

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

afsluiting Oosterschelde

detailmodel sluitgaten

lengte bodemverdediging
geleidelijke sluiting

verslag modelonderzoek

M 1001 deel IV

november 1984

M1001_4

afsluiting Oosterschelde

detailmodel sluitgaten

lengte bodemverdediging
geleidelijke sluiting

verslag modelonderzoek

M 1001 deel IV

november 1984

1.	<u>Inleiding en samenvatting</u>	1
1.1	Opdracht.....	1
1.2	Conclusies.....	2
2.	<u>Modelonderzoek</u>	4
2.1	Model.....	4
2.2	Programma.....	4
2.3	Instellen van het model.....	5
2.4	Uitvoering van de proeven en verwerking van de meetresultaten.....	7
3.	<u>Ontgrondingsresultaten</u>	9
3.1	Algemeen.....	9
3.2	Ontgrondingen bij bodemverdedigingslengte 1.....	9
3.3	Ontgrondingen bij bodemverdedigingslengte 2.....	10
3.4	Vergelijking lengte 1 en lengte 2.....	10
3.5	Uitbreiding bodemverdediging Noord-Beveland oever.....	10
3.6	Kaal sluitgat ten behoeve van reductie ontgrondingen.....	11
4.	<u>Maatgevend getij voor de ontgrondingen</u>	12
4.1	Inleiding.....	12
4.2	Relatie getijverschil - \bar{u}_{\max}	14
4.3	Frequentieverdeling van het getijverschil H.....	16
4.4	Kumulatieve effect van een lange reeks getijden.....	17
5.	<u>Reduktie van ontgrondingen tengevolge van initiaal transport</u>	21
5.1	Keuze van de reductiefactor.....	21
5.2	Invloed reductiefactoren op de ontgrondingen.....	24

FIGUREN

Indien vermeld, heeft a betrekking op Roompot, heeft b betrekking op de Schaar van Roggenplaat en heeft c betrekking op de Hammen.

Algemeen

- 1 Situatie
- 2 Overzicht van de modelbodem
- 3 Inrichting van het model
- 4 Overzicht van de ijkraaien
- 5a,b,c Dwarsprofielen eind bodemverdediging en reductiefactoren
- 6a,b,c Overzicht van het meetgebied
- 7a,b,c Drempel en opbouwfasen

Stroomsnelheidsverdelingen

- 8a,b,c IJkproeven (kaal sluitgat), eb
- 9a,b,c Wintersluitgat (25% vernauwd), eb
- 10a,b,c 40% vernauwd, eb
- 11a,b,c 60% vernauwd, eb
- 12a,b,c 80% vernauwd, eb
- 13a,b,c IJkproeven (kaal sluitgat), vloed
- 14a,b,c Wintersluitgat (25% vernauwd), vloed
- 15a,b,c 40% vernauwd, vloed
- 16a,b,c 60% vernauwd, vloed
- 17a,b,c 80% vernauwd, vloed

Ontgrondingsonderzoek lengte bodemverdediging

- 18 Debieten tijdens sluitingsfasen
- 19 Waterstanden tijdens sluitingsfasen
- 20 Tijdschema's
- 21a,b,c Te verwachten maximale ontgrondingsdiepten, lengte 1, eb
- 22a,b,c Te verwachten maximale ontgrondingsdiepten, lengte 1, vloed
- 23a,b,c Te verwachten maximale ontgrondingsdiepten, lengte 2, eb
- 24a,b,c Te verwachten maximale ontgrondingsdiepten, lengte 2, vloed
- 25a,b,c Toetsing verdedigingslengten aan de criteria

FIGUREN (vervolg)

26a Ontgrondingsbeeld onder Noord-Beveland

Uitbreiding bodemverdediging Noord-Beveland

27a Overzicht van het meetgebied

28a Te verwachten maximale ontgrondingsdiepten, lengte 2, vloed

29a Vergelijking maximale ontgrondingsdiepten, lengte 2, vloed

Maatgevend getij voor ontgrondingen

30 Verloop waterstanden gebruikte getijden

31a,b,c Verloop debieten gebruikte getijden

32 Relatie $H-u_{\max}$, prototypegegevens

33 Relatie $H-Q_{\max}$, modelgegevens

34a,b,c Vergelijking vorm debietkrommen

35 Frequentieverdeling getijverschillen

36a,b,c $\frac{1}{T_*} \int_{x_1}^{x_2} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})^{4,3}}{h_o(t)} dt$ als functie van \bar{u}_{\max}

37 Getijcoëfficiënt maatgevend getij

Reduktie van ontgrondingen tengevolge van initiaal transport

38a,b,c Bepaling reductiefactoren

39a,b,c Dwarsprofielen eind bodemverdedigingen en reductiefactoren.

Te verwachten maximale ontgrondingsdiepten:

40a,b,c lengte 1, reductiefactor $T_{1.1}$, eb

41a,b,c lengte 1, reductiefactor $T_{1.1}$, vloed

42a,b,c lengte 1, reductiefactor T_2 , eb

43a,b,c lengte 1, reductiefactor T_2 , vloed

44a,b,c lengte 1, reductiefactor T_3 , eb

45a,b,c lengte 1, reductiefactor T_3 , vloed

46a,b,c lengte 2, reductiefactor $T_{1.2}$, eb

47a,b,c lengte 2, reductiefactor $T_{1.2}$, vloed

48a,b,c lengte 2, reductiefactor T_2 , eb

FIGUREN (vervolg)

- 49a,b,c lengte 2, reductiefactor T_2 , vloed
50a,b,c lengte 2, reductiefactor T_3 , eb
51a,b,c lengte 2, reductiefactor T_3 , vloed
52a,b,c Vergelijking maximale ontgrondingsdiepten, lengte 1, eb
53a,b,c Vergelijking maximale ontgrondingsdiepten, lengte 1, vloed
54a,b,c Vergelijking maximale ontgrondingsdiepten, lengte 2, eb
55a,b,c Vergelijking maximale ontgrondingsdiepten, lengte 2, vloed
56a,b,c Toetsing verdedigingslengte aan het 1:15 criterium, lengte 1
57a,b,c Toetsing verdedigingslengte aan het 1:15 criterium, lengte 2

INHOUD ARCHIEFBIJLAGEN

Indien vermeld, heeft a betrekking op de Roompot, heeft b betrekking op de Schaar van Roggenplaat en heeft c betrekking op de Hammen.

BIJLAGE I

Bodemverdediging lengte 1

Tabellen

- Ia,b,c Berekening van α ; gegevens en resultaten
IIa,b,c Berekening van $t_{\frac{1}{2}}$ -prototype; gegevens en resultaten
IIIa,b,c Maximale diepten van de ontgrondingskuilen

Tijd-ontgrondingslijnen

1...24	Roompot	zeezijde	(eb)
25...51	Roompot	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
52...65	Schaar van Roggenplaat	zeezijde	(eb)
66...80	Schaar van Roggenplaat	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
81...100	Hammen	zeezijde	(eb)
101...121	Hammen	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)

BIJLAGE II

Bodemverdediging lengte 2

Tabellen

- IVa,b,c Berekening van α ; gegevens en resultaten
Va,b,c Berekening van $t_{\frac{1}{2}}$ -prototype; gegevens en resultaten
VIa,b,c Maximale diepten van de ontgrondingskuilen

Tijd-ontgrondingslijnen

1...24	Roompot	zeezijde	(eb)
25...51	Roompot	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
52...65	Schaar van Roggenplaat	zeezijde	(eb)
66...80	Schaar van Roggenplaat	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
81...100	Hammen	zeezijde	(eb)
101...121	Hammen	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)

BIJLAGE III

Uitbreiding bodemverdediging Noord-Beveland

Tabellen

VIIa	Berekening van α ; gegevens en resultaten
VIIIa	Berekening van $t_{\frac{1}{2}}$ -prototype; gegevens en resultaten
IXa	Maximale diepten van de ontgrondingskuilen

Tijd-ontgrondingslijnen

1...25	Roompot	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
--------	---------	--------------------	---------

BIJLAGE IV

Reduktie van ontgrondingen tengevolge van initiaal transport

Tabellen

	Maximale diepten van de ontgrondingskuilen
Xa,b,c	bodemverdediging lengte 1, reductiefactoren T1.1, T2 en T3
XIa,b,c	bodemverdediging lengte 2, reductiefactoren T1.2, T2 en T3

Tijd-ontgrondingslijnen (kaal sluitgat)

1...23	Roompot	zeezijde	(eb)
24...43	Roompot	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
44...54	Schaar van Roggenplaat	zeezijde	(eb)
55...65	Schaar van Roggenplaat	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)
66...80	Hammen	zeezijde	(eb)
81...96	Hammen	zijde Zeeuwse Meer	(vloed)

Afsluiting Oosterschelde

Lengte bodemverdediging geleidelijke sluiting

1. Inleiding en samenvatting

1.1 Opdracht

In maart 1968 werd door de Deltadienst van de Rijkswaterstaat aan het Waterloopkundig Laboratorium opdracht verleend voor de bouw van een detailmodel van de sluitgaten ten behoeve van ontgrondingsonderzoek en voor de bouw van een nieuw overzichtsmodel van het gehele kombergingsgebied van de Oosterschelde. De redenen voor de bouw van deze nieuwe modellen worden gegeven in het verslag "M 1000, M 1001, Afsluiting Oosterschelde, Getijmodel zuidelijk bekken en Detailmodel sluitgaten, Deel I, Ontwerp en bouw modellen". Ook de bouw en uitrusting van de modellen worden in dat verslag beschreven en toegelicht.

Het ontgrondingsonderzoek in het detailmodel, onder nummer M 1001, is in het najaar van 1970 gestart met een serie proeven met enige fasen van afsluiting met behulp van caissons of met behulp van een blokkendam (geleidelijke sluiting). De proeven dienden gegevens te verschaffen als bijdrage tot de besluitvorming voor de te kiezen methode van afsluiting. Deze proeven worden beschreven in het verslag "M 1001, afsluiting Oosterschelde, Detailmodel sluitgaten, Deel II, Ontgrondingsonderzoek voor vergelijking sluitingsmethoden.

Na de keuze voor een geleidelijke sluiting is in het voorjaar van 1972 een ontgrondingsonderzoek gestart naar de benodigde lengten van de bodemverdediging voor de sluitgaten in de mond van de Oosterschelde. De hiervoor uitgevoerde proeven, waarbij de blokkendam in vier opbouwfasen is geschematiseerd, worden in het onderhavige verslag beschreven.

Naast voornoemd ontgrondingsonderzoek, bij twee verschillende lengten van de bodemverdediging en een plaatselijke uitbreiding van de bodemverdediging nabij Noord-Beveland, worden tevens in dit verslag het bepalen van het maatgevend getij voor ontgroningen, alsmede de reductie van ontgroningen tengevolge van initiaal transport beschreven. Dit laatste onderwerp is te beschouwen als een vervolg op het verslag "M 1001, afsluiting Oosterschelde, Detailmodel sluitgaten, Deel III, Reductie van ontgroningen tengevolge van initiaal transport".

Dit verslag bestaat uit vier banden. De onderhavige band bevat de tekst en de figuren. De andere banden bijlage I, bijlage II en in één band bijlage III en bijlage IV bevatten de tabellen met berekeningsresultaten en de tijd-ontgrondingslijnen. Deze omvangrijke bijlagen zijn niet uitgetypt en vermenigvuldigd, maar slechts in conceptvorm in het archief van het Waterloopkundig Laboratorium aanwezig.

De proeven zijn uitgevoerd onder leiding van ir. R.A.H. Thabet en ing. B.P. Swint, waarvan de eerstgenoemde en J. Driegen dit verslag hebben samengesteld.

De late verschijning van dit verslag is veroorzaakt door uitstel van de afwerking van het verslag om capaciteitsredenen. Daarna werd de afwerking wederom uitgesteld omdat inmiddels het ontwerp van de dichte dam was verlaten ten gunste van de stormvloedkering. In een later stadium werd echter alsnog opdracht ontvangen voor de afwerking van het verslag.

1.2 Conclusies

- Het grootste aandeel in de ontgrondingen wordt in het algemeen geleverd door de wintersluitgatifasen, maar ook tijdens de opbouwfasen van de blokkendam treden nog verdere verdiepingen op. De sterkste ontgrondingen ontstaan tengevolge van de door de pylonen opgewekte wervels (paragraaf 3.1).
- Grote ontgrondingen treden in de Roompot aan de Zeeuwse Meerszijde op dicht onder de oever van Noord-Beveland tussen het eind van de bodemverdediging en de krib. Het verdient daarom aanbeveling de bodem in het betreffende gebied door middel van een doorgaande verdediging vast te leggen (paragraaf 3.1).
- De proeven bij lengte 1 van de bodemverdediging tonen ontgrondingen die bij eb respectievelijk vloed maximaal 20 en 15 m in de Roompot, 11 en 12 m in de Schaar van Roggenplaat en in de Hammen 7 en 11 m bedragen (paragraaf 3.2).
- De proeven bij lengte 2 van de bodemverdediging tonen ontgrondingen die bij eb respectievelijk vloed maximaal 14 en 18 m in de Roompot, ruim 11 en 10 m in de Schaar van Roggenplaat en in de Hammen 8 en ruim 10 m bedragen (paragraaf 3.3).

- Bij toetsing van de ontgrondingsresultaten aan het 1:15 criterium voldoet lengte 1 in de Roompot vrijwel nergens en voldoet in de Schaar van Roggenplaat en in de Hammen slechts plaatselijk niet. Lengte 2 daarentegen voldoet in de Roompot slechts plaatselijk niet en voldoet in de Schaar van Roggenplaat en in de Hammen nagenoeg overal (paragraaf 3.4).
- Omdat bij lengte 1 de tijd-ontgrondingslijnen zijn samengesteld aan de hand van proeven met één snelheidsschaal minder dan bij lengte 2, moet over het algemeen meer betrouwbaarheid worden toegekend aan de resultaten behorend bij lengte 2 (paragraaf 2.4 en 3.4).
- Uitbreiding van de bodemverdediging bij de Noord-Bevelandse oever verandert de ontgrondingen ten opzichte van de oorspronkelijke situatie bij lengte 2 niet noemenswaardig in het overige deel van de Roompot, behalve nabij Noordland. Dit laatste wordt mogelijk veroorzaakt door een tegelijkertijd ingevoerde veranderde kopvorm van Noordland (paragraaf 3.5).
- Uit een beschouwing van de statistische verdeling van het getijverschil in de monding van de Oosterschelde is de coëfficiënt ξ berekend van het "maatgevend getij voor de ontgrondingen" dat bij successievelijke herhaling dezelfde ontgroning oplevert als de in het prototype voorkomende lange reeks van getijden met verschillende karakteristieken. Voor de omstandigheden in de Oosterschelde bedraagt $\xi = 1,04$.
Voor kort durende situaties (bouwfasen blokkendam) wordt $\xi \approx 1,07$ aanbevolen (paragraaf 4.4).
- De verschillen tussen de gereduceerde ontgrondingsdiepten bij de toestand met wintersluitgat, zoals beëpald volgens drie berekeningsmethoden van de reductiefactor, zijn nogal groot. Daarentegen blijven de verschillen bij de voorspelde uiteindelijke ontgrondingen in het algemeen beperkt tot enkele meters, met uitzondering van een gering aantal profielen waar verschillen van 5 m en meer voorkomen (paragraaf 5.2).
- De ontgrondingen berekend met reductiefactor T3 in de wintersluitgatifase geven de grootst noodzakelijke lengte van de bodemverdediging om te kunnen voldoen aan het 1:15 criterium. De resultaten (inklusief reductie van ontgrondingen in de wintersluitgatifase met reductiefactor T3) welke gepresenteerd zijn in hoofdstuk 3 zijn derhalve ten aanzien van de veiligheid van de blokkendam als meest veilige te beschouwen (paragraaf 5.2).

2. Modelonderzoek

2.1 Model

Een uitvoerige beschrijving van de bouw en de uitrusting van het model wordt gegeven in verslag deel I, alsmede een nadere beschrijving van het modelbedrijf in hoofdstuk 3 van verslag deel II.

Figuur 1 toont het in het model weergegeven gebied. Een overzicht van de modelbodem tijdens het onderhavige onderzoek is weergegeven in figuur 2. Deze bodemligging is nabij de as van de afzonderlijke sluitgaten conform de bodem van het prototype in december 1971 of geïnterpoleerd tussen voornoemde bodem naar de modelbodem overeenkomstig de lodingen van 1967, zoals deze in het resterende deel van het model nog aanwezig is. De werkeilanden en damaanzetten zijn ingebouwd overeenkomstig de volgende tekeningen van de Afdeling Afsluitingswerken van de Deltadienst van Rijkswaterstaat:

Damaanzet Noord-Beveland:	tekening nr. 71.4.180
Werkeiland Noordland	: tekening nr. 70.4.150
Damvak Geul	: tekening nr. 70.4.018
Werkeiland Neeltje Jans	: tekening nr. 69.4.107
Werkeiland Roggenplaat	: tekening nr. 68.4.116

Voorts dient te worden vermeld dat de damaanzet van Schouwen bij het onderhavige onderzoek (nog) niet aanwezig is.

Figuur 3 toont de inrichting van het model. De stroomsnelheidsverdelingen uit het overzichtsmodel M 1000, als randvoorwaarden gebruikt voor het detailmodel, zijn ingesteld met behulp van roosterwerken ongeveer halverwege de regelrand en de voor het ontgrondingsonderzoek gebouwde polystyreenbakken. Op de betonbodem van het model is alleen ter plaatse van de bodemverdediging extra ruwheid aangebracht, overeenkomend met die van stortsteen 10-300 kg.

2.2 Programma

Per sluitgat zijn twee lengten van de bodemverdediging onderzocht, waarvan de afmetingen in figuur 6 zijn weergegeven.

De opbouw van de blokkendam in de sluitgaten is volgens vier stadia geschema-

tiseerd, te weten wintersluitgat (25% vernauwing), 40%, 60% en 80% vernauwing. De vormgeving van deze fasen is in figuur 7 weergegeven, en de bijbehorende tijdschema's in figuur 20.

Bij de eerst onderzochte lengte van de bodemverdediging (aangeduid met lengte 1) zijn de pylonen van de kabelbaan in het model gebouwd volgens een constructie waarbij iedere pyloon op drie (betonnen) palen rustte. Bij lengte 2 werd tevens de variant van de pyloononderbouw, bestaande uit een stalen paal, in het model ingebouwd, zie figuur 7. In het model is voor de blokkendam gebruik gemaakt van betonkubussen 1,8x1,8x1,8 cm.

Bij de opbouw is uitgegaan van een volledig kabelbaanbedrijf in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen met een kabelafstand van 6,5 m en dus een dam met dubbele kruin. Voor de Roompot wordt de dam aanvankelijk opgebouwd met behulp van een varend bedrijf tot N.A.P. -8 m en daarna verdere opbouw met de kabelbaan. Figuur 7a toont het profiel van wintersluitgatrempel en blokkendam.

Na uitvoering van de proeven met bodemverdedigingslengte 2 is later in de Roompot bij vloed een aanvullend ontgrondingsonderzoek verricht met een uitbreiding van de bodemverdediging nabij Noord-Beveland aan de Zeeuwse Meerszijde, zie figuur 27a.

Niet onvermeld mag blijven dat voorafgaand aan het eigenlijke ontgrondingsonderzoek naar de benodigde lengte van de bodemverdediging, een toestand is onderzocht met alleen een bodemverdediging (lengte 1) ten behoeve van de bepaling van het transport, waarmee de ontgrondingen worden gereduceerd. Een beschouwing omtrent de keuze van de reductiefactor vanuit deze ijkproeven en de invloed ervan, is samengevat in hoofdstuk 5.

2.3 Instellen van het model

Het detailmodel is ingesteld aan de hand van randvoorwaarden afkomstig uit het overzichtsmodel M 1000 en gemeten bij het getij van 7 oktober 1971 (gematigd springtij). De in het detailmodel M 1001 te onderzoeken situaties zijn ook in het overzichtsmodel ingebouwd, waarna gedurende de gehele getij-cyclus het verloop van stroomrichtingen, stroomsnelheden, debietverdelingen en waterstanden is bepaald. Hierbij is gemeten in raaien welke overeenkomen met de grenzen (kleppenrand) en de ijkraaien van het detailmodel, zie figuur 4. Het instellen van M 1001 is vervolgens geschied met de stroomcondities voor

maximum-eb respectievelijk maximum-vloed bij een permanente stroom. Hierbij wordt steeds de waterstand direct benedenstrooms van de sluitgaten gebruikt. Deze waterstand wordt in het detailmodel waargenomen met peilnaalden, welke in de meeste gevallen in de havens van de werkeilanden staan opgesteld.

De stroomsnelheidsverdelingen in de ijkraaien zijn weergegeven in de figuren 8...12 (eb) en 13...17 (vloed). Tenslotte geeft onderstaande tabel een overzicht van de gebruikte debieten en waterstanden van de onderhavige serie proeven van de geleidelijke sluiting.

sluitgat	bouwfase	maximum eb		maximum vloed	
		waterstand (m t.o.v. N.A.P., prototype)	debiet (m ³ /s , prototype)	waterstand (m t.o.v. N.A.P., prototype)	debiet (m ³ /s, prototype)
Roompot	kaal sluitgat	- 0,06	60100	+ 1,73	71440
	wintersluitgat	- 0,06	60100	+ 1,68	71550
	40% vernauwd	- 0,09	57010	+ 1,59	71150
	60% vernauwd	- 0,28	50490	+ 1,22	60560
	80% vernauwd	- 0,72	34060	+ 0,89	49630
Schaar van Roggenplaat	kaal sluitgat	0,00	22180	+ 1,68	25930
	wintersluitgat	0,00	21470	+ 1,64	27190
	40% vernauwd	- 0,01	18150	+ 1,59	23180
	60% vernauwd	- 0,19	20320	+ 1,29	23580
	80% vernauwd	- 0,61	11280	+ 0,92	19330
Hammen	kaal sluitgat	0,00	20030	+ 1,68	31250
	wintersluitgat	0,00	22900	+ 1,64	30050
	40% vernauwd	- 0,01	23980	+ 1,59	30280
	60% vernauwd	- 0,19	19180	+ 1,29	29770
	80% vernauwd	- 0,61	17690	+ 0,92	27400

In paragraaf 2.4 wordt ingegaan op de getijrandvoorwaarden voor de berekening van de tijdschaal van de ontgroningen.

2.4 Uitvoering van de proeven en verwerking van de meetresultaten

Een uitvoerige beschrijving van de uitvoering van de proeven en de verwerking van de meetresultaten is gegeven in hoofdstuk 5 van verslag deel II. Voor het onderhavige onderzoek wordt hierbij nog vermeld:

- De ligging van de bodem ter plaatse van de polystyreenbakken is conform de bodem van december 1971.
- Na het starten van een proef wordt normaliter gedurende 7 uur met een permanente stroom ontgrond.
- Bij lengte 1 zijn voor elke situatie 2 ontgrondingsproeven uitgevoerd met verschillende snelheidsschalen en bij lengte 2- voor een nog grotere nauwkeurigheid - 3 ontgrondingsproeven.
- De getijgegevens voor de berekening van de tijdschaal (zie figuren 18 en 19) zijn aan het overzichts(getij)model M 1000 ontleend en voor toepassing gecorrigeerd naar een vertikaal getij met een getijcoëfficiënt = 1,04 voor de toestand met wintersluitgat (langdurig) en een getijcoëfficiënt = 1,07 voor de opbouwfasen (relatief van korte duur).

Deze getijcoëfficiënten volgen uit een beschouwing van de statistische verdeling van de getijverschillen in de Oosterschelde. Het onderwerp maatgevend getij voor de ontgrondingen is nader uitgewerkt in hoofdstuk 4. Bij de berekening van de tijdschaal wordt steeds de waterstand direct benedenstrooms van de sluitgaten gebruikt. De in figuur 19 gegeven waterstandskrommen bestaan dus uit een deel geldend voor de zeezijde (tijdens eb) en een deel geldend voor de zijde van het Zeeuwse Meer (tijdens vloed). Voor de ijkproeven bij kaal sluitgat (alleen bodemverdediging aanwezig) is van hetzelfde getij gebruik gemaakt als dat van het wintersluitgat.

- Het reduceren van de ontgrondingen in het wintersluitgat, tengevolge van het aanwezige zandtransport, is geschied volgens een verdeling van de reductietransporten zoals die in figuur 5 is weergegeven. In het verdere verslag worden deze transporten aangeduid met reductiefactoren. In hoofdstuk 5 is behalve een beschouwing omtrent de keuze van de reductiefactoren ook de invloed van het initiaal transport beschreven.
- Het tijdschema, welke de duur van de verschillende sluitingsfasen aangeeft en volgens welke de ontgrondingen op de tijd-ontgrondingslijnen per profiel worden afgelezen, is weergegeven in figuur 20.

- De figuren waarin de te verwachten maximale ontgroningen worden gegeven, zijn bij de tekst in één band opgenomen (figuren 21...24). De tijd-ontgron-
dingslijnen inclusief berekeningen die de basis hiervan vormen zijn zo
talrijk dat deze in aparte bijlagen moesten worden opgenomen. De getallen
welke bij de profielen staan, komen overeen met het aantal decameters uit
het nulpunt op Noord-Beveland van de hectometrering langs de buitenkruin-
lijn van de afsluiting.

3. Ontgrondingsresultaten

3.1 Algemeen

Over het algemeen wordt het grootste aandeel in de ontgrondingen geleverd door de wintersluitgatifase, maar ook tijdens de opbouwfasen treden nog verdere verdiepingen op.

De sterkste ontgrondingen ontstaan tengevolge van de door de pylonen opgewekte wervels (zie bijvoorbeeld figuur 21a).

Het deel van de bodem tussen het einde van de bodemverdediging in de Roompot aan de zijde van het Zeeuwse Meer en de verdediging van de krib bij de dam-aanzet van Noord-Beveland (zie figuur 26a met foto) is niet volledig opgenomen in de proeven. Grote ontgrondingen tijdens de opbouwfasen zijn daar visueel waargenomen. Het verdient derhalve aanbeveling de bodemverdediging ter plaatse uit te breiden tot aan de verdediging van de krib.

Het reduceren van de ontgrondingen tengevolge van het in het prototype aanwezige sedimenttransport is uitsluitend toegepast bij de wintersluitgatifase. Het reductietransport tijdens de relatief kort durende opbouwfasen is gering ten opzichte van de ontgrondingscapaciteit van de stroom en is derhalve buiten beschouwing gelaten (zie ook verslag M 1001 deel III).

Tenslotte dient te worden vermeld dat bij het doorlopen van het tijdschema langs de diverse tijd-ontgrondingslijnen steeds een minimale aanvangsontgroning van 1 m is aangehouden.

3.2 Ontgrondingen bij bodemverdedigingslengte 1

De figuren 21 (eb) en 22 (vloed) tonen de te verwachten maximale ontgrondingsdiepten bij een lengte van de bodemverdediging welke in figuur 6 met lengte 1 is aangegeven.

De grootste ontgroning in de Roompot, zie profiel 86 aan de zeezijde (eb), is nagenoeg reeds in de wintersluitgatifase bereikt (circa 20 m). De overige maxima bedragen in de Roompot aan beide zijden van de as 10 à 15 m.

In de Schaar van Roggenplaat bedragen de grootste ontgrondingen bij eb en vloed ruim 10 m en in de Hammen ongeveer 6 à 7 m bij eb en plaatselijk tot 10 à 11 m bij vloed.

3.3 Ontgrondingen bij bodemverdedigingslengte 2

De te verwachten maximale ontgrondingsdiepten bij een lengte van de bodemverdediging, in figuur 6 genaamd lengte 2, zijn weergegeven in de figuren 23 (eb) en 24 (vloed). De grootste ontgrondingen bedragen in de Roompot over het algemeen 10 à 15 m, met aan de zijde van het Zeeuwse Meer (vloed) echter lokaal tot circa 18 m.

In de Schaar van Roggenplaat lopen de ontgrondingen plaatselijk tot maximaal 10 à 11 m op en in de Hammen tot ongeveer 8 m bij eb en 10 m bij vloed.

3.4 Vergelijking lengte 1 en lengte 2

Buiten de reeds in de vorige paragrafen genoemde ontgrondingspieken zijn de ontgrondingen in het algemeen bij lengte 2 iets kleiner dan of gelijk aan de ontgrondingen bij lengte 1.

Een vergelijking van lengte 1 en lengte 2 is goed te zien in figuur 25 waar de verdedigingslengten zijn getoetst aan het 1:15 criterium, dat wil zeggen dat hier de lengte van de bodemverdediging is weergegeven benodigd voor de vereiste veiligheid van de blokkendam. De definitie van het hiervoor aangehouden criterium is weergegeven in figuur 25a.

In de figuur blijkt dat lengte 1 in de Roompot veelal onvoldoende is en in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen daarentegen slechts plaatselijk onvoldoende. Lengte 2 is in de Roompot nog slechts plaatselijk onvoldoende en voldoet in de Schaar van Roggenplaat en de Hammen nagenoeg overal.

Tenslotte wordt opgemerkt dat de tijd-ontgrondingslijnen zijn samengesteld aan de hand van de resultaten van twee met verschillende snelheidsschalen uitgevoerde proeven bij lengte 1 en aan de hand van de resultaten van drie met verschillende snelheidsschalen uitgevoerde proeven bij lengte 2. In dat licht bezien moet over het algemeen meer betrouwbaarheid worden toegekend aan de resultaten behorend bij lengte 2.

3.5 Uitbreiding bodemverdediging Noord-Beveland, oever

Naar aanleiding van de in paragraaf 3.1 genoemde grote ontgrondingen in de Roompot tussen het eind van de bodemverdediging aan de zijde van het Zeeuwse Meer en de krib bij de damaanzet van Noord-Beveland (zie figuur 26a) is in het onderhavige gebied volgens figuur 27a de bodemverdediging (lengte 2) uitge-

breid en zijn hierbij de ontgrondingen tengevolge van de vloedstroom opnieuw onderzocht.

Daar tussentijds een onderzoek is geweest in verband met de bouwput van een uitwateringssluis in Noordland (zie verslag deel VI), komt de kopvorm van Noordland en de naburige bodemligging niet geheel overeen met die bij het oorspronkelijke onderzoek met bodemverdedigingslengte 2. Bij het herhaalde onderzoek was de bouwput aan de zeezijde tijdens de wintersluitgatifase gesloten en tijdens de opbouwfasen van de blokkendam geopend (zie figuur 27a).

De ontgrondingsresultaten zijn weergegeven in figuur 28a waaruit blijkt dat de grootste ontgrondingen 10 à 15 m bedragen met één piek tot ongeveer 17 m bij profiel 106.

In vergelijking met de oorspronkelijke serie proeven bij lengte 2 zijn de ontgrondingen niet noemenswaardig veranderd, behalve bij Noordland hetgeen is veroorzaakt door de aldaar gewijzigde situatie (zie figuur 29a).

3.6 Kaal sluitgat ten behoeve van reductie ontgrondingen

Zoals reeds vermeld, zijn in het kale sluitgat (= alleen een bodemverdediging (lengte 1) aanwezig), ontgrondingsproeven verricht ten behoeve van de bepaling van het reducerende transport.

Hier wordt volstaan met een verwijzing naar hoofdstuk 5, reductie van ontgrondingen ten gevolge van initiaal transport. De ongereduceerde tijd-ontgrondingslijnen uit het model voor vergelijking met de gereduceerde ontgroning in het prototype zijn in de archiefbijlage IV opgenomen.

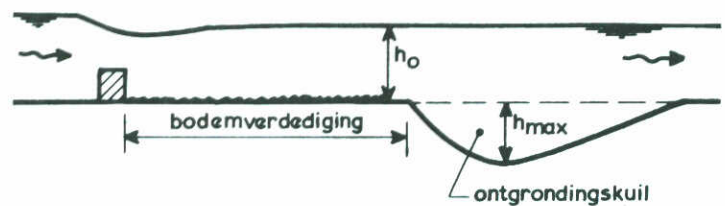
4. Maatgevend getij voor de ontgrondingen

4.1 Inleiding

De ontgrondingscapaciteit van de stroom hangt sterk af van de aard van het bodemmateriaal, de stroomsnelheid, de turbulentie en de diepte van de waterstroom en de geometrie van de constructie en de waterloop [1]:

$$\frac{h_{\max}(t)}{h_o} = f_1 \left(\frac{t}{t_1} \right) \quad (1)$$

$$t_1 = \frac{250 \cdot \Delta^{1,7} \cdot h_o^2}{(\alpha \bar{u} - u_{kr})^{4,3}} \quad (2)$$



waarin:

$h_{\max}(t)$	= max. ontgrondingsdiepte op het tijdstip t	[m]
h_o	= oorspronkelijke waterdiepte	[m]
t	= tijd	[uren]
t_1	= tijd waarin $h_{\max} = h_o$ wordt	[uren]
Δ	= relatieve dichtheid ontgrondingsmateriaal onder water	
\bar{u}	= gemiddelde stroomsnelheid = Q/A	[m/s]
Q	= het debiet	[m ³ /s]
A	= doorstroomoppervlakte	[m ²]
u_{kr}	= stroomsnelheid, waarbij het bodemmateriaal juist in beweging komt bij de toestand met een vlakke bodem en waterdiepte gelijk aan h_o	[m/s]
α	= dimensieloze coëfficiënt afhankelijk van de geometrie	
β	= aanzethelling ontgrondingskuil	

[1] Waterloopkundig Laboratorium: "Systematisch onderzoek naar twee- en driedimensionale ontgrondingen", verslag modelonderzoek, M 648/M 863, april 1972.

In geval van getijbeweging kan voor de relaties (1) en (2) worden geschreven:

$$\frac{h_{\max}(t)}{h_o(0)} = f_1 \left(\frac{t}{t_{lgetij}} \right) \quad (3)$$

$$t_{lgetij} = \frac{250 \cdot \Delta^{1,7} \cdot h_o(0)}{\frac{1}{T_x} \int_{T_{x1}}^{T_{x2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})^{4,3}}{h_o(t)} dt} \quad (4)$$

waarin:

T_x	= duur van de getijperiode	[uren]
T_{x1}	= tijdstip waarop $\{\alpha \bar{u}(t) - u_{kr}\}$ positief wordt	[uren]
T_{x2}	= tijdstip waarop $\{\alpha \bar{u}(t) - u_{kr}\}$ negatief wordt	[uren]
$h_o(0)$	= waterdiepte op het tijdstip nul	[m]

Voor een gegeven situatie ($h_o(0)$, Δ , u_{kr} en α zijn constant) is de ontgrondingscapaciteit uitsluitend afhankelijk van de gemiddelde stroomsnelheid \bar{u} en de waterdiepte h_o , die variabel met de tijd zijn gesteld. Bij relatief diep water speelt de verandering in h_o een ondergeschikte rol en blijft de verandering van $\bar{u}(t)$ over. Hiervoor kan men in het algemeen stellen:

$$\bar{u}(t) = \phi \cdot \bar{u}_{max} \quad (5)$$

waarin ϕ een periodieke functie is.

Voor een estuarium variëert \bar{u}_{max} en wellicht ook de functie ϕ met de amplitude en vorm van het getij, die naast de astronomische ook door meteorologische effecten worden beheerst.

Bij onderzoek naar de ontgrondingen over een relatief lange duur dient bovengenoemde variatie van de stroomsnelheid in beschouwing te worden genomen. Het is echter ondoenlijk om de ontgrondingen te bepalen als het kumulatieve effect van een lange reeks getijden. Daarom werd gezocht naar het "maatgevend getij" dat bij opeenvolgende herhaling dezelfde ontgroning veroorzaakt als de in het prototype voorkomende getijden met verschillende karakteristieken. De hiervoor gevolgde aanpak wordt in dit hoofdstuk beschreven en aan de situatie in het Oosterscheldebekken getoetst. Hiertoe werd gebruik gemaakt van aan het overzichtsgetijmodel van de Oosterschelde (M 1000) ontleende gegevens met betrekking tot de volgende getijden:

<u>Getij optredend op</u>	<u>Getijrijzing (coëfficiënt)</u>	<u>Getijdaling (coëff.)</u>
7 okt. 1971	3,23 m (1,14)	2,96 m (1,04)
10 aug. 1972	2,77 m (0,98)	2,96 m (1,04)
4 sept. 1975	2,71 m (0,95)	3,03 m (1,07)
11 sept. 1968	2,92 m (1,03)	2,76 m (0,98)
15 april 1970	2,38 m (0,84)	1,86 m (0,65)

De getijbeweging werd gemeten in het model bij de situatie met kale sluitgaten in de drie hoofdgeulen Roompot, Schaar van Roggenplaat en Hammen. Het verloop van de waterstands- en debietkrommen is weergegeven in figuur 30 respectievelijk figuur 31. De getijcoëfficiënt wordt gedefiniëerd als het quotiënt van het getijverschil ten opzichte van die van het gemiddeld getij (= 2,84 m voor het onderhavige geval).

De bepaling van het maatgevende getij vond plaats via een beschouwing van de volgende aspecten:

- relatie getijverschil - \bar{u}_{\max}
- frequentieverdeling van het getijverschil
- kumulatieve effect van een lange reeks getijden.

4.2 Relatie Getijverschil - \bar{u}_{\max}

Voor een relatief kort bekken (ten opzichte van de lengte van de getijgolf) met een min of meer constant kombergingsoppervlak (B) en een ruime doorstroomoppervlakte in de mond, wordt het debiet door de mond $Q_{(t)}$ benaderd door:

$$Q_{(t)} = B \frac{dh(t)}{dt} \quad (6)$$

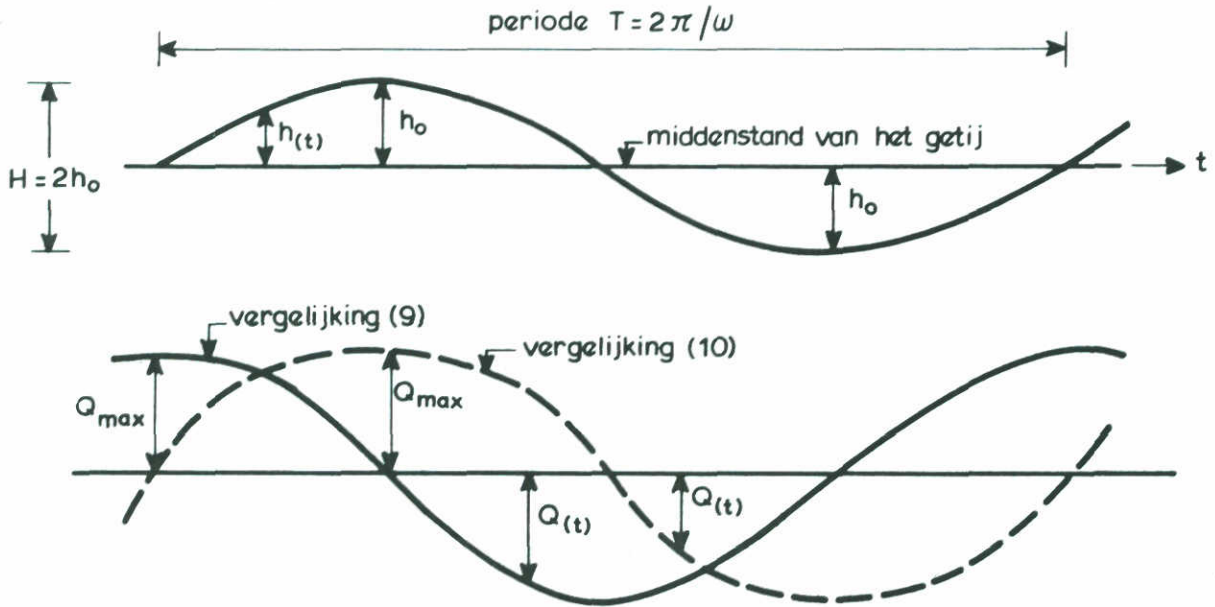
De waterstand $h_{(t)}$ (ten opzichte van een referentievlak) is overal in het bekken dezelfde en gelijk aan die in de mond.

Is het doorstroomoppervlak in de mond daarentegen zeer klein, dan blijft de waterstand in het bekken min of meer constant en ongeveer gelijk aan de middenstand van het getij en wordt het debiet voornamelijk bepaald door het verval in waterstand tussen buiten en binnen (Z). Bij benadering geldt dan:

$$Q_{(t)} = \mu_A \sqrt{2gZ} \quad (7)$$

waarin A het doorstroomoppervlak en μ de afvoercoëfficiënt van de mond voorstelt.

Voor een sinusvormige getijkromme die gegeven wordt door:



$$h_{(t)} = h_0 \sin \omega t \quad (8)$$

gaat vergelijking (6) over in:

$$Q_{(t)} = \omega \cdot B \cdot h_0 \cos \omega t \quad (9)$$

waarbij het faseverschil $\pi/2$ bedraagt.

Vergelijking (7) gaat over in:

$$Q_{(t)} = \mu_A \sqrt{2gh_{(t)}} \quad (10)$$

en het faseverschil tussen $h_{(t)}$ en $Q_{(t)}$ verdwijnt.

Voor het eerste geval (ruime mond) volgt uit (8) en (9) dat Q_{max} lineair evenredig is met h_0 , meer globaal gesteld:

$$Q_{max} = a \cdot H \quad (11)$$

waarin: H is het getijverschil = waterstandsverschil tussen laag- en hoogwater (getijrijzing) of tussen hoog- en laagwater (getijdaling). In het beschouwde geval bedraagt $H = 2 h_0$ en is de constante a gelijk aan ωB .

Voor het tweede geval (zeer klein mond) volgt uit (8) en (10) dat Q_{\max} evenredig is met $\sqrt{h_0}$.

Voor onderzoek naar de ontgrondingen in de Oosterschelde over een lange periode is uitsluitend de situatie met een ruim profiel in de mond van belang. Hoewel niet aan de aan het begin van deze paragraaf genoemde aannamen strikt wordt voldaan, blijkt vergelijking (11) toch een redelijke benadering van de getijbeweging in de open Oosterschelde te geven. Dit volgt uit prototypewaarnemingen ($H-u_{\max}$, zie figuur 32) en - vermoedelijk tengevolge van het beperkt aantal punten - in mindere mate uit metingen in het model ($H-Q_{\max}$, zie figuur 33). Daarbij zijn eventuele verschillen in de vorm van de waterstands- en debietkrommen buiten beschouwing gelaten. Dat deze wel - enigszins - aanwezig zijn, is te zien in figuur 34, waar de debietkrommen dimensieloos zijn uitgezet. Met name de vloedtak van het (zeer zwakke) doortij vertoont een significante afwijking.

4.3 Frequentieverdeling van het getijverschil H

Uit een reeks getijwaarnemingen over de periode 1960-1969 te Vlietepolder werd de statische verdeling van het getijverschil bepaald [2]. Zoals in figuur 35 te zien is, is de frequentieverdeling van getijrijzing iets anders dan die van de getijdaling. Deze verdelingen worden als maatgevend voor de getij-omstandigheden in de Oosterschelde genomen.

De waargenomen getijverschillen benaderen een normale verdeling, die gegeven wordt door:

$$f_H = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_H} \cdot e^{-(H - \bar{H})^2 / 2\sigma_H^2} \quad (12)$$

waarin:

$$f_H = \text{de kans dat een gegeven getijverschil H optreedt} \quad (-)$$

$$\bar{H} = \text{gemiddeld getijverschil} \quad (m)$$

$$\sigma_H = \text{standaardafwijking van de normale verdeling} \quad (m)$$

- [2] Waterloopkundige Afdeling, Deltadienst, Rijkswaterstaat: "Simultane frequentieverdeling hoog- en laagwaterstanden te Vlietepolder voor de periode 1960-1969", nota W-75.045, maart 1975.

Betrokken op de grootte van de getijcoëfficiënt ξ , verandert (12) in:

$$f_{\xi} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{\xi}} \cdot e^{-(\xi-1)^2/2\sigma_{\xi}^2} \quad (13)$$

waarbij:

$$\xi = H/\bar{H} \text{ en}$$

$$\sigma_{\xi} = \sigma_H/\bar{H}$$

De waarde van σ_{ξ} , behorend bij de normale verdeling van getijrijzing en getijdaling is in figuur 35 weergegeven. De waargenomen getijverschillen met een frequentie hoger dan 95% à 98% en lager dan 2% à 5% zijn lager dan volgens de normale verdeling. Bij de berekening van het maatgevend getij resulteert dit in een getijcoëfficiënt dat iets te hoog is, dat wil zeggen aan de veilige kant.

4.4 Kumulatieve effect van een lange reeks getijden

Aannemend dat de vorm van de functie ϕ vergelijking (5) constant en onafhankelijk van de waarde van \bar{u}_{\max} is, en dat de invloed van variaties in de waterstand $h_o(t)$ te verwaarlozen is, kan de integraal in het rechterlid van vergelijking (4) worden vereenvoudigd tot:

$$\frac{1}{T_*} \int_{T_{x_1}}^{T_{x_2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})^{4,3}}{h_o(t)} dt = \frac{1}{h_o(0) T_*} \int_{T_{x_1}}^{T_{x_2}} (\alpha \cdot \phi \cdot \bar{u}_{\max} - u_{kr})^{4,3} dt$$

$$\approx \frac{(\alpha' \cdot u_{\max})^{4,3}}{h_o(0)} \cdot \gamma$$

waarin:

$$\alpha' = \alpha \left(1 - \frac{u_{kr}}{\alpha \bar{u}_{\max}} \right)$$

γ = een coëfficiënt die onder andere afhankelijk is van de vorm van de debietkromme. Deze coëfficiënt wordt als constant en onafhankelijk van de grootte van \bar{u}_{\max} aangenomen.

Vergelijking (4) wordt dan:

$$t_{lgetij} = \frac{250 \Delta^{1,7} h_o^2(0)}{\gamma (\alpha' \cdot u_{max})^{4,3}} = \frac{K}{\gamma (\alpha' \bar{u}_{max})^{4,3}} \quad (14)$$

waarin $K = \text{constant}$ voor een gegeven situatie ($h_o(0)$, Δ , u_{kr} en α constant). Om de geldigheid van bovengenoemde aannamen ten aanzien van $h_o(t)$ en γ na te gaan, werden de voor de in beschouwing genomen getijden berekende waarden van de integraal

$$\frac{1}{T_*} \int_{T_{x_1}}^{T_{x_2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})^{4,3}}{h_o(t)} dt \quad \text{bij } h_o(0) = 15 \text{ m en diverse groottes van } \alpha \text{ uit}$$

gezet tegen \bar{u}_{max} (zie figuur 36). De rekenpunten voldoen redelijk aan de uit vergelijking (14) afgeleide relatie:

$$\frac{1}{T_*} \int_{T_{x_1}}^{T_{x_2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})^{4,3}}{h_o(t)} dt :: u_{max}^{4,3} \quad (15)$$

waarbij de invloed van variaties in α' verwaarloosbaar worden geacht.

Omdat \bar{u}_{max} lineair evenredig is met de grootte van het getijverschil (vergelijking 11), wordt de frequentieverdeling van \bar{u}_{max} eveneens gegeven volgens een normale verdeling:

$$f_{\bar{u}_{max}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_u} \cdot e^{-\frac{(\bar{u}_{max} - \bar{u}_g)^2}{2\sigma_u^2}} \quad (16)$$

waarin:

- \bar{u}_g = maximale stroomsnelheid bij gemiddeld getij-omstandigheden (m/s)
- σ_u = standaardafwijking van de normale verdeling (m/s)

Stel verder:

$$\bar{u}_{max} = \bar{u}_g (1 + x)$$

en

$$\sigma = \sigma_u / \bar{u}_g = \frac{\sigma_u}{\bar{u}_g}$$

dan volgt hieruit dat:

$$f_u = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma \bar{u}_g} \cdot e^{-x^2/2\sigma^2}$$

en

$$d\bar{u}_{\max} = \bar{u}_g \cdot dx$$

De frequentie van optreden van $\bar{u}_{\max 1} < \bar{u}_{\max} < \bar{u}_{\max 2}$ is:

$$F_{\bar{u}_{\max}} = \int_{\bar{u}_{\max 1}}^{\bar{u}_{\max 2}} f_u \cdot d\bar{u}_{\max} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \int_{x_1}^{x_2} e^{-x^2/2\sigma^2} dx \quad (17)$$

In combinatie met vergelijking (14) wordt de karakteristieke tijd $t_{1\text{getij}}$ voor de reeks getijden:

$$\begin{aligned} t_1 &= K/\gamma(\alpha')^{4,3} \cdot \int_{\bar{u}_{\max 1}}^{\bar{u}_{\max 2}} \bar{u}_{\max}^{4,3} \cdot f_u \cdot d\bar{u}_{\max} \\ &= K/\gamma(\alpha')^{4,3} \cdot \int_{x_1}^{x_2} \bar{u}_g^{4,3} (1+x)^{4,3} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-x^2/2\sigma^2} dx \\ &= K/\gamma(\alpha' \bar{u}_g)^{4,3} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \int_{x_1}^{x_2} (1+x)^{4,3} \cdot e^{-x^2/2\sigma^2} dx \end{aligned}$$

$$t_{1g} = t_1 / M \quad (18)$$

waarin:

t_{1g} = de karakteristieke tijd t_1 behorend bij gemiddeld getij (vergelijking 4)

$$M = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \int_{x_1}^{x_2} (1+x)^{4,3} \cdot e^{-x^2/2\sigma^2} dx \quad (19)$$

De waarde van M is numeriek berekend voor diverse waarden van σ . De limieten van de integratie zijn daarbij genomen $x = \pm 3,4\sigma$, welke overeenkomt met een frequentie van optreden van eens in de vijf jaar. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel en in figuur 37.

σ	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
M	1,070	1,102	1,139	1,183	1,232	1,289

Omdat $t_{lgetij} :: \bar{u}_{max}^{-4,3}$ en \bar{u}_{max}/\bar{u}_g lineair evenredig is met de getijcoëfficiënt ξ volgt dan:

$$\xi_m = M^{1/4,3} \quad (20)$$

Voor de uit figuur 35 verkregen waarden van σ volgt uit figuur 37 en vervolgens door toepassing van vergelijking (20) dat voor:

getijrijzing ($\sigma = 0,152$): $M = 1,164$ en $\xi_m = 1,036$
getijdaling ($\sigma = 0,141$): $M = 1,141$ en $\xi_m = 1,031$

Voor de berekening van de tijdschaal voor de toestand van wintersluitgat (met relatief lange duur: 600 à 1530 dagen) werd derhalve uitgegaan van een maatgevend getij met coëfficiënt $\xi_m = 1,04$.

Tijdens de opbouwfase (met relatief korte duur: omstreeks 2 weken per toestand) zal het optreden van een getij met een hoog tijverschil van relatief grote invloed zijn. Daarom werd de coëfficiënt van het maatgevend getij voor deze fasen naar $\xi_m = 1,07$ verhoogd. In feite dient de voorspelling van de ontgrondingen tijdens de opbouwfasen statistisch te worden benaderd. Een voldoende inzicht in de uitwerking van zo een benadering ontbreekt echter nog, zodat voorlopig werd volstaan met de genoemde verhoging van de coëfficiënt van het maatgevend getij.

5. Reduktie van ontgrondingen tengevolge van initiaal transport

5.1 Keuze van de reductiefactor

De invloed van het in het prototype aanwezige zandtransport op het reduceren van (uit modelproeven bepaalde) ontgrondingen is in verslag deel III uitvoerig behandeld. Bij de keuze van de reductiefactor T , voor het onderhavige onderzoek uitsluitend toegepast bij de wintersluitgatifase, is uitgegaan van een tweetal punten:

- Voor een geul in evenwicht, zal het aanbrengen van een bodemverdediging (al dan niet met een relatief lage drempel) een ontgroning veroorzaken die na 1 à 2 m in evenwicht is.
- De huidige trend van aanzandingen en uitschuringen in de sluitgaten van de Oosterschelde is maatgevend voor de zandtransportbalans in het gebied. Hetgeen niet wil zeggen dat de huidige (1968-1972) mate van aanzanding/uitschuring zich onverminderd zal voortzetten, het wil alleen zeggen dat waar uitschuring optreedt, het zandaanbod minder is dan de transportcapaciteit van de stroom en andersom voor de aanzanding.

Gebaseerd op deze uitgangspunten is de volgende berekeningsmethode toegepast ter bepaling van het verloop van de reductiefactor:

- (1) Bij de toestand waarin alleen de bodemverdediging is aangebracht in de 3 sluitgaten, worden de tijd-ontgrondingslijnen bepaald. Met behulp van de formule:

$$h_{\text{gered.}} = \sqrt{(A \cdot h_{\text{max.}}^2 - T_0 \cdot t) / B} \quad (\text{zie verslag M 1001 deel III})$$

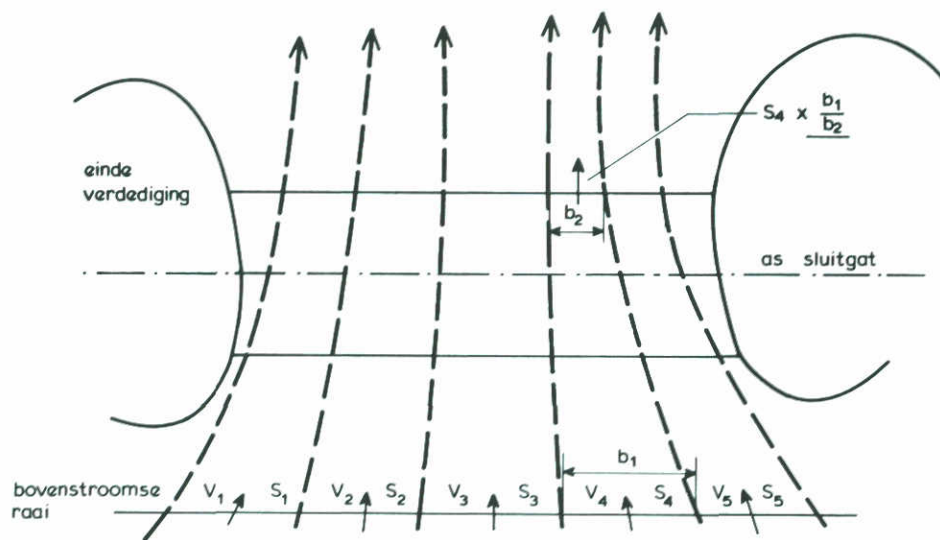
wordt de waarde van de reductiefactor T_0 berekend voor de verschillende profielen, waarbij $h_{\text{gered.}} = h_{\text{evenwicht}} = 2$ m. Daarbij is uitgegaan van de volgende vorm van de ontgrondingskuil:



In bovenstaande formule zijn:

$h_{\text{gered.}}$	= gereduceerde maximale ontgrondingsdiepte	(m)
$h_{\text{max.}}$	= maximale ontgrondingsdiepte (bepaald uit de modelresultaten)	(m)
T	= reductiefactor	(m ² /dag)
t	= tijd	(dagen)
A	= een faktor, afhankelijk van de vorm van de ongereduceerde ontgrondingskuil (voor bovenstaande kuil 22)	
B	= idem van de gereduceerde ontgrondingskuil (hier eveneens 22).	

- (2) Uitgaande van de stroomsnelheidsverdeling op de bovenstroomse meetraai van het sluitgat en het stroombeeld in de omgeving van het sluitgat, zoals in het model M 1000 gemeten, wordt de verdeling van het transport S met de transportformule Kalinski-Morra op het einde van de bodemverdediging bepaald.



- (3) De verdeling van S op het einde van de verdediging geeft de beste benadering voor de verdeling van T. De waarden van S zijn echter te hoog. Dat komt omdat:
- Berekende transport, waarbij veel transport in suspensie voorkomt, is meestal aan de hoge kant. Een factor 5 à 10 is niet vreemd.
 - De omgeving waarin het transport wordt berekend is een versnellingsgebied. Er is een zekere tijd (dus ook een afstand) nodig voordat het werkelijke transport gelijk aan de transportcapaciteit wordt. Met andere woorden het is niet bekend of het transport ter plaatse van de bovenstroomse raai overeenkomt met de transportcapaciteit ter plaatse zoals aangenomen bij de berekening.
 - Welk deel van het transport (in het bijzonder van het zwevende transport) effectief is voor de reductie, is niet bekend.
 - De reductie van de ontgrondingskuil wordt uitgevoerd onder een bepaalde aanname voor de vorm van de kuil. Indien een afwijkende vorm optreedt, dan neemt T een andere waarde aan om tot dezelfde h_{gered} te komen.
- (4) De bepaling van het effectieve deel van S is uitgevoerd met behulp van de opgetreden bodemveranderingen ter plaatse van de sluitgaten in de periode 1968/1972 (dus na aanvang van de werkzaamheden in de Oosterschelde). Uitgangspunt hierbij is als volgt:
- Bij evenwicht $\rightarrow S_{\text{effectief}} \approx T_0$
Bij aanzanding $\rightarrow S_{\text{effectief}} > T_0$ ter plaatse van einde bodemverdediging
Bij uitschuring $\rightarrow S_{\text{effectief}} < T_0$
- Er is verder aangenomen dat de verhouding $S_{\text{effectief}}/S$ dezelfde moet zijn voor alle sluitgaten voor zowel eb als vloed. Uiteraard is alleen naar duidelijke tendensen gekeken.
- (5) De verhouding die de beste overeenstemming oplevert is $\frac{S_{\text{effectief}}}{S} = \frac{1}{30}$, zoals te zien is in figuren 38a, b en c. De overeenstemming (tussen bodemverandering en verschil tussen T_0 en $S/30$) is duidelijk konstateerbaar voor de Hammen (figuur 38c) en de Schaar van Roggenplaat (figuur 38b). Voor de Roompot kan er geen direct verband worden gelegd. Dit is mogelijk veroorzaakt door: (a) aanwezigheid damaanzet N.-Beveland in het model en niet in het prototype, (b) sterke interventie tussen invloeden van ebstroom en vloedstroom.
- (6) Voor de reductiefactor T wordt dan de kromme van $S/30$, na eventueel vloeiend maken, gebruikt.

De aldus ontstane verdeling van de reductiefactor is verwerkt in de in hoofdstuk 3 beschreven ontgrondingsresultaten bij het reduceren van de ontgroningen van het wintersluitgat.

5.2 Invloed reductiefactoren op de ontgroningen

Ten behoeve van een onderzoek naar de invloed van de keuze van de reductiefactor op de ontgroningen zijn de grootte en de verdeling in het sluitgat van de reductiefactor tengevolge van het initiaaltransport benaderd met behulp van de drie volgende methoden:

Eerste methode (T1)

Uitgaande van de aanname dat bij de toestand met wintersluitgat de ontgroning na een jaar een evenwicht bereikt, zijn de bijbehorende reductiefactoren als volgt berekend:

$$h_{\text{gered.}} = \sqrt{(22h_{\text{max.}}^2 - T \cdot t) / 22} \quad (\text{zie 5.1})$$

De bovenstroomse en benedenstroomse hellingen van de kuil zijn respectievelijk 1:4 en 1:40.

Bij het bereiken van evenwicht wordt:

$$\frac{\partial h_{\text{gered.}}}{\partial t} = 0, \text{ waaruit volgt}$$

$$T = 44 h_{\text{max}} \frac{\partial h_{\text{max.}}}{\partial t}$$

De waarden van h_{max} en $\frac{\partial h_{\text{max.}}}{\partial t}$ zijn op het tijdstip $t = 1$ jaar op de tijdontgrondingslijn afgelezen, waarna de waarde van T kon worden berekend. Met behulp van bovenstaande reductieformule en de gevonden waarden van T is het verloop met de tijd van $h_{\text{gered.}}$ berekend. Tengevolge van afrondingen in de getalwaarden van T is het moment waarop evenwicht wordt bereikt enigszins variabel, het bedroeg bij de diverse langsprofielen 300 à 400 dagen.

Omdat uitgegaan wordt van de tijd-ontgrondingslijnen bij de toestand met wintersluitgat zijn de resulterende waarden van T bij de onderzochte verdedigingslengte 1 (T1.1) anders dan bij lengte 2 (T1.2). De resulterende waarden van T zijn in de figuren 39a, b, c weergegeven. De bijbehorende te verwachten maximale ontgrondingsdiepten zijn weergegeven in de figuren 40 en 41 voor lengte 1 en in de figuren 46 en 47 voor lengte 2.

Tweede methode (T2):

Het hierbij gehanteerde uitgangspunt is dat het aanbrengen van alleen een bodemverdediging in de drie sluitgaten een ontgronding veroorzaakt die na ca. 2 m een evenwicht bereikt. Uitgaande van de tijdontgrondingslijnen van de toestand met alleen een bodemverdediging (de zogenaamde ijkproeven) is met behulp van de reductieformule de waarde van de reductiefactor T_0 berekend voor de diverse profielen, waarbij steeds gold: $h_{\text{gered. evenwicht}} = 2 \text{ m}$. Tenslotte is een vloeiende lijn getrokken door de aldus bepaalde waarden, die de verdeling van de reductiefactor langs het einde van de bodemverdediging weergeeft (zie figuur 39). De bijbehorende te verwachten maximale ontgrondingsdiepten zijn weergegeven in de figuren 42 en 43 voor lengte 1 en de figuren 48 en 49 voor lengte 2.

Derde methode (T3):

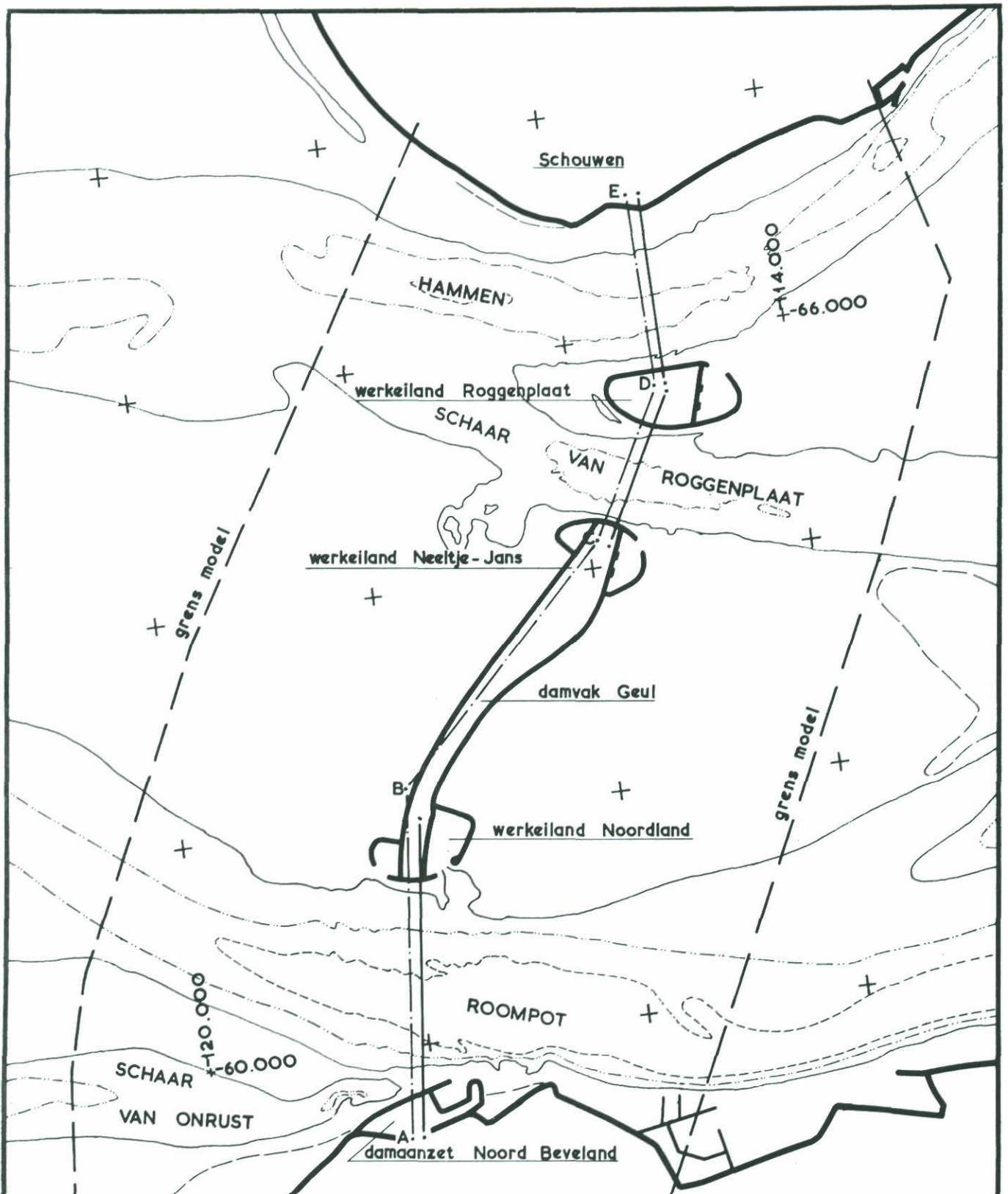
Dit is een verfijning van de tweede methode, waarbij zowel de transportcapaciteit van de stroom en de huidige trend van aanzandingen en uitschuringen in de Oosterschelde in beschouwing zijn genomen. Een verdere beschrijving van deze methode is reeds in paragraaf 5.1 gegeven. De volgens deze methode bepaalde reductiefactoren zijn eveneens in figuur 39 weergegeven, terwijl de te verwachten maximale ontgrondingsdiepten volledigheidshalve zijn weergegeven in figuren 44 en 45 voor lengte 1 en figuren 50 en 41 voor lengte 2.

In de bovengenoemde gevallen zijn alle waarden van de gereduceerde maximale ontgrondingsdiepten die minder dan 1 m waren bij de toestand met wintersluitgat afgerond tot $h_{\text{gered.}} = 1 \text{ m}$. Tevens zijn bij de ontgrondingsberekeningen steeds de getijrandvoorwaarden en tijdschema's besproken in paragraaf 2.4 gehanteerd.

Een vergelijking tussen de gereduceerde maximaal ontgrondingsdiepten bij de toestand met wintersluitgaten, zoals berekend volgens de drie bovengenoemde methoden is weergegeven in de figuren 52...55. De bijbehorende uiteindelijke maximale ontgrondingsdiepten zijn eveneens in dezelfde figuren weergegeven. De verschillen bij de toestand met wintersluitgaten blijken nogal groot te zijn. Dit geeft de gevoeligheid van de voorspelde ontgrondingsdiepten voor de keuze van de reductiefactoren aan. Daarentegen blijven de verschillen van de voorspelde uiteindelijke ontgrondingsdiepten in het algemeen beperkt tot enkele meters, met uitzondering van een gering aantal profielen waar verschillen van 5 m en meer voorkomen. Dit resultaat is in overeenstemming met conclusie 3 van het verslag M 1001 deel III:

"In gevallen waarin de fasen, volgend op de wintersluitgatifase, sterke ontgroningen geven (Schaar van Roggenplaat, geleidelijke sluiting) wordt de door de reductie van de wintersluitgatifase bereikte gunstiger voorspelling van de ontgroningen echter grotendeels gecompenseerd door de ongunstiger voorspelling in de latere fasen".

Tenslotte is het 1:15-kriterium getoetst op de bovengenoemde resultaten, waarvan de resultaten in figuur 56 en 57 voor respectievelijk lengte 1 en lengte 2 zijn weergegeven. De ontgroningen berekend volgens reductiefactor T3 in de wintersluitgatifase geven de grootst noodzakelijke lengte van de bodemverdediging. Daar deze reductiefactor is toegepast bij het reduceren van de ontgroningen besproken in hoofdstuk 3, zijn de aldaar gepresenteerde resultaten, ten aanzien van de veiligheid van de blokkendam, als de meest veilige te beschouwen.



COÖRDINATEN KNIKPUNTEN BUITENKRUINLIJN :

PUNT	X	Y
A	-118.260	-60.821
B	-117.925	-57.750
C	-115.913	-55.778
D	-115.231	-54.479
E	-115.258	-52.769

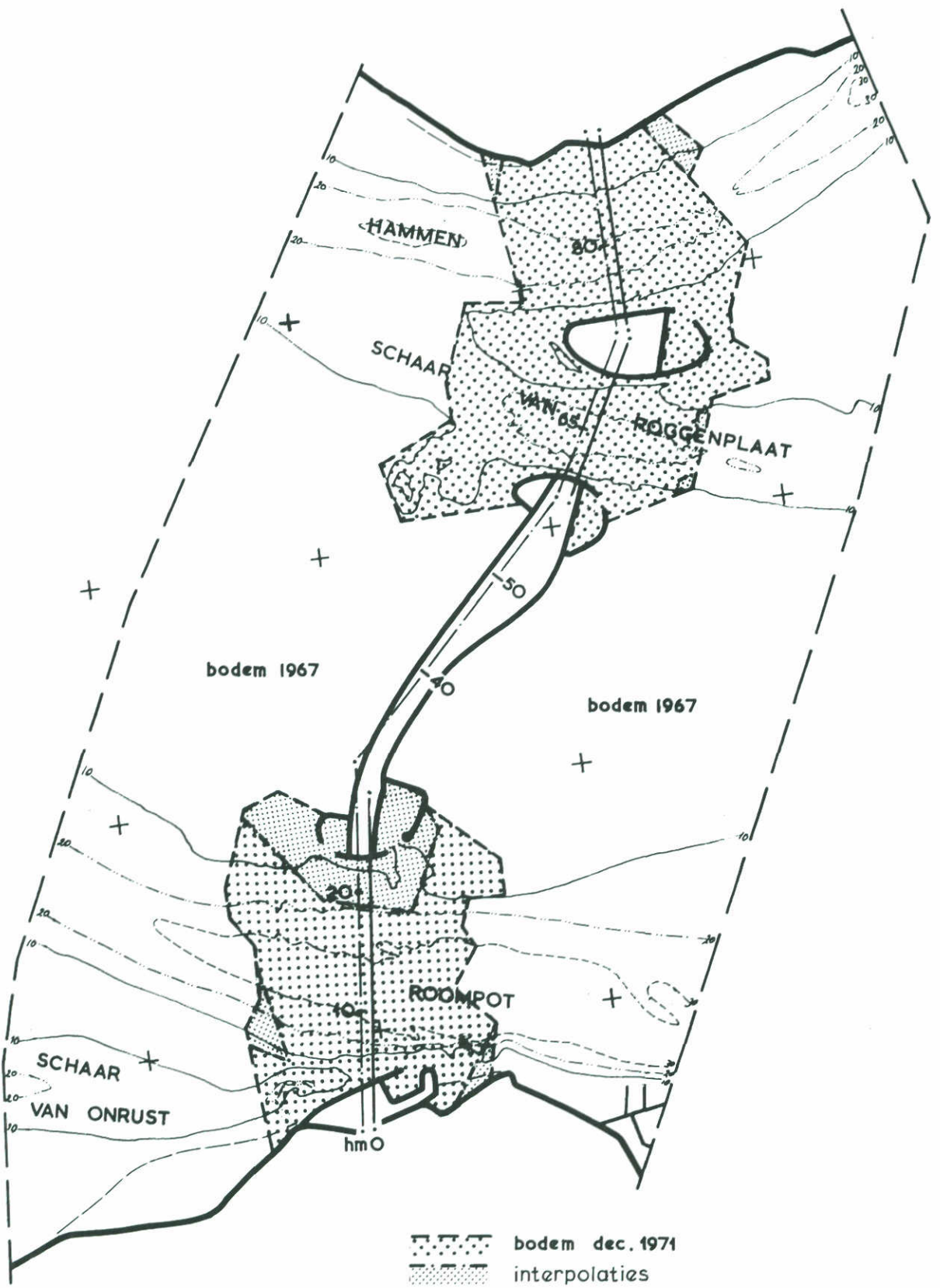
SITUATIE

schaal 1 : 50.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 1



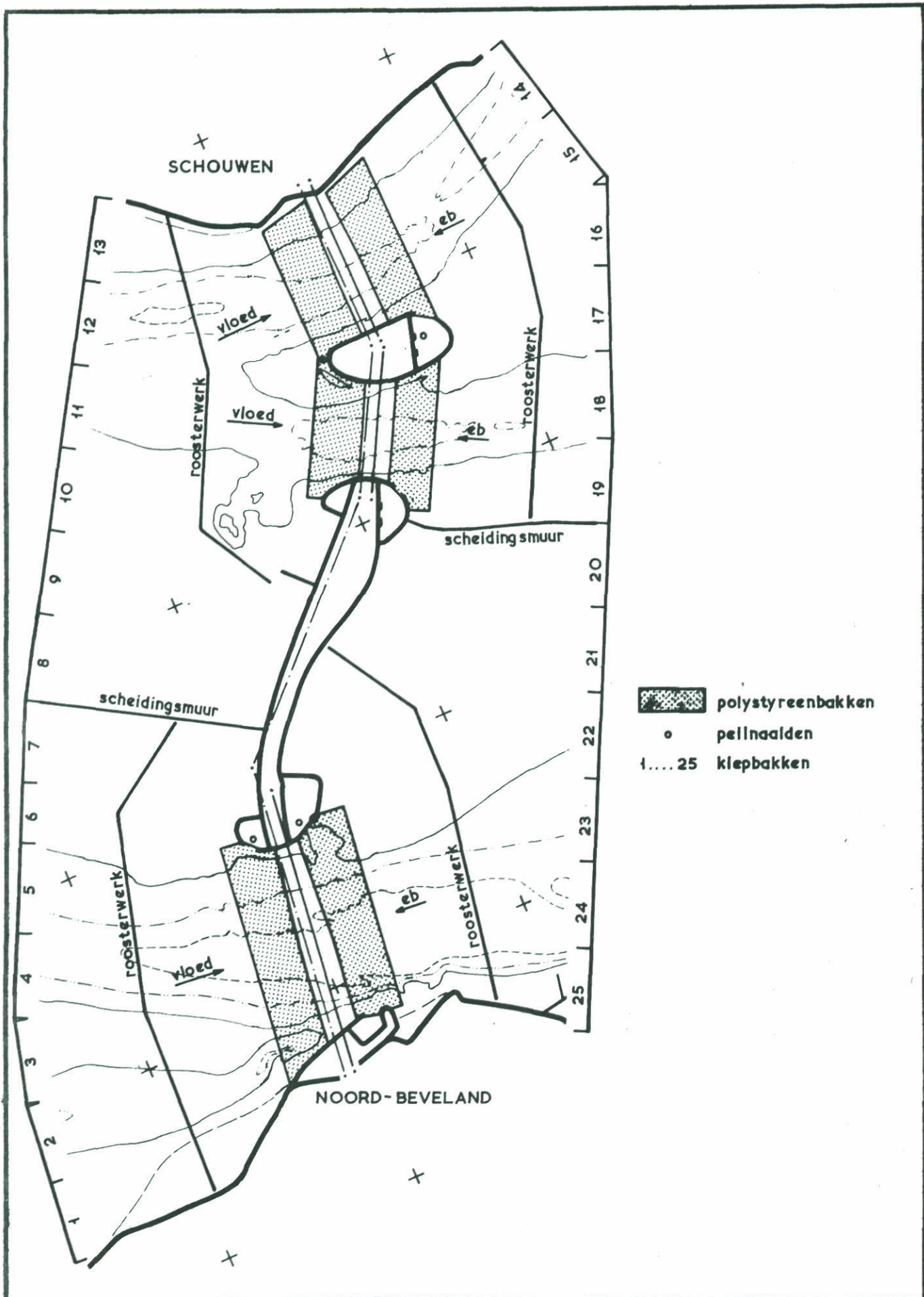
OVERZICHT VAN DE MODELBODEM

schaal 1 : 50.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 2



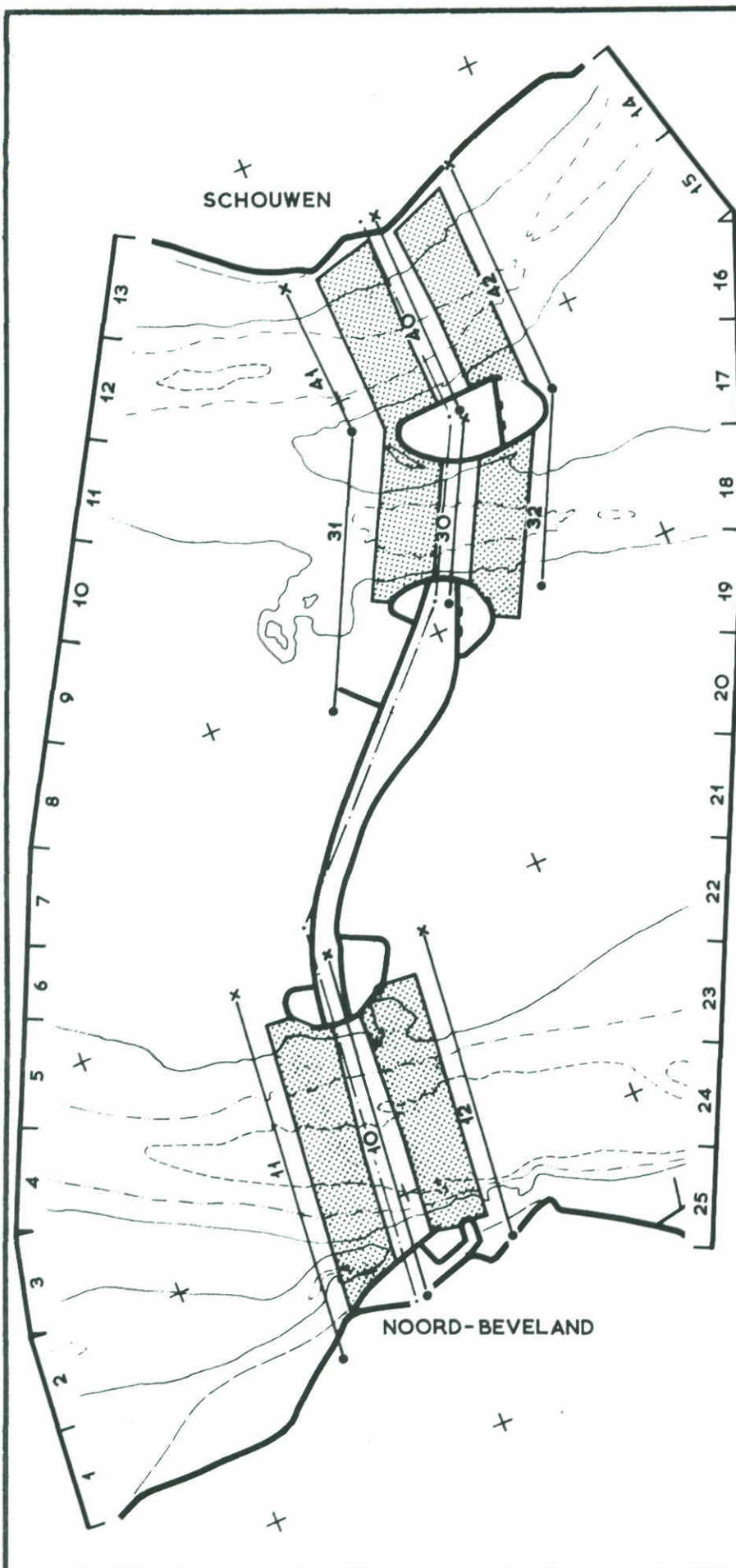
INRICHTING VAN HET MODEL

SCHAAL model 1:625

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 3



raai	X	Y
10 •	-118.154	- 60.832
x	-117.844	- 58.000
11 •	-118.980	- 61.020
x	-118.650	- 58.000
12 •	-117.340	- 60.660
x	-117.055	- 58.130
30 •	-115.818	- 55.828
x	-115.136	- 54.529
31 •	-117.000	- 56.200
32 •	-115.080	- 56.000
40 •	-115.124	- 54.477
x	-115.151	- 52.767
41 •	-116.000	- 54.250
x	-116.050	- 53.000
42 •	-114.400	- 54.600
x	-114.450	- 52.650

- polystyreenbakken
- raai met nummer
- 1....25 klepbak waarvan debiet gegeven is

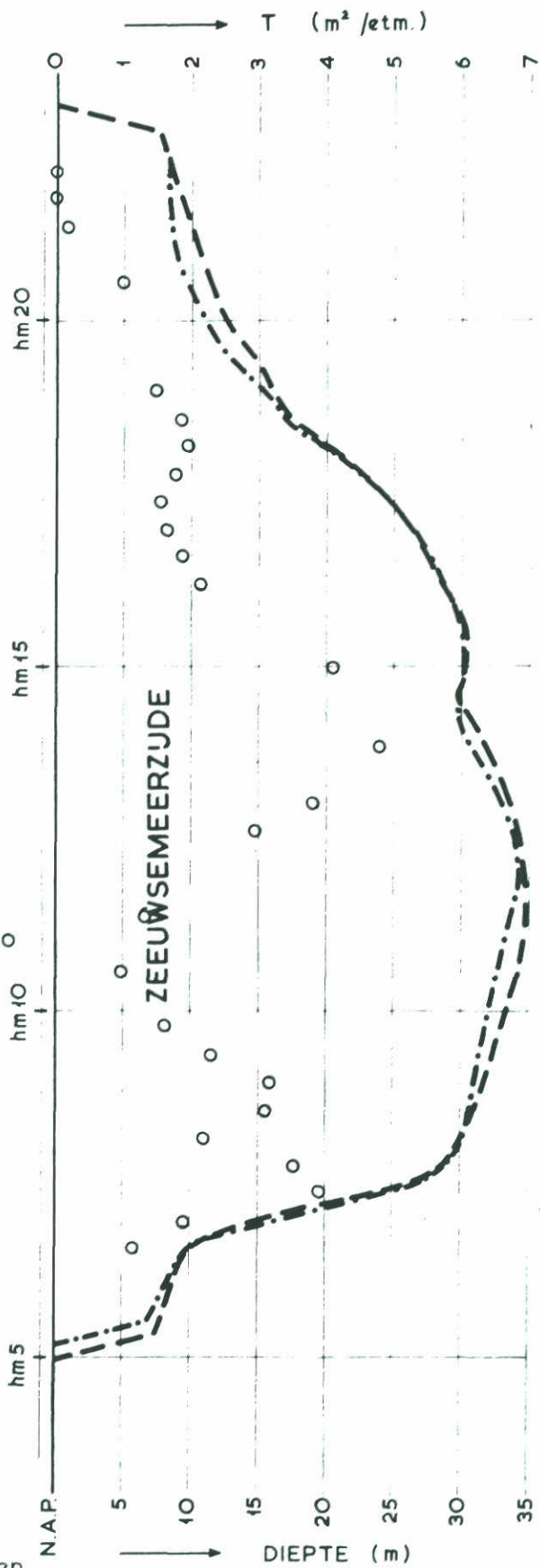
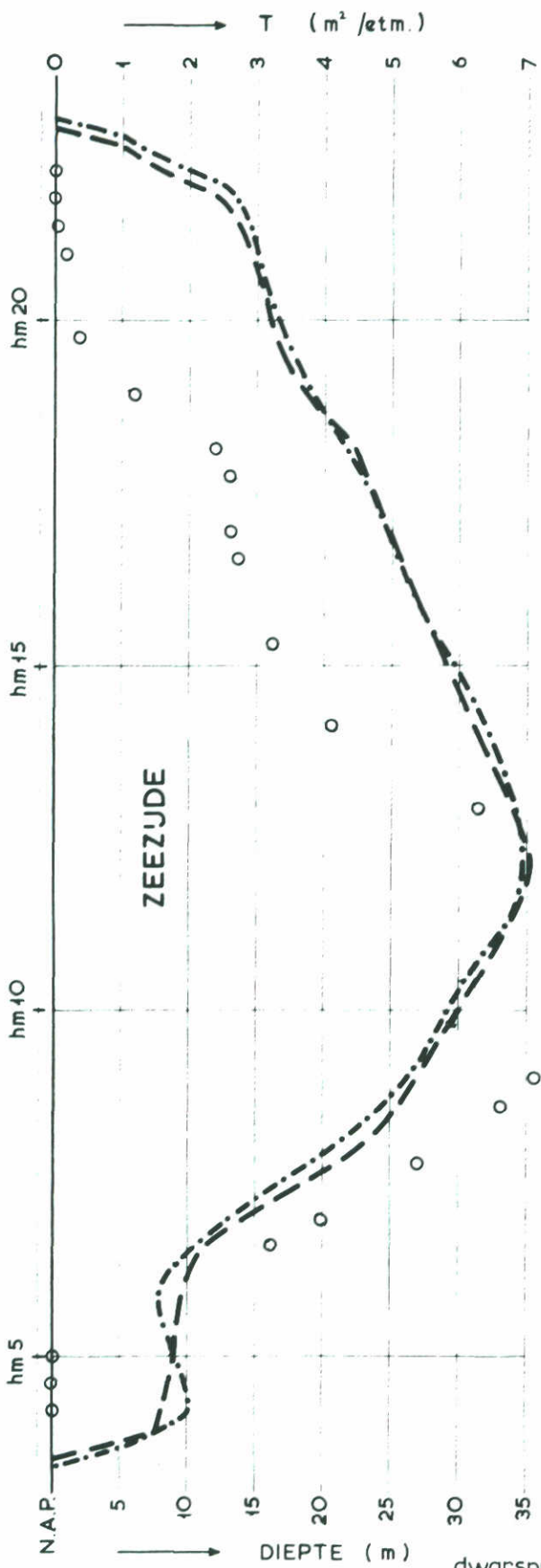
OVERZICHT UKRAAIEN

SCHAAL model 1:625

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 4



ROOMPOT

dwarsprofielen
 - - - - - lengte 1
 - . - . - lengte 2

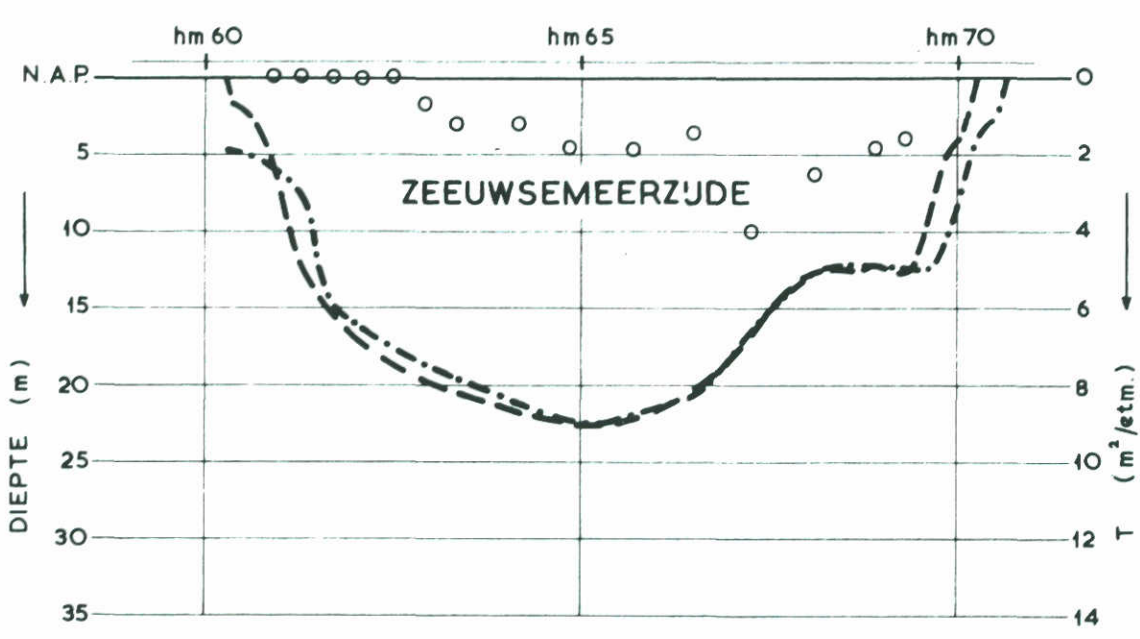
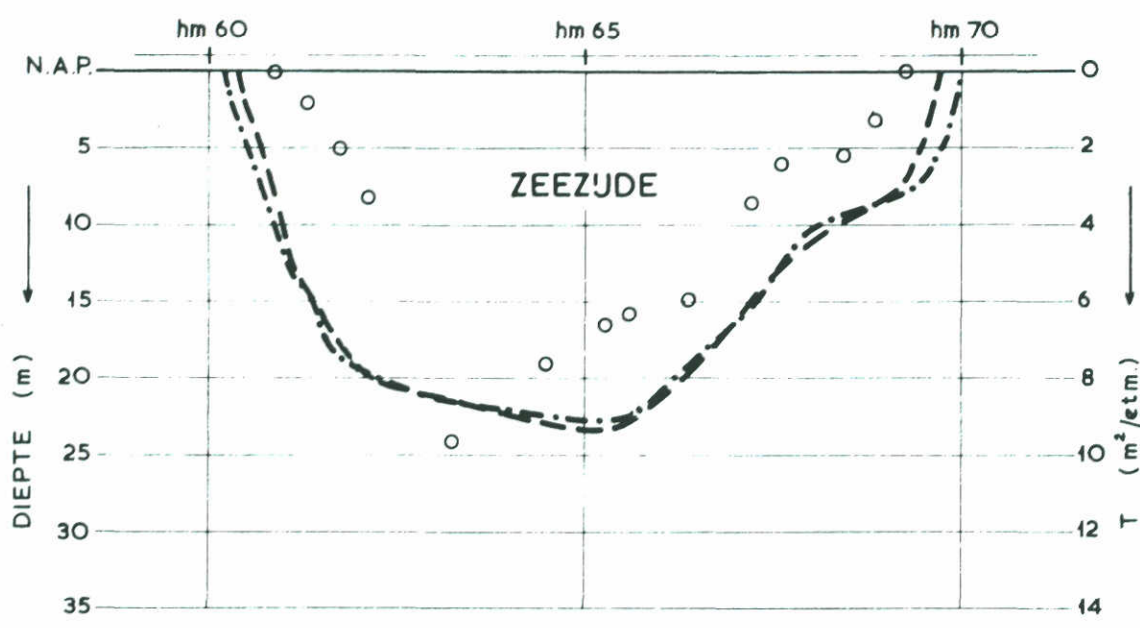
DWARSPROFIELEN EIND-BODEMVERDEDIGING
 EN REDUCTIETRANSPORTEN

SCHAAL hor. 1 : 10 000
 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 5^a



dwarsprofielen
 - - - - - lengte 1
 - . - . - . lengte 2

SCHAAR VAN ROGGENPLAAT

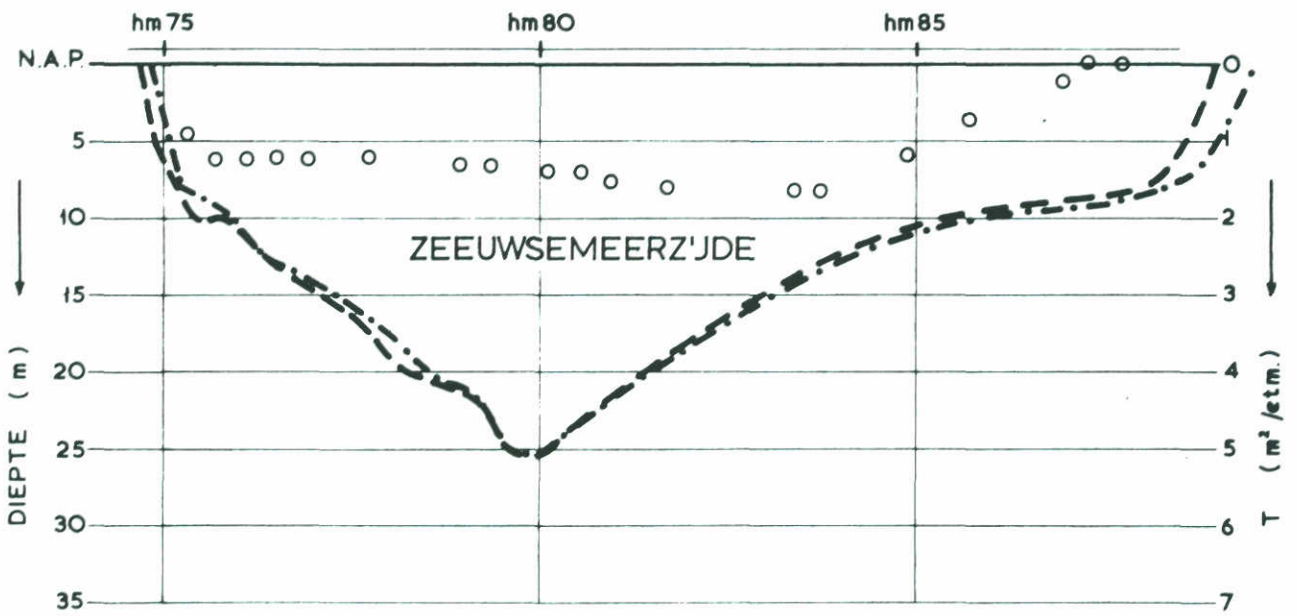
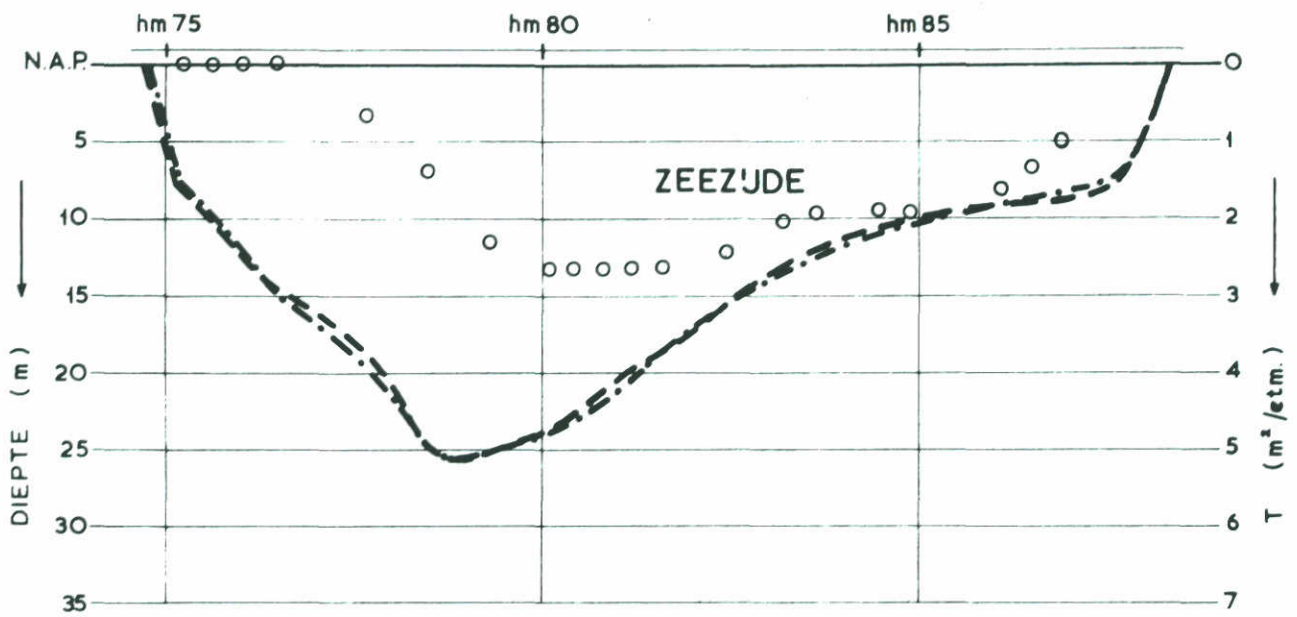
DWARSPROFIELEN EIND BODEMVERDEDIGING
 EN REDUCTIETRANSPORTEN

SCHAAL hor. 1 : 10 000
 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 5^b



dwarsprofielen
 - - - - - lengte 1
 - . - . - . lengte 2

HAMMEN

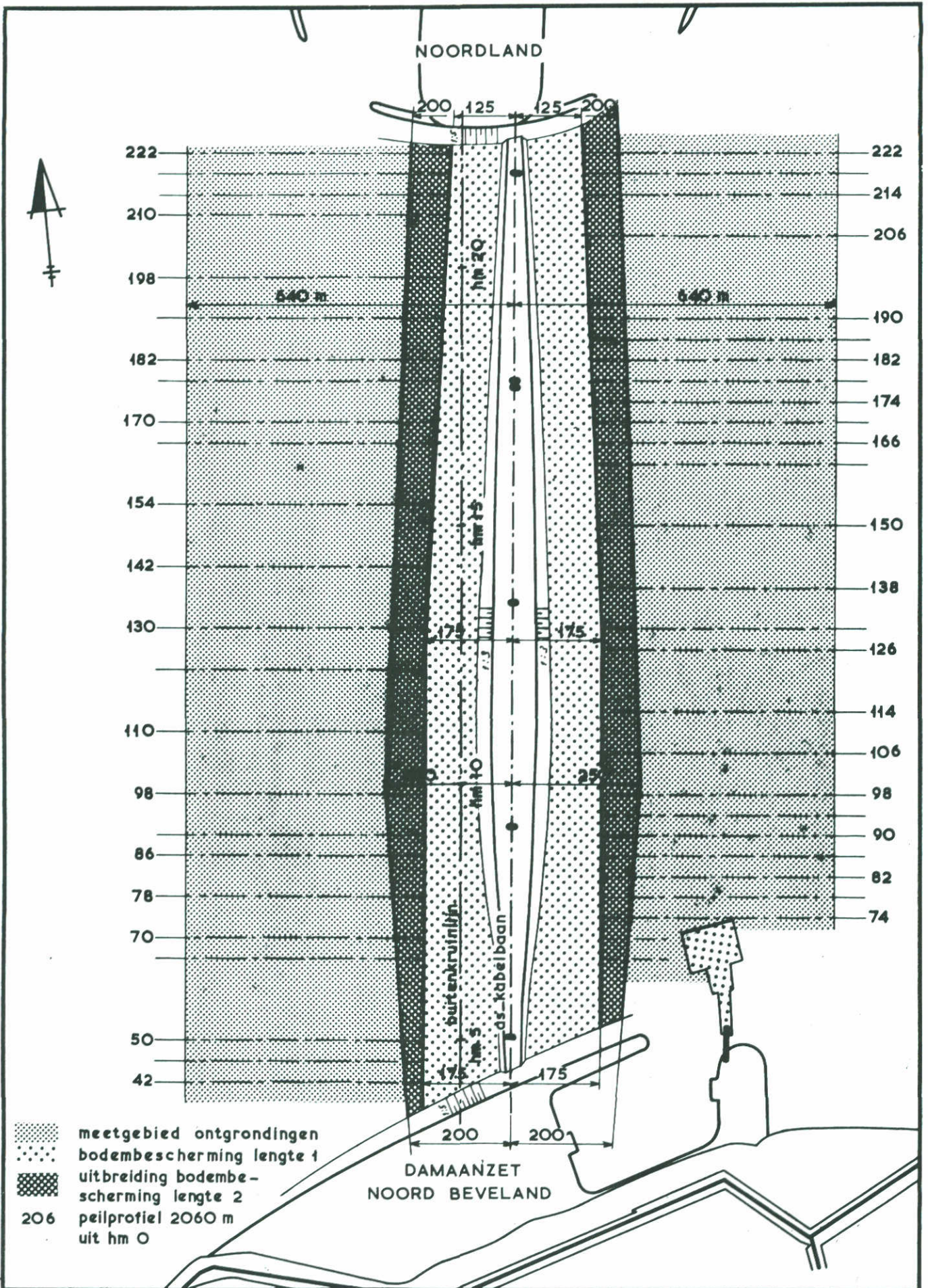
DWARSPROFIELEN EIND BODEMVERDEDIGING
 EN REDUCTIETRANSPORTEN

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 5^c



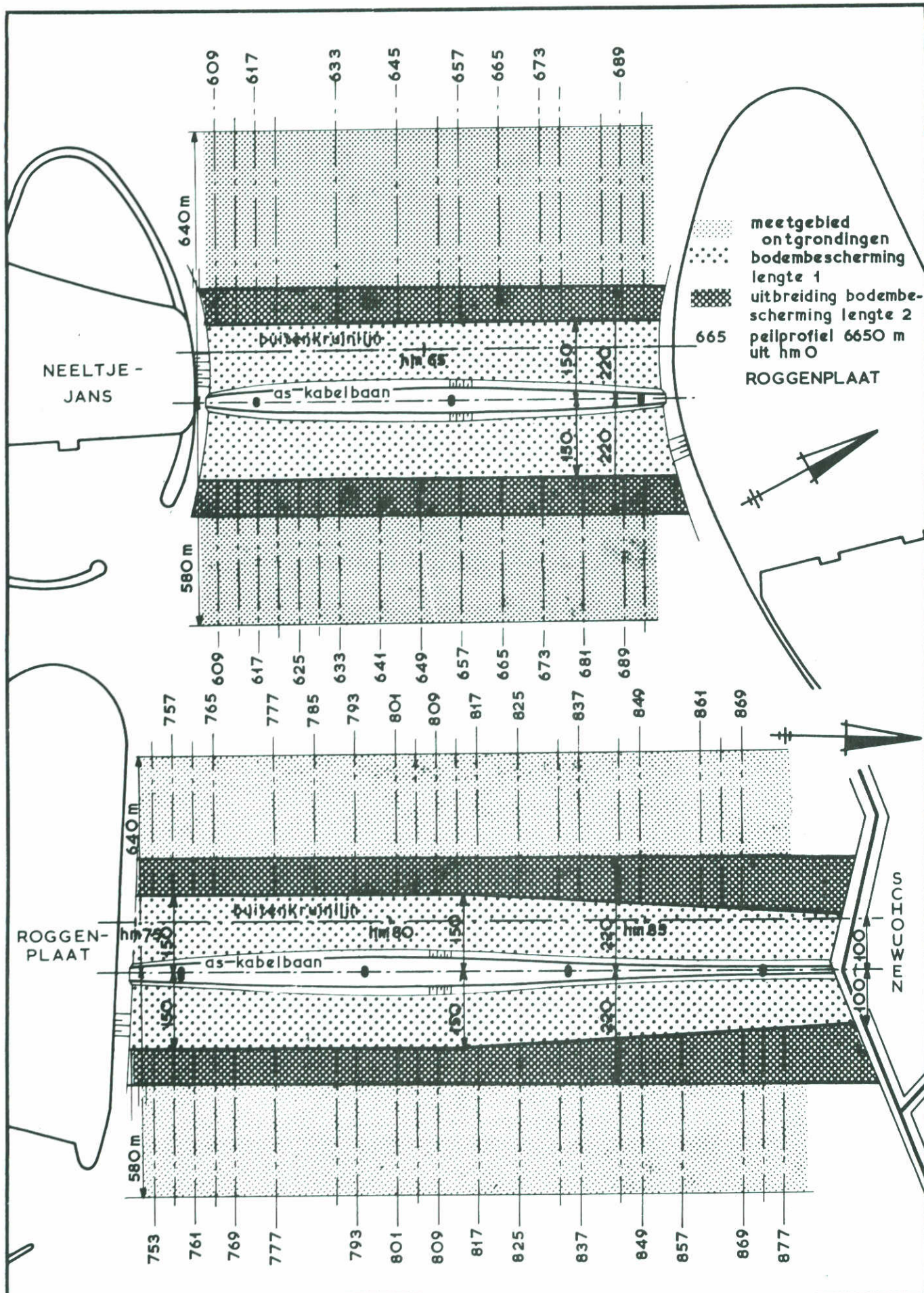
OVERZICHT VAN HET MEETGEBIED
ROOMPOT

SCHAAL 1:10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 6^a



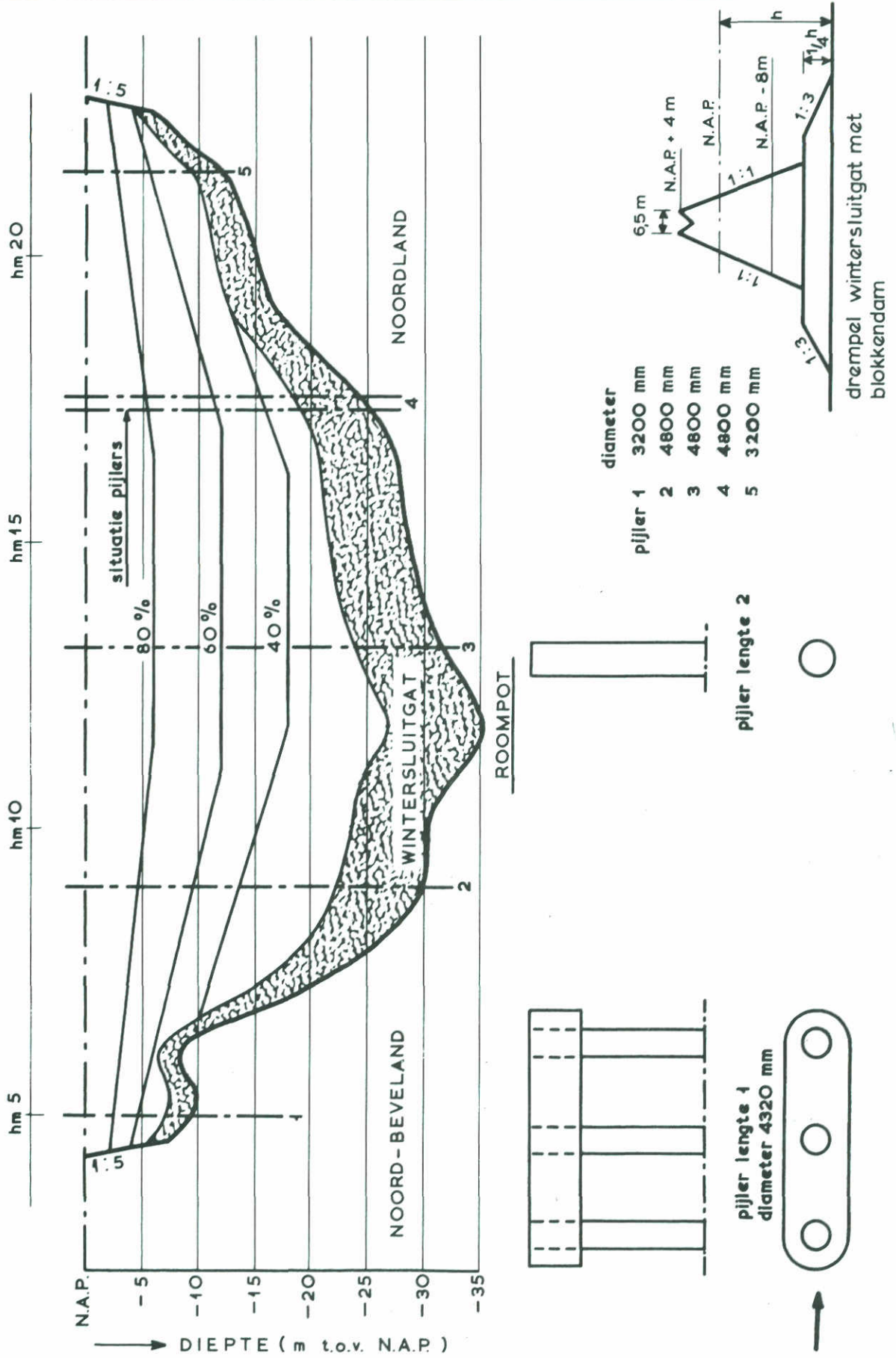
OVERZICHT VAN HET MEETGEBIED
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; HAMMEN

SCHAAL 1 : 10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 6^{bc}



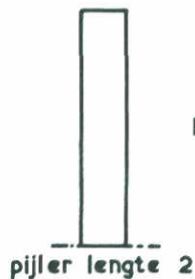
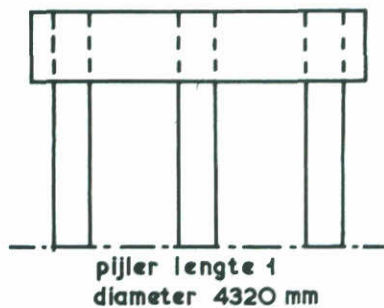
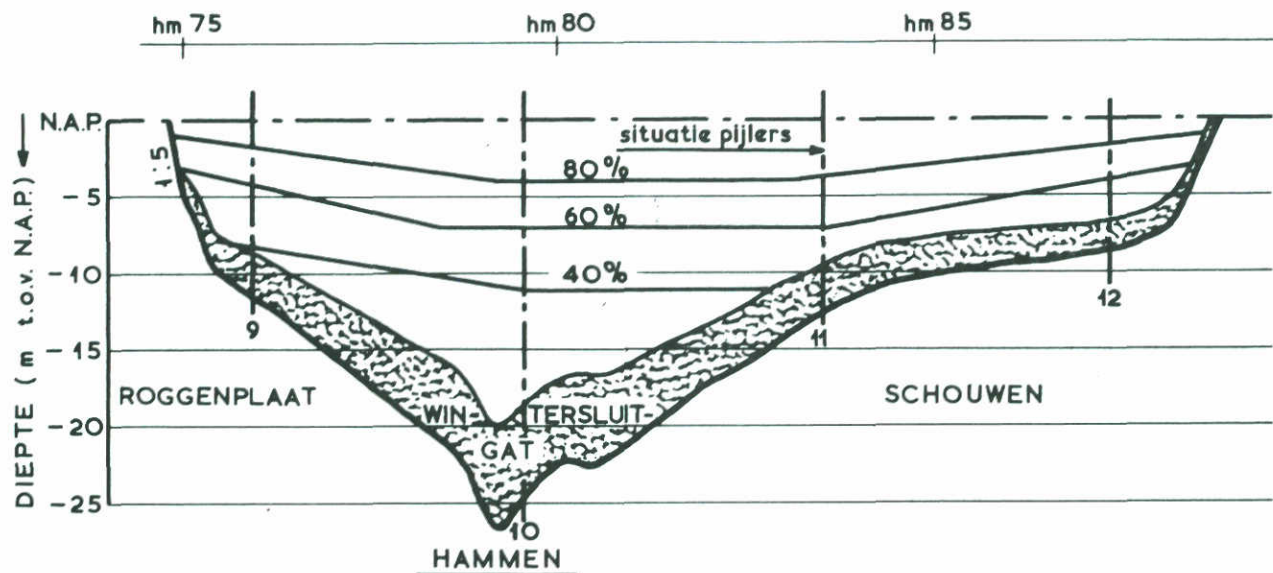
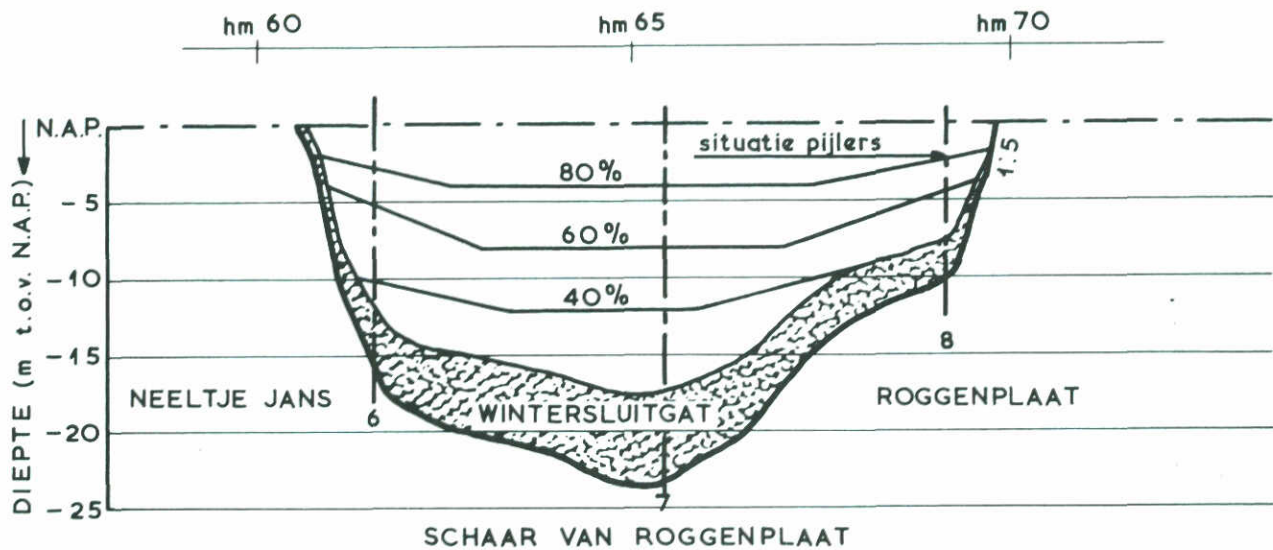
DREMPEL EN OPBOUWFASEN
ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

SCHAAL: hor. 1: 40.000
vert. 1: 500

M 1001

FIG. 7^a



	diameter	diameter	
pijler 6	3600 mm	pijler 9	3040 mm
7	4000 mm	10	4000 mm
8	3040 mm	11	3600 mm
		12	3040 mm



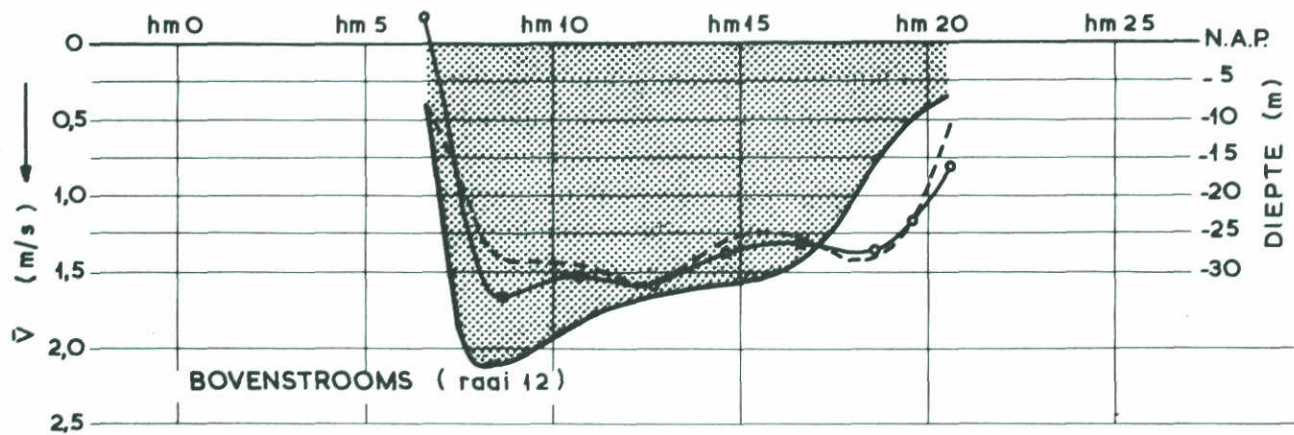
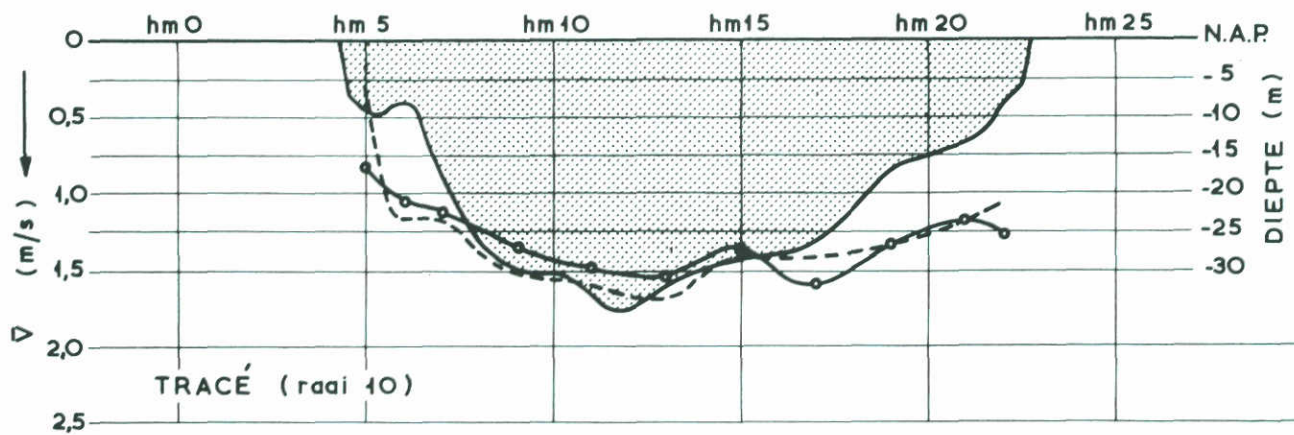
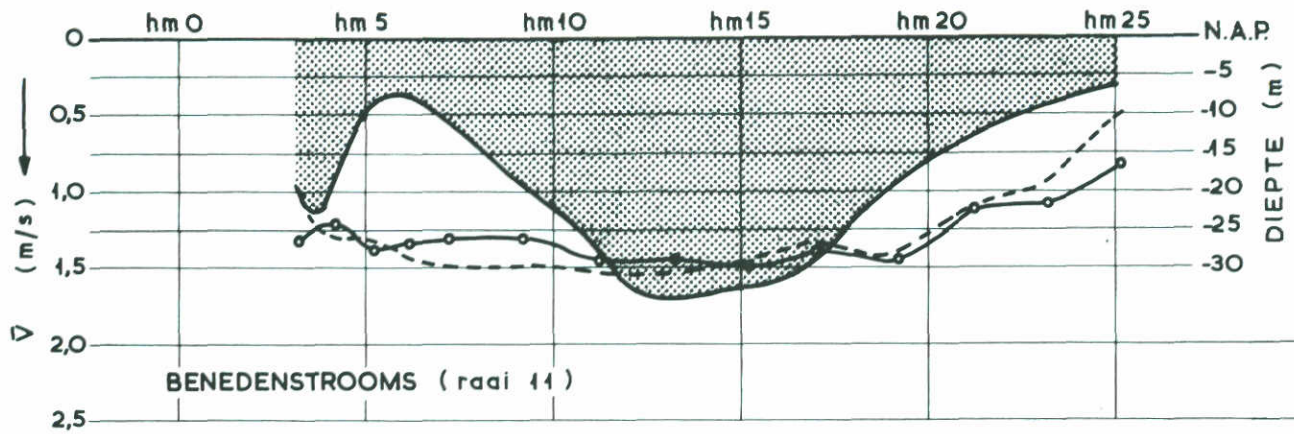
DREMPEL EN OPBOUWFASEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; HAMMEN

SCHAAL: hor. 1 : 10.000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 7^{bc}



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001
- ▨ doorstroomprofiel

„JK“ PROEVEN REDUCTIE
(kaal sluitgat)

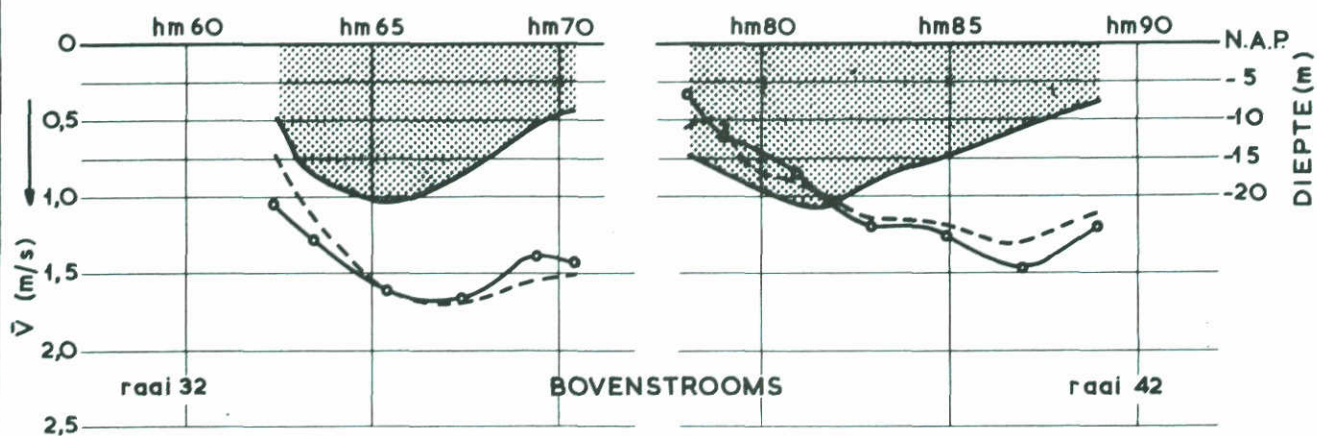
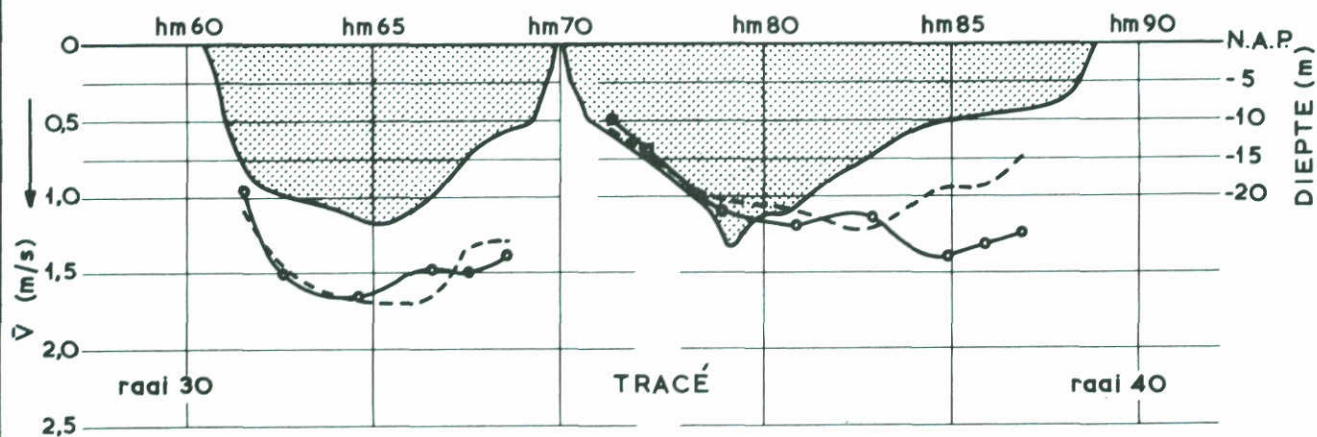
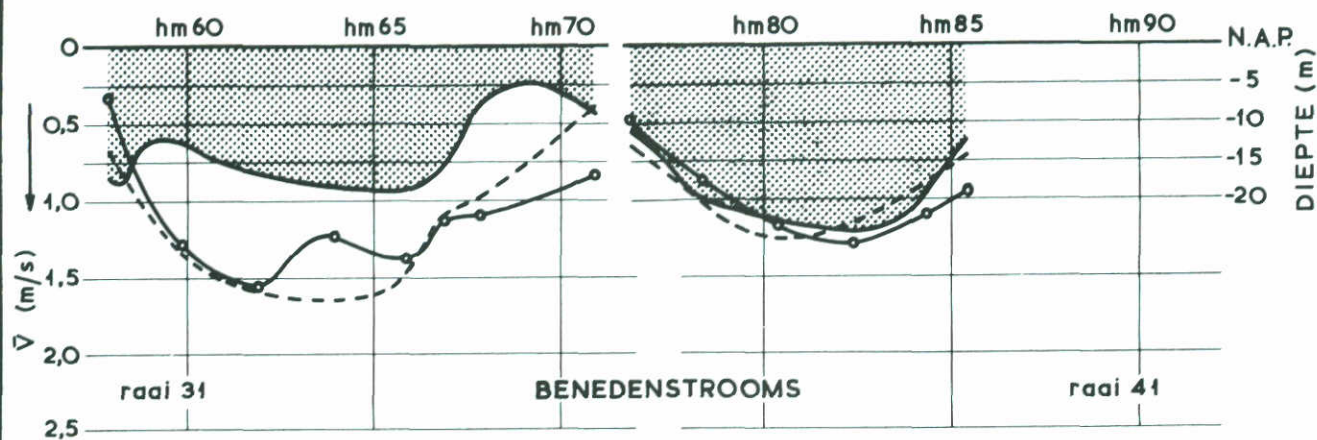
SNELHEIDSVERDELING IN 3 JKRAAIEN
ROOMPOT

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 8^a



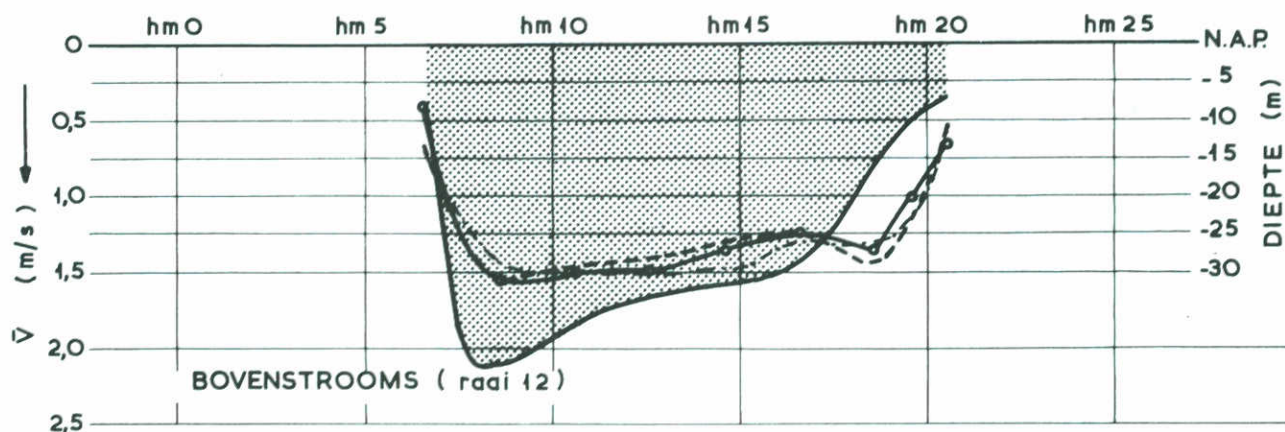
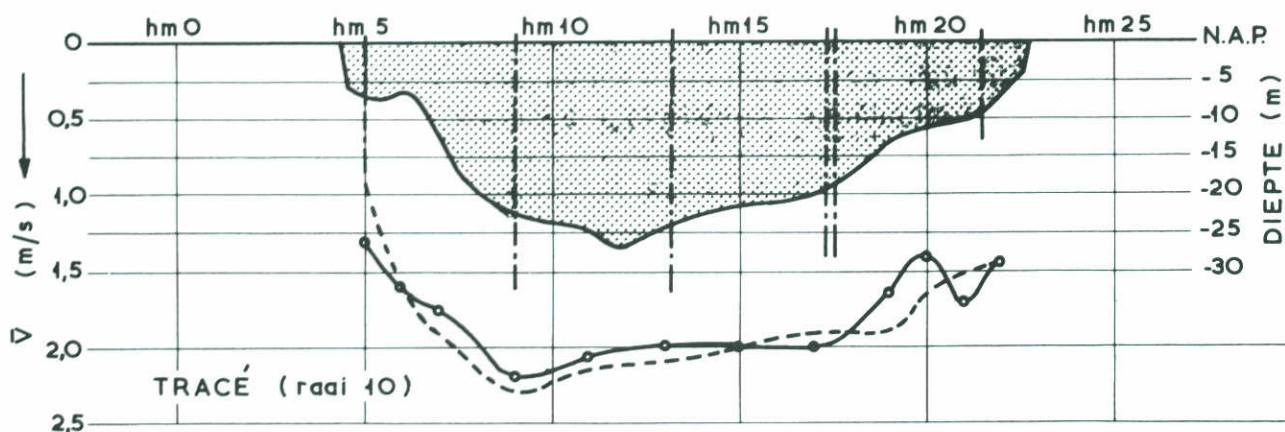
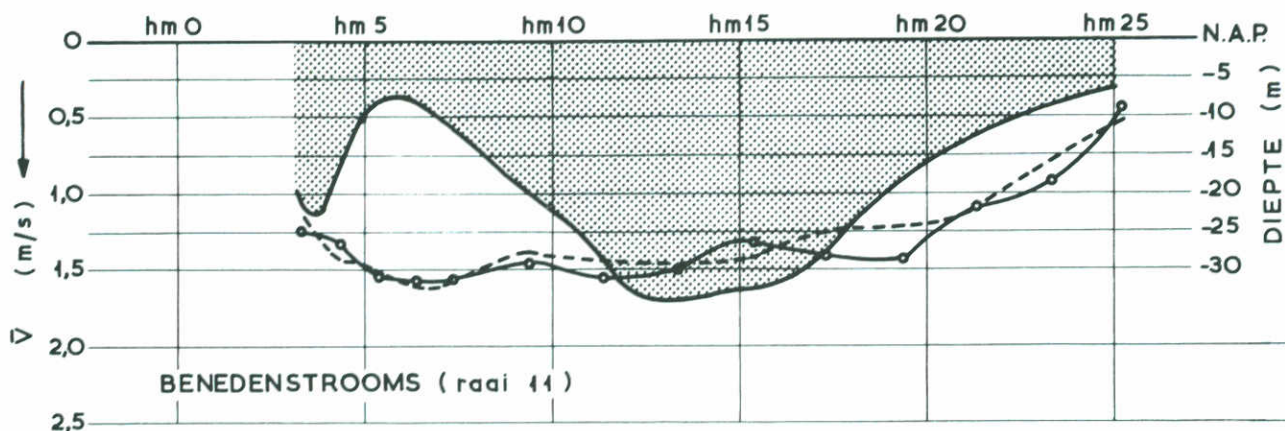
- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001
- ▨ doorstroomprofiel

„JK” PROEVEN REDUCTIE

(kaal sluitgat)

**SNELHEIDSVERDELING IN 3 JKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN**

EB



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- · - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

WINTERSLUITGAT

(25% vernauwd)

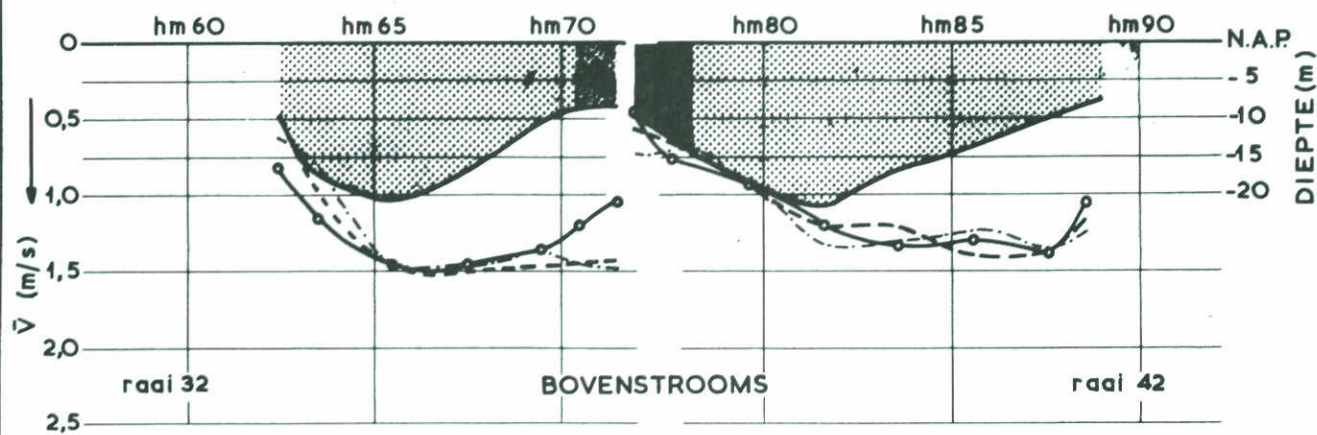
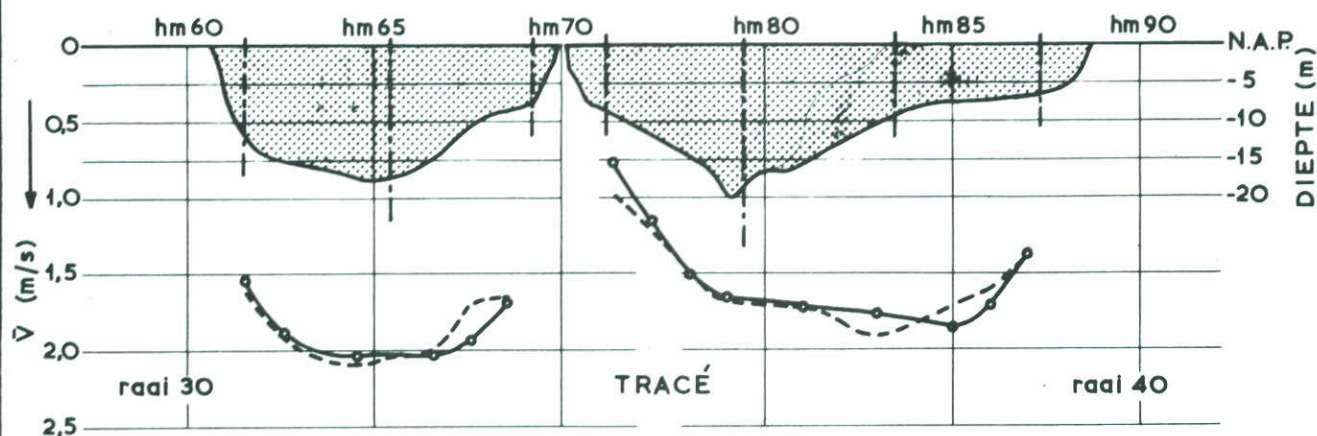
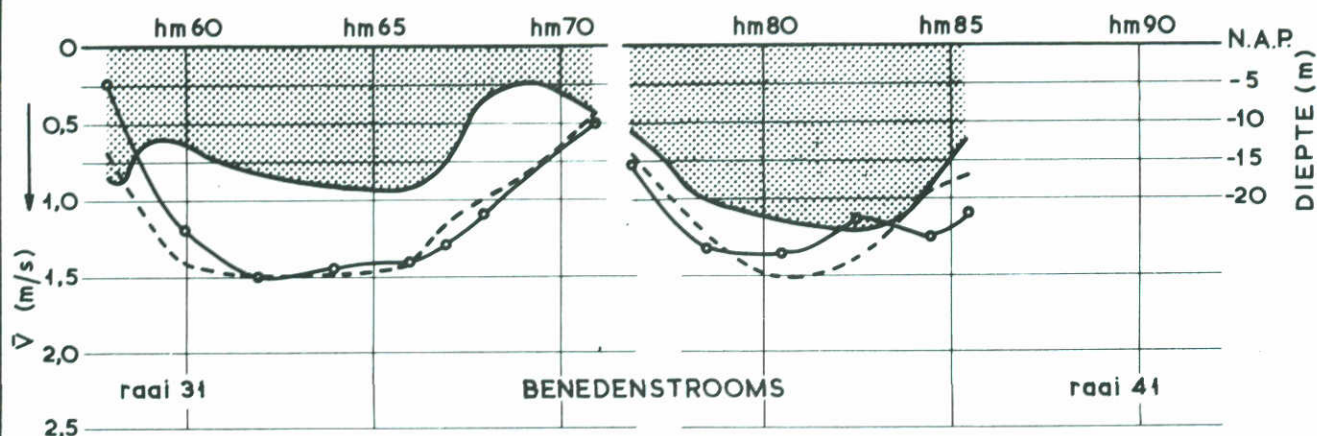
SNELHEIDSVERDELING IN 3 UKRAAIEN
ROOMPOT

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 9^a



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

WINTERSLUITGAT

(25% vernauwd)

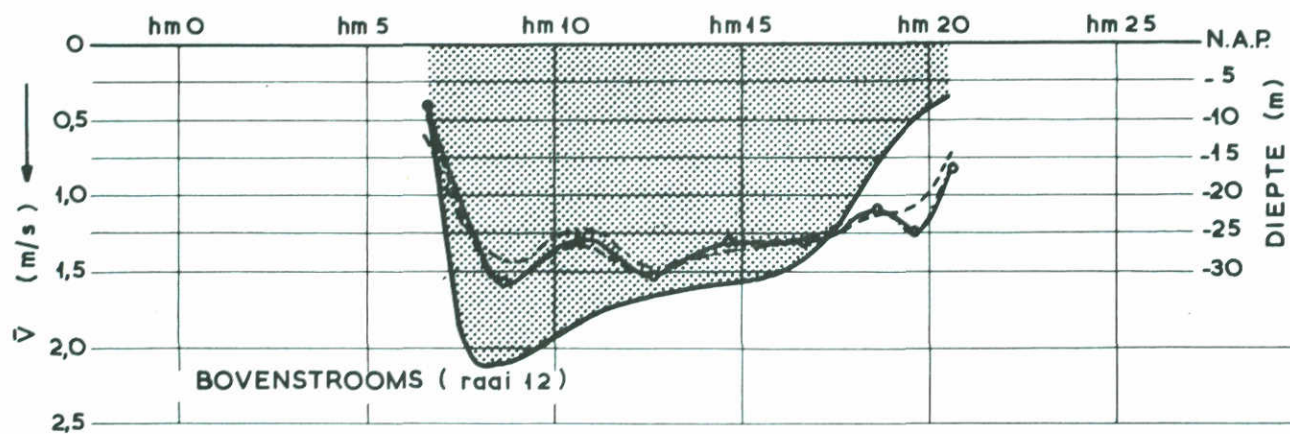
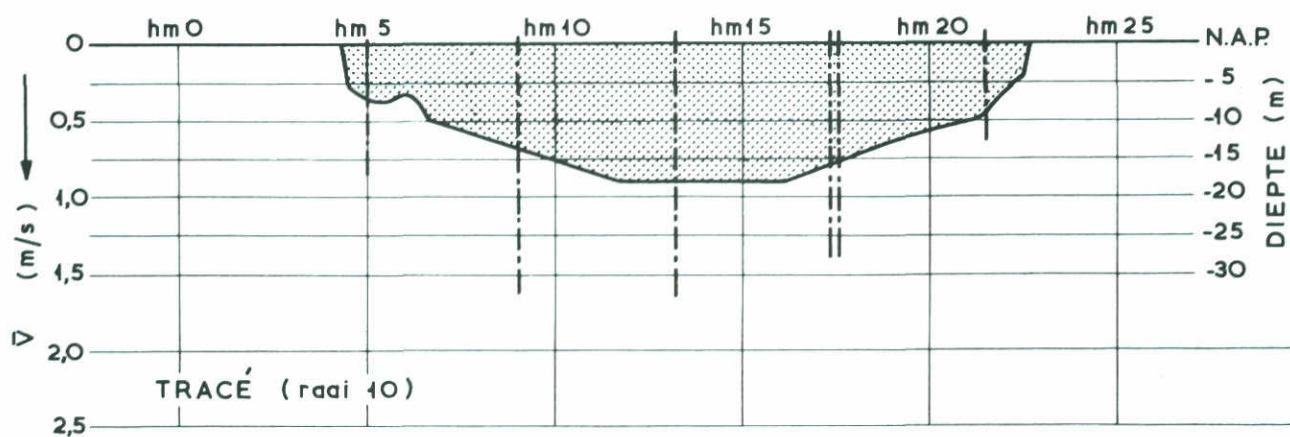
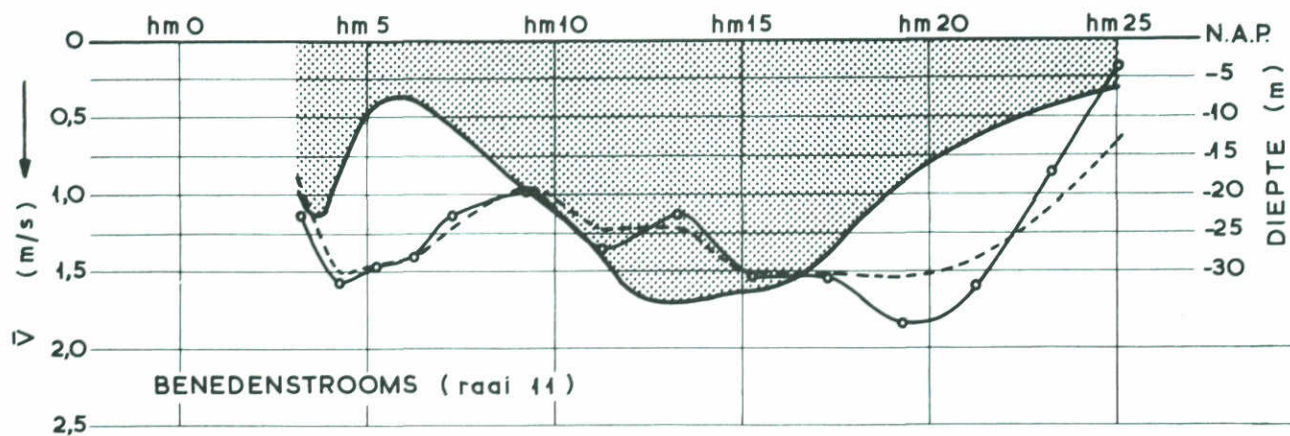
**SNELHEIDSVERDELING IN 3 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN**

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 9^{bc}



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

40 % VERNAUWD

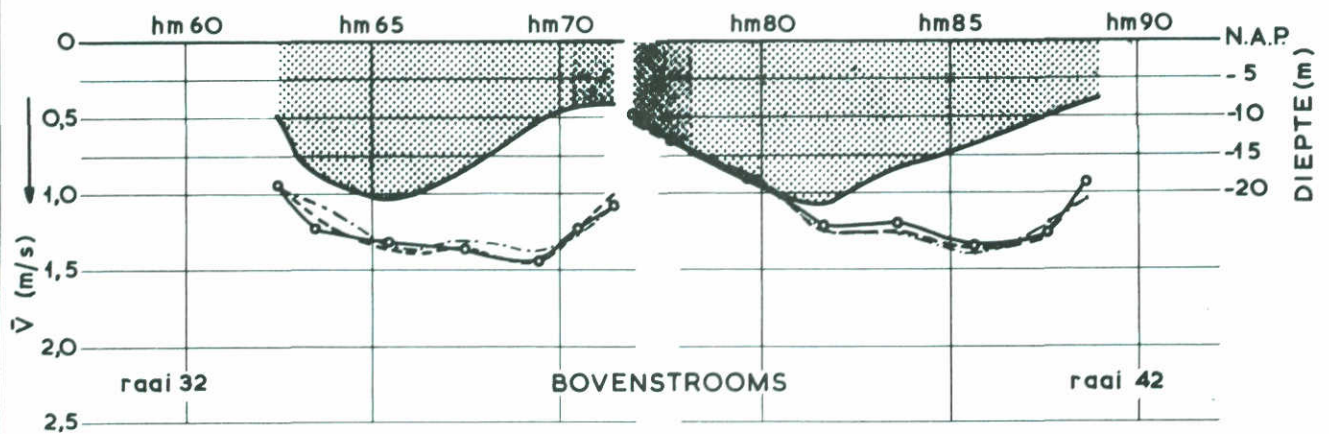
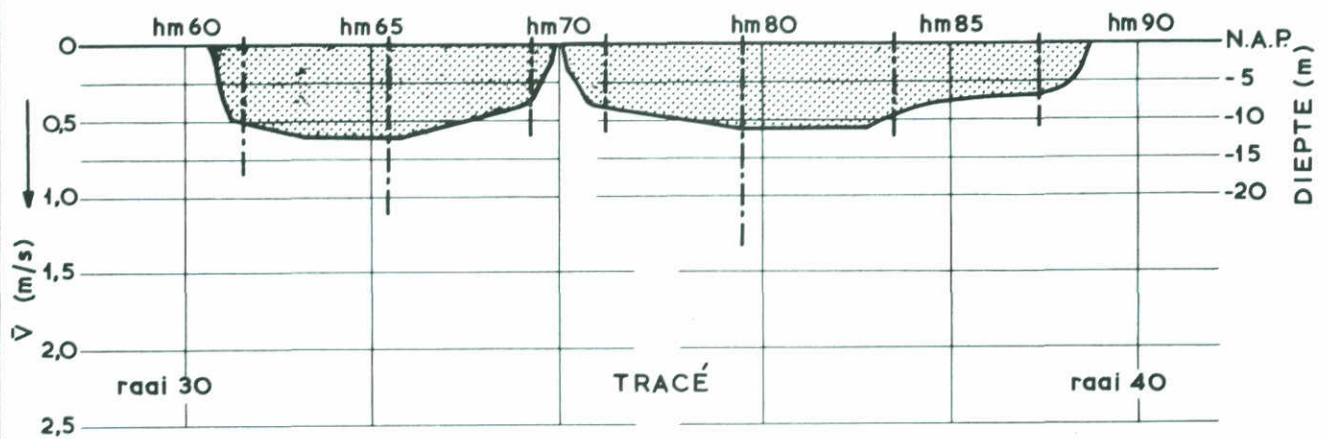
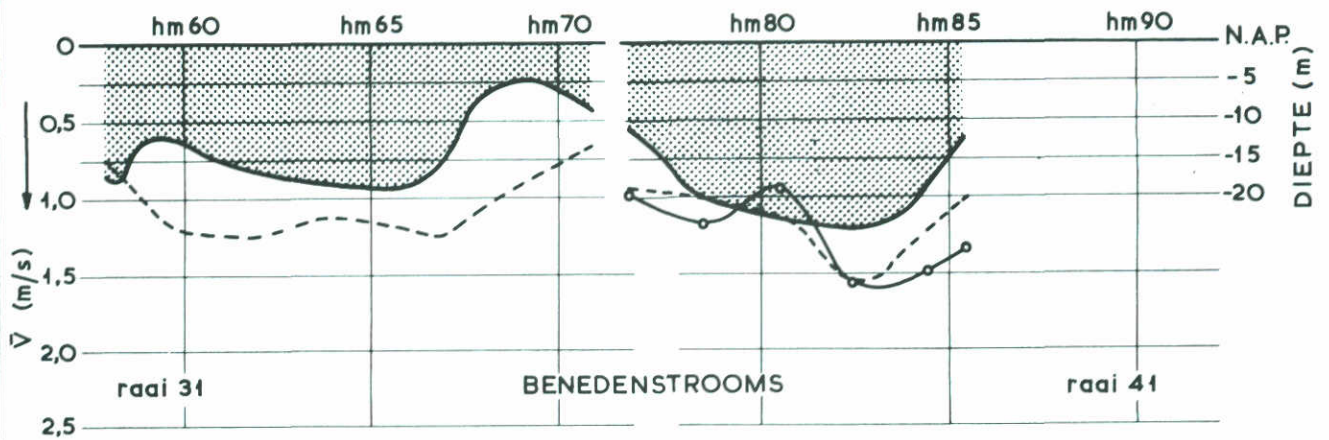
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
ROOMPOT

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 10^a



—○— stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
 - - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
 - - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
 [shaded box] doorstroomprofiel

40 % VERNAUWD

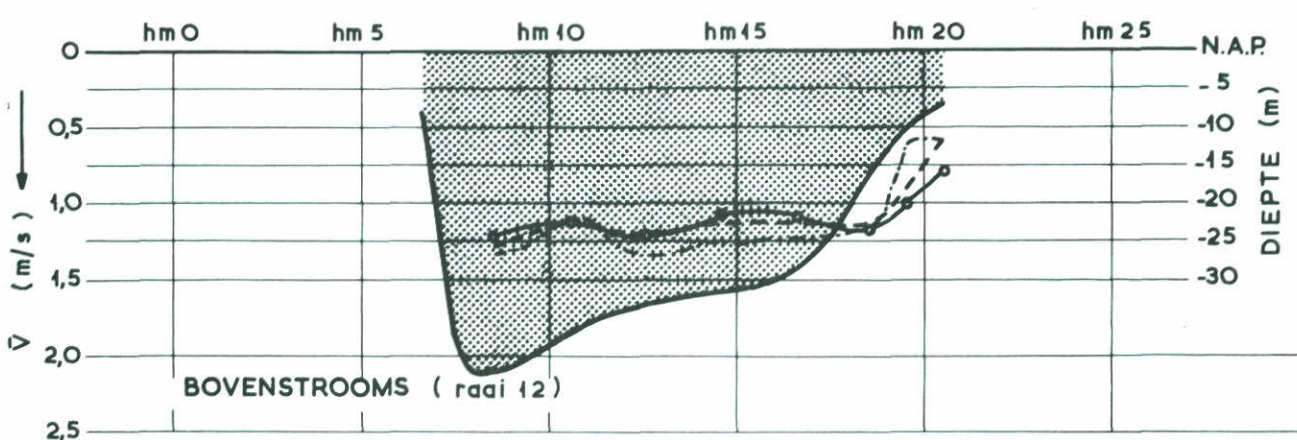
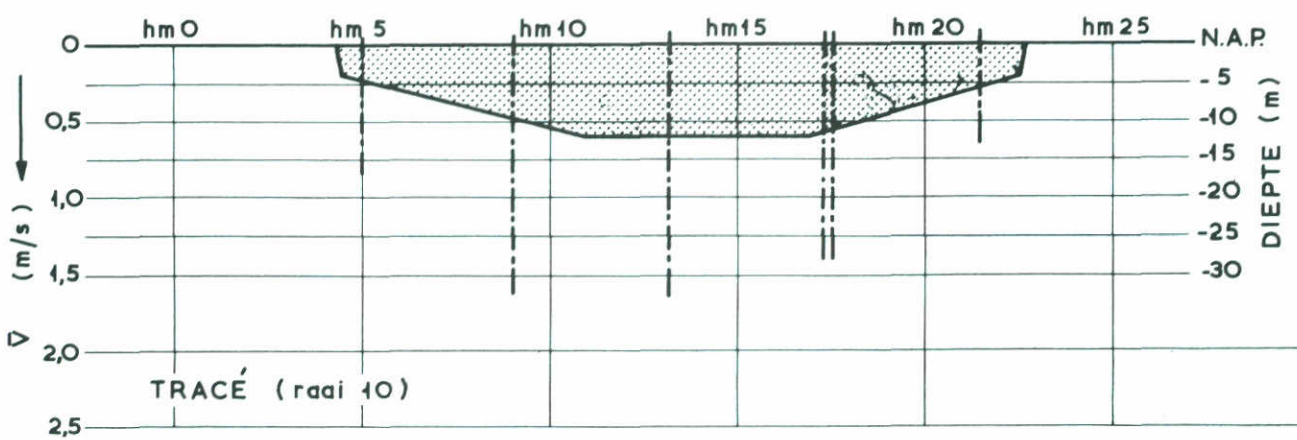
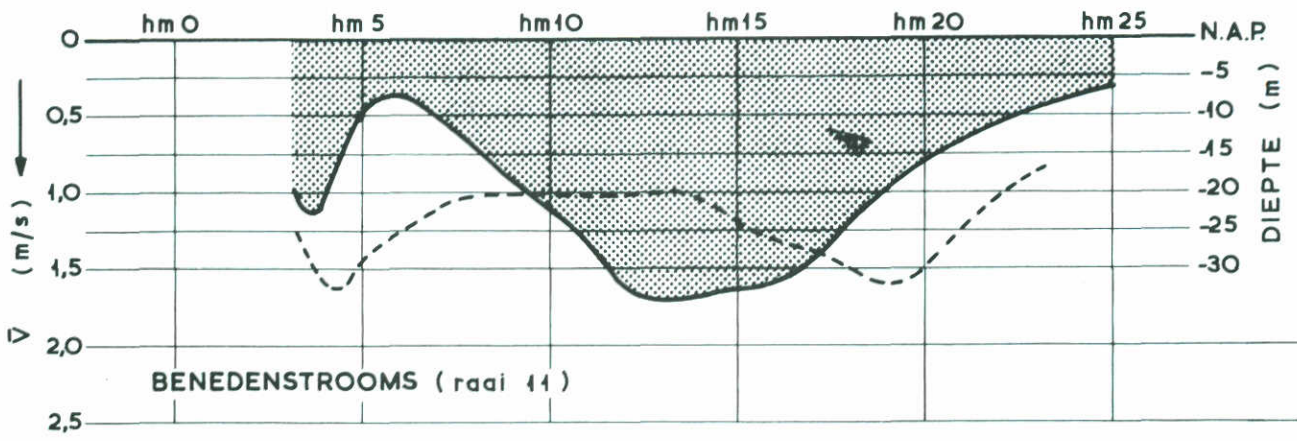
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
 SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

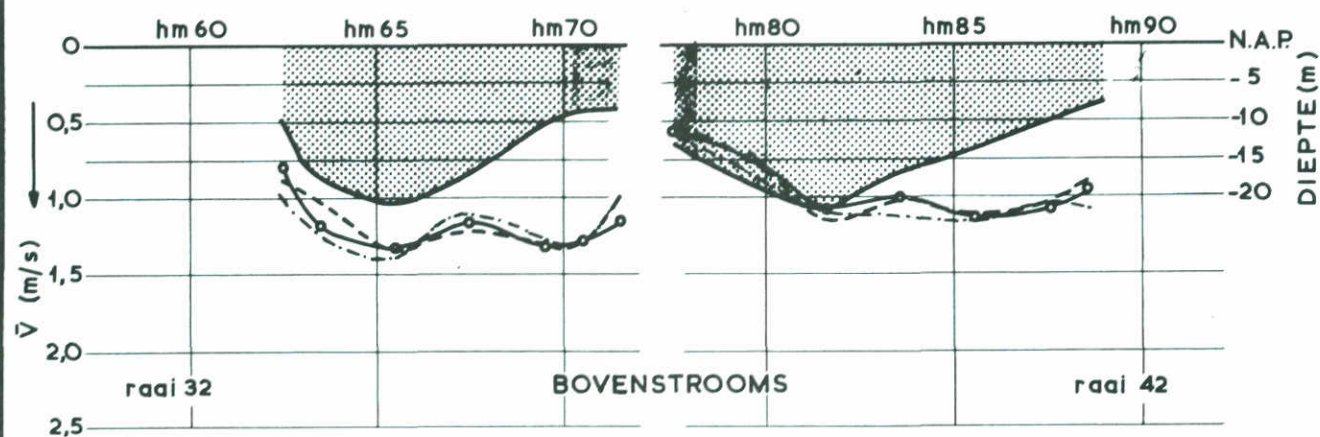
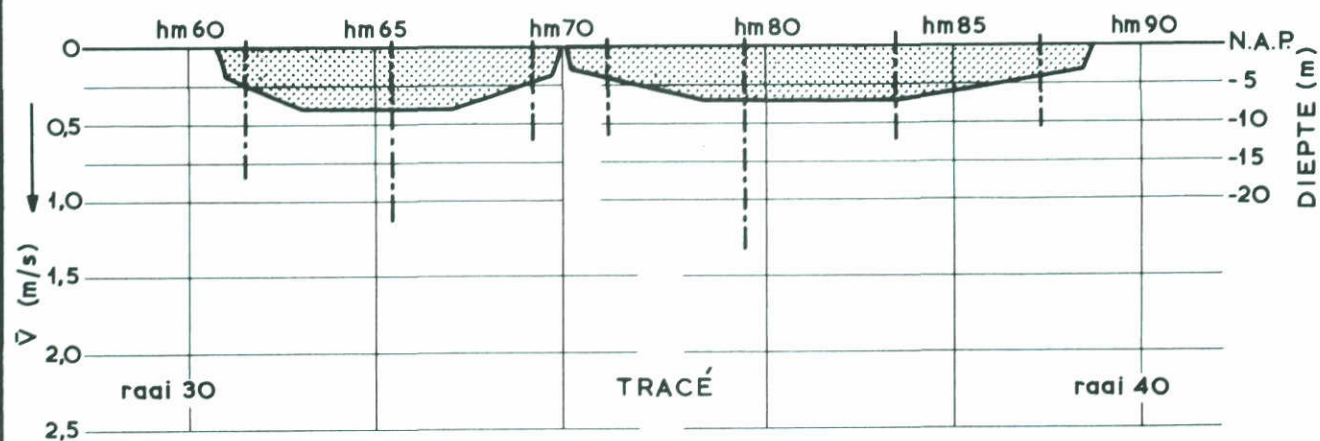
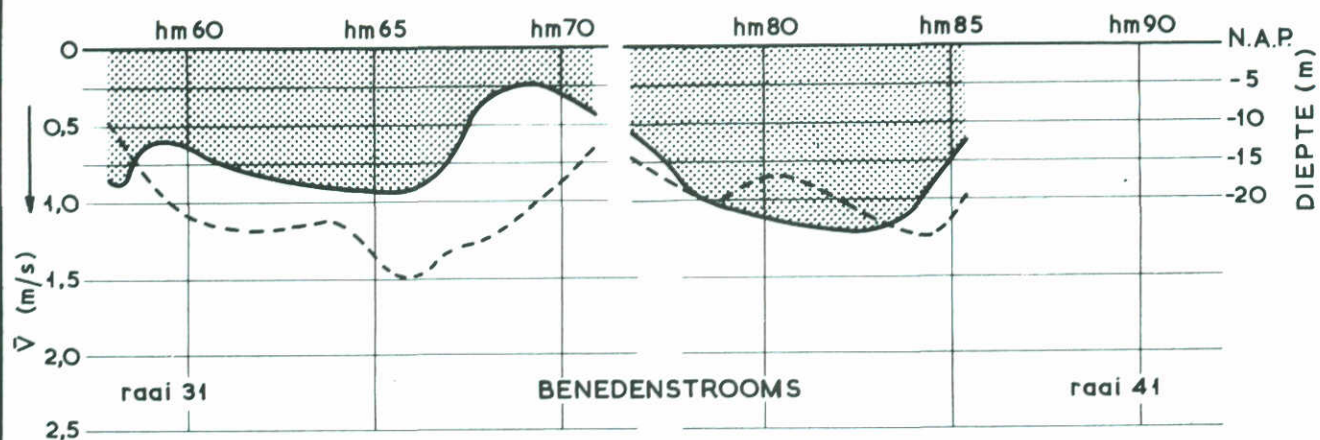
FIG. 10^{bc}



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1004 lengte 1 (vertikalen)
- · - · - stroomsnelheden M.1004 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

60 % VERNAUWD

SNELHEIDSVERDELING IN 2 JKRAAIEN ROOMPOT	EB
	WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
M 1001	FIG. 11 ^a



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- · · stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

60 % VERNAUWD

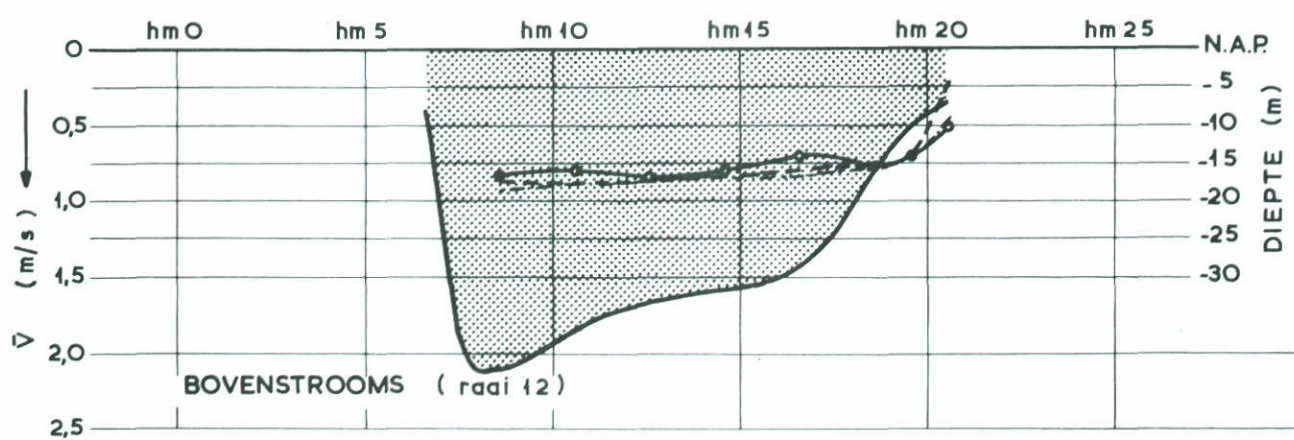
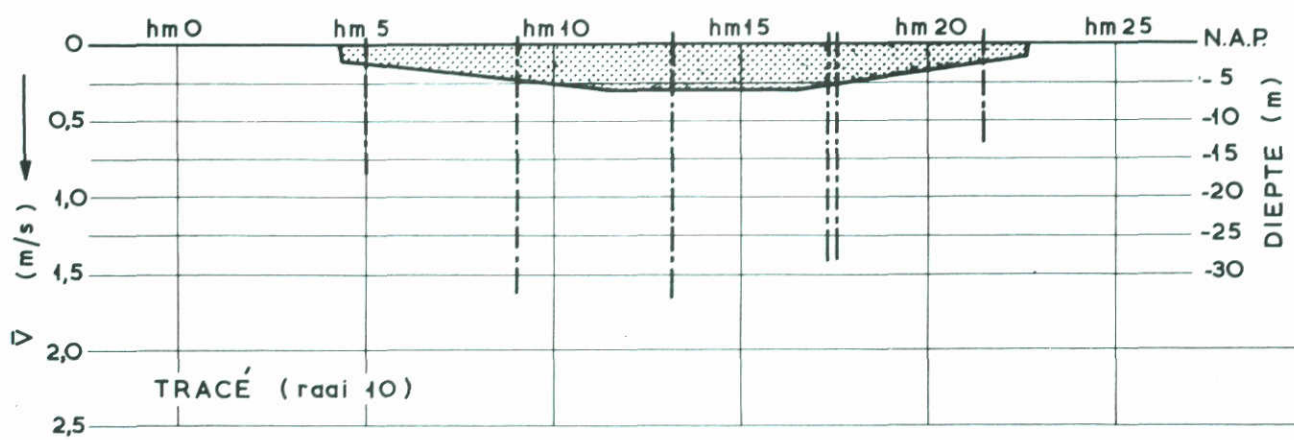
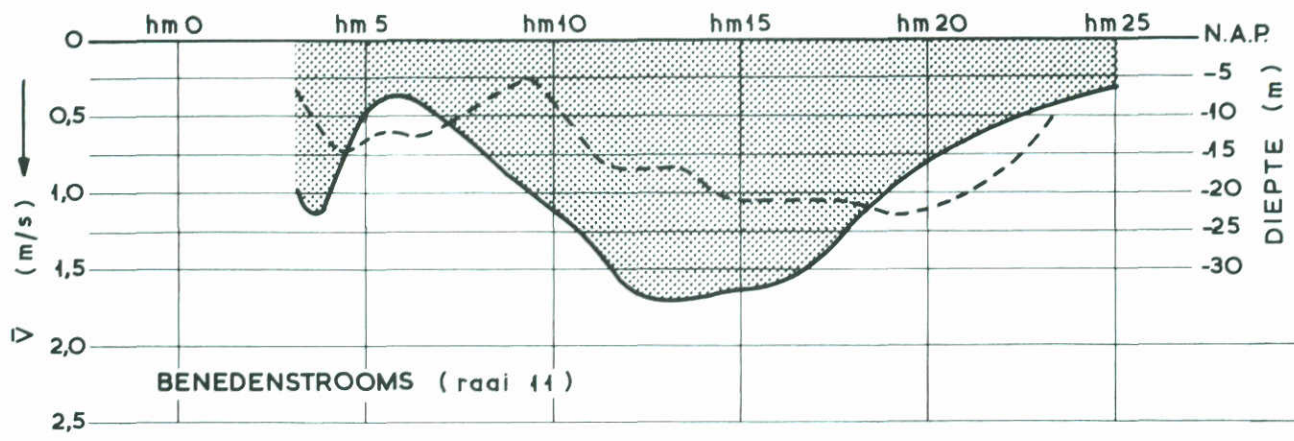
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

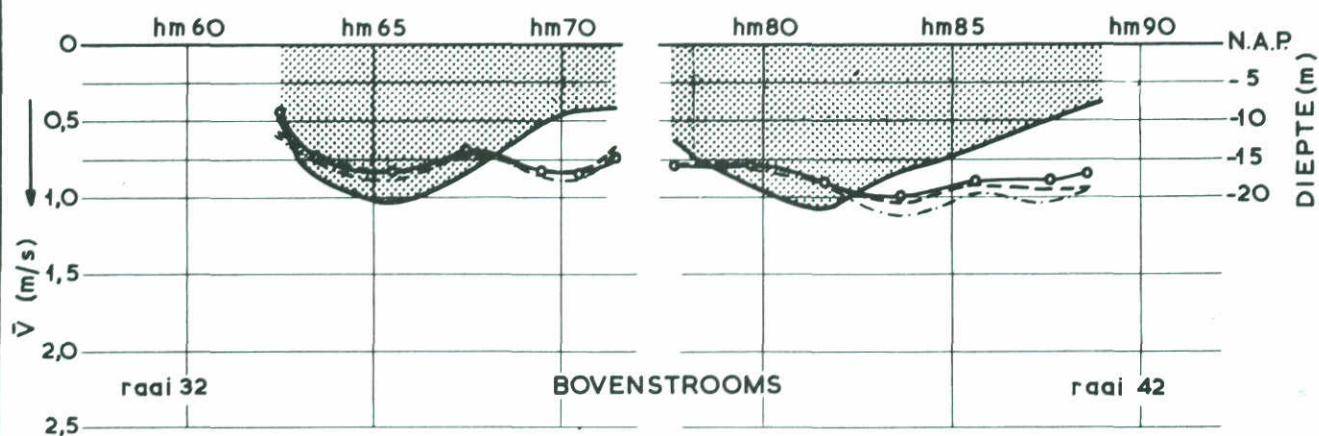
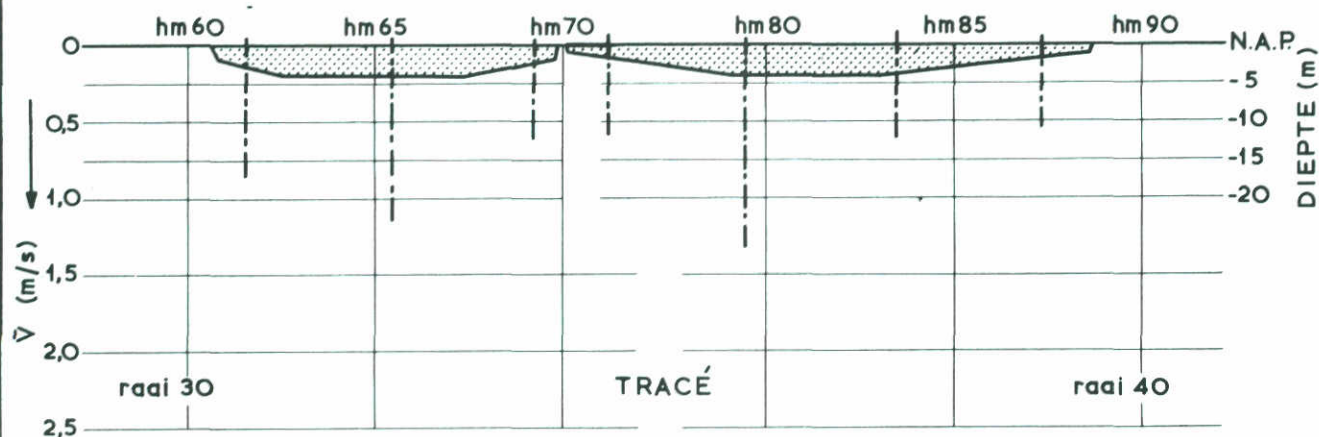
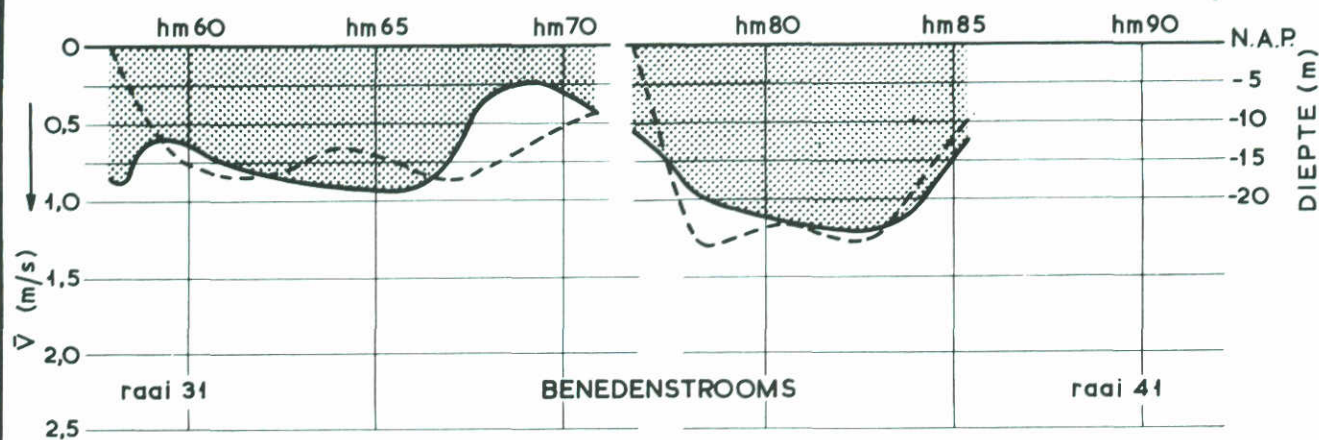
FIG. 11^{bc}



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- · · stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

80 % VERNAUWD

SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN ROOMPOT	EB
	WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
M 1001	FIG. 12 ^a



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

80 % VERNAUWD

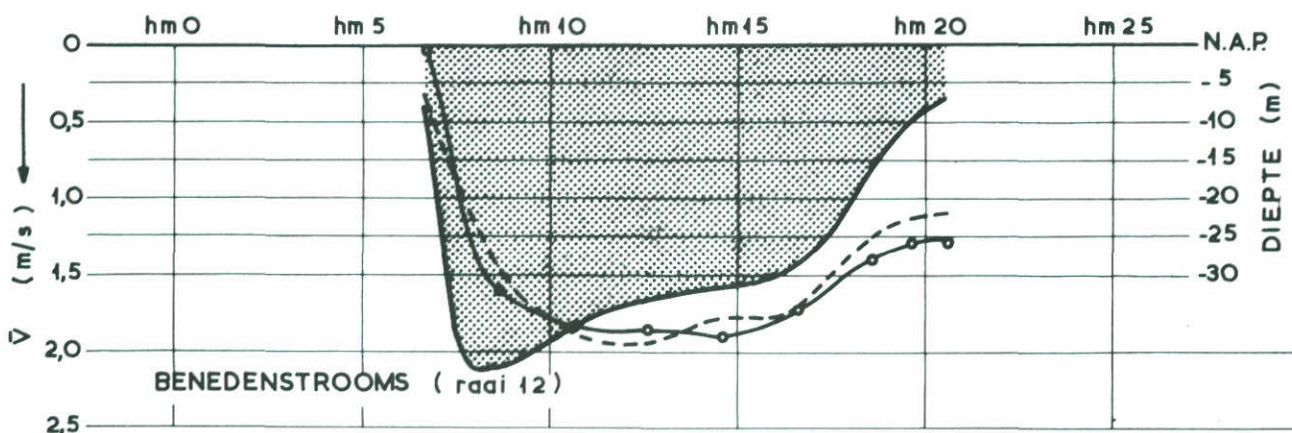
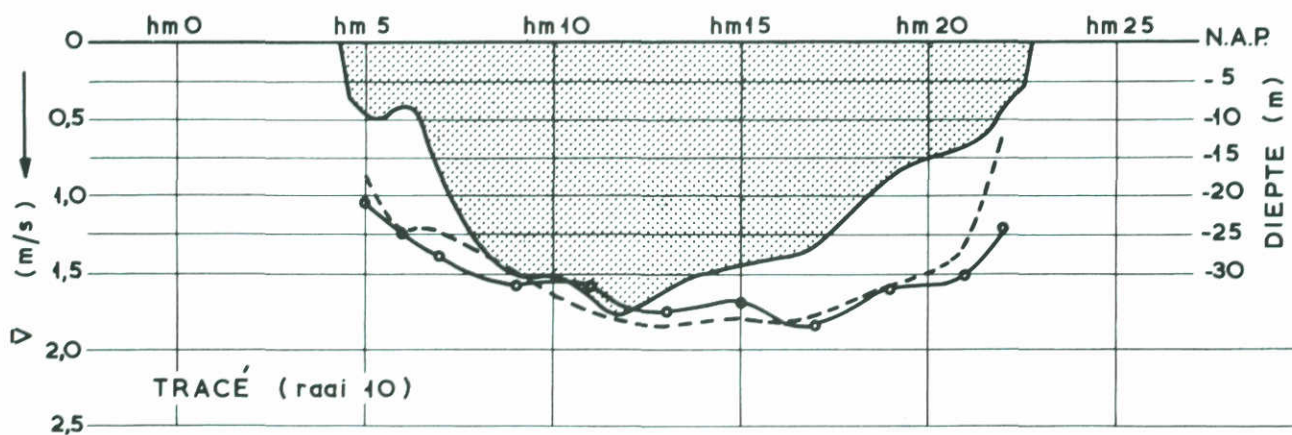
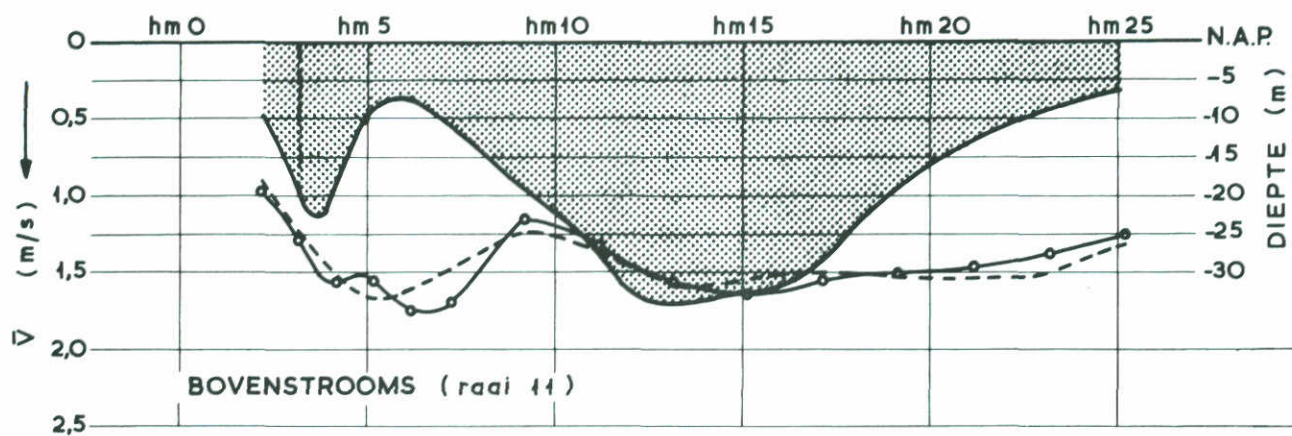
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

EB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 12^{bc}

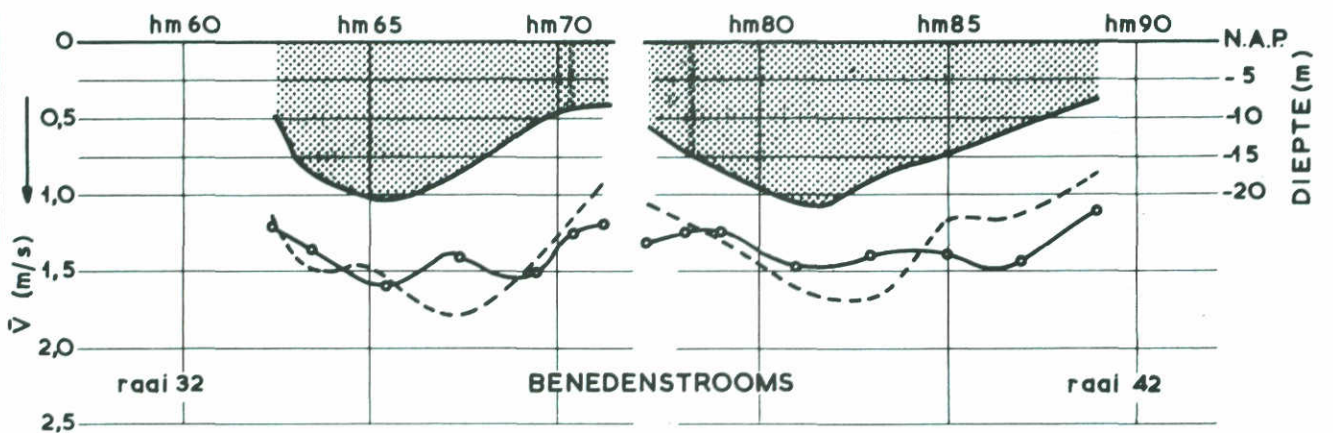
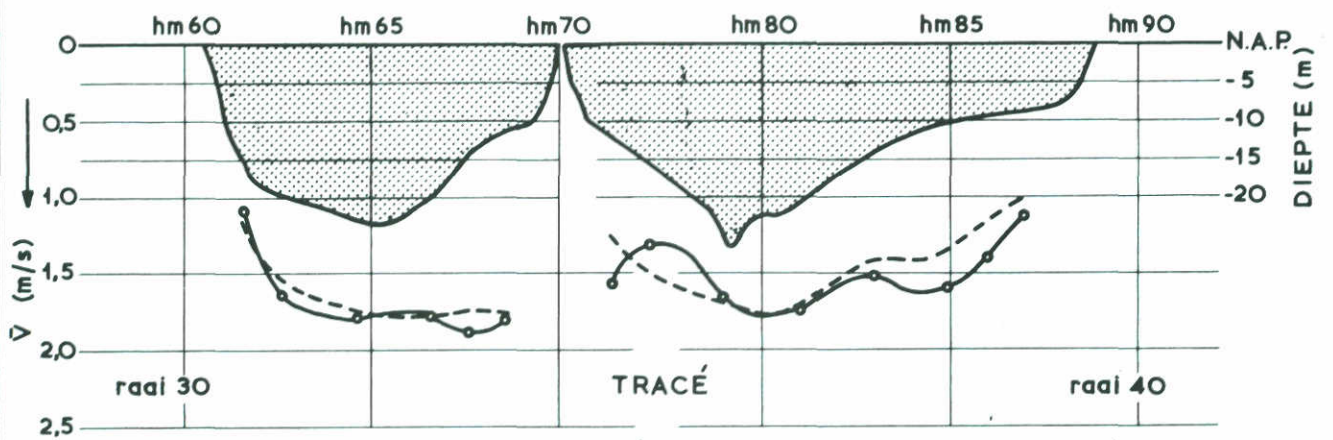
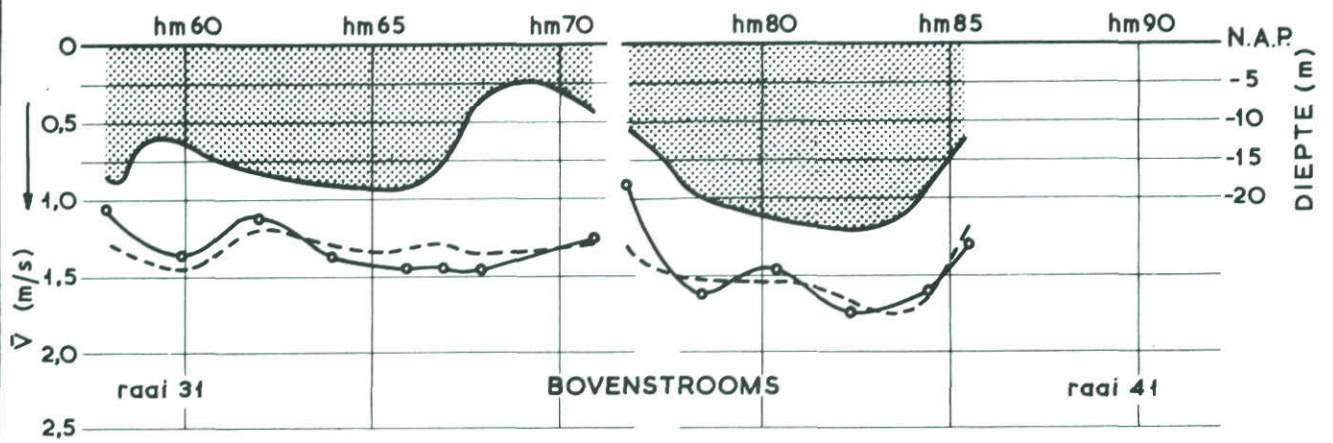


- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - - - stroomsnelheden M.1001
- ▨ doorstroomprofiel

„JK” PROEVEN REDUCTIE
(kaal sluitgat)

SNELHEIDSVERDELING IN 3 JKRAAIEN
ROOMPOT

VLOED



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001
- ▨ doorstroomprofiel

„JK“ PROEVEN REDUCTIE

(kaal sluitgat)

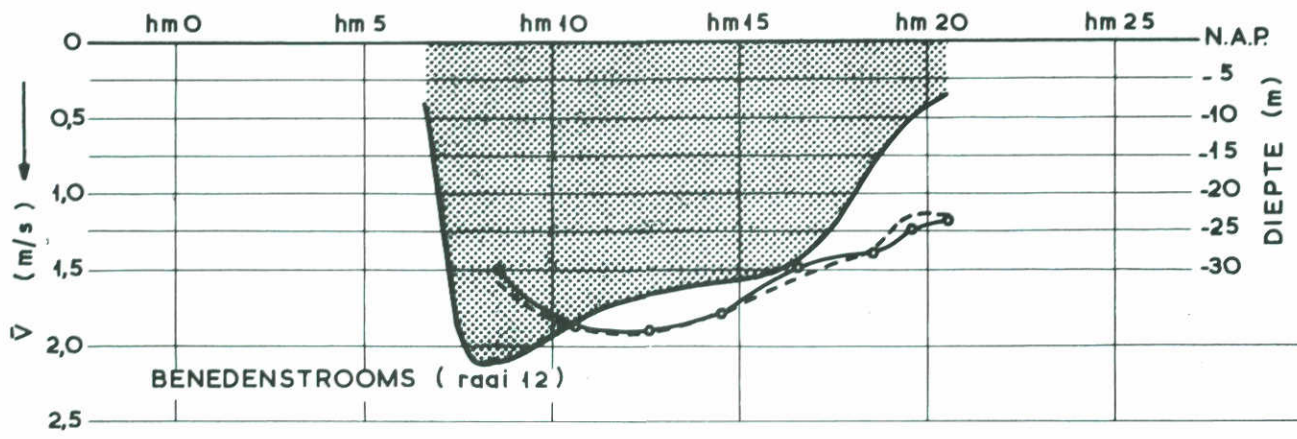
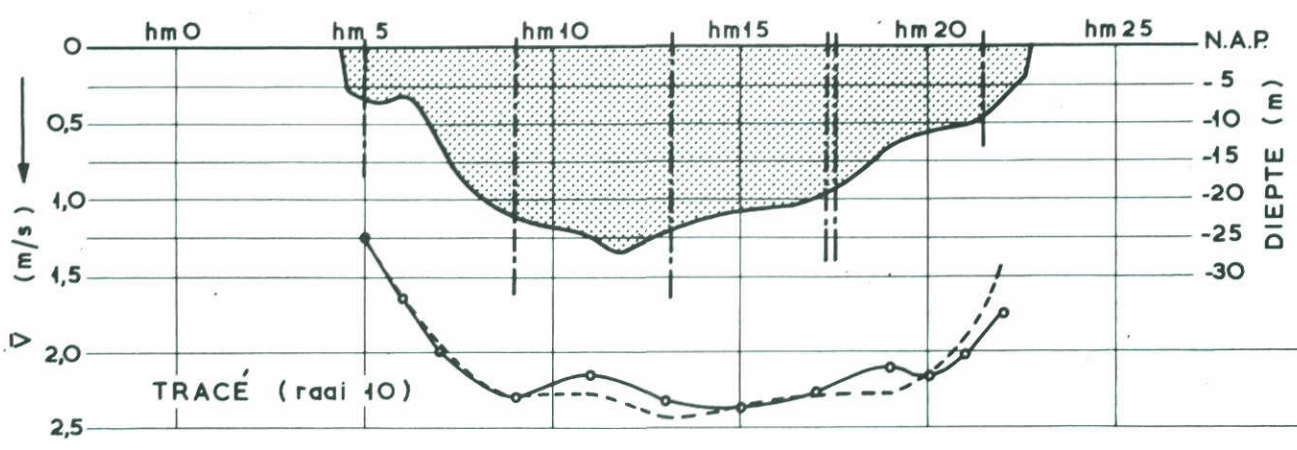
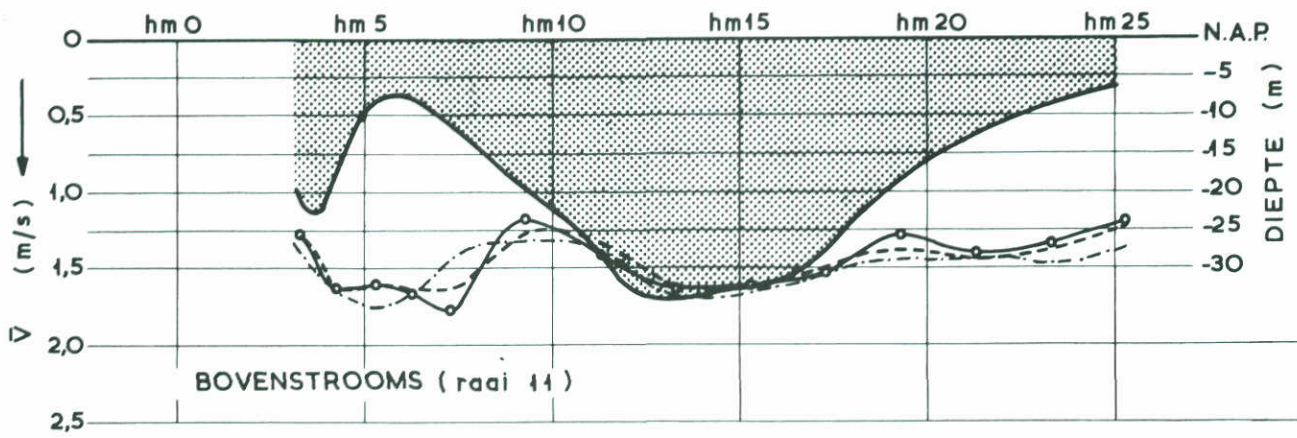
SNELHEIDSVERDELING IN 3 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

VLOED

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 13^{bc}

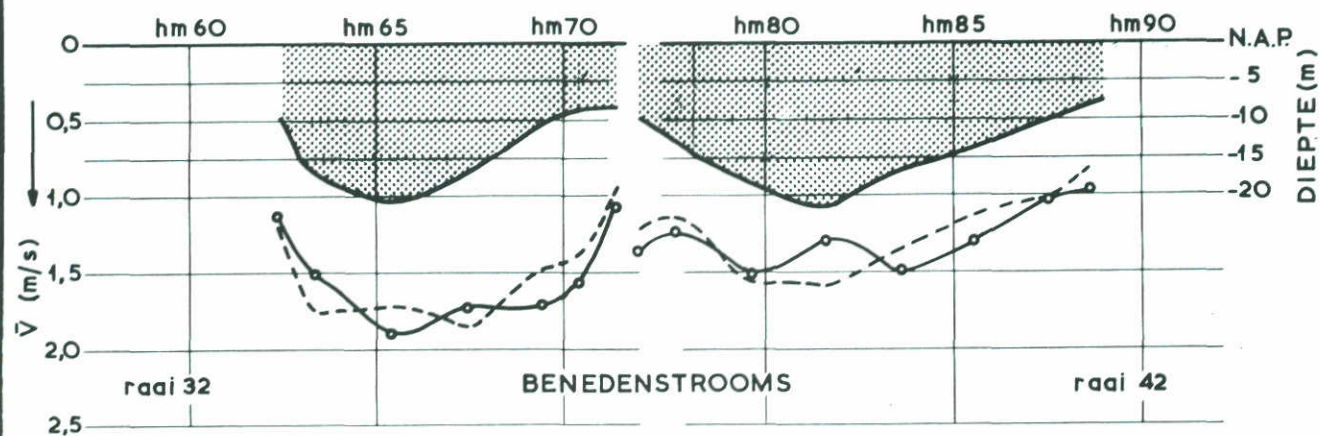
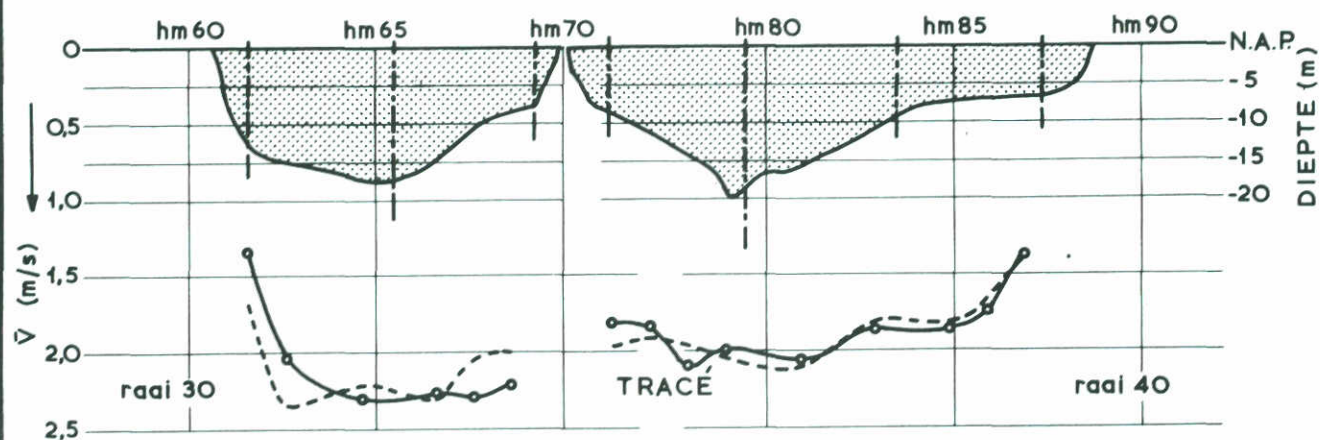
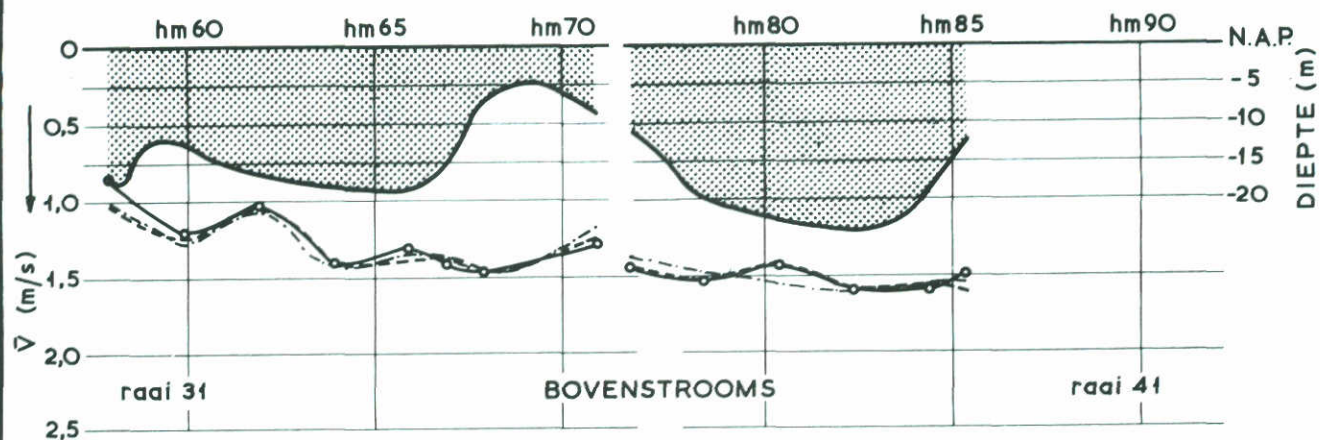


- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- · · stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

WINTERSLUITGAT
(25% vernauwd)

SNELHEIDSVERDELING IN 3 UKRAAIEN
ROOMPOT

VLOED



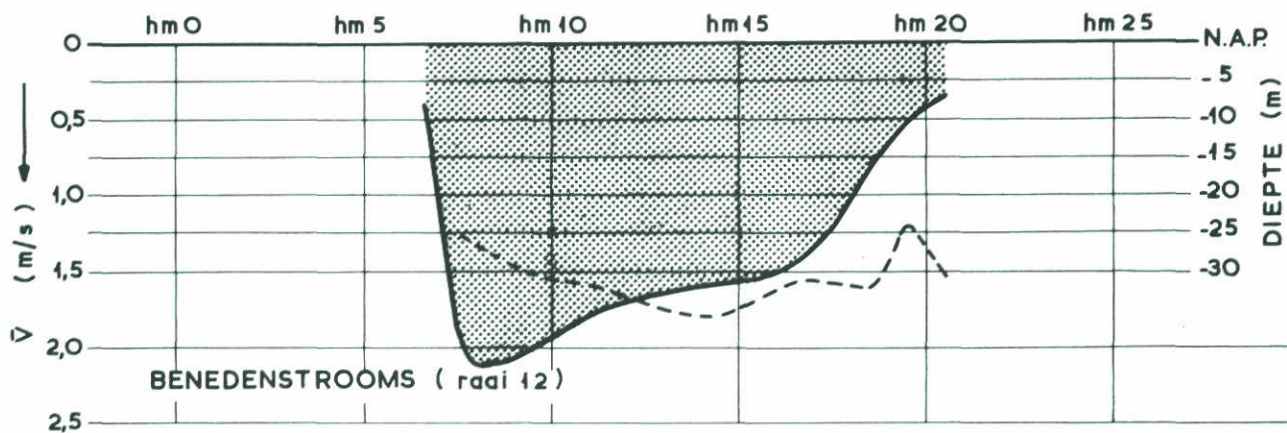
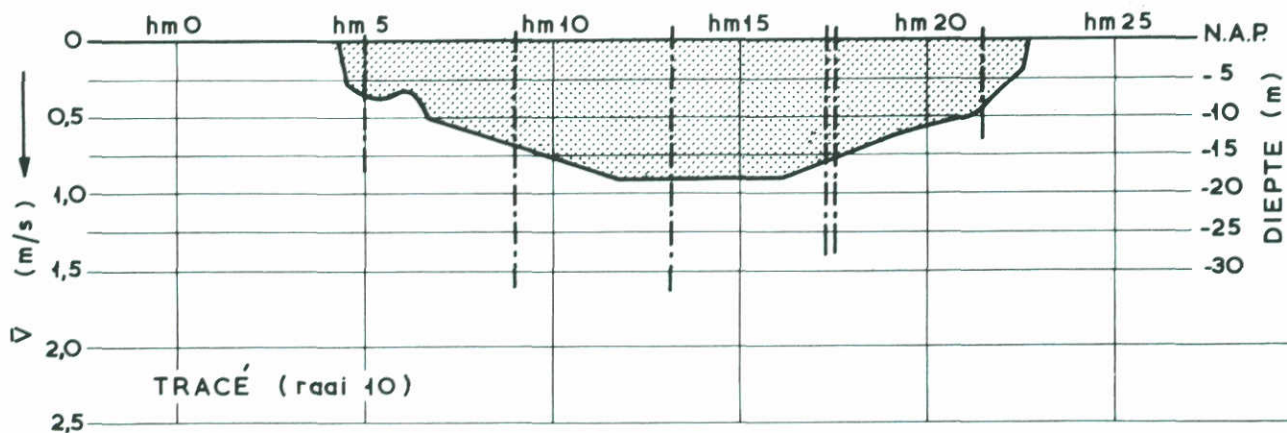
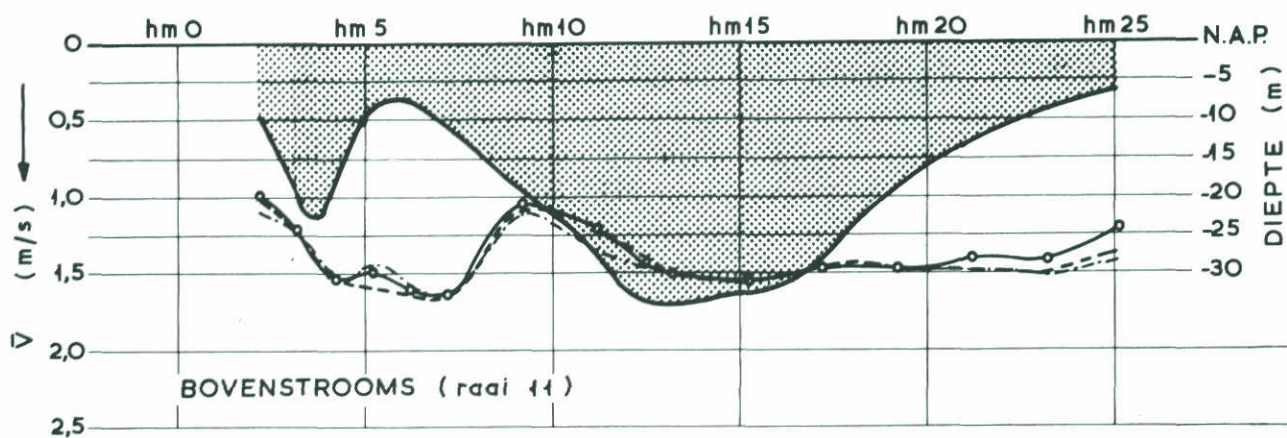
- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1004 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1004 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

WINTERSLUITGAT

(25% vernauwd)

SNELHEIDSVERDELING IN 3 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

VLOED



- stroomsnelheden M. 1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M. 1001 lengte 1 (vertikalen)
- · - · - stroomsnelheden M. 1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

40 % VERNAUWD

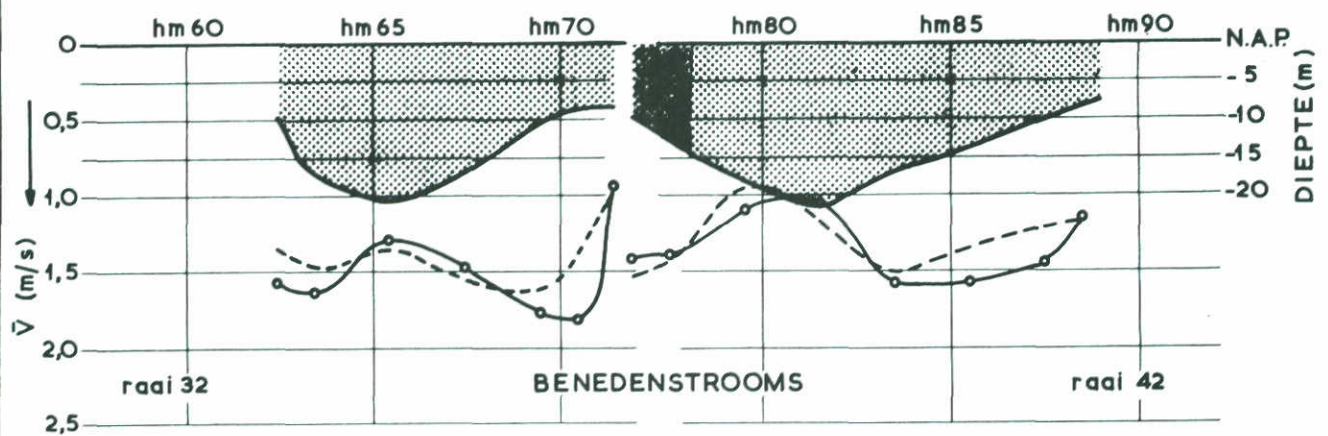
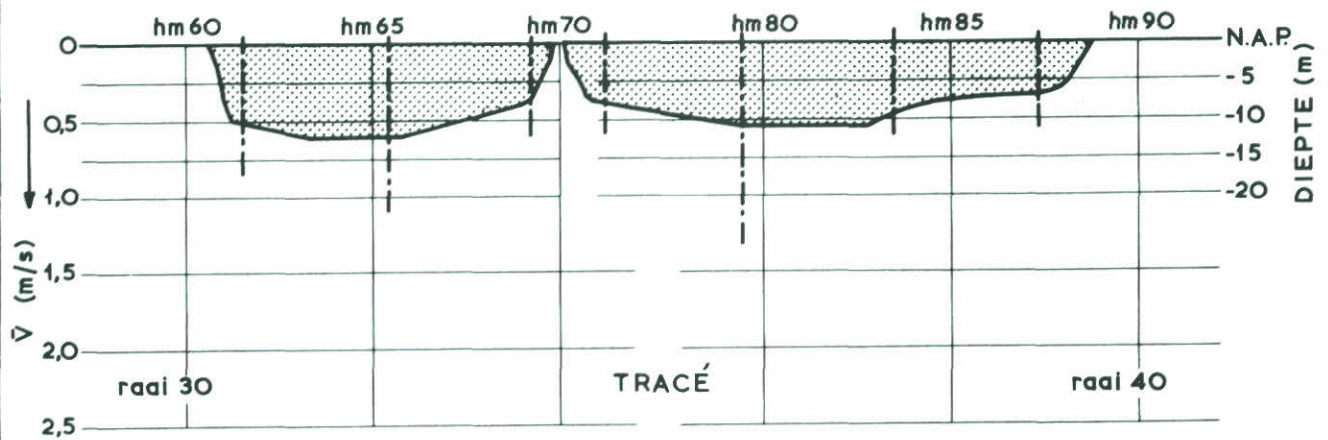
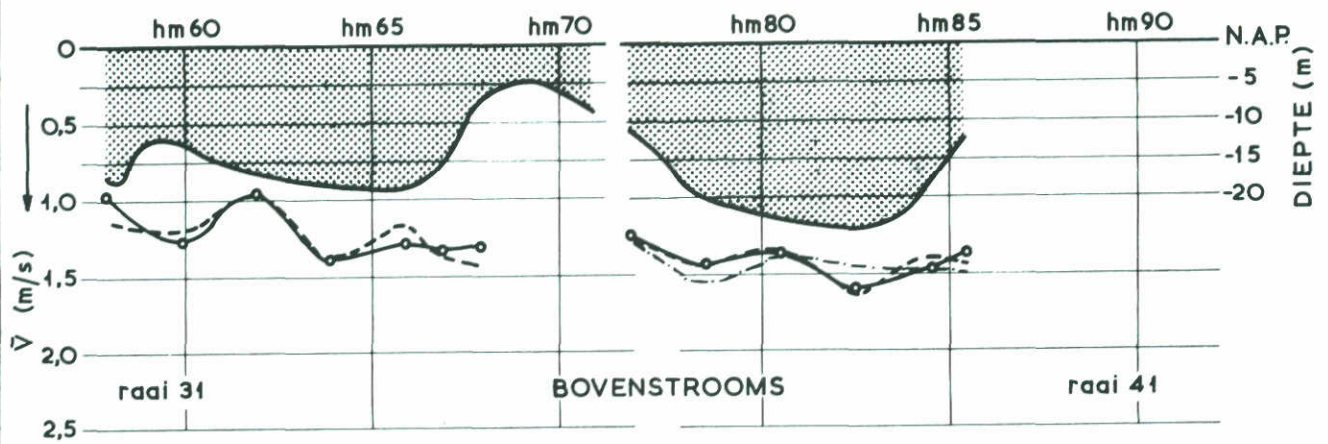
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
ROOMPOT

VLOED

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1001

FIG. 15^a



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

40 % VERNAUWD

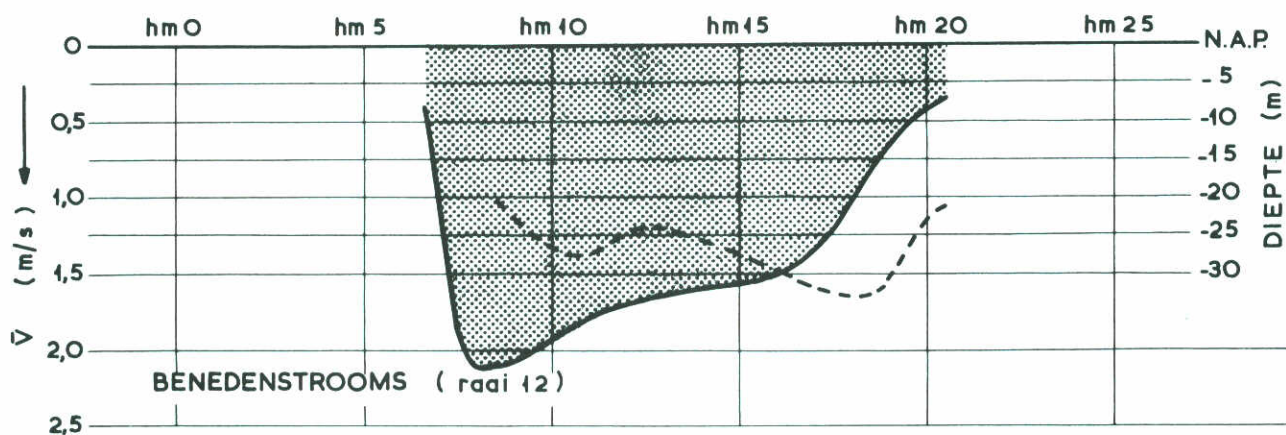
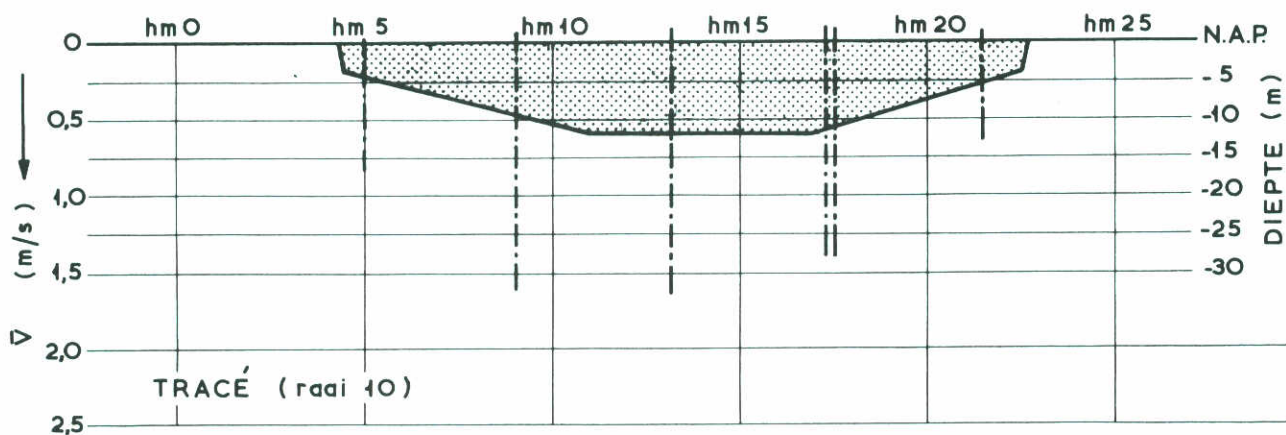
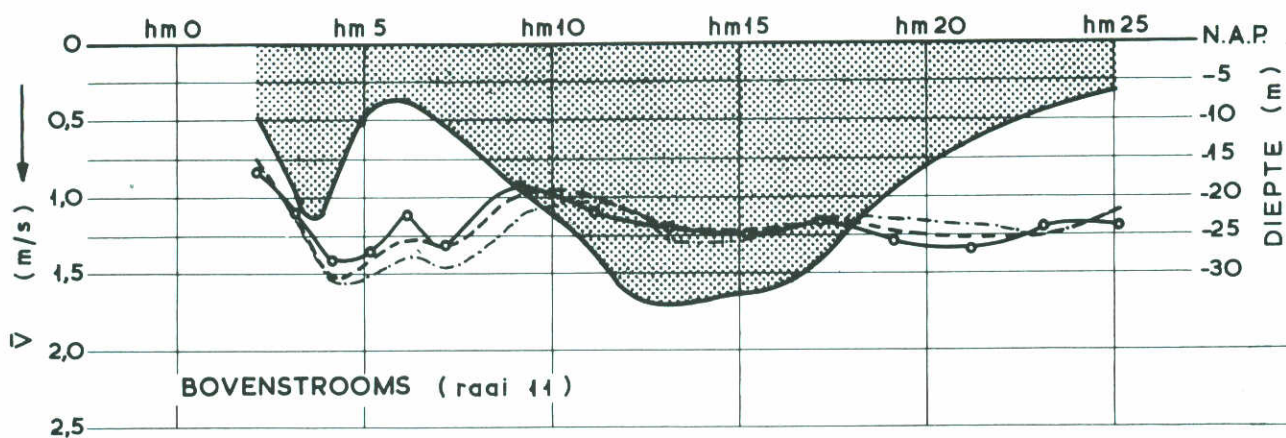
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

VLOED

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 15^{bc}



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

60 % VERNAUWD

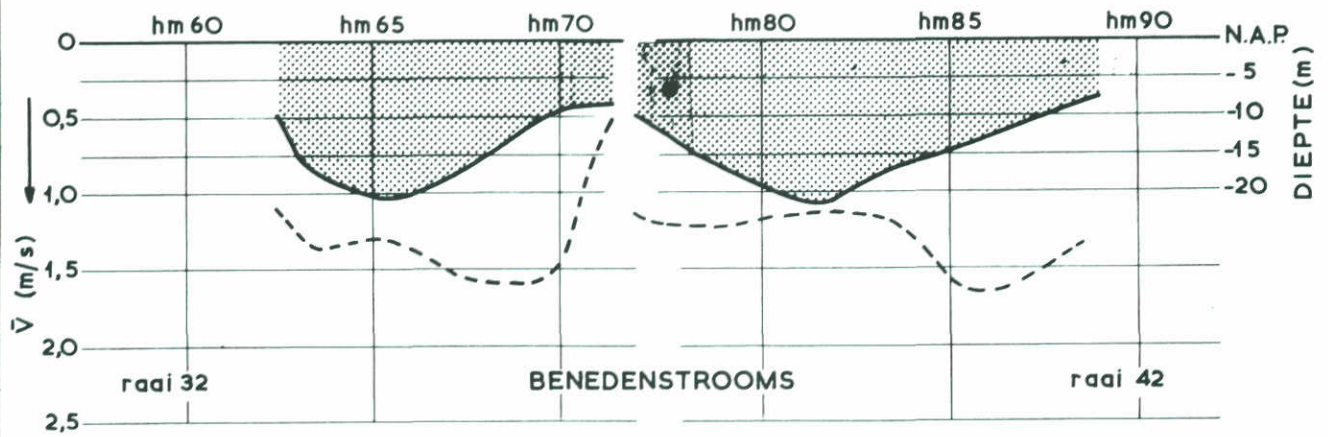
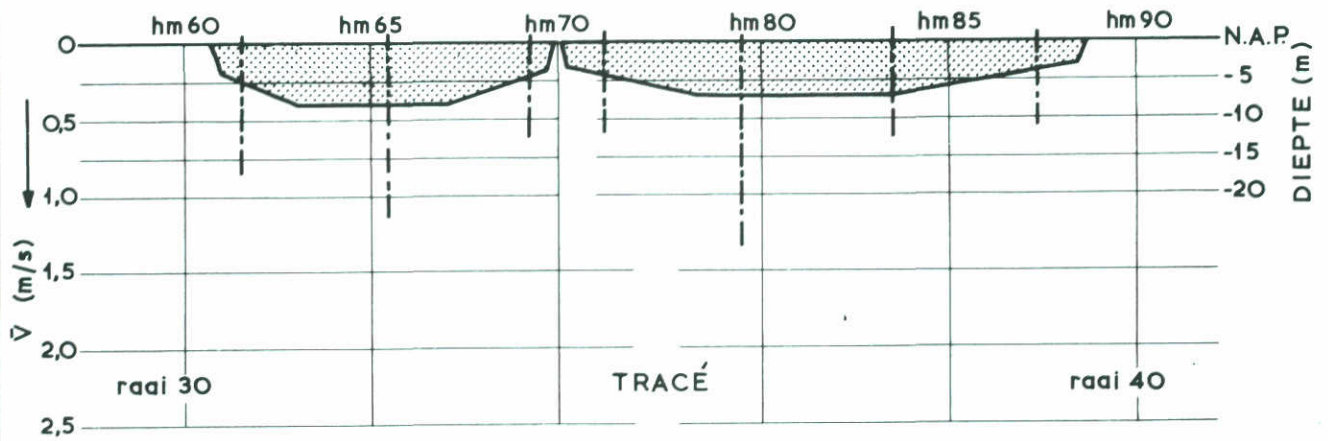
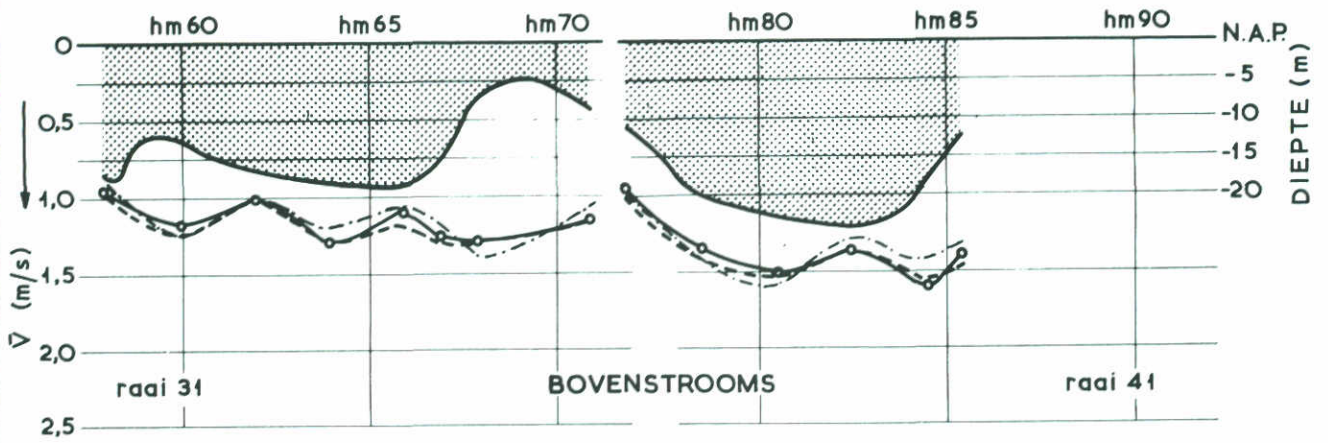
SNELHEIDSVERDELING IN 2 JKRAAIEN
ROOMPOT

VLOED

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 16^a



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

60 % VERNAUWD

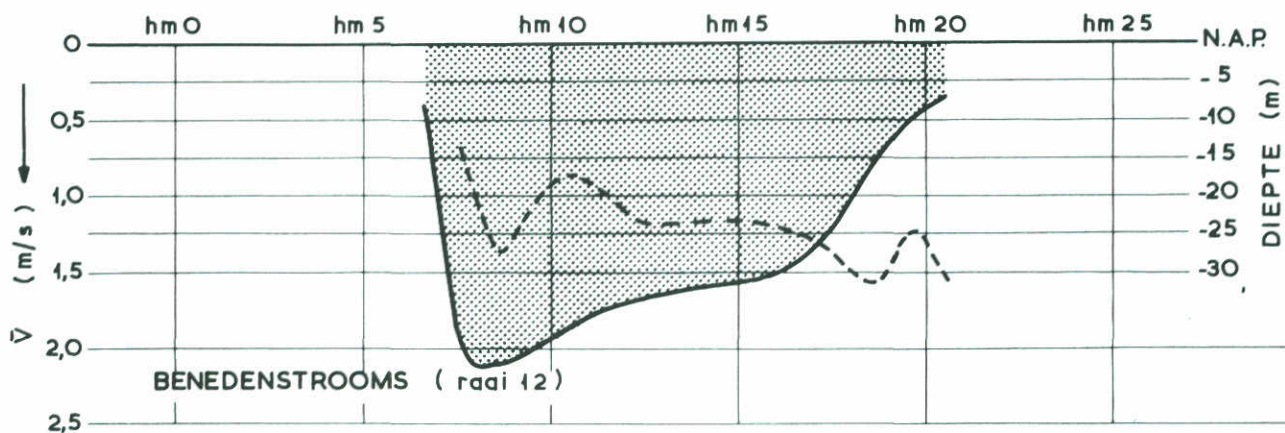
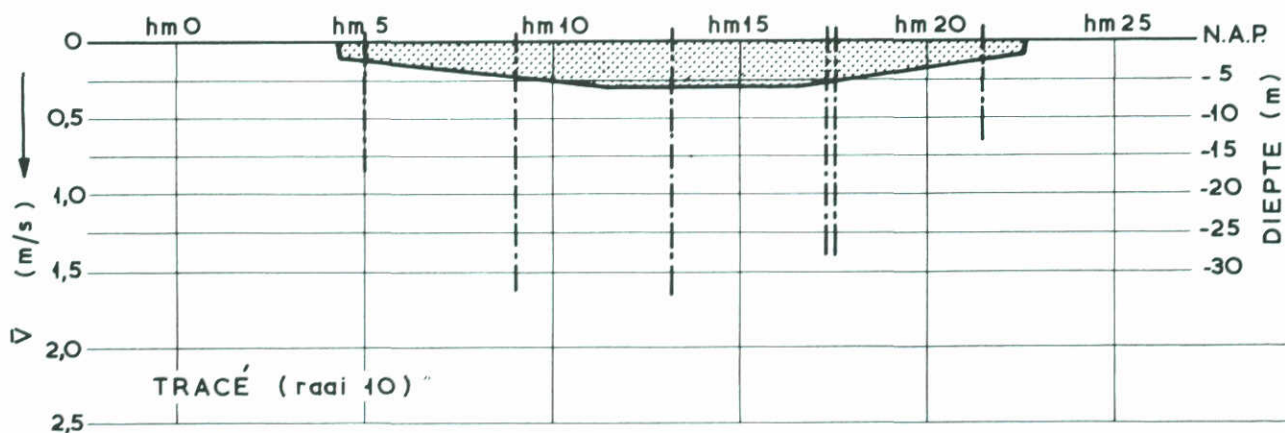
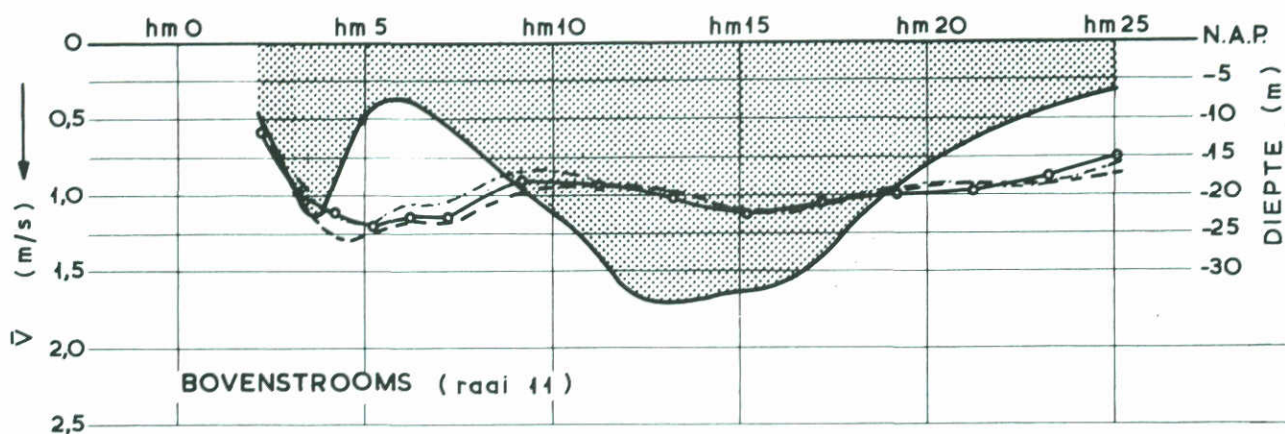
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

VLOED

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 16^{bc}



- stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
- - - stroomsnelheden M.1004 lengte 1 (vertikalen)
- - - stroomsnelheden M.1004 lengte 2
- ▨ doorstroomprofiel

80 % VERNAUWD

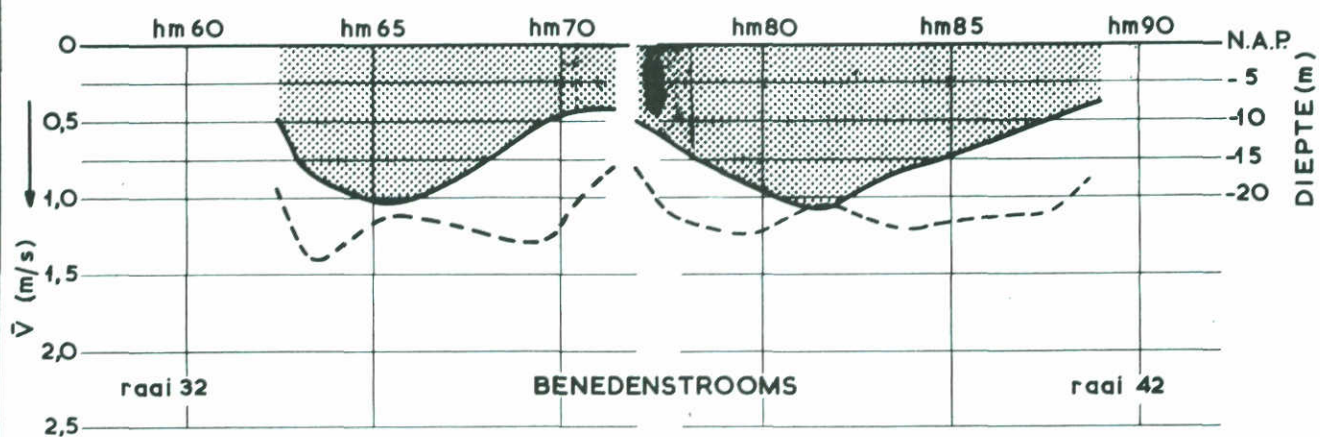
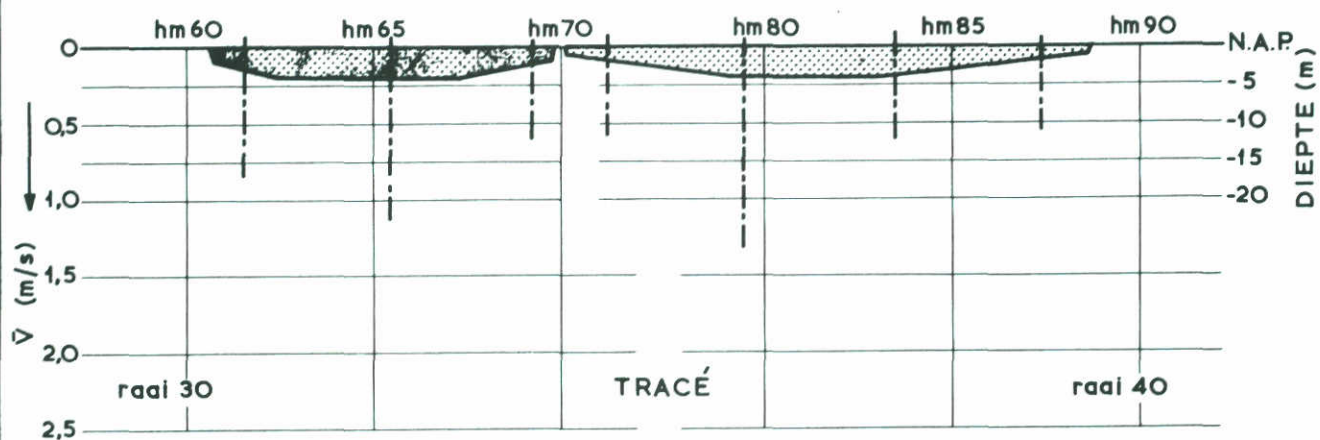
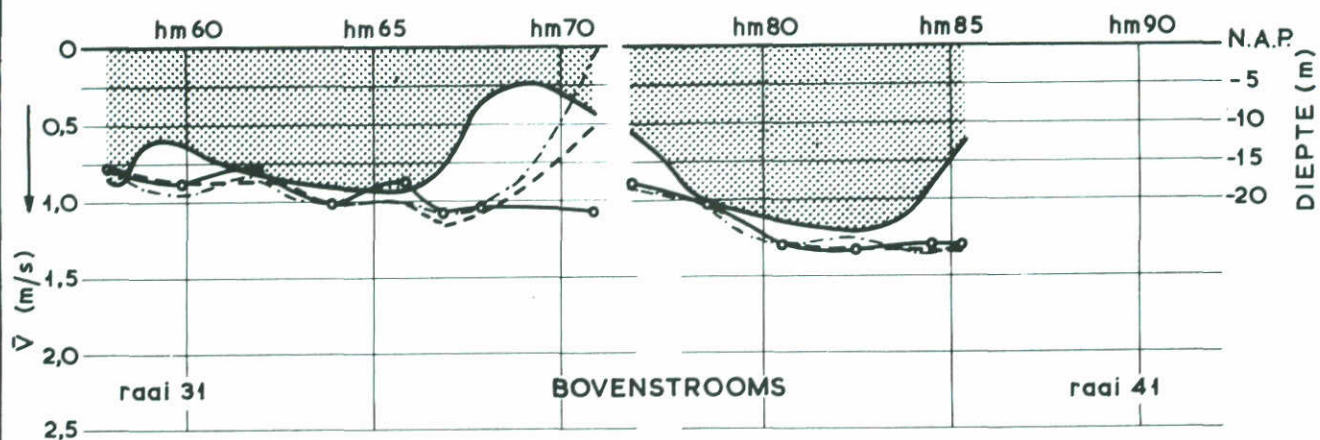
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
ROOMPOT

VLOED

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 17^a



—○— stroomsnelheden M.1000 met meetpunten
 - - - stroomsnelheden M.1001 lengte 1 (vertikalen)
 - - - stroomsnelheden M.1001 lengte 2
 [shaded area] doorstroomprofiel

80 % VERNAUWD

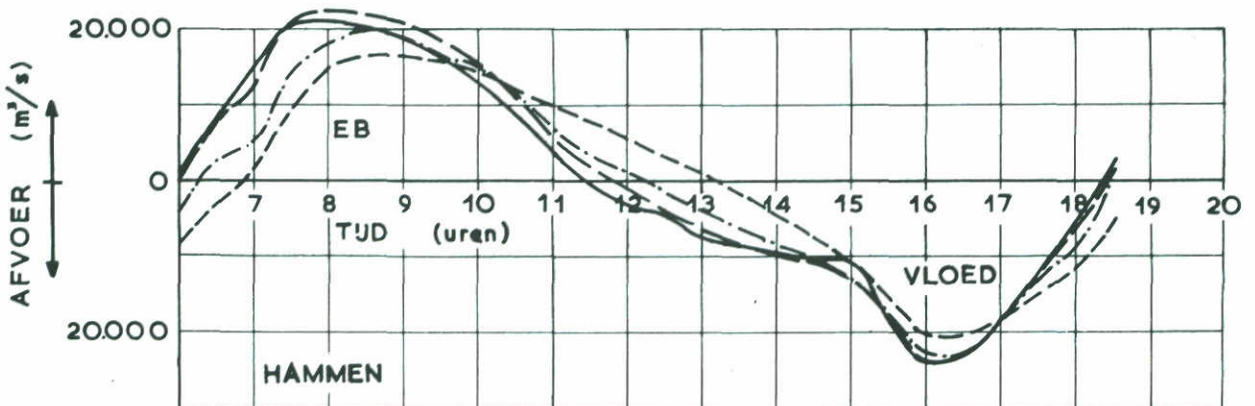
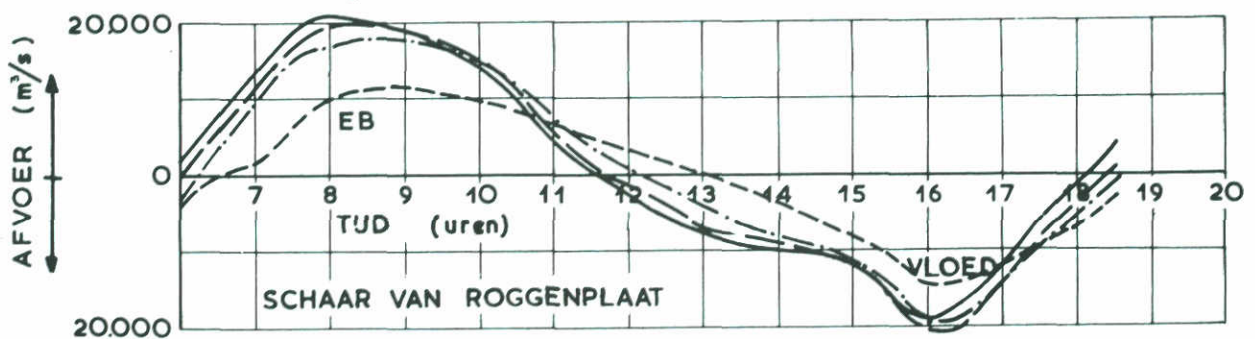
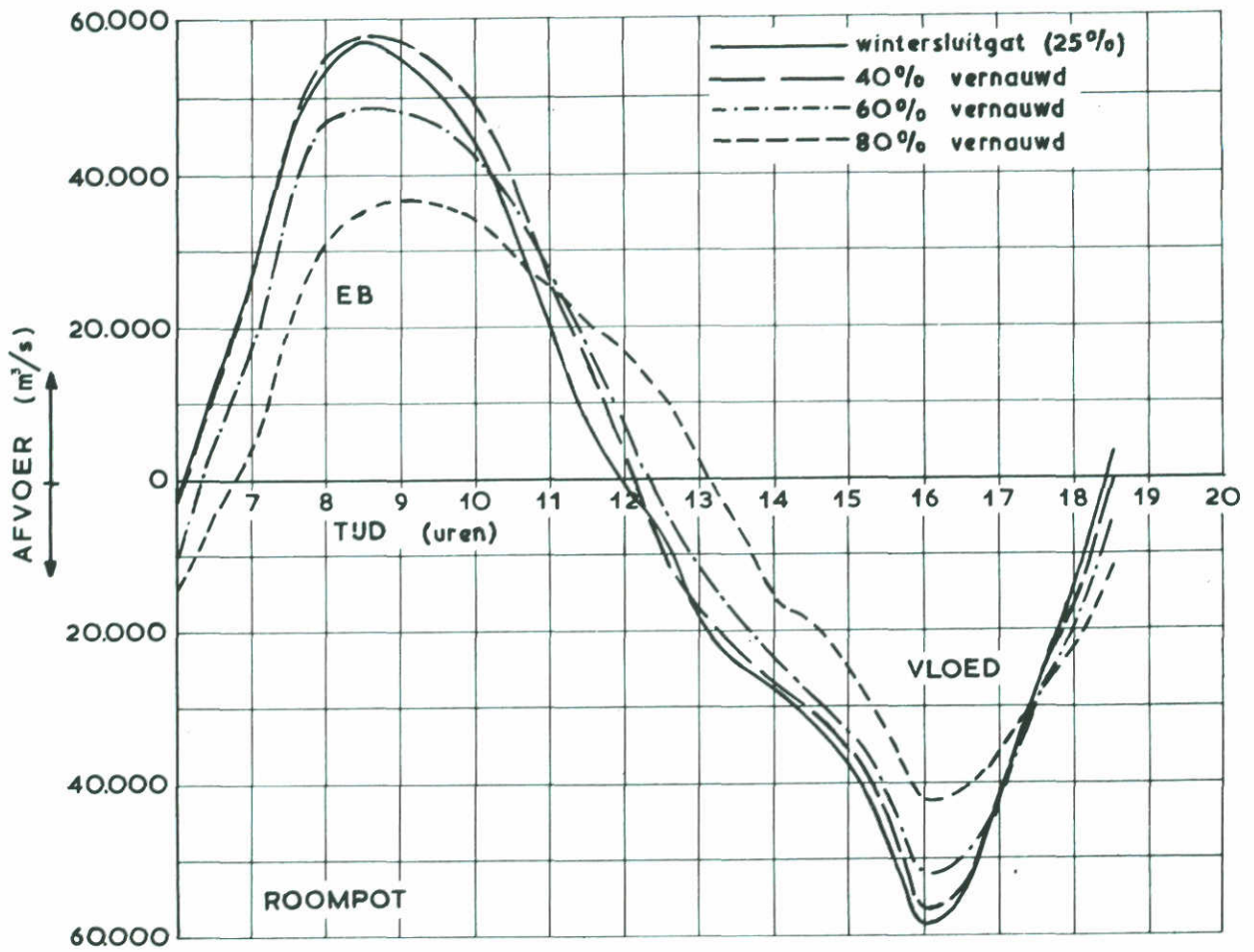
SNELHEIDSVERDELING IN 2 UKRAAIEN
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT, HAMMEN

VLOED

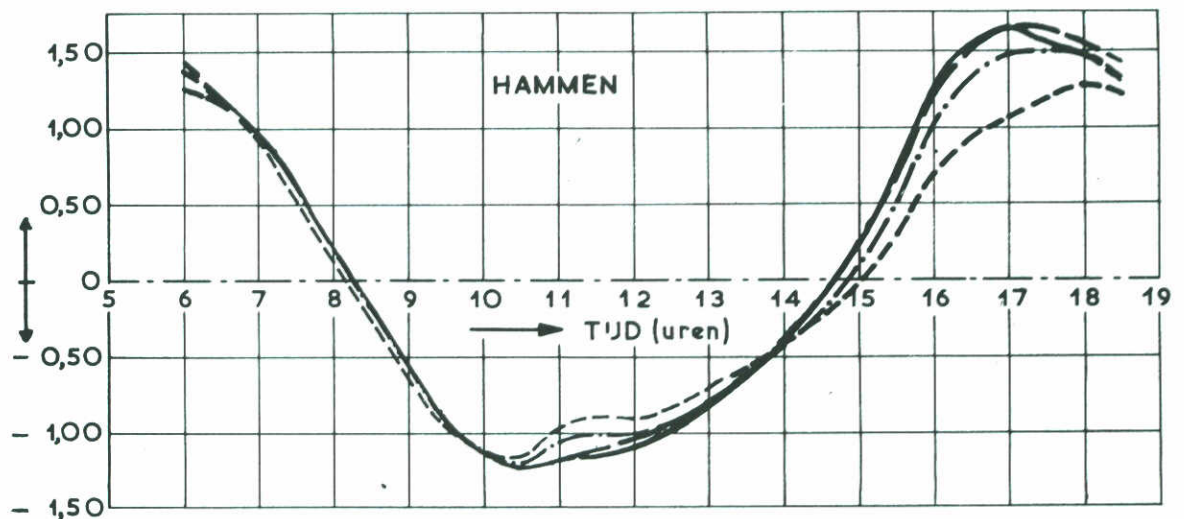
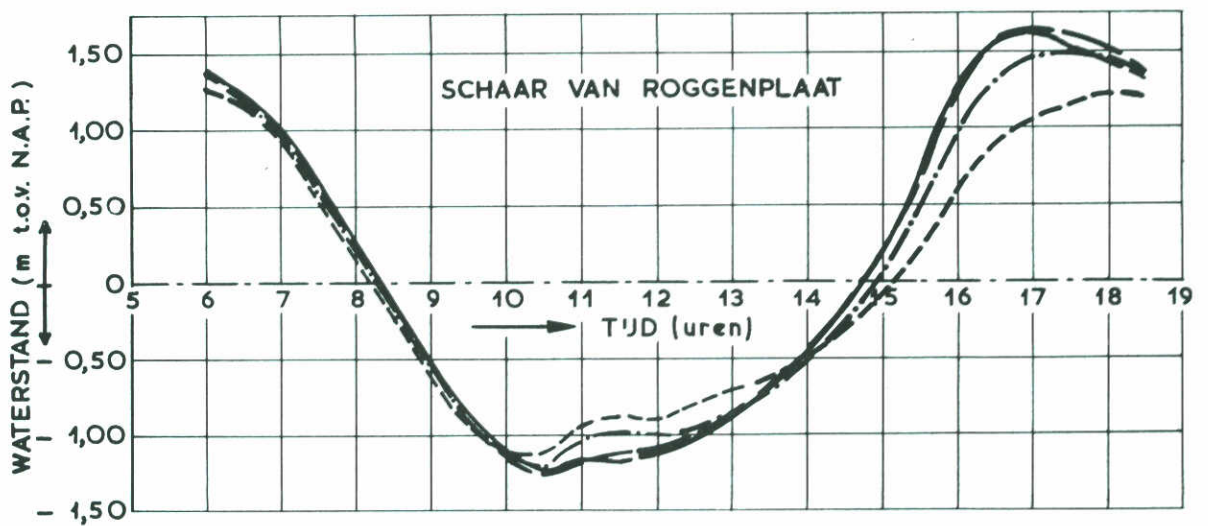
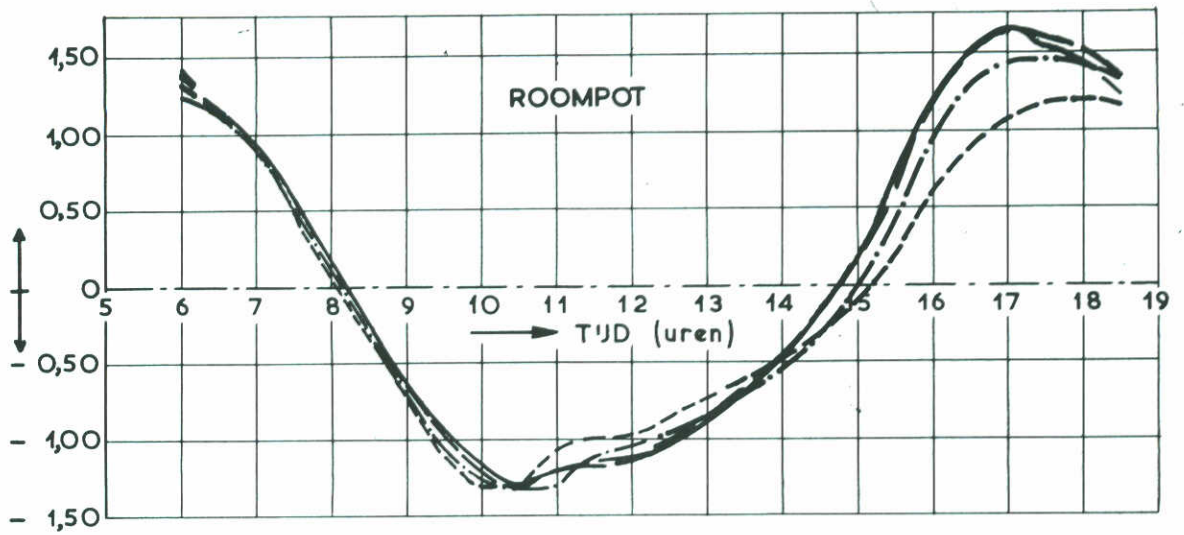
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 17^{bc}

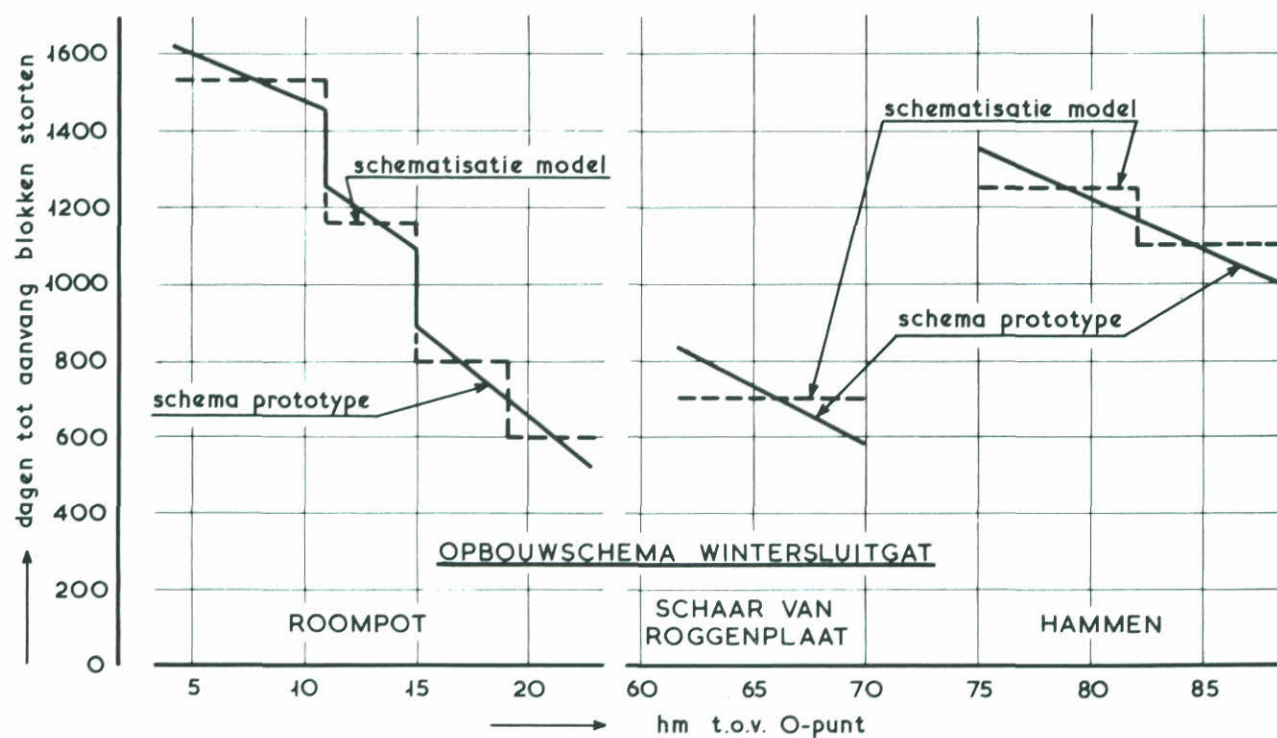
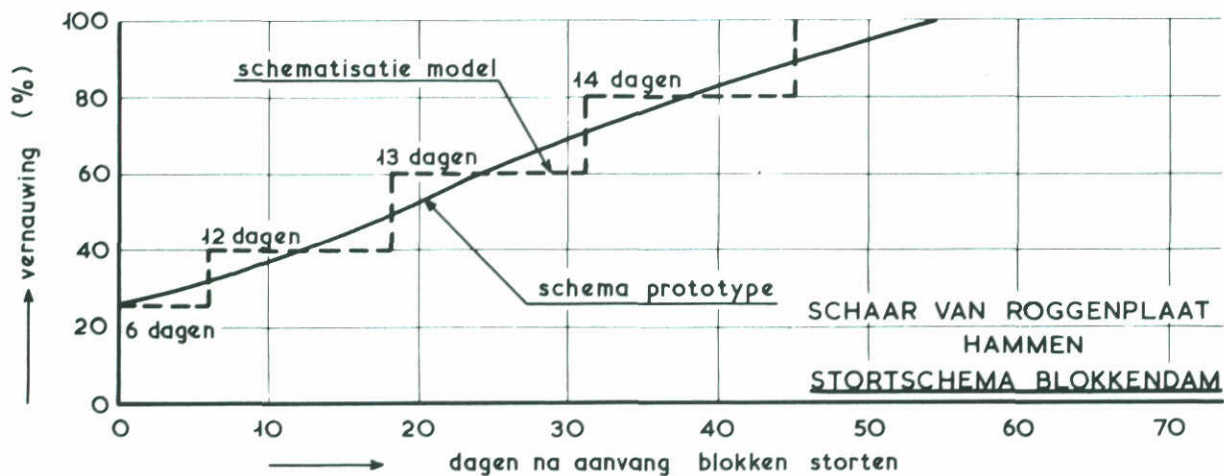
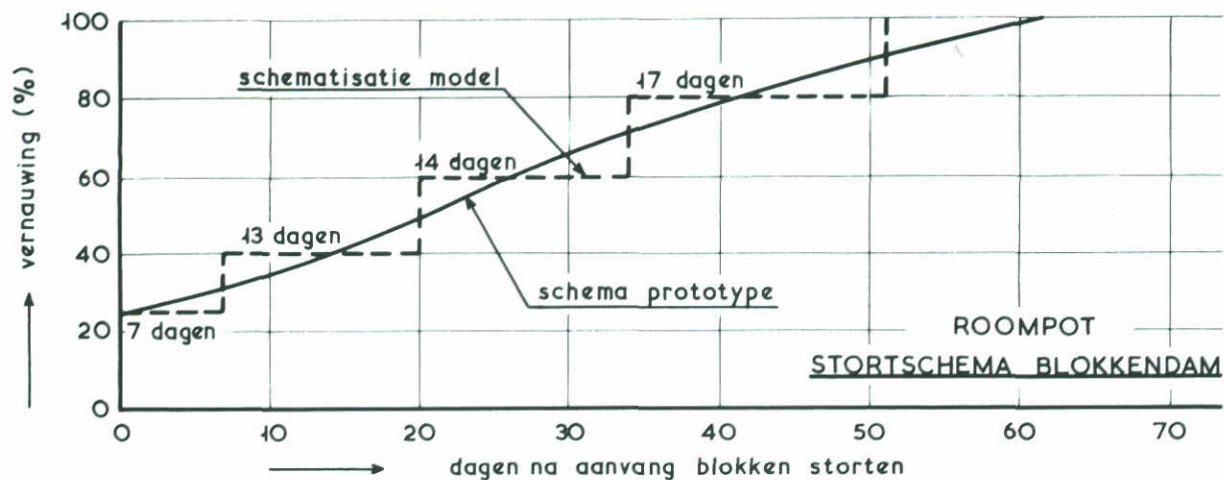


DEBIETEN TIJDENS SLUITINGSFASEN

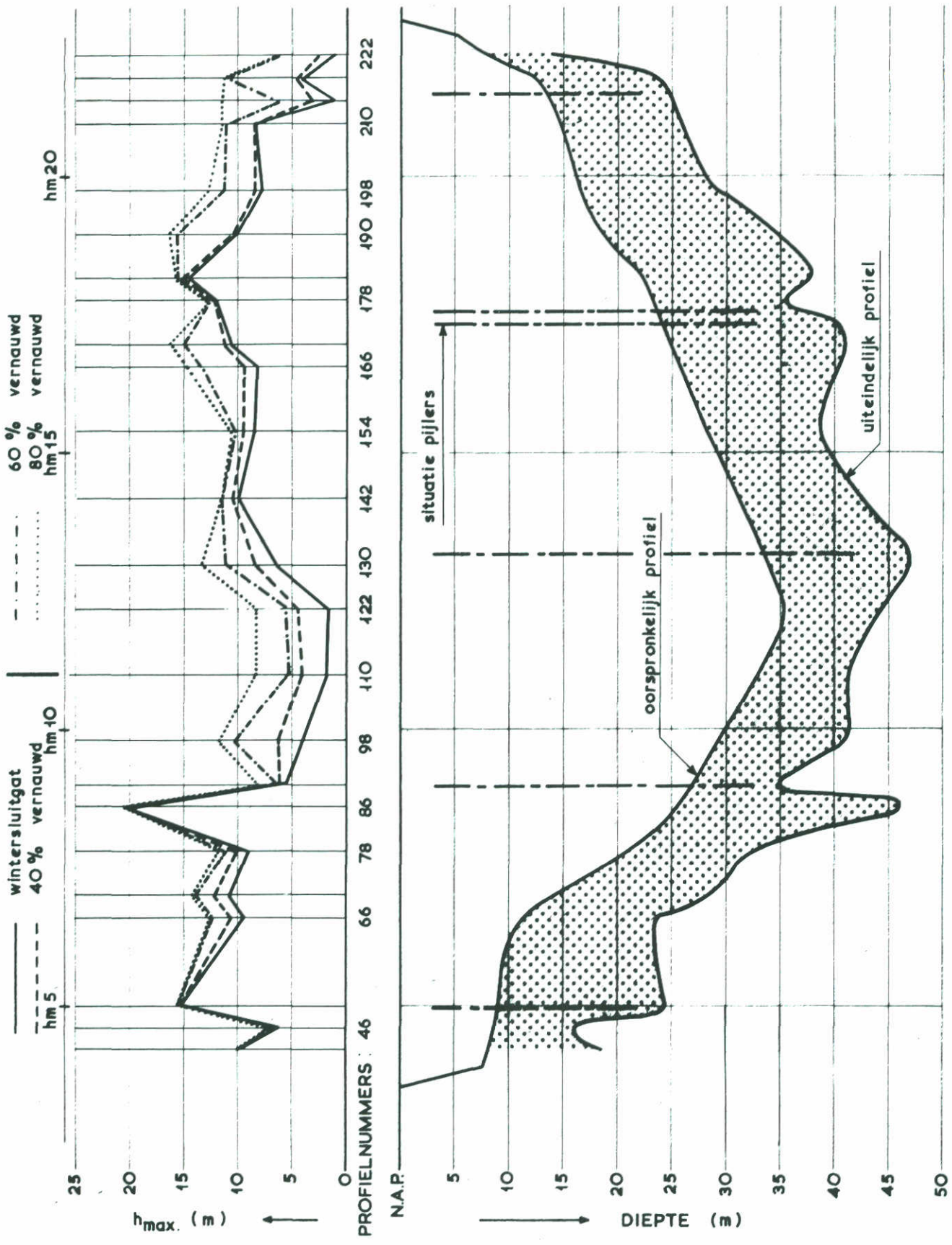


- | | |
|---|---|
| <p>— wintersluitgat (25%)</p> <p>- - - 40% vernauwd</p> <p>- . - . 60% vernauwd</p> <p>- - - - 80% vernauwd</p> | <p>— zeezijde</p> <p>— zeeuwsemeerzijde</p> |
|---|---|

WATERSTANDEN TIJDENS SLUITINGSFASEN



TJUDSCHEMA'S



ROOMPOT ; ZEEZIJDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1 EB

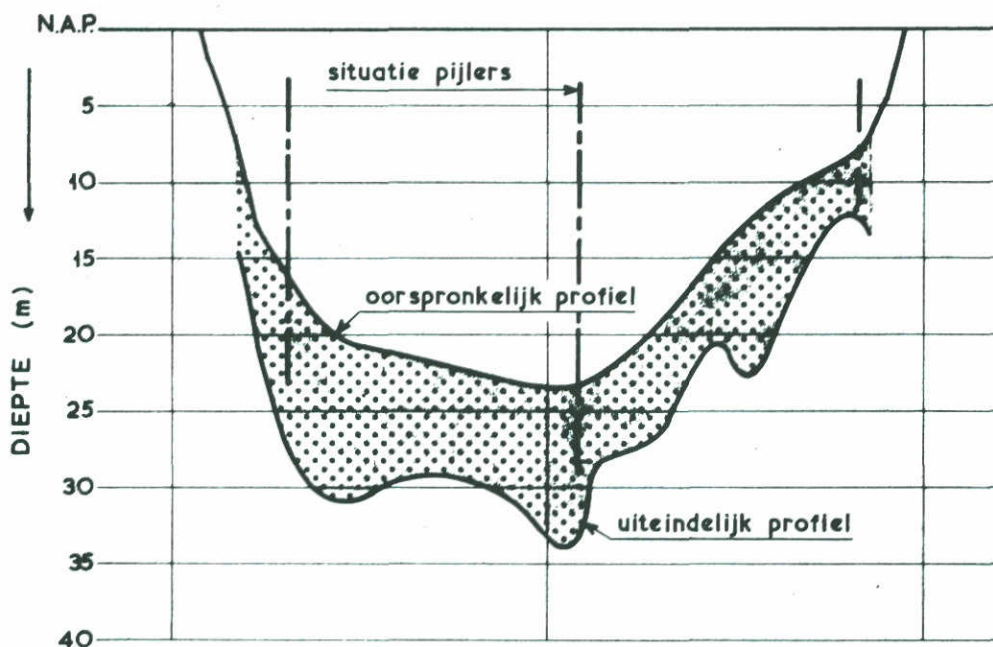
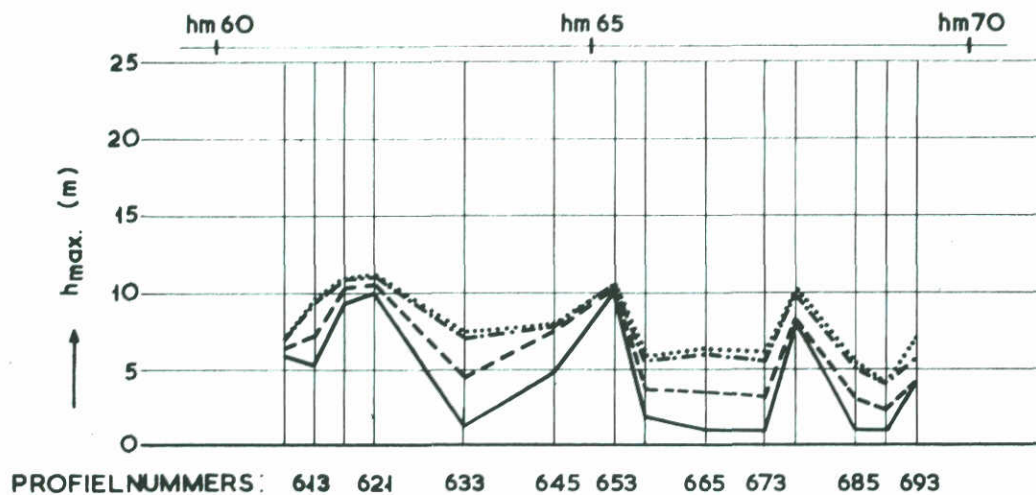
SCHAAL hor. 1 : 40 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 21^a

————— wintersluitgat
 - - - - - 40 % vernauwd
 |
 - - - - - 60 % vernauwd
 ······· 80 % vernauwd



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

EB

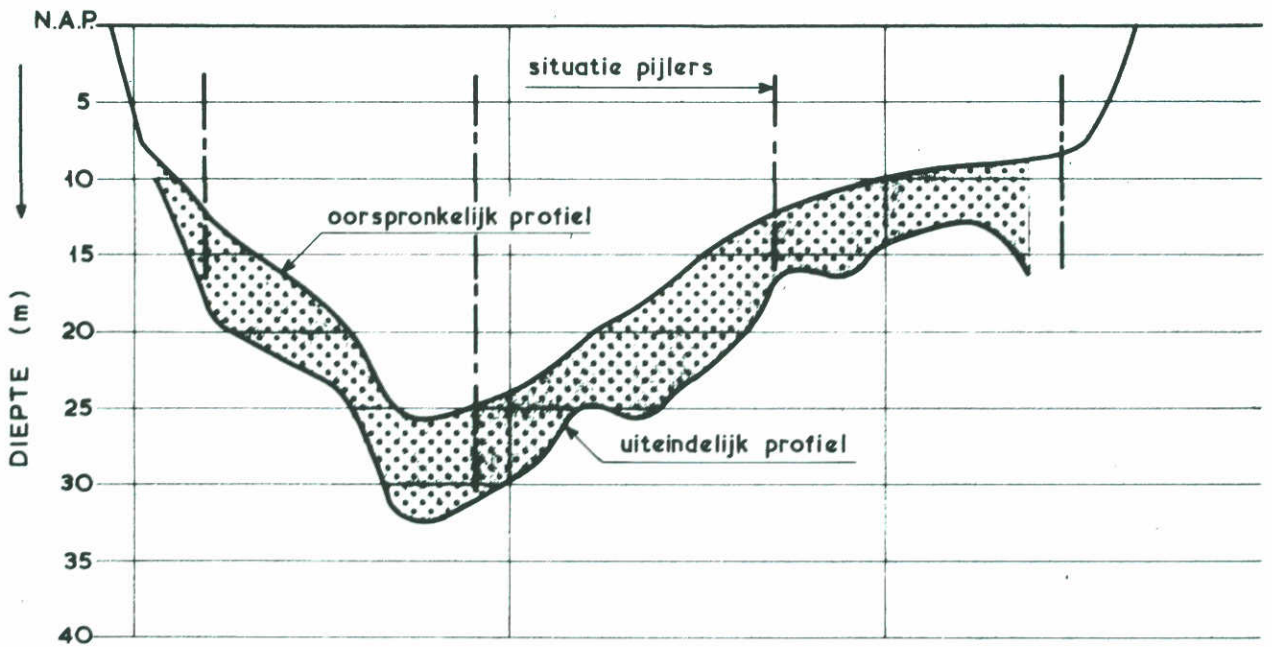
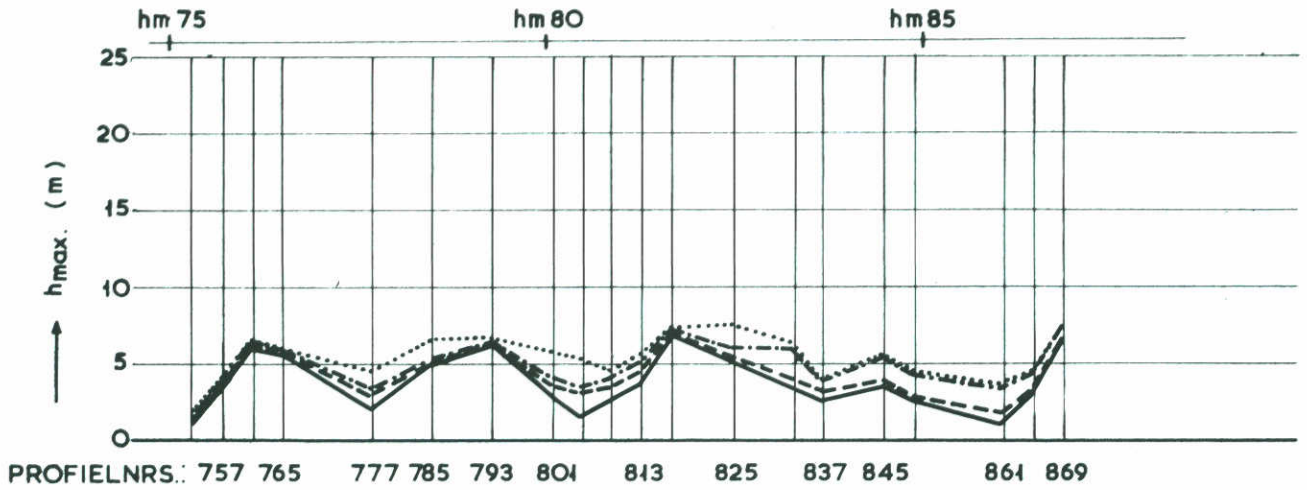
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 21^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 |
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

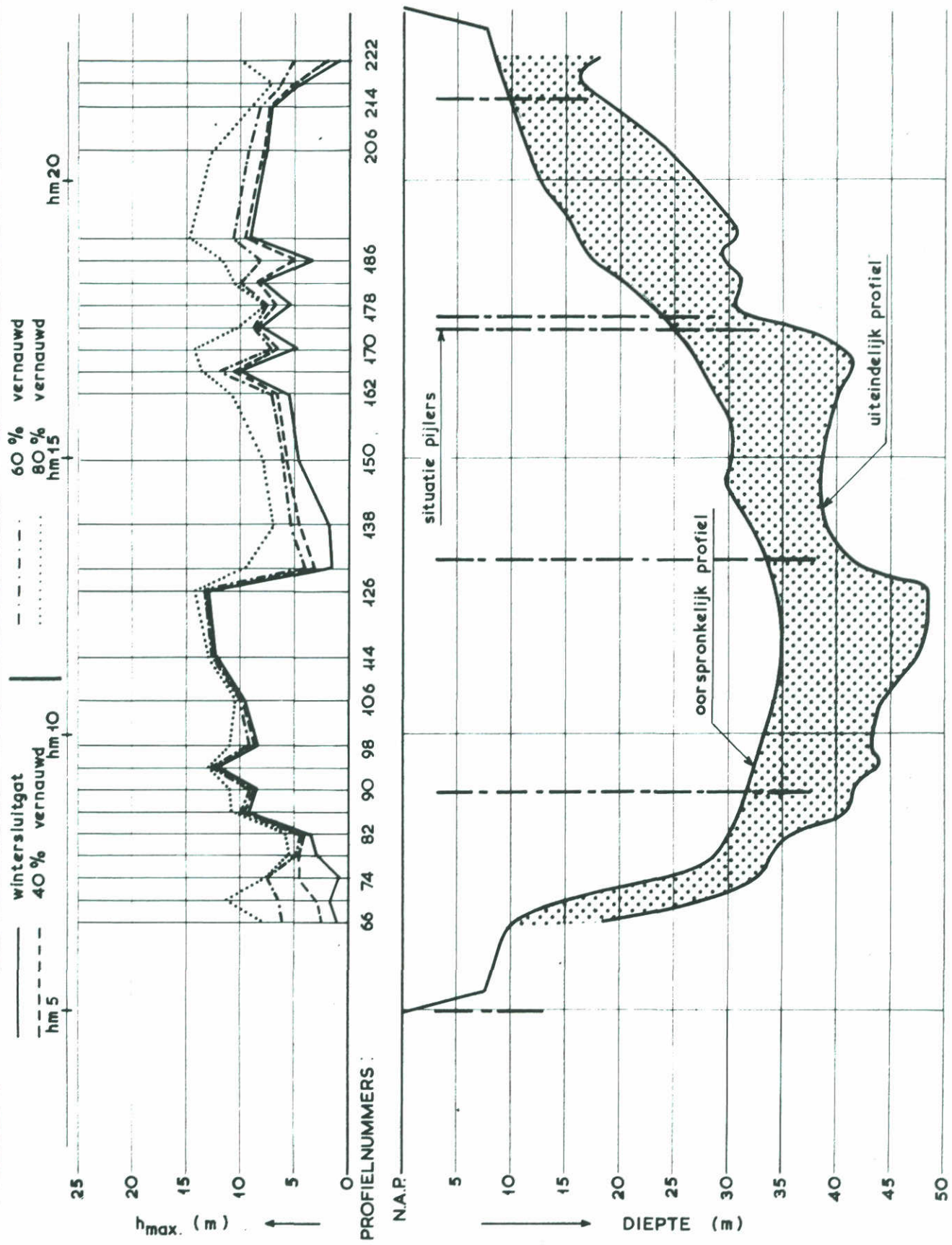
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 21^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZIJDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

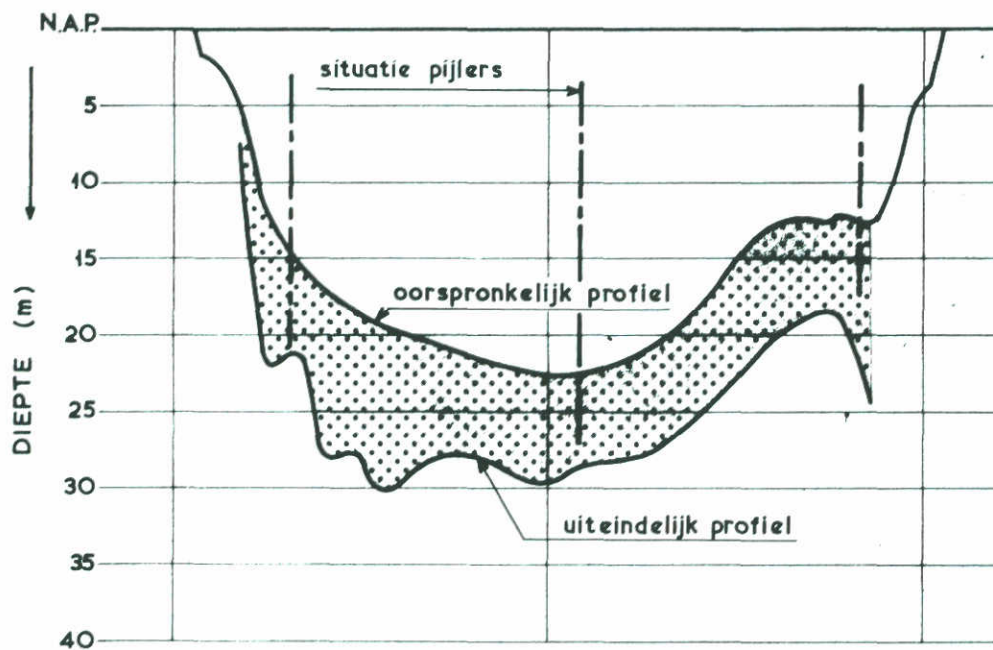
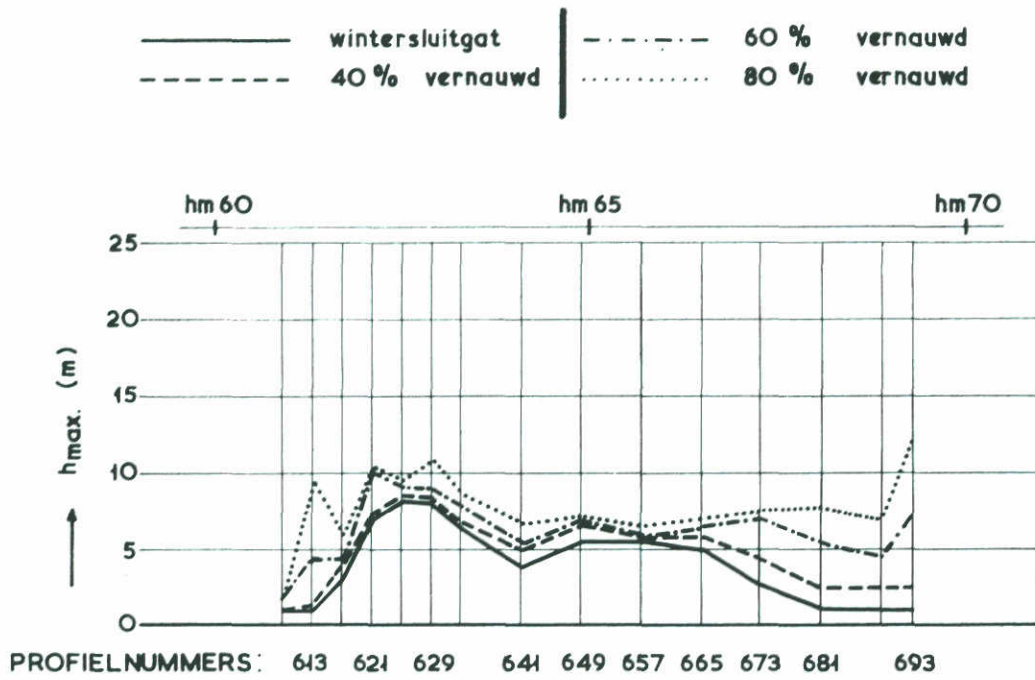
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 22^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1 VLOED

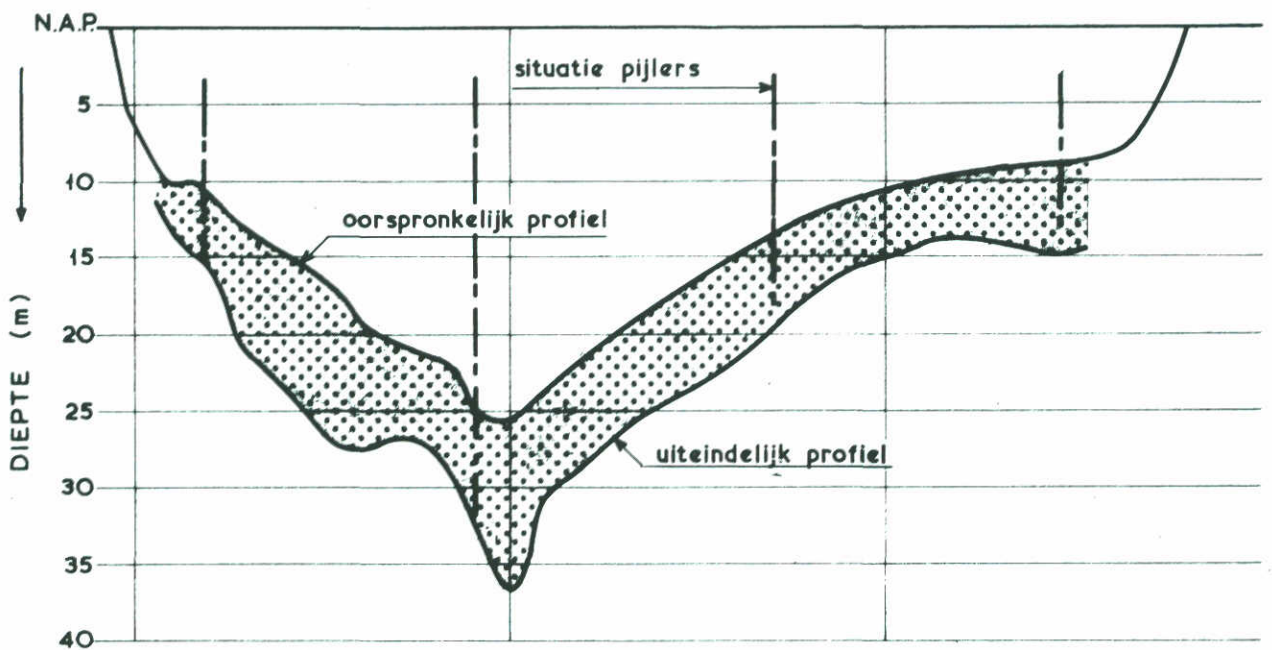
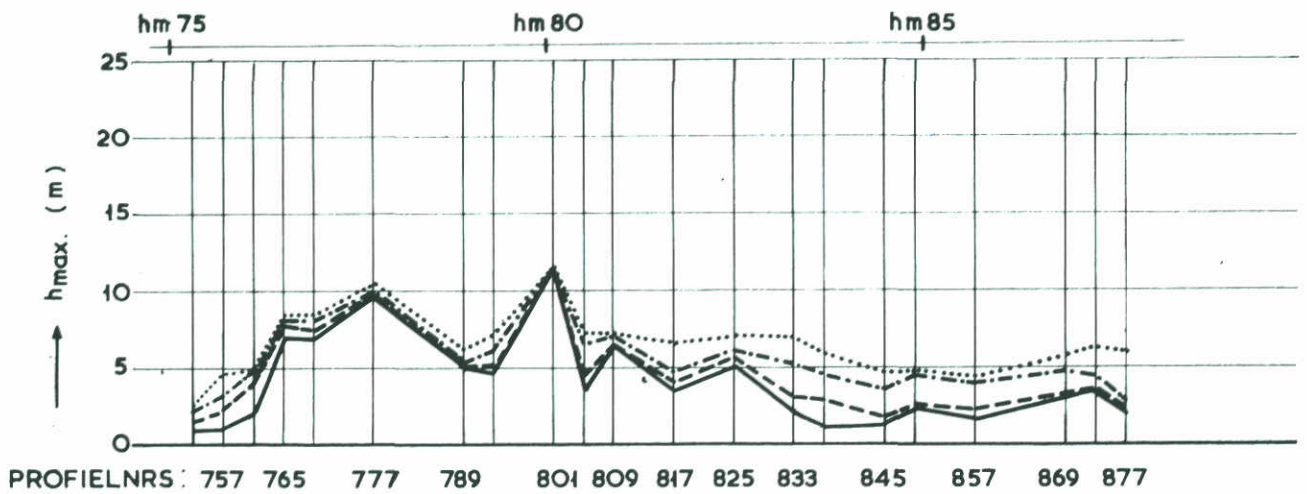
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 22^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZIJDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

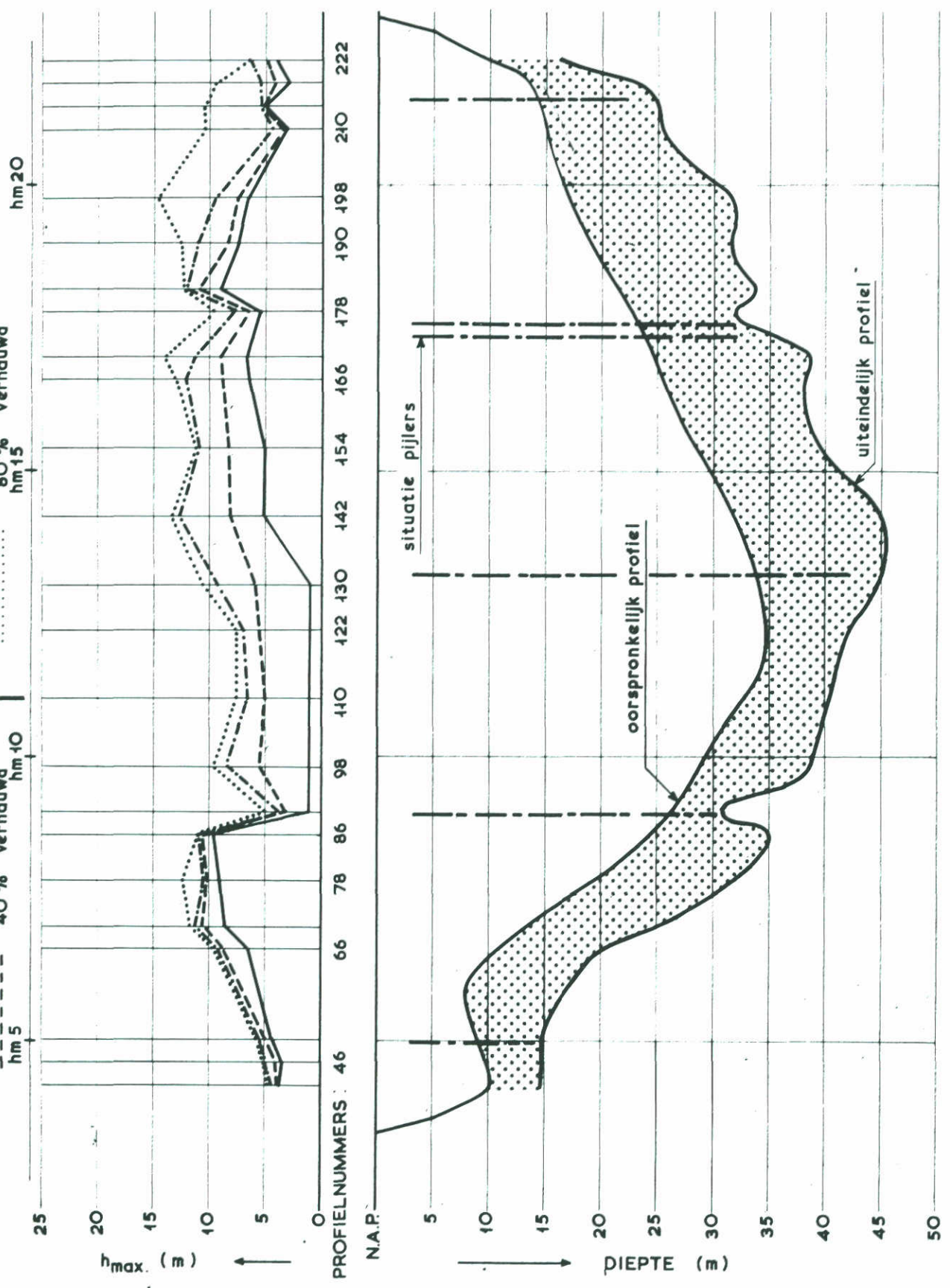
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL ^{hor. 1} : 10 000
_{vert. 1} : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 22^c



ROOMPOT ; ZEEZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

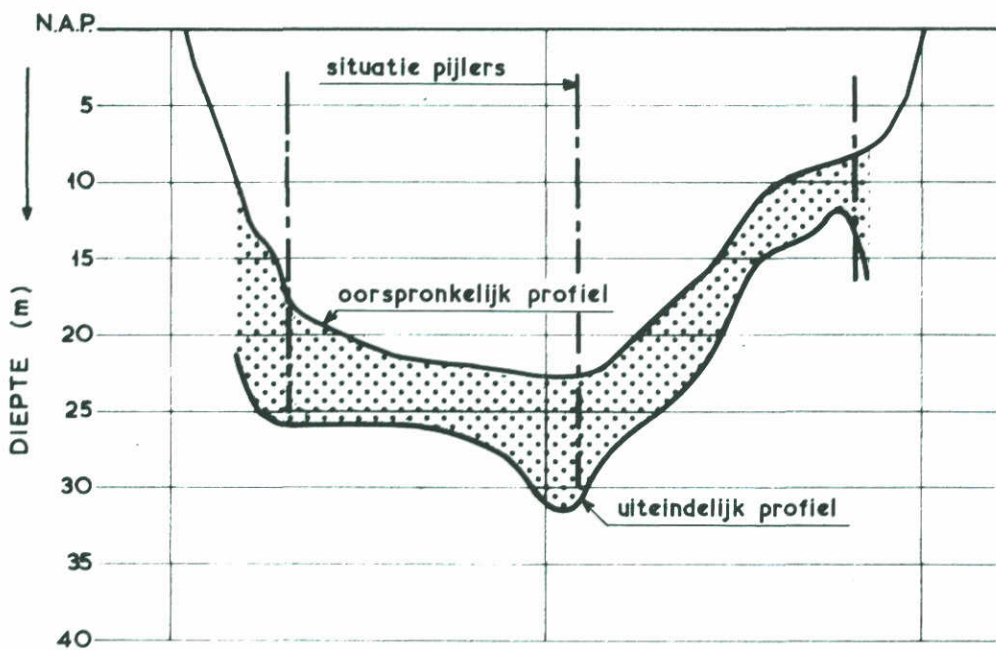
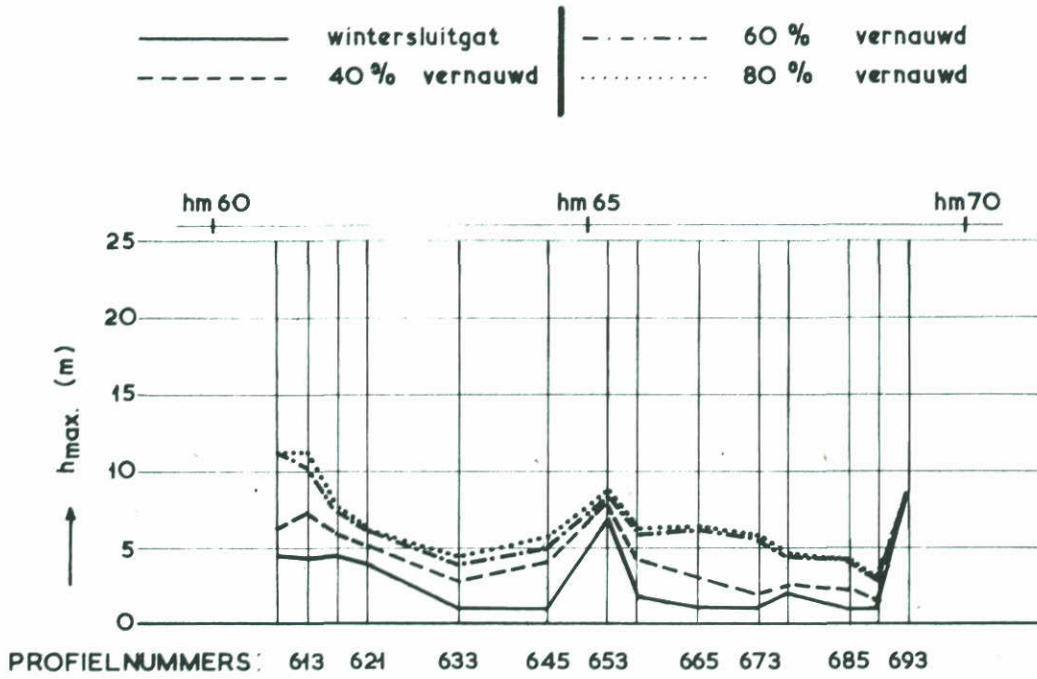
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.1001

FIG. 23^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

LENGTE 2

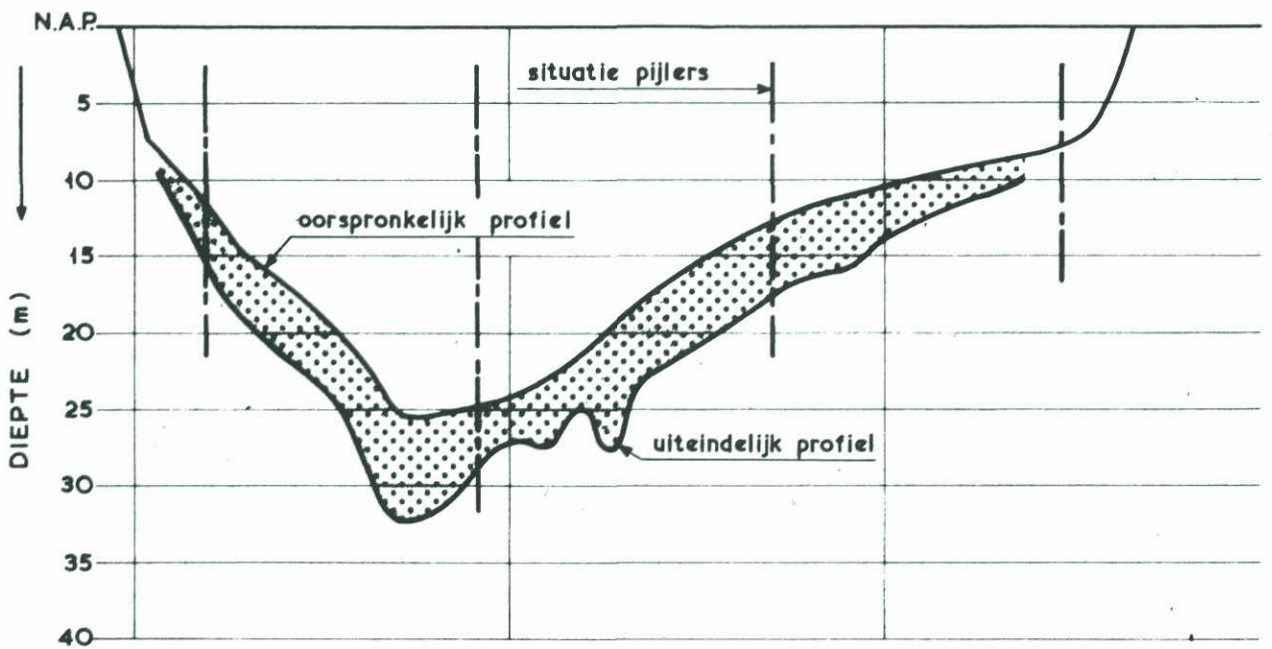
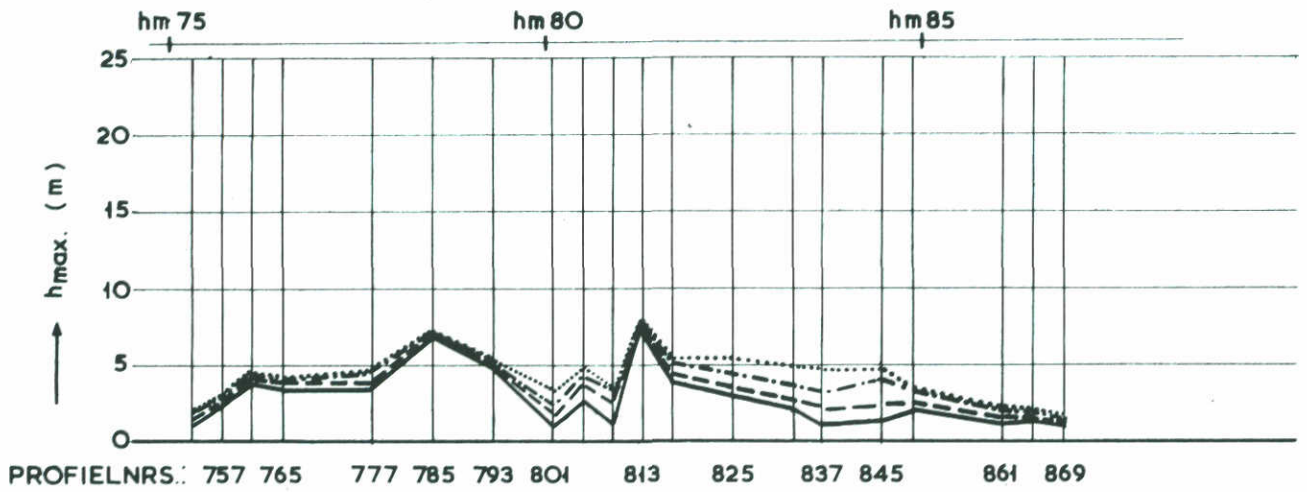
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

M. 1001

FIG. 23^b

—————	wintersluitgat	— · — · — ·	60 %	vernauwd
- - - - -	40 % vernauwd	· · · · ·	80 %	vernauwd



HAMMEN ; ZEEZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

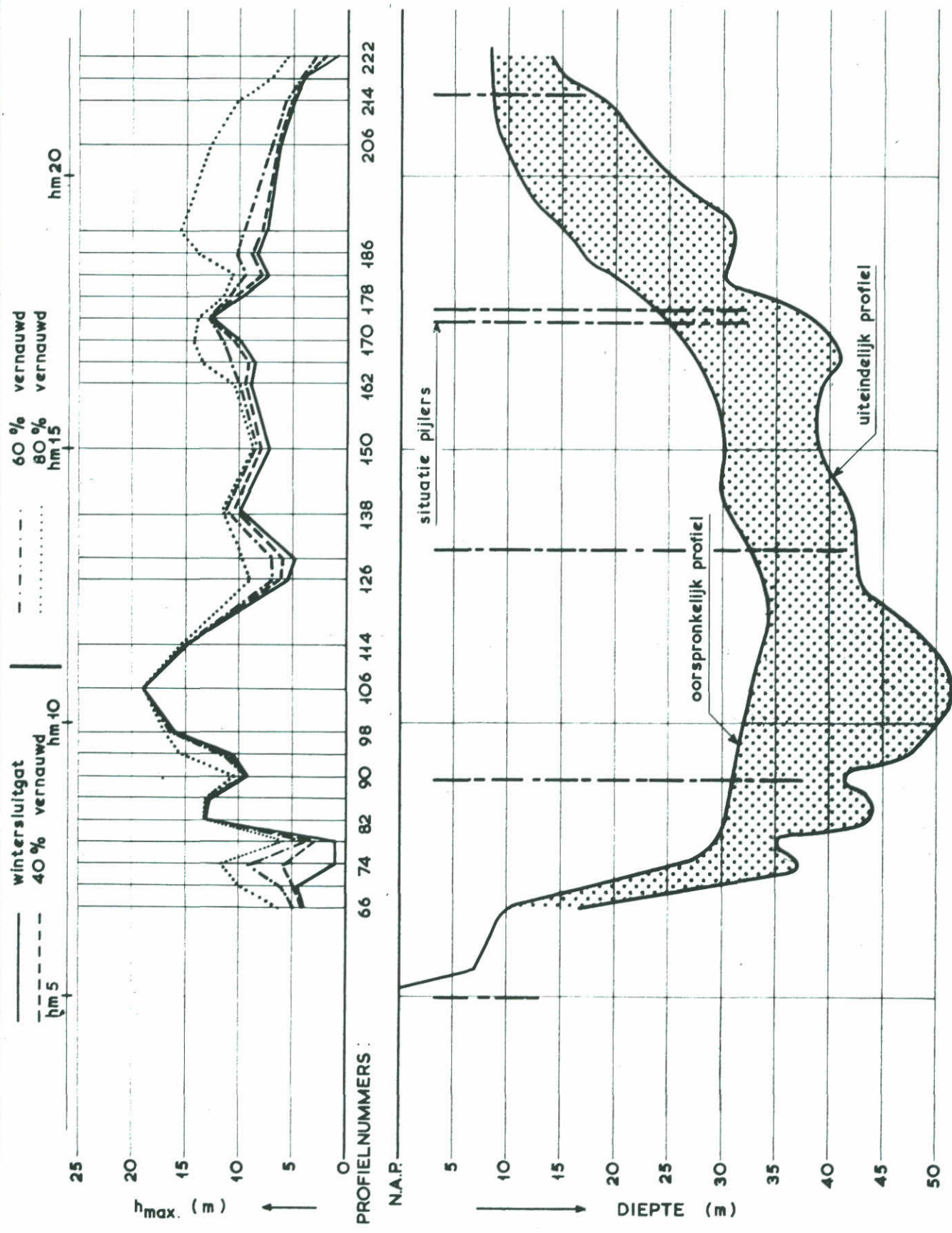
LENGTE 2 | EB

SCHAAL hor. 1 : 40 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 23^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZIJDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

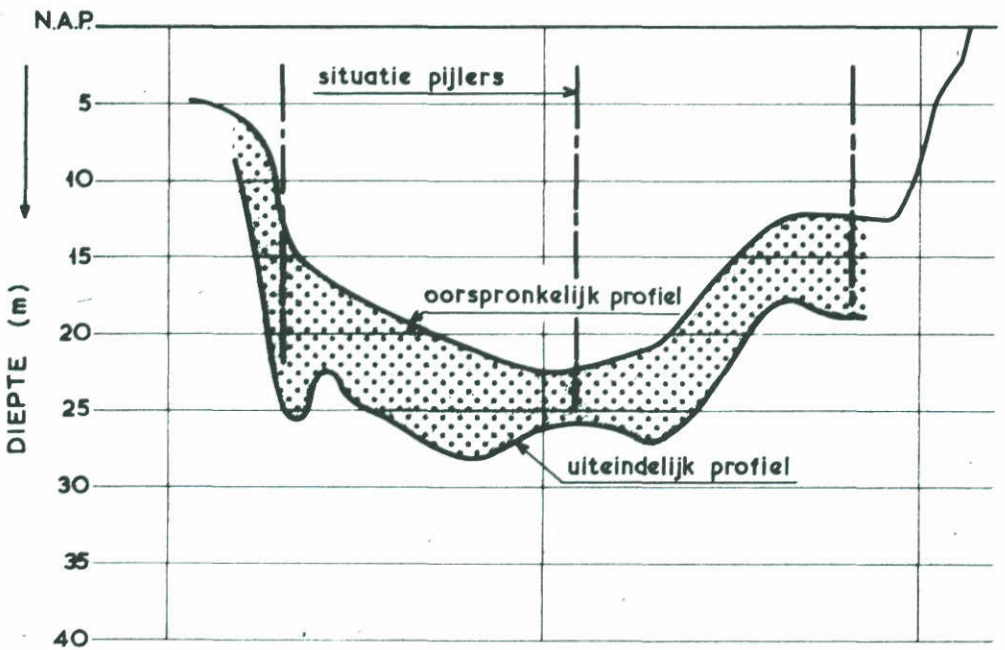
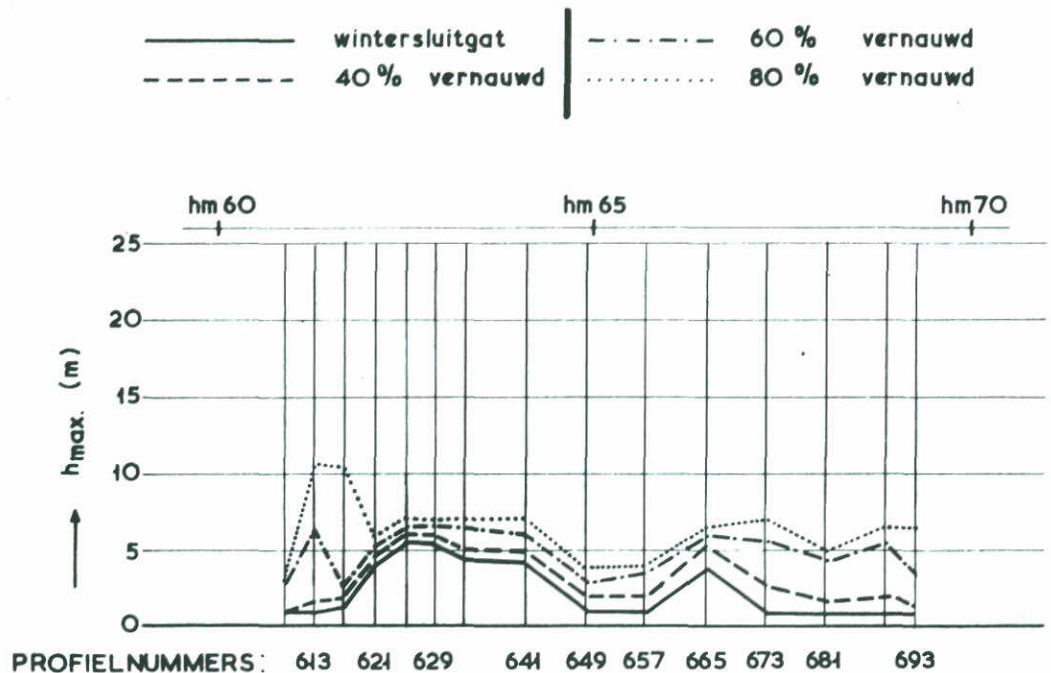
LENGTE 2

VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

M 1001

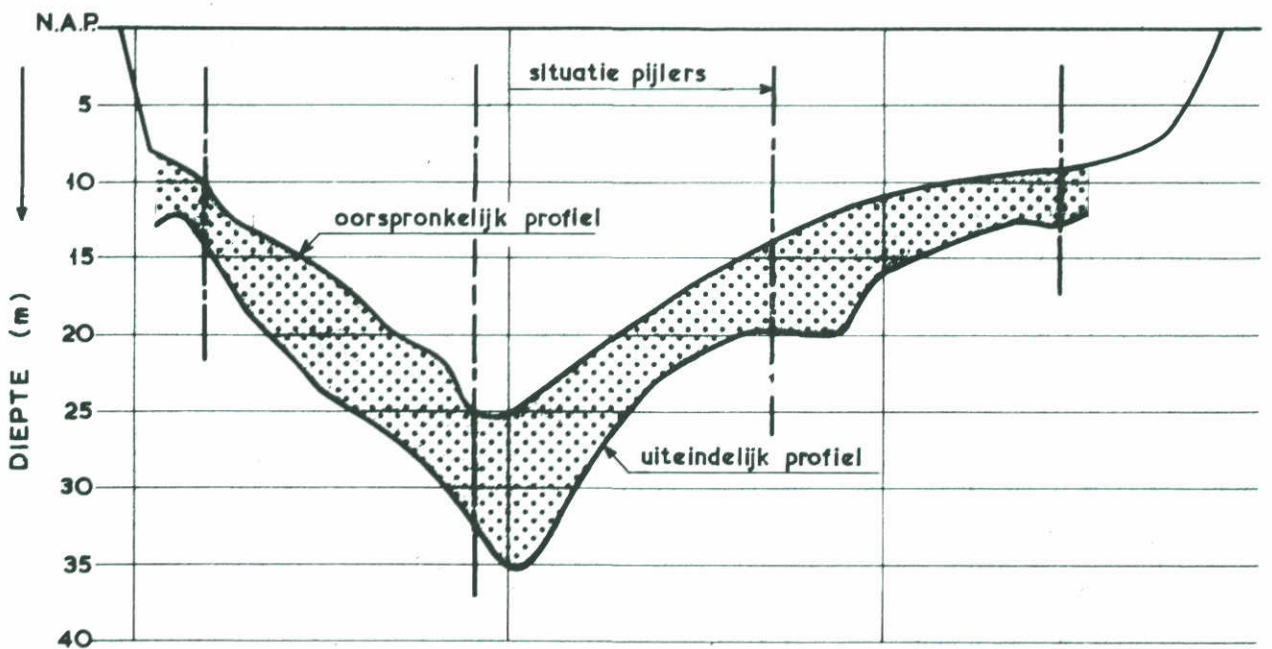
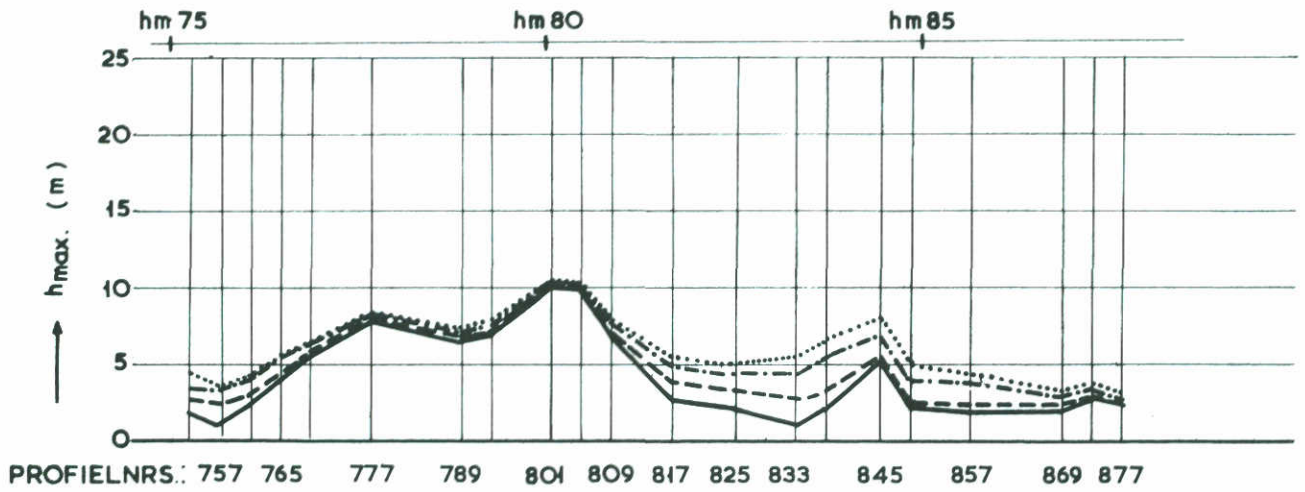
FIG. 24^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 2	VLOED
	SCHAAL <small>hor. 1 : 10000</small> <small>vert. 1 : 500</small>	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 24 ^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 |
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



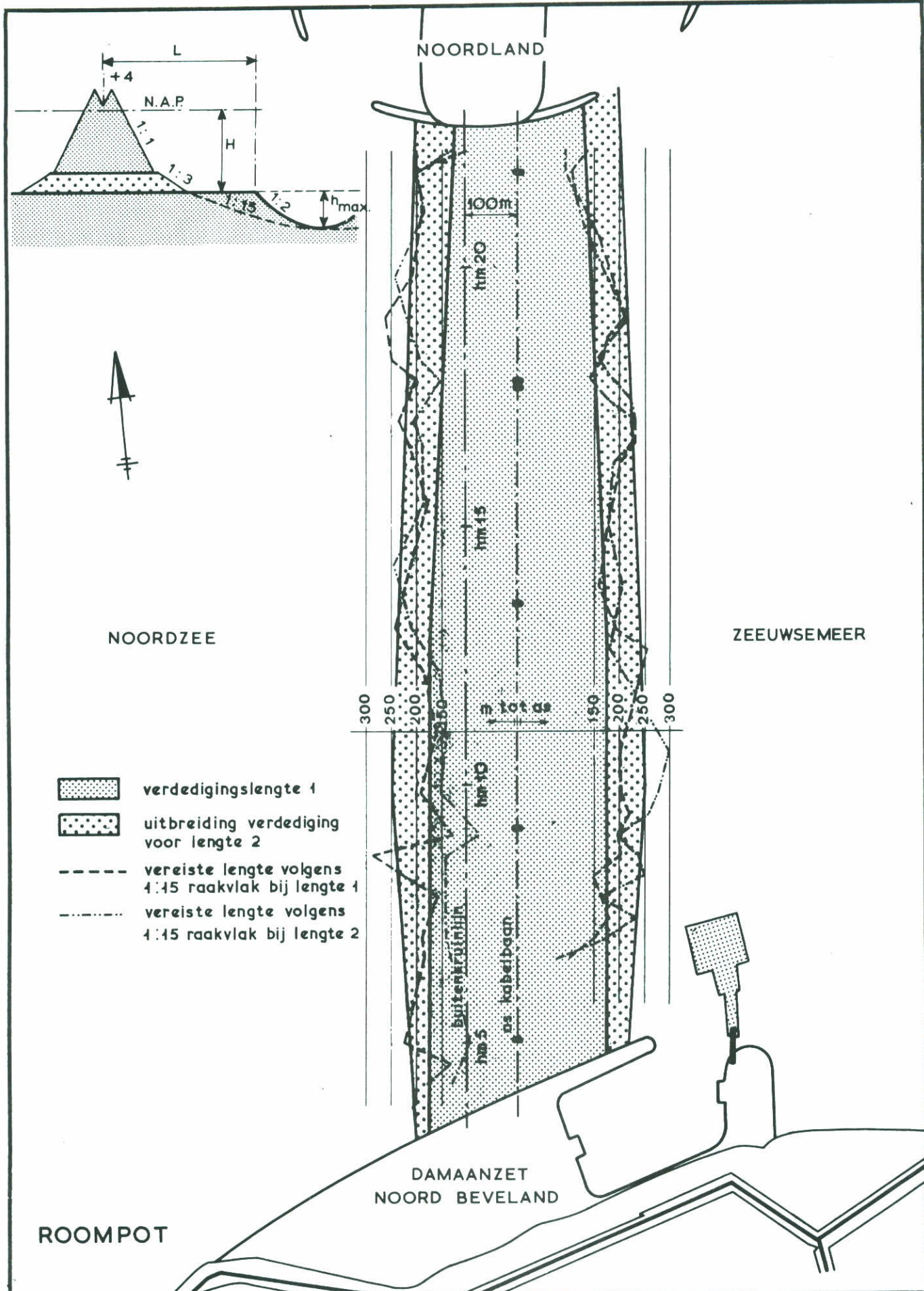
HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2 VLOED
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001 FIG. 24^c



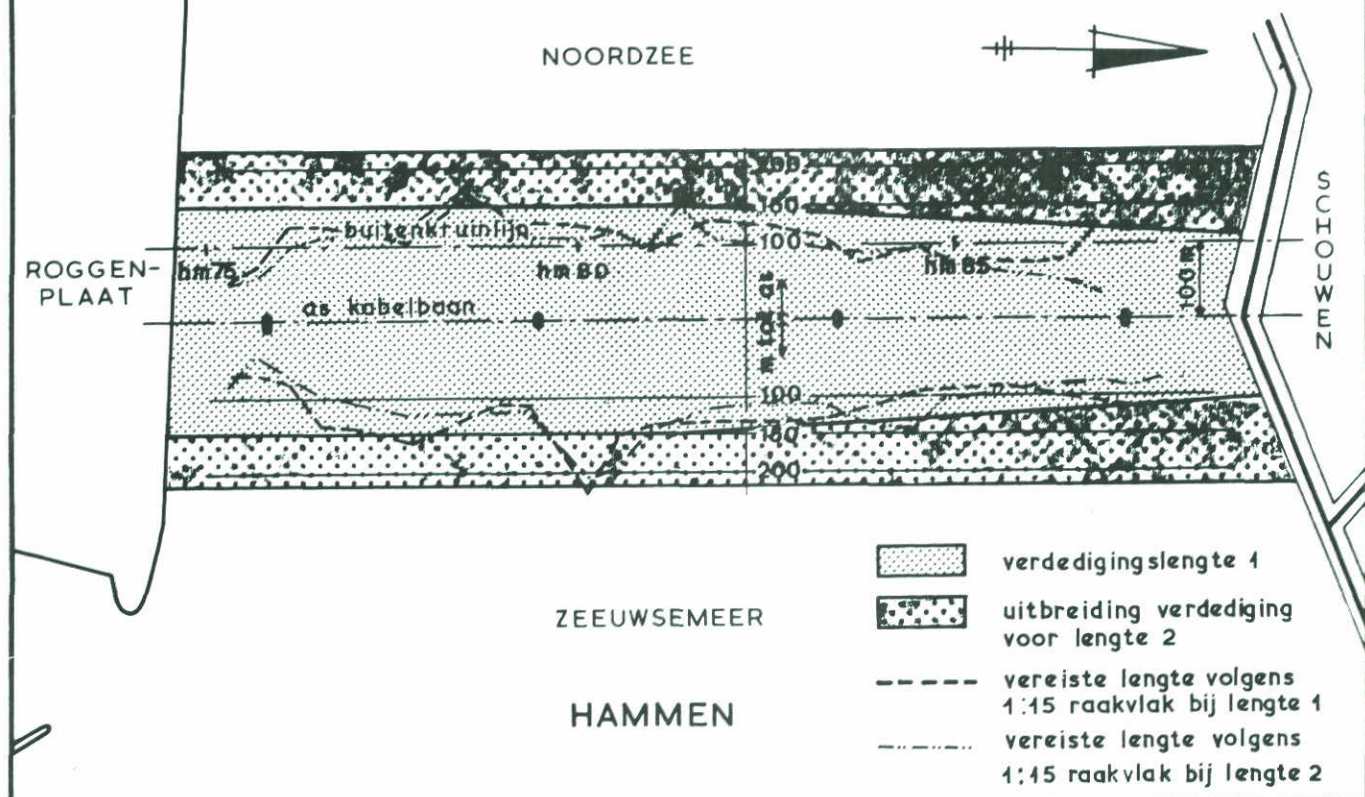
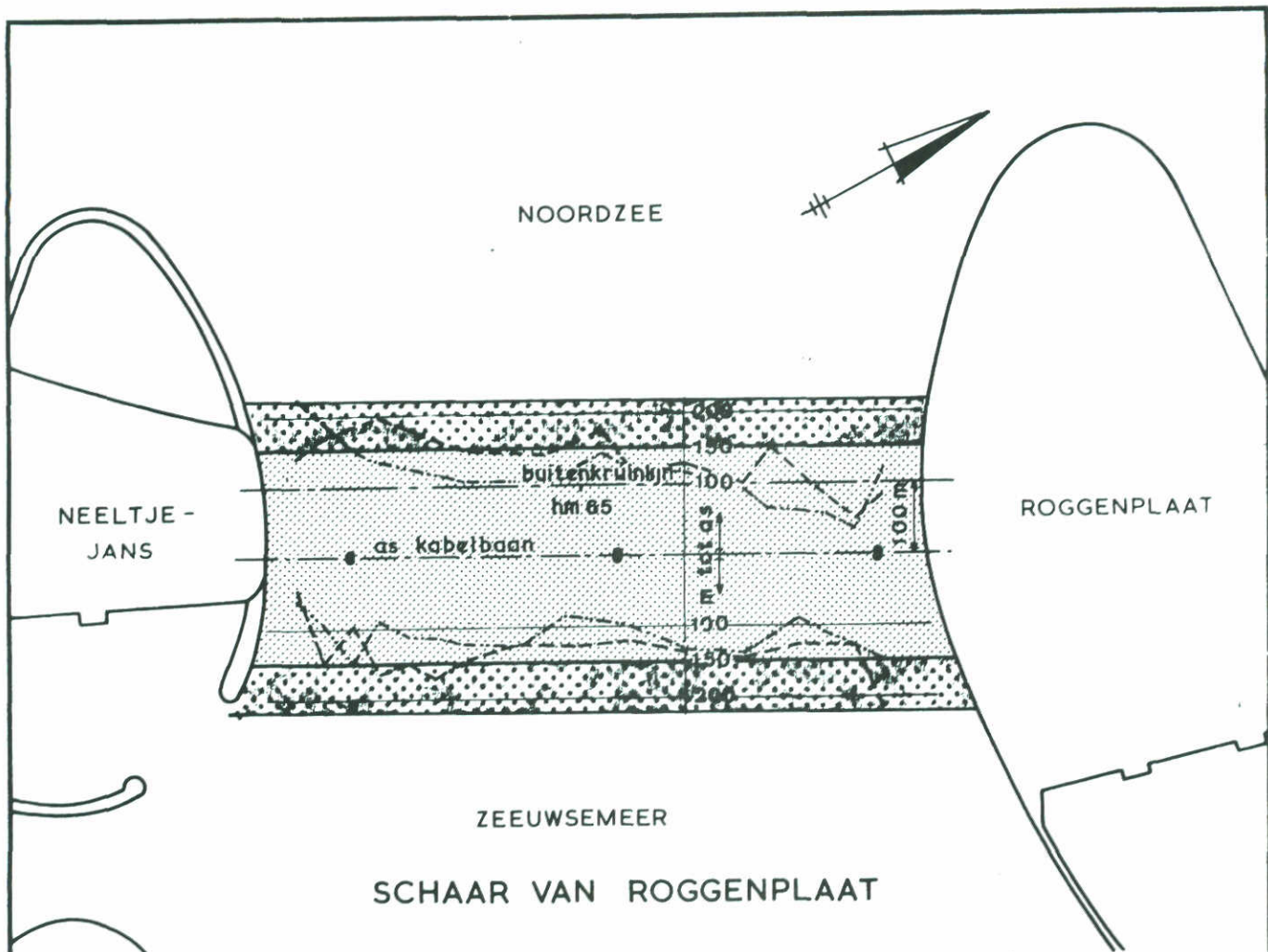
TOETSING VERDEDIGINGSLENGTEN AAN DE KRITERIA





WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

SCHAAL 1 : 10.000

M. 1001

FIG. 25^a



-  verdedigingslengte 1
-  uitbreiding verdediging voor lengte 2
-  vereiste lengte volgens 1:15 raakvlak bij lengte 1
-  vereiste lengte volgens 1:15 raakvlak bij lengte 2

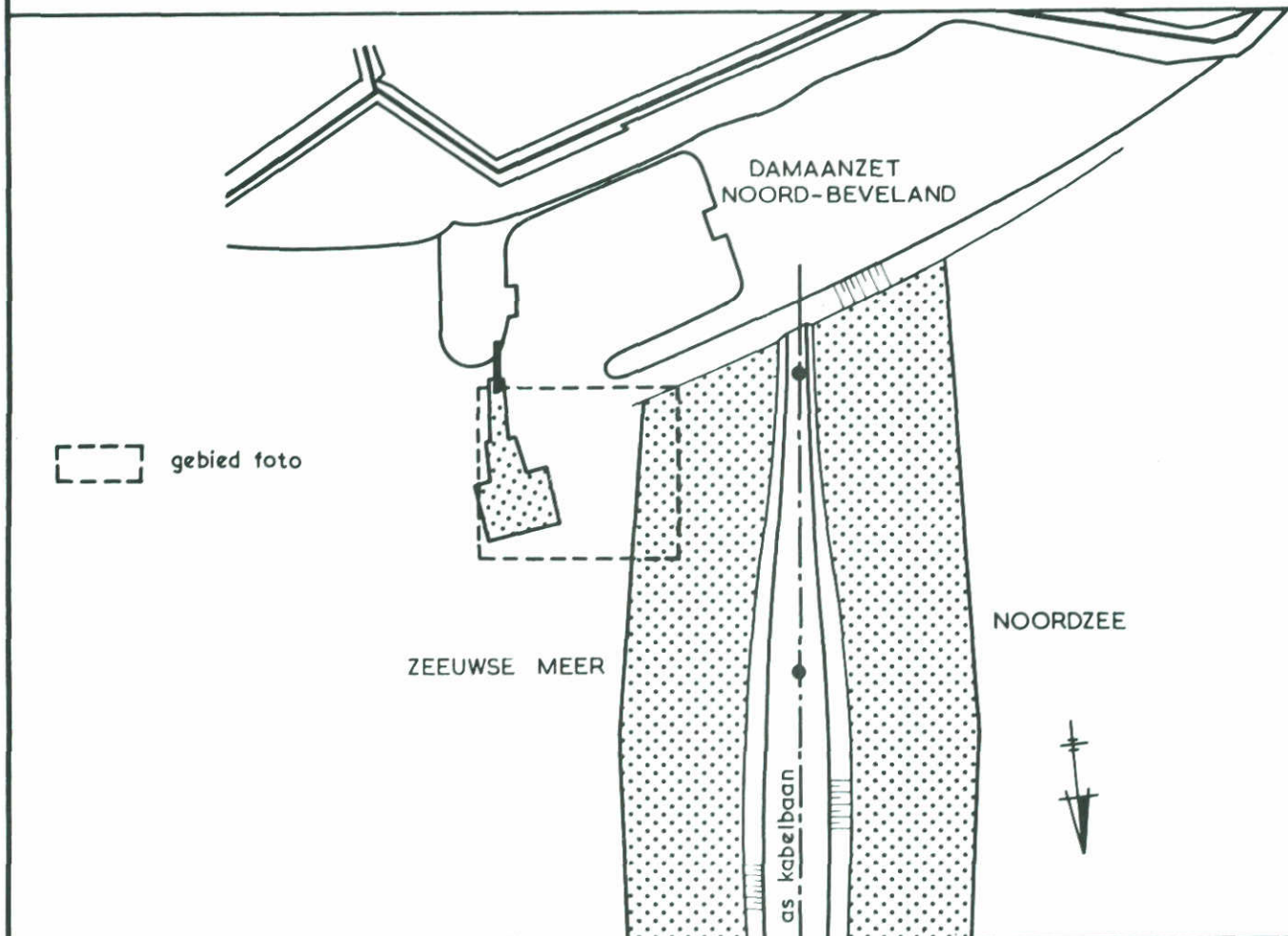
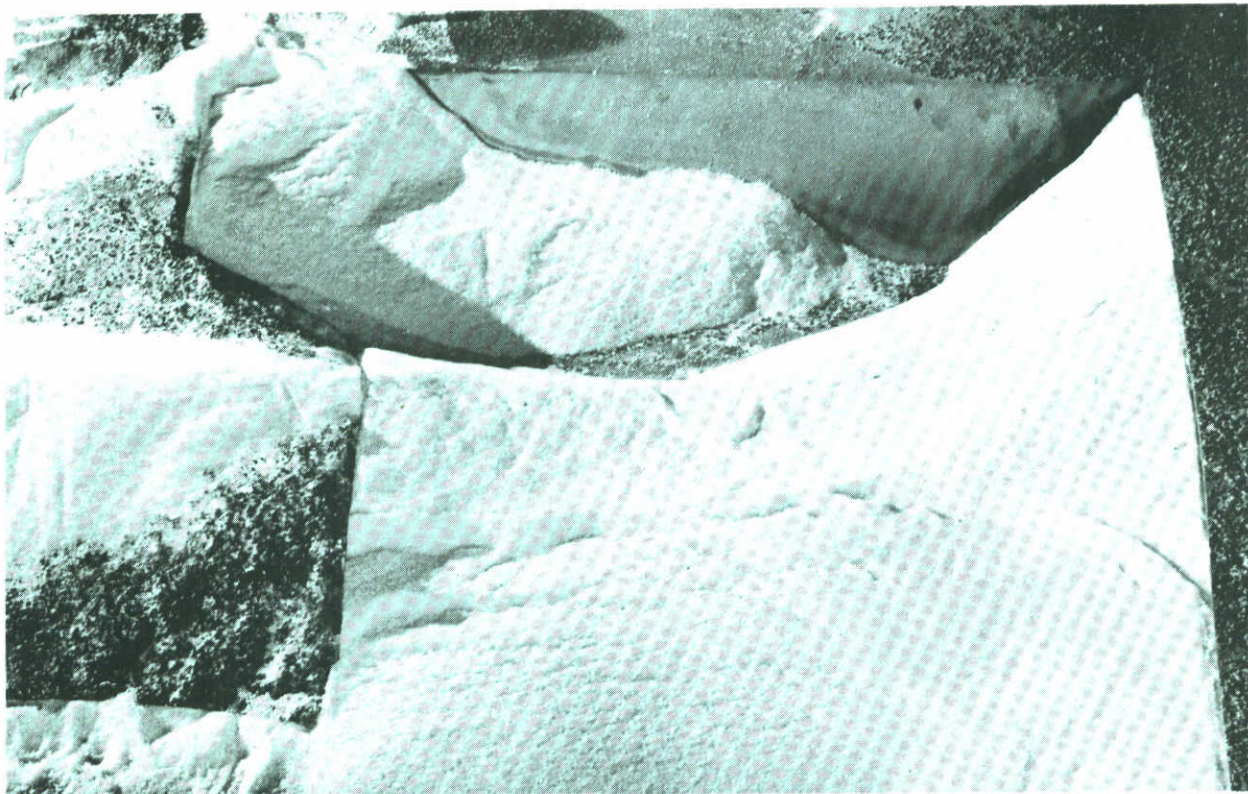
TOETSING VERDEDIGINGSLENGTE AAN DE KRITERIA

SCHAAL 1 : 10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 25^{bc}

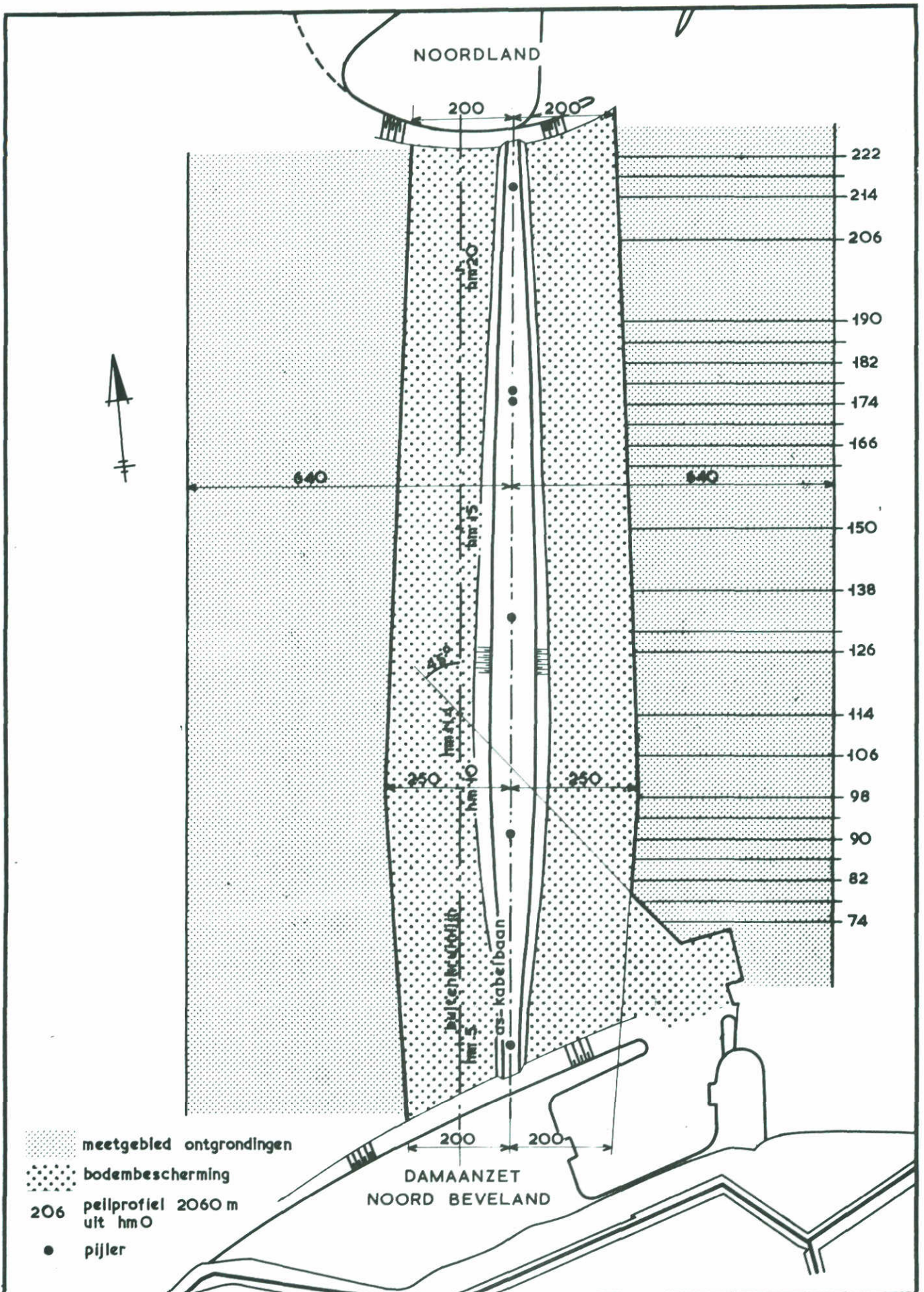


ONTGRONDINGSBEELD ONDER NOORD-BEVELAND

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1004

FIG. 26 a



OVERZICHT VAN HET MEETGEBIED
ROOMPOT

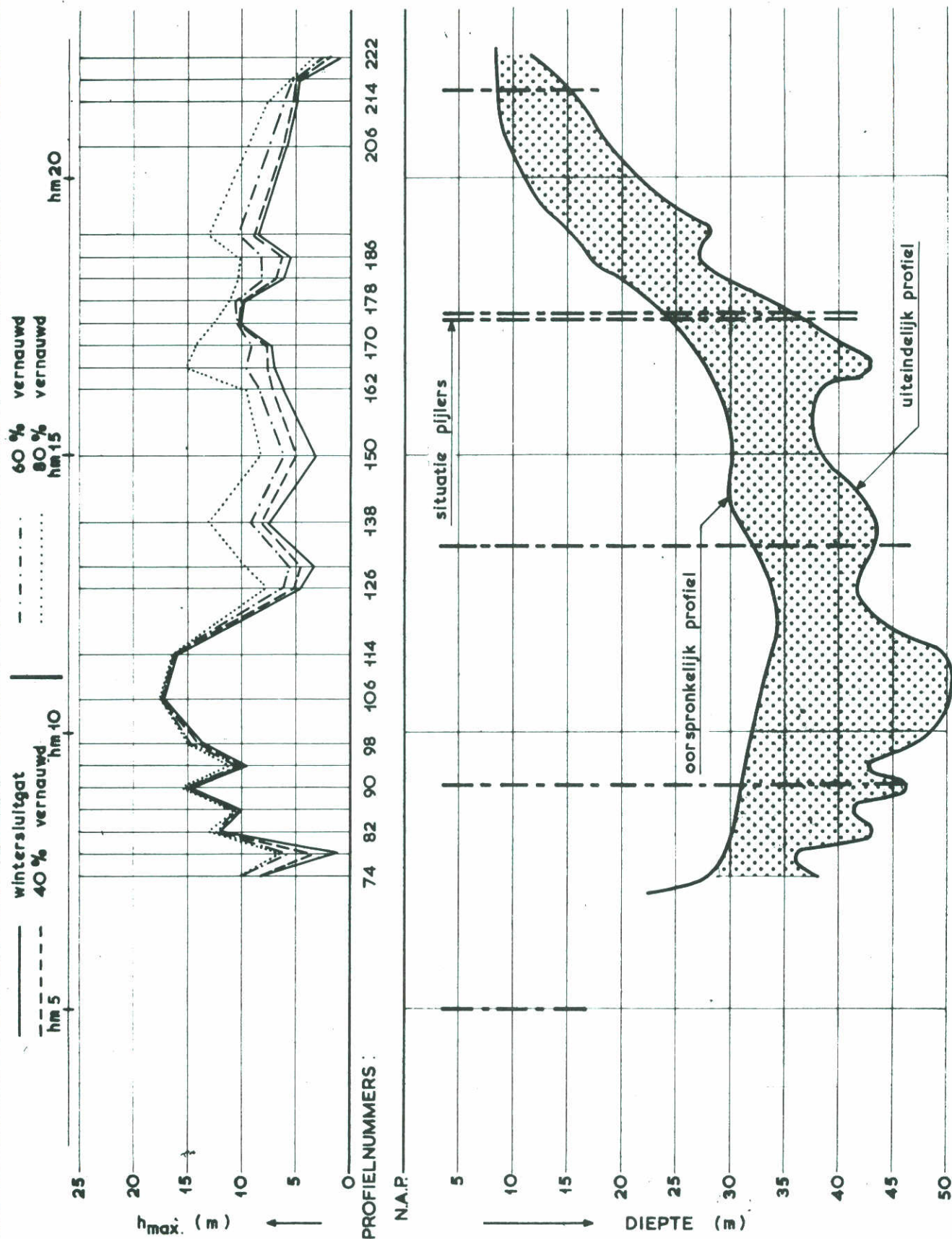
LENGTE 2

SCHAAL 1:10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 27^a



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZUDE

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

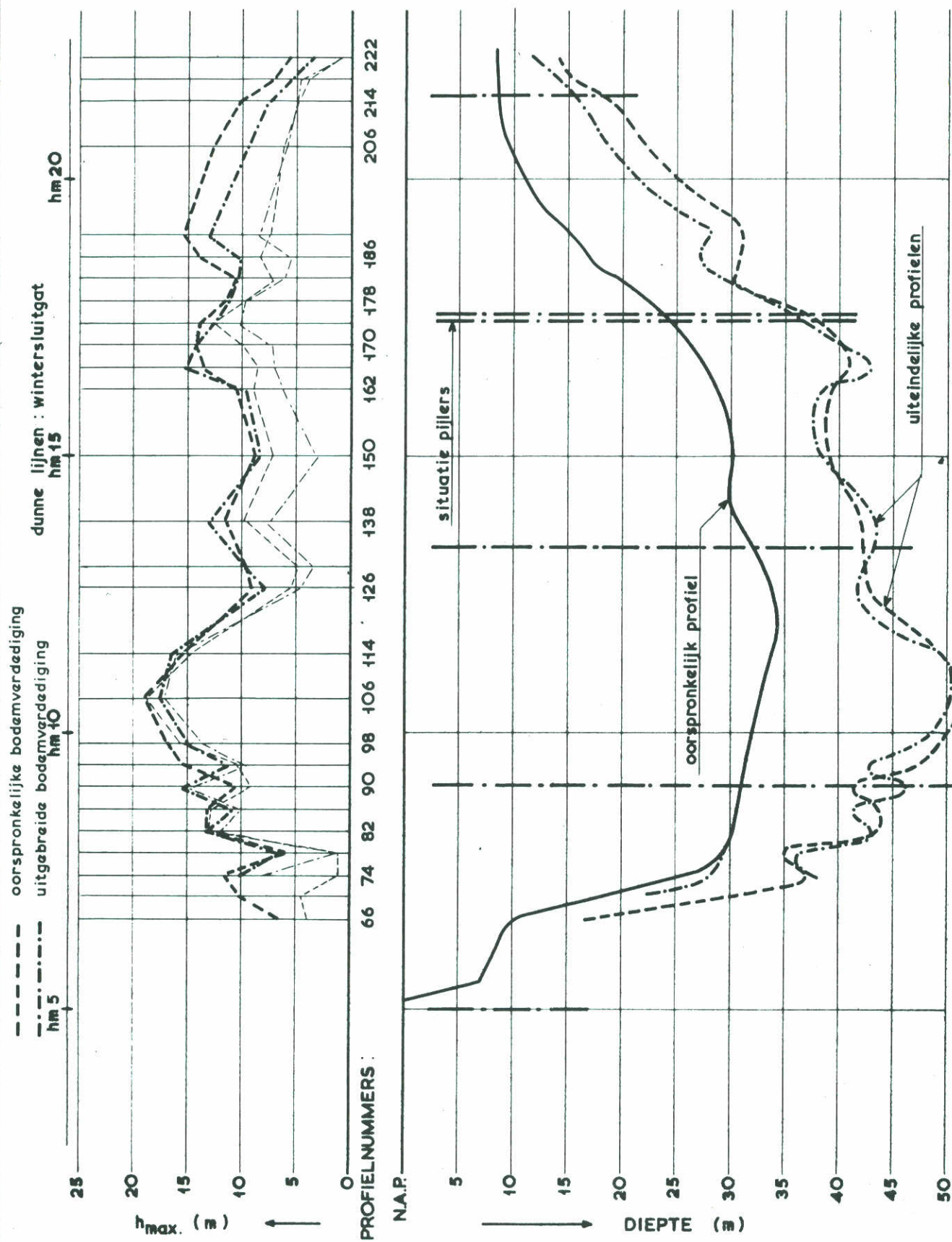
VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 28^a



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZIJDE

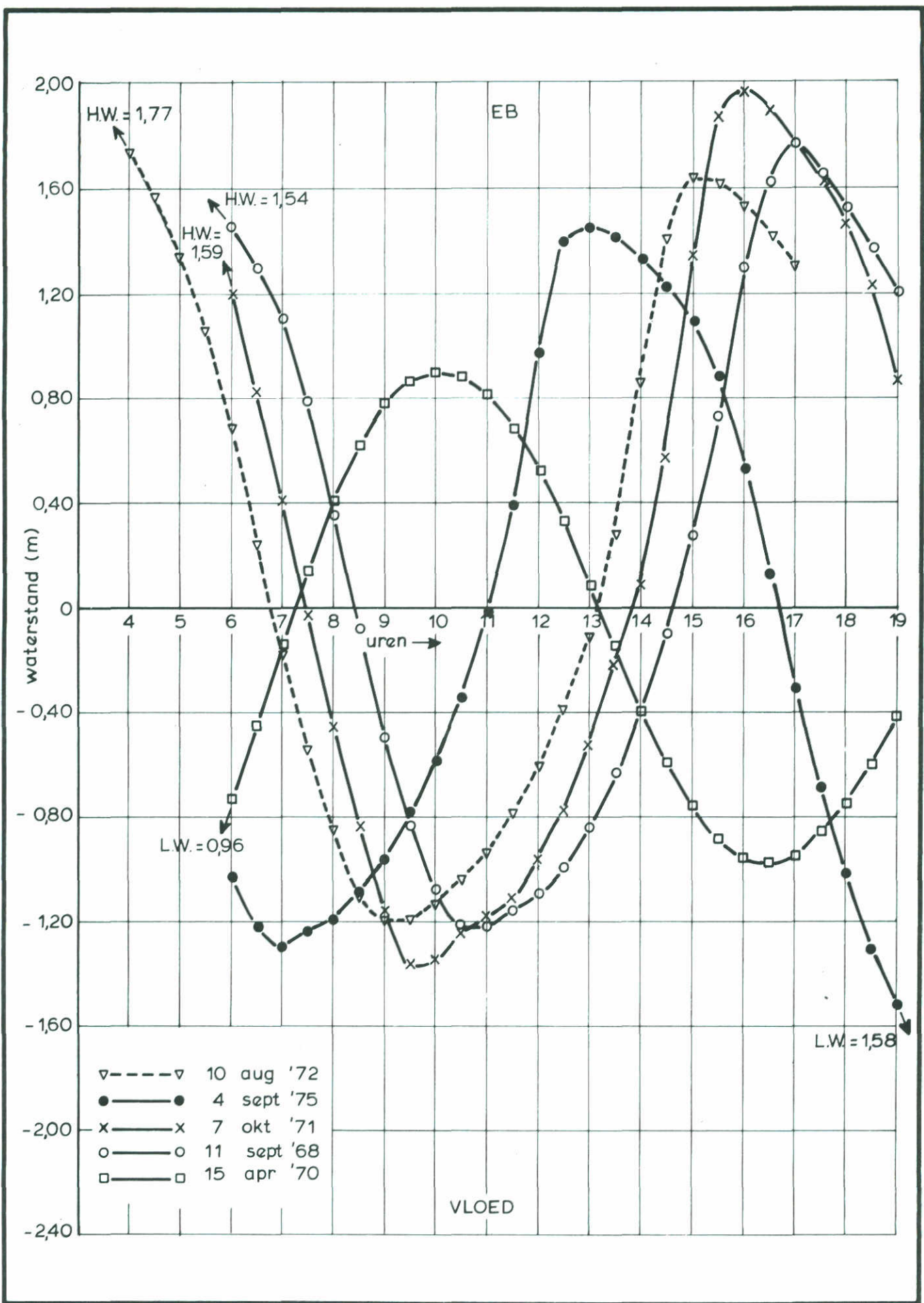
VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2	VLOED
SCHAAL	hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.1001

FIG. 29^a



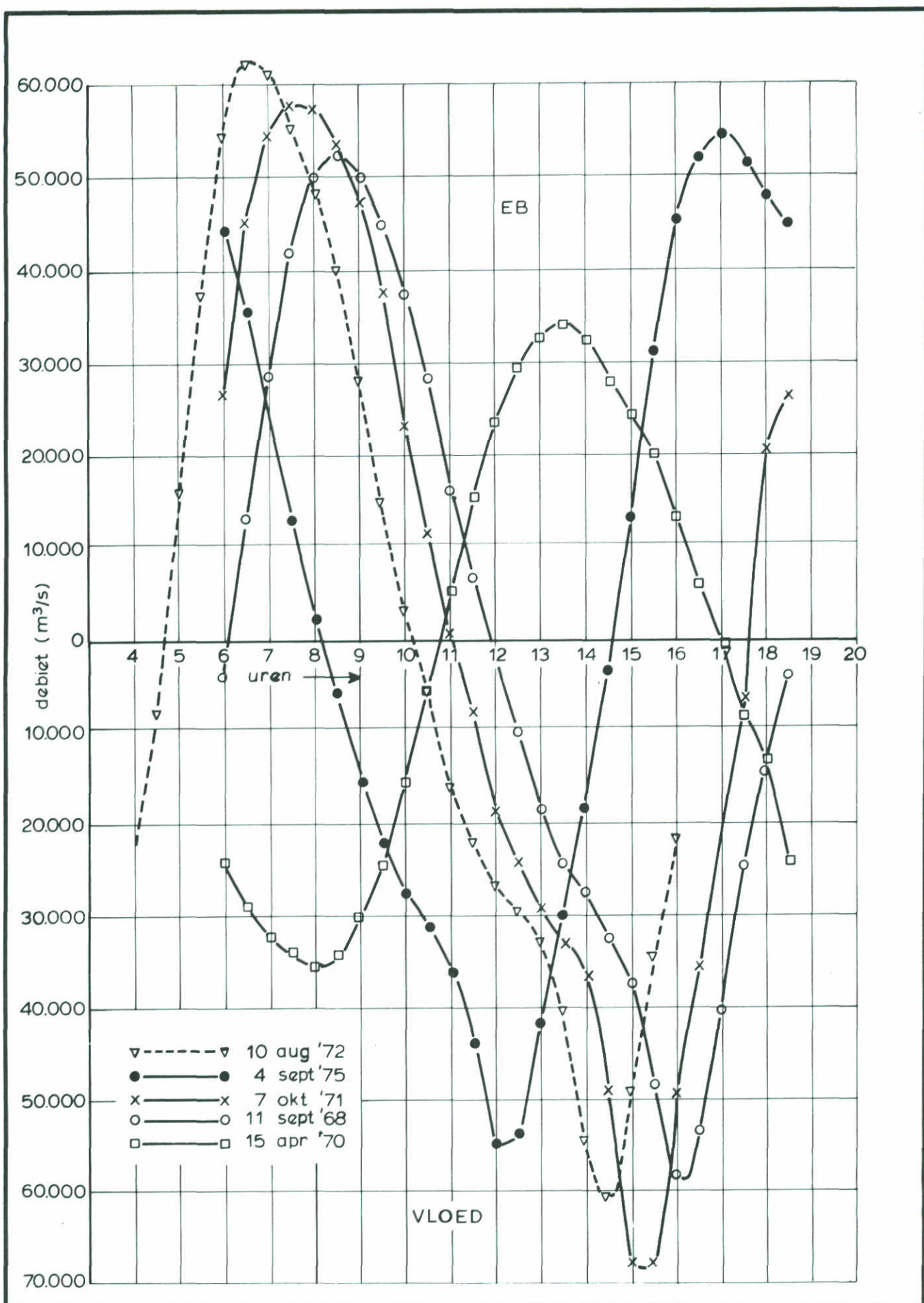
VERLOOP WATERSTANDEN GEBRUIKTE GET'JDEN

VLIETEPOLDER

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 30



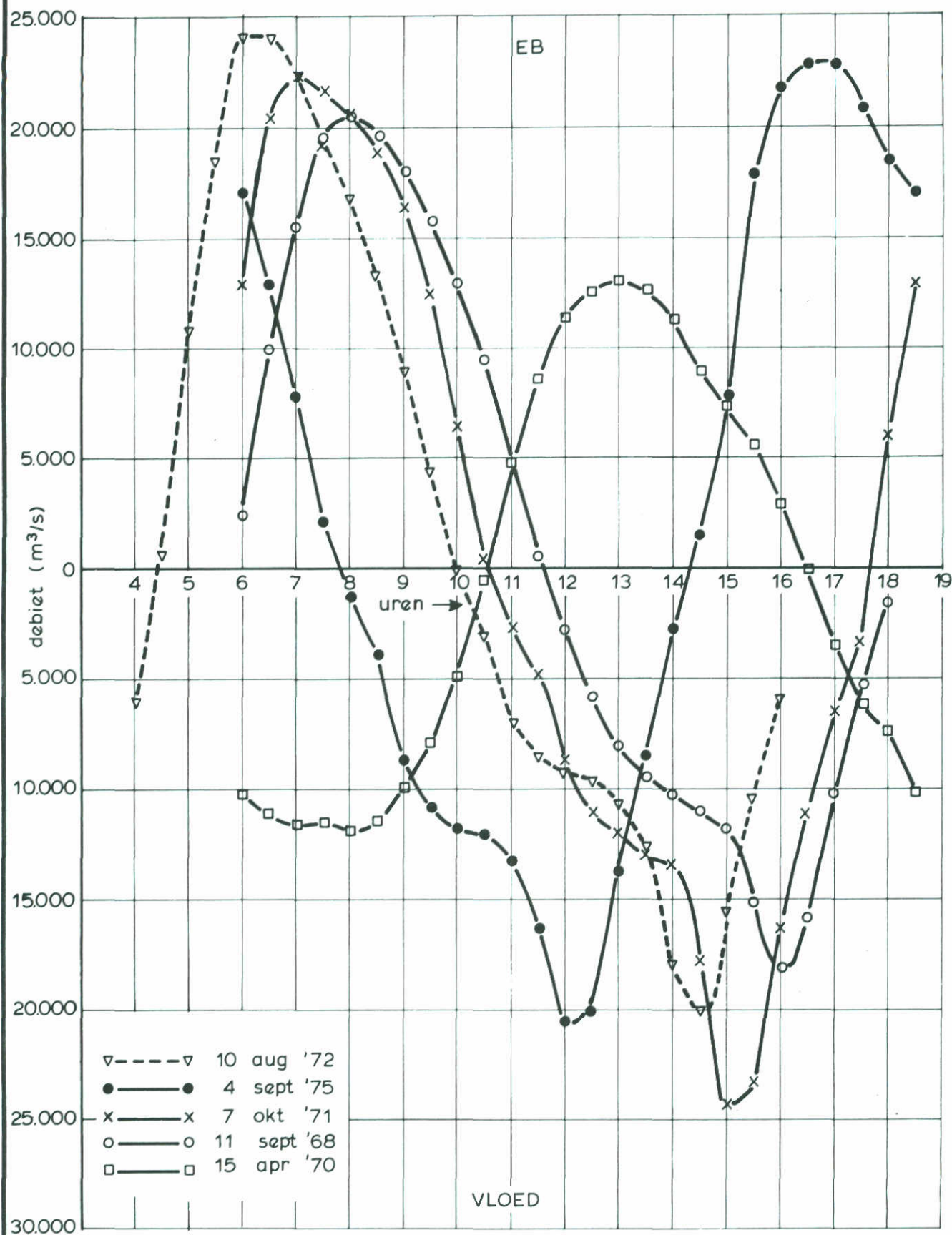
VERLOOP DEBIETEN GEBRUIKTE GET'JDEN

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 31^a



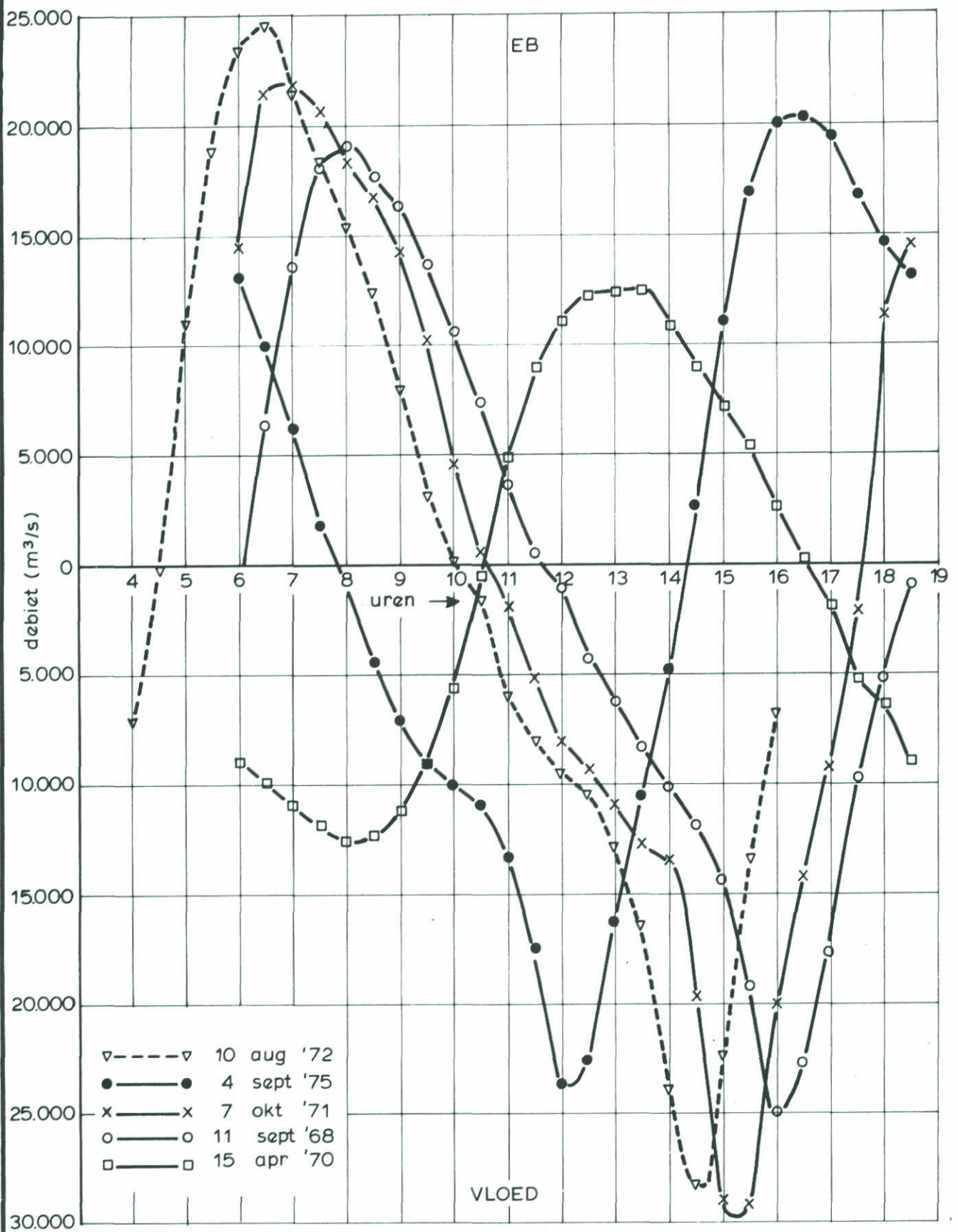
VERLOOP DEBIETEN GEBRUIKTE GETIJDEN

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 31^b



VERLOOP DEBIETEN GEBRUIKTE GET'JDEN

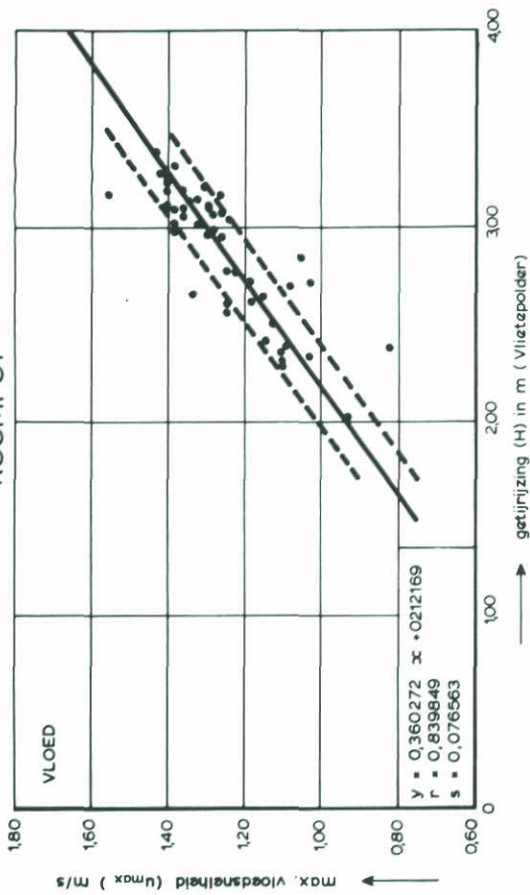
HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

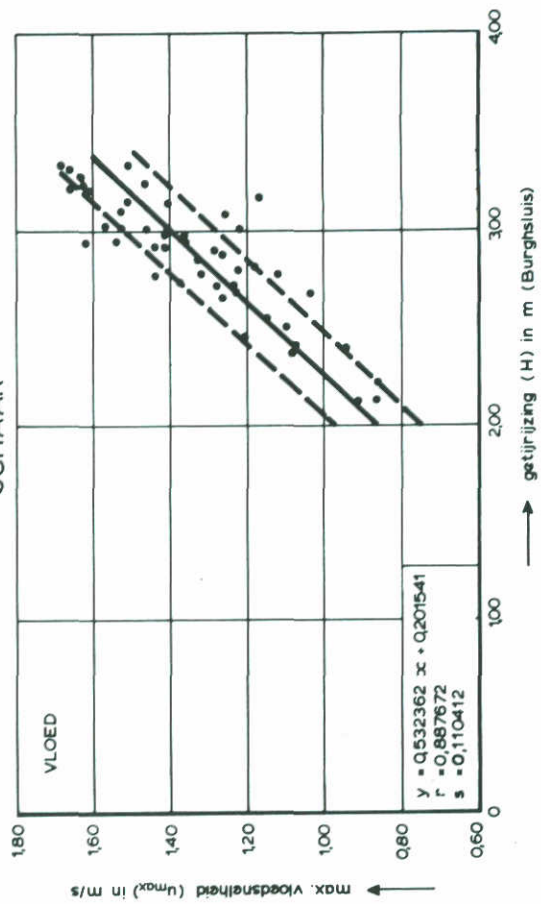
M 1001

FIG. 31^c

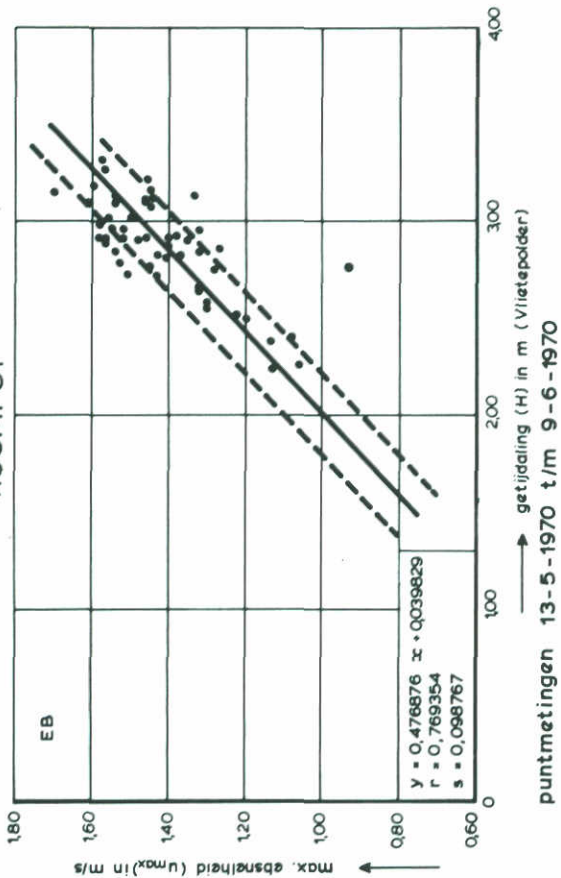
ROOMPOT



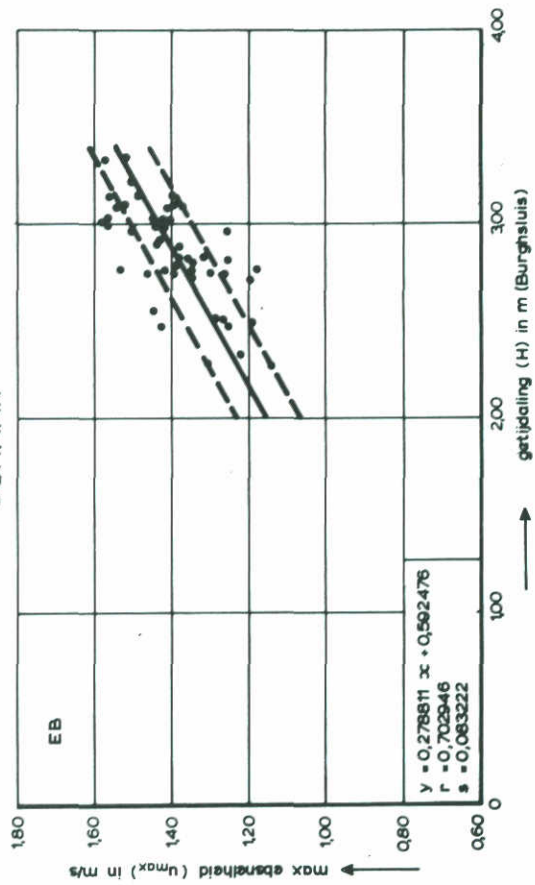
SCHAAR



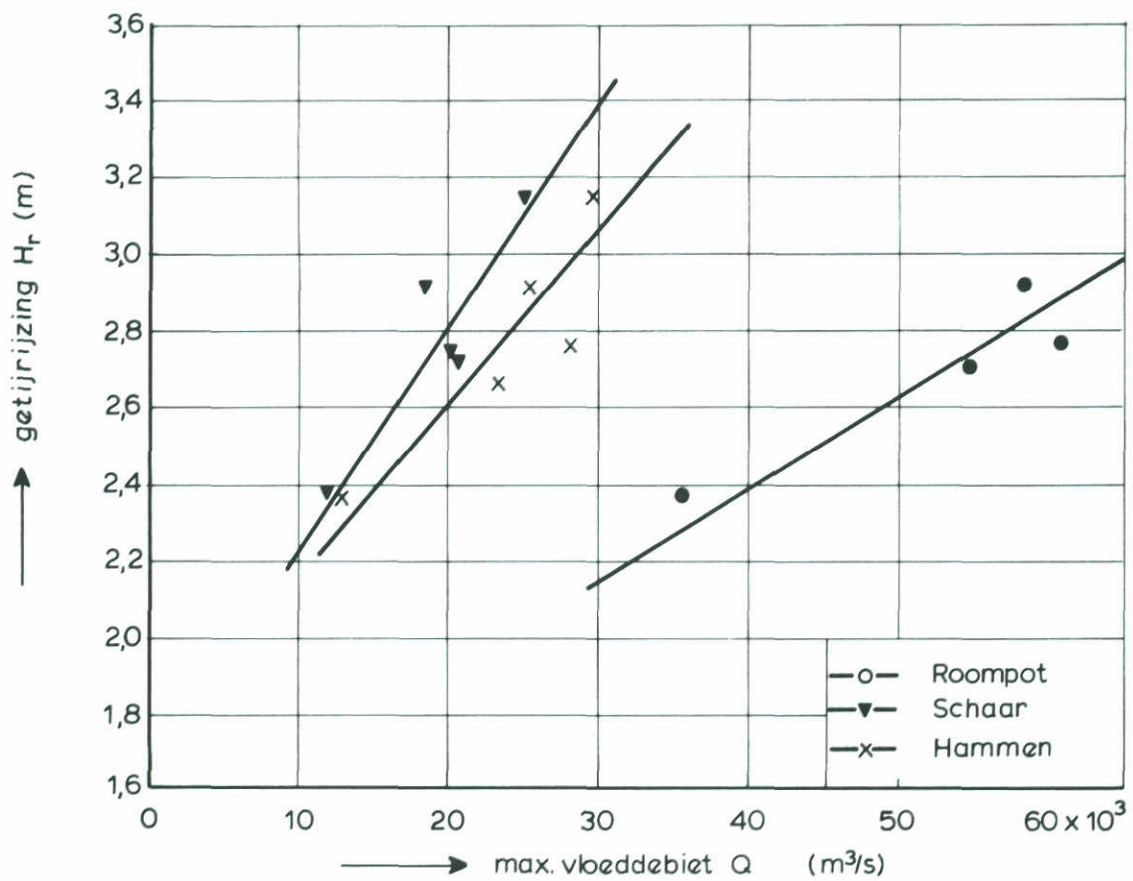
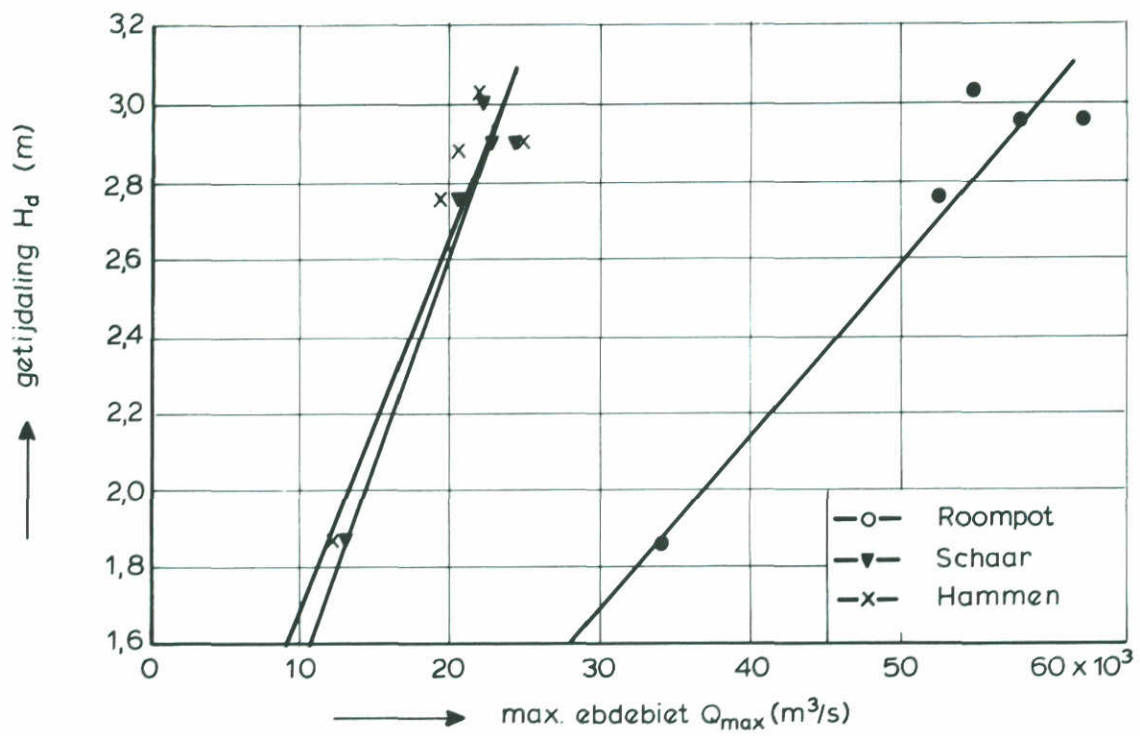
ROOMPOT



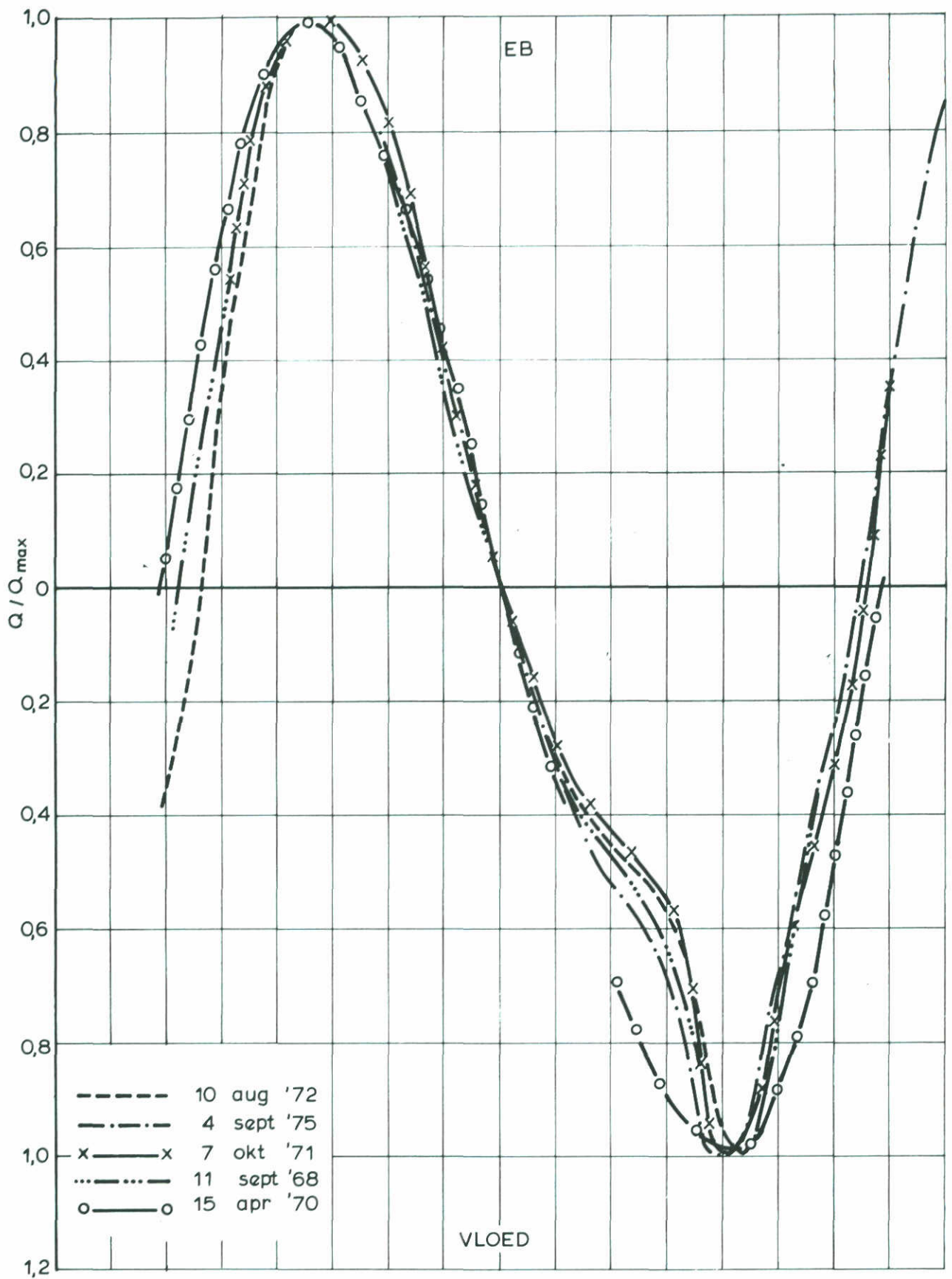
SCHAAR



RELATIE H - u_{max} , PROTOTYPEGEGEVENS



RELATIE $H - Q_{max}$, MODELGEGEVENS



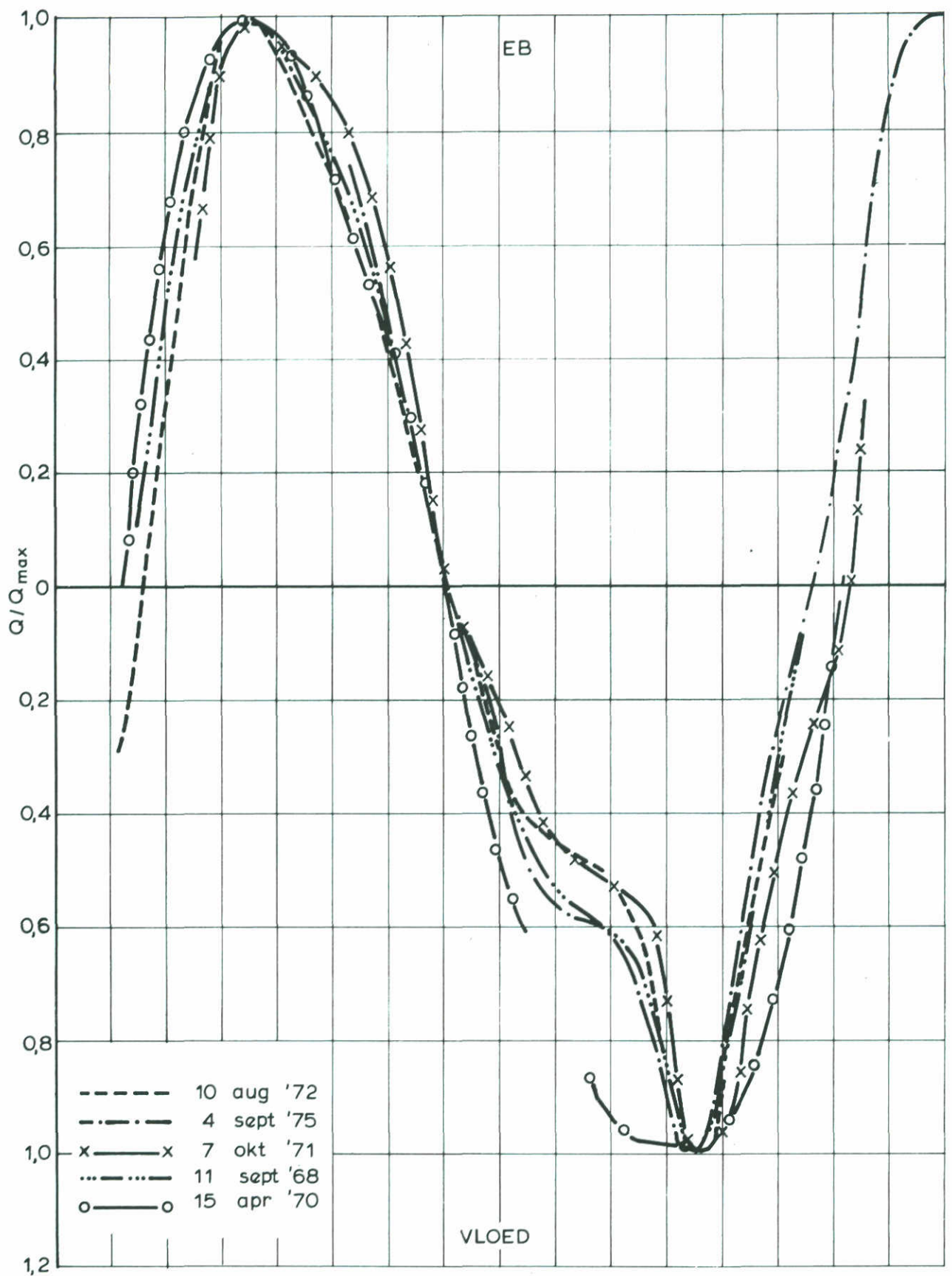
VERGELIJING VORM DEBIETKROMMEN

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 34^a



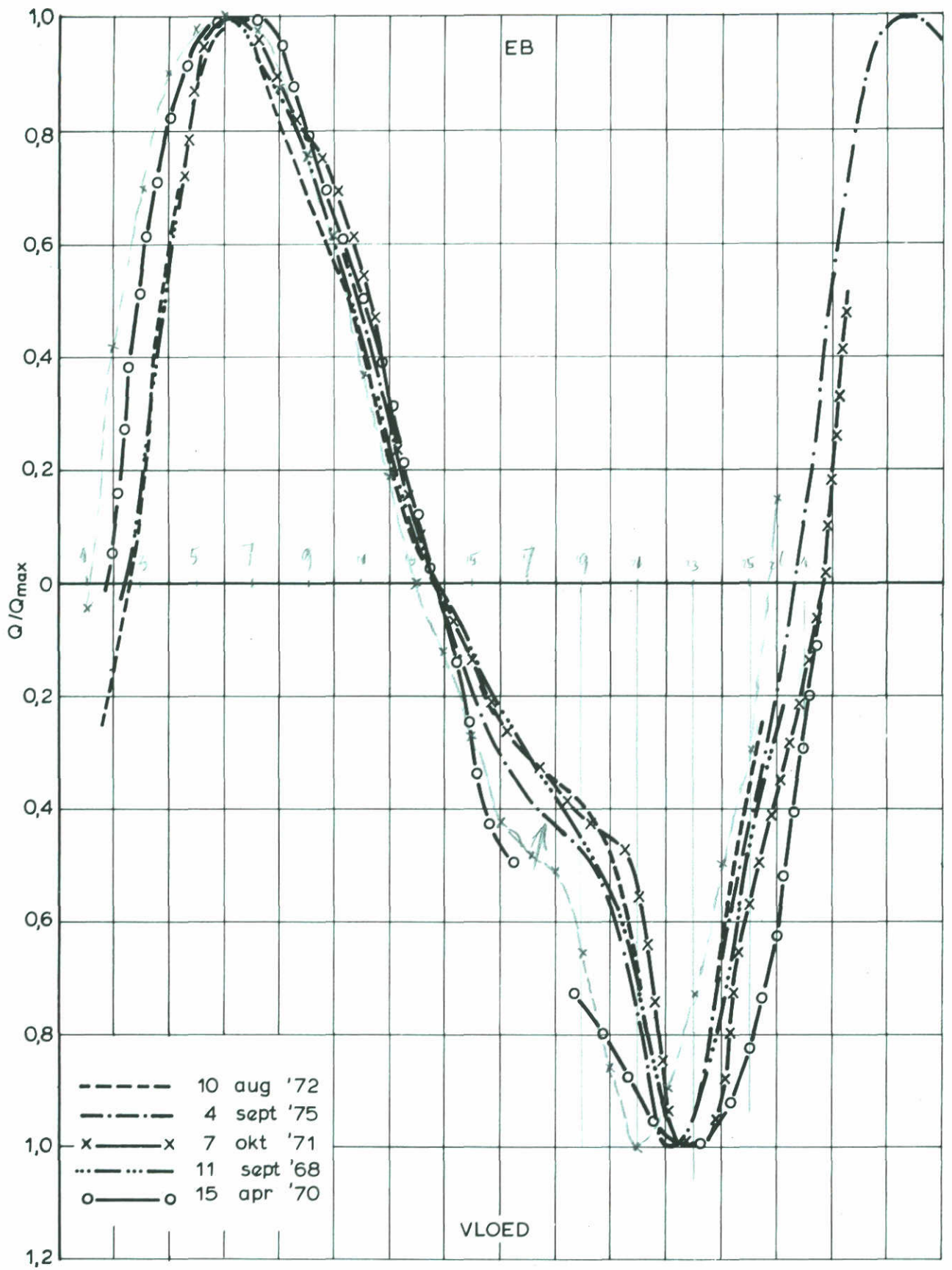
VERGEL'JKING VORM DEBIETKROMMEN

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 34^b



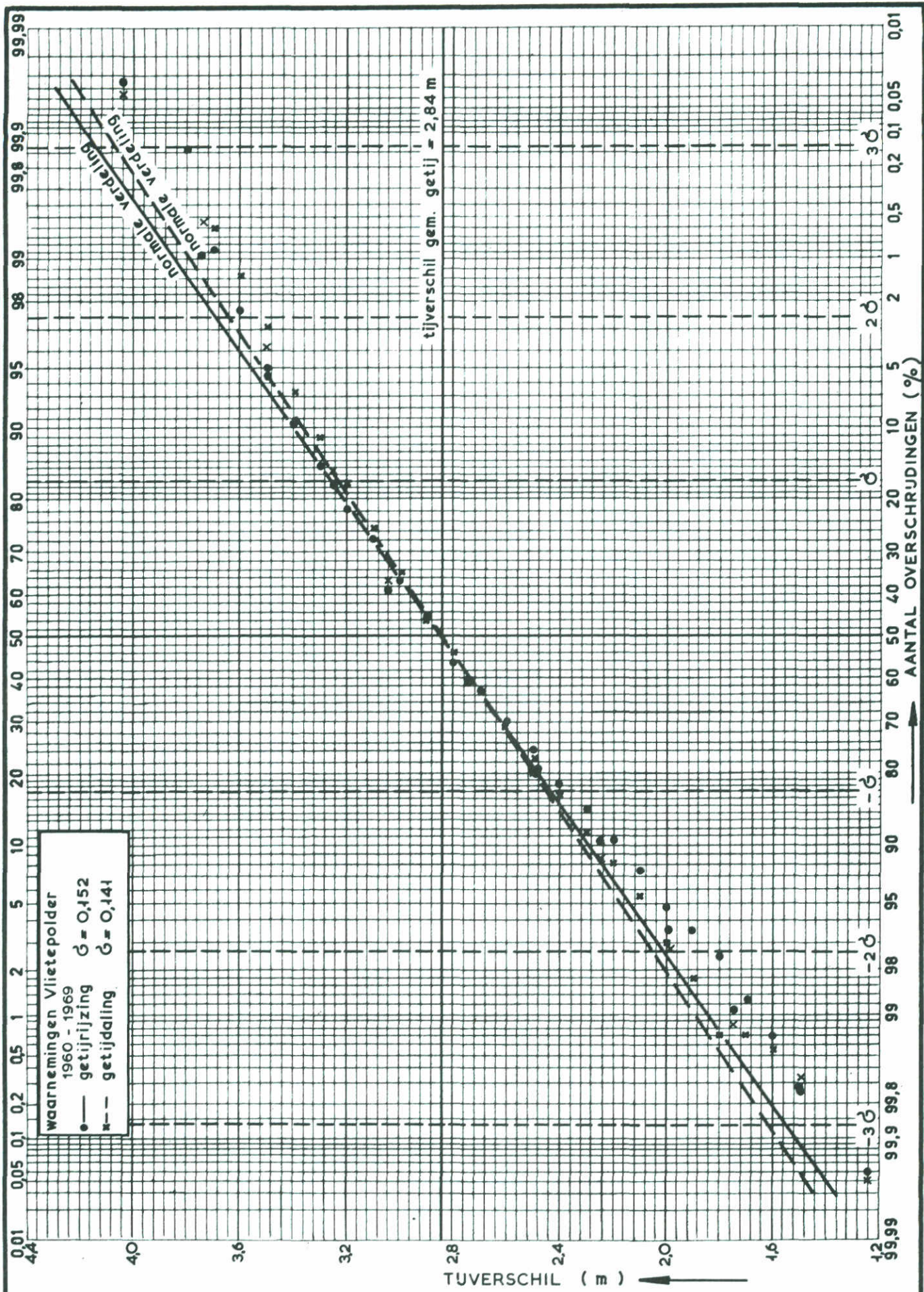
VERGEL'JING VORM DEBIETKROMMEN

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 34^c

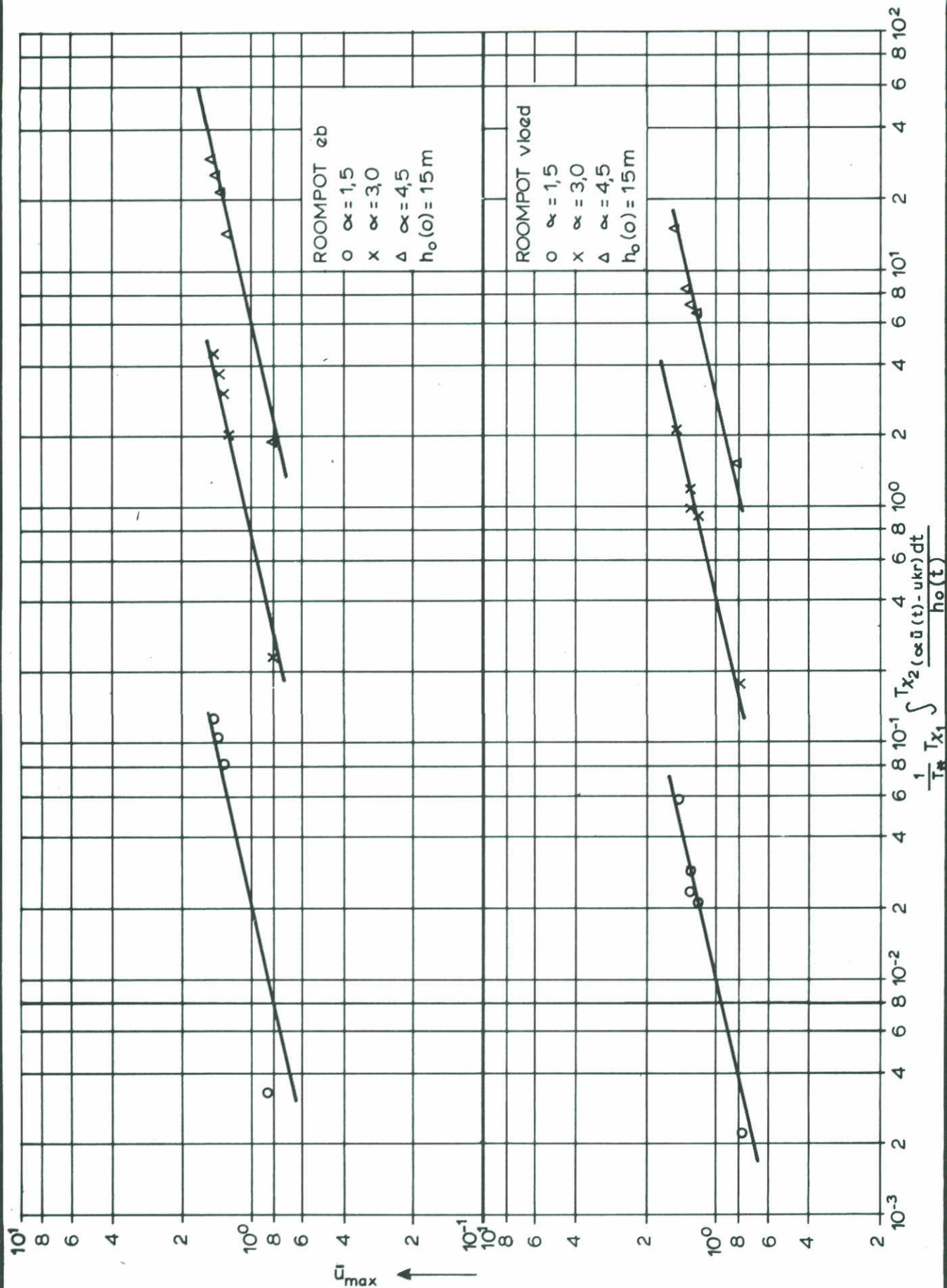


FREQUENTIEVERDELING GETJVERSCHILLEN

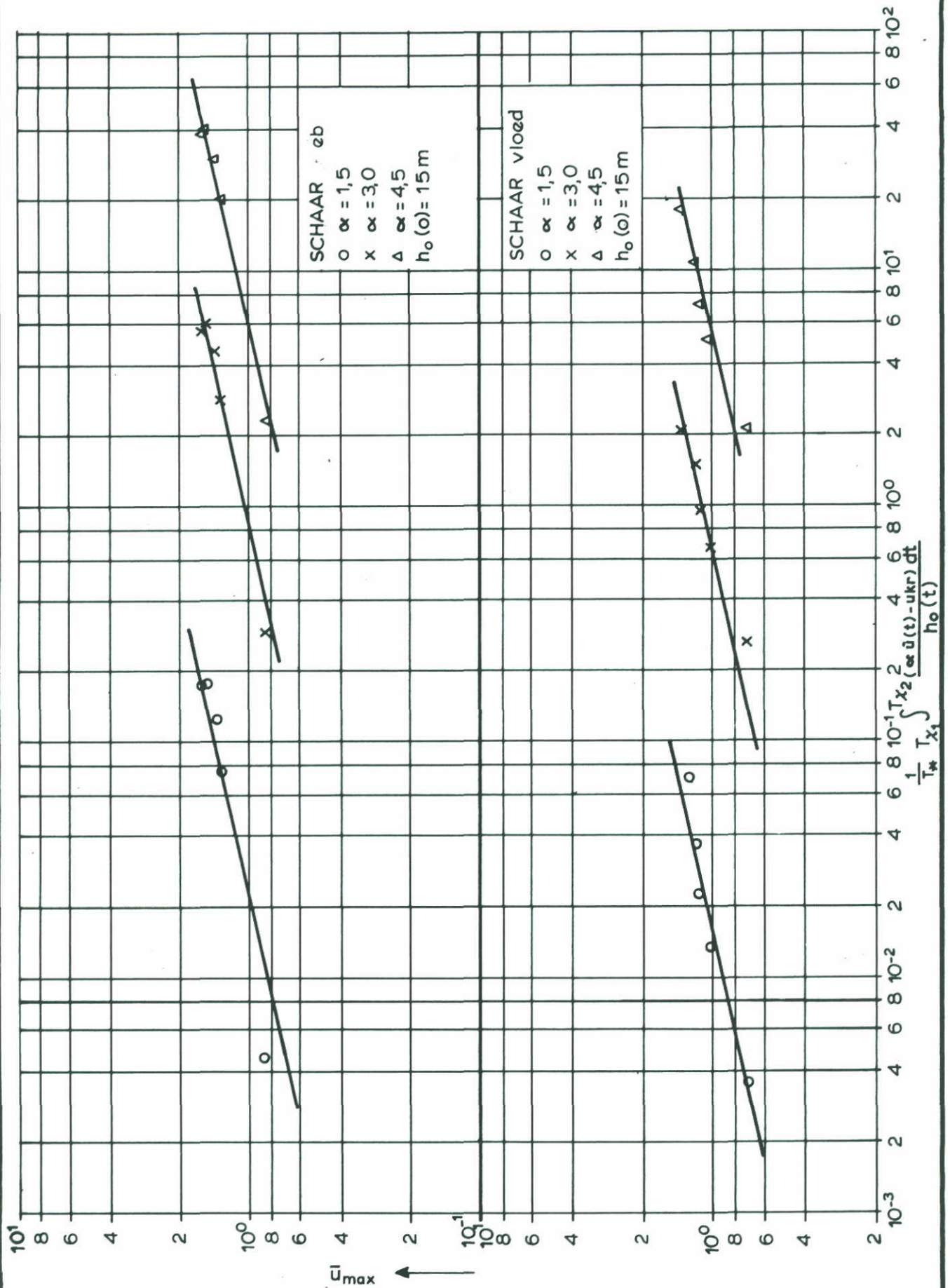
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

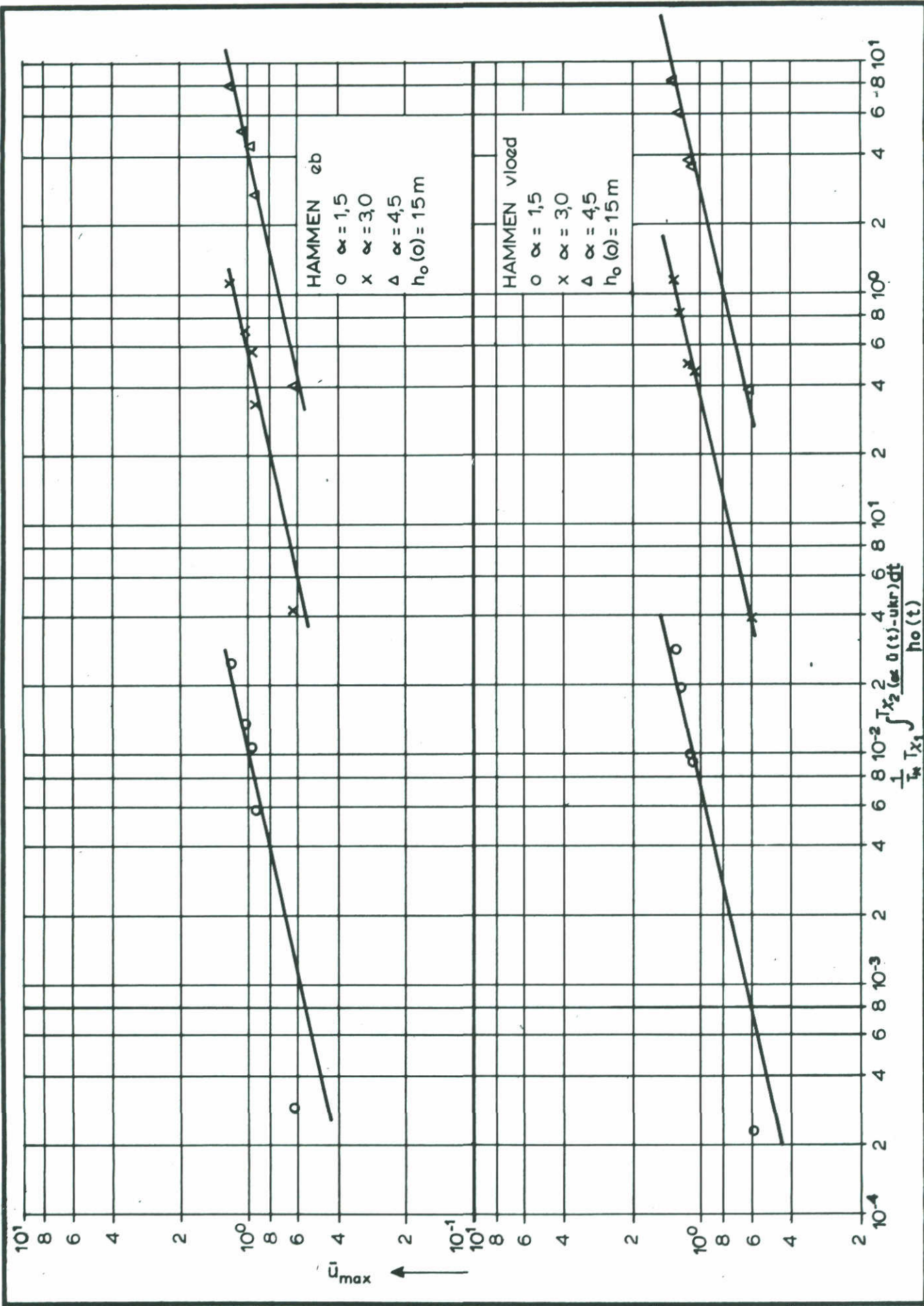
FIG. 35



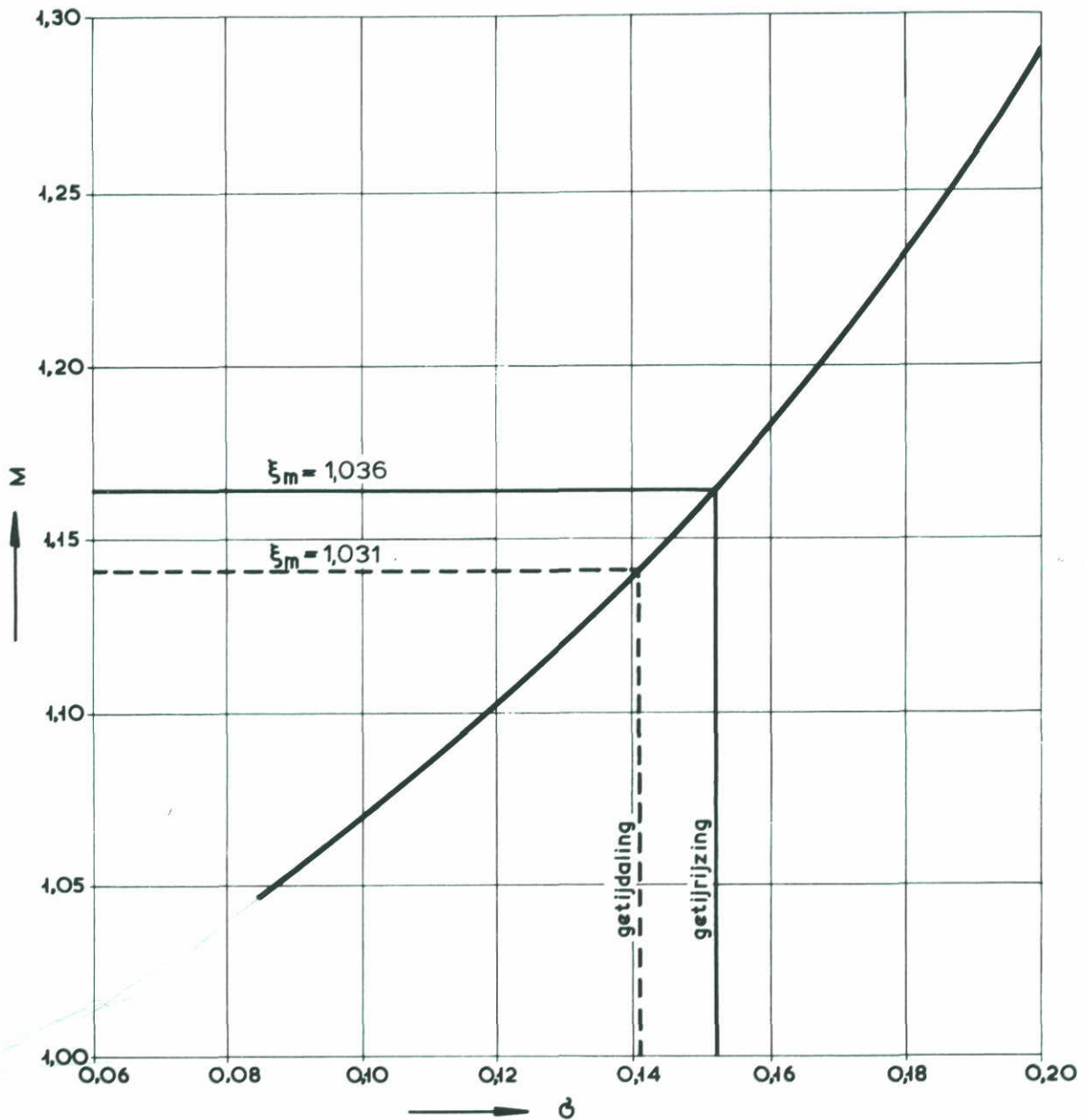
$$\frac{1}{T_*} \int_{T_{x_1}}^{T_{x_2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})}{h_0(t)} dt \quad \text{ALS FUNCTIE VAN } \bar{u}_{max}$$



$$\frac{1}{T_*} \int_{T_{x1}}^{T_{x2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})^{4,3}}{h_0(t)} dt \quad \text{ALS FUNCTIE VAN } \bar{u}_{\max}$$



$$\frac{1}{T_*} \int_{T_{x_1}}^{T_{x_2}} \frac{(\alpha \bar{u}(t) - u_{kr})}{h_0(t)} dt \quad \text{ALS FUNCTIE VAN } \bar{u}_{\max}$$



$$t_1 = t_{1g} / M$$

t_1 = karakteristieke tijd voor ontgroningen, maatgevend getij

t_{1g} = karakteristieke tijd voor ontgroningen, gemiddeld getij

σ = standaardafwijking bij de normale verdeling (van de tijverschillen)

$$M = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \int_{-3,4\sigma}^{3,4\sigma} (1+x)^{4,3} \cdot e^{-x^2/2\sigma^2} \cdot dx$$

$$\xi_m = \text{getijcoëfficiënt maatgevend getij} = M^{1/4,3}$$

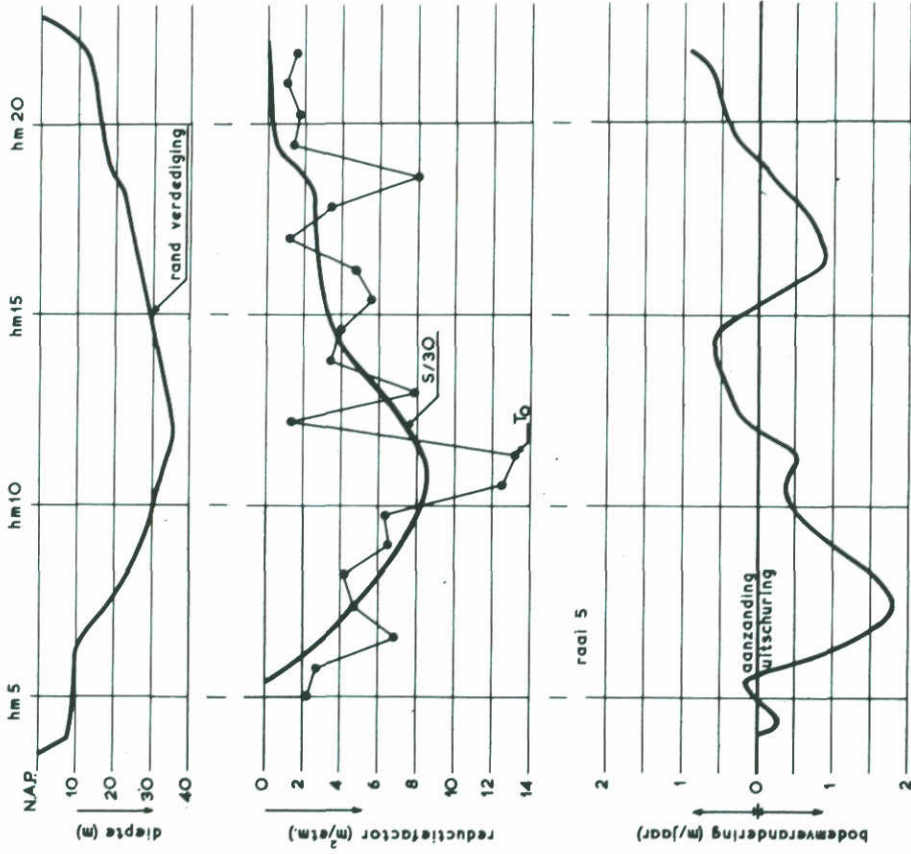
GETJCOEFFICIENT MAATGEVEND GETIJ

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

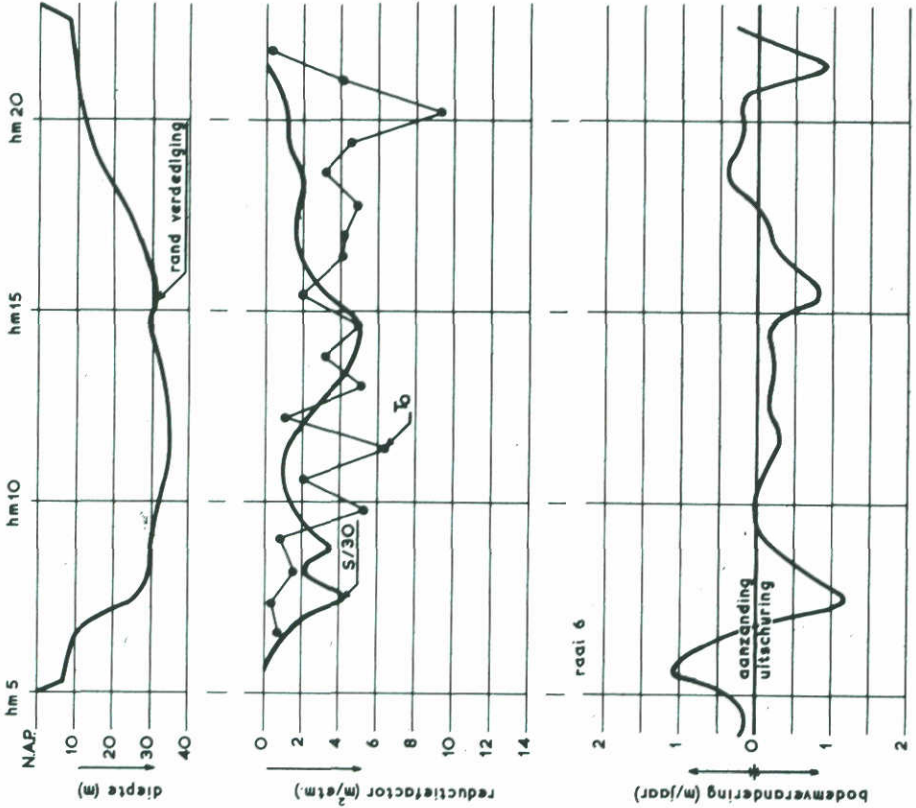
M 1001

FIG. 37

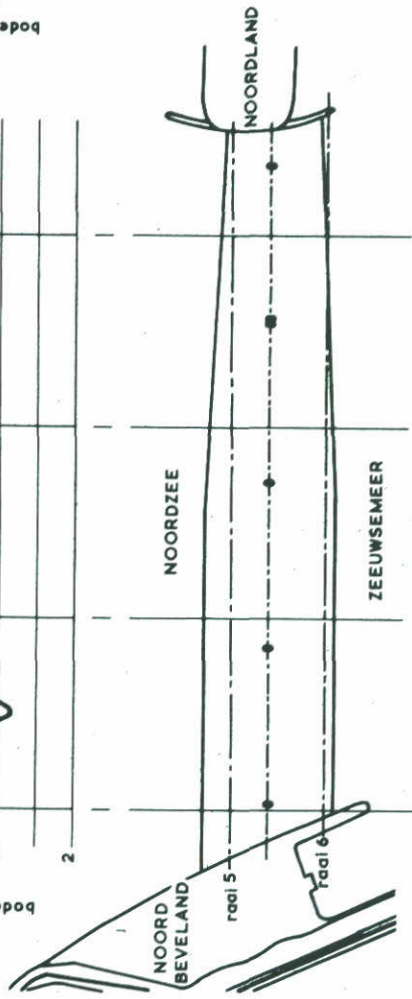
ZEEZIJDE



ZEEUWSEMEERZIJDE



ROOMPOT



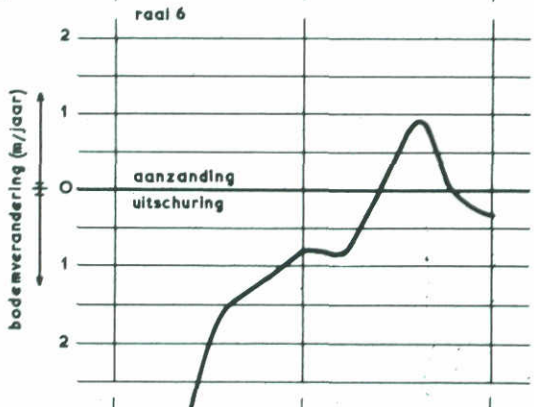
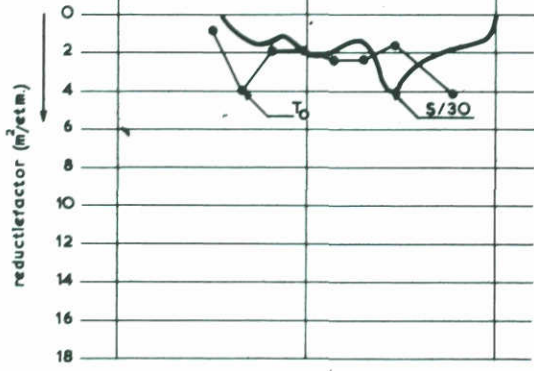
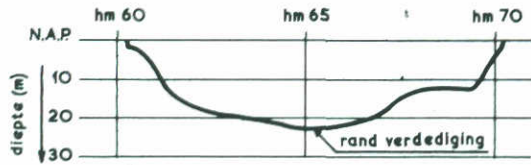
BEPALING REDUCTIEFACTOREN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

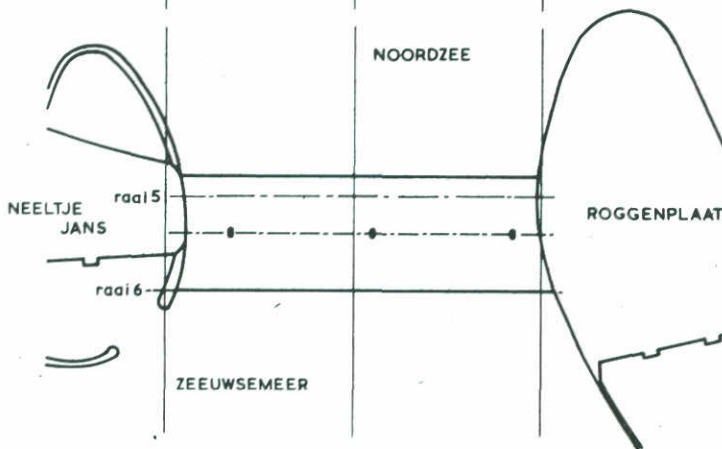
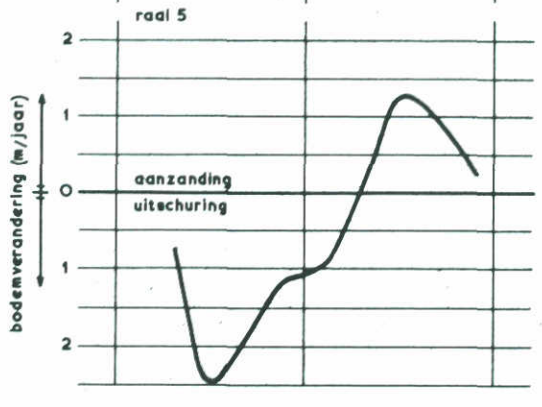
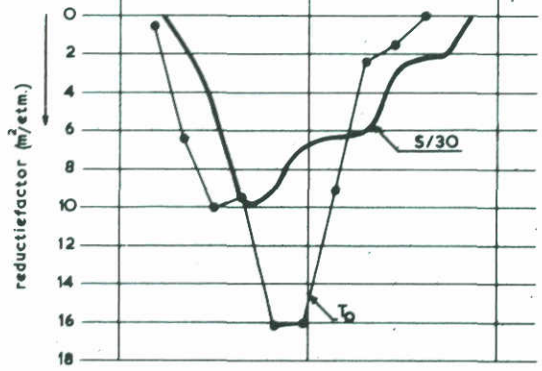
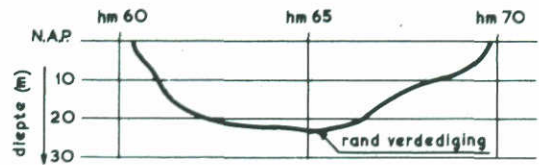
M 4001

FIG. 38^a

ZEEUWSEMEERZUDE



ZEEZUDE



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT

BEPALING REDUCTIEFACTOREN

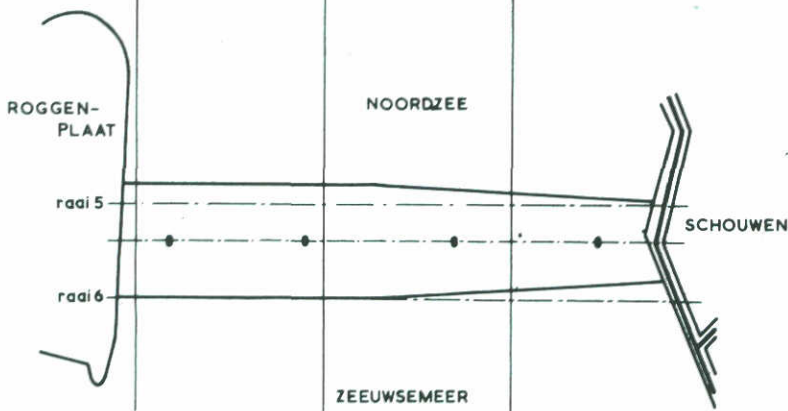
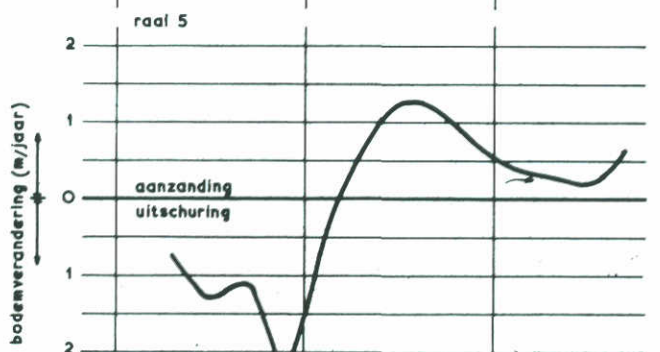
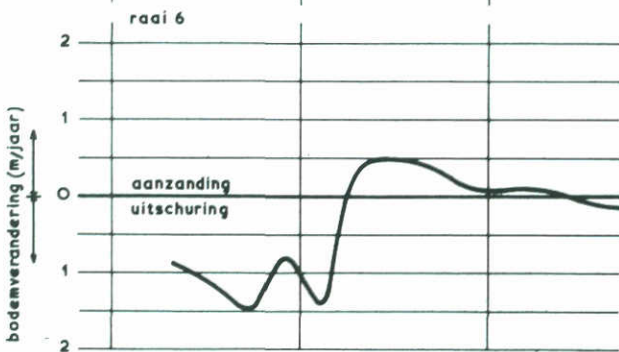
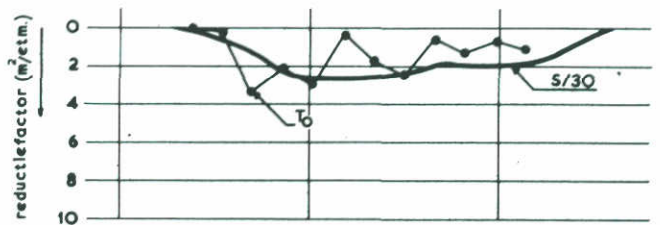
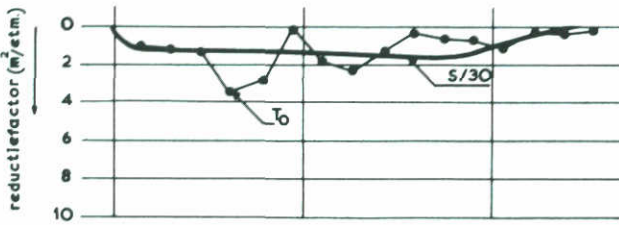
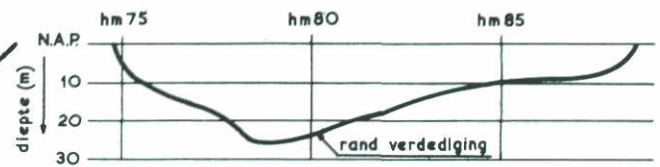
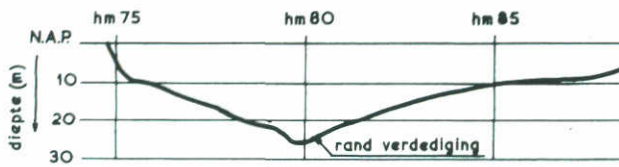
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 38^b

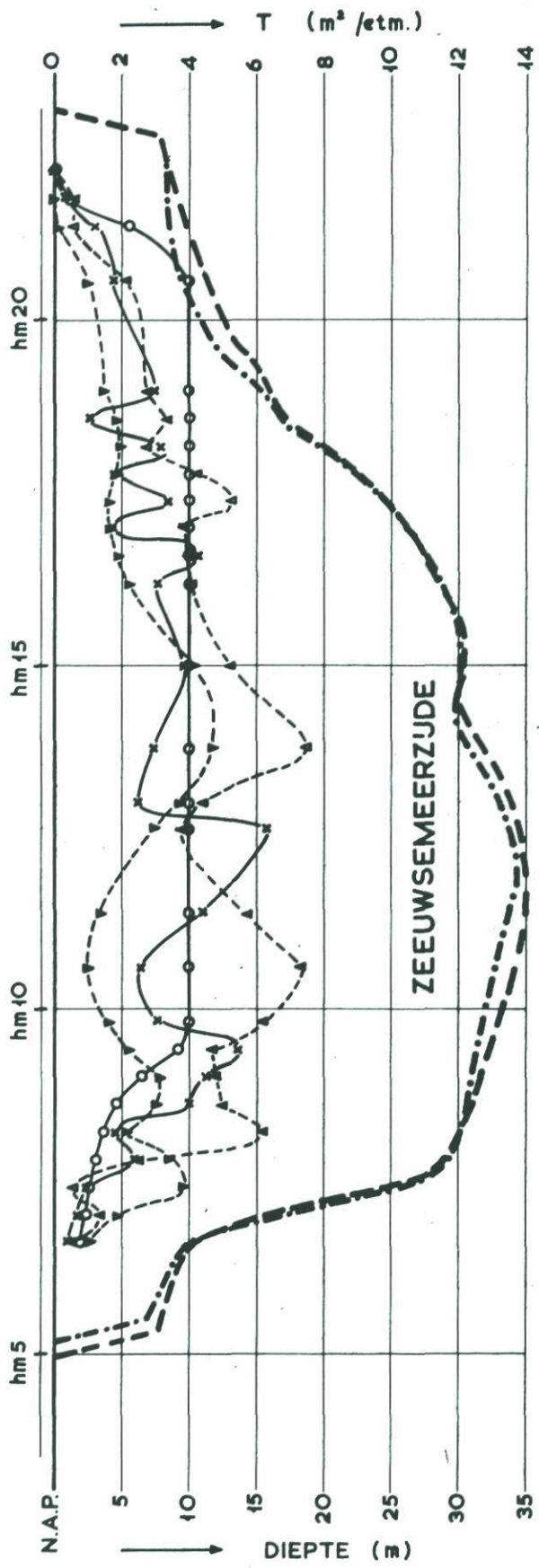
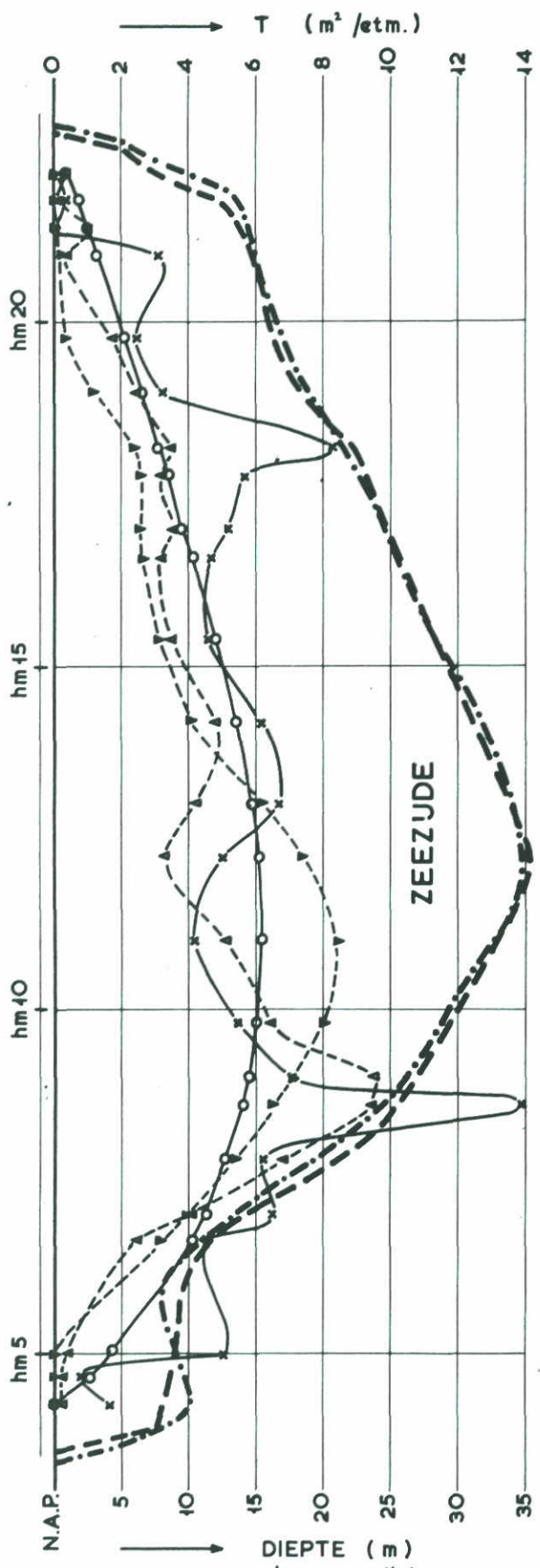
ZEEUWSEMEERZUDE

ZEEZUDE



HAMMEN

BEPALING REDUCTIEFACTOREN



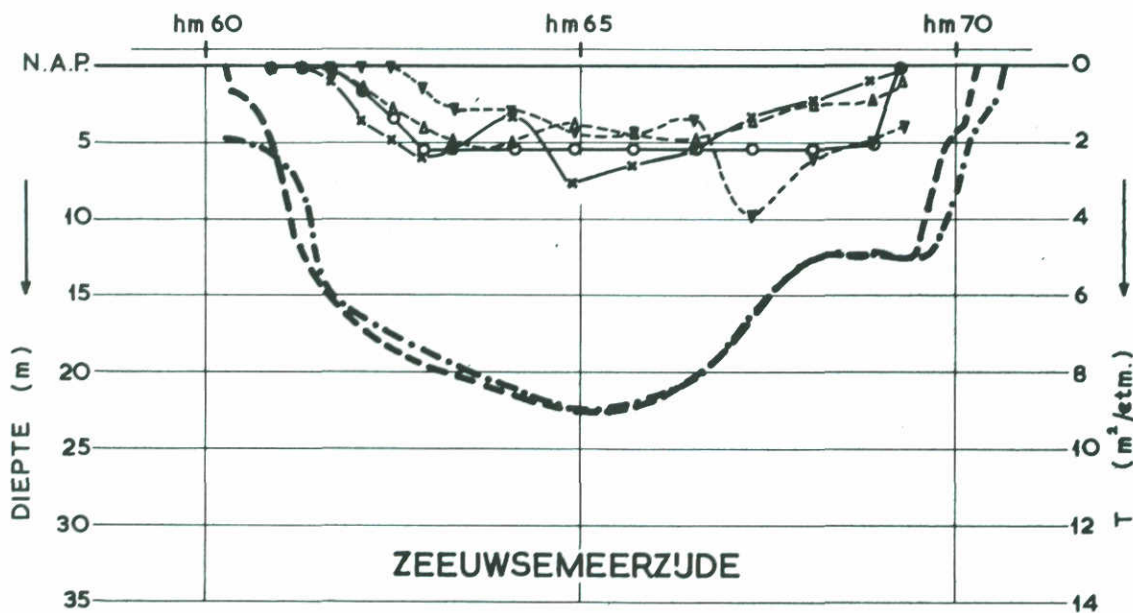
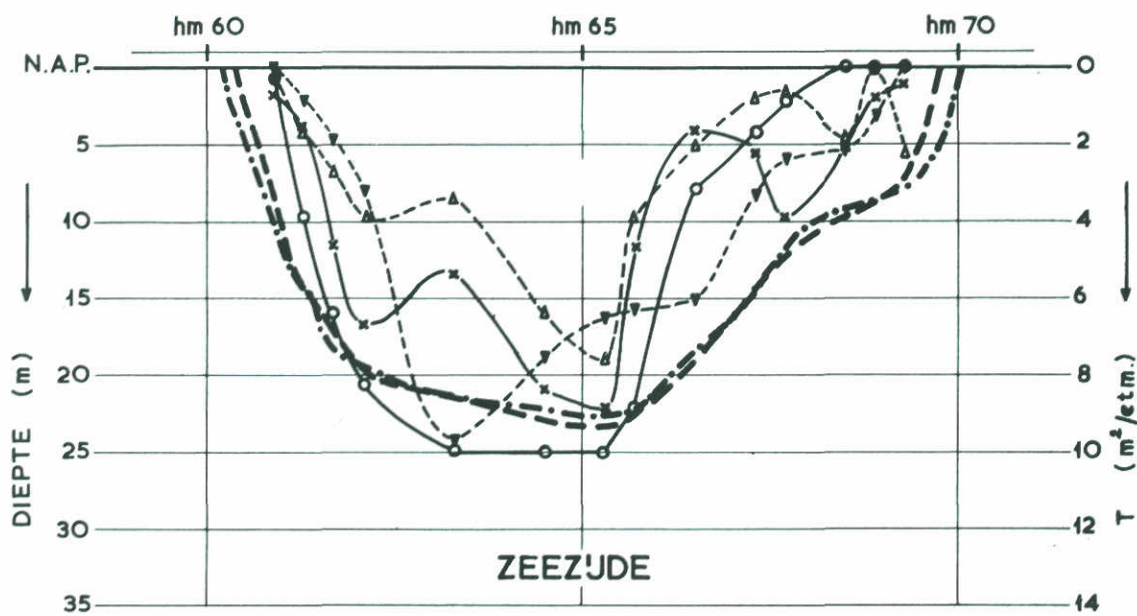
ROOMPOT

x — x reductiefactor $T_{1,1}$
 Δ — Δ reductiefactor $T_{1,2}$
 ○ — ○ reductiefactor T_2
 ▽ — ▽ reductiefactor T_3

x — x reductiefactor $T_{1,1}$
 Δ — Δ reductiefactor $T_{1,2}$
 ○ — ○ reductiefactor T_2
 ▽ — ▽ reductiefactor T_3

DWARSPROFIELEN EIND BODEMVERDEDIGING EN
 REDUCTIEFACTOREN

SCHAAL hor. 1 : 10 000
 ver. 1 : 500



dwarsprofielen

----- lengte 1

-.-.-.-.- lengte 2

x-----x reductiefactor $T_{1,1}$
 Δ-----Δ reductiefactor $T_{1,2}$
 o-----o reductiefactor T_2
 v-----v reductiefactor T_3

SCHAAR VAN ROGGENPLAAT

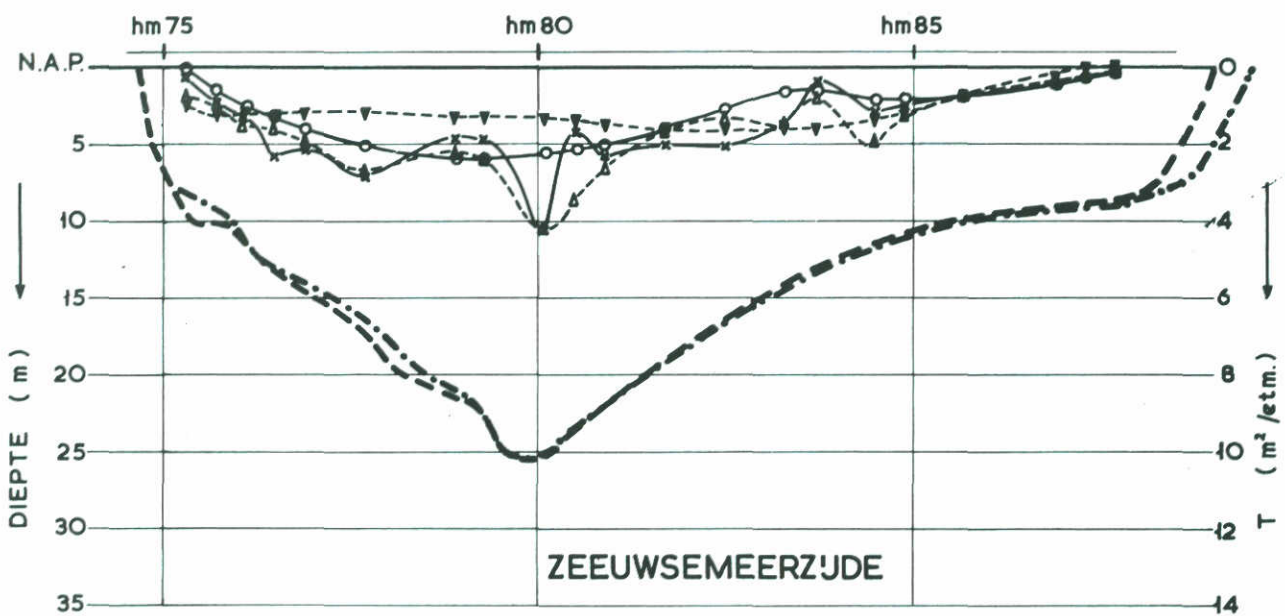
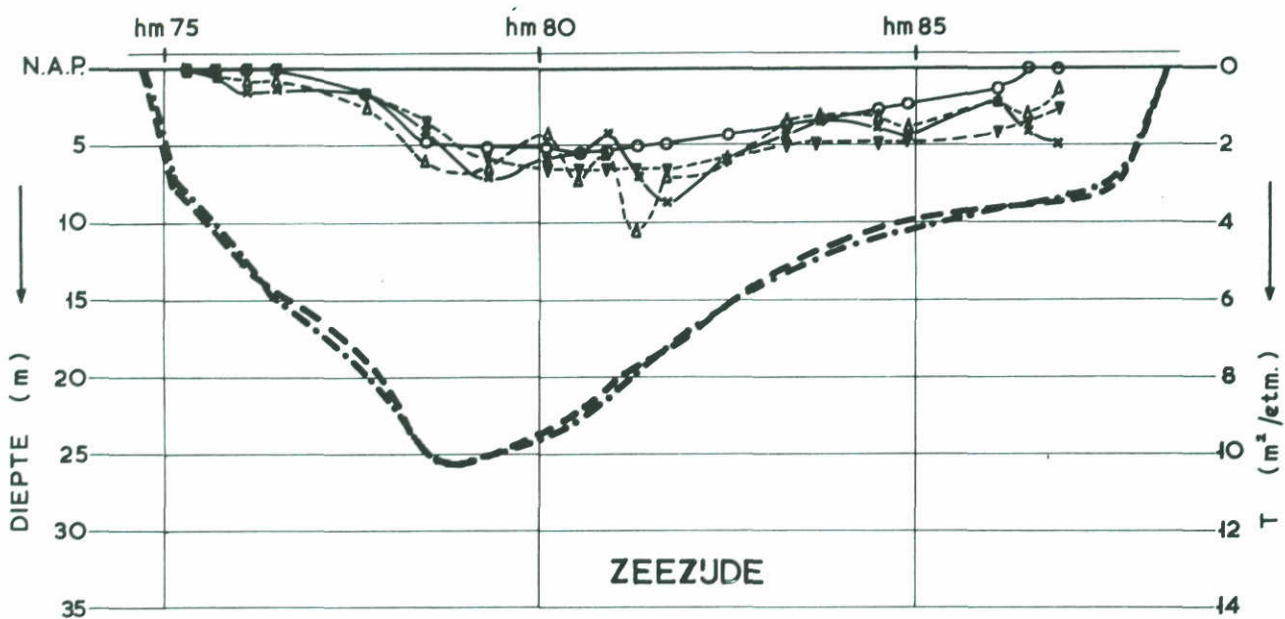
DWARSPROFIELEN EIND BODEMVERDEDIGING
 EN REDUCTIEFACTOREN

SCHAAL hor. 1 : 10 000
 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 100-1

FIG. 39^b



dwarsprofielen

- lengte 1
- .-.-.-.- lengte 2

- x-----x reductiefactor T_{1.1}
- Δ-----Δ reductiefactor T_{1.2}
- o-----o reductiefactor T₂
- ▽-----▽ reductiefactor T₃

HAMMEN

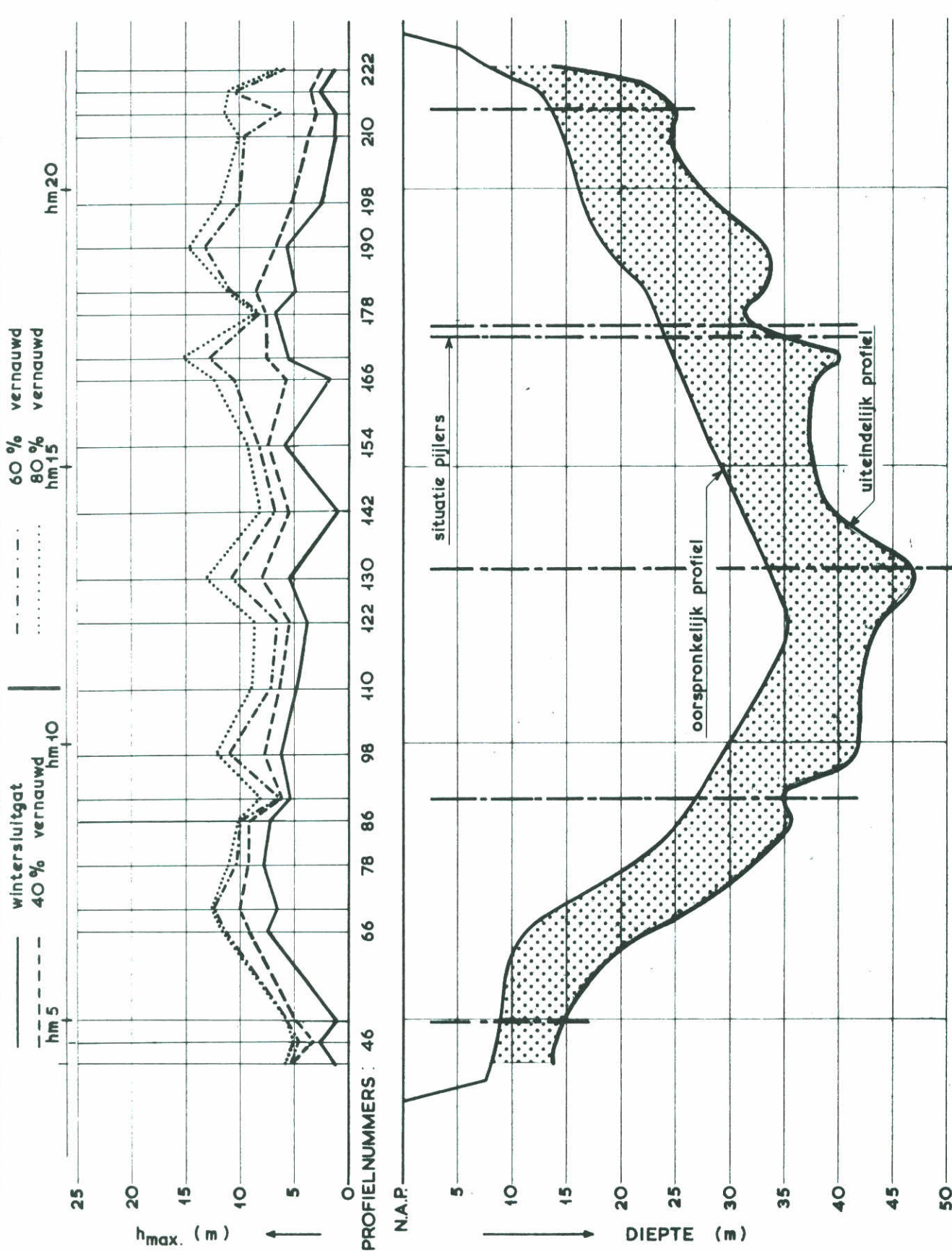
DWARSPROFIEL EN BODEMVERDEDIGING EN REDUCTIEFACTOREN

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 4004

FIG. 39^c



ROOMPOT ; ZEEZIJDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,1}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

EB

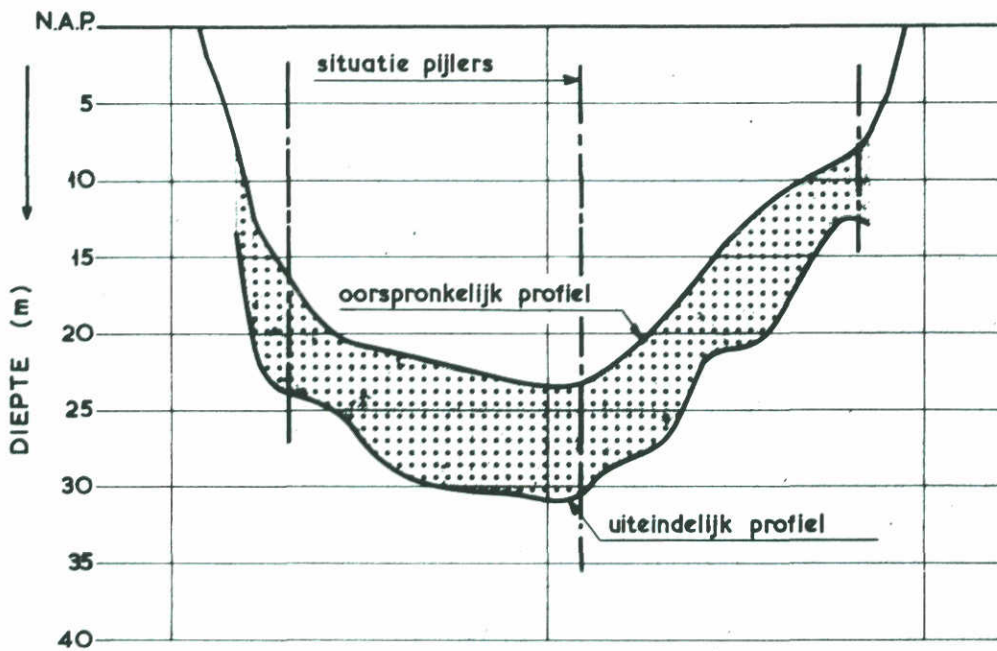
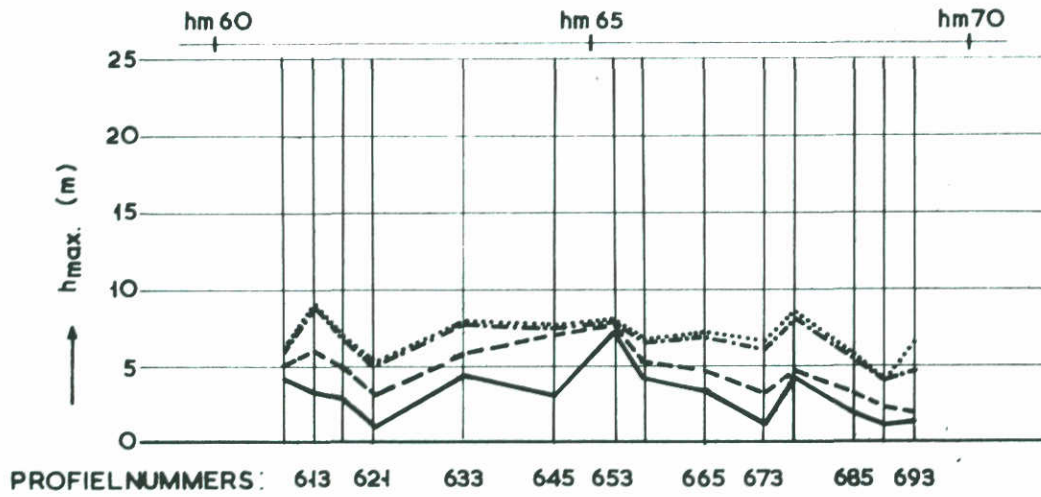
SCHAAL hor. 1 : 40 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 40^a

— wintersluitgat | - - - - - 60 % vernauwd
 - - - - - 40 % vernauwd | ······· 80 % vernauwd



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,1}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

EB

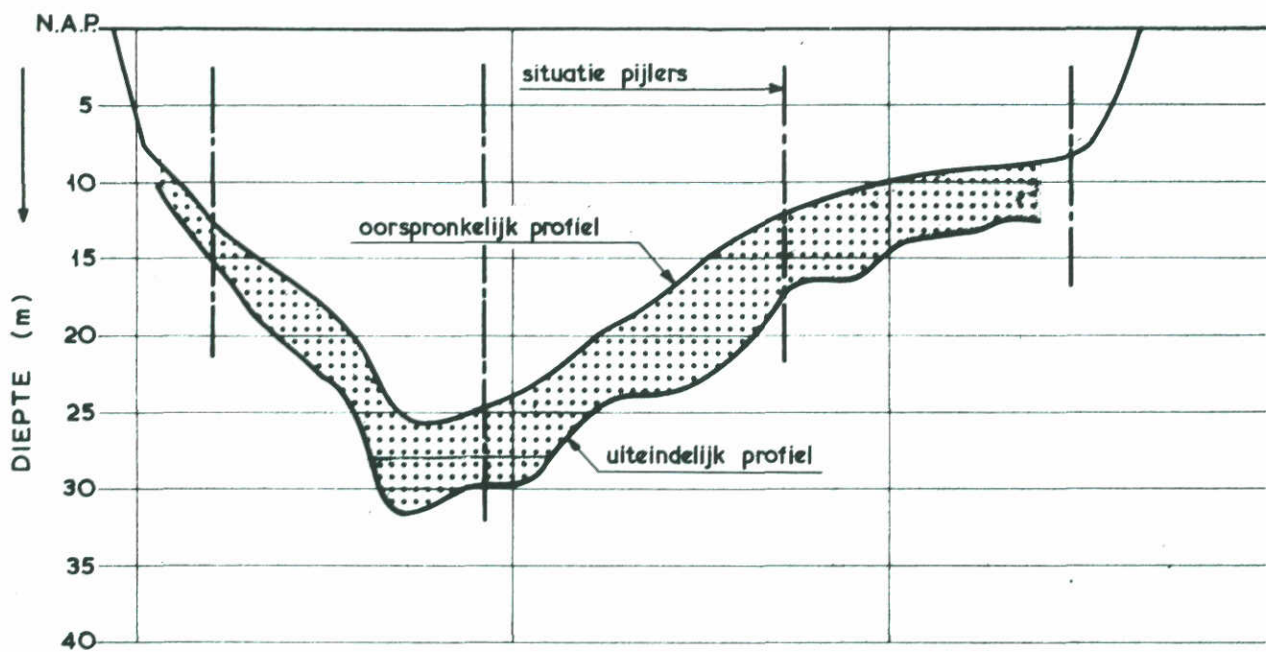
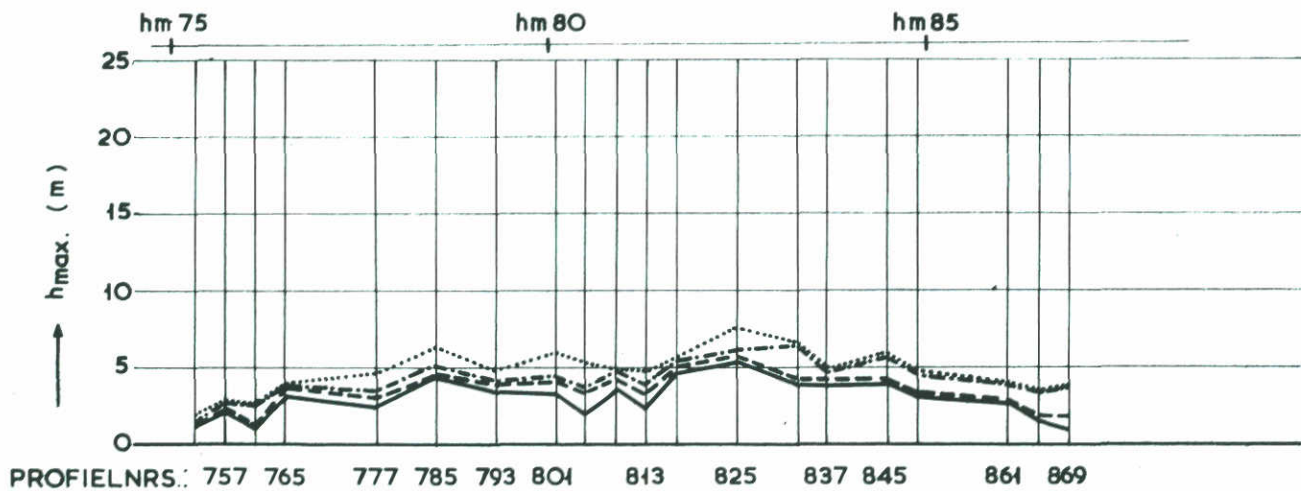
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 40^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 |
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEZJDE : REDUCTIEFACTOR $T_{1,1}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

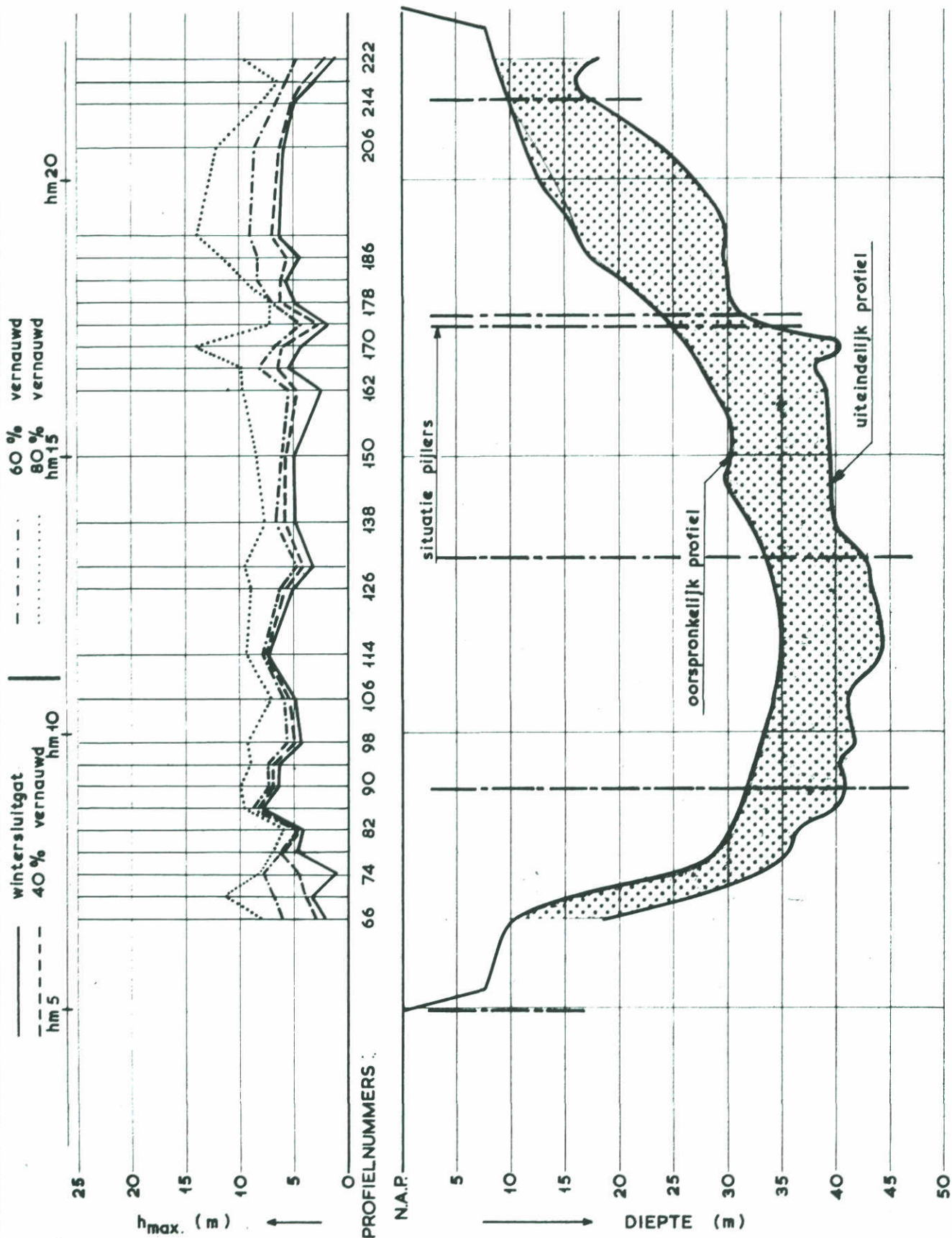
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 40^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZIJDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,1}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

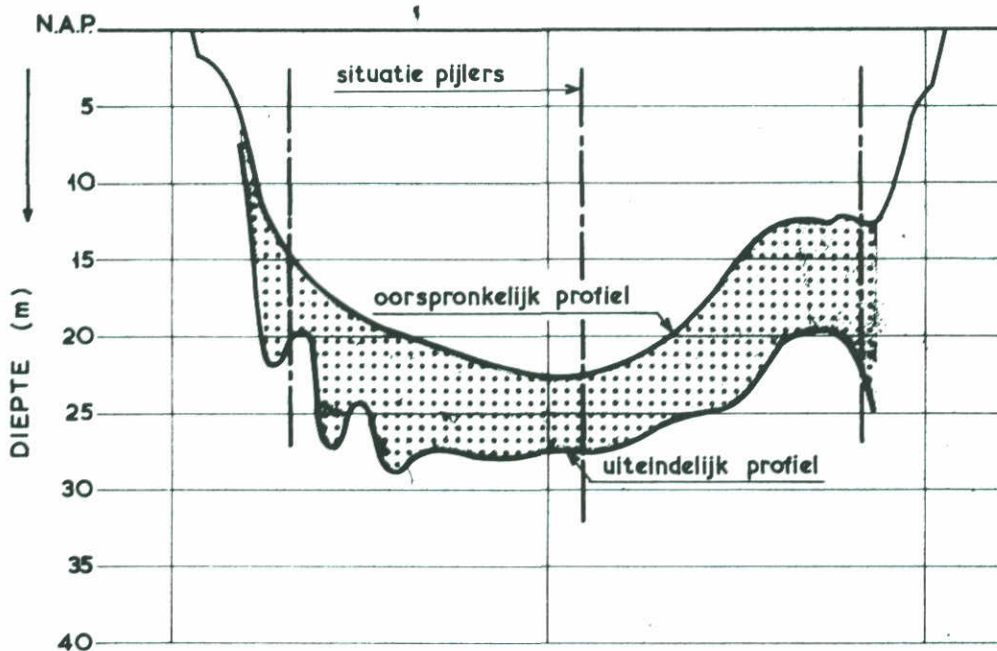
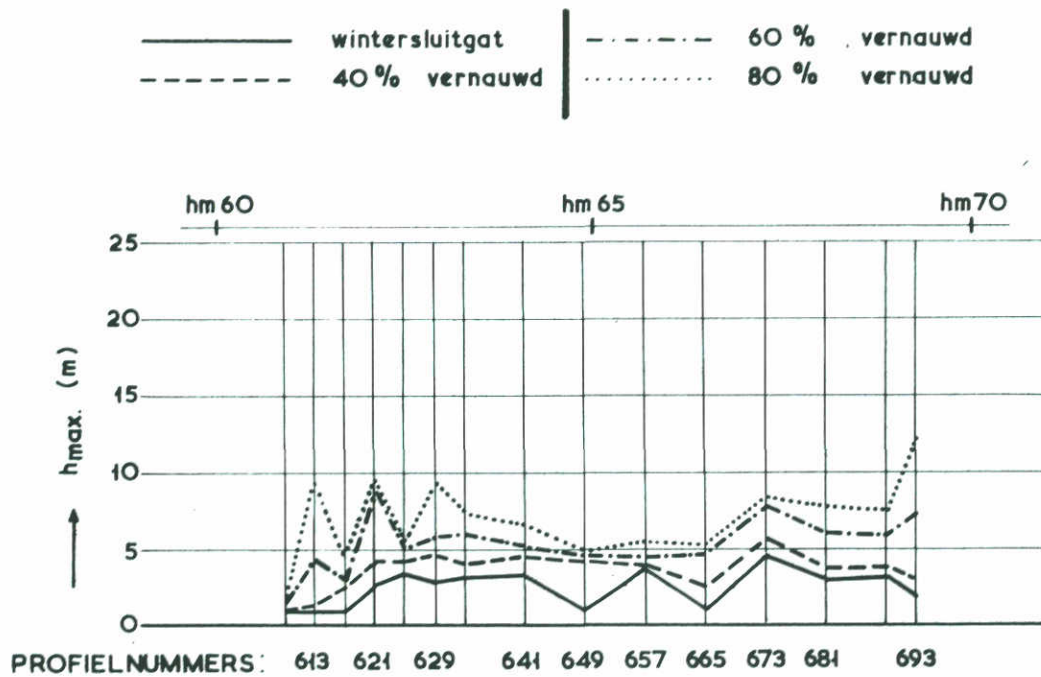
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 41^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZIJDE
 REDUCTIEFACTOR $T_{1,1}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
 ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1 | VLOED

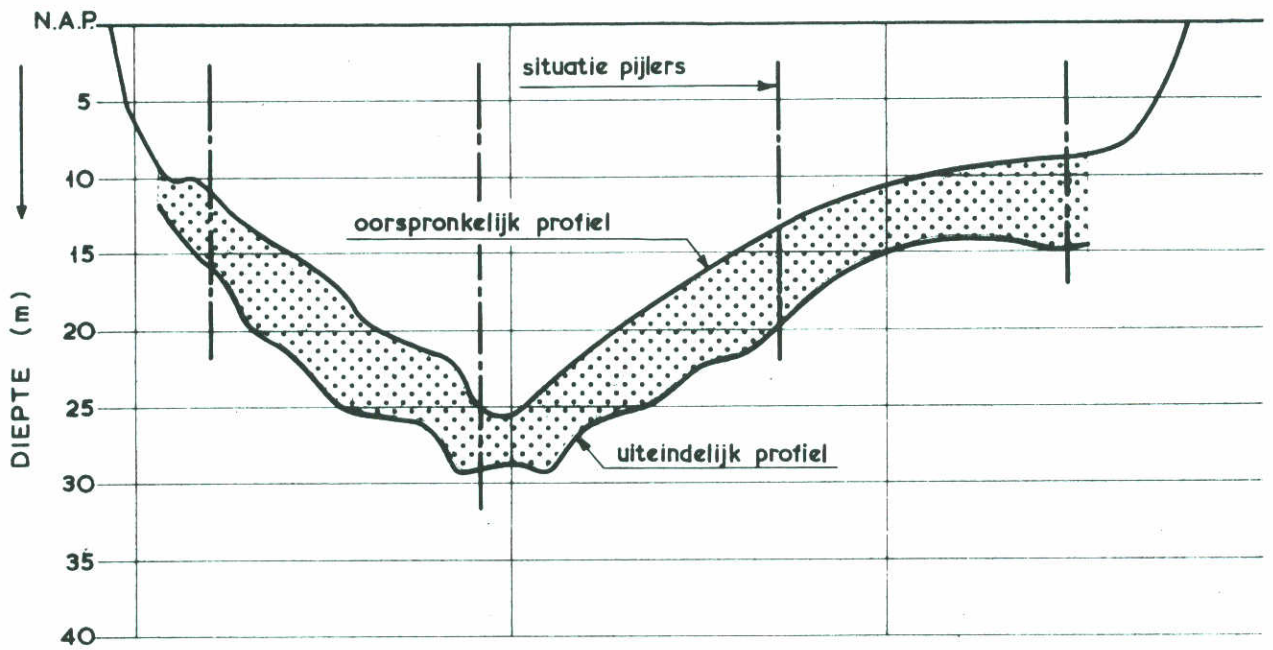
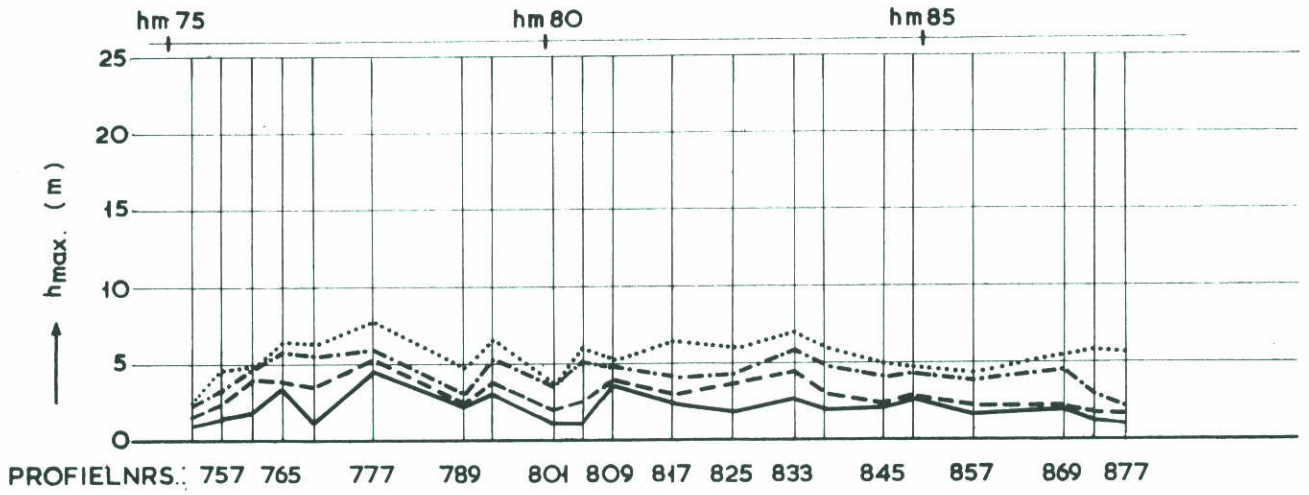
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 41^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,1}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

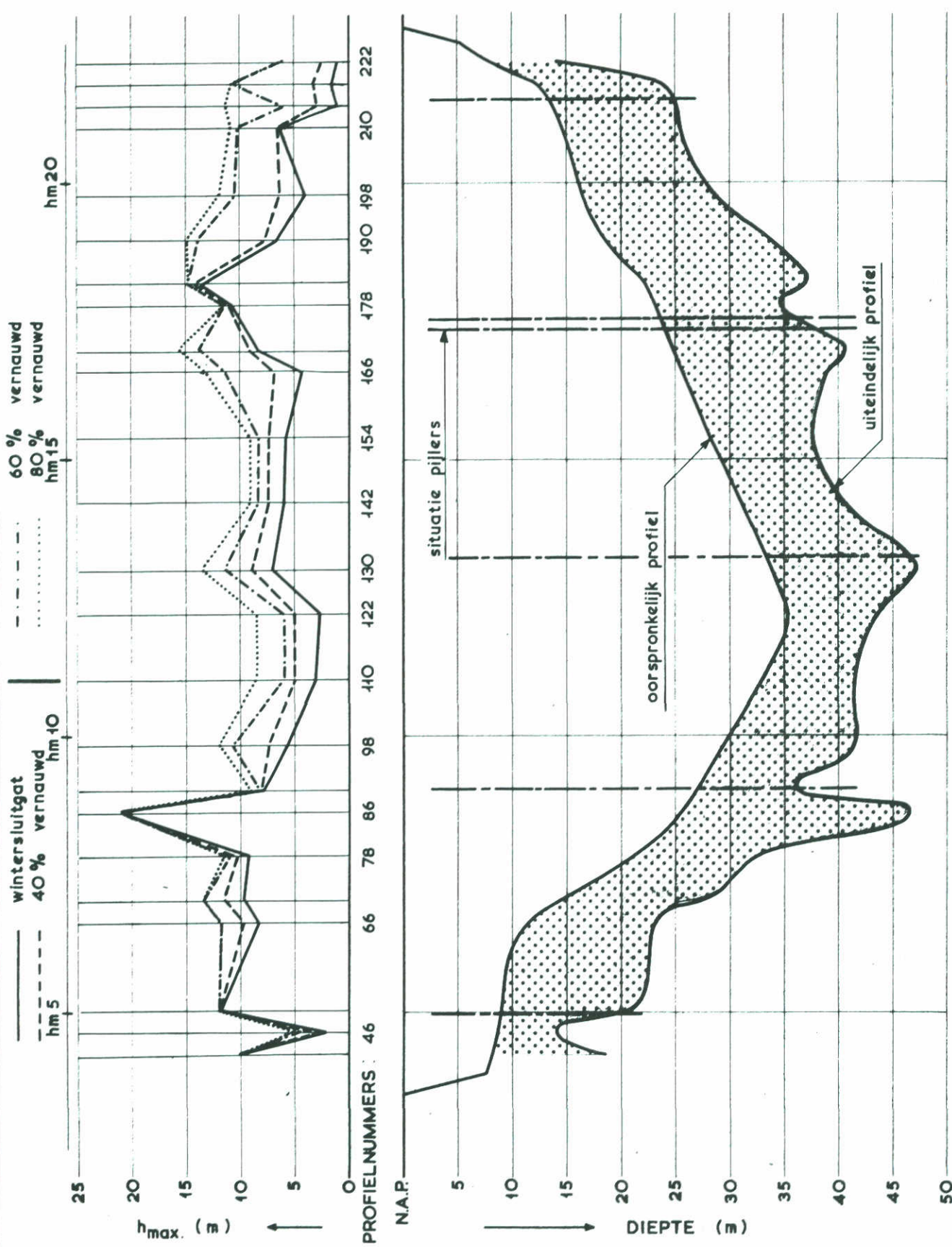
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL_{hor.} 1 : 10 000
_{vert.} 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 41^c



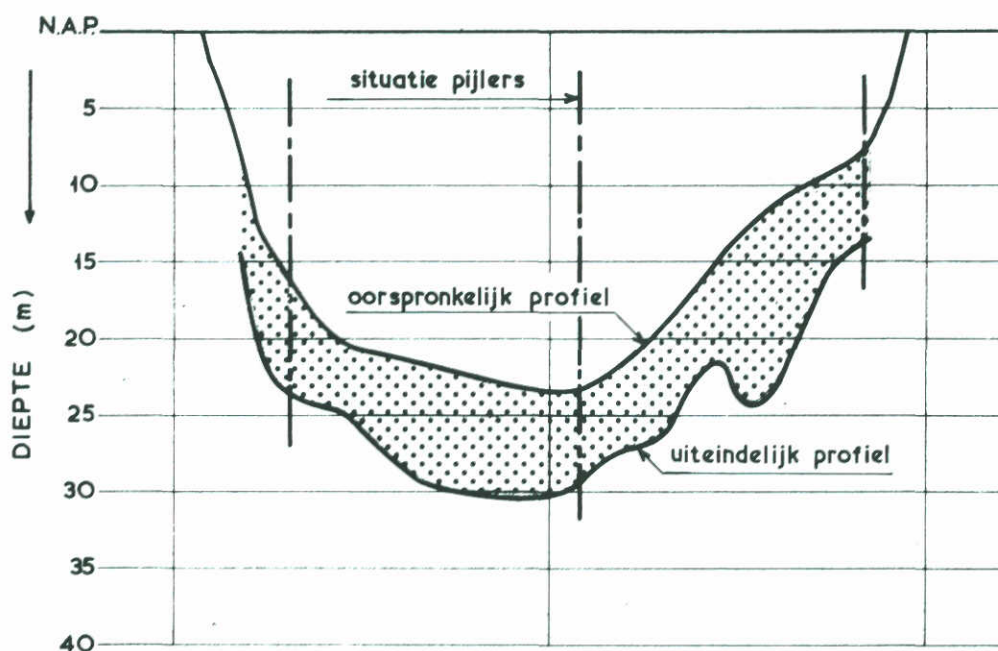
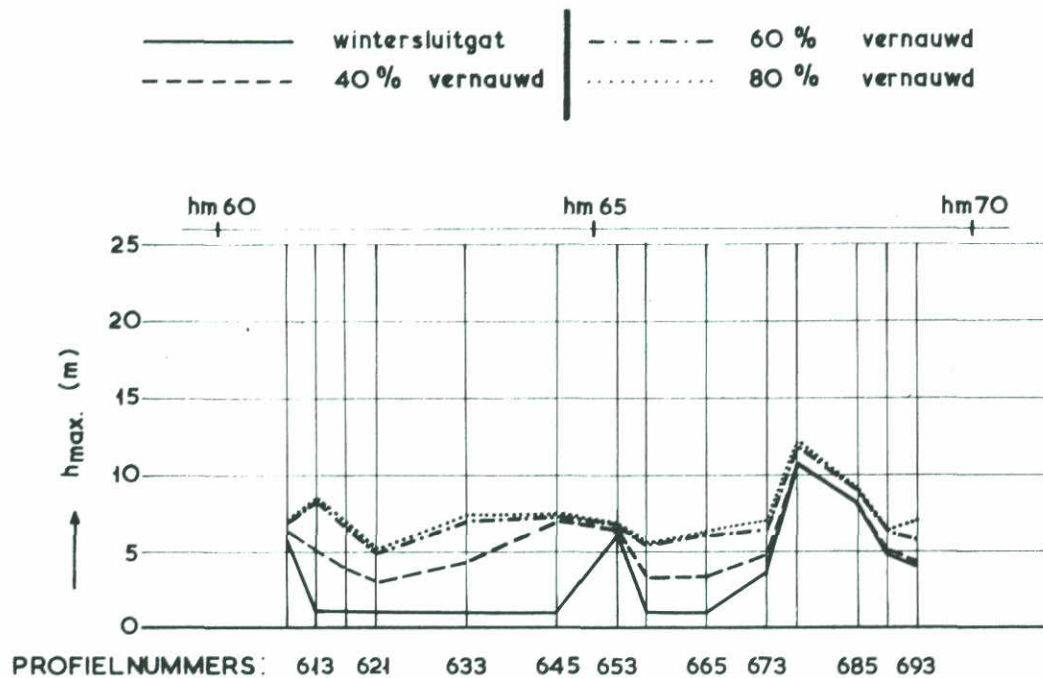
ROOMPOT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T₂

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1	EB
SCHAAL hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500	

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001 FIG. 42^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T₂

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

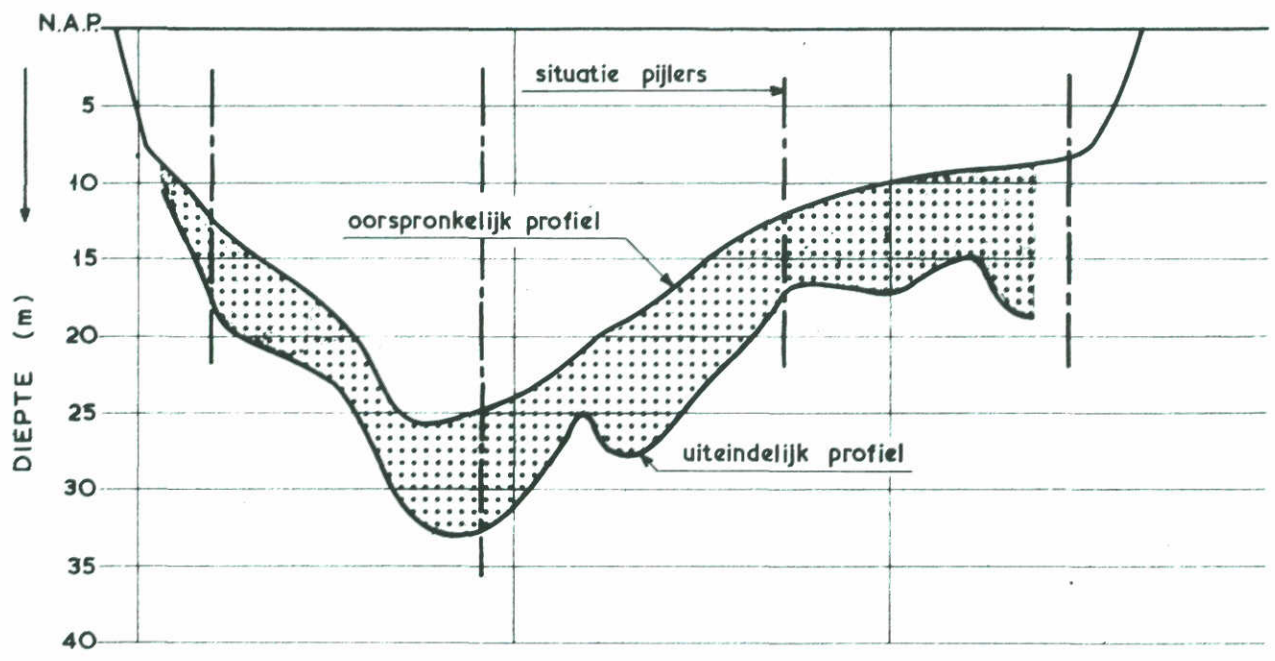
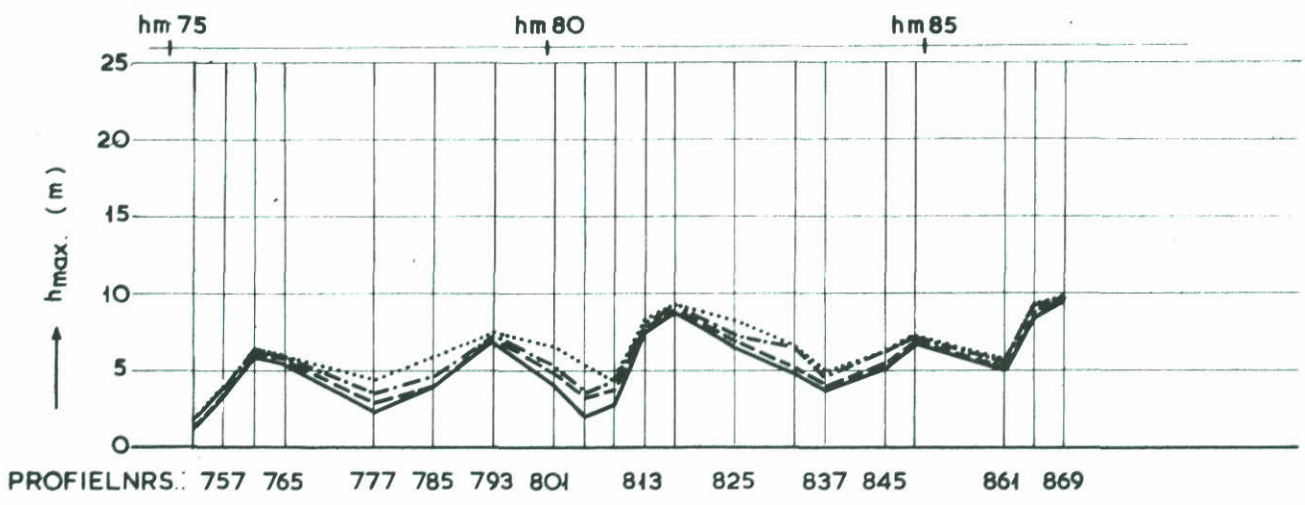
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

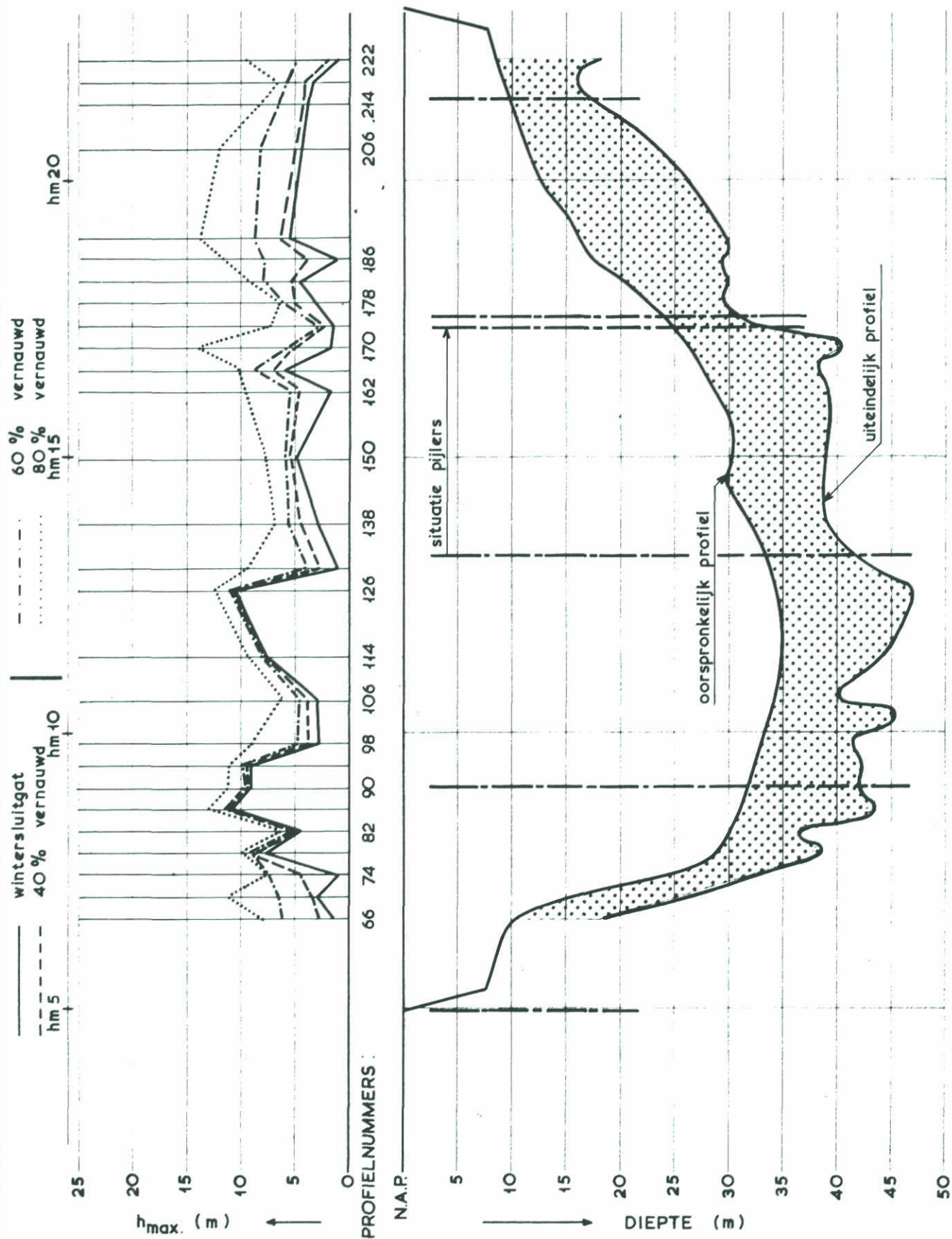
M 1001

FIG. 42^b



HAMMEN ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 1	EB
	SCHAAL hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 42 ^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZIJDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

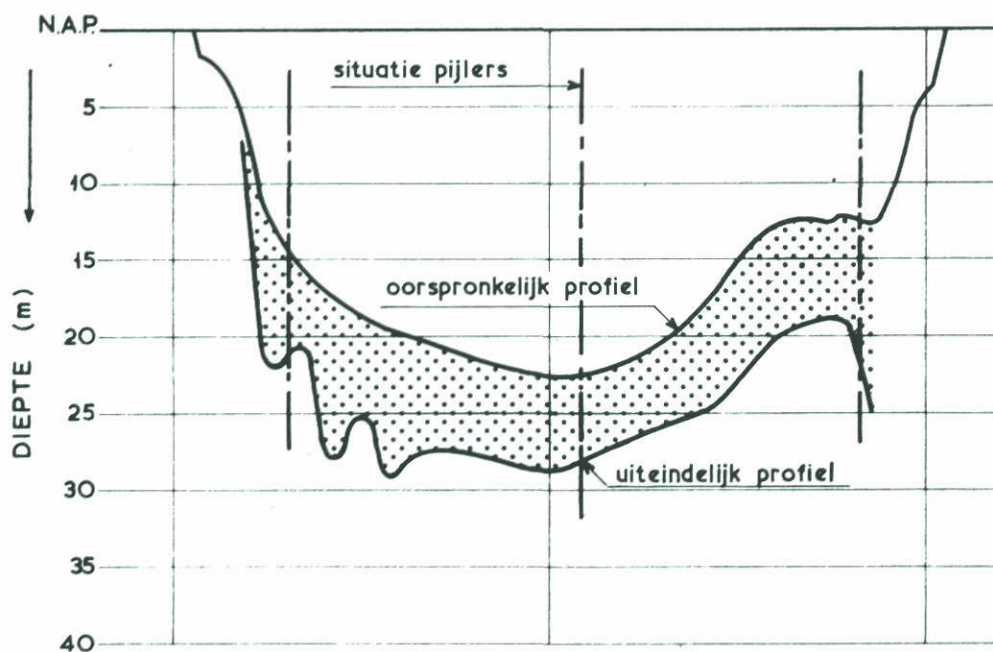
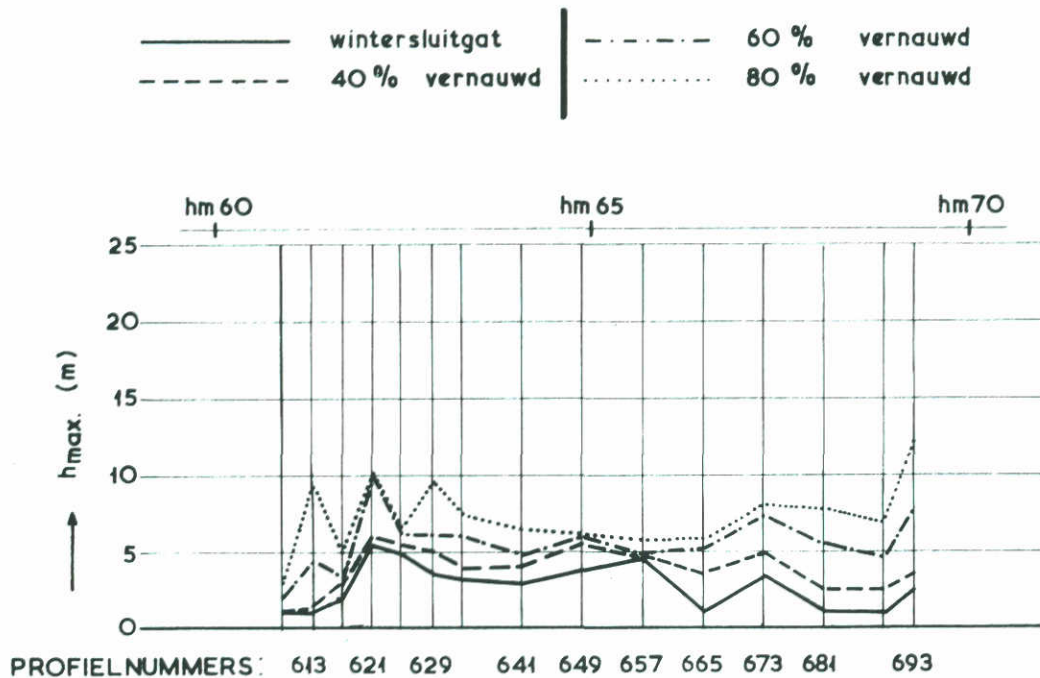
VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 43^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZUDE
 REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
 ONTGRONDINGSDIEPTEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

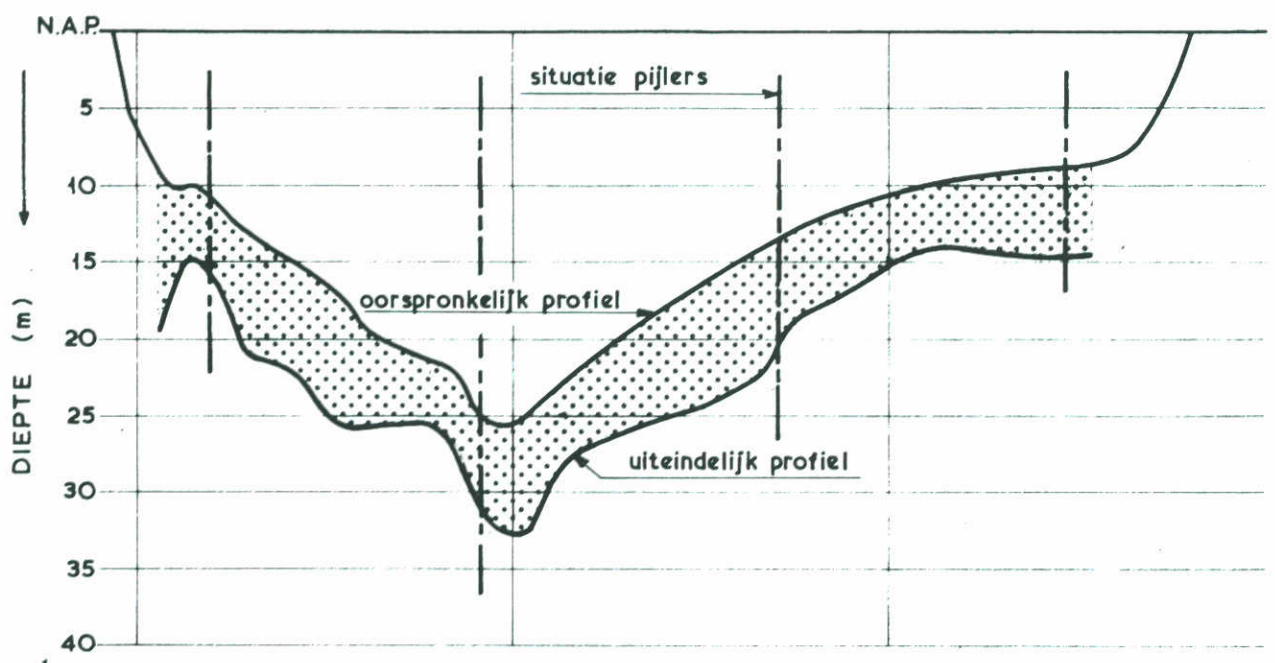
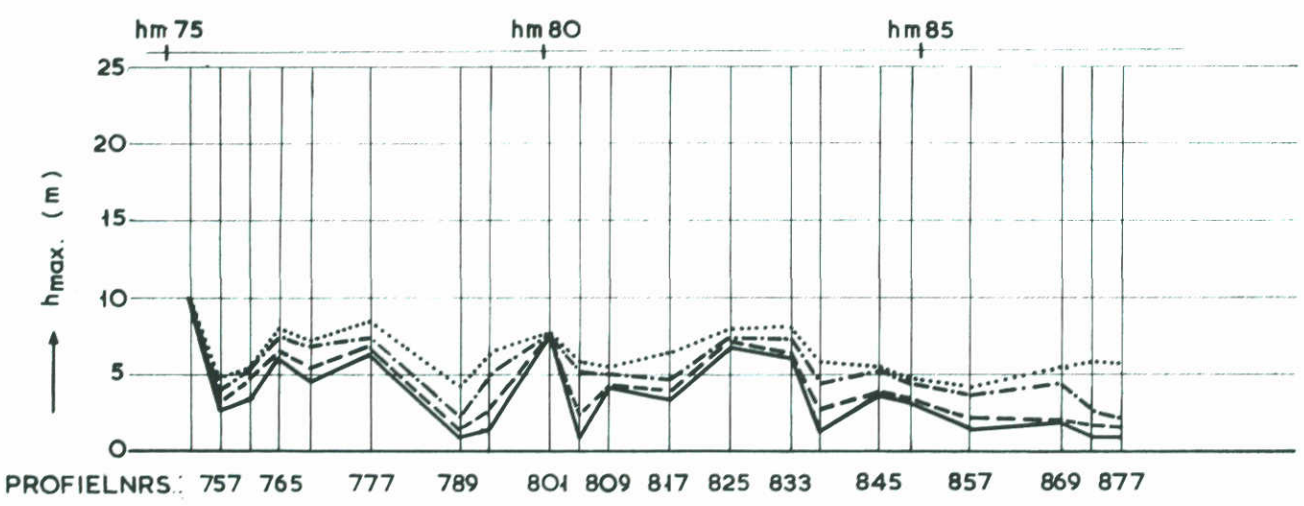
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
 vert. 1 : 500

M 1001

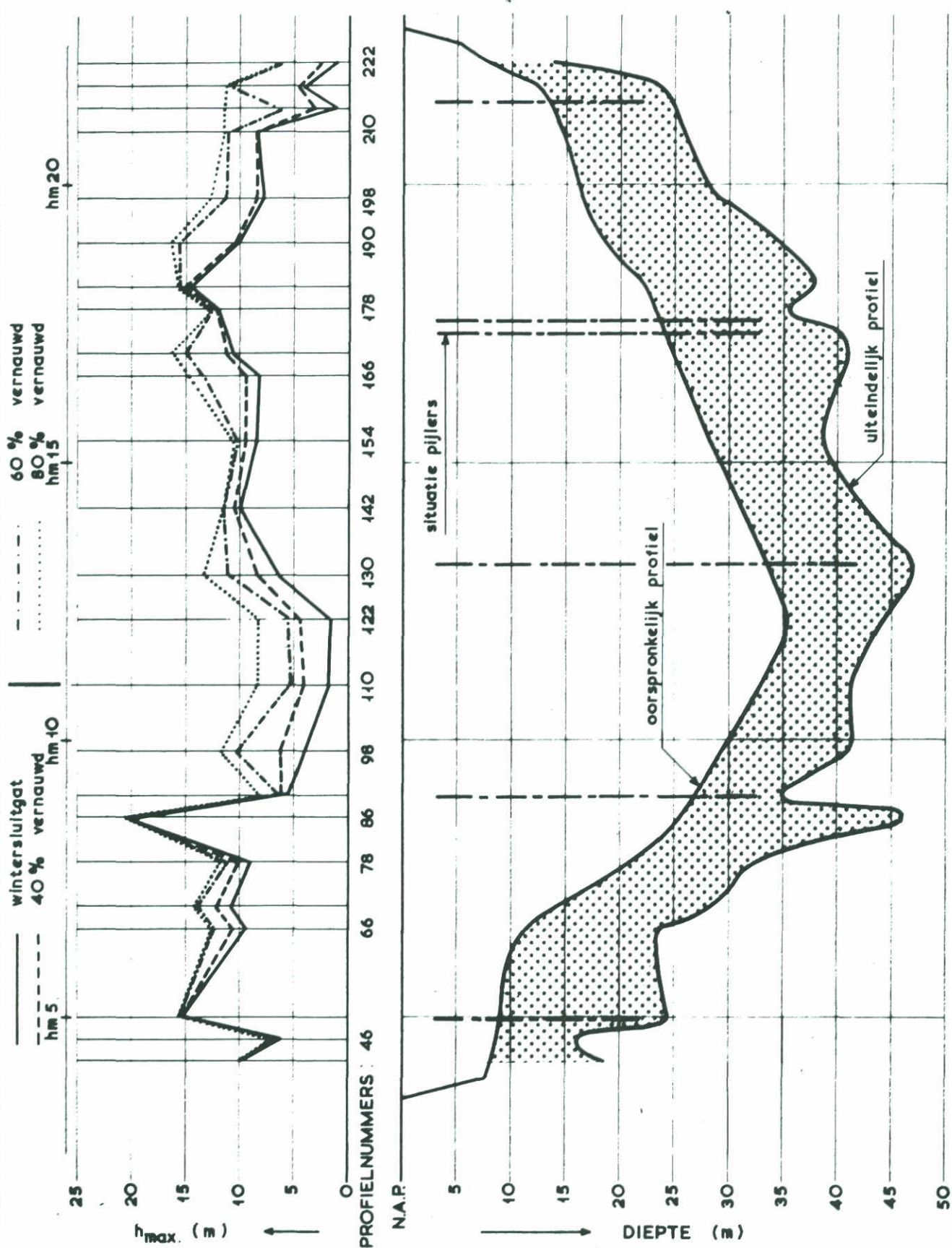
FIG. 43^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZIJDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 1	VLOED
	SCHAAL <small>hor. 1 : 10 000</small> <small>vert. 1 : 500</small>	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 43 ^c



ROOMPOT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

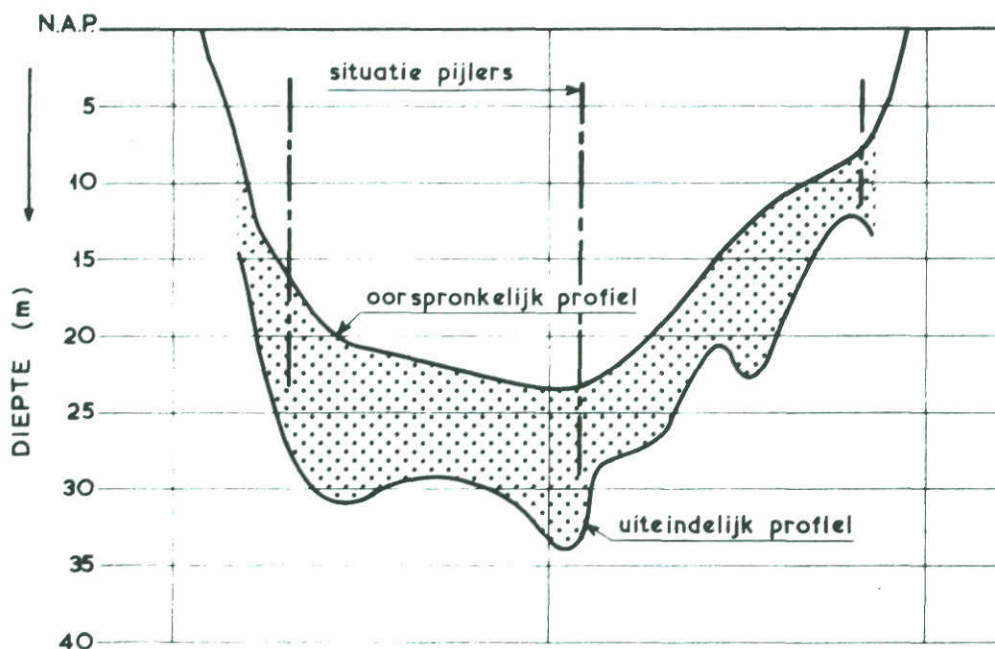
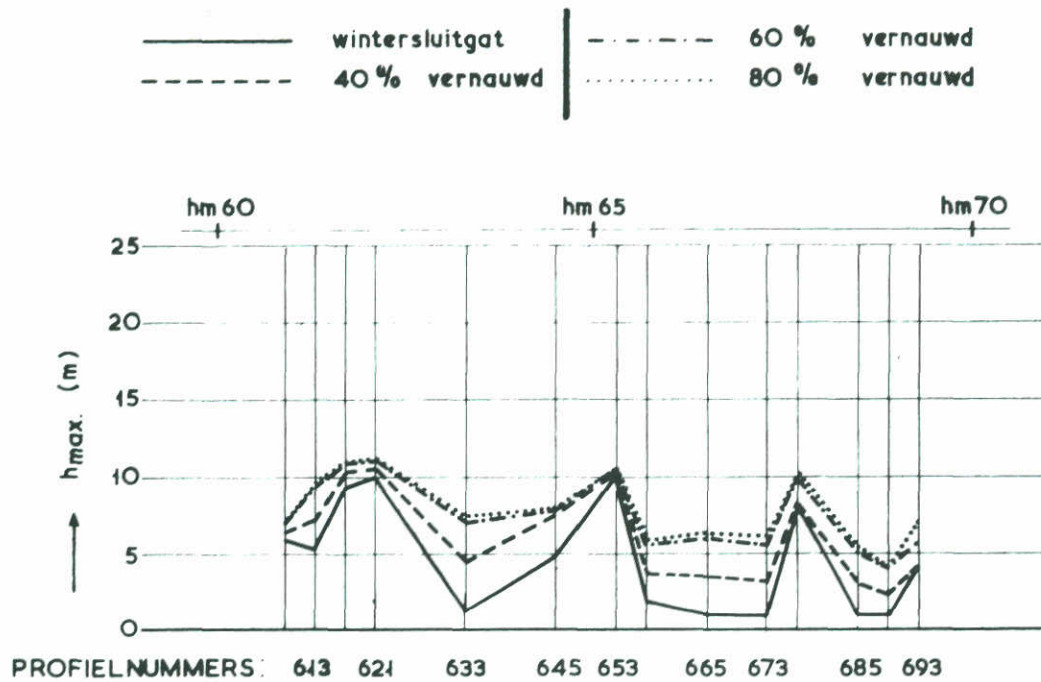
LENGTE 1 EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 44^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

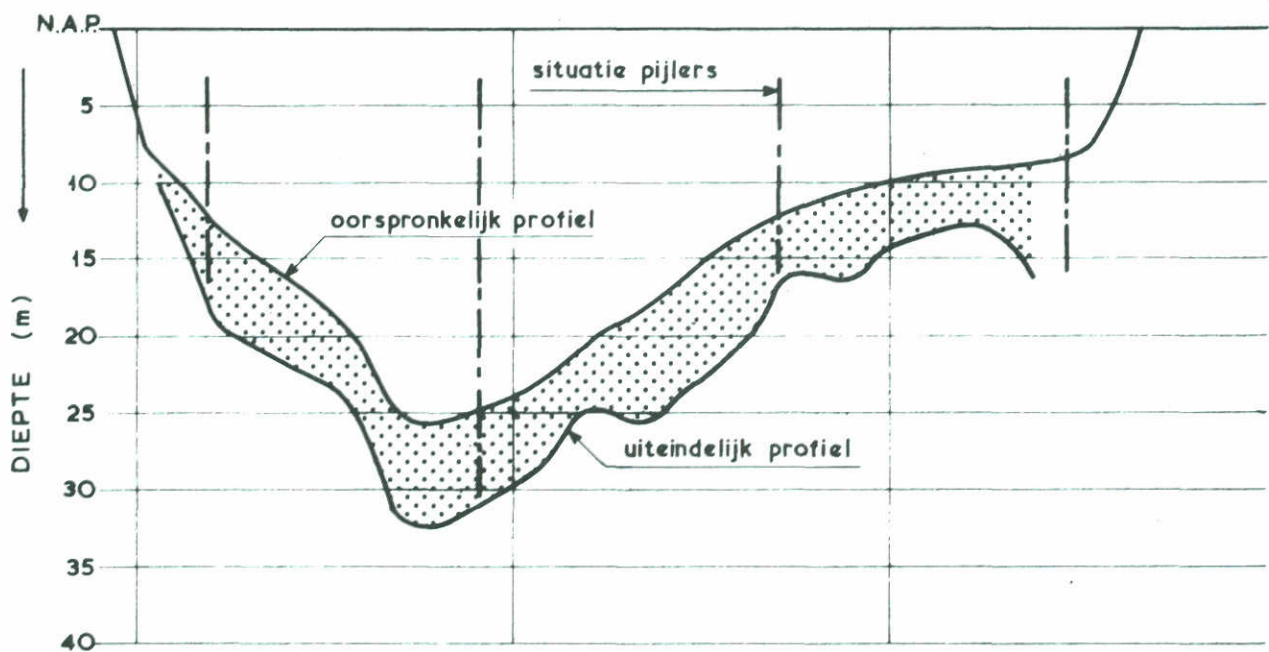
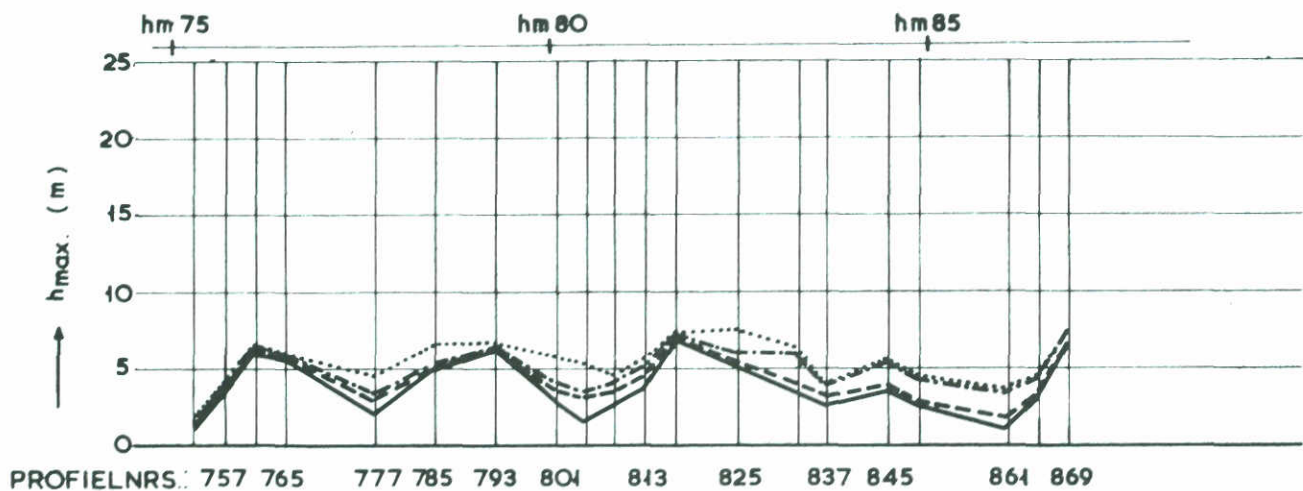
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 44^b



HAMMEN ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1

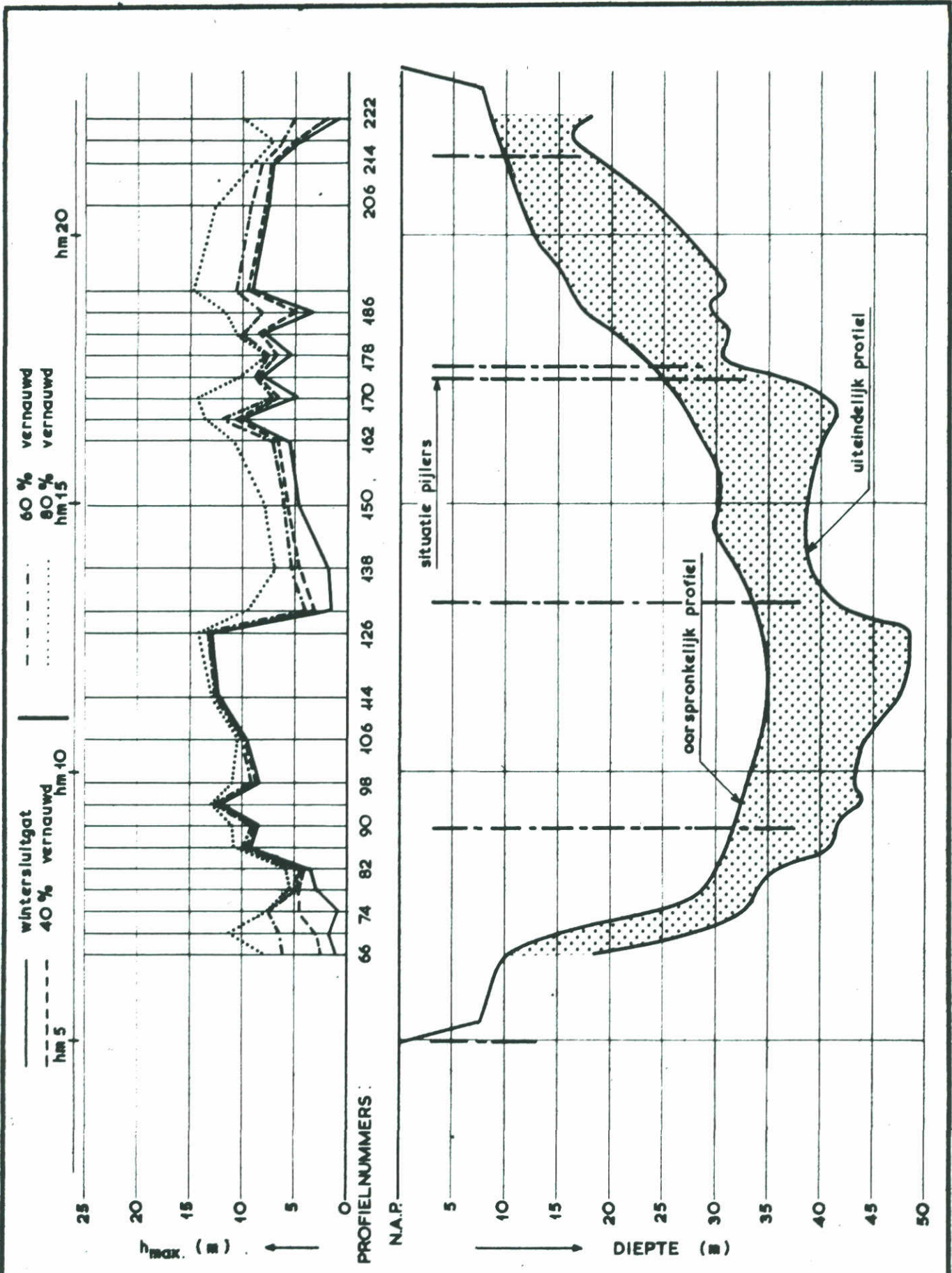
EB

SCHAAL hor. 1 : 40 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 44^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

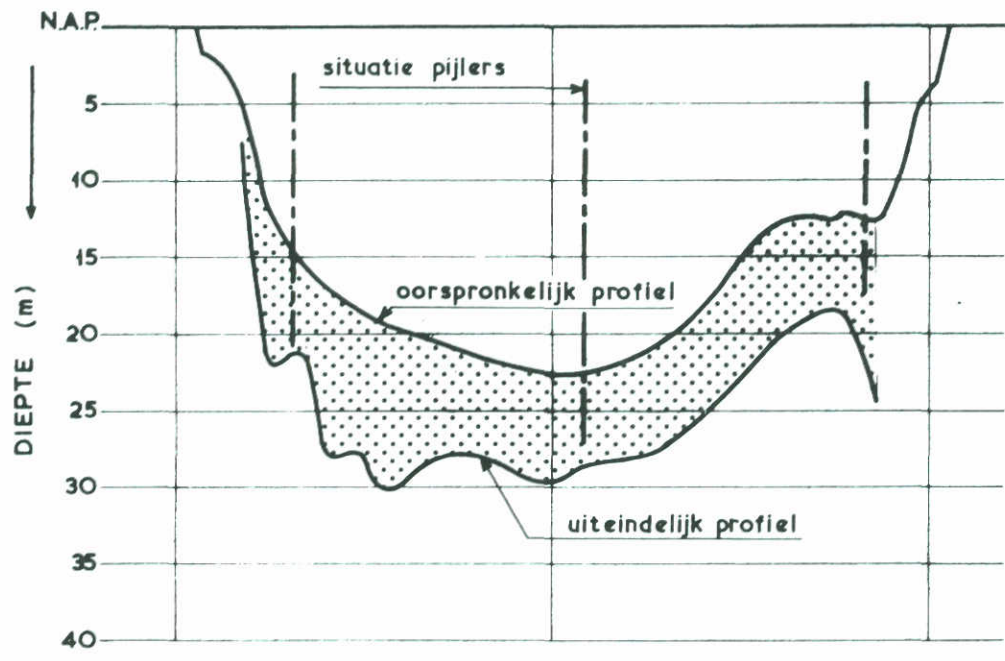
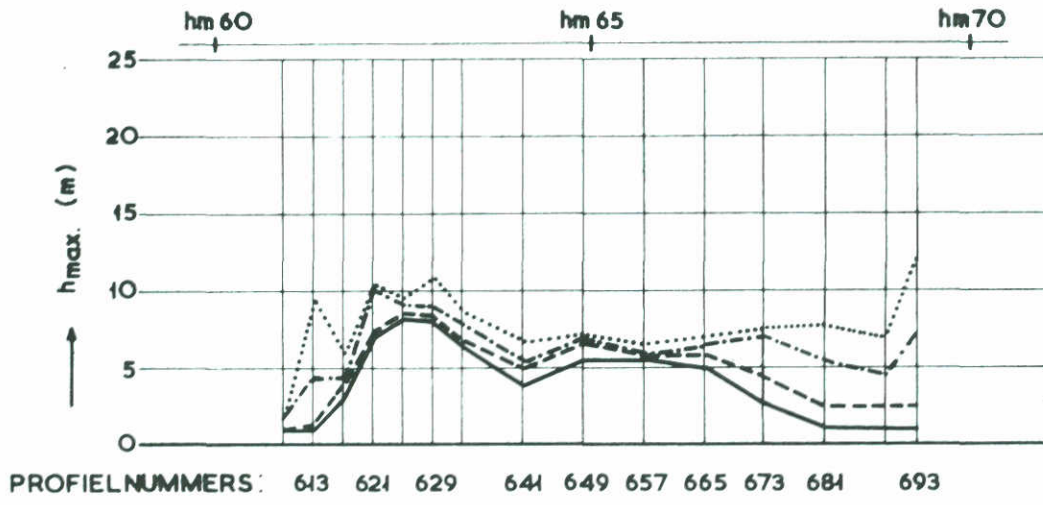
LENGTE 1	VLOED
SCHAAL	hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 45^a

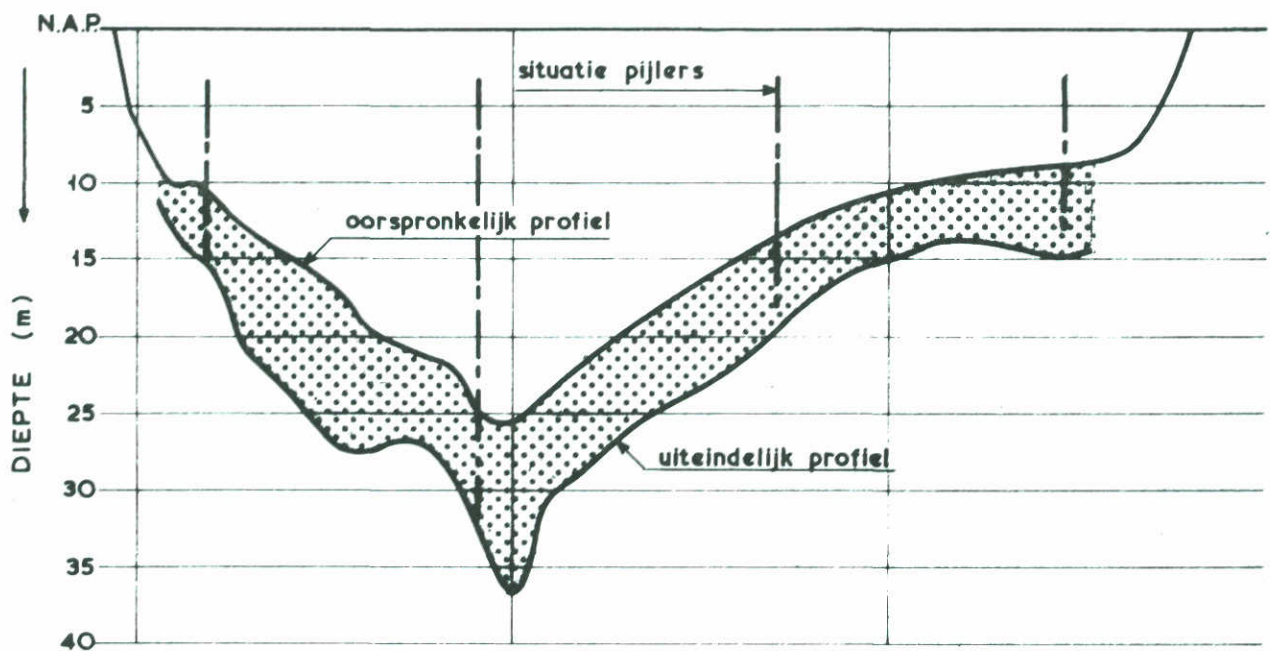
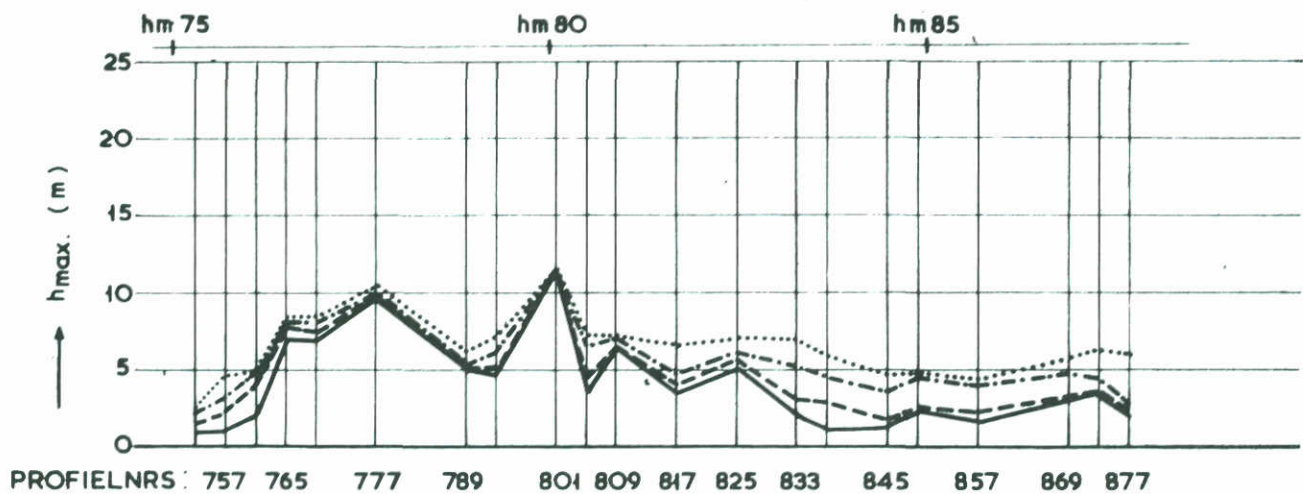
— wintersluitgat | - - - - - 60 % vernauwd
 - - - - - 40 % vernauwd | ······ 80 % vernauwd



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZIJDE
 ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 1	VLOED
	SCHAAL hor. 1 : 40 000 vert. 1 : 500	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 45 ^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 - · - · 60 % vernauwd
 · · · 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZJDE ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

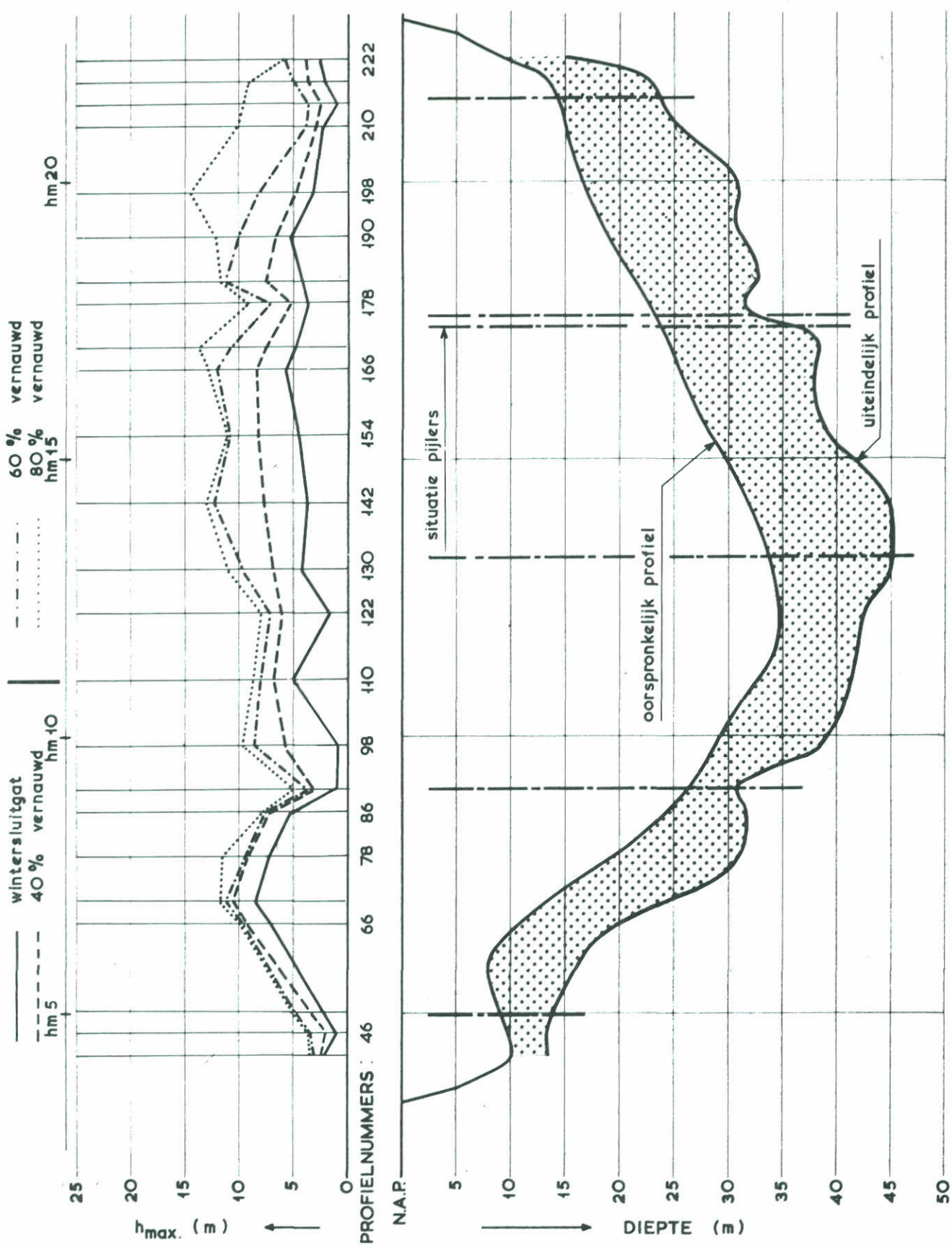
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL ^{hor. 1 : 10 000}
_{vert. 1 : 500}

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 45^c



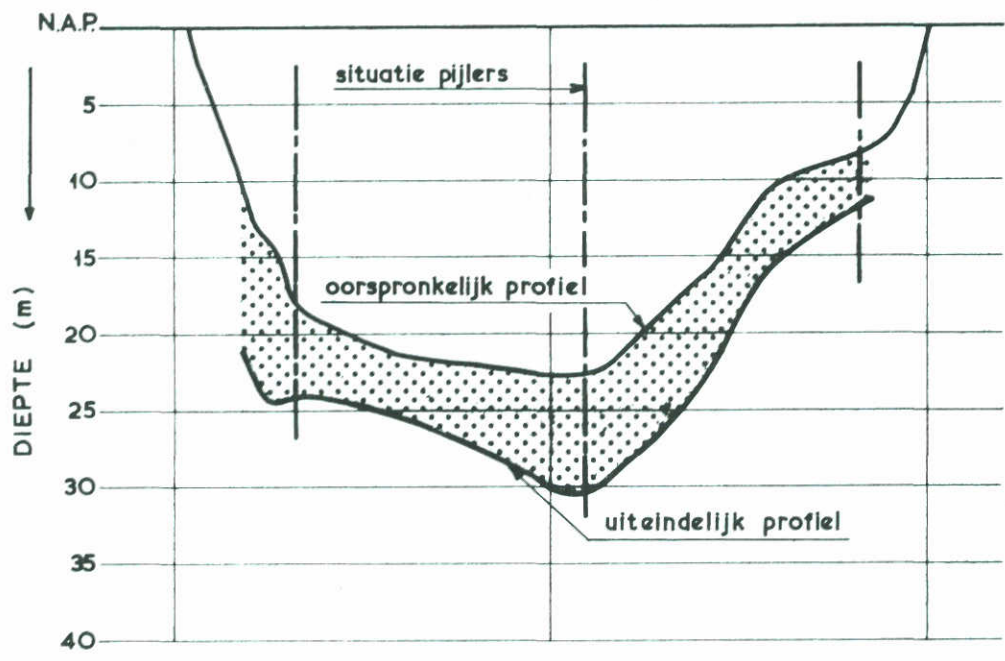
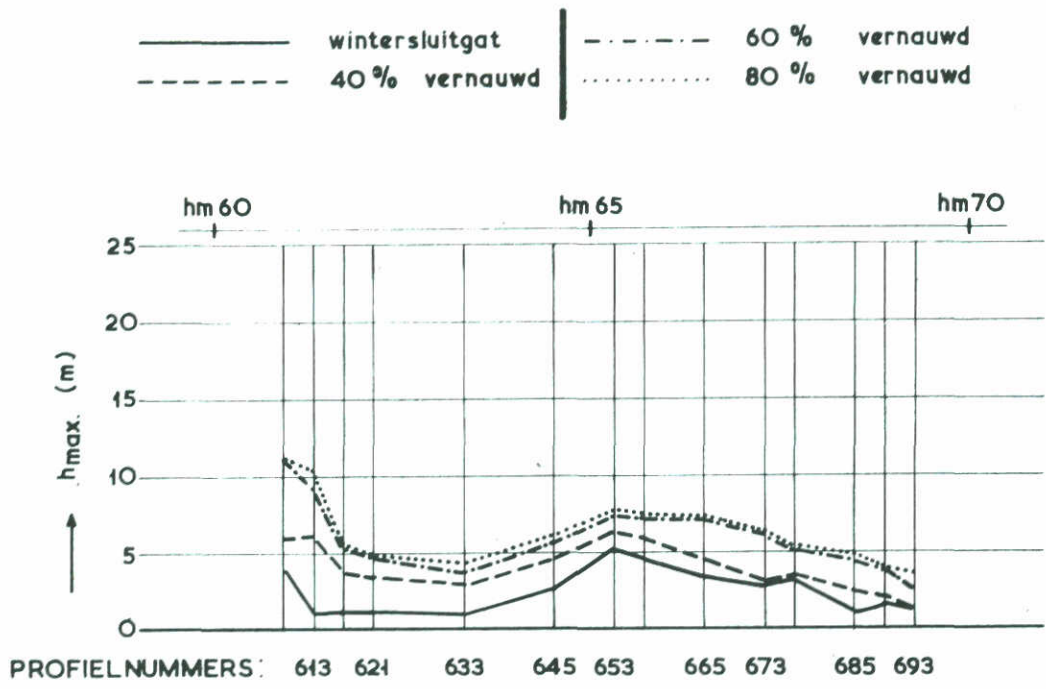
ROOMPOT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,2}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2	EB
SCHAAL <small>hor. 1 : 10 000</small> <small>vert. 1 : 500</small>	

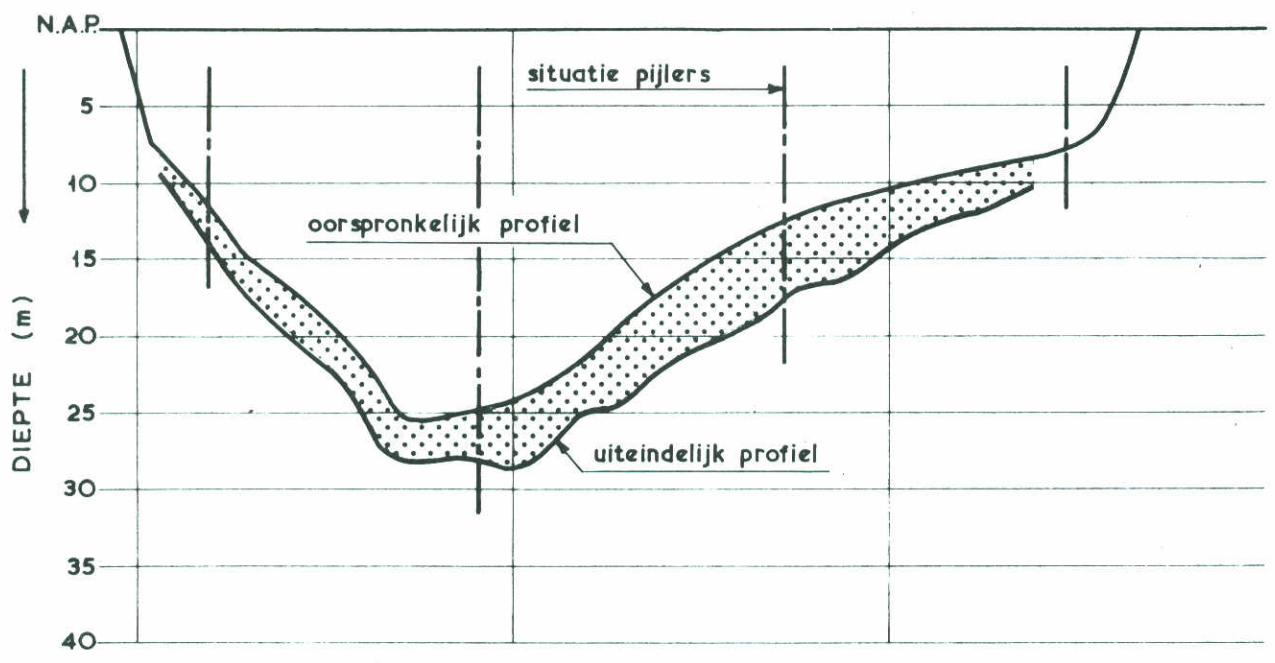
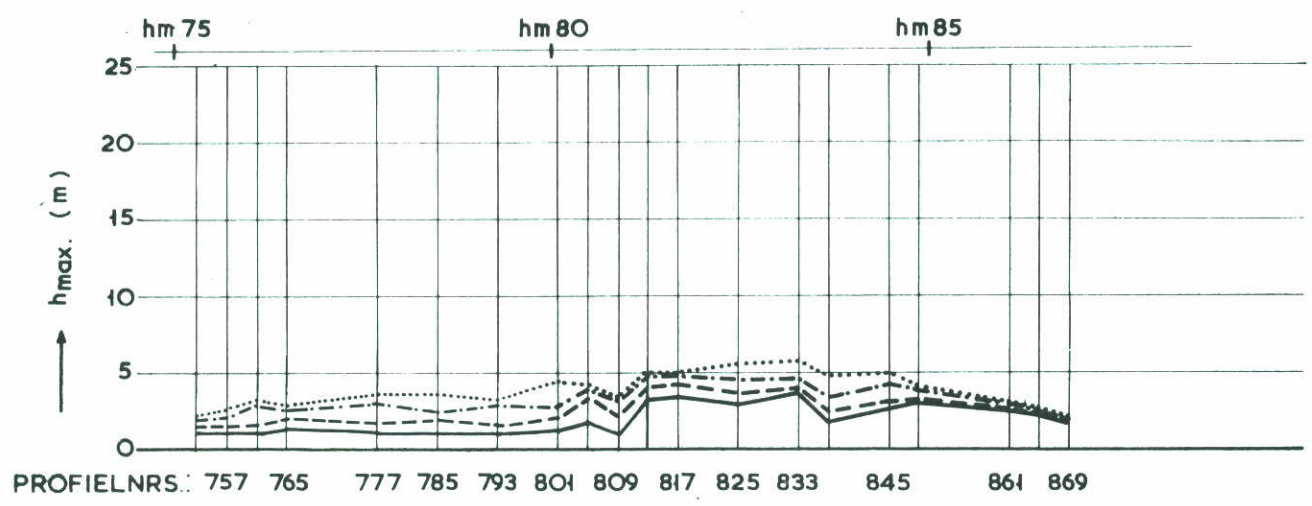
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001	FIG. 46 ^a
--------	----------------------



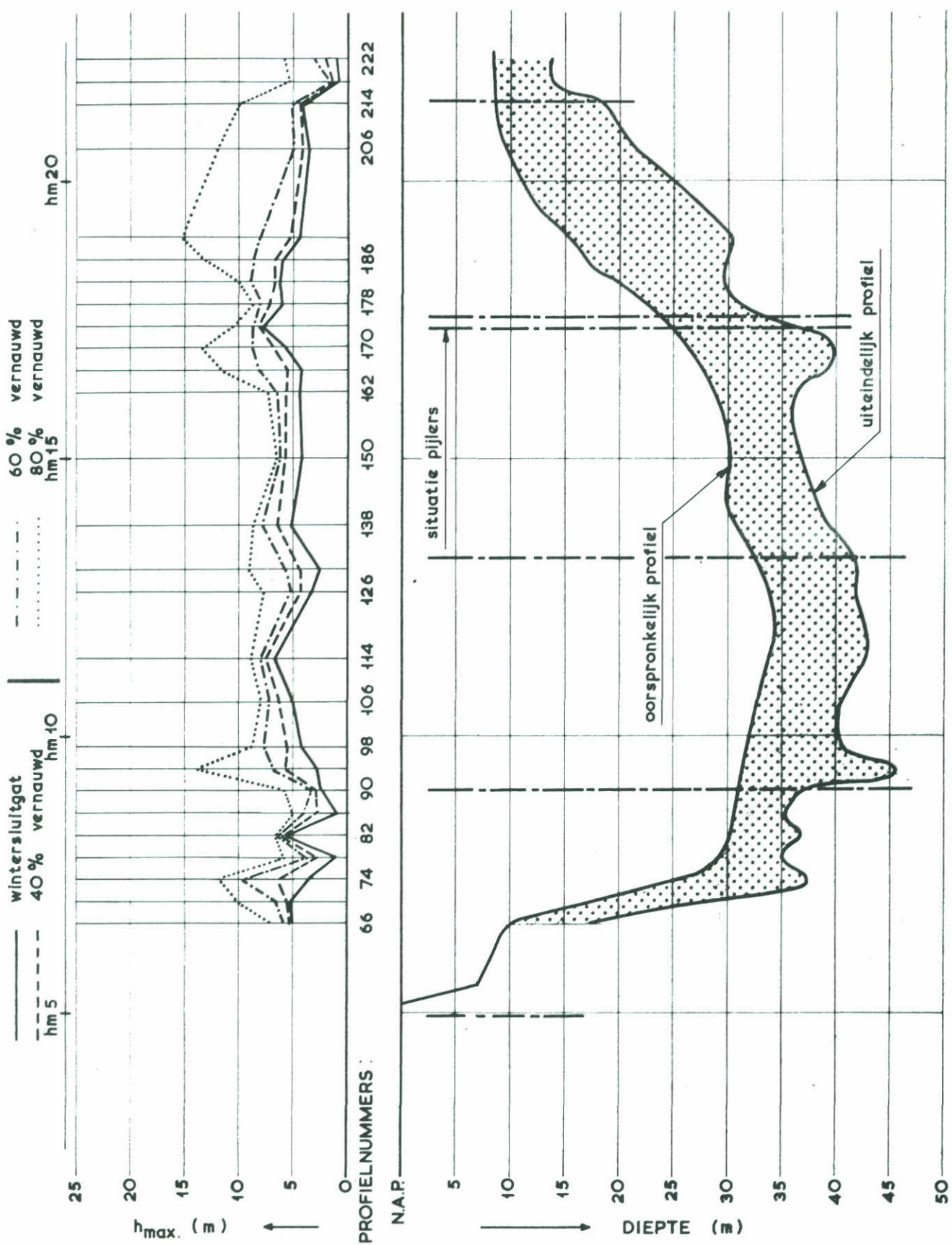
SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUJDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,2}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 2	EB
	SCHAAL hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 46 ^b



HAMMEN ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,2}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 2	EB
	SCHAAL <small>hor. 1 : 40 000</small> <small>vert. 1 : 500</small>	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 46 ^c



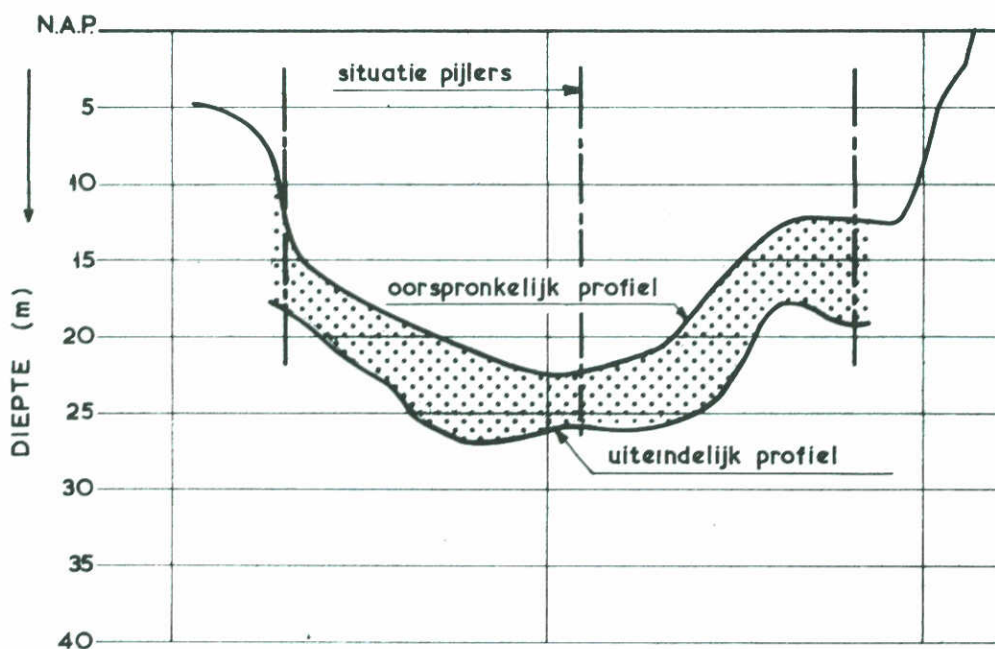
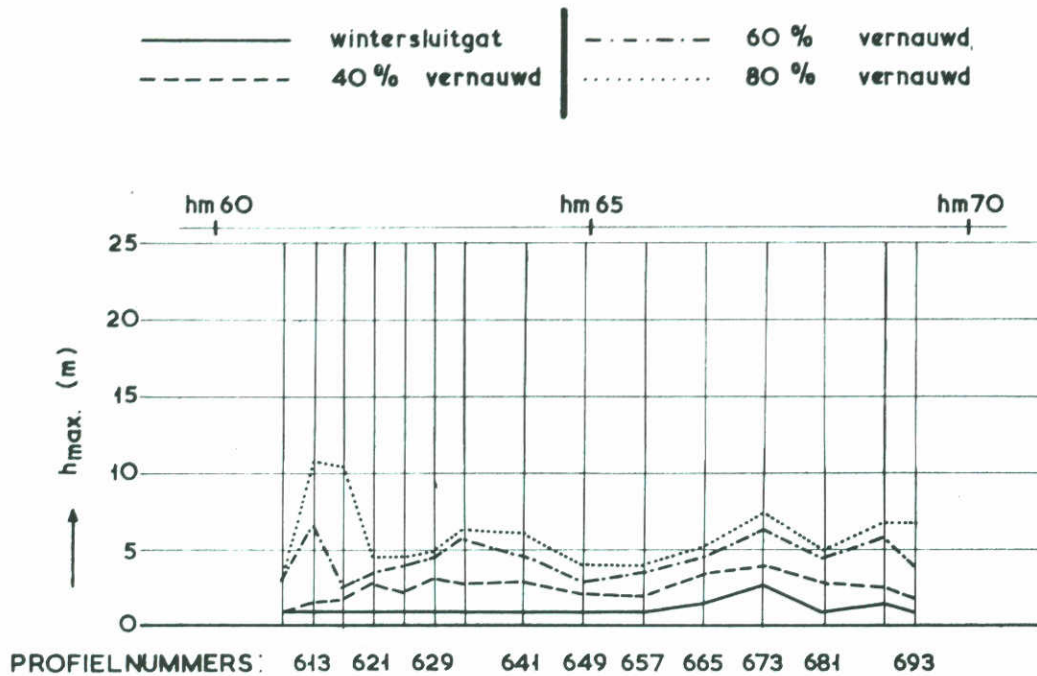
ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,2}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2	VLOED
SCHAAL - hor. 1:10 000 vert. 1: 500	

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001	FIG. 47 ^a
--------	----------------------



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZUDE
 REDUCTIEFACTOR $T_{1,2}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE
 ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2 VLOED

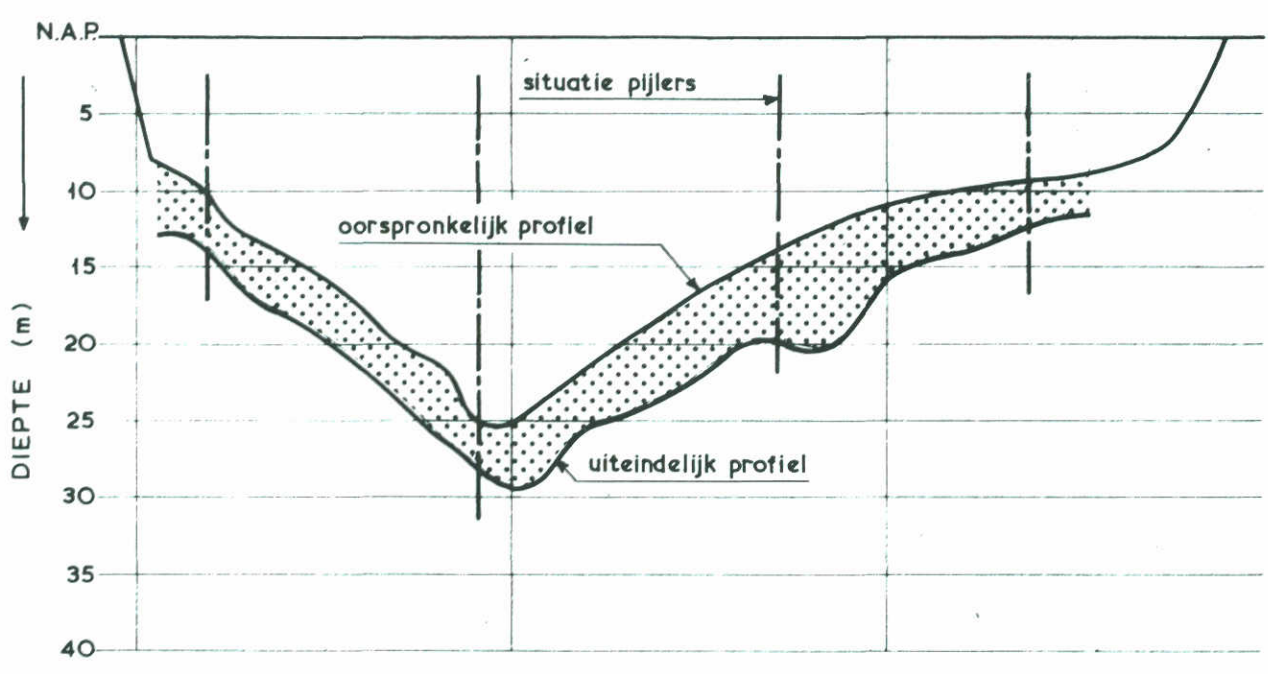
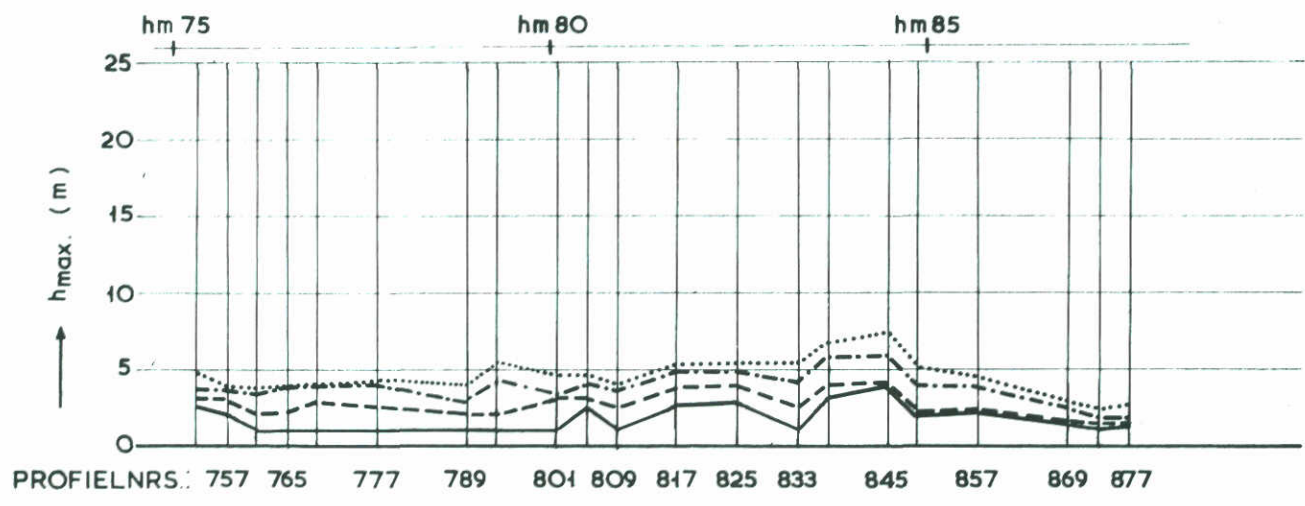
SCHAAL hor. 1 : 10 000
 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

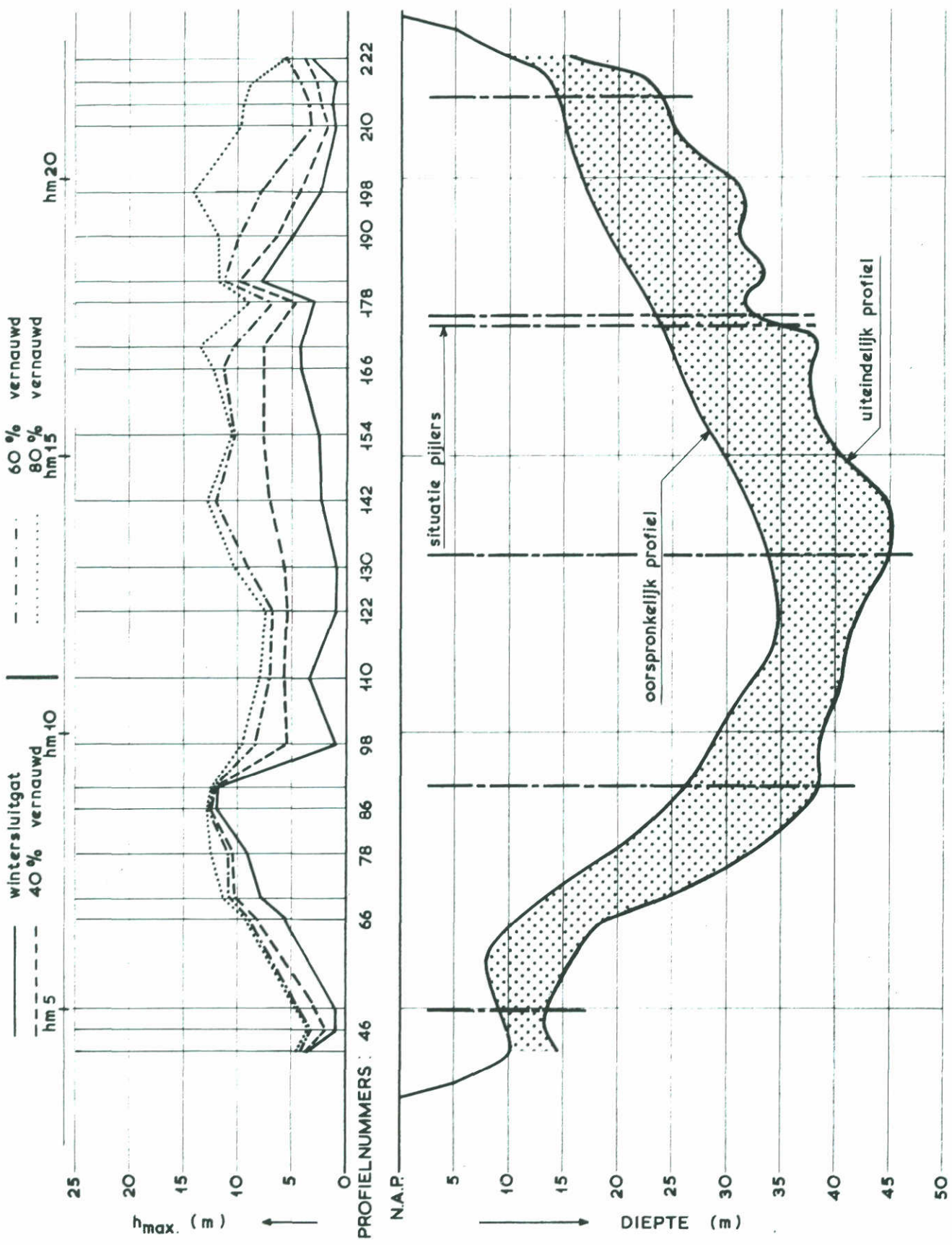
FIG. 47^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 |
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR $T_{1,2}$

TE VERWACHTEN MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 2	VLOED
	SCHAAL <small>hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500</small>	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 47 ^c



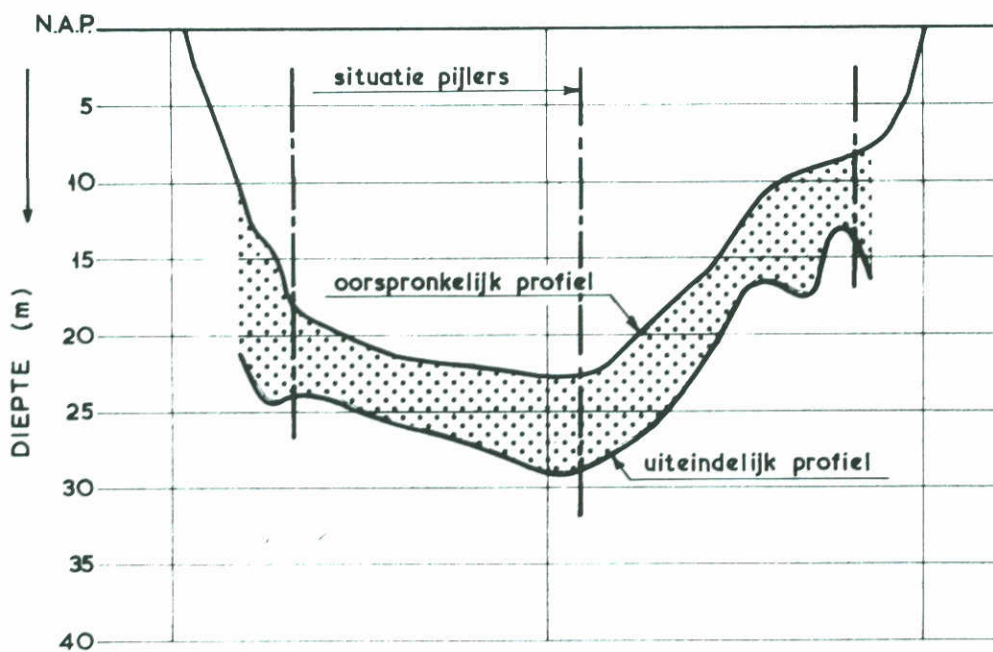
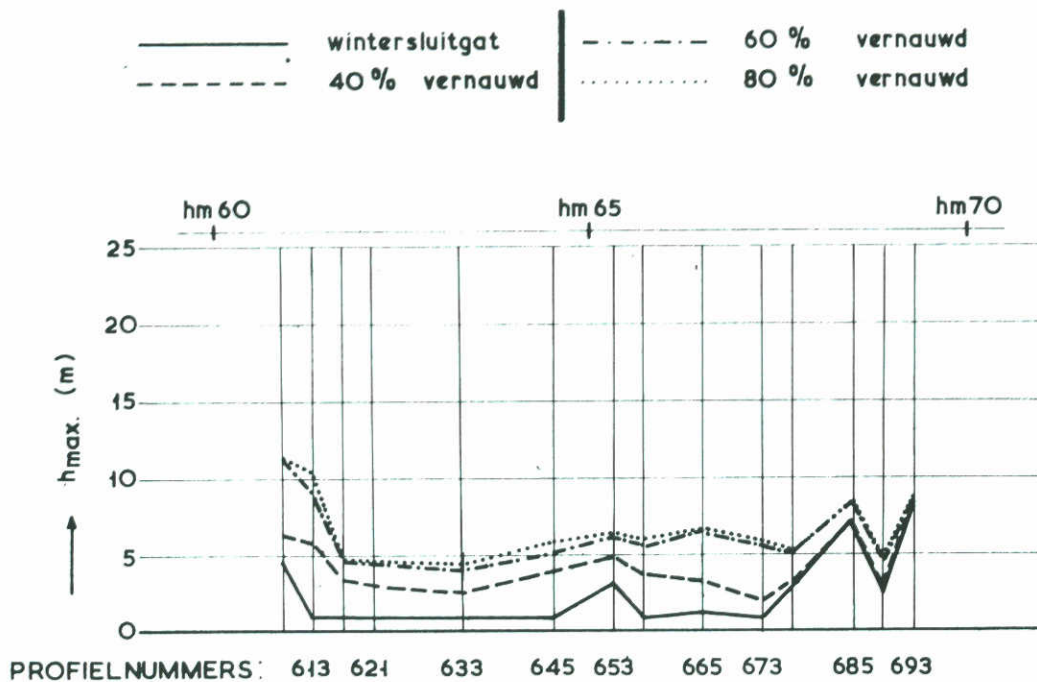
ROOMPOT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2	EB
SCHAAL hor. 1 : 10000 vert. 1 : 500	

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001	FIG. 48 ^a
--------	----------------------



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

EB

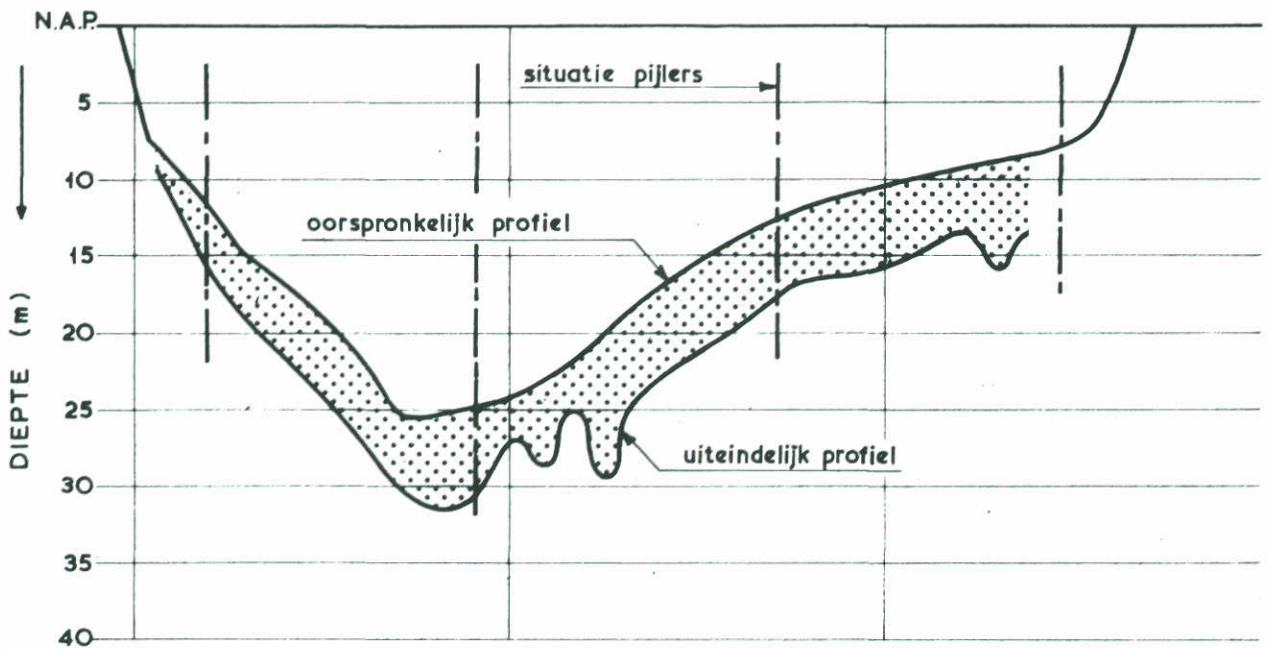
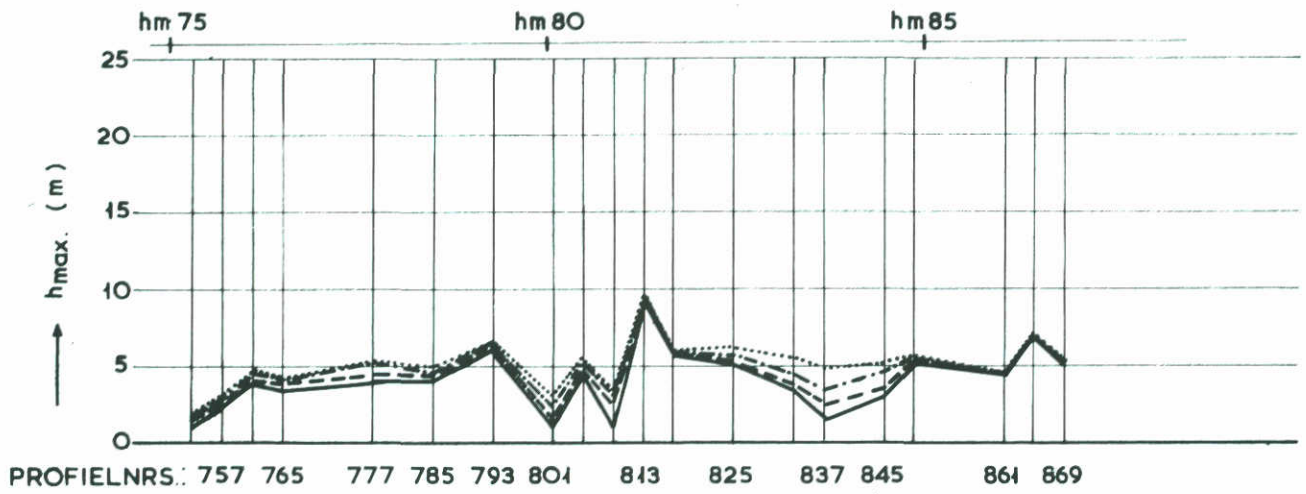
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 48^b

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 |
 - - - 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

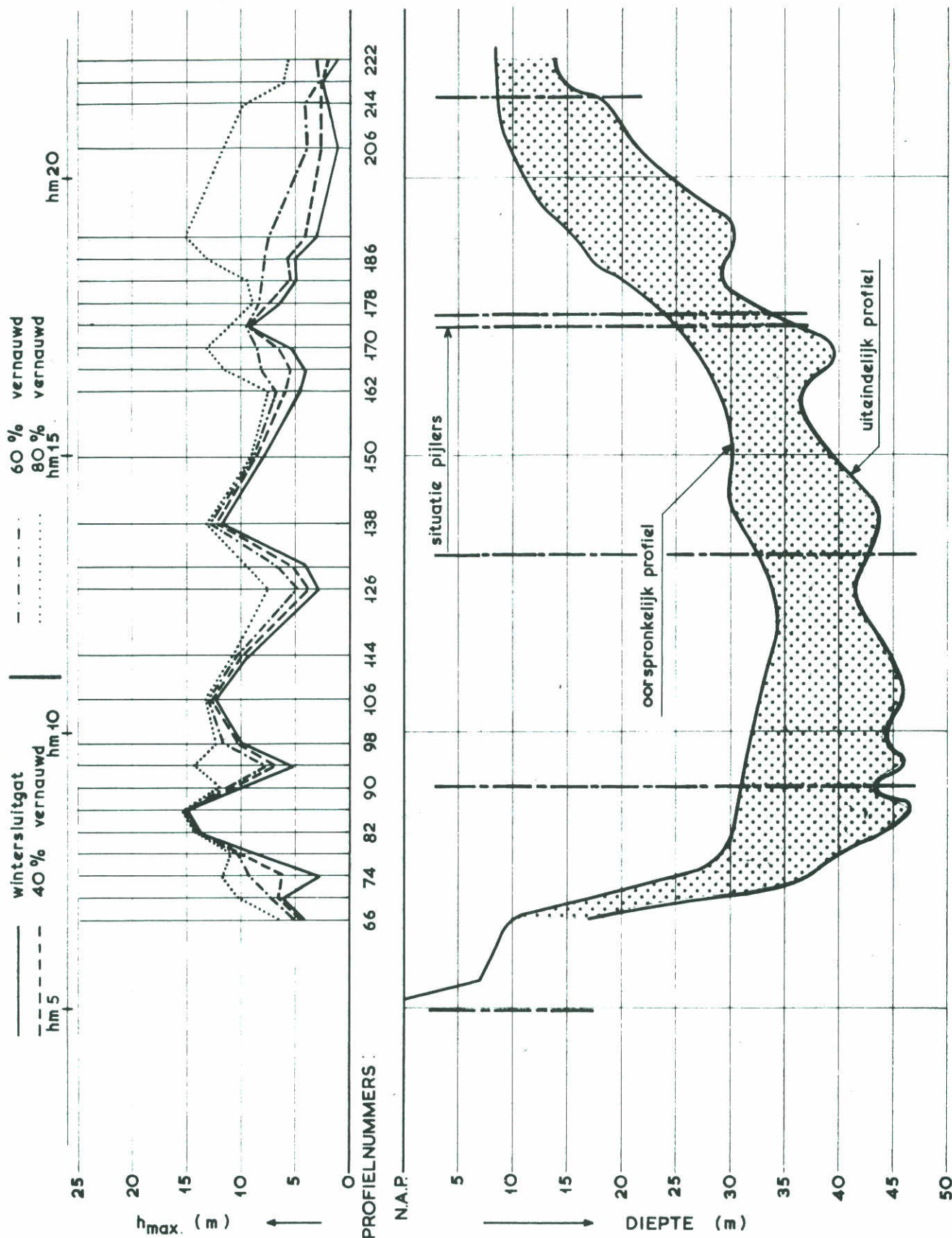
EB

SCHAAL hor. 1 : 40 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 48^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

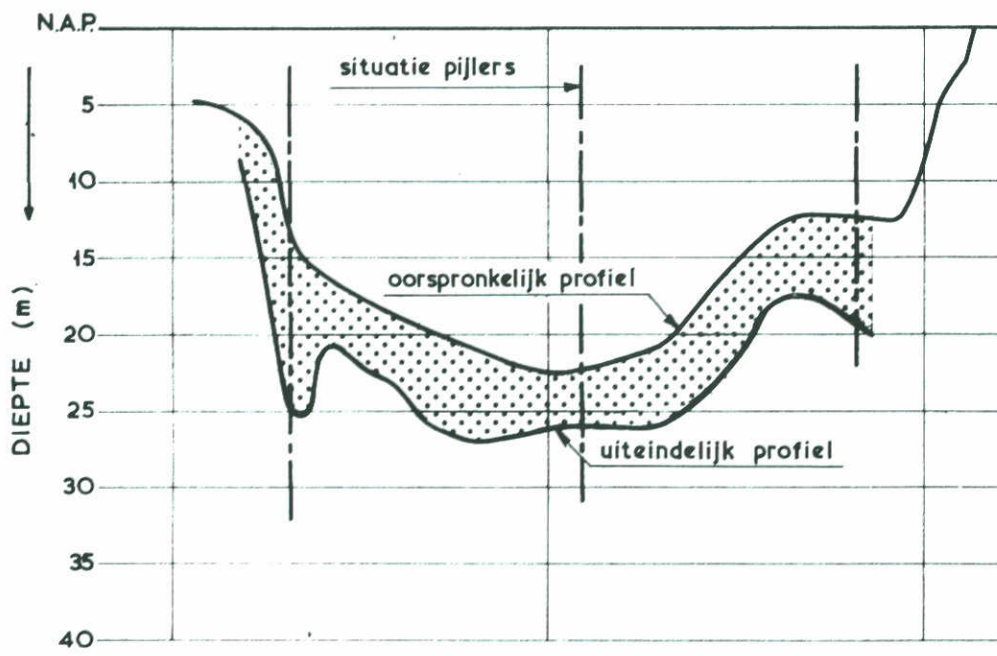
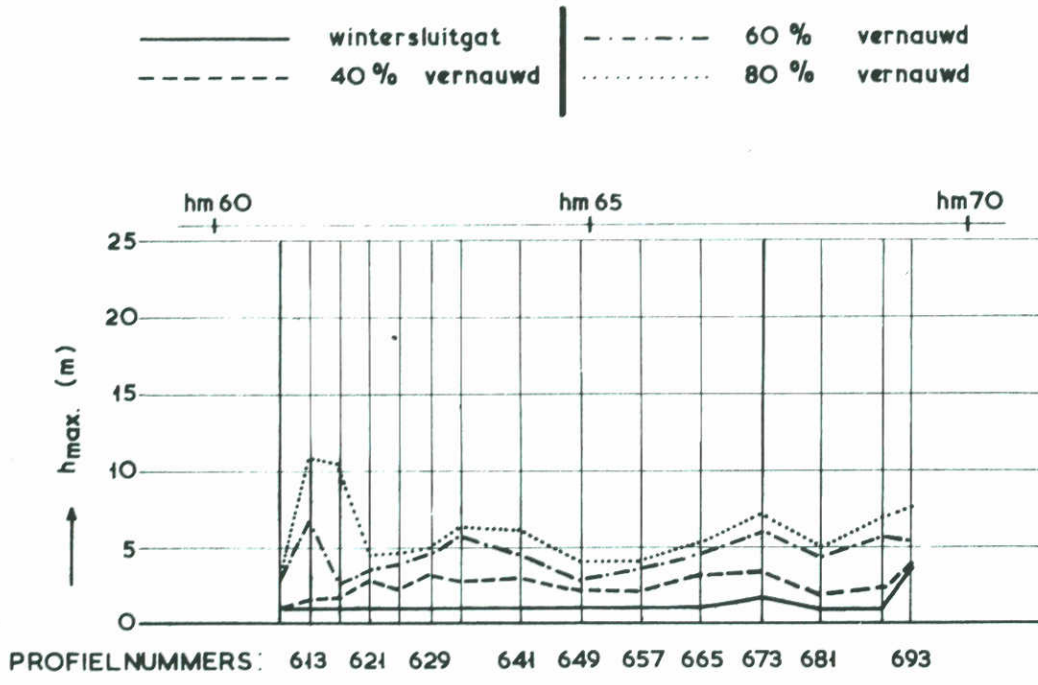
LENGTE 2 VLOED

SCHAAL hor. 1: 10 000
vert. 1: 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 49^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZIJDE
 REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
 ONTGRONDINGSDIEPTEN

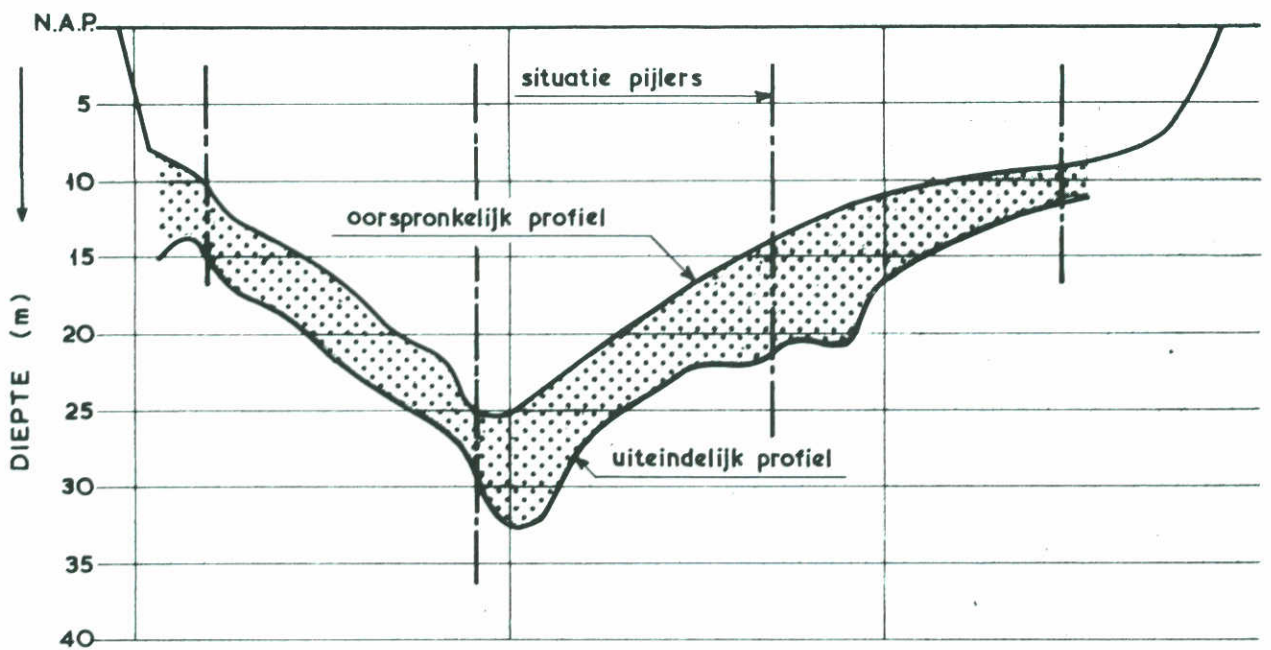
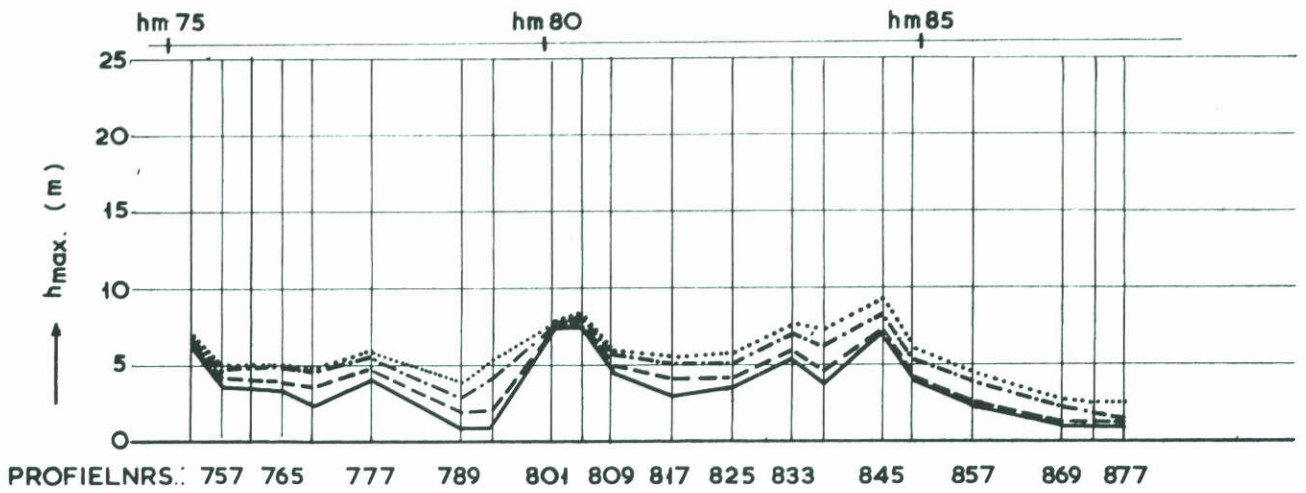
LENGTE 2 VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10000
 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 49^b



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR T_2

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

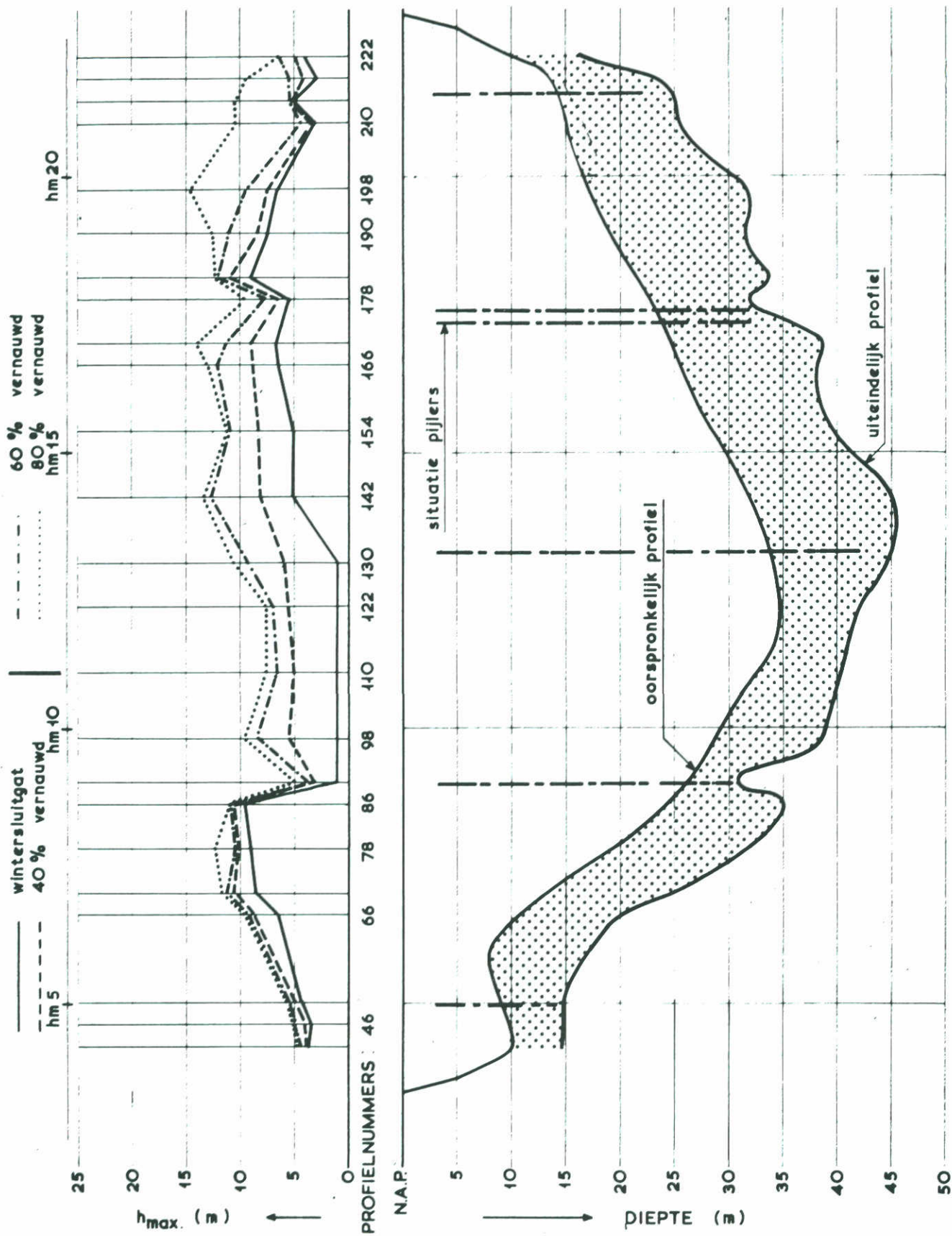
LENGTE 2 VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 49^c



ROOMPOT ; ZEEJUDE ; REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

EB

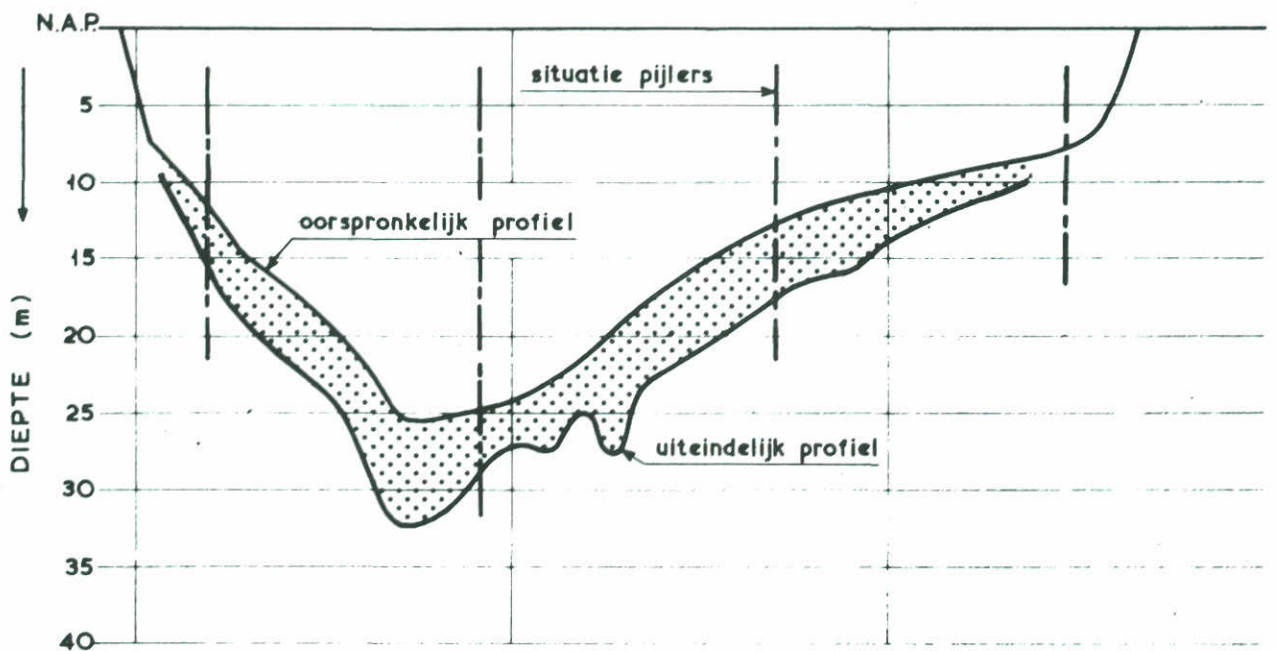
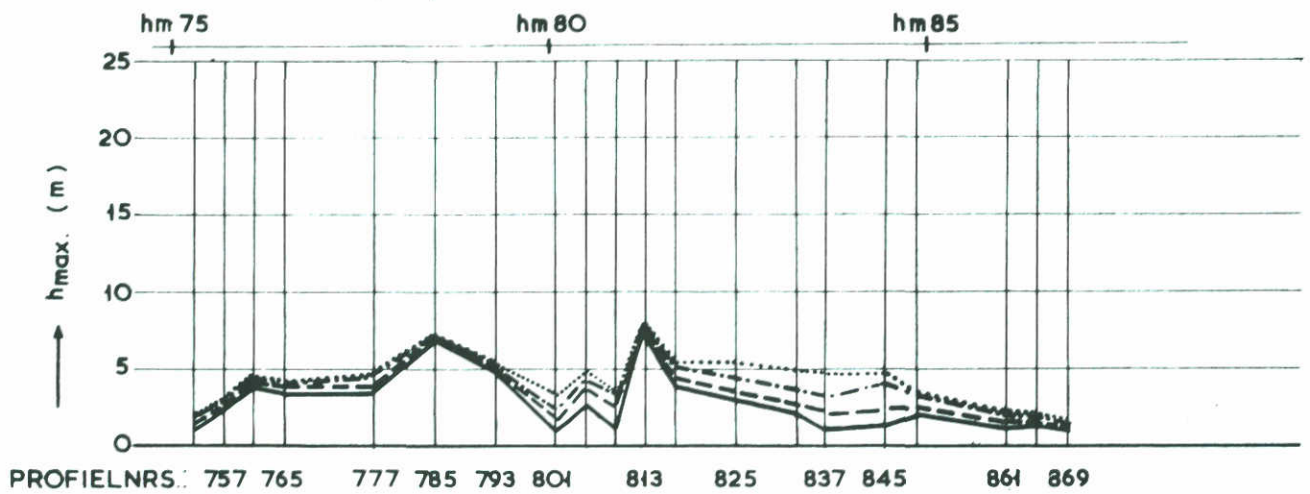
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 50^a

— wintersluitgat
 - - - 40 % vernauwd
 - · - · 60 % vernauwd
 ····· 80 % vernauwd



HAMMEN ; ZEEZIJDE ; REDUCTIEFACTOR T₃

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

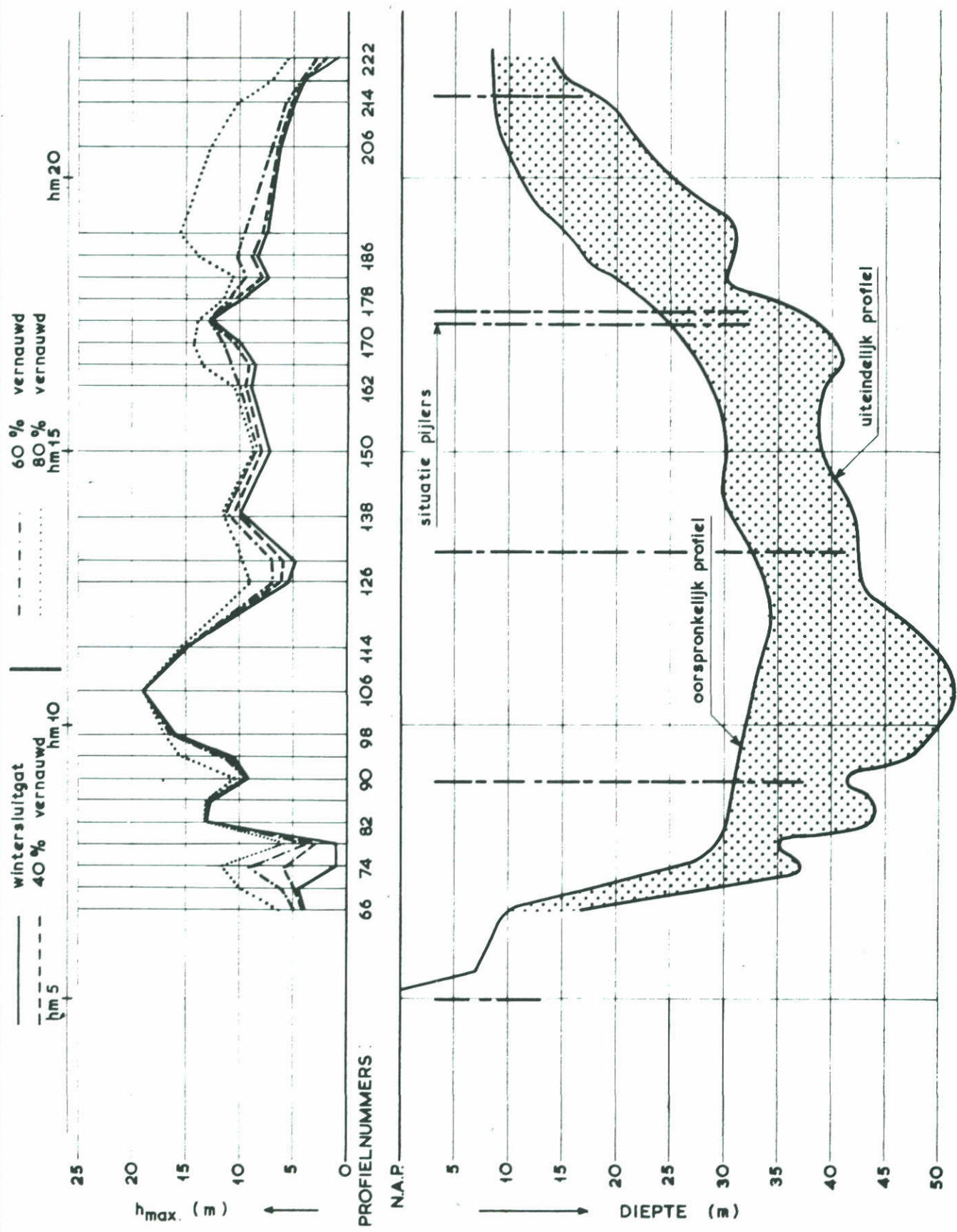
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 50^c



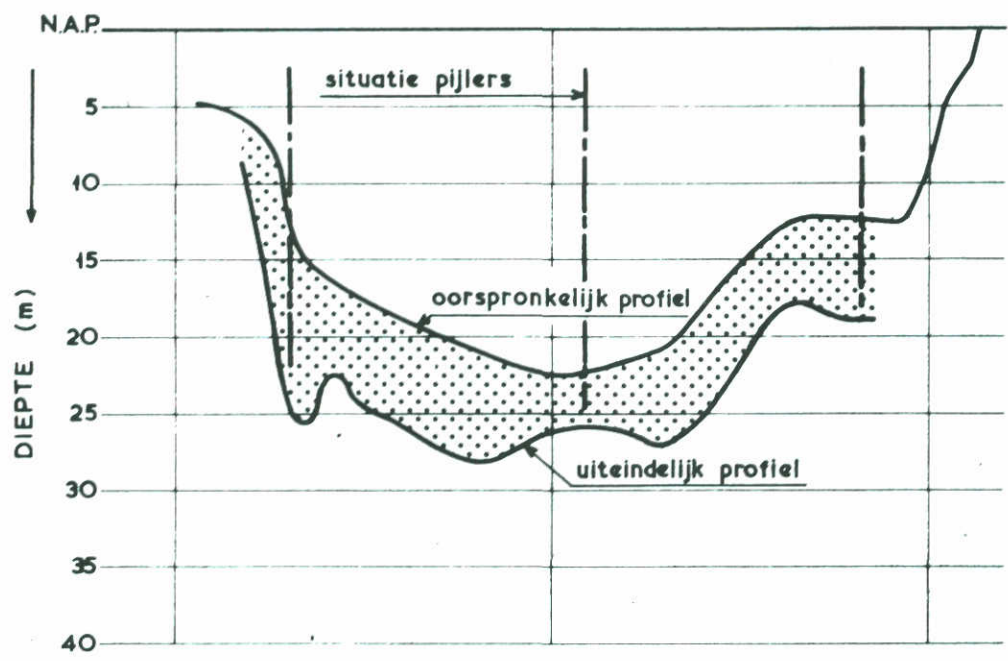
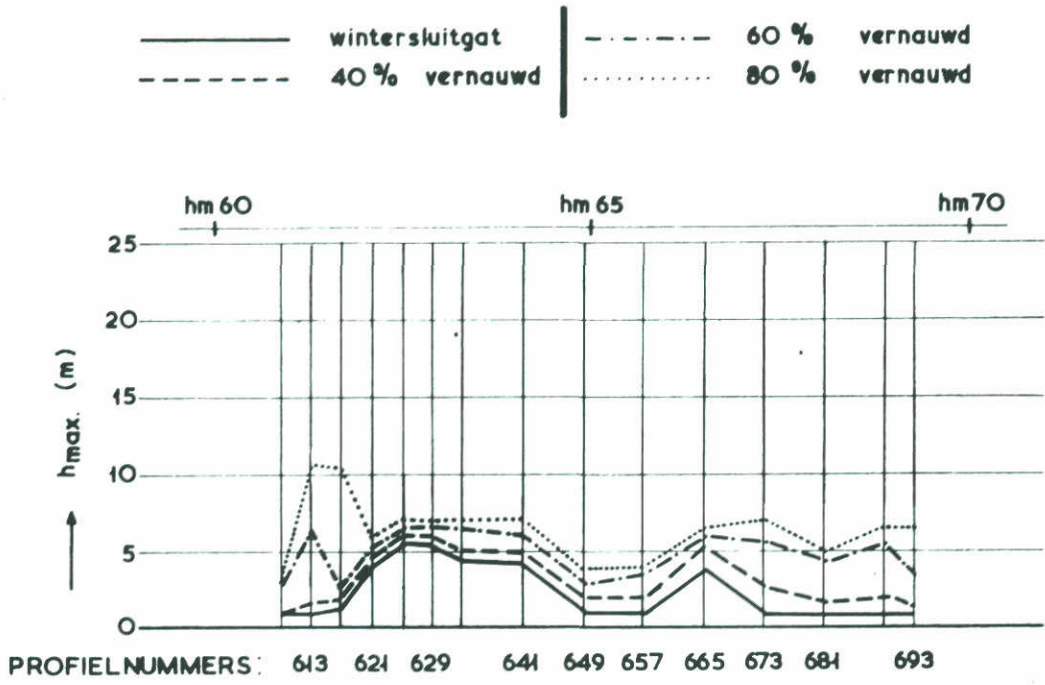
ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZUDE ; REDUCTIEFACTOR T₃

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2	VLOED
SCHAAL hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500	

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001	FIG. 51 ^a
--------	----------------------



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT : ZEEUWSEMEERZIJDE
REDUCTIEFACTOR T_3

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

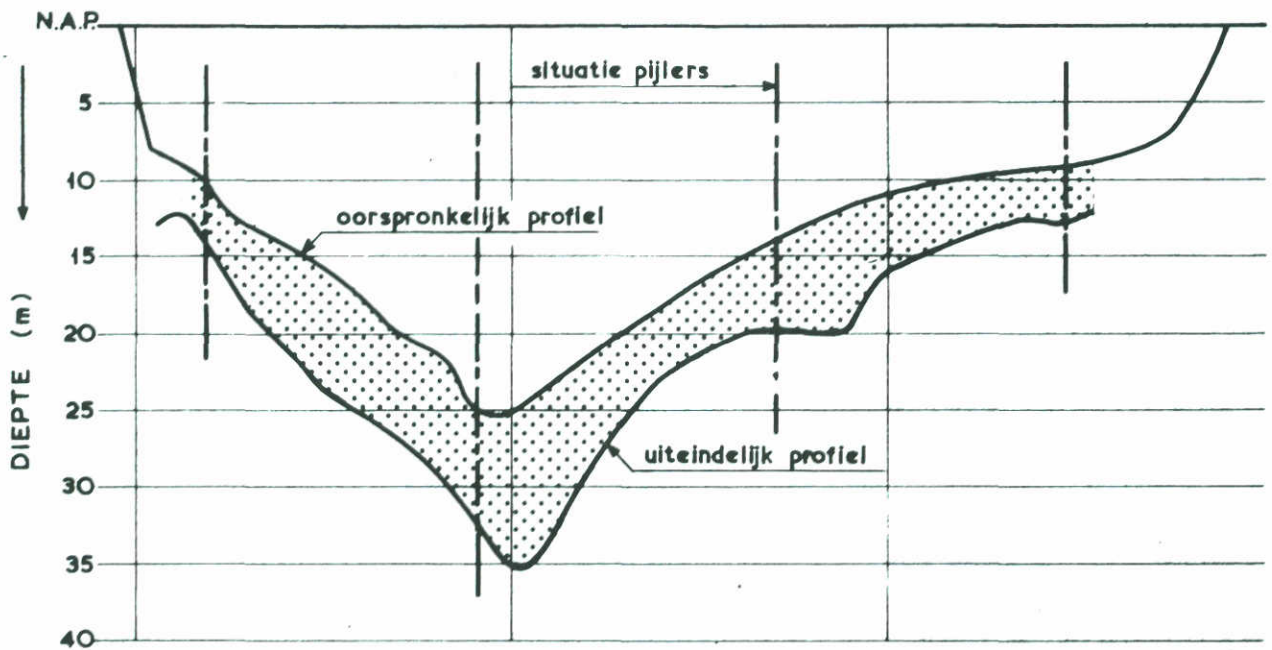
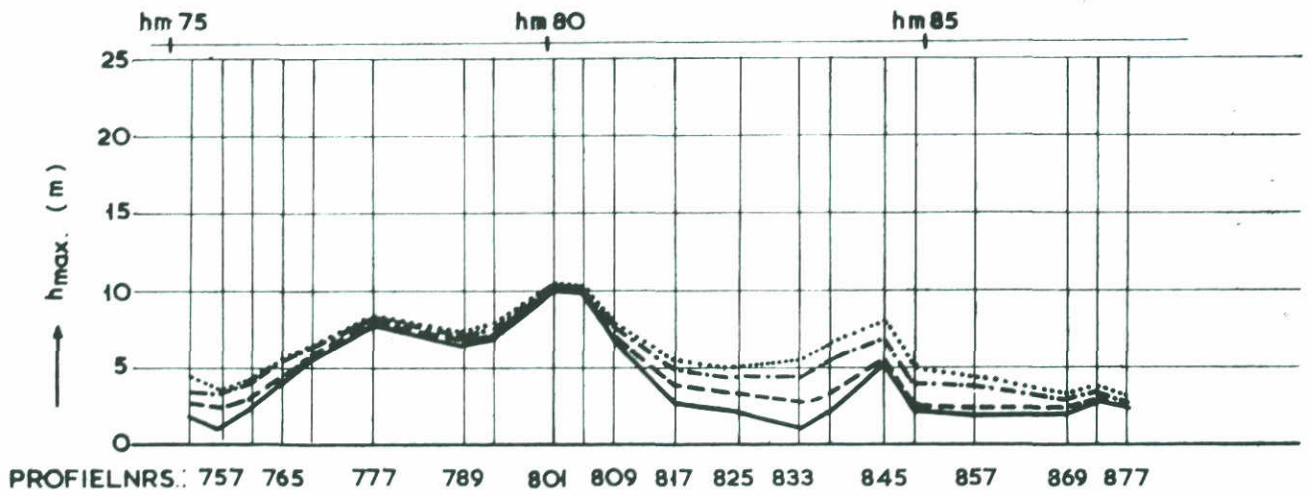
LENGTE 2 VLOED.

SCHAAL hor. 1 : 10000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 51^b



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZIJDE ; REDUCTIEFACTOR T₃

TE VERWACHTEN MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

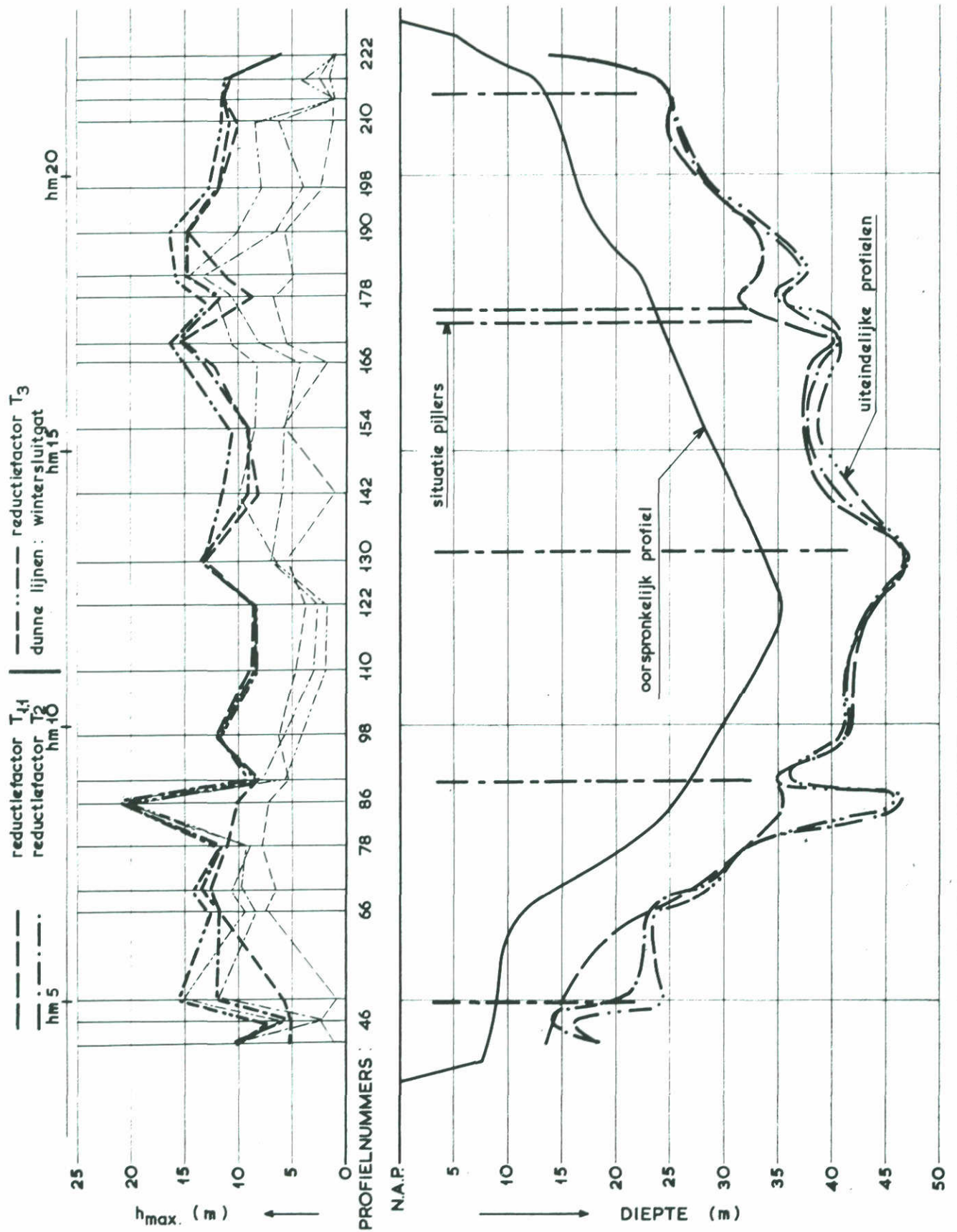
LENGTE 2 | VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 51^c



ROOMPOT ; ZEEZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 1 EB

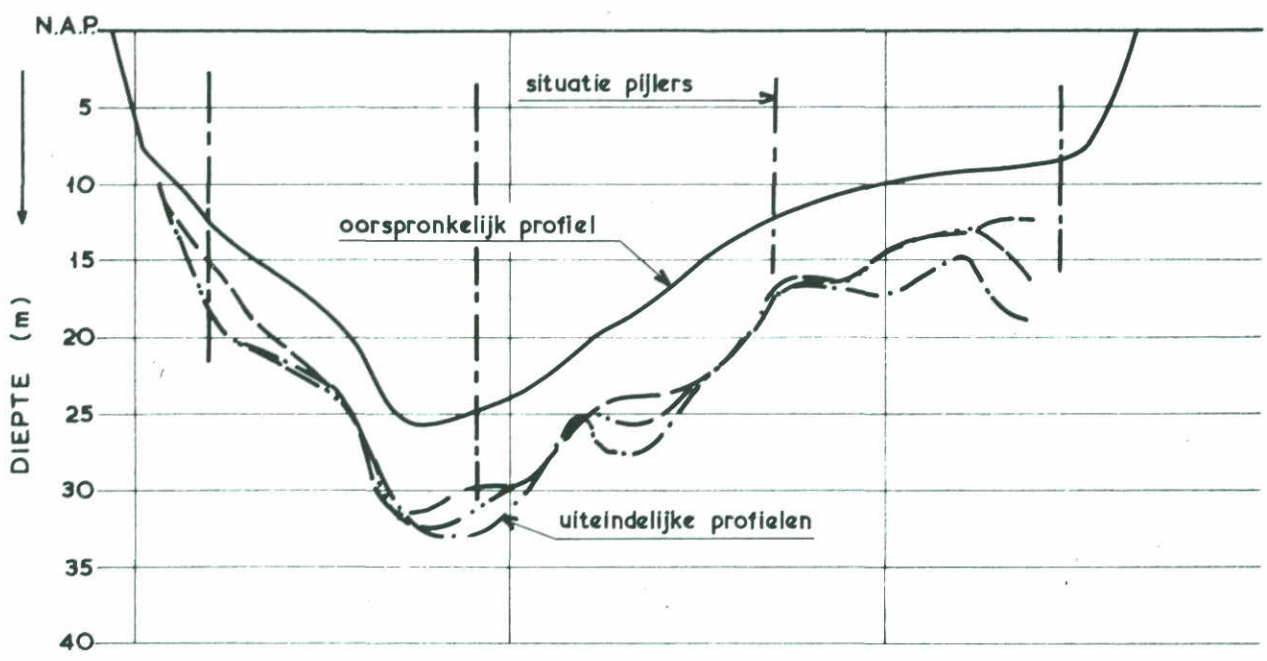
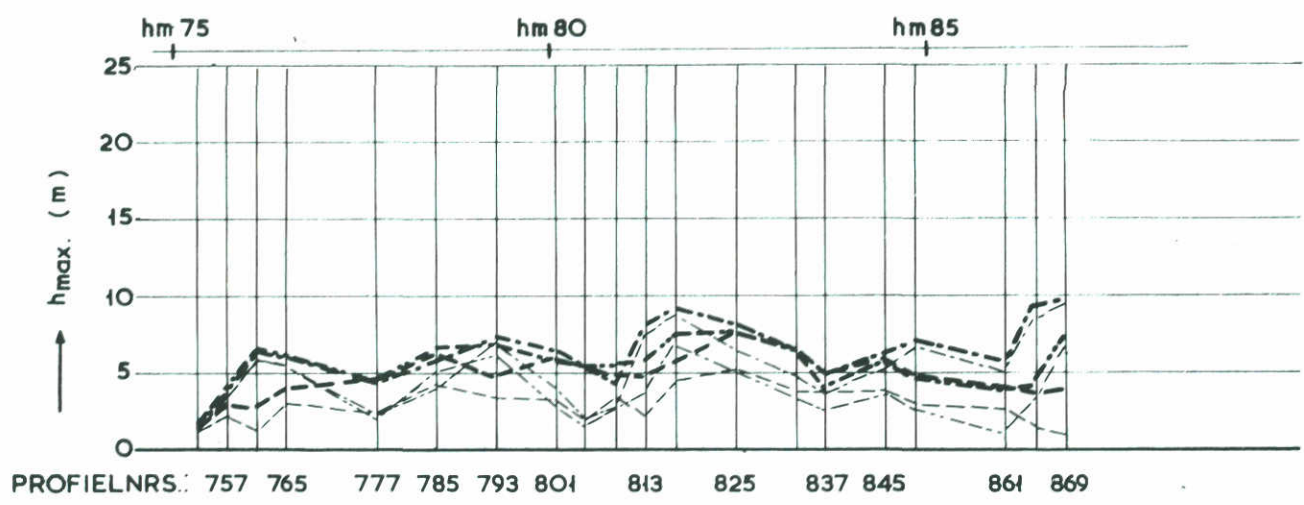
SCHAAL hor. 1 : 40 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

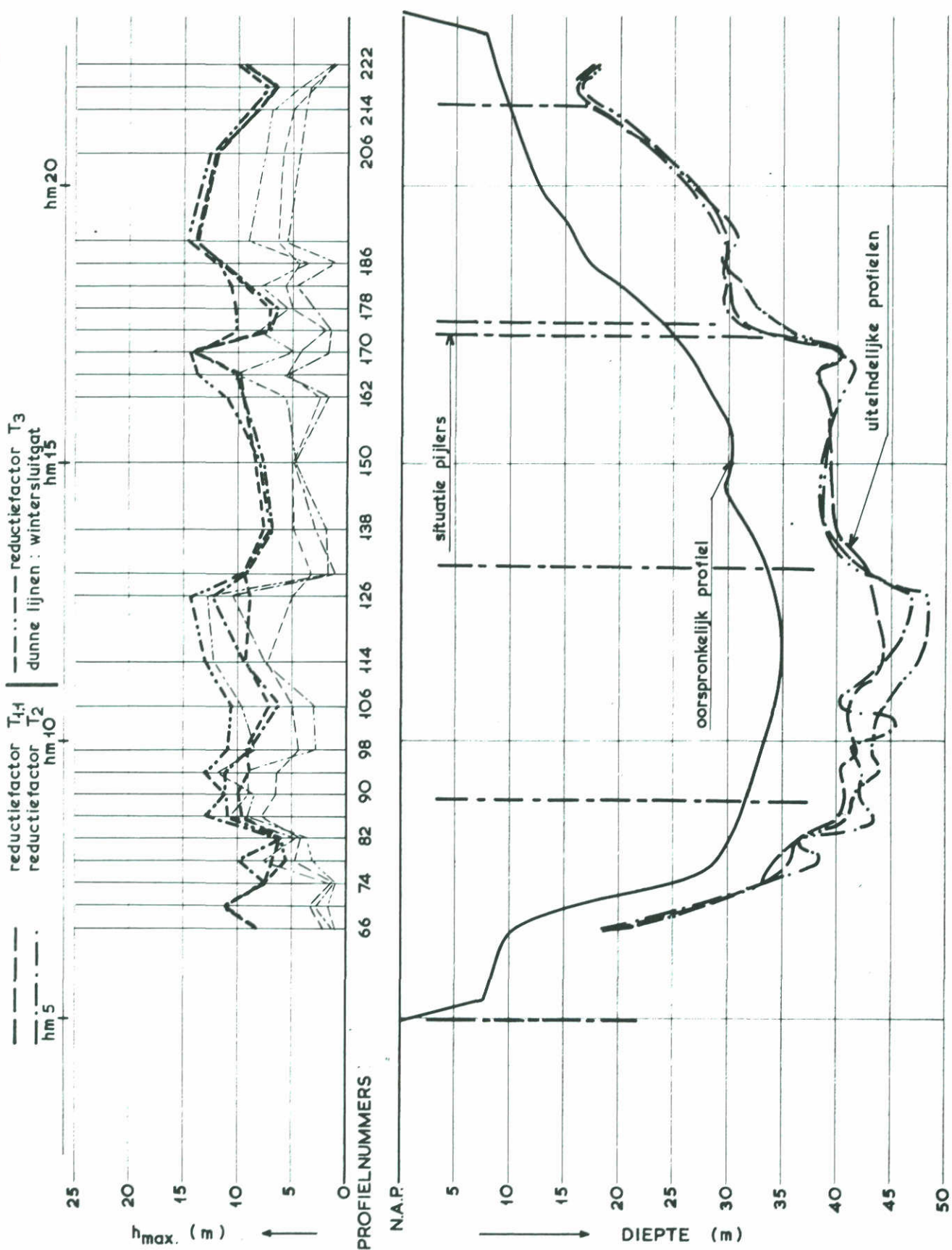
FIG. 52^a

- - - - - reductiefactor $T_{1,1}$ - · - · - reductiefactor T_3
 - · - · - reductiefactor T_2 dunne lijnen : wintersluitgat



HAMMEN ; ZEEZIJDE

VERGELIJKING MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 1	EB
	SCHAAL hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 52 ^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZ'JDE

VERGELUKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

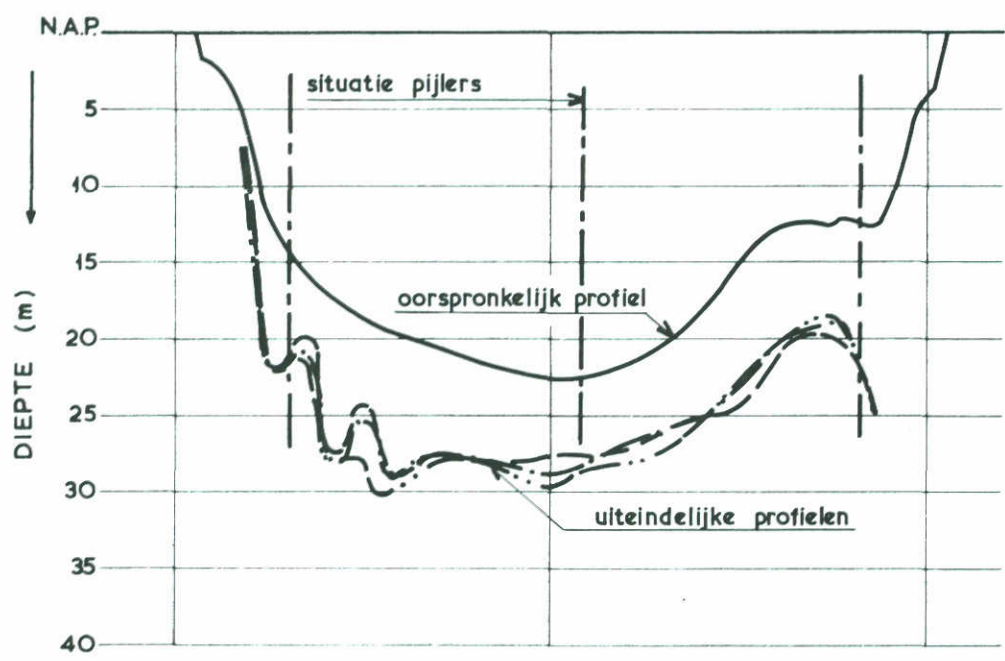
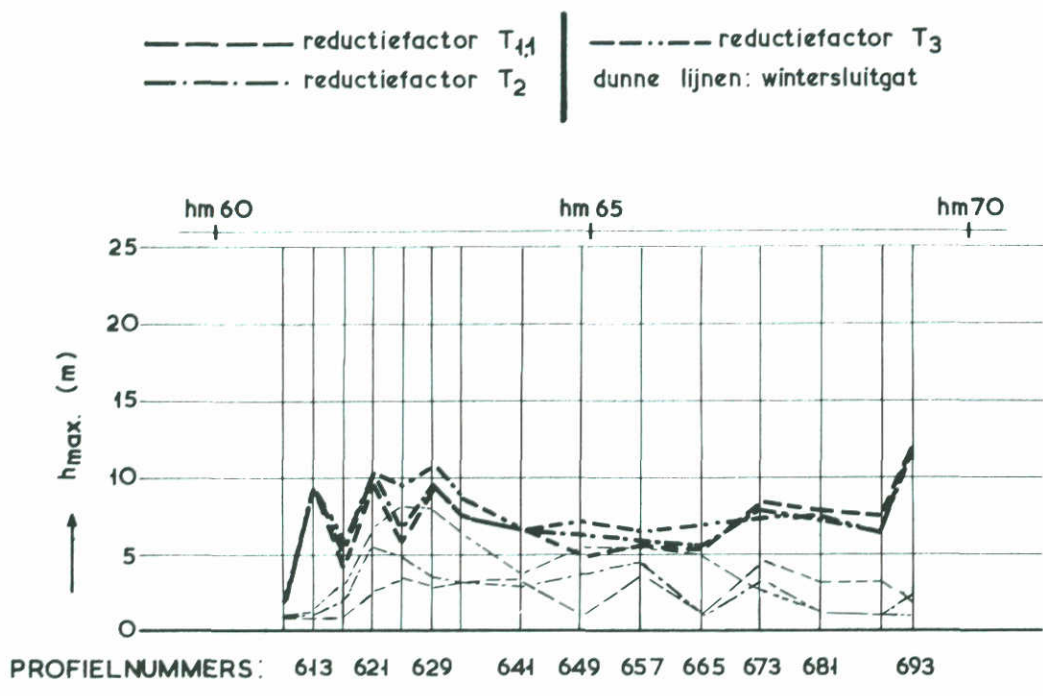
LENGTE 1 | VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

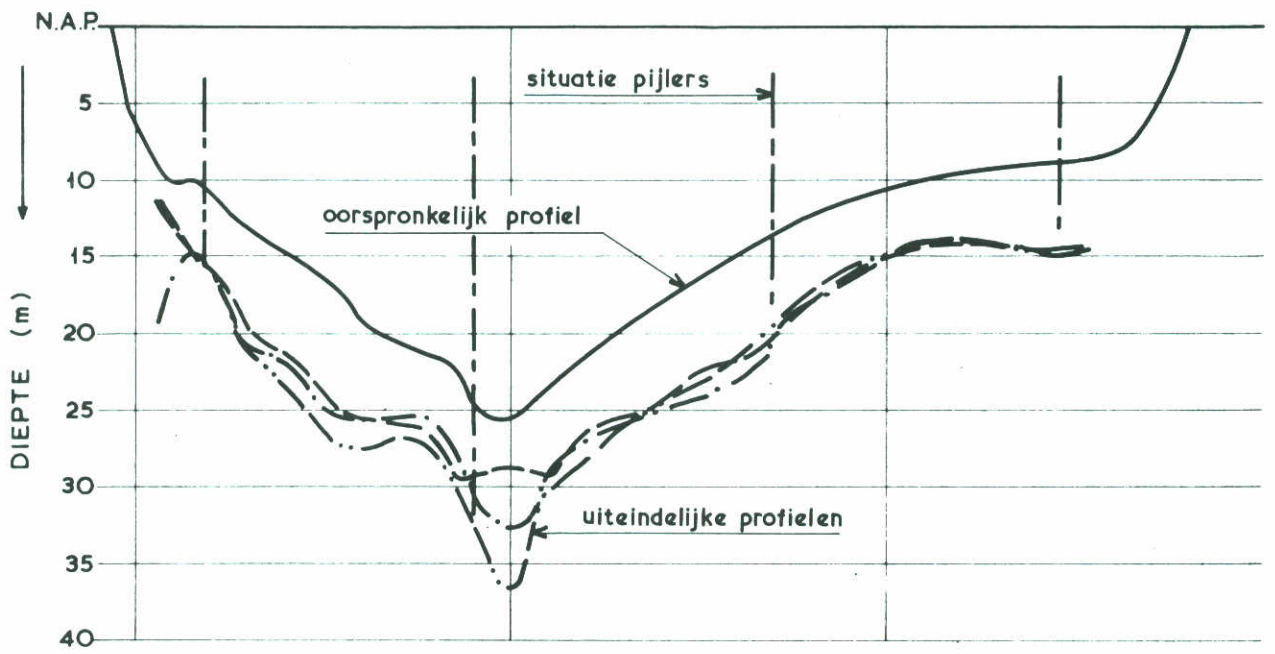
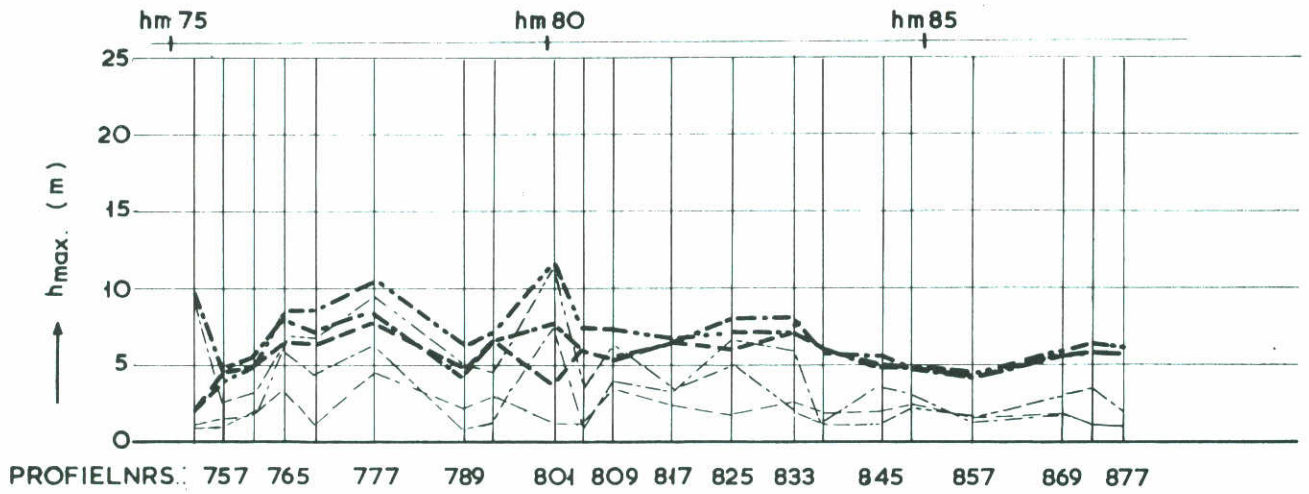
FIG. 53^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 1	VLOED
	SCHAAL <small>hor. 1 : 10 000</small> <small>vert. 1 : 500</small>	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 53 ^b

- - - - - reductiefactor $T_{4,1}$ - · - · - reductiefactor T_3
 - · - · - reductiefactor T_2 dunne lijnen : wintersluitgat



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZIJDE

VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

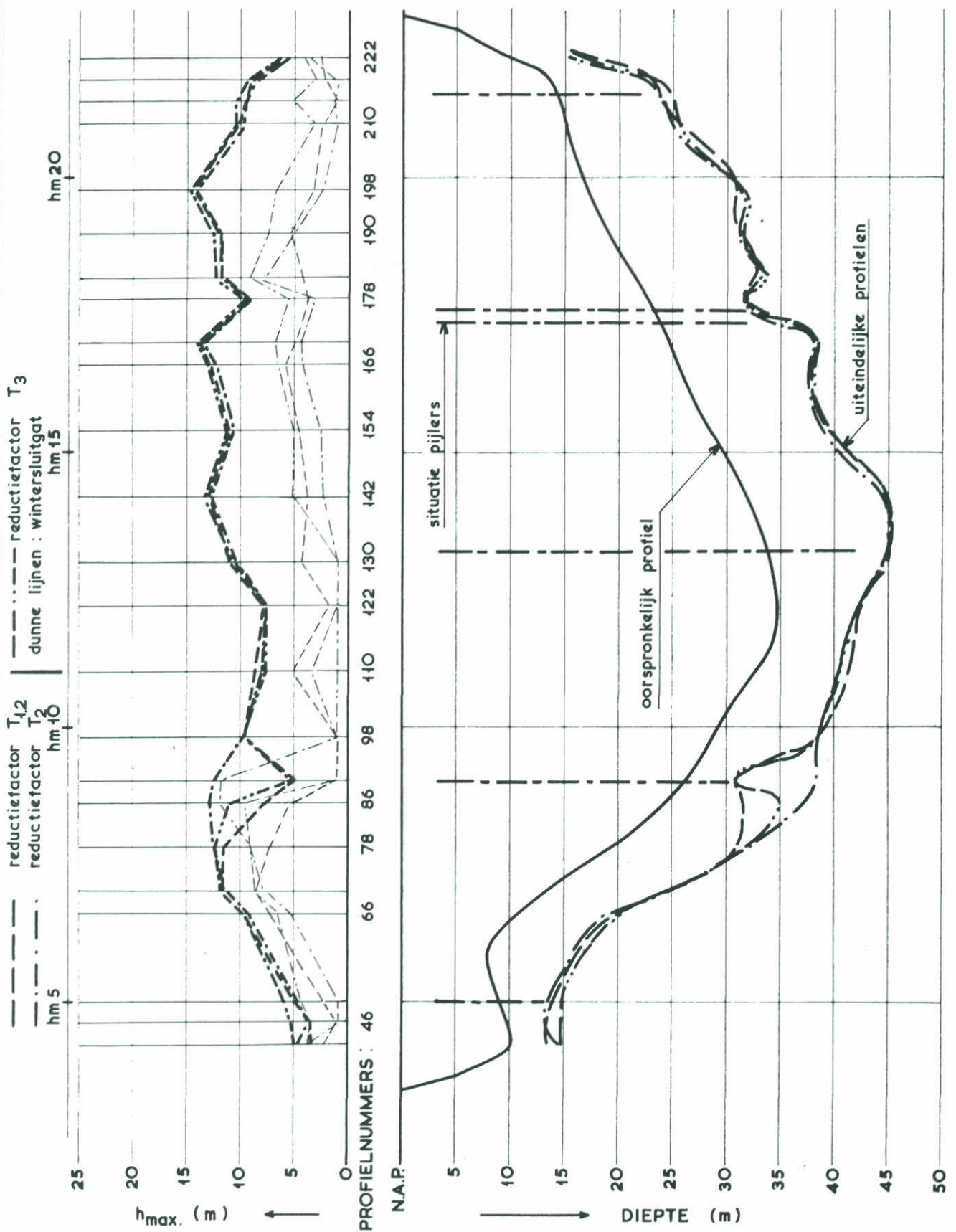
LENGTE 1 VLOED

SCHAAL_{hor. 1 : 10 000}
_{vert. 1 : 500}

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 53^c



ROOMPOT ; ZEEZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

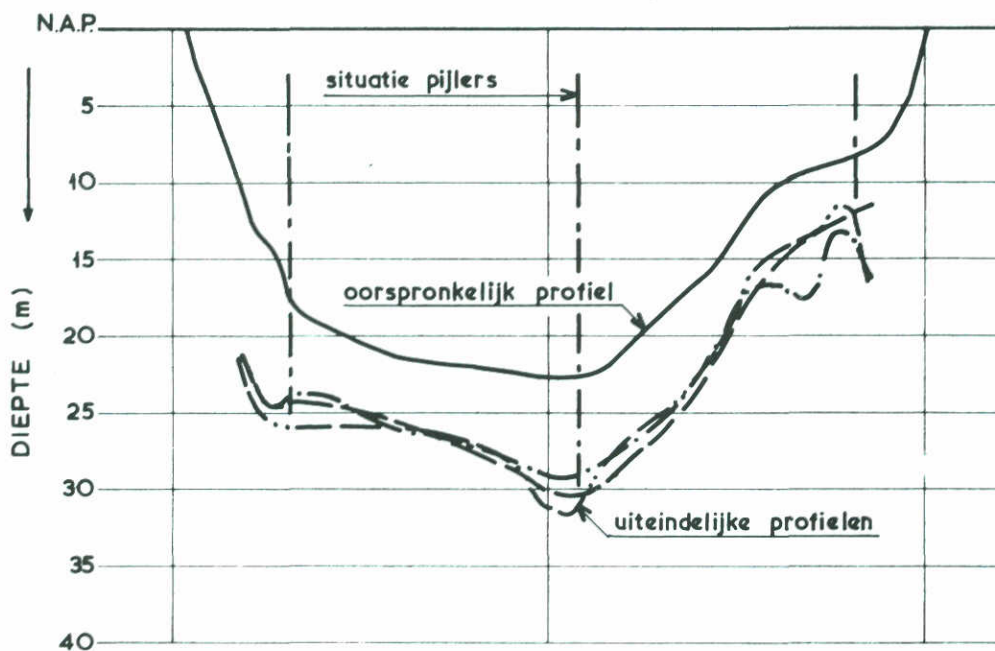
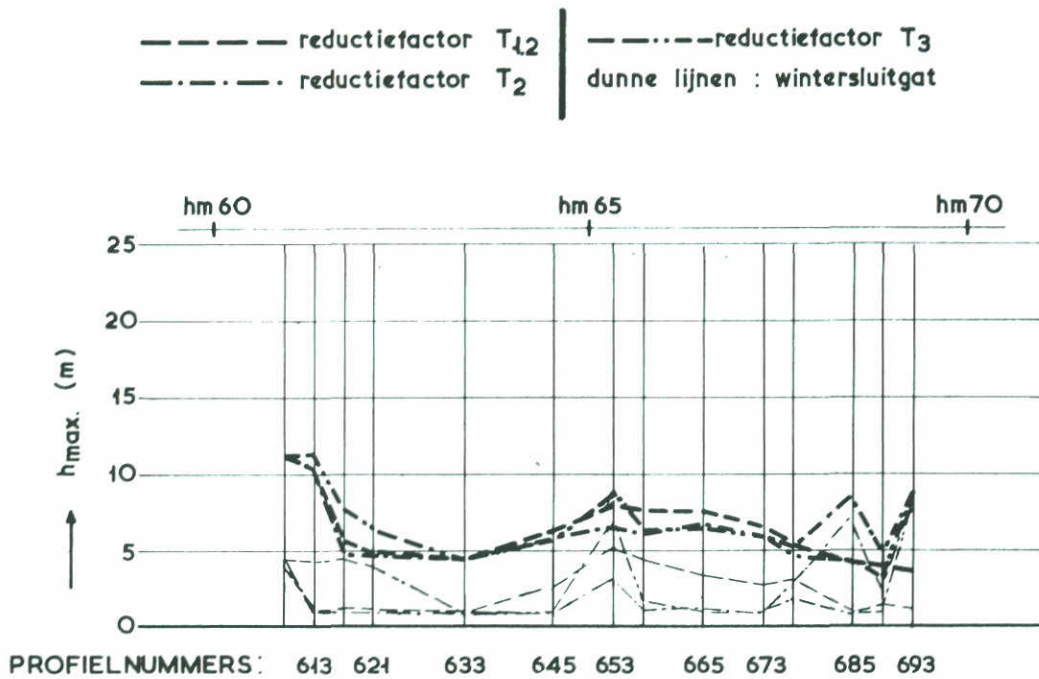
EB

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 54^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEZIJDE

VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2

EB

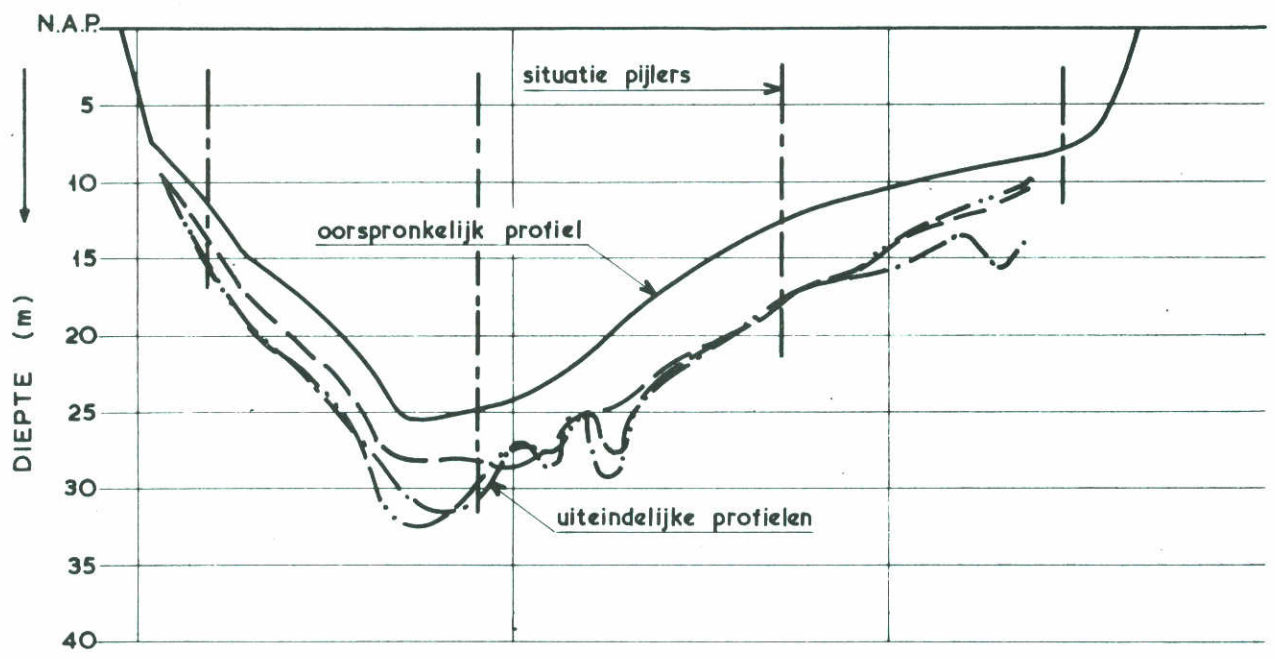
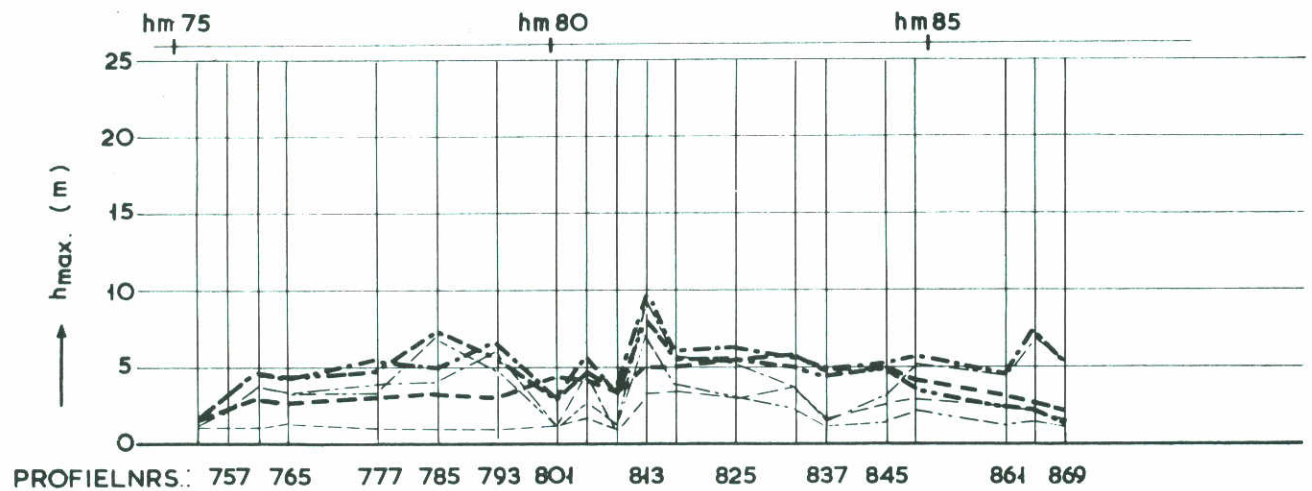
SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

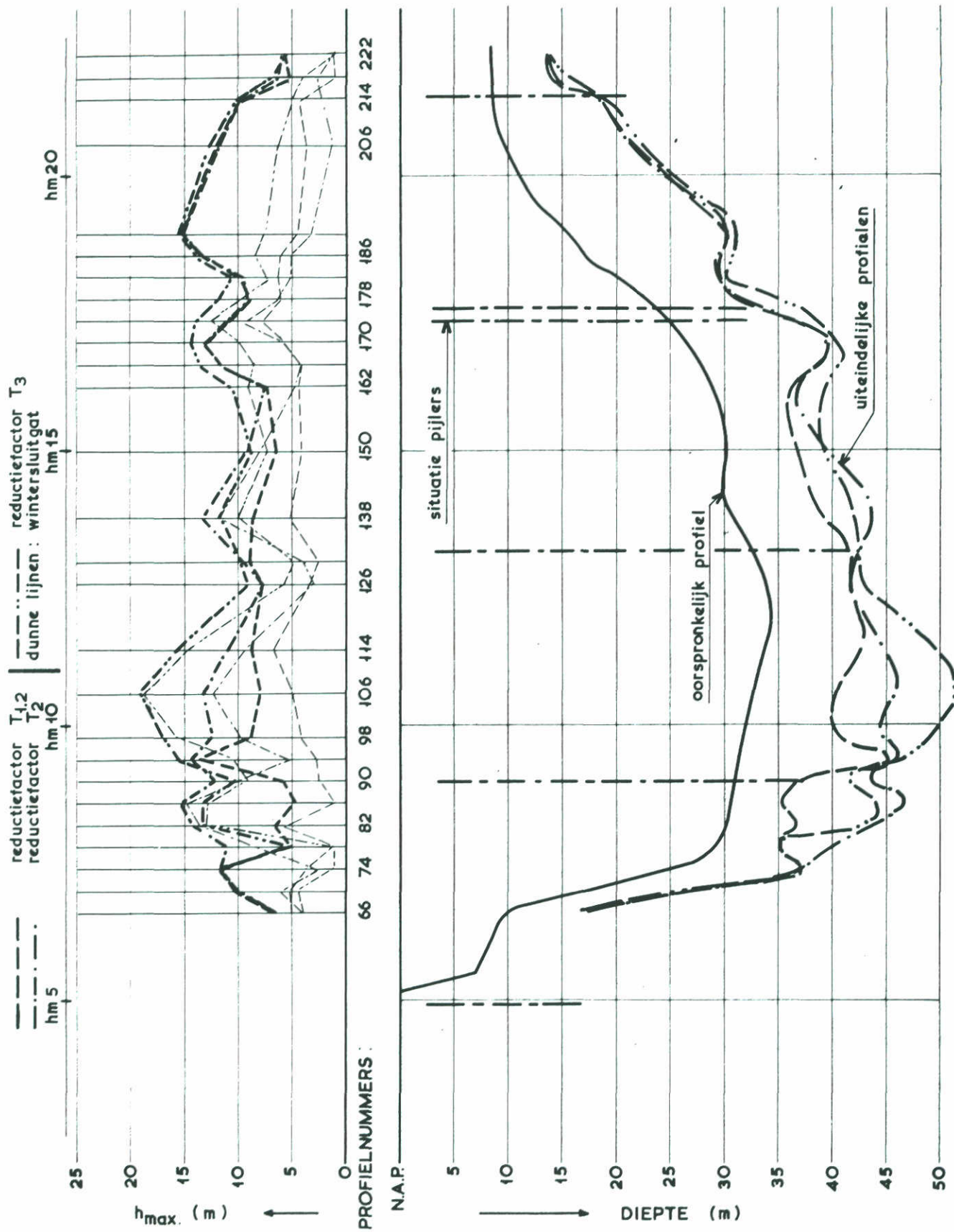
FIG. 54^b

- - - - - reductiefactor $T_{1,2}$ - - - - - reductiefactor T_3
 - . - . - . reductiefactor T_2 dunne lijnen : wintersluitgat



HAMMEN ; ZEEZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE ONTGRONDINGSDIEPTEN	LENGTE 2	EB
	SCHAAL hor. 1 : 10 000 vert. 1 : 500	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 54 ^c



ROOMPOT ; ZEEUWSEMEERZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE
 ONTGRONDINGSDIEPTEN

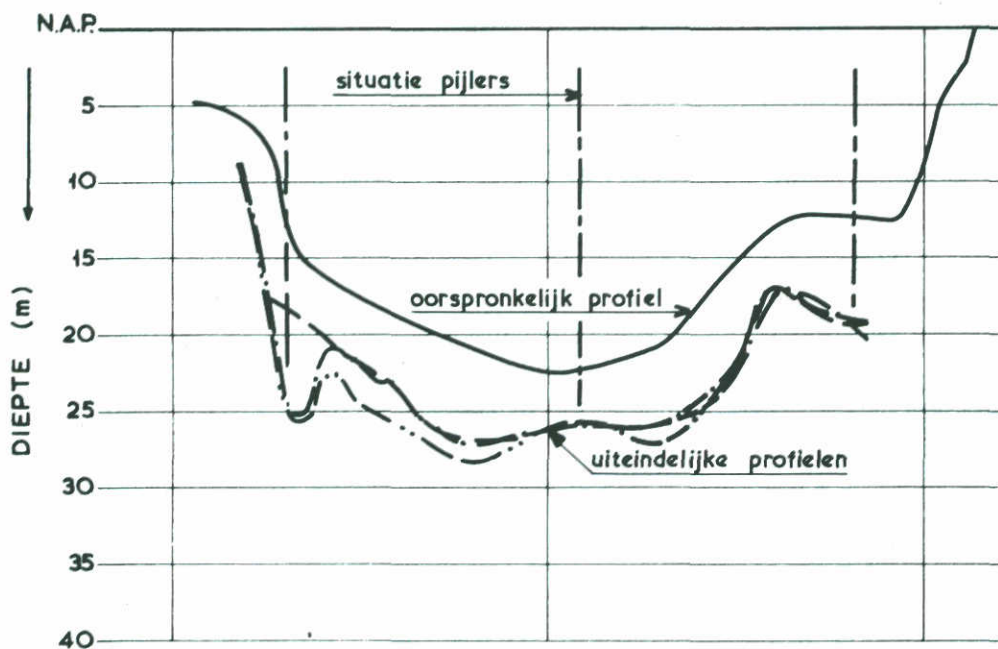
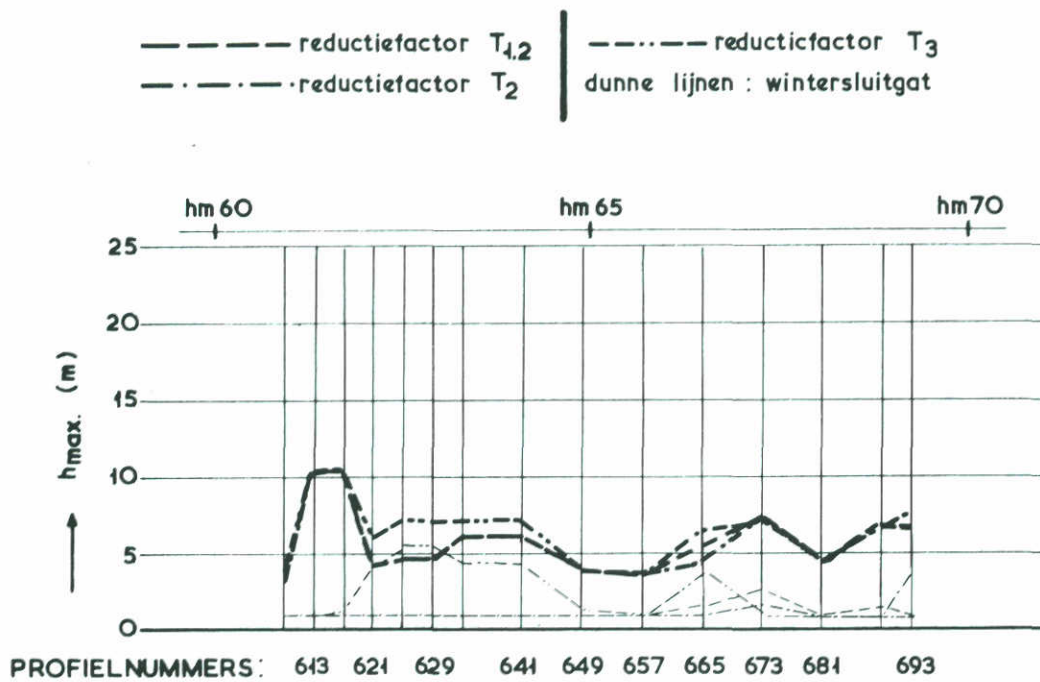
LENGTE 2 | VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
 vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 55^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT ; ZEEUWSEMEERZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

LENGTE 2 VLOED

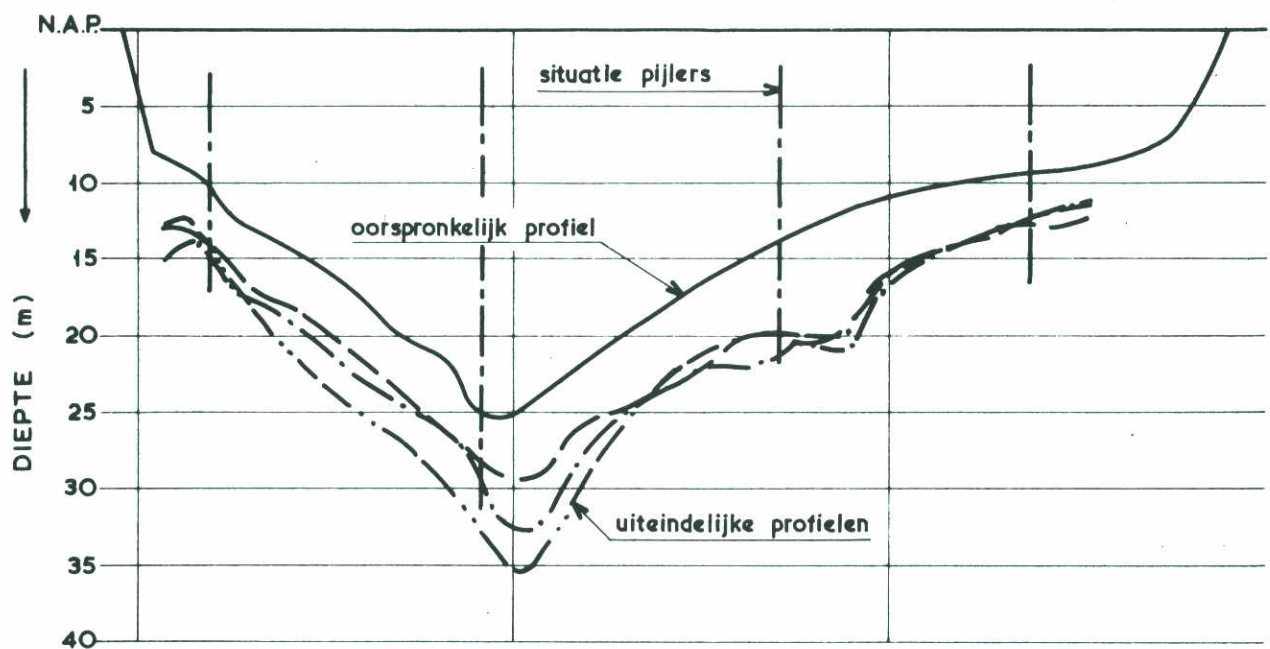
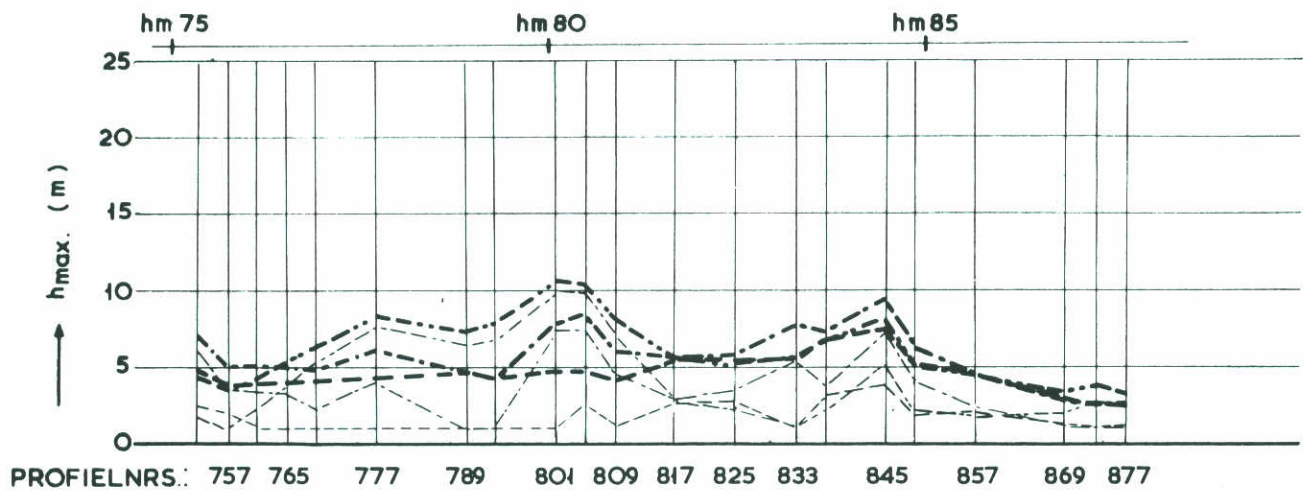
SCHAAL hor. 1 : 10000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 55^b

- - - - - reductiefactor $T_{1,2}$ | - · - · - reductiefactor T_3
 - · - · - reductiefactor T_2 | dunne lijnen : wintersluitgat



HAMMEN ; ZEEUWSEMEERZUDE

VERGELIJKING MAXIMALE
ONTGRONDINGSDIEPTEN

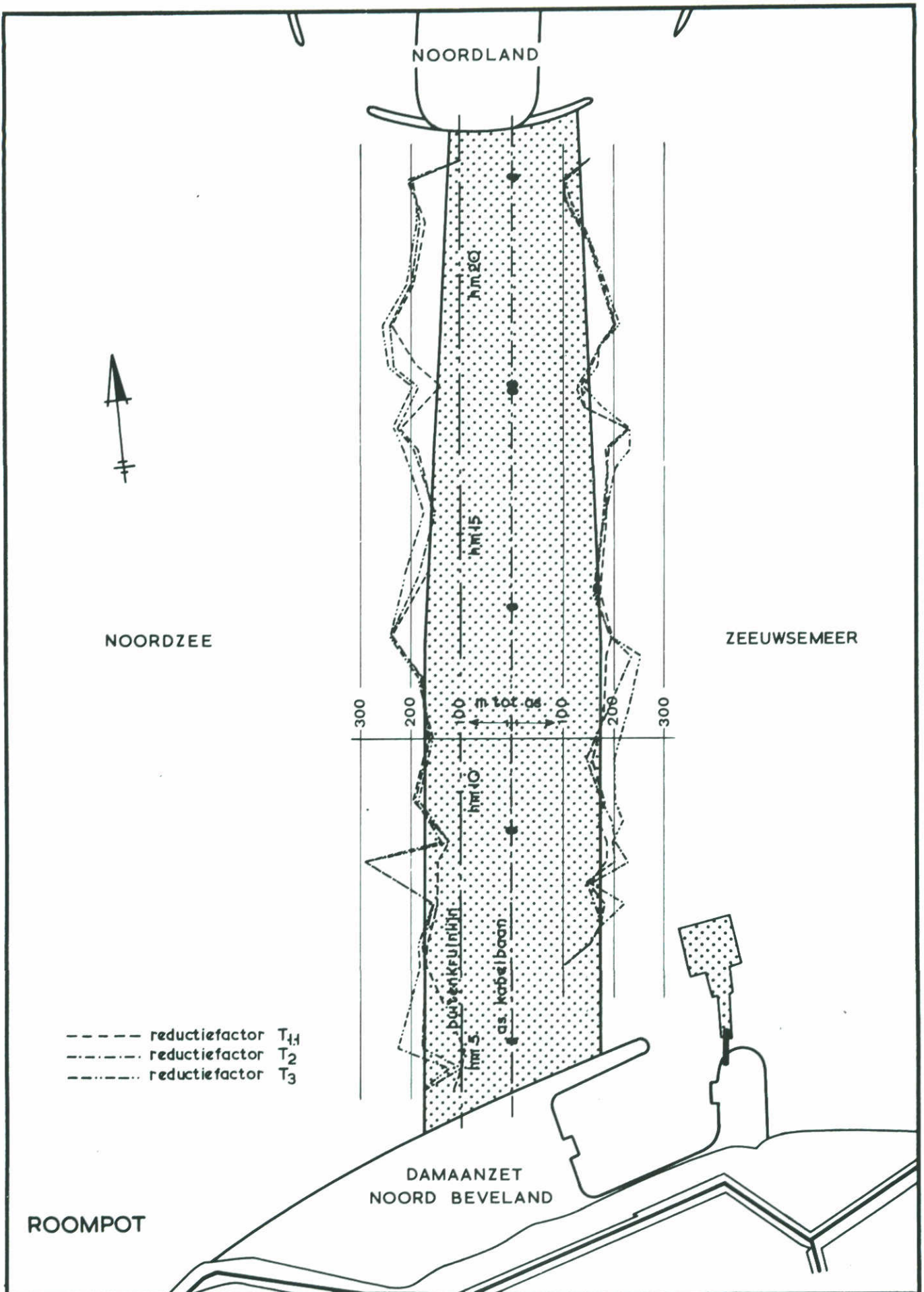
LENGTE 2 VLOED

SCHAAL hor. 1 : 10 000
vert. 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 55^c



TOETSING VERDEDIGINGSLENGTE AAN HET
1:15 KRITERIUM

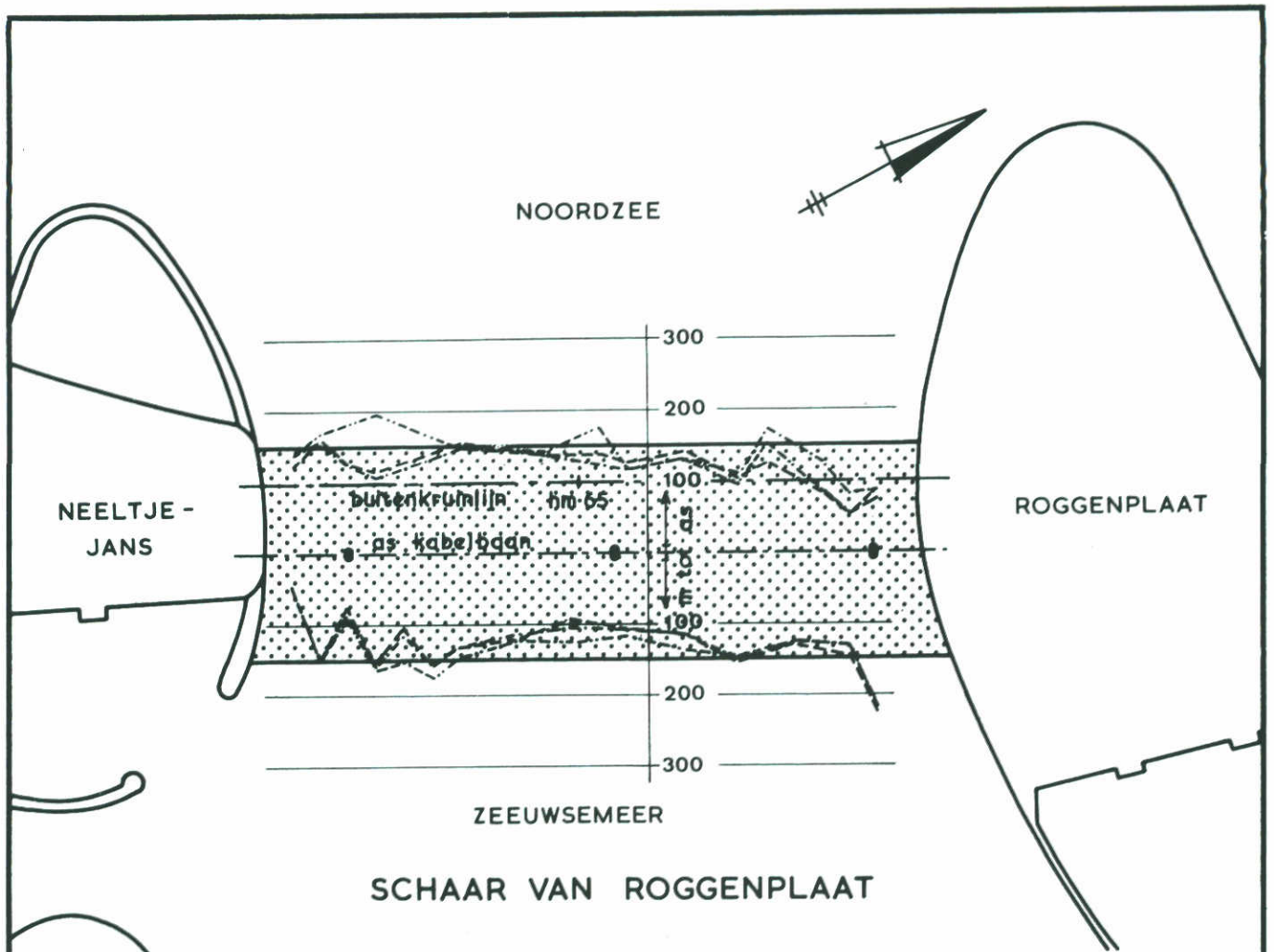
LENGTE 1

SCHAAL 1:10.000

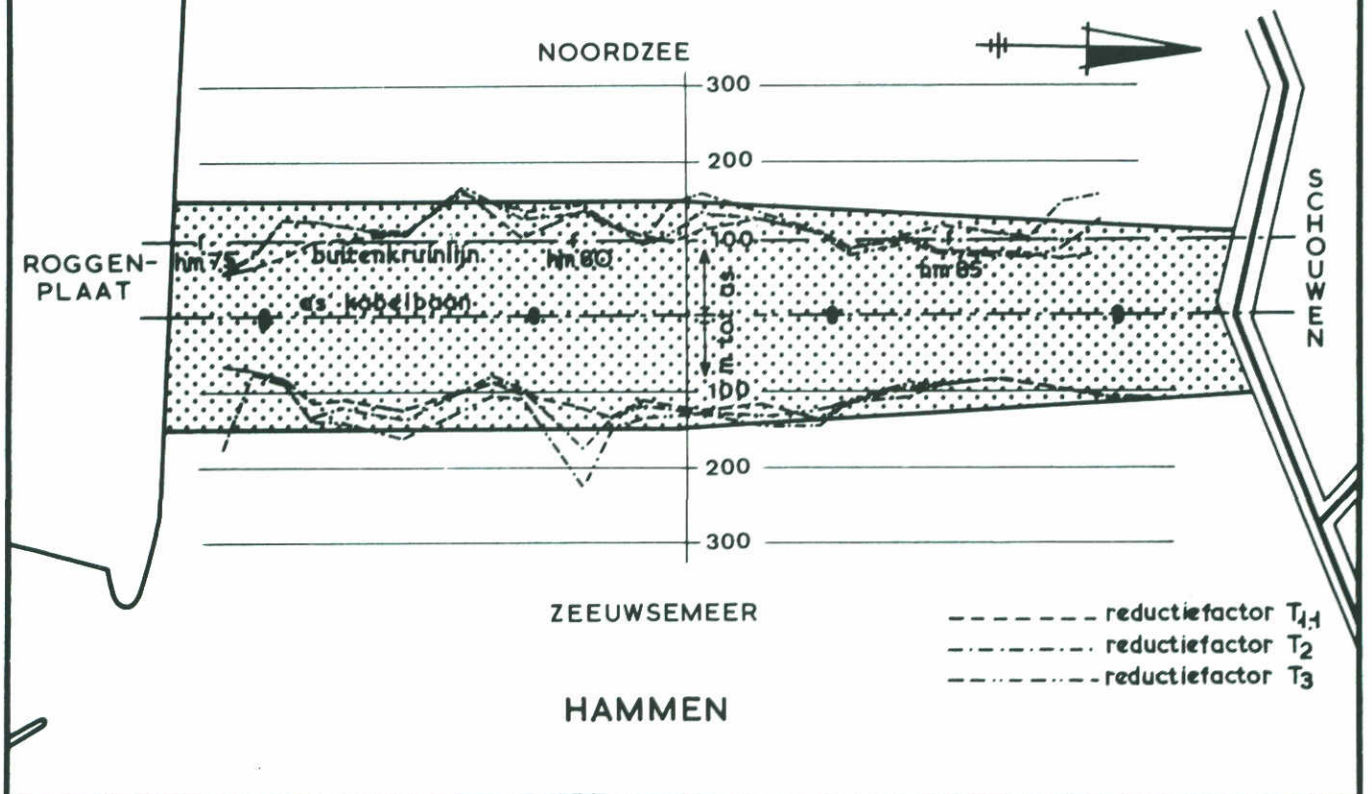
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 56^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT



HAMMEN

TOETSING VERDEDIGINGSLENGTE AAN HET
1:15 KRITERIUM

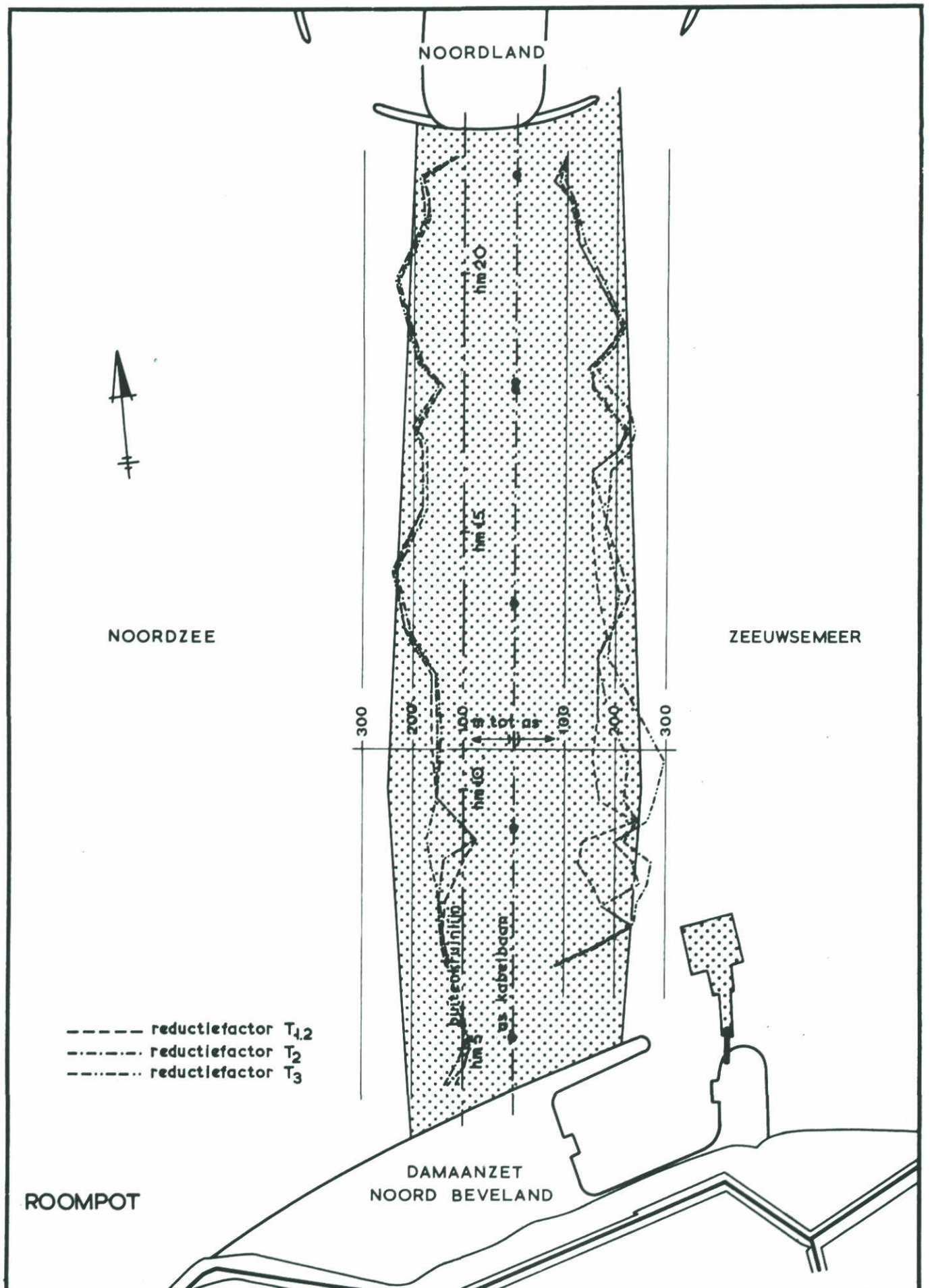
LENGTE 1

SCHAAL 1 : 10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 56^{bc}



TOETSING VERDEDIGINGSLENGTE AAN HET
1:15 KRITERIUM

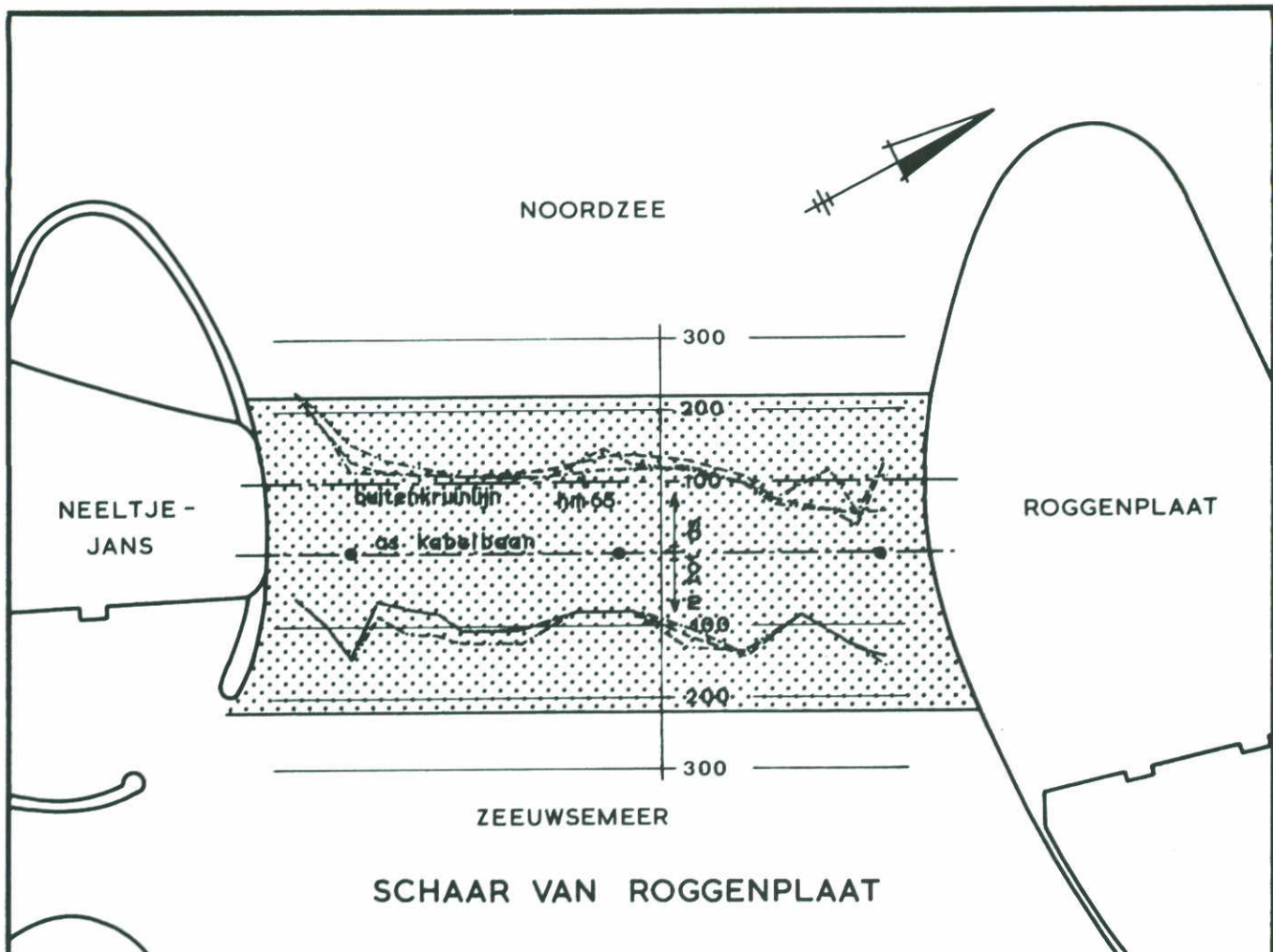
LENGTE 2

SCHAAL 1:10.000

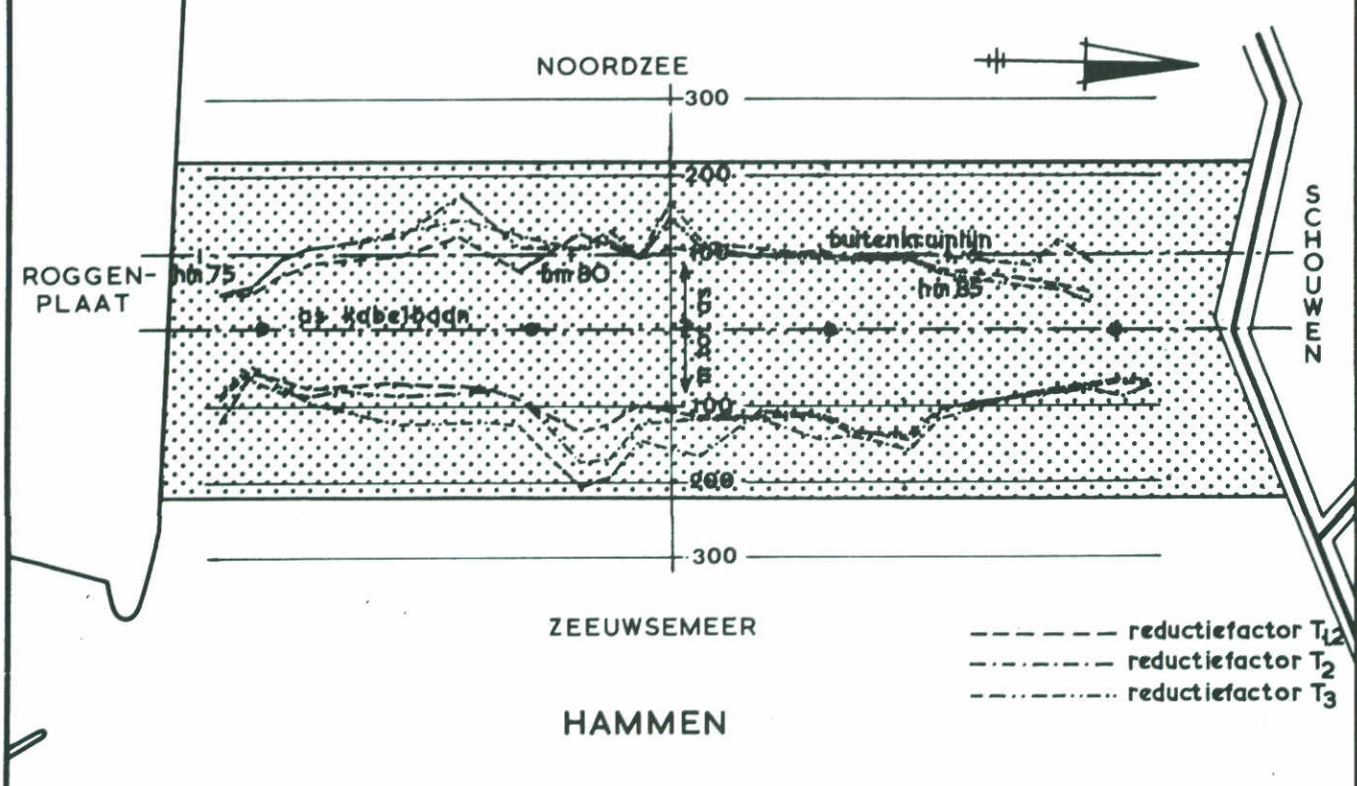
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1001

FIG. 57^a



SCHAAR VAN ROGGENPLAAT



HAMMEN

- reductiefactor T_{12}
- - - - - reductiefactor T_2
- reductiefactor T_3

TOETSING VERDEDIGINGSLENGTE AAN HET 1:15 KRITERIUM	LENGTE 2	
	SCHAAL 1:10.000	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1001	FIG. 57 ^{bc}

p.o. box 177

2600 mh delft

the netherlands