

Deze afwijking is wel belangrijk; echter zal de invloed op de stroomen bij de mond niet groot zijn geweest. Ernstiger is de fout bij D, waar de bodem op 13 cm - N.A.P. lag, in plaats van 80 cm - N.A.P. volgens de peilingen (verschil 4,5 mm). De te geringe diepte landwaarts van de bocht van de leidam moet een ongunstige invloed hebben op de hoeveelheid water, die over de bezonken dam stroomt.

In een stroomend model werden de peilnaalden wederom afgelezen. Deze aflezingen hebben grootere onzekerheid, dan bij de nulpuntsbepaling. Door onrust van de waterspiegel en vooral door het voorkomen van langzame schommelingen in het model kunnen de aflezingen afwijkingen van de juiste waarde vertoonen, die enkele tiende millimeters groot zijn.

Bij een zeestand van omstreeks 100 cm + N.A.P. werd een tweetal waarnemingsreeksen uitgevoerd.

In de nu volgende tabel is voor elke peilschaal het gemiddelde van de aflezing in cm + N.A.P. aangegeven. Bovendien zijn in de tabel opgenomen de aflezingen, die te Hoek van Holland aan de overeenkomstige peilschalen op 28 Augustus 1930 zijn verricht (tabel 1, figuur 6) kort vóór hoogwater (5,40) en even lang daarna (6,50). Van deze waarnemingen is nog het gemiddelde berekend, voorts het verschil tussen het gemiddelde en de modelwaarneming.

Tabel 5.

Modelpeilschaal	L	A	B	C	D	-	E	-	F	G	H	K
Peilschaal te Hoek v. Holland	-	-	1	2	3	4	8	9	5	6	7	-
1. Aflezing modelpeilschaal	96	96	92	97	98	-	55	-	96	97	90	85
2. Aflezing H.v.H. te 5.40 uur	-	-	92	96	99	84	80	79	86	86	84	-
3. id. <i>te 6.50 uur</i>	-	-	95	93	95	89	86	84	95	96	94	-
4. Gemiddelde van 2 en 3	-	-	94	94	97	86	83	82	90	91	89	-
5. Verschil 1 en 4.	-	-	-2	3	1	-	-28	-	6	6	1	-

De overeenstemming is verre van fraai. Van de afwijkingen moet een deel worden toegeschreven aan de onnauwkeurigheden van de metingen. In het model is de aflezing evenmin als in de werkelijkheid op een centimeter nauwkeurig. De ver-

schillen bij de meetpunten B, C, D en H zijn niet grooter dan die, welke door de meetfouten kunnen zijn veroorzaakt.

Dit is echter niet meer het geval voor de punten F en G. Bij deze metingen wordt de afwijking veroorzaakt door de aflezing van 5.40, die, bij vrijwel dezelfde waterstanden ten Zuiden van de Waterweg, ten Noorden daarvan een decimeter lager is, dan die van 6,50. Van dit verschijnsel is de oorzaak gemakkelijk aan te wijzen: vóór hoogwater was de stroomsterkte in zee waarschijnlijk nog aan het toenemen, daarentegen vertraagde de stroom reeds. Het traagheidsverhang in zee was dus op de beide tijdstippen verschillend. In het model, met zijn stationaire strooming, ontbreekt dit verhang, een afwijking, die een verschil met de werkelijkheid moet veroorzaken. In dit licht beschouwd is het feit, dat de aflezing van H in model en werkelijkheid overeenkomt, te danken aan het toeval, of liever aan de lage aflezing in het model.

Hetzelfde verschijnsel, de traagheid van de stroom, is in het spel ~~en~~ bij het zeer groote verschil bij peilschaal E, in de doorgraving. In de werkelijkheid begint de stroom juist te vertragen (par. 6), waardoor een betrekkelijk klein verhang tusschen de mond en de plaats van de registree-
rende peilschaal bestaat. Of op deze wijze een verschil van 28 cm kan worden verantwoord, is hoogst twijfelachtig. Een belangrijke afleesfout bij E in het model is uitgesloten, daar ook bij andere waarnemingen de zeer lage stand bij E werd geconstateerd. Wellicht is de waterstand bij E plaatselijk gestoord, bijvoorbeeld door de nabijheid van de uitlaatstuw.

Om de gladheid van het model te beoordeelen komen alleen de peilnaalden aan de zeezijde, K en L, in aanmerking. Die langs de kust zijn alle gestoord door het optreden van gebogen stroomlijnen, waardoor zij het wrijvingsverhang niet kunnen aangeven.

Het verschil tusschen K en L is in tabel 5, 11 cm, overeenkomende met 0,7 mm in het model. Bij het vergelijken met andere aflezingen, waarbij deze peilnaalden gelijktijdig werden waargenomen, blijkt deze waarde iets aan de hooge kant te zijn. Een verval van 0,5 mm kan wel als het meest waar-

schijnlijk worden beschouwd. Deze waarde zal als grondslag dienen voor de berekening van de Constante C in de formule:

$$v = C \frac{1}{\sqrt{ZI}}$$

Hierin is:

v = de snelheid van de stroom in het model = 18 cm/sec,
 Z = de hydraulische straal, in dit geval gelijk aan de waterdiepte = 11 cm,
 I = het verhang = 0,5 mm over een afstand van 800 cm = $0,625 \times 10^{-4}$.

Hieruit volgt:

$$C = 687 \text{ cm}^{3/2}/\text{sec},$$

dus een weinig groter, dan de waarde, die in de werkelijkheid aanwezig is.

Met de door Strickler^{x)} aangegeven formule kan de graad van ruwheid van het model worden afgeleid uit de gevonden waarde van C. Wanneer de grootheden in c-g-s-eenheden worden uitgedrukt, kan de formule worden geschreven als:

$$v = 210 (z:\rho)^{1/6} \sqrt{ZI}.$$

ρ is hierin een maat voor de oneffenheden in de wanden.

Uit de gelijkheid

$$C = 210 (z:\rho)^{1/6}$$

volgt $z:\rho = 1226$, dus bij een waarde van $z = 11$ cm wordt die van ρ ongeveer 0,09 mm. Door het afstrijken met cementspecie zijn de oneffenheden inderdaad tot een dergelijk bedrag teruggebracht.

Wellicht is de groote gladheid, waarop in paragraaf 12 reeds werd gewezen, één van de oorzaken voor het ontstaan van de neer in de mond bij het zuiderhoofd (paragraaf 24). Een aanwijzing in deze richting is het feit, dat na het vervangen van een deel van de cementbodem door puimsteenkorrels de neer verdween. De oneffenheden ρ hebben bij een bimsbodem afmetingen van omstreeks 0,3 cm, zoodat met een waterdiepte van $z =$ een decimeter de constante C wordt:

$$C = 210 (10:0,3)^{1/6} = 377,$$

dus belangrijk kleiner dan in zee.

x). Dr. A. Strickler Beitrage zur Frage der Geschwindigkeitsformel und der Rauheitszahlen für Ströme, Kanäle und geschlossene Leitungen. Bern 1923.

VII. De invloed van verschillende veranderingen.

30. Toestand 1: put bij de leidam opgevuld.

Deze toestand dankt zijn ontstaan aan de, in paragraaf 29 gemaakte, opmerking, dat het zandtransport, dat van de put uitgaat, zou kunnen worden beperkt door de zeebodem daar ter plaatse te verdedigen. De verdediging, bestaande uit zinkstukken, behoort echter niet te worden aangebracht op de bestaande bodem. De groote diepte, en daarmee de gelegenheid tot het afzetten van zand gedurende de eb, zou zoodoende blijven bestaan, zoodat de put zijn functie van zandleverancier zou blijven vervullen.

Wil men verbetering bereiken, dan zal verdedigen van de bodem moeten worden voorafgegaan door het opvullen van de put.

De proeven, die op deze toestand betrekking hebben, zijn verricht in de meetperiode II, toen de modelbodem nog geheel uit cement bestond. De put was met gips opgevuld; tegen de bezonken dam was de hoogte gelijk aan de kruin daarvan, zeewaarts liep de nieuwe bodem geleidelijk af, tot op ongeveer 60 cm afstand van de dam de oorspronkelijke diepte weer werd bereikt.

Reeds bij een vluchtige beschouwing van de stroom in het model valt het op, dat de stroom nog slechter was, dan in de bestaande toestand 0. Er ontstaan bij het eind van de leidam zeer sterke wervels, die zich met de stroom mee naar de mond bewegen. Bij de kop van het noorderhoofd is de stroomconcentratie nog meer geprononceerd, de richting maakt bovendien een hoek met die van het hoofd.

De slechte indruk wordt bevestigd door de, met behulp van de stroomfoto's samengestelde, figuren 42 en 43. Het eerste, dat de resultaten van de oppervlaktedrijvers geeft, moet worden vergeleken met figuur 32.

De verschillen zijn in hoofdzaak de volgende:

1. Het water wordt van het eind van de leidam na het dichtten van de put verder zeewaarts uitgeworpen.
2. De neer bij de bocht van het zuiderhoofd is meer geprononceerd geworden en is zeewaarts verplaatst. Op de

grens van de hoofdstroom en de neer bevindt zich een sterke wervelstraat.

3. De binnenwaartsche stroom langs het noorderhoofd is nog smaller.
4. De richting van aanstromen van de kop van het noorderhoofd is nog ongunstiger.
5. Het gebied van de grootste stroomsnelheden heeft zich in zuidwestelijke richting verplaatst, vooral zeewaarts van de plaats, waar zich de put bevond, is de snelheid groter geworden. De lijnen van gelijke snelheid vertoonen een tong in de richting van het noorderhoofd, waar de snelheid ten opzichte van die van toestand 0 is toegenomen.

Vergelijking van figuur 43 met de overeenkomende figuur 34 geeft dezelfde verschilpunten. Vooral de groote hoek, waaronder het bodemwater de kop van het noorderhoofd nadert, is opvallend. De bodemstroom is evenveel gedraaid, als die aan de oppervlakte, zoodat de hoeken, waaronder de stroomlijnen elkander kruisen, vrijwel even groot zijn gebleven.

Al deze veranderingen kunnen worden verklaard door het feit, dat het over de bezonken dam stroomende water zijn snelheid nog een tijdlang moet behouden, waardoor de botsing met de hoofdstroom in zee heviger is geworden. Blijkbaar werkt bij de bestaande toestand de put *Alleen* als stortkom, waarin het water gelegenheid heeft uit te woelen, zoodat het met een matige snelheid, zonder al te groote turbulentie verder kan gaan.

Is de put bezonken, dan zal de turbulentie van het water voorbij de grens van de verdediging nog zoo groot zijn, dat met zekerheid intensieve zandverplaatsingen kunnen worden verwacht. Deze verplaatsingen brengen het bodemmateriaal weer in de vaarstroom, zoodat een vermindering van het zandbezwaar niet is te verwachten.

Ook bij de kop van het noorderhoofd zal geen verbetering optreden. De scheeve aanstroming veroorzaakt een sterke turbulentie, die, gepaard met de grootere stroomsnelheid, een nog diepere uitschuring zal geven, dan thans het geval is. Daar de draaiing van de stroomrichtingen ook de navigati-

in minder gunstige omstandigheden zal brengen, kan worden geconcludeerd, dat het dichten van de put bij de leidam geen verbetering zou geven, doch integendeel achteruitgang zou veroorzaken. Dit middel is dan ook ten sterkste af te raden en daarom zijn in de latere waarnemingsperioden geen proeven meer met deze toestand gedaan.

31. Toestand 2, Waterweg vernauwd.

Men zou kunnen meenen, dat het loslaten van de naar binnen gaande stroom van het zuiderhoofd in de bestaande toestand wordt veroorzaakt, althans bevorderd, door de betrekkelijk scherpe knik in dat hoofd. Om deze meening aan het model te toetsen werd, uitgaande van de leidam, een flauw gebogen dam (straal 750 meter) aangebracht, die binnenwaarts overging in een dam evenwijdig aan de hoofden. Tusschen deze laatste dam en het noorderhoofd bleef nog een vaarweg van 500 m breedte over.

In deze toestand 2 werd de bodemconfiguratie gelijk gelaten aan die, welke in toestand 0 voorkwam; ook de put bij de leidam was weer op zijn oorspronkelijke diepte gebracht.

De stroomfoto's weergegeven in de figuren 44 en 45, toonen aan, dat de gunstige werking uitblijft. Zoowel de oppervlaktestromen, als die langs de bodem zijn practisch identiek met die van toestand 0.

De eenige veranderingen in de oppervlaktestroom, die niet aan meetonnauwkeurigheden kan worden toegeschreven, zijn een noordwaartsche verplaatsing van het midden van de zwakke neer bij de bocht van het zuiderhoofd en in verband daarmee iets verder terugdringen van de intrekende stroom tegen het noorderhoofd. Daardoor wordt ook de snelheid langs het buitenste deel van dat hoofd iets grooter: de snelheidslijn van 20 cm/sec in het model strekt zich uit tot binnen de hoofden.

Ook de verschillen tusschen de bodemstroom van figuur 45 en die van figuur 34 zijn gering en hebben ^{zijn van} een soortgelijke strekking.

Bij deze toestand was bijzonder duidelijk te zien, het verschijnsel van het oplichten van de bovenstroom door die langs de bodem, waarop bij de bespreking van de bestaande toe-

stand reeds is geweest. Het water, dat langs de coördinaat γ_{10} over de bult stroomt wordt dadelijk na het passeeren van de loodlijn 28~~8~~ door het bijna evenwijdig aan deze laatste lijn stroomende bodemwater naar de oppervlakte getild.

Achteraf is het goed te begrijpen, dat de onderzochte vernauwing vrijwel geen uitwerking heeft. De dam loopt door een gebied, waar de diepte gering is (20 tot 30 decimeter onder laagwater) en waar bovendien in de bestaande toestand slechts kleine stroomsnelheden voorkomen. De wijziging, die een dergelijke dam in de waterbeweging veroorzaakt, moet dientengevolge van geringe beteekenis blijven.

32. Toestand D : noorderhoofd verlengd.

Bij de proeven van 1907 zijn eenige drijvingen gedaan met een verlengd noorderhoofd. De lengte van het nieuwe gedeelte is niet aangegeven; uit de schetsen zou volgen, dat een "betrekkelijk korte verlenging" omstreeks 1200 m lang was. Daarbij ging de vloedstroom buiten het hoofd recht door, zonder eenige afbuiging door zuiging van de mond te vertoonen. Een "aanzienlijke verlenging" van ten naastebij 1800 m had tot resultaat, dat een deel van het tegen het hoofd aanstroomende water buiten het zeeëind van het hoofd om naar buiten stroomde. In beide gevallen verwachtte men opzanding bij de splitsing van de stroom die de Waterweg intrekt en die, welke in zee blijft.

Thans werd onderzocht de invloed van een gebogen dam, die voor de kop van het noorderhoofd was uitgebouwd (figuur 46). Ook in dit geval treedt de stroomsplitsing op, en wel ongeveer bij het midden van de nieuw aan te leggen dam. Een eventueel door deze splitsing veroorzaakte verondieping zal vermoedelijk geen groote uitgestrektheid kunnen verkrijgen, daar de bodemstroom afschurend zal werken, evenals de onder-vloed en de ebstroom. Er is een kans, dat het vaarwater vrij blijft.

De stroomen van toestand D zijn uitsluitend in de waarnemingsperiode I op het oog beoordeeld.

Voor zoover bleek, is aan de stroomen op eenige afstand van de nieuwe dam weinig veranderd. De bezwaren van de dwars over de mond trekkende stroomen en de daarmee gepaard gaande zandbeweging worden door deze verlenging van het noorder-

hoofd dan ook niet opgeheven.

Andere wijzen van verlengen van het noorderhoofd, die slechts terloops zijn onderzocht voerden evenmin tot een resultaat.

33. Toestand 16; naar het noordoosten gekeerde mond.

Deze toestand in het model gebouwd naar aanleiding van de voor havens geldende regel, dat de mond zoodanig moet zijn gericht, dat het invaren geschied tegenovergesteld aan de buiten de haven voorkomende stroomrichting (Type Zeebrugge): Dit is bereikt door het zuiderhoofd te verlengen en daarbij naar het noordwesten om te buigen tot voorbij het verlengde van het noorderhoofd. Natuurlijk zal nimmer worden overwogen een dergelijke verandering uit te voeren, daar de kosten alle perken te buiten zouden gaan.

Bovendien blijkt op deze wijze ook geen gunstige stroomverdeeling te kunnen worden bereikt. Dit viel trouwens wel te verwachten, daar, in tegenstelling met wat bij havens voorkomt, een groote hoeveelheid water de mond moet binnentreden; hiervoor is de vorm van de mond ongeschikt. De minst onaangename stroom treedt op bij een situatie van de mond zooals die in figuur 47 is geschetst. Daarbij treedt langs de buitenbocht van de nieuwe dam een groote stroomsnelheid op, waardoor in het model verdieping ontstond. Deze snelheden worden ruimschoots overtroffen, door die, welke bij de kop van het noorderhoofd voorkomen. De hoofdstroom wordt hier nog versterkt door water, dat komt uit een zeer krachtige neer voor het badstrand. Het zou absoluut noodzakelijk zijn deze kop te beschermen; hiervoor komt in aanmerking het bouwen van een krul, wat bij de later te behandelen toestanden 12 en 15 eveneens is toegepast. Ondanks deze verdediging is de aanval op de bodem uiterst gevaarlijk: in het model is al het bims in korte tijd weggevoerd. Tenslotte wordt een groot deel van het uitgeschuurde materiaal afgezet in het verlengde van de aan het zuiderhoofd aangebrachte krul. Het doel, waarnaar bij het modelonderzoek wordt gestreefd namelijk het brengen van de vaargeul naar het midden van de mond, is inderdaad bereikt, echter ten koste van zooveel bezwaren, dat de toestand ten eenenmale onaanvaardbaar is.

Behalve het feit, dat de stroom de Waterweg moet binnen-

treden, is ook de richting van de bestaande hoofden een be-
letsel voor het bereiken van eenig resultaat in deze *ver-*
gust ding. Daarbij komt nog de vrij groote zekerheid, dat ook ge-
durende de ebstroom moeilijkheden zullen worden ondervonden.

III.

+++++

Bij de opdracht (paragraaf 3) waren als leidraad voor
het zoeken naar verbetering eenige tracées gegeven voor de
gelijke uitloop van de leiden (figuur 3). Tracé van deze tra-
cées, II en III, hebben vrijwel hetzelfde eindpunt. Deze tra-
cés zijn als toestanden A en C in het allereerste begin van
de modelproeven onderzocht.

Tevens in figuur 4A voor A is te zien, beantwoordt het
resultaat in geen enkel opzicht de verwachtingen. Het uit het
Zuidwesten komende water trekt langs de buitenzijde van de
3500 m lange, dam en heeft bij het eind daarvan een groote
snelheid. In plaats van geleidelijk verder naar rechts te
buigen, stroomt het water nog een eindje in noordoostelij-
ke richting door, maakt daarop een sterke bocht, zodat het
binnentreden van het vloedwater wederom geheel bij de kop
van het noorderhoofd in geslotenstand. De snelheid is nog
groter en de richting nog veel ongunstiger, dan bij de be-
staande toestand.

Evenwel binnen de heffing van de stroom steekt in de
richting van het zuidhoofd.

Langs het binnendijk ontstaat een sterke neerstroom.

In een groot deel van het model is de stroom zeer on-
gunstig.

Ofschoon het daarvoor geen binnengroeven zijn gedaan,
kan het waarschijnlijk worden gezegd, dat de diepteverhoudingen
ongunstig zouden zijn. Alleen de groote uitstrooming, die bij
de kop van het noorderhoofd is te verwachten, maakt reeds,
dat de toestand niet is te verwachten. Het verder binnent-
waarts langs de zuidwal gebeurt, het op grond van de proef
niet worden uitgemeten.

De dam van de vorm C (III van figuur 3), die vrijwel
hetzelfde eindpunt heeft als de een juist besproken, ver-
oorzaakt stroomen, die zeer weinig van die van toestand A
verschillen. Daaruit volgt, dat niet de vorm van de dam, het

VIII. Verlengen van de leidam.

34. Toestanden A en C : westwaartsche verplaatsing van het eindpunt.

Bij de opdracht (paragraaf 3) waren als leidraad voor het zoeken naar verbetering eenige tracees gegeven voor mogelijke uitbouw van de leidam (figuur 3). Twee van deze tracees, II en IIa, hebben vrijwel hetzelfde eindpunt. Deze tracee's zijn als toestanden A en C in het allereerste begin van de modelproeven onderzocht.

Zooals in figuur 48 voor A is te zien, beantwoordt het resultaat in geenen deele aan de verwachtingen. Het uit het Zuidwesten komende water trekt langs de buitenzijde van de 3300 m lange, dam en heeft bij het eind daarvan een groote snelheid. Inplaats van geleidelijk verder naar rechts te buigen, stroomt het water nog een eindweegs in noordoostelijke richting door, maakt daarna een sterke bocht, zoodat het binnentreden van het vloedwater wederom geheel bij de kop van het noorderhoofd is geconcentreerd. De snelheid is nog grooter en de richting nog veel ongunstiger, dan bij de bestaande toestand.

Enmaal binnen de hoofden zet de stroom sterk in de richting van het zuiderhoofd.

Langs het badstrand ontstaat een sterke neerstroom.

In een groot deel van het model is de stroom zeer onrustig.

Ofschoon met deze vorm geen bimsproeven zijn gedaan, kan met beslistheid worden gezegd, dat de diepteverhoudingen ongunstig zouden zijn. Alleen de groote uitschuring, die bij de kop van het noorderhoofd is te verwachten, maakt reeds, dat de toestand niet is te aanvaarden. Wat verder binnenwaarts langs de zuidwal gebeurt, kan op grond van de proef niet worden uitgemaakt.

De dam van de vorm C (IIa van figuur 3), die vrijwel hetzelfde eindpunt heeft als de zoo juist besprokene, veroorzaakt stroomen, die zeer weinig van die van toestand A verschillen. Daaruit volgt, dat niet de vorm van de dam, dan

wel de ligging van het eindpunt, het stroombeeld beheerscht.

Kleine variaties in het eindpunt hadden geen succes. Al veranderen de stroomen hier en daar een weinig, de algemeene indruk blijft dezelfde. Steeds trekt om de uitgebouwde dam een krachtige stroom. Deze stroom is afkomstig van het, nu zeer breede, watergebied dat tusschen de dam en de Maasmond ligt (de Maasvlakte). Om geringere snelheden en dus geleidelijker intrekken in de mond van de Waterweg, te verkrijgen, zal het zaak zijn dit gebied niet grooter te maken, dan noodig is, m.a.w. met de verlenging van de leidam niet te verzeewaarts te gaan.

35. Verlengen van de leidam, ongeveer evenwijdig aan de kust (toestanden B, E en W).

Bij één van de drie primaire dammen van figuur 3, namelijk I, is het afgescheiden gebied van de Maasvlakte veel kleiner, dan dat bij de beide anderen. Als toestand B is deze dam in het model globaal onderzocht. De bezonken dam is bovenwater gebracht en verlengd volgens een cirkelboog van 675 m straal (ontwikkelde lengte 1000 m). De stroomen vertoonden in deze toestand B slechts weinig verschil met die van de bestaande toestand O. Voor zoover op het oog kon worden beoordeeld, was de concentratie van de stroomlijnen bij de kop van het noorderhoofd minder, terwijl, ook reeds iets dichter bij het zuiderhoofd het water neiging scheen te hebben om de mond in te trekken.

Blijkbaar is men op de goede weg.

Een meer geprononceerde verbetering bleek te ontstaan, toen inplaats van B een andere verlenging aan de leidam werd gemaakt, die de aanduiding E verkreeg. Deze bestond uit een, ongeveer 2000 m lange, rechte dam, die een weinig landwaarts van het verlengde van de leidam was gericht: Ofschoon de sterkste stroom^{en} nog in de noordelijke helft van de Waterweg optreden, blijkt bij dit type van verlengen bijna de geheele breedte van de mond voor het binnentrekken van het water te worden benut. Het voor de mond langs trekken van het water is nog wel niet geheel en al verdwenen, maar toch veel minder duidelijk.

Naar aanleiding van deze gunstige uitkomst werd besloten een uitvoerig onderzoek te verrichten naar de werking van dammen van het type E. Bij 38 van deze situaties, die tezamen onder de letter W zijn samengevat, is het stroombeeld opgenomen. De dammen zijn alle gemaakt van looden strippen (figuur 19). De onderzijde daarvan is op regelmatige afstanden ingesneden en de tusschenliggende slabben beurtelings links en rechts horizontaal omgebogen. De bovenzijde ligt boven de waterspiegel.

Een dergelijke dam sluit uit de aard van de zaak niet geheel waterdicht tegen de bodem aan, doch het doorleken is niet van die aard, dat de stroom in waarneembare mate wordt gestoord. Na en dan wordt door het inbrengen van kleurstof aan de zijde van de hoogste waterstand de omvang van het lekken gecontrôleerd. Bij latere proeven zijn de dammen meestal op dezelfde wijze gemaakt. Zij konden dan eenigszins in de bimsbodem worden ingelaten, waardoor het lekken vrijwel geheel ophield.

Op de figuren 49 tot en met 56 zijn de stroomen ~~gemaakt~~ bij deze toestanden schetsmatig weergegeven. De stroom aan de oppervlakte is door getrokken lijnen voorgesteld; die bij de bodem door streeplijnen. Het coördinatennet dient weder ter oriëntering.

Bij de eerste groep is de nieuwe dam aangebracht aansluitend bij en in het verlengde van de bezonken dam, die zelf tot boven hoogwater is verhoogd (volnummers I-VIII). In een aantal gevallen is het zuidwestelijke uiteinde van de dam zeewaarts omgebogen.

Volnummer I, met een damlengte van 5800 meter (met inbegrip van het verhoogde deel van de bezonken dam), geeft een uitmuntende stroomverdeeling. Achter de Krul ontstaat een stelsel van neeren, waarlangs de hoofdstroom zoodanig trekt, dat hij bijna recht de Waterweg inloopt. De geheele ruimte tusschen de lage dam en noorderhoofd wordt voor het instroomen benut, er ontstaat slechts een klein, plaatselijk, neertje achter de kop van de lage dam, dat waarschijnlijk door het wegnemen van die kop zou verdwijnen. Ook bij de kop van het noorderhoofd is de stroom goed. Richtingveranderingen met kleine straal komen niet voor en ook de hoek tusschen de

stroomrichtingen aan de oppervlakte en die beneden is vrijwel tot nul gereduceerd.

Het neereengebied is niet stabiel, maar schommelt periodiek. De noordelijkste neer a nadert telkens de bocht van het zuiderhoofd, trekt zich weer terug en verdwijnt zelfs nu en dan.

Opmerkelijk is de draairichting van de neer in de krul van de dam. Deze neer wordt blijkbaar niet aangedreven door de hoofdstroom, doch door de andere neer. In een later onderzoek geval (toestand 9, par.) komt iets dergelijks voor.

Bij II is de dam omstreeks 700 m ingekort en dus nog 5100 m lang. Veel verandering geeft dit niet. Alleen het neertje bij de lage dam wordt van tijd tot tijd iets krachtiger, wat een aanwijzing is voor een begin van verslechterring.

Deze ^{achternitgang} ~~verandering~~ wordt sterk geprononceerd bij III, die van II verschilt door het ontbreken van de krul (nog 3500 m dam). Het neereengebied schrompelt daardoor sterk ineen en in verband daarmee is de richting, waaruit het vloedwater de mond nadert, minder gunstig geworden. Hoewel de stroom nog veel beter is, dan in de bestaande toestand, vertoont hij toch reeds alle gebreken van deze: de neer (althans de stroomverlamming) bij de lage dam, de scherpe ombuiging bij de kop van het noorderhoofd en de groote ^Srichting verschillen tusschen boven- en onderstroom.

Door verder inkorten werd niet veel verandering meer verkregen. Volnummer IV (3200 m) is zeker niet slechter dan III, wat wijst op een gunstige invloed van de krul. Weglaten daarvan (V, 2050 m) geeft dan ook een veel slechtere toestand. Komt de krul nog dicht bij de mond (VII, 2000 m), dan dringt het neereengebied door tot voorbij het verlengde van de lage dam, waardoor het instroomen wordt beperkt tot de strook langs het noorderhoofd. Nu geeft het weglaten van de krul (VI, 1350 m) zelfs verbetering.

Volnummer VIII (700 m dam) is belangwekkend, omdat het vrijwel overeenkomt met de aanbevolen toestand van de proeven van 1907. De stroomlijnen komen behoorlijk overeen met die, welke in 1907 zijn gevonden (figuur 2 van het verslag van 1907). Het merkwaardige is, dat deze korte dam een beter resultaat geeft dan de langere van V, VII en VI.

36. Schuin zeewaarts uitbouwen van de omgebogen dam (vervolg van W).

De in de vorige paragraaf besproken serie leert, dat een zeewaartsche uitbuiging, mits op groote afstand van de mond aangebracht, gunstig is. Dit is eenigszins in tegenspraak met de toestanden A en C (paragraaf 34), die in dezelfde richting gaan en een buitengewoon slecht stroombeeld geven. Blijkbaar is daar de afstand, waarover in zeewaartsche richting is uitgebouwd te groot ten opzichte van die evenwijdig aan de kust.

Om te onderzoeken waar hier de grens ligt, zijn, steeds in groep W, dammen gebouwd, die met het verlengen van de bezonken dam een hoek maken, zoodanig, dat zij zeewaarts van dat verlengde vallen (figuren 51 en 52).

Deze hoek werd eerst ruim 30° genomen (IX-XI) maar ook deze waarde bleek nog te groot. Zoowel een rechte dam (IX), als één, die landwaarts over een straal van 250 m was gebogen (X) veroorzaakte zeer slechte stroomen. Iets beter was een flauwere landwaartsche afbuiging (XI), maar de stroom is slechts weinig verschillend van die van VIII, waar de totale damlengte 400 m minder is. Een zeer lange dam in deze richting (XVII) is wel geheel en al verkeerd. Het stroombeeld bij de mond herinnert aan dat van toestanden A en C.

Behalve het feit, dat de geteekende gemiddelde stroomrichtingen niet goed zijn, is er nog een ongunstige omstandigheid, namelijk deze, dat het neerengebied vóór de leidam bij de volgnummers IX-XI en XVII zeer onrustig is. Periodiek worden vrij groote neeren losgelaten; zij worden dan door de algemeene stroom de mond ingevoerd.

Bij de groep XII-XVI is de richting van de dam genomen evenwijdig aan de zeestroom op groote afstand van de kust, waardoor de hoek met het verlengde van de bezonken dam omstreeks 13° bedraagt. De volgnummers verschillen onderling uitsluitend in lengte van het rechte deel van de dam.

De dam XII (met inbegrip van de krul en van de te verhoogen bezonken dam 1600 m) is blijkbaar nog te kort. De stroom steekt de mond nog schuin over en bij de kop van het noorderhoofd treedt weder een vrij groot richtingsverschil tusschen onder- en bovenwater op. Naarmate de dam langer is, wordt de toestand beter, Bij XIII (2350 m) is de ver-

betering nog niet duidelijk, maar XIV (3000 m) en XV (3700 m) vertoonen reeds een vrij gunstige instrooming. De damlengte van 4700 m bij XVI eindelijk veroorzaakt een stroombeeld, dat ongeveer even gunstig is, als dat van I en II, waarbij de damlengte nog iets grooter is.

Er blijkt dus een damlengte van omstreeks vijf kilometer noodig te zijn om door verlenging van het omgebogen deel van het zuiderhoofd een goed resultaat te verkrijgen. Behalve de hoge kosten, heeft een dergelijke oplossing ook nog het bezwaar dat het achter de dam liggende deel van de Maasvlakte een zeer groote omvang heeft. Met het aanzanden van dit gebied dat onvermijdelijk is, zal een zeer lang tijdsverloop, bijv. eenige tientallen jaren, gemoeid zijn. Gedurende die tijd is het evenwicht van het zandtransport in zee geheel verbroken, dat weliswaar de diepte toestand vóór de mond te goede zal komen, doch tot ongewenschte zandschaarste langs de Westlandsche kust zal leiden. Bij kleinere damlengte wordt dit bezwaar minder voelbaar, doch het voordeel van de goede stroomverdeeling gaat dan tegelijkertijd gedeeltelijk gedeeltelijk verloren.

Kwaad niet.

Men kan opmerken, dat de ondiepte, die in de bestaande toestand buiten de bocht van het zuiderhoofd aanwezig is, ongunstig is voor stroomen. De aanwezigheid ervan zal in mindere mate eenzelfde invloed hebben als die van een krib en dus de binnentrekkende stroom van het zuiderhoofd afhouden. Wegnemen van deze opdiepte zou de stroom wellicht reeds bij kleinere damlengte verbeteren. In verband met de sterkere stroom ter plaatse behoeft voor het weder ontstaan niet te worden gevreesd.

In het model was het wegnemen van de ondiepte niet gemakkelijk uitvoerbaar, daar de bodem ten tijde van het nemen van deze proeven nog uit cementspecie bestond. Teneinde de invloed van de ondiepte althans eenigszins na te gaan, is daarom een omweg gevolgd: de mond van de Waterweg is door het verlengen van beide hoofden tot voorbij de droogte zeewaarts verschoven. Deze wijze van doen is niet zonder bedoeling. Eén van de afwijkingen ten opzichte van de juiste toestand is het feit, dat de vlakte tusschen de Beer en de leidam een veel te groot oppervlak heeft.

De put vóór de leidam is, voor zoover hij in de hoofd-

stroom ligt, bij deze proeven gedicht met gips.

De uitkomsten van de volgnummers XVIII-XXXVIII, waarbij de beschreven werkwijze is gevolgd, zijn vertroebeld, doordat tegelijkertijd een nieuw damtracé werd geprobeerd, namelijk één, aansluitend aan de lage dam en vandaar met een flauwe bocht in zuidwestelijke richting overgaand (figuren 52-56).

Van een duidelijke invloed van het verdwijnen van de ondiepte blijkt door deze opzet niets.

Ook de onderzochte damvorm is geen groot succes. De beste stroomverdeeling wordt nog verkregen bij volgnummer XXVII, die aan de zuidzijde een damlengte heeft van 5800 m. Ten opzichte van I, II en XVI is deze toestand echter nog in het nadeel, onder andere door de grootere hoek tusschen oppervlakte- en bodemstroom.

Verschillende lengten van het noorderhoofd zijn geprobeerd; over het algemeen bleek een kort hoofd slechter dan een lang. De bestaande situatie, waarbij de hoofden ongeveer evenver in zee zijn uitgebouwd, blijkt per saldo nog zoo kwaad niet.

Bij de nummers XXIX, XXX, XXXVI, XXXVII en XXXVIII is in de mond een vernauwing aangebracht, passend in het z.g. verbeteringsplan van de Rotterdamsche Waterweg. Ook hierbij wordt de beste stroomverdeeling bereikt met een zeer groote lengte van de dam aan de zuidzijde. Figuur 19 is een overzicht van deze toestand.

Tot slot van de serie zijn twee toestanden nader onderzocht door het fotografisch bepalen van stroomlijnen en stroomsnelheden. Het volgnummer XXXVIII is onder de aanduiding A_1 doorgemeten. Met deze meer nauwkeurige manier werden dezelfde stroomlijnen gemeten, die reeds in figuur 56 zijn geteekend. De snelheden van de bovenstroom bleken niet veel af te wijken van die van de oorspronkelijke toestand 0 (figuur 32 en 33). Evenals bij deze was bijvoorbeeld de oppervalktesnelheid tusschen de lichtenlijn en de kop van het noorderhoofd in het model 18 tot 20 cm/sec (werkelijkheid 76 tot 84 cm/sec). Halverwege de nieuwe zuiderdam, bij km 26, komen vrij sterke stroomen voor: tot 32 cm/sec (werkelijkheid 134 cm/sec). Deze groote snelheid houdt waarschijn-

schijnlijk verband met het feit dat de mond ver zeewaarts is uitgebouwd, waardoor de zeestroom plaatselijk sterk is samengeknepen.

Lindelijk is een toestand doorgemeten, die bijna met XXXVII van serie W overeenkomt. Alleen waren de kribben vervangen door een strekdam en had het zuidelijke uiteinde van de nieuwe dam bij de kruising van de km-draden 7 en 25 een eenigszins andere vorm. Ook deze meting leverde geen nieuwe gezichtspunten of afwijkende resultaten op.

Uit al deze proeven valt de conclusie te trekken, dat een verbetering van het stroombeeld door het verlengen van de leidam mogelijk is. Door het verlengstuk ongeveer evenwijdig aan de hoofdstroomrichting in zee in zuidwestelijke richting te bouwen wordt het beste resultaat bereikt. Een krul aan het uiteinde bevordert de gunstige werking.

Om een werkelijk goed stroombeeld te verkrijgen is een zeer lange dam noodig, bijvoorbeeld omstreeks vijf kilometer. Het is echter mogelijk, dat ook bij een kortere dam reeds een goede strooming optreedt, wanneer de bult bij de bocht van het zuiderhoofd wordt weggenomen. Zekerheid hieromtrent kan worden verkregen door proeven in een model met bewegelijke bodem.

37. Toestand 4 : leidam 2000 m verlengd.

Vóór tot de bimsproef met een verlengde leidam kon worden overgegaan, moest eerst worden vastgesteld, welke richting, beëindiging en lengte de nieuwe dam zou hebben.

De richting werd genomen evenwijdig aan de getijstroom, dus overeenkomstig de volgnummers XII-XVI van W. In afwijking daarmede begon de nieuwe dam bij het eind van het hoogedeel van de leidam, zoodat van de aanwezigheid van de bezonken dam geen profijt werd getrokken. Gemeend werd, dat de vrij diepe zak, die anders ontstond, niet bevorderlijk was aan de strooming.

Het einde van de dam kan recht zijn, zeewaarts of landwaarts omgebogen. Bij de rechte dammen was in de serie W in het algemeen geen goed stroombeeld verkregen. Aan het eind ontst aan steeds sterke wervels, die de stroom een on-

rustig karakter geven. Bovendien zullen zij, al was dit in het model met vaste bodem niet te constateeren, weer een put vormen, die groote hoeveelheden zand in omloop kan brengen. Een zeewaartsche ombuiging gaf bij een zeer lange dam wel een mooie stroom (W I en II), maar een bezwaar is, dat het neerengebied tusschen de krul en de bocht van het zuiderhoofd zoo sterk schommelt en zich nu en dan zelfs tot een eindweegs vóór de mond uitbreidt. Bij een landwaartsche krul is dit neerengebied zwak en komt niet voorbij een lijn, die in het verlengde van het zuiderhoofd ligt.

De landwaartsche krul is hierom aangehouden. De vorm van deze krul is van groot belang. Bij een kwart cirkel met omstreeks 100 m straal is de overgang nog te scherp: er zijn nog *sub*-wervels en het neerengebied is groot en onrustig. Een heel mooie afronding, bijvoorbeeld een kwart cirkel met 500 m straal, is eveneens verkeerd. De stroom volgt de verlengde leidam zoo goed, dat de snelheid bij de bocht van het zuiderhoofd vrij groot is. Het veranderen van richting om de Waterweg in te trekken gaat dan niet vlug genoeg, zoodat de stroom het zuiderhoofd en de lage dam loslaat en zich aan de zuidzijde van de mond een neer vormt. Een goede middenweg is een afronding van 170 m straal, die een boog van 75° vormt.

De lengte van de dam werd zoo klein mogelijk gemaakt. Een voorloopige meting met 1500 m (met inbegrip van de 220 m van de bocht), toonde aan, dat de stroom in de mond nog vrij sterk op het noorderhoofd aantrok, ook als de geleiding aan de zuidwal was verbeterd door het inzetten van een boogvormige dam, rakend aan de leidam en aan een lijn, op 500 m afstand van het noorderhoofd, evenwijdig daaraan (vernauwing van de mond tot 500 m). Vergrooing van de totale damlengte tot 2000 meter vertoonde een beeld, dat, hoewel nog lang niet ideaal, voldoende werd geacht. Deze lengte ligt in tusschen die van W XII en W XIII (paragraaf 36), zoodat de nu verkregen toestand 4 is te beschouwen als een in details verbeterde vorm van die volgnummers.

Stroommetingen zijn in de definitieve toestand 4 alleen in het model met een bimsbodem gedaan. Bij het prototype met kortere dam en vernauwde Waterweg daarentegen is nog een vol-

ledige stroommeting uitgevoerd vóór de cementbodem werd opengebrouwen. De resultaten, voor zoover het de stroom langs de oppervlakte en over de bodem betreft, zijn weergegeven op de figuren 57 en 58.

Ten opzichte van de bestaande toestand (0) zijn de stroombanen in en voor de mond wat gunstiger geworden; de richting van de onderstroom is niet veel veranderd. Het grootste verschil zetelt in de plaats, waar de grootste oppervlaktetnelheden voorkomen; deze plaats ligt ruim een kilometer stroomopwaarts van de vroeger gevondene (figuur 32)

Vergelijking van deze voorloopige toestand 4 met W XII (figuur 51), doet zien, dat de neer tegenover de verlengde leidam zich verder zeewaarts uitstrekt, annelijk tot km 7. Ongetwijfeld komt dit voor een deel, doordat in het eene geval de nieuw te maken dam aansluit bij het einde van de leidam en in het andere geval tegen het uiteinde van de bezonken dam. Ook de grootere straal van afronding in W XII moet echter invloed hebben.

Bij de definitieve toestand 4, dus met een bimsbodem, is geen bodemstroom met behulp van kaliumpermanganaatkristallen gefotografeerd. De van de kristallen uitgaande lijnen teekenen zich op de grofkorrelige bodem niet zoo scherp af, dat duidelijke fotos kunnen worden verkregen. Op het oog kan worden waargenomen, dat in de mond het stroombeeld van figuur 51 proactisch ook voor deze toestand geldt. Het scheef aanstromen van de kop van het noorderhoofd blijft bij dezetoestand dus bestaan, evenals het kruisen van stroomlijnen uit verschillende lagen.

De oppervlaktestroom (figuur 59) behoort te worden vergeleken met die van de oorspronkelijke toestand (figuur 32), van W XII - XIII (figuur 51) en het prototype 4 (figuur 57):

Dat de neer tegen de leidam veel dikker is, dan bij W XII en vooral W XIII, is met zekerheid een gevolg van de scherpere afronding aan het uiteinde. Voorts valt het op, dat ~~het~~ de stroom in het zuidelijk deel van de mond beter evenwijdig aan de dam loopt, dan bij de W-toestanden. De verklaring daarvan moet worden gezocht in de grootere bodemwrijving in het bimsmodel van toestand 4 (slot van paragraaf 15).

Ook ten opzichte van de voorlooper van deze toestand (figuur 57) is dit verschil merkbaar. Daar nadert het gebied van snelheden van 20 cm/sec en meer de dammen tot een vrij geringe afstand, terwijl op figuur 59 de lijn van 18 cm/sec zeewaarts van de coördinaat 7 blijft. Overigens is het type van het stroombeeld van de figuren 57 en 59 vrijwel gelijk.

Opgemerkt ~~werd~~ dient nog te worden, dat in toestand 4, evenals in het prototype daarvan, zeer weinig verschil bestaat tusschen de uitkomsten van de metingen met oppervlaktedrijvers en van die met diepdrijvers.

Bij het vergelijken van de stroom in toestand 4 met die van de oorspronkelijke toestand 0, resp. figuur 59 en 32) moet in het oog worden gehouden, dat figuur 59 geldt voor ruwe en figuur 32 voor gladder bodem. Dit geeft eenig verschil ten voordeele van toestand 4, maar zeker niet zooveel, dat een belangrijk deel van de verbetering van het stroombeeld daardoor kan worden verklaard. Deze verbetering is in een deel van het gebied vrij ingrijpend. Het gebied van de groote snelheden, dat bij de bestaande toestand juist buiten de mond ligt, is in toestand 4 ver zuidwaarts opgeschoven. Waar vroeger 28 cm/sec werd gemeten, is thans de snelheid slechts 15 cm/sec. Het geheele snelheidsveld zeewaarts van de neer langs de leidam is regelmatig, zonder sterke krommingen in de stroombanen en zonder belangrijke versnelingen en vertragingen.

Zeer mooi is het aanstroomen van de krul aan het eind van de verlangde leidam. De stroomlijnen hebben volkomen de richting van het uiteinde van de dam, de snelheid is bij dat uiteinde nog kleiner (model 12, werkelijkheid 50 cm/sec) en neemt eerst verderop geleidelijk toe tot die van de hoofdstroom in zee.

Het naar binnen buigen van de stroomlijnen is, zeer waarschijnlijk tengevolge van de kleinere snelheden buitengaats, veel regelmatig geworden. De neer is verdwenen en zelfs door de strook tusschen zuiderhoofd en lage dam trekt een meetbare stroom. Bij het noorderhoofd is de verbetering veel minder geprononceerd. Wel is ook hier de stroomrichting iets gunstiger geworden, doch de snelheid is maar weinig veranderd.

De algemeene indruk van het stroombeeld is een vrij

goede. Het grootste bezwaar is de sterke stroom, de kleine kromtestraal van sommige stroomlijnen en het grootte richtingsverschil tusschen boven- en onderstroom bij de kop van het noorderhoofd.

Bij het bepalen van de beweging van het bodemmateriaal doet zich een moeilijkheid voor. Over verreweg het grootste deel van het model blijven de puimsteenkorreltjes liggen. Nadat de eerste, zeer blootgesteld liggende, korrels zijn weggerold, is de stroom niet in staat verdere beweging van het bodemmateriaal te veroorzaken. Alleen bij de krul van de verlengde leidam ontstaat een weinig beteekende put; het daaruit komende bodemmateriaal zet zich op korte afstand weer af. Nadat de put een diepte van 9 m - N.A.P. had verkregen, hield ook hier de bodembeweging op (figuur 61).

Uit dit verschijnsel kan worden afgeleid, dat de beweging van het bodemmateriaal ook in de werkelijkheid minder heftig zal zijn, dan bij de bestaande toestand. Hoe groot het verschil is, kan niet worden gezegd, daar, zooals in paragraaf 17 is gezegd, het zand in de werkelijkheid nog lang in beweging is, wanneer de bimskorrels in het model reeds stilliggen. De verbetering zal dus niet zoo groot zijn, als men op het eerste gezicht na het vergelijken van de figuren 37 en 61 zou denken. Het algemeene zandtransport, dat overblijft na het uitschakelen van de actieve "zandbronnen" en dat in het model niet tot zijn recht komt, speelt in toestand 4 relatief een belangrijker rol, dan in de bestaande toestand. Hier is in het model de turbulentie zoo sterk, dat na eenige vermindering aan het transporteerend vermogen van de stroom de bimskorrels nog ruimschoots in beweging kunnen komen. Het resultaat is dan ook, dat in toestand 4 de kuil nog groot is, zij het dan ook niet van die omvang, die in toestand 0 aanwezig was. De diepte loopt van 24 tot 17 meter terug, het oppervlak binnen de 12 m-lijn van 30.000 tot 50.000 m². Verzoedelijk zal de verhouding van de afmetingen der beide kuilen eenigszins een beeld geven van wat in de werkelijkheid hier zou zijn te verwachten.

De oorzaak van de verminderde van aanval kan niet worden gezocht in de kleinere stroomsnelheid. De snelheid is immers

in beide gevallen ongeveer dezelfde (model 18, werkelijkheid 75 à 80 cm). Ook in de diepte bij het noorderhoofd was niet veel verschil: bij toestand 0 de bestaande diepte (cementbodem) en bij toestand 4 die van figuur 61 (De stroomfoto's-kaarsjes zijn gemaakt kort voor het einde van de stroomperiode A, dus bij een bodemrelief, dat slechts in onbeteekenende mate van dat van figuur 61 afweek). Deze twee diepten zijn beide omstreeks 17 à 18 m - N.A.P.

Het geleidelijker verloop van de stroomlijnen, gepaard aan de kleinere hoek tusschen boven- en onderstroom, is een gereede verklaring voor de mindere uitschuring in toestand 4.

De mukolfoto B (figuur 62) doet zien, dat de kuil bij het noorderhoofd een evenwichttoestand heeft bereikt, en dat voortgezet stroomen, zelfs met behulp van golven, gedurende 7 uur geen verandering in de dieptelijnen heeft veroorzaakt. Dit zelfde is trouwens ook bij toestand 0 het geval: ook daar komen de dieptelijnen bij de kop van het noorderhoofd bij A (figuur 37) en B (figuur 38) grootendeels met elkander overeen.

Bij het zuiderhoofd ziet de toestand 4 B er wel heel anders uit, dan 0 B, maar toch is de gang van zaken in algemeene trekken dezelfde. Ook nu wordt het in de putgeworpen materiaal in de richting van de mond gevoerd. Het blijft dicht bij de leidam, dan in toestand 0 het geval was, en vormt daar een berg, met de kruin even boven water, die zich langzaam noordoostwaarts verplaatst.

Voor de berg uit beweegt zich een weinig materieel, dat langs de geheele leidam de diepte tot minder dan 4 m - N.A.P. heeft teruggebracht. De voorste korrels zijn echter nog niet tot de bocht van het zuiderhoofd gekomen.

De ingebrachte hoeveelheid, meer dan 2 liter per uur, is bepaald groot. De put is dus zeer actief: niettegenstaande het kleine oppervlak wordt alle ingeworpen bims weer verder getransporteerd, zonder dat de diepte van de put is afgenomen. (De bims, die bij het inwerpen zuidelijk van de put terecht is gekomen en daar een kleine verhooging heeft gevormd, is slechts een fractie van de toegevoerde hoeveelheid). De vraag is nu, of de put bij toestand 4 een even actieve zandbron is, als de overeenkomstige put bij toestand 0. In het model blijken de putten in staat te zijn een ongeveer

even groote hoeveelheid bims te verwerken. Toch moet met beslistheid worden gezegd, dat de put van toestand 4 veel minder zand zal leveren. Het uit te werpen zand moet gedurende de ebstroom in de put worden neergezet. Dit kan in de kleine put van toestand 4, natuurlijk niet in dezelfde mate geschieden als in de groote put van toestand 0. De oppervalkte van de put van toestand 0 is zeker groeter dan die van de put van toestand 4. Ook de diepte ten opzichte van de bodem rondom is bij de laatste put niet groeter dan die van 0, terwijl bovendien aan te nemen is, dat de put van toestand 0 meer in de baan van de ebstroom ligt, dan die van toestand 4, die eenigszins gedekt ligt achter de krul van de verlengde leidam.

De put zou dus bij toestand 4 wel in staat zijn een groote zandaanvoer te verwerken, maar verwacht mag worden, dat die zandaanvoer grootendeels achterwege zal blijven. Zekerheid omtrent dit punt is door de verrichte modelproeven niet te verkrijgen.

De foto's van toestand C, na 14 uur stroomen, waarin totaal 30 liter bims is aangevoerd (figuur 63) geven weinig nieuwe gezichtspunten. Aan de kuil bij de kop van het noorderhoofd is practisch niets veranderd. De bimsheuvel aan de zuidzijde heeft de bocht van het zuiderhoofd bereikt. Door de golfslag is eenig materiaal over het hoofd geslagen; het heeft daar een bank tot boven hoogwater gevormd. De hoofd-massa is niet bij de bocht blijven liggen, doch is verder gegaan, wat als een gunstige omstandigheid moet worden beschouwd. Deze verdere beweging vindt niet plaats in de richting van de vaargeul, doch over de strook tusschen zuiderhoofd en lage dam, waar de modelbodem nog uit cement bestaat. Over deze glatte bodem bewegen de korrels zich met behulp van de golfslag gemakkelijk, zoodat zij door de stroom alle ver de Waterweg worden ingevoerd. Het resultaat is, dat een belangrijke verondieping ontstaat aan de benedenrand van de foto, terwijl verder de dieptelijnen alle intact blijven. De vaargeul is niet veranderd. Het transport van het uit de put komende materiaal geschiedt dus vrijwel geheel langs de leidam en langs het zuiderhoofd.

Het bimstransportdiagram voor toestand 4 (figuur 64)

ziet er dan ook vrij wat anders uit, dan de overeenkomstige figuur voor toestand 0 (figuur 41). De sterkste verplaatsing van het materiaal vindt men nu dicht bij de leidam en niet, zooals in toestand 0, op eenige honderden meters afstand daarvan. Door de gewijzigde richting van de bodemstroom komt bovendien een veel smaller deel van de bimsstroom in de vaarstroom terecht, zoodat het geharceerde deel van het oppervlak van het diagram door twee oorzaken kleiner is geworden, niettegenstaande het geheele oppervlak grooter is, namelijk 2,2 liter per uur inplaats van 1,7. De verandering in het profiel van de beide dwarsraaien is, vergeleken bij die bij toestand 0, zeer gering. In de buitenste raai is zelfs in het geheel geen verandering opgetreden.

De kenmerken van toestand 4 zijn dus de volgende:

1. Iets beter stroombeeld.
2. Minder uitschuring bij de kop van het noorderhoofd.
3. Vorming van een matig groote put bij de krul van de verlengde leidam.
4. Minder zandtransport uit deze put dan bij de bestaande toestand.
5. Transport wordt minder ver zeewaarts uitgeworpen (invloed van de krul), maar volgt de leidam.
6. Het bewegende zand gaat grootendeels met een korte bocht de Waterweg in, blijft op de zuidwal en komt slechts in geringe mate in de vaarstrook.

De totaalindruk is dus bepaald gunstig.

Bij het leggen van de verlengde leidam is niet partij getrokken van de aanwezigheid van de bezonken dam. Of de toestand, die zou ontstaan, door dit wel te doen, zoodat de verlengde dam iets meer landwaarts zou liggen, even goed is, als de onderzochte toestand 4, kan niet zonder nieuwe proeven worden uitgemaakt. Waarschijnlijk is het wel, daar de oorzaken van verbetering, ~~xi~~ het van de mond verwijderen van het uiteinde van de leidam en het maken van een krul aan dat uiteinde- blijven bestaan. Een eventueele uitvoering van een dergelijk plan zou beginnen met het optrekken van de bezonken dam tot boven hoogwater.

38. Toestand 14: bezonken dam verhoogd en van een krul voorzien.

In hoofdstuk IX zal blijken, dat eenige oplossingen een goede toestand geven, waarbij onder andere de bezonken dam is verhoogd en van een krul voorzien. Het verhoogden van de bezonken dam is een werk, dat in elke oplossing (ook/toestand 4) past en het ligt daarom voor de hand om na te gaan, welke toestand zou ontstaan, wanneer alleen dit werk is uitgevoerd.

Voor zover de stroom aangaat, is dit reeds in 1907 geschied, want na het verhoogden van de leidam ontstaat bijna de toestand die na de proeven van 1907 is aanbevolen. Ook de in paragraaf 35 van dit verslag besproken toestand W VIII komt hiermede overeen. Volgens deze proeven zijn de stroomen iets beter dan in de bestaande toestand, doch wat minder goed dan die welke in toestand 4 optreden.

De zandbeweging zal niet veel verschillen van de tegenwoordige. Wel wordt het punt, waar de put zal worden gevormd, verder van de mond gebracht, maar de toestand op dat punt zelf blijft even slecht, als in de bestaande toestand. Er is geen reden, waarom het zand in mindere mate zeewaarts zal worden uitgeworpen en daar ook de stroomrichtingen niet veel beter zijn, zou het bimstransportdiagram er ongeveer zoo uitzien als dat voor toestand 0 (figuur 41).

Wordt aan de dam een krul gemaakt, dan heeft de stroom geleiding, het materiaal zal meer neiging vertoonen om de dam te volgen en zodoende minder kans te hebben om in de vaarstrook te komen.

Deze toestand: verhoogde bezonken dam, voorzien van een krul, werd toestand 14. Hij is dus te beschouwen als een overgangsvorm, die in alle oplossingen past, ook grotendeels in toestand 4, waarin alleen de krul geen plaats vindt.

Het beeld van de bovenstroom in toestand 14, opgenomen met een ruwe bodem, is voorgesteld in figuur 65. Ten opzichte van de bestaande stroomverdeling (figuur 32) is wel vooruitgang op te merken; het feit, dat figuur 32 voor een gladde en figuur 65 voor een ruwe bodem geldt, kan echter voor een deel van deze vooruitgang aansprakelijk worden ge-

otting in de
t van

steld.

De plaats van maximum snelheid ligt verder van de mond verwijderd, deze snelheid zelf is ook kleiner. De stroomrichting in de mond is iets meer binnenwaarts, in verband daarmee is de neer bij het zuiderhoofd verdwenen. Bij het noorderhoofd is het aanstromen nog slecht; de stroomlijnen hebben kleine kromtestralen. In dit opzicht is toestand 14 bepaald de mindere van toestand 4, doch langs de zuidwal zijn de stroomlijnen van 14 even gunstig van vorm als die van 4. De snelheid daarentegen bij de bocht van het zuiderhoofd is in de eerstgenoemde toestand veel kleiner. Een vrij groot gebied ligt binnen de lijn van de modelsnelheid van 10 cm/sec (figuur 65), terwijl deze lijn bij toestand 4 (figuur 59) vlak langs de lage dam loopt.

Ook hier ligt toestand 14 tussen 4 en de bestaande toestand 0 in. Er is nog wel geen neer bij de bocht van het zuiderhoofd, maar van een flinke doorgaande stroom is evenmin sprake. Men mag dan ook niet verwachten, dat bij de bocht komend bodemmateriaal dadelijk verder wordt getransporteerd, zoals in toestand 4 het geval was.

De uitkomsten van de bimsproeven zijn te zien op de figuren 66, 67, en 68, die de dieptelijnen aangeven vóór de proef, na 3 uur stroomen met golven en nadat daarna nog 7 uur met golven was gestroomd (B), waarbij 7 liter bims was toegevoerd (C): De proef is niet voortgezet, tot het evenwicht is verkregen, doch lang genoeg om de volgende conclusies te kunnen trekken.

De kuil bij het noorderhoofd is groter en dieper, dan bij toestand 4, doch minder dan bij de bestaande toestand. De grootste diepte is 19 m - N.A.P., het oppervlak binnen de dieptelijn van 12 m bedraagt 75.000 m²

De put bij de krul van de verlengde leidam is niet groot en diep (met golven 8 m - N.A.P.) en weinig actief. Bij een aanvoer van een liter bims per uur bleef de oorspronkelijke diepte niet geheel behouden. Dat de aanval hier niet sterker is, moet wellicht worden toegeschreven aan het kleine gebied landwaarts van de leidam. Er komt betrekkelijk weinig water langs de landzijde van de leidam toevloeien en juist dit water moet de sterkste verandering in richting

ondergaan en werkt daardoor verdiepend. Dat de put in toestand 0 grooter is en ook actiever, moet worden verklaard door het ontbreken van een voldoende afronding, terwijl de groote oppervlakte van het ingesloten gebied de oorzaak zou zijn van de activiteit van de put in toestand 4. Zekerheid hieromtrent bestaat niet, daar onzuiverheden in de proeven storingen kunnen geven^{x)}.

Het transport van het uit de put komende materiaal is niet beperkt tot de strook langs de leidam, maar geschiedt meer op de wijze van de bestaande toestand: er wordt een bult gevormd, die eenige honderden meters buiten de koppen van de hoofden naar de vaargeul uitwerkt. Reeds op figuur 67 (B) buigen de dieptelijnen uit en op figuur 68 (C) is dit verschijnsel nog meer geprononceerd geworden. De bedreiging van de vaargeul is minder ernstig, dan bij de bestaande toestand. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te wijzen: de hoeveelheid getransporteerd materiaal is kleiner en het punt van oorsprong bevindt zich op grotere afstand.

Zoals op grond van het stroombeeld werd verwacht, blijft vrij veel materiaal bij de bocht van het zuiderhoofd liggen.

De ~~afgewerkte~~ toestand 14 is verreweg de mindere van toestand 4, doch ten opzichte van de bestaande toestand is een niet te versmaden verbetering verkregen. Vooral de mindere mate van uitwerken van de bult naar de vaargeul is van belang.

-
- x). De grootte van deze storingen is niet bekend, maar zou niet onbeteekenend kunnen zijn. Het maakt bijvoorbeeld verschil, of de toegevoerde bims nat of droog is. In het laatste geval is het soortelijk gewicht kleiner door de aanwezigheid van luchtblaasjes, die slechts langzamerhand ontsnappen, zoodat de bewegelijkheid van zulk materiaal tijdelijk grooter is dan normaal. Ofschoon de vochtigheid van de bims, die in de verdeelmachine werd gebracht, bij elke proef op het gevoel vrijwel hetzelfde is geweest, kan eenig verschil toch mogelijk zijn. Ook andere, onbekende, oorzaken kunnen maken, dat de verschillende proeven onderling niet^vvergelijkbaar zijn.

39. Toestand 9. Verlenging van de dam met ligplaats voor een neer.

Tot slot van deze groep van proeven zal nog in het kort worden beschreven een denkbeeld, dat bij de uitwerking op een volslagen mislukking uitliep.

Om een goede stroomingstoestand te verkrijgen moet het vraagstuk worden opgelost, hoe het water kan worden gedwongen bij de bocht van het zuiderhoofd zijn richting te veranderen van die van de vloedstroom in zee tot die van de Doorgraving. Wanneer de stroom aan de binnenzijde van de bocht wordt begrensd door een vaste wand, moet ~~waks~~ de afronding aan zeer hoge eischen voldoen om loslaten te voorkomen. Het is bij andere modelproeven eenige malen gebleken, dat het omdraaien gemakkelijker geschiedt, wanneer inplaats van de vaste wand een neer met verticale as aanwezig is. Een aanwijzing in deze richting geven ook bij de proeven voor Hoek van Holland de van toestand W de volgnummers I en II (paragraaf 35), waarin ook bij de punt van het neerengebied een sterke richtingverandering plaats vindt.

Om een neer te verkrijgen, die op deze wijze werkzaam zou zijn, is in het model een dam gemaakt, die op figuur 69 is geteekend. De bedoeling was dat in de door de dam gevormde kom een neer zou ontstaan, die buiten de kom uitstekend, over een vrij groote afstand de hoofdstroom zou begrenzen.

Het resultaat is echter bedroevend. Er ontstaat op de aangewezen plaats wel een neer, doch geen primaire, die door de hoofdstroom zelf wordt aangedrezen. Tusschen de hoofdstroom en de neer ligt een wervelstraat, die de neer een draairichting geeft, tegengesteld aan de bedoelde. Tengevolge van deze verkeerde draairichting, ontstaat nu noordwaarts van de neer in de kom een tweede neer, die wél aan de hoofdstroom grenst, maar zich veel te ver uitstrekt, zelfs tot voorbij de lichtenlijn. De instrooming is dan ook geheel en al verkeerd. Wellicht zou een minder slecht resultaat kunnen worden verkregen door de vorm van het damgedeelte westelijk van de kom zoodanig te wijzigen, dat voor de ontwikkeling van de wervelstraat geen gelegenheid meer zou zijn en de neer in de kom wél primair zou worden. In deze richting is echter niet verder gezocht, daar ten tijde van het nemen van de proef reeds veel betere toestanden bekend waren: die met stroomleiders.

IX. Stroomleiders.

40. Eerste proeven met een stroomleider (toestanden 3 en 5).

Bij de tot nu toe besproken proeven is gebleken, dat een goede instrooming kan worden verkregen, wanneer het van de Maasvlakte komende water gedwongen wordt de richtingverandering naar rechts in een kleine ruimte uit te voeren. Met deze richtingverandering moet een dwarsverhang gepaard gaan: in de buitenbocht hogere waterstanden, dan aan de binnenzijde van de gebogen stroom.

Aan de buitenzijde van de stroom is de waterhoogte bepaald door die in zee, zoodat het dwarsverhang alleen kan worden gevonden door betrekkelijk lage waterstanden langs de zeezijde van de leidam. Deze lage standen zijn in de werkelijkheid ook geconstateerd (figuur 6, tabel 1).

Volgt men de stroomlijn, die op korte afstand zeewaarts van de leidam loopt, dan komt men tenslotte in de doorgraving in een gebied, waar de stroombanen weder recht zijn, zoodat van dwarsverhang tengevolge van centrifugaalkrachten daar geen sprake meer kan zijn. Het gevolg daarvan is, dat de beschouwde stroomlijn in ongunstiger condities is, dan zijn linker buren, die uit gebieden met hoge waterstanden komen. De snelheid moet in meest rechtsche stroomiraden noodzakelijkerwijze kleiner zijn, dan in de overige. Het is niet ondenkbaar (ofschoon het in de metingen in de werkelijkheid en in het model niet rechtstraks is af te leiden), dat de waterdeeltjes langs de zuidwal een eindweegs tegen het verhang op moeten stroomen, waardoor zij een gedeelte van hun snelheid, in sommige gevallen hun geheele snelheid moeten verliezen. Zoodoende vormt zich langs de lage dam een gebied met weinig of geen stroom, dat in toestand 0 uitgebreid is en ook bij de andere onderzochte toestanden steeds weer neiging heeft om te ontstaan.

Geeft men de stroom als het ware een steun aan de buitenkant van de bocht, dan kan het dwarsverhang ten deele ontstaan door een verhoging aan die kant en zal de waterstand aan de binnenbocht minder laag zijn.

Een dergelijke toestand kan worden bereikt door het aanbrengen van een stroomleider, ongeveer op de wijze, zooals in figuur 70 is geteekend. De stroom wordt door een der-

gelijke leider gedraaid, tot hij de richting van de hoofdstroom in zee heeft. Daarna is een verdere richtingverandering van nog geen 60° noodig om evenwijdig aan de lichtlijn te komen, wat uiteraard met minder moeilijkheden gepaard gaat, dan het volledige omzwaaien.

Dat de waterstand landwaarts van de stroomleider hoger is, dan aan de andere kant, wordt bevestigd, door peilschaalwaarnemingen bij een van de stroomleiders in het model (toestand 15). Het niveauverschil was bij die metingen gemiddeld 18 cm (werkelijkheid), een bewijs, dat de leider zijn functie van "steun in de rug" naar behooren verricht.

De stroomleider is in het model geplaatst dadelijk na het uitvoeren van de metingen in toestand 2 met vernauwde Waterweg (paragraaf 31). De veranuwing is vooreerst nog aanwezig gebleven, zoodat de muontstaande toestand 3 is gekenmerkt door een tot 500 m vernauwde Waterweg, een over 800 m in de stroomrichting verlengde leidam en een stroomleider.

Alvorens deze toestand werd doorgemeten, was eerst nagegaan in welke stand de stroomleider moet hebben, om goed werkzaam te zijn. Daarbij bleek, dat het beoogde doel kan worden bereikt, wanneer op de volgende punten wordt gelet.

De kop van de stroomleider moet goed in de richting van de stroomlijnen staan.

De lengte van de straat, dat is het gebied dat zich bevindt tusschen die gedeelten van stroomleider en leidam die tegenover elkander liggen, moet groot genoeg zijn.

Het criterium voor de voldoende lengte is het recht zijn van de stroomlijnen bij het verlaten van de straat. In dit geval is daar geen dwarsverhang en dus de waterspiegel aan de linker zijde van de straat niet hoger, dan aan de kant van de leidam. Er is dus weinig kans, dat het niveau zeewaarts van de staart van de stroomleider veel lager is dan dat aan de landwaartsche zijde, wat tot een scherpe richtingverandering aanleiding zou geven.

Een smaller worden van de straat in vloedrichting heeft groote stroomsnelheden aan het eind van de straat tengevolge, wat in het algemeen ongewenscht is.

De stroomleider van toestand 3 is met inachtneming van het voorgaande geprojecteerd en de teekening van de boven-

stroomen (figuur 70) doet zien, dat het resultaat gunstig is. Het groote verschil met alle vroeger onderzochte toestanden is het feit, dat in de mond de grootste snelheid niet voorkomt dicht bij het noorderhoofd, doch aan de zuidzijde. Dit geeft kans op het verleggen van de vaargeul in zuidelijke richting, waardoor de schepen de kop van het noorderhoofd op grootere afstand kunnen passeeren. Het verschijnsel is dus gunstig.

In de straat vormt zich rechts een neer en links een gebied van hooge snelheden, beide te verklaren door de kromming van de stroomlijnen bij het intreden van de straat. Aan de zeewaartsche zijde van de stroomleider vindt men eerst een sterke stroom, het gevolg van het samendrukken van de stroomdraden tegen de leider door de op grootere afstand voorbijgaande vloed. Verderop laat de hoofdstroom van de stroomleider los, en vormt zich een klein neertje, gevolgd door een gebied van kleine snelheid.

Achter de staart van de leider komen dus stroomen met verschillende snelheden te voorschijn; in de straat is de modelsnelheid ruim 20, aan de zeezijde minder dan 14 cm/sec. Het gevolg hiervan is, dat tusschen de beide stroomen een wervellaag moet ontstaan. Die wervellaag verspreidt zich door diffusie; in de mond is er niet veel van te merken.

Het intreden in de mond geschiedt rustig, de richting van de stroomlijnen is gunstig, al naderen zij nog geleidelijk het noorderhoofd. De wijze, waarop de kop van dit hoofd wordt aangestroomd, is ^{aan} niet bijzonder goed.

De metingen met diepdrijvers vertoonen slechts ondergeschikte verschillen met figuur 70. De maximumsnelheden aan weerszijden van de stroomleider zijn iets kleiner, de snelheid in het midden van de mond daarentegen is grooter (model ruim 22 cm/sec); een aannemelijke verklaring voor dit laatste verschil kan niet worden gegeven. De stroomrichtingen zijn practisch identiek met die bij de oppervlakte.

De bodemstroom (figuur 71) heeft hetzelfde karakter als bij toestand 0; het richtingsverschil met de stroom aan het oppervlak is buiten de mond wederom zeer groot. De grootste verbetering komt voor bij de bocht van het zuiderhoofd waar de stroomlijnen goed naar binnen trekken en de zwakke neer van figuur 34 geheel is verdwenen.

Na het wegnemen van de vernauwing van de mond ontstaat toestand 5 (figuur 72). Van de meerdere ruimte langs het zuiderhoofd wordt bij het instroomen gebruik gemaakt: tot vlak bij dat hoofd zijn nog meetbare stroomsnelheden aanwezig. Dientengevolge is over de geheele mond de oppervlaktesnelheid iets kleiner, dan bij toestand 3. De richtingen blijven vrijwel dezelfde; bij de lage dam vindt men even een aanduiding van de kromming van de stroombanen met de holle kant naar de hoek tusschen lage dam en bocht-zuiderhoofd, zonder dat dit evenwel tot een neer aanleiding geeft, zooals in toestand 0 het geval is (figuur 32).

Ook bij de bodemstroom is het zeer geringe verschil met de toestand 3 in het voordeel van toestand 5. De richting van aanstroomen van de kop van het noorderhoofd schijnt iets gunstiger.

Een meting met een debiet van de Waterweg, grooter dan gewoonlijk (toestand 6, ruim $5100 \text{ m}^3/\text{sec}$, tegen $4400 \text{ m}^3/\text{sec}$ bij de normale metingen) geeft weer stroomlijnen langs de bodem, die wat scheever om de kop van het noorderhoofd loopen. Nabij de oppervlakte ontstaat in dit geval juist een mooi regelmatig instroomen, met de grootste snelheid in het midden van de mond (model 22 tot 23 cm/sec, in werkelijkheid dus omstreeks 95 cm/sec).

De stroommetingen in toestand 5 zijn uitgevoerd tijdens de meetperiode II van tabel 4 (paragraaf 21); de toestand is ook na het overgaan tot een bewegelijke bodem geprobeerd om een inzicht in de uitschuring en de verondieping te verkrijgen. Figuur 72 toont de dieptelijnen, die worden vastgelegd nadat verscheidene uren lang water door het model had gestroomd, golven waren opgewekt en bims was toegevoerd.

Zooals in paragraaf 21 is vermeld, geschiedde een en ander nog niet systematisch; de waarde van figuur 72 staat de ook verre ten achter bij die van de overige mukolplaten. De bims werd ingeworpen in de putten, die zich vormde bij de bovenstroomsche koppen van de verlengde leidam en van de stroomleider.

Opmerkelijk van deze figuur is, dat de zeebodem op groote afstand van de dammen verondieping vertoont ten opzichte van de ~~dam~~ omringende cementbodem. Mogelijk is dit een

gevolg van de onvolkomenheid van de proef. Een definitief oordeel kan niet worden gevormd, daar de uitgangsligging niet is opgenomen.

De kuil bij het noorderhoofd is minder uitgebreid, dan in de bestaande toestand werd gevonden, plaatselijk is de aanval toch nog zeer sterk; binnen de kop zijn de puimsteenkorrels plaatselijk geheel verdwenen, zoodat de vaste bodem te zien komt.

Aan de kop van de verlengde leidam ontstaat een betrekkelijk kleine, maar actieve, put. Het daaruit komende materiaal zet zich gedeeltelijk in de straat af; een ander deel gaat de bocht van het zuiderhoofd om en trekt de Waterweg in. Neiging tot verondieping bij de bocht blijkt niet meer aanwezig te zijn. Integendeel, er vormt zich een geultje, ondanks het feit, dat de golfbeweging hier niet sterk is, doordat de stroomleider ook als golfbreker werkt.

Een ander geultje ontstaat op een plaats, waar in het geheel geen golven voorkomen, namelijk aan de binnenzijde van de stroomleider in het gebied, waar figuur 70 de hoogstroomsnelheden aangeeft,

De kuil aan de kop van de stroomleider is eveneens in staat om flink wat materiaal te verwerken. Dit materiaal loopt zeewaarts van de stroomleider om, komt dan in het wervelgebied achter de staart en vormt daar een bank. De voet daarvan nadert de lichtenlijn tot op omstreeks 250 m; er schijnt echter geen neiging te bestaan tot verder aangroeien naar het noordwesten. Veeleer lijkt het erop, dat de bodemstroom, die hier langs de dieptelijnen loopt, een verder uitwerken naar de vaargeul verhindert en het materiaal in de richting van de mond afvoert.

Men zou echter kunnen vreezen, dat de bank wel in de vaargeul zou uitwerken tijdens de navloed. De stroom in de Doorgraving is dan zwak, zoodat de richting van de waterdeeltjes over de bank meer evenwijdig aan de vloedstroom in zee is. Door de schuif bij de uitlaat van de Waterweg geheel af te sluiten, is in het model het debiet van de rivier tot nul teruggebracht. De verwachte stroomrichting over de bank trad daarbij op, doch de verplaatsing van bodemmateriaal was zóó gering, dat omtrent het al of niet uitwerken van de bank niets kon worden geconcludeerd.

41. Toestand 8: kortere stroomleider.

De totale lengte te bouwen dam is in de toestand 5 niet veel minder dan in toestand 4, namelijk ongeveer 1700 meter. De als toestand 8 aangeduide situatie is een poging om de damlengte te beperken; deze lengte is hier nog slechts 1200 meter (figuur 73). De ligging van de dammen is hier echter minder juist gekozen. De verlenging van de leidam ligt namelijk niet op de bezonken dam, maar in het zeer diepe water zeewaarts daarvan. Ook de stroomleider ligt op een plaats waar de diepte thans groot is: tot meer dan tien meter, terwijl op de plaats van de stroomleider van toestand 5 de bodem zich op weinig meer dan zes meter onder N.A.P. bevindt.

Ook voor deze toestand zijn de stroomen gemeten gedurende de waarnemingsperiode II, de sandbeweging tijdens de periode III. In deze laatste periode zijn ook de oppervlakte-stroomen gefotografeerd, zoodat een beoordeeling van de invloed van de ruwe zeebodem mogelijk is.

De oppervlaktestroomen bij glatte bodem van figuur 73 vertoonen slechts weinig verschil met die van de toestanden 3 en 5 (figuur 70). De instrooming is goed gericht¹⁾ de

Alleen is achter de lage dam weer een kleine neer aanwezig, wat ongetwijfeld in verband staat met de geringe lengte van de verlengde leidam.

De grootste stroomsnelheid in de mond komt in het midden voor; bij de kop van het noorderhoofd is minder snelheid, dan bij één van de eerder behandelde toestanden is gemeten. Het gebied van sterke stroom tusschen leidam en stroomleider ligt bijna geheel buiten de straat, in verband met de geringe diepte daarvan. Opmerkelijk is de zeer hoge snelheid (meer dan 30 cm/sec in het model, rond 130 cm/sec in werkelijkheid) zeewaarts van de bocht van de stroomleider, wat geen gunstig verschijnsel is.

-
- 1). De isotachen loopen wel sterk in de richting van het noorderhoofd, wat op het eerste gezicht een minder gunstige indruk maakt, maar de stroomlijnen hebben de goede richting.

Bij ruwe bodem was de neer langs de lage dam verdwenen; tusschen zuiderhoofd en lage dam werd een modelnelheid van omstreeks 6 cm/sec geconstateerd. In het overige gedeelte van de mond waren dientengevolge de snelheden een weinig kleiner, dan bij gladde bodem. Het verschil is het zelfde, d dat reeds eenige malen is genoemd (paragraaf 15, 37); het zal zijn geaccentueerd door het feit, dat de bimsbodem bij de bocht van het zuiderhoofd iets dieper lag, dan de cementbodem van de "gladde" stroommeting, die volgens de bestaande toestand was gevormd.

Bodemstroomrichtingen, gemeten bij gladde bodem ~~gladde bodem~~, vertoont figuur 74. Het beeld is, vooral bij de kop van het noorderhoofd, ^{Y. medelom} iets ^vgunstiger dan dat van toestand 3 (figuur 71).

Evenals bij toestand 5, zijn de bimsproeven van toestand 8 verricht in de derde waarnemingsperiode; ze zijn dus nog niet systematisch opgezet. Voor figuur 75, dat het resultaat geeft van één van de proeven, geldt dus dezelfde opmerking, die voor figuur 72 is gemaakt.

In overeenstemming met de gunstiger stroomen bij de kop van het noorderhoofd, is de kuil dus niet groot en diep. De put aan het eind van de leidam daarentegen is zeer actief en kan groote hoeveelheden bims, die daarin geregeld werden bijgestort, verzetten.

Dit materiaal vormt een bank, die zich spoedig uitstrekt tot de bocht van het zuiderhoofd. Bij deze bocht blijft slechts weinig materiaal liggen: zooals met het oog op de isotachen van figuur 73 mocht worden verwacht, wordt het meerendeel naar binnen getransporteerd, op overeenkomstige wijze, als bij toestand 4 (figuur 63) het geval was. Ten opzichte van toestand 5 (figuur 72) is toestand 8 dubbel in het nadeel: er komt meer materiaal uit de put en de ruimte, waar het kan worden geborgen, voor het bij de mond komt, is kleiner.

De put bij de kop van de stroomleider, waarin gedurende de proef bims werd toegevoerd, kan eveneens veel materiaal verplaatsen. Dit wordt door de sterke stroomen naar de staart van de stroomleider gevoerd, waar het de put, die zich daar in de aanvang van de proef tot een diepte van meer

dan 11 m - N.A.P. vormde, gedeeltelijk dicht. Er vormt zich een groote bank, die de lichtenlijn op bedenkelijke wijze nadert en de dieptelijn van 10 meter zelfs tot over de lichtenlijn terugdringt. Het voor de vaart met diepgaande schepen bruikbare gedeelte van de mond wordt door de bank in sterke mate beperkt. De toestand is veel ongunstiger, dan in toestand 5: blijkbaar ligt de stroomleider te dicht bij de mond.

Evenals in toestand 5 wordt de bank, die afkomstig is uit de put van de stroomleider, door een zadel op 4,50 m - N.A.P. gescheiden van de ondiepten bij de bocht van het zuiderhoofd.

Ook schijnt de bodemstroom een verder uitwerken van de bank om de Noord te beletten; het aangevoerde zand trekt de Waterweg in.

Of de zandhoeveelheden, noodig voor het vormen van de banken, door de eb in de putten zullen worden neergezet, is de vraag, die door de proeven niet wordt beantwoord. Men zou verwachten, dat de put bij de stroomleider door de eb eerder zal worden verdiept, dan verondiept, omdat hier zich zeker wervels zullen vormen. Zeker is het echter in geen deele: neerstromen kunnen soms op de meest onverwachte plaatsen groote hoeveelheden zand deponeeren.

Wellicht zullen de beschikbare hoeveelheden zand kleiner zijn, dan in de bestaande toestand, omdat voor toestand 8 de putten een geringer oppervlak hebben dan die van toestand 0.

Een proef met bij de uitlaat afgesloten Waterweg is gedaan om de invloed van de achtervloed op de gevormde banken na te gaan (figuur 76). Uitgegaan is van de bodemligging van figuur 75. Gedurende het stroomen zijn slechts enkele malen golven opgewekt; bims is niet meer aangevoerd.

Het verwachte zeewaartsche omwerken van de groote bank heeft in geringe mate plaats. Daarbij ontstaat een zeer droge plek, die voor de scheepvaart niet hinderlijk zal zijn, maar veel verbetering wordt niet verkregen.

Dat de kuil bij het noorderhoofd is uitgebreid en het ruggetje daarnaast verondiept, zal misschein in verband

eenige onregelmatige beweging
 staan met ~~een~~ ~~stroom~~ in de mond.

Om de resultaten van de proeven met bims in de toestanden 5 (figuur 72) en 8 (figuur 75) beter te kunnen beoordelen, is figuur 77 opgenomen. De dieptelijnen zijn ontstaan na een in dezelfde tijd genoemen bimsproef met de bestaande toestand. Een vergelijking van het bodemrelief met die van de mukolplaten O B (figuur 38) en O C (figuur 39) doet het verschil zien tusschen de voorloopige en de definitieve bimsproeven. Bij de meting van figuur 77 is minder bims toegevoerd, dan bij de definitieve; het gevolg is, dat de put bij de bezonken dam dieper is gebleven, het zadel ten noorden van de put mooi is ontwikkeld. In dit gedeelte heeft figuur 77 meer overeenkomst met de werkelijkheid (figuur 5), al ligt het zadel niet diep genoeg en is de hoek tusschen de as van de put en de leidam te klein.

De groote bank vóór en in de mond ligt iets meer naar binnen, dan in de figuren 38 en 39, wat wellicht kan zijn veroorzaakt door de golven, die, volgens een notitie in het meetregister, hooger zijn geweest, dan later bij de proeven met mechanische golfopwekking het geval was.

Deze en andere verschillen zijn toch niet belangrijk. In hoofdtrekken is het beeld, dat bij de voorloopige en definitieve bimsproeven werd verkregen, hetzelfde. Men mag dan ook aannemen, dat de mukolfoto's van de toestanden 5 en 8 globaal zijn te vergelijken met die van de andere toestanden.

42. Toestand 13: definitieve vorm van de stroomleider.

Van de ondervinding, opgedaan met de toestanden 3, 5 en 8 is geprofiteerd bij het vaststellen van de laatste onderzochte vorm van de stroomleider: toestand 13.

De stroomleider is op grooter afstand van de mond geplaatst, dan bij toestand 8 het geval was. Om de groote stroomsnelheid, die bij toestand 8 optrad, te ontgaan, verkreeg hij een flauwer gebogen verloop aan de bovenstreamsche zijde. Voorts is een staartkrul aangebracht. De bedoeling daarvan is het tegengaan van de vormen van een put bij de