

2e exemplaar

SCHELDE - RIJNVERBINDING

DEEL III

AFSLUITING KRABBENKREEK

VERSLAG MODELONDERZOEK

AFGEHANDELD

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
DELFT

M 1106

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Schelde-Rijnverbinding

Deel III

Afsluiting Krabbenkreek

Verslag modelonderzoek

M 1106

april 1972



Overzicht model.

INHOUD

	blz.
<u>1. Inleiding</u>	
1.1. Opdracht.....	1
1.2. Aard van het modelonderzoek	1
<u>2. Conclusies.....</u>	3
<u>3. Beschrijving van het model.....</u>	4
<u>4. Invloed van profielverruiming in de Eendracht (T39 en T40).....</u>	5
<u>5. Invloed van het getij en van de plaats van afsluiting (T41 en T42)..</u>	6
<u>6. Sluitingsfasen Oostelijk sluitgat (T43...T46)</u>	
6.1. Inleiding en overzicht van de metingen	11
6.2. Meetresultaten.....	13
6.3. Samenvatting van de resultaten.....	19

FIGUREN

1. Situatie Schelde-Rijnverbinding.

2. T39, T40. Situaties.
3. T39. Komberegend oppervlak.
4. T39, T40. Waterstanden en vervallen bij de Krabbenkreekdam.

5. T41, T42. Situaties.
6. T41, T42. Waterstanden en vervallen bij de Krabbenkreekdam.
7. T41, T42. Vervallen en stroomsnelheden bij de Krabbenkreekdam.
8. T41, T42. Waterstanden in de Eendracht.
9. T41, T42. Stroomsnelheden in de Eendracht.
10. T41, T42. Waterstanden bij Wemeldinge en Vluchthaven Zijpe.

11. T43...T46. Situatie. Overzicht meetpunten.
12. T43...T46. Vormgeving oostelijk sluitgat.
13. T43. Oppervlaktestroombeeld 6.00 uur.
14. T43. Oppervlaktestroombeeld 8.00 uur.
15. T43. Oppervlaktestroombeeld 12.30 uur.
16. T43. Oppervlaktestroombeeld 17.00 uur.
17. T43. Oppervlaktestroombeeld 18.30 uur.
18. T43...T46. Waterstanden en vervallen westelijk sluitgat.
19. T43...T46. Waterstanden en vervallen oostelijk sluitgat.
20. T43...T46. Stroomsnelheden drempel westelijk sluitgat.
21. T43...T46. Stroomsnelheden drempel oostelijk sluitgat.
22. T43...T46. Stroomsnelheden meetpunten 1, 2, 3 en 4.
23. T43...T46. Waterstanden Razernijpolder en St. Philipsland,
Stroomsnelheden SR 158.

FOTO'S

Oppervlaktestroombeelden T43, gemiddeld getij 11 september 1968.

1. 6.00 uur.
2. 8.00 uur.
3. 12.30 uur.
4. 17.00 uur.
5. 18.30 uur.

Schelde-Rijnverbinding

Afsluiting Krabbenkreek

1. Inleiding

1.1. Opdracht

Op 13 mei 1963 werd het "Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Koninkrijk België, betreffende de verbinding tussen de Schelde en de Rijn", gesloten. De werken omvatten de aanleg van een 38 km lange vaarweg van de haven van Antwerpen via een doorgraving van de Kreekrakdam, een geul in de Oosterschelde, de Eendracht en een doorgraving van de Slaakdam naar het Volkerak (figuur 1). Vanaf 1967 zijn de werken voor deze vaarweg in uitvoering.

Ten noorden van de bij de Kreekrakdam te bouwen sluizen zal het kanaal tot de afsluiting van de Oosterschelde (1978) de invloed van de getijden ondergaan. Het kanaal zal de bestaande situatie van de getijstromen en -geulen verstoren, zodat verwacht wordt dat bijzondere maatregelen noodzakelijk zullen blijken voor de periode tussen de voltooiing van het kanaal en de afsluiting van de Oosterschelde.

Ten behoeve van de vormgeving van het kanaal nabij de zuidelijke mond van de Eendracht is door het Waterloopkundig Laboratorium een onderzoek uitgevoerd waarvan de resultaten zijn vastgelegd in het verslag "M 956, Schelde-Rijnkanaal, Vormgeving zuidelijke mond Eendracht". Ter aanvulling van voornoemd onderzoek en tevens om inzicht te verkrijgen in een aantal andere facetten van de met de bouw en uitvoering van het kanaal samenhangende problematiek werd tijdens de bespreking van 3 december 1969 te Bergen op Zoom door Rijkswaterstaat, Deltadienst, Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding te Bergen op Zoom aan het Waterloopkundig Laboratorium mondeling opdracht verleend tot het verrichten van een modelonderzoek. Deze opdracht werd bevestigd in de brief nr. 2475 d.d. 10 augustus 1970. Op 1 december 1970 werd aan het Waterloopkundig Laboratorium mondeling opdracht verleend tot het uitvoeren van een aanvullend onderzoek betreffende de speciebergingen op en bij de Molenplaat.

De onderzoekingen werden onder nummer M 1106 uitgevoerd in het getijmodel van de Oosterschelde M 1000 onder leiding van ir. A. Boogaard, die tevens de verslaggeving verzorgde.

1.2. Aard van het modelonderzoek

Het onderzoek is te splitsen in de volgende onderdelen:

- a. toetsing van de voor het model M 956 berekende randvoorwaarden,

- b. onderzoek van de zuidelijke mond van de Eendracht,
- c. stroombeelden voor de Kreekraksluis,
- d. stroombeelden bij de noordelijke uitmonding van het kanaal in het Volkerak,
- e. speciebergingen op de Molenplaat,
- f. afsluiting van de Krabbenkreek.

De onderzoeken zijn in het algemeen gericht op het bepalen van de meest gunstige vormgeving, als mede de daartoe te volgen werkwijze. De waarnemingen in het model bestonden uit stroomsnelheden, waterstanden en stroombeeldfoto's.

De resultaten van de bovengenoemde onderdelen a...d zijn beschreven in het verslag M 1106, "Schelde-Rijnverbinding, deel I, Stroombeelden bij de Kreekraksluis, de zuidelijke en de noordelijke mond van de Eendracht". De resultaten van onderdeel e zijn beschreven in het verslag deel II, "Speciebergingen Molenplaat". Het onderhavige verslag, deel III, behandelt de afsluiting van de Krabbenkreek.

Ten behoeve van het ontwerp van de afsluiting van de Krabbenkreek zijn in het model een achttal proeven (T39...T46) uitgevoerd. Hierbij kwamen de volgende vragen aan de orde:

- a. In welk stadium van de bouw van de Schelde-Rijnverbinding moet de Krabbenkreek worden afgesloten om de vervallen over de sluitgaten zo klein mogelijk te houden?
- b. Welke vervallen treden op indien de westelijke dam respectievelijk de oostelijke dam als eerste wordt gesloten?
- c. Wat is de invloed van de sterkte van het getij (randvoorwaarden doodtij of springtij)?
- d. Welke stroomsnelheden en vervallen treden op bij enige sluitingsfasen van een gekozen sluitgat en bij een gekozen situatie?

De proeven T39 en T40 geven informatie over de invloed die verruiming van het doorstroomprofiel in de Eendracht heeft op de vervallen over de sluitdam (hoofdstuk 4).

In de situaties T41 en T42 werd de Krabbenkreek afgesloten door de westelijke respectievelijk de oostelijke dam (figuur 2). Beide situaties werden doorgemeten voor zowel doodtij als gemiddeld tij (hoofdstuk 5). Een springtij-instelling voor het getijmodel was nog niet beschikbaar.

In de situaties T43...T46 werden de stroomsnelheden in beide sluitgaten bepaald voor diverse fasen van afsluiting van het oostelijke sluitgat (hoofdstuk 6).

2. Conclusies

1. Ten tijde van de afsluiting van de Krabbenkreek dient het Schelde-Rijnkanaal in de Eendracht over een zo groot mogelijke lengte een zo ruim mogelijk profiel te hebben. Dit ruime profiel verkleint de vervallen over de afsluitdam.
2. Als de westelijke sluitdam het eerst wordt gesloten, treden grotere vervallen over de sluitdam op dan in het geval waarbij de oostelijke dam het eerst wordt gesloten (bij gemiddeld tij, T41 en T42: 1,0 m respectievelijk 0,6 m).
3. In de Eendracht kunnen na de afsluiting van de Krabbenkreek vrij hoge stroomsnelheden optreden. De hoogste stroomsnelheden treden op in raai SR 158 (tot 1,9 m/s bij T41 bij gemiddeld tij; bij T42 tot bijna 1,2 m/s).
4. Als het tracé voor de eerste afsluiting nog verder dan bij T42 naar het zuiden wordt verlegd, nemen de vervallen over de sluitdam en de stroomsnelheden in de Eendracht verder af.
5. Bij doodtij nemen de onder 2 genoemde vervallen af tot 0,5 m respectievelijk 0,3 m. De stroomsnelheden in de Eendracht (vooral in SR 158) zijn bij doodtij ongeveer 40 % lager dan bij gemiddeld tij. Bij springtij moet gerekend worden op aanzienlijk grotere vervallen en stroomsnelheden dan bij T41-2 en T42-2 zijn waargenomen.
6. Bij de in het model onderzochte "wintersluitgatsituatie", T43, werden in en bij de beide sluitgaten de volgende maximale stroomsnelheden gemeten:

TABEL I Stroomsnelheden T43		
Plaats van waarneming	Stroomsnelheden (m/s)	
	westelijk sluitgat	oostelijk sluitgat
boven de drempel	1,25 (vloed)	1,38 (eb)
west-/noordzijde van de drempel	1,42 (eb)	1,34 (eb)
oost-/zuidzijde van de drempel	1,51 (vloed)	1,05 (vloed)

De aan weerszijden van de drempel optredende stroomsnelheden kunnen aantasting van de zanddam in het sluitgat veroorzaken.

7. De vervallen over het oostelijk sluitgat nemen door de afsluiting toe tot 0,8 m (T46 vloed). De stroomsnelheden boven de kruin van de sluitdam nemen toe tot maximaal bijna 4 m/s (T45a).
8. In het westelijk sluitgat nemen, door afsluiting van het oostelijk sluitgat volgens T46, de stroomsnelheden boven de drempel af tot 0,7 à 0,8 m/s (eb).
9. In de werkgeul bij SR 158 nemen de stroomsnelheden tengevolge van de afsluiting volgens T43...T46 toe van ca. 1,1 m/s tot ca. 1,3 m/s (eb). Bij vloed zijn de stroomsnelheden lager.

3. Beschrijving van het model

Het onderzoek is uitgevoerd in het getijmodel van de Oosterschelde, M 1000, dat de volgende schalen heeft: horizontaal $n_l = 400$ en vertikaal $n_h = 100$. De snelheidsschaal bedraagt $n_v = 10$ en de tijdschaal $n_t = 40$. De modelbodem in het gebied van de Eendracht en de Krabbenkreek is gebouwd overeenkomstig de volgende gegevens:

- geulen en platen van de Krabbenkreek: tekeningen B5/68.90014 (geulen) en B5/65.9370 (platen),
- dwarsprofielen in de Eendracht, volgens raaien SR 96...SR 225 zoals aangegeven op de tekeningen 68.90096, 68.90097 en 67.9638. De dwarsprofielen zijn opgenomen in 1967 en 1968,
- oeverkaarten EK 1-2...EK 26 (gecontroleerd 1959 - 1965).

Vóór de inhoudsopgave in het onderhavige verslag is een overzichtsfoto opgenomen van de omgeving van de sluitgaten in het model. Voor een uitvoeriger beschrijving van het model wordt verwezen naar deel I van het verslag M 1106, "Schelde-Rijn-verbinding", waarin ook de uitrusting en de instelling van het model M 1000 zijn beschreven.

4. Invloed van profielverruiming in de Eendracht (T39 en T40)

Uit berekeningen, welke door de Waterloopkundige Afdeling van de Delta-dienst werden uitgevoerd, bleek dat over een afsluitdam in de Krabbenkreek grote vervallen te verwachten zijn en dat afname van de weerstand in de Eendracht kleinere vervallen veroorzaakt. De vervallen over de Krabbenkreekdam ontstaan namelijk doordat de getijgolf welke de dam vanuit het westenvia de Krabbenkreek nadert, eerder bij de dam is dan de getijgolf die via de Eendracht tegen de oostzijde van de dam loopt: er ontstaat een faseverschil.

Ter vergelijking met de berekeningen werden in het model twee proeven gedaan, waarbij alleen de waterstanden aan weerszijden van de afgesloten westelijke dam werden waargenomen (figuur 2). Uit de waterstanden zijn de vervallen bepaald.

Bij T39 is het kanaal in de Eendracht geheel volgens de eindsituatie aanwezig (bodembreedte 120 m op N.A.P. - 6 m, volgens de tekeningen 70.10225, 70.10231 en 70.10180). De speciebergingen in de Eendracht zijn afgesloten evenals de oude loop van de Eendracht bij Tholen. De Slaakdam is nog dicht en de Krabbenkreek is afgesloten volgens het westelijk tracé (figuur 2), overeenkomstig de tekening B9/70.10370. De zandzuigput welke op de genoemde tekening voorkomt, is in het model ingebouwd onder aanname dat de aangegeven grens op N.A.P. - 10 m ligt en dat de taluds 1 : 10 zijn. Het kanaal ten zuiden van het Bergse Diep is bij T39 en T40 ten onrechte aanwezig. De invloed van deze afwijking op de onderhavige proeven is echter te verwaarlozen.

Omdat de getijbeweging in het Eendrachtgebied voor een groot deel door het kombergend oppervlak wordt bepaald, is in het model door meting deze grootte als functie van de waterhoogte vastgesteld. Hiertoe is het gebied in drie vakken verdeeld met behulp van waterdichte dammen, zoals aangegeven op figuur 3. Deze figuur toont ook het verloop van het kombergend oppervlak (in model bij T39) als functie van de waterhoogte.

Bij T40 is provisorisch met behulp van enige rijen kalkzandstenen het doorstroomprofiel in de Eendracht vernauwd, teneinde de bouwfase overeenkomstig tekening B9/70.10370 na te bootsen (figuur 2). Wegens tijdgebrek kon deze situatie niet correct worden ingebouwd en moest met een ruwe nabootsing worden volstaan. Bij deze bouwfase is het Schelde-Rijnkanaal gereed vanaf het Bergse Diep tot raai SR 123 bij de nieuwe brug van Tholen. Vanaf SR 123 tot SR 157 (bij de Leguitpolder) is het oorspronkelijke profiel van de Eendracht nog geheel aanwezig en vanaf SR 157 tot SR 205 (bij de Krabbenkreekdam) ligt een werkgeul met een bodembreedte van 30 à 50 m (N.A.P. - 5,0 à 5,5 m). De provisorisch in het model aangebrachte vernauwing bleek achteraf niet voldoende: de doorstroomprofielen waren in het model ruimer

dan ze volgens tekening B9/70.10370 zouden moeten zijn. Onderstaande tabel geeft hiervan sterk geschematiseerd een overzicht:

TABEL II Doorstroomprofielen bouwphase T40	
Kanaalpand	$\frac{\text{profiel in model M 1106}}{\text{profiel tek. 70.10370}} \times 100 \%$
SR 123 - SR 157 (Tholen - Leguitpolder)	145 %
SR 157 - SR 180 (Leguitpolder - Oud Vossemeer)	135 %
SR 180 - SR 205 (Oud Vossemeer - Krabbenkreekdams)	105 %

Het verloop van het kombergend oppervlak als functie van de waterstand is bij T40 niet bepaald.

Figuur 4 toont het verloop van de waterstanden en vervallen over de dam bij T39 en T40. Duidelijk blijkt dat de vervallen ontstaan door het faseverschil tussen de getijgolven aan beide zijden van de dam. Ook blijkt duidelijk hoezeer het vertikaal getij aan de oostzijde (Eendrachtzijde) van de dam verandert als gevolg van de bij T40 grotere weerstand in de Eendracht. De amplitude bij T40 is kleiner, maar het getij is bij T40 ook globaal een half uur later dan bij T39. Figuur 4c toont de vervallen. Bij T39 treden vervallen op tot ongeveer 0,7 m bij eb en vloed. Bij T40 zijn de grootste vervallen ruim 1,0 m.

Uit de proeven T39 en T40 blijkt heel duidelijk dat het ten aanzien van de vervallen bij de Krabbenkreekafsluiting aanbeveling verdient dat het kanaal in de Eendracht reeds zoveel mogelijk het uiteindelijke profiel heeft.

Bij vergelijking met de getijberekeningen bleken er enige verschillen te bestaan. Deze zijn echter toe te schrijven aan verschillen in komberging, verschillen in randvoorwaarden (getij) en verschillen in doorstroomprofiel in het Eendrachtkanaal. De bovenbeschreven aanbeveling verandert daardoor niet.

5. Invloed van het getij en van de plaats van afsluiting (T41 en T42)

In telefonisch overleg tussen de opdrachtgever en het Waterloopkundig Laboratorium (16 september 1970) werden afspraken gemaakt voor enige proeven ter bepaling van de vervallen over de sluitdam van de Krabbenkreek. Tevens zouden op een aantal andere plaatsen stroomsnelheden en waterstanden moeten worden waargenomen.

Bij T41 (figuur 5) is de situatie overeenkomstig de bouwfase volgens tekening B9/70.10370, behalve ten aanzien van het kanaalpand tussen SR 123 en SR 158. Dit heeft bij T41 ook reeds het definitieve profiel omdat uit de berekeningen en metingen, welke in hoofdstuk 4 genoemd en beschreven zijn, blijkt dat dit een sterke afname van de vervallen over de sluitdam geeft. Ten noorden van SR 158 is een werkgeul aanwezig. De oude loop van de Eendracht bij Tholen is afgesloten. De Slaakdam is dicht. De Krabbenkreek is afgesloten volgens het westelijk tracé. De oostelijke dam is wel aanwezig, maar ter plaatse van de geul is nog een opening aanwezig van ruim 100 m. Er ligt nog geen drempel in de geul. Tussen de beide Krabbenkreekdammen is een zandwinplaats aanwezig, zoals in hoofdstuk 4 omschreven. In het zuiden loopt het kanaal tot aan het Bergse Diep. Het kanaalpand van het Bergse Diep tot aan de Kreekraksluizen is nog niet gebaggerd.

De situatie bij T42 (figuur 5) komt geheel overeen met de situatie bij T41, behoudens de afsluiting van de Krabbenkreek. Bij T42 is de Krabbenkreek afgesloten volgens het oostelijk tracé. De westelijke dam is open (ook geen "wintersluitgatdrempel").

Zowel bij T41 als bij T42 is in de mond van de Oosterschelde de wintersluitgatsituatie voor de geleidelijke sluiting aanwezig. Het Volkerak is dicht. Bovengenoemde situaties zijn beide bij twee verschillende getijden onderzocht: T41-1, T42-1 : gemiddeld tij volgens de meting van 11 september 1968, T41-2, T42-2 : zwak doodtij volgens de meting van 15 april 1970 (getijcoëfficiënt 0,66 - 0,71).

De volgende waarnemingen werden gedaan (zie figuur 5):

- waterstanden aan beide zijden van de gesloten Krabbenkreekdam en stroomsnelheden in het midden van het sluitgat van de andere dam,
- waterstanden en stroomsnelheden (midden van de geul) halverwege de werkgeul (SR 185) en aan het eind van de werkgeul (SR 158),
- waterstanden en stroomsnelheden in twee raaien in het zuidelijk deel van de Eendracht waar relatief hoge stroomsnelheden verwacht worden (SR 110 en SR 99),
- waterstanden in de stations Wemeldinge en Vluchthaven Zijpe.

De resultaten van de metingen zijn verzameld in de figuren 6...10. De tabellen III en IV geven een overzicht met verwijzing naar de figuren.

TABEL III Waterstanden T41 en T42				
Station	Proef; figuurnummer			
	T41-1	T41-2	T42-1	T42-2
Oost van sluitdam (westelijk tracé)	6a	6b	-	-
West van sluitdam (westelijk tracé)	6a	6b	-	-
Oost van sluitdam (oostelijk tracé)	-	-	6c	6d
West van sluitdam (oostelijk tracé)	-	-	6c	6d
SR 99 (zuidelijke mond Eendrachtkanaal)	8a	8a	8a	8a
SR 110 (doorgraving Auvergnepolder)	8b	8b	8b	8b
SR 158 (zuidelijke mond werkgeul)	8c	8c	8c	8c
SR 185 (halverwege werkgeul)	8d	8d	8d*	8d
Wemeldinge	10a	10b	10a	10b
Vluchthaven Zijpe	10c	10d	10c	10d

TABEL IV Stroomsnelheden T41 en T42				
Station	Proef; figuurnummer			
	T41-1	T41-2	T42-1	T42-2
Sluitgat oost (oostelijk tracé)	7b	7b	-	-
Sluitgat west (westelijk tracé)	-	-	7c	7c
SR 99 (zuidelijke mond Eendrachtkanaal)	9a	9a	9a	9a
SR 110 (doorgraving Auvergnepolder)	9b	9b	9b	9b
SR 158 (zuidelijke mond werkgeul)	9c	9c	9c	9c
SR 185 (halverwege werkgeul)	9d	9d	9d	9d*

* In de figuren 8d en 9d ontbreken de waarnemingen van T42-1 respectievelijk T42-2, omdat door een technische storing geen waarnemingen beschikbaar zijn.

De vervallen over de sluitdammen in de Krabbenkreek (in T41 de westelijke sluitdam en in T42 de oostelijke sluitdam) worden gegeven in figuur 7a. De stroomsnelheden zijn waargenomen in het midden van het kanaal, de werkgeul of het sluitgat.

In het volgende zal ten eerste worden nagegaan wat de invloed is van de plaats van afsluiting. Hiertoe wordt T41-1 vergeleken met T42-1 en T41-2 met T42-2.

Het vertikaal getij aan de westzijde van de dam is voor T41 en T42 slechts weinig verschillend (zie figuur 6). Aan de oostzijde van de sluitdammen is het vertikaal getij van T41 en T42 wèl zeer verschillend. Uit de metingen voor gemiddeld tij (T41-1, T42-1) blijkt dat bij T41 (westelijke sluitdam, figuur 6a) het getij later komt dan bij T42 (oostelijke dam, figuur 6c), vooral in het laagste stuk van de eb. De amplitude is bij T41-1 ook kleiner dan bij T42-1. Een en ander resulteert echter in vervallen zoals in figuur 7a zijn samengebracht. Duidelijk blijkt daaruit dat de sterke faseverschuiving tijdens het laatst van de eb een groot verschil in het verval geeft. Bij vloed zijn (voor gemiddeld tij) de verschillen geringer. Bij doodtij (figuren 6b en d) zijn de verschillen wat geringer, maar de vervallen (figuur 7a) worden toch bijna gehalveerd als niet de westelijke, maar de oostelijke dam het eerst wordt gesloten.

In de figuren 7b en c zijn de stroomsnelheden uitgezet welke gemeten zijn in het oostelijk sluitgat bij T41 en het westelijk sluitgat bij T42. De snelheden zijn slechts gering, in het westelijk sluitgat vrijwel nihil. De snelheden worden uiteraard ook voornamelijk bepaald door de bij T41 en T42 gekozen afmetingen van de sluitgaten.

De waterstanden welke bij de vier proeven optreden in de Eendracht worden gegeven in figuur 8. In de stations SR 99 en SR 110 (figuren 8a en b) zijn T41 en T42 vrijwel gelijk. In raai SR 158 en raai SR 185 zijn wèl invloeden waarneembaar die het karakter hebben van faseverschuivingen en/of veranderingen in de amplitude (figuren 8c en d). De stroomsnelheden in de genoemde raaien (figuur 9) worden wel sterk beïnvloed door de plaats van de eerste afsluitdam. Reeds in SR 99 is de snelheid bij T41 5 à 10 % hoger dan bij T42 (figuur 9a). In SR 110 en SR 158 nemen de verschillen, vooral bij eb, sterk toe. Onderstaande tabel V geeft een overzicht van de bereikte maxima.

Situatie	Gemiddeld tij		Doodtij	
	eb	vloed	eb	vloed
T41	1,90	1,18	1,17	0,86
T42	1,30	1,02	0,88	0,67

Hieruit blijkt dat bij T41 zeer hoge stroomsnelheden in SR 158 kunnen optreden waarbij zeker op erosie moet worden gerekend. In SR 185 (figuur 9d) zijn de stroomsnelheden geringer en ook de verschillen tussen T41 en T42 zijn er minder groot.

Als aanvullende informatie worden in figuur 10 de waterstandskrommen gegeven van Wemeldinge en Vluchthaven Zijpe, waar bij T41 en T42 waterstanden zijn waargenomen. In genoemde stations is geen verschil tussen T41 en T42 merkbaar.

De invloed van het getij blijkt uit de vergelijking van de metingen voor doodtij en gemiddeld tij. Zoals reeds hiervóór vermeld, zijn geen metingen voor springtij beschikbaar.

Bij doodtij wordt de amplitude van het getij nabij de afsluitdammen ongeveer 2,5 à 3,0 m (bij gemiddeld tij 3,5 à 4,0 m, zie figuur 6). Ook de vervallen (figuur 7a) zijn bij gemiddeld tij veel groter dan bij doodtij: bij gemiddeld tij 0,6 à 1,0 m; bij doodtij 0,3 à 0,5 m, dus ongeveer de helft. Aannemelijk is dat bij springtij de vervallen sterk kunnen oplopen tot (volgens een zeer ruwe schatting) 1,0 à 1,5 m.

De stroomsnelheden in de Eendracht zijn bij doodtij aanzienlijk lager dan bij doodtij aanzienlijk lager dan bij gemiddeld tij (figuur 9). In SR 99 zijn de snelheden bij doodtij ongeveer 65 % van de snelheden bij gemiddeld tij. Figuur 9a toont de gemeten waarden. In SR 158 is ook een zeer groot verschil tussen gemiddeld tij en doodtij (figuur 9c), vooral bij eb (zie tabel V).

Samenvattend kan worden gesteld dat het ten aanzien van de vervallen over de sluitdam en de stroomsnelheden in de Eendracht sterk aanbeveling verdient de sluiting van de oostelijke dam te laten voorafgaan aan de sluiting van de westelijke dam. De vervallen over de sluitdam worden dan ongeveer 0,6 m in plaats van 1,0 m (bij de onderzochte situatie T41 respectievelijk T42). De hoogste stroomsnelheden treden op in raai SR 158 (zie tabel V). Deze zijn bij T41 ongeveer 30 % hoger dan bij T42.

De sterkte van het getij is ook zeer belangrijk. Bij doodtij worden de vervallen 0,3 à 0,5 m terwijl bij springtij wellicht 1,0 à 1,5 m bereikt kan worden. Ook de stroomsnelheden in de Eendracht (vooral raai SR 158) zijn bij gemiddeld tij belangrijk hoger dan bij doodtij (dus zeker bij springtij). Bij de situatie als T41 of T42 zal in het zuidelijk deel van de werkgeul (ten noorden van SR 158) door

het afsluiten van de Krabbenkreek vermoedelijk enige erosie optreden. De kans bestaat dat dan in het veel ruimere profiel tussen SR 158 en SR 123 (zie figuur 5) aanzanding optreedt.

6. Sluitingsfasen Oostelijk sluitgat (T43...T46)

6.1. Inleiding en overzicht van de metingen

Het doel van de proeven T43...T46 is het verloop te bepalen van de stroomsnelheden in de beide sluitgaten van de Krabbenkreek in de "wintersluitgatsituatie" en tijdens het geleidelijk sluiten van het oostelijk sluitgat. Hieruit kan worden bepaald welke stroombestendigheid het "wintersluitgat" moet hebben. Bij de daarop volgende geleidelijke sluiting nemen de stroomsnelheden toe. Van deze stroomsnelheden hangt af welke materialen voor de sluiting toegepast kunnen worden.

Na uitvoering van de vorige proeven (T39...T42), mede gebruik makend van de resultaten van deze proeven, ontwikkelde de opdrachtgever meer gedetailleerde plannen voor de afsluiting. Uit de proeven T39 en T40 (en uit getijberekeningen) bleek dat tijdens de afsluiting van de Krabbenkreek de bouw van het kanaal vanaf de zuidelijke mond reeds ver diende te zijn gevorderd. Uit de proeven T41 en T42 bleek dat de vervallen over de sluitdam van de Krabbenkreek kleiner worden naarmate de sluitdam verder naar het zuidoosten ligt (binnen zekere grenzen uiteraard). Een en ander leidde, met de uitvoeringstechnische en andere overwegingen, tot een "wintersluitgatsituatie" (T43) en afsluitingsfasen (T44, T45 en T46) zoals hieronder worden beschreven:

T43 Het Schelde-Rijnkanaal is aanwezig in een bouwfase. Hierbij is het kanaal ten zuiden van raai SR 158 gereed (met in het Eendrachtgebied een bodembreedte van 120 m). Bij de proeven T43...T46 is het kanaal ten zuiden van het Bergse Diep (in de Oosterschelde) ten onrechte aanwezig. De invloed van deze afwijking op de onderhavige proeven is echter te verwaarlozen. De oude loop van de Eendracht bij Tholen is afgesloten. Ten noorden van raai SR 158 is de werkgeul aanwezig overeenkomstig tekening B9/70.10370 van het Bouwbureau Schelde-Rijnverbinding. Alle speciebergingen zijn volgens dezelfde tekening gebouwd, met uitzondering van de grote specieberging bij de Krabbenkreek.

Hier is het gewijzigde tracé volgens tekening C5/70.10587 aangehouden (zie figuur 11). De op de tekening aangegeven kleine kaden binnen de specieberging waren in het model niet aanwezig. In beide afsluitdammen zijn "wintersluitgatdrempels" aanwezig (figuren 11 en 12) welke geacht worden als volgt te zijn gebouwd:

Op de plaats waar het sluitgat moet komen, wordt de geul met zand opgehoogd tot N.A.P. - 3,25 m. Dit zandlichaam krijgt taluds van 1 : 30 naar de bodem van de geul. Vervolgens wordt de kruin van deze zanddam met zinkstukken afgedekt (dik 0,75 m, breedte van de kruin 60 m). De kruinbescherming wordt ook over enige afstand dóórgezet terzijde van de geul. Volgens het tracé van de afsluitdam worden mijnsteenkaden uitgereden tot aan de af te sluiten geul, zodat een sluitgat overblijft met een drempel waarvan de bovenkant ligt op N.A.P. - 2,5 m (bovenkant zinkstuk). Het westelijk sluitgat is op die diepte 100 m breed en het oostelijk sluitgat 90 m. De koppen van de aansluitende mijnsteenkaden hebben een kruinbreedte van 5 m en taluds van 1 : 3 (figuur 12).

- T44 Geheel als T43, behoudens het oostelijk sluitgat; hierin is bij T44 een dam aanwezig (figuur 12) welke een vernauwing geeft van ongeveer 50 % van het doorstroomprofiel van het "wintersluitgat" onder de gemiddelde waterstand N.A.P. + 0,20 m (50 % onder N.A.P. + 0,20 m $\hat{=}$ 70 % onder N.A.P.).
- T45 Geheel als T43, behoudens het oostelijk sluitgat; hierin is bij T45 een dam aanwezig (figuur 12) welke een vernauwing geeft van ongeveer 75 % van het doorstroomprofiel van het "wintersluitgat" onder N.A.P. + 1,50 m (75 % onder N.A.P. + 1,50 m $\hat{=}$ 98 % onder N.A.P.).
- T45a Geheel als T45, behoudens de sluitkade in het oostelijk sluitgat; deze sluitkade heeft bij T45a een kleinste hoogte van ongeveer N.A.P. + 2,20 m. N.B. Deze toestand is niet in het model onderzocht, doch wordt hier wél vermeld omdat bij deze toestand de stroomsnelheden boven de sluitkade een maximum bereiken.
- T46 Geheel als T43, behoudens het oostelijk sluitgat; dit is bij T46 geheel gesloten.

Voor elk van de genoemde proeven gelden de volgende randvoorwaarden:

1. getij-omstandigheden van 11 september 1968 (gemiddeld tij),
2. in de mond van de Oosterschelde zijn de wintersluitgatdrempels voor caissons aanwezig,
3. het Volkerak is afgesloten.

Bij elk van de vier proeven zijn overeenkomstige waarnemingen gedaan, namelijk stroomsnelheden en waterstanden op de plaatsen welke zijn aangegeven in figuur 11. Bovendien zijn waterstanden waargenomen bij St. Philipsland en bij

de Razernijpolder, alsmede stroomsnelheden in raai SR 158 aan het zuidende van de werkgeul. Ook zijn oppervlaktestroombeelden gefotografeerd van het gebied dat op figuur 11 voorkomt.

Vanwege de te geringe waterdiepte in de sluitgaten in het model was het onmogelijk met een micromolen de stroomsnelheden boven de drempels te meten. Er is ook geen andere methode beschikbaar die bij alle situaties en getijfasen betrouwbare stroomsnelheidswaarnemingen boven de drempels geeft. Om deze reden wordt gebruik gemaakt van twee methoden die elk slechts een beperkte geldigheid hebben, maar niettemin samen een goed inzicht van de in de sluitgaten te verwachten stroomsnelheden geven:

- a. stroomsnelheden, bepaald uit oppervlaktestroombeeldfoto's,
- b. stroomsnelheden, berekend uit vervallen.

Een en ander wordt in het vervolg nog nader toegelicht.

De stroomsnelheden direkt boven- en benedenstrooms van de sluitgaten konden wèl met een micromolen worden gemeten (figuur 11, punten 1...4). De in de punten 1...4 en in raai SR 158 met een micromolen gemeten stroomsnelheden worden aangeduid als "gemiddelde stroomsnelheden". Deze snelheden werden gemeten in vertikalen met twee meetposities en vervolgens gemiddeld over de vertikaal. Bij voorkeur zouden in dezelfde punten ook de waterstanden moeten worden waargenomen. Dit is evenwel onmogelijk omdat, om elektrische storing te voorkomen, een zekere onderlinge afstand tussen een stroomsnelheidsmeter en een waterstandsvolger (wavo) moet worden aangehouden. De wavo's stonden daarom in de punten 5...8 (figuur 11).

6.2. Meetresultaten

In de foto's 1...5 en de figuren 13...17 worden de stroombeelden getoond welke gedurende enige markante fasen van het getij bij de "wintersluitgatsituatie" (T43) optreden. De grootte van de stroomsnelheid is in de figuren in een groot aantal punten aangegeven in cm/s (prototype), terwijl de richting daarbij af te leiden is uit de eveneens ingetekende stroombanen. Het getij is dat van 11 september 1968.

Om 6.00 uur (foto 1, figuur 13), vlak tegen de tweede top van het hoogwater te St. Philipsland (figuur 23b), staat er een vrij sterke stroom van zuid naar noord, waarbij in beide sluitgaten vrij sterke stroomcontracties optreden. Dit beeld blijft nog enige tijd intact, maar de stroom wordt zwakker. Om 8.00 uur, als het water weer gezakt is (foto 2, figuur 14), trekt bij het oostelijk sluitgat water uit het

noordoosten het sluitgat in. Bij het westelijk sluitgat treden nog vrij hoge stroomsnelheden op. Vervolgens komt de stroom van zuid naar noord weer op gang. Door de dalende waterspiegel neemt het doorstroomprofiel van de sluitgaten sterk af, zodat ondanks afnemende debieten de stroomsnelheden vrij hoog kunnen blijven, vooral in het westelijk sluitgat. Om omstreeks 11.00 uur kentert de stroom in het oostelijk sluitgat en een uur later ook in het westelijke. Foto 3 en figuur 15 tonen het stroombeeld om 12.30 uur (waterstand St. Philipsland N.A.P. - 1,34 m, ca. een uur na laagwater). Er loopt een zwakke stroom door de geulen naar het zuiden. De platen liggen droog. Om 13.30 uur is het oostelijk sluitgat weer vrijwel stroomloos maar daarna gaat de stroom weer met toenemende sterkte in zuidelijke richting. Om 17.00 uur (foto 4, figuur 16) lopen de platen weer onder en treden bij beide sluitgaten weer vrij hoge stroomsnelheden op. Omstreeks 18.00 uur kentert de stroom vrij snel en om 18.30 uur (foto 5, figuur 17) staat er weer een sterke noordwaartse stroom.

Figuur 18 toont het verloop van de waterstanden aan beide zijden van het westelijk sluitgat voor T43...T46. Uit de figuur blijkt dat in punt 5 slechts een zeer geringe verandering optreedt onder invloed van de sluiting van de oostelijke dam (vergelijk T43...T46). In punt 6 is opvallend dat er vooral bij laagwater een vervorming optreedt bij de overgang van T43 naar T44. Hierbij komt de kruin van de sluitkade bij lage waterstanden al boven water. T45 en T46 geven rond laagwater dan ook geen verdere verandering. In de buurt van het hoogwater treedt van T43 naar T46 een geleidelijke vormverandering op (dubbele top door terugkaatsing). Uit figuur 18c blijkt dat (zoals te verwachten is) ook de vervallen vooral omstreeks laagwater beïnvloed worden door de afsluitingswerkzaamheden van de oostelijke dam. Opvallend zijn ook de snelle kenteringen omstreeks 11.45 uur en 17.50 uur. De vervallen over het westelijk sluitgat nemen door de afsluiting van het oostelijk sluitgat af van 0,27 m tot 0,14 m. Tabel VI geeft een overzicht van de in de diverse fasen optredende maximale vervallen.

TABEL VI Maximale vervallen						
Sluitgat	Figuur nummer	Eb/Vloed	Situaties en vervallen (m)			
			T43	T44	T45	T46
west	18c	eb	0,27	0,16	0,14	0,14
		vloed	0,27	0,18	0,12	0,09
oost	19c	eb	0,13	0,34	0,55	0,80
		vloed	0,24	0,51	0,52	0,55

Figuur 19 toont het verloop van de waterstanden aan beide zijden van het oostelijk sluitgat. Het verloop van de waterstanden in punt 7 is vrijwel gelijk aan het verloop in punt 6, dat hierboven reeds is beschreven. De afsluiting heeft tot gevolg dat de getij-amplitude toeneemt. Het hoogwater wordt geleidelijk hoger (het eerste hoogwater van N.A.P. + 2,00 m naar N.A.P. + 2,47 m en het tweede hoogwater van N.A.P. + 2,11 m naar N.A.P. + 2,60 m). Het laagwater wordt door de eerste fase van afsluiting (T44) verlaagd van N.A.P. - 1,80 m naar N.A.P. - 1,92 m en verandert daarna niet meer. De eb-tak en de vloed-tak (niet hoogwater en laagwater) komen door de afsluiting ook iets later (globaal een kwartier). Uit figuur 19c blijkt hoezeer de vervallen over het oostelijk sluitgat toenemen als gevolg van de afsluiting. In de "wintersluitgatsituatie" (T43) is het grootste verval 0,24 m. Reeds door de eerste fase van afsluiting neemt dit verval dan toe tot 0,51 m (omstreeks 12.30 uur). De grootste vervallen treden tenslotte op omstreeks hoogwater. In het model is om 18.30 uur bij geheel gesloten dam (T46) het verval 0,80 m. Tabel VI geeft een overzicht van de optredende grootste vervallen. De figuren 20, 21 en 22 tonen het verloop van de stroomsnelheden in en bij beide sluitgaten. Zoals in 6.1. reeds vermeld is, kon in het model niet met een micromolen boven de drempels worden gemeten wegens de te geringe waterdiepte. Hieronder wordt uiteengezet hoe de snelheden boven de drempel bepaald zijn met behulp van stroombeeldfoto's en door berekening uit de waargenomen vervallen (Beide methoden hebben slechts een beperkte geldigheid).

- a. Bij het bepalen van stroomsnelheden uit stroombeeldfoto's wordt de door het drijvertje afgelegde afstand gedeeld door de bijbehorende tijd. Hierbij wordt er van uitgegaan dat de snelheid gedurende de beschouwde tijd konstant is. Bij een korte overlaat (zoals een sluitkade in het sluitgat) is het onvermijdelijk dat in het model de waargenomen drijverbaan niet alleen boven de kruin ligt, maar ook voor een groot deel boven- en benedenstrooms van de kruin (waar de snelheden veel lager zijn). Bijgevolg geeft de berekening (afstand : tijd) niet de hoge snelheid boven de kruin, maar een lager gemiddelde. Voor het westelijk sluitgat, waar gedurende T43...T46 een brede drempel in het sluitgat lag, zijn de uit de foto's bepaalde stroomsnelheden redelijk betrouwbaar te achten (figuur 20a). Dit geldt voor het oostelijk sluitgat alleen bij T43 (figuur 21a).
- b. Voor de berekening van stroomsnelheden uit de vervallen is de volgende betrekking gebruikt:

$$v = \sqrt{2 \text{ gz}}$$

waarin:

v = stroomsnelheid	(m/s)
g = versnelling van de zwaartekracht	(m/s ²)
z = verval tussen de punten 5 en 6 respectievelijk 7 en 8	(m)

Er is rekening mee gehouden dat bij T44 en T45 gedurende enige perioden (figuur 21) de sluitkade in het oostelijk sluitgat als een volkomen overlaat werkt of droogvalt. De vervallen over de sluitgaten zijn in feite kleiner dan de vervallen tussen de punten 5 en 6 respectievelijk 7 en 8, omdat ook over de trajecten vanaf deze meetpunten tot aan de sluitgaten vervallen optreden; voor het nauwkeurig berekenen van laatstgenoemde vervallen zijn niet voldoende gegevens beschikbaar. Om modeltechnische redenen kon de waterstand niet direkt boven- en benedenstrooms van het sluitgat worden waargenomen. Een en ander heeft tot gevolg dat de betrekking $v = \sqrt{2gz}$ de stroomsnelheid in het sluitgat slechts goed weergeeft als het sluitgat zeer sterk vernauwd is en dientengevolge boven- en benedenstrooms van de sluitkade slechts verwaarloosbare vervallen optreden. Voor het westelijk sluitgat wordt bij geen enkele van de onderzochte situaties T43...T46 aan de laatstgenoemde eis voldaan, zodat voor dit sluitgat de genoemde berekening niet is uitgevoerd. Voor het oostelijk sluitgat leidt de berekening bij T43 ook tot systematisch te hoge stroomsnelheden, maar bij T45 is de uitkomst wèl betrouwbaar evenals (in mindere mate) bij T44 (figuur 21b).

Vergelijking van de figuren 21a en b laat zien dat, in overeenstemming met het voorgaande, de berekening met behulp van de vervallen veel hogere stroomsnelheden geeft dan uit de stroombeeldfoto's kunnen worden bepaald. Het juiste verloop van de stroomsnelheden boven de drempels is niet goed uit de beschikbare gegevens te bepalen, maar wèl kan een goede schatting worden gemaakt van de maximale stroomsnelheden. Voor het westelijk sluitgat zijn de waarden, welke boven de drempel en in de punten 1 en 2 optreden, verzameld in tabel VII. In de "wintersluitgatsituatie" (T43) treden benedenstrooms van de drempel in de punten 1 en 2 (gelegen op respectievelijk 105 m ten westen en 145 m ten oosten van het westelijk sluitgat) maximumsnelheden van 1,42 respectievelijk 1,51 m/s op, die aantasting van de zandtaluds kunnen veroorzaken (figuren 22a en b). Het ontgrondingsgevaar wordt nog versterkt door de wervelstraten die van de beide aansluitende damkoppen loslaten.

Plaats	Figuur nummer	Eb/ Vloed	Situaties en stroomsnelheden (m/s)			
			T43	T44	T45	T46
drempel (foto)	20a	eb	1,18	1,14	0,85	0,75
		vloed	1,25	1,06	0,88	0,71
punt 1 (micromolen)	22a	eb	1,42	1,20	1,03	0,96
		vloed	0,86	0,74	0,58	0,51 (0,59)*
punt 2 (micromolen)	22b	eb	0,56	0,50	0,56	0,64
		vloed	1,51	1,25	0,84	0,73

* Bij T46 treedt om ongeveer 7.00 uur gedurende 1 uur een relatief sterke vloedstroom op.

De maximale stroomsnelheden in en bij het oostelijk sluitgat bereiken waarden zoals gegeven in tabel VIII. Voor de bepaling van deze maxima boven de drempel is een keuze gemaakt uit de resultaten volgens de figuren 21a en b. Aansluitende aan de tabel wordt in een aantal (genummerde) opmerkingen toelichting gegeven.

Plaats	Figuur nummer	Eb/Vloed	Situaties en stroomsnelheden (m/s)				
			T43	T44	T45	T45a	T46
drempel/sluitkade (foto/verval)	21a en b	eb	1,38 ¹⁾	2,43 ²⁾	3,00 ⁴⁾	3,96 ⁶⁾	0
		vloed	1,16 ¹⁾	1,80 ³⁾	2,90 ⁵⁾	3,32 ⁶⁾	0
punt 3	22c	eb	1,34	1,13	0,59		0
		vloed	0,86	0,64	0,38		0
punt 4	22d	eb	0,68	0,56	- 7)		0
		vloed	1,05	1,45	- 7)		0

- 1) T43 is wintersluitgatsituatie met brede drempel, waarbij stroomsnelheden volgens figuur 21a gelden (foto's).
- 2) Bij T44 is figuur 21a niet meer betrouwbaar (scherpe kruin). Figuur 21b toont een eb-maximum van 2,43 m/s (10.10 uur) bij een lage waterstand zodat zeker

aan de eis van scherpe kruin en klein debiet is voldaan. Het iets sterkere maximum om 18.30 uur moet vanwege de veel geringere vernauwing (veel hogere waterstand) gereduceerd worden, zodat als eb-maximum blijft gelden 2,43 m/s.

- 3) Bij T44 (figuur 21b) treedt het vloed-maximum van 2,20 m/s (17.00 uur) op bij een relatief hoge waterstand. Deze waarde moet daarom gereduceerd worden tot naar schatting 1,80 m/s.
- 4) Overeenkomstig 3); 3,28 m/s wordt gereduceerd tot naar schatting 3,00 m/s.
- 5) Het vloed-maximum bij T45 (figuur 21b) treedt op bij een zodanige waterstand dat het sluitgat een zeer sterke vernauwing vormt, zodat de waarde van 2,90 m/s (17.00 uur) nauwelijks of niet hoeft te worden gereduceerd.
- 6) Waarschijnlijk zullen de maximale stroomsnelheden boven de sluitkade bij toestanden tussen T45 en T46 (T45a) nog verder toenemen als gevolg van de nog verder toenemende vervallen (zie figuur 19c).

Verwacht wordt:

voor eb:
$$V = \sqrt{2g \times 0,80} = 3,96 \text{ m/s,}$$

voor vloed:
$$V = \sqrt{2g \times 0,56} = 3,32 \text{ m/s.}$$

- 7) Geen waarnemingen beschikbaar door technische storing.

De boven de drempel/sluitkade gemeten maximale snelheden zijn bepalend voor de in de diverse stadia van afsluiting te gebruiken materialen. De in punt 3 (85 m ten noorden van het oostelijk sluitgat) gemeten stroomsnelheden kunnen, mede door de wervelstraten welke van de aansluitende damkoppen loslaten, ontgrondingsgevaar voor het zandtalud meebrengen (figuur 22c).

In het sluitgat treedt sterke kontraktie op en bij T44 en T45 werd een (over de kruin van de sluitkade) duikende straal waargenomen.

Figuur 23 toont het verloop van de waterstanden bij de Razernijpolder en bij St. Philipsland. Wegens de geringe onderlinge verschillen zijn alleen de lijnen voor T43 en T46 getekend. Bij de Razernijpolder (figuur 23a) is nauwelijks een invloed van de afsluiting waar te nemen. Bij St. Philipsland wordt bij hoogwater het effect van de terugkaatsing wat sterker (dubbele top) dan het bij T43 al was. In raai SR 158 veranderen de maximale stroomsnelheden onder invloed van de afsluiting van het oostelijk sluitgat (figuur 23c en tabel IX). De snelheden nemen dus toe tot maximaal 1,3 m/s (bij eb). Het tijdstip van de hoogwaterkentering ligt bij T43 bijna een uur later dan bij T46. Het tijdstip van laagwaterkentering verandert niet.

TABEL IX Stroomsnelheden in SR 158						
Plaats	Figuur nummer	Eb/Vloed	Situaties en snelheden (m/s)			
			T43	T44	T45	T46
As van werkgeul in raai SR 158	23c	eb	1,06	1,22	1,30	1,28
		vloed	0,72	0,79	0,92	1,00

6.3. Samenvatting van de resultaten

Wellicht ten overvloede wordt er op gewezen dat de onderstaande resultaten slechts gebaseerd zijn op proeven met situaties en randvoorwaarden zoals onder 6.1. beschreven.

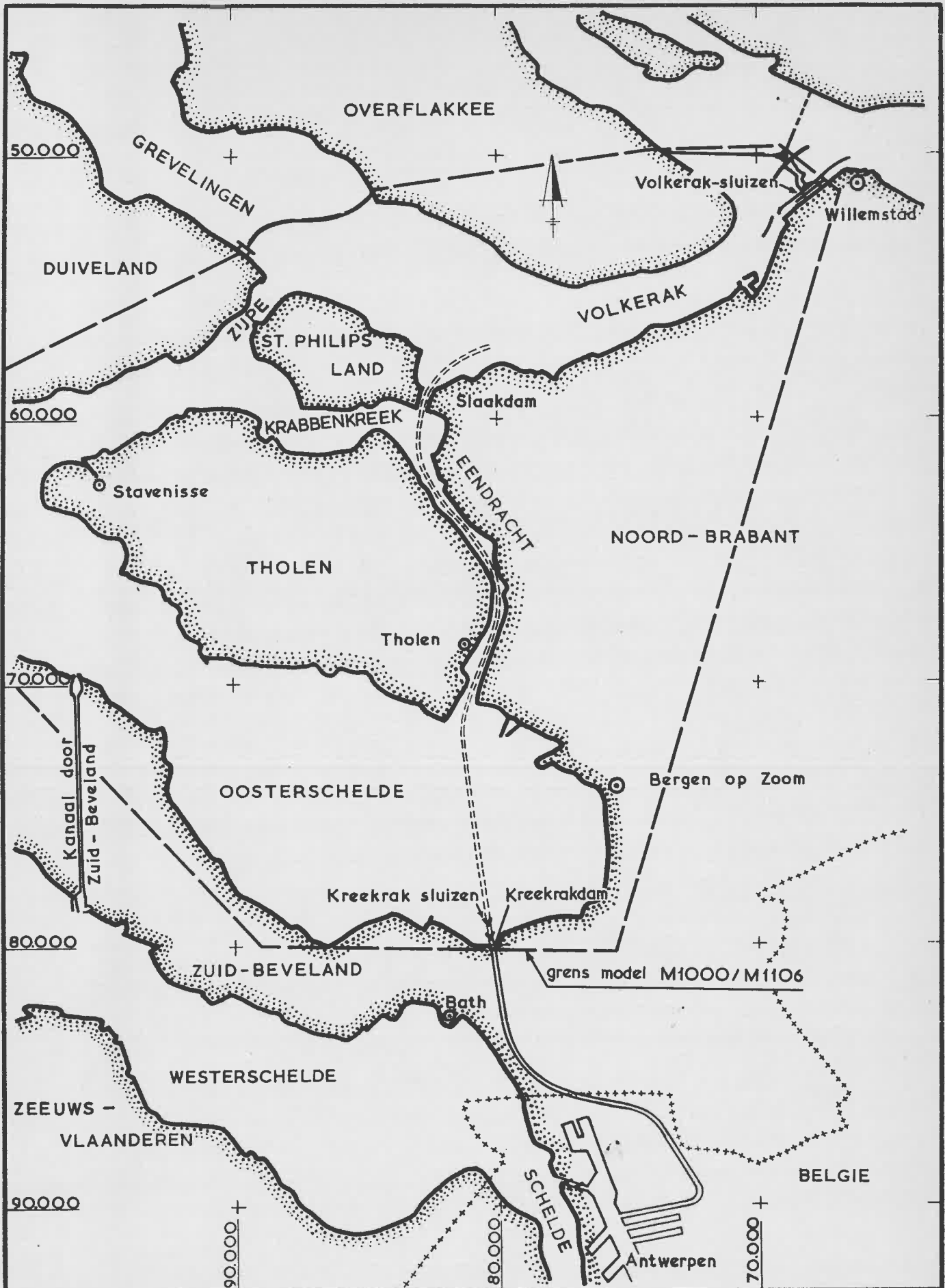
- In de "wintersluitgatsituatie" (T43) treden stroombeelden op zoals getoond in de figuren 13...17 en de foto's 1...5. De stroom loopt met wisselende sterkte van zuid naar noord en west in de periode tussen de eerste top van het hoogwater te St. Philipsland (dubbele top, zie figuur 23b) en het laagwater aldaar. In de volgende periode van laagwater tot hoogwater (eerste top) loopt de stroom met wisselende sterkte van noord naar zuid.
- De vervallen over het westelijk sluitgat zijn in de "wintersluitgatsituatie" (T43) maximaal 0,27 m. Hier treden de volgende maximale stroomsnelheden op:
 - boven de drempel 1,25 m/s (vloed)
 - westzijde van de drempel (punt 1) 1,42 m/s (eb)
 - oostzijde van de drempel (punt 2) 1,51 m/s (vloed)

Op grond van de stroomsnelheden, gemeten in de punten 1 en 2, kan aantasting van de taluds van de zanddam in het sluitgat worden verwacht, indien geen bodemverdediging wordt aangebracht.
- De vervallen over het oostelijk sluitgat zijn bij T43 maximaal 0,24 m. De volgende maximale stroomsnelheden treden op:

- boven de drempel 1,38 m/s (eb)
- noordzijde van de drempel (punt 3) 1,34 m/s (eb)
- zuidzijde van de drempel (punt 4) 1,05 m/s (vloed)

Op grond van de stroomsnelheden, gemeten in de punten 3 en 4, kan aantasting van de taluds van de zanddam in het sluitgat worden verwacht, indien hierop geen bodemverdediging wordt aangebracht.

4. De vervallen over het westelijk sluitgat nemen door de afsluiting van het andere sluitgat af tot 0,14 m (eb). De stroomsnelheden nemen ook geleidelijk af tot de volgende maxima (bij T46):
 - boven de drempel 0,75 m/s (eb)
 - westzijde van de drempel (punt 1) 0,96 m/s (eb)
 - oostzijde van de drempel (punt 2) 0,73 m/s (vloed)
5. De vervallen over het oostelijk sluitgat nemen door de afsluiting toe tot 0,80 m (vloed bij T46). De stroomsnelheden nemen boven de kruin van de sluitdam toe tot maximaal bijna 4 m/s (eb). In de punten 3 en 4 nemen de stroomsnelheden geleidelijk af tot nul.
6. In de werkgeul bij SR 158 nemen de stroomsnelheden tengevolge van de afsluiting toe van circa 1,1 m/s tot circa 1,3 m/s (eb). Bij vloed zijn de stroomsnelheden lager.



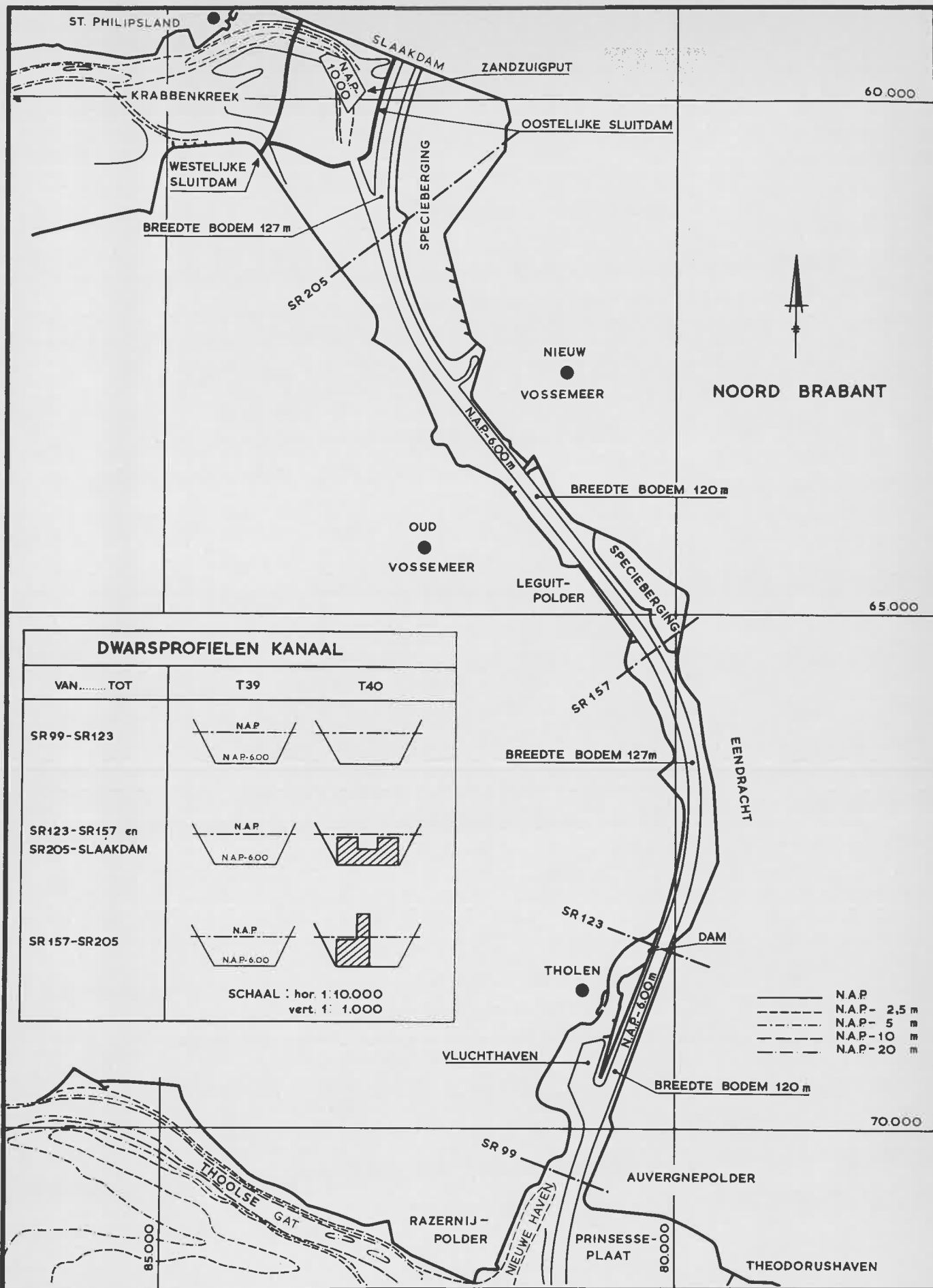
SITUATIE SCHELDE-RIJNVERBINDING

SCHAAL 1:200.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.1106-III

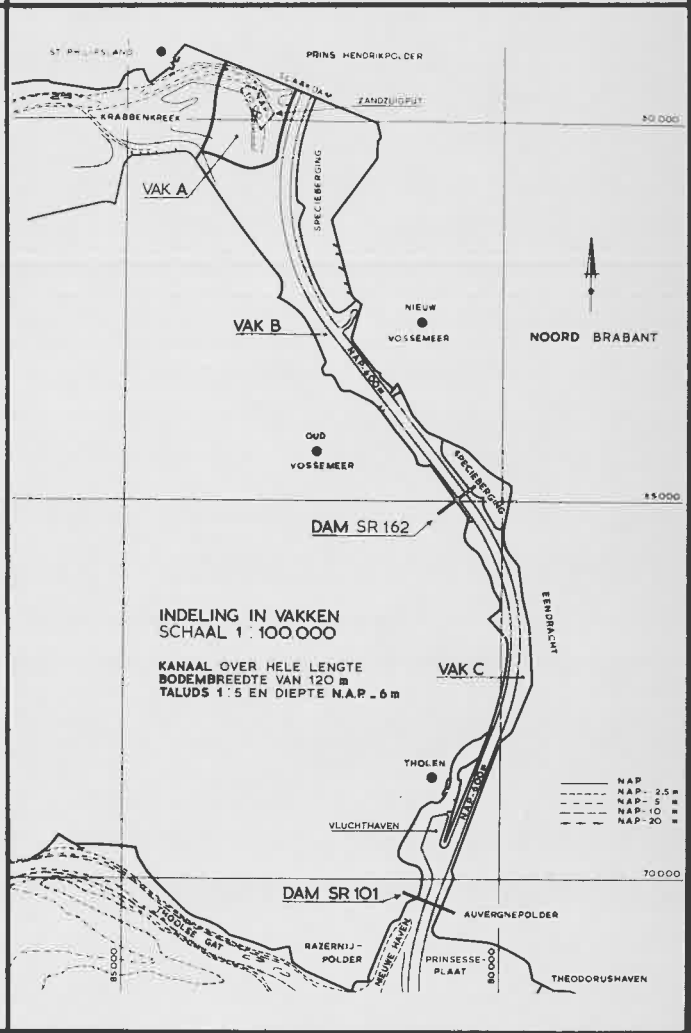
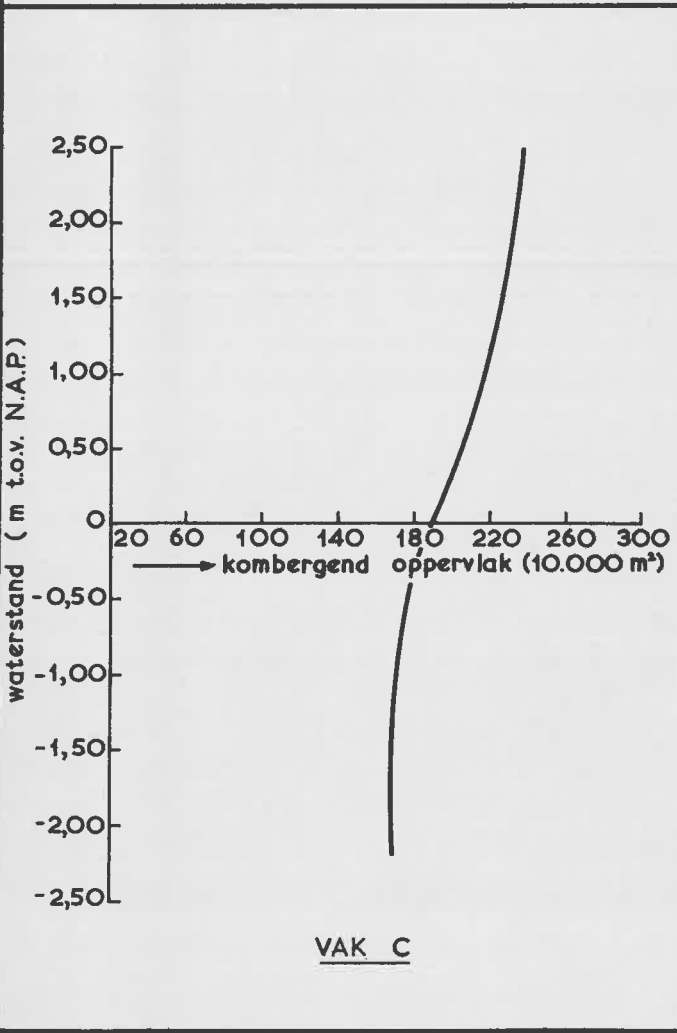
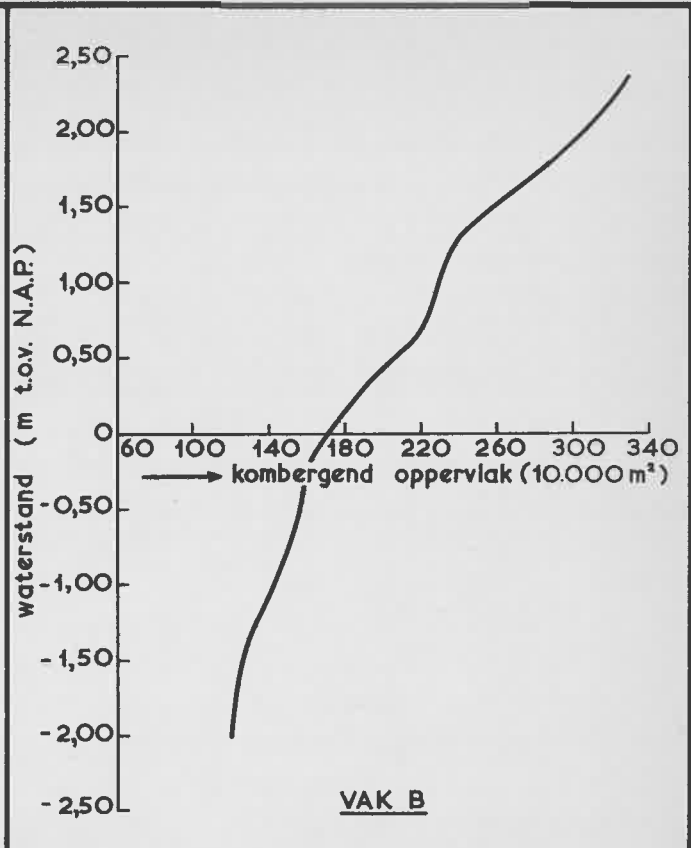
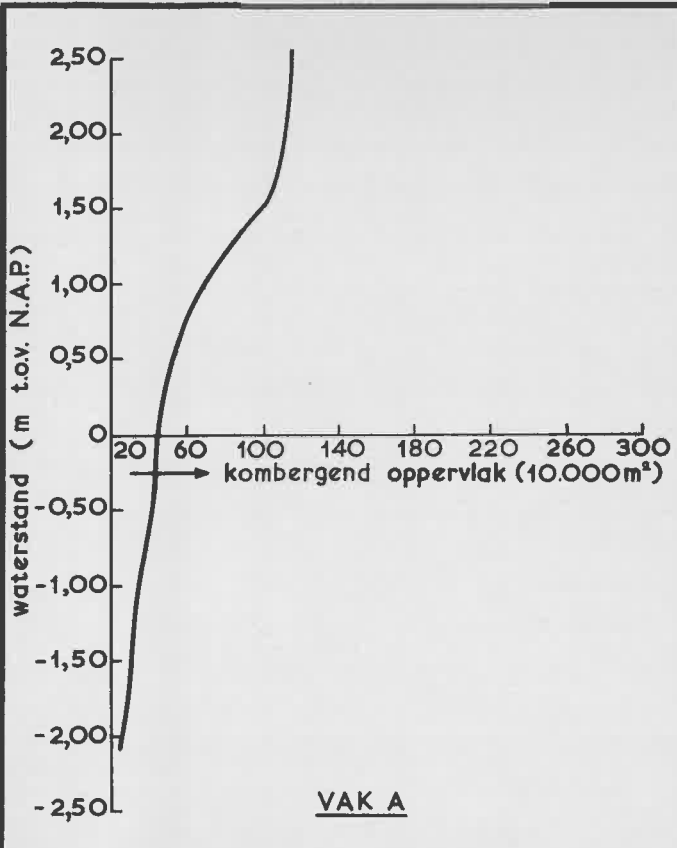
FIG. 1



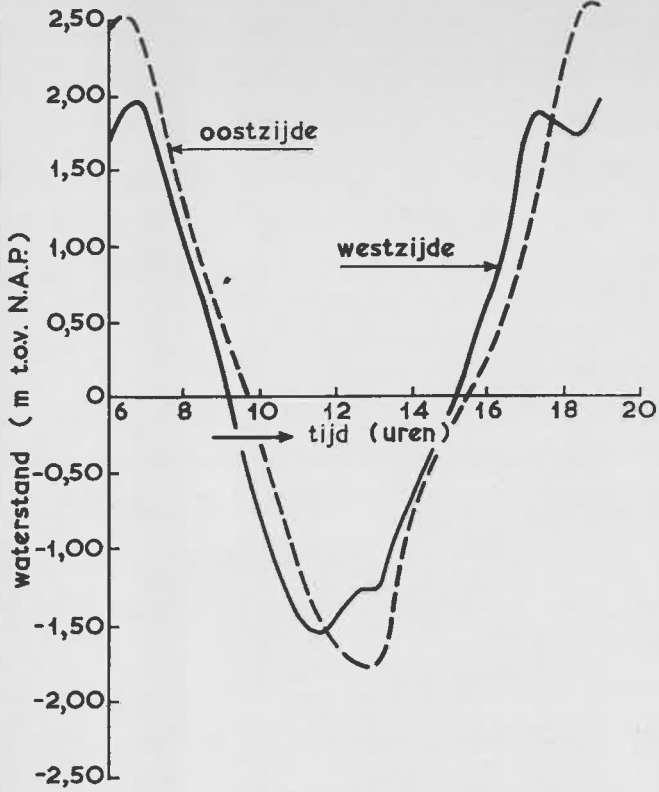
DWARSPROFIELEN KANAAL		
VAN.....TOT	T39	T40
SR 99-SR 123		
SR 123-SR 157 en SR 205-SLAAKDAM		
SR 157-SR 205		

SCHAAL : hor. 1:10.000
vert. 1: 1.000

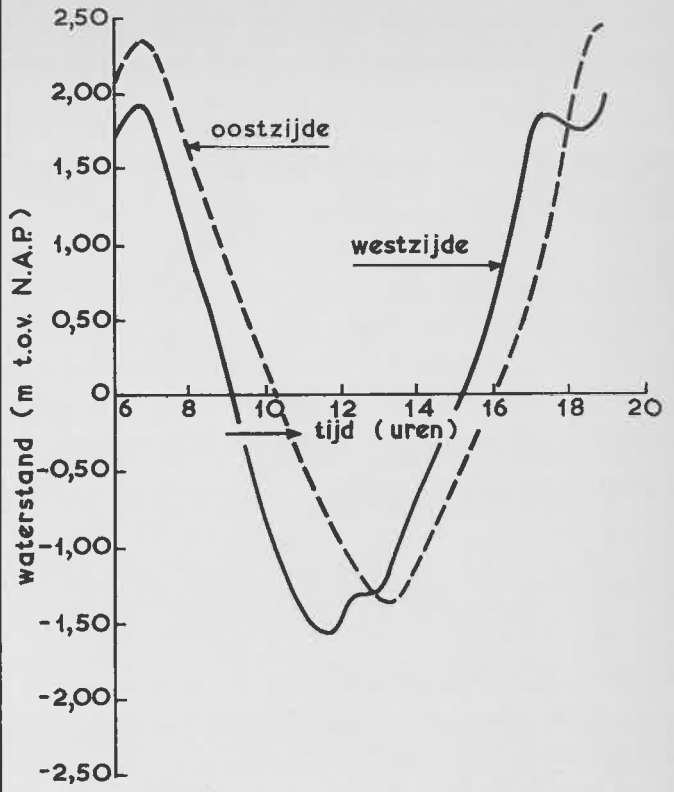
SITUATIES	T 39, T 40
	SCHAAL 1 : 50.000
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.1106-III FIG. 2



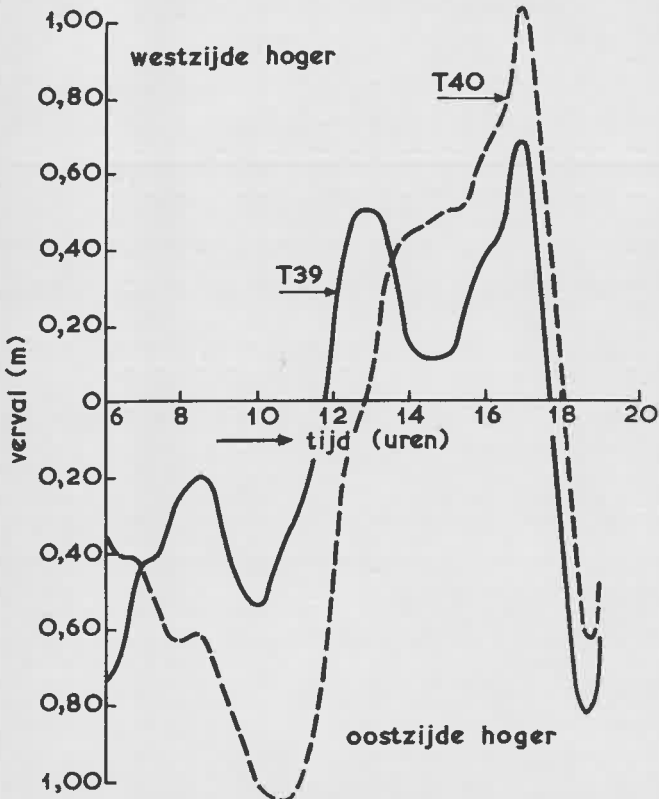
KOMBERGEND OPPERVLAK	T 39	
	WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M. 1106-III
	FIG. 3	



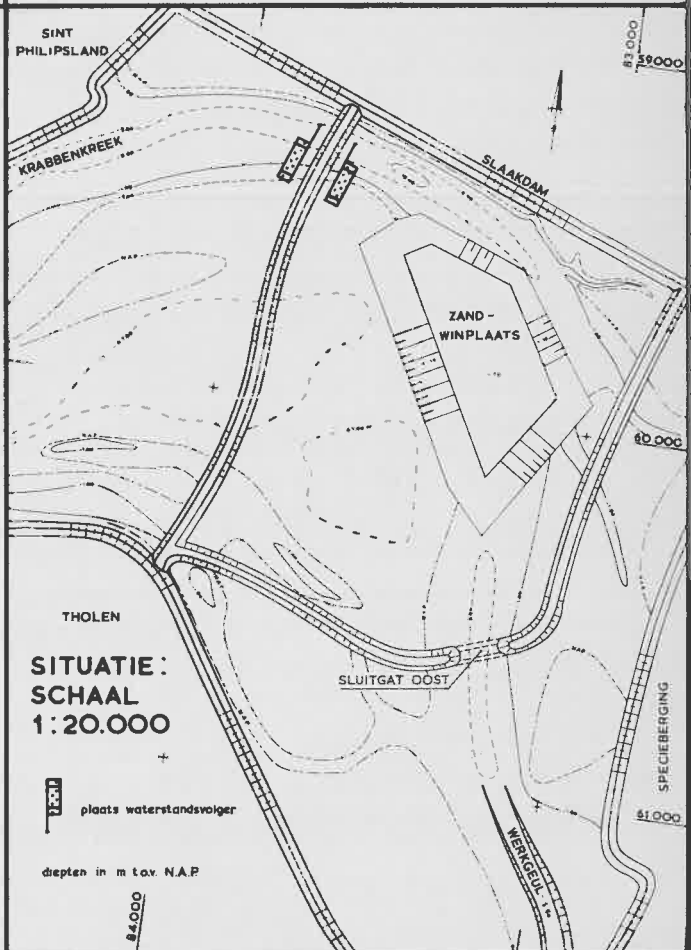
(a) T39 WATERSTANDEN



(b) T40 WATERSTANDEN

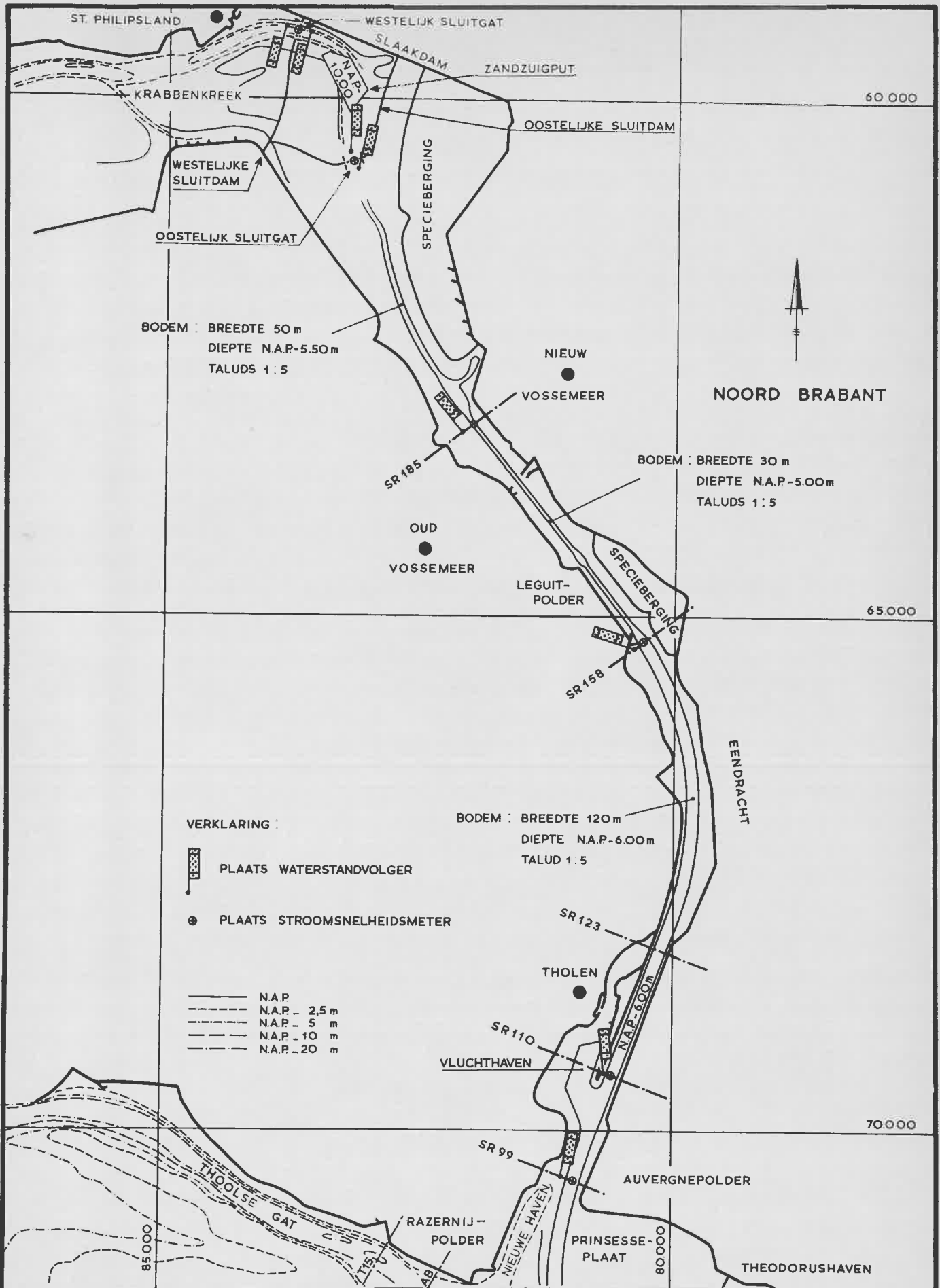


(c) T39 / T40 VERVALLEN



WATERSTANDEN EN VERVALLEN BIJ DE
KRABBENKREKEDAM (westelijk tracee)

T39, T40



VERKLARING :

- PLAATS WATERSTANDVOLGER
- PLAATS STROOMSNELHEIDSMETER
- N.A.P.
- - - N.A.P. - 2,5 m
- · · N.A.P. - 5 m
- · · N.A.P. - 10 m
- · · N.A.P. - 20 m

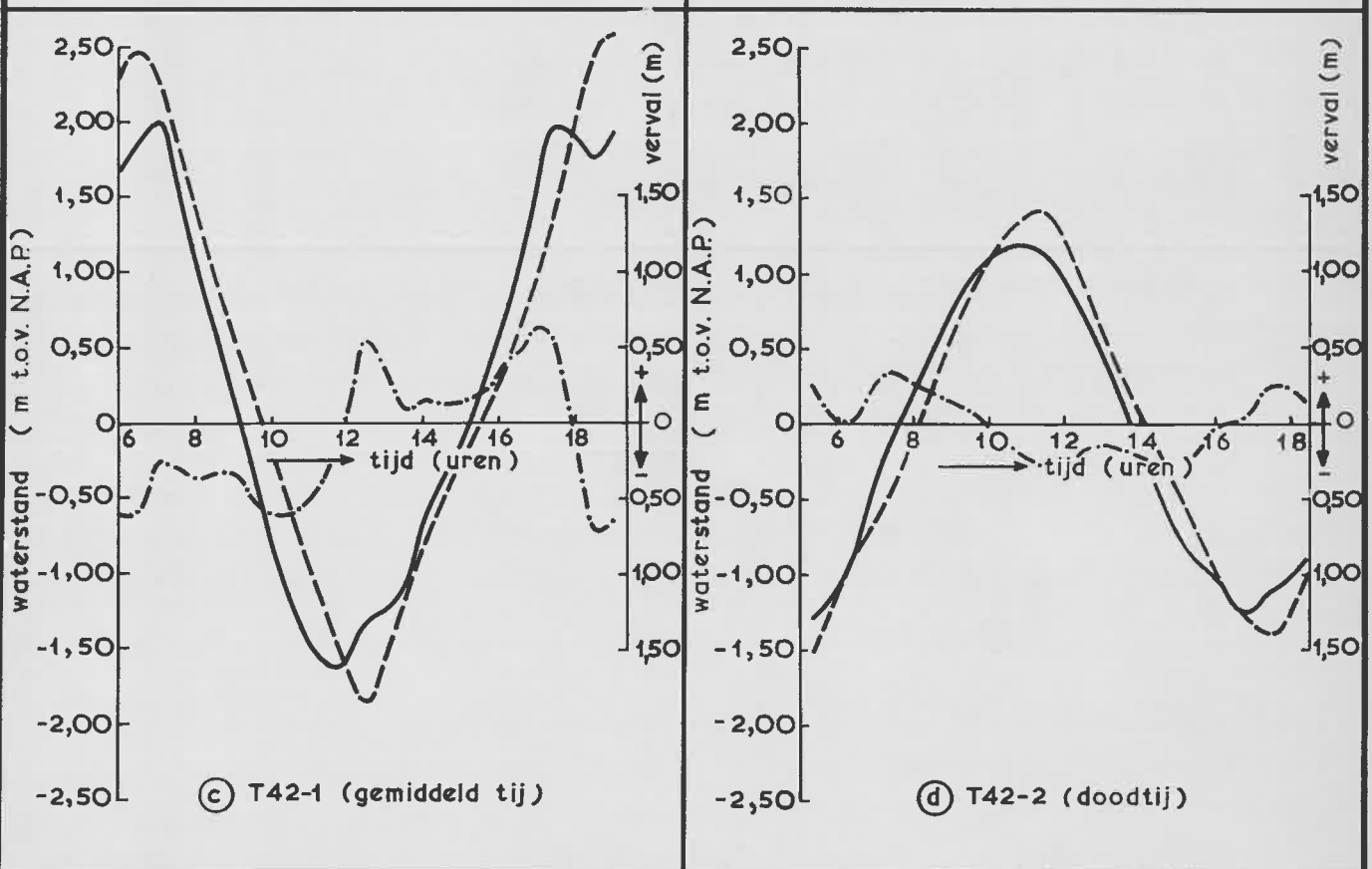
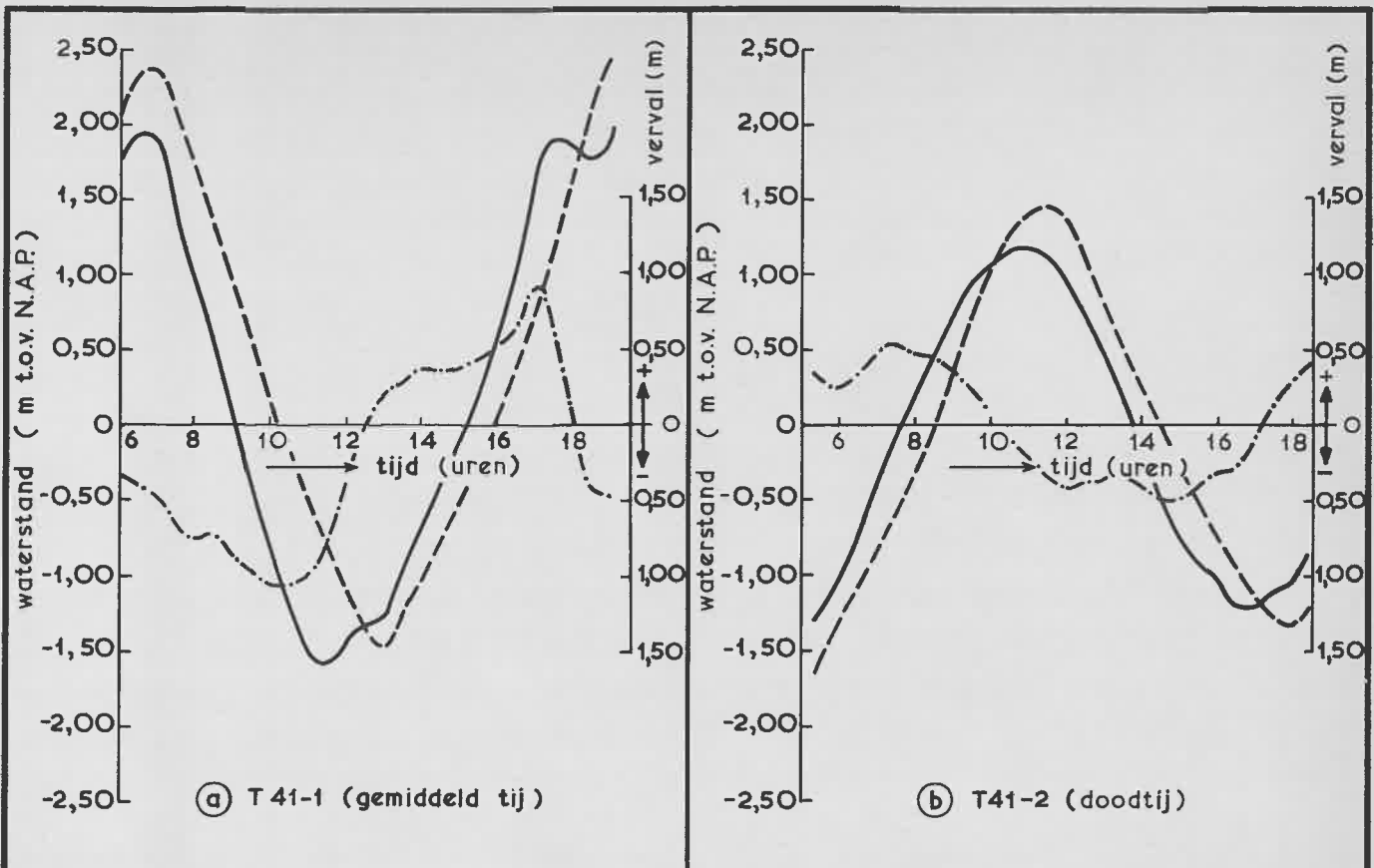
SITUATIES

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T 41, T 42

SCHAAL 1 : 50.000

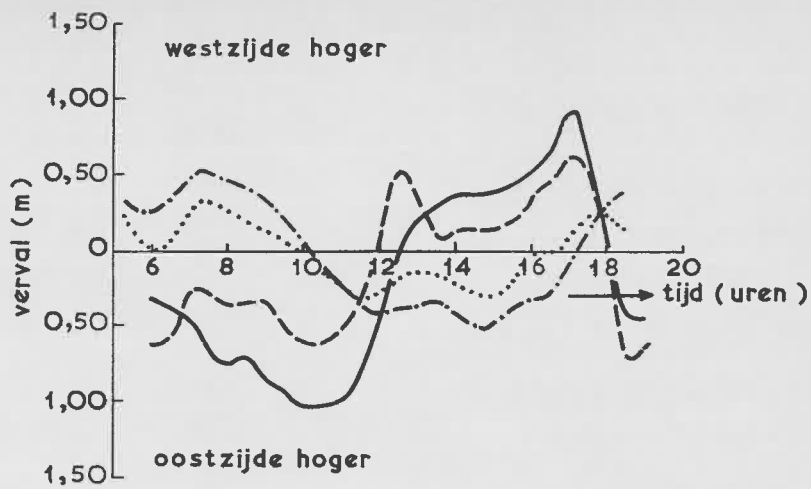
M. 1106-III FIG. 5



————— waterstand west van sluitdam
 - - - - - waterstand oost van sluitdam
 - · - · - · verval over sluitdam (west-oost)

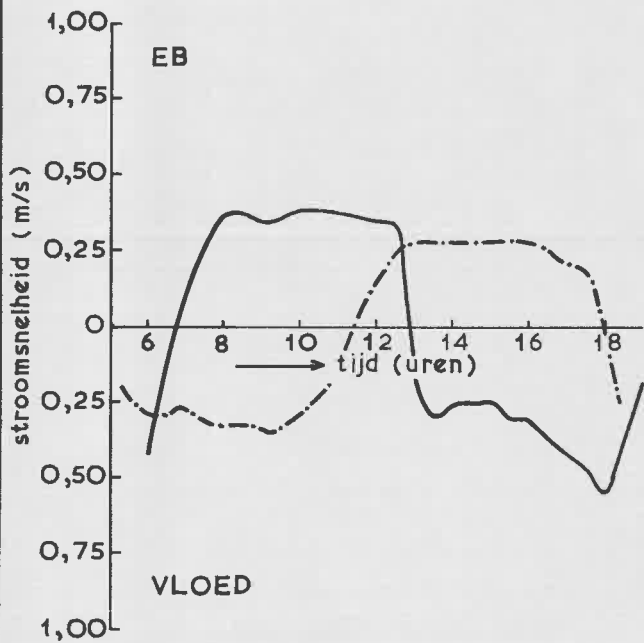
WATERSTANDEN EN VERVALLEN BIJ DE KRABBENKREEK DAM

T41, T42

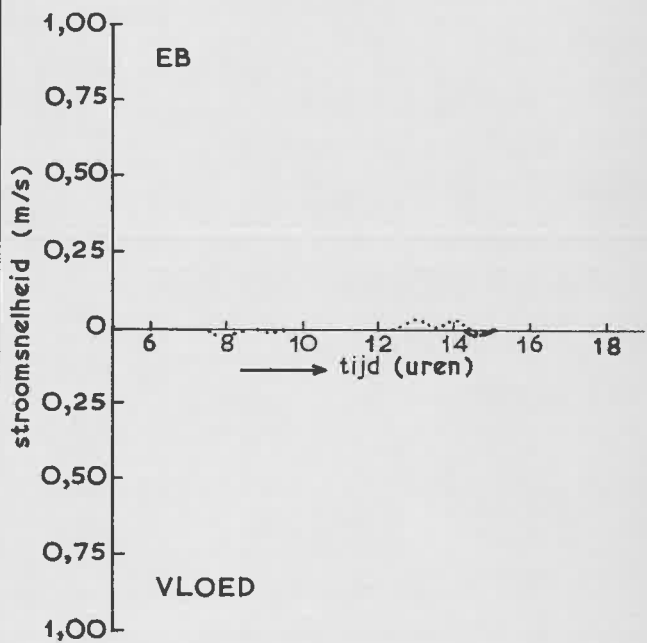


Ⓐ VERVERLEN OVER SLUITDAM T41 en T42.
(gemiddeld tij en doottij)

bij T41 over de westelijke sluitdam
bij T42 over de oostelijke sluitdam



Ⓑ T41. STROOMSNELHEDEN IN
OOSTELIJK SLUITGAT

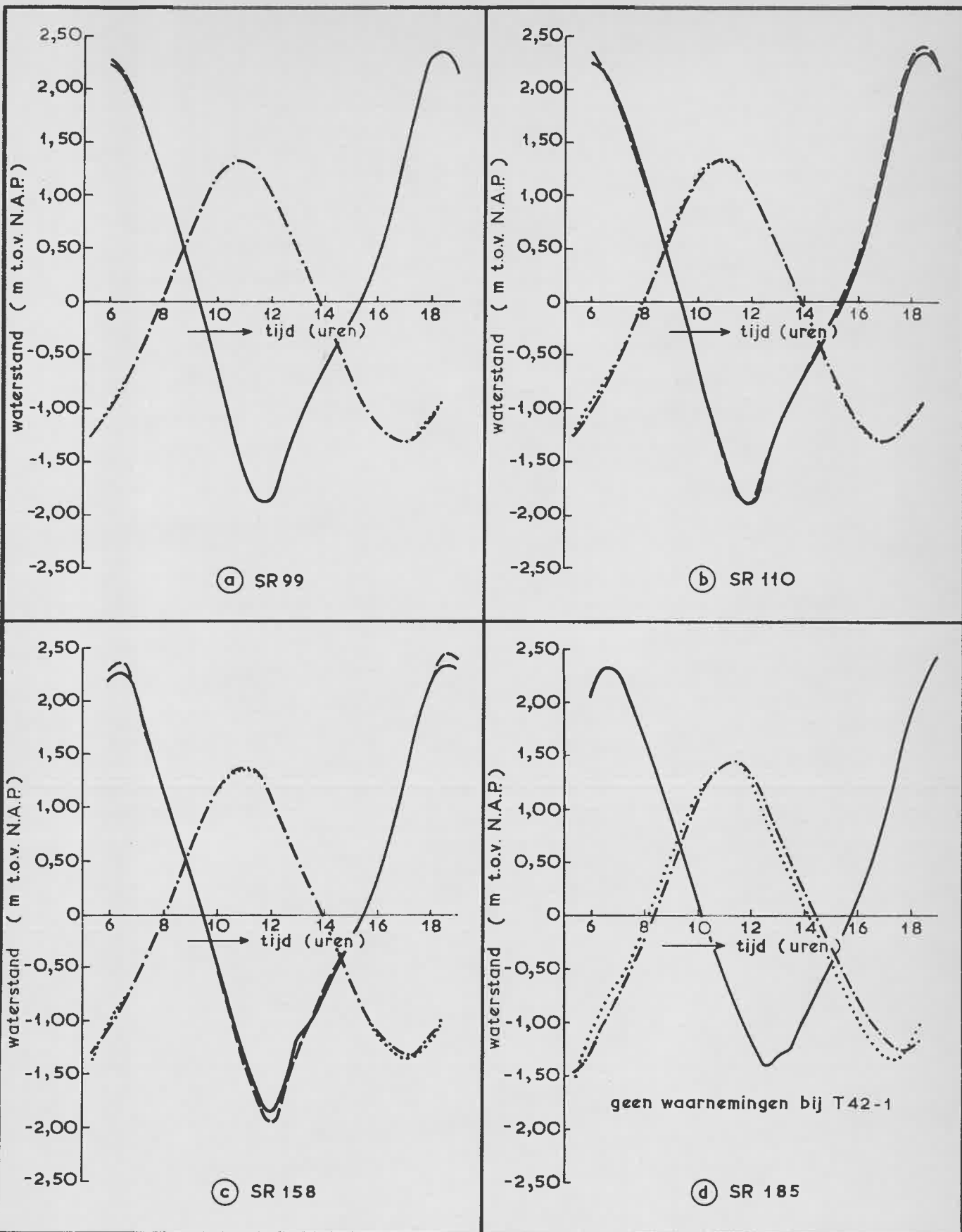


Ⓒ T42. STROOMSNELHEDEN IN
WESTELIJK SLUITGAT

————— T41-1 } gemiddeld tij
 - - - - - T42-1 }
 - · - · - T41-2 } doottij
 ······· T42-2 }

VERVALLEN EN STROOMSNELHEDEN
BIJ DE KRABBENKREEKDAM

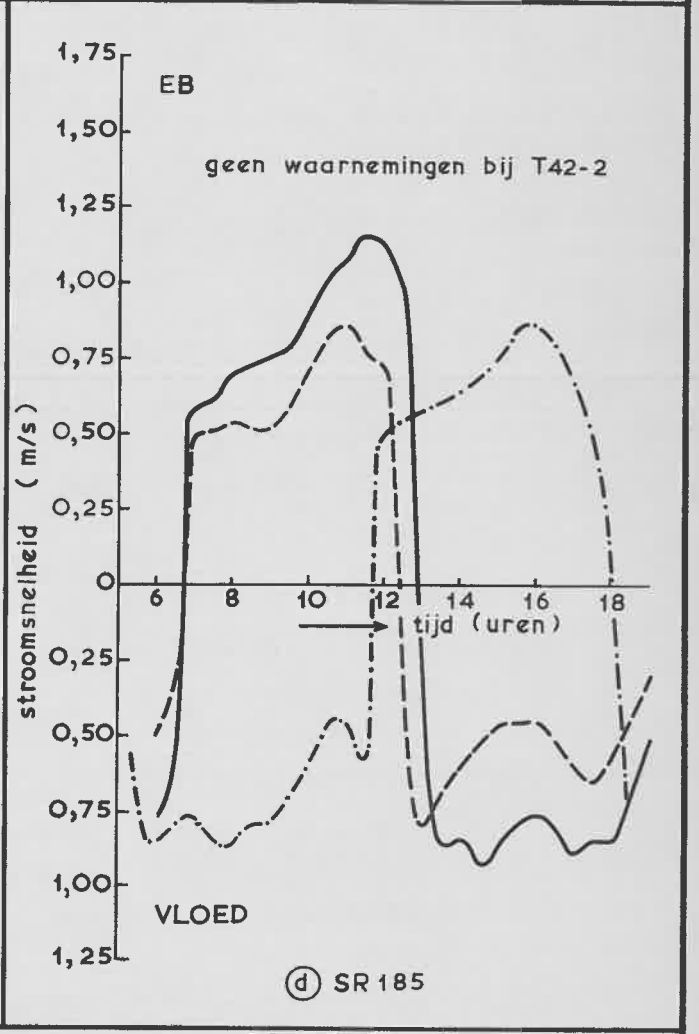
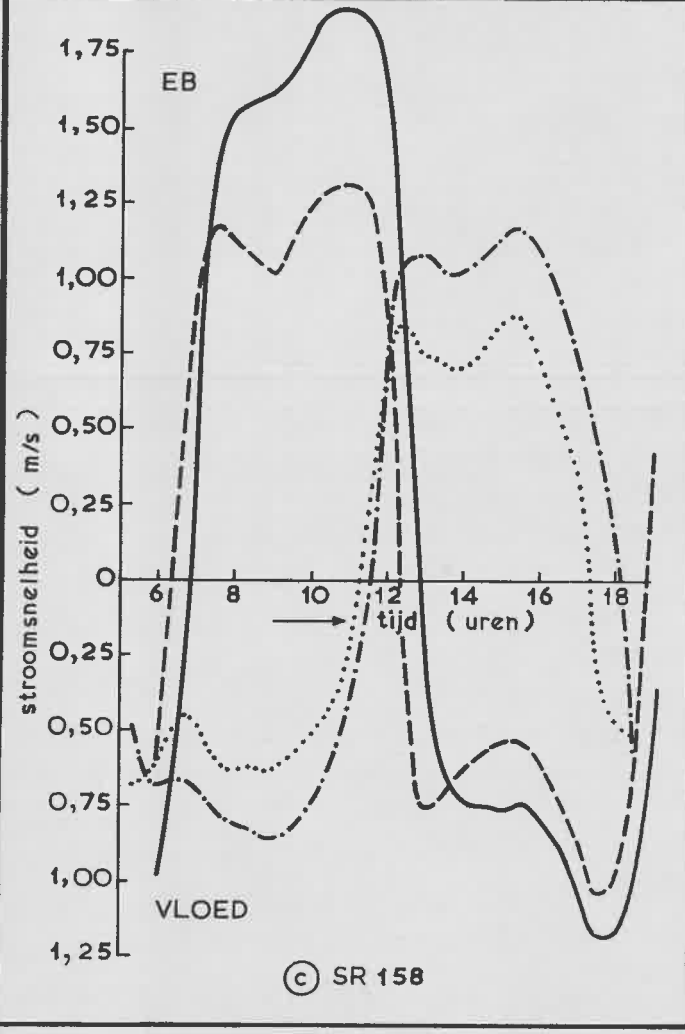
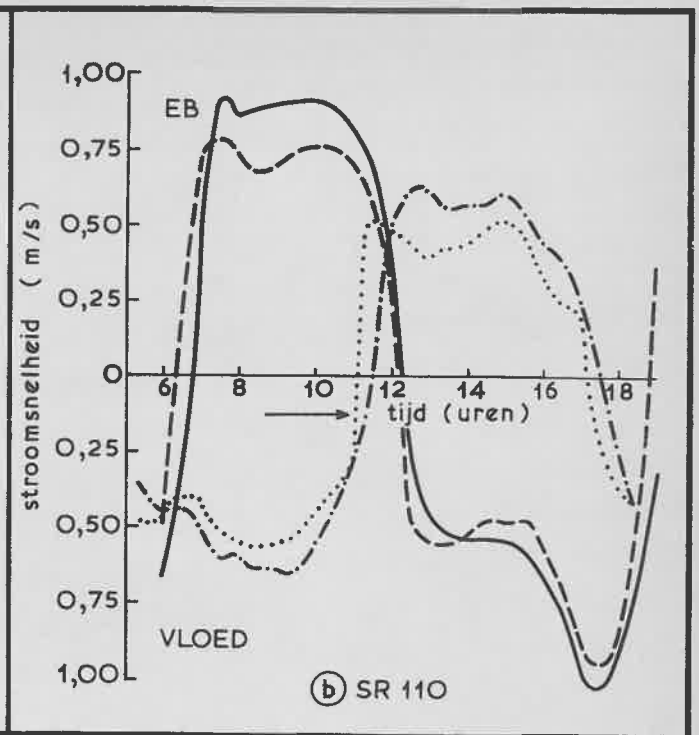
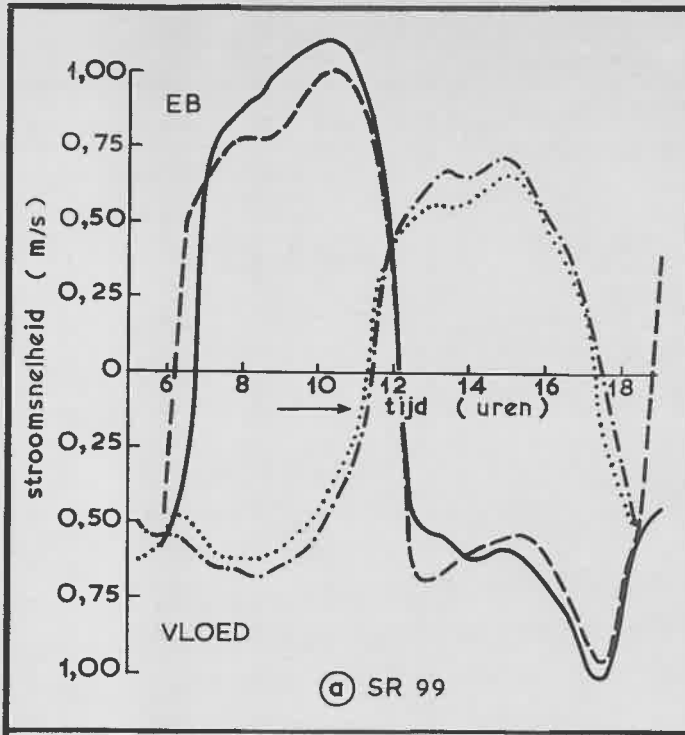
T41, T42



<p>—— T41-1 } gemiddeld tij</p> <p>--- T42-1 } gemiddeld tij</p>	<p>..... T41-2 } doottij</p> <p>..... T42-2 } doottij</p>
--	---

WATERSTANDEN IN DE EENDRACHT

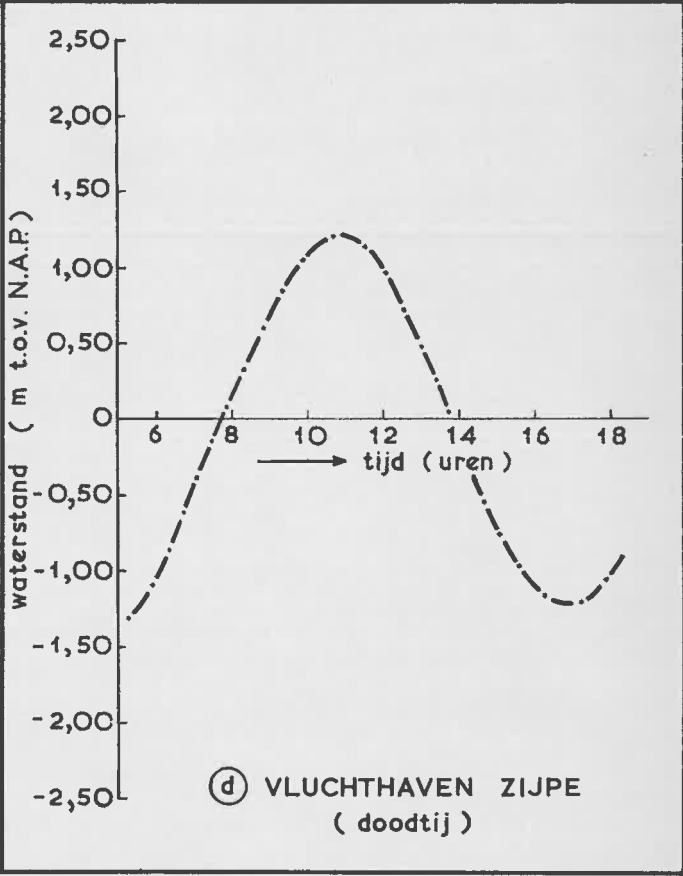
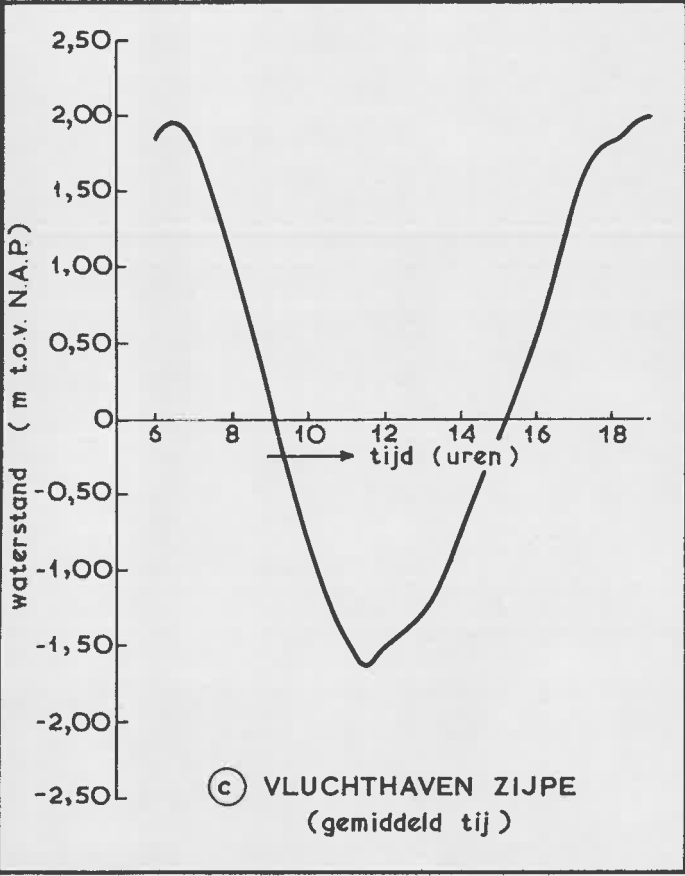
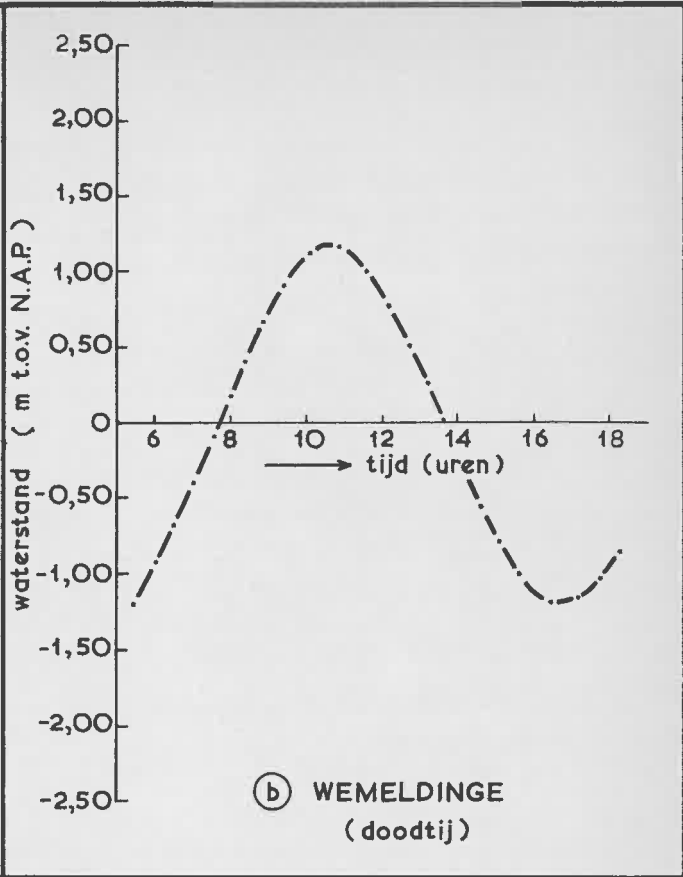
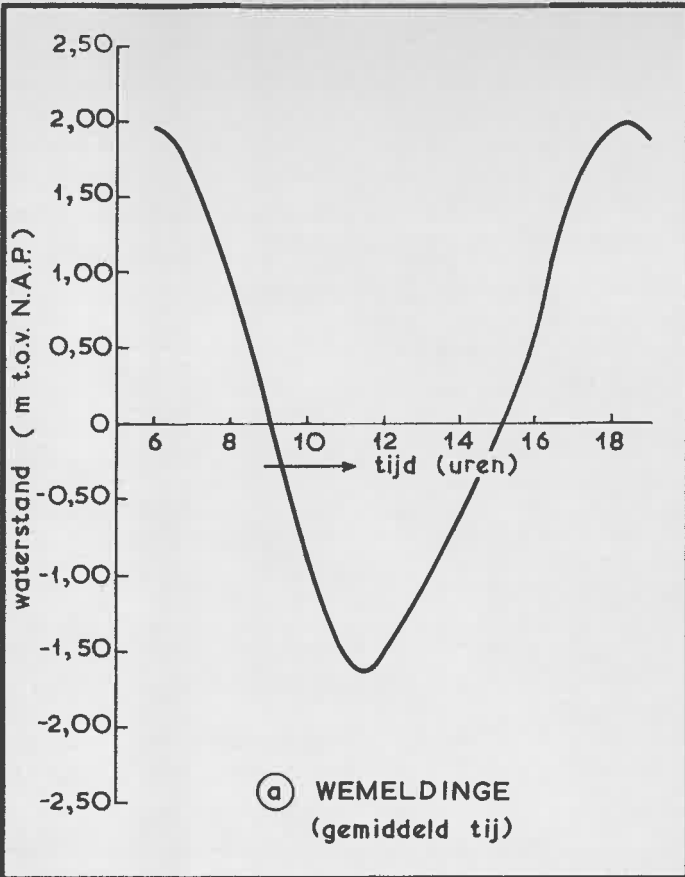
T41, T42



——— T41-1 } gemiddeld tij - - - - - T41-2 } doortij
 - - - - - T42-1 } ······· T42-2 }

STROOMSNELHEDEN IN DE EENDRACHT

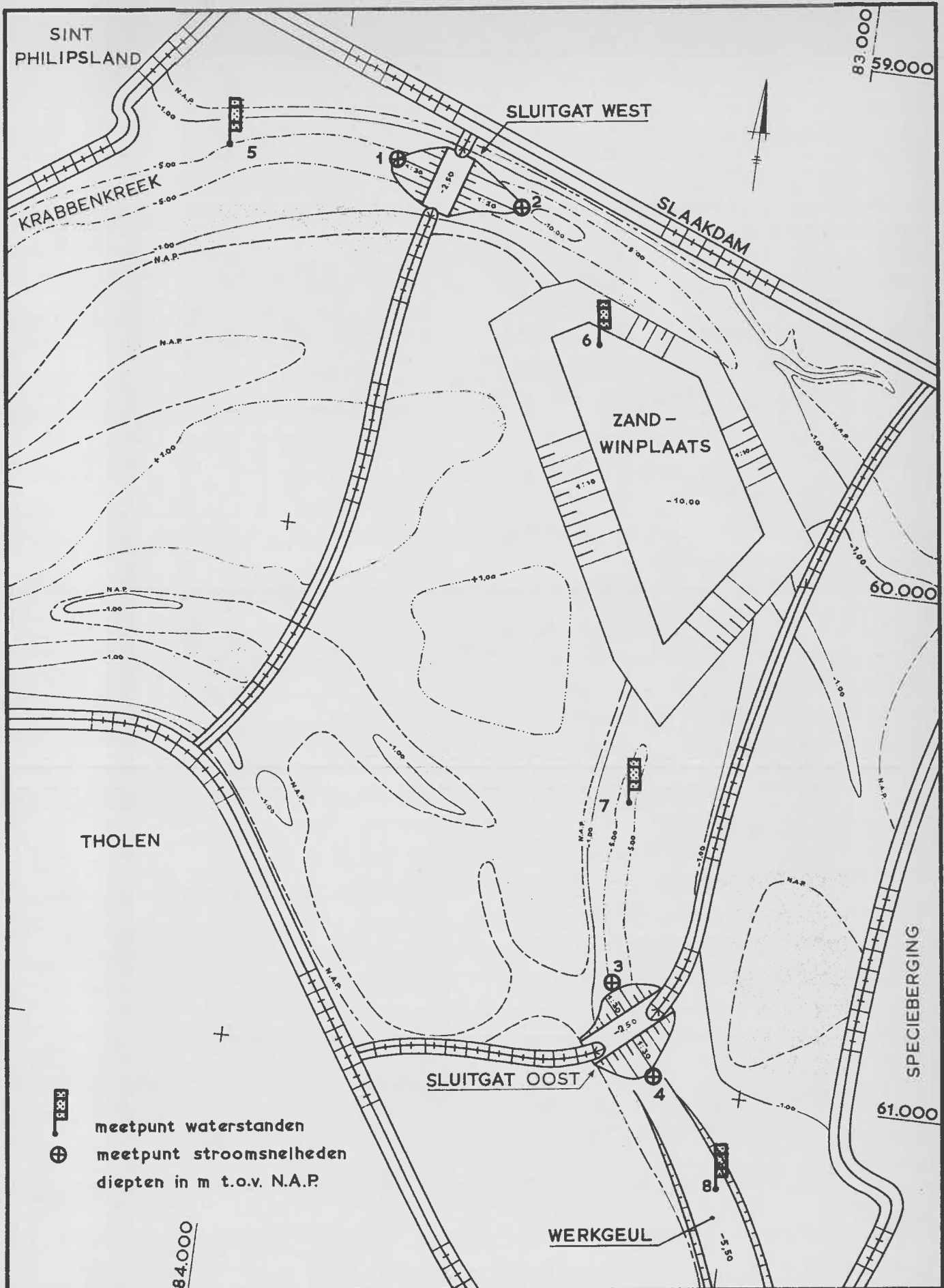
T41, T42



———— T41-1 , T42-1 (gemiddeld tij)
 - . - . - . T41-2 , T42-2 (doodtij)

WATERSTANDEN

T41, T42



SITUATIE
OVERZICHT MEETPUNTEN

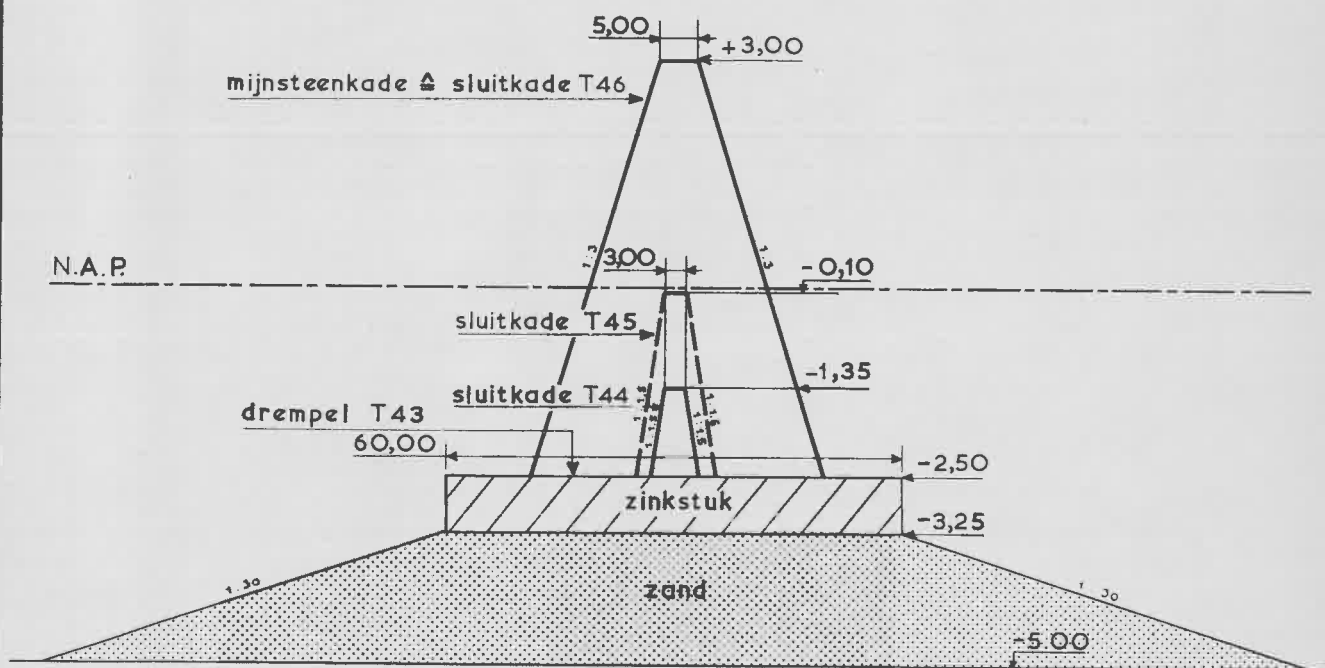
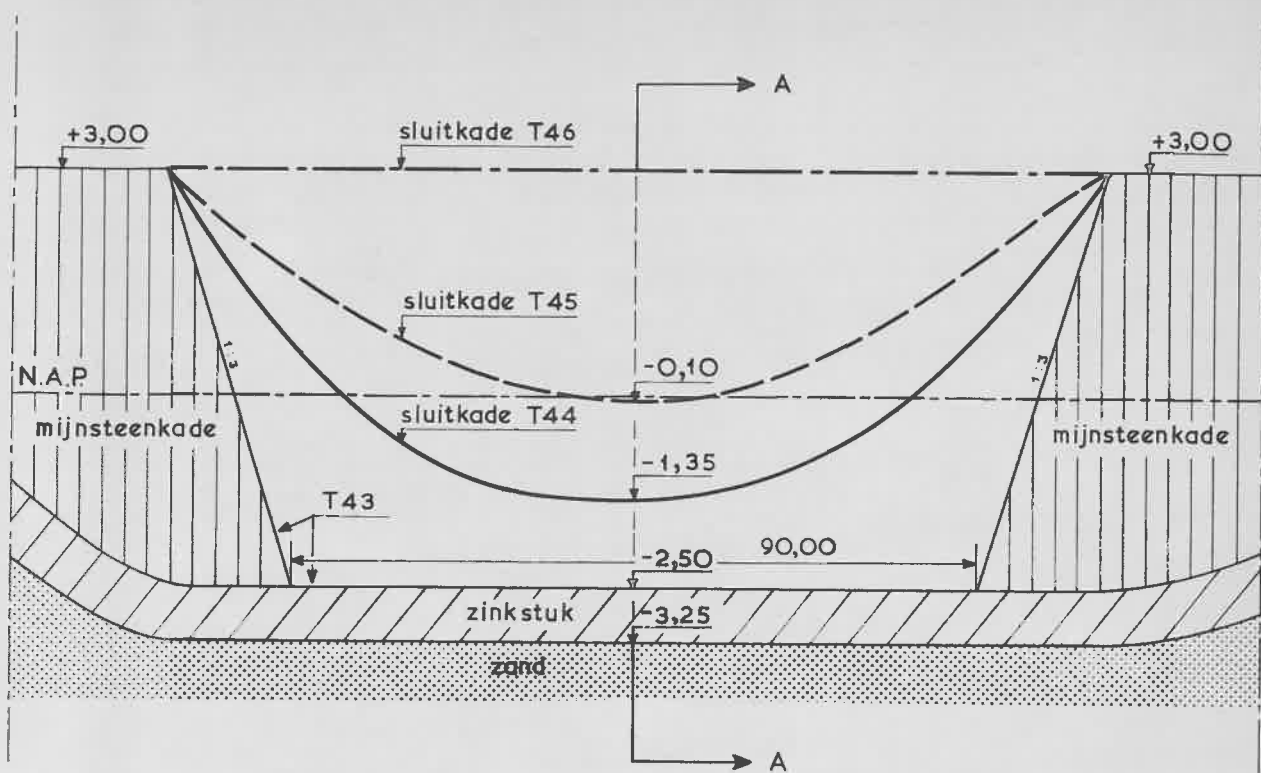
T43...T46

SCHAAL 1:10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1106-III

FIG. 11



DOORSNEDE A-A

maten in m prototype
 hoogten in m t.o.v. N.A.P

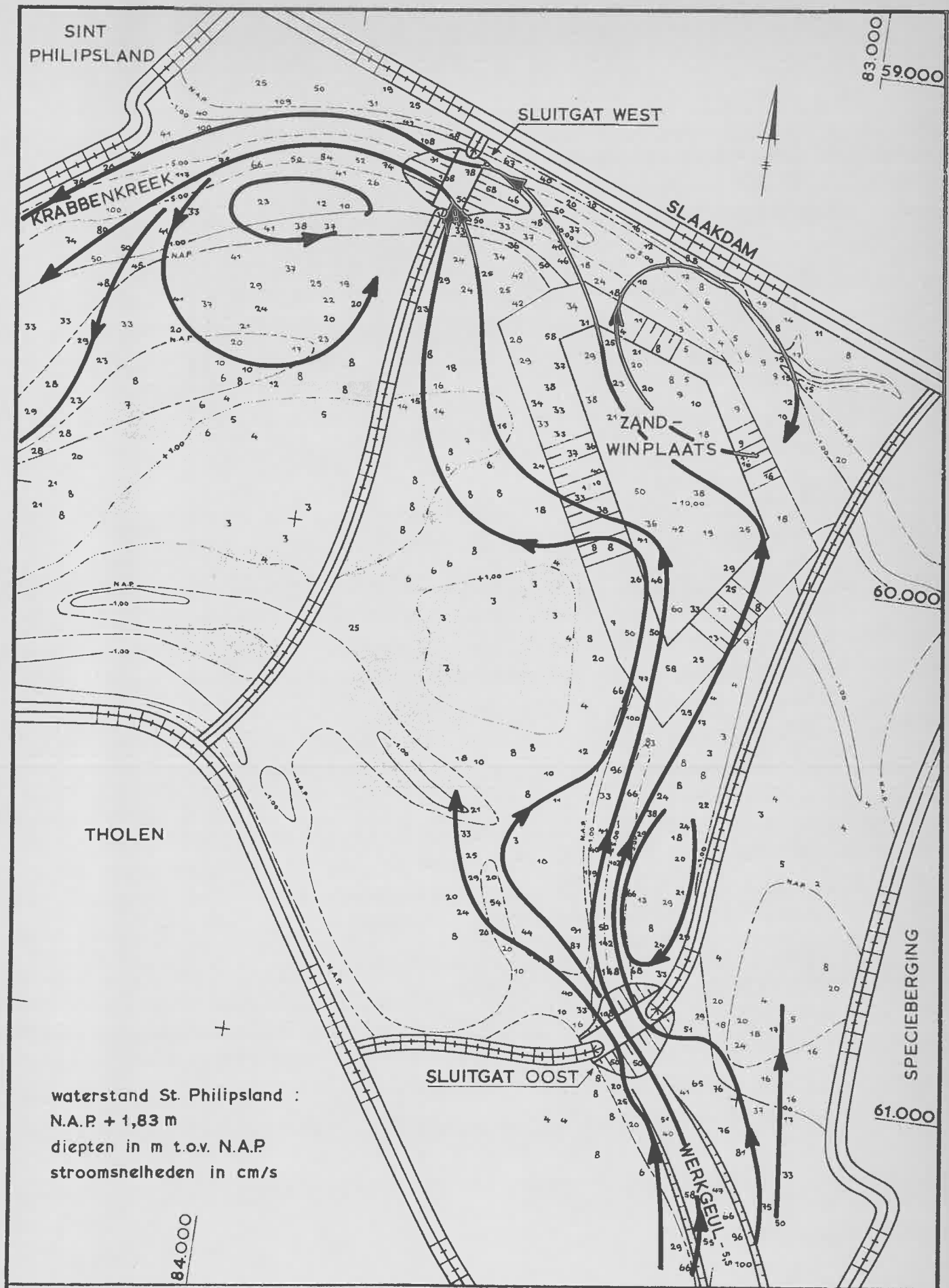
VORMGEVING OOSTELIJK SLUITGAT

T43...T46

SCHAAL hor. 1 : 1000
 vert. 1 : 100

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.1106-III FIG. 12



waterstand St. Philipsland :
 N.A.P. + 1,83 m
 diepten in m t.o.v. N.A.P.
 stroomsnelheden in cm/s

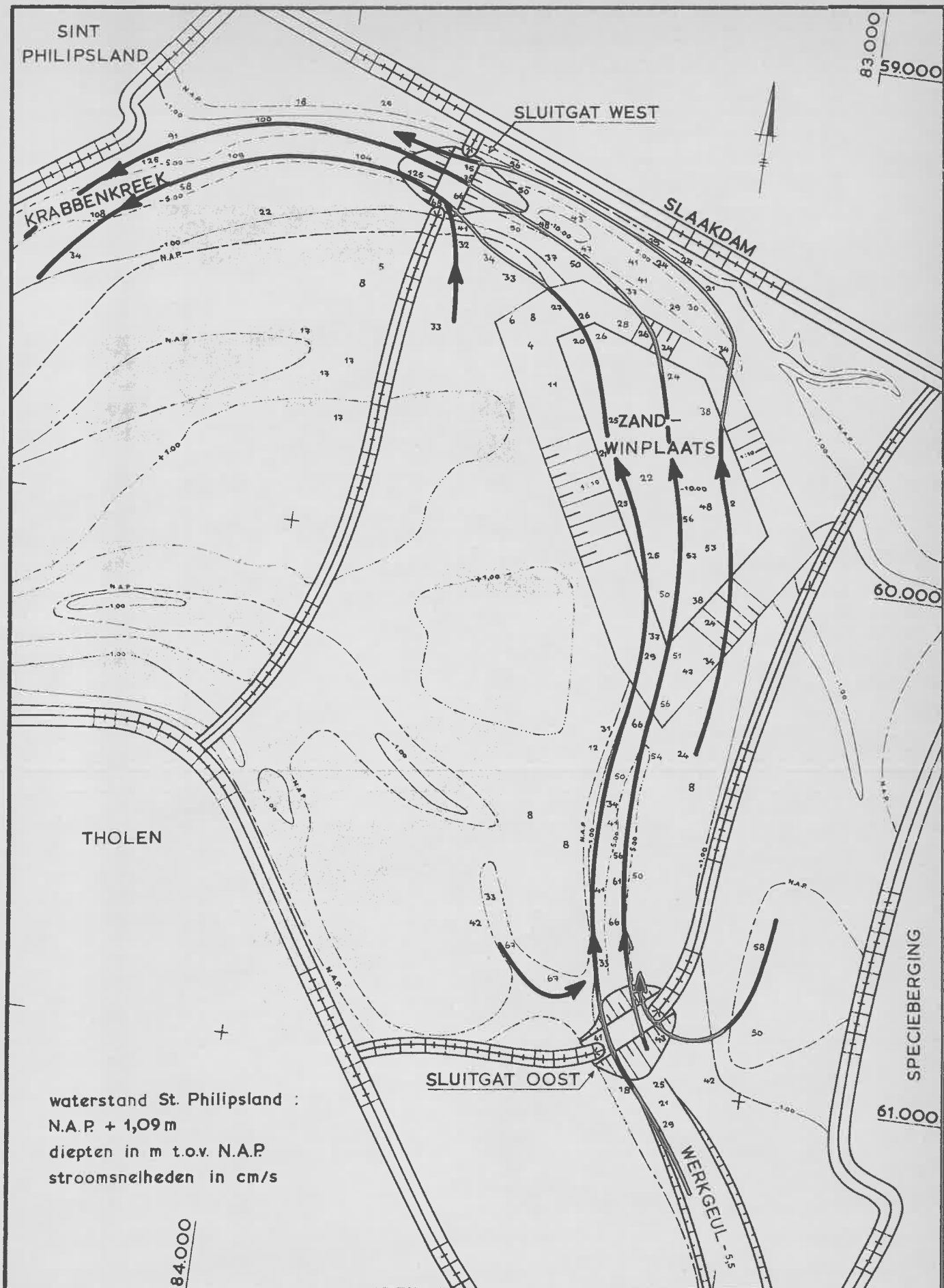
OPPERVLAKTESTROOMBEELD

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

T43 6.00uur

SCHAAL 1:10.000

M. 1106-III FIG. 13



83.000
59.000

60.000

61.000

waterstand St. Philipsland :
N.A.P. + 1,09 m
diepten in m t.o.v. N.A.P.
stroomsnelheden in cm/s

OPPERVLAKTESTROOMBEELD

T43

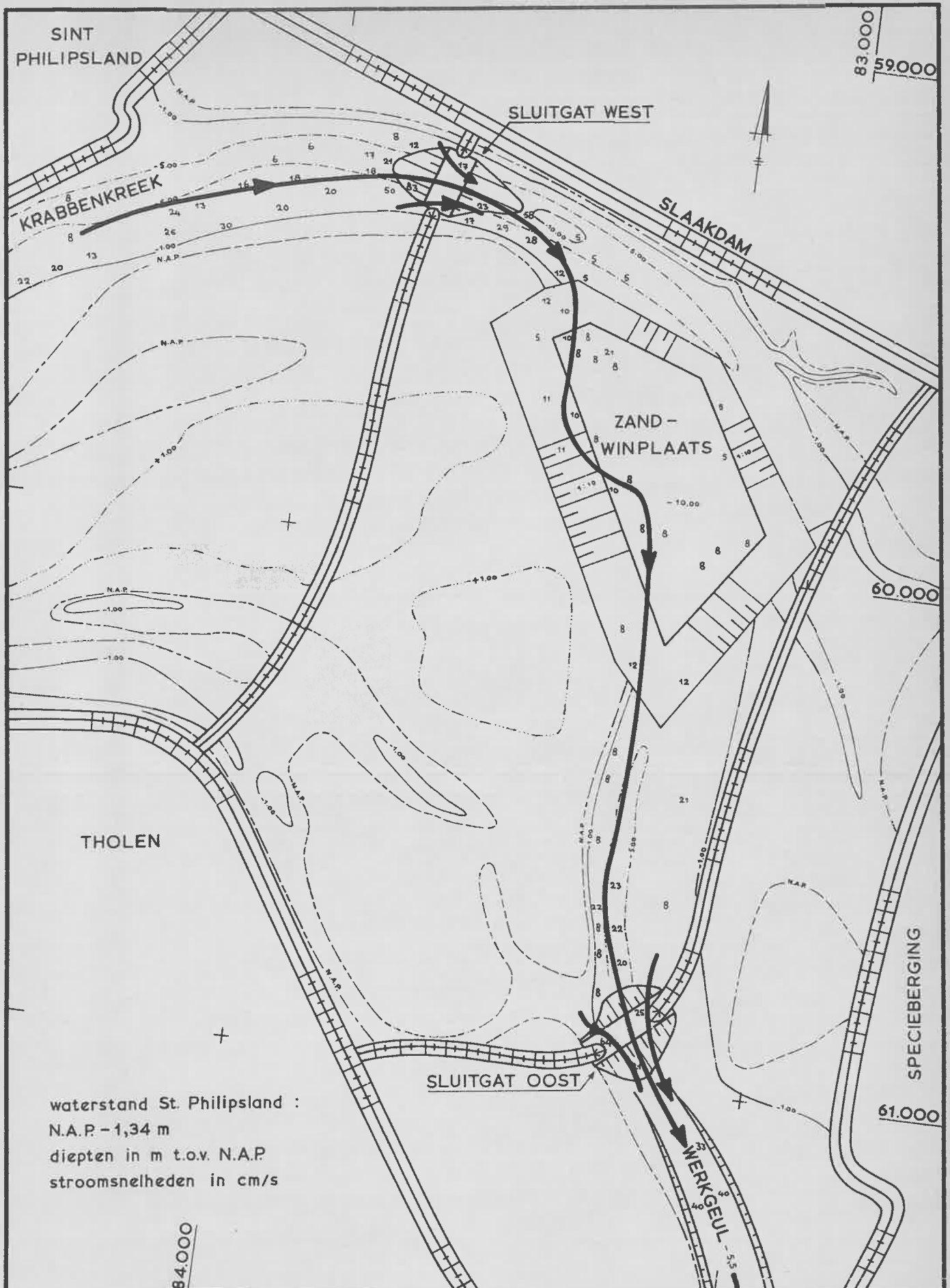
8.00 uur

SCHAAL 1:10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.1106-III

FIG. 14



waterstand St. Philipsland :
 N.A.P. - 1,34 m
 diepten in m t.o.v. N.A.P.
 stroomsnelheden in cm/s

OPPERVLAKTESTROOMBEELD

T43

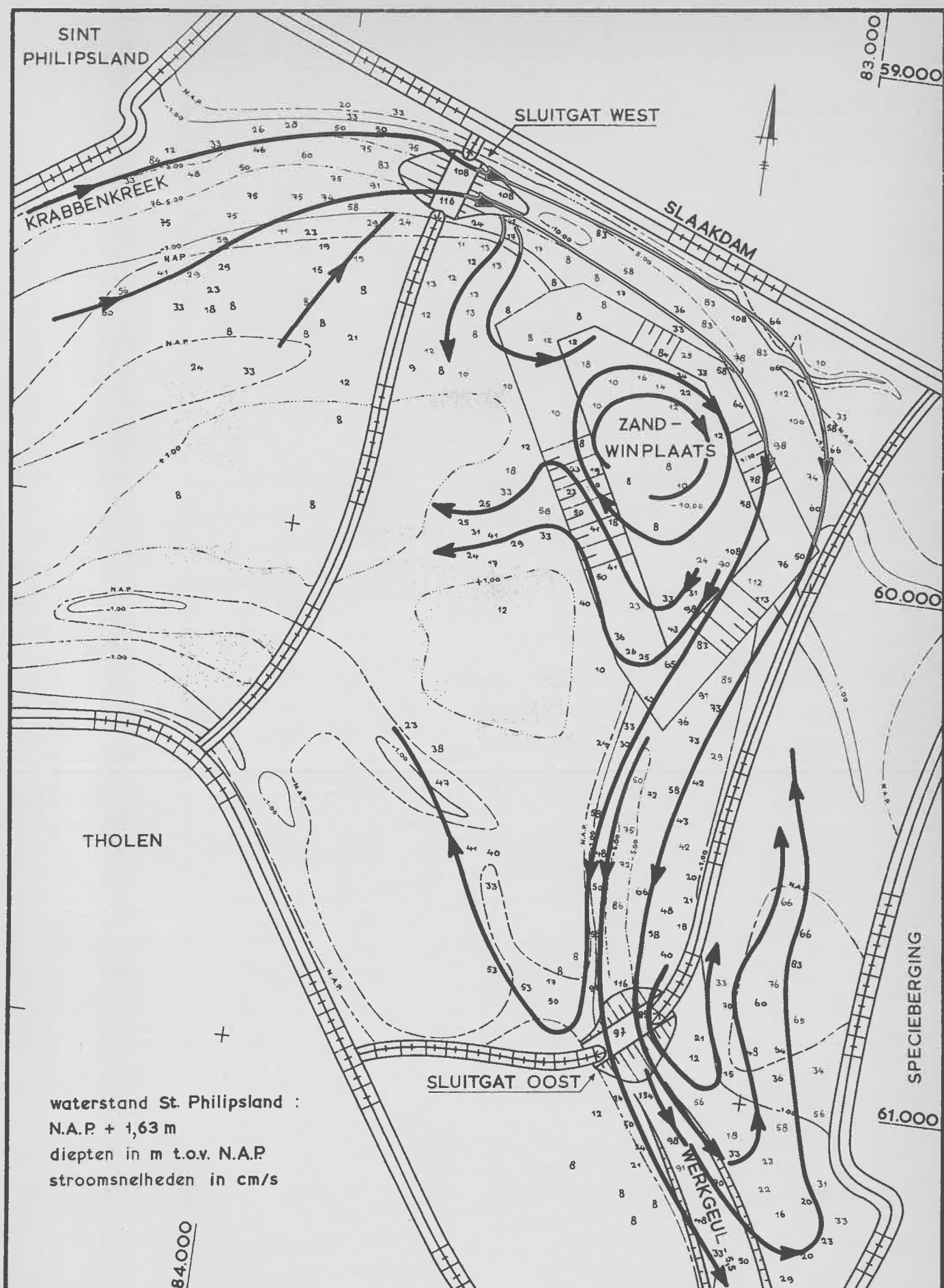
12.30 uur

SCHAAL 1:10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1106-III

FIG. 15



83.000
59.000

60.000

61.000

waterstand St. Philipsland :
N.A.P. + 1,63 m
diepten in m t.o.v. N.A.P.
stroomsnelheden in cm/s

OPPERVLAKTESTROOMBEELD

T43

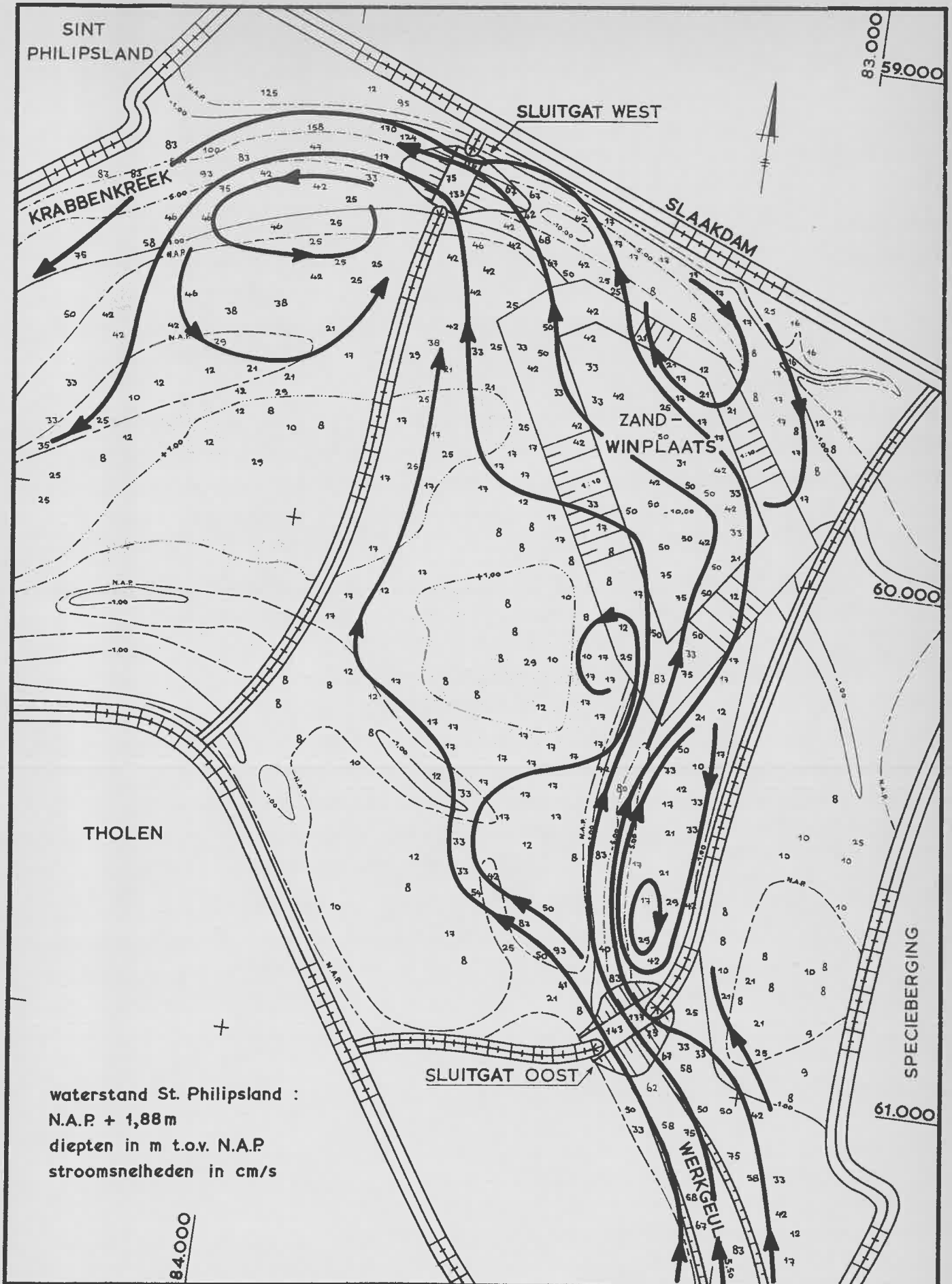
17.00 uur

SCHAAL 1:10.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.1106-III

FIG. 16



waterstand St. Philipsland :
 N.A.P. + 1,88 m
 diepten in m t.o.v. N.A.P.
 stroomsnelheden in cm/s

OPPERVLAKTESTROOMBEELD

T43

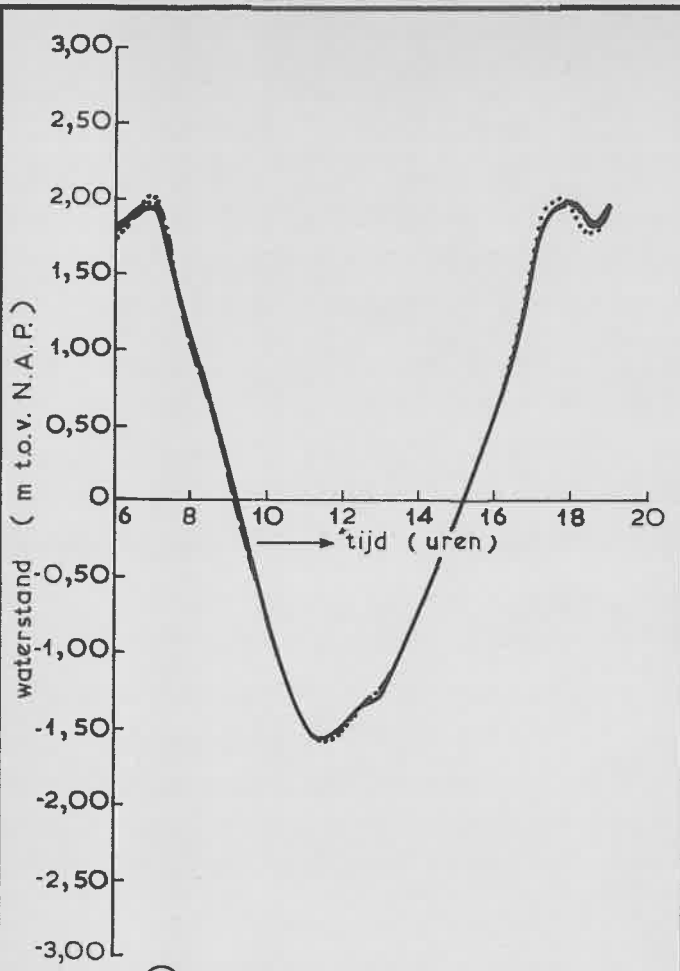
18.30 uur

SCHAAL 1:10.000

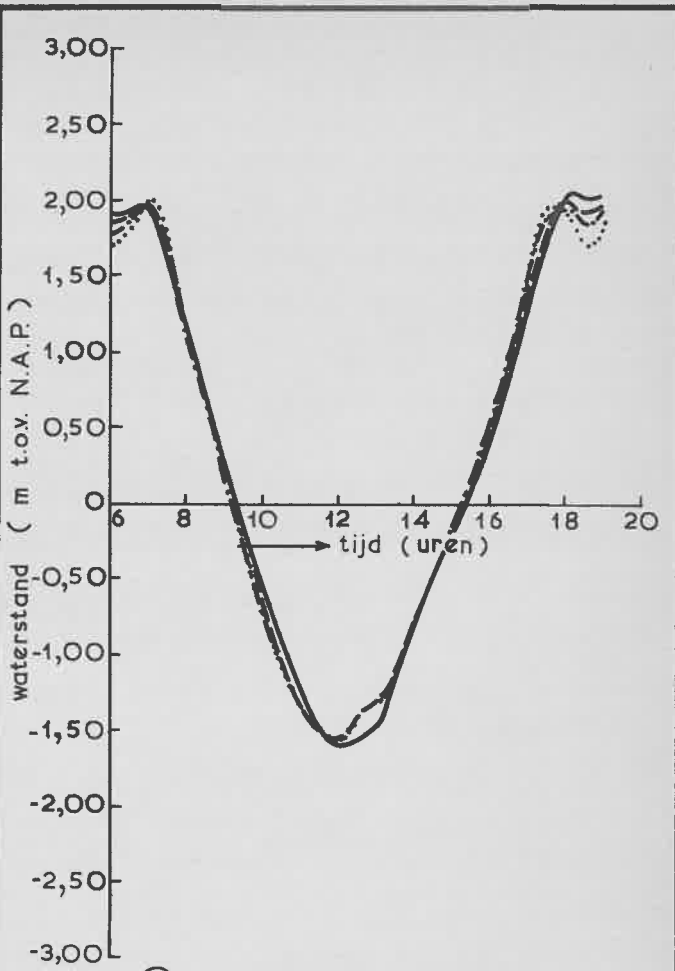
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1106-III

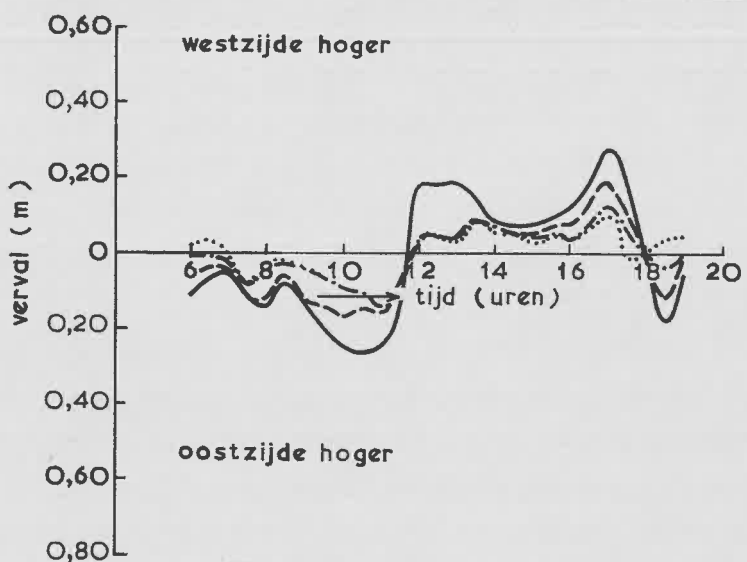
FIG. 17



(a) WATERSTANDEN MEETPUNT 5



(b) WATERSTANDEN MEETPUNT 6

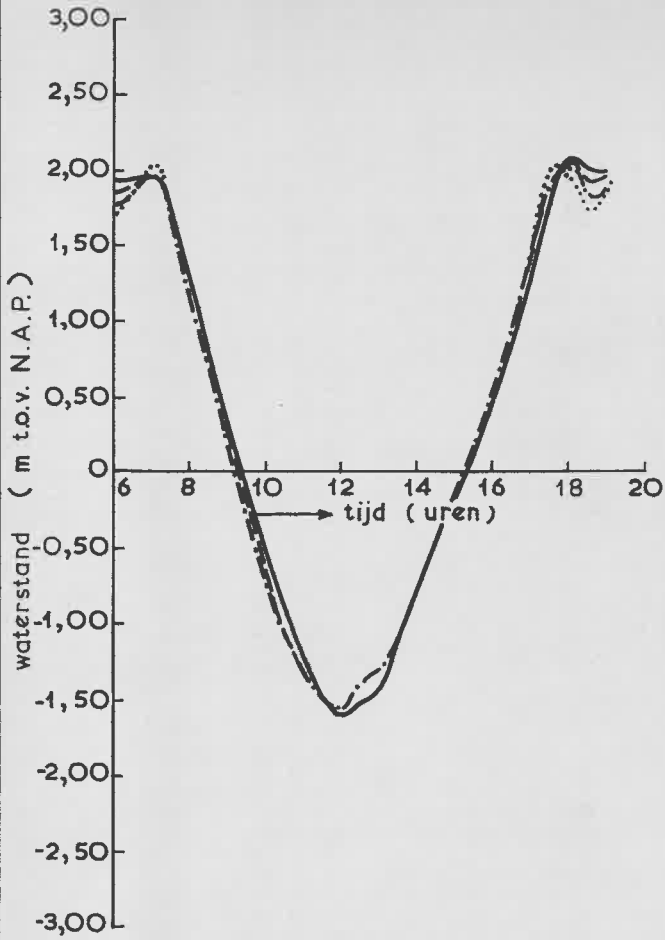


(c) VERVALLEN (pt 5 - pt 6)

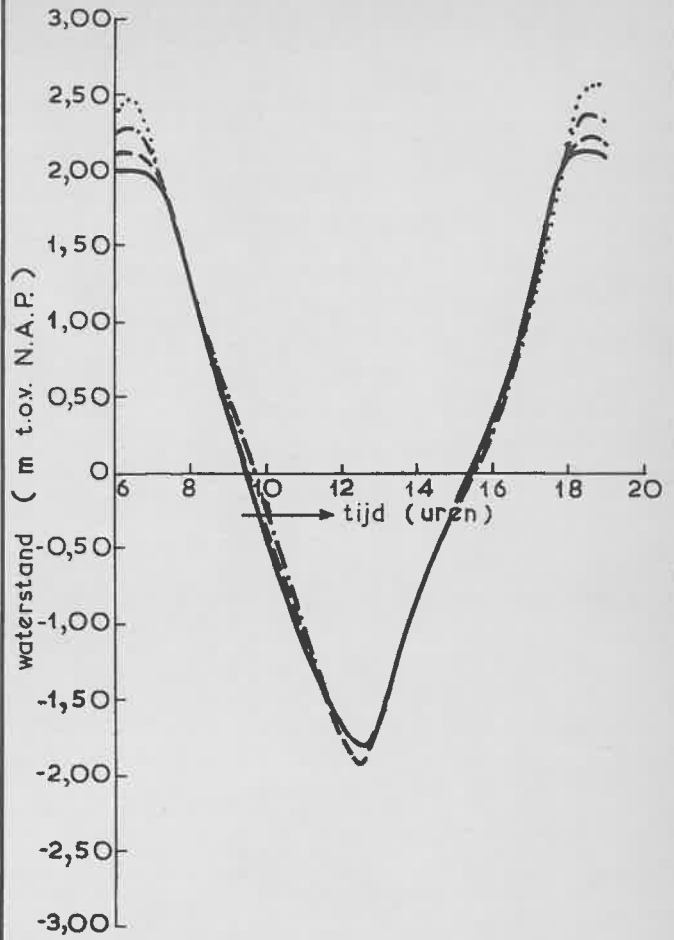
——— T43 - - - - - T45
 - - - - - T44 ······· T46

WATERSTANDEN EN VERVALLEN
WESTELIJK SLUITGAT

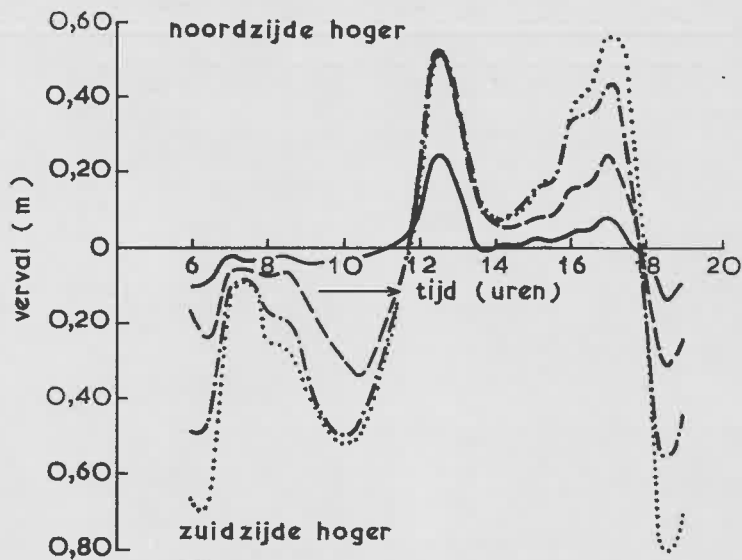
T43...T46



Ⓐ WATERSTANDEN MEETPUNT 7



Ⓑ WATERSTANDEN MEETPUNT 8

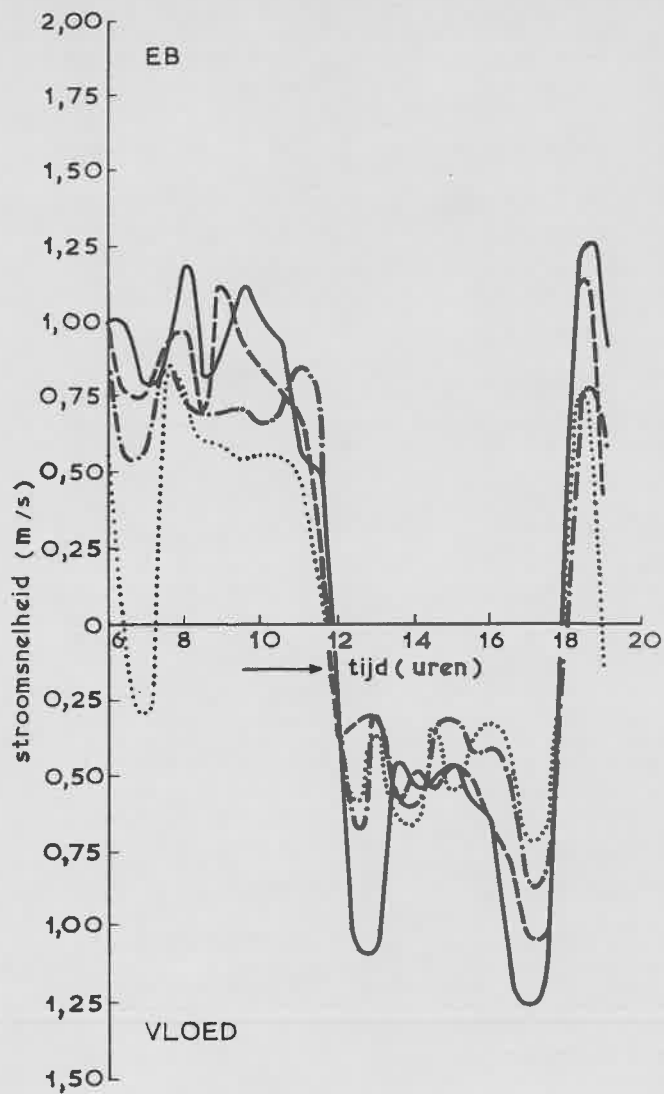


Ⓒ VERVALLEN (pt 7 - pt 8)

——— T43 - - - - - T45
 - - - - - T44 ······· T46

WATERSTANDEN EN VERVALLEN
OOSTELIJK SLUITGAT

T43...T46



OPPERVLAKTESTROOMSNELHEDEN

Verklaring :

- T 43
- T 44
- · - · - · - T 45
- T 46

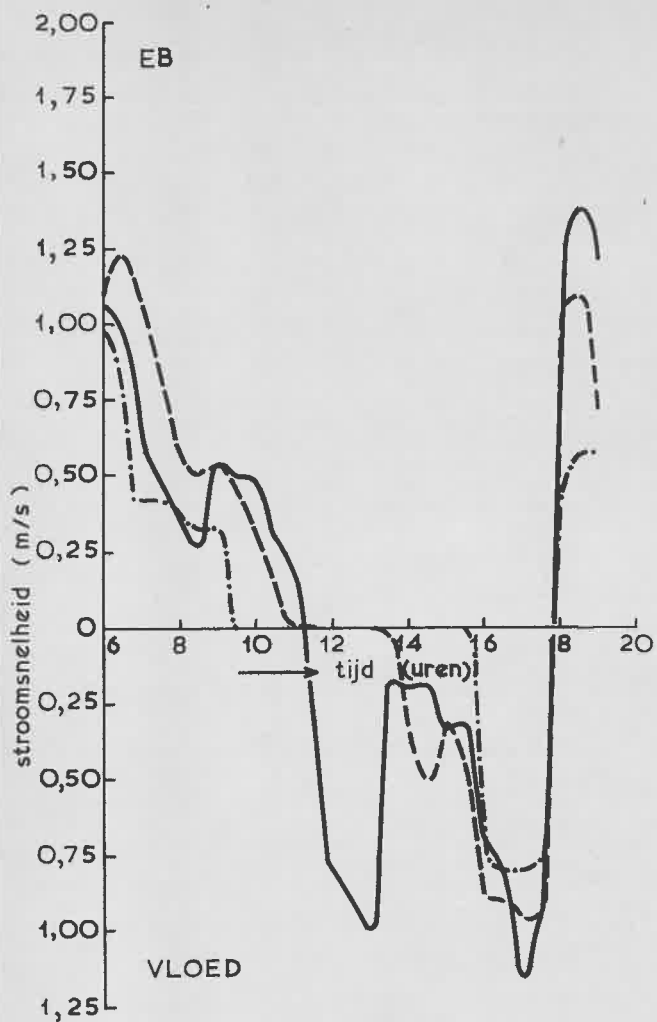
STROOMSNELHEDEN DREMPEL
WESTELIJK SLUITGAT

T43...T46

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1106-III

FIG. 20

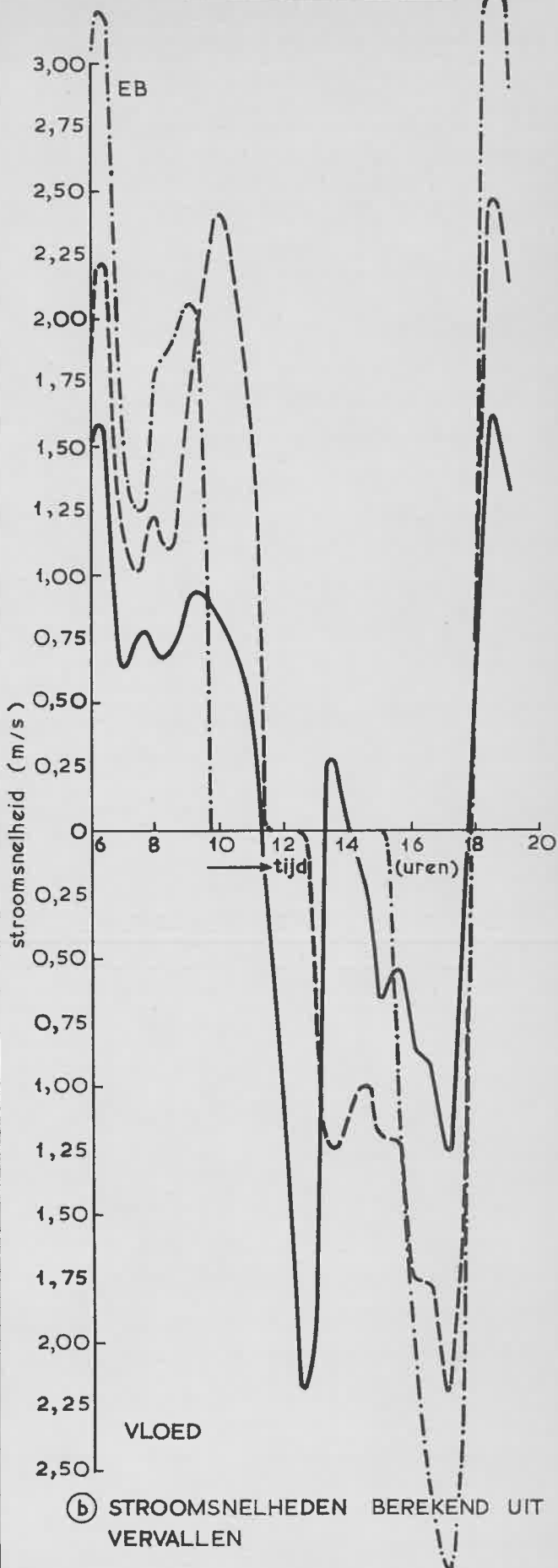


Ⓐ OPPERVLAKTESTROOMSNELHEDEN

TUDEN DROOGVALLEN DREMPEL (uren)

	T 44	T 45
volkomen overlaat	10.15	8.45
drempel ligt droog	11.20	9.45
volkomen overlaat	12.50	15.10
volkomen overlaat	13.40	16.30

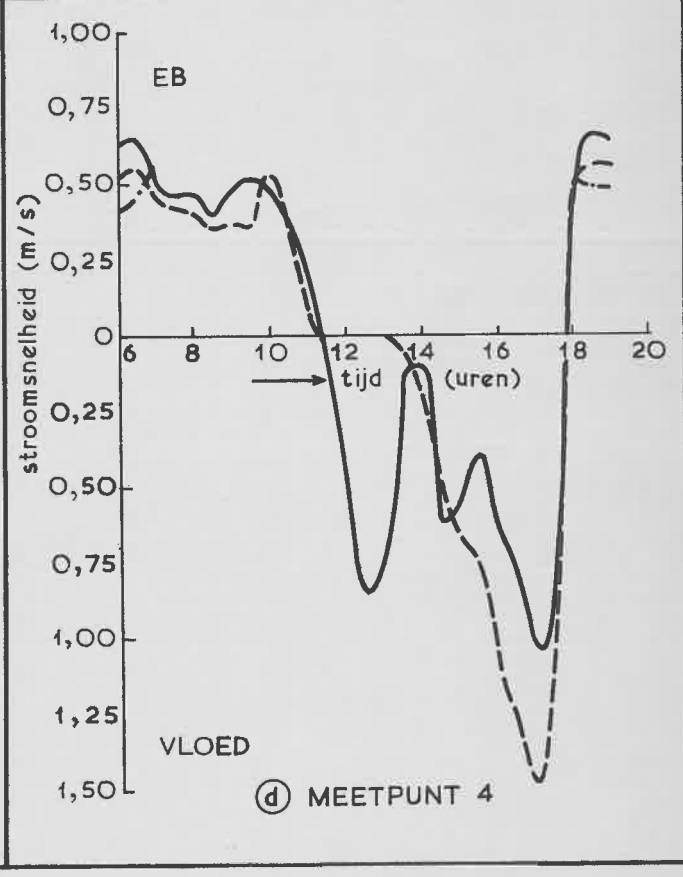
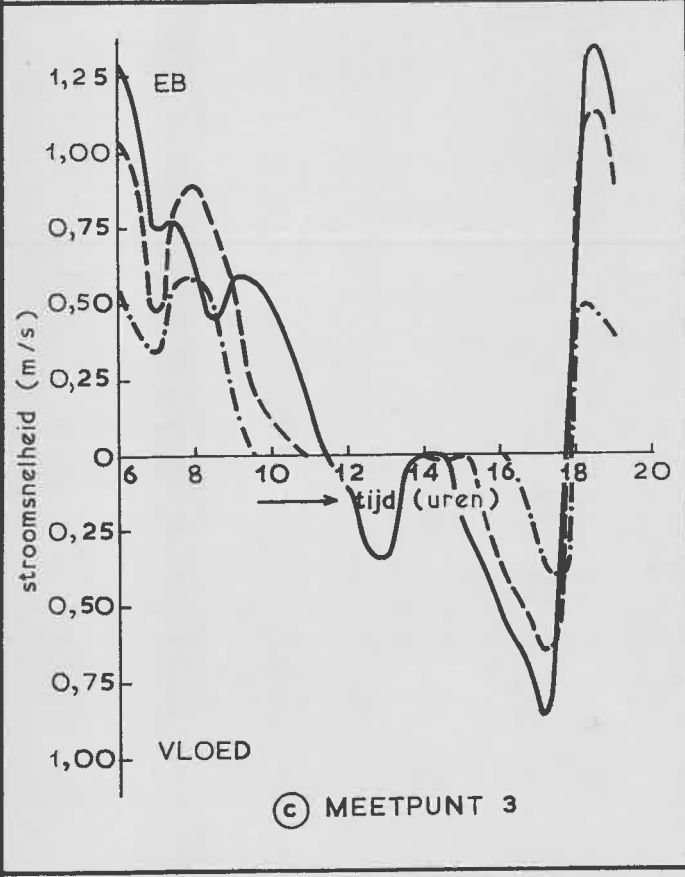
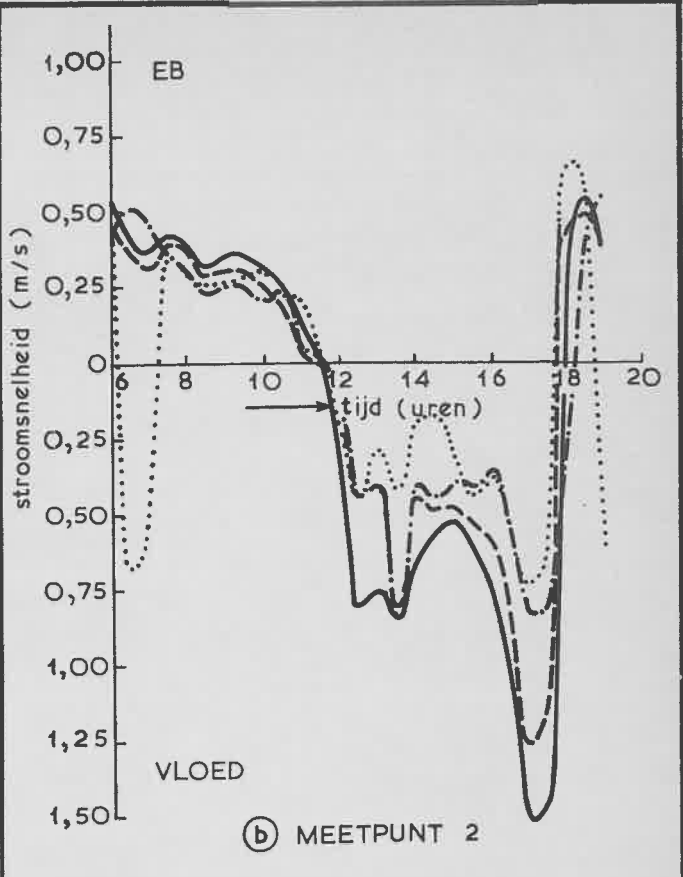
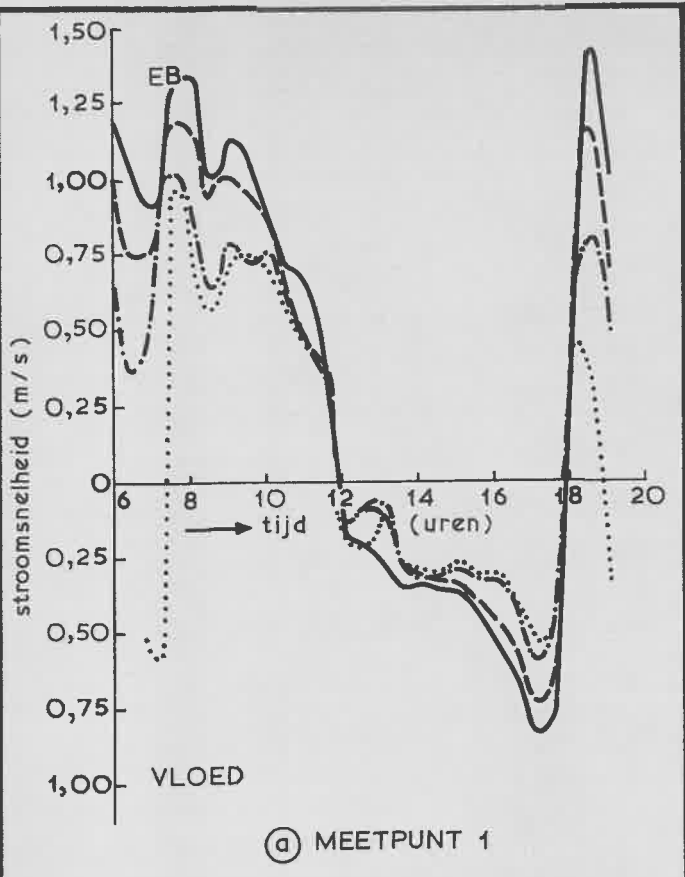
Verklaring:
 ————— T 43
 - - - - - T 44
 - · - · - T 45



Ⓑ STROOMSNELHEDEN BEREKEND UIT VERVALLEN

STROOMSNELHEDEN DREMPEL
OOSTELIJK SLUITGAT

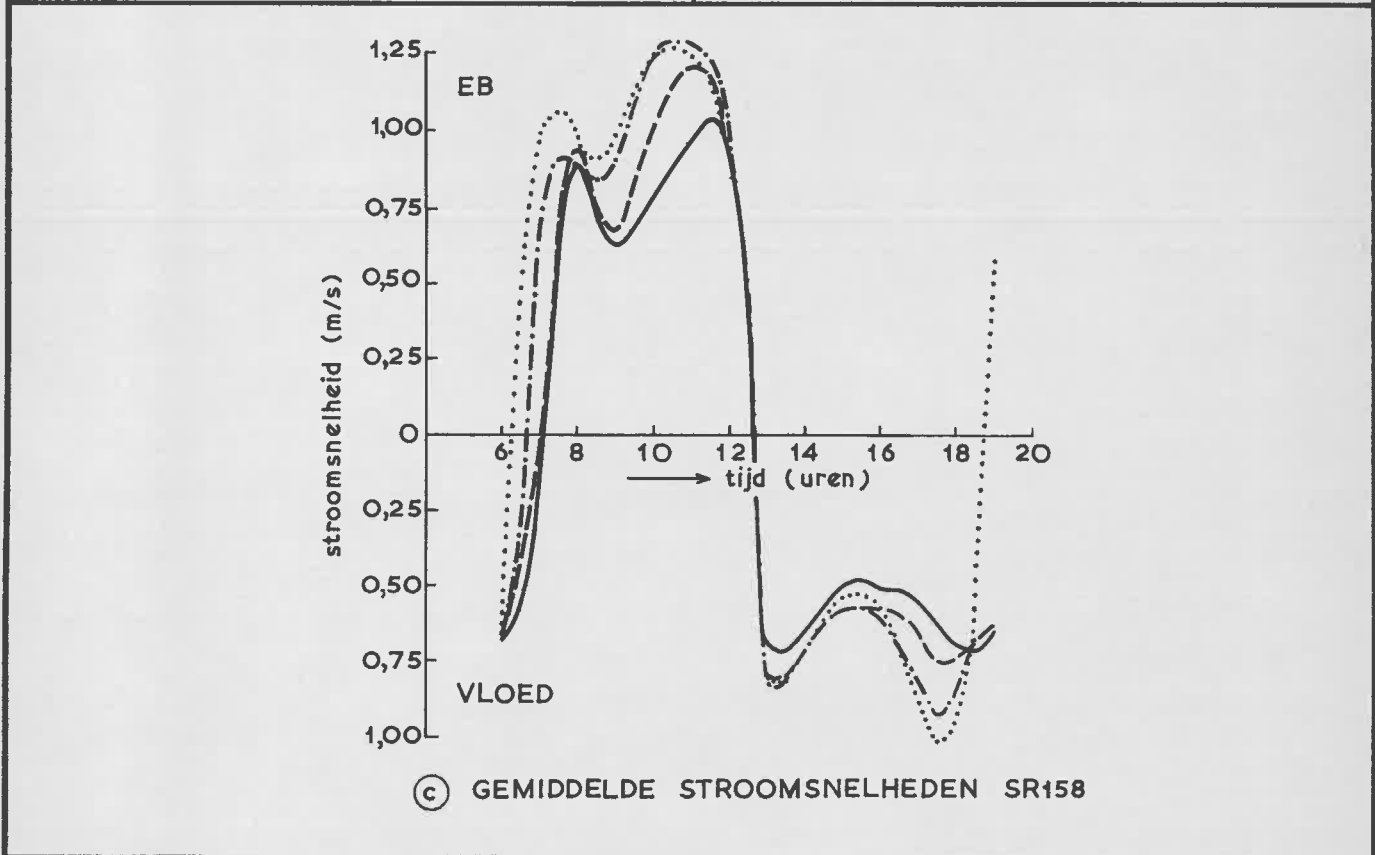
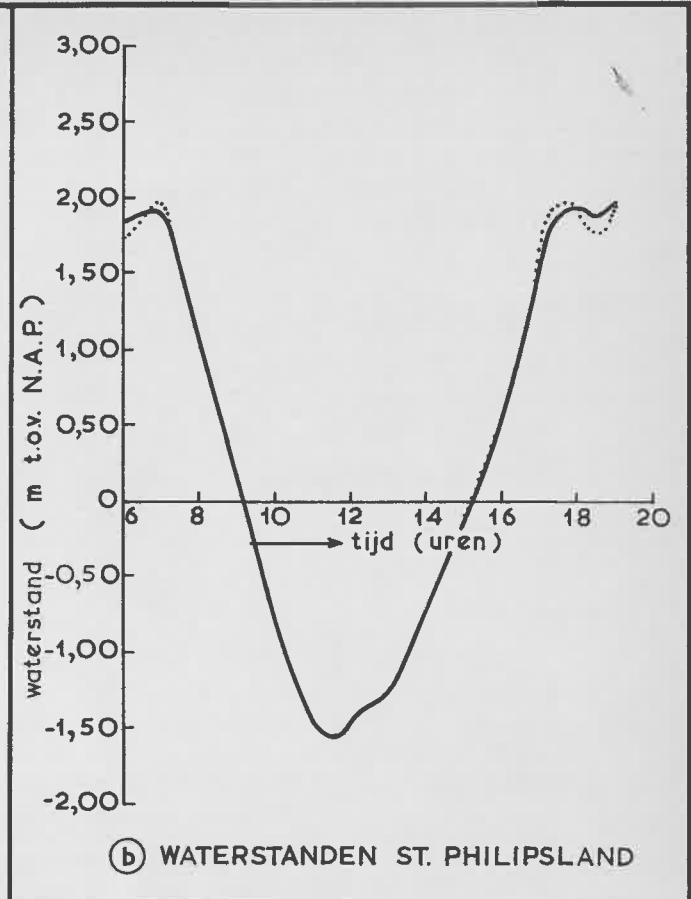
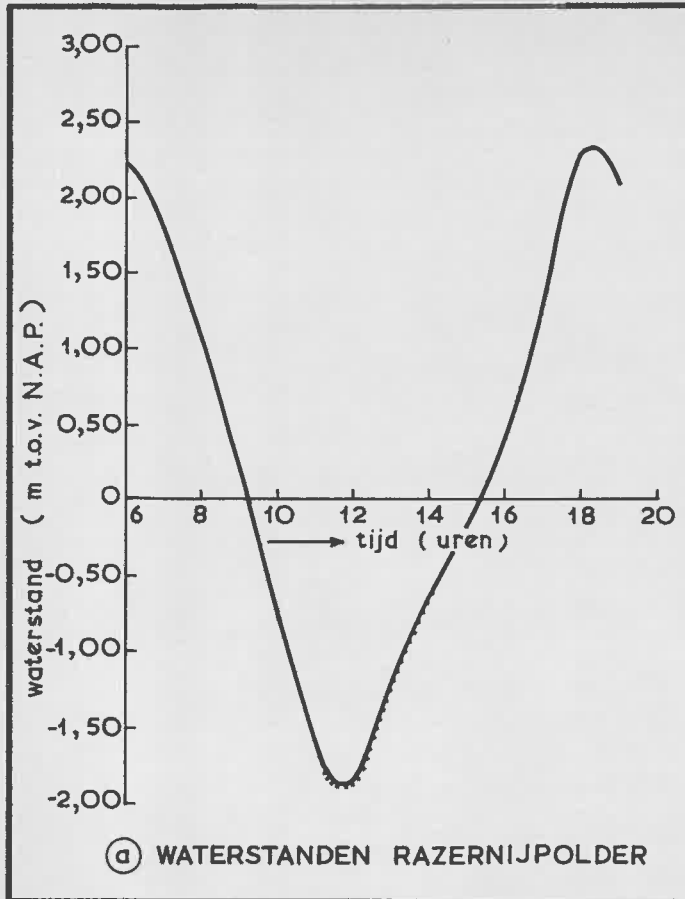
T43...T46



————— T43 - - - - - T45
 - - - - - T44 ······· T46

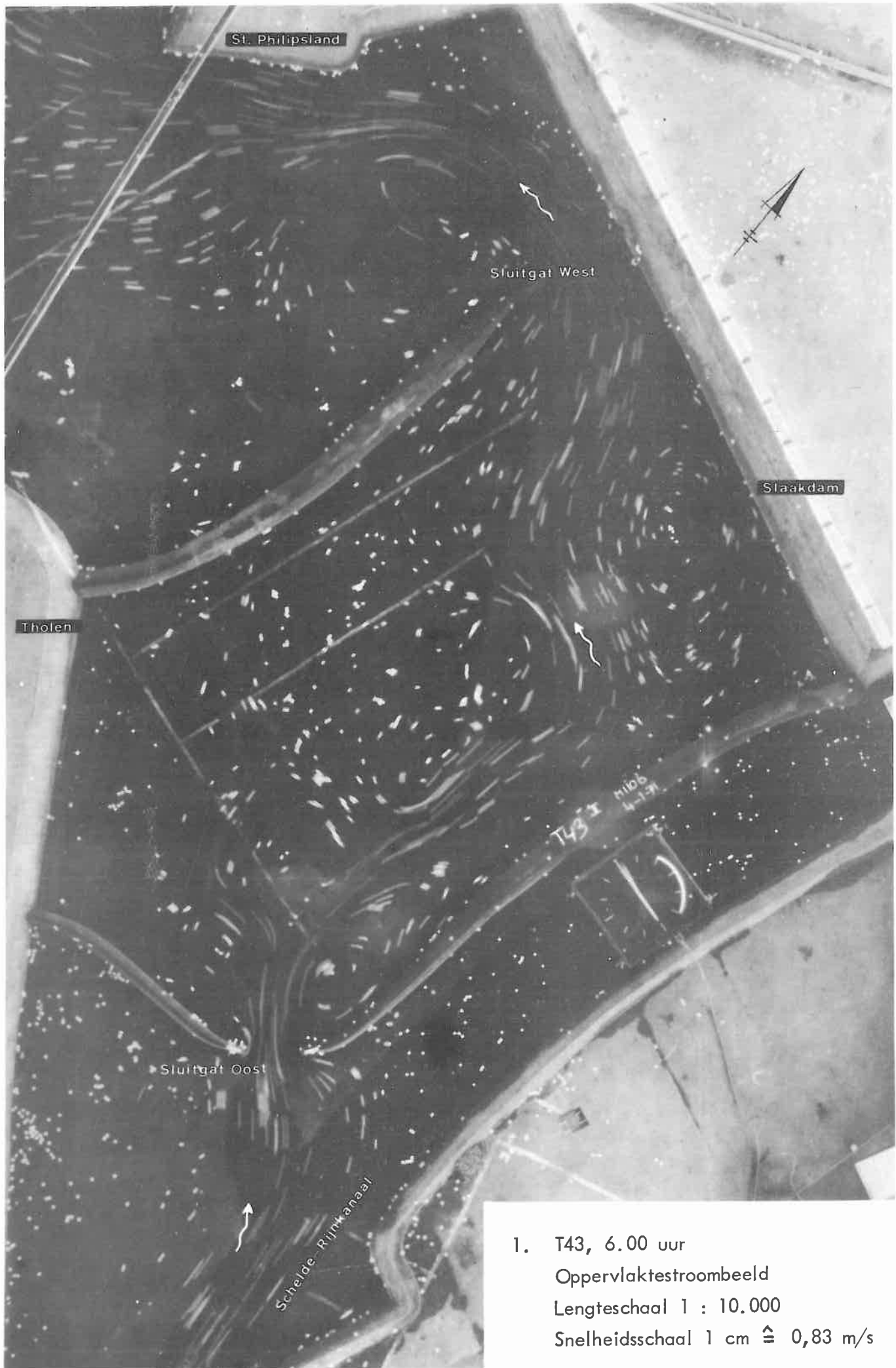
STROOMSNELHEDEN MEETPUNTEN 1,2,3 EN 4

T43...T46

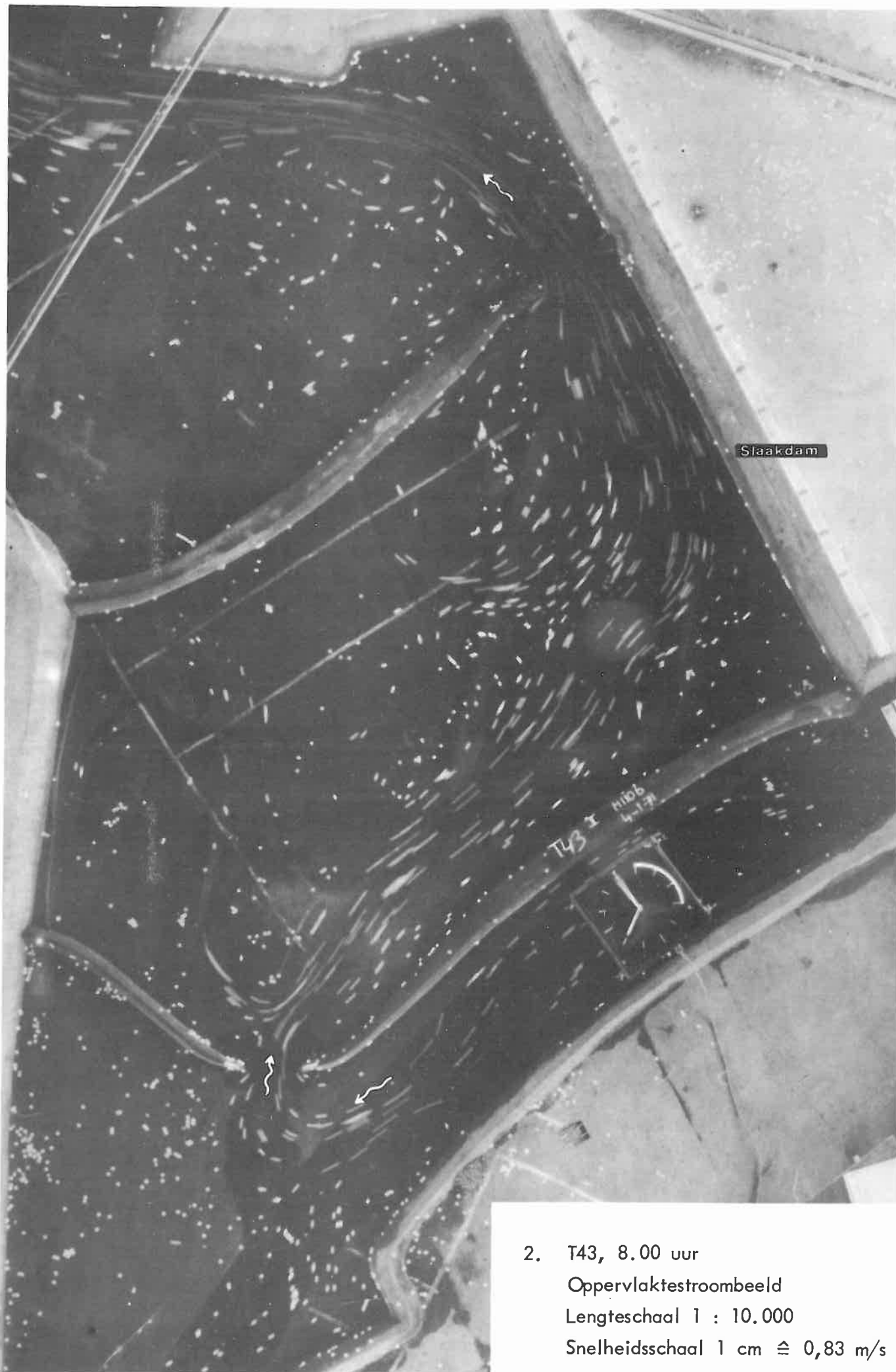


——— T43 - · - · - · T45
 - - - - T44 ······ T46

WATERSTANDEN EN STROOMSNELHEDEN	T43...T46	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.1106-III	FIG. 23



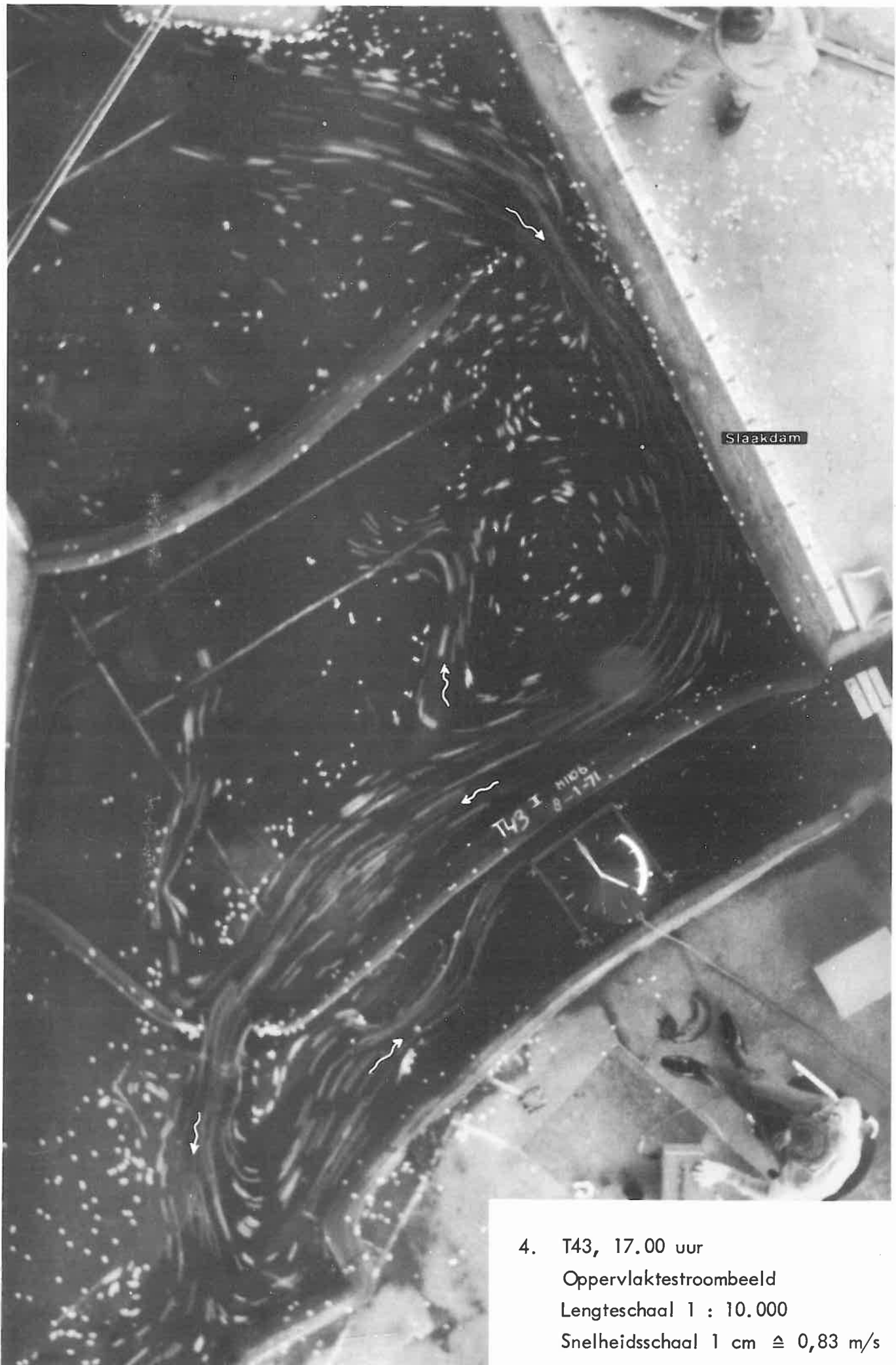
1. T43, 6.00 uur
Oppervlaktestroombeeld
Lengteschaal 1 : 10.000
Snelheidsschaal 1 cm $\hat{=}$ 0,83 m/s



2. T43, 8.00 uur
Oppervlaktestroombeeld
Lengteschaal 1 : 10.000
Snelheidsschaal 1 cm \cong 0,83 m/s



3. T43, 12.30 uur
Oppervlaktestroombeeld
Lengteschaal 1 : 10.000
Snelheidsschaal 1 cm \cong 0,83 m/s



4. T43, 17.00 uur
Oppervlaktestroombeeld
Lengteschaal 1 : 10.000
Snelheidsschaal 1 cm \triangleq 0,83 m/s



5. T43, 18.30 uur
Oppervlaktestroombeeld
Lengteschaal 1 : 10.000
Snelheidsschaal 1 cm \cong 0,83 m/s

