

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

PRINS HENDRIKWEG 3
VLISSINGEN
TEL. 01184-2851-2852-3571

PARAAT GEZIEN:

	Z	Kw	L	M
S	Bm	WB	78	E
G	B			

Aan het Hoofd van de Waterloopkundige
Afdeling, Deltadienst Rijkswater-
staat,
Van Alkemadelaan 400,
's-Gravenhage.

Uw kenmerk:

Uw brief van:

Ons kenmerk:

228

VLISSINGEN,

6 FEB. 1973

Onderwerp:

Toezending nota
72.10.

Bijlagen: ~~XXXX~~
nieuw

3

Hierbij doe ik U toekomen een exemplaar van
nota 72.10 van mijn dienst, getiteld: "Voorlopige schatting
der aanzanding van het toekomstig noordelijk bekken der
Westerschelde na voltooiing der bochtafsnijding bij Bath".
Deze nota is inmiddels ingezonden aan de Heer Hoofdingenieur-
Directeur van de Rijkswaterstaat in de Dir. Zeeland bij brief
nr. 255, d.d. 29 januari 1973, waarvan U bijgesloten een
afschrift aantreft.

Overeenkomstig mijn toezegging op 24 januari
1973, toen par. 5.1 van deze nota met U werd besproken,
gaat hierbij tevens een getypte versie van het commentaar,
dat U bij deze gelegenheid naar aanleiding van deze para-
graaf heeft geschreven.

Het Hoofd van de Studiedienst Vliissingen,

V. L. L.

In deze nota is uitgegaan van de gegevens uit het model te Borgerhout, en wel van de oppervlaktedrijvermetingen. Bij de zandtransportberekening is rekening gehouden met de stroming over de westelijke leidam. Het gevolg hiervan is, dat er zandtransport in de richting van het Zuidergat plaats zal hebben. Het is de vraag in hoeverre de stroming over de leidam in het model juist is weergegeven. Veel hangt daarbij af van de constructie en bescherming van de dam in verband met de plaatselijke weerstand. Hierbij is van groot belang of de leidam een gelijkmatige hoogte krijgt of dat alleen de bodem wordt gevolgd. Het zandtransport in de geultjes is altijd het belangrijkste.

Bij de berekeningen in nota 71.4 is met deze overstroming geen rekening gehouden in verband met de onzekerheden betreffende de overstroming. Deze eventuele overstroming zou tot gevolg hebben dat het karakter van vloedschaar voor de Schaar van Waarde zoveel mogelijk zal worden gehandhaafd. Dit in tegenstelling tot nota 71.4. De waarheid zal wel ergens in het midden liggen; vooral omdat de ontwikkeling bij de leidam zelf onbekend is (plaatselijke geulvorming).

Waarschijnlijk zal de beschouwde situatie t.a.v. het zandtransport wat ongunstiger zijn dan indien geen stroming over de leidam wordt verondersteld. Indien het zandtransport over de leidam verwaarloosbaar is, zal geen zand naar het Zuidergat worden gevoerd. In deze berekeningen is dit wel het geval. De ontwikkeling van het toekomstige noordelijk bekken is niet in beschouwing genomen.

R I J K S W A T E R S T A A T

DIRECTIE ZEELAND

STUDIEDIENST VLISSINGEN

Prins Hendrikweg 3

V L I S S I N G E N

Tel.: 01184-2854-2852-3571

Aan: den Heer Hoofdingenieur-Directeur
van de Rijkswaterstaat in
de Directie Zeeland,
Koorkerkhof 7,
Middelburg.

Ons kenmerk: 255 VLISSINGEN, 29 jan. 1973

Onderwerp: Bijlagen: nieuw 7
Bochtafsnijding
Bath; inzending
nota 72.10.

1. Op verzoek van het Hoofd van het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding is bij mijn dienst een onderzoek ingesteld naar de te verwachten aanzanding in het toekomstig noordelijk bekken der Westerschelde na voltooiing der bochtafsnijding Bath. Op een dergelijk onderzoek werd van Belgische zijde aangedrongen. De uitkomsten van het onderzoek zijn door Ir. M. Meulenberg van mijn dienst vastgelegd in nota 72.10 getiteld: "Voorlopige schatting der aanzanding van het toekomstig noordelijk bekken der Westerschelde na voltooiing der bochtafsnijding bij Bath". Van deze nota, met welke inhoud ik mij geheel kan verenigen, doe ik U bijgaand 7 exemplaren toekomen. Ik teken daarbij nog aan dat deze studie beperkt is tot een totale zandbalans van het noordelijk bekken in de nieuwe situatie; ze bevat dus geen prognoses betreffende de alsdan aanwezige morfologie binnen, noch betreffende de slibbalans voor dit gebied. Het eerste zou overigens op zeer grote moeilijkheden stuiten; met het slibonderzoek in dit deel der rivier is dezerzijds eerst kort geleden een aanvang gemaakt.

- 2. Voor de -

2. Voor de schatting van de zandtransporten na voltooiing van de bochtafsnijding was het o.a. noodzakelijk de stroomsnelheden en debieten in het Schaar van Waarde en het Zuidergat te bepalen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van drijfvermetingen in het Westerscheldemodel te Borgerhout. De voor deze geulen zo gevonden debieten resulteren echter in getijvolumina (par. 5.1 der nota), die vrij aanzienlijk afwijken van de volumina genoemd in par. 4 van nota 71.4 van mijn dienst, getiteld "Nautische, waterloopkundige en rivierkundige aspecten van een doorsteek door het land van Saaftinge"; van deze nota ontving U een exemplaar bij mijn brief nr. 355, van 11 februari 1971. De volumina in laatstgenoemde nota zijn volgens de auteur van desbetreffende paragraaf, dr. J.J. Dronkers, bepaald met behulp van kombergingsberekeningen.

3. Over deze aangelegenheid is nader overleg gepleegd met dr. J.J. Dronkers; hierbij bleek dat de gevonden verschillen verklaard kunnen worden uit het feit dat in het model de leidam over de Platen van Valkenisse overstroombaar is, terwijl bij de kombergingsberekeningen is gerekend met een situatie, waarbij deze dam onoverstroombaar is. Voorts is de concept-tekst voorgelegd aan het Hoofd van het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding. Het gevoerde overleg heeft nog aanleiding gegeven tot enige kleine, overigens ondergeschikte, wijzigingen in de tekst der nota. Voor wat betreft haar inhoud moge ik U korthedshalve verwijzen naar par. 6, die een samenvatting en een aantal conclusies behelst.

4. Ik moge U voorstellen vijf exemplaren van nota 72.10 te doen toekomen aan de Heer Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat, onder de aantekening dat toezending der nota aan hetzij de Heer Inspecteur-Generaal Administrateur der Antwerpse Zeediensten, hetzij de Voorzitter der Belgische Delegatie van de Technische Scheldecommissie overwogen zou kunnen worden. Voorts moge ik U voorstellen één exemplaar der nota te doen toezenden aan Uw ambtgenoot in de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.

5. Een afschrift van deze brief met één resp. twee exemplaren der nota zend ik aan mijn ambtgenoten in het Arrondissement Vlissingen en van het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding.

- Voorts doe -

Voorts doe ik een exemplaar van de nota toekomen aan dr. J.J.
Dronkers, als zijnde één der auteurs van nota 71.4 van mijn dienst.

Het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen,

(w.g.) J. van Malde

Nr. 255

Afschrift ter kennisneming aangeboden aan:

- de heer Hoofdingenieur "A" van de Rijkswaterstaat in het Arrondissement Vlissingen, Spuistraat 80 te Vlissingen, met één exemplaar van nota 72.10;
- het Hoofd van het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding, Bolwerk Noord 85, te Bergen op Zoom, met twee exemplaren van nota 72.10.

Vlissingen, 29 januari 1973.

Het Hoofd van de Studiedienst Vlissingen,

(w.g.) J. van Malde

Voorlopige schatting der aanzanding van het toekomstig
noordelijk bekken der Westerschelde na voltooiing der
bochtafsnijding bij Bath.

Vlissingen, december 1972.

INHOUD

par. 1	Inleiding	blz. 1
par. 2	De uitgangspunten voor de berekeningen	" 2
par. 3	Berekende bemonsteringstransporten voor de huidige situatie	" 5
par. 4	Onderzoek naar de waarde van de kortingscoëfficiënt α	" 6
4.1	Vergelijking van de inhoudsverandering der oostelijke Westerschelde met de uitkomsten der berekende bemonsteringstransporten	" 7
4.2	Uitwisselingsverschijnselen bij het bemonsteren m.b.v. flessen	" 7
4.3	Vergelijking van de berekende bemonsteringstransporten met de zandtransporten volgens de methode Bijker	" 9
par. 5	De aanzanding van het gebied ten noorden van de geleidedam na verwezenlijking van de bochtafsnijding Bath	" 10
5.1	Zandtransport door het Schaar van Waarde en door het Zuidergat	" 10
5.2	Zandtransport over de leidam op de Platen van Valkenisse en de Plaat van Walsoorden	" 13
5.3	De aanzanding	" 15
par. 6	Samenvatting en conclusies	" 16
	Geraadpleegde literatuur	" 21
	Aanhangsel: De berekening van het voor het zandtransport maatgevend getij te Hansweert	" 22
	Lijst van Bijlagen	" 23

VOORLOPIGE SCHATTING DER AANZANDING VAN HET TOEKOMSTIG NOORDE-
LIJK BEKKEN DER WESTERSCHELDE NA VOLTOOIING DER BOCHTAFSNIJDING
BIJ BATH.

par. 1. INLEIDING

In het kader van de bochtafsnijding bij Bath (de zgn. Doorsteek) zal over de Platen van Valkenisse en de Plaat van Wals-oorden een leidam worden aangelegd waarvan de kruin ongeveer op N.A.P. komt te liggen. Deze leidam zal aansluiten op een hoge leidam ten noorden van de nieuwe bocht, welke dam aan de oostzijde verbonden zal zijn met de reeds thans aanwezige leidam op de Ballastplaat. Verder is het mogelijk dat nabij de Zimmermanpolder nog een laaggelegen dwarsdam naar Z-Beveland zal worden aangelegd. De voorgenomen werken zijn schematisch weergegeven op bijlage 1.

Ten noorden van de leidam zal na uitvoering van het werk een gebied ontstaan waarvan de in- en uitstroming van water voornamelijk door het Schaar van Waarde zal plaatsvinden. Aangezien het Schaar van Waarde een vloodschaar is rees de vraag of dit gebied in de nieuwe situatie zal aanzanden.

Teneinde enig inzicht te krijgen in de snelheid waarmee dit eventuele aanzandingsproces zal verlopen is op verzoek van het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding van de Deltadienst voor de toekomstige situatie een berekening uitgevoerd van het zandtransport door het Schaar van Waarde (in raai A-A, bijlage 1) op basis van de gegevens van de debietmeting van mei 1970. De berekening van het zandtransport door deze raai en een berekening van de orde van grootte van het zandtransport dat over de leidam plaats kan vinden worden in deze nota beschreven (par. 5).

Teneinde de berekeningmethode (die in par. 2 is beschreven) te toetsen is eerst nog het zandtransport door de gehele raai Waarde-Perkpolder (raai A-A, bijlage 1) berekend op basis van de gegevens van de debietmetingen van achtereenvolgens sept. 1964 en mei 1970, alsmede het zandtransport nabij de grens (raai B-B, bijlage 1) op basis van de debietmeting aldaar van maart 1971 (par. 3). De hieruit volgende aanzanding in het gebied tussen de meet-raaien is vergeleken met de werkelijk opgetreden natuurlijke

aanzanding gedurende de periode 1963-1971 zoals die uit de ladingkaarten en baggergegevens blijkt (par. 4). De nota besluit met een samenvatting en conclusies (par. 6), een opgave van geraadpleegde literatuur, een aanhangsel met een berekening van het voor het zandtransport maatgevende getij en een lijst van bijlagen.

par. 2. DE UITGANGSPUNTEN VOOR DE BEREKENINGEN.

De uitgangspunten voor de hierna volgende berekeningen zijn:

A. De bij de debietmetingen gemeten gemiddelde stroomsnelheden in de vertikaal, ~~stroomrichtingen~~ en waterdiepten.

B. Het empirisch bepaalde verband tussen de gemiddelde stroomsnelheid in de vertikaal, de waterdiepte en het zandtransport. Dit verband is bepaald uit een groot aantal bemonsteringen, met behulp van literflessen verricht in drie meetverticalen, t.w. twee nabij Hansweert in het tunneltracé voor de vaste oeververbinding en één nabij Ellewoutsdijk in het tracé van de P.Z.E.M.-kabel in de Everingen. Het gevonden verband is aangegeven op bijlage 2; een nadere verantwoording van de samenstelling van deze grafiek zal in een afzonderlijk rapport van de Studiedienst Vliedingen worden gegeven.

C. Een berekening van het voor het zandtransport maatgevende getij. Dit getij blijkt vrijwel overeen te komen met het gemiddelde getij (deze berekening is als aanhangsel aan deze nota toegevoegd).

D. Een aantal vergelijkende zandtransportmetingen volgens twee verschillende meetmethoden:

D1. De eerste meetmethode bestaat uit het nemen van watermonsters d.m.v. het onder water opentrekken van een literfles met nauwe hals. Van de op deze wijze in de verticaal genomen monsters is het gehalte aan zand (d.i. de fraktie $> 50\mu$) bepaald en zijn vervolgens zandgehalteverticalen getekend. Gelijktijdig met het monstertrekken zijn snelheidsverticalen (stroomsnelheid- en richting) gemeten. Door vermenigvuldiging van zandgehalte en stroomsnelheid vindt men een schatting van het zandtransport, dat in deze nota bemonsteringstransport wordt genoemd. Deze methode werd gebruikt voor het bepalen van het empirisch verband genoemd onder

punt B. Bijlage 2 heeft dus betrekking op aldus berekende transporten.

Onder par. 4.2 van deze nota zal blijken dat de wijze waarop de watermonsters werden genomen van grote invloed is geweest op de gevonden zandgehalten. De wijze van bemonstering bij de metingen op grond waarvan het verband op bijlage 2 is bepaald wordt daarom hier eerst beschreven.

Op een Ott-lichaam, dat voorzien was van een richtingsvaan, was een rek gemonteerd waarin 6 flessen in vertikale stand werden geplaatst. De flessen stonden opgesteld in twee evenwijdig aan de stroomrichting geplaatste rijen van elk drie flessen. Voor de bemonstering werd gebruik gemaakt van melkflessen, inhoud ongeveer 1 liter, diameter halsopening ongeveer 1,7 cm. Elke fles werd afgesloten met een rubber stop, die er op de gewenste bemonsteringshoogte werd afgetrokken. De volgorde, waarin de flessen werden opengetrokken, is niet steeds dezelfde geweest.

Bij het monstertrekken werd gewerkt van beneden naar boven. Achtereenvolgens werd een fles opengetrokken op: bodem + 0,50 m; bodem + 1,00 m; bodem + 2,00 m; bodem + $\frac{1}{3}$ van de waterdiepte; bodem + $\frac{2}{3}$ van de waterdiepte en aan de oppervlakte. Na het open-trekken van een fles liet men deze gedurende 2 minuten (indien $\bar{V} < 1,00$ m/sec) of 3 minuten (indien $\bar{V} > 1,00$ m/sec) instromen alvorens de flessen naar het volgende punt in de vertikaal op te halen.

D2. Bij de tweede methode wordt het zandtransport rechtstreeks gemeten m.b.v. een Delftse Fles. De hydraulische vormgeving van dit instrument zou zodanig zijn dat door de instroomopening ongeveer evenveel water binnenstroomt als door een oppervlakte van dezelfde grootte en op dezelfde plaats indien de Delftse Fles er niet zou zijn (m.a.w. de hydraulische coëfficiënt is ongeveer gelijk aan 1). Aan de achterkant van het instrument verlaat het water de Delftse Fles weer. Het zand blijft er echter in achter omdat het water in het instrument sterk wordt vertraagd en de zandkorrels daardoor bezinken.

Uit een vergelijking tussen het volgens methode D1 berekende bemonsteringszandtransport voor één bepaald punt en het volgens methode D2 er vlak bij gemeten zandtransport bleek het transport volgens de eerste methode, althans bij transporten van enige

betekenis, een factor 3 groter te zijn dan volgens de tweede methode. Rond stroomkentering wanneer het zandgehalte zeer gering is was het verschil zelfs nog aanzienlijk groter.

Geheel onverklaarbaar is dit verschil overigens niet. Bij methode D1 vooronderstelt men namelijk dat de zandkorrels zich met dezelfde snelheid verplaatsen als de waterdeeltjes. Mogelijk verplaatsen zij zich echter langzamer. Bovendien is er altijd enige uitwisseling tussen het water in de opengetrokken fles en het water daar buiten waardoor extra zand in de fles komt en achterblijft. Beide factoren resulteren in een groter berekend transport dan in werkelijkheid plaats vindt.

In een Delftse Fles zal in feite nooit al het zand bezinken zodat het gemeten transport - althans wanneer de hydraulische coëfficiënt inderdaad gelijk is aan één - altijd kleiner is dan het werkelijk optredende. Het feit dat met de Delftse Fles rond stroomkentering, wanneer vermoedelijk nog slechts zeer fijn zand in suspensie is, vrijwel niets werd gevangen, wijst ook in deze richting. Volgens de ijkgrafieken, die voor de Delftse Fles zijn samengesteld, zou het verschil tussen het gemeten en het werkelijke transport echter niet groot zijn..

Ten overvloede zij nog vermeld dat ook een beperkt aantal vergelijkende metingen plaats vond met literflessen en een m.g. muizenval. Dit laatste instrument bestaat uit een koker (inhoud één liter) waar het water vrijwel ongestoord door kan stremen. T.b.v. het monstertrekken wordt op de gewenste diepte aan weerszijden van de koker een klap dichtgeslagen. Hiermee kan dus een ogenblikkelijk zandgehalte worden bepaald, dit in tegenstelling tot het bemonsteren m.b.v. literflessen waarbij het vullen van de fles enige tijd in beslag neemt.

Over het algemeen werden met de muizenval geringere zandgehalten gemeten dan met de literfles. De spreiding in de resultaten was echter dermate groot dat hieraan niet veel betekenis mag worden gehecht.

Voorshands wordt daarom voorlopig aangenomen dat het werkelijk zandtransport een factor α ($1 > \alpha > 1/3$) bedraagt van het bemonsteringstransport. In par. 4 zal deze veronderstelling worden getoetst.

par. 3 BEREKENDE BEMONSTERINGSTRANSPORTEN VOOR DE RUIDIGE SITUATIE.

Uit de gemiddelde stroomsnelheden en waterdiepten, gemeten tijdens de debietmeting op 21 mei 1970 in de raai Waarde-Perkpolder is met behulp van bijlage 2 het bemonsteringstransport op deze meetdag door het Schaar van Waarde en het Zuidergat ter plaatse van de debietraai berekend. De berekende transporten zijn getekend op bijlage 3.

Op dezelfde wijze zijn de bemonsteringstransporten berekend door de debietraai Waarde-Perkpolder op 8 september 1964 en door een debietraai nabij de Nederlands-Belgische grens op 31 maart 1971. De laatstgenoemde zandtransporten staan op achtereenvolgens bijlage 4 en bijlage 5. Onderstaande staat geeft een overzicht van de bemonsteringstransporten over eb en vloed.

STAAT I: Berekende bemonsteringstransporten op de meetdag in m³.

geul	datum meetdag	getij- factor vloed	getij factor eb	vloedtrans- port	ebtransport
Schaar van Waarde	8-9-'64	1,090	1,060	10 700	3 370
	21-5-'70	1,163	1,106 (gem.)	12 320	2 500
Zuidergat	8-9-'64	1,090	1,060	3 820	61130
	21-5-'70	1,163	1,106 (gem.)	4 655	5 040
Vaarwater boven Bath	31-3-'71	1,103	1,161	3 190	3 795

Teneinde het transport bij het gemiddelde (maatgevende) getij te vinden moet nog worden vermenigvuldigd met een factor

$\left(\frac{1}{\text{getijfactor}}\right)^4$ aangezien het zandtransport ongeveer evenredig is met de vierde macht van de gemiddelde stroomsnelheid in de vertikaal en deze laatste weer evenredig is met de getijfactor. Na vermenigvuldiging met bovengenoemde factor vindt men voor de bemonsteringstransporten bij het gemiddelde (maatgevende) getij de in onderstaande staat vermelde waarden.

STAAT II: Berekende bemonsteringstransporten bij gem. getij
in m³.

geul	jaar	vloed	eb	resulterend transport in vloedrichting
Schaar van	1964	7 530	2 660	4 870
Waarde	1970	6 705	1 680	5 025
Zuidergat	1964	2 685	4 845	-2 160
	1970	2 535	3 390	- 855
Vaarwater boven Bath	1971	2 140	2 090	50

Het aantal getijden per jaar bedraagt 702. Teneinde de jaarlijkse transporten te krijgen moeten bovenstaande waarden dus met 702 worden vermenigvuldigd. Men vindt dan onderstaande waarden.

STAAT III: Berekende bemonsteringstransporten per jaar in 10⁶ m³.

geul	jaar	vloed-transport	eb-transport	resulterend transport in vloedrichting
Schaar van	1964	5,29	1,87	3,42
Waarde	1970	4,70	1,18	3,52
Zuidergat	1964	1,89	3,40	-1,51
	1970	1,78	2,38	-0,60
Vaarwater boven Bath	1971	1,50	1,47	0,03

par. 4. ONDERZOEK NAAR DE WAARDE VAN DE KORTINGSCOËFFICIËNT α .

Uit de zandtransportmetingen met behulp van de Delftse Fles zou voor de kortingscoëfficiënt de waarde $\alpha \approx 1/3$ volgen. Echter kan aan deze bepaling niet zonder meer een zeer grote waarde worden toegekend (par. 2). Daarom is volgens een drietal verschillende benaderingswijzen de waarden van α schattenderwijze bepaald. Deze drie methoden worden in deze paragraaf achtereenvolgend besproken; zij voeren alle drie tot de slotsom dat $\alpha \approx 1/3$ een goede benadering is voor de waarde van de kortingscoëfficiënt.

4.1 Vergelijking van de inhoudsverandering der oostelijke Westerschelde met de uitkomsten der berekende bemonsteringstransporten.

De natuurlijke aanzanding in het gebied tussen de debiet-raai Waarde-Perkpolder en de debietraai nabij de grens bedraagt volgens par. 3 voor de periode medio 1963 - medio 1971 gemiddeld: $\frac{1}{2} (3,44 + 3,55) \alpha - \frac{1}{2} (1,53 + 0,60) \alpha = 0,03 \alpha = 2,40 \alpha \text{ mln m}^3/\text{jaar}$.

Uit de lodingbladen van 1963 en 1971 blijkt dat het gebied tussen de meetraaien (waarbij het Land van Saaftinge buiten beschouwing werd gelaten) in deze periode 3,65 mln m^3 is aangezand. Het Land van Saaftinge kan hier buiten beschouwing blijven omdat de veranderingen hier zeer gering zijn geweest en bovendien voornamelijk een gevolg van aanslibbing. De aanslibbing speelt overigens in het oostelijk deel der Westerschelde (behoudens op de schorren) geen rol van betekenis gezien de bodemsamenstelling in dit gebied zodat de vermelde inhoudsverandering van dit riviergedeelte inderdaad geacht kan worden aanzanding te zijn.

Voorts blijkt uit bagger- en stortgegevens dat gedurende genoemde periode is opgebaggerd 37,094 mln m^3 , terwijl is gestort 33,536 mln m^3 (beide gemeten in middelen van vervoer). Rekening houdende met een uitlevering van 20% is dus netto uit het gebied verwijderd 0,80 (37,094 - 33,536) = 2,84 mln m^3 . De natuurlijke aanzanding bedroeg derhalve 3,65 + 2,84 = 6,49 mln m^3 ofwel 0,81 mln m^3/jaar .

Aangezien voor de natuurlijke aanzanding was berekend 2,40 α mln m^3/jaar volgt hieruit voor α de waarde $1/3$

4.2 Uitwisselingsverschijnselen bij het bemonsteren m.b.v. flessen.

De waarde $\alpha = 1/3$ stemt overeen met de meetresultaten met de Delftse Fles; dit zou betekenen dat de meetmethode met literflessen drie maal te grote transporten geeft. Dit grote verschil moet waarschijnlijk voornamelijk gezocht worden in een aanzienlijke uitwisseling tussen water in en buiten de fles, waarbij zand in de fles achterblijft. Dat hier inderdaad sprake van is moge blijken uit de meetresultaten vermeld op bijlage 6. Bij deze experimentele

meting (verricht in het tracé der Vaste Oeververbinding) werden op $2/3$ van de waterdiepte boven de bodem achtereenvolgens 4 flessen open getrokken en werd gelijktijdig gemeten met een Delftse Fles. Bij stroomsnelheden > 1 m/sec bleek het zandgehalte in de flessen in 6 minuten vrijwel te verdubbelen. Verder is ook opvallend dat de zandgehalten in de flessen geopend op tijdstip t en $t + 2$ min elkaar betrekkelijk weinig entlepen; hetzelfde geldt voor de flessen, geopend op tijdstip $t + 4$ min. en $t + 6$ min. De flessen stonden opgesteld in een flessenrek en werden volgens een vaste volgorde opengetrokken. De plaats in het rek van elke fles bleek thans niet meer te achterhalen. Het lijkt erop of ook de plaats van de fles in het rek van grote invloed is op de uitwisseling. Metingen op $1/3$ van de waterdiepte boven de bodem verricht op dezelfde meetplaats gaven een vergelijkbaar beeld; deze meetresultaten staan op bijlage 7.

Teneinde de grootte van de uitwisseling te bepalen en de invloed van de plaats van de fles in het rek op de uitwisseling na te gaan werd nabij Vlissingen op 10 augustus 1972 een andere experimentele meting uitgevoerd. Hierbij werden de flessen gevuld met suikerwater met vrijwel hetzelfde soortelijk gewicht en dezelfde temperatuur als het zeewater. Steeds werden 6 flessen in een rek geplaatst en onder water op verschillende tijdstippen opengetrokken. De geleidendheid van het suikerwater (zeer gering), die van het zeewater en die van het water in de fles nadat deze was opgehaald werden gemeten. Hieruit kon de uitwisseling worden berekend; er werd daarbij vanuit gegaan dat in de fles tijdens het uitwisselingsproces steeds een volledige menging van het binnendringende zeewater en het suikerwater plaats vond, hetgeen echter strikt genomen niet het geval geweest hoeft te zijn. De resultaten van deze meting staan op bijlage 8. De uitwisseling bleek sterk afhankelijk van de plaats van de fles in het rek (invloed van de turbulentie) en van de stroomsnelheid. Onder de ongunstigste omstandigheden bedraagt de uitwisseling ongeveer $1/5$ l/min.

Gezien de gevolgde (en zeer consequent aangehouden) bemonsteringsmethode (beschreven in par. 2.2) maakt dit de waarde $\alpha = 1/3$ goed voorstelbaar. De bemonstering van één vertikaal duurde meestal

20 minuten en de uitwisseling moet bij de eerste geopende flessen zeer groot zijn geweest. Bij een vultijd van 2 minuten, een uitwisseling kleiner of gelijk aan $1/5$ l/min. en een bemonsteringsduur voor één vertikaal van 20 minuten valt af te leiden dat in ieder geval $1/\alpha > 0,23$ is.

Uit de resultaten van bovengenoemde proeven blijkt dat aan zandtransporten, die berekend zijn op grond van met literflessen verkregen meetresultaten geen grote kwantitatieve waarde mag worden gehecht, indien de fles zich enige tijd in geopende toestand onder water heeft bevonden. Deze ook elders toegepaste meetmethode is dus niet zonder meer bruikbaar. Uit latere proeven, eveneens met suikerwater in flessen, bleek dat de uitwisseling tussen water in de fles en daarbuiten vrijwel geheel voorkomen kan worden door in de fles een kurken balletje aan te brengen waarvan de diameter iets groter is dan de diameter van de fleshalsopening. Dit balletje sluit de fleshalsopening af zodra de fles gevuld is.

4.3 Vergelijking van de berekende bemonsteringstransporten met de zandtransporten volgens de methode Bijker.

Teneinde na te gaan of de meetresultaten kwalitatief wel bruikbaar zijn, is een vergelijking gemaakt tussen de transporten volgens bijlage 2 vermenigvuldigd met een factor ($\alpha =$) $1/3$ en het zandtransport volgens de methode Bijker voor orbitaalsnelheden nul. De waarde van laatstgenoemde zandtransporten is ontleend aan lit. 1. De transporten stemmen bij een korrelgrootte van 200μ en een ribbelhoogte van 3 cm voor $\alpha = 1/3$ zowel kwalitatief als kwantitatief redelijk overeen (zie bijlage 9).

Op grond van de bevindingen in deze paragraaf mag geconcludeerd worden dat het alleszins redelijk is te veronderstellen dat de waarde van de kortingscoëfficiënt α gelijk is aan $1/3$.

par. 5 DE AANZANDING VAN HET GEBIED TEN NOORDEN VAN DE GELEIDE-
DAM NA VERWEZENLIJING VAN DE BOCHTAFSNIJDING BATH.

5.1 Zandtransport door het Schaar van Waarde en door het
Zuidergat.

In lit. 2 worden de eb- en vloedvolumina in de raai Waarde-Perkpolder volgens onderstaande staat gegeven.

STAAT IV. Volumina bij gemiddeld getij in 10^6 m^3 vlg. lit. 2.

geul	jaar	vloedvolume	ebvolume	$\frac{1}{2}$ (vloedvolume + ebvolume)
Schaar van Waarde	1964	220	160	190
Zuidergat	1964	125	180	152
Totaal		345	340	342

Om een indruk te krijgen van de veranderingen in de stroomsnelheden t.g.v. de ontworpen doorsteek is gebruik gemaakt van in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout verrichte modelproeven (lit. 3). In het model is de bodemligging van 1965 aangebracht, vandaar dat ook in staat IV de debieten van 1964 vermeld staan. Zowel voor T_0 ("huidige situatie") als voor T_{51} (situatie met doorsteek) is de gemiddelde snelheid van oppervlakedrijvers elk uur bepaald en wel in twee raaien voor elke geul teneinde betrouwbaarder gegevens te krijgen. De raaien lagen in elke geul op een onderlinge afstand van ongeveer 1 km. Hun positie is aangegeven op situatietekening bijlage 1. De drijversnelheden zijn gemiddeld over het geulgedeelte tussen de dieptelijnen N.A.P. - 10 m. De resultaten van deze bewerking staan op bijlage 10.

Opgemerkt dient te worden dat er in het model geen goede relatie bestond tussen de snelheden van oppervlakedrijvers en van stokdrijvers. Dit bezwaar valt hier ten dele weg door middeling van de drijver-snelheden in de raai maar vooral doordat alleen snelheden van oppervlakedrijvers onderling worden vergeleken.

Bij de gevolgte bewerking is eenvoudshalve voorbijgegaan aan het feit dat de verdeling van de stroomsnelheden in een raai de waarde van het zandtransport zal beïnvloeden.

Zowel voor de vloed als voor de eb staat in onderstaande tabel vermeld de oppervlakte van de snelheidsgrafiek t.o.v. de tijdsas (hierna $\int \bar{v}_{drijver} \cdot dt$ genoemd).

STAAT V: $\int \bar{v}_{drijver} \cdot dt$ in 10^3 m.

geul en raai	T ₀		T ₅₁	
	vloed	eb	vloed	eb
Schaar van Waarde				
westelijke raai	21,6	19,1	23,9	22,1
oostelijke raai	20,2	19,5	21,1	21,4
Zuidergat				
westelijke raai	14,9	22,4	16,8	24,3
oostelijke raai	13,0	24,1	15,8	26,4

In het Schaar van Waarde blijkt $\int \bar{v}_{drijver} \cdot dt$ over de vloed gemiddeld met 7% en over de eb met 13% toe te nemen. In het Zuidergat blijkt $\int \bar{v}_{drijver} \cdot dt$ over de vloed gemiddeld met 17% en over de eb met 9% toe te nemen. Het lijkt aannemelijk dat zeer globaal de volumina met dezelfde percentages zullen toenemen. Men zou dan onderstaande volumina verwachten.

STAAT VI: Volumina bij gem. getij in 10^6 m³ na verwezenlijking doorsteek.

	vloedvolume	ebvolume	$\frac{1}{2}(\text{vloedvolume} + \text{ebvolume})$
Schaar van Waarde	235	180	207
Zuidergat	145	195	170
Totaal	380	375	377

Alle volumina zouden t.o.v. de situatie in 1964 met 15 à 20 mln m³ toenemen. De aldus gevonden volumina geven een geheel ander beeld dan de volumina berekend in lit. 2. In deze nota concludeert men op grond van drijvermetingen in het model en kombergingsberekeningen dat het vloodschaarkarakter van het Schaar van Waarde en het ebgeulkarakter van het Zuidergat geheel

zal verdwijnen indien de bochtafsnijding wordt verwezenlijkt volgens T27a (de bochtafsnijding ligt dan iets zuidelijker dan bij T51). Dit impliceert tevens dat er dan geen resulterend debiet (vloed- of eboverschot) over de Platen van Valkenisse en de Plaat van Walsoorden is.

Opgemerkt dient te worden dat de wijze waarop in het voorgaande de te verwachten volumina hier globaal zijn berekend bepaald niet fraai is. Zo zijn b.v. alleen de drijversnelheden in het diepe gedeelte van de geul beschouwd en is stilzwijgend voorondersteld dat de drijversnelheden daarbuiten met eenzelfde percentage zullen toenemen of afnemen als in de geul. Er moet gerekend worden op een ruime onzekerheidsmarge. Dit blijkt o.a. uit het volgende: volgens de berekende volumina zou de komberging in het oostelijk deel de Westerschelde met 35 mln m³ toenemen; er zijn echter geen redenen om een dergelijke belangrijke toename van de komberging te verwachten. Anderzijds blijkt uit de drijfvermetingen wel een resulterend vloeddebet over de plaatgebieden, op te treden wat het bij de berekeningen gevonden ebgeulkarakter van het Zuidergat nabij Perkpolder bevestigt.

Overigens is er ook bij de kombergingsberekeningen van lit. 2 een onzekerheidsmarge van 10%, terwijl thans ook nog niet vaststaat of de leidam over de plaatgebieden zal worden uitgevoerd als een lage dam met kruinshoogte N.A.F. of als bodemverdediging. Dit laatste zal zeker van invloed zijn op de debieten.

In het hiernavolgende is met de uitkomsten der drijfvermetingen verder gerekend omdat deze - in tegenstelling tot de gegevens van lit. 2 en 3 - een gedetailleerd beeld geven van het verloop der snelheden. Bovendien zal dit uitgangspunt vermoedelijk tot een relatief grote aanzanding in het noordelijk bekken leiden.

Op bijlage 10 is tevens het verloop over het getij getekend van de vierde macht van de gemiddelde drijversnelheid. Aangezien het zandtransport ongeveer evenredig is met de vierde macht van de gemiddelde stroomsnelheid in de vertikaal geeft dit een indruk van de veranderingen in het zandtransport.

In het Schaar van Waarde blijkt het vloedzandtransport met ongeveer 21% toe te nemen en het ebzandtransport met ongeveer 41%.

In het Zuidergat neemt het vloedzandtransport toe met 54% en neemt het ebzandtransport toe met 68%.

Onderstaande staten geven de m.b.v. bijlage 2 berekende waarden van de zandtransporten; voor de kortingscoëfficiënt α is de waarde $1/3$ genomen. Aangezien in het model de bodem van 1965 was aangebracht lijkt het overigens logischer de toeneming van het zandtransport m.b.v. de genoemde percentages te relateren aan de zandtransporten in 1964 in plaats van de zandtransporten in 1970. Dit is in staat VIII ook gebeurd.

STAAT VII: Zandtransporten per jaar in 10^6 m^3 voor verwezenlijking van de doorsteek.

geul	jaar	vloedtransport	ebtransport	resultierend transport in vloedrichting
Schaar van Waarde	1964	1,26	0,62	1,14
Zuidergat	1970	1,57	0,39	1,18
	1964	0,63	1,13	-0,50
	1970	0,59	0,79	-0,20
Vaarwater boven Bath	1971	0,50	0,49	0,01

STAAT VIII: Zandtransporten per jaar in 10^6 m^3 na verwezenlijking van de doorsteek (bodemplugging 1965).

geul	vloedtransport	ebtransport	resultierend transport in vloedrichting
Schaar van Waarde	2,13	0,87	1,26
Zuidergat	0,97	1,90	-0,93

5.2 Zandtransport over de leidam op de Platen van Valkenisse en de Plaat van Walsoorden.

In de opening en de overlaat in de leidam nabij het vertakingspunt aan de grens is er blijkens lit. 2 een resultierend eb-overschot van 10 mln m^3 bij gemiddeld getij. Aangezien er voor de meetraai in het Schaar van Waarde een vloedoverschot is berekend

van 55 mln m^3 bij gemiddeld getij moet er over de leidam in de richting van het Zuidergat een vloedoverschot zijn gelijk aan 65 mln m^3 . Voor de situatie van 1964 zou volgens een voorlopige schatting¹⁾ van de Studiedienst Vlissingen bij een gemiddeld getij het vloeddebiet over de Plaat van Walsoorden en de Platen van Valkenisse gelijk zijn aan 85 mln m^3 en het ebdebiet aan 10 mln m^3 . Door verwezenlijking van de doorsteek zou het vloedoverschot hier dus met 10 mln m^3 afnemen, n.l. van 75 mln m^3 naar 65 mln m^3 , althans indien men voor het Schaar van Waarde het in par. 5.1 berekende vloedoverschot (staat VI) als geheel juist aanvaardt.

In de nieuwe situatie wordt de leidam bij gemiddeld getij gedurende de vloed ongeveer 3 uur overstroomd en gedurende de eb ongeveer 2 uur. Blijkens de oppervlaktedrijvingen van T51 maakt de stroomrichting daar gedurende de vloed een hoek φ van 0° tot 90° met de as van de leidam. Gedurende de eb is deze hoek veel geringer en varieert tussen 0° en 45° . Drijversnelheden groter dan 1 m/sec komen nabij de leidam weinig voor.

Voor een nauwkeurige schatting van het zandtransport over de leidam ontbreken voldoende gegevens. Door de stromingstoestand zeer sterk te schematiseren kan slechts zeer globaal de grootte van het resulterend zandtransport worden berekend. Onderstaande schematisering is hiervoor als uitgangspunt genomen:

- Het zandtransport over de dam is van dezelfde grootte als het transport over een zandbodem gelegen op N.A.P. Volgens het voorlopige verband van bijlage 2 zou dit transport weinig of niet afwijken van dat bij een wat lagere bodemligging.

- Het **volume**, resp. het zandtransport over de dam gedurende de twee uur durende eb is gelijk aan het **volume**, resp. het zandtransport over de dam gedurende het eerste uur van de vloedstroom over de dam. Aangenomen $\varphi_{\text{vloed}} \approx 2 \times \varphi_{\text{eb}}$ en de stroomsnelheden ter plaatse van de leidam gedurende deze beide getijfasen in grootte vergelijkbaar zijn lijkt dit uitgangspunt aanvaardbaar.

Uit deze sterke schematisering volgt dat het vloedvolume gedurende de laatste twee uur van de vloed gelijk moet zijn aan het vloedoverschot van 65 mln m^3 . Hieruit is de gemiddelde waarde van

-de -

1) Bij deze schatting is rechtstreeks uitgegaan van de metingen 1964 in raai A-A en van de metingen 1963 in raai C-C. De totale debieten in de eerste raai vertonen daarbij kleine verschillen met die van staat IV.

de snelheidscomponent loodrecht op de as van de dam ($\bar{V} \sin \varphi$) te berekenen. Het vloedoverschot is gelijk aan: lengte dam x gemiddelde waterdiepte x $\bar{V} \sin \varphi$ x twee uur = 65 mln m^3
 $10\,000 \times 2 \times \bar{V} \sin \varphi \times 72\,000 = 65 \times 10^6$
 $\bar{V} \sin \varphi = 0,45 \text{ m/sec.}$

Voor elke waarde van $\bar{V}$ of van φ kan nu eenvoudig het resulterend zandtransport over de leidam worden berekend. Het resultaat van zo'n berekening is echter sterk afhankelijk van de keuze van $\bar{V}$ of φ . Voor enkele reële waarden van $\bar{V}$ is φ het zandtransport in onderstaande staat berekend.

STAAT IX: Zandtransport over leidam voor $\bar{V} \sin \varphi = 0,45 \text{ m/sec.}$

$\bar{V}$ in m/sec	φ	zandtransport in stroom- richting in $\text{m}^3/\text{m/uur}$	resultierend transport over de leidam in $10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$
0,65	44°	$1/3 \times 0,12 = 0,04$	$10^4 \times 0,04 \sin 44^\circ \times 2 \times 706 \times 10^{-6} = 0,39$
0,85	32°	$1/3 \times 0,6 = 0,20$	$10^4 \times 0,20 \sin 32^\circ \times 2 \times 706 \times 10^{-6} = 1,50$
1,00	27°	$1/3 \times 1,7 = 0,57$	$10^4 \times 0,57 \sin 27^\circ \times 2 \times 706 \times 10^{-6} = 3,62$

Volgens de drijvingen met oppervlaktedrijvers in T51 is φ gemiddeld niet groter dan 45° . Voorts komen drijversnelheden groter dan 1 m/sec weinig voor; de gemiddelde waarde van $\bar{V}$ is kleiner dan 0,85 m/sec bij een hoog springtij zoals in het model; en niet onaanzienlijk kleiner dan 0,85 m/sec bij een voor het zandtransport maatgevend getij. Het resulterend transport over de geleidedam in de richting van het Zuidergat zal daarom vermoedelijk liggen tussen 0,4 en 1,5 mln m^3 per jaar.

Opmerking: Een controle van de gevolgde berekeningswijze van het zandtransport over de platen van Valkenisse en de plaat van Walsoorden aan de hand van de opgetreden aanzandingen in de periode 1963-1971 in het gebied ten noorden van de toekomstige leidam en tussen de raai Perkpolder-Waarde en een raai nabij de Zimmermanpolder is niet goed mogelijk gezien de grote veranderingen in bodemligging en stroomsnelheid, die zich in deze periode hebben voorgedaan in de raai nabij de Zimmermanpolder.

5.3 De aanzanding.

Het resulterend zandtransport door de opening in de leidam (peil bodem NKD = 4 m = N.o.a.l. = 6,5 m) ten oosten van de eigenlijke doorsteek zal relatief klein zijn aangezien het hierdoor stromende water afkomstig is uit de bovenste waterlagen in de

geul. Stelt men het zandgehalte van dit water op 50 mg/l (een tamelijk hoge waarde) dan wordt bij een resulterend eb-overschot door de opening van 5 mln m³ water bij gemiddeld getij (lit. 2) het resulterend ebzandtransport gelijk aan 0,1 mln m³ per jaar.

Het resulterend zandtransport over de overlaat ten oosten van de opening in de leidam is berekend aan de hand van de drijvermetingen in het model en het verband tussen stroomsnelheid, waterdiepte en zandtransport volgens bijlage 2, rekening houdende met een kortingscoëfficiënt $\alpha = 1/3$. De stroomsnelheden t.o.v. een raai nabij de overlaat aangegeven op bijlage 1 alsmede de hoek φ die de stroomrichting met deze raai maakt zijn voor het springtij in het model uit de drijvermetingen bepaald (6 uur eb: $\bar{V} = 0,9 \times 0,61$ m/s, $\sin \varphi = 0,445$; 7 uur eb: $\bar{V} = 0,9 \times 0,74$ m/s, $\sin \varphi = 0,434$; 15 uur vloed: $\bar{V} = 0,9 \times 0,70$ m/s, $\sin \varphi = 0,395$; 16 uur vloed: $\bar{V} = 0,90 \times 0,94$ m/s, $\sin \varphi = 0,451$). Hieruit volgt na herleiding van de stroomsnelheden naar gemiddeld getij een resulterend vloedtransport gelijk aan 0,05 à 0,10 mln m³ per jaar. Het resulterend zandtransport door de opening in de leidam en over de overlaat te samen kan derhalve verwaarloosd worden t.o.v. de zandtransporten door het Schaar van Waarde en over de leidam op de Platen van Valkenisse en de Plaat van Walsoorden.

Gezien de voorgaande berekeningen kan in het gebied ten noorden van de leidam een jaarlijkse aanzanding worden verwacht van $(1,26 - 0,4) \text{ à } (1,26 - 1,50) = 0,85 \text{ à } 0,25$ mln m³.

Gezien de grote oppervlakte van dit gebied (37 km²) is dit van weinig betekenis. Het lijkt voorshands aannemelijk dat deze schatting op 0,5 mln m³ nauwkeurig is. Uiteraard sluit de gevonden geringe gemiddelde aanzanding aanzienlijke zandverplaatsingen binnen het gebied zelf niet uit.

par. 6 SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

Ten noorden van de leidam over de Platen van Walsoorden en Valkenisse, die zal worden aangelegd in het kader van de bochtafsnijding bij Bath ontstaat een gebied waarvan de in- en uitstroming van water voornamelijk door het Schaar van Waarde

plaats vindt. Aangezien het debiet van Waarde thans een vloed-schaar is vermoedde men dat dit gebied zal gaan aanzanden. Teneinde enig inzicht te krijgen in de snelheid waarmee dit aanzandingsproces zal verlopen zijn een aantal zandtransportmetingen uitgevoerd.

Hierbij werd gebruik gemaakt van meetresultaten verkregen m.b.v. waterbemonsteringen met literflessen. De waarde van op deze wijze verkregen meetresultaten is nader onderzocht.

De materiaaltransportmetingen werden verricht in twee punten gelegen in het tunneltracé van de vaste oeververbinding nabij Hansweert en in één punt gelegen in het tracé van de P.Z.L.M.-kabel door de Everingen nabij Ellewoutsdijk. Hierbij werden zandgehaltevertikalen bepaald door van literflessen opgesteld in een rekje telkens een fles open te trekken op achtereenvolgens bodem + 0,50 m; bodem + 1,00 m; bodem + 1,00 m; bodem + 1/3 waterdiepte; bodem + 2/3 waterdiepte en nabij de oppervlakte en later het zandgehalte van het water in de flessen te meten. Afhankelijk van de grootte van de stroomsnelheid liet men elke fles 2 of 3 minuten instromen alvorens het rekje met de flessen naar een volgend punt op te halen. Het zandtransport (het zogenaamde "bemonsteringstransport") werd vervolgens gelijk gesteld aan het produkt van stroomsnelheid en zandgehalte.

Uit vergelijkende metingen was gebleken dat met literflessen drie maal grotere transporten werden gevonden dan met de meetmethode met de Delftse Fles. Vandaar dat in eerste instantie werd voorondersteld dat het bemonsteringstransport met een kortingscoëfficiënt α ($1 > \alpha > 1/3$) vermenigvuldigd moet worden teneinde het werkelijke zandtransport te vinden (par. 2).

Met behulp van de gegevens van uitgevoerde debietmetingen in de raai Waarde-Perkpolder (1964 en 1970) en in een raai nabij de Belgisch-Nederlandse grens (1971) is het bemonsteringstransport berekend door resp. Schaar van Waarde, Zuidergat en Vaarwater boven Bath (par. 3). Uit deze berekeningen kon tevens de jaarlijkse aanzanding in het gebied tussen deze raaie worden bepaald.

Uit een vergelijking tussen de berekende en de werkelijke aanzanding in het oostelijk deel der Westerschelde bleek $\alpha = 1/3$ te zijn (par. 4.1). Dit zou wijzen op een aanzienlijke uitwisseling tussen water buiten en in de bemonsteringsfles. Naar deze

uitwisseling werd een nader onderzoek ingesteld waaruit bleek dat hiervan inderdaad sprake is (par. 4.2). De uitwisseling bedroeg onder de ongunstigste omstandigheden 1/5 liter per minuut en was sterk afhankelijk van de stroomsnelheid en de plaats van de fles t.o.v. andere flessen in het rekje (turbulentie?). De waarde $\alpha = 1/3$ is dan ook zeer goed voorstelbaar.

Uit een vergelijking tussen het resultaat van de materiaaltransportmetingen met literflessen en een zandtransportformule (van Bijker) bleek ten slotte met de factor $\alpha = 1/3$ een redelijke overeenstemming tussen de meetresultaten en de formule te worden verkregen. Voor de verdere bewerkingen is daarom uitgegaan van de bemonsteringstransporten en de factor $\alpha = 1/3$.

In het Westerschelde-model van het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout zijn zowel vóór (T_0) als na (T_{51}) de verwezenlijking van de bochtafsnijding Bath voor 13 getijfasen de oppervlakte-snelheden met behulp van drijvers bepaald in de geulen van het Schaar van Waarde en het Zuidergat (par. 5.1). Ten behoeve van het onderhavige onderzoek zijn drie snelheden ter hoogte van de meetraderen gemiddeld. Over het algemeen bleken de stroomsnelheden zowel over de eb als over de vloed iets toe te nemen door de bochtafsnijding. Het vloodschaarkarakter van het Schaar van Waarde en het ebgeul karakter van het Zuidergat bleven echter duidelijk aanwezig. Dit is in tegenspraak met de bevindingen in lit. 2 voor een vergelijkbare modeltoestand met een zuidelijker tracé (T_{77}^a) volgens welke dit karakter geheel zou verdwijnen. Met de gemiddelde drijversnelheden in het model is echter verder gerekend omdat de grootte van het eb- en vloodvolume envoldoende informatie biedt voor een zandtransportberekening en bovendien bij de gevolgde werkwijze naar verwachting een ongunstige aanzanding zou worden gevonden.

Op grond van de gemiddelde drijversnelheden in het model kon de procentuele toeneming of afneming van het zandtransport in het Schaar van Waarde en in het Zuidergat worden berekend (par. 5.1). Voorts is nog getracht het zandtransport over de geleidedam binnen noodzakelijkerwijs vrij ruime grenzen te berekenen (par. 5.2). Op grond van deze transporten kon de jaarlijkse aanzanding in het gebied ten noorden van de geleidedam worden bepaald (par. 5.3).

De bevindingen kunnen worden samengevat in de volgende conclusies:

Conclusie 1:

Bij bemonsteringen met behulp van in een rekje staande literflessen kan t.g.v. uitwisseling van water binnen en buiten de fles het zandgehalte in de fles aanzienlijk hoger worden dan daar buiten. De met behulp van deze meetmethode verkregen bemonsteringstransporten zouden getekend op bijlage 2 zijn daardoor zeer waarschijnlijk drie maal groter dan de werkelijke transporten. Dit grote verschil tussen bemonsteringstransport en werkelijk transport is voornamelijk te wijten aan bovenvormelde uitwisseling en de gevolgde bemonsteringswijze terwijl het bovendien mogelijk is dat de zandkorrels zich trager in de stroomrichting verplaatsen dan de waterdeeltjes.

Conclusie 2:

De transporten door het Schaar van Waarde, het Zuidergat en het Vaarwater boven Bath in de situatie voor de bochtafsnijding bedragen waarschijnlijk onderstaande waarden.

Zandtransporten in 10^6 m^3 per jaar voor de bochtafsnijding

goul	jaar	vloedtransport	ebtransport	resultierend transport in vloedrichting
Schaar van	1964	1,76	0,62	1,14
Waarde	1970	1,57	0,39	1,18
Zuidergat	1964	0,63	1,13	-0,50
	1970	0,59	0,79	-0,20
Vaarwater	1971	0,50	0,49	0,01
boven Bath				

Conclusie 3:

Na de bochtafsnijding bij Bath bedragen de zandtransporten in het Schaar van Waarde en in het Zuidergat waarschijnlijk de hiernavolgende waarden.

Zandtransporten in 10^6 m^3 per jaar na de bochtafsluiting.

geul	vloedtransport	ebtransport	resultierend transport in vloedrichting
Schaar van Waarde	2,13	0,87	1,26
Zuidergat	0,97	1,90	-0,93

Het resulterend zandtransport over de geleidedam over de Platen van Valkenisse en de Plaat van Walsdoorden wordt geschat op 0,4 à 1,5 mln m^3 , in de richting van het Zuidergat. Door de opening in de leidam en over de overlaat ten oosten van de eigenlijke doorsteek vindt vermoedelijk een verwaarloosbaar klein resulterend zandtransport plaats.

Conclusie 4:

De jaarlijkse aanzanding in het gebied ten noorden van de geleidedam zal vermoedelijk 0,85 à -0,25 mln m^3 bedragen. Gezien de grote oppervlakte van dit gebied is dit van weinig betekenis. Uiteraard sluit dit min of meer belangrijke zandverplaatsingen binnen het gebied zelf niet op voorhand uit.

Volledigheidshalve zij hier nog vermeld dat bij het voorgaande buiten beschouwing is gebleven de mogelijke aanslibbing in het noordelijke bekken, die zich zal kunnen voordoen in gebieden met overwegend lage stroomsnelheden.

De in deze nota weergegeven bewerkingen berusten deels op een zo goed mogelijke schatting van het zandtransport; de uitkomsten hebben hierdoor onvermijdelijk een onzekerheidsmarge. Ofschoon er redenen zijn te veronderstellen dat deze onzekerheidsmarge niet bijzonder groot is, dienen de gevonden resultaten toch als voorlopig te worden beschouwd.

De ingenieur 1e klasse,

Gezien:

Het Hoofd van de Studiedienst
Vlissingen,

Van Malde

(ir. J. van Malde)

M. Neulenberg

(ir. M. Neulenberg)

Vlissingen, december 1972.

Geraadpleegde literatuur.

- lit. 1 Ir. M.A.M. de Ras: Grafieken ter bepaling van het zandtransport door golven en getij buiten de brandingszône langs de Noordzeekust, samengesteld m.b.v. methode Bijker. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, afd. Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-15, 1970.
- lit. 2 Dr. J.J. Dronkers en ir. J. van Malde: Nautische, waterloopkundige en rivierkundige aspecten van een doorsteek door het Land van Saafdinge. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen nota 71.4, 1971.
- lit. 3 Ir. A. Sterling en ir. P. Roovers: Modelproeven bocht-afsnijding Bath-Mod. 300 - (1) Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout-Antwerpen, 1972.

Aanhangsel

Berekening van het voor het zandtransport maatgevend getij te Hansweert.

Naar de astronomisch hoog- en laagwaterstanden t.o.v. N.A.I. gedurende een geheel jaar zijn de getijden te Hansweert verdeeld in vier groepen n.l. doottijen, gemiddelde tijen, springtij en hoge springtij. Voorondersteld is nu dat het zandtransport evenredig is met de vierde macht van de gemiddelde stroomsnelheid in de vertikaal en dat de gemiddelde stroomsnelheid recht evenredig is met het getijverschil. Het voor het zandtransport maatgevend getij blijkt volgens onderstaande berekening vrijwel overeen te komen met het gemiddeld getij.

type getij	getijverschil in m	gemiddeld getijverschil	aantal p.j.	"zandtransport": aantal x (gem. getijverschil) ⁴
doottij	< 3,96	3,56	206	$33,0 \times 10^3$
gem. getij	3,96 - 4,62	4,36	280	$101,0 \times 10^3$
springtij	4,62 - 5,07	4,94	182	$100,5 \times 10^3$
hoog springtij	$\geq 5,07$	5,19	$\frac{34}{702} +$	$\frac{24,8 \times 10^3}{259,7 \times 10^3}$

$$(\text{getijverschil maatgevend getij})^4 = \frac{259,7 \times 10^3}{702} = 370 \text{ m}^4$$

$$\text{getijverschil maatgevend getij} = \sqrt[4]{370} = 4,38 \text{ m}$$

Dit getijverschil komt vrijwel overeen met het getijverschil bij een gemiddeld getij (4,36 m).

LIJST VAN BIJLAGEN.

Bijlage nr.	Omschrijving	for- maat	stamboek nr.
1	Plan Doorsteek Land van Saaftinge. Modelsituatie T51 met situatie van enige raai- en.	A2	72.792
2	Verband tussen bemonsteringstransport, water- diepte en gemiddelde stroomsnelheid in de ver- tikaal.	A2	72.456
3	Schaar van Waarde/Zuidergat. Bemonsteringstransport volgens gegevens debiet- meting 21 mei 1970.	B2	72.457
4	Schaar van Waarde/Zuidergat. Bemonsteringstransport volgens gegevens debiet- meting 8-9-1964.	B2	72.795
5	Vaarwater boven Bath. Bemonsteringstransport volgens gegevens de- bietmeting 31-3-1971.	A2	72.790
6	Zuidergat. Materiaaltransportmeting met literflessen en met Delfste Fles, d.d. 14-4-1971.	A3	72.866
7	Zuidergat. Materiaaltransportmeting met literflessen en met Delftse Fles d.d. 9-7-1971.	A3	72.867
8	Honte. Uitwisseling tussen water in bemonsteringsfles en daar buiten.	A3	72.815
9	Vergelijking tussen zandtransport volgens be- monstering met literflessen en volgens de me- thode Bijker.	A2	72.805
10	Plan Doorsteek-Modelonderzoek. Gem. drijversnelheden in model in Schaar van Waarde en Zuidergat.	A3	72.816

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE

BOCHTAFSNIJING BATH
PLAN MODELSITUATIE T51
MET SITUATIE VAN ENIGE RAAIEN

10-11-1972
GET W.M.

SCHAAL 1:50 000

GEZ
GEC
AKK

A2 72.792

TOELICHTING

—	DJK - EN KUSTLIJN
—	STRANDHOOFDEN EN KADEN
---	DIEPTELIJN VAN G.L.L.W.S.
---	" " " - 20 dm
---	" " " - 50 "
---	" " " - 80 "
---	" " " - 120 "
---	" " " - 200 "
---	" " " - 300 "

DIEPTELIJNEN VOLGENS LODINGEN R.W. 1971

— PLAATRANDVERDEDIGING, c.q. LEIDAM

⊗ 269 GRENSPAAL MET NR

RECHTHOEKIGE COÖRDINATEN IN m T.O.V. AMERSFOORT

▨ RAAI EN STROOK WAARVAN
DRUVERMETINGEN ZIJN VERWERKT

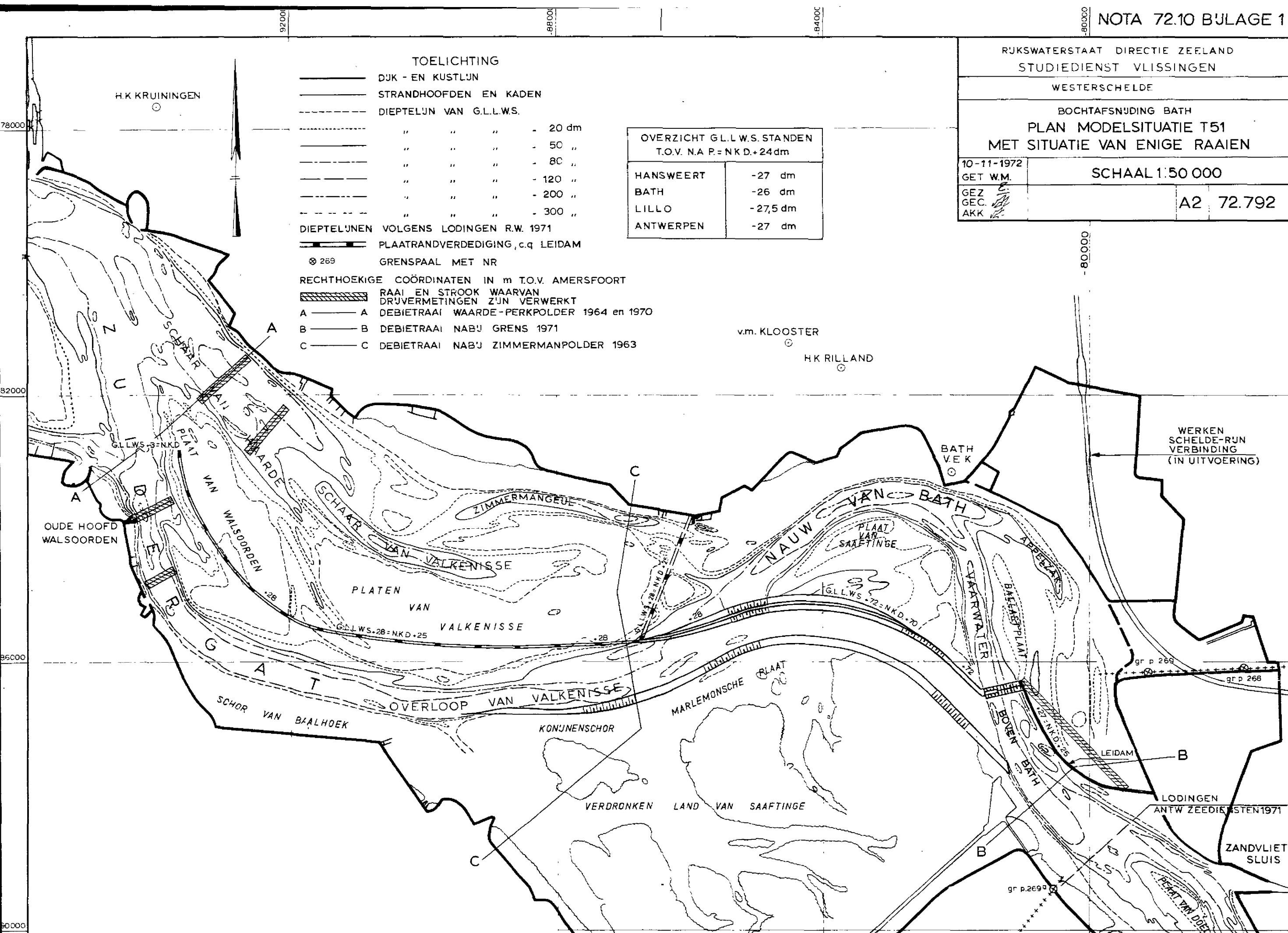
A — A DEBIETRAAI WAARDE-PERKPOLDER 1964 en 1970

B — B DEBIETRAAI NABJ GRENS 1971

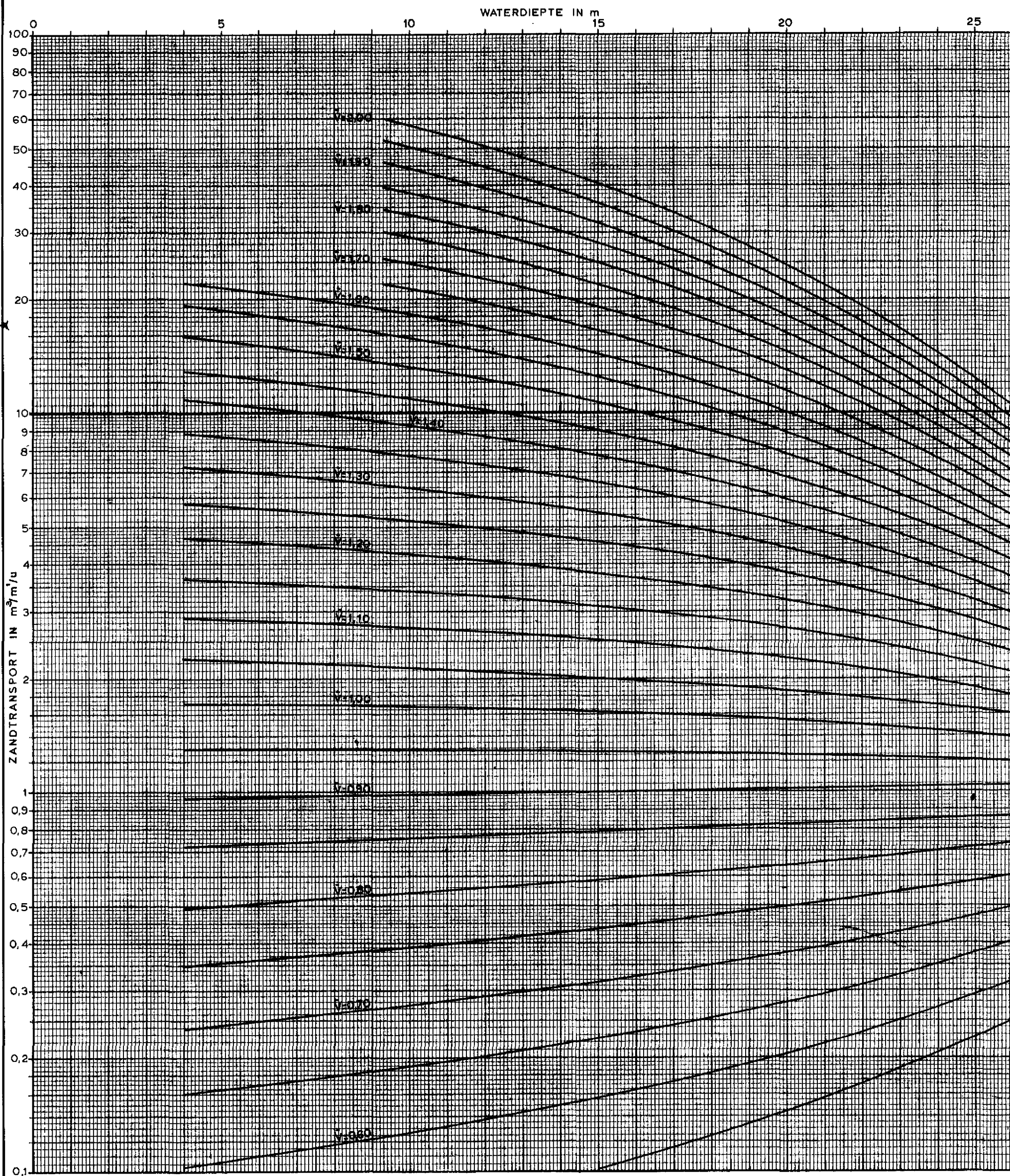
C — C DEBIETRAAI NABJ ZIMMERMANPOLDER 1963

OVERZICHT G.L.L.W.S. STANDEN
T.O.V. N.A.P. = N.K.D. + 24 dm

HANSWEERT	-27 dm
BATH	-26 dm
LILLO	-27,5 dm
ANTWERPEN	-27 dm



A2 72.792



Toelichting

Het verband is bepaald uit stroomsnelheidsmetingen en waterbemonsteringen met literflessen in het tunneltracé van de vaste oeververbinding (03.08.T70) en in het tracé voor de R.Z.E.M.-kabel (05.06.T70) vooronderstellende dat het zandtransport gelijk is aan het product van zandgehalte en stroomsnelheid

$\bar{V}$ = gemiddelde stroomsnelheid in de vertikaal
 1 m³ zand is voorondersteld voor 60 % te bestaan uit minerale bestanddelen $> 50 \mu$ en voor 40 % uit holten

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE

VERBAND TUSSEN BEMONSTERINGSTRANSPORT,
 WATERDIEPTE EN GEMIDDELDE
 STROOMSNELHEID IN DE VERTIKAAL

12-6-1971

GET. J.

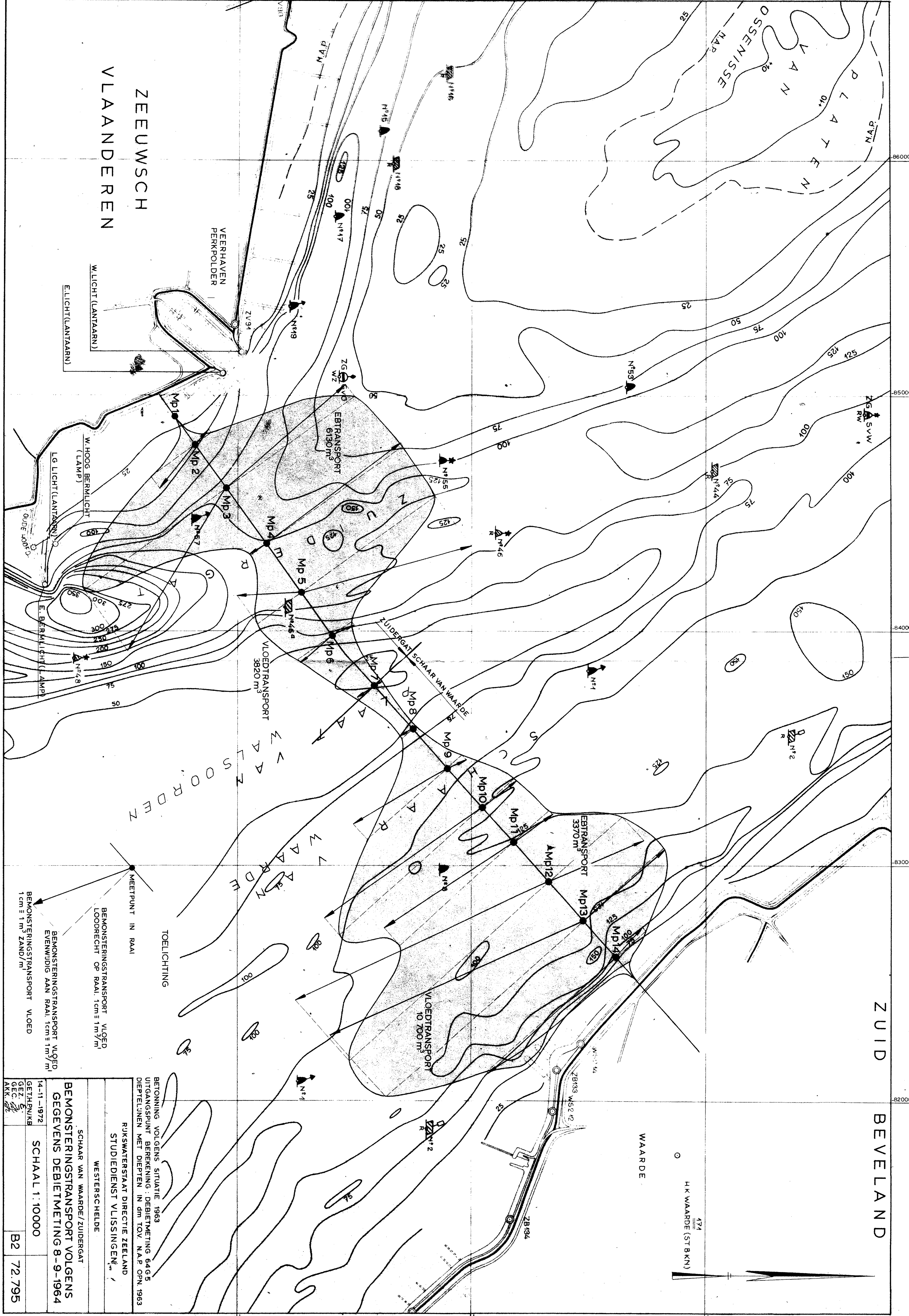
GEZ. E.

GEC. *[Signature]*

AKK. *[Signature]*

A2

72.456



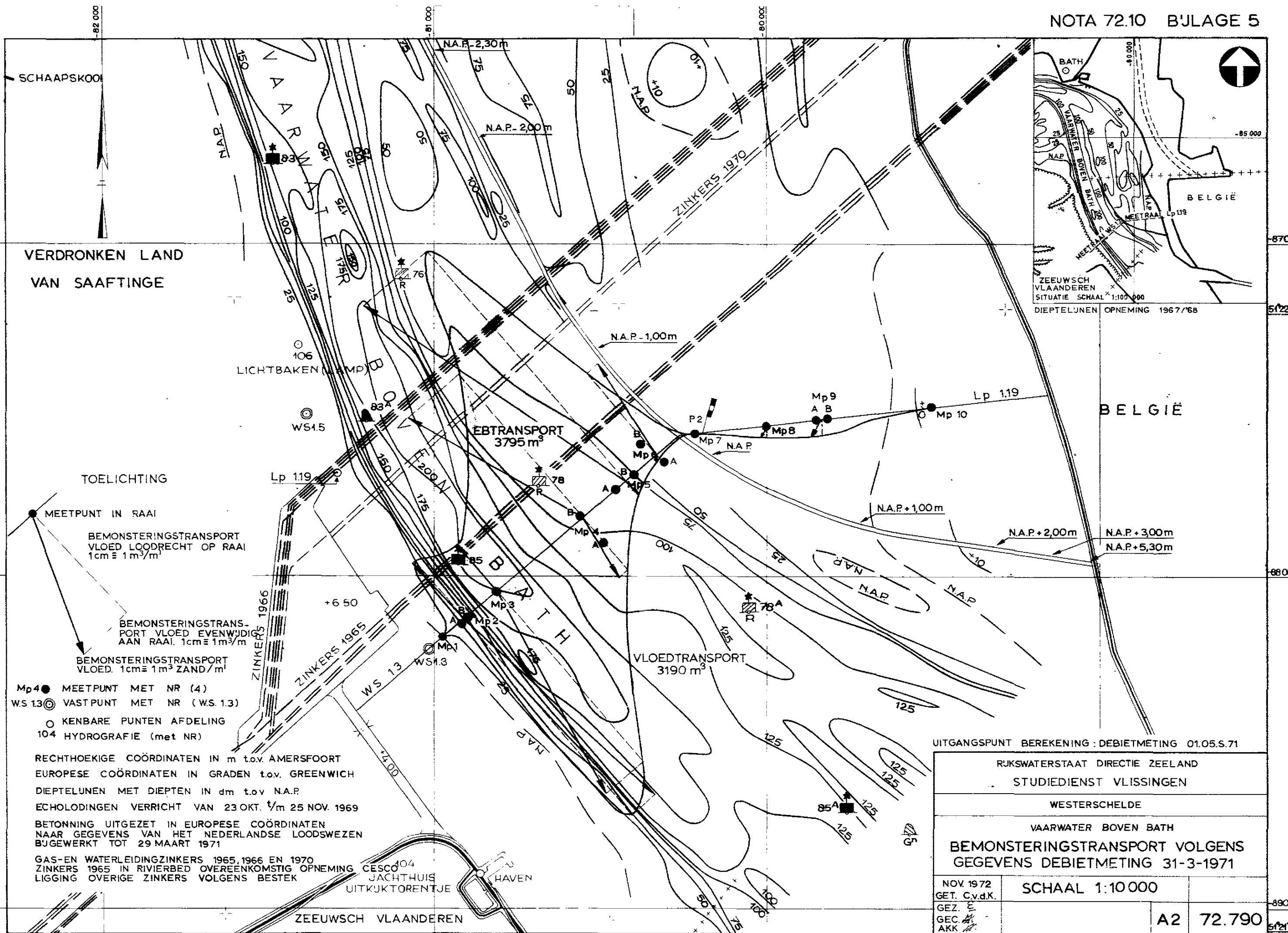
ZEEUWSCH
VLAANDEREN

ZUID BEVELAND

471
H.K. WAARDE (ST.BKN)

WAARDE

BETONNING VOLGENS SITUATIE 1963 UITGANGSPUNT BEREKENING : DEBIETMETING 6465 DIEPTELIJNEN MET DIEPTEN IN dm TOV. N.A.P. OPN. 1963		
RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDEDIENST VLISSINGEN		
SCHAAR VAN WAARDE/ZUIDERGAT WESTERSCHELDE		
BEMONSTERINGSTRANSPOORT VOLGENS GEGEVENS DEBIETMETING 8-9-1964		
14-11-1972 GETHEP.NK8 GEC. 5 GEC. 2 AKK. 2	SCHAAL 1:10000	B2 72.795



tijd t in M.E.T.	stroom- snel- heid- in m/sec (v)	zandgehalte fles geopend op tijdstip t opgehaald op tijdstip t+8 min		zandgehalte fles geopend op tijdstip t+2 min. opgehaald op tijdstip t+8 min.		zandgehalte fles geopend op tijdstip t+4 min. opgehaald op tijdstip t+8 min.		zandgehalte fles geopend op tijdstip t+6 min. opgehaald op tijdstip t+8 min.		verhouding (zandvangst Delftse Fles) : (doorgestroomde hoeveelheid water) tijdsduur t..t+10min	
		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
EB											
06.45 ^h	0,94	18,11	120	16,12	107	9,02	60	15,05	100	0,97	6,4
07.15 ^h	1,02	18,48	126	11,75	74	8,50	58	14,62	100	4,24	29,0
07.45 ^h	1,14	53,17	219	45,46	184	23,94	98	24,29	100	13,3	54,8
08.15 ^h	1,26	149,75	234*	125,97	196*	64,10	100*	*	100*	44,0	68,6*
08.45 ^h	1,23	67,28	82	82,66	101	53,26	65	81,89	100	53,1	64,9
09.15 ^h	1,11	210,10	290	141,16	194	82,65	113	72,86	100	51,7	71,0
09.45 ^h	1,00	113,59	218	90,93	174	64,21	123	52,04	100	18,0	34,6
10.15 ^h	0,78	35,96	122	38,83	132	29,75	101	29,47	100	16,3	55,3
10.45 ^h	0,61	16,21	147	13,23	120	16,70	151	11,02	100	5,2	47,1
11.15	0,29	7,34	135	7,61	140	5,36	98	5,44	100	2,2	40,4
VLOED											
12.15 ^h	0,54	4,39	112	4,68	119	4,12	105	3,92	100	0,24	6,1
12.45 ^h	0,62	7,27	181	3,41	85	4,40	109	4,02	100	0,34	8,5
13.15	0,61	8,43	123	7,65	112	5,35	78	6,86	100	0,38	5,5
13.45 ^h	0,66	6,27	236	7,02	265	4,94	186	2,65	100	0,37	14,0
14.15 ^h	0,76	4,65	160	4,42	152	2,55	88	2,91	100	0,58	19,9
14.45 ^h	0,87	2,70	89	3,17	104	4,17	137	3,04	100	0,16	5,2
15.15 ^h	1,07	19,02	239	15,97	200	9,38	118	7,96	100	3,0	37,7
15.45 ^h	1,55	33,91	307	40,21	364	9,19	83	11,05	100	5,8	52,5
16.15 ^h	1,67	33,11	133	32,72	131	24,50	98	24,88	100	5,3	21,3
16.45 ^h	1,20	48,29	269	77,28	430	29,28	163	17,96	100	13,8	76,8
17.15 ^h	0,43	27,18	234	19,41	167	14,83	128	11,63	100	4,7	40,4
EB											
18.00 ^h	0,61	5,63	124	7,35	162	4,04	89	4,54	100	0,79	17,4
18.30 ^h	1,06	15,19	153	20,04	201	8,88	89	9,95	100	2,4	24,1
18.50 ^h	0,95	28,79	228	20,73	164	11,11	88	12,64	100	1,4	11,4

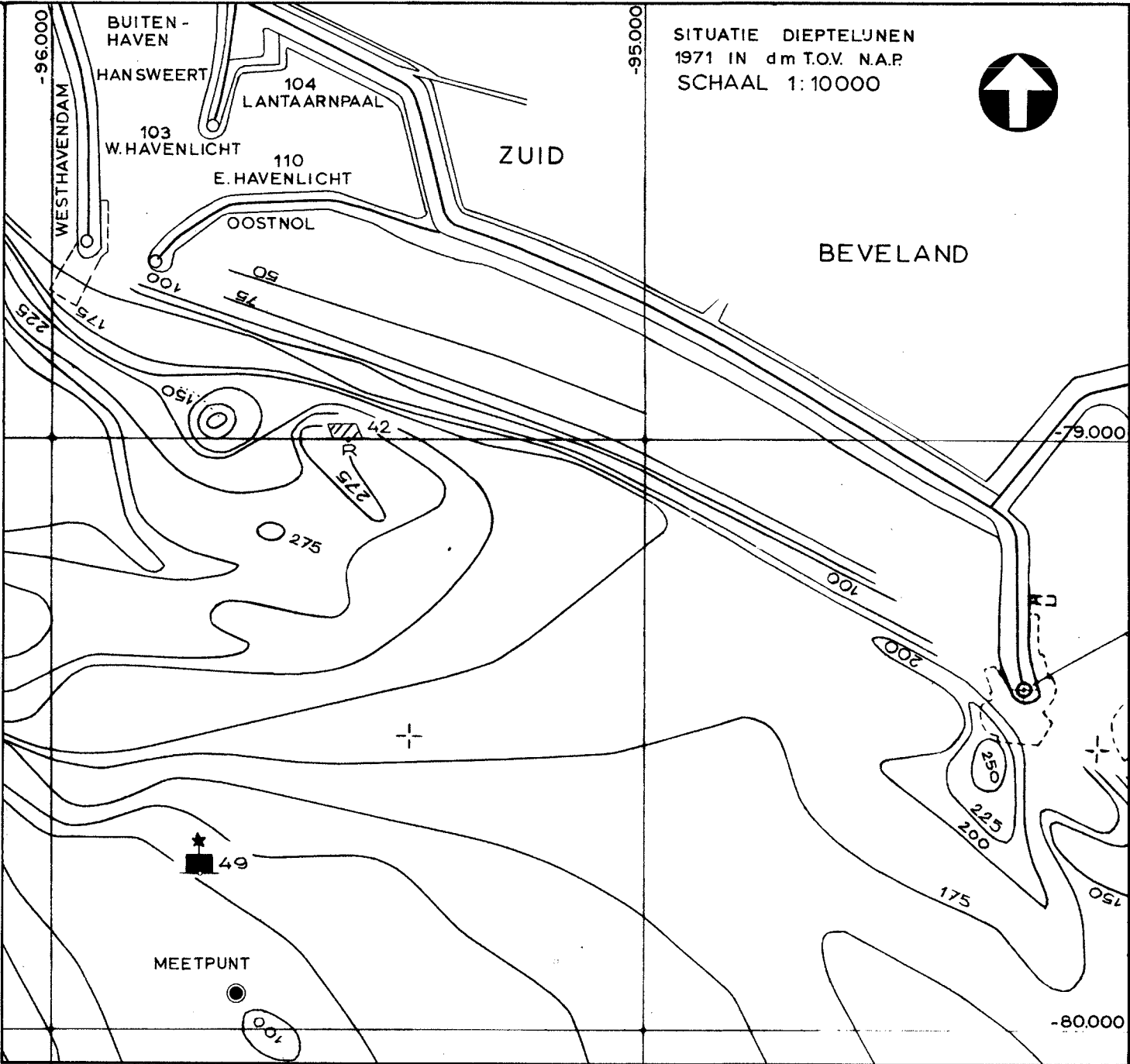
* Het monster van de fles geopend op tijdstip t+6 min. voor t=08.15^h ontbreekt.
Het zandgehalte van dit monster is t.b.v. de berekeningen gesteld op 64,10 mg/l.

SOM GEMETEN ZANDGEHALTEN VAN ALLE MONSTERS WAARVOOR v ≥ 1 m/sec

	eb		vloed	
	mg/l	%	mg/l	%
fles geopend op tijdstip t	612,37	198	134,33	217
fles geopend op tijdstip t+2 min.	497,93	161	166,18	269
fles geopend op tijdstip t+4 min.	296,66	96	72,35	117
fles geopend op tijdstip t+6 min.	309,80	100	61,85	100
Delftse Fles	184,4	60	27,9	45

SOM GEMETEN ZANDGEHALTEN VAN ALLE MONSTERS WAARVOOR v < 1 m/sec

	eb		vloed	
	mg/l	%	mg/l	%
fles geopend op tijdstip t	127,23	144	60,89	174
fles geopend op tijdstip t+2 min.	123,91	141	49,76	142
fles geopend op tijdstip t+4 min.	84,86	96	40,36	115
fles geopend op tijdstip t+6 min.	88,11	100	35,03	100
Delftse Fles	29,3	33	6,8	19



TOELICHTING

Coördinaten van het meetpunt
in m t.o.v. Amersfoort:
x=-95 681 y=-79 942
Bemonstering op ongeveer
bodem + $\frac{2}{3}$ x waterdiepte

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
WESTERSCHELDE		
ZUIDERGAT		
MATERIAALTRANSPORTMETING dd.14-4-1971 MET LITERFLESSEN EN MET DELFTSE FLES		
24-11-1972		CODE 03.08.T.71
GET: J.B.		
GEZ: E.		
GEC: J.B.		
AKK: J.B.		
	A 3	72.866

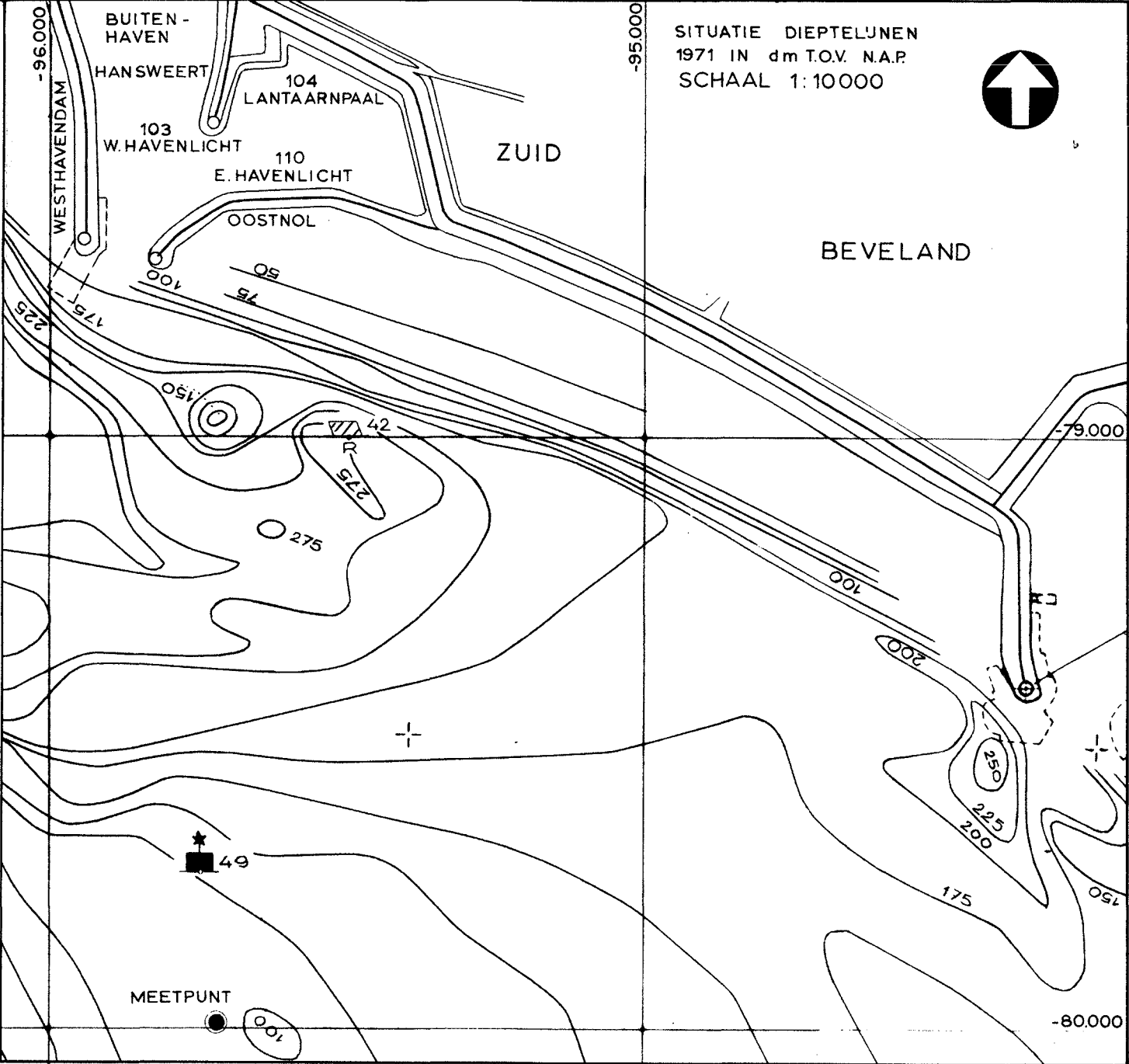
tijd t in M.E.T.	stroom- snel- heid- in m/sec (v)	zandgehalte fles geopend op tijdstip t opgehaald op tijdstip t+8 min		zandgehalte fles geopend op tijdstip t+2 min. opgehaald op tijdstip t+8 min.		zandgehalte fles geopend op tijdstip t+4 min. opgehaald op tijdstip t+8 min.		zandgehalte fles geopend op tijdstip t+6 min. opgehaald op tijdstip t+8 min.		Verhouding (zandvangst Delftse Fles) : (doorgestroomde hoeveelheid water) tijdsduur t-t+10min	
		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
EB											
05.30 ^h	0,81	97,29	202	71,35	148	66,51	135	48,23	100	5,32	11
06.00 ^h	0,97	30,81	107	39,90	138	25,07	87	28,90	"	20,63	71
06.30 ^h	0,98	175,50	114	222,77	144	154,26	100	154,45	"	53,66	35
07.00 ^h	1,09	222,41	136	354,35	216	154,26	95	163,06	"	113,69	70
07.30 ^h	0,99	215,52	107	395,79	196	185,45	92	201,34	"	100,46	50
08.00 ^h	0,98	135,21	140	206,53	214	130,81	136	96,36	"	57,91	60
08.30 ^h	0,83	118,76	130	146,51	160	95,50	104	91,39	"	40,56	44
09.00 ^h	0,62	74,74	166	70,72	157	52,06	116	45,07	"	5,68	13
09.30 ^h	0,40	38,41	118	38,47	118	31,44	97	32,41	"	12,85	40
10.00 ^h	<0,10	27,13	139	19,43	100	17,89	92	19,52	"		
VLOED											
10.30 ^h	0,41	12,15	81	16,75	112	14,57	98	14,94	100	1,48	10
11.00 ^h	0,46	31,39	144	28,00	126	25,19	113	22,22	"	1,36	6
11.30 ^h	0,49	22,60	111	23,28	115	27,94	136	20,29	"	1,68	8
12.00 ^h	0,52	23,06	143	21,53	133	19,71	122	16,17	"	3,05	19
12.30 ^h	0,61	30,24	142	34,45	162	28,80	135	21,34	"	2,88	14
13.00 ^h	0,61	30,53	99	34,93	114	29,86	97	30,72	"	5,97	19
13.30 ^h	0,67	44,50	119	52,73	141	34,81	93	37,42	"	5,49	15
14.00 ^h	0,94	125,65	145	158,18	182	92,34	106	87,21	"	34,33	39
14.30 ^h	1,25	269,35	205	410,33	313	105,36	80	131,20	"	108,97	83
15.00 ^h	1,17	69,95	110	105,26	161	55,57	88	63,57	"	16,76	26
15.30 ^h	0,45	31,98	113	25,26	90	20,96	74	28,23	"	13,17	47
16.00 ^h	<0,10	18,15	67	21,05	74	17,13	63	26,99	"		
EB											
16.30 ^h	0,61	17,99	88	19,28	94	33,88	166	20,40	100	1,28	6
17.00 ^h	0,93	82,37	113	122,39	169	71,48	98	72,63	"	20,29	28
17.30	0,85	50,53	101	73,78	148	42,20	85	49,86	"	12,67	25

SOM GEMETEN ZANDGEHALTEN VAN ALLE MONSTERS WAARVOOR $v \geq 1$ m/sec

	eb		vloed	
	mg/l	%	mg/l	%
fles geopend op tijdstip t	222,41	136	296,30	152
fles geopend op tijdstip t+2 min.	354,35	216	515,59	264
fles geopend op tijdstip t+4 min.	154,26	95	160,93	83
fles geopend op tijdstip t+6 min.	163,06	100	194,77	100
Delftse Fles	113,69	70	125,73	65

SOM GEMETEN ZANDGEHALTEN VAN ALLE MONSTERS WAARVOOR $v < 1$ m/sec

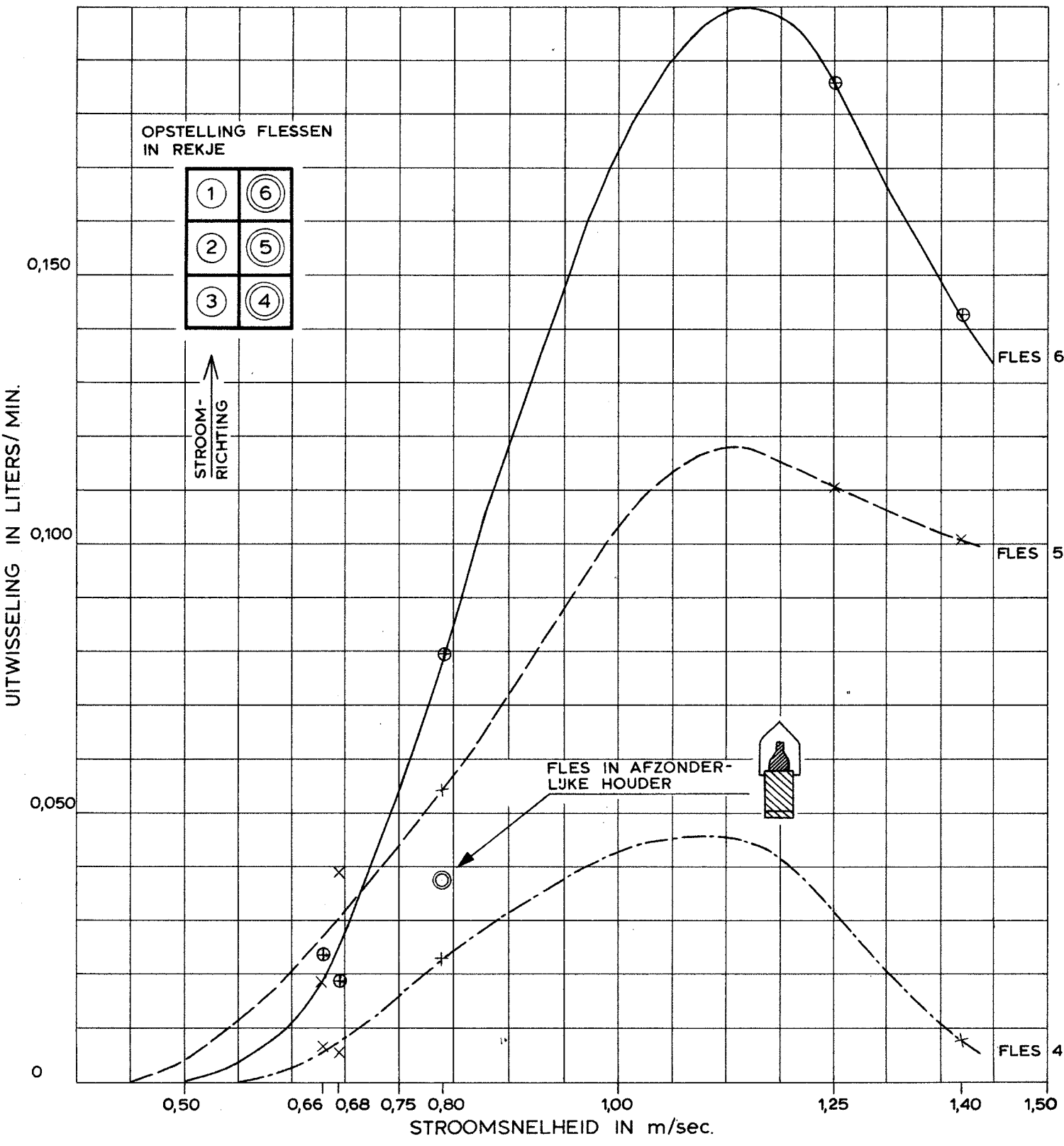
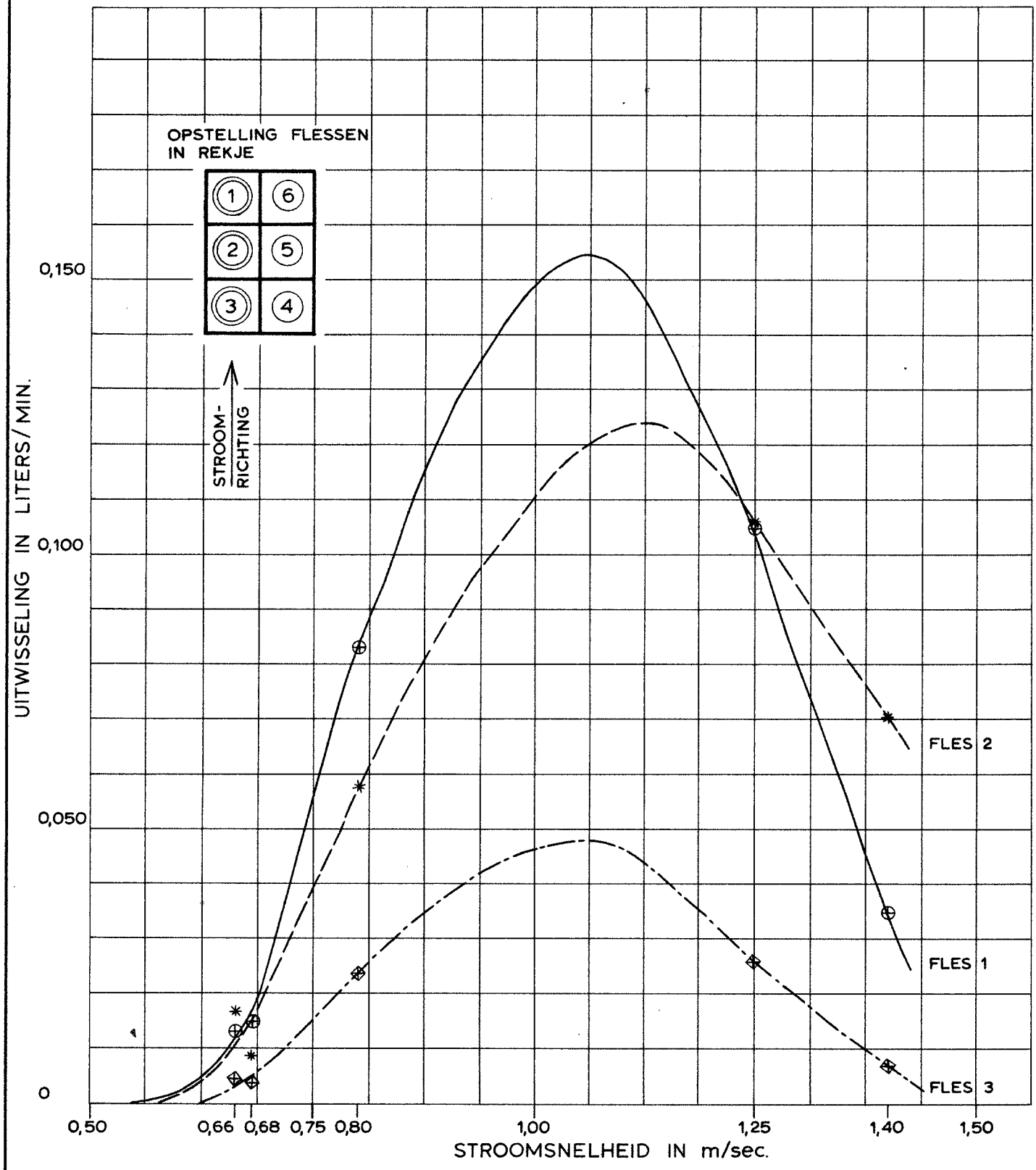
	eb		vloed	
	mg/l	%	mg/l	%
fles geopend op tijdstip t	1037,13	123	352,10	126
fles geopend op tijdstip t+2 min.	1407,49	167	395,11	142
fles geopend op tijdstip t+4 min.	888,66	105	294,18	106
fles geopend op tijdstip t+6 min.	841,04	100	278,54	100
Delftse Fles	331,31	39	69,41	25



TOELICHTING

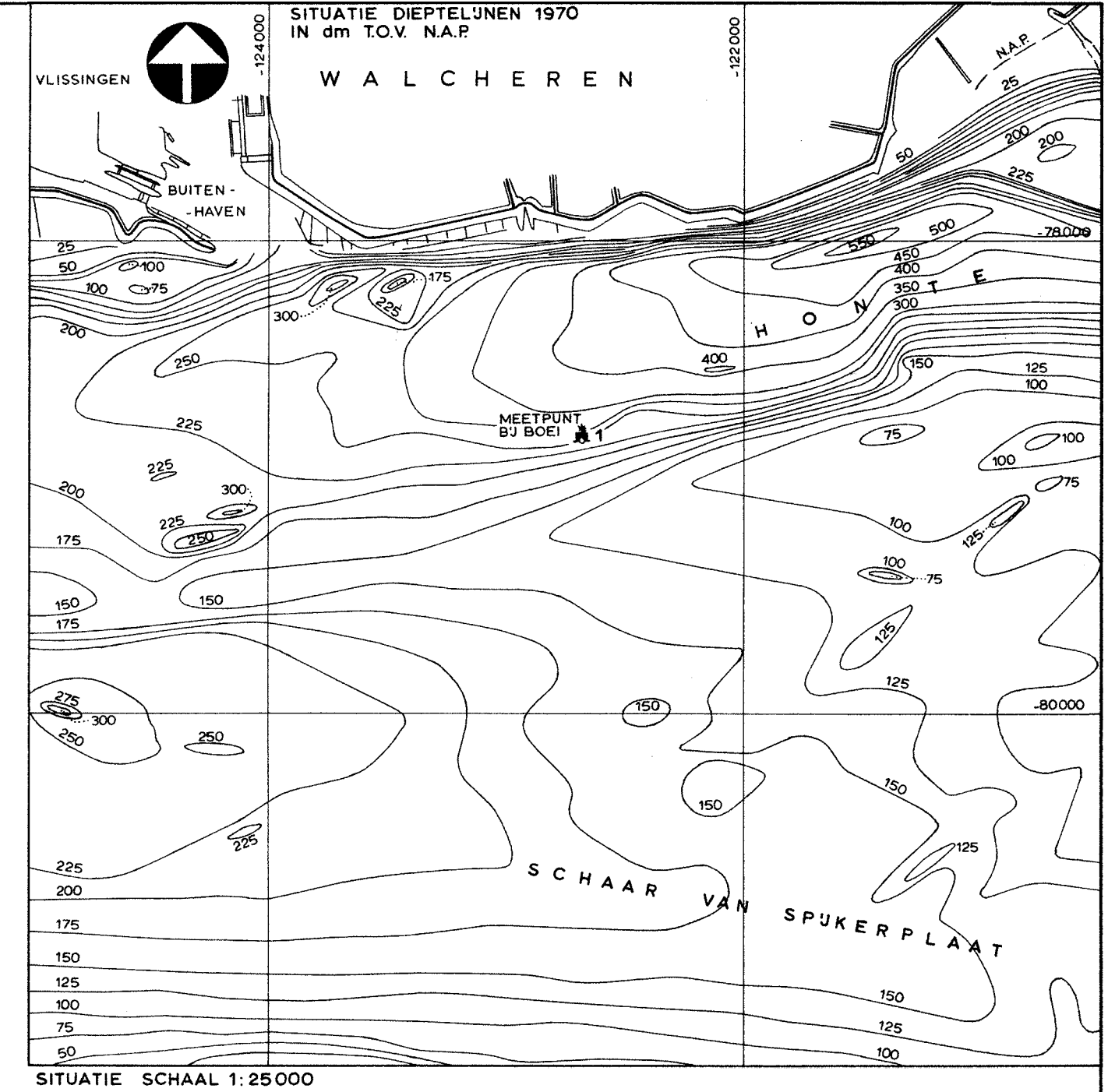
Coördinaten van het meetpunt
in m t.o.v. Amersfoort :
x = 195728 y = 80006
Bemonstering op ongeveer
bodem + $\frac{1}{3}$ x waterdiepte

RIKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
WESTERSCHELDE		
MIDDELGAT-ZUIDERCAT		
MATERIAALTRANSPORTMETING d.d. 9-7-'71 MET LITERFLESSEN EN DELFTSE FLES		
27-11-1971		CODE 03.08.171
GET: W.M.		
GEZ:		
GEC:		
AKK:		
	A 3	72.867

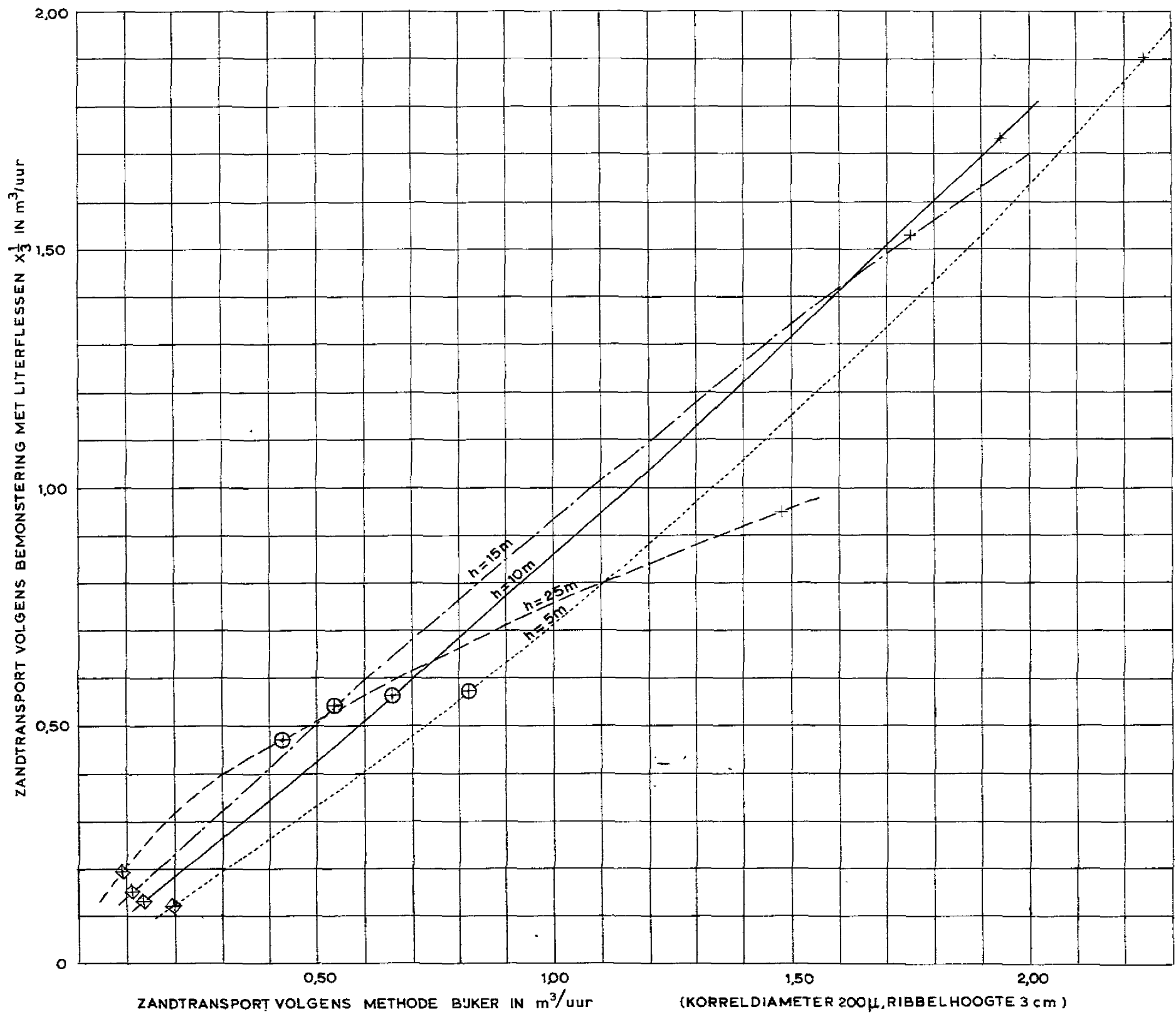


TOELICHTING

ALS BEMONSTERINGSFLESSEN WERDEN GEBRUIKT MELKFLESSEN MET EEN INHOUD VAN ONGEVEER 1 LITER EN MET EEN DIAMETER VAN DE HALSOPENING VAN 1,67-1,72 cm. DEZE FLESSEN WAREN RECHTOP GEPLAATST IN EEN REKJE DAT GEMONTEERD WAS OP EEN OTT-LICHAAM VOORZIEN VAN STAARTSTUK MET VAAN.



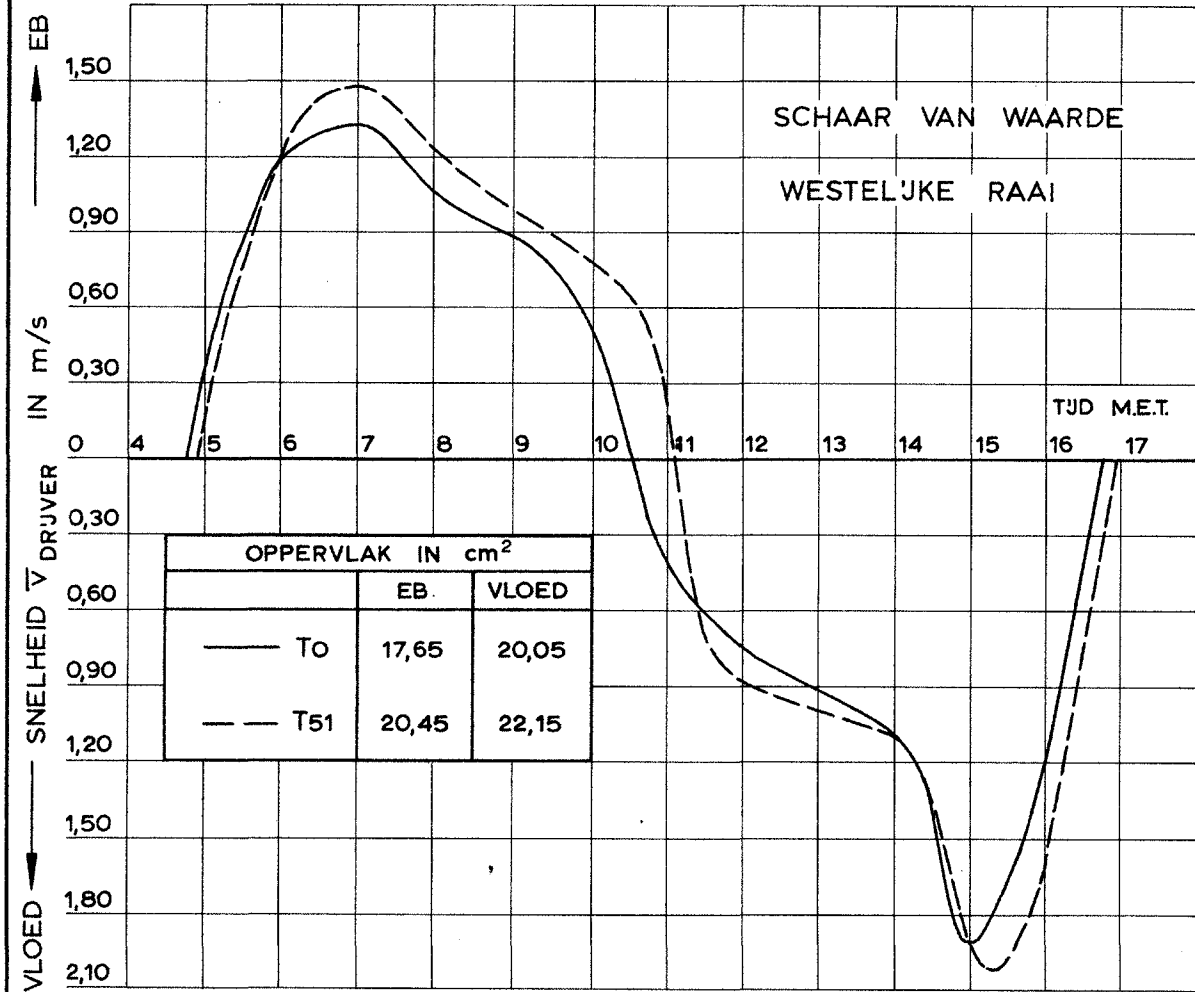
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND		
STUDIEDIENST VLISSINGEN		
WESTERSCHELDE		
HONTE		
UITWISSELING TUSSEN WATER IN EN BUITEN BEMONSTERINGSFLESSEN		
METING d.d. 10-8-1972		
21-11-1972		CODE
GET. W.M.		00.13.P.72
GEZ. E.		
GEC. H.		
AKK. H.		
	A3	72.815



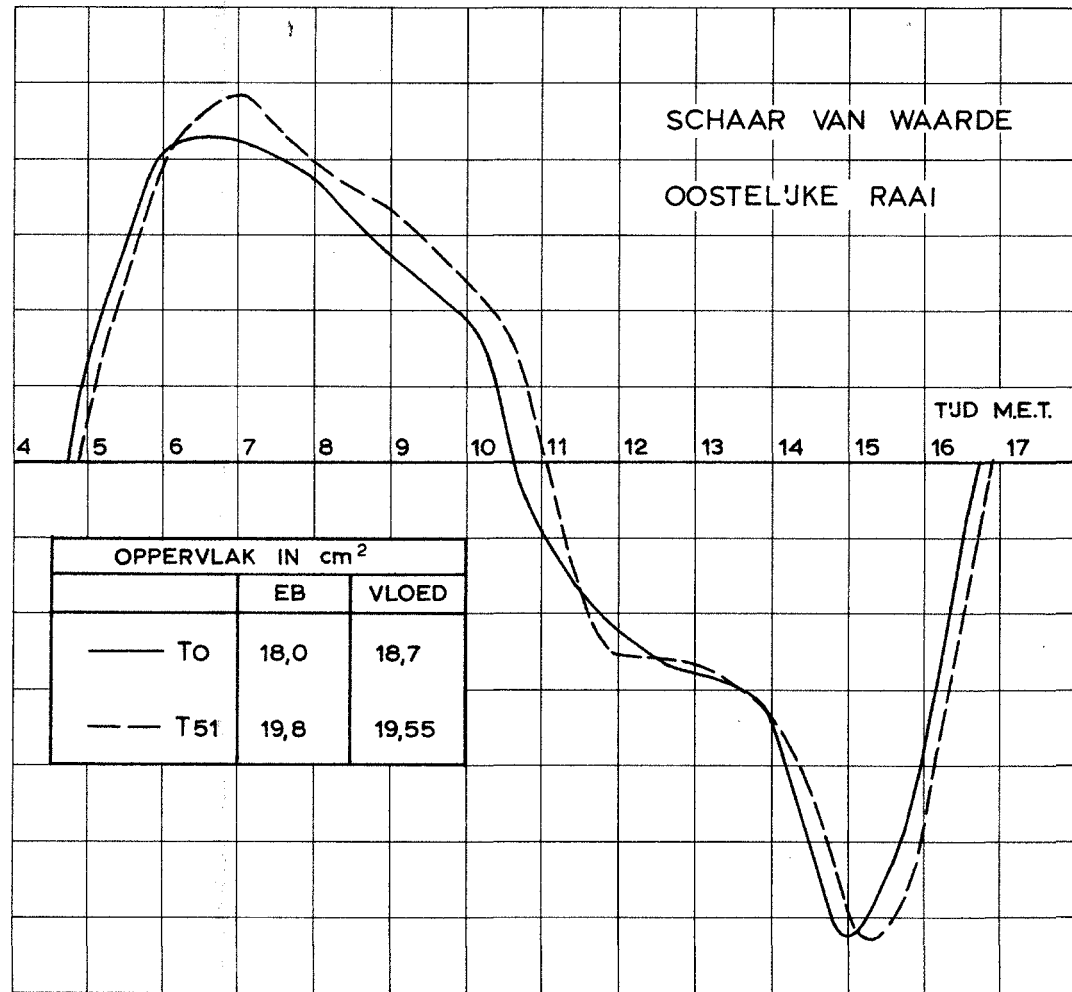
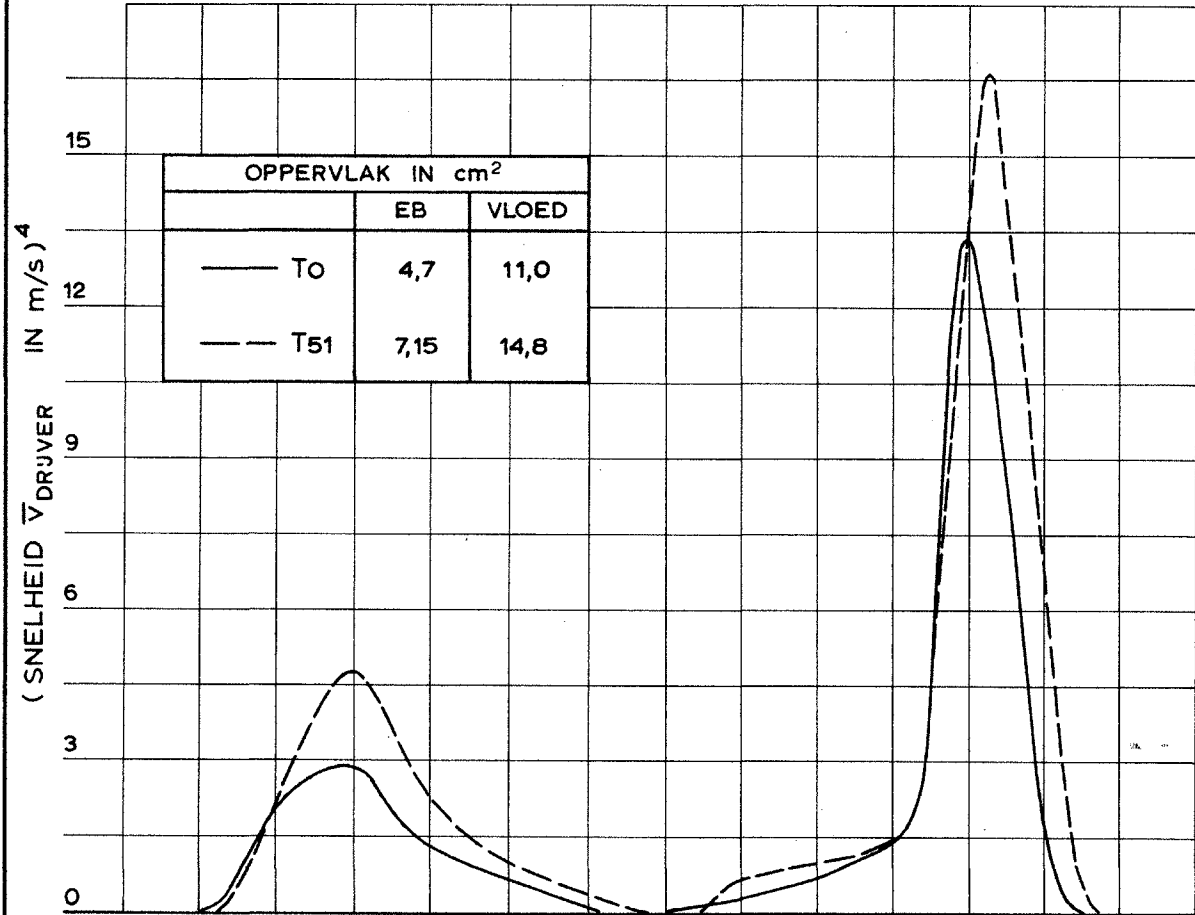
TOELICHTING:

- h = WATERDIEPTE
 $\diamond$ BEREKEND PUNT VOOR $\bar{V} = 0,75 m/sec$
 $\oplus$ BEREKEND PUNT VOOR $\bar{V} = 1,00 m/sec$
 $+$ BEREKEND PUNT VOOR $\bar{V} = 1,25 m/sec$
 $\bar{V}$ = GEMIDDELD DE STROOMSNELHEID IN DE VERTIKAAL

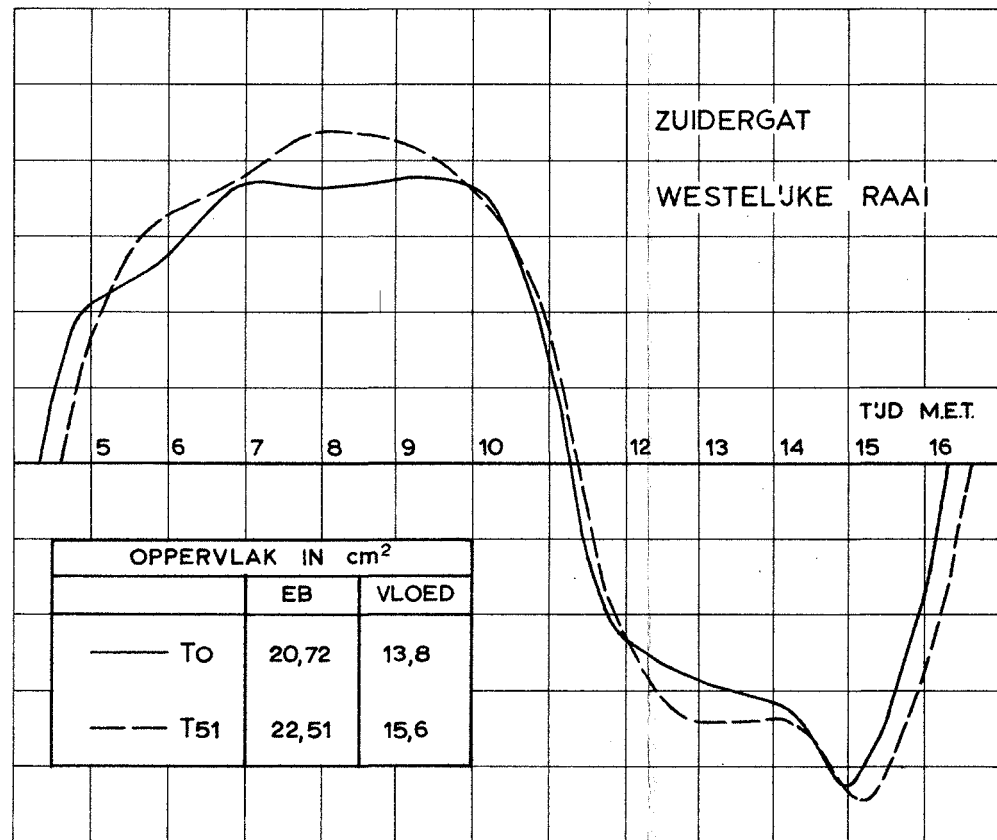
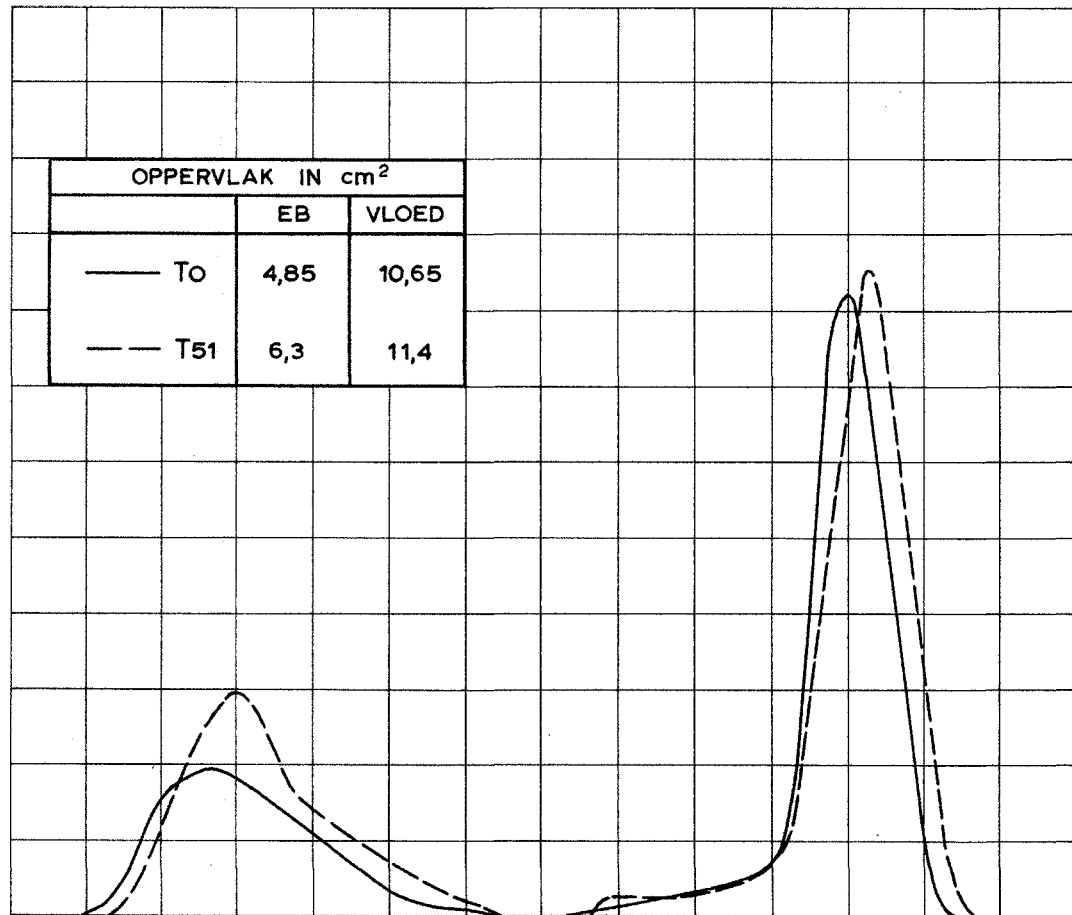
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND			
STUDIEDIENST VLISSINGEN			
WESTERSCHELDE			
VERGELIJKING TUSSEN ZANDTRANSPORT VOLGENS BEMONSTERING MET LITERFLESSEN EN VOLGENS METHODE BUKER			
16-11-1972			
GET. K.B.			
GEZ. <i>E.</i>			
GEC. <i>W.</i>			
AKK. <i>W.</i>		A2	72.805



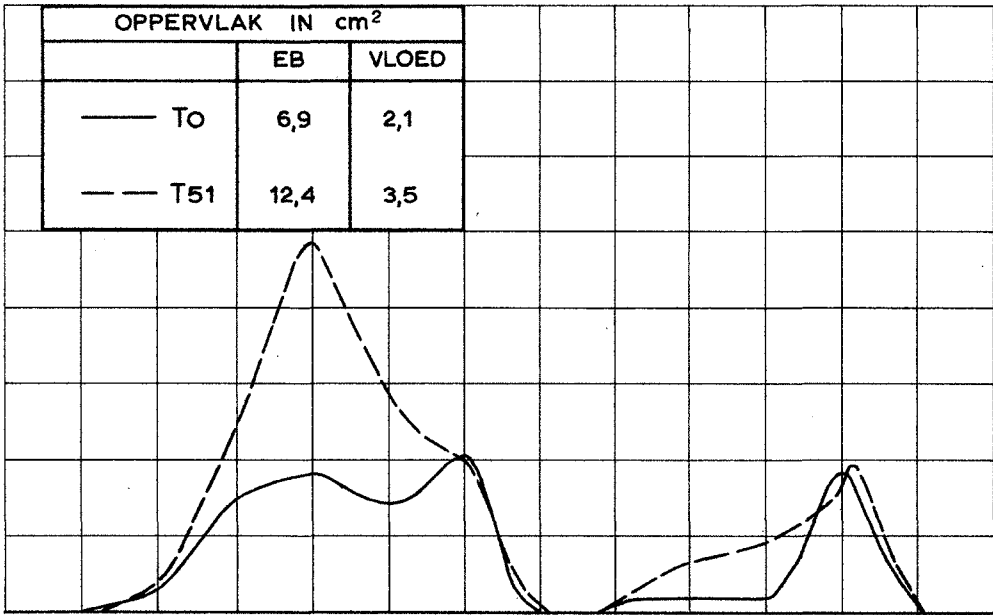
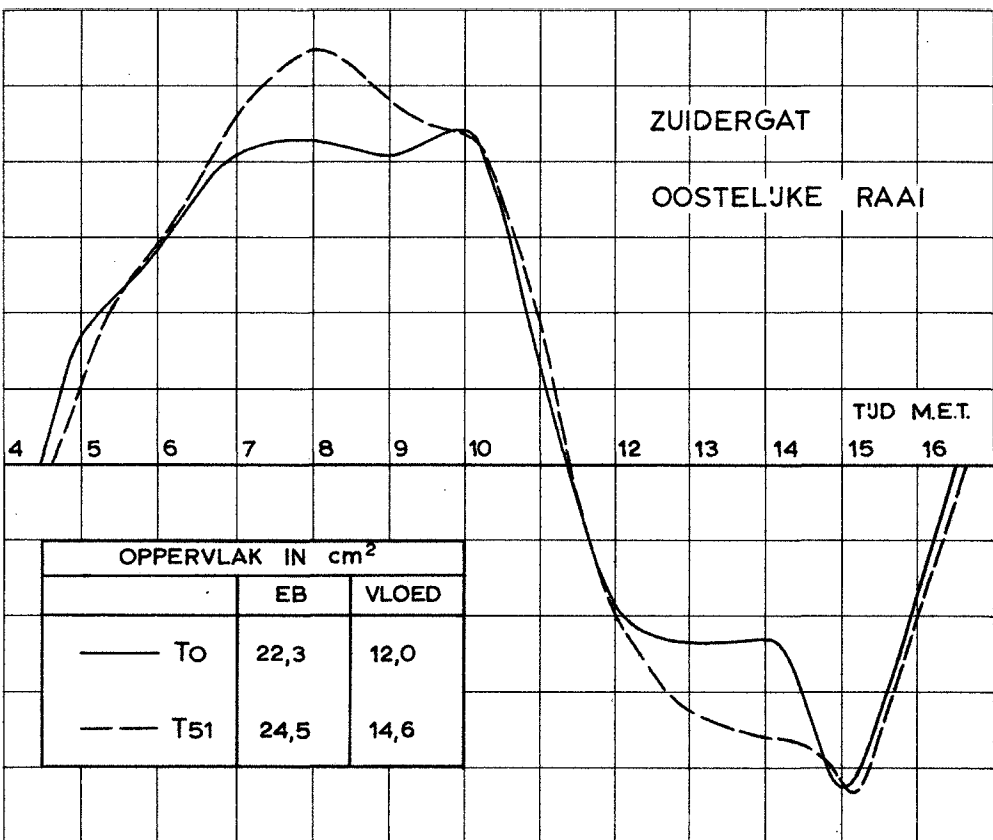
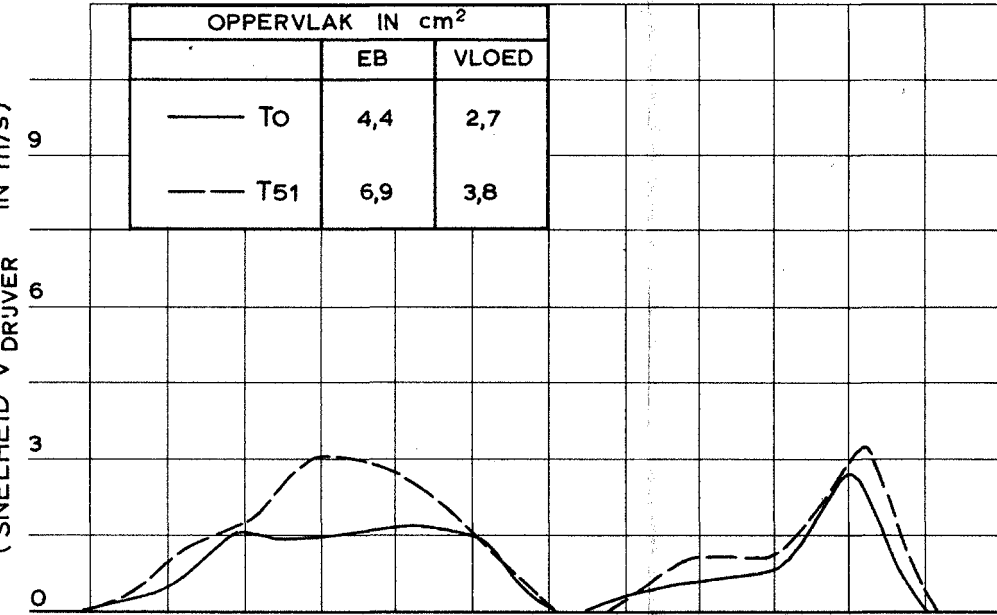
GEM. SNELHEID OPPERVLAKTEDRIVERS IN RAAI DOOR HET SCHAAR VAN WAARDE TUSSEN DIEPTELUNEN N.A.P. -10 m VOLGENS MODELPROEVEN
GETJ: SPRINGTJ 4-11-1967



GEM. SNELHEID OPPERVLAKTEDRIVERS IN RAAI DOOR HET SCHAAR VAN WAARDE TUSSEN DIEPTELUNEN N.A.P. -10 m VOLGENS MODELPROEVEN
GETJ: SPRINGTJ 4-11-1967



GEM. SNELHEID OPPERVLAKTEDRIVERS IN RAAI DOOR HET ZUIDERGAT TUSSEN DIEPTELUNEN N.A.P. -10 m VOLGENS MODELPROEVEN
GETJ: SPRINGTJ 4-11-1967



TOELICHTING
VOOR DE SITUATIE VAN DE RAAIEN ZIE BULAGE 1
DE VIERDE MACHT VAN DE GEM. DRIVERSNELHEID IS UITGEZET OM
EEN INDRUK TE KRUGEN VAN DE PROCENTUELE VERANDERINGEN IN HET
ZANDTRANSPORT. HET ZANDTRANSPORT IS N.L. BIJ BENADERING EVENREDIG
MET DE VIERDE MACHT VAN DE GEM. STROOMSNELHEID IN DE VERTIKAAL
EN DEZE LAATSTE IS WEER EVENREDIG MET DE DRIVERSNELHEID