

Nota betreffende de waterloopkundige en
grondmechanische aspecten van de keuze
afsluitmiddelen Oosterschelde.

W. 71. 147.

Lijst van bijlagen:

- A 1 nrs. 71.2119 en 71.2120
- A 2 nrs. 71.2122 t/m 71.2124
- B 2 nrs. 71.2108 en 71.2109
- B 3 nrs. 71.2116 t/m 71.2118
- B 4 nrs. 71.2111, 71.2113 en 71.2115
- B 5 nrs. 71.2110, 71.2112 en 71.2114
- B 6 nr. 71.2121

Nota betreffende de waterloopkundige en grondmechanische aspecten van de keuze afsluitmiddelen Oosterschelde.

1. Inleiding
2. Waterloopkundige kondities
 - 2.1. Waterstanden
 - 2.2. Golven
3. Grondmechanische kondities
 - 3.1. Inleiding
 - 3.2. Dichtheidcijfers
 - 3.3. Sondeerwaarden, grondsoorten en korreldiameters
 - 3.4. Oeverprofielen en samenstelling van de Noord-Bevelandse oever
 - 3.5. Pleistocene lagen
 - 3.6. φ waarden en C_v waarden
 - 3.7. Zandwingebieden
4. Vormgeving van de sluitgaten
 - 4.1. Algemeen
 - 4.2. Drempeldiepten voor de caissons
 - 4.3. Drempeldiepten voor de geleidelijke sluiting
5. Stroomsnelheden en vervallen tijdens de sluiting
 - 5.1. De caissonsluiting
 - 5.2. De geleidelijke sluiting
6. Ontgrondingen in de wintersluitgaten en tijdens de sluiting
 - 6.1. Algemeen
 - 6.2. De wintersluitgaten
 - 6.3. De sluiting
7. Grondmechanische aspecten van de ontgrondingen
 - 7.1. Algemeen
 - 7.2. Ervaringen van het Brouwershavensche Gat
 - 7.3. Toepassing van de Brouwershavensche Gat-ervaring op de Oosterschelde-omstandigheden
 - 7.4. Mogelijke criteria voor de afmetingen van de bodembescherming

8. Stabiliteit van de sluitmiddelen tijdens en na de sluiting
 - 8.1. De blokkenkade
 - 8.2. De pylonen
 - 8.3. De caissons
9. Het plaatsen van de doorlaatcaissons
 - 9.1. Algemeen
 - 9.2. Bewegingen van het caisson tijdens het indraaien
 - 9.3. Benodigde vermogens
 - 9.4. Plaatsingsschema
10. Combinaties van sluitingsmethoden
 - 10.1. Algemeen
 - 10.2. Combinatie van een caissonsluiting in de Roompot en een geleidelijke sluiting in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen
11. Samenvatting van de hoofdaspecten

1. Inleiding.

In deze nota wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste waterloopkundige en grondmechanische aspecten welke bij de keuze een rol spelen.

Daar bij het afwegen van de verschillende mogelijkheden ten opzichte van elkaar de opgedane ervaring bij eerdere afsluitingen, met name bij het Brouwershavensche Gat, van groot belang is, zullen de kondities in de Oosterschelde en het Brouwershavensche Gat zo mogelijk onderling worden vergeleken. Waar nodig is gebruik gemaakt van uitvoeringstechnische gegevens welke voor zover mogelijk in overleg met de uitvoerende dienst zijn vastgesteld.

2. Waterloopkundige kondities.

2.1. Waterstanden.

In de onderstaande tabel worden de waterstanden ter plaatse van het tracé gegeven. De () vermelde waarden hebben betrekking op de overeenkomstige waarden voor het Brouwershavensche Gat.

Tabel 1.

	waterstanden t.o.v. N.A.P.	
	HW	LW
gemiddeld doodtij	114 (94)	-124 (107)
gemiddeld getij	144 (121)	-140 (-115)
gemiddeld springtij	166 (141)	-150 (-118)
1 x per 10 zomerhalfjaren	261 (246)	----
1 x per 10 winterhalfjaren	322 (303)	----
1 x per 100 zomerhalfjaren	305 (292)	----
1 x per 100 winterhalfjaren	386 (372)	----

Ten aanzien van de normale getijcyclus blijkt dat de hoogwaters in de Oosterschelde ongeveer 20% hoger zijn dan in het Brouwershavensche Gat. De laagwaters zijn 20% à 25% lager. Bij de meer zeldzaam voorkomende hoogwaterstanden blijken die in de Oosterschelde gemiddeld 15 cm hoger te zijn dan in het Brouwershavensche Gat.

Op bijlage 1 is voor de maanden maart, april en mei de hoogwateroverschrijdingsfrequentielijn gegeven. Het blijkt dat bij een overschrijdingskans van 1% in maart een waterstand behoort van NAP + 2,88 m. In april en mei is dit respectievelijk NAP + 2,89 m en NAP + 2,32 m, zodat mei wat betreft de frequenties van hoogwaterstanden aanmerkelijk gunstiger is dan april en maart, die onderling niet verschillen.

Te beginnen met augustus verslechtert de situatie met december als meest ongunstigste maand van het jaar.

2.2. Golven.

In nota W 71-141 van de Waterloopkundige Afdeling van de hand van Ir.G.v.Loenen, wordt de golfbeweging in de mond van de Oosterschelde behandeld.

Uit de nota blijkt dat naast intern op de Noordzee opgewekte windgolven tevens deining voorkomt die wordt opgewekt buiten het boven de Noordzee voorkomende windveld. Deze samengestelde golfbeweging wordt, wanneer deze de Oosterscheldemond binnen loopt, vervormd en afgebroken door het ter plaatse aanwezige geulen- en bankensysteem. Nabij het tracé van de afsluiting doet zich daarom een complex golfbeeld voor dat sterk afhankelijk is van de waterstand.

Aan de hand van waarnemingen aan de ongeveer 500 m ten westen van het werkeiland Roggenplaat geplaatste golfmeetpaal O.S.IV is, in samenhang met elders opgedane ervaringen, een schatting gemaakt van de golfhoogten en golfperiodes welke bij verschillende omstandigheden kunnen worden verwacht.

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de uit het waarnemingsmateriaal afgeleide verbanden tussen de significante golfhoogten (H_s) en de gemiddelde golfperiode (T_m).

Daarnaast wordt de periode met de maximale energiedichtheid (To) met het bijbehorende oppervlakte van het energiespectrum (Mo) gegeven.

Hs	spreiding Tm	Tm	spreiding To	To	Mo
1,00 m	2,5-4,5 sec	3,5 sec	2,8-9,0 sec	5,4 sec	750 cm ²
1,25 m	2,7-4,7 "	3,7 "	3,0-10,0 "	5,8 "	1150 "
1,50 m	3,0-5,0 "	4,0 "	3,6-9,5 "	6,2 "	1650 "
1,75 m	3,2-5,2 "	4,2 "	3,8-9,9 "	6,5 "	2300 "
2,00 m	3,4-5,4 "	4,4 "	4,4-9,7 "	6,8 "	2900 "
2,25 m	3,6-5,6 "	4,6 "	4,7-10,1 "	7,1 "	3700 "
2,50 m	3,8-5,8 "	4,8 "	4,9-10,4 "	7,5 "	4600 "
2,75 m	4,0-6,0 "	5,0 "	5,2-10,8 "	7,8 "	5500 "

Neemt men als ontwerpkriterium een kans van voorkomen van 1 keer per 100 zomerhalfjaren (april t/m september), dan hoort daarbij een waterstand van NAP + 3,0 m en een windsnelheid van ongeveer 30 m/sec voor het lichtschip Goeree. De daarbij behorende significante golfhoogte bedraagt ongeveer 2,5 m, waarbij een gemiddelde topperiode van 7,5 sec behoort.

Uit de nota blijkt verder dat bij een lagere windsnelheid van 25 m/s de Hs ca 2 dm lager is. De overschrijdingsfrequentie is daarbij vertienvoudigd. Bij een verdere verlaging van de windsnelheid tot 20 m/s geldt verhoudingsgewijs hetzelfde.

Voor de maanden maart en april wordt bij een overschrijdingsfrequentie van 1% bij een waterstand van NAP + 2,80 m à 2,90 m een bijbehorende Hs geschat van 2,2 m à 2,3 m.

Voor mei met een maatgevende waterstand van NAP + 2,3 m behoort een Hs van ca 2,0 m, met een gemiddelde topperiode van 6,8 sec.

In het Brouwershavensche Gat is de maximaal te verwachten significante golfhoogte gemiddeld ca 40% lager ten gevolge van de hogere ligging van de zeewaarts gelegen platengebieden. De topperiode van het energiespectrum ligt gemiddeld 1,0 sec lager.

3. Grondmechanische kondities.

3.1. Inleiding.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van een aantal grootheden die in de grondmechanica gebruikelijk zijn om de eigenschappen van de grond, voornamelijk in kwalitatieve zin, te kunnen beoordelen.

Hoewel iedere grootheid voor zich een aanwijzing kan geven omtrent het te verwachten gedrag van het grondmassief, is het voor een volledig beeld noodzakelijk alle grootheden gecombineerd in beschouwing te nemen. Deze interpretatie, in samenhang met de waterloopkundige aspecten, zal in hoofdstuk 7 worden gegeven.

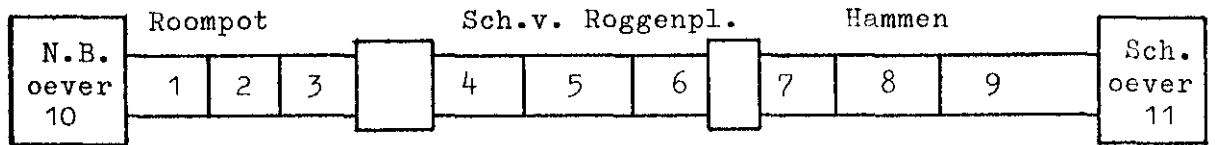
3.2. Dichtheidscijfers.

De dichtheden van de Noord-Bevelandse oever zijn in het gehele gebied dat onder invloed van de afsluiting staat ongunstig en slechter dan die van de Schouwse Oever in het Brouwershavensche Gat. Voor wat betreft de sluitgaten zijn de dichtheden ongunstig in de Hammen, redelijk in de Roompot en gunstig in de Schaar van Roggenplaat behalve in het midden van deze geul. De slechte dichtheden in de Hammen worden veroorzaakt door de Spekkoek structuur van klei- en zandlagen. Deze situatie is vergelijkbaar met het Brouwershavensche Gat.

3.3. Sondeerwaarden, grondsoorten en korreldiameters.

In de onderstaande tabel wordt een samenvatting van de dichtheidscijfers, sondeerwaarden en gemiddelde korreldiameters gegeven. De ontbrekende waarden zullen later worden aangevuld.

Tabel 2.



	R.K.D.	Dichtheid	Conuswaarde	Kwaliteit	d50
1	?	40 - 41%	goed	redelijk	?
2	?	40%	zeer goed	goed	?
3	?	40 - 42%	goed	redelijk	?
4	0,8 - 1		goed	goed	200 μ
5	0,6 - 0,9	40 - 42%	goed	goed	220 μ
6	0,9 - (1,2)	40%	goed	goed	180 μ
7	1,4 - 1,8	42%	slecht	slecht	170 μ
8	-	40 - 42%	goed	redelijk	-
9	1,2	42%	slecht	spekkoekl.	200 μ
10	1	40 - 42%	matig	spekkoekl.	-
11		42%	slecht	?	-

R.K.D. = relatieve kritieke dichtheid. (< 1 gunstig)
 (> 1 ongunstig)

Dichtheid van zand: 40% goed.
 42% slecht.

Waar de dichtheden gunstig zijn en homogeen zand aanwezig is, blijken ook de sondeerwaarden goed te zijn, terwijl de korreldiameters waarden hebben rondom de 200 μ .

Waar de dichtheden ongunstig zijn, zijn bij homogeen zand de sondeerwaarden toch redelijk, maar bij een gelaagde zand- klei structuur zijn zij laag. Is veel klei aanwezig dan betekenen slechte dichtheidscijfers niet zonder meer dat de dichtheid kritiek is zoals dat bij losgepakt onsamenhangend zand wel het geval is. Klei blijft door haar samenhang bijeen wanneer een snel verlopend verschijnsel als een zettingsvloeiing optreedt.

De bijlagen 2, 3, 4 en 5 geven profielen langs het gehele tracé. In deze bijlagen zijn ook het geologisch profiel en de grondlagen aangeduid. Tevens worden sondeerwaarden, dichtheids- cijfers en korreldiameters gegeven als functie van de diepte. Ter vergelijking zijn overeenkomstige profielen van het Brouwers- havensche Gat toegevoegd.

3.4. Oeverprofielen en samenstelling van de Noord-Bevelandse oever.

Op bijlage 6 zijn een aantal dwarsprofielen getekend van de Noord-Bevelandse oever. Ter vergelijking zijn overeenkomstige profielen van de Schouwse Oever in het Brouwershavensche Gat gegeven.

Duidelijk blijkt dat de Noord-Bevelandse oever gemiddeld veel flauwer is dan de Schouwse oever. Plaatselijk komen echter zeer steile gedeelten voor welke vergelijkbaar zijn met de hellingen in het Brouwershavensche Gat. De steile stukken liggen echter verder weg van de waterkering.

Neemt men de ongunstige dichtheden in aanmerking, dan is toch wel voorzichtigheid geboden ten aanzien van de stabiliteit van de Noord-Bevelandse oever.

3.5. Pleistocene lagen.

Op bijlage 2 is een geologisch profiel getekend met grond- lagen verdeeld in halocene en pleistocene lagen. Deze pleistocene lagen kunnen van belang zijn in verband met een mogelijk grotere erosiebestendigheid tegen ontgrondingen. Zij komen in het midden

van de sluitgaten voor op ongeveer 8 m à 10 m onder de huidige bodem, hetgeen veel ondieper is dan bij het Brouwershavensche Gat. De dikte van deze lagen bedraagt gemiddeld 10 m à 20 m.

3.6. ϕ waarden en C_v waarden.

Op bijlage 7 worden gebieden aangegeven waar naar schatting goede en slechte waarden voorkomen van de hoek van inwendige wrijving (ϕ), respectievelijk hoge en lage waarden van de consolidatie coëfficiënt C_v kunnen worden verwacht. De ϕ waarden zijn o.a. van belang voor de stabiliteit van de teen van de blokkendam. De C_v waarden zijn o.a. van belang voor de toelaatbare zinksnelheid der caissons. Zeer lage C_v waarden zoals die in uitgestrekte kleilagen voorkomen kunnen ook van belang zijn voor de stabiliteit van de teen van de blokkendam en van de ontjrondingskuilen. Zij gaan bij aanwezigheid van kritieke dichtheidscijfers zettingsvloeiingen tegen.

3.7. Zandwingebieden.

Op bijlage 8 wordt een overzicht gegeven van gebieden met grof zand (gemiddelde diameter groter dan).

Bij gebruik van dit zand voor de bouw van de damlichamen kunnen steilere hellingen worden opgebouwd, waardoor een beperking van de aan te brengen hoeveelheden kan worden bereikt.

4. Vormgeving van de sluitgaten.

4.1. Algemeen.

Bij de vormgeving van de sluitgaten spelen waterloopkundige grondmechanische, uitvoeringstechnische en kostenoverwegingen een rol.

De situatie met de wintersluitgaten, de eigenlijke sluiting en de daarop volgende winterperiode, moeten als één geheel worden gezien.

Wat betreft de waterloopkundige aspecten zijn vooral de stroomsnelheden, het stroombeeld en het daarmee samenhangend verloop van de ontgrondingen van belang. Deze aspecten zijn onderzocht in het Waterloopkundig Laboratorium.

De volgorde waarin het werk moet worden uitgevoerd wordt in sterke mate bepaald door het geulen en platensysteem, zoals zich dat in de mond van de Oosterschelde voordoet.

Overeenkomstig vorige afsluitingen worden eerst damvakken aangelegd op de hooggelegen platengebieden. De vernauwing van het totale doorstromingsprofiel blijft hierdoor beperkt tot ongeveer 15%, zodat zich in de diepe geulen geen essentiële wijzigingen zullen voordoen. Rond de koppen van de damvakken echter zal wel een aanpassing van de bodemligging plaatsvinden. De uitbouwlengthe van het damvak in de geul en de vormgeving is bepalend voor de grootte van de aanpassing.

In het Brouwershavensche Gat zijn de koppen uitgebouwd tot een diepte van ongeveer NAP -2,0 m. In de Oosterschelde zijn de koppen, tot aanmerkelijk grotere diepten uitgebouwd, te weten + NAP -7,0 m.

Het gevolg is dat uitschuring rond de koppen in de Oosterschelde is opgetreden in tegenstelling tot een aanzandingstendens in het Brouwershavensche Gat.

De over het algemeen aanmerkelijk diepere ligging van de platengebieden in de Oosterschelde speelt hierbij ook een belangrijke rol.

Van de damaanzetten tegen de oevers is die aan de Noord-Bevelandse zijde inmiddels uitgebreid in het Waterloopkundig Laboratorium. De gemiddelde helling van het onderwatertalud ter plaatse

/ onderzocht

van het tracé bedraagt ongeveer 1 : 25, het steilste gedeelte heeft een helling van 1 : 10. Hoewel deze hellingen aanmerkelijk flauwer zijn dan in het Brouwershavensche Gat, is het in verband met de ongunstige dichtheden gewenst de oever over het gehele gebied waar extra stroomaanval kan optreden goed te beschermen, ongeacht de te kiezen sluitingsmethode.

Op grond van de dan verkregen stabiliteitsreserve kan worden gesteld, dat de situatie van de Noord-Bevelandse oever niet in de eerste plaats bepalend is voor de te kiezen sluitingsmethode.

De thans ontworpen damaanzet Noord-Beveland heeft, mede op grond van de wens er een werkhaven in op te nemen, een uitbouw lengte gekregen tot NAP -7,5 m lijn. Ook hier zullen zich naar verwachting langs de teen uitschuringen voordoen.

De uitbouw lengte van het damvak aan de noordzijde van het tracé tegen de Schouwse oever is nog niet definitief vastgesteld.

De gedachten gaan, onafhankelijk van de te kiezen sluitingsmethode, uit naar een aanlegdiepte van eveneens ongeveer NAP -7,5 m.

Door de reeds aangelegde damvakken op de platen en de nog uit te bouwen damaanzetten tegen de oevers ligt de breedte van de sluitgaten vast. De keuze van de hoogteligging van de drempel wordt bij een caissonsluiting en bij een geleidelijke sluiting door verschillende factoren bepaald. Zij zullen in het volgende apart worden behandeld.

4.2. Drempeldiepten voor de caissons.

Het kenmerkende van een sluiting met doorlaatcaissons is gelegen in het handhaven van een zo'n ruim mogelijk doorstromingsprofiel, om vervolgens door het neerlaten van de schuiven rond de kentering de sluiting te voltrekken. Als gevolg van het ruime doorstromingsprofiel wordt een betrekkelijk geringe ingreep gedaan op het totale getijregiem.

De toename van de stroomsnelheden blijft beperkt, terwijl in het geval van de Oosterschelde, de onderlinge samenhang van de sluitgaten zo min mogelijk wordt verstoord.

Door de geringe toename van de stroomsnelheden mag ook worden verwacht dat de ontgrondingen beperkt blijven, mits de vormgeving

van het wintersluitgat geen aanleiding geeft tot het ontstaan van wervelstraten ter plaatse van de landhoofden. Waterloopkundige en grondmechanische overwegingen pleiten derhalve voor een zo ruim mogelijk wintersluitgat. Aan de andere kant spelen uitvoeringstechnische- en kostenoverwegingen een belangrijke rol.

Als compromis tussen de verschillende factoren is een drempelliging ontworpen welke voor de drie sluitgaten is weergegeven op bijlage 9.

Kenmerkend is, met name voor de Roompot en de Hammen, de flauw hellende (1 : 50 à 1 : 100) drempel.

Hiermede kunnen diepe inbaggeringen ter plaatse van de landhoofden worden vermeden.

De hoogte waarop de drempel aansluit tegen de damaanzetten is ongeveer in overeenstemming met het te verwachten evenwichtsniveau van de bodem rond de koppen van de damvakken nadat de uitschuring daar heeft plaatsgevonden.

De kans op aanzandingen tijdens en na de aanleg van de drempel zijn hiermee tot een minimum teruggebracht. In vergelijking met het sluitgat Kous in het Brouwershavensche Gat, waar de oorspronkelijke bodem moest worden ingebaggerd van NAP -3,0 m à 4,0 m tot NAP -12,5 m om de drempel te kunnen aanleggen, bedraagt de inbaggering in de Oosterschelde na de te verwachten aanpassing van de bodem rond de koppen maximaal slechts enkele meters op een aanmerkelijk grotere waterdiepte.

De vernauwing van het oorspronkelijk geulprofiel ten gevolge van de wintersluitgatrempels bedraagt 12% à 16%. De maximum stroomsnelheden nemen daardoor met 15 à 20% toe. Ter vergelijking bedroeg in het noordelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat de vernauwing 35% waardoor de stroomsnelheden met 55% toenamen.

4.3. Drempeldiepten voor de geleidelijke sluiting.

Bij de geleidelijke sluiting ligt uit waterloopkundig en grondmechanisch oogpunt de optimum drempelhoogte zodanig, dat de ontgrondingen in het wintersluitgat tezamen met die tijdens de sluiting minimaal zijn.

Dit criterium tezamen met het optimum van de kosten en de uitvoeringstechnische omstandigheden heeft geleid tot een drempel-

hoogte van ongeveer één zesde van de waterdiepte. Op bijlage 9 wordt een overzicht gegeven van de sluitgaten met de wintersluitgatrempels. Als gevolg van een noodzakelijk minimum constructiehoogte is in de ondiepere delen de vernauwing groter. De vernauwing ten opzichte van het oorspronkelijk geulprofiel bedraagt 20% à 25%, waardoor de stroomsnelheden met 25% à 33% toenemen.

De vernauwing van de zuidelijke geul in het Brouwershavensche Gat bedroeg 37% waardoor daar de stroomsnelheden van 60% toenamen, t.o.v. de oorspronkelijke situatie.

5. De stroomsnelheden en vervallen tijdens de sluiting.

5.1. De caissonsluiting.

Tengevolge van het plaatsen van de doorlaatcaissons wordt het doorstroomprofiel verder vernauwd. Nadat alle caissons zijn geplaatst bedraagt de vernauwing van het oorspronkelijk profiel 30% à 35%, waardoor de maximum stroomsnelheden met 40% à 50% zullen toenemen ten opzichte van de onvernauwde situatie.

In het Waterloopkundig Laboratorium is gemeten, dat bij gemiddeld getij de gemiddelde profielsnelheid in de situatie met alle caissons geplaatst ongeveer 2,10 m/s bedraagt. Dit geldt zowel voor de vloed, als voor de eb. Onder dezelfde getij-omstandigheden bedraagt de maximum gemeten snelheid 2,50 m/s in de opening waar het laatste caisson moet worden geplaatst. Bij een springtij zullen de stroomsnelheden ongeveer 15 groter zijn en kunnen dus oplopen tot maximaal 2,90 m/s in de opening waar het laatste caisson moet worden geplaatst.

Het maximum verval bedraagt in deze situatie 0,30 m à 0,40 m. In het noordelijk sluitgat van het Brouwershavensche Gat bedroeg de vernieuwing 66%, waardoor de maximum stroomsnelheden met ongeveer 150% toenamen.

De in het sluitgat gemeten maximum stroomsnelheid tijdens een sterk springtij bedroeg ruim 3,80 m/s in de situatie dat nog vier caissons moesten worden geplaatst. Zou onder dezelfde getij-omstandigheden nog slechts een opening van één caisson aanwezig zijn geweest, dan zou de maximum stroomsnelheid tot boven de 4,0 m/s zijn opgelopen.

Resumerend kan worden gesteld dat bij een caissonsluiting in de Oosterschelde de maximum stroomsnelheden ongeveer 30% lager zullen zijn dan de in de Kous opgetreden waarden. Dit heeft een belangrijke invloed op de te verwachten ontgrondingen, hetgeen onder punt 6 zal worden aangetoond.

Het is mogelijk gebleken caissons te konstrueren met een zeer ruim doorstroomprofiel waardoor er tijdens het plaatsen vrijwel geen kontraktie optreedt in het nog open gedeelte van het sluitgat. De verhouding tussen het netto-doorstroomprofiel van één caisson en het onvernauwde even brede deel in het winter-

sluitgat bedraagt $\pm 0,80$; berekend t.o.v. NAP. Bij de Kous-caissons was dit $\pm 0,50$, bij de Volkerak-caissons $\pm 0,47$.

De in de Oosterschelde gunstige verhouding van $0,80$ bevordert een gelijkmatige snelheidsverdeling over het profiel waardoor wordt voorkomen dat zich sterke wervelstraten kunnen ontwikkelen, hetgeen een gunstig effect heeft op de ontgrondingen en vooral op de aanzethellingen van de ontgrondingskuilen.

Uit het waterloopkundig onderzoek is verder gebleken dat de drie sluitgaten in het geval van open caissons ten opzichte van elkaar vrijwel onafhankelijk gedragen. In het extreme geval waarbij in één van de drie sluitgaten alle caissons werden geplaatst, kan in de beide andere gaten geen toename van de stroomsnelheid worden waargenomen.

5.2. De geleidelijke sluiting.

Tijdens het opstorten van de blokkenkade nemen de stroomsnelheden geleidelijk toe.

Op het moment dat de volkomen overlaat wordt bereikt zijn de stroomsnelheden maximaal. Daarna nemen zij geleidelijk af tot nul op het moment dat de kade, boven water komt. Afhankelijk van nagenceg dood- of springtij treedt de volkomen overlaat op een verschillend niveau op.

Ten aanzien van de vervallen geldt hetzelfde met uitzondering dat zij na het bereiken van de volkomen overlaat blijven toenemen.

Het vloedverval is maximaal nadat de kade geheel op hoogte is gekomen. Het maximum ebverval ligt ongeveer bij een hoogte van de kade op NAP $+0,5$ m.

De middenstand aan de binnenzijde van het sluitgat in die situatie is het hoogste. Bij verder ophogen van de sluitkade verlaat de middenstand als gevolg van de poreusiteit van de dam en neemt het ebverval wat af. Het verloop van de vervallen en de stroomsnelheden bij toenemende vernauwing is voor gemiddelde getijomstandigheden gegeven op de bijlagen 10 en 11.

De stroomsnelheden hebben betrekking op het middendeel van de Roompot. Aan de zijkanten van het sluitgat waar de sluitkade is opgestort treedt de volkomen overlaat eerder op zodat de maximum stroomsnelheden daar wat lager zijn. Hetzelfde is het geval voor

de Schaar van Roggenplaat en de Hammen. De maximum stroomsnelheden zijn hier 10 cm/s à 15 cm/s lager dan in de Roompot.

Op de bijlagen 10 en 11 is eveneens aangegeven hoe het verloop van de maximum vervallen tijdens de sluiting van het Brouwershavensche Gat is verlopen. Het blijkt dat gedurende vrijwel de gehele opbouw tot 95% vernauwing, welke bepalend is voor de ontgrondingen, de vervallen en stroomsnelheden vooral tijdens de eb, in de Oosterschelde aanmerkelijk groter zijn dan in het Brouwershavensche Gat. De vloedsnelheid is gemiddeld 20% hoger, de ebsnelheid 40%.

Opvallend in de ervaring van het Brouwershavensche Gat zijn de relatief grote vervallen in de slotfase van de sluiting.

De tijdens dit sprintij opgetreden hoge stroomsnelheden hebben mede als gevolg van de onregelmatige damopbouw, een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontgrondingen.

Daar in de Oosterschelde de stroomsnelheden reeds tijdens doodtij vergelijkbare waarden hebben dient grote aandacht te worden besteed aan een zo snel mogelijk en zo regelmatig mogelijke opbouw van hogere fasen.

6. De ontgrondingen in de wintersluitgaten en tijdens de sluiting.

6.1. Algemeen.

Van de waterloopkundige en grondmechanische aspecten die in deze nota worden behandeld, behoren de ontgrondingen en in verband daarmee de stabiliteit van de bodembescherming tot de moeilijkste. Het jarenlange systematische ontgrondingsonderzoek tezamen met het gerichte onderzoek voor de voorgaande afsluitingen hebben het inzicht in de verschijnselen langzaam doen groeien. Vooral de terugkoppeling van in het prototype opgetreden ontgrondingen naar de modelvoorspellingen hebben hiertoe bijgedragen.

Gebleken is dat over het algemeen de orde van grootte van de ontgrondingsdiepte thans redelijk kan worden voorspeld. De aanzet-helling van de ontgrondingskuil is gebleken in het prototype aanmerkelijk steiler te kunnen worden.

Van het grote aantal factoren die van invloed zijn op het verloop van de ontgrondingen zijn de stroomsnelheid, de turbulentiegraad van het water t.g.v. neervorming en de tijdsfaktor dominerend. Als gezegd kan tijdens de sluiting een beperking van de ontgroning alleen worden bereikt door snel te werken. Tijdens de konstruktie van de wintersluitgaten, welke enkele jaren vergt, kan de ontgroning hierdoor niet beperkt gehouden worden. Het is daarom van belang in de wintersluitgaten te zorgen voor een regelmatige snelheidsverdeling en een lage turbulentiegraad. Het laatste kan worden bereikt door lage drempels te ontwerpen en door de drempels en de landhoofden een goede hydraulische vorm te geven.

De uit een oogpunt van ontgrondingen optimale vernauwing van het wintersluitgat in samenhang met de eigenlijke sluiting ligt voor de caissonmethode en de geleidelijke sluiting verschillend.

In het eerste geval dient te worden gestreefd naar een zo ruim mogelijk profiel, omdat de sluitingsduur daarmee niet verandert.

In het tweede geval is een zo groot mogelijke vernauwing in het wintersluitgat aantrekkelijk, omdat dan de tijdsduur van sluiten zo kort mogelijk kan zijn.

In het volgende zullen de resultaten van het onderzoek in het Oosterschelde-ontgrondingsmodel, waar voor het eerst op grote schaal polystereen is gebruikt, worden geïnterpreteerd op basis van de ervaring bij vorige afsluitingen.

6.2. De wintersluitgaten.

Op grond van de thans ter beschikking staande ervaring wordt voor de Oosterschelde in het geval van een geleidelijke sluiting een vernauwing in het wintersluitgat van 20% à 30% t.o.v. het oorspronkelijk profiel optimaal geacht. De thans ontworpen drempels geven een vernauwing van 20% à 25% welke gelijkmatig over het profiel is verdeeld. De snelheidsverdeling zal hierdoor geen belangrijke wijzigingen ondergaan terwijl de turbulentiegraad gelijkmatig over het gehele profiel zal toenemen. Er wordt dan ook verwacht dat een over het gehele profiel gelijkmatig verdeelde ontgronding zal optreden. De absolute grootte van de ontgrondingen zowel als diepteverschillen van plaatselijke aard hangen af van de vlakheid waarmee de drempel wordt opgestort.

Verwacht wordt dat de ontgrondingsdiepte in het wintersluitgat van de geleidelijke sluiting variëren tussen de 3 m en 6 m. Op grond van de ervaringen in het Brouwershavensche Gat wordt verwacht dat de hellingen niet steiler zullen zijn dan 1 : 2.

Bij de wintersluitgaten voor de caissons worden evenals dat in het Volkerak en het Brouwershavensche Gat het geval was de sluitgatbegrenzing nabij de landhoofden uitgevoerd onder een helling van 1 : 5, waarbij ook hier gedacht wordt aan de toepassing van scheve landhoofdcaissons. De kans op een intensieve wervelstraat is hiermee zeer sterk afgenomen.

Daarnaast zijn flauw hellende drempels ontworpen die zo goed mogelijk aansluiten op de te verwachten evenwichtsligging van de bodem nadat deze zich aan de situatie met de gereedgekomen damvakken heeft aangepast. De vernauwing van het oorspronkelijke geulprofiel bedraagt gemiddeld 15%, maar is ongelijkmatig over het dwarsprofiel verdeeld. Op grond hiervan wordt verwacht dat de ontgronding in het midden van het sluitgat waar de meeste vernauwing aanwezig is, wat groter zal zijn dan aan de zijkanten.

In het middendeel wordt een uitschuring verwacht van 4 m tot 7 m, terwijl aan de zijkanten naar verwachting 2 m tot 5 m verdieping zal optreden. Ten aanzien van de aanzethellingen van de ontgrondingskuilen wordt verwacht dat deze eveneens niet steiler zullen zijn dan 1 : 2.

Bij beide sluitingsmethoden dringen de wintersluitgatontgrondingen niet door tot in het pleistocene zand en mag geen reductie als gevolg van pleistocene lagen in rekening worden gebracht.

Een apart punt van onderzoek heeft de uitbouw lengte van het damvak aan de Bevelandse oever gevormd. Gebleken is dat een uitbouw door de uitloper van de Schaar van Onrust heen tot aan de hoofdgeul (km 6,0) in verband met de zeer sterke kontraktie van de stroom in het horizontale vlak, onaanvaardbaar is. De thans ontworpen aanmerkelijk kleinere damaanzet (tot km 3,6) heeft geen invloed op het totale stroombeeld. Er kunnen zich wel uitschuringen van locale aard voordoen welke niet essentieel verschillen bij een geleidelijke sluiting en een caissonsluiting.

Eventuele uitschuringen kunnen in dit geval het beste aan de hand van de ontwikkeling in het prototype worden bestreden door ter plaatse een extra bescherming aan te brengen.

6.3. De sluiting.

Ten gevolge van het plaatsen van de zeer ruime doorlaatcaissons zullen zich geen essentiële wijzigingen voordoen in het stroombeeld.

Het bij voorgaande afsluitingen geconstateerde verschijnsel dat, naarmate het plaatsen vordert, zich een stroming ontwikkelt in het nog resterende gedeelte waardoor sterke uitschuringen optreden, zal in de Oosterschelde in zeer verzwakte mate optreden. Op grond hiervan en op basis van de proeven in het Waterloopkundig Laboratorium wordt verwacht dat tijdens het plaatsen van de caissons de ontgrondingen gelijkmatig met 1 m à 2 m zullen toenemen.

De kopeffecten van de dichte landhoofdcaissons worden blijkens de ervaring teniet gedaan door de tegen het landhoofdcaisson geplaatste doorlaatcaisson. Een nader punt van onderzoek zou in

dit verband kunnen zijn de landhoofdcaisson tegen de damaanzet Noord-Beveland in verband met de gebleken gevoeligheid van de uitbouw lengte. Er wordt evenwel verwacht dat eventuele extra ontgrondingen met een plaatselijke uithreiding van de bodembescherming kunnen worden bestreden.

Resumerend wordt verwacht dat de totale ontgroning bij een caissonsluiting in het middendeel van de sluitgaten zal variëren tussen de 5 m en 9 m, terwijl aan de zijanten de uitschuring 3 m à 7 m zal bedragen. Zowel aan de eb- als aan de vloedzijde.

Gebaseerd op de ervaringen in het Brouwershavensche Gat wordt verwacht dat de aanzethellingen zeer plaatselijk steiler dan 1 : 2 kunnen worden.

Op bijlage 9 wordt een beeld gegeven van de te verwachten ontgrondingen.

Bij de geleidelijke sluiting bestaat de mogelijkheid om de plaats van de ontgrondingen te beïnvloeden door de opbouwfasen van de sluitkade op een bepaalde manier te kiezen. Op deze wijze is in het Brouwershavensche Gat de ontgroning onder de Schouwse oever zo beperkt mogelijk gehouden. Het gevolg van een dergelijke werkwijze is dat in het overige deel van het sluitgat verhoudingsgewijs meer ontgroning optreedt.

In de Oosterschelde behoeft niet een dergelijk zwaar accent te worden gelegd op de Noord-Bevelandse oever zodat een iets regelmatiger verdeling van de ontgrondingen aanbeveling verdient. Overigens is de methode, die gevolgd is bij het Brouwershavensche Gat door de flauwere helling ook in mindere mate mogelijk. Hetzelfde geldt ook voor de noordelijke sluitgaten.

Op grond van de in het Brouwershavensche Gat opgetreden ontgrondingen in relatie tot de daar opgetreden stroomsnelheden is voor de Oosterschelde, waar de vloodsnelheden gemiddeld 20% en de ebsnelheden gemiddeld 40% groter zijn, een berekening gemaakt ten aanzien van de te verwachten ontgrondingen. Uitgaande van de uit het systematisch onderzoek afgeleide relatie tussen de stroomsnelheid, turbulentiegraad en de ontgrondingsdiepte volgt dat de gemiddelde ontgrondingsdiepte t.g.v. de vloed van 6,5 m in het Brouwershavensche Gat toeneemt tot 11,0 m in de Oosterschelde.

De eb geeft een toename te zien van gemiddeld 4,5 m naar 12,5 m. Daarnaast zal door een langere duur van de sluiting in de Oosterschelde de ontgroning nog iets verder toenemen, tot 12,5 m voor de vloed en 14,0 m voor de eb. Deze waarden stemmen redelijk overeen met de in het ontgrondingsmodel gevonden waarden. Bij een wat regelmatigere verdeling van de ontgroning over het totale profiel dan in het Brouwershavensche Gat kan resumerend worden verwacht dat de ontgroning t.g.v. de vloedstroom zal variëren tussen de 10 m aan de zijkanen en 15 m in het midden van de geul, terwijl de ebontgroning varieert tussen respectievelijk 11,0 m en 17,0 m. Rondom deze gemiddelde waarden is een spreiding mogelijk van enkele meters.

Van de totale ontgroning zal dus ruwweg $1/3$ optreden, in het wintersluitgat, terwijl $2/3$ tijdens de sluiting plaatsvindt.

Ten aanzien van de aanzehellingen wordt verwacht dat langs het gehele tracé zich zeer steile hellingen zullen voordoen.

Het is van groot belang dat er tijdens het opstorten van de blokkenkade naar wordt gestreefd een zo vlak mogelijke kruin op te werpen.

Onregelmatigheden van enkele meters veroorzaken extra turbulentie hetgeen op de diepte maar vooral op de aanzehelling van de ontgrondingskuil een ongunstige invloed heeft.

Op bijlage 9 wordt een overzicht van de ontgrondingen gegeven.

Bij de geleidelijke sluiting dringen de ontgrondingen in de middens der sluitgaten door tot het pleistocene zand, waardoor mogelijk de ontgrondingsdiepten groter dan 8 à 10 m beperkt worden. Mocht deze beperking optreden, dan heeft dit waarschijnlijk een versteiling van de daarboven gelegen aanzehelling van de ontgrondingskuil tot gevolg.

7. Grondmechanische aspecten van de ontgrondingen

7.1. Algemeen.

Als belangrijkste grondmechanische aspecten van de ontgrondingen kunnen worden beschouwd het handhaven van :

- de stabiliteit van de ontgrondingskuil en met name de stabiliteit van de rand van de bodembescherming;
- de stabiliteit van de oevers.

Nauw samenhangend met de afmetingen van de bodembescherming en het gedrag van de rand ervan moeten worden beschouwd de stabiliteit van de sluitingsmiddelen, zoals de caissons met de onderliggende drempel en de blokkendam met de pylonen van de kabelbaan.

In de grondmechanische beschouwingen ten aanzien van de bovengenoemde aspecten, spelen de dichtheden een belangrijke rol. Als gevolg van het complexe karakter van deze materie moet bij de beoordeling vooral ook op de ervaring van voorgaande afsluitingen worden afgegaan.

Met name de ervaringen opgedaan bij de afsluiting van het Brouwershavensche Gat zijn hierbij van belang. Deze worden uitvoerig behandeld in nota W. 71.152 van de Waterloopkundige Afdeling "Grondmechanische ervaringen bij de afsluiting van het Brouwershavensche Gat". Een samenvatting van de belangrijkste aspecten uit deze nota volgt hierna.

7.2. Ervaringen van het Brouwershavensche Gat.

Bij de betrekkelijk geringe vervallen over de blokkendam (maximaal 0,80 m) zijn plaatselijk opmerkelijk grote ontgrondingen opgetreden. Zij concentreerden zich rond de pylonen en varieerden in diepte van 8 m tot 12 m. Een onregelmatige opbouw van de blokkendam en het stroomeffect van de pylonen heeft hiertoe in belangrijke mate bijgedragen.

Bij de caissonsluiting werden de grootste verdiepingen veroorzaakt door de wervelstraten van de koppen van de doorlaatcaissons in samenhang met de stroomwig in het nog open gedeelte van het sluitgat.

De aanzethellingen van de ontgrondingskuilen werden met toenemende diepte van de kuilen steiler, hetgeen voornamelijk een gevolg was van de toenemende turbulentie en neervorming. Er kunnen dan aanzethellingen van 1 : 2 of steiler ontstaan waardoor een grote kans op evenwichtsverlies ontstaat, met name wanneer de dichtheidscijfers ongunstig zijn.

Ter plaatse van de grootste ontgroning van \pm 12 m is dit evenwichtsverlies opgetreden, waarbij de bodembescherming over 30 m breedte en 50 m lengte verzakte. De grootste verzakking bedroeg \pm 6 m. Het zoolstuk bleek hiertegen niet bestand. De steen rolde van het stuk af, terwijl de wiepen van de zool afscheurden.

De evenwichtshelling na de afschuiving varieerde van 1 : $2\frac{1}{2}$ onder de restanten van de zinkstukken tot op 1 : 15 vlak daar achter. Dit zou er op kunnen wijzen dat de resten van de meezakkende bodembescherming een gunstige invloed hebben op het eindtalud.

De snelheid waarmee eventueel terugschrijdende erosie optreedt kon niet worden nagegaan, daar de blokkendam vrij spoedig na het evenwichtsverlies op een hoogte was gekomen waarbij geen ontgroning meer kon optreden.

7.3. Toepassing van de Brouwerhavensche Gat, ervaring op de Oosterschelde-omstandigheden.

Ten aanzien van het belangrijkste aspect, de stabiliteit van de rand van de bodembescherming, kan de caissonsluiting als veelig worden beschouwd, in verband met de gunstige waterloopkundige omstandigheden.

Verwacht moet worden dat slechts sporadisch steile aanzet-
hellingen zullen voorkomen. Mochten toch nog plaatselijk even-
wichtsverliezen optreden, dan mag worden verwacht dat zij door
bijstorten of bijzinken kunnen worden bestreden.

De grote vervallen en hoge stroomsnelheden bij de geleide-
lijke sluiting veroorzaken naar verwachting, ook bij een regel-
matiger opbouw van de dam dan in het Brouwershavensche Gat
langs het overgrote deel van het tracé bij de diepere ontgrondingen
steilere aanzetellingen, die naar verwachting op grotere schaal
afschuivingen zullen veroorzaken. Ook naarmate grotere onregel-
matigheden in de damopbouw voorkomen neemt de kans op afschui-
vingen toe. Met name ook bij het varend bedrijf in de Roompot,
en bij de aanstortingen van de pylonen, moet hierop scherp
worden toegezien.

De stabiliteit van de sluitingsmiddelen hangt voornamelijk
af van de mate waarin terugschrijdende erosie optreedt. Bij een
geleidelijke sluiting bestaat, gezien het voorgaande, een aan-
merkelijk grotere kans dat de sluitingsmiddelen gevaar lopen
dan bij een caissonsluiting.

Voor beide sluitingsmethoden geldt dat moet worden getracht
een bodembescherming te ontwikkelen die trekvast is en waar de
ballast ook bij afschuivingen er op blijft liggen. Er moet ver-
wacht worden, dat bij een dergelijke bodembescherming een aan-
merkelijk grotere kans bestaat dat een terugschrijdende erosie
tot staan komt.

Bij beide sluitingsmethoden moeten de oevers goed worden
beschermd. Dit geldt met name voor de reeds onderzochte Noord
Bevelandse oever. De Schouwse oever moet nog nader in detail
worden onderzocht.

Bij de geleidelijke sluiting bestaat de mogelijkheid de ont-
gronding meer naar het midden van de geul af te leiden. De ont-
grondingen worden daar dan echter groter.

Bij beide sluitingsmethoden loopt de havendam van de dam-aanzet Noord Beveland het grootste gevaar. Bij de caissonsluiting voornamelijk gedurende de wintersluitperiode en bij de geleidelijke sluiting tijdens de sluiting.

7.4. Mogelijke criteria voor de afmetingen van de bodembescherming.

Voor het bepalen van de breedte van de bodembescherming worden doorgaans een tweetal vuistregels gehanteerd, welke deels op grond van ervaring bij oeverbeschermingen en deels op grond van modelproeven van sluitgat beschermingen zijn opgesteld. Het is gewenst dat benedenstrooms van de drempel het vertikaal spreiden van de hoofdstroom zich geheel boven de bodembescherming afspeelt om de ontgrondingsdiepte te beperken en de aanzethelling van de ontgrondingskuil zo flauw mogelijk te maken. Als vuistregel hiervoor geldt volgens de modelproeven dat de breedte van de bodembescherming 7 x de damhoogte vermeerderd met 25 m moet zijn. Als maximale damhoogte voor de geleidelijke sluiting geldt 0,9 maal de waterdiepte daar bij een nog hogere dam vrijwel geen toename van de ontgroning meer optreedt.

Voor de caissonsluiting wordt deze hoogte bepaald door de drempelhoogte plus de bodembak.

Als tweede vuistregel gebaseerd op oeverbescherming wordt aangenomen dat de teen van de sluitkade of de drempel 15 x de maximale ontgrondingsdiepte verwijderd moet liggen van het diepste punt van de ontgrondingskuil.

Bij deze aanname, die een bovengrens aangeeft, wordt aangenomen dat dan een eventuele zettingsvloeiing niet tot onder de sluitkade of drempel zal doorzetten. Indien de bodembescherming voldoende trekvast, kan worden gemaakt, kan dit criterium verscherpt worden.

Uitgaande van beide criteria blijkt dan dat voor de sluiting met caissons in alle gevallen, het 2e criterium de meest uitgebreide bezinkingsbreedte heeft. Hieruit volgt dat in alle drie de sluitgaten een breedte van 100 m, gerekend vanuit de teen van de drempel, voldoende geacht moet worden.

Een uitzondering wordt gemaakt voor de oostzijde van de Roompot tegen de Bevelandse oever. Hier is de breedte i.v.m. een eventueel kopeffect van de damaanzet en de dichte landhoofdcaisson vergroot tot 175 m uit de teen van de drempel.

In het geval van een geleidelijke sluiting blijkt eveneens dat bij het 2e criterium de grootste bezinkingsbreedte wordt verkregen. In verband met het risico van een verlaging van de blokkendam t.g.v. een zomerstorm is het gewenst om de bodembescherming nog uit te breiden. Indien naar schatting 2 m à 3 m extra ontgronding zou optreden, zou bij dit criterium in de ondiepere delen (boven de N.A.P. - 20 m) de breedte van de bescherming met 30 m à 45 m vergroot moeten worden.

Indien bij nader onderzoek zou blijken, dat de hier aangenomen bodembeschermingsbreedten geringer kunnen zijn, dan moet toch wel gesteld worden dat bij de beide sluitingsmethoden de breedte verhoudingen gehandhaafd blijven.

In de roompot bedraagt dan de breedte van de bodembescherming, gerekend vanuit de teen van de wintersluitgat drempel 200 m. Ook in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen bedraagt de gemiddelde breedte ongeveer 200m.

In de onderstaande tabel zijn de oppervlaktes behorende bij deze breedtes weergegeven. Bij de bepaling van het oppervlak is rekening gehouden met 10% aan overlapping.

	Roompot	Schaar v. Roggenplaat	Hammen
caisson sluiting	500.000 m ²	225.000 m ²	325.000 m ²
geleidelijke sluiting	850.000 m ²	450.000 m ²	600.000 m ²

De totale oppervlakte aan bodembescherming bedraagt voor de caissonsluiting ruim 1.000.000 m² en voor de geleidelijke sluiting 1.900.000 m².

In een later stadium moet in samenhang met de uitvoerings technische mogelijkheden, een meer gedetailleerd rapport verschijnen over de bepaling van de bodembeschermingsbreedten. Nader onderzoek is gewenst, inzake de kwaliteit van de bodembescherming.

8. Stabiliteit van de sluitmiddelen tijdens en na de sluiting.

8.1. De blokkenkade.

Een met behulp van een kabelbaan opgestorte blokkenkade neemt een talud aan dat onder de optredende omstandigheden, zoals stroomsnelheden, vervallen en valhoogte van de blokken, als "natuurlijk" talud kan worden gekwalificeerd en dat derhalve dicht tegen de evenwichtshelling aan ligt. De gemiddelde helling bedraagt 1 : 1, terwijl plaatselijk aanmerkelijk steilere gedeelten voorkomen.

Wanneer er nu tijdens een storm extreme vervallen en golven optreden dan bestaat de kans dat de in de dam aanwezige stabiliteitsreserve wordt overschreden.

Deze stabiliteitsreserve is voor een uit 2,5 tons blokken opgebouwde dam met een dubbele kruin ter breedte van 6,5 m uitgebreid beproefd in het Waterloopkundig Laboratorium.

Hierbij is zowel een golfaanval met regelmatige als met onregelmatige golven onderzocht.

De kans op vervorming van de blokkendam begint wanneer de kruin op N.A.P. - 2,0 m à - 3,0 m is gekomen en blijft aanwezig ook wanneer de dam op een hoogte is gekomen van N.A.P. + 3,0 m à + 4,0 m. Er is volgens opgave van de uitvoerende dienst ongeveer een maand mee gemoeid om de dam van N.A.P. - 2,0 m à - 3,0 m op te storten tot een hoogte van N.A.P. + 4,0 m. Daarna duurt het + 4 maanden om de dam met zand in te pakken.

Uit het onder de punten 2.1. en 2.2. behandelde blijkt dat de maand april aanmerkelijk ongunstiger is dan mei uit een oogpunt van hoge waterstanden en golven.

Zou bij een opbouw in april een storm met een overschrijdingsfrequentie van 1% optreden dan kan een verlaging van de dam worden verwacht van 3 m à 4 m.

Het gevolg van een dergelijke verlaging, die in lengterichting gezien doorgaans onregelmatig verloopt, is een extra zware aanval op de bodembescherming en een toename van de ontgrondingen. Uit de proeven blijkt dat behoudens ter plaatse van de meer ondiepe gedeelten nabij de oevers geen aantasting van de steen op de bodembescherming behoeft te worden gevreesd. De toename van de ontgrondingsdiepte ligt in de orde van 1,0 m per etmaal, waarbij tevens de aanzethelling van de ontgrondingskuil steiler wordt.

Het herstel van de schade aan de dam zal, wanneer de kabelbaan volledig operationeel is, slechts enkele dagen vergen, zodat de toename van de ontgroning eveneens tot enkele meters beperkt blijft. Ter compensatie hiervan zou de bodembescherming kunnen worden uitgebreid.

Een andere mogelijkheid is een verbreding van de kruin van de blokkendam. Bij een verbreding van de dubbele kruin van 6,5 m naar 10,0 m halveert de hiervoor genoemde verlaging, terwijl een dam met drie kruinen ter breedte van 13,0 m vrijwel volledige zekerheid biedt.

Bij een opbouw in mei is bij eenzelfde overschrijdingskans de schade naar verwachting minder en blijft beperkt tot 1 m à 2 m verlaging.

Gedurende de 4 maanden dat het zand wordt gespoten bestaat eveneens het risico dat de dam door een storm verlaagt. In het geval dat de dam in april op hoogte komt is in de daarop volgende maanden de schadekans kleiner dan bij een op hoogte komen in mei. In het laatste geval is met de eerder genoemde frequentie een verlaging van 3 m à 4 m te verwachten. De kans dat dit in augustus en met name september gebeurt is verhoudingsgewijs aanmerkelijk groter dan in juni of juli. De lengte waarover schade kan optreden is in september echter weer aanmerkelijk kleiner daar het zandbedrijf reeds ver gevorderd is. Hierbij wordt er wel vanuit gegaan dat het zandlichaam voldoende stabiel is.

Samenvattend kan worden gesteld dat bij een overschrijdingsfrequentie van 1% verval- en golfomstandigheden voorkomen die in april een kruinverlaging van 3 m à 4 m kunnen veroorzaken met als gevolg extra ontgrondingen. In mei is een verlaging van 1 m à 2 m mogelijk zonder dat extra ontgrondingen optreden. In het laatste geval kan echter in augustus en vooral in september over het deel dat nog niet door het zand wordt beschermd een verlaging van eveneens 3 m à 4 m optreden bij genoemde overschrijdingsfrequentie.

Mocht door een vertraging in het zandbedrijf de op hoogte gekomen blokkendam ook worden blootgesteld aan de winterkondities dan treden bij een 2,5 tons blokkendam met dubbele kruin h.o.h. 6,5 m aanmerkelijk grotere verlagingen op.

Belangrijk is nu de vraag wat de gevolgen van een dergelijke verlaging kunnen zijn als de dam aan genoemde kondities blootstaat.

Uitgangspunten hierbij zijn dat de kabelbaan operationeel is gedurende de najaar - of winterperiode, en dat reeds zoveel zand ter weerszijden van de blokkendam is aangebracht dat er geen ontgrondingen meer kunnen optreden in de zin als tijdens de sluiting het geval was.

Essentieel is nu, dat wanneer er een aantasting van de dam optreedt, zich een nieuwe evenwichtssituatie instelt, zodat een doorgaande aantasting tot op de bodembescherming in geen geval mag optreden.

• Uit alle tot nu toe uitgevoerde proeven blijkt dat zich inderdaad een nieuwe evenwichtssituatie instelt.

De evenwichtshoogte hangt af van de waterloopkundige kondities, de oorspronkelijke kruinhoogte en kruinbreedte en de zwaarte van de blokken. De keuze van de kruinhoogte en kruinbreedte is hiermee teruggebracht tot een economisch vraagstuk, waarbij het optimum kan worden bepaald van primair geïnvesteerde kosten in een kabelbaan of helikopters, in blokken en van de kosten van herstel. Dit laatste betreft het operationeel houden van de kabelbaan of helikopters, de reserve hoeveelheid blokken en de zandverliezen tijdens het herstel van de schade.

De op grond van praktische overwegingen minimale kruinhoogte van N.A.P. + 3,0 m blijkt dan tevens de optimale hoogte te zijn. Een zeer hoge dam opgebouwd uit 2,5 tons blokken waarbij onder de maatgevende winterkondities geen schade meer optreedt en waarbij dus niet op herstel van schade behoeft te worden gerekend, blijkt ongeveer even duur te zijn dan een lage dam, wanneer deze doorbreekt.

Het verschil is evenwel dat bij de hoge dam het geld zeker geïnvesteerd moet worden, terwijl bij de lage dam er een kans van 99% is dat een deel van het geld niet behoeft te worden uitgegeven.

Bij toepassing van zwaardere blokken (10 à 11 t) zal bij eenzelfde kruinhoogte de schade geringer zijn. Ook zal de kruinhoogte waarbij geen schade meer aan de dam optreedt, lager zijn gelegen dan bij 2,5 tons blokken.

8.2. De pylonen.

Er is thans onderzoek gaande met betrekking tot de stabiliteit van de diep gefundeerde pylonen in de Roompot. Mocht uit dit onderzoek volgen dat een verbreding van de pylonenconstructie dwars op de stroom noodzakelijk is, dan zullen de waterloopkundige en grondmechanische consequenties hiervan nader moeten worden onderzocht.

8.3. De caissons.

Nadat de caissons zijn afgezonken geldt ten aanzien van de stabiliteit een tweetal criteria, te weten de stabiliteit van het caisson als geheel en de sterkte van de schuiven onder invloed van de vervaldruk, de golfaanval en de drukken als gevolg van het ongelijk omhoog komen van het zand ter weerszijden van de schuiven.

Voor beide aspecten is de maatgevende belasting vastgesteld met een kans van voorkomen van 1 keer per 100 zomerhalfjaren. De bij deze belastingen toegelaten staalspanningen in de schuiven zijn 33% hoger dan de normaal toelaatbare spanningen en dus ongeveer 15% lager dan de vloeigrens van het staal. De schuiven bezwijken derhalve eerst nadat de aangenomen belastingen met tenminste 15% worden overschreden. Worden de caissons blootgesteld aan de winterkondities dan treedt, evenals dat in het zomerhalfjaar het geval is, de maatgevende combinaties van vervalddruk + golfdruk op bij een buitenwaterstand welke lager is dan de bovenkant van de schuif. De toename van de belasting t.o.v. het zomerhalfjaar wordt dan ook veroorzaakt door de hogere golven. Hier staat tegenover dat er bij de berekening van de schuiven van uit is gegaan dat een enkele schuif de aanval moet keren. In het huidige ontwerp kan de totale belasting echter worden verdeeld over een dubbel stel schuiven. Het lijkt daarom aannemelijk dat de thans ontworpen schuiven ook onder winterkondities voldoende sterk zijn. Een oriënterend onderzoek heeft inmiddels aangetoond, dat de totale belasting over beide schuiven kan worden verdeeld waardoor per schuif de belasting gunstiger wordt.

De schuiven van de onder een helling oplopende caissons zijn op hoogte instelbaar, zodat over de gehele sluitgathbreedte de schuiven even hoog staan.

9. Het plaatsen van de doorlaatcaissons.

9.1. Algemeen.

Het meest riskante onderdeel van de caissonsluiting betreft het plaatsen van de caissons. De ervaringen met vorige caissonsluitingen hebben geleerd, dat het meest kwetsbare onderdeel van de caissons de houten drijfschotter waren. Vooral het feit dat deze schotten buiten het beton uitstaken, vergrootte het risico dat zij tijdens het plaatsen geraakt zouden worden.

Tijdens het buiten parkeren bestond het risico dat de houten drijfschotten het tijdens plotseling verslechterende weersomstandigheden zouden begeven. Deze gevaren zijn bij de Oosterschelde-caissons grotendeels verdwenen daar de stalen schuiven geheel binnen het beton vallen.

Een ander belangrijk punt betreft de bewegingen van het caisson tijdens het indraaien en afzinken onder invloed van golven met een lange periode (deining).

Proeven met het Kous-caisson in het Waterloopkundig Laboratorium hebben aangetoond dat reeds bij lage golven met een $H_s = 0,25$ m à 0,30 m en een $T_{top} = 6$ s à 8 s het drijvende caisson met zware klappen (honderden tonnen) tegen het reeds geplaatste caisson slaat. Als gevolg hiervan zouden de ribben op de kopwand van het caisson kunnen afbreken.

Alhoewel er bij de recente plaatsingen in de Kous vrijwel geen ervaring op dit punt is opgedaan, bestaat dezerzijds de indruk dat de caissons inderdaad zeer gevoelig zijn voor deining.

(Landhoofdcaissons en het laatste doorlaatcaisson bij het parkeren). Anderzijds kan blijkens de ervaring meer botsingsenergie worden opgenomen voordat breuk in de ribben optreedt, dan werd aangenomen.

Het wordt dezerzijds dan ook mogelijk geacht caissons te plaatsen bij significante golfhoogten van 0,40 m à 0,50 m en een $T_{top} = 6s$ à $8s$, zeker wanneer meer aandacht wordt besteed aan konstrukties die een deel van de botsingsenergie kunnen opnemen.

Uitgaande van het brekerkriterium zou in de O.S. op LW een golfbeeld met een $H_s = 0,4$ m à $0,7$ m en een bijbehorende $T_{top} = 4s$ à $5s$ kunnen voorkomen.

Uit het waarnemingsmateriaal van de golfmeetpaal O.S. IV blijkt dat bij waterstanden lager dan N.A.P. - 1,0 m een maximaal $H_s = 0,65$ m is opgetreden met een bijbehorende $T_{top} = 5s$. De gemiddelde H_s bij windsnelheden van 12 m/sec tot 14 m/sec bedraagt 0,55 m met een $T_{top} = 4,5$ s. Waarnemingen op het lichtschip Goeree over een periode van 10 jaar (1951-1960) geven het aantal waarnemingen dat windsnelheden van 12 mtr. worden overschreden. Voor de maand maart zijn dit 170 waarnemingen voor april 90 waarnemingen en voor mei 60 waarnemingen.

Het totaal aantal waarnemingen per maand over 19 jaar bedroeg ongeveer 2300. Elke drie uur wordt één maal waargenomen. Wordt een waarneming voor drie uur representatief gesteld, dan wordt de windsnelheid van 12 m/sec in maart gemiddeld 51 uur overschreden, in april 27 uur en in mei 18 uur.

Uit het bovenstaande blijkt dat de maximale golfhoogte op LW hoger is dan toelaatbaar wordt geacht, maar dat anderzijds de kortere T_{top} dit weer gedeeltelijk compenseert.

* Daarnaast worden deze maximale omstandigheden in maart, april en mei gemiddeld slechts 1 à 2 dagen overschreden.

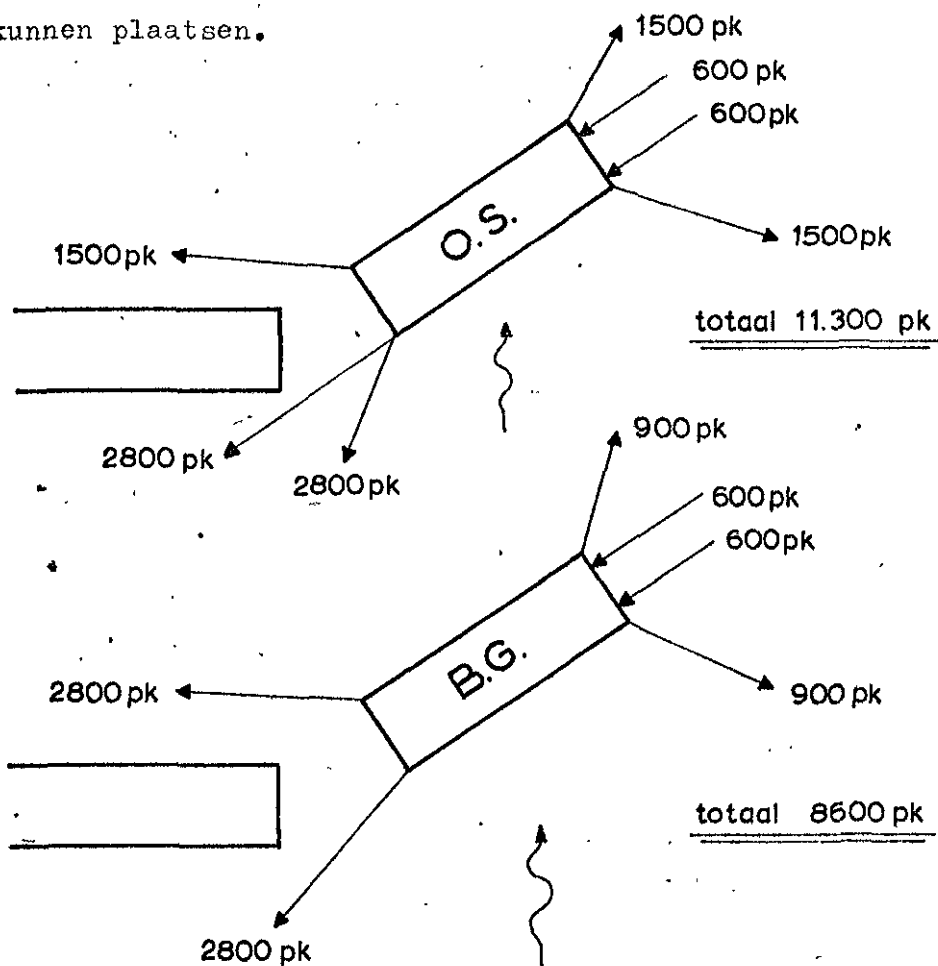
Het verloop van de stroomsnelheden in de Oosterschelde gedurende het opvaren en indraaien van de caissons is als gevolg van het ruime sluitgatprofiel gunstiger dan in het Brouwershavensche Gat. In de Roompot en de Schaar van Roggenplaat zijn de snelheden ongeveer gelijk en tijdens springtij ongeveer 15% lager dan in de Kous opgetreden waarden.

In de Hammen bedraagt dit Percentage 30 %.

De voor het plaatsen van de caissons benodigde vermogens zijn op dezelfde manier berekend als dat voor het Volkerak, de Lauwerszee en de Kous is gedaan. In de praktijk is gebleken dat de aldus berekende vermogens voldoende waren voor een veilige plaatsing van de caissons.

De krachten tijdens het plaatsen van de caissons in de Schaar van Roggenplaat en in de Hammen zijn in dezelfde orde als in de Kous. Van de grootste caissons in de Roompot is het aangestroomde oppervlak 2,3 x zo groot als in de Kous. De krachten zijn $2,3 \times (0,85)^2 = 1,7$ maal zo groot als in de Kous.

Mede gezien de ervaringen in het Brouwershavensche Gat wordt een totaal vermogen van 11.300 pk volgens onderstaande verdeling voldoende geacht om de Roompotcaissons veilig te kunnen plaatsen.



9.4. Plaatsingschema.

Ten aanzien van het plaatsingschema van de caissons wordt gemeend dat 1 maart een aanvaardbare begindatum is. Alhoewel de kans op hogere windsnelheden en daarmee op golven groter is dan in april en mei, is het aantal onwerkbare dagen in maart zo gering (gemiddeld 2 à 3) dat de stagnaties als gevolg hiervan zeker aanvaardbaar zijn. Dit geldt des te meer daar de ontgrondingen geen gevaar opleveren wanneer de plaatsingen enkele dagen moeten worden uitgesteld.

Wanneer de zaterdagen, zondagen en feestdagen als reserve dagen worden beschouwd dan heeft maart 20 LW plaatsingen bij daglicht en 44 plaatsingen bij daglicht, schemering en donker. Voor april zijn deze aantallen resp. 19 en 38, en voor mei 19 en 38. (de aantallen zijn bepaald voor maart, april en mei 1970.)

Zou alleen bij daglicht worden geplaatst, dan kan het laatste caisson van de in totaal 43 caissons rond 5 mei worden geplaatst. Het aantal reserve plaatsingen bij daglicht bedraagt 19 of 45% hetgeen meer dan voldoende is.

10. Kombinatie van sluitingsmethoden.

10.1. Algemeen.

Naast een in alle drie sluitgaten geleidelijke sluiting moet worden overwogen of een combinatie van methoden, zowel waterloopkundige als grondmechanische voordelen biedt.

Bij deze discussie kunnen de Schaar van Roggenplaat en de Hammen waterloopkundig als één geheel worden beschouwd.

Op bijlage 12 worden de vervallen gegeven bij een geheel geleidelijke sluiting en bij combinaties van methoden. Het blijkt dan dat alleen een combinatie van een caissonsluiting in de Roompot met een geleidelijke sluiting in de

beide noordelijke geulen een belangrijke vermindering van de vervallen tot gevolg heeft t.a.v. de volledige geleidelijke sluiting. Ook in verband met de beschikbare kabelbanen, welke zonder veel aanpassingen geschikt zijn voor de Schaar van Roggenplaat en de Hammen, zal uitsluitend deze combinatie nader worden beschouwd.

De afname van de snelheden geeft aanleiding tot minder ontgrondingen en is dus ook gunstiger t.a.v. de grondmechanische aspecten.

T.a.v. de volledige caissonmethode is het omgekeerde het geval ten aanzien van de Roompot.

10.2. Combinatie van een caissonsluiting in de Roompot en een geleidelijke sluiting in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen.

Zoals reeds gezegd verbetert de combinatie zowel de waterloopkundige als grondmechanische omstandigheden t.o.v. de geleidelijke sluiting, terwijl zij voor de caissonsluiting verslechteren. Het tijdstip van sluiten van de caissonschuiven speelt een belangrijke rol bij het beperken van de ontgrondingen. Daarnaast treden versterkte dwarsverhangen op tussen de beide geulenstelsels, gepaard gaande met een toename van de stroomsnelheden over de platengebieden.

De onderhavige beïnvloeding begint wanneer de geleidelijke sluiting in de noordelijke geulen een vernauwing van ongeveer 50 % heeft bereikt, terwijl men bezig is met de plaatsing van de caissons in de Roompot.

Wanneer de caissons open blijven staan, dan treden bij de verdere vernauwing in de noordelijke sluitgaten vervallen op die aanmerkelijk kleiner zijn dan bij een geheel geleidelijke sluiting. De vermindering bedraagt ongeveer 40 % bij een vernauwing van 90 %.

De eb- en vloed vervallen zijn dan vergelijkbaar met die van de vloedvervallen in het Brouwershavensche Gat.

De stroomsnelheden in de Roompot caissons zijn echter bij 90 % vernauwing toegenomen met slechts ongeveer 20 % ten opzichte van een totale caissonsluiting en blijven daarmee nog onder de in de Kous opgetreden waarden. De dwarsverhangen bedragen dan

maximaal 0,40 m à 0,45 m, waardoor stroomsnelheden over de platen van 1,0 m à 1,50 m/s kunnen optreden.

Bij 90% vernauwing in het Noorden kunnen de schuiven van de caissons worden gesloten, daar dan boven de blokkendam de volkomen overlaat optreedt die voorkomt dat ten gevolge van de sterftoegenomen vervallen hogere stroomsnelheden ontstaan. De dwarsverhangen nemen in deze situatie sterk af tot maximaal 0,10 m.

Ten aanzien van de ontgrondingen is deze combinatie van sluitingsmethoden vergelijkbaar met de vloedontgrondingen in de beide sluitgaten van het Brouwershavensche Gat. De ontgrondingsdiepte zal in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen ten opzichte van een geheel geleidelijke sluiting zowel voor de vloed als voor de eb ongeveer half zo groot worden.

De ontgrondingen in de Roompot nemen daarentegen naar verwachting met enige meters toe, t.o.v. de totale caissonsluiting; dit geldt ook t.o.v. de Noord-Bevelandse oever. Hierdoor zal de gehele bezinking, ook van de oever, evenredig zwaarder moeten worden.

Samenvattend kan worden gesteld dat een combinatie van een caissonsluiting in de Roompot met een geleidelijke sluiting in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen waterloopkundig en grondmechanisch een aanmerkelijke verbetering betekent voor de noordelijke gaten. Daar staat tegenover een relatief geringere verslechtering van de situatie in de Roompot, in vergelijking met de volledige caissonsluiting. De situatie is echter gunstiger dan in vergelijking met de geleidelijke sluiting. T.a.v. de oever kan nog geen definitieve uitspraak gedaan worden en is een nader onderzoek noodzakelijk.

Overigens zullen de dwarsverhangen naar verwachting geen grote problemen geven.

11. Samenvatting van de hoofdaspecten.

- a. Waterloopkundig en grondmechanisch bezien kan een sluiting met doorlaatcaissons als bijzonder veilig worden beschouwd als gevolg van de zeer geringe profielsvernauwing. De toename van de stroomsnelheden blijft beperkt tot maximaal 50%. Tijdens het plaatsen van de caissons vindt geen onderlinge beïnvloeding van de sluitgaten plaats, hetgeen een grote vrijheid van handelen geeft. Een vertraging tijdens het plaatsen van de caissons heeft nauwelijks extra ontgrondingen tot gevolg.
- De stabiliteit van de caissons en de sterkte van de schuiven is ook onder winterkondities voldoende wanneer er onverhoopt niet voldoende zand kan worden aangebracht of wanneer de caissons als gevolg van een afschuiving of vloeïng bloot komen te liggen. De omstandigheden zijn in het algemeen gunstiger dan in het Brouwershavensche Gat.
- b. Waterloopkundig en grondmechanisch bezien worden er aan een geleidelijke sluiting hoge eisen gesteld als gevolg van de grote vervallen en de hoge stroomsnelheden.
- Vanaf de vernauwing van 70% moeten de sluitgaten onderling zo goed mogelijk op elkaar worden afgestemd. Vertraging in één van de drie sluitgaten heeft consequenties voor het betrokken sluitgat en voor de anderen; vooral met betrekking tot de ontgrondingen.
- Wanneer na de afsluiting een zomer- of winterstorm optreedt, kan een verlaging van de dam optreden met als gevolg aanzienlijke zandverliezen. De omstandigheden zijn in het algemeen aanzienlijk ongunstiger dan in het Brouwershavensche Gat
- c. Waterloopkundig en grondmechanisch bezien kan een combinatie van een caissonsluiting in de Roompot en een geleidelijke sluiting in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen als redelijk veilig worden beschouwd. De schuiven in de caissons moeten bij een vernauwing in de noordelijke gaten van ongeveer 90% worden gesloten. De sluitingoperaties moeten in de tijd gezien goed op elkaar worden afgestemd.

De omstandigheden zijn dan in het algemeen vergelijkbaar met die in het Brouwershavensche Gat.

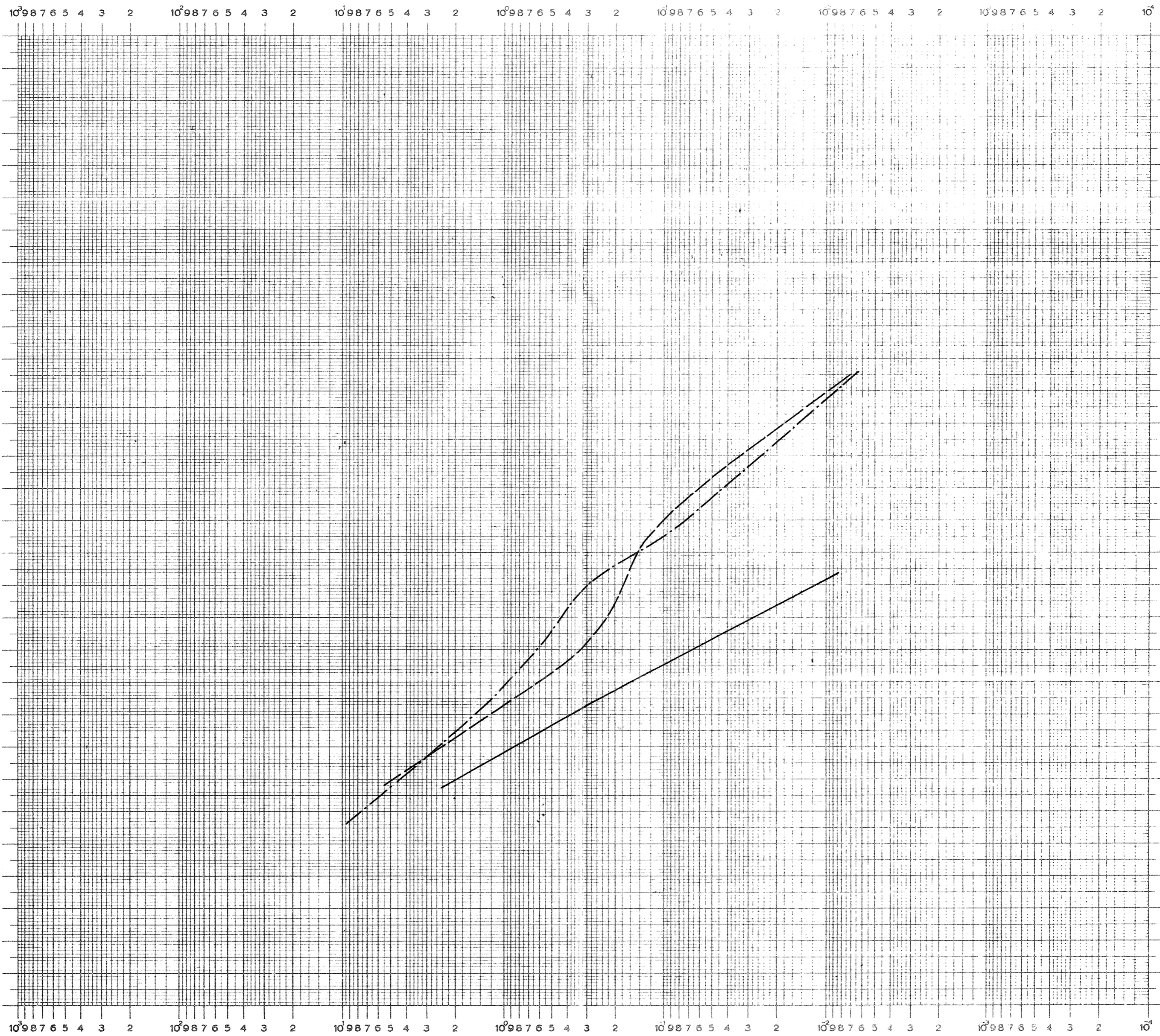
's-Gravenhage, oktober 1971.

Voor de grondmechanische aspecten,

Voor de waterloopkundige aspecten,

ir. J.W. Boehmer

ir. F. Spaargaren



OVERSCHRUDINGSFREQUENTIES VAN
HW-STANDEN VOOR DE MAANDEN
MAART, APRIL, MEI

BEHOORT BU:
W-71.147

DATUM:

BULAGE 1

Toelichting:
 - - - - - MAART
 - . - . - APRIL
 — — — MEI

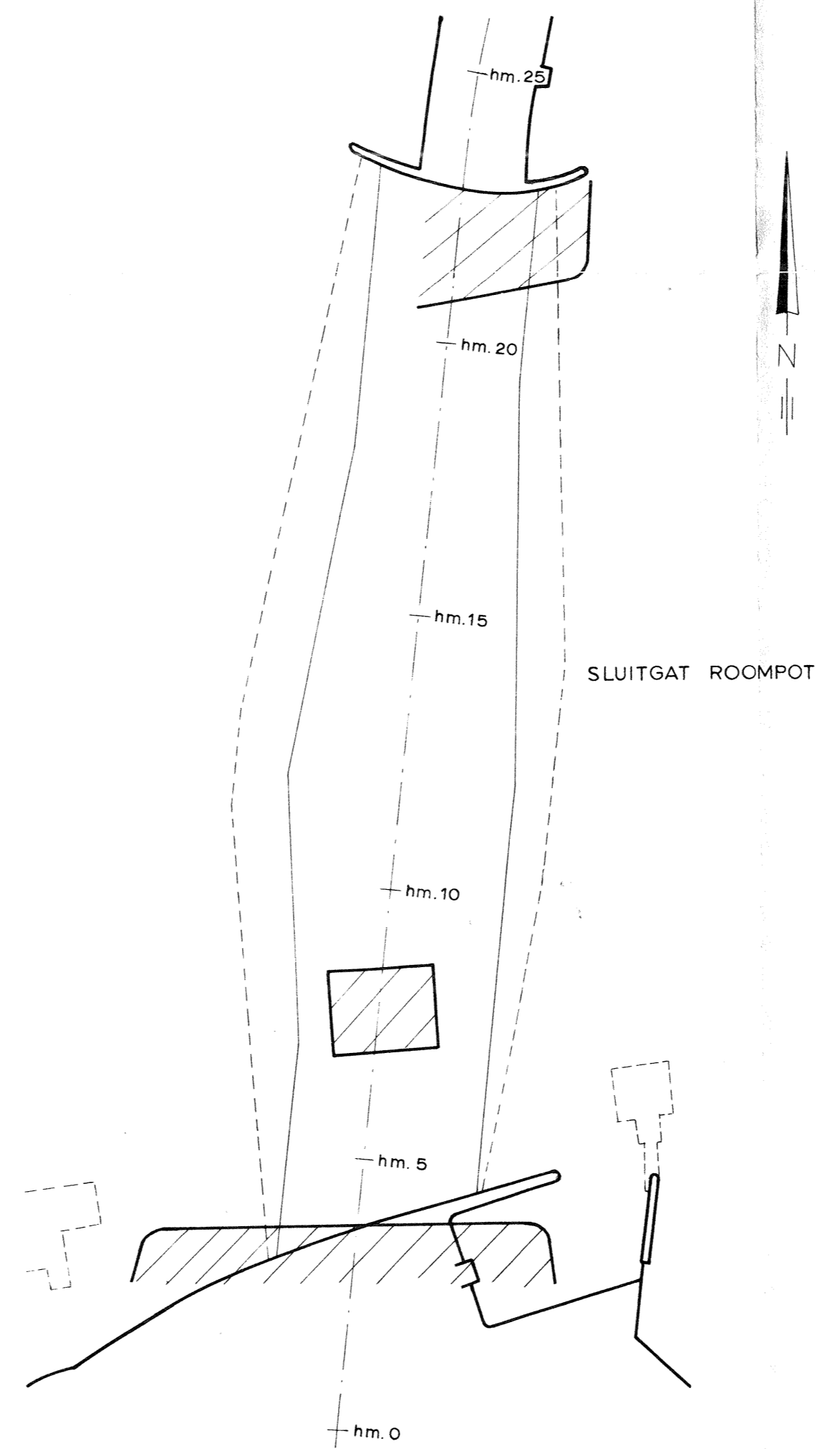
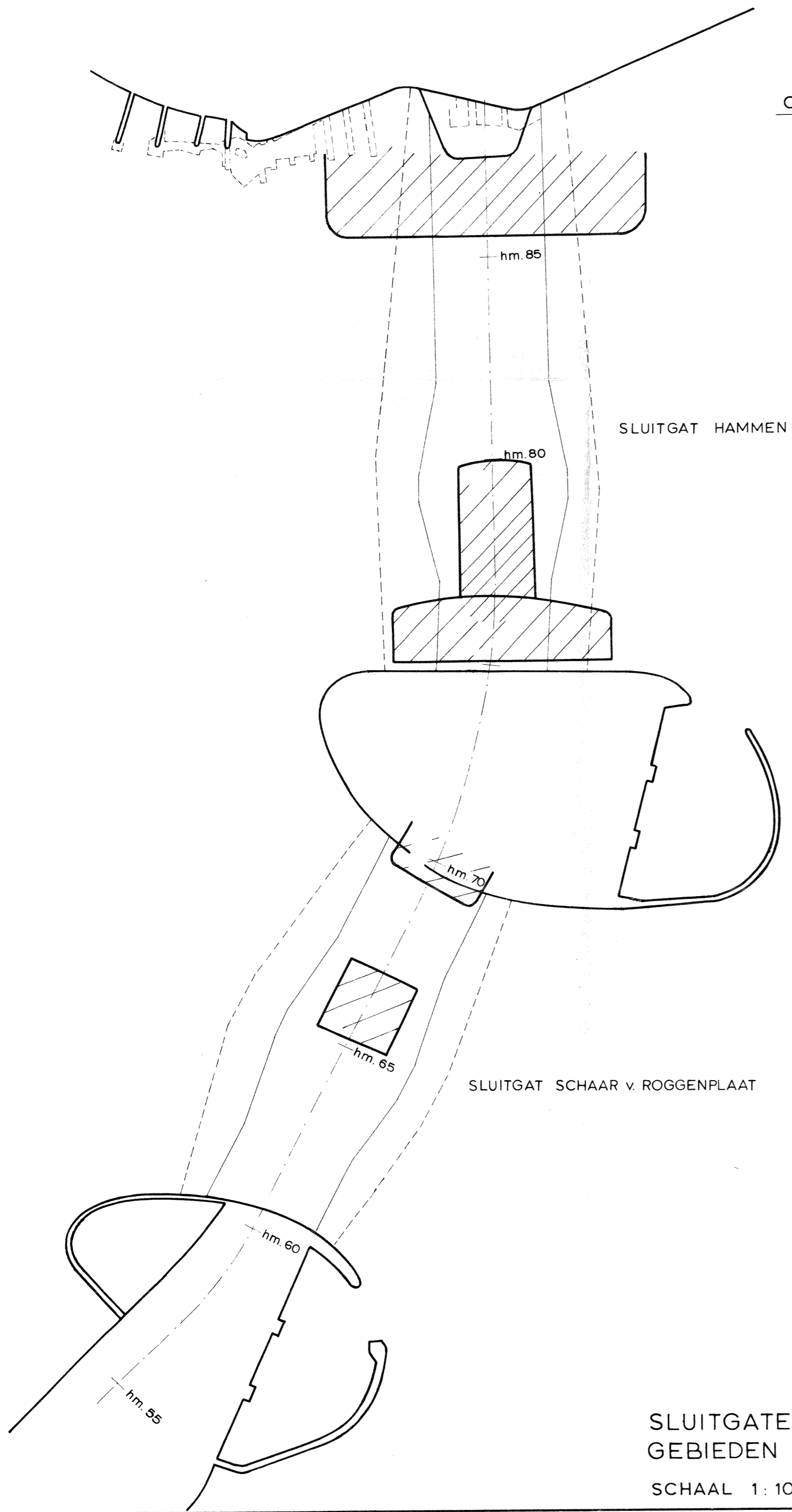
RUKSWATERSTAAT
DELTADIENST
Waterloopkundige Afdeling

grond critique	getek.	gecontn.	gezien.
C.MORS			

B2 Nr.71.2108

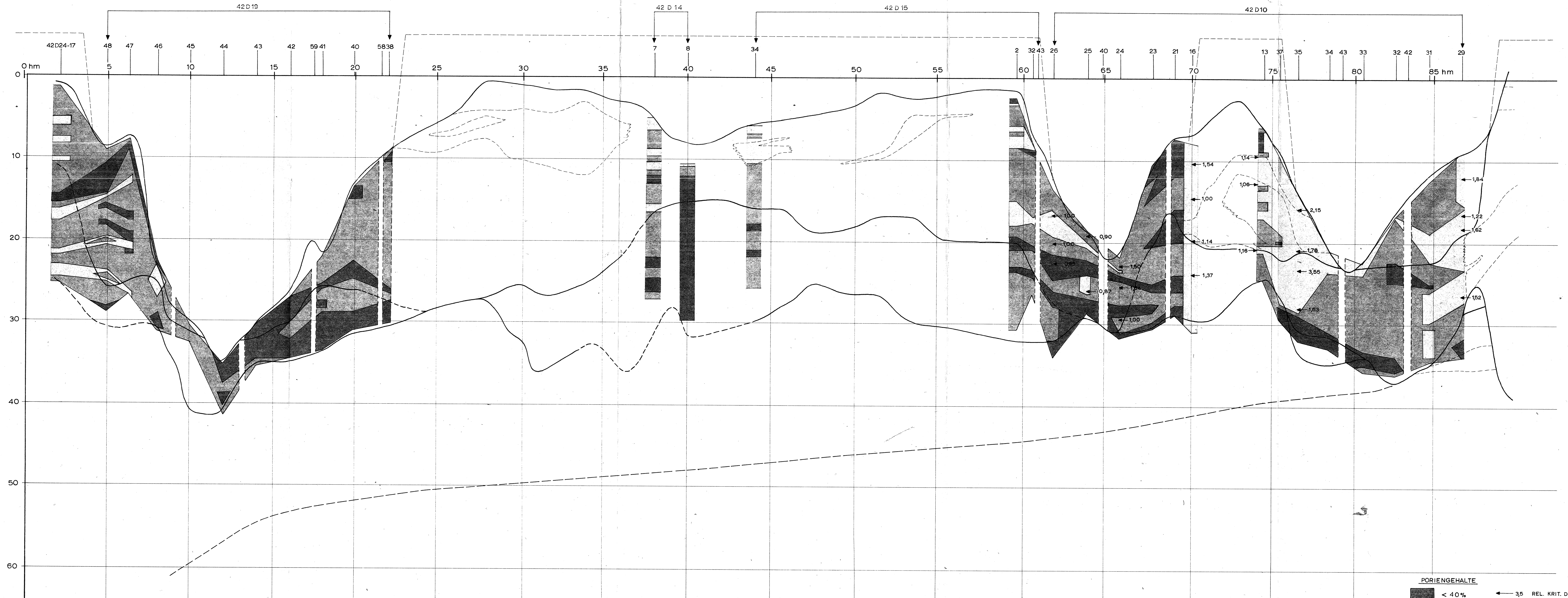
OOSTERSCHELDE

BROUWERSHAVENSE GAT



SLUITGATEN OOSTERSCHELDE EN BROUWERSHAVENSE GAT
GEBIEDEN MET KRITIEKE DICHTHEDEN

SCHAAL 1:10.000



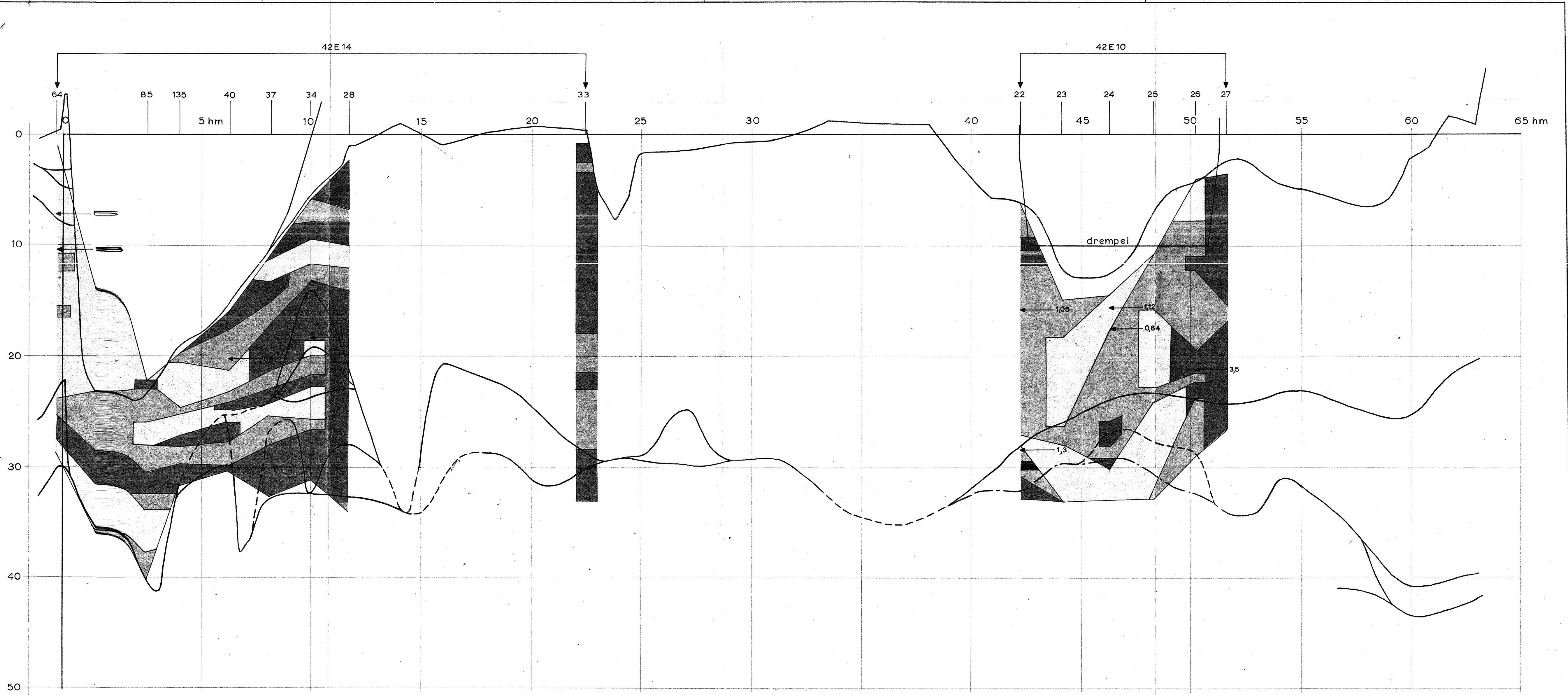
TRACE OOSTERSHELDE
 PORIENGHALTE EN RELatieve
 KRITISCHE DICHTHEID

SCHAAL HOR. 1:10.000
 VERT. 1: 200

PORIENGHALTE

- < 40%
- 40 - 42%
- > 42%

← 3,5 REL. KRIT. DICHTH.



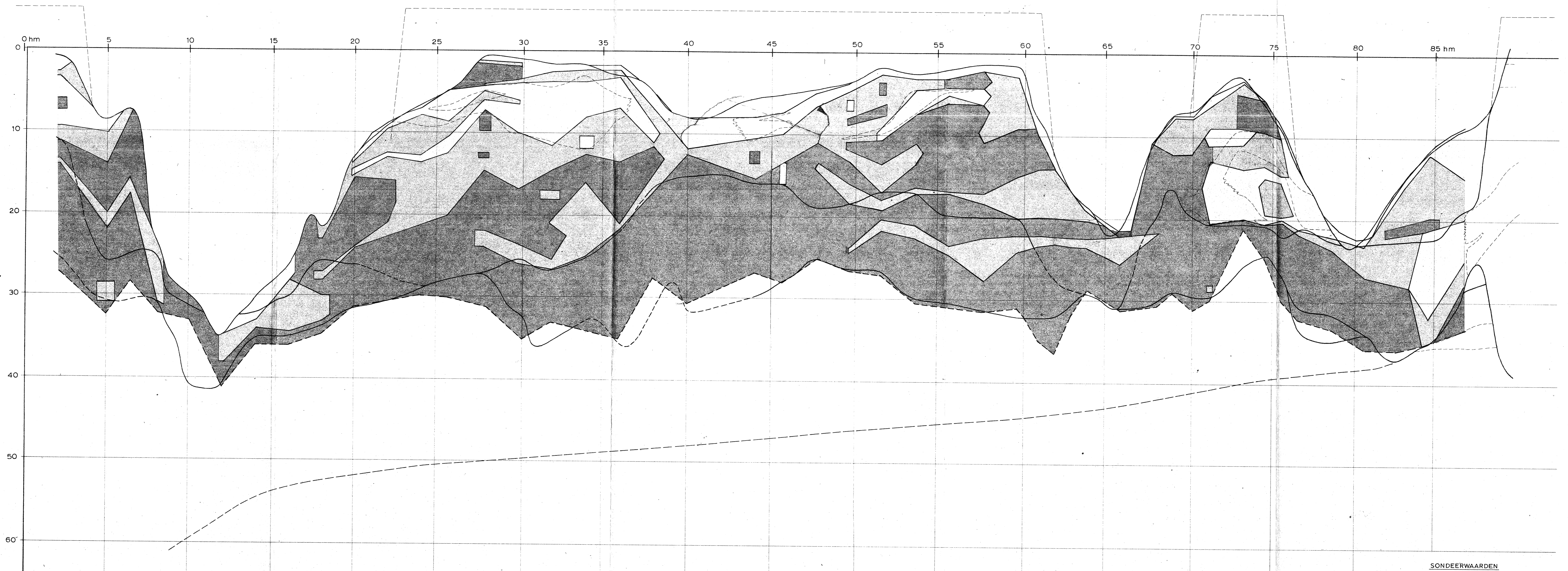
TRACE BROUWERSHAVENSE GAT
 PORIENGEHALTE EN RELATIEVE
 KRITISCHE DICHTHEID

SCHAAL HOR. 1:10.000
 VERT. 1: 200

PORIENGEHALTE

- < 40% ← 3,5 REL. KRIT. DICHTH.
- 40-42%
- > 42%

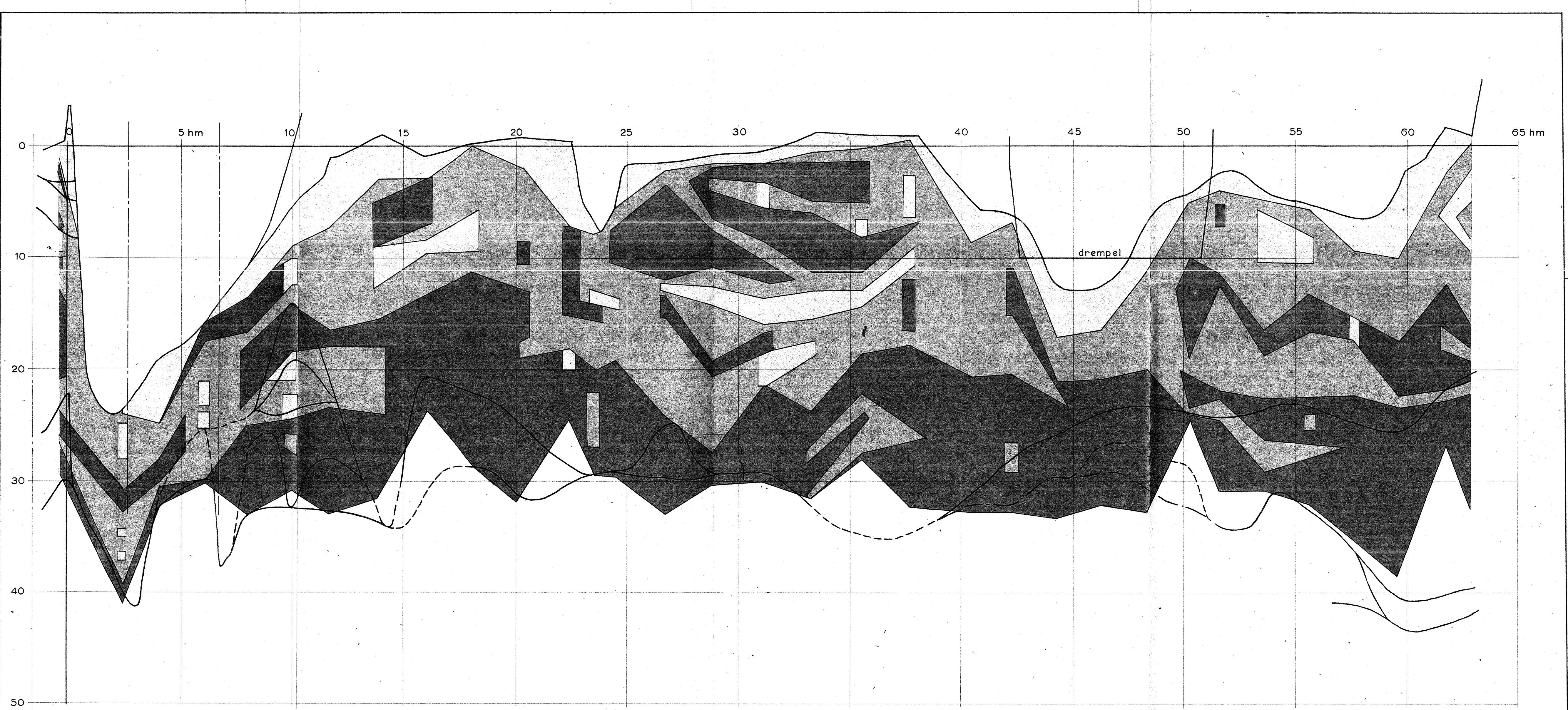
Bijlage 3 b



TRACE OOSTERSHELDE
SONDEERWAARDEN

SCHAAL HOR. 1:10,000
VERT. 1: 200

SONDEERWAARDEN
0 - 50 kg/cm²
50 - 100 kg/cm²
> 100 kg/cm²

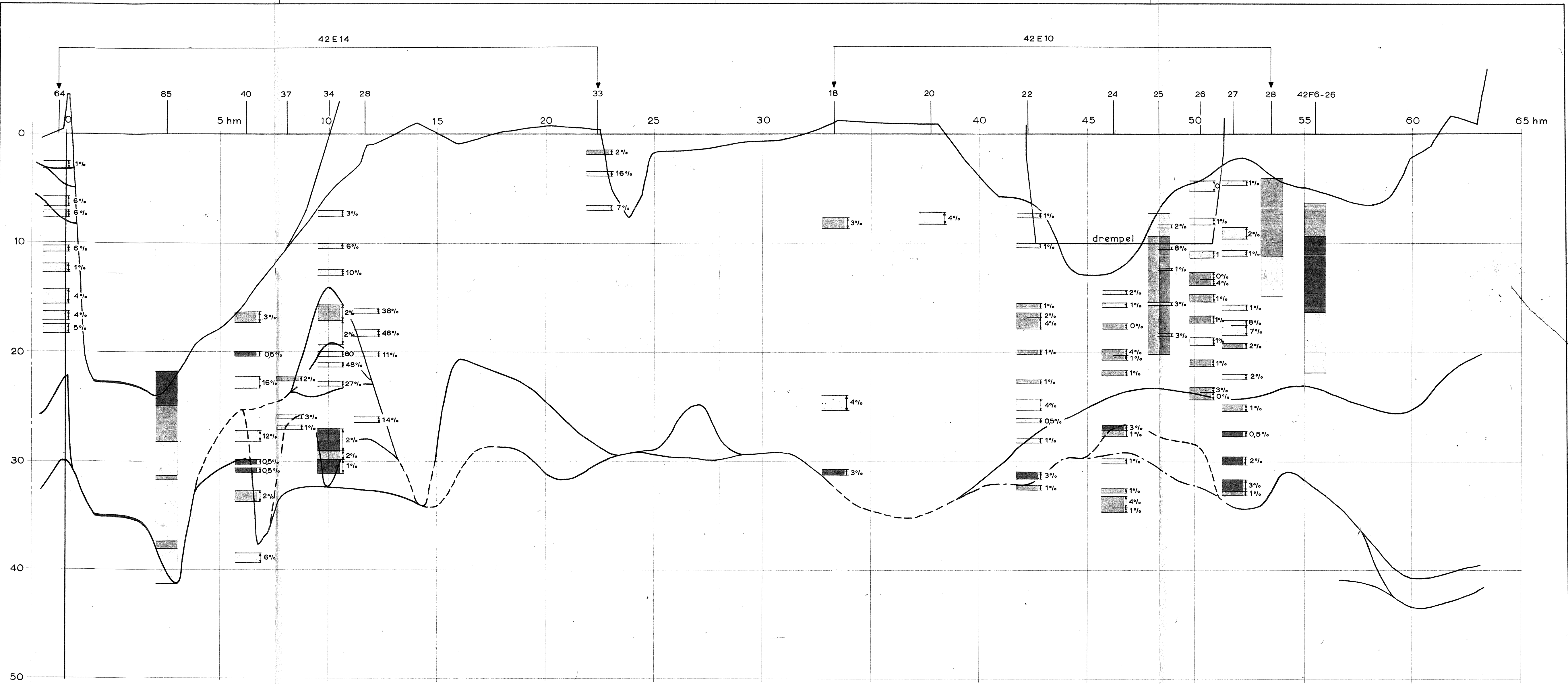


TRACE BROUWERSHAVENSE GAT
SONDEERWAARDEN

SCHAAL HOR. 1:10.000
VERT. 1:200

SONDEERWAARDEN

	0 - 50 kg/cm ²
	50 -100 kg/cm ²
	> 100 kg/cm ²



TRACE BROUWERSHAVENSE GAT
 KORRELDIAMETER EN SLIBGEHALTE

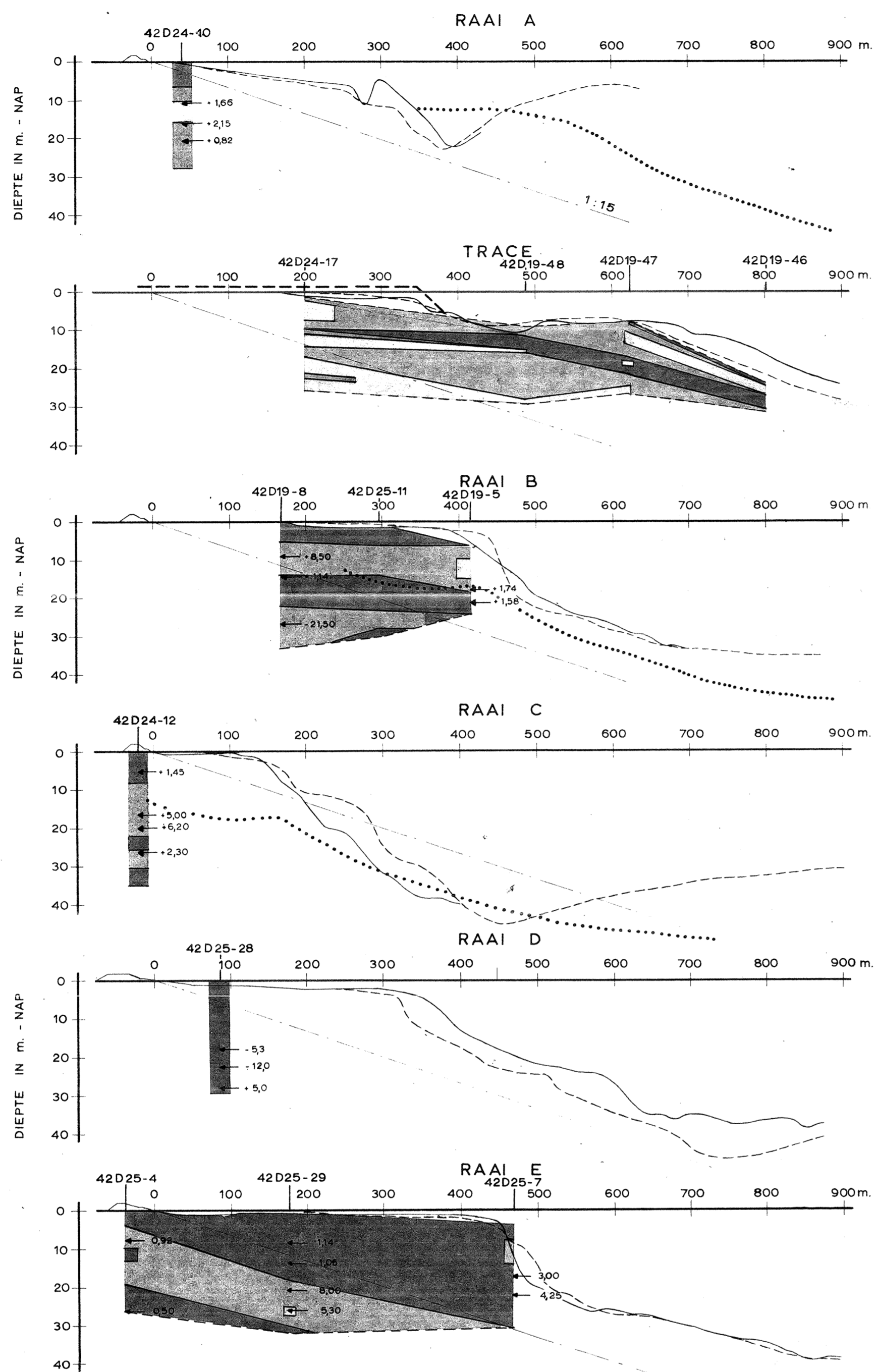
KORRELDIAMETER
 □ < 200 μ m.
 ▨ 200 - 300 μ m.
 ■ > 300 μ m.

↑ 9% ↓ PROCENTEN SLIBGEHALTE

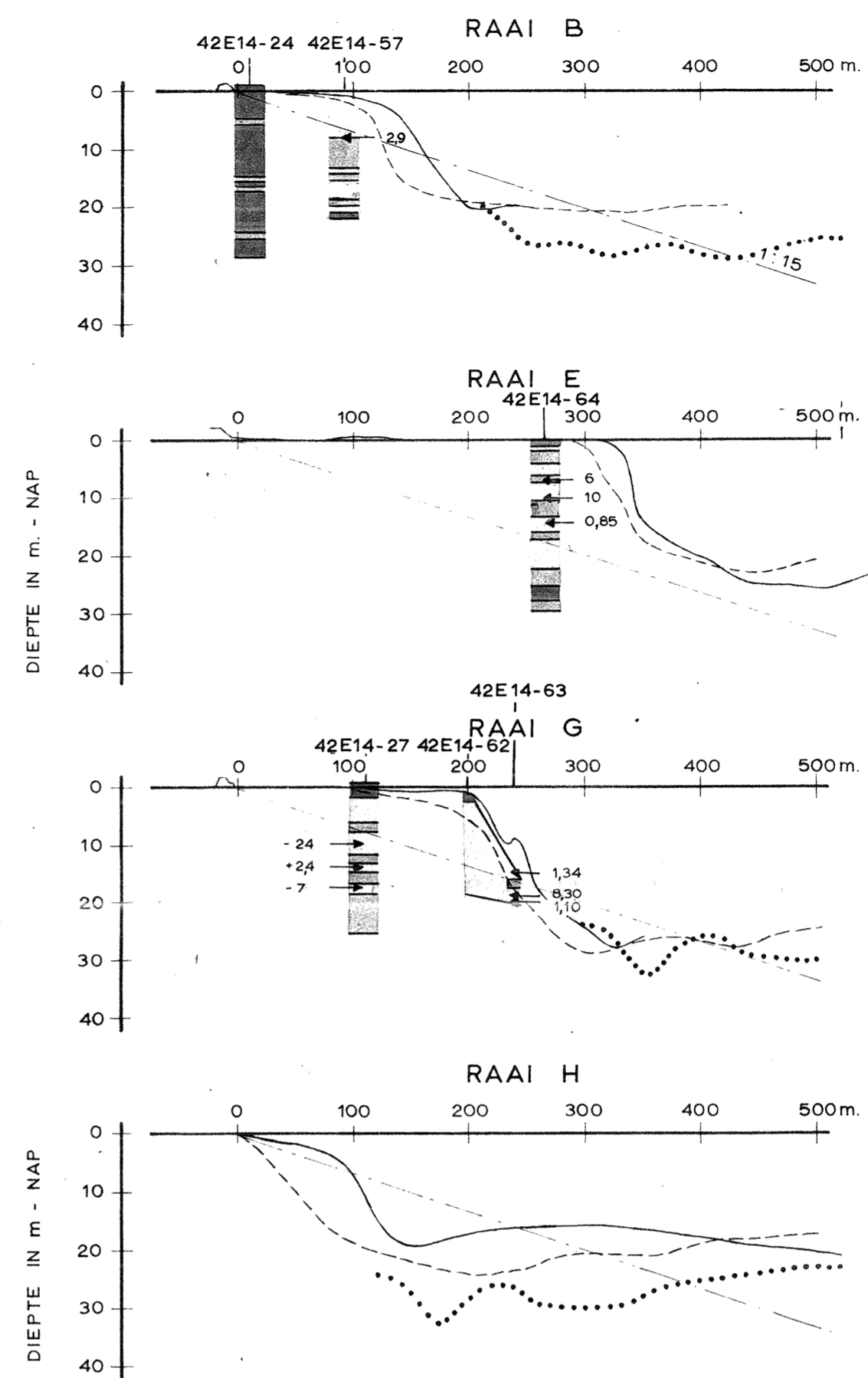
SCHAAL HOR. 1: 10.000
 VERT. 1: 200

Bijlage 5b

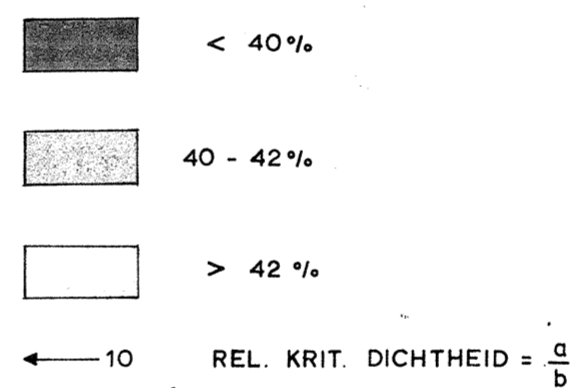
OOSTERSCHELDE



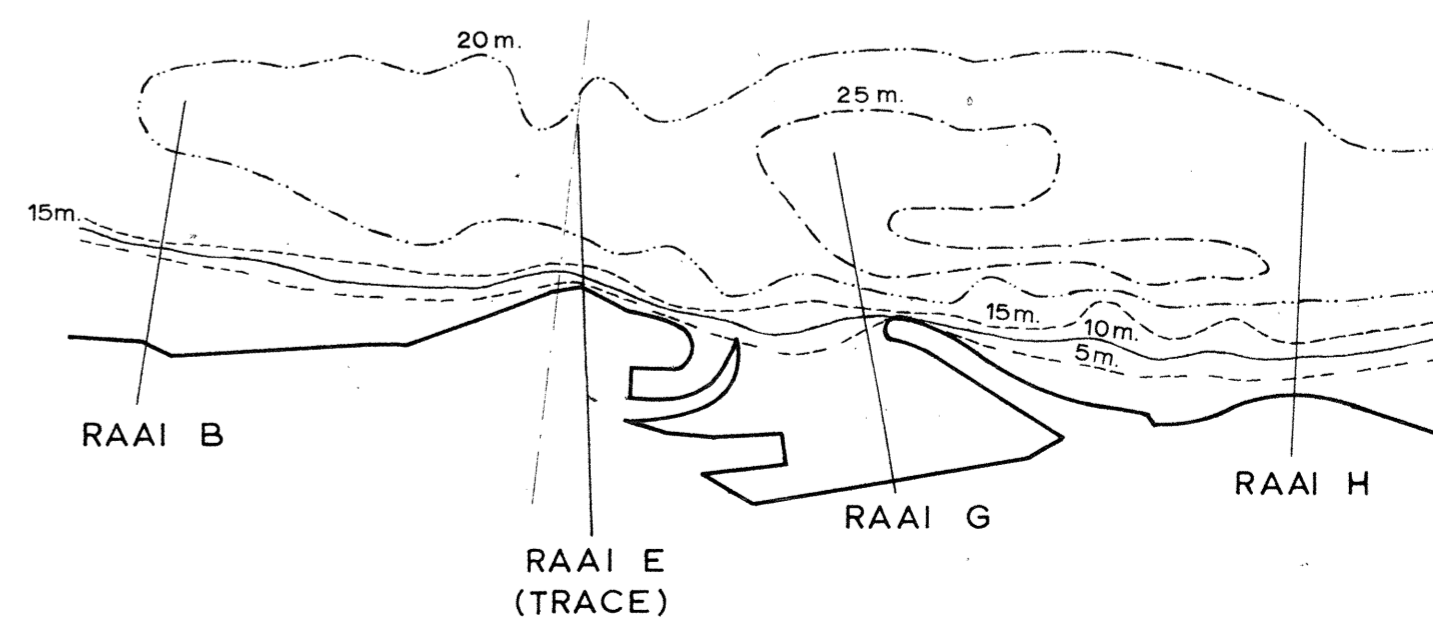
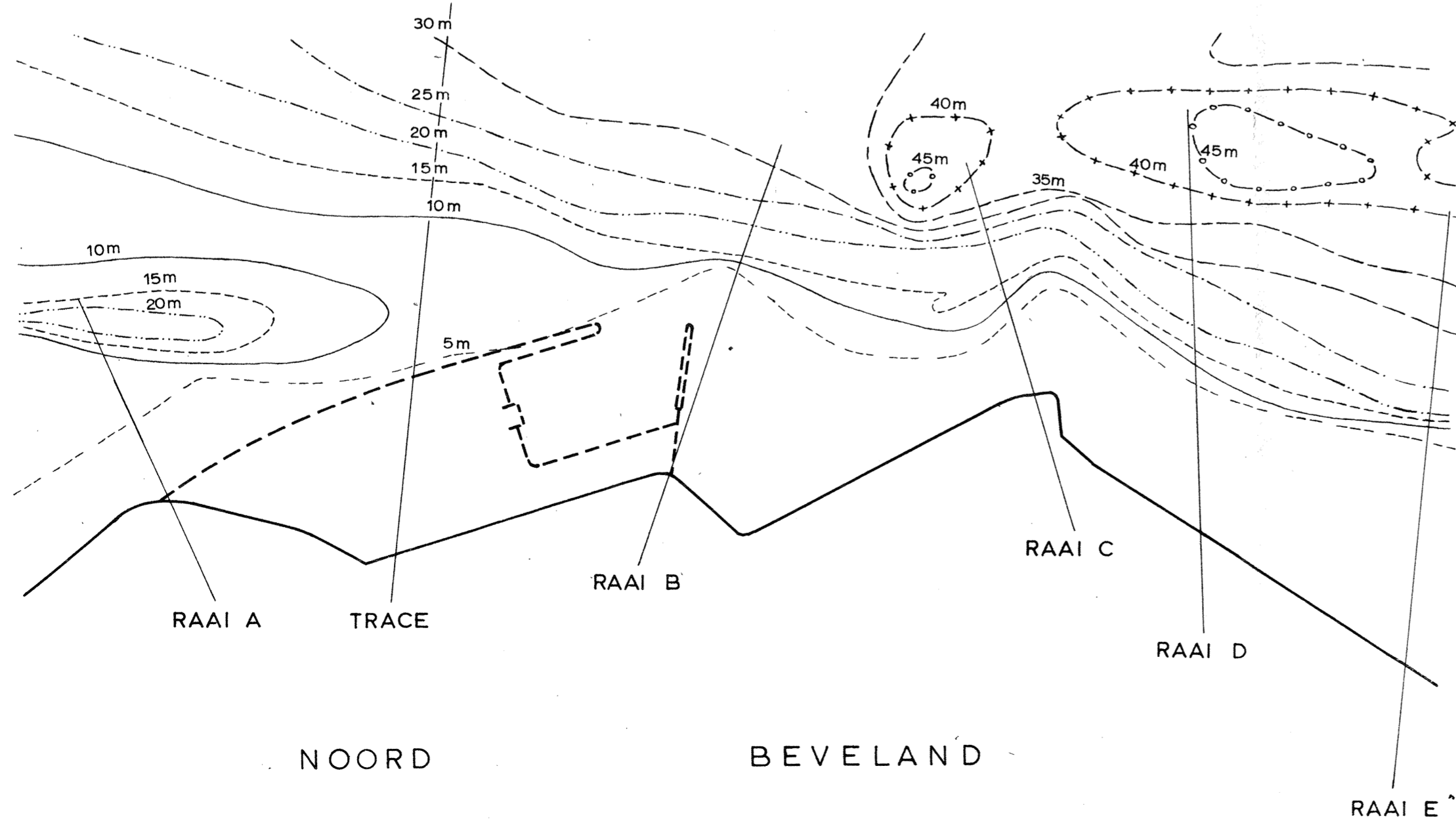
BROUWERSHAVENSE GAT



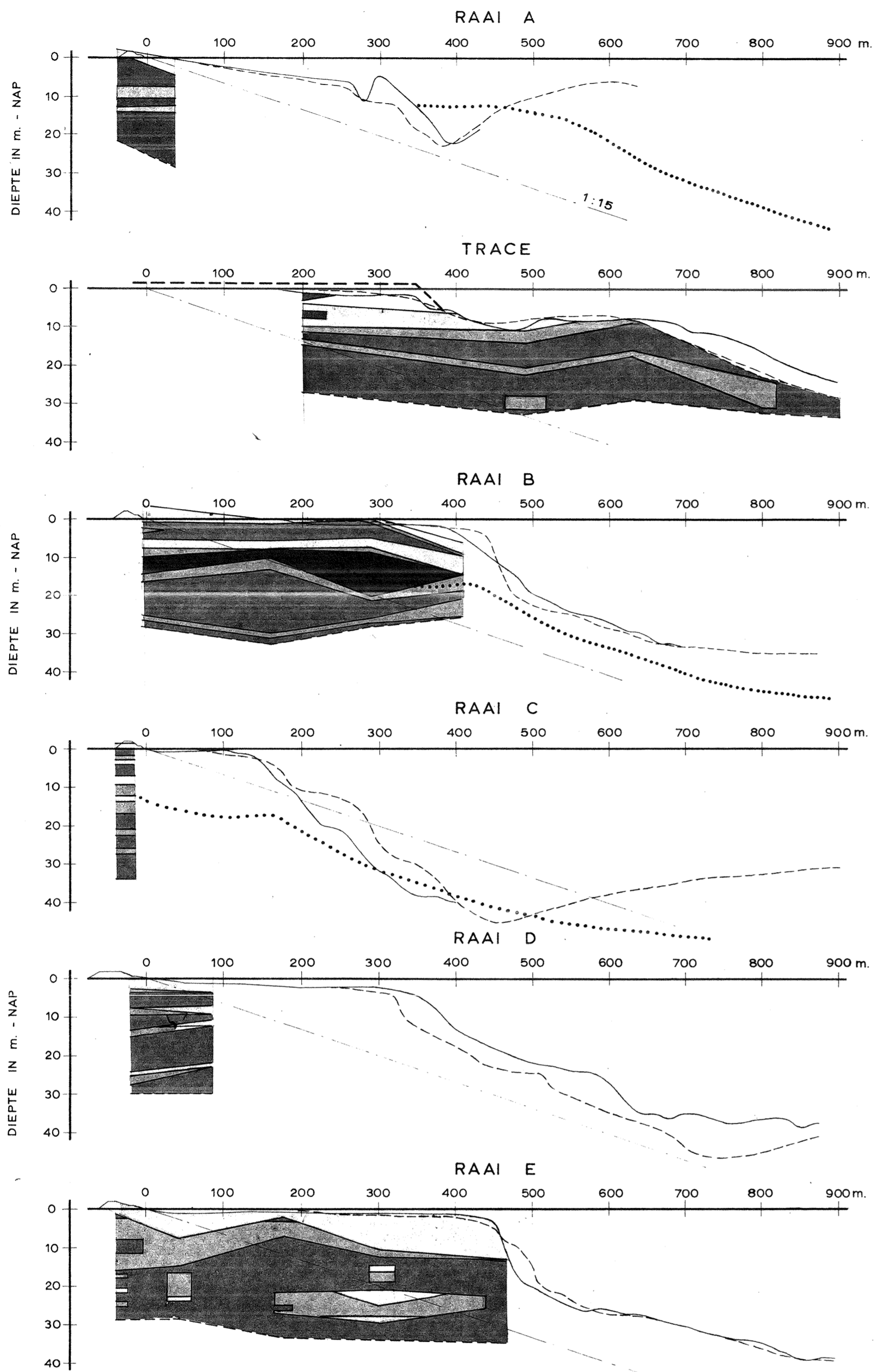
PORINGEHALTE



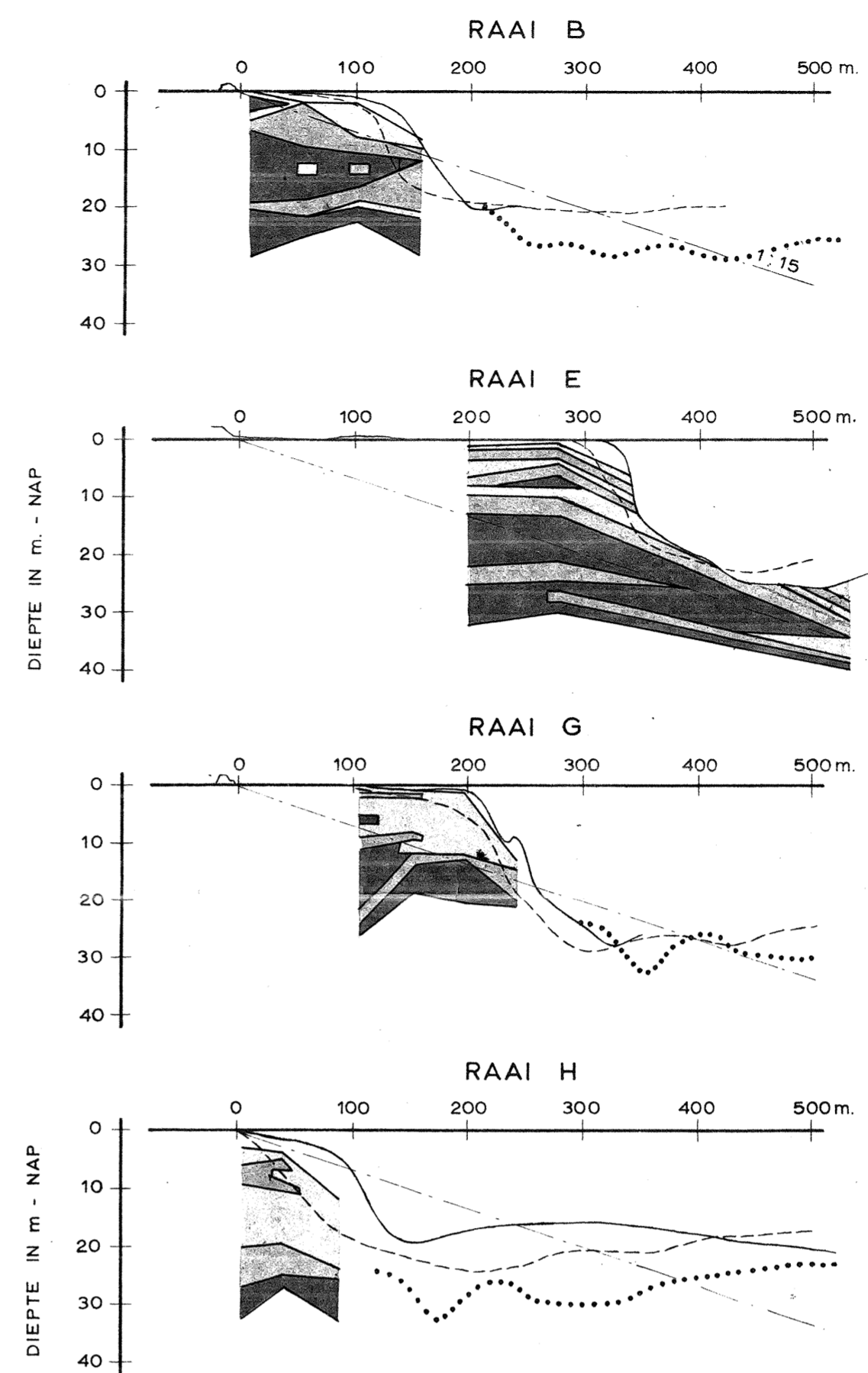
SLUITGATEN OOSTERSCHELDE EN BROUWERSHAVENSE GAT
DWARSPROFIELEN NOORD-BEVELANDSE EN SCHOUWENSE OEVER
PORINGEHALTES



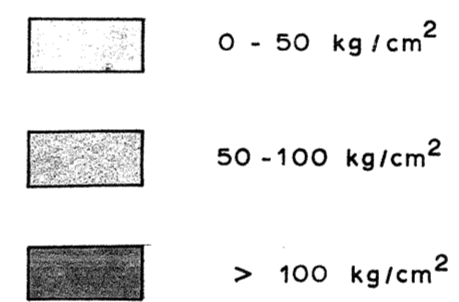
OOSTERSCHELDE



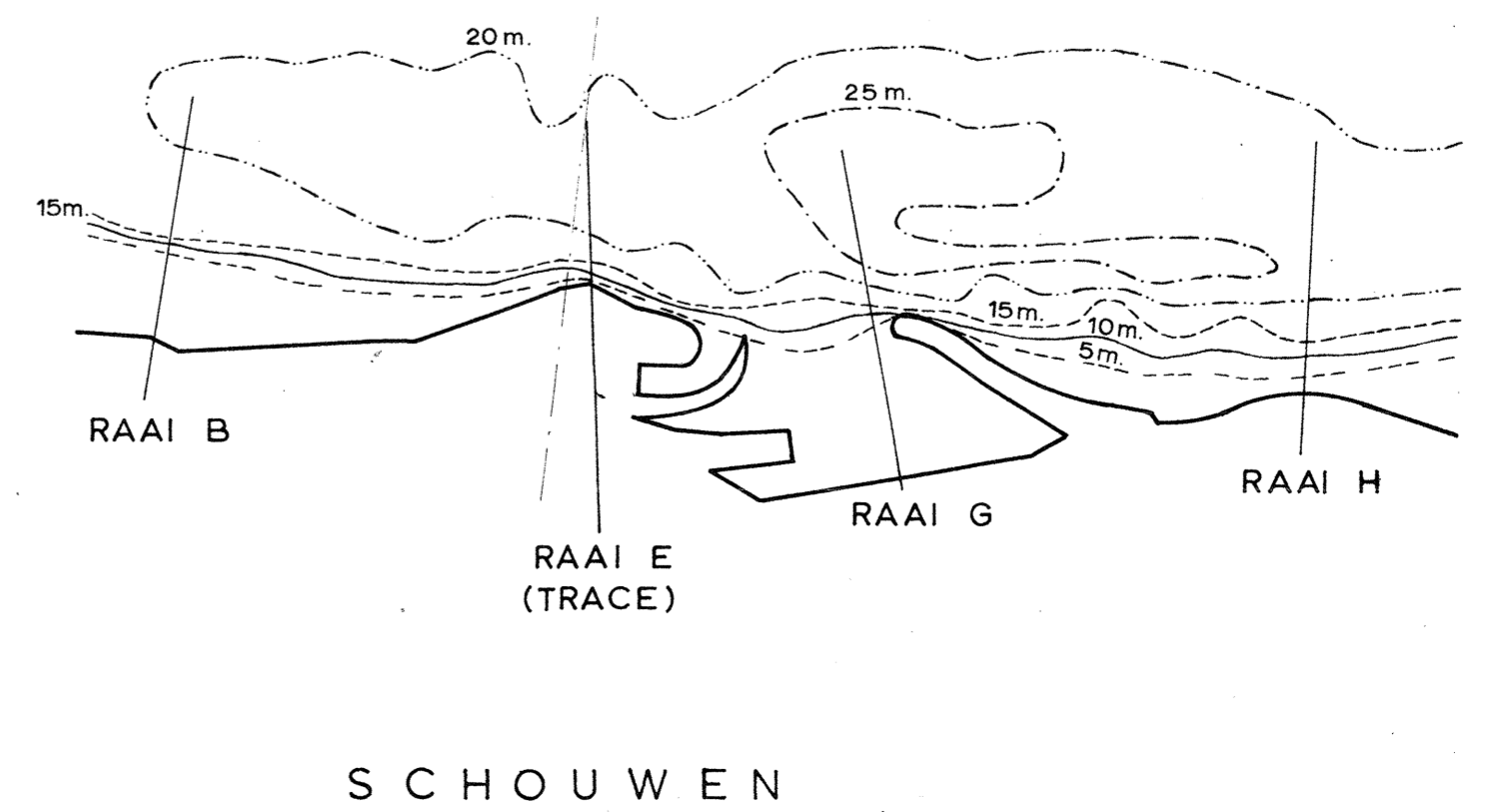
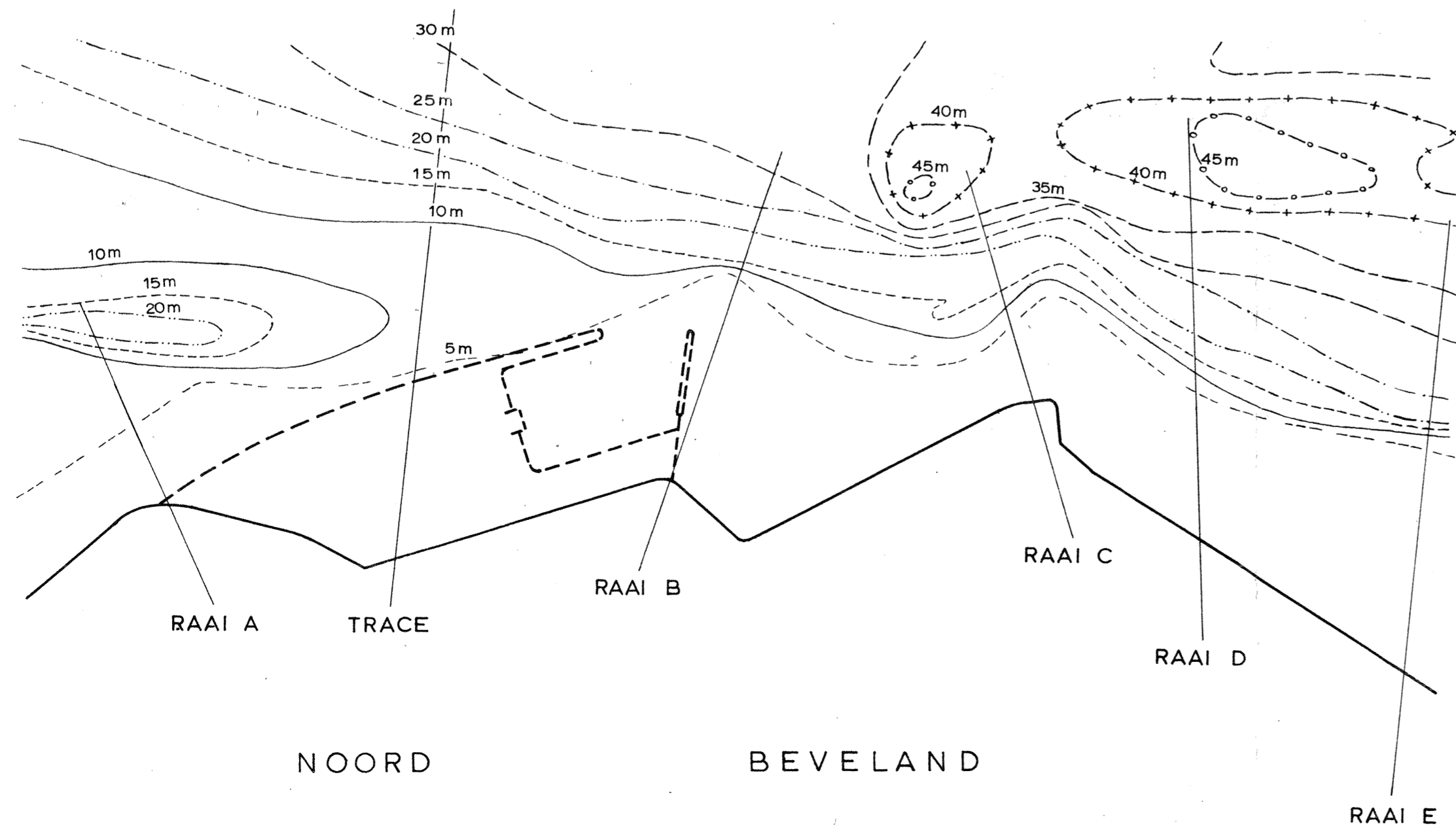
BROUWERSHAVENSE GAT



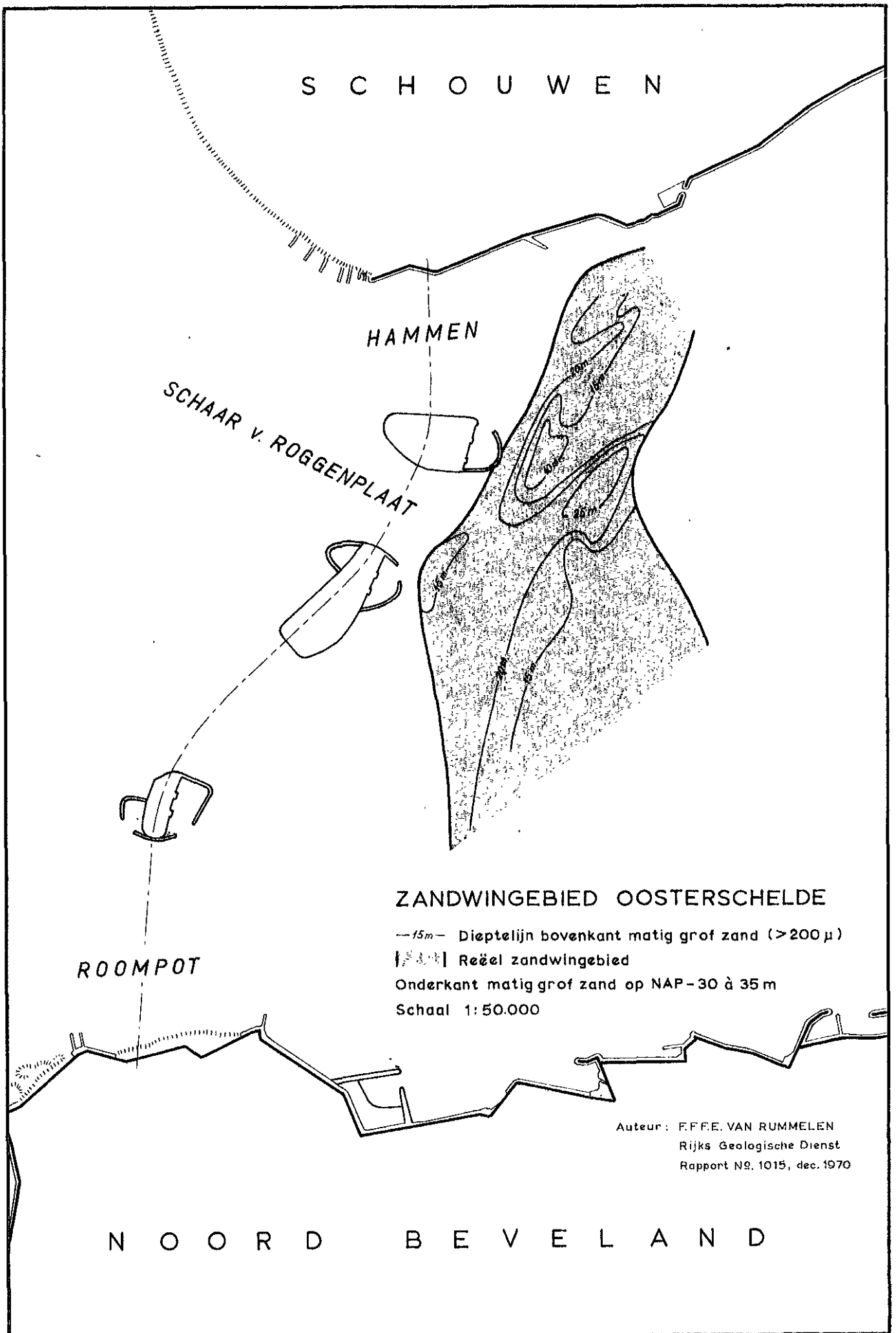
SONDEERWAARDEN

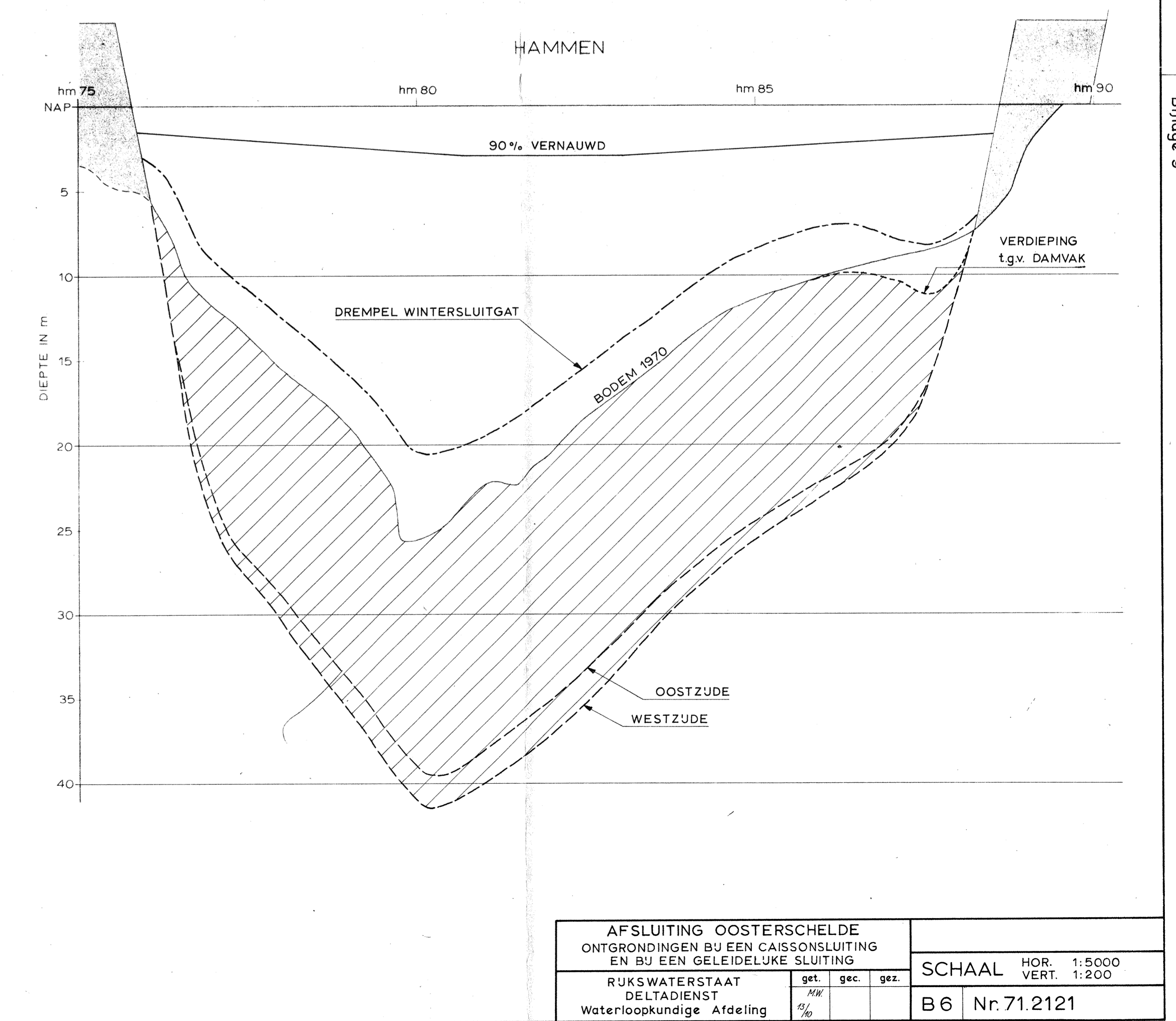
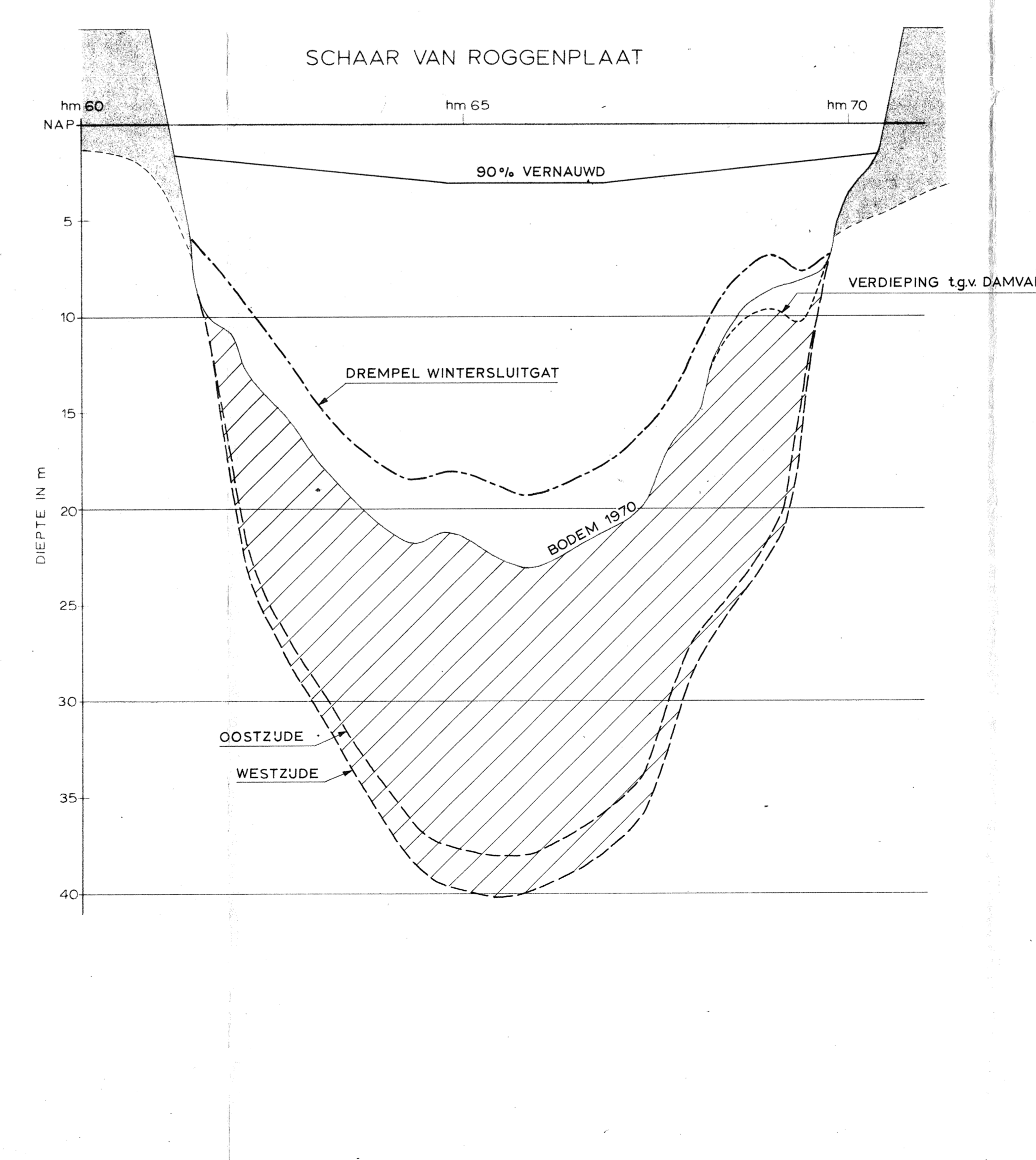
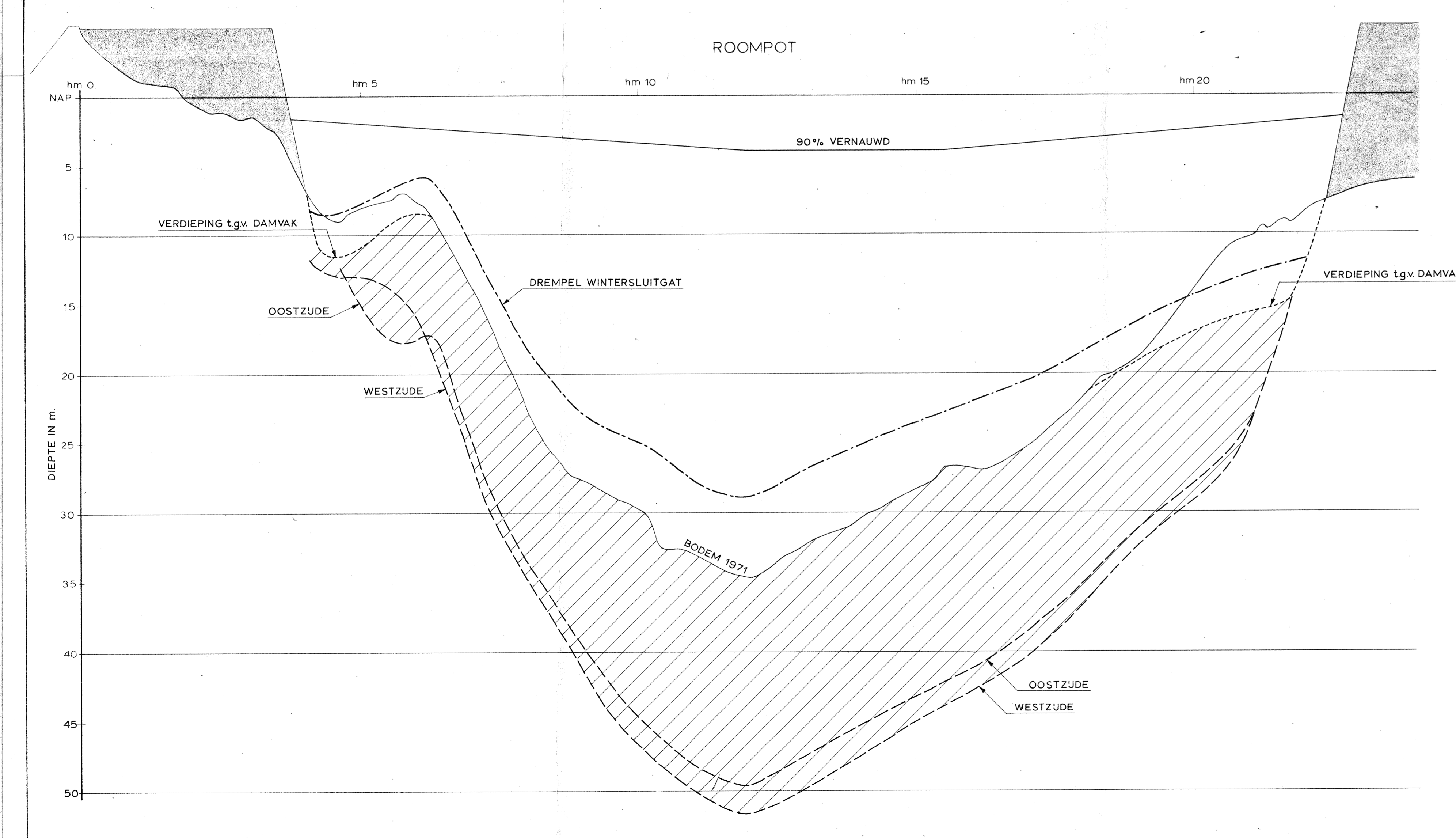
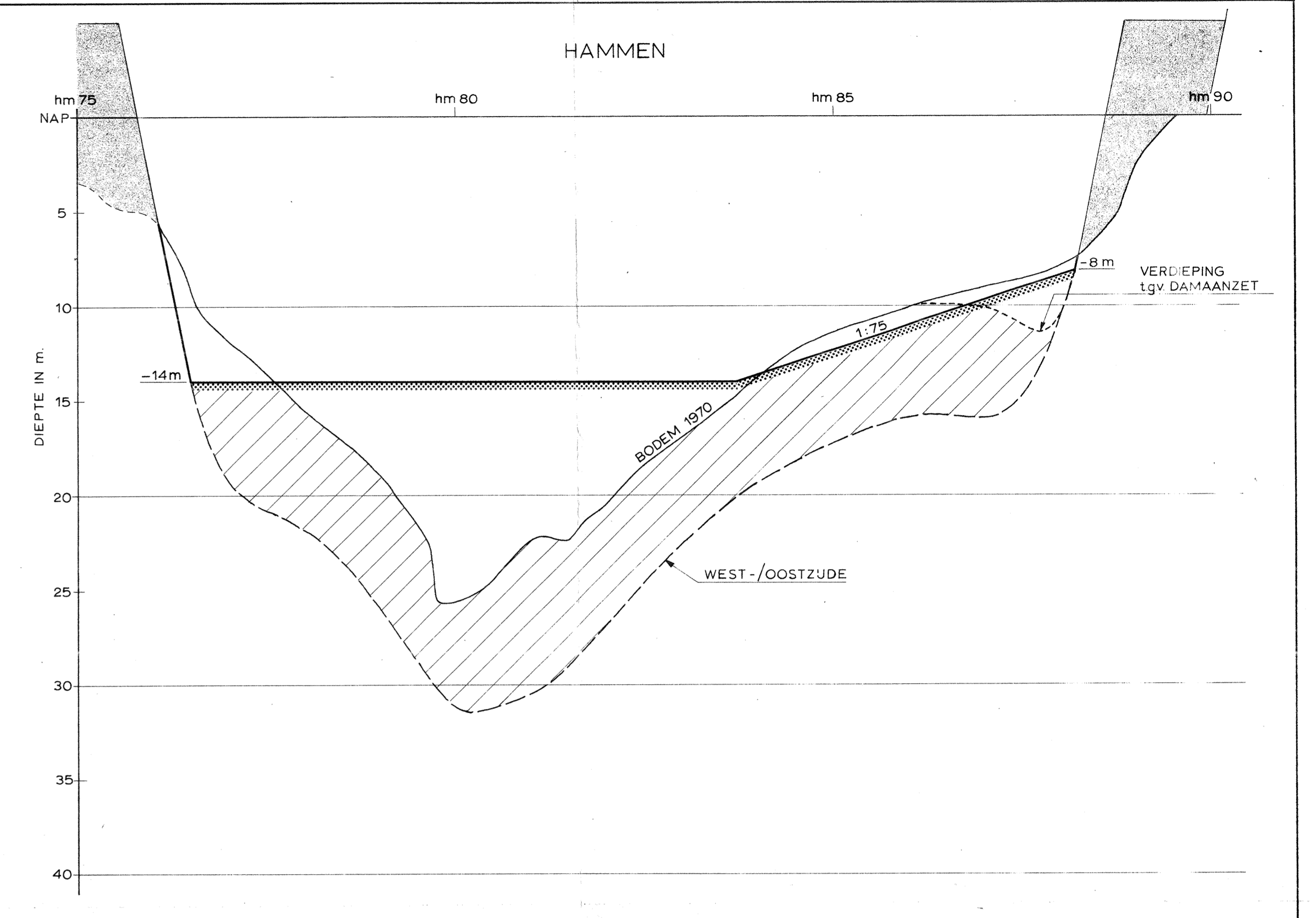
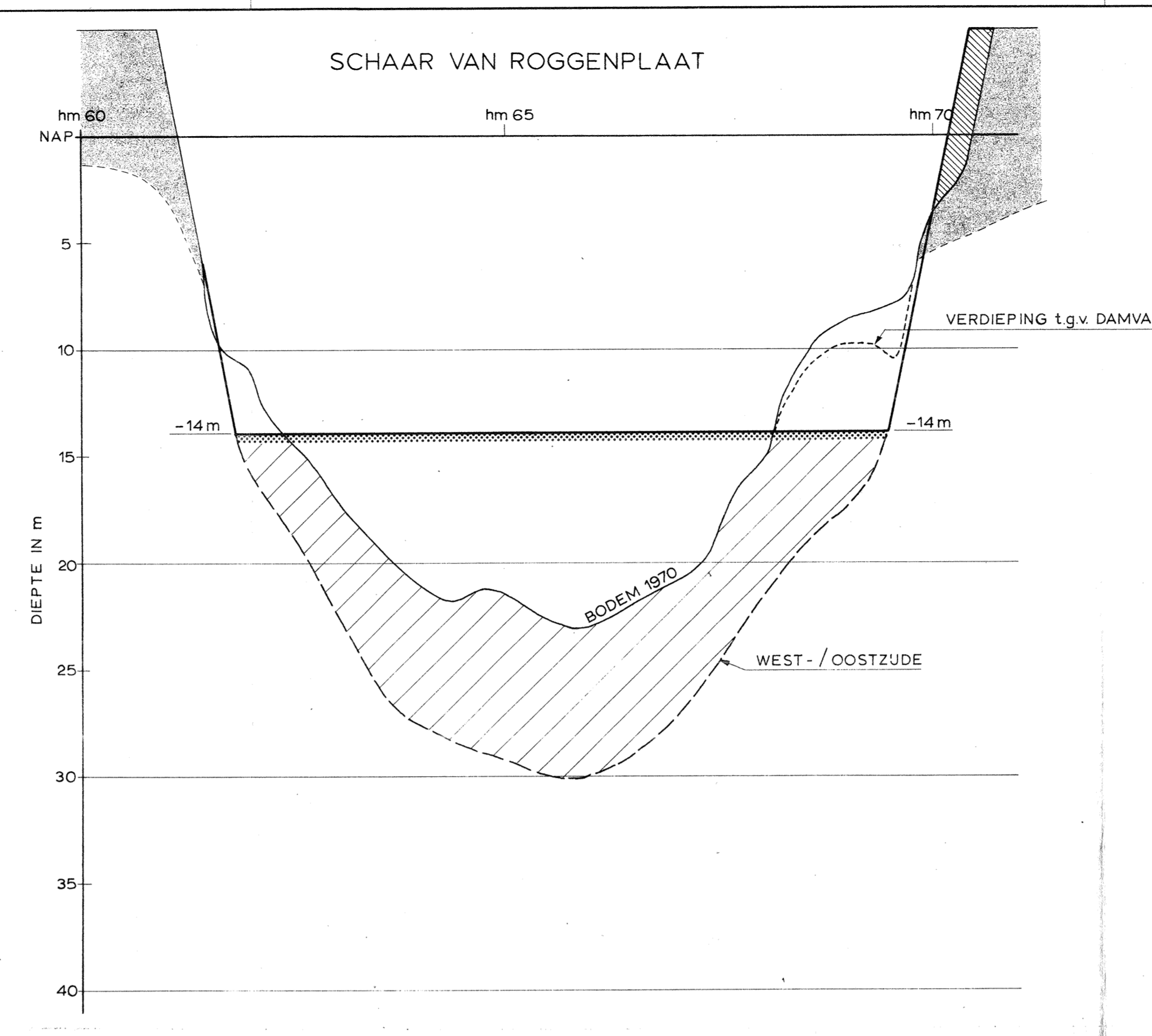
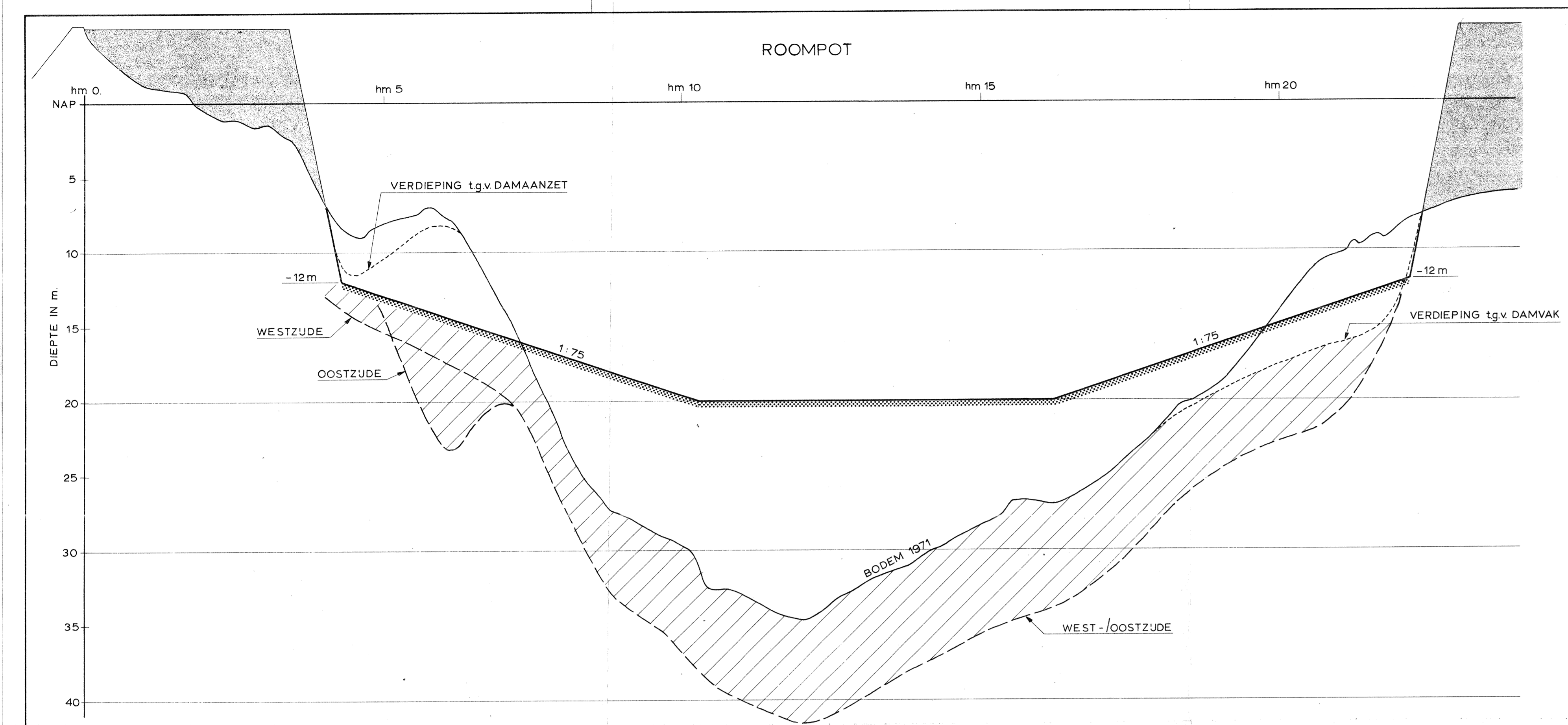


SLUITGATEN OOSTERSCHELDE EN BROUWERSHAVENSE GAT
DWARSPROFIELEN NOORD-BEVELANDSE EN SCHOUWENSE OEVER
SONDEERWAARDEN

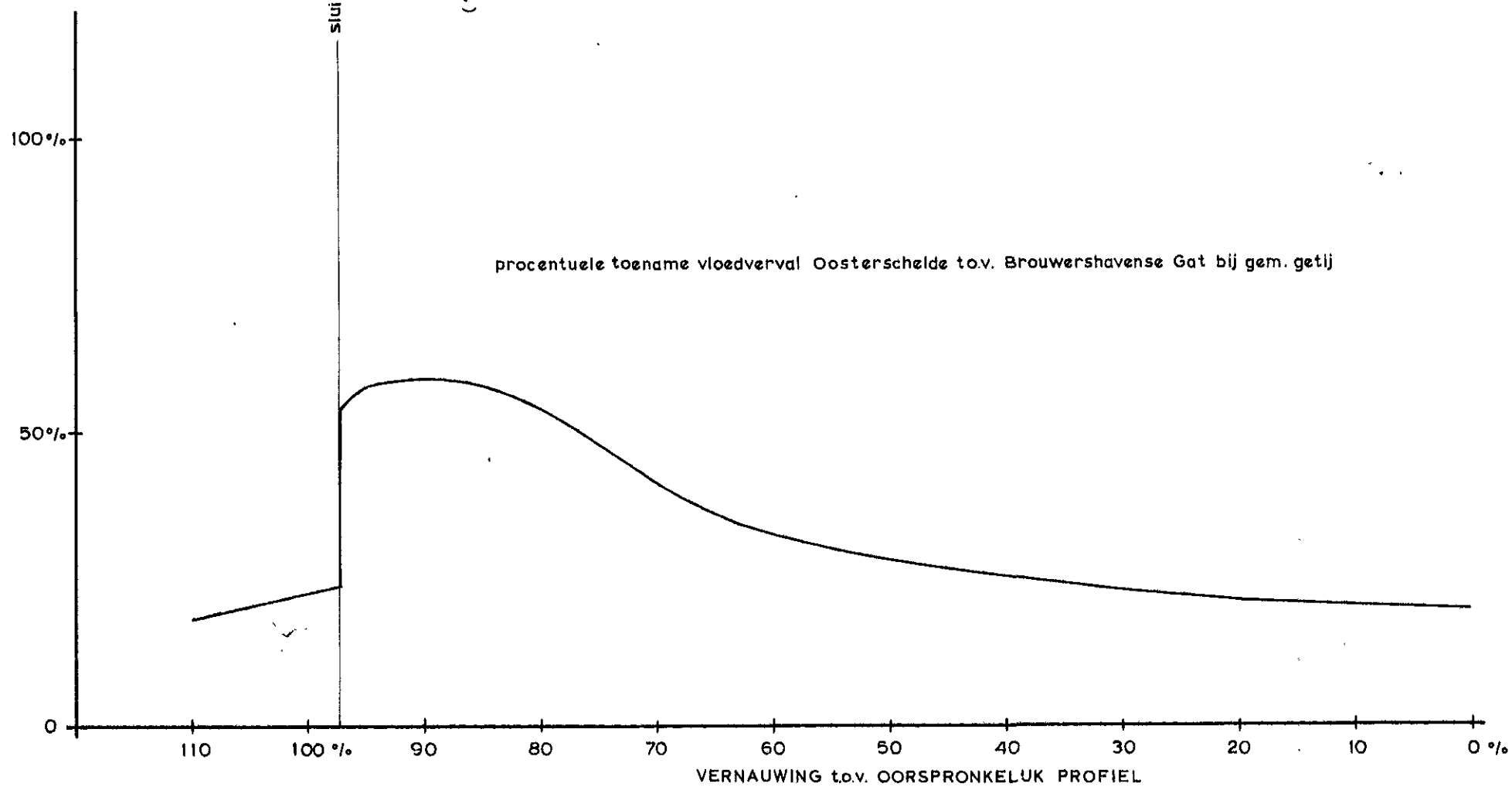
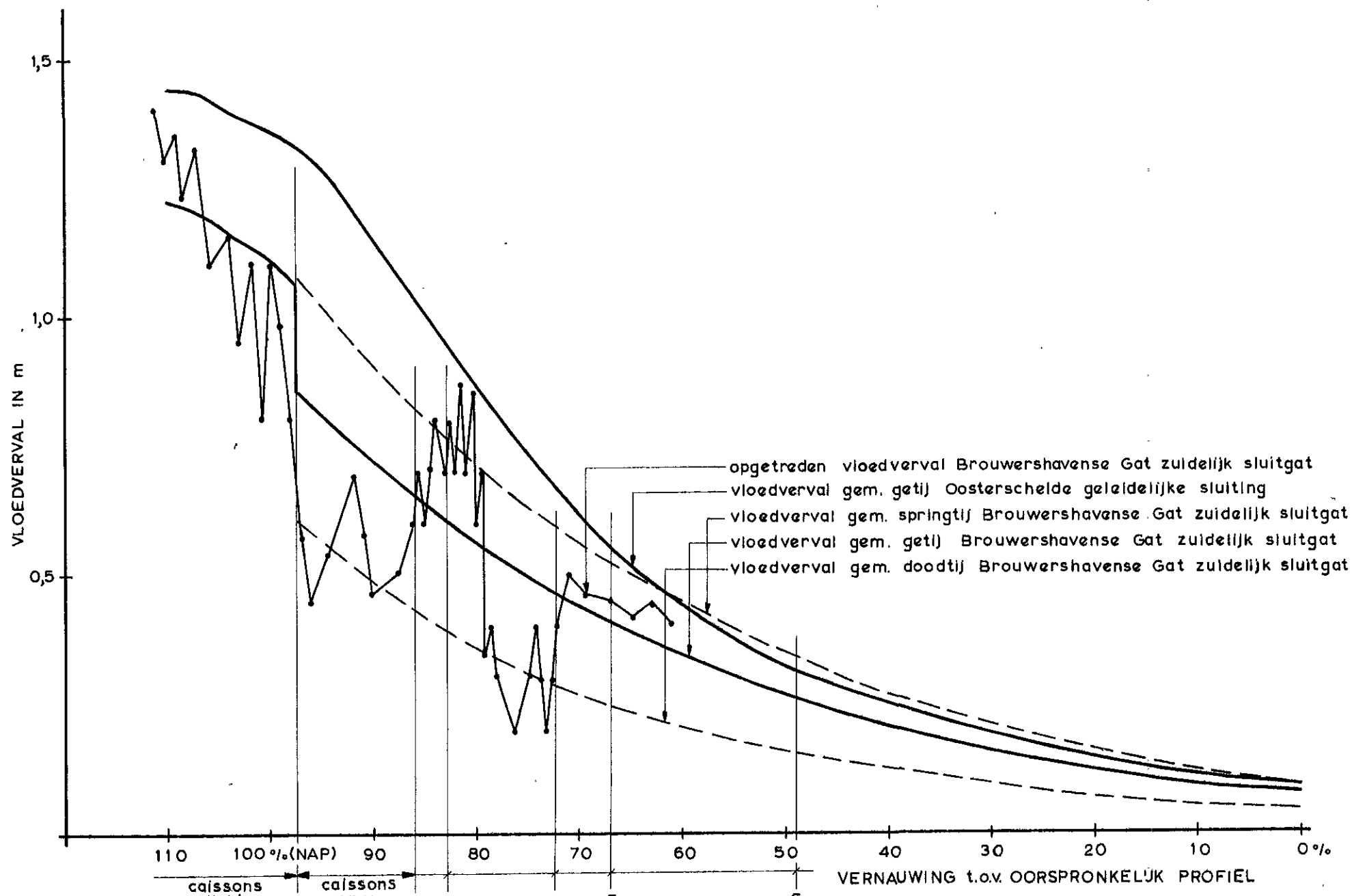


ROOMPOT										SCHAAR v.d. ROGGENPL.			HAMMEN					
N B. oever 10		1	2	3		4	5	6		7	8	9	SCH. oever 11					
	grondsoort	Slibgehalte		Sondeer- waarde		Cv		Q										
1	grof zand	klein		goed en plaatselijk		goed		goed										
2	fijn zand	groot		slecht		slecht		plaatselijk slecht										
3	matig grof zand	klein		goed		goed		goed										
4	fijn zand	klein		goed		matig		goed										
5	grof zand	klein		goed		goed		goed										
6	fijn zand	klein		goed		matig		goed										
7	fijn zand met veel klei	groot		slecht		slecht		slecht										
8	matig grof zand	klein		matig		goed		matig										
9	fijn zand met spekkoeklagen	klein (?)		slecht		slecht		slecht										
10	zeer fijn zand met spekkoeklagen	matig		matig		slecht		matig										
11	matig grof zand en kleilagen	slecht		slecht		slecht		slecht										
<p>Q = koek van inwendige wrijving; een maat voor de weerstand tegen afschuiven.</p> <p>C_v = consolidatie coëfficiënt; een geleidbaarheidscoëfficiënt voor wateroverspanningen; een maat voor de te verwachten vermindering van weerstand tegen afschuiven tijdens een "snelle" belasting zoals die van caissons (ondiep) en blokkendammen (diep).</p>																		
GEBIEDEN MET GOEDE EN SLECHTE FUNDERINGS- EIGENSCHAPPEN C _v EN Q.																		
RUKSWATERSTAAT DELTADIENST Waterloopkundige Afdeling										get.			gec.			gez.		
										Behoort bij nota W-71.147								
										A1 Nr. 71.2119								

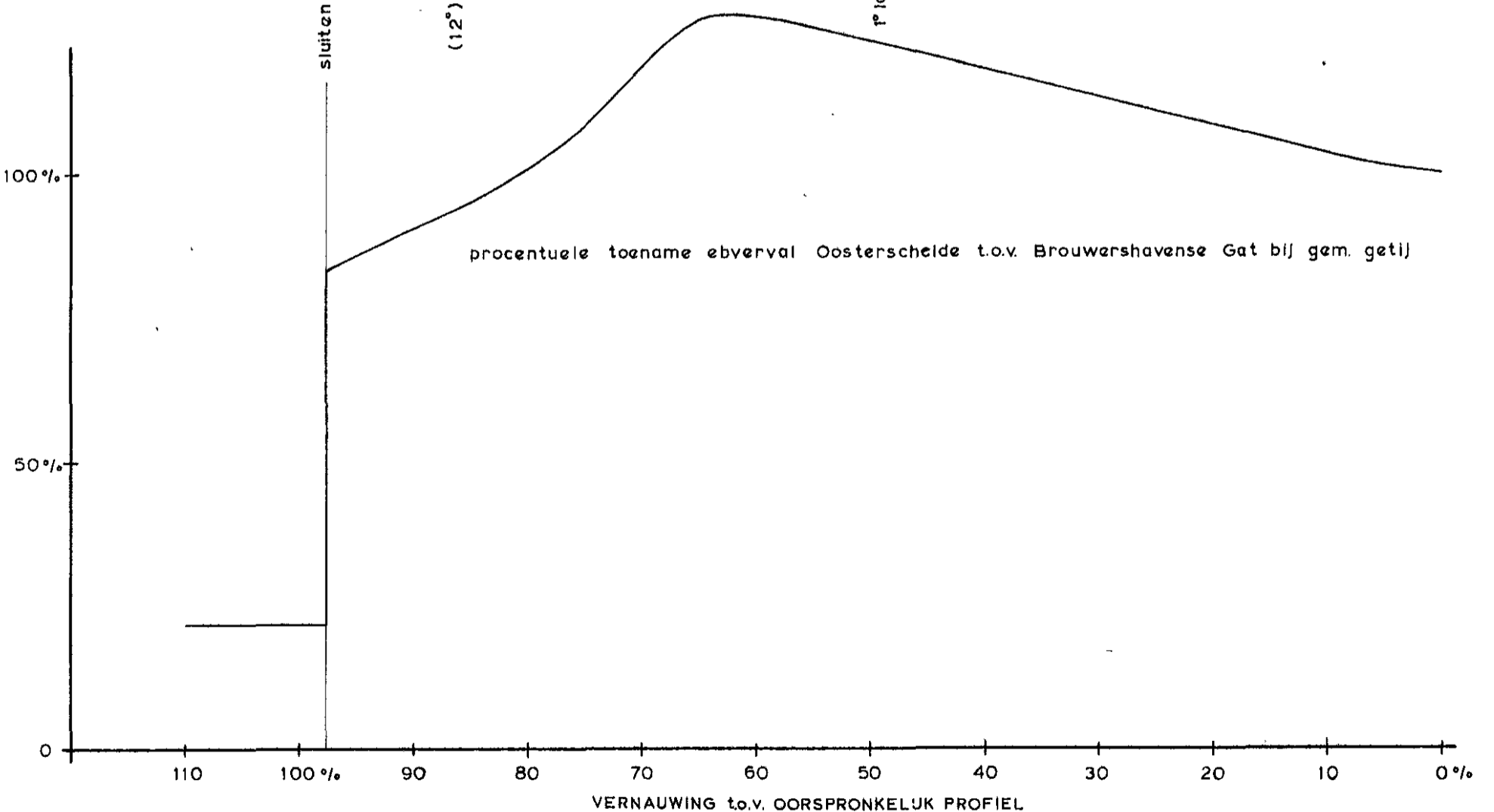
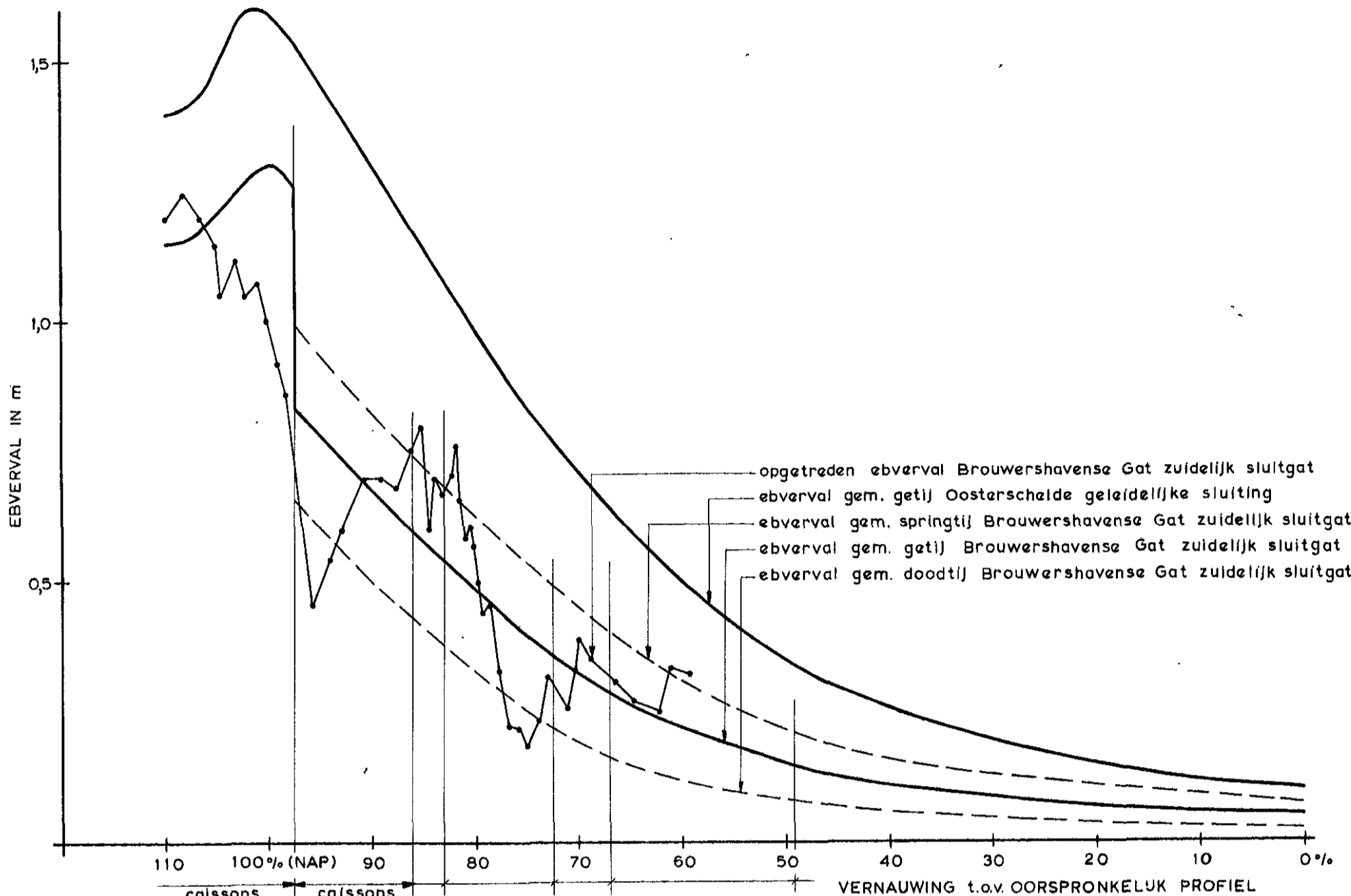




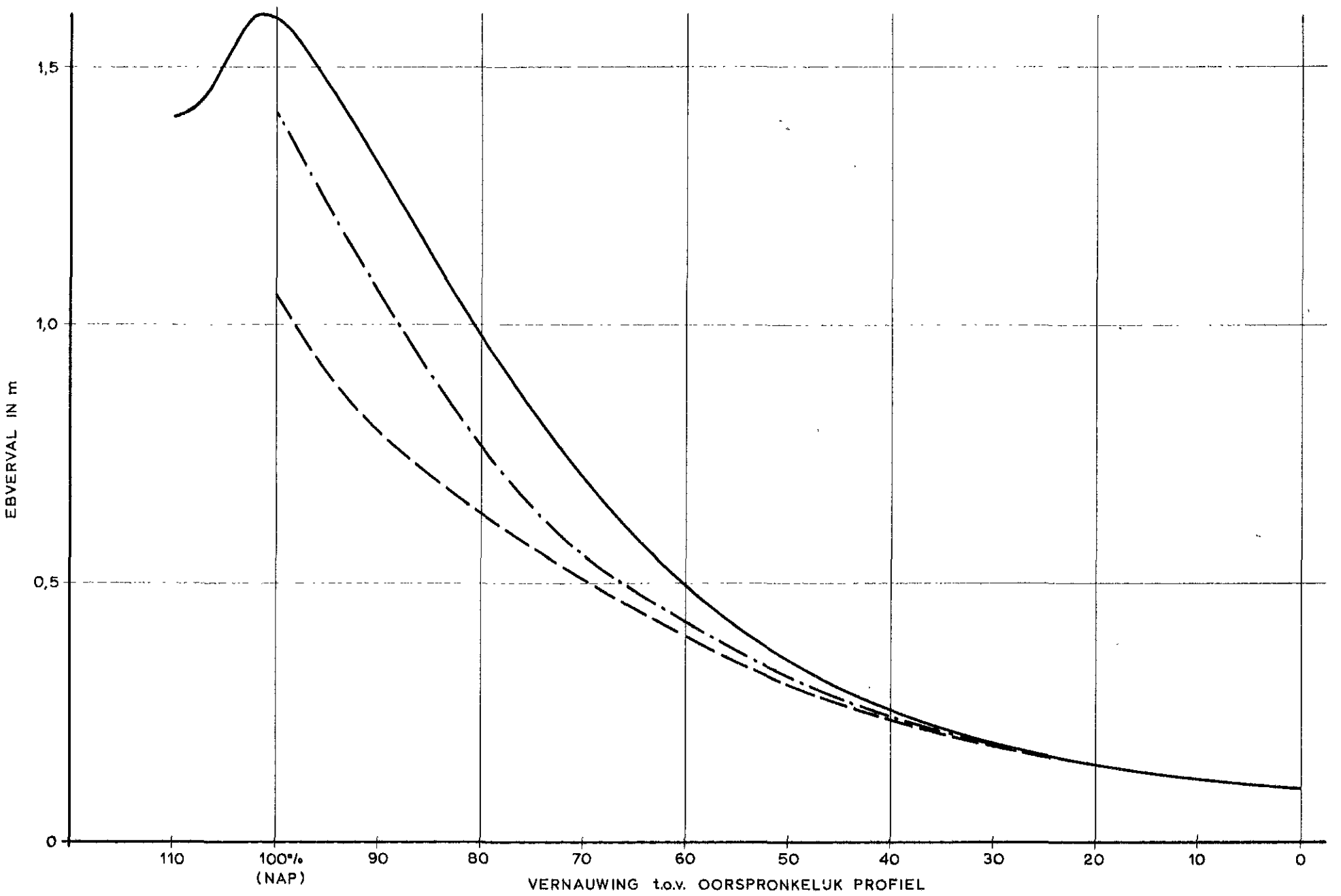
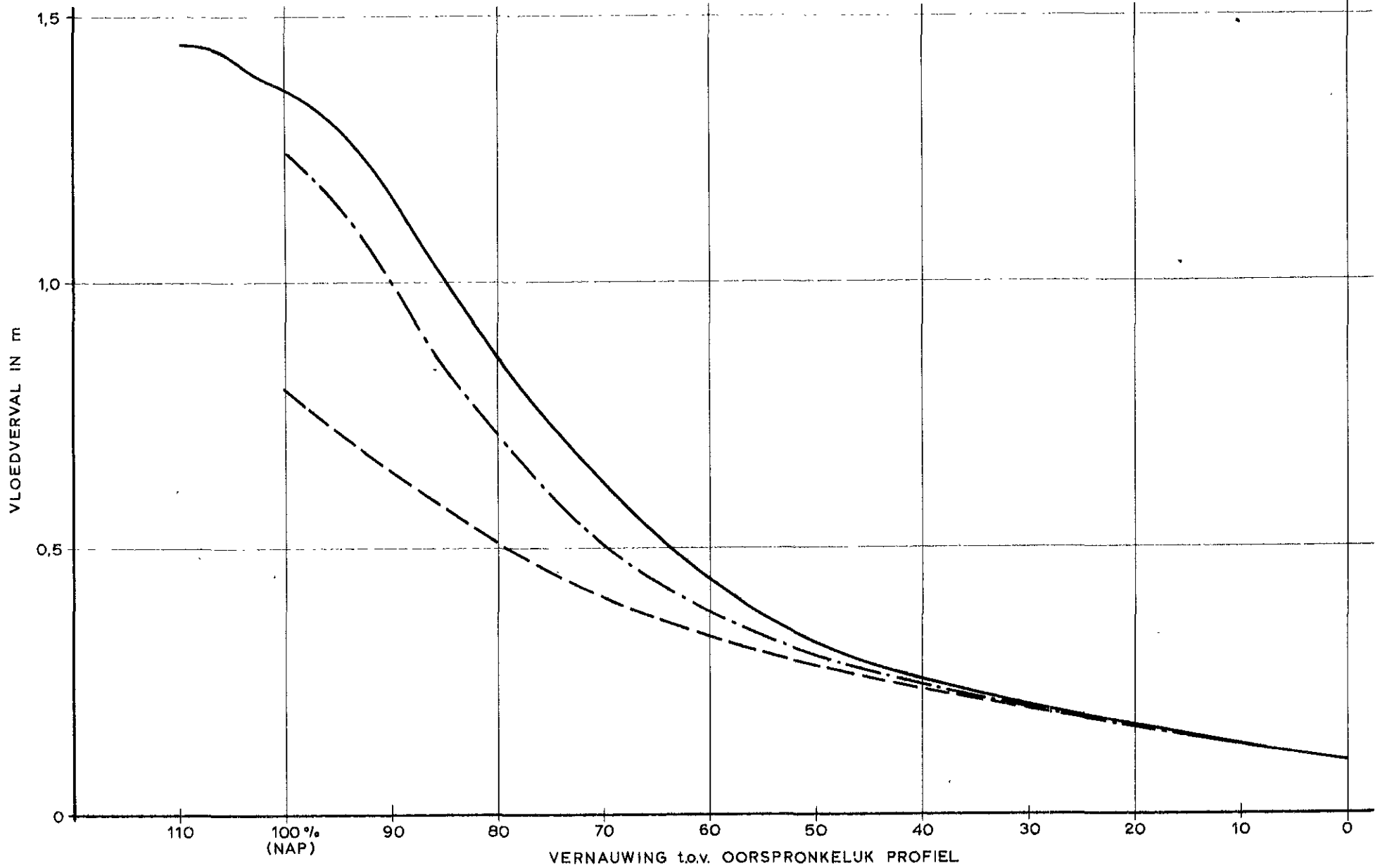
AFSLUITING OOSTERSCHDELDE				SCHAAL		HOR. 1:5000	
ONTGRONDINGEN BIJ EEN CAISSONSLUITING				EN BIJ EEN GELEIDELIJKE SLUITING		VERT. 1:200	
RUKS WATERSTAAT				get.	gec.	gez.	B6 Nr. 71.2121
DELTA DIENST				1/16			
Waterloopkundige Afdeling							



VERGELUKING VLOEDVERVALLEN				
OOSTERSHELDE - BROUWERSHAVENSE GAT				
RIJKSWATERSTAAT DELTADIENST Waterloopkundige Afdeling	get.	gec.	gez.	
	G.S.			A2 Nr. 71. 2122



VERGELUKING EBVERVALLEN			
OOSTERSCHELDE - BROUWERSHAVENSE GAT			
RIJKSWATERSTAAT DELTADIENST Waterloopkundige Afdeling	get.	gec.	gez.
	G.S.		
			A2 Nr. 71.2123



- ALLE SLUITGATEN GELEIDELUK
- - - ROOMPOT CAISSONS, SCH.v.ROGGENPL./HAMMEN GELEID.
- · - ROOMPOT GELEIDELUK, SCH.v.ROGGENPL./HAMMEN CAISSONS

AFSLUITING OOSTERSCHELDE					
VERLOOP VAN DE VERVALLLEN					
BIJ GEMIDDELD GETU					
RIJKSWATERSTAAT		get.	gec.	gez.	
DELTADIENST		<i>MW</i>			
Waterloopkundige Afdeling		<i>13/10</i>		A2	Nr. 71.2124