

MERKSTOF-EXPERIMENTEN IN DE
WESTERSCHELDE IN 1975
(MOMENTLOZINGEN)

I. Beschrijving van de proeven
en primaire uitwerking.

J.S. Sydow

Nota FA 7803

rijkswaterstaat

dienst getijdewateren

nr. C-4036

bibliotheek

505

directie waterhuishouding
en waterbeweging

19 SEP. 1983

rijkswaterstaat-deltadienst
bibliotheek en documentatie
v. alkemadeln. 400
2597 AT 's-gravenhage

rijkswaterstaat 5/5
dienst gelijktewaters
bibliotheek E-4036

FA 7803

MERKSTOF-EXPERIMENTEN IN DE
WESTERSCHELDE IN 1975
(MOMENTLOZINGEN)

I. Beschrijving van de proeven
en primaire uitwerking.

J.S. Sydow

Nota FA 7803

Rijkswaterstaat
Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
Fysische Afdeling
Hoofthoofdskade 1, 2526 KA 's-Gravenhage

Inhoud

	blz.
Inhoudsopgave	3
Lijst van figuren	4
1. Inleiding en samenvatting	5
2. Voorbereiding van het experiment	6
2.1. Technische voorbereiding	6
2.1.1. Meetschip en -inrichting	6
2.1.2. Meetkabine en instrumentatie	7
2.1.3. Overige apparatuur	8
2.1.4. Toegepaste merkstof	8
2.1.5. Lozingseisen	9
2.1.6. Opslag, vervoer en lozing van de merkstof	9
2.2. Algemene voorbereiding	10
2.2.1. Luchtfotografie	10
2.2.2. Plaats van lozing ; fase van het getij ; symmetrie van de beweging	11 11
2.2.3. Stroomsnelheidskromme ; drijvermetingen	11
2.2.4. Samenwerking met Studiedienst Vlissingen	11
2.2.5. Oevermonsters ; achtergrondmetingen ; vaarmethoden	12
3. Uitvoering van het experiment	12
3.1. Experiment in de periode 14-21 april 1975	13
3.2. Experiment in de periode 14-17 mei 1975	14
4. Verzamelde gegevens	14
4.1. Luchtfoto's	14
4.2. Oeverbemonstering	14
4.3. Overige meetgegevens (fluorimetrie en plaatsbepaling)	15
5. Uitwerking van de gegevens	15
5.1. Uitwerking luchtfoto's	15
5.2. Uitwerking meetgegevens	16
5.2.1. Oeverbemonstering	16
5.2.2. Vertikaalbemonstering	16
5.2.3. Scheepsbemonstering	16
5.2.4. Overige bewerkingen	16
6. Verwijzingen	18,19,20

Lijst van figuren

- Fig. 1 Vervoer van de kleurstof m.b.v. een zolderbak
- Fig. 2 Moment van lozen van de kleurstof
- Fig. 3 Aankomst van de schepen bij de lozingsplaats
- Fig. 4 Het lozen van de kleurstof heeft zojuist plaatsgevonden
- Fig. 5 Resultaten vertikaalbemonstering
- Fig. 6 Positie kleurstofvlek 1^e experiment 2,38 uur na lozing
- Fig. 7a en 7b Gekarteerde luchtfoto's van de kleurstofvlek van het 2^e experiment
- Fig. 8 Gekarteerde luchtfoto's van de kleurstofvlek van het 2^e experiment
- Fig. 9 Plaatsen van oeverbemonstering tijdens 1^e experiment
- Fig. 10 Resultaten van de oeverbemonstering van het 1^e experiment
- Fig. 11 Plaatsen van oeverbemonstering tijdens 2^e experiment
- Fig. 12 t/m 15 Resultaten oeverbemonstering 2^e experiment
- Fig. 16 Gevaren routes tijdens diffusie-experiment in de Westerschelde (eerste experiment)
- Fig. 17 t/m 21 Kleurstofverdelingen gekorrigeerd voor getijstroom
- Fig. 22 Stroomsnelheidskromme $V(t)$ voor Borssele bij normaal tij (gem.getij) + kromme afgelegde weg $S(t)$ (integraalkromme)
- Fig. 23 Verband tussen het zichtbare oppervlak van de kleurstofwolk en de tijd
- Fig. 24 Concentratie als functie van bijbehorend omsloten volume
- Fig. 25 Verband tussen de teruggevonden hoeveelheid merkstof en de tijd in uren na lozing.

1. Inleiding en samenvatting

In deze nota wordt een tweetal merkstofexperimenten in de Westerschelde beschreven, uitgevoerd gedurende een meetcampagne in het voorjaar van 1975 met de fluorescerende kleurstof rhodamine-B. Er wordt ook een korte beschrijving van de primaire uitwerking van de gegevens gepresenteerd alsmede een, hoofdzakelijk grafische, weergave van de resultaten van deze eerste bewerkingen. Het gaat hier om zogenaamde momentlozingen ("instantaneous releases").

In verband met een bepaalde praktische toepassing (lit. 15, 16) werd met een versnelde procedure uit de resultaten van de primaire verwerking een wiskundige beschrijving afgeleid alsmede getalwaarden voor de daarin optredende parameters (lit. 5, 12). Met behulp daarvan werden ten behoeve van bovenbedoelde praktische vraagstelling enkele berekeningen voor een continue-lozingssituatie uitgevoerd met een bestaand computerprogramma (lit. 13, 14, 16).

Het is de bedoeling dat in het nog te verschijnen tweede deel van deze nota nader op de interpretatie van de meetresultaten wordt ingegaan, waarbij ten opzichte van de uitkomsten van genoemde versnelde procedure een zekere bijstelling kan worden verwacht.

Introduction and summary

This report describes two tracer experiments in the Western Scheldt which were performed in the spring of 1975 employing the fluorescent dye rhodamine-B. It further gives a short description of the primary processing of the observational data with a (mainly graphical) presentation of the results of these first operations. It concerns so called instantaneous releases of dye.

For a specific practical problem (lit. 15, 16), an abridged procedure was applied for obtaining a mathematical description and parameter values from the results of the primary data processing. The outcome was used for some computations with an existing computerprogramme (lit. 13, 14, 16) of a continuous release situation related with the practical questions in view.

It is intended to discuss the interpretation of the data in a second volume of this report. Some adjustment of the results of the abridged procedure just mentioned is to be expected.

2. Voorbereiding van het experiment

2.1. Technische voorbereiding

Bij het zoeken naar een geschikt meetvaartuig werd uitgegaan van de volgende eisen en wensen:

- I het vaartuig diende wendbaar te zijn i.v.m. de aard van het te volgen verschijnsel en het geulenstelsel van de Westerschelde.
- II het vaartuig diende een geringe diepgang te hebben.
- III de akkomodatie van het vaartuig diende goed te zijn; zowel het onderbrengen van het meetpersoneel als het plaatsen van de benodigde instrumentatie en apparatuur aan boord moest weinig problemen geven.
- IV bekendheid van kapitein en bemanning met de Westerschelde.
- V het vaartuig diende gedurende de meetcampagne (ca.1,5 mnd) continu beschikbaar te zijn.

In eerste instantie werd bij het zoeken naar een vaartuig gedacht aan de Studiedienst Vlissingen van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Punt V vormde echter voor de studiedienst een onoverkomenlijk bezwaar zodat ten slotte gekozen werd voor het m.s. "TEMI II", een sleepboot van een partikuliere onderneming, met afmetingen van 22,20m × 5,52m en een diepgang van 2,40m. Het vaartuig had geen slaapplegelegenheid zodat hiervoor een andere oplossing werd gezocht.

2.1.1. Meetschip en -inrichting

Om een meetkabine, een aluminium container met afmetingen van $3 \times 3 \times 2,5 \text{ m}^3$ waarin het meetinstrumentarium stond opgesteld, aan boord te kunnen plaatsen diende het achterdek van de TEMI II aangepast te worden. Hiervoor werd het vaartuig naar Scheveningen overgevoerd waar het door de plaatselijke scheepswerf van een aangepast werkdek werd voorzien.

Het aan te leggen dek bestond uit plaatstalen stukken waarvan de loopzijde ruw was uitgevoerd. Het geheel was eenvoudig te demonteren en bleef naderhand bruikbaar.

Voor het aanbrengen van de diverse sensoren en het aanzuigen van het Westerscheldewater op de gewenste meetdiepte werd aan stuurboordzijde van het schip een starre konstruktie aangebracht en aan bakboordzijde een meetpijp voorzien van één aanzuigopening (2m onder het wateroppervlak). De achterzijde van het schip werd voorzien van een verzwaarde konstruktie t.b.v. vertikaalmetingen m.b.v. een onderwaterpomp.

Aan de starre konstruktie aan stuurboordzijde die overigens hydraulisch in horizontale positie kon worden gebracht en daarna, eveneens hydraulisch, binnenboord kon worden gedraaid, was een fluorescentiemeter bevestigd van het fabrikaat IMPULS PHYSIK, type VARIOSENS, een in-situ-meetinstrument. Tenslotte werd in de resterende ruimte tussen de meethut en de machinekamer een platform aangebracht waarop het dieselelektrisch aggregaat t.b.v. de elektrische energievoorziening kon worden geplaatst.

2.1.2. Meetkabine en instrumentatie

Bedoelde meetkabine is de kleinste van twee meetkabinen die de Fysische Afdeling in gebruik heeft. De kabinen vormen een onderdeel van een mobiel meetsysteem gebaseerd op het containerprincipe zoals bij genoemde afdeling wordt toegepast bij het experimentele onderzoek van transportverschijnselen in oppervlaktewateren (lit. 3,6,17). Het systeem biedt het voordeel, de te gebruiken instrumentatie reeds zo veel mogelijk aan de wal te kunnen voorbereiden, in te bouwen, af te regelen en te beproeven. Voor dit experiment werden in de meetkabine o.a. de volgende instrumenten en apparaten aangebracht:

- 2 fluorimeters, fabrikaat Turner G.K. Ass., type 111, voorzien van een schakelautomaat voor de meetbereikverandering.
- 4 temperatuurmeters van het fabrikaat Electrofact, waarvan één sensor werd aangebracht op de meetpijp, een tweede op de onderwaterinstallatie t.b.v. de vertikaalmetingen en de andere twee werden gekoppeld aan de fluorimeters voor het vastleggen van de temperatuur van het water dat door de kuvet stroomt (i.v.m. de afhankelijkheid van de fluorescentie van de temperatuur).
- 2 plaatsbepalingsontvangers van het fabrikaat Decca, type Delta en MK 21. Met de Delta-Decca-ontvanger werd het OOB Decca Chain Systeem ontvangen dat voor dit experiment voldoende nauwkeurig was en een gebied bestrijkt van de mond van de Westerschelde tot aan Hansweert. De MK 21 ontvanger was geschikt voor ontvangst van het 5B Decca Chain Systeem waarop na Hansweert verder de Schelde op kan worden overgeschakeld.
- 64-kanaals datalogger, ontwikkeld door het Instrumentatiecentrum van de Dienst Informatieverwerking onder de codenaam DAFA. Gegevensopslag geschiedt op ponsband in ASCII-kode. Verwerking van de ponsbanden geschiedt door de P 1400-computer van de Dienst Informatieverwerking

- m.b.v. een softwarepakket, kodenaam FLUOZE.
- afleeseenheid t.b.v. een in-situ-fluorimeter type VARIOSENS. Het gebruik van de VARIOSENS bij dit experiment was in eerste instantie bedoeld als test van het meetinstrument onder varende omstandigheden.
 - Voorts nog de nodige recorders voor de analoge registratie van de diverse meetsignalen.

2.1.3. Overige apparatuur

Het benodigd elektrisch vermogen t.b.v. de instrumentatie en overige apparatuur werd verkregen d.m.v. een dieselektrisch aggregaat van het merk SAMOFA; 12,5 KVA; 380/220 V; $\cos \phi = 0,8$.

Zoals reeds elders opgemerkt werd het aggregaat geplaatst op een fundatie tussen de meetkabine en de machinekamer.

Tegen een van de wanden van de meetkabine werd een pompenkast geplaatst voorzien van 3 centrifugaalpompen van het zelfaanzuigende type. Eén daarvan werd aangesloten op de aanzuigopening van de meetpijp d.m.v. een plastic slang. Via een aftakking werd het water naar de fluorimeter in de meetkabine geleid. Op het achterdek werd een geleidesysteem aangebracht waarlangs een onderwaterpomp, bevestigd aan een trekkabel en voorzien van een kunststofslang, m.b.v. een lier kon worden gevierd.

Een drukmeter op de pomp gaf de diepte aan waarop het geheel zich bevond. De pomp kon tot 40 m onder water worden gevoerd. De slang werd op één van de twee fluorimeters aangesloten, waardoor het mogelijk werd de uitslag van de fluorimeter als functie van de diepte vast te leggen.

2.1.4. Toegepaste merkstof

Als merkstof werd Rhodamine-B toegepast, in de handel verkrijgbaar als 40%-oplossing met een s.g. van 1,12. De firma BASF NEDERLAND BV te Arnhem levert de oplossing o.a. in kannen van 30 kg onder de naam Rhodamine Flüssig (lit. 1).

Bij het meten wordt gebruik gemaakt van de fluorescerende eigenschap van de kleurstof. Een nadeel van Rhodamine-B is de neiging tot adsorberen aan oppervlakken, b.v. van slibdeeltjes, waardoor in slibrijk water grote verliezen kunnen optreden (lit. 7,8).

Rekening houdend met dergelijke adsorptieverliezen werd voor het eerste experiment een hoeveelheid Rhodamine-B gebruikt van 1000 kg (d.i. ca.2500 kg Rhodamine Flüssig). Voor het tweede experiment werd 300 kg (d.i. ca.750 kg

Rhodamine Flüssig) gebruikt. Een veel minder adsorberende kleurstof en daardoor gunstiger voor toepassing als merkstof is Rhodamine-WT (Water Tracer), in de handel als 20%-oplossing verkrijgbaar. Deze soort is in Nederland echter een faktor 5 duurder dan eerstgenoemde.

Dat voor dit experiment Rhodamine-B werd gekozen, was mede gebaseerd op het resultaat van een in 1971 gehouden kleurstofmeting in het IJsselmeer waarbij de ervaringen met deze kleurstof zonder meer gunstig waren.

Een voorraadvorming van Rhodamine-WT (vanwege het kostenaspect) werd derhalve niet tijdig gestart.

2.1.5. Lozingseisen

Alvorens de kleurstof geloosd kan worden, dient aan een aantal voorwaarden te zijn voldaan waarvan de homogene menging van de oplossing (kleurstof, azijnzuur en water) en de dichtheid de belangrijkste zijn. Een verschil in dichtheid tussen de kleurstofoplossing en het water waarin de kleurstof wordt geloosd leidt te veel tot opdrijven of zinken van het geloosde mengsel waardoor het natuurlijke mengingsproces op ongewenste wijze beïnvloed wordt. Een derde eis die bij zogenaamde puntlozingen belangrijk is, is de tijdsduur van lozing. Deze dient zo kort mogelijk te zijn.

Bovenstaande eisen resulteerden in het gebruik van twee tanks van 12.000 l, elk voorzien van een afsluiter met 40 cm doorlaatdiameter en een ingebouwde menginstallatie (lucht wordt onder druk aan de onderkant van de tank ingebracht en borrelt omhoog waardoor de kleurstofoplossing en het water gemengd worden). Het inbrengen van lucht wordt voortgezet totdat metingen van monsters, genomen uit de onderkant, het midden en de bovenkant van de tank een zelfde uitslag van de fluorescentiemeter geven.

Om te voorkomen dat de kleurstof weer zal bezinken, vond de menging enige uren voor de lozing plaats m.b.v. een kompressor.

2.1.6. Opslag, vervoer en lozing van de merkstof

De twee tanks van 12.000 l. werden reeds in Scheveningen aan boord van een zolderbak geplaatst en leeg naar Vlissingen overgevaren. Een bergingspomp zorgde voor het naspoelen van de tanks ter verwijdering van het residu. Figuur 1 laat de zolderbak zien voortgetrokken door de "TEMI I", terwijl figuur 2 het moment van lozen weergeeft.

De slang waarmee de kleurstofoplossing in zee geloosd werd, stak circa een halve meter onder het wateroppervlak ter voorkoming van opspatten van de kleurstof. De lozing houdt hiermee echter het karakter van een oppervlakte-

lozing, de gebruikelijke keuze. De totale lozingsduur bedroeg 3 minuten. Beide tanks werden tegelijkertijd geledigd.

De luchtfoto's (figuren 3 en 4) zijn genomen vlak voor de lozing en tijdens de laatste fase van het lozen.

2.2. Algemene voorbereiding

2.2.1. Luchtfotografie

Gedurende de periode dat de kleurstof zichtbaar blijft, is het nemen van luchtfoto's bijzonder nuttig.

Op verzoek van de Fysische Afdeling heeft de Meetkundige Dienst KLM-Aerocarto opdracht gegeven tot het nemen van de luchtfoto's. Vier camera's van het fabrikaat Hasselblatt f/2.0,50mm) gemonteerd in een speciaal frame waren in het vliegtuig geplaatst. Het filmformaat was $6 \times 6 \text{ cm}^2$ in cassetteuitvoering met mogelijkheid tot 70 opnamen per cassette.

De volgende films en filters werden in de camera's geplaatst:

- KODAK (reversal) EKTACHROME MS Aerographic 2448 met (HF 3 + UV)-filter.
- KODAK TRI-X Aerographic met (4 + 30 + UV)-filter.
- KODAK TRI-X Aerographic met (44 + UV)-filter.
- KODAK TRI-X Aerographic met (Polarisatie + UV)-filter.

De eigenschappen en bereikte resultaten met bovengenoemde filters zijn beschreven in lit. 2.

Voor het kaarteren van de kleurstofvlekken door de Meetkundige Dienst werd gebruik gemaakt van de kleurendia's (EKTACHROME) en KODAK TRI-X Aerographic met (44 + UV)-filter, ofschoon ook de KODAK TRI-X Aerographic met (44 + UV)-filter kon worden gebruikt, daar ook hiervan de opnamekwaliteit goed was. Bij het kaarteren van de kleurstofvlekken beperkt men zich dikwijls, ook in dit geval, tot vastlegging van de zichtbaarheidscontour, die bij beide genoemde combinaties van film en filters goed waarneembaar is.

Het gebruik van 4 camera's had enerzijds tot doel om te beschikken over reservecamera's bij eventuele uitval en anderzijds bood het mogelijkheden tot experimenteren met het filmmateriaal en de filtercombinaties, en een grotere kans op een goede beeldkwaliteit.

Methoden van uitwerking van dit soort luchtfoto's worden beschreven in lit. 3, 4.

Het vliegtuig dat de luchtfoto's nam had het vliegveld Zestienhoven als basis.

2.2.2. Plaats van lozing; fase van het getij; symmetrie van de beweging
Als lozingspunt werd een plaats ter hoogte van Borssele op 1,5 km. uit de noordelijke oever gekozen. De juiste positie is weergegeven in figuur 7. Als lozingstijdstip werd gekozen voor een fase in het getij waarbij de kleurstof zich in de eerste getijperiode volgend op de lozing, bij benadering symmetrisch zou bewegen t.o.v. de lozingspositie. In de volgende getijperioden zal van symmetrie geleidelijk steeds minder sprake zijn.

Gekozen werd voor lozing omstreeks het moment van maximale ebstroom. Lozing omstreeks maximale vloedstroom had de kleurstofwolk waarschijnlijk in de Everingen en de Pas van Terneuzen gedreven waardoor twee kleurstofvlekken zouden zijn ontstaan.

Bovendien is bij vloed het scheepvaartverkeer naar Antwerpen drukker waardoor verstoring van het natuurlijke mengproces in een vroegtijdig stadium kan optreden.

2.2.3. Stroomsnelheidskromme; drijvermetingen

Van de Studiedienst Vlissingen werden grafieken van stroommeetresultaten van 1971 ontvangen. De resultaten hadden alle betrekking op meetpunten langs de lijn Vlissingen-Breskens.

Om mogelijke afwijkingen van het stromingspatroon bij Borssele waar geen stroomsnelheidsgrafieken van waren, vast te leggen, werd op verzoek van de Fysische Afdeling door de Studiedienst Vlissingen een drijvermeting uitgevoerd. Uitwerking van de resultaten hiervan leidde tot de stroomsnelheidskromme volgens figuur 22. Hierop was de berekening van het lozingstijdstip gebaseerd volgens de gedachtengang van 2.2.2.

2.2.4. Samenwerking met Studiedienst Vlissingen

Bij de voorbereiding van het experiment was het uiteraard gewenst zoveel mogelijk te beschikken over de kennis, ervaring en faciliteiten van de Studiedienst Vlissingen. Zo werd het meetpersoneel van de Fysische Afdeling i.v.m. de te verwachten lange duur van het experiment aangevuld met personeel van de studiedienst.

Voor het doormeten van de oevermonsters die vóór en tijdens het experiment zouden worden genomen stelde de studiedienst laboratoriumruimte ter beschikking.

Verder kon gedurende het gehele experiment een beroep worden gedaan op de schepen van de studiedienst voorzover dit niet het eigen programma in de war stuurde.

2.2.5. Oevermonsters; achtergrondmetingen; vaarmethoden

Ter ondersteuning van het varend meten in de Westerschelde dienden langs de noordelijke oever monsters te worden genomen.

De plaatsen waar deze monsters werden genomen zijn weergegeven in figuur 9 en 11.

De bemonstering vond rond H.W. plaats en diende net zo lang te worden doorgezet totdat vergelijking van de resultaten tussen oeverbemonstering en scheepsbemonstering geen verschil in uitslag meer zou opleveren.

Teneinde een inzicht in het achtergrondniveau van het Westerscheldewater te krijgen diende voorafgaande aan het eigenlijke experiment m.b.v. het meet-schip een achtergrondmeting te worden gehouden.

Bij de latere uitwerking van de meetresultaten is de kennis omtrent achtergrondniveau en achtergrondsvariaties van belang.

Tijdens het experiment zelf wordt zolang de omvang van de kleurstofvlek nog beperkt is de achtergrond automatisch meegemeten door uit en in de vlek te varen, zodat aanvankelijk het achtergrondniveau ook tijdens de proef bekend is.

De scheepvaart, het geulenstelsel van de Westerschelde en de ondiepten vormen factoren die een ideale bemonstering vanaf een varend schip bemoeilijken. Bij de voorbereiding van de meting werd derhalve rekening gehouden met verscheidene bemonsteringsmethoden die eventueel zouden kunnen worden toegepast. Vooral in het begin wanneer de kleurstofvlek zich nog niet over de totale breedte van de Westerschelde heeft verspreid, bepaalt de ligging van de vlek in feite de toe te passen bemonsteringsmethode vanwege de bereikbaarheid met het meetschip.

Bij verspreiding van de kleurstof over de gehele breedte van de Westerschelde beperkt de bemonstering zich voornamelijk tot het geulenstelsel.

3. Uitvoering van het experiment

In eerste instantie werd 10 april als aanvangsdatum van het experiment bepaald. Bij het binnenvaren van de sluis die de verbinding vormt tussen de binnenhaven van Vlissingen en de Westerschelde botste de "TEMI I", die de zolderbak met de kleurstoftanks naar het lozingspunt zou vervoeren, tegen de sluisdeur waardoor enige schade ontstond. De vertraging die hiervan het gevolg was, deed de meetleiding besluiten het experiment een aantal dagen uit te stellen.

3.1. Experiment in de periode 14-21 april 1975

Enige dagen later, op 14 april, werd opnieuw gestart. De weersomstandigheden bleken in tegenstelling tot de aanvankelijk geplande datum minder fraai (bewolkt en regenachtig).

Om 08.43 werd de kleurstof ter hoogte van Borssele geloosd.

Het slechte zicht op het vliegveld Zestienhoven verhinderde het vliegtuig op te stijgen zodat geen opnamen van de kleurstofvlek in de allereerste be-
ginfase kon worden gemaakt. Twee uur later meldde het vliegtuig zich toch nog om te proberen alsnog opnamen te maken. De omvang van de kleurstofvlek was echter reeds zodanig dat de opnamen overlappend moesten worden genomen doordat het vliegtuig niet hoger kon gaan dan 900 ft. i.v.m. de hoogte van de bewolking.

Na 25 min. waarbij ca. 70 overlappende opnamen werden gemaakt moest het vliegtuig terugkeren naar het vliegveld Zestienhoven wegens de voor foto-
grafie steeds slechter wordende weersomstandigheden.

In deze fase bleek ook de ontvangst van de OOB Decca Chain via de Delta Decca ontvanger gestoord te zijn (o.a. de "Master" uit de lucht). Als gevolg van de hoge kleurstofconcentraties in deze fase van het experiment kon met het meetschip nog niet begonnen worden met meten daar anders het hydraulisch systeem besmet zou raken.

Wel werd de doordringing van de kleurstof in de vertikaal gevolgd m.b.v. de op het achterschip aanwezige bemonsteringsinstallatie.

Ongeveer 2,5 uur na de lozing bleek de kleurstof reeds tot op 10,5 m te zijn doorgedrongen op een plaats waar de totale diepte + 18 m was.

Een hardnekkige technische storing in de elektrische stroomvoorziening was oorzaak dat het meetschip in de middag naar Vlissingen terug moest voor reparatie. Op de derde dag bleek de storing pas goed te zijn verholpen en kon de meting worden voortgezet.

Langs de noordelijke oever werden dagelijks omstreeks hoogwater monsters uit de Westerschelde genomen op de plaatsen zoals aangegeven in figuur 9 en 11.

De Studiedienst Vlissingen hield in het kader van haar eigen programma op 15 april een materiaaltransportmeting over de vertikaal op 4 plaatsen t.w. 2 in de Honte, 1 in de Everingen en 1 in de Pas van Terneuzen.

Naderhand werden de door 4 schepen verzamelde monsters, nadat deze door de Studiedienst voor eigen onderzoek waren geanalyseerd, door de Fysische Af-
deling op fluorescentie doorgemeten als welkome aanvulling op de eigen vertikaalbemonsteringen i.v.m. de doordringing van de kleurstof in de ver-

tikaal (fig. 5). De monsters werden in het laboratorium van de Studiedienst met de aldaar opgestelde fluorimeter doorgemeten. In een latere fase van de meting werd het eigen personeel van de Fysische Afdeling dat de meting uitvoerde, aangevuld met personeel van de Studiedienst. Op 23 april werd de meting beëindigd, toen bleek dat de kleurstofconcentraties inmiddels het natuurlijk achtergrondniveau hadden bereikt. De onverwachte snelheid waarmee de kleurstof "verdween" en de technische storing in de beginfase van het experiment deed de Fysische Afdeling besluiten een tweede experiment van kleinere omvang uit te voeren met het doel aanvullende informatie te verkrijgen over de beginfase van het experiment.

3.2. Experiment in de periode 14-17 mei 1975

Op 14 mei te 09.32 werd op dezelfde positie als bij het eerste experiment 300 kg. Rhodamine-B geloosd. Reeds tijdens de lozing werden vanuit de lucht foto's van de kleurstof gemaakt met een frequentie van ongeveer 1 per 5 minuten. Een onverwacht aspect bij dit experiment was dat de kleurstofwolk als gevolg van de stroom in de richting van de Sloehaven werd gedreven waar hij geleidelijk vrijwel geheel in verdween. Dit proces speelde zich af in de periode van 2,47 uur tot 7,73 uur na de lozing (figuren 7 en 8). Het te lang blijven "hangen" van de kleurstof in de Sloehaven verhinderde een "normaal" verloop van het experiment.

4. Verzamelde gegevens

4.1. Luchtfoto's

Tijdens het eerste experiment werden ca. 77 opnamen gemaakt tussen 10.53 u. en 11.19 u. van de 14e april. Het laaghangende wolkendek belette het vliegtuig op grotere hoogte te vliegen. De foto's moesten worden genomen vanaf een hoogte van 900 ft. De kleurstofvlek had in deze fase echter reeds een zodanige omvang dat de vlek overlappend moest worden gefotografeerd. Bij het tweede experiment dat in fotografisch opzicht betere weersomstandigheden had, werden van 09.25 u. tot 11.39 u. 67 foto's genomen. Na het wisselen van de cassettes werden van 11.46 u. tot 13.09 u. nog 57 foto's genomen. 's-Middags kwam het vliegtuig na brandstof ingenomen te hebben terug om tussen 16.42 en 17.18 u. nog 51 foto's te nemen. Zie verder 5.1. en 5.2.4.

4.2. Oeverbemonstering

Op 10 april werden op een aantal plaatsen langs de noordelijke oever monsters genomen ten behoeve van de bepaling van het achtergrondniveau van

het Westerscheldewater. Van 14 t/m 21 april werden op de vastgestelde plaatsen monsters genomen rond Hoogwater Vlissingen. Ook tijdens het tweede experiment werden van 14 t/m 16 mei monsters genomen en op 12 mei werden monsters genomen met het oog de bepaling van het achtergronds niveau.

4.3. Overige meetgegevens (fluorimetrie en plaatsbepaling)

Zoals reeds eerder vermeld werden als gevolg van een storing in de elektrische stroomvoorziening aan boord van het meetschip de eerste 3 dagen geen betrouwbare meetgegevens geregistreerd. Na het verhelpen van het technisch mankement werd verder bij de gegevensregistratie geen noemenswaardige storing meer ondervonden. Aan boord werden werkkaarten bijgehouden door langs de gevaren routes de uitslagen van de fluorimeter als functie van de tijd te noteren. Figuur 16 laat de gevaren routes zien in de periode 17 t/m 19 april.

5. Uitwerking van de gegevens

5.1. Uitwerking luchtfoto's

Uitwerken van de foto's van het eerste experiment leverde een montage van de zichtbaarheidsgrenzen van de kleurstofwolk op de foto's 2 t/m 11, 32 en 33. Deze waren op dezelfde hoogte genomen en lieten de noordelijke kustlijn zien tussen Vlissingen en Borssele waarbij na assemblage een deel van de kleurstofvlek zichtbaar was. Een totaalindruk van de grootte van de kleurstofvlek kreeg men uit deze fotoreeks echter niet. Een gunstiger beeld gaf montage van de foto's 12 t/m 54 uitgezonderd foto's 32 en 33. Uit visuele waarneming vanaf het schip konden gedeelten van de kleurstofvlek die niet op de fotoreeks te zien waren toch worden geschetst zodat een compleet beeld werd verkregen van de kleurstofvlek zoals die was omstreeks 11.06 uur (ca. 2,38 uur na de lozing). Het resultaat is te zien in figuur 6 (zichtbaarheidsgrenzen). De overige foto's van deze reeks (no. 55 e.v.) leverden verder geen relevante informatie op. De foto's van het tweede experiment werden naar de Meetkundige Dienst gezonden die van de opnamen een kaartering van de kleurstofvlekken maakte. Figuur 7 geeft het resultaat van de kaartering weer van de zichtbaarheidscontouren op de foto's genomen vlak na de lozing van de kleurstof en de situatie waarbij de kleurstof zich in de richting van de Sloehaven begeeft. In figuur 8 is het proces te volgen waarbij de kleurstof zich in de Sloehaven begeeft. De Meetkundige Dienst heeft meer kaarteringen van de beschikbare luchtfoto's gemaakt dan in genoemde twee figuren staat aangegeven.

Deze geven echter alle een situatie weer waarbij de kleurstof zich vrijwel geheel in de Sloehaven bevindt. Om de hier geschetste redenen vindt men in fig. 23 (zie 5.2.4.) geen resultaten van opnamen van meer dan 3 uren na de lozing.

5.2. Uitwerking meetgegevens

5.2.1. Oeverbemonstering

De figuren 9 en 11 geven de lokaties van de oeverbemonstering voor respectievelijk het eerste en tweede experiment.

De resultaten van de oeverbemonstering zijn voor het eerste experiment weergegeven in figuur 10, voor het tweede experiment in de figuren 13 t/m 15; daarbij is steeds de achtergrond afgetrokken. Figuur 12 geeft de (verhoogde) achtergrond weer vóór de aanvang van het tweede experiment.

5.2.2. Vertikaalbemonstering

Op 15 april werden tussen 12.30 en 16.45 u. door 4 schepen van de Studiedienst Vlissingen vertikaalmetingen gehouden t.b.v. een materiaaltransportmeting. Bemonstering geschiedde op 4 verschillende diepten. Nadat de monsters voor het oorspronkelijke doel waren geanalyseerd, werden deze ook nog eens door een fluorimeter geleid. De resultaten hiervan waarop de achtergrond in mindering is gebracht zijn weergegeven in figuur 5.

5.2.3. Scheepsbemonstering

Aan boord van het meetschip werden de uitslagen van de fluorescentiemeter als functie van tijd en plaats in werkkaarten genoteerd. Bij de latere uitwerking werden de uitslagen m.b.v. de ijkgegevens omgezet in concentraties kleurstof in kg/m^3 . De meettijd werd verdeeld in een aantal perioden. De waarnemingen vallende in zo'n periode werden gekorrigeerd voor achtergrond en getijstroom. De aldus verkregen kleurstofverdelingen zijn weergegeven in de figuren 17 t/m 22. Voor de korrektie werd gebruik gemaakt van de stroomsnelheidskromme volgens figuur 22.

5.2.4. Overige bewerkingen

Bij de luchtfoto's bestond de primaire uitwerking uit het tekenen van de omtrekken van het zichtbare gedeelte van de kleurstofwolken met de juiste schaal, positie en oriëntatie (figuur 7a, 7b en 8) en het bepalen van de oppervlakte binnen deze zichtbaarheidsgrenzen. De verkregen oppervlakken zijn tegen de tijd uitgezet in figuur 23. Deze informatie kan op verschillende wijzen verder worden bewerkt (zie b.v. lit. 4,10 en 11).

Er zal waarschijnlijk van worden afgezien bij dit experiment de zwartingsverdeling van de kleurstofvlekken op de foto's uit te meten ter verkrijging van bijzonderheden over de detailstructuur, zoals dit beschreven is in lit. 3. Hiermee is een grote inspanning gemoeid, terwijl de praktische waarde van het resultaat zeer beperkt is.

In de figuren 24(1) tot en met 24(5) zijn voor verschillende tijdstippen de concentraties uitgezet tegen het door de desbetreffende isokoncentratielijn omsloten volume. Hieruit volgt de in de figuren aangegeven hoeveelheid Ω_1 kg die de hoeveelheid in opgeloste vorm teruggevonden merkstof binnen de meetbaarheidsgrens weergeeft. Door een rechtlijnige extrapolatie is een ruwe schatting (Ω_2) gemaakt, van de hoeveelheid merkstof in opgeloste vorm die zich buiten het meetbare gebied bevindt. In figuur 25 zijn Ω_1 en $\Omega_1 + \Omega_2$ uitgezet als functies van de tijd na de lozing. Alles voor het eerste experiment. Door het verloop van de tweede proef, als in het voorgaande beschreven, is daar een dergelijke analyse niet mogelijk. De regelmaat van het verloop in de tijd en de aansluiting op het niveau van de initiële hoeveelheid van 1000 kg geeft een indruk van de nauwkeurigheid van de bepaling. Verder ziet men dat de "verdwijnsnelheid" (lit. 9) in dit geval hoog is. Bij proeven in zee vindt men in het algemeen op een zelfde termijn een veel groter deel van het geïnjecteerde materiaal in opgeloste vorm terug. Op grote afstanden tot de kust vindt men zelfs geen waarneembare afname over een periode langer dan de onderhavige (lit. 17). De sterke afname in de Westerschelde (ook in het Eems-estuarium is een dergelijke afname waargenomen), wordt toegeschreven aan adsorptie aan fijn zwevend materiaal. Er is in dit geval niet getracht om door bewerking van afgefiltreerd zwevend materiaal met oplosmiddelen, de "verdwenen" kleurstof te achterhalen en te kwantificeren.

Verwijzingen

1. Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG, "Basische Farbstoffen F-Marken und Ergänzungsfarbstoffen". Ludwigshafen am Rhein.
2. Brunsveld van Hulten, H.W., Gossé, J.G., "Onderzoekingen voor toepassing van multispectrale fotografie bij kleurstofexperimenten". Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling. Nota FA 7401, 1974.
3. Dam, G.C. van, "Dispersie van opgeloste en zwevende stoffen in zee gebracht ter hoogte van Wijk aan Zee op 3 km. uit de kust". Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Mathematisch-Fysische Afdeling. Nota MFA 6812, 1968.
4. Dam, G.C. van, "Interpretatie van het zichtbare oppervlak van kleurstofwolken op luchtfoto's". Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling. Nota FA 7701 (in bewerking).
5. Dam, G.C. van, "Korte samenvatting van de resultaten van het onderzoek in de Westerschelde in 1975 met betrekking tot verspreiding, uitgevoerd met rhodamine-B. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling. Rapport 03 77-FA, 1977.
6. Dam, G.C. van, Sydow, J.S. en Westhoff, J.W., "Een diffusieëxperiment op 10 km uit de kust ter hoogte van Ter Heijde". Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Mathematisch-Fysische Afdeling. Nota 7003, 1970.
7. Hendriksma, J., "Literatuuronderzoek naar de eigenschappen van Rhodamine-B en Rhodamine-WT". Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, december 1977. Nota 77.007.
8. Hout, P.M., Baalhuis, G.H.W., "Literatuuronderzoek naar de toepasbaarheid van fluorescerende stoffen als tracer in de hydrologie". Centraal Laboratorium TNO, Delft. Rapport CL/78/78; datum: 1978-07-28.

9. Lemmen, A., Suijlen, J.M., "Fluorimetrische meting van verdwijncoëfficiënten van rhodamine B en -WT in slibrijk water onder laboratoriumomstandigheden". Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling, nota FA 8103, 1981.
10. Okubo, A., "A review of theoretical models for turbulent diffusion in the sea". Journal Oceanographic Society of Japan, 20, 286, 1962.
11. Okubo, A., "Horizontal diffusion from an instantaneous point-source due to oceanic turbulence". Chesapeake Bay Institute, The Johns Hopkins University, Techn. Report 32, Ref. 62-22, 1962.
12. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling, Brief aan het WL d.d. 22 oktober 1976, nr. 76-FA-616, met 5 bijlagen. Onderwerp: Warmtelozing.
13. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling, Brief aan het WL d.d. 28 februari 1977, nr. 77-FA-137, met 7 bijlagen. Onderwerp: Warmtelozing (gevoeligheidsberekeningen).
(Betreft berekeningen van de invloed van afkoeling, reststroom en dwaarsstroom op de eerder berekende achtergrondstemperaturen.)
14. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Fysische Afdeling, Brief aan het WL d.d. 31 januari 1978, nr. 78-FA-028, met 5 bijlagen. Onderwerp: Warmtelozing (gevoeligheidsberekeningen).
(Betreft berekeningen van de invloed van diffusiecoëfficiënten op de eerder berekende achtergrondstemperaturen.)
15. Waterloopkundig Laboratorium, Delft, "Solving cooling-water problems". Hydro Delft, no. 44, 1, Sept. 1976.
16. Waterloopkundig Laboratorium, Delft, "P.Z.E.M. centrale Borssele. Uitbreiding extern koelwatercircuit". Verslag M1333, deel I, II en III, juni 1976.

17. Weidemann, H. (editor), "The ICES diffusion experiment RHENO 1965".
Conseil International pour l'Exploration de la Mer. Rapports et P.-v.
des Réunions, Vol. 163, Mars 1973.

18. Westhoff, J.W., Davids, J.A.G. en Dam, G.C. van, "Dispersieproeven
met continue injectie ter hoogte van Petten op 3,5 km uit de kust.
Deel I: Experimenten". Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en
Waterbeweging, Mathematisch-Fysische Afdeling. Nota MFA 7101, 1971.



Fig.1 Vervoer van de kleursoftanks m.b.v. een zolderbak (eigen foto)



Fig.2 Moment van lozen van de kleurstof (eigen foto)

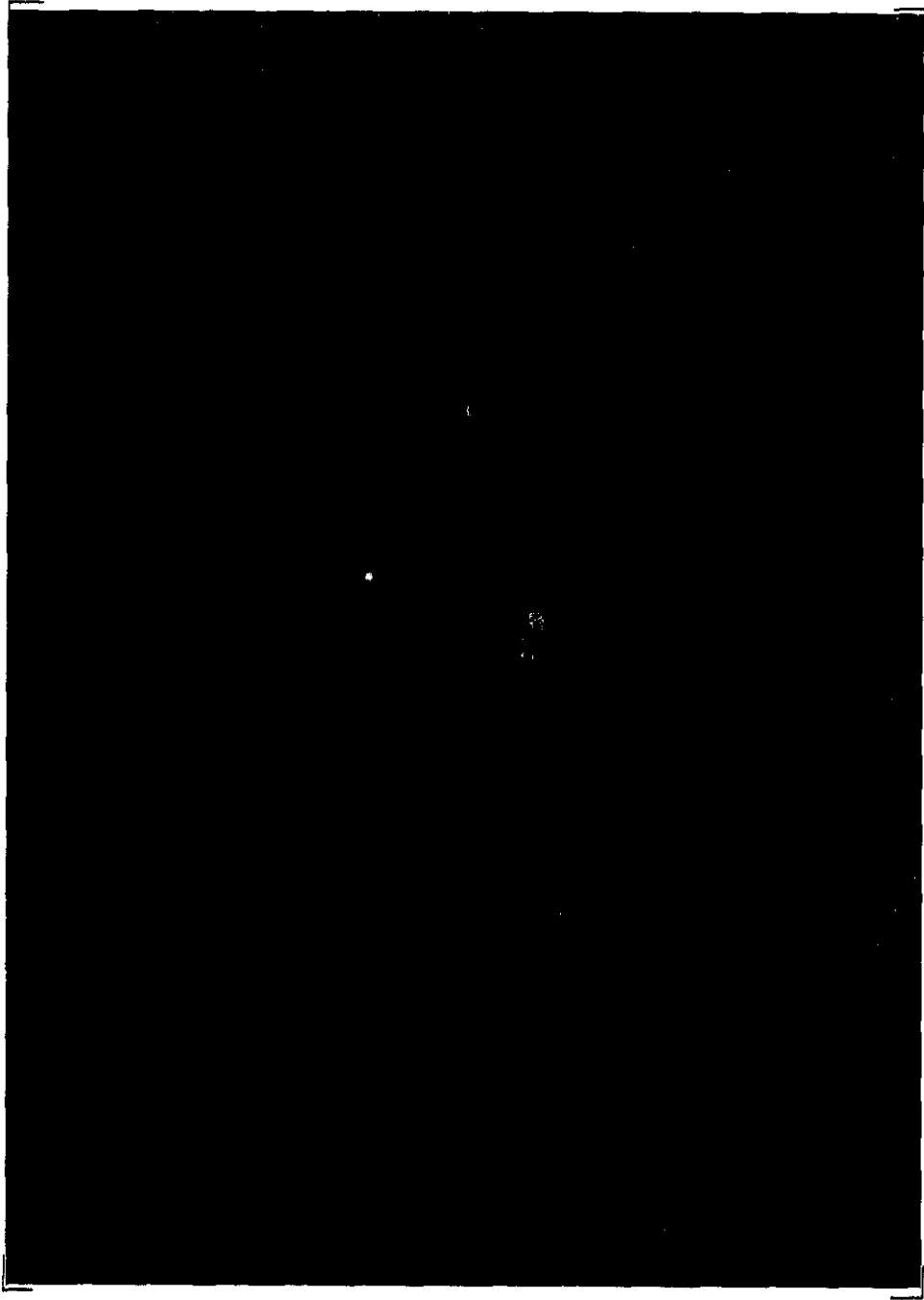


Fig. 3 Aankomst van de schepen bij de lozingsplaats

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE

2^e PROEF OP 14-05-1975

FA 7803

Directie Wat. en Wat.
fysische afdeling
's-Gravenhage

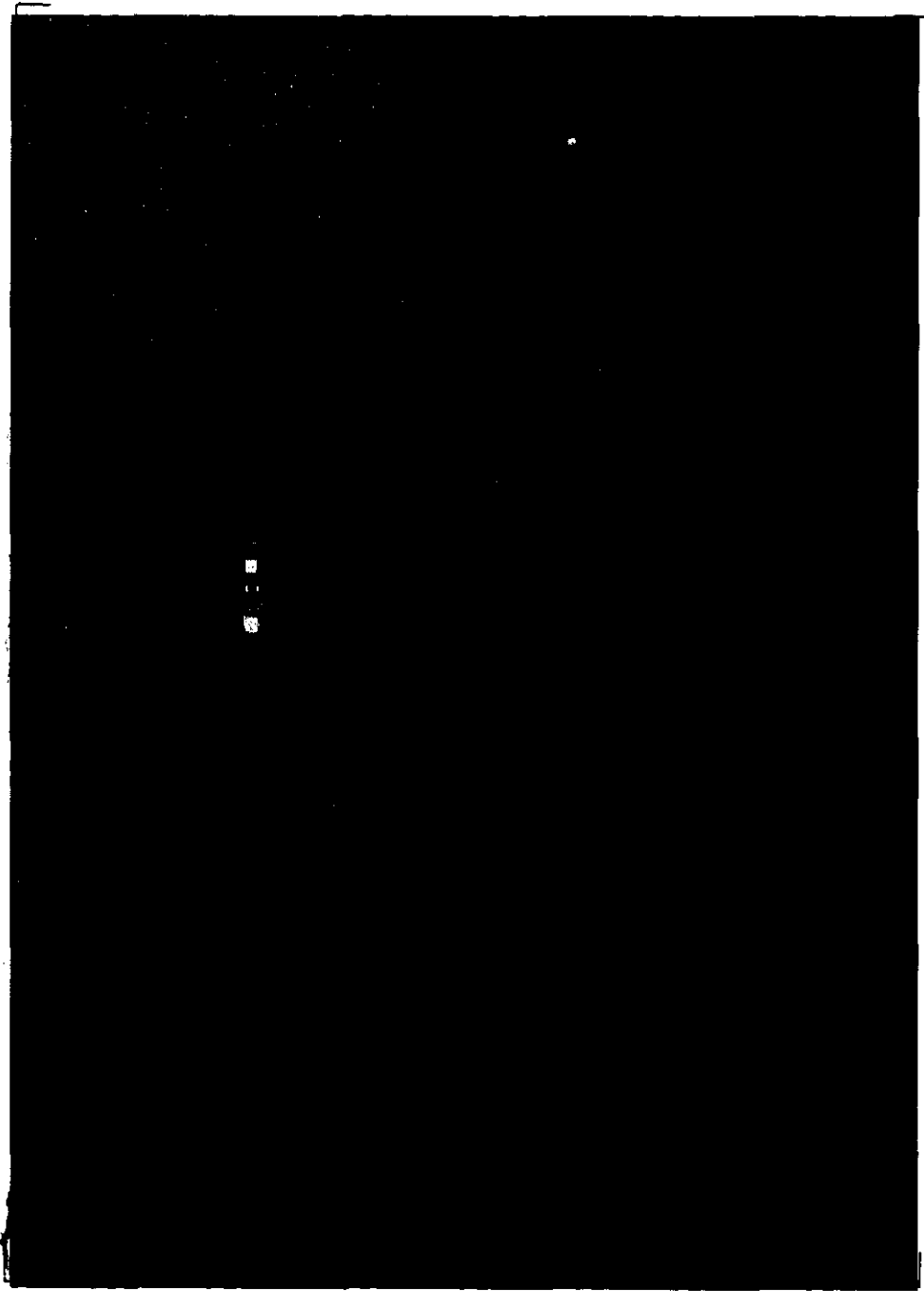


Fig.4 Het lozen van de kleurstof heeft zojuist plaatsgevonden

DIFFUSIE-EXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE

2^e PROEF OP 14-05-1975

FA 7803

Directie Wat. en Wat.
fysische afdeling
's-Gravenhage

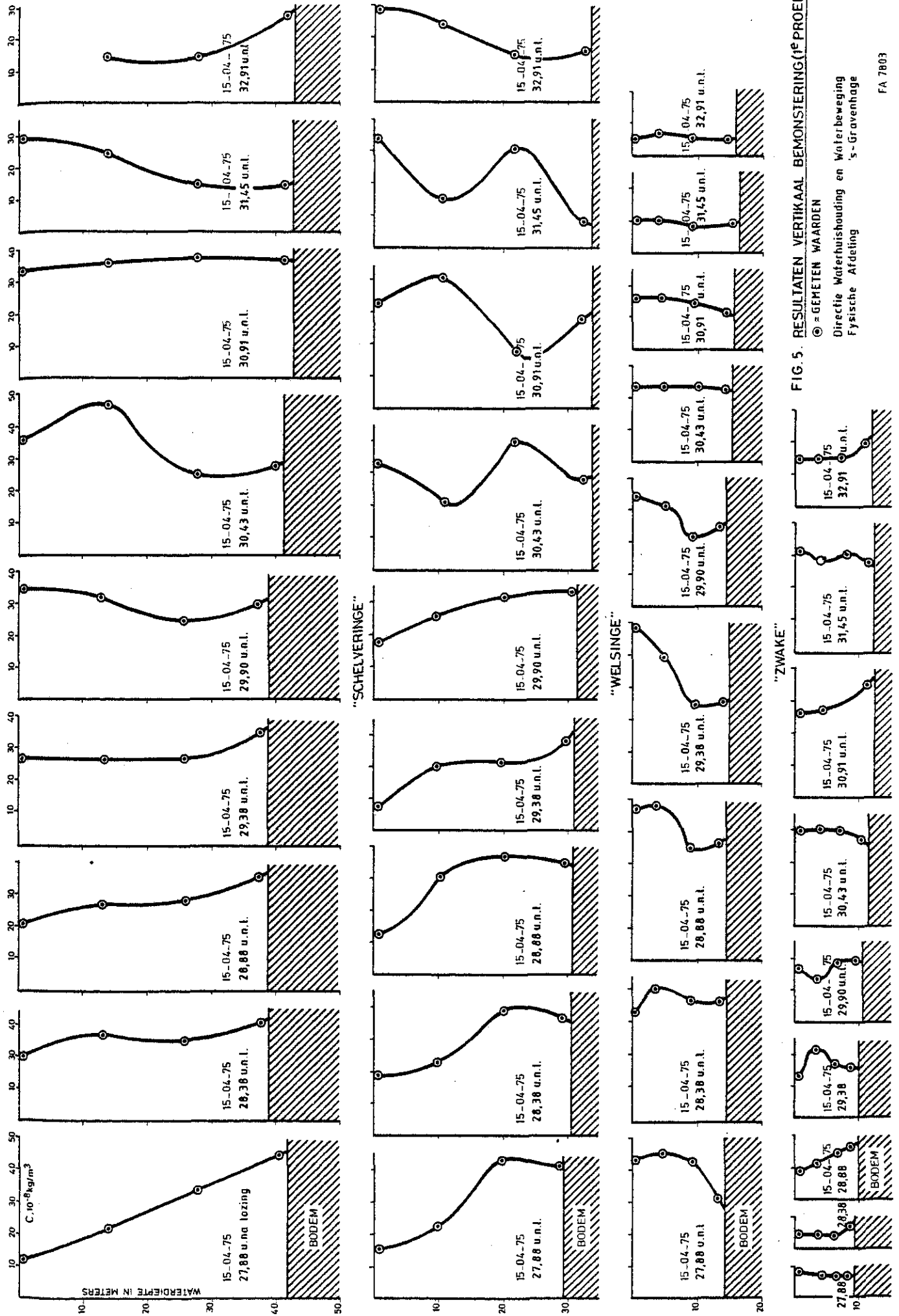
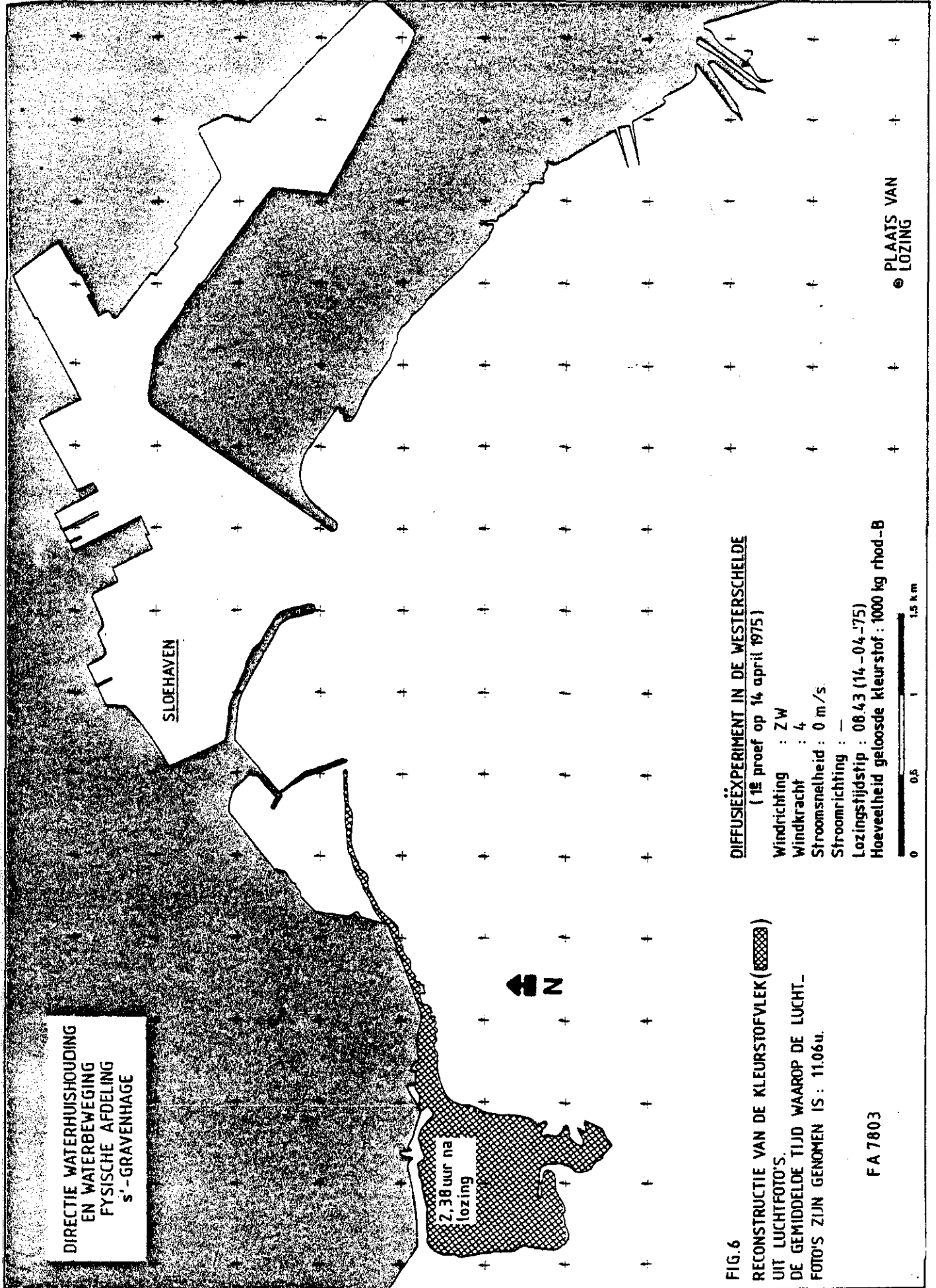


FIG. 5. RESULTATEN VERTIKAAL BEMONSTERING (1^o PROEF)
 © = GEHETEN WAARDEN
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 's-Gravenhage



DIRECTIE WATERHUIJSHOUDING
 EN WATERBEWEGING
 FYSISCHE AFDELING
 S'-GRAVENHAGE

SLOEHAVEN

2,38 uur na
 lozing

N

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^{ste} proef op 14 april 1975)

Windrichting : ZW
 Windkracht : 4
 Stroomsnelheid : 0 m/s
 Stroomrichting : —

Lozingstijp : 08.43 (14-04-75)
 Hoeveelheid geloosde kleurstof : 1000 kg rhod.-B

0 0.5 1 1.5 k.m

FIG. 6
 RECONSTRUCTIE VAN DE KLEURSTOFVLEK (hatched)
 UIT LUCHTFOTO'S.
 DE GEMIDDELTE TIJD WAAROP DE LUCHT-
 FOTO'S ZIJN GENOMEN IS: 11.06u.

FA 7803

● PLAATS VAN
 LOZING

DIRECTIE WATERHUIJSHOUDING
EN WATERBEWEGING
FYSISCHE AFDELING
S'-GRAVENHAGE

SLOEHAVEN

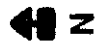


FIG. 7A

GEKARTIERDE LUCHTFOTO'S
VAN DE KLEURSTOFVLEK (SELECTIE)

DE GETALLEN ONDER DE VLEKKEN GEVEN
DE OUDERDOM VAN DE KLEURSTOFWOLK
AAN T.O.V. HET LOZINGSTIJDSTIP

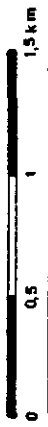
FA 7803

DIFFUSIEEXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
(2^e proef op 14 mei 1975)

Windrichting : W
Windkracht : 2
Stroomsnelheid : 0,88 m/s (van 09,36 tot 11,05)
Stroomrichting : 319°

Lozingstijdstip : 09,32 (14-05-1975)

Hoeveelheid geloosde kleurstof : 300 kg rhod-B



+ 0,08 uur PLAATS VAN
LOZING (0,00 uur)

0,82 uur

1,17 uur

1 uur

0,52 uur

0,43 uur

0,35 uur

0,22 uur

DIRECTIE WATERHUIJSHOUDING
 EN WATERBEWEGING
 FYSISCHE AFDELING
 S'-GRAVENHAGE

SLOEHAVEN

2,7 uur

7,23 uur



FIG.7B

GEKARTEERDE LUCHTFOOTOS
VAN DE KLEURSTOFVLEK (SELECTIE)

DE GETALLEN ONDER DE VLEKKEN GEVEN
 DE OUDERDOM VAN DE KLEURSTOFWOLK
 AAN T.O.V. HET LOZINGSTIJDSTIP

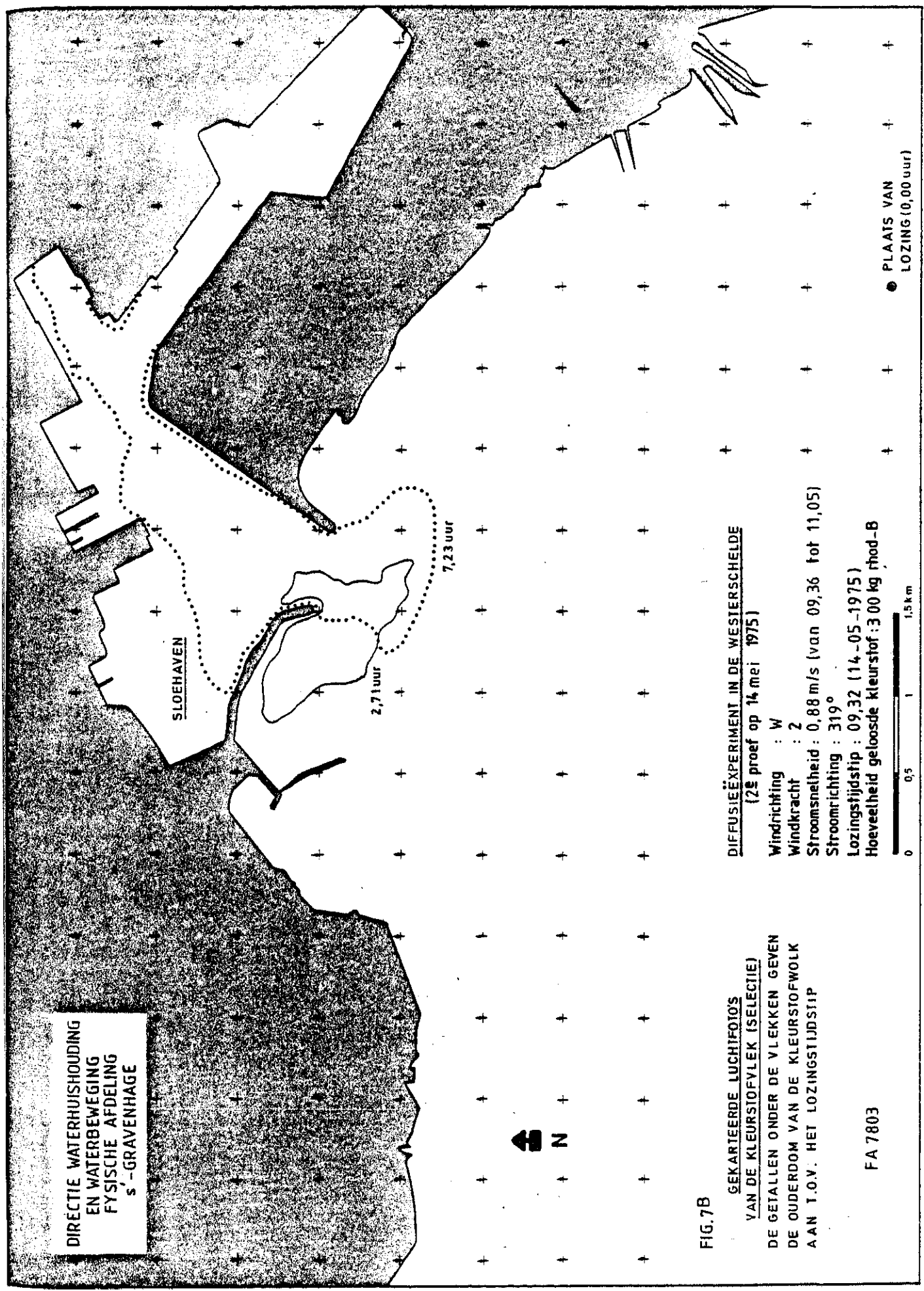
DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
(2^e proef op 14 mei 1975)

Windrichting : W
 Windkracht : 2
 Stroomsnelheid : 0,88 m/s (van 09,36 tot 11,05)
 Stroomrichting : 319°
 Lozingstijdstip : 09,32 (14-05-1975)
 Hoeveelheid geloosde kleurstof : 3 00 kg rhod-B

FA 7803



● PLAATS VAN
 LOZING (0,00 uur)



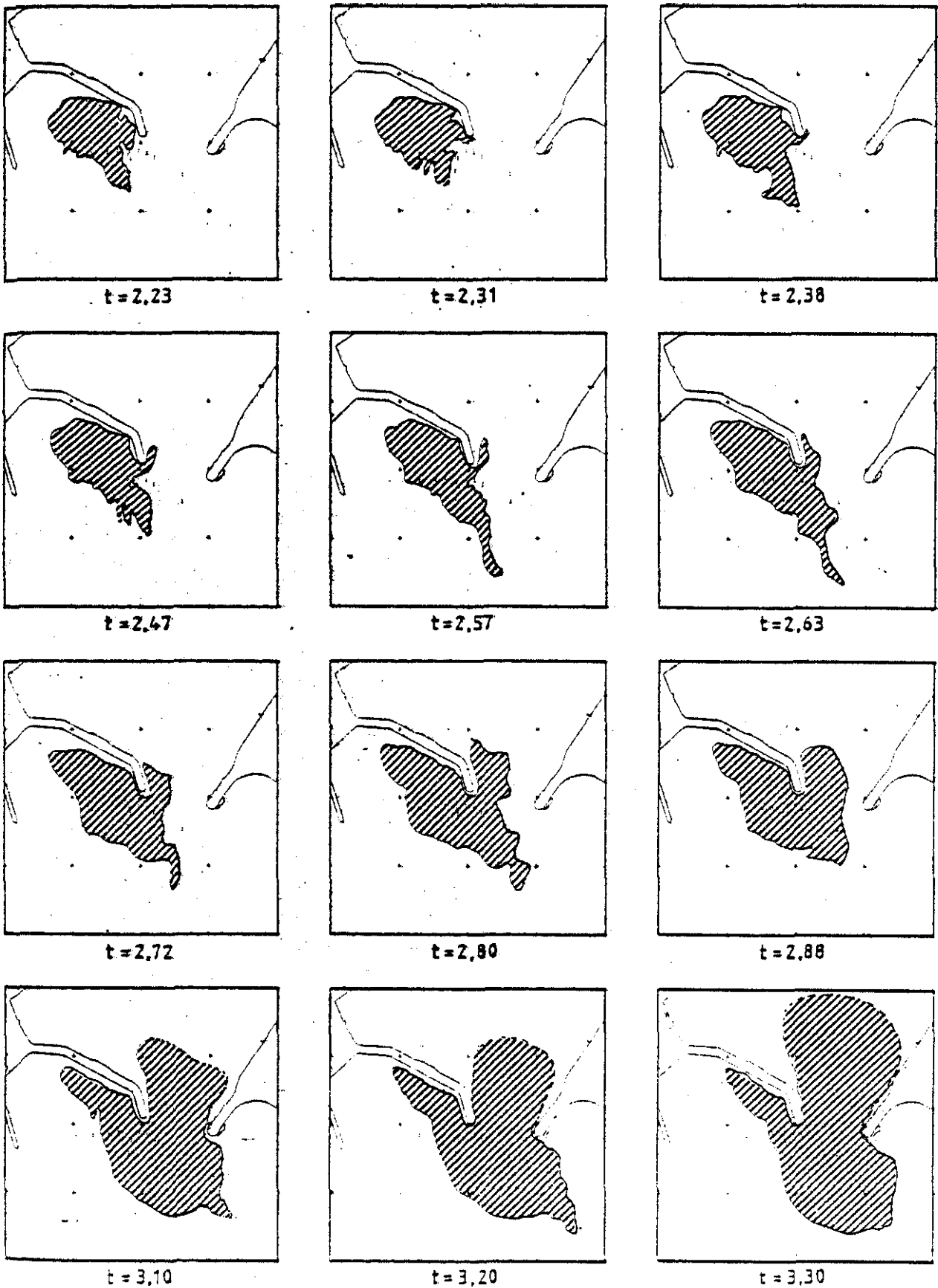


FIG. 3 Gekarteerde luchtfoto's van de kleurstofvlek. De getallen onder de situaties stellen uren na lozing voor.

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling s-Gravenhage

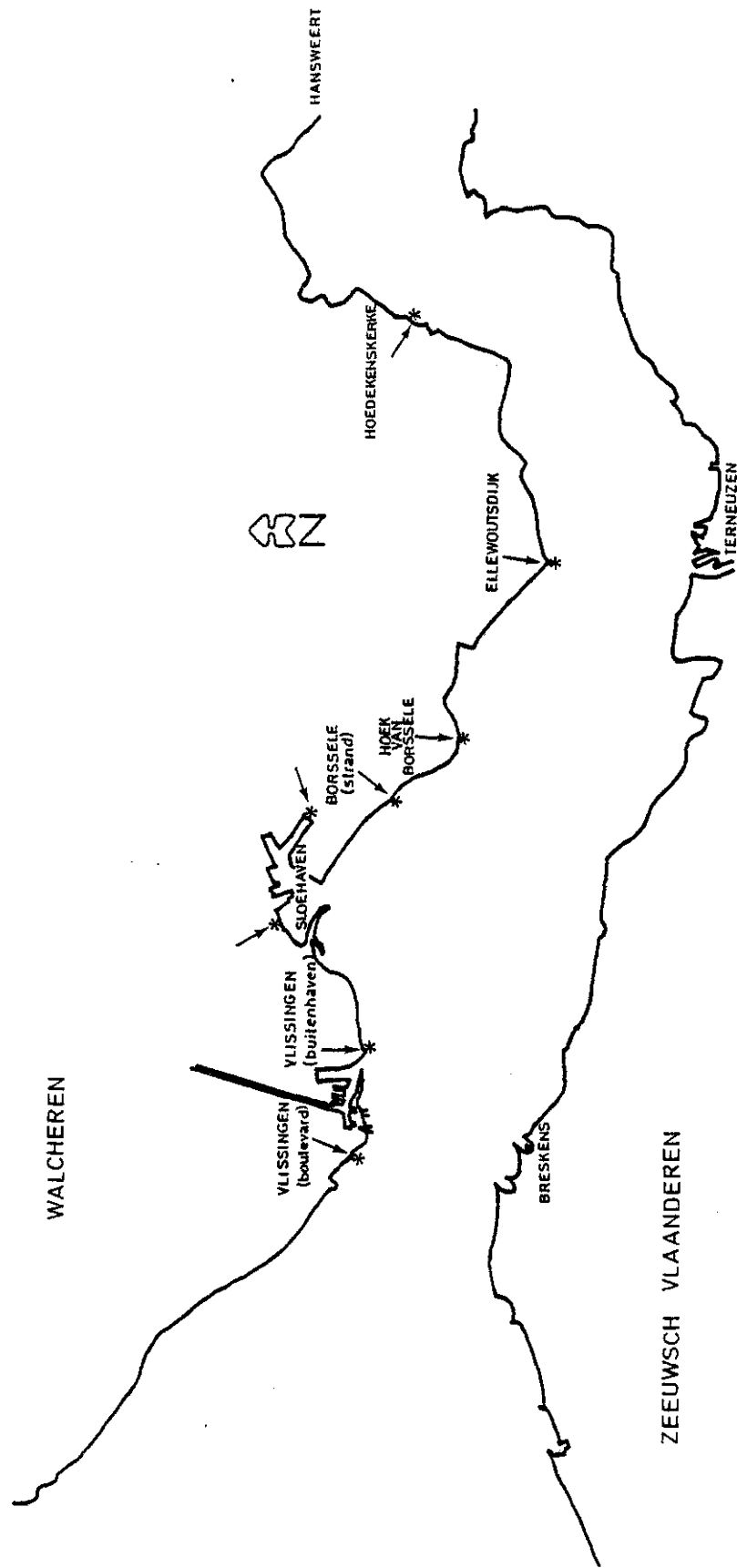
FA 7803

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE

2^o PROEF OP 14-05-1975

LOZINGSTIJDSTIP: 09.32 UUR

0 0,5 1 1,5 km

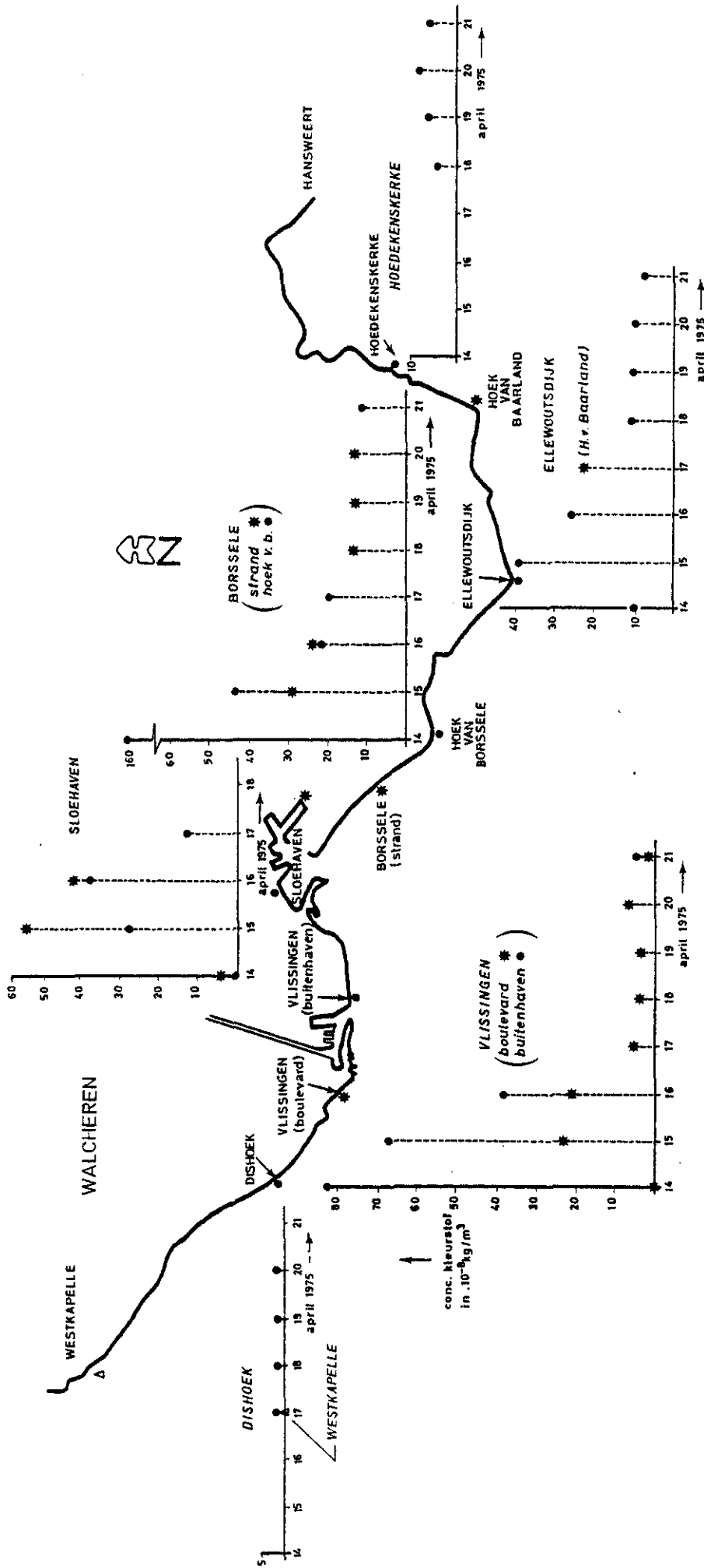


WESTERSCHELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT

FA 7803
 Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's-Gravenhage

DIFFUSIEEXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 * PLAATSEN VAN OEVERBEMONSTERING
 TIJDENS EERSTE EXPERIMENT





WESTERSCHDELDE

VAN DE MOND TOT HANSWEERT

FA 7803

Rijkswaterstaat

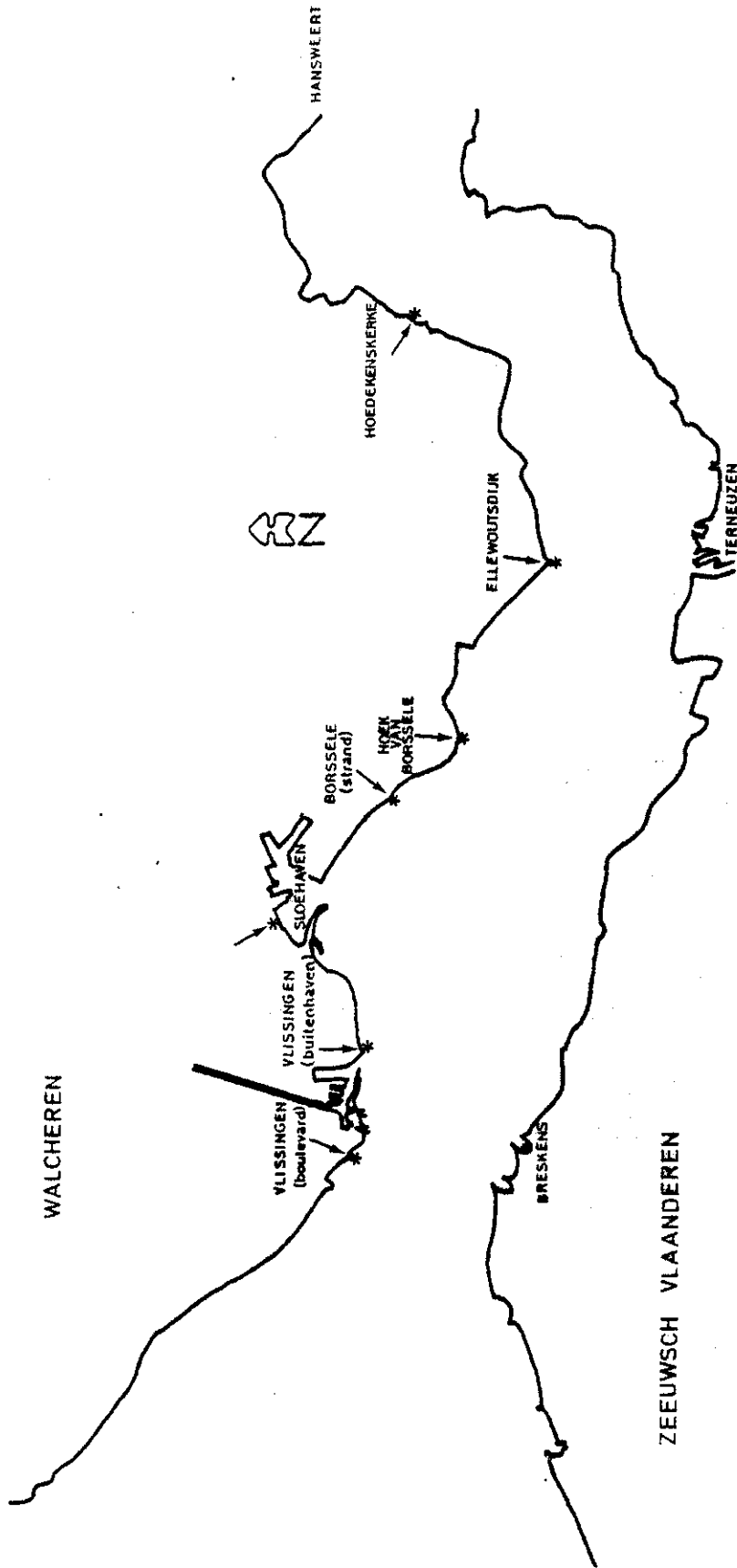
Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
Fysische Afdeling 's-Gravenhage

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHDELDE

FIG. 10

RESULTATEN VAN DE DEVERBEMONSTERING VAN HET EERSTE EXPERIMENT.

- ACHTERGROND ($3 \text{ à } 5 \times 10^{-8} \text{ kgm}^{-3}$) AFGETROKKEN
- AAN SLIB GEADSORBEERDE FRAKTIE NIET INBEGREPEN



WESTERSCHELDE

VAN DE MOND TOT HANSWEERT



FA 7803

Rijkswaterstaat

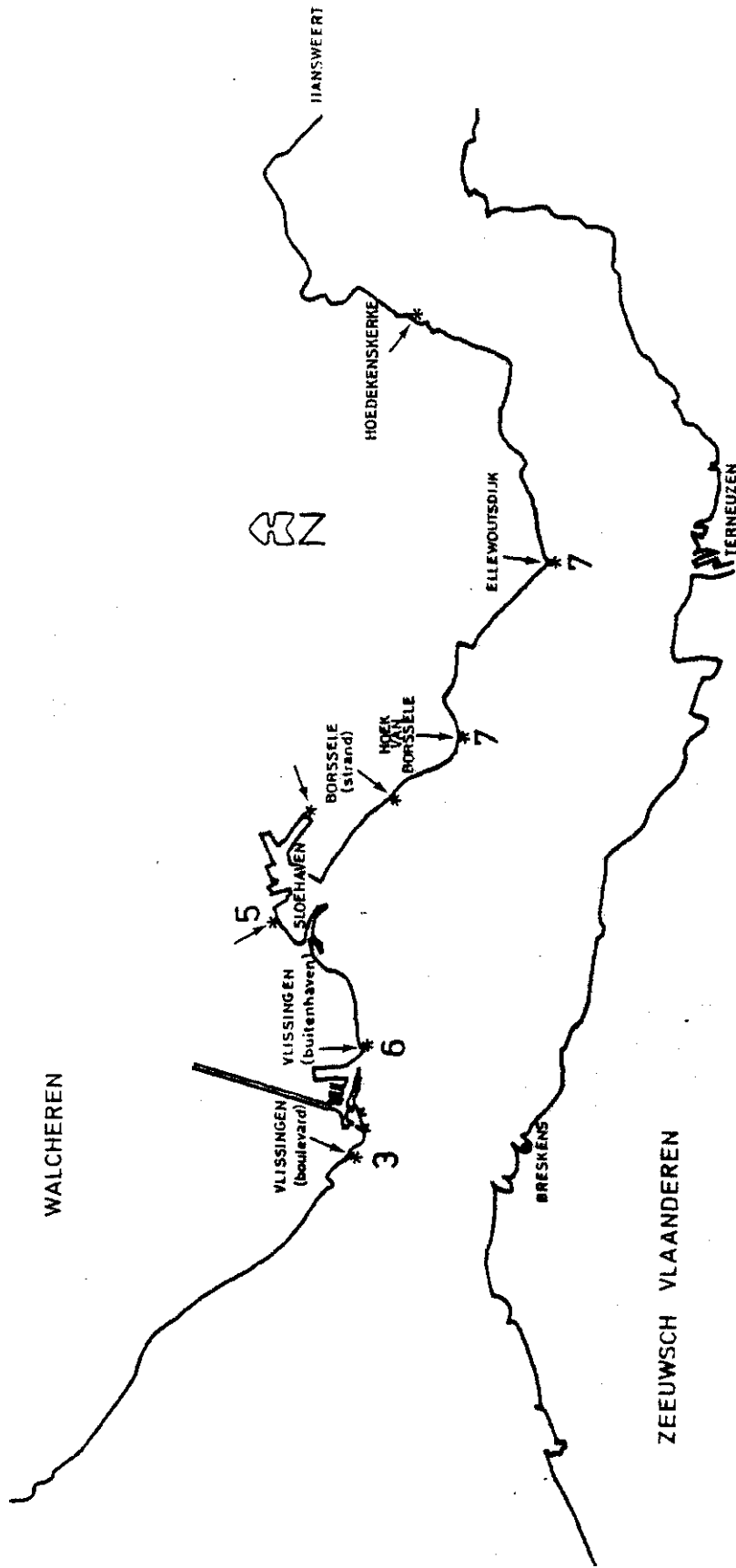
Directie Waterhuishouding en Waterbeweging

Fysische Afdeling

's-Gravenhage

FIG. 11 * PLAATSEN VAN OEVERBEMONSTERING
TIJDENS TWEEDE EXPERIMENT

DIFFUSIEEXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE



DIFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 FASE TUSSEN EERSTE EN TWEEDE EXPERIMENT
 VERHOOGDE ACHTERGROND

FIG. 12 * =

OEVERBEMONSTERING
 CIJFERS BIJ DE *'S STELLEN GEMETEN
 CONCENTRATIES VOOR IN $10^{-8} \text{ kg m}^{-3}$ RHOD.- B
 DATUM VAN BEMONSTERING: 12-05-1975
 ROND H.W. 14.42 UUR

WESTERSCHELDE

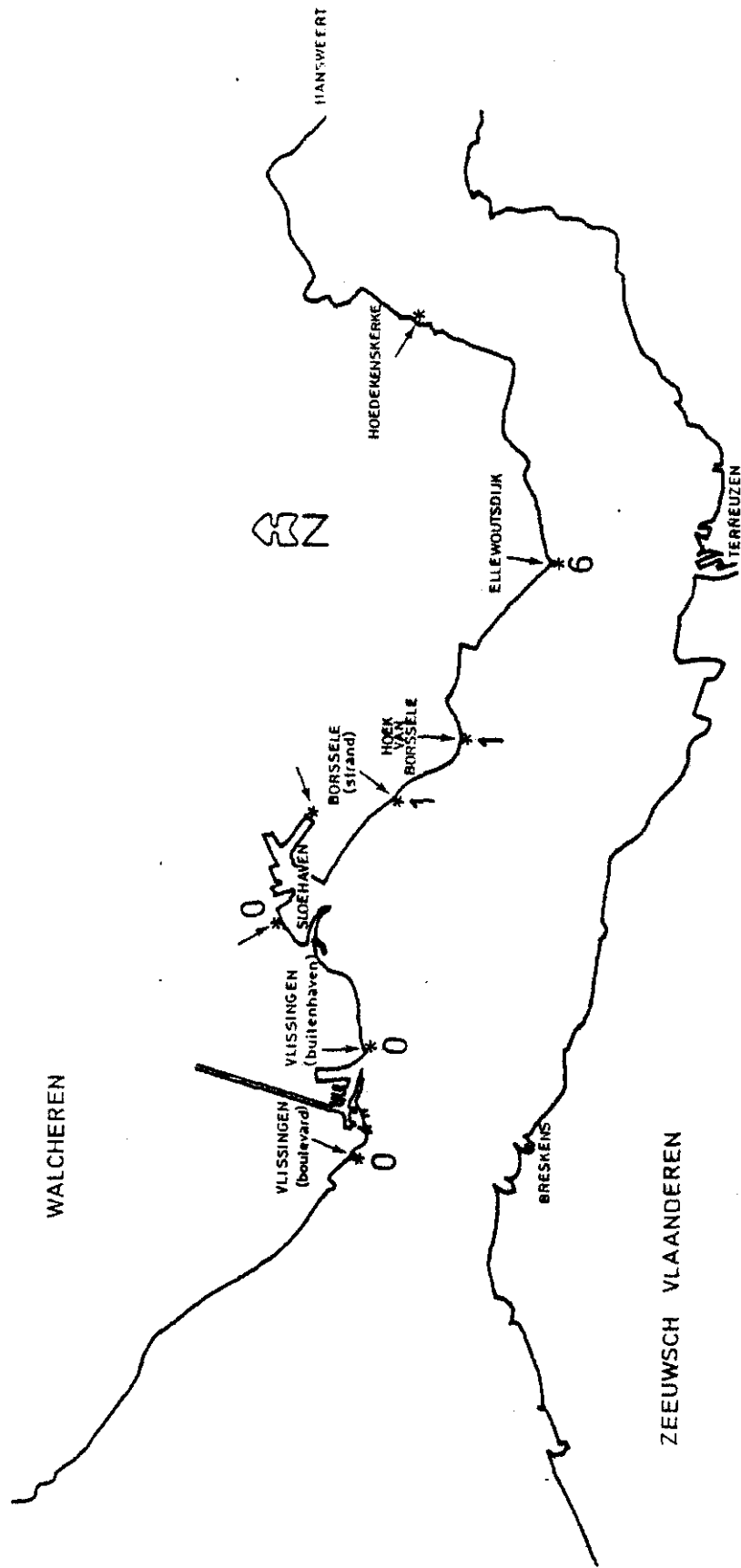
VAN DE MOND TOT HANSWEERT



Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's - Gravenhage

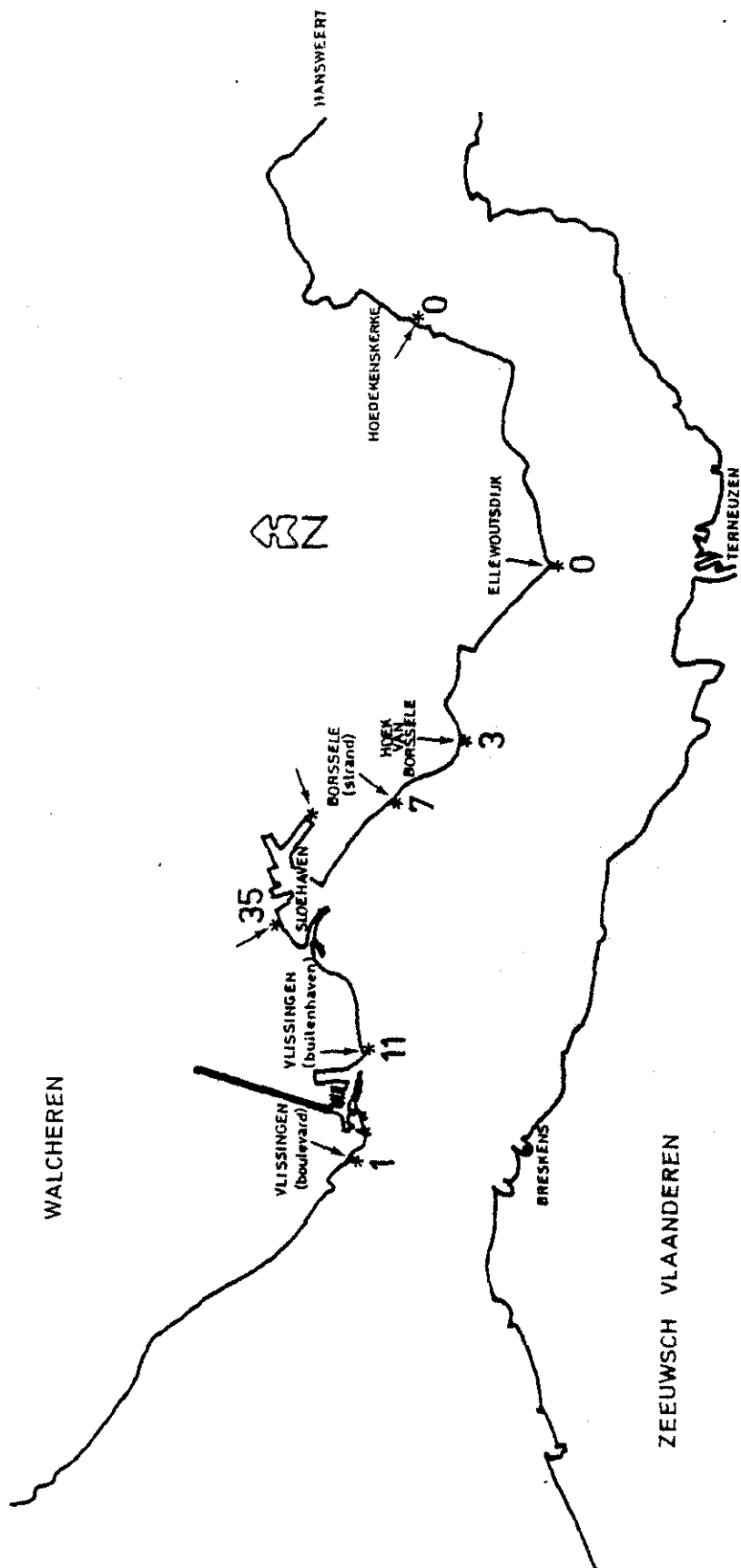
FA 7803

- AAN SLIB GEADSORBEERDE FRAKTIE
 NIET INBEGREPEN



WESTERSCHELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT
 (2^e PROEF)
FIG. 13 * OEVERBEMONSTERING 14-05-1975
 ROND H.W. 15.59UUR (=6,45U NA LOZING)
 - AAN SLIB GEADSORBEERDE FRAKTIE NIET INBEGREPEN
 - ACHTERGROND (ZIE FIG.12) AFGETROKKEN

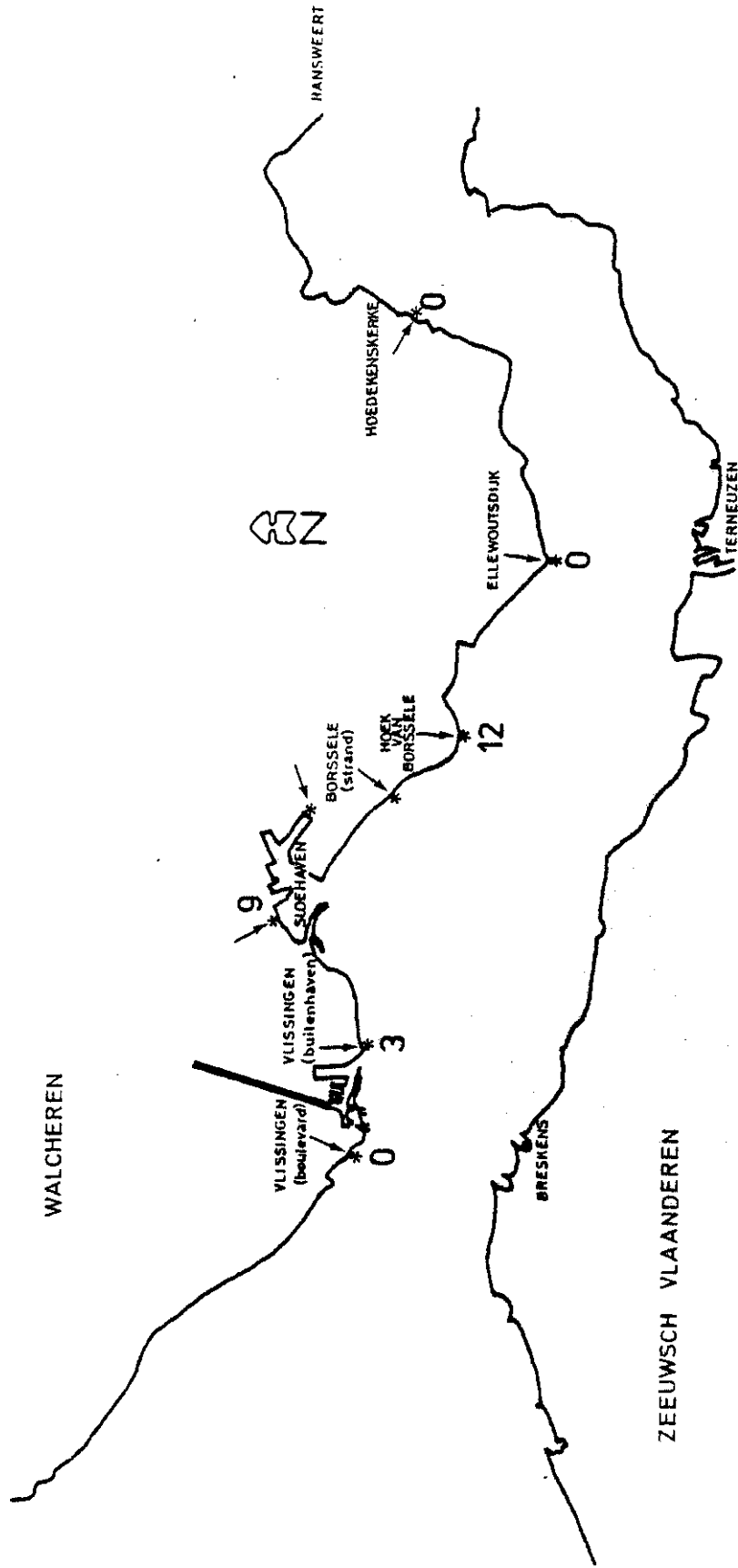
FA 7803
 Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's - Gravenhage



WESTERSCHELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT
 FA 7803
 Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's - Gravenhage

DIFFUSIEEXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (2^e PROEF)
FIG. 14 * OEVERBEMONSTERING 15-05-1975
 ROND 11.W. 16.39 UUR (= 31,12 U NA LOZING)
 - AAN SLIB GEADSORBEEERDE FRAKTIE NIET INBEGREPEN
 - ACHTERGROND (ZIE FIG. 12) AFGETROKKEN

WALSCHEREN
 ZEEUWSCH VLAANDEREN
 TERNEUZEN
 HANSWEERT
 HOEDEKENSKERKE
 ELLEWOUTSDIJK
 BRESMENS
 VLISSINGEN (boulevard)
 VLISSINGEN (buitenhaven)
 SLOEHAVEN
 BORSSELE (strand)
 HEK VAN BORSSELE
 1
 11
 7
 3
 0
 0
 0



WESTERSCHELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT

FA 7803

FIG.15 * OEVERBEMONSTERING 16-05-1975
 ROND H.W. 05.02 UUR (=35,5 U NA LOZING)

DIFFUSIEKONTUMENT IN DE WESTERSCHELDE

Rijkswaterstaat

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging

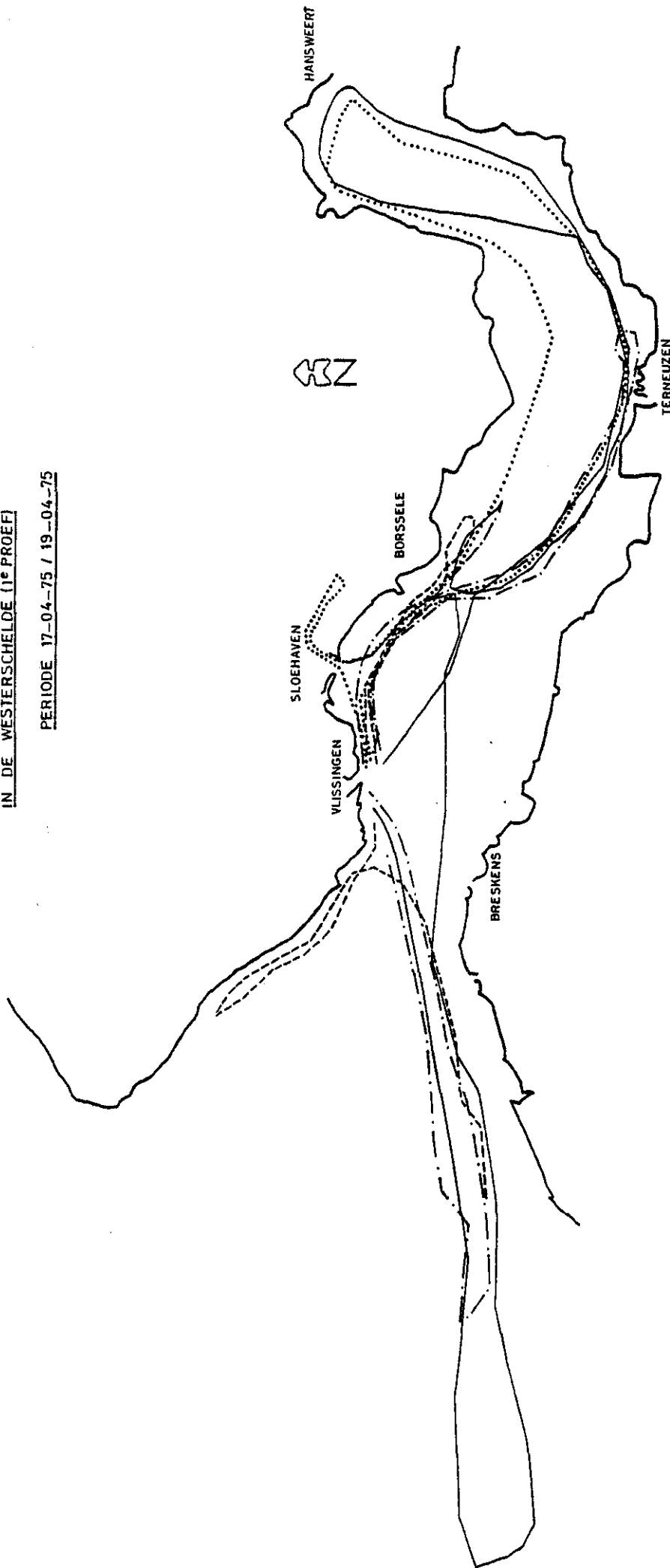
Fysische Afdeling 's - Gravenhage

- AAN SLIB GEADSORBEEERDE FRAKTIE NIET INBEGREPEN

- ACHTERGROND (ZIE FIG.12) AFGETROKKEN

0 2 4 6 km

FIG. 16 GEVAREN ROUTE(S) TIJDENS DIFFUSIEËXPERIMENT
IN DE WESTERSCHELDE (1^o PROEF)



PERIODE 17-04-75 / 19-04-75

WESTERSCHELDE

VAN DE MOND TOT HANSWEERT



FA 7803

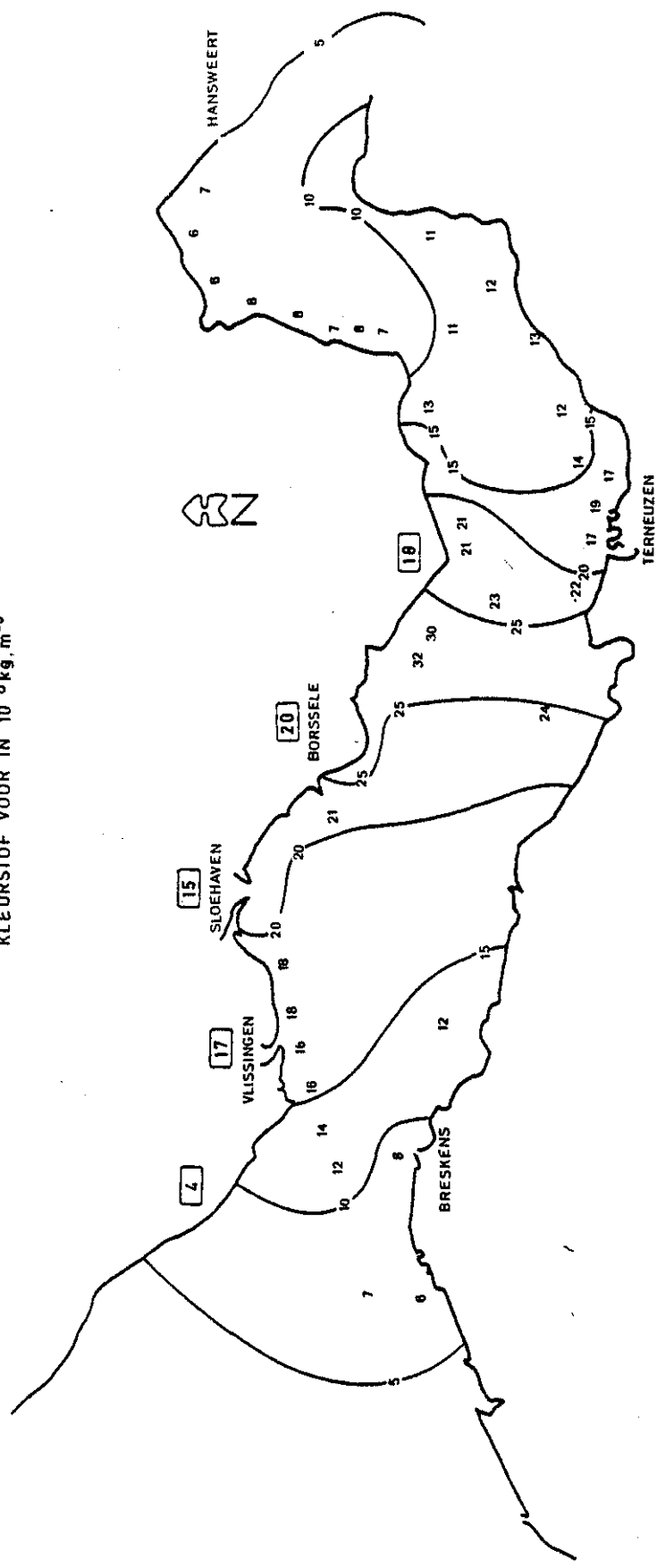
Rijkswaterstaat

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
Fysische Afdeling 's-Gravenhage

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE

CODE	PERIODE
---	17-04-75 23.45 — 18-04-75 12.15
- - -	18-04-75 12.15 — 19-04-75 00.30
- . - . -	19-04-75 00.30 — 19-04-75 13.00
.....	19-04-75 13.00 — 19-04-75 21.30

FIG.17 KLEURSTOFVERDELING GECORRIGEERD
VOOR GETIJSSTROOM
 DE GETALLEN STELLEN GEMETEN CONCENTRATIES
 KLEURSTOF VOOR IN $10^{-8} \text{ kg. m}^{-3}$



WESTERSCHELDE

VAN DE MOND TOT HANSWEERT



FA 7803

Rijkswaterstaat

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's - Groenvehage

DIFFUSIEEXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
1^o PROEF

PERIODE: 17.04.1975

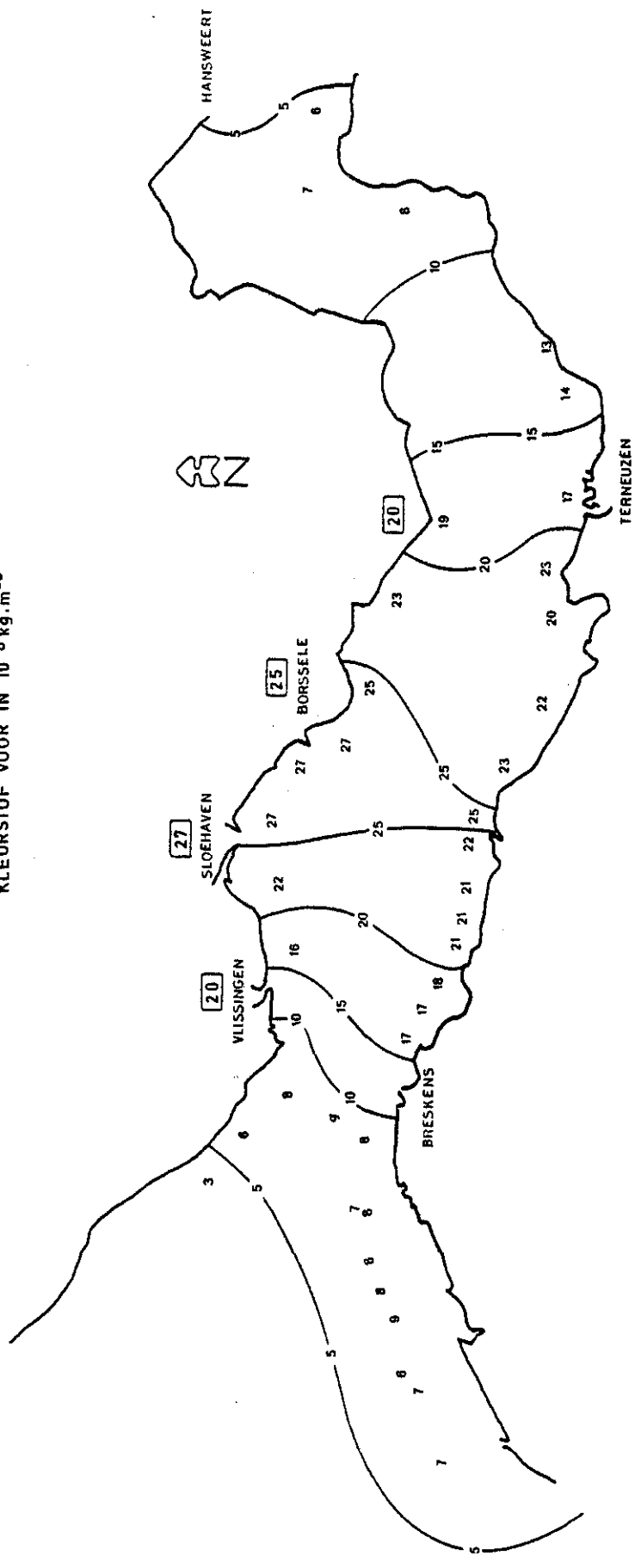
11.00 - 23.40 UUR

TIJDSTIP: 19.11 UUR

UREN NA LOZING: 82,25

□ = UITKOMST OEVERBEMONSTERING
○ = OMSSTREEKS DEZELFDE TIJD

FIG.18 KLEURSTOFVERDELING GECORRIGEERD
VOOR GETIJSTROOM
DE GETALLEN STELLEN GEMETEN CONCENTRATIES
KLEURSTOF VOOR IN 10^{-8} kg.m⁻³



DIFFUSIEEXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 1^e PROEF

PERIODE : 16-04-1975/17-04-1975
 22.52 - 11.12 UUR
 TIJDSTIP : 06.47 UUR (17-04-1975)
 UREN NA LOZING : 70,07

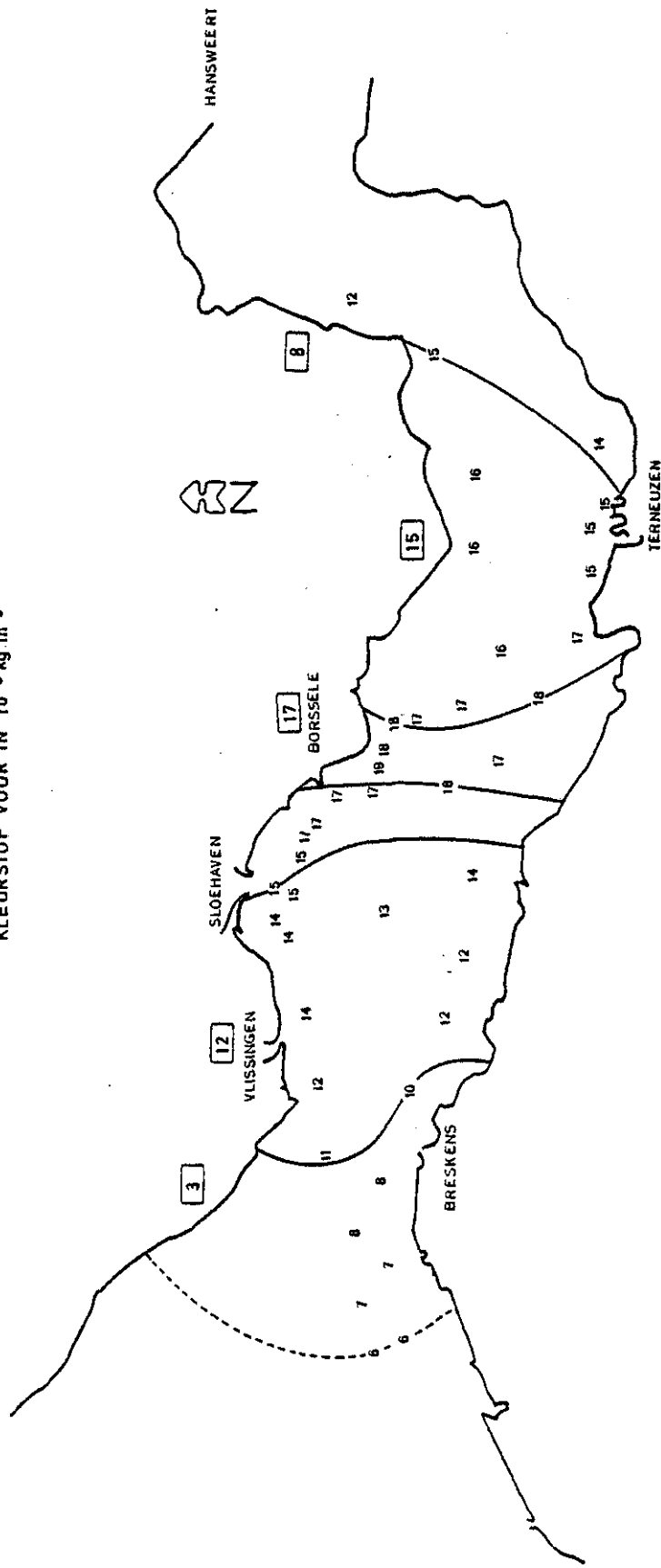
20 = UITKOMST OEVERBEMONSTERING
 OMSTREEKS DEZELFDE TIJD

WESTERSCHDELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT



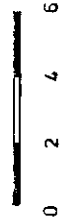
FA 7803
 Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's-Gravenhage

FIG. 19 KLEURSTOFVERDELING GECORRIGEERD
VOOR GETIJSSTROOM
 DE GETALLEN STELLEN GEMEEN CONCENTRATIES
 KLEURSTOF VOOR IN 10^{-8} kg m⁻³



WESTERSCHELDE

VAN DE MOND TOT HANSWEERT



FA 7803

Rijkswaterstaat

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling
 s - Gravenhage

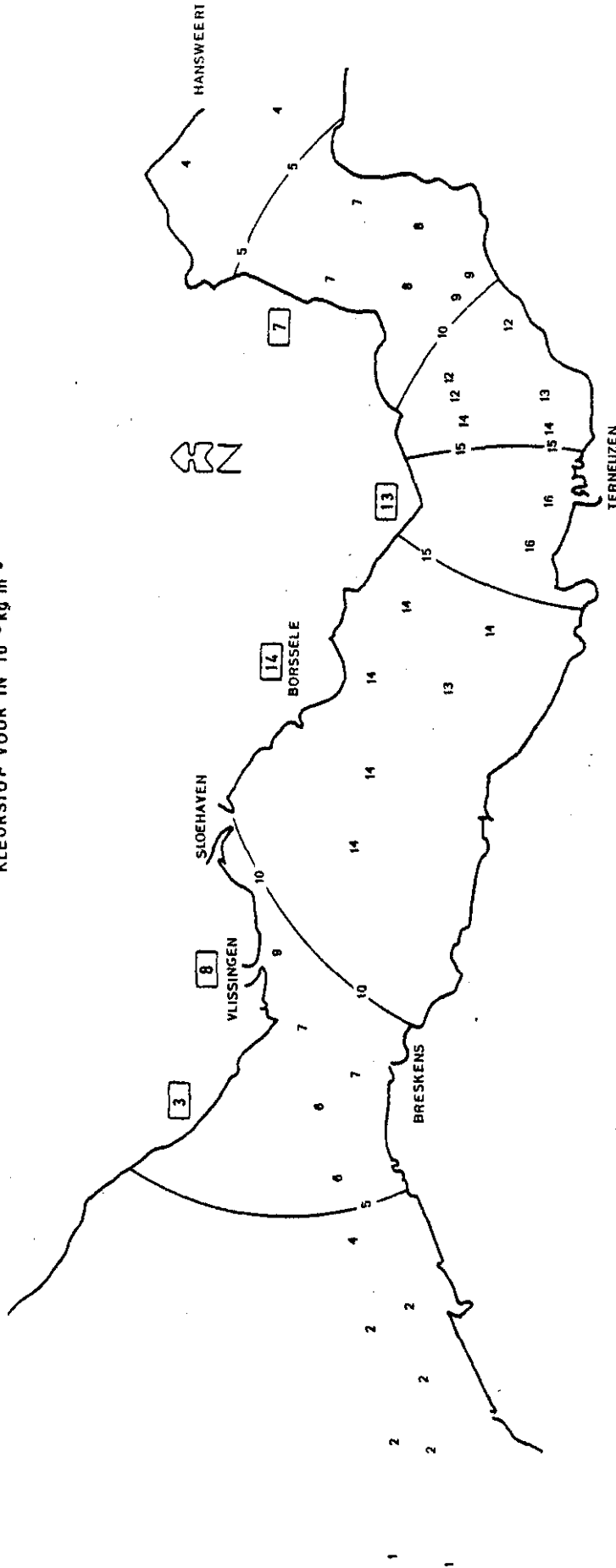
DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
(1^e PROEF)
 PERIODE: 18-04-1975
 15.00 - 24.00 UUR

TIJDSTIP: 20.08 UUR

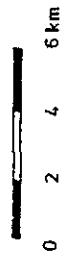
UREN NA LOZING: 107,3

□ = UITKOMST OEVERBEMONSTERING
 ○ = OMSTREEKS DEZELFDE TIJD

FIG. 20 KLEURSTOFVERDELING GECORRIGEERD
VOOR GETIJSSTROOM
 DE GETALLEN STELLEN GEMETEN CONCENTRATIES
 KLEURSTOF VOOR IN 10^{-8} kg m⁻³



WESTERSCHELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT



FA 7803

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling s - Gravenhage

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 PERIODE : 19-04-1975 (1^e PROEF)

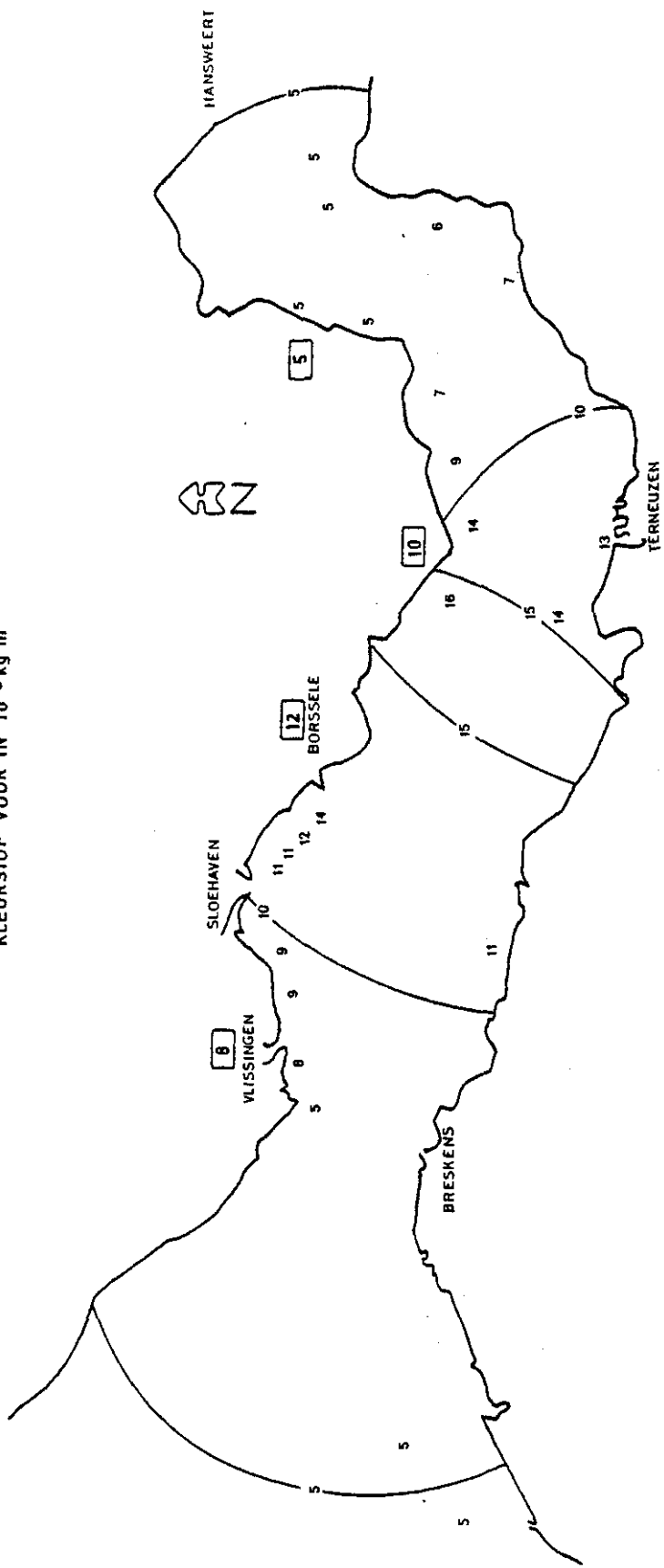
00.00-13.00 UUR

TIJDSTIP : 08.40 UUR

UREN NA LOZING : 120

☐ = UITKOMST OEVERBEMONSTERING
 ○ = OMSTREEKS DEZELFDE TIJD

FIG. 21 KLEURSTOFVERDELING GECORRIGEERD
VOOR GETIJSTROOM
 DE GETALLEN STELLEN GEMETEN CONCENTRATIES
 KLEURSTOF VOOR IN $10^{-8} \text{ kg m}^{-3}$



DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
PERIODE : 20-04-1975/21-04-1975 (1^e PROEF)
 12.30 - 21.30 UUR
 TIJDSTIP : 12.30 UUR (21-04-1975)
 UREN NA LOZING : 171,75
 [] = UITKOMST OEVERBEMONSTERING
OMSTREEKS DEZELFDE TIJD

WESTERSCHELDE
 VAN DE MOND TOT HANSWEERT
 0 2 4 6 km

FA 7803
 Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling s-Gravenhage

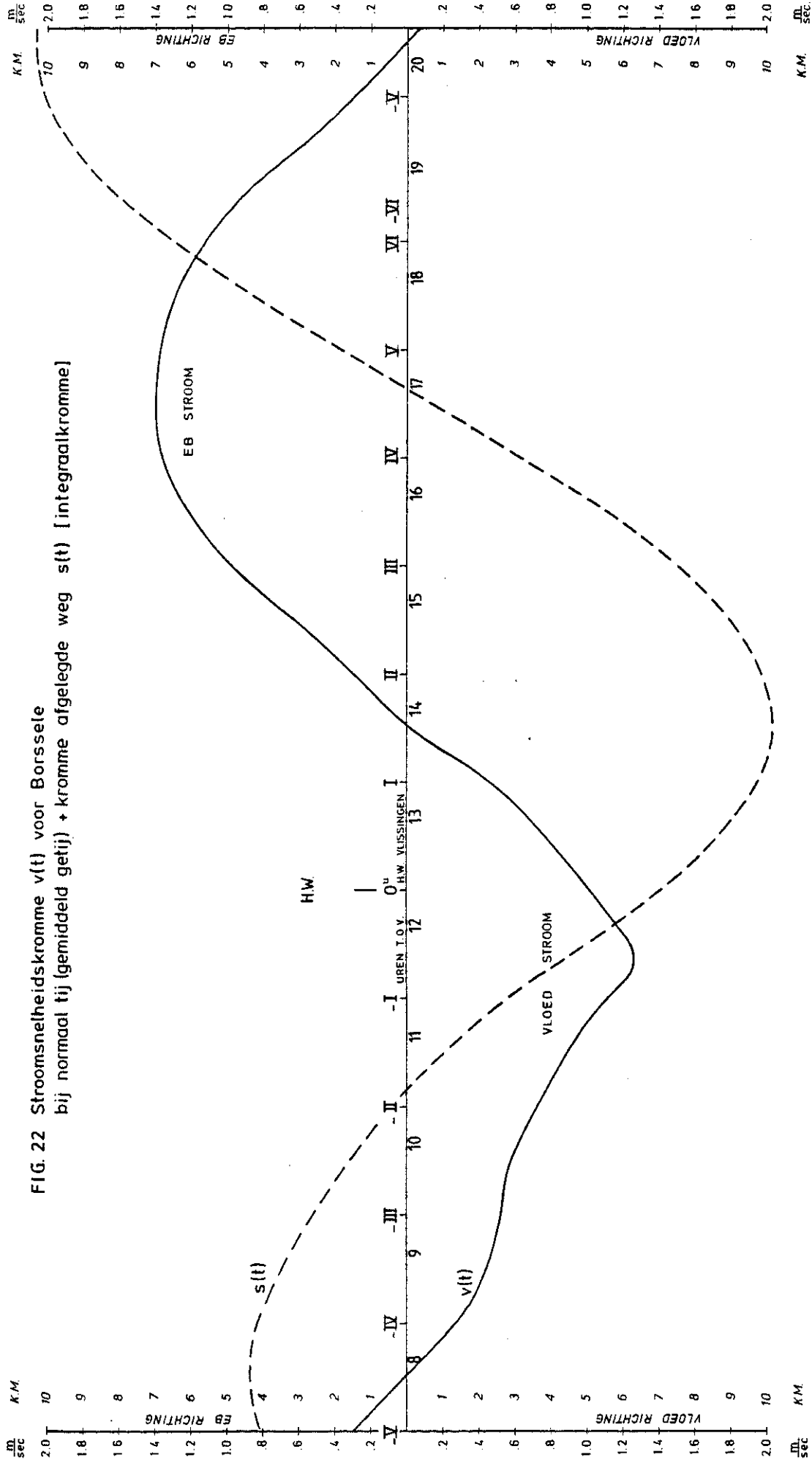
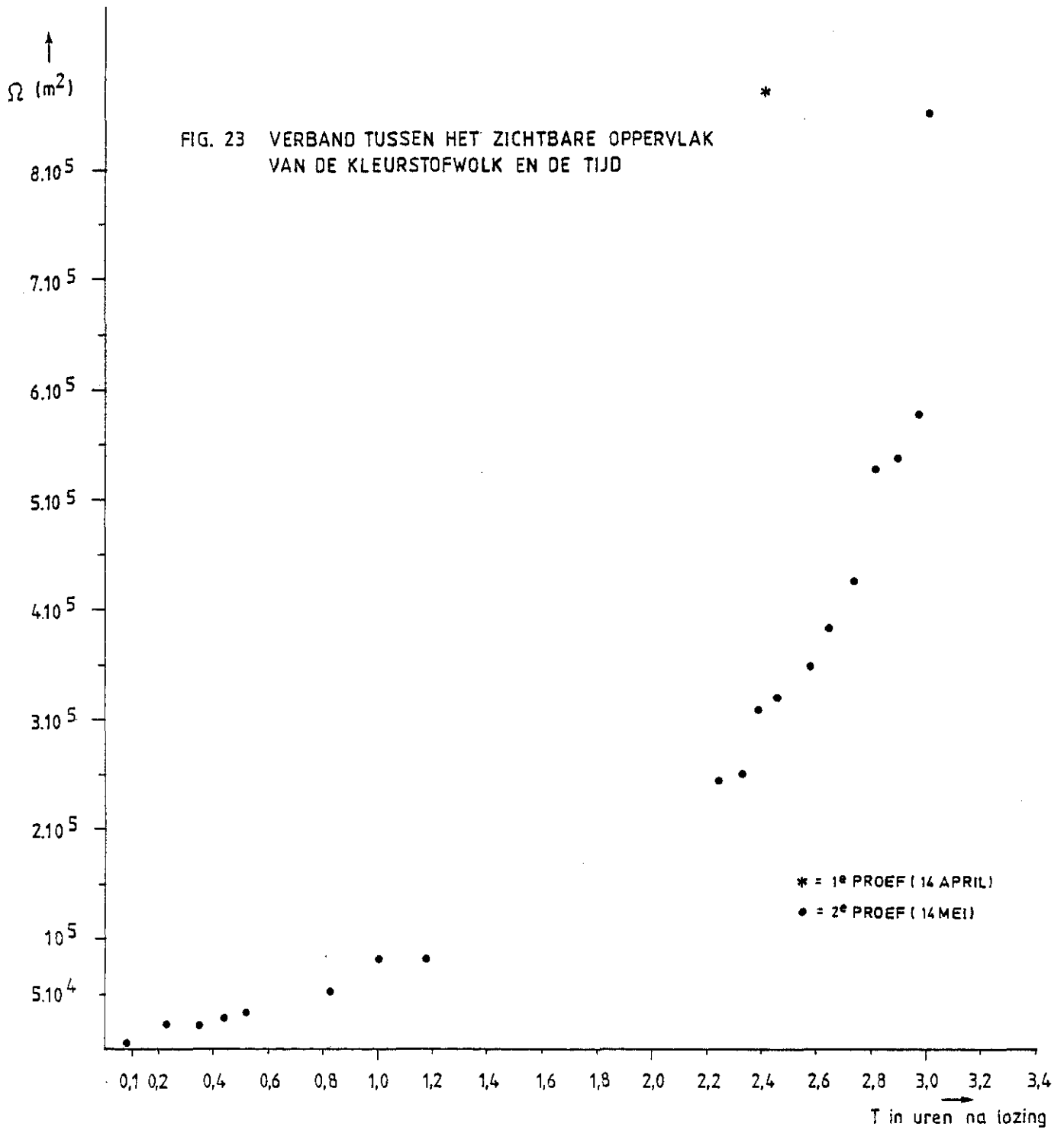


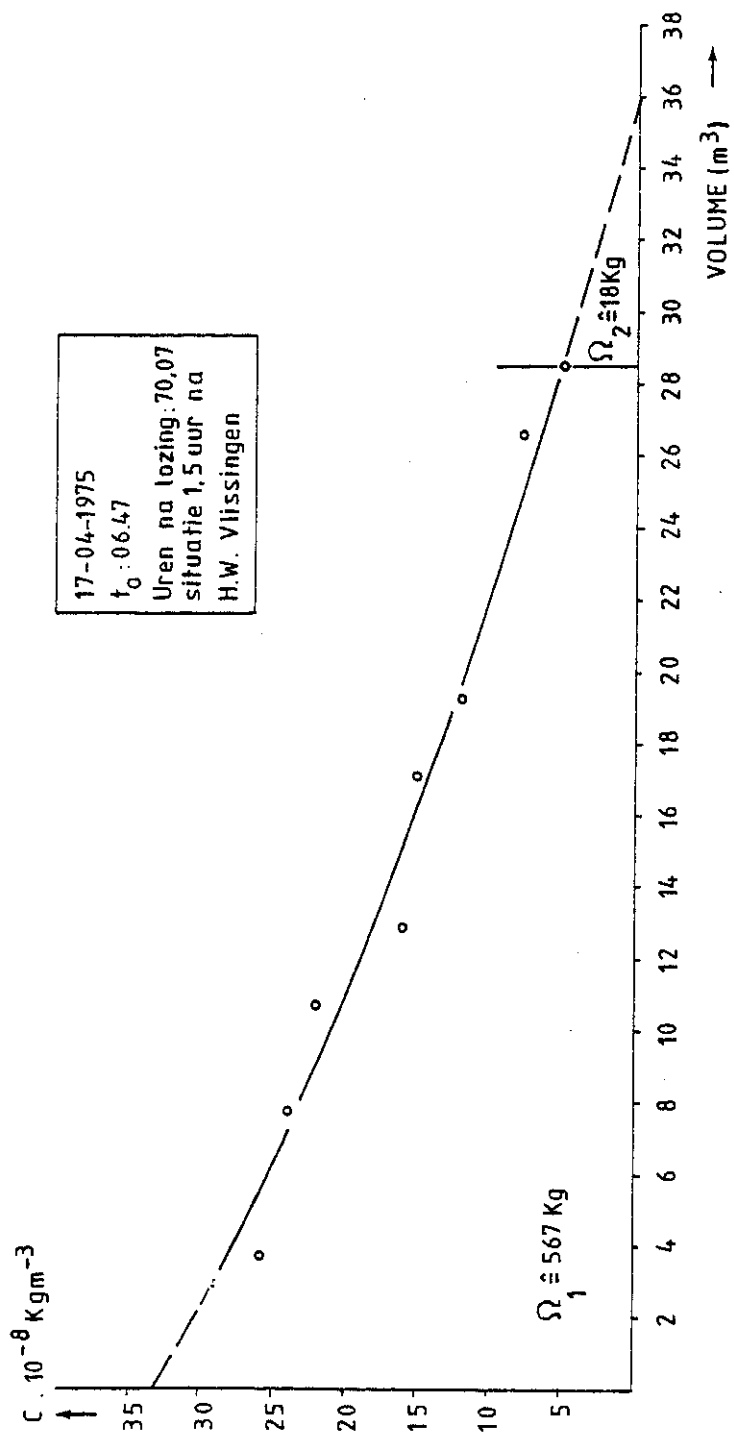
FIG. 22 Stroomsnelheidskromme $v(t)$ voor Borssele bij normaal tij (gemiddeld getij) + kromme afgelegde weg $s(t)$ [integraalkromme]

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's-Gravenhage

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHDELDE
 (APRIL/MEI 1975)



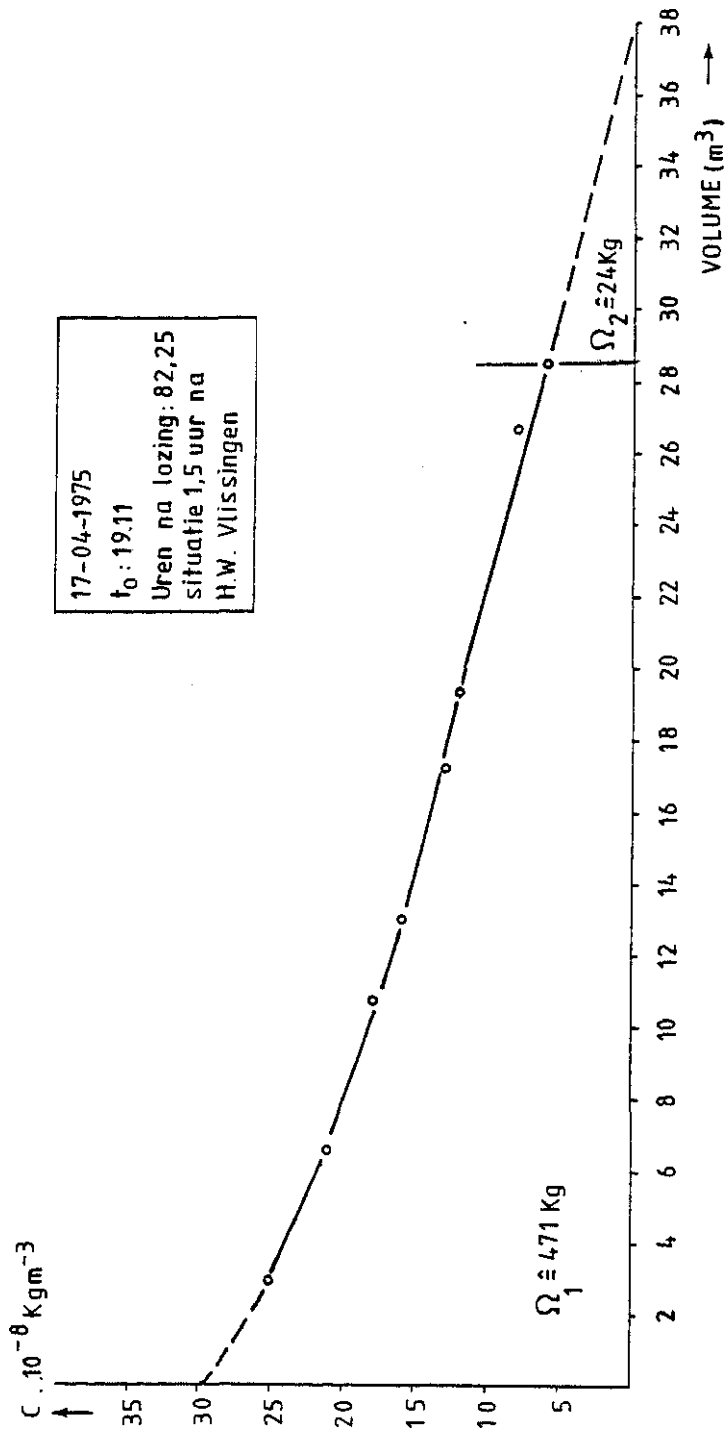
DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE



DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^e PROEF)

FIG. 2.4 (1) CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN
 BIJBEHOOREND OMSLOTEN VOLUME

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's-Gravenhage

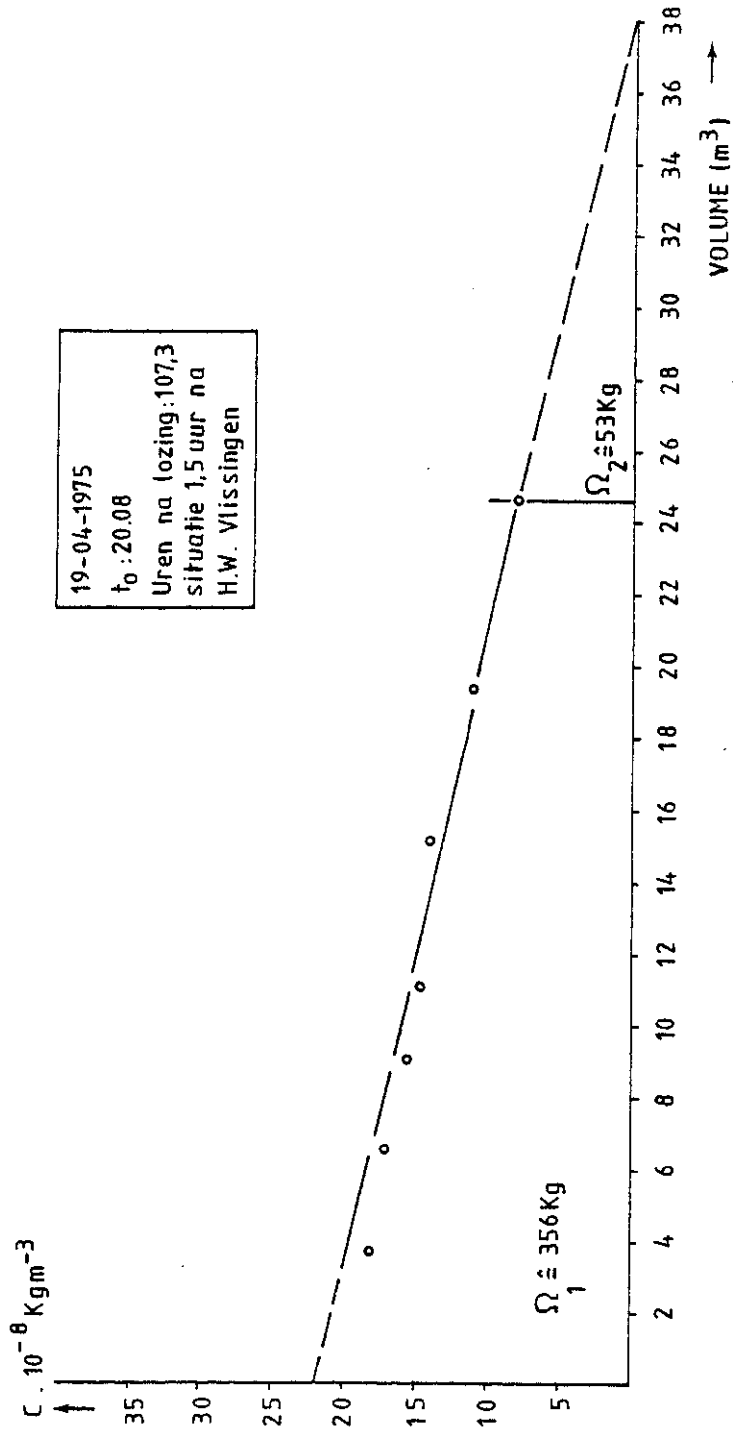


DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^o PROEF)

FIG. 2.4 (2) CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN
 BIJBEHOOREND OMSLOTEN VOLUME

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling
 's-Gravenhage

FA 7803

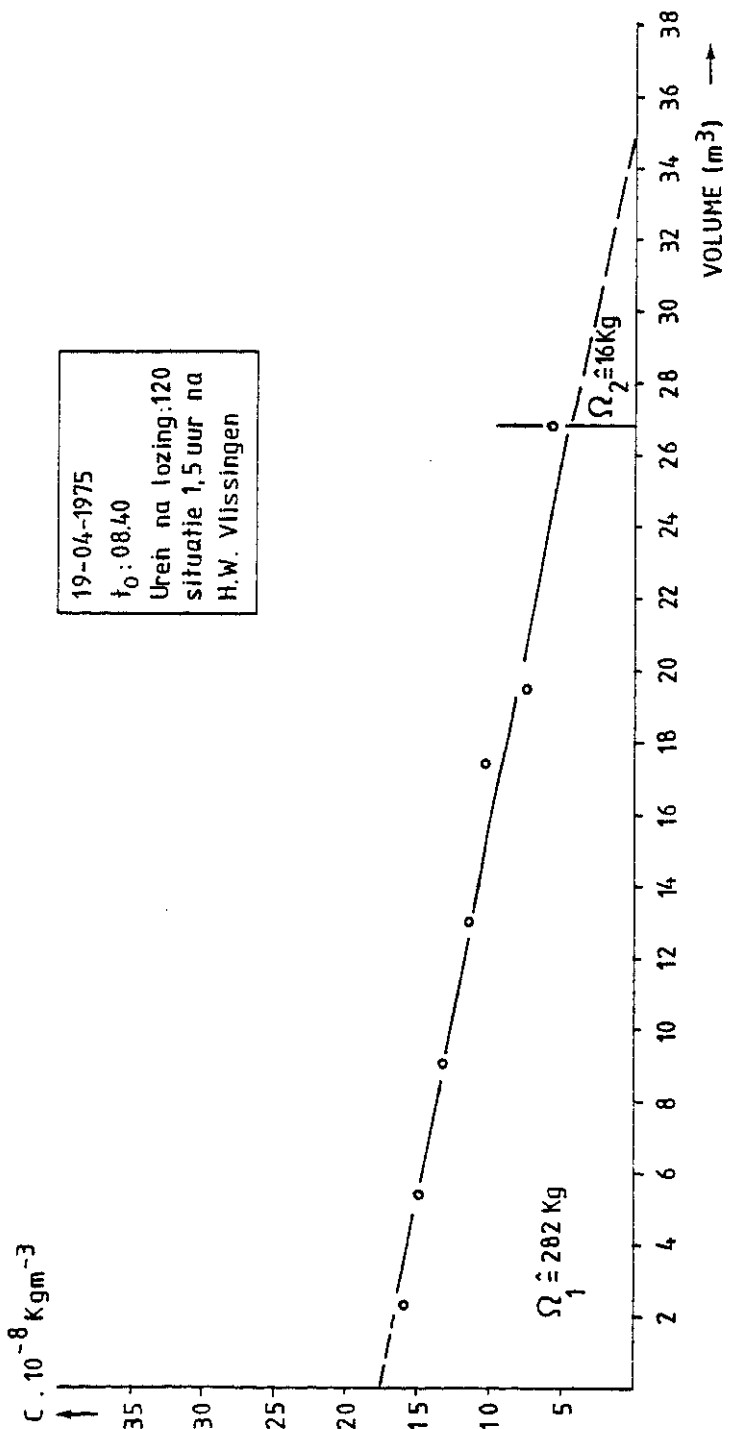


DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^e PROEF)

FIG. 24(13) CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN
 BIJBEHOOREND OMSLOTEN VOLUME

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's-Gravenhage

FA 7803

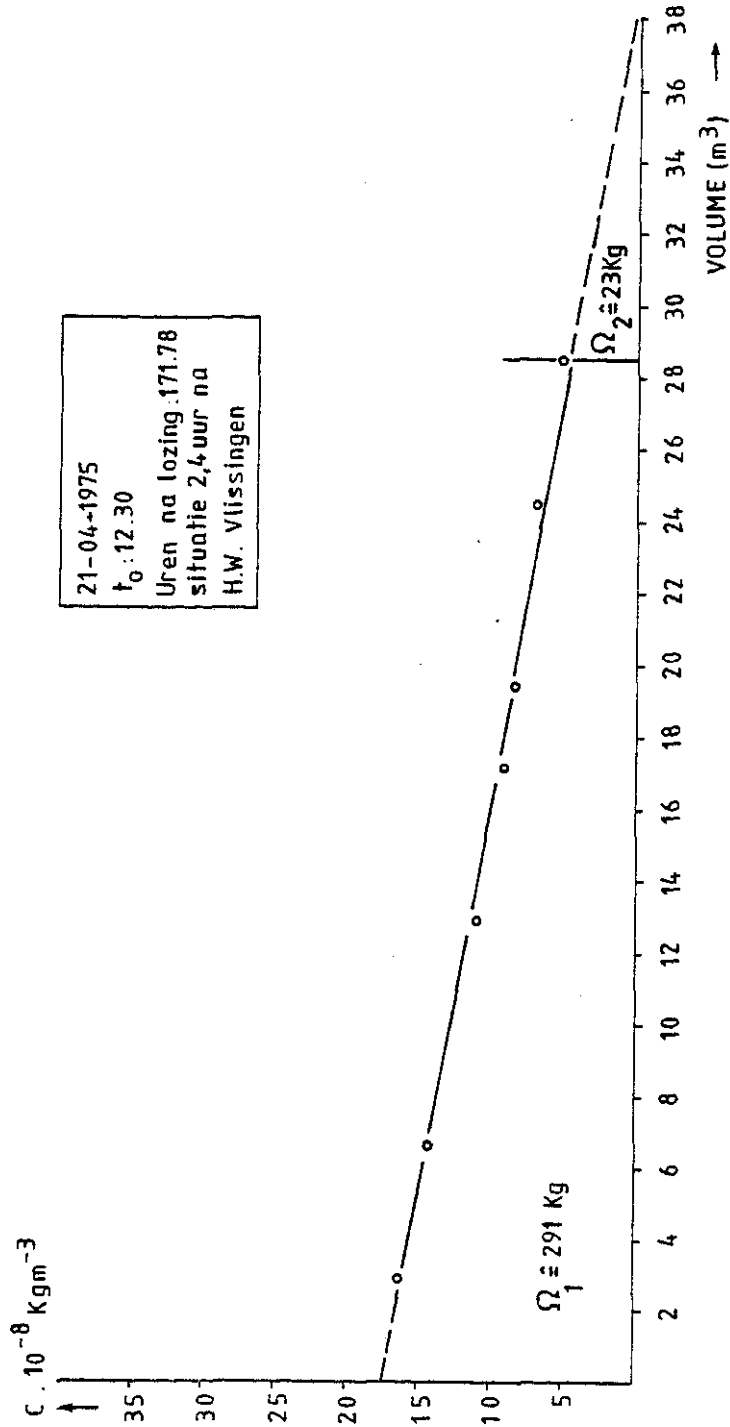


DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^e PROEF)

FIG. 24(14) CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN
 BIJBEHOOREND OMSLOTEN VOLUME

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling s-Gravenhage

FA 7803

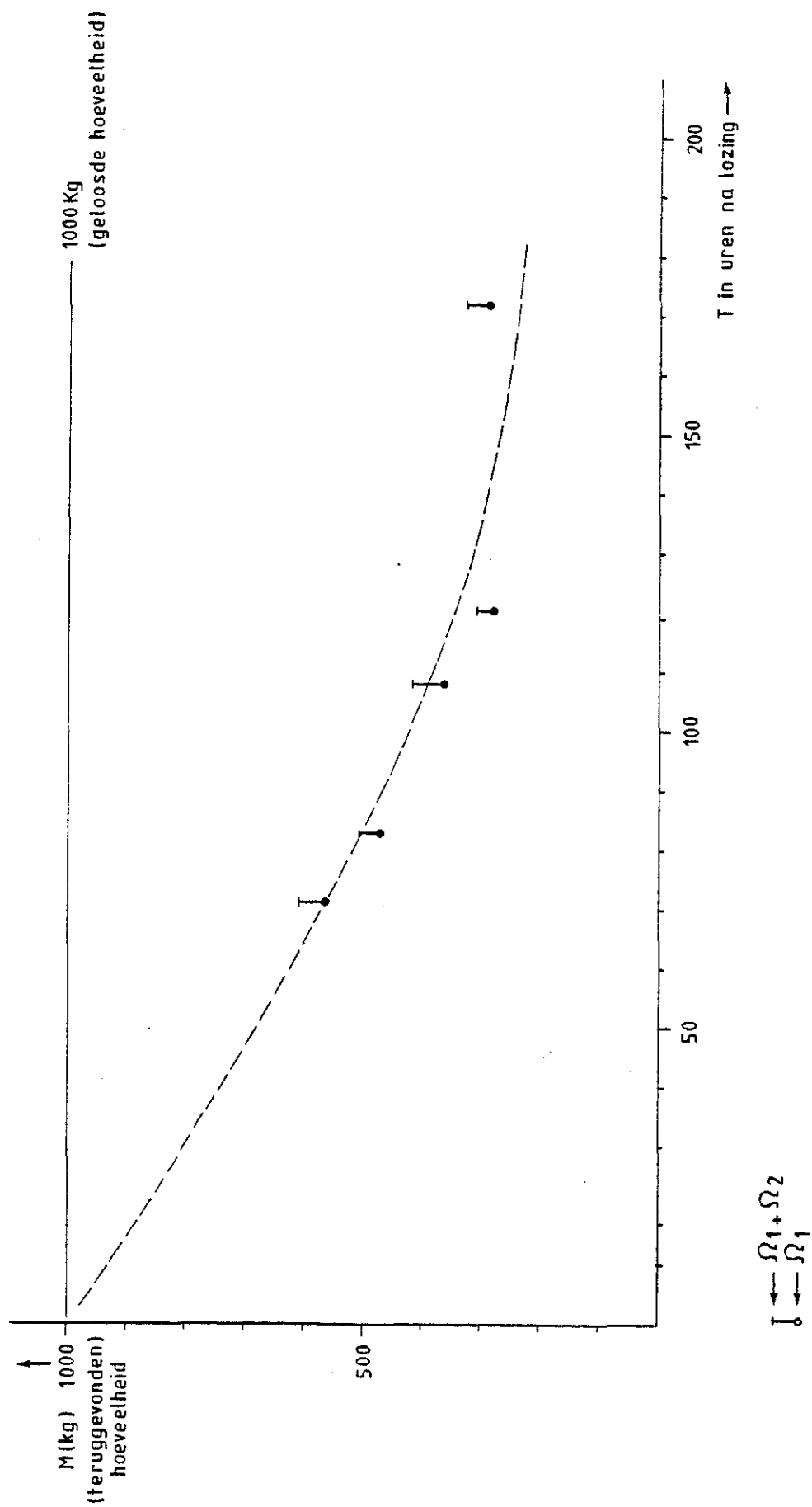


21-04-1975
 t_0 : 12.30
 Uren na lozing: 171.78
 situatie 2,4 uur na
 H.W. Vliissingen

DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^e PROEF)

FIG. 24(5) CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN
 BIJBEHOOREND OMSLOTEN VOLUME

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling
 's-Gravenhage



DIFFUSIEËXPERIMENT IN DE WESTERSCHELDE
 (1^e PROEF)

VERBAND TUSSEN DE TERUGGEVONDEN
 HOEVEELHEID MERKSTOF EN DE TIJD
 IN UREN NA LOZING

FIG. 25

Rijkswaterstaat
 Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
 Fysische Afdeling 's-Gravenhage

FA 7803