk er onder door, naar buiten. Er ontstonden holten onder het stortebed en het spuien moest worden gestaakt.

Het bleek dat ook buiten de Stevinsluizen de ontgronding veel sterker was dan de modellen aangaven, maar de keileem bood nog weerstand.

Achteraf is het duidelijk waarom de modelproeven een zo veel te optimistisch beeld hebben gegeven. In de verslagen, zowel van de proeven te Karlsruhe [4] als van die te Delft [5], is ondersteld dat niet alleen het stroombeeld in de modellen juist was weergegeven, maar dat dit ook het geval zou zijn met de vervorming van de bodem. Dit is waar in die gedeelten waar in het model de stroom in staat is, het bodemmateriaal in beweging te brengen en ook waar de stroom zo zwak is dat ook in het 'prototype' het bodemmateriaal blijft liggen. Bij de hoeken van het stortebed was aanvankelijk het eerste geval aanwezig en er vormden zich wel degelijk kuilen. Toen de vorm van het stortebed was verbeterd, was de aanval van de stroom zoveel verminderd, dat in het model geen materiaal meer werd verplaatst. In de kleine laboratoria van die tijd was het niet mogelijk te werken met modellen op grotere schaal dan een honderdste (schaalverhouding 100). Het toegepaste bodemmateriaal (te Karlsruhe fijn zand en te Delft gebroken puimsteen) was op die schaal betrekkelijk weinig beweeglijk, zodat het kritieke gebied, waarin het prototype wel, maar het model geen bodemtransport te zien gaf, vrij groot was. Daar lagen nu juist de hoeken van het stortebed in. De toenmalige ervaring in de modeltechniek was nog niet voldoende om dit duidelijk in te zien.

Slechts enkele jaren later zou die fout niet meer zijn gemaakt. In Delft was toen een nieuw laboratorium, waarin een veel groter model is gebouwd. In de grote modellen van tegenwoordig met moderne bodemmaterialen van kunststof is het kritieke gebied tot een kleine omvang teruggebracht. Bovendien is men door schade en schande wijs geworden en wordt er terdege op gelet waar de kritieke gebieden zich bevinden en wat er zich afspeelt.

Herstel

Ik zou dit niet zo uitvoerig hebben beschreven, als de gevolgen niet zo ernstig waren geweest.

Men zat op 2 juni 1932 met het IJsselmeer, vijf dagen oud, dat ruim een decimeter moest worden afgespuid naar het gewenste peil, en dan op dat peil moest worden gehouden.

Het ene sluiscomplex kon in het geheel niet worden gebruikt. Van het andere was het niet zeker, hoe lang men met spuien kon doorgaan eer ook daar de kuilen te diep waren geworden. Er moest dadelijk iets gebeuren.

Gelukkig was het apparaat van de MUZ, waarmee zo juist de Zuiderzee was afgesloten, beschikbaar. Het was in staat, zeer omvangrijke zinkwerken uit te voeren. Daarom werd besloten de bodem te bekleden met zinkstukken die tegen de rand van het stortebed aansluiten. Die zinkstukken werden nog groter dan die van de beteugelingsdam van de Vlieter, die tot dusver het record hadden gehad (4600 tegen 3200 m²). Benedenstrooms daarvan werden minder grote stukken gezonken, nadat de bodem door baggerwerk enigszins was geëgaliseerd.

Ook aan de IJsselmeerzijde is het ontvangbed vergroot, door over de hele breedte van het sluiscomplex stukken te zinken.

Bij de Lorentzsluizen zijn dezelfde zinkwerken uitgevoerd. Daar was echter nog meer aan de hand. Door een aantal gaten te boren door het stortebed, was komen vast te staan dat daaronder meer dan 1000 m³ grond verloren was gegaan en dat er zich holten hadden gevormd van die inhoud. Deze holten zijn opgevuld met beton, die er door middel van een betonpomp is ingebracht. Die betonpomp werkte zo goed dat hij ook werd gebruikt om een deel van de zinkstukken, dicht langs de rand van het oorspronkelijke stortebed, in te betonneren. Voorts zijn de taludkegels, die de overgang vormen tussen de sluizen en de plateaus en die door de stroom waren beschadigd, hersteld en versterkt.

De grote bezinkingen

In april 1933 was het herstelwerk klaar en was dus het volle vermogen van de uitwateringsluizen ter beschikking gekomen. Tot zolang had men moeten werken met een deel van de sluizen en de gevolgen daarvan waren niet uitgebleven. Aanvankelijk bleven de Stevin sluizen in hun oorspronkelijke toestand in bedrijf en daarmee gelukte het het IJsselmeer af te spuien tot het 'militaire peil' van NAP — 13 cm. In juli 1932, toen het zinkwerk in volle gang was, kon overschrijding niet worden voorkomen. Een droge augustus bracht soulaas, maar in september liep het peil weer op. Toen kwam een natte oktobermaand. Aan het begin daarvan werd het NAP overschreden. Er was toen slechts één sluisgroep in bedrijf waar het zinkwerk was voltooid. Het beschikbaar komen van een tweede groep op 10 oktober en van een derde en vierde op 21 en 22 oktober kon niet verhinderen dat de topstand NAP + 18 cm werd. Voor een zo groot IJsselmeer is dit een extreem hoge stand, die in vreedstijd pas is overschreden in december 1965, toen het meer kleiner was en het waterbewzaar meer dan twee maal zo groot was als in oktober 1932. Het was een slecht begin. Waren de sluizen intact geweest, dan zou het gemiddelde peil van het IJsselmeer beneden NAP zijn gebleven.

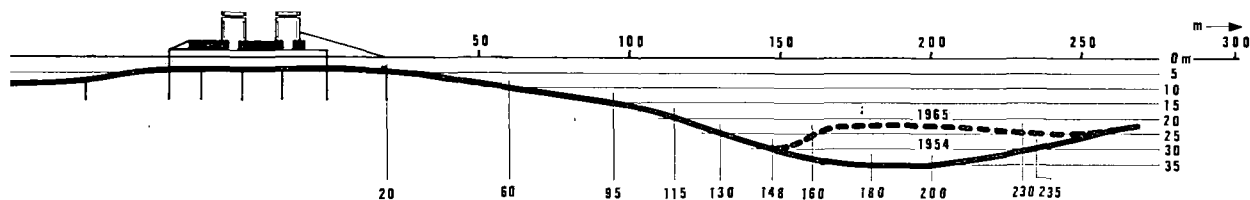


Fig. 40. Ontgronding buiten de Stevinsluizen

November en december leidden de droge jaren 1933 en 1934 in. De acute moeilijkheden waren voorbij.

Dat wil niet zeggen, dat de zorgen over ontgronding bij de sluizen voorbij waren. Door de vorm die de bodem na het zinkwerk had gekregen, is het stroombeeld gewijzigd. De retourstroom, die het zand naar het betonnen stortebed had moeten voeren, is vrijwel verdwenen. De sterk turbulente hoofdstroom gaat vlak over de bestorting van de zinkstukken heen. In die stroom komen zeer sterke stoten voor. Aan de rand van de stroom zijn stoten gemeten bijna tien maal zo sterk als de druk die behoort bij de 'gemiddelde' snelheid ter plaatse op het ogenblik van de waarneming. Daar kunnen zelfs grote stenen, van de bestorting niet tegen. Er was dan ook telkens weer verlies van stenen, die naar beneden rolden. Het hielp niet dat nog zwaardere stenen werden gebruikt, tot een gewicht van een ton per stuk toe. De bestorting moest over grote oppervlakten worden ingebetonneerd, vóór een redelijke toestand werd verkregen. Zelfs na tientallen jaren moet de bezinking geregeld door duikers worden gecontroleerd en dan worden bijgestort. Een enkele keer kan daarmee niet worden volstaan. Zo moest in 1956 een holte in de bezinking buiten groep 2 worden opgevuld met beton in zakjes. De groep was daarvoor ruim twee maanden buiten bedrijf.

De bezinking is in de loop der jaren steeds verder uitgebreid. De keileemlaag bij Den Oever is reeds lang doorgeschuurd. De zeestromen zijn niet in staat het zand dat door de spuistroom vèr weg wordt gevoerd, volledig door ander te vervangen. De uitgeschuurde kuilen blijven in omvang groeien. Zo lang dat in de lengte gebeurt is daar geen bezwaar tegen. Grote uitbreiding in de breedte is daarentegen bedenkelijk waar de leidammen evenwijdig lopen aan de spuistroom. Vooral de leidam tussen groep 1 en de scheepvaartgeul van de Stevinsluizen zou gevaar lopen, als daartegen niet nu en dan werd gezonken (fig. 29, blz. 141).

Nadat de sluizen een derde eeuw in bedrijf zijn geweest, zijn de vijf uitgeschuurde kuilen gegroeid tot een lengte van 300 m en een diepte van meer dan 30 m. Ze hebben tezamen een inhoud van meer dan een miljoen kubieke meter (fig. 40).

De hoeveelheden verwerkt zinkstuk en gestorte steen hebben in de loop van de tijd een grote omvang gekregen, zoals blijkt uit tabel 8.

TABEL 8. BEZINKING BUITEN SPUISLUIZEN AFSLUITDIJK

<i>Periode</i>	<i>Gezonken zinkstukken</i>	<i>Gestorte steen</i>
1932-1933	47 × 1000 m ²	40 × 1000 ST
1934-1941	57	107
1942-1951	27	77
1952-1969	45	119
Totaal	176	343

Het zinken en vooral het bijstorten zal in lengte van dagen moeten doorgaan. Het is wel heel iets anders dan wij ons op 28 mei 1932 hadden voorgesteld.

Aanval van golven

Niet alleen de spuistroom heeft reden gegeven tot zorgen, ook de golven hebben er toe bijgedragen. Oorspronkelijk lagen de sluizen open voor golven uit het noordwesten. De leidammen boden daartegen geen bescherming.

Bij de sterkteberekening van de schuiven is uitgegaan van een statische waterdruk van 5 ton per m², veroorzaakt door een buitenwaterstand van 3,6 m boven NAP en een stand aan de IJsselmeerkant van 1,4 m onder dat peil. Golven veroorzaken extra krachten tegen de schuiven en hoe groot die kunnen zijn bleek toen modelproeven waren genomen om dit punt op te helderen.

De toestand is het ongunstigst als de zeestand ongeveer overeenkomt met de bovenkant van de pijlers, dat is ook de onderkant van de overbruggingen (NAP + 2,5 m). Vóór een golf komt aanrollen is de koker niet vol met water. De golftop loopt daardoor als het ware in een cul de sac en kaatst daarbij terug, waarbij heel grote drukken ontstaan. Als men de schuif die door de golf wordt getroffen gesloten zou houden, zou de druk plotseling kunnen oplopen tot veertig ton per vierkante meter, veel meer dan de schuiven kunnen verdragen. Voor de noorderschuiven is de aanwezigheid van de zogenaamde militaire balken heel ongunstig (fig. 41). Deze balken moeten de schuiven beschermen tegen steil invallende projectielen, afgevuurd door oorlogsschepen ver weg in de Waddenzee. Ze vormen een balkon, waaronder de golven bijzonder grote drukken veroorzaken, tegen de schuiven en ook tegen de balken zelf. Die moesten dan ook worden vastgezet tegen de heftorens om opwippen te voorkomen. Dat is een van de eerste maatregelen die zijn genomen in verband met de golfkrachten, waarmee oorspronkelijk te weinig rekening was gehouden.

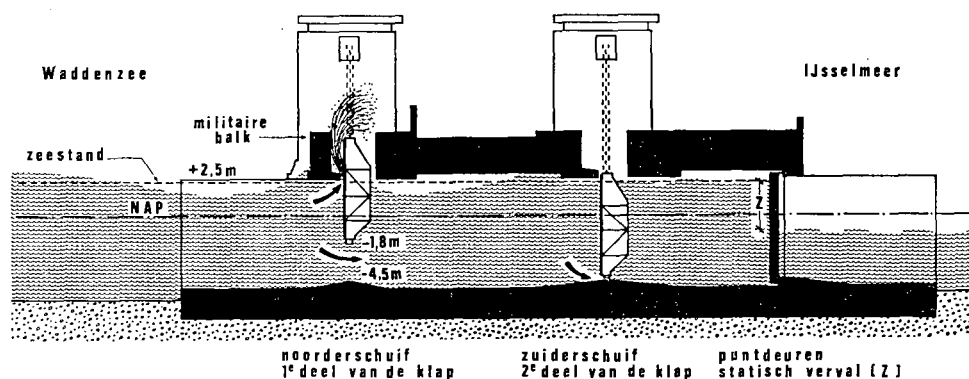


Fig. 41. De stormvloedkering in de uitwateringsluizen

Die maatregel was niet voldoende. Het was nodig te voorkomen dat de golven rechtstreeks de sluizen zouden treffen (fig. 29 en 30). Vooral bij de Stevinsluizen zijn daarvoor dadelijk nadat de sluizen gereed waren, vrij grote werken uitgevoerd. Dwars op de oostelijke leidam van de scheepvaartgeul is een dam uitgebouwd, 300 m lang. Verder noordoostelijk, recht tegenover de uitwateringsluizen is een 665 m lange, hoge dam aangelegd, die vanwege zijn gebogen vorm bekend staat als 'de banaan'. Tussen de beide dammen is voldoende ruimte om de spuistroom te laten passeren. Ook een kleine tak van de getijstroom gaat door dat gat en trekt zuidelijk van de banaan langs.

Bij de Lorentzsluizen is aan de westzijde een haakvormige dam, ruim 650 m lang, in de Waddenzee uitgebouwd. De dam tussen de spuistroom en de scheepvaartgeul heeft er een stuk van 100 m bijgekregen. In het IJsselmeer is de westelijke leidam met 200 m verlengd, waardoor een betere bescherming is verkregen tegen golven uit het zuidwesten.

Grote golven kunnen nu de sluizen niet meer bereiken, maar toch zijn nog meer maatregelen genomen die de veiligheid van de schuiven waarborgen. Allereerst is de kracht van de golfaanval in tweeën gedeeld door bij harde wind uit west tot noord zowel de zuider- als de noorderschuiven geheel neer te laten, maar de houten onderaanslag van de laatste te voorzien van onderbrekingen. Daardoor was er enige communicatie tussen het water in de Waddenzee en dat in de ruimte tussen de beide schuiven. Het contact was niet zo groot dat de golven in die ruimte doordrongen, maar wel voldoende om de waterspiegel erin het peil van de Waddenzee (de golven weggedacht) te laten volgen. Het niveauverschil tussen dit peil en dat in het IJsselmeer, het 'statische verval', werd gekeerd door de zuiderschuiven, die de daarmee in verband staande krachten opnamen. De puntdeuren vormden een reserve en de noorderschuiven werden alleen belast met de golfklappen. Door de dichting langs de bovenrand van die schuiven weg te nemen en zodoende het opgesloten water daar een uitweg te bieden, werden de klappen nog wat verzwakt.

Dit was een verbetering ten opzichte van de oorspronkelijk gedachte toestand, waarbij de noorderschuiven alle krachten moesten opnemen. Op den duur (1940) werd deze toestand toch onvoldoende geoordeeld en werd besloten de krachten te verdelen over alle drie de waterkeringen. De puntdeuren worden nu niet meer in reserve gehouden, maar moeten het statische verval keren. De zuiderschuiven worden gezet op een heel kleine kier, voldoende om de waterstanden ter weerszijden te egaliseren, maar niet om de golven door te laten. De noorderschuiven worden 2,7 meter geheven en in die stand vastgezet. Nu vangen ze een deel van de golfklap op, maar een ander deel komt onder de noorderschuiven door terecht op de zuiderschuiven, die dus ook hun aandeel krijgen in het keren van de golven. Alles is eerlijk verdeeld (fig. 41). Zelfs onder zeer ongunstige omstandigheden loopt de druk nergens hoger op dan zeven ton per vierkante meter. Schuiven en puntdeuren zijn hiertegen ruimschoots bestand.

De schuiven kunnen door een pal-inrichting op verschillende hoogten worden vastgezet. Ook zijn stalen wiggen gemaakt om te beletten dat de deuren onder invloed van de golven gaan klapperen. Deze voorzorg is blijkbaar overbodig. Na een paar keer proberen zijn de schuiven niet meer met de wiggen in hun sponningen vastgeklemd.

Van de mogelijkheid om met de puntdeuren automatisch te spuien is nooit gebruik gemaakt. Gewichten en kettingen waarmee de deuren uit hun kassen zouden moeten worden getrokken, werkten niet betrouwbaar. Ze waren hinderlijk voor het onderhoudswerk in de kokers en zijn dan ook verwijderd. De deuren worden nu met behulp van lieren dichtgetrokken. Dat gebeurt alleen bij storm. Normaal worden de puntdeuren door een klink in de kas vastgehouden. Het omleggen van de klinken moet gebeuren door een luik in de afdekking, van de rijweg af. Men had blijkbaar indertijd niet gerekend op druk verkeer over die weg. Er zal iets anders op moeten worden gevonden.

Slippen van de schuiven

Er was, behalve storm, nog een andere reden waarom het gewenst was de schuiven in gedeeltelijk geheven stand vast te zetten. De schuiven hadden namelijk aanvankelijk een onaangename eigenschap. Als ze een eindweegs zijn geheven, maar de onderkant zich nog in het water bevindt, dan ontstaat in het onder de schuif doorstromende water een zodanige drukverdeling, dat op de schuif een neerwaartse kracht wordt uitgeoefend. Die kracht K grijpt voornamelijk aan op de onderrand en kan, als het verval groot en dus de stroom sterk is, een aanzienlijke waarde bereiken. Dit brengt het evenwicht in gevaar van het samenstel van schuif en tegenwichten. De schuif weegt bijna 40 ton. De twee tegenwichten zijn tezamen ongeveer een ton lichter, om te zorgen dat de schuif in gesloten stand nog op de bodem drukt, wat voor een goede afdichting nodig is. Het kleine

verschil kon gemakkelijk worden opgevangen door de wrijving van de ketting over de loopwielen boven in de torens. Anders werd het wanneer de 'zuigkracht' van het water ook op het toneel verschijnt. Het kettingwiel was namelijk geen nestenschijf; voor de schalmen die loodrecht staan op het loopvlak van het wiel was een groef aanwezig. Het hing af van de wrijvingscoëfficiënt f tussen de kettingschalmen en het loopvlak van de kettingschijf, of de ketting al dan niet zou slippen. Nu had men gerekend dat f omstreeks 0,18 zou zijn, in elk geval tussen 0,15 en 0,20, wat een normale waarde is en waarmee een kracht K van meer dan 22 ton kon worden opgenomen.

Misschien komt het door olie, die tussen de schalmen kan raken, dat hier f erg klein is, zo tussen 0,10 en 0,12. Dat, gevoegd bij een grotere onderdruk van het stromende water op de schuif dan was voorzien (die druk kan niet worden berekend en modelmetingen zijn pas achteraf gedaan), leidde op een keer, toen een schuif twee meter was geheven en het peil in de Waddenzee tot een laag niveau daalde, tot verlies aan evenwicht. De onderdruk werd blijkbaar groter dan de wrijving kon compenseren, de kettingen slipten over de loopwielen en de schuif sloeg met een geweldige dreun dicht.

Het spreekt voor de kwaliteit van de constructie dat noch de schuif, noch de drempel werd beschadigd, maar er gebeurde iets anders.

De schuif had, vlak voor hij de drempel raakte, een grote snelheid gekregen. De contragewichten van ponsdoppenbeton hadden dus een grote vaart naar boven, die niet zo plotseling kon worden gestopt. Ze gingen nog een eind omhoog en vielen toen terug, daarbij de kettingen met een ruk strak trekkend. Die ruk was voor één van de kettingen te veel en het daaraan bevestigde gewicht van 19 ton viel van zijn hoogste stand op de vloer van de torenschacht. Ook die vloer was sterk genoeg, maar door deze schok desintegreerde het tegengewicht. Na de botsing lagen de ponsdoppen onder in de schacht en kwamen de fijne bestanddelen van de beton als rook boven uit de heftoren waaien.

Er moest natuurlijk iets aan worden gedaan, hetzij door K te verkleinen, hetzij door f te vergroten, bij voorkeur door beide. Verder kwam het voorschrift dat de schuiven op de pallen moeten worden vastgezet, als wordt gespuid met gedeeltelijk geopende schuiven en dat de schuiven niet mogen worden bewogen als het verval groter is dan 1,25 m. Dit is eigenlijk een ontoelaatbare eis, want de schuiven *moeten* worden gesloten in een noodgeval, bijvoorbeeld wanneer een schip vóór de sluizen op drift is.

Er kwamen modelmetingen aan te pas om middelen te vinden ter verkleining van K . Dat gelukte door in de onderrand zoveel openingen te maken als met het oog op de sterkte nog juist toelaatbaar was. Bij de Lorentzsluizen moesten bovendien aan de IJsselmeerzijde verticale platen worden aangebracht tussen de kokerliggers.

Om de wrijving bij de kettingwielen te vergroten zou men er aan kunnen denken deze uit te voeren als nestenschijven. Dat is echter uitgesloten, want als door rek of slijtage

van de schalmen de 'steek' van de kettingen groter wordt, past de zaak niet meer en dan komt men van kwaad tot erger. De kettingen bleven nog gehandhaafd, zelfs toen in één er van een brosse breuk voorkwam. Ze zijn toen uitgegloeid. Tenslotte werd toch besloten ze te vervangen door kabels. Dat is geleidelijk gedaan in de jaren 1962-1964. De schuiven hangen nu aan iedere kant aan twee kabels, die over daarvoor geëigende nieuwe wielen lopen. Uitvoerige metingen hebben doen zien, dat f nu ligt tussen 0,14 en 0,16. Dat is groot genoeg. Het leed is geleden. De negen vernielde tegengewichten zijn vervangen door stalen kisten, volgepakt met ballast.

Glasaal

Het bedrijf van de sluizen is altijd beïnvloed door de glasaal. Elk voorjaar, meestal van maart tot juni, melden deze zes centimeter lange palinglarven zich na hun lange tocht van de Saragossa zee over de Atlantische oceaan bij miljarden vóór de sluizen, op zoek naar zoet water. Het is zaak, zoveel mogelijk van deze diertjes in het IJsselmeer te krijgen, waar ze opgroeien tot aal en de visserij een behoorlijke basis verschaffen.

Aanvankelijk zette men vóór of na het spuien de schuiven op een kier open als het niveau in de Waddenzee enkele centimeters hoger was dan dat in het IJsselmeer. Er kwam dan echter zoveel zoutwater met de glasaal naar binnen dat een andere methode nodig was. Die is gezocht door de glasaal als het ware naar binnen te schutten door afwisselend de noorder- en de zuiderschuiven te trekken. Dat was niet effectief en nadat de biologen zich hadden gebogen over de gewoonten van de glasaal is een derde methode ingevoerd. Als proef-vissingen hebben aangetoond dat de glasaal in groten getale aanwezig is, dan worden in donkere, maanloze nachten (als de treklust van de vis het grootst is) de schuiven in de laagwaterperiode enkele centimeters getrokken. De glasaal weet zich dan, tegen het ontsnappende water in, langs de bodem naar binnen te werken. In de jaren 1954 tot 1957 is men tot deze methode overgegaan, voorzover wij kunnen beoordelen, met goed gevolg.

Afdichten van de schuiven

Evenals bij de glasaal, speelt de wens om zo weinig mogelijk zout water in het IJsselmeer te krijgen een grote rol bij de zorg voor het afdichten van de kieren tussen de schuiven en de sluisgebouwen.

Bij de onderkant waren aanvankelijk stukken van de houten aanslagbalk van de noorderschuiven weggelaten. Door de openingen kwam een ontoelaatbare hoeveelheid zout water naar binnen als de zuiderschuiven voor onderhoud of herstel waren geheven en het spuibedrijf werd gevoerd met de noorderschuiven (gemiddeld omstreeks 20 dagen per jaar). Daarom zijn later ononderbroken aanslagbalken aangebracht. Die sluiten zó goed

tegen de granieten drempel, dat de 'effectieve' lekspleet maar enkele tienden millimeters breed is. Een rubberslab met kraal houdt de afdichting in stand als de schuif enigszins uit het lood staat.

Als de rubber zij-afdichtingen zich in goede staat bevinden, is de lekspleet daar van dezelfde orde van grootte. Het is echter gebleken, dat dit alleen het geval is, als er voortdurend veel zorg wordt besteed aan die dichtingen. In de oorlogsjaren was dat niet mogelijk. De lek nam toen onrustbarend toe en was een van de redenen van de relatief hoge zout-(chloride-) gehalten van het IJsselmeer in de eerste na-oorlogse jaren (4.5, blz. 275).

In de jaren 1950 tot en met 1957 zijn de vijf en twintig sluiskokers om de beurt drooggezet om de zij-aanslagen te herstellen. Het bleek dat de beton onder de looprails was beschadigd tengevolge van herhaaldelijk stoten op dezelfde plaatsen. Door middel van stalen volgplaten is de ondersteuning van de looprails verbeterd. De speling is verkleind. De rubber dichtingstroken zijn vernieuwd en zo is een bevredigende toestand verkregen. Het lekken langs de schuiven is beperkt tot een aanvaardbare en onvermijdelijke grootte.

Bij de derde waterkering, de puntdeuren, is een perfecte afdichting niet van belang. Zij doen alleen dienst tijdens storm.

Onderhoud

De stalen waterkeringen vereisen veel onderhoud. Het zeewater stelt hoge eisen aan de roestwerende bedekking. Na veel proeven met 'nieuwe' middelen is teruggekeerd tot roestvrij schrapen en koolteren. De schuiven krijgen eens per twee tot drie jaar een beurt. De puntdeuren werden oorspronkelijk gemiddeld om de vijf jaar met behulp van de beunponton uitgenomen en naar buiten gebracht voor een onderhoudsbeurt.

De afsluitschotten voldoen goed. Het is zonder bezwaar mogelijk om elk jaar drie tot vijf sluiskokers stuk voor stuk droog te zetten voor inspectie, onderhoud en herstel van de dichtingen van de schuiven. Er is dan ook gelegenheid voor het onderhoud van de puntdeuren. De beunponton wordt niet meer gebruikt; die is opgeslagen op het KWZ.

De tweede ronde is begonnen in 1961 en was in 1968 voltooid. Kort daarop is begonnen met de derde ronde; zo blijft de bevredigende toestand behouden.

De bewegingsinrichtingen boven in de heftorens behoeven niet meer dan normaal onderhoud.

Over de fundering van de sluizen mag men tevreden zijn. In bijna veertig jaar zijn de sluisgebouwen niet meetbaar gezakt. Het vertrouwen in de draagkracht van de keileem bij Den Oever (2.1.2, blz. 49; 2.3.1, blz. 143) is terecht geweest.

Aan de sluisgebouwen is weinig onderhoud nodig. De beton is van goede kwaliteit. Men heeft eerst getracht het uiterlijk te verfraaien door de heftorens zeegroen te verven. In 1950–1953 is het betonwerk echter weer schoongeborsteld en met cement gesaust. De sauslaag werd er na een paar jaar door algengroei weer afgedrukt. In 1963 is begonnen met schoonstralen en bijwerken van het oppervlak en het bestrijken met middelen die het indringen van water moeten tegengaan.

Het spreekt vanzelf dat het onderhoud in de jaren 1940–1945 achterop raakte. Dat was trouwens niet eens het ernstigste gevolg van de oorlog. Zowel in 1940 als in 1945 zijn vernielingen aangericht. De Nederlandse genie heeft van een stel schuiven in de Lorentzsluizen de kettingen doorgeslagen, wat de vernieling van de contragewichten tengevolge had.

In april 1945 was de schade, nu aangericht door de Duitse weermacht, ernstiger. De noordelijke torens van de Lorentzsluizen zijn opgeblazen, waardoor spuien onmogelijk werd. Dadelijk na de bevrijding zijn de schuiven opgevijseld, zodat met de zuiderschuiven kon worden gespuid. In november 1946 was alles weer opgebouwd.

Ijs

Nog een enkel woord over het spuien tijdens ijsgang.

Ook al is het IJsselmeer dichtgevroren, dan kan nog een tijdlang normaal worden gespuid. Kleine ijsschotsen gaan met het uitstromende water mee onder de schuiven door. Grote schotsen blijven hangen tegen de punten van de pijlers, zonder de schuiven te raken. Het water stroomt onder de barrière door.

Moeilijkheden ontstaan pas als de zijkanten van de schuiven vastvriezen. Ze kunnen dan niet worden losgetrokken zonder de afdichting te beschadigen. Een remedie wordt gezocht in het verwarmen van de sponningen, maar een afdoende oplossing is nog niet gevonden.

De schutsluizen. Capaciteit

De ervaringen met de schutsluizen zijn van andere aard dan die met de uitwateringsluizen. Met deze hebben ze gemeen, dat ze hun taak uitstekend vervullen. Ze hebben ruim voldoende capaciteit en lange wachttijden zijn er onbekend.

De sluizen zouden een veel groter verkeer kunnen verwerken. Toch kan niet worden gezegd dat ze kleiner hadden kunnen zijn. Aan de Lorentzsluizen kan het druk zijn, onder andere door de vele vissersschepen. De grootste schepen die daar worden geschutz zijn afkomstig van een werf te Makkum. Zij gaan naar de Noordzee voor een proeftocht of om te worden afgeleverd. Tot dusver was de grootste lengte 102,5 meter, de maximale

breedte 13,55 m en de grootste diepgang 3,7 meter. De grote sleepschepen zijn vrijwel verdwenen. Daarentegen is in de latere jaren de recreatievaart van belang geworden. In het begin van de zestiger jaren werden de 'zeegaande jachten' in de Lorentzsluizen geteld met tientallen (per jaar). Vijf jaar later waren het honderden.

Tegengaan van de invasie van zout

De deuren van de grote sluizen zijn van het begin af bewogen door elektromotoren. De kleine sluis op het kwz heeft handbedrijf gekend tot 1970, toen is hij geëlektrificeerd. Dit heeft natuurlijk enige invloed gehad op de verdeling van het verkeer over de beide sluizen. Het is menselijk als niet volledig wordt voldaan aan het verlangen om de grote sluis zo weinig mogelijk te gebruiken wanneer men de keus heeft tussen het omzetten van een schakelknop en het moeizaam zwoegen aan een windwerk. Dat verlangen staat natuurlijk in verband met de eis om zo weinig mogelijk zout water op het IJsselmeer te brengen. In dat opzicht is een schutsluis een grotere boosdoener dan men op het eerste gezicht zou denken. Als de schutkolk is gevuld met zoet water en de buitendeuren worden geopend, dan begint het zware zeewater langs de bodem naar binnen te stromen. Dat gaat door tot de hele kolk met zout water is gevuld, zelfs bij laagwater. Wordt nu de kolk 'omgezet', de buitendeuren dicht en de binnendeuren open, dan komt het zoete water langs het oppervlak binnen en het zoute water verlaat langs de bodem de kolk in de richting waarheen we het bepaald niet willen hebben.

Het uitwisselen van water kost enige tijd en het kan worden beperkt door de deuren maar kort open te houden. Vandaar de instructie om de deuren pas te openen als het te schutten schip vlak bij is en ze dadelijk achter het schip (of de schepen) weer te sluiten. Het is geen prettige manier van schutten, noch voor de sluiswachter, noch voor de schipper, maar het helpt uitstekend en is de moeite waard. Een andere, evenmin prettige maatregel is, niet voor elk klein schip de kolk om te zetten, maar te wachten tot het gezelschap groter is geworden.

Het zoutbezwaar bij een schutsluis kan nog verder worden beperkt door de schutkolk te bemalen, maar dat is een zo ingrijpend middel dat het zelfs hier niet is toegepast. De elektrificatie van de kleine schutsluis op het kwz is een stap in de goede richting. In 1970, aan het eind van onze halve eeuw, was een volgende stap in voorbereiding door het aanbrengen van een installatie in de kleine (drukste) sluis waarmee een luchtbellen-scherm kan worden gemaakt. Zo'n scherm wordt gemaakt door lucht te blazen in een dwars over een sluishoofd op de bodem liggende geperforeerde buis. De luchtbellen die daaruit naar het oppervlak opstijgen, gaan de uitwisseling van zout en zoet water tegen. Als het middel goed voldoet, is het niet onmogelijk dat dergelijke installaties ook op de grote sluizen zullen worden toegepast.

De toegangswegen naar de sluizen

Een groot probleem bij de schutsluizen is het op diepte houden van de vaarwaters die er heen leiden.

Aan de IJsselmeerkant is er alleen aanslibbing. De stroom is daar niet sterk genoeg om zand over de bodem te verplaatsen. Alleen de slibdeeltjes die elders door de golven zijn opgewoeld, kunnen hier worden afgezet. De nodige vaardiepte wordt hier gehandhaafd door nu en dan een matige hoeveelheid grond weg te baggeren.

Anders is het gesteld aan de zijde van de Waddenzee. Daar is het terrein van de getijstromen, die de bodem voortdurend in beweging houden. De geulen waardoor de getijbeweging zich afspeelt, worden door de stroomschuring op diepte gehouden. Daarbuiten heeft het zand de neiging om neer te slaan.

Bij het Kornwerderzand is de toestand niet ongunstig. Vlak voor de leidammen langs loopt een getijgeul die, van het westen komend, zich uitstrekt in de richting van Harlingen. Hij draagt daar vanouds de naam 'Boontjes'.

Was de dijk niet naar Zurig, maar volgens de oude plannen naar Piaam gericht, dan zou de toestand hier heel wat ongunstiger zijn geweest. Nu is het best in orde tot een viertal kilometers bezuiden Harlingen, waar zich ook vóór de afsluiting van de Zuiderzee een ondiepte bevond. Bij laagwater konden diepgaande schepen daar niet passeren: zij moesten wachten tot de hoogwaterperiode. In twee opzichten bracht de afsluiting van de Zuiderzee aanvankelijk verbetering. Ten eerste behoefde men niet te wachten op zee, te Stavoren of elders, maar kon men in de voorhaven van de Lorentzsluizen, op een afstand van twaalf kilometer, het goede ogenblik afwachten om tegen hoogwater bij de drempel te komen. Ten tweede was door de afsluiting het hoogwater in deze omgeving hoger geworden, zodat meer vaardiepte dan vroeger aanwezig was (3.2, blz. 199).

Men wist echter ook door de uitkomsten van de SCL, dat de getijstroom bij de drempel van de Boontjes een weinig zwakker zou worden en dat de drempel op de lange duur iets zou verondiepen. Dat gebeurde dan ook. Na een jaar of tien was de verbetering door het verhoogde hoogwater vrijwel verloren gegaan. In 1957 is een geul gebaggerd door de ondiepte, een weinig omvangrijk werk (134 000 m³). Die geul blijft niet geheel in stand. In 1969–1970 is weer 85 000 m³ gebaggerd. Uit de resultaten van de SCL mag men misschien afleiden dat ook in de toekomst moet worden gebaggerd, zowat eens in de tien jaar. De berekeningen geven ook aan, dat de geul wat sneller zou zijn verondiept, als de Afsluitdijk op Piaam gericht was geweest (2.1.3, blz. 53 en 3.3, blz. 207).

In de verbinding tussen de Lorentzsluizen en het Vlie, vooral van belang voor de Urker vissers, is een drempel ontstaan die een omweg nodig maakt. Er is echter weinig kans op, dat daar moet worden ingegrepen.

De toegang van de Waddenzee naar de Stevinsluizen wordt gevormd door de Wierbalg, die overeenkomstig de voorspelling van de SCL sterk in vermogen is afgenomen. Hier was de voorspelling voor een Afsluitdijk naar Piaam gunstiger, maar ook nu is de geul nog diep genoeg voor de bescheiden scheepvaart naar Den Helder en Texel. Langs de Afsluitdijk is een geultje gevormd waardoor de vaart van de sluizen uit in noordoostelijke richting mogelijk is geworden.

Baggerwerk bij en in de havens

Het baggerwerk bij de Lorentzsluizen beperkt zich in hoofdzaak tot de voorhaven, tussen de leidammen en vlak daarbuiten. Er is een hoeveelheid mee gemoeid van omstreeks 50 000 m³ per jaar.

Bij den Oever is veel meer werk aan de winkel. De getijgeulen Wierbalg en Gaatje zijn tengevolge van de afsluiting van de Zuiderzee niet alleen minder breed en minder diep geworden, maar zij lopen ook niet, zoals de getijgeulen bij het KWZ, vlak langs de havenmond. Bij en in de mond zetten de stromen zeer veel materiaal af, meest zand. In het begin kon veel materiaal worden geborgen in de hoek tussen de noordkust van Wieringen en de westelijke leidam (fig. 29). Sinds dit gebied is volgeraakt, verondiept de havenmond nog meer. In de havens zelf wordt vooral slib afgezet. Er moet meestal tweemaal per jaar worden gebaggerd, samen omstreeks 200 000 m³.

TABEL 9. VAN 1933 TOT 1970 GEBAGGERDE HOEVEELHEDEN
(MILJOENEN KUBIEKE METERS)

<i>Plaats</i>	<i>Stevinsluizen</i>	<i>Lorentzsluizen</i>
Toegangen	3,47	0,92
Buitenhaven	2,25	0,61
Voorhaven	0,17	0,16
Totaal	5,89	1,69

Bij Den Oever kan verbetering worden verkregen door de leidammen te verlengen en zodoende feitelijk de havenmond naar de getijgeul toe te brengen. De vraag kan worden gesteld of men niet beter dadelijk lange leidammen had gemaakt en daardoor op het baggerwerk had gespaard. Ik ben geneigd die vraag ontkennend te beantwoorden. In 1931 kon men nog niet voorzien hoe het geulenstelsel zich zou ontwikkelen. Er was een grote kans dat de dammen een verkeerd tracé hadden gekregen.

Mochten in de toekomst de Breehorn en het Balgzand worden droog gemaakt, dan zou de situatie buiten de Stevinsluizen opnieuw moeten worden bezien.

Onderhoud

De sluizen zelf vergen het normale onderhoud. De deuren worden op hun tijd verwisseld om te worden schoongemaakt en geteerd. De daarvoor vervaardigde hulpmiddelen voldoen goed. In 1954 is de grote schutsluis van de Lorentzsluizen drooggezet. De kolk is schoongemaakt, de aanslagen zijn opnieuw gedicht. Hetzelfde is in 1952 en wederom in 1969 gebeurd met de kleine schutsluis. De draaipunten van de deuren, die sterk waren gesleten, zijn hersteld. Er moet telkens veel slib uit de schutkolken worden verwijderd.

Bij de oorlogshandelingen van 1940 zijn de schutsluizen er goed afgekomen, maar in 1945 hebben ze zwaar geleden. In alle schutkolken heeft men schepen laten zinken en de deuren zijn vernield. Dadelijk na de bevrijding is begonnen met het herstel. De kleine schutsluis op het KWZ kwam op 3 juli 1945 alweer in bedrijf. De grote schutsluis aldaar kon twee maanden later weer over de vloed worden gebruikt, maar het duurde tot half juli 1946 eer alles normaal was. Inmiddels was ook de schutsluis bij Den Oever weer geheel hersteld (mei 1946).

De bruggen

De draaibruggen hebben een bewogen geschiedenis achter de rug en waarschijnlijk ook voor de boeg.

De situatie, op enige afstand zowel van de uitwateringsluizen als van de schutsluizen, is een succes gebleken. Land- en waterverkeer hinderen elkaar niet veel. De schepen varen er vlot doorheen, zodat de openingstijden kort zijn.

De oorlog maakte een eind aan de eerste, rustige periode. Tot het in staat van verdediging brengen van de militaire stelling op het Kornwerderzand – de enige plaats waar de invasie van mei 1940 tot staan is gebracht – behoorde ook het onbruikbaar maken van de draaibrug. Na de oorlogsdagen is hij in de oorspronkelijke toestand hersteld.

In 1945 werd een nog veel grotere schade aangericht. De brug bij Den Oever kwam ook 1945 zonder ongelukken door, maar die op het KWZ werd nu zo grondig vernield, dat repareren onmogelijk was. Het wegverkeer werd voorlopig hersteld doordat de Canadezen een Baileybrug legden over de hoofden van de schutsluizen. De scheepvaart was toen beperkt tot een doorvaarthoogte tot NAP + 5,4 m onder deze vaste brug. Een nieuwe brug werd gemaakt van onderdelen die waren gemaakt voor een brug bij de Ramspol, tussen het Kampereiland en de Noordoostpolder, en die gedurende de oorlogsjaren op de fabriek waren opgeslagen. In juli 1946 werd die brug in gebruik genomen.

Normaal onderhoud had vooral betrekking op de houten brugdekken, die niet bestand bleven tegen het steeds zwaarder wordende verkeer. Na ruim een kwart eeuw trouwe

dienst was de brug bij Den Oever toe aan een algehele revisie. Hij werd buiten bedrijf gesteld en tijdelijk vervangen door een Baileybrug over de pijler en de landhoofden voor de spoorweg, ditmaal geplaatst door de Nederlandse Genietroepen. Van de gelegenheid is gebruik gemaakt om het rijwielpad en het voetpad te verbreden. Daarvoor moesten de landhoofden worden gewijzigd. Dit alles gebeurde in de eerste helft van 1959.

Daarna kwam de brug bij de Lorentzsluizen opnieuw aan de beurt. De constructie daarvan was zodanig dat hij niet kon worden gewijzigd. Er is dus een nieuwe brug gekomen. Weer kwam er een Baileybrug aan te pas, die van december 1960 tot november 1961 het wegverkeer opnam en de doorvaarthoogte voor de scheepvaart beperkte. De draai pijler voor de spoorbrug, die na 1945 nog niet was hersteld, werd geschikt gemaakt om de Baileybrug te ondersteunen.

De nieuwe draai brug kreeg de grootste breedte die mogelijk was zonder in open stand de scheepvaart te hinderen, namelijk 11 m. Daarvan was 7,5 m voor rijverkeer, 2,5 m voor fietsers en brommers en 1,0 m voor voetgangers. De nieuwe maten zijn beter aangepast aan het na-oorlogse wegverkeer dan de 6,0 m rijweg met ter weerszijden 1,25 m rijwielpad van de oude brug. Op den duur zijn ook de nieuwe maten onvoldoende. In het kader van de modernisering van de weg over de Afsluitdijk worden ook de bruggen grondig herzien.

Aan de grondwerken van de sluizen en hun omgeving is niet veel veranderd. De meest ingrijpende wijziging vond plaats bij de havens van Den Oever. De helft van het haven-terrein langs de werkhaven viel ten offer aan de verhoging tot 'Deltahoogte' van de Zuider Oeverdijk. De vissershaven is enige malen verbeterd, vooral in 1962-1964.

Nabeschouwing

Men zal zich afvragen of een groot deel van de hiervoor gesignaleerde moeilijkheden hadden kunnen worden voorkomen als betere ontwerpen waren gemaakt. Die vraag moet bevestigend worden beantwoord. De ontwerpers van toen moesten werken onder omstandigheden waarvan we ons thans nauwelijks een voorstelling kunnen maken. Er was geen ervaring met dergelijke werken en de theoretische grondslagen waren nog in een primitief stadium. Lozingsmiddelen waardoor per seconde drie- tot vierduizend kubieke meter water stroomde, waren nog niet gemaakt. Golven waren tot de waterbouwkunde nog niet goed doorgedrongen en van hun uitwerking was ook bij de oceanologen vrijwel niets bekend. Ook was het contact tussen de werkers op verschillende terreinen nog niet zo intensief als nu het geval is, zodat we onvoldoende profiteerden van elkaanders ervaringen. Er waren al wel waterloopkundige laboratoria, maar het werk stond ook daar nog in de kinderschoenen. En wat het tegenhouden van zout betreft,

daarvan werd de noodzaak nog niet zo dringend gevoeld, omdat nog niet was gedacht over het gebruik van het IJsselmeerwater als drinkwater. Voor zover mij bekend werd de eerste suggestie daarvoor gedaan op het in 1931 gehouden Natuur- en Geneeskundig Congres.

Als destijds was beschikt over ervaring, kennis, werkwijze en hulpmiddelen van thans, dan waren de sluizen anders uitgevallen. Niet wat de algemene situatie betreft. Stellig zou het bedrijf van de schutsluizen op een afstand zijn gehouden van de kruising van weg- en waterverkeer.

Wel zouden de bruggen op die kruising niet als draaibrug zijn uitgevoerd, maar vermoedelijk basculebruggen of ophaalbruggen zijn geworden.

De schutsluizen zouden misschien zo zijn uitgevoerd, dat de schutkolken konden worden bemalen. De afmetingen van de schutkolken zouden dezelfde zijn geweest, maar de hoogte van de waterkeringen zou zijn aangepast aan de eisen van de Deltawet. Verder zou het zijn gebleven bij wijzigingen van ondergeschikt belang.

De leidammen hadden andere tracé's gehad en bij Den Oever aan de Waddenzeezijde dadelijk zijn uitgebouwd tot de diepe geul.

Het grote verschil zou zitten in de uitwateringsluizen. Volgens de tegenwoordige inzichten behoren zij over een grote breedte te worden gespreid. De capaciteit is dan minder dan 10 m³ per seconde per meter breedte. Daarvoor is een goed stortebed te maken. Een dam evenwijdig aan de Afsluitdijk en op enige afstand daarvan, zou een deel van de getijstromen vlak langs de sluizen leiden, zodat zand wordt aangevoerd dat in de diepe kolken wordt afgezet. Deze dam breekt ook de golfslag, zodat de golfkrachten op de waterkeringen geen probleem vormen.

Het is verleidelijk, de beweegbare waterkeringen te maken van het type zoals dat is toegepast bij de Haringvlietsluizen. We krijgen dan drempeldiepten van ongeveer twee meter onder NAP en overspanningen van tientallen meters. De kering natuurlijk aangepast aan het ontwerppeil van de Deltawet.

De sluizen zouden weer zijn verdeeld in een oostelijk en een westelijk complex, elk van vierhonderd meter wijde. Elk complex kan worden verdeeld in twee groepen, elk van vijf sluiskokers, die dan wel heel plat zijn. Er zijn dan acht groep-tijen beschikbaar, wat genoeg is om het peil te regelen.

Het bezwaar van het lekken van zout water blijft bij deze oplossing bestaan, al wordt het wel minder. Het wordt geheel voorkomen als de sluizen als hevels worden uitgevoerd. Zij gaan dan onder de weg door en hebben alleen een stormvloedkering nodig. Hun aanleg en ook het bedrijf zijn duurder dan die van open sluizen. Die grotere kosten moeten

worden afgewogen tegen het te behalen voordeel, wat niet gemakkelijk is. Men zou nog moeten uitvinden hoe het bij hevels met de glasaaltjes moest gaan.

Hoe dit zij, de sluizen staan er. In het algemeen mogen wij er tevreden mee zijn. Ze vereisen wel meer zorg dan we hadden gehoopt, maar ze vervullen hun taak héél behoorlijk.

2.4.3. DE AMSTELMEERWERKEN

De dijken

Iedereen wist dat de werken langs de Noordhollandse kust, die grotendeels zijn aangelegd op de slappe kleilagen van het Noordhollandse profiel, na hun voltooiing nog wel zouden zakken.

Dat hebben ze ook gedaan, al is het eigenlijk niet tegengevallen. Het oostelijk deel van de Amsteldiepdijk, waar de slappe lagen ontbreken, is onbeweeglijk blijven staan, maar het westelijke deel, op het Balgzand is blijven zakken. In 1929 was het zo ver gekomen, dat de kruin bijna een meter moest worden opgehoogd tot het oorspronkelijke peil van NAP + 6,2 meter.

De brede binnenberm met de weg is op het verlaagde niveau gelaten. Aan die zijde had het Amstelmeer, waar geen hoge waterstanden voorkomen, de vroegere open Zuiderzee vervangen en daarmee was de reden verdwenen om de berm hoog te leggen. Komende van de Noordhollandse kust, op weg naar Wieringen, passeert men eerst het verzakte deel van de weg. Daar is een klinkerbestrating, die gemakkelijk kan worden aangepast, als de dijk nog meer zou zakken. Halverwege Wieringen wordt de opmerkelijke reiziger er door een korte stijging op attent gemaakt dat het Noordhollandse profiel is verlaten en dat hij het Friese profiel onder zich heeft (2.1.1, blz. 44 en 2.2.2, blz. 76).

De dijk is nu vrijwel tot rust gekomen. De opgeperste ruggen op het Balgzand langs de dijk zijn nog een herinnering aan de moeilijkheden van 1924 en 1925.

Bij de stormvloeden van 1953 en 1954 is water over de kruin van de dijk gekomen. Ernstig was dat niet, maar het spreekt vanzelf dat op den duur ook deze dijk zal worden aangepast aan het ontwerppeil van de Deltawet.

Dat is ook het geval met de Balgzanddijk, waar het water in 1953 en 1954 ook overheen is gekomen en die in 1953 vrij ernstig is beschadigd. Na die stormvloeden is de dijk flink onderhanden genomen (1955–1960). De kruin is gebracht op 6,7 m boven NAP. De berm is verhoogd en de glooiing is versterkt door bloksteen in te betonneren en meer klinkerglooiing te maken. Het profiel is enigszins gewijzigd.

De Balgzanddijk is niet gespaard gebleven voor zakkingsen. In 1932 moest een stuk van

het eerst gemaakte deel vijf tot zeven decimeter worden opgehoogd en nog in 1966 is een enigszins gezakt gedeelte op hoogte gebracht.

Hoe weinig stabiel de grond is, bleek in 1967 bij de brug over het Balgzandkanaal bij Van Ewijksluis. De brug zelf heeft een zeer stevige fundering, maar één van de vleugelmuren, de zuidoostelijke, die daar niet op rust, is in de loop der jaren gaan uitwijken. Hij is verankerd aan een deel van het bouwwerk aan de overzijde van de weg.

De Kooisluis

De schutsluis bij De Kooi heeft steviger grond onder zich en heeft blijkbaar een betrouwbare paalfundering. Er is geen zakking waargenomen.

Zoals men had verwacht, is de scheepvaart door de sluis niet druk. In zijn prille jeugd was er veel verkeer van aannemersmaterieel dat in het Balgzandkanaal moest werken en waarvoor hij al was opengesteld vóór hij klaar was. Daarna omvatte het verkeer gemiddeld 1750 schepen, tezamen 230000 ton metend, per jaar. In de loop van de tijden is de vaart nog wat verminderd. De sluis is ruimschoots in staat het verkeer te verwerken. Het grootste schip dat is geschut had een lengte van 68 m, een breedte van 8,8 m en een diepgang van 3,0 m. Ook in dat opzicht is de sluis dus aan de ruime kant (2.2.3, blz. 90).

De Oostoeversluis

De sluis bij Oostoever is al even stabiel als die bij De Kooi. Hier zijn echter moeilijkheden van andere aard voorgekomen. Eerst betroffen die de ontgronding door het uitstromende water. Al heel gauw na het in bedrijf stellen waren vlak tegen het sluisgebouw kuilen in de bodem ontstaan, die de standzekerheid in gevaar dreigden te brengen. Er moest met spuien worden doorgegaan om het peil van de Amstelmeerboezem te beheersen en er moest dus snel worden ingegrepen. Een modelproef gaf de voorlopige oplossing, die bestond uit het plaatsen van de onderste schotbalk in de buitenste daarvoor bestemde sponningen van alle vier de openingen. De proef gaf ook de oorzaak van de uitschuring aan. Er was gespuid op een ontoelaatbare wijze, namelijk twee kokers open en de andere dicht. De definitieve voorziening bestond uit het aanbrengen van een zinkstuk tegen de buitenzijde van de sluis.

De voor de sluis gebruikte beton bleek niet bestand te zijn tegen de inwerking van zee-water. De juiste samenstelling was nog niet zo goed bekend. Er is geen tras verwerkt in de beton, geen hoogovencement, maar Portland-cement.

De schade ontstond langzaam, maar na vijftien jaar zag het er niet fraai uit. Het was toen oorlog en het duurde tot 1947 eer de reparatie kon worden uitgevoerd.

Het trof dat het een droge zomer was en dat de sluis zonder veel bezwaar kon worden drooggezet. Het slechte materiaal is uitgehakt en door beter vervangen.

De buitengeul van de sluis, in het Balgzand, bleef eerst goed in stand. Er was ook niet anders verwacht. Toen echter de nieuwe marinehaven van Den Helder werd aangelegd, en in verband daarmee het Nieuwediep werd afgedamd, was het voorlopig gedaan met de diep aflopende laagwaters die de sluis zo'n grote capaciteit verleenden. Het laagwater lag plotseling enige decimeters hoger dan vroeger het geval was, en niet veel lager dan het streefpeil van de Amstelmeerboezem. Gelukkig vormde zich, door mensenhand geholpen, spoedig een nieuwe geul om de marinehaven heen, zodat het laagwater weer vrijwel tot het oorspronkelijke peil daalde.

Mede door het gunstige laagwater, waarop trouwens bij het dimensioneren van de sluis gerekend was, is de Oostoeversluis in staat om de Amstelmeerboezem te beheersen. Natuurlijk wordt het streefpeil (NAP — 0,5 m) nu en dan overschreden, maar dat is de gewoonste zaak van de wereld. Hinderlijk hoge standen heeft de Amstelmeerboezem, nu meer dan veertig jaar oud, niet gekend. Tot 1968 is het hoogste peil 31 cm boven NAP geweest.

De zeewering van Wieringen

De verbeterde zeewering aan de noordkust van Wieringen voldoet goed. De gewapend beton schermen hebben stormen en ijsgang doorstaan zonder noemenswaardige schade op te lopen. Na de stormvloeden van 1953 en 1954 zijn er nog nieuwe schermen bijgemaakt. Ook is men in 1955 begonnen om klinkerglooiingen aan te leggen langs verscheidene dijkvakken (Marskedijk, Bierdijk, Molgerdijk, Westerlanderklijf). Inlaagdijkjes achter de Rinkewielsdijk en de Bierdijk en langs het hoge land van Vatropp zijn verhoogd tot NAP + 4,8 m (3.6, blz. 223).

Dat is nog beneden het ontwerppeil en het ligt dus in de rede, dat heel wat werk moet worden verzet om de kering geschikt te maken om weerstand te bieden aan een stormvloed die dat peil bereikt.

Bij Den Oever is daarmee in 1961 begonnen. De Noorder Oeverdijk is verhoogd en ook de kruin van de Zuider Oeverdijk is gebracht op NAP + 6,0 m. De coupure tussen het dorp en het verkleinde haventerrein is voorzien van houten deuren, die de plaats innemen van de vroegere schotbalkkering.

Wegen en bruggen

De weg over de Amsteldiepdijk en die langs het Balgzandkanaal tussen Van Ewijcksluis en De Kooi maken deel uit van de Rijksweg 9. De bescheiden aanvankelijke opzet kon dan ook niet lang worden gehandhaafd.

Op de Amsteldiepdijk is de, oorspronkelijk vier meter brede, weg in 1931 verbreed tot zes meter plus een rijwielpad van 1,25 m breedte. Op het stabiele, oostelijke deel van de dijk zijn voor de verharding betonnen platen gebruikt. In 1967 is een verdere verbreding uitgevoerd.

De Balgzandbrug bij Van Ewijcksluis heeft er in 1962 een fietspad bijgekregen. Daarvoor moest het noordelijke bedieningsgebouw worden afgebroken, wat het uiterlijk van de brug niet ten goede is gekomen.

Door hoge waterstanden in het Balgzandkanaal tengevolge van oorlogsgebeurtenissen is de betonweg langs het kanaal ondermijnd en verzakt. De platen zijn opgeperst met een mengsel van zand, klei, cement en water. Tussen 1964 en 1967 zijn ze met cementspecie opgestort en onder profiel gebracht. De weg is nu een deel van Rijksweg 9. Zijn constructie is daarbij aangepast.

De werken op en ten westen van Wieringen zijn op 1 mei 1968 overgedragen aan de Rijkswaterstaat. Zij verdwijnen van die datum af uit de geschiedenis van de Zuiderzeewerken.

DE WADDENZEE

3.1. DE PROBLEMEN

De Waddenzee is één van de merkwaardigste delen van Nederland. Het is eigenlijk de enige wildernis die wij nog over hebben. Hij scheidt de Waddeneilanden van het vasteland en verzekert ze van een min of meer geïsoleerde ligging, waardoor ze nog enigermate hun eigen karakter kunnen behouden. Voor een speciale tak van waterrecreatie is de Waddenzee van betekenis, maar meer nog voor de visserij en de cultuur van schelpdieren. Heel belangrijk is hij voor de levensgemeenschap van vele plant- en diersoorten. Al deze aspecten worden niet of nauwelijks beïnvloed door de afsluiting van de Zuiderzee; ze vallen buiten ons onderwerp.

Het is niet gemakkelijk, de grenzen van de Waddenzee nauwkeurig aan te geven. De Noordhollandse en Friese kusten, Wieringen, de Afsluitdijk en de binnenzijde van de Waddeneilanden staan natuurlijk vast, maar anders staat het met de oostelijke begrenzing. Veelal rekent men dat de Waddenzee zich uitstrekt tot het 'wantij' achter Terschelling, de lijn waar de getijstroomen die westelijk en oostelijk van dat eiland om gaan elkander ontmoeten. Oostelijk van die lijn heeft, volgens de Staatscommissie Lorentz, de afsluiting van de Zuiderzee geen waarneembare invloed meer. Daar hebben we dan de Wadden, die te smal zijn om met ere de naam 'zee' te dragen. In de richting van de Noordzee kan men redelijkerwijs stellen dat de grens van de Waddenzee in het nauwste deel van elk der zeegaten moet worden getrokken. Zo gedefinieerd is het oppervlak van de Waddenzee ongeveer 1500 vierkante kilometer.

De invloed van de afsluiting van de Zuiderzee strekt zich echter nog verder buitengaats uit. Alweer volgens de SCL moest men verwachten, dat ook daar de getijden, de bodemconfiguratie en de stormvloedpeilen tengevolge van de Zuiderzeewerken zouden veranderen. Tijdens en na de afsluiting moest ook daar worden nagegaan in hoeverre de voorspellingen van de SCL juist waren geweest.

Dit geldt in nog veel grotere mate voor de eigenlijke Waddenzee zelf. De SCL had al aanbevolen voort te gaan met studies over deze drie punten, bestaande uit waarnemingen en berekeningen.

Dit is dan ook gebeurd en ook thans nog worden alle beschikbaar komende gegevens zorgvuldig verzameld en verwerkt. Peilschaalwaarnemingen gaan door, stromen worden herhaaldelijk gemeten. De Waddenzee, de zeegaten en de buitengronden worden geregeld opgepeild, waarbij de aan de Afsluitdijk grenzende strook zich in bijzondere belangstelling mag verheugen. Elke stormvloed van enig belang wordt toegevoegd aan de lijst van stormen die worden bestudeerd. Ook de kwaliteit van het water in de Waddenzee wordt in de gaten gehouden.

3.2. HET DAGELIJKS GETIJ IN DE WADDENZEE

De waarnemingen

De op- en neergaande beweging van de waterspiegel, het verticale getij, is het duidelijkste symptoom van de getijbeweging. Peilschalen waaraan dit wordt waargenomen of geregistreerd, zijn al lang geleden opgesteld op verschillende plaatsen in en om de Waddenzee. De oudste is die aan de Helderse Zeewering, waar sinds 1850 is waargenomen, van 1855 af aan een registrerende peilschaal. Nog vóór 1900 volgden de peilschalen van Oudeschild op Texel, in de havens van Vlieland en Terschelling, te Den Oever op Wieringen en langs de kust van Friesland bij het Nieuw Bildt, aan de Roptazijl en in de haven van Harlingen. Ook peilschaalgegevens van Hindelopen en Stavoren waren vóór de afsluiting van de Zuiderzee van waarde voor de kennis van het verticale getij in de Waddenzee.

Als het gaat om veranderingen van het getij, is het gewenst te beschikken over een vergelijkingsobject dat de verandering niet meemaakt. Daarvoor komt het getij in de Noordzee in aanmerking. Hoek van Holland en IJmuiden zijn geschikt, maar verder noordelijk zijn geen waarnemingen aan de open Noordzeekust beschikbaar. Delfzijl en, tot voor kort, de stations in de Lauwerszee (Zoutkamp, Oostmahorn) liggen weliswaar niet aan de Noordzee, maar zijn toch vrij van invloed van de Zuiderzee. Ook waren er waarnemingen van de lichtschepen Haaks en Terschellingerbank, enkele tientallen kilometers uit de kust.

Tussen het optreden van de SCL en het eerste werk dat invloed zou kunnen hebben op het getij (1918–1920) is het waarnemingsmateriaal sterk uitgebreid met korte meetseries op een groot aantal plaatsen. Ook zijn enige nieuwe registrerende peilschalen opgericht, onder andere in de havens van Terschelling en Den Oever, die, samen met Har-

lingen en Den Helder, fungeren als hoofdstations van de Waddenzee. Een poging om registraties te krijgen van het getij op de open Noordzeekust is maar ten dele geslaagd. Toch zijn er gegevens verkregen van Callantsoog en voor het midden van elk der eilanden Texel, Vlieland en Terschelling.

Een groot aantal stroommetingen, uitgevoerd in 1919 en 1920 en daarna nog aangevuld, completeerden onze kennis van het getij zoals het in de Waddenzee was vóór de afsluiting van de Zuiderzee. Het is weergegeven in een serie 'uurkaartjes' in het rapport van de SCL waarvan er één, vereenvoudigd, is afgebeeld in fig. 42.

Beschrijving van het getij

Het getij is een ingewikkeld verschijnsel. Zowel het op- en neergaan van de waterspiegel (het verticale getij) als de bijbehorende stroom (het horizontale getij) is elke dag weer anders. Er is een veertiendaagse afwisseling van springtij en doodtij, die zelf weer door allerlei invloeden wordt gestoord.

Wil men spreken over het getij in een bepaald gebied, dan is het aangewezen om gemiddelde waarden te beschouwen van karakteristieke grootheden. De gemiddelden moeten dan worden genomen over een maand, een jaar, of nog langer.

Eén van die karakteristieke grootheden is de middenstand (aangeduid als A_0), dat is het gemiddelde van alle opeenvolgende waterstanden over de beschouwde periode. Over lange tijd (tientallen jaren) gezien stijgt de middenstand in Nederland langzaam, tengevolge van de relatieve daling van de bodem. In ons gebied lag A_0 in 1970 even beneden NAP, bijna een decimeter hoger dan in 1920. Gedurende korte perioden wijkt de middenstand tengevolge van de wind soms ver af van het gemiddelde peil. Oostelijke en zuidelijke winden werken in het algemeen verlagend. Door westelijke en vooral door noordwestelijke wind wordt de middenstand verhoogd. De verhoging kan bij storm uit die richtingen meters bedragen. Wij hebben dan een stormvloed.

Ter weerszijden van de middenstand liggen hoogwater en laagwater, gekenmerkt door hun niveau en door het tijdstip waarop ze voorkomen. Dat tijdstip wordt bepaald ten opzichte van het ogenblik waarop de maan in het zuiden staat (de maanculminatie), omdat het getij in hoofdzaak wordt veroorzaakt door de maan. Voor hoogwater heet dit tijd-interval in het jargon van de vakmensen 'havengetal' (fig. 43). Het hoogteverschil tussen hoog- en laagwater wordt 'tijverschil' genoemd.

Tijverschil en havengetal zijn niet voldoende om het getij volledig te beschrijven. Daarvoor moet ook de vorm van de getijlijn (die het stijgen en dalen van de waterstand tussen laag- en hoogwater in beeld brengt) in aanmerking worden genomen. In het voorbeeld van fig. 43 (dat het getij bij Den Oever op 20 mei 1920 voorstelt) stijgt de zeespiegel na laagwater aanvankelijk snel. Binnen twee uur is het peil tot halverwege dat van hoog-

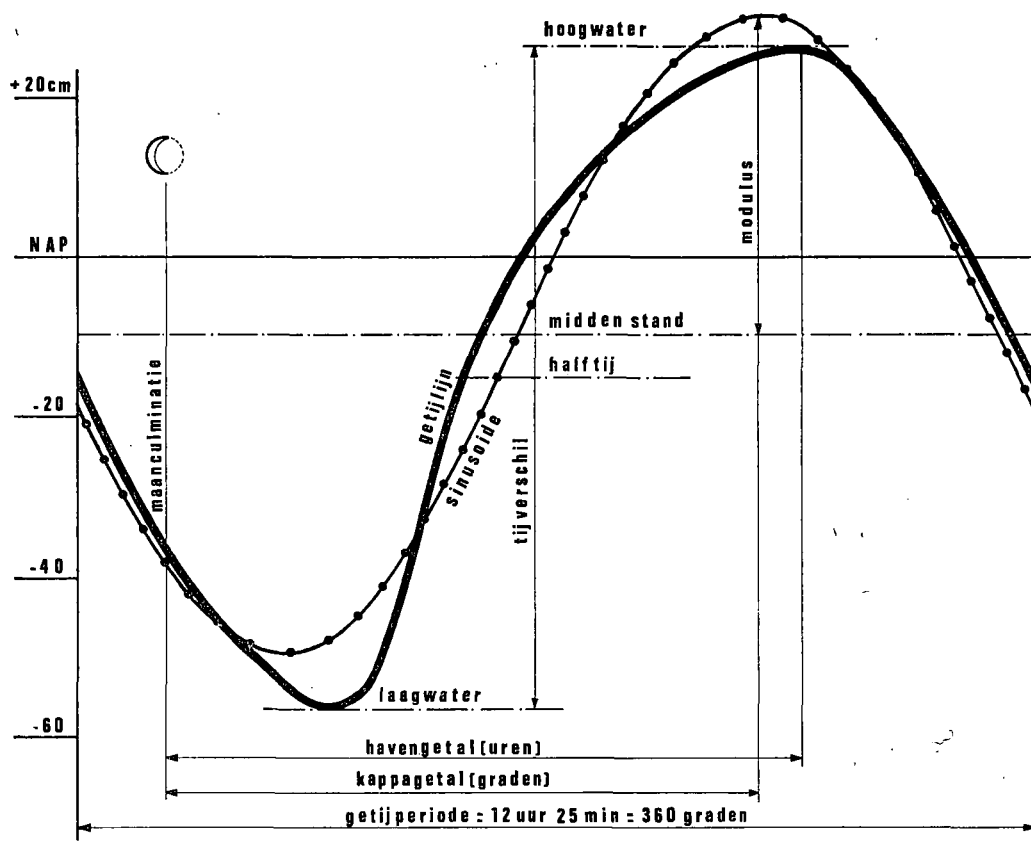


Fig. 43. Werkelijke en benaderde getijlijn

water (half tij) gestegen. De andere helft neemt bijna vier en een half uur in beslag. In dit voorbeeld is de periode van rijzend water vrijwel evenlang als die van vallend water, ieder de helft van de getijperiode. Dit is echter lang niet overal het geval.

Met de getijlijn is praktisch niet te werken als het er om gaat het getij in een mathematisch kleeft te steken. Dat is nodig als moet worden voorspeld welke gevolgen een verandering van de omstandigheden (zoals het afsluiten van de Zuiderzee) zal hebben. Daartoe wordt de getijlijn vervangen door een sinusoïde en wel die sinusoïde die het waargenomen getij beter benadert dan alle andere. Deze sinusoïde is geheel bepaald door zijn modulus H (in de regel iets kleiner dan de helft van het tijverschil) en zijn argument g , dat vroeger werd aangeduid met de Griekse letter α en daarom nog wel het 'kappagetal' heet. H wordt gemeten in meters of in centimeters, g in graden, waarvan er 360 gaan in een getijperiode van 12 uur 25 minuten, of 29 in een uur en die dus elk overeenkomen met ruim twee minuten op de klok.

Gaat men uit van een gemiddelde over tenminste een maand, dan wordt de sinusoïde aangeduid als het hoofd-(maan-)getij M_2 (de M vanwege de maan en de 2 omdat er ongeveer twee perioden per dag zijn). Het hoofdgetij is geheel bepaald door de twee grootheden H en g .

Op de stromen wordt eenzelfde bewerking toegepast. In de plaats van de middenstand komt dan de 'reststroom'. De fase van de stroom wordt het scherpst aangegeven door de tijdstippen van de kenteringen, als de vloedstroom overgaat in ebstroom en omgekeerd. Daartussen liggen de perioden van de sterkste, doorstaande stroom. De sinusoïde die de stroomkromme bij de berekening vervangt is weer bepaald door zijn modulus H en zijn argument g . De vloedstroom wordt als positief aangemerkt; de ebstroom krijgt het minteken.

Getijberekeningen van de SCL voor open Zuiderzee

Toen werd begonnen met de Zuiderzeewerken was het praktisch niet mogelijk langs mathematische weg een verklaring te geven voor de getijden in ondiepe zeegebieden. Noch de oceanografen, noch de waterbouwkundigen waren er toe in staat. Men moest zich beperken tot een beschrijving van de waarnemingen.

Toch was het nodig het probleem op te lossen, wilde men een voorspelling maken van de getijden die na de afsluiting van de Zuiderzee zouden ontstaan.

De SCL (Lorentz zelf!) ontwikkelde een bruikbare rekenwijze. Daarin wordt het te beschouwen gebied geschematiseerd als een netwerk van regelmatige geulen. Uitgaande van modulus H en argument g van het hoofdgetij M_2 (voor vertikaal getij en voor stroom) voor enige punten in de Noordzee, worden de overeenkomstige grootheden bepaald voor een aantal plaatsen in en binnen de zeegaten. Om een aanvaardbare nauwkeurigheid te verkrijgen is een hoeveelheid rekenwerk nodig die wel groot is, maar (ook zonder computer) niet onoverkomelijk.

Om de methode op de proef te stellen is hij eerst toegepast op een gebied waarin het getij bekend was, en wel de open Zuiderzee. De berekening is enige malen gedaan, waarbij telkens de schematisatie is verfijnd om een beter resultaat te verkrijgen. De belangrijkste uitkomsten van de laatste berekening (toestand Z) zijn vermeld in de tweede kolom van tabel 10.

De eerste kolom bevat de overeenkomstige waarden, rechtstreeks afgeleid uit de waarnemingen. Door de beide kolommen met elkander te vergelijken kon de betrouwbaarheid van de methode worden beoordeeld. Als de overeenstemming voldoende werd geacht, zou de rekenwijze mogen worden gebruikt om te voorspellen hoe na de afsluiting van de Zuiderzee het getij in de overblijvende Waddenzee zou worden.

TABEL 10. GETIJCONSTANTEN VAN M2

	<i>H in cm, respectievelijk 1000 m³/sec, g in graden</i>									
	<i>Z waarneming</i>		<i>Z berekening</i>		<i>A berekening</i>		<i>A waarneming</i>		<i>E berekening</i>	
	<i>H</i>	<i>g</i>	<i>H</i>	<i>g</i>	<i>H</i>	<i>g</i>	<i>H</i>	<i>g</i>	<i>H</i>	<i>g</i>
Den Helder	53	168	54	173	60	182	64	180	65	180
Oudeschild	43	190	48	187	62	197	68	190	70	195
Den Oever	37	223	32	225	70	219	73	210	75	210
Kornwerderzand	42	250	44	260	74	259	78	255	90	240
Harlingen	57	260	66	267	79	274	79	267	95	255
Terschelling	71	230	71	240	74	240	74	236	78	235
Stavoren	21	242	18	255						
Enkhuizen	12	292	6	291						
Urk	7	350	6	353						
Nijkerk	14	22	10	23						
Stroom Helderse zeegat	—	156	46	159	58	136	—	130	70	132
„ Eierlandse Gat	—	—	9,6	141	10,5	140	—	—	—	—
„ Vlie	—	183	55	170	62	166	—	160	73	156
„ Amelandse Gat	—	—	17	164	18	164	—	—	—	—

Het zou te veel zijn een volledige overeenstemming tussen berekening en waarneming te verlangen. Er zijn verschillen, die voor een deel moeten worden toegeschreven aan de waarnemingen. Ook al zijn die jaren lang nauwkeurig verricht, dan is er nog een onnauwkeurigheid van enige centimeters in *H* en verscheidene graden in *g*. Het getij wordt beïnvloed door zoveel omstandigheden, van verre en van nabij, dat het voortdurend aan variaties onderhevig is. In onze ondiepe wateren met een zandig bodem verandert de topografie telkens en mede daardoor variëren zelfs de jaargemiddelden van de hoofdstations aanmerkelijk van het ene jaar op het andere.

Groter zijn de onvermijdelijke fouten in de berekening. In de afmetingen van de 'geulen' kunnen de details van de werkelijke geulen en banken niet tot uiting komen. Ook wordt niet gerekend met transport van water van de ene geul naar een andere, die er naast ligt. Ten slotte moest de invloed van de aswenteling van de aarde worden weggelaten.

Realiseert men dit alles, dan is het hoogst bevredigend dat de berekening aangeeft, dat het uit de Noordzee komende getij drie uur nodig had om van het Texelse zeegat te komen tot de nauwte tussen Stavoren en Enkhuizen (het punt 'Vrouwezand') en dat de sterkte van het verticale getij daar was gereduceerd tot een kwart van de oorspronkelijke waarde, in de Noordzee. Voorts dat ten noorden van Urk het getij heel zwak was en dat het van daar naar het zuidwesten weer sterker werd. Het tijdverschil met het Texelse zeegat, zeven en een half uur, is voor berekening en waarneming gelijk. De berekende

sterkte is aan de kleine kant, maar toch in bevredigende overeenstemming met de werkelijkheid. Ook sommige details worden goed weergegeven, zoals het feit dat het hoogwater langs de hele westkust van Friesland vrijwel gelijktijdig voorkwam, al ligt het berekende tijdstip ongeveer twintig minuten te laat.

Vergelijking van gemeten en berekende stromen is veel moeilijker, maar de conclusie is, dat er nergens van een duidelijk verschil sprake is. Dat is niet verwonderlijk, omdat tussen het verticale getij en de stromen een onverbrekkelijk verband bestaat. Klopt het ene, dan moet dat ook met de andere het geval zijn.

Voorspelling van het getij na de afsluiting van de Zuiderzee

In het begin van 1921 waren de berekeningen zo ver gevorderd, dat men de methode als bruikbaar aanvaardde. De overeenkomst van de 'berekening Z' en de waarnemingen was wel zo groot, dat men er op durfde vertrouwen dat een 'berekening A' met afgesloten Zuiderzee in grote trekken het getij in de overgebleven Waddenzee zou voorspellen. Men wist dat het na de afsluiting voorkomende getij in allerlei details van de berekening zou afwijken, maar daar ging het niet om.

Bij de eerste berekeningen A liep de Afsluitdijk van Den Oever naar Piaam. De uitkomst was verrassend. Men had wel verwacht dat het getij in de Waddenzee wat sterker zou worden, maar niemand had gerekend op een zo grote versterking als de berekening aangaf. Het was zó veel, dat de stromen door de zeegaten sterker zouden worden en niet zwakker, wat men op het eerste gezicht zou denken als het 'stroomgebied' tot een derde van zijn omvang zou worden gereduceerd (2.1.3, blz. 52). Lorentz had al gauw een verklaring daarvoor, maar toch wilde men zich meer zekerheid verschaffen. Daartoe is de berekening uitgevoerd voor drie inhammen waar het tijverschil achterin groter is dan in de mond: de golf van Suez, het Bristol Channel en de Fundy Bay. Bij alle drie klopte het voortreffelijk. Men moest met zekerheid aannemen dat in de Waddenzee de werkelijkheid zou overeenkomen met de berekening.

Op 31 oktober 1921 werd door zw de richting van de Afsluitdijk naar Zurig voorgesteld, in de hoop dat bij een verder noordelijk gelegen tracé de ongewenste versterking van de stromen in de zeegaten zou worden getemperd (2.2.4, blz. 94). De latere berekeningen van de SCL zijn alle uitgevoerd voor beide dijktracés, Piaam en Zurig. Telkens bleek dat door het verleggen van de Afsluitdijk de versterking van de stroom door de zeegaten niet ongedaan werd gemaakt, maar wel teruggebracht tot een kleinere waarde. In 1931 heeft zw nog eens een berekening voor Zurig gemaakt, met een geulennet dat nogal wat verschilt van de vroegere schematisaties. Het resultaat kwam in grote trekken overeen met dat van de berekeningen voor de SCL.

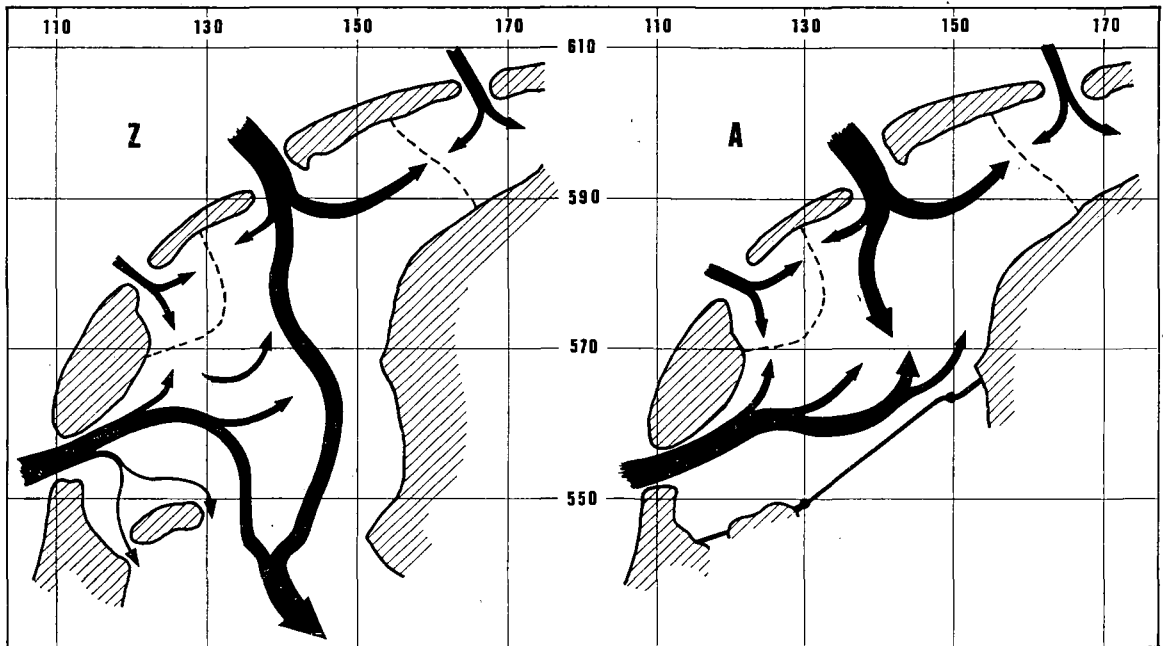


Fig. 44. Voortplanting van het getij vóór (Z) en na (A) de afsluiting van de Zuiderzee

Op grond van al deze berekeningen is de derde kolom in tabel 10 samengesteld. Hij geldt voor een Afsluitdijk naar Zurig.

De moduli voor *A* zijn alle groter dan die voor *Z*, vooral langs de Afsluitdijk, waar ze ongeveer twee maal zo groot zijn. In *g* is echter geen significant verschil opgetreden. De tijdstippen van hoog- en laagwater zouden dus vrijwel dezelfde blijven als bij open Zuiderzee het geval was.

Met de stromen ligt het anders. In veel geulen geeft berekening *A* een sterkere stroom dan *Z*, in de Doove Balg plaatselijk tot drie maal zo veel. Andere geulen zouden minder stroom krijgen, bijvoorbeeld die benoorden Wieringen en een deel van het Zuidoostrak. Ook de fase (*g*) verandert.

De nieuwe getallen wijzen op een sterk veranderd beeld. Oorspronkelijk waren er twee grote getijgolven, binnekomend door het Helderse zeegat en het Vlie en dan, sterk gedempt, broederlijk naast elkaar voortgaan naar de kom van de Zuiderzee (fig. 44). Nu zullen die golven ombuigen en elkaar ontmoeten in de streek waar de Doove Balg en het Zuidoostrak samenkomen. Van daar kaatsen ze terug naar de zeegaten waar ze vandaan komen. Op de heen- en terugweg zijn ze tengevolge van de bodemwrijving sterk gedempt: ongeveer tot een derde van de oorspronkelijke waarde.

De functie van de Doove Balg zal volgens de voorspelling veranderen van een kortsluiting tussen de twee hoofdsystemen tot een deel van één der hoofdsystemen zelf.

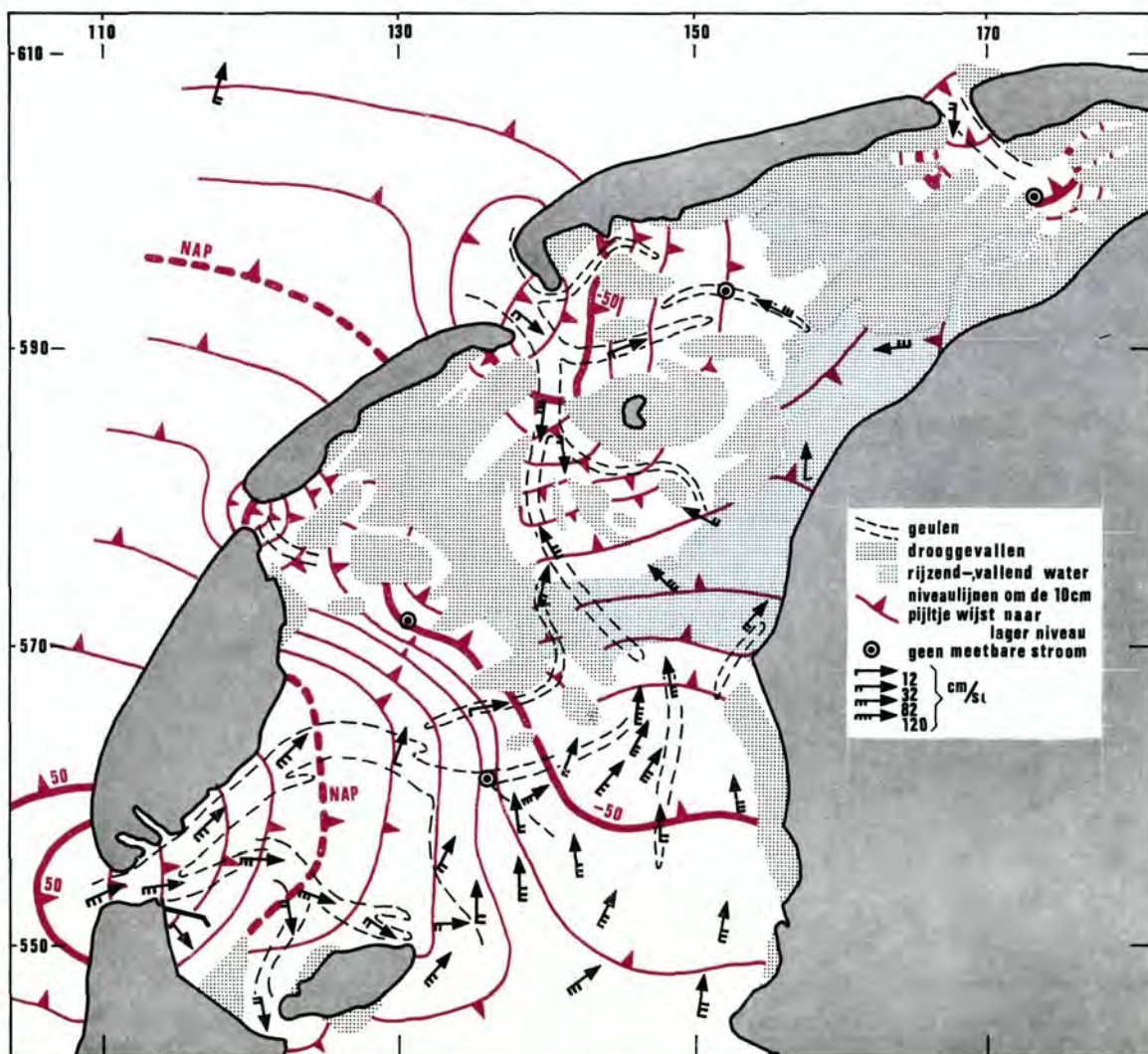


Fig. 42. Peilen en stromen $2\frac{1}{2}$ uur na maanculminatie

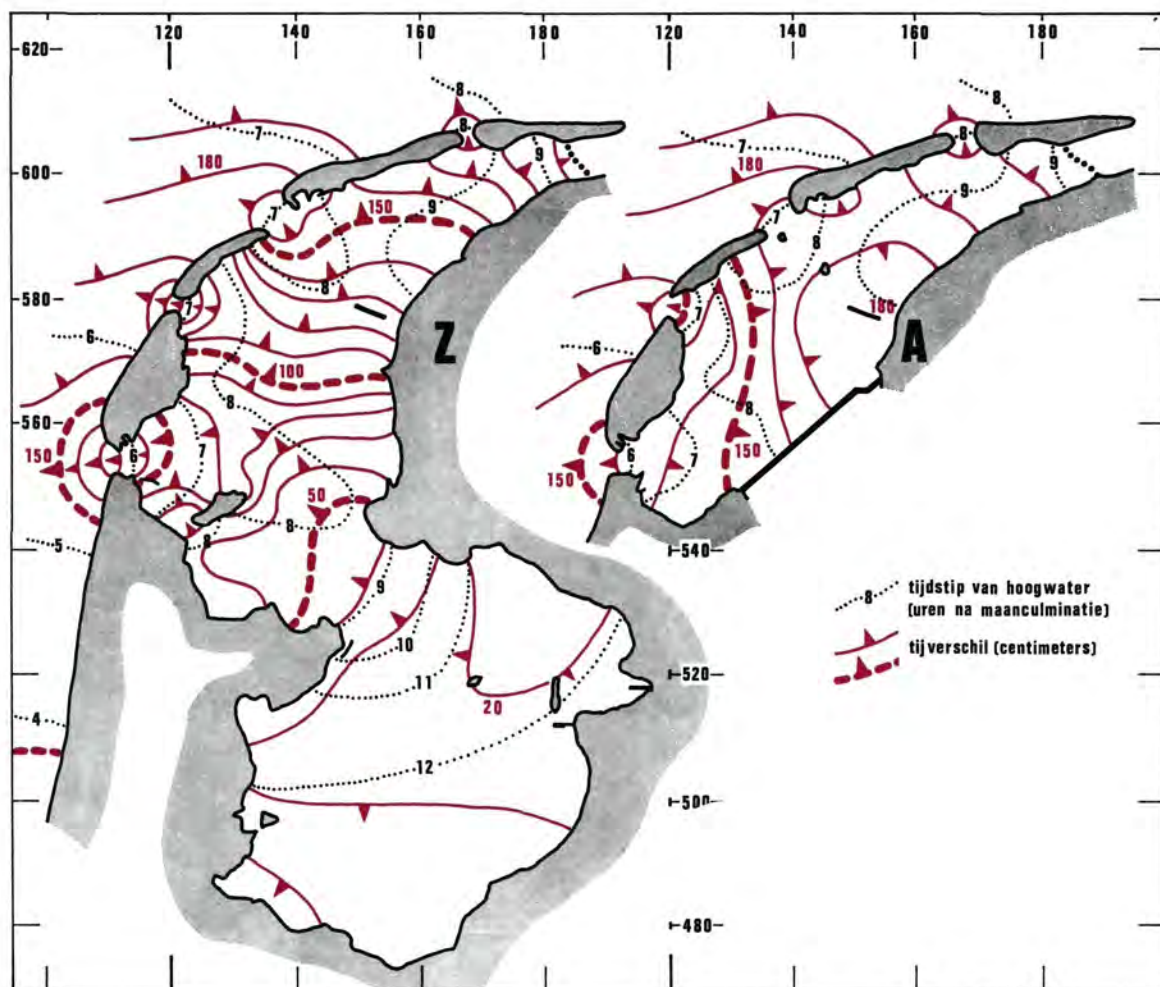


Fig. 45. Het getij vóór (Z) en na (A) de afsluiting van de Zuiderzee

Voor de andere 'neventakken' is minder verandering voorspeld. Het 'wantij' achter Terschelling wordt niet doorbroken en verandert weinig van plaats. Het 'stroomgebied' van het Eierlandse Gat zou zijn geïsoleerde ligging, die het eeuwen lang heeft gehad, behouden. Door de brede gordel van ondiepten die van Vlieland in een wijde boog naar Texel loopt, zal geen geul worden gevormd.

Het was te verwachten dat de geulen waarin volgens de berekening de stroom zou afnemen, minder diep en smaller zouden worden en die waarvoor een sterkere stroom was voorspeld, dieper en wijder. Vooral een sterke toeneming van het dwarsprofiel van de Doove Balg was zeer waarschijnlijk. De veranderingen in het geulenstelsel zouden op hun beurt invloed hebben op de getijbeweging. Die zou in de loop der jaren gaan afwijken van toestand *A*. De SCL heeft zich daarvan rekenschap gegeven en een poging gewaagd het getij op lange termijn te voorspellen. Het was een hachelijke onderneming en het resultaat, toestand *E*, kan niet meer zijn dan een globale aanwijzing.

De laatste kolom van tabel 10 heeft hierop betrekking. Men ziet het effect van het aangepaste geulennet. Het getij plant zich iets sneller voort (kleiner *g*) en wordt nog sterker (groter *H*). De stromen door de zeegaten worden nog sterker.

Al met al zag de voorspelling er niet ongunstig uit. Daar er geen reden was om een verandering van betekenis in de middenstand te verwachten, betekende het versterkte getij een verhoging van hoogwater en een verlaging van laagwater. Het eerste is van belang voor de scheepvaart op Harlingen (2. 4. 2, blz. 182), het andere voor de capaciteit van de sluizen in de Afsluitdijk. In de verre toekomst zouden deze gunstige effecten nog groter worden.

Ongunstig is de versterkte stroom in de zeegaten, ondanks de naar Zurig gerichte Afsluitdijk. Ook dit verschijnsel zal op de lange duur toenemen.

Verzwakken van stromen zou achteruitgang tengevolge kunnen hebben van de vaarwegen Den Helder-Den Oever en Harlingen-kwz. De stromen zouden nog wel zo sterk blijven dat in beide vaarwaters op een aanvaardbare toestand mocht worden gehoopt.

Het getij dat na de afsluiting ontstond

Na het dichtten van de laatste opening in de Afsluitdijk werd het mogelijk de uitkomsten van berekening *A* te controleren en zodoende de vraag te beantwoorden in hoeverre de zo juist genoemde voorspellingen in vervulling zijn gegaan. Een eerste controle kon worden uitgevoerd zodra de waarnemingen over de eerste maand na de afsluiting, juni 1932, binnen waren. Toen de Waddenzee-nieuwe stijl een jaar oud was, beschikte men

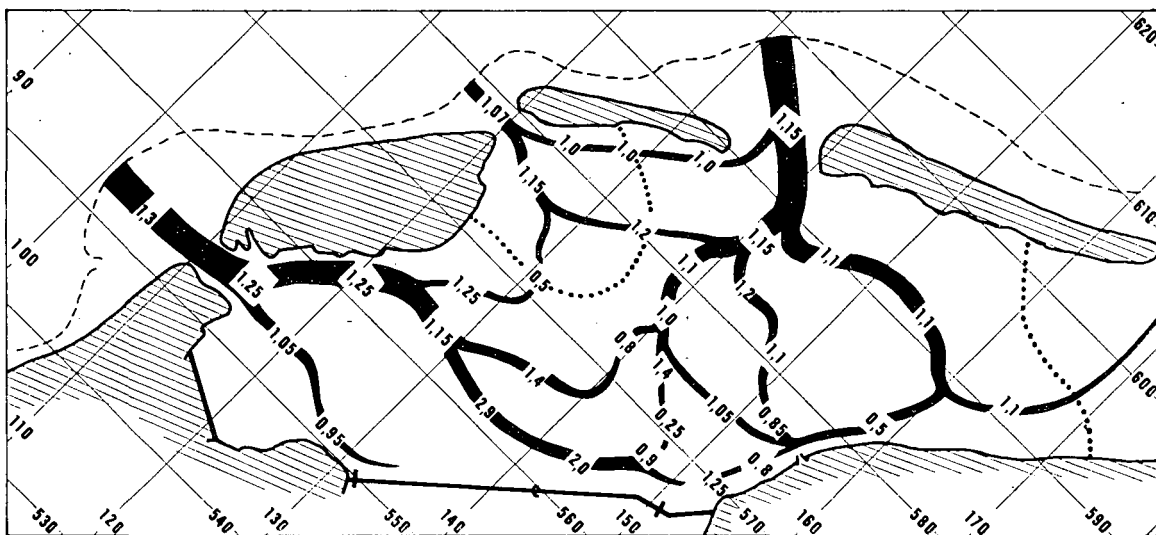


Fig. 46. Verhouding van de stromen in toestand A tot die in toestand Z

over behoorlijke gegevens over het nieuwe getij. Daaruit is de vierde kolom verkregen van tabel 10.

Men mag bijzonder tevreden zijn. De overeenstemming van berekening en waarneming is zo goed als men maar mocht verwachten.

De tijden van hoog- en laagwater (argument van M_2) zijn evenmin als in de berekening veel veranderd. De hoogte van het getij is inderdaad sterk toegenomen (fig. 45). Omdat de middenstand praktisch gelijk is gebleven, zijn de verhoging van hoogwater bij Harlingen en de verlaging van laagwater langs de Afsluitdijk, waarop was gehoopt, een realiteit geworden. Te Harlingen is het verschil zelfs aan de ruime kant. Over Terschelling valt nog niet veel op te maken. De haven ligt, evenals die van Vlieland, aan een secundaire geul. Het getij daarin hangt af van de toestand op de plaats waar deze geul zich afsplitst van het eigenlijke Vlie, waardoor verreweg het meeste water stroomt.

Voor zover een conclusie kan worden getrokken uit de stroommetingen, is het resultaat eveneens bevredigend (fig. 46). De stroom door het Texelse zeegat is duidelijk sterker geworden. Daarentegen loopt de doorgaande stroom die vroeger van het Vlie door het Inschot en het Zuidoostrak naar de Middelgronden ging, in het Zuidoostrak dood. Het vloedwater langs de Afsluitdijk en verder noordoostelijk moet nu uit het westen komen. De Doove Balg krijgt daardoor veel meer water te verwerken. De stroommetingen geven dit duidelijk aan. Zij bevestigen de verwachtingen uitstekend.

De Waddenzee valt nu uiteen in drie stroomgebieden. Zij zijn van elkander gescheiden door min of meer geprononceerde wantijen, stroken waarover weinig uitwisseling van

water tussen het ene stroomgebied en het andere plaats heeft. Het gebied van het Eierlandse Gat is nauwelijks veranderd. Het bestaat uit geulen en geultjes en slib en zandbanken achter Texel en Vlieland, ongeveer 150 vierkante kilometer groot. Ten oosten daarvan ligt het gebied van het Vlie, dat zich uitstrekt tot het wantij achter Terschelling. Het beslaat een oppervlak van omstreeks 700 vierkante kilometer. Het invloedgebied van het Texelse zeegat, vrijwel even groot, waarvan de Texelstroom en de Doove Balg de hartader uitmaken, strekt zich als een tong uit langs de Friese kust tot voorbij Harlingen.

Nu en later

Aan het eind van onze halve eeuw beschikken we over waarnemingseries van 38 jaar. Het ligt voor de hand dat wij nagaan hoe het staat met de slag in de lucht die de *scL* deed naar de verandering die het getij op lange termijn zal ondergaan.

De hoeveelheden zand die moeten worden verplaatst om de grote geulen op hun definitieve plaats en op hun definitieve afmetingen te brengen, zijn zo groot (miljarden kubieke meters), dat er geen sprake van is dat de eindtoestand al enigermate zou zijn benaderd. Wij hoeven dan ook niet ongelukkig te zijn dat tot dusver van die voorspelling maar weinig is terecht gekomen. Het laat zich horen dat de berekening een nog verder versterkt getij te zien zou geven, omdat geulen, zoals de Doove Balg, die te nauw waren voor de versterkte getijstromen van toestand *A*, ruimer zouden zijn geworden. In het oosten van de Waddenzee schijnt het getij in de jaren na 1932 inderdaad iets sterker te zijn geworden, maar in het westelijke deel lijkt het er eerder op, dat van de oorspronkelijke versterking van het getij weer iets is afgegaan. In tabel 11 zijn de waargenomen tijverschillen (centimeters) aangepast aan de gemiddelde waarde in de Noordzee. In de kolommen *Aber* en *Eber* zijn de berekende moduli omgewerkt tot tijverschillen.

Van Harlingen lijkt de geringe toename reëel, van Terschelling is hij onmiskenbaar. Daar moet echter rekening worden gehouden met de kans dat verruiming van de mond

TABEL 11. TIJVERSCHIL WADDENZEE

	<i>Z</i>	<i>Aber</i>	<i>waarnemingen</i>							<i>Eber</i>
			1932	33/38	39/44	45/50	51/56	57/62	63/68	
Den Helder	119	132	133	135	134	134	134	134	136	141
Oudeschild	100	137	138	140	139	138	135	136	138	150
Den Oever	86	158	154	156	153	153	153	152	154	178
Kornwerderzand	100	168	168	171	172	173	172	172	174	196
Harlingen	128	162	174	178	178	181	182	182	183	184
Terschelling	163	170	165	170	172	174	176	178	180	178

van het Schuitengat, de geul waaraan de haven van West-Terschelling ligt, in het spel is. Het getij in de Vliestroom kan minder zijn versterkt. In het westen is het zeker dat de eindtoestand, *E*, nog lang niet is bereikt. Met verruimen van de machtige geulen, zoals de Texelstroom, zullen waarschijnlijk eeuwen zijn gemoeid. Verder oostelijk zijn de geulen minder groot en is de relatieve versterking van de stroom groter, in de Doove Balg zelfs tot meer dan het dubbele. De aanpassing gaat daar sneller en dat is misschien de reden waarom in het bijzonder het getij bij Den Oever en Oudeschild achterblijft bij de te verwachten ontwikkeling. Intussen is dit niet meer dan een gissing. Het zal nog heel lang duren eer wij zekerheid hebben over het getij dat uiteindelijk in de Waddenzee zal voorkomen.

Een voorspelling van de SCL die betrekkelijk vlug aan de werkelijkheid werd getoetst, heeft betrekking op de afsluiting van het Amsteldiep. In het grootste deel van de Waddenzee heeft die afsluiting weinig effect gehad. Ten noorden van de Afsluitdijk werd een versterkt getij gevonden.

Ook hier heeft de praktijk de berekening bevestigd. Het tijverschil te Westerland liep op van 75 cm tot 118 cm (2.2.2, blz. 81).

2.3. DE CONFIGURATIE VAN DE BODEM

Banken en geulen

Gebieden die door nauwe openingen (zeegaten) in verbinding staan met de open zee, bestaan in de regel uit een samenstel van ondiepe banken en platen, doorsneden door geulen die van de zeegaten uitgaan en zich binnenwaarts vertakken.

De geulen zijn uitgeschuurd door de getijstromen en geven dan ook in grote trekken de richting aan waarin de getijgolven zich voortplanten. Wanneer er meer dan één zeegat is, ontmoeten de door elk zeegat binnenkomende getijgolven en dus ook de daarvan uitstralende geulen elkander. Waar dat gebeurt is weinig diepte: het wantij. In gebieden met een grote afmeting loodrecht op de kust, waar de getijgolven samen binnenwaarts lopen, geven de geulen een ander patroon te zien. Dat is het geval bij de Dollart en het was ook zo, op groter schaal, bij de Zuiderzee (3.2, blz. 198, fig. 44) (fig. 47).

Door het wegvallen van de Zuiderzee ontstond in de overblijvende Waddenzee de 'normale' toestand, zoals we die ook aantreffen achter Ameland en Schiermonnikoog en achter de Oostfriese Waddeneilanden. Het was te verwachten dat het geulenstelsel in de Waddenzee min of meer zou gaan gelijken op het daar bestaande patroon, uiteraard op groter schaal (fig. 48).

De naar de Zuiderzee gerichte geulen, Amsteldiep, Vlieter, Middelgronden en een aantal kleinere, passen niet in een dergelijk stelsel. Zij verloren hun functie en dus hun stroom. Zand dat in die geulen terecht komt, wordt er niet meer door de stroom uitgeschuurd en de geul moet dus verondiepen. Het hangt af van de grootte van de zandaanvoer hoe snel dat gaat.

Anderzijds zal uit geulen die wél in de nieuwe situatie passen en dientengevolge meer stroom dan voorheen te verwerken krijgen, meer zand worden weggevoerd dan de aanvoer bedraagt. Deze geulen worden dus ruimer, meestal breder en dieper. Een voorbeeld hiervan is de Doove Balg, waar al tijdens de afsluitingswerken de stroom toenam.

Het vóór de afsluiting bestaande geulennet was in grote trekken tamelijk geschikt voor de waterbeweging van nu. Men kon dus verwachten, dat er geen nieuwe geulen zouden worden gevormd, maar dat de bestaande geulen zich zouden aanpassen aan de nieuwe omstandigheden. Tot dusver, veertig jaar nadat de veranderingen in het stroomstelsel zich begonnen te manifesteren, is nog geen nieuwe geul van enige betekenis ontstaan.

De zandhuishouding

Om te kunnen verklaren wat nu gebeurt en enigermate te voorspellen wat er nog zal gebeuren, is het nodig een inzicht te hebben in, wat men zou kunnen noemen, de zandhuishouding van de Waddenzee. Wordt er zand van elders aangevoerd, of gaat er zand verloren? Hoe verplaatst het zand zich van het ene deel van de Waddenzee naar het andere, van de banken naar de geulen of omgekeerd, van 'levende' geulen naar 'dode'?

Er komt geen zand uit het IJsselmeer. Het door de Stevin- en Lorentzsluizen geloosde water voert geen zand mee. Wel bevat het slib. Langs deze weg komen elk jaar honderdduizenden tonnen slib in de Waddenzee terecht. Daar zijn de stromen, en vaak ook de golven te sterk om het slib op grote schaal tot bezinking te laten komen. Een deel gaat verder, door de zeegaten naar de Noordzee. Het is niet mogelijk om door waarnemingen in de zeegaten vast te stellen hoeveel slib deze weg volgt en dus ook hoeveel er in de Waddenzee achterblijft.

Ook voor de aan- en afvoer van zand zijn geen rechtstreekse waarnemingen in de zeegaten beschikbaar. Miljoenen kubieke meters kunnen per jaar worden aan- of afgevoerd, zonder dat dit uit metingen blijkt.

In het bijzonder bij het Helderse zeegat is veel zand beschikbaar. De Noordhollandse kust benoorden de Hondsbosse zeevering wijkt, zij het in langzaam tempo, terug. Het daardoor vrijkomende zand gaat met een algemene noordwaartse verplaatsing mee naar de Haaksgronden, de buitengronden van het Helderse zeegat. In deze gronden is het

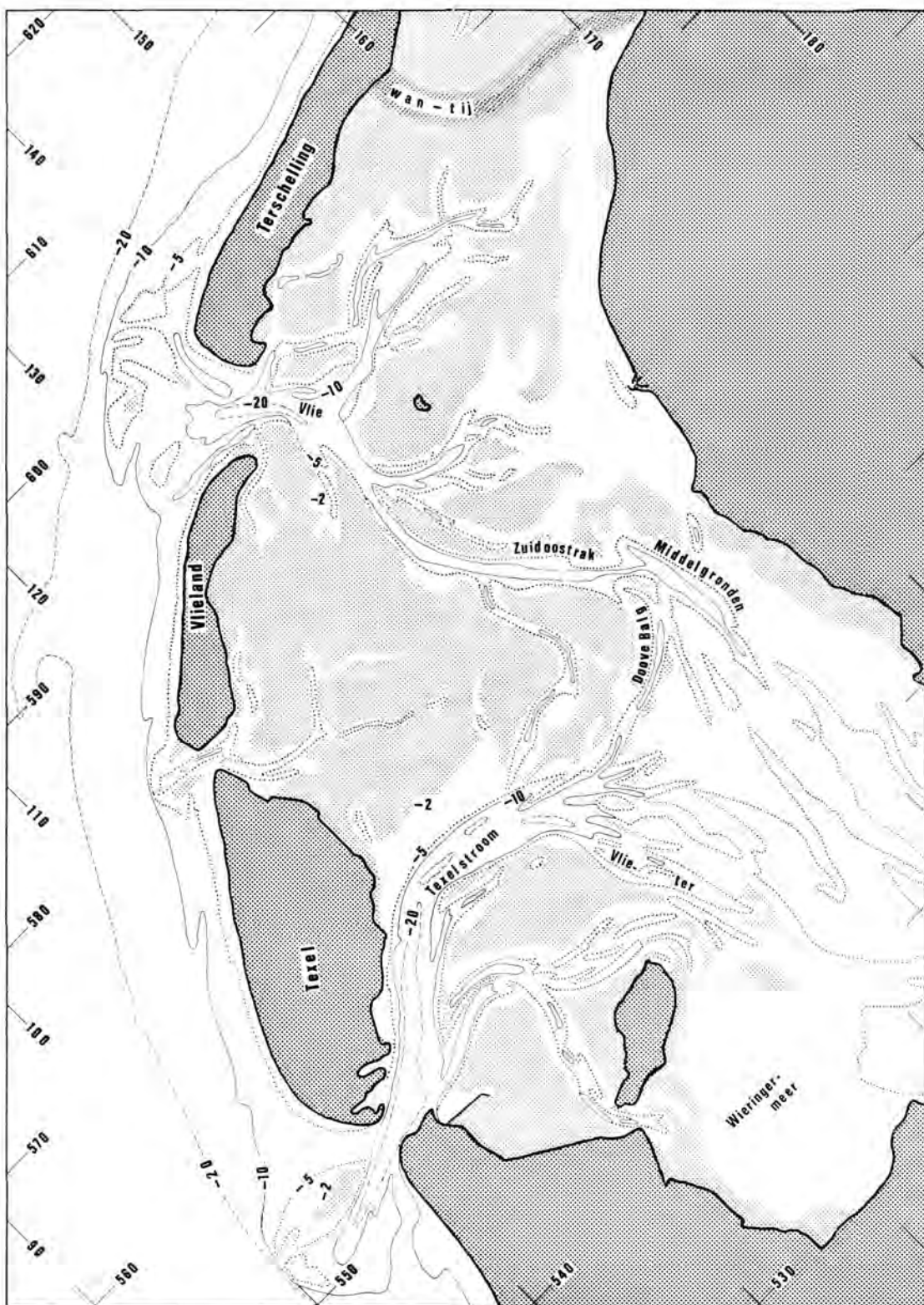


Fig. 47. Zuiderzee-noord omstreeks 1920

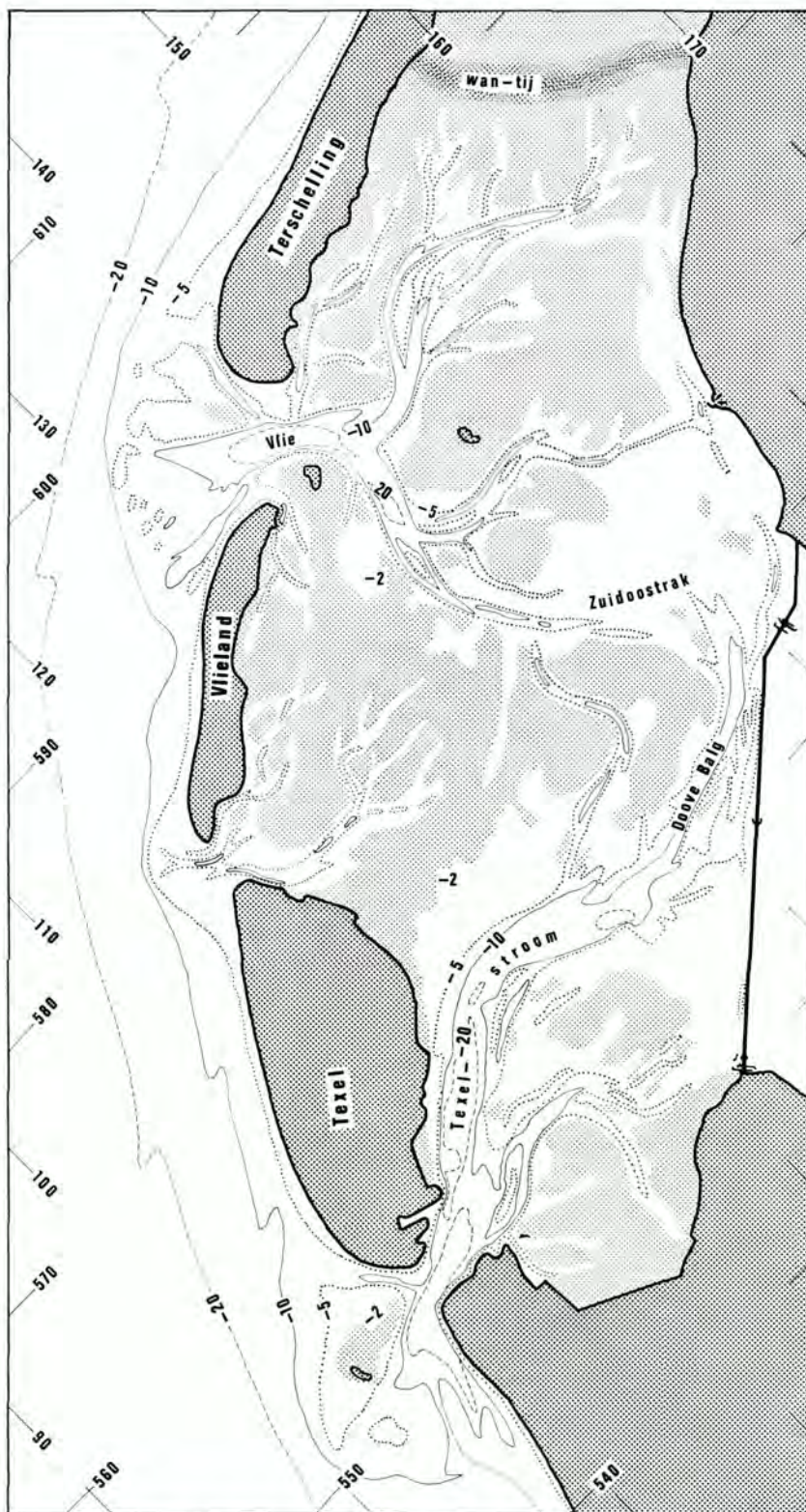


Fig. 48. De Waddenzee omstreeks 1970

zand in hevige beroering. Geulen en platen wisselen onophoudelijk van vorm en van diepte. In de loop der eeuwen hebben verscheidene banken uit het noordelijk deel van de gronden zich achtereenvolgens gehecht aan de zuidpunt van Texel. In de zeventiende eeuw kon men van het Loodsmansduin de vloten van de Republiek door het zeegat zien uitvaren. Dit diep werd door de opdringende bank afgesneden; aan de Waddenzeekant resteert alleen nog de ondiepe Mok. Het volgende vaarwater, dat aan de zuidzijde van de aangehechte bank werd gevormd, onderging hetzelfde lot. De laatste bank die zich met Texel verheelde, was Onrust. Aan het eind van de negentiende eeuw was dat nog een eiland, later een duin op de grote zandplaat die de zuidelijke spits van Texel vormt, maar die tegenwoordig terugwijkt bij de nadering van het Molengat, het vaarwater dat Texel scheidt van de Razende Bol, een deel van de tegenwoordige Noorderhaaks. Het ziet er echter niet naar uit dat deze plaat Texel zal bereiken. Naarmate Texel aan de zuidzijde groeide werd het zeegat naar het zuiden gedrongen. Het gevecht om de kop van Noordholland is in 2.1.3 (blz. 51) beschreven. De wisselingen in de hoeveelheid zand die in de buitengronden aanwezig is, zijn niet met zekerheid na te gaan. De vroegere zeekaarten hebben lang niet de nauwkeurigheid van de tegenwoordige die kunnen profiteren van echo-peiltoestellen en van Decca plaatsbepaling. Door vergelijking van oude en nieuwe kaarten krijgt men de indruk dat de Haaksgronden de laatste halve eeuw (1920-1965) veel zand hebben verloren (fig. 49).

Tegenover de aanvoer van zand uit het zuiden zou een verlies naar het noorden kunnen staan. De onvolprezen strandmetingen, begonnen in het midden van de vorige eeuw, wijzen er echter niet op dat de laatste tientallen jaren veel zand van de Haaksgronden naar de Noordzeekust van Texel is gegaan.

Er is weinig reden voor een belangrijk zandverlies zeewaarts, en zo is men wel haast gedwongen om aan te nemen dat veel zand door het zeegat in de Waddenzee terecht komt. Het mechanisme dat hier in het spel is, is niet duidelijk, maar er moet toch een oorzaak zijn. Het is niet gewaagd om te onderstellen dat die ook werkzaam is bij het Eierlandse Gat en bij het Vlie. De zeegaten zouden dan samen jaarlijks misschien enige miljoenen kubieke meters zand aan de Waddenzee leveren.

Al dat zand is nodig om de 'zandhonger' van de Waddenzee te stillen. Die honger is het gevolg van de relatieve zeespiegelrijzing in het deel van de aarde waar wij wonen. Als er geen zand was bijgekomen, zou de gemiddelde diepte van de Waddenzee in een halve eeuw met ongeveer een decimeter zijn toegenomen. De zeespiegelrijzing was al lang begonnen toen de Waddenzee nog land was met een bodem van klei en veen. Die bodem ligt nu ver onder de zeespiegel en is bedekt met meters dikke zandlagen. Dat zand moet er in de loop van duizenden jaren zijn ingekomen.

Er is nu weer veel zand nodig, niet alleen om de zeespiegelrijzing bij te houden, maar ook om de gevolgen van de afsluiting te compenseren. De banken en platen, die verreweg het grootste deel van de Waddenzee innemen, zullen zich misschien op den duur aanpassen aan het verhoogde hoogwaterpeil. Daar zou dan veel zand worden vastgelegd.

Veel zand wordt geborgen in de vroegere geulen die door de afsluiting van de Zuiderzee hun functie en dus hun stroom hebben verloren. Van het Amsteldiep is niet veel meer over. In het oosten is sterke verondieping opgetreden door het wegvallen van de doorgaande stroom door het Zuidoostrak en de Middelgronden naar de Zuiderzee. Nu ontmoeten daar de invloedgebieden van het Helderse zeegat en van het Vlie elkaar, waardoor de stromen zwak zijn geworden. De diepte in het zuidoostelijke deel van het Zuidoostrak is teruggelopen tot drie meter onder NAP. De Middelgronden is vrijwel verdwenen.

Ook de Vlieter is aan het verzanden en ook de geulen tussen de Javaruggen hebben diepte verloren. Daar gebeurt nog iets anders. De hoofdstroomrichting, die vroeger vrijwel zuid-zuidoostelijk was, is gedraaid naar het oosten en de geulen gaan mee (fig. 47 en 48). Daar wordt niet alleen zand geborgen, maar komt ook zand vrij.

Dat is in nog veel grotere mate het geval met de Doove Balg, waarvan de afmetingen sterk zijn toegenomen. Hij is in korte tijd uitgeschuurd tot een geul van grote capaciteit. Van het Breezand is ook al niet veel meer over. Er zijn nog een paar ruggen tussen de Doove Balg en de secundaire geul die, uitgaande van de Javaruggen, langs de Afsluitdijk is ontstaan.

De toekomst van een andere ondiepte, de Pollen, is onzeker. De stromen zijn er niet sterk en daardoor is de zandbeweging gering. De veranderingen voltrekken zich langzaam en er is nog niet veel verschil met vroeger te constateren. Ten behoeve van de scheepvaart op Harlingen wordt nu en dan gebaggerd: in de geul langs de Pollendam voor de zeevaart en door de noordelijke drempel van de Boontjes voor de vaart naar de Lorentzsluizen en het IJsselmeer (2.4.2, blz. 182). De gebaggerde hoeveelheden zijn niet groot.

De berekeningen voor de eindtoestand (*E*) voorspellen dat in deze omgeving op de lange duur een echt wantij zal ontstaan. Het zal beginnen aan de Friese kust een kilometer of vier ten noorden van Harlingen; het kruist de Pollendam, loopt over de Pollen, snijdt het Zuidoostrak en het Oude Vlie en komt uiteindelijk terecht bij het 'drielandenpunt', waar de gebieden van het Helderse zeegat, het Eierlandse Gat en het Vlie bij elkaar komen. Misschien betekent dit meer baggerwerk langs de Pollendam. De Boontjes daarentegen, die niet door het wantij worden gesneden, zullen er eerder iets op vooruitgaan. Althans volgens de berekening.

Een ander punt dat de aandacht vraagt, is de toegang tot de havens die aan de Waddenzee liggen. De meeste verkeren in dat opzicht in gunstige omstandigheden. Ze bevinden zich op plaatsen waar de kust enigszins vooruit springt. De stroomgeulen waaraan ze liggen lopen langs de havenmond. Harlingen, Terschelling, Vlieland en de beide Texelse havens (Oudeschild en Horntje) hebben de diepe geul vlak voor de deur. Tot voor kort was dat ook bij het Nieuwediep, de Helderse haven het geval. De mond van de nieuwe marinehaven kon echter niet zo'n gunstige ligging krijgen. Hier moet veel worden gebaggerd. De Lorentzsluizen aan de Afsluitdijk liggen ook gunstig, maar de Stevinsluizen zijn het zorgenkind. In 2.4.2 (blz. 183) is vermeld dat de van het Helderse zeegat komende geulen sterk in vermogen zijn achteruitgegaan. Het dwarsprofiel van de Wierbalg is nog kleiner geworden dan de getijberekening zou suggereren. De getijberekening voor de verdere toekomst (*E*) voorspelt weer wat sterkere stromen. Al is dit onzeker, we mogen op grond ervan misschien wel verwachten dat de situatie niet verder achteruit zal gaan.

De verre toekomst

Al is de toekomst van de Waddenzee niet helemaal duister, hij is toch wel in nevelen gehuld. Wij kunnen alleen zeggen, dat heel ongunstige gebeurtenissen, zoals het verzanden van een belangrijke haven, of het blokkeren van de spuigeul van uitwateringsluizen, bepaald niet zijn te verwachten. Hoe staat het echter met de héél verre toekomst, over verscheidene eeuwen? De Waddenzee was aangepast aan de symbiose met de kom van de Zuiderzee, waarin in vier- of vijfhonderd jaar geen verandering van betekenis is gekomen. Dat is duidelijk te zien, bijvoorbeeld aan het tracé van de Texelstroom. Gezien van de Noordzee uit, houdt die helemaal links, tegen de Texelse kust. Dit is, althans op het noordelijk halfrond, een uitzondering, die met enige moeite wel kan worden verklaard door de invloed van de Zuiderzee. Als dat waar is, zou nu de reden van het links houden zijn vervallen en zal de Texelstroom Texel loslaten. Dat kan voor de haven van Oudeschild een nadeel zijn, maar de haven van Den Oever en de Stevinsluizen zouden er misschien van profiteren. Maar dit is in hoge mate speculatief en stelt een zaak van heel lange adem.

De zeegaten

Tenslotte moeten we nog nagaan hoe het gaat met de zeegaten, waardoor immers de getijstromen zijn versterkt. Van alle vier de in aanmerking komende zeegaten zijn geïregelde peilingen beschikbaar die kunnen aantonen of de dwarsprofielen inderdaad zijn verruimd (1.3, blz. 29).

Het belangrijkste is dit bij het Texelse (Helderse) zeegat. Daar is de stroomversterking het grootst (tabel 10, blz. 196).

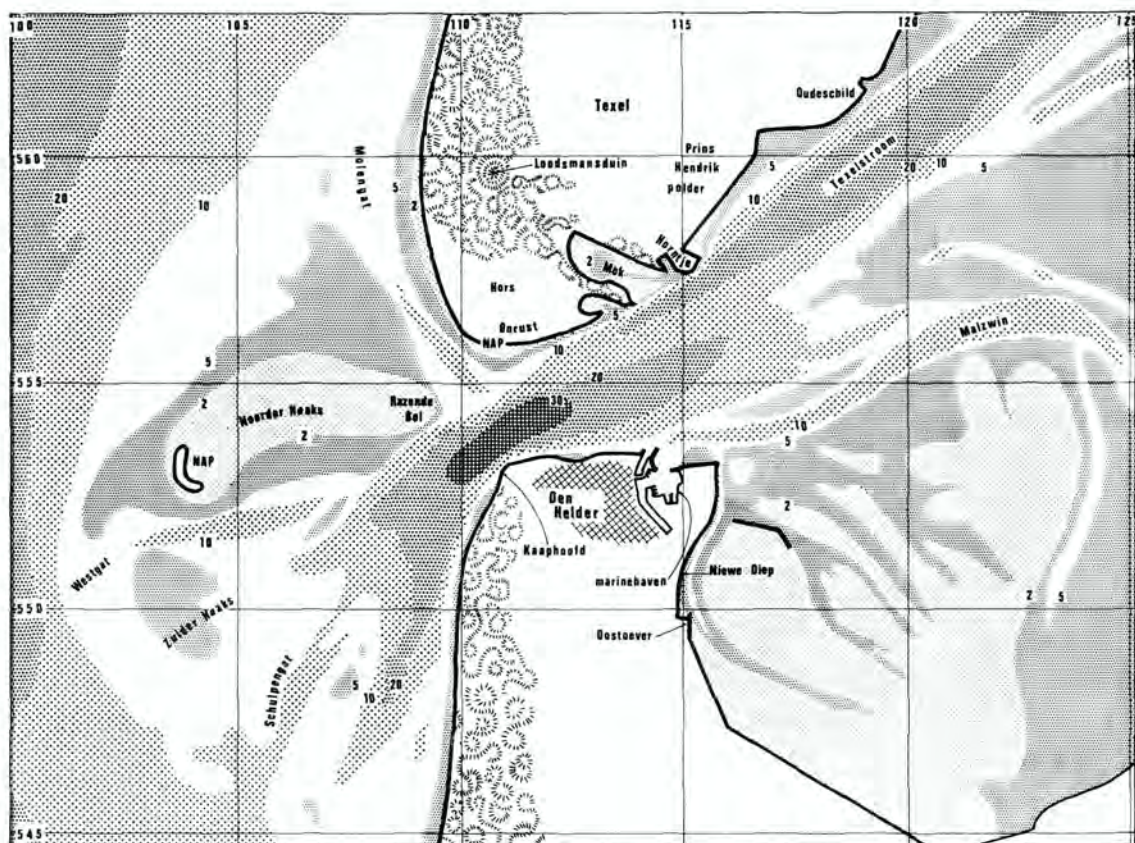


Fig. 49. Het Helderse Zeegat

Bovendien kunnen de gevolgen van verdieping hier ernstig zijn, omdat de dijk aan de zuidzijde van het zeegat krachtig door de stroom wordt aangevallen. De aanval is het sterkst op de noordwestelijke hoek van het Noordhollandse vasteland, Kaaphoofd. De overzijde van het zeegat, het strand van Texel, is ongevaarlijk.

Ook het Eierlandse Gat en het Vlie hebben de neiging om zich naar het zuidwesten te verplaatsen. De koppen van Texel (Eierland) en Vlieland moeten dan ook door verdedigingswerken op hun plaats worden gehouden. De overkanten, Vliehors en Noordvaarder, zijn weer zandplaten die wel wat landverlies zouden kunnen lijden.

In de grafieken die het verloop van de grootte der dwarsprofielen weergeven, moet de invloed van de afsluiting van de Zuiderzee omstreeks 1930 merkbaar worden. De afsluiting van het Amsteldiep in 1924 kan geen merkbare invloed hebben gehad: de verandering in de stroom is zelfs in de berekeningen niet met zekerheid te constateren.

De grafieken (fig. 50) worden gestoord door de grote 'toevallige' variaties, al vermeld in 1.3 (blz. 29). Om de invloed van de afsluiting te onderkennen, moeten ze worden ver-effend, zodat alleen de algemene gang overblijft.

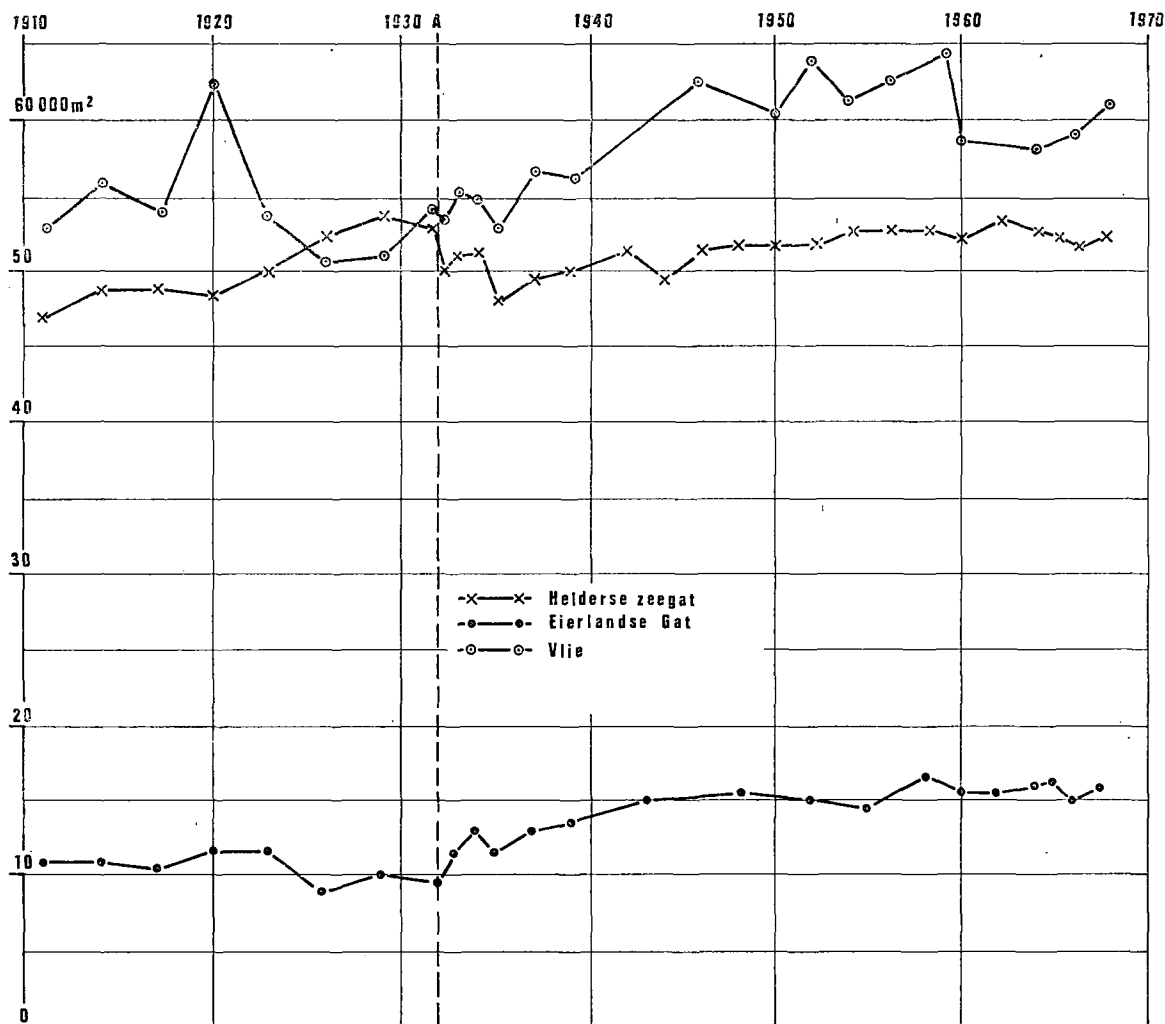


Fig. 50. De zeegaten worden langzaam ruimer

Het Vlie, waar het dwarsprofiel eerst schommelde om 55000 m², schijnt naar 60000 m² te zijn gegaan: een vermeerdering met tien percent, overeenkomend met de stroomversterking (3.2, tabel 10). Groter is de verruiming van het Eierlandse Gat, in verhouding veel meer dan de stroomversterking, die stellig minder dan vijftien percent bedraagt. Misschien is het beeld vertroebeld door de geleidelijke ontwikkeling van dit jonge zeegat, ofschoon daarvan in de periode 1911–1929 niets blijkt.

Een onverwacht beeld geeft het zeegat van Texel. Het is zeker dat de stroom met een kwart is toegenomen, maar het dwarsprofiel blijft daar ver bij achter. De verruiming is niet significant. Hoogstens bedraagt hij omstreeks vijf percent.

De stroomsnelheid, het quotiënt van de doorstromende hoeveelheid en het dwarsprofiel,

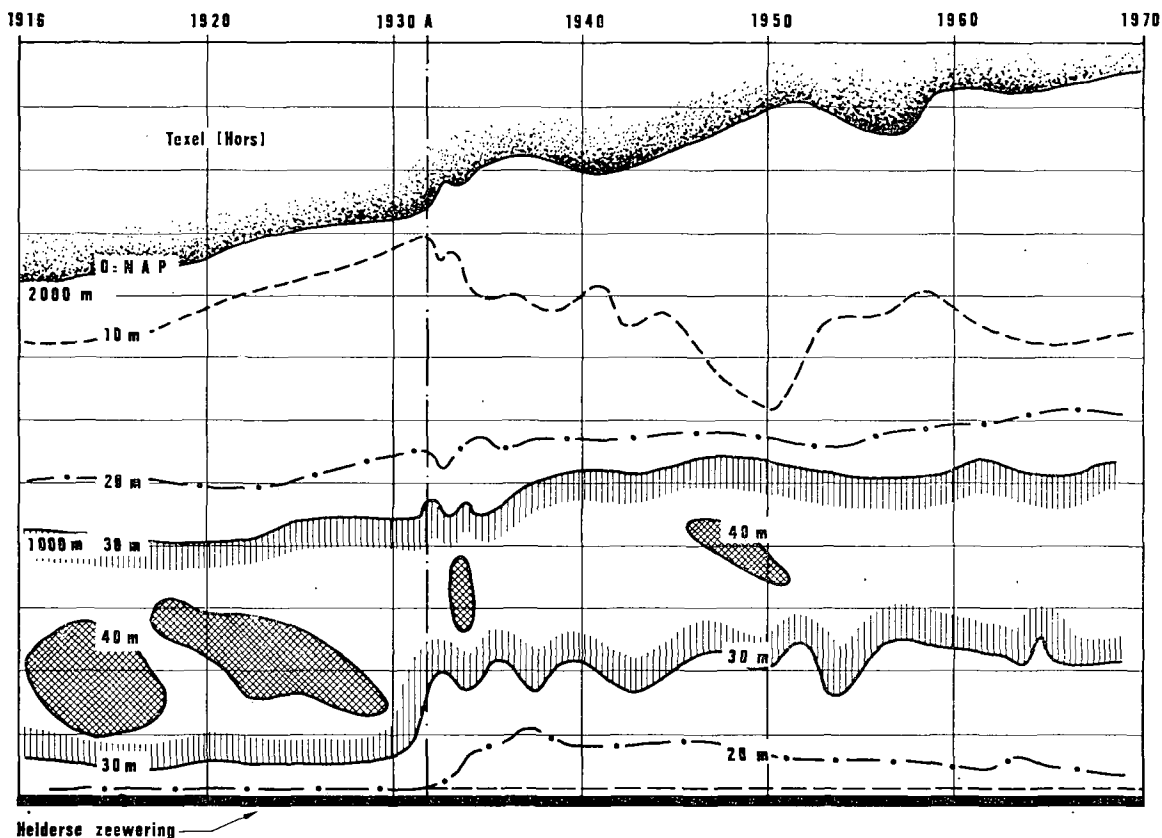


Fig. 51. Het Helderse zeegat verandert geleidelijk

is toegenomen. De aanval op het Kaaphoofd is dan ook heviger geworden. De steile helling van het onderwatertalud, onder 1 op 2 of $2\frac{1}{2}$, reikte vóór 1920 tot een diepte van 30 meter, in 1929 tot 40 en na 1950 tot meer dan 45 meter.

Al is de grootte van het dwarsprofiel vrijwel hetzelfde gebleven, er is toch heel wat veranderd. Men kan dat tot uitdrukking brengen in een diagram dat het gebeuren in een bepaalde peilraai weergeeft. Het voorbeeld, fig. 51, geldt voor een raai een eindweegs ten oosten van het Kaaphoofd ($x = 111\frac{1}{2}$ kilometer). Daar is de aanval op de Helderse zeewering minder geworden. In een strook van een halve kilometer breedte langs de dijk is het zeegat in enkele jaren tien meter verondiept. Op de plaats waar vroeger dertig meter water stond, peilt men nu twintig meter, overigens nog een respectabele diepte. Ook de terugwijkende kust van Texel komt in dit diagram tot uiting.

Een bevredigende verklaring voor het tot dusver achterblijven van het Texelse zeegat is niet gevonden. Men zou misschien kunnen denken aan een invasie van zand dat vrij komt door de verdieping van de buitengronden.

Het zou te ver voeren om dieper op dit belangwekkende probleem in te gaan en ook om ons nu al druk te maken over de toestanden die veel later, misschien in de 22e eeuw, zouden kunnen ontstaan. Als de schatting die de SCL maakte voor de eindtoestand (toestand *E*) juist zou zijn, dan zal later nog veel meer water door de zeegaten stromen. Zouden daarentegen de banken in de Waddenzee tot een grote hoogte boven laagwater aangroeien, dan was weer minder water nodig voor de vulling van de Waddenzee. Hoe dit ook zij, degenen die na ons komen zullen nog wel het een en ander met de zeegaten te stellen hebben.

3.4. HET WATER VAN DE WADDENZEE

Het water in de Zuiderzee was een mengsel van Noordzeewater en vrijwel zoet water dat voor een groot deel door de IJssel wordt geloosd (1.1). De hoeveelheid zeewater die elk tij door de zeegaten binnenkomt is veel (honderd maal) groter dan de aanvoer van zoet water. Het is dus niet te verwonderen dat het gedeelte dat nu de Waddenzee is, weinig minder zout was dan de Noordzee buiten de zeegaten. Die heeft zelf niet helemaal het zoutgehalte van het oceaanwater, vooral door het uitgestroomde Rijnwater, dat door de kuststroming noordwaarts wordt gevoerd. Het water werd gekenmerkt door chloridegehalten van zestien of zeventien kilogram per kubieke meter vlak bij de zeegaten en omstreeks veertien kilogram tussen Wieringen en Harlingen.

In deze situatie is door de afsluiting van de Zuiderzee maar weinig verandering gekomen. Inplaats van een uitwisseling van water over de lijn van de Afsluitdijk, is er nu een lozing die is geconcentreerd op twee punten, de Stevin- en de Lorentzsluizen. De lozing is onregelmatig over het jaar verdeeld, maar dat was ook vroeger het geval met de aanvoer van zoet water. De totale hoeveelheid is hetzelfde gebleven. Dicht bij de sluizen is het meeste veranderd. Daar is het zoutgehalte wel iets gedaald en vooral de variaties zijn sterker geworden. Omdat beide sluisgroepen aan het invloedgebied van het Texelse zeegat liggen, moet daar het zoutgehalte iets zijn gedaald; in het invloedgebied van het Vlie zal het een weinig zijn gestegen.

Zoals al is gezegd, de veranderingen zijn nauwelijks te constateren en zeker veel kleiner dan de variaties – in het verleden en in het heden – van het ene tijdstip tot het andere.

Een verandering van de fysische en chemische eigenschappen van het water kan niet de oorzaak zijn geweest van het verdwijnen van het zeewier in het begin van de jaren dertig. Deze plant groeide in enorme hoeveelheden op de hoge banken, vooral binnen Eierland en Vlieland. Een ziekte heeft het in grote delen van de wereld bijna uitgeroeid.

Op veel plaatsen is weer herstel ingetreden, maar in de Waddenzee is dat nog niet het geval. Wil men daarvoor met alle geweld een verklaring zoeken, dan zou men kunnen denken aan de verhoging van het hoogwaterpeil en dus een dikkere waterlaag op de banken, die door de zonnestraling minder dan vroeger wordt verwarmd.

Wij zijn nu eigenlijk buiten ons onderwerp gekomen en op biologisch terrein aangeland. Daartoe hoort ook de cultuur van schelpdieren, vooral mosselen. In het oostelijk deel van de Waddenzee is het water, wat zoutgehalte, temperatuur en diepte betreft, daar geschikt voor.

Pas lang na de afsluiting van de Zuiderzee is de zorg over verontreiniging van het water in de Waddenzee op de voorgrond gekomen. Er zijn drie bronnen van verontreiniging: het IJsselmeer, de Waddenzee zelf met het omliggende land en de Noordzee.

Door de Stevinsluizen en de Lorentzsluizen wordt ook van de Rijn afkomstig water aangevoerd. Het Rijnwater is in bedenkelijke mate verontreinigd, maar het wordt tijdens zijn lange verblijf in het IJsselmeer enigszins opgeknapt. Het omliggende land is, althans nu nog, geen ernstige boosdoener. In de Waddenzee zelf is waakzaamheid geboden, onder andere bij olieboringen en bij transporten van gevaarlijke stoffen per schip. Een gunstige omstandigheid is de sterke uitwisseling tussen het water van de Waddenzee en dat van de Noordzee. Een waterdeeltje blijft gemiddeld maar één tot twee weken in de Waddenzee.

Die sterke uitwisseling heeft echter een heel kwalijke keerzijde. Daardoor komt verontreinigd Noordzeewater in grote hoeveelheid in de Waddenzee. Door biologische processen kan de concentratie van de verontreiniging sterk worden opgevoerd. Van de kant van de Noordzee komt de ernstigste bedreiging. Alleen bij een 'schone' Noordzee kan het Waddenzeewater in een aanvaardbare toestand worden gehouden.

Over de golven in de Waddenzee is niet veel nieuws te vertellen. Het terugkaatsen van de windgolven tegen de Afsluitdijk is alleen te merken in een smalle strook langs de dijk, omstreeks honderd meter breed. De beschutting die niet al te zeewaardige vaartuigen bij harde wind gaarne zochten in het wier, dat de golven effectief smoorde, is natuurlijk verdwenen.

Het doordringen van de deining uit de Noordzee en het opwekken van golven door de wind die over de Waddenzee strijkt, dit alles is hetzelfde gebleven.

Dat is waarschijnlijk niet helemaal het geval met het ijs. Alleen in strenge winters is er zoveel ijs in de Waddenzee dat de scheepvaart hinder ondervindt. De indruk bestaat, al is het niet zeker, dat de toestand in dit opzicht in het zuidelijk deel van de Waddenzee gunstiger is geworden. Daar komt nu geen ijs meer aandrijven uit het gebied ten zuiden

van de afsluitingslijn. Tijdens vorst wordt er in den regel weinig gespuid door de Stevin- en Lorentzsluizen. Dientengevolge is het zoutgehalte van het Waddenzeewater hoog en het vriespunt dus laag.

Voegen we daar nog bij dat na de afsluiting de getijstroomen sterker zijn geworden, dan is het niet te verwonderen dat de waarnemingen wijzen op een belangrijke vermindering van het ijsbezwaar.

3.5. DE STORMVLOEDEN

Stormvloedverhoging van de SCL

De maatregelen die moesten worden getroffen voor de dijken rond de Waddenzee, waren gebaseerd op de berekeningen die de SCL had uitgevoerd voor de zeer hoge stormvloed van 22–23 december 1894 ([26] §27). In de Noordzee was een peil bereikt dat werd beschouwd als het hoogste van de toen afgelopen eeuw. De stroom naar de kom van de Zuiderzee was heel sterk en in verband daarmee waren de stormvloedpeilen in de Waddenzee betrekkelijk laag. Als bij die storm de Zuiderzee al afgesloten zou zijn geweest, dan was het water in de Waddenzee toen veel hoger opgelopen.

Voor een aantal plaatsen is de in 1894 bereikte stand (Z), de berekende verhoging (Δ) en het berekende maximum met afgesloten Zuiderzee (A) in centimeters (boven NAP) aangegeven in tabel 12.

TABEL 12. STORMVLOEDHOOGTEN

	Z	Δ	A	ΔG
Kaaphoofd	250	43	293	0
Den Helder, peilschaal	248	44	292	0
Oostoever	260	48	308	15
Westerland (Wieringen)	247	79	326	15
Den Oever	233	113	346	25
Kornwerderzand	270	100	370	(15)
Harlingen	269	77	346	15
Nieuw Bildt	271	13	284	5
Ameland, Waddenkust	330	5	335	0
Terschelling, Waddenkust oost	325	15	340	0
Terschelling, haven	286	14	300	0
Vlieland, haven	287	16	303	0
Vlieland Waddenkust, Posthuis	260	32	292	10
Eierland bij Cocksdorp	280	30	310	0
Texel, Oostkaap	245	79	324	10
„ Oudeschild	254	65	319	10
„ zuidpunt	240	50	290	0



51. Na een winderige periode in februari 1949 is het water in het IJsselmeer zó troebel, dat het grijs afsteekt tegen het tamelijk heldere Rijnwater, dat door het Keteldiep wordt aangevoerd. De beide watersoorten worden gemengd in de draaiende neerstroom.
De foto bestrijkt $5 \times 3\frac{1}{2}$ km. Door het onderste (zuidelijk) deel loopt nu de dijk van Flevoland.



52. Zelfs het eerste begin van de dijk over de Oude Zeug geeft bij slecht weer en hoge golven een goede bescherming aan het aannemersmaterieel.



53. Werkhaven Oude Zeug. Woon- en werkplaats. Gelegenheid voor lossen, opslaan en overslaan van materialen. Bouwplaats voor zinkstukken (achterin). Vluchthaven bij storm en bij ijsgang. Mei 1928.



54. Een vast punt midden in de kom van het IJsselmeer. De dijkbouwers kunnen zich oriënteren op de ducdalf.



55. Een jaar later is daar een deel van 'perceel P' tot stand gekomen. Dwarsdammen over het toekomstige Oostvaardersdiep vormen een werkhaven.



56. Hier ontwikkelt zich het bedrijvige Lelystadhaven, waartegen de bouwput voor het gemaal Wortman en de Noordersluis aansluit.



57. 1956. Sluiten van de dijk van Oostelijk Flevoland.



58. 1967. Het weer zit tegen. De aansluiting van de dijk van Zuidelijk Flevoland tegen de Knardijk lukt niet op het vooraf bepaalde tijdstip. Het zal nog een dag duren.



DE DIJK DIE MAAR NIET OPSCHIELT

59. De bocht op de voorgrond sluit aan tegen de leidam van de vaargeul langs Enkhuizen, het Krabbersgat. Hier moet een cunet worden gebaggerd voor grondverbetering. Verder, op het Enkhuizer zand, is dat niet nodig.

Na twee jaar werken, 1966 en 1967, is vijf kilometer dijk boven water. Daarna gaat het steeds langzamer. Zonder geld kan geen dijk worden gebouwd.



60. De sluizen bij Enkhuizen, die toegang geven tot de westelijke randmeren, waren in de zomer van 1970 in aanbouw in de sluisput, die jaren heeft moeten wachten.



61. De bouwput voor de Houtribsluizen dwars over het Oostvaardersdiep, is in 1956 gemaakt, maar de sluizen zelf komen pas na 1970. De leidam (rechts) die in 1953 de werkhaven van 'perceel P' beschermde, ligt niet precies op de plaats waar de dijk van de Markerwaard moet komen. Tegen het juist drooggevalen Oostelijk Flevoland is een jachthaventje aangelegd.



62. Bouw van de pijlers.



63. Vijf dagen vóór de openstelling
in juli 1970.

DE KETELBRUG TUSSEN DE ZWOLSE HOEK VAN DE
NOORDOOSTPOLDER EN DE KAMPERHOEK VAN FLEVOLAND



64. De brug over het Veluwemeer bij Elburg.



65. Fundering van de Roggebotsluis.



66. De Roggebotsluis gereed. Het hoge noordelijke sluishoofd keert tegen het IJsselmeer. In het Zuiderhoofd de waaierdeuren. In de put (rechts) kunnen spuisluizen worden gemaakt.

De laatste kolom (4G) vermeldt de door de SCL aangegeven vergroting van de golfoploop (tengevolge van de grotere waterdiepte vóór de dijk). Met de stormvloedhoogte heeft dit niet te maken, wél echter met de veiligheid van de dijken (fig. 52) [26].

Het is veel moeilijker de voorspelde stormvloedhoogten aan de werkelijkheid te toetsen dan met de dagelijkse getijden mogelijk was. Deze vertonen immers een grote regelmaat, in tegenstelling met de wispelturige stormvloeden. De meteorologische omstandigheden die een stormvloed veroorzaken, variëren zo sterk van het ene geval tot het andere, dat geen twee stormvloeden geheel gelijk zijn. Het is uitgesloten dat een zo zeldzaam verschijnsel als de bijzondere hoge vloed van 1894 zich zo precies zou herhalen dat een rechtstreekse controle op de getallen in de derde kolom van de tabel mogelijk zou zijn.

Met lagere, minder zeldzame, stormvloeden is het niet zó ongunstig gesteld. De SCL trof het dat kort na de afsluiting van het Amsteldiep, in maart 1926 een stormvloed optrad die redelijk kon worden vergeleken met een vroegere, van november 1921. De maximale waterstanden van de twee stormvloeden verschilden in het overgangsgebied tussen Waddenzee en Zuiderzee niet meer dan enige centimeters. Alleen te Westerland werd in 1926 een 37 cm hogere stand geregistreerd dan in 1921. Het verschil is in overeenstemming met de uitkomst van een hiervoor opzettelijk uitgevoerde berekening, die een verhoging met 35 cm aangaf.

Op grond van dit bemoedigende resultaat zijn de uitkomsten van de SCL met vertrouwen gebruikt bij het verhogen van de zeeweringen om de Waddenzee en bij het vaststellen van de kruinhoogte van de Afsluitdijk. Kort na het voltooiën gaf een nieuwe stormvloed, van december 1936, weer de mogelijkheid voor een globale toetsing. Deze gaf aan dat in de eigenlijke Waddenzee geen aanleiding was om de resultaten van de SCL in twijfel te trekken, maar dat de verhoging bij de zeegaten sterk was onderschat.

Statistische behandeling

Nadat sedert de afsluiting van de Zuiderzee acht en dertig stormvloedseizoenen waren verstreken, beschikte men over de gegevens van 42 stormen die zich hebben voorgedaan in de nieuwe toestand (A). Voor deze vloeden, evenals voor de 53 bekende stormvloeden bij open Zuiderzee en de 4 tijdens de aanleg van de Afsluitdijk, is nagegaan hoeveel het stormvloedpeil op de hoofdstations in de Waddenzee verschilde van dat in de Noordzee buiten de zeegaten.

De moeilijkheid is dat de Noordzeestanden nooit zijn gemeten. Zij worden indirect, grafisch geschat, door een vloeiende lijn te trekken met behulp van stormvloedhoogten die wél zijn waargenomen, namelijk te Vlissingen, Hoek van Holland, Scheveningen, Katwijk, IJmuiden, Zoutkamp en Delfzijl. Enige steun daarbij geven enkele registraties die door de SCL bij matig hoge stormvloeden zijn gedaan te Callantsoog en vóór de Koog op

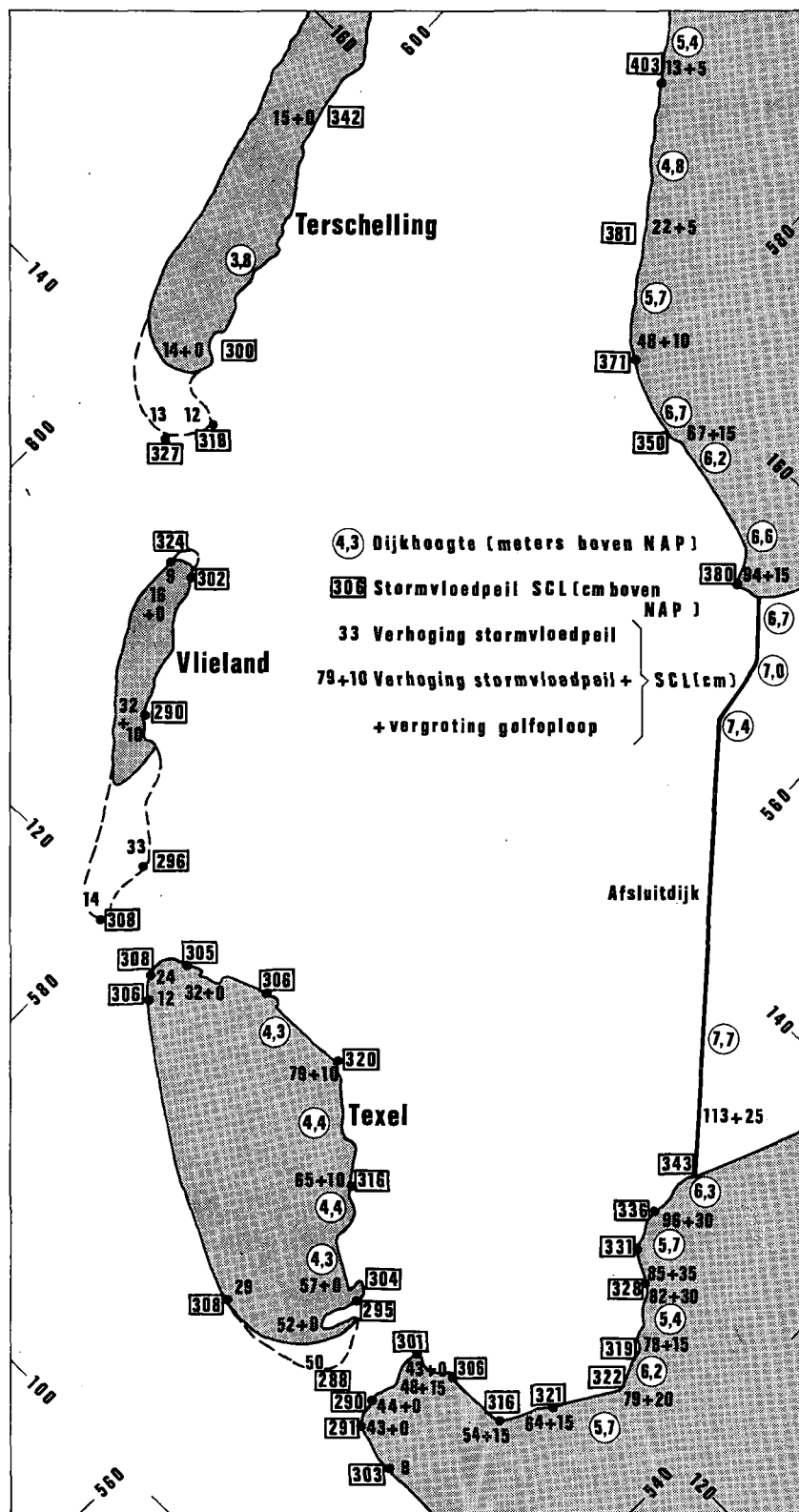


Fig. 52. Stormvloeden en dijkhoogten rondom de Waddenzee

Texel, maar het is duidelijk, dat het schatten van de Noordzeestanden heel onzeker is. Dit lijkt erger dan het is, als de lijnen maar alle door dezelfde persoon worden getrokken. Er is dan geen reden om te onderstellen dat er systematische verschillen ontstaan tussen de vloedén vóór en na de afsluiting. De ingevoerde waarden zijn wel niet representatief voor de werkelijke stormvloedhoogten op die plaatsen, maar zij zijn toch uitstekende vergelijkingsobjecten.

De verschillen tussen de op deze wijze bepaalde Noordzeestanden en de waargenomen peilen op de Waddenzeestations kunnen worden beschouwd als de mate waarin de Waddenzee achterblijft bij de Noordzee. Ze worden nu vergeleken met de 'Noordzeestanden' zelf. Zodoende wordt het 'achterblijven' een functie van de Noordzeestand. Deze functie is natuurlijk niet voor te stellen door een strakke lijn: er is een wolk van punten. Het begrip 'punt' moet men wel ruim nemen. Het geeft het verband tussen twee waterstanden, waarvan de ene (in de Waddenzee) vrij goed bekend is, maar omtrent de andere (in de Noordzee) grote onzekerheid heerst. Dit is in fig. 53, dat geldt voor het hoofdstation Den Oever, tot uitdrukking gebracht door streepjes in de richting die onzeker is. Aan de lijn voor de vroegere toestand (Z) en aan die voor de tegenwoordige situatie (A) is nog toegevoegd een punt dat overeenkomt met het dagelijkse getij. De lijn die het 'gemiddelde' achterblijven voorstelt, moet door dat punt gaan en verder zo goed mogelijk door de puntenwolk worden getrokken. Men zou daarvoor de meest waarschijnlijke coëfficiënten van een op de een of andere manier mathematisch gedefinieerde lijn kunnen berekenen, maar ik beschouw dat als schijn-wetenschappelijk gedoe. De keus van de vergelijking voor de lijn bevat minstens evenveel willekeur als het zo goed mogelijk op het oog tekenen van de lijn door de puntenwolk heen.

Er zijn wel andere vergelijkingsmethoden denkbaar, maar die staan (naar mijn mening) achter bij deze statistische werkwijze.

De stormvloed van 1894

Wat is nu de uitkomst van de vergelijking?

Verschillende vragen kunnen worden beantwoord. In de eerste plaats of de standen van 1894, verhoogd met de door de SCL berekende verandering, passen in de grafieken voor toestand A . Dit is niet helemaal het geval. Het punt '1894 A ' voor Harlingen ligt vrijwel op de 'gemiddelde' lijn, maar de andere punten liggen er ongeveer een decimeter onder. Eigenlijk is dat toch lang niet slecht, want de middelbare afwijking van de waarnemingspunten van de 'wolk' ten opzichte van de 'gemiddelde' lijn is veel groter, omstreeks 25 cm.

Bij nader inzien rijzen er toch vraagtekens. Voor Harlingen is rekening gehouden met een extra stormvloedverhoging van tien centimeter, door de SCL aanbevolen wegens de

grote onzekerheid van de berekening voor die plaats. Deed men dat niet, dan komt ook voor Harlingen het punt 1894A een decimeter onder de gemiddelde A-lijn terecht. Heel erg is dat nog niet. Er is echter iets, dat niet was verwacht. Voor de stations Den Helder, Den Oever en Terschelling ligt het punt dat de stormvloed van 1894 weergeeft, vèr boven de gemiddelde lijnen voor toestand Z. Het verschil is een paar decimeters. Dat betekent, dat de verlagende invloed van de Zuiderzee toen minder was dan het gemiddelde van zeer hoge stormvloeden. De SCL had ondersteld dat de invloed van de Zuiderzee bij de vloed van 1894 juist bijzonder groot was. De redenering die tot deze onderstelling leidde, is blijkbaar niet juist geweest, maar het is niet duidelijk waar de fout zit. Bij de discussie over vier hoge vloeden (1881, 1906, 1916 en 1917), die wèl op, en zelfs onder de Z-lijn liggen, kwam de SCL tot de conclusie dat de verlagende invloed bij die stormen minder groot was dan bij die van 1894.

Telt men de berekende stormvloedverhoging op bij de 'gemiddelde Z-lijnen', dan komt men behalve bij Harlingen, nog verder onder de A-lijn terecht. Bij Den Oever is ruim 25 cm te kort, wat op een berekende verhoging van 113 cm nog niet onaanvaardbaar lijkt. Bij de zeegaten is de fout relatief veel groter. In Den Helder zou de sprong niet 44 cm moeten zijn maar 75 cm en voor Terschelling is de berekende 14 cm nog niet de helft van de verhoging met ruim 30 cm die uit de statistische behandeling van de waarnemingen volgt. De voorlopige indruk dat bij de zeegaten de stormvloedverhoging veel groter is dan de SCL aangeeft, wordt dus bevestigd.

Andere stormvloeden

Het antwoord op de aan de SCL gestelde vraag kan zó worden geïnterpreteerd, dat het de hoogste waterstanden aangeeft die volgens haar mening op een aantal plaatsen om de Waddenzee zouden zijn voorgekomen als bij alle haar bekende stormvloeden de Zuiderzee afgesloten zou zijn geweest.

Volgens onze statistiek gaat dat voor de meeste stormvloeden op. Er zijn er een paar waar het dubieus is: 1862 (Terschelling), 1877 (Harlingen), 1906 (Terschelling en Harlingen) en 1917 (Den Oever en Harlingen), maar het verschil is niet meer dan ongeveer een decimeter.

Anders ligt het bij de stormvloed van 4 februari 1825, die waarschijnlijk door de SCL ver is onderschat. De gegevens voor die storm zijn erg onzeker, zodat er een grote speeling is in de plaats die hij in de diagrammen moet innemen. Het ziet er naar uit dat hij bij afgesloten Zuiderzee in het westen van de Waddenzee ongeveer een halve meter en in het oosten twee tot vier decimeter hoger zou zijn gekomen dan de maxima die de SCL aangaf.

TABEL 13. STORMVLOEDHOOGTEN

<i>cm (boven NAP)</i>	<i>december</i> 1894				<i>februari</i> 1825			<i>febr</i> 1953	<i>dec</i> 1954	<i>Ontwerp- peil Delta comm:</i>
	<i>Zwaarn</i>	<i>Δscl</i>	<i>Ascl</i>	<i>Δdiagr</i>	<i>Zwaarn</i>	<i>Δdiagr</i>	<i>Adiagr</i>	<i>Awaarn</i>	<i>Awaarn</i>	
Den Helder	248	44	292	75	247	100?	345?	325	289	505
Den Oever	233	113	346	135-140	235	170?	405?	379	355	545
Harlingen	269	77	346	75-80	293	100?	395?	366	369	550
Terschelling	286	14	300	30-35	295	40?	335?	318	302	480

Extreme toestanden

Men zou zeggen dat, afgezien van de rampvloed van 1825, het toch niet zo slecht klopt, maar men moet zich hoeden voor overhaaste conclusies.

Over de kans dat er zich nòg ongunstiger omstandigheden kunnen voordoen dan bij al die vloed en het geval was, heeft de scl een opmerking gemaakt die nu, na de vloed van 1953, van overheersende betekenis is geworden. Toen hebben we die *nog* ongunstiger omstandigheden aan den lijve gevoeld. Vooral bij de kusten van Zeeland en Zuid-Holland was het toen bar en boos, maar ook in de Waddenzee was het heel erg. Nog geen twee jaar later kwam daar de dubbelvloed van 1954 bij, die in Harlingen nog hoger opliep.

Zulke uitschieters zijn wel zeldzaam, maar het is zeker dat het daarbij niet blijft, als we maar lang genoeg wachten. Nòg hoger is nòg zeldzamer, maar het is niet onmogelijk. De Deltacommissie (1953-1960) heeft dit kansprobleem, of frequentieprobleem, als economisch vraagstuk behandeld. Hoe sterker zeewering, hoe duurder, maar des te minder risico. Met veel goede wil kan men een meest voordelige sterkte voor de zeewering schatten.

Daarvoor is het onder andere noodzakelijk om te weten hoe groot de kans is op een stormvloed die bijvoorbeeld te Harlingen een peil bereikt van $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$ of 5 meter boven NAP. Het is niet voldoende alleen te rekenen op de stormvloed van de eeuw die de scl onder de loep nam (1825-1925).

Kijken we naar ons diagram (fig. 53), dan zien we dat in toestand Z de Waddenzee des te meer achterbleef bij de Noordzee, naarmate de stormtop daar hoger werd. De Zuiderzee ging dan blijkbaar meer en meer 'trekken' en dat is eigenlijk niet verwonderlijk. Het verschijnsel was het sterkst bij Den Oever. Volgens de 'gemiddelde' lijn werd daar de stormstand slechts twee decimeter hoger, als het 'Noordzeepcil' van NAP + 3,0 m kwam op NAP + 3,5 m. Bij de andere stations is het minder geprononceerd, doch het is overal onmiskenbaar. Véeel hogere peilen dan de Z-waarden van tabel 13 waren dus uitermate onwaarschijnlijk.

Na de afsluiting van de Zuiderzee is alleen op Terschelling nog iets van het achterblijven over. De andere stations volgen nu vrijwel de Noordzee. Bij het beoordelen van bijzonder zeldzame gevallen, met kansen van een duizendste per winter, of nog minder, moet dus worden gerekend met de frequentie van de Noordzee en vervalt het achterblijven geheel en al. Bij het vaststellen van het economisch optimum van de zeewering rond de Waddenzee, het 'ontwerppeil' (of Deltahoogte), wordt hiermee rekening gehouden.

Als in 1953 en 1954 de Zuiderzee nog open was geweest, had men daar wellicht een herhaling van de ramp van 1825 beleefd. In de Waddenzee zouden de standen echter veel lager zijn gebleven. Als we uitgaan van de 'gemiddelde' lijnen door de puntenwolken, dan komen we ongeveer tot de topstanden van februari 1825 en van december 1894.

De Afsluitdijk heeft in 1953 en 1954 zijn kosten ruimschoots goedgeemaakt, maar hij is dan ook beproefd geweest tot het uiterste waarvoor hij was gemaakt. Hij heeft (2.4.1) die proef goed doorstaan.

Ten opzichte van de manier waarop tegenwoordig de veiligheid van ons lage land tegen de zee wordt gezien, is het werk van de SCL verouderd. Voor de werken aan de waterkeringen uit de tijd van de afsluiting van de Zuiderzee zijn de resultaten een bruikbare gids geweest.

Wij nemen nu afscheid van de Staatscommissie inzake hoge waterstanden in verband met de afsluiting der Zuiderzee, die terecht de naam van zijn voorzitter heeft gedragen. Uit veel van wat hier is gezegd, blijkt hoezeer het werk van de SCL de Zuiderzeewerken heeft beïnvloed. Dit is in hoofdzaak te danken aan de grote persoonlijke bijdrage die Lorentz aan het onderzoek heeft gegeven. In al die jaren 1918 tot 1926 heeft hij getoond dat hij niet alleen de leidende fysicus van zijn tijd was, maar ook een Nederlander die de belangen van zijn vaderland heel hoog stelde.

3.6. DE WATERKERING RONDOM DE WADDENZEE

Aanpassen van de dijken aan de nieuwe toestand

Tengevolge van de afsluiting van de Zuiderzee zouden de stormvloedstanden hoger worden en in verband daarmee zou ook de golfoploop tegen sommige gedeelten van de dijken om de Waddenzee toenemen (2.1.3, blz. 59).

Bij het maken van nieuwe dijken is daarop gerekend. De hoogteligging van de kruin van de Afsluitdijk is bepaald aan de hand van de verhoogde stormvloedpeilen en ook bij de Balgzanddijk is dat het geval geweest.

Het is duidelijk dat de reeds bestaande dijken moesten worden aangepast aan de nieuwe

toestand. Dat is geschied door ze te verhogen. De verhoging moest, om de oude veiligheid te behouden, gelijk zijn aan de door de SCL berekende stormvloedverhoging, eventueel vermeerderd met de toeneming van de golfoploop. Voor een aantal punten is deze maat aangegeven in fig. 52 (blz. 216). Daarin staan ook de stormvloedpeilen waarop de SCL rekende.

Het ging niet om de vraag of de dijken bij dat peil voldoende veiligheid gaven en ook niet om de vraag of nu juist de peilen van de SCL de sterkte van de waterkering moesten bepalen. Dat was – en is – een zaak van de beheerders van de dijken. Zuiderzeewerken moest er alleen voor zorgen dat de veiligheid bij afgesloten Zuiderzee (minstens) even groot zou zijn als vroeger het geval was geweest.

Klaarblijkelijk moest de hele Waddenzee onderhanden worden genomen, ongeveer tot het wantij achter Terschelling toe, en in de zeegaten tot buiten de nauwste gedeelten. Aan kustgedeelten die niet door dijken zijn beschermd, maar waar de waterkering bestaat uit duinen, was geen voorziening nodig.

De volgende dijkvakken moesten worden verhoogd:

- de Helderse zeewering en het Nieuwediep
- de noordkust van Wieringen
- de Friese dijk van de Afsluitdijk langs Harlingen tot de Bildtzijl
- de binnenzijde van Terschelling, Vlieland en Texel.

De operatie zou moeten zijn voltooid vóór het stormseizoen na de afsluiting van de Zuiderzee, dus volgens het werkplan-1926 uiterlijk oktober 1933 (2.2.4, blz. 106). De winter daarvóór zouden de sluitgaten in de Afsluitdijk nog open liggen en de stormvloedverhoging minder dan de helft zijn. Nog een winter eerder zou in de Waddenzee nog niet veel zijn veranderd.

Daarop waren echter twee uitzonderingen.

Na de afsluiting van het Amsteldiep in 1924 was er in de bocht van het Nieuwediep via de Amsteldiepdijk tot Den Oever al een vrij belangrijke verhoging, maximaal bijna 4 dm. Voor de Balgzanddijk en de Amsteldiepdijk was dat uiteraard geen bezwaar (die maakte zw immers zelf), maar de noordkust van Wieringen kwam dadelijk in iets ongunstiger omstandigheden. De verbetering van de waterkering moest daar dus in een vroeg stadium worden uitgevoerd.

Iets dergelijks treffen we aan bij Zurig. Door het afsluiten van de Boontjes en de Makumerwaard werd daar sinds 1928 het stormvloedpeil al enigszins verhoogd. Het ging hier om slechts enige kilometers, tot voorbij de uitstekende dijkhoek van de buitenpolder Zurigeroord.

Doordat de afsluiting van de Zuiderzee niet in 1933, maar reeds in 1932 tot stand kwam,

moest ook het werkprogramma voor het aanpassen van de waterkering om de Wadden-zee worden versneld. Op enkele uitzonderingen na, waren de dijken vóór de winter van 1931–1932 verhoogd. Alleen een klein deel van de waterkering in Harlingen voldeed in de winter 1932–1933 nog niet aan de nieuwe eisen.

De noordkust van Wieringen

De verdedigingswerken langs de noordkust van Wieringen vormen geen eenheid. Ze zijn een aaneenschakeling van korte dijkvakken, onderbroken door drie betrekkelijk hooggelegen kustgedeelten: het hoge land van Vatrop, het hoge land van Stroe en het Westerlander klief. Houten paalschermen langs het hoge land van Stroe en langs enige dijkgedeelten, maakten deel uit van de zeewering. Zij verkeerden in slechte toestand en daarom zijn zij gaandeweg vervangen door sterkere en hogere schermen van gewapend beton. Daarmee is begonnen in 1924. Het is, in stukjes en beetjes, doorgegaan tot 1932. Reeds in de winter 1922–1923 is het eerste stukje van de Rijkszeewering opgehoogd. In het belang van de werkverschaffing is een deel van de Bierdijk, 350 m lang, op de vereiste hoogte gebracht, nl. NAP + 5,4 m. Met de voorbereiding van de overige gedeelten verliep het niet zo vlot, zodat in de winter na de afsluiting van het Amsteldiep aan het overgrote deel van de Wieringse kust nog niets was gedaan. Het jaar 1925 zag de grootste activiteit. Behalve het versterken van bestaande dijken, is ook overgegaan tot het maken van een geheel nieuwe dijk. Achter een diepe bocht, het Woudstrand niet ver van het Amsteldiep, ligt Wieringen heel laag. Alleen een kade langs de hoofdweg voorkwam dat het zeewater bij een hoge stormvloed dwars over het eiland zou stromen. Beter dan deze kade een meter op te hogen en dan nog uitbreiding van overstromingen aan de noordkant van de kade toe te laten, was het rechte trekken van de kust door over het Woudstrand een nieuwe dijk te maken, die de naam Normerdijk kreeg.

Langs de buitenrand van het Westerlander klief is een lage kade gemaakt. Vóór het hoge land van Vatrop ligt een kapglooiing, die de golven moet breken. Om dat ook bij de hogere stormpeilen te kunnen doen, is de kapglooiing verhoogd van 2,3 tot 2,7 m boven NAP (2.4.3, blz. 189).

Het duurde tot 1927 eer alles klaar was. De kruinhoogte van de dijken varieerde toen van NAP + 6,3 m in het oosten tot + 5,4 m in het midden, waar de voorgelegen ondiepe Breehorn de golfwerking verzwakt.

Alleen bij Den Oever is nog langer doorgewerkt. Hier was geen haast, omdat de waterstanden door de werken van 1924 nauwelijks waren veranderd. Men had alle tijd om de waterkering te maken tussen het dorp en de werkhaven door. In deze dijk is een coupure gemaakt voor het verkeer naar het haventerrein. De waterkering is doorgetrokken tot de Afsluitdijk, die vlak ten zuiden van de haven aansluit tegen het oude land.

De Friese kust

Aan de Friese kant kwam, zoals het ook moest, de dijk vlak ten noorden van de Afsluitdijk het eerst aan de beurt. Een vak van de dijk van het 'Waterschap van de vijf Zee-deelen Buitendijks', 2450 m lang werd verhoogd tot + 6,6 m. Bij de aansluiting van de Afsluitdijk is dus een sprong van 0,1 m, ondanks het feit dat de verhoging (van NAP + 5,4 m af) iets groter is geweest dan de 1,09 m die volgens het recept nodig was (2.2.5, blz. 113). Men had uit psychologische gronden de dijk wel evenhoog kunnen maken als de Afsluitdijk, maar dan was geweld aangedaan aan het principe van de dijkverhogingen die ten laste van het Zuiderzeefonds moesten komen.

Hoe dit zij, de verhoging was nog in 1928 klaar. Op de kruin en tegen het binnentalud is een zandlichaam aangebracht, afgedekt met een kleilaag. Door de verhoging moest uiteraard de voet van de dijk breder worden. De verbreding kon niet aan de zeezijde worden gemaakt, omdat dan de steenglooing op het buitentalud zou moeten worden opgebroken. De binnenteeën van de dijk moest dus landwaarts worden verplaatst. Aan de verhoging van dijken moet in den regel een strook land worden opgeofferd.

In het noordelijke gedeelte van de in 1928 te verhogen dijk lag het poldertje Zurigeroord tussen een niet geheel stormvloedvrije buitendijk en een slaperdijk. De beste oplossing bestond hier uit het verhogen van de buitendijk tot een volwaardige zeedijk. Daar kwam ook nog een betonmuurtje op de kruin aan te pas.

In 1929-1930 werd het overige deel van de Vijf Zeedeelen Buitendijks, 6,8 km, tot Harlingen verhoogd. Dit was het eerste grote werk van deze aard dat meer dan een miljoen gulden kostte.

Harlingen werd nog even overgeslagen. De voorbereiding van het maken van de werken langs de havens kostte veel tijd. Inmiddels werd de dijkverhoging naar het noordoosten verder doorgezet. Het was nu de beurt van de dijk van het Waterschap van de Vijf Zeedeelen Binnendijks, die in 1930 gereed kwam tot Roptazijl en voor het overige deel in 1931. In dat jaar kregen ook de dijken van de waterschappen Oud Bildt, Nieuw Bildt en Bildtpollen hun verhoging. De geringe verhoging van de laatste werd uitgevoerd door het beherende waterschap zelf, op kosten van de Zuiderzeewerken.

Alles bijeen is in Friesland (buiten Harlingen) bijna 38 km dijk verhoogd.

In Harlingen zijn muurtjes gemaakt en een stukje dam. Loswallen zijn verhoogd en ook de beide keersluizen, die toegang geven tot de binnenhavens, moesten worden verhoogd en voorzien van nieuwe deuren.

De havendammen maken weliswaar geen deel uit van de waterkering, maar er moest toch iets aan worden gedaan. Zij zouden anders de havens bij hoge stormvloed niet

voldoende tegen golven beschermen. Het zou uitermate kostbaar zijn geweest om de, geheel met basalt beklede, dammen op de normale wijze te verhogen. Er is daarom gebruik gemaakt van betonmuren op de kruin. Die veroorzaken meer spatwater dan een dam waaruit buitentalud, kruin en binnentalud continu in elkander overgaan. De verhoging is dan ook wat groter uitgevallen dan de 0,75 m volgens de SCL. De lange Zuiderhavendam heeft een 'De Muraltmuurtje' gekregen, met de bovenkant op + 5,2 m, dat is 1,1 m boven de kruin. Van de Noorderhavendam is het bovenste deel van het buitentalud steil opgezet tegen een betonmuurtje, waardoor de kruin van 4,7 op 5,7 m boven NAP kwam.

In oktober 1933 was de hele Friese zeewering aangepast aan de nieuwe toestand. Het hoogste punt van de kruin, even benoorden Harlingen, lag op NAP + 6,7 m. Verder naar het noordoosten zijn weliswaar op stormvloedpeilen hoger, maar de ondiepten buiten de dijk en op sommige plaatsen het vóórland, beperken de golfoploop. De kruinhöhe varieerde daar van + 4,8 tot 5,7 m (fig. 52).

Nog verder oostwaarts was de stormvloedverhoging zo klein (Hallum 6 cm) dat hij voor de veiligheid van de zeewering geen rol meer speelde. Daar behoefde dus niets aan dijken te worden gedaan.

De Waddeneilanden

Hetzelfde geldt voor de zuidelijke dijk van Ameland.

Op Terschelling daarentegen was de berekende stormvloedverhoging net groot genoeg om te besluiten de dijk ook hier te verbeteren. Dit is in 1930 gedaan door de Rijkswaterstaat. Het ging hier om 14 km dijk.

Langs Vlieland was de invloed van de afsluiting van de Zuiderzee groter. De zeewering is hier in beheer bij het Rijk. De Rijkswaterstaat heeft in 1931 drie kilometer dijk enige decimeters hoger gemaakt.

Omvangrijke werken moesten worden uitgevoerd langs de Waddenkust van Texel. De dicht langs het eiland lopende Texelstroom was de belangrijkste transportweg van water naar en van de Zuiderzee en het is geen wonder dat de afsluiting hier een grote invloed zou hebben. De voorspelde stormvloedverhoging was bij de Oostkaap van Oosterend bijna een meter.

De dijk (totaal 22 km) wordt beheerd door verschillende instanties. Van het noorden uit kwam eerst de dijk van het nu in zee verdwenen poldertje Volharding. Na een stukje dijk van de polder Eierland volgen die van De Eendracht en Het Noorden. Deze sluit

aan tegen de dijk van de Dertig Gemeenschappelijke Polders, die de oude kern van Texel tegen de zee beschermt.

Veel jonger is de dijk van de Prins Hendrikpolder, die indertijd van de negen en twintig polders dertig heeft gemaakt. Ten slotte heeft het kleine poldertje het Horntje een zee-wering die door de Rijkswaterstaat wordt beheerd.

De Rijkswaterstaat gaf in 1931 deze dijk een passende verhoging. Ook zorgde die dienst voor het aanpassen van de haven van Oudeschild. Van de gelegenheid werd gebruik gemaakt om die haven flink te verbeteren. De tegenwoordige veerhaven aan het Horntje bestond nog niet.

Het werk aan de overige dijken was zo omvangrijk, dat in 1930 en 1931 een ingenieur van de Zuiderzeewerken op Texel werd gestationeerd. In het voorjaar van 1930 werd begonnen met de Prins Hendrikpolder, die tegen het eind van het jaar klaar was. Van daar uit werd naar het noorden voortgewerkt. In de loop van 1931 kwamen de meeste dijkvakken gereed. Het langst duurden de dijken ten noordoosten van Oudeschild. In de herfst van 1932 was ook Texel even veilig als het eiland vroeger was geweest.

De kop van Noord-Holland

Langs het Helderse of Texelse zeegat heeft Texel geen dijken, maar duinen en stranden langs een steeds wisselende kustlijn. Hier hoefde men niets te doen, in tegenstelling met de overzijde van het zeegat, de Helderse zeekering. Daar is een van de zwaarst aangeval-len delen van de Nederlandse kusten (2.1.3, blz. 52 en 3.3, blz. 209).

De Rijkswaterstaat, die de zeekering in beheer heeft, is in 1927 begonnen met verhogen van de dijk, in hoofdzaak met een muur op de dijk. In 1930 was dit klaar. In dat jaar is ook de onderzeese oever bezonken en bestort. Op deze wijze moest compensatie worden gevonden voor de verwachte versterking van de getijstromen (3.3, blz. 176, tabel 10).

Ten slotte is in 1931–1932 de kering langs de Rijkszeehaven het Nieuwediep versterkt, eveneens door de Rijkswaterstaat.

Resumerend zijn de volgende zeekeringen verbeterd:

Wieringen	8 kilometer
Friesland	38 kilometer
Wadden-eilanden	38 kilometer
Kop van Noord-Holland	7 kilometer

tezamen ruim negentig kilometer

De hoogte die de dijken om de Waddenzee tegenwoordig hebben, is niet meer overal dezelfde waarop ze in verband met de Zuiderzeewerken zijn gebracht. Na 1932 is wel

het een en ander gebeurd. De stormvloed van 1 februari 1953 vooral heeft onze inzichten over de veiligheid tegen overstromingen sterk gewijzigd. Er worden nu veel hogere eisen aan de waterkeringen gesteld dan in het begin van de dertiger jaren het geval was. Toen legde men zich, onbewust, neer bij een kans van één op honderd dat een zeewering in een winter zou bezwijken. Nu spreken wij van een economisch-psychologisch optimum van één op duizend of tienduizend. Om dit te bereiken moeten dijken verder worden versterkt, zoals men zegt, op Deltahoogte gebracht. Dat gebeurt ook met de Waddenzeedijken, die, deels nu al, maar overigens in de toekomst veel hoger worden dan in fig. 52 is aangegeven.

HET IJSSELMEER

4.1. KARAKTER EN TAAK VAN HET IJSSELMEER

Functies van het IJsselmeer

De plannenmakers hebben heel wat van het IJsselmeer verwacht. Het moest in de eerste plaats de functies overnemen die de Zuiderzee oorspronkelijk vervulde en dat liefst beter doen dan de Zuiderzee had gedaan.

De Zuiderzee gaf op een redelijke wijze gelegenheid aan de omringende landstreken tot lozing van hun overtollige water. Het belangrijkste lozingspunt lag natuurlijk in de IJsseldelta. Daar kwam – door elkaar genomen – meer water in de zee, dan op alle andere lozingspunten tezamen.

De scheepvaart is al evenzeer van veel belang, al hebben de schepen maar beperkte afmetingen, vooral die varen op kleine ondiepe haventjes.

Een derde aspect is de (beroeps)visserij. Wisselvallig, maar toch bron van bestaan van een talrijke bevolkingsgroep.

Zoals al eerder is betoogd, zou het IJsselmeer de derde functie niet kunnen overnemen. De traditionele Zuiderzeevervisserij zou vervallen en men moest afwachten wat er voor in de plaats zou komen.

Grootte van het meer

Voor de waterlozing was het niet nodig dat het IJsselmeer evengroot zou worden als de Zuiderzee was. Er zou dus grond kunnen worden ingepolderd. Daarvoor zouden het best die gedeelten worden bestemd waar de zee niet diep was, en ook waar de bodem vruchtbaar land zou opleveren.

Door de vorm van de Zuiderzee en de ligging van de lozingspunten en van de havens was het logisch vier polders te maken, respectievelijk in het noordwesten, het zuidwesten, het zuidoosten en het noordoosten.

Op de oudste kaart waarop het IJsselmeer voorkomt, die van de Friese landmeter Kooy

(1870), zijn die vier polders al aangegeven. Zij zijn niet groot, slechts 1350 van de 3700 km², die ten zuiden van de afsluitingslijn over Wieringen naar Zurig lagen (toen al Zurig!) [11].

In zijn brochure dacht Kooy aan wat grotere inpolderingen, ongeveer de helft van de afgesloten Zuiderzee. Er zou dus een IJsselmeer overblijven van 1800 à 1900 km². Lely toonde aan dat het meer kleiner kon zijn. Hij kwam tot 1200 km². Zuiderzeewerken kreeg, na uitvoerige berekeningen, dezelfde uitkomst.

Als, laten wij hopen niet later dan in 1974, de noordoostelijke dijk van de Markerwaard is gesloten, zal het IJsselmeer 1230 km² groot zijn. De zuidelijke grens loopt dan van Enkhuizen over de Houtribsluizen langs de Kamperhoek naar de Roggebotsluis aan de Gelderse kust (fig. 2f).

Die extra 30 km² zou men kunnen beschouwen als een reserve voor kleine inpolderingen, als die nodig mochten blijken. Overigens mag het oppervlak van 1200 km² niet worden opgevat als een scherpe grens. Bij deze grootte heeft een vierkante kilometer water ongeveer evenveel waarde voor de Nederlandse gemeenschap als een vierkante kilometer land. Wordt het meer kleiner, dan gaat de waarde van het water al gauw sterk overheersen. Daarom moet toch de 1200 km² worden opgevat als een magisch getal, waaraan moet worden vastgehouden om te voorkomen dat er telkens een stukje zou worden afgeknabbeld en op den duur veel kleintjes één grote zouden maken.

De eis dat het IJsselmeer een voldoende grootte moet hebben, klemmt misschien het meest voor een taak die het IJsselmeer niet overnam van de Zuiderzee, omdat deze niet in staat was hem te vervullen, namelijk het leveren van zoet water aan de omliggende landstreken. Van het begin af is veel nadruk gelegd op deze functie van het IJsselmeer. Wij zagen al, dat de commissie Lovink er zó veel waarde aan hechtte, dat alleen hierdoor het afsluiten van de Zuiderzee verantwoord zou zijn.

Tussen de tijd dat de Zuiderzee werd afgesloten en de definitieve toestand ligt een periode van ruim veertig jaar, waarin het IJsselmeer telkens kleiner is geworden. Als de dijk van één van de IJsselmeerpolders wordt gesloten, vermindert de oppervlakte van het meer met die van de nieuwe polder en meestal ook nog met de oppervlakte van een randmeer dat tussen de polder en de kust van het 'oude land' ligt.

Eigenlijk was de tussenperiode al begonnen vóór het IJsselmeer bestond. De oostelijke dijk van de Wieringermeerpolder was al gesloten in 1929, vóór de Zuiderzee afgesloten was. De oorspronkelijke oppervlakte van ruim 3700 km² was dus al verkleind met 198 km² van de Wieringermeer en 7 km² van het Amstelmeer. Er bleef nog 3500 km² over.

Deze grootte heeft het IJsselmeer meer dan acht jaar lang gehad. Op 13 december 1940

werd de ringdijk van de Noordoostpolder gesloten, waardoor het oppervlak met 480 km² werd verkleind en dus teruggebracht tot 3020 km².

De volgende aderlating had niet veel te betekenen. Door het sluiten van de kade tussen Oostelijk Flevoland en het Veluwemeer (10 juli 1956) werd dit meer een zelfstandige eenheid van 40 km² en werd het IJsselmeer dus 40 km² kleiner. Twee maanden later, 13 september 1956, verloor het IJsselmeer 540 km² door het afscheiden van Oostelijk Flevoland.

De nieuwe oppervlakte, 2440 km², bleef juist tien jaar gehandhaafd. Op 16 september 1966 is het laatste gat gesloten in de kade van Zuidelijk Flevoland langs het Oostvaardersdiep, waardoor die polder met het zuidwestelijke deel van het Veluwemeer en een deel van het Oostvaardersdiep, samen 460 km² aan het IJsselmeer werd onttrokken.

Sindsdien is het IJsselmeer 1980 km² groot. Dat blijft het tot de noordoostelijke dijk van de Markerwaard, tussen Enkhuizen en de Houtribsluizen, wordt gesloten. Wij blijven optimistisch en rekenen dat dit uiterlijk in 1974 zal gebeuren. Het IJsselmeer krijgt dan zijn definitieve grootte van 1230 km². Het zal dan helemaal liggen ten noorden van de lijn Enkhuizen-Houtribsluizen-Roggebotsluis. Ten zuiden van die lijn vinden we de randmeren.

De geschiedenis van de grootte van het IJsselmeer is samengevat in tabel 14.

TABEL 14. HET IJSELMEER WORDT TELKENS KLEINER

<i>Oppervlak Zuiderzee binnen de afsluitingslijn</i>		3700km ²
Afscheiding Wieringermeer c.s.	29 juli 1929	
Vorming IJsselmeer	28 mei 1932	3500
Afscheiding Noordoostpolder	13 dec 1940	
Afscheiding Veluwemeer-noord	10 juli 1956	3020
Afscheiding Oostelijk Flevoland	13 sept 1956	2980
Afscheiding Zuidelijk Flevoland c.s.	16 sept 1966	2440
Afscheiding Markerwaard c.s.	?	1980
Uiteindelijk oppervlak van het IJsselmeer		1230

Beheer van het meer

Op de wijze waarop het IJsselmeer zijn taak kan vervullen zijn van veel invloed de hoeveelheid en de hoedanigheid van het water dat het bevat. Deze worden grotendeels bepaald door hydrologische en meteorologische omstandigheden: de afvoer van de Rijn en de neerslag in het 'stroomgebied' van het IJsselmeer. De beheerder van het meer kan invloed op de hoeveelheid uitoefenen door te manipuleren met de uitwateringsluizen in de Afsluitdijk. Verder wordt er water geloosd door poldersluizen en gemalen en ook kan

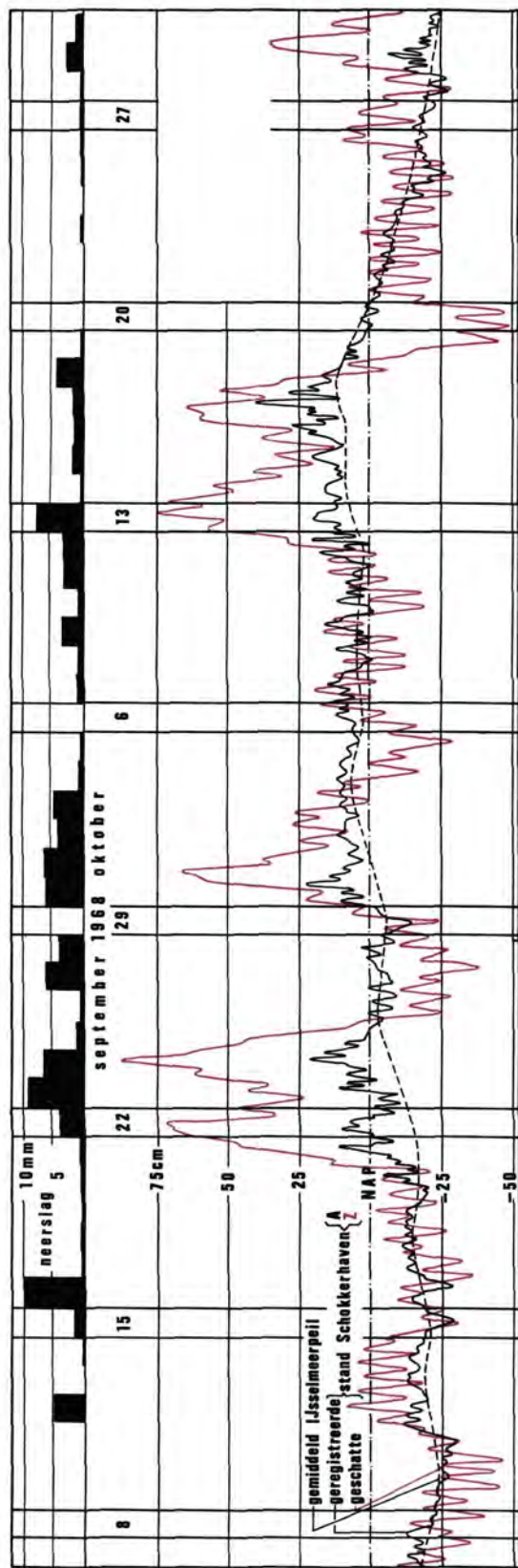


Fig. 54. Grote overschrijding van het IJsselmeerpeil

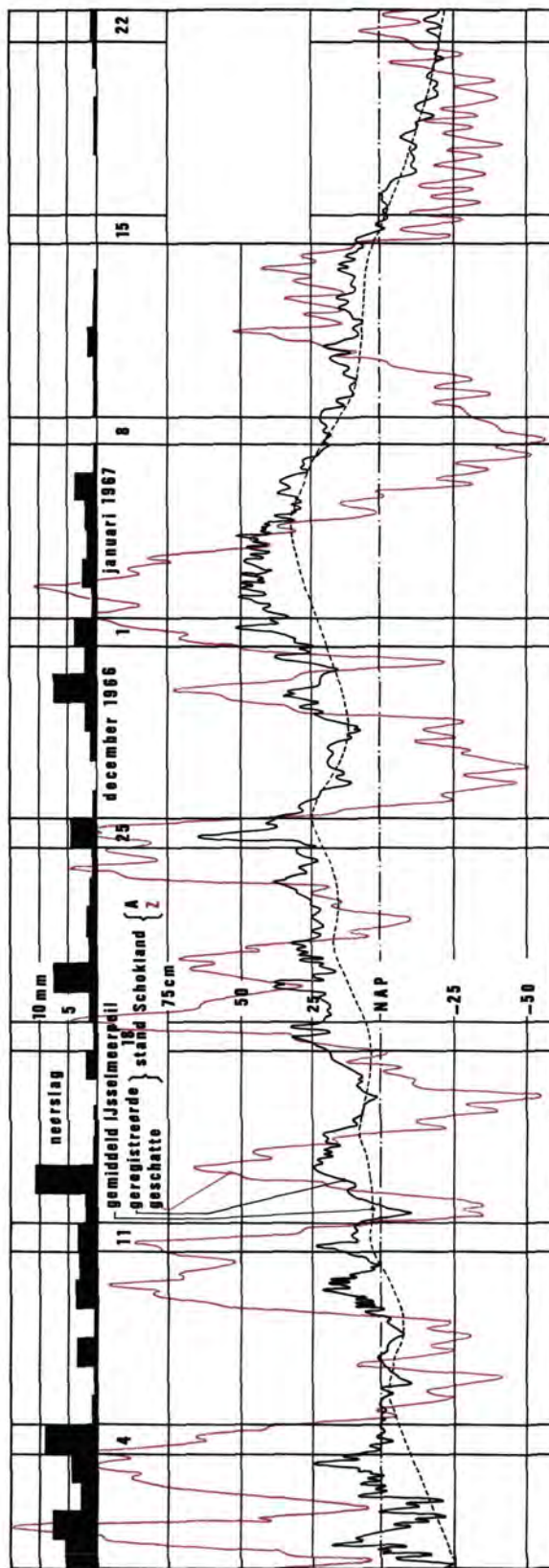


Fig. 55. Bijzonder grote overschrijding van het IJsselmeerpeil

Zie blz. 234-235

De figuren 54 en 55 hebben betrekking op de zeer natte periode van september-oktober 1968 en op de extreme periode van december 1966-januari 1967. Het verloop van het gemiddelde peil van het IJsselmeer is aangegeven (streeplijn) en eveneens de geregistreerde waterstand in de Schokkerhaven (*A*). Daar doorheen loopt de (rode) lijn die de waterstand aangeeft die er zou zijn voorgekomen als de Zuiderzee nog open was geweest (*Z*). Deze lijn is berekend met behulp van de te Den Helder waargenomen waterstand, windrichting en windsnelheid. Uiteraard is er vrij veel onzekerheid in deze lijn, maar aan het algemene verloop is geen twijfel. De slingeren weerspiegelen het getij: het tijverschil was er omstreeks 0,2 meter. In perioden met sterk wisselende wind wordt het getij gemaskeerd door de opwaaiing. In de waargenomen waterstanden (*A*) herkennen we het slingeren van het Ketelmeer.

In tijden van sterke opwaaiing ligt lijn *A* ver onder lijn *Z*. Dat hoeft niet altijd een voordeel voor de afwatering te zijn. Het maakt bijvoorbeeld niets uit of in de eerste dagen van januari 1967 de waterstand in de buurt van vier decimeter boven NAP ligt (*A*), of een hele meter er boven (*Z*). In beide gevallen heeft het IJsselmeer geen betekenis voor de afwatering.

In 1968 (fig. 54) is *A* in het voordeel tot 26 september. Daarna wint *Z* het, al was ook bij *A* soms mogelijkheid voor afwatering aanwezig. Van 24 oktober af treedt de normale toestand weer op: voor de afwatering was het IJsselmeer gunstiger dan de open Zuiderzee zou zijn geweest.

De periode van figuur 55 is waarschijnlijk de slechtste die tijdens het bestaan van het IJsselmeer is voorgekomen. Van 5 december 1966 tot 20 januari 1967 is *A* in het nadeel.

In 1966/67 en in 1968 was het IJsselmeer 1980 vierkante kilometer groot. Zou het toen al zijn uiteindelijke grootte van 1230 km² hebben gehad, dan zou het nog hoger zijn opgelopen, op 5 januari 1967 twee decimeter. Op de vergelijking tussen *Z* en *A* zou dat nauwelijks invloed hebben gehad.

water aan het meer worden onttrokken door het in te laten in omliggende landen. De kwaliteit kan worden beïnvloed door ongewenste stoffen (waarvan zouten het meest voorkomen) te weren, maar ook door te manoeuvreren met de sluizen.

Als onze halve eeuw enige maanden achter de rug is, wanneer de werken van de Rijn-kanalisatie in bedrijf zijn, zal de invloed van de mens groter worden dan hij nu is.

Water- en zoutrekening

Het IJsselmeer is een van de best bestudeerde meren ter wereld. Reeds vóór zijn ontstaan is zo goed mogelijk nagegaan hoe de waterrekening (ten onrechte waterbalans genoemd) er uit zou zien, met welke hoge of lage waterstanden de scheepvaart en het dijk-beheer rekening zouden moeten houden en welke zoutgehalten in verschillende omstandigheden moesten worden verwacht.

Nadat het meer was gevormd wordt van dag tot dag het peil, en dus de hoeveelheid water die het meer bevat, gemeten aan rond om het meer opgestelde peilschalen. Over de winst- en verliesposten in de waterrekening worden geregeld gegevens verzameld.

Van de grootste waterleverancier, de IJssel, is het zoutgehalte bekend. Het gehalte van het IJsselmeerwater wordt gemeten op regelmatig herhaalde 'zouttochten' kris en kras over het meer. In de latere jaren worden op die tochten ook andere waarnemingen gedaan, zoals de radioactiviteit van het water.

Slib

Het IJsselmeerwater kan veel slib bevatten. Als het hard waait, woelen de golven in het ondiepe water de slibberige bodem om. Het slibgehalte van het water wisselt zó sterk van tijd tot tijd en van plaats tot plaats, dat het weinig zin heeft om het op de zouttochten regelmatig te meten. Wij weten dat in winderige periodes elke kubieke meter water honderden grammen kleideeltjes bevat. Uit de lucht gezien is het meer dan opvallend grijs. Als de wind gaat liggen, bezinkt het grootste deel van het slib weer, vaak op plaatsen waar wij het liever niet zien, zoals in de toegangen tot havens. Telkens wederkerend baggerwerk is nodig om de vele IJsselmeerhavens in bruikbare staat te houden (4.7, blz. 302).

Golven

De wind heeft ook het ontstaan van golven op zijn geweten. Voor de scheepvaart een zaak van het hoogste belang, maar ook voor de veiligheid van de dijken en dus zowel van het oude land als van de nieuwe polders. Ten aanzien van de golven staan wij er bij de IJsselmeerdijken beter voor dan tijdens de bouw van de Afsluitdijk. Wel is waar zijn er niet veel rechtstreekse golfmetingen gedaan, maar door het bewerken van waarnemingen

elders en in laboratoria is er nu wel zoveel bekend over de grootste golven die bij zware stormen worden gevormd, dat de ontwerper van de dijken niet in den blinde hoeft te tasten.

Gebruik van het water

Oorspronkelijk is het niet de bedoeling geweest, het IJsselmeer drinkwater (voor menselijk gebruik) te laten leveren. Een commissie voor de bestudering van de drinkwatervoorziening van het Westen des Lands (voortaan WDL [31]) die werkte van 1932 tot 1936, heeft echter (in bijlage IX van het rapport) veel aandacht gegeven aan het IJsselmeer als mogelijke prise d'eau. De verzoeting van het meer was toen nog niet afgelopen, maar door een grondige studie kwam men tot de voorspelling dat er, bij een zorgvuldig beheer, in dit opzicht stellig mogelijkheden liggen.

Behalve voor de landbouw, voor drinkwater en de industrie wordt het water van het IJsselmeer en van de randmeren gebruikt voor de opwekking van elektrische energie, namelijk als koelwater. Een moderne centrale voert zo veel warmte toe aan het koelwater, dat er heel grote watervlakten nodig zijn om voor afkoeling te zorgen. Het IJsselmeer is een van de weinige plaatsen waar de overtollige warmte kan worden afgevoerd.

Voorts heeft het IJsselmeer betekenis als leverancier van zand. De hoeveelheden zand in de IJsselmeerbodem zijn niet allemaal nodig voor de Zuiderzeewerken zelf. Er blijft heel wat over om te voorzien in de zandhonger van Nederland.

Voorzichtigheidshalve had men indertijd bij het afwegen van de voor- en nadelen van de afsluiting van de Zuiderzee niet gerekend op een lonende visserij op het IJsselmeer. Toch is er op gelet de omstandigheden voor IJsselmeervisserij zo gunstig mogelijk te maken – niet zonder succes.

Een taak voor het IJsselmeer die vroeger buiten de gezichtskring lag, betreft de recreatie, natuurlijk de waterrecreatie. Die is deels gebonden aan de oevers, maar ook voor de pleziervaart is het IJsselmeer met zijn randmeren gaandeweg van veel betekenis geworden.

Ook de waarde die het IJsselmeer en de randmeren hebben als biologisch studie-object mag niet worden onderschat.

Het winterpeil

Het winterpeil van het IJsselmeer, veertig centimeter onder Amsterdams peil, komt al heel lang voor in de plannen tot afsluiting van de Zuiderzee. In Lely's eerste technische nota, van 1886, wordt het al genoemd als een vaststaand gegeven. Het moet dus nog eerder zijn bedacht, misschien bij de eerste schetsplannen waarin een IJsselmeer voorkwam, van Opperdoes Alewijn en van Kooy, een eeuw geleden.

Het is dan ook een logisch peil. Het IJsselmeer moet immers de waterlozing van de omliggende gebieden verbeteren en daarom moet het peil liggen beneden de waterstanden die in de open Zuiderzee voorkwamen. Daar lagen, in de tweede helft van de negentiende eeuw, de laagwaterstanden twee tot drie decimeter onder AP. Een IJsselmeer op —40 centimeter zou dus een duidelijke verbetering betekenen. Makkum was de enige haven, het enige lozingspunt, waar het laagwater nog wat lager was, maar daar stond tegenover dat het getij er vrij sterk was, met een hoog hoogwaterpeil, zodat het grootste deel van de tijd het IJsselmeer met een constant niveau van —40 cm toch in het voordeel was.

Het zou trouwens, volgens de toen heersende inzichten, ook nauwelijks mogelijk zijn geweest, het IJsselmeer tot een lager peil af te spuien. Daarvoor zou het laagwater in de Waddenzee bij Wieringen niet laag genoeg zijn geweest. Het vermogen van de ontworpen sluizen was, volgens de in 1919 geldende berekeningen, net voldoende om bij gemiddelde zeestanden het gemiddelde waterbezwaar (totale aanvoer van water) van het IJsselmeer in december en januari (de ongunstigste maanden) weg te spuien. Als het waterbezwaar groter zou zijn dan het gemiddelde, of als tengevolge van verhoogde waterstanden in de Waddenzee het vermogen van de sluizen kleiner zou zijn, zou het peil van —40 cm niet kunnen worden gehandhaafd. Vandaar de wijziging die Zuiderzeewerken in de plannen aanbracht door de sluiswijdte met twintig percent te vergroten. Een maatregel die ongedaan werd gemaakt toen de vroeger besproken, (2.1.3, blz. 54) meevallers zich hadden aangediend. Het resultaat van dit alles is, dat nu ten opzichte van de gemiddelde omstandigheden altijd meer dan veertig procent reserve aanwezig is. Door het verplaatsen van een deel van de sluizen naar het Kornwerderzand werd het nog wat beter. Het getij is daar sterker en het laagwater daardoor een paar centimeter lager; de waterstand in het IJsselmeer is er gemiddeld één of twee centimeter hoger, omdat de heersende wind het water naar de noordoostelijke hoek van het IJsselmeer opstuwt. Het lijkt niet veel, maar het gaat om centimeters.

Overschrijden van het winterpeil

Het extra vermogen van de sluizen is natuurlijk niet voldoende om het waterpeil onder alle omstandigheden te handhaven. Het waterbezwaar is soms veel groter dan de gemiddelde waarde. Tijdens het bestaan van het IJsselmeer zijn maandsommen voorgekomen van twee tot drie maal het gemiddelde. Dat is te veel om te worden afgevoerd en het peil van het IJsselmeer zal dus stijgen. Daardoor wordt het vermogen van de sluizen groter: hoe hoger het binnenwater, des te groter de afvoer. Er komt dus een eind aan het stijgen en de top wordt bereikt nog vóór de omstandigheden weer gelijk zijn aan de gemiddelde.

Ook als de omstandigheden over een hele maand genomen van die aard zijn dat het winterpeil zou kunnen worden gehandhaafd, dan wordt het toch nu en dan enige tijd overschreden. Als enkele depressies achter elkander van de Atlantische oceaan het Noordzeegebied binnendringen, brengen ze veel regen in het stroomgebied van de Rijn en dat van het IJsselmeer. Bovendien stuwen ze het water van de Noordzee op tegen de Nederlandse kust en we hebben dus de combinatie van vergroot waterbezwaar en verkleind sluisvermogen. Dit gebeurt elke winter verscheidene malen en er is dus geen sprake van dat het diagram van het IJsselmeerpeil de hele winter een strakke lijn op NAP — 40 cm vertoont.

Dit moet worden aanvaard. Het kan ook worden aanvaard omdat vroeger, in de open Zuiderzee de waterstanden herhaaldelijk zo hoog opliepen, dat de waterlozing van de omringende gebieden sterk werd gereduceerd of helemaal belet. Er moest natuurlijk voor worden gezorgd dat de nieuwe toestand beter is dan de oude, en dat is dan ook zorgvuldig nagegaan aler de sluiswijdte werd vastgesteld.

Nu is het niet zo gemakkelijk om de oude en de nieuwe toestand met elkaar te vergelijken. Vroeger stroomde het zeewater de Zuiderzee in, zodra het uit het westen ging blazen. Dan was het met de lozing heel gauw gedaan. Sloeg het weer om, dan keerde de Zuiderzee in een enkele dag naar zijn normale peil terug en was het leed geleden. Nu is het anders. Als het slechte weer begint, houdt de Afsluitdijk het zeewater op een veilige afstand. Het IJsselmeer blijft aanvankelijk laag en de lozing gaat door. Als de ongunstige omstandigheden wat lang duren, gaat het meer omhoog en na enige tijd vermindert de voorsprong die het ten opzichte van 'toestand Z' had. Komt het IJsselmeerpeil niet hoger dan vroeger de normale waterstanden in de Zuiderzee waren, dan blijft de nieuwe toestand (A) in het voordeel. Gaat de rijzing echter verder, dan kost het na het eind van de periode met regen en wind enige tijd, eer het IJsselmeer zo ver is afgespuid, dat toestand A beter is geworden dan toestand Z. (fig. 54). Tegenover winst aan het begin van de slechte periode staat dan verlies aan het eind. Fig. 55 geeft de toestand in een uiter-

mate slechte periode. Het waarnemingspunt is representatief voor het Zwarte Water, één van de belangrijkste lozingspunten. Hier is *A* in het nadeel, maar dat is een uitzondering. In verreweg de meeste gevallen blijft het IJsselmeer onder het peil waarbij ten aanzien van de lozing van de omringende gebieden de toestanden *A* en *Z* gelijkwaardig zijn. Dan is er dus altijd voordeel. Door het tot stand komen van het IJsselmeer met een winterpeil van NAP —40 cm is de lozing van de omringende gebieden dan ook sterk verbeterd.

De verbetering zou nog groter zijn geweest als de sluizen wijder waren dan 300 m. Vooral het afspuien van het IJsselmeer bij de terugkeer van normale omstandigheden zou dan vlugger zijn gegaan. Toch moet men zich van de extra winst geen overdreven voorstelling maken. Als de zeestanden meer dan een halve meter zijn verhoogd ten opzichte van de 'normale' (en hoeveel maal horen we de aankondiging daarvoor niet in de radio) dan gaat er geen druppel IJsselmeerwater naar de Waddenzee, al zijn de sluizen nog zo wijd. Op grond van een uitvoerige studie is men tot de conclusie gekomen dat de kosten van de bouw van zelfs maar één extra sluzengroep niet gewettigd zouden zijn geweest door de verbetering in de lozing van de landen rondom.

Bemaling

Om overschrijden van het winterpeil te voorkomen, of althans drastisch te beperken, zou het meer moeten worden bemalen. Op de Afsluitdijk zou dan een gemaal moeten worden gesticht, sterk genoeg om een zeer groot waterbezwaar uit te slaan op de Waddenzee. Men moet denken aan een opbrengst van duizend tot tweeduizend kubieke meter per seconde, bij een opvoerhoogte van omstreeks twee meter. Dat zou een gemaal zijn met een vermogen van vijftig Megawatt, twintig keer zoveel als onze grootste poldergemalen. Het is onvermijdelijk dat een gemaal op de Afsluitdijk behalve het water dat afkomstig is uit de 'omringende landen', ook de veel grotere hoeveelheid afkomstig van de IJssel en de hoge gronden en van de neerslag op het meer zelf zou uitmalen. Dat is volstrekt onnodig en het gemaal zou dus een wel heel erg onrendabele zaak zijn. In de plaats van zo'n enorm gemaal kan men daarom veel beter kleinere gemalen stichten voor een aantal gebieden die op het IJsselmeer lozen. Die kant gaat het trouwens al op. De doelmatigheid van bemalingsinstallaties is in de laatste tijd zo groot geworden dat, meer dan vroeger, het de kosten loont om de waterbeheersing te verbeteren door het stichten van gemalen.

Het zomerpeil

Het zomerpeil van het IJsselmeer is gesteld op 20 cm onder Amsterdams peil. De bedoeling is, dat in het voorjaar de waterspiegel wordt verhoogd van —40 tot —20 cm. Het

waterbezwaar van het 'omliggende land' is dan in den regel al minder dan in de winter, zodat de aanwezigheid van een op een laag peil gehouden IJsselmeer niet zo noodzakelijk meer is. Er is dan meestal nog wel genoeg aanvoer van water om het meer op het hogere peil te brengen. Als alle inpolderingen tot stand zijn gekomen en het IJsselmeer ruim 1200 km² groot is, is daarmee ongeveer 250 miljoen m³ water gemoeid. Is het zomerpeil bereikt, dan heeft men de beschikking over die hoeveelheid om zoet water te brengen naar gebieden die dat nodig hebben. Zolang de aanvoer van water naar het IJsselmeer voldoende is, wordt het zomerpeil gehandhaafd. Als dat niet meer het geval is, wordt de voorraad aangesproken, zo nodig tot het meer weer is gezakt tot het winterpeil. Als tegen het najaar de voorraad nog niet is verbruikt, wordt het restant naar de Waddenzee weggespuid. De belangen van waterlozen in de omliggende landen gaan dan zwaarder wegen dan die van het inlaten van zoet water.

Het peil van NAP —20 cm is hoog genoeg om het inlaten door de sluizen rond het meer mogelijk te maken. Anderzijds is het niet zo hoog, dat op sommige gebieden overlast door te veel water zou ontstaan. Het door Lely gekozen zomerpeil is dan ook overgenomen door Zuiderzeewerken.

Het militaire peil

Het heeft lang geduurd eer de gekozen winter- en zomerpeilen konden worden ingevoerd. Al zijn ze voor waterlozing en watervoorziening gunstig en al zijn ze — zoals later zal blijken — voor de scheepvaart aanvaardbaar, ze waren volstrekt onaanvaardbaar voor de landsverdediging. Op grond van de Defensiewetten (1.2, blz. 20) had de IJmeercommissie [24] voorgesteld de militaire onderwaterzettingen in het oostfront van de vesting Holland onafhankelijk te maken van het IJsselmeer. Het water voor de noordelijke kom zou te Muiden worden geleverd door het IJmeer. Dat zou moeten zijn gevormd vóór de afsluiting van de Zuiderzee tot stand zou zijn gekomen.

De afsluiting van de Zuiderzee heeft daar echter niet op gewacht. De onderwaterzetting was dus toch aangewezen op het IJsselmeer, en wel, zolang daarvan nog geen gedeelten zouden zijn drooggemaakt, op een groot IJsselmeer van 3500 km². De kans dat een zo grote watervlakte door inlaten van zeewater in een redelijke tijd zou kunnen worden opgezet van NAP —40 cm tot een voor de inundatie bruikbaar peil, werd te klein geacht om te worden aanvaard.

Er is een compromis tot stand gekomen. Zolang de militaire onderwaterzetting afhankelijk was van het IJsselmeer, mocht het peil in de haven van Urk niet verder dalen dan de vroegere gemiddelde laagwaterstand aldaar. Urk is gekozen omdat het dicht bij het 'zwaartepunt' van het IJsselmeer lag. Werd door een krachtige wind het water aan de lijzijde van het meer opgestuwd en de stand aan de tegenoverliggende kant verlaagd, dan

had dat in het midden, bij Urk, weinig invloed. De waterstand, gemeten in de haven van Urk, was dus ongeveer gelijk aan het gemiddelde IJsselmeerpeil. Omstreeks 1920 lag de gemiddelde laagwaterstand te Urk 13 cm onder NAP. Voor het compromis-peil is daarom dat niveau gekozen.

Een groot deel van de verbetering van de uitwatering van de omliggende landen ging verloren, maar in het algemeen bleef er tenminste nog iets van het voordeel over. Bij de monden van de IJssel en het Zwarte Water, en ook bij Lemmer, lag vroeger het laagwater nog hoger dan bij Urk. Daar was het zeker, dat de nieuwe toestand (*A*) gunstiger zou zijn dan de vroegere (*Z*).

Langs de westkust van Friesland en aan de kusten van Noord-Holland, Utrecht en Gelderland, was het anders. Daar kwam het IJsselmeer hoger te staan dan het vroegere laagwater, maar toch flink onder de oude middenstand. Het was dubieus of hier de toestand *A* duidelijk beter was dan *Z*, maar een uitvoerig onderzoek toonde aan dat bepaald niet van achteruitgang moest worden gesproken. Er was geen reden om maatregelen te nemen, en dus bracht een deel van ons polderland aan de landsverdediging het offer van het uitstellen van een verbetering.

Tijdelijk gemaal Muiden

Er was één uitzondering en wel bij Muiden. Daar was niet alleen een inlaatpunt voor de militaire onderwaterzettingen, maar daar loost ook de Vechtboezem. Die boezem is erg gevoelig voor hoge standen. Vroeger waren de Vechtkaden tamelijk hoog, maar tegenwoordig zouden er al overlopen als het water in de Vecht meer dan twintig centimeter boven NAP kwam. Dat zou niet kunnen worden voorkomen als bij een beginstand van NAP —13 centimeter het IJsselmeer lange tijd een zeer groot waterbezwaar zou moeten verwerken.

Een compensatie is gevonden door van Rijksweg een tijdelijk gemaal te stichten. Dit kon op eenvoudige wijze geschieden door boven één der sluisopeningen te Muiden een pomp op te stellen met de zuigleiding binnen de sluisdeuren en de persleiding aan de IJsselmeerszijde. Het hulpgemaal is weer afgebroken nadat het compromispeil van —13 cm kon worden verlaten. Men mag zich afvragen, of dat verstandig is geweest, of dat de beherende instantie het gemaal beter van het Rijk had overgenomen. Het heeft grote diensten bewezen, vooral toen bij het naderen van de tweede wereldoorlog op verzoek van de militaire autoriteiten nog hogere peilen zijn ingesteld.

Later zal de situatie bij Muiden ingrijpend veranderen. De sluizen komen dan aan het IJmeer te liggen. Daarop is gerekend met het nieuwe gemaal, dat na 1970 zal worden gebouwd.

Peilregeling

Het regelen van het peil gebeurt door elke dag op te geven welk deel van het beschikbare vermogen van de uitwateringsluizen voor het spuien moet worden gebruikt. Dit deel wordt uitgedrukt in groep-tijen. Er zijn vijf sluisgroepen, namelijk drie in de Stevin-sluizen bij Den Oever en twee in de Lorentzsluizen op het Kornwerderzand. Twee laagwaters vallen in 24 uur 50 minuten; er zijn dus bijna tien groep-tijen per dag, dat is 270 tot 300 per maand of 3530 per jaar.

De regelaar op het kantoor van zw in Den Haag overweegt de stand van het meer en de vooruitzichten van wind en regen. Hij heeft de beschikking over de waterstanden langs de Rijn en kan op grond daarvan behoorlijk schatten hoeveel water de IJssel de eerstvolgende vier of vijf dagen zal aanvoeren. Hij heeft zich ervan op de hoogte gesteld welke belangen zijn betrokken bij een hoog of bij een laag peil op het meer. Op grond van dit alles bepaalt hij het spucijfer en geeft dat telefonisch door naar Den Oever en Kornwerderzand. Het cijfer kan *nul* zijn, als er niet moet worden gespuid, en ook *tien*, of *tien plus*, als het bepaald nodig is dat er ook zondags moet worden gespuid. Dit komt nogal eens voor als te hoge ebtijden in de Waddenzee het wegspuien van voldoende grote massa's water hebben belet en het meer boven het streefpeil is gekomen (fig. 56). Dat gebeurt elk jaar vijf tot tien, of nog meer malen en daardoor vertoont het diagram altijd een zigzagvormig verloop.

De lage punten van de zigzag liggen onder het streefpeil, tot een decimeter toe. Soms is dat opzet. Men heeft uit de onvolprezen dagelijkse weerberichten opgemaakt dat een ongunstige periode in aantocht is, en maakt ruimte voor het te verwachten water door het meer af te spuien tot een paar centimeter onder het streefpeil.

Maar ook wanneer er geen vuiltje aan de lucht is, en het peil gemakkelijk kan worden gehandhaafd, vertoont het diagram geen rechte lijn. Het is onvermijdelijk dat er kleine fouten worden gemaakt bij het beheer van het meer. De hoofdoorzaak is de onzekerheid in het peil van het meer. Vóór het spucijfer wordt afgegeven, ontvangt de beheerder van één of meer punten dicht bij het 'zwaartepunt' van het meer (zoals Urk of Enkhuizen) telefonisch de waterstand op die plaatsen. Het op grond daarvan geschatte gemiddelde peil van het meer kan, als het een beetje waait, verscheidene centimeters mis zijn. Achteraf kan het worden gecorrigeerd. Men beschikt dan over de waterstanden op tal van plaatsen om het meer en men heeft ook de gelegenheid gehad om de waterrekening van dag tot dag na te gaan. Ook dán blijft er een onzekerheid bestaan van één, of zelfs twee centimeter.

Uit het aantal gebruikte groeptijen per maand (dat is vermeld in de Driemaandelijkse Berichten) is op te maken, hoe veel, of hoe weinig moeite het heeft gekost om het peil te handhaven.

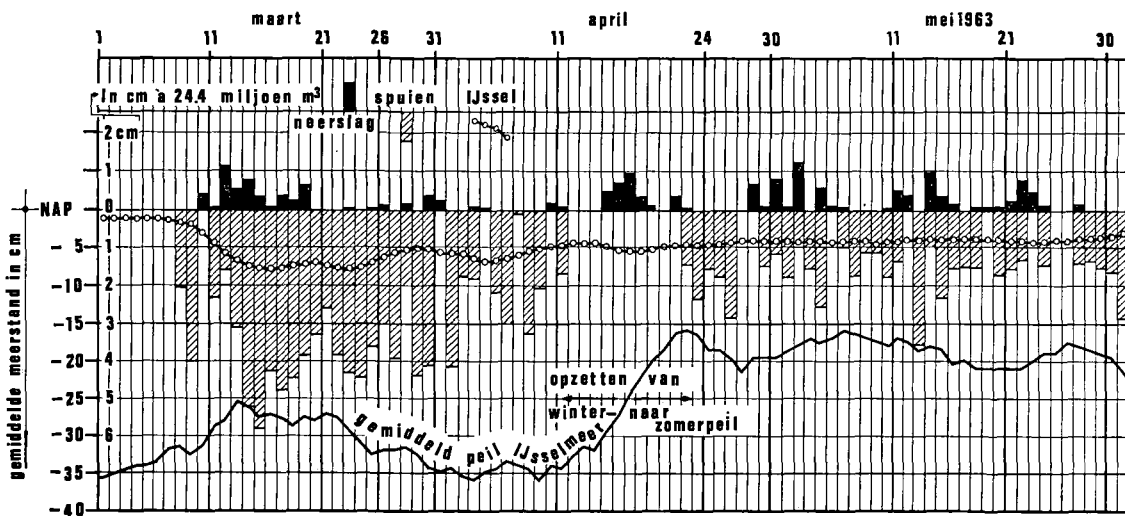


Fig. 56. Drie maanden uit de geschiedenis van het IJsselmeer

De vóór-oorlogse jaren

De geschiedenis van het peil van het IJsselmeer is sterk beïnvloed door gebeurtenissen van velerlei karakter. In het diagram dat het peil in de loop der jaren weergeeft (fig. 57) zijn invloeden van politieke, meteorologische en technische aard te herkennen.

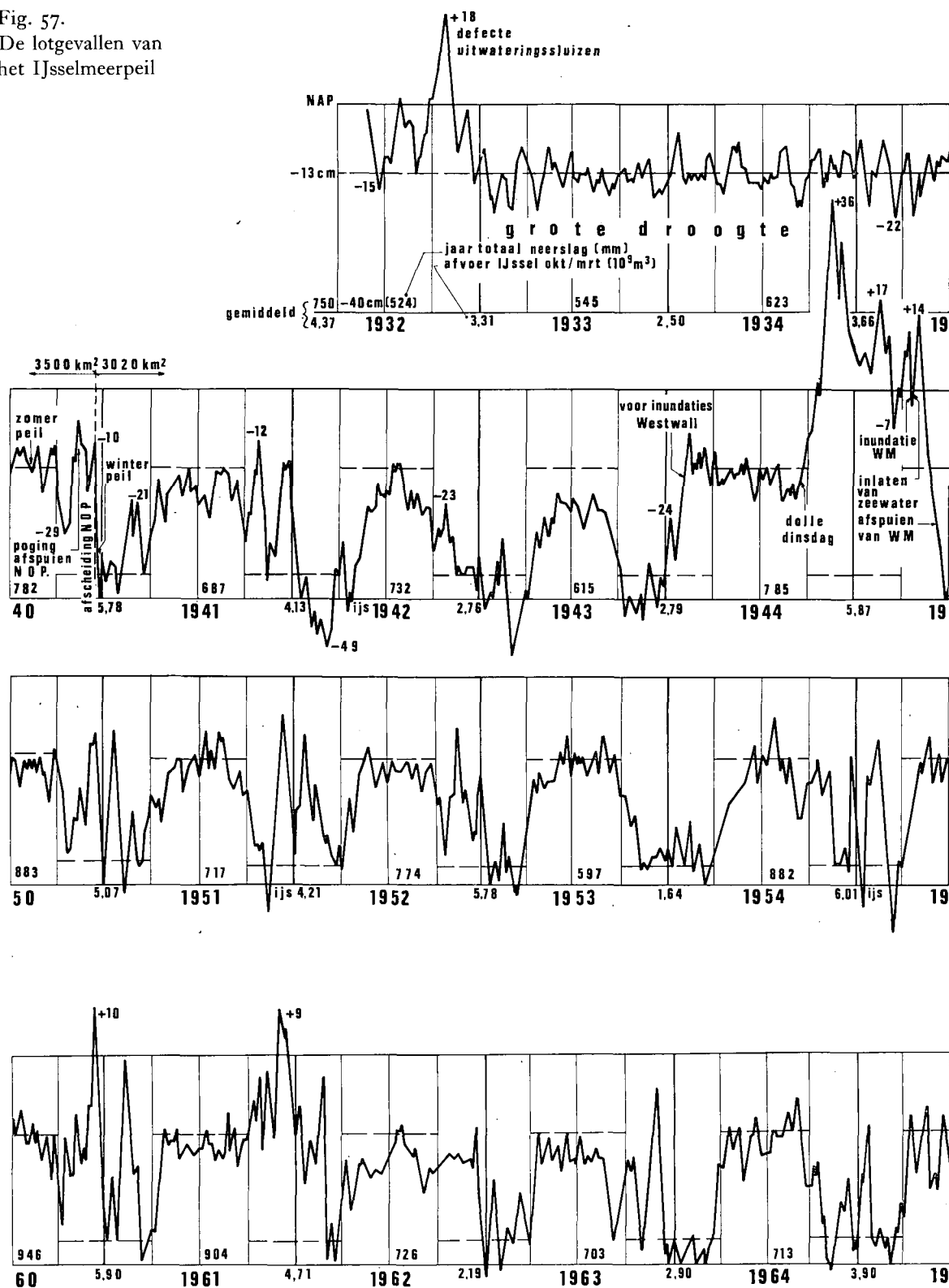
Het begon al dadelijk in 1932. Op het ogenblik van de afsluiting, 28 mei 1932, was de gemiddelde waterstand een enkele centimeter onder NAP. Dadelijk werd begonnen met afspuien van het nieuw gevormde IJsselmeer naar het militaire peil. Dat werd vlot bereikt: op 17 juni was het peil -15 cm. Toen kwam echter het drama van de stortebedden van de uitwateringssluizen (2.4.2, blz. 171). Verder spuien was vooreerst onmogelijk en in juli, augustus en september was het mondjasmaat. In oktober werd het waterbezwaar op het IJsselmeer extra groot, wat tot gevolg had dat het niveau snel opliep, tot boven NAP. Weliswaar kwamen 20 oktober de sluizen weer volledig in bedrijf, maar dat kon niet verhinderen dat het IJsselmeerpeil nog steeg tot $\text{NAP} + 18$ cm. Dit is, voor dit grote meer, een zeldzame waarde. Bij intacte sluizen kon men dit niveau slechts eens in de 50 tot 100 jaar verwachten.

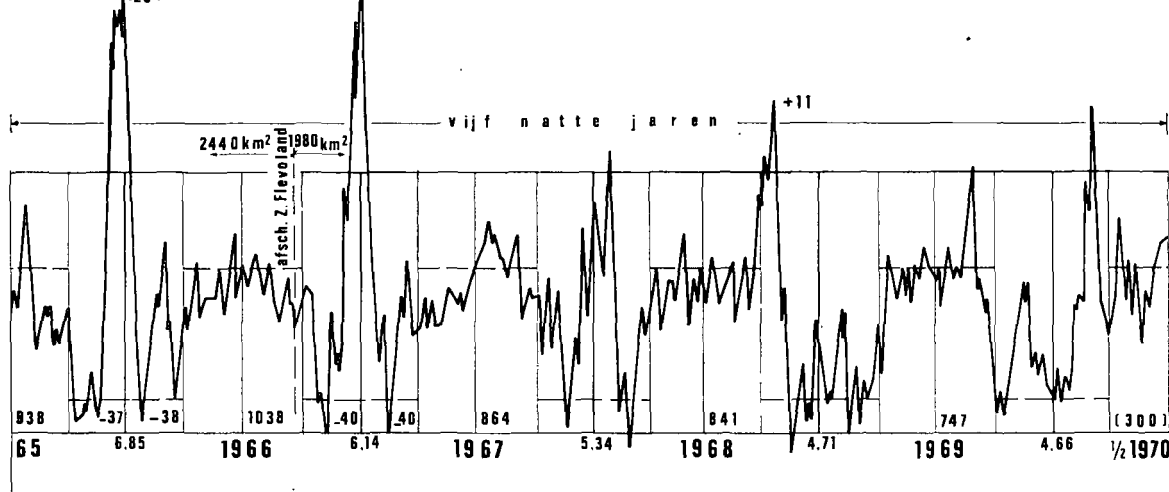
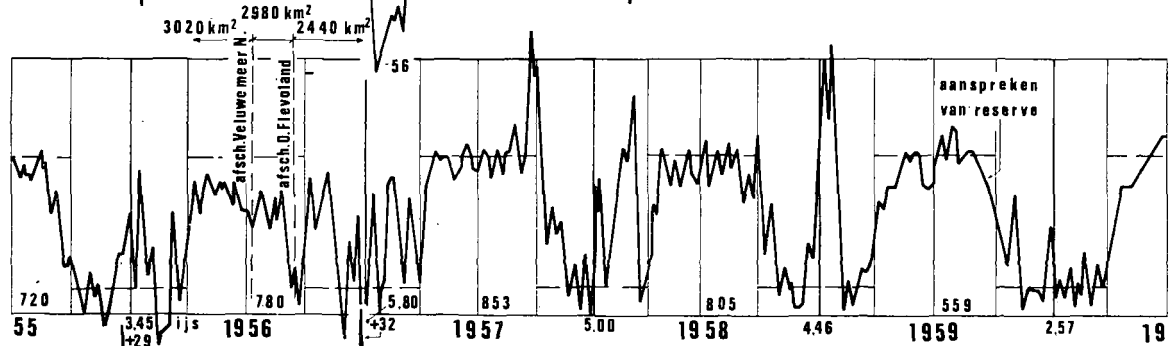
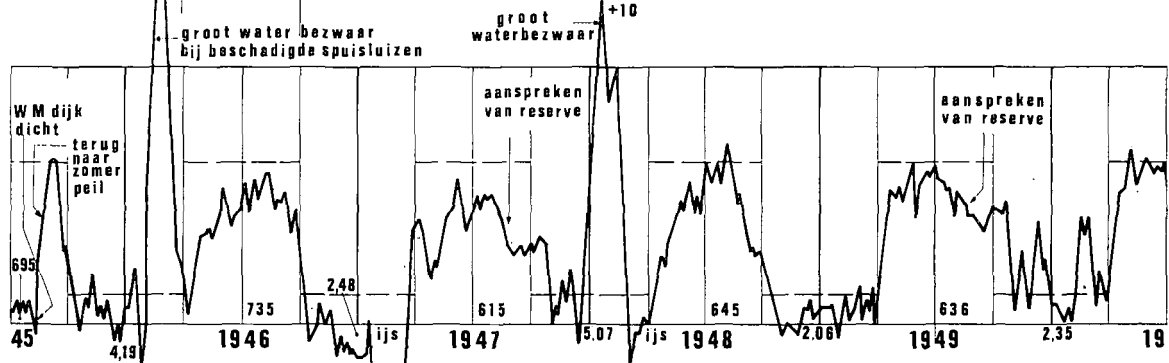
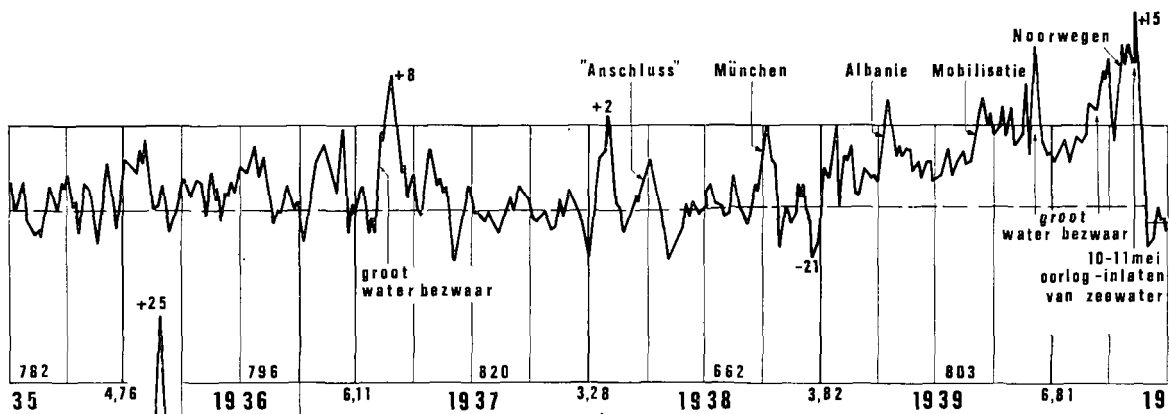
Pas kort vóór de Kerstdagen was het peil weer teruggebracht tot het militaire peil, zelfs een paar centimeter er onder.

Nu begon een rustige periode, die jaren aanhield. Het handhaven van het betrekkelijk hoge peil van -13 cm op het 3500 km^2 grote meer, met een groot bergend vermogen, kostte weinig moeite zolang het waterbezwaar klein of matig was.

Van 1 januari 1933 tot het begin van de winter 1936–37 zijn gemiddeld slechts 71 groep-tijen per maand gebruikt, dat is maar 24 percent van de beschikbare hoeveelheid. Bij de niet gebruikte tijen is er natuurlijk een aantal waarvoor het wél de bedoeling was om ze

Fig. 57.
De lotgevallen van
het IJsselmeerpeil





in te zetten, maar waarbij het buitenwater te hoog was om spuien mogelijk te maken. Dit zijn er niet zo veel dat het algemene beeld er door wordt beïnvloed.

In de winter van 1936–37 was het waterbezwaar voor het eerst zo groot, dat het streefpeil belangrijk werd overschreden. Het maximum werd $\text{NAP} + 8 \text{ cm}$. Ook in de daarop volgende winter kwam het peil boven NAP , al was het slechts twee centimeter.

Overzien we de periode waarin het peil van het meer werd beheerst door het militaire peil van -13 cm , dan constateren we dat de resultaten beantwoordden aan de verwachtingen. Nog in de winter van 1937–38 was het gedaan met het normale beheer van het IJsselmeer. De landsverdediging ging er zich nu intensief mee bemoeien.

Onder invloed van de oorlog

Telkens als een donkere wolk aan de politieke hemel verscheen, moest het normale spuien worden gestaakt. De Oostenrijkse 'Anschluss', de bespreking te München, de crisis in Albanië veroorzaakten pieken in het diagram. Telkens als het onmiddellijke gevaar voorbij was, mocht weer water worden weggespuid. Toen de oorlog was uitgebroken en de Nederlandse strijdkrachten werden gemobiliseerd, was de order: IJsselmeer naar NAP en blijft daar. De winter van 1939 op '40 was de natste die het IJsselmeer nog had beleefd. Zowel in november–december als in maart werd het nagestreefde peil met ongeveer een decimeter overschreden.

Nu werd het hoogtepunt snel bereikt. Op 8 april, bij de overval op Noorwegen en Denemarken, werd het streefpeil $\text{NAP} + 10 \text{ cm}$ en op 10 mei bij de inval op Nederland zelf, gingen de sluizen bij hoogwater open om zeewater binnen te laten. Op 15 mei stond het IJsselmeer op $+ 15 \text{ cm}$.

Na de bezetting van Nederland verviel uiteraard het belang van de defensie en kon het peil worden geregeld overeenkomstig rationele, hydrologische en economische belangen. Allereerst was het natuurlijk nodig het veel te hoge peil te verlagen en dat gebeurde dan ook. Gezien de tijd van het jaar werd het zomerpeil ingesteld, al bleef men er een paar centimeters boven. Begin oktober ging het verder naar beneden. Er was, behalve de afwatering van de omliggende landen, nog een andere reden om flink laag te gaan. De omdijking van de Noordoostpolder ging namelijk door, ondanks de bezetting. Het zag er naar uit, dat in de loop van de winter de ring zou worden gesloten en de toekomstige polder van het meer zou worden afgescheiden. Dan zou de polder worden leeggemalen en het zou voordelig zijn als de waterstand op het moment van sluiten zo laag mogelijk was. Een peilverschil van 20 cm betekende dat honderd miljoen kubieke meter water minder moest worden uitgemalen. Zeker de moeite waard om naar beneden te gaan met het IJsselmeerpeil. Dus werd het wachtwoord: naar de -40 cm !

Het was goed bedoeld, maar het lukte niet. Op 16 oktober, toen we waren gevorderd tot -29 cm, maakte de westenwind het spuien dagenlang onmogelijk. November kwam met veel regen en met een gezwollen Rijn. Het gevolg was dat het bereikte resultaat niet kon worden behouden. Het peil steeg weer en op 13 december, de dag van de sluiting van de ringdijk, was het NAP -10 cm. In de polder stond het, tengevolge van de westenwind, nog 5 cm hoger: een tegenvaller van 170 miljoen m³.

De omstandigheden verbeterden dadelijk na de sluiting. Het meerpeil zakte en 22 december werd, voor het eerst, het winterpeil van 40 centimeter onder NAP bereikt. Het was een kleine troost dat nu water uit de polder op het meer kon worden afgelaten. Dit gebeurde door de schutsluis bij Lemmer te gebruiken als spuisluis, een operatie waarop het stortebed van de sluis niet was berekend, maar die toch zonder ongelukken afliep.

Nu volgden enkele jaren met normaal bedrijf. Het zomerpeil kon steeds goed worden gehandhaafd; het winterpeil werd, zoals was voorzien, herhaaldelijk overschreden. De wintermaxima waren in de op 1940 volgende winters respectievelijk -21 , -12 , -23 en -24 cm.

Zowel in het begin van 1942 als in dat van 1943 is het meer dieper afgespuid dan -40 cm. Dit gebeurde telkens in een ijsperiode en had tot doel, ruimte te maken voor het te verwachten dooiwater. De scheepvaart was in die periode gestremd en kon van de te lage stand, en dus te geringe diepte, geen nadeel ondervinden. Deze strategie is ook later herhaaldelijk toegepast, het laatst in 1956. Daarna heeft men het extra diep afspuien nagelaten, omdat het bereikte effect toch niet heel groot was en de scheepvaart, met behulp van krachtige ijsbrekers, door het bevroren meer langer enigermate in stand wordt gehouden dan vroeger het geval was.

Op 25 januari 1944 realiseerde de bezetter zich dat het IJsselmeer, op een hoog peil gebracht, dienstig kon zijn voor het stellen van onderwaterzettingen in de 'Westwall'. Een nieuwe periode van militaire interventie brak aan. Het spuien moest worden gestaakt en het IJsselmeer gehouden op -15 cm.

Het behoeft geen betoog dat het sluispersoneel alle moeite deed om overschrijden van dit peil te voorkomen. Nu en dan gelükte het, er iets onder te komen. De nu volgende periode wordt gekenmerkt door zetten en tegenzetten van 'de Dienst' en de bezetter. Deze bleek minder goed op de hoogte van de waterstaatkundige toestand en mogelijkheden dan de Nederlandse functionarissen. Er was ook niet altijd overeenstemming van inzicht over de verdere te nemen maatregelen tussen de bezetters van de sluizen en het hoofdkwartier in Utrecht. De eerstvolgende maatregel volgde op Dolle Dinsdag. Weer moest het spuien worden gestaakt. Het peil moest worden gebracht op 20 cm *boven* NAP. De natuur hielp nog een handje. Toen het geëiste peil was bereikt, zaten we in die klets-

natte novembermaand van de hongerwinter. Zelfs dat excessief hoge peil kon niet helemaal worden gehandhaafd. Op 18 en ook op 21 november stond het meer op NAP +36 cm, veel hoger dan tot nog toe en ook hoger dan daarna is voorgekomen.

Het behoeft geen betoog dat de lozing door de omliggende landen niet meer mogelijk was en dat het peil van het meer omlaag moest. Daarvoor was nog een reden. Niet alleen voor de waterlozing maar ook voor de waterkering was een zo hoge stand onaanvaardbaar. Als er een zware storm was gekomen, dan hadden sommige dijken het zwaar te verduren gekregen. Gelukkig gebeurde dat niet.

Het zal wel een raadsel blijven, hoe het personeel onder het oog van de bezetter er in is geslaagd het peil terug te brengen tot minder onaanvaardbare waarden. Half december kwam het onder de geëiste +20 cm en daarna is het er, soms vrij ver, onder gebleven.

Tijdens de chaos die de laatste oorlogsdagen kenmerkte, belette de bezetter te spuien en dwong hij zeewater in te laten door de sluizen (15 april). In deze periode viel ook de inundatie van de Wieringermeer, die zevenhonderd miljoen m³ water aan het IJsselmeer onttrok en het peil weer onder NAP deed dalen. Het inlaten van zeewater bleek niet zo vlot te gaan als vijf jaar tevoren. Nog vóór de bevrijding werd er een eind aan gemaakt en zelfs begonnen met afspuien van het meer.

Al geldt in deze tijd van het jaar het zomerpeil, toch ging het spuien volle kracht door tot -40 cm. Weer vroeg het sluiten van een polderdijk om een zo laag mogelijk IJsselmeerpeil, dit maal de Wieringermeer.

Eind juni was het winterpeil bereikt. Het water in de overstroomde polder stond dus zo laag mogelijk. Dat bleef zo tot nadat de meerdijk weer dicht was, 5 augustus.

Nu kon het normale beheer van het IJsselmeer weer beginnen. Allereerst ging men weer korte tijd naar het zomerpeil. Toch waren de gevolgen van de oorlogsjaren niet verdwenen. De sluizen waren niet in zo'n beste conditie, omdat het onderhoud te wensen had overgelaten. Het ergste was dat de noordelijke heftorens van de Lorentzsluizen door de bezetter bij zijn aftocht waren vernield (2.4.2, blz. 180), zodat deze sluizen niet volledig aan het spuien konden deelnemen. Dat had weer tengevolge dat in de bijzonder natte maand februari 1946 het IJsselmeerpeil nog bijna een decimeter hoger steeg dan het geval zou zijn geweest bij intacte sluizen, en wel tot NAP + 25 cm.

Na de oorlog

Na het herstel van de sluizen, in de winter 1946-47, vertoont het diagram het normale beheer. Het weerspiegelt de afwisseling van droge en natte winters. Tot 1956 zien we nog een vijftal pieken tot ver onder -40 cm, die aangeven dat het meer bij ijsgang extra diep werd afgespuid. Als het peil ook later nog wel eens daalde tot onder -40, dan was dat het gevolg van de gewone schommelingen. Het zou nog veelvuldiger het geval zijn

geweest, als men het peil van Lely, — 40, strikt als streefpeil had aangehouden. Dit is sinds 1950 niet meer het geval. Men streeft nu in de winter al naar gelang van de omstandigheden, naar een peil dat tussen NAP — 35 en — 40 cm ligt.

Ook voor het zomerpeil wordt sinds 1950 een kleine speling in acht genomen, namelijk tussen NAP — 15 en — 20 cm. Dit peil kan als regel goed worden aangehouden. Het is een uitzondering als het sterk wordt overschreden, zoals in september 1957, toen het peil, voor het eerst sinds vele jaren, boven NAP kwam. Het IJsselmeer was toen trouwens gevoeliger geworden, omdat het oppervlak het jaar tevoren was verkleind tot 2440 km² door de afscheiding van het noordelijke Veluwemeer en van Oostelijk Flevoland. In de tien jaar dat het meer deze grootte had, zijn de slingeringen in de waterstand groter dan in de tijd waarin het op 3020 km² grote meer het normale beheer werd gevoerd. Men kan zich zelfs verbeelden dat de grootte van de schommelingen omgekeerd evenredig is aan het oppervlak van het IJsselmeer, maar een dergelijke uitspraak is een hachelijke zaak, omdat alles sterk wordt beïnvloed door de variaties in de meteorologische omstandigheden.

Dat bleek wel overtuigend toen wij de natte jaren 1965–1970 beleefden. De eerste winter van die periode was zó ongunstig, dat het meer opliep tot het zeldzame peil van NAP + 29 cm. Volgens de voorspelling is de kans dat bij deze grootte van het meer die stand in een winter voorkomt ongeveer één op 100. Het is niet in strijd met de voorspelling dat het een keer gebeurde.

Op 16 september 1966 werd het IJsselmeer weer verkleind, nu door het afscheiden van Zuidelijk Flevoland en het zuidelijke Veluwemeer. Nu is het meer nog 1980 km² groot en dat zal het blijven tot de noordoostelijke dijk van de Markerwaard, van Enkhuizen naar de Houtribsluizen, is gesloten.

Het is nog te vroeg om een uitspraak te doen over de nieuwe toestand. Wel is het merkwaardig dat in de eerste winter de beste alweer zo'n bijzonder hoog peil voorkwam. Het maximum van NAP + 32 cm is zelfs nog hoger dan dat van het vorige jaar, maar dat zou niet het geval zijn geweest als het meer in de winter van 1966–67 nog 2440 km² groot zou zijn geweest. De top was dan 4 cm lager gebleven. Toch is ook dit, volgens de berekening, een grote uitzondering.

Uitzonderlijke toestanden

Is het een speling van het toeval, dat twee zeldzame verschijnselen zo kort na elkaar vóórkomen? Waarschijnlijk niet. Blijkbaar zijn er klimaatschommelingen, meestal van korte duur, waarin perioden voorkomen waarin het extra nat of extra droog is, waarin het extra hard waait, of andere meteorologische grootheden ver afwijken van het ge-

middelde over lange tijd. Bij stormvloeden is dat niet erg duidelijk. De concentraties van vloeden in 1894/7, 1904/6, 1943/6, 1953/4 en 1965/7 kunnen ieder op zichzelf toevallig zijn, maar het is wel vreemd dat er in een eeuw zo veel toevalligheden zijn geweest. Sterker is het met de neerslag in Nederland. In de lange serie Zwanenburg/Hoofddorp vinden we opvolgingen van zeer natte of droge jaren die zo ver uit de reeks springen dat het onmogelijk toeval kan zijn. Hetzelfde geldt voor de afvoer van de Rijn. Een opvolging van jaren met een kleine afvoer, zoals we in 1942/50 beleefden, is stellig geen serie van toevallige afwijkingen van een langjarig gemiddelde. Omgekeerd, grote afvoeren, zoals die in 1914/17 en vooral 1965/70, liggen met zekerheid in een periode waarin het klimaat gunstig is om veel water naar de Rijn te brengen.

Het is vrijwel zeker dat de opvolging van de twee extreem hoge toppen in het IJsselmeerpeil in verband staat met een kortperiodische schommeling in het klimaat. Dat is geen reden om onze voorspelling te herzien.

Toekomstverwachting

Die voorspelling is ook gemaakt voor omstandigheden die nog veel ongunstiger – en dus nog zeldzamer – zijn dan die van 1965–1970. Zij zijn weergegeven in frequentie-diagrammen. Uiteraard heeft de omvang van het meer een grote invloed op de hoge standen. Hoe kleiner het meer, des te meer kans op hoge peilen. Uit figuur 58 blijkt, dat een peil van een meter boven NAP voor het uiteindelijke oppervlak van het meer, ruim 1200 km², wel heel zeldzaam is, maar toch niet helemaal onmogelijk. Belanghebbenden dienen na te gaan, in hoeverre zij met dergelijke uitzonderingen rekening hebben te houden.

Daar komt nog bij, dat op plaatsen langs de omtrek van het meer de waterstand een heel eind hoger kan worden dan de gemiddelde stand van het gehele meer, die in het ‘zwaartepunt’ voorkomt. De door de wind veroorzaakte opwaaiing kan er nog verscheidene decimeters, zelfs meer dan een meter, boven op zetten.

Er is ook gerekend op de mogelijkheid dat in de toekomst het meer in het voorjaar hoger wordt opgezet dan tot het zomerpeil van NAP — 20 centimeter. De bedoeling daarvan is het aanleggen van een grotere watervoorraad dan het volume dat tussen de normale zomer- en winterpeilen beschikbaar is. Het is niet zeker of dit zal gebeuren en ook niet, hoe hoog men zal gaan. Het ‘verhoogde zomerpeil’ zal stellig niet meer dan 70 centimeter boven NAP komen.

Tot nu toe heeft het IJsselmeer, voor zover het peil betreft, zich zo gedragen als er van werd verwacht. Wij mogen er daarom op vertrouwen dat dit ook het geval zal zijn als

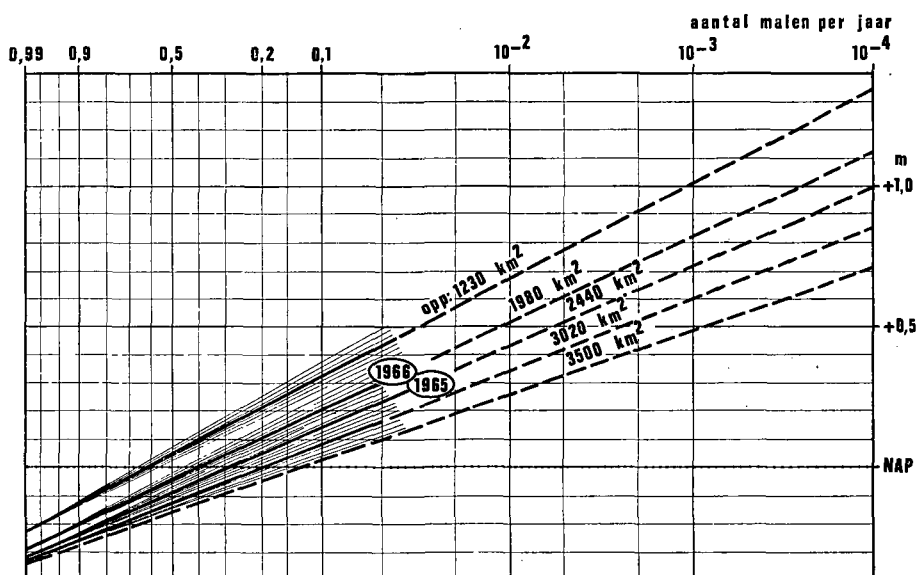


Fig. 58. Frequenties van het IJsselmeerpeil

het meer in zijn definitieve toestand is gekomen, met een oppervlak van ongeveer 1200 km². Voor zover het belang van de lozing der omliggende landen aangaat, kunnen wij gerust zijn.

4.3. DE DIJKEN OM HET IJSSELMEER

Oude denkbeelden over de veiligheid

De hoogte van de meerdijken die de Zuiderzeepolders scheiden van het IJsselmeer, heeft de oude plannenmakers kennelijk niet veel hoofdbrekens gekost. De bestaande dijken om de Zuiderzee hadden het geweld van de zee uit de eerste hand te verduren. De meerdijken kregen de Afsluitdijk als bescherming en zij zouden alleen het water van een meer moeten keren. Door deze gunstige omstandigheid mochten ze dus lager worden dan de oude dijken. De hoogte van de kruin van die oude Zuiderzee-dijken varieerde van minder dan vier tot ruim zes meter boven NAP.

Lely gaf zijn meerdijken een veel lagere kruin, namelijk NAP + 2,5 m voor de Wieringermeer, + 2,7 m voor de Zuidwestpolder en + 3,0 m voor de oostelijke polders. In principe was zijn berekening wel aanvaardbaar. Hij nam een IJsselmeer dat door groot waterbezwaar was opgezet tot een hoog peil, een storm die het water in het meer opjoeg tegen het beschouwde dijkvak en een oploop van de golven tegen de dijk. In formule:

$$\begin{array}{rcll} \text{Kruinhoogte} & = & \text{verhoogd IJsselmeerpeil} & + \text{opwaaiing} + \text{golfoploop} \\ K & = & Y & + W + G \end{array}$$

De vraag is nu maar van welk IJsselmeerpeil men zou uitgaan en met welke windsterkte, die opwaaiing en oploop bepaalt, zou worden gerekend. Verder, in hoeverre men moest rekenen op het samenvallen van ongunstige omstandigheden van verschillende aard: regen en wind. Lely vond het niet nodig te rekenen op het samentreffen van uitersten.

Over de 'oude' Zuiderzeedijken behoefde men zich helemaal geen zorgen te maken. Eén van de functies van de Afsluitdijk was immers het veilig stellen van die dijken tegen stormvloed. Zij waren meer dan hoog genoeg om het water van het IJsselmeer te keren.

Interpretatie van de motie Bongaerts-De Muralt

Aanvankelijk is men vrijwel akkoord gegaan met de geprojecteerde kruinhoogten. Pas bij de behandeling van de Zuiderzeewet in de Tweede Kamer werd een ander geluid gehoord. In de Motie Bongaerts-De Muralt (1.2, blz. 22) werd uitgesproken dat men niet mocht vertrouwen op de Afsluitdijk, als het ging om de veiligheid van honderdduizenden die woonden en werkten op verscheidene meters beneden de zeespiegel. Wat zou er gebeuren als de Afsluitdijk 'gedurende geruime tijd over grote lengte' zou zijn doorgebroken? Het was de taak van Zuiderzeewerken om deze vage omschrijving te interpreteren.

'Geruime tijd' zou betekenen dat het gat in de dijk, ontstaan bij een zware stormvloed, nog niet zou zijn gedicht als de volgende storm zou komen. Wij kenden toen een geval, waarin twee hoge stormvloedën kort na elkander optraden: 20 december 1862 en 21 januari 1863. Als de dijk zou zijn bezweken op het hoogtepunt van de eerste vloed, dan zou dat geen onmiddellijk gevaar hebben opgeleverd. Aan het eind van de vloed zou het IJsselmeer nog lang niet vol zijn. De ontstane bres zou echter door de dagelijkse getijstromen zo ver worden uitgeschuurd dat de volgende vloed, een maand later, een gat van grote afmetingen zou aantreffen. Men mocht er bepaald niet op rekenen dat het midden in de winter zou gelukken, het gat tijdig te beteugelen en te sluiten. De vragen waren nu: hoe groot zou het gat worden en welk type storm zou men moeten kiezen voor de tweede vloed.

Voor beide zijn twee aannamen gedaan. Het gat zou uitschuren tot op de keileemlaag in de oorspronkelijke Zuiderzeebodem en bij de ene aanname 400 m en bij de andere 150 m lang worden. Voor de 'tweede' stormvloed werd een lang durende storm gekozen, van november 1928. De andere 'tweede' stormvloed werd die van december 1895, toen drie

en een halve dag achter elkander stormtijden optraden. Hij is verreweg de langste van alle bekende stormvloeden.

Het behoeft geen betoog dat op deze wijze zeer hoge waterstanden in het IJsselmeer werden gevonden, vooral bij de combinatie van de storm van 1895 en een gat van 400 m. Zo kwam men tot meerdijken die maar weinig lager waren dan de oude Zuiderzeedijken. Ir. De Muralt heeft later gezegd, dat hij het zó niet heeft bedoeld, maar de uitkomst was een onafwendbaar gevolg van zijn motie.

Het interne geval

Behalve volgens Bongaerts-De Muralt werden de dijkhoogten ook berekend op grond van het 'interne geval', dus met de formule

$$K = Y + W + G$$

Daarbij ging het in de eerste plaats om een aanname van Y , het hoogste peil van het IJsselmeer waarmee voor de veiligheid van de toekomstige polders nog rekening moest worden gehouden. Een combinatie van groot waterbezwaar en gestremde lozing op de Waddenzee moest daarvoor worden gekozen.

Een bijzonder grote afvoer van de IJssel ontstaat als de rechter Rijndijk benedenstrooms van Wesel bezwijkt. Het overstromingswater komt dan tenslotte via het dal van de Oude IJssel op de IJssel terecht. De stroom door deze rivier zou dan kunnen aanzwellen tot 2500 m³/sec, heel wat meer dan de grootste afvoer die wij kennen, omstreeks 2000 m³/sec tijdens nieuwjaar 1926. De rivier kan dat allemaal niet verwerken. Een deel zou achter Deventer om door Salland stromen en weer in het IJsselmeer terecht komen, zij het met vertraging.

Nemen we nu nog een flinke portie regen en sterk gezwollen kleine riviertjes dan komen we voor de wateroverlast op het IJsselmeer op een top van 4000 m³/sec, of nog meer.

Dat wordt nu gecombineerd met de schier eindeloze storm van 1895, die dagenlang het spuien zou hebben belet. Dan hebben we het ongunstige samentreffen van twee 'uitersten'. De kans hierop is natuurlijk uitzonderlijk klein, maar er is toch mee gerekend. Hoe kleiner het IJsselmeer, des te hoger zal het peil oplopen. Men berekende 45 cm boven NAP voor het grote meer en iets meer dan een meter boven NAP voor het definitieve, kleine.

De waarde van Y varieert dus met de grootte van het IJsselmeer, maar bij een bepaalde grootte is hij voor alle dijken hetzelfde.

De andere termen, W en G , hangen af van de gekozen windsterkte. Het zou niet van realiteit getuigen, als men aannam dat de allerongunstigste stormwind zou optreden juist op het ogenblik dat het peil Y zijn maximum bereikte. Men nam een paar dagen

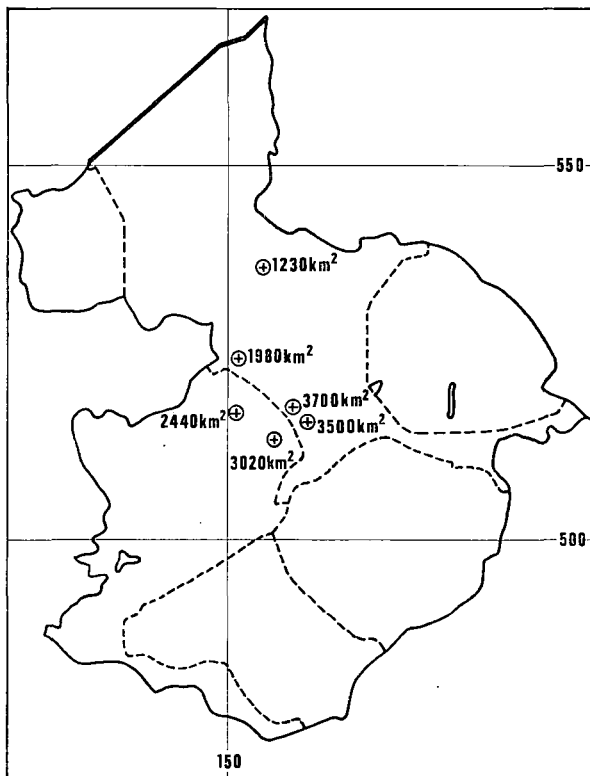


Fig. 59. 'Zwaartepunten' van het IJsselmeer in verschillende stadia

vertraging, zodat Y weer kon worden teruggebracht tot $+ 35$ cm voor het grootste meer en $+ 75$ cm voor het kleinste.

Bovenop die gemiddelde meerpeilen komt dan de storm, voor elk punt van de dijken degene die voor dat punt het ongunstigste is. Het is een hele rekenpartij. Eerst moet het opwaaiingscentrum (zwaartepunt) van het IJsselmeer worden bepaald (fig. 59). Van dit punt, waar de waterstand tijdens de storm ongeveer gelijk aan Y blijft, waait het water op, met de wind mee. Waait de wind van het zwaartepunt recht naar het beschouwde dijkvak, dan is daar W het grootst. Het is echter niet zeker dat dan ook de golfoploop G zijn maximum heeft. Dat is wel het geval als de dijk er loodrecht op de windrichting staat, maar als de hoek tussen dijk en wind scherp is, dan lopen de golven minder hoog tegen de dijk op. Veelal moet voor verschillende windrichtingen de som $W + G$ worden berekend. De grootste som wordt dan gekozen.

We komen nu meestal nog iets uit boven het peil dat was berekend op grond van de motie Bongaerts-De Muralt. Wel is Y veel lager dan het peil waartoe het IJsselmeer na een doorbraak in de Afsluitdijk zou oplopen, maar $W + G$ is voor de meeste dijken veel groter dan de overeenkomstige waarde bij 'de motie'. Daar is alleen gerekend op de wind die in werkelijkheid is waargenomen tijdens de 'tweede' stormvloed. Al is dus

steeds rekening gehouden met de motie Bongaerts-De Muralt, zij heeft toch niet veel invloed gehad op de hoogte van de meerdijken.

Hoogte van Wieringermeer- en Noordoostpolderdijken

Voor de dijk van de Wieringermeer tussen Medemblik en Den Oever behoefde de geschetste rekenwijze niet te worden toegepast. De Wieringermeer is immers droogge maakt vóór de Zuiderzee was afgesloten en de dijk is dus gebouwd als zeedijk. Zijn hoogte is ruimschoots voldoende voor de lichtere taak die hij in 1932 kreeg, als meerdijk. De dijk van de Noordoostpolder is berekend volgens de beschreven methode. Er waren toen voldoende gegevens bekend om voor W en G redelijke aannamen te doen.

Frequenties

Een bezwaar van de beschreven werkwijzen, zowel voor de motie Bongaerts-de Muralt als voor het 'interne' geval, is de willekeur van de aannamen. Alles wat is aangenomen is denkbaar. Het betreft allemaal zeldzame verschijnselen. Maar *hoe* zeldzaam zijn die verschijnselen? Wat is de kans dat de Afsluitdijk doorbreekt en hoe groot is de kans dat in dezelfde winter weer een zware stormvloed voorkomt, en vooral dat die tweede vloed een zo bijzonder karakter heeft als die van 1895, of zelfs als de niet zó extreme van 1928? Men voelt wel, dat er maar een héél kleine kans is, dat in een bepaalde winter de onderstelde toestand werkelijk optreedt, misschien een honderdduizendste of een miljoenste. Moeten we ons tegen zo iets wapenen? Of is de kans misschien groter dan ik zo juist schatte? Nu de Afsluitdijk een derde eeuw heeft dienst gedaan en de zware stormvloed van 1953 en 1954 zonder ernstige schade heeft doorstaan, kunnen we wel gerust zijn, maar in theorie mag een doorbraak toch niet gehéél worden uitgesloten.

Is de bij het 'interne geval' gevolgde procedure wel redelijk? Eerst is ondersteld dat een uitzonderlijk harde wind van een ongunstige richting vóórkomt enkele dagen nadat het IJsselmeer is gestegen tot een zeer hoog peil. Dat moet zijn veroorzaakt door een waterbezwaar groter dan ooit is waargenomen en gestremde lozing tengevolge van de langste stormvloed in meer dan een eeuw. Hoe klein is de kwade kans op dat onwaarschijnlijke samentreffen? Die vraag is niet te beantwoorden.

Omstreeks de wereldoorlog van 1940–1945 is men gaan werken met frequenties, kansen op het optreden van een bepaald verschijnsel.

Zowel de Rijkswaterstaat als zw hadden aandacht gegeven aan de frequentie van de verschijnselen die samen de veiligheid beheersen. Het kunnen stormvloed en regenval, of de waterafvoer van de Rijn (die samen het peil Y bepalen, fig. 57) of ook wel een nog meer samengesteld verschijnsel, zoals het peil $Y + W + G$, dat het gevolg is van de combinatie van een groot aantal 'primaire' factoren.

Om frequenties te kunnen schatten, moeten er waarnemingen zijn, hoe meer hoe beter. Gelukkig zijn we in dat opzicht goed voorzien, ook omdat we het IJsselmeer na zijn vorming al aardig hebben leren kennen. Wij hebben ons ook gerealiseerd dat in aanmerking moest worden genomen, dat de hulpmiddelen die we tot onze beschikking hebben (de sluizen) niet altijd feilloos werken. Het is met behulp van de gegevens waarover nu wordt beschikt mogelijk om met voldoende nauwkeurigheid te berekenen hoe hoog de dijken moeten zijn om de aanval veilig te doorstaan die gemiddeld eens in de tien, honderd, duizend of meer jaren is te verwachten.

De veiligheid van Oostelijk Flevoland

Onze zeewering was in die tijd bestand tegen zware stormvloeden die een frequentie hebben van omstreeks een honderdste per jaar. Ingenieurs van de Rijkswaterstaat beoogden nu dat dit niet voldoende was en dat de veiligheid van de zeewering zo veel moest worden verbeterd dat een nog hogere stormvloed, of een nog grotere afvoer van de rivieren, met een frequentie van eens in driehonderd jaar geen ongelukken zou veroorzaken. Zuiderzeewerken ging nog verder en besloot de meerdijken van de volgende meerpolder, Oostelijk Flevoland, te dimensioneren op een frequentie van eenmaal in duizend jaar.

De reden voor het verschil is duidelijk. Achter de meerdijk ligt een grote diepe polder. Na een doorbraak van de dijk zou een inundatie ontstaan, zo hoog boven het terrein, dat een groot aantal inwoners zich niet tijdig uit de voeten zou kunnen maken.

De keus van de te bereiken veiligheid berust niet op concrete gegevens. Het begon met het onbehaaglijke gevoel, dat de bestaande waterkering om ons dichtbevolkte en kwetsbare land toch eigenlijk niet voldoende was. Het zou gewenst zijn er een schepje bovenop te doen. Alweer het gevoel leidde tot de grootte van dat schepje: tot 1:300. En het gevoel van Zuiderzeewerken bepaalde het volgende schepje. Zo is de hoogte van de dijk van Oostelijk Flevoland tot stand gekomen.

Het is wel een heel grote veiligheid die deze dijk waarborgt. Er is weliswaar een duizendste kans dat in een bepaalde winter een aantal golven de kruin bereikt, maar dat betekent nog lang geen doorbraak. Een goed gebouwde dijk kan heel wat overslag verduren vóór hij wordt beschadigd. En ook dan is de strijd nog niet verloren. Oostelijk Flevoland is wel héél veilig.

Optimale dijkhoogten

Evenals bij de Afsluitdijk, zijn ook hier na de vloed van 1953 de economen in het strijdperk getreden. Samen met de technici hebben ze uitgerekend in hoeverre de kosten van

dijkverbetering zijn gewettigd door de verkleining van de kans op overstromingen (zie ook 2.4.1, blz. 162 en 3.5 blz. 220). De berekening is vèr van exact, maar er is toch een logische grondslag waarvan wordt uitgegaan. Het is bekend wat de uitkomst voor het hart van Holland is. Versterking van de zeekering zó ver dat een stormvloed met een kans van slechts een tienduizendste per winter kan worden weerstaan, is nog economisch en menselijk verantwoord. Deze niet algemeen verwachte uitkomst is te danken aan de moderne werkmethoden, die het maken van een zware waterkering met niet al te veel kosten mogelijk maken, en aan de dichte bevolking en de grote waarde van de goederen in het te beschermen gebied.

Toen de eerste resultaten van dit soort berekeningen bekend werden, was de dijk om Oostelijk Flevoland grotendeels klaar. Zuidelijk Flevoland grenst niet aan het IJsselmeer. De nieuwe (rationele) werkwijze kon dus alleen worden toegepast op de noord-oostelijke dijk van de Markerwaard, van Enkhuizen tot de Houtribsluizen. Deze 26 kilometer lange dijk zal een gebied beschermen met een oppervlakte van tussen 500 en 600 km². Het verschil in aanlegkosten tussen de 'dijk voor een duizendste' en de hogere 'dijk voor een tienduizendste' is niet heel groot en daardoor wel gemotiveerd door de nóg grotere veiligheid in de uitgestrekte polder. Daarom wordt de dijk Enkhuizen-Houtrib de hoogste in het IJsselmeer.

Had de noorderdijk van Oostelijk Flevoland ook deze uitzonderlijk hoge veiligheid gekregen, dan was een deel daarvan nog wat hoger geweest. Zou het dan niet logisch zijn om die dijk alsnog te verhogen? Bekijkt men dat nuchter, dan is het antwoord negatief. Het verhogen van een *bestaande* dijk is veel kostbaarder dan het verschil in kosten tussen een hogere en een lagere *nieuwe* dijk. De kosten van verhogen zijn niet gemotiveerd door de daling van het risico voor overstromingschade, dat al buitengewoon klein is, tot een nóg kleiner bedrag.

Er is echter ook een psychologische kant aan de zaak. Men kan er moeilijk in berusten dat een deel van ons land bewust in minder veilige omstandigheden wordt gelaten dan het aangrenzende gebied, al is de veiligheid, op zichzelf gezien, nóg zo groot. Het zal er wel eens van komen dat de dijk tussen de Houtrib- en de Roggebotsluizen nog wordt versterkt, al is het duidelijk dat het helemaal geen urgent werk is.

De kaden langs de randmeren

Behalve de IJsselmeerdijken hebben de polders ook dijken die ze afscheiden van de randmeren. Die dijken worden niet zo erg op de proef gesteld. Zij zijn, of worden, dus lichter en in veel gevallen spreken we niet meer van dijken, maar van kaden. De berekening van de kruinhoogte is in principe hetzelfde als voor hun grotere broers.

Er zijn ook dijken die tijdens het begin van hun bestaan in minder gunstige omstandig-

heden verkeren dan in de definitieve toestand. De Knardijk, nu een droge binnendijk, keerde, vóór Zuidelijk Flevoland werd gemaakt, tegen het IJsselmeer. Merkwaardig is de toestand voor de dijk in die de toekomst de zuidoostelijke dijk van de Markerwaard moet worden. Nu doet hij dienst als noordwestelijke dijk van Zuidelijk Flevoland en keert het IJsselmeer met de kant die later de droge polderkant moet worden. Hij is berekend op de tegenwoordige situatie, die ongunstiger is dan de latere definitieve.

Sommige kaden beleven hun moeilijkste tijd als hun polder nog niet is drooggemalen. De landzijde wordt dan aangevallen door het water in de nog niet drooggemaakte polder, dat in het begin nog in gemeenschap staat met het IJsselmeer. Het is dan deze tijdelijke toestand die de afmetingen van de kade bepaalt.

Al met al een bonte mengeling, veroorzaakt door de verscheidenheid van de omstandigheden, maar ook door de verandering van de benadering van de problemen in de loop der jaren. Fig. 60 geeft een overzicht van de dijkhoogten en van de wijze waarop ze zijn berekend. Men vindt in die figuur ook de waterstand ($Y + W$, zonder golf) die heeft gediend voor het berekenen van de kruinhoogte, en extreme standen die op de peilschaalstations zijn waargenomen toen de Zuiderzee nog open was en die van 1932 tot na de winter van 1969–1970 aan het IJsselmeer.

Het dwarsprofiel van de dijken

De veiligheid van een dijk is niet alleen bepaald door de hoogte van zijn kruin. Het hele dwarsprofiel doet mee. Het spreekt vanzelf dat de opbouw van de meerdijken nauw aansluit bij die van de Afsluitdijk. De materiaalpositie is immers vrijwel dezelfde.

Door de flauwe taluds is de weerstand van de meerdijken tegen de zijdelingse waterdruk veel groter dan nodig is. Weliswaar kan de waterdruk hier veel hoger oplopen dan bij de Afsluitdijk, in ongunstige gevallen tot 8 m, maar er is heel wat meer nodig om een dergelijk grondmassief aan het schuiven te krijgen. De vrees voor wegschuiven, die vroeger wel is uitgesproken, is helemaal ongegrond.

Het grote verschil in waterstand ter weerszijden van de dijk maakt wel dat aandacht moet worden gegeven aan een ander verschijnsel, de kwel, die bij de Afsluitdijk nauwelijks een rol speelde. Bij een heel sterke kwel bestaat de mogelijkheid dat de grondwaterstroom plaatselijk gronddeeltjes kan meevoeren, waardoor holten ontstaan, die op den duur uitgroeien tot een beschadiging van de dijk. Dit moet dus in elk geval worden voorkomen en dat is dan ook gedaan door een goede vormgeving van het dijklichaam.

De door en onder de dijk passerende hoeveelheid kwelwater belast de waterbalans van de polder. De bemaling moet er dus op berekend zijn om het 'kwelbezwaar' te verwerken. Wel is de snelheid waarmee het grondwater voortkruipt, heel klein (van de orde

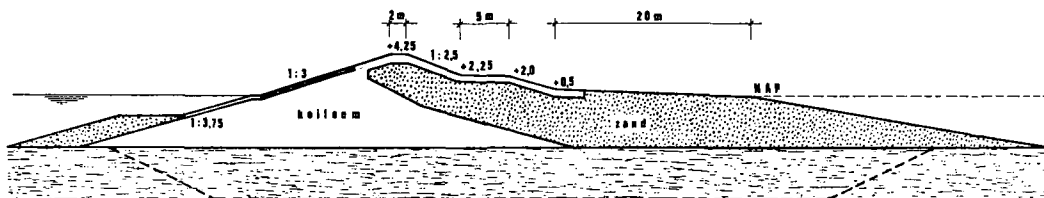


Fig. 61. Dwarsprofiel van de Wieringermeerdijk 1927

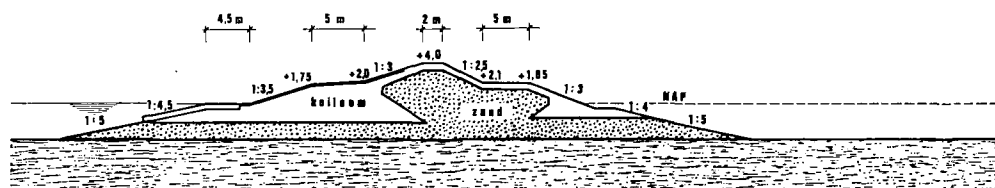


Fig. 62. Dwarsprofiel van de Wieringermeerdijk 1945

van een centimeter per minuut), maar de dijken zijn lang en de totale hoeveelheid is niet te verwaarlozen. Het is een probleem van kosten. Door extra kosten te besteden om de dijkskwel te verminderen, spaart men op aanleg en exploitatie van de gemalen. Het blijkt echter niet economisch te zijn de dijk waterdicht te maken en een beperkte kwel wordt dus aanvaard.

De dijk van de Wieringermeerpolder is aangelegd tegelijk met de Afsluitdijk en vertoont daardoor de meeste overeenkomst met deze. De brede binnenberm ontbreekt, omdat deze dijk geen rol speelt in het verkeer. Het is duidelijk dat de dijk is aangelegd als zeedijk, er is vrij veel keileem in verwerkt, die ook dienst heeft gedaan om bij het dichten van het laatste gat de getijstroom te bedwingen. Bij een deel van deze dijk (fig. 61) is de voet van de slappe keileemdam aan de oostzijde gesteund door zand. Ook aan de kant van de toekomstige polder is een grote hoeveelheid zand gestort. De bedoeling was om de aanval door de golven te weerstaan in de paar jaren tussen het maken van de dijk en het droogvallen van de Wieringermeer. De kruin ligt niet zo hoog als men op het eerste gezicht zou onderstellen van een dijk aan de open zee. Men rekende in de jaren waarin de dijk werd aangelegd op geen hoger stormvloedpeil dan het hoogst bekende, omstreeks NAP + 2,5 m, en negeerde dus de kans op een nog ongunstiger vloed in de winters 1929/30, 1930/31, 1931/32 en eventueel als het werk aan de Afsluitdijk zou tegenvallen, 1932/33. De nog niet voltooide Afsluitdijk had al een verlagende invloed op de hoogwaters in de Zuiderzee, zodat het risico door de keus van de betrekkelijk lage kruin gerust kon worden aanvaard.

Voor de golfoploop is maar $1\frac{3}{4}$ m gerekend, omdat de dijk op het oosten ligt en van die

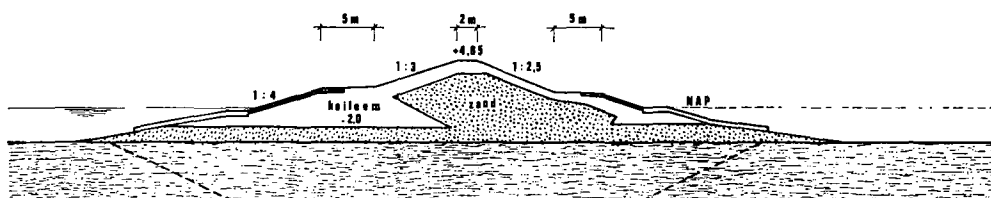


Fig. 63. Dwarsprofiel van de Noordoostpolderdijk

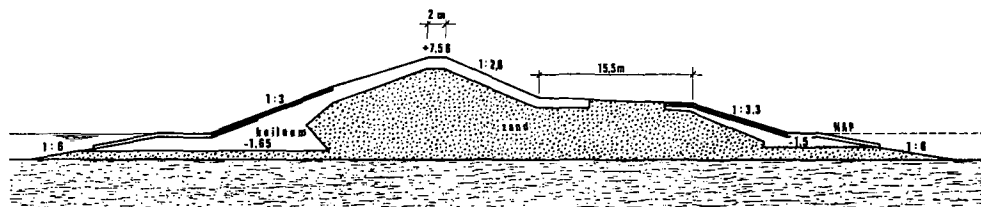


Fig. 64. Dwarsprofiel van de IJsselmeerdijk van de Markerwaard

zijde geen hoge golven waren te verwachten als de noordwesterstorm het water de Zuiderzee injoeg. Het buitentalud is daarom ook steiler (1:3) dan dat van de Afsluitdijk (1:4).

De extra kosten van de Wieringermeerdijk doordat hij 'voortijdig' is gebouwd, zitten dan ook nauwelijks in de grotere hoogte, maar vooral in de grotere hoeveelheid keileem die is gebruikt. Veel goedkoper zou de dijk niet zijn geworden als met het inpolderen van de Wieringermeer was gewacht tot de Zuiderzee zou zijn afgesloten. Het in 1925 genomen besluit is juist geweest.

De dijk waarmee in 1945 het gat in de Wieringermeerdijk is gedicht (fig. 62), wijkt op twee punten af van de oorspronkelijke dijk. Hij is geen zeedijk en heeft dus geen tot de bodem doorgaande keileemkern en hij is gemaakt volgens de inzichten van bijna twintig jaar later.

Bij de meerdijk van de Noordoostpolder, die in de dertiger jaren is ontworpen, komen enkele nieuwe elementen naar voren (fig. 63). Het belangrijkste is de hoog gelegen buitenberm, die moet dienen om de golfoploop te verkleinen. In 1935 was de werking van de buitenberm nog niet kwantitatief bekend, maar men wist al heel goed dat hij een gunstige uitwerking heeft. Dat de buitenberm een uitstekend inspectiepad vormt, is een extra voordeeltje, dat gaarne wordt aanvaard.

Bij deze latere dijken zijn de plasbermen royaler uitgevoerd dan men vroeger gewoon was. Daar ligt de overgang tussen de bekleding van het bovenwatergedeelte van de dijk en de onderwaterbekleding. De klassieke uitvoering van de eerste is de steenglooiing,

die van de laatste is het kraagstuk. De dijken van de Noordoostpolder zijn nog op deze wijze verdedigd tegen de golfslag, maar bij de nog meer recente dijken (fig. 63) is de modernisering ook in dit onderdeel doorgedrongen. Asphalt en kunststoffen hebben zich aangediend. De ontwikkeling van de moderne methoden is nog in volle gang. Wij kunnen nog niet met zekerheid voorspellen hoe het eindstadium er uit zal zien.

Afwijkende dijktypen

Sommige dijken wijken door bijzondere omstandigheden af van het normale type. Daar is bijvoorbeeld een deel van de Noordoostpolderdijk langs het Zwarte meer. Die kreeg een heel brede kruin, waarop grond uit de polder is gestort. De landbouwkundige dienst (toen nog 'Voorlopige Directie van de Wieringermeer') kon daar de eerste proeven nemen, waardoor hij beter voorbereid dadelijk na het droogvallen de ontginning ter hand kon nemen.

Ook de recreatie heeft tengevolge dat op veel plaatsen wordt afgeweken van het ontwerp dat alleen door nuchtere waterbouwkundige en economische overwegingen zou worden opgezet. Langs de randmeren zouden vrij wat goedkopere en minder onderhoud vergende dijken kunnen worden gemaakt dan de dijken met stranden, waar tienduizenden, straks honderdduizenden op mooie, en ook minder mooie dagen hun vertier zoeken en vinden.

Volledigheidshalve vermelden we nog de dijk van de proefpolder bij Andijk. Hij is een vertegenwoordiger van de bouwwijze van zijn tijd, 1927.

4.4. DE BODEM ONDER DE ZUIDERZEE

Geologische geschiedenis

De ondergrond van de voormalige Zuiderzee bestaat tot een diepte van enige honderden meters voornamelijk uit zand. Een groot deel van het zand dateert uit de periode der ijstijden, die ongeveer een miljoen jaar in beslag heeft genomen. Het is daar neergezet door rivieren en was tijdens de vorming dus doordrenkt met zoet water. De diepere, oudere lagen zijn van mariene oorsprong.

Het ijs van de voorlaatste ijstijd, de Rissglaciatie, is tot over de Zuiderzee doorgedrongen. Het heeft daar als morene de keileem achtergelaten. Daarna is hier de Eemzee geweest, die op veel plaatsen de Eemlagen heeft gedeponneerd, fijn zand en klei. De Eemlagen en de keileem bevinden zich in het bovenste deel van het grote pleistocene (glaciale) zandpakket, de keileem veelal helemaal bovenaan (fig. 5, blz. 47).

Na de laatste (Würm) ijstijd, laten we zeggen de laatste tienduizend jaar, zijn de holocene lagen ontstaan. Daarbij is veel klei en veen. De vorming daarvan is tot heden doorgegaan: de opgravingen in de IJsselmeerpolders tonen dat duidelijk aan.

Studies

De hydrologische verschijnselen in de bovenste paar honderd meter zijn van eminent belang voor de IJsselmeerpolders, voor het IJsselmeer zelf en voor de kustgebieden daaromheen. Er is dan ook vlijtig op gestudeerd.

Aanvankelijk richtte de studie zich vooral op de sterkte van de grondwaterstromen, de kwelstromen. Ten behoeve van het vaststellen van de bemaling van de polders was het nodig te weten, hoeveel ondergronds water elke dag zou opkwellen. Voor de Wieringermeer is door het Wieringermeerbureau met behulp van de uitkomsten van een aantal grondboringen een schatting gemaakt naar analogie van wat elders was waargenomen. Ondanks de wankelende basis waarop de schatting rustte, is die heel goed uitgekomen. Enige aandacht werd ook gegeven aan het zoutgehalte van het bodemvocht, omdat men wilde weten waar 'zoute kwel' moest worden verwacht.

Toen na 1930 de drinkwatervoorziening zich met het IJsselmeer ging bemoeien, kwam het zoutgehalte van het grondwater in het middelpunt van de belangstelling te staan. Door middel van honderden boringen is een inzicht verkregen van de geaardheid van de bodemlagen, van de stijghoogten en van het zoutgehalte van het grondwater. Het resultaat daarvan is dat wij nu een aardige kennis hebben van de geschiedenis en van de tegenwoordige toestand en dat een behoorlijke voorspelling kan worden gedaan van wat ons te wachten staat.

Tot enkele eeuwen geleden was het grondwater onder de Zuiderzee in statisch evenwicht. Overal kwam de druk overeen met het gewicht van het er boven staand water. Het water heeft vele eeuwen stil gestaan. Alleen in het zuidoosten bracht het van de hogere gronden, Veluwe en Gooi, afstromende grondwater een verstoring van het evenwicht teweeg. Daar was een geringe beweging naar het noorden en van de diepe lagen naar boven.

Diffusie

Tijdens de afzetting van de terrestrische lagen waren de porien gevuld met zoet water, maar in de afzettingen door de zee (Eemzee) was het grondwater zout. Vóór de Zuiderzee werd gevormd, was het meeste grondwater zoet. In de diepte grensde dit zoete water aan het zoute water in de lagen die vóór de ijstijd waren gevormd. In hogere regionen bevatten de Eemlagen veel zout. Al bewoog het grondwater zich niet, het zout deed dat wel, tengevolge van diffusie. Dit verschijnsel, dat de scherpe overgangen in zoutgehalte

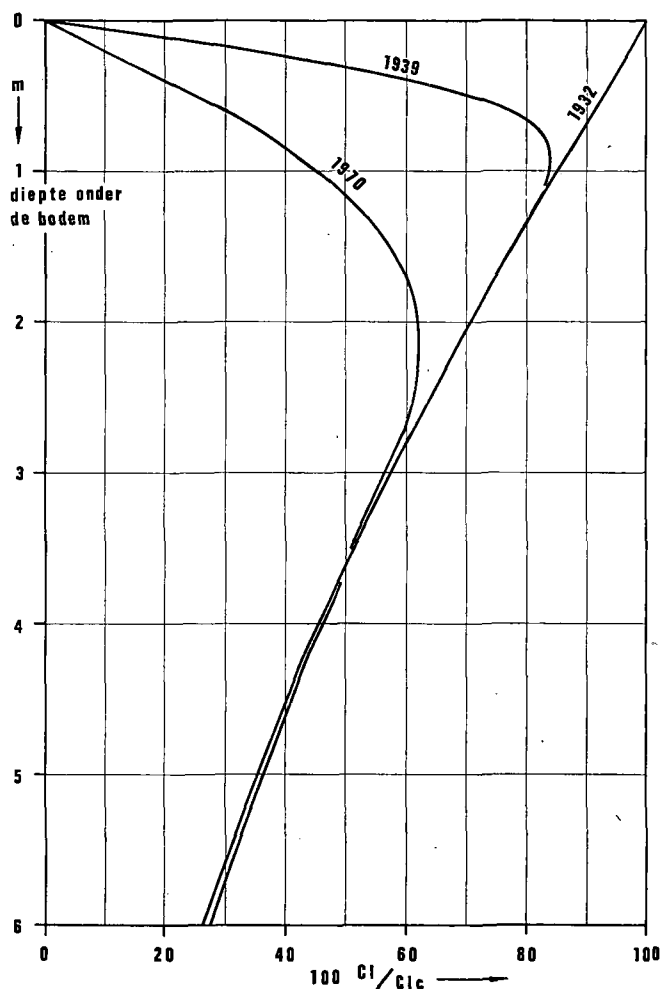


Fig. 65. Berekende verzoeting van het grondwater onder het IJsselmeer

flauwer maakt, leent zich goed voor een mathematische behandeling. Men kan vrij goed nagaan hoe het zout uit de mariene tertiaire lagen naar boven is doorgedrongen in het oorspronkelijk zoete pleistocene zandpakket, en hoe het zout van de Eemlagen verziltend werkt op de gronden er onder en er boven.

In de vroege Middeleeuwen moet het ondiepe grondwater nagenoeg zoet zijn geweest, maar na het binnendringen van de Noordzee is tengevolge van diffusie zout van boven af in de bodem gedrongen. Uit waarnemingen van het zoutgehalte van het bodemvocht is afgeleid dat dit proces is begonnen in de eerste helft van de dertiende eeuw. De Zuiderzee moet toen in korte tijd vrijwel tot zijn volle omvang zijn gevormd. Dat stemt behoorlijk overeen met de schaarse historische gegevens.

Toen de Zuiderzee werd afgesloten, was de verzilting van boven af zeven eeuwen aan de gang. In de bovenste decimeters was het zoutgehalte van het poriënwater bijna gelijk

aan dat van het zeewater dat zich er boven bevond. Naar beneden nam het af, eerst snel, verderop langzamer. In het gebied waar de Eemzee is geweest, ontmoet het Zuiderzee-zout dat uit de Eemzee: het grondwater is boven de Eemlagen nergens zoet. In het overige deel van de Zuiderzeebodem neemt het zoutgehalte af tot heel kleine waarden. Op een diepte van twintig meter is het grondwater veelal praktisch zoet.

In nog grotere diepten treffen we het van onder komende fossiele zout aan. Het proces verloopt langzaam, maar er is heel wat tijd voor beschikbaar geweest.

Ook de tijd die is verlopen sinds, in 1932, de brakke Zuiderzee werd vervangen door het snel verzoetende IJsselmeer, is lang genoeg om veranderingen in de poriën van de bovenste grondlagen te veroorzaken. Het daarin aanwezige zout diffundeert naar boven en komt tenslotte terecht in het water van het IJsselmeer. Een geïdealiseerde grafiek van het zoutgehalte geeft fig. 65. Daarin is aangenomen, dat het IJsselmeer plotseling zoet is geworden, in 1935. De lijnen geven het verloop van het zoutgehalte op dat ogenblik, vier jaar later en in 1970. Na 200 jaar ligt het maximale gehalte, dan nog bijna 40 procent van het oorspronkelijke, op 4 m diepte. De oppervlakte tussen de lijnen en het niveau van de bodem van het IJsselmeer stelt het zout voor dat uit de bodem is verdwenen. Boven het maximum van de grafiek gaat het zout naar boven, er onder beweegt het naar de diepte. Daar neemt het zoutgehalte nog langzaam toe. Ons diagram gaat op heel grote diepte naar nul, maar dat is niet het geval in de gebieden waar de Eemzee voor een complicatie heeft gezorgd. Er zijn nog meer complicaties, maar toch vertonen de resultaten van de grote meerderheid der boringen het geschetste verloop.

Stromingen in de bodem

Door menselijk ingrijpen is het beeld verstoord. Het begon in de zeventiende eeuw door het droogmaken van de meren in Noord-Holland, vooral van de Beemster in 1612. De verlaging van het waterpeil in die polders plantte zich door de bijna, maar niet geheel, dichte kleilagen voort en veroorzaakte een verkleining van de stijghoogte in het grote zandpakket. Ook onder de westelijke rand van de Zuiderzee werd de drukverlaging merkbaar en zo ontstond daar door de kleilaag een neerwaartse grondwaterstroom. Wij drukken de weerstand die zo'n laag aan de doorstroming biedt uit in een tijd, die een maat is voor de tijd die een waterdeeltje nodig heeft om de laag in verticale richting te passeren.* Er zijn lagen die weinig weerstand bieden. Daarin is deze tijd c een maand of nog minder, maar in gesloten kleilagen bedraagt c tientallen jaren en zelfs eeuwen. Dat

* De formule voor de tijd t die een waterdeeltje nodig heeft om in verticale richting een afstand L af te leggen onder een verschil z in stijghoogte boven en onder de weerstandbiedende laag, is

$$t = c\varepsilon z/L.$$

Daarin is ε het poriëngehalte van de laag.

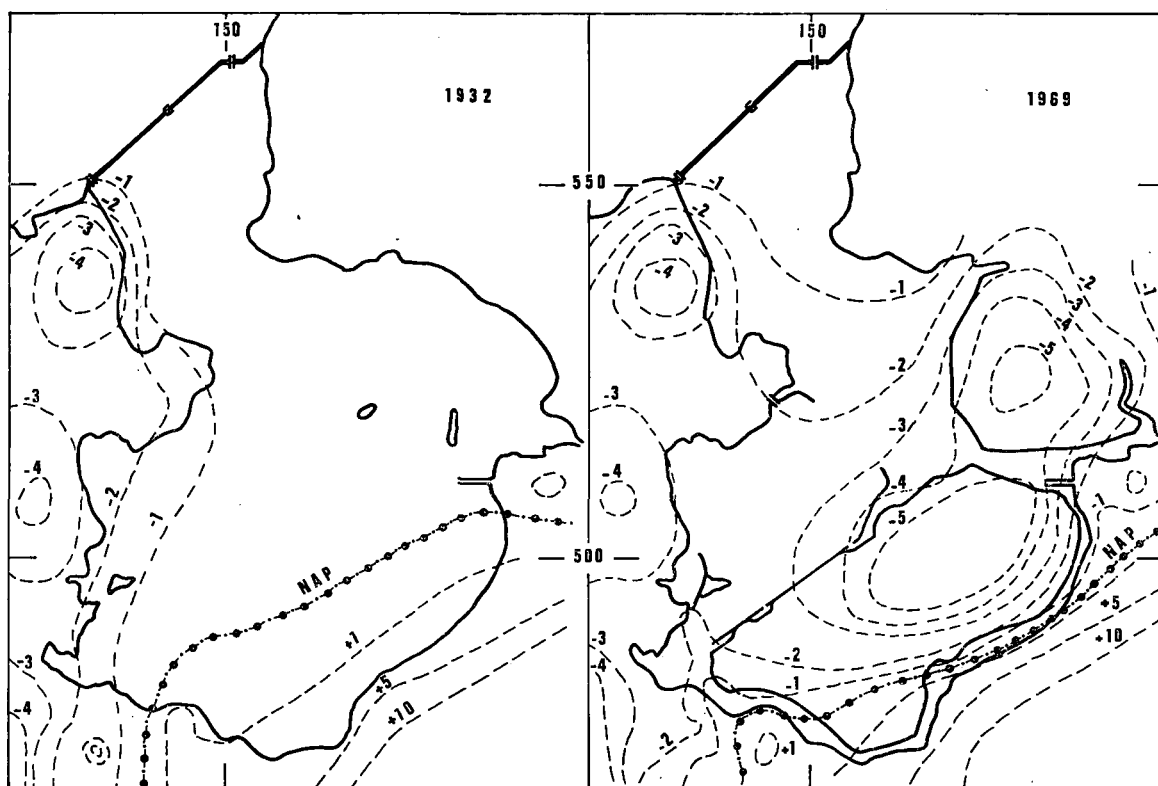


Fig. 66. Stijghoogte van het diepe grondwater (meters t.o.v. NAP)

is het geval met de kleilagen onder de Noordhollandse Zuiderseekust. De neerwaartse stroom was uiterst zwak, niet meer dan een paar centimeters per jaar, maar dat is nog genoeg om het 'statische' diffusiepatroon te verstoren. Het verschijnsel werd sterker toen in de Noordhollandse polders gasbronnen werden geslagen. Dit had een verdere verlaging van de stijghoogte in het zandpakket tengevolge en dus een versterking van de neerwaartse stroming in de kuststrook van het IJsselmeer. Het Zuiderzeezout is diep naar beneden gevoerd en van opwaartse diffusie naar het IJsselmeer is daar geen sprake meer.

Bij het droogmaken van de Wieringermeer geschiedde het zelfde, alleen op groter schaal. Langs de meerdijk van Medemblik naar Den Oever is de diffusie naar het IJsselmeer uitgebleven (fig. 66). De volgende inpolderingen in het IJsselmeer hebben de 'statische' toestand vrijwel overal verstoord. Overal zijn grondwaterstromingen: in het pleistocene zand in hoofdzaak in horizontale richting, in de afdekkende lagen meest naar beneden.

De verplaatsing van de waterdeeltjes in die lagen wordt gemeten in centimeters, hoogstens decimeters per jaar. In het grote zandpakket gaat het vaak om meters, soms tien-

tallen meters per jaar. Een waterdeeltje dat in de IJsselmeerbodem infiltreert maakt een lange reis, honderden meters en meestal kilometers ver, vóór het eindelijk begint aan zijn opwaartse tocht door de afdekkende laag om in de polders op te kwellen. Tengevolge van de hydrologische opbouw van de bodem, het Hollandse Profiel, strekt de invloed van de onderdrukgebieden, de polders, zich tot op grote afstand uit. Een ander gevolg is, dat het zeer lang duurt eer een geïnfiltreerd deeltje weer aan de oppervlakte komt. Het zal vele honderden jaren duren eer al het 'Zuiderzeezout' weer uit de bodem is verdwenen.

Alleen in de noordoostelijke hoek van het IJsselmeer, ongeveer de driehoek tussen Stavoren, Zurig en het monument op de Afsluitdijk, zijn de verschillen in stijghoogte zo klein dat de grondwaterstromen van weinig betekenis zijn. Daar voert de diffusie nog steeds zout naar boven. Het is jammer dat juist in die streek geen goede grondwatermonsters konden worden genomen die deze uitspraak bevestigen. Er is echter geen reden om er aan te twijfelen.

4.5. HET WATER VAN HET IJSSELMEER

Wat is 'zoet' water?

Van het begin af stond het vast dat het IJsselmeer zoet water zou leveren voor een groot gebied rondom het meer en voor de aanstaande Zuiderzeepolders. In zijn vierde Technische Nota [16] wijdde Lely een uitvoerige studie aan de hoeveelheid ('versch') water die daarvoor beschikbaar zou zijn en aan het peil waarop het meer zou moeten staan om het water te brengen naar de streken waar het moet worden gebruikt zonder dat het nodig zou zijn daarvoor gemalen te stichten. Men zal echter tevergeefs zoeken naar een antwoord op de vraag of het IJsselmeerwater wel zo zoet zou zijn, dat het voor het gestelde doel zou kunnen worden gebruikt. Blijkbaar vond Lely dat dit vanzelf sprak.

De Staatscommissie van 1892–1894 schijnt zich daaromtrent ook geen zorgen te hebben gemaakt. Wel heeft ze uitvoerig aandacht gegeven aan de snelheid waarmee de verzoeking tot stand zou komen. Men dacht, ten onrechte, dat al tijdens de negen jaar van het bouwen van de Afsluitdijk het meeste brakke water door zoet zou zijn vervangen. Het verslag wijdt een bijlage van 27 bladzijden met 32 figuren aan de modelproeven die moesten aantonen wat daarna zou gebeuren. Het ging er om, of het IJsselwater zich zou mengen met het water in het meer, of dat het rechtstreeks zou stromen naar de uitwateringsluizen, in het zuidwesten een groot gebied achterlatend waar de ontzilting maar heel traag zou verlopen. De getrokken conclusie is achteraf juist gebleken. De

menging zou wel niet volledig zijn, maar ook het water in de zuidwesthoek zou na redelijke tijd als zoet kunnen worden beschouwd.

Welke eis zou men moeten stellen aan dat 'zoete' water? Ieder begreep dat het meer geen gedestilleerd water zou bevatten. Afgezien van (organische) verontreinigingen, zouden er stellig zouten in het water zijn opgelost. Hoeveel zout zou nu aanvaardbaar zijn voor de land- en tuinbouw, hoeveel voor drinkwater voor de mens? De inzichten hierover zijn nogal eens veranderd. In de negentiger jaren vond men water met een soortelijk gewicht van 1,001 tot 1,002 (dus 1001 tot 1002 kg per m³) volkomen geschikt voor boezemverversing. Het zeewater (1020 tot 1025 kg per m³) heeft dan zijn onaangename smaak grotendeels verloren en op de baggermolens bij de Hoek van Holland werd dit water gebruikt als normale drank. 'Bekende minerale wateren' hadden een dergelijk soortelijk gewicht. Voor het vee werd een enigszins betekenend zoutgehalte nuttig en smakelijk geoordeeld. De Staatscommissie had berekend dat op zijn hoogst twee jaar na de afsluiting van de Zuiderzee het soortelijk gewicht van het water in het IJsselmeer zou zijn gedaald tot 1,00075. Dit werd uitermate laag genoemd.

Rekenen we het om tot de tegenwoordig gebruikelijke wijze van aangeven van het zoutgehalte, dan krijgen we tabel 15.

TABEL 15. SOORTELIJK GEWICHT EN ZOUTGEHALTE VAN WATER

soortelijk gewicht	1,002	1,001	1,00075	
gehalte aan keukenzout (NaCl)	2,5	1,25	1,0	gram per liter
gehalte aan chloor-ion	1500	750	600	milligram per liter (ppm Cl)

Een nieuwe kijk kregen we eigenlijk pas door de potproeven op tomaten in het Westland, in de dertiger jaren. Daarbij bleek dat de groei van tomaten sterk werd geremd als het keukenzoutgehalte hoger was dan een halve gram per liter. Dit is de oorsprong van het daarmee overeenkomende gehalte aan chloor-ion: 300 ppm Cl', dat jaren lang is gebruikt als een vaste, bijna magische grens. Weinig mensen kunnen water met dit gehalte onderscheiden van nòg zuiverder water en daarom is ook door de drinkwaterleidingen de grens van 300 ppm Cl' vrijwel algemeen aanvaard. Alleen Amsterdam, verwend door het uitstekende duinwater, stelde een strengere eis, namelijk 100 ppm Cl'. Zo stond het kort vóór de tweede wereldoorlog. Het grotere verbruik dat daarna ontstond, maakt dat er niet genoeg water van de allerbeste kwaliteit beschikbaar is. De eis van 100 ppm moest dan ook worden losgelaten, maar ook thans wordt het ongewenst geacht dat de grens van 300 wordt overschreden.

Dit alles komt er op neer, dat het water van het IJsselmeer behoort te blijven onder de grens van 300 ppm Cl' en liefst die grens niet dicht moet naderen. Men moest weten of

na voltooide ontzilting hieraan zou worden voldaan, en ook hoe het beheer van het meer zou moeten worden ingericht om het zoutgehalte zo laag mogelijk te krijgen.

Onderzoek

De Commissie Watervoorziening Westen des Lands (WDL) heeft hierover een uitvoerig onderzoek opgezet [31]. De studie, die is weergegeven in bijlage IX van het rapport, is gedaan in 1934–1935, tijdens de ontzilting van het IJsselmeer.

Eerst is de herkomst van het opgeloste zout kwantitatief nagegaan. Een tweede stap was een voorspelling van het zoutgehalte dat zou optreden in normale omstandigheden, maar ook in ongunstige, droge jaren. Tenslotte is aangegeven welke maatregelen kunnen worden getroffen om het zoutbezwaar zo klein mogelijk te maken.

Tijdens het werk van WDL was het IJsselmeer nog groot. Alleen de Wieringermeerpolder was drooggemaakt. Voor die toestand zijn allereerst de hoeveelheden chloor berekend die op het IJsselmeer terecht komen.

Bij het onderzoek is niet alleen gelet op de chloor-ionen. Ook andere bestanddelen van de opgeloste zouten oefenen invloed uit op de bruikbaarheid van het IJsselmeerwater voor plant, dier en mens en op de aantrekkelijkheid voor de industrie. Sulfaat en magnesium zijn minstens van evenveel belang als chloor. Dit element is alleen te beschouwen als een indicator. Het komt in grotere concentratie voor dan vrijwel alle andere ionen en het is chemisch op een eenvoudige wijze kwantitatief te bepalen.

Behalve chloride is er nog een andere indicator beschikbaar die een maat is voor het zoutgehalte, namelijk het elektrisch geleidingsvermogen. Als de onderlinge verhouding van de elementen altijd dezelfde zou zijn, zou uit het geleidingsvermogen en de temperatuur van het water het gehele patroon van de opgeloste zouten kunnen worden berekend. Dit is echter niet het geval. Daarom is de praktijk van de waarnemingen zo, dat tijdens elkaar regelmatig opvolgende vaartochten ('zouttochten') op honderden plaatsen het geleidingsvermogen wordt gemeten (wat het werk is van enkele ogenblikken) en dat dan bij enkele waarnemingen een watermonster wordt genomen dat in een laboratorium volledig wordt geanalyseerd. De laatste tijd wordt ook op enkele strategisch gelegen punten het geleidingsvermogen continu geregistreerd.

In het begin is ook met een aerometer de dichtheid (soortelijk gewicht) van het water gemeten, maar na voortgaande ontzilting overtreft de dichtheid die van zoet water zó weinig, dat deze methode niet nauwkeurig genoeg meer is.

Herkomst van het zout

De regen op het meer brengt zo weinig zouten mee, dat de bijdrage daarvan kan worden verwaarloosd. Het chloorbezwaar komt deels van rivierwater, anderdeels van grond-

water en voor het overige van zeewater. Elk van de drie groepen kan als volgt worden gesplitst:

Rivierwater: de Rijn, via de IJssel,

de riviertjes en beken waardoor de 'hoge gronden' afwateren.

Grondwater: kwelwater in het 'oude polderland' dat door sluizen of gemalen in het meer terecht komt,

kwelwater in de IJsselmeerpolders,

diffusie van zout uit de IJsselmeerbodem,

kwelwater uit de Waddenzee onder de Afsluitdijk door.

Zeewater: Waddenzeewater dat de schutsluizen in de Afsluitdijk passeert,

Waddenzeewater dat door de uitwateringsluizen in de Afsluitdijk binnendringt,

Noordzeewater dat via IJmuiden en de Oranjesluizen op het meer komt.

Het water van de Rijn

De Rijn is de grootste waterleverancier van het IJsselmeer en daarom heeft het zoutgehalte van het Rijnwater een grote invloed op de kwaliteit van het water in het meer. Van het zoutgehalte van de Rijn is uit vroege perioden weinig bekend. Het chloridegehalte zal gemiddeld misschien omstreeks 15 ppm hebben bedragen. In 1927, toen de waterleidingen zich voor het Rijnwater gingen interesseren, zijn geregelde waarnemingen begonnen, die nog steeds worden voortgezet. Het mag wel algemeen bekend worden ondersteld, dat zij een voortdurende en onrustbarende stijging van het zoutgehalte hebben aangetoond. De toenemende industrialisatie is de schuldige. Bij de betrekkelijk kleine hoeveelheden zouten die de Rijn op natuurlijk wijze meeneemt van de gesteenten waarlangs hij zijn weg zoekt, voegt zich steeds meer anorganische stof die met het afvalwater van de industrie mee komt.

De commissie WDL heeft de waarnemingen van het chloridegehalte van het Rijnwater in 1932-1935 geanalyseerd. Zij splitste de aanvoer in een 'natuurlijke', die 14 gram chloride per kubieke meter water (14 ppm Cl') zou uitmaken, en een 'industriële', waarvan 11 kilogram Cl' per seconde in de IJssel terecht kwam. Dat kwam overeen met ongeveer 120, resp. 350 miljoen kg per jaar, samen 470 miljoen kg Cl' per jaar.

Omdat de lozing van de industrie onafhankelijk was van de waterafvoer van de Rijn, kwam er bij een klein debiet veel meer 'industriezout' in elke kubieke meter water dan in tijden van grote rivier-afvoeren. Bij zeer hoge waterstanden was het Cl'-gehalte van het water weinig meer dan 20 ppm; bij zeer lage kon het oplopen tot 160 ppm. Als gemiddelde kon ongeveer 55 ppm worden beschouwd. Driekwart daarvan was industriezout.

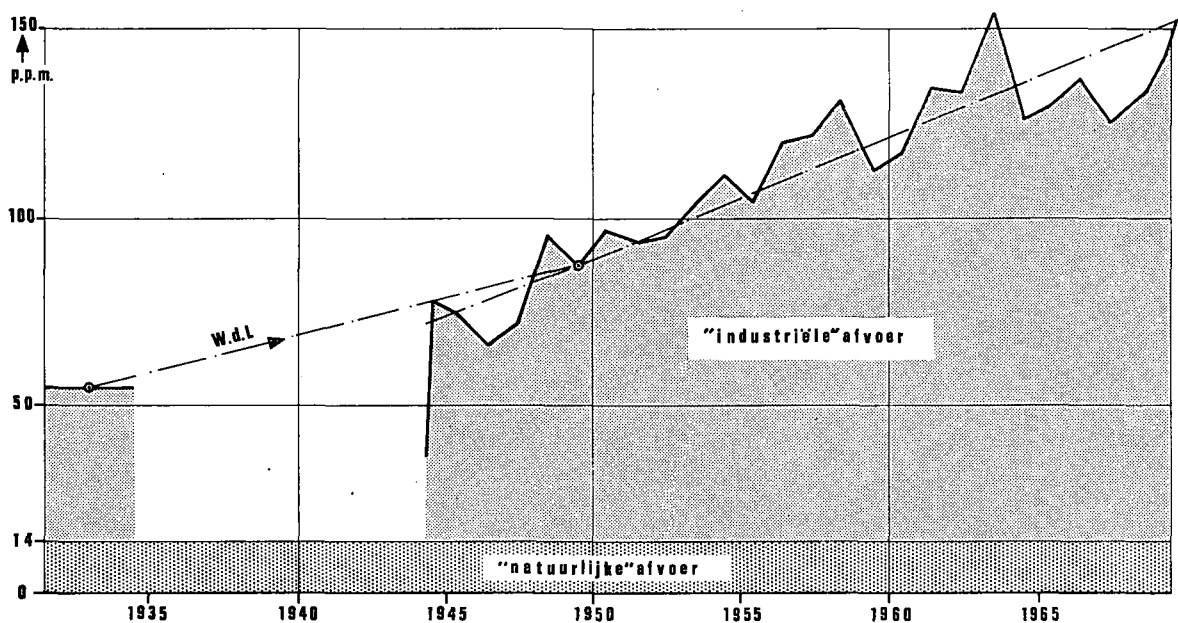


Fig. 67. De zoutvracht van de Rijn. Gemiddeld Cl' gehalte van jaar tot jaar

Men rekende er in 1935 op, dat door meer industrialisatie het zoutgehalte van het Rijnwater nog zou toenemen. Dat was te meer nodig omdat er in 1933 een ongunstige factor was bijgekomen, namelijk de kali-industrie in de Elzas. De waardeloze natriumzouten die bij het proces vrijkomen, waren tot dusverre opgeslagen in zoutbergen, maar werden voortaan in oplossing geloosd op de Rijn. Men kon toen niet voorzien hoeveel de nieuwe werkwijze zou uitmaken op de kwaliteit van het Rijnwater. In 1933–1935 was de invloed van deze nieuwe boosdoener nog maar nauwelijks te constateeren, maar men nam aan dat hij sterk zou toenemen.

Ook op de 'oude' industrie werd een toeslag gegeven en zo werd in de prognose de last voor een niet te verre toekomst (1950) opgevoerd van 470 miljoen kg Cl' per jaar tot 730 miljoen.

De verwachte toename is inderdaad gekomen, maar het is toch anders gegaan dan WDL zich had voorgesteld. Tegen het eind van de oorlog werd de industrie in het Ruhrgebied door de luchtbombardementen bijna lamgelegd. Dat had een reductie van het zoutbezwaar tengevolge. In de zomer van 1945 was het gemiddelde Cl'-gehalte hoogstens 40 ppm, overeenkomend met een jaarafvoer van 350 miljoen kg Cl' (fig. 67).

Het 'Wirtschaftswunder' had een omgekeerde uitwerking. De zoutbelasting steeg nu snel. Het door WDL voor 1950 geschatte peil was aan het eind van dat jaar bereikt. Sindsdien is de stijging doorgegaan. Kort na 1960 is het miljard overschreden en aan het eind

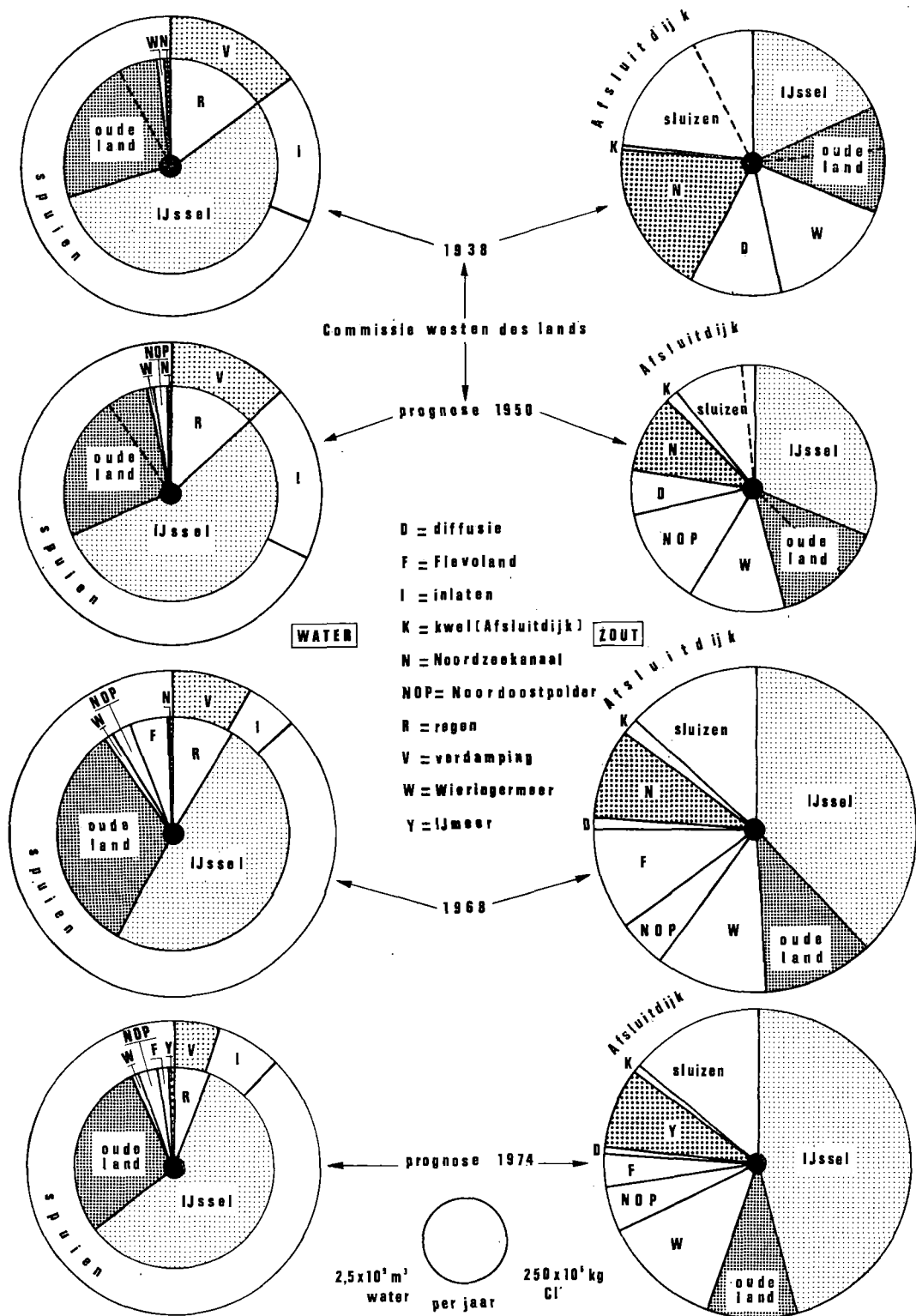


Fig. 68. Water- en zoutrekeningen van het IJsselmeer

van de halve eeuw (in 1970) voerde de IJssel gemiddeld ruim 1200 miljoen kg Cl' (twee miljoen ton zout) per jaar af. Dat is tienmaal de 'natuurlijke' afvoer.

Vooraf bij kleine waterafvoer van de Rijn is het zoutgehalte zeer hoog. Dat zou nog erger zijn geweest, als de industrie zich niet enige beperking had opgelegd. Er is een afspraak dat bij lage waterstanden de hoeveelheid geloosde zouten wordt gereduceerd en het blijkt dat men zich daaraan wel ongeveer houdt. Door deze wijze van doen wordt het verschil in zoutgehalte tussen hoge en lage rivierstanden enigszins getemperd. Men kan globaal stellen:

Zeer grote afvoer:

Cl' gehalte 60 ppm; maandafvoer ruim 200 miljoen kg Cl'

Gemiddelde afvoer:

Cl' gehalte 140 ppm; maandafvoer ruim 100 miljoen kg Cl'

Zeer kleine afvoer:

Cl' gehalte 275–300 ppm; maandafvoer ruim 50 miljoen kg Cl'

Zonder deze maatregel zou, bij dezelfde totale belasting, het chloridegehalte bij kleine afvoeren nog veel hoger zijn geweest, tot 500 ppm toe.

Met dat al is het een hoogst ernstige zaak. Een voorspelling voor de toekomst is niet te maken. Die hangt af van de verdere ontwikkeling van de industriële bedrijvigheid, van de gemaakte en nog te maken afspraken en van het nakomen daarvan.

De hoge gronden en het oude polderland

Ook de riviertjes en beken die het overvloedige water van 'hoge gronden' in Nederland en het aangrenzende deel van Duitsland direct of indirect naar het IJsselmeer voeren, brengen zout mee. Het Cl'-gehalte varieert nogal; gemiddeld zal het niet ver van 50 ppm af zijn. Hun aandeel is veel kleiner dan dat van de IJssel (fig. 68), maar het is toch niet zonder betekenis. Er zal terdege moeten worden gewaakt tegen het lozen van ongewenste stoffen door de industrie op de waterlopen. Ook afgezien van de invloed op het IJsselmeer is dat trouwens heel hard nodig.

Het polder- en boezemwater in het lage land om het IJsselmeer ligt bijna overal onder de zeespiegel. Het waterbezwaar van dat gebied bestaat daardoor niet alleen uit regen, maar ook uit kwel. Het kwelwater is grotendeels fossiel – in de regel verdund – zeewater. Het bevat dus veel zout. Door sluizen en gemalen wordt dat zout op het IJsselmeer gebracht.

Al zijn de hoeveelheden kwelwater niet groot, de bijdrage aan het zoutbezwaar van het IJsselmeer is wel van belang, doordat het zoutgehalte hoog is.

De Wieringermeer

Dat geldt in het bijzonder voor de kwel in het nieuwe land, de Zuiderzeepolders. De kwel in de Wieringermeer en de verwachting daaromtrent voor de toekomst is bestudeerd in Rapporten en Mededelingen van de zw no. 5 [6], die van de Noordoostpolder in het verslag van de Commissie Drinkwatervoorziening Westen des Lands (WDL, bijlage IX [31]). Beide voorspellingen worden gecontroleerd door de systematische waarnemingen van het door de gemalen uitgeslagen water en zout.

Toen de voorspelling voor de Wieringermeer werd opgemaakt, bestond de polder al een paar jaar. Er waren dus wel enige gegevens bekend en het ging er nu om, een redelijke schatting te maken van wat in de toekomst was te verwachten. Er was geen reden om te onderstellen dat de waterbalans zou veranderen. De kwel, die daarvan een onderdeel uitmaakt, kon dus worden beschouwd als een constante grootte (omstreeks 90 miljoen m³ per jaar, overeenkomend met een waterschijf van 1,2 millimeter per dag). Dat is niet het geval met de hoeveelheid medegevoerde zouten. Uit de geconstrueerde stroombanen, die uiteraard heel globaal moeten zijn, kan worden nagegaan waar en wanneer het zout dat zich op verschillende plaatsen in de bodem bevindt, zal opkwellen, en ook waar en wanneer de kwel zal bestaan uit water dat pas na het zoet worden van het IJsselmeer in de bodem is doorgedrongen. In de eerste paar jaar moet nog rekening worden gehouden met het zout dat bij de ontginning vrij komt uit de 'bouwvoor'.

Hier is dan de voorspelling, gevolgd door de hoeveelheden die zijn bepaald door monsterneming van het uitslagwater van de gemalen.

TABEL 16. UIT DE WIERINGERMEER GESLAGEN CHLOOR-ION (MILJOENEN KG PER JAAR)

<i>Jaren na 1931</i>	0	1½	10	20	35	50	100
Voorspeld { bouwvoor	280	—	—	—	—	—	—
{ kwel	870	—	440	420	—	380	330
Waargenomen	—	900	540	500	465	—	—

Voor het IJsselmeer moet hiervan worden afgetrokken de geringe hoeveelheid chloor-ion, die mee gaat met het water dat uit het IJsselmeer in de bodem trekt en in de kwelstroom wordt opgenomen (20 miljoen kg per jaar).

Kennelijk valt de kwel tegen. De voorspelling is te optimistisch geweest. Een kleine bijdrage aan het ongunstige verschil is gelegen in de extra kwel die is veroorzaakt door het opblazen van de Wieringermeerdijk in april 1945. In de weerstandbiedende bovenlaag zijn toen twee gaten ontstaan: één binnen de dijk, waar het de polder instortende water klei en veen wegvoerde, en één in het IJsselmeer, waar gaten moesten worden gebaggerd om de specie te winnen voor het dichten van de doorbraak.

Een gunstige omstandigheid is, dat het gemaal Leemans zijn water uitslaat op de bin-
nenhaven van Den Oever. Een deel van dat water wordt door de Stevinsluizen wegge-
spuid vóór het de kans krijgt zich over het meer te verspreiden (blz. 276).

De Noordoostpolder

De tegenvaller bij de Wieringermeer is ruimschoots gecompenseerd door een meevaller
bij de Noordoostpolder. Daar is de voorspelling gemaakt vóór met de polder werd be-
gonnen. De hoeveelheden kwelwater en kwelzout moesten beide worden geschat op
grond van de verkenning van de zeebodem door boringen [31]. De sterkte van de kwel-
stroom was bewust aan de ruime kant gehouden, bijna 2 millimeter per dag, of 325 mil-
joen kubieke meter per jaar.

Daarvan uitgaande luidde de voorspelling voor het zoutbezwaar:

TABEL 17. UIT DE NOP GESLAGEN CHLOOR-ION (MILJOENEN KG PER JAAR)

Jaren na 1942	0	10	25	50	100
Voorspeld { bouwvoor	75	—	—	—	—
{ kwel	605	360	280	210	155

De hoeveelheid kwelwater bleek veel kleiner te zijn dan de aanname, namelijk ruim één
millimeter per dag, dat is omstreeks 180 miljoen m³ per jaar. Dientengevolge is ook de
hoeveelheid opkwellend zout per jaar veel kleiner en verloopt het hele verschijnsel veel
langzamer. De herziene voorspelling is dan:

TABEL 18. HERZIENING VAN DE ZOUTE KWEL UIT DE NOP

Jaren na 1942	0	1½	10	25	50	100	200
Voorspeld { bouwvoor	75	—	—	—	—	—	—
{ kwel	340	—	235	190	160	120	85
Waarneming	—	290	240	165	—	—	—

Het zoutbezwaar is niet groot, maar het zal heel lang duren eer al het zout dat in de water
voerende laag aanwezig was, daaruit is verdwenen. Vooral van het zout dat uit de ter-
tiaire lagen naar boven is gediffundeerd, zal nog na eeuwen een deel zijn overgebleven.
Om het netto zoutbezwaar voor het IJsselmeer te vinden, moet van het in de polder op-
kwellende zout nog worden afgetrokken wat van de IJsselmeerbodem naar de kwel-
stroom infiltreert. Dat komt overeen met 25 miljoen kg Cl' per jaar.

De waarnemingen bevestigen de voorspelling. Er is een gemakkelijke verklaring voor
het gunstige verschil in de laatste jaren: de droogmaking van Oostelijk Flevoland in

1956-57. Ten zuiden van de Noordoostpolder is de stijghoogte van het grondwater verminderd (fig. 66) en daardoor is de noordwaartse kwelstroom onder de dijk tussen de Zwolse Hoek en de Ramspol verzwakt. Dit heeft een verkleining van de kwel en van het opkwellende zout tengevolge gehad van ongeveer tien percent.

Flevoland en Markerwaard

Natuurlijk is de winst voor het IJsselmeer kleiner, want een deel van het zout kwelt nu op in Flevoland. Voor die polder is geen uitvoerige prognose gemaakt en de waarnemingsperiode is nog te kort om de balans op te maken. Voor Oostelijk Flevoland heeft men cijfers voor de periode 1957-1966, toen dit deel van de polder droog lag en Zuidelijk Flevoland nog niet. De kwel zal toen ongeveer 240 miljoen m³ per jaar zijn geweest (een waterschijf over de hele polder van 1,2 mm per dag). Het chloorbezwaar was omstreeks 260 miljoen kg per jaar. Het gemiddelde zoutgehalte van het kwelwater was dus nauwelijks meer dan 1 kg Cl' per m³, dat is iets lager dan het in de Noordoostpolder is (na 10 jaar 1,3 kg per m³) en veel minder dan in de Wieringermeer (5 kg per m³). Blijkbaar compenseert het bijna zoete kwelwater uit de Veluwe het hogere gehalte van het grondwater dat uit de andere richtingen toestroomt. Daarom zal de geleidelijke verzoeting in de verre toekomst minder sterk zijn uitgesproken dan bij de Noordoostpolder het geval is.

Nu is er ook nog Zuidelijk Flevoland bijgekomen. Daarover hebben de waarnemingen ons nog niet veel kunnen leren. Enig houvast geeft de uitkomst van de grondboringen die ons in grote trekken informaties geven over de weerstand van de afsluitende lagen en over het zoutgehalte van het bodemwater. Flevoland wordt sinds 1968 als één geheel bemalen. Op grond van de uitgeslagen hoeveelheden water en zout mag misschien voorlopig worden ondersteld dat het zoutbezwaar op het IJsselmeer dat van geheel Flevoland afkomstig is, niet veel groter is dan de bijdrage van Oostelijk Flevoland alléén in 1958-1967 was.

Het van de Zuiderzeepolders afkomstige zoutbezwaar op het IJsselmeer heeft nu zijn maximale waarde bereikt. Weliswaar zal in de toekomst ook brak water in de Markerwaard opkwellen, maar dat zal niet in het IJsselmeer terecht komen, doch in de IJboezem. Dat zal ook het geval zijn met een groot deel van het uitslagwater van Flevoland, nadat de afsluiting Enkhuizen-Houtrib-Roggebot tot stand is gekomen. Bij het plaatsen van de gemalen is er voor gezorgd dat zo weinig mogelijk water op het IJsselmeer wordt uitgeslagen. Weliswaar ligt de Colijn bij de IJsselmonden aan het IJsselmeer en kan een deel van het door de Lovink tegenover Harderwijk uitgeslagen water via het Veluwe-meer op het IJsselmeer terecht komen, maar de grote gemalen Wortman en De Blocq van Kuffeler liggen aan het toekomstige Oostvaardersdiep, dat deel uitmaakt van de

IJboezem. Van de Markerwaard zal de gehele bemaling naar het Oostvaardersdiep gaan.

De zuidelijke polders worden dus zodanig ingericht, dat er niet meer zout op het IJsselmeer komt, dan onvermijdelijk is (5.4, blz. 349).

Diffusie

Vóór de Noordoostpolder werd drooggemalen, vormde de diffusie van het zout uit de bovenste bodemlagen een belangrijke bijdrage tot het zoutbezwaar van het IJsselmeer. Bij de voorspelling van 1935 was er van uitgegaan dat het diffusieproces plaats vindt onder het gehele IJsselmeer. Voorts dat tijdens de afsluiting van de Zuiderzee het zoutgehalte van het bodemvocht in de bovenste paar meters gelijk was aan dat van het Zuiderzeewater en dat de diffusiecoëfficiënt een waarde heeft van $0,016 \text{ m}^2$ per jaar. Volgens deze onderstellingen kwam kort nadat het IJsselmeer zoet was (1938) het zoutbezwaar overeen met 290 miljoen kg Cl' per jaar. In 1950 zou het al tot de helft zijn verminderd, waarbij ook de verkleining van het IJsselmeer door de afscheiding van de Noordoostpolder een rol speelde.

Rechtstreekse waarnemingen over het zout dat door diffusie in het IJsselmeer is gekomen, zijn niet mogelijk, maar in de loop van de tijd is op honderden plaatsen door boringen bepaald hoeveel zout uit de bovenste grondlagen is verdwenen (fig. 65). Zoals eerder al is opgemerkt, wordt de theorie goed door de waarnemingen bevestigd. Misschien is de diffusiecoëfficiënt iets groter dan was aangenomen ($0,02 \text{ m}^2$ per jaar).

Toch kan de voorspelling van 1935 niet worden aangehouden, omdat een deel van de IJsselmeerbodem niet mee doet. In de strook langs de Wieringermeer en langs een deel van de kust van Noord-Holland was reeds bij het ontstaan van het IJsselmeer de neerwaartse kwel zo groot, dat de diffusie geen zout naar boven kon transporteren. Bij het Gooi en vooral langs de Veluwe kwelde vrijwel zoet water op. Stellig meer dan tien percent van het oppervlak van het IJsselmeer moest bij de diffusie buiten beschouwing blijven. Na 1941 viel niet alleen de Noordoostpolder uit, maar ook een groot gebied daaromheen, waar de stijghoogte in het zandpakket zo laag werd dat het zout naar beneden werd gezogen.

De droogmaking van Oostelijk Flevoland, en later ook die van Zuidelijk Flevoland breidden het onderdrukgebied nog sterk uit. In fig. 66 kan men zien dat de diffusie thans alleen nog maar zout in het IJsselmeer kan brengen in de reeds genoemde driehoek Stavoren-Zurig-Monument. De droogmaking van de Markerwaard zal daarin geen verandering meer brengen.

De diffusie heeft dus maar korte tijd een rol van betekenis gespeeld ten aanzien van de kwaliteit van het IJsselmeerwater.

Kwel onder de Afsluitdijk

Een aspect waarover nogal is gediscussieerd, is de kwel van de Waddenzee naar het IJsselmeer, onder de Afsluitdijk door. Zolang het IJsselmeerpeil nog werd gehouden op 13 cm onder NAP, was die kwel uiterst gering, omdat de gemiddelde waterstand langs de dijk in het meer nauwelijks lager was dan die in de Waddenzee. Nadat het winterpeil was verlaagd, is het gemiddelde verval toegenomen tot twee decimeter, wat genoeg is om een (toch nog geringe) kwelstroom tot stand te brengen. Men mag aannemen dat tussen de keileemkern van de Afsluitdijk en de keileemlaag in de bodem jaarlijks een miljoen m³ water doorstroomt. De diepe kwel, onder de keileemlaag door, werd geschat op 2½ miljoen m³ per jaar. De ondiepe kwel bestaat sinds ongeveer 1948 geheel uit water dat van de Waddenzee afkomstig is en dat een chloridegehalte heeft van 16 000 ppm. Voor het gehalte van het diepe grondwater is, naar analogie van waarnemingen onder Wieringen, 7000 ppm aangenomen. Dit betekent dat per jaar totaal ongeveer 35 miljoen kg Cl' in het IJsselmeer komt, waarvan de helft wordt geleverd door de ondiepe kwel en de andere helft door de diepe. Reken het maar na.

Op de lange duur zal ook de diepe kwel bestaan uit Waddenzeewater, maar het duurt tientallen jaren eer de eerste druppel daarvan het IJsselmeer bereikt, na tweemaal de keileemlaag in de bodem te zijn gepasseerd. Volgens de berekening zal na eeuwen het zoutbezwaar door de kwel onder de Afsluitdijk naderen tot de limiet van 60 miljoen kg Cl' per jaar.

Indertijd is kritiek geleverd op het aangenomen gehalte van 7000 ppm Cl' voor het diepe grondwater. Mogelijk zou zich hier ergens een zouthorst in de bodem bevinden, waaromheen het grondwater erg zout zou zijn. Een geofysisch onderzoek (zwaartekrachtmetingen), opzettelijk ondernomen naar aanleiding van die kritiek, heeft aangetoond dat de aanwezigheid van een zouthorst is uitgesloten. De vrees voor een belangrijke verzoutingsbron is ongemotiveerd.

Wij beschikken niet over rechtstreekse waarnemingen, maar tot dusver is er geen aanwijzing dat een hoeveelheid zout van enig belang onder de Afsluitdijk doorkomt. Bij geen enkele van de meer dan honderd zouttochten waarbij de reis over de gehele lengte dicht langs de dijk is gegaan, is een waarneming gedaan die op kwel onder de Afsluitdijk door zou duiden.

Stevin- en Lorentzsluizen

De invasie van zout uit de Waddenzee is geconcentreerd bij de sluiscomplexen, de Stevinssluisen bij Den Oever en de Lorentzsluizen op het Kornwerderzand. De schuldigen zijn zowel de schutsluizen als de uitwateringsluizen.

Telkens wanneer een schutkolk in verbinding komt met de Waddenzee, dringt er zout

water in de kolk. Telkens wanneer de binnendeuren worden geopend, gaat een deel van dat zoute water naar het IJsselmeer. Het is een verschijnsel dat veel narigheid veroorzaakt bij grote schutsluizen, zoals de Noordersluis van IJmuiden, waar grote hoeveelheden zout ver het land binnendringen.

Het is duidelijk dat het zoutbezwaar kan worden beperkt door een aantal voorzorgen te nemen. Als schutkolken van verschillende grootte deel uitmaken van een complex, behoort zo mogelijk de kleinste te worden gebruikt. Beter dan voor elk aankomend vaartuig de kolk om te zetten is het, een aantal schepen tegelijk te schutten. Tenslotte moeten de deuren niet langer open staan dan nodig is om de schepen (veilig) door te laten.

Dat laatstgenoemde middel vergt grote oplettendheid van het sluispersoneel en is ook voor de scheepvaart niet prettig. De zenuwen van de gezagvoerders worden wel op de proef gesteld als ze moeten opvaren naar gesloten sluisdeuren, die pas op het laatste ogenblik voor hen worden geopend. Toch is deze handelwijze niet voor niets, want het 'schutzoutbezwaar' wordt er door tot de helft teruggebracht. De helft van een heel groot bedrag, bij de tegenwoordige intensiteit van de scheepvaart omstreeks 1000 miljoen kg Cl' per jaar. Als de vaart nog drukker zou worden (recreatieve vaart!) zou het zoutbezwaar nog toenemen.

Er is nog niet vermeld dat de schutsluizen in een goede staat van onderhoud moeten verkeren. Dat spreekt vanzelf en daardoor is het lekken van zout water langs de gesloten deuren niet van betekenis.

Wel van betekenis is de lek door de kokers van de uitwateringssluizen. Bij het ontwerp van de sluizen is aan het tegengaan van lek geen aandacht gegeven. Als ze nu moesten worden gemaakt, zouden ze misschien als hevels zijn uitgevoerd. Dat is veel duurder en er zijn ook andere bezwaren aan verbonden, maar de lek zou geheel zijn voorkómen.

De sluizen, zoals ze zijn gebouwd, lieten telkens wanneer het in de Waddenzee hoogwater was, zout water passeren door de openingen in de drempels van de noorderschuiven. Nadat die openingen zijn gedicht (2.4.2, blz. 179), is het zoutbezwaar teruggelopen van ruim 400 miljoen kg Cl' per jaar tot minder dan 100. Het restant wringt zich door de spleten tussen het bouwwerk en de schuiven, die zelfs bij de beste constructie, het beste onderhoud en een zorgvuldige bediening overblijven. Hoe gevoelig het zoutbezwaar is voor onvolkomenheden, is wel gebleken toen in de oorlogsjaren het onderhoud te wensen overliet en ook toen in 1949 door een verkeerde afstelling van de eindschakelaars de schuiven van de Stevinsluizen na een spuiperiode niet helemaal in de gesloten stand werden teruggebracht. De kwaliteit van het IJsselmeerwater reageerde in beide gevallen in onrustbarende mate (fig. 71).

Er was nog een reden waardoor het IJsselmeer werd belast met zout uit de Waddenzee, namelijk het binnenlaten van glasaal (2.4.2, blz. 178). Bij de oorspronkelijk gevolgde werkwijzen om de glasaal naar binnen te krijgen, kwam veel zout mee. In de van 1957 af toegepaste methode is dit niet of nauwelijks het geval. Deze post van het zoutbezwaar is dus vrijwel verdwenen.

Reductie op het noordelijke zout

Tellen wij het van de Afsluitdijk afkomstige zoutbezwaar op en voegen we daarbij nog het bij Den Oever door het gemaal Leemans uitgeslagen kwelwater uit de Wieringermeer, dan komen we tot een hoeveelheid welke de uit de IJssel afkomstige ver overtreft. Het zou er voor de bruikbaarheid van het water van het IJsselmeer niet zo mooi uitzien, als al het binnengekomen zout zich over het meer zou verspreiden. Dit is echter niet het geval.

Er wordt intensief gespuid. Wanneer heel veel water wordt geloosd, kan het zout in het geheel niet naar binnen dringen. Het wordt dan door het spuiwater meegevoerd, vóór het over het meer is verspreid. Het kan echter ook gebeuren dat er een maand, of nog langer, in het geheel niet wordt gespuid. Dan wordt de zoutrekening van het IJsselmeer volledig belast met het zout dat in de omgeving van de Afsluitdijk naar binnen is gekomen. Bij matig spuien wordt slechts een deel weer met de spuistroom afgevoerd vóór het volledig meespeelt.

Op het 'zoutbezwaar uit het Noorden' moet dus een reductie worden toegepast. Bij de voorspelling uit 1935 is een schatting van deze reductie gemaakt. Men heeft geprobeerd de uitkomsten van de eerste zouttochten logisch te interpreteren en gaf een reductiefactor als functie van de hoeveelheid water die in een maand werd weggespuid (tabel 19).

TABEL 19. REDUCTIE VAN UIT HET NOORDEN BINNENDRINGEND ZOUT

Gespuid per maand	0	500	1000	1500	2000	milj. m ³
Reductiefactor	1	0,6	0,35	0,2	0,1	

Gerekend over een normaal jaar, zou de reductiefactor ongeveer 0,5 zijn. Het ziet er naar uit, dat de greep van 1935 niet ver mis is geweest. Waarschijnlijk was hij iets te optimistisch.

Het Noordzeekanaal

Het is jammer dat een dergelijke reductie niet mag worden toegepast op de laatste zoutbron die moet worden besproken, namelijk die uit het Noordzeekanaal. De oorsprong daarvan ligt in de schutsluizen van IJmuiden, waar al vóór 1940 enige miljarden kilo-

veelheid water die bij Schellingwoude op het IJsselmeer wordt gespuid. Omgekeerd kan de verzouting van het kanaal enigermate worden tegengegaan door daar IJsselmeerwater op het IJ af te laten als de gelegenheid daarvoor aanwezig is. Dit kost echter water dat anders aan de Afsluitdijk zou worden gespuid en daardoor wordt de verspreiding van het uit het noorden komende zout over het IJsselmeer weer bevorderd. Een intensieve samenwerking van de beheerders van het Noordzeekanaal en van het IJsselmeer is nodig om een optimaal resultaat te verkrijgen. De toestand op het Noordzeekanaal is verbeterd nadat de grote spuisluis in bedrijf is gesteld (1941). Hij zal nog beter worden als ook het ontworpen gemaal te IJmuiden in werking is. Spuien van het kanaal op het IJsselmeer zal dan praktisch niet meer voorkomen.

Tenslotte wordt de zaak helemaal anders als de dijk Enkhuizen-IJsselmond klaar is. Al dat zout komt dan terecht op de IJboezem, eerst vergroot met de toekomstige Markerwaard, later in zijn definitieve omvang. Van die boezem uit, komt dan nu en dan enig zout op het IJsselmeer, voornamelijk door de Houtribsluizen aan het eind van het Oostvaardersdiep.

Met dat al gaat thans van het IJ een geduchte verzilting naar het IJsselmeer uit. De meeste 'chloorkaartjes' die de uitkomsten van de zouttochten weergeven (fig. 69), laten een verzoute zuidwestelijke hoek zien.

Zoutrekening

Nadat alle bijdragen tot het zoutbezwaar waren bekeken, kon de balans worden opgesteld. In het verslag van de Commissie Drinkwatervoorziening Westen des Lands is een tabel opgenomen waaruit de gemiddelde kwaliteit van het IJsselmeerwater is aangegeven voor een tijdstip kort na de verzoeting (1938) en (in 1950) na het droogmaken van de Noordoostpolder. Wij kunnen nu die tabel aanvullen met de getallen voor de tegenwoordige toestand (1970) en voor de situatie die zal ontstaan wanneer het IJsselmeer zijn definitieve omvang zal hebben gekregen (1974?). Die nieuwe waarden berusten op de geregeld verzamelde gegevens voor de waterbalans van het meer (tabel 20).

Wij mogen de nauwkeurigheid van al die getallen niet al te hoog aanslaan. In het gemiddelde chloorcijfer van één zouttocht zit zeker een speling van 10 ppm Cl', een enkele keer nog veel meer. Het zoutbezwaar is voor elke post zo goed mogelijk geschat, maar het blijft een schatting.

De kolommen voor 1950 berusten op de aanname dat een 'zorgvuldig' beheer wordt gevoerd. Door bijzondere maatregelen zou een nog iets beter resultaat kunnen worden verkregen. Die maatregelen zijn nog altijd in reserve. De getallen voor 1970 zijn afgeleid uit de waarnemingen uit het laatste decennium en zij gelden dus voor het beheer dat na de oorlog is gevoerd. De cijfers zijn iets aan de veilige kant gehouden.

67. De Hardersluis en de dam van Flevoland naar
Harderwijk.



DE SLUIZEN BIJ NIJKERK

68. Opbouw.



69. Bouwput.



70. Gereed.



DE HOLLANDSE BRUG BIJ MUIDERBERG

71-72. Maken van het brugdek en gereed.



DE HOLLANDSE BRUG BIJ MUIDERBERG

73. De landverbinding tussen Flevoland en de Randstad. De dijk ten oosten van Muiderberg is in de loop der eeuwen ten minste negen keer doorgebroken. De bochten in de dijk en de daarbij overgebleven kolken (wielen) zijn er de sporen van.

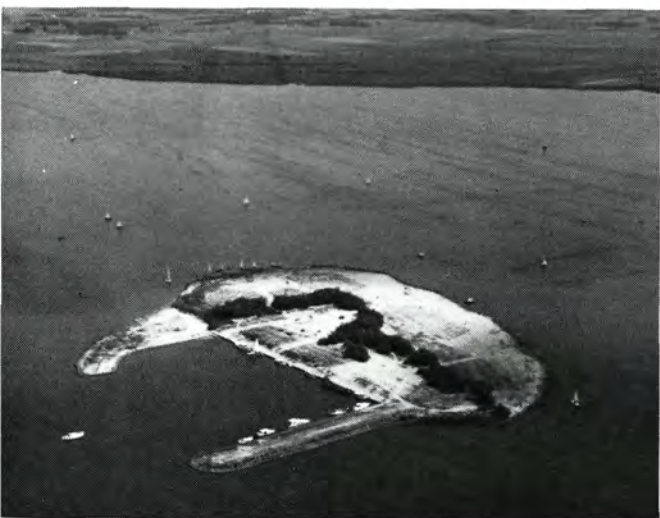
Als de dijk Enkhuizen-Houtrib is gesloten, zal de dijk de derde waterkering worden.



74. Marken komt in verbinding met het vasteland.



75. Eiland in IJmeer. Rechts achter: de brug naar Muiderberg en daar weer achter het Gooi, het Gooimeer en het nog niet droge Zuidelijk Flevoland.



76. Aqua-camping in het Veluwemeer.

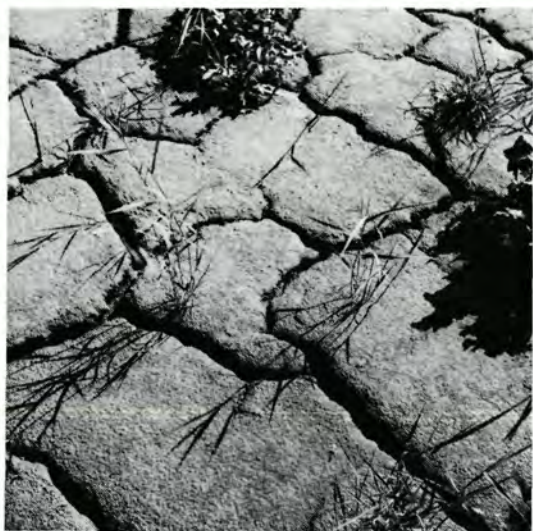


77. Het Vogeleiland in het Zwarte meer.

78. Helemaal droog
is de polder na
het leegmalen
toch niet.



79. Spontane
begroeiing.

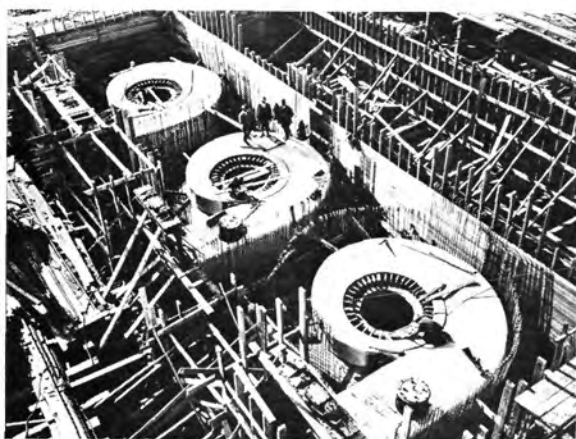


DE POLDERGROND VALT DROOG

80. De drogende klei scheurt.



81. 1928. De bouwput buiten de zeedijk bij Medemblik en de dijk van de Wieringermeer.



82. Bekistingen van de slakkenhuizen van de pompen.



83. Waaier van een pomp.



84. De nog niet leeg-
gemalen polder kan
het gemaal nog hevig
aanvallen.

85. De Smeenge heeft zijn aandeel geleverd aan het droogmalen van de Noordoostpolder. Ook de Voorstersluis is in bedrijf.

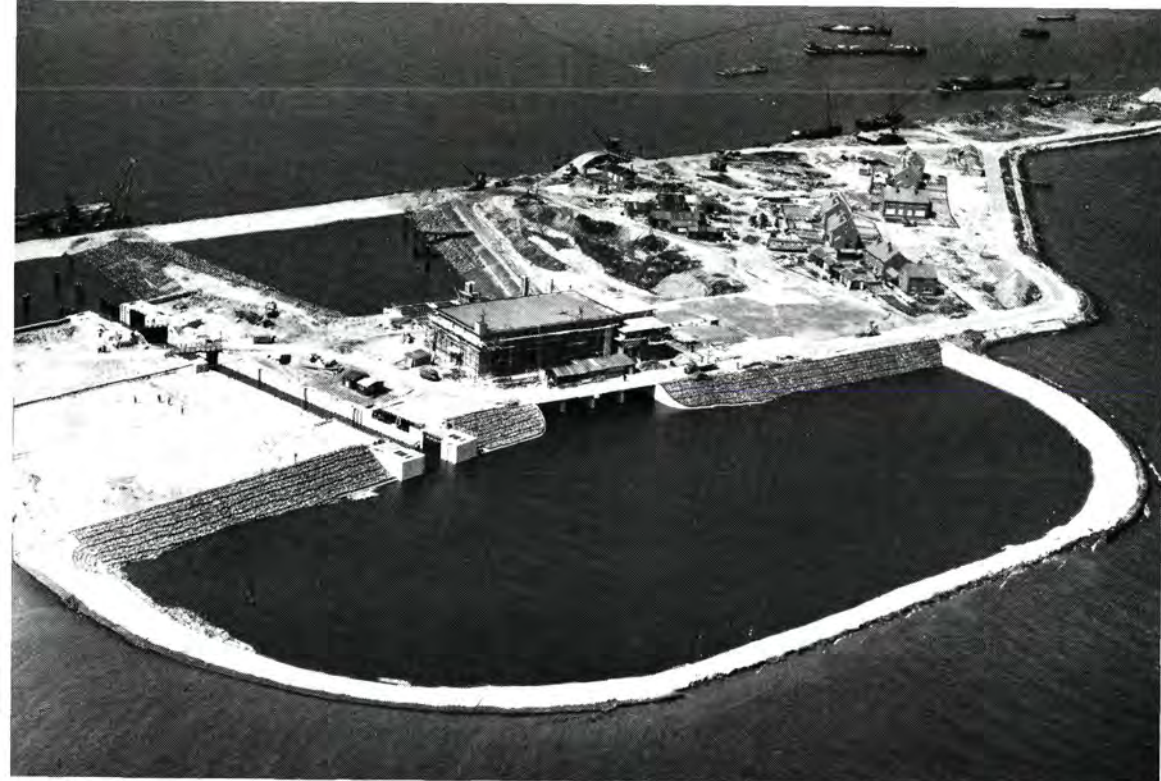


86. De Ketelhaven in wording. De Colijn, in de bouwput, geflankeerd door de Ketelhaven (rechts) en de inlaatduiker.



87. De ringdijk om de bouwput van de Lovink wordt opgeruimd.





88. De Wortman
en de
Noordersluis
in de, reeds
volgelopen,
bouwput.



89. De polder-
zijde van
Wortman en
Noordersluis.

HET GEMAAL WORTMAN

TABEL 20. JAARREKENINGEN VAN WATER EN ZOUT VOOR HET IJSSELMEER
GEMIDDELDE OMSTANDIGHEDEN

Water in miljarden kubieke meters. Zout in miljoenen kg chloor-ion

	1938		1950		1970		1974?	
	water	zout	water	zout	water	zout	water	zout
Regen	2,3	5	2,0	5	1,4	3	0,85	2
IJssel	8,53	470	8,53	730	8,35	1200	8,75	1350
Hoge gronden	3,36	135	3,36	135	5,45	350	4,25	275
Polders oude land	0,96	205	0,96	215				
Wieringermeer	0,15	400	0,15	300	0,15	445	0,15	445
Noordoostpolder	—	—	0,3	300	0,45	140	0,45	140
Flevoland	—	—	—	—	0,9	325	0,3	100
Markerwaard	—	—	—	—	—	—	—	—
Diffusie	—	290	—	140	—	25	—	20
Noordzeekanaal	0,10	480	0,10	230	0,15	300	—	—
IJmeer	—	—	—	—	—	—	0,1	225
Afsluitdijk {	Kwel	5	—	35	—	35	—	40
	Schutten	420	—	225	—	800	—	700
	Lek	195	—	35	—		—	
Reductie noordelijk zout	—	—	—	—	—	-470	—	-350
Totaal (afgerond)	15,4	2605	15,4	2350	16,85	3150	14,85	2950
Verdamping	2,3	—	2,0	—	1,35	—	0,8	—
Noordzeekanaal	2,5	2605	2,5	2305	0,35	3150	—	—
IJmeer					—		0,5	2950
Overig inlaten					0,45		0,5	
Spuien Afsluitdijk	10,6	—	10,9	—	14,7	—	13,05	—
Gemiddeld gehalte	200 ppm		175 ppm		205 ppm		210 ppm	
Grafisch is dit alles weergegeven in fig. 68 (blz. 268).								

In de toekomstverwachting wemelt het van de onzekerheden. Voor de IJssel is aangenomen dat de vervuiling door de industrie blijft toenemen en dat de Rijnkanalisatie in bedrijf zal zijn. Daardoor komt er een groter deel van het Rijnwater in het IJsselmeer terecht. Omdat dit gebeurt in perioden van lage rivierstand, stijgt de toevoer van zout relatief meer dan die van water. De afwatering van het oude land zal gedeeltelijk van het IJsselmeer overgaan op de IJboezem. Dit is in nog sterkere mate het geval met de Zuidelijke IJsselmeerpolders. De Markerwaard zal het IJsselmeer in het geheel niet belasten en van het zout uit Flevoland zal het grootste deel buiten het IJsselmeer blijven. De post 'Noordzeekanaal' wordt vervangen door 'IJmeer', waarover eigenlijk nog niets verstandigs kan worden gezegd.

Luchtbellenschermen en elektrifikatie van de kleine schutsluis op het KWZ (2.4.2, blz. 181)

motiveren de vermindering van het van de Afsluitdijk afkomstige zout. De reductie van het 'noordelijke' zout is bij WDL verwerkt in de posten Wieringermeer (20 percent) en Afsluitdijk (de helft). Die voor 1974 is lager geraamd dan die voor 1970, omdat het spuien door de Stevin- en Lorentzsluizen zal afnemen.

Wanneer de plannen doorgaan om ook IJsselmeerwater te gebruiken voor de voorziening van Holland tussen IJ en Maas (4.6, blz. 291) dan zal er veel meer water naar het zuiden moeten worden afgetapt dan het halve miljard dat in de tabel staat. Dat betekent een verdere vermindering van het spuien door de sluizen in de Afsluitdijk en dus nog verder doordringen van het daarvandaan afkomstige zout. In een extreem geval zou het 'gemiddelde' zoutcijfer kunnen stijgen tot bijna 250 ppm Cl-ion. Dat is heel wat meer dan 175 ppm van de voorspelling van 1935, die overigens niet geldt voor de definitieve toestand met het kleine IJsselmeer.

Wat is de conclusie? De Rijn is een grote tegenvaller. Als die niet verder was verzout dan in 1950 het geval was, dan waren we weer op een algemeen gemiddelde van 175 ppm Cl-ion uitgekomen. Dat is te danken aan de inrichting van de zuidelijke polders in de afgesloten Zuiderzee, waarbij het afleiden van het zout in de richting van IJmuiden een heel grote rol speelt.

Variaties van het zoutgehalte

Tot dusver hebben we het alleen gehad over het algemeen gemiddelde en niet over de variaties van plaats tot plaats en van tijd tot tijd.

Wat het eerste betreft, er zijn gedeelten van het IJsselmeer waar het zoutgehalte vrijwel altijd hoger is dan het gemiddelde. Wie water van goede kwaliteit wil hebben, moet het niet zoeken in de omgeving van Den Oever of van het Kornwerderzand en evenmin bij de grote poldergemalen of bij de uitwateringsluizen van de Noordhollandse polders.

Laag is het gehalte in de regel in de zuidoostelijke hoek van het IJsselmeer, in het bijzonder langs de dijk ten zuidoosten van Urk. Ook bij de noordwestelijke hoek van Westfriesland (de Ven) zijn de omstandigheden vrij gunstig. Meestal is ook daar het zoutgehalte lager dan het gemiddelde over het meer.

In de periode 1960 t/m 1970, die zowel het droge jaar 1964 als de daarop volgende natte jaren omvat, bereikte het chloridegehalte van de IJssel, evenals dat bij Urk en bij de Ven, en ook het gemiddelde over het hele meer juist 300 ppm. Daar staat voor het gemiddelde een minimum tegenover van 130 ppm. Op Urk en bij de Ven zijn gehalten waargenomen van minder dan 75 ppm.

Hieruit blijkt dat er ook een grote variatie is met de tijd. Om te beginnen is er een jaarlijkse gang. De toevoer van zout varieert niet zo heel veel in de loop van het jaar, maar die van water wel. Bij de tegenwoordige omstandigheden (1970) rekenen we op een maximum van 235 en een minimum van 180 ppm. De jaarlijkse gang is groter geworden, omdat de inhoud van het meer nu veel kleiner is dan vroeger. Het bevat nu 8 miljard m³ water tegen 12½ in het begin en 11 na het afscheiden van de Noordoostpolder. In het definitieve IJsselmeer zal nog maar 5½ miljard m³ water zijn en daardoor zal de jaarlijkse gang nog groter worden.

Intussen bestaat er geen 'gemiddeld' jaar. De omstandigheden wijken bijna altijd af van het gemiddelde over lange tijd. Natte jaren, die, zoals we zagen handhaven van het peil van het IJsselmeer kunnen bemoeilijken, zijn gunstig voor de kwaliteit van het water. In 1967 was het algemeen gemiddelde omstreeks 150 ppm, het maximum 180 en het minimum 130. Daartegenover staat, als vertegenwoordiger van het andere uiterste, 1964, waarin deze waarden alle drie ruim honderd ppm hoger lagen.

Heel ongunstig is een opeenvolging van twee droge jaren. WDL gebruikte de toen juist afgelopen periode 1933–1934 om te zien wat er zou gebeuren als de omstandigheden van die jaren zich omstreeks 1950 zouden herhalen. Zij kwam toen tot een hoogste waarde van 280 ppm voor het gemiddelde gehalte over het meer. Als we de berekening overdoen voor de toestand van thans en met de nu bekende gegevens, komen we tot rond 350 ppm.

Het zoutgehalte in de loop der jaren

Die jaren 1933–1934 vielen in de periode na de afsluiting van de Zuiderzee, waarin het Zuiderzeezout moest worden weggespuid, de periode van ontzilting. De ontzilting is toen sterk vertraagd (fig. 70), maar omdat de volgende jaren tot de natte behoorden, is de verzoeting toch in de verwachte tijd van omstreeks vijf jaar voltooid. In maart 1937 was het gemiddelde gehalte gedaald tot 165 ppm. In het zuidwesten moet nog wat zout uit de Zuiderzeeperiode zijn achtergebleven, want het gehalte lag daar wat meer boven het algemeen gemiddelde dan later normaal was.

Het vervolg van het diagram laat zien dat ten aanzien van de hoedanigheid van het water even grote variaties zijn opgetreden, als met de hoeveelheid het geval was (fig. 71). Het toont de afwisseling van natte en droge jaren en ook hier heeft de oorlog zich laten gelden.

Tweemaal, in 1940 en in 1945, heeft het inlaten van zeewater het beeld verstoord. Beide keren is het onmogelijk geweest dadelijk een zouttocht te ondernemen, zodat we niet

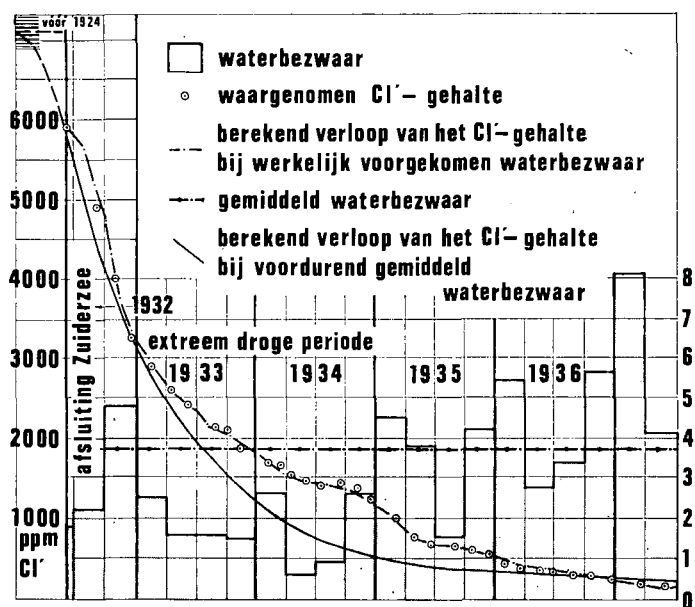


Fig. 70. De ontzilting van het IJsselmeer

precies weten hoe ver het zout is doorgedrongen. Zeker is het dat het grootste deel in korte tijd weer is weggespuid naar de Waddenzee.

De eerste maal, in 1940, liep het gehalte weer terug tot de laagste waarde die ooit in het IJsselmeer is waargenomen, en die ook nooit meer zal worden bereikt, namelijk 90 ppm Cl^- . Het viel aan het eind van een natte periode, die in 1939 begon en in de loop van 1941 plaats maakte voor een droog tijdvak dat, met enkele onderbrekingen, duurde tot eind 1964. Daar kwam nog bij dat in de oorlogsjaren het onderhoud van de sluizen te wensen overliet, waardoor veel zout water naar binnen lekte. Het duurde tot ver in 1949 eer alles weer normaal was. De hoge pieken van het diagram in 1947 en in 1949 zouden bij intacte sluizen veel lager zijn geweest, maar in 1949 zou toch de grens van 300 ppm zijn overschreden.

Later is dat niet meer gebeurd. Weliswaar gaf één zouttocht, in november 1964, een gehalte van 306 ppm, maar deze uitkomst is vrij zeker te hoog. Een chloridegehalte van meer dan 300 ppm is een grote zeldzaamheid, al is het niet zo extreem als in 1935 werd ondersteld. Een zeer droge periode, zoals die welke toen als voorbeeld diende, is in de laatste eeuw vier keer voorgekomen, namelijk 1871–1875, 1920–1921, 1933–1934 en 1946–1950. De recente droogte van 1963–1964 is maar weinig beter geweest. Het stemt tot tevredenheid dat deze nog zo betrekkelijk goed is afgelopen, ondanks het feit dat de Rijn toen al sterk was bedorven.

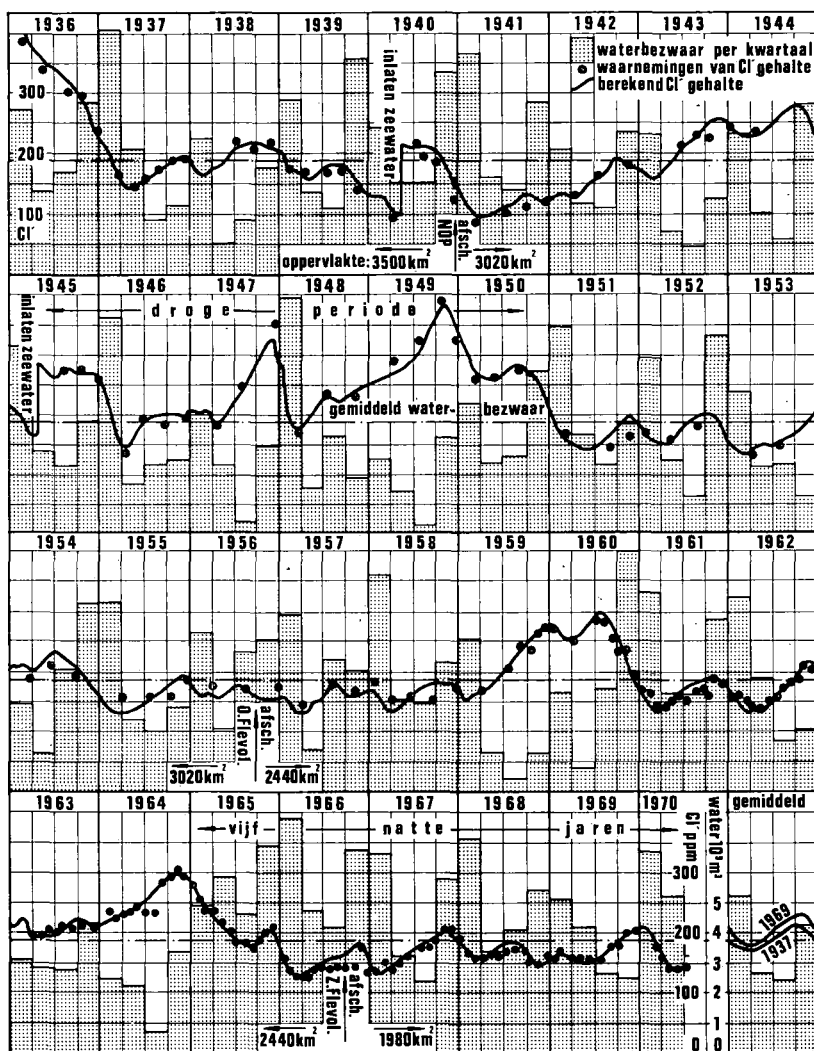


Fig. 71. Zoutgehalte van het IJsselmeerwater (ppm Cl')

Wil men zich dekken tegen de zo juist genoemde extremen, dan moet in de eerste plaats op de IJboezem een streng beheer worden gevoerd. Het toekomstige gemaal te IJmuiden, dat die boezem zal bemalen, zal daarvoor van grote waarde zijn. Verder moeten bij de Afsluitdijk de maatregelen worden genomen die WDL al heeft genoemd. Daarbij hoort ook het rechtstreeks naar de Waddenzee leiden van het uitslagwater van het gemaal Leemans van de Wieringermeerpolder.

Het spreekt vanzelf dat geregeld wordt nagegaan of het verloop van het zoutgehalte klopt met de verwachting. Deze wordt uitgedrukt door de getallen van tabel 20 (blz. 279). Voor elke verstreken periode (een maand of een jaar) is een aantal posten van de zoutrekening gemeten (IJssel, Zuiderzeepolders). De overige posten worden geschat op grond van meteorologische gegevens. Zo wordt telkens bepaald met hoeveel miljoen kilogram de in het IJsselmeerwater aanwezige hoeveelheid Cl' is veranderd.

De werkelijke gang van zaken wordt vastgelegd door de zouttochten. Tussen 1932 en 1970 zijn er daarvan bijna 250 uitgevoerd, waarbij meer dan honderdduizend kilometer is gevaren en die samen zowat vijftigduizend getallen hebben opgeleverd. Telkens als een zouttocht is gemaakt, kan de uitkomst van de berekening worden gecontroleerd.

Het resultaat is zeer bevredigend. Om overeenstemming te krijgen, moeten de geschatte posten vooral niet aan de ruime kant worden genomen. Daaruit volgt dat er geen post is onderschat en ook dat er geen post van enig belang over het hoofd is gezien. En dat wetigt de zekerheid dat kan worden vertrouwd op de voorspelling voor de toekomst.

Tengevolge van de catastrofale toeneming van de hoeveelheid zout die door de Rijn wordt afgevoerd, kon de toekomstvisie uit 1935 niet worden gehandhaafd. Voor het overige is die visie juist gebleken. Wij zijn er zeker van dat het water van het IJsselmeer, voor zover het zoutgehalte aangaat, bruikbaar is en zal blijven voor de doeleinden waarvoor het is bestemd.

Samenstelling van het zout

Tot dusver is alleen het gehalte aan chloor, beter gezegd chloor-ionen (Cl') besproken. Een enkel woord over andere ionen, die het chloor vergezellen. De belangrijkste zijn de anionen van zwavelzuur (SO₄'') en hydrocarbonaat (HCO₃') en de kationen van natrium (Na⁺), calcium (Ca⁺⁺) en magnesium (Mg⁺⁺). De verhouding tussen deze componenten is in zeewater geheel anders dan in het water van de Rijn. Het grondwater onder het IJsselmeer komt in dit opzicht het meest overeen met zeewater. Het bevat relatief meer HCO₃' en Ca⁺⁺. Het water van het IJsselmeer, dat een mengsel is van de drie, vertoont verhoudingen die in het oosten, in het Ketelmeer, die van de rivier nabij

TABEL 21. GEMIDDELDE IONENCONCENTRATIE IN IJSELMEERWATER

Cl'	SO ₄ ''	HCO ₃ '	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
200	90	155	130	70	15	ppm

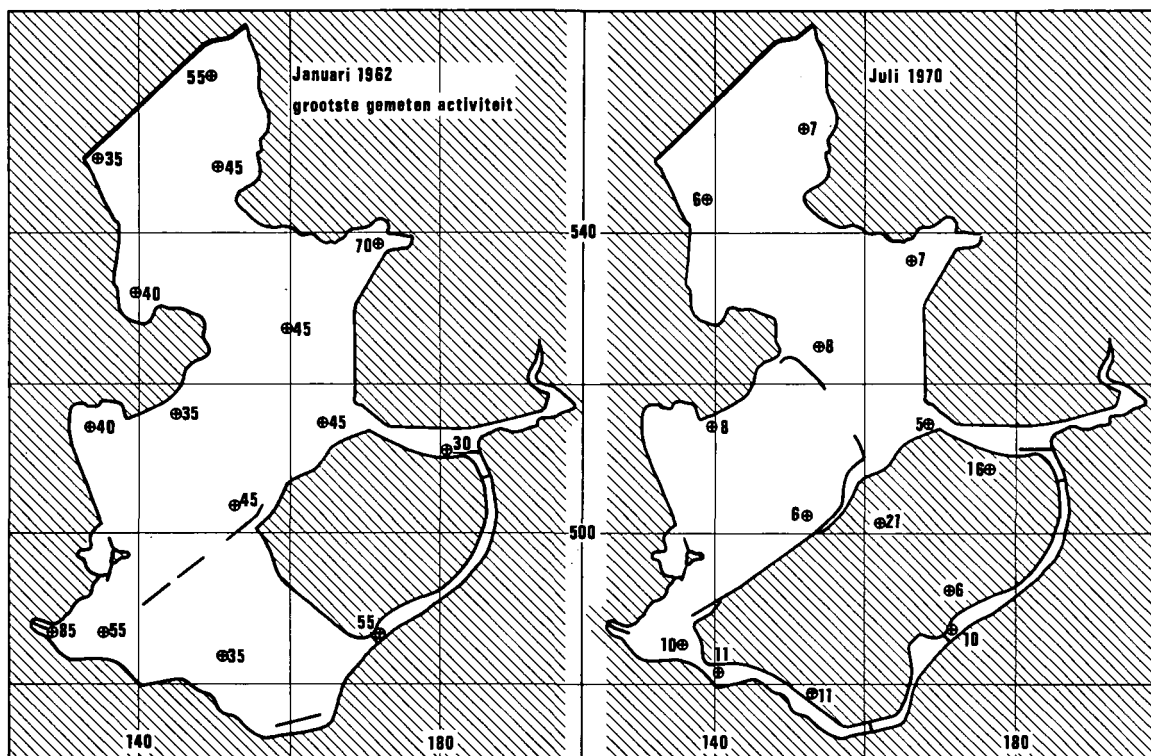


Fig. 72. β -radioactiviteit van het IJsselmeerwater (pC per liter)

komen. In het zuidwesten en in het noorden is de invloed van het zeewater goed merkbaar.

Het natriumgehalte schommelt vrijwel evenveel als het chloorgehalte. De variaties in de andere zijn veel kleiner. Het vrij hoge calciumgehalte wijst er op dat de hardheid van het IJsselmeerwater tamelijk groot is.

Radioactiviteit

Met geregelde waarnemingen van de radioactiviteit van het IJsselmeerwater is begonnen in 1958. Een aantal monsters (8 tot 14) wordt telkens onderzocht op totale β -activiteit. Deze wordt uitgedrukt in picocurie (pC) per liter water.

Evenals het zoutgehalte, wisselt de radioactiviteit sterk van punt tot punt (fig. 72). In de variaties is geen lijn te ontdekken. Soms komt de hoogste waarde in het ene deel van het meer voor, dan weer in een ander. Dientengevolge is ook niet uit te maken wat de oorzaak van de activiteit is. Ongetwijfeld speelt het IJsselwater een rol. De IJssel heeft echter bijna steeds een lagere waarde dan het gemiddelde over het meer. Er moet dus nog minstens één andere oorzaak zijn. Misschien is regen de belangrijkste.

Als er ergens op aarde een serie kernontploffingen (in de atmosfeer) heeft plaats gevonden, gaat de radioactiviteit van het IJsselmeerwater omhoog. Het begon al dadelijk in 1958. De gemiddelde waarde, eerst omstreeks 15 pC per liter, steeg in december tot 35. Toen is, ten zuidwesten van Urk, de grootste activiteit gevonden die tot dusver in het IJsselmeer is geconstateerd, namelijk 90 pC per liter. Dit is heel wat hoger dan de waarde van vóór 1945, die wij niet kennen, maar die minder dan 8 pC per liter zal zijn geweest. Het is gelukkig nog een eind onder waarden die als bedenkelijk moeten worden beschouwd.

In 1959-1961 liep de activiteit weer terug tot ruim 10 pC per liter, maar toen kwam de volgende stoot, die het gemiddelde deed stijgen tot 48 pC (januari 1962). Nadat het weer was gedaald tot 20, volgde een derde vergroting van de atmosferische besmetting. In mei 1963 is een gemiddelde van 38 gemeten.

Sindsdien beheersen de kernmachten zich beter, althans boven de grond. In het IJsselmeerwater kwam dat tot uiting in een geleidelijke daling van de activiteit. Sedert het eind van 1967 is de totale β -activiteit van het IJsselmeerwater vrijwel constant, gemiddeld omstreeks tien picocurie per liter, of iets daar onder.

Andere verontreinigingen

Behalve op de anorganische verontreiniging van het water moet terdege worden gelet op de organische en bacteriologische. Voorlopig is het zelfreinigend vermogen van het meer groot genoeg om deze onder de knie te houden. Op de zeer lange duur dreigt echter het gevaar van eutrofiëring van het water door opeenhoping van nitraten en fosfaten, dus van stikstof en fosfor, die bij de biologische processen vrij komen en ongewenste algenbloei kunnen veroorzaken. Zij worden slechts voor een deel met het spuiwater afgevoerd naar de open zee. Bij de reeds lang onderkende problemen heeft zich een nieuw gevoegd.

En dat is nog niet het enige. Het zou een wonder zijn, als 'de olie' ook hier niet uit de hoek kwam. Bij exploratie- (en later misschien ook exploitatie-) boringen bestaat het risico dat grote hoeveelheden olie in het meer komen. Men kan nu wel, zoals dat heet, de boringen omgeven met alle waarborgen voor de veiligheid, maar de kwade kans is nooit *geheel* te vermijden. Natuurlijk is de mogelijkheid van het winnen van olie in het IJsselmeer van groot economisch belang, maar dat valt toch in het niet bij de waarde van het enige reservoir in Nederland waar een werkelijk grote voorraad water van behoorlijke hoedanigheid wordt bewaard. De vraag moet worden beantwoord of het wel verstandig is in het IJsselmeer naar olie te zoeken. U begrijpt wat mijn antwoord zou zijn, als ik het zou moeten geven.

Een andere kant van het olievraagstuk betreft het transport over het meer van stoffen die ontoelaatbare verontreiniging kunnen veroorzaken. Al enige keren hebben kleine tankschepen die met olie waren geladen, schipbreuk geleden. Het is telkens nog goed afgelopen, omdat de hoeveelheid olie die in het meer terecht kwam, niet groot was. Bovendien betrof het aldoor vluchtige olie, die grotendeels verdampte vóór hij schade kon aanrichten.

De reactie hierop is tweeledig. Enerzijds wordt gezocht naar middelen om gemorste olie te localiseren en verspreiding te voorkomen. Anderzijds is het nodig dat er voorschriften worden gemaakt waaraan de schepen moeten voldoen om in het IJsselmeer te varen, althans om er lading mee te vervoeren. Het mag niet meer gebeuren, dat olie of een andere gevaarlijke stof wordt vervoerd in een vaartuig dat nauwelijks meer is dan een wrak.

Gevaar dreigt ook van de omliggende landstreken en vooral van de Rijn. Van de industrie of van de landbouw afkomstige vergiften en organische stoffen kunnen in het IJsselmeer terecht komen. Het behoud van de kwaliteit van het IJsselmeerwater eist beheersing van de vervuiling van de Rijn.

Een catastrofe op de Rijn is voor het IJsselmeer bijzonder ernstig. Door de Waal en door de Nederrijn-Lek trekt een golf vergiftigd water in een betrekkelijk korte tijd heen. Het is een kwestie van dagen, hoogstens een paar weken, tot het westelijke rivierenstelsel weer is doorgespoeld. Bij het IJsselmeer ligt het anders. Een waterdeeltje dat daarin terecht komt, blijft er gemiddeld maandenlang. Zelfs als het IJsselmeer tot zijn kleinste omvang is teruggebracht, zal na twee maanden nog meer dan de helft en een jaar na de ramp nog een tiende deel van de oorspronkelijke verontreiniging in het meer zijn overgebleven.

Dat risico mag niet worden aanvaard. Verschillende maatregelen zijn mogelijk. Het meer kan in tweeën worden gedeeld, zodat niet het gehele meer wordt aangetast. Ook kan een deel van het meer worden afgescheiden om te dienen als opslagplaats van water van extra goede kwaliteit. Een ander middel is om niet alleen de Nederrijn-Lek te kanaliseren, maar ook de IJssel. De bovenste IJsselstuw zou moeten beletten dat het vergiftigde water de IJssel afstroomt.

Het zijn allemaal zeer kostbare maatregelen, maar dat mag niet beletten dat er iets wordt gedaan. Goed IJsselmeerwater is een kostbaar bezit.

4.6. HET IJSSSELMEER ALS LEVERANCIER VAN ZOET WATER

Waar gaat het zoete water heen?

In zijn vierde technische nota beschreef Lely de mogelijkheid om water uit het IJsselmeer te brengen naar daaromheen gelegen gebieden die daaraan behoefte hebben. Hij noemde Friesland, Noord-Holland benoorden het IJ en misschien Amstelland, samen 4740 km². In droge tijden rekende hij op een waterschijf van 1½ millimeter per dag, dat zou voor het hele gebied 7 miljoen kubieke meter per dag, dus 200 miljoen kubieke meter per maand zijn. Hij liet zien dat het IJsselmeer in den regel deze hoeveelheid wel kan leveren. Alleen in het bijzonder droge jaar 1874 zou tengevolge van de wateronttrekking het peil van het meer in twee maanden (juni en juli) een decimeter dalen. Vandaar het voorstel om telkenjare in de lente het normale spuien een tijdlang te staken en zodoende het meer op te zetten tot een zomerpeil van twintig centimeter onder NAP (figuur 56). Het zou dan hoog genoeg zijn om de hele zomer water in te laten. In Friesland, dat de grootste portie werd toegedacht, zou daartoe een extra inlaatsluis moeten worden gebouwd.

Deze opzet van Lely was nog geldig toen werd begonnen met de Zuiderzeewerken. De commissie Lovink (1922–1924) vestigde nog eens de aandacht op het grote belang van de voorziening van de omringende landen met zoet water uit het IJsselmeer, maar sprak zich niet uit over de benodigde en de beschikbare hoeveelheden water en evenmin over de vraag of het IJsselmeer water van de gewenste hoedanigheid zou kunnen leveren.

De commissie 'Drinkwatervoorziening Westen des Lands' (WDL, 1931–1939) heeft een uitvoerig en systematisch, men mag zeggen wetenschappelijk gefundeerd, onderzoek ingesteld, dat de in par. 4.5 beschreven resultaten heeft opgeleverd. Het is in de eerste plaats gericht op de drinkwatervoorziening, die tot dusver buiten beschouwing was gebleven. De sterke toeneming van de door de centrale watervoorziening geleverde hoeveelheid water maakte dat men ging omzien naar andere bronnen dan de gebruikelijke (rivieren, duinen, grondwater). Het IJsselmeer was een van de mogelijke nieuwe bronnen. Voor dat meer, dat in zijn waterrekening met miljarden kubieke meters per jaar werkt, is de voor de drinkwatervoorziening benodigde hoeveelheid niet exorbitant hoog. In 1938 was het jaargebruik in het westen des lands bijna 150 miljoen m³. De commissie raamde voor 1970 ruim 270 miljoen en voor het jaar 2000 bijna 400 miljoen. Tussen twee haakjes, die eerste raming is nu te controleren; het is 430 miljoen geworden.

De eisen die de watervoorziening van de landbouw aan het water stelt, zijn eigenlijk dezelfde als die gelden voor de centrale watervoorziening ten behoeve van huishoudelijk

gebruik en industrie. Men mag dus de studie voor drinkwater toepassen op al het water dat door het IJsselmeer wordt geleverd.

Het gebied waarheen het water zou gaan is opnieuw beschouwd in het licht van de veranderingen in de omstandigheden die waren opgetreden sinds Lely's tijd. Eén daarvan is de grotere betekenis van bemaling. De moderne gemalen zijn veel economischer dan die van de 19e eeuw en daarom ziet men er minder tegen op om IJsselmeerwater te brengen naar streken waar de waterstand hoger is dan het IJsselmeerpeil. Daardoor vallen delen van Groningen en van Overijssel onder het invloedgebied van het IJsselmeer. WDL kwam nu tot een totaal voorzieningsgebied van 8000 km², waarin de Wieringermeerpolder en de Noordoostpolder zijn begrepen.

Aanvullen en doorspoelen

De benodigde hoeveelheid water is gesplitst in die welke nodig is voor aanvulling van watertekort door verdamping van grond en van gewas in het polderland, en een veel grotere hoeveelheid die wordt gebruikt om de boezemwateren in Friesland en Noord-Holland door te spoelen. Zodoende wordt het zout teruggedrongen dat, vooral bij de schutsluizen, de boezems binnenkomt. Voor een 'normaal' jaar wordt voor aanvullen en doorspoelen tezamen gerekend op omstreeks 1300 miljoen m³, waarvan het aandeel van elk der maanden juni en juli bijna 300 miljoen is. Voor droge maanden wordt gerekend op ruim 350 miljoen. Per eenheid van oppervlak is dit evenveel als de waarde die Lely opgaf. Daaruit blijkt weer eens, hoe knap Lely was in het maken van globale schattingen.

Er is echter een nieuw aspect, waarop Lely niet kon rekenen, omdat het in zijn tijd nauwelijks bestond. Dat is de verzouting van het Noordzeekanaal, die pas ernstig is geworden na het in gebruik nemen van de Noordersluis van IJmuiden (1930) en de gedurige toeneming van de zeescheepvaart. Water van de verzilte buurman komt, vooral door de Oranjesluizen, op het Buiten IJ terecht. Het enige dat er op zit om verspreiding over het meer tegen te gaan, is het zout met IJsselmeerwater terug te spoelen naar het Noordzeekanaal. Men rekende dat daarvoor nog eens een miljard kubieke meter water per jaar nodig zou zijn, voornamelijk in de zomermaanden.

TABEL 22. GEBRUIK VAN IJSSELMEERWATER VOLGENS WDL

<i>miljoenen m³</i>	<i>j</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>j</i>	<i>j</i>	<i>a</i>	<i>s</i>	<i>o</i>	<i>n</i>	<i>d</i>	<i>jaar</i>
Aanvullen	—	—	—	—	60	116	127	96	49	—	—	—	450
Doorspoelen	—	—	—	123	151	169	165	134	98	—	—	—	840
Noordzeekanaal	44	69	77	104	114	121	120	108	96	68	56	39	1020
Drinkwater	14	14	16	16	18	20	20	20	18	16	14	14	200
Totaal	60	80	90	240	340	430	430	360	260	80	70	50	2500

De onnauwkeurigheid in al deze waarden is natuurlijk groter dan een miljoen m^3 . Toch kan bij de maandcijfers van de onderdelen het laatste cijfer niet worden gemist. De sommen zijn afgerond op tientallen en het algemeen totaal is aangegeven tot op honderden miljoenen. Het resultaat is dat er moet worden gerekend op twee en een half miljard m^3 in een normaal jaar. In een droog jaar wellicht drie miljard, waarvan in juni en juli elk een half miljard.

Afgenomen hoeveelheden

Wat is er tot dusver terecht gekomen van de toekomstvisie van WDL?

Van drinkwater nog niet veel, want men heeft er lang over gedelibereerd eer het besluit viel om een grote prise d'eau aan het IJsselmeer in te richten. Het voornaamste bezwaar was het grote gehalte aan slib. Nu neemt het provinciaal waterleidingbedrijf van Noord-Holland, het PWN, bij Andijk IJsselmeerwater in zijn leidingnet op. Er is voorlopig gerekend op een jaarcapaciteit van 20 miljoen kubieke meter.

Het Noordzeekanaal heeft tot dusver in geen enkel jaar de miljard m^3 waarop was gerekend, ingelaten. Sinds, kort na het eind van de wereldoorlog, normale omstandigheden heersen, is in twee jaren, 1951 en 1968, ongeveer de helft bereikt. De overige jaren was het meestal veel minder, soms niet veel meer dan honderd miljoen. Het zou wel mogelijk zijn meer water bij de Oranjesluizen in te laten, maar een sterke verzoeting van het Binnen IJ en het Noordzeekanaal zou toch niet zijn bereikt. De aanvoer van zout bij IJmuiden is zó groot en het kanaal is nu zó ruim, dat de beschikbare hoeveelheden zoet water lang niet voldoende zijn om het zoute water in het kanaal tegen te houden. Het doordringen van het zout uit het Noordzeekanaal in het IJsselmeer zou echter sterker worden beperkt dan nu al het geval is, als er meer IJsselmeerwater voor zou worden gebruikt.

De andere gebieden die het zoetwater gebruiken voor aanvullen en doorspoelen, doen het ook met minder water dan hun was toegedacht. Ze hadden meer kunnen krijgen, want de vrijwillige rantsoenering in droge tijden waartoe de grote belanghebbenden zich bereid hadden verklaard, is nog nooit toegepast. Eén keer heeft het er naar uitgezien, toen na het droge jaar 1959 ook 1960 weer droog werd. Juist op tijd kwam de regen, ging ook de rivier wassen, en was er weer genoeg water beschikbaar.

Blijkbaar is men in Friesland en bij de Schermerboezem in Noord-Holland tevreden met kleinere hoeveelheden, die toch nog imposant genoeg zijn. Friesland heeft per jaar omstreeks 200 miljoen m^3 ingelaten, met uitschieters in droge jaren: 300 miljoen in 1964 en 600 miljoen in 1959. In vroegere droge jaren (1947 en 1949) was men in Friesland blijkbaar nog niet ingesteld op het inlaten van zoet water. Schermerboezem ge-

bruikte kort na de oorlog 100 miljoen m³. Geleidelijk is dit opgelopen tot 200 miljoen, alweer met uitschieters in de droge jaren.

Afwijkend van de verwachting, wordt ook in de wintermaanden water onttrokken aan het IJsselmeer, hoewel in mindere mate dan in de zomer. In de zestiger jaren viel ongeveer een kwart van de hoeveelheid in het winterseizoen, oktober tot en met maart.

In tijden van waterschaarste moet een keus worden gemaakt tussen weinig water van behoorlijke kwaliteit en wat meer water met wat hoger zoutgehalte. In het eerste geval gaat men door met spuien door de Stevin- en Lorentzsluizen, waardoor het van die sluizen afkomstige zout enigermate wordt tegengehouden en dus het zoutgehalte van het IJsselmeerwater niet zo hoog wordt als in het andere geval. Daarin wordt al het water beschikbaar gehouden voor het omringende land. In 1964, toen men voor deze vraag stond, hebben de gebruikers gekozen voor de grotere hoeveelheid, waarbij het offer van iets minder goede hoedanigheid is aanvaard.

Met de hoeveelheid water die tot dusver is ingelaten, is in Noord-Holland benoorden het IJ en in Friesland een radicale verbetering verkregen. Men mag zeggen dat de verwachtingen die dienaangaande bestonden, ruimschoots in vervulling zijn gegaan.

Voorraadvorming

In droge jaren is daartoe een beroep gedaan op de voorraad water, die in het voorjaar wordt gevormd door het meer op te zetten tot het zomerpeil. Dit geschiedde bijvoorbeeld in 1959, toen half oktober het grootste deel van de voorraad was opgemaakt. Nadat omstreeks een half miljard kubieke meter was verbruikt, was de droogteperiode voorbij. Er resteerde toen nog een voorraad van honderd miljoen (fig. 57, blz. 240).

Wanneer het IJsselmeer is verkleind tot zijn definitieve omvang, zal de watervoorraad tussen zomerpeil en winterpeil nog maar de helft zijn van wat hij in 1959 was. Het oppervlak is dan immers de helft (1230 tegen 2440 km²). Om de voorraad dan groot genoeg te houden, moet het niveauverschil tussen zomer- en winterpeil worden vergroot. Verlagen van het winterpeil komt niet in aanmerking, dus moet het zomerpeil worden verhoogd. Daarop is gerekend. Bij alle werken zorgt men er voor dat een peil van 0,7 m boven NAP kan worden aanvaard. Wel moeten er dan verschillende maatregelen worden genomen, zoals het instellen van bemaling in gebieden die nu vrij op het IJsselmeer afstromen, maar die zijn volledig verantwoord tegenover de grote waarde van een zoetwatervoorraad van meer dan een miljard m³.

Dit is stellig nodig als de plannen doorgaan om voor de voorziening van Holland tussen IJ en Maas ook water uit het IJsselmeer aan te trekken. Dat is nu nog toekomstmuziek, maar soms staat de toekomst, eer we het beseffen, vlak voor ons.

Zo staat het ook met het denkbeeld om een deel van het IJsselmeer af te scheiden van de rest en in te richten als reservoir van water van extra goede kwaliteit. In dat afgescheiden deel zou het water dan hoog opgepompt of diep afgemalen moeten worden.

Over dergelijke plannen mag nog wel eens ernstig worden nagedacht aler ze worden uitgevoerd. Zij tasten het karakter van het IJsselmeer aan. Het meer is er niet alleen om water te leveren en te ontvangen. Het is in de korte tijd van zijn bestaan een belangrijk deel van Nederland geworden. Er wordt ook op gevaren, door vissers, door vrachtaarders en, in toenemende mate, door degenen die een deel van hun vrije tijd op en aan het water doorbrengen. Dat is een onderwerp van de volgende paragraaf.

4.7. SCHEEPVAART EN VISSERIJ OP HET IJSSELMEER

Zeevaart

De scheepvaart op de vroegere Zuiderzee, en nu op het IJsselmeer, was (en is) natuurlijk bepaald door de diepte die er aanwezig is. Dat is niet veel. Het grootste deel van de Zuiderzee had een diepte tussen drie en vier meter en langs de kusten was het overal minder. Voor de zeevaart was dat een groot bezwaar toen de schepen groter en dieper werden. Vooral Amsterdam had moeilijkheden. Bij de stad zelf hadden de getijstromen nog voor een redelijke diepte gezorgd, maar het knelpunt lag verder oostelijk, op het Pampus. Er waren nog geen baggerwerktuigen die door die ondiepte een vaargeul konden maken en onderhouden en men behielp zich met de scheepskamelen die we uit onze geschiedenisboeken kennen. Toen, in 1819, Amsterdam door het Groot Noordhollandsch Kanaal een uitweg kreeg naar het Heldersche zeegat, was het vrijwel gedaan met de zeescheepvaart over de Zuiderzee. Er bleef nog een enkele verbinding over, zoals 'de boot op Bremen', maar dat was nauwelijks van betekenis.

Later is de coaster op het IJsselmeer verschenen, maar deze 'kleine zeevaart' vertegenwoordigt slechts een klein deel van de totale vaart.

Visserij

Anders staat het met de visserij. Die kan heel goed worden uitgeoefend met schepen met matige diepgang. Zelfs de Urkers, die voor een groot deel buitengaats, op de Noordzee, vissen, kunnen zonder veel bezwaar via de buitengronden, de geulen in de Waddenzee en de Lorentzsluizen hun thuishaven bereiken. Een deel van de vissersvloot opereert van kleine thuishavens uit, waar de diepte maar heel gering was. Zolang de Zuiderzee nog bestond, moest bij sommige van die havens op tij worden gevaren. Tijdens laagwater was de diepte al te klein. Toen de Zuiderzee werd afgesloten, moesten daar voor-

zienen worden getroffen, omdat de hoogwaters vervielen en de waterstand werd gehouden op het vroegere laagwaterpeil, of nog lager. Er is in dit opzicht behoorlijk gezorgd voor de IJsselmeervisserij, die wel niet meer zo omvangrijk is als de vroegere Zuiderzeervisserij, maar toch zo belangrijk dat er terdege rekening mee wordt gehouden. Het gaat vooral om paling. De manoeuvres met de Stevin- en Lorentzsluizen om glasaal naar binnen te krijgen (2.4.2, blz. 178) worden gedaan om de palingvisserij te bevorderen. Op Urk, waar de meeste paling wordt verhandeld, komen in goede jaren honderden tonnen paling aan de afslag.

De vangst wisselt van jaar tot jaar niet zó sterk als vroeger die van haring en ansjovis, maar er is toch een zeer groot verschil tussen goede en slechte jaren. Er is gevaar voor overbevissing en daarom is een kuilverbod ingesteld. De laatste jaren hebben sommige vissers een broodwinning gevonden door uit te varen met een gezelschap sport-hengelaars aan boord.

De IJsselmeervisserij is lokaal van veel belang, maar wordt toch vèr overtroffen door de op Urk aangevoerde Noordzeevis.

Passagiersvaart

De passagiersvaart met binnenschepen is altijd van weinig betekenis geweest. Er waren wel enige lijndiensten, zoals de verbindingen van het eiland Urk met Kampen en met Enkhuizen, de veerboten op Wieringen en die op Marken. De meeste verdwenen toen die eilanden waren verbonden met de vaste wal.

Lang heeft de Lemmer nachtboot het volgehouden. Voor de Amsterdammers was dat de goedkoopste verbinding met Friesland, die te Lemmer aansluiting gaf met de stoomtram. Maar ook deze gaf het tenslotte op.

De boot van Amsterdam naar Harderwijk had vooral een recreatieve functie en dat kan ook wel worden gezegd van het 'Markense bootje' dat in Amsterdam van het stationsplein vertrok.

De veerdienst tussen Enkhuizen en Stavoren, vroeger een belangrijke schakel in het spoorwegnet, wordt niet meer uitgevoerd met de imposante veerboten van vroeger, waarvan men niet zou vermoeden dat ze een zo kleine diepgang hadden.

Vrachtvaart

Op de meeste passagiersdiensten had – en heeft – het vervoer van goederen meer betekenis, dan dat van personen. Het vrachtvervoer is dan ook belangrijk gebleven. Er worden jaarlijks vele miljoenen tonnen over het IJsselmeer vervoerd. Verreweg het grootste deel heeft Amsterdam als herkomst of bestemming. Het komt in het IJsselmeer – of verlaat het – door de Oranjesluizen, dat dus de drukste haven aan de Zuiderzee was en

TABEL 23. SCHEEPVAART OVER ZUIDERZEE - IJSSELMEER
Aantal schepen in honderden, laadvermogen in duizenden tonnen (per jaar)

Telpunt	1886-1887		1935		1969	
	Aantal	Laadverm.	Aantal	Laadverm.	Aantal	Laadverm.
Stevinsluizen ¹	20	110	117(80)	330	7	360
Medemblik	11	55			15	645
Enkhuizen ²	35	180			2	45
Broekerhaven	19	100			8	715
Hoorn	60	400			21	820
Oranjesluizen	545	3685	592(40)	7085	601	27560
Muiden	75	565	13	35	4	65
de Eem	11	80	30	455	46	1665
Nijkerk	9	40	7	90	5	85
Harderwijk	1	5			36	870
Elburg	4	25			4	195
Keteldiep	95	675	92	1515	189	9065
Zwolse Diep	200	1225	210	1920	170	2870
Lemmer	130	765	98	1025	338	14085
Stavoren ²	20	140	84	970	8	155
Lorentzsluizen ³	70	610	186(69)	2080	29	1270
Overige havens	83	447				

¹ In 1886-1887: Nieuwediep

² Zonder de veerboten

³ In 1886-1887: Harlingen

In 1969 zijn vissersschepen niet meegeteld, in 1935 wel. Hun aantal is, op de daarvoor in aanmerking komende telpunten, tussen haakjes vermeld.

nu aan het IJsselmeer is. De belangrijkste relaties zijn het Keteldiep naar Kampen, het Zwolse diep naar Zwolle, Lemmer, en de Lorentzsluizen op het Kornwerderzand naar Harlingen. Tabel 23 moet een indruk geven van het karakter en van de intensiteit van het verkeer.

Zeilvaart, stoomvaart en motorvaart

Bij de oudste opgaaf is de zeilvaart ver in de meerderheid. Van de honderdveertigduizend getelde vaartuigen zijn er maar ruim vijftienduizend stoomboten. Wel zijn die door elkaar groter dan de zeilschepen, want van de totale inhoud van ruim 9 miljoen m³ nemen zij er 1 $\frac{3}{4}$ voor hun rekening. Van motorvaart was helemaal nog geen sprake.

In de tweede telling, kort na de vorming van het IJsselmeer, was het beeld in dit op-

zicht ingrijpend veranderd. De zeilvaart was op de achtergrond geraakt; de grootte van de vaartuigen was toegenomen. In de latere tijd is die ontwikkeling doorgegaan. Het is nu vrijwel allemaal motorvaart. Het algemene verkeerspatroon is echter hetzelfde gebleven: de grootste intensiteit heerst op de trajecten die van de Oranjesluizen uitstralen naar het noordoosten.

In de toekomst, na 1974, als de doorgaande kering van Westfriesland naar de IJsselmonden tot stand is gekomen, zal de taak van toegangspoort van de Amsterdamse vaart naar het IJsselmeer van de Oranjesluizen worden overgenomen door de Houtribsluizen.

Pleziervaart

Een stormachtige ontwikkeling heeft de pleziervaart te zien gegeven. In Lely's tijd bestond die praktisch nog niet, maar ook bij het begin van de werken, in 1920, betekende de recreatieve vaart nog zo weinig, dat er bij de plannen geen rekening mee werd gehouden. Geleidelijk is dat anders geworden en al lang is de recreatie te water een waardevolle partner in het gezelschap der belanghebbenden. Het IJsselmeer is het gebied van de grote jachten. Voor het kleine spul, dat in aantal overheerst, kan daar het water te ruw zijn en zijn de afstanden tot de veilige havens te groot. Met goed weer ontmoeten we de kleine zeiljachten op het meer; zij zijn dan op weg tussen de randmeren en de wateren in het oude land, vooral Friesland. Het zijn niet alleen zeilboten, maar ook motorboten.

Ook de grote jachten zijn veelal voorzien van motoren. Ze blijven niet alleen op het IJsselmeer, maar kiezen ook het zilte nat. Hun aantal neemt eveneens snel toe. Zo was bijvoorbeeld het aantal van 200 pleziervaartuigen dat in juli 1960 de Lorentzsluizen passeerde, in 1968 aangegroeid tot 1200.

De diepgang van de jachten geeft geen extra moeilijkheden. Zij steken niet dieper dan de vissers, de grote vrachtvaarders en de coasters. Lengte en breedte blijven eveneens ver achter bij die van hun commerciële collega's. Wel moet er terdege op worden gelet dat voor de schepen met hoge tuigage onder de bruggen een voldoende grote doorvaartshoogte wordt gehandhaafd. Bij het probleem van de kruising van weg- en waterverkeer speelt de pleziervaart een grote rol.

Het definitieve IJsselmeer is schaars van havens voorzien. Om accommodatie te verschaffen aan de duizenden jachten die binnen afzienbare tijd worden verwacht, zijn nieuwe havens nodig. In de buurt van de Houtribsluizen is een ruime jachthaven onontbeerlijk. Tegen de noordoostelijke dijk van de Markerwaard, halfweg Enkhuizen, kan ook een drukke jachthaven komen. Evenals Enkhuizen zelf, zullen deze plaatsen gemakkelijk bereikbaar zijn van het dichtst bevolkte deel van Nederland uit. Zij zijn dan ook geschikt als thuishaven.

Verscheidene bestaande havens moeten geschikt worden gemaakt voor jachten, opdat het IJsselmeer, van de Afsluitdijk in het noordwesten tot Schokkerhaven en Ketelhaven in het zuidoosten, de recreatie te water kan opnemen die er is te verwachten.

Hoofdafmetingen

Overzien we dit alles, dan blijkt dat lengte, breedte en diepte worden bepaald door de grote Rijnschepen. De hoofdafmetingen daarvan zijn iets kleiner dan 100, respectievelijk 12 en 3 meter. De vrije hoogte wordt niet door dergelijke schepen bepaald, maar door vissers, coasters en jachten. In de regel is 12 meter voldoende, maar op enkele doorgaande routes moet het verkeer mogelijk zijn met onbeperkte doorvaarthoogte, om hooggetuigde jachten, drijvende bokken en dergelijke te laten passeren.

Er is één categorie die een grotere breedte vereist, dat is de duwvaart, die uiteraard op de Zuiderzee niet bestond en ook op het IJsselmeer niet voorkomt. Daarop is niet gerekend. De duw-eenheden zouden van de Rijn en de IJssel uit door het Keteldiep het meer kunnen bereiken, maar ze kunnen nergens terecht. Bij de recent ontworpen sluizen is ruimte gereserveerd om een duwvaartsuis te bouwen als de behoefte daaraan zou ontstaan.

Voor de grootste schepen ($100 \times 12 \times 3$ m) waren enkele delen van de Zuiderzee niet diep genoeg. Het Enkhuizerzand, met diepten van minder dan 2 m onder NAP is de grootste sta-in-de-weg. Betonning zorgt er voor dat deze en andere hindernissen veilig kunnen worden vermeden. Zou men willen varen met groter diepgang, dan zou men al spoedig stuiten op grote gedeelten die te ondiep zijn. Er zouden dan vaargeulen moeten worden gebaggerd en onderhouden, wat niet alleen een zeer kostbare zaak zou zijn, maar ook het karakter van de vaart zou veranderen. Bij de tegenwoordige omstandigheden is het economisch niet mogelijk over het IJsselmeer te varen met veel grotere diepgang dan 3 meter.

Havens

Daarin speelt ook het havenprobleem mee. De belangrijkste havens en toegangsluizen om de Zuiderzee waren geschikt voor de schepen van $100 \times 12 \times 3$ m. De opgaaf aan de Dienst der Zuiderzeewerken was, er voor te zorgen dat dit zo zou blijven. Ook moesten de kleinere havens geschikt worden gemaakt en gehouden om de schepen te ontvangen van de afmetingen die tot dusver konden worden toegelaten.

Bij deze werken zijn drie fasen te onderscheiden. Eerst moesten maatregelen worden genomen voor de havens die afhankelijk waren van hoogwater. Dat zou vervallen bij de afsluiting van de Zuiderzee en de voorzieningen moesten dus worden aangebracht vóór,

bij het vorderen van het werk aan de Afsluitdijk, het getij ten zuiden daarvan zwakker zou worden.

Voor de havens waarop voorheen ook bij laagwater kon worden gevaren, behoefde voorlopig niets te worden gedaan. Zolang het IJsselmeerpeil werd gehouden op NAP —13 cm waren de waterstanden eerder hoger dan lager dan het vroegere laagwaterpeil. Het merendeel van die havens kwam aan de beurt toen in 1940 het definitieve winterpeil van NAP —40 cm werd ingevoerd.

Verschillende havens die reeds in de eerste periode zijn verdiept, moesten in deze tweede fase wederom onder handen worden genomen.

In de derde fase gaat het niet, zoals in de eerste en tweede, om een verlaging van de waterstand, maar om het omhoog komen van de bodem. Het slib, dat bij ruw weer in grote massa's in het water van het meer is gesuspendeerd, bezinkt grotendeels in luwe hoeken, vooral havens, en in gebieden die dieper zijn dan de omgeving, zoals de geulen die eerder waren gebaggerd. Er moet telkens onderhoudsbaggerwerk worden verricht in de havens, maar vooral in de geulen die de toegang tot die havens verschaffen. Daar komt pas een eind aan als de haven niet meer aan het IJsselmeer ligt.

Eerste fase

De eerste plaats die aan de orde kwam, is Makkum. Aan de haven zelf behoefde niets te worden gedaan, want het gemiddelde laagwater was nog iets lager dan het definitieve winterpeil van het IJsselmeer. Vóór de haven echter ligt de droogvallende Makkumerwaard, die zich uitstrekt van Zurig tot Workum. De toegang tot de haven was het Makkumerdiep, een getijgeul die langs de kust naar het noorden liep en bij Zurig in dieper water uitkwam. Deze weg werd afgesneden door de Afsluitdijk en daarom is reeds in 1928 dwars door de Makkumerwaard een nieuwe geul gebaggerd, de Makkumergeul, met een bodemligging van NAP —3,3 meter (2.2.5, blz. 111).

Na deze voorloper zijn vijf en twintig plaatsen in de eerste fase aan de orde geweest. Feitelijk had het werk daaraan klaar moeten zijn geweest tegen het eind van 1931, toen de sterkte van het getij in het toekomstige IJsselmeer snel afnam. Het is wel wat later geworden. In 1932 of 1933 waren de voorzieningen aan de meeste havens aangebracht, maar het duurde tot eind 1935 eer de eerste fase geheel was voltooid.

Er is tegen die vertraging eigenlijk niet geprotesteerd, en dat is ook wel te begrijpen, als men zich realiseert dat de nieuwe toestand veelal beter was dan de oude.

Als men in een oude haven gaat baggeren dan zal het vaak nodig zijn oude oevers, damwanden of kademuren te vervangen door nieuwe. Daarbij kwamen soms overblijfselen aan den dag van vroegere constructies, waarvan het bestaan onbekend was.

Behalve in de havens, moest op een negental plaatsen worden gebaggerd buiten de mond. Een geul in de oude bodem moest de toegang tot de haven verzekeren.

De diepte in en vóór de havens werd vastgesteld op grond van de diepgang van de schepen die er vroeger van gebruik maakten. Vollenhove kwam niet verder dan 1,3 meter onder NAP, te Lemmer werd gebaggerd tot —3,06 meter.* Hier is de vergrote diepte verkregen door uitbreiding van het onderhoudsbaggerwerk, dat door de Rijkswaterstaat sinds jaar en dag is uitgevoerd.

Dat was ook het geval op verscheidene andere plaatsen en ook bij twee van de vijf riviermonden die het IJsselmeer rijk was. Buiten de leidammen van het druk bevaren Keteldiep is een vaargeul gebaggerd. Er was op gerekend dat die geul sterk zou verondiepen en daarom werd gebaggerd tot NAP —3,3 meter, om een blijvende diepte van —2,8 meter te onderhouden.

Reeds in de oude plannen is een verbetering voorzien van de mond van het Zwarte water, het Zwolsche diep. In de eerste fase is het vaarwater tussen de leidammen daarvan door de Rijkswaterstaat verdiept tot NAP —2,3 meter, voldoende voor de schepen die hier voeren.

De derde IJsselmond, het Ganzendiep, kon voorlopig in zijn oude toestand blijven. Anders lag het met de mond van de Eem, die wél moest worden verdiept. De verbetering die daar nodig was, zowel in de eerste als in de tweede fase, is uitgevoerd door de provincie Utrecht, die daarvoor van rijkswegen een vergoeding heeft gekregen.

Al met al konden maar weinig plaatsen in de eerste fase worden overgeslagen. Dat waren alleen Medemblik, Stavoren en de geul die door het Pampus wordt onderhouden voor de scheepvaart op Amsterdam.

Tweede fase

De tweede fase was al in een begin van uitvoering toen, tengevolge van de oorlog, het IJsselmeer eind 1940 op winterpeil werd gebracht. Hij viel samen met het tijdperk waarin de werken werden uitgevoerd die nodig waren door het omdijken van de Noordoostpolder. Daartoe behoorde een vèrgaande verandering van de situatie, zowel van het Zwolse diep als van het Keteldiep (figuur 73).

De mond van het Zwolse diep, met de typerende naam Kraggenburg, kwam in de Noordoostpolder te liggen. Men kan er de resten nog aantreffen. De vaarweg, die ook een belangrijke afvoerweg was van water uit Drente en Overijssel, moest ten zuiden van

* Die 6 centimeter zijn natuurlijk niet reëel, want zo nauwkeurig kan men niet baggeren. Eigenlijk moet worden gelezen 2,4 meter onder Fries Zomerpeil, dat zelf 66 centimeter onder NAP ligt en waaraan de Friese onderhandelaren vasthielden.

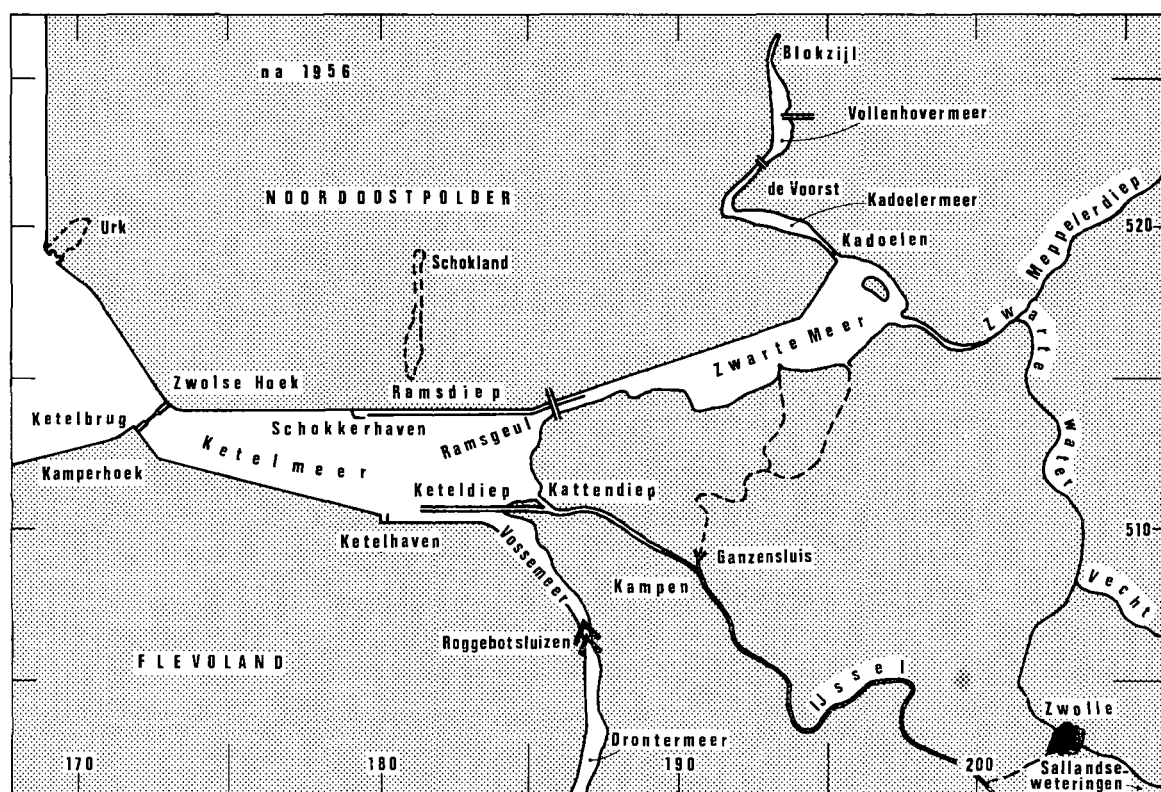
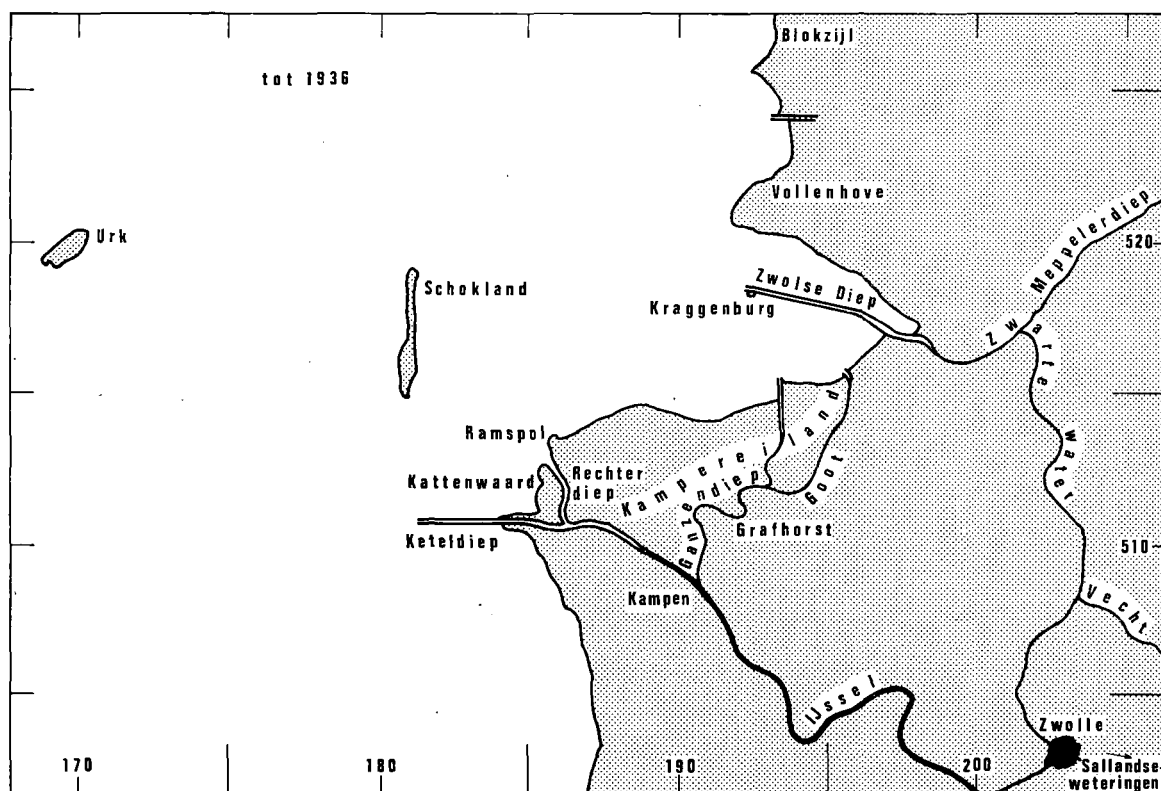


Fig. 73. Tussen Noordoostpolder en Flevoland

de nieuwe polder worden omgeleid. Nu ontstond een tegenstelling van de belangen van landaanwinning en landverkeer enerzijds en waterafvoer en waterverkeer anderzijds. Voor de eerste moest de polder zuidwaarts vèr worden uitgebreid, tot de noordelijke oever van het Kampereiland bij de Ramspol toe. De laatste vereisten een ruime doortocht tussen het nieuwe en het oude land. De oplossing is gevonden door afsluiting van het Ganzendiep, waardoor tot dusver een deel van de afvoer van de IJssel naar het noorden was gebracht, zodat de totale waterafvoer door het nauwste deel van de nieuwe route veel minder werd. In dit deel werden de scheepvaart en het watertransport gescheiden door een leidam. De vaart heeft het Ramsdiep, ten noorden van de dam, tot zijn beschikking; verreweg het grootste deel van het water passeert door de Ramsgeul, aan de andere kant van de dam. De gezamenlijke breedte is zodanig, dat een overbrugging, die de polder verbindt met het nabijgelegen Kampen, zonder bezwaar mogelijk werd. De werken zijn uitgevoerd in 1939 tot 1942.

Natuurlijk moest er nu ook iets worden gedaan voor het Keteldiep, dat niet in staat is om bij grote afvoeren ook nog het aandeel te verwerken dat tot dusver door het Ganzendiep stroomde. Door de Kattenwaard, tussen Keteldiep en Rechterdiep, is een nieuwe mond gegraven, het Kattendiep, dat veel meer vermogen kreeg dan het Rechterdiep, waarvoor het in de plaats is gekomen (1939-40). De situatie werd zo gekozen dat het grootste deel van het zand dat door de IJssel over de bodem wordt gesleept, zijn weg neemt door het Kattendiep. Het slaat buiten de kust neer en kan daar worden weggebaggerd zonder hinder voor de scheepvaart, die het Keteldiep volgt. Het gevolg van een en ander is dat de aangroeiing van de ondiepten buiten de Ketelmond sterk is geremd. Er wordt minder rivierzand afgezet en daar komt nog bij dat na de verzoeting van het IJsselmeer het rivierslib zich over een veel groter gebied verspreidt dan vroeger, toen een groot deel dicht bij de mond werd neergeslagen. Nu kan een geul in stand worden gehouden in het verlengde van het Keteldiep, dwars door de ondiepte. Een grote verbetering ten opzichte van vroeger, toen de vaart moeizaam om de bank heen moest gaan.

In de IJsseldelta, aan het Ganzendiep, ligt Grafhorst, waar door middel van baggerwerk en oevervoorziening moest worden tegemoetgekomen aan het verlaagde IJsselmeerpeil. Veel omvangrijker maatregelen waren nodig te Kampen, met zijn vele kaden en grachten. Er moest worden gebaggerd en verscheidene kademuren zijn vernieuwd. Nog meer werk moest worden verzet in het stroomgebied van het Zwolsche Diep. De peilverlaging is hier vèr landinwaarts voelbaar. Tot in de Sallandse weteringen en de Overijsselse kanalen is gebaggerd en zijn oevers achteruitgebracht. Maar verreweg de meeste zorg heeft Zwolle gegeven. Grachten zijn verdiept en kaden vernieuwd, een werk dat in 1940 begon en pas in 1953 helemaal klaar was.

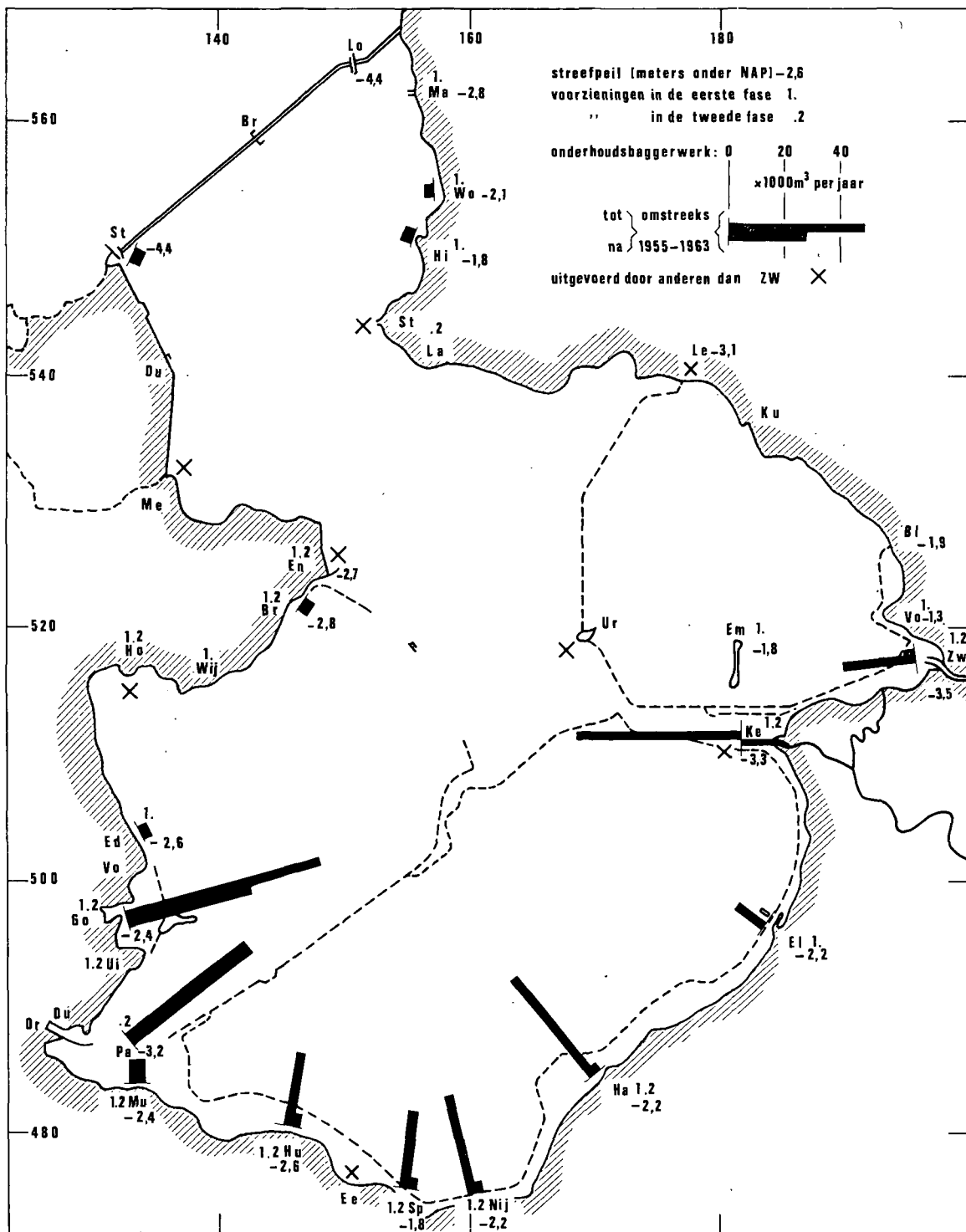


Fig. 74. Voorzieningen en baggerwerk om en in het IJsselmeer

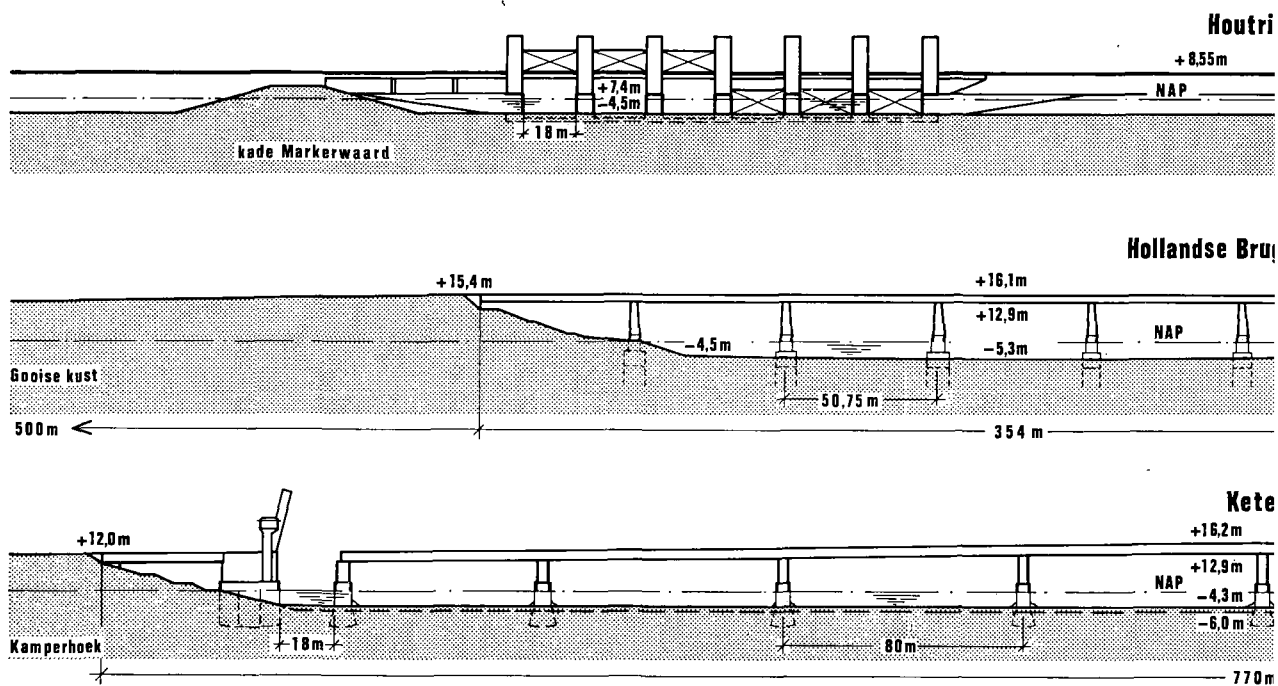
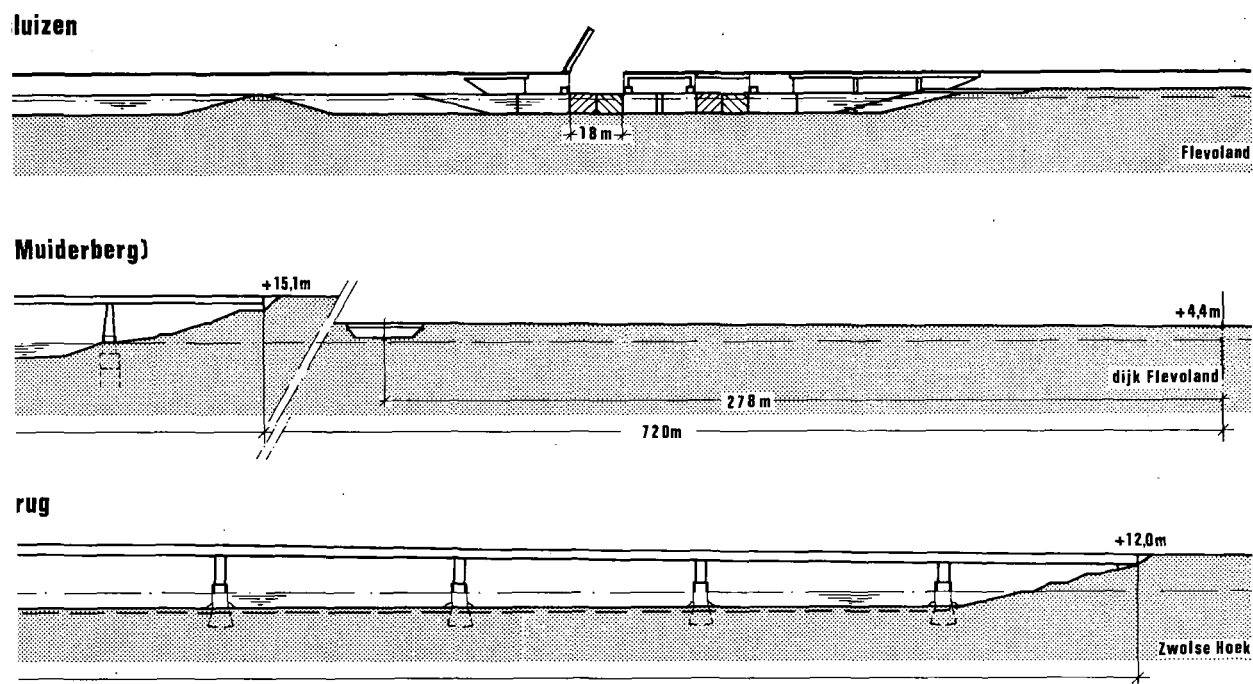


Fig. 75. De grote wegkru

Dat betekende het eind van de tweede fase. Overal elders was die al lang afgelopen. Ook op het Pampus, waar al in 1941 een flinke vaargeul was gebaggerd: 225 m breed en met een diepte van 2,9 m onder het winterpeil van het IJsselmeer.

Derde fase

De derde fase was toen al lang aan de gang, want verscheidene geulen die in de eerste fase waren gemaakt, begonnen reeds spoedig aan te slibben. Al vóór 1936 is uit de geulen die leiden naar Volendam, Muiden, Spakenburg, Nijkerk en Elburg omstreeks 200 000 m³ slib weggebaggerd. Daar kwam nog een kwart miljoen kubieke meters bij die werden gebaggerd in de Gouwzee, maar deze hoeveelheid behoorde deels nog tot de tweede fase. Het onderhoudsbaggerwerk is geregeld doorgegaan. Tot 1970 is, alleen door de Dienst der Zuiderzeewerken, meer dan tien miljoen m³ slib uit de havengeulen gebaggerd. Eigenlijk mag men zich daarover niet verwonderen. Telkens als het een beetje hard waait, wordt door het woelige water slib opgenomen van de bodem, vooral op de ondiepe plaatsen. Er is dan al gauw een paar miljoen ton slib in het water gesuspenderd, genoeg om een aanslibbing van verscheidene miljoenen kubieke meters te veroorzaken. Die aanslibbing vindt vooral plaats in geulen die dieper zijn dan hun omgeving. Zo is in de oude getijgeulen tussen West-Friesland en Gaasterland in enkele jaren na de verzoeting van het meer 45 miljoen m³ slib afgezet. Daarentegen is waargenomen dat on-



ngen met de randmeren

diepe slibgebieden, zoals Flevoland, een sliblaag van omstreeks een decimeter dikte hebben verloren vóór ze zijn ingedijkt.

Het slib dat uit de havengeulen is gebaggerd, wordt weer elders in het IJsselmeer gestort. Het kan dan weer deelnemen aan de rondedans en het is wel zeker dat een deel van het buiten een haven gebaggerde slib na verloop van tijd weer uit dezelfde of een andere geul moet worden verwijderd. Figuur 74 geeft een globale indruk van de gebaggerde hoeveelheden.

Het slibvraagstuk heeft zich heel anders ontwikkeld dan men in Lely's tijd onderstelde. Het is niet zo, dat de aanvoer van slib door de IJssel het volume van het meer verkleint: daar staat de afvoer door de sluizen in de Afsluitdijk tegenover. Het is de nare eigenschap van het slib dat in het meer aanwezig is, om zich neer te zetten op plaatsen waar het erg hinderlijk is.

Intussen ziet het er naar uit, dat het slibbezwaar minder wordt naarmate de inpolderingen vorderen. Een aantal havens wordt van het IJsselmeer afgescheiden en komt te liggen aan randmeren, waar de intensiteit van de golfslag en daardoor van de slibbeweging kleiner is dan op het grote IJsselmeer. Ook bestaat de bodem van het overblijvende kleine IJsselmeer deels uit zand, zodat daar relatief minder slib wordt opgewoeld. De geringe aanslibbing op de Oude Zeug, bij Den Oever, te Breezanddijk, op het Kornwerderzand en in de Makkumergeul is een duidelijk teken.

De hoeveelheden slib die worden gebaggerd na 1960 geven ook een aanwijzing dat we het ergste slibbezwaar achter de rug hebben. Toch blijft het een probleem, dat niet had kunnen worden gefinancierd met het kapitaal dat men er omstreeks 1890 voor dacht te reserveren (1.2, blz. 15).

Ijs

In strenge winters wordt de scheepvaart op het IJsselmeer gehinderd door ijsvorming. Ook vroeger, toen de Zuiderzee nog open was, waren er veel winters met ijsgang die de scheepvaart belemmerde. Het lag voor de hand, dat het na de afsluiting erger zou worden. Door de ontzilting van het meer zou het vriespunt van het water hoger komen te liggen. Ook zou door het wegvallen van de getijstromen het ijs gemakkelijker aan elkaar vriezen.

Na de eerste strenge winters die het IJsselmeer beleefde, is getracht uit te maken of het ijsbezwaar inderdaad was toegenomen. Het resultaat kwam niet overeen met de verwachting. Voor het noordelijk deel zag het er naar uit, dat het bezwaar niet veel was vermeerderd. Voor de kom werd geen duidelijk verschil geconstateerd.

Aan dit resultaat mag nauwelijks waarde worden toegekend, ook niet nadat na het onderzoek nog verscheidene ijswinters op het IJsselmeer zijn voorgekomen. Er is niet genoeg vergelijkingsmateriaal uit de tijd van de open Zuiderzee.

Er zijn maar weinig winters waarin geen of vrijwel geen ijs op het IJsselmeer is voorgekomen. In de 38 winters van 1932-1933 tot en met 1969-1970 heeft de scheepvaart gemiddeld dertig dagen per jaar hinder ondervonden, variërend van nul (1934-1935) tot honderd (1962-1963). Omstreeks de helft van die dagen kon alleen worden gevaren langs bepaalde routes, eventueel met behulp van ijsbrekers. Niet zelden was de vaart geheel en al gestremd.

De algemene indruk is dat er toch wel meer ijs is dan vroeger, maar de toename is niet in getallen uit te drukken. Het gaat om een verschil van misschien twintig percent.

Het ziet er naar uit dat het ijsbezwaar ernstiger is geworden naarmate er meer polders van het IJsselmeer zijn afgescheiden.

Na afloop van de vorstperiode wordt het overgebleven ijs door de wind gedreven naar de zijzijde. Dat is bij westenwind vooral de hoek bij Lemmer, waar het ijs zich dan het langste handhaaft. Bij een beetje flinke wind kan het ijs hoog tegen de dijken opkruien. Dat gebeurt ook tegen de Afsluitdijk, waar het een heel enkele maal tot op de weg is gekomen.

De vaart op de randmeren is in de regel nog langer gestremd dan die op het IJsselmeer.

Een dichtgevroren IJsselmeer hindert niet alleen de scheepvaart, maar kan ook bezwaarlijk zijn voor het wegverkeer op de Afsluitdijk. Bij zuiden tot zuidoostelijke wind kan op het meer gevallen sneeuw tegen de dijk worden opgejaagd en zich ophopen op de binnenberm (2.4.1, blz. 164).

4.8. DE RANDMEREN

Geschiedenis

Oorspronkelijk waren aan de randmeren rond de Zuiderzee de functies toegedacht die de ringvaart om een droogmakerij had te vervullen. De ringvaart moest dienen om de scheepvaart en het watertransport op te vangen die vroeger op het drooggemaakte meer plaats vonden. In het ontwerp van Lely kwamen alleen de ringkanalen voor die deze twee taken moesten vervullen. Ze ontbraken langs de kustgedeelten waar ze niet strikt nodig werden geoordeeld (fig. 1c, blz. 12). Bij de Noordwestpolder ontbrak een kanaal langs de kust ten noorden van Kolhorn. De Zuidwestpolder had een kanaal langs de hele kustlijn van Enkhuizen tot Uitdam. Geen wonder, want er waren hier verscheidene havens en bovendien lozingspunten voor het Noordhollandse polderland. Langs de Zuidoostpolder ontbrak een kanaal tussen Harderwijk en Elburg. Hier was geen scheepvaart van belang. Het van de Veluwe afstromende water kon wel worden opgenomen door de nieuwe polder. De Noordoostpolder had alleen een randkanaal van Kuinre naar Lemmer, om het water van Tjonger en Linde af te voeren. Op twee plaatsen waren de kanalen verwijld tot kleine meertjes: ten zuiden van Wieringen en bij Enkhuizen. De diepte van de zeebodem en het verloop van de kustlijn waren daarvoor de reden.

Al gauw zag men in dat deze opzet te krap was. De Staatscommissie van 1892 rekende al op een doorgaand kanaal langs de kustlijn van de Zuidoostpolder en bracht ook de havens van Vollenhove en van Blokzijl in verbinding met het IJsselmeer.

Functies van de randmeren

Na de behandeling van de Zuiderzeewet in de Staten-Generaal kwamen andere aspecten naar voren. Defensiebelangen eisten een voorziening voor het stellen van inundaties van de Nieuwe Hollandsche Waterlinie en in verband daarmee verscheen het IJmeer, als eerste randmeer, in de plannen. In die tijd ging men inzien dat het IJmeer ook een hydrologische functie heeft: Zou men met de diepbemalen inpolderingen Amsterdam te dicht naderen dan zou de stijghoogte van het grondwater onder die stad zoveel dalen, dat men zich afvroeg of er geen gevaar zou ontstaan dat de koppen van de heipalen onder de stad zouden verteren. Vroeger bevonden zich die koppen altijd onder het grond-

water, maar men vreesde dat ze 'tussen wind en water' zouden komen en daardoor vergaan. Dit hydrologische aspect is ook voor grote kustgedeelten van belang en daarom zijn gedeelten van randkanalen verbreed tot randmeren (fig. 2f, blz. 13).

Het heeft vrij lang geduurd eer een volgende functie van de randmeren naar voren kwam: de recreatie te water en langs het water. Ook landschappelijk en natuurwetenschappelijk kunnen randmeren veel betekenis hebben. Nog later begreep men dat in de bodem van sommige randmeren zoveel zand zit, dat een grote hoeveelheid kan worden gebruikt tot leniging van het tekort aan zand in de omtrek. Eindelijk ontdekte men hoe nuttig de randmeren kunnen zijn voor het afkoelen van het water dat circuleert door grote elektrische centrales.

Tellen we er nu nog bij dat er mogelijkheden kunnen zijn voor visserij en ook voor transport van zoet water en het vormen van een voorraad daarvan, dan komen we tot elf onderwerpen die bij het projecteren van randmeren een rol spelen. Misschien komen er later nog meer bij, maar ik zou niet weten welke.

Sommige aspecten zijn in strijd met elkander en daarom moet bij het ontwerp vaak een compromis worden bereikt. Bij dat compromis speelt ook het verlies aan land een rol als een randmeer wordt vergroot, en ook de financiële zijde mag helemaal niet worden vergeten.

Tussen het vormen van het eerste randmeer (Amstelmeer) en het laatste (westelijk randmeer) ligt meer dan een halve eeuw. In die tijd is heel wat veranderd en daardoor vormen de randmeren geen logisch geheel. Elk is het produkt van de gedachten en van de omstandigheden in de tijd dat het werd ontworpen.

Het oudste, het Amstelmeer, is door de afsluiting van het Amsteldiep en de droogmaking van de Wieringermeer min of meer 'vanzelf' ontstaan (2.2.3, blz. 92). Het kwam al voor in het plan Lely. Toen de Noordoostpolder werd gemaakt zijn het Vollenhovermeer, het Kadoelermeer en het Zwarte meer gevormd. Door de aanleg van de ringdijk van Oostelijk Flevoland kwam er nog het Ketelmeer bij.

De 'echte' randmeren grenzen aan de Zuidelijke polders. Ze liggen ten zuiden van de doorgaande waterkering tussen Enkhuizen en de IJsselmond. Het ontwerp-1925 (fig. 2e) toont al de drie series randmeren die het IJsselmeer verbinden met het IJmeer. Alle drie zijn ze door een sluis afgescheiden van het IJsselmeer.

In de westelijke, die de kust van Noordholland volgt, lag die sluis bij Enkhuizen. Een tweede sluis, die toegang gaf naar het IJmeer, lag bij Edam. Het middelste meer liep tussen de Zuidwest- en de Zuidoostpolder door. Het was aan beide zijden afgescheiden van IJsselmeer, respectievelijk IJmeer. De oostelijke serie, langs de kusten van Veluwe en Gooi, had drie sluizen. Behalve de sluizen aan de uiteinden, bij Kampen en Muider-

berg, was er nog een tussensluis dicht bij Nijkerk. Tussen deze sluis en die bij Muiderberg mondt de Eem uit. Dat riviertje kan een respectabel debiet hebben. Bijna 50 m³ per sec is waargenomen en op 70 m³ per sec moet worden gerekend. Dat water zou naar believen kunnen worden afgeleid naar het IJmeer of naar het IJsselmeer. De sluizen bij Muiderberg en Nijkerk zouden als een reusachtige driewegkraan fungeren.

Later is dat denkbeeld opgegeven en is de Eem ingelijfd bij het stroomgebied van het IJmeer. In de loop van de tijden is er nog meer aan het ontwerp veranderd, maar de drie reeksen van meren zijn gebleven. In de westelijke ligt de ene sluis nog bij Enkhuizen, maar het is niet zeker dat de andere bij Edam komt. Van het middelste meer, dat nu Oostvaardersdiep heet, kon de sluis aan de kant van het IJmeer vervallen. Dit is ook het geval in de oostelijke reeks meren. Daarin is de afscheiding met het IJsselmeer, de Roggebotsluis, een eindweegs naar het zuiden verschoven. Het noordelijkste van deze meren, het Vossemeer (genoemd naar de Vossewaard) ligt dientengevolge gemeen met het IJsselmeer. Binnen de Roggebotsluis komen achtereenvolgens het Veluwemeer, het Eemmeer en het Gooimeer. De brug bij Muiderberg scheidt het laatste van het IJmeer. Alleen de oostelijke serie is gereed. Van de middelste staat het ontwerp vrijwel vast. Van de westelijke randmeren is alleen bekend welke belangen in het spel zijn. Die bepalen uiteindelijk het ontwerp.

De functies van de randmeren (en van het IJsselmeer) zijn omschreven in tabel 24.

TABEL 24. FUNCTIES VAN DE MEREN

<i>Functie</i>	<i>IJssel- meer</i>	<i>Amstel- meer</i>	<i>Vollen- hover- Kadoeler- meren</i>	<i>Zwarte- Ketel- meren</i>	<i>Oostelijke rand- meren</i>	<i>Oost- vaarders diep</i>	<i>Westelijke rand- meren</i>	<i>IJmeer</i>
Hydrologie	.	.	+	.	+	.	.	+
Scheepvaart	++	(+)	+	++	+	++	+	++
Visserij	+	.	.	.	.	.	.	.
Waterlozing	++	+	+	+	+	+	+	+
Watertransport	.	.	.	+	(+)	++	+	++
Watervoorziening	++	.	.	.	+	.	+	.
Defensie	.	.	.	.	.	.	.	(+)
Recreatie	+	(+)	(+)	.	++	.	++	+
Natuur/landschap	.	.	+	+	+	.	+	.
Zandwinning	+	.	.	+	+	.	.	+
Electriciteitprod.	+	.	.	?	+	+	.	+

De functie wordt uitgedrukt door de + tekens, (+) betekent vroegere functie of niet van veel belang. De stippen geven aan dat er geen of weinig belang is.

Bij de Wieringermeer

Het Amstelmeer vervult eigenlijk alleen de twee 'klassieke' taken. Er is wat scheepvaartverkeer tussen Kolhorn, de Haukes, de Van Ewijcksluis en het Noordhollands kanaal, door de Kooisluis. Het belangrijkste is het opnemen van water uit de kop van Noord-Holland, dat bij Kolhorn en de Van Ewijcksluis op de boezem van het Amstelmeer komt. Door de Oostoeversluis loost de boezem op de Waddenzee. Watertekort kan worden opgeheven door het inlaten uit het IJsselmeer, door het Amstelmeerkanaal langs Wieringen. Een enkele maal wordt langs deze weg ook water geloosd (2.2.3 en 2.4.3). Een hydrologische functie heeft het Amstelmeer niet. Langs de kust van Wieringen en van de Oostpunt tot Aartswoud is alleen maar een kanaal voor de scheepvaart en afwatering gemaakt. Van Aartswoud tot Medemblik is er geen enkele waterbarrière tussen het oude land en de nieuwe polder.

Bij de Noordoostpolder

Zo'n barrière ontbreekt ook langs een deel van de grenslijn tussen de kust van Friesland en Overijssel en de Noordoostpolder. Men meende dat ook hier een bufferend randmeer wel kon worden gemist. De uitwatering te Kuinre en de scheepvaart van die plaats uit hadden niet heel veel te betekenen en konden wel vervallen. Eerst bij Blokzijl begint het randmeer, met voornaamste taak om de waterlozing van de kop van Overijssel te verzorgen. Tengevolge van het verloop van de oude kustlijn zijn hier twee meertjes (Vollenhover- en Kadoelermeer) ontstaan met een zo groot waterbergend vermogen, dat ze korte tijd van het IJsselmeer kunnen worden afgescheiden (fig. 73). Daarvan is geprofitteerd door bij Kadoelen een keersluis te bouwen, die wordt gesloten als het water hoger stijgt dan een meter boven NAP. Zonder die kering zou men ook hier moeten rekenen op zeer hoge standen bij storm uit het westen of westnoordwesten. De kosten van de keersluis zijn verantwoord door besparing op dijken en kunstwerken.

In de kustgebieden tussen Lemmer en Blokzijl is schade door verdroging opgetreden. Het is niet zeker in hoeverre de grondwaterdaling onder de Noordoostpolder de schuldige is, omdat tegelijkertijd ook in het oude land waterstanden zijn verlaagd. Voor de zekerheid zijn de Zuiderzeewerken opgekomen voor de kosten van de maatregelen die nodig waren. Er is bij Schoterzijl een inlaatsluis gebouwd (1949-1950). De extra kosten van een randmeer zouden hier waarschijnlijk niet verantwoord zijn geweest.

Van de Kadoelersluis uit is een scheepvaartgeul, het Zwanendiep, gebaggerd naar de hoofdgeul, het Zwolse Diep, die door het Zwarte Meer loopt, van het Zwarte Water naar het Ramsdiep. Men heeft hier van de nood een deugd gemaakt en de uitkomende grond verwerkt tot het 'Vogeleiland'. Dit is een succes geworden; het is de eerste bijdrage van de Zuiderzeewerken tot verbetering van het Nederlandse landschap. Een

onderdeel van dat landschap dat kon worden gespaard, is de noordelijke rand van het Kampereiland, met zijn rietkragen en bossages. Bij de Ramspol zelf was dat niet mogelijk. Hier moest worden gezorgd voor een doorgang, wijd genoeg om de grote massa's water af te voeren die in het stroomgebied van het Zwarte Water kunnen terecht komen. Het niveau van het Zwarte Meer mag daar niet meer dan enkele centimeters worden opgestuwd.

Bij de vormgeving van het Ketelmeer heeft de waterafvoer eveneens vooropgestaan. Ook bij extreem natte omstandigheden mag de waterstand bij de monden van het Keteldiep, het Kattendiep en de Ramsgeul maar weinig hoger zijn dan in de zuidoostelijke hoek van het IJsselmeer zelf. Daarop is de breedte van het oostelijke deel van het Ketelmeer, 3,7 kilometer, gebaseerd. Verder westelijk, waar het dieper is, kon het meer smaller worden en bij de mond, tussen de Zwolse hoek en de Kamperhoek werd het belang van een doorgaande wegverbinding zo groot geacht, dat voor de bouw van de Ketelbrug nog wel een kleine opstuwing (hoogstens twee centimeter) mocht worden aanvaard. Het geheel is zo, dat de doorgang tussen de Noordoostpolder aan de noordkant en het Kampereiland en Flevoland aan de zuidzijde, bij extreem groot waterbezwaar in Zwartsluis een opstuwing van enige centimeters veroorzaakt en dat in Kampen bijna geen invloed merkbaar is (fig. 73).

De mooie ruige westelijke kant van het Kampereiland, tussen de Ramspol en het Kattendiep, is door de Zuiderzeewerken niet aangetast. Dit gebeurt wel, wanneer de plannen om hier een grote elektrische centrale te bouwen, doorgang vinden. De randmeren, en ook het IJsselmeer zelf, zijn in staat om grote hoeveelheden koelwater te leveren voor deze giganten. Vandaar ook het stichten van de Flevocentrale buiten de dijk van Flevoland tussen de Kamperhoek en de Houtribsluizen.

Tussen Flevoland en Markerwaard

De Houtribsluizen zijn genoemd naar de ondiepte die het oostelijke deel van het Enkhuizerzand vormt. Ze worden gebouwd om toegang te verschaffen tot het Oostvaardersdiep en het IJmeer. Deze waterverbinding is in de eerste plaats belangrijk voor de scheepvaart. Zeker driekwart van de vaart op Amsterdam zal in de toekomst door deze sluizen gaan en dan vrijwel de route volgen die eeuwen geleden de zeeschepen kozen die deelnamen aan de vaart op 'de Oost'. Hier is de overgang van de rustige kanaalvaart naar de tocht over het, soms woelige IJsselmeer. Een ruime haven, in het bijzonder voor de recreatieve vaart, is er op zijn plaats.

Heel groot is de rol die het Oostvaardersdiep gaat spelen voor de waterbeheersing. Het beheer van de IJboezem, bestaande uit het Noordzeekanaal, het IJmeer met Gooimeer, Eemmeer en misschien de Gouwe, zou moeilijk zijn, als de verbinding met het IJssel-

meer niet bestond. Zelfs als het grote gemaal te IJmuiden in bedrijf zal zijn, kan het in natte tijden hoog nodig zijn om grote hoeveelheden water, tientallen miljoenen kubieke meters per dag, aan het IJsselmeer kwijt te raken. Omgekeerd kan in droge tijden water uit het IJsselmeer dienen om de invasie van zout uit de Noordzee te temperen. Beide operaties zijn onprettig voor het IJsselmeer, maar ze moeten gebeuren als ze nodig zijn en als de waterstanden bij de Houtribsluizen ze mogelijk maken.

In normale omstandigheden moet het Oostvaardersdiep het uitslagwater van de Markerwaard en een groot deel van dat uit Flevoland naar het IJmeer transporteren. Als alle pompen van de poldergemalen in werking zijn, gaat dat om honderd kubieke meter per seconde. Nog veel groter kan de water-uitwisseling tussen IJsselmeer en IJmeer zijn. In totaal moet per seconde duizend kubieke meter water kunnen worden verzet.

Dat bepaalt niet alleen het vermogen van de Houtribsluizen, maar ook de breedte van het kanaal. Lely had tussen de zuidoostelijke en de zuidwestelijke polders 1500 meter opengelaten (fig. 1c) en de Staatscommissie van 1892 was (om defensieredenen) tot 5000 meter gegaan. Toen zw het plan-1925 opmaakte (fig. 2e) was de reden voor zo'n grote wijdte vervallen. Men wilde het kanaal zo smal mogelijk maken om niet meer land te verliezen dan strikt nodig was. Ook die opzet is achterhaald. Het gaat niet alleen meer om een gunstig financieel resultaat te krijgen door zoveel mogelijk land aan te winnen, maar men streeft naar een evenwichtige inrichting van land en water.

Een breder kanaal geeft meer mogelijkheden voor de vaart en ook voor een eventuele latere verruiming. Het ideaal van 250 tot 300 meter tussen de dijken geldt niet meer; 400 meter wordt nu beschouwd als een geschikte breedte. Dat is voor de zeilvaart niet veel, maar het dertig kilometer lange, bijna rechte kanaal lijkt toch niet aantrekkelijk voor de recreatie te water. Veel aardiger zijn de routes om de West en om de Oost. Het Oostvaardersdiep is typisch het vaarwater voor de commerciële vaart: recht op het doel af. Die vaart zal heel druk worden.

Het is de vraag in hoeverre het Amsterdamse industriegebied zich langs het Oostvaardersdiep zal uitbreiden. Dat is een zorg voor de ruimtelijke ordening. Veel is nog mogelijk, zelfs vergroting van de diepte, die nu wordt bepaald door de ligging van de IJsselmeerbodem, drie tot vier meter onder NAP. Bij eventuele aanleg van tunnels onder het Oostvaardersdiep moet daarmee rekening worden gehouden.

Aan het eind van onze halve eeuw was nog niet begonnen met het bouwen van de Houtribsluizen. Toch hadden ze al een lange geschiedenis achter de rug. Tegen het voltooien van de ringdijk om Oostelijk Flevoland, in 1956, werden plannen gemaakt voor de volgende polder. Dat zou toen de Markerwaard zijn en dit betekende dat de hele definitieve zuidgrens van het IJsselmeer tot stand moest worden gebracht. Van de drie sluiscom-

plexen in die grenslijn was het oostelijke, de Roggebotsluis, al gemaakt. De andere twee, de Houtribsluizen en de sluizen bij Enkhuizen, zouden moeten volgen. Wilde men die op tijd klaar hebben, dan zouden hun bouwputten vooraan in het programma moeten staan.

Met de put voor de Houtribsluizen is dan ook in september 1956 begonnen. Twee jaar later was het werk gereed. Het sloot aan tegen de ringdijk van Oostelijk Flevoland en strekte zich uit over de gehele breedte van het Oostvaardersdiep (650 meter). Het omvatte ook nog een stuk van de ringdijk van de Markerwaard.

Vóór kon worden begonnen met de bouw van de sluizen zelf, waren de plannen veranderd. Zuidelijk Flevoland ging vóór de Markerwaard. De Houtribsluizen konden lange tijd worden uitgesteld en de put bleef liggen. Intussen is er braaf gestudeerd op het ontwerp van de sluizen. Dat leidde tot wijzigingen in de opzet, die ook veranderingen nodig maakten in de gereedgekomen bouwput. De Houtribsluizen, waarmee in 1970 wordt begonnen, zullen vrij veel afwijken van die van het ontwerp van 1957.

De schutsluizen komen dicht bij Flevoland, de stroomsluis vlak bij de dijk van de Markerwaard. Ze liggen zo ver mogelijk uit elkaar (fig. 75).

De stroomsluis heeft een dwarsprofiel van bijna 500 m² onder NAP. Als de schuiven boven water zijn geheven, verzet hij zijn duizend kubieke meter per seconde bij een verval van twintig centimeter. Dit komt slechts zelden voor. In de regel is de stroom zwak genoeg om een veilige doorvaart te waarborgen voor schepen die niet hoger reiken dan NAP +7,4 m en dus onder de vaste brug door kunnen. Omdat de tegen de stroom door de sluis varende schepen dieper dan normaal in het water liggen, is de drempel gelegd op NAP -4,5 m. Daardoor kon de breedte beperkt blijven tot zes openingen van 18 m elk.

Dat betekent dat de spuistroom is geconcentreerd op een smal front. In verband daarmee is uitvoerig onderzocht (modelproeven), hoe de stortebedden en de dijk van de Markerwaard kunnen worden beveiligd tegen erosie. Men wil de nareigheden van de Stevin sluizen en de Lorentzsluizen (2.4.2, blz. 171) voorkomen. Bij sluizen die grote hoeveelheden water moeten verzetten is ontgroning altijd een probleem. Men kan niet voorkomen dat nu en dan (eens in vele jaren) grond moet worden aangevoerd om de diepte binnen de perken te houden.

Voor de perioden waarin de stroomsluizen niet geheel open staan en voor schepen die daardoor niet kunnen of willen passeren, dienen de schutsluizen. De twee sluizen hebben een basculebrug en dus een onbeperkte doorvaarthoogte. De drempeldiepte (NAP -4,5 m) komt vrijwel overeen met die in de Afsluitdijk. De lengte en breedte van de schutkolken zijn echter groter, namelijk 190 en 18 meter. Dat is voldoende voor 'enkele' duwvaartkonvoien, maar niet voor konvoien met twee bakken naast elkaar. In de

ruimte tussen de stroomsluis en de schutsluizen kan desgewenst een 'volledige' duwvaartsluis komen, en ook nog een gemaal, als dat ooit nodig zou zijn.

De oostelijke randmeren

De oostelijke randmeren zijn ontstaan bij het maken van de bedijkingen van Oostelijk en Zuidelijk Flevoland. Toen zij werden ontworpen was er met de grondwaterbeweging al veel ervaring opgedaan. Een groot aantal grondboringen heeft bijgedragen tot een goede kennis van de ondergrond en moderne geofysische waarnemingen, vooral geoelektrische, hebben die kennis nog uitgebreid. Op grond daarvan is de meerdijk van de IJsselmond tot iets ten noorden van Elburg geprojecteerd op ongeveer een halve kilometer van de kust. Verder naar het zuidwesten is deze afstand niet voldoende om de kuststrook te behoeden voor uitdrogen. Daar is het Veluwemeer een kilometer breed geworden en nog verder, tot de omgeving van Harderwijk, moest de breedte nog groter worden, tot $2\frac{1}{2}$ kilometer toe.

Op de kaart is het een prachtig meer geworden voor de zeilsport, maar dat valt niet mee. Van de Veluwekust af helt de bodem zo flauw, dat in een brede strook de diepte niet genoeg is voor zelfs kleine bootjes. Door het aanleggen van kunstmatige eilanden en het verdiepen van de bodem in de omgeving daarvan, wordt wel verbetering bereikt. De aantrekkelijkheid van het Veluwemeer is vooral gelegen in de oeverrecreatie. De meerdijk, aangelegd van 1952 tot 1956, heeft niet het dwarsprofiel gekregen dat uit technisch en financieel oogpunt gezien het meest voor de hand lag. Er is een brede zandstrook gevormd, ten dele beplant en verder uitgevoerd als een echt strand. Ten koste van een extra uitgaaf van enkele miljoenen guldens is hier een gelegenheid geschapen waarvan tienduizenden profiteren. Op mooie zomerzondagen kan er tussen Harderwijk en Elburg een 'bevolkingsdichtheid' zijn van meer dan twee personen per meter dijk lengte.

Bij de later (1960-1967) gemaakte dijk van Zuidelijk Flevoland, van Harderwijk naar Muiderberg, is het tracé van het begin af bepaald door het samenspel van hydrologie en recreatie. Het is een afwisseling geworden van wijde en nauwere delen. Tegenover de Eemvallei is alleen een breed kanaal gemaakt. Dicht bij de oppervlakte liggende grondlagen die veel weerstand bieden aan de beweging van grondwater, beperken er het ondergronds wegvloeien van water naar de nieuwe polder. Bescherming door een breed randmeer is daar niet nodig. Overigens leidt de vorm van de kustlijn tot een geleding in Veluwemeer (zuidelijk deel), Eemmeer en Gooimeer.

Hydrologisch doet het Veluwemeer wat er van werd verwacht. Even bezuiden Elburg is een gemaaltje gesticht om water op het land te brengen. Het meer geeft daar plaatselijk niet altijd voldoende bescherming tegen uitdrogen.

Grote delen van de meerdijk zijn voorzien van stranden. Daar zal het niet bij blijven. Aan de dijk zullen nederzettingen komen: dorpen en zelfs steden. Aan het wijde deel van het Veluwemeer: Zeewolde. In de buurt van de overbrugging van Muiderberg: Almere, een satellietstad van Amsterdam.

De vaarweg door de Oostelijke randmeren is gebaseerd op schepen van 1000 ton. Er is geen onbeperkte doorvaarthoogte, daarvoor is de route door het Oostvaardersdiep bestemd. Ook de diepte is beperkt. Over de hele lengte van het meer is een vaargeul gebaggerd waarvan de 70 meter brede bodem drie meter onder het normale winterpeil ligt. Dat is nu nog het zelfde als de waterstand van het IJsselmeer. Later, na het sluiten van de noord-oostelijke dijk van de Markerwaard, maakt het randmeer bewesten Nijkerk deel uit van de IJboezem, waarvan het streefpeil waarschijnlijk ongeveer hetzelfde zal zijn als het winterpeil van het IJsselmeer, namelijk NAP $-0,4$ meter.

Het Veluwemeer tussen Nijkerk en de Roggebotsluis heeft een eigen regime. Aan beide zijden is gelegenheid om water in of uit te laten. Men kan het peil ook laten stijgen tot ten hoogste NAP $+0,3$ m, als dat gewenst is voor de waterhuishouding van het gebied van de Veluwekust, zo nodig door het gemaal Lovink, bij Harderwijk te laten werken. Daarbij moet terdege worden gelet op het zoutgehalte van het water in het Veluwemeer. Soms worden daar heel lage concentraties aangetroffen, minder dan 30 ppm chloride (kwelwater uit de Veluwe). Dat is ook hard nodig, niet alleen voor het meer zelf, maar ook voor het water dat uit het meer door de ondergrond naar Flevoland stroomt en dat de kwaliteit van het grondwater op den duur ongunstig zou kunnen beïnvloeden. Daarom krijgt de Lovink, als hij het peil van het Veluwemeer moet opzetten, water aangevoerd dat bij de Ketelhaven is ingelaten uit het IJsselmeer. Desgewenst voert een aftapinrichting in de Larservaart in Flevoland dan eerst het ietwat verzilte water uit het polderkanaal af in de richting van de gemalen aan het Oostvaardersdiep, waar het geen kwaad kan. Op deze ingewikkelde manier worden het Veluwemeer en het grondwater bruikbaar gehouden voor de levering van drinkwater. Het water van Eem- en Gooimeer is daarvoor niet geschikt. Het Veluwemeer zelf wordt bedreigd door organische verontreiniging, vooral van het oude land uit. Strengere maatregelen zijn hoog nodig.

Vóór het gereedkomen van de meerdijk tussen Harderwijk en Nijkerk en de sluizen bij die plaats, is het toen bestaande, Noordelijke Veluwemeer van het IJsselmeer afgescheiden door de Hardersluis, in de wegverbinding tussen Harderwijk en Flevoland. Deze sluis heeft dus een tijdelijk karakter. Hij kan weer worden opgeruimd, nu het gehele Veluwemeer, van Roggebot tot Nijkerk, is gevormd. Om dat gemakkelijk te maken is er weinig beton maar voornamelijk staal in verwerkt. De drempels zijn een halve meter dieper gelegd dan voor de vaart nodig is. De vloeren van de sluishoofden kunnen daar-

door blijven zitten als de sluis wordt afgebroken. Het staat nog niet vast wanneer dat zal gebeuren.

De bouwput is gemaakt tegelijk met de toegangsdam die Harderwijk met Flevoland verbindt (1951-1952). De bouw van de sluis zelf verliep vlot. In het voorjaar van 1952 werd er mee begonnen in de drooggemaakte put. Wel liep die vol tijdens de stormvloed van 1 februari 1953, maar dat veroorzaakte slechts een oponthoud van nog geen week. In de herfst van hetzelfde jaar kon door de sluis worden geschut. Inmiddels is de ophaalbrug gemonteerd. In april 1954 kon zowel het verkeer te water als dat te land de Hardersluis passeren.

De sluis is een zogenaamde Kempenaarsluis met een kolk van 65 bij 7,5 meter. De drempels liggen (om de zo juist genoemde reden) niet, zoals bij dit type gebruikelijk is, 3,0 meter, maar 3,5 meter onder de waterspiegel.

De Hardersluis is ook geschikt gemaakt om, op bescheiden schaal, te dienen als stroomsluis. In het zuidoostelijk hoofd zijn waaierdeuren gemonteerd, waardoor water uit het noordelijk deel van het Veluwemeer kan worden afgelaten en ook water op dat meer kan worden gebracht als de waterstanden daarvoor geschikt zijn.

Voor schepen van 1000 ton is de Hardersluis te klein. De blijvende sluizen aan de uiteinden van het Veluwemeer, de Roggebotsluis en de sluizen bij Nijkerk, hebben dan ook grotere afmetingen.

De funderingsputten waarin ze zijn gebouwd, werden aangelegd tegelijk met de secties van de ringdijk van Flevoland waaraan ze grenzen. Die voor de Roggebotsluizen, begonnen in 1950, was in 1951 dicht, maar het duurde tot laat in 1954 eer hij werd drooggelegd en de sluisbouw van start ging. Nu ging het vlug. In maart 1956 ging de bouwput weer onder water en in juli was alles klaar.

Er was toen een sluis tot stand gekomen met een schutkolk die de standaardmaten voor het 1350-tons sleepschip heeft: een lengte van 90 meter, een breedte van 10 meter en drempels die 4,1 meter liggen onder de normale waterstand van NAP —0,4 m. Behalve de houten puntdeuren beschikt hij in het zuidelijke sluishoofd over een stel stalen waaierdeuren. Daarmee kan het Veluwemeer worden afgetapt en opgezet.

Naast de sluis zal een afzonderlijke stroomsluis worden gebouwd. Het deel van de funderingsput naast de schutsluis is daarvoor blijven bestaan. De kade langs de noordzijde van de put keert tegen het IJsselmeer en heeft de daarbij passende afmetingen gekregen. Het noordelijke sluishoofd, dat deel uitmaakt van die kering, is opgetrokken tot NAP +3,0 meter. De daarover liggende ophaalbrug geeft in gesloten stand een doorvaart-hoogte van 2,5 meter boven NAP.

Voor de sluizen bij Nijkerk is de bouwput gemaakt in 1961–1962. Hij lag met zijn noordkant tegen de ringdijk van Zuidelijk Flevoland, waarvan tegelijk met de put een sectie van 800 meter is aangelegd. Door een dam is hij verbonden met de Gelderse kust.

Hier is een volledige scheiding gemaakt tussen scheepvaart en watertransport. Aan de landzijde is een schutsluis met dezelfde hoofdafmetingen als de Roggebotsluis. Alleen zijn er geen waaierdeuren. Vlak tegen de polder is de spuisluis gemaakt. Hij heeft een werkzame natte doorsnee van 150 vierkante meter onder NAP. Om de kans op ontgronding te verminderen, is de spuiroom over een grote breedte gespreid. De drempels liggen slechts 2,5 meter onder NAP. De breedte is 73,5 meter, namelijk vier openingen van 15 meter elk, en drie pijlers van 4,5 meter. De stroomkokers worden gesloten met hefdeuren.

Over het zuidelijke sluishoofd en over de pijlers loopt een brug, waarvan de rijweg (7 meter breed met ter weerszijden een fiets-brommer-pad van 2,85 meter) ligt op NAP +8,4 meter. Bij een waterstand van NAP is de vrije doorvaarthoogte 7 meter. Voor schepen waarvoor dit niet genoeg is, moet de ophaalbrug over de schutsluis worden geopend. De brug loopt door over de terreinen tussen en ter weerszijden van de sluizen.

De sluizen zijn in september 1965 in gebruik gesteld, na een bouwtijd van ruim 2½ jaar. De opritten waren toen nog niet gereed. Die aan de polderzijde heeft een U-vormige aansluiting gekregen met de polderdijk, waarin het laatst open gelaten gedeelte werd gedicht. De rechtdoorgaande afrit moet wachten tot de werken in Flevoland ver genoeg zijn gevorderd.

Het wegverkeer tussen het oude land en Flevoland heeft de beschikking over de drie ophaalbruggen over de sluizen. Die in de toegangsweg bij Harderwijk zal na het afbreken van de Hardersluis worden vervangen door een andere, hoger gelegen. Van de bruggen op andere plaatsen zijn voorlopig die bij Elburg en die bij Muiderberg gebouwd. De eerste heeft vijf openingen, waarvan de middelste, 12 meter wijd, is voorzien van een ophaalbrug. Onder de gesloten brug is 5½ meter doorvaarthoogte aanwezig, voldoende voor meer dan de helft van de schepen. De bouw van de brug heeft meer dan twee jaar in beslag genomen. In september 1957 kon het landverkeer er overheen, maar het duurde nog even eer de brug kon worden opgehaald.

De overbrugging van de mond van het randmeer, bij Muiderberg, is voorbereid door omvangrijke grondwerken, waarmee in 1962 is begonnen. Van de Gooise kust en van Flevoland zijn dammen uitgebouwd, waardoor van de breedte van het meer, die hier bijna 1600 meter is, ruim 350 meter overblijft. Leidammen ter weerszijden van de vaargeul waarborgen een regelmatig toestromen van het water, als door verandering van de wind grote hoeveelheden water onder de brug door van het randmeer naar het IJmeer

of andersom gaan. Daarom is de vaargeul extra ruim: een breedte in de bodem, die tussen 4,5 en 5,5 meter onder NAP ligt, van 200 meter (fig. 75).

De bouw van de brug begon in het najaar van 1966 met het maken van vier pijlers in de vaargeul en één in elke oeverlijn. De zeven velden van de brug hebben liggers van voor- gespannen beton, vervaardigd op de bouwplaats voor de Oosterscheldebrug bij Kats. In de winter van 1967-1968 heeft een aantal liggers vorstschade opgelopen. Ze moesten door nieuwe worden vervangen. De brug is op 4 juni 1969 voor het wegverkeer open- gesteld. Daarna is nog een doorgang gemaakt in de oprit aan de polderzijde om de re- creatieterreinen te bereiken. Die zijn langs de oprit en langs de polderdijk aangelegd. De scheepvaart vindt in de (netto) 45 meter wijde openingen een doorvaarthoogte van 12 meter, genoeg voor de commerciële vaart en ook voor verreweg de meeste plezier- vaartuigen. In de zomer is hun aantal veel groter dan dat van de beroepsvaart. Dat zijn bijna geen sleepschepen meer, waarop de hoofdmaten van de schutsluizen oorspronke- lijk (bij gebrek aan nieuwe normen) waren gebaseerd. Hun tijd was vrijwel voorbij. Het zijn nu zelfvaarders, motorschepen, waarvan het gemiddelde laadvermogen in de loop der jaren steeg van ongeveer 100 ton tot meer dan 200. Het aantal schepen van de be- roepsvaart steeg van rond 3000 per jaar in het begin (1956) tot meer dan 5000 (beide richtingen samengeteld).

TABEL 25. SCHEEPVAART OP DE OOSTELIJKE RANDMEREN

1969	recreatie- vaart	beroepsvaart									
		aantal								draagvermogen	
		0	20	100	200	400	600	1000	ton	totaal	totaal 10 ⁶ ton gemidd. ton
Roggebotsluis	9190	562	572	1673	1707	355	166	2		5043	1,07 213
Hardersluis	8179	534	639	1636	1517	277	16	—		4629	0,85 185
Nijkerk	10267	812	454	2087	2217	488	300	24		6382	1,49 234

Juli neemt ongeveer de helft van de jaarlijkse pleziervaart voor zijn rekening.

Het is levendig op en aan het oostelijk randmeer, zowel op het water als langs de oevers. De gebaggerde vaargeul is gevaarlijk voor die baders aan de Flevolander stranden die zich niet storen aan de waarschuwborden.

De westelijke randmeren

Van de westelijke randmeren staat nog niet veel vast. Oorspronkelijk was hun hoofd- functie de scheepvaart en de aan- en afvoer van water voor Noord-Holland benoorden

het Noordzeekanaal. Hydrologisch hebben ze geen betekenis. De stijghoogte van het grondwater in dat gebied met zijn diepe droogmakerijen is al zo laag en de kleilagen bieden zoveel weerstand tegen de beweging van het grondwater, dat het droogmaken van de Markerwaard het waterregime van Noord-Holland nauwelijks zal beïnvloeden. De eerste projecten voorzagen daarom in smalle randmeren. Als het in 1941 begonnen werk aan de westelijke meerdijk ten noorden van Marken was doorgezet, dan zaten we nu met alleen een Gouwzee en een klein meertje bij Hoorn en verder met niet meer dan een randkanaal, misschien tussen Hoorn en Broekerhaven zelfs binnendijks.

Een belangrijke verandering in de plannen is gekomen door de wens om zoet water uit het IJsselmeer te brengen naar Holland tussen IJ en Maas. Noch het oostelijke randmeer, noch het Oostvaardersdiep zijn daarvoor geschikt. Wel kan het water bij Enkhuizen aan het IJsselmeer worden ontleend en dan door het westelijke randkanaal worden geleid. Het moet dan onder het IJmeer worden doorgevoerd. Om dit water te verwerken moet het randmeer een breedte hebben van tenminste een kilometer.

De grootste wijziging in het tracé van de meerdijk komt op rekening van de recreatie. Niet zo zeer de oeverrecreatie, zoals in de oostelijke randmeren, maar de recreatie op het water zelf, met kleine en matig grote pleziervaartuigen. Hier heeft het water tot vlak onder de kust een flinke diepte en er kan dus naar hartelust worden gevaren.

Het wordt algemeen gewenst geacht, in vergaande mate tegemoet te komen aan de wensen van de watersport. De randmeren moeten veel groter worden dan met het oog op andere belangen nodig zou zijn. Grote watervlakten worden in elk geval het Hoornse Hop en de Gouwzee. Door dit alles wordt de Markerwaard kleiner. Daar is geen overwegend bezwaar tegen, maar toch wordt een grens gesteld door dezelfde 'leefbaarheid' van Nederland die wordt gediend door de grotere mogelijkheden voor de watersport. Veel detailpunten vragen om een oplossing, zoals de vraag of Marken een eiland moet blijven, of dat het voldoende is het westelijke front er van te behouden (6.5, blz. 432). Aan het eind van onze halve eeuw is dit alles nog geen *geschiedenis* van de Zuiderzeewerken. Het is de *toekomst* en we hopen dat daarin wijze beslissingen zullen worden genomen. Een veilige voorspelling is dat binnen niet te lange tijd in de Gouwzee en vooral in het Hoornse Hop duizenden zich op het water kunnen uitleven.

Schardam, Lutjeschardam, Edam en Monnickendam zijn punten waar water uit het randmeer naar Noord-Holland kan worden gebracht, of het overtollige water uit dat gebied kan worden geloosd. Om dit goed te laten verlopen, moet een sluis worden gemaakt die het kanaal scheidt van de IJboezem. Die sluis komt ergens tussen Edam en Uitdam, maar de juiste plaats moet nog worden bepaald (blz. 306).

Evenals het oostelijk randmeer, is ook het westelijke ten aanzien van de scheepvaart bedoeld voor de grootteklasse van 1350 ton. Dat is tot dusver alleen tot uitdrukking gekomen in het sluiscomplex bij Enkhuizen, dat het randmeer scheidt van het IJsselmeer. Het heeft, evenals zijn collega's de Roggebot- en de Houtribsluizen, een dubbele functie. Voor het watertransport dient een doorlaatsluis met twee openingen, van 18 meter wijdtype elk en drempels op NAP $-4,5$ meter. De schutkolk is 110 meter lang en 12 meter breed. De slagdrempels liggen ook hier op NAP $-4,5$ meter. Een ophaalbrug over het buitenhoofd garandeert een onbeperkte doorvaarthoogte. Voor het grootste deel van de schepen kan de brug dicht blijven. In gesloten stand is de weg vrij tot NAP $+6,1$ meter. Schepen die niet tot dat peil reiken, kunnen ook door een stroomsluis varen als de schuiven daarvan geheel zijn geheven.

Daar de sluizen deel uitmaken van de tweede zeewering tegen de Noordzee, hebben ze (evenals trouwens de Roggebot- en de Houtribsluizen) een dubbele waterkering. De stroomsluizen hebben twee hefdeuren. In het buitenhoofd van de schutsluis, dat keert tot NAP $+2,85$ m, bevindt zich een stel stormdeuren (puntdeuren).

De geschiedenis van de sluizen van Enkhuizen vertoont veel overeenkomst met die van de Houtribsluizen. In oktober 1956 is begonnen met de aanleg van een werkhaven, in juli 1957 met de bouwput. Van december 1958 af tot mei 1969 heeft die liggen wachten op de bouw van de sluizen. De drukke scheepvaart door het Krabbersgat heeft al die tijd om de funderingsput moeten omvaren. Daarvoor is om de put heen een 100 meter brede geul gebaggerd, die aan de zuidoostkant begrensd is door een tegelijkertijd aangelegd stuk van de ringdijk van de Markerwaard, 1,2 kilometer lang.

De wens om Marken over land te kunnen bereiken heeft ertoe geleid dat in 1957-1959 een dam is gelegd van de Hollandse kust bij de Nes naar de zuidwestelijke hoek van dat eiland. In het tracé van de dam zit een vrijwel haakse hoek. Het deel van de dam ten westen van die hoek zal later, als de Markerwaard wordt ingepolderd, worden vervangen door een brug. Het randkanaal moet dan immers van het IJsselmeer tot het IJmeer onafgebroken doorlopen.

Het 2,5 kilometer lange dijkvak dat in 1941 van de noordwesthoek van Marken werd gemaakt in de richting van Edam (6.5, blz. 431), kan worden beschouwd als een dijk langs het westelijke randmeer.

Het IJmeer

Tenslotte het IJmeer, dat zijn oorspronkelijke betekenis, voor de defensie, al lang heeft verloren. Ook de hydrologische functie voor de bescherming van het grondwater van Amsterdam, wordt niet meer zo hoog aangeslagen als vroeger het geval was. Er blijven

nog voldoende redenen over om het IJmeer onmisbaar te doen zijn. Verreweg de meeste aspecten van tabel 24 zijn vertegenwoordigd. De IJboezem speelt een grote rol voor het waterbeheer van het Noordzeekanaal en in grote delen van Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht. De kwaliteit van het water is niet zo best: het wordt van verscheidene kanten organisch en anorganisch verontreinigd. Voor drinkwater en voor land- en tuinbouw is het ongeschikt, maar het meer wordt toch wel bruikbaar geacht om voor recreatie te dienen. Een zestal kunstmatige eilanden zal die bruikbaarheid vergroten.

De eilanden maken de zandwinning in het meer niet gemakkelijk. Toch is het mogelijk grote hoeveelheden zand uit het IJmeer te halen.

Het meer is groot genoeg om het koelwater van elektrische centrales met een vermogen van honderden megawatts op een voldoende lage temperatuur te houden. Er zullen dan ook één of meer centrales aan de kust van het IJmeer worden gebouwd.

In het groot gezien bevat het complex van IJsselmeer en randmeren een uitstekend koelcircuit voor de elektriciteitsvoorziening. Men kan bijvoorbeeld overwegen om het water te laten circuleren om Flevoland heen. Wel moet terdege worden opgelet in hoeverre andere belangen worden geschaad. Of het water met of tegen de klok rondgaat, er komt altijd minder goed water op plaatsen waar men het liever niet ziet. Het blijft een afwegen van vóór en tegen. Veel wijsheid is nodig om te zorgen dat de vele voordelen die zijn verkregen door de vorming van het IJsselmeer en zijn randmeren zo goed mogelijk tot hun recht komen.

HET NIEUWE LAND

5.1. BETEKENIS EN OMVANG VAN HET NIEUWE LAND

Het nieuwe land in oude plannen

Van het begin af speelde het winnen van land een grote rol in de plannen voor de Zuiderzee. Lange tijd heeft het zelfs onbetwist de hoofdrol gespeeld.

In het 'voorstel' van Hendric Stevin (1667) is dat nog niet het geval. Daar gaat het om 'het geweld en vergif der Noortzee uytter Verenigt Nederland te verdrijven'. Zoetwatervoorziening komt er in voor, en dan ook het leveren van 'veel gronts bequam om bedijken' [1 nr. 1]. In de plannen van 1848 en 1849 daarentegen staat de landwinst voorop. Van Diggelen, die een diepgaande studie maakte van het Zuiderzeevraagstuk, zag in zijn veelomvattende plan in de eerste plaats de gunstige invloed van de droogmaking op 'de verschillende takken van volksbestaan'. De sociaal-economische gevolgen, het bestrijden van het pauperisme, zoals hij zei, stonden bovenaan. Het boek [7] is nu, na 120 jaar, nog altijd de moeite waard om te lezen.

In de volgende fase, die van 1866-1877, was de doelstelling van de Zuiderzeewerken geheel en al beperkt tot het winnen van land [8, 9 en 10]. Het zuidelijk deel van de kom moest worden drooggemaakt om het landbouwareaal van Nederland te vergroten. De bodem van de Zuiderzee was daar heel geschikt om er goede landbouwgrond van te maken en men zag in het verkrijgen van die goede landbouwgronden voldoende redenen om de kostbare onderneming aan te vatten.

De oorspronkelijke agrarische bestemming

Zo is het eigenlijk gebleven tot Lely in zijn technische nota's met de Afsluitdijk kwam. Aanvankelijk stond ook daar de droogmaking voorop en was een belangrijk argument om de Afsluitdijk te maken dat daardoor het maken van de polderdijken gemakkelijker en minder kostbaar zou worden. Bij de beslissing over de vraag of de droogmaking zonder of met afsluiting van de Zuiderzee zou worden uitgevoerd, speelden ook de

andere in de technische nota's behandelde aspecten mee: veiligheid en zoetwatervoorziening.

De landaanwinning werd als een landbouwzaak gezien en de begroting van de polderwerken was geheel gericht op de agrarische kant. Ook de vorm van de polders was daarop gebaseerd. Er werd niet nagegaan, hoe de polders het beste in het geheel van de Nederlandse samenleving zouden passen. Daar was de tijd nog niet rijp voor. Er werd gezocht naar de gedeelten van de Zuiderzeebodem die het meest geschikt zouden zijn voor de landbouw en veeteelt. De Staatscommissie die het werk van Lely moest beoordelen, legde nog meer nadruk daarop door het Enkhuizerzand buiten de omdijking van de zuidwestelijke polder te houden.

Bij het eerste plan dat zw publiceerde (1925, fig. 2e) was deze verandering weer onge-daan gemaakt. Er waren nog veel andere wijzigingen aangebracht in de vorm van de polders. Deze waren vooral geïnspireerd op omstandigheden buiten het nieuwe land (defensie, afwatering en watervoorziening van het 'oude' land) en niet op het gebruik dat zou worden gemaakt van de te winnen gronden.

De Zuiderzeepolders waren dus bedoeld voor het scheppen van een nieuw landbouw-areaal, vergroten van het bestaande gebied (20 000 à 25 000 km²) met tien percent. De studies voor het inrichten van de polders tot agrarisch gebied begonnen in de proefpolder bij Andijk, die in 1927 in bedrijf kwam. Dat was geen werk meer voor de waterbouwkundige alleen. De landbouwdeskundige deed zijn intree en kreeg uiteraard een overwegende invloed in de 'Proefpoldercommissie'. Toen eind 1930 de Wieringermeer was drooggevalen, ging het werk van die commissie over op de 'Voorlopige Directie van de Wieringermeer' (WMD), die veel later (in 1962) de betere naam kreeg van 'Rijksdienst IJsselmeerpolders' (RIJP).

Het spreekt vanzelf dat die dienst en de waterbouwkundige afdeling van zw van het begin af intensief met elkaar hebben samengewerkt, en ook dat een afscheiding is gemaakt tussen de taak van de een en die van de ander. De bedijking, de bemaling, de hoofdwatgangen, de sloten, wegen en bruggen voor zw, de detail-ontwatering, de inrichting van het land, de kolonisatie en alles wat daarmee samenhangt voor WMD of RIJP.

Nieuwe bestemmingen

De eerste polder, de Wieringermeer, is helemaal opgezet als een agrarisch gebied en ook bij het in de dertiger jaren gemaakte ontwerp van de volgende polder, de Noord-oostpolder, is dat het geval geweest. Daarna heeft de gedachte aan ruimtelijke ordening zich geleidelijk ontwikkeld, maar de voedselnood van 1940-1945 en de rol van de Wieringermeer en de Noord-oostpolder daarbij, brachten de agrarische bestemming van de polders weer meer naar voren.

Toch braken andere inzichten door. De WMD deed in de Noordoostpolder dadelijk pogingen om de al te eenzijdige oriëntering op de landbouw te voorkomen door industrie aan te trekken, al was het voornamelijk landbouwindustrie. Tekenend is het enthousiasme waarmee kort na 1950 grond werd afgestaan voor de vestiging van de twee laboratoria bij De Voorst: het Waterloopkundig Laboratorium en het toenmalige Nationaal Luchtvaartlaboratorium (nu Laboratorium voor Lucht- en Ruimtevaart). Het ging maar om een half percent van het oppervlak van de polder, maar het doel om een grotere spreiding van activiteiten te krijgen was duidelijk.

Aan de recreatie was van het begin af enige aandacht gegeven. In de Wieringermeer werd de voor de landbouw minder geschikte noordoosthoek, Robbenoord, bebost. In de Noordoostpolder kwam o.a. het Kuinderbos dat later een twistappel zou worden tussen recreatie en defensie.

In de derde polder, Oostelijk Flevoland, werden verscheidene bospartijen aangelegd, ook op gronden die geschikt waren voor landbouw. Daar kwam nog een andere vorm van recreatie naar voren, de oever-recreatie. De eerste vrouwelijke ingenieur van zw, van planologische afkomst, won haar pleidooi om kaden langs het randmeer te voorzien van stranden. In juni 1952 werd begonnen met de polderkade van het Veluwemeer dicht bij Harderwijk, waar later de Flevocamping is gekomen. Er werd buiten de eigenlijke waterkering een groene strook aangelegd en 'voor zover daaraan in de toekomst behoefte blijkt te bestaan, zal getracht worden een gedeelte als een onbegroeid zandstrand te behouden'. Men had er nog geen idee van, hoe groot die behoefte zou worden.

De plannen voor het zuidelijk gedeelte van Flevoland tonen de invloed van twee omstandigheden. De eerste is het voortschrijden van de jaren, en daarmee van het besef dat de uitbreiding van ons grondgebied niet in de eerste plaats een landbouwbelang is. De tweede is de geografische positie van dit nieuwe land, dicht bij de Randstad Holland, die nu gelegenheid krijgt zich in noordoostelijke richting uit te breiden. Zuidelijk Flevoland kan een deel van de bevolkingsdruk opnemen.

Dat zal ook de laatste polder, de Markerwaard, moeten doen. Het staat nog in het geheel niet vast, hoe die moet worden ingericht, als de grond in de tachtiger jaren droog komt. Wel is het zeker dat de landbouw geen grote duit in het zakje zal doen.

Twaalfde provincie

De nieuwe bestemmingen hebben een eind gemaakt aan de droom over de twaalfde provincie van Nederland. De Wieringermeer ligt te excentrisch en wordt aan drie van de vier zijden omarmd door Noord-Holland, maar de andere polders zouden een gebied vormen van een homogeen karakter, waar veel belangen gelijk gericht zouden zijn, verschillend van die in het oude land. De klok in de beurs van Emmeloord toont de elf

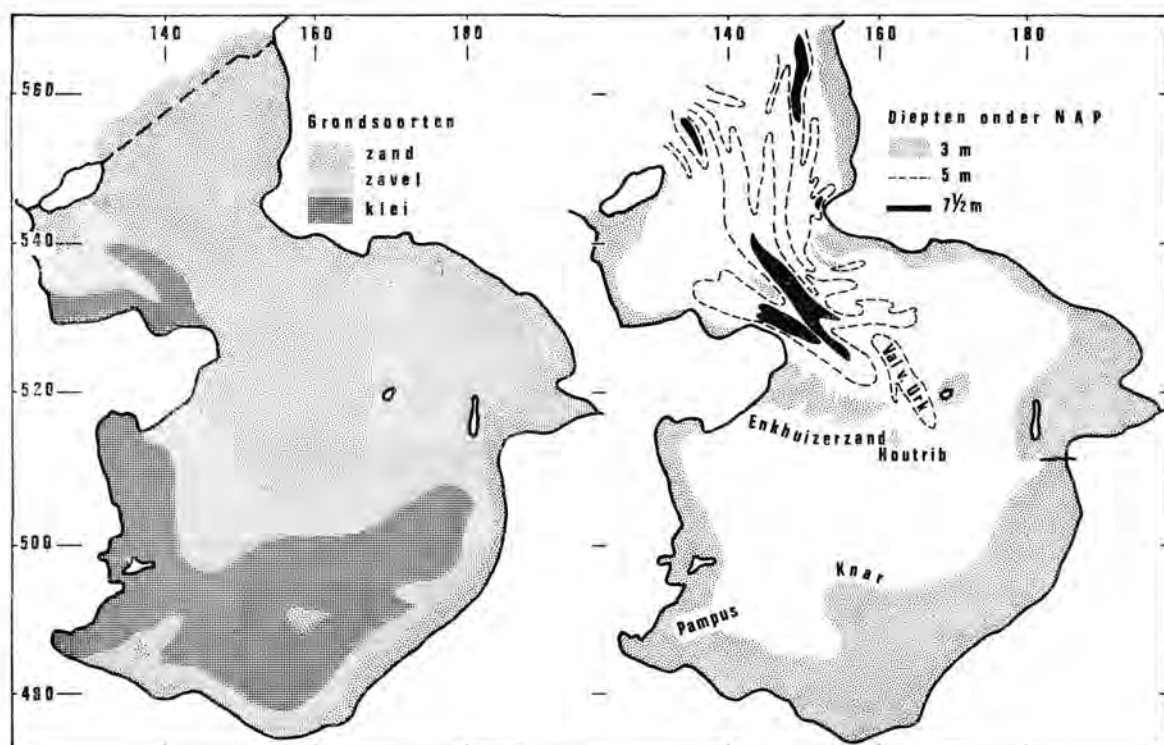


Fig. 76. Grondsoorten

Fig. 77. Diepten

provinciewapens en op de plaats van de 12 is een schild aangebracht met het opschrift: 'twaalfde provincie'.

Dat is verleden tijd. De polders worden sterk geïntegreerd met het oude land. Wel vormen ze, met het IJsselmeer en de randmeren, een waterstaatkundige eenheid, maar dat is niet voldoende voor het vormen van een nieuwe provincie in een tijd waarin de neiging bestaat om het aantal provincies juist te verminderen.

Plaats van de IJsselmeerpolders

Het was niet moeilijk om uit te maken welk deel van de afgesloten Zuiderzee het IJsselmeer zou moeten vormen en welke gedeelten konden worden bestemd tot droogmakerijen. Een belangrijk gegeven was de aard van de zeebodem. Het was logisch dat voor de agrarische polders in de eerste plaats die gebieden werden gekozen waarvan de bodem bestaat uit vruchtbare grond, klei en zavel (fig. 76).

Het tweede gegeven werd uitgedrukt door de dieptelijnen in de kaart van de Zuiderzee (fig. 77). Het spreekt vanzelf dat de diepste gedeelten buiten de polders werden gehouden. Anders zou de opvoerhoogte van de gemalen te groot worden.

Het derde punt van uitgang werd geleverd door de eisen waaraan het IJsselmeer zou

moeten voldoen. Die eisen betreffen enerzijds de grootte van het meer en anderzijds de verbindingen met de wateren rondom. Beide leiden ze tot de conclusie dat het hart van het IJsselmeer moest liggen in de 'hals' van de Zuiderzee, tussen Gaasterland en Westfriesland.

Vandaar zou in noordelijke richting de verbinding met de Waddenzee komen. Aan de oostzijde van die verbinding was geen geschikte plaats voor inpolderingen aanwezig. De ondiepe strook langs de Friese kust is te smal. Daarbuiten lopen vrij diepe geulen, die droogleggen niet aantrekkelijk maken. Aan de westzijde daarentegen was de Wieringermeer heel geschikt om te worden bestemd tot landbouwpolder. Niet te diep en een behoorlijk vruchtbare bodem.

Ten zuiden van de 'hals' moest nog ruim het derde deel van het IJsselmeer worden ondergebracht, zo'n vier- of vijfhonderd vierkante kilometer. De rest van dit gebied kon worden ingepolderd, met dien verstande dat een verbinding met de IJsselmonden in stand zou moeten blijven en dat de scheepvaartverbinding naar Amsterdam niet mocht worden onderbroken. Door die twee voorwaarden valt het in te polderen gebied in drieën uiteen, namelijk een zuidwestelijke polder langs de Noordhollandse kust tussen Enkhuizen en Amsterdam, een zuidoostelijke van Amsterdam tot de IJsselmond en een noordoostelijke van de IJssel naar de uitstekende punt van Gaasterland.

Tezamen met de Wieringermeer in het noordwesten, bestaat het Zuiderzeeland dus uit een NW-, een ZW-, een ZO- en een NO-polder. Dit viertal komt al voor in de schetsplannen van Kooy (1870) en Opperdoes Alewijn (1873). Het heeft een duidelijke vorm gekregen van Lely in zijn technische nota's (1887-1891) en is sindsdien in alle plannen gebleven. De grootte en de vorm van de polders is telkens aangepast aan de gewijzigde inzichten en omstandigheden, maar ook in de definitieve uitvoering vinden we de vier polders terug (fig. 2f). Ze heten nu Wieringermeer, Markerwaard, Flevoland en Noordoostpolder.

Volgorde van de polders

De inzichten over de volgorde waarin de IJsselmeerpolders tot stand moeten komen, zijn in de loop der jaren nogal eens veranderd. Over één punt is men het echter altijd eens geweest: de Wieringermeer, de NW-polder, zou vóórgaan. Die polder is maar klein en er is slechts een korte dijk voor nodig. Het is een prachtig proef-object, dat bovendien kon worden voorbereid tijdens de bouw van de Afsluitdijk. De uitvoering van de andere polders zou er nauwelijks door worden vertraagd*.

* In 1924 is in kringen van ZW nog overwogen, of het aanbeveling zou verdienen de Noordoostpolder te laten voorgaan. In het openbaar is daarover nooit gesproken, maar ik vind in mijn dagboek van 1924 verscheidene gesprekken met Ir. de Blocq van Kuffeler over voorrang voor de NOP.

Van die andere polders wilde Lely [19] de grootste van alle, de zuidoostelijke, het eerst aanpakken. Zo krijgt men het snelst een groot landbouwgebied ter beschikking, waarvan de opbrengst moest dienen om een deel te delgen van de schuld die is ontstaan door het aanleggen van de Afsluitdijk. Lely's volgorde, NW-ZO-ZW-NO (fig. 3) is dus allereerst gebaseerd op financiële overwegingen.

De Staatscommissie van 1892-1894 nam deze volgorde over, maar gaf een variant aan, waarin de zw-polder vóór de zo ter hand zou worden genomen. In het plan van de commissie is de zw-polder sterk in omvang gereduceerd. De dijk was korter geworden en werd beschouwd als een geschikt object om nog meer ervaring op te doen vóór zou worden begonnen aan de lange meerdijk van de zo-polder. De volgorde werd nu NW-ZW-ZO-NO, dus tegen de klok.

Die volgorde is aangehouden bij de behandeling van de wet van 1918, maar daarvoor was een andere reden. In het wetsontwerp was het werk opgevat als te bestaan uit twee gedeelten. Eerst de Afsluitdijk en de kleinste twee polders, dat waren de westelijke. Nadat daarmee voldoende moed zou zijn opgedaan, moest worden beslist, of het hele plan zou worden uitgevoerd door nu ook de grotere oostelijke polders droog te maken. Kennelijk was Lely niet zeker dat de Staten-Generaal het gehele werk, voor die tijd van ongehoorde omvang, zou aanvaarden. De Tweede Kamer was echter verstandig en schrapte de gehele omschrijving van de droog te maken gedeelten uit de wet (1.2, blz. 22). zw kreeg dus vrijheid om door nadere studies de ligging, de omvang en ook de volgorde van de inpolderingen te bepalen. Hij ging daarbij oorspronkelijk uit van de volgorde 'tegen de klok', die was ontstaan door de voorgeschiedenis.

Het in 1925 uitgewerkte ontwerp, dat als basis moest dienen voor de versnelde uitvoering, vertoonde in één opzicht een belangrijk verschil met het plan van Lely. De zw- en zo-polders werden zó dicht bij elkander gebracht, dat zij een eenheid vormden. Tussen die grote zuidelijke polder en Amsterdam kwam het IJmeer. Dat had, behalve een hydrologische functie, ook een militaire betekenis en het moest dus binnen niet te lange tijd klaar zijn. Dit pleitte voor het spoedig ter hand nemen van althans één van de zuidelijke polders. Overigens sprak het ontwerp van 1925 zich over de volgorde alleen uit ten aanzien van de nw-polder. Die zou voorgaan en wel zó veel, dat hij droog zou zijn vóór de afsluiting van de Zuiderzee een feit was. Er was nu zó veel werk aan de winkel, dat het weinig zin had zich al te veel te bekommeren over wat zou moeten gebeuren na 1933, als de grote dijkwerken voor de afsluiting en voor de Wieringermeer zouden aflopen.

Het werd 1931 voor daarover een beslissing viel. De landsverdediging eiste toen de spoedige vorming van het IJmeer niet meer, omdat een interim-regeling was getroffen (4.2, blz. 236). Nu kon het roer worden omgegooid.

Tot dusver hadden alle plannen een moeilijkheid in de organisatie te zien gegeven.

Altijd was het droogmaken van de grootste, zo-polder voorafgegaan aan het maken van één of meer kleinere. Het gevolg daarvan is, dat òf het dijkenbouw-apparaat, òf de landbouwkundige dienst een tijdlang moest stilliggen. Zowel door Lely als bij de volgende plannen is het eerste gekozen. Er werd blijkbaar geen bezwaar in gezien van meet af aan te beginnen met de dijkbouw na een onderbreking van vijf of zes jaren (Lely: 14e t/m 18e jaar, variant van 1894: 19e t/m 24e jaar). Onze aannemers zouden dat natuurlijk wel klaar spelen, maar continuïteit is toch wel erg gewenst. Die kon worden verkregen door de NO-polder als tweede te laten volgen. Op de begroting van het Zuiderzeefonds voor 1932 verscheen de eerste post voor de indijking van die polder.

Inmiddels werd Nederland bezet, maar er is toch besloten in 1941 door te gaan. De zw-polder, de Markerwaard, kwam als kleinste van de zuidelijke poldergroep het eerst in aanmerking. Er werd een stuk dijk gemaakt van Marken in noordelijke richting en een grondverbetering aangebracht onder een deel van het tracé van de dijk die de Markerwaard zal afscheiden van het toekomstige Oostvaardersdiep. Het bleef echter bij dat ene jaar. Daarna kon het werk wegens de oorlog niet meer voortgaan.

Het werd 1950 eer er weer leven in de brouwerij kwam. En wel met een nieuw gezichtspunt, doordat de Knardijk ten tonele verscheen. Een lelijke naam (ontleend aan de zandbank die sinds onheuglijke tijden de naam Knar droeg) voor een nuttige dijk. Hij verdeelt de zo-polder, Flevoland, in twee stukken, elk wat kleiner dan de Markerwaard. Zowel de dijken en andere waterbouwkundige werken, als de ontginning, kunnen in elke polder onafhankelijk worden uitgevoerd. Op grond van hoofdzakelijk planologische en organisatorische overwegingen werd besloten de reeds gemaakte werken voor de Markerwaard te laten liggen en te beginnen met 'Oostelijk Flevoland'. Dan zou de Markerwaard komen en 'Zuidelijk Flevoland' zou de rij sluiten.

Nog een laatste verandering kwam er in de plannen. In 1957 werd verder gegaan met de werken voor de Markerwaard, maar twee jaar later is overgestapt op Zuidelijk Flevoland. Dit besluit werd vergemakkelijkt door de omstandigheid dat de dijk langs het Oostvaardersdiep zowel voor de Markerwaard als voor Zuidelijk Flevoland kan dienen (6.4.1, blz. 416). Bij de beslissing speelden de Rijksfinancien een rol. Zuidelijk Flevoland zou een minder groot beroep op de Nederlandse economie doen dan de veel kostbaarder Markerwaard. Ook planologisch is de kleinere polder in het voordeel. Daarin komt eerder grond beschikbaar die in de Randstad zo hard nodig is.

De Markerwaard is dus helemaal naar het eind verschoven. Met de bedijking is men ten derden male begonnen in 1963, nog vóór de dijk om Zuidelijk Flevoland klaar was. Gezien het trage tempo waaraan de Zuiderzeewerken tegenwoordig zijn onderworpen, zal het jaren duren, eer het Nederlandse grondgebied zal zijn uitgebreid met de laatste der Zuiderzeepolders.

Per slot van rekening zijn de inpolderingen dus niet ontstaan tegen de klok in, zoals men zich in 1894 voorstelde, maar is de volgorde precies andersom geworden, met de wijzers van de klok mee (fig. 3, blz. 40).

5.2. PLANNEN

Bestemmingen en eisen

Het doel van de winning van nieuw land is pas bereikt als elk deel ervan een bestemming heeft verkregen, als er een bevolking woont en een samenleving functioneert. Voor het zover is, moeten waterbouwkundige, bouwkundige en landbouwkundige werken worden uitgevoerd, wat natuurlijk volgens een plan geschiedt. In zo'n plan wordt aan al deze objecten een plaats aangewezen. In samenhang daarmee wordt voor ieder stuk van het nieuwe land de bestemming bepaald.

Daarbij moet worden voldaan aan een groot aantal eisen.

Een aantal daarvan wordt gedicteerd door de waterhuishouding. Daarmee is het bestaan van het land als zodanig gemoeid en tevens het doelmatig gebruik van de gronden.

Een volgende groep van eisen heeft betrekking op het verkeer, te water en te land. Er ontstaat verkeer doordat er in de polder wordt gewerkt: er is aan- en afvoer ten behoeve van agrarische, industriële en verzorgende bedrijven. Verkeer is er ook doordat er wordt gewoond. De bewoners blijven niet thuis, maar bewegen zich om allerlei redenen door de polder en gaan er ook in en uit. Recreanten komen en gaan. Vaak is er ook verkeer door de polder tussen daarbuiten gelegen polen.

Weer andere eisen volgen uit de woonfunctie. Die vraagt op doelmatig gekozen plaatsen begrensde en tevens flexibele ruimten. Met het wonen hangt de recreatie samen. Die vergt een afzonderlijke beschouwing, omdat recreanten en bewoners niet dezelfde mensen zijn.

Ruimtelijke ordening

Met al die eisen in het achterhoofd gaat men de objecten rangschikken en de ruimten ordenen. Veel objecten hebben te maken met verschillende aspecten. Een vaart bijvoorbeeld heeft te maken met de waterhuishouding en ook met het verkeer te water. Tevens bepaalt het een grenslijn, die weer kan samenhangen met het wegnenet.

Planologische studies voeren tot een ruimtelijke ordening. Er ontstaat een synthese van verschillende aspecten, waarbij er geen mag worden overspannen of verwaarloosd. Het geheel dient een aanvaardbare, zo mogelijk schone vorm te krijgen. Die vorm is het landschap. Bij dit alles moeten de kosten van uitvoering binnen de perken blijven. Een vraag apart is: binnen welke perken?

Oude plannen

Onze voorouders die de 17e-eeuwse droogmakerijen tot stand hebben gebracht, hadden uiteraard geen begrip voor planologische methoden. Toch schijnen zij wel gevoel te hebben gehad voor een geïntegreerde opzet van een plan. De inrichting van hun inpolderingen suggereert in een overigens simpele opzet de bedoeling om aan essentiële wegverbindingen een duidelijke vorm te geven. Een schets van Leeghwater (1575–1650) voor een Haarlemmermeerpolder kent een ‘Amsterdammer’, een ‘Leyder’ en een ‘Haarlemmer Wegh’, op die steden gericht.

In de negentiende eeuw had men hier blijkbaar minder gevoel voor. In de Haarlemmermeer zoals die in het midden van die eeuw is uitgevoerd, zijn geen duidelijke wegverbindingen ontworpen naar de omliggende steden. Er is een patroon van elkander loodrecht kruisende wegen. Waar die aan de rand van de polder uitkomen, schijnt aan het toeval te zijn overgelaten. Elke relatie met de omgeving ontbreekt. Woonkernen schijnen op vrij willekeurige wijze te zijn ontstaan.

Kort daarna gemaakte plannen voor Zuiderzeepolders [8] tonen eveneens weinig verband tussen de inrichting van de polder en het oude land rondom. Ook bij Lely [19] vinden we hiervan niet veel terug. Hij volstaat met een waterhuishoudkundig plan. Nergens blijkt dat dit iets te maken zou hebben met woonkernen en wegen. Die komen op de tekening niet voor. Van een geïntegreerd plan is geen sprake.

Nieuwe methodiek

zw heeft het geluk gehad dat reeds het ontwerpen van het plan voor de Wieringermeer werd begeleid door adviezen van een aantal bekwame en vooruitziende stedenbouwers, die begrip hadden voor de bijzondere aard van het Zuiderzeegebied.

Aan de kaart van de Wieringermeer is wel te zien dat men destijds nog geen ervaring had in het samenstellen van een geïntegreerd plan. Er waren dan ook in het oude land geen voorbeelden beschikbaar. Daar had men de noodzaak nog niet duidelijk gevoeld om voor een bestaand en bewoond gebied de toekomstige ontwikkeling in goede banen te leiden. Voor de nieuwe polders was het een gebiedende noodzaak een plan te hebben. Het is ook minder moeilijk te maken dan een plan voor een bewoond gebied, omdat er minder belangen zijn waarmee rekening moet worden gehouden. Daardoor hebben de IJsselmeerpolders in dit opzicht de spits afgebeten.

Algemeen spreekt men van ‘verkavelingsplan’, maar dat woord geeft eigenlijk een te beperkt begrip aan. Het slaat op de ligging, grootte en vorm van de kavels waarop de landbouw wordt uitgeoefend. ‘Inrichtingsplan’ zou een betere naam zijn en als het een gebied van enige omvang betreft zou ook de naam ‘streekplan’ goed passen. Voor een

algemeen plan van de zuidelijke polders dat alleen de grote lijnen aangeeft is het woord 'structuurplan' gekozen. Dat staat in hoge mate onder invloed van de omstandigheden in het omringende oude land. Het houdt verband met de visie die door de planologische instanties voor de ruimtelijke ordening van Nederland is ontworpen.

Binnen het algemene plan is een aantal deelplannen, die meer in detail werken en bestemmingen aangeven voor bepaalde facetten. Er is een plan voor de kanalen en kleinere waterleidingen, een wegenplan, een uitgifteplan voor de agrarische bedrijven, een infiltratieplan, een landschaps- en beplantingsplan, een recreatieplan en gedetailleerde plannen voor de woonkernen.

De gegevens voor de plannen

Het eerste gegeven bestaat uit de ligging, de grootte en de vorm van de polder, die zijn bepaald door het tracé van de ringdijk. Dat tracé hangt grotendeels af van omstandigheden buiten de polder, zoals de eisen die worden gesteld door het IJsselmeer, de diepteligging en de belangen van het aangrenzende oude land.

Daarmee is echter niet alles gezegd. Uit die overwegingen volgen globale tracés, maar details kunnen wel degelijk worden bepaald door de toestanden in de polder zelf.

Een grote groep gegevens wordt verschaft door de topografie en de samenstelling van de bodem.

Hoogteligging van de zeebodem

De IJsselmeerbodem was in de gebieden waar de polders zijn gekomen opvallend vlak. Over het algemeen was (en is) de afstand tussen hoogtelijnen met een meter verschil 5 tot 10 kilometer. Zeer plaatselijk zijn er 'steile' randen, minder dan een meter hoog, onder hellingen van 1 op 400. Uitzonderingen, met hellingen van omstreeks 1 op 50, zijn er in het noordwesten van de Wieringermeer, bij Urk en op het Enkhuizerzand. De hoogteverschillen bedragen daar enkele meters. Afgezien daarvan zijn de Zuiderzeepolders aanmerkelijk minder geaccidenteerd dan het Friese land rondom Bolsward.

Na het droogmaken blijft de bodem niet op het oorspronkelijke niveau. Er treedt klink op, waardoor het oppervlak daalt. Omdat de spanning van het grondwater tengevolge van het droogpompen daalt, neemt de 'korrelspanning' toe. In gronden met een hoog poriëngehalte, zoals klei, zavel en veen, worden de gronddeeltjes dichter op elkaar gedreven. Grondwater wordt weggeperst en het volume van de grond neemt dus af: de bodem klinkt in. Toen de plannen voor de Wieringermeer werden gemaakt, was over dit verschijnsel niet genoeg bekend om een voorspelling te kunnen maken voor de te verwachten klink. Men heeft er eigenlijk naar geraden en heeft de inklinking (gelukkig) overschat.

Niet lang daarna is onze kennis van de klink sterk verbeterd, vooral door het werk van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft en het Bodemkundig Laboratorium te Kampen. De klink gaat tientallen jaren door, in steeds trager tempo. De grootste berekende inklinking is ongeveer 1,4 meter. Daarin zit nog wel een onzekerheid van een paar decimeters.

Aard van de bodem

Ook de aard van de bodem is gelijkmatig. Veen en keileem komen slechts sporadisch aan de oppervlakte. Er is meer zand in de Wieringermeer, in de Noordoostpolder en in de toekomstige Markerwaard, maar vrijwel niet in Flevoland. Verreweg het grootste gedeelte (90 percent) van de bodem bestaat uit klei en zavel.

De afwijkende gronden krijgen soms bijzondere bestemmingen of een speciale watervoorziening door infiltratie.

De ondergrond is in den regel kleiachtig tot een diepte die een twintigtal meters kan bedragen. Daaronder bevindt zich zand.

Kwel

Door het verlagen van de spanning (druk) van het grondwater onder een drooggepompte polder ontstaat een stroming door de bodem van de omringende gebieden waar de druk hoger is (IJsselmeer, randmeren, oude land) naar de polder, waar het opkwelt. De hoeveelheid van de kwel en de verdeling ervan over het oppervlak van de polder hebben invloed op de inrichting. Met behulp van een zeer groot aantal waarnemingen, vooral boringen, en uitgebreid rekenwerk zijn gegevens verkregen die bij de plannen van de polders nodig zijn. Een groot deel van de uitkomsten is al vermeld bij de bespreking van de waterkwaliteit van het IJsselmeer (4.5), waarop een deel van het opgekwelde water door de gemalen wordt uitgeslagen.

Ook de bestemming tot waterwingebied van terreinen in Flevoland langs het Veluwe-meer berust op hydrologisch onderzoek van de kwelstromen.

De ligging van de polders ten opzichte van het oude land

Een gegeven van geheel andere aard is de plaats die elke polder inneemt op de kaart van Nederland. De Wieringermeer en de Noordoostpolder liggen op grote afstand van de dichtbevolkte Randstad Holland en grenzen aan betrekkelijk dun bevolkte agrarische gebieden. De zuidelijke polders daarentegen moeten worden gezien tegen de achtergrond van een landstreek die is gekenmerkt door een sterke groei van de bevolking en een intensieve industrialisatie. Er is een grote bevolkingsdruk, zodat elke open ruimte dreigt vol te raken met bebouwing. Ook recreatieve ruimte is er te kort. De ontwik-

keling moet worden geleid en geordend om het westen van Nederland leefbaar te houden. Industrialisatie moet worden gespreid, nieuwe woongebieden moeten worden aangewezen. Open ruimten moeten worden gespaard, recreatieve objecten gerealiseerd.

Het is duidelijk dat de zuidelijke polders in dat proces een rol hebben te spelen. Zij grenzen aan het bedreigde gebied; zij kunnen de ruimte verschaffen die in de randstad ontbreekt.

De tijd van droogvallen

Als laatste gegeven kan worden beschouwd het tijdvak waarin de polder tot stand komt. In 1930, toen de Wieringermeer droog viel, gold de conclusie van de commissie Lovink (2.1.5, blz. 64) nog onverkort. Het was evident dat de overheersende bestemming van de nieuw verworven grond in de agrarische sector lag. Een kwart eeuw later speelden de 'nieuwe bestemmingen' al een grote rol bij het opmaken van het plan voor het eerste deel van Flevoland. In de Markerwaard, die ruim een halve eeuw na de Wieringermeer zal worden toegevoegd aan het grondgebied van Nederland, zijn de nieuwe bestemmingen overheersend.

De rol van de landbouw

In de Wieringermeer en in de Noordoostpolder heeft men zich tot het uiterste ingespannen om de landbouwproductie hoog op te voeren. Grondverbetering is toegepast in gebieden waar zware grond voorkwam onder niet al te dikke lichtere lagen. Door woelen of diepploegen werd de zwaardere grond naar boven gebracht, waardoor de kwaliteit van de bouwvoor verbeterde. Op andere plaatsen werden infiltratie-werken uitgevoerd om de aanleg van grasland op zandige gronden mogelijk te maken.

Na 1945 is de toestand in de landbouw zodanig veranderd, dat dergelijke kostbare maatregelen niet meer economisch verantwoord zijn. Het rendement van aanmaken van landbouwgrond is twijfelachtig geworden. De voortzetting van de inpolderingen in het IJsselmeer kan niet meer worden gemotiveerd door het winnen van landbouwgrond. Het zijn de bestemmingen voor wonen, werken en recreatie die ons dwingen de inpolderingen te voltooien.

Dat wil echter niet zeggen dat de landbouw-bestemming niet meer zal voorkomen. Open ruimten kunnen niet worden gemist in een evenwichtige opbouw van het land. Daarvoor is landbouw de aangewezen bestemming. Trouwens als er ergens in Nederland in de toekomst nog landbouw zal worden bedreven, dan zal dat op de Zuiderzeegronden moeten zijn. Daar zijn de voorwaarden het gunstigst. De bodem is uitstekend, de technische inrichting en de waterhuishouding zijn zo goed als men maar kan wensen.

Dan zijn er nog gebieden die tijdelijk voor landbouw zijn ingericht, maar later een andere bestemming krijgen (6.4.2, blz. 424).

Wonen, werken en recreatie

Het stond al spoedig vast, dat er in het hart van de zuidelijke polders een gewestelijk centrum zou moeten zijn. Een aangewezen plaats voor dit centrum, dat Lelystad werd genoemd, was dicht bij het noordoostelijk eind van het Oostvaardersdiep, waar land- en waterverkeer elkander zouden kruisen. Lelystad zou niet slechts verzorgingscentrum voor een agrarisch gebied zijn, maar veel meer een autonome stad, waar een groot aantal niet aan het agrarisch bedrijf verbonden Nederlanders zou wonen en werken.

Een stad met een geheel ander karakter zou dicht bij Amsterdam moeten komen. De ruimteproblemen van Amsterdam zouden door die nieuwe stad, nu aangeduid met de naam Almere, enigszins worden verlicht.

Eenzelfde functie wordt ook toegedacht aan een industriegebied, dat zijn plaats zou kunnen krijgen langs het Oostvaardersdiep. Het is logisch dat het in de plannen zou worden opgenomen.

Voorts zouden woonkernen van mindere orde dan Lelystad en Almere door de plannen worden aangewezen: streekcentra (B-kernen) en kleinere centra voor de verzorging van een bepaald gebied (A-kernen).

Voor recreatie konden gebieden worden bestemd die geen zeer grote agrarische waarde hebben. Dit leidde tot de aanleg van tamelijk grote boscomplexen, die voor een groot deel hun plaats vonden langs de randmeren. Spoedig werd vermoed dat de aldus ontstane combinatie van water en een aantrekkelijke oever met een aansluitend gevarieerd bos een grote recreatieve waarde zou hebben.

Toen de inrichting van het gebied nog in een pril stadium verkeerde, bleek al dat het een verbluffende aantrekkingskracht heeft voor grote aantallen recreanten, die zowel uit het westen van Nederland als uit het Westduitse industriegebied kwamen aanrukken. Die ervaring gaf weer moed om de ingeslagen weg te vervolgen, meer grond voor recreatief gebruik te bestemmen en de inrichting van het gebied te verbeteren door het maken van eilanden in de meren, van havens en aanlegplaatsen en door het scheppen van voorzieningen in de bosgebieden, waardoor deze meer intensief en gevarieerd zouden kunnen worden gebruikt.

Overleg

Het spreekt vanzelf dat over de plannen voortdurend overleg is gevoerd met instanties in het oude land, waarmee de inpolderingen in relatie staan.

Bij de Wieringermeer en ook nog bij de Noordoostpolder bestond de relatie vooral in een duidelijke en doelmatige aansluiting van de verkeerswegen. Incidenteel overleg met de autoriteiten in de omgeving was daarvoor voldoende.

Ten aanzien van de zuidelijke polders was er een veel grotere wisselwerking met het oude land, vooral toen de andere bestemmingen dan de agrarische op de voorgrond kwamen. Het is eigenlijk een gelukkige omstandigheid dat de zuidelijke polders pas na 1945 tot uitvoering zijn gekomen. Vóór de oorlog was het uitgesloten dat een plan zou worden gemaakt waarin aan die andere bestemmingen een belangrijke ruimte is toebedeeld. Men was later voor de vrijwel onoplosbare moeilijkheid komen te staan dat het eenmaal uitgevoerde agrarische plan grondig zou moeten worden veranderd.

De betekenis van de zuidelijke polders voor de algemene ruimtelijke ordening werd nog juist op tijd duidelijk om dadelijk een plan te maken dat daarop was gebaseerd.

Men beseftte dat er nu haast moest worden gemaakt om te bereiken dat de polders tijdig de bevolkingsdruk in de Randstad zouden verlichten. Vooral zou spoedig de beschikking over Zuidelijk Flevoland moeten worden verkregen, wilde men nog iets doen ten behoeve van het Gooi, waar de verstedelijking bijzonder precair was geworden. Helaas worden de plannen zo langzaam uitgevoerd dat de bewoning van Zuidelijk Flevoland de Randstad niet vóór 1975 effectief kan ontlasten. De ontluistering van het Gooi kan daardoor niet meer worden voorkómen.

Het is te hopen dat zich bij de Markerwaard een dergelijke vertraging niet zal herhalen, opdat in het oude land niet opnieuw onherstelbare schade zal worden aangericht die had kunnen worden vermeden.

Bij het opmaken van de plannen voor de zuidelijke polders moet, meer nog dan bij de Wieringermeer en de Noordoostpolder, worden overlegd met instanties in het omliggende land. Voor Oostelijk Flevoland werd dit overleg aanvankelijk, weliswaar op een breed vlak, maar toch incidenteel gevoerd.

Bij dat overleg bleek het nodig een algemene visie te ontwikkelen. Niet alleen om onze eigen gedetailleerde plannen een stevige basis te geven, maar ook om de afspraken met de vele autoriteiten in het oude land vast te leggen en hen een inzicht te geven in wat er binnen de polders gaat gebeuren. Zij hebben dat ook nodig voor hun eigen plannen.

Structuurplan 1961

Zo ontstond in 1961 'een structuurplan voor de Zuidelijke IJsselmeerpolders' [34], in samenwerking met de instanties die in het oude land belast waren met de ruimtelijke ordening. Het gebruik van het onbepaalde lidwoord 'een' in de titel wijst er op dat het

plan openstaat voor veranderingen. Die zijn dan ook niet uitgebleven. Nog vóór 1970 is het structuurplan al op verschillende punten gewijzigd.

Dat is goed mogelijk, omdat het een 'open' plan is. Er zijn uitgestrekte overgangsgebieden ontworpen. Zowel de woon- als de industriegebieden en ook de ruimten voor recreatie zullen pas in de loop der jaren uitgroeien. In afwachting daarvan is het aangewezen zo lang als nodig blijkt voor de landbouw te gebruiken. De inrichting is zodanig dat de overgang van dit voorlopig gebruik naar de latere bestemming op een passend tijdstip kan worden verwezenlijkt.

Een andere mogelijke tussenvorm is produktiebos.

Het was eerst mogelijk een structuurplan op te stellen, nadat men in het oude land voldoende met de planning was gevorderd om daarop met de structuren van de polders te kunnen aansluiten. Voor een deel van het omliggende gebied waren omstreeks 1960 streekplannen aanwezig of in voorbereiding, die wat houvast gaven. Verder was van grote betekenis dat de Rijksplanologische Dienst bezig was met de voorbereiding van een algemene conceptie voor de ruimtelijke ordening. Deze is in 1967 gepubliceerd in de 'Tweede Nota Ruimtelijke Ordening' [35]. Het structuurplan voor de zuidelijke polders past, dank zij het voorafgaand overleg, in het plan van de 'Tweede Nota' en ook op het daarmee samenhangende structuurplan van de wegen in Nederland.

Het structuurplan 1961 geeft in hoofdlijnen aan:

- A het verband met het omringende land;
- B het communicatienet;
- C de structurele indeling van de polders;
- D de waterhuishouding;
- E het landschap.

Eén van de grote elementen van het plan is het woon- en werkgebied langs het Oostvaardersdiep. In eerste aanleg zou daar een half miljoen inwoners kunnen worden gevestigd, vooral geconcentreerd bij de uiteinden, Lelystad en Almere. Recreatiegebieden zijn gedacht langs de randmeren en op het Enkhuizerzand.

Het net van verkeerswegen berust op een studie van de te verwachten verkeerstromen. Deze studie heeft geleid tot een aantal hoofdwegen van zuidwest naar noordoost en een aantal loodrecht daarop. Dit stelsel past in het algemene stramien van het Nederlandse net van hoofdwegen. Essentiële punten zijn de toegangsbruggen tot de polders, waarvan die bij Amsterdam, zowel ten noorden als ten zuiden van het IJmeer, en die bij Huizen de zwaarst belaste zijn.

Er blijven agrarische gebieden over, zowel in het midden van Flevoland als in de Markerwaard.

Voor Oostelijk Flevoland was al omstreeks 1956 een inrichtingsplan gemaakt, maar daarvan is alleen het oostelijk deel uitgevoerd. Voor Lelystad, in het westelijke deel, is een ander plan [36], in het door het structuurplan daarvoor gereserveerde gebied, opgesteld.

Het omstreeks 1968 gereedgekomen plan voor Zuidelijk Flevoland heeft geen betrekking op het te urbaniseren gebied in het zuidwesten. Ook voor dit gebied, dat ruim een kwart van Zuidelijk Flevoland omvat, volgt nog een afzonderlijk plan.

Wijzigingen in de plannen

Niet alleen het algemene structuurplan moet flexibel zijn; dit geldt ook voor de meer gedetailleerde plannen die een minder groot gebied bestrijken. Zolang ze nog niet zijn uitgevoerd, worden herhaaldelijk wijzigingen aangebracht. Omstandigheden veranderen, nieuwe inzichten komen naar voren. Het moet zonder bezwaar mogelijk zijn de plannen daarbij aan te passen. Ook als een plan al in uitvoering is, of zelfs voltooid, zal het herhaaldelijk voorkomen dat er veranderingen worden aangebracht. De verlaten ideeën laten soms hun sporen achter. 'Rudimenten' van vroegere plannen zal de uiterst opmerkelijke kaartlezer op verschillende plaatsen kunnen vinden. Alleen de ingewijden weten nog wat op zo'n punt vroeger wel eens de bedoeling is geweest. Zulke dingen zijn onvermijdelijk in een project dat een uitvoeringsperiode van vele jaren vergt. De aanpassing kan soms vlekkeloos geschieden, maar soms niet geheel. Een duidelijk voorbeeld is het verloop van de dijken van Flevoland en van de Markerwaard in de buurt van Lelystad. Daarop wordt nog terug gekomen (blz. 337).

5.3. DE DIJKEN OM DE POLDERS

De ringdijken om de IJsselmeerpolders vormen de overgang tussen het nieuwe land enerzijds en het IJsselmeer of een randmeer anderzijds. Ze kunnen daarom zowel worden besproken bij het nieuwe land (hoofdstuk 5), als bij het IJsselmeer (hoofdstuk 4). In navolging van Salomo hakken we de bespreking in tweeën. Hoogte en constructie van de dijken, die zo zeer afhangen van waterstanden en golven op de meren, in het hoofdstuk over het IJsselmeer (afdeling 4.3). Tracés, die de vorm van de polders bepalen, in het hoofdstuk over het nieuwe land (afdeling 5.3).

Vaste punten

Het tracé van een dijk wordt bepaald door velerlei omstandigheden. De waterdiepte moet liefst nergens groter zijn dan vijf meter. Een slappe bodem dwingt tot het maken

van kostbare grondverbetering; een zandige bodem bevordert de kwel onder de dijk door. De uiteinden van de dijken die tegen de oude kust aansluiten, zijn vrij nauwkeurig bepaald door de situatie in het oude land, veelal de ingang van een haven die in verbinding moet blijven met het IJsselmeer of de randmeren. Zo is het gesteld bij De Haukes, Den Oever, Medemblik, Urk, Lemmer, Blokzijl en Enkhuizen. Het wegpatroon in het oude land stelt een minder stringente voorwaarde, maar heeft toch invloed op het aansluitingspunt. Dit is ook het geval waar een dijk het oude land zo dicht nadert dat een verbinding voor het wegverkeer mogelijk is. Zo ligt het bij Kadoelen, de Ramspol, de Roggebotsluis, Elburg, Harderwijk, Nijkerk, Huizen, Muiderberg en bij de aansluiting van de dijk van de Markerwaard tegen de kust van Waterland.

Ook de relatie tussen twee IJsselmeerpolders onderling kan een voorwaarde opleveren voor de dijktracés: de verbinding tussen de Zwolse hoek en de Kamperhoek en de situatie bij de Houtribsluizen.

Tracés tussen de vaste punten

De tracés volgen zelden een rechte lijn tussen de punten waar ze min of meer zijn vastgelegd. Ze vertonen in den regel, van de polder uit gezien, een buitenwaartse bocht, meestal benaderd door een geknikte lijn. Enerzijds heeft dat een economisch motief. De verhouding tussen ingesloten oppervlak en dijk lengte wordt des te gunstiger naarmate de omtrek nadert tot een cirkel. Een rechte dijk tussen Medemblik en Den Oever zou niet veel korter zijn geweest dan het gekozen tracé, maar de ingepolderde Wieringermeer zou wel veel kleiner zijn geworden. Aan de andere kant ging de door Lely voorgestelde scherpe knik ten noordwesten van Medemblik (fig. 1c) te ver.

In dit opzicht is ook de situatie bij de Kamperhoek van Flevoland niet gunstig. Als die hoek was afgerond, zou maar weinig land zijn opgeofferd en de dijk flink wat korter zijn geworden. De gerealiseerde situatie is gekozen om de overbrugging van het Ketelmeer tot een aanvaardbare lengte terug te brengen. Dit domineerde ver boven de kosten van de langere dijk.

Een wonderlijke knik vertoont de dijk van de Noordoostpolder ten zuidoosten van Urk. De dijk is er geknikt naar binnen en dus de verkeerde kant op. Het tracé is een herinnering aan de zeilvaart. Men wilde ruimte scheppen voor de 'bezeilbaarheid' van de haven van Urk. Dat is wel een beetje uit de tijd. Bovendien heeft men zich verkeken op de schaal. De knik ligt voor het beoogde doel nodeloos ver (meer dan een kilometer) van de havenmond af.

De vele bochten die de dijk tussen Flevoland en de daaraan grenzende randmeren vertoont, staan in verband met de hydrologische toestand, die de breedte van de randmeren bepaalt (4.8). Elders noopt de vorm van de kustlijn tot bochten in de dijken langs de

randmeren. Ook de recreatie laat zich niet onbetuigd. Die heeft grote invloed op het ontwerp van de dijken langs het westelijk randmeer.

Op kleine schaal zijn er onregelmatigheden in het verloop van de dijken bij sluizen, gemalen en bruggen.

Eindelijk zijn sommige flauwe knikken het resultaat van 'estetisch spelen' met dijk-tracés. Het doel van dat spel is het vermijden van onafzienbare rechte lijnen, die tegenwoordig in een cultuurlandschap moeilijk zijn te aanvaarden. Dit geldt niet alleen voor dijken, maar ook voor vaarten en wegen. Een voorbeeld is de knik die in het Oostvaardersdiep voorkomt. In oude plannen (fig. 2e) was dit meer dan dertig kilometer lang. Er zijn min of meer intuïtief, twee knikken in gemaakt, waardoor het schier eindeloze kanaal werd verdeeld in drie vakken, elk van elf kilometer. De lengte van het kanaal werd door deze operatie nauwelijks groter. In nog latere plannen is er maar één, heel flauwe knik overgebleven, zodat er nu twee rechte einden zijn.

De baai van Lelystad

Het Oostvaardersdiep wordt korter dan men eerder had gedacht. Dat houdt verband met de situatie bij de Houtribsluizen. Die lagen in het ontwerp van 1925 aan het westelijke einde van de oost-west lopende noordelijke dijk van de Zuidoostpolder, nu Flevoland. De verbinding met Westfriesland volgde een rechte lijn naar Enkhuizen. Het Oostvaardersdiep was gericht op de geul door het Pampus, naar Amsterdam.

Toen men zich ernstig ging bezighouden met de situatie van de woonkernen, realiseerde men zich dat een gewestelijk centrum nodig was. Het leek aantrekkelijk dat centrum, Lelystad, te bouwen bij de Houtribsluizen, waar belangrijke waterwegen en landwegen elkander zouden kruisen. Die plaats lag echter te excentrisch, zelfs als ook rekening zou worden gehouden met de Noordoostpolder, waarheen omstreeks dezelfde tijd (1947) een brug werd ontworpen. Men moest daarom kiezen tussen opgeven van de relatie van Lelystad met de Houtribsluizen en verschuiven van de Houtribsluizen naar een plaats waar Lelystad wél kon komen. Het laatste is gekozen. Het Oostvaardersdiep is bijna zeven kilometer ingekort. Buiten de sluizen moesten nu volledige IJsselmeerdijken worden gemaakt inplaats van dijken van bescheiden afmetingen die langs het Oostvaardersdiep voldoende waren geweest.

Van de nood is een deugd gemaakt: voor de buitendijken werd een zodanig tracé gekozen, dat ze een baai insluiten, de 'baai van Lelystad', die een overgang vormt tussen de rustige kanaalvaart en de vaart over het open IJsselmeer.

Lelystad zou dan een levendige stad-aan-het-water worden. Een scherpe knik in de dijk van Flevoland gaf gelegenheid in verschillende richtingen van de stad naar het

water en van het water naar de stad te kijken. Het waterfront zou zich uitstrekken van de Houtribsluizen, centrum van activiteit te water, tot de industrieterreinen in het zuidwesten, die zijn te beschouwen als de verste uitloper van het Amsterdamse havengebied. Het geheel zag er aantrekkelijk uit, maar het stedenbouwkundig plan van 1964 voor Lelystad [36] heeft de illusie van de waterbouwers verstoord. Wel zal op de lange duur de stad een park hebben dat grenst aan het Oostvaardersdiep, maar de stad is toch een landstad geworden. De voordelen daarvan worden hoger aangeslagen dan de (gevoels-?) waarde van het stedelijk waterfront, het innige contact tussen het bedrijf te water en dat te land.

5.4. DE WATERHUISHOUDING

Waterbeheersing

Diep gelegen gebieden, zoals droogmakerijen, kunnen het water waarmee ze voortdurend worden belast, niet langs 'natuurlijke' weg kwijt raken. Ze moeten een afwatersysteem hebben, dat bestaat uit een bemalingsinstallatie en een stelsel van watergangen waardoor het water van alle hoeken van het bemalen gebied uit naar de gemalen wordt gevoerd.

Een van de grootste posten van de waterhuishouding, de regen, is ongelijk over de tijd verdeeld. Droge tijden, waarin soms wekenlang geen regen te bekennen is, wisselen af met korte perioden waarin verscheidene tientallen millimeters per dag vallen.

Het is praktisch niet mogelijk, en gelukkig ook niet nodig, om elke druppel water die te veel is, dadelijk te verwijderen. Het surplus kan tijdelijk worden geborgen in de grond en in de watergangen. Daardoor stijgt de waterstand.

Dat heeft men altijd aanvaard, maar de eisen die aan de waterbeheersing worden gesteld, zijn in de loop der tijden steeds opgevoerd. Vroeger was men tevreden (hoewel niet voldaan) als niet te laat in het voorjaar het land enige decimeters boven water kwam te liggen en de waterstand gedurende de zomer binnen betrekkelijk ruime grenzen kon worden gehandhaafd. Voor de winter werden helemaal geen eisen gesteld. Een betere waterbeheersing was in de tijd van de windmolens niet mogelijk.

Stoomgemalen brachten een grote verbetering, maar een bezwaar was toch nog, dat er gedurende het opstoken kostbare tijd verloren ging. Door elektrische of dieselmotoren aangedreven pompen, die op elk gewenst ogenblik op vol vermogen kunnen werken, kan de waterstand goed worden beheerst. De schommelingen in de waterstand kunnen klein worden gehouden, des te kleiner naarmate de gemalen sterker en de watergangen ruimer zijn.

Van de bestemmingen die aan het land kunnen worden gegeven, stelt de akkerbouw de hoogste eisen aan de waterbeheersing. Is daaraan voldaan, dan is de toestand eveneens voldoende voor andere bestemmingen. De eisen van de akkerbouw bepalen dus het ontwerp van gemalen en waterleidingen.

De belangrijkste eis is, dat de stijging van het polderpeil en van de grondwaterstand binnen de perken kunnen worden gehouden. Een stijging van drie decimeter wordt zonder bezwaar geacht. Grotere rijzingen kunnen alleen worden aanvaard als ze niet te hoog zijn, niet veelvuldig voorkomen, kort duren en alleen in het winterseizoen vallen.

Om een ontwerp te maken dat aan die eisen voldoet, moet een berekening worden opgezet die, ten onrechte, de waterbalans wordt genoemd, maar eigenlijk waterrekening zou moeten heten, het huishoudboekje van het water.

Eén van de posten in dat boekje is de variatie van de in de polder aanwezige hoeveelheid water, de berging. Water wordt tijdelijk geborgen in plassen, kanalen, tochten en sloten, en als grondwater in de bodem. De hoeveelheid water die bij een bepaalde, toelaatbare, rijzing behoort, hangt af van de relatieve grootte van het vrije wateroppervlak binnen de polder. Vroeger is dat bij sommige grote boezemgebieden heel veel geweest, in Rijnland vóór het droogmaken van de Haarlemmermeer 22 percent. In de IJsselmeerpolders met normaal droge sloten is het niet veel meer dan één tot anderhalf percent. Daar is de berging dus klein en moet bij natte perioden een groot beroep worden gedaan op de bemaling om de stijging van polderpeil en grondwater binnen de perken te houden.

Ter wille van de landbouw (akkerbouw) moet het polderpeil (PP) tenminste 1,7 m onder het terrein (maaiveld) worden gehouden. Het terrein is niet helemaal horizontaal en dus wordt de formulering van de eis: PP is 1,7 m onder het laagste punt van de polder.

Al zijn de hoogteverschillen in de polders niet groot, het handhaven van deze eis zou tot gevolg hebben dat de watergangen in de hoger liggende delen extra diep zouden worden en dus veel grondverzet vereisen, en ook dat de gemalen het uitslagwater hoger moeten opvoeren dan voor het grootste deel van de polder nodig is. De zeer grote extra kosten voor aanleg en bedrijf die dit meebrengt, zijn sterk beperkt door de polders te splitsen in afdelingen, ieder met een eigen polderpeil, die afzonderlijk worden bemalen. Elke afdeling heeft zijn eigen huishoudboekje, waarin een extra post voorkomt voor het water dat wordt afgelaten van een 'hoge' afdeling naar een aangrenzende afdeling met lager polderpeil.

In enkele gevallen bleek het voordelig een 'onderbemaling' in te richten voor kleine gebieden die wat dieper liggen dan grote terreinen er omheen.

De Wieringermeer heeft drie afdelingen. De Noordoostpolder en Flevoland hebben er elk twee: een hoge en een lage. De Markerwaard zal naar alle waarschijnlijkheid uit één afdeling bestaan.

Het vermogen van de bemaling

Nu het water-huishoudboekje.

Dat ziet er als volgt uit:

TABEL 26. DE WATERREKENING VAN EEN POLDER

Periode van t_1 tot t_2			
In		Uit	
Neerslag (r mm)	R m ³	Verdamping (v mm)	V m ³
Kwel (k „)	K	Uitgemalen	G
Schutsluizen	S	Afgelaten	A
Inlaten voor infiltratie	I	Berging	B
Diversen	D		
Totaal	T m ³	Totaal	T m ³

In korte zeer natte perioden wordt voor de berging het maximaal toelaatbare bedrag ingevoerd. Van de linkerkant vallen dan de vierde en vijfde post weg. Infiltratiewater wordt in zulke perioden natuurlijk niet ingelaten en ook de post 'diversen' komt dan niet voor. De sluitpost is de bemaling, waarvan de sterkte wordt bepaald door een groot aantal van dergelijke zeer natte perioden te bezien.

De uitkomst is voor alle polderafdelingen van dezelfde orde van grootte, namelijk een schijf over de hele polder van 10 tot 15 mm per dag, dat is voor elke vierkante kilometer polder-oppervlak rond 0,12 tot 0,18 m³ per seconde of, zoals het waterverzet met pompen wordt uitgedrukt, 7 tot 10½ m³ per minuut.

De bemalingscapaciteit van de verschillende polderafdelingen is vermeld in tabel 27.

TABEL 27. STERKTE VAN DE BEMALING

Afdeling		(V) PP m onder NAP	oppervlak km ²	bemaling	
				m ³ /min	mm/dag
Wieringermeer	I	4,6	29,5	250	12,2
	II	5,3	69	400	8,4
	III+IV	6,1	99	1050	15,3
Noordoostpolder	I	4,5	107	1200	16,1
	II	5,7	373	3195	12,4
Flevoland	I	5,2	495	3430	10,0
	II	6,2	465	4400	13,7
Markerwaard		6,5?	560?	4650?	12,0?

De ervaring met deze bemaling is gunstig. Overschrijding van het polderpeil met meer dan 3 decimeter komt gemiddeld in elke afdeling 5 tot 10 maal per jaar voor. Overschrijdingen met meer dan een halve meter, die als nadelig moeten worden gekwalificeerd, zijn zeldzaam en dan meestal in de winter.

Het zou niet economisch verantwoord zijn hun frequentie nog kleiner te maken; de bemaling had dan nog veel sterker moeten zijn geweest. Men mag wel zeggen dat de bemalingsterkte goed is gekozen: groot genoeg en niet overdreven groot.

Droogmalen

De volle bemalingscapaciteit behoeft alleen te worden ingezet in zeer natte perioden. De overige tijd werken de gemalen slechts een deel van de dag of staan ze stil.

Er is dan een overschot aan capaciteit. Dat overschot is gebruikt tijdens het leegmalen van de polder na het sluiten van de ringdijk. Over de lange periode van het leegmalen heffen neerslag en verdamping elkander nagenoeg op. De kwel is aanvankelijk gering en de andere posten van het huishoudboekje bestaan nog niet. Het water in de polder daalt dus omstreeks een centimeter per dag en als het land begint droog te vallen, gaat het hoe langer hoe harder. Een afzonderlijke bemaling voor het *droogmaken* is niet nodig. De installatie die moet zorgen voor het *drooghouden* is ruimschoots voldoende.

Een uitzondering is geweest het voor de tweede keer droogmalen van de Wieringermeer na de oorlogsinundatie van 1945. Pas in augustus kon met malen worden begonnen en er was veel aan gelegen het land droog te hebben voor de vorst en harde wind de schade nog groter zouden maken dan hij al was en om de wintergewassen nog in te zaaien en zo een oogst te verdienen. De normale duur van acht tot tien maanden is teruggebracht tot 124 dagen door een hulpbemaling aan de gemalen toe te voegen (6.2.3, blz. 386).

De waterbalans

Het is de gewoonte dat voor alle polderafdelingen maandelijks de waterrekening wordt opgemaakt. De uitkomsten worden gepubliceerd in de Driemaandelijksche Berichten, in den regel die over het eerste kwartaal van elk jaar. De rekening moet natuurlijk sluiten en daarvan wordt gebruik gemaakt om een inzicht te krijgen in drie van de posten, waarvoor geen rechtstreekse waarnemingen mogelijk zijn. Dat zijn enerzijds de kwel en anderzijds de verdamping en de berging. Samen worden ze vermeld als 'Q'.

De gang van zaken bij deze berekening berust op de volgende overwegingen. In de maanden november, december, januari en februari is de verdamping uit de polder gering, kleiner dan de onzekerheid in andere posten. Combineert men de rekeningen van de vier maanden dan wordt ook de post 'berging' van ondergeschikt belang. De hoeveelheden in de polder aanwezig water op 1 november en op 1 maart zijn natuurlijk niet

aan elkander gelijk, maar het verschil zal stellig een kleine post zijn in de rekening over die lange periode. Treft men het ongelukkig en is het eind van februari nat en het eind van de voorafgaande oktober droog geweest, of omgekeerd, dan kan men nog een redelijke waarde voor het verschil in berging schatten. Bovendien hoeft men zich niet tot één jaar te beperken. Zo komt men tot een betrouwbare waarde voor de kwel.

De kwel mag over het hele jaar constant worden gerekend en kan dus worden ingevoerd in de rekeningen voor alle maanden van het jaar. De overblijvende waarden van Q stellen ons in staat een behoorlijke schatting te maken voor de verdamping.

Als voorbeeld geven wij de rekening voor de Noordoostpolder over het jaar van 1 juni 1966 tot en met 31 mei 1967 (driemaandelijks berichten 1967 en 1968, eerste kwartaal).

TABEL 28. WATERREKENING NOORDOOSTPOLDER

millimeter	1966							1967					
	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec	jan	febr	mrt	apr	mei	jaar
Neerslag	169	110	54	48	61	105	136	46	59	51	42	67	948
Infiltratie	10	7	8	9	5	1	1	1	1	1	3	10	57
Diversen	7	3	6	3	3	3	4	5	3	4	4	3	48
Schutwater	4	5	4	4	6	6	4	3	3	5	4	3	51
Totaal	190	125	72	64	75	115	145	55	66	61	53	83	1104
Uitgemalen	93	63	59	47	59	111	164	89	70	62	55	45	917
Q	-97	-62	-13	-17	-16	-4	+19	+34	+4	+1	+2	-38	-187
waar- schijn- lijke	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
{ Kwel	-112	-77	-28	-32	-31	-19	4	19	-11	-14	-13	-53	-367
{ Q - kwel	-75	-70	-50	-30	-15	-5	0	0	-5	-15	-30	60	-355
{ Verdamping	-37	-7	22	-2	-16	-14	4	19	-6	1	17	7	-12
{ Berging													

November en december 1966 waren natter dan normaal. Toch was de winter van 1966-1967 geschikt voor de berekening, omdat oktober 1966 en februari 1967 ongeveer even nat waren en diensgevolge de in de polder aanwezige waterhoeveelheden aan het begin en het eind van de rekenperiode niet veel van elkander verschilden. Ook is er geen strenge vorst geweest die onzekerheid in de berging had kunnen veroorzaken. De gevonden kwel is 15 mm per maand, of een halve millimeter per dag.

Het overblijvende deel van Q wordt nu zo goed mogelijk gesplitst in verdamping en berging. Om deze te schatten wordt rekening gehouden met de afwisseling van droge en natte perioden. Het is zeker dat in de natte maand juni 1966, na een veel drogere meimaand, veel water in de bodem is geborgen. Omgekeerd, na de natte maanden juni-

90. Achter de bouwput het toekomstige Oostvaardersdiep.



91. Klaar om met leegmalen te beginnen.



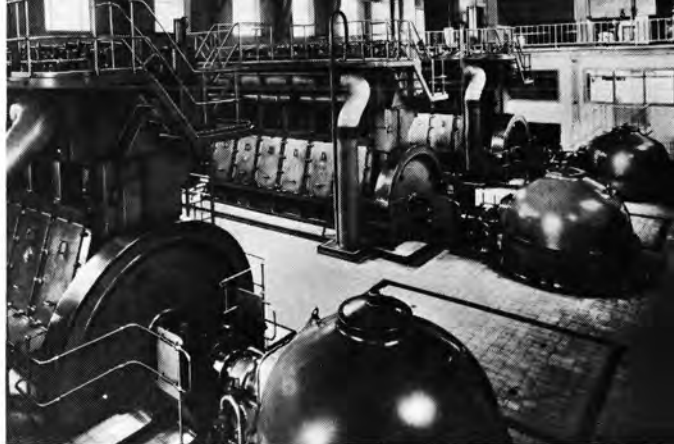
92. Zuidelijk Flevoland is droog. De polderkanalen staan nog met elkaar in verbinding.



HET GEMAAL DE BLOCQ VAN KUFFELER



93. Machinezaal Smeenge.



94. Machinezaal Vissering.

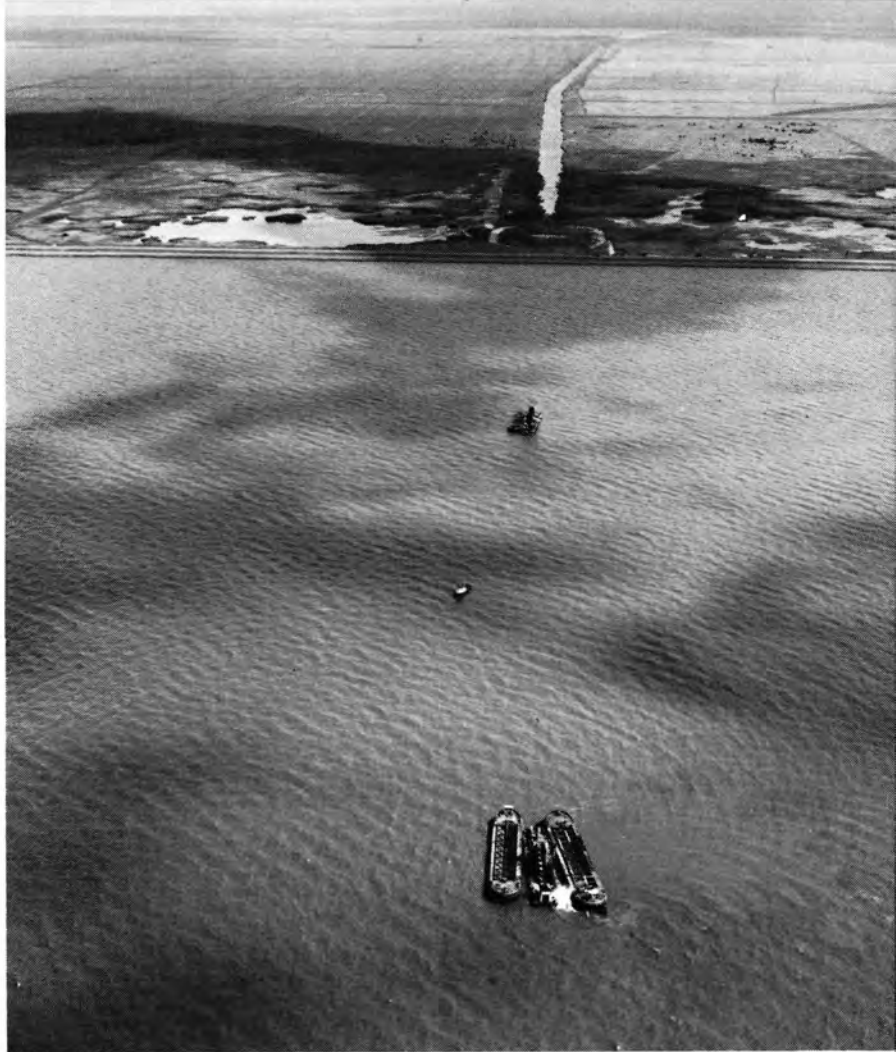


95. Pompkelder De Blocq van Kuffeler. De assen tussen de motoren (*boven*) en de waaiers van de pompen (*beneden*).

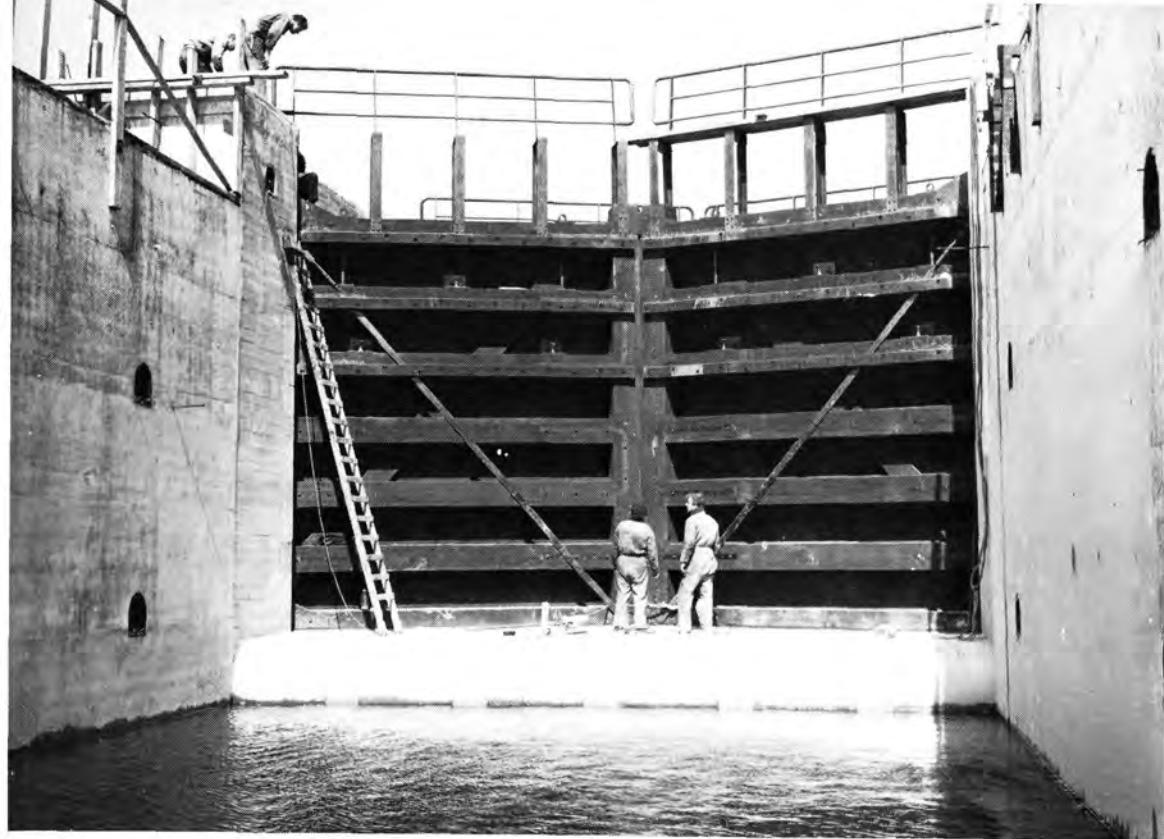


96. De toegangen tot de zuigkanalen hebben een schuin dak om het aanzuigen van lucht te voorkomen.

97. Primair baggerwerk. Twee molens baggeren een hoofdkanaal in Zuidelijk Flevoland in het verlengde van dat in Oostelijk Flevoland. De Knardijk is de scheiding tussen 'droog' en nat.



98. Vóór de polder droog was, is het kanaal weer grotendeels dichtgeslibd. Het secundaire baggerwerk is nodig om het weer onder profiel te brengen.



TOEGANGSLUIS TOT DE POLDER

99. Afstellen van deuren in het bovenhoofd. Het waterpeil in de schutkolk is gelijk aan PP.
100. De waaierdeuren worden beproefd als noodkering.



101. Het kan druk zijn aan een toegangsluis (Urkersluis).



102. Ophaalbrug over een hoofdkanaal



103. Vaste brug over een hoofdkanaal.



104. Het is te hopen dat de Knarsluis nooit dienst zal doen, maar hij moet er toch zijn.



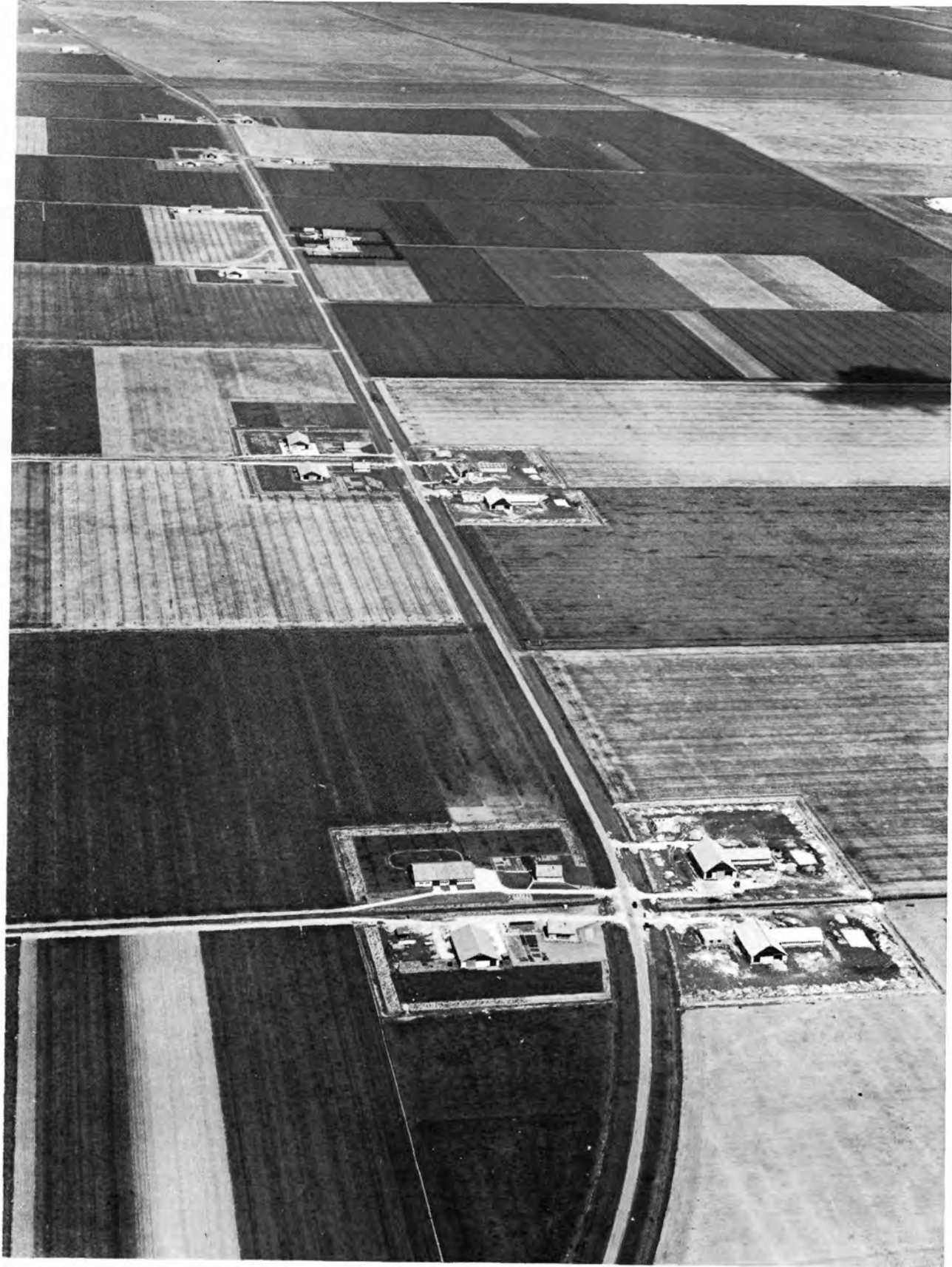
105. Boerderij vroege periode
(Wieringermeer).



106. Boerderij late periode
(Flevoland).



107. Vaak wordt er veel werk
gemaakt van de
beplanting van de erven.



108. De boerderijen staan vaak in groepen (Flevoland).



109. 'Droge' Wieringermeer bij Medemblik (Lely).



110. Bij De Haukes ligt het ondiepe deel van de Wieringermeer droog.

DE WIERINGERMEER IN 1930

juli 1966 en november–december 1966 is in de erop volgende maand de watervoorraad afgenomen.

Het gevolgde procédé is natuurlijk verre van exact, maar als men het voor een aantal jaren uitvoert en telkens vrijwel dezelfde waarde voor de kwel uit de bus komt, dan mag men vertrouwen stellen in de resultaten. Men vindt bijvoorbeeld met zekerheid, dat de kwel naar de Noordoostpolder is afgenomen sinds zijn buurman, Oostelijk Flevoland is drooggemalen (4.5, blz. 271).

Bij de waterrekeningen voor de afzonderlijke polderafdelingen komt er nog een post bij voor het water dat eventueel op een andere afdeling is afgelaten, of daarvan is ontvangen.

Uit de staatjes kunnen belangwekkende gegevens worden afgeleid, bijvoorbeeld het feit dat zelfs in een nat jaar, als 1966–1967, slechts een klein deel van de bemalingscapaciteit nodig is. Per dag kan immers een waterschijf van ruim 13 mm worden uitgeslagen; het was maar $917:365 = 2,5$ mm, dat is nog geen vijfde deel. In ‘gemiddelde’ jaren is het nog minder, zowat vijftien percent. De krachtige bemaling is alleen nodig om natte tijden zonder schade door te komen.

Wind, kolen en olie

Wij weten nu hoe sterk de bemaling moest zijn. De volgende vraag was: hoe worden de gemalen ingericht en waar worden ze geplaatst.

Het plan van Stevin was natuurlijk nog gebaseerd op windmolens, maar Van Diggelen had in 1849 stoomgemalen in zijn ontwerp opgenomen. De Haarlemmermeer werd juist in die tijd door drie stoomgemalen drooggelegd, een nieuwtje.

Stoom is het gebleven* in de volgende plannen tot en met het Wieringermeerrapport van 1914.

In dat verslag is ook aandacht gegeven aan dieselmotoren en aan elektrische aandrijving, maar die kwamen om verschillende redenen niet in aanmerking. Men gaf de voorkeur aan gelijkstroom-stoommachines. Wel waren wij aan het eind van het stoomtijdperk gekomen. Na 1914 is in Nederland nog maar één groot stoomgemaal gebouwd, de ‘Wouda’ van Friesland’s boezem, bewesten Lemmer, in 1920. Toen in 1925 zw de bemaling voor de Wieringermeer moest ontwerpen, koos de adviseur, die ook het Wieringermeerbureau had bijgestaan, zonder aarzelen de dieselmotor en de elektrische motor.

* Bij de behandeling van de begroting van het Zuiderzeefonds over 1936 door de Eerste Kamer der Staten-Generaal is in het Voorlopig Verslag aangedrongen op het gebruik van windmolens voor de Noordoostpolder. De minister is in de Memorie van Antwoord uitvoerig ingegaan op deze vraag, die bijna een eeuw achter was bij de voortgang der tijden.

Ook op een ander punt week zw af van het Wieringermeerbureau. Dat had de hele bemaling van de Wieringermeer willen concentreren op één punt, Medemblik. Het volgde het goede gebruik om de bemaling te plaatsen langs het diepste deel van de polder, zo mogelijk aan de lijzijde van de heersende westenwind. Het overtollige polderwater stroomt gemakkelijk naar die hoek. zw hechtte echter veel belang aan enige spreiding van de bemaling, om niet alles op één kaart te zetten. De Wieringermeer kreeg twee gemalen en de volgende polders zijn, of worden op twee, drie en zelfs vier punten bemalen. Elk gemaal heeft minstens twee pompen.

Inmiddels hadden we de eerste wereldoorlog beleefd, met zijn kolennood en schaarste aan zoveel andere artikelen. zw trok de consequentie dat de veiligheid van de polders niet zou mogen afhangen van de beschikbaarheid van kolen of van olie alleen. De aandrijving van de pompen werd daarom deels elektrisch (kolen) en overigens door oliemotoren. De keus werd grotendeels bepaald door de elektrische hoogspanningsnetten. De diesels kwamen in de streken waar die netten (nog) ontbraken (Wieringen, Urk, Lelystad, Oostvaardersdiep). Ook prijspolitiek sprak een woordje mee.

Namen

Volgens vaderlands gebruik hebben de gemalen namen gekregen van mannen die zich voor de inpolderingen verdienstelijk hebben gemaakt. Stevin was al vernoemd bij het sluiscomplex in de Afsluitdijk bij Den Oever. Van Diggelen is overgeslagen en zo kreeg het eerste gemaal, bij Den Oever, de naam Leemans, naar de man die in 1877 het eerste plan had gemaakt dat door de regering is overgenomen. Daarop volgde Lely, wiens naam werd gebruikt voor het gemaal bij Medemblik. De voorvechters van de Zuiderzeevereniging hebben hun namen gegeven aan de drie gemalen van de Noordoostpolder: Buma bij Lemmer, Smeenge bij de Voorst en Vissering bij Urk.

Flevoland's gemalen hebben namen van mannen die bij de uitvoering van de Zuiderzeewerken waren betrokken: Lovink (tegenover Harderwijk), wiens rapport in de crisistijd na 1921 aantoonde dat de werken nut zouden hebben voor de Nederlandse landbouw en de samenleving in het algemeen, Colijn (Ketelhaven), die op grond daarvan de werken weer aan de gang kreeg, Wortman (Lelystad), die als eerste directeur-generaal de spits heeft afgebeten, en De Blocq van Kuffeler (Oostvaardersdiep), de maker van het Wieringermeerrapport, later de tweede en laatste directeur-generaal, die de afsluiting van de Zuiderzee leidde.

Over de namen van de twee gemalen die de Markerwaard moet krijgen, zal nog jarenlang een dichte mist blijven hangen.

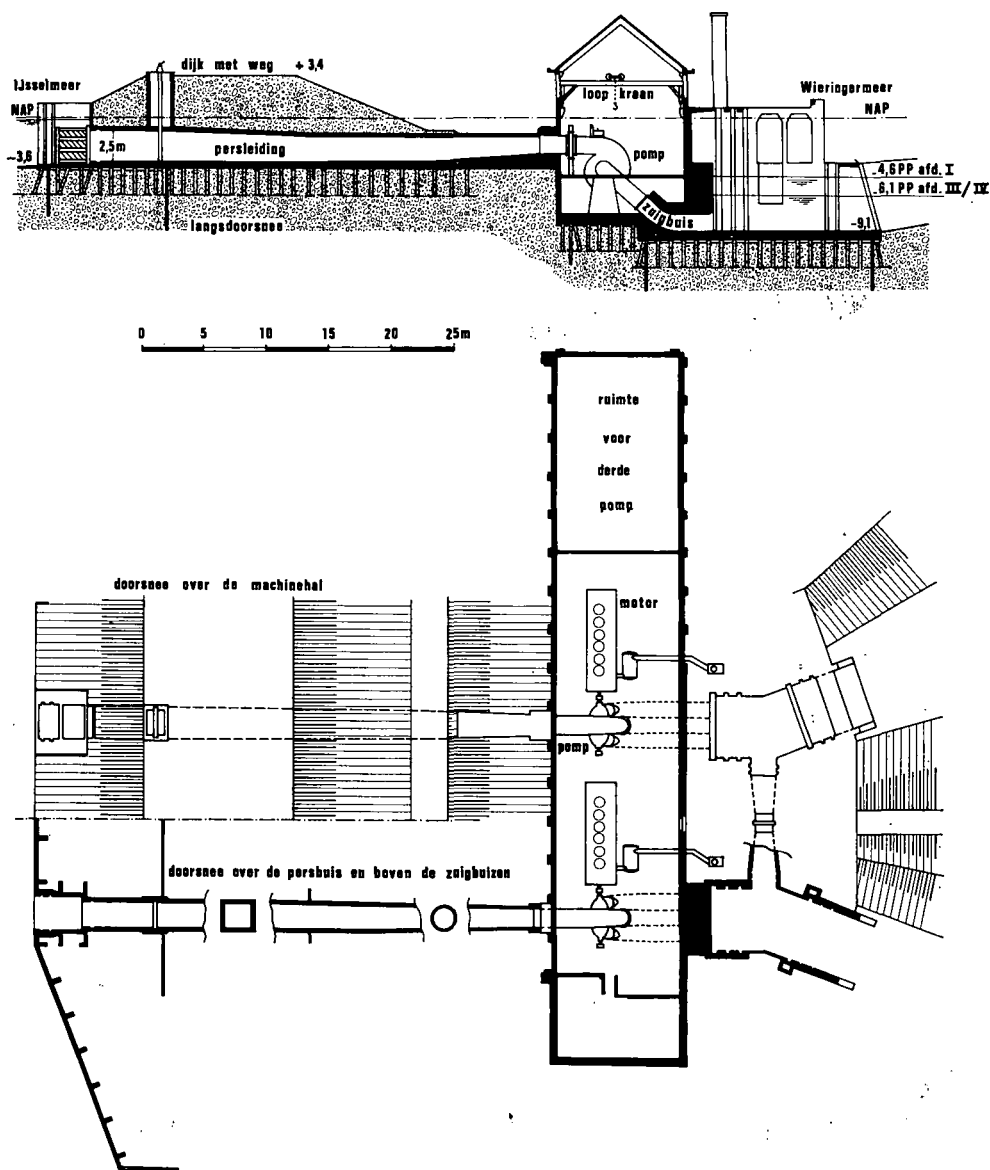


Fig. 78. Gemaal met horizontale pompe-as (Leemans)

De pompen

Het pomptype heeft zw aanvankelijk wél van het Wieringermeerbureau overgenomen. De bestekken voor de Wieringermeergemalen hadden bovenslag-centrifugaalpompen met horizontale as en tweezijdige aanzuiging (fig. 78). De gietstalen pompen zijn opgesteld in de machinehal, boven de zuigkelder, waarin de zuigleidingen van de pompen hangen.

Zo is de Leemans ingericht. De Lely is heel anders geworden. Bij de aanbesteding kwam

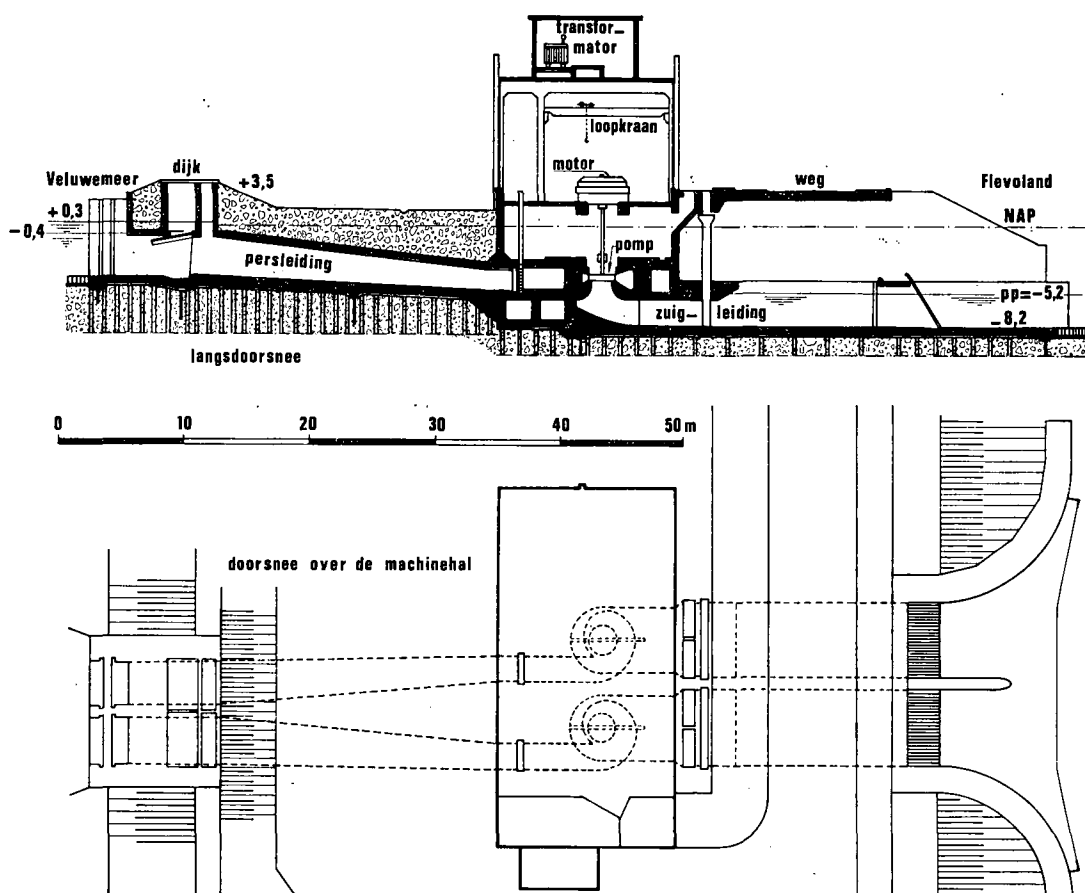


Fig. 79. Gemaal met verticale pomp-as (Lovink)

één der uitgenodigde machinefabrieken met een alternatief ontwerp, waarbij het gebouw van gewapend beton en de stalen pomp niet meer twee afzonderlijke zaken zouden zijn. De metalen onderdelen waren alleen de aandrijvende machines, hier elektromotoren, de overbrenging, de as en de waaier. Slakkenhuis, zuig- en persleidingen waren één geheel met het bouwwerk (fig. 79).

Modelproeven hadden aangetoond dat met dit soort pompen een heel goed rendement (nuttig effect) kan worden bereikt. Omstreeks 90% van het op de pompas geleverde vermogen wordt omgezet in 'waterpaardekrachten'. Dat is minstens evenveel als het rendement van de oorspronkelijk ontworpen pompen van het meer conventionele type.

De pompen van de Lely hebben in het bedrijf zo goed voldaan, dat hetzelfde type is toegepast voor bijna alle later gebouwde gemalen van de Zuiderzeepolders. De enige uitzondering is de Smeenge, die de hoge afdeling van de Noordoostpolder bemaalt. Dat gemaal heeft de kleinste opvoerhoogte van alle (in normale omstandigheden ongeveer

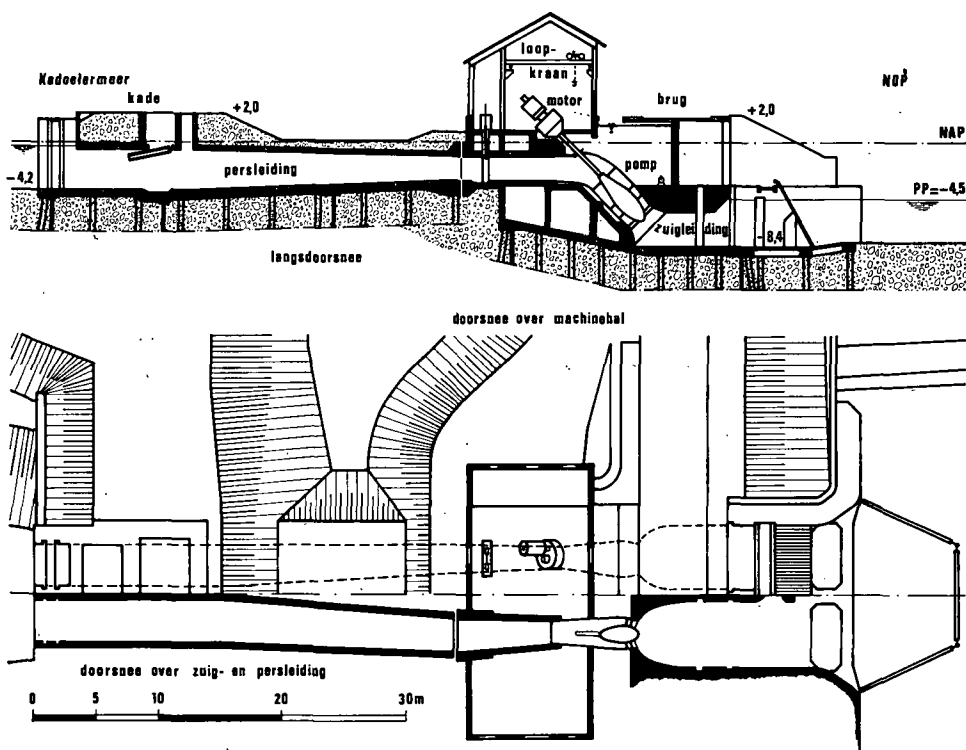


Fig. 80. Gemaal met hellende pomp-as (Smeenge)

4,3 m) en in verband daarmee zijn hier schroefpompen opgesteld. Hun as is noch horizontaal, noch verticaal, maar helt onder 45 graden (fig. 80). De bedoeling was, de veranderingen in richting die het door de pomp stromende water ondergaat, te beperken en daardoor het verlies aan energie nog verder te verkleinen.

Dat is niet gelukt. Ook de schroefpompen van de Smeenge zijn van goede kwaliteit, maar ze zijn niet beter dan de centrifugaalpompen van de Lely, Buma en Vissering. Ze vereisen meer onderhoud en zijn bij de later gebouwde gemalen niet meer toegepast.

De bouwwerken

De gemalen zijn alle gebouwd in zee, buiten de dijken van het oude land. Het Wieringermeerbureau had al, min of meer gedwongen, deze plaatsing aanbevolen. Tijdens de bouw is dus, evenals bij de sluizen in de Afsluitdijk, een bouwput aanwezig, omringd door een tijdelijke dijk, die wordt drooggehouden door een hulpbemaling. Na voltooiing van het gebouw wordt de polderdijk doorgetrokken over de perskokers, waarna de ringdijk wordt doorgebaggerd. De beide stukken waarin de put nu is verdeeld, komen gemeen te liggen met het buitenwater. Aan de perszijde is daar geen bezwaar tegen; daar is de definitieve toestand verkregen. Aan de polderzijde daarentegen komt de bouwput in gemeenschap met het water van de nog niet drooggemalen polder, dat vele meters

hoger staat dan het polderpeil, waarvoor het gemaal is ingericht. De onder NAP gelegen toegangen tot het inwendige zijn voorzien van waterdichte deuren, zoals die in de waterdichte schotten van schepen worden gebruikt, en die pas open gaan als de polder nagenoeg is drooggemalen. Verder moet er op worden gelet, dat het gebouw niet door de (tijdelijke grote) waterdruk van zijn fundering wordt gelicht, als het ware gaat opdrijven. Bij de Leemans was het gevaar daarvoor het grootst. Dat gemaal heeft twee pomp-aggregaten, maar er is ruimte gereserveerd voor het plaatsen van een derde pomp, als de behoefte daaraan mocht blijken. In die ruimte, waarin geen pomp en geen zware dieselmotor zijn opgesteld, is vóór het doorbaggeren van de ringdijk ballast aangebracht om voldoende tegendruk te geven.

Als de gemalen dan in werking worden gesteld, is de opvoerhoogte nog maar klein. De pompen zijn daarvoor niet geconstrueerd. De geleverde arbeid is evenredig aan het produkt van uitgeslagen hoeveelheid en opvoerhoogte. In het begin is dat produkt kleiner dan normaal, ondanks het feit dat het debiet groter is dan de nominale waarde, die voor de leeggemalen polder geldt. Ook het opgenomen vermogen is minder, maar niet in evenredigheid. Tijdens de beginfase is het nuttig effect dus kleiner. Om hierin te voorzien hebben de elektromotoren van de Lely een speciale voorziening gekregen, een Scherbius-regeling. Het bereikte voordeel was echter niet voldoende om deze complicatie te wettigen. Bij de latere gemalen is ze dan ook niet meer aangebracht.

Een proef die evenmin tot navolging heeft geleid, is de waaier met verstelbare schoepen in één der pompen van de Smeenge. De bedoeling was, meer gegevens te krijgen over het bedrijf van dit type schroefpompen.

Voor alle gemalen wordt een probleem gevormd door de krooshekken, die vóór de zuigkanalen worden geplaatst om te verhinderen dat drijvende of zwevende voorwerpen van enige omvang in de pompen terecht komen. Ze moeten geregeld worden schoongemaakt, wat oorspronkelijk met de hand gebeurde, van een loopbrug boven de hekken af. De omvang van het werk viel tegen. Voorts is het steeds moeilijker geworden er voldoende mankracht voor aan te werven. Men is er nu toe overgegaan voor een groot deel van het werk mechanische installaties aan te schaffen.

PP en VPP

Nadat de polders zijn drooggemalen is de spanningstoestand in de grond veranderd en daardoor is de bodem gaan inklinken. Het maaiveld in de polders komt dus lager te liggen dan het peil dat was aangegeven op de zeekaarten. Het inklinken gaat jaren na het droogvallen nog steeds door. Tegenwoordig kan men op grond van de samenstelling van de bodem – zand, klei of veen – van te voren een redelijke schatting maken van het

inklinkingsproces. De uitkomst wordt dan gebruikt voor het splitsen van de polder in afdelingen en voor het vaststellen van het polderpeil in elke afdeling.

Bij het ontwerpen van de Wieringermeer tastte men in dit opzicht in het duister (1.3, blz. 33) en daarom heeft in die polder elke afdeling twee polderpeilen gekregen. Het ene, voorlopig polderpeil (vpp) zou gelden voor de eerste tijd na het droogmaken, als de klink nog in een beginstadium verkeerde. Het definitieve polderpeil (pp) lag zoveel lager als overeenkwam met de – onvolkomen – schatting van de klink. In de gehele Wieringermeer heeft men de klink geschat op 0,7 m. pp ligt dan ook in alle afdelingen zoveel lager dan het vpp.

Bij de Noordoostpolder is hetzelfde gedaan. Het pp ligt daar in de hoge afdeling 0,5 meter onder het vpp. In de lage afdeling is het verschil 0,8 meter. De berekening van de klink gebeurde hier met veel betere gegevens dan in de Wieringermeer.

De meeste werken in de polders zullen de klink volgen. Met de gemalen is dat echter anders. Zij zijn vast gefundeerd op grondlagen die niet aan de klink deelnemen, meestal door tussenkomst van een paalfundering. Zij moesten dus zodanig worden gebouwd, dat zij hun diensten volledig kunnen verrichten, ook als het vpp is vervangen door het pp. Het gaat voornamelijk om het peil van de bodem en dat van het dak van de zuigkanalen, die diep genoeg moeten liggen om na verlaging van het polderpeil voldoende ruimte te geven voor het toestromen van het water, respectievelijk het aanzuigen van lucht door de pompen te verhinderen.

Bij de Leemans en de Lely liggen de zuigzijden 0,7 m lager dan voor het vpp nodig zou zijn geweest. Voor de Buma en de Vissering is deze extra diepte 0,8 meter; voor de Smeenge 0,5 meter.

Voor Flevoland is men anders te werk gegaan. Men wist nu zoveel over het verschijnsel, dat een betrouwbare voorspelling over de grootte van de klink kon worden gemaakt. Op grond daarvan is voor het indelingsplan van de zuidelijke polders niet uitgegaan van de peilkaarten, maar van kaarten van 'bodempligging na klink'. Daarmee is het begrip 'voorlopig polderpeil' verdwenen.

De gemalen

De plaats voor de gemalen van Flevoland is vooral gekozen in verband met de schadelijke uitwerking die het enigszins brakke uitslagwater heeft voor de zoetwatervoorziening. Alleen de Colijn slaat uit op het IJsselmeer, via het Ketelmeer dat er mee gemeen ligt. De Wortman en de Blocq van Kuffeler slaan uit op het Oostvaardersdiep en dat zal ook het geval zijn met de beide gemalen van de Markerwaard. Het water van dat vaarwater zal niet worden gebruikt voor drinkwater (4.5, blz. 272).

Met de Lovink is het een bijzonder geval. Het Veluwemeer, waarop hij uitslaat, wordt wel gebruikt voor drinkwater (4.8). Daarom wordt dit gemaal zo weinig mogelijk gebruikt. Het komt in werking tijdens zeer natte perioden, als spitsgemaal. Het zoutbezwaar is dan door de grote verdunning gering. De andere taak van de Lovink is het opzetten van het Veluwemeer tot een hoog peil, als dat nodig is en niet kan geschieden door water in te laten door de Roggebotsluis. Er worden dan speciale maatregelen genomen om het zoutbezwaar zo klein mogelijk te houden (blz. 313).

Alles bij alles zijn veertig jaar nadat de Leemans en de Lely als eerste in werking zijn gesteld zes en twintig pompen in bedrijf. Samen kunnen ze ruim 13500 m³ per minuut, dat is een tiende van de gemiddelde afvoer van de Rijn, uitslaan.

Tabel 29 vermeldt hun eigenschappen.

TABEL 29. DE POMPEN VAN DE IJSSSELMEERPOLDERS

	<i>In bedrijf</i>	<i>Pomp- type</i>	<i>Omw. per min.</i>	<i>Aandrijving</i>		<i>op</i>	<i>uit</i>	<i>Opbrengst</i>		
				<i>motor</i>	<i>pk</i>			<i>Q m³/min</i>	<i>H m</i>	<i>N kW</i>
Leemans	1929	CH	133	d	1200	IJs	{ WM I	250	4,4	180
							{ WM III/IV	250	5,9	241
Lely	1929	CV	105	e	3000	IJs	{ WM II	400	5,1	334
							{ WM III/IV	400	5,9	383
							{ WM III/IV	400	5,9	383
Buma	1941	CV	88	e	2550	IJs	{ NOP II	520	5,5	468
							{ NOP II	520	5,5	468
							{ NOP II	520	5,5	468
Smeenge	1941	S	133	e	1600	Kad	{ NOP I	600	4,3	422
							{ NOP I	600	4,3	422
Vissering	1942	CV	85	d	3210	IJs	{ NOP II	545	5,5	492
							{ NOP II	545	5,5	492
							{ NOP II	545	5,5	492
Colijn	1956	CV	111	e	2700	Ket	{ FL I	580	5,0	474
							{ FL II	500	6,0	490
							{ FL II	500	6,0	490
Lovink	1956	CV	111	e	1800	Vel	{ FL I	580	5,0	474
							{ FL I	580	5,0	474
							{ FL II	500	6,0	490
Wortman	1956	CV	110	d	4000	Ovd	{ FL II	500	6,0	490
							{ FL II	500	6,0	490
							{ FL II	500	6,0	490
							{ FL II	500	6,0	490
De Blocq van Kuffeler	1967	CV	85	d	4800	Ovd	{ FL I	845	5,0	690
							{ FL I	845	5,0	690
							{ FL II	700	6,0	685
							{ FL II	700	6,0	685
Gemalen v.d. Markerwaard	?	?	?	?	?	Ovd	MW	?	?	?

In de kolom 'pomptype' is S een schroefpomp, C een centrifugaalpomp, H met horizontale, V met verticale as.

De omwentelingen zijn die van de pomp (niet van de motor).

De aandrijving is door dieselmotoren (d) of door elektromotoren (e).

Het vermogen is het aantal geïnstalleerde effectieve paardekrachten van alle pompmotoren in het gemaal (1 pk = 0,736 kW).

In de kolom 'op' is het water aangeduid waarop het gemaal uitslaat.

IJs = IJsselmeer

Kad = Kadoelermeer

Ket = Ketelmeer

Vel = Veluwemeer

Ovd = Oostvaardersdiep

De opvoerhoogte H is gerekend van het nominale PP of VPP tot een gemiddelde stand van het water waarop het gemaal uitslaat. Deze is overal gesteld op 2 decimeter onder NAP. Beide peilen kunnen nu en dan sterk afwijken van deze waarden. De opvoerhoogte kan meer dan een meter groter of kleiner zijn dan de in de tabel vermelde grootte.

Het nuttig geleverde vermogen is met deze waarde van H berekend met de formule:
vermogen = dichtheid van het water $\times$ versnelling van de zwaartekracht $\times$ debiet $\times$ opvoerhoogte, of:

$$N = \rho g Q H$$

Wordt ρ uitgedrukt in ton/m³, g in m/sec², Q in m³/sec en H in m, dan is het produkt N in kilowatts (kW).

Door vergelijking van N met de geïnstalleerde paardekrachten vindt men het nuttig effect van de gehele installatie: motor, overbrenging en pomp gezamenlijk.

Bij de door dieselmotoren aangedreven pompen is een geforceerd bedrijf mogelijk door het toerental van de motoren op te voeren. De opbrengst kan dan tot vijftien percent groter zijn.

5.5. DE INRICHTING VAN DE POLDERS

Kavels

De inrichting van de polders is het resultaat van het samenspel van de in afdeling 5.2 genoemde onderdelen van het plan. Dat zijn, in grote trekken, bedrijven, wonen, recreatie, verkeer en waterbeheersing. Deze worden op elkander ingesteld, wat invloed heeft op het ontwerp van elk der onderdelen.

Als elementaire bouwsteen van het geheel kan de kavel worden beschouwd. Oorspronkelijk heeft hij een agrarische betekenis, maar hij is ook voor andere bestemmingen van belang, omdat hij de waterhuishouding van de bodem beheerst. In principe is een kavel een min of meer rechthoekig stuk land, aan de lange zijde begrensd door een sloot, langs de ene korte zijde door een tocht en langs de andere door een weg.

De breedte van een kavel wordt in hoofdzaak bepaald door de drainering van het land. Het water wordt door dwars over de kavel lopende greppels, in landbouwgebieden door reeksen draineerbuizen, naar de sloten gevoerd. In droge tijden kan het langs dezelfde weg worden aangevoerd. De lengte wordt vastgesteld op economische gronden: de som van aanlegkosten en gekapitaliseerde exploitatiekosten wordt zo klein mogelijk gemaakt. Overeenkomstig de aanbeveling van de commissie Lovink (2.1.5, blz. 64) is voor de normale afmeting van de kavels in de Wieringermeer 800×250 meter gekozen. Vooral tengevolge van de toegenomen mechanisatie zijn ze steeds groter geworden: Noordoostpolder 800×300 ; Oostelijk Flevoland 1000×300 en Zuidelijk Flevoland 1200 tot 1800×500 meter.

In de Wieringermeer is een proef genomen met een systeem waarin geen kavelsloten, maar bevaarbare tochten voorkomen, de zogenaamde Mansholtse verkaveling. De voordelen bleken niet van die aard dat de belangrijk hogere aanlegkosten verantwoord waren.

Kavel en landbouwbedrijf vallen vaak niet samen. Een bedrijf kan kleiner zijn dan een kavel, maar ook meer dan één kavel omvatten.

Door lokale omstandigheden komen er kavels voor met andere afmetingen en ook met een andere vorm dan een rechthoek. Dat voorkomt ook een eentonig schaakbordpatroon. Op zijn beurt heeft de indeling in kavels grote invloed op de elementen van de polder, kanalen, wegen en dorpen.

Watergangen

De tracés van de hoofdkanalen worden beïnvloed door de hoogteligging van het land, maar vooral door de plaats van de gemalen waarheen zij het water brengen. Die plaats is voor een groot deel bepaald door toestanden buiten de polders, vooral door de meerdere of mindere geschiktheid van de buitenwateren om het uitslagwater te ontvangen. Hierdoor liggen de kanaaltracés in grote trekken vast. Het definitieve tracé wordt ontworpen als onderdeel van het verkavelingsplan.

De hoofdkanalen zijn al gebaggerd nog vóór de ringdijk om de polder is gesloten. De ene reden daarvoor is dat ze tijdens het leegmalen beschikbaar moeten zijn om het water naar de gemalen te brengen. Anders zouden de gemalen al het water uit hun onmiddellijke nabijheid wegwerken, terwijl elders nog grote gebieden onder water zouden staan.

De andere reden is, dat nu voor het baggeren groot drijvend materieel kan worden gebruikt, dat voordelig werkt, maar door de laatste opening in de dijk moet vertrekken, omdat het niet door de toegangsluizen kan passeren.

Het gevolg is wel, dat men met dit 'primaire' baggerwerk niet klaar is. Als de polder wordt leeggemalen, komt er een periode waarin grote gebieden nog maar door een dunne waterlaag zijn bedekt. Gaat het dan hard waaien, dan wordt van de bodem slib opgewoeld, dat grotendeels in de gebaggerde kanalen wordt afgezet. Alles hangt af van de weersomstandigheden tijdens de laatste fase van het leegmalen. Is er dan ruw weer, dan kan het grootste deel van de kanalen met slib volraken. Het 'secundaire' baggerwerk, waardoor de kanalen hun volle vermogen terug moeten krijgen, heeft dan een grote omvang, meestal meer dan de helft van het primaire baggerwerk. Gelukkig is de specie die moet worden verwijderd, nog slap. Hij kan gemakkelijk worden gebaggerd, door eenvoudige cutterzuigers of vloeimolens. De kosten per kubieke meter zijn een fractie van die van het primaire baggerwerk. Daarom zijn de miljoenen kubieke meters secundair baggerwerk minder erg dan op het eerste gezicht lijkt.

De sloten en de tochten, die het polderwater naar de hoofdkanalen brengen, worden in het algemeen gegraven na het droogvallen van de polder.

Het dwarsprofiel van de kanalen wordt vastgesteld op grond van hydraulische berekeningen. Ze zijn zo ruim dat de pompen het water bij de gemalen niet te ver wegzuigen zonder dat ver weg in de polder te hoge waterstanden voorkomen. De grote vaarten hebben hun bodem drie meter onder (v) P.P. Die bodem kan 10 tot meer dan 30 meter breed zijn. De taluds, onder 1 op 3, worden voorzien van rietkragen, meestal gesteund door een onderwatervediging van rijshout, hout of beton.

De afmetingen van de tochten zijn voldoende om met een klein niveauverschil (verval) tussen het begin en de mond het water naar de kanalen te brengen, ook in de natste tijden. Een normale breedte van de bodem, op 1,5 m onder (v) P.P., is 4 meter.

De bodem van de sloten, een meter breed, ligt boven polderpeil, op 1,4 meter onder het terrein. Ze staan dus droog, behalve in natte tijden. De taluds zijn in het algemeen afgewerkt onder 1 op $1\frac{1}{4}$.

Scheepvaart

De oeeververdediging van de kanalen is ook nodig, omdat de scheepvaart gebruik maakt van de kanalen, die dan ook 'vaarten' worden genoemd. De afmetingen die ze moeten verkrijgen voor het watertransport, zijn ruimschoots voldoende voor het verkeer met vrij grote binnenvaartschepen. Ondanks de ontwikkeling van het wegverkeer, worden nog veel produkten en benodigdheden te water vervoerd.

luizen en bruggen beperken de afmetingen van de schepen. Die worden dus aangepast aan de scheepstypen die in de polders zijn te vinden.

De Wieringermeer is vrijwel in alle hoeken bereikbaar voor schepen van 80 ton. Een net van hoofdvaarten is beschikbaar voor schepen van ruim 250 ton.

Toen, acht jaar later, het ontwerp van de Noordoostpolder werd gemaakt, was het duidelijk dat de vaart met de kleine schepen het moest afleggen tegen de vrachtauto. In die polder is alleen een vaartennet voor 250 ton, waarmee elk dorp wordt bereikt en de meeste kavels tot op hoogstens $3\frac{1}{2}$ kilometer worden benaderd. Achteraf bleek dat grotere schepen, tot ruim 400 ton konden worden toegelaten. Van die mogelijkheid wordt druk gebruik gemaakt, vooral voor het massale transport van suikerbieten.

Daarom is Flevoland toegankelijk gemaakt voor Kempenaars, 600 ton, zij het dan dat de mazen van het net wijder zijn. Meteen kunnen nu matig grote kustvaarders de polder in, wat vooral voor een plaats als Dronten van belang is.

Een verdere vergroting van de tonnage, bijvoorbeeld in de Markerwaard, zou alleen in aanmerking komen als er zich industrieën op polderpeil zouden vestigen die daaraan behoefte hebben. Erg waarschijnlijk lijkt dat niet.

De kleinste toegangsluis is de Stontelersluis, bij Den Oever, die toegang geeft tot de Wieringermeer. De kolk is slechts $31,5$ (lengte) $\times$ $5,5$ (wijdte) $\times$ $2,4$ (diepte) meter. De drie andere sluizen van de Wieringermeer zijn geschikt voor het Friese maatschip van 300 tot 400 ton. De afmetingen van de kolk zijn $40 \times 7 \times 2,5$ meter. In de Overlekersluis, bij Medemblik, kunnen langere schepen worden geschut, omdat de ruimte van de brug over het benedenhoofd bij de schutkolk kan worden getrokken.

Dit is ook het geval bij de sluizen van de Noordoostpolder, die dezelfde hoofdafmetingen hebben. Het aantal toegangsluizen is teruggebracht tot drie, bij elk gemaal één.

Ook het veel grotere Flevoland is op drie punten bereikbaar. Bij het gemaal Colijn geeft een schutsluis, weer van $40 \times 7 \times 2,5$ meter, van het Ketelmeer toegang tot de hoge afdeling. Bij de Wortman en de Van Kuffeler zijn de toegangen van het Oostvaardersdiep uit naar de lage, respectievelijk de hoge afdeling. Ze zijn ingericht voor de grotere schepen en de coasters. Bovendien hebben ze een extra breedte gekregen om middelgroot baggermaterieel door te laten. De hoofdafmetingen werden diensgevolge $63,5 \times 8,5 \times 3,0$ meter. Door gebruik te maken van de ruimte onder de brug, kunnen schepen met een lengte van 80 meter worden geschut. Langs de oostelijke randmeren heeft Flevoland geen toegangsluis. Bij de Lovink bestaat de mogelijkheid om er een te bouwen.

Over de toegangsluizen tot de Markerwaard valt nog niet veel te zeggen.

Behalve de toegangsluizen tot de polders, zijn er in de polders nog schutsluizen die de wateren van de verschillende afdelingen met elkander verbinden. Voor de Wieringer-

meer zijn er zes van die tussensluizen ontworpen, maar daarvan zijn er maar drie gemaakt. In de Noordoostpolder is er één. Flevoland zal twee tussensluizen krijgen, één bij de Colijn en één bij de Van Kuffeler. De laatste is nog toekomstmuziek. Hij krijgt dezelfde hoofdafmetingen als de toegangsluis aldaar. De tussensluis bij de Colijn is evengroot en dus groter dan de daar gelegen toegangsluis.

Evenals bij de gemalen, kan men bij de sluizen spreken van een speciaal type, dat in de IJsselmeerpolders is ontwikkeld. Het zijn sluizen met een, voor de tijd waarin ze werden ontworpen, groot verval (niveauverschil tussen buiten- en binnenwater). Nog omstreeks 1915 gold, dat in een sluis geen groter verval kon worden overwonnen dan twee, hoogstens twee en een halve meter. Was het verval groter, dan moest het hoogteverschil in trappen worden overwonnen. De moeilijkheid lag in het vullen van de schutkolk. Wil men dit in een redelijk korte tijd doen, dan wordt de waterbeweging in de kolk zo wild, dat de geschutte schepen te hard aan hun trossen rukken. Er is dan grote kans op het ontstaan van schade aan sluis of schip.

De Overleker sluis, bij Medemblik, is nog in de gunstigste condities. Het verval is daar het kleinst, zolang VPP wordt gehandhaafd iets meer dan drie meter en later nog niet helemaal vier meter. Bovendien ligt naast die sluis een haventje, op het peil van het 'bovenwater'. Daardoor kan de sluis worden gevuld door riolen in de muur tussen haven en schutkolk. Het water komt dus binnen dwars op de as van de sluis. Dat is veel gunstiger dan het normale geval, waarin het water van het bovenhoofd af de kolk binnenkomt [5].

Dat is bij alle andere toegangsluizen het geval. Daarvoor is een modelproef genomen, op grond waarvan een constructie is gemaakt die voldoet aan de eisen van snelle vul-ling (7 minuten) en rustige ligging van de schepen (uitgeoefende krachten kleiner dan het duizendste deel van het scheepsgewicht [5]). Het bleek niet nodig zijn toevlucht te nemen tot uiterst kostbare maatregelen, zoals die welke (in het groot) zijn toegepast bij de Noordersluis van IJmuiden en de sluizen van het Panamakanaal. Het bovenhoofd heeft een caisson, met een dak ter hoogte van de boven-slagdrempel, van de eigenlijke schutkolk afgescheiden door een verticale muur met openingen, de stortmuur. Achter de stortmuur wordt aan het binnenkomende water zijn teveel aan energie ontnomen (fig. 81).

Het ledigen van de schutkolk is niet zo moeilijk. Wel moet worden voorkomen dat het uit de sluis tredende water de bodem van het polderkanaal uitschuurt.

De stortmuur is een uitstekende bescherming van de deuren in het bovenhoofd tegen schepen die te snel uit de polder de sluis zouden binnenvaren en niet tijdig tot stilstand

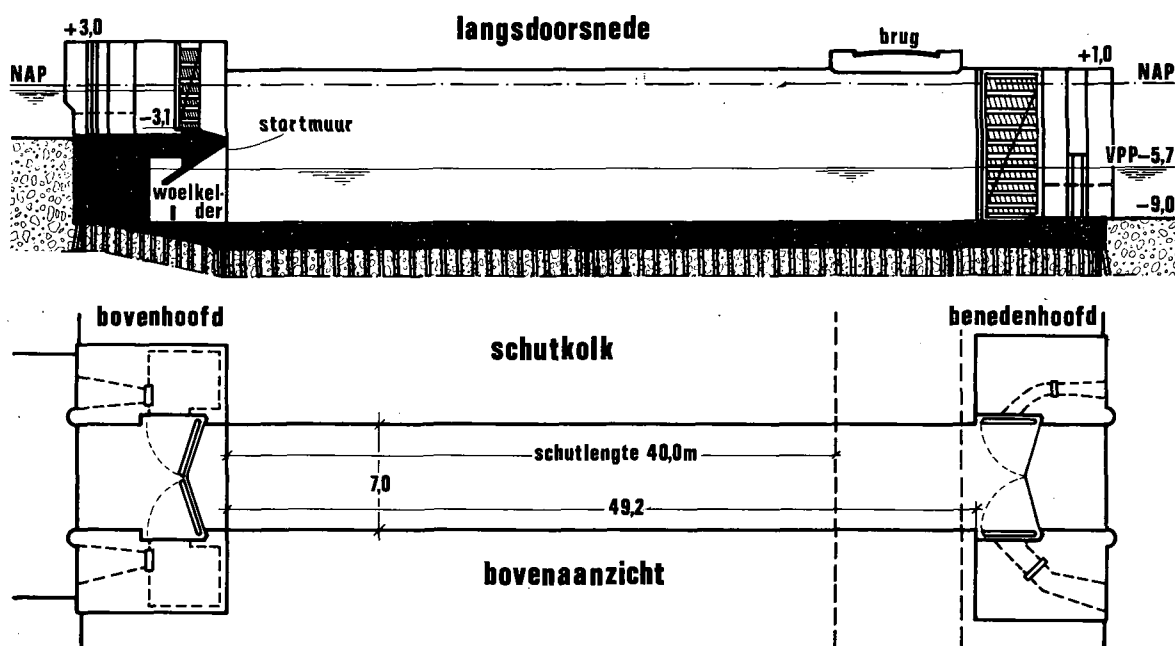


Fig. 81. Toegangsluis tot de polders, type zw

kunnen worden gebracht. De sluis is dan leeg en het schip kan de deur niet bereiken. Er is geen gevaar voor het beschadigen of vernielen van de waterkerende deuren, waardoor de polder zou inunderen.

Voor schepen die uit het buitenwater komen is de situatie niet zó gunstig. Wel kan men als regel stellen dat de brug over de sluis dan gesloten moet zijn, zodat een doorschietend schip daar tegenaan botst en geen ramp veroorzaakt door, bij openstaande deuren in het bovenhoofd, die in het benedenhoofd stuk te varen, maar er is geen absolute zekerheid dat de brug werkelijk dicht is.

Daarom zijn maatregelen nodig om de woeste waterstroom die door de sluis zou razen als alle deuren open zijn, af te remmen. Dat kan niet gebeuren door de intacte deuren voorzichtig te vieren. Zij zouden door de watervloed uit hun verband worden gerukt. Er is dus een noodkering nodig, die in de stroom kan worden geplaatst. Bij Urk en bij Lemmer is daarvoor een soort muur gemaakt van horizontale stalen buizen die men stuk voor stuk kan laten zakken in sponningen die in de muren van het bovensluishoofd zijn uitgespaard. Dit bleek te gecompliceerd en daarom zijn ze vervangen door hefdeuren. Als die geen dienst doen, wat natuurlijk regel is, zijn ze terzijde geschoven. De bovenhoofden van de sluisen naar Flevoland zijn voorzien van waaierdeuren, waaraan zw uit 1923 zulke goede herinneringen had (2.1.3, blz. 55). Die zijn met volledige zekerheid te sluiten, ook wanneer de sterkst mogelijke stroom door de sluis naar de pol-

der raast. Proeven hebben aangetoond, dat ze een volledige veiligheid waarborgen*. Bij de kleine Stontelersluis, met een vaste brug, bij de andere Wieringermeersluizen en de Voorstersluis, die niet aan het open IJsselmeer liggen, is er hoegenaamd geen risico voor inundatie van de polder. Daar zijn dan ook geen noodkeringen aangebracht.

In de Wieringermeer en in de Noordoostpolder zijn de bruggen over de hoofdvaarwegen uitgevoerd als ophaalbrug. Die bruggen zijn acht meter wijd. Ze bieden in gesloten stand een doorvaarthoogte van omstreeks twee meter en dat betekent dat ze veelvuldig moeten worden geopend. Voor het wegverkeer is dat een grote belemmering en daarom zijn in Flevoland geen ophaalbruggen meer gebouwd. Ook over de hoofdvaarten zijn vaste bruggen gemaakt, met een doorvaarthoogte van 6,5 meter boven PP en een doorvaartwijdte van 15 meter.

Dergelijke vaste bruggen van gewapend beton voeren de wegen over de minder belangrijke vaarwaters heen. Hun doorvaarthoogte varieert van 2,6 tot 5,5 meter. Het wegverkeer krijgt, nadat het de oprit (1 op 25 à 40) heeft genomen, van de brug af een ruim uitzicht over de vlakke polder.

Op één uitzondering na hebben de sluizen beweegbare bruggen, klapbrug of ophaalbrug. Bij de tussensluizen bieden die bruggen in gesloten stand maar een kleine doorvaarthoogte. Ze moeten voor bijna alle schepen worden geopend. Bij de toegangsluizen is de situatie veel gunstiger. De brug ligt daar over het benedenhoofd en de doorvaarthoogte moet daar tenminste gelijk zijn aan het niveauverschil tussen (v)PP en het schutpeil van de sluis. Voor verreweg de meeste schepen is dat voldoende. De brug over de Ketelsluis behoeft maar zelden te worden opgehaald. Bij de sluizen waardoor grote schepen kunnen passeren, is dat wel meer het geval, maar het blijft toch beperkt tot een vijfde of een vijf en twintigste van alle schuttingen. De grote meerderheid van de geschutte schepen gaat onder de gesloten brug door.

Niet het gehele scheepvaartverkeer door de toegangsluizen is bestemd voor of afkomstig uit de polder. In de Wieringermeer is de vaart tussen de Westfrieze sluis bij Kolhorn en de Overleker sluis bij Medemblik ook bedoeld voor doorgaand verkeer. Het kanaal tussen die sluizen maakt als het ware deel uit van de Westfrieze kanalen. Ook in de Noordoostpolder bestaat een deel van het verkeer uit doorgaande vaart. Het is voor

* Waaierdeuren werken alleen goed als ze een verval keren van enige betekenis, bijvoorbeeld twee decimeter of meer. Het is een vergissing geweest, dat ze ook zijn toegepast bij sluizen in het Veluwemeer: de Hardersluis en de Roggebotsluis. Daar is nominaal meestal een voldoende groot verval aanwezig, maar de ervaring heeft geleerd, dat bij sterke veranderlijke wind het verval verre van constant is en zelfs vaak in korte tijd herhaaldelijk van richting wisselt. In die omstandigheden moet de waaierdeur worden bewogen als een gewone puntdeur en is de aanwezigheid van de waaier een last. Het enthousiasme voor een nuttige en belangwekkende oudvaderlandse constructie heeft ons parten gespeeld.

veel schepen aantrekkelijk om op weg van de IJssel of het Zwarte Water naar Friesland de nauwe kanalen in de kop van Overijssel te vermijden door bij de Voorst de Noord-oostpolder in te duiken en door ruime tolvrije vaarten en door sluizen die weinig opont-houd geven bij Lemmer weer omhoog te komen. Ook is bij ruw weer de vaart van Urk door de polder naar Lemmer vaak te prefereren boven die over het onstuimige IJsselmeer. Dit was niet de bedoeling. Aanvankelijk is er een doorvaarverbod geweest, maar dat is in 1951 ingetrokken. De extra drukte is wel te verwerken en het extra schutwater wordt op de koop toe genomen. De doorgaande vaart is al dadelijk na het vrij geven van de weg druk geworden. Bij Urk bestaat een kwart van het verkeer uit doorgaande schepen. Aan de Friese sluis en de Voorstersluis is het bijna drie kwart. Het doorgaande verkeer is groter dan het voor de polder bestemde.

De opkomst van het wegverkeer heeft het scheepvaartverkeer wel afgeroomd, maar de vaart is toch van belang geworden.

In de loop der jaren wordt het vervoer meer en meer overgenomen door grote schepen. In de Wieringermeer en in de Noordoostpolder was het gemiddelde draagvermogen tot in de oorlog omstreeks 75 ton. Daarna is het in de Noordoostpolder geleidelijk toegenomen tot 100 ton in 1950 en tot 200 ton na 1965. In Flevoland, waar de gemiddelde maat 150 ton was toen het verkeer daar (in 1956) begon, liep het op tot 250 ton. De bij Lelystad geschutte schepen hadden in 1968-1969 een gemiddeld draagvermogen van 350 ton.

Bij het geven van cijfers moet er op worden gelet dat in de statistieken elk schip tweemaal wordt geteld, éénmaal als het de polder binnenkomt en éénmaal als het vertrekt. De commerciële vaart, zonder aannemersmaterieel, visserschepen en pleziervaartuigen, lag vóór de oorlog in de Wieringermeer tussen een half en driekwart miljoen ton per jaar. In de Noordoostpolder is hij tussen 1942 en 1949 toegenomen van 0,4 tot ruim 1,3 miljoen ton per jaar en daarna vrijwel constant gebleven. De doorgaande vaart had na 1951 twee jaar nodig om op gang te komen. Sindsdien schommelt hij om 1,75 miljoen ton per jaar. In Flevoland is het scheepvaartverkeer nog niet volledig ontwikkeld. Het groeide van een bescheiden begin van omstreeks 200 000 ton per jaar vrij regelmatig tot 1,8 miljoen ton in 1969.

Omdat het gemiddelde draagvermogen toeneemt, vertoont het verloop van het aantal schepen een ander beeld dan dat van de tonnenmaat. In de Noordoostpolder is, na een maximum van bijna 22 000 schepen (inclusief de doorgaande vaart) in 1954, het aantal gezakt tot minder dan 14 000 in 1969. In Flevoland verandert het aantal niet veel. De laatste jaren was het ongeveer 7000.

Pleziervaartuigen kwamen vroeger heel weinig in de polders. Ze worden pas geteld van 1962 af. In de Noordoostpolder is hun aantal in acht jaar toegenomen van 900 tot 5500

per jaar. De weg naar Flevoland hadden de jachten nog niet gevonden. In 1969 was er bij Lelystad een bescheiden begin van nog geen 100 stuks.

Door de tochten wordt niet gevaren. In de Wieringermeer heeft men de tochten een diepte van 1,3 meter onder PP gegeven om elke kavel te water bereikbaar te maken. Van die mogelijkheid wordt geen gebruik gemaakt.

Verkeer te land

Vereist is een net van verharde wegen waarlangs elk perceel moet kunnen worden bereikt. Wegen die geen andere functie hebben dan het geven van toegang tot de aanliggende percelen, worden polderwegen genoemd. In tegenstelling tot vroegere droogmake-rijen zijn in de Wieringermeer deze wegen duidelijk onderscheiden van de verzamelwegen (tertiaire wegen) en van de hoofdwegen, die de verbindingen tussen de dorpen voorzien (secundaire wegen). In beginsel zijn deze wegen niet bebouwd. Tenslotte zijn in alle polders grote, voor snelverkeer op lange afstand bestemde wegen (primaire wegen), die behoren tot het net van rijkswegen.

De afmetingen van de wegen weerspiegelen de voortgang der tijden. De commissie Lovink beval in 1924 een verhardingsbreedte aan van 5 meter voor de secundaire wegen, $4\frac{1}{2}$ meter voor de tertiaire wegen en $2\frac{1}{2}$ meter voor de polderwegen. Op de laatste waren wisselplaatsen nodig om passeren van voertuigen mogelijk te maken. Daarbij werd ook gebruik gemaakt van de brede bermen, bestemd voor landbouwwerktuigen. De aanbeveling was de gehele wegbaan 15 meter breed te maken. Men kon daarvoor royaal zijn, want de bermen werden beschouwd als volwaardig grasland.

In de Wieringermeer zijn in grote trekken de voorstellen van de commissie Lovink opgevolgd. Nog tijdens de uitvoering bleek dat het wegverkeer te intensief was voor de krappe opzet. Een weg met een dagverkeer van 600 ton was toen een 'drukke' weg. Voor die wegen werd een verhardingsbreedte van 5 meter, al spoedig $5\frac{1}{2}$ meter, aangenomen, het eerst in het tracé van De Haukes over Sloodorp naar Middenmeer. Speciale aandacht kreeg de weg van Den Oever over Wieringerwerf naar Lambertschaag, die een onderdeel was van Rijksweg 7 van het wegenplan 1928. De in die weg gelegen Hoornse brug (ophaalbrug) had al dadelijk een rijdekbreedte van 6 meter.

De geschiedenis van de wegenbouw in de Noordoostpolder is bepaald door de moeilijkheden van de oorlogsjaren en de tijd kort daarna. Eerst een zeer primitieve aanleg met de uiterste zuinigheid met materiaal en toepassing van toevallig beschikbare materialen. Toen de materiaalpositie ruimer werd, volgde geleidelijk uitbouw, naarmate de behoefte bleek. De belangrijkste weg werd die van Lemmer langs Emmeloord naar de Ramspol (en Kampen). Pas later dan 1970 komt in deze richting de nieuwe Rijks-

weg 50, van de Veluwe naar Friesland en Groningen. Deze weg zal de andere hoofdverbinding kruisen, Rijksweg 6 (vroeger 10) van het noordoosten naar de Zwolse hoek. Vandaar gaat Rijksweg 6 over de Ketelbrug naar Flevoland, waar hij bij de Kamperhoek binnenkomt, langs Lelystad loopt en over de brug van Muiderberg in de Randstad uitmondt. Waarschijnlijk wordt deze weg wel de drukste in de IJsselmeerpolders, maar door Flevoland en de Markerwaard komen verscheidene belangrijke wegen te lopen. Zij hebben grote invloed op de tracés van secundaire wegen, de tertiaire en de polderwegen, een indeling die ook in Flevoland rigoureus wordt toegepast. De afmetingen van al die wegen zijn heel wat ruimer dan die van hun oudere collega's. De polderwegen in Zuidelijk Flevoland hebben een verhardingsbreedte van $4\frac{1}{2}$ meter. Ook de constructie van de wegen weerspiegelt de ontwikkeling van de wegenbouw tussen 1930 en 1970. Het tijdperk van teermacadamwegen en ongefundeerde klinkerwegen ligt ver achter ons.

Van het begin af is veel werk gemaakt van de beplanting van de wegen. Reeds de Wieringermeer is mooi beplant. Later is men de wegbeplanting gaan afstellen op de coulissenwerking in het vlakke open landschap. Ook is gelet op het gevaar dat bomen kunnen opleveren voor het verkeer, vooral bij kruisingen. In het begin van het bestaan van de polders zijn op de kruisingen nogal wat ongelukken gebeurd. Op de rechte wegen wordt hard gereden en omdat er nog weinig verkeer is, wordt niet gelet op auto's op de weg die moet worden gekruist.

In de agrarische gebieden liggen de bedrijfsgebouwen op regelmatige afstanden veelal in groepjes van vier bij elkander. Aan het uiterlijk van de erven wordt vaak veel werk besteed. De fraaie tuinen leveren een bijdrage aan de schoonheid van de weg.

Woonkernen

De bevolking van de IJsselmeerpolders is gespreid over het 'platte land', de dorpen (A-kernen), de stadjes (B-kernen) (5.2, blz. 332) en de enkele grote plaatsen, nu Lelystad, later Almere en misschien nog andere. De laatste maken eigenlijk geen deel uit van de structuur van de polders. Zij zijn gebaseerd op de ruimtelijke ordening van Nederland in zijn geheel.

In een overwegend agrarische polder is het bedrijf de eenheid. Vanouds woonde elke boer op zijn land. Dat is doelmatig en economisch. De boerderijen en meestal ook de landarbeiderswoningen waren gespreid over het land.

De bewoners van de landbouwbedrijven zijn voor winkels, scholen, kerken en andere voorzieningen aangewezen op de bewoningskernen. Bij elke polder is men uitgegaan van een maximum voor de afstand waarop een bedrijf van een kern verwijderd mocht

zijn. In de eerste polder, de Wieringermeer, was die afstand, gebaseerd op de schoolkinderen, niet groot, omstreeks 4 km. Een dorp kon dientengevolge geen groter gebied bestrijken dan omstreeks 35 km². Er was dus een aanzienlijk aantal dorpen nodig. Op de oorspronkelijke kaart van de verkaveling van de Wieringermeer waren negentien 'gele plekken' aangegeven, die in aanmerking kwamen voor de stichting van een woonkern. Men realiseerde zich heel goed dat er niet zó veel dorpen zouden komen, maar dacht toch aan een groter aantal dan de drie, die in de eerste kolonisatiefase zijn gebouwd. Op een kaart van 1932 (Driemaandelijksche Berichten zw, October 1932) zijn in de polder acht dorpen aangegeven en bovendien zes kerntjes langs de rand. De vier polder-afdelingen heten daar het Hooge Land, het Oude Land, het Nieuwe Land en het Lage Land, namen die nooit zijn gebruikt, maar nog voorkomen op stafkaarten van na 1945. De ligging van de drie dorpen die in eerste aanleg zijn gebouwd, is zeker niet optimaal. Door het later toevoegen van een vierde kern is dat niet geheel gecompenseerd. Als het sociografisch onderzoek in de twintiger jaren al ontwikkeld was geweest, zou de Wieringermeer er anders hebben uitgezien.

Terecht is voor de Wieringermeer geen B-kern ontworpen. De polder is daarvoor te klein en dicht bij in het oude land liggen plaatsen die deze functie kunnen vervullen.

In de Noordoostpolder ligt het anders. Zowel de grootte en de vorm van de polder als het ontbreken van geschikte plaatsen in het oude land, maken dat in het centrum een B-kern moest komen. Daaromheen dan een krans van A-kernen. De B-kern, Emmeloord, is zonder twijfel geslaagd. De krans telde oorspronkelijk zes dorpen (Driemaandelijks Bericht zw van juli 1944). Bedenkt men dat de aan de rand gelegen plaatsen Lemmer, Kuinre, Vollenhove en Urk voor beperkte gebieden in de polder een verzorgende functie hebben, dan komt men voor de gemiddelde grootte van de dorpsgebieden op 70 km².

De maximale afstand van 4 kilometer werd nu overschreden. Het werd nu 6 tot 7 kilometer, maar daartegen was geen bezwaar. De toegelaten afstand tussen bedrijf en dorp is geleidelijk groter geworden. Enerzijds maakte het algemene gebruik van de fiets en de komst van de auto, later ook van de brommer, de verplaatsing over wat grotere afstanden gemakkelijker. Anderzijds wordt de bevolking meer en meer geconcentreerd in de woonkernen. Eerst trokken de landarbeiders dorpwaarts, later kwam de gedachte naar voren dat ook leiders van akkerbouwbedrijven in de dorpen zouden wonen. Polderbewoners die niet agrarisch gebonden zijn, wonen uiteraard in de kernen.

Intussen durfde de WMD (Noordoostpolderwerken) in 'en vlak na de ellende van de oorlogsjaren de stap naar de grotere afstanden en dus grotere dorpen niet aan. Jammer genoeg zijn tijdens de uitvoering vier dorpen aan het plan toegevoegd (Driemaandelijks Bericht zw over het 3e en 4e kwartaal 1950). De aanvulling kon nog behoorlijk worden

verwerkt, zodat er nauwelijks 'rudimenten' van het oorspronkelijke plan zijn te vinden. Ook het elf-dorpen-systeem heeft een duidelijke structuur.

In Oostelijk Flevoland heeft de aanwezigheid van de c-kern Lelystad invloed op het aantal en de plaats van de kernen. Het was aangewezen om ook hier een B-kern te maken, Dronten. Het aantal ontworpen A-kernen is in opvolgende plannen steeds minder geworden. Eerst waren het er 10; later is dat teruggebracht tot 4, toen tot 3. Per slot van rekening zijn er maar twee tot stand gekomen (6.4.2, blz. 424).

In Zuidelijk Flevoland moet rekening worden gehouden met de stad Almere en met de geringe rol die hier is toegedacht aan de landbouw. Voorlopig zal één woonkern worden gemaakt, Zeewolde, aan het Veluwemeer.

Over de manier waarop de bewoning van de Markerwaard te zijner tijd zal worden ingericht, kan natuurlijk nog niets worden voorspeld. Er gelden wel heel andere overwegingen dan veertig jaar geleden.

Namen

Alle objecten, dorpen, wegen, vaarten en nog meer, moeten namen hebben. Het is een hele opgaaft om in een voormalig stuk zee honderden passende namen te bedenken. Ten aanzien van de gemalen kon de bestaande traditie worden gevolgd. Voor het overige zijn oorspronkelijk geen persoonsnamen gebruikt, met uitzondering van Lelystad. Men heeft zoveel mogelijk bestaande plaatsnamen gebruikt, meestal van plaatsen die al lang waren verdwenen. In de Wieringermeer zouden dorpen worden genoemd naar de verdronken plaatsen Gawijzend en Almersdorp, maar die dorpen zijn niet gebouwd. Verder was daar niet veel bruikbaar. Een oud geultje dat liep door de zandbanken aan het zuidoosteinde van het Amsteldiep, de Sloot, gaf zijn naam aan de eerste kern, Slootdorp. Beter klinkt Middenmeer, voor de tweede kern, waarvoor ook de naam Viervarten was voorgesteld, omdat daar vier polderkanalen bijeen komen. De hoofdplaats Wieringerwerf ontleent zijn naam aan de dichtbijgelegen terp. Het nieuwe dorp Kreileroord heet naar een zandbank.

In de Noordoostpolder gaven het eiland Schokland en oude kronieken voldoende gegevens om de dorpen van een naam te voorzien. Emmeloord en Ens waren de laatste bewoonde plaatsen op het geleidelijk verdwijnende Schokland. De namen zijn verhuisd naar de dichtstbijgelegen nieuwe plaatsen. Het nijvere werk van middeleeuwse monniken gaf het aanzien aan de namen van de nieuwe dorpen Rutten, Espel, Nagele, Marknesse, Bant, Creil, Tollebeek, Swifterbant, Biddinghuizen en Zeewolde. Een klein veengebiedje in de Noordoostpolder leverde de naam Luttelgeest. De prachtige naam Kraggenburg voor de in de 19e eeuw te midden van rietkraggen aangelegde haven en lichttoren aan het eind van Zwolse Diep, nu in de polder, is overgegaan op het dichtbij gelegen dorp.

De naam Dronten is ontleend aan het poldergebied bewesten Kampen, eertijds onvolgende tegen het water van de Zuiderzee beschermd door de Dronther bedijking.

Plaatsen in het oude land hebben hun naam gegeven aan wegen in de polders die er heen leiden, of althans in hun richting gaan. In sommige gevallen ligt het verband niet voor de hand, zoals bij de Drietoersweg, van waar af de hoogste drie torens van Kampen te zien zijn, waarop de weg is gericht.

De ronde burcht van Kuinre is dankbaar aanvaard door de naamgevers. Burcht en Schans zijn op de kaart te vinden en ook de Casteleyn en de Munt, naar de (valse) munten die door de Heer van Kuinre werden geslagen. De herinnering aan de rol die de Noordoostpolder in de oorlogsjaren 1942–1945 heeft gespeeld, is vastgelegd in namen van omgekomen verzetstrijders Hannie Schaft, Johannes Post en Hans Stijkel, en ook in de Onderduikersweg en -tocht, de Piloten en de Vliegtuigen. De Domineesweg herinnert aan het rijmpje van de dominee van Urk, die op Schokland zou spreken, maar door het ruisen van de zee zijn preek had vergeten. Zijn schip zal ongeveer het tracé van de Domineesweg hebben gevolgd.

Namen van onderdelen van de vroegere Zuiderzee zijn zo veel mogelijk gebruikt, al zijn ze niet allemaal even mooi. De Oude Zeug en de Knar waren belangrijke ondiepten. Ze konden niet worden overgeslagen. Houtrib, ook een zandbank, het Kamperzand, de Ramspol, ze zijn alle terug te vinden op de kaart van de IJsselmeerpolders.

Bij de Rotterdamse Hoek tussen Urk en Lemmer is puin van het in 1940 verwoeste Rotterdam gelost om te worden gebruikt in de Noordoostpolder.

Het zou te ver gaan om volledig te zijn. Op de stafkaarten kan men veel, al dan niet gelukkige, vondsten aantreffen.

Nu en dan komen controversen voor. De Noordoostpolder bijvoorbeeld heeft van 1942 tot 1945 officieel Urkerland geheten. Men was echter zo gehecht geraakt aan de letters NOP, dat na de bevrijding de vroegere naam weer is ingevoerd.

Tumult is veroorzaakt door de schelpennamen in Flevoland. Daar waren schelpen van verschillende soort aangetroffen. Hun officiële namen werden gebruikt voor een groep wegen. De taalzuivering kwam echter om de hoek kijken en de Latijnse schelpennamen werden vervangen door Nederlandse. Intussen waren de bewoners gewend geraakt aan de Latijnse namen. Er ontstond een (vruchteloos) verzet en het verhaal gaat, dat een brandje aan de vroegere Mytilusweg niet werd geblust, omdat de brandweer de Mosselweg niet kon vinden.

Oudheden

Meer nog dan *op* de grond gevonden voorwerpen hebben *in* de grond bij graafwerkzaamheden aangetroffen voorwerpen aan de naamgeving meegeholpen. Er komt van

allerlei uit de grond te voorschijn. Recent zijn vliegtuigwrakken, getuigen van veel drama's die zich in de oorlog afspeelden boven het gebied waar nu de zuidelijke polders zijn. Veel opgegraven voorwerpen zijn oud of heel oud. Er worden skeletten gevonden van dieren die tienduizenden jaren geleden, in de laatste ijstijd leefden. Overblijfselen van menselijke bewoning zijn niet zó oud, maar de eerste gaan toch terug naar het eind van de vroege steentijd, het paleolithicum, misschien 7000 jaar geleden.

Met de nodige onderbrekingen is de bewoning te volgen tot in de Middeleeuwen. Daarna komen de scheepsvondsten. In de Zuiderzee, die zich uitbreidde over de nu weer drooggemaakte gebieden, zijn talloze schepen vergaan. Dat is doorgegaan tot kort vóór de droogmaking. Na het vinden van het wrak van een ijzeren stoomschip in Flevoland is in de kranten gezocht of iets van het vergaan was vermeld, zonder succes overigens.

Interessanter zijn de oudere wrakken. Zij kunnen veelal worden gedateerd, hetzij door hun bouw, hetzij door de inventaris (munten!) die ze bevatten. Door de ouderdom en de plaats waar ze zijn gevonden te combineren, krijgt men gegevens over het binnendringen van de zee in het IJsselmeergebied. Het ziet er naar uit dat in de dertiende eeuw in korte tijd een grote oppervlakte land is verzwolgen. Dat klopt heel goed met de aanwijzingen die het zoutgehalte van het water onder de bodem van het IJsselmeer heeft opgeleverd (4.4, blz. 260).

Ook daarna is nog veel land verloren. Een aanwijzing daarvoor is het vinden van resten van oude zeeweringen en havenhoofden. De afbraak van Schokland bijvoorbeeld is goed te volgen tot het eiland in 1858 zo smal was geworden dat het moest worden ontruimd. Het kerkje van de Middelbuurt, dat nog in een behoorlijke conditie was toen Schokland werd opgenomen in de Noordoostpolder, is in 1947 ingericht als museum. De belangrijkste vondsten worden daar bijeengebracht. Een aantal scheepswrakken is opgesteld in het Historisch Scheepvaartkundig Museum bij de Ketelhaven.

Ook de vondsten in de Wieringermeer, niet groot in aantal, maar wel heel belangrijk, zijn in de verzameling opgenomen. Tot dusver leverde de Noordoostpolder het leeuwendeel, maar er komt steeds meer materiaal uit Flevoland en ook uit het IJsselmeer.

De archeologische en morfologische geschiedenis van het Zuiderzeegebied begint zich meer en meer af te tekenen. Van het gedeelte ten oosten van de lijn Gaasterland – Eemvallei weten wij nu, dat het in voorhistorische tijd bewoonbaar land was. Van de tiende tot in de dertiende eeuw was dat eveneens het geval. Het is niet waarschijnlijk dat daar tussenin een echte zee is geweest, anders waren er geen Romeinse en ook niet zoveel prehistorische overblijfselen gevonden. Misschien was er een moeras, maar het meer Flevo uit het begin van onze jaartelling zal hier toch niet hebben gelegen. Wij weten nog steeds niet waar het wél lag.

Na de catastrofe zijn nieuwe grondlagen afgezet, sommige in bijna zoet water, andere in

water met een vrij hoog zoutgehalte. Als ze een wrak bedekken, is het mogelijk de lagen te dateren. Zo zijn de variaties van het zoutgehalte van het Zuiderzeewater na te gaan. In sommige tijdperken, waarin de IJssel nog maar een klein deel van het Rijnwater afvoerde, was de kom van de Zuiderzee erg zout, maar er zijn ook periodes geweest waarin de IJssel een veel groter aandeel had dan thans het geval is. Dan was het oosten van de kom van de Zuiderzee vrijwel zoet.

Wie meer wil weten over de geschiedenis van de Zuiderzeebodem en wat daarmee samenhangt, kan zijn hart ophalen aan de boeken die de directeur van het museum op Schokland heeft geschreven [37, 38].

Andere getuigen uit een heel oud verleden worden samengebracht in het stenenreservaat 'P. van der Lijn' bij Urk, ingericht in 1951. Het zijn zwerfstenen die hierheen zijn gebracht door de gletschers van de ijstijden.

Het verleden is minstens even belangwekkend als het heden.

5.6. DE CHRONOLOGIE VAN DE IJSSELMEERPOLDERS

Tussen het begin van de werkzaamheden aan een nieuwe polder en het tijdstip waarop de ontwikkeling als voltooid mag worden beschouwd, ligt een aantal momenten die de voortgang markeren.

Het eerste daarvan is de sluiting van de ringdijk. De toekomstige polder is van het buitenwater afgescheiden en het droogmaken kan beginnen. Dat punt kan in tijd nauwkeurig worden vastgesteld, in dagen, uren en zelfs in minuten.

Dat is niet het geval met de volgende episode, het moment van droogvallen van de polder. Bij één van de gemalen zal ongeveer het (v)PP zijn bereikt, maar elders is boven dat peil in plassen en kreken nog water aanwezig. Toch is het nodig dit moment officieel vast te stellen, want het is min of meer het tijdstip van de geboorte van het nieuwe land. De bewoners zullen er behoefte aan hebben de verjaardag, de polderdag, te vieren. Daarom is voor iedere polder het droogvallen op de dag af aangegeven.

De waterbouwkundige werken zijn dan al begonnen; het primaire baggerwerk is gereed, of althans een heel eind op streek. Naarmate de bodem beter begaanbaar wordt, vordert het werk aan tochten, sloten, wegen en bruggen. Het is alweer moeilijk aan te geven wanneer dat alles gereed is. De aanleg gaat bijna onmerkbaar over in onderhoud en verbetering en de enige houvast is de datum van oplevering van het laatste bestek dat betrekking had op een nieuw werk. De dienst die dit alles had aangelegd, blijft het onderhoud

verzorgen tot hij wordt afgelost door een nieuw gecreëerd waterschap, het heemraadschap, dat de waterbouwkundige werken voor zijn rekening neemt, net als in het oude land gebruikelijk is.

Ook de ontginning wacht niet tot de polder droog is. Er worden al eerder cultuurtechnische proeven genomen op ondiepe plaatsen, die eerder zijn drooggekomen, en zelfs op de ringdijk. De ontginning gaat nu, van de rand van de polder uit, geregeld voort. Elk jaar wordt een stuk ontwaterd en in cultuur gebracht. De dienst die dit doet en die dus landbouwkundig is gespecialiseerd, WMD of RIJP, verzorgt ook de kolonisatie. Hij maakt de eerste bedrijfsgebouwen en woningen, selecteert de eerste bewoners en ontwikkelt de dorpen tot echte woonkernen. Er komt een voorlopig bestuur, waarvoor een in de grondwet voorzien 'Openbaar Lichaam' de mogelijkheid schept. De directeur van de WMD of RIJP treedt, als 'Landdrost', op als voorzitter van de poldercommissie. Deze regelt de gang van zaken tot zijn taak wordt overgenomen door de gemeenteraad. Door de instelling van een nieuwe gemeente gaat de tijdelijke toestand over in een normale. De gehele oppervlakte van de polder heeft tegen die tijd zijn agrarische of andere bestemming gekregen: de ontginning is voltooid. De dienst gaat over naar de volgende polder.

Dit schema gaat niet op voor de eerste grond die door de Zuiderzeewerken in cultuur kwam: het opgespoten terrein op het Balgzand tegen de Koegraszeedijk bij Oostoever. De landbouw heeft hier slechts tijdelijk de scepter gezwaaid, want het land is van de aanvang af bedoeld als toekomstig industrieterrein (2.2.3, blz. 89).

De proefpolder bij Andijk heeft weliswaar een onvolledige historie, maar is toch wel in het schema te passen.

Flevoland moet twee kolommen in beslag nemen, want door het aanleggen van de Knardijk loopt de geschiedenis van Zuidelijk Flevoland omstreeks tien jaar achter bij zijn oudere broer, Oostelijk Flevoland. Niettemin vormen ze samen één polder.

De geschiedenis van de Markerwaard is nog maar in het eerste stadium. Voor het begin van de werken moeten drie data worden ingevuld. Eerst twee dijkvakken in 1941, onderbroken door de oorlogsjaren en daarna niet voortgezet omdat Oostelijk Flevoland vóórging. In 1956 een tweede begin, de dijk naar Marken, maar ook daarop kwam geen vervolg, omdat nu Zuidelijk Flevoland moest voorgaan. Daarmee is de concurrentie uitgeput. De in 1966 begonnen dijkwerken zullen worden voltooid, maar o, zo langzaam. Het zal wel veertig jaar duren na het eerste begin, voor de volgende mijlpaal, het sluiten van de ringdijk, wordt bereikt.

TABEL 30. KENMERKENDE MOMENTEN BIJ HET TOTSTANDKOMEN VAN DE IJSSSELMEERPOLDERS

	<i>Proef- polder</i>	<i>Wieringer meer</i>	<i>Noordoost polder</i>	<i>Flevoland Oostelijk</i>	<i>Flevoland Zuidelijk</i>	<i>Marker- waard</i>
Oppervlak km ²	0,5	197	476	540	420	560?
Lengte ringdijk km	1,8	23	65	91	70	105?
Begin van het werk	26.08	27.05 45.06.21	36.06	50.06	59.03	41.06 56.04 63.06
Ringdijk gesloten	27.07.15	29.07.29 45.08.05	40.12.13	56.09.13	67.10.25	—
Drooggemalen	27.08	30.08.11 45.12.11	42.04.13	57.06.29	68.05.23	—
Begin ontginning	27.08	30.05	38.12 ⁺ 41.08	57.03	69.08	—
Waterb: werken gereed	28.02	35.03	52	70	—	—
Heemraadschap	—	42.01.01	—	—	—	—
Ontgonnen	35.10.31 ^x	43	58	70	—	—
Openbaar lichaam	—	38.01.01	42.08.07	—	55.12.29	—
Gemeente	—	41.07.01	62.07.01	—	—	—

^x overgedragen⁺ op de ringdijk

Bij de data staat het jaartal voorop. Dan volgen de nummers van de maand en van de dag, als die bekend zijn. Bijvoorbeeld: de ringdijk van de proefpolder is op 15 juli 1927 gesloten.

In de tabel zijn de data voorafgegaan door het oppervlak van elke polder en de lengte van de ringdijk. Daaruit is op te maken hoe het oorspronkelijke hoge tempo in de loop der tijden is teruggezaakt. Daarvoor zijn niet alleen de oorlogsjaren 1940–1945 en de stormramp van 1953 verantwoordelijk.

De vertraging blijkt ook, als het proces wordt weergegeven in een diagram (fig. 3, blz. 40). Daarin is ook de bouw van de Afsluitdijk opgenomen. Door de werkelijke voortgang te vergelijken met die, welke Lely zich had voorgesteld, ziet men waar de vertraging vandaan komt.

Afgezien van de onderbreking van 1924–1926, is het tempo volgehouden tot het sluiten van de dijk om de tweede polder. Lely had daarvoor het achttiende jaar aangegeven, in feite geschiedde het twintig en een half jaar na het begin. De oorlog vertraagde het droogmalen en daarna duurde het lang eer het werk kon worden hervat. Aanvankelijk vorderde de dijkbouw flink, omstreeks 14 kilometer per jaar, evenveel als vroeger. Bij Zuidelijk Flevoland waren daarvoor de financiële middelen niet toereikend. Het tempo zakte tot 8½ km per jaar en voor de Markerwaard ziet het er naar uit dat de jaarproductie minder dan vier kilometer dijk zal zijn.

De waterbouwkundige werken in de polders en het in cultuur brengen verlopen ook steeds trager.

DE POLDERS

6.1. DE PROEFPOLDER BIJ ANDIJK

De commissie Lovink, die in 1924 de gegevens bijeenbracht op grond waarvan werd besloten de Zuiderzeewerken door te zetten, signaleerde het gebrek aan ervaring dat men toen had met het in cultuur brengen van zoute gronden. Men wist dat grote schade zou ontstaan als de grond, die lang door zeewater bedekt was geweest, niet goed werd behandeld. De gebeurtenissen bij inpolderingen in de kop van Noord-Holland, drie kwart eeuw tevoren, waren een duidelijke waarschuwing.

Vandaar de aanbeveling om een proefbedrijf in te richten in omstandigheden die vergelijkbaar waren met die in de Wieringermeer, de eerste polder die zou worden ontgonnen. Als men zo spoedig mogelijk zou beginnen, had men omstreeks zes jaar beschikbaar om te leren, hoe de grond in de Wieringermeer moest worden aangepakt.

Drie plaatsen kwamen voor de proef in aanmerking. De keus viel op een stukje van de zeebodem tussen twee vooruitspringende dijkhoeken bij Andijk. Het was wel de kostbaarste van de drie, maar voor zeshonderdduizend gulden zou een bedrijf worden verkregen van 40 ha, geschikt om proeven te doen over ontwatering, grondbewerking, opvolging van gewassen en wat dies meer zij. Dit bedrag zou gemakkelijk worden terugverdiend in de eerste ontginningsjaren van de Wieringermeer, die een pachtwaarde zou krijgen van meer dan twee miljoen gulden per jaar, dus een opbrengst die nog vele malen groter was.

Het voorstel is overgenomen. Nog vóór de regeling met de MUZ (2.1.4) in kannen en kruiken was, in augustus 1926, begon deze maatschappij op grond van Aannemings-overeenkomst nummer 1 (AO.1) aan het maken van de 1800 m lange dijk. Die dijk werd een complete zeedijk, want de Zuiderzee was nog open. Wel was geen extreme veiligheid vereist, omdat de proefpolder slechts zou worden bewoond door enkele mensen, die zich bij dreigend gevaar gemakkelijk op de oude zeedijk in veiligheid zouden kunnen brengen. Bij de stormen die de dijk hebben geteisterd zolang de open Zuiderzee moest

worden gekeerd, was één zware, 25 november 1928. Die heeft veel schade aangericht, maar gevaar voor doorbreken is er niet geweest.

De dijk is open gehouden tot geen materieel in het poldertje meer nodig was voor de binnendijkse werken, die ook bij de AO.I behoorden: de maalsloot en een terp om het gemaaltje op te plaatsen. Pas elf maanden nadat het werk is begonnen, werd het laatste gat gesloten. Kort daarop is door een hulpbemaling de proefpolder drooggemalen. In het begin van 1928 is alles kant en klaar opgeleverd, inclusief het definitieve gemaaltje.

De cultuurtechnische proeven op de vijf kaveltjes waarin de proefpolder werd verdeeld, waren toen al aan de gang. Zij werden geleid door de in september 1927 ingestelde 'Proefpoldercommissie'. Die commissie kan worden beschouwd als een voortzetting van de commissie Lovink en tevens als de voorloper van de 'Voorlopige Directie van de Wieringermeer' (WMD). De eerste voorzitter van de WMD was een der leden van de proefpoldercommissie. De landbouwkundig ingenieur die deze had aangetrokken voor het uitvoeren van de proeven, werd één van de eerste leden van de staf van de WMD. Er is een continue opvolging van commissie Lovink-proefpoldercommissie-Wieringermeer-directie-Rijksdienst IJsselmeerpolders. Samen hebben ze een geweldige prestatie geleverd.

Voor de landbouwkundig ingenieur werd in het dorp Andijk een houten huis neergezet. In de polder kwamen een boerderij en een laboratorium, beide van hout, en tegen het eind van 1928 waren ook de twee definitieve woningen, voor de arbeiders, gereed. De kolonisatie was voltooid.

De zes jaar waarop de commissie Lovink had gerekend zijn niet gehaald, omdat de Wieringermeer zo snel is ingepolderd, dat daar al in de zomer van 1930 met de ontginning is begonnen. Toch is, achteraf bekeken, de proefpolder een succes geweest, al heeft hij veel meer gekost dan was geraamd. De prijs van AO.I was f 704000. Daar is nog zowat zeven ton bijgekomen voor 'meer werk', het gemaaltje en de gebouwen. De hele aanleg vergde dus bijna anderhalf miljoen gulden. Ook dat bedrag is de proefpolder stellig waard geweest.

De proeven zijn voortgezet tot 1931. De proefpolder is toen door de dienst der Domeinen verpacht aan een particulier.

6.2.1. RONDOM DE POLDER

De oostelijke dijk

Het is een hele stap van de Proefpolder naar de Wieringermeer, een schaalvergroting van honderden malen. Groter nog is het verschil in doelstelling. In het ene geval een dienende taak, die in vijf jaar was afgelopen, in het andere de geleidelijke ontwikkeling tot een deel van de bewoonde wereld.

Het begin was toch hetzelfde: de grote aannemer die met menselijke en mechanische middelen de dijk ging bouwen die het nieuwe land zou afscheiden van de zee.

Aan de dijk van het waterschap de Vier Noorder Koggen, vóór Medemblik, verschenen in mei 1927 de eerste baggerwerktuigen van de MUZ om een stukje van de oostelijke dijk van de Wieringermeer te maken, met de ringdijk van de bouwput voor het gemaal dat de naam van Lely zou dragen. De grote kerk van Medemblik was het richtbaken voor de dijk. Vandaar is de richting bijna pal noordelijk.

Op de kaarten van vroegere plannen (fig. 1c) loopt de dijk vrijwel in noordoostelijke richting en buigt op een afstand van 7 km van Medemblik bijna haaks om naar het noordwesten (5.3, blz. 336). Van 1909 af komt deze uitbuiging niet meer in de plannen voor; ook het ontwerp van het Wieringermeerbureau had de naar het noorden lopende dijk. Toen zw de plannen uitwerkte, is deze zaak nog eens grondig nagegaan. De conclusie was dat de extra landwinst niet voldoende was om de langere, en dus duurder, dijk economisch aanvaardbaar te maken.

Bij het uitwerken is het tracé van het noordelijke deel van de dijk wél veranderd. Tot dusver was de plaats waar de dijk tegen Wieringen zou aansluiten ver westelijk gekozen van de oostpunt van het eiland bij Den Oever. De reden was de noodzaak om de punt van het eiland vrij te houden voor de uitwateringsluizen en schutsluizen tussen het IJsselmeer en de Waddenzee. Toen eenmaal was beslist dat die sluizen in zee zouden worden gebouwd, buiten Den Oever, was deze beperking vervallen en kon de Wieringermeerdijk verder oostwaarts worden getraceerd.

De situatie bij Den Oever is zodanig ontworpen en uitgevoerd, dat een goed verband werd verkregen tussen de vele objecten die daar bij elkander komen. Dat zijn de Afsluitdijk, de uitwatering- en schutsluizen daarin, de polderdijk naar Medemblik, de schutsluis (Stontelersluis) en het gemaal (Leemans) van de Wieringermeerpolder, de toegang (Stontelerkeersluis) tot het Amstelmeerkanaal en de voorboezem van de negentiende-eeuwse Waard-Nieuwlandpolder. Later kwam daar nog Rijksweg 7 (van Friesland naar Amsterdam) bij.

Tussen Medemblik en Den Oever ligt een aantal markante punten. Eerst het gemaal Lely, waar nog de resten zijn te zien van de ringdijk om de bouwput waarin dat gemaal is gemaakt.

Even voorbij kilometerpaal 8 vertoont de dijk een flauwe knik. Weer anderhalve kilometer verder ligt de haven op de Oude Zeug. Deze is door de Muz aangelegd als werkhaven, opslagplaats, steunpunt en uitgangspunt voor de verdere dijkbouw. Tijdens de aanleg van de dijk was dit een eiland. Daarop ontstond een tijdelijke kolonie, waarvan de bevolking in de barre ijswinter van 1929 over het ijs veiligheidshalve naar Wieringen uitweek. Na de bedrijvigheid tijdens en kort na de dijkbouw, is het er stil geworden. Er is nog enige scheepvaart. De, eenmaal aanwezige, haven wordt in stand gehouden.

Vier kilometer verder heeft het drama van 17 april 1945 zich afgespeeld. Daar zijn de twee gaten die na het ontploffen van de springladingen tot dertig meter diepte zijn uitgeschuurd door het IJsselmeerwater dat de Wieringermeer inliep. Bij het herstel van de dijk zijn de gaten vermeden. De dijk is oostwaarts uitgebogen en sluit pas 800 m verder aan bij het intact gebleven deel van de 'oude' dijk. Aan het nieuwe dijkvak is duidelijk te zien dat het is aangelegd onder andere omstandigheden en in een andere tijd dan de oorspronkelijke dijk. Het is geen zeedijk, maar een echte IJsselmeerdijk, met een dwarsprofiel waarin de kennis en de ervaring zijn verwerkt die zijn opgedaan tussen 1927 en 1945 (4.3, fig. 61 en 62).

Bijna 18 kilometer van Medemblik buigt de dijk haaks om, langs de Zuiderhaven van Den Oever. Op dit laatste stukje van ruim een kilometer lengte bevinden zich de Ston-telersluis en het gemaal Leemans. Ook deze zijn gebouwd in een funderingput, waarvan de ringdijk grotendeels is weggegraven. Over het westelijke deel ervan loopt nu Rijksweg 7. Nog ruim 200 meter verder is het eind van de dijk. Hij sluit daar aan tegen de dijk van de Waard-Nieuwlandpolder.

Over de samenstelling van de dijk is het een en ander medegedeeld in afdeling 4.3. Hier volgen nog enkele opmerkingen omtrent de aanleg.

Het begon in april 1927 met de gemaalput voor de Lely. Vandaar is de dijk in noordelijke richting uitgebouwd. Inmiddels werd begonnen met het stuk dijk waarvan de haven van de Oude Zeug deel uitmaakt. Daardoor kon in 1928 op drie fronten worden gewerkt. Op twee daarvan verliep het werk voorspoedig, maar bij het derde, van de Oude Zeug naar het zuiden, kwam enige tegenslag. Men had er op gerekend het werk te kunnen maken zonder vooraf een grondverbetering uit te voeren, maar plaatselijk bleek dat toch nodig te zijn. Er ontstond een verzakking en daarom moest de grondverbetering toch worden gemaakt, vlak vóór het werk aan de eigenlijke dijk. Dat gaf vertraging en het werk was niet klaar toen in december de vorst inviel.

Het korte dijkvak met de bouwput bij Den Oever is eveneens in 1927 aangepakt. Het was in december 1928 gereed.

Tussen dat dijkvak en het werk op de Oude Zeug was toen nog een gat over van bijna vijf kilometer. Tussen de Oude Zeug en Medemblik lag nog twee kilometer open. Toen tegen het eind van maart 1929 het ijs eindelijk weg was, is begonnen met het sluiten van dit gat. Men wist dat hier geen sterke stroom zou optreden zolang er in het noorden nog een opening was. Het gat werd zonder moeilijkheden op 3 juli 1929 gesloten.

Wat méér moeite kostte het sluiten van de noordelijke opening. Hier waren stroomsnelheden voorspeld van $2\frac{1}{2}$ m/sec. Men ging dan ook de zandige zeebodem beschermen met een opgestorte rug van keileem. Dat was niet helemaal afdoende; er ontstonden kuilen, die tot de 'autochtone' keileem reikten. De aangevoerde keileem voor de dijkbouw was niet van de allerbeste kwaliteit en toen de verwachte sterke stromen inderdaad kwamen, ging er nogal wat keileem verloren. Zelfs mislukte de eerste poging om te sluiten, maar twee dagen later, 29 juli 1929, was het toch zo ver. De Wieringermeer was van het IJsselmeer afgescheiden.

Nog in 1929 is de dijk voltooid opgeleverd. Er is 12 miljoen m³ grond in verwerkt, waarvan 6 miljoen m³ keileem. De produktie is ongeveer 0,65 kilometer per maand geweest. Een deel van het grote materieel werd ingeschakeld bij de bouw van de Afsluitdijk.

Toen de dijk dicht was, waren de gemalen nog niet klaar om te beginnen met droogmaken. Met de funderingen in de bouwputten was begonnen in 1928. De bouw was geregeld voortgegaan, maar het duurde toch tot het najaar van 1929 eer de ringdijken konden worden doorgestoken. Intussen waren de pompen en motoren geconstrueerd. Vlak vóór de jaarwisseling, 28 december 1929, begon het proefdraaien met de Lee-mans. De Lely, die moest wachten op de hoogspannings-aansluiting, volgde een week later. Officieel duurde het proefdraaien tot 10 februari 1930, toen ze plechtig in gebruik werden gesteld en hun naam kregen. Ze hadden toen al een flinke portie van hun taak verricht.

Langs Wieringen en het Amstelmeer

In het noorden grenst de Wieringermeerpolder over een lengte van 8,8 km aan Wieringen. Langs de afscheiding loopt het Amstelmeerkanaal, in den droge gegraven na het afmalen van de polder. De toegangswegen en -weggetjes lopen over de beide uiteinden van het kanaal en over een drietal bruggen daar tussen in.

Het volgende deel van de omtrek van de Wieringermeer wordt gevormd door de Amstelmeerdijk, die tussen de haven van de Haukes op Wieringen en de oostpunt van

de Anna Paulownapolder 4,4 km lang is. Tussen die punten is het tracé nagenoeg een halve cirkel. Daardoor kreeg het Amstelmeer de oppervlakte van 7 km², die nodig is om zijn taak als boezemmeer naar behoren te vervullen. Ook ligt de dijk nu op de krans van zandplaten ten zuidoosten van het Amsteldiep. De ondergrond heeft grotendeels het Hollands profiel (2.1.1, blz. 44). Al is de kleilaag niet dik, hoogstens 5 m, het was toch nodig daar een grondverbetering, reikend tot 5½ m onder NAP, aan te brengen.

Als tweede waterkering tegen de Noordzee heeft de dijk een tot +2,25 m reikende keileemkern gekregen. De kruin ligt op NAP +4,5 m, dus nog iets hoger dan de dijk van Medemblik naar Den Oever. Dat lijkt vreemd, maar het is logisch.

Aan de Wieringse zijde is de dijk zodanig omgebogen, dat tegen de bestaande haven van De Haukes een nieuwe haven ontstond. In die haven zijn de ingang van het Amstelmeerkanaal (de Haukeskeersluis) en de toegangsluis naar de nieuwe polder, de Haukessluis. Daarvoor is een bouwput in de dijk opgenomen, die in oktober 1928 droog was. Nauwelijks was men begonnen met de fundering voor de sluis, of de put liep weer vol. Bij de stormvloed van 25 november 1928 (dezelfde die heeft gediend voor de berekening van de IJsselmeerdijken (4.3, blz. 248) raakte de damwand om de put lek. De tegenslag werd gauw verholpen. De bouw is verder zonder ernstige stoornis verlopen en de sluis kon in maart 1930 in gebruik worden gesteld.

De Amstelmeerdijk kruist de restanten van enkele geultjes die vroeger door de zandbanken waren geschuurd: de Sloot, het Molendiep, het Ulkediep en een paar nog kleinere. De grootste diepte was vijf meter. De bouw van de dijk begon in december 1927. Op 25 augustus 1929 is het laatste gat gesloten. (2.2.3, blz. 92)

Bij de aansluiting met de dijk van de Anna Paulownapolder is weer een bouwput gemaakt. Daarin is een keersluis, de Ulkesluis, gebouwd. Deze maakt deel uit van de tweede waterkering tegen de open zee en heeft de daarvoor passende afmetingen gekregen: hij keert tot NAP +4,55 m en heeft twee stel puntdeuren, met een drempeldiepte van -4,2 m, die een doorvaartwijdte van 10 m aanbieden. Een dubbele basculebrug voor het landverkeer garandeert onbeperkte doorvaarthoogte. De sluis kan ook heel wat water verzetten, want ter weerszijden van de scheepvaartopening is nog een 6 m wijde stroomkoker. Met de bouw van de sluis is begonnen in september 1928. Hij werd 18 september 1929 open gesteld voor het scheepvaartverkeer. Hij deed toen al een paar weken dienst als stroomsluis.

In februari 1930 was alles klaar.

Langs de Noordhollandse kust

De derde zijde van de Wieringermeer, 14 km lang, loopt van de Ulkesluis vrijwel zuid-zuidoostwaarts naar Aartswoud. Evenmin als langs de Wieringse kust bestaat hier ge-

vaar voor het droogtrekken van land en sloten in het oude land. De weerstand die de kleilagen in de bodem bieden aan grondwaterbeweging is zo groot, dat de lage potentiaal onder de Wieringermeer in het oude land niet voelbaar is. Een randmeer is niet nodig. De belangen van het oude land worden hier vertegenwoordigd door de uitwateringen van de Wieringerwaard, de Schager- en Niedorper Kogge, de Waardpolder en de Groetpolder bij Kolhorn en van Geestmerambacht bij Aartswoud, en door de van Kolhorn uitgaande scheepvaart.

In de vroegere plannen is voorgesteld dat alles af te leiden naar het IJsselmeer bij Medemblik door een kanaal langs de kust Kolhorn-Aartswoud-Medemblik. Bij nader inzien is er de voorkeur aan gegeven de andere kant uit te gaan en dus een (natuurlijk weer buitendijks) kanaal te maken van Aartswoud langs Kolhorn naar het Amstelmeer. Kolhorn was het strategische centrum voor de aanleg van het afwaterings- en scheepvaartkanaal. Daar kwam ook een buitendijkse funderingsput, voor de schutsluis die hier toegang geeft tot de Wieringermeer, de Westfriese sluis. Men dacht dat deze sluis het druk zou krijgen, omdat de ontworpen Westfriese kanalen met een op polderpeil gelegen kanaal van Kolhorn naar Medemblik, de Westfriese vaart, zouden worden doorgetrokken tot het IJsselmeer. (5.5, blz. 357).

Van Kolhorn uit werd in februari 1928 begonnen met de noordelijke tak van het kanaal, het Waardkanaal. Een fors kanaal, geschikt voor schepen van 600 ton, de bodem zich verbredend van 19 m tot 22 m bij de Ulkesluis en zich verdiepend van NAP $-4,0$ m tot $4,2$ m. Aan de westelijke oever de hoge zeedijk van de Waardpolder, aan de oostkant een lage kade die de kering vormt tussen het kanaal en de Wieringermeer. De kade is berekend op een hoogste kanaalpeil van NAP $+0,5$ m. Hij kreeg eerst, toen de Wieringermeer nog vol water stond, een voorlopig profiel. De verbinding met het Amstelmeer werd gevormd door het Ulkediep, tot de Ulkesluis in gebruik kwam. Bij Kolhorn werd een verbinding met het Kolhornerdiep gebaggerd en werd in het tracé van de toekomstige Westfriese vaart een geul gemaakt voor de scheepvaart naar en van de Wieringermeer.

Er is in de winter 1928–1929 nogal wat schade geweest door wind en ijs; in oktober 1929 was het kanaal klaar. De verbinding met de Wieringermeer is open gehouden tot 21 januari 1930 om aannemersmaterieel dat te breed was voor de toegangsluizen, maar wel kon passeren door de Ulkesluis en de Kooisluis, te laten vertrekken.

De zuidelijke tak, het Groetkanaal (bodem 4 m breed, op $-3,0$ m) heeft, kort nadat er mee was begonnen, de vertraging van de strenge winter ondervonden. Toen met de bemaling van de Wieringermeer werd begonnen, ontbrak nog de oostelijke kade. Daarom kon het bij Kolhorn nog niet in gemeenschap worden gebracht met het Waardkanaal en kreeg het een tijdelijke uitgang naar de nieuwe polder. Daarin was een stuw gemaakt om

te beletten dat het kanaal zou leeglopen als de bemaling vorderde. Het bij Aartswoud uitgeslagen water moest dus door de Wieringermeergemalen opnieuw worden opgemaalen. Dit duurde tot 15 december 1930, toen de verbinding tussen Waard- en Groetkanaal tot stand kwam en de uitgang naar de Meer werd afgesloten.

Intussen was de sluisput bij Kolhorn drooggemaakt (maart 1929) en begonnen met het bouwen van de Westfrieze sluis. Bij het heien van de paalfundering ontstond een wel, waaruit zoveel water in de put stroomde, dat hij bijna volliep. Met veel moeite is de wateraanvoer bedwongen. Voorzichtigheidshalve is de sluis 7 m verplaatst naar het westen, waar de grondslag beter werd vertrouwd. Verdere moeilijkheden zijn uitgebleven. De sluis werd in juni 1930 in gebruik gesteld.

Een aantal kleine werken tussen De Haukes en Aartswoud zijn het vermelden waard. Het zijn basculebruggen over de Haukessluis, de Ulkesluis en de Westfrieze sluis, die medio 1931 klaar waren, en twee vlotbruggen over het Waardkanaal, bij Nieuwesluis en bij Kolhorn, die een jaar later werden opengesteld. Op de laatste sluit een verbeterde weg langs het Kolhornerdiep aan, die al in september 1929 gereed was.

De laatste 11,8 kilometer van de omtrek van de Wieringermeer ligt tussen Aartswoud en Medemblik. Ook hier zijn de hydrologische omstandigheden zodanig dat geen randmeer nodig is. De Westfrieze zeedijk, die de zee had gekeerd van 1288 af, toen het vóórliggende land verloren ging, is gedegradeerd van eerste tot derde waterkering. De steen waarmee hij was bekleed, is elders gebruikt, onder andere in de oorlogstijd voor de wegen in de Noordoostpolder.

De werken bij Medemblik

Even vóór Medemblik komt in de Meer de Westfrieze vaart aanzetten, die hier in verbinding moest worden gebracht met het IJsselmeer. Daarvoor dient het 'kanaal met twee schutsluizen tot verbinding van de Wieringermeer met de haven van Medemblik', dat in de annalen van zw voorkomt van april 1927 tot oktober 1930.

Het niveauverschil tussen het polderpeil van afdeling 2 van de Wieringermeer en het IJsselmeer wordt in twee trappen overwonnen. Eerst brengt de Overlekersluis de schepen van het (v)PP in de Meer (NAP —5,3, resp. —6,0 m) naar het PP in de Vier Noorder Koggen, dat op —2,1 m ligt. De Westerhavensluis overwint het verschil met het IJsselmeerpeil. Hij kan keren tot NAP +3,5 m. De schutlengte is 40 m, de breedte 7,0 m. De slagdrempels liggen 2,5 meter onder de normale waterstanden. Over de sluis, gebouwd tussen juni 1927 en augustus 1928, ligt een basculebrug.

Bij de Overleker sluis (5.5), waarmee medio 1928 werd begonnen, moest de spoorweg

Hoorn-Medemblik tijdens de bouw worden omgelegd en daarna worden geleid over een ophaalbrug op het bovensluishoofd. Dat hoofd is kerend gemaakt tot NAP +1,5 m, voor het geval de nog open Zuiderzee de Vier Noorder Koggen zou inunderen. Ook het benedenhoofd is hoog opgetrokken, tot +3,5 m; het maakt deel uit van de oude Westfrieze waterkering. Het laatste werk aan de sluis, de spoorbrug, kwam gereed in het begin van 1930.

Bij het kanaalvak van 800 m lengte tussen de sluizen, het Overleker kanaal, is rekening gehouden met een eventuele aanleg van een tak van de Westfrieze kanalen, van Medemblik naar Hoorn en Alkmaar. Die is er niet gekomen en zal er, naar menselijke berekening, ook nooit komen.

Een groot deel van de uit het kanaal gegraven klei is gebruikt voor bekleding van de dijk Medemblik-Den Oever.

Een belangwekkend onderdeel van het werk was het doorgraven van de Westfrieze zeedijk, buiten de Overlekersluis. Men kon de samenstelling bestuderen van een dijk, bijna duizend jaar geleden aangelegd, waaraan al die tijd door vele generaties is gewerkt. Ook dit werk was in het najaar van 1930 klaar; de verbinding is toen in gebruik genomen.

Vóór kon worden begonnen aan de binnendijkse werken bij Medemblik, moest eerst een vaarsloot worden omgelegd en van een bruggetje voorzien. Dat kwam in april 1927 gereed en was het eerste voltooide werk(je) dat betrekking had op de droogmaking van de Wieringermeer. De romantisch aangelegde toezichthoudende ingenieur (hij heeft niet voor niets van den Doolaard in 'Het Verjaagde Water' de naam Wappervaan gekregen) kon dit historische feit niet ongemerkt laten voorbijgaan. Het lint over de sloot is stukgevaaren door een kleine vloot van roeiboten, compleet met gemeenteraad, muziekkorps, champagne en de pers. De gebeurtenis heeft het niet verder gebracht dan de plaatselijke pers, maar het is ook een manier om de bijzondere sfeer van de Zuiderzeewerken te beleven.

6.2.2. IN DE POLDER

Hoofdlijnen

Het verkavelingsplan is door zw in 1927 voltooid en, na adviezen van de Zuiderzeeraad en van de Gedeputeerde Staten van Noord-Holland, vastgesteld door de minister van Waterstaat. Bij het uitwerken zijn de hoofdlijnen ongewijzigd gebleven (fig. w).

Uitgaande van de hoogteligging van de zeebodem, is de Wieringermeer verdeeld in vier polderafdelingen. Die zijn zodanig begrensd dat de kanalen van alle afdelingen kunnen uitkomen bij een gemaal. Twee hoofdkanalen, van afdeling 1 en van afdeling 3, monden

uit bij de Leemans, drie, van de afdelingen 2, 3 en 4, bij de Lely. De kanalen volgen voor een deel de grenzen van de polderafdelingen.

Invloed op het plan hebben ook de kwelkanalen gehad. Ze lopen in de afdelingen 3 en 4 evenwijdig aan de IJsselmeerdijk, op twee kilometer afstand daarvan. De bedoeling was dat ze het brakke grondwater zouden opvangen dat onder de dijk doorstroomt en opkwelt in de 'kwelzone' langs de dijk. Ze moesten door de Leemans en de Lely afzonderlijk worden bemalen. Als wij het plan nu moesten maken, zouden ze achterwege zijn gebleven; ze zijn een erfenis van inzichten uit vroeger jaren.

Een belangrijk element is de hoofdweg die bij Den Oever de polder binnenkomt en zich verderop splitst in een tak Lambertschaag-Hoorn-Amsterdam en een tak Aartswoud-Alkmaar-Haarlem.

Het bestuurscentrum van de Wieringermeer was geprojecteerd aan die hoofdweg, ongeveer in het midden van de polder, waar vier kanalen bij elkaar komen. Het spreekt niet van veel vertrouwen in de veiligheid van de dijken, dat daar een terp werd ontworpen, waarop openbare gebouwen en kerken van de hoofdplaats zouden worden opgericht. Er is zwaar over gediscussieerd, of deze voorzorg nu heus wel nodig was. Ten slotte kregen de twijfelaars hun zin. De terp is gekomen, niet alleen in het plan, maar ook in de werkelijkheid. Alleen zijn de gebouwen er niet bovenop gezet, maar op de polderbodem in de hoofdplaats, Wieringerwerf (blz. 383).

Beslissingen ten aanzien van andere woonkernen zouden worden genomen, als met de bewoning meer ervaring was opgedaan.

Leegmalen

De eerste stap voor de realisering van het plan was natuurlijk het baggeren van de hoofdkanalen, het primaire baggerwerk. Daarmee is begonnen in juni 1928. Toen de grote baggerwerktuigen op 21 januari 1930 moesten vertrekken, waren de hoofdkanalen grotendeels gebaggerd. Het droogmaken kon beginnen.

Na het sluiten van de IJsselmeerdijk waren de gemalen nog wel niet bedrijfsklaar, maar al spoedig kon een deel van het in de Meer aanwezige water worden weggespuid door de opening bij Kolhorn, het Waardkanaal, de Ulkesluis, het Amstelmeer, het Balgzandkanaal en de uitwateringssluis bij Oostoever.

Deze weg kwam beschikbaar, toen op 29 september 1929 de dam bij Van Ewijcksluis door het Balgzandkanaal werd opgeruimd (2.2.3). Tijdens de sluiting van de IJsselmeerdijk stond het water in de Meer vrij hoog, namelijk 2 cm boven NAP. Er was een groot verval beschikbaar ten opzichte van het laagwaterpeil bij Oostoever, dat ongeveer driekwart meter lager lag.

Er moest ongeveer 700 miljoen m³ water uit de Wieringermeer worden verwijderd.

Eerst is ongeveer 85 miljoen m³ door de Oostoeversluis weggespuid. Half januari was het peil gedaald tot 40 cm onder NAP, waardoor de spuicapaciteit bij Oostoever sterk was afgenomen. Tot zo lang was met de gemalen alleen geëxperimenteerd, maar 15 en 16 januari kwamen ze in geregeld bedrijf, al heette het officieel nog proefbedrijf. Bij het sluiten van het Waardkanaal (21 januari) was de stand —46 cm, tijdens de officiële beproeving op 10 februari —85 cm. Aanvankelijk verzetten de gemalen veel meer water dan het nominale debiet. De opvoerhoogte was nog klein en in de pompen waren speciale waaiers gemonteerd die geschikt waren voor de kleine opvoerhoogte. Ze zijn later door de definitieve waaiers vervangen.

Behalve de regen, die in het natte jaar 1930 de verdamping overtrof, en de kwel, die aanvankelijk gering was, werd ook het water uitgeslagen dat tot 15 december bij Kolhorn op de Wieringermeer is geloosd. De gemalen hadden verreweg de overhand op dit waterbezwaar, zodat de hoeveelheid water in de Meer geregeld afnam en de waterstand snel daalde, ongeveer 2 cm per dag. Dat was wel nodig ook, want de nog niet drooggemaakte Wieringermeer vormde bij harde wind een bedreiging voor de kunstwerken en de binnenkant van de dijken. In december 1929, toen de waterstand nog maar enige decimeters onder NAP was, beschadigden de door de noordwester opgejaagde golven de polderzijde van de IJsselmeerdijk en van de Lely. De schade daaraan betrof alleen betonnen loopbruggen en had geen invloed op de bemaling zelf. Wel was het een aanwijzing dat de waterstand snel omlaag moest.

Dat gebeurde dan ook. Begin juni werd het toen bereikte peil van —2,8 m enige tijd vrijwel gehandhaafd met het oog op de baggerwerkzaamheden in de polder. Na Pinksteren (8–9 juni) ging het weer volle kracht vooruit. Het debiet van de pompen was tengevolge van de grotere opvoerhoogte kleiner geworden, maar ook het water-oppervlak was minder, omdat al veel was drooggefallen. Op 30 juli was het peil aangeland op —4,0 m. De hoogste afdeling (1) van de polder lag toen droog. In de rest van de polder is op 21 augustus 1930 het peil van —5,0 m bereikt. Er waren toen in het diepe deel ten noordwesten van Medemblik nog flink wat plassen over, maar men rekent dat op die dag de Wieringermeer is drooggefallen. De afdelingen 2, 3 en 4 bleven voorlopig ‘gemeen’ liggen. Op 25 oktober werd daar het peil verlaagd tot NAP —5,3 m, het vpp van afdeling 2. In afdeling 1 ging men 23 december naar —4,3 m.

In 1930 is door de gemalen ruim 750 miljoen m³ uitgeslagen.

De betrekkelijk hoge peilen werden nog een tijdlang gehandhaafd. Ze waren laag genoeg voor het ontginningswerk, dat in de minst diepe delen van de polder was begonnen. Anderzijds zouden lagere waterstanden bezwaarlijk zijn geweest voor de scheepvaart door de nog niet onder profiel gebrachte kanalen en voor het baggerwerk in die kanalen en in de tochten.

Op 1 april 1931 werd in afdeling 1 het VPP, —4,6 m, ingesteld. Op 20 augustus, een jaar na het 'droogvallen' werden de afdelingen 3 en 4 afgescheiden van afdeling 2. Ze kregen eerst een peil van —5,6 m en in oktober —6,0 m, het VPP van afdeling 3.

Baggeren

Het primaire baggerwerk voor de hoofdkanalen, met zwaar materieel, was toen al lang achter de rug. Vijftien tot ruim twintig grote baggermolens zijn in de tweede helft van 1928 en in 1929 bezig geweest om de 9 miljoen m³ die moesten worden verwerkt, weg te krijgen vóór ze in januari 1930 moesten vertrekken. Dat lukte, ondanks de onderbreking in de ijswinter. Toen, in het najaar van 1929 het werk was geklaard, is men doorgegaan met het baggeren van de tochten, waarmee nog eens ruim 6 miljoen m³ specie was gemoeid. Ook dat kwam vrijwel gereed vóór de uittocht van het grote materieel.

Nadat de polder was drooggemalen, kwam het secundaire baggerwerk aan de orde. In hoofdzaak ging het om het verwijderen van het slib dat in de reeds gemaakte kanalen en tochten was afgezet. Vooral een stormpje in juli 1930 had veel slib opgewoeld van de terreinen die toen bijna droog lagen. Er werd voornamelijk gewerkt met vloeimolens, die het met emmers opgebaggerde slib door stortgoten zijdelings op het ter weerszijden liggende terrein brachten. Daarbij moest er op worden gelet, dat de gedeponeerde grond de ontginning van het terrein niet hinderde. Een kleine twintig van deze werktuigen is tot juli 1932 bezig geweest om de 6 miljoen m³ ingestroomde grond te verwijderen.

Hand in hand met dit werk ging de voorziening van de kanaaloevers. Erosie door van het land instromende water en andere oorzaken hadden de kanaalboorden op veel plaatsen een onregelmatig aanzien gegeven. De taluds boven water zijn afgewerkt onder 1 op 2 à 3. Op de waterlijn is een berm gemaakt om riet te planten. Daaronder zijn verschillende lichte oeververdedigingen toegepast. Het was een heel karwei om de oevers van 90 km kanalen en 149 km tochten te voorzien en het duurde dan ook tot 1934 eer ook aan dit werk een einde kwam.

Scheepvaart

In de polder moesten schutsluizen worden gebouwd om het scheepvaartverkeer tussen de polderafdelingen mogelijk te maken. Zes poldersluizen zijn in de plannen opgenomen. Eén daarvan, sluis 2, zou bij de Leemans de verbinding vormen tussen de afdelingen 1 en 3. Bij de Lely was sluis 4 ontworpen tussen de kanalen van de afdelingen 2 en 3 en sluis 6 tussen die van de afdelingen 3 en 4. Binnen in de polder, ten zuiden van de hoge gronden bij het Amstelmeer, vormt sluis 1 de verbinding tussen de afdelingen 1 en 2. Verder naar het zuidwesten is sluis 3 de schakel tussen 2 en 3. Dicht bij de terp eindelijk geeft sluis 5 toegang van afdeling 3 naar afdeling 4.

De hoofdafmetingen van de poldersluizen zijn dezelfde als die van de toegangsluizen in de omtrek van de Wieringermeer. De afsluitmiddelen zijn houten puntdeuren. Ze worden overbrugd door houten ophaalbruggen, die een doorvaarthoogte hebben van 2,6 m. Sluis 4 kreeg een hogere vaste brug.

Nog in 1930 zijn de sluizen 1, 4 en 5 aanbesteed. Men voorzag in het slappe en afgelegen terrein moeilijkheden met het bouwen van deze sluizen. Zij zijn daarom niet openbaar aanbesteed, maar er zijn enige aannemers uitgenodigd van wie men mocht aannemen dat zij het werk met succes zouden volbrengen. Dat lukte dan ook, ondanks een tegenslag bij sluis 5, waarvan in het begin de bouwput volliep. Toch was ook deze sluis, die de naam Hoekvaartsluis kreeg, bijna tegelijk met de beide andere, de Slootsluis en de Medemblikkersluis, in september 1931 gereed. Alleen sluis 1 had toen al zijn ophaalbrug gekregen. Dat was de brug die van 1925 tot 1929 had gelegen over het tijdelijke verbindingskanaal te Van Ewijcksluis en die hier tot na de oorlog is gebleven. Door de nu gereedgekomen sluizen kon men van elke afdeling in elke andere komen, al moest soms een grote omweg worden gemaakt. Het bouwen van de sluizen 2, 3 en 6 is daarom uitgesteld tot de polder beter begaanbaar zou zijn geworden. Dit uitstel is overgegaan in afstel. Het toegenomen wegverkeer heeft het belang van het transport te water in sterke mate verminderd. De afscheiding tussen de wateren van de verschillende afdelingen is, in de plaats van door de niet gebouwde sluizen, gevormd door dammen. In het begin van hun bestaan hebben de drie poldersluizen het druk gehad. Er waren nog vrijwel geen wegen in de polder. Alle verkeer geschiedde te water.

De kleine waterleidingen

Het laatste omvangrijke grondwerk was het graven van de kavelsloten en wegsloten, samen bijna duizend kilometer lang. Het was duidelijk dat het grondverzet, omstreeks 3 miljoen kubieke meter, niet geheel uit de hand zou geschieden, zoals tot dusver het geval was geweest. Machines zouden worden ingeschakeld, maar daarmee was weinig ervaring opgedaan. Om hieromtrent beter beslagen ten ijs te komen, zijn in 1929 proeven gedaan. De nieuwe polder stond nog vol water en er moest dus worden omgezien naar een ander proefterrein. Dat werd gevonden in de baggerbergplaats tegen de afsluiting van het IJ, bij Schellingwoude. Daar werkte de eerste bij de Zuiderzeewerken gebruikte dragline, 'een in Engeland gebouwde dragline graafmachine'. Die bleek dadelijk een groot succes. Wij stonden met grote ogen te kijken naar het monster, dat in het slappe terrein zijn eigen weg maakte over houten schotten, die hij achter zich weg haalde en vóór zich neerlegde.

Ook de voor het graven van tochten ontworpen zelfmanoeuvrerende baggermolen voldeed goed. Hij hoefde voor dat doel echter nauwelijks te worden gebruikt, omdat bijna

alle tochten al 'in den natte' waren gebaggerd. Wel is hij gebruikt voor secundair baggerwerk.

Men heeft later, in de Meer zelf, nog proeven genomen met andere werktuigen, waarbij een 'vliegend wiel', en zelfs met springstoffen, maar de dragline heeft het gewonnen. Wel zijn, vooral in slappe terreinen, sloten met de hand gegraven.

Al in de herfst van 1930, toen de polder nauwelijks droog lag, is de verkaveling begonnen. Men kon immers werken op de hoge terreinen van afdeling 1 en langs de rand van de polder. Deels machinaal, deels uit de hand, werd elke week twee vierkante kilometer verkaveld. Dit tempo is in 1931 en 1932 gehandhaafd. In augustus 1932 vertrok de laatste dragline. Het kaartje in het Driemaandelijks Bericht van oktober 1932 toont de volledig verkaveld polder en vermeldt 985 kilometer gegraven sloten. Het natte werk was klaar, op een deel van de kanaalboorden na.

Wegen en bruggen

Met het droge waterbouwkundige werk, de wegen en de bruggen, was dat nog lang niet het geval. Ook hier kon men beginnen in de delen van de polder die het eerst waren drooggefallen. De eerste weg liep al in maart 1931 in Afdeling 2 van de Westfrieze vaart naar proefkavels, die de WMD had aangelegd. Van de Koggenrandweg tussen Aarts-woud en Medemblik werd aan de aarden baan gewerkt en al heel gauw kwamen ook de wegen in afdeling 1 aan de beurt. Aan het eind van het jaar was afdeling 1 vrijwel geheel van wegen voorzien. Van sluis 1 uit werkte men in de richting van de terp. De toekomstige sluis 3 werd van drie kanten uit benaderd: van sluis 1, van Kolhorn en van Aarts-woud. Van de 245 kilometer aan te leggen weg was 55 km berijdbaar. Wel moest op sommige weggedeelten voorzichtig worden gereden, vooral op de bermen, die nog zacht en slap waren.

Een jaar later was de wegenbouw van noord, west en zuid verder de polder ingedrongen. Men was even voorbij de helft van het program. Ultimo 1933 was het eind in zicht en in oktober 1934 werd het laatste weggedeelte opgeleverd.

Bij het traceren van de wegen is er op gelet dat het aantal bruggen over de vaarten en tochten zo klein mogelijk zou zijn. Toch was het nodig om nog ruim vijftig bruggen te bouwen. Vier daarvan zijn ophaalbruggen. Twee, de Alkmaarse brug en de Hoornse brug, voeren de noord-zuid lopende hoofdwegen over het kanaal Kolhorn-Medemblik, dat immers was bedoeld als een tak van de Westfrieze kanalen. De andere twee liggen vlak bij het punt waar de Slootvaart en de Wieringerwerfvaart in dat kanaal uitmonden en waar sluis 3 was ontworpen. Met de bouw van de bruggen is eind 1932 begonnen; ze waren in de zomer van 1934 alle gereed.

De ophaalbruggen in de Hoornse weg en de Alkmaarse weg hebben een rijbaan gekregen van $5\frac{1}{2}$ m breedte. De doorvaartwijdte is 8 meter (5.5).

In de vaste bruggen van gewapend beton is een wijdte van 7 m en meestal een doorvaarthoogte van 4 m beschikbaar. Dat vereist in de weg lange en hoge opritten. Enige bruggen, over bevaarbare tochten, zijn lager. De doorvaarthoogte is daar 2,6 m.

De bouw van de bruggen heeft in het algemeen de ontginning van de polder gevolgd. In november 1931 is bij Medemblik begonnen. Aan het eind van 1934 waren ze alle klaar. Tot de laatste behoren twee bruggen van zwaarder type dan de andere in de Friese weg, de hoofdweg van Den Oever naar het zuiden over de hoofdkanalen van de afdelingen 1 en 3. De eerste kruist het kanaal met een scherpe hoek en heet dan ook de Scheve brug. Ze zijn berekend voor een grotere belasting.

Helemaal op het eind werd nog één brug toegevoegd aan het program, brug nummer 23, die van het zuiden uit toegang geeft tot de hoofdplaats. Met de oplevering van deze brug, in maart 1935, was het werk van zw in de Wieringermeer gereed. De dienst heeft zich nog enige tijd bezig gehouden met onderhoud en verbetering van de werken, maar droeg aan het eind van het jaar 1935 ook dit over aan de WMD, de 'Voorlopige Directie van de Wieringermeer'.

Ontginning

De WMD was op 1 januari 1930 ingesteld en heeft precies 14 jaar in de Wieringermeer gewerkt. Zijn eerste taak was het in cultuur brengen van het land, dat eeuwen lang door zout water bedekt was geweest. Hij kon voortbouwen op de ervaring die in de Andijkse proefpolder was verkregen. Zodra een stukje van de Meer was drooggevalen werden ook daar proeven ingezet. Wij vinden begin september 1930 al ontwateringsproefvelden, waar koolzaad is gezaaid.

Spoedig daarna was de ontginning in volle gang.

Met ontginnen gaat onvermijdelijk kolonisatie gepaard. Voorlopers daarvan waren houten barakkenkampen, waarin in november 500 van de 1000 'werkers van het eerste uur' een onderdak vonden. De eerste kampen lagen aan de rand van de polder. In oktober 1930 volgde een kamp bij sluis 1.

De ontginning zelf verliep snel. Het ontwateren van het land, door het graven van greppels, haalde bijna het door Lely opgestelde programma van 100 km² per jaar. Het begon nog in 1930. Twee jaar later, oktober 1932, waren de greppels getrokken op de netto voor de landbouw beschikbare oppervlakte van 175 km². Duizend tot meer dan tweeduizend man hadden er aan gewerkt, met de spade en met verschillende experimentele greppelploegen.

Een deel van het gebied werd ingenomen door overvloedige natuurlijke vegetatie. Zan-

dige gebieden werden ingezaaid, niet zozeer om dadelijk een goede oogst te krijgen, dan wel om de grond vast te leggen tegen verstuiven en om de structuur te verbeteren. In 1931 werd van 3 km² wat gerst en rogge geoogst.

Het wachten was op het teruglopen van het aanvankelijk hoge zoutgehalte van het grondwater in en vlak onder de bouwvoor. Dat ging heel langzaam en de cultuur had in droge perioden veel last van, uit de ondergrond opstijgend, zout. Een grote verbetering is verkregen door het land te draineren met reeksen van in de grond gegraven draineerbuizen, soms door takkenbossen. Daarmee is al in 1930 op bescheiden schaal begonnen. Eind 1935 was een kwart van de polder gedraineerd.

Sedert 1934 hielp ook infiltratie met water uit het Amstelmeer mee. Dat water was wel niet zo héél best (1000 ppm Cl' of meer), maar toch veel beter dan het polderwater zelf, waarvan het Cl' gehalte geleidelijk terugliep van bijna 6000 ppm in 1931 tot minder dan 5000 ppm in 1935 en ruim 3000 ppm omstreeks 1940; alles gemiddeld over de hele polder. Begin 1934 was de toestand in het hoge deel zo goed geworden, dat de eerste boerderij kon worden verpacht. De uitgifte ging geregeld door: eind 1935 ruim honderd bedrijven, samen een kwart van de polder. Eind 1940 was vrijwel de hele polder verpacht: bijna 400 grote bedrijven en een vijftigtal kleine. Een oppervlak van ruim 10 km² bleef in 'Staatsexploitatie', verdeeld in 37 bedrijven.

Dorpen

Een deel van de permanente bevolking woont op de bedrijven, maar een ander deel bevolkt de woonkernen, die een verzorgende functie uitoefenen. Het allereerste begin ervan kwam bij sluis 1, in het gebied waar toen de grootste landbouwactiviteit was. In februari 1931 is daar begonnen met het bouwen van het eerste woonhuis, dat spoedig werd gevolgd door andere. Sluis 1 werd de Slootsluis, de nederzetting kreeg de naam Slootdorp. Eind 1932 was het dorp al volgroeid: ruim honderd woningen, drie kerken, en enige scholen.

Intussen was het centrum van de ontginning naar het zuiden verschoven en zo ontstond eind 1932 op de locatie van sluis 3 de tweede nederzetting, die eerst met 'sluis 3' werd aangeduid, maar al spoedig Middenmeer heette. Dit bleek een geschikte plaats, waar vier vaarten en een aantal belangrijke wegen bijeenkomen. In een half jaar had het Slootdorp ingehaald. Er ontwikkelde zich een bescheiden (landbouw-)industrie. Het is de meest actieve plaats in de polder gebleven.

De hoofdplaats die, naar de terp (wierde of werf) Wieringerwerf is genoemd, ligt in een gebied waar de ontginning pas laat aan de orde kwam. Daarvoor werd eerst het barakkenkamp van sluis 1 hierheen verplaatst. Het dorp zelf kwam pas in 1935 aan de orde. Het is een eind verder noordwaarts gebouwd dan oorspronkelijk de bedoeling was,

voornamelijk omdat daar een betere funderingsgrond werd aangetroffen. Ook hier verliep de ontwikkeling snel. Vóór het eind van 1936 had het de omvang gekregen die jarenlang nauwelijks is overtroffen. Het bleef wat kleiner dan Middenmeer.

Het toewijzen door de WMD van winkelbedrijven in Wieringerwerf heeft aanleiding gegeven tot een protestdemonstratie van neringdoenden uit de andere dorpen. Het was crisistijd en men vreesde dat de concurrentie uit het, zo dichtbij gelegen, nieuwe dorp de toestand nog slechter zou maken. De 'opstand' werd gemakkelijk bezworen, maar hij was een duidelijk bewijs van het feit dat de drie centra voor de tegenwoordige tijd te dicht bijeen liggen.

Bestuur

Het grondgebied van de Wieringermeer was aanvankelijk verdeeld over de vijf omliggende gemeenten Medemblik, Barsingerhorn, Winkel, Anna Paulowna en Wieringen. Om de speciale belangen van de polderbewoners te behartigen, is in het eind van 1932 een uit 12 leden bestaande poldercommissie ingesteld, onder leiding van de secretaris van de afdeling Algemeen Bestuur van de WMD. Dat was aanvaardbaar toen de bevolking nog maar vijfhonderd zielen telde, maar toen de bevolking groeide, was een centrale organisatie noodzakelijk. Men wilde nog geen gemeente Wieringermeer maken, maar vond de oplossing in een Openbaar Lichaam, dat 1 januari 1938 in werking trad. (5.6, blz. 366, tabel 30).

De 3500 inwoners waren vertegenwoordigd in een benoemde (niet gekozen) bestuurscommissie, waarvan de directeur van de WMD voorzitter was. Dat heeft uitstekend gewerkt. Het Openbaar Lichaam was niet ingedeeld bij een provincie. Toch werd in 1939 deelgenomen aan de verkiezing van de Provinciale Staten van Noord-Holland.

Geleidelijk kwam de organisatie in normale banen. Het Raadhuis werd in oktober 1940 ingewijd. In 1941 kwam een rentmeester der domeinen in functie; op 1 januari 1942 werd een Heemraadschap ingesteld voor het waterstaatkundig beheer. En op 29 september 1941 droeg de bestuurscommissie het bestuur over aan de waarnemend burgemeester van de Gemeente Wieringermeer, die 1 juli 1941 was ingesteld. Er woonden toen rond 5500 mensen.

In 1942 is door de WMD nog landbouwkundige assistentie gegeven. Dat was het slot van een veertienjarige activiteit waarin een natte, kale vlakte werd omgevormd in een belangrijk deel van Nederland. Deze activiteit heeft zich in heel wat richtingen bewogen. Bij de kolonisatie kwam de culturele en sociale verzorging van de bevolking, de malaria-bestrijding en nog veel meer aan de orde. Het beeld van de maaier, tegenover het Domeinkantoor te Wieringerwerf, herinnert aan het werk van de Directie van de Wieringermeer.

Verdere ontwikkeling

Het is volstrekt onmogelijk een datum te noemen waarop de ontginning van de Wieringermeer was voltooid. Nog vóór de laatste waterbouwkundige werken waren aangelegd, werden de eerste alweer gewijzigd en verbeterd.

Dat geldt al heel sterk voor het wegennet. Steeds meer wegen kregen een bredere verharding. De Friese weg en de Hoornse weg werden omgevormd tot Rijksweg 7.

Het verkeer te water groeide veel minder sterk dan het wegverkeer. Het stelsel van waterwegen is dan ook beheerst door de eisen van de landbouw. Toen die een woordje mee ging spreken, eind 1931, hadden de afdelingen 1 en 2, met sluis 1 (de Slootsluis) er tussen, hun vpp van resp. NAP —4,6 m en —5,3 m. De afdelingen 3 en 4 lagen gemeen op het vpp van de derde afdeling, —6,0 m. Sluis 5 (de Hoekvaartsluis) tussen beide, stond open. De verbinding tussen de afdelingen 2 en 3 was sluis 4 (de Medemblikkersluis).

Die toestand is in de volgende vijf jaar twee maal veranderd. Een tijdlang heeft de Medemblikkersluis open en de Hoekvaartsluis dicht gestaan. In het najaar van 1936 is een hooggelegen deel van afdeling 3 tussen Middenmeer en de terp gevoegd bij afdeling 2. De rest kwam op het peil van NAP —6,1 m gemeen te liggen met afdeling 4. Een dam in de Wieringerwerfvaart vormde de afscheiding tussen de afdelingen 2 en 3.

In de Wieringermeer zijn nooit de vier afdelingen gerealiseerd die oorspronkelijk waren voorzien. De definitieve polderpeilen (PP) zijn niet ingesteld.

Het scheepvaartverkeer in en door de polder is aan de sluizen geteld. Tijdens de ontwikkeling van de polder passeerden daar per jaar enige duizenden schepen met een laadvermogen van tegen de honderd ton elk.

De dijken zijn niet over de volle lengte helemaal op peil gebleven. Tussen Medemblik en Den Oever zijn twee stukken, elk ongeveer een kilometer lang, die wat waren gezakt, in 1937 weer op de oorspronkelijke hoogte gebracht. Dat gebeurde ook met de kade langs het Waardkanaal en het Groetkanaal, die over twee derde van zijn lengte onder het voorgeschreven peil was gezakt.

De dorpen zijn na 1945 nog aangevuld met een vierde, Kreileroord, in het oosten dicht bij de haven op de Oude Zeug.

Oorlogsgeweld

De oorlog heeft het leven in de Wieringermeer sterk beïnvloed. De bemaling is voldoende gebleven, al is één van de pompen van de Leemans bij gebrek aan dieselolie jarenlang aangedreven met behulp van een gasgenerator, die veel storingen vertoonde.

Een deel van het scheepvaartverkeer is gestremd geweest. Er is wel veel gevaren door het kanaal Kolhorn-Medemblik. Deze weg was blijkbaar voor aanvallen uit de lucht veiliger dan die over het IJsselmeer.

De grote klap kwam pas op 17 april 1945, toen de IJsselmeerdijk is opgeblazen en de polder volliep. De omstandigheden waren daarmee ingetreden waarvoor de terp was gemaakt. Hij heeft dus inderdaad dienst gedaan. Een groep mensen heeft er gebivakkeerd in onderkomens van pakken stro en een aantal landbouwwerktuigen is er op in veiligheid gebracht. Het overgrote deel van de bevolking had de terp echter niet nodig. Men week uit naar het oude land om de polder.

De dijk is met grote voortvarendheid hersteld, om de uitgeschuurde kolken heen (6.2.1, blz. 371). Op 5 augustus was het gat dicht en kon de polder weer worden drooggemaakt. In het begin is het werk van de Leemans en de Lely gesteund door te spuien met de Overleker Sluis. Het daar geloosde water kwam op de boezem van de 'Vier Noorder Koggen', van waar het moest worden opgemalen naar het IJsselmeer. Langs deze weg is 55 miljoen m³ water gegaan, bijna een tiende van het totaal.

Zo vlug mogelijk is de normale bemaling versterkt door een tijdelijke hulpbemaling (5.4, blz. 341). Drie grote plaatijzeren pompen, in 1940 bestemd voor de Grebbelinie, daarna 'ondergedoken' en nu weer opgespoord, werden aangevuld door drie soortgelijke pompen, in een ijlstempo in elkaar getoverd. Deze zes eenheden, die elk een vermogen hadden van 300 m³ per minuut, kwamen in oktober in bedrijf. De totale capaciteit was toen tweemaal zo groot als de normale (Leemans plus Lely). In november kwam er nog vijf maal 100 m³ per minuut bij van vijf pompen die tijdens de oorlog door de Nederlandse regering in Amerika waren gekocht.

Op 11 december 1945 was de polder weer 'droog'. Het zou nòg vlugger zijn gegaan als de bemaling niet herhaaldelijk zou zijn gestoord door drijvende voorwerpen, vooral balen stro, die de krooshekken (deels torpedonetten) verstopten.

Tengevolge van het krachtige optreden is de duur van de inundatie beperkt gebleven tot acht maanden. Toch was de schade heel groot. Vrijwel alle gebouwen zijn vernield. De grote landbouwschuren zijn beschadigd, maar de geraamten zijn blijven staan.

Het herstel is krachtig ter hand genomen. In 1946 was de Wieringermeer weer bewoond (zij het grotendeels in noodwoningen) en gaf hij weer een oogst.

En daarmee namen zw en wmd afscheid van de Wieringermeer. De wmd heeft de geschiedenis van de ontginning en de kolonisatie vastgelegd in het boek 'Wording en Opbouw van de Wieringermeer' [39], uitgegeven in 1955, een kwart eeuw nadat de polder voor de eerste keer droog viel.

6.3. DE NOORDOOSTPOLDER

6.3.1. DE OMTREK VAN DE POLDER

Ja of nee

Het is een dubbeltje op zijn kant geweest, of de Noordoostpolder zou worden gemaakt, of niet. Toen de tweede van de vier IJsselmeerpolders aan de beurt kwam, zaten we midden in de crisistijd van de jaren dertig. De Afsluitdijk was klaar, de waterbouwkundige werken in de Wieringermeer waren al flink opgeschoten en de ontginning was daar al zo ver gevorderd dat de landbouwers over een jaar of vijf klaar zouden staan om hun werk in de volgende polder te beginnen.

Het is niet te verwonderen dat de regering aarzelde om te beginnen met een werk dat stellig tussen honderd en tweehonderd miljoen gulden zou kosten. Mocht men in de economische crisis daaraan beginnen?

Naar aanleiding van de behandeling in de Tweede Kamer van de Staten-Generaal van de begroting voor 1935 van het Zuiderzeefonds werd aan zw en wmd opgedragen om een nadere kostenraming te maken op basis van een uitgewerkt ontwerp en van de uitkomsten in de Wieringermeer. Zou die uitkomen op minder dan 2500 gulden per hectare, dat is 120 miljoen voor de hele polder, dan zou het startsein worden gegeven.

De uitkomst was 124 miljoen, dus honderd gulden per bunder te veel. Minister Colijn wilde echter niet kinderachtig zijn. Op de begroting van het Zuiderzeefonds voor 1936 kwam een principepost van twee miljoen gulden om te beginnen met de Noordoostpolder.

Was een ander besluit genomen, dan zou de toekomst van de Zuiderzeewerken heel anders zijn geweest. Na de crisis kwam de oorlog en daarna de herbouw. Zouden zo omstreeks 1948 de Zuiderzeewerken zijn hervat? En, zo ja, wat zou zijn gedaan na de stormramp van 1953? Men wist in 1935 niet van hoe grote reikwijdte de toen genomen beslissing was.

Tracé van de dijken

Er is in de loop der tijden heel wat gedokterd aan de vorm en aan de inrichting van de 'Noordoostelijke Polder'. Die ziet er in 1970 heel anders uit dan in vroege plannen was voorzien.

In het eerste door zw gepubliceerde plan (Driemaandelijks Bericht van april 1936) heeft de omtrek al nagenoeg de vorm die hij uiteindelijk heeft verkregen. Na veel studie was het denkbeeld losgelaten om de van Urk naar het noorden gaande dijk tegen de Friese zuidkust aan te sluiten een kilometer of tien ten westen van Lemmer en die

plaats aan een afzonderlijk kanaal of boezemmeer te leggen. De dijk is naar Lemmer teruggebogen, zoals Lely al had aangegeven. Ook het zuidoostelijk deel van de begrenzing is, na nog veel meer studie, meer gaan gelijken op het ontwerp van Lely dan op het plan van de Staatscommissie van 1892, die het Zwolse Diep verlengde, de Rede van Schokland openliet en de dijk bij Blokzijl tegen de kust liet aansluiten.

Van de omtrek van de Noordoostpolder, negentig kilometer, wordt ruim de helft gevormd door dijken die keren tegen het IJsselmeer. Van het stuk van 25 km tussen Lemmer en Urk wordt het noordelijke deel van het tracé beïnvloed door de havens en uitwateringen bij Lemmer. Daar is de ondergrond goed, maar verder naar het zuiden, voorbij de Rotterdamse hoek, was op veel plaatsen een grondverbetering nodig. Op één plaats, waar een bijna 20 m diepe geul lang geleden was opgevuld met slappe grond, zijn zelfs twee cunetten gebaggerd en met zand gevuld, evenwijdig aan elkander. Dicht bij Urk wordt het weer beter. Daar zit de keileem, waaruit ook de kern van het eiland bestaat.

Na de onderbreking van ongeveer een kilometer door Urk gaat de dijk na een flauwe knik (5.3, blz. 336) in zuidoostelijke richting verder naar de Zwolse hoek.

Van hier tot de kust van Overijssel heeft vrijwel elk volgend plan voor de Noordoostpolder weer een ander tracé te zien gegeven. Telkens is op een andere manier getracht een goede oplossing te vinden voor de monden van de IJssel en van het Zwarte Water, de scheepvaart op Kampen en verder, op Zwolle, Vollenhove en Blokzijl en de uitwatering van het Waterschap Vollenhove. Bij de latere plannen is uitgegaan van de Ramspol, waar de dijk zo dicht bij het Kampereiland is gelegd, dat een overbrugging mogelijk werd (4.7, blz. 300).

Oostelijk van de Ramspol snijdt de dijk het Zwolse Diep, de oude mond van het Zwarte Water. Het westelijke stuk daarvan met de aanloophaven Kraggenburg is binnengedijkt. Het laatste stuk van de dijk staat loodrecht op de Overijsselse kust, die wordt bereikt bij het gehucht Kadoelen.

Het dijkvak Urk-Kadoelen is ruim 30 kilometer lang. Grote delen zijn aangelegd op een slappe zeebodem. Grondverbetering is regel.

Tussen Kadoelen en Lemmer ligt de Noordoostpolder over een lengte van 34 kilometer tegen de kust van Overijssel en van Friesland. Van Kadoelen tot Blokzijl is er het randkanaal met het Kadoeler meer en het Vollenhover meer (4.8, blz. 308). Achter de keersluis bij Kadoelen, die de hoge IJsselmeerstanden weert, kunnen de kaden langs het kanaal laag zijn.

Van Blokzijl tot Lemmer grenst de polder onmiddellijk aan het oude land. Voor de

vroeger bestaande uitwatering bij Kuinre en de scheepvaart op Kuinre behoefde uiter-aard geen voorziening te worden gemaakt. Wel is de mogelijkheid open gelaten om, door het bouwen van een schutsluis, vaart mogelijk te maken tussen een van de polder-vaarten enerzijds en de Tjonger en de Linde anderzijds. Het is echter wel zeker dat die verbinding niet tot stand zal komen. Langs dit vak zijn ook de maatregelen getroffen tegen het uitdrogen van het oude land (4.8, blz. 308).

Dijkbouw

In 1936 konden de werken beginnen. Het ging eerst weer om werkhavens en bouwputten voor gemalen. Bij Urk is omstreeks 1 juni 1936 een begin daarmee gemaakt. Lemmer volgde in september. Op beide plaatsen kwam de werkhaven te liggen tegen de bestaande havens aan. In april, resp. juni, 1937 waren ze klaar. Met de funderingsput voor het derde gemaal, tegenover de Voorst, was niet zoveel haast. Die is pas in 1938 aanbesteed, als onderdeel van het randkanaal.

Verreweg het grootste deel van het dijkwerk werd gevormd door de betrekkelijk zware dijk langs het IJsselmeer (fig. 63, blz. 257). Door het ontbreken van getijden was het niet nodig de dijk in snel tempo zonder onderbreking te voltooien, zoals met de Afsluitdijk het geval was geweest. Vrije concurrentie tussen de vele goede, ook niet zo heel grote, aannemers, was mogelijk. Dit gaf aanleiding tot het bestek zw 268. Dat omvatte $31\frac{1}{2}$ km dijk, verdeeld in vier gedeelten. Een perceel (I) ging uit van Lemmer, twee (II en III) lagen ter weerszijden van Urk en het vierde (IV) was een west-oost lopend dijkvak ten zuiden van Schokland. Men kon ook inschrijven op gedeelten en combinaties van percelen. Met deze regeling als grondslag is het na lange onderhandelingen gelukt het werk uit te geven op een voor alle partijen aanvaardbare wijze. Voor perceel II, ten noorden van Urk, heeft het een jaar geduurd eer overeenstemming was bereikt.

Toen het eenmaal zo ver was, ging het vlot. De in 1939 uitgebroken oorlog in Europa en de mobilisatie in Nederland veroorzaakten geen grote vertraging en toen in mei 1940 de oorlog ook in Nederland kwam, waren de dijken van zw 268 bijna gereed (fig. 82).

Ter weerszijden van het Zwolse Diep was een grote hoeveelheid slappe specie beschikbaar uit geulen die in het toekomstige Zwarte Meer moesten worden gebaggerd. In verband daarmee kregen de polderdijken daar een ander, breder en vlakker, profiel (4.3, blz. 258). Reeds in 1937 is bij Kadoelen een proefvak gemaakt om de werkwijze voor het uitvoeren van de dijken te beoordelen. De dijken zelf, $2\frac{1}{2}$ km lang, volgden in 1938 (vakken V en VI).

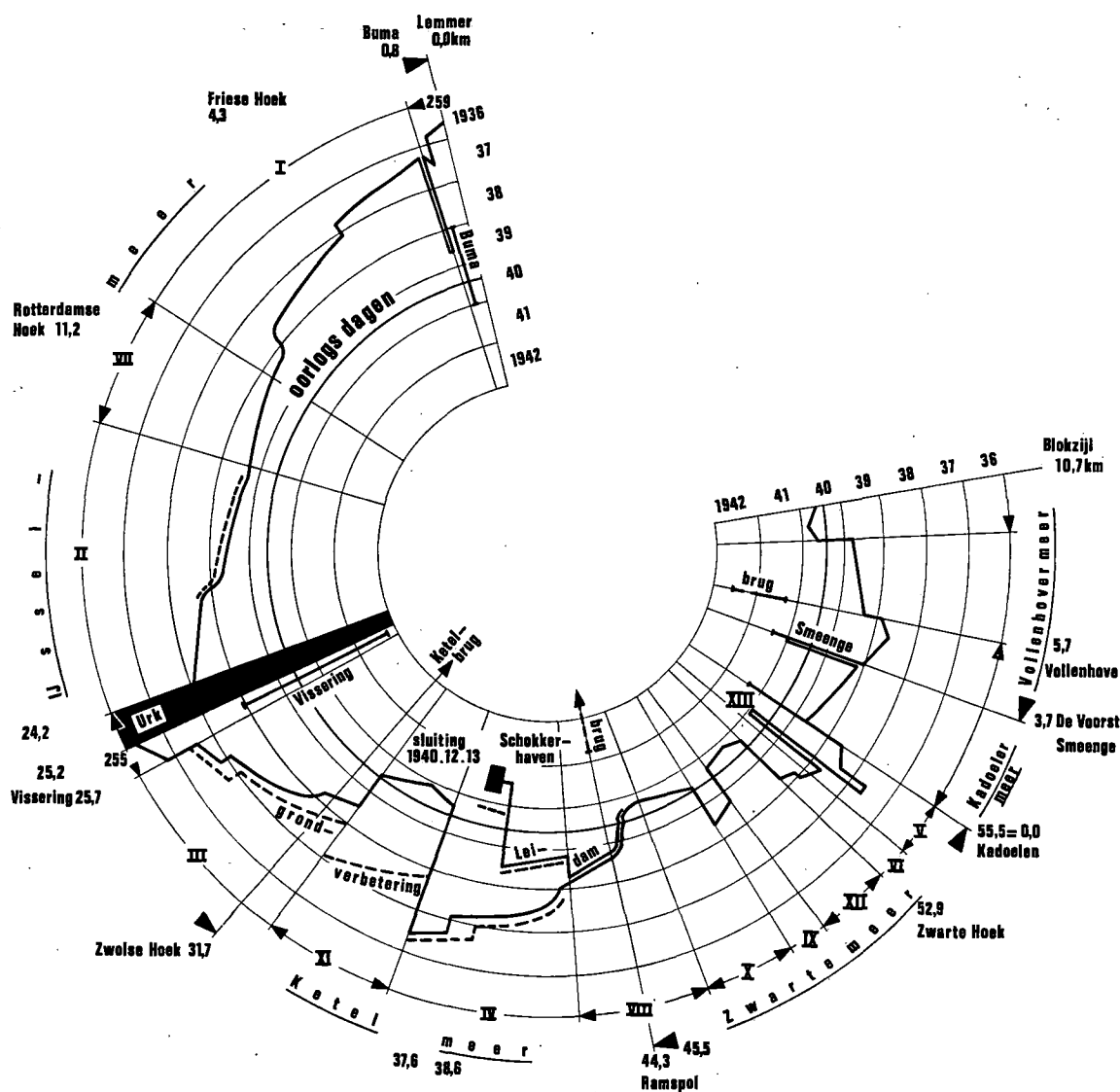


Fig. 82. Schema van het bouwen van dijken enz. van de NOP 1936-1942

De nu nog overblijvende gedeelten, ter lengte van 19 km, werden aangepakt in de jaren 1939 en 1940. Eerst kwam het vak van 4 km ten noorden van Urk bij de Rotterdamse hoek, tussen de percelen I en II. In het zuidelijk deel van dit vak VII leverde de slechte grond nogal wat bezwaar op. Dit was ook het geval bij het noordelijke uiteinde van perceel II, ten gevolge waarvan de koppen van beide dijkvakken maar langzaam naar el-
 kander toe groeiden. De sluiting tussen beide kwam tot stand op 30 oktober 1939, waar-
 mee de verbinding tussen Urk en Lemmer een feit werd. Een kleine opening in perceel
 I, voor de scheepvaart van Lemmer, dicht bij die plaats, was al eerder afgesloten.

Van de overige vakken was het gedeelte tussen de percelen III en IV van zw 268, ten zuidwesten van Schokland bestemd als sluitgat. De grondverbetering van dit vak XI is al gemaakt in 1938. Het jaar daarop werd een lage keileemdam gestort om het zand te beschermen tegen stromen, die zelfs in het IJsselmeer bij harde en veranderlijke wind in een sluitgat werden verwacht. Met het gedeelte ten noorden van het Kampereiland (VIII, X, IX en XII) is begonnen in 1939 en 1940. De oorlog heeft de werken ongeveer een maand onderbroken, maar daarna kon men weer doorgaan. In het najaar van 1940 waren deze dijkvakken over de hele lengte boven water. Het Zwolse Diep (XII) bleef open tot de nieuwe geulen, het Ramsdiep en het Zwanendiep, in staat waren het verkeer over te nemen. Dat was op 29 november 1940. Ook de laatste opening in de kade bij De Voorst was toen dicht en de keersluis bij Kadoelen was gereed voor zijn functie. Alles was keurig op tijd. Op 13 december 1940 ging het laatste gat dicht, ongeveer halverwege de Zwolse hoek en de Schokkerhaven. Voor zover de dijk betrof, kon het leegmalen van de Noordoostpolder beginnen. Met het afwerken van de dijken is doorgegaan tot de nazomer van 1941. Er is omstreeks 30 miljoen m³ grond in verwerkt, waarvan bijna 6 miljoen m³ keileem.

Met de kade langs het kanaal Kadoelen-Blokzijl is begonnen, gelijk met het kanaal zelf, in mei 1938. Een van de eerste werken was de bouwput voor het gemaal bij de Voorst, die in dat werk was opgenomen. Nog vóór de oorlog was dit gedeelte klaar, op het afwerken van het laatste stukje bij Blokzijl na; daaraan is nog gewerkt tot begin 1941.

Gemalen

De gemalen waren niet in staat om direct na het sluiten van de ringdijk met hun werk te beginnen. Volgens het oorspronkelijke werkplan zouden ze bedrijfsklaar zijn in de nazomer van 1940, het tijdstip waarop ook de dijkkring zou worden gesloten. Deze gebeurtenis was een paar maanden vertraagd, maar de achterstand bij de gemalen was groter.

Ze zijn drie in getal, regelmatig verdeeld over de omtrek van de polder. Lemmer en Urk waren als centra van scheepvaart aangewezen plaatsen voor het maken van een toegangsluis. Daarop werd een polderkanaal gericht en dat betekende een aanvoerweg van water naar een gemaal (fig. N)

Zowel Urk als Lemmer grenzen aan de grote, lage polderafdeling 2. Voor de kleinere, hoge afdeling 1, die zich vooral uitstrekt langs de oude kust, moest een derde gemaal komen. De Voorst bleek een geschikte plaats voor gemaal en sluis. Dit gemaal, de Smeenge, en dat bij Lemmer, de Buma, werden elektrisch gedreven. Urk had nog geen

grootscheepse elektriciteitsvoorziening en het was logisch dat daar een dieselgemaal zou komen, de Vissering.

De gemalen zijn er voor ingericht, dat de voorlopige polderpeilen op de lange duur kunnen worden vervangen door lagere, 'definitieve', polderpeilen. Dat is NAP —5,0 m in de eerste afdeling (Smeenge) en —6,5 m in de tweede afdeling (Buma en Vissering).

Aanvankelijk ging alles goed. De bouwputten kwamen gereed met de dijkvakken waarin ze waren gelegen. De put voor de Buma is in het begin van 1939 drooggemalen. In dat jaar is de onderbouw van gemaal en sluis grotendeels tot stand gekomen. In de meidagen van 1940 stagneerde de bemaling; de put liep onder water. Hij moest weer worden drooggemaakt om de grondwerken te voltooien. Begin oktober werd water in de put toegelaten, nu opzettelijk. Met afwerken van de bovenbouw, monteren van pompen en motoren en de elektrische aansluiting was nog enige tijd gemoeid.

Op 7 januari 1941 kwam het gemaal in bedrijf, 25 dagen te laat. Bij de beproeving, na het droogvallen van de polder, bleek dat motoren en pompen ruimschoots aan de gestelde eisen voldoen. Het nuttig effect van de pompen is zelfs 0,87, een ongekend hoge waarde voor pompen met een opvoerhoogte van omstreeks vijf meter.

Ook de machines van de Smeenge haalden royaal de garantie. Het nuttig effect van de pompen, 0,81, is voor de daar heersende omstandigheden heel hoog.

De bouwput voor dat gemaal werd in augustus 1939 drooggelegd. Dat ging heel gemakkelijk. De keileem, waarin hij was uitgebaggerd, liet bijna geen water door. Een open bemaling, die slechts 700 m³ per dag behoefte te verzetten, was voldoende om de put droog te houden. Wel werd hinder ondervonden van thixotropie, een eigenschap van de keileem waardoor het oppervlak na het op diepte baggeren van de put overging in een dunne brij. Een zandlaag is aangebracht om de bodem 'werkbaar' te maken.

De onderbouw, gefundeerd op betonnen (Franki-)palen, was in uitvoering toen de oorlog in mei 1940 het werk korte tijd onderbrak. De put liep niet vol: het lukte het geringe waterbezwaar de baas te blijven. Daarna verliep alles 'volgens plan'. Begin april 1941 werd het water in de bouwput toegelaten en op de 22e van die maand begon de Smeenge deel te nemen aan het droogmalen, wat tot dusver alleen de Buma had moeten doen.

Het onfortuinlijke bouwwerk

De Vissering had het namelijk laten afweten. Die is de geschiedenis ingegaan als 'het onfortuinlijke bouwwerk'. Het begon al in het eind van 1938 bij het droogmalen van de bouwput. Een open bemaling had, na een onderbreking door de vorst, het water afge-

pompt tot NAP —5 m. De bronbemaling was echter niet in staat de drooglegging te voltooien. Hij moest tot twee maal worden versterkt om het waterbezwaar van 50 000 m³ per dag de baas te blijven, waardoor een vertraging van een half jaar ontstond.

Nadat het heiwerk voor de paalfundering was uitgevoerd en de betonnen vloeren waren gestort, brak brand uit in de pompinstallatie (18 december 1939), waardoor drie kwart van het bemalingsvermogen uitviel. Natuurlijk liep de put vol. De strenge winter vertraagde het herstel.

Toen de put weer nagenoeg droog was, onderbrak de oorlog de bemaling, waardoor het bouwwerk weer onder water verdween. Daarna was het niet mogelijk om dieselmotoren te gebruiken voor de bronbemaling. Men moest overgaan op stoombemaling, waarmee in juli 1940 de put nogmaals werd drooggelegd.

Het werk aan de onderbouw vorderde nu gestadig en in april 1941 kon men het water in de put een eindweegs laten opkomen. In september was ook het grondwerk zo gevorderd dat de ringdijk van de bouwput aan de IJsselmeerzijde kon worden weggebaggerd. Om het werk te bespoedigen werd water ingelaten in de zuidwestkant van de put, die nu op IJsselmeerpeil kwam te staan, terwijl de polderzijde nog diep werd bemalen. Daardoor ontstond een onverwacht sterke grondwaterstroom (20 september 1941), die grondverschuivingen veroorzaakte. Gelukkig was de veiligheid van de waterkering in de definitieve toestand niet aangetast en waren de herstelwerkzaamheden niet al te omvangrijk. Eind 1941 werd weer water in de bouwput toegelaten, ditmaal zonder incidenten. De bouw ging, hoewel langzaam, ongestoord verder. In de zomer van 1942 was het bouwwerk klaar.

De pompen en motoren konden niet volgens de oorspronkelijke ontwerpen worden voltooid. Gebrek aan olie was de oorzaak. Het was uitgesloten voor het bedrijf van de Vissering over genoeg dieselolie te beschikken; daarom zijn voorlopig twee motoren vervangen door stoommachines. Daarvoor moest weer een ketelhuis worden gebouwd en dat gaf weer extra vertraging. Eindelijk, 2 november 1942, kwam de Vissering in bedrijf, zij het met één pomp. Het bleef nog sukkelen met verschillende onderdelen van de machines. Men schreef 1943 eer de tweede pomp ging deelnemen aan de bemaling van de NOP.

Droogmaken

De polder was toen al lang droog. Men had niet gewacht op het gereedkomen van de gemalen, maar was dadelijk na het sluiten van de ringdijk aan de slag gegaan. Jammer genoeg was het niet gelukt het IJsselmeer op de dag van de sluiting op een laag peil te krijgen (4.2, blz. 243), dat lukte pas enige tijd later. Daardoor ontstond wel de gelegenheid om water uit de polder af te spuien op het IJsselmeer. Dat gebeurde door de

toegangsluis bij Lemmer, de Friese sluis, die sinds 10 november 1940 in bedrijf was en voor het fungeren als stroomsluis enigszins geschikt was gemaakt. Het spuien kon enige tijd doorgaan nadat de Buma al in bedrijf was. De Buma heeft de polder grotendeels drooggemalen, in latere stadia geassisteerd door de Smeenge (tabel 31).

TABEL 31. DROOGMAKEN VAN DE NOORDOOSTPOLDER

	<i>datum</i>	<i>peil</i> <i>cm onder NAP</i>
Spuien begonnen	17 dec. 1940	7
Buma in bedrijf	7 jan. 1941	17
Spuien geëindigd	3 febr. 1941	36
Smeenge in bedrijf	22 apr. 1941	76
Leegmalen gestaakt	13 apr. 1942	400
Streefpeil	11 juli 1942	(425)
Streefpeil	1 sept. 1942	(450)
NOP officieel droog	9 sept. 1942	440
Vissering in bedrijf	2 nov. 1942	—

Op het laatst is het afmalen vertraagd door aanslibbing van de polderkanalen.

Er is omstreeks 1500 miljoen m³ uit de polder verwijderd, waarvan 60 door spuien, ruim 1000 door de Buma en ongeveer 375 door de Smeenge. Vooral in het begin gaven de pompen, bij de kleine opvoerhoogte, veel meer water dan het nominale debiet. Het verschil, aanvankelijk 40%, zakte in het eindstadium van de bemaling tot ruim 10%. Ook bij de normale opvoerhoogten is het debiet aan de ruime kant.

Die normale opvoerhoogten waren pas bereikt op 17 januari 1944, toen ook in de lage afdeling het VPP van NAP —5,7 m was ingesteld. Dat was in etappes gegaan: eind december 1942 naar —5,0 m en augustus 1943 naar —5,5 m. Voor de hoge afdeling was, sinds het officiële droogvallen het streefpeil gelijk geweest aan het VPP, NAP —4,5 m.

Het droogmalen heeft zich dus helemaal afgespeeld zonder medewerking van de Vissering. Nadat die eindelijk in bedrijf was gekomen heeft hij, zo goed mogelijk, meegedaan. Na de oorlog zijn de stoommachines vervangen door de dieselmotoren. Sinds eind mei 1946 doet de Vissering als volwaardig gemaal mee.

De toegangen tot de polder

De toegangsluizen naar de polder, bij elk gemaal één, hebben dezelfde hoofdafmetingen als die van de Wieringermeer (40 × 7 m). De drempels liggen 2,5 meter onder een IJsselmeerpeil van NAP —0,6 m, respectievelijk het 'definitieve' polderpeil (—5,0 m in de hoge en —6,5 m in de lage afdeling). De bovenhoofden keren bij de Friese sluis

en bij de Urkersluis tot $+3,0$ m, bij de Voorstersluis, die achter de Kadoeler keersluis ligt, tot $+2,0$ m. Vulling en lediging van de schutkolk zijn van het Delftse type. Een noodkering die dienst zou moeten doen bij het stukvaren van de puntdeuren, is gemaakt van ronde metalen schotbalken (5.5, blz. 356).

Uiteraard zijn de sluizen tegelijkertijd gebouwd met de gemalen waar ze bij liggen. Na het sluiten van de ringdijk is enige maanden lang de enige toegang tot de polder de Friese sluis bij Lemmer geweest.

Evenals bij de Wieringermeer zijn bij de Noordoostpolder verscheidene voorzieningen, grote en kleine, getroffen buiten de polder (fig. 73).

Gaan we, van Lemmer af, met de wijzers van de klok rond, dan komen we eerst langs de poldergebieden waar maatregelen tegen verdrogen zijn genomen.

Bij Kuinre zijn de monden van de Tjonger en de Linde afgesloten en er is baggerwerk verricht om de Tussen-Linde (tussen Kuinre en de Schoterzijl) aan te passen aan het peil van Friesland's boezem, waarmee hij in open gemeenschap werd gebracht.

De buitengeul van Blokzijl is afgesloten. Een nieuwe weg, buiten de stad om, geeft toegang tot de polder.

Ook bij Vollenhove is om de stad heen een toegangsweg aangelegd. Deze kruist het randkanaal met een ophaalbrug, waarin, ter weerszijden van de $7\frac{1}{2}$ m wijde scheepvaartopening, voor de waterbeweging vaste overbruggingen zijn gemaakt. De havens zijn aangepast aan de nieuwe, lagere waterstanden. Kademuren zijn vernieuwd en verlaagd, waartoe de oude haven in 1940 enige tijd is drooggezet. De nieuwe haven is, na verbetering en verdieping, gebruikt als werkhaven voor zw.

De volgende toegang tot de NOP is een kort wegvak en de ophaalbrug over de keersluis van Kadoelen. Deze sluis heeft drie spui-openingen van elk 5,35 m breedte en een scheepvaartopening van 10,5 m, die kunnen worden gesloten door hefschuiven. De schuif van de scheepvaartopening hangt aan een torenkraan en is normaal uit de opening weggedraaid. De sluis wordt gesloten als de waterstand ter plaatse hoger is dan NAP $+0,8$ m. Dit peil is later gebracht op $+1,0$ m. Het geheel is architectonisch verzorgd, maar het is de vraag of iedereen het mooi vindt. De sluis is gebouwd in 1940. In de oorlogsdagen heeft de bouwput nog onder water gestaan, maar de sluis kon juist op tijd (11 november 1940) in dienst worden gesteld.

De Ramspol

Een grote groep van werken is uitgevoerd om te voorzien in de scheepvaart en de waterafvoer van het Zwarte Water. Beide zouden bekneld raken tussen het Kampereiland en de nieuwe polder. Daar, bij de Ramspol, moest dus een doortocht worden geschapen. Tussen het oude en het nieuwe land zijn twee geulen gebaggerd: de Ramsgeul voor de

waterafvoer en het Ramsdiep voor de scheepvaart. Zij zijn gescheiden door een leidam, die zich van de Ramspol af 6 kilometer westwaarts voortzet tot de plaats waar in het Ketelmeer voldoende diepte aanwezig is. Daar is een ruime haven aangelegd, de Schokkerhaven, die de overgang vormt tussen de binnenvaart en de vaart over de wijde wateren. Niettemin heeft deze haven niet de functie overgenomen van Zwartsluis, waar vroeger die overgang lag.

Het vermogen van de Ramsgeul is voldoende voor de afwatering van het stroomgebied van het Zwarte Water (5500 km²), maar niet om ook nog het water van het Ganzendiep (het derde deel van de afvoer van de IJssel) naar het IJsselmeer te transporteren. Daarom waren de afsluiting van het Ganzendiep en de werken bij de Ketelmond nodig (4.7, blz. 300).

Tussen Zwartsluis en het Ketelmeer is de afvoerweg zo veel verruimd dat de aanwezigheid van de Noordoostpolder te Zwartsluis geen verhoging van waterstanden zou veroorzaken. Het Zwarte Water en het blijvende deel van het Zwolse Diep zijn uitgebaggerd. In het Zwarte Meer is langs de polderdijk een geul uitgebaggerd, het Zwarte diep, die ook de scheepvaart opneemt. De hieruit komende specie is verwerkt in de ringdijk van de polder en in het Vogeleiland, tussen het Zwolse Diep en de oude kust. Een aftakkende geul, het Zwanendiep, vormt de verbinding met Kadoelen (fig. N).

Bij de Ramspol is in 1942 een tijdelijke wegverbinding gemaakt, met een pontonbrug over de Ramsgeul en een pontveer over het Ramsdiep. De verbinding was gebrekkig en werd herhaaldelijk onderbroken door storm of ijs. De pontonbrug is in 1943 vervangen door een vaste houten brug, die op zijn beurt in 1946 werd opgevolgd door een Baileybrug. Er kwam een zwaardere pont in het Ramsdiep. Toen het verkeer op deze belangrijke invalsweg naar de polder druk werd, zijn er nog een tweede en een derde pont aan toegevoegd. Met de definitieve bruggen was een begin gemaakt in 1941, maar tengevolge van de oorlogsomstandigheden moest het werk blijven liggen tot na afloop van de winter van 1946–1947. Het duurde tot maart 1948 eer de bruggen konden worden opengesteld. Het zijn een vaste brug met een lengte van 165 m over de Ramsgeul en een basculebrug met 12 m doorvaartwijdte over het Ramsdiep.

Voor het wegverkeer werd een rijweg van 6 m breedte met fiets- en voetpaden ter weerszijden voldoende geacht.

De IJsselmonden

Daarmee in overeenstemming is de verhardingsbreedte van 5½ m, die de ruim 7 km lange weg door het Kampereiland van Kampen naar de Ramspol in eerste aanleg kreeg. Van Kampen, of eigenlijk van IJsselmuiden, komend, wordt al spoedig het Ganzendiep gepasseerd. De weg ligt op de dam waarmee die oude IJsseltak is afgesloten en gaat

met een hoge vaste brug over de Ganzensluis, die de scheepvaartverbinding tussen de IJssel en het Ganzendiep in stand houdt.

Het tijdschema voor de verschillende werken stond van te voren vast. Het Ganzendiep moest zijn afgesloten vóór de afvoerweg langs de Ramspol door de vorderingen van de ringdijk te nauw zou worden. Dat was in 1940. In de zomer van dat jaar kwam de sluiting tot stand. Tevoren moest de Ganzensluis bevaarbaar zijn. Met de bouw daarvan is dan ook al begonnen in 1938. Hij kon ruimschoots op tijd worden opengesteld. Hij was bedoeld voor de commerciële vaart voornamelijk op Grafhorst. Men dacht dat dit een van de stilste sluizen ter wereld zou worden, maar dat is anders uitgekomen. Hij verwerkt per jaar toch nog verscheidene honderden (kleine) schepen en bovendien heeft de recreatievaart er zich van meester gemaakt.

In het tijdschema past ook de verruiming van de IJssel beneden Kampen en het graven van het Kattendiep. Dat moest zijn voltooid vóór de afvoerweg voor het IJsselwater door het Ganzendiep verviel. Het Kattendiep is in oktober 1940 doorgegraven. Het Rechterdiep werd dichtgegooid met de uitkomende grond. Het vak van de IJssel tussen de vervallen bovenmond van het Ganzendiep en de nieuwe bovenmond van het Kattendiep is verruimd door baggerwerk en door inkorten van kribben. Dit is niet uitgevoerd door zw. De Rijkswaterstaat, beheerder van onze grote rivieren, ontfermde er zich over, eveneens in 1940.

6.3.2. IN DE POLDER

Opeenvolgende plannen

In het in 1936 gepubliceerde verkavelingsplan staan de gemalen al op de drie plaatsen die ze uiteindelijk hebben gekregen. In de polder is een stervormig net van kanalen, die van een centraal punt in de richting van de gemalen lopen. Het naar het oosten gaande kanaal snijdt de grens tussen de twee polderafdelingen, die de voorlopige polderpeilen hebben van NAP —4,5 m en —5,7 m.

De verandering die het volgende, in december 1938 vastgestelde, meer uitgewerkte plan (Driemaandelijks Bericht van januari 1939) te zien geeft, betreft bijna uitsluitend het tracé van de hoofdkanalen. Zij zijn uitgebogen, waardoor het sterpunt in het midden van de polder valt. Langs dat punt gaat ook de voornaamste weg, een bijna rechte verbinding van Lemmer met de Ramspol en een andere belangrijke weg van Urk in het westen naar Blokzijl en Vollenhove in het oosten.

Het centrum, zowel van de kanalenster als van het wegenkruis, was de aangewezen plek voor de hoofdplaats (B-kern) Emmeloord. Daaromheen een krans van dorpen, Mark-

nesse, Ens, Nagele, Espel en Rutten. Verder is een woonkern bij Kuinre aangegeven. De verkaveling is gebaseerd op de in de Wieringermeer verkregen ervaring. Hij volgt het daar toegepaste patroon, zij het dat de kavelbreedte is vergroot van 250 tot 300 m. De hoofdlijnen van dit plan zijn niet meer veranderd, de details echter in sterke mate. In 1942 zien we de weg van Urk over Emmeloord naar Marknesse vlak langs de hoofdkanalen lopen. Men dacht dat deze combinatie het landschap zou verlevendigen. De kern bij Kuinre is een eindweegs de polder ingeschoven en heeft nu een eigen naam gekregen, Luttelgeest. In verband daarmee is de verkaveling van het noordoostelijke deel van de polder vrij ingrijpend gewijzigd.

De volgende verandering betreft het vergroten van het aantal dorpen in de kring om Emmeloord van zes tot tien (5.5, blz. 361). 'Op grond van sociografische studies' was men tot de overtuiging gekomen dat elk dorp ongeveer 40 km² van de polder behoort te verzorgen. Rutten is opgeschoven naar het noorden, Luttelgeest naar het zuidoosten en in de kring zijn vier nieuwe dorpen opgenomen: Kraggenburg, Tollebeek, Creil en Bant. Zou de Noordoostpolder nu moeten worden verkaveld, dan zouden er, behalve Emmeloord, niet meer dan drie dorpen zijn gekomen, misschien wel nog minder.

Baggerwerken

Evenals in de Wieringermeer, was het eerste werk binnen de ringdijk het primair baggeren van kanalen en tochten. Er was 84 km aan kanalen te baggeren, waarvan 42 km 'hoofdkanalen'. Voorts was 25 km aan tochten in het programma opgenomen. De hoofdkanalen kregen een breedte van 12 m en meer in de bodem, die tot 2,8 m onder vpp werd uitgebaggerd. Bij de andere kanalen zijn deze maten resp. 10 m en 2,5 m en bij de tochten 4 en 1,5 m. Van de te baggeren grond was bijna de helft zand. Dat is gebruikt voor verbetering van de funderingsgrond van Emmeloord en Marknesse, waarvoor eerst 2,3 miljoen m³ slappe grond is weggebaggerd. Verder is veel zand opgeslagen in over de polder verspreide depots. Klei is deels verspreid, maar ook gebruikt voor het afdekken van de zandige binnentaluds van de ringdijk. Veen is gestort in baggergaten en ook buiten de polder gebracht.

Vroeg in 1939 is begonnen met het primaire baggerwerk. Het was bijna gereed toen in de winter van 1940-1941 de grote baggerwerktuigen uit de polder moesten vertrekken. Het bedrijf is toen overgegaan op vloeimolens en cutterzuigers.

Er is eigenlijk geen scherpe overgang tussen het primaire baggerwerk en het secundaire, waarmee in 1941 is begonnen. De oorlogsomstandigheden hebben daarop vertragend gewerkt, vooral door schaarste aan mensen en aan materieel. Er werden overeenkomsten gesloten voor het baggeren of 'vloeiën' van in reeds gemaakte kanalen en tochten ge-

stroomde grond. Dank zij de grote in 1939 en 1940 geleverde prestatie was het net van kanalen en tochten in een redelijke toestand toen de polder droog viel. Wel is bij het malen met de Smeenge hinder ondervonden van ingestroomde grond die niet tijdig kon worden geruimd. Aan de vaart met grote schepen was voorlopig niet te denken. In juli 1942 was in één kanaal, tussen De Voorst en Emmeloord, 1,5 m diepte beschikbaar. Het trage tempo van het droogmalen van de polder, vooral op het laatst, is waarschijnlijk verantwoordelijk voor de grote omvang die het secundaire baggerwerk verkreeg. Dat was nog niet helemaal klaar toen in augustus 1944 het normale leven in de polder onmogelijk werd. Na de bevrijding is het laatste deel gedaan. Eind 1945 kon de balans worden opgemaakt, die er niet zo mooi uitziet.

TABEL 32. GROOT BAGGERWERK IN NOORDOOSTPOLDER

	<i>primair</i>	<i>secundair</i>	
Gebaggerd uit kanalen	12,7	11,5	miljoen m ³
Gebaggerd uit tochten	2,0	0,8	miljoen m ³

Het overgrote deel van tochten, samen 236 km lang, is tegelijk met de sloten gegraven in de droge polder. Het begon in de tweede helft van 1941 in de hoge gedeelten van afdeling 1, die toen al grotendeels droog lag. Er moest worden opgeschoten, want de landbouwers zaten met de begreppeling de slotengravers vlak op de hielen. Tegen het eind van 1943 was de eerste afdeling vrijwel geheel verkaveld. Er was 900 km aan sloten gegraven, grotendeels met draglines. De tochten reikten al een heel eind in de lage afdeling. Twee derde van de hele lengte was gemaakt.

In 1944 en 1945 ging het hoe langer hoe moeilijker. Toen de mensenjachten in augustus 1944 alles stop zetten, was het westelijke, lage deel van de polder een rietwildernis zonder behoorlijke afwatering. Dat is het terrein geweest van de 'onderduikers'.

Na een jaar van stilstand ging het werk verder, in hoofdzaak in westelijke richting. In het begin van 1947 is als laatste de Espelertocht, benoorden Urk, gegraven. Met de sloten ging men nog door, eerst langzaam, later vlugger, tot het eind van 1949. Toen was alleen de 'staart van Urk' nog niet verkaveld. Daar moest worden gewacht op het vaststellen van een plan voor infiltratie van de minder goede grond, die daar werd aangetroffen.

Bij Marknesse bevindt zich de waterverbinding tussen de beide polder-afdelingen. Toen het peil in de tweede afdeling werd verlaagd ten opzichte van dat in de eerste (december 1941) is voorlopig in de Zwolse vaart een houten stuw geplaatst, die het water in de eerste afdeling hield op NAP -4,5 m. Als de Smeenge het waterbezwaar in de 130 km²

grote hoge afdeling niet aankon, dan stroomde water over de stuw naar de lage afdeling, 350 km², die wordt bemalen door de Buma en de Vissering. Daardoor was de doorgaande scheepvaart bij Marknesse afgesloten. Hierin is voorzien door het bouwen van een poldersluis met de 'standaard'-hoofdafmetingen van 40 × 7 × 2,5 m. Voor het afspuien van water werd gebruik gemaakt van de schuiven (rinketten) in de puntdeuren.

Met het bouwen van de sluis is begonnen in juni 1946. In juni 1947 werd hij beperkt voor de vaart opengesteld. Er lag nog een tijdelijke Baileybrug over, die is opgevolgd door een, eveneens tijdelijke, rolbrug. De definitieve basculebrug had veel vertraging. In juni 1948 was alles gemonteerd.

Wegen

De aanleg van de wegen stond in het teken van de oorlogstoestand. Oorspronkelijk waren de verhardingsbreedten maar klein. Pas na de oorlog is men nieuwe wegen gaan aanleggen met een 5½ m brede verharding. Zelfs een belangrijke weg als de Kamperweg was aanvankelijk (tot 1948) 3½ m breed.

Met de aanleg van wegen in het hoogste deel van de polder is begonnen vóór de gehele polder was drooggevallen.

Eerst kwamen de toegangswegen buiten de polder aan de beurt. In de polder werd, van de Ramspol uit, begonnen met de doorgaande weg, de Kamperweg. Spoedig volgden de randwegen van Lemmer naar Kuinre en verder, langs de eerste afdeling. Met een jaarproductie van bijna 90 km lukte het vrijwel de hele eerste afdeling van wegen te voorzien tot de razzia's van augustus 1944 ook hier een eind aan maakten. Emmeloord was toen bereikbaar van Kuinre, Blokzijl, Vollenhove en van de Ramspol uit.

Na de stilstand van 1944–1945 is het bouwprogramma weer op gang gekomen. Aan de 200 km die er al waren, zijn er tot en met 1949 nog 262 toegevoegd. Men mag zeggen dat het wegennet toen voltooid was. In de volgende jaren is de totale weglengte nog gebracht op 491 km. De nadruk lag toen al op het verbeteren (verbreden) van eerder gemaakte wegen.

De doorgaande weg van de Ramspol naar Lemmer was eind 1946 berijdbaar. De west-oost verbinding van Urk naar de Overijsselse kust kwam een jaar later tot stand. Dat is in Urk feestelijk gevierd.

Bruggen

De hoofdvaarten verdelen de polder in drie sectoren. Voor de communicatie over de weg tussen die drie zijn de bruggen over de hoofdvaarten van groot belang. Bij Emmeloord zijn over alle drie de vaarten ophaalbruggen gebouwd. Aan de uiteinden van de vaarten heeft het verkeer de beschikking over de basculebruggen over de toegangsluizen.

Halfweg de Zwolse vaart is de overbrugging van de Marknessersluis. Later werd over de Urkervaart nog één ophaalbrug bij Tollebeek gebouwd. De Lemstervaart, de langste van de drie, kreeg er nog twee, bij Bant en bij Rutten.

In de oorlogsjaren was het uitgesloten om aan het program van 3 ophaalbruggen en 48 vaste bruggen van gewapend beton en staal iets te doen. Men heeft zich eerst beholpen met ponten. Naarmate de aanleg van de wegen vorderde, is het bouwen van hulpbruggen ter hand genomen. De eerste lag begin 1943 over de Oostervaart in de weg van Emmeloord naar Vollenhove en Blokzijl. Grote vindingrijkheid is getoond bij het construeren van de tijdelijke ophaalbrug in die weg over de Lemstervaart, waarbij gebruik is gemaakt van afvalijzer. Ook over de Zwolse vaart kwam zo'n brug, waardoor bij Emmeloord de drie sectoren met elkaar in verbinding werden gebracht (1944).

Nog lang na de bevrijding werden noodbruggen gebouwd, de laatste in de Urkerweg in 1947 over twee tochten. Weliswaar werd toen al gewerkt aan de definitieve bruggen voor die plaatsen, maar men vreesde dat de voltooiing van die eerste twee definitieve bruggen in de polder zou worden vertraagd door een eventueel strenge winter 1947–1948. De belangrijke verbinding met Urk zou daar niet onder mogen lijden.

In 1948 kwam het bouwen van de vaste bruggen flink op gang. Nog in 1950 waren alle vaste bruggen over de kanalen en de tochten voor het verkeer opengesteld, maar pas in 1951 werd begonnen met het vervangen van de ophaalbruggen bij Emmeloord door de drie definitieve. In mei 1952 kreeg het verkeer de beschikking over de nieuwe bruggen.

Andere waterbouwkundige werken waren toen ook voltooid. Het voorzien van de kanaal-oeveren was een heel werk geweest, al had men dit zo eenvoudig mogelijk gehouden. Op sommige trajecten was er niet veel meer dan een rietkraag op de bermen. Bij de dorpen zijn los- en laadplaatsen aangelegd en ook zijn er veel duikers gemaakt, vooral waar sloten in tochten uitmonden. Kleine kunstwerken zijn gemaakt, onder andere in infiltratiegebieden.

Eerste activiteiten van de WMD

Het is willekeurig om het gereedkomen van de oorspronkelijk ontworpen waterbouwkundige werken te stellen op mei 1952, want het werk is geleidelijk overgegaan in aanvulling en verbetering van het eerste programma.

Dat geldt ook voor de ontginning en de kolonisatie, die zijn verzorgd door de dienst, die nog aldoor de naam bleef dragen van Directie van de Wieringermeer (WMD), zij het met de toevoeging, tussen haakjes, 'Noordoostpolderwerken'.

In december 1938, toen het werk in de Wieringermeer nog volop aan de gang was, kon de WMD beginnen met onderzoeken op een proefterrein bij Kraggenburg, waar dat

jaar grond uit de polder op de kruin van de meerdijk was gebracht. Daar zijn gegevens verzameld, onder andere over de onderlinge afstand van greppels en over rassenkeuze. Het afdalen in de – nog niet geheel drooggevalen – polder zelf viel vrijwel samen met het vertrek uit de Wieringermeer. Het hoofdkwartier in Alkmaar werd verlaten; op 1 augustus 1941 werd de dienst overgeplaatst naar Zwolle. Kampen ging de laboratoria herbergen.

Aan het eind van dat jaar waren 18 km² langs de rand van de polder ontwaterd door het graven van sloten en het trekken van greppels. De sloten zijn niet, zoals in de Wieringermeer, uitsluitend gemaakt door z.w. In de Noordoostpolder heeft WMD dat deel voor zijn rekening genomen dat met de hand werd gegraven.

De ontgonnen grond is zoveel mogelijk dadelijk ingezaaid.

Oorlogsgeweld

Aanvankelijk ging het, ondanks de oorlog, tamelijk vlot, maar de razzia's van 1944 maakten ook aan de ontginning een eind. Er was toen ruim 170 km² ontwaterd, waarvan 150 km² bezaaid waren. De eerste (hoge) afdeling was begreppeld en men was al een eind verder naar het westen doorgedrongen.

Zo was de toestand ook nog toen in februari 1945 een crisis in de bemaling optrad. De elektrische centrale in Leeuwarden, die de Buma van energie voorzag, was vrijwel door zijn kolen heen, zodat de hele tweede afdeling moest worden bemalen door de twee stoommachines van de Vissering. Dat lukte niet en 6 februari, na hevige regens, werd het VPP (NAP —5,7 m) maar liefst met 1,6 m overschreden. De diepste delen van de polder, in de omgeving van Urk, stonden blank. De Vissering deed zijn best en slaagde er in het peil weer iets te verlagen, maar dit gemaal was 30 maart op zijn beurt door zijn kolen heen en moest dus de strijd staken.

Men is toen overgegaan tot een noodmaatregel om het in cultuur gebrachte en bewoonde deel van de polder boven water te houden. Er is een kade aangelegd langs de westzijde van de Lemstervaart, westelijk van Emmeloord naar de noordpunt van Schokland en van de zuidpunt van dat voormalige eiland naar de meerdijk. Daardoor kwam de Buma op de hoge afdeling te staan. De bevrijding van het noordoosten van Nederland was nabij (de NOP is op 17 april 1945 bevrijd) en men hoopte dat daarna voldoende energie beschikbaar zou zijn om het door de noodkade beschermde gebied droog te houden. De Smeenge heeft van de IJsselcentrale aldoor energie voor althans één pomp gekregen. In de hoge afdeling is het VPP wel niet volledig gehandhaafd, maar nooit ver overschreden.

In de rietwoestijn ten westen van de noodkade bleef het water stijgen tot bijna het gehele gebied onder water stond. Men had er op gerekend dat de sterke verdamping van zo'n

grote ondiepe plas in de lange dagen van het voorjaar de regen en de kwel zou compenseren. Zo gebeurde het ook. Het water steeg niet verder dan NAP $-3,75$ m, nog een decimeter minder hoog dan waarop was gerekend. De onderduikers hadden tijdig de polder verlaten.

In juli kreeg de Vissering weer kolen en nu ging het peil snel naar beneden. Op 4 augustus was het water even laag als in het oostelijke gebied en had de noodkade zijn taak volbracht. Half september was de bemalingstoestand weer normaal. Het is goed afgelopen, omdat de juiste maatregelen waren getroffen.

In de winter van 1945–1946 heeft de Vissering niet op volle kracht kunnen werken, omdat de stoommachines één voor één zijn vervangen door de ‘echte’ dieselmotoren. Bezwaar heeft dat niet opgeleverd. Ook in de tweede afdeling is het peil goed beheerst. De ontginning kon doorgaan.

Dat is dan ook gebeurd, al was het tempo in 1945 en 1946 nog niet hoog. De oorzaak daarvan lag niet alleen in het tekort aan mankracht, maar vooral in gebrek aan trekkracht. In de oorlogsjaren was het bedrijf grotendeels ingesteld op paardentractie, terwijl ook nog handarbeid, met schop en kruikar, voorkwam. Er zijn ook nog ongeveer honderd ossen in de polder werkzaam geweest, die wel sterk, maar erg langzaam waren. Een deel is tijdens de hongerwinter geslacht. De overige zijn verkocht in 1947 toen men er in was geslaagd het aantal bruikbare paarden op te voeren tot 900.

In hetzelfde jaar kon voor het eerst een vrij groot aantal (55) trekkers worden aangekocht. Daarna zien we dat de mechanisatie meer algemeen wordt ingevoerd en dat het aantal paarden daalt. In 1949 werd geconstateerd dat het ‘technisch mogelijk is’ om zonder paarden te werken, maar men vond het toch beter om per ontginningsbedrijf van 5 km^2 nog zes paarden aan te houden. In 1958 had de WMD nog acht paarden, waaronder het paard van Sinterklaas.

Draineren

Na de oorlog was nog maar een derde deel van de polder begreppeld. Het eerste werk was dus voortgaan met het trekken van greppels. Dat was echter niet voldoende. Voor een doelmatige cultuur moesten de greppels worden vervangen door ondergrondse reeksen van draineerbuizen: het land moest worden gedraineerd. Al lang te voren waren tientallen miljoenen aardewerk draineerbuizen aangevoerd, die nu op hun plaats werden gebracht. Spoedshalve is tijdelijk ook gebruik gemaakt van riet en van takkenbossen.

Eind 1949 waren alleen de staart van Urk en een rij kavels tussen Urk en de Zwolse hoek nog niet ontwaterd. De ‘elementaire’ ontginning was toen praktisch voltooid. Met de drainage is voortgegaan tot, omstreeks 1953, vrijwel alleen de bosgebieden een ontwatering door greppels hadden.

De vorderingen (in km²) blijken uit tabel 33.

TABEL 33. ONTWATERING VAN NOORDOOSTPOLDER

(km ²)	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
ontwaterd	184	214	288	385	426	429	434
waarvan gedraineerd	0	35	132	206	255	311	382

Infiltratie

Bij de eerste aanleg van de polder mogen ook de infiltratiewerken worden gerekend. In 1947 is in de meerdijk tussen Vollenhove en de Voorst een inlaatduiker gemaakt, waardoor het water in de sloten in het hooggelegen keileemgebied in die streek op een geschikt peil kon worden gehouden. Andere infiltratiewerken volgden spoedig: bij de Ramspol, Blokzijl, Kuinre, Lemmer en Urk. Bij Kuinre wordt water afgetapt uit Friesland's boezem, op de andere plaatsen uit het IJsselmeer of de daarmee in gemeenschap staande randmeren. Voor het zuidwestelijke infiltratiegebied bij Lemmer is water opgepompt uit de poldervaart.

De eerste oogst van geïnfiltreerd land werd in 1947 bij de Ramspol gewonnen. Het geïnfiltreerde gebied is geleidelijk uitgebreid. Toen de hele polder was begreppeld, was al meer dan een zevende deel voorzien van infiltratiewerken.

Bossen

Voor bebossing zijn aanvankelijk gronden bestemd die voor de landbouw niet zo erg aantrekkelijk zijn: keileemgebieden bij Urk en bij De Voorst en een terrein van zand, veen en keileem bij Kuinre. In het voorjaar van 1944 is bij de Voorst een proef begonnen, om te zien of op de keileem een redelijk bos wilde groeien. Dat lukte. In 1947 is begonnen met de aanleg van een vrij groot bos ter weerszijden van de Zwolse vaart. Daarin werd in 1951 het 'buitenbedrijf' van het Delftse Waterloopkundig Laboratorium gevestigd, dat in het bos open plekken hakte voor zijn modellen en voor loodsen. Het karakter van bosgebied is grotendeels behouden.

Het Kuinderbos dateert van april 1947, toen daar schoorvoetend werd begonnen. Het grootste deel is in, en kort na, 1949 aangelegd. De toekomst van dit bos is tegenwoordig onzeker, omdat Defensie er een oogje op heeft.

De bebossing ten noordoosten van Urk is iets jonger, evenals die langs Schokland.

Emmeloord heeft een groot stadspark gekregen, waarin de recreatie niet is vergeten. Er zijn sportvelden en een zwembad. Ook bij andere dorpen zijn plantsoenen van grotere of kleinere omvang aangelegd. Denkt men dan nog aan de beplanting van de erven en

langs de wegen, dan blijkt dat de Noordoostpolder geen kaal land meer is. De tijd waarin de enige hoge bomen op Schokland stonden, is lang voorbij.

Bewoning

De duizenden arbeiders die dit alles tot stand hebben gebracht, zijn lange tijd merendeels ondergebracht in houten barakkenkampen, die eerst aan de oostrand van de polder zijn ingericht en later ook in het midden en westen zijn gemaakt. In de topperiode van de ontginning waren er 27 kampen, waarin 8500 man konden worden gehuisvest. Daarna zijn enige vrijkomende barakken verbouwd tot noodwoningen. Het barakkenkamp 'De Voorst' is veel later een vakantiecentrum geworden.

Permanente woningen zijn eerst gebouwd buiten de polder, bij Lemmer, Blokzijl en Vollenhove. In de polder zelf begon men in juni 1942 met de eerste boerderijen, waarvan er volgens het programma uiteindelijk 1900 zouden moeten worden gebouwd. De eerste drie zijn in februari 1943 betrokken. Tegelijkertijd gingen de waterleiding en de elektrische energie de polder in.

De oostelijke dorpen Marknesse en Ens kwamen het eerst aan de beurt. In april 1943 kwam er in Ens al een schooltje. In Emmeloord begon men in dat jaar met het bouwen van enige woningen.

De Noordoostpolder was toen al een 'Openbaar Lichaam', dat bij zijn instelling op 7 augustus 1942 al 272 inwoners had en waarin drie dagen later de eerste geboorte het aantal met één vermeerderde. Tijdens de kritieke periode van 1944 is de grens van duizend bewoners overschreden.

Ongeveer de helft van de bevolking woonde op het land op en bij de boerderijen. Oorspronkelijk waren dat ontginningsbedrijven van 5 km² (500 ha), beheerd door de WMD. In 1947 werden de eerste bedrijven verpacht en in 1952 was bijna de helft van de polder, 750 bedrijven, in handen van de pachters en hun landarbeiders.

De bevolking van de hele polder was toen gestegen tot 10 000 zielen. Uiteraard was de immigratie de belangrijkste oorzaak van de snelle aanwas (migratiesaldo in 1951 ruim 2700), maar ook het geboorte-overschot in deze jonge populatie (geboortecijfer 75 tot 60 promille, sterftcijfer 7 tot 2 promille) sprak een woordje mee.

De dorpen volgden de wegenbouw en de ontginning, die van het hoge deel in het oosten uit naar het westen doordrongen. Tot 1946 was er uiteraard geen mogelijkheid iets te ondernemen ten westen van de noodkering. Marknesse, Kraggenburg en Ens waren toen al in volle ontwikkeling, zij het dat er nog veel noodwoningen en semi-permanente woningen waren. Daarbij waren ook de houten huizen die als na-oorlogse hulpverlening waren gezonden door Oostenrijk en Finland.

De hoofdplaats Emmeloord was in het allereerste begin achtergebleven, maar nam al

spoedig de leiding. De eerste woningen werden er eind 1943 betrokken; begin 1946 waren er meer dan honderd huizen bewoond. In dat jaar brachten de polderbewoners 797 stemmen uit voor de verkiezingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal. De grootste ontwikkeling vond plaats in de periode 1949-1952, toen ook de waterbouwkundige werken en de ontginning zich over de hele polder uitbreidden. De stafkaart van 1950 toont Emmeloord, Ens, Kraggenburg, Marknesse en een eerste begin van Luttelgeest. Verder zeventien kampen, waarvan enkele op de plaats van toekomstige dorpen (Rutten, Espel). De groei uit die tijd blijkt uit tabel 34.

TABEL 34. ONTWIKKELING VAN DE NOORDOOSTPOLDER

<i>Aan het eind van het jaar</i>	1949	1952
ontwaterd	426	440 km ²
gedraineerd	255	382 km ²
verpacht	36	173 km ²
wegen	462	491 km
inwoners	5214	13273
leerlingen gewoon lager onderwijs	494	1960
{ Emmeloord	334	829
{ Ens	26	138
{ Kraggenburg	64	64
woningen { Marknesse	74	133
{ Luttelgeest	—	51
{ Bant	—	65
{ westelijke dorpen en { platteland	444	1606
totaal	942	2886
landbouwschuren	182	860

Het aantal landbouwschuren komt bij benadering overeen met het totale aantal bedrijven, verpachte en ontginningsbedrijven samen.

De schoolkinderen wonen natuurlijk niet alle in de dorpen. Ook de bedrijven in de omgeving leveren hun contingent. In 1952 was er ook al kleuteronderwijs en uitgebreid lager onderwijs (ULO).

Het gebied ten westen van de noodkering van 1945 moest in 1952 zijn normale bewoning nog krijgen. Met het dorp Rutten was een eerste begin gemaakt. Van Creil, Espel en Tollebeek werden in dat jaar de plannen opgemaakt en van Nagele was nog helemaal geen sprake.

Het is, zoals al eerder is opgemerkt, dus willekeurig om 1952 te beschouwen als het eind van de eerste levensperiode van de Noordoostpolder. Misschien is de meest aannemelijke reden dat het pionierstadium omstreeks die tijd ten einde liep.

111. Uitwerking van de bommen en van het stromende water op de dijk van de Wieringermeer.



112. Wieringermeer en de Maaier zijn overstroomd.

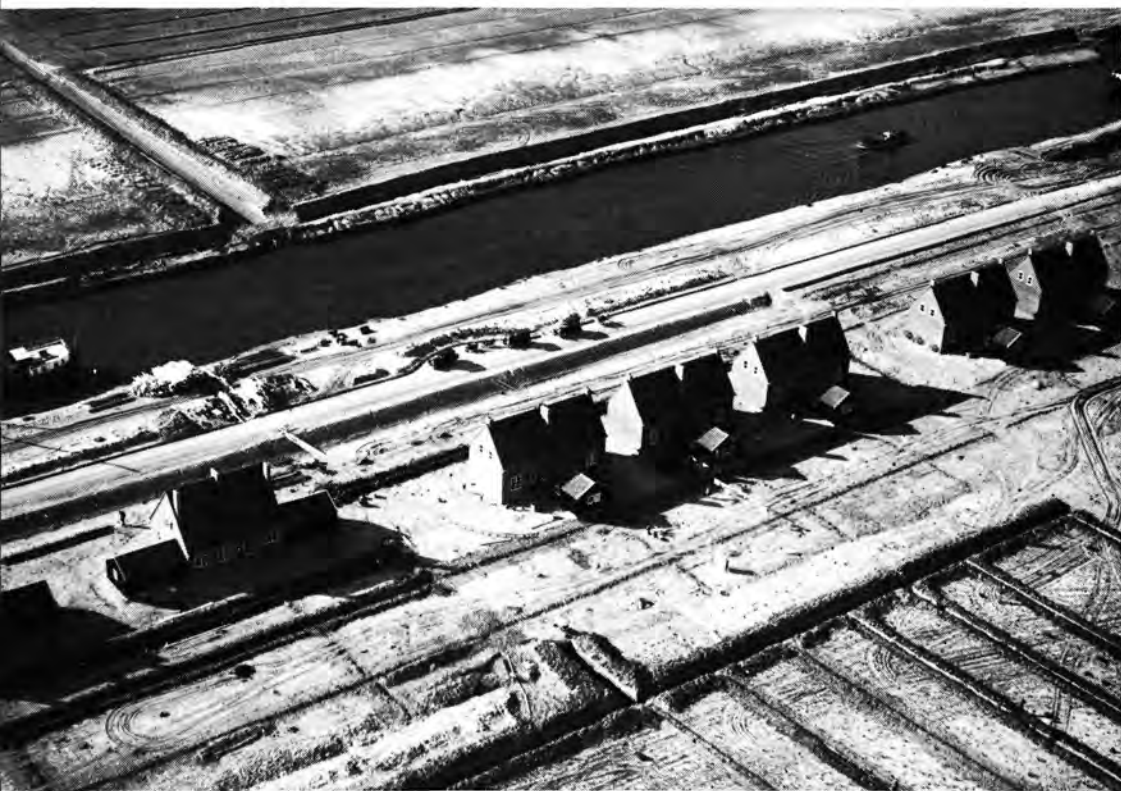


113. De gaten zijn weer dicht en de Wieringermeer is weer droog.





114. De Westfriese sluis bij Kolhorn en de tijdelijke uitlaat van het Groetkanaal.



115. De eerste huizen bij sluis I, het latere Sloodorp.



116. 1936. Het begin van de Noordoostpolder. Werkhaven Urk en de dijk om de toekomstige bouwput van de Vissering (in de bocht rechts).



117. Urk in de Noordoostpolder, met de nieuwe haven, het gemaal Vissering en de sluis. Het nieuwe land is in cultuur gebracht.



118. De Middelbuurt van Schokland. De beschoeiing hoeft geen dienst meer te doen.



119. Emmeloord tussen het stadium van de kampen en dat van de huizen.



120. Marknesse. Links onder de Marknessersluis.



121. Emmeloord. De markt en de Poldertoren.



122. Flevoland langs het Dronter meer. Stranden buiten de ringdijk. Het gebied binnen de dijk wordt bebost. Op de achtergrond Elburg met de toegangsbrug.



123. Bossen beginnen te groeien.

124. De bouw van
Lelystad komt
flink op gang.
De stad krijgt
moderne
aspecten.



125. Dronten.



126. Biddinghuizen, aan de Hoge
vaart, heeft een recreatieplan.





127. De resten van een scheepsramp uit oude tijden op de drooggevalen bodem van de Zuiderzee vóór Schokland.

6.3.3. NA DE EERSTE JAREN

De waterbouwkundige werken

Er valt niet veel te vertellen over de lotgevallen van de dijken en kaden nadat ze zijn gereedgekomen. Ze hebben hun plicht gedaan. Een paar stukken hebben het lot ondergaan van zo veel dijken in ons land en zijn iets gezakt. In 1944 is een deel van de dijk ten noorden van Urk bijgewerkt en weer op peil gebracht. Dit moest in 1969 weer gebeuren. Van 1964 af is men enige jaren bezig geweest met een ingrijpende verbetering van het buitentalud, waarbij gebruik is gemaakt van asfalt. Schade door golfslag, door ijs en door gestrande schepen is van weinig betekenis geweest.

De toegangsluizen hebben het verkeer gemakkelijk kunnen verwerken. Er zijn meer 'lange' schepen (5.5, blz. 354) geweest dan men had gedacht, vooral in de bietencampagne.

Veel zorg is besteed aan de noodkering. De oorspronkelijk aangebrachte voorziening met ronde stalen schotbalken is in de zestiger jaren vervangen door de constructie met hefdeuren (5.5, blz. 356). In 1954 is de bediening van de sluizen geëlektrificeerd.

De bemaling van de beide afdelingen heeft evenmin veel ernstige zorgen veroorzaakt. De gemalen kunnen het peil heel behoorlijk handhaven. Aan gebouwen en machines is niet meer onderhoud en herstel nodig dan als normaal wordt beschouwd. Het schoonhouden van de krooshekken is gemechaniseerd.

Bij de sluis van Marknesse, waar water kan worden afgespuid van afdeling 1 naar afdeling 2, werd het als een bezwaar gevoeld dat het gebruik van de sluis als spuisluis en als scheepvaartsluis (schutsluis) elkander uitsloten. Het één moest wachten op het ander. Het heeft geduurd tot 1969 eer is besloten tot het bouwen van een afzonderlijk aflatwerk.

Het is (tot dusver) niet nodig gebleken 'voorlopig' bedoelde polderpeilen te verlagen. Na meer dan een kwart eeuw worden nog steeds de oorspronkelijke peilen van NAP -4,5 m en -5,7 m gehandhaafd. In 1962 is uitvoerig gewaterpast. Daarbij bleek dat de klink van de bodem over het algemeen veel minder was dan bij de plannen veiligheidshalve was aangenomen. Er was geen reden om de vpp's te verlaten en over te gaan naar de lagere pp's.

Alleen enkele beperkte gebieden liggen te diep voor de 'voorlopige' polderpeilen. De voordeligste oplossing was, daar het peil te verlagen door middel van een onderbemaling. Dat is gedaan in afdeling 1 bij Marknesse en in afdeling 2 in de omgeving van Tollebeek.

Aan de andere kant bleek een gebied bij Kuinre te hoog te liggen voor de lage afdeling, waartoe de Kuindervaart behoorde. Omdat in dat kanaal geen scheepvaart plaats vond, kon het bij zijn mond in de Lemstervaart worden afgesloten met een stuw (waarover de brug in de Friese weg), die belet dat het water in de Kuindervaart daalt onder —4,5 m. Twee volgende stuwen brengen het peil dicht bij de oude kust op —4,2 m en —3,65 m. Deze ingreep was de eerste verandering die aan het kanalenstelsel werd aangebracht. De stuwen werden in 1953 in werking gesteld.

Als andere veranderingen in het stelsel van watergangen noteren wij het maken van havens te Emmeloord, het verdiepen van de Creilervaart voor zandwinning en het maken van wisselplaatsen en een zwaaiком in de Creilertocht om het laat geprojecteerde dorp Creil voor schepjes bereikbaar te maken.

Ook voorzover wegen en bruggen betreft, is de oorspronkelijke aanleg geleidelijk overgegaan in verbetering.

Aan de wegen zelf is voortdurend gewerkt. Geleidelijk werd van meer wegen de breedte van de verharding gebracht op $5\frac{1}{2}$ meter. Eerst gebeurde dat met het kruis van hoofdwegen. Andere wegen volgden. De eerste baanverdubbeling is gemaakt bij het kruispunt ten oosten van Emmeloord.

In een veel later stadium is begonnen aan de twee wegen van het Rijkswegenplan die de polder gaan doorsnijden, Rijksweg 6 en Rijksweg 50 (5.5, blz. 360). Van de eerste was in 1970 het gedeelte van de Zwolse hoek tot de Domineesweg berijdbaar.

Al dit werk is uitgevoerd onder directie van zw. Met het instellen van een waterschap (heemraadschap) ging het heel wat minder vlot dan in de Wieringermeer, waar men het hoofd niet heeft gebroken over de vraag in hoeverre aan de pachters zeggenschap in het beheer zou worden gegeven. Toen zw met de NOP begon, vermoedde men niet dat hij meer dan een derde eeuw later nog de verantwoording voor de waterbouwkundige werken zou dragen.

De kolonisatie

De WMD was toen al, in 1958, vertrokken om zijn werk in Flevoland voort te zetten. Na 1952 werd nog voortgegaan met infiltratiewerken, maar de aandacht viel nu vooral op de grondverbetering. In de gedeelten van de polder waar de bovenste kwart meter, de bouwvoor, uit lichte grond bestaat, maar daaronder zwaardere grond voorkomt, is door woelen, diepspitten of diepploegen (tot 1,8 m diepte) een bovenlaag verkregen die geschikt is voor de cultuur. Ook is in gebieden waar dicht onder de oppervlakte een grondlaag voorkwam die nauwelijks water doorliet, die laag gebroken om het grondwaterregime te verbeteren en de beworteling meer kansen te geven.

Al heel vroeg (1943) is daarmee een bescheiden begin gemaakt. In de vijftiger jaren kwam de grondverbetering flink op gang. Tenslotte was bijna de helft van de polder bewerkt. De dienst heeft de NOP in landbouwkundig opzicht in voortreffelijke omstandigheden achtergelaten.

Gaandeweg was het grootste gebied in pacht uitgegeven. Er zijn 1577 landbouwbedrijven verpacht, dus wat minder dan de oorspronkelijk geraamde 1900. Bovendien zijn nog een kleine vierhonderd tuinbouwbedrijven uitgegeven. Een oppervlak van 24 km² is in blijvende staatsexploitatie gebleven.

Het Openbaar Lichaam heeft het burgerlijk bestuur bijna twintig jaar uitgeoefend. De Landdrost had daarbij de steun van de Poldercommissie. In 1951 werd de, uit van reringswege benoemde leden bestaande, commissie vervangen door een door de inwoners gekozen college. Op 1 juli 1962 werd het Openbaar Lichaam opgevolgd door het definitieve bestuurslichaam, de gemeente Noordoostpolder.

In het derde decennium van zijn bestaan is de WMD begonnen met het bouwen van de laatste drie dorpen en het verder ontwikkelen van de andere dorpen. In de eerste plaats Emmeloord, waar de watertoren met zijn carillon in 1958 het meest spectaculaire gebouw van de NOP is geworden.

De bevolking van de polder bleef aanvankelijk snel groeien. Eerst leverde de immigratie het grootste deel van de aanwas, maar in 1958 was het gedaan met de intocht in de polder en van 1959 af was er een vertrekoverschot. Het geboortecijfer was nog steeds hoog (33 promille) en het sterftcijfer heel laag (1½ promille) en daardoor begon de nieuwe gemeente met bijna dertigduizend inwoners.

De verdeling van de bevolking over de polder was anders dan men een kwart eeuw tevoren had verwacht. De moderne technische en sociologische ontwikkeling van de landbouw veroorzaakte een ontvolking van het platteland en een trek naar de woonkernen.

Men besepte al spoedig, dat de polder niet uitsluitend een landbouwgebied zou mogen blijven en er zijn dan ook heel wat pogingen gedaan om een meer gevarieerd bestaanspatroon te krijgen. Industrialisatie is sterk bevorderd. De gemeenten Urk en Lemsterland legden in de polder woon- en industriegebieden aan.

Op den duur bleef de ontwikkeling van de woonkernen achter bij de oorspronkelijke verwachting. Emmeloord is nog lang gegroeid en ontwikkelde zich tot een belangrijke plaats, het ware centrum van de polder.

Het is onzeker hoe de toekomst er uit zal zien en in het bijzonder of de verdeling van het oppervlak van de Noordoostpolder later veel anders zal zijn dan:

Dijken, waterwegen, wegen	22 km ²
Woon- en industriegebied	11 km ²
Bos	20 km ²
Landbouwgebied	423 km ²
Totaal	476 km ²

6.4. FLEVOLAND

6.4.1. EEN TWEE-EENHEID

Voorbereiding

Na de oorlog zag het er voor de Zuiderzeewerken niet zo best uit. De werken in de Noordoostpolder waren zo ver gevorderd dat die wel moesten worden afgemaakt, maar de vraag was, wat er verder zou gebeuren. Bij het indienen van de begroting van het Zuiderzeefonds voor 1947, dus laat in 1946, werd medegedeeld, dat het ongetwijfeld nog vele jaren zou duren voor het land zover van zijn wonden zou zijn hersteld, dat een aanvang kon worden gemaakt met verdere inpolderingen. Men zou zich beperken tot 'enige studie' voor die inpolderingen.

Die studie bracht de Knardijk ten tonele, waardoor het mogelijk werd de grote Zuidoostpolder, Flevoland, in twee gedeelten uit te voeren (5.1, blz. 326). De Knardijk zou de lengte van de dijk rondom Flevoland, ruim 140 km, met nog geen 20 km vergroten. De extra kosten daarvan waren ruimschoots verantwoord.

Achteraf viel het nog mee. Uit het Local Currency Fund (Marshall plan) werd voor 1950-1951 een bedrag van 20 plus 20 (tegenwaarde) miljoen gulden beschikbaar gesteld. In juni 1950 kon worden begonnen met de ringdijk van de volgende polder.

Dat was niet de 'Westpolder' (Markerwaard), maar de 'Oostpolder' (Oostelijk Flevoland). De argumenten waarmee de regering motiveerde dat de reeds uitgevoerde werken voor de Markerwaard moesten blijven liggen en eerst Oostelijk Flevoland ter hand behoorde te worden genomen, klinken niet erg overtuigend. Toch is de beslissing waarschijnlijk juist geweest.

Bij de door zw ondernomen studie was uitvoerig nagegaan hoe de situatie tussen de nieuwe polder en de oude kust zou moeten worden. Al in 1945 is begonnen aan een zeer diepe grondboring bij Harderwijk om de diepe grondlagen te verkennen. Hydro-

logische overwegingen bepaalden de wijdde van de randmeren. De recreatie heeft daarbij in eerste aanleg geen rol gespeeld en het is dus eigenlijk toevallig dat de meren zo'n grote recreatieve betekenis hebben (4.8, blz. 312).

Flevoland wordt, dank zij de aanwezigheid van de Knardijk, uitgevoerd in twee gedeelten, maar het is opgezet als een eenheid. Het is de eerste polder die rondom in het water ligt en dus een doorgaande ringdijk heeft. De wateren rondom de polder maken deel uit van drie boezems. Van de Houtribsluizen tot de Roggebotsluis het IJsselmeer; vandaar tot Nijkerk het Veluwemeer en ten slotte de IJmeerboezem, waarvan ook het Eemmeer, het Gooimeer en het Oostvaardersdiep deel uitmaken (fig. F).

De gemalen die Flevoland hebben drooggemaakt en die daarna het waterregime in de polder zijn gaan beheersen, slaan uit op alle drie de boezems. De Colijn, aan de Ketelhaven, belast het IJsselmeer met zijn uitslagwater. De Lovink, tegenover Harderwijk, slaat uit op het Veluwemeer. Het door de De Blocq van Kuffeler en de Wortman opgepompte water komt op het Oostvaardersdiep en dus op de IJmeerboezem. De laatste twee nemen het grootste deel van de bemaling op zich, omdat IJsselmeer en Veluwemeer zoveel mogelijk moeten worden behoed voor het zouthoudende polderwater (4.5, blz. 272).

De polder is verdeeld in twee waterstaatkundige afdelingen. De juiste grens tussen die twee staat nog niet overal vast. Waarschijnlijk zal op den duur de hoge afdeling (afdeling 1) 495 km² groot worden. Hij heeft een polderpeil van NAP —5,2 m. Zijn hoofdkanaal loopt van de Colijn dicht langs de Lovink naar de Van Kuffeler. Afdeling 2, met een oppervlak van 465 km² en een PP van —6,2 m, heeft een hoofdkanaal dat eveneens van de Colijn naar de Van Kuffeler loopt, maar nu dicht langs de Wortman. Daar is ook een toegangsluis van het buitenwater naar de lage afdeling, de Noordersluis. Colijn (Ketelsluis) en Van Kuffeler hebben beide een sluis naar de hoge afdeling. Bij de Ketelsluis geeft een tussensluis, de Kampersluis, verbinding tussen de hoofdkanalen van de beide afdelingen. Een andere verbinding moet nog worden gemaakt op de plaats waar die kanalen weer bij elkander komen, dus bij de Van Kuffeler. De Ketelsluis is van het normale type, de andere hebben de vergrote afmetingen (5.5, blz. 354).

Beide kanalen passeren de Knardijk en hebben daar een keersluis. Nu de Knardijk er eenmaal is, dient hij ook als slaperdijk om de ene helft van Flevoland te beschermen, als de andere helft zou zijn ondergelopen. Vandaar die keersluizen.

De dijk om Oostelijk Flevoland

Vóór aan de bedijking kon worden begonnen, moesten materialen, steen en rijshout, worden aangevoerd. Ze werden van 1947 af opgeslagen bij de werkhaven van Urk. Die was een geschikt uitvalspunt, zowel voor de Markerwaard, als voor Oostelijk Flevoland.

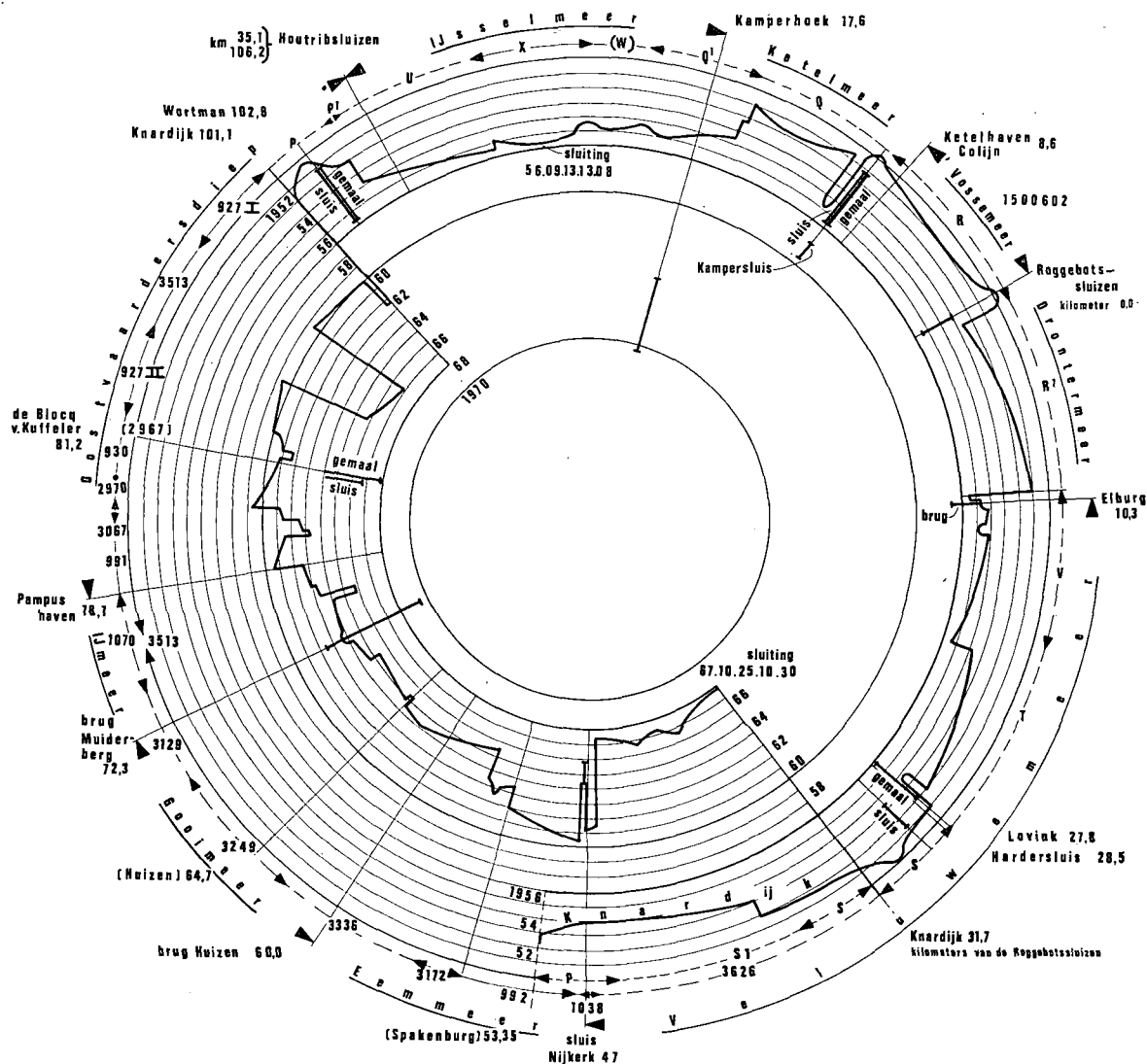


Fig. 83. Schema van het bouwen van dijken enz. Flevoland 1950-1967

Later werd ook materiaal opgeslagen aan de Schokkerhaven en op de Vossewaard, tegen de IJsselmond. Dat wees al duidelijk in de richting van Oostelijk Flevoland. Tot de voorbereiding behoorde ook nog het plaatsens van een ducdalf in het midden van de kom van de Zuiderzee. Men was daar meer dan 20 kilometer verwijderd van het dichtstbijzijnde land. Voor een goede plaatsbepaling van de werken moest men beschikken over een nauwkeurig bekend punt. Sinds de zomer van 1949 vertegenwoordigde de ducdalf (foto) de zuidelijke IJsselmeerpolders.

Dank zij de voorbereidingen kon met het bouwen van de ringdijk van Flevoland worden begonnen heel kort nadat de beslissing was genomen, namelijk in juni 1950. Het begin had veel overeenkomst met de gang van zaken bij de Noordoostpolder, tot de cijfers toe waaruit het rangnummer van het bestek was samengesteld, zw 628. Dat bestond uit drie percelen, elk ruim 7 kilometer dijk omvattende. Ze zijn niet aangeduid met Romeinse cijfers, maar met hoofdletters. Dijkvak P, in de buurt van de ducdalf, Q en R respectievelijk ten westen en ten zuidoosten van de mond van het Keteldiep, werden tegelijk aangevat (figuur 83).

Perceel P werd, dat spreekt vanzelf, uitgevoerd als een steunpunt voor de verdere dijkbouw. Het omvatte een groot opslagterrein. Een beschutte haven werd verkregen door ook een deel te maken van de tegenoverliggende dijk van de Markerwaard en door het bouwen van drie dwarsdammen, die het stukje tussen de beide dijken gelegen Oostvaardersdiep beschermden tegen uit het zuidwesten en noorden komende golven. Zo ontstond de 'haven van Lelystad'. Daar kwam ook de bouwput voor het gemaal Wortman en de bijbehorende toegangsluis.

In perceel Q kwam de bouwput voor gemaal Colijn met de Ketelsluis. Daar ontstond de Ketelhaven.

Perceel R loopt langs de ondiepe kuststreek van de Ketelmond, de Vossewaard en de Dronter bedijking. Ook bij dit dijkvak behoort een funderingsput. Die was bestemd voor de Roggebotsluis (4.8, blz. 314). De aannemer besloot een deel van het werk van de wal af uit te voeren en bouwde een lange steiger van de kust naar de nieuw te maken dijk. Toen men een eind op gang was en een geul was gebaggerd, is de steiger verwijderd. Dit dijkvak schoot heel goed op. Nog vóór de winter van 1951 op 1952 was de hele dijk boven water gebracht en de bouwput gesloten.

Op P en Q verliep het aanvankelijk minder voorspoedig. Dat lag niet alleen aan de grondverbetering, die bij R alleen over de westelijke 1,4 kilometer nodig was en hier vrijwel over de hele lengte. Financiële moeilijkheden van de aannemer veroorzaakten meer oponthoud dan ons lief was. Een belangrijk punt was, dat met het bouwen van de gemalen zo tijdig moest worden begonnen, dat ze bedrijfsklaar zouden zijn als de ringdijk zou worden gesloten. Met de bouwputten was dus de meeste haast. Ze werden gesloten in november 1951 (Q) en medio juni 1952 (P).

Het was duidelijk dat het volgende dijkvak, S, bij Harderwijk, de bouwput voor het derde gemaal, Lovink, zou omvatten. Het werk begon half maart 1951. Er kon worden geprofiteerd van de gunstige winter: in het begin van 1952 was de put dicht.

In datzelfde jaar kwamen de volgende percelen tot uitvoering. Tegen het zuidelijk eind van R, langs het Drontermeer, sloot R¹ aan, ruim 9 kilometer lang. Voor het gedeelte

van de Knardijk tussen P en S, dat eveneens ruim 9 kilometer lang was, werd perceel S¹ besteed. Aan de andere zijde van S, langs het Veluwemeer, kwam het dijkvak T, alweer ruim 9 kilometer. R¹ en T kregen het brede profiel, bestemd voor de recreatie langs de randmeren. Aan het eind van het jaar werd het ruim 5 km lange perceel Q¹ aanbesteed, van het westelijk einde van Q tot voorbij de Kamperhoek.

Deze dijkvakken troffen het met de winter heel wat slechter dan hun voorgangers. Reeds eind november 1952 werd overlast van ijs ondervonden. In januari 1953 is de uit 22 personen bestaande kolonie op perceel P geïsoleerd geweest. Nog vóór het ijs was verdwenen, kwam de stormramp van 1 februari 1953. De Afsluitdijk deed zijn plicht en hield de Noordzee buiten. Het IJsselmeerpeil was normaal, ongeveer NAP —0,3 m. De noordwesterstorm joeg het water op naar het zuidoosten. Bij Elburg werd de hoogste stand NAP +1,50 meter. Zonder de Afsluitdijk zou daar en elders de noodklok hebben geluid.

De golven veroorzaakten wel veel schade aan de in aanleg zijnde dijkvakken. Herstel daarvan vertraagde het werk niet in belangrijke mate. Een heel ernstige vertraging ontstond echter doordat een groot deel van het personeel en het materieel vertrok naar Schouwen-Duiveland, waar het moest helpen om de dijkdoorbraken te dichten.

Alleen aan R¹ en T is volledig doorgewerkt. In figuur 83, dat de vorderingen van de dijkbouw in beeld brengt, komt een aantal lijntjes voor waar de tijd wél voortschrijdt, maar de werken niet vorderen.

Na de terugkeer uit het Deltagebied heeft een grote activiteit geheerst. Er werkten tweeduizend man, die meer dan dertig grote baggerwerktuigen en negen drijvende kranen tot hun beschikking hadden. Zowel in 1954 als in 1955 is meer dan tien miljoen kubieke meter grond verzet. P en S¹ zijn tegen elkaar aangesloten, waardoor de Knardijk werd voltooid. Nieuwe dijkvakken zijn aan de oude toegevoegd: P¹ als verlenging van P in het noordwesten en V, 7 km tegenover Elburg. In deze dijk zijn nog tot juli 1956 openingen gelaten.

Men trof het niet zo best met het ijs. In de winter 1953-'54 is perceel P, nu aangeduid als Lelystad, weer geïsoleerd geweest. Het moest worden bevoorradat door helicopters, kleine vliegtuigen en over het ijs. Vóór de eveneens strenge winter van 1955-'56 was de verbinding over de Knardijk tot stand gekomen. De winter er tussen in werd gekenmerkt door twee zware stormen. Vooral die van december 1954 (3.5, blz. 220) veroorzaakte nogal wat schade.

Inmiddels waren op het noordwestelijke front P¹ en Q¹ afgemaakt. Daar tussen is begonnen met W (2,5 km), X (bijna 8 km) en U (6,4 km). Het tracé daarvan week sterk af

van het oorspronkelijk vastgestelde, tengevolge van de veranderde inzichten in de plaats van Lelystad (5.3, blz. 337).

De laatste opening kwam in perceel x te liggen, ongeveer halverwege de Kamperhoek en de Houtribsluizen. Tengevolge van het ruwe weer in de dagen vóór de sluiting werd het nog een 'echt' sluitgat, met stroomsnelheden van ongeveer twee meter per seconde. Op 13 september 1956 werd het gat gedicht.

Ondanks de verschillende tegenslagen is de bedijking van Oostelijk Flevoland in betrekkelijk korte tijd, 6 jaar en 3 maanden, tot stand gekomen. Er is in die tijd ongeveer 74 miljoen kubieke meter grond in de dijken verwerkt. De gemiddelde produktie was 1,19 km dijk per maand, dat is nog een fractie meer dan de 1,16 km die per maand was toegevoegd aan de Noordoostpolderdijken. Het was misschien de laatste keer dat Zuiderzeewerken niet zijn vertraagd door onvoldoende beschikbare geldmiddelen.

De dijk om Zuidelijk Flevoland

Na het voltooiën van de ring om Oostelijk Flevoland is een stagnatie in de dijkbouw ingetreden. Het duurde twee jaar eer verder kon worden gegaan met het zuidwestelijke deel van de dijkkring, bijna 70 km lang. Duidelijk blijkt nu de gelijktijdige uitvoering van de Deltawerken en van een uitgebreid program van wegebouw, waardoor er maar beperkte middelen voor de Zuiderzeewerken overschoten. Het werktempo is dan ook danig gezakt. Tussen het begin van de dijkwerken om Zuidelijk Flevoland in maart 1959 en het sluiten van de ring eind oktober 1967 ligt meer dan acht en een half jaar. Zó lang heeft men er over moeten doen om een grondwerk van 58 miljoen kubieke meter tot stand te brengen. De gemiddelde maandproduktie is maar twee derde kilometer lichte dijk, geheel langs de randmeren. Zuidelijk Flevoland grenst nergens aan het IJsselmeer.

Het eerst werd de dijk langs het Oostvaardersdiep ter hand genomen. Eigenlijk is dat niet de noordwestelijke dijk van Flevoland, maar de zuidoostelijke dijk van de Markerwaard. Van Flevoland uit gezien ligt hij aan de overzijde van het Oostvaardersdiep. Er zijn goede redenen voor deze gang van zaken. Toen werd besloten voort te gaan met de IJsselmeerpolders, eind 1958, was het nog niet zeker welke van de twee resterende polders het eerst aan de orde zou komen, de Markerwaard, zoals aanvankelijk het plan was, of Zuidelijk Flevoland. De dijken van beide langs het Oostvaardersdiep lopen vrijwel evenwijdig aan elkander, op een onderlinge afstand van enige honderden meters. Het was om het even welke van die dijken het eerst zou worden gemaakt. Zou eerst de zuidoostelijke dijk komen, dan zou die dadelijk zijn definitieve bestemming hebben als

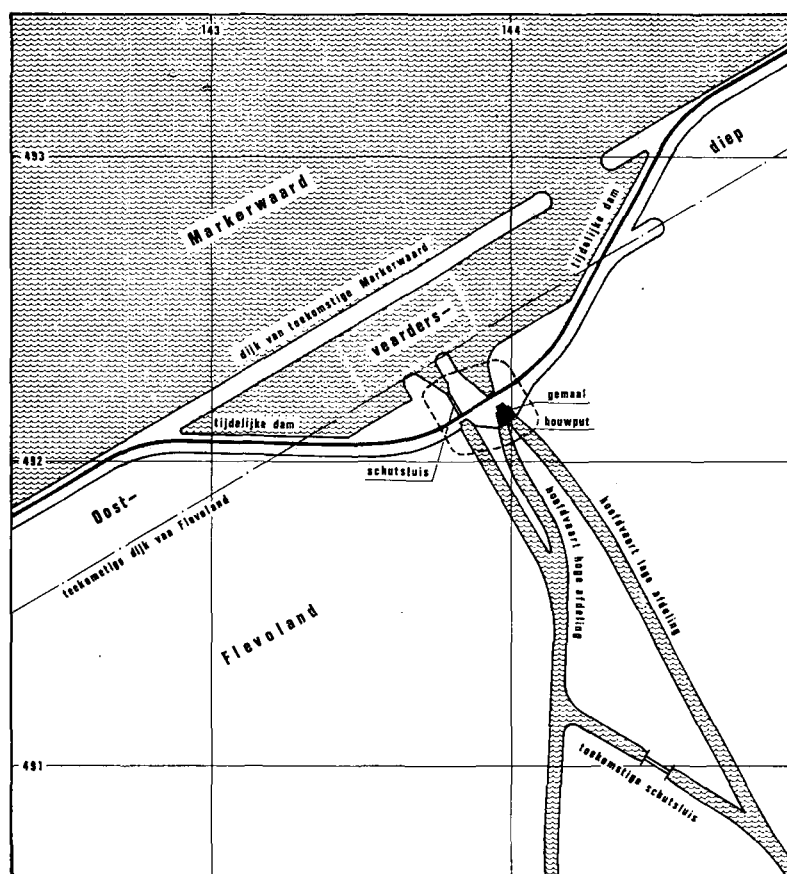


Fig. 84. Tijdelijke situatie bij het gemaal De Blocq van Kuffeler

Flevoland zou voorgaan. Zou eerst de Markerwaard worden gemaakt, dan zou de dijk tijdelijk voor die polder kunnen dienen. Het Oostvaardersdiep zou een tijdlang deel uitmaken van de drooggemaakte Markerwaard (5.1, blz. 326).

Het omgekeerde zou het geval zijn als eerst de noordwestelijke dijk zou worden gemaakt. De keus van de dijk zou de beslissing over de voorrang van de polders hoege- naamd niet beïnvloeden.

Per slot van rekening is de keus bepaald door de tijdelijke toestand, als één van de pol- ders is gemaakt en de andere nog niet. Het dwarsprofiel van de dijk wordt bepaald door de waterstanden en de golven die dan kunnen voorkomen. Het bleek, dat het voordeliger zou zijn, eerst de noordwestelijke dijk te bouwen, die dus uiteindelijk voor de Marker- waard zou dienen. Een overweging was ook, dat in 1941 voor een deel van die dijk een grondverbetering was gemaakt, die nu dienst kon doen.

Toen de keus voor de eerstvolgende polder viel op Zuidelijk Flevoland, kwam dus vast te staan dat die polder voorlopig ook het Oostvaardersdiep zou insluiten en dat de

definitieve polderdijk later in den droge zou worden gemaakt. De scheepvaart zou zo lang een route volgen die op den duur in de Markerwaard zou worden opgenomen.

Aan het zuidwestelijk einde van het toekomstige Oostvaardersdiep zijn beide dijken gemaakt, hoewel niet beide met vol profiel. Tussen de twee in is een werkhaven ingericht, de Pampushaven, met opslagterreinen en tijdelijke dwarsdammen, die de uit het IJmeer komende golven moeten keren. Aan het eind, drie kilometer van de scherpe bocht waar de IJmeerdijk overgaat in die van het Oostvaardersdiep, is een verbindingsdijk gemaakt met een flauw gebogen tracé, die voorlopig het wegverkeer van de brug bij Muiderberg naar Lelystad moet opnemen. Bij de Knardijk, aan de andere kant van het Oostvaardersdiep is een dergelijke overgang gemaakt. Een 500 meter wijde opening in de Markerwaarddijk geeft daar het scheepvaartverkeer uit de toekomstige Markerwaard toegang tot de haven van Lelystad en verder. Bij het gemaal De Blocq van Kuffeler en de daarnaast gelegen toegangsluis is de situatie uiteraard ook aangepast aan de definitieve toestand. Deze kunstwerken moeten komen in de definitieve dijk van Flevoland langs de zuidoostkant van het Oostvaardersdiep. Aan de nu te maken dijk, langs de noordwestkant, moesten dus twee overgangstukken worden gemaakt, die het toekomstige Oostvaardersdiep kruisen (fig. 84). Ze moeten later, bij het maken van de Markerwaard, weer worden weggebaggerd. Voor het uitslagwater van het gemaal en voor de scheepvaart is een opening gespaard in de toekomstige dijk van de Markerwaard. Voor iemand die niet op de hoogte is van de algemene opzet, is de situatie moeilijk te begrijpen.

Tussen maart 1959 en september 1966 is gewerkt aan de ringdijk van de Knardijk bij Lelystad Haven af, via de Pampushaven langs de brug van Muiderberg, het Gooimeer en het Eemmeer naar Nijkerk. Het ging merendeels met kleine porties. Voor de 55 kilometer lange dijk zijn niet minder dan veertien bestekken of onderhandse overeenkomsten opgemaakt.

De dijkbouw vorderde voorzover de beschikbare fondsen toelieten en voorzover de weersomstandigheden het mogelijk maakten. Er zijn een paar ongunstige winters geweest (onder andere 1962–1963), maar tegenslagen van belang hebben zich niet voorgedaan. Al vroeg werd begonnen aan de dijk van het Oostvaardersdiep, waar al de uit 1941 daterende grondverbetering aanwezig was. Daar kwam ook de bouwput voor het vierde gemaal van Flevoland met de bijbehorende schutsluis. De ringdijk om de put is begin 1962 gesloten, ruimschoots op tijd voor de bouw van de kunstwerken.

Nadat in de jaren 1960–1965 de dijken langs het Eemmeer, het Gooimeer en het IJmeer waren aangelegd, kwam als laatste het dijkvak van vier kilometer lengte in de resterende opening langs het Oostvaardersdiep aan de beurt.

Toen daarin op 16 september 1966 het laatste gat werd gesloten, ontstond een water-vlakte, 460 km² groot, die Zuidelijk Flevoland en het zuidelijk deel van het Veluwe-meer tot het sluiscomplex bij Nijkerk omvatte. Van die watervlakte, aan alle kanten af-gescheiden van het buitenwater, kon de waterrekening nauwkeurig worden opgemaakt. Alleen de verdamping onttrok zich aan een rechtstreekse meting. Het was nu mogelijk om, ruim een jaar lang, de verdamping als sluitpost nauwkeurig te bepalen. De water-vlakte was eigenlijk verreweg de grootste verdampingsmeter ter wereld. 'De Bilt', het KNMI, kreeg de gelegenheid om verschillende methoden voor het meten van verdam-ping van een vrij water-oppervlak te toetsen en met elkander te vergelijken. Het heeft er uitstekend van gebruik gemaakt en, samen met zw, een grote hoeveelheid instrumen-ten in en om de watervlakte geplaatst.

In de zomer van 1966 kon worden begonnen aan het laatste deel van de ringdijk van Nijkerk tot de aansluiting tegen de Knardijk bij Harderwijk. Dit stuk, 14,837 kilometer, om precies te zijn, lang is in één bestek samengebracht. Er is op twee punten mee be-gonnen, zodat op vier fronten kon worden gewerkt. Aan het eind van 1966 waren twee vakken, respectievelijk 3 en 4 kilometer, boven water. Drie maanden later ging het nog om twee openingen, 2 km bij Nijkerk en 4 bij de Knardijk. De eerste ging 11 oktober 1967 dicht. Het plan was, de tweede, het laatste gat in de dijkkring, een week later te sluiten met het nodige ceremonieel en onder koninklijk toezicht. Maar ook de best voorbereide plannen kunnen mislukken als de elementen tegen zitten. Een harde ver-anderlijke wind, die de dag tevoren opstak, veroorzaakte sterke stromen door het sluit-gat, waardoor grond verloren ging. De sluiting kwam een week later tot stand, om half elf in de morgen van 25 oktober 1967. Het droogmalen kon toen beginnen.

Scheepvaart

De ringdijk snijdt een aantal scheepvaartwegen af, in de eerste plaats de toegangen tot de havens van Elburg, Harderwijk, Nijkerk, Spakenburg en Huizen en tot de mond van de Eem. Na het tot standkomen van Flevoland is die vaart overgenomen door het ooste-lijk randmeer. Zolang de vaargeul in het randmeer nog niet gereed was en de Roggebot-sluizen, de Hardersluis en de sluizen bij Nijkerk nog niet in bedrijf, moesten in de ring-dijk openingen worden gespaard.

De openingen bij de Ketelhaven, bij Elburg en bij de Lovink konden worden gesloten nadat de Ketelsluis, de Roggebotsluis en de Hardersluis voor de scheepvaart waren opengesteld, resp. in de zomers van 1955 en 1956 en in april 1954. Bij Nijkerk is een doorvaartopening in stand gehouden tot de sluizen daar in bedrijf kwamen (septem-ber 1965). Dit alles is aangegeven in figuur 83.

Tegenover Huizen bleef tot de herfst van 1965 een doorgang. Heel druk is de vaart geweest door het 500 meter wijde gat in de IJmeerdijk, dat tot het eind van 1965 gelegenheid verschafte om van Amsterdam te varen naar Harderwijk en verder. Van de grote opening van vier kilometer in de dijk van het Oostvaardersdiep is tot september 1966 door de scheepvaart gebruik gemaakt. De toegangsluizen tot Flevoland (de Ketelsluis, de Noordersluis en de sluis aan het Oostvaardersdiep) zijn gebouwd in de funderingsputten van respectievelijk de Colijn, de Wortman en de De Blocq van Kuffeler. De tweede komt uit in de lage afdeling, de andere twee geven toegang tot de hoge afdeling (5.4, blz. 350). De bouwputten waren tijdig gemaakt, tegelijk met de dijkvakken waarin ze lagen.

Het bouwen begon met het droogzetten van de putten. Bij de Colijn, de Lovink en de Van Kuffeler ging dat vlot. Bij het begin van het werkseizoen van 1953, 1954 en 1963 kon met de fundering worden begonnen. Bij de Wortman moest eerst de bemaling van de put worden versterkt. Het duurde enige maanden langer dan men had gedacht, tot de zomer van 1953, eer in de put kon worden gewerkt. Toch was de Noordersluis op tijd klaar, in augustus 1956. De Ketelsluis was iets aan de late kant. In maart 1957 werden daar de eerste schepen geschut. De sluis aan het Oostvaardersdiep volgde op zijn tijd, in de zomer van 1966.

Met de bouw van de verbindingsluizen tussen de afdelingen kon natuurlijk pas worden begonnen nadat de polder droog was. Die bij Ketelhaven, de Kampersluis, werd eind 1957 in aanbouw genomen. Hij vervult zijn taak sinds mei 1959. Met de verbindingsluis bij de Van Kuffeler was aan het eind van onze halve eeuw, in 1970, nog niet begonnen.

Droogmaken

Van de gemalen zijn achtereenvolgens de fundering, de onderbouw, het staalskelet en het boven de dijk uitstekende gebouw gemaakt. Alles moest op tijd zijn om de pompen en de motoren te kunnen monteren vóór de ringdijk werd gesloten. Dat is bij alle vier gemalen gelukt, al kon de Wortman pas in november 1956 met alle drie pompen in geregeld bedrijf komen. In 1963 is daar de vierde pomp gemonteerd.

Het droogmaken van Flevoland is uiteraard in twee fasen gegaan. In september 1956 begonnen Wortman, Colijn en Lovink met het uitmalen van de anderhalve miljard kubieke meter water die Flevoland ten noordoosten van de Knardijk bevatte. Tegen de sluiting van de dijk was het IJsselmeer zo ver mogelijk afgespuid. Evenals bij de vorige polders zat het weer tegen, zodat het winterpeil niet werd bereikt, maar het scheelde toch anderhalve decimeter in het peil waarop de gemalen hun werk begonnen. Aan-

vankelijk werd geprofitteerd van het grote debiet dat de pompen hadden toen de opvoerhoogte nog klein was, maar toch ging het in het begin niet hard. Bij de jaarwisseling 1956–1957 was het peil in de polder nog NAP —1,2 meter. De werken in de polder eisten dat het peil half mei drie meter onder NAP was. Dat lukte op het nippertje.

Op 29 juni werd de polder ‘droog’ verklaard. Het peil was toen NAP —3,7 m bij de Lovink en NAP —4,0 m bij de andere gemalen. De uitgeslagen hoeveelheid water was opgelopen tot ruim 1,6 miljard kubieke meter. Er werd veel last ondervonden van slib dat zich in en vóór de zuigleidingen had neergezet en dat ook het toestromen door de gebaggerde kanalen belemmerde. Naarmate het secundaire baggerwerk vorderde, werd afgemalen tot lagere peilen. Het duurde tot maart 1958 eer het PP van NAP —5,2 m in de hoge afdeling kon worden ingesteld. Het PP in de lage afdeling, NAP —6,2 meter, werd pas in oktober 1958 bereikt, vijftien maanden nadat Oostelijk Flevoland ‘officieel droog’ was.

Zuidelijk Flevoland moest door De Blocq van Kuffeler alleen worden drooggemalen. Op de sluitingsdag, na het voorafgaande ruwe weer, was het peil binnen de ringdijk NAP —0,24 meter. Aanvankelijk werd niet op volle toeren gedraaid, maar tengevolge van de kleine opvoerhoogte was de opbrengst groot. Een onderbreking voor revisie en de feestdagen van december–januari veroorzaakte een bultje in het diagram van het leegmalen. Bij het begin van het jaar 1968 was bijna een half miljard m³ uitgemalen. Het peil was toen NAP —1,12 m.

Daarna ging het weer in volle vaart verder. Het verminderen van het pompdebiet bij het groter worden van de opvoerhoogte werd ruimschoots gecompenseerd door het droogvallen van grote delen van de polder, waardoor het te bemalen oppervlak steeds kleiner werd. Op 23 mei 1968 werd Zuidelijk Flevoland ‘droog’ verklaard. Het peil bij het gemaal was toen NAP —4,2 m. De uitgemalen hoeveelheid was bijna 1,4 miljard m³, waarbij 0,2 miljard neerslag. Het terrein was nog grotendeels overdekt met plassen, die niet of nauwelijks met elkander in verbinding stonden. Het langzaam toevloeiende water werd geleidelijk weggemalen. Men hield bij het gemaal een waterstand aan tussen het PP van de hoge afdeling en een halve meter daarboven.

De waterverbinding tussen oost en zuid

Het primaire baggerwerk is, evenals in de oudere polders, grotendeels uitgevoerd tijdens het aanleggen van de ringdijken en het begin van droogmalen. In Oostelijk Flevoland is tot december 1956 ruim 12 miljoen kubieke meter grond uit de kanalen en de tochten gebaggerd. In Zuidelijk Flevoland is dat werk uitgevoerd vóór het eind van 1967. Het omvatte 10½ miljoen m³.

Van beide hoofdkanalen, in de hoge en in de lage afdeling, lag het gedeelte in Zuidelijk Flevoland bij de Knardijk in het verlengde van het kanaaltracé in Oostelijk Flevoland. Tussen de gebaggerde delen is voorlopig een hiaat gebleven dat loodrecht wordt gekruist door de Knardijk. Daar moesten de keersluizen komen die in een noodgeval de wateren in Oostelijk en in Zuidelijk Flevoland weer moeten scheiden, de Hoge en de Lage Knarsluis. Het was niet te vermijden dat ze zulke lelijke namen kregen (het kon nog erger: Knarkeersluis!).

De keersluizen, elk met twee doorgangen van $9\frac{1}{2}$ meter wijdde, die met hefdeuren kunnen worden gesloten, zijn gebouwd in funderingsputten. Die voor de hoge sluis werd ontgraven na de winter 1966–1967, de andere een jaar later. Nadat de bouw ver genoeg was voortgeschreden, in 1968, respectievelijk 1969, zijn ze weer onder water gezet.

Eer de sluisen in bedrijf konden worden gesteld moest nog heel wat worden gebaggerd. De hoofdkanalen moesten worden doorgetrokken tot de sluisen en dat kon pas gebeuren nadat het secundaire baggerwerk een heel eind op streek was.

Dat secundaire baggerwerk had in beide delen van de polder een grote omvang. In Oostelijk Flevoland is omstreeks $9\frac{1}{2}$ miljoen kubieke meter ingestroomd slib uit de kanalen verwijderd. In Zuidelijk Flevoland zag het er eerst naar uit dat het secundaire baggerwerk de helft van het primaire zou bedragen, maar tengevolge van harde wind in het laatste stadium van droogvallen is het meer geworden. Medio 1970 was het opgelopen tot 6,7 miljoen kubieke meter.

De Knardijk is pas doorgegraven toen hij derde waterkering tegen de Noordzee was geworden door het sluiten van de ringdijk om Zuidelijk Flevoland. Met kunst en vliegwerk is de Hoge Knarsluis in het voorjaar gebruikt om het materieel voor het secundaire baggerwerk van Oostelijk naar Zuidelijk Flevoland te brengen. Daarna moest nog uitgebreid worden gebaggerd in de toegangen tot de sluis. Op 26 juni 1969 werden de kanalen in Zuidelijk Flevoland door de sluis in open gemeenschap gebracht met de hoge afdeling van Oostelijk Flevoland.

De Lage Knarsluis was in 1970 nog niet zo ver dat hij in gebruik kon worden gesteld. Het in Zuidelijk Flevoland gelegen deel van afdeling 2 bleef voorlopig gemeen liggen met de hoge afdeling. Pas als ook de Lage Knarsluis in bedrijf is, wordt Flevoland een waterstaatkundige eenheid, met twee afdelingen, elke met zijn eigen polderpeil (NAP $-5,2$ m en $-6,2$ m).

Tot het systeem van de hoofdwatgangen behoort ook het aflaatwerk in de Larservervaart, dat is ontworpen om 10 m^3 water per seconde van de hoge naar de lage afdeling te transporteren. Het kwam in mei 1966 in bedrijf. Kort daarna moesten maatregelen

worden genomen tegen ontgronding. In de periode tussen het in bedrijf stellen van de beide Knarsluizen wordt het aflaatswerk geregeld gebruikt om de bemaling van de hoge afdeling te ontlasten.

Toegangswegen

De verbindingen tussen Flevoland en het wegennet in het oude land zijn de brug bij Muiderberg, die over de sluizen bij Nijkerk, de dam bij Harderwijk met de Hardersluis, de brug bij Elburg en de brug over de Roggebotsluis. In de polder was met het wegennet natuurlijk op deze toegangen gerekend, maar aan de overkant moesten op alle vijf punten toegangswegen worden gemaakt. De langste is de weg van de Roggebotsluis naar Kampen. Samen zijn ze bijna 15 kilometer lang. De bruggen over de sluizen zijn tegelijkertijd daarmee gebouwd. De ophaalbrug bij Elburg is opengesteld in september 1957 (4.8, blz. 315), toen de werken in het aangrenzende deel van de polder al enige tijd aan de gang waren.

Een heel belangrijke toegang is de brug bij Muiderberg (Hollandse brug) in Rijksweg 6 (4.8, blz. 315). Hij heeft twee rijbanen van 7,25 meter breedte en een 6 meter brede weg voor langzaam verkeer op het brugdek, dat in zijn geheel 39 meter breed is. Het hoogste punt ligt ruim 16 meter boven water. Opritten onder 1:53 en 1:72 (fig. 75).

Toen de voltooiing van de brug naderde, waren de toegangswegen nog ver van klaar. Aan de kant van Flevoland vindt men vooreerst alleen de weg op de ringdijk. Ook aan de Gooise kust is een voorlopige aansluiting gemaakt.

Het lukte niet de brug nog vóór de Pinksterdagen van 1969 open te stellen; dat is gebeurd op 4 juni 1969. Al was er nog geen sprake van de Rijksweg, het publiek stond als het ware te dringen om over de brug te gaan om de polder te bekijken. Dat kon voorlopig alleen van de dijk af.

De zesde verbinding van Flevoland met de buitenwereld is de Ketelbrug, die van de Kamperhoek oversteekt naar de Zwolse hoek in de dijk van de Noordoostpolder. De opritten naar deze hoge brug liggen deels binnendijs, waar ze beginnen op maaiveldhoogte (ongeveer NAP —3 meter). Ze klimmen onder 1 op 55 naar het niveau van het brugdek, in het midden van de brug op omstreeks NAP +16 meter. Ze gaan over de ringdijken van de polders heen en bestaan verderop uit dammen die 250 meter in de mond van het Ketelmeer uitsteken. Van de breedte van 1250 meter die de mond heeft, blijft er 750 meter over voor de brug (fig. 75).

Er moesten omvangrijke en diepe grondverbeteringen worden uitgevoerd. Speciale maatregelen zijn getroffen om de veiligheid van de ringdijk bij de Kamperhoek te ver-

zekeren. Daarvoor is de waterspanning in de dijk verlaagd, waardoor het gevaarlijke uittreden van water uit het binnentalud is voorkomen.

Aan de opritten is twee jaar gewerkt. Ze waren in april 1967 gereed. De Rijkswaterstaat, die de brug heeft gebouwd, is toen begonnen met de pijlers. De bovenbouw bestaat uit kokerliggers van voorgespannen beton. Zeven hebben een overspanning van 80 meter; ter weerszijden daarvan is een overspanning van 65 meter. Ze zijn opgebouwd uit moten van $2\frac{1}{2}$ meter dikte, die, uitgaande van de pijlers, stuk voor stuk aan elkaar werden bevestigd (vrije uitbouw).

Onder de brug door stromen soms grote massa's water. Hier passeren de afvoeren van de IJssel, het Zwarte Water en twee grote poldergemalen, die in een extreem geval samen meer dan 2500 m^3 per seconde groot zijn. Nog sterker stroom ontstaat als een harde of stormachtige wind snel ruimt van zuidwest naar noordwest en het peil van het Ketelmeer opzet. Dan, en ook als het Ketelmeer weer leeg loopt, stroomt 5000 m^3 of meer per seconde onder de brug door. In verband hiermee zijn de pijlers diep gefundeerd. Veiligheidshalve moet worden gerekend op de kans van ontgronding, zelfs al is rondom de pijlers een bestorting aangebracht (4.8, blz. 309).

De scheepvaart vindt in de middelste opening een vrije doorvaarthoogte van 12 meter boven de zeer hoge waterstand van NAP $+0,7 \text{ m}$. De weinige vaartuigen waarvoor dit niet voldoende is, kunnen passeren door de 18 meter wijde basculebrug, die aan de zijde van Flevoland is gebouwd. Leidammen verhinderen ongewenste stroomverdelingen.

De Ketelbrug is op 15 juli 1970 vrijgegeven voor het wegverkeer. Hij neemt een goede plaats in tussen de grote bruggen van Nederland met zijn rijweg van zes stroken voor snelverkeer. Het is niet te vermijden dat dit verkeer een enkele maal moet wachten voor een open brug. De scheepvaart vereist op deze route een onbeperkte doorvaarthoogte.

6.4.2. VERANDERENDE DOELSTELLING

Ontginning

Flevoland is de eerste IJsselmeerpolder waarbij van het begin af het besef heeft bestaan, dat de landbouw niet meer de allereerste plaats zou innemen. Negenhonderd zeventig vierkante kilometer meer terrein, een vijf en dertigste deel van Nederland, over ruim honderd kilometer lengte grenzend aan wijde wateren, kan voor vele doeleinden worden gebruikt: wonen, werken, recreatie.

Bij het ontwerp van de inrichting van het land binnen de ringdijk is de nieuwe aanpak duidelijk te merken. De inrichting begon in het oosten, de ondiepe hoek van het eerst drooggevalen polderdeel. De Randstad is daar ver weg en oefent dus geen grote invloed op het plan uit. De landbouw wordt daar alleen teruggedrongen door de bossen die er

zijn aangelegd, bij de Ketel en bij het Roggebot. De hoofdkern voor de bewoning, Dron-
ten, is hier niet ver vandaan: een meer westelijke ligging is niet te verenigen met de na-
bijheid van Lelystad.

Oorspronkelijk zouden ten oosten van de Knardijk nog negen dorpen komen. Daarvan
zijn er vijf niet verder gekomen dan een eerste schetsplan. Van de overblijvende ver-
dween Burchtkamp in 1959, Zeewolde in 1964 en Larsen in 1965 van de kaart van Ooste-
lijk Flevoland. Alleen Swifterbant en Biddinghuizen zijn gebouwd. Zij beheersen elk
een land- en tuinbouwgebied, meer dan honderd vierkante kilometer. De bevolking
woont slechts voor een klein deel op het land: daardoor ontwikkelen de dorpen zich tot
centra van enige omvang.

De naam Zeewolde is overgegaan naar de enige kern die voorlopig aan de andere kant
van de Knardijk komt te liggen. De gekozen plaats, aan het Veluwemeer, wijst er duide-
lijk op, dat andere aspecten dan de landbouw een rol spelen.

Toch is de verkaveling en de ontginning van Flevoland oorspronkelijk gericht op de
eisen van de landbouw. Een voor landbouw ingericht land kan gemakkelijk worden
geschikt gemaakt voor andere doeleinden. Wel moet goed worden gelet op de plaats
van de woonkernen en op het wegennet.

Zo gebeurt het dan ook. Met het graven van tochten en sloten, het aanleggen van wegen,
het ontwateren en de ontginning is in het oosten begonnen en in grote lijnen wordt ge-
werkt naar het westzuidwesten, in de richting van het IJmeer en de Randstad. In 1957
is met dit alles begonnen; aan het eind van het jaar was er al heel wat gepresteerd. Het
tempo is bepaald door de financiële middelen die beschikbaar zijn gesteld. Tegen het
eind van 1969 was de ontginning van Oostelijk Flevoland vrijwel voltooid. De stap over
de Knardijk gaf geen stoornis. De ontginning wordt op dezelfde voet voortgezet in Zui-
delijk Flevoland.

De vorderingen blijken uit tabel 35, waarin de getallen tot en met 1969 alleen betrekking
hebben op Oostelijk Flevoland.

TABEL 35. DE ONTGINNING VAN FLEVOLAND

<i>ultimo</i>	<i>Oostelijk Flevoland</i>					<i>medio 1970</i>			
	1957	1960	1963	1966	1969	<i>O.Fl.</i>	<i>Z.Fl.</i>	<i>Fl.</i>	
Vaarten	11	86	95	99	100	100	50	150	km
Tochten	18	214	266	317	346	346	16	362	km
Sloten	115	1000	1188	1423	1514	1514	228	1742	km
Wegen	80	291	395	482	598	601	44	645	km
Ontwaterd	11	199	284	389	480	480	25	505	km ²
Gedraineerd	$\frac{1}{2}$	37	209	315	392	392	0	392	km ²

Tussen het droogvallen van de polders en eind juni 1970 is, behalve het in 6.4.1 vermelde secundaire baggerwerk, ruim 26 miljoen kubieke meter gebaggerd, waarvan 4,9 in vaarten, 13,6 in tochten en 7,9 in sloten.

In Oostelijk Flevoland is het totale ontwaterde gebied kleiner dan de hele polderoppervlakte. Weliswaar wordt de bosgrond in den regel gedraineerd, maar dat is niet het geval met de gebieden waar de woonkernen worden gebouwd. Voor Lelystad is een groot terrein als stadgrond behandeld. Daar is het rioleringsstelsel (met de modernste automatische regelapparatuur) in plaats van de 'normale' ontwatering. De 'grondverbetering' bestond bij de woonkernen niet in het naar boven brengen van kleihoudende grond, maar uit het aanbrengen van een zandlaag. Dit is voor een deel al gebeurd vóór het droogvallen van de polder.

Een ander gebied dat niet mee doet aan de ontginning, ligt achter de IJsselmeerdijk, tussen de Houtribsluizen en de Kamperhoek. Daar is in de drooggevalle polder twee vierkante kilometer gebruikt voor het aanleggen van visvijvers. Het gaat hier niet, zoals aan de overzijde van de dijk, om paling, maar om het kweken van karpers en andere hoogwaardige vissoorten.

Toen de ontginning de Knardijk bereikte, betekende dat het einde van het terrein van de watervogels, dat zich over een breedte van een paar kilometer uitstreckte over bijna de hele lengte van de Knardijk. Het was ontstaan door de kwel onder de dijk door, die de plassen voedde die een groot deel bedekten. Na het droogmaken van Zuidelijk Flevoland is die kwel opgehouden; het plassengebied was dus gedoemd om te verdwijnen, ontginning of geen ontginning. Alleen in het zuidoosten treedt het breedste stuk van het Veluwemeer nog op als kwelleverancier; er is een goede kans, dat het daar gespaarde natuurreservaatje aan zijn bedoeling zal beantwoorden. Wij hopen dat het daarvoor groot genoeg is. Een nieuw vogelgebied wordt het ganzenterrein aan het Eemmeer, waarvoor 10 km² is gereserveerd.

Water- en landwegen

In het landschap van Flevoland missen we de staalconstructies van de ophaalbruggen, die in de Wieringermeer en de Noordoostpolder over de hoofdvaarten liggen. De in de polders komende schepen vereisen geen grote doorvaarthoogte meer. Het ruimste kanaal in Flevoland, van de Noordersluis naar Dronten, heeft vaste bruggen, met 6½ meter doorvaarthoogte (5.5, blz. 357). De bruggen over de andere bevaarbare wateren verlenen geen doortocht voor schepen die meer dan 4½ m boven het water uitsteken. Meer schijnt niet nodig te zijn, al neemt de gemiddelde tonnenmaat van de schepen toe.

Zoals viel te verwachten, passeren de grootste schepen door de Noordersluis, bij de

Wortman. Daar overschreed het totale verkeer in 1968 de miljoen ton, met een gemiddelde grootte van iets meer dan 300 ton. De ingang bij Ketelhaven gaf een vrij stabiel verkeer te zien. Voor zowel de Ketelsluis als de Kampersluis in de jaren na 1963 steeds drie tot vierduizend schepen, met een gemiddelde van omstreeks 180 ton. De sluis aan het Oostvaardersdiep kwam pas in 1966 in bedrijf. De eerste jaren daarna was het verkeer nog niet druk.

Nagenoeg alle verkeer van en naar de polder is commerciële vaart. De recreatie zoekt Flevoland (nog) niet, in tegenstelling met het Veluwemeer.

Het wegennet toont de gevarieerde bestemming van Flevoland het duidelijkst. Het is – en wordt – ingepast tussen de doorgaande verbindingen met het ‘oude land’. De noordwest- zuidoost-verbindingen zullen pas tot hun recht komen als de Markerwaard voor het verkeer beschikbaar is. Dat geldt ook voor de oost-west verbinding Kampen-Dronten-Lelystad, die bezuiden Marken de kop van Noord-Holland moet bereiken. De richting zuidwest-noordoost wordt vertegenwoordigd door een weg van een te bouwen brug bij Huizen langs Biddinghuizen naar Kampen.

In die richting loopt ook Rijksweg 6 (vroeger 10) van Muiderberg langs Lelystad naar de Ketelbrug. Het ziet er naar uit dat, deels parallel aan die weg, op den duur een spoorweg zal worden aangelegd, maar of die zal komen of niet, hij hoort in elk geval niet tot de geschiedenis van de eerste halve eeuw Zuiderzeewerken.

In de polder en op de dijken hebben we de secundaire wegen, de tertiaire wegen en de polderwegen (5.5, blz. 359). De laatste hebben of krijgen een verhardingbreedte van $3\frac{1}{2}$ meter. De meeste wegen op de dijken zijn tertiaire, die in den regel een verharding hebben van 6 à 7 meter breedte. De secundaire wegen, die de interlokale relaties verzorgen, krijgen in de toekomst een dubbele rijbaan.

Bewoning

De bewoning van Flevoland is ouder dan de polder zelf. Het begon op de in aanleg zijnde dijkvakken, bij de plaatsen waar de gemalen en de toegangsluizen zouden worden gebouwd. Al in 1951 ontstonden de kleine kolonies bij Ketelhaven en Lelystad, veel later, bij het aanleggen van de ringdijk van Zuidelijk Flevoland, gevolgd door de nederzetting aan het Oostvaardersdiep. Eerst waren er tijdelijke woningen; spoedig kwamen er permanente huizen bij, bestemd voor het personeel van de gemalen en de schutsluizen. De woningtelling van medio 1956 vermeldt voor de Zuidelijke IJsselmeerpolders 21 permanente woningen en 22 noodwoningen. De meeste daarvan waren te vinden in Lelystad, nu Lelystad-haven.

Dat is lange tijd het belangrijkste centrum van Flevoland geweest. Het groeide snel tot 35 noodwoningen en evenveel permanente woningen met een inwonertal dat al spoedig tussen 250 en 300 lag. In 1956 kwam er een schooltje met eerst 25 leerlingen, een paar jaar later ruim 50. In 1958 kreeg het een telefoon-aansluiting, met straalverbinding en met mobilifoons voor de werkers in de polder. In 1961 werd er een districtcentrale geopend. Er is aldoor een levendig scheepvaartverkeer geweest. Toen de wegverbinding over de Knardijk tot stand was gekomen werd het ook toeristisch aantrekkelijk, met een restaurant en een expositiegebouw dat jaarlijks wordt bezocht door vele duizenden.

Lelystad-haven is na 1958 niet meer gegroeid. De bevolkingstoename werd toen eerst geleverd door de arbeiderskampen van de RIJP.

Het eerste kamp werd in 1957 gebouwd bij de Roggebotsluis, waar de bodem vroeg begaanbaar was. Men vindt daar enkele barakken terug die al dienst hadden gedaan in de Noordoostpolder. De toestanden waren er minder primitief dan in de eerste kampen van de Noordoostpolder. Hetzelfde was het geval in de later ingerichte kampen. De kampbezetting liep niet, zoals in de vroegere polders, in de duizenden. Het aantal varieerde in de regel tussen 400 en 900 man. Van 1968 af liep de bezetting van de kampen in Oostelijk Flevoland terug, geleidelijk werden ze opgeheven. Het kamp Roggebot is getransformeerd tot een centrum van voorlichting en recreatie.

De kampbewoners hebben een groot aandeel gehad in de ontginning. Het ging eerst om de detail-ontwatering, greppels en drains, en het in cultuur brengen. Als belangrijke neven-activiteit kwamen daar beplantingen, langs de dijk en op de lichte gronden van het Roggebot. Al het werk is mechanisch uitgevoerd. Paarden kwamen er niet meer aan te pas (behalve enige dieren op fruitteeltbedrijven).

De eerste oogst werd binnengehaald in 1958: tarwe, gerst en ook koolzaad. De vlammend gele bloeiende koolzaadvelden, tientallen vierkante kilometers groot, zijn elk voorjaar een kenmerk van Flevoland. In hetzelfde jaar werd begonnen met het bouwen van ontginningschuren en een jaar later met pachterswoningen. Weer twee jaar later zijn de eerste (24) bedrijven uitgegeven, de meeste in pacht, enige in erfpacht. Elk jaar daarna zijn er tussen 50 en 100 bedrijven bijgekomen; in 1970 was vrijwel de hele polder, voor zover ontwaterd, in cultuur.

Behalve de landbouwbedrijven zijn er ook fruitteeltbedrijven in een gebied dat daarvoor geschikt werd geoordeeld, gevormd. Dat begon in 1965, toen de toestanden in de fruitteelt beter waren dan vijf jaar later het geval was. Zij hebben een kleine oppervlakte, niet tien tot meer dan zestig hectare, zoals de landbouwbedrijven, maar enkele hectaren, of nog minder.

Bebossing en recreatievoorzieningen behoren ook nog tot de ontwikkeling van Flevoland. Een belangrijk onderdeel daarvan is de zorg voor het strandleven langs het Veluwemeer. Er zijn tussen Elburg en Harderwijk twee kampeerterreinen ingericht. Binnendijs zijn sanitaire voorzieningen gemaakt om te voorkomen dat de bezoekers (ver over het miljoen per seizoen, 70 000 op een mooie zomerse zondag) het Veluwemeer te veel vervuilen.

Met de bouw van het poldercentrum Dronten is de RIJP in 1960 op grote schaal begonnen. Er werden dadelijk ruim 250 woningen in aanbouw genomen. Dronten groeide snel. In 1966 beschikte het over meer dan 1100 huizen. Daarna ging het minder hard. In 1970 waren bijna 1300 woningen gereed of in aanbouw.

De ene A-kern, Biddinghuizen, kwam in 1962 uit de grond. De andere, Swifterbant, volgde in 1963. Bij beide was de eerste aanzet ongeveer 100 woningen. Ook zij groeiden aanvankelijk snel en later wat langzamer. In 1970 hadden ze beide tussen 500 en 600 woningen.

Ze zijn groter dan de normale A-kernen in de Noordoostpolder. In de eerste plaats bestrijken ze een groter gebied. Daar komt bij dat er dadelijk op is gerekend dat de landarbeiders die in hun gebied werken niet op de bedrijven wonen, maar in het dorp. Voor Dronten geldt hetzelfde.

Lelystad-binnenland, het gewestelijk centrum, moest wachten op het gereedkomen en goedkeuren van de plannen. Ook moest de bodem geschikt worden gemaakt door een zandophoging. Daarmee is begonnen in 1965 en in 1966 konden de eerste 274 woningen worden aanbesteed. In de daarop volgende jaren kwamen er telkens gemiddeld driehonderd bij, zodat aan het eind van 'onze halve eeuw' Dronten bijna was ingehaald. Met inbegrip van de op dat ogenblik in aanbouw zijnde woningen had Lelystad zelfs al een voorsprong.

Er waren toen plannen voor nog eens 2200 woningen in Lelystad, tegen 350 in Dronten. Een ander plan waaraan werd gewerkt, was dat voor Zeewolde, de eerste plaats die in Zuidelijk Flevoland, aan het Veluwemeer, zal verrijzen.

De uitgevoerde en de nog niet uitgevoerde plannen geven aan de steden en dorpen in Flevoland een speciaal karakter. Vele moderne inzichten van de stadsbouw komen daar tot hun recht. Dat geldt ook voor de industrieterreinen die in de ontwerpen van alle vier de plaatsen zijn opgenomen. Men tracht zo veel mogelijk industrie aan te trekken, vooral ook andere dan landbouwindustrie. De hoge gebouwen van de bedrijven geven de plaatsen een ander silhouet dan dat van conventionele dorpen. Dat begint al met de aluminium silo's, die welhaast een symbool zijn van de moderne landbouwme-

thoden. Ook buiten de dorpen zijn markante punten ontstaan. De gebouwen voor de drinkwatervoorziening bij Bremerberg, aan het Veluwemeer, worden in hoogte overtroffen door de Flevocentrale buiten de IJsselmeerdijk, waarin honderdvijftig megawatt elektrische energie kan worden opgewekt.

De bevolking begon met enkele bescheiden groepjes, samen omstreeks 200 zielen, op de dijken. De kampbewoners veroorzaakten een geleidelijke stijging, waardoor in februari 1961 de duizendste inwoner kon worden geboekt. De groei werd in hoofdzaak bepaald door de immigratie, ofschoon ook het geboortesaldo een bijdrage leverde. In deze jonge bevolking was het geboortecijfer hoog, al werden de excessieve waarden uit de eerste decennia van de Noordoostpolder niet bereikt. Het begon met omstreeks 40 per duizend en liep geleidelijk terug tot ruim 30. Het sterftcijfer was laag, gemiddeld 3 per duizend inwoners per jaar. Dit kon niet verhinderen, dat in 1961 een stagnatie optrad. De kampbezetting was volledig, pachters waren er nog niet en de woonkernen moesten nog worden gebouwd.

Nu begon de algemene intocht naar de boerderijen en naar de dorpen. Het inwonertal nam jaarlijks met 1500 tot meer dan 2000 toe. Het aantal van tienduizend werd bereikt in september 1967, allen ten oosten van de Knardijk, want de dijk om Zuidelijk Flevoland werd pas een paar weken later gesloten. Medio 1970 was de 15 000 gepasseerd. Swifterbant en Biddinghuizen hadden elk ongeveer 2000 inwoners. Zij zullen niet hard meer groeien. Dronten, dat een bevolking van 6000 personen had, en ook functies vervult die zich verder uitstrekken dan Flevoland, zal zich stellig verder uitbreiden. Het was in 1970 nog niet ingehaald door Lelystad, maar die zal, ook wat het inwonertal betreft, verreweg de grootste plaats worden. Er zijn prognoses gemaakt over de bevolking van Lelystad. Men heeft terecht een grote speling in acht genomen. Gemiddeld komt het neer op ruim 10 000 inwoners in 1975, 35 000 in 1985 en bijna 100 000 in het jaar 2000.

Als ook Zuidelijk Flevoland mee gaat doen, krijgt de groei een nieuwe impuls. Veel hangt af van de ontwikkeling van Almere en eventueel andere satellieten van de Randstad. Niemand kan voorspellen of het zal blijven bij een bevolking van enige honderdduizenden, of dat moet worden gerekend op meer, misschien véél meer, dan een miljoen.

Verleden, heden en toekomst

Voor het burgerlijk bestuur is op 10 november 1955 het Openbaar Lichaam voor de Zuidelijke IJsselmeerpolders ingesteld. Het kreeg zijn zetel in Dronten, toen de ontwikkeling daarvan dat mogelijk maakte. Zijn gebied strekte zich aanvankelijk uit tot

Oostelijk Flevoland met de omliggende wateren. In 1962 is het uitgebreid met Zuidelijk Flevoland en de Markerwaard.

De directeur van de RIJP, die optreedt als Landdrost, werd eerst in zijn taak bijgestaan door een Commissie van Advies. De leden daarvan, eerst drie, later vijf, werden benoemd door de minister van Binnenlandse Zaken. Deze benoemt nu alleen nog een adviescommissie van vijf leden voor Lelystad. Het algemeen bestuur wordt sinds 1965 gekozen door de bevolking. Er is nu (1970) een Adviesraad van dertien leden, die uit zijn midden een Dagelijks Adviescollege van drie leden kiest, dat wordt voorgezeten door de Landdrost. Men herkent in deze organisatie een Gemeenteraad en een college van B en W.

De gemeente Dronten zal dan ook niet lang meer op zich laten wachten. Er is al enkele jaren overleg over geweest. Daarbij is de vraag onder de ogen gezien, of Dronten moet worden ingedeeld bij de provincie Gelderland, of voorlopig onder het Ministerie van Binnenlandse Zaken zal ressorteren.

Het waterschap (heemraadschap) zal niet spoedig worden opgericht. Dat heeft tengevolge dat zw het waterstaatsbeheer van Flevoland nog een tijdlang zal moeten verzorgen. De polder is dan een waterstaatkundige eenheid. Met het oostelijke deel is al een grote ervaring opgedaan. De drie gemalen verzetten ongeveer de waterhoeveelheid waarvoor ze zijn ontworpen, of zelfs wat meer. Ze hebben de waterstand goed kunnen beheersen. Van het waterbezwaar van de hoge afdeling is slechts een klein deel door de Lovink uitgeslagen op het Veluwemeer. De 'zoutrekening' van het Veluwemeer wordt slechts heel weinig belast door Flevoland (5.4, blz. 349).

De waterrekening van Oostelijk Flevoland toonde een matige kwel, niet meer dan waarop was gerekend. Hoe de rekening van geheel Flevoland er uit zal zien, dat is een zaak van de tweede halve eeuw Zuiderzeewerken. De voorlopige cijfers zijn geruststellend (4.5, blz. 272).

6.5. DE MARKERWAARD, EEN ONBEKENDE TOEKOMST

Drie maal begonnen

Er zal veel meer dan een halve eeuw zijn voorbijgegaan sinds met de Markerwaard is begonnen, eer de polder een 'gewoon' deel van Nederland is geworden.

Voor een deel is de trage gang het gevolg van het feit dat er twee 'valse starts' zijn geweest. Er is dus drie maal mee begonnen (5.6, blz. 366).

De eerste maal was in 1941. De ontginning van de Noordoostpolder was toen juist aan de gang en er moest voor worden gezorgd dat een nieuwe polder klaar zou liggen tegen

de tijd dat het werk in de Noordoostpolder zou aflopen. Als eerste stappen voor de dijk-ring werd een grondverbetering gemaakt voor een dijkvak langs het Oostvaardersdiep en werd een dijk uitgebouwd van de noordwestpunt van Marken in de richting van Edam. Door de oorlog bleef het voorlopig daarbij. Na de oorlog werd het niet hervat, omdat toen Oostelijk Flevoland vóórging.

De tweede maal was in 1956. Nu zou de Markerwaard aan de beurt zijn als de ontginning uit Oostelijk Flevoland zou moeten 'overstappen' naar de volgende polder. Als meest urgente werken werden toen beschouwd de verbinding van de zuidwesthoek van Marken met het vaste land van Noord-Holland, bij de Nes, en de bouwputten voor het sluiscomplex bij Enkhuizen en voor de Houtribsluizen bij Lelystad. Bij het eerste werk moest de toegang te water tot de Gouwzee van het zuiden uit worden verbroken. Bij Enkhuizen moest rekening worden gehouden met de drukke scheepvaart naar en langs die stad door het Krabbersgat. Er moest een nieuwe vaargeul worden gebaggerd, waardoor de vaart werd omgeleid (4.8, blz. 318). Hier kwam ook een werkhaven, in nauwe relatie met het scheepvaartmuseum te Enkhuizen.

In 1959 was dit allemaal klaar. Toen werd doorgegaan met de dijk langs het Oostvaardersdiep, deels op de grondverbetering van 1941. Dat betekende een afwijking van het programma, dat oorspronkelijk was gericht op de Houtrib- en de Enkhuizersluizen en de dijk tussen die twee. Echter was in die dagen het plan in overweging om Zuidelijk Flevoland te laten vóórgaan: de dijk langs het Oostvaardersdiep paste zowel bij de ene polder als bij de andere (6.4.1, blz. 415). Inderdaad ging Zuidelijk Flevoland vóór; de dijk werd 'overgeboekt' op die polder en de Markerwaard kwam ten tweede male stil te liggen.

De derde start viel in 1963. Nu was er geen ontkomen aan. De Markerwaard moest als laatste IJsselmeerpolder aan de beurt komen als vervolg op Zuidelijk Flevoland. De enige ontsnappingsmogelijkheid zou hebben gelegen in een besluit om de Markerwaard in het geheel niet te maken en zijn zeshonderd vierkante kilometers toe te voegen aan het domein van de watersport. Tot in 1970 is hierover fel gediscussieerd, waarbij de gemeederen soms sterk verhit werden. Ik meen dat de beslissing om de Markerwaard wel te maken in het belang is van een evenwichtige ontwikkeling van Nederland als geheel. Het gaat niet om de watersport (met grote jachten) alléén. De grond die de Markerwaard ter beschikking stelt, kan worden gebruikt voor veel doeleinden die verlichting brengen op andere plaatsen waar anders door een groot gedrang onherstelbare schade zou worden aangericht. De watersport zal aan zijn trekken komen door zorgvuldigheid te betrachten bij het ontwerp van het westelijke randmeer, tussen Enkhuizen en de hoek van het IJ (4.8, blz. 317). Hier wordt voor afwisseling gezorgd tussen doorgangen van

bescheiden afmetingen en ruimere meren, waarbij er ook voor wordt gezorgd dat het uitzicht op het mooie havenfront van Hoorn niet verloren gaat. De laatste strijd gaat over de omgeving van Marken, dat kan worden opgenomen in de nieuwe polder, of een eiland kan blijven te midden van min of meer kunstmatige watervlakten. Een belangrijke rol speelt hier de vrij snelle geleidelijke bodemdaling van Marken.

Had men in 1941 de westelijke begrenzing van de Markerwaard moeten vaststellen, dan was er geen randmeer van enige omvang uit de bus gekomen. Hydrologische eisen zijn daar helemaal niet en de toenmalige eisen van het transport van schepen en van water gingen niet verder dan een, op sommige plaatsen wat verbreed, randkanaal. Wij mogen blij zijn dat nog in 1970 alle vrijheid bestaat om de Markerwaard zo goed mogelijk aan te passen aan de nabijgelegen Randstad.

Dijken

Sinds 1963 neemt de Markerwaard dus weer een belangrijke plaats in bij de Zuiderzeewerken. De uitvoering concentreert zich vooralsnog op de dijk Houtrib-Enkhuizen. Eerst kwam een 5 kilometer lang dijkvak, aansluitend bij de vroeger gebouwde dam aan de noordwestkant van de bouwput voor de Houtribsluizen (4.1.8, blz. 311). Zo ontstond de baai van Lelystad. Aan de andere kant, bij Enkhuizen, werd in 1966 begonnen en drie jaar later kwam ongeveer in het midden een stukje dijk met een werkhaven tot stand.

De dijk, langs het IJsselmeer, loopt ten noorden om het Enkhuizerzand heen. Op kaarten van vóór 1958 vertoont het tracé een deuk, waardoor een groot stuk van het onvruchtbare Enkhuizerzand buiten de polder bleef en deel bleef uitmaken van het IJsselmeer. Onvruchtbaarheid is nu geen reden meer om een gebied buiten de inpolderingen te houden.

Als het oude tempo kon worden aangehouden, zou de 24 kilometer lange dijk in twee of drie jaar zijn gemaakt. Daar is echter geen sprake van, omdat er niet voldoende fondsen voor beschikbaar worden gesteld. Men mag nu blij zijn als de dijk in 1974 wordt gesloten. Dan moeten ook de Enkhuizersluizen en de Houtribsluizen in bedrijf zijn.

Voor het wegverkeer worden over beide sluiscomplexen ruime bruggen gemaakt. Het spoedig tot stand komen van een wegverbinding van de kop van Noord-Holland met centraal Nederland wordt beschouwd als een belangrijke zaak. Hij heeft meegeteld bij het vaststellen van de prioriteit voor de noordoostelijke dijk.

Vroeger, in 1956, had die prioriteit een andere reden, die nu niet meer geldt. Men had namelijk geconstateerd dat het zuidelijk deel van het IJsselmeer, waar nu Zuidelijk Flevoland is en waar de Markerwaard zal komen, geleidelijk dieper werd. Het ging slechts om centimeters, maar het was onmiskenbaar en het bleef na de afsluiting van de

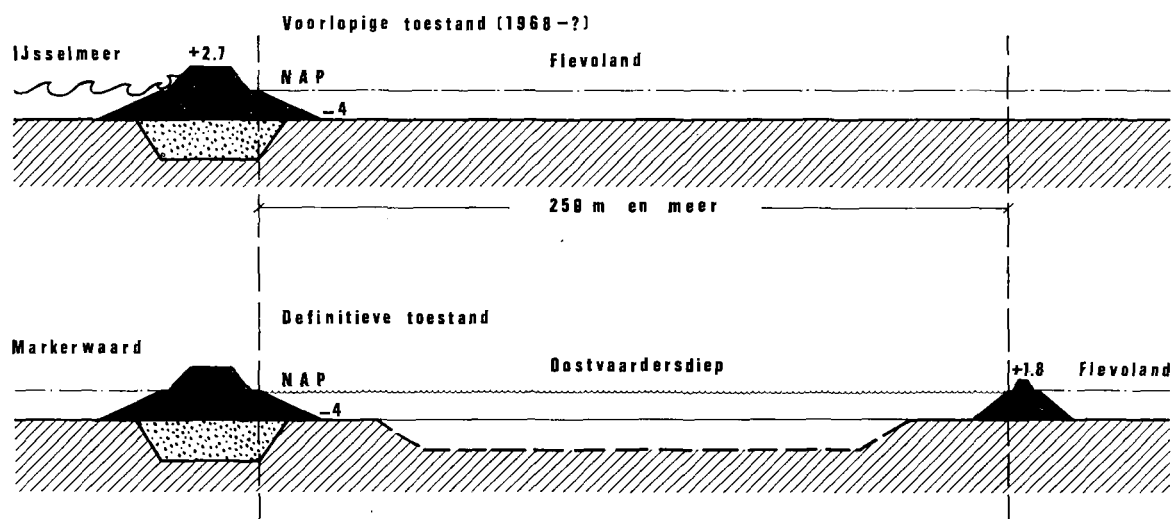


Fig. 85. Dwarsdoorsneden over het Oostvaardersdiep

Zuiderzee voortgaan. Blijkbaar werd het door de golven opgewoelde slib bij rustiger weer afgezet in de diepe geulen in het noorden. Dit verlies aan vruchtbare grond, dat niet wordt gecompenseerd door slibtransport in omgekeerde richting, werd hoogst ongewenst geacht, omdat de nieuwe polders toen nog voornamelijk werden beschouwd als landbouwstreken. Er moest dus zo spoedig mogelijk paal en perk worden gesteld aan de uittocht van slib.

Tegen de tijd dat de noordoostelijke dijk, langs het IJmeer, is gesloten, moet worden begonnen met de andere dijkvakken, langs het Oostvaardersdiep en de randmeren. Het tracé van het eerste staat vrijwel vast, het kan hoogstens gaan om een paar tientallen meters grotere of kleinere breedte van het Oostvaardersdiep. Het zal de enige dijk van de Zuiderzeewerken zijn die wordt gemaakt 'in den droge', namelijk in het drooggeval- len Flevoland (fig. 85). De benodigde grond zal waarschijnlijk geheel of grotendeels worden verkregen door het Oostvaardersdiep uit te diepen. Zo slaat men twee vliegen in één klap, of wordt 'werk met werk gemaakt' (6.4.1, blz. 416).

Ten aanzien van de ligging van de dijken langs het IJmeer en het westelijk randmeer bestaat nog geen zekerheid, maar in grote lijnen ligt het tracé toch wel vast. De volgorde van uitvoering wordt zodanig gekozen dat in elke fase van de aanleg de scheepvaart en de waterbeweging verzekerd zijn. De laatste opening zal worden gedicht in de IJmeer- dijk, naar wij hopen niet later dan in 1980.

Of die hoop in vervulling zal gaan hangt af van de Rijksfinanciën. Wat moet men bij-

voorbeeld denken van een passage in de memorie van toelichting bij de begroting van Verkeer en Waterstaat voor 1967, waarin 135 miljoen gulden werd aangevraagd voor de Zuiderzeewerken. Indien men de voltooiing der Zuiderzeewerken omstreeks 2000 verwacht, zullen de eerstvolgende tien jaren hogere bedragen nodig zijn. In de eerste helft van de negentiger jaren zullen de investeringen geleidelijk afnemen. Van die hogere bedragen is vooralsnog niet veel terechtgekomen.

Binnen de dijken

De waterstaatkundige toestand van de Markerwaard wordt eenvoudig gehouden. Er komt maar één afdeling. Als in het 'hoge' gedeelte een afzonderlijke, minder diep bemalen afdeling zou worden ingesteld, zou een deel van het door de gemalen uitgeslagen water minder hoog worden opgevoerd en misschien zou ook op het grondwerk voor kanalen en tochten worden gespaard. Deze voordelen worden minder hoog aangeslagen dan vroeger en er staat tegenover dat nu het stelsel van hoofdkanalen eenvoudig kan zijn (fig. M).

Deze kanalen bereiken de ringdijk op drie punten, waar dus de toegangsluizen komen. Eén daarvan geeft verbinding met het Westelijk Randmeer, de andere twee met het Oostvaardersdiep. Daar is ook de plaats voor de twee gemalen, die dus het polderwater uitslaan op buitenwater waar het het minste kwaad doet. Het IJsselmeer wordt niet belast met het water uit de Markerwaard (4.5, blz. 273).

De detail-ontwatering hangt af van de bestemming die aan de verschillende stukken van de Markerwaard zal worden toebedeeld. Daarover staat feitelijk nog niets vast. Het Enkhuizerzand zou kunnen worden omgetoverd tot een 'Westfries Hout'. Misschien kunnen enkele diepe oude getij-geultjes worden gevormd tot waterpartijen. Van het reliëf van de zeebodem moet men zich echter geen overdreven voorstelling maken, al ziet het er op de zeekaart nog zo imposant uit (5.2, blz. 329).

De mogelijkheid is ook overwogen om in de polder een groot vliegveld aan te leggen. Daarvoor zou elders grond moeten worden opgeofferd die men ongaarne zou missen. Ook is hier de gelegenheid om de hinder die een vliegveld veroorzaakt, te beperken. Bij de aanleg zou rekening kunnen worden gehouden met plaatsen, zoals Hoorn, Enkhuizen en Lelystad, die op grote afstand liggen. De naaste omgeving kan worden aangepast aan het vliegveld, inplaats van het omgekeerde.

Verder is alles nog onzeker, al is het duidelijk dat de Markerwaard deel zal gaan uitmaken van de noordoostelijke uitloper van de agglomeratie van Amsterdam. Er zal heel wat studie en overleg nodig zijn om uit te vinden hoe Nederland op de beste manier profijt kan trekken van de uitbreiding van zijn grondgebied met honderden vierkante kilometers.

DE KOSTEN VAN DE ZUIDERZEEWERKEN

7.1. GROEIENDE BEGROTINGEN

Bij een zo grote onderneming als de Zuiderzeewerken zijn de kosten van primaire betekenis. Bij alle beslissingen over al dan niet uitvoeren, en ook over al dan niet doorgaan, is dan ook telkens de vraag gesteld of de offers niet te veel zouden zijn ten opzichte van de verwachte resultaten.

Deze vraag kan niet exact worden beantwoord. Het antwoord hangt er van af, of het werk moet worden beschouwd als een commerciële of als een nationale onderneming. In het eerste geval moet het er in gestoken kapitaal, met de daarop verschuldigde rente, worden terugverdiend door de opbrengst, dat is in dit geval de verkoop van de gewonnen grond. In het tweede geval is het de vraag, in hoeverre de gemeenschap de kosten mag dragen van indirecte voordelen, die onder andere zijn verbonden aan de Afsluitdijk. Het spreekt helemaal niet van zelf, dat voor de daaraan verbonden kosten rente moet worden gerekend.

Een andere zaak is, dat het niet vaststaat, wanneer een gewonnen landstreek eigenlijk klaar is. Men legt de dijken aan, maakt het afwateringstelsel in orde en maakt de polder droog. De belangrijkste wegen en bruggen worden gebouwd en dan kan het land worden verkocht. Men heeft het wel zó uitgedrukt, dat met werken binnen de polder moet worden doorgegaan tot het land zijn normale verkoopwaarde heeft. De ervaring met omstreeks het midden van de negentiende eeuw gewonnen land, de Waard- en Groetpolders, de Anna Paulowna en de Haarlemmermeer, toonde aan, dat degenen die de 'normale' waarde hadden betaald, een miskoop hadden gedaan. Het land moest veel verder worden ontwikkeld, vóór er een behoorlijk bestaan mogelijk zou zijn.

Bij de begrotingen uit de periode waarin de beslissing moest vallen over het al dan niet uitvoeren van de Zuiderzeewerken (1848-1918), is daarmee niet, of althans slechts ten dele rekening gehouden.

Er is nog een derde bron van onzekerheid bij het maken van een begroting. Deze kan niet anders berusten dan op de omstandigheden die heersen in de tijd waarin de begroting wordt opgemaakt, dat zijn de beschikbare technische middelen, het prijspeil en eventueel de rentevoet. Bij een werk dat zich zal uitspreiden over verscheidene tientallen jaren, is er geen sprake van, dat deze drie factoren onveranderd zullen blijven. Men weet dus, dat de werkelijkheid zal afwijken van de begroting, maar het is volstrekt onmogelijk om te voorzien hoe groot de afwijking zal zijn. Het is redelijk om te verwachten, dat de uitkomst hoger zal zijn dan de raming, omdat de stijging van het prijspeil de andere factoren zal overheersen.

Het gevolg is, dat op elkander volgende begrotingen een stijging te zien geven.

De eerste begroting die meer voorstelt dan een ruwe schatting, is die van het ontwerp van Kloppenburg en Faddegon voor het droogmaken van de kom van de Zuiderzee. Zij rekenden, in 1848, dat een bedrag van 92 miljoen gulden voldoende zou zijn om 2600 km² land droog te maken. Dat komt overeen met ongeveer 3½ cent per bruto vierkante meter. Om de prijs per 'netto' (verkoopbare) vierkante meter te krijgen, moet de 'bruto' prijs worden vermeerderd met 10 tot 15 percent. De netto prijs van Kloppenburg en Faddegon zou dus neerkomen op 4 cent per vierkante meter, of vierhonderd gulden per bunder.

Het lijkt geen twijfel dat deze prijs te laag is. Van Diggelen, wiens ontwerp uit dezelfde tijd stamt, en die het in 1849 publiceerde, komt al tot 6 cent per m². Hij rekende dat het droogmaken van 5500 km² een bedrag van 326 miljoen zou vergen. Voor die tijd een enorm bedrag, meer dan twee maal de jaarlijkse staatsbegroting. Van Diggelen motiveert deze uitgaaf vooral op grond van de grote sociale en economische (dus indirecte) voordelen die de uitvoering van zijn plan met zich zou brengen.

In de periode 1866–1877 zien wij de plannen voor het droogmaken van de kom van de Zuiderzee bezuiden de monden van de IJssel. Het ging hier oorspronkelijk om het aanvragen van een concessie; er is dus gerekend met een rentelast. Achtereenvolgens zijn vier begrotingen opgemaakt, die een sterke stijging te zien geven, vrijwel een verdubbeling van de prijs per eenheid van oppervlak. De drie genoemde redenen van prijsstijging kunnen in dit korte tijdverloop hiervoor geen verklaring geven. Er moet dus nog een andere oorzaak zijn.

Die is te vinden in het feit dat elk van die plannen een nadere uitwerking was van de vorige. Bij het uitwerken komen telkens verscheidene zaken naar voren waarmee niet, of niet voldoende, rekening was gehouden. Bij het eerste van die plannen, dat van Beyerinck, was bovendien van een heel lage rentevoet uitgegaan.

De plannen waren betrekkelijk goedkoop, omdat het werk in de 'moeilijke' noordelijke delen van de Zuiderzee was vermeden. In de kom zou alles gemakkelijker gaan. Beyerrinck kwam dan ook uit op een lagere grondprijs dan Van Diggelen. Elf jaar later was de eenheidsprijs gestegen tot $7\frac{1}{2}$ cent zonder rente. Met bijberekening van rente kwam men nu tot boven het dubbeltje.

TABEL 36. BEGROTINGEN VOOR DE ZUIDERZEEWERKEN

	<i>Kloppenburger & F.</i>	<i>Van Diggelen</i>	<i>Beyerrinck</i>	<i>Stieltjes</i>	<i>Stieltjes-Staatse.</i>	<i>Leemans-Wetsontw.</i>	<i>Lely</i>	<i>Staatscommissie</i>	<i>Begrotingse.</i>	<i>ZW</i>
Jaartal	1848	1849	1866	1870	1873	1877	1891	1894	1914	1925
Oppervlak km ²	2600	5500	1950	1950	1950	1575	2320	2120	2120	2240
<i>zonder rente</i>										
miljoen gulden	92	326	84	98	124	116	190	189	230	380
cent per bruto m ²	—	—	—	—	—	—	42	59	66	110
Geheel	—	—	—	—	—	—	148	130	155	270
Afsluitdijk	—	—	—	—	—	—	8,2	8,9	10,8	17,0
Polders	3,5	5,9	4,3	5,0	6,3	7,4	6,4	6,1	7,3	12,1
Afsluitdijk inbegr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zonder Afsluitdijk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>met rente (op rente)</i>										
rentevoet	—	—	3%	4%	5%	4%	3½%	3½%	4½%	5%
miljoen gulden	—	—	106	140	184	164	223	312	—	449
cent per bruto m ²	—	—	—	—	—	—	62	98	—	—
Geheel	—	—	—	—	—	—	161	214	—	—
Afsluitdijk	—	—	—	—	—	—	9,6	14,7	—	20,1
Polders	—	—	—	—	—	—	6,9	10,1	—	14,3
Afsluitdijk inbegr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zonder Afsluitdijk	—	—	5,4	7,2	9,4	10,4	—	—	—	—

Ook Lely rekende als een particulier. Bij het afwegen van de voor- en nadelen van polders met of zonder Afsluitdijk maakte hij alleen gebruik van financiële argumenten. Hij kwam tot de conclusie dat de kostprijs van het land in het eerste geval het laagste was. De bijkomende voordelen van de Afsluitdijk waren voor hem een hoogst welkome aanvulling, maar bij de keuze speelden ze niet mee. In die tijd beschouwde men de Afsluitdijk nog niet als een element dat zijn eigen kosten waard was. De grondprijzen 'zonder Afsluitdijk' waren in die gedachtengang niet reëel.

De Staatscommissie die het werk van Lely beoordeelde, bracht enige veranderingen aan. Zo werd aan de kosten van de afsluiting een bedrag van 10 miljoen toegevoegd voor de militaire werken.

De totale som van 312 miljoen is het resultaat van een berekening met samengestelde interest. Zou men de jaarlijkse rente ten laste van de gewone dienst nemen, en dus met enkelvoudige interest rekenen, dan werd het totaal 260 miljoen en de meterprijs 12,3 cent.

Ook de begroting die als grondslag diende voor de wet van 1918, is weer hoger. Vooral het hogere rentepercentage heeft invloed op de 'commerciële' prijzen.

Het accres ziet er redelijk uit: de som die nodig is om zo'n 2000 vierkante kilometer aan Nederland toe te voegen, is van dezelfde orde van grootte als de staatsbegroting voor één jaar. Al te veel waarde mag niet worden gehecht aan de getallen in de tabel. De berekeningen zijn onderling niet geheel vergelijkbaar. Sommige uitgaven, zoals de steun aan de visserij, zijn op verschillende manier opgenomen, of ontbreken geheel. Wij mogen alleen zeggen, dat tabel 36 de algemene trend aangeeft.

Een grote sprong wordt gemaakt naar de begroting van 1925. Met de werken was toen al ervaring opgedaan, zodat sommige posten beter konden worden geraamd dan voorheen. Dat is echter niet de enige reden, waarom de kosten nu plotseling zoveel hoger worden.

Voor de Afsluitdijk was het werk van de Staatscommissie-Lorentz een reden om de raming te verhogen. De versterking van de dijken om de Waddenzee werd veel omvangrijker dan waarop was gerekend. De Afsluitdijk zelf moest hoger worden, ook omdat men hogere eisen was gaan stellen aan de veiligheid. Daarbij kwam nog de verbreding van de binnenberm. (In de officiële stukken staat de Afsluitdijk te boek voor 90 miljoen, maar dat betreft alleen de na 1925 te maken dijk. Voor de al gemaakte dijk door het Amsteldiep met bijbehoren is hier 20 miljoen extra opgevoerd.)

De commissie Lovink heeft een nog grotere invloed gehad op de raming van 1925. Zij gaf immers aan, dat heel veel zou moeten gebeuren met de drooggevalen gronden eer ze konden worden beschouwd als normaal land. Tot dusver werd het leeuwendeel van de geraamde kosten gevormd door de 'civiele' werken. Nu kregen de ontginning en de kolonisatie een groter aandeel dan tevoren. Daarentegen kon een groter bedrag worden afgetrokken voor de inkomsten, door verkoop van de oogst en geïnde huren en pachten tijdens de kolonisatieperiode. In de begroting van 1925 is daarvoor 95 miljoen gulden afgetrokken.

Anderzijds toonde de commissie Lovink aan, dat de kosten van de Afsluitdijk werden gecompenseerd door de baten die de aanwezigheid van de dijk zou opleveren. Die kosten mochten dus niet meer drukken op de rekening van de polders.

Bij de raming van de kosten van de Noordoostpolder in 1935 is dan ook geen rekening gehouden met de Afsluitdijk. Niettemin kwam die raming uit op 124 miljoen gulden voor de hele polder, dat is 26 cent per vierkante meter, of 2600 gulden per hectare.

7.2. DE KOSTEN VAN DE WERKEN

De jaarrekeningen

Wil men een overzicht krijgen van de bedragen die in een halve eeuw zijn uitgegeven aan de Zuiderzeewerken, dan is het doelmatig de hele periode in drieën te delen.

De eerste fase loopt dan van 1920 tot en met 1935. In die tijd kwam de Afsluitdijk tot stand. De Wieringermeer werd drooggelegd, ontwaterd en van wegen en bruggen voorzien. Het prijspeil was tamelijk stabiel. Eerst liep het op, maar in de crisisjaren namen de aannemers genoegen met kleine winsten en liepen lonen en prijzen eerder terug dan dat ze stegen. De hulpmiddelen voor de uitvoering waren nog primitief: er werd nog veel met de schop gewerkt, er was paardentractie en het baggermaterieel was in onze ogen ouderwets.

Als tweede fase kan men de jaren van 1936 tot en met 1949 beschouwen. Het was de tijd van de Noordoostpolder, waarmee in 1936 werd begonnen en die in 1949 in een vergevorderd stadium was. Dit tijdperk werd overheerst door de oorlog, die jarenlang normaal doorwerken belemmerde en die werd gevolgd door prijsstijgingen.

Deze prijsstijgingen zijn een belangrijk kenmerk voor het derde tijdvak, dat van Flevoland, van 1950 tot het eind van de halve eeuw. Hun invloed is enigermate getemperd door het in gebruik nemen van moderne werktuigen en hulpmiddelen. De kosten van grondverzet zijn tussen de twintiger en de zestiger jaren ongeveer verdubbeld en dus

TABEL 37. DE MILJOENENREKENING

<i>Eerste periode</i>				<i>Tweede periode</i>				<i>Derde periode</i>			
1919	0,2	1927	15	1936	17	1943	26	1950	59	1960	108
1920	2½	1928	25	1937	28	1944	25	1951	80	1961	113
1921	4	1929	38	1938	32	1945	18	1952	90	1962	121
1922	2½	1930	36	1939	36	1946	35	1953	75	1963	120
1923	3	1931	52	1940	34	1947	45	1954	105	1964	135
1924	3	1932	32	1941	28	1948	62	1955	107	1965	127
1925	3½	1933	13	1942	25	1949	68	1956	94	1966	126
1926	1½	1934	13					1957	105	1967	167
		1935	12					1958	89	1968	152
								1959	89	1969	170
Totaal (ongeveer)		255				480				2250	

ver achtergebleven bij de stijging van het algemene prijsniveau. Zo gunstig ligt het in de meeste gevallen niet. De kosten zijn gestegen tot een niveau dat men zich vroeger niet kon voorstellen. Ze zullen zonder twijfel in de toekomst nog verder omhoog gaan.

Een opsomming van de kosten vindt men in de jaarlijkse begrotingen en de jaarrekeningen van het Zuiderzeefonds en, na de opheffing van dat fonds aan het eind van 1966, in die voor Verkeer en Waterstaat. De eindcijfers van de rekeningen zijn niet gemakkelijk te achterhalen. In de globale opsomming (tabel 37) van de jaarlijkse uitgaven (in miljoenen guldens) is deels van de resultatenrekeningen, deels van de begrotingcijfers uitgegaan.

In onze halve eeuw is dus rond drie miljard gulden aan de Zuiderzeewerken besteed. Daar staan de baten tegenover die de ontginning en de exploitatie van de polders aan de WMD en de RIJP hebben opgeleverd, meer dan zevenhonderd miljoen gulden.

Er is natuurlijk geen sprake van, dat uit de bedragen de hoeveelheid verzet werk kan worden afgelezen. In de periode 1927-1932, toen de Afsluitdijk is gebouwd en de Wieringermeer werd bedijkt en drooggemaakt, is het hoogste jaartotaal nauwelijks boven vijftig miljoen gulden uitgekomen. Voor dat bedrag kon veertig jaar later heel wat minder worden gepresteerd.

De onderdelen

Bij het vaststellen van de bedragen die de onderdelen van het werk, de afsluiting en de polders, hebben gevegd, moet worden gelet op een aantal complicaties.

Allereerst is daar de rente. Een deel van de werken is gefinancierd ten laste van de gewone dienst. Daarvoor is geen rente gerekend. Voor andere delen is kapitaal verstrekt uit de kapitaaldienst van de Rijksbegrotingen. Voor de rente daarvan is soms gerekend met het lage percentage van kort geld, in andere gevallen was het percentage wat hoger. De rente zelf kwam ten laste van de gewone dienst. Samengestelde interest is dus nooit berekend. Het lijkt tamelijk willekeurig; in het volgende zijn de renteposten weggelaten.

Dat is ook gedaan met het grootste deel van de kosten van de beherende en besturende rijksdiensten, ZW, WMD en RIJP. Dat zijn grote bedragen, want er is een omvangrijke organisatie nodig om alles goed te laten verlopen. Op 29 juni 1920 had ZW 33 personeelsleden. Hun taak was het uitwerken van de plannen, het 'besteksklaar' maken van de werken die de eerstvolgende jaren tot uitvoering zouden komen en het leiden van het allereerste werk, de beteugeling van het Amsteldiep. Naarmate er meer werken werden uitgevoerd, moest de dienst worden uitgebreid. 'Buitendiensten' werden ingesteld en bemand. Sluis- en gemaalpersoneel kwamen de gelederen versterken en het is niet te

verwonderen dat zw is gegroeid tot ruim 500 man, waarvan de grote meerderheid standplaatsen heeft bij de Afsluitdijk, in de Noordoostpolder en Flevoland en bij de Markerwaard. Formeel worden de kosten van de dienst, die tussen vijf en tien percent van het geheel uitmaken, omgeslagen over de afsluiting en de polders.

Bij de WMD en de RIJP ligt het anders. Daar neemt een deel van het personeel rechtstreeks deel aan het ontginningswerk. Daardoor moeten deze diensten groter zijn dan zw. Voor het uitvoeren van de steeds ingewikkelder taken waarvoor de RIJP wordt gesteld, was in 1970 een personeelbestand van ruim 900 nodig. Van de 'apparaatskosten', tien tot twintig percent van het totaal, moet een deel op de ontwikkeling van de polders drukken. Wij zullen ongeveer de helft van de kosten van de dienst opnemen in de rekening van de polders.

Andere posten lopen tot in het oneindige door, zoals de kosten van beheer en onderhoud, van aanpassing en verbetering. Deze zijn alleen in rekening gebracht tot het moment waarop het object als 'voltooid' wordt beschouwd. De keus van dat moment is uiteraard enigszins willekeurig.

Wat overblijft zijn de bedragen die zijn uitbetaald aan de aannemers van de werken, de aangeschafte materialen (steen!) en de kosten van opmetingen, studies en adviezen.

De afsluiting

De aanlegkosten van de afsluiting van de Zuiderzee omvatten de bouw van de Afsluitdijk en van de Stevin- en Lorentzsluizen. Verder zijn er de voorzieningen voor de zee-wering rond de Waddenzee en die voor de scheepvaart over het IJsselmeer. Een laatste uitgavenpost heeft betrekking op werken in verband met de landsverdediging.

Bij de doorlopende kosten behoren, behalve onderhoud en herstel van stormschade, de uitkeringen aan de vissers op grond van de Zuiderzeesteunwet.

Kenmerkende jaartallen zijn 1926, 1933 en 1953. Aan het eind van het eerstgenoemde jaar was het Amsteldiep afgesloten en waren reeds verscheidene voorzieningen langs de Waddenzee getroffen. Het jaar 1933 zag de voltooiing van de Afsluitdijk en de dijkverhogingen om de Waddenzee. De defensiewerken waren toen nog lang niet klaar; daaraan is gewerkt tot de oorlog van 1940. De werken om het IJsselmeer liepen nog veel langer door. Pas in 1953 kwamen, als laatste, de werken bij Zwolle gereed (4.7, blz. 300). Na dit jaar volgde een vijftienjarige periode, waarin, behalve de kosten van de Zuiderzeesteunwet, vrijwel alleen onderhoud en verbeteringen een rol speelden. Een nieuwe fase begon in 1968 met de verdubbeling van de weg over de Afsluitdijk, gecombineerd met en gevolgd door een grootscheepse (en dus kostbare) reconstructie van de Afsluitdijk.

TABEL 38. KOSTEN AFSLUITING VAN DE ZUIDERZEE (MILJOENEN GULDENS)

<i>Tot en met</i>	1926	1933	1953
Afsluitdijk	8	82	83
Stevin- en Lorentzsluizen	1	30	31
Zeewering Waddenzee	7	18	18
Scheepvaart IJsselmeer	—	1	8
	16	131	140
Defensie	—	7	15
	16	138	155
Onderhoud, stormschade	1	2	7
Zuiderzeesteunwet	—	10	33
	17	150	195

De kosten van de Zuiderzeesteunwet lopen heel regelmatig op met een bedrag van meestal tussen één en twee miljoen gulden per jaar. Blijkbaar wordt de waardedaling van het geld ongeveer gecompenseerd door de vermindering van het aantal belanghebbenden. In 1970 was het totale bedrag gestegen tot 57 miljoen gulden.

De polders

Voor de polders is het nog moeilijker dan voor de Afsluitdijk om het ogenblik te bepalen waarop de bouwrekening overgaat in de exploitatierekening. Men kan nog een redelijke schatting maken van het tijdstip waarop de waterbouwkundige werken en ook het ontginningswerk in eerste aanleg zijn voltooid. Dat tijdstip is in de volgende tabel aangehouden. Er is echter geen sprake van dat de ontwikkelingsfase dan achter de rug is. De grote kapitalen die vooral in de woonkernen worden gestoken, zijn buiten beschouwing gebleven.

Voor de Wieringermeer is 1941 beschouwd als het laatste jaar van de aanleg. De financiële gevolgen van de inundatie van 1945 zijn dus niet in de rekening opgenomen. Dat waren 4 miljoen gulden voor dijkherstel en droogmaken en 8 miljoen voor het opnieuw inrichten. Ook de 2½ miljoen voor de aanleg en exploitatie van de proefpolder, die doorgaans ten laste van de Wieringermeer worden gebracht, zijn hier weggelaten.

De rekening voor de Noordoostpolder is doorgezet tot en met 1953, toen de polder geheel was ontwaterd. De WMD is er nog werkzaam gebleven tot het eind van 1963. In die tien jaar heeft hij er nog ongeveer 240 miljoen gulden ingestoken. Daar stond een bijna even grote (227 miljoen) opbrengst tegenover. De op de exploitatie gemaakte winst was bijna groot genoeg om het 'afmaken' van de dorpen te financieren. ZW was aan het eind van de halve eeuw nog in de Noordoostpolder bezig. De werken voor verbeteren en onderhoud vielen grotendeels in de hoge prijzen en daardoor is het te verklaren dat de laatste telling anderhalf maal zo hoog is als die van eind 1953. De ringdijk,

die één van de posten is van de rekening van 1953, was nog geheel gemaakt vóór de prijzen begonnen te stijgen. Hij is dus relatief te goedkoop.

Dat is trouwens ook het geval bij de volgende polders, omdat de ringdijk altijd het eerste werk is. De latere werken, vooral de 'droge' werken binnen de polders, worden dus altijd uitgevoerd in een periode waarin het prijspeil alweer hoger is.

TABEL 39. KOSTEN VAN AANLEG VAN DE IJSSSELMEERPOLDERS (MILJOENEN GULDENS)

Periode	Wieringer- meer 1927-1941	Noordoost- polder 1936-1953	Flevoland		Marker- waard 1941-1969
			Oostelijk 1950-1969	Zuidelijk 1959-1969	
Bedijking	23	35	169	173	62
Belang omliggend land	5	3	4	1	
Gemalen en droogmalen	3	7	23	18	
Binnen de polder, nat	10	32	62	30	
Binnen de polder, droog	15	34	59	6	
	56	111	317		
Drooghouden en onderhoud	3	11	28	4	
Waterbouwkundige werken	59	122	345		
Ontginning en inrichting	39	350	610	0,2	
Baten id	22	178	301		
Netto ontg. en inr.	17	172	309		
Totaal	76	294	654		

Oostelijk Flevoland kan aan het eind van de halve eeuw vrijwel als 'klaar' worden beschouwd. De waterbouwkundige werken waren in eerste instantie gereed. De agrarische exploitatie strekte zich uit over het gehele gebied dat daarvoor in aanmerking kwam. Meer nog dan in de Noordoostpolder geldt, dat het ontwikkelingswerk hierna nog lang niet voltooid is. De groei van Dronten en vooral van Lelystad zal grote kapitalen vergen, maar die behoren niet meer tot de winning van het nieuwe land. De toestand waarin Oostelijk Flevoland na 1969 verkeerde, verschilt niet veel van die in de Noordoostpolder aan het eind van 1953.

De in de tabel vermelde bedragen zijn verkregen na het aanbrengen van globale correcties. Zoals reeds is gezegd, zijn de kosten van ontginning en inrichting verkregen door van het officiële bedrag tien percent af te trekken voor een deel van de 'apparaatkosten'. Bij de bedijking zijn de kosten afgevoerd die verband houden met de randmeren. Dat zijn de grondwerken voor de Ketelbrug, de Roggebotsluizen en de Hardersluis. Deze kunstwerken en ook de brug bij Elburg zijn bij de randmeren gevoegd.

Dergelijke correcties zijn in Zuidelijk Flevoland aangebracht voor de sluizen bij Nijkerk en de brug bij Muiderberg. In de post voor de bedijking van die polder zijn ook de

kosten begrepen van de werken langs het Oostvaardersdiep die oorspronkelijk waren opgenomen in de rekening van de Markerwaard.

Er is natuurlijk geen sprake van dat de getallen van de tabel enig houvast geven ten aanzien van het bedrag dat Zuidelijk Flevoland zal hebben gekost als het zo ver zal zijn ontwikkeld als Oostelijk Flevoland in 1969 was, de Noordoostpolder in 1953 of de Wieringermeer in 1941. Alleen de posten voor de dijken, het omliggende land en de gemalen zullen niet veel meer veranderen. Met de werken binnen de polder was nog maar een begin gemaakt en de RIJP was maar juist gearriveerd. Het zal vrijwel ondoenlijk zijn om aan te geven wanneer de inrichting van de nieuwe polder zal overgaan in de ontwikkeling van het deel van Nederland dat zich toevallig binnen die polder bevindt.

Van de Markerwaard kan alleen maar een klein deel van de kosten van de ringdijk worden opgenomen. Het is tot stand gekomen na het globaal aanbrengen van verscheidene correcties. Overgebleven zijn de werken bij Marken in 1941-1942 en in 1956-1957, een deel van de bouwputten van Enkhuizen en de Houtrib (omdat daarbij ook delen van de ringdijk zijn gemaakt) en de sinds 1963 uitgevoerde werken aan de noordoostelijke dijk.

Een enkele opmerking over de gemalen. Zij zijn gebouwd tegelijk met de ringdijken en vallen daardoor in de relatief goedkope periode van elke polder. Een tiende deel van de kosten vergt de bouwput. Vier tiende gaat naar de onderbouw, waarbij de toegangsluis ook is gerekend. Van de andere helft bestaat een klein deel uit de bovenbouw, maar verreweg het grootste deel uit de machinale inrichting: motoren en pompen. De eerste gemalen kostten ongeveer een miljoen gulden. De latere kampten niet alleen met het stijgende prijspeil, maar hadden ook een veel groter vermogen (5.4, blz. 350). Het is dan ook te begrijpen dat de Wortman elf miljoen gulden kostte en de Van Kuffeler vijftien.

De kosten van de polders zijn wel heel anders geworden dan Lely zich had voorgesteld. Zijn raming beperkte zich tot de waterbouwkundige werken. Daarmee was de kous af. Bij de begroting van 1925, vóór met de polders werd begonnen, maar na de commissie Lovink (2.1.5, blz. 64), is de ontginning en inrichting wel opgenomen. De cijfers weer spiegelen de verdubbeling van de taak. Er blijft dan nog een matige verhoging van het

TABEL 40. RAMINGEN EN UITKOMST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS (MILJOENEN GLD)

<i>Polder</i>	NW	NO	ZO	ZW
Lely	14	33½	57½	43
1925	37—5 = 32	84—23 = 61	143—43 = 100	101—24 = 77
Uitkomst	98—22 = 76	472—178 = 294	1900—600 = 1300	—

prijsspeil over. Maar ook in 1925 had men er nog geen idee van, wat allemaal vast zit aan het maken van het nieuwe land en evenmin hoe groot de agrarische opbrengst van dat land wel zou zijn. In het staatje is getracht een indruk te geven van de cijfers voor de zo-polder (Flevoland), door die voor Oostelijk Flevoland te verdubbelen.

De randmeren

De randmeren van de zuidelijke polders behoren niet tot de afsluiting en evenmin bij de polders. Ze krijgen een afzonderlijke behandeling.

Van het westelijke randmeer was medio 1970 alleen nog maar de sluzengroep bij Enkhuizen in aanbouw. Van het tussenmeer lag de bouwput voor de Houtribsluizen al lang klaar, maar verder was er nog niets aan gedaan.

De weg 'om de Oost' van het IJsselmeer naar het IJmeer daarentegen was in eerste aanleg gereed. De kosten van een aantal bouwwerken kunnen ten laste er van worden gebracht: drie bruggen en drie sluiscomplexen.

Alleen van die bouwwerken kan de rekening worden opgemaakt:

TABEL 41. DE KUNSTWERKEN IN DE RANDKANALEN

<i>Bouwwerk</i>	<i>Bouwjaren</i>	<i>Kosten (mln gld)</i>
Sluizen Enkhuizen	1956-1959 en 1969-	6(+7)
Houtribsluizen	1956-1959 en -	11(+0)
Ketelbrug	1965-1970	14
Roggebotsluizen	1951-1956	3½
Brug Elburg	1955-1957	1
Hardersluis	1951-1954	1
Sluizen bij Nijkerk	1961-1965	8
Brug Muidenberg	1962-1969	12

Alweer zijn de bedragen willekeurig, omdat de grondwerken samengingen met de aanleg van de dijken om de polders waaraan ze grenzen. Dat is ook het geval met het baggeren van de vaargeul door het randmeer. De kosten daarvan zijn helemaal niet te schatten en daarom in dit overzicht weggelaten.

In de latere jaren zijn in de randmeren baggerwerken uitgevoerd in het belang van de watersport. Dit ging gepaard met het maken van eilanden ten behoeve van recreatie. Met dit alles zijn belangrijke kosten gemoeid, die hier niet worden vermeld.

Wél zijn in de tabel opgenomen de bouwkosten van de Ketelbrug die niet is uitgevoerd door zw, maar door de Rijkswaterstaat. De grote doorgaande wegen, met name Rijksweg 6 en Rijksweg 50, die in de toekomst worden aangelegd, zijn onderdelen van het rijkswegennet en maken niet alleen meer een onderdeel uit van de Zuiderzeewerken. De

scheiding tussen de Zuiderzeewerken en de ontwikkeling van Nederland als geheel, ver-
vaagt meer en meer.

De waterbouwkundige werken die zw nog moet uitvoeren om het stelsel van waterwegen
en landwegen in Zuidelijk Flevoland te voltooien en om de Markerwaard te maken,
behoren nog duidelijk tot de Zuiderzeewerken. Het werk van de RIJP daarentegen gaat
meer en meer in de richting van uitvoeren van de ruimtelijke ordening van Nederland.
Ook als maar een deel van dit alles wordt toegerekend aan de Zuiderzeewerken zal er
nog wel een paar miljard gulden op de rekening daarvan worden bijgeschreven. De
Zuiderzeewerken zullen dan misschien vijf miljard hebben gekost, gerekend in guldens
van heel verschillende waarde.

Nederland kreeg en krijgt daarvoor:

een dijk die het geweld van de zee afdoende keert en bovendien een wegverbinding vormt
tussen noordwest en noordoost,

een groot voorraadbekken voor zoet water en

een uitbreiding van het land met een gebied dat voor veel doeleinden geschikt is.

VAKTERMEN

Algemeen

kunstwerken: bouwwerken waarbij, behalve grond, ook andere materialen (beton, staal, enz.) te pas komen, zoals gemalen, sluizen en bruggen.

poriëngehalte: dat deel van het volume van grondsoorten, dat niet door vaste stof (korrels) wordt ingenomen, maar door water of lucht.

wiskundig profiel (wp): hoeveelheid grond die moet worden aangevoerd (afgevoerd) volgens de bouwtekeningen.

hoeveelheid in middelen van vervoer (mvv): hoeveelheid grond die in werkelijkheid is aangevoerd (afgevoerd).

uitlevering: verhouding van mvv en wp.

(dwars-)profiel: grootte van de dwarsdoorsnee van een kanaal, een rivier of een stroomgeul, of ook van een dijk of een ander grondwerk.

(dwars-)raai: de plaats waar een dwarsprofiel wordt gemeten of gepeild.

Aannemersmaterieel (zie voor verschil tussen materieel en materiaal de voetnoot op blz. 60)

Baggerwerktuigen

(emmer-)molen: baggert keileem, klei, veen, zand met op ladder gemonteerde emmers van de zeebodem. tuimelaar: vijf- of zeskant boven aan de hoofdbok, waarmee de, er over heen lopende emmerketting wordt aangedreven.

(win-) (grond-)zuiger: zuigt zand van de zeebodem en deponeert zand-watermengsel in elevatorbakken of onder-(op-)lossers

perszuiger: zuigt zand uit bakken en brengt het zand-watermengsel door een persleiding in het werk.

cutterzuiger: zuiger met roterende snijkop aan de zuigleiding, waardoor ook ander materiaal dan zand kan worden gezogen.

vloeimolen: (emmer-)molen die de gebaggerde grond door middel van hellende goten brengt naar de oevers van het kanaal waarin wordt gebaggerd.

Middelen van vervoer

zolderbak (dekschuit): schip met plat dek waarop de te vervoeren grond ligt.

(elevator-('veter'-), kraan-)bak: schip met een laadruim, waarin grond wordt vervoerd.

onderlosser } schip met kleppen in de bodem van het laadruim (figuur 4).
oplosser }

Werktuigen voor 'droog' grondverzet

dragline (sleepschop) voor verplaatsen van grond over kleine afstand.

kipkarren: op smalspoor (werkspoor) rijdende wagentjes waarvan de bak zijdelings kan omklappen om de lading te lossen.

Werkmethoden

jalon: rood-wit geverfde stok met stalen punt om bepaalde plaatsen tijdelijk aan te geven.

slag(g)aard: in decimeters (of voeten) verdeelde stok voor het peilen van niet te grote waterdiepten.

sondering: bepalen van draagvermogen van grond door het in de bodem drukken van een stalen stang met kegelvormig uiteinde.

krammat: laag van stro, onderste laag van een conventionele (ouderwetse) steenglooiing.

zinkstuk ('stuk'): uit (wilgen-)takken vervaardigde flexibele mat, gezonken op de zeebodem, om die te beschermen tegen uitschuren. Wordt drijvende aangevoerd, en gezonken en op zijn plaats gehouden door ballast van (stort-)steen (bestorting).

kraagstuk: zinkstuk op het onderwatertalud van een dijk.

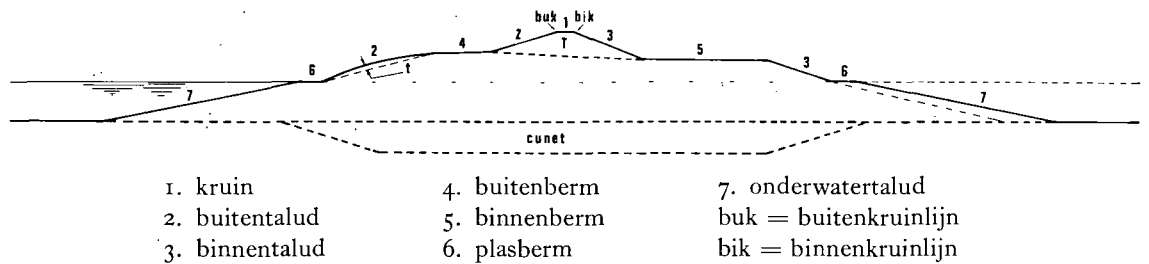
wiep: 'worst' van bijeengebonden takken, waarmee de roosterwerken aan de onderkant en bovenkant van een stuk worden gemaakt.

zaat: flauw hellend plankier aan de oever, waarop de zinkstukken worden gemaakt.

Dijken

talud (glooiing): hellende delen van de omtrek van de dijk van de kruin naar de teen (buitenzijde) en naar de hiel (binnenzijde). Het bij de waterstaat gebruikte woord 'beloop' voor talud is in dit boek vermeden.

berm: horizontale of flauw hellende onderbreking van een talud.



tuimeldijk: deel van de dijk boven de berm(en) = T

tonronde: ronding van een talud ten opzichte van een plat vlak = t

cunet: sleuf in de zeebodem, ontstaan door wegbaggeren van slappe lagen, opgevuld met zand.

De Muralt-muurtje: muurtje op de kruin en het bovenste deel van het buitentalud, gemaakt van betonnen elementen van aan de golfloop aangepaste vorm.

Kunstwerken

damplank: plank van gewapend beton of van staal. Deze hebben een U-vormig of dubbel gebogen profiel.
damwand: wand gemaakt van verticale damplanken.

slot: afwerking aan de kant van (stalen) damplanken, waardoor ze in elkaar grijpen.

keersluis: sluis die normaal openstaat, maar in bijzondere omstandigheden wordt gesloten.

stroomsluis (uitwateringsluis): sluis geschikt voor het doorlaten van water.

schutsluis: sluis, bestaande uit twee sluishoofden, waartussen een schutkolk, voor het doorlaten van schepen.

hefdeur: deur die (tussen twee heftorens) kan worden geheven om water of schepen door te laten.

puntdeuren: deuren draaiend om een verticale as aan de zijkant van de af te sluiten sluis. Meestal dubbel, zodat ze in gesloten stand een vlakke V vormen en met hun voorkant (voorhar) tegen elkaar steunen.

waaierdeuren: puntdeuren voorzien van een extra vleugel (waaier), die zich bij open sluis in een cilindrische ruimte in het sluishoofd bevindt. De deur wordt bewogen door aan de ene zijde van de waaier water toe te laten van het hoge niveau, en aan de andere zijde water van het lage niveau.

taats: op de sluisvloer aangebracht draaipunt waarom een puntdeur draait.

taatskuip: stalen caisson die over de taats kan worden geplaatst om die droog te zetten voor inspectie en herstel.

schutpeil: hoogste waterstand waarbij een schutsluis mag worden gebruikt.

centrifugaalpomp: pomp waarbij het water op een hoog niveau wordt gebracht door een met schoepen voorziene stalen waaier (rotor), die ronddraait in een stalen of betonnen slakkenhuis.

krooshek: metalen rooster, geplaatst bij het begin van de zuigleiding van een gemaal, om met het water meegevoerde vaste stoffen tegen te houden.

Getijden en stormvloeden (fig. 43, blz. 194)

middenstand: gemiddelde, over een bepaalde periode, van de waterstand op een plaats.

hoogwater (HW): hoogste waterstand tijdens een getijperiode.

laagwater (LW): laagste waterstand tijdens een getijperiode.

tijverschil: hoogteverschil tussen het peil van HW en dat van LW.

vloed: periode van het getij tijdens welke het water stijgt.

eb: periode van het getij tijdens welke het water daalt.

vloedstroom: naar het land gerichte stroom, of ook wel: stroom tijdens de vloedperiode.

ebstroom: van het land af gerichte stroom, of ook wel: stroom tijdens de ebperiode.

kentering: ogenblik waarin de vloedstroom en de ebstroom in elkaar overgaan.

wantij: gebied waar wel getij heerst, maar waar vrijwel geen stroom voorkomt.

modulus (in het frans 'demi-amplitude'): de afwijking van het maximum en van het minimum van de 'geïdealiseerde getijlijn' (sinusoïde) van de middenstand (iets minder dan de helft van het tijverschil).

argument (kappagetel): tijdverloop tussen de doorgang van de maan door het zuiden en het maximum van de 'geïdealiseerde getijlijn', uitgedrukt in graden waarvan er 360 gaan in een getijperiode van 12 uur 25 minuten.

havengetel: tijdverloop tussen de doorgang van de maan door het zuiden en het ogenblik van hoogwater, uitgedrukt in uren.

verval: verschil in waterstand tussen twee punten.

strijklengte: afstand waarover de wind over een watervlakte strijkt.

vloedmerk: door de golven op een dijktafstand na een stormvloed achtergelaten voorwerpen.

basispeil: stormvloedhoogte waarop een bepaalde (zeer kleine) kans bestaat.

ontwerppeil: voor plaatselijke omstandigheden gecorrigeerd (gereduceerd) basispeil. Grondslag voor de sterkte van een waterkering.

LITERATUUR

In de tekst wordt naar de literatuur verwezen door nummers tussen vierkante haakjes.

1. Berichten betreffende de Zuiderzeewerken.
1920-1921 maandelijks; 1943-1951 halfjaarlijks, overigens driemaandelijks. Uitgegeven door de Ministeries van (achtereenvolgens) Waterstaat, Openbare Werken en Wederopbouw, Wederopbouw en Volkshuisvesting, en Verkeer en Waterstaat.
2. Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken.
No. 1. Geschiedenis van de plannen tot afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee, door ir. L. T. van der Wal. Uitgegeven door het Ministerie van Waterstaat, 's-Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij 1923; 124 blz. + 68 blz. literatuurlijst.
3. Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken.
No. 2. De uitvoering der Zuiderzeewerken in het tienjarig tijdvak 1919-1929. Samengesteld door het personeel van den Dienst der Zuiderzeewerken. Uitgegeven door het Ministerie van Waterstaat, Algemeene Landsdrukkerij 's-Gravenhage, 1929; 230 blz.
4. Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken.
No. 3. Wasserbauliche Modellversuche zur Klärung der Abflussscheinungen beim Abschluss der Zuiderzee von Th. Rehbock. Uitgegeven op last van het Ministerie van Waterstaat. Algemeene Landsdrukkerij 's-Gravenhage, 1931; 281 blz. + (afzonderlijke) Planbeilagen.
5. Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken.
No. 4. Modelproeven in het Waterloopkundig laboratorium te Delft betreffende sluizen en andere kunstwerken. Uitgegeven op last van het Ministerie van Waterstaat. Algemeene Landsdrukkerij 's-Gravenhage, 1932; 212 blz.
6. Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken.
No. 5. Geo-hydrologische gesteldheid van de Wieringermeer. Samengesteld door den Dienst der Zuiderzeewerken en het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening. Rijksuitgeverij. Dienst van de Nederlandsche Staatscourant, 1936; 129 blz. + 8 bijlagen.
7. Diggelen, B. P. G. van, De Zuiderzee, de Friesche Wadden en de Lauwerzee, hare bedijking en droogmaking. Zwolle, W. E. J. Tjeenk Willink, 1849; I en II, 409 blz. met 3 kaarten.
8. Beyerinck, J. A., Proeve van een ontwerp tot afsluiten, indijken, droogmaken en in kultuur brengen van een gedeelte der Zuiderzee. 's-Gravenhage, Gebr. J. & H. Langenhuyzen, 1866; 52 blz. met 2 platen.
9. Raad van den Waterstaat, Verslag over het ontwerp van den Heer J. A. Beyerinck, 's-Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij, 1868; 93 + 132 blz.
10. Stieltjes, T. J., Overzicht van het plan tot indijking van het zuidelijk gedeelte der Zuiderzee, opgenomen in bundel, uitgegeven door de Maatschap tot droogmaking van het zuidelijk gedeelte van de Zuiderzee. Amsterdam 1870; 12 blz. + 11 blz. bijlagen.
11. Kooy, K. K., Proeve van een ontwerp tot afsluiting der Zuiderzee en daarna gedeeltelijke inpoldering en droogmaking. Sneek, Van Druten & Bleeker, 1870; 20 blz. + 1 kaartje.
12. Oppendoes Alewijn, Jhr. P., Eenige bemerkingen betreffende de zoo gewichtige aangelegenheid der indijking en inpoldering van een gedeelte der Zuiderzee, in verband met de richting van den Noord-Hollandsch-Frieschen spoorweg tusschen Amsterdam en Leeuwarden. Amsterdam, Wed. G. Hulst van Keulen, 1873; 21 blz. + 2 kaarten.

13. Toorn, J. van der, en Lely, C., Onderzoek omtrent de afsluiting der Zuiderzee, de Wadden en de Lauwerzee (18 Februari 1887); 12 blz. + schetskaart.
14. Lely, C., Onderzoek omtrent de afsluiting der Zuiderzee, de Wadden en de Lauwerzee. De afsluiting Noord-Holland — Wieringen — Friesland en de droogmaking van het gedeelte der Zuiderzee binnen die afsluiting.
A. De afsluiting. 1. De invloed der afsluiting op de waterkeering der provinciën langs de Zuiderzee (16 December 1887). Leiden, E. J. Brill; 22 blz. + IX platen.
15. Idem (Nota No. 3)
A. De afsluiting. 2. De invloed der afsluiting op de waterloozing der provinciën langs de Zuiderzee (September 1888). Leiden, E. J. Brill; 24 blz. + XIX blz. + 1 kaart + XV platen.
16. Idem (Nota No. 4)
A. De afsluiting. 3. De invloed der afsluiting op de waterverversching der provinciën langs de Zuiderzee.
4. De invloed der afsluiting op de scheepvaart der Zuiderzee. (December 1889). Leiden, E. J. Brill; 20 blz. + IV platen.
17. Idem (Nota No. 5)
A. De afsluiting. 5. De constructie en de kosten van den afsluitdijk, de sluizen en de bijkomende werken.
6. De voor- en nadeelen der afsluiting buiten verband met de droogmaking (October 1890).
Bijlage 1. De invloed der afsluiting en droogmaking op de visscherij in de Zuiderzee. Leiden E. J. Brill; 22 + X blz. + III platen.
18. Idem (Nota No. 6)
Resultaten der terreinwerkzaamheden verricht in 1889 en 1890 1. Grondboringen; 2. Stroommetingen; 3. Diverse metingen (Maart 1891). Leiden E. J. Brill; 16 + XXX blz. + III platen.
19. Idem (Nota No. 7)
B. De droogmaking
1. Geologische toestand en algemeen plan van indijking.
2. Schets-ontwerp tot indijking en droogmaking van het Wieringermeer.
3. idem van het zuidoostelijk gedeelte der Zuiderzee.
4. idem van het zuidwestelijk gedeelte der Zuiderzee.
5. idem van het noordoostelijk gedeelte der Zuiderzee.
6. Tijd van uitvoering en kosten van het geheele ontwerp tot afsluiting der Zuiderzee over Wieringen met de indijkingen binnen die afsluiting (Juni 1891). Leiden, E. J. Brill; 31 + II blz. + IV platen.
20. Idem (Nota No. 8)
Vergelijking van verschillende ontwerpen tot afsluiting en droogmaking van de Zuiderzee (Augustus 1891). Leiden, E. J. Brill; 18 + XXIII blz. + 3 fig.
21. Staatscommissie (benoemd bij KB van 8 September 1892) tot het instellen van een onderzoek omtrent eene afsluiting en eene droogmaking van de Zuiderzee. Verslag, gedateerd 14 April 1894. 's-Gravenhage, Gebr. Belinfante v/h A. D. Schenkel; 180 + VII blz. + XXVI bijlagen.
22. Commissie, ingesteld door het dagelijksch bestuur van de Zuiderzeevereeniging om te onderzoeken in welke mate gewapend beton van toepassing kan zijn bij den afsluitdijk, de meerdijken, de bouw der kunstwerken, enz. (Gewapend-beton commissie). Verslag, uitgegeven door de Zuiderzeevereeniging 1911. Leiden, E. J. Brill; 118 + IV blz. + kaart.
23. Blocq van Kuffeler, V. J. P. de, Onderzoekingen van het bureau voor het opmaken van een meer uitgewerkt plan met begrooting voor den aanleg van een gedeelte van de afsluiting der Zuiderzee en de indijking en droogmaking van de Wieringermeer (Wieringermeerbureau). Verslag, gedateerd Maart 1914. 's-Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij; 171 blz. + 78 blz. bijlagen + 18 teekeningen.
24. Commissie, ingesteld door den Minister van Waterstaat (17 Juli 1919) in zake wijziging der afsluiting van het IJ (IJmeercommissie). Verslag, gedateerd 28 April 1922. 's-Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij; 75 blz. + X teekeningen.
25. Commissie, ingesteld door den Minister van Waterstaat (11 Augustus 1922) tot het instellen van een hernieuwd onderzoek naar de baten, welke van de afsluiting en droogmaking der Zuiderzee mogen worden

- verwacht (commissie Lovink). Verslag, gedateerd 25 Juli 1924. 's-Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij; VII + 151 + 95 blz.
26. Staatscommissie (benoemd bij KB van 4 Juli 1918) met opdracht te onderzoeken in hoeverre, als gevolg van de afsluiting van de Zuiderzee, te verwachten is, dat tijdens storm hoogere waterstanden en een grootere golfoploop, dan thans het geval is, zullen voorkomen vóór de kust van het vaste land van Noord-Holland, Friesland en Groningen, alsmede vóór de daarvoor gelegen Noordzee-eilanden (Staatscommissie Lorentz; scl). Verslag gedateerd September 1926. 's-Gravenhage, Algemeene Landsdrukkerij; 271 + 74 blz. + 14 kaarten.
 27. Bruyn, H. E. de, Over de hoeveelheid water, welke bij afsluiting van het Zuidelijk deel der Zuiderzee door een dam tusschen de Ven en Stavoren door het Texelsche Zeegat zal in- en uitstroomen. De Ingenieur van 6 en 20 Oct. 1894 (jaargang 9); 2 + 1 blz.
 28. Bruyn, H. E. de, Invloed van de afsluiting van de Zuiderzee op de vloedhoogte buiten den afsluitdijk. De Ingenieur van 7 Jan. 1911 (jaargang 26); 3 blz.
 29. Westenberg, J., Oude kaarten en de geschiedenis van het voormalige eiland Huisduinen. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap. Leiden, E. J. Brill, 1956. 18 blz. + kaarten.
 30. Westenberg, J., Oude kaarten en de geschiedenis van de kop van Noord-Holland. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde. Eerste reeks, deel XXIII, No. 2. 1961, nv. Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, Amsterdam. 71 blz. + kaarten.
 31. Commissie drinkwatervoorziening Westen des Lands, ingesteld door de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening (17 Juli 1931) ingevolge opdracht van den Minister van Arbeid, Handel en Nijverheid (14 April 1931).
Rapport, gedateerd 1940; 160 blz. + 232 blz. in bijlagen I — X + map met kaarten en teekeningen. Bijlage IX. De water- en zoutbalans van het IJsselmeer door dr. ir. J. P. Mazure; 92 blz.
 32. Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening. Geo-hydrologisch onderzoek ten behoeve van den Noord-oostpolder.
Rapport (gestencild), gedateerd Februari 1938; 29 blz. + map met kaarten en teekeningen.
 33. Commissie inzake het zoutgehalte der boezem- en polderwateren van Noordholland, ingesteld door den Minister van Waterstaat (24 April 1939). Ontziltling van Noordholland.
Rapport, gereed gekomen eind 1940; 141 blz. + 50 blz. en 3 kaarten in bijlagen. 's-Gravenhage, Rijksuitgeverij, 1946.
 34. Dienst der Zuiderzeewerken. Een structuurplan voor de zuidelijke IJsselmeerpolders, 1961; 35 blz. + losse kaart. Uitgegeven door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
 35. Tweede nota over de ruimtelijke ordening in Nederland. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij, 1966. 199 blz. + map met kaarten.
 36. Eesteren, prof. C. van, Stedebouwkundig plan voor Lelystad, gedateerd Juli 1964. 81 blz. + 30 blz. in bijlagen (o.a. Engelse 'summary') + 4 losse tekeningen. Uitgegeven door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.
 37. Heide, G. D. van der, Van landijs tot polderland. 2000 eeuwen Zuiderzeegebied. Amsterdam, A. J. G. Strenght's Uitg. Mij. nv, 1965; 648 blz.
 38. Heide, G. D. van der, Archaeologie van het Zuiderzeegebied. Een (bijgewerkte en vertaalde) herdruk uit 'Antiquity and Survival', an international review of traditional art and culture. The Hague (Holland), N. V. Electrische Drukkerij 'Luctor et Emergo', 1955(?); 67 blz.
 39. Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken). Wording en opbouw van de Wieringermeer; 702 blz. + 64 blz. English summary + 39 blz. bijlagen. Wageningen, H. Veenman & Zonen, 1955.

REGISTER VAN ONDERWERPEN

- aannemersmaterieel 26, 105, 138
- aannemingsovereenkomst met MUZ (AO) 61
- aanslibben bij sluizen Afsluitdijk 182
- aanslibben in havens IJsselmeer 302; fig. 74
- aansluiting Afsluitdijk-Friese kust 110
- aanvullen van watertekort 289
- aflaatwerk in de Larservaart 313, 421; fig. F
- afdichten van schuiven 146, 178
- Afsluitdijk, dwarsprofiel 70; fig. 6
 - dijkvak Breezand 116; fig. 26
 - — Gaatje-Zwin 114; fig. 21, 26
 - — Javaruggen 124; fig. 26
 - — KWZ - Zurig 110; fig. 20
 - — Middelpaas 124; fig. 26
 - — Zwin-Vlieter 115; fig. 21, 26
 - hoogte 71; fig. 37
 - materialen 72
 - reconstructie 167
 - sluitgaten, *zie* sluitgaten
 - tracé, *zie* tracé
- afvoer van de IJssel 8
- afvoercoëfficiënt 169
- agrarische bestemming van de polders 320, 331
- Amsteldiep, beteugeling 74
 - afsluiting 77-83
- Amstelmeerboezem 92; fig. 12
- Amstelmeerdijk, aanleg 372
- Amstelmeerkanaal 93, 372
- archeologie 363
- asfalt 69, 161
- baai van Lelystad 337
- baggerfonds 15
- baggermolen (emmer-) 26
- baggerwerk bij sluizen Afsluitdijk 183
 - bij havens IJsselmeer, *zie* aanslibben
 - in polders 379 (WM); 398 (NOP); 420 (FL)
- banken 29, 202
- barakkenkampen 382, 405, 427
- basalt 28, 67, 159, 164
- baryt 128
- basispeil 162
- begin van de halve eeuw 2, 74
- begrotingen van NOP 387
 - van Afsluitdijk 437
 - van polders 437
- begrotingscommissie tab. 36
- beheer van het IJsselmeer 230, 238
- belangen van waterkering 18, 22, 222, 247-258
 - afwatering 18, 22, 228, 233-247
 - scheepvaart 18, 22, 199, 228, 292-305, 374
 - defensie 18, 22; *zie* defensie
- bemaling van IJsselmeer 235
- bepoort werkplan 1922-1925 1, 63, 73
- beplantingen 360
- bermen Afsluitdijk 71, 158, 163; fig. 38
- bestorting van zinkstukken 122
- bestuur van de polders 366, 384, 409, 429
- beteugelingsdammen 26, 104
- beteugelingsdam Amsteldiep 74; fig. 8
 - Middelgronden 122; fig. 25, 26
 - Vlieter 123; fig. 26
- bevolking 384 (WM), 405 (NOP), 429 (FL)
- bezinkingen Stevin- en Lorentzsluizen 172
- Blinde geul, sluiting 105; fig. 26
- bloksteen 67, 159, 163
- bodem, *zie* grond
- bodemkundig laboratorium te Kampen 330
- bossen 322, 332, 404, 423, 428
- bouwputten in zee 34
 - Stevin- en Lorentzsluizen 91, 108; fig. 13, 19, 20, 21
 - Houtribsluizen 311
 - Roggebotsluizen 314
 - sluizen bij Enkhuizen 318
 - andere sluizen en gemalen 314-315, 370...417
- brug bij Stevin- en Lorentzsluizen 142, 153, 184
 - Van Ewijcksluis 86, 188, 190
 - Elburg 315, 445; fig. 83
 - Muiderberg (Hollandse brug) 315, 360, 417... 426, 443, 445; fig. 75, 83, F

— tussen NOP en Flevoland (Ketelbrug) 309, 422, 445; fig. 75
 bruggen in polders 357, 381, 400, 425
 buitengronden 206, 211

caissons 43, 138
 capaciteit van Stevin- en Lorentzsluizen 54, 139, 169, 180, 233
 — andere sluizen 189
 — gemalen 340
 Chloride ion (Cl⁻) 264...284, 313
 Commissie, *zie ook* staatscommissie
 begrotings – 437 (tab. 36)
 Delta – 220
 — Drinkwater Westen des Lands 232...290; fig. 68
 gewapend-beton – 24, 35, 37, 43, 94
 — Lovink 64, 84, 288, 331, 359, 368, 438, 444
 polder – 366, 384, 409, 429
 proefpolder – 321, 369
 Commissie van advies (van poldercommissie) 430
 contractie 82, 116; fig. 11
 controleproef bij Roermond 56, 121
 cunet 48, 388
 cutterzuiger 353, 398

daling van de bodem 193, 432
 damwand 69
 defensie (wet) 10, 18, 20, 139, 153, 166, 305...325, 404, 437, 441
 — werken bij Stevin- en Lorentzsluizen 155
 — (militaire peil IJsselmeer) 236...242
 dekschuiten 27, 28
 deltahoogte, *zie* ontwerppeil
 deuren (punt- in sluizen) 145, 148, 153
 Dienst der Zuiderzeewerken (zw) 21...446
 Hoofd 1919-1929 (dr.) ir. H. Wortman
 1929-1945 (dr.) ir. V. J. P. de Blocq van Kuffeler
 1946-1956 ir. J. F. R. van de Wall
 1956-1961 ir. F. J. B. G. Geers
 1961-1967 ir. F. L. van der Bom
 1967-... ir. M. Klasema

diffusie 259-263, 273; fig. 65
 Directie van de Wieringermeer (voorlopige –), *zie* Wieringermeerdirectie
 doorspoelen van boezems 289
 doorvaarthoogte sluizen en bruggen 153, 311-316, 382, 423
 draagkracht van de bodem 30, 33, 76
 draaibruggen Stevin- en Lorentzsluizen 154; fig. 36

draineren van polderbodem 383, 403, 424
 droogmalen, *zie* leegmalen
 droogvelden 27
 drinkwater 232...289
 duikende straal 104, 121, 130; fig. 17
 dijken om Waddenzee fig. 52
 dijken om IJsselmeer fig. 60-64

economische betekenis van de Afsluitdijk 65
 Eemlagen, Eemzee 258, 261; fig. 5
 eilanden in de randmeren 312
 electriciteitsvoorziening 306-309, 319
 electrificatie schutsluis kwz 181, 279
 electrisch geleidingsvermogen (van water) 265
 elevatorbak (kraanbak) 27, 77; fig. 9

financiering van zw 39
 Flevo (meer –) 364
 Flevoland, ontginning 423
 — scheepvaart 418
 — toegangswegen 422
 — verdeling door Knardijk 326, 410
 — zoutbezwaar 272
 frequentie van storingen weg Afsluitdijk 163
 — stormvloeden 220
 — waterstanden IJsselmeer 246, 251; fig. 58
 Friesland's boezem, aanvullen en doorspoelen 290
 Fries profiel 44, 49, 73, 187
 fruitteelt 427
 functies van IJsselmeer 228
 — randmeren 305
 fundering van kunstwerken 49
 — Stevin- en Lorentzsluizen 143, 152

Gaatje, afsluiting 115; fig. 26
 Ganzendiep, afsluiting 396
 gemalen, aandrijving 343
 — naamgeving 344
 — plaatskeus 349
 — vermogen, *zie* capaciteit
 gemaal op Afsluitdijk 235
 — te Muiden 237
 — te IJmuiden 310
 gemalen van de IJsselmeerpolders, *zie* Register van plaatsnamen (De Blocq van Kuffeler, Buma, Colijn, Leemans, Lely, Lovink, Smeenge, Vissering en Wortman)
 gemeente Wieringermeer 384
 — Noordoostpolder 409
 — Dronten 430

geologische geschiedenis v.d. Zuiderzee 258, 364
geologisch profiel Amsteldiep 75, 187; fig. 7
— Den Oever – Friesland 98; fig. 15
geschiedenis van de IJsselmeerpolders 367
getij Zuiderzee 9, 30, 51
— Waddenzee 51, 193, 199
— eindtoestand 207
— versterking 51, 97
— voortplanting fig. 44, 45
getijberekening 195
getijconstanten 194
getijlijn 193; fig. 43
getijvoorspelling 80, 119, 197
getijwaarnemingen 30, 192; fig. 42
geul langs Afsluitdijk 162
geulen 29, 199...207
geulennet 195
gewapend-beton Commissie, *zie* Commissie
glasaal 178, 276, 293
golfdruk (–klappen) 174
golfoploop 31, 51, 57–59, 70, 157–164; fig. 52
golven IJsselmeer 231
— Waddenzee 213
greppels 382
grienden (Rijks-) 66
groeptijen 238, 241
grond, samendrukking 47, 156
— stabiliteit 48, 73
grondboringen 30, 98, 330
grondmechanica (laboratorium voor –) 34, 48, 70, 330
grondprijs 437
grondverbetering 48, 331, 425
grondverzet afsluiting Amsteldiep 83 (tab. 1)
— Balgzandwerken 91
— Afsluitdijk 133 (tab. 3)
— Wieringermeerdijk 372
— NOPdijk 391
— dijken Flevoland 415
grondwater 259–263, 329; fig. 66
grootte van de polders 324
grootte van het IJsselmeer 228
grijperkranen 46, 77, 110
havens om het IJsselmeer, voorzieningen 297–300; fig. 74
— baggerwerk 302–304; fig. 74
havengetal 193; fig. 43
heemraadschap, *zie* waterschap

herkomst van het zout in het IJsselmeer 265–278
hoeveelheid verzette grond, *zie* grondverzet
— baggerwerk, *zie* baggerwerk en havens
— door IJsselmeer geleverd water 289–291
Hollands profiel, *zie* Noordhollands profiel
hoogwater, verandering van – 53, 182, 193–200
industrie 232, 266
— Elzas (kalimijnen) 267
— Ruhrgebied 267
— in de polders 322, 383, 409, 428
infiltratie 331, 340, 383, 404
inundatie bouwputten gemalen NOP 392, 393
— Wieringermeer 386
inundaties (militaire) 20, 37, 236, 305
ingenieurs-instinct 32
inpolderingen in de Waddenzee 14
jaarrekeningen 439
kaden langs de randmeren 253
kappagetal 194; fig. 43
kavels 351
— afmetingen 352, 398
keileem 42–46, 137, 156
grijpkranen voor – 46
lossen van – 44
onderlossers, oplossers voor – 45; fig. 4
vindplaatsen van – 46, 66; fig. 5
keileemdam 72, 78, 131; fig. 9, 10
keileemkern 72, 156, 256; fig. 6, 61–64
kentering 80
keukenzout 264
kipkarren 76, 78
klei, drogen van – 27, 43
winnen van – 66
kleibekleding 156
klink 33, 47, 329, 349
kopeffect 81, 126; fig. 11
kolonisatie 360, 382, 405, 408, 426–430
kosten: tabellen 38–39
kosten Afsluitdijk c.s. 442
kraagstukken 162, 163
kraanbakken, *zie* elevatorbakken
krammat 66
krooshekken 348
kruin van de Afsluitdijk 70, 156; fig. 37
kwel 35, 46, 168, 259, 263, 330
— onder Afsluitdijk 274
— in polders 330, 340, 342, 377, 403, 425

- laagwater (verandering van -) 53, 199, 233
laboratorium voor Lucht- en Ruimtevaart 322
landdrost 366, 409, 430
landschap 307 (tab. 24)
landsverdediging, *zie* defensie
leegmalen Wieringermeer 337, 386
— Noordoostpolder 394 (tab. 31)
— Flevoland 419, 420
leidammen 154, 186
leverantie van zoet water door IJsselmeer 288-292
Lorentzsluizen 139
— bouw 143, 170...185
— oorlogschade en herstel 180-185
— schuiven en deuren fig. 33
— zoutbezwaar 181, 274-276
luchtbellengordijn 181, 279
- Markerwaard, begin van de werken 366, 367, 410, 430
— bestemming 434
— controversie watersport 431
— dijkbouw 432
— tracés westelijke dijk 433
— zoutbezwaar 272
Middelgronden, beteugeling 121; fig. 25
— sluiting 105, 122-129; fig. 26
militair, *zie* defensie
militaire balk (Stevin- en Lorentzsluizen) 174
militair peil van het IJsselmeer 236
modelproeven 33, 44, 54, 56, 57, 80, 104, 119, 128, 147...177, 263, 311, 346, 355
modulus 194, 201; fig. 43
motie Bongaerts - de Muralt 22, 248
motorvaart 294
De Muralt-muurtje 225
MUZ 60-63, 103...134, 138, 165
— overeenkomst met de -, *zie* aannemingsovereenkomst
- namen (naamgeving) van gemalen, *zie* gemalen
namen van andere objecten in polders 362
natuurlijke vegetatie 382
neer(-stroom) 81
— bodem - 104; fig. 17
— oppervlakte - (Deckwalze) 104; fig. 17
Nieuwe Hollandse Waterlinie 20, 37, 236, 305
noodbemaling NOP 402
noodbruggen bij Ramspol en in NOP 396, 401
noodkering bij schutsluizen 356
Noordhollands profiel 44, 48, 73, 77, 187, 263
- Noordoostelijke polder 25, 84, 247, 324, 337, 444, fig. 1, 2, 3
Noordoostpolder, dijkbouw 389-391; fig. 82
— gemeente 409
— leegmalen 394; tab. 31
— toegangen 394
— tracé van de dijk 387
— zoutbezwaar 271
Noordwestelijke polder 25, 84, 305, 324, 444; fig. 1, 2, 3
Noordzeekanaal, doorspoelen 290
— zoutbezwaar op IJsselmeer 276-278
- olie 286
onderbreking van de werken
1922 (*zie ook* beperkt werkplan) 1, 41, 63
1933 1, 41
1945 1, 41
1953 1, 41, 414
onderhoud Stevin- en Lorentzsluizen 148, 179, 184
onderlossers, oplossers 26, 44, 60, 78; fig. 4
ontginning Wieringermeer 382
— Noordoostpolder 401
— Flevoland 423
ontgroning bij spuisluizen 171, 188; fig. 40
ontwerp 1916 24
ontwerppeil 162, 167, 185, 221, 227, 253
oorlogschade 168, 180-185, 242-244, 282, 386
Oostelijk Flevoland, *zie ook* Flevoland 273, 410; fig. 3, F
— baggerwerk 420
— dijkbouw 413-415; fig. 83
— leegmalen 419
— tracé van de dijk 337
openbaar lichaam 366, 384, 405, 429
oppervlak van de polders 229, 324, 382, 410, 411
organische verontreinigingen 286
oudheden 363
overhoogte 156
overslag van golven over Afsluitdijk 161, 187; fig. 39
- paalworm 57, 124
Panamawiel 151
passagiersvaart 293
peilingen 28
peilregeling IJsselmeer, *zie* beheer IJsselmeer
plan Van Diggelen 11, 437 (tab. 36); fig. 1
plan Kooy 15, 228
plan Lely 16, 24...444; fig. 1

plan zuidelijk van de IJsselmond 13, 436 (tab. 36);
 fig. 1
 plan 1925 38, 438 (tab. 36); fig. 2
 plan voor de Wieringermeer 35
 plasberm 162
 pleziervaart (watersport) 295, 358, 431
 poldercommissie, *zie* commissie
 polderpeil, PP (voorlopig -, VPP) 339, 348
 — Wieringermeer 340, 379, 385
 — Noordoostpolder 340, 392, 407
 — Flevoland 304, 411, 420
 poldersluizen (toegang -), type 355; fig. 81
 — noodkering 356
 — (in de polder) 379, 400, 411, 419
 polderwegen 359, 381, 400, 408, 426
 pompen (van de gemalen) 345
 proefpolder 368, 442
 proefterrein op de Noordoostpolderdijk 258, 401
 proeven Roermond 56
 — Schellingwoude 380
 Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland
 (PWN) 290
 radioactiviteit v.h. IJsselmeerwater 285; fig. 72
 randmeren 232, 305-319
 — oostelijke 312-316
 — westelijke 316-318
 — bruggen over - 314; fig. 75
 kaden langs - 253
 scheepvaart op - 305...316
 watertransport door - 306, 309
 Randstad Holland 323, 330, 333
 reconstructie van de Afsluitdijk 167
 recreatie 167, 232
 — langs de oevers 232, 258, 306, 312, 316, 411, 428
 — in de polders 322, 332, 434
 — te water 232, 295, 306, 312, 317, 397, 411, 431
 reductie van zout uit het noorden 276
 remmingwerken 153-154
 rente op de bouwkapitalen 39, 435-440
 reservaten 425
 ringkanalen 305
 ruimtelijke ordening 327
 Rijksdienst v.d. IJsselmeerpolders (RYP) 321, 366,
 427...446
 Rijksweg 6 360, 408, 426; fig. N, F
 Rijksweg 7 359; fig. W
 Rijksweg 9 190; fig. W
 Rijksweg 10 360, 426; fig. F
 Rijksweg 50 408

rijshout, herkomst 66
 rijzen dammen 25, 43
 rijzen van de zeespiegel 16
 schade aan beteugelingsdammen 124
 — steenglooing v.d. Afsluitdijk 161
 — stortebedden v. Stevin- en Lorentzsluizen 171
 scheepvaart Zuiderzee 7, 294
 — IJsselmeer (havens) 292-305, 418, 423, 431
 — polderkanalen 353-359, 379, 385, 407, 425
 — sluizen, *zie* verkeer
 Schermerboezem, doorspoelen van - 290
 schuiven van de uitwateringsluizen 145; fig. 32, 33
 schutkolken sluizen Afsluitdijk, vullen en ledigen
 151
 — zoutbezwaar 274
 sleepboten 78
 slib in IJsselmeer 13, 15, 231, 297, 302, 433; fig. 74
 slib in polderkanalen 353, 379, 394, 398, 420
 slippen van schuiven in Stevin- en Lorentzsluizen
 177
 sluitgaten 26, 36, 43, 101, 105; fig. 24
 — berekening van de lengte 55, 101, 119; *zie ook*
 Amsteldiep, Blinde geul, Gaatje, Middel-
 gronden, Vlieter
 — polderdijken 372, 391, 415, 418
 sluizen in de Afsluitdijk, *zie* capaciteit, Lorentz-
 sluizen, Stevinluizen
 sluizen in de polders 354-358, 375, 379, 394, 399,
 411, 419, 421
 sluizen in de randmeren 306, 310...318
 sneeuw 164
 sonderingen 49
 spoorweg 71, 73, 165, 426; fig. F
 Staatscommissie van 1873 tab. 36
 — van 1892 24, 25, 35, 36, 39, 101, 165, 310, 321,
 325, 437 (tab. 36)
 — Lorentz 23, 50-54, 70, 80, 87, 94, 191-221, 438
 stabiliteit van de sluizen 179
 statistische behandeling van stormvloed 215
 steen, aankoop 66
 — blok - 28, 67, 159
 — stort - 28, 66, 162
 — zet - 28
 Stevinluizen 139, 311; fig. 29, 31, 34
 — bouw 49, 143, 170...185, 212, 271...294
 — kosten 442
 — oorlogschade 180-185
 — schuiven en deuren 145, 151; fig. 32, 34, 35
 — zoutbezwaar 274-276

- stoomvaart 294
 stormvloed 10, 50, 156-162, 214-221; fig. 39
 stormvloed van 1825 219-221
 — 1894 121, 214, 221
 — 1916 17, 36, 73
 — 1936 156, 215; fig. 39
 — 1953-1954 1, 68, 161, 220; fig. 39
 — 1962 161; fig. 39
 stormvloedkering 174; fig. 41
 stormvloedverhoging 14, 23, 51, 119, 214-220;
 fig. 52, 53
 stortebedden Stevin- en Lorentzsluizen 147
 beschadiging - 170-172
 bezinkingen bij - 172
 strategie afsluiting (stromen) 36, 136
 strandmetingen 206
 stroom (- snelheid, - sterkte) 10, 80, 197, 198;
 fig. 26, 27
 — meting 80; fig. 42
 — over beteugelingsdam 104; fig. 17
 — richting bij de afsluitingslijn 97; fig. 16
 — versterking 198; fig. 46
 Structuurplan (1961) 329, 333-334
 strijklengte 59
- taluds 71
 bekleding van - (proeven) 68
 beschadiging - 68, 161, 163
 helling van - 70, 113, 163
- tempo van de werken 40
 toegangen tot de sluizen 154, 182
 toegangsluizen tot de polders 93, 354-357, 371-375,
 394, 407, 419, 434; fig. 81
 toegangswegen tot de polders 395, 422
- tonrondte 70, 159, 164
 topografie van de Zuiderzee 6
 tracé Afsluitdijk Wieringen - Friesland 21, 24, 94;
 fig. 14
 — Amsteldiepdijk 36, 73
 — polderdijken 312, 335-337, 370, 387, 431
 trapjesglooiing 163
 tuimeldijk 71, 157, 164
 twaalfde provincie 322
 tijdschema 38, 101, 105, 134, 142; fig. 18
 tijverskil 193, 201; fig. 43
- uitgifte van bedrijven 383, 405, 427
 Urkerland 363
- vaardiepte bij sluizen in de Afsluitdijk 182
 — naar Harlingen 182, 199
 veiligheid van de polderdijken 247-255
 verdamping 32, 268...279, 340-342, 402; fig. 68
 verdeling van sluizen Afsluitdijk in twee complexen
 94, 138
 verdroging van het oude land 305
 verhogen van de dijken om de Waddenzee 221-227;
 fig. 52
 verkavelingsplan 328, 376, 397, 424
 verkeer te land, *zie* wegverkeer
 verkeer door: Kooisluis 90, 188
 — sluizen Afsluitdijk 180, 294; tab. 23
 — randmeren 316
 — toegangsluizen tot polders 357-359, 385, 407,
 425
 vermogen van gemalen en sluizen, *zie* capaciteit
 verontreinigingen, organische c.s., Waddenzee 213
 — IJsselmeer 286
 visserij IJsselmeer 20, 292, 306
 — Zuiderzee 7
 visserij-steunwet 18, 20, 442
 visvijvers Flevoland 425; fig. F
 vliegveld Markerwaard 434
 Vlieter, beteugeling 122, 129
 — sluiting 105, 122, 130-132; fig. 26, 27
 vloedmerk 31, 57, 156; fig. 39
 vloemolen 353, 398
 volgorde van de IJsselmeerpolders 324-327, 367,
 410
 voorlopig polderpeil (vpp), *zie* polderpeil
 Voorlopige Directie van de Wieringermeer, *zie*
 Wieringermeerdirectie
 vulstroom van de Zuiderzee 103, 219
- waaierdeuren (- sluis) 55, 314, 315, 357
 wantij 191, 199
 waterbalans (- rekening) polders 339-343
 — IJsselmeer, *zie* IJsselmeer
 waterberging polders 339-342
 waterbezwaar bouwput Kolhorn 375
 watergangen, afmetingen 353
 waterhuishouding polders 338-351
 — IJsselmeer 279 (tab. 20); fig. 68
 Waterlinie, Nieuwe Hollandse -, *zie* Nieuwe
 Waterloopkundig laboratorium 33, 54, 104, 119,
 322
 waterlozing van omliggend land 228, 233...247, 308
 waterpassingen 31, 156
 waterschap 384, 408, 430
 watersport, *zie* pleziervaart

watertransport 306-307
 waterverontreiniging Waddenzee, *zie* verontreiniging
 watervoorziening van omliggend land 288-292, 308
 weg op Afsluitdijk, breedte 154, 164, 167; fig. 36
 — verkeer 71, 163-167
 — — (buitenlandse auto's) 167
 — verkeerstoring (golven, sneeuw, ijs, wind) 163, 164
 weg op Amsteldiepdijk 189
 weg langs Balgzandkanaal (Rijksweg 9) 190
 wegen in de polders, *zie* polderwegen
 wereldoorlog 1914-1918 17
 werken bij Van Ewijksluis 84-87, 92
 — Kolhorn 374
 — Medemblik 375
 — de Ramspol 396
 werkhaven Breezand 28, 100, 116, 134; fig. 22
 — Enkhuizen 318, 431; fig. M
 — Enkhuizerzand 432; fig. M
 — Harlingen 100
 — Lemmer 388
 — perceel P 413
 — Den Oever 64, 99; fig. 13
 — Oude Zeug 371
 — Urk 388, 411
 werkplan 1924 101, 139
 — 1926 102
 — 1926, wijziging 125
 wervel 81; fig. 11
 Westfriese kanalen 357, 376
 Westfriese zeedijk 375, 376
 Wetsontwerp van 1877 14; tab. 36
 Wet van 1918 17
 — Defensie - 20
 — Visserijsteun - 20
 wiepen 122, 124, 128
 wier 8, 212
 Wieringermeerbureau (- rapport) 24, 26, 34, 35, 87, 100, 108, 343, 345, 370
 Wieringermeerdirectie (WMD) 258, 321, 361, 366, 382-408, 440
 Wieringermeerdijk, aanleg 370-372
 — doorbraak en herstel 371, 386
 Wieringermeer(polder), gemeente 384
 — leegmalen 337, 386
 — ontginning 382
 — zoutbezwaar 270
 wind (- effect) 31
 windgolven 31, 59

winterpeil van het IJsselmeer 233-235
 woonkernen 332, 360-362, 383, 405, 424
 wrijvingscoëfficiënt van de schuifkettingen 177

IJboezem 37, 272, 278-282, 309, 313, 317-319, 411
 IJmeer, eilanden in - 319
 — zandwinning uit - 319
 IJmeercommissie 37
 ijs, bezwaar bij spuien 180
 — hinder op weg Afsluitdijk 164
 — in Waddenzee 213
 — in IJsselmeer 304
 IJsselmeer, beheer 230...282-284
 — diepten 323; fig. 77
 — dijken 247-258; fig. 60-64
 — functies 228
 — golven 163, 231
 — grondsoorten 323; fig. 76
 — ontziltling 263, 281; fig. 70
 — oppervlak 228-230, 245
 — radio-activiteit 285; fig. 72
 — peil 233-247; fig. 54-58
 — slib, *zie* slib
 — waterrekening 231, 279; fig. 68
 — ijs, *zie* ijs
 — zoutbezwaar 181, 186, 265-278; fig. 68
 — zoutgehalte, *zie* zoutgehalte
 — zoutrekening 231, 278, 279; fig. 68
 — zwaartepunt 250; fig. 59
 ijsstijden 258, 259

zakking Afsluitdijk 156; fig. 37
 — Amsteldiepdijk 187
 — Balgzanddijk 76, 188
 — oostdijk Wieringermeer 385
 zandhuishouding Waddenzee 203-208
 zandwinning 65, 232
 zandzuiger 26
 zeegaten 29, 51, 197, 208-211; fig. 49, 50, 51
 zeespiegel (- rijzing), *zie* rijzen
 zeevaart op Zuiderzee/IJsselmeer 292
 zeewering rond de Waddenzee 64, 189, 221-227;
 — fig. 52
 zeewier, *zie* wier
 zeilvaart 294
 zinkstukken 25, 74, 172
 — dok 123
 — schade door paalworm en corrosie 123
 zoet water 263...288
 zomerpeil van het IJsselmeer 235, 291

- zoutbalans (– rekening), *zie* IJsselmeer
- zoutbezwaar IJsselmeer, *zie* IJsselmeer
- zoutgehalte Zuiderzee 9
- Waddenzee 212
- IJsselmeer 263–285; fig. 70, 71
- Rijnwater 266–269; fig. 67
- grondwater 259; fig. 65
- zout, samenstelling 284
- zouttochten 278, 284; fig. 69
- Zuidelijk Flevoland, *zie ook* Flevoland 273, 415–422, 446; fig. 3, F
- baggerwerk 421
- dijkbouw 415–418; fig. 83
- leegmalen 420
- tijdelijk insluiten van Oostvaardersdiep 415
- Zuiderzeefonds 20, 440
- Zuiderzeeraad 21
- Zuiderzeevereniging 16, 24
- Zuiderzeewerken, Dienst der –, *zie* Dienst –
- Zuidoostelijke polder 25, 247, 301, 310, 324, 337, 444; fig. 1, 2, 3
- Zuidwestelijke polder 25, 247, 306, 310, 324, 444; fig. 1, 2, 3

NAMEN VAN PLAATSEN EN PERSONEN

De coördinaten van de plaatsen zijn als volgt vermeld (west-oost / zuid-noord). Bij uitgestrekte objecten heeft de aanduiding betrekking op ongeveer het midden.

- Aartswoud (125/529) 74...93, 308...381; fig. 12, W
 Afsluitdijk (131/550 - 155/567) 2...70-138...156-168...442; fig. E, 3...76
 Alkmaarse brug (129/535) 381
 Alkmaarse weg (129/535 - 125/530) 381
 Almere (140/485) 313, 332, 334, 360, 429; fig. F
 Almersdorp (? / ?) 362
 Ameland (170/607 - 195/609) 11, 31, 214, 225; fig. B, E
 Amelandse gat (168/607) 8, 29, 196; fig. B, E
 Amsteldiep (124/543-555) 2...72-84...88, 133, 165...306, 362, 373, 440, 441; fig. B, E, 7, 8, 12, W
 Amstelmeer (123/544) 72, 74, 92-93, 187...383; fig. 12, W
 Amstelmeerboezem 93, 188, 189
 Amstelmeerdijk 92, 93, 373
 Amstelmeerkanaal (131/549 - 124/544) 93, 155, 370, 372, 373
 Andijk (141/528) 258, 321, 366-369; fig. B, E
 Anna Paulownapolder (118/542) 34, 36, 73...93, 373, 384, 435; fig. W
- Balgdijk (121/544 - 115/548) 34, 73, 87
 Balgkanaal 87
 Balgzand (120/550) 34, 49, 73...87, 183, 187, 189, 366; fig. 12, W
 Balgzanddijk (121/545 - 115/550) 49, 76, 87-89, 93, 187, 221, 222
 Balgzandkanaal 68...87-89...93, 188, 190, 377; fig. 12
 Bant (180/530) 362, 398, 401, 406; fig. E, N
 Barsingerhorn (119/533) 384
 Beemster (122/508) 6; fig. B
 Beyerinck, J. A., tab. 36, [8]
 Biddinghuizen (175/496) 424...429; fig. E, F
 Bierdijk (128/550) 189, 223
 Bildt (175/595) (Oud- en Nieuw) 224
 Blinde geul (147/565-145/558) 98...126...136; fig. 15, 16, 18, 23, 28
- Block van Kuffeler, (dr) ir. V.J.P. de 35, 52, 84, 126
 De Blocq van Kuffeler (gemaal) (144/492) 272, 344...355, 411...420, 444; fig. 83, 84, F
 Blokzijl (194/527) 305...336, 388...405; fig. B, E, 73, 74, 82, N
 Boontjes (152/567 - 155/575) 53, 96...113, 182, 207, 222; fig. 15, 16, 19, 20, 28, 30
 Bom, ir. F. L. van der, 3
 Bongaerts, ir. M. C. E., 22, 248
 Breehorn (125/550) 183, 223
 Breezand (145/560) 8, 30, 59, 98-106, 207, 303; fig. B, 15, 16, 18, 23, 28, 37, 39
 — havens (143/559) 100, 116; fig. 22, 74
 dijk over - 113, 116-118, 125, 133, 165
 Bremerberg (179/492) 429; fig. F
 Broekerhaven (146/522) 294, 317; fig. 74
 Bruyn ir. H. E. de, 51, 52
 Buma, A., 344
 Buma (gemaal) (177/539) 344...350, 391...402; fig. 82, N
 Burchtkamp (163/495) 424
- Callantsoog (108/538) 193, 215
 Cocksdoorp (121/575) 214
 Colijn, (dr) H., 344, 387
 Colijn (gemaal) (180/520) 272, 344...355, 411...419; fig. F
 Creil (174/532) 362, 398, 406, 408; fig. E, N
 Creilervaart, - tocht; 408
- Darcy, H. P. G., 35
 Delfzijl (258/290) 192, 215
 Dertig Gemeenschappelijke Polders (115/563) 226
 Diggelen, B. P. G. van, 11, 39; fig. 1
 Dokkumer Nieuwe Zijlen (206/592) 9
 Dollart (275/590) 202
 Domineesweg (170/519-178/517) 363, 408; fig. N

Doove Balg (I37/563-I48/566) 7, 8, 11, 95, 198...
 207; fig. B, E, 23, 30, 47, 48
 Dronten (I78/504) 354, 363, 424...430; fig. E, F
 Dronter meer (I86/500) 413; fig. F, 73, 83
 Dronther bedijking 363, 413
 Durgerdam (I28/488) fig. 74

 Edam (I33/503) 307, 308, 317, 318, 431; fig. B, E,
 74, M
 Eem (-mond) (I51/475) 9, 294, 307, 418; fig. B, E,
 5, 74, F
 Eemmeer (I50/478) 307...312, 411, 417, 425; fig. 83, F
 Eemvallei, 312, 364
 Eendracht (I22/523) 225
 Eesteren, C. van, [36]
 Eierland (I18/572) 212, 214, 225
 Eierlandse gat (I20/579) 7, 8, 11, 29, 196...210;
 fig. B, E, 50
 Elburg (I85/496) 294...315, 336, 414...428; fig. B,
 E, 74, 83, F
 Emmeloord (I80/525) 322, 359...362, 397...409;
 fig. E, 74, N
 Enkhuizen (I48/524) 13, 196, 229...337, 431...434;
 fig. B, E, 74, M
 sluizen bij - 431, 444; fig. M
 Enkhuizerzand (I52/520) 6, 295...334, 432, 434;
 fig. B, E, 77, M
 Ens (I85/517) 362, 398...406; fig. E, N
 Espel (I73/526) 362, 398, 406; fig. E, N
 Espeler tocht, 399
 Everdingen, prof. dr. E. van, 50
 Van Ewijksluis (I21/544) 24, 34...93, 136, 188,
 190, 308, 377; fig. 12
 Van Ewijksvaart (I18/542-I21/544) 85

 Faddegong, Pzn, P., tab. 36
 Flevo camping (I72/488) 322; fig. F
 Flevocentrale (I65/510) 309, 429; fig. F
 Flevohof (I80/494) fig. F
 Flevoland (I65/495) 272...364, 408-430, 433, 439;
 fig. E, 2, 3, 60, 73, 84, 85, F
 Friese hoek (I74/538) fig. 82
 Friese sluis (I77/539) 358, 394; fig. N
 Friese weg (I32/548-I30/540) 382, 385
 Friese weg (I81/525-I77/539) 408

 Gaast (I57/558) 46, 108; fig. 5
 Gaasterland (I65/545) 52, 302, 324, 364; fig. B
 Gaatje (I33/550) 92...114, 115, 121...136, 183; fig.
 13, 15, 16, 18, 21, 28, 29

Ganzendiep (I91/509-I94/515) 298, 300, 396; fig.
 B, 73, N
 Ganzensluis (I91/509) 397; fig. 73
 Gawijzend (? / ?) 362
 Geestmerambacht (I15/525) 374
 Gooi (I40/475) 37, 259, 273, 306, 333, 422
 Gooimeer (I40/481) 37, 307...313, 411, 417; fig. 88, F
 Goot (I93/512-I96/515) fig. 73
 Gouwmeer (-zee) (I34/498) 37, 302, 309, 317; fig. 74
 Grafhorst (I92/511) 300, 397
 Groetkanaal (I25/529-I24/534) 93, 374; fig. 12, W
 Groetpolder (I23/532) 374, 435

 Haaks (I05/552) 203, 206; fig. 49
 Haarlemmermeer (I10/480) 328, 339, 343, 435; fig.
 B
 Hallum (I82/592) 225
 Hardersluis (I70/486) 313...357, 418, 422, 443, 445;
 fig. 83, F
 Harderwijk (I71/485) 272...344, 411...422; fig. B,
 E, F
 Harlingen (I57/576) 8...57, 94...110, 192...225,
 294; fig. B, E, 74
 Harting, dr. P., 35
 De Haukes (Houkes) (I24/544) 86...99, 308, 336,
 359, 373, 375; fig. 12, W
 Haukeskeersluis, 93, 373
 Haukessluis, 93, 373, 375
 Heide, G. D. van der, [37] [38]
 (Den) Helder (I14/553) 11, 31...73, 183...220; fig.
 B, E, 12, 49
 Helderse zeegat (I12/555) 7...52, 196...226, 292;
 fig. B, E, 49, 50, 51
 Helderse zeewering, 51, 192...226; fig. 51
 Hindeloopen (I56/551) 192; fig. B, 74
 Hoekvaart (I30/539-I36/532) fig. W
 Hoekvaartsluis (sluis 5) (I30/539) 380, 385
 Hoge vaart (I80/510-I44/492) fig. F
 Hollandse brug, zie brug bij Muiderberg
 Holwerd (I89/600) 31
 Hondsbosse zeewering (I05/527-531) 203
 Hoofd aan de Afsluitdijk (I49/565) 163
 Hoorn (I33/517) 294, 376, 377, 432, 434; fig. B, E,
 74, M
 Hoornse brug (I31/532) 359, 381; fig. W
 Hoornse Hop (I32/515) 317
 Hoornse weg (I29/536-I30/530) 382, 385
 Horntje (I15/558) 208, 226
 Hors (I11/557) fig. 49, 51
 Houtrib (I63/514) fig. B, 77

Houtribsluizen (158/504) 229, 230, 253...318, 336, 337, 411...432; fig. 75, 83, F, M
 Huizen (145/479) 334, 336, 418, 419, 426; fig. 74, 83, F
 Inschot (139/583 – 141/576) 200
 Iterson, prof. dr. ir. F. K. Th. van, 36
 Javaruggen (138/558) 98, 106, 118, 125, 133, 207; fig. 15, 16, 18, 23, 28
 Kaaphoofd (111/553) 52, 209, 211, 214; fig. 49
 Kadoelen (196/520) 308, 336, 338; fig. 73, 82, N
 Kadoeler meer (192 – 195/520) 306, 308, 351, 388; fig. 73, 82, N
 Kadoeler sluis, 308, 388...396; fig. N
 Kampen (191/508) 293...306, 360, 363, 388...397, 422, 426; fig. B, E, 73, F
 Kampereiland (189/512) 184, 300...309, 388, 391, 396; fig. 73, N
 Kamperhoek (172/513) 229, 309, 336, 360, 414...425; fig. 73, 83, F
 Kampersluis (180/510) 419, 426; fig. F
 Kamperweg (181/525 – 186/514) 400
 Kattendiep (186/511) 300...309, 397; fig. 73
 Kattenwaard (186/511) 300; fig. 73
 Ketelbrug (172/514) 360, 422, 426, 443, 445; fig. 75, 82, F
 Keteldiep (185 – 182/511) 13, 38, 294...309, 443; fig. B, E, 73, 74
 Ketelhaven (180/510) 313, 344, 364, 411...426; fig. 73, 83, F
 Ketelmeer (180/512) 284, 306, 336...350, 396, 423; fig. 73, 82, 83, N, F
 Ketelsluis (180/510) 357, 411...419; fig. F
 Kinselmeer (130/490) 5; fig. B, M
 Kloppenburg, J., tab. 36
 Knar (165/490) 6, 326, 363; fig. B, 77
 Knardijk (167/486 – 156/501) 255, 326, 366, 410...429; fig. 83, F
 Knarsluis, hoge – (165/488) } 421, fig. F
 — lage – (158/496)
 Koegras (112/548) 73
 Koegraszeedijk (115/548 – 551) 34, 90, 366
 Koggenrandweg (125/530 – 135/532) 381
 Kolhorn (122/534) 74, 93, 305, 308, 357...386; fig. B, E, 12, W
 Kolhorneer diep, 93, 375
 (De) Koog (113/568) 215
 Kooisluis (Kooysluis) (116/548) 34, 89, 91, 93, 188, 308, 374; fig. 12

Kooltuinen (124/543) 74
 Kooy. K. K., 228, 233
 Kornwerderzand (kwz) (150/567) 97...139; fig. 14, 15, 18, 20, 28, 30, 37
 sluizen op het kwz, zie Lorentzsluizen
 Krabbersgat (149/523) 318, 431
 Kraggenburg (dorp) (190/520) 362, 398–406; fig. E, 73, N
 — (vroegere havenmond) (193/518) 362, 388; fig. N
 Kreileroord (135/539) 362, 385; fig. E, W
 Kuil van Marken (145/500) 6; fig. B
 Kuinderbos (182/534) 322, 404; fig. N
 Kuindervvaart (180/530 – 185/533) 408
 Kuinre (185/533) 305, 308, 361, 363, 389...408; fig. B, E, 74, N
 Laaxum (157/540) fig. 74
 Lage vaart (180/510 – 144/492) fig. F
 Lambertschaag (130/529) 359, 377
 Larsen (167/495) 424
 Larservvaart (168/492 – 163/502) 313, 421; fig. F
 Lauwerszee (210/598) 192
 Leeghwater, Jan Adriaanszoon, 328
 Leemans, ir. W. F., 344
 Leemans (gemaal) (132/549) 271...284, 344...350, 370...386; fig. 78, W
 Lely, (dr.) ir. C., 15...55, 101...444
 Lely (gemaal) (136/532) 344...350, 371...386; fig. W
 Lelystad (162/504) 332...362, 415...434; fig. E, F
 Lelystad-haven (157/501) 359, 414...431; fig. F
 baai van – (159/508) 337, 432; fig. F
 (De) Lemmer (177/540) 9, 237, 243, 293...308, 336...363, 388...405; fig. B, E, 74, 82, N
 Lemstervvaart (181/524 – 177/539) 401, 408; fig. N
 Ligtenberg, ir. J. F., 64
 Linde (190/535) 305, 389, 395; fig. N
 Loodsmansduin (112/560) 206; fig. 49
 Lorentz, prof. dr. H. A., 23, 150...221
 Lorentzsluizen (151/565) 97...110, 139–153...175, 182...214, 233...244, 274...303; fig. 30, 33, 39, 74
 Lovink, dr. H. J., 64, 344
 Lovink (gemaal) (170/487) 272, 313, 344...354, 411...430; fig. 79, 83, F
 Lutjeschardam (130/513) 317
 Luttelgeest (187/529) 362, 398...406; fig. E, N
 Makkum (156/563) 95, 110, 111, 180, 297; fig. B, E, 16, 20, 74
 Makkumerdiep (155/563 – 568) 97, 111, 297; fig. 20

- Makkumergeul (154-156/563) 111, 297, 303; fig. 20
Makkumerwaard (155/563) 70, 96...113, 157, 158, 222, 297; fig. 15, 16, 20, 28
Malzwin (115/554 - 125/555) fig. 49
Marken (136/496) 30, 293, 317...326, 366, 426...444; fig. B, E, M
Markerwaard (145/510) 229, 230, 255...279, 295...367, 410...430-434...446; fig. 2, 3, 60, 84, 85, M
Marknesse (187/525) 362, 397...407; fig. E, N
Marknessersluis, 400, 401; fig. N
Marskedijk (126/548) 189
Mazure, dr. ir. J. P., [31]
Medemblik (136/532) 34, 61, 84, 85, 251...308, 336...386; fig. B, E, 74, W
Medemblikkersluis (sluis 4) (134/532) 380, 385
Meppelerdiep (202/517 - 209/524) fig. 73
Middelbuurt (182/517) 316; fig. N
Middelgronden (150/567 - 148/548) X, 7, 63, 96...127-129...137, 207; fig. B, E, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 28, 30, 47
Middelplaat (148/564) 106, 124, 125, 127, 133; fig. 18, 23, 28
Middenmeer (129/536) 359, 362, 383; fig. E, W
Mok (112/558) 206; fig. 49
Molendiep (124/543) 373
Molengat (111/555 - 108/558) 8; fig. 49
Molgerdijk (130/550) 189
Monnickendam (131/497) 5, 317; fig. M
Monument op de Afsluitdijk (136/554) X, 166, 263, 273; fig. 39
Muiden (133/482) 10, 37, 236, 237, 294, 302; fig. B, 74, F
Muiderberg (136/482) 307, 315, 336; fig. E
Muralt, jhr. ir. R. R. L. de, 22
- Nagele (177/517) 362, 398, 406; fig. E, N
(De)Nes (134/494) 431; fig. M
Nieuw Bildt (168/591) 192
Nieuwediep (115/553 - 550) 8, 64, 87, 88, 189, 208...226, 294; fig. 12, 49
Nieuwesluis (122/539) 84, 93, 375; fig. 12
(Het)Noorden (121/570) 225
Noordersluis (157/502) 419, 425; fig. F
Noordhollands kanaal (122/488 - 114/552) 292, 308
Noordoostpolder (NOP) (180/525) 62, 84, 184, 230...367, 387-410, 422...444; fig. E, 2, 3, 60, 73, N
Noordoostpolderdijk, 257, 258; fig. 63, 82
Noordvaarder (141/597) 209
- Noordzeekanaal (100/498 - 125/488) 276...290, 309, 317; fig. B
Normerdijk (124/547) 223
Nijkerk (161/471) 52, 196, 294...313, 336, 411, 417, 418; fig. B, E, 74, F
sluizen bij - (160/475) 315, 316, 418, 422, 443, 445; fig. 83, F
- Den Oever (131/550) 10, 24, 52...303, 336...385; fig. 13, 14, 15, 16, 21, W
Oeverdijk (131/550) 189
Onrust (112/556) 206; fig. 49
Oostelijk Flevoland (170/500) 230...272, 306...367, 431, 443
Oosterend (121/567) 225
Oostervaart (vroegere naam van Luttelgeester-vaart) (184/525 - 186/529) 401
Oostkaap (122/566) 214, 225
Oostmahorn (206/600) 192
Oostoever (fort) (115/551) 87, 89, 366; fig. 12
Oostoever(sluis) (115/550) 34, 74, 90, 93, 188, 189, 214, 308, 378; fig. 12, 49
Oostpunt (123/543) 93, 308; fig. 12
Oostvaardersdiep (137/488 - 158/504) 38, 230, 272...354, 411...434, 444; fig. 84, 85, F, M
Opperdoes Alewijn, jhr. P., 233, 324
Oranjesluizen (126/488) 7, 266, 277, 289...294; fig. B, 74
Oudeschild (119/562) 192, 201...214, 226; fig. 49
Oude IJssel (253/423 - 206/447) 249
Oude Zeug (werkhaven) (136/541) 303, 363...385; fig. 74, W
Overleker kanaal (135/531) 376
Overleker sluis (135/531) 354...357, 376, 386; fig. W
- Pampus (133/487) 292, 298, 302, 337; fig. B, 74, 77
Pampushaven (137/489) 417; fig. 83, F
Perceel P (werkhaven) (157/502) 413
Piaam (157/561) 18, 21...25, 52, 53, 94-100, 182, 197; fig. B, 1, 14, 16
Pollendam (151 - 154/578) 53, 207
Posthuis (128/587) 214
Prins Hendrikpolder (114/559) 226; fig. 49
- Ramsdiep (180 - 187/514) 300, 308, 391...396; fig. 73, N
Ramsgeul (186/514 - 189/515) 300, 309, 395, 396; fig. 73, N
Ramspol (186/514) 184, 272, 300, 309, 336, 363, 388...404; fig. 73, 82, N

- Razende Bol (109/554) 206; fig. 49
 Rechterdiep (186/512) 300
 Rinkewielsdijk (127/549) 189
 Rivièra camping (182/493) fig. F
 Robbenoord (132/547) 322; fig. W
 Roggebot (–zand) (186/507) 424, 427
 Roggebotsluizen (187/506) 229...253, 272, 307...
 318, 336...357, 411...427, 443, 445; fig. 73, 83,
 F
 Roptazijl (158/580) 192, 224
 Rotterdamse hoek (169/531) 363, 388, 390; fig. 82,
 N
 Rottum (234/618) 11, 31
 Rutten (175/535) 362, 398...406; fig. E, N
 Sallandse weteringen (215/490) 300; fig. 73
 Schager en Nedorper koggen (118/532) 374
 Schardam (130/512) 317; fig. M
 Schellingwoude (125/489) 37, 380
 Schermer (–boezem) (115/515) 6, 290; fig. B
 Scheurak (132 – 139/567) 7; fig. B, E
 Scheve brug (131/547) 382
 Schiermonnikoog (205/610 – 218/613) 11, 202
 Schokkerhaven (180/514) 296, 391, 396; fig. 82, N
 Schokland (181/515 – 519) 362...365, 388...404;
 fig. B, 73, N
 Schoterzijl (184/537) 308, 395
 Schuitengat (142/595) 202
 Schulpengat (105/546 – 108/552) 8; fig. 49
 (de) Sloot (124/544 – 126/542) 362, 373
 Slootdorp (127/540) 359, 362, 383; fig. E, W
 Slootsluis (sluis 1) (127/540) 380, 383, 385
 Slootvaart (124/544 – 127/540) 381
 Smeenge, H., 344
 Smeenge (gemaal) (192/520) 344...350, 392...402;
 fig. 80, 82, N
 Spakenburg (155/474) 302, 418; fig. 74, 83, F
 Stavoren (153/545) 7, 43, 95, 192...196, 263, 273,
 294, 298; fig. B, E, 5, 16, 74
 Steenenhoek (119/426) 55
 Stevin, Hendric, 6, 320
 Stevinsluizen (132/550) 49, 139–153...214, 271...
 294, 311; fig. 29, 31, 32, 34, 35, 36, 74
 Stieltjes, T. J., 437
 Stontelerkeersluis (131/549) 93, 155, 370
 Stontelersluis (132/549) 155, 354, 357, 370, 371;
 fig. W
 Stortemelk (127 – 136/592) 8
 Stroe (128/549) 223
 Swifterbant (172/509) 362, 424, 428, 429; fig. E, F
 Tabbe (153/558) 108
 Telders, ir. J. H., IX
 Terp (130/540) 377, 386; fig. W
 Terschelling (139/596 – 166/607) 8, 11, 31, 51, 191
 ...225; fig. B, E, 47, 48
 Terschellingerbank (lichtschip); fig. B (117/608),
 fig. E (112/611)
 Texel (110/556 – 120/578) 7, 11, 31, 51, 183,
 193...214, 225, 226; fig. B, E, 47, 48
 ree van – (116/557) 73
 Texelse zeegat, zie Helderse zeegat
 Texelstroom (115/556 – 134/561) 6, 201, 208, 225;
 fig. B, E, 47, 48
 Tjonger (185/540) 305, 389, 395; fig. N
 Tollebeek (175/521) 362, 398, 401, 406; fig. E, N
 Uitdam (133/492) 305, 317; fig. 74, M
 Ulkediep (123/543 – 541) 373, 374; fig. 74, M
 Ulkesluis (123/542) 93, 373...377; fig. 12, W
 Urk (170/520) 30, 196, 236, 238, 280...294, 329...
 365, 388...407; fig. B, E, 5, 73, 74, 82, N, F
 Urkersluis (170/519) 395; fig. N
 Urkervaart (181/524 – 170/519) 401
 Val van Urk (165/520) 6; fig. B, 77
 Vatrop (129/550) 189, 223
 Vecht (Overijsselse –) (mond 203/508) 9; fig. B, E,
 73
 Vecht (Utrechtse –) (mond 133/483) 237; fig. B, E
 Veluwe (185/465) 259, 274
 Veluwemeer (noord 175/490) } 230, 245, 272, 307...
 330, 350...362, 411...
 — (zuid 168/483) } 430; fig. 83, F
 De Ven (148/528) 280
 Vier Noorder Koggen (130/525) 370, 376, 386
 Vissering, mr. G., 344
 Vissering (gemaal) (170/519) 344...350, 392...403;
 fig. 82, N
 Vlie (137/594) 7, 11, 29, 182, 196...212; fig. B, E,
 47, 48, 50
 Vliehors (124/583) 209
 Vlieland (120/581 – 136/591) 7, 31, 51, 52, 193...225;
 fig. B, E, 47, 48
 Vlietstroom (139/592 – 142/584) 6; fig. B, E
 Vlieter (135/560 – 550) 7, 70, 97, 98, 114...129–
 132...137, 172, 203, 207; fig. B, 15, 16, 18, 21,
 23, 28, 47
 Vogel-eiland (197/518) 308, 396; fig. N
 Volendam (134/501) 302; fig. 74, M
 Volharding (121/575) 225

- Vollenhove (193/522) 298, 305, 361, 388...405; fig. B, E, 73, 74, 82, N
 Vollenhover meer (194/523) 306, 308, 388; fig. 73, 82, N
 De Voorst (192/521) 322, 344, 358, 389...405; fig. 82, N
 Voorstersluis, 357, 358, 395; fig. N
 Vossemeer (185/510) 307; fig. 73, 83, F
 Vossewaard (185/511) 307, 413
 Vrouwezand (150/540) 7, 196; fig. B
 Vijf Zeedelen Binnendijks (157/577 – 158/580) 224
 — Buitendijks (157/576 – 157/570) 113, 224
 Waardkanaal (124/534 – 123/542) 93, 374, 375, 377; fig. 12, W
 Waardpolder (123/536) 374, 435
 Waard-Nieuwlandpolder (130/547) 35, 370, 371; fig. W
 Waddenzee (140/580) 8...191–227...441; fig. E, 48, 52
 Wal, ir. L. T. van der, 3, [2]
 Waterland (128/494) 5, 336
 West Terschelling (144/597) 202
 Westerhavensluis (136/531) 375
 Westerland (124/545) 80, 136, 202, 214, 215; fig. 12, W
 Westerlander klief (123/546) 73, 189, 223
 Westfriese sluis (123/534) 93, 357, 374, 375; fig. W
 Westfriese vaart (123/534 – 136/532) 374, 375, 381; fig. W
 Westfriese zeedijk (108/528 – 122/534 – 136/532 enz.) 375, 376^d
 Westfriesland (135/525) 7, 52, 280, 295, 324, 337; fig. B
 Westgat (102/551) fig. 49
 Wierbalg (125/554 – 130/551) 115, 155, 183, 208
 Wieringen (123/545 – 131/550) 2...233, 274...308, 344; fig. B, W
 Wieringermeer (deel van de Zuiderzee) (130/540) 8, 86, 229, 262, 439; fig. B, 12, 47
 Wieringermeer (–polder) 2, 34–37, 93, 155, 229...370–386...408, 425, 442, 443; fig. E, 2, 3, 60, W
 Wieringermeerdijk (132/549 – 136/532) 61, 85, 103, 113, 256, 270, 370–372, 386; fig. 61, 62
 Wieringerwaard (119/537) 374
 Wieringerwerf (130/540) X, 359, 362, 377, 383, 384; fig. E, W
 Wieringerwerfvaart (128/536 – 130/539) 381
 Winkel (123/530) 384
 Workum (159, 554) 297; fig. 74
 Wortman (dr.) ir. H., 29, 33, 50, 344
 Wortman (gemaal) (157/502) 272, 344...354, 411...426, 444; fig. 83, F
 Woudstrand (125/547) 223
 Wijdenes (140/515) fig. 74
 IJ, Binnen – (124/488) 277, 290
 Buiten – (126 – 130/487) 37, 277, 289, 317, 431
 IJmeer (133/486) 37–38, 236, 278...318–319...334, 411, 417, 424, 433, 445; fig. 83, F, M
 IJmuiden (100/498) 37, 54, 128, 192, 215, 266...290, 310, 355; fig. B, E
 IJssel (194/440 – 185/511) 8...436; fig. B, E, 73, F
 mond van de –: 278, 306, 312, 324, 396
 IJsselmeer (155/535) 7...228–319...441; fig. E...F
 Zeewolde (in O. Fl.) (167/503) 424
 Zeewolde (in Z. Fl.) (165/483) 313, 362, 424, 428; fig. F
 Zoutkamp (215/595) 192, 215
 Zuidelijk Flevoland (155/488) 230, 245...272, 311...367, 431, 432, 443, 444
 Zuiderhaven (131/550) 155
 Zuider Oeverdijk (131/550) 185, 189
 Zuidoostrak (140/575 – 147/569) 198, 200, 207; fig. 47, 48
 Zuid Steenplaat (150/555 – 558) 94, 101; fig. 14
 Zurig (–ch) (155/568) 52, 53, 61, 94–96...113, 133, 136, 165...229, 263, 273; fig. B, E, 2, 14, 15, 16, 20, 39
 Zurigeroord (155/569) 96, 222
 Zwanendiep (196/518) 308, 391, 396; fig. N
 Zwarte diep (196 – 194/517) 396
 Zwarte hoek (194/517) fig. 82, N
 Zwarte Meer (194/516) 258, 306, 309, 389, 396; fig. 73, 82, N
 Zwarte Water (203/503 – 198/517) 9, 237, 298, 308, 309, 358, 388...396, 423; fig. B, E, 73
 Zwartsluis (202/517) 309, 396
 Zwin (132/552) 97, 103, 115, 116
 Zwolle (203/503) 294, 300, 388, 402; fig. B, E, 73
 Zwolse Diep (198–193/518) 9, 294...308, 362, 388...396; fig. B, 73, 74, N
 Zwolse hoek (173/514) 272, 309, 336, 360, 388...408, 422; fig. 82, N, F
 Zwolse vaart (181/524 – 192/520) 399, 401, 404; fig. N

PLAATS VAN TABELLEN EN FIGUREN

tab. blz.	nr.	fig. blz.	tab. blz.	nr.	fig. blz.	tab. blz.	nr.	fig. blz.	nr.	fig. blz.	nr.	fig. blz.	nr.	fig. blz.
83	1	12	271	17	105	404	33	147	49	209	65	260	81	356
106	2	13	271	18	107	406	34	149	50	210	66	262	82	390
133	3	40	276	19	109	424	35	151	51	211	67	267	83	412
143	4	45	279	20	111	437	36	154	52	216	68	268	84	416
150	5	47	284	21	114	439	37	157	53	218	69	277	85	433
166	6	71	289	22	117	442	38	158	54	234	70	282	B	vóór
167	7	75	294	23	118	443	39	160	55	234	71	283	E	vóór
174	8	76	307	24	120	444	40	173	56	239	72	285	W	achter
183	9	78	316	25	122	445	41	175	57	240	73	299	N	achter
196	10	79	340	26	127		42	198	58	247	74	301	F	achter
201	11	82	340	27	131		43	194	59	250	75	302	M	achter
214	12	86	342	28	135		44	198	60	254	76	323		
220	13	92	350	29	141		45	199	61	256	77	323		
230	14	95	367	30	142		46	200	62	256	78	345		
264	15	99	394	31	144		47	204	63	257	79	346		
270	16	103	399	32	146		48	205	64	257	80	347		

BRONVERMELDING

De tekeningen zijn door de Dienst der Zuiderzeewerken speciaal voor deze uitgave vervaardigd.

De gereproduceerde foto's zijn beschikbaar gesteld uit het archief van de Dienst der Zuiderzeewerken. Behalve eigen materiaal is hierbij gebruik gemaakt van foto's door:

Aero-Camera Rotterdam (55, 56, 65, 66, 67, 71, 77, 87, 88)

Aero Photo 'Nederland' (86)

Aerophoto Schiphol (22)

Bart Hofmeester, Rotterdam (59, 60, 62, 70, 90, 97, 124)

KLM (51)

KLM Aerocarto NV, 's-Gravenhage (9, 19, 26, 28, 31, 39, 47, 48, 49, 52, 53, 61, 63, 69, 74, 81, 108, 113, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 126)

Nationaal Foto Persbureau, Stevens & Magielsens, Amsterdam (57)

Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (23, 35, 36, 45, 54, 79, 85, 102, 103, 105, 106, 112, 118, 121, 123, 125)

Directie Wieringermeer (43, 107)

