

**MODEL DER SCHELDE VAN HANSWEERT
TOT AAN DE TOEGANGSSLUIZEN DER
HAVEN VAN ANTWERPEN.**

MOD. 119. / 1

**Beschrijving en ijking van het model met
vaste bodem.**

INHOUD.

I. Het regime der Schelde.

II. Opdracht.

III. Het model.

1. De modelschalen.
2. Gebezigd kaartenmateriaal.
3. De bouw van het model.
4. De verwezenlijking van het getij.
5. De watercirculatie.
6. De meetapparatuur.

IV. De hydraulische ijking van het model.

1. a) de getijkrommen.
b) de dwarsverhangen.
2. de debieten der kubatuurberekening.
3. de debietverdeling over schaar en vaarwater.
4. de snelheden in grootte en richting.
5. de stroombanen.

V. De ijkingsproeven i. v. m. beweegbaar materiaal.

1. Het beweegbaar materiaal.
2. Controle der zandtransportmetingen.
3. Modeltechnische proeven i. v. m. het onderzoek der stortplaatsen.

I. - HET REGIME DER SCHELDE.

De Schelde die op Nederlands grondgebied eerder de gedaante van een zeearm heeft, neemt pas vanaf de Belgische grens, de vorm aan van een rivier met ongeveer gelijklopende dijken (zie bijlage 1).

Het Scheldebekken is gekenschetst door een klein boven-debiet.

Het getij plant zich voort op de rivier van uit de monding te Vlissingen tot Gentbrugge waar het door een stuw tegengehouden wordt. Het plant zich eveneens voort op de Rupel, de Beneden Nethe, de Grote Nethe en de Kleine Nethe, de Dyle, de Zenne en ook de Durme tot op de plaatsen op bijlage 1 aangegeven.

Bijlage 2 geeft de meetkundige plaats aan van hoog- en laagwater langs de Schelde voor het gemiddeld getij van het jaar 1950 d. i. het rekenkundig gemiddelde van al de getijden die zich gedurende dat jaar voorgedaan hebben. Om de voortplanting van het getij aan te tonen zijn op dezelfde bijlage de plaatselijke gemiddelde krommen voor Vlissingen, Hansweert, Antwerpen, Dendermonde en Gentbrugge getekend (0^h is het ogenblik van hoogwater te Vlissingen).

Men bemerkt dat het tijverschil dat in Vlissingen 3,66m bedraagt tot 4,67m stijgt in de streek van Antwerpen. Te Gent is het tijverschil nog 1,76m.

Het hoogwater heeft 2u 04m. nodig om van uit Vlissingen, Antwerpen te bereiken. Tussen Antwerpen en Gent is het tijverschil voor hoogwater 4u 05m. Voor het laagwater worden

deze cijfers respectievelijk Zu 43m. en 5u 51m.

Op bijlage 2 zijn ten vergelijkende titel ook voor elk der vijf bovengenoemde plaatsen de krommen van gemiddeld getij, gemiddeld dood- en gemiddeld springtij aangegeven.

In onderstaande tabel zijn van de vijf bovengenoemde plaatsen de hoogst- en de laagstgekende waterstanden aangegeven.

Plaats .	Hoogst gekend H.W. m. t. o. v. N. K. D. *	Laagst gekend L.W. m. t. o. v. N. K. D.
Vlissingen	6,95	-0,93
Hansweert	7,47	-1,10
Antwerpen	7,85	-1,17
Dendermonde	6,83	0,55
Gentbrugge	6,42	1,55

* *
* *

De uitslagen van de kombergingsberekening van het Scheldebekken voor het gemiddeld getij van het jaar 1950 zijn in de volgende tabel voor de voornaamste posten der rivier aangegeven.

* nulvlak van het Krijgsdepot.

	Hoogte in m.			Duur in u. min.		Bovendebiet in m ³		Tijvolume in 10 ³ m ³	
	H. W.	L. W.	Δ	Vloed	Eb	sec.	per tij	Vloed	Eb
Vlissingen	4,28	0,62	3,66	6h12	6h13	118	5.274.600	1.065.288	1.070.562
Walsoorden*	4,62	0,34	4,28	5h55	6h30	95,5	4.268.850	357.234	361.502
Antwerpen	4,95	0,28	4,67	5h42	6h43	80,5	3.598.350	62.769	66.367
Dendermonde	4,85	1,67	3,18	4h28	7h57	26,65	1.191.255	4.278	5.470
Gentbrugge	4,85	3,09	1,76	-	12h25	25,75	1.151.025	-	1.151

	Maximum		Dwarsdoorsne- de in m ²		Gemid. snelheden in m/sec.		Max. snelheden m/sec.	
	Vloeddeb. m ³ /sec.	Ebdeb. m ³ /sec.	H. W.	L. W.	Vloed	Eb	Vloed	Eb
Vlissingen	95.300	71.500	97.200	78.175	0,52	0,56	1,01	0,83
Walsoorden*	32.300	21.700	38.125	25.050	0,51	0,49	0,91	0,69
Antwerpen	4.800	4.075	5.530	3.690	0,60	0,62	0,88	0,85
Dendermonde	446	282	579	292	0,56	0,50	0,87	0,62
Gentbrugge	-	25,75	128	56	-	0,32	-	0,46

* circa 6 km. opwaarts van Hansweert.

De kombergingsberekening voor het getij van 5.4.1950, dat een betrekkelijk zwaar getij was (tijverschil Antwerpen 5,76m) heeft voor de totale vloed- en ebdebieten gegeven:

	Totaal vloeddebiet in m ³	Totaal ebdebiet in m ³
Vlissingen	1.324.438.589	1.329.606.989
Walsoorden	449.678.022	453.860.922
Antwerpen	76.342.501	79.868.401
Dendermonde	5.536.270	6.703.540
Gentbrugge	---	1.127.850

*
* *

De bodem van de rivier bestaat uit fijn zand.

Van Vlissingen tot Hansweert (bijlage 3) is de vaargeul breed en diep genoeg voor de grote scheepvaart. Opwaarts Hansweert is de natuurlijke diepte op de verschillende drempels, dit zijn de plaatsen waar de vaargeul van de ene naar de andere oever overgaat, onvoldoende. Deze bijlage geeft ook de drempels aan op dewelke door baggerwerken een verdieping van 2 à 3 m moet onderhouden worden. Dit vergt een jaarlijks te baggeren kubiek van 5,5 tot 6 miljoen m³.

II. - OPDRACHT.

Het Beheer van Bruggen en Wegen, Bestuur der Waterwegen, heeft het Waterbouwkundig Laboratorium belast met de studie der volgende vraagstukken:

Opdracht nr.1 - Stortplaatsen der baggerspecie.

Bij de baggerwerken stelt zich de vraag in hoeverre de in de rivier teruggestorte baggerspecie zich na een zekere tijd weer op de drempels neerzet. Het spreekt van zelf dat, om een zo groot mogelijk rendement der baggerwerken te bekomen, de stortplaatsen zodanig moeten gekozen worden dat dit in de minst mogelijke mate gebeurt.

Het bepalen van de plaatsen die aan deze voorwaarde voldoen, maakt het voorwerp uit van deze opdracht.

Opdracht nr.2 - Verbeteringswerken.

Welke zijn de plaatselijke calibreringswerken die op de Schelde kunnen uitgevoerd worden om de bevaarbaarheid van de rivier in de mate van het mogelijke te verbeteren?

*
* *
*

Er werd besloten een model te bouwen waarop beide vraagstukken achtereenvolgens moeten onderzocht worden.

De studie van opdracht nr.1 gebeurt op het model, dat van een vaste bodem voorzien is, bij middel van een beweegbaar materiaal, dat het zand voorstelt en op de stortplaatsen in het model neergelegd wordt.

Voor de studie van opdracht nr. 2 zal de vaste bodem plaatselijk, daar waar men verbeteringswerken onderzoekt, vervangen worden door een beweegbare bodem.

*
* *
*

Onderhavig verslag heeft betrekking op de beschrijving en de ijking van het model met vaste bodem.

Bijlage 4 geeft een algemeen overzicht van het model. (zie ook foto's 1 en 2).

III. - MODEL.

1. De modelschalen.

Rekening houdend met de beschikbare ruimte in de nieuwe hal van het Waterbouwkundig Laboratorium, waar het model moest ondergebracht worden, werd aangenomen dat 1 km natuur door 3m in het model voorgesteld wordt.

Dit geeft als horizontale schaal $3/1000$.

Om de distorsie zo klein mogelijk te houden werd als verticale schaal $1/100$ gekozen.

Een kleinere verticale schaal zou bezwaarlijk geweest zijn, alléén al omdat zij aanleiding zou geven tot stroomsnelheden die te klein zijn om bodemmateriaal in beweging te brengen.

Uit de horizontale en verticale schaal volgen dan, naar Froude, de schalen voor de :

$$\text{tijd : } \frac{3 \sqrt[3]{100}}{1000} = \frac{3}{100}$$

$$\text{debieten : } \frac{3}{1000 \times 100 \sqrt[3]{100}} = \frac{3}{1.000.000}$$

$$\text{volumes : } \frac{3 \times 3}{1000 \times 1000 \times 100} = \frac{9}{100.000.000}$$

De periode van het gemiddeld getij (12u25min. natuur) duurt dus in model $\frac{745\text{min.} \times 3}{100} = 22,35$ min. hetzij 22min. 21 sec.

2. Gebezigd kaartenmateriaal.

Voor het nabootsen der rivierbedding werd gebruik gemaakt van de volgende kaarten:

1) Omgeving Hansweert:

Kaart Rijkswaterstaat - Algemene Studiedienst
Vlissingen nr. C6/56176.
lodingen juni - augustus 1955.

2) Omgeving Waarde:

Kaart Rijkswaterstaat - Algemene Studiedienst
Vlissingen nr. C6/56.60
lodingen mei-juni 1955.

3) Omgeving Bath :

Kaarten Rijkswaterstaat - Algemene Studiedienst
Vlissingen nr. C5/56.56
lodingen april-mei 1955.

- 4) **Verdronken Land van Saafing en buitengronden :**
bezuiden de Kreekrakpolder.
Kaarten Rijkswaterstaat - Algemene Studiedienst
Vlissingen nr. C5/52.144
nr. C5/52.165
hoogtemetingen Nederlands Technisch Bureau Domei-
nen 1948/49.

- 5) **Belgische grens - Lillo :**
Kaart Antwerpse Zeediensten nr. C3/1594
peilingen mei-october 1956.

- 6) **Doel - Filip :**
Kaart Antwerpse Zeediensten nr. C3/1403
peilingen 1955/56.

3. De bouw van het model.

Het bouwen geschiedde als volgt. Na het uitzetten van de modelmuurtjes werd hiertussen een zavelbedding aangebracht welke mechanisch verdicht werd. Deze bedding werd vervolgens geprofileerd op een diepte 3cm groter dan de uiteindelijke diepte. Op deze profilering werden dan de juiste profielen uitgezet in cementmortel. Tussen de profielen werd met behulp van de peilkaarten het verloop der dieptelijnen verwezenlijkt. De profilering is in vakken verdeeld door het aanbrengen van voegen. Deze laatste werden met een plastisch vulmiddel gedicht.

Met het doel de diepteverdeling beter te laten uitkomen werd de aldus tot stand gekomen cementoppervlakte op de

volgende manier geschilderd : in het blauw onder de cota $-8,00^*$, in het rood tussen de cotas $-8,00$ en $0,00$, in het groen tussen de cotas $0,00$ en $+ 5,00$, en in het geel boven $+ 5,00$.

De kruispunten der rechthoekige coördinaten werden tevens op het model aangeduid om als merkteken te dienen.

4. De verwezenlijking van het getij.

Aan beide uiteinden van het model wordt, op ieder ogenblik de juiste waterstand opgelegd op de volgende manier:

Er wordt afwaarts in het model een constant debiet ingebracht dat groter is dan het grootste vloeddebiet en opwaarts een debiet groter dan het grootste ebdebiet. Het overtollige debiet d. i. het debiet dat aan elk der uiteinden moet verwijderd worden om aldaar de ogenblikkelijke juiste waterhoogten te verwezenlijken stort over kleppen [3 kleppen van 2m afwaarts en 1 klep van 2m opwaarts (zie bijlage 4)] waarvan de helling veranderlijk is en opgelegd wordt door een electromotor.

De werking van de getijapparatuur die toelaat op ieder ogenblik aan beide uiteinden de juiste waterstand op te leggen geschiedt als hierna beschreven.

a) Principe.

De ganse getijapparatuur is schematisch weergegeven op bijlage 5.

* Al de hoogten zijn herleid tot het vergelijkingsvlak van het Krijgsdepot.

In 't kort verloopt de werking als volgt:

Van een rooster, bestaande uit verticale en horizontale staven, worden de eerste achtereenvolgens door een zender onder spanning gebracht. Deze laatste wordt overgedragen op een horizontale staaf welke door een stekkertje electrisch verbonden is met de onder spanning staande verticale staaf (bv. b draagt de spanning over op k). Als gevolg van het onder spanning komen van een horizontale staaf, stelt de schijf van de zoeker zich in een welbepaalde stand. Door de beweging van deze schijf verplaatst zich ook het getijmechanisme (zie bijlage 10) waarvan de positie de te realiseren waterstand voorstelt. Op dit mechanisme zijn twee contactpunten bevestigd die samen met twee contactpunten op de vlotter , die de waterstand in het model aangeeft, de contacten p en q vormen. Bij afwijking tussen de opgelegde waterstand en deze in het model wordt een der contacten p of q gesloten. Aldus wordt de motor bekrachtigd die de kleppen een op- of neergaande beweging doet uitvoeren tot de afwijking te niet gedaan is.

b) Beschrijving.

De gewenste getijkrommen, hetzij voor het stroomopwaarts hetzij voor het stroomafwaarts uiteinde van het model worden ieder ingesteld op een rooster (zie foto 3). Deze roosters zijn samengesteld uit tweehonderd verticale en tweehonderd horizontale, van elkander geïsoleerde, bronzen staven. Op ieder kruispunt van een horizontale met een verticale staaf is het mogelijk deze electrisch met elkander te verbinden door een stekkertje in het daartoe voorziene gaatje te plaatsen.

./...

De verticale staven stellen ogenblikkelijke tijden voor in de cyclus van de getijkromme. De tijdspanne tussen twee opeenvolgende staven is $1/200$ van de gehele periode van het getij. Zij worden beurtelings onder spanning gebracht om na het tweehonderdste weer met het eerste te beginnen.

De horizontale staven stellen ogenblikkelijke waterhoogten voor. Het verschil in waterhoogte tussen twee opeenvolgende staven kan volgens de diepteschaal van het model ingesteld worden. Voor het Scheldemodel (verticale schaal $1/100$) werd voor dit hoogteverschil in model 0,3 mm genomen (3 cm natuur).

Om een gewenste getijkromme op het rooster in te stellen wordt deze kromme eerst getekend op een raster met tweehonderd horizontale en tweehonderd verticale lijnen. Het dichtsbijzijnde kruispunt van een verticale met een horizontale, daar waar de kromme telkens een verticale snijdt, wordt in een lijst aangetekend. Aan de hand van deze lijst worden dan de stekertjes op het rooster geplaatst.

De verticale staven van gelijk nummer der beide roosters worden gelijktijdig onder spanning gebracht en dit om de beurt in de volgorde der nummers. Dit wordt verkregen door een ketting van relais die door impulsen van een zender gestuurd wordt. Het elektrisch schema van de relais is weergegeven op bijlage 6. Het schema van de zender is weergegeven op bijlage 7. De tijdspanne tussen twee impulsen is regelbaar. De periode van het getij in model (200 impulsen) kan derhalve aangepast worden aan de tijdschaal van het model en eveneens kan rekening gehouden worden met het verschil in periode van springtij, gemiddeld getij en doottij.

Iedere verticale staaf die dus onder spanning komt draagt deze spanning over op de horizontale staaf waarmede ze op het kruispunt elektrisch verbonden werd door middel van het aangebrachte stekkertje. Deze spanning wordt naar een zoeker (zie foto 4) gebracht welke zoveel sleepcontactpunten bevat als er horizontale staven zijn. Bijlage 8 toont het elektrische schema. Het bijzonderste deel van deze zoeker is een schijf in isolerend materiaal waarop twee van elkander geïsoleerde metalen banden aangebracht zijn (zie bijlage 9). Op deze banden rusten de hiervoor genoemde sleepcontacten welke in overeenstemmende volgorde verbonden zijn met de horizontale staven.

Elk dezer metalen banden is elektrisch verbonden met een relais welke, wanneer bekrachtigd, de stroom via een relaisomschakelaar toevoert naar een motor die op zijn beurt de schijf in beweging brengt (zie bijlage 5). Deze mechanische koppeling is zodanig uitgevoerd dat de beweging der schijf in die zin verloopt dat het smalle isolatiestrookje zich steeds naar het contact toe beweegt dat onder spanning gebracht is. Eenmaal dit isolatiestrookje onder het betreffende contact gekomen slaat het relais uit en de aandrijfmotor der schijf valt stil. Een elektrische rem zorgt er voor dat de motor ogenblikkelijk stilstaat. Met andere woorden: het smalle isolatiestukje tussen de twee metalen banden op de schijf zoekt telkens het sleepcontact op dat onder spanning gebracht wordt onafgezien of dit zich op dit ogenblik links of rechts van het isolatiestrookje bevindt. Hierdoor neemt de schijf een wel bepaalde stand in. Op de as van deze schijf is een tweede schijf met groef vast aangebracht zodat ook deze de wel bepaalde stand inneemt (zie bijlage 10). Aan deze schijf met groef is een kabel met een uiteinde bevestigd.

Het andere einde van de kabel ondersteunt het lange einde van een hefboom welke aan zijn kort einde een raam draagt met twee contactpunten (zie foto 5).

In dit raam is een stang aangebracht welke insgelijks twee contactpunten draagt en in het raam een kleine op- of neerwaartse beweging kan maken. De speling tussen de contactpunten is op 0,3 mm ingesteld. Aan het onder-einde dezer stang is een vlotter bevestigd. Het geheel : zoeker, hefboom en raam met vlotter is in de nabijheid van de beweegbare kleppen in het voedingsbekken van het model geplaatst [een aan het opwaarts en een aan het afwaarts einde van het model (zie bijlage 4)]. Wanneer de waterstand in dit bekken t. o. v. de ingenomen stand van de hefboom (raam) verschilt zal een der contacten op het raam gesloten worden. Aldus wordt een stroomkring gevormd die via een elektrische apparatuur de motor bekrachtigt die de kleppen omhoog of omlaag doet bewegen tot de juiste waterstand bereikt is in het model. Dit proces herhaalt zich gedurende de ganse duur van het getij in het model.

5. Watercirculatie.

De watercirculatie is schematisch weergegeven op bijlage II.

Onder het model bevinden zich twee reservoirs, een afwaarts en een opwaarts, van elkaar gescheiden door een muur met afsluiter. De ingebrachte debieten aan het afwaarts en aan het opwaarts uiteinde van het model worden aan deze reservoirs ontnomen door 2 pompen met een totale capaciteit van 300 l/sec. afwaarts en door een pomp met een capaciteit van 50 l/sec.

opwaarts. De voeding gebeurt direct achter de kleppen en het water wordt op een zo gelijkmatig mogelijke wijze verdeeld over de ganse breedte van de rivier. De debieten over de kleppen worden via afvoerkanalen en rechthoekige meetoverlaten terug naar de reservoirs gevoerd. In iedere aanvoerleiding van de pompen bevindt zich een meetdiafragma om het toegevoerde debiet te meten.

6. Meetapparatuur.

a) voor getijkrommen.

Hiervoor beschikt het Waterbouwkundig Laboratorium over electronische apparaten, trilpuntapparaten en waterstandvolgers genoemd. Deze apparaten zijn speciaal voor modelmetingen ontworpen (zie fotos 6 en 7).

Hun nauwkeurigheid is van de orde van grootte van 0,1 mm.

Een elektrische koppeling van twee geeigende waterstandvolgers laat toe de vervallen tussen twee punten van het model te meten.

Op al deze apparaten kunnen tijdsignalen gegeven worden om de krommen in de tijd vast te leggen.

Naast deze verfijnde instrumenten bevinden zich op diverse plaatsen vast opgestelde peilnaalden om direct een waterhoogte te kunnen aflezen en om de ijking van de electronische apparaten te kunnen uitvoeren.

b) voor snelheden.

Voor het meten van snelheden in een vast punt wordt gebruik gemaakt van zogenaamde micromolentjes waarvan men het aantal toeren, welke een maat zijn voor de snelheid, kan registreren of op een teller optekenen (zie fotos 8, 9 en 10).

Het Wat erbouwkundig Laboratorium beschikt over molentjes die langs beide zijden kunnen aangestroomd worden.

Het bepalen der stroombanen en stroomsnelheden in een bepaald gebied wordt langs fotografische weg gedaan (zie foto 11).

c) voor debieten.

Zoals hoger vermeld onder 5. worden meetdiafragma's en rechthoekige overlaten toegepast.

d) voor vloed- en ebvolumen.

Door het registreren der waterhoogten in de twee reservoirs die zich onder het model bevinden, en die volumetrisch geijkt werden, is het mogelijk de vloed- en ebvolumen nauwkeurig te meten.

Foto 12 toont het registreerapparaat.

e) contrôle getijapparatuur.

Aan beide uiteinden van het model en boven het getijmechanisme bevindt zich een trommelapparaat waarop

de bewegingen van de klep, van de hefboom en van de waterstand opgetekend worden (zie foto 13).

IV. - DE HYDRAULISCHE IJKING VAN HET MODEL.

De ijking van het model omvat de contrôle:

- 1) der getijkrommen.
- 2) der debietkrommen van de kubatuurberekening.
- 3) der debietverdeling over schaar en vaarwater.
- 4) der snelheden in grootte en richting.
- 5) der stroombanen.

De gelijkvermigheid van het getij in het model met dit van de natuur wordt bekomen door het aanbrengen van de gepaste ruwheid op de gladde cementbodem. Deze ruwheid bestaat uit steenslag 20/40. Het aantal stenen per m² model werd empirisch bepaald. De verdeling in het model ziet er als volgt uit:

onder - 4,00m	25 stenen/m ²
tussen - 4,00 en 0,00 m	18 stenen/m ²
tussen 0,00 en + 5,00 m	12 stenen/m ²

Op het Verdronken Land van Saaftinge en op de slikken van de Kreekrakpolder werd geen ruwheid aangebracht. De stroomsnelheden op deze hoge gedeelten van de Scheldebedding zijn inderdaad klein, en bijgevolg veroorzaakt de ruwheid hier zeer weinig energieverlies.

Daar de grote zandtransporten plaats vinden bij springtij en dus de proeven dienen uitgevoerd te worden met een dergelijk getij, werd ook de ijking met een springtij gedaan.

Er werd namelijk gebruik gemaakt van het springtij van 30.12.1955 waarvan de Antwerpse Zeediensten een kubaturberekening uitgevoerd hebben. Voor het model werd dit getij periodisch gemaakt door het op gelijke hoogte brengen van de L.W.'s vóór en na het H.W. Dit kon zonder bezwaar geschieden daar de beide L.W.'s zeer weinig in hoogte verschilden.

1) a. De getijkrommen.

Zoals hoger gezegd worden aan beide modeluiteinden getijkrommen opgelegd. Deze krommen zijn zodanig dat de getijkrommen, in de dichtst bij de modelgrenzen gelegen stations, juist zijn. Voor het model zijn dit de plaatsen Hansweert en Liefkenshoek.

In het deel der Westerschelde in model weergegeven, zijn buiten Hansweert en Liefkenshoek, slechts 2 plaatsen waar registrerende peilschalen opgesteld zijn nl. te Bath (vanaf 1957) en te Hedwiggpolder. Op enkele punten worden gedurende de dag rechtstreekse opnamen van de cota's van hoog- en laagwater gedaan. Tijdens metingen worden gewoonlijk op diverse plaatsen niet registrerende peilschalen afgelezen, bv. Waarde, Perkpolder en Zimmermannpolder.

Bijlage 12 geeft de krommen van het getij van 30 december 1955 te Hansweert, Liefkenshoek en Hedwiggpolder.

De natuur- en modelkrommen van Hansweert en Liefkenshoek vallen samen om de hogergenoemde reden. De gelijkvormigheid is zeer bevredigend voor de getijkromme in Hedwigpolder.

Hierbij dient echter het volgende aangestipt te worden. De natuurkromme zoals deze verstrekt werd door de Antwerpse Zeediensten werd 0,06m verhoogd. De volgende reden kan dit rechtvaardigen. Als middenstand (dit is het peil zodanig dat het oppervlak van de getijkromme boven dit peil gelijk is aan het oppervlak er onder) werd gevonden te Hansweert 3,08m + N.K.D., te Hedwigpolder 3,08m + N.K.D., te Liefkenshoek 3,16m + N.K.D. Het is bekend dat bij een periodisch getij de middenstand naar boven oploopt. De vergelijking van de middenstand laat dus toe de getijkromme Hedwigpolder 0,06m te verhogen.

Daar de natuurgegevens aangaande het getij, zoals men ziet, betrekkelijk schaars zijn, werd groot belang gehecht aan het bekomen der juiste debieten in het model, die een goede toetssteen zijn voor de gelijkvormigheid van het model met de natuur.

b. Dwarsverhangen.

In de natuur werden in drie raaien aangegeven op bijlage 4 dwarsverhangen gemeten (raai 1, 2 en 3). De metingen vonden plaats in augustus en september 1954, in juni 1955 en in mei 1956. In raai 2 treden de grootste dwarsverhangen op. Op deze plaats werd dan ook in het model overgegaan tot de meting van deze verhangen.

De meting geschiedde met de hoger genoemde waterstandvolgers die toelaten rechtstreeks de vervalcurve tussen twee punten op te meten. Op bijlage 4 is de situatie van de meetpunten weergegeven. In de natuur werd het verval tussen P_1 en P_2 niet gemeten. De coëfficiënt van het getij te Hansweert (dit is de verhouding van de getijrijzing, - daling, tot deze van het gemiddeld getij) waarbij in de natuur gemeten werd bedroeg 1,15. Voor het model was deze coëfficiënt 1,18 (springtij van 30.12.55).

Op bijlage 13 zijn de dwarsverhangen getekend en op bijlage 14 de snelheidscurven in punt 1 van de vloedsluis onder Zimmermanpolder en in punt 4 van de Overloop van Valkenisse, en de getijcurve in model in punt P_4 .

De overeenkomst met de in de natuur gemeten dwarsverhangen is bevredigend. De grootste dwarsverhangen treden op voor H. W. bij maximum vloednelheid. Dat geen volkomen overeenstemming bereikt wordt is te wijten aan verschillende factoren, bv. het Corioliseffect dat niet in model aanwezig is, de verschillen in het getij zelf, de nauwkeurigheid waarmee de metingen in model en natuur uitgevoerd werden e. a.

2) Debietcurven van de kubaturberekeningen.

Het bepalen van de debietcurven aan de randen van het model geschiedt met behulp van de hogergenoemde meetoverlaten en diafragma's. De situatie van deze meetoverlaten is aangegeven op bijlage 4.

Het constante pompdebiet wordt gemeten met behulp van een diafragma. Met de rechthoekige meetoverlaten wordt het debiet over de kleppen bepaald. Voor de afwaartse zijde is het modeldebiet (positief bij vloed, negatief bij eb) gelijk aan het pompdebiet min het klepdebiet. Voor de opwaartse zijde is het modeldebiet gelijk aan het klepdebiet min het pompdebiet. De kennis van het pompdebiet en de registratie van de waterstand in de meetoverlaat laten dus toe door een verschilberekening de debietkromme aan de rand van het model te bepalen.

Het bepalen van de debietkrommen in het model geschiedt met behulp van micromolentjes. In een reeks punten, waarvan het aantal varieert met de breedte van de rivier, worden de snelheden gemeten op een constante diepte (2m) onder het wateroppervlak. Door de vermenigvuldiging van de bekomen snelheid met het dwarsprofiel wordt het debiet verkregen. Hierop dient echter nog een coëfficiënt toegepast te worden om de gemeten snelheden tot de gemiddelden te herleiden.

Het meten van de debieten aan de uiteinden van het model geeft niet juist de absolute waarde der debieten weer en derhalve ook niet de juiste getijvolumes. Dit is te wijten aan het niet nauwkeurig genoeg te meten pompdebiet en aan het feit dat een verschilberekening toegepast wordt. Voor het bepalen van de getijvolumes wordt derhalve gebruik gemaakt van de twee reservoirs die zich onder het model bevinden. Het optekenen van de variatie van de waterstand in deze reservoirs, en de kennis van de volumetrische ijking laten toe direct de vloedvolumes aan beide uiteinden van het model te bepalen. Bijlage 15 verduidelijkt deze methode van meten.

Voor het springtij van 30.12.55 verkrijgen we aldus volgende overeenstemming tussen getijvolumes model en natuur.

Getijvolumes in miljoen m³

	Afwaarts modeluiteinde		Opwaarts modeluiteinde	
	Vloed	Eb	Vloed	Eb
Natuur	564,9	569,2	104,5	108,3
Model	585	580,7	107,8	102,5

Bijlage 16 toont de debietkrommen voor natuur en model aan het afwaartse modeluiteinde voor het getij van 30.12.55. De natuurdebietkromme werd bepaald door kubatuurberekening, de modelkromme door middel van de meetoverlaten.

Bijlage 17 geeft de debietkrommen in de raai Lichtbaken Zuid-Ballastplaat (voor situatie zie bijl. 4). De natuurdebietkromme is weer deze van de kubatuurberekening van het springtij van 30.12.55. De modeldebieten werden bepaald door snelheidsmetingen met micromolentjes. Op de bekomen snelheden werd een coëfficiënt van 0,80 toegepast om ze te herleiden tot gemiddelde snelheden. De afwijking tussen de getijvolumes in natuur en model is van dezelfde orde van grootte als deze in bovenstaande tabel. De modelmeting levert echter in deze raai een klein eboverschot terwijl aan de uiteinden van het model een vloedoverschot aanwezig is. De afwijking is echter klein en is te verklaren door meetonnauwkeurigheden.

Als conclusie kan gesteld worden dat de overeenstemming tussen model en natuur wat debieten en getijvolumes betreft, bevredigend is.

3) De debietverdeling over schaar en vaarwater.

Onder 2) werd de overeenstemming tussen de debieten over een ganse doorsnede in model en natuur besproken.

Een bijkomende eis die echter moet gesteld worden voor het te onderzoeken probleem is de gelijkvormigheid van de verdeling van het debiet over de breedte van een dwarsdoorsnede.

Uit metingen in de natuur heeft men voor twee doorsneden de procentsgewijze verdeling der debieten over het schaar en het vaarwater kunnen bepalen. Het gaat hier om de raai Perkpolder-Waarde, en de raai Lichtbaken-Zuid-Ballastplaat (voor situatie zie bijlage 4).

In eerst genoemde raai vonden de natuurmetingen plaats in september 1955 en in de tweede raai in juni en juli 1958.

De getijden waarbij de metingen uitgevoerd werden verschilden in grootte. Hiervan werd rekening gehouden bij het bepalen der debietverdeling. In model werd de meting uitgevoerd met het springtij van 30.12.55. Er werd gebruik gemaakt van micromolentjes. Op bijlagen 18 en 19 zijn respectievelijk de dwarsprofielen van raai Perkpolder -Waarde en raai Lichtbaken Zuid-Ballastplaat getekend met de situatie der meetpunten in model.

In volgende tabel is de debietverdeling over schaar en vaarwater aangegeven.

Debietverdeling in % over schaar en vaarwater

In raai Perkpolder - Waarde				
	Vloed		Eb	
	vaarwater	schaar	vaarwater	schaar
Natuur	28	72	44	56
Model	27	73	43,5	56,5

In raai Lichtbaken Zuid-Ballastplaat				
	vaarwater	schaar	vaarwater	schaar
Natuur	46	54	65	35
Model	36	64	61	39

Uit de tabel blijkt dat de overeenstemming model-natuur zeer goed is in de raai Perkpolder-Waarde. In de raai Lichtbaken Zuid-Ballastplaat is de overeenstemming veel minder goed, maar is nog wel bevredigend. Men moet inderdaad bedenken dat de meting in de natuur bij verschillende getijden geschied is en bij wisselende weersomstandigheden (wind). Bovendien is de nauwkeurigheid der berekening van de debietsverdeling in natuur en model ook beperkt. De meting in de laatst genoemde raai is ook geschied in 1958 terwijl het model in die omgeving gebouwd is met de peilingen van 1956.

4) De snelheden in grootte en richting.

Op het Nederlands gedeelte der Schelde werden snelheidsmetingen in grootte en richting uitgevoerd bij verschillende getijden in de zomer van 1954 en 1955 (voor situatie der meetpunten zie bijlage 20). Op Belgisch gebied

werden puntmetingen gedaan in 1958 in de raai Zandvliet (zie bijlage 4).

In de Nederlandse metingen werd het punt 2_b als referentiemeetpunt ingevoerd. Hier werd meerdere malen de richting en de grootte der snelheden bij verschillende getijen gemeten. Op bijlage 21 is voor dit punt de richting van de maximum snelheid uitgezet voor de verschillende meetdagen. De lengte van de vectoren is evenredig met de getijcoëfficiënt te Hansweert. Een richtingsvariatie in functie van de grootte van het getij is zeker niet te onderscheiden voor de eb en nauwelijks voor de vloed. Andere factoren dan de grootte van het getij, bv. kracht en richting van de wind, turbulentie, spelen zeker een rol in de aangeduide spreiding. Met het oog op deze laatste kunnen we een richtingsafwijking van 10 à 15° tussen natuur en model wel aanvaarden.

Bijlage 22 toont de variatie van de maximumsnelheden in dit punt in functie van de grootte van het getij. In tegenstelling tot de richting der maximumsnelheden is voor de grootte van deze laatste een zeer duidelijke afhankelijkheid van de getijamplitude vast te stellen. Het aantal meetpunten is echter te beperkt om een wet op te stellen die zou toelaten de snelheid te berekenen met behulp van de getijrijzing (daling). Een dergelijke wet zou ook nog een spreiding toelaten waarvan de orde van grootte kan gesteld worden op $\pm 0,10$ à $0,20$ m/sec. Bovendien zou die wet alleen voor het meetpunt in kwestie gelden en niet mogen toegepast worden in een ander punt, bv. in de Schaar van de Noord.

Zoals hogergezegd werden de puntsnelheidsmetingen uitgevoerd bij verschillende getijden. Daar het te tijdrovend geweest zou zijn om al deze getijden in het model te brengen werd de contrôle van genoemde metingen gedaan met het springtij van 30.12.1955.

Op de bijlagen 23 t/m 29 zijn voor 7 meetpunten de snelheidskrommen en snelheidsrozen in model en natuur getekend. Voor de punten in de raai Zandvliet werden geen richtingsmetingen gedaan. Voor iedere snelheidskromme is de getijcoëfficiënt te Hansweert vermeld. Onder gemiddelde of maximale snelheid in de natuur verstaan we de gemiddelde of maximale snelheid in de verticaal door het meetpunt. De tijdsvoorsprong is steeds H. W. Vlissingen = 0h00.

De conformiteit tussen de snelheidsrozen kan als bevredigend beschouwd worden gelet op hetgeen hoger gezegd aangaande de richtingsverspreiding.

Ook de conformiteit van de grootte der snelheden kan als voldoende beschouwd worden, lettend op de spreiding van de grootte der snelheden in de natuur en op het feit dat het punt-, dus locale snelheden zijn.

5) De stroombanen.

In de natuur werden in drie vakken der Westerschelde nl. a) omgeving Waarde-Perkpolder, b) omgeving Bath, en c) tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Doel, drijfvermetingen uitgevoerd. Voor het eerste vak geschieden deze metingen in 1958, voor het tweede in 1952 en voor het

derde in 1958 en 1959. Er zij aan herinnerd dat het model gebouwd is met de toestand 1955-1956.

Geen enkele meting is uitgevoerd in de riviertoestand welke in het model is weergegeven. Hierin schuilt een reden waarom de metingen in model afwijkingen kunnen vertonen met deze van de natuur. Deze bemerking slaat vooral op vakken 1 en 2, waar de diepten snel evolueren, en in mindere mate op vak 3. Een andere reden van afwijking tussen model- en natuurmeting is gelegen in het feit dat richting en sterkte van de wind een invloed kunnen uitoefenen op de drijvers; deze invloed is niet in het model aanwezig. Verder dient nog aangestipt dat, zoals hoger gezegd voor de snelheidsrichtingen in een punt, de baan door een vlotter gevolgd, in natuur en model, een zekere spreiding vertoont welke afhankelijk is van de turbulentie.

a) Vak Waarde-Perkpolder.

De meting geschiedde hier over een rivierlengte van 1300m. De ebmeting vond plaats op 30.5.1958 en de vloedmeting op 6.6.1958. Er werden 21 stokdrijvers gebruikt verdeeld over 7 boten. Iedere boot had dus 3 drijvers die op vaste vertrekpunten in het water geworpen werden, en waarvan de positie regelmatig opgenomen werd tot ze het vak (lengte 1300m) verlaten hadden. Door de verschillende achtereenvolgende posities van een drijver te verbinden bekomt men de stroombaan die de drijver gevolgd heeft. Daar bovendien de tijdsduur tussen de verschillende posities van de drijver bekend is kan men de snelheden langs de baan uitrekenen. In het model werd om fotografische redenen een andere werkwijze toegepast. Over het ganse vak werden oppervlakte drijvers op het water gewor-

pen welke op bepaalde tijden, gedurende 10 sec.-model, gefotografeerd werden. Aldus bekomt men korte drijverbanen die slechts een gedeelte van het vak in beslag nemen.

De bijlagen 30 en 31 tonen de bekomen uitslagen in model en natuur respectievelijk rond het tijdstip van maximum vloed en maximum eb. In het model werd met de opgetreden getijen in de natuur gestroomd.

De overeenstemming voor de drijverbanen bij eb is zeer bevredigend te noemen. Op sommige plaatsen zijn de modelsnelheden iets groter dan deze van de natuur, op andere plaatsen zijn ze echter iets kleiner. In het algemeen kunnen we van een goede overeenstemming spreken, te meer daar de tijden van opname in de natuur niet altijd juist overeenkomen met deze van het model.

De overeenstemming voor de vloed is als minder goed te karakteriseren. Vooral in de helft van het vak onder de rechteroever is een richtingsfout te constateren. De snelheidsrichtingen in model vertonen een antikloks-gewijze verdraaiing t. o. v. deze in natuur. Ook op het bovenstroomse einde van de platen van Ossenisse en de drempel van het Zuidergat zijn richtingsafwijkingen waarneembaar. De genoemde richtingsfouten zijn te wijten aan verschillende redenen. Een hiervan is zeker de wijzigingen die zich voorgedaan hebben in de bodemtopografie, welke verduidelijkt zijn op bijlage 32. Tegelijkertijd met de evolutie van het Schaar van Walsoorden en de platen van Valkenisse hebben zich ook de platen van Ossenisse en de ebgeul onder L.O. bij Perkpolder gewijzigd. Vooral deze laatste wijzigingen zijn van invloed op de geconstateerde afwijkingen der stroomrichtingen.

Ook moet bedacht worden dat de afwaartse modelgrens zeer schuin gericht is t. o. v. de algemene stromingsrichting ter plaatse. We verkrijgen aldus een foutieve instroming in het model die pas op zekere afstand verdwijnt en nog een zekere invloed kan gehad hebben op de richtingsafwijkingen. Tenslotte kan ook het Corioliseffect dat niet in model aanwezig is van invloed zijn op de stroombanen.

Wat de overeenstemming der grootte der snelheden betreft kunnen we hetzelfde opmerken als voor de eb-drijving.

b) Omgeving Bath.

De metingen in de natuur werden uitgevoerd in de maanden mei, juni en juli 1952. De grootte van het getij verschilde voor iedere drijvermeting. Bij vloed werd gemeten met getijrijzingen te Bath van 4.45 , 4.73, 4.83 en 5.04m en bij eb met getijdalingen te Bath van 3.98, 4.22, 4.14 en 4.35m. De gemiddelde getijamplitude in deze plaats is 4.51m. De ebmetingen zijn dus geschied met getijen die eerder doodtij benaderen, terwijl de vloedmetingen met matig springtij en gemiddeld getij uitgevoerd zijn. De modelmeting vond plaats als beschreven onder a) met het springtij van 30.12.55.

Het platensysteem van Saaftinge is in de periode '52 -'55 zodanig veranderd dat een goede overeenstemming tussen de stroombanen bij eb in model en natuur niet te verwachten is. De bijlage 33 toont de situatie der diepten in 1952 en 1955.

De stroombanen bij maximum vloed worden in veel mindere mate beïnvloed door de diepteveranderingen. We verkrijgen dan ook een redelijke overeenstemming tussen de stroombanen in model en natuur. Bijlage 34 illustreert dit bij maximum vloed. Over de grootte der snelheden kan weinig gezegd worden daar de getijden waarbij gemeten werd in model en natuur te veel van elkaar verschillen.

c) Vak Hedwiggolder-Frederik.

De natuurmetingen vonden plaats op 2/4, 2/5, 6/5 en 4/7/1958 ; de grootte van het getij te Hedwiggolder varieerde van 5.00m tot 5.50m, dus springtij. In model geschiedde de meting met het springtij van 30/12/1955. (amplitude in Hedwiggolder 5.30m). De modelmeting geschiedde als beschreven onder a). De bijlagen 35 en 36 hebben betrekking op deze metingen. Op de eerste bijlage zijn de stroombanen in model en natuur getekend op het ogenblik van maximum vloed, en op de tweede bijlage op het ogenblik van maximum eb.

De overeenkomst model-natuur voor de grootte der snelheden en de richtingen is bevredigend lettend op: verschillen tussen de opnametijden in natuur en model, de spreiding in grootte en richting, de verschillen in diepten tussen de toestanden 1955 en 1958, de verschillen in waterstanden.

V. - DE IJKINGSPROEVEN I. V. M. BEWEEGBAAR MATERIAAL

1. Het beweegbaar materiaal.

Voor de later te bespreken proeven worden polystyreenkorrels als bodemmateriaal gebruikt. Het korreldiagramma is weergegeven op bijlage 37 waarop ook zeefkrommen van andere materialen aangegeven zijn. De gemiddelde korrel-diameter is 2,8mm, het soortelijk gewicht 1.05. Het begin der beweging treedt op bij een watersnelheid van 0,08m/sec.

Polystyreenkorrels, als dusdanig verkrijgbaar in de handel, zijn bezwaarlijk direct bruikbaar in modellen. Verschillende verschijnselen, o. a. oppervlakte spanningen, capillaire spanningen, statische electriciteit, zijn oorzaak dat de korrels gemakkelijk opdrijven en aan elkaar kleven. Om aan deze bezwaren te verhelpen worden de korrels bewerkt met zagemeel en benzol. Aldus verkrijgt men een materiaal dat een ruw en hygroscopisch oppervlak vertoont en aldus gemakkelijk onder water te brengen is en geen neiging tot opdrijven vertoont.

2. Contrôle der zandtransportmetingen.

In de zomer van 1959 werden bij springtij drie reeksen zandtransport metingen uitgevoerd in zes raaien. In iedere raai werd gelijktijdig gemeten in een punt in het schaar en een punt in het vaarwater bij maximum vloed en eb. Voor iedere raai werd voor eb en vloed afzonderlijk de procentsgewijze verdeling bepaald van het zandtransport over het schaar en het vaarwater.

Een vergelijking tussen het zandtransport in verschillende raaien is onmogelijk daar al de metingen met verschillende getijden uitgevoerd werden.

Bij de contrôleproeven in het model werd tijdens kentering een gelijke hoeveelheid materiaal op een gelijke oppervlakte in schaar en vaarwater neergelegd. Na de vloed(eb) werd de resterende hoeveelheid op de oppervlakte weggenomen. Het verschil tussen gestort en weggenomen materiaal geeft de verplaatste hoeveelheid. Op bijlage 38 zijn de uitslagen van model en natuur weergegeven. In de raaien 1 en 2 werd niet in het model gemeten, omdat raai 1 wat te dicht bij de afwaartse modelgrens gelegen is, en in raai 2 een te groot verschil bestaat in bodemconfiguratie tussen de natuurtoestand 1959 in de modeltoestand 1955.

Bij de interpretatie der resultaten dient gelet op het volgende:

1. In model werd gemeten met de riviertoestand 1955 die verschilt met de toestand 1959. Het verschil in bodemconfiguratie maakt het noodzakelijk zekere meetpunten in het model aan te passen.
2. De modelproeven werden uitgevoerd met vaste bodem. Er werd bijgevolg geen rekening gehouden met de verzadigingsgraad van het water aan vaste stoffen.
3. De invloed van golven op het zandtransport, welke van belang kan zijn voor ondiepe plaatsen, evenals de invloed van het baggeren en storten in de omgeving der meetpunten, zijn niet in het model aanwezig.

4. Op plaatsen waar slechts kleine snelheden optreden, dus weinig zandtransport, kunnen belangrijke verschillen tussen model en natuur gevonden worden. Dit hangt samen met de snelheid waarbij het materiaal in natuur en model in beweging komt. In de natuur is het zandtransport pas merkbaar voor snelheden van 0,60m/sec. Polystyreenkorrels bewegen pas goed vanaf 0,10m/sec (dus 1,00 m/sec natuur).
5. De uitgevoerde metingen in de natuur vertonen onderling een zeer grote spreiding.

In de raai 7-7' stemmen de resultaten in model vrij goed overeen met deze van de natuur. Dit is ook het geval voor de eb in raai 6-6'; bij de vloed treden hier slechts kleine snelheden op, waardoor het verschil model-natuur bij vloed kan verklaard worden. In de raaien 5-5' en 3-3' is de overeenstemming goed bij vloed echter veel minder goed bij eb. Sommige der hoger genoemde factoren zoals verandering der bodemconfiguratie, storten van baggerspecie, golfslag, grootte der snelheden kunnen hiervan de oorzaak zijn.

3. Modeltechnische proeven i. v. m. het onderzoek der stortplaatsen.

Betreffende het onderzoek der stortplaatsen werd de invloed op de resultaten der proeven nagegaan van:

- a) de grootte der oppervlakte waarop het beweegbaar materiaal werd neergelegd.
- b) de grootte van de korreldiameter.

*

*

*

a) Invloed van de grootte der oppervlakte waarop beweegbaar materiaal wordt neergelegd.

Ter hoogte van het Konijnenschor werd over gans de breedte van het vaarwater afzonderlijk in vijf verschillende vakken (1, 2, 3, 4, 5) gedurende 20 achtereenvolgende getijen 500 cc beweegbaar materiaal neergelegd. De opmeting geschiedde telkens na het 65 ste getij. De resultaten, uitgedrukt in % van de totale gestorte hoeveelheid, zijn weergegeven op bijlage 39.

Bij een andere proef werd over gans de breedte op de vijf vakken tezamen telkens bij K.H.W. (kentering hoogwater) gedurende 20 achtereenvolgende getijen een hoeveelheid materiaal neergelegd gelijk aan deze der vijf afzonderlijke proeven samen, met opmeting eveneens na het 65ste getij, en weergegeven op bijlage 40.

Er werd nu nagegaan in hoeverre het resultaat van deze opmeting overeenstemde met de resultante der 5 afzonderlijke proeven.

Zoals men kan opmerken was voor beide gevallen het beeld der verplaatsingen hetzelfde. Quantitatief gezien was er daarentegen een groot verschil te bespeuren en stelden we vast dat bij gezamenlijke storting de beweging veel langzamer geschiedde.

De oorzaak hiervan ligt in het feit dat bij de proeven met afzonderlijke storting een veel groter randeffect op het beweegbaar materiaal verkregen wordt. Door randeffect

bedoelen we dat de korrels gelegen langs de rand van de zone bestaande uit beweegbaar materiaal zich gemakkelijker afzonderlijk op de gladde cementbodem verplaatsen dan deze welke in de massa ingesloten zijn. Welnu dit randeffect was bij afzonderlijke storting natuurlijk aanzienlijk groter dan bij de globale storting waar dan ook eerder een verplaatsing in massa vastgesteld werd, verplaatsing welke natuurlijk veel langzamer verliep .

Gelijkaardige proef werd uitgevoerd in het vaarwater boven Bath en leidde tot dezelfde conclusies.

b) Invloed van de afmetingen van het gebezigde beweegbaar materiaal op de opmetingen.

Al de proeven waarvan tot nog toe sprake was werden uitgevoerd met polystyreenkorrels met een gemiddelde diameter van 2,8mm.

Bij wijze van proef werd nu een der metingen hernomen ditmaal met polystyreenkorrels met een gemiddelde diameter van 1,5mm.

Deze proef werd uitgevoerd op de stortplaats nr. 2 onder het Konijnenschor en geschiedde in identiek dezelfde omstandigheden als de reeds gedane met korrels van gemiddeld 2,8mm doormeter , t. t. z. er werd gedurende 20 achtereenvolgende getijen 500 cc van dit nieuw beweegbaar materiaal neergelegd en de verplaatsingen er van bepaald na het 65ste getij.

De uitslagen zijn weergegeven op bijlage 41, terwijl op bijlage 42 de resultaten der proef met korrels van 2,8 mm gemiddelde diameter, zijn aangebracht.

De vergelijking der resultaten toont aan dat het beeld der verplaatsingen in beide gevallen hetzelfde is. Het verschil bestaat alleen hierin dat de kleinere korrels zich vlugger en gemakkelijker verplaatst hebben, dit wil dus m. a. w. nog zeggen dat deze kleinere korrels de vroeger waargenomen verplaatsing na 65 getijen met een minder aantal getijen reeds bereikt had.

We besluiten hieruit dat de afmetingen van het gezegde beweegbaar materiaal enkel invloed hadden op de snelheid der verplaatsing en niet op het beeld der verplaatsing.

*

* *

Bij al de uitgevoerde proeven komt het er echter in hoofdzaak op aan een idee te hebben nopens het beeld der verplaatsingen, beeld dat toelaat verschillende proeven in zelfde omstandigheden uitgevoerd onderling kwalitatief met elkaar te vergelijken.

Borgerhout, december 1960.

De e. a. Ingenieur van Bruggen
en Wegen,
belast met de studie,



J. THEUNS.

De Hoofdingenieur-Directeur van
Bruggen en Wegen,
Directeur van het Waterbouwkundig
Laboratorium,



A. STERLING.

LIJST DER BIJLAGEN.

<u>Nummer</u>	<u>Omschrijving.</u>
1	Het Zeescheldebekken.
2	Getijgegevens van de Westerschelde.
3	De Schelde van Vlissingen tot Antwerpen.
4	Plan van het model.
5	Schema getijapparatuur.
6	Getijapparatuur - Relais.
7	Getijapparatuur - Zender.
8	Getijapparatuur - Zoeker.
9	Schema zoeker.
10	Schema getijmechanisme.
11	Schema watercirculatie.
12	Getijkrommen van 30.12.1955.
13	Dwarsverhangen.
14	Snelheidskrommen in de punten 1 en 4.
15	Meting getijvolumes.
16	Debietkromme afwaarts modeluiteinde.
17	Debietkromme raai lichtbaken Zuid-Ballastplaat.
18	Situatie meetpunten in raai Perkpolder-Waarde.
19	Situatie meetpunten in raai lichtbaken Zuid-Ballastplaat.
20	Snelheidsmetingen - Situatie der meetpunten.
21	Richtingsmetingen in punt 2b.
22	Maximumsnelheden in punt 2b.
23	Snelheidsroos en -kromme in punt 2a ₁ .
24	Snelheidsroos en -kromme in punt 1b.
25	Snelheidsroos en -kromme in punt 9a.
26	Snelheidsroos en -kromme in punt 9b.

- 27 Snelheidsroos en -kromme in punt 1 a₁.
- 28 Snelheidskromme in punt 2 - raai lichtbaken Zuid-Ballastplaat.
- 29 Snelheidskromme in punt 6 - raai lichtbaken Zuid-Ballastplaat.
- 30 Stroombanen in vak Perkpolder - Waarde bij maximum vloedstroom.
- 31 Stroombanen in vak Perkpolder - Waarde bij maximum ebstroom.
- 32 Platen van Ossenissee en Valkenisse. Situatie der diepten in 1955 en 1959.
- 33 Platensysteem van Saafdinge . Situatie der diepten in 1952 en 1955.
- 34 Stroombanen in de omgeving van Bath bij maximum vloedstroom.
- 35 Stroombanen in vak Hedwigpolder - Frederik bij maximum vloedstroom.
- 36 Stroombanen in vak Hedwigpolder - Frederik bij maximum ebstroom.
- 37 Zeefkrommen.
- 38 Zandtransportmetingen.
- 39 Stortplaatsen 1, 2, 3, 4, 5 ter hoogte van het Konijnenschor. Afzonderlijke stortingen. Opmeting na het 65ste getij.
- 40 Stortplaatsen 1, 2, 3, 4, 5 ter hoogte van het Konijnenschor. Gezamenlijke storting. Opmeting na het 65 ste getij.
- 41 Stortplaats 2 ter hoogte van het Konijnenschor. Korrels met een gemiddelde diameter van 1,5mm. Opmeting na het 65ste getij.
- 42 Stortplaats 2 ter hoogte van het Konijnenschor. Korrels met een gemiddelde diameter van 2,8mm. Opmeting na het 65ste getij.

LIJST DER FOTO'S.

<u>Nummer.</u>	<u>Omschrijving.</u>
1	Het model van afwaarts naar opwaarts gezien.
2	Het model in de omgeving van Bath.
3	Zender, relais en roosters van getijapparatuur.
4	Geopende zoeker.
5	Getijmechanisme en vlotter.
6	Trilpuntapparaat.
7	Waterstandsvolger.
8	Detail micromolentje.
9	Micromolentje met registreerapparatuur.
10	Micromolentje met impulsieteller.
11	Voorbeeld van opname van stromingsbeeld in het model.
12	Registreerapparaat voor optekenen der waterstanden in reservoirs.
13	Getijmechanisme met trommelapparaat en overlaatklep.

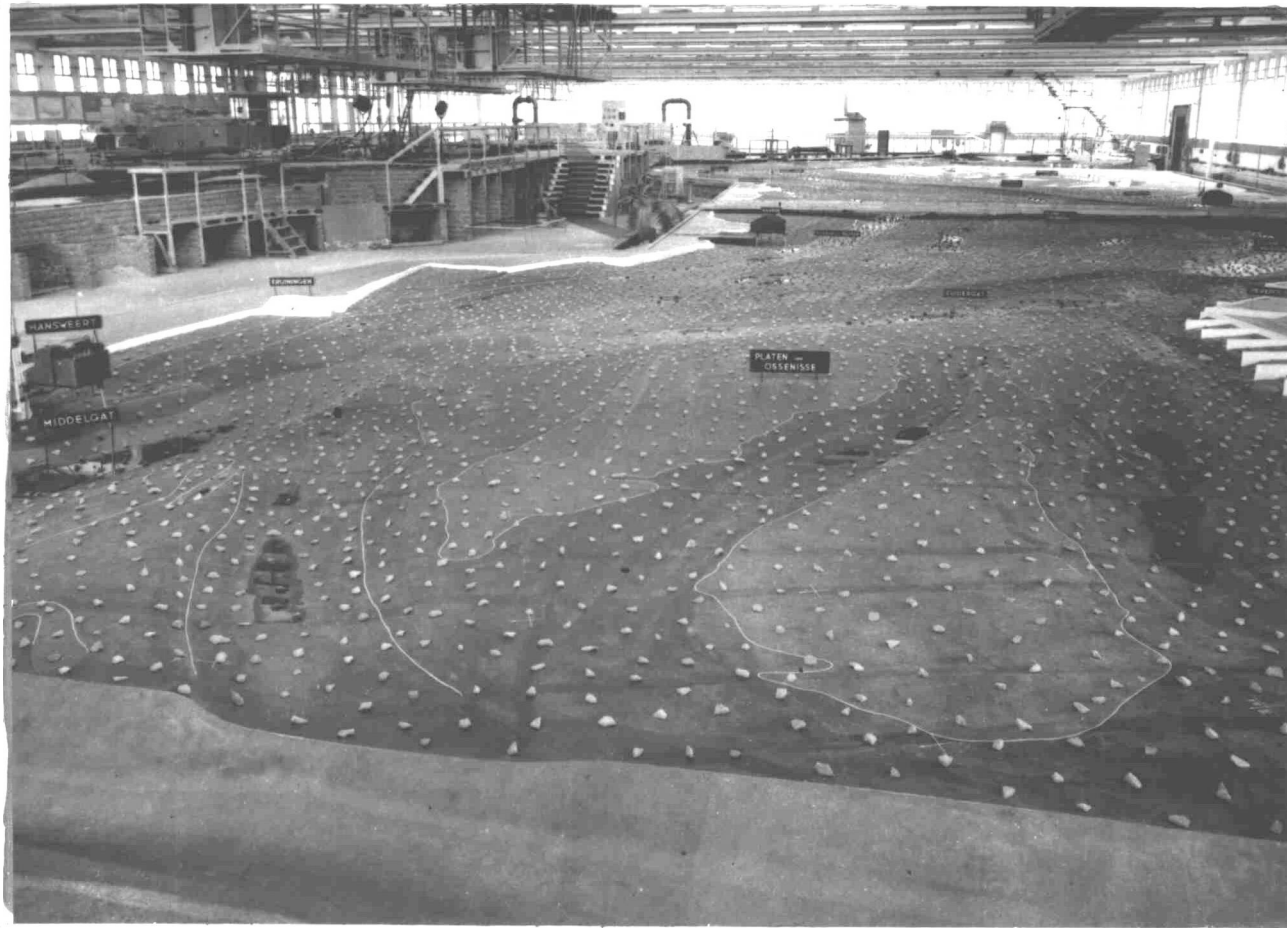


Foto 1.

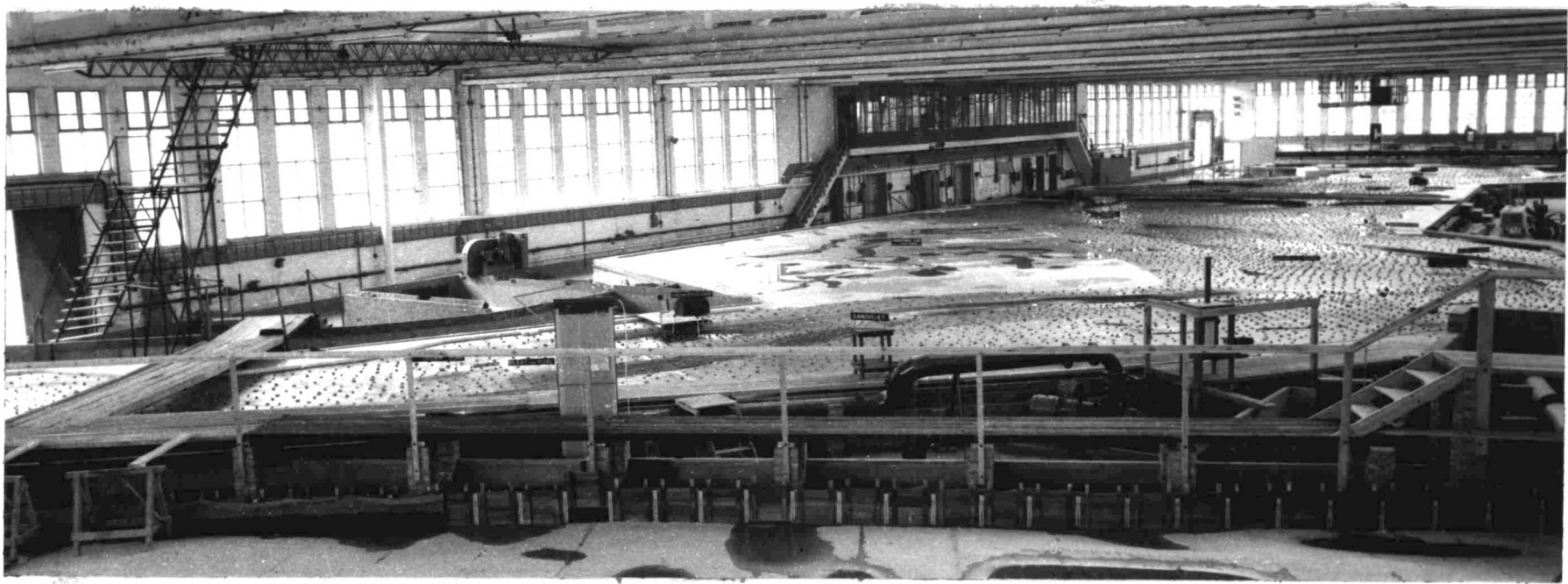


Foto 2.

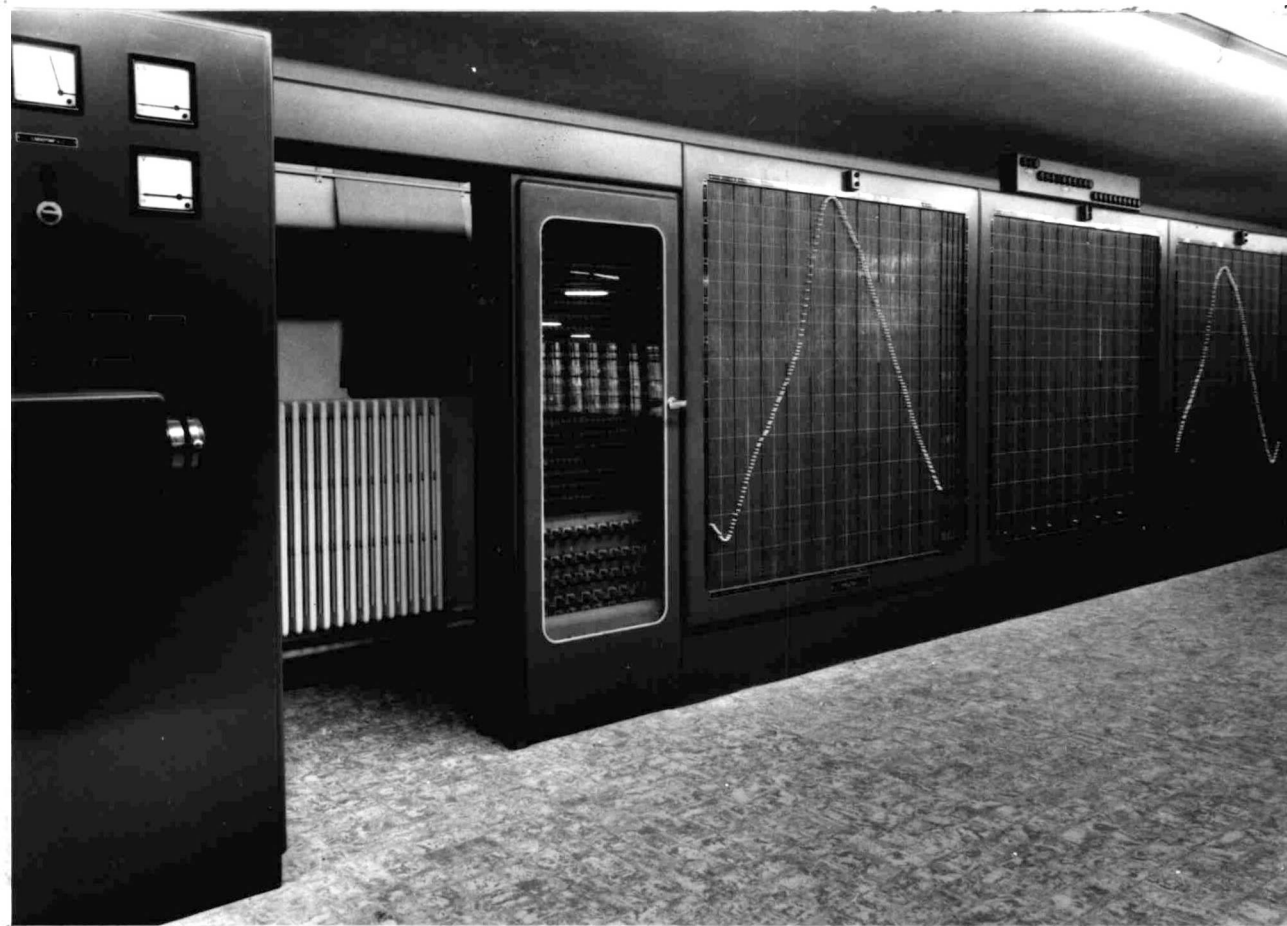


Foto 3.

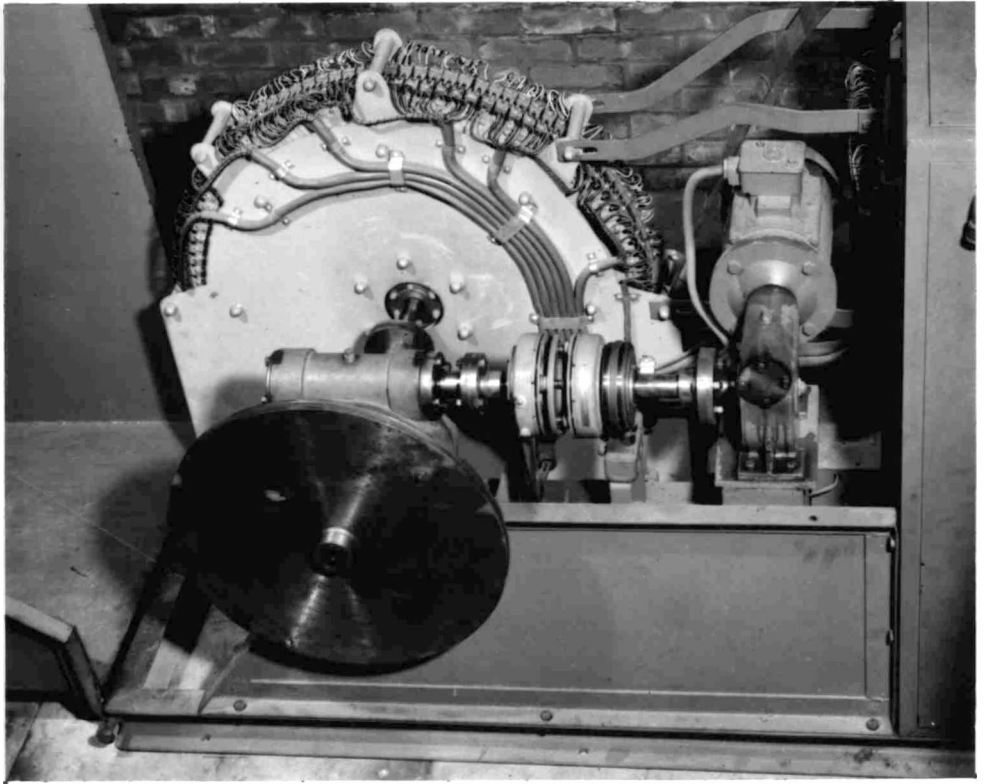


Foto 4.

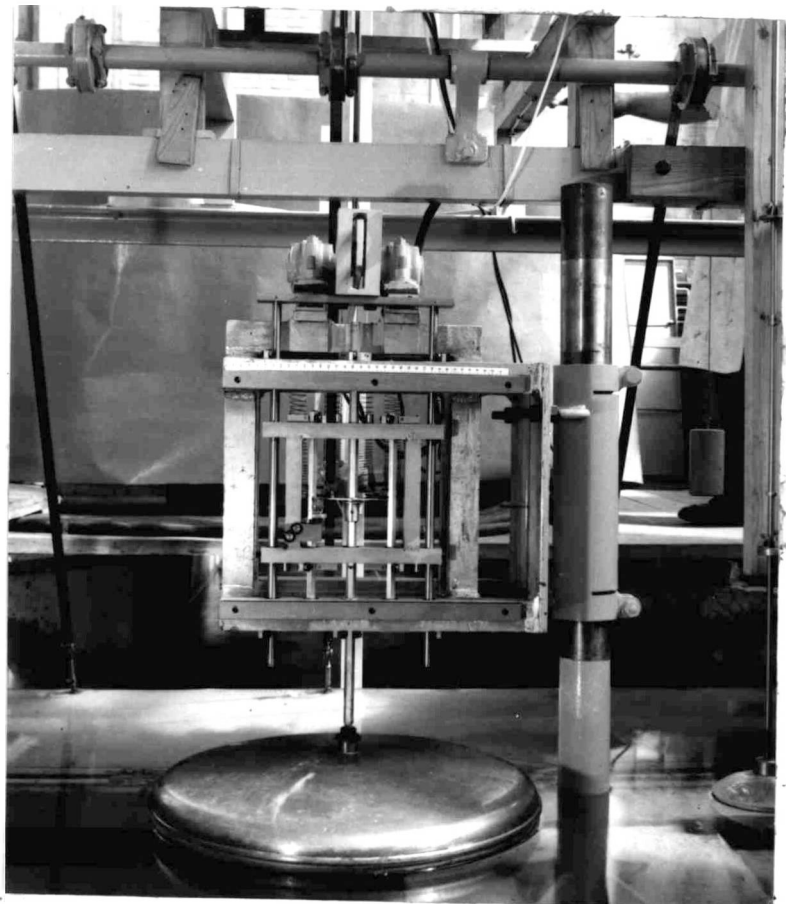


Foto 5.



Foto 6.

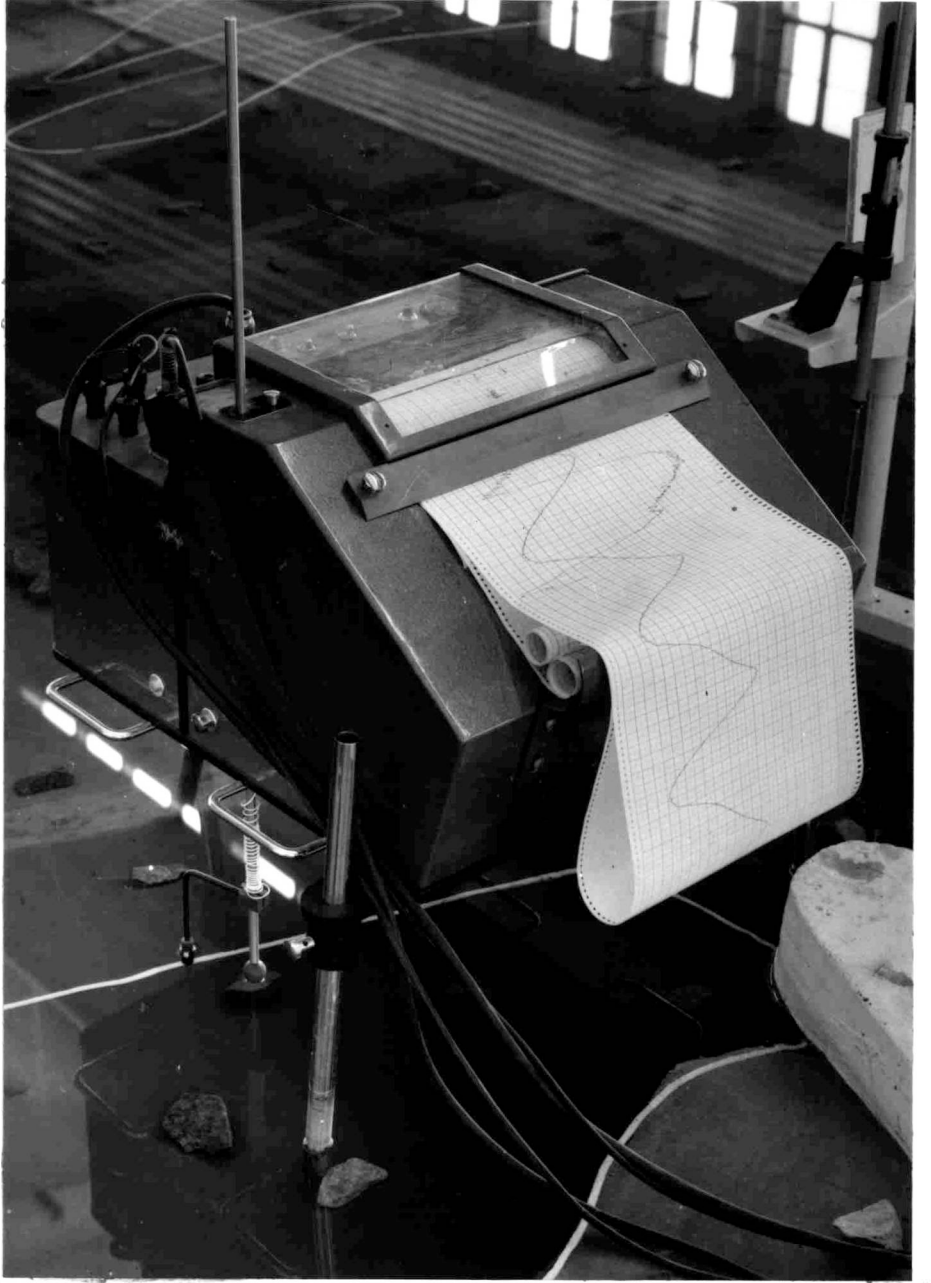


Foto 7.

Foto 8.

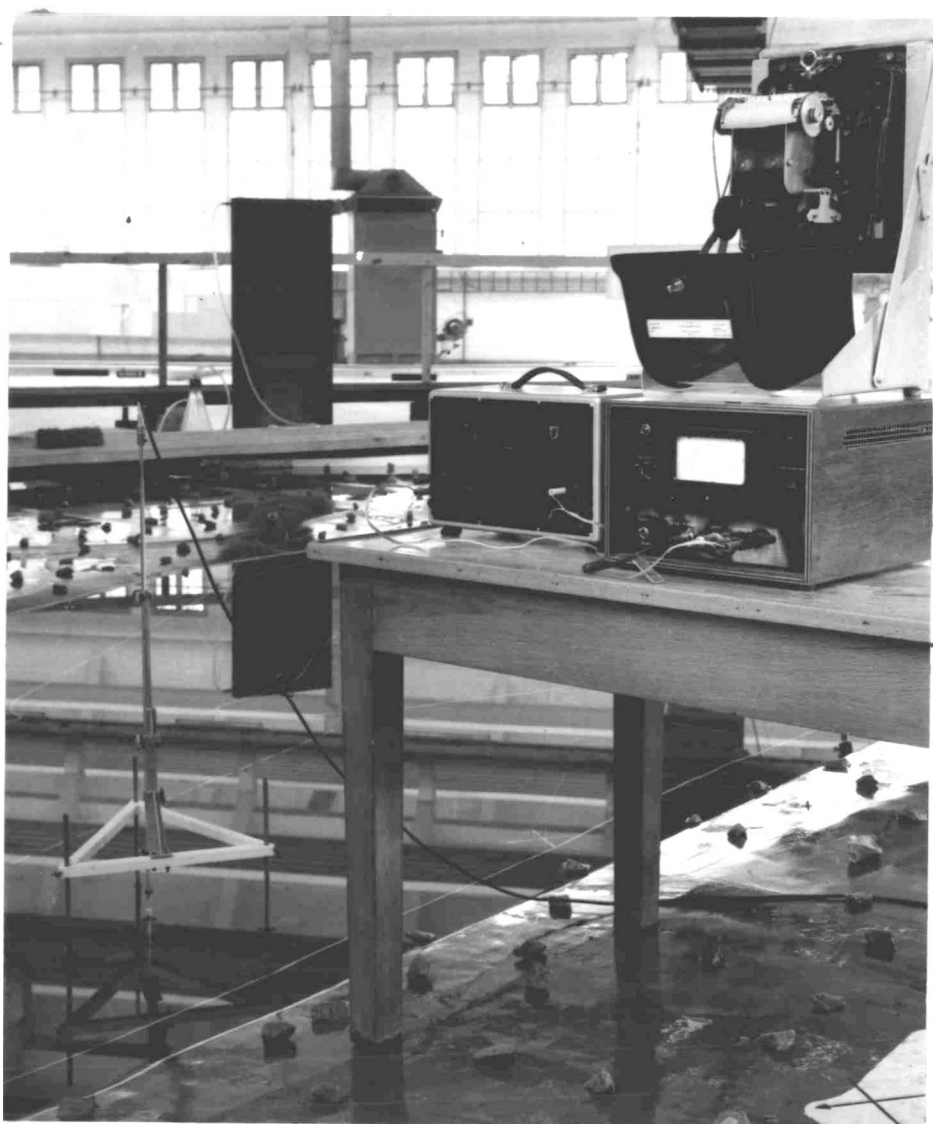
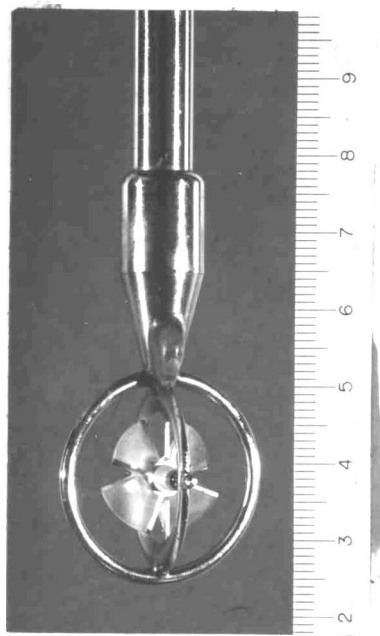


Foto 9.

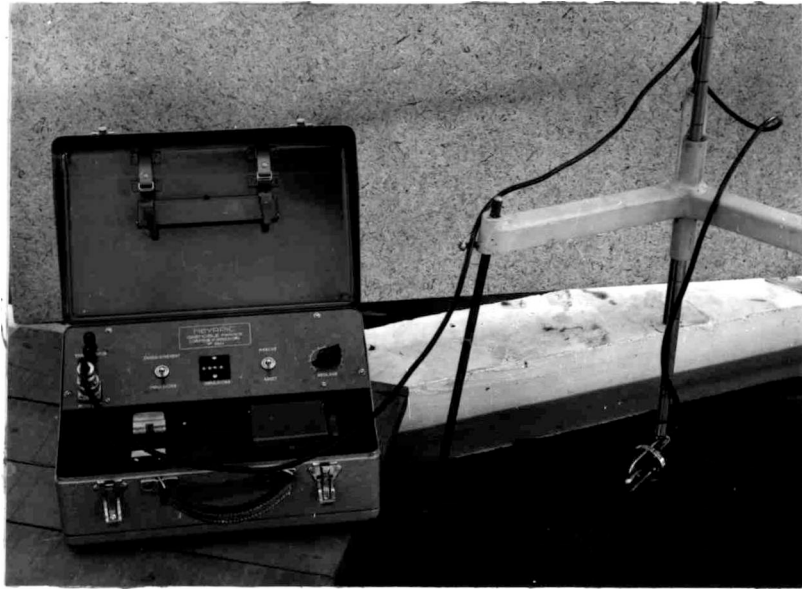


Foto 10.

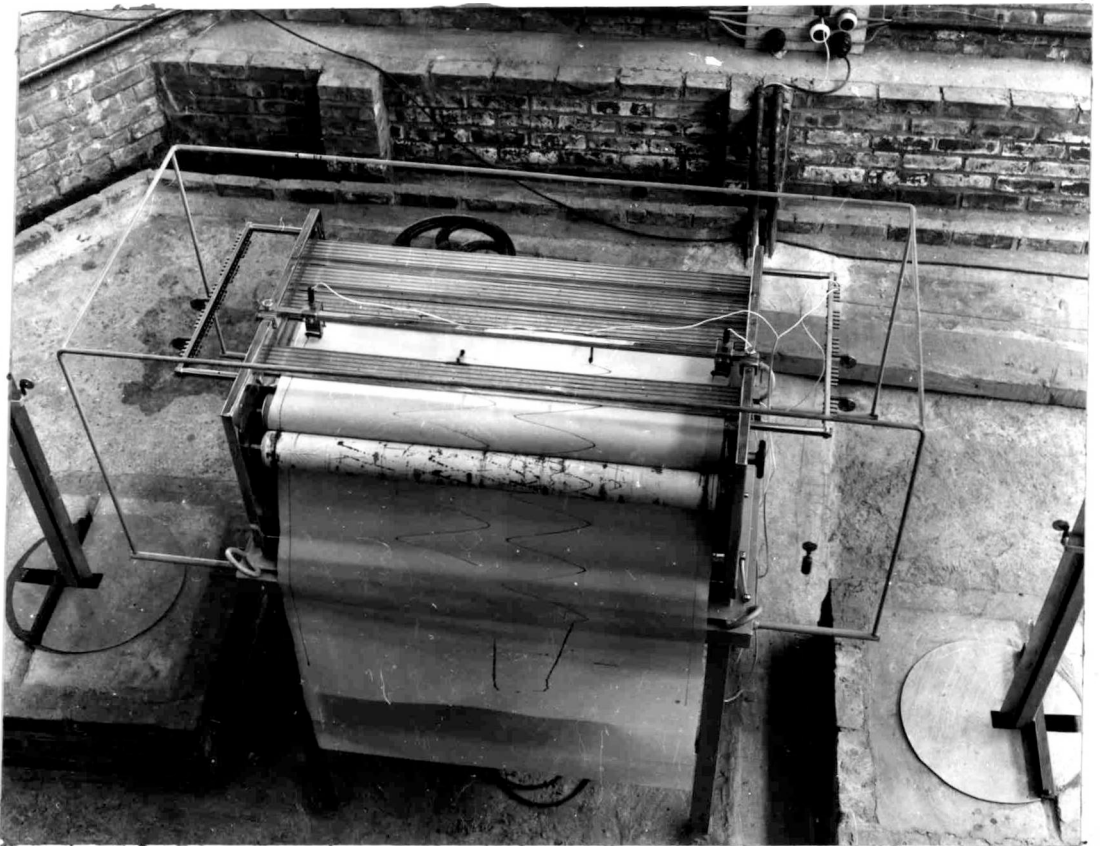
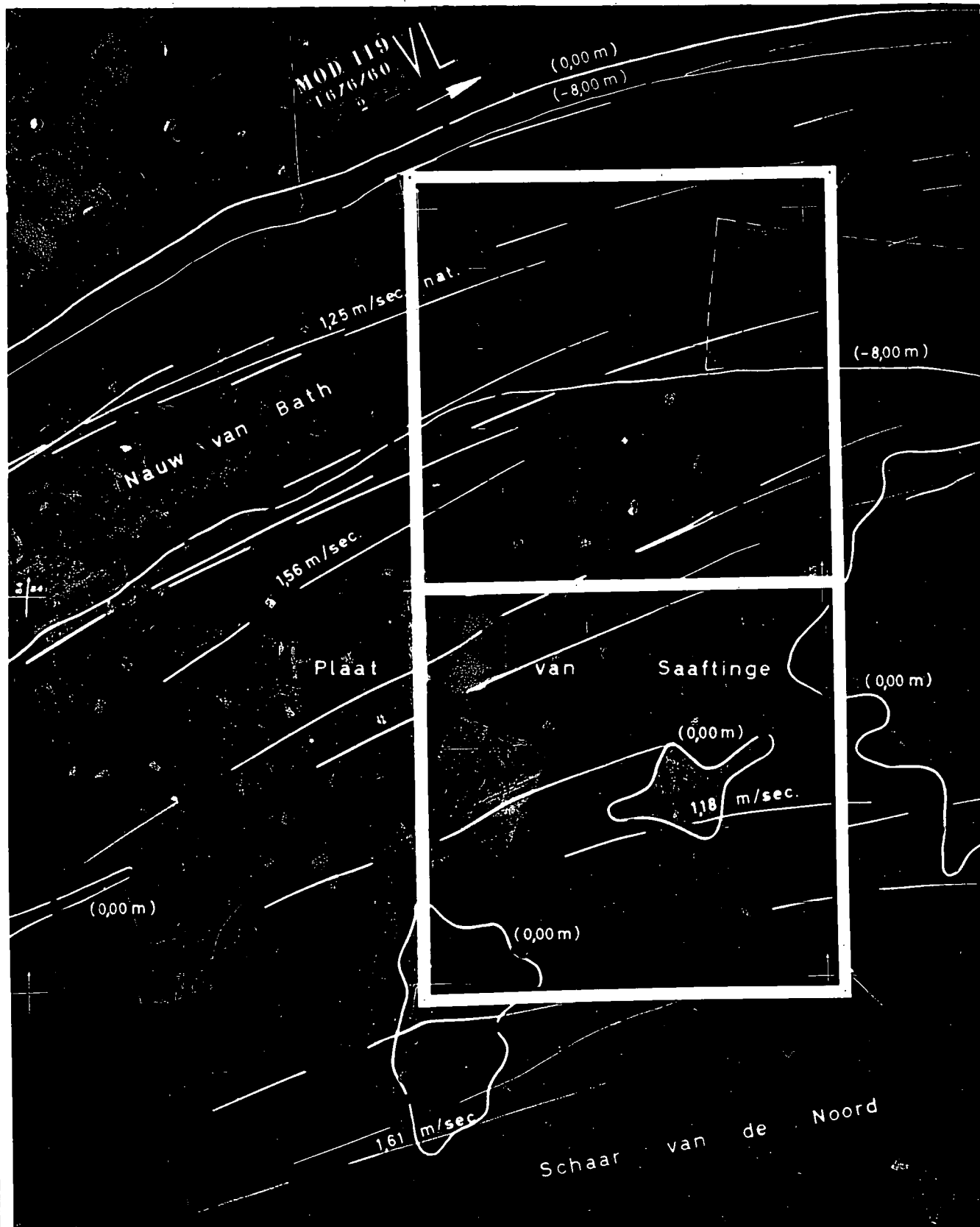
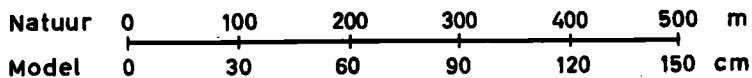


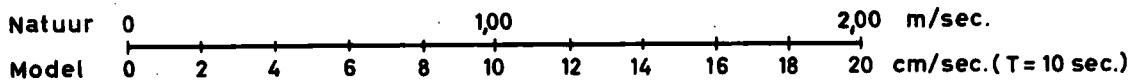
Foto 12.



Lengte



Snelheid



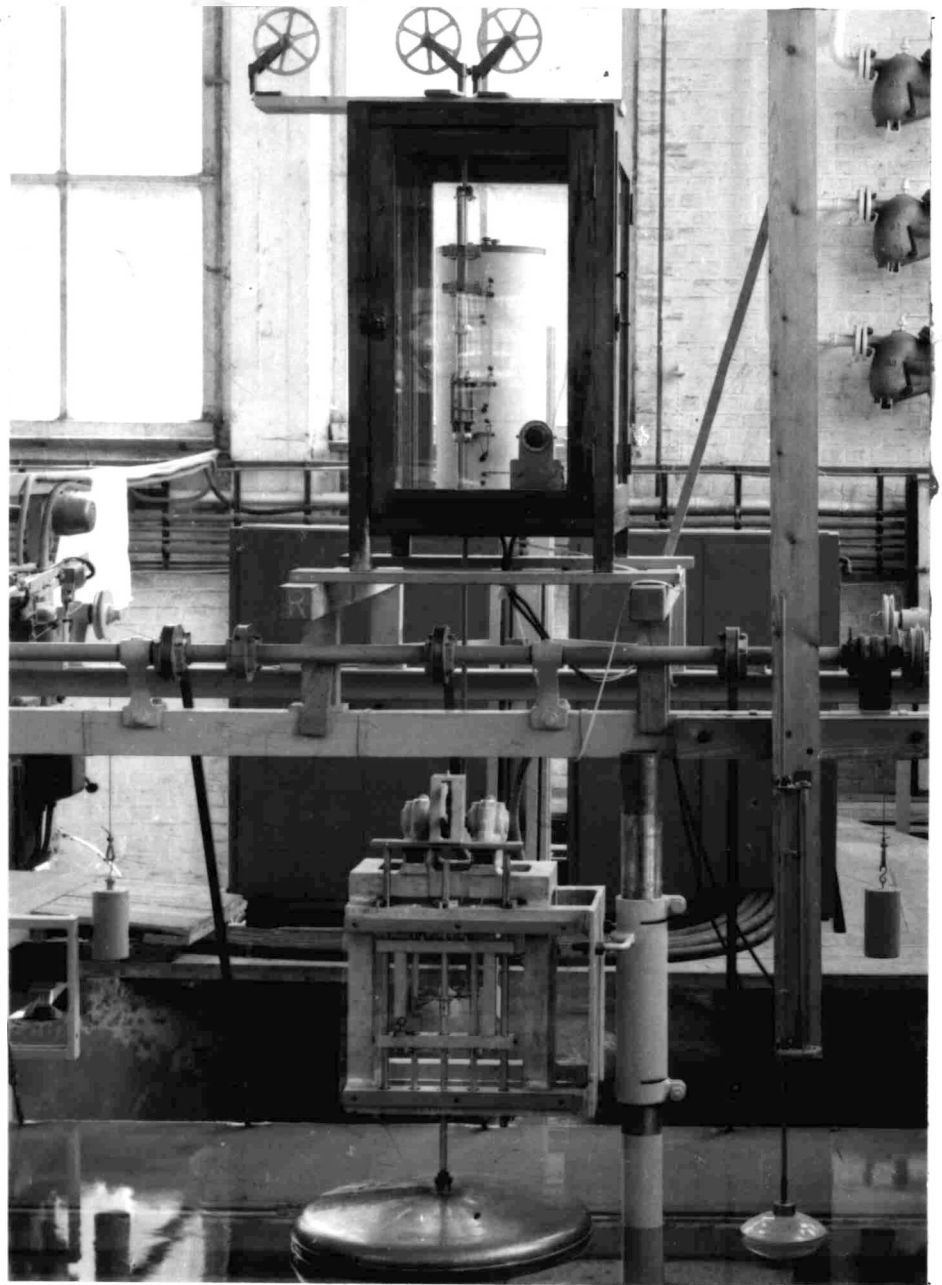
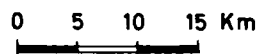
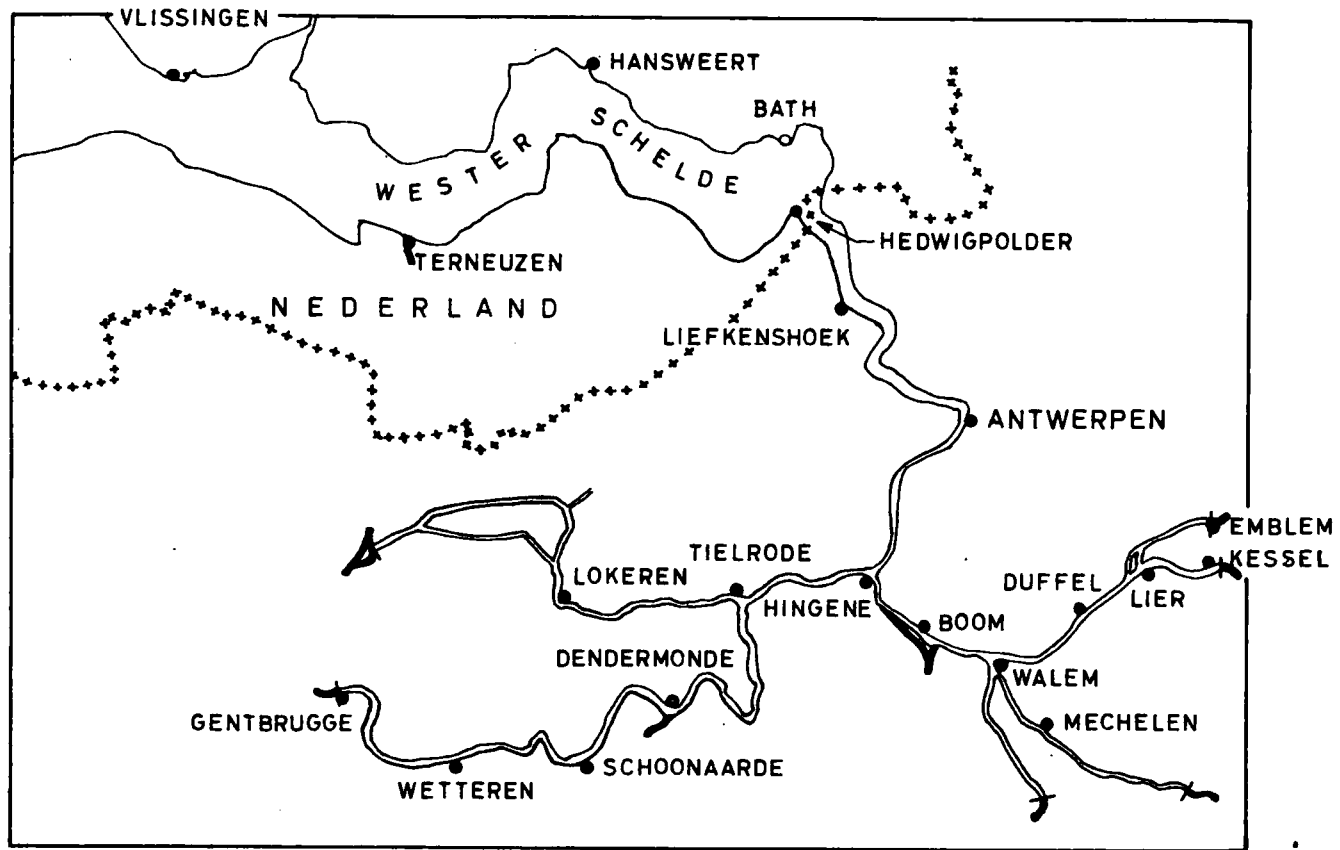


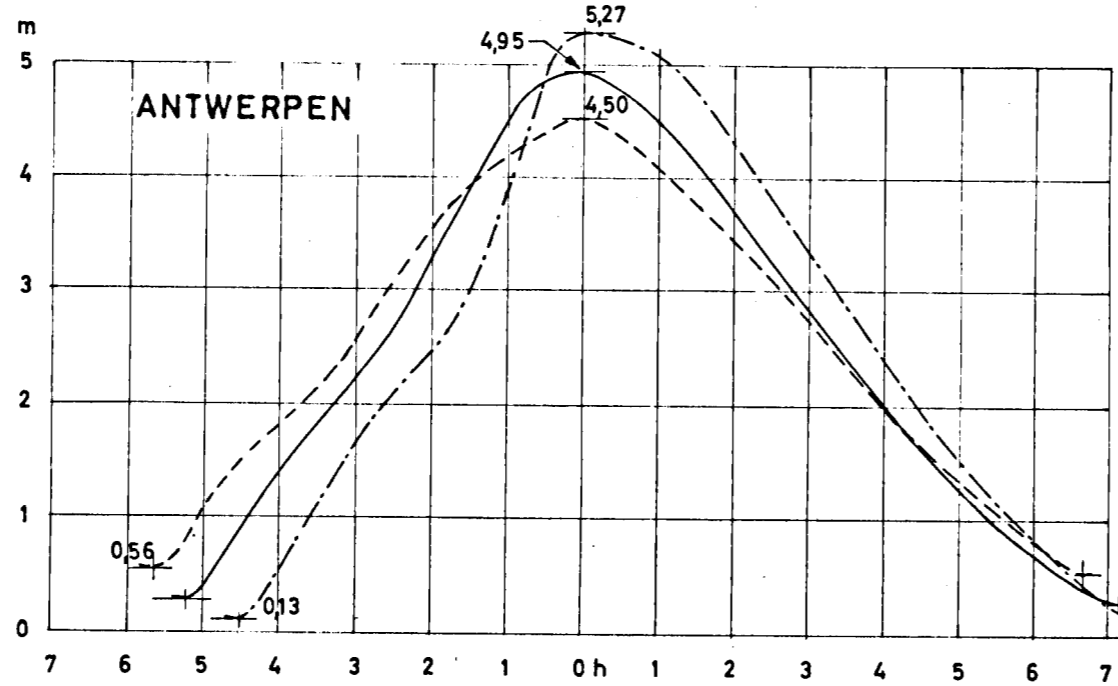
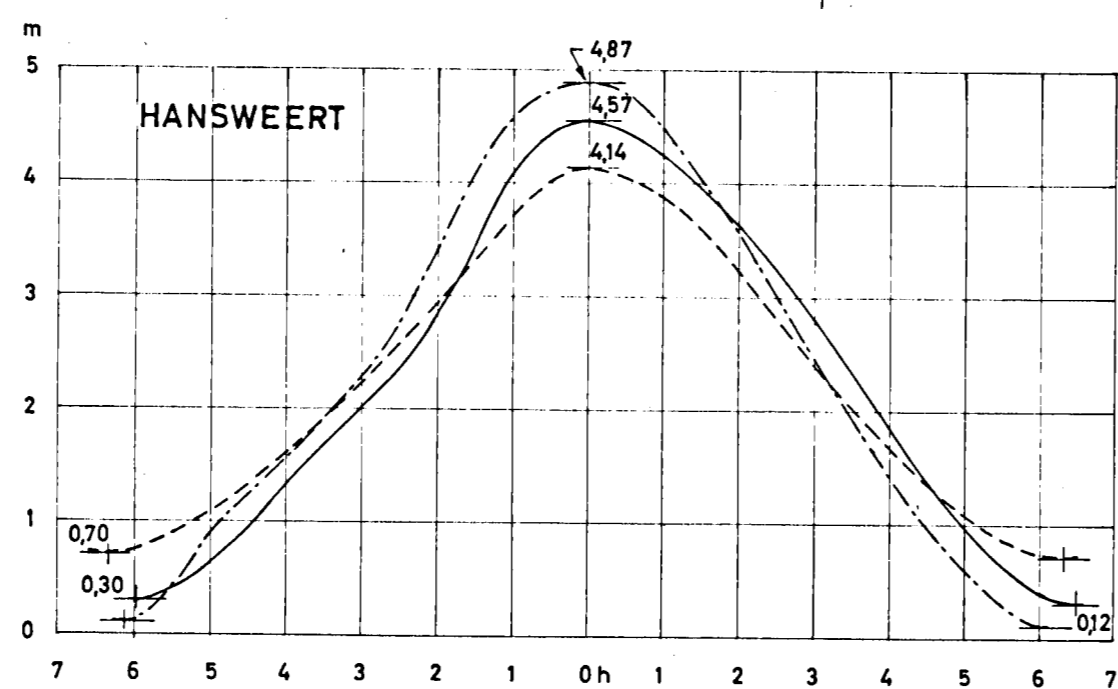
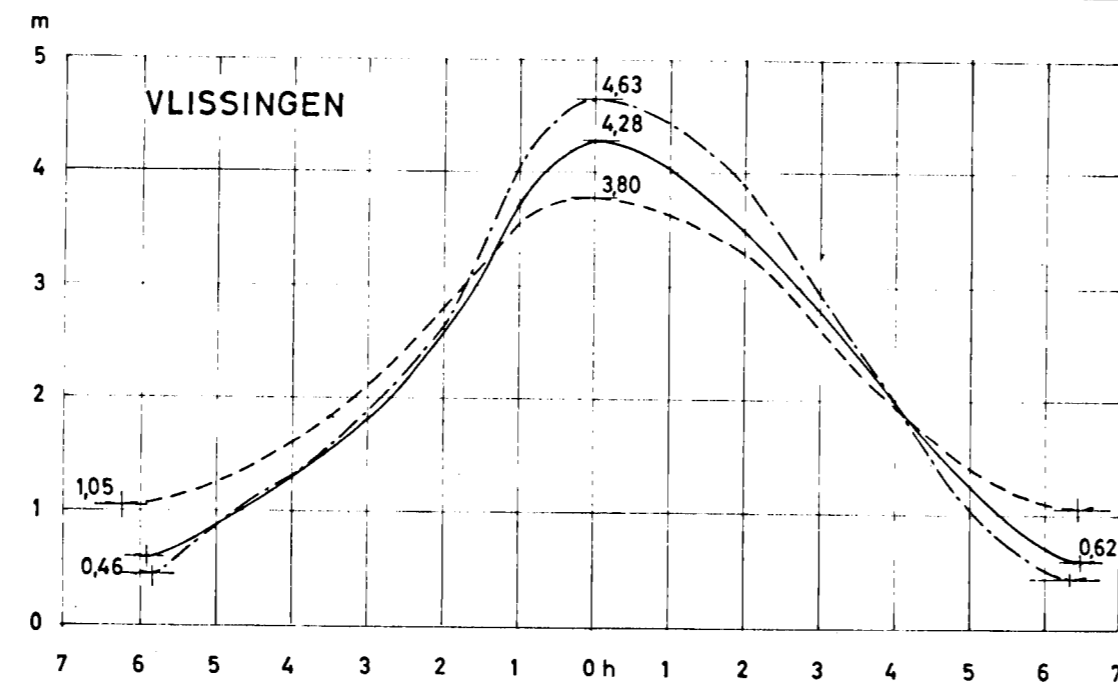
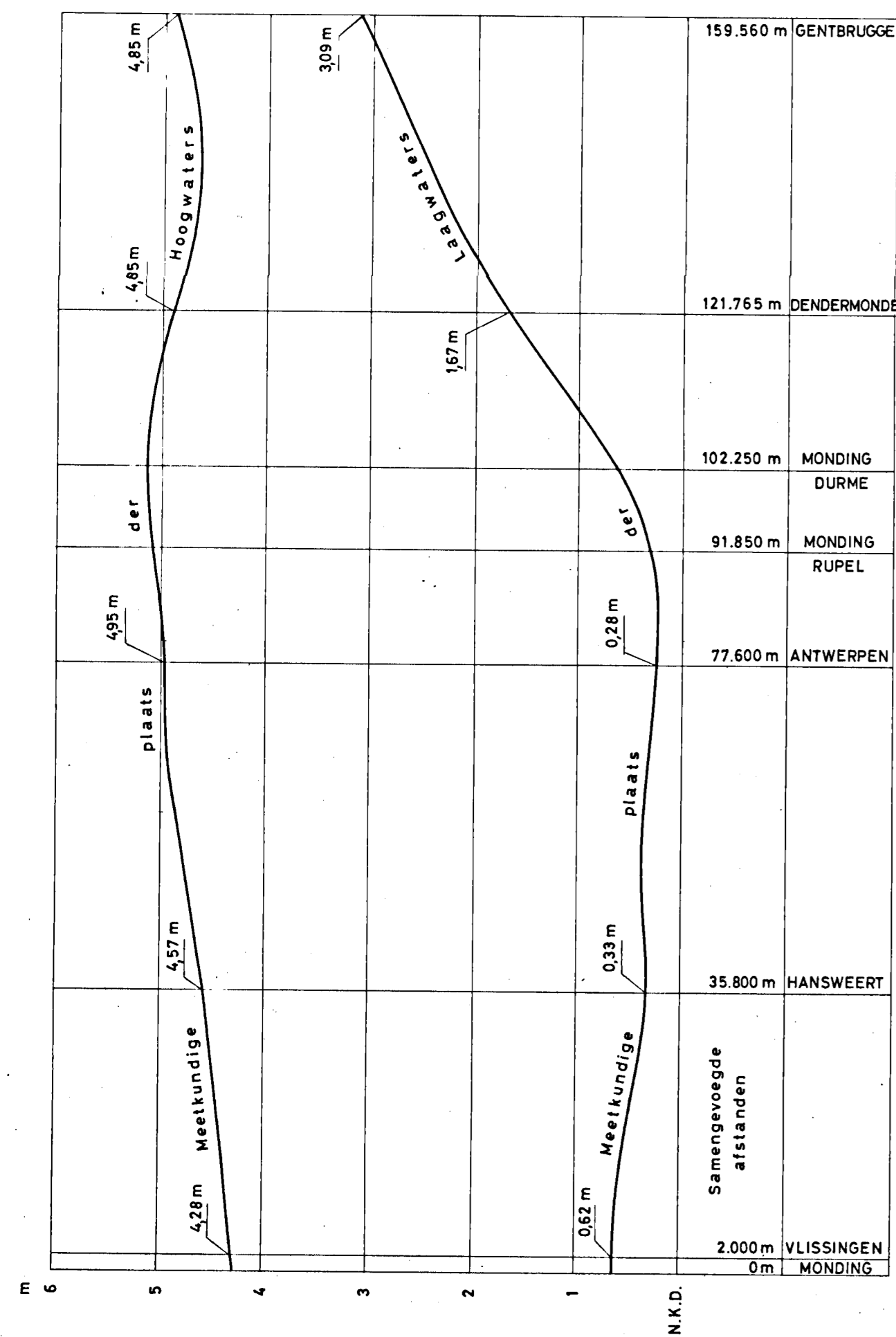
Foto 13.



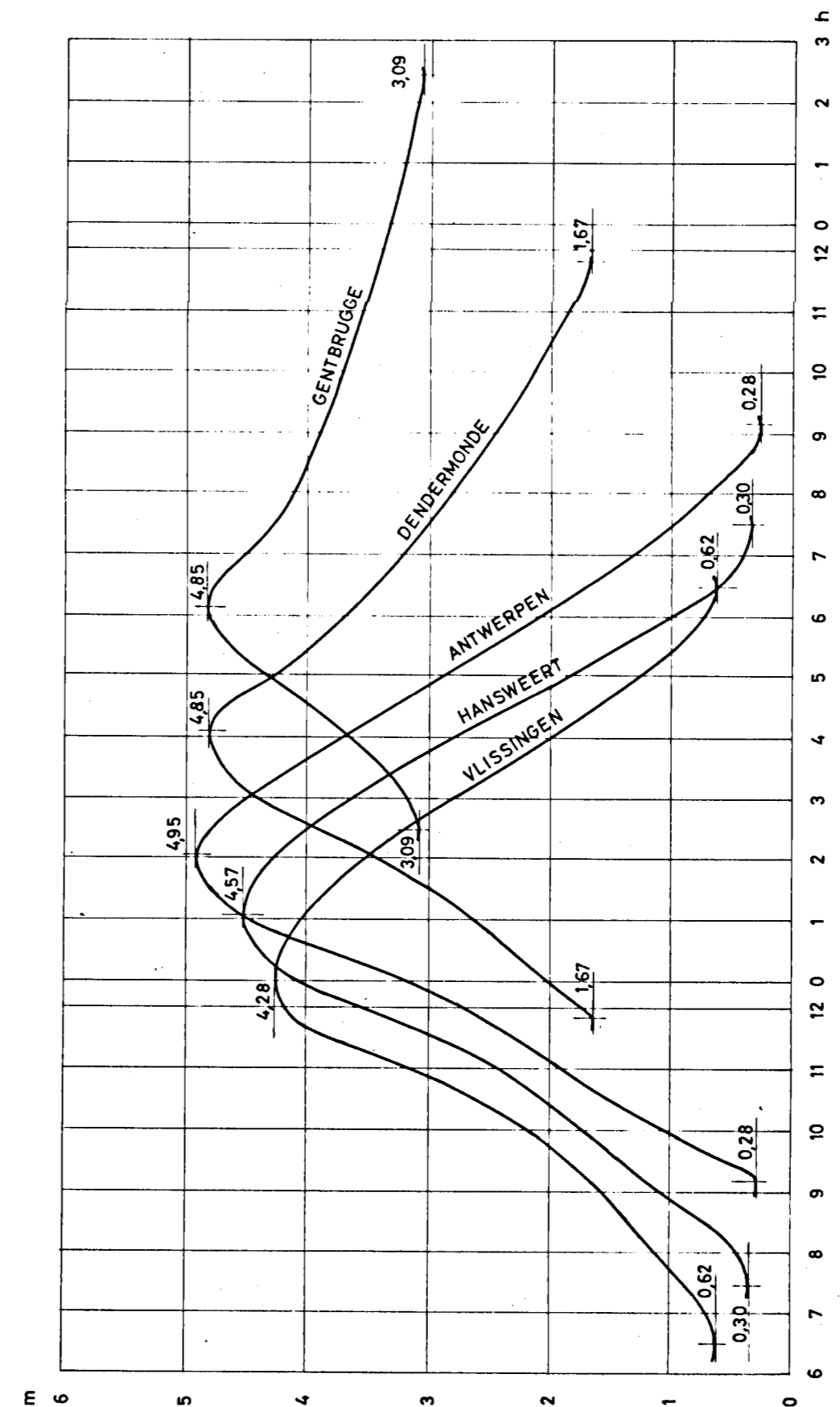
- Registrerende peilschaal
- Rivier onderhevig aan het getij
- + Grens van getijvoortplanting

MEETKUNDIGE PLAATS VAN HOOG-en LAAGWATERS

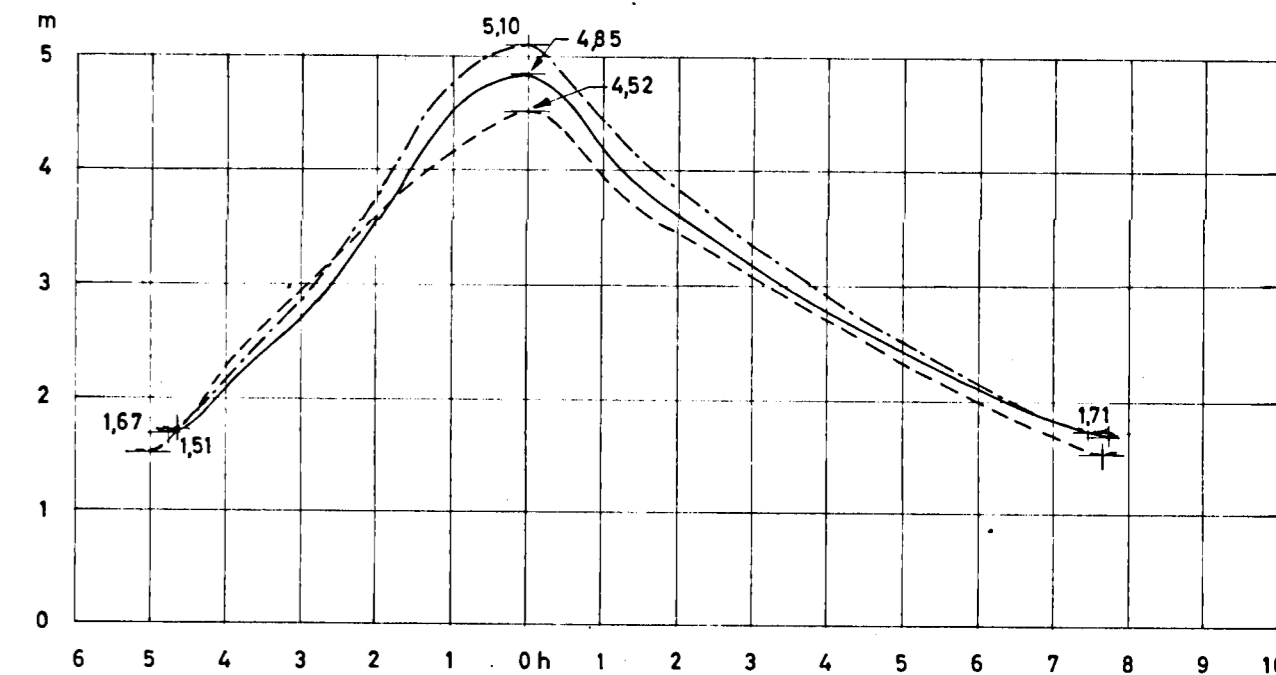
GEMIDDELD GETIJ 1950



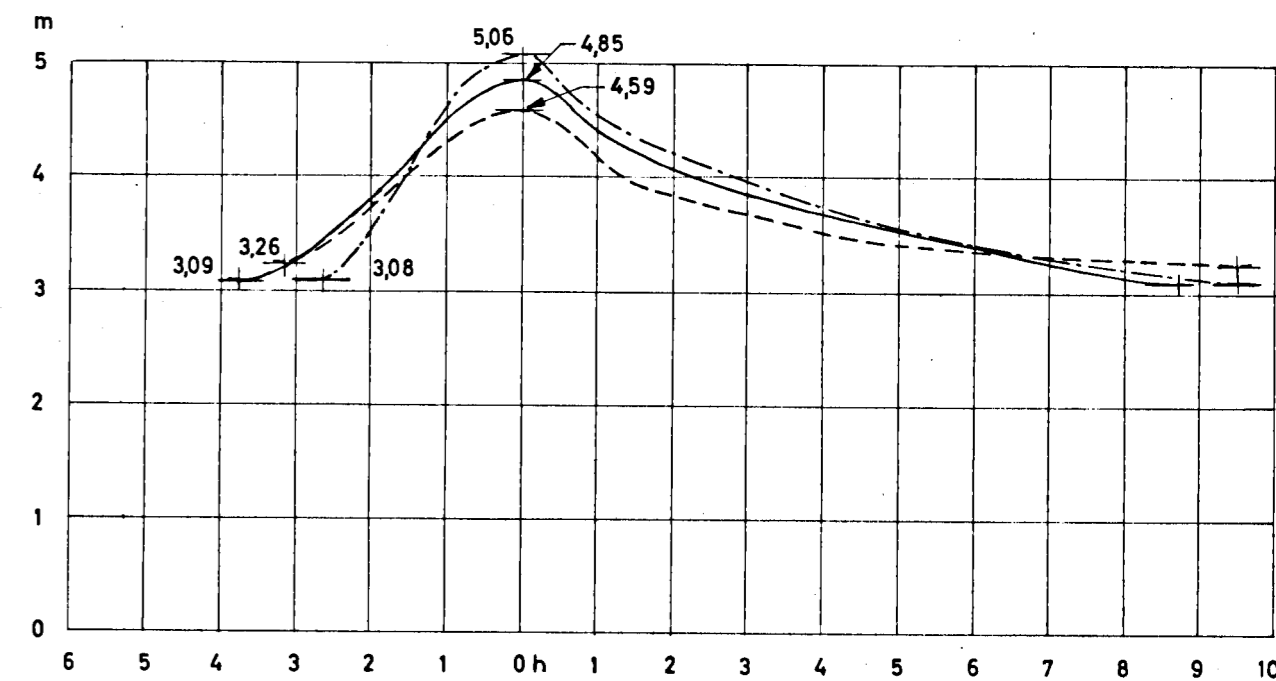
GEMIDDELD GETIJ 1950



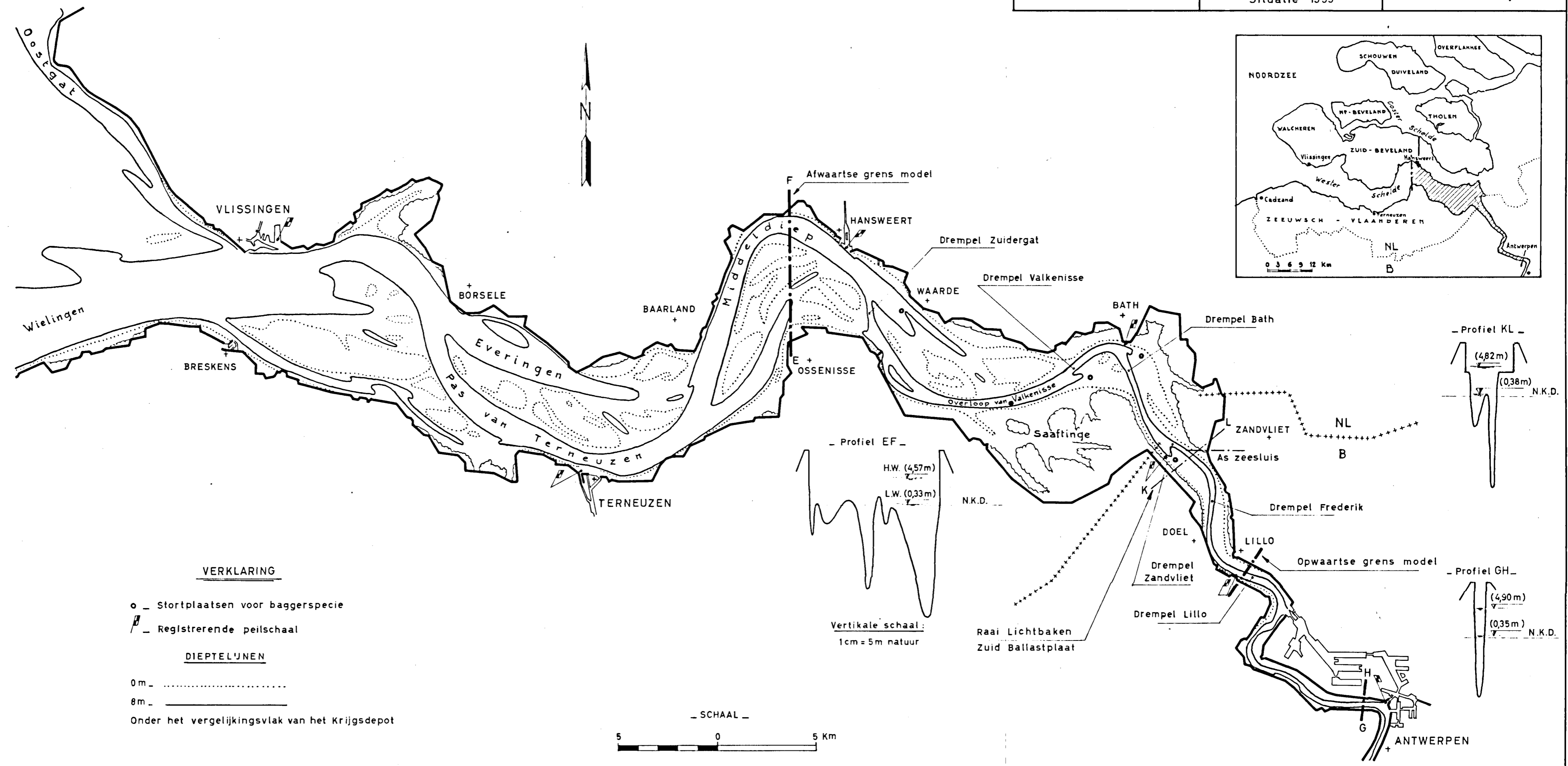
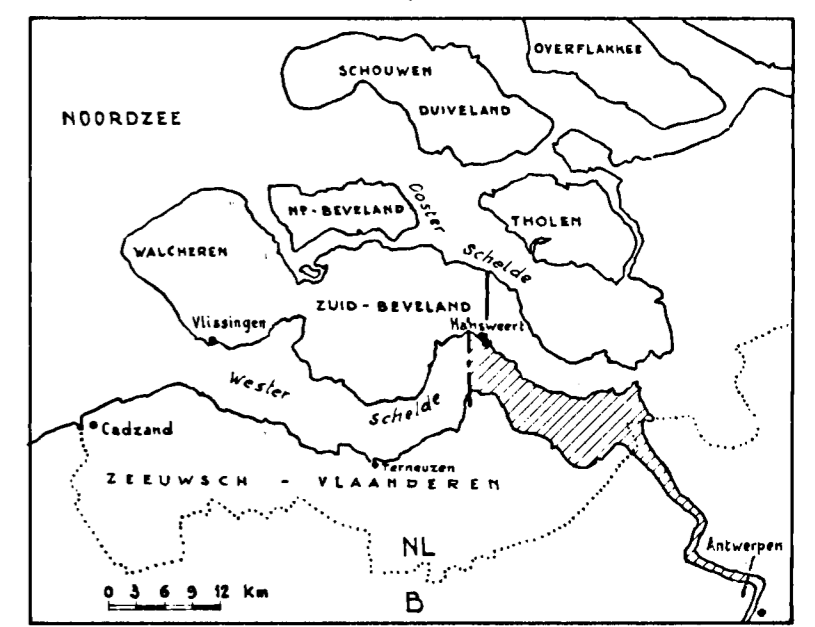
DENDERMONDE



GENTBRUGGE



--- Gemiddeld doodtij 1950
 — Gemiddeld getij 1950
 - - - Gemiddeld springtij 1950

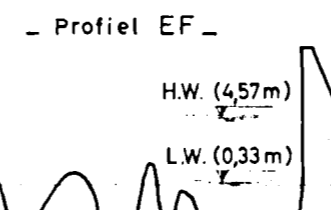


VERKLARING

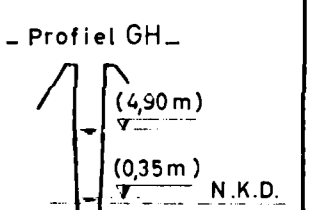
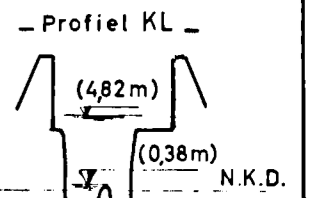
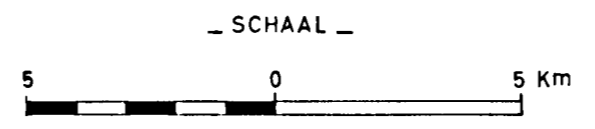
- o _ Stortplaatsen voor baggerspecie
- ▬ _ Registrerende peilschaal

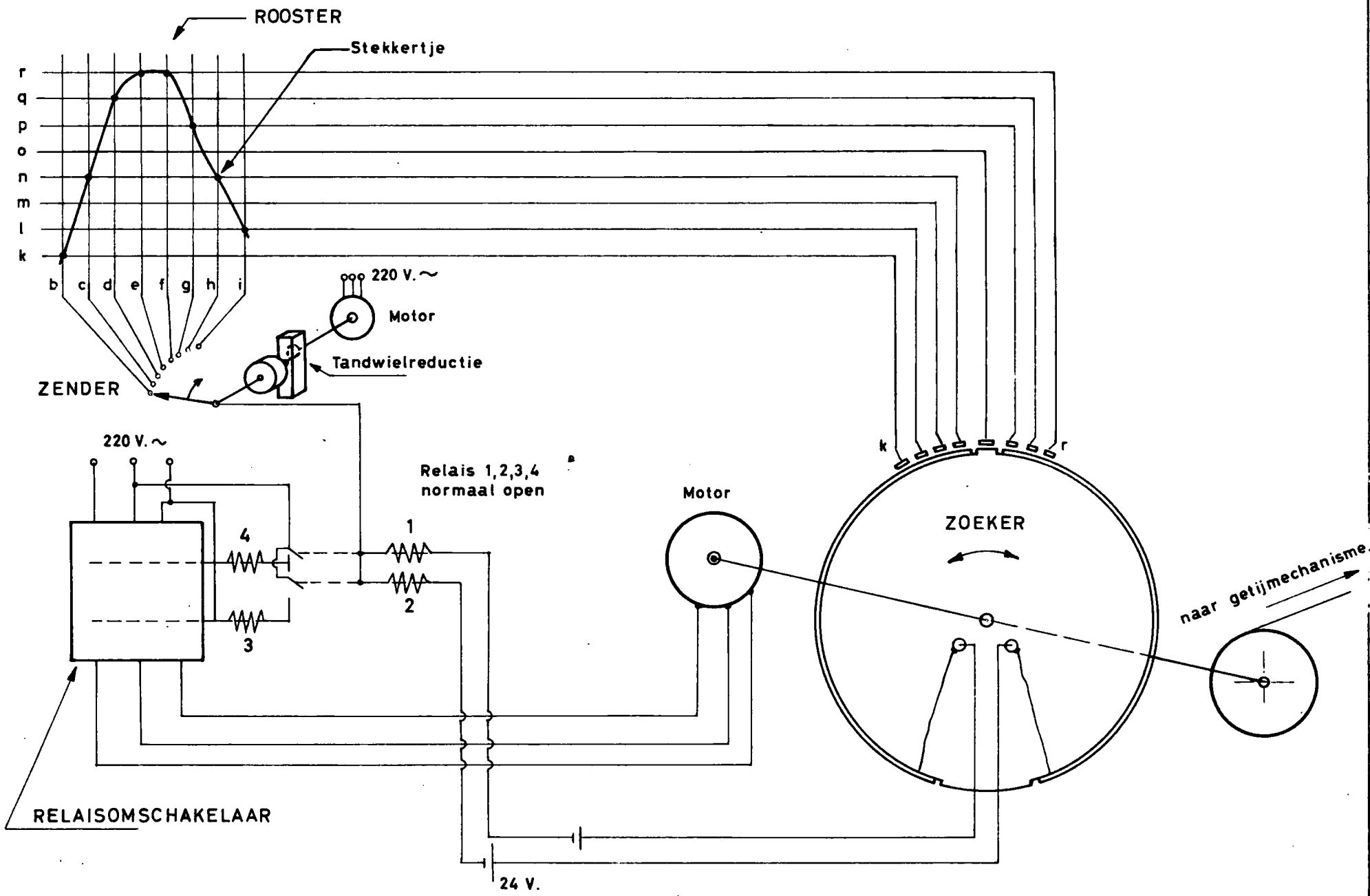
DIEPTELIJNEN

- 0 m _
 - 8 m _ _____
- Onder het vergelijkingsvlak van het Krijgsdepot



Vertikale schaal:
 1cm = 5m natuur

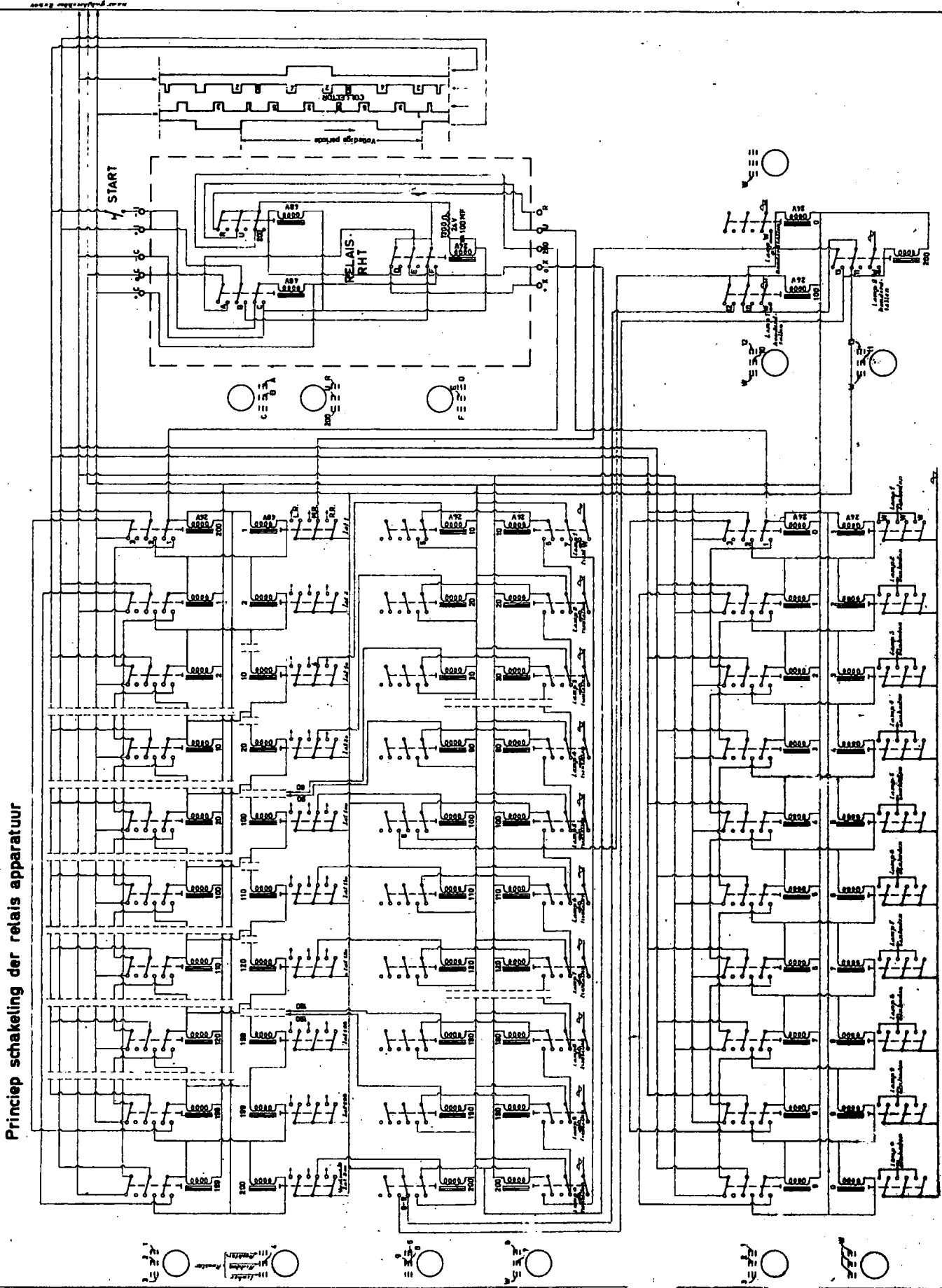




SCHEMA
GETJAPPARATUUR

MOD. 119

Bijl. 5



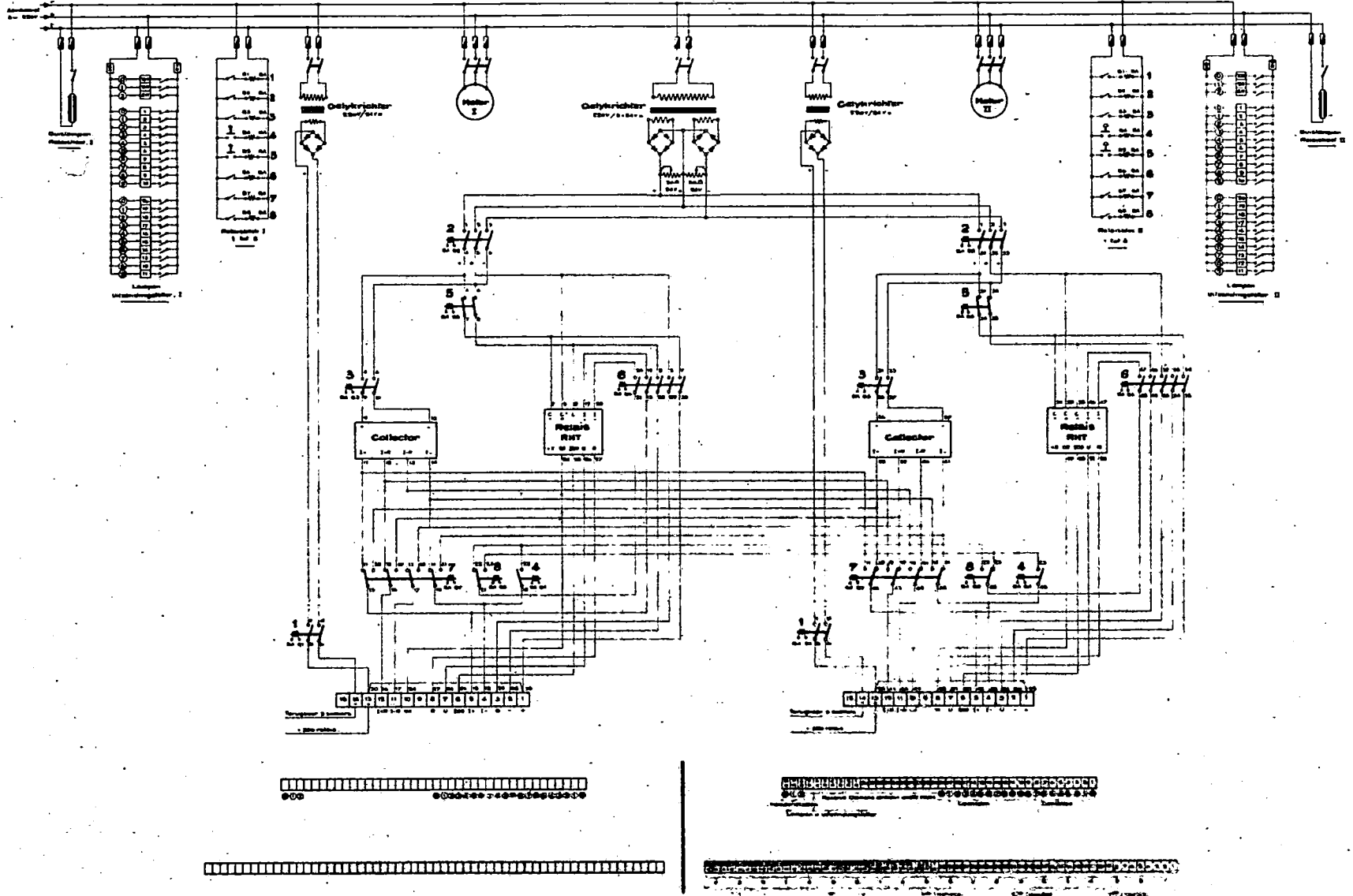
Princiep schakeling der relais apparatuur

- UITZENDER I -

- SCHAKELSHEMA

DER UITZENDERS EN
VERBINDING MET DE
RELAISKASTEN

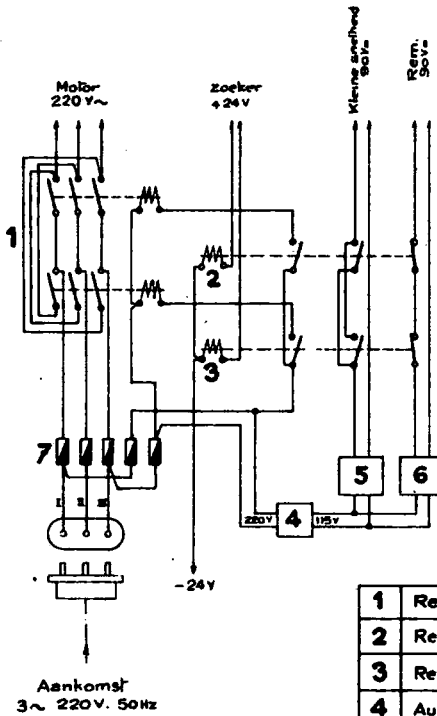
- UITZENDER II -



**ZOEKER VOOR BEDIENING
DER VERLATEN.**

VEREENVOUDIGD SCHEMA.

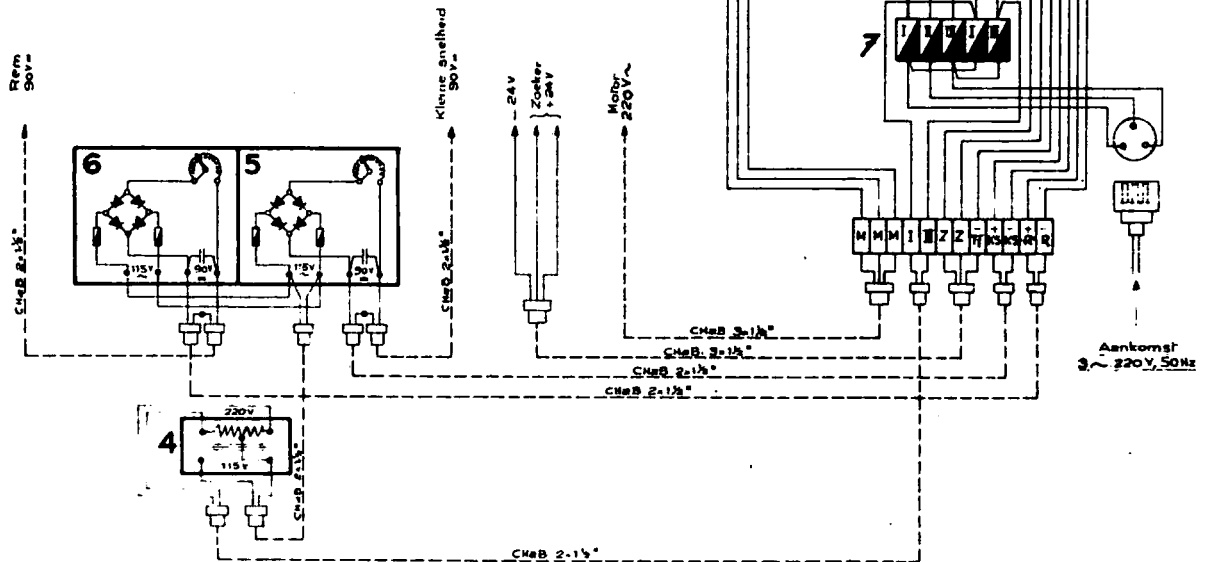
SCHEMA DER VERBINDINGEN.

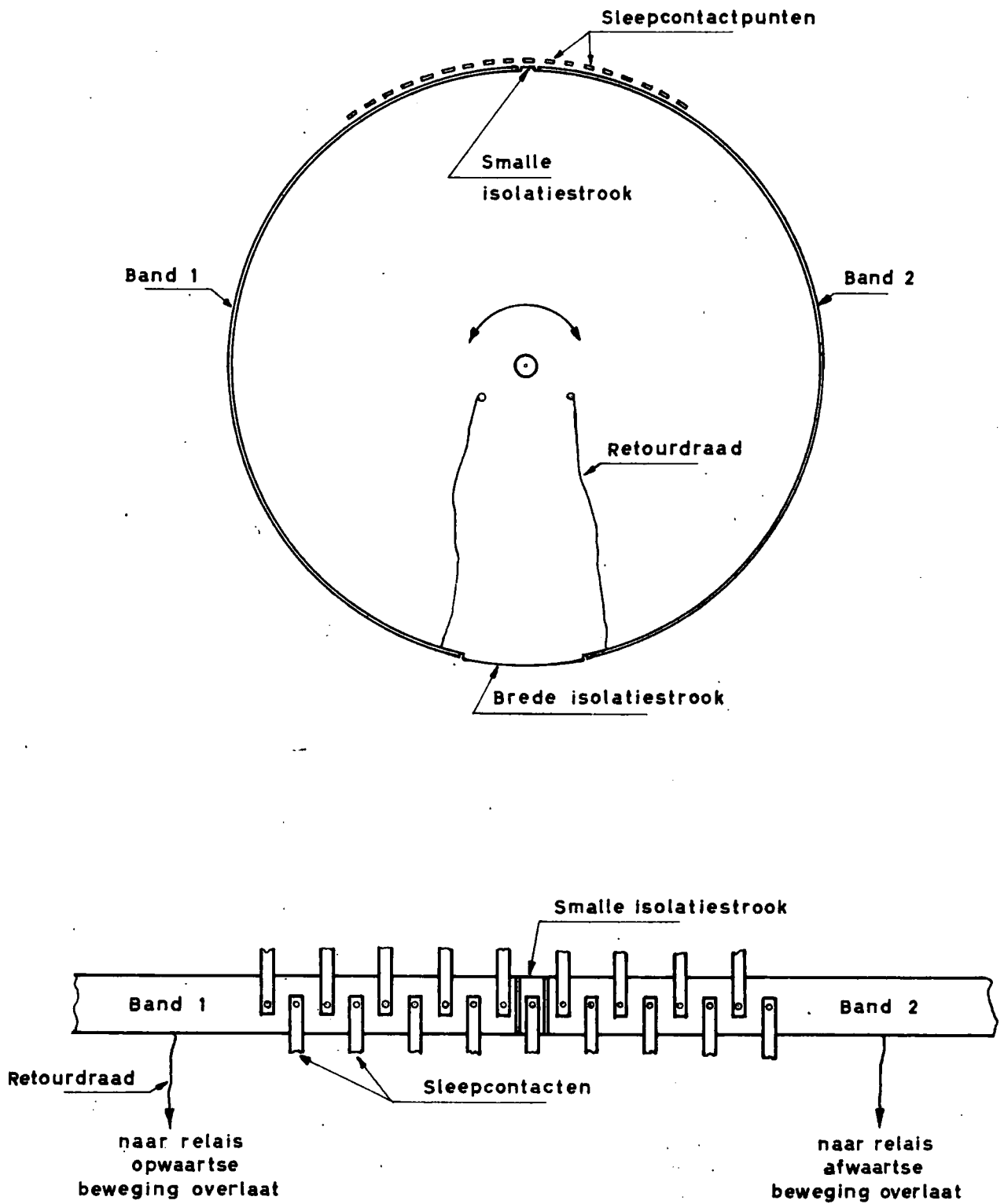


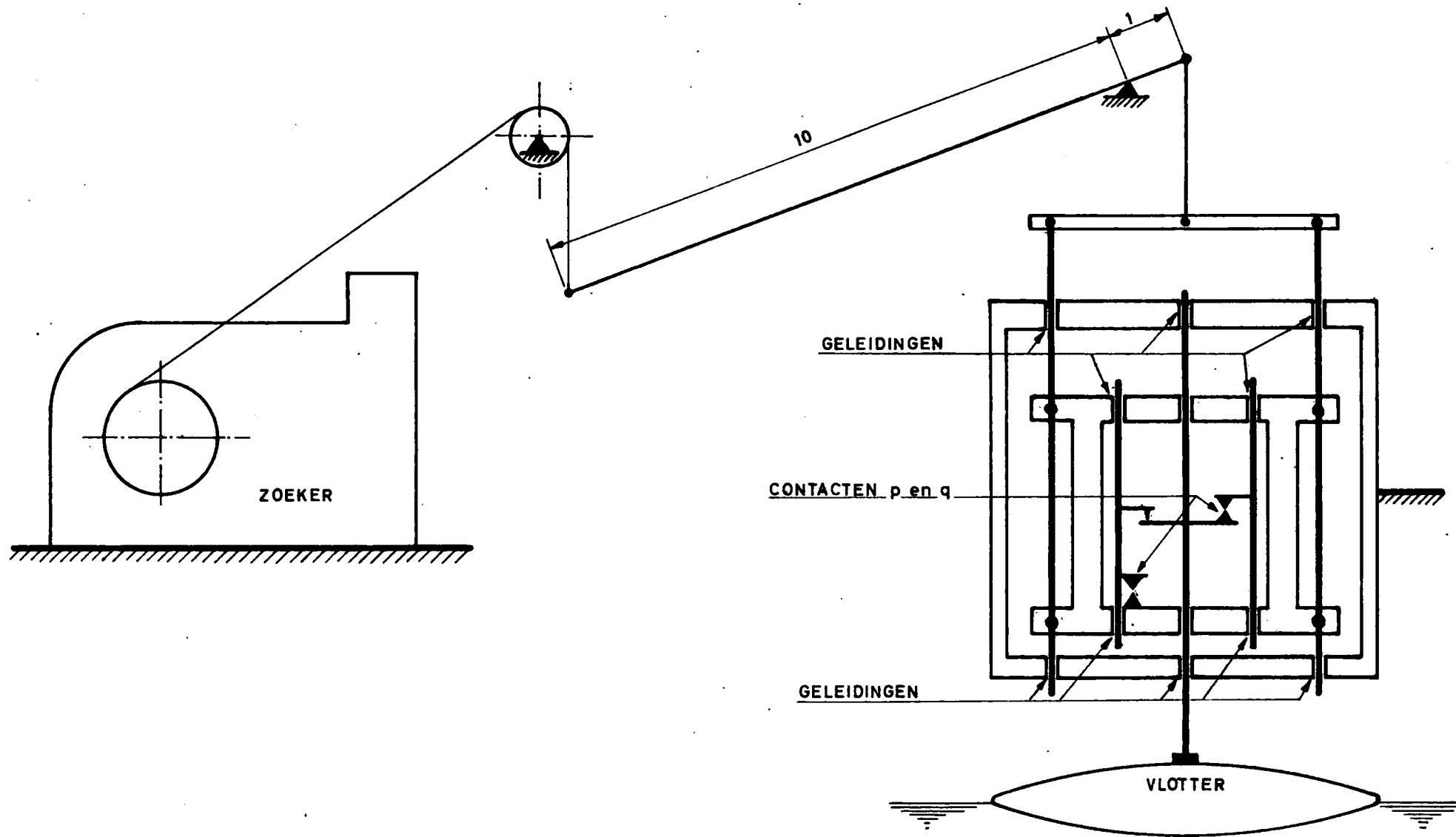
LEGENDE.

1	Relaisomschakelaar.
2	Relais 1.
3	Relais 2.
4	Autotransformator 220/115V
5	Gelijkrichter (Kleine snelheid)
6	Gelijkrichter (Rem)
7	Smeltzekeringen.

KABELSCHEMA.



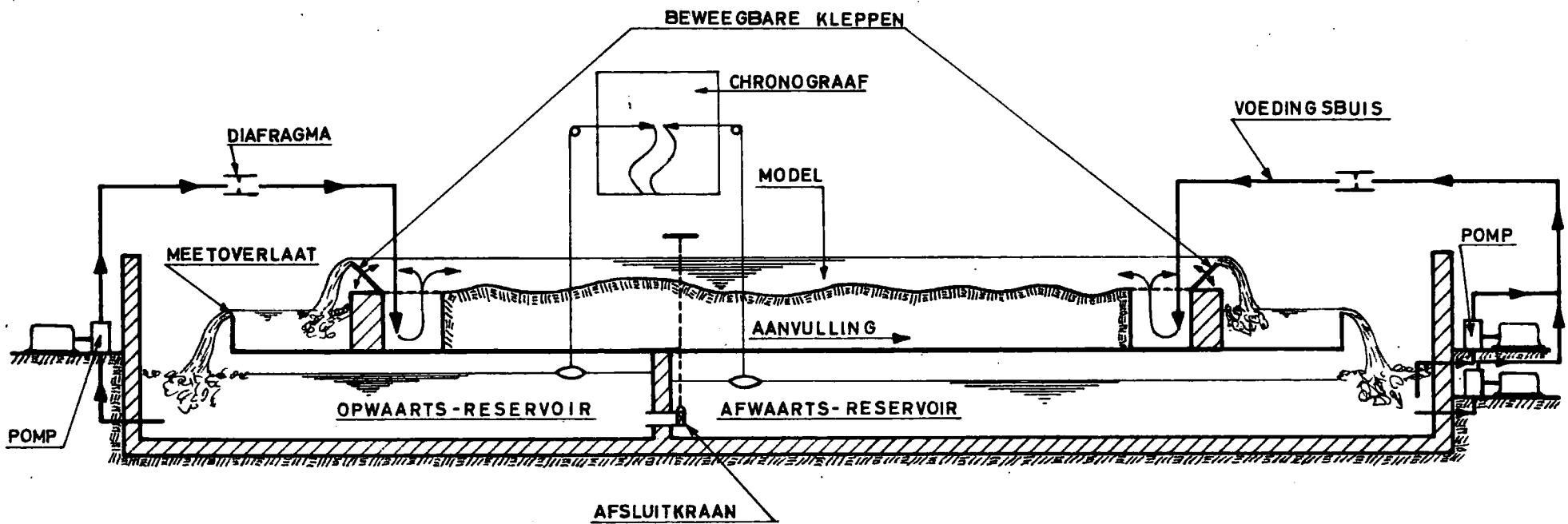




SCHEMA
 GETIEMECHANISME

MOD. 119

Bijl. 10

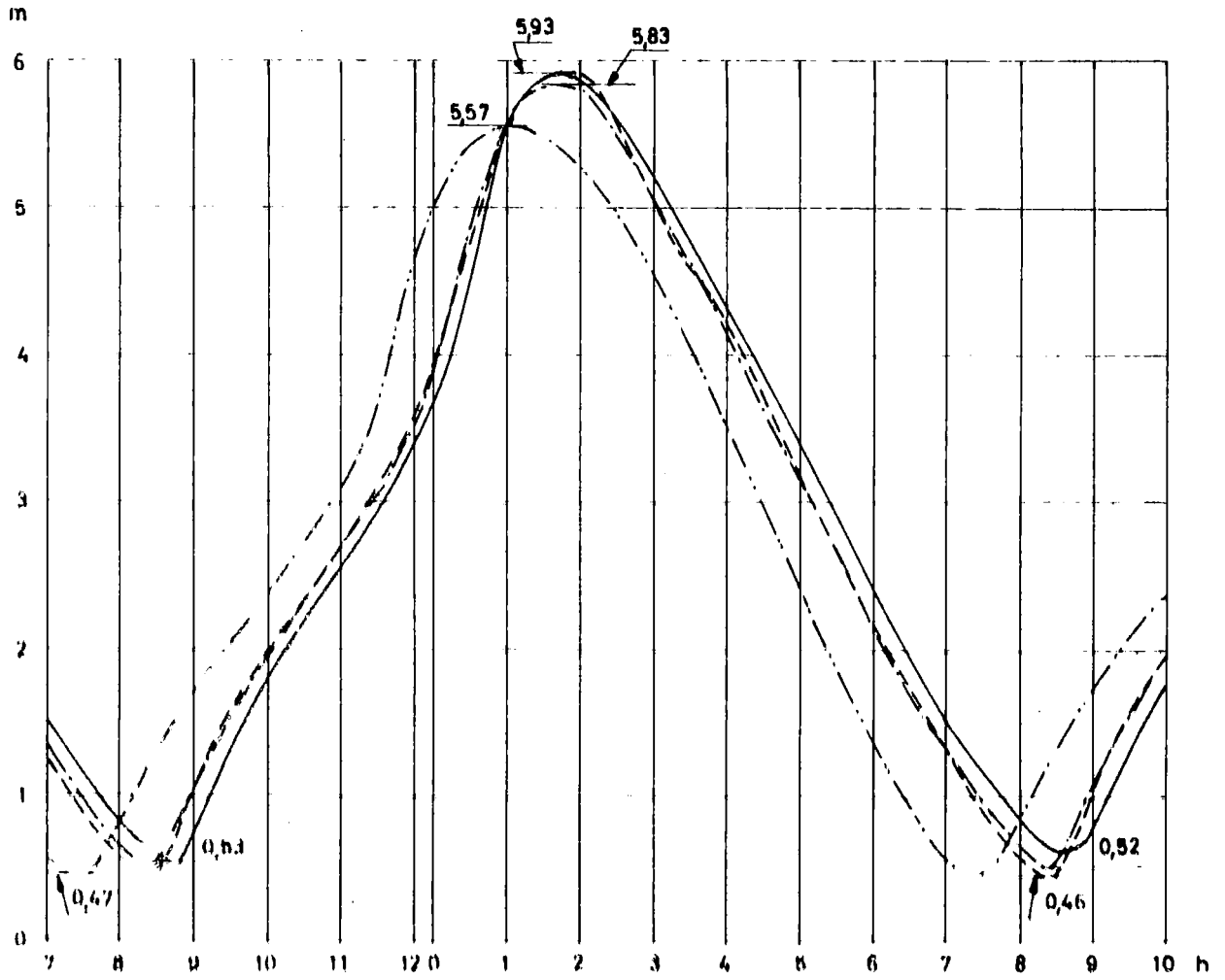


WATERCIRCULATIE

SCHEMA

MOD. 119

Bijl. 11

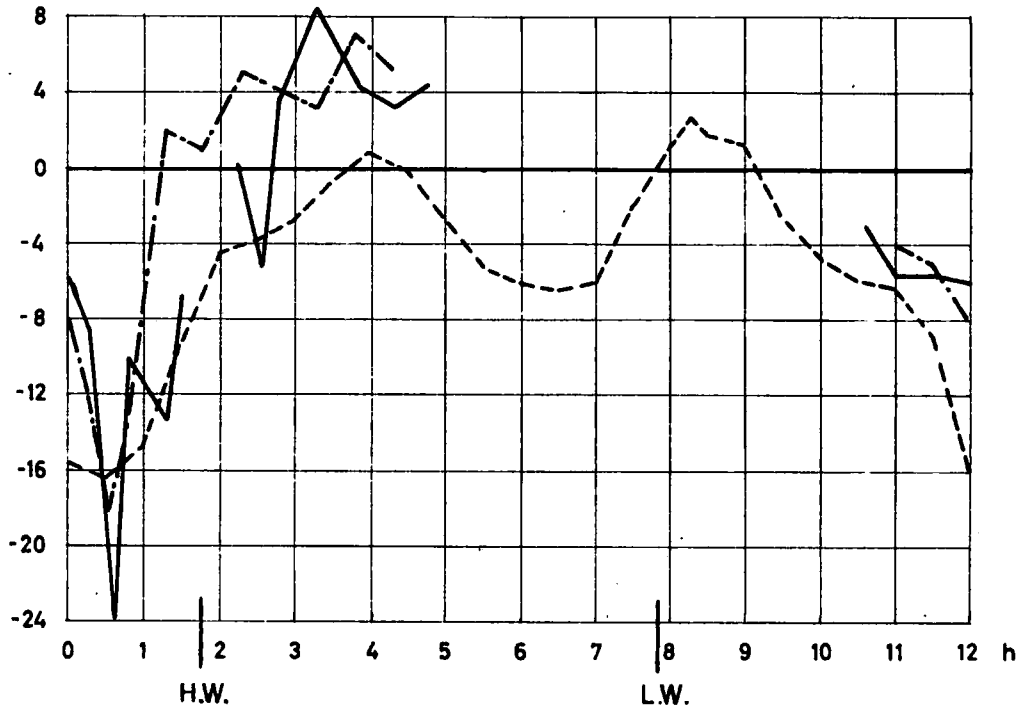


0h00 = Tijd van Hoogwater te Vlissingen

LEEFKENSCHOEK	Model	}
	Natuur	
HEDWIGPOLDER	Model	:
	Natuur	:
HANSWIJERT	Model	}
	Natuur	

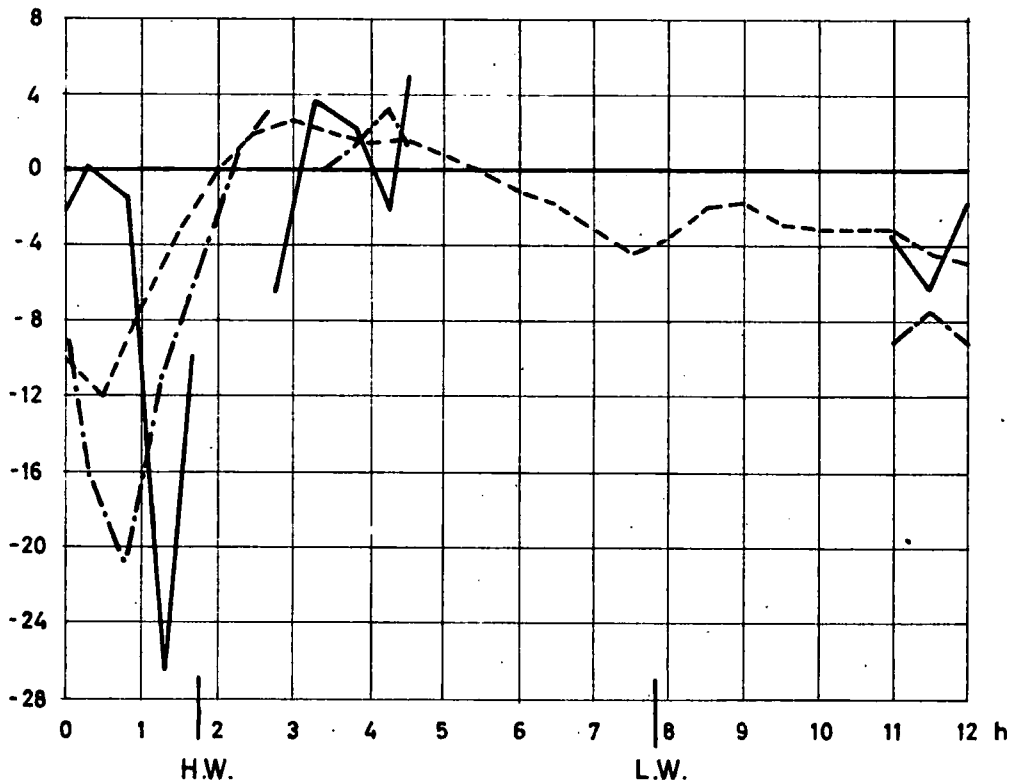
Over de platen van Valkenisse ($P_3 - P_2$)

cm natuur

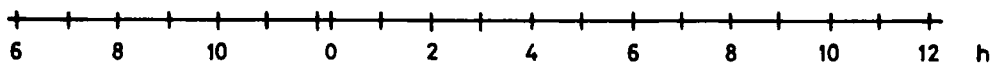
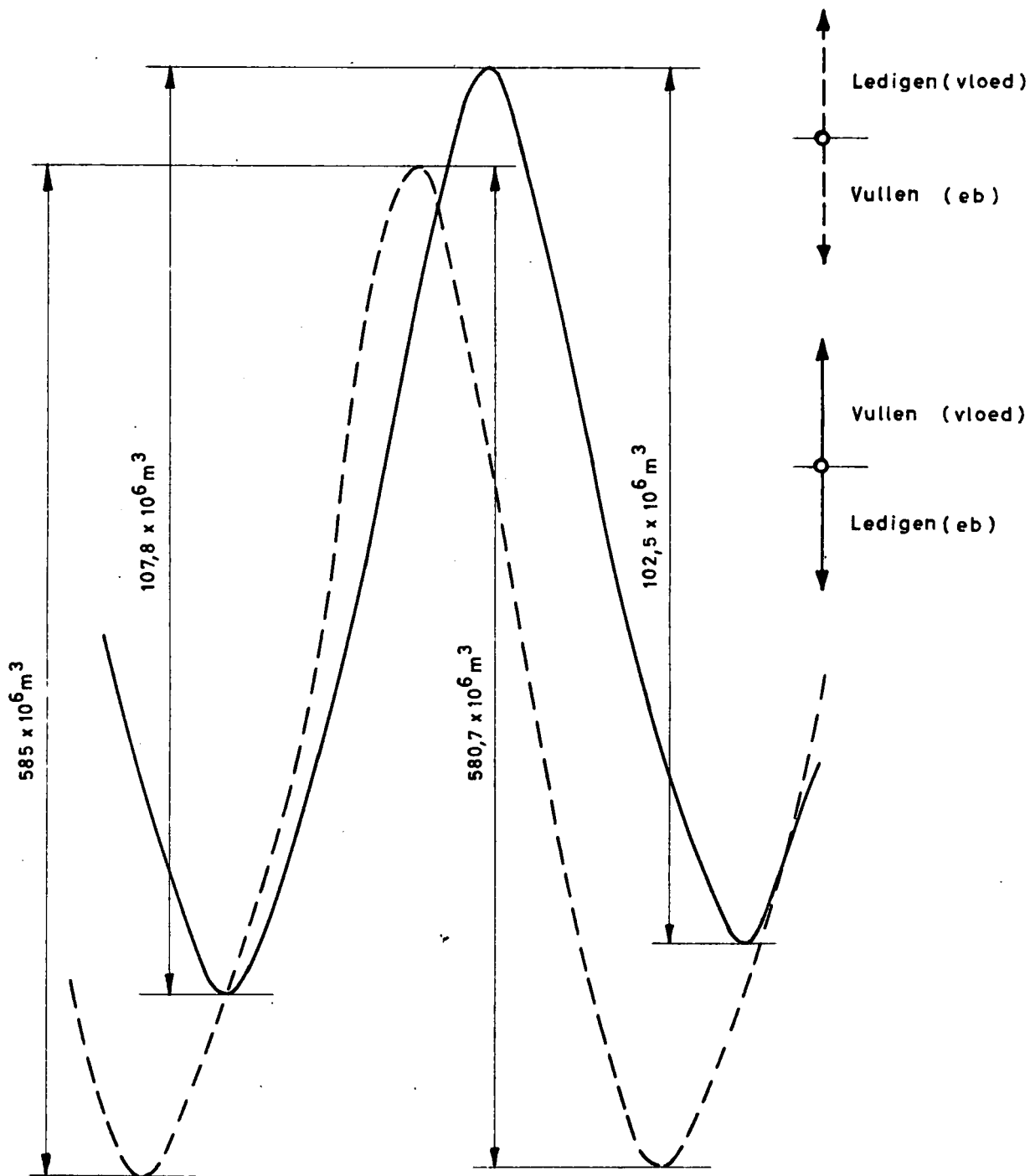


Over de overloop van Valkenisse ($P_3 - P_4$)

cm natuur



_____ Natuur _ 22-6-55
 -.-.-.-.- " _ 23-6-55
 - - - - - Model



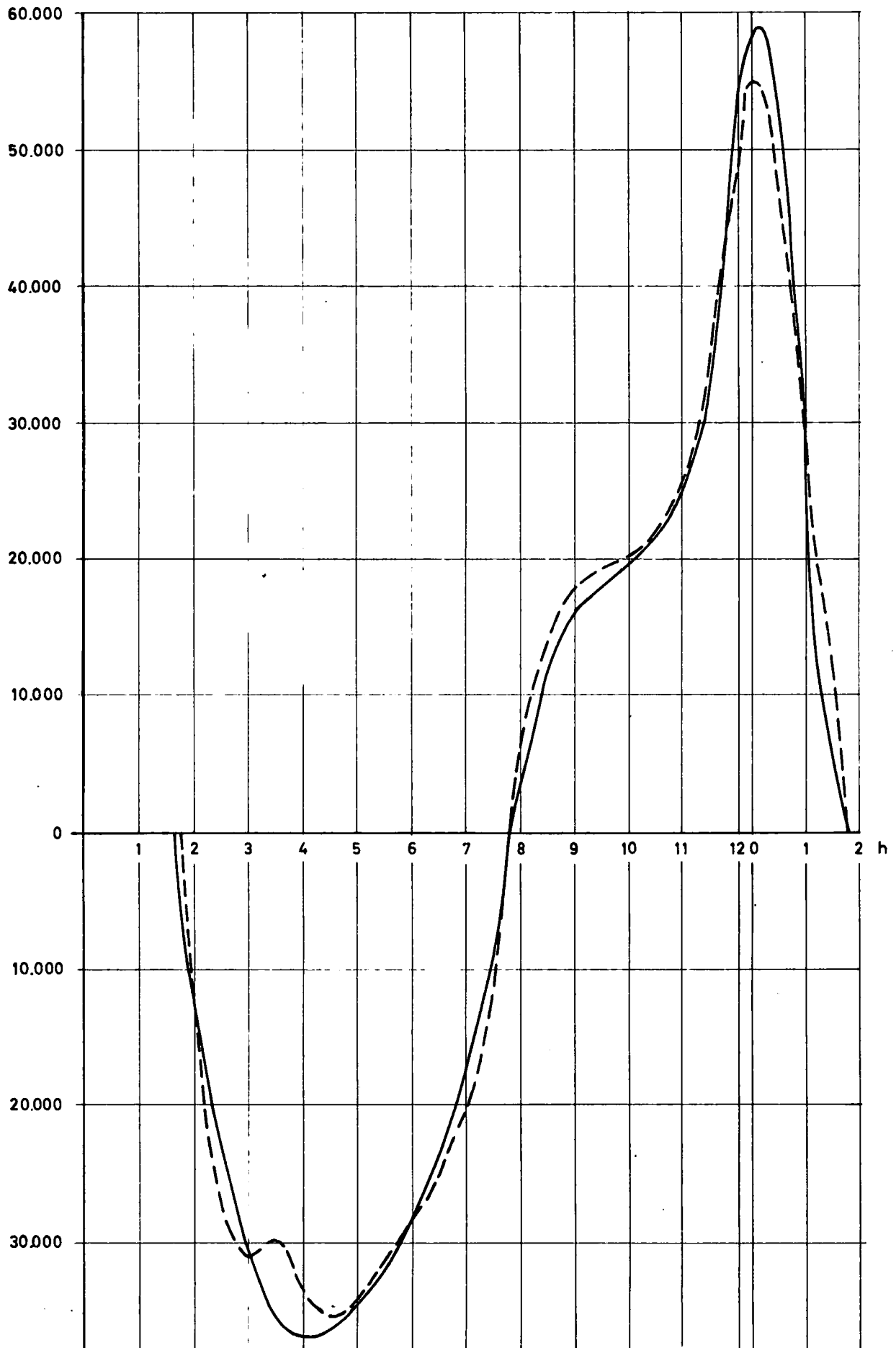
————— Boven reservoir — 1 cm \equiv $7,45 \times 10^6 \text{ m}^3$
 - - - - - Beneden reservoir — 1 cm \equiv $37 \times 10^6 \text{ m}^3$

DEBIETKROMME
Afwaarts modeluiteinde
Springtij 30.12.55

MOD. 119

Bijl. 16

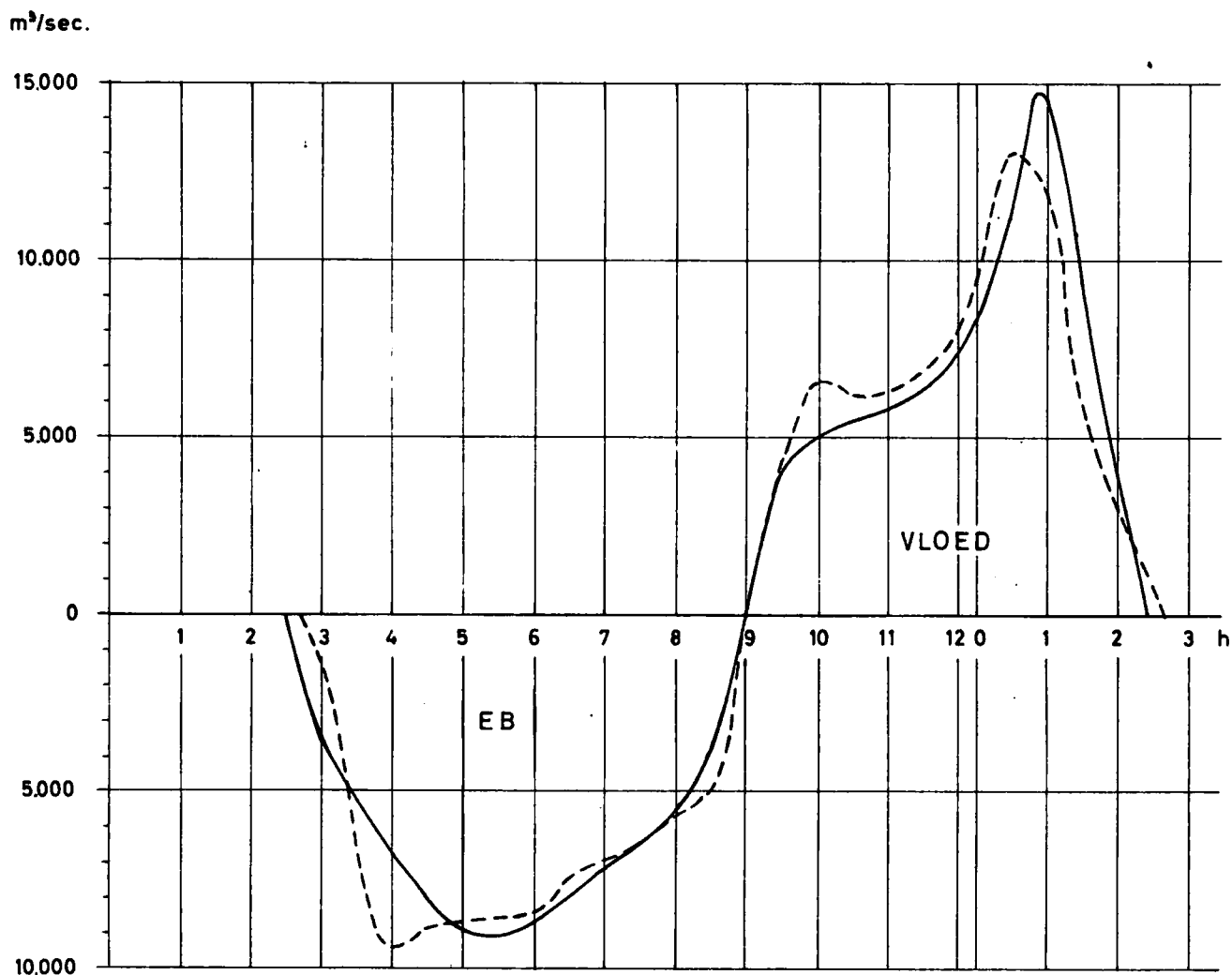
m³/sec.



0h00 = Tijd van Hoogwater te Vlissingen

--- Model
— Kubatuurberekening

De natuurdebieten volgen uit kubatuurberekeningen.
 De modeldebieten werden berekend aan de hand van
 snelheidsmetingen met behulp van micro-molentjes.



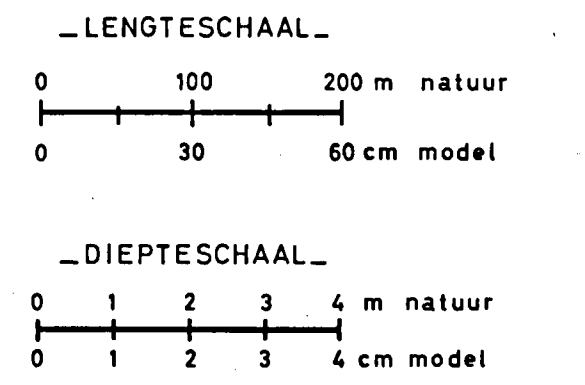
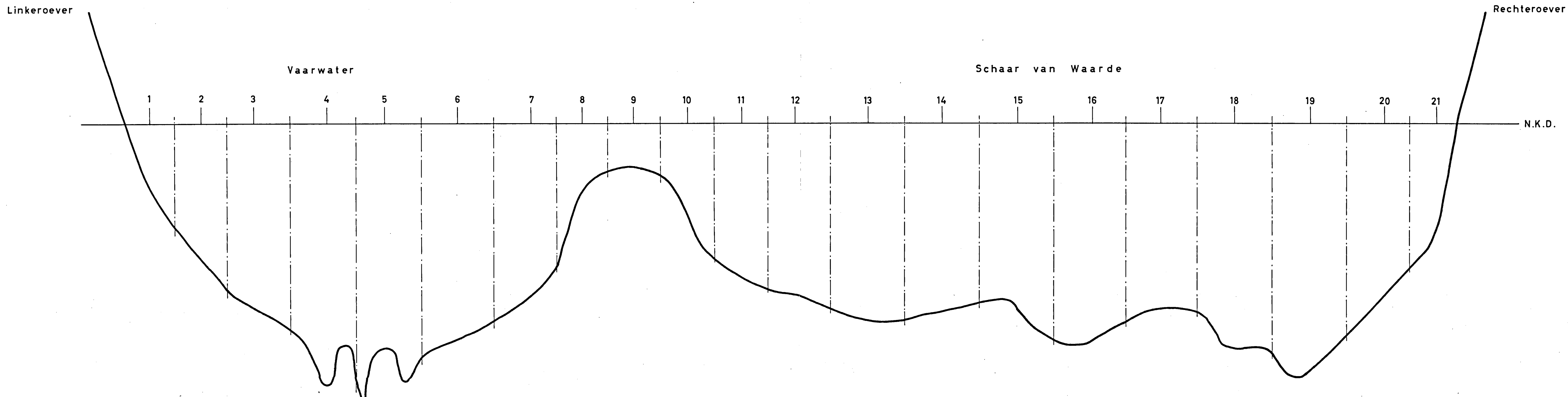
0h00 ≡ Tijd van Hoogwater te Vlissingen

———— Natuur

----- Model : Ruwheid — boven N.K.D. — 12 stenen / m²
 van N.K.D. tot -4,00 m — 18 stenen / m²
 onder -4,00 m — 25 stenen / m²

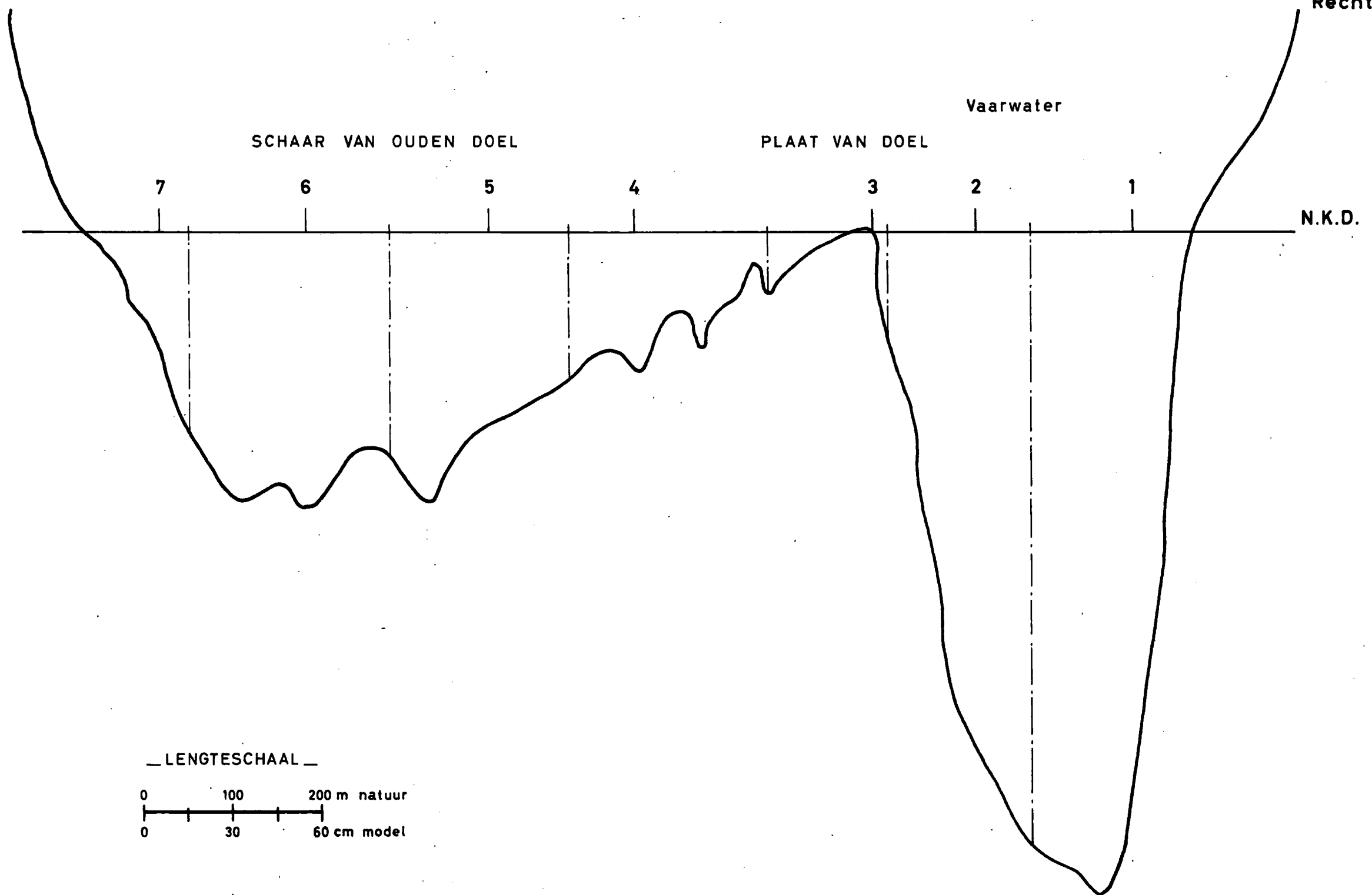
_ VOLUME in miljoen m³ _

	VLOED	EB
NATUUR	146	150
MODEL	149	150

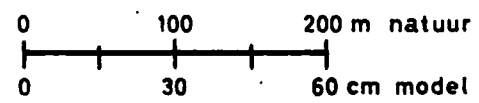


Linkeroever

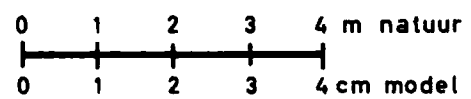
Rechteroever

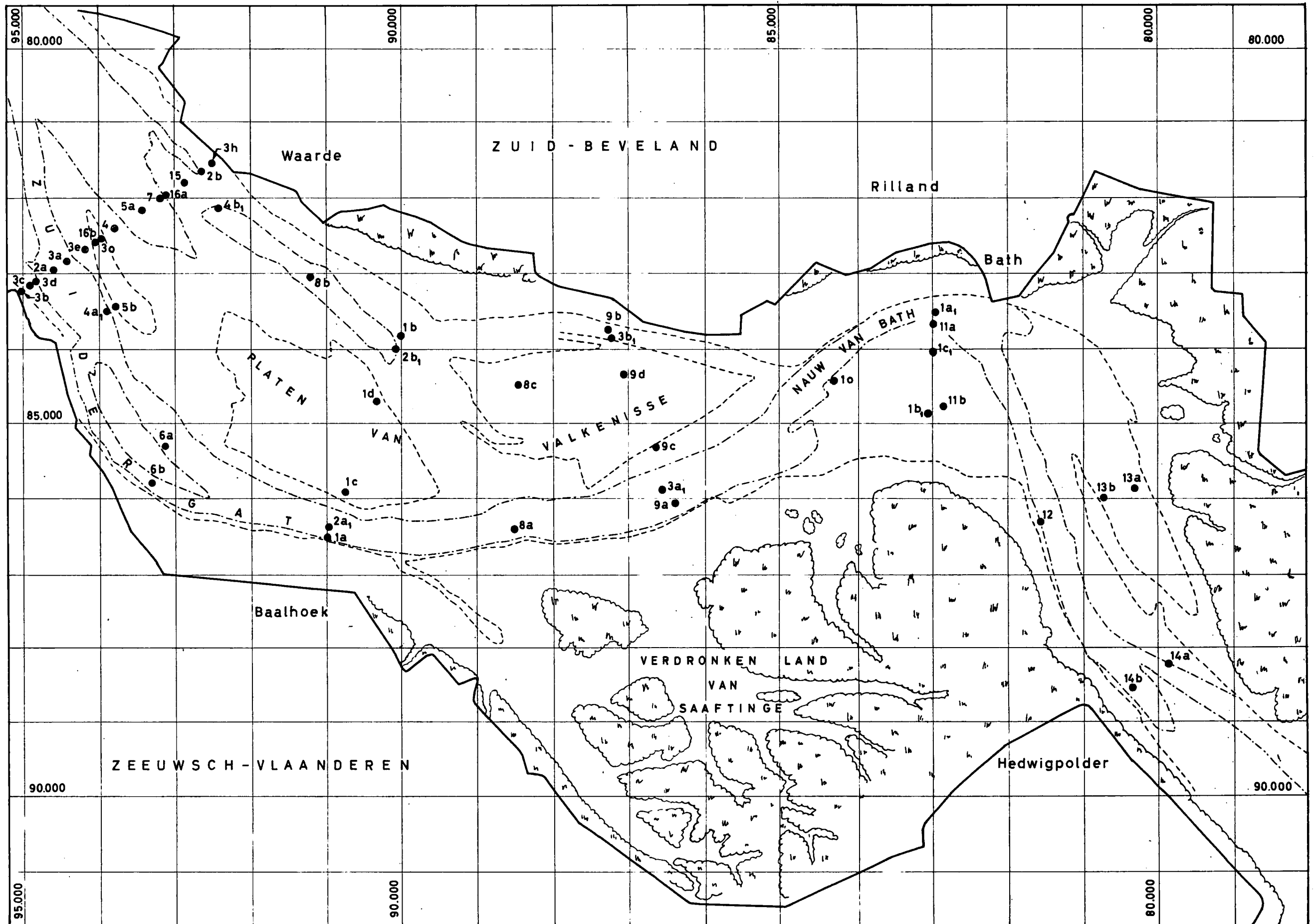


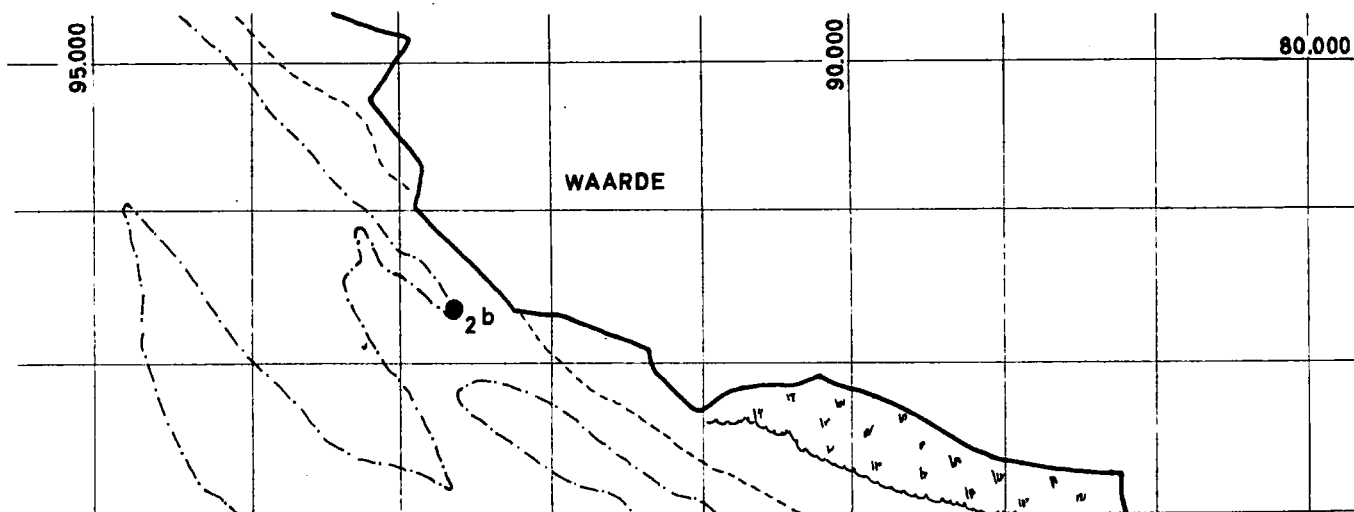
— LENGTESCHAAL —



— DIEPTESCHAAL —



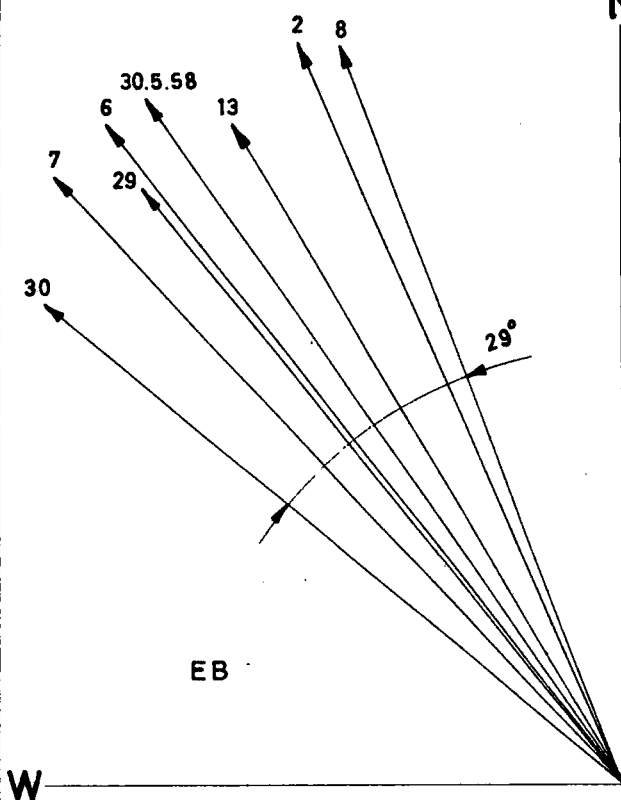




N

De cijfers bij de pijlen geven de dag in sept. 55

De lengte is evenredig met $\frac{d}{v}$ of $\frac{r}{v}$ (factor t.o.v. gem. tij)

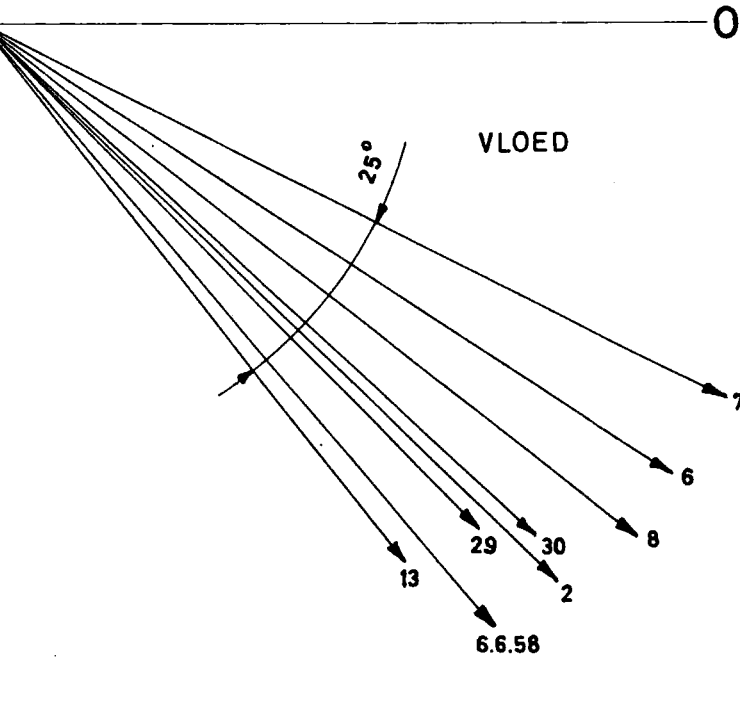


EB

W

RICHTING BIJ MAXIMUM SNELHEID

Z



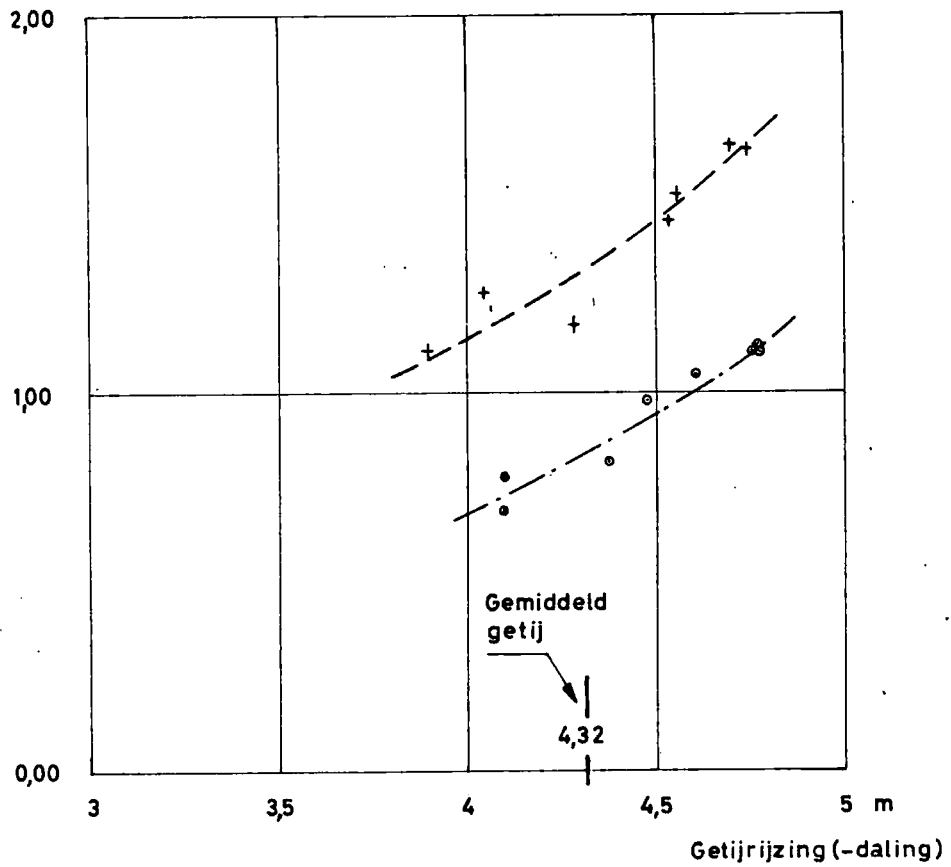
VLOED

25°

6.6.58

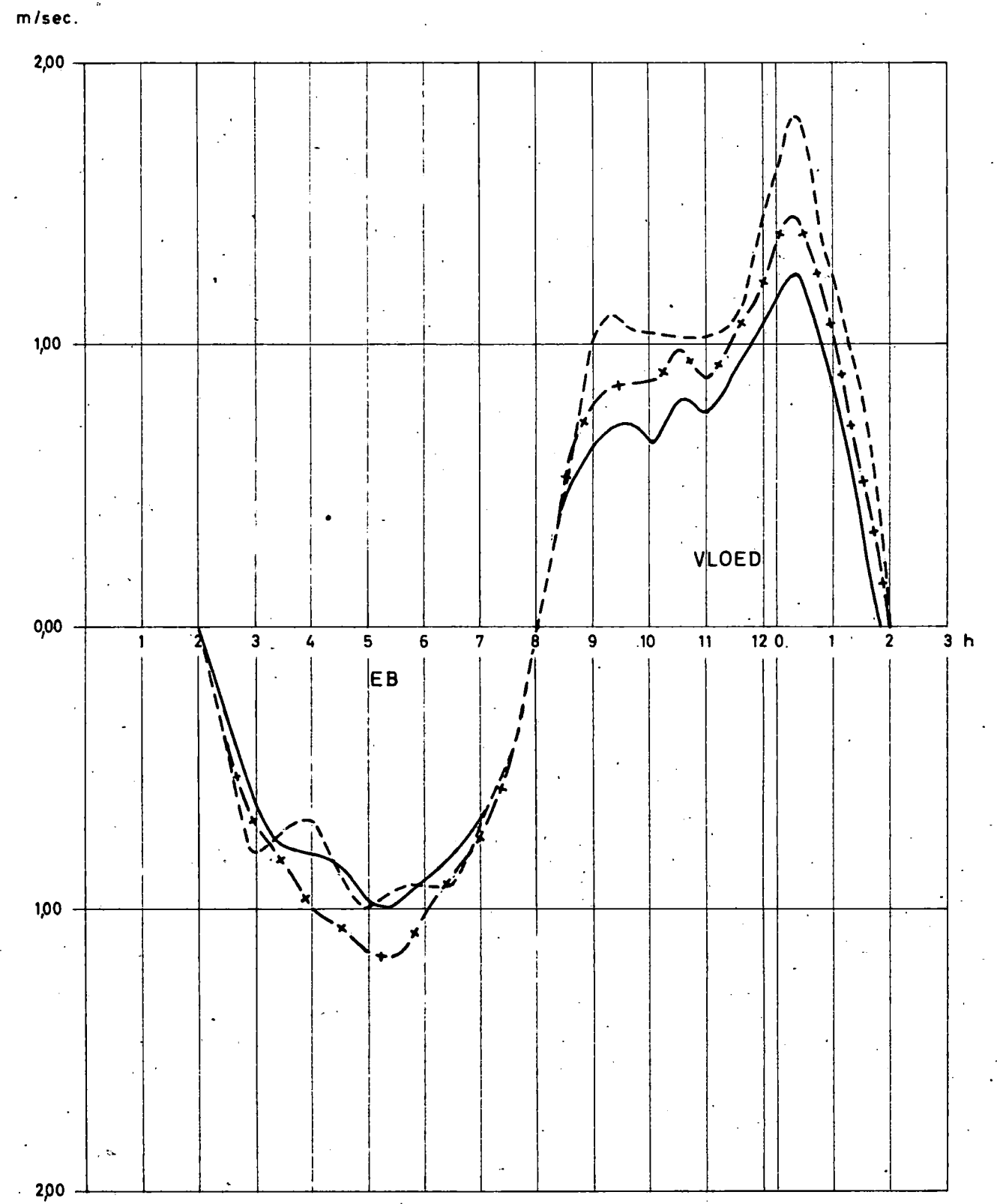
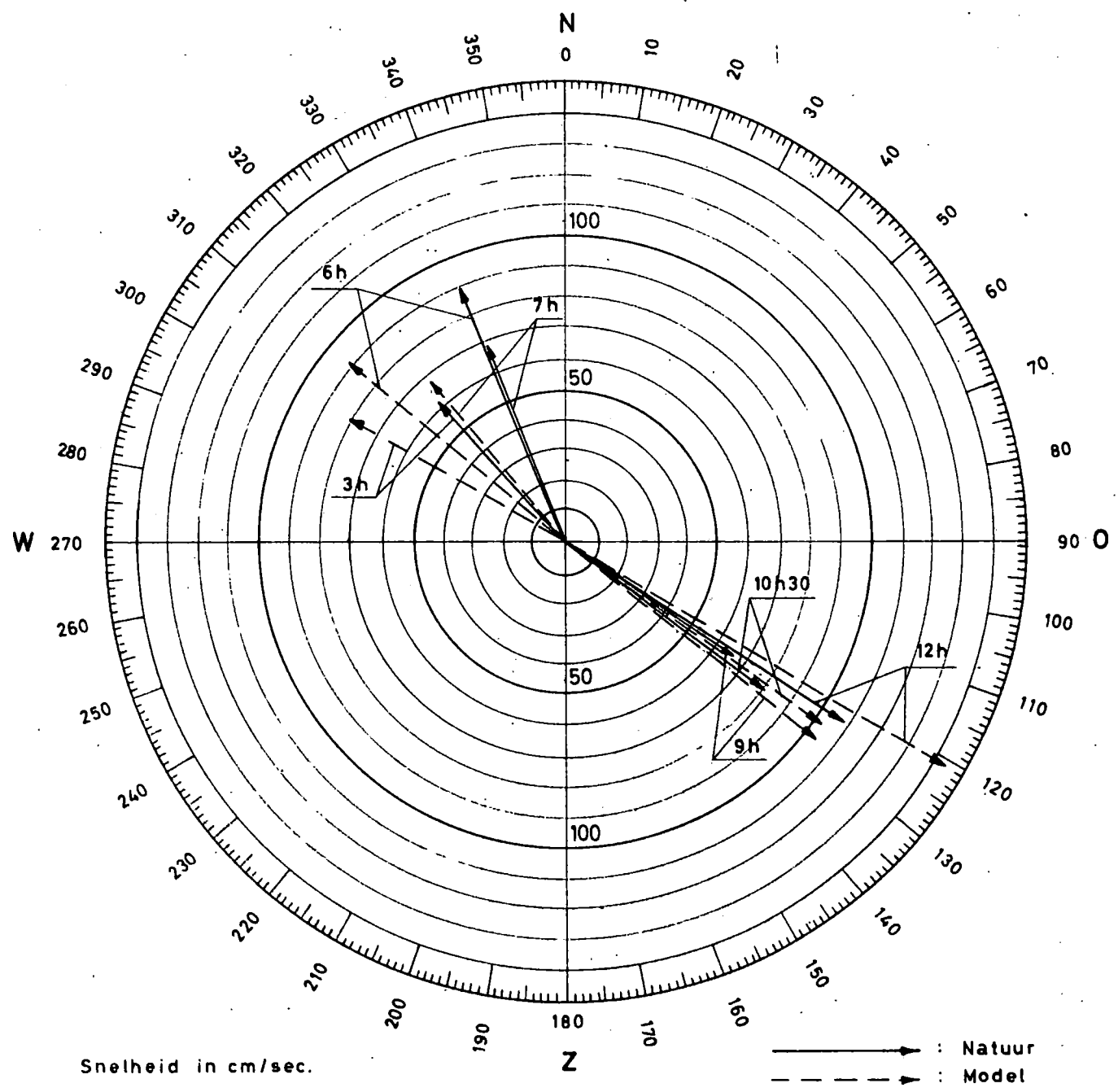
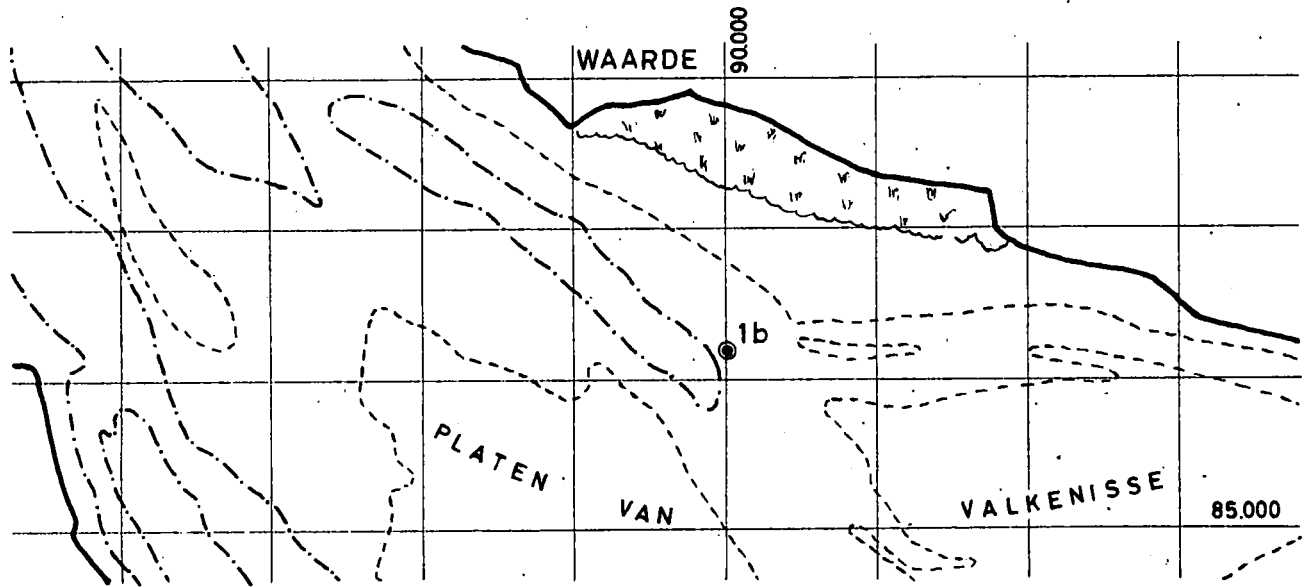
Maximum vloed (eb) snelheid

m/sec.

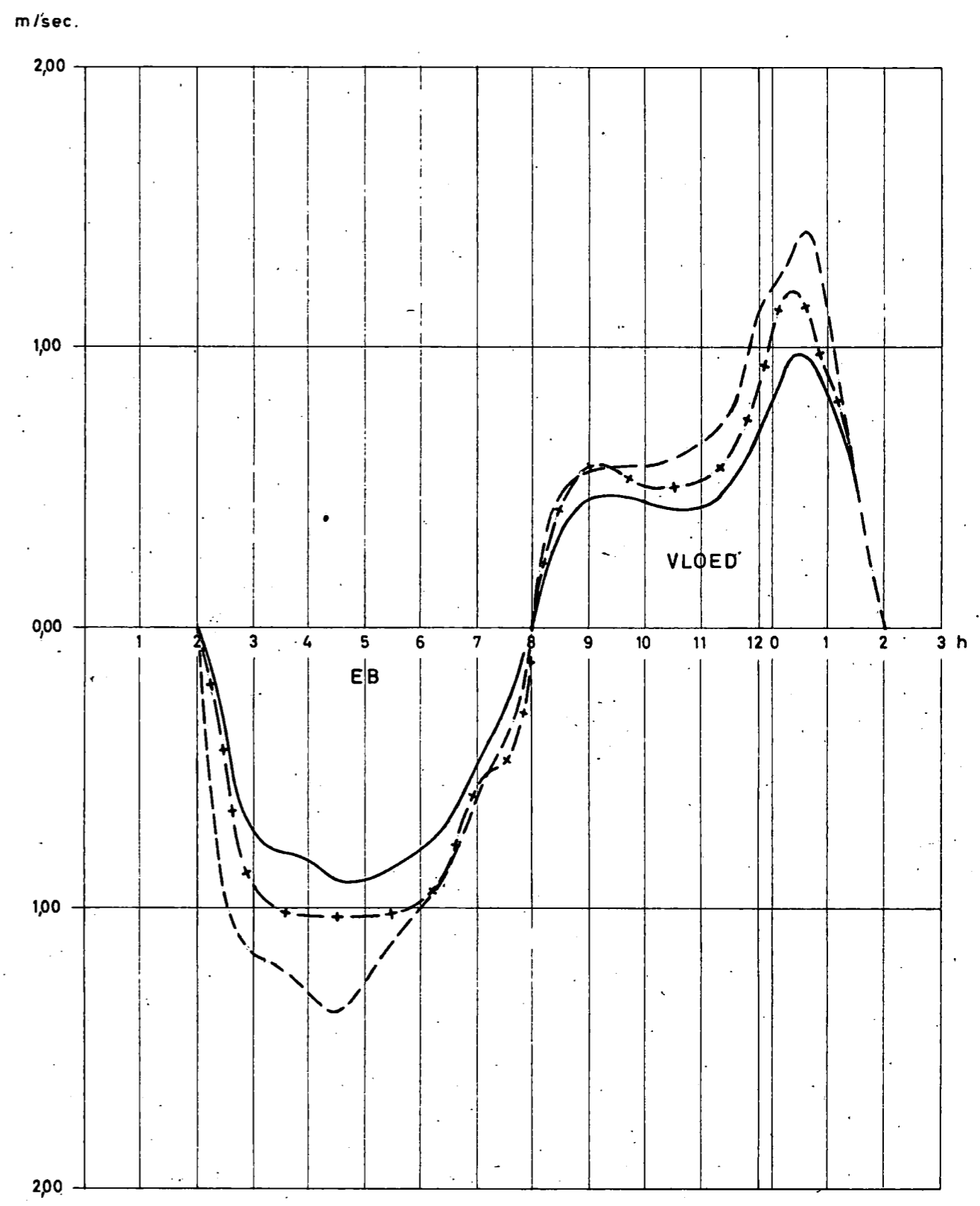
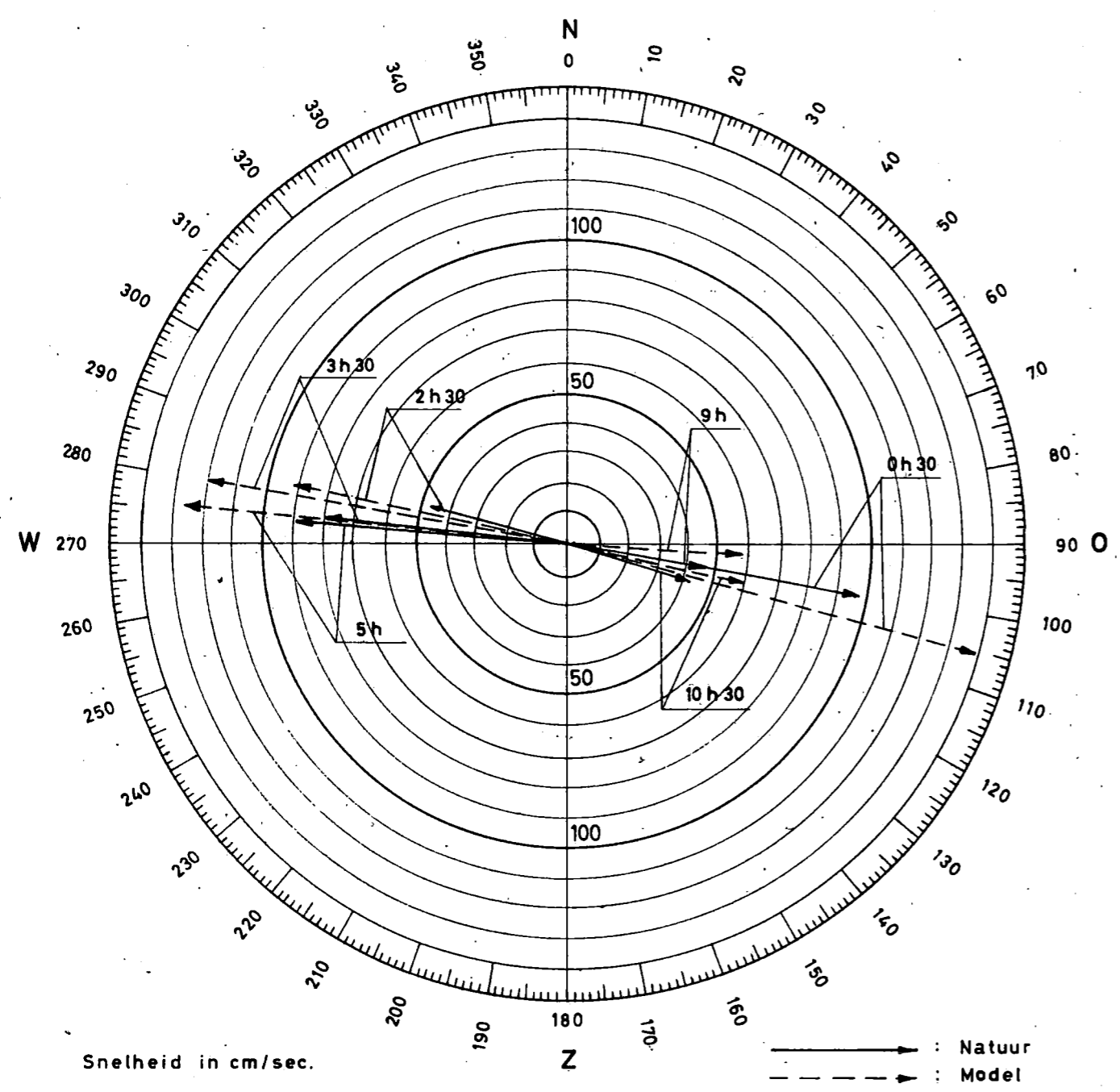
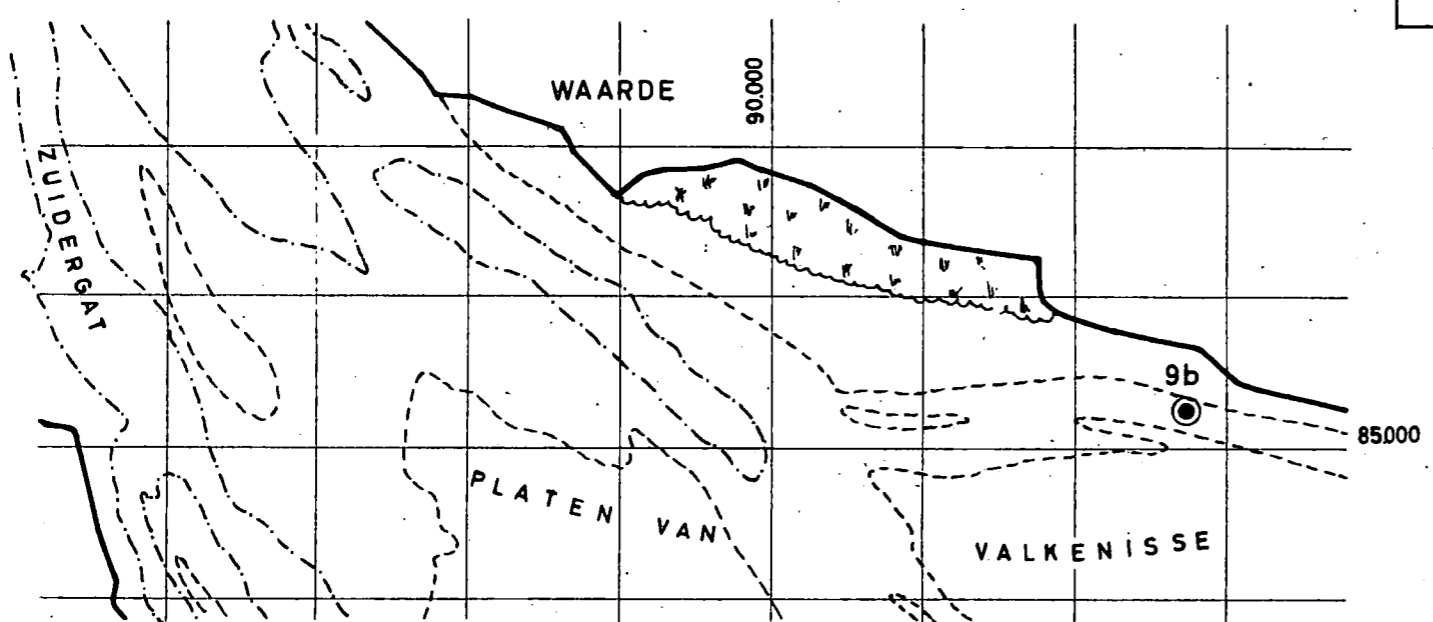


+ - - - - - Vloed

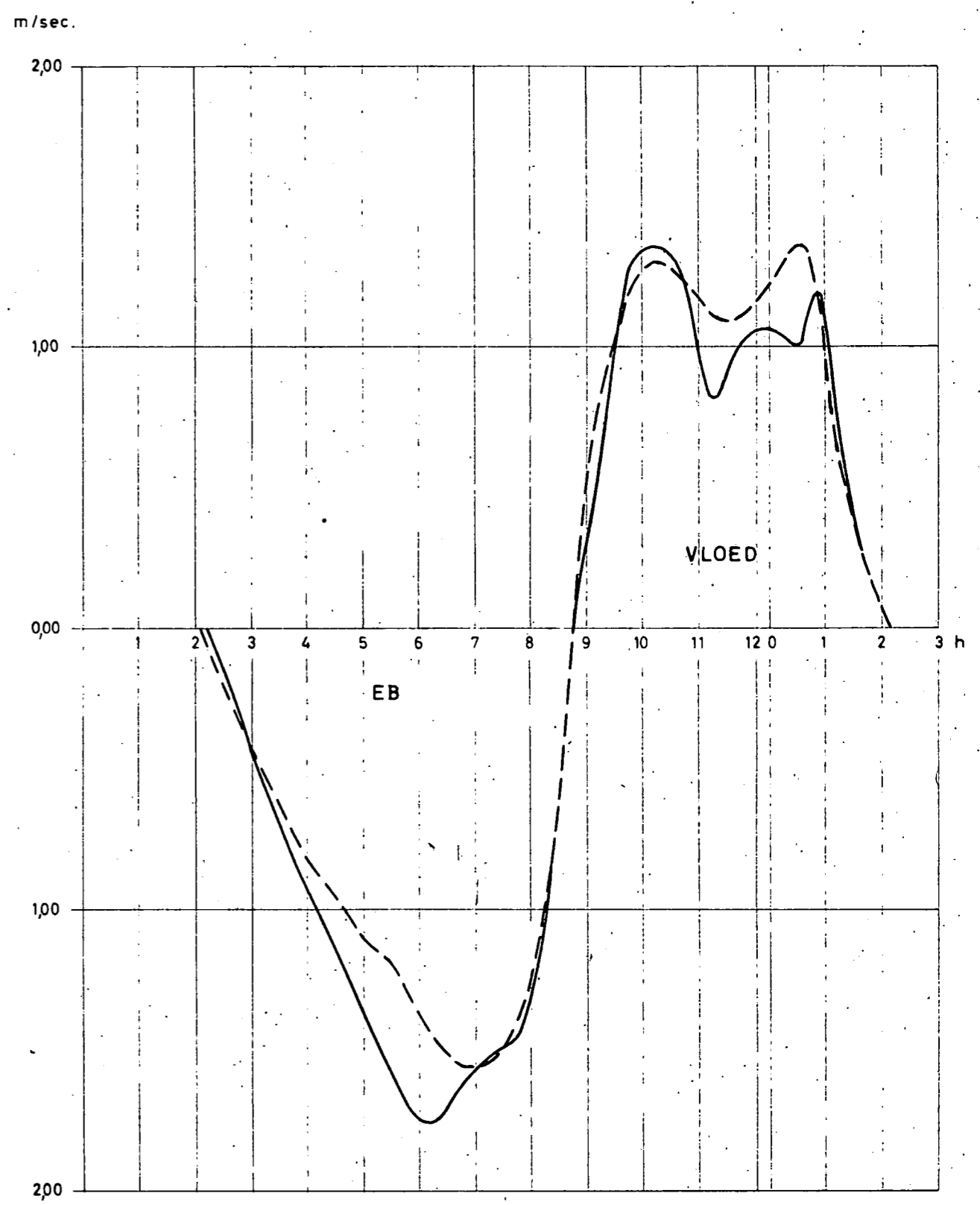
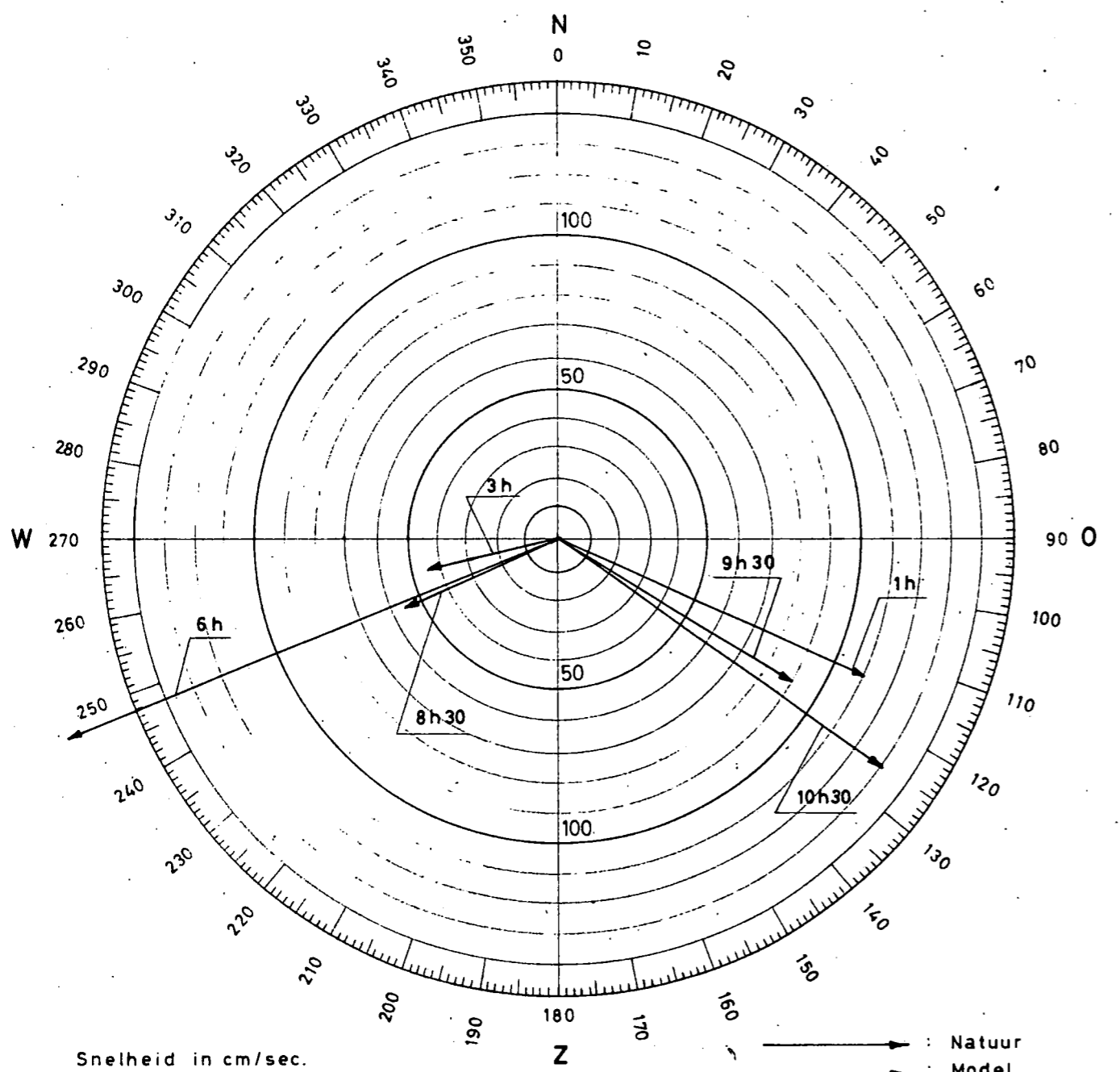
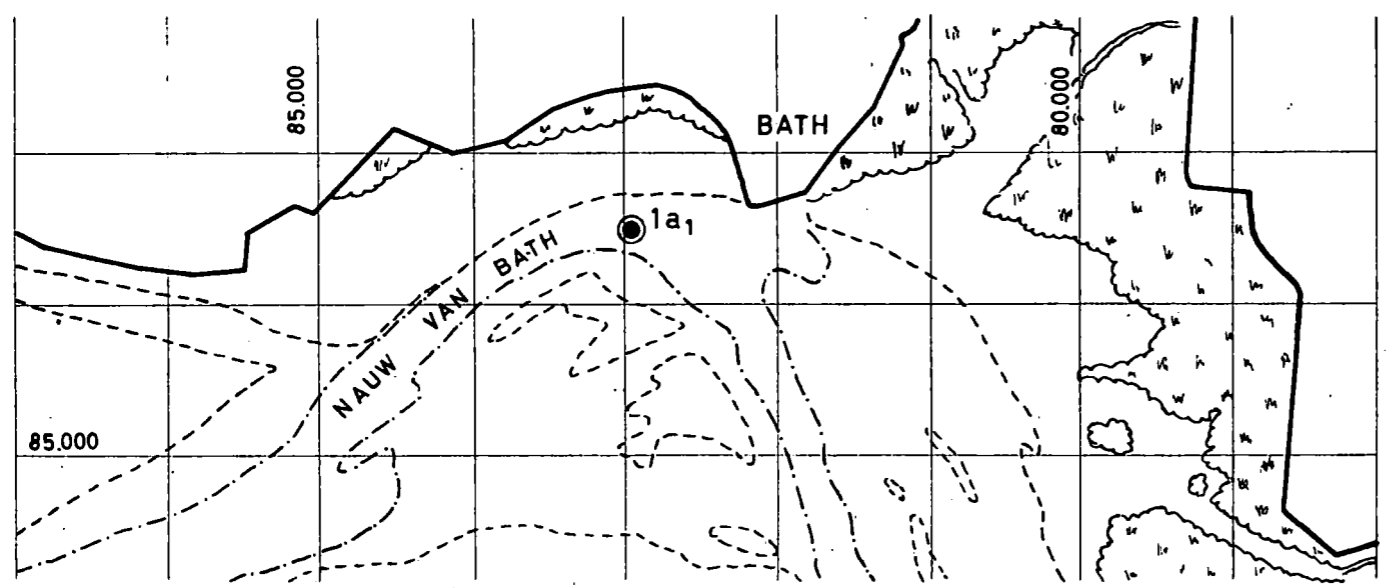
o - · - · - - Eb



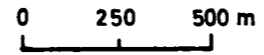
- - - Snelheid in model 2m onder wateroppervlak, getijcoëfficiënt 1,18
- Gemiddelde snelheid natuur 1.9.55
Getijcoëfficiënt bij eb 1,07
" " vloed 1,016
- + - + - Maximum snelheid natuur 1.9.55



- - - Snelheid in model 2m onder wateroppervlak, getijcoëfficiënt 1,18
- Gemiddelde snelheid natuur 15.9.55
Getijcoëfficiënt bij eb 1,13
- + — Maximum snelheid natuur 15.9.55

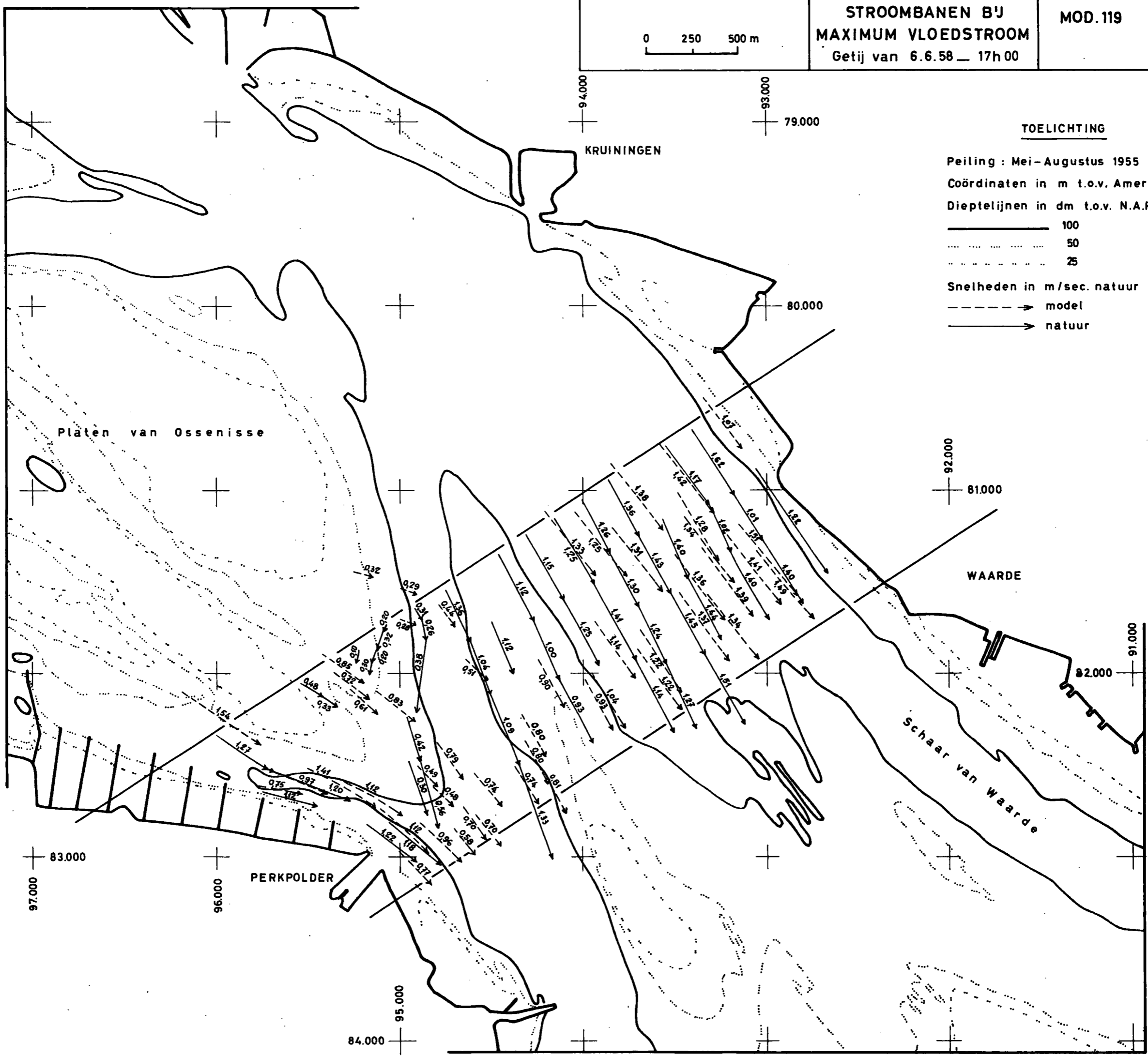


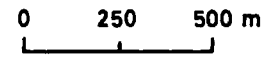
- - - Snelheid in model 2m onder wateroppervlak, getijcoëfficiënt 1,18
 — Snelheid in natuur bepaald met oppervlaktedrijvers van 2,50m — 1.9.54
 Getijcoëfficiënt bij vloed 1,09



TOELICHTING

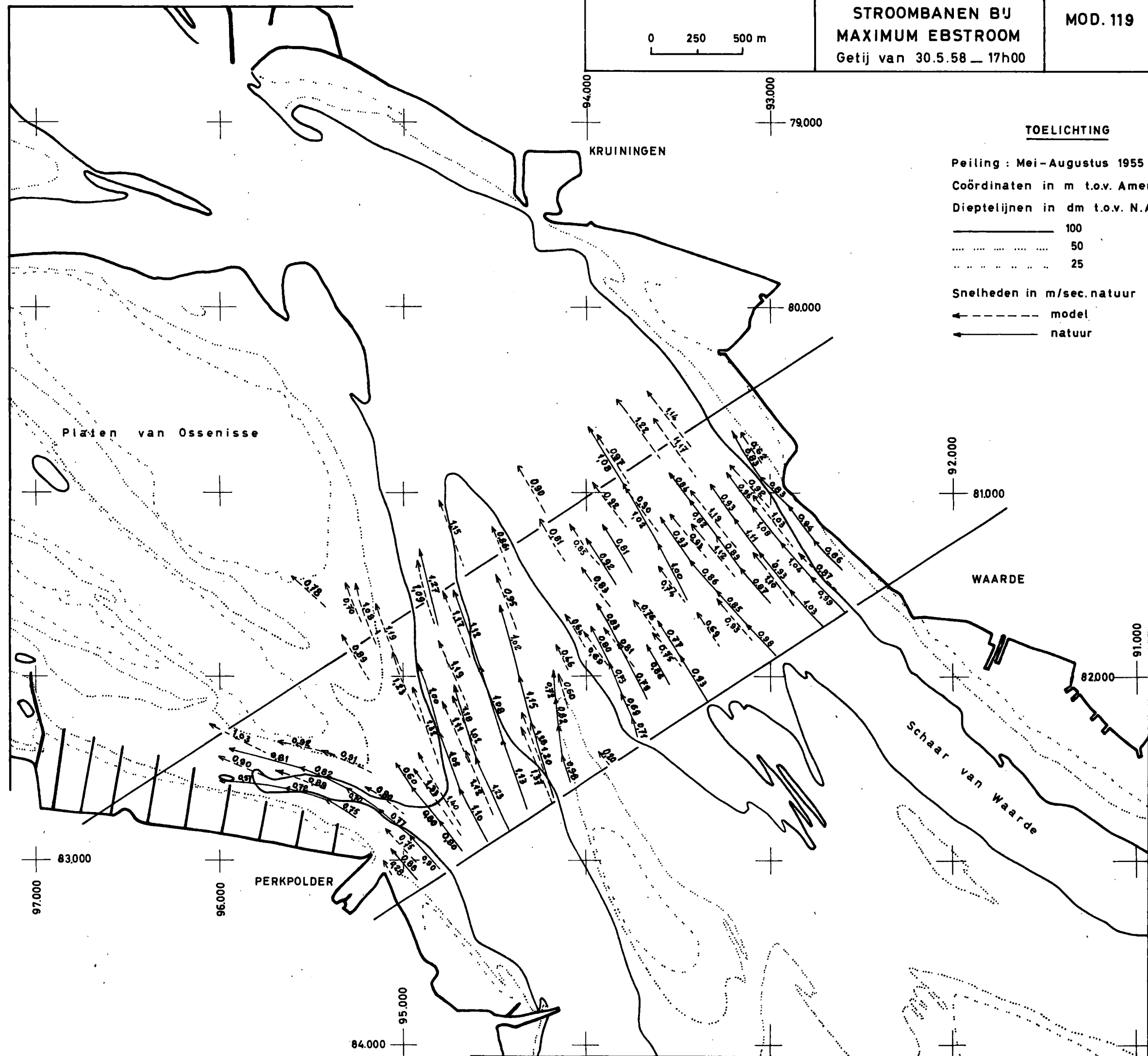
- Peiling : Mei-Augustus 1955
- Coördinaten in m t.o.v. Amersfoort
- Dieptelijnen in dm t.o.v. N.A.P.
- 100
- 50
- 25
- Snelheden in m/sec. natuur
- > model
- > natuur





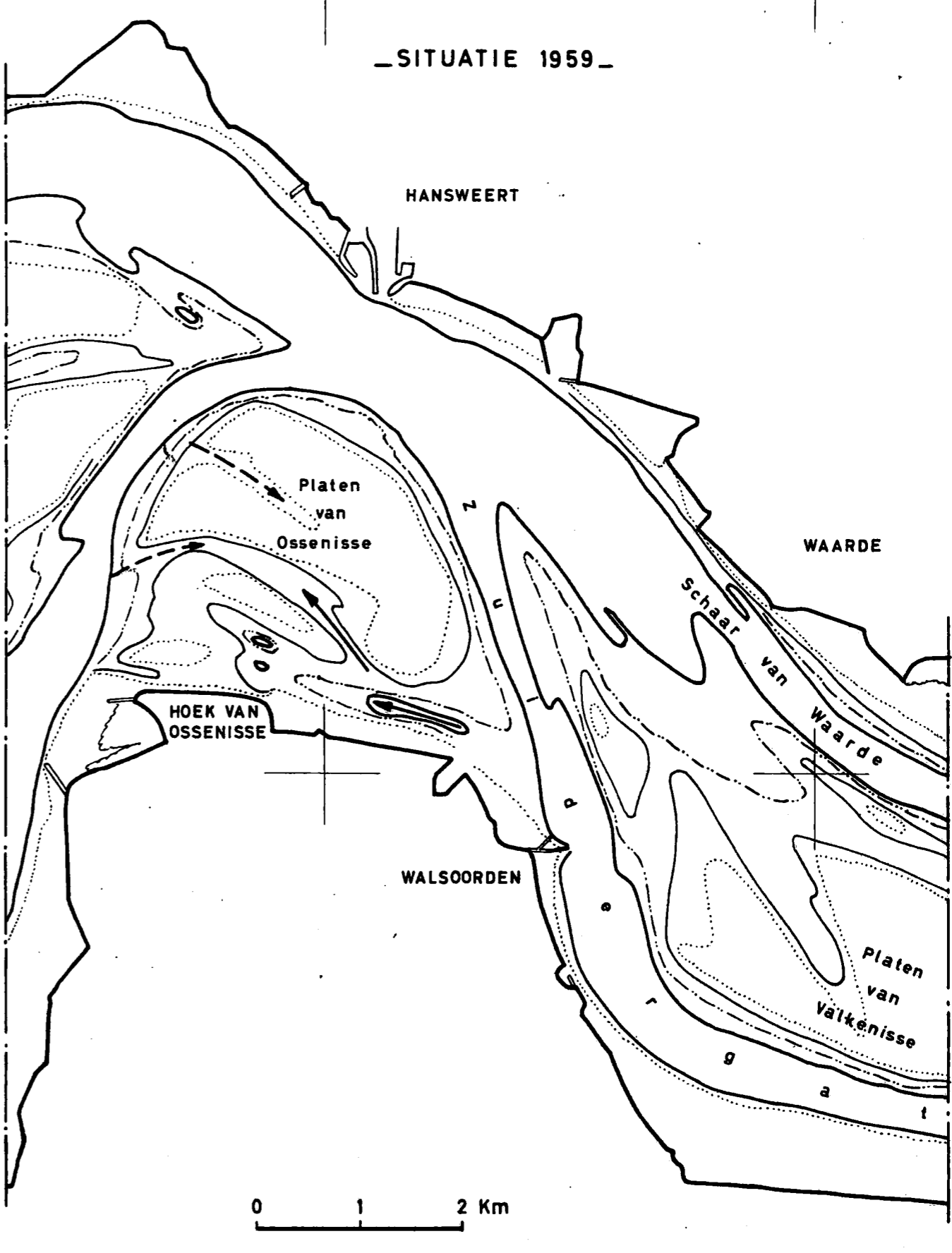
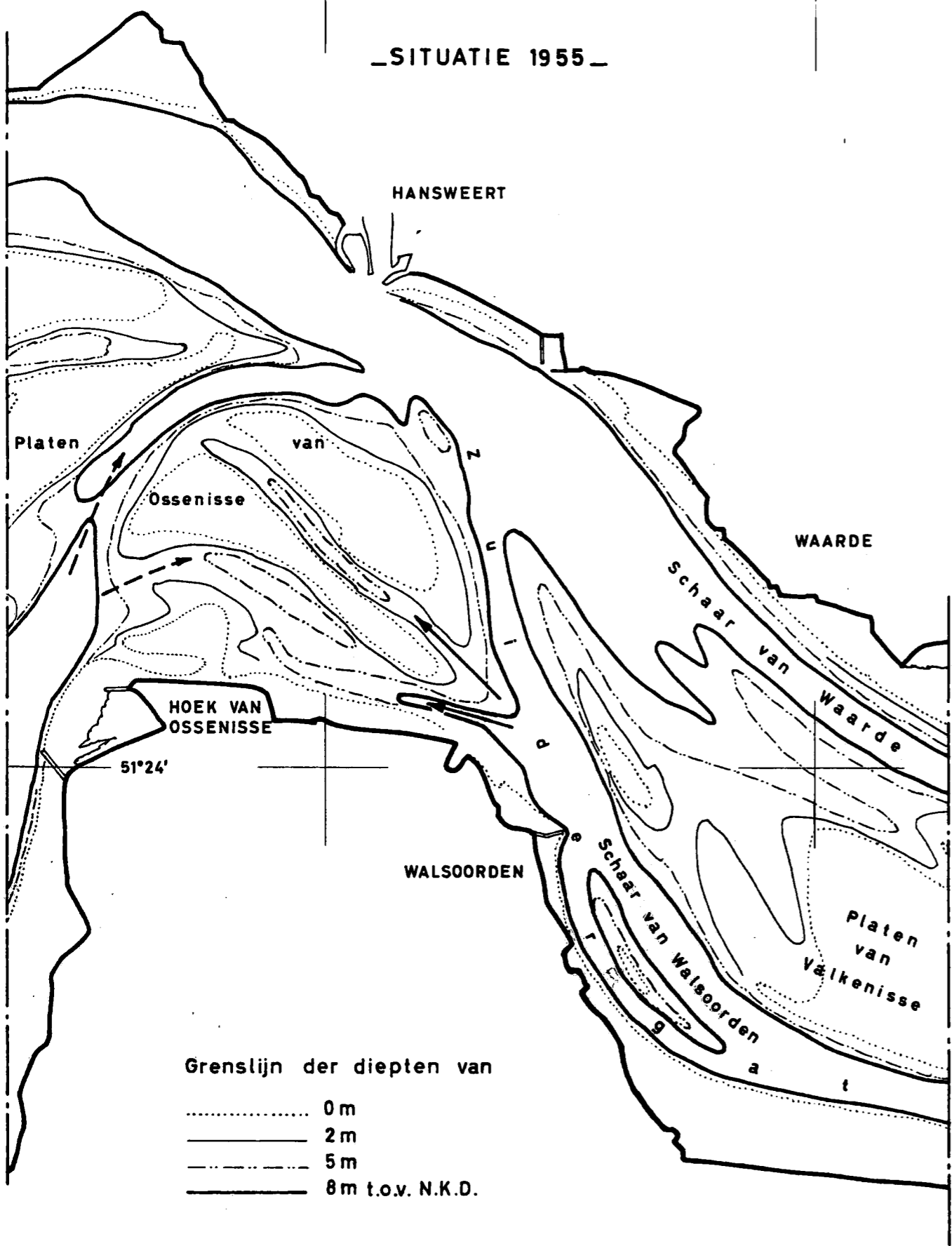
TOELICHTING

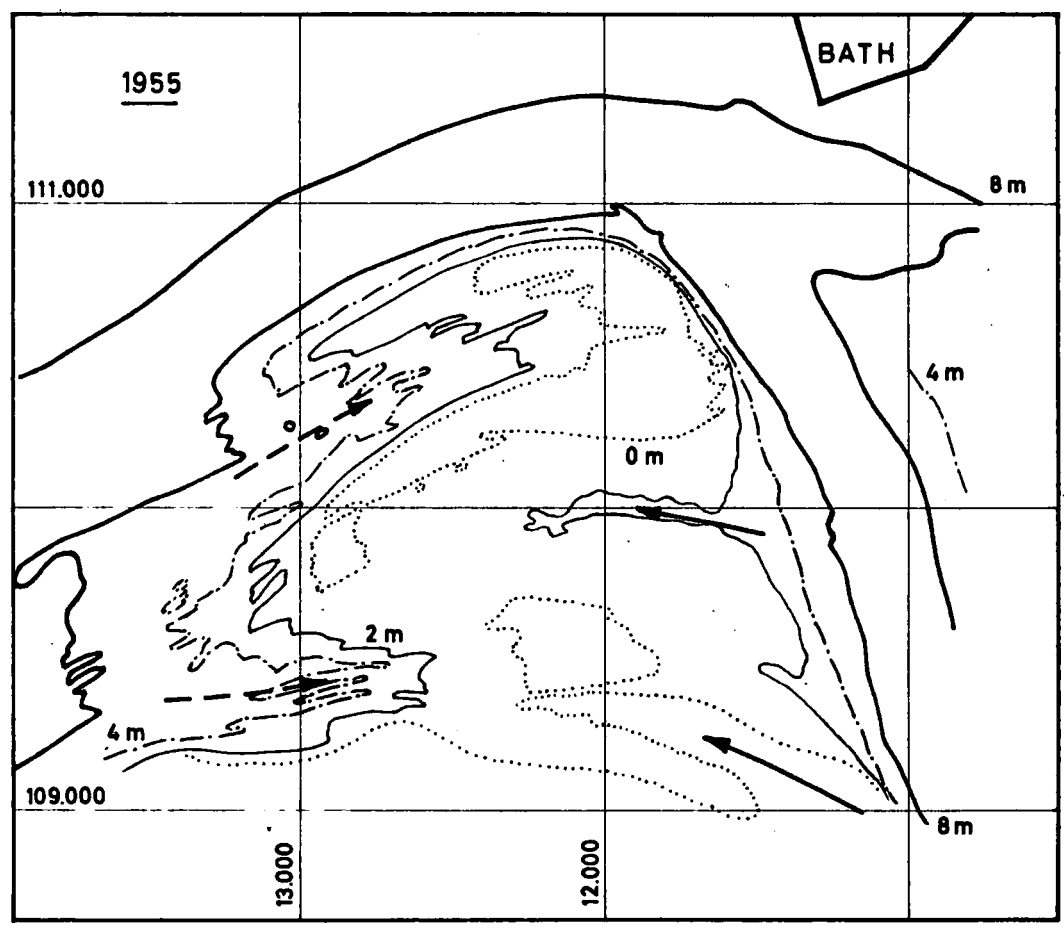
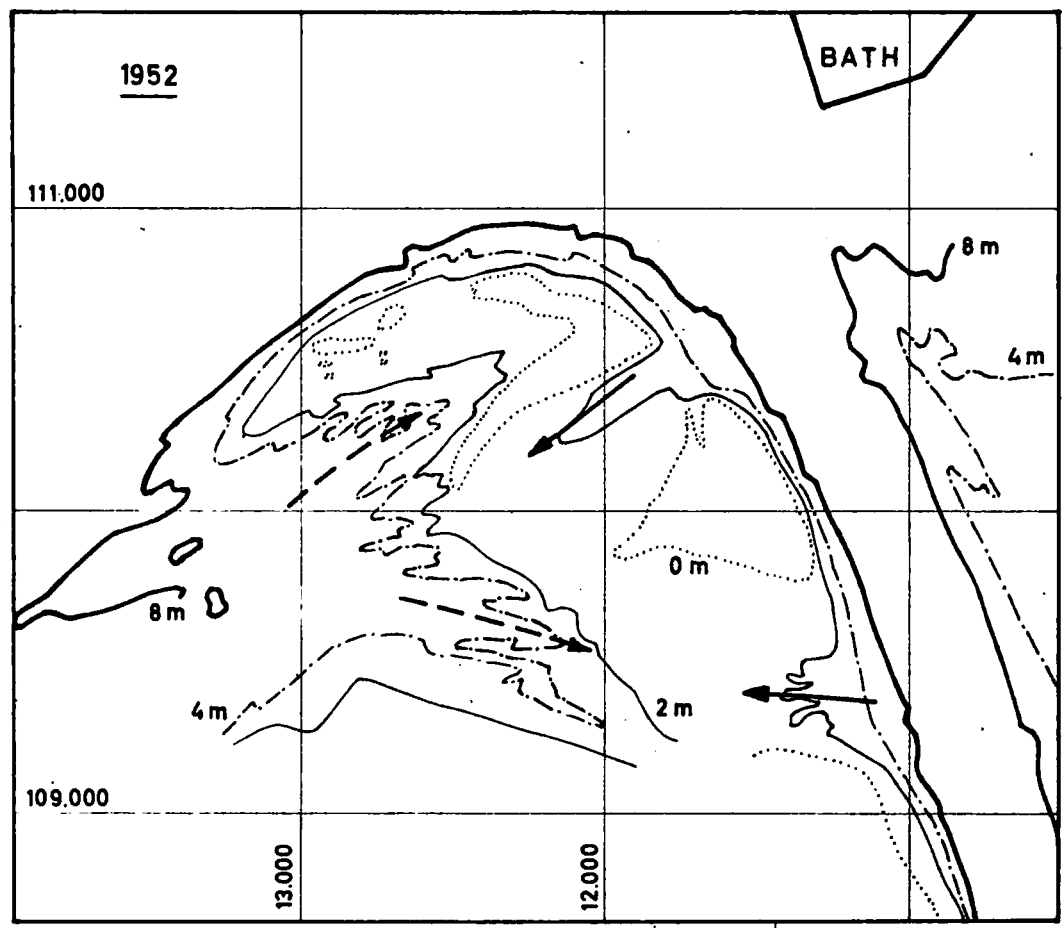
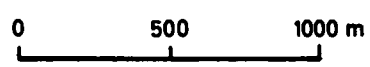
Peiling : Mei-Augustus 1955
 Coördinaten in m t.o.v. Amersfoort
 Dieptelijnen in dm t.o.v. N.A.P.
 ————— 100
 50
 25
 Snelheden in m/sec.natuur
 ← - - - - - model
 ← - - - - - natuur

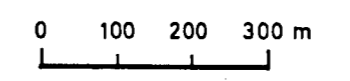


SITUATIE 1955

SITUATIE 1959

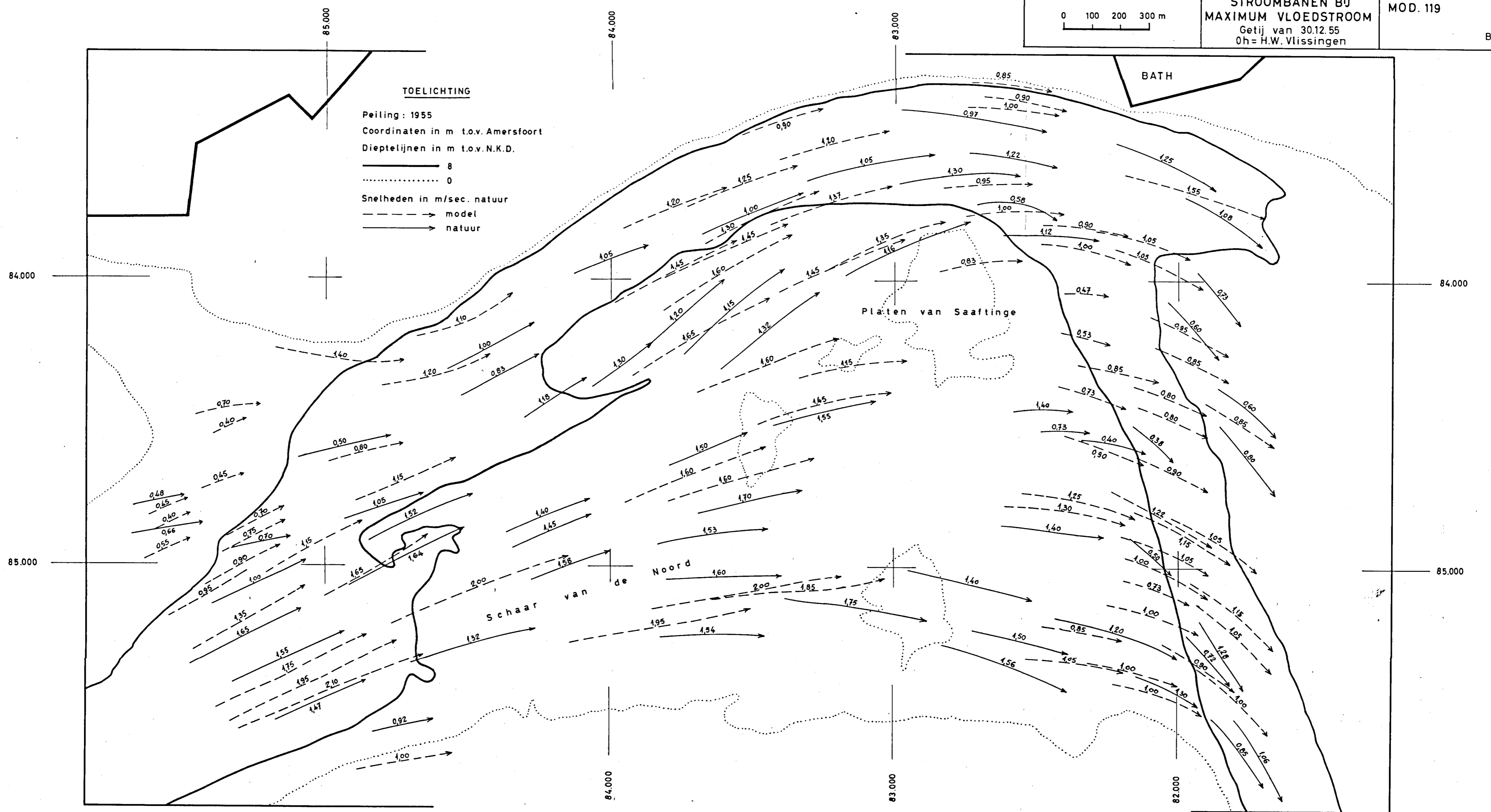


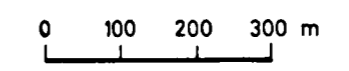




TOELICHTING

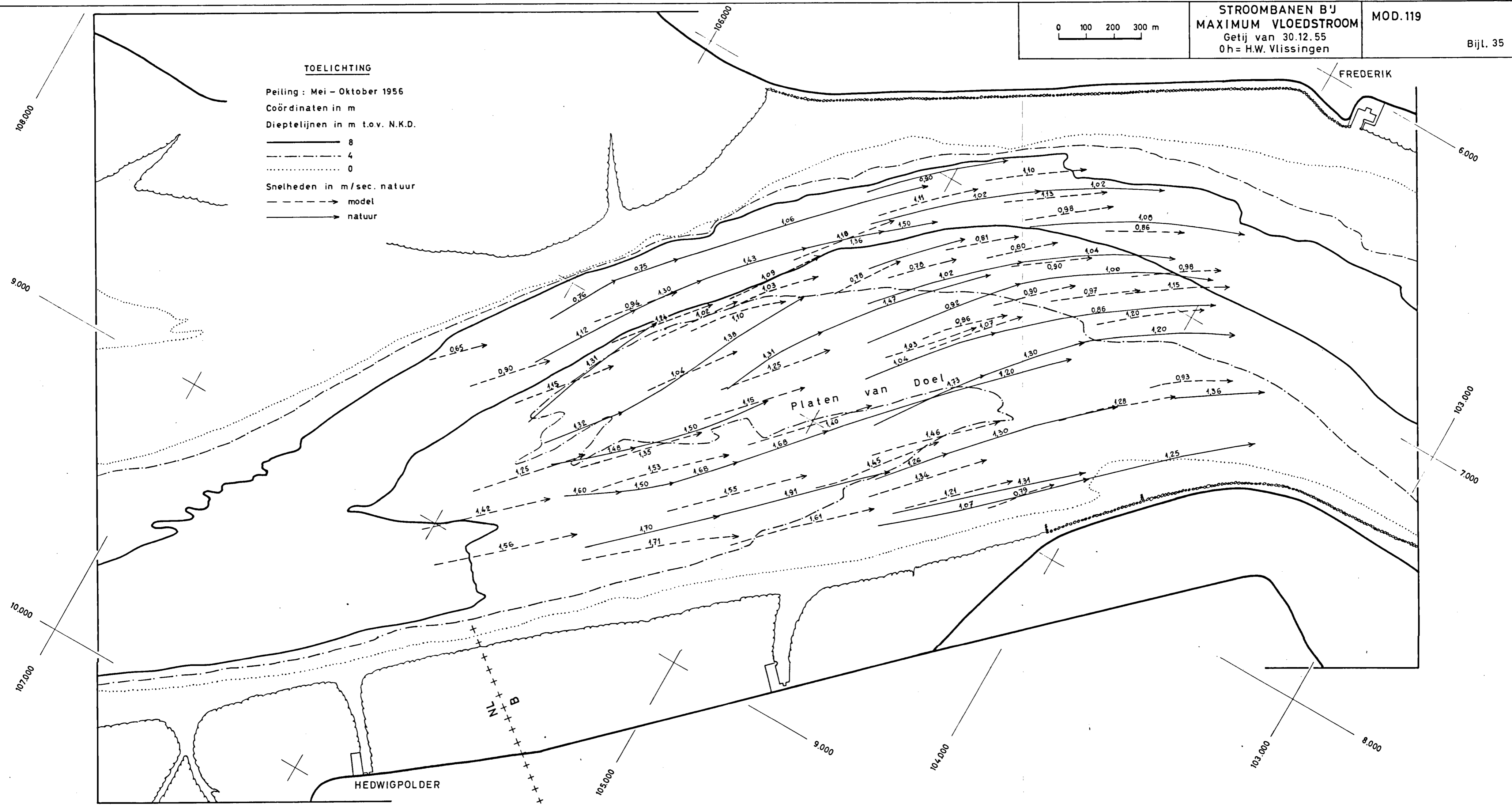
Peiling: 1955
 Coördinaten in m t.o.v. Amersfoort
 Dieptelijnen in m t.o.v. N.K.D.
 ————— 8
 0
 Snelheden in m/sec. natuur
 - - - - - model
 ————— natuur

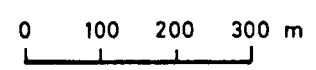




TOELICHTING

Peiling : Mei - Oktober 1956
 Coördinaten in m
 Dieptelijnen in m t.o.v. N.K.D.
 ————— 8
 - - - - - 4
 0
 Snelheden in m/sec. natuur
 - - - - -> model
 —————> natuur



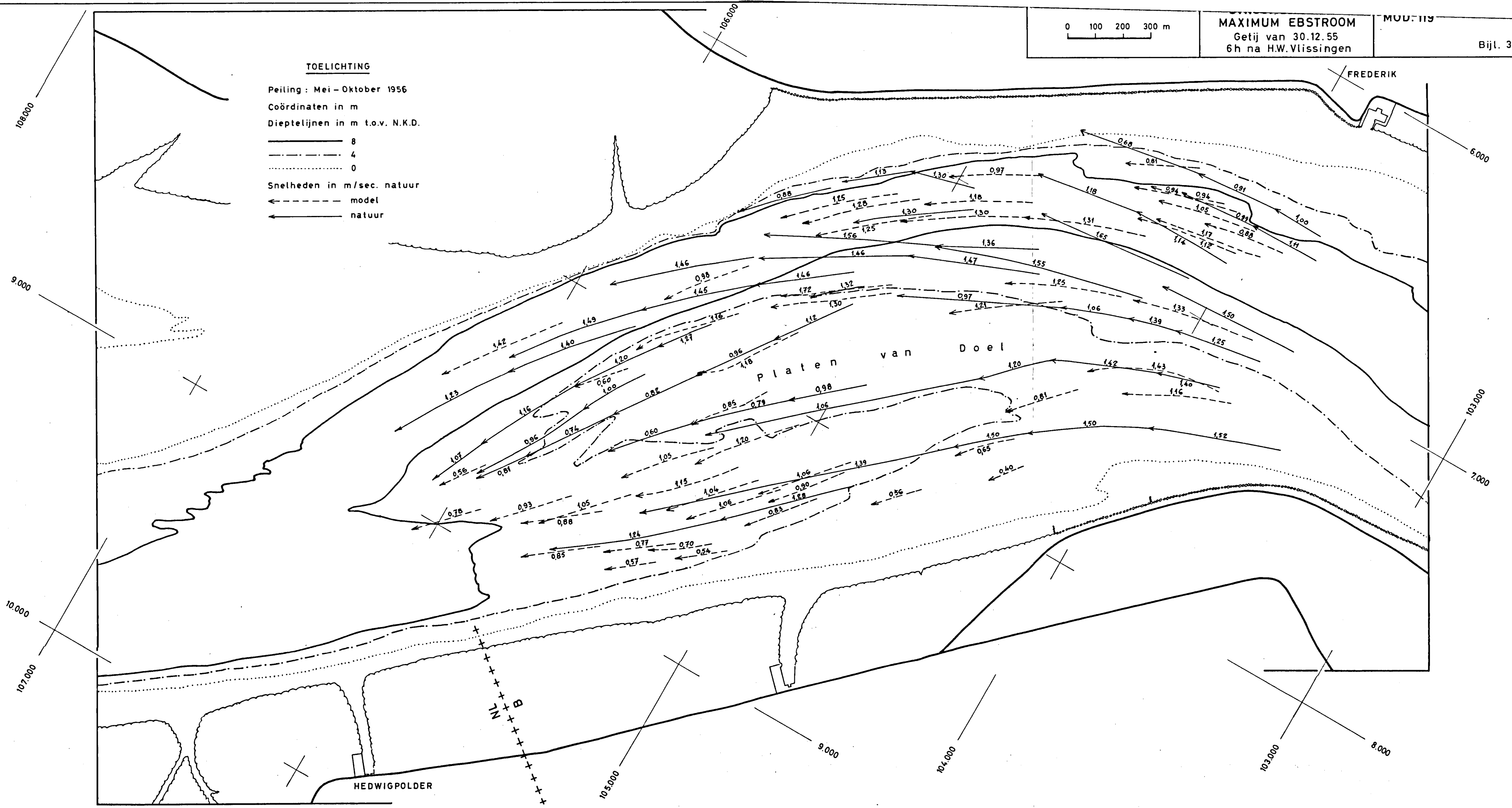


MAXIMUM EBSTROOM
Getij van 30.12.55
6h na H.W. Vlissingen

MOD. 119

TOELICHTING

- Peiling : Mei - Oktober 1956
- Coördinaten in m
- Dieptelijnen in m t.o.v. N.K.D.
 - 8
 - - - - 4
 - 0
- Snelheden in m/sec. natuur
 - ← - - - - model
 - ← - - - - natuur

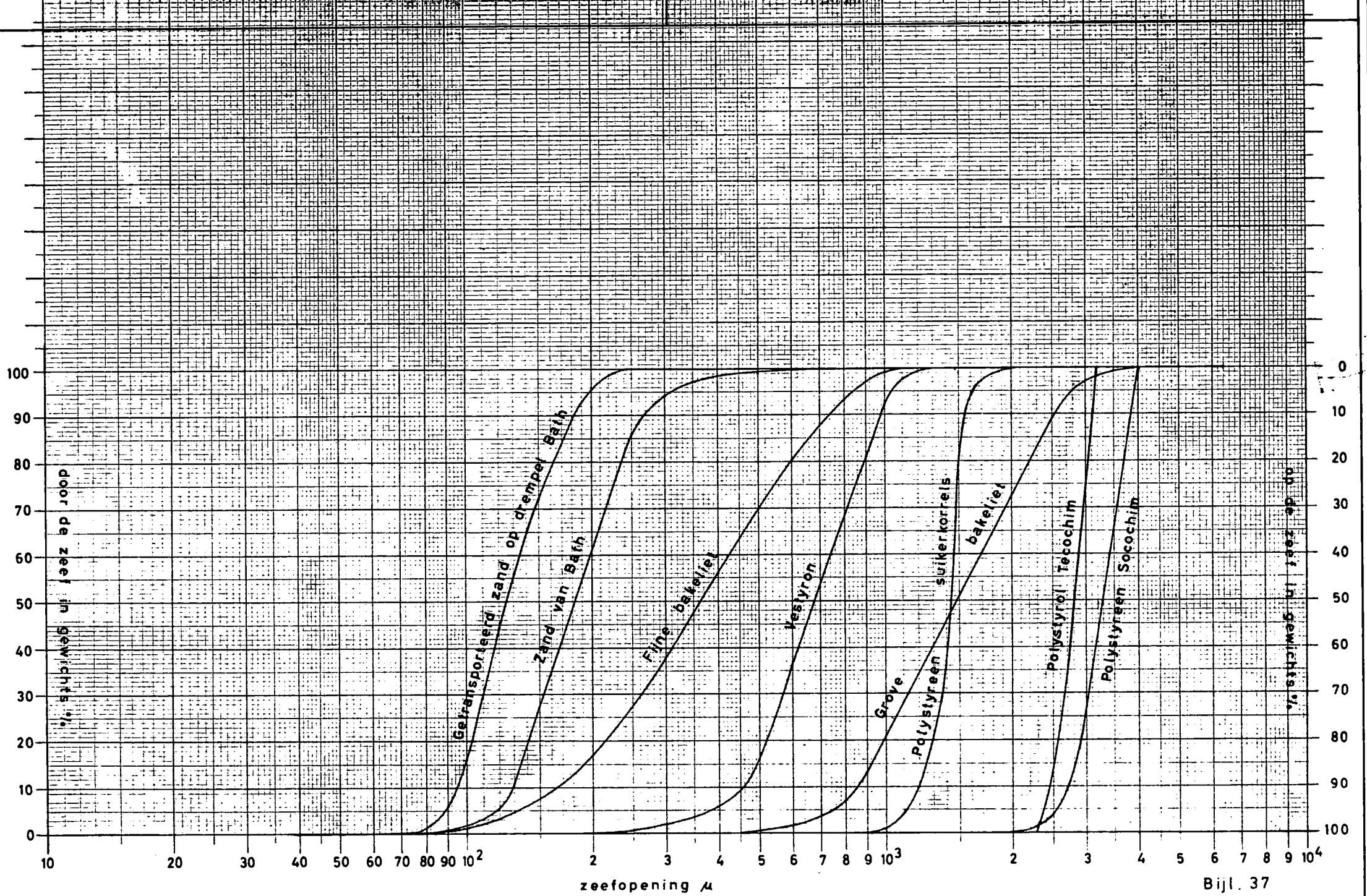


M B

HEDWIGPOLDER

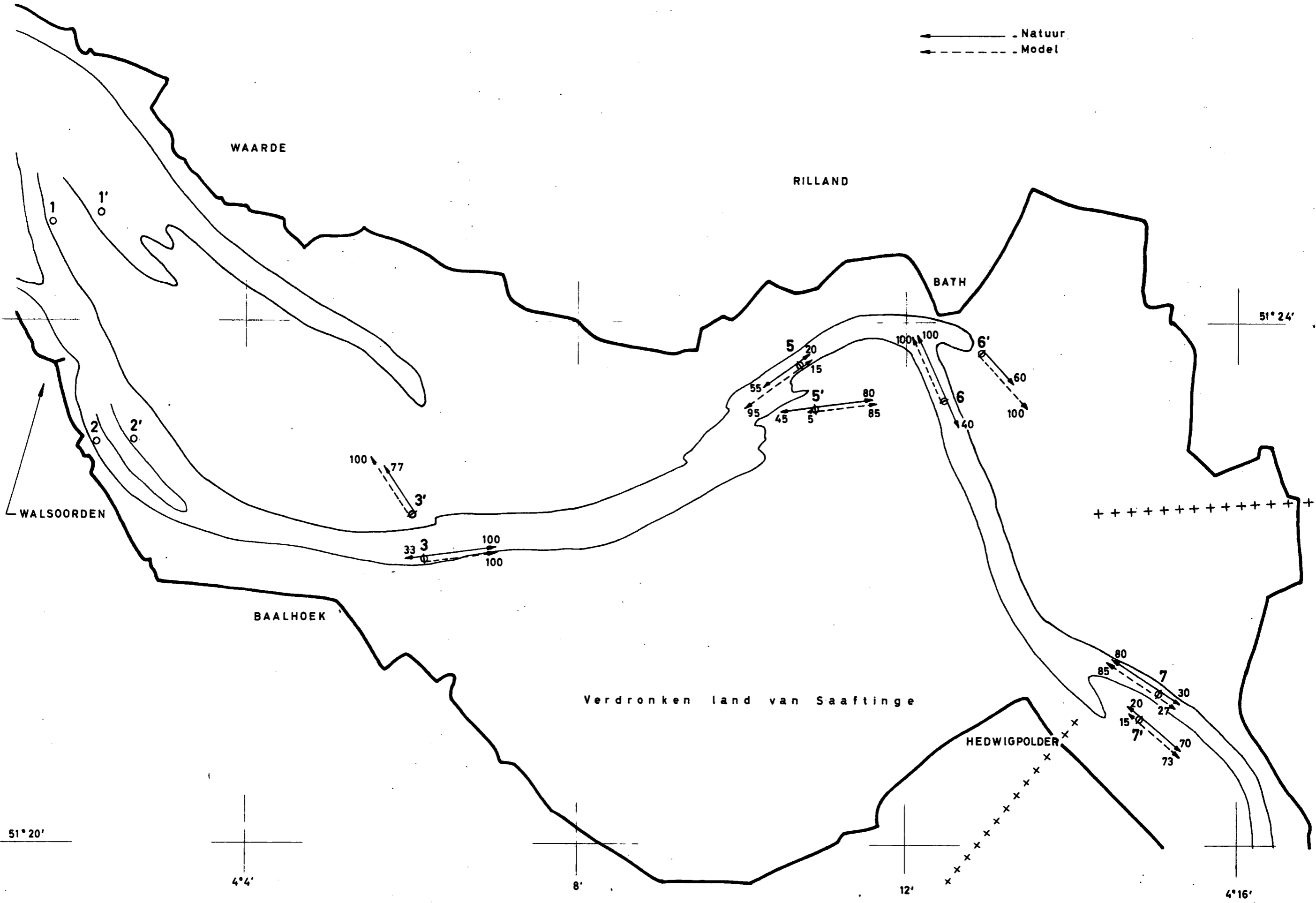
Platen van Doel

FREDERIK



Bijl. 37

— Natuur
- - - - - Model



Schaal: Natuur : 3/100.000
Model : 1/100

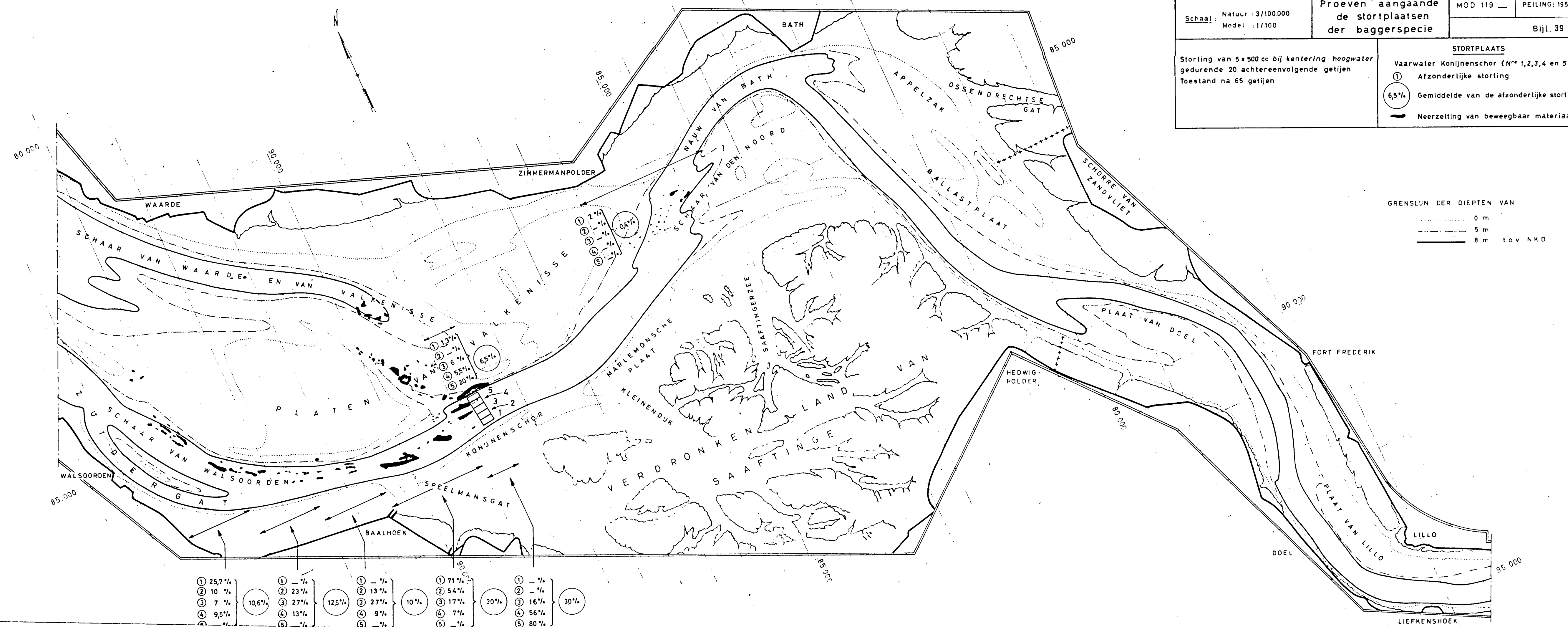
Proeven aangaande de stortplaatsen der baggerspecie

MOD 119 — PEILING: 1955-56
Bijl. 39

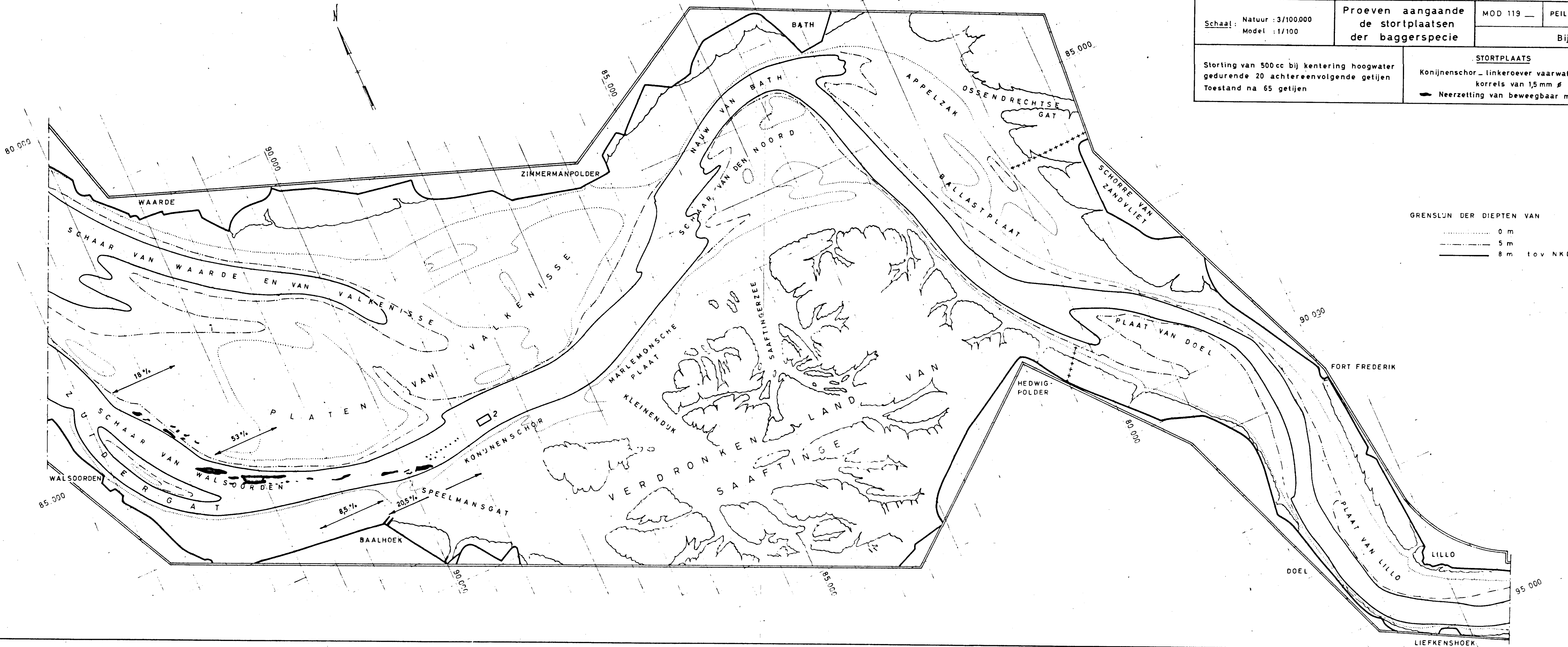
STORTPLAATS
Vaarwater Konijnenschor (N^o 1,2,3,4 en 5)

① Afzonderlijke storting
6,5% Gemiddelde van de afzonderlijke stortingen
— Neerzetting van beweegbaar materiaal

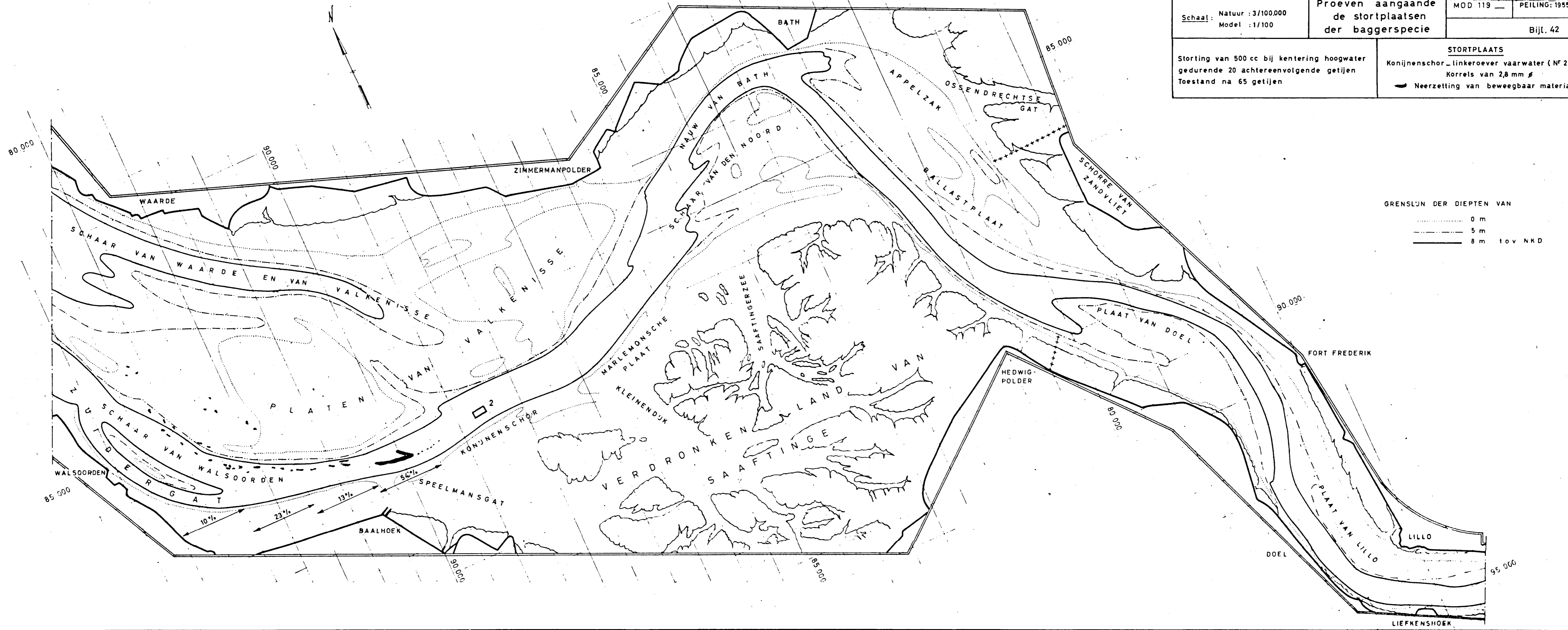
Storting van 5 x 500 cc bij kentering hoogwater gedurende 20 achtereenvolgende getijden
Toestand na 65 getijden



Schaal: Natuur : 3/100.000 Model : 1/100	Proeven aangaande de stortplaatsen der baggerspecie	MOD 119 —	PEILING: 1955-56
	Storting van 500 cc bij kentering hoogwater gedurende 20 achtereenvolgende getijden Toestand na 65 getijden	STORTPLAATS Konijnenschor_ linkeroever vaarwater. (N ^o 2) korrels van 1,5 mm ϕ Neerzetting van beweegbaar materiaal	Bijl. 41



Schaal: Natuur : 3/100.000 Model : 1/100	Proeven aangaande de stortplaatsen der baggerspecie		MOD 119	PEILING: 1955-56
			Bijl. 42	
Storting van 500 cc bij kentering hoogwater gedurende 20 achtereenvolgende getijden Toestand na 65 getijden		STORTPLAATS Konijnenschor, linkeroever vaarwater (N° 2) Korrels van 2,8 mm ø — Neerzetting van beweegbaar materiaal		



GRENSLIJN DER DIEPTEN VAN

- 0 m
- - - - 5 m
- 8 m tov NKD