

HET GEBIED VAN DE WESTER-SCHELDE

NABIJ WALSOORDEN.

## GEOGRAFISCH EN HISTORISCH OVERZICHT.

Beschouwde  
gebied.

Het beschouwde deel van de Schelde (zie de situatie van bijlage 1) vormt den overgang van het gebied der uitgestrekte droogvellingen van Saaftinge, Hinkelenoord en Woensdrecht naar het nauwe profiel bij Waarde, waar dergelijke droogvellingen vrijwel geheel ontbreken. In dat nauwere profiel vindt men de samenkomst van het Zuidergat met het Schaar van Valkenisse, waartuschen men de beweeglijke dwarsverbinding Schaar van Waarde aantreft.

Dit Schaar van Waarde ontleent zijn bestaan aan het verval dat aanwezig is tusschen Zuidergat en Schaar van Valkenisse en vormt een belangrijken schakel in het geulenstelsel.

In de rapporten van December 1933 en Juli 1936 werd dit punt reeds onder de loupe genomen. Ook in de navolgende beschouwingen zal het nader worden gezien. Slechts zij te dezer plaatse voorloopig aangestipt, dat het Schaar van Waarde onder inwerking van de erin optredende eb- en vloedstroom-

men aan voortdurende vervorming blootstaat. Deze erodeerende werking der stroomen tracht aan de geul een S-vorm te geven, terwijl een verschuiving naar het westen optreedt.

Daar de Plaat van Walsoorden niet in haar geheel westwaarts zal worden verschoven, zal het huidige Schaar van Waarde afsterven en het ontstaan van een nieuwe, meer oostelijk gelegen, dwarsverbinding bespoedigen.

Situatie bij  
Walsoorden.

Het lijkt geen twijfel dat de aanwezigheid van den zg. "Berm" van Walsoorden aan de vaargeul in het Zuigergat een voor de zeescheepvaart hinderlijken vorm geeft. Dit punt wordt dan ook evenals het Nauw van Bath steeds nauwlettend door de betrokken diensten, zoowel van Belgische als van Nederlandsche zijde, gadegeslagen.

Door den Studiedienst der Zeeuwsche Stroomen werd in dit gebied in de jaren 1934 en 1935 een groot aantal waarnemingen verricht, welke in latere jaren nog eenige aanvulling verkregen.

De bedoeling van het voorliggende rapport is het samenvatten van deze waarnemingen en van eenige beschouwingen, waartoe de daarbij verkregen uitkomsten aanleiding geven. In aansluiting op hetgeen Ir. I.L. Kleinjan daarover in de rapporten van December 1933 en Juli 1936 mededeelde, werden de hydrografische wijzigingen, welke zich in het beschouwde gebied voltrokken, bestudeerd (bijlage 2).

Wijzigingen  
sedert 1800.

Daarover wordt thans het volgende opgemerkt.

1800. Situatie 1800.

Zoowel voor den eb- als voor den vloedstroom heeft de Pas van Waarde door zijn gunstiger ligging meer beteekenis dan de Pas van Walsoorden.

Het geulenstelsel vertoont een zeer labiel beeld, waarin o.a. het groote profiel van den bovenstromschen inloop van den Pas van Waarde opvalt.

1800-1818. Veranderingen 1800-1818.

Door het noordwaarts uitbochten van het Middelgat is het aandeel van het Zuidergat in den vloedstroom verminderd.

De Groote Plaat van Walsoorden heeft zich naar het zuiden kunnen uitbreiden. Tusschen deze uitbreiding, op de kaart met de naam Kleine Plaat van Walsoorden aangeduid, en de Groote Plaat van Walsoorden bevindt zich een ondiep vloedschaar.

De door het platengebied van Valkenisse trekkende geulen no. 1 en 2 zijn sinds 1800 ongeveer 500 m naar het westen opgeschoven, dat is dus gemiddeld  $\pm 30$  m per jaar. De geul 2, die reeds in 1800 minder ontwikkeld was dan geul 1, vertoont bij de opschuiving een veel grooteren achteruitgang dan laatstgenoemde.

Door den ongunstigen S-vorm van geul 1 biedt deze een steeds minder aantrekkelijken weg

voor den stroom. De vloed begint dan ook reeds een nieuwe geul (3) te vormen ten oosten van de bestaande geulken.

1818-1860. Veranderingen 1818-1860.

Na de doorbraak van de vloedgeul tusschen de Grooten en de Kleine Plaat van Walscoorden zijn de Platen van Ossenissee door den, langs het Zuidergat trekkenden, ebstroom voor een deel opgeruimd en groeien de Platen van Walscoorden in zuidwestelijke richting aan. In deze periode volgt de vloedstroom uit het Middलगat nog voor een zeer belangrijk deel het Schaar van Waarde.

De geul 1 is in 1860 geheel verdwenen. Geul 2 is klaarblijkelijk wat meer ebwater gaan trekken en is iets belangrijker geworden. Zij is  $\pm$  50 m per jaar opgeschoven. Geul 3, waarvan op de kaart van 1818 reeds een begin is te zien, heeft zich sedertdien gemiddeld 90 à 100 m per jaar naar het westen verplaatst.

Opmerkelijk is het feit, dat al deze geulen, die onder invloed van den vloedstroom in het oosten van het drempelgebied ontstaan zijn, bij haar westwaartsche opschuiving steeds meer als ebgeul gaan optreden en als zodanig langen tijd voortleven.

1860-1878. Veranderingen 1860-1878.

Het naar het oosten opschuivende Gat van Ossenissee en het naar het westen uitbochtende Zui-

dergat worden verbonden tot een enkele machtige geul.

Het in noordelijke richting uitbochten van het Middelgat geeft gelegenheid tot vorming van een drempel tusschen dezen stroom en de nieuwe geul. Deze drempel sluit ter weerszijden aan bij de bankengebieden van Walsoorden en van Baarland. Tusschen Walsoorden en Borssele zijn thans twee volkomen evenwijdige geulen ontstaan. Van deze beide stelsels vertoont de weg Everingex-Middelgat-Schaar van Waarde waarschijnlijk een vloedoverwicht en het Zuidergat-Gat van Ossenissee-Pas van Terneuzen een eboverwicht.

Het door Everingex-Middelgat aangevoerde vloedwater zoekt voorbij Waarde een uitweg en vormt nog steeds periodiek een nieuwe vloedgeul naar het Nauw van Bath. Door den ebstroom wordt deze geul vrij snel in de ebrichting verplaatst.

Omstreeks 1870 is de gemiddelde snelheid van deze verplaatsing voor geul 2  $\pm$  120 m per jaar.

" " 3  $\pm$  80 " " "

" " 4  $\pm$  125 " " "

Direct na het ontstaan van een geul is hare verplaatsing vrij groot en gelijk aan  $\pm$  250 m per jaar, om daarna te verminderen tot een minimum van circa 50 m per jaar. Bij de Kleine Plaat van Walsoorden gekomen, neemt de snelheid weer toe tot ongeveer

125 m per jaar. Daarna sterft de geul vrij snel af.

De levensduur van de bedoelde geulen kan in deze periode op ongeveer 60 jaar gesteld worden, terwijl om de  $\pm$  10 jaar een nieuwe gevormd wordt. Zij verkrijgen geen van allen een groote ontwikkeling.

De eb blijft in hoofdzaak door het Zuidergat gaan, waardoor de ebstroom in staat is de oostkant van de banken van Ossenissee verder op te ruimen.

#### 1878-1890. Veranderingen 1878-1890.

Het Zuidergat is door den rug, welke het van het Middलगat scheidde, heengebroken en herstelt zijn verbinding met het Middलगat. Het verkrijgt een meer noordwaartsche richting o.a. tengevolge van de steeds verder doorgaande opruiming van de Kleine Plaat van Walsoorden.

De verdeeling van eb en vloed over het Zuidergat en het Schaar van Waarde ondergaat daardoor op den duur eenige verandering, wat weer van invloed is op de ontwikkeling van de geulen door de Platen van Ossenissee en die van Valkenisse.

De verplaatsing van de geulen 3 t/m 6 gaat tengevolge van de veranderde configuratie niet zoo snel als in de periode 1860-1878.

Gemiddeld bedraagt zij voor geul	3	110	m	per	jaar.
"	"	4	60	"	"
"	"	5	20	"	"
"	"	6	60	"	"

1890-1905 Veranderingen 1890-1905.

De sinds 1800 optredende noordwaartsche uitbochting van het Middelgat richt het benedenstroom-  
sche deel van het Schaar van Waarde steeds meer naar het noorden. Het bovenstroomsche deel daarentegen trekt noordwaarts en krijgt een meer oostwestelijke richting, aldus steeds meer het Nauw van Bath naderend. Een en ander zou een gevolg kunnen zijn van den aanvoer van zand door het ebwater, waardoor voor iedere dwarsgeul een delta uitgroeit en het Schaar dus naar het noorden wordt gedrongen. Daarnaast wordt de geschetste wijziging ook bevorderd door bochtwerking. Het door de verbindingsgeulen stroomende water tast immers den noordelijken oever aan en deponert materiaal langs de linker zijde van het Schaar.

De aangeduide vorm van het Schaar van Waarde wordt oorzaak van het feit dat de geulen, die in het oosten onder inwerking van den vloedstroom ontstaan zijn, meer ebwater gaan trekken, zoodra zij in het verlengde komen van het benedenstroom-  
sche deel van het Schaar van Waarde. De gemiddelde verplaatsing per jaar bedraagt in de beschouwde



periode voor geul 4 : 150 m,

" " 5 : 125 m,

" " 6 : 30 m.

Belangrijke nieuwe geulen hebben zich in deze periode niet meer gevormd.

Nu de verbinding Zuidergat-Middelgat hersteld is, krijgt de uit het Zuidergat tredende ebstroom, mede door de landwaartsche inscharing boven het Oude Hoofd bij Walsoorden, een meer noordwaartsche richting. De aanval op de oostelijke zijde van de Platen van Ossenisse neemt daardoor af, waardoor deze naar het oosten uitgroeien.

1905-1921.

Veranderingen 1905-1921.

Het door het nog steeds naar het noorden uitbochtende Middelgat aangevoerde vloedwater baant zich een weg door het bankengebied van Walsoorden in de richting van Konijnenschor. Aldus ontstaat een belangrijke verbinding ongeveer ter plaatse van geul 6, welke als ebgeul langs de platen naar het westen getrokken is (in deze periode met een gemiddelde snelheid van 130 m per jaar).

Door deze verandering gaat ook de ebaafvoer van het Zuidergat reeds iets verminderen, wat naar het oosten komen van de Platen van Ossenisse bevordert. Daar de nieuwe geul veel water gaat trekken, begint het oostelijk deel van het Schaar van Waarde aanzienlijk ondieper te worden, terwijl zich door het drempelgebied bij het Nauw van Bath

geen nieuwe scharen meer ontwikkelen.

1921-1931. Veranderingen 1921-1931.

Nu geul 6 een groot vermogen heeft gekregen gaat het vaarwater benoorden de Platen van Valkenisse sterk verzanden.

Het vloedwater, dat over het Bankengebied van Ossenisse trekt, brengt nog steeds zand aan, dat gedeponeed wordt aan de oostkant van de Platen van Ossenisse. Daar het Zuidergat een belangrijke hoeveelheid ebwater moet afstaan aan het (Nieuwe) Schaar van Waarde, treedt een versnelde oostwaartsche uitbreiding van de Platen van Ossenisse op.

In deze periode groeit ook de plaat van Walsoorden naar het zuidwesten uit, waardoor het Zuidergat veel nauwer wordt.

1931-1938. Veranderingen 1931-1938.

Periodiek uitgevoerde baggerwerken voorkomen een zuidwestelijke aangroeiing van het Plaatje van Walsoorden. Tusschen dit Plaatje van Walsoorden en de Plaat van Walsoorden bevindt zich een vloedgeul, die gericht is op het bovenstroomsche gedeelte van het Schaar van Waarde, welk gedeelte wellicht via het achteruitgaande Schaar onvoldoende vloedwater ontvangt.

Uit Belgische opnamen blijkt dat de bedoelde vloedgeul zich vrij snel in de richting van den vloedstroom heeft verplaatst.

De oude, dichter bij het "Oude Hoofd" gelegen, vloedgeul ontvangt minder vloedwater en gaat langzaam achteruit.

De uit het Zuidergat tredende ebstroom kan het verder oostwaarts aangroeien van de Platen van Ossenissee niet geheel teniet doen. Het Oude Hoofd bij Walsoorden, dat aan dezen stroom een noordelijke richting geeft, is daarvoor mede aansprakelijk. De achteruitgang van de Geul van de Molenplaat, en de daarmee samenhangende vergrooiting van de x capaciteit van het Schaar van Ossenissee, bevorderen eveneens de aangeduide aangroeiing der Platen.

De geulen benoorden de Platen van Valkenisse zijn ook in deze periode veel ondieper geworden en tengevolge van aanvoer van zand uit het zuiden nog verder naar den Zuid-Bevelandschen oever gedrongen.

De thans voor de waterbeweging ongunstige richting van het Schaar van Waarde, dat zich met een snelheid van 150 m per jaar in westelijke richting verplaatst, is oorzaak van het ontwikkelen van een nieuwe vloedgeul ten oosten van het oude Schaar van Waarde. Baggerwerken in het Schaar van Waarde en storten in het Schaar van Valkenisse remmen evenwel deze natuurlijke ontwikkeling.

Samenvatting  
historisch  
overzicht.

Vat men het voorgaande nog eens samen dan kan dus het volgende worden opgemerkt.

Het Zuidergat treedt op als ebgeul, welke in den aanvoer van het vloedwater een functie van wisselend belang vervult. Dit hangt af van de ontwikkeling welke het vloed-schaar te zien geeft, dat vroeger als Schaar van Waarde, thans als Schaar van Valkenisse wordt aangeduid. Het vermogen van deze vloedgeul is in het jaar 1870 zoo groot dat zij een belangrijk aandeel krijgt in den afvoer van ebwater dat door ebgeultjes vanuit het Zuidergat wordt toegevoerd. Deze ebgeultjes verplaatsen zich met groote snelheid in westelijke richting, wat wijst op groot zandtransport, waardoor het vloed-schaar naar het noorden wordt gedrongen en steeds minder geschikt wordt voor zijn taak. De steeds doorgaande noordwaartsche uitbocht van het Middelgat bevordert den achteruitgang van het oostelijk deel van het Schaar, zoodat op den duur de toestand van 1931 als logisch ontwikkelingsstadium intreedt.

De tegenwoordig als Schaar van Waarde aangeduide geul scheidt daarna een verbinding met het Zuidergat, dat dientengevolge nabij Walsoorden in vermogen afneemt. Thans is het Schaar reeds ver naar het westen verschoven, zoover zelfs dat de, door de werking van het Gude Hoofd, reeds verstoorde waterverdeling in het Zuidergat door de aanwezigheid van het Schaar van Waarde een nog onregelmatiger beeld gaat vertoonen. Naar mijn gevoelen

zal, indien het Schaar niet spoedig afsterft en dus nog verder westwaarts opschuift, een labiele toestand in het Zuidergat nabij Walsoorden ontstaan, welke slechts door intensief baggerwerk een voor de scheepvaart genoegzaam breede en diepe geul zal kunnen bieden.

## METINGEN.

Metingen  
1934/1935.

In een aantal punten (zie bijlage 3) werden in de jaren 1934 en 1935 stroom- en zandgehalte-metingen verricht. De bewerking dezer waarnemingen geschiedde op gelijklopende wijze als wordt beschreven in het rapport van Maart 1938 over het gebied van de Wester-Schelde nabij Bath, terwijl voor die waarnemingen ook dezelfde instrumenten werden gebezigd (zie in dat rapport blz. 32 en vervolgens).

De gemeten stroomsnelheden zijn op analoge wijze tot "normaal tij" gereduceerd. De gegevens werden vastgelegd in de grafieken van de bijlagen 4a, 4b, 4c en 4d.

Voor de aangetroffen zandgehalten is een zelfde reductiefactor toegepast als ingevoerd in het eerder genoemde rapport "Omgeving van Bath", al zij er op gewezen dat hiertegen wel bezwaren zijn aan te voeren, omdat de bodemsnelheid geen directe maatstaf voor de turbulentiegraad van den stroom kan opleveren. Doch de nauwkeurigheid der beschouwde metingen is zoodanig, dat deze reductiemethode kan

worden aanvaard.

Op de gebruikelijke wijze werden reewel voor de gemiddelde stroomsnelheid in de verticaal, voor de stroomsnelheid nabij den bodem en voor het zandtransport op 0,10 m boven den bodem kurkaartjes samengesteld, waaruit het verloop dener grootheden bij normaliteit is te volgen.

Stroom-  
tingen.

Voor de stroomingen zie de stroomkurkaarten van bijlage 5a en 5b.

H.W. Vlietin-  
gen.

In het beschouwde gebied heerschen op dit uur de grootste vloedstroomsnelheden, behalve in het zuiden van het Schaar van Waarde, waar ze reeds afnemen. De Plaat van Valkenisse staat geheel onder water; van de Plaat van Welsoorden zijn alleen de hoogste delen nog boven water.

De geografie van het gebied is oorzaak dat de heerschende snelheden onderling negal uiteenloopen. Het grootst zijn die in het Zuidergat in raai 5, het kleinst in den mond van het Schaar van Waarde, in de oude raai 5A. De orde van grootte der gemiddelde snelheden is daar respectievelijk 120 cm/sec. en 60 cm/sec.

Dene uiteenloepende snelheden zijn het gevolg van de samenvloeiing van het Zuidergat en het Schaar van Waarde, even westelijk van raai 5; na de samenkomst is het doorstromingsprofiel klein en de snelheid hoog, daarvoor is het totale pro-

fiel ruim en de snelheid dus laag.

Nu de platen grotendeels onder water staan valt de uit de richting Hansweert komende stroom // met de lengte-as van de Plaat van Walsoorden het Schaar van Waarde binnen en volhardt in deze richting. Hij buigt dus slechts weinig af naar de diepe ebgeul van het Schaar van Waarde, doch trekt bijna recht door over de Plaat van Valkenisse.

1 uur.

De stroomsnelheid is in het gehele gebied iets afgenomen. De onderlinge verhoudingen der heerschende snelheden zijn ongeveer gelijk gebleven aan die bij den vorigen uurstand.

De snelheden varieeren van  $\pm 40$  tot  $\pm 90$  cm/sec. De zandbanken staan nu geheel onder water, ook de hoogste deelen van de Plaat van Walsoorden. Slechts langs de rivierdijken liggen hier en daar nog niet-ondergelopen schorren (voornamelijk in den noordoostelijken hoek).

Op de Plaat van Walsoorden begint reeds eb te gaan.

2 uur.

Dit is ongeveer de gemiddelde tijd van stroomkentering in het gebied.

In de westelijke helft gaat reeds overal geringe ebstroom, in de oostelijke helft nog hier en daar geringe vloedstroom. Langs de Plaat van Valkenisse trekt zoowel in het Schaar van Waarde



als in het Schaar van Valkenisse nog eenige vloed, overigens begint in deze geulen de eb reeds door te trekken. De platen staan geheel onder water.

3 uur. Overal in het gebied gaat eb.

Deze is het sterkst in het westelijk gedeelte van het gebied (raai 7).

De snelheden varieren van  $\pm 40$  tot  $\pm 65$  cm/sec. De hoogste deelen van de Plaat van Walscoorden vallen reeds droog.

4 uur. In het geheel gebied heerschen flinke snelheden. De richting van den ebstroom, die uit het Zuidergat het Schaar van Waarde binnenvalt, wijst sterk op aanval van de oostelijke kant van de Plaat van Walscoorden.

De snelheden varieren van  $\pm 65$  tot  $\pm 100$  cm/sec. Het grootst zijn ze weer in raai 5/Zuidergat, het kleinst in raai 5A/nieuw.

De verklaring voor de zeer uiteenlopende snelheden is weer te vinden in de splitsing van het relatief nauwe doorstromingsprofiel van raai 5 in de twee stroomgeulen, die tezamen een ruim doorstromingsprofiel hebben (zie opmerking bij H.W. Vlissingen).

5 uur. Hoewel de eb-snelheden haar maximum nog niet hebben bereikt, zijn ze toch wel reeds zeer sterk, vooral in raai 5/Zuidergat.

Ze varieren van  $\pm$  ~~xxxx~~ 75 tot  $\pm 135$  cm/sec. De

laagste snelheden treden op in raai 7/Schaar van Waarde; de snelheden in het westelijk deel van het gebied zijn nl. reeds aan het afnemen, terwijl ze in het overige deel van het gebied nog toenemen.

De grens tusschen afnemende en toenemende stroomsterkte wordt ongeveer gevormd door raai 6.

De hoogste deelen van de Plaat van Valkenisse beginnen boven water te komen.

6 uur. De stroomsnelheden zijn nu op haar sterkst.

In raai 5/Zuidergat bereikt de gemiddelde snelheid een waarde van ruim 150 cm/sec.

In raai 6/Zuidergat	is zij $\pm$ 90 cm/sec.
" " 7/ "	" " $\pm$ 80 "
" " 5/Sch. van Valkenisse	" " $\pm$ 50 "
" " 6/Schaar van Waarde	" " $\pm$ 90 "
" " 6/Schaar van Valken.	" " $\pm$ 60 "
" " 7/Schaar van Waarde	" " $\pm$ 65 "
" " 5A/ " " "	" " $\pm$ 85 "

De snelheden in raai 5/Zuidergat zijn dus ook op dit uur van de sterkste stroomen beduidend grooter dan die in het overige gebied.

7 uur. De snelheden zijn in het geheele gebied reeds sterk afgenomen. Het grootst zijn zij nog steeds in raai 5/Zuidergat  $\pm$  130 cm/sec.; het geringst zijn zij langs den geheelen noordelijken oever van het gebied, in raai 7/Schaar van Waarde bijv.  $\pm$  40 cm/sec.

8 uur. In het Zuidergat en het Schaar van Waarde

gaat nog eb, doch in de vloedscharen gaat reeds een zeer geringe vloed (10 cm/sec.).

Uit de stroomsnelheden in het Zuidergat, in de raaien 5, 6 en 7, spreekt duidelijk het overigens normale feit, dat in de zelfde stroomgeul stroomkentering het eerst optreedt in het meest stroomafwaarts gelegen punt.

8.30 uur.

De overgang van eb in vloed is bijna geheel voltrokken. Slechts in de diepte gedeelten van het Zuidergat gaat in raai 5 en raai 6 nog een zeer geringe ebstroom (20 cm/sec.).

9 uur.

In het geheele gebied heerscht vloedstroom. In sommige punten reeds gedurende langer dan een uur. Toch zijn de optredende snelheden overal nog gering (maximum  $\pm$  50 cm/sec.) als gevolg van den karakteristieken vorm van de vloedkromme.

10 uur.

De snelheden zijn nog steeds laag, behalve in raai 5/Zuidergat, waar zich de invloed van de profielsvernauwing doet gelden, en in het Schaar van Waarde nabij het Zuidergat, waar ze op dit uur haar grootste stekke bereiken. De snelheden aldaar bedragen  $\pm$  80 cm/sec., terwijl ze overal elders de 60 cm/sec. niet overschrijden.

De Plaat van Valkenisse wordt overspoeld door stroomen die uit het Schaar van Valkenisse naar het Zuidergat trekken en daarbij gericht zijn volgens de lengteas van de plaat, dus ongeveer noord-

zuid. De hierbij optredende snelheid is ongeveer 50 cm/sec.

11 uur.

De snelheden in raai 5/Zuidergat nemen nog steeds toe. Ze bedragen nu  $\pm 90$  cm/sec., in den mond van het Schaar van Waarde  $\pm 75$  cm/sec., overal elders  $\pm 60$  cm/sec.

12 uur.

De Plaat van Valkenisse staat geheel onder water. De hoogste deelen van de Plaat van Walsoorden liggen nog droog. De snelheden in raai 5/Zuidergat zijn nog aan het toenemen; die in het zuiden van het Schaar van Waarde zijn reeds aan het afnemen.

De maximum snelheden bedragen aldaar respectievelijk  $\pm 120$  en  $\pm 70$  cm/sec. Overal elders beginnen de snelheden nu ook snel toe te nemen. ("Vloedpiek"). Overal, behalve in de twee bovengenoemde plaatsen, treden in het diepte gedeelte van de geulen snelheden op van  $\pm 90$  cm/sec.

Opmerkelijk zijn de onder invloed van den Berm van Walsoorden en den daarvoor liggenden diepen put -- sterk convergeerende stroomrichtingen in raai 7/Zuidergat.

Gemiddelde  
stroomsnel-  
heden.

Op de eerste teekening van bijlage 6 ziet men de grootte van de gemiddelde vloedstroomsnelheid in de verschillende meetpunten. Zij varieert van 25 cm/sec. boven de platen en in ondiepe gedeelten, tot 80 cm/sec. in raai 5/Zuidergat.

Raai 7 geeft over de gehele breedte een zeer regelmatige verdeling van de gemiddelde vloedstroomsnelheden te zien, in het Zuidergat  $\pm 50$  cm/sec., in het Schaar van Waarde  $\pm 55$  cm/sec.

In raai 6/Zuidergat is de stroom meer langs den zuidelijken oever geconcentreerd, naar het noorden gaande ziet men een geleidelijke afname van de gemiddelde snelheden.

Boven raai 6 vereenigen zich de vloedstroom, welke Walsoorden passeert, en die, welke langs het Schaar van Waarde trekt, terwijl de profielen in de raaien 5 en 6 vrijwel even groot zijn (zie bijlagen 13 en 15). Men treft daarom dan ook in raai 5 de grootste gemiddelde vloodsnelheden aan (tot 80 cm/sec.).

In het Schaar van Valkenisse en het Schaar van Waarde zijn de gemiddelden ongeveer 55 cm/sec.

De ebstroomsnelheden zijn in het algemeen groter dan de vloedstroomsnelheden, omdat de gemiddelde diepte gedurende de eb kleiner is dan gedurende den vloed.

De grootste snelheden treft men ook nu aan in raai 5 en wel tot 100 cm/sec. De stroom concentreert zich echter meer in het midden van de geul.

Ook in het Schaar van Waarde zijn de gemiddelde ebsnelheden groter dan de vloedgemiddelden. De stroom is op de Plaat van Walsoorden gericht

en veroorzaakt daarlangs groote zandverplaatsingen. In raai 6/Zuidergat volgt de ebstroom in hoofdzaak het midden van de geul; de verdeeling over het diepe gedeelten van de geul is veel regelmatig-ger dan tijdens den vloed. De gemiddelde ebsnelheden zijn grooter dan die in het Schaar van Waarde, terwijl de vloed het omgekeerde te zien geeft.

Restant-  
kaart.

In het Schaar van Waarde, voor zoover gelegen tusschen de Platen van Walsoorden en Valkenisse, ziet men een eboverwicht langs de Plaat van Walsoorden, en een vloedoverwicht langs de Plaat van Valkenisse. Het Zuidergat heeft een eboverwicht, hoewel men in sommige punten een gering vloedoverwicht aantreft, hoofdzakelijk langs den linker-  
oever.

Daar zoowel het Zuidergat als het bovengedeelte van het Schaar van Waarde een eboverwicht schijnen te vertoonen, is men geneigd voor het Schaar van Valkenisse tot een vloedoverwicht te besluiten. hoewel dit zich niet scherp op bijlage 6 afteekent. Waarschijnlijk echter wordt veel vloedwater over de platen afgevoerd, en is de hoeveelheid die gedurende de eb afgevoerd wordt gelijk aan de door den vloed aangevoerde hoeveelheid, vermeerderd met de (overigens geringe) bovenwater-  
afvoer.

De restantkaart van bijlage 6 kan doen besluiten tot een eboverwicht in het Schaar van Waar-

de, doch men bedenke dat de gemiddelde diepte gedurende de eb kleiner is dan gedurende den vloed, zoodat de genoemde bijlage geen maat aanduidt van de capaciteit der geulen.

Theoretisch  
afgelegde  
weg.

De kaartjes van bijlage 7 geven voor eb en voor vloed den theoretisch afgelegden weg, dat is het product van de gemiddelde snelheid en den duur der eb respectievelijk vloed, weer.

Het algemeene beeld van deze kaartjes verschilt slechts weinig van dat van bijlage 6, omdat eb- en vloedduur ongeveer gelijk zijn.

Stroomduur.

In een ebgeul zoals het Zuidergat is de duur van den vloed ongeveer 5 uur 50 minuten en die van de eb ongeveer 6 uur 35 minuten, terwijl deze cijfers voor de vloedgeul Schaar van Valkenisse ter plaatse van raai 5 bedragen: vloedduur 6 uur 25 minuten en ebduur 6 uur (bijlage 8).

Ter plaatse van raai 6 vertoont het Schaar van Waarde een ongeveer gelijken duur voor eb en vloed. Men kan niet spreken van een uitgesproken eb- of vloedgeul. Het Schaar is ter plaatse inderdaad het best aangeduid met de naam dwarsverbinding.

Bijlage 9 geeft ten slotte de kentertijden in het beschouwde gebied.

Capaciteits-  
berekeningen.

Met behulp van de stroommetingen werden voor de raaien 5, 6 en 7 capaciteitsberekening uitgevoerd. De resultaten van deze berekening en andere stroomgegevens zijn verzameld in de grafieken van

de bijlagen 10 t/m 15.

Deze capaciteitsberekeningen sluiten aan op die, welke werden verzameld in de rapporten:

Ir. L.L. Kleinjan: "Verslag over de in 1930, 1931 en 1932 op de Westerschelde verrichte metingen en waarnemingen". Rapport December 1934 (blz. 47 t/m 66).

Ir. L.L. Kleinjan: "Het gebied van de Wester-Schelde nabij Bath". Rapport Maart 1938 blz. 55 t/m 60).

Voor de methode van berekening wordt verwezen naar het eerstgenoemde rapport.

Aan de resultaten van deze berekening kan men, gezien het geringe aantal metingen, die eraan ten grondslag liggen, geen al te groote waarde toekennen.

Voor de raai even buiten Vlissingen werd in het eerstgenoemde rapport een middelbare fout bereijferd van 1½%. Voor de in dit rapport beschouwde raaien zal de middelbare fout minstens dezelfde orde van grootte hebben.

Raai 5. Raai 5 (bijlagen 10 en 11).

In onderstaand staatje zijn aangegeven de eb- en vloedcapaciteiten van de verschillende vakken waarin het profiel is verdeeld.



vloed		vak	eb	
millioen m <sup>3</sup>	percen- tage		millioen m <sup>3</sup>	percentage
13	4,5	I	10	3,5
154	53,5	II	183	63,5
9	3,1	III	6	2,1
88	30,6	IV	55	19,1
<u>24</u>	<u>8,3</u>	V	<u>34</u>	<u>11,8</u>
288	100,-		288	100,-

Hieruit blijkt dat het Zuidergat (vak II) een eboverwicht heeft van  $\pm$  30 millioen m<sup>3</sup>, terwijl het Schaar van Valkenisse een evengroot vloedoverwicht vertoont.

Uit de grafieken voor de gemiddelde stroomsnelheid van bijlage 10 ziet men duidelijk het verschil in gedrag tusschen een eb- en een vloedgeul.

Zoowel de gemiddelde snelheid als de stroomduur van het Zuidergat zijn bij eb groter dan bij vloed.

De hoeveelheden van vak III zijn uit te weinig gegevens berekend om op grond daarvan te kunnen besluiten tot een groot overwicht van den vloedstroom over de Platen van Valkenisse.

Het betrekkelijk  $\pm$  ondiepe Schaar van Valkenisse, vergeleken met het Zuidergat, nog een vrij grooten ebafvoer.

Raai 6. Raai 6 (bijlagen 12 en 13).

De afvoeren van de verschillende vakken zijn vermeld in onderstaand staatje:

vloed		vak	eb	
millioen m <sup>3</sup>	percen- tage		millioen m <sup>3</sup>	percen- tage
7	2,2	I	6	1,8
109	34,2	II	133	40,8
1	0,3	III	5	1,5
64	20,1	IV	65	19,9
92	28,8	V	82	25,2
<u>46</u>	<u>14,4</u>	VI	<u>35</u>	<u>10,8</u>
319	100,0		326	100,0

Het Zuidergat (vak II) heeft een eboverwicht van ongeveer 25 miljoen m<sup>3</sup>.

Volgens bovenstaande cijfers zou het Schaar van Waarde een eboverwicht hebben, de richting van den vloed evenwel maakt, doordat deze gedeeltelijk over de platen van Valkenisse trekt, een minder scherpen hoek met de raai dan de gemiddelde eb-richting, daardoor zal bij invoering van de noodige correcties het Schaar van Waarde een klein vloedoverwicht blijken te bezitten.

Van V en vak VI tezamen hebben een vloedoverwicht van 21 miljoen m<sup>3</sup>.

Raai 7. Raai 7 (bijlage 14 en 15).

Vloed		Vak	eb	
millioen m <sup>3</sup>	percen- tage		millioen m <sup>3</sup>	percen- tage
113	31,3	I	155	40,6
19	5,3	II	18	4,7
162	44,9	III	136	35,6
<u>67</u>	<u>18,5</u>	IV	<u>73</u>	<u>19,1</u>
361	100,-		382	100,-

Men mag uit deze cijfers uiteraard niet besluiten tot een bovenafvoer van 21 miljoen m<sup>3</sup>, de nauwkeurigheid der berekeningen laat dit niet toe.

Het eboverwicht van het Zuidergat bedraagt 42 miljoen m<sup>3</sup>, het vloedoverwicht van het Schaar van Waarde 26 miljoen m<sup>3</sup>.

Vak II heeft een klein vloedoverwicht; in het algemeen schijnt er dus boven de platen een overwicht te zijn van den vloedstroom.

De capaciteitsberekeningen wijzen dus allen op een eboverwicht van het Zuidergat, ter grootte van ongeveer 30 miljoen m<sup>3</sup>.

De Scharen van Waarde en Valkenisse toonen derhalve tezamen met de aangrenzende platen een vloedoverwicht van gelijke grootte.

Uit bovenstaande gegevens is ter verduidelijking van een en ander de bijlage 16 samengesteld, welke de stroombeelden in het beschouwde gebied

geeft op 0 uur en 5 uur na H.W. te Vlissingen, dat is voor vloed respectievelijk eb. De dichtheid der lijnen is een maat voor het debiet. Elke rode lijn geeft een watertransport van  $\pm 700$  m<sup>3</sup>/sec. weer, zoodat het beeld is gegeven voor een vloeddebiet van  $\pm 20.000$  m<sup>3</sup>/sec. en een eb-afvoer van 27000 m<sup>3</sup>/sec.

Men ziet uit deze figuren nog eens hoe de eb veel meer geconcentreerd het Zuidergat volgt dan de vloed.

Zandgehalten  
en bodem-  
stroom.

Op de bijlagen 17a en 17b zijn van uur tot uur de stroomsnelheden nabij den bodem en het met den gehaltemeter geregistreeerde zandgehalte weergegeven. Het zandtransport kan bij benadering met het product van deze beide evenredig worden gesteld.

Het zandgehalte is een maat voor de zanddichtheid van den stroom, de uurkaartjes geven dus van die grootheid het verloop van plaats tot plaats en van uur tot uur aan.

Vloedzand-  
gehalten.

De vloed (bijlage 17a) vertoont een vrij regelmatige zandbeweging. Buitengewoon groote hoeveelheden komen niet voor.

Zuidergat.

In het Zuidergat zijn zij vrijwel overal gelijk aan het gemiddelde voor het geheele gebied.

De eerste uren wordt er in raai 6 en 7 nog weinig zand getransporteerd; in raai 5 wat meer

daar uit het Schaar van Waarde vrij veel zand wordt aangevoerd.

In raai 7 treft men de eerste uren van den vloed het grootste zandgehalte aan in het midden van de geul, waar de snelheid van den bodemstroom en ook de diepten het grootst zijn. Op ongeveer 12 uur na H.W. Vlissingen neemt hier de bodemstroom af; het zandgehalte vertoont een toename langs de oevers van de geul. Het gemiddelde vloed- en ebzandgehalte voor de verschillende meetpunten is in deze raai ongeveer gelijk. In raai 6 zijn de gehalten langs den linker oever in het begin van den vloed het grootst, daarna vertoont ook de meer noordelijk gelegen punten een groot zandgehalte.

Het grootste zandtransport vindt plaats langs den zuidelijken oever, waar de diepte en de snelheid het grootst zijn.

In raai 5 is gedurende den geheelen vloed het gehalte het grootst in het midden van de geul, behalve omstreeks den tijd van H.W. te Vlissingen, wanneer langs den linker oever eveneens groot zandtransport optreedt.

Schaar van  
Valkenisse.

In het Schaar van Valkenisse zijn in het begin van den vloed de zandgehalten heel gering, ten tijde van de maximumstroomen echter vrij groot, vooral in de punten 76 en 90, welke langs den rand van de plaat liggen.

Schaar van  
Waarde.

Het Schaar van Waarde toont tijdens den vloed het meest interessante beeld. In raai 7 is de zandbeweging niet groot, waarschijnlijk iets minder dan het gemiddelde voor het geheele gebied. De sterkste zandstroom doet zich voor in het diepst van de geul, en trekt blijkbaar het doodlopende vloedsohaar in, dat zijn eind vint op de Plaat van Walsoorden (punt no. 108).

Hij werkt evenals de eb mede tot den opbouw van den noordelijken "uitlooper" van de Plaat van Walsoorden. Verder stroomopwaarts treffen wij in het Schaar van Waarde een zandbeweging aan, welke veel sterker is dan elders in het beschouwde gebied. De grootste zandverplaatsing treedt op langs de Plaat van Valkenisse. Aan de westzijde, in den bollen oever langs de Plaat van Walsoorden is de zandbeweging zeer gering. Daar, waar de richting van den bodemstroom ongeveer samenvalt met de raaklijn aan de dieptelijn ter plaatse, wijst deze groote zandbeweging op uitschuring van de Plaat van Valkenisse (Raai 5A oud en 5A nieuw). In raai 6 echter, wijkt de richting van den bodemstroom zoo ver oostwaarts af van de dieptelijn, dat dit duidt op een zandstroom die de Plaat van Valkenisse optrekt.

Ebzand-  
gehalten.

Het beeld van de zandbeweging tijdens de eb (bijlage 17b) is zeer sterk afwijkend van dat tijdens den vloed. Terwijl de vloed een gelijkmatige

zandbeweging over het geheele gebied aangaf, is deze tijdens de eb in de diverse geulen zeer verschillend.

Bij het begin van de eb treft men lang de randen der platen de grootste zandgehalten aan.

Omtreeks 6 uur na H.W. Vlissingen wordt de verdeling over het goulprofiel meer gelijkmatig, tegen het einde van de eb vertoont het midden van de geulen het grootste transport.

#### Zuidergat.

In het Zuidergat is de zandbeweging tamelijk sterk, in raai 6 en 7 ongeveer gelijk aan het gemiddelde tijdens den vloed, in raai 5 echter veel sterker.

#### Schaar van Valkenisse.

In het Schaar van Valkenisse zijn de zandhoeveelheden gering, nl. nog iets onder het gemiddelde voor den vloed. In de punten 76 en 90 is tijdens de eb bijna geen zandtransport gemeten.

#### Schaar van Waarde.

Het Schaar van Waarde vertoont weer een interessant beeld. De zandstroom uit het Zuidergat (raai 5) trekt het Schaar van Waarde binnen en volgt daarbij de oostzijde van de goul, zoals de uitkomsten van raai 5A oud aantoonen. Terwijl langs de oostzijde van het Schaar van Waarde dus een "latente" zandstroom trekt (zand dat bovenstrooms is opgenomen), zien wij aan de westzijde een geheel ander beeld. De uit het Zuidergat aangevoerde zandhoeveelheid is klein, doch door uitschuring van den rand van de Plaat van Walsoorden

wordt zeer veel zand losgemaakt en medegevoerd, zoodat de zandstroom langs de westkant sterk toeneemt naarmate men verder stroomafwaarts komt, totdat in raai 6/Schaar van Waarde zeer groote hoeveelheden zijn opgenomen. Benedenstrooms van raai 6 nemen de zandhoeveelheden weer af. Bij de samenkomst van Schaar van Waarde en Schaar van Valkenisse is het zandtransport echter nog zeer sterk. In raai 7 en daar beneden is het gering. Daar treedt tijdens de eb het geringste zandtransport voor dit gebied op.

Restanten  
zandgehalten.

De restantkaart k van bijlage 18 geeft ten slotte een globalen indruk van de resulterende zandbeweging. Globaal zal die indruk moeten zijn omdat vele foutenbronnen zijn aan te wijzen en omdat de snelheden van den bodemstroom er niet in zijn verwerkt. In de eerste plaats zijn alle gegevens slechts ontleend aan metingen op 0,10 m boven den bodem. Bovendien is de restantkaart geconstrueerd met behulp van de verschillende geplanimetreerde zandgehaltekrommen voor den vloed en de eb, waarmee dus tot het invoeren van gemiddelde zandgehalten is overgegaan (bijlage 19).

Zandtran-  
sporten.

Op de kaartjes van bijlage 20 zijn voor eb en voorvloed uitgezet de loodrecht op de raaien staande componenten van het product van zandgehalte op 10 cm boven den bodem en de gemiddelde



stroomsnelheid op 10 tot 60 cm boven den bodem. Metingen op verschillende hoogten boven den bodem wezen erop dat het totale zandtransport over de geheel verticaal globaal evenredig gesteld kan worden met dit product, zoodat dus bijlage 20 een indruk geeft van de verhouding der zandtransporten.

De kleine verschillen met bijlage 18 en 19 zijn in hoofdzaak toe te schrijven aan het feit, dat op bijlage 20 het product van snelheid en gehalte is uitgezet, terwijl de andere bijlagen slechts het gemiddels<sup>d</sup> gehalte (bijlage 19) en het product van het gehalte en den duur van eb of vloed (bijlage 18) geven.

Het blijkt dat het Zuidergat een overwegend ebtransport heeft. In de raaien 5 en 6 is dit overwicht ongeveer evengroot, hoewel de transporten veel verschillen. Het eboverwicht van raai 7 is kleiner dan dat van de raaien 5 en 6 omdat een deel van het zand even boven het "Oude Hoofd" ter plaatse van het Plaatje van Walsoorden wordt afgezet.

In raai 7/Schaar van Waarde voltrekt het ebtransport zich hoofdzakelijk langs den noordelijken oever van de geul, het vloedtransport vindt meer in het midden van de geul plaats. Ook in raai 5 /Schaar van Valkenisse volgt het materiaal bij eb voornamelijk den noordelijken oever van de geul. Het vloedtransport gaat hier in hoofdzaak langs

den noordelijken rand van de Platen van Valkenisse.

Raai 6/Schaar van Waarde laat wel de grootste zandtransporten zien. Groote hoeveelheden zand worden opgewoeld door den ebstroom, die, uit het Zuidergat komende, vooral de oostkant van de Plaat van Walsoorden aantast.

Dit zand zal bij zijn stroomafwaartsche verplaatsing vermoedelijk den drempel in het Schaar van Waarde aan de benedenzijde doen aangroeien.

De metingen bevestigen de voorlopige conclusies die uit een kaartstudie getrokken kunnen worden en welke wezen op een snel westwaarts trekken van het Schaar van Waarde, gepaard gaande met een verdraaiing van de as der vaargeul.

Metingen 1939. Teneinde een idee te verkrijgen omtrent de hoeveelheden zand, welke bij normale getijden worden verplaatst, werden in 1939 nog eenige metingen verricht nabij de samenkomst van Zuidergat en Schaar van Waarde.

Daarbij werd gebruik gemaakt van eenige nieuwe instrumenten t.w. een stroomrichtingsaanwijzer en een zandvanger van nieuw model.

Stroomrichtingmeter.

De stroomrichtingmeter (zie bijlage 21), welke werd geconstrueerd om de richting van den stroom onmiddellijk nabij den bodem te bepalen, bestaat uit een om een verticale as draaibaar in een frame opgestellten vleugel, die op geringe

stroomsteking reageert. Een kompasdoos wordt gedwongen de beweging van den vleugel te volgen zoodat een vanaf het waarnemingschip te bedienen arrêteerinrichting de richting van den vleugel t.o.v. de magneetnaald, dus t.o.v. het magnetisch noorden kan doen aangeven. Een bezwaar van dit instrument, dat ter onderscheiding met "Hoeksche Vleugel" wordt aangeduid, is uiteraard de gevoeligheid voor de aanwezigheid van groote ijzermassa's, dus van een ijzeren opnemingsvaartuig. De bediening moet dus vanuit een houten boot geschieden.

Zandtransportmeter.

Het nieuwe model zandvanger (zie bijlage 21) wordt in de wandeling "Delftsche Flesch" genoemd, wat wijst op den, in hoofdzaak door het Waterbouwkundig Laboratorium te Delft, bedachten fleschvorm.

Deze transportmeter berust op het zelfde principe, dat ook aan het door Canter Cremers geconstrueerde toestel ten grondslag ligt. De hydraulische factor, d.i. het quotient van de intreesnelheid en de stroomsnelheid in de omgeving, kon echter bij het laatstgenoemde apparaat niet hoger worden opgevoerd dan circa 0,80 à 0,85. Bij de Delftsche Flesch bedraagt deze factor meer dan 1,00, zoodat geen opstuwing optreedt. Het nieuwe toestel is ongetwijfeld te ver-

kiezen boven het oude, ook omdat de uitwendige vorm slechts geringen weerstand opwekt en dien- tengevolge ook bij groote stroomsnelheid een z.g. voorspaninrichting achterwege kan blijven. Het instru- ment bleek handig in het gebruik en wordt als een goede aanwinst beschouwd.

Ten slotte werd nagegaan of toepassing van een bodemtransportmeter, zooals die door de direc- tie Bovenrivieren wordt gebruikt (de zg. bodem- transportmeter "Arnhem" of kortweg B.T.A.) de nauwkeurigheid der gegevens over het zandtransport zou kunnen vergroeten.

Zonder daarop thans diep in te gaan kan in- tusschen worden medegedeeld, dat het zg. rollend transport van zand langs den bodem in de Schelde zeer gering is, althans niet dat belang heeft, wat men het bij het zwaarder zand der bovenrivieren moet toekennen.

Op grond der verkregen gegevens kan men ter bepaling van het zandtransport in een verticaal dan ook wel volstaan met gegevens van het zwevend transport op verschillende hoogten boven den bo- dem.

Het laat zich verklaren dat daarom ook de richting van den stroom onmiddellijk nabij den bodem van minder belang <sup>b</sup>vlijkt dan aanvankelijk werd verwacht. Wel belangrijk is natuurlijk de gemiddelde richting van de zandtransport~~eerende~~

waterlagen, die zich tot eenige meters boven den bodem kunnen uitstrekken.

Ter bepaling van deze stroomrichting werd thans de reeds aangeduide Hoeksche Vleugel gebruikt.

Zandtransporten in zuidelijken ingang Schaar van Waarde.

De bewerking der meetgegevens van de in 1939 verrichte waarnemingen geschiedde voor een deel op gelijke wijze als van die, welke in de jaren 1934 en 1935 werden verzameld.

Daar echter hoofdzakelijk van de "Delftsche Flesch" gebruik gemaakt werd en de zandgehaltemeter slechts weinig werd benut, werd de reductie der gemeten zandhoeveelheden tot "normaal tij" op eenigszins andere wijze bepaald, te meer waar het hier ging om een kwantitatieve bepaling van het zandtransport. Het is bekend dat een voor elk geval toe te passen reductiefactor voor het zandtransport niet is te geven, omdat te veel oorzaken haar beïnvloeden. Overweegt men echter dat het hier gaat om de vergelijking van zandtransporten bij onderling slechts weinig verschillende snelheden, dan is het duidelijk, dat de keuze van de reductiefactor de betrouwbaarheid der uitkomst niet te zeer aantast. Die uitkomst zal overigens altijd nog een belangrijk element aan onzekerheid blijven bevatten en slechts een benadering der werkelijkheid kunnen geven.

Vergelijking van uitkomsten eener 15-daag-  
sche meting in een zelfde meetpunt leidde ertoe  
de zandreductiefactor ten minste evenredig te stel-  
len met de 5de macht van de stroomreductiefactor.

Deze reductiefactor toepassend, kon de bij-  
lage 22 worden samengesteld, waarop het zand-  
transport voor een "normaal" vloedtij en een "nor-  
maal" eb-tij is weergegeven.

Opmerkelijk is het groote ebzandtransport in  
het Zuidergat, dat in raai 5C circa 2500 m<sup>3</sup> per  
getij bedraagt en ten opzichte van den vloed een  
overwicht van  $\pm$  1350 m<sup>3</sup> aangeeft, wat een jaar-  
lijksch stroomafwaarts gericht transport van  
1 000 000 m<sup>3</sup> beduidt.

Vergelijking van deze cijfers met die van  
bijlage 20 is niet wel mogelijk, omdat de metingen  
op geheel andere wijze zijn verricht. De hoeveel-  
heden van bijlage 22 zijn bepaald uit metingen  
over de geheele hoogte, terwijl bijlage 20 alleen  
het transport op 0,10 m boven den bodem in m<sup>3</sup>/m  
hoogte geeft.

Het langs het Zuidergat door de eb aange-  
voerde zand zal gedeeltelijk door den vloedstroom  
over de Platen van Walsoorden en Valkenisse weer  
stroomopwaarts worden gevoerd; het zal echter te-  
vens in belangrijke mate bijdragen tot de aangroei-  
ng van het Plaatje van Walsoorden, dat door regel-

matig baggeren zoo klein mogelijk wordt gehouden.

Stroomme-  
tingen.

Ter completeering zijn de in 1939 verrichte stroommetingen eveneens in stroomkaarten vastgelegd, waardoor de wijzigingen in den stroomings-toestand van uur tot uur zijn te volgen (bijlage 23).

Deze kaartjes behoeven na hetgeen hierboven reeds werd gemeld, slechts weinig toelichting.

Weer valt op dat de grootste ebsnelheden worden aangetroffen in raai 5C/Zuidergat. Opmerkelijk is echter dat dit voor den vloed niet het geval is en de grootste vloedsnelheid wordt gevonden in de raai 5D, waar de vloed klaarlijk met groote snelheid over de Plaat van Valkenisse trekt. De eb komt echter boven die plaat niet tot ontwikkeling. De door den vloedstroom langs het Schaar van Waarde optredende verlaging in de Plaat van Valkenisse heeft dan ook het karakter van vloed-schaar en zal nimmer de taak van het Schaar van Waarde kunnen overnemen. Zij zal de westwaartsche verplaatsing van het Schaar van Waarde volgen. Dit feit is van veel belang, omdat daarmee wordt aangeduid dat afsterven van het Schaar van Waarde misschien wel het ontstaan van een nieuw geultje onmiddellijk oostwaarts daarvan kan stimuleeren, doch dat men moet aannemen dat de situatie voor de scheepvaart, die van het Schaar van Waarde gebruik maakt, steeds slechter zal worden.

Op de kaartjes van bijlage 24 zijn de gemiddelde en de maximale vloed- en ebstroomsnelheden in den zuidelijken ingang van het Schaar van Waarde aangegeven.

Beter dan uit de metingen der jaren 1934 en 1935 blijkt hieruit dat in het Schaar van Waarde de vloed vooral gericht is op de Plaat van Valkenisse, terwijl de eb zich langs de Plaat van Walsoorden concentreert.

Ook de maximumsnelheden vertoonen een zelfde beeld.

Uit bijlage 24 is heel duidelijk te zien dat de vloed veel minder de geulen volgt dan de eb. De vloed trekt in het meest oostelijke meetpunt van raai 5D dwars over de Plaat van Valkenisse.

Metingen nabij het Oude Hoofd.

Om na te gaan hoe sterk de neerbeweging is in de omgeving van het Oude Hoofd nabij Walsoorden, werden in 3 punten bovenstrooms en in twee punten benedenstrooms ervan stroommetingen verricht. De resultaten zijn vastgelegd in de stroomkaartjes van bijlage 25.

Men ziet hieruit dat in het begin van de eb, zoolang de kruin van den berm nog onder water ligt, benedenstrooms van den berm een ebstroom optreedt.

Tusschen 3 en 4 uur na H.W. te Vlissingen valt de kruin van het hoofd droog. Wanneer daarover geen water meer aangevoerd kan worden is



het dwarsverhang beneden den berm oorzaakt tot het ontstaan van een neer aan de benedenstroomsche zijde.

Bovenstrooms van den berm treden tengevolge van de concentratie van den stroom zeer hoge snelheden op.

In het begin van den vloed, ongeveer 9 uur na H.W. Vlissingen zijn de snelheden nog gering, later (om  $\pm$  10 uur na H.W.) treedt klaarblijkelijk bovenstrooms van het Oude Hoofd een vloedneer op. Daarna inundeert de berm zoodat het dwarsverhang tengevolge van de concentratie van den stroom vermindert. Men ziet dan ook dat na dien tijd de vloedneer verdwijnt.

Bij eb verschijnt een soortgelijk beeld, dat zich echter scherper afteekent, omdat de ebstroom juist een bocht doorloopen heeft, en derhalve tegen den linker oever aanleunt. Bovendien treden de grootste snelheden dan op bij veel lagere waterstanden dan tijdens den vloed, wat het beeld nog sprekender maakt.

Gemiddelde  
korrelgroot-  
ten.

In de achterliggende jaren werd in het gebied der Westerschelde bij Walscoorden een groot aantal bodemonsters genomen en geregistreerd. Ter aanvulling van de in dit rapport verzamelde gegevens wordt in bijlage 26 de gemiddelde korrelgrootte dezer monsters weergegeven. Bestudeering

proces echter niet, zoodat daar een iets lager gemiddelde wordt aangetroffen. Op plaatsen, waar geringe maximale snelheden optreden en de bodem zelve dus vrijwel in rust blijft, zal het fijnste materiaal, dat van elders wordt aangevoerd, bezinken. Die plaatsen treft men aan langs de bolle zijde van de ebgeulen. Langs de holle oevers vindt men dan ook doorgaans zand van grovere samenstelling.

Hoewel de hier in het kort aangegeven zandverdeeling ook in het beschouwde gebied schijnt op te treden, vertoont het in bijlage 26 gegeven beeld vele afwijkingen op de aangeduide regels.

De wijze en de tijd van monsterneming, alsmede de plaatselijke situatie maken dat overigens volkomen verklaarbaar.

het dwarsverhang beneden den berm oorzaakt tot het ontstaan van een neer aan de benedenstroomsche zijde.

Bovenstrooms van den berm treden tengevolge van de concentratie van den stroom zeer hoge snelheden op.

In het begin van den vloed, ongeveer 9 uur na H.W. Vlissingen zijn de snelheden nog gering, later (om  $\pm$  10 uur na H.W.) treedt klaarblijkelijk bovenstrooms van het Oude Hoofd een vloedneer op. Daarna inundeert de berm zoodat het dwarsverhang tengevolge van de concentratie van den stroom vermindert. Men ziet dan ook dat na dien tijd de vloedneer verdwijnt.

Bij eb verschijnt een soortgelijk beeld, dat zich echter scherper afteekent, omdat de ebstroom juist een bocht doorloopen heeft, en derhalve tegen den linker oever aanleunt. Bovendien treden de grootste snelheden dan op bij veel lagere waterstanden dan tijdens den vloed, wat het beeld nog sprekender maakt.

Gemiddelde  
korrelgroot-  
ten.

In de achterliggende jaren werd in het gebied der Westerschelde bij Walsoorden een groot aantal bodemonsters genomen en geregistreerd. Ter aanvulling van de in dit rapport verzamelde gegevens wordt in bijlage 26 de gemiddelde korrelgrootte dezer monsters weergegeven. Bestudeering

van deze gegevens leidt voorloopig niet tot vaststaande conclusies. De monsters zijn in hoofdzaak verzameld tijdens de stroomkentering en mogen dus niet beschouwd worden als een maatstaf voor de bepaling van de gemiddelde korrelgrootte tijdens de strooming.

Een enkele aantekening moge hier echter nog volgen.

In het algemeen is de samenstelling van een bodemonster in een meetpunt afhankelijk van de op dat punt gerichte stroomingen en dus van de stroomverdeling in de omgeving. Slechts over de algemeene gedragingen van het bewegende zand kunnen dan ook eenige opmerkingen worden gemaakt.

Dat in zg. vloedscharen de gemiddelde korrelgrootte groter is dan in het overige deel van het estuarium, laat zich wellicht verklaren door het feit, dat het grootste zandtransport optreedt op het moment dat de aangrenzende zandplaten reeds geïnundeerd zijn. Daar wel vaststaat, dat van het in het Schaar door turbulentie opgewoelde zand, het fijnste materiaal tot de grootste hoogte wordt opgevoerd, zal het hoofdzakelijk dit materiaal zijn dat over de platen wordt gevoerd. Die platen zullen dan ook uit gemiddeld fijner zand bestaan, evenals de aangroeiing welk deze platen veelal aan de bovenstroomsche zijde ondergaan.

Bij de ebgeulen voltrekt zich een dergelijk

proces echter niet, zoodat daar een iets lager gemiddelde wordt aangetroffen. Op plaatsen, waar geringe maximale snelheden optreden en de bodem zelve dus vrijwel in rust blijft, zal het fijnste materiaal, dat van elders wordt aangevoerd, bezinken. Die plaatsen treft men aan langs de bolle zijde van de ebgeulen. Langs de holle oevers vindt men dan ook doorgaans zand van grovere samenstelling.

Hoewel de hier in het kort aangegeven zandverdeeling ook in het beschouwde gebied schijnt op te treden, vertoont het in bijlage 26 gegeven beeld vele afwijkingen op de aangeduide regels.

De wijze en de tijd van monsterneming, alsmede de plaatselijke situatie maken dat overigens volkomen verklaarbaar.

## BESCHOUWINGEN EN CONCLUSIES.

Oude Hoofd. De werking van het  $\pm$  350 m lange hoofd nabij Walsoorden is zeer nadeelig voor het stroombeeld in het Zuidergat. De sterke convergentie die de stroombanen ter plaatse ondergaan veroorzaakt groote diepten nabij den dam en leidt de stroomen ver uit den wal. Bij vloed geeft dit aanleiding tot de vorming van een vloedschaartje in de Plaat van Walsoorden, waarvan zich een klein plaatje bijkans afsplitst. Toch zal dit geen verwachtingen mogen opwekken betreffende een nieuwe richting van de hoofdgeul, het Zuidergat, omdat de eb deze geul op groote diepte houdt, zoodat afsterven daarvan uitgesloten schijnt. En de mogelijkheid om een nieuwe richting met behulp van baggerwerk te verkrijgen is dat eveneens.

Weliswaar heeft zich vroeger een afsplitsing van het Kleine Plaatje van Walsoorden voorgedaan (begin der 19de eeuw), doch het Zuidergat gaf toen iets geringer diepten te zien, wat, tezamen met het destijds ontbreken van baggerwerken, bij de toenmalige situatie het "trekken" van het bankje

door de geul verklaarbaar maakt.

Immers wordt de thans bestaande onevenwichtige toestand van het geulen- en platenstelsel mede in stand gehouden door de kunstmatige opruiming van zand langs het Plaatje van Walsoorden. Daardoor toch wordt belangrijke uitbreiding van dit plaatje tegengegaan en afsplitsing van groote deelen der platen voorkomen.

Men moet bij alle overwegingen en plannen dan ook rekening houden met de onmogelijkheid om den linkeroever van het Zuidergat in belangrijke mate rivierwaarts te verleggen. Integendeel moet men voorbereid zijn op nog eenige landwaartsche opschuiving die echter dank zij den weerstandbiedenden oever slechts zeer langzaam voortschrijdt.

Men heeft dan ook geen keuze inzake de middelen die ter verbetering van den toestand kunnen worden aangewend.

Mogelijke  
verbetering

De eenige juiste oplossing ligt ongetwijfeld in een drastische inkorting van den berm van Walsoorden opdat de oeverlijn een meer continu verloop krije. De tegenstanders van een dergelijk ingrijpen zullen waarschijnlijk wijzen op het belang van dezen dam voor het behoud van de waterkeering van Zeeuwsch Vlaanderen. Inderdaad verdedigt het hoofd deze belangen, doch men vergete niet dat hij daarnaast den aanval van den ebstroom

op de bedijking bij het haventje van Wals-  
oorden stimuleert. Immers behoeft het geen betoog  
dat die aanval toegenomen is door den zuidwest-  
lijken uitbouw van de Plaat van Walsoorden, waar-  
tegen de vloedstroom zich niet kon verzetten en  
waardoor het Zuidergat ter plaatse langs den lin-  
keroever een groote diepte verkreeg.

Bovendien kan door eenige korte dammen een  
even groote veiligheid aan de bedijkte landen  
worden verzekerd als door een enkele zeer lange.

De schets op bijlage 27 duidt de gedachte  
verbetering aan. Het vloeiende verloop van de  
laagwaterlijn zal het stroombeeld belangrijk ver-  
fraaien; er is alle grond voor de verwachting  
dat het Zuidergat als scheepvaartweg belangrijk  
zal verbeteren.

#### Verwachting.

In het voorgaande werd reeds een en ander  
vermeld over de verwachting, welke dezerzijds  
over de toekomstige ontwikkeling van het be-  
schouwde gebied gekoesterd wordt. Al ligt in die  
verwachting een groote mate van waarschijnlijk-  
heid, dan bedenke men toch altijd, dat van wis-  
kunstige zekerheid daarbij geen sprake kan zijn.

Wanneer men de geschiedenis van het geulen-  
stelsel bestudeert, dan blijkt het reeds uiterst  
moeilijk om de opgetreden veranderingen steeds  
op bevredigende wijze te verklaren. Dat de ontwik-



kelingsgang ook in de toekomst onverwachte wendingen zal vertoonen, mag men wel als vaststaand aannemen.

Dat niettemin een verwachting in dit rapport wordt vastgelegd kan slechts worden gerechtvaardigd door de wenschelijkheid om de terzake verrichte studie zooveel mogelijk te fieeren.

Levensduur  
Schaar van  
Waarde.

Reeds werd gewezen op het feit, dat het Schaar van Waarde, voorzooveel ingesloten tussen de Platen van Walsoorden en Valkenisse, met aanzienlijke snelheid westwaarts trekt en daardoor binnenkort teniet zal gaan.

Nu wordt de levensduur van het Schaar van Waarde kunstmatig verlengd, eenerzijds door eenig baggerwerk in het Schaar zelf, anderzijds door berging van baggerspecie in het Schaar van Valkenisse, dat in de nabije toekomst de taak van dat van Waarde moet overnemen.

Over de stortplaatsen in het Schaar van Valkenisse werd in de dezerzijds in November 1938 opgemaakte nota over een onderzoek naar de keuze van stortplaatsen het volgende opgemerkt:

"Deze stortplaats ligt in den inloop van het vloedschaar van Valkenisse.

Zoals reeds werd opgemerkt zal storten in een vloedschaar in het algemeen toegejuicht moeten worden, doch dit geldt uiteraard slechts daar, waar geen aanzienlijke resulterende zandbeweging

in bovenstroomsche richting optreedt en het bodemmateriaal niet te grof is. Voor het Schaar van Valkenisse kan van een overwicht in een bepaalde richting niet worden gesproken, terwijl het bodemzand fijn is met een gemiddelde korrelgrootte van ongeveer 170 $\mu$ .

Daar storten in het Schaar van Valkenisse theoretisch een wijziging van de vloedstroomverdeling ten gunste van het Zuidergat en het Schaar van Waarde tot gevolg heeft is deze stortplaats ook uit dien hoofde wel aanbevelingswaardig."

Beëindigen  
storten in  
Schaar van  
Valkenisse.

Het hier aangehaalde advies werd inmiddels gebaseerd op de uitkomsten van de in deze nota besproken metingen der jaren 1934 en 1935.

De verwachte wijzigingen in het beschouwde gebied blijken zich echter in de laatste jaren met groote snelheid te voltrekken zoodat overwogen zal moeten worden om het storten van baggerspecie in het Schaar van Valkenisse te beëindigen, omdat dit Schaar in de toekomst een aantrekkelijke vaarweg voor de riviervaart gaat vormen.

Het Schaar van Valkenisse zal daarbij tevens een belangrijk aandeel in de waterverdeling krijgen en ebwater aan het Zuidergat ontnemen, waardoor dit hoofdvaarwater een minder gunstige toekomst tegemoet gaat.

Mede door het ongunstige stroombeeld, dat

het Oude Hoofd bij Walsoorden veroorzaakt, zal toename van het baggerwerk noodig zijn, zoowel nabij Walsoorden als op den drempel van Hansweert.

Over de wenschelijkheid tot het uitvoeren van baggerwerk in het Schaar van Waarde, zooals dat thans geschiedt, behoeft na het voorgaande niet veel meer te worden gezegd. Dit baggerwerk vertraagt de ontwikkeling van het geschetste toekomstbeeld, zonder zijn komst te kunnen beletten.

Men kan ditzelfde vrijwel overal op de Westerschelde waarnemen. De invloed van het baggerwerk op de wijziging van het geheel rivierbeeld is slechts plaatselijk. Het bepaalt zich in hoofdzaak tot het behouden van genoegzame vaardiepte, welke zonder het uitvoeren van werken, tengevolge van aanzanding, met een enkele meter zou verminderen.

De ligging der drempels is in de horizontale configurantie veelal van dien aard dat het vermogen van de rivier daardoor slechts in zeer geringe mate zal worden beïnvloed en baggerwerken, als thans worden uitgevoerd, de stormvloedstanden vrijwel onaangeroerd laten, vooral wanneer de baggerspecie weer in de rivier zelve wordt gestort.

Baggerwerken. Ter completeering der gegevens volgt hieronder een overzicht van de baggerwerken bij Wals-

oorden en Hansweert (zie bijlage 28).

Jaar.	Gebaggerde hoeveelheden in m <sup>3</sup>		
	nabij Wals- oorden.	drempel van Hansweert	Schaar van Waarde
1932	217 855	346 100	
1933	36 840	250 975	
1934	120 980	192 745	
1935	284 050	455 850	
1936	220 495	682 860	
1937	372 365	252 920	
1938	666 345	941 120	
1939	443 915	798 100	341 240
Gem.	300 000	500 000	

In het jaar 1939 werd sinds Augustus dus 341 240 m<sup>3</sup> in het Schaar van Waarde gebaggerd. In dat zelfde jaar werd een hoeveelheid van 1 700 000 m<sup>3</sup> in het Schaar van Valkenisse gestort.

Aan het vraagstuk der baggerwerken is de bijna onoplosbare kwestie van de keuze der stortplaatsen verbonden. De in 1939 in het Schaar van Valkenisse gestorte hoeveelheid is zeer groot en van de zelfde orde van grootte als de natuurlijke zandtransporten in de hoofdgeulen. Deze constateering leidt alweer naar het advies om te trachten voor deze stortplaats een andere te vinden. Dat schijnt echter een onmogelijkheid te zijn,

indien men het Schaar van Waarde nog wenscht te behouden. Bovendien wenscht men een stortplaats waar diepgaande hopperzuigers bij laagwater hun inhoud kunnen lossen, terwijl de afstand tusschen bagger- en stortplaats klein moet zijn.

Naar mijne meening weegt het voordeel, dat aanwezig schijnt in een met kunstmatige middelen behouden van het thans aanwezige Schaar van Waarde niet op tegen het gevaar dat schuilt in het wachten met het verzetten der bakens naar het Schaar van Valkenisse.

Er voltrekken zich thans in het gebied der Westerschelde nabij Walsoorden groote veranderingen. Die veranderingen op den voet te volgen, door het regelmatig verrichten van loodingen en waarnemingen is een taak, welke de studiedienst niet uit het oog mag verliezen.

Het ware tevens toe te juichen, indien met behulp van eenige te verrichten boringen nabij het "Oude Hoofd" van Walsoorden zou kunnen worden nagegaan of door een eventuele inkorting van dit Hoofd gevaar zal ontstaan voor oevervallen ter plaatse waar de oever sterker zal worden aangestast en door uitbouw van kleine kribben zal moeten worden beschermd.

Opgemaakt door den Studiedienst  
der Zeeuwsche Stroomen,  
Hoek van Holland, 15 april 1940.

De Ingenieur,  
w.g. ~~G.H.V.~~ Jansen.

B. Ph.

## LIJST VAN BIJLAGEN.

1. Overzichtskaart 1938.
2. Hydrografische kaarten van 1800 t/m 1938.
3. Aanduiding meetpunten (1934 en 1935).
- 4a, b, c, d Gemiddelde stroomkrommen.
- 5a en b Stroomkaarten voor vloed en eb.
6. Gem. vloed- en ebstroomsnelheid met restantkaart.
7. Theoretisch afgelegde weg met restantkaart.
8. Vloed- en ebstroomduur.
9. Tijden van stroomkentering.
10. Stroomgegevens raai 5.
11. Debietskrommen raai 5.
12. Stroomgegevens raai 6.
13. Debietskrommen raai 6.
14. Stroomgegevens raai 7.
15. Debietskrommen raai 7.
16. Stroombanen voor eb en voor vloed.
- 17a en b Zandkaarten voor vloed en eb.
18. Totale vloed- en ebzandgehalten en restantkaart.
19. Gemiddelde zandgehalten en restantkaart.
20. Zandtransporten voor eb en vloed.
21. Instrumenten: Delftsche Flesch en Hoeksche Vleugel.
22. Zandtransporten zuidelijken ingang Schaar van Waarde.
23. Stroomkaarten " " " " " " .
24. Gem. en maximale stroomsnelheden zuidelijken ingang Schaar van Waarde.
25. Stroomkaarten Oude Hoofd.
26. Korrelgrootten bodemmateriaal
27. Stroombanen nabij Oude Hoofd (met al of niet ingekorten dam).
28. Bagger- en stortplaatsen.