

waterloopkundig laboratorium delft hydraulics laboratory

Natuurmetingen aan de kust te Egmond in
mei en juni 1981

Inrichting en gebruik van de meetopstelling en
kosten

concept verslag

R 1597 deel I

augustus 1983



toegepast onderzoek
waterstaat

Overzicht publicaties I

Onder de hoofdtitel "Natuurmetingen aan de kust te Egmond in mei en juni 1981" zijn de volgende publicaties uitgebracht:

<u>Code</u>	<u>titel</u>	<u>uitgegeven door</u>	<u>tijdstip van publicatie</u>
R1597 nota 1	Plan voor activiteiten Werkgroep Natuurmetingen in 1981	WL	januari 1981
WWKZ-81.H248 (notitie)	Opbouw meetopstelling	RWS Hoorn	april 1981
R1597 nota 2	Stand van zaken meting te Egmond in mei 1981	WL	april 1981
R1597 nota 3	Stand van zaken metingen brandingszone	WL	augustus 1981
R1597 deel I	Inrichting en gebruik van de meetopstelling en kosten	WL	maart 1982
R1597 deel II	Overzicht uitgevoerde metingen en resultaten	WL	september 1982
WWKZ-81.H258	Analyse rapport water- en bodemonsters	RWS Hoorn	november 1981
WWKZ-82.H248	Beproeving meetopstelling stormseizoen 1981/1982	RWS Hoorn	oktober 1982

WL: Waterloopkundig Laboratorium

RWS Hoorn: Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn.

Overzicht publicaties II

Onder de hoofdtitel "Natuurmetingen aan de kust te Egmond van september 1982 tot januari 1983" zijn de volgende publicaties uitgebracht ter voorbereiding van de metingen:

<u>Code</u>	<u>Titel</u>	<u>Uitgegeven door</u>	<u>tijdstip publicatie</u>
R1597 nota 4	Plan voor activiteiten Werkgroep Natuurmetingen in 1982	WL	februari 1982
R1597 nota 5	Opzet vooronderzoek ten behoefte van de metingen te Egmond in 1982	WL	februari 1982
R1597 nota 6	Realisering en financiering van de metingen te Egmond in 1982	WL	april 1982
R1597 nota 7	Resultaten vooronderzoek ten behoeve van de meting- en te Egmond in 1982	WL	mei 1982
WWKZ-82.H231	Additionele doelstellingen	RWS Hoorn	juli 1982
WWKZ-82.H233	Constructie en opbouw van de meetopstelling (draai- boek)	RWS Hoorn	juli 1982
R1597 nota 8	Opslag en uitwerken meet- gegevens van de metingen te Egmond in 1982	WL	juli 1982
R1597 nota 9	Volledig meetplan van de metingen te Egmond in 1982	WL	november 1982

WL : Waterloopkundig Laboratorium

RWS Hoorn : Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn

Overzicht publicaties III

Onder de hoofdtitel "Natuurmetingen aan de kust te Egmond van september 1982 tot januari 1982" worden de volgende publicaties uitgebracht over de resultaten van de metingen:

<u>Code</u>	<u>Subtitel</u>	<u>Uitgegeven door</u>	<u>tijdstip publicaties</u>
R1597 deel III	Inrichting en gebruik van de meetopstelling en kosten	WL	oktober 1983
WWKZ-83.H..	Ervaringen opgedaan bij het opbouwen, het gebruik en het afbreken van de meetopstelling	RWS Hoorn	in voorbereiding
R1597 deel IV	Overzicht uitgevoerde metingen	WL	oktober 1983
WWKZ-83.H2..	Overzicht algemene en morfologische gegevens	RWS Hoorn	in voorbereiding
R1597 deel V	Meetseries 0000 en 1000: Metingen ten behoeve van onderzoek bruikbaarheid meetinstrumenten	WL	oktober 1983
R1597 deel VI	Meetserie 2000: Golven stromingen en zandconcentratie	WL	mei 1983 (concept verslag)
WWKZ-83.H2..	Analyse rapport water- en bodemonsters	RWS Hoorn	t.z.t.
WWKZ-83.H2..	Evaluatie werking Plessey golfbaken	RWS Hoorn	in voorbereiding
R1597 deel VII	Resultaten onderzoek bruikbaarheid meetinstrumenten	WL	in voorbereiding

WL : Waterloopkundig Laboratorium

RWS Hoorn : Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn

Overzicht publicaties IV

Onder de hoofdtitel "Natuurmetingen aan de kust te Egmond in 1981, 1982 en 1983" zal het volgende verslag worden uitgebracht:

<u>Code</u>	<u>Subtitel</u>	<u>Uitgegeven door</u>	<u>tijdstip publicatie</u>
R1597 deel VIII	Beheer en gebruik meet- gegevens	WL	t.z.t.

INHOUD

	blz.
1. <u>Inleiding</u>	1
2. <u>Meetlocatie</u>	3
3. <u>Opzet van de metingen</u>	4
3.1 Inleiding	4
3.2 Keuze van de meetpunten	7
3.3 Meetinstrumenten	8
3.3.1 Overzicht meetinstrumenten.....	8
3.3.2 Beschrijving meetinstrumenten.....	10
3.3.2.1 De electromagnetische stroomsnelheidsmeters van Marsh en McBirney	10
3.3.2.2 De electromagnetische stroomsnelheidsmeter van Colnbrook	10
3.3.2.3 De akoestische stroomsnelheidsmeter Simrad	11
3.3.2.4 De akoestische stroomsnelheidsmeter Vektor AKWA	12
3.3.2.5 De Akoestische Zandtransportmeter (AZTM)	13
3.3.2.6 De automatische stroomsnelheidsmeter NBA (model DCN-2B)	14
3.3.2.7 Pompinstallaties ten behoeve van opvang van watermonsters.....	14
3.3.2.8 De golfhoogtemeetbaak van Plessey.....	15
3.3.2.9 De golfhoogtemeetboei van Datawell.....	16
3.3.2.10 Het golfrichting meetsysteem.....	17
3.3.2.11 De Ott-getijschrijver	17
3.3.2.12 De windmeter	18
3.4 Meetopstelling	18
3.4.1 Meetsteigers en loopsteigers	18
3.4.2 Opstelling instrumenten	19
3.4.3 Het meetnet	20
3.4.4 Registratie meetsignalen	21
3.4.5 Registreerruimte en dagverblijf	23
3.4.6 Voorziening van elektrische stroom	24
3.4.7 De meetpunten buiten de brandingszone	25
3.5 Voorbereidend onderzoek en ijking van instrumenten	25
4. <u>De gang van zaken bij de metingen</u>	28
4.1 Inleiding	28
4.2 De opbouw van de meetopstelling	28
4.3 Het gebruik van de meetopstelling	36
4.3.1 Steigers	36

INHOUD (vervolg)

	blz.
4.3.2 Meetpaal en meetwagen	37
4.3.3 Opstelling, transport en opslag van instrumenten	39
4.3.4 De werking van de instrumenten	40
4.3.5 Het meetnet	42
4.3.6 Registratie meetsignalen	43
4.3.7 Registreerruimte en dagverblijf	43
4.3.8 Sterkstroomvoorziening	44
4.3.9 Communicatie en transport	45
4.3.10 Administratie	46
4.3.11 Coördinatie	47
4.3.12 Veiligheid	47
4.3.13 De personele bezetting	50
4.4 Het ontmantelen van de meetopstelling	51
4.5 Conclusies ten aanzien van het gebruik van de meetopstelling .	52
5. <u>Conclusies</u>	53
6. <u>Kosten</u>	57

ANNEX

I IJking instrumenten na de metingen in mei 1981 te Egmond

FIGUREN

1. Meetlocatie
2. Principe keuze meetpunten
3. Meetprincipe Simrad HC-100
4. Sensor van de Vektor AKWA
5. Sensor van de twee-dimensionale AZTM
6. Schema pompfilterinstallatie
7. Schema werking Plessey golfbaak
8. Datawell golfboei
9. Opstelling meetsysteem voor golfrichting
10. Ott-xx getijschrijver
11. Thies-windmeter
12. Situatie gebouwde meetopstelling
13. Constructie meetsteigers
14. Constructie loopsteigers
15. Constructie meetwagen aan meetpaal
16. Indeling portacabins
17. Opstelling portacabins
18. Leiding schema elektrische installatie
19. Inrichting meetpunt op diep water
20. Ontwikkeling strandprofiel in meetraai

FOTO'S

1. Electromagnetische stroommeter van Marsh McBirney
2. Electromagnetische stroommeter van Colnbrook
3. Acoustische stroommeter Simrad HC-100
4. Automatische stroommeter NBA
5. Inrichting meetopstand buiten de brandingszone

NATUURMETINGEN AAN DE KUST TE EGMOND IN MEI EN JUNI 1981

Inrichting en gebruik van de meetopstelling en kosten

1.1 Inleiding

Voor een goed kustbeheer is het noodzakelijk om over kennis te beschikken van de processen die de kustligging beïnvloeden. Daar de huidige kennis hiervoor onvoldoende wordt geacht, wordt onder meer kustonderzoek uitgevoerd in het kader van het Toegepast Onderzoek Waterstaat (TOW). In dit kader werden op initiatief en onder begeleiding van de Werkgroep Natuurmetingen van het TOW Kustonderzoek een tweetal meetcampagnes georganiseerd te Egmond aan Zee.

De eerste campagne vond plaats in mei en juni 1981 te Egmond aan Zee ter hoogte van de strandpaal km 36.500. Tijdens deze campagne lag de nadruk vooral op de ontwikkeling van een meetsysteem dat geschikt is om gegevens te winnen in het brandingsgebied. Deze metingen vonden in het voorjaar plaats onder relatief rustige weersomstandigheden. De grootste windkracht tijdens deze metingen bedroeg ca. 6 Beaufort.

De tweede meetcampagne te Egmond aan Zee vond plaats in het najaar van 1982 in de omgeving van strandpaal km 38.000 ca. 1.5 km ten zuiden van de locatie van 1981 (zie figuur 1). Tijdens de tweede campagne die duurde van medio september 1982 tot eind januari 1983, werd naast de doelstelling van 1981 ook ruime aandacht besteed aan onderzoek naar relevante verschijnselen aan de kust. De weersomstandigheden waren tijdens deze meetcampagne aanmerkelijk ruwer. De grootste windkracht waarbij metingen werden uitgevoerd bedroeg 9 Beaufort.

Tijdens beide campagnes werd bij de opzet en uitvoering van de metingen samengewerkt door het Waterloopkundig Laboratorium en de Adviesdienst Hoorn van de Rijkswaterstaat. Bij de metingen van 1981 werd de coördinatie voor de Adviesdienst Hoorn verzorgd door W. van de Geer.

Algemeen coördinator en projectleider namens de Werkgroep Natuurmetingen was ing. H. Derks van het Waterloopkundig Laboratorium.

Dit verslag werd door deze laatste, in samenwerking met T. Kos van de Adviesdienst Hoorn en ing. H.C. Moritz van het Waterloopkundig Laboratorium, samengesteld.

Voor de overige nota's en verslagen die in het kader van beide meetcampagnes zijn uitgebracht wordt verwezen naar de lijsten voorin dit verslag.

1.2 Voorgeschiedenis

In het verslag R 971 van augustus 1980 van het Waterloopkundig Laboratorium zijn de resultaten vermeld van het onderzoek naar de mogelijke methoden voor het meten van stroomsnelheid en sedimentconcentratie in de brandingszone. Dit onderzoek werd uitgevoerd als eerste stap naar het doel dat door de Werkgroep Natuurmetingen van het TOW-kustonderzoek is gesteld, namelijk: het ontwikkelen van meetsystemen die bruikbaar zijn voor het verzamelen van gegevens in de natuur ten behoeve van het kustonderzoek.

Het onderzoek werd door het Waterloopkundig Laboratorium uitgevoerd door eerst in overleg met de Werkgroep Natuurmetingen de belangrijkste eisen en voorwaarden op te stellen voor het meten van stroomsnelheid en sedimentconcentratie in de brandingszone en daarna aan de hand van de fabrieksdocumentatie en literatuur de bestaande meetmethoden en de meer recente ontwikkelingen te inventariseren.

Het onderzoek verschaft als zodanig een nuttig overzicht van de meetinstrumenten en meetmethoden die beschikbaar zijn ten behoeve van de metingen in de brandingszone.

In het verslag wordt tevens een evaluatie gegeven van de geïnterpreteerde meetmethoden. Die evaluatie leidde tenslotte tot een advies ten aanzien van de verdere stappen die kunnen worden genomen om de beschikking te krijgen over instrumenten die bruikbaar zijn voor metingen in de brandingszone. Deze stappen hadden betrekking op de uitvoering van proefnemingen met meetinstrumenten in de natuur en in laboratoriumopstellingen en op het stimuleren van bepaalde ontwikkelingen.

Oriënterende proeven en ijkingen waartoe werd geadviseerd, werden daarna met de snelheidsmeter van Marsh McBirney en Simrad, met de in situ concentratiemeter Partech en het isokinetisch afzuigstelsel en met de AZTM uitgevoerd in de Vuilwatergoot van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft. De resultaten van deze metingen zijn vermeld in verslag M 1746 van het Waterloopkundig Laboratorium.

Als een verdere voortzetting van het onderzoek van de bruikbaarheid van de geselecteerde meetinstrumenten en -methoden werd door de Werkgroep Natuurmetingen besloten om op zo kort mogelijke termijn een meetopstelling aan het strand in te richten voor de uitvoering van proefnemingen met instrumenten onder de omstandigheden die in de brandingszone in de natuur voorkomen.

Ten behoeve van een zo efficiënt en economisch mogelijke totstandkoming van de metingen werd door de Werkgroep in de zomer van 1980 onderzocht of het mogelijk was hierbij samen te werken met de Adviesdiensten van het District Kust en Zee van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat. Deze diensten beschikken over een grote capaciteit aan personeel en materieel die bij de totstandkoming van de metingen uitstekende diensten kan verlenen. Bij dit onderzoek bleek dat zowel bij de Adviesdienst te Hoorn als bij de Adviesdienst te Vlissingen reeds eigen plannen bestonden voor de uitvoering van metingen in de brandingszone in 1981. Het samenvoegen van de plannen maakte samenwerking met deze Diensten aantrekkelijk.

In verband met de eisen die ten aanzien van de meetlocatie moesten worden gesteld, werd tenslotte gekozen voor samenwerking met de Adviesdienst te Hoorn.

Er is tot nu toe weinig ervaring met de uitvoering van metingen in de brandingszone. Omdat het bekend is, dat tijdens stormen aan het strand ruwe omstandigheden kunnen voorkomen, werd het verstandig geoordeeld om voor een eerste meting een periode uit te kiezen waarin de kans op storm klein is. Om ook zoveel mogelijk het badseizoen aan het strand te vermijden, dat om andere redenen voor de metingen niet aantrekkelijk is, werd er tenslotte voor gekozen de metingen in april en mei van 1981 uit te voeren.

2. Meetlocatie

De metingen vonden plaats op het strand tussen Egmond en Bergen ter hoogte van strandpaal 36.500. De afstand van deze plaats tot de strandslag bij het centrale parkeerterrein te Egmond bedraagt ca. 1,5 km.

Het strandgedeelte langs de Nederlandse kust tussen Egmond en Bergen biedt tamelijk uniforme omstandigheden. De kust is recht en er zijn geen strandhoofden. Aan de eis van een vlak kustprofiel kon niet worden voldaan. Zoals bijna overal langs de Nederlandse kust komt aan het strand te Egmond een stelsel van banken en zwinen voor die min of meer evenwijdig aan de kust lopen. Onder andere ten gevolge van de aanwezigheid van de banken is de plaats van de brandingszone niet vast. Bij hoogwater kan de brandingszone bijvoorbeeld bij een bepaalde golfhoogte aan het strand aansluiten, terwijl bij lagere waterstand of ook bij grotere golfhoogte het grootste gedeelte van de golven reeds breekt ter plaatse van de bank. Dit is lastig met het oog op de keuze van meetpunten binnen de brandingszone.

In verband met het feit dat het badseizoen aan het strand in mei begint, was het noodzakelijk de meetlocatie op enige afstand van Egmond te kiezen. Dit is in het badseizoen tevens vereist in verband met de zomerhuisjes die (met vergunning van de Gemeente Egmond) aan de duinvoet zijn geplaatst, ten noorden van Egmond juist tot aan strandpaal km 36.500.

De meetlocatie is aangegeven in figuur 1. Er is geen toegangsmogelijkheid tot het strand via wegen in het aansluitende duingebied, zodat de meetplaats alleen via het strand bereikt kan worden. In het zomerseizoen is dit geen groot bezwaar. In het najaar en de winter kan deze toegang echter tijdelijk, gedurende kortere of langere tijd, geblokkeerd zijn.

Ook kan op deze meetplaats niet beschikt worden over een aansluiting op het elektriciteitsnet, hetgeen het noodzakelijk maakt een eigen installatie voor de stroomvoorziening te plaatsen. Gedurende het badseizoen bestaat er een mogelijkheid op de tijdelijke drinkwaterleiding van de zomerhuisjes te worden aangesloten.

In de Marinestraat in Egmond beschikt de sectie Noordzeekust van de Adviesdienst Hoorn over een kantoor, garage en opslag. Ook deze omstandigheid heeft meegewogen in de beslissing tot de keuze van de meetlocatie te Egmond.

3. Opzet van de metingen

3.1 Inleiding

Het doel van de metingen is in de eerste plaats te onderzoeken of de in 1980 op grond van het literatuuronderzoek geselecteerde meetinstrumenten en meetmethoden geschikt zijn om in de brandingszone gebruikt te worden voor het meten van stroomsnelheid en sedimentconcentratie.

Het is noodzakelijk de bruikbaarheid van de instrumenten in de brandingszone in de natuur te onderzoeken daar geen enkele van deze, op grond van de fabrieksspecificaties geselecteerde, instrumenten in feite ontworpen is voor gebruik in de brandingszone.

Om het onderzoek van de bruikbaarheid van de instrumenten te kunnen uitvoeren moeten diverse voorzieningen worden getroffen. De instrumenten moeten in de brandingszone worden opgesteld. Er moeten voorzieningen worden getroffen voor de overdracht en de registratie van de meetsignalen. Voorts moeten er voorzieningen worden getroffen om over elektrische stroom te kunnen beschikken ten behoeve van de voeding van de instrumenten en de apparatuur. Ook zal er op het strand een onderkomen moeten zijn voor het personeel en de apparatuur. De inrichting van de meetopstelling bevat dus in hoofdzaak dezelfde elementen als wanneer het metingen betreft die tot doel hebben om gegevens te verzamelen over de verschijnselen zelf.

Dit betekent dat de metingen behalve voor het verzamelen van gegevens over het functioneren van de instrumenten tevens kunnen worden benut om ervaring op te doen met meetopstellingen die aan het strand ten behoeve van de toekomstige metingen moeten worden ingericht. Dit is een tweede doelstelling van de metingen. Een kant en klare oplossing voor de wijze waarop deze voorzieningen moeten worden getroffen is er niet. Er zullen dus oplossingen moeten worden bedacht die afgestemd zijn op de omstandigheden waaronder de metingen zullen plaats vinden en de eisen die worden gesteld.

In de derde plaats, kunnen de meetgegevens die verzameld zijn met instrumenten waarvan achteraf blijkt dat ze goed hebben gefunctioneerd, worden gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden. De laatste mogelijkheid werd door de Werkgroep Snelheidsveld in Golven aangegrepen om metingen, die men in het kader van de activiteiten van de werkgroep in 1981 had voorgenomen en die gericht waren op het onderzoek van de correlatie tussen het verloop van de oppervlakte

uitwijkingen en de stroomsnelheid in een vertikaal in de tijd, te laten samenvallen met de metingen te Egmond.

Uit gesprekken die met leden van andere werkgroepen werden gevoerd, bleek dat de volgende punten van belang zijn met betrekking tot de verschijnselen die zich voordoen in en nabij de brandingszone bij de kust:

- De verdeling van de stroom in het horizontale vlak.
- De oppervlakte-uitwijkingen.
- De golfrichtingen.
- Het snelheidsveld in golven.
- De verdeling van de sedimentconcentratie in het vertikale en in het horizontale vlak.

Bij de opzet van de meting is getracht een zodanige structuur aan te brengen dat de meetresultaten op deze punten kunnen worden toegepast.

De waarde van het betrekken bij het onderzoek van deze, uit wetenschappelijk oogpunt van belang zijnde punten is in dit stadium echter niet zozeer daarin gelegen of tijdens de metingen inderdaad resultaten beschikbaar komen. Meer van belang is namelijk het feit dat het betrekken van deze punten bij de meting aan de meting een bepaalde structuur verleent en een ordening van instrumenten eist, die tot op zekere hoogte overeenkomt met de ordening van instrumenten bij de metingen die in de toekomst zullen plaatsvinden.

Dit heeft weer zijn effect op de structuur van de meetopstelling als geheel. De metingen kunnen dan dienen als een zo compleet mogelijke oefening.

De metingen werden uitgevoerd in samenwerking met de Adviesdienst Hoorn van de Rijkswaterstaat. Bij deze dienst bestond het plan om in 1981 in een lange raai (tot ca. N.A.P. -20 m) loodrecht op de kust metingen van zandtransport en stroomsnelheid uit te voeren en daarbij onder andere proefnemingen te doen met de Wallingford-pompfilterinstallatie en de electromagnetische stroommeter van Colnbrook. Gezien dit voornemen was het mogelijk deze metingen te laten samenvallen met de metingen die in het kader van de Werkgroep Natuurmetingen zouden plaats vinden. De samenwerking bij de metingen werd door de Adviesdienst Hoorn in de praktijk gebracht door het ter beschikking stellen van personeel, vaartuigen, constructiematerialen, steigers, werkplaatsen, etc.

De eerste gezamenlijke besprekingen over de organisatie van de metingen vonden in het najaar van 1980 plaats. In dit overleg werd het tijdstip van de metin-

gen, de maand mei 1981, vastgelegd. De tijd voor het treffen van de noodzakelijke voorbereidingen voor de metingen was beperkt. Het globale plan voor de metingen kwam in januari 1981 gereed (zie R 1597, Nota 1, Waterloopkundig Laboratorium). Tijdens enkele besprekingen in januari en februari 1981 vond de verder detaillering van de opzet van de metingen plaats. Dit gebeurde in samenwerking met de Afdeling Instrumentatie van het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst. Daarna werden de taken verdeeld tussen het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst en de Adviesdienst Hoorn betreffende de realisatie van de verschillende onderdelen van de meetopstelling. De constructieve voorzieningen werden verzorgd door de Adviesdienst Hoorn. De belangrijkste voorzieningen van het meetnet werden verzorgd door het Laboratorium De Voorst daar de afdeling Instrumentatie van de Adviesdienst Hoorn niet over voldoende tijd beschikte in verband met de uitvoering van het eigen werkprogramma.

Tevens vonden kontakten plaats ten behoeve van het kunnen beschikken over meetverblijven, instrumenten en registratieapparatuur bij de metingen. De instrumenten die voor de metingen beschikbaar waren, kunnen worden verdeeld in drie categorieën:

1. De door de Werkgroep Natuurmetingen geselecteerde meetinstrumenten en -methoden:
 - . Marsh McBirney, electromagnetische stroomsnelheidsmeter.
 - . Simrad, akoestische stroomsnelheidsmeter.
 - . Afzuigstelsel.
2. De meer recent ontwikkelde instrumenten:
 - . Vektor AKWA, akoestische stroomsnelheidsmeter.
 - . AZTM, akoestische zandtransportmeter.
3. Instrumenten, tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn behorend, die ten behoeve van de metingen ter beschikking kunnen worden gesteld:
 - . Golfhoogtemeetbaken van Plessey.
 - . Datawell golfhoogtemeetboei.
 - . Registrerende peilschaal.
 - . Automatische stroommeter.
 - . Windsnelheid- en windrichtingmeter.
4. Een instrument dat ter beschikking gesteld werd door de Adviesdienst Vlissingen
 - . Colnbrook, electromagnetische stroomsnelheidsmeter

De organisatie van de meting was, op enkele detailpunten na, eind maart 1981 gereed. De stand van zaken met betrekking tot de meting omstreeks dat tijd-

stip is weergegeven in R 1597, Nota 2 van het Waterloopkundig Laboratorium.

3.2 Keuze van de meetpunten

In figuur 2 zijn de gekozen meetpunten aangegeven. De meetpunten zijn geplaatst in een enkele raai die min of meer loodrecht op de kust staat.

Binnen de brandingszone zijn drie meetpunten gekozen. In de meetpunten kunnen twee aan twee de instrumenten worden opgesteld waarvan men de werking tijdens de omstandigheden die in de brandingszone heersen, wil onderzoeken. In figuur 2 is een mogelijke combinatie van de te onderzoeken instrumenten aangegeven. In principe kunnen twee aan twee alle mogelijke combinaties met de instrumenten worden onderzocht.

Het paarsgewijs opstellen van de instrumenten heeft tot doel om de meetsignalen van een instrument dat in een bepaald meetpunt is opgesteld te kunnen vergelijken met die van een ander instrument dat gelijktijdig in hetzelfde meetpunt (of voldoende dicht daarbij) staat. In de vertikaal wordt per meetpunt slechts in één punt gemeten.

In twee van de drie binnen de brandingszone gelegen meetpunten, de beide meest zeewaarts gelegen punten, werd bovendien een golfhoogtemeetbaak van Plessey opgesteld zodat in die punten gelijktijdig met de stroomsnelheid de golfhoogte kon worden gemeten. Tevens kon in een van de drie meetpunten de sedimentconcentratie worden bepaald met behulp van de afzuigmethode in 4 punten in de vertikaal en met behulp van de AZTM in een enkel punt.

Aan de drie binnen de brandingszone gelegen meetpunten zijn nog enkele meetpunten toegevoegd. Buiten de brandingszone is een meetpunt gekozen dat als referentiepunt kan dienen voor de golfhoogte en de waterstand direct buiten de brandingszone. Verder is ter plaatse van de dieptelijn van N.A.P. -10.00 m in de meetraai een meetpunt ingericht voor het meten van de golfhoogte en het horizontale getij in dieper water. De windsnelheid en de windrichting werd in de meetraai gemeten op het duin op een hoogte van ca. N.A.P. +20.00 m. Ook werden waarnemingen verricht van de golfrichting binnen de brandingszone.

Het doel van de keuze van deze extra meetpunten is het bepalen van enkele randvoorwaarden die nuttig zijn bij het gebruik van de meetgegevens ten behoeve van andere doeleinden. De meetgegevens van de simultane metingen van

golfhoogte en stroomsnelheid in het zelfde meetpunt zullen, bijvoorbeeld door de Werkgroep Snelheidsveld in Golven, worden gebruikt voor correlatieberekeningen.

3.3 Meetinstrumenten

3.3.1 Overzicht meetinstrumenten

Het soort en het aantal van de bij de meting beschikbare instrumenten kan naar herkomst als volgt worden verdeeld:

1. Stroomsnelheid

a) Marsh McBirney

- . WL, flow probe model 511 (bolvormig Ø 4 cm) 1 stuks
(op huurbasis)
- . Adviesdienst Hoorn, flow probe model 711 (staafvormig Ø 2,5 cm) 1 stuks
(in bruikleen van Hydroinstrumentatie RWS)

b) Colnbrook

- Adviesdienst Vlissingen, probe Ø 11 cm 1 stuks
(op uitleenbasis)

c) Simrad

- NESA, type HC 100 1 stuks
(NESA = Nederland Survey projecten en Apparatuur
V.O.F. te Rotterdam)

d) Vektor AKWA

- TOW Kustonderzoek (gekocht van TPD) 1 stuks
- TPD (op huurbasis) 1 stuks

e) AZTM (gekombineerde deeltjessnelheids- en sedimentconcentratiemeter)

- . WL, 2-dimensionaal type, zonder transmissiecorrectie 1 stuks
(op uitleenbasis)

f) Automatische stroom/richtingsmeter NBA

- . Adviesdienst Hoorn, model DNC-2B 1 stuks

2. Sedimentconcentratie

- . Pompfilterinstallatie 1 stuks
- . Pompinstallatie met monsteropvang 3 stuks
- . AZTM (gekombineerde deeltjessnelheid - en sediment-
concentratiemeter (zie 1e) 1 stuks

3. Golfhoogte

- a) Plessey golfhoogtemeetbaak
 - . Adviesdienst Hoorn, model 9610 3 stuks
- b) Datawell golfhoogtemeetboei
 - . Adviesdienst Hoorn 1 stuks

4. Golfrichting

Door middel van een Sony videorecorder, type AV3670 CE, werden opnamen gemaakt van de golfbeweging ter plaatse van een rij op onderling bekende afstanden in de zandbodem geplaatste verticale stalen pijpen. Met behulp van een verticale pijp die als richtpaal dienst doet, kan hieruit de richting van de golfkammen worden bepaald.

5. Gemiddelde waterstand

OTT getijschrijver

- . Adviesdienst Hoorn, type OTT XX 1 stuks

6. Windsnelheid en windrichting

Thies windmeter

- . Adviesdienst Hoorn, type met analoge registratie 1 stuks

7. Bodemligging

De bodemligging werd bepaald door middel van waterpassing en echoloding. De hiervoor gebruikte apparatuur (respektievelijk Kleine Wild, waterpas-instrument en Atlas, echolood) behoort tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn.

3.3.2 Beschrijving van de meetinstrumenten

3.3.2.1 De electromagnetische stroomsnelheidsmeters van Marsh McBirney

Het werkingsprincipe berust op de Wet van Faraday: als een geleider beweegt in een magnetisch veld, wordt een spanning opgewekt die in lineaire verhouding staat tot de bewegingssnelheid van de geleider en de sterkte van het magnetisch veld. De instrumenten van Marsh McBirney bestaan uit een sensor, een kabel van ca. 6 m lengte en een electronica-eenheid. Met behulp van het instrument worden twee onderling loodrechte componenten van de stroom gemeten.

Bij de metingen te Egmond werden twee verschillende typen gebruikt. Het instrument dat van het Waterloopkundig Laboratorium werd gehuurd, bestaat uit een bolvormige sensor model 511, de diameter is 3,8 cm (zie foto 1). De electronica-eenheid behoorde oorspronkelijk bij een sensor van model 721, die bij eerdere metingen verloren is gegaan.

Het instrument van Rijkswaterstaat, dat de Adviesdienst Hoorn in bruikleen heeft, bestaat uit een sensor van model 711 en een electronica-eenheid van model 724 die monteerbaar is in een rack. Voor praktisch gebruik bij de metingen is deze vorm van electronica-behuizing minder geschikt vanwege de grotere kwetsbaarheid.

Het bereik van de instrumenten is maximaal 0 - 3 m/s; het aantal schalen bedraagt 3. Het uitgangssignaal passeert een 1^e orde laagdoorlaatfilter met een kantelfrequentie van 0,8 Hz (tijdconstante van 0,2 s). Dit betekent dat frequenties lager dan 0,8 Hz praktisch zonder amplitudeverandering en fase-draaiing worden doorgegeven.

Bij 0,8 Hz is de verhouding tussen ingangssignaal en uitgangssignaal in amplitude $\frac{1}{2} \sqrt{2}$ en de fasedraaiing -45° .

Vanaf deze frequentie (0,8 Hz) geeft elke frequentie-verdubbeling een amplitudeverandering van $\frac{1}{2} * (-6 \text{ dB/oct})$. De fase-achterstand loopt op tot -90° .

3.3.3.2 De electromagnetische stroomsnelheidsmeter van Colnbrook

Dit instrument bestaat eveneens uit een sensor, een kabel en een electronica-eenheid (zie foto 2). De sensor bestaat uit een platte discusvormige schijf. Men kan kiezen uit 3 sensoren met een schijfdiameter van 3, 5,5 en 11 cm.

Het instrument is een verbeterde versie. De verbeteringen zijn aangebracht onder andere op grond van proefnemingen die door de Deltadienst van de Rijkswaterstaat zijn uitgevoerd. De proefnemingen zijn beschreven in de nota's W-70.038 III en DDWT-77.229.

Met behulp van twee paren elektroden die aan een van de platte zijden van de schijf zijn geplaatst kunnen twee onderling loodrechte componenten van de stroom worden gemeten. De meetnauwkeurigheid van het instrument neemt af bij stroming loodrecht op het vlak waarin de elektroden zijn geplaatst. Hierdoor werd in het verslag R 971, van augustus 1980, niet geadviseerd tot gebruik van de Colnbrook. De Marsh McBirney met de bolvormige sensor heeft dit nadeel namelijk niet. Bij opstelling van de Colnbrook dichtbij de bodem geldt het bezwaar van de verticale componenten echter niet. Daarom werd toch besloten tot de uitvoering van proefnemingen met de Colnbrook tijdens de metingen te Egmond omdat dit, gezien de proefnemingen die de Adviesdienst Vlissingen in 1978/1979 met de Colnbrook heeft uitgevoerd, als een nuttige en logische vorm van voortzetting van het onderzoek kan worden beschouwd.

De Colnbrook werd bij de metingen ter beschikking gesteld door de Adviesdienst Vlissingen, die het instrument heeft gehuurd bij de firma "Nederland Survey Projecten en Apparatuur" (NESA) te Rotterdam.

Het bereik van het instrument is van 0 - 2,5 m/s. Het uitgangssignaal is net als bij de Marsh McBirney 1^e orde laagdoorlaat gefilterd op 0,8 Hz (tijdconstante 0,2s).

3.3.2.3 De akoestische stroomsnelheidsmeter Simrad

Het meetprincipe van deze meter berust op het meten van het looptijdverschil van een geluidsgolf in water over een vaste afstand in twee tegengestelde richtingen. Door de snelheidscomponent van het water in de richting van de weg, welk de geluidspuls aflegt, zal deze puls zijn doel eerder (met de stroom mee) of later (tegen de stroom in) bereiken.

Tengevolge van de dubbele meting (heen en terug) wordt de invloed van de variaties van de geluidssnelheid in water praktisch geëlimineerd.

Het instrument is cilindervormig met een doorsnede van 19 cm en een hoogte van 50 cm (zie foto 3). In de bovenste helft is de elektronica ondergebracht en in de onderste helft het meetgedeelte. Het meetgedeelte bestaat uit 2 paar tegenover elkaar liggende akoestische zend/ontvangerkombinaties en een reflector (zie figuur 3).

De twee paar zend/ontvangers staan loodrecht op elkaar, zodat twee onderling loodrecht op elkaar staande componenten van de snelheid worden gemeten. Meting van deze componenten vindt beurtelings plaats met een frequentie van 30 Hz. Dit maakt het theoretisch mogelijk om zonder amplitudevermindering tot een frequentie van 15 Hz te meten. In de praktijk is dit echter veel lager. De uitgangen van de Simrad zijn elektrisch 1^e orde gefilterd op ongeveer 2 Hz. Het meetbereik van het instrument is maximaal ± 5 m/s. Als optie kan het apparaat uitgerust worden met een kompas, drukmeter en temperatuurmeter. De Simrad moet extern gevoed worden met ± 15 V gelijkspanning. De meetsignalen van de beide snelheidscomponenten en de signalen van eventueel aanwezige opties zijn in analoge vorm beschikbaar. Al deze signalen, inclusief de voeding, worden aangesloten op een waterdichte connector bovenop de Simrad. De Simrad HC 100 kan op een diepte van maximaal 1000 m werken.

3.3.2.4 De akoestische stroomsnelheidsmeter Vektor AKWA

De akoestische stroomsnelheidsmeter Vektor AKWA is ontwikkeld door de Technische Fysische Dienst (TPD) van TNO-TH. Het instrument behoort tot het MINI-AKWA systeem waarvan de TPD de ontwikkeling in 1976 is begonnen. Het meetprincipe van het instrument berust op het op directe wijze meten van de looptijd van een geluidsimpuls langs vaste meetlijnen. Deze looptijd is onder andere afhankelijk van de komponent van de snelheid van het water in de richting van de meetlijn.

Het type dat bij de metingen te Egmond werd gebruikt bestond uit een sensor, een op korte afstand van de sensor geplaatste electronicaeenheid en de benodigde verbindingskabels voor de overdracht van de meetsignalen. De sensor heeft vier meetlijnen en is opgebouwd uit een centrale metalen staaf van 1 m lang, waaraan aan één einde een tweetal metalen dwarsstaafjes zijn bevestigd. De meetlijnen bevinden zich tussen de uiteinden van de dwarsstaafjes. Aan deze uiteinden van de dwarsstaafjes zijn zend- en ontvangstransducenten bevestigd (zie figuur 4). De lengte van de meetlijnen bedraagt 0,24 m. De toegepaste frequentie van het geluid is 8 MHz.

Met behulp van de 4 meetlijnen kunnen drie orthogonale componenten van de stroomsnelheid worden bepaald. Hiervoor zijn in principe 3 meetlijnen voldoende. Met vier componenten beschikbaar is het mogelijk om voor de bereke-

ning van de drie orthogonale componenten steeds drie ongestoorde meetlijnen te gebruiken door de informatie van de meetlijn die in de stroomschaduw van de hoofdstaaf van de sensor staat weg te laten.

De beide bij de metingen te Egmond gebruikte meetinstrumenten zijn in het begin van 1981 vervaardigd (naamgeving door TPD: URSULA en VERA). De gevoeligheid van deze beide instrumenten ten aanzien van de snelheidsmetingen werd bij de metingen te Egmond ingesteld op globaal maximaal ± 2 m/s voor het maximale meetbereik van ± 10 V.

Bij de metingen te Egmond werden de basissignalen van de vier meetlijnen geregistreerd. Voor controle en ter vergelijking met de andere meetsignalen werd met behulp van een schrijver tevens een registratie gemaakt van de drie orthogonale snelheidscomponenten die met behulp van een speciale kleine rekeneenheid werden bepaald.

De uitgangssignalen zijn gefilterd door middel van een 1^e orde laagdoorlaatfilter met een kantelfrequentie van 16 Hz (tijdkonstante ca. 10 ms).

3.3.2.5 De Akoestische Zandtransportmeter (AZTM)

Deze meter bestaat uit een opnemer en twee electronicaeenheden. De opnemer is opgebouwd uit één akoestische zender met aan weerszijden een ontvanger welke onder een hoek van 60° staan (zie figuur 5). Het meetprincipe berust op het Doppler effect. Een geluidspuls door de zender uitgezonden, wordt in het meetvolume door een zandkorreltje in alle richtingen gereflekteerd. Wanneer de zandkorrel niet beweegt komt de geluidspuls met dezelfde frequentie aan als waarmee hij werd uitgezonden.

Heeft de zandkorrel snelheid dan zal tengevolge hiervan de frequentie van het ontvangen signaal hoger of lager zijn. De sterkte van het ontvangen signaal is een maat voor de concentratie van het sediment.

In de eerste electronicaeenheid is de hoogfrequente electronica geplaatst, welke zich op beperkte afstand van de opnemer moet bevinden.

Deze eenheid is waterdicht uitgevoerd. Van deze eenheid lopen via een kabel met waterdichte connectoren de signalen naar een tweede electronicaeenheid waar de signalen worden omgezet in analoge signalen van maximaal ± 10 Volt. Hier kan tevens het meetbereik worden gekozen.

Voor de metingen in Egmond is gebruik gemaakt van een door het Waterloop-

kundig Laboratorium ontwikkeld prototype van de tweedimensionale AZTM. Bij de meting is gebruik gemaakt van het snelheidsbereik van 0 - 5 m/s en een meetbereik voor de concentratie van max. 1500 mg/l. De meetsignalen zijn alle 1^e orde laagdoorlatend gefilterd met een kantelfrequentie van 1,6 Hz (tijdkonstante 0,1 s).

3.3.2.6 De automatische stroomsnelheidsmeter NBA (model DNC-2B)

NBA model DNC-2B (foto 4) is geschikt voor metingen van stroomsnelheid en stroomrichting in het getijgebied en in rivieren. Met het standaardmodel kunnen tot op een diepte van ca. 600 m metingen worden verricht. Met behulp van het instrument kunnen op van te voren gekozen tijdstippen en tijdintervallen de stroomrichting en de gemiddelde stroomsnelheid worden bepaald. De meetgegevens worden in de behuizing van het instrument op magneetband opgeslagen.

Het instrument heeft een lengte van ca. 1,20 m en een gewicht van ca. 25 kg. De behuizing van het instrument is verdeeld in twee waterdicht uitgevoerde afdelingen. De stroomsnelheid wordt gemeten met behulp van een propellor die door de stroom wordt aangedreven. De aanloopsnelheid van de propellor bedraagt ca. 3 cm/s. Het meetbereik ligt tussen 5 en 250 cm/s. De meetnauwkeurigheid bedraagt ca. 2% van de volle schaal. De stroomrichting wordt bepaald door middel van een kompas. Het meetbereik van het kompas loopt van 0-357°. De nauwkeurigheid bedraagt ca. 3°.

Het instrument dat bij de metingen te Egmond werd gebruikt behoort tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn.

3.3.2.7 Pompinstallaties ten behoeve van opvang van watermonsters

Voor het bepalen van de sedimentconcentratie werd onder andere gebruik gemaakt van pompinstallaties. Er werden twee typen pompinstallaties beproefd. Een hiervan was een pompfilterinstallatie type "van Rijn". De andere, een pompinstallatie met monsteropvang, was van eigen ontwerp.

Het schema van de werking van de pompfilterinstallatie is gegeven in figuur 6. De pompfilterinstallatie bestond uit een koperen afzuigbuis met een diameter van 16 mm die op de gewenste hoogte en richting in het meetpunt kan worden opgesteld, een Libelle 80B pomp met bezinomotor (tweetact), een filter waarin een filterdoek kan worden geplaatst, een debietmeter, een watermeter en de benodigde verbindingsslangen van plastic. De openingen in het kunststof fil-

terdoek hadden een grootte van 50 μ . Met de pompfilterinstallatie werd per 3 minuten (de toegepaste bemonsteringstijd) 60 - 100 l mengsel door het filter gepompt. De filterdoekjes werden verzameld in genummerde glazen potjes.

Bij het andere type pompinstallatie werd het water via een koperen afzuigbuis en plastic verbindingsslangen, met behulp van bovengenoemde Libelle 80B pompjes, in een genummerde plastic container ("jerrycan") met een inhoud van ca. 25 l gepompt. Met deze pompinstallatie werd per 3 minuten ca. 20 l mengsel verzameld. De diameter van de afzuigopening bedroeg 6 mm. De koperen afzuigbuisjes werden gemonteerd in een speciaal vervaardigd afzuigstuk. Hierin waren 5 afzuigbuisjes met een diameter van 6 mm met onderlinge afstanden van 0,20 m vertikaal boven elkaar geplaatst. De afzuigbuis van 16 mm diameter was op gelijke hoogte met de onderste afzuigopening van 6 mm geplaatst. Hiermee was het mogelijk een vergelijking te maken tussen de vangsten die met behulp van beide pompinstallaties werden verricht in twee dicht bij elkaar en op gelijke hoogte gelegen meetpunten.

In totaal waren vier motorpompjes beschikbaar die tijdens de meting op de steiger waren geplaatst. De plastic containers werden met behulp van een geïmproviseerde kabelbaan van het strand naar de steiger en vice versa vervoerd.

3.3.2.8 De golfmeetbaak van Plessey

Het meetprincipe berust op de geleiding van water voor elektrische stroom. De golfbaak bestaat uit een opnamer en een electronica-eenheid. De opnamer bestaat uit een spiraalvormige weerstanddraad die gewikkeld is rond een kern met een lengte van ca. 6 m. Het geheel is in een geperforeerde beschermingsbuis geplaatst. De weerstanddraad wordt met behulp van de buis strak gespannen. De buis is vertikaal geplaatst.

Het gedeelte van de weerstanddraad dat in het water steekt wordt door het zeewater kortgesloten. De variabele weerstand van het boven water stekende gedeelte van de weerstanddraad wordt gemeten met behulp van een oscillator. De frequentie van de oscillator kan variëren tussen 2775 Hz (bij weerstand = 0) en 3225 Hz (bij maximale weerstand). De oscillator kan, naar keuze, worden gevoed via een kabel of door middel van accu's. Het meetsignaal kan analoog hieraan via een kabel of radiografisch worden overgebracht.

Het met behulp van de oscillator verkregen meetsignaal kan worden omgezet in een analoge spanning die evenredig is met de golfhoogte. Tevens is een tweede uitgangssignaal beschikbaar in de vorm van een digitaal signaal dat op een ponsband of een magneetband kan worden geregistreerd. Het schema van de werking van de Plessey golfbaak is weergegeven in figuur 7.

Bij de metingen te Egmond werd gebruik gemaakt van een drietal golfhoogtemeetbaken van Plessey (Model 9610). Twee ervan waren met behulp van een kabel met de meetruimte verbonden, de andere werd met behulp van accu's gevoed en had een draadloze verbinding.

De golfhoogtemeetbaken van Plessey die bij de metingen te Egmond werden gebruikt, behoren tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn.

3.3.2.9. De golfhoogtemeetboei van Datawell

Het meetprincipe berust op het herleiden van de golfhoogte uit de verticale versnellingen die een drijvend lichaam aan het wateroppervlak ondervindt ten gevolge van de golven.

De golfhoogtemeetboei bevat daartoe een versnellingsmeter, batterijen, electronica ten behoeve van de integratie van het gemeten versnellingssignaal naar golfhoogte en een zender.

Het meetsignaal wordt radiografisch overgebracht. De zendfrequentie ligt tussen 27,5 en 28,0 MHz. Bij een vermogen van 0,2 Watt is een betrouwbare ontvangst mogelijk tot een afstand van 50 km en bij golfhoogten tot 10 m. De maximale levensduur van de batterijen is ca. 9 maanden.

De boei wordt aan de zeebodem verankerd met behulp van een ketting en een gewicht. In de verankering is een rubber pees opgenomen om de boei voldoende vrijheid van beweging te verlenen en te voorkomen dat de boei onder water wordt getrokken. Met behulp van dit verankeringsysteem worden de amplituden van golven waarvan de periode tussen 25 en 2 sec. ligt, weergegeven met een nauwkeurigheid groter dan 80%.

De bij de metingen in Egmond in mei 1981 gebruikte Datawell golfhoogtemeetboei behoort tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn. De boei is weergegeven op figuur 8.

3.3.2.10 Het golfrichting meetsysteem

Ten behoeve van het bepalen van de richting van brekende golven binnen de brandingszone werd gebruik gemaakt van een rij in de zandbodem geplaatste stalen pijpen en een richtpunt, eveneens bestaande uit een in de bodem geplaatste stalen pijp. De opstelling is weergegeven in figuur 9. De richtpaal is op een afstand van 10 m van de rij in het zand geplaatste pijpen geplaatst.

De golfbeweging ter plaatse van het golfrichtingmeetsysteem werd vastgelegd met behulp van een videocamera die geplaatst was op de middelste steiger en een bandrecorder die in de meetruimte was geplaatst.

De golfrichting kan worden bepaald door met behulp van de videobeelden de plaats van de golfkam in de palenrij af te lezen op het moment dat de golfkam de richtpaal passeert. Uit de bekende plaats van de in het zand geplaatste pijpen kan op deze wijze de richting van de kammen van de brekende golven worden bepaald.

3.3.2.11 De Ott-getijschrijver

Ten behoeve van de registratie van de gemiddelde waterstand ter plaatse van het referentiepunt buiten de brandingszone werd gebruik gemaakt van de Ott XX-getijschrijver. De waterstand wordt bepaald door middel van een vlotter met een diameter van 110 mm die geplaatst is in een stalen pijp van een meetopstand. De registratie van de verticale positie van de vlotter vindt plaats door middel van een veertandwielkast, een elektronisch uurwerk en een strook registratiepapier. De voeding van de motor van het uurwerk geschiedt door middel van batterijen. De papiersnelheid is instelbaar. De werkingsduur van de schrijver is maximaal 1 maand.

Het meetbereik in de waterstand bedraagt ca. 8 m.

De meetnauwkeurigheid is afhankelijk van de vlotterdiameter, de stroming rond de meetopstand, dichtheidsverschillen, de stijgsnelheid van de waterspiegel en de grootte van de opening waarmee het water in de ruimte waar zich de vlotter bevindt in verbinding staat met het buitenwater.

De Ott XX-peilschrijver is weergegeven in figuur 10. Het instrument behoort tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn.

3.3.2.12 De windmeter

Ten behoeve van het bepalen van de windsnelheid en windrichting ter plaatse van de meetopstelling werd gebruik gemaakt van de Thies-windmeter. Deze meter is uitgerust met een cupmolen voor het meten van de windsnelheid en een vaan voor het meten van de windrichting.

De meetsignalen van de richtings- en snelheidsopnemers zijn zowel in analoge als digitale vorm beschikbaar voor registratie.

Het opgegeven meetbereik voor de windsnelheid ligt voor de momentane snelheid tussen 0 en 40 m/s. Het meetbereik voor de windrichting ligt tussen de 0 en 360°. Ten aanzien van de meetnauwkeurigheid geldt een tijdkonstante van ca. 1 sec.

De sensoren van de windmeter zijn weergegeven in figuur 11. De windmeter werd geplaatst op een mast met een hoogte van 10 m.

De gebruikte installatie behoort tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn.

3.4 Meetopstelling

De plaats van de verschillende onderdelen van de meetopstelling is weergegeven in figuur 12. Behalve de in de figuur aangegeven meetpunten is bovendien een meetpunt gekozen ter plaatse van de dieptelijn van N.A.P. -10 m (op ca. 1100 m uit de oever). In dit meetpunt werden een golfhoogtemeetboei van Datawell en een automatische stroommeter NBA geplaatst.

Hieronder volgt een beschrijving van de verschillende onderdelen van de meetopstelling.

3.4.1 Meetsteigers en loopsteigers

Bij elk van de drie meetpunten binnen de brandingszone werd een meetsteiger geplaatst. De meetsteigers werden onderling en met de oever verbonden door middel van een loopsteiger.

De meetsteigers bestonden uit 4 staanders die in een vierkant waren geplaatst met zijden van ca. 3 m, een houten plankier met leuning en het benodigde schoorwerk.

De staanders bestonden uit steigerpijpen $\varnothing$ 114,5 mm, lang 8 m. De schoren en de benodigde langsliggers bestonden uit steigerpijpen $\varnothing$ 48 mm.

De staanders werden over een afstand van 2,5 à 3 m in het zand ingespoten. De steigerpijpen werden onderling verbonden door middel van stalen steigerkoppeelingen.

Het inspuiten van de staanders in de zandbodem werd mogelijk gemaakt doordat de pijpen aan de voet waren voorzien van een kegelvormige punt met openingen waardoor water dat aan het bovineinde van de pijp door middel van een slang en een pomp werd aangevoerd, kon uittreden. Bij het plaatsen van de staanders werd gebruik gemaakt van een speciaal hulpstuk waarmee de pijpen op de juiste plaats konden worden aangebracht hetgeen het mogelijk maakte een nauwkeurige maatvoering voor de steigers te bereiken. De constructie van de steigers is aangegeven in figuur 13.

De loopsteigers werden opgebouwd uit steigerpijpen $\emptyset$ 48 mm en bestonden uit op afstanden van ca. 5,5 m geplaatste staanders, langsliggers en schoorwerk. De pijpen werden onderling door middel van stalen steigerkoppelingen verbonden.

De constructie van de loopsteigers is weergegeven in figuur 14.

De pijpen van de loopsteigers werden in het zand gespoten door middel van een spuitlans.

3.4.2 Opstelling instrumenten

Ten behoeve van de opstelling van de meetinstrumenten werd gebruik gemaakt van een meetpaal die bij elk van de drie steigers op een afstand van ca. 1 m van een der hoekpalen was geplaatst (in zeewaartse richting in het verlengde van de zuidelijk gelegen zijde van de meetsteigers). De meetpaal werd evenals de staanders van de steigers over 2,5 à 3 m in de zandbodem gespoten en aan de bovenzijde geschoord tegen de meetsteiger. Voor de bevestiging en voor het in de gewenste positie brengen van de meetinstrumenten werd gebruik gemaakt van een meetwagen die met behulp van een lier in verticale richting langs de meetpaal kan worden bewogen.

Voor de geleiding van de meetwagen langs de meetpaal werden wielen van kunststof gebruikt. De constructie van de meetwagen aan de meetpaal is gegeven in figuur 15.

De meetwagen bestond uit een stalen mof die ruim rond de buitenomtrek van de meetpaal paste, wielen van kunststof die een soepele geleiding tussen de mof en de meetpaal mogelijk maakten en een arm ter weerszijden van de mof van zodanige lengte dat daaraan op een afstand van 1,10 uit het hart van de meetpaal een meetinstrument kon worden bevestigd. Ten behoeve van de centrering van de meetwagen aan de meetpaal was over de lengte van de meetpaal een hoekstaal bevestigd waarvan de onder een hoek van 90° staande benen dienden

als loopvlak voor een tweetal kunststof wielen.

De mof was dubbelwandig uitgevoerd. De binnenmantel was door middel van het hoekstaal en de kunststof wielen gecentreerd op de meetpaal. De buitenmantel met daaraan de beide armen, was draaibaar rond de binnenmantel. Op deze wijze was het mogelijk de richting van de armen in te stellen. Deze richtingsinstelling was in stappen van 15° regelbaar. De verbinding tussen de beide mantels werd namelijk gevormd door een krans van 24 gaten die men kon laten corresponderen met een tweetal gaten waarmee de beide mantels konden worden vergrendeld.

Ook aan de noordelijke zijde van de meetsteigers werd in zeewaartse richting op 1 m van de hoekpaal een staander geplaatst. Het houten plankier werd overstekend tot aan deze palen doorgevoerd. Vanaf dit overstekende gedeelte van het plankier kon het monteren van de meetinstrumenten aan de meetwagen op eenvoudige wijze plaatsvinden.

Ten behoeve van de bevestiging van de meetinstrumenten aan het uiteinde van de armen van de meetwagen werd een universeel systeem geschapen. Elk instrument werd namelijk verbonden met een pijp $\varnothing$ 60 mm die zodanig aan het instrument was aangepast dat het centrum van het meetvolume van alle instrumenten op een vaste afstand ten opzichte van de armen van de meetwagen kon worden ingesteld.

3.4.3 Het meetnet

Bij de opbouw van het meetnet is van de volgende gegevens uitgegaan:

- 1) Alle niet vast opgestelde instrumenten moeten op elke steiger kunnen worden ingezet.
- 2) De frequentie van de signalen ligt, behoudens het signaal van de golfhoogte-meetbaken, beneden de 10 Hz. Het signaal van de golfbaken is een FM-signaal met als maximale frequentie 3250 Hz.
- 3) De instrumenten die niet met batterijvoeding zijn uitgerust, moeten vanuit de aanwezige 220 V worden gevoed.
Een eis van de arbeidsinspectie hierbij is dat een aparte sterkstroom kabel voor 220 V naar de steiger is toegestaan, indien op de steigers waterdicht met vaste aansluiting een 24 Volts veiligheidstransformator is gemonteerd waarmee in de voedingen wordt voorzien.
- 4) De meeste instrumenten hebben een vrij stabiele voedingsspanning nodig.

- 5) Aardlussen en de hierdoor optredende storingen, in verband met het aan aarde liggen van de verschillende probes, moeten worden vermeden.

Als uitgangspunt is gekozen voor een multiplesysteem met op elke steiger aansluitingen voor alle instrumenten. Vanwege de lage frequenties van de meetsignalen en het storings-ongevoelige FM systeem is voor de signaaloverdracht gekozen voor een kabel met getwiste aderparen.

Na uitgebreid onderzoek aan de voedingen van alle instrumenten (vermogen en spanning) en de mogelijkheid om de pompen van het afzuigstelsel met benzinemotoren aan te drijven, is besloten de voeding van de meetinstrumenten ook via de signaalkabel te laten lopen.

Hiervoor is een speciale voedingskast gebouwd waarmee aan het begin van de kabel de "ruwe" voeding is aangeboden (laagspanning).

Bij de verschillende instrumenten is deze "ruwe" voeding m.b.v. stabilisatoren op de juiste spanning gebracht. Na inventarisering van alle voedingen en signalen is besloten tot aanschaf van 2 kabels met respectievelijk 24 en 12 getwiste aderparen (in één kabel was dit niet leverbaar).

Voor het videosignaal is een speciale COAX kabel aangeschaft.

3.4.4 Registratie meetsignalen

Aan de registratie van de meetsignalen werden twee eisen gesteld

- 1) Er diende direkt tijdens de meting een visueel overzicht te zijn van de verschillende signalen en hun gedragingen.
- 2) De signalen moesten voor latere uitwerking zonder verlies van fase-relaties en dergelijke worden opgeslagen.

Omdat gebruik is gemaakt van een grote diversiteit van instrumenten met elk hun eigen eisen ten aanzien van de voeding is het aan elkaar leggen van de signaalcommons niet toegestaan.

Hiermee rekening houdend en met de twee bovenstaande eisen, is gekozen voor de volgende configuratie:

Alle signalen worden eerst door een filtereenheid met zwevende ingangen geleid. Hierna worden ze, allemaal met dezelfde signaalcommon, toegevoegd aan:

- 1) een 4-tal penrecorders voor het direkte overzicht.
- 2) een PCM systeem voor de opslag.

Het maximaal aantal te meten kanalen was 24. Dit aantal is vastgesteld aan de

hand van de maximale bezetting van de meetpalen.

Recorders

De eisen welke aan de penrecorders werden gesteld zijn de volgende:

- a) Om de signalen voldoende duidelijk te kunnen registreren moet de papier-snelheid ongeveer 1 mm/sec zijn.
- b) De papierbreedte per kanaal moet minimaal 4 cm zijn.
- c) De faserelatie van de signalen mag niet verloren gaan ten gevolge van "achter elkaar liggende" penneën.

Omdat de voorbereidingstijd voor de meting zeer kort was, was het niet mogelijk om een aantal penrecorders met 24 identieke kanalen te huren. De uiteindelijk beste combinatie bestaat uit:

1 4-kanaals Brush recorder	huur WL
1 6-kanaals Brush recorder	huur WL
1 8-kanaals Brush recorder	huur WL
1 6-kanaals Watanabe recorder	huur Eurorent

De papiersnelheden zijn onder andere instelbaar op 50 mm/min en 1 mm/s wat aanvaardbaar is.

De Brush recorders zijn uitgerust met inktpenneën. De Watanabe recorder met een hittedraadpen. De bandbreedte van alle recorders is voldoende groot om de signalen zonder vervorming te kunnen registreren.

Filters

De toegepaste filters werden geleverd door het Waterloopkundig Laboratorium en zijn van het type L.P.05. Dit zijn 2e orde laagdoorlaatfilters met een dempingsfactor van $\frac{1}{2} \sqrt{2}$ (Butterworth). De kantelfrequentie is instelbaar van 1-99 Hz in stappen van 1 Hz. Tijdens de meting zijn alle signalen op 10 Hz gefilterd.

Data-acquisitie Systeem

Bij de metingen te Egmond is ten behoeve van de latere verwerking van de meetgegevens gebruik gemaakt van het PCM-data-acquisitie systeem van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft.

Met dit systeem kunnen maximaal 112 kanalen gelijktijdig bemonsterd en geregistreerd worden. De gegevens worden opgeslagen op een 14 sporen instrumentatierecorder (4010 Bell en Howell).

Het systeem bestaat uit opnameunits die maximaal 8 kanalen kunnen bemonste-

ren. Per spoor kan één opnameunit aangesloten worden op de taperecorder. De oplosbaarheid van de PCM opnameunit is 10 bits (1024 niveau's). Een dataframe ziet er als volgt uit:

8x10 bits code van amplitude

4 bits synchronisatie woord

2 bits code voor multiplexer stand

2 bits code voor tijd en testnummer

De opnameunits zijn onderling gesynchroniseerd, doordat één unit als "master" optreedt.

Door een aparte klok wordt de datum, tijd en proefnummer toegevoegd aan elke opnameunit. De oplosbaarheid van de tijd is seconden.

De bemonsteringsfrequentie bij de laagste opnamesnelheid ($1\frac{7}{8}$ ips) bedraagt 133 samples/sec per kanaal. De maximale opnametijd is 8 uur bij $1\frac{7}{8}$ ips. Bij een gemiddelde proef van 4 uur en 24 kanalen worden dus $24 \times 4 \times 3600 \times 133 \approx 46$ miljoen bemonsteringen uitgevoerd.

Tijdens de proef kunnen via een weergaveunit de opgenomen signalen gemonitored worden. Deze weergaveunit geeft de signalen zowel analoog als digitaal weer.

Videorecording

Het golfbeeld ter plaatse van het golfrichtingmeetsysteem werd met behulp van een Sony-videocamera en -recorder type AV 3670 CE op videoband vastgelegd.

Synchronisatie meetsignalen

De meetsignalen die op de recorders, het PCM systeem en de videobanden werden geregistreerd, werden tijdens de meting gesynchroniseerd:

- op de recorders door een markerpuls met notatie van de tijd van de klok van het PCM systeem
- bij de video-opnamen door tijdens het aanbrengen van de markerpuls op de recorders met behulp van een tweede camera de tijd klok van het PCM systeem in beeld te brengen.

3.4.5 Registreerruimte en dagverblijf

Als onderkomen voor personeel en apparatuur werd gebruik gemaakt van twee zogenaamde portacabins. De cabins zijn 10 m lang en 3 m breed. De indeling van de gebruikte cabins is weergegeven in figuur 16.

De cabins werden aan de duinvoet geplaatst. Ten behoeve van de plaatsing werd aan de duinvoet een gebied ter grootte van ca. 40x5 m gevlakt. De hoogteligging van dit gebied was ca. N.A.P. +3 m. Om in de direkte omgeving van de cabins te beschikken over een vaste grondslag werden stelconplaten aangebracht. De opstelling van de portacabins en de stelconplaten aan de duinvoet is weergegeven in figuur 17.

De portacabins werden gehuurd van de Fa. De Vries en Van der Wiel, aannemers van grond-, water- en wegenbouwwerken te Gorkum.

Doordat de Gemeente Egmond ten behoeve van aan de duinvoet geplaatste recreatieverblijven een aanvoerleiding van drinkwater had laten leggen, was het mogelijk de in het dagverblijf aanwezige waterleidingen aan te sluiten op de drinkwatervoorziening.

Met behulp van deze aansluiting en een in het zand ingegraven vat kon ook het toilet met waterspoeling worden gebruikt.

3.4.6 Voorziening van elektrische stroom

In elektrische stroom werd op de meetplaats voorzien door middel van twee dieselaggregaten. Eén van de aggregaten, met een capaciteit van 5 KVA, was bestemd voor de voeding van de meet- en registratieapparatuur. De condities voor de afname van stroom ten behoeve van deze apparatuur zijn dan tijdens de meting zo gelijkmatig mogelijk.

Het andere aggregaat was bestemd voor verwarmings- en verlichtingsdoeleinden en had een capaciteit van 10 KVA.

Beide dieselaggregaten werden ondergebracht in een container die aan de noordzijde van de portacabins aan de duinvoet werden geplaatst. In de container bevond zich tevens een brandstoftank van 2000 l.

Ten behoeve van de aarding van de elektrische installaties werden 2 aardleidingen geslagen. De diepten van deze aardleidingen bedroegen 26 m en 35 m. Het leidingschema van de elektrische installatie is aangegeven in figuur 18.

De installatie van de dieselaggregaten, geplaatst in een container, werd gehuurd van de Fa. Endenburg Electrotechniek te Rotterdam.

De aansluiting van de elektrische leidingen werd verzorgd door een bevoegde installateur.

3.4.7 De meetpunten buiten de brandingszone

In het meetpunt dat direkt buiten de brandingszone is gelegen, werd een meetopstand geplaatst ten behoeve van de opstelling van de getijschrijver en de registrerende golfbaak. De meetopstand, behorend tot de uitrusting van de Adviesdienst Hoorn, is speciaal ingericht voor dergelijke metingen. De getijschrijver en golfhoogtemeetbaak werden afzonderlijk door middel van batterijen van energie voorzien ten behoeve van hun functioneren. De meetsignalen van de golfhoogtemeetbaak werden radiografisch naar de wal overgedragen. De meetopstand was voorzien van de benodigde verlichting ten behoeve van de scheepvaart. De inrichting van de meetopstand is weergegeven op foto 5.

Ten behoeve van de inrichting van het meetpunt op diep water werd op een afstand van ca. 1100 m uit de oever op een diepte van ca. N.A.P. -10 m een golfmeetboei en een automatische stroommeter NBA geplaatst. Deze instrumenten werden aan de zeebodem verankerd. Zij zijn ten behoeve van de scheepvaart voorzien van de nodige markeringsboeien. De inrichting van het meetpunt op diep water is weergegeven in figuur 19.

3.5 Vorbereidend onderzoek en ijking van instrumenten

De meetinstrumenten die in mei 1981 bij de metingen te Egmond werden gebruikt, zijn geselecteerd op grond van het onderzoek naar de mogelijke methoden voor het meten van stroomsnelheid en sedimentconcentratie in de brandingszone, dat in opdracht van Rijkswaterstaat werd uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in verslag R 971 van augustus 1980.

In dit verslag werd geadviseerd om, alvorens de geschiktheid tot het gebruik van de instrumenten in de brandingszone te onderzoeken, oriënterende proeven uit te voeren in een laboratoriumopstelling waarbij het functioneren van de instrumenten onder invloed van kunstmatig samengestelde suspensies van zand

en slib in water zou kunnen worden onderzocht.

Dit advies werd door de Rijkswaterstaat opgevolgd zodat in de herfst van 1980 door het Waterloopkundig Laboratorium met de uitvoering van een zodanig onderzoek kon worden begonnen.

De resultaten van het onderzoek zijn vermeld in het verslag M 1746 van het Waterloopkundig Laboratorium. Het onderzoek werd uitgevoerd in de zogenaamde "Vuilwatergoot" van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft. De stroomsnelheid in deze goot is instelbaar van 0 - ca. 1,50 m/s en de inrichting is zodanig dat suspensies van zand en slib in het water op eenvoudige wijze kunnen worden gevormd. Behalve in vaste opstelling in een permanente stroom van water met slib en zand werden de instrumenten ook in een opstelling onderzocht waarbij de instrumenten in het stromende water aan een roterende beweging waren onderworpen. Het doel van deze roterende beweging was het nabootsen van de orbitaalbeweging onder golven.

Ten behoeve van de vorming van suspensies in de vuilwatergoot werd gebruik gemaakt van fijn zand en gemalen klei.

De instrumenten die onderzocht werden, zijn:

- Simrad, type HC 100, akoestische stroomsnelheidsmeter;
- Marsh McBirney, flow probe type 511, electromagnetische stroomsnelheidsmeter;
- Partech, troebelheidsmeter;
- Isokinetisch afzuigstelsel voor watermonsters
- AZTM, 2-dimensionaal type, akoestische zandtransportmeter.

Met uitzondering van de Partech troebelheidsmeter bleek het zinvol het onderzoek van de geschiktheid van de instrumenten voort te zetten in een opstelling in de brandingszone.

De resultaten van het onderzoek leverden tevens gegevens over de ijkwaarden van de meetsignalen van de instrumenten.

Na afloop van de metingen in mei 1981 te Egmond zijn de meetinstrumenten, met uitzondering van de AZTM, opnieuw geijkt in de vuilwatergoot van het Laboratorium te Delft. De resultaten van deze ijking zijn weergegeven in Annex II van dit verslag.

Behalve het bruikbaarheidsonderzoek en het ijkingsonderzoek dat ten behoeve

van de instrumenten in de vuilwatergoot werden uitgevoerd, is, voordat de metingen plaatsvonden, tevens onderzoek verricht in een buitenopstelling. Deze buitenopstelling werd ingericht op het wad nabij Den Oever. In deze buitenopstelling werd het ontwerp beproefd van de meetsteiger met meetpaal en meetwagen. Tevens werden vergelijkende metingen uitgevoerd met de electromagnetische stroommeter van Marsh McBirney, de akoestische stroommeter van Simrad en de Ott-molen. Bij deze proeven werd gebruik gemaakt van het m.s. Noordvaarder, het hoofdmeetvaartuig van de Adviesdienst Hoorn.

4. De gang van zaken bij de metingen

4.1 Inleiding

De bedoeling van dit hoofdstuk is om de ervaringen te vermelden die met de ontworpen meetopstelling zijn opgedaan. Een uitgangspunt hierbij is om dit zo uitvoerig mogelijk te doen ten einde in de eerste plaats op zo ruim mogelijke schaal bij de betrokkenen het eigen inzicht in de eisen die aan een dergelijke meetopstelling moeten worden gesteld te vergroten en in de tweede plaats andere onderzoekers deelgenoot te maken van de ervaringen.

De verschillende onderdelen van de meetopstelling zijn beschreven in het vorige hoofdstuk. Het functioneren van deze onderdelen wordt behandeld in dit hoofdstuk. Naast de wijze van functioneren van deze onderdelen zijn echter ook andere zaken belangrijk zoals bijvoorbeeld de personeelsbezetting die vereist was tijdens de uitvoering van de verschillende onderdelen van de meetopstelling en ervaringen verband houdende met de omstandigheden die karakteristiek zijn voor de plaats van de meetopstelling.

4.2 De opbouw van de meetopstelling

De eerste week

De eerste activiteiten voor de opbouw van de meetopstelling op het strand bij Egmond werden op dinsdag 21 april 1981 begonnen. Bij de strandslag te Egmond werden op die dag om 07.00 uur met een vrachtwagen met aanhanger 16 stelconplaten aangevoerd die dienst zouden doen voor verharding van de ruimte rond de portacabins en voor de fundatie van de cabins.

De gekozen meetlocatie aan het strand was ruim 1,5 km van de strandslag te Egmond verwijderd.

Het transport van de platen naar de meetlocatie vond bij laagwater over het natte strand plaats met behulp van een aanhanger die getrokken werd door een laadschop. Het vervoer over het natte strand verliep zonder problemen. Wel vormde het aanvankelijk een probleem om van het verharde gedeelte van de strandslag op het natte strand te komen. De aanhanger met de eerste vracht platen kwam vast te zitten in het losse zand. Bij de tweede vracht werd dit gedeelte van de transportroute vooraf met behulp van de laadschop met zeewater nat gemaakt. Dit bleek een uitstekend middel te zijn om een voldoende vaste grondslag voor de voertuigen te verkrijgen.

Voor het lossen van de stelconplaten op de meetlocatie werd gebruik gemaakt van een 25-tons kraan die eveneens zonder problemen het strand op en af kon worden gereden.

In totaal werden die dag 32 stelconplaten aangevoerd waarvan de helft op de bestemde plaats werd aangebracht.

De volgende dag werden de beide portacabins aangevoerd met behulp van een zogenaamde dieplader. Het droge strand werd nu vooraf gedurende 2 uur met behulp van de laadschop met zeewater natgemaakt. Om ca. 09.30 uur werd de 25-tons kraan en de dieplader (trekker + oplegger) waarop de portacabin was geplaatst, via de strandslag het strand opgereden. Het plaatsen van de portacabin verliep erg vlot. Het rijden naar de meetlocatie, het opstellen van de kraan, het lossen van de portcabin en het plaatsen van de portcabin nam niet meer dan 30 minuten in beslag. Ook het plaatsen van de tweede cabin verliep zonder problemen. Het neerzetten van de beide cabins en het leggen van de stelconplaten kwam de tweede dag gereed.

Door het aanbrengen van PVC pijpen werd bij het plaatsen van de stelconplaten rekening gehouden met de later noodzakelijke onderdoorvoering van electriciteitskabels.

Een kleine dissonant in dit geheel werd gevormd door het feit dat de dieselaggregaten, ondanks de afspraak, deze tweede dag niet werden aangevoerd. Daardoor verviel de mogelijkheid om het vervoer van de aggregaten over het strand te combineren met het vervoer van de stelconplaten en portacabins. De dieselaggregaten, die in een halve container waren geplaatst, werden de volgende dag te Egmond aangevoerd en met behulp van een opnieuw afgeroepen dieplader, laadschop en kraan naar de meetlocatie vervoerd en op de daarvoor bestemde plaats gezet.

Met de aanvoer van de bouwmaterialen voor de steigers werd door de Adviesdienst Hoorn op woensdag 22 april begonnen. Op donderdag 23 april begon men met de opbouw van de eerste steiger. Hiervoor moest de plaats van de meetraai worden vastgesteld. In maart 1981 werd een voorlopige keuze gedaan voor de plaats van de meetraai. In verband met de strandhuisjes die in het zomerseizoen aan de duinvoet op het strand staan, moest een plaats worden gekozen die op ca. 1,5 km van de strandslag te Egmond was gelegen. Er werd een plaats gekozen ter hoogte van strandpaal 36.500, op grond van het toen aangetroffen banken- en geulensysteem. Het werd echter raadzaam gevonden ook de ontwikkeling die in een later stadium optrad in het oog te houden, om te bereiken dat ten tijde van hoogwater ter plaatse van de meetraai zoveel mogelijk een eenduidig

systeem van brekende golven met een evenwijdig aan de kust lopende brandingsstroom bestond. Het was niet gewenst de meetraai in een muistroom te plaatsen. Toen de plaats van de meetraai echter definitief moest worden vastgesteld bleek dat ten aanzien hiervan geen zekerheid kon worden verkregen. Gedurende een periode met rustig weer verandert een bepaalde situatie van het lokale banken- en geulensysteem meestal weinig. Na een storm kan het beeld hiervan echter drastisch gewijzigd zijn.

Hoewel ten tijde van het begin van de bouw van de meetopstelling in de omgeving een zekere neiging tot muivorming bestond, werd, gezien het feit dat op andere plaatsen evenmin zekerheid kan worden gevonden, besloten de definitieve plaats van de meetraai te kiezen op 25 m ten noorden van strandpaal 36.500 met de richting loodrecht op de verbindingslijn van de strandpalen. De gekozen richting komt voldoende tegemoet aan het uitgangspunt om de raai loodrecht op de kust te plaatsen. Door de plaats van de meetraai op 25m noordelijk van strandpaal 36.500 te bepalen kon tevens enige afstand worden geschapen tussen het einde van de rij aan de duinvoet geplaatste strandhuisjes en de ten behoeve van de meting geplaatste portacabins. Bovendien werd het bepalen van richtingen en het uitvoeren van andere metingen nu niet gehinderd door in de meetraai staande palen. Een overzicht van de ontwikkeling van het strandprofiel tussen 16 april en 13 mei 1981 is gegeven in figuur 20.

Op vrijdag 24 april vond de bouw van de tweede steiger plaats. Tevens werd na de plaatsing van de portacabins en de dieselaggregaten begonnen met de bekabeling ten behoeve van de sterkstroomvoorziening. Verder werden diverse materialen ten behoeve van het meetnet aangevoerd zoals de signaal/grondkabels, filterbakken en instrumenten voedingsbakken.

De tweede week.

Op maandag 27 april werd begonnen met de bouw van de derde en laatste steiger. In verband met veranderingen van de bodemligging die zich voordeden werd deze steiger aan de landzijde van de beide reeds aanwezige steigers geplaatst en niet aan de zeezijde zoals oorspronkelijk in het voornemen lag. Verder werd een gedeelte van de signaal/grondkabel, tussen de portacabins en de HW-lijn, in het zand ingegraven. Het is uit een oogpunt van het beschermen van de kabel tegen verkeer op het strand noodzakelijk om dit zo spoedig mogelijk te doen plaats vinden.

Wegens andere noodzakelijke werkzaamheden van het met de bouw van de steigers

belaste personeel van de Adviesdienst Hoorn op woensdag 29 april en de vrije dagen op 30 april (koninginnedag) en 1 mei werd deze tweede week door de Adviesdienst Hoorn alleen op dinsdag 28 april verdergewerkt aan de bouw van de steigers. Die dag werd het eerste gedeelte van de loopsteigers geplaatst. Deze vormen bij hoog water de verbinding tussen de steigers en de vaste wal. Het resterende gedeelte van de signaal/grondkabel werd ingegraven. Dit betrof het gedeelte zeewaarts van de HW-lijn. De kabel werd hier met een ketting verzwaard. De kabel werd bij steiger 1 uit het zand naar het werkplateau van de steiger gevoerd. De drie Plessey-kisten waarin de multipladozen van het meetnet werden aangebracht, werden daarna op het werkplateau op steiger 1 geplaatst.

Gedurende deze tweede week werden verder een groot aantal zaken gerealiseerd. De bekabeling ten behoeve van de voorziening van electriciteit in de cabins en de verlichting kwam gereed.

Verschillende andere voorzieningen werden getroffen zoals de gasvoorziening ten behoeve van de verwarming van de cabin die als dagelijkse verblijfsruimte dienst deed en de watervoorziening ten behoeve van andere menselijke behoeften. Ten aanzien van dit laatste punt is vermeldenswaard dat zich een niet voorziene mogelijkheid voordeed om een aansluiting tot stand te brengen op een ten behoeve van strandhuisjes gelegde tijdelijke drinkwaterleiding.

Verder werd voortgegaan met de bouw van het meetnet. Ten behoeve hiervan werden onder andere 2 aardleidingen geslagen, een met een diepte van ca. 26 m, de ander met een diepte van ca. 35 m.

De derde week.

Op maandag 4 mei aan het begin van de derde week waren voldoende basisvoorzieningen getroffen om tot de installatie van de registratieapparatuur over te gaan. Door het Waterloopkundig Laboratorium werden de schrijvers aangevoerd, door het Laboratorium voor Grondmechanica de PCM-apparatuur en door de Afdeling Instrumenten van de Adviesdienst Hoorn de benodigde apparatuur ten behoeve van de golfhoogtemetingen met de wavestaffs en waverider en wind-snelheid- en windrichtingmetingen. Tevens werden verschillende van de te beproeven meetinstrumenten aangevoerd.

Voor het vervoer over het strand naar de meetplaats van het grootste gedeelte van deze apparatuur werd gebruik gemaakt van de aanwezigheid van de terreinwagen van het LGM waarmee de PCM-apparatuur naar Egmond was vervoerd. De aangevoerde apparatuur werd met handkracht door het zand de meetcabine ingedragen. Dit leverde geen problemen op hoewel het gewicht van een der onderdelen ca. 100 kg. bedroeg.

Tevens werden op deze maandag de dieselaggregaten voor de opwekking van de elektrische stroom afgesteld door een onderhoudsmonteur van de verhuurder van de aggregaten. Dat deze werkzaamheden eerst op die dag plaatsvonden bleek veroorzaakt door het feit dat twee collega's van de monteur die in de voorgaande week naar Egmond waren gereisd, er niet in waren geslaagd om de meetplaats te vinden.

Ten tijde van het afstellen van de spanning en frequentie van de elektrische stroom was de stroomafname klein omdat de apparatuur nog niet was aangesloten. In verband hiermee was het noodzakelijk ook zelf in een later stadium bij een normale stroomafname de spanning en frequentie van de elektrische stroom te kunnen controleren, zodat er voor werd gezorgd dat de daarvoor noodzakelijke meetinstrumenten op de meetlocatie beschikbaar kwamen.

Een andere zaak waar de aandacht op werd gevestigd was de verplaatsing van zand aan het strand veroorzaakt door de wind. Na het weekend bleek dat de zuidelijke, in de lengterichting van het strand waaiende wind grote hoeveelheden zand had verplaatst. In de luwte tussen de cabins waren hierdoor zandafzettingen ontstaan, terwijl op andere plaatsen erosie was opgetreden waardoor de vaste ligging van de stelconplaten en de fundatie van de cabins in gevaar werd gebracht. Het was noodzakelijk de erosie te bestrijden. Er werd stro aangebracht hetgeen een afdoende remedie bleek te zijn.

Het bleek, dat de ingegraven meetkabel over grote lengte was vrijgekomen uit het zand. Dit gedeelte was niet verzwaard met een ketting zodat met het oog hierop extra lengte aan ketting werd aangevoerd.

Aan het begin van de derde week was de bouw van de meetopstelling ver gevorderd. Er ontbraken nog het plaatsen van enkele gedeelten loopsteiger, het golfrichting-meetsysteem, de meetpaal bij steiger 3, de inrichting van het referentiepunt voor golfhoogte en getij buiten de brandingszone en de inrichting van het meetpunt op diep water. Verder moesten nog wavestaffs worden gemonteerd aan de steigers 2 en 3. Voor de inrichting van de beide meetpunten buiten de brandingszone moest het motorschip "Noordvaarder", een der meetschepen van de Adviesdienst Hoorn, worden ingeschakeld. Daarvoor werd op geschikt weer gewacht.

Op dinsdag 5 mei werd alleen gewerkt aan het meetnet. Op woensdag 6 mei keerde het met de bouw van de meetopstelling belaste personeel van de Adviesdienst Hoorn terug van verlof en werden de resterende steigerwerken uitgevoerd.

Na het aanbrengen van het werkplateau op de steigers 2 en 3 werden de Plesseykisten over de steigers verdeeld. Deze kisten dienen voor het onderbrengen van de multipladozen van het meetnet en de electronicakasten van de meetinstrumenten op de steigers.

Verder werd deze dag door de Technisch - Fysische Dienst van TH/TNO (TPD) een van de beide Vector AKWA's aangevoerd die bij de meting zouden worden ingezet en werden afspraken gemaakt over het onderhoud van de dieselaggregaten voor de opwekking van de elektrische stroom.

Het vervoer langs het strand tussen Egmond en de meetplaats vormde een apart probleem. Tijdens de eerste twee weken van de bouw van de meetopstelling werd door de sectie Noordzeekust van de Adviesdienst te Hoorn medewerking verleend aan de bouwactiviteiten. Deze meetafdeling beschikt ten behoeve van haar werkzaamheden onder andere over een motorvoertuig dat geschikt is om op het strand te worden gebruikt voor het vervoer van personeel en toebehoren ten behoeve van de metingen langs de kust. Van dit voertuig, merk Chevrolet Blazer, genoemd "de Blazer", werd dankbaar gebruik gemaakt. Met name tijdens de bouwwerkzaamheden ontstond er veelvuldig een niet altijd van te voren te voorzien behoefte aan een vervoermiddel. Tevens werd voor het vervoer van materialen gebruik gemaakt van de boottrailer die bestemd is voor het meetvaartuig van deze meetafdeling.

In verband met het eigen werkprogramma van de sectie Noordzeekust kon het verlenen van medewerking bij de bouw van de meetopstelling na de tweede week echter niet langer worden voortgezet. De behoefte aan een vervoermiddel op het strand bleef echter ook in dat stadium van de opbouw van de meetopstelling bestaan. Behalve met het vervoer van personen moest bij het verdere verloop van de meting en de meting zelf gerekend worden met vervoer van meetapparatuur en met vervoer van brandstof ten behoeve van de dieselaggregaten en gasflessen. Om in deze behoefte te voorzien werd door het District Kust en Zee van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van de Rijkswaterstaat te Den Haag een landrover ter beschikking gesteld. Deze kwam op donderdag 7 mei te Egmond aan.

Op deze donderdag werden tevens een aantal van de nog resterende noodzakelijke activiteiten verricht.

De PCM-apparatuur werd door het LGM afgesteld. Verder werden er afspraken gemaakt over procedures ten behoeve van gebruik van de apparatuur.

De videoapparatuur ten behoeve van de registratie van de golfrichting werd aangevoerd en geïnstalleerd. Hierbij bleek dat de frequentie van de door de aggregaten opgewekte

electrische stroom nog niet nauwkeurig genoeg afgeregeld was. Het afzuigstelsel werd door de Adviesdienst Hoorn opgehaald bij het Laboratorium de Voorst. Het bestond uit de pompfilterinstallatie, een stelsel van afzuigbuizen, pompen met benzinemotor, een groot aantal plastic containers en de eenheid voor de bepaling van de zandconcentratie. Met name de opslag van deze installatie in de beschikbare ruimten op het strand gaf door zijn omvang problemen. De aangevoerde Vector AKWA werd aan de meetpaal gemonteerd en door de TPD afgeregeld. Tevens waren de weersomstandigheden gunstig voor de komst van de "Noordvaarder" (zuidoosten wind, kracht 6, zonnig weer, temperatuur 15-20°C, weinig golfbeweging), zodat de automatische stroommeter NBA, de waverider en de getijmeetpaal konden worden geplaatst. In verband met de benodigde tijd voor de montage van de meetinstrumenten aan het wagentje aan de meetpaal bleven de gemonteerde instrumenten gedurende de nacht op de steigers.

Op vrijdag 8 mei werden de eerste proefnemingen uitgevoerd met de voeding en het functioneren van de op dat moment beschikbare meetinstrumenten, de overdracht van de meetsignalen van de steigers naar de schrijvers en de registratie van de meetsignalen door middel van de schrijvers. Aan de meetpaal bij steiger 1 werden geen instrumenten opgesteld omdat de waterdiepte daar ter plaatse tengevolge van het in de namiddag gelegen tijdstip van laagwater, te gering was. Het meetnet als geheel bleek goed te functioneren. Aan een aantal van de meetsignalen kon nog geen schaal worden toegekend, omdat de ijking van het meetsignaal nog niet had plaatsgevonden.

Aan het einde van de derde week van de bouw van de meetopstelling was het moment dicht genaderd waarop de meetopstelling in gebruik kon worden genomen ten behoeve van de proefnemingen met de geselecteerde instrumenten. De tweede Vector AKWA was nog niet door de TPD afgeleverd, hoewel dit door de aanwezigheid van de andere Vector AKWA geen beletsel vormde om de proefnemingen te beginnen.

De COLNBROOK die door de Adviesdienst Vlissingen ter beschikking was gesteld, was nog niet op de meetplaats aangevoerd.

Het weer was rustig en daarom niet gunstig met betrekking tot de voor de proefnemingen gewenste omstandigheden.

Verder was op een aantal punten coördinerend overleg nodig voordat dergelijke proefnemingen konden plaatsvinden. Deze punten betroffen onder andere de

personeelsbezetting en het uitvoering geven aan de procedures voor het onderhoud.

De meetinstrumenten werden tijdens het weekend in de portacabins opgeslagen.

De vierde week.

Op maandag 11 mei werden de meetinstrumenten weer gemonteerd aan de meetpalen bij de steigers. Verder werd tijd besteed aan het onderhoud van de diesel-aggregaten. Op dinsdag 12 mei werd de montage van de meetinstrumenten voortgezet. Alle meetinstrumenten waren nu aanwezig.

Tevens vond op de meetplaats het noodzakelijke coördinerende overleg plaats tussen het Waterloopkundig Laboratorium en de Adviesdienst Hoorn over de bezetting en indeling van het personeel ten behoeve van de uitvoering van de verschillende werkzaamheden bij de aankomende eerste meting. Er werden afspraken gemaakt en procedures vastgesteld voor de uitvoering.

Tevens werd een groot aantal andere zaken geregeld zoals de indeling van de registratie van de meetsignalen op de verschillende kanalen van de schrijvers, de keuze van de meetassen van de instrumenten, de indeling van de instrumenten over de meetpunten, de behandeling van de instrumenten, etcetera.

Ook werden de diverse bij de meting betrokken personen ingelicht omtrent het tijdstip van de meting.

Op woensdag 13 mei konden de werkzaamheden ten behoeve van de bouw van de meetopstelling als geëindigd worden beschouwd. De laatste controles werden uitgevoerd ten aanzien van de werking en afstelling van de instrumenten. Van de zijde van het Waterloopkundig Laboratorium Delft werd de AZTM afgesteld. Verder werd een oefening gehouden met het afzuigstelsel.

De problemen die bestonden ten aanzien van het functioneren van de Plessey-golfhoogtemeetbaken van de Adviesdienst Hoorn konden eveneens op deze dag worden opgelost. Op donderdag 7 mei van de vorige week waren in totaal drie baken bevestigd, te weten aan steigers 2 en 3 en, met behulp van het m.s. "Blauwe Slenk", aan de getijmeetpaal. De baken bleken niet goed te functioneren. Zij werden losgenomen voor reparatie. Nadat in het begin van de navolgende week de storing was verholpen, konden de golfhoogtemeetbaken aan de steigers vóór de meting weer worden gemonteerd. Ook bij de Simrad deed zich een storing voor die echter niet meer voor de meting kon worden opgeheven.

De situatie van de gebouwde meetopstelling is zoals eerder werd vermeld, weergegeven in figuur 12. Bij de bouw van een meetopstelling als deze

op een open strand doet het weer zich sterk gevoelen. Het aangename weer gedurende het laatste gedeelte van de bouw heeft de gang van zaken zeker in gunstige zin beïnvloed.

4.3 Het gebruik van de meetopstelling

In dit gedeelte worden de ervaringen vermeld die in het dagelijks gebruik met de meetopstelling zijn opgedaan. Tevens wordt aangegeven op welke punten het functioneren van de meetopstelling kan worden verbeterd.

4.3.1 Steigers

Over het algemeen waren de ervaringen met het gebruik van de meetsteigers gunstig. Ze zijn stevig en de ruimte op het platform is voldoende groot voor het verrichten van de noodzakelijke werkzaamheden tijdens de meting en voor het aanbrengen van de Plesseykisten en andere noodzakelijke materialen. Gezien de verhoudingsgewijs rustige weersomstandigheden die bij een meting in de maand mei voorkomen, werd geen directe ervaring opgedaan met het gedrag van deze steigers onder meer extreme omstandigheden. Wel kunnen echter op grond van de opgedane ervaringen enige aanbevelingen worden gedaan ten behoeve van gebruik van meetsteigers in de weersomstandigheden die zich in de herfst en het voorjaar voordoen. Men mag namelijk verwachten dat bij toekomstige metingen ook in deze jaargetijden zal moeten worden gemeten. In verband met de kans op verhogingen van de gemiddelde waterstand bij wind uit noordwestelijke richtingen is het noodzakelijk het platform ca. 1 m hoger te plaatsen. De hoogteligging van het platform bedroeg bij de meting in mei ca. N.A.P. + 3.50m bij een hoogteligging van de bodem ter plaatse van de steigers van ca. N.A.P. -1.00 m. Dit houdt in dat de hoekpalen van de meetsteigers ca. 1 m langer zullen moeten zijn. De vloer van het platform die bij de meting in mei bestond uit een houten plankier zal uit een oogpunt van veiligheid voor het personeel en de steigerconstructie zelf, open moeten zijn. Men kan hierbij denken aan een roostervormige constructie van bijvoorbeeld 'baustahlgewebe'. Bij een gesloten constructie in de vorm van een plankier kunnen tegen de onderzijde zware klappen worden uitgeoefend door passerende hoge golven.

De loopsteigers waren enigszins licht geconstrueerd hetgeen voor de omstandigheden tijdens de meting in mei geen bezwaar was. Van de loopsteigers werd ook gebruik gemaakt voor het vervoer van instrumenten etcetera die in de hand werden meegedragen. Deze methode is niet zonder risico. Bij contact met het zeewater kan bij een aantal van de relatief kostbare instrumenten aanzienlijke schade ontstaan. Bij minder gunstige weersomstandigheden wordt dit risico groter. Bovendien neemt de onveiligheid voor het personeel toe. Wil men echter een reële toename van de veiligheid bereiken voor het gebruik van de loopsteigers dan zijn aanzienlijke investeringen nodig. Kleine verbeteringen zijn vaak slechts in schijn verbeteringen, omdat de suggestie van grotere veiligheid die er uit spreekt op andere punten de aandacht laat verslappen.

Het lijkt daarom voorlopig het beste om het huidige systeem van de loopsteigers te handhaven. Ten behoeve van metingen tijdens ruwere weersomstandigheden is het wel noodzakelijk het loopniveau hoger te leggen om vrij te blijven van de golftoppen. Verder moet zeker onder die omstandigheden de mogelijkheid bestaan om via de loopsteigers de vaste wal te bereiken. Dit was in mei bij HW tijdens springtij niet altijd mogelijk. Om ook bij zwaardere erosie stabiel te zijn en bestand te zijn tegen de golfaanval dient de inklemming van de pijpen in de bodem vergroot te worden en dient de loopsteiger beter geschoord te worden.

Tijdens metingen die in de herfst en het voorjaar plaats vinden dient tevens verlichting op de steigers aangebracht te worden.

4.3.2 Meetpaal en meetwagen

Het systeem als zodanig heeft goed voldaan. De uitvoering van de constructie was nauwkeurig. Hierdoor was de graad van vrijheid, die bij een bewegend systeem in zekere mate tussen de diverse onderdelen bestaat, gering. Een dergelijk systeem van een of meer langs een meetpaal beweegbare meetwagens kan ook worden toegepast als er in meer meetpunten in de verticaal moet worden gemeten. Ten behoeve van een volgende meting zal de uitvoering nog enigszins verbeterd kunnen worden. Er kan hierbij gedacht worden aan een wat zwaardere vormgeving van het geheel en bijvoorbeeld een ophijsconstructie met een zelfremmende werking van de meetwagen aan de paal. De richtingsinstelling van de armen van het wagentje kan verbeterd worden door deze instelling

Frequentie en amplitude van de snelheid gemeten bij het met de hand in beweging brengen van de meetwagen aan de meetpaal.

opgelegde beweging	steiger no	beweging gemeten met instrument	gemeten frequentie	gemeten amplitude
horizontaal heen en weer bewegen meet- wagen rond meetpaal (AFZ + AZTM + COLNB)	I	COLNBROOK	aanstoten: 1,4 Hz voortdurende beweging : 1,4 Hz	max. 0,5 m/s max. 0,5 m/s
horizontaal heen en weer bewegen meet- wagen rond meetpaal (SIMRAD + VEK A)	II	SIMRAD	aanstoten: 2 Hz voortdurende beweging : 2 Hz	max. 0,15 m/s max. 0,15 m/s
horizontaal heen en weer bewegen meet- wagen rond meetpaal (MARSH + VEK A)	III	MARSH MC BIRNEY WL	aanstoten: 3,7 Hz voortdurende beweging : 3,6 Hz	max. 0,35 m/s max. 0,25 m/s
schudden van de steiger	I	COLNBROOK	1,6 Hz	max. enkele cm/s
schudden van de steiger	II	SIMRAD	2,2 Hz	
schudden van de steiger	III	VEK A II MARSH MC B WL	1,6 Hz 1,6 Hz	
aanstoten van de ophangkabel.	I II III	Resp. COLNB, SIMR, VEK A II	te zwak signaal	te zwak signaal

Tabel 1 Resultaten bewegen wagen aan meetpaal

continu regelbaar te maken in plaats van de huidige oplossing waarbij de instelling discontinu regelbaar is door middel van bouten en moeren die door gaten passeren. Ook dient vermeden te worden dat de ruimte tussen de wielen van de meetwagen en de loopvlakken op de paal te groot is. In dat geval is het denkbaar dat de door de golven geïnduceerde beweging van de meetwagen hinderlijke vormen gaat aannemen. Tijdens de meting in mei is de beweging onderzocht die de meetwagen aan de meetpaal kan ontwikkelen door de ruimte die bestaat tussen onderdelen van de meetwagen en de paal en de resonantie van het systeem. De resultaten zijn weergegeven in tabel 1. De opgelegde bewegingen zijn gemeten met een aan de betreffende meetwagen gemonteerde stroomsnelheidsmeter. De beweging werd opgelegd door het met de hand bewegen van de meetwagen aan de meetpaal (op 2 manieren), door het schudden aan de steiger en door het aanstoten van de ophangkabel van de meetwagen.

Uit de tabel blijkt dat met name bij het met de hand bewegen van de meetwagen, aanzienlijke waarden van de snelheid van beweging van het instrument worden gevonden. In de praktijk blijkt de beweging ten gevolge van de golfbeweging veel minder groot te zijn. Waarschijnlijk is het met kracht met de hand aan één uiteinde van de arm van de meetwagen trekken een veel ongunstiger vorm van belasting dan de belasting die in werkelijkheid optreedt ten gevolge van de golfbeweging. Indien dit het geval is kunnen de waargenomen waarden als extreme waarden worden beschouwd. In ieder geval dient bij een meting een eventuele beïnvloeding van het gemeten signaal ten gevolge van de beweging van de meetwagen aan de paal tot uitdrukking te komen in het variantiedichtheidsspectrum van het gemeten signaal. Indien in het spectrum bij de waargenomen waarden van de frequentie van de beweging van de meetwagen geen pieken zijn te zien dan kan hieruit worden afgeleid dat deze beweging niet hinderlijk is.

De kabel en de lier met behulp waarvan de meetwagen langs de meetpaal wordt bewogen dienen zwaarder uitgevoerd te worden.

De vormgeving van de meetwagen is zodanig dat met behulp van een eenvoudige constructie 2 meetinstrumenten op hetzelfde niveau in elkaars nabijheid kunnen worden opgesteld.

Bij de meetwagens ontbreekt nog een middel om de verticale positie van de meetwagen met voldoende nauwkeurigheid te kunnen vaststellen. Meting van deze positie vanaf de bovenzijde van de steiger is ten aanzien van de meetnauwkeurigheid minder gewenst door de relatief grote afstand waarover de meting dient plaats te vinden. Voor het bepalen van de verticale positie van de meetwagen (en dus van de instrumenten) kan gebruik worden gemaakt van een echolood dat aan de meetwagen is gemonteerd. Een dergelijk systeem

van bepaling van de verticale positie van de meetwagen kan wellicht tevens worden gebruikt voor het bepalen van de bodemligging in de tijd. Het is nuttig om na te gaan of een dergelijke combinatie van functies met behulp van een echolood mogelijk is. Bij het Waterloopkundig Laboratorium is echoloodapparatuur beschikbaar die werkt met een frequentie van 1 MHz.

4.3.3 Opstelling, transport en opslag van instrumenten

Bij het opstellen van de instrumenten is een belangrijk aspect het bepalen van de richtingen van de meetassen van de instrumenten. Op dit punt doet zich bij de instrumenten een algemeen gebrek gevoelen. Richtmiddelen aan de instrumenten die het op eenvoudige wijze bepalen of instellen van de richtingen van de meetassen mogelijk maken, ontbreken. Het zou het meest wenselijk zijn om op eenvoudige wijze de richtingen te kunnen instellen. Deze kan men dan laten samenvallen met de hoofdmeetrichtingen zodat bij de verwerking van de meetresultaten geen assentransformaties behoeven te worden uitgevoerd. Bovendien vereenvoudigt het de administratie bij de meting.

Ten behoeve van berekeningen worden aan de nauwkeurigheid van het bepalen van de richtingen van de meetassen van het instrument relatief hoge eisen gesteld. De gewenste nauwkeurigheid van de richtingen van de meetsignalen kan voor de toepassing van de meetresultaten in bepaalde berekeningen in orde van grootte $\pm 1^0$ bedragen. Een dergelijke nauwkeurigheid betekent in de praktijk bij het bepalen van de richting van de meetassen van de instrumenten een hoge eis. De nauwkeurigheid van de bepaling van de richting van het meetsignaal in de praktijk is enerzijds een mechanisch probleem dat bij de montage van het instrument optreedt. Anderzijds is de nauwkeurigheid waarmee de richtingen van het meetsignaal door het instrument kunnen worden bepaald beperkt als gevolg van bijvoorbeeld de afmetingen van elektroden, transducenten, meetvolumes en dergelijke.

Ondanks een zeker risico van contact met zeewater is het goed mogelijk gebleken om de instrumenten in de hand of op de schouder gedragen, langs de loopsteigers naar de meetsteigers of terug naar het strand te voeren. Het risico dat een instrument hierbij in contact komt met zeewater of zelfs in het water valt kan worden beperkt door een beschermende verpakking van kwetsbare onderdelen en het borgen van het instrument. Tevens kan dit risico worden beperkt door het vervoer van instrumenten tijdens ongunstige omstandigheden te vermijden.

De wijze, bijvoorbeeld, waarop bij de electromagnetische stroommeters van Marsh Mc Birney de electronica is verpakt, is voor vervoer naar en van de steigers beslist onpraktisch. Bij de AZTM en de Vector AKWA is de verpakking van de electronica voldoende waterdicht.

In de daarvoor bestemde ruimte aan de wal dient ten behoeve van de opslag van instrumenten er voor gezorgd te worden dat de instrumenten in rekken kunnen worden geplaatst of op andere soortgelijke wijze kunnen worden opgeslagen. Het plaatsen van instrumenten op de vloer moet worden vermeden wegens de kans op beschadiging van sensoren, kabels, pluggen, electronica en dergelijke.

4.3.4 De werking van de instrumenten

Resultaten van het onderzoek van de invloed van de aanwezigheid van lucht en sediment in het water op de werking van de instrumenten worden elders in dit verslag gegeven.

Afgezien hiervan hebben de instrumenten goed gewerkt voor wat betreft de werking van het meetprincipe.

Bij de electromagnetische stroomsnelheidsmeters van Marsh Mc Birney en Colnbrook kan de werking gestoord worden door radiostraling. Tijdens de metingen in mei werd het meetsignaal ernstig verstoord bij gebruik van draagbare radio zend-ontvangers (zogenaamde portofoons) op korte afstand van de meetinstrumenten. Ook tijdens onweer kunnen bij de electromagnetische meters verstoringen van het meetsignaal worden verwacht.

Meters die volgens het acoustische principe werken zijn hiervoor niet gevoelig. De Vector AKWA's hebben zonder problemen gewerkt. Ook de Simrad heeft op een enkele storing na, goed gewerkt. Deze laatste heeft bij gebruik in de praktijk een voordeel ten opzichte van de Vector AKWA omdat bij bepaalde storingen een duidelijk herkenbaar "fout" signaal wordt gegeven. Gezien het goede functioneren van de Vector AKWA's lijkt het niet nodig om bij toekomstige metingen gebruikt te maken van de Simrad. De Vector AKWA en de Simrad hebben hetzelfde werkingsprincipe. De Vector AKWA heeft echter het duidelijke voordeel dat door de gunstige vormgeving van het instrument minder verstoring wordt uitgeoefend in het meetvolume. Bij de Simrad is rondom de elektroden

een beschermende kooi aangebracht terwijl ook de electronica dichtbij de sensoren is gemonteerd.

Bij de Plessey-golfhoogtemeetbaken was de werking aanvankelijk gestoord. Deze storing kon later geheel worden opgeheven. Evenals bij de Datawell golfhoogtemeetboei komen storingen van korte duur voor bij het meetsignaal. Bij de boei traden ook problemen op bij de ontvangst van de radiosignalen.

Bij de baken veroorzaakt de buis die ter bescherming van de weerstanddraad is aangebracht een bepaalde demping van de golf binnen de buis. Het is niet bekend hoe sterk deze demping is. Met het oog op de gewenste nauwkeurigheid van het gemeten signaal van de golfhoogte ten behoeve van de berekeningen verdient het aanbeveling enkele proeven uit te voeren teneinde de graad van demping bij de huidige constructie vast te stellen. Als de demping met de huidige perforaties in de buis te groot is, moet de buis in de toekomst wellicht vervallen en de weerstanddraad zonder bescherming worden opgesteld.

Het afzuigsysteem in de huidige vorm, waarin wordt afgezogen met pompjes met benzinemotor, voldoet niet. Bij gebruik van een huif op de steigers als bescherming tegen de wind komen uitlaatgassen van de motoren achter de huif terecht. Verder moet er (te) vaak de benzine bijgevuld worden terwijl de motoren soms op kritieke momenten afslaan. Ook is een hoeveelheid monster van 20 l per 3 à 4 minuten te gering voor een nauwkeurige bepaling van de sedimentconcentratie terwijl het noodzakelijke transport van de jerrycans van de meetsteiger naar de wal en het transport op het strand niet eenvoudig zijn en arbeidsintensief. Verder is de geringe diameter van de aanzuigopening (6 mm) een bezwaar. Een ander bezwaar is het lawaai dat door de tijdens het afzuigen op hoge toeren draaiende motoren wordt gemaakt.

Indien niet aan het gebruik van de pompjes met benzinemotor valt te ontkomen, omdat bij toepassing van electromotoren het voeden van de motoren met elektrische stroom op de steigers ook allerlei problemen kan geven, dienen de uitlaten van de motoren gekoppeld te worden en de gassen op grotere afstand van het platform afgevoerd te worden. Verder moet een grotere benzinetank toegepast worden om het frequente bijtanken te voorkomen. Het afzuigen met behulp van de pompfilterinstallatie beviel beter. De nauwkeurigheid bij de bepaling van de sedimentconcentratie was groter omdat met de pompfilterinstallatie een grotere hoeveelheid mengsel in dezelfde tijd kan worden verpompt. Ook is het gebruik van de plastic of glazen potjes voor de opslag van de filterdoekjes met het gevangen sediment op de steigers aantrekkelijker in verband met de beperkte

werkruimte die op de steigers aanwezig is. Verder is de diameter van de aanzuigopening van 16 mm gunstiger met het oog op de kans van verstopping.

De AZTM heeft zonder storingen gewerkt. Zoals onder andere bleek bij de ijking van het instrument, is de aanstroomrichting van invloed op de waarde die door het instrument voor de sedimentconcentratie wordt aangegeven. Waarschijnlijk is de vormgeving van het instrument van invloed op de stroming in het meetvolume van het instrument.

Het toegepaste systeem voor het meten van golfrichtingen, bestaande uit een palenrij met richtpaal waarbij met behulp van een videocamera het golfbeeld werd geregistreerd, bleek goed te voldoen. Het bepalen van de golfrichting is alleen mogelijk als de kam van de golf duidelijk wordt gemarkeerd. Dit is het geval bij een brekende golf. Het bleek dat tijdens perioden met grotere golfhoogten bij de brekende golven kamlengten van honderden meters voorkomen, zodat het waarschijnlijk ook mogelijk is met dit systeem metingen van de golfrichtingen te verrichten over grotere richtafstanden. De palen van het golfrichtingmeetsysteem bleken enigszins kort te zijn omdat sommige golven hoger reikten dan de palen lang waren.

Ook werden vanuit een vliegtuig enkele malen foto's gemaakt met het doel na te gaan of met behulp van dergelijke opnamen golfrichtingen kunnen worden bepaald. Het blijkt dat het moeilijk is de foto-opnamen voor dit doel te interpreteren. Voor alle instrumenten kan wordengesteld dat zowel voor als na een meetcampagne de instrumenten in een goet geijkt dienen te worden. Ook dient de werking van de instrumenten vooraf te worden beproefd voor wat betreft andere aspecten.

4.3.5 Het meetnet

Het continu voeden van de instrumenten op de steigers tesamen met een goede behuizing bleek voldoende waarborg te vormen om aantasting van de electronica door de zoute atmosfeer tegen te gaan. De toepassing van spanningsstabilisatoren bij de instrumenten voldoet goed. Door toepassing van getwiste aderparen is er geen overspraak opgetreden. Door goede aarding, afscherming, toepassing van zwevende voedingen en instrumentatieversterkers met differentiële input is er geen sprake geweest van enig stoorsignaal op het meetnet. Voorts is van groot belang gebleken dat de instrumenten voor de inzet op de meetlocatie nauwkeurig worden getest op gebreken. Met behulp van het toegepaste systeem vond de overdracht van de meetsignalen zonder problemen plaats.

Waar ter plaatse loopsteigers aanwezig zijn kan de signaaloverdracht/voedingskabel zonder problemen langs de loopsteigers worden geleid. Het meest

kwetsbare deel van de kabel is het gedeelte dat het traject tussen de loopsteiger en de meetcabines overspant. Het bleek dat het met een ketting verzwaren en vervolgens ingraven van de kabel in het zand niet voldoende zekerheid biedt tegen beschadiging van de kabel. Het strandprofiel wijzigt voortdurend zodat het regelmatig voorkomt dat grote gedeelten van de kabel bloot op het strand komen te liggen. Voertuigen die over het strand rijden kunnen de kabel dan gemakkelijk beschadigen. Het is waard te overwegen ter plaatse van het strand de kabel op hoge ondersteuning door de lucht te voeren.

4.3.6 Registratie meetsignalen

De PCM-apparatuur en de schrijvers hebben geheel aan de verwachtingen beantwoord.

Een kwetsbaar punt in het geheel werd bij de metingen in mei 1981 gevormd door het feit dat de bedieningsman van de PCM-apparatuur zich over relatief grote afstand, soms 's nachts, en vaak alleen naar de meetplaats moest begeven. Aangezien het voor de noodzakelijke automatische verwerking van de meetgegevens essentieel is dat de gegevens op magneetband worden geregistreerd, bovendien in aanmerking genomen de hoge kosten die aan een meting zijn verbonden en voorts het feit dat een combinatie van factoren die gunstig zijn voor een meting niet dagelijks voorkomen, is het verstandig om er voor te zorgen dat meer dan één persoon op de meetlocatie van de bediening van de apparatuur op de hoogte is.

4.3.7 Registreerruimte en dagverblijf

De beschikbare ruimten waren voldoende groot. Wel dient opgemerkt te worden dat de opslag in het dagverblijf van de ca. 60 plastic containers à 20 l onevenredig veel ruimte vergde.

Het is nuttig, zoals het geval was, om in het dagverblijf over een aparte ruimte te beschikken voor de opstelling van de communicatieapparatuur. Deze ruimte werd nu tevens gebruikt voor besprekingen en administratieve werkzaamheden. Deze combinatie is niet altijd ideaal. Het verdient aanbeveling om met name ten behoeve van de administratieve werkzaamheden te kunnen beschikken over een vertrek waar in bepaalde gevallen in alle rust kan worden gewerkt of overleg

kan worden gevoerd over een bepaalde zaak.

De mogelijkheden voor ventilatie van de portacabins waren niet voldoende. Bij zonnig weer kon daardoor de temperatuur soms hoog oplopen. Dit probleem deed zich het meest gevoelen in de registreerruimte. Het is niet altijd mogelijk om via het openen van ramen en deuren over extra ventilatie beschikken, omdat dan gemakkelijk zand binnen kan dringen hetgeen voor de apparatuur bezwaarlijk is. Ook als de ramen en deuren gesloten blijven dringt bij winderig weer door kieren en openingen zand in de cabins binnen, zodat enkele malen per dag moet worden geveegd.

De aanwezigheid van bezoekers in de registreerruimte tijdens de metingen vormde een probleem. Met name is dit het geval vlak voor de aanvang en tijdens het begin van een meting als men bezig is met het afstellen van de apparatuur. Het is nuttig om met de nu opgedane ervaringen voor een volgende gelegenheid vooraf een gedetailleerd plan te maken van de verdeling van de beschikbare ruimten over de verschillende functies die moeten worden vervuld.

De fundering van de portacabins op stelconplaten was voor de relatief rustige weersomstandigheden waaronder de metingen plaatsvonden, voldoende. Bij metingen in het najaar moet ten behoeve van de plaatsing van cabins op het strand echter een zwaardere fundering worden aangebracht. De cabins zullen dan op een zodanig niveau moeten worden geplaatst dat zij tijdens de voorkomende stormen niet worden beschadigd. Een fundatie op palen die in het zand zijn ingespoten, wordt dan noodzakelijk.

Dat in het dagverblijf over leidingwater en een toilet kan worden beschikt, is erg plezierig.

4.3.8 Sterkstroomvoorziening

Het gebruik van dieselaggregaten voor de voorziening van de elektrische stroom op de meetplaats is goed bevallen. Voordat tot de uitvoering van de eigenlijke metingen kan worden overgegaan, dient de spanning en frequentie van de geproduceerde elektrische stroom goed afgeregeld te worden. Een globale afregeling kan korte tijd na het plaatsen van de aggregaten plaats vinden, zodat zo spoedig mogelijk beschikt kan worden over elektrische stroom ten behoeve van verlichting en verwarming. Met de definitieve afregeling dient men te wachten tot alle apparatuur is aangevoerd en geplaatst, zodat deze afregeling kan plaatsvinden bij de stroomafname die normaal tijdens de metingen bestaat.

Het beschikbaar hebben van twee aggregaten, waarvan een gebruikt werd voor verwarmings- en verlichtingsdoeleinden en de ander ten behoeve van de voeding van de instrumenten en registratieapparatuur, was een goede oplossing.

Het bleek nuttig om duidelijke en in voldoende mate bekende afspraken te hebben over hoe te handelen in geval van storingen. Dit geldt tevens voor het onderhoud van de aggregaten (olieverversen, brandstof bijvullen, luchtfilters verschoneren). Wat dit laatste punt betreft was de situatie voor verbetering vatbaar. Men overdrijft niet licht als men aandacht schenkt aan het treffen van regelingen voor het veiligstellen van een essentiële zaak als de stroomvoorziening op de meetplaats. Niet alleen met het oog op het functioneren van instrumenten en apparatuur tijdens een meting maar ook ten behoeve van verlichting (bijvoorbeeld 's nachts) en communicatie (voeding mobilofoon).

Opstelling van de dieselaggregaten in een kleine container heeft goed voldaan. De motoren zijn op die manier beter beschermd tegen het zand dat door de wind verstoven wordt. Wegens het ontbreken van doorvoeringen door de wanden van de container ten behoeve van de toevoer van lucht naar de motoren en de afvoer van de verbrandingsgassen was het echter noodzakelijk de deuren van de container te openen. Hierdoor kon toch nog zand in de container binnen dringen. Ook in verband met het gebruik van de resterende ruimte in de container ten behoeve van opslag van materialen is het gewenst de container te kunnen sluiten. Het is wel gewenst dat deze resterende ruimte gemakkelijk bereikbaar is, zonder dat in werking zijnde dieselaggregaten gepasseerd behoeven te worden.

4.3.9 Communicatie en transport

Van de op de meetplaats beschikbare mobilofooninstallatie (A 2698) is een uitermate nuttig gebruik gemaakt. Het lijkt verstandig om de installatie, die nu via het lichtnet werd gevoed, in toekomstige gevallen te voeden met behulp van accu's zodat ook bij het uitvallen van de stroomvoorziening men van de mobilofooninstallatie gebruik kan blijven maken. Het werd als een bezwaar gevoeld dat bij het uitvallen van de stroomvoorziening en tijdens het onderhoud van de aggregaten niet van de mobilofooninstallatie kon worden gebruik gemaakt.

Voor de communicatie op de meetplaats werd aanvankelijk en ook wel later nog gebruik gemaakt van portofoons. Bij gebruik van de portofoons op de steigers wordt echter het meetsignaal van de electromagnetische snelheidsmeters gestoord. Om dit probleem te ondervangen werd een set intercoms geïnstalleerd. De signaaloverdracht vond plaats via enkele vrije aders van de signaal grondkabel van

het meetnet. Via de set intercoms was communicatie mogelijk van de registreerruimte naar de steigers en van de registreerruimte naar het dagverblijf. De communicatie op de meetplaats verliep op deze wijze uitstekend.

Voor de communicatie naar buiten werd tevens gebruik gemaakt van het kantoor van de sectie Noordzeekust van de Adviesdienst Hoorn in de Marinestraat te Egmond. Rechtstreeks contact tussen Egmond en de meetplaats was slechts mogelijk via de mobilfooninstallatie. Het bleek niet mogelijk hiervoor van de portofoons gebruik te maken, waarschijnlijk ten gevolge van de elevatie van de duinen.

Het is noodzakelijk om ten behoeve van de bedrijfsvoering op de meetopstelling te beschikken over een vervoermiddel. Dit is het geval tijdens de opbouwfase en de ontmantelingsfase van de meetopstelling. Ook in de periode waarin de meetopstelling gereed staat ten dienste van de metingen is het echter noodzakelijk te kunnen beschikken over een vervoermiddel. Tijdens deze fase moet de opstelling worden onderhouden en moet vervoer beschikbaar zijn voor bijvoorbeeld de aanvoer van brandstof en olie voor de dieselmotoren en het vervoer van instrumenten, materialen en personen. De landrover, die ter beschikking stond, beviel goed. Voorts is het nodig te kunnen beschikken over een aanhangwagen ten behoeve van het vervoer van de bouwmaterialen voor de steigers, en dergelijke.

Bij transport van grotere eenheden zoals de portacabins en vrachten stelconplaten is het nodig gebruik te maken van zwaarder materiëel. Dit soort transport kan alleen langs het strand plaats vinden tijdens laagwater (over het natte gedeelte van het strand).

Tenslotte is er nog een onderdeel van de communicatie waaraan aandacht moet worden gegeven, namelijk de voorlichting aan het publiek. Wie aan de weg timmert heeft veel bekijks. Die aan het strand een meting verricht krijgt veel vragen van passerende voorbijgangers. Persoonlijke beantwoording van de vragen kost veel tijd. Tijdens de metingen in mei werd daarom aan het strand met behulp van het statief van een waterpastoestel een blad papier opgesteld met een verklarende tekst. Bij een volgende gelegenheid zou hieraan vooraf wat meer aandacht besteed dienen te worden.

4.3.10 Administratie

Het voeren van een goede administratie is een wezenlijk onderdeel van een meting. Een groot aantal zaken dient met vaste discipline aangetekend te worden. Dit betreft zaken die zich dagelijks voordoen en die van belang kunnen zijn bij de interpretatie van meetgegevens zoals weersomstandigheden, golfomstandigheden, getij, waterstand, bodemligging. Voorts moet er echter bij de registratie van de meetgegevens voor gezorgd worden dat met zekerheid bekend is met welk instru-

ment een bepaald meetsignaal correspondeert en welke waarde aan het geregistreerde signaal moet worden toegekend. Dat houdt in dat de handelingen die met de instrumenten worden uitgevoerd, moeten worden vastgelegd, zodat te allen tijde bekend is op welke plaats zich een bepaald instrument bevindt, wat de verticale positie is, welke stand het heeft en dergelijke, terwijl verder een stringente administratie dient te worden gevoerd ten behoeve van de opslag van de meetgegevens op het registratiepapier en op de magneetbanden en zodanige ijkings worden uitgevoerd ten behoeve van de registratie van signalen van meetinstrumenten dat de gegevens op ondubbelzinnige wijze vastliggen.

De projectleider is de eerst verantwoordelijke voor het voeren van deze administratie. Hij werd tijdens de metingen in mei en juni hierin bijgestaan door een vaste assistent, waardoor aan dit hoogstbelangrijke onderdeel van de meting voldoende aandacht kon worden geschonken.

Omdat de waarde van de meetgegevens sterk bepaald wordt door een goede voering van deze administratie tijdens de meting, is het verstandig om ook bij toekomstige metingen voor dit doel een vaste assistent aan de projectleider toe te voegen. Deze speciaal hiervoor vrijgehouden persoon kan het beste al tijdens de opbouwfase van de meetopstelling aanwezig zijn. Het moet iemand van voldoende niveau zijn, die voldoende fantasie heeft en eigen initiatief weet te ontwikkelen. Hij dient met de projectleider een ruime communicatie te onderhouden.

4.3.11 Coördinatie

Bij een meting komen een groot aantal, vaak in elkaar grijpende zaken voor die op zodanige wijze moeten worden geregeld dat rekening wordt gehouden met hun onderlinge samenhang. Omdat voor het tot stand brengen van de meting de grootste inbreng afkomstig was van de Adviesdienst Hoorn en het Waterloopkundig Laboratorium vond de coördinatie van de activiteiten bij de verschillende fasen van de meting plaats tussen daarvoor aangewezen vertegenwoordigers van genoemde dienst en het laboratorium. In verband met de inbreng van andere zaken door derden moest er echter wel een centrale coördinator worden benoemd.

De coördinatie van de verschillende zaken bij de meting is goed verlopen. Noemenswaardige problemen hebben zich niet voorgedaan.

4.3.12 Veiligheid

De kans op schade en ongevallen is bij het gebruik van de toegepaste meet-

opstelling niet uitgesloten.

Bij vervoer van zaken die met de hand langs de loopsteigers worden gedragen, kan iemand wel eens wat laten vallen.

Tijdens het lopen langs de loopsteigers kan iemand ook zelf van de steiger in het water of tijdens laagwater op het strand vallen.

Tijdens een meting kan schade ontstaan aan de steigers of aan instrumenten of aan andere dingen door niet voorziene of onverwachte belastingen door golven of wind.

De meetopstelling kan schade oplopen als tijdens de meetperiode een storm voorkomt die meer kracht heeft dan waarop is gerekend. Men kan voordat de storm losbreekt zoveel mogelijk proberen schade te voorkomen door apparatuur en instrumenten van de steigers te halen en de zaak goed vast te sjoeren. Het is echter over het algemeen niet mogelijk om tussen het moment waarop de verwachting wordt uitgesproken en het begin van de storm op het strand staande portacabins en daarin opgestelde apparatuur in veiligheid te brengen.

De genoemde schade en ongevallen die kunnen voorkomen, zijn voor een groot deel inherent aan de gekozen vorm van het meetsysteem, die licht geconstrueerd en flexibel moet zijn en waarmee improvisaties kunnen worden uitgevoerd. De constructie en vorm van de meetopstelling zelf zijn tevens onderwerp van studie tijdens de metingen. De ervaring die tijdens de metingen met het gebruik van de meetopstelling wordt opgedaan, wordt gebruikt om verbeteringen van constructie en vorm te bereiken.

Het alternatief is het gebruik maken van een meetopstelling waarvan het ontwerp is afgestemd op de ter plaatse heersende krachten. Het nadeel van deze oplossing is dat een dergelijke meetopstelling hoge kosten met zich mee brengt en niet flexibel is. Men is dan aan één bepaalde plaats gebonden.

Hoewel schade en ongelukken met de toegepaste meetopstelling niet uitgesloten zijn, kan echter niet worden gesproken van een onveilige meetopstelling. De Adviesdienst Hoorn beschikt over een tijdens een lange reeks van jaren opgedane ervaring met het gebruik van geïmproviseerde, demontabele meetopstellingen. Ook is het personeel getraind in het omgaan met deze meetopstellingen.

Niettemin zijn de huidige inzichten onvoldoende om te kunnen aangeven tot welke windkracht het voldoende veilig is om de meetopstelling te bemannen. Het is noodzakelijk om dit te weten, met name in verband met de veiligheid van

de mensen die op de meetopstelling werkzaam zijn. Het principe voor de veiligheid van deze mensen moet namelijk zijn dat de meetopstelling slechts tot een bepaalde windkracht bemand mag zijn. Waar dit punt moet worden gekozen hangt af van de resultaten van de experimenten die met de meetopstelling worden uitgevoerd.

Schade aan de meetopstelling kan niet onder alle omstandigheden worden voorkomen. Het is praktisch onmogelijk om de materiële zaken in veiligheid te brengen voor het begin van een storm met te grote windkracht. Er moet daarom van worden uitgegaan dat de gehele meetopstelling verloren zal gaan als een bepaalde, kritieke windkracht wordt overschreden.

Een ander aspect is de veiligheid van de meetopstelling tegen diefstal en molest. Het is gebleken dat het beslist noodzakelijk is dat er steeds iemand op de meetplaats aanwezig is. De apparatuur is kwetsbaar en kan dus gemakkelijk beschadigd worden door onoordeelkundig gebruik en molest bij inbraak. Ook komt diefstal aan het strand gemakkelijk voor omdat bepaalde voorbijgangers zich op het strand begeven juist met de bedoeling om te zien of er iets van hun gading is. Tijdens de nachtelijke uren was een vaste, speciaal daartoe aangenomen kracht aanwezig. Tijdens het weekend werd de meetplaats bewaakt door personeel van de Adviesdienst Hoorn.

Door deze maatregelen was het mogelijk om de meetinstrumenten en andere voor de metingen noodzakelijke apparatuur gedurende de week 's nachts op de steigers te laten. Gedurende het weekend werd alle kwetsbare apparatuur in de cabins opgeslagen.

Ten aanzien van de veiligheid van de meetopstelling is er tevens nog het aspect van schade of ongevallen die kunnen ontstaan ten gevolge van de aanwezigheid van de meetopstelling op het strand en het gebruik van transportmiddelen op het strand ten behoeve van de metingen.

Motorschepen ten behoeve van de garnalenvisserij passeren dicht onder de kust de meetraai.

Gedurende het weekend en in de avonduren gebruiken kinderen de loopsteigers als klimrek.

Bij rustig weer varen particulieren met hun motorboten en zeilplanken dicht langs het strand.

Overdag is er allerlei verkeer langs het strand zoals ruiters die hun paard langs het strand laten draven, door paarden getrokken sulky's, wielrijders,

sportlui, motorvoertuigen, wandelaars.

Men kan duidelijk waarnemen dat het anticiperen op de aanwezigheid van constructies en het passeren van motorvoertuigen bij mensen die op het strand aanwezig zijn, slechts zeer zwak ontwikkeld is.

Bij het rijden met de landrover langs het strand werd daarmee terdege rekening gehouden. Met het oog op de mogelijkheid dat ruiters, wielrijders, motorrijders of dergelijke in botsing kwamen met de tijdens laagwater tot ver op het strand reikende loopsteiger, werd aan het einde van de loopsteiger een rode lantaarn bevestigd. Als illustratie van de problematiek op dit punt kan worden vermeld dat op zekere morgen een voor dit doel opgehangen lantaarn bleek te zijn ontvreemd. Het aanbrengen van verlichting op het strand is overigens met het oog op de scheepvaart langs de kust niet onbeperkt toegestaan.

Alle op huurbasis in gebruik zijnde onderdelen van de meetopstelling werden verzekerd tegen schade tijdens het transport naar en van het strand en het verblijf op het strand.

Het verdient aanbeveling om na te gaan of in verband met de kans op schade en ongevallen door de aanwezigheid van de meetopstelling en door het gebruik van transportmiddelen op het strand, het afsluiten van een verzekering tegen wettelijke aansprakelijkheid gewenst is.

4.3.13 De personele bezetting

Tijdens de periode waarin de metingen plaats vonden, na de opbouw van de meetopstelling, is de personele bezetting niet steeds constant geweest. In totaal werden 5 metingen uitgevoerd in de tijdsperiode van 14 mei tot en met 5 juni.

Op de dagen waarop gemeten werd, was de personele bezetting het grootst.

In de perioden tussen de metingen, waarin onderhoudswerkzaamheden werden verricht en voorbereidingen werden uitgevoerd ten behoeve van de eigenlijke metingen, was de bezetting lager.

Tijdens de metingen bestond de vaste personele bezetting meestal uit:

- de Projectleider namens de Werkgroep Natuurmetingen
- De Projectleider namens de Adviesdienst Hoorn
- De vaste administratieve assistent
- De uit 4 personen bestaande groep ten behoeve van het afzuigen, transporteren en verwerken van de watermonsters
- De vaste technicus van de electronica-afdeling van het WL De Voorst

- Een of meer technici van de Sectie Instrumentatie van de Adviesdienst Hoorn
- De technicus van de Afdeling Instrumentatie van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft.

In de periode tussen de metingen was meestal een groep van 2 à 3 personen van de zijde van de Adviesdienst Hoorn aanwezig, ten behoeve van de uitvoering van het onderhoud en diverse metingen. Tevens was de vaste administratieve assistent aanwezig. De aanwezigheid van de projectleiders en de technici van de electronica-afdelingen was afhankelijk van de werkzaamheden die op de meetplaats moesten worden uitgevoerd.

4.4 Het ontmantelen van de meetopstelling

Op vrijdag 5 juni, in de laatste week van de ten behoeve hiervan gereserveerde periode, werd de laatste meting uitgevoerd.

Direct nadat de meting was beëindigd, werd begonnen met het gedeeltelijk ontmantelen van de meetopstelling. Alle meet- en registratieapparatuur werd ontkoppeld en in de cabins klaargezet om te worden afgevoerd, evenals de verschillende onderdelen van de installatie voor het afzuigen van de watermonsters. Ten behoeve van het vervoer van de apparatuur naar de diverse bestemmingen werden afspraken gemaakt.

Op dinsdag 9 juni werden de stroomsnelheidsmeters naar het Waterloopkundig Laboratorium te Delft vervoerd om daar te worden geijkt. Op woensdag 10 juni werd de resterende apparatuur naar de diverse bestemmingen afgevoerd.

Van de in de brandingszone gebouwde constructies werden alleen de steigers, in kale vorm, gehandhaafd. De rest van de steigermaterialen van het golfrichting-meetsysteem en van de loopsteigers werd weggehaald en afgevoerd. Ook de meetpalen die voor de bevestiging van de instrumenten dienst deden, werden weggehaald. De meetpaal ten behoeve van de getijschrijver en de golfhoogtemeetbaak, die geplaatst was in het referentiepunt buiten de brekerzone, werd gehandhaafd. De golfhoogtemeetboei en de automatische stroommeter werden verwijderd.

Op maandag 15 juni werden met behulp van de mobiele kraan en het overige benodigde materieel de portacabins en de aggregaten van het strand afgevoerd. De portacabins werden tijdelijk ondergebracht op een terrein van de Rijkswaterstaat in Koedijk dat niet ver van Alkmaar is gelegen.

Deze plaats werd gekozen met het oog op de mogelijkheid dat de meting in het najaar van 1981 werd vervolgd.

Met het oog op het eventuele vervolg van de meting in het najaar werden tevens de stelconplaten op de meetplaats achtergelaten. Ook de electriciteitsleidingen en enkele plastic pijpen bleven in het zand achter. Hiermee was de meetopstelling ontmanteld.

5. Conclusies ten aanzien van het gebruik van de meetopstelling

1. De toegepaste meetopstelling en de aanwezige personele bezetting hebben, als geheel, aan het gestelde doel beantwoord.
2. Het systeem van de toegepaste steigerwerken heeft goed voldaan. De steigers konden geheel met de hand worden opgericht. Er dient te worden opgemerkt dat ten aanzien van het gewicht van sommige constructiedelen, de grens van wat nog met pure handkracht mogelijk is, is bereikt.
Bij ruwere weersomstandigheden, zoals die welke in het najaar optreden, zullen hogere meet- en loopsteigers moeten worden toegepast en ook anderszins wijzigingen worden aangebracht (geen plankier maar een open constructie).
Er was geen merkbare invloed van de aanwezigheid van de steigerwerken op de bodemligging ter plaatse van de meetraai.
3. Het systeem van het toegepaste meetwagentje en de meetpaal heeft voldaan. De nauwkeurige uitvoering van de constructie draagt hieraan bij.
Er ontbreekt nog een goed middel voor het bepalen van de verticale positie van het wagentje.
Verbeteringen van het systeem zijn mogelijk op het punt van de ophijsinrichting, de richtingsinstelling en dergelijke.
4. Voor de opstelling van de instrumenten aan de meetpaal ontbreken goede richtmiddelen voor eenvoudige en nauwkeurige instelling van de richting van de meetassen van de instrumenten.
Bij de toegepaste vorm van vervoer van de instrumenten langs loopsteigers bestaat een zeker risico voor het optreden van schade. De voorversterkers van de instrumenten moeten in een waterdichte behuizing worden geplaatst. De opslag van de instrumenten in de portacabins moet worden verbeterd.
5. Afgezien van de eventuele invloed van het in het water aanwezige sediment en lucht, hebben de toegepaste instrumenten redelijk goed gewerkt. Hinderlijke storingen kwamen voor bij de golfhoogtemeetbaken en (bij gebruik van

portofoons) bij de electromagnetische stroommeters. Het signaal van de golfhoogtemeetbaken wordt gedempt ten gevolge van de aanwezigheid van de geperforeerde beschermingsbuis. Het gebruik van containers voor de opslag van door middel van een pomp afgezogen watermonsters ter bepaling van de sedimentconcentratie, heeft niet voldaan. Het gebruik van de pompfilterinstallatie als middel voor het bepalen van de sedimentconcentratie van afgezogen watermonsters heeft wel voldaan.

Het meetsysteem van de AZTM als zodanig heeft goed gewerkt. Een aantal verbeteringen zijn gewenst onder andere van de hydraulische vormgeving.

Het toegepaste systeem voor het bepalen van de golfrichting, waarbij het golfbeeld ter plaatse van een palenrij met richtpaal wordt vastgelegd door middel van videorecording, is bruikbaar. Het bleek dat met behulp van foto's, die vanuit een vliegtuig van de omgeving van de meetopstelling worden gemaakt, aanvullende gegevens van het golfbeeld kunnen worden verkregen. Het is noodzakelijk de instrumenten voor en na de metingen te ijken.

6. Het toegepaste systeem voor de overdracht van de meetsignalen voldoet uitstekend. Het continu voeden met elektrische stroom en een goede behuizing voorkomt aantasting van elektronische apparatuur door de zoute atmosfeer.

Het verzwaren van de signaal/grondkabel met behulp van een ketting voorkomt dat de golven vrij spel hebben met een blootgekomen gedeelte van de kabel, maar voorkomt niet het eigenlijke blootkomen van de kabel en daarmee de kans op beschadiging.

7. Het tweeledige systeem voor registratie van de meetsignalen bestaande uit de schrijvers en de registratie op magneetband met behulp van het PCM systeem heeft goed voldaan.

De bediening van de PCM of soortgelijke apparatuur moet bij toekomstige metingen aan meer personen op de meetplaats bekend zijn.

8. De portacabins die werden toegepast ten behoeve van de registratie-apparatuur en het personeel hebben goed voldaan. Het zware materiële dat nodig is voor het plaatsen van de portacabins, kan bij laagwater zonder problemen over het natte strand rijden. Als het transport over een gedeelte van het droge strand moet plaats vinden dan moet dit vooraf met zeewater nat gemaakt worden.

De fundatie van de cabins was ten behoeve van deze meting voldoende. Bij metingen in de herfst zal een zwaardere fundering moeten worden toegepast. Verstuiving van het zand kan de fundering van de cabins in gevaar brengen en ophopingen veroorzaken.

De beschikbaarheid van water ten behoeve van de sanitaire voorzieningen was bijzonder plezierig.

9. Het gebruik maken van een systeem van twee dieselaggregaten ten behoeve van de voorziening van de elektrische stroom opgesteld in een kleine container, is goed bevallen. De service ten behoeve van de afstelling van de motoren en de afregeling van de elektrische stroom dient beter te zijn. Men moet op de meetplaats ook zelf de kwaliteit van de stroom kunnen controleren. Er moeten goede afspraken worden gemaakt over het onderhoud van de dieselmotoren. Het verdient aanbeveling de toevoer van lucht naar de motoren en de afvoer van de verbrandingsgassen plaats te doen vinden via aparte doorgangen in de wand van de container.
10. De aanwezigheid van de mobilfooninstallatie op de meetplaats is noodzakelijk. De voeding van de installatie dient onafhankelijk te zijn van de stroomopwekking door middel van de aggregaten.
- De intercom-installatie bleek zeer bruikbaar voor de communicatie op de meetplaats zelf.
- De beschikbaarheid van een motorvoertuig op de meetplaats is noodzakelijk.
11. Ten behoeve van het voeren van de noodzakelijke administratie betreffende de meting is de permanente aanwezigheid vereist van een vaste administratieve assistent. Tevens is het gewenst op de meetplaats te beschikken over een kleine kas voor het doen van noodzakelijke en dringende uitgaven.
12. De coördinatie tussen de Adviesdienst Hoorn en het Waterloopkundig Laboratorium van de verschillende zaken de meting betreffende is goed verlopen. Een goede coördinatie is noodzakelijk en dient de benodigde aandacht te ontvangen.
13. Bij de gebruikte meetopstelling kan de veiligheid niet voor 100% worden gegarandeerd.
- Aan het toepassen van een lichte, flexibele opstelling is inherent dat een zekere kans op schade en ongevallen moet worden geaccepteerd. Het vaststellen van de grens tot waar de opstelling tegen storm bestand moet zijn, dient nog plaats te vinden.
- Door de maatregelen die met het oog op de veiligheid van de meetopstelling en het daar werkzame personeel zijn getroffen, is de meetopstelling in zijn huidige vorm zo veilig als mogelijk is.
14. De personele bezetting was voldoende voor het uitvoeren van de verschillende taken bij de meting.

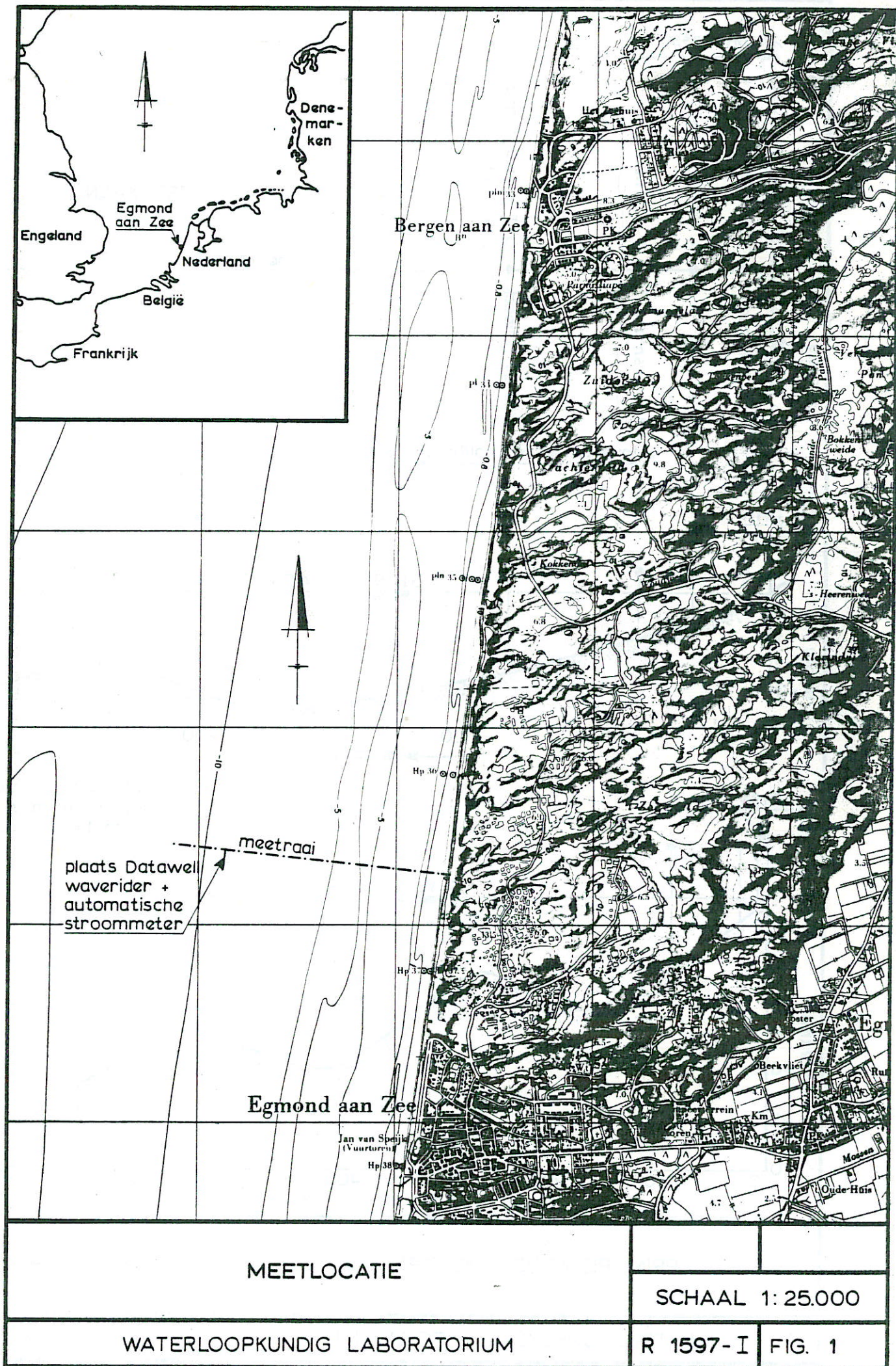
6. Kosten

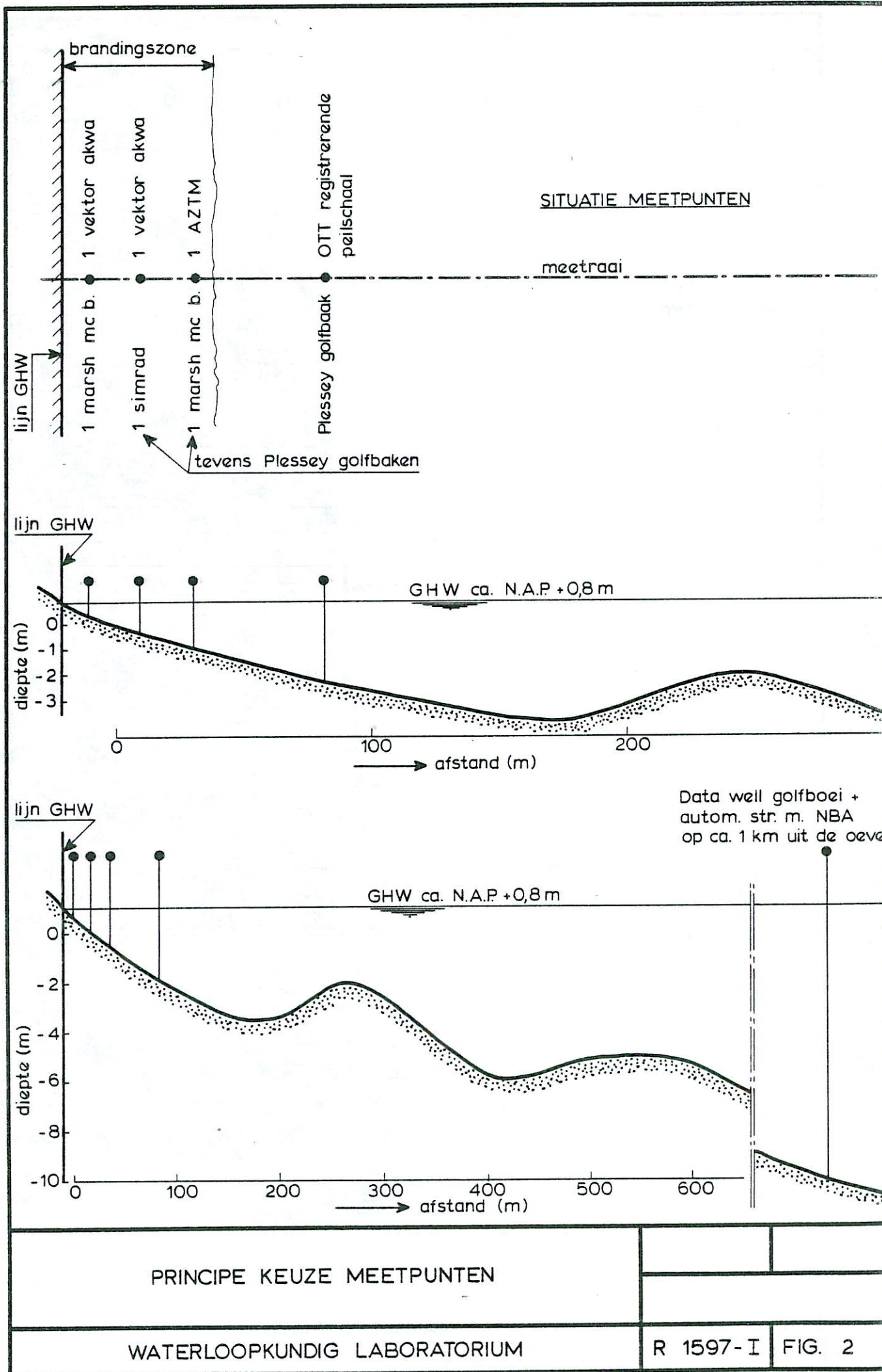
In tabel 2 is een overzicht gegeven van de kosten (in guldens) en inspanningen (in manweken arbeid) die aan de meetcampagne van 1981 te Egmond zijn besteed. De totale kosten van deze meetcampagne, inhoudende de voorbereiding en uitvoering van de meting, de uitwerking van de meetgegevens en de rapportage, kan worden berekend op ca. f 1,2 miljoen.

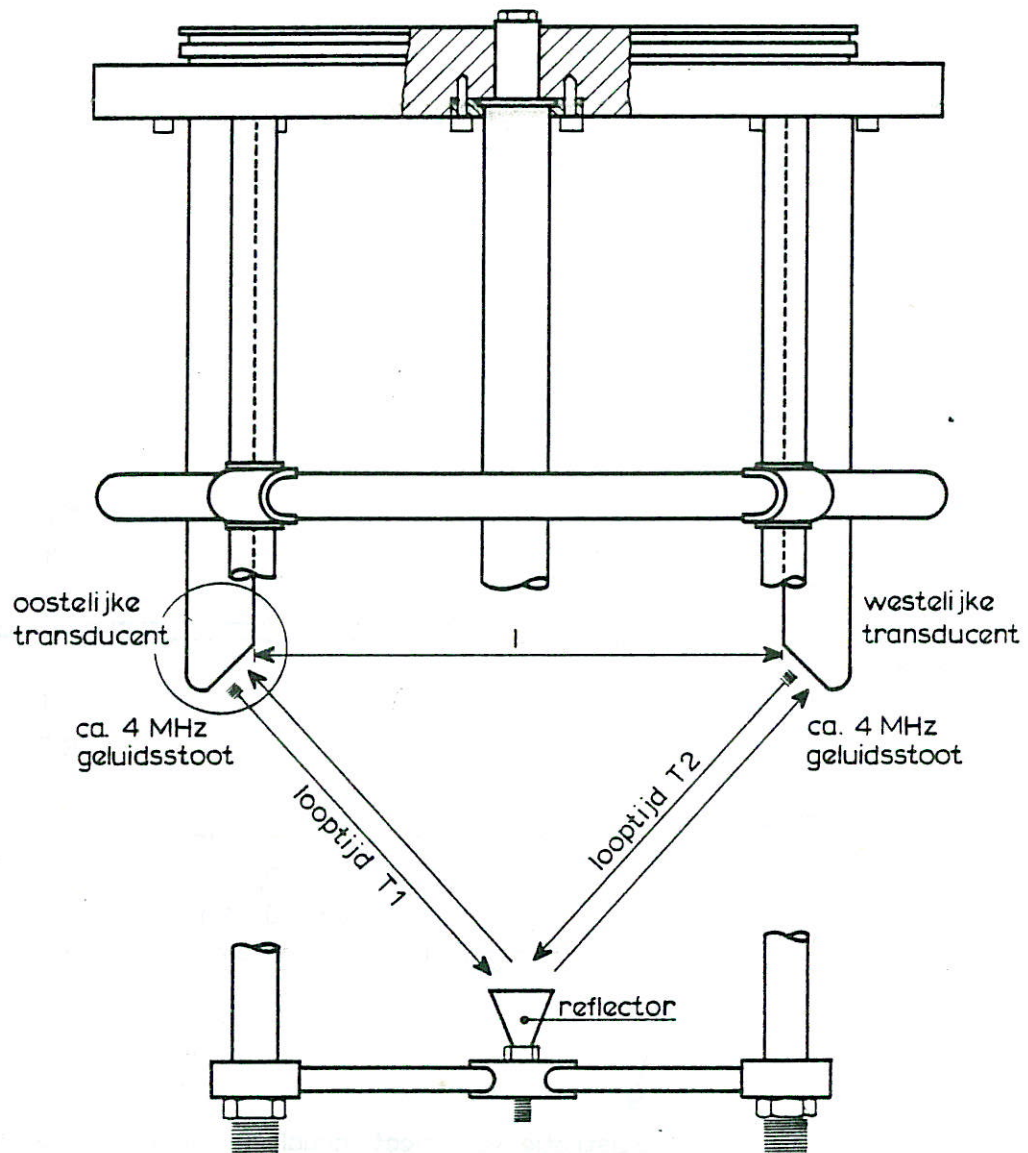
	materiële kosten in guldens		bestede arbeidstijd in manweken				
			projectleiding + uitvoering		instrumentatie		constructie
	WL	RWS	WL	RWS	WL	RWS	RWS
■ bouw meetopstelling + uitvoering metingen (1-1-81 tot 1-7-81)							
• elektrische meetinstallatie	32.000	20.000	-	-	10	25	26
• steigers, opstelvoorzieningen	-	6.000	-	-			
• diverse voorzieningen (kantoren, energie, etc.)	24.000	17.000	-	-			
• ijkingen instrumenten	14.000	-	-	-			
• instrumenten, apparatuur, verzekering	38.000	-	-	-			
• opslag meetgegevens	61.000	-	-	-			
• begeleiding metingen	-	-	16	93			
• bewaking	-	-	-	17			
• documentatie	-	-	-	-			
■ rapportage + uitwerken (1-7-1981 tot 1-1-1983)	-	-	37	-	-	-	-
TOTAAL	169.000	43.000	53	110	10	25	26

Tabel 2 Overzicht kosten en inspanning meetcampagne te Egmond 1981

Totale kosten	WL	f 527.000	← gerekend f 4.000 per manweek
	RWS	f 687.000	
		f 1.214.000	





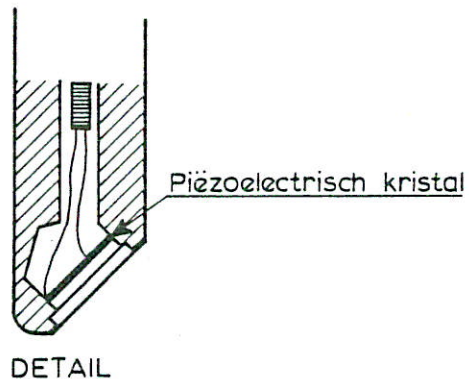


$$T_2 - T_1 = \pm \Delta t = \pm \frac{2 \cdot l \cdot v}{c^2} = \text{in lineaire verhouding met de stroomsnelheid}$$

l = horizontale projectie van geluidspad

v = component van gemiddelde stroomsnelheid langs geluidspad

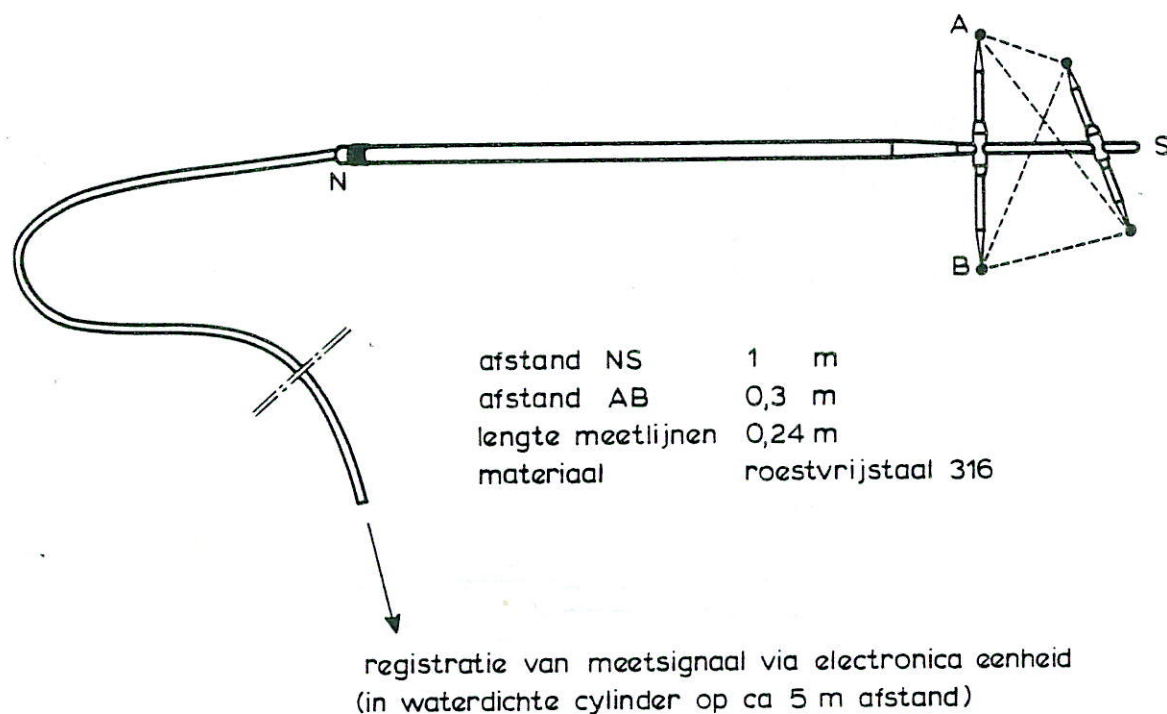
c = snelheid van geluid in vloeistof



MEETPRINCIPE SIMRAD HC-100

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

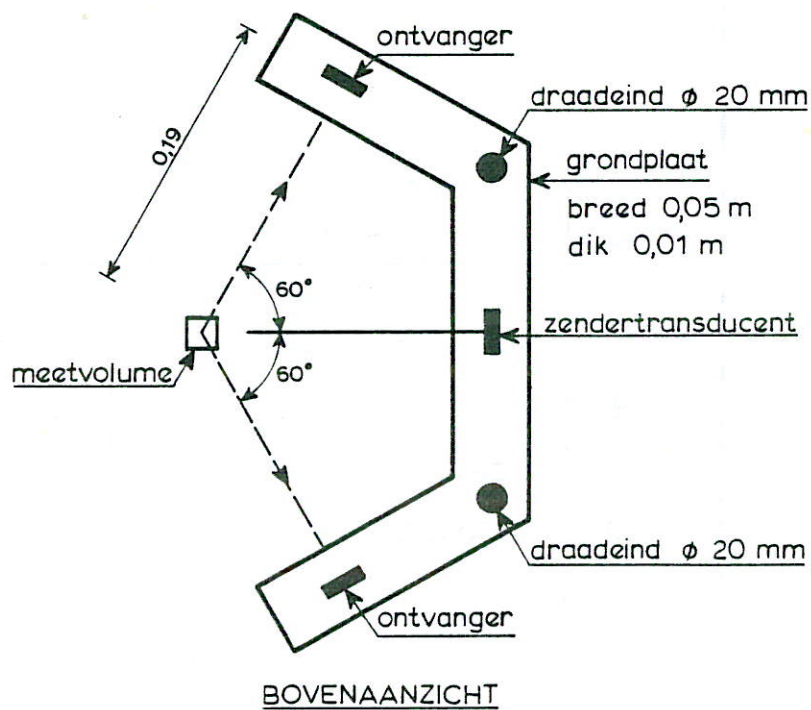
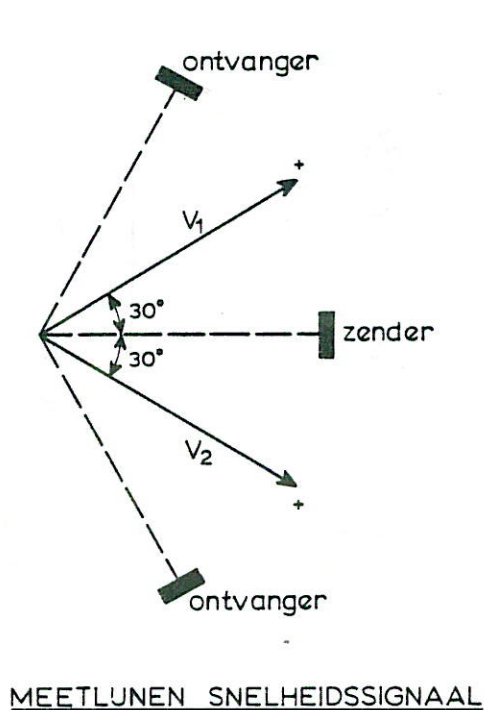
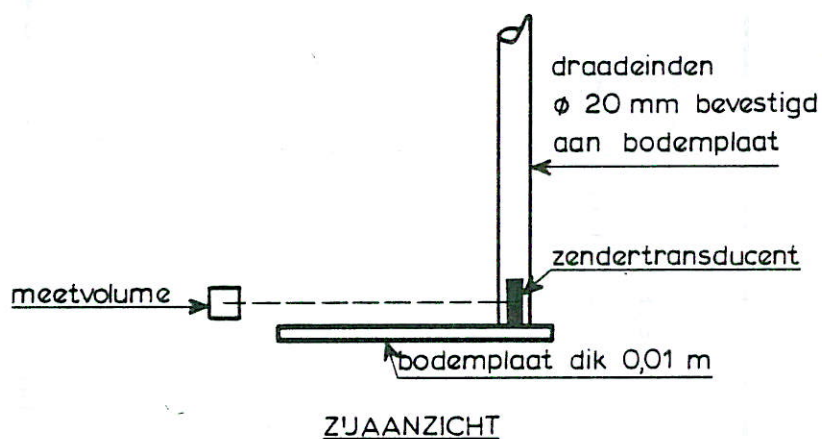
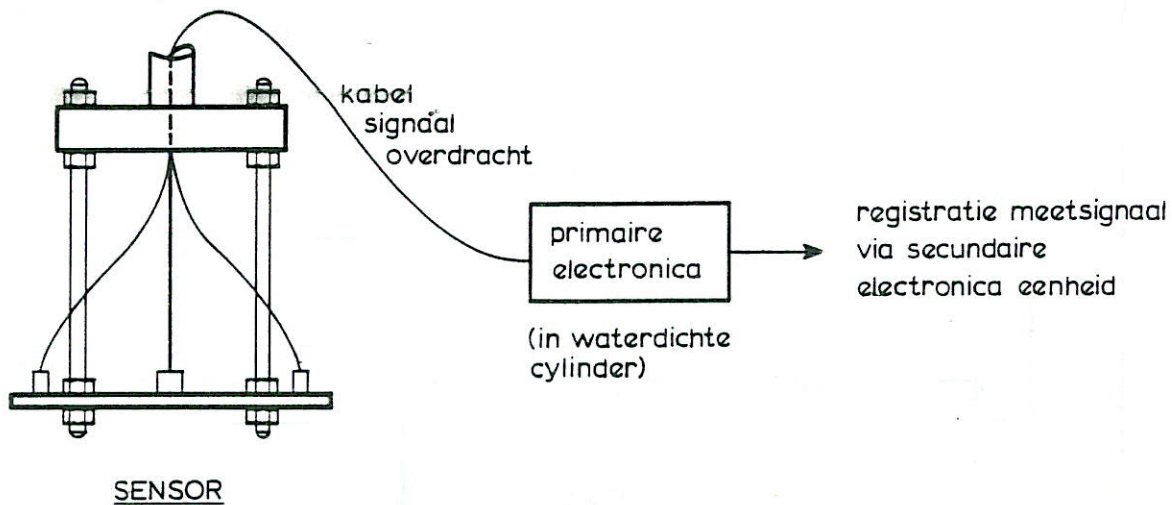
R 1597- I FIG. 3



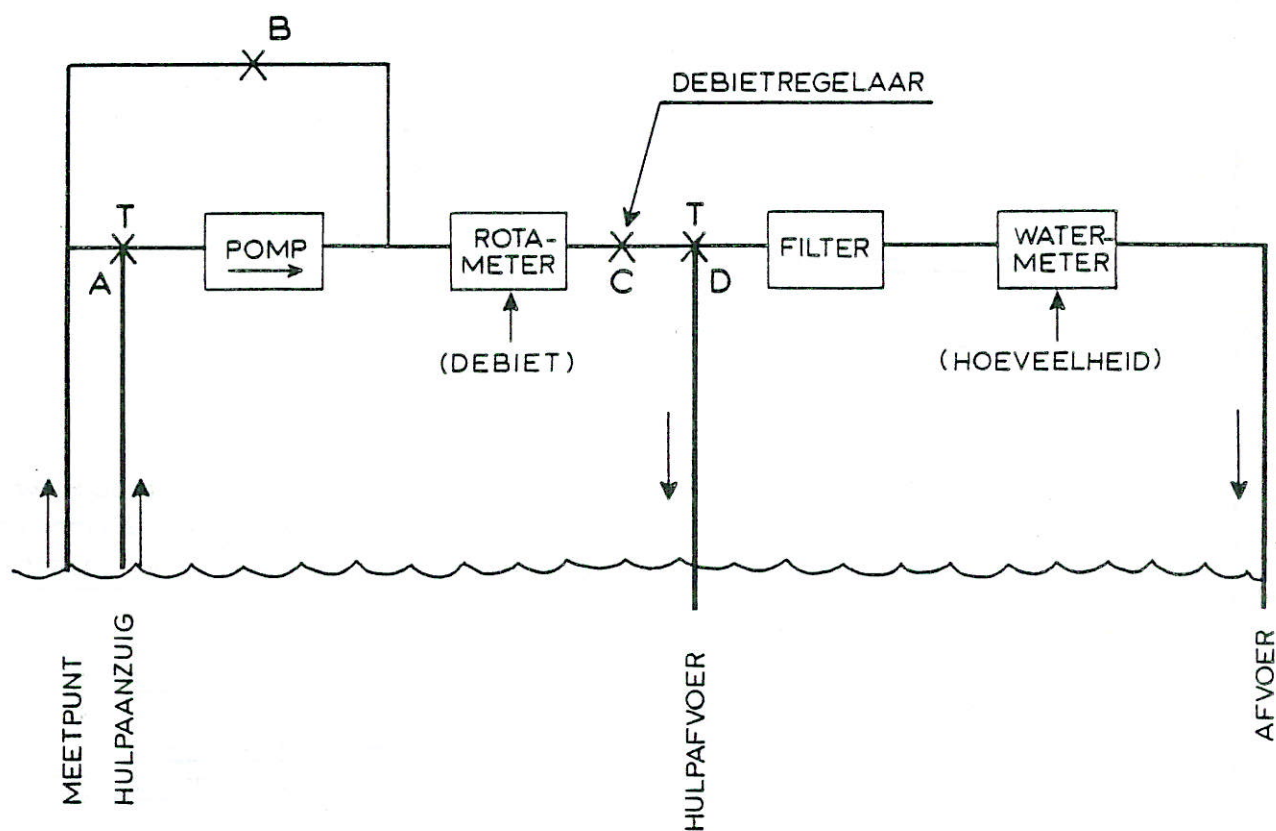
SENSOR VAN DE VEKTOR AKWA

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. 4

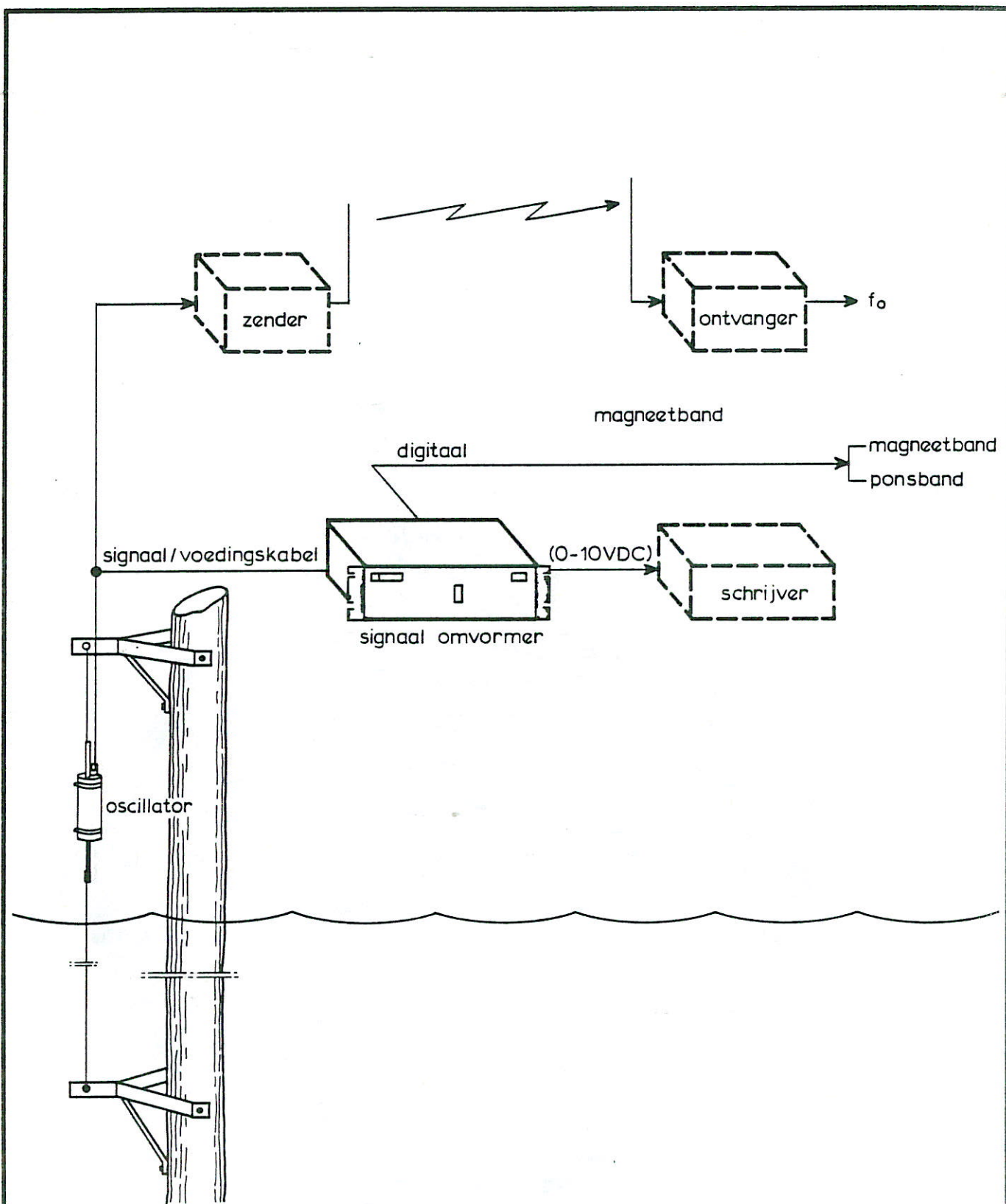


SENSOR VAN TWEEDIMENSIONALE AZTM



	① VULLEN	② DEBIET REGELEN	③ METEN
A	HULPAANZUIG → POMP	LANGEAANZUIG → POMP	ZIE ②
B	OPEN	DICHT	ZIE ②
C	DICHT	OPENEN: REGELEN DEBIET	ZIE ②
D	ROTAMETER → HULPAFVOER	ROTAMETER → HULPAFVOER	ROTAMETER → FILTER

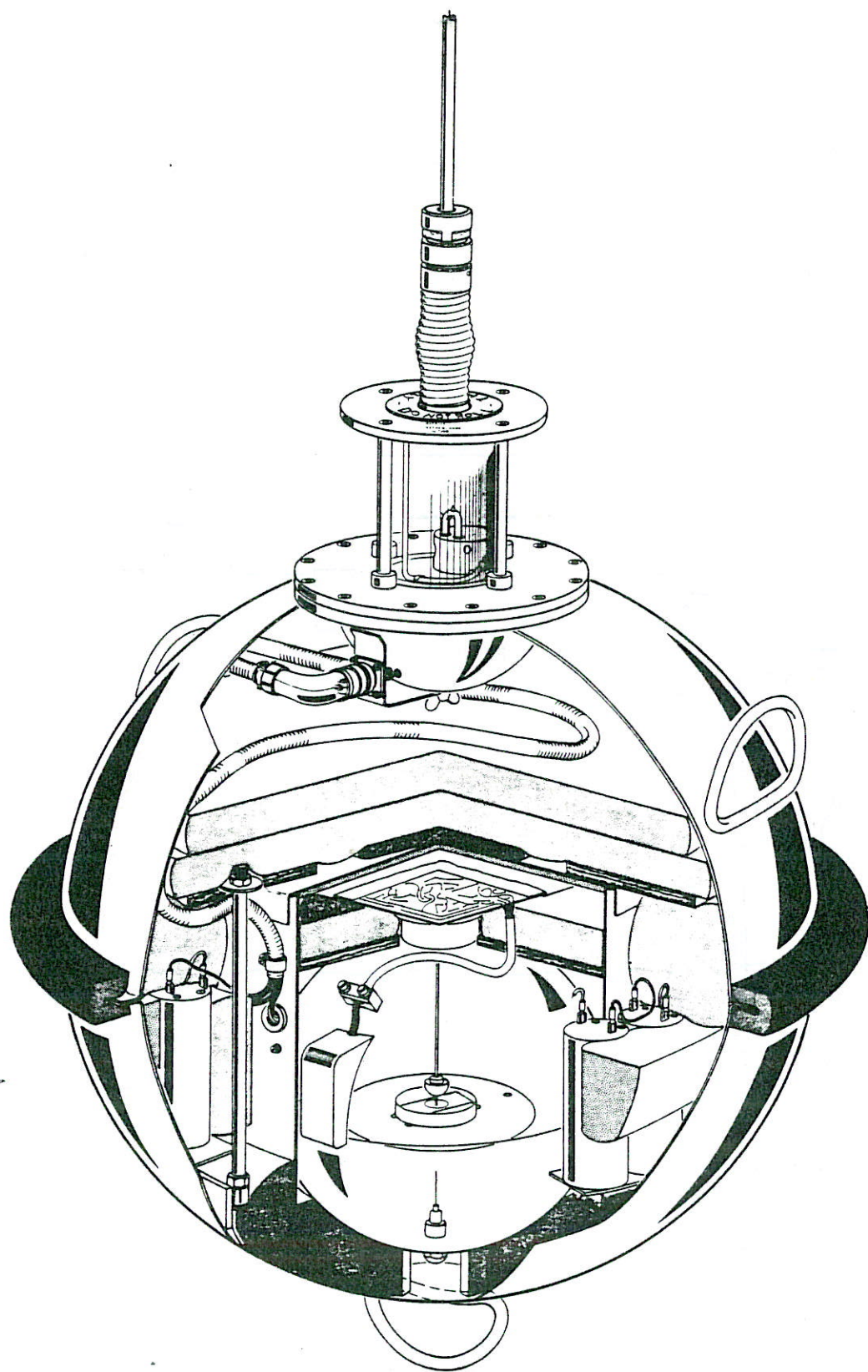
SCHEMA POMPFILTERINSTALLATIE



SCHEMA WERKING PLESSEY GOLFBAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

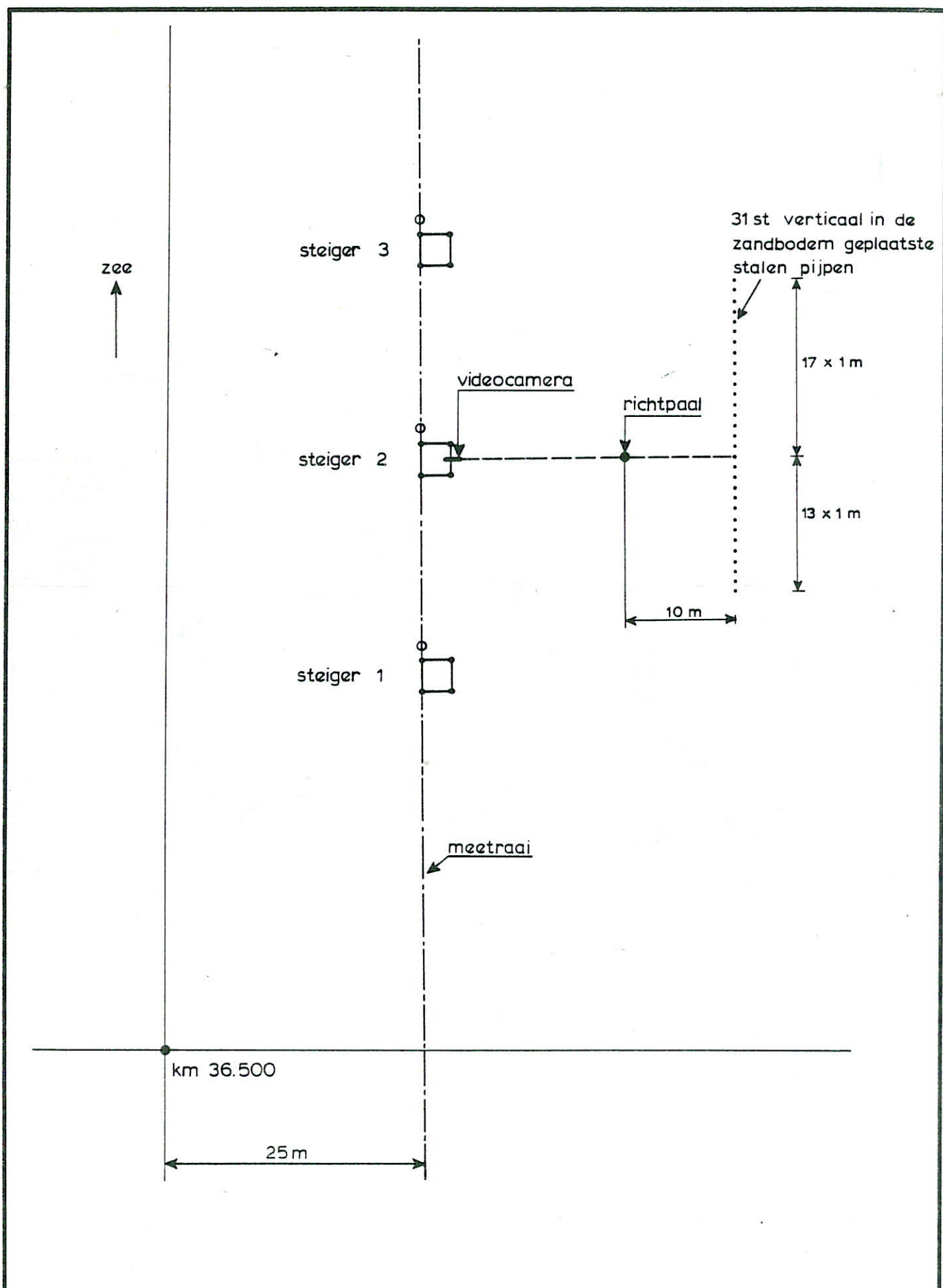
R 1597 - I FIG. 7



DATAWELL GOLFBOEI

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

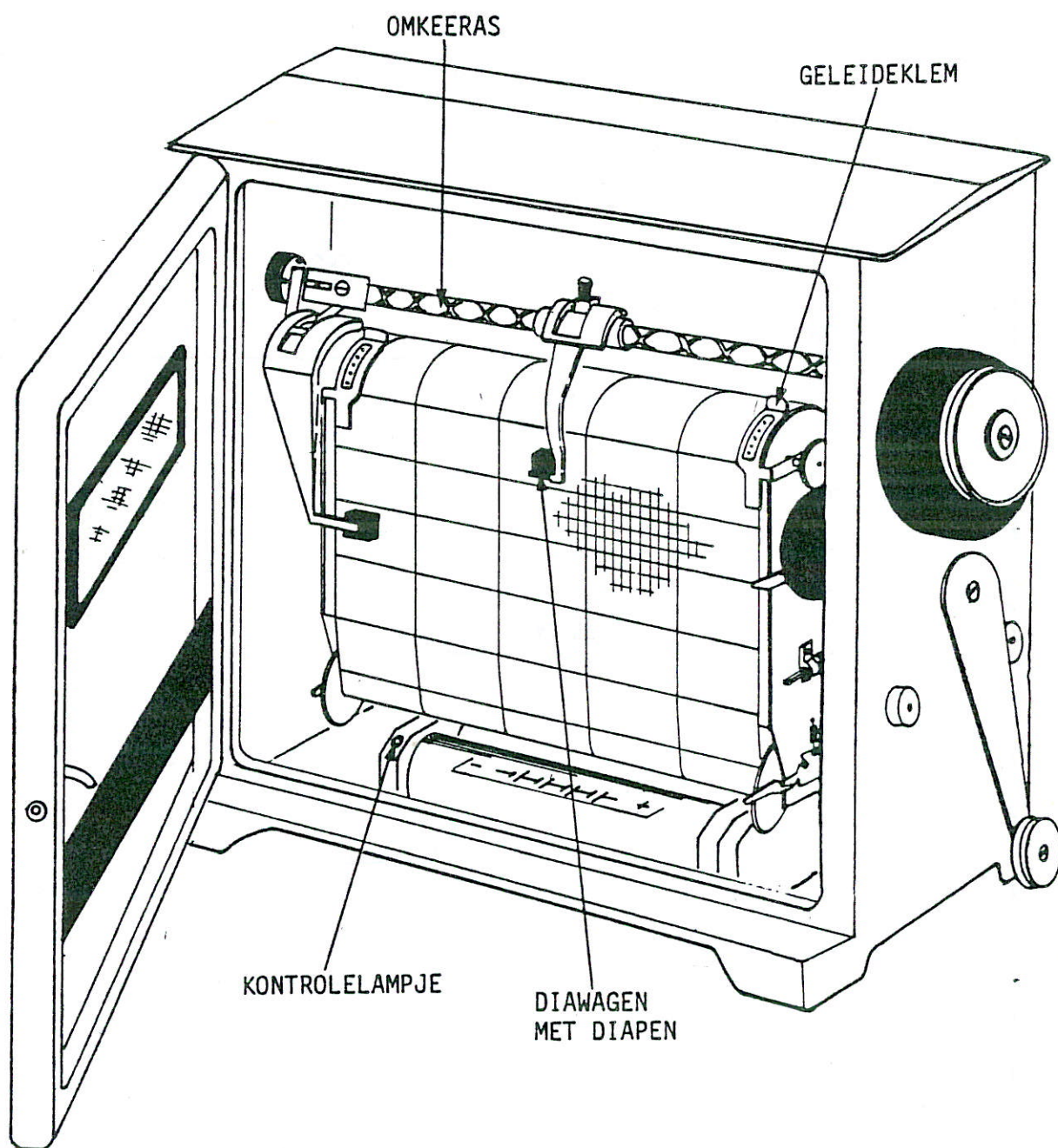
R 1597-I FIG. 8



OPSTELLING MEETSISTEEM VOOR GOLFRICHTING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

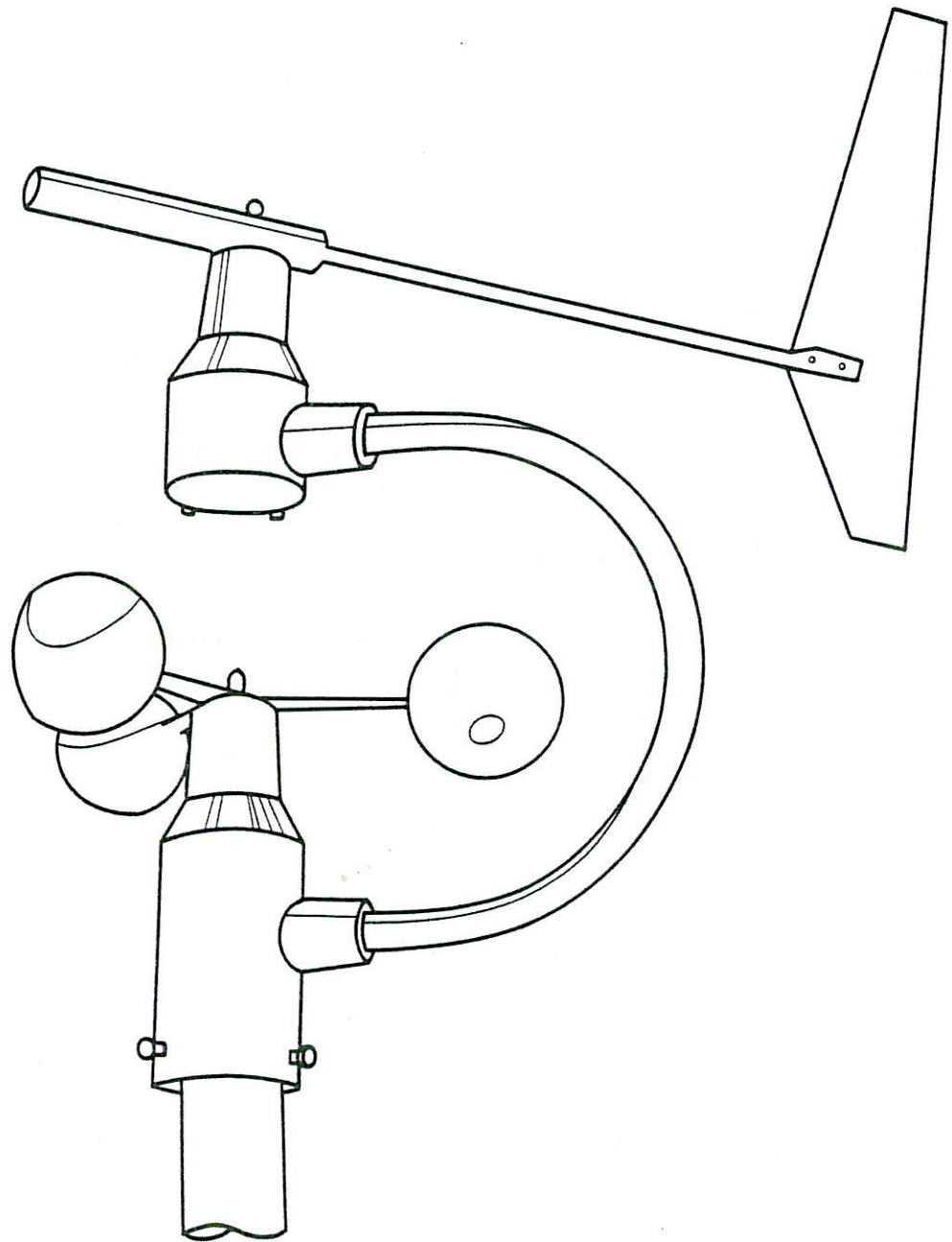
R 1597-I FIG. 9



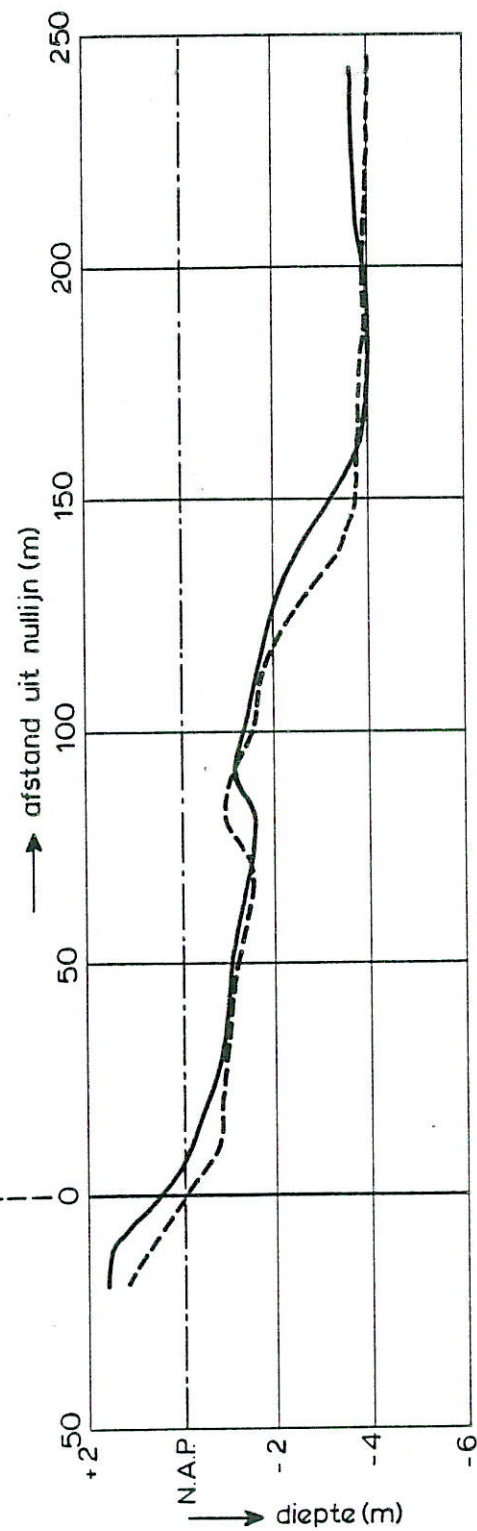
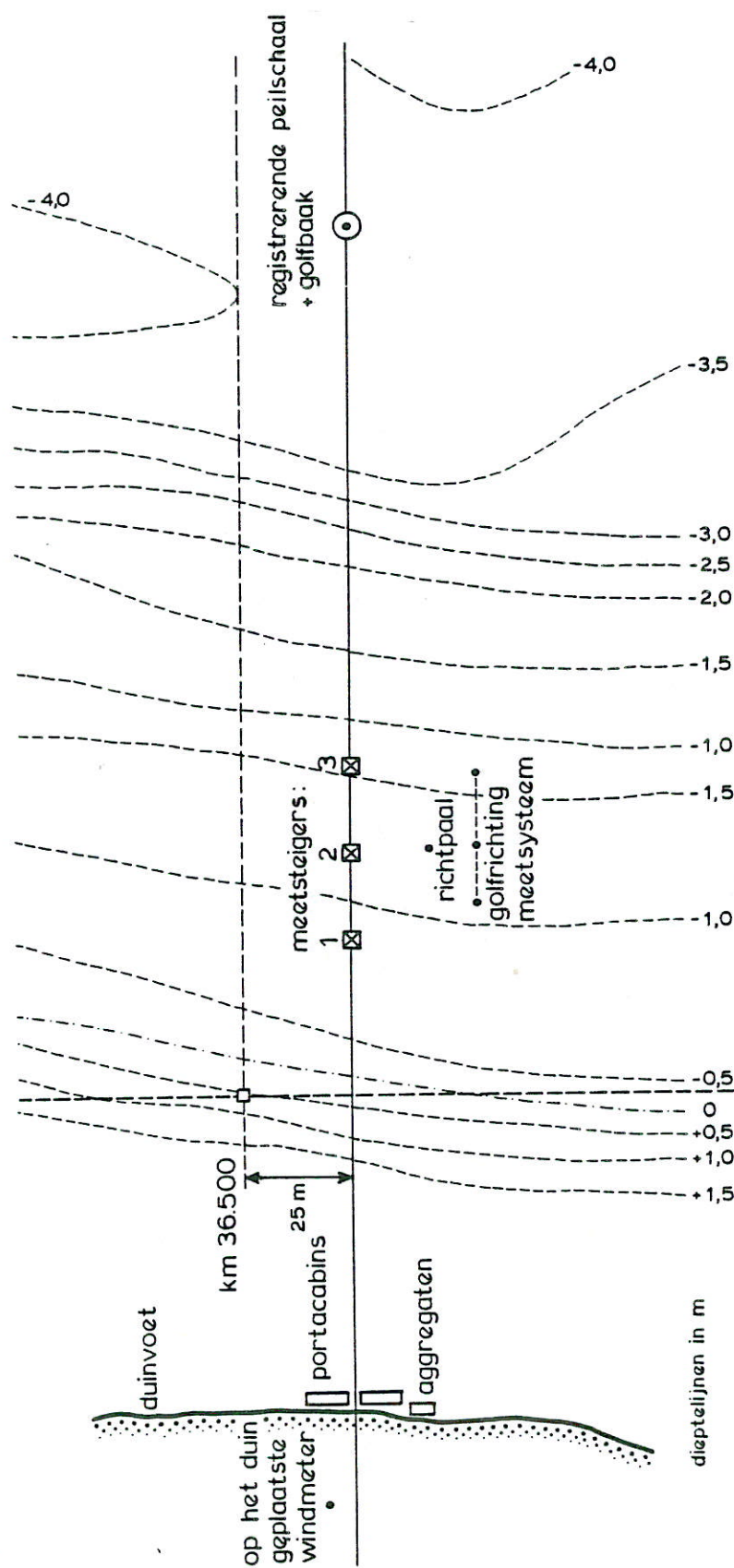
OTT-XX GETUSCHRUIVER

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. 10



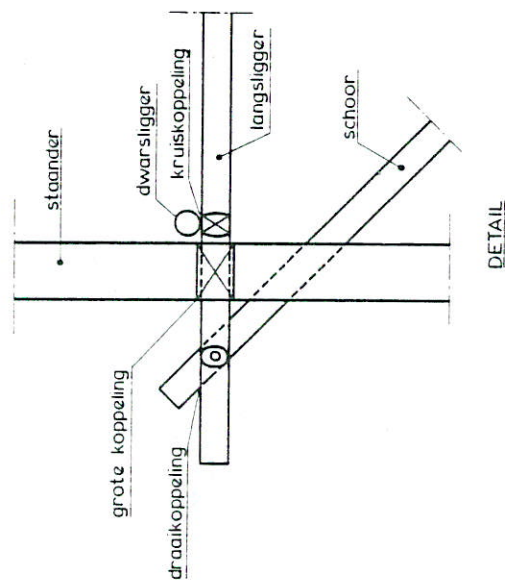
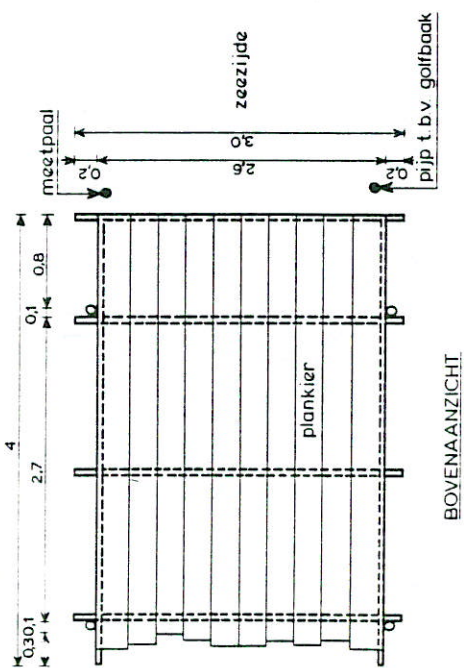
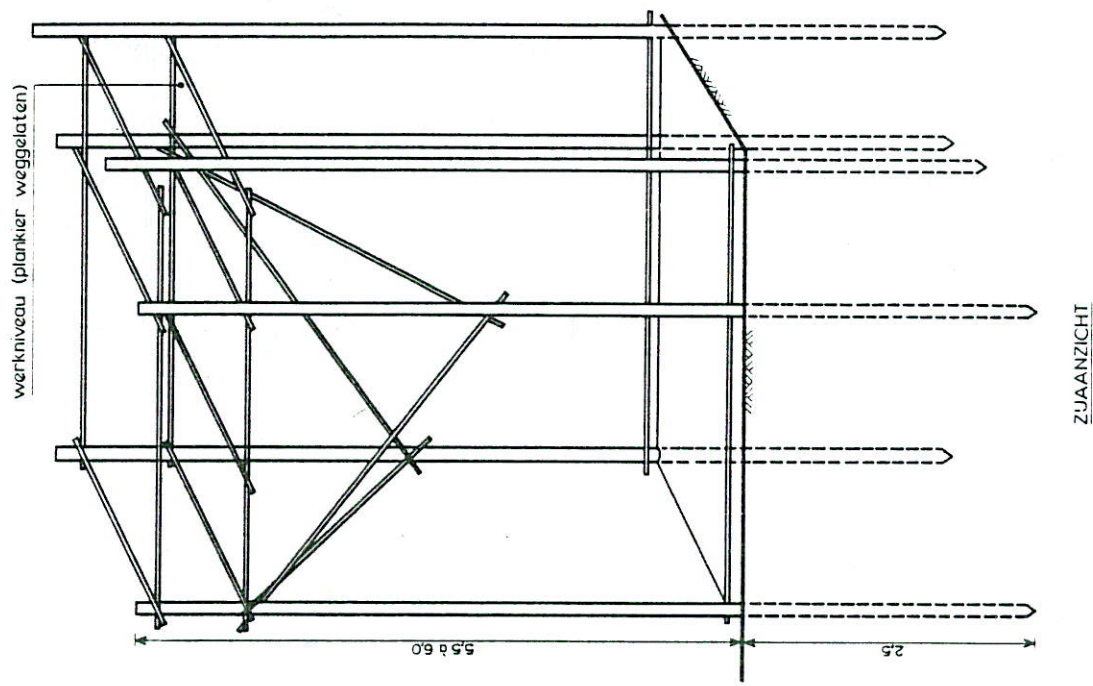
THIES WINDMETER



SITUATIE GEBOUWDE MEETOPSTELLING

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. 12

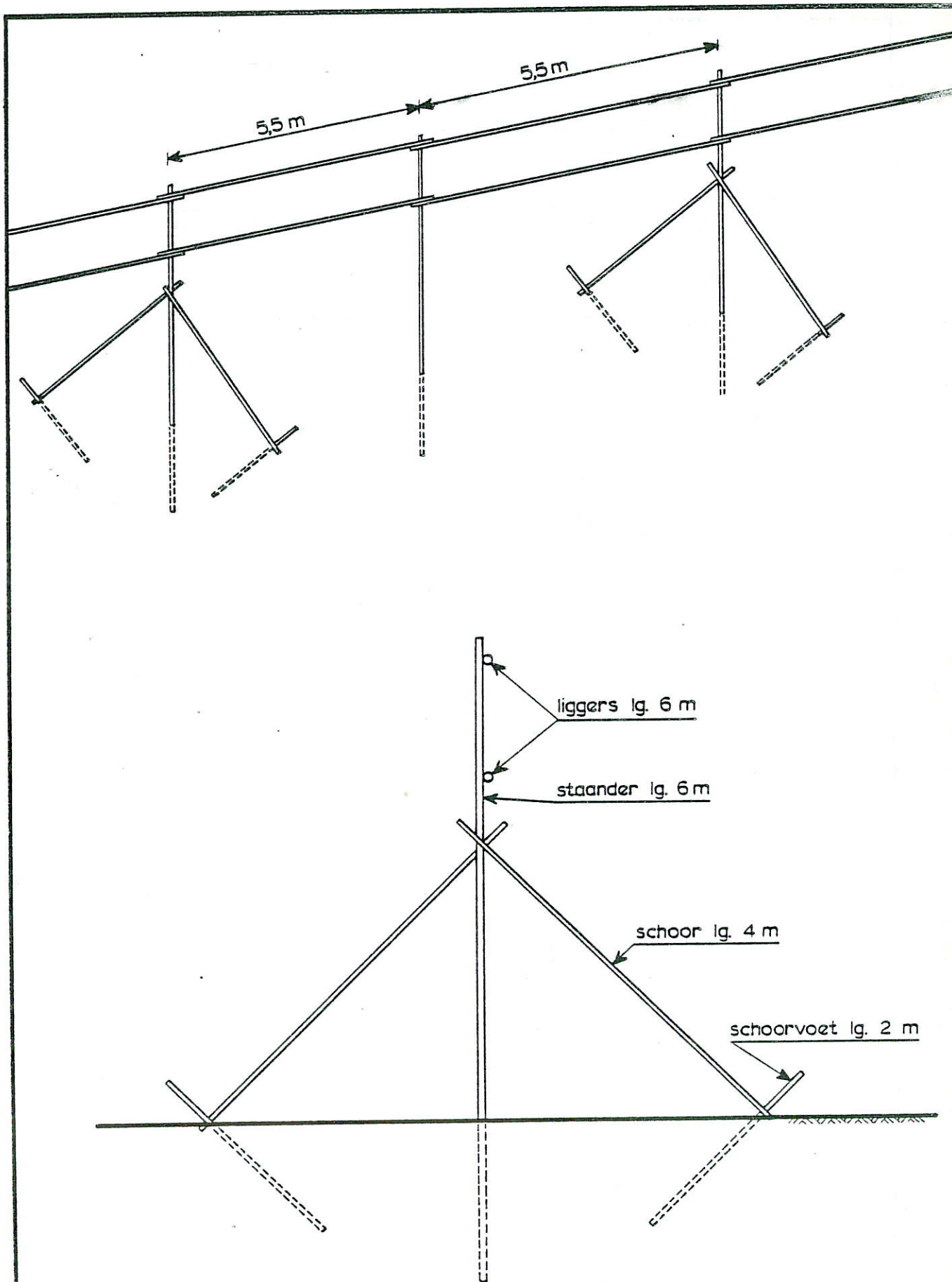


maten in m

CONSTRUCTIE MEETSTEIGERS

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

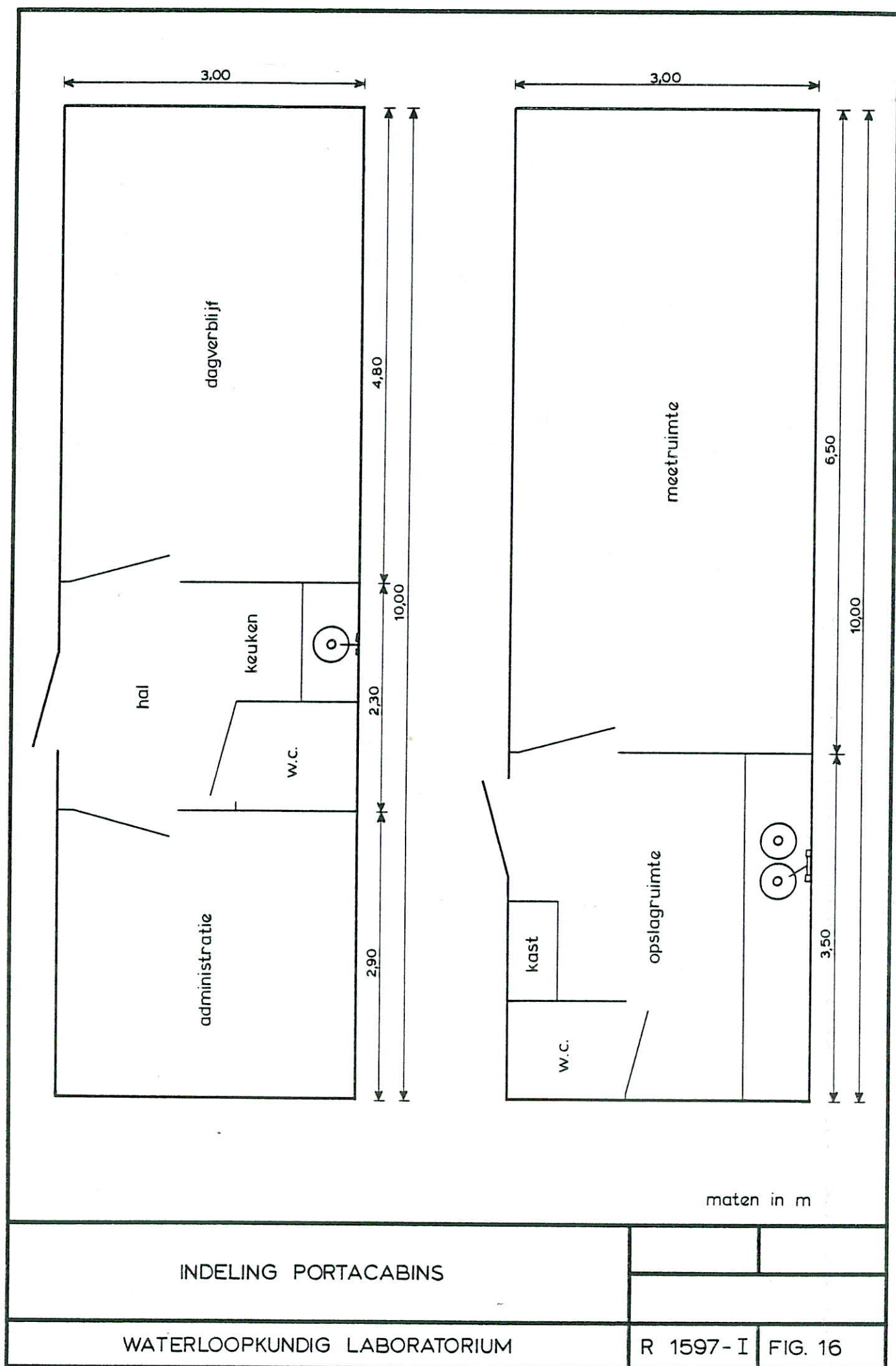
R 1597 - I FIG 13



CONSTRUCTIE LOOPSTEIGERS

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

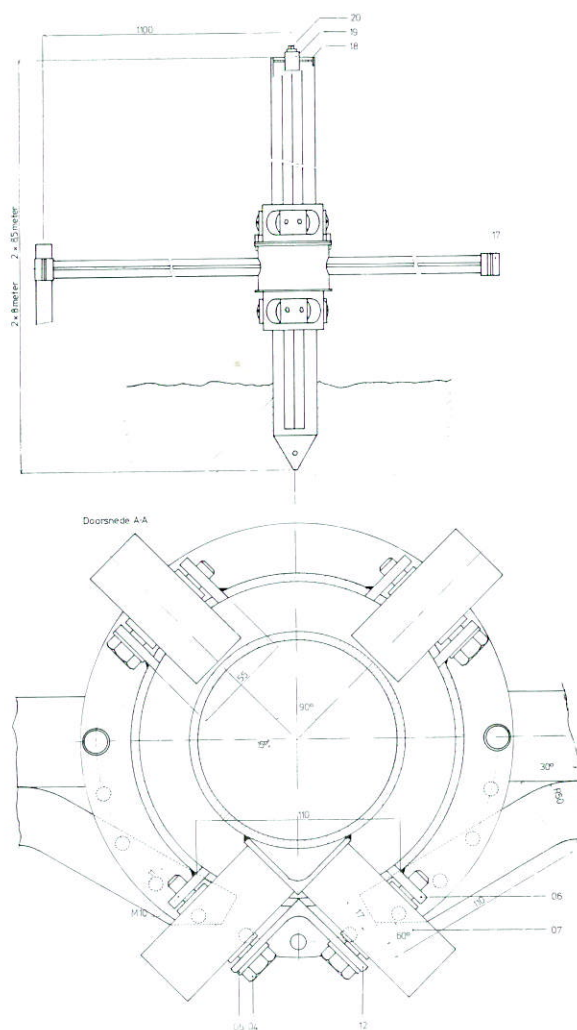
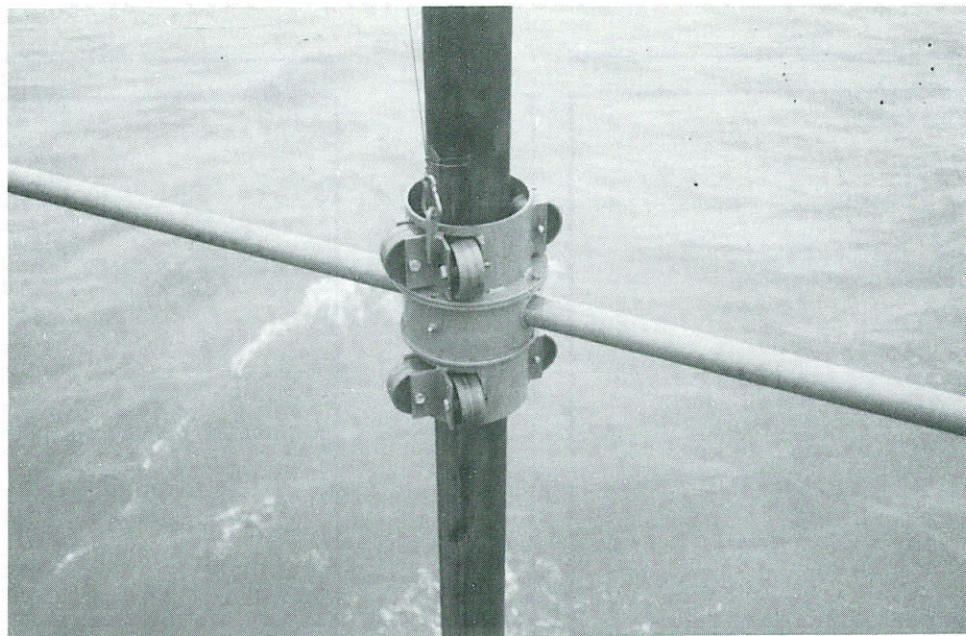
R 1597-I FIG. 14



INDELING PORTACABINS

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. 16

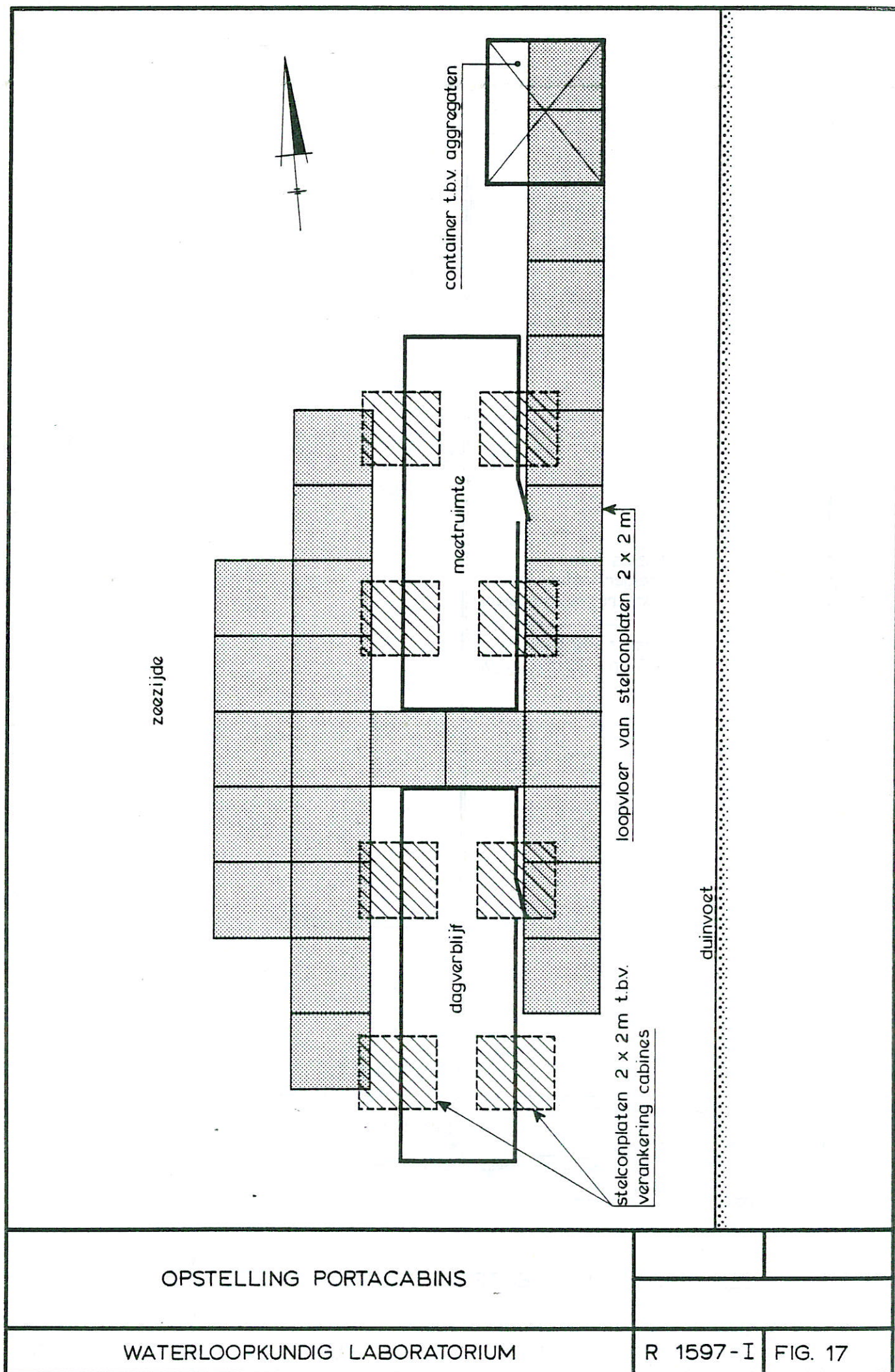


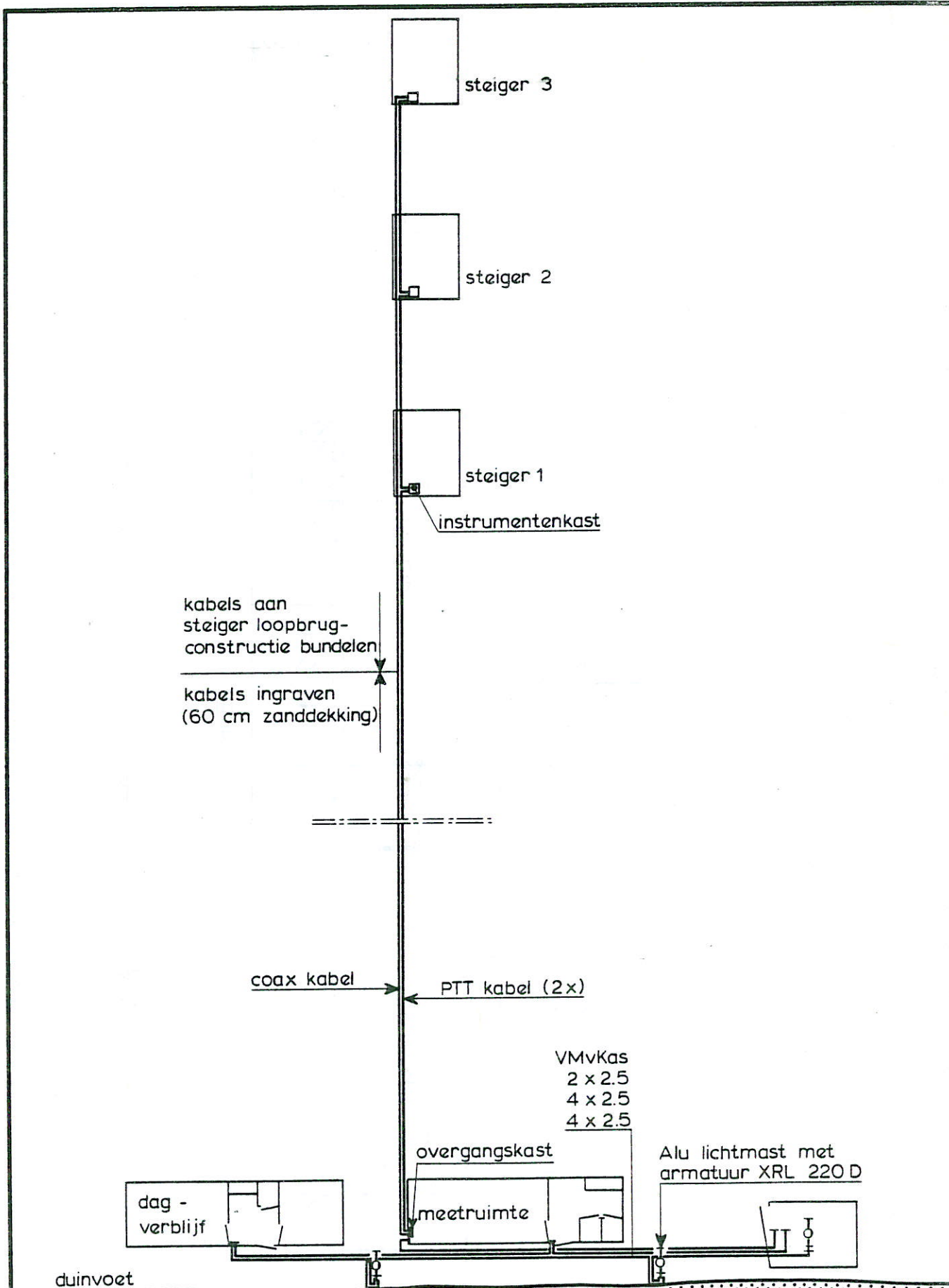
CONSTRUCTIE MEETWAGEN AAN MEETPAAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597

FIG. 15

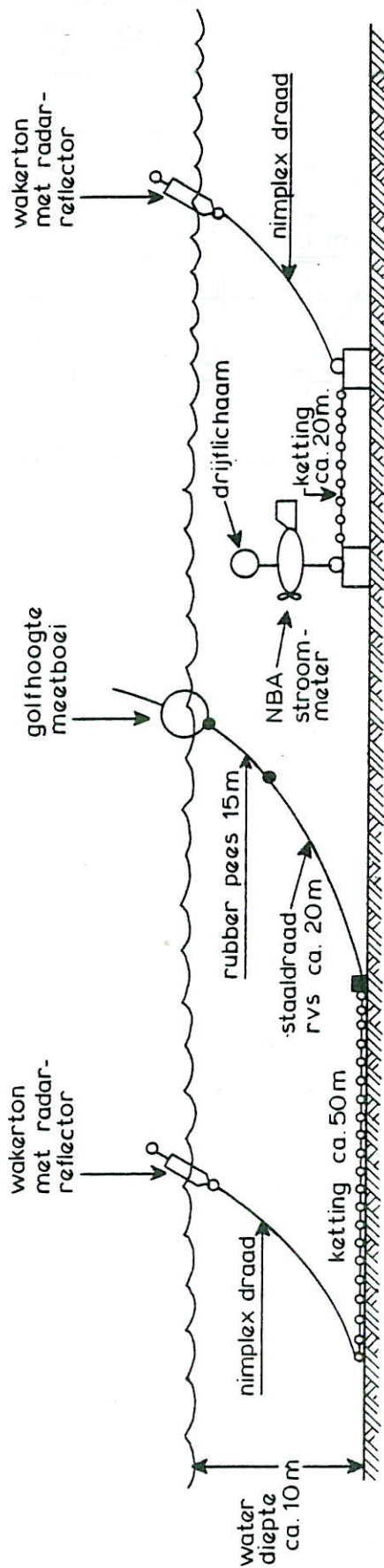




LEIDINGSCHEMA ELECTRISCHE INSTALLATIE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

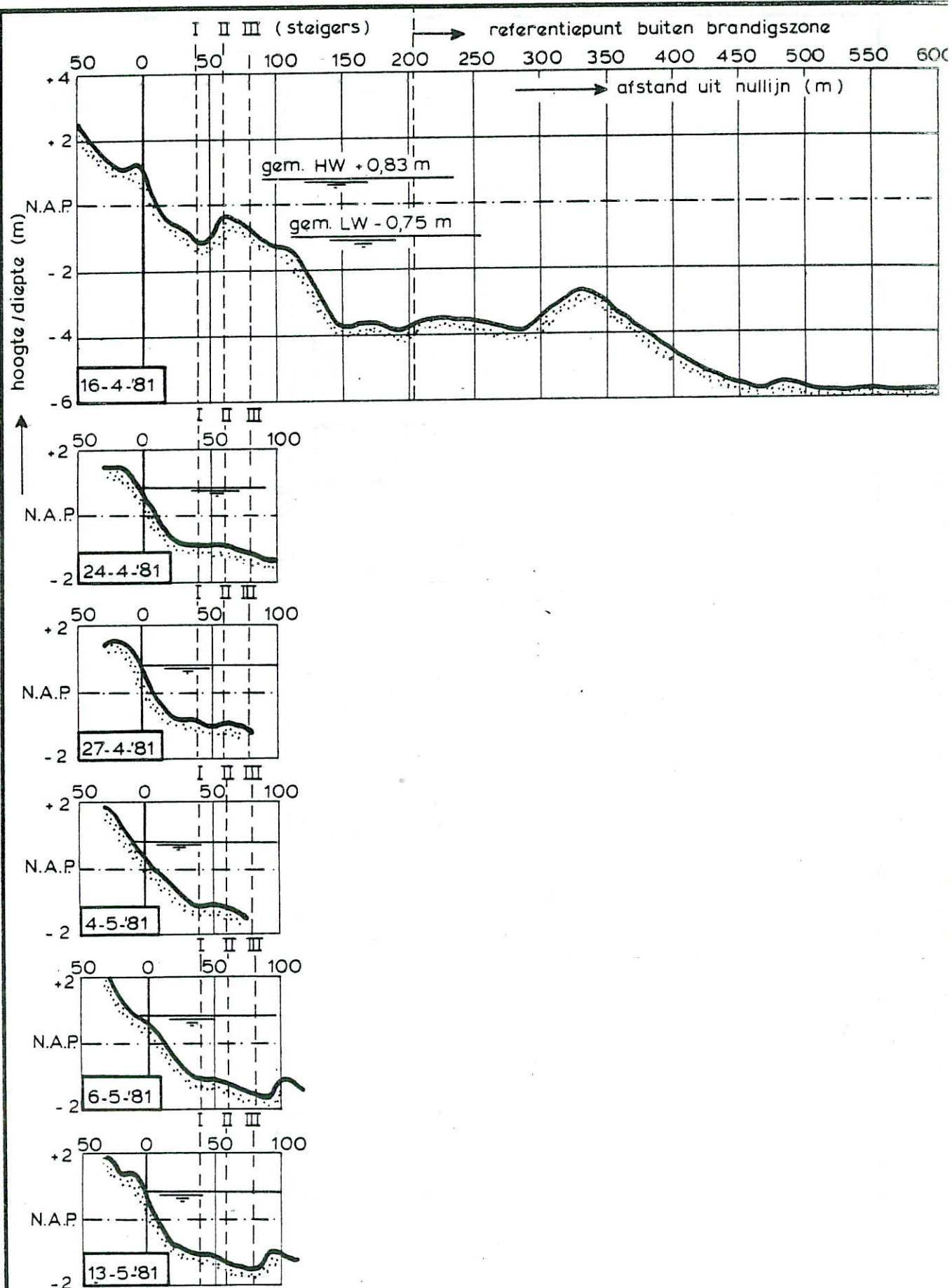
R 1597 - I FIG. 18



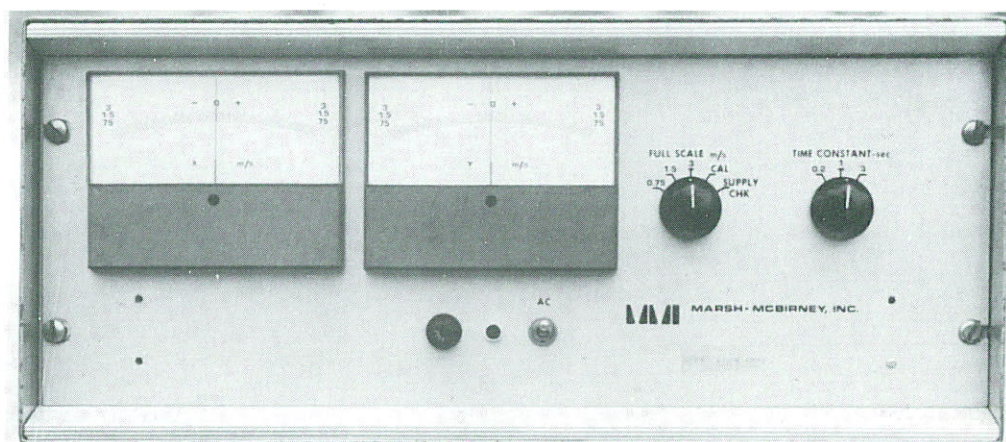
INRICHTING MEETPUNT OP DIEP WATER

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

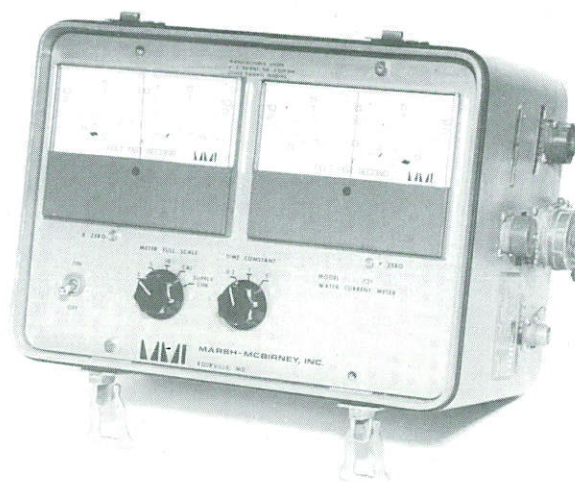
R 1597-I FIG. 19



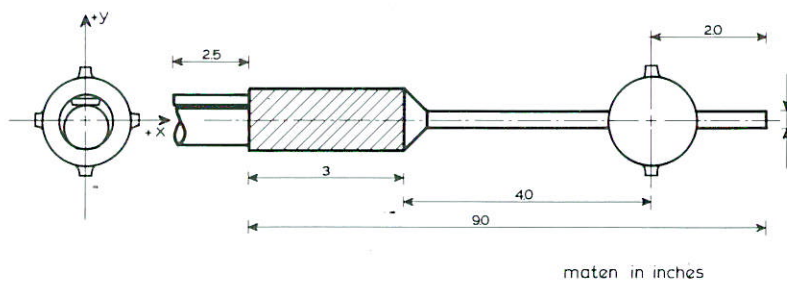
ONTWIKKELING STRANDPROFIEL IN MEETRAAI
KM. 36.475. (EGMOND) 16 APRIL - 13 MEI '81



Flow probe type 711



Flow probe type 511

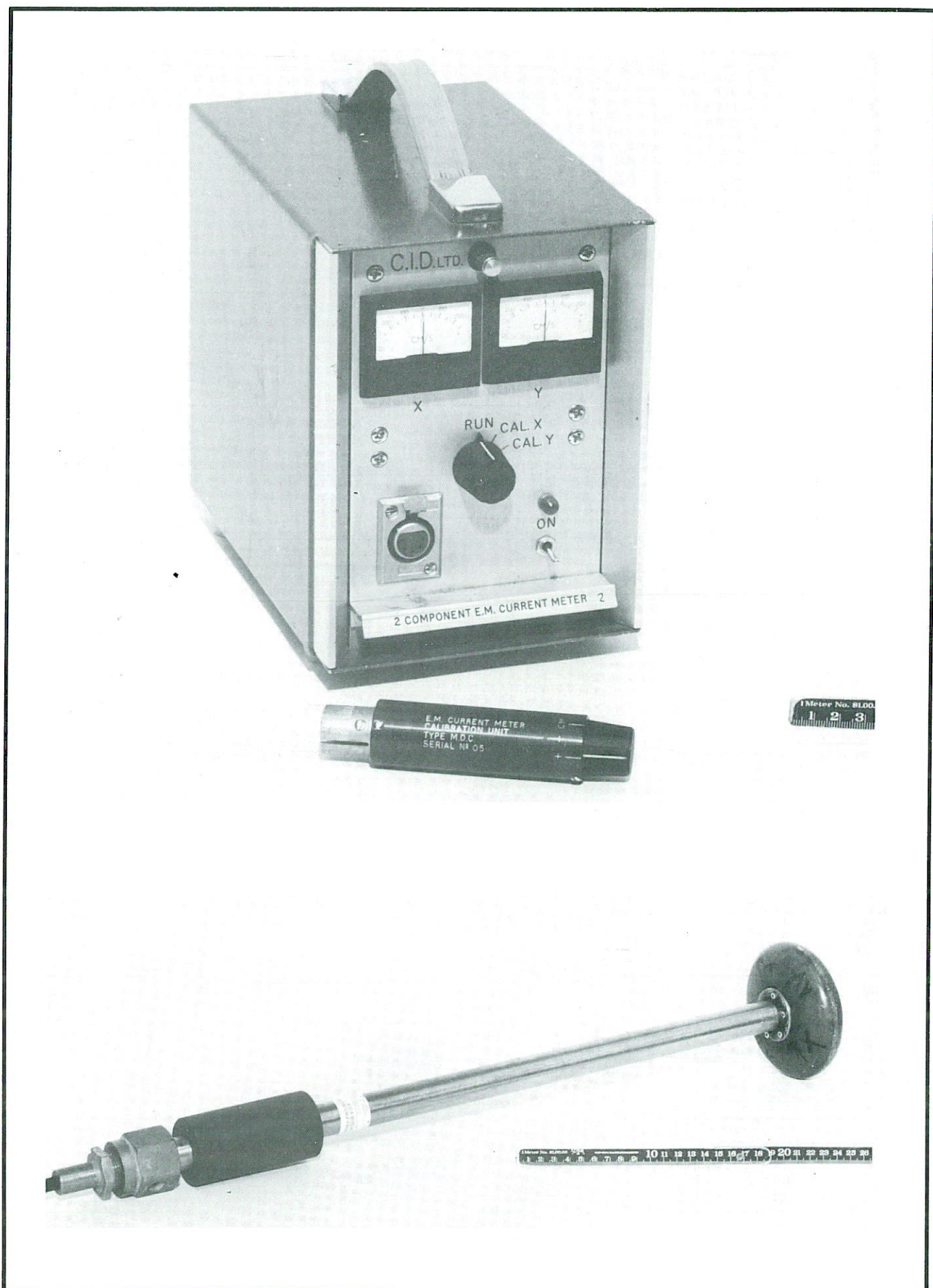


ELECTROMAGNETISCHE STROOMSNELHEIDSMETER
VAN MARSH MC BIRNEY

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597

FOTO 1

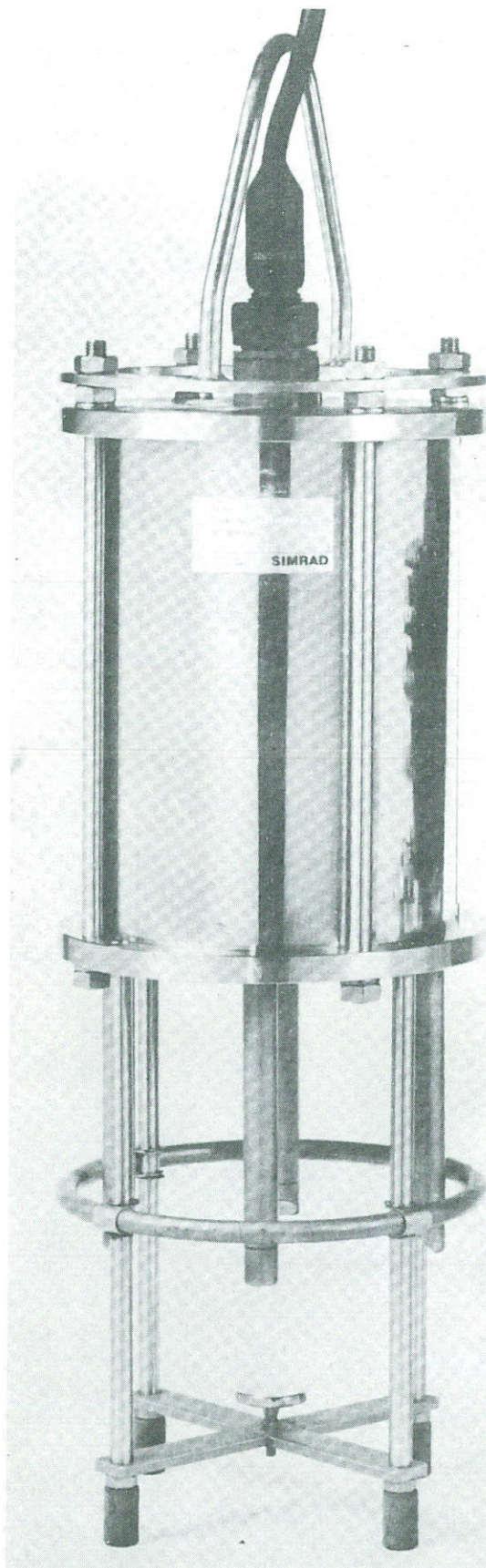


COLNBROOK ELECTROMAGNETISCHE
STROOMSNELHEIDSMETER

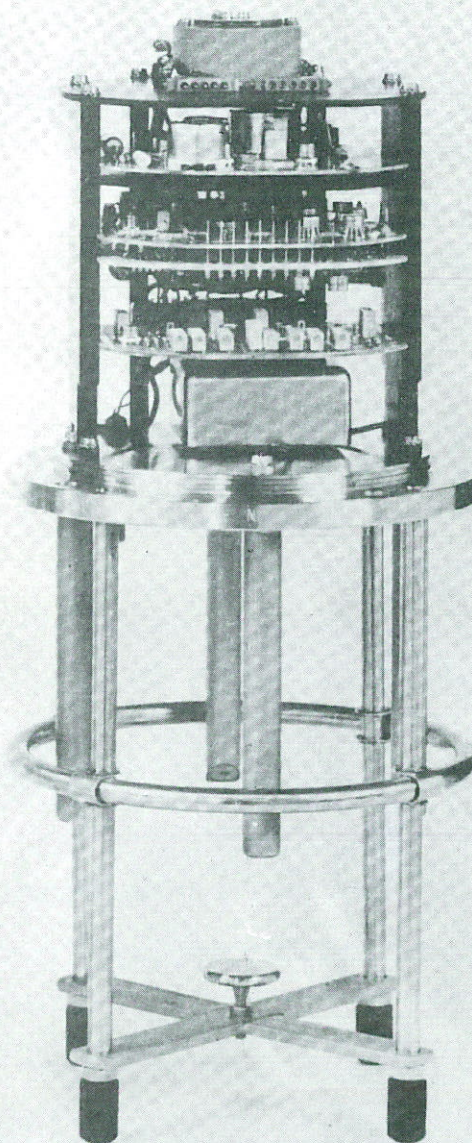
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597

FOTO 2



met behuizing



behuizing electronica weggenomen

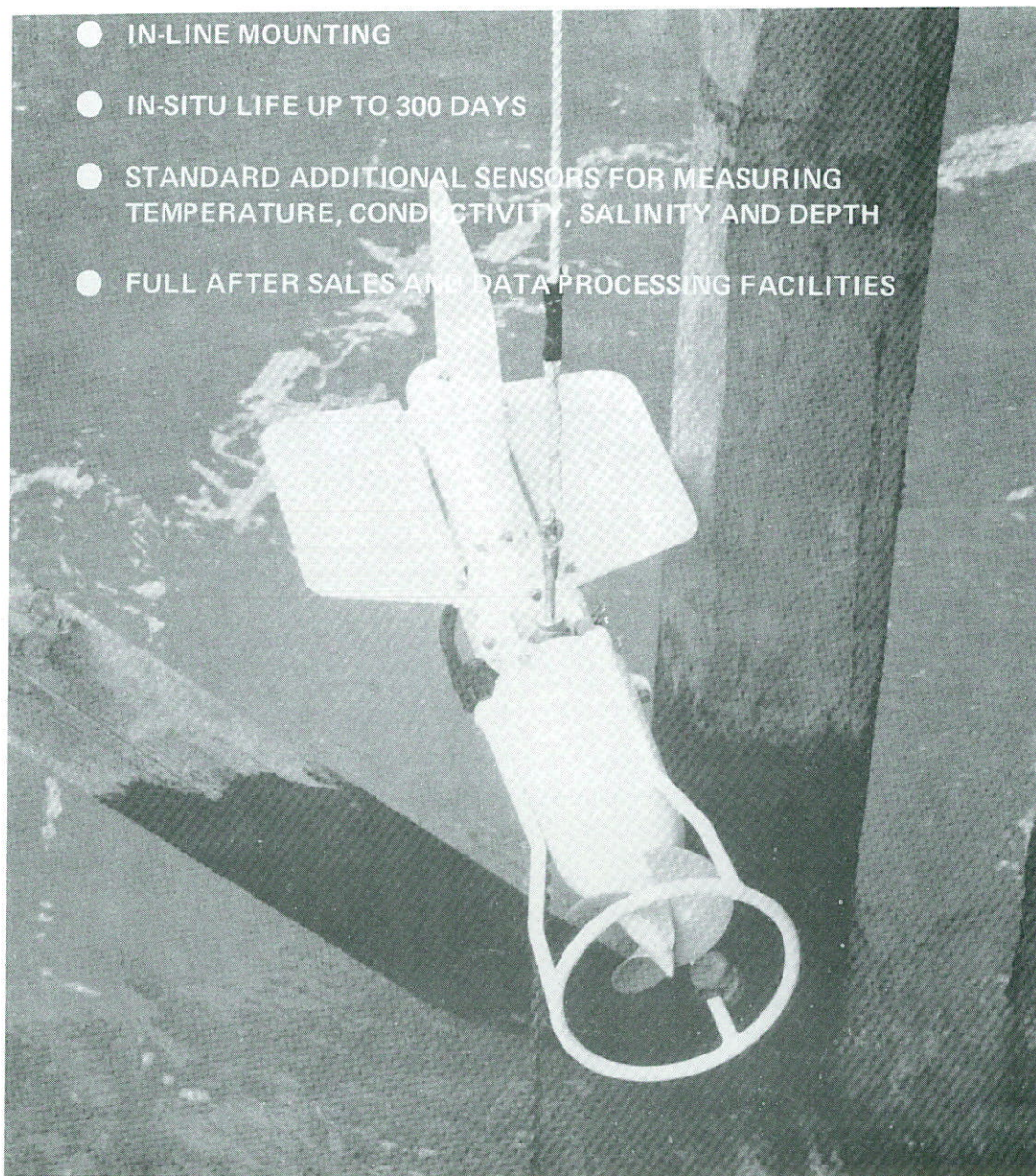
ACOUSTISCHE STROOMSNELHEIDSMETER
SIMRAD HC 100

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597

FOTO 3

- IN-LINE MOUNTING
- IN-SITU LIFE UP TO 300 DAYS
- STANDARD ADDITIONAL SENSORS FOR MEASURING TEMPERATURE, CONDUCTIVITY, SALINITY AND DEPTH
- FULL AFTER SALES AND DATA PROCESSING FACILITIES



AUTOMATISCHE STROOMSNELHEIDSMETER NBA

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597

FOTO 4



INRICHTING MEETOPSTAND BUITEN DE
BRANDINGSZONE

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597

FOTO 5

ANNEX I IJ KING INSTRUMENTEN NA DE METINGEN IN MEI 1981 TE EGMOND

1. Inleiding

De snelheidsmeters die tijdens de meetcampagnes in de brandingszone bij Egmond werden gebruikt, zijn na afloop van de metingen geijkt en gecontroleerd in de Vuilwatergoot van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft.

De snelheidsmeters zijn een voor een in de Vuilwatergoot gehangen. Op ca. 40 cm voor de snelheidsmeter en op gelijke hoogte ten opzichte van de bodem is een geijekte micromolen geplaatst. De metingen zijn uitgevoerd in zoet water. De temperatuur van het water bedroeg ca. 21^o C. De 2- en 3-dimensionale snelheidsmeters zijn in een viertal standen ten opzichte van de stroomrichting in de goot doorgemeten. In de figuren worden bovenaanzichten gegeven van de standen van het instrument ten opzichte van de stroomrichting. Ook is aangegeven of de X- en Y-waarden in de betreffende stand nul, positief ofwel negatief zijn. De resultaten van de kontrolemetingen worden achtereenvolgens voor elk instrument apart besproken.

2. IJkingen

2.1 De Colnbrook 2-dimensionale electromagnetische snelheidsmeter (exemplaar van Nesa, grote probe)

De opgegeven plugaansluitingen voor het X-en het Y-kanaal kwamen niet overeen met de X- en Y-aanduiding op de bedieningseenheid van de Colnbrook. Bij watersnelheid nul zijn de uitgangsspanningen voor het X- en het Y-kanaal (volgens de bedieningseenheid) respektievelijk -2 en -18mV. De metingen zijn hiervoor niet gekorrigeerd.

Tussen uitgangsspanning en snelheid micromolen bestaat een lineair verband (zie figuur A1). De gemiddelde gevoeligheid van de Colnbrook bedraagt 542 mV m/s. De spreiding in de gevoeligheid, afhankelijk van de stand van het instrument ten opzichte van de stroomrichting, bedraagt $\pm 2\%$.

De bij het instrument geleverde ijsinrichting gaf de volgende waarden:

X-kanaal				Y-kanaal			
-1 m/s	+1 m/s	0 m/s		-1 m/s	+1 m/s	0 m/s	
-516 mV	+517 mV	0 mV		-530 mV	+522 mV	-4mV	

2.2 De Marsh McBirney 2-dimensionale electromagnetische snelheidsmeter (WL-VOB exemplaar, probe type 511)

Bij watersnelheid nul bedroegen de uitgangsspanningen van het X- en het Y-kanaal respectievelijk +2 en +22 mV. Door verdraaien van potentiometers op de bedieningseenheid zijn deze spanningen afgeregeld op 0 mV.

Het verband tussen de uitgangsspanning en watersnelheid is niet lineair in het gehele snelheidsgebied.

De gemiddelde gevoeligheid bedraagt 340 mV/m/s. De spreiding in de gevoeligheid afhankelijk van de stand van het instrument ten opzichte van de stroomrichting bedraagt +2%.

2.3 De Marsh McBirney w-dimensionale electromagnetische snelheidsmeter (exemplaar van RWS-Hydroinstrumentatie, probe type 711)

Bij stilstaand water bedroegen de uitgangsspanningen van het X- en het Y-kanaal respectievelijk -7 en +10 mV.

Bij de uitwerking van de metingen is hiervoor gecorrigeerd door deze offset spanningen van de gemeten spanningen af te trekken.

Het verband tussen uitgangsspanning en watersnelheid is in het gehele snelheidsgebied lineair.

De gemiddelde gevoeligheid bedraagt 424 mV/m/s. De spreiding in de gevoeligheid bedraagt $\pm 5\%$.

2.4 Simrad 2-dimensionale akoestische snelheidsmeter (exemplaar van NESA, type HC100)

Bij stilstaand water bedroegen de uitgangsspanningen van het X- en het Y-kanaal respectievelijk .39 mV en -160 mV. Bij de uitwerking van de meetgegevens is hiermee rekening gehouden door deze offset spanningen van de gemeten spanningen af te trekken.

Het verband tussen uitgangsspanning en watersnelheid is in het gehele snelheidsgebied nagenoeg lineair. De gemiddelde gevoeligheid van de Simrad bedraagt 1960 mV/m/s. De spreiding, als gevolg van de gevoeligheid voor de aanstroomrichting, bedraagt $\pm 2\%$.

2.5 De Vektor-Akwa I, 3-dimensionale akoestische snelheidsmeter (exemplaar aangeschaft ten behoeve van T.O.W. Kustonderzoek)

Via de uitgangspunten V_1 , V_2 , V_3 en V_4 worden vier snelheidsvectoren V_A , V_B , V_C

en V_D gemeten.

In principe zijn drie snelheidscomponenten voldoende voor het bepalen van de drie orthogonale snelheidscomponenten in een rechthoekig assenstelsel. Formules zijn bekend voor het transformeren van de gemeten snelheidscomponenten naar orthogonale componenten van een assenstelsel (XYZ), waarbij de X-as langs de lange staaf van de probe valt, de Y-as langs de onderste dwarsstaaf (waaraan de transducenten zijn gemonteerd) valt en de Z-as langs de bovenste dwarsstaaf valt. Doordat vier snelheidscomponenten worden gemeten kunnen onafhankelijk van elkaar voor de snelheid in de X, Y en Z-richting twee waarden worden berekend, die in principe aan elkaar gelijk behoren te zijn. De uiteindelijke X, Y en Z component is een gemiddelde van de twee berekende waarden. De omrekenformules zijn:

$$\begin{aligned} V_{X_1} &= 0.866 (V_A + V_C) & ; & & V_{X_2} &= 0.866 (-V_B - V_D) & ; & & V_{X_0} &= \frac{1}{2}(V_{X_1} + V_{X_2}) \\ V_{Y_1} &= 0.866 (V_B + V_C) & ; & & V_{Y_2} &= 0.866 (-V_A - V_D) & ; & & V_{Y_0} &= \frac{1}{2}(V_{Y_1} + V_{Y_2}) \\ V_{Z_1} &= 0.866 (V_A + V_B) & ; & & V_{Z_2} &= 0.866 (-V_C - V_D) & ; & & V_{Z_0} &= \frac{1}{2}(V_{Z_1} + V_{Z_2}) \end{aligned}$$

De Vektor Akwa is met zijn hoofdas vertikaal in de goot geplaatst. Om deze as is de Vektor-Akwa in vier verschillende standen ten opzichte van de stroomrichting gedraaid.

Uit de gemeten V_A , V_B , V_C en V_D zijn de V_{X_0} , V_{Y_0} en V_{Z_0} berekend. Van de V_{Y_0} en de V_{Z_0} is de somvektor berekend. Deze somvektor is vergeleken met de snelheidsmetingen met de micromolen.

Bij de Vektor-Akwa I is gebleken dat V_1 en V_2 , en V_3 en V_4 op de pluggen onderling waren verwisseld. Bij de Vektor-Akwa II waren de opgegeven plugaansluitingen wel korrekt. Bij het uitwerken is met deze verwisseling rekening gehouden.

De offset spanningen waren klein (maximaal 10 mV) en bleken niet goed te reproduceren.

In het gehele snelheidsgebied is de ijking van de Vektor-Akwa lineair. De gemiddelde gevoeligheid bedraagt 4725 mV/m/s, de spreiding is $\pm 0,5\%$.

2.6 De Vektor-Akwa II, 3-dimensionale akoestische snelheidsmeter (exemplaar aangeschaft ten behoeve van T.O.W. Kustonderzoek)

De offset spanningen zijn verwaarloosbaar klein. De Vektor-Akwa II is lineair met de watersnelheid. De gemiddelde gevoeligheid bedraagt 4760 mV/m/s. De spreiding van de gevoeligheid is $\pm 0,5\%$.

Annex I

Vektor-Akwa I Berekening orthogonale componenten (zie figuur A9, stand 1)

$V_{\text{micromolen}}$ in cm/sec. Alle uitgangspanningen in mV

$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_0^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 5.2	+ 0.9	+ 2.6	+ 10.4	+ 6.1	+ 7.8	+ 7.8	+ 3.5	+ 5.2	6.3
5.52	+ 4.3	+ 8.2	-239.4	+ 6.5	+ 10.4	-237.3	+ 5.4	+ 9.3	-238.4	238.6
11.34	+ 2.2	+ 0.9	-523.5	+ 25.1	+ 23.8	-500.5	+ 13.7	+ 12.4	-512.0	512.2
22.78	+ 25.5	+ 28.6	-1056.1	+ 30.7	+ 33.8	-1050.9	+ 28.1	+ 31.2	-1053.5	1054.0
30.30	+ 47.2	+ 48.9	-1436.7	+ 8.7	+ 10.4	-1475.2	+ 28.0	+ 29.7	-1456.0	1456.3
44.18	+ 59.8	+ 61.1	-2203.5	+ 5.6	+ 6.9	-2257.7	+ 32.7	+ 34.0	-2230.6	2230.9
65.06	+146.8	+155.4	-3213.6	- 44.2	- 35.5	-3404.7	+ 51.3	+ 60.0	-3309.2	3309.7
89.67	+194.9	+177.5	-4165.5	- 52.0	- 69.3	-4412.3	+ 71.5	+ 54.1	-4288.9	4289.2
107.10	+129.9	+ 86.6	-5057.4	- 8.7	- 52.0	-5196.0	+ 60.6	+ 17.3	-5126.7	5126.7
126.53	+ 56.3	+ 73.6	-5776.2	- 26.0	- 8.7	-5858.5	+ 15.2	+ 32.5	-5817.4	5817.5
145.96	+329.1	+ 73.6	-6811.1	+160.2	- 95.3	-6980.0	+244.7	- 10.9	-6895.6	6895.6

Tabel 1

Annex I

Vektor Akwa I Berekening orthogonale componenten (zie figuur A9, stand 2)

$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_0^2 + V_{z_0}^2}$
10.63	+ 11.3	+ 387.5	- 321.7	+ 5.2	+ 381.5	- 327.8	+ 8.3	+ 384.5	- 324.8	503.3
28.67	+ 31.2	+1055.2	- 930.5	+ 6.9	+1031.0	- 954.8	+ 19.1	+1043.1	- 942.7	1406.0
64.35	+ 142.9	+2511.8	-2073.6	- 3.0	+2365.9	-2219.6	+ 70.0	+2438.9	-2146.6	3249.0
105.31	+ 82.3	+3634.6	-3263.1	+ 32.0	+3584.4	-3313.3	+ 57.2	+3609.5	-3288.2	4882.7
145.52	+ 298.8	+5215.1	-4540.4	+103.1	+5019.3	-4736.2	+201.0	+5117.2	-4638.3	6906.5

Tabel 2

Annex I

Vektor Akwa I Berekening orthogonale componenten (zie figuur A10, stand 3)

$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_{y_0}^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 1.7	+ 19.9	+ 4.3	- 5.2	+ 13.0	- 2.6	+ 1.8	+ 16.5	+ 0.9	16.5
12.79	- 8.2	+573.3	- 8.2	- 17.3	+564.2	- 17.3	- 12.8	+568.8	- 12.8	568.9
30.96	+ 11.7	+1540.2	0.0	- 37.7	+1490.8	- 49.4	- 13.0	+1515.5	- 24.7	1515.7
60.82	+114.3	+3181.3	- 13.4	+ 67.5	+3134.5	- 60.2	+ 90.9	+3157.9	- 36.8	3158.1
107.21	+125.6	+5183.0	- 77.9	+ 56.3	+5113.7	-147.2	+ 91.0	+5148.4	-112.6	5149.6
145.40	+272.8	+6932.3	- 69.3	- 17.3	+6639.6	-359.4	+127.8	+6786.0	-214.4	6789.4

Tabel 3

Annex I

Vektor-Akwa I Berekening orthogonale componenten (zie figuur A10, stand 4)

$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_{y_0}^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 13.0	+ 2.6	- 1.7	+ 10.4	0.0	- 4.3	+ 11.7	+ 1.3	- 3.0	3.3
9.07	+ 6.1	+296.2	+310.0	- 15.2	+275.0	+288.8	- 4.6	+285.6	+299.4	413.8
30.87	- 15.6	+1057.4	+1103.3	- 61.1	+1011.9	+1057.8	- 38.4	+1034.7	+1080.6	1496.1
64.49	+ 18.2	+2185.4	+2318.7	+ 43.3	+2210.5	+2343.8	+ 30.8	+2198.0	+2331.3	3204.1
108.21	+ 48.5	+3343.2	+3546.7	+ 82.3	+3377.0	+3580.5	+ 65.4	+3360.1	+3563.6	4897.9
145.40	+ 31.6	+4734.4	+5093.7	+ 73.6	+4776.4	+5081.7	+ 52.6	+4755.4	+5060.7	6944.4

Tabel 4

Annex I

Vektor-Akwa II Berekening orthogonale componenten (zie figuur A11, stand 1)

V micromolen										
in cm/sec. Alle uitgangsspanningen in mV										
V micromolen	V _{x₁}	V _{y₁}	V _{z₁}	V _{x₂}	V _{y₂}	V _{z₂}	V _{x₀}	V _{y₀}	V _{z₀}	$\sqrt{V_{y_0}^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 13.9	+ 14.3	+ 26.4	- 32.0	- 31.6	- 19.5	- 9.1	- 8.7	+ 3.5	9.4
5.41	- 12.1	- 7.4	- 278.4	- 7.8	- 3.0	- 274.1	- 10.0	- 5.2	- 276.3	276.3
10.84	- 28.1	- 22.9	- 560.3	- 12.1	- 6.9	- 544.3	- 20.1	- 14.9	- 552.3	552.5
20.86	- 37.7	- 31.2	- 1075.1	+ 10.4	+ 16.9	- 1027.1	- 13.7	- 7.2	- 1051.1	1051.1
30.42	- 61.5	- 30.7	- 1552.3	+ 13.0	+ 42.7	- 1477.8	- 24.3	+ 6.5	- 1515.1	1515.1
45.08	- 45.5	+ 28.1	- 2276.7	- 82.3	- 8.7	- 2313.5	- 63.9	+ 9.2	- 2295.1	2295.1
63.81	- 68.7	+ 41.1	- 3264.0	- 66.7	+ 26.0	- 3279.1	- 67.7	+ 33.6	- 3271.6	3271.8
90.42	- 194.9	- 43.3	- 4446.9	- 43.3	+ 108.3	- 4295.4	- 119.1	+ 32.5	- 4371.2	4371.3
108.29	- 108.3	+ 4.3	- 5248.0	- 112.6	0.0	- 5252.3	- 110.5	+ 2.2	- 5250.2	5250.2
126.98	- 134.2	+ 8.7	- 6101.0	- 90.9	+ 52.0	- 6057.7	- 112.6	+ 30.4	- 6079.4	6079.5
146.52	- 225.2	- 34.6	- 6954.3	- 121.2	+ 69.3	- 6841.4	- 173.2	+ 17.4	- 6893.4	6893.4

Tabel 5

Annex I

Vektor Akwa II Berekening orthogonale componenten (zie figuur A11, Stand 2)

$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_{x_0}^2 + V_{y_0}^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 10.8	+ 16.5	+ 14.3	- 19.9	- 14.3	- 16.5	- 4.6	+ 1.1	- 1.1	1.6
11.53	- 37.2	+389.3	-387.5	- 22.9	+403.6	-373.2	- 30.1	+396.5	-380.4	549.5
28.56	- 72.3	+960.0	-987.2	- 27.3	+1005.0	-942.2	- 49.8	+982.5	-964.7	1376.9
46.92	+ 58.0	+1753.7	-1586.5	- 47.6	+1648.0	-1692.2	+ 5.2	+1700.9	-1639.4	2362.3
66.53	- 69.3	+2384.5	-2283.2	+ 67.1	+2386.7	-2281.0	- 68.2	+2385.6	-2282.1	3301.4
108.44	-190.5	+3521.6	-3588.3	- 59.8	+3652.4	-3457.5	-125.2	+3587.0	-3522.9	5027.7
147.75	-121.2	+4910.2	-4832.3	-103.5	+4928.0	-4814.5	-112.4	+4919.1	-4823.4	6889.3

Tabel 6

Annex I

Vektor-Akwa II Berekening orthogonale componenten (zie figuur A12, stand 3)

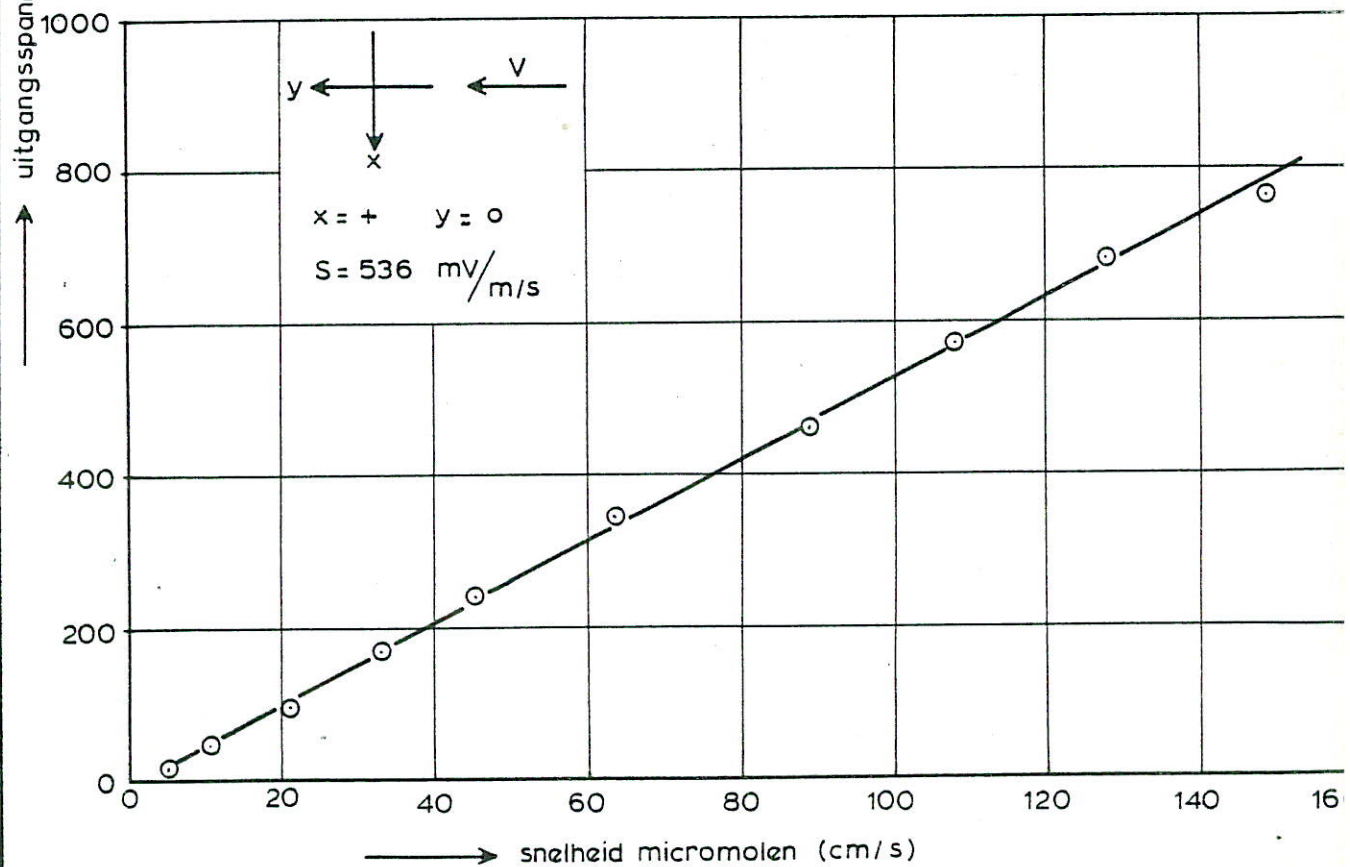
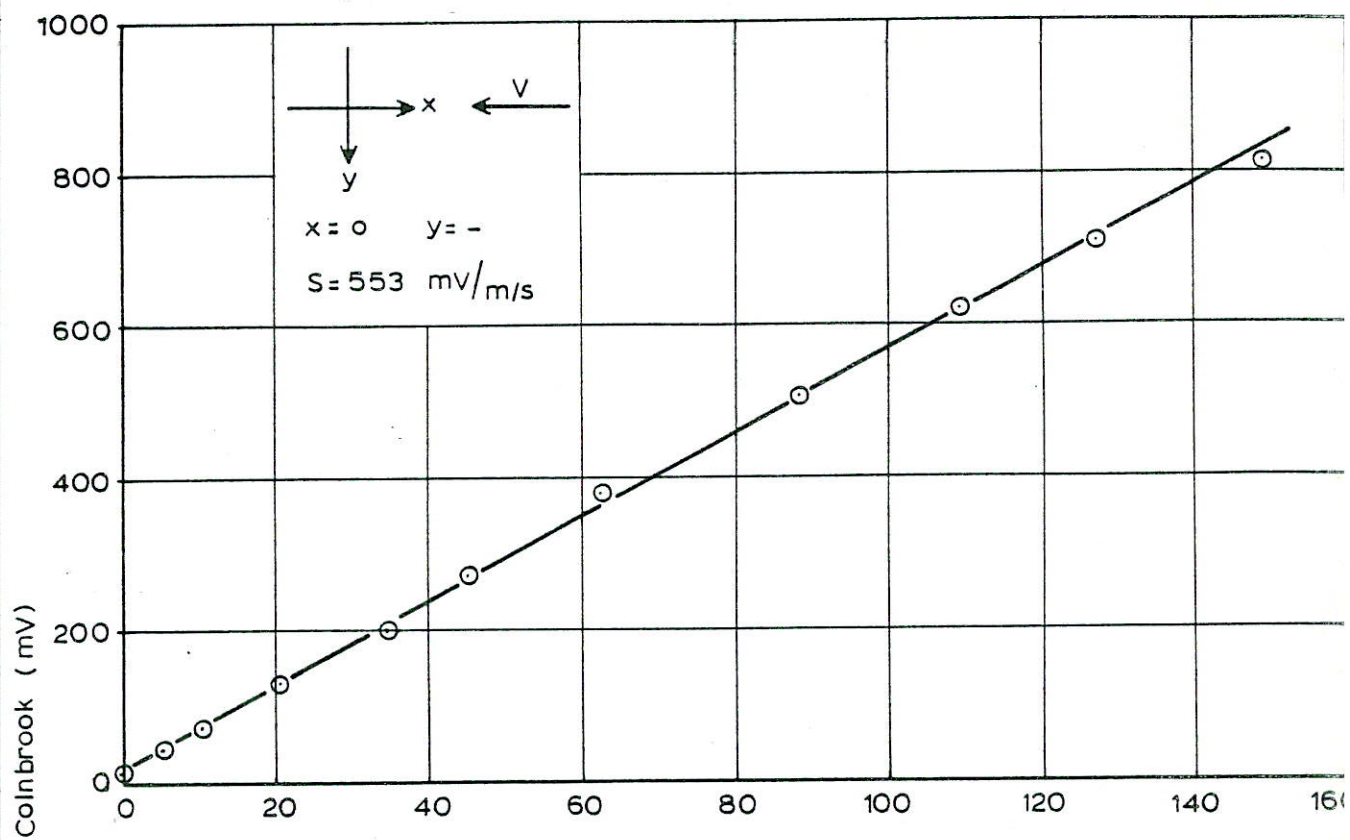
$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_{y_0}^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 14.7	+ 2.6	+ 13.9	- 12.1	- 24.2	- 13.0	+ 11.3	- 10.8	+ 0.5	10.8
10.44	- 13.0	+ 527.0	+ 11.7	- 26.8	+ 513.1	- 2.2	- 19.9	+ 520.1	+ 4.8	520.1
29.40	- 30.7	+ 1395.6	- 56.3	+ 39.8	+ 1466.1	+ 14.3	+ 4.6	+ 1430.9	- 21.0	1431.1
62.16	- 14.7	+ 3187.7	- 97.9	+ 66.2	+ 3268.7	- 16.9	+ 25.8	+ 3228.2	- 57.4	3228.2
105.98	- 69.3	+ 5083.4	- 181.9	+ 65.0	+ 5217.7	- 47.6	- 2.2	+ 5150.6	- 114.8	5151.9
145.63	- 134.2	+ 6811.1	- 242.5	+ 17.3	+ 6962.6	- 90.9	- 58.5	+ 6886.9	- 166.7	6888.9

Annex I

Vektor-Akwa II Berekening orthogonale componenten (zie figuur A12, stand 4)

$V_{\text{micromolen}}$	V_{x_1}	V_{y_1}	V_{z_1}	V_{x_2}	V_{y_2}	V_{z_2}	V_{x_0}	V_{y_0}	V_{z_0}	$\sqrt{V_{y_0}^2 + V_{z_0}^2}$
0.00	+ 8.2	+ 18.2	+ 7.4	- 14.3	- 4.3	- 15.2	- 3.1	+ 7.0	- 3.9	8.0
10.68	+ 26.0	+ 359.4	+ 405.3	- 30.7	+ 302.7	+ 348.6	- 2.4	+ 331.1	+ 377.0	501.8
29.78	+ 31.2	+ 1008.0	+ 1090.3	+ 64.1	+ 1040.9	+ 1123.2	+ 47.4	+ 1024.5	+ 1106.8	1508.2
63.06	+ 27.7	+ 2089.7	+ 2337.3	+ 86.6	+ 2148.5	+ 2396.2	+ 57.2	+ 2119.1	+ 2366.8	3176.8
106.32	+ 39.0	+ 3369.2	+ 3710.4	- 82.3	+ 3247.9	+ 3589.1	- 21.7	+ 3308.6	+ 3649.8	4926.2
146.41	+ 4.8	+ 4549.1	+ 5094.2	- 4.3	+ 4540.0	+ 5085.2	+ 0.3	+ 4544.6	+ 5089.7	6823.4

Tabel 8

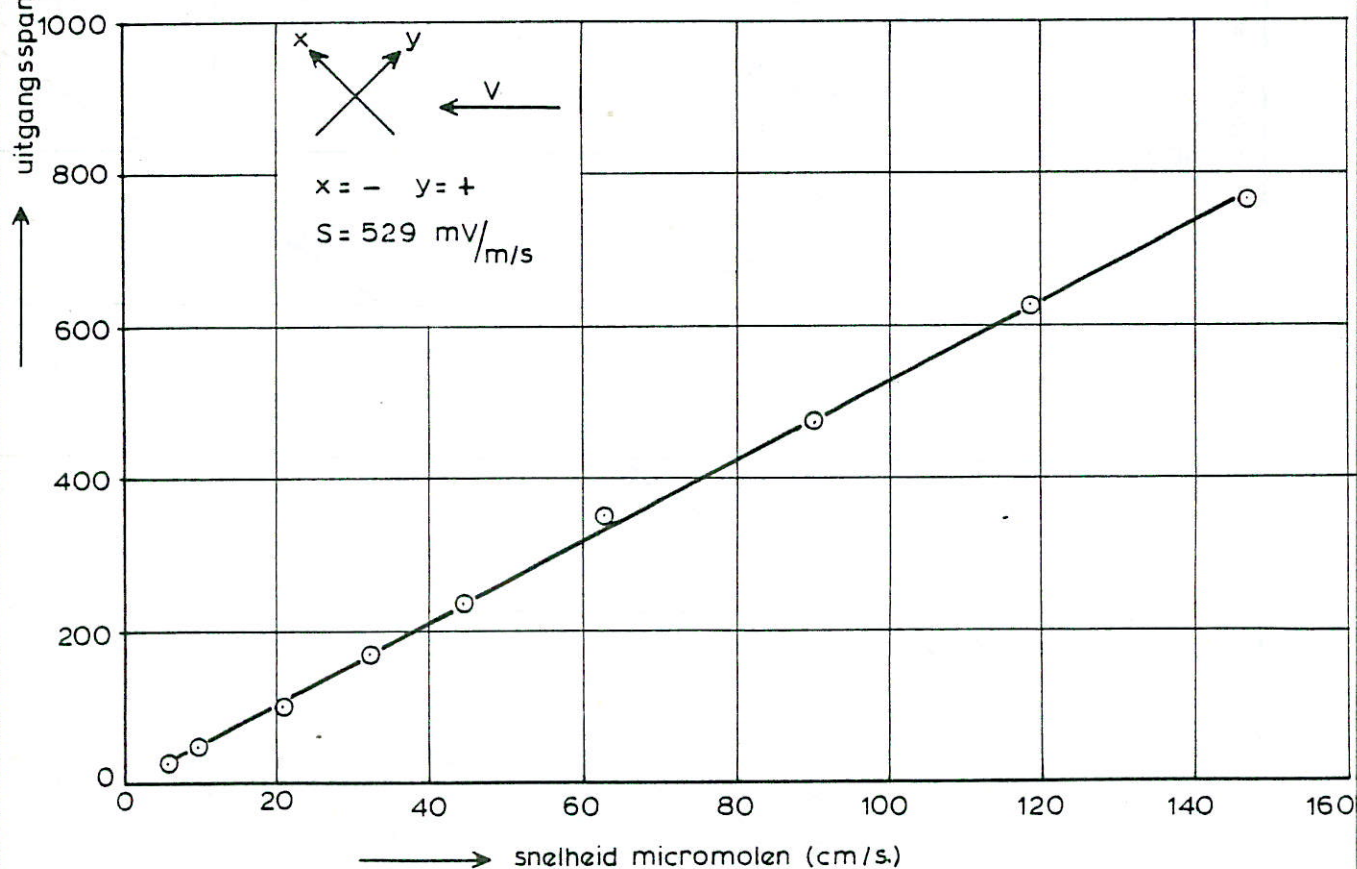
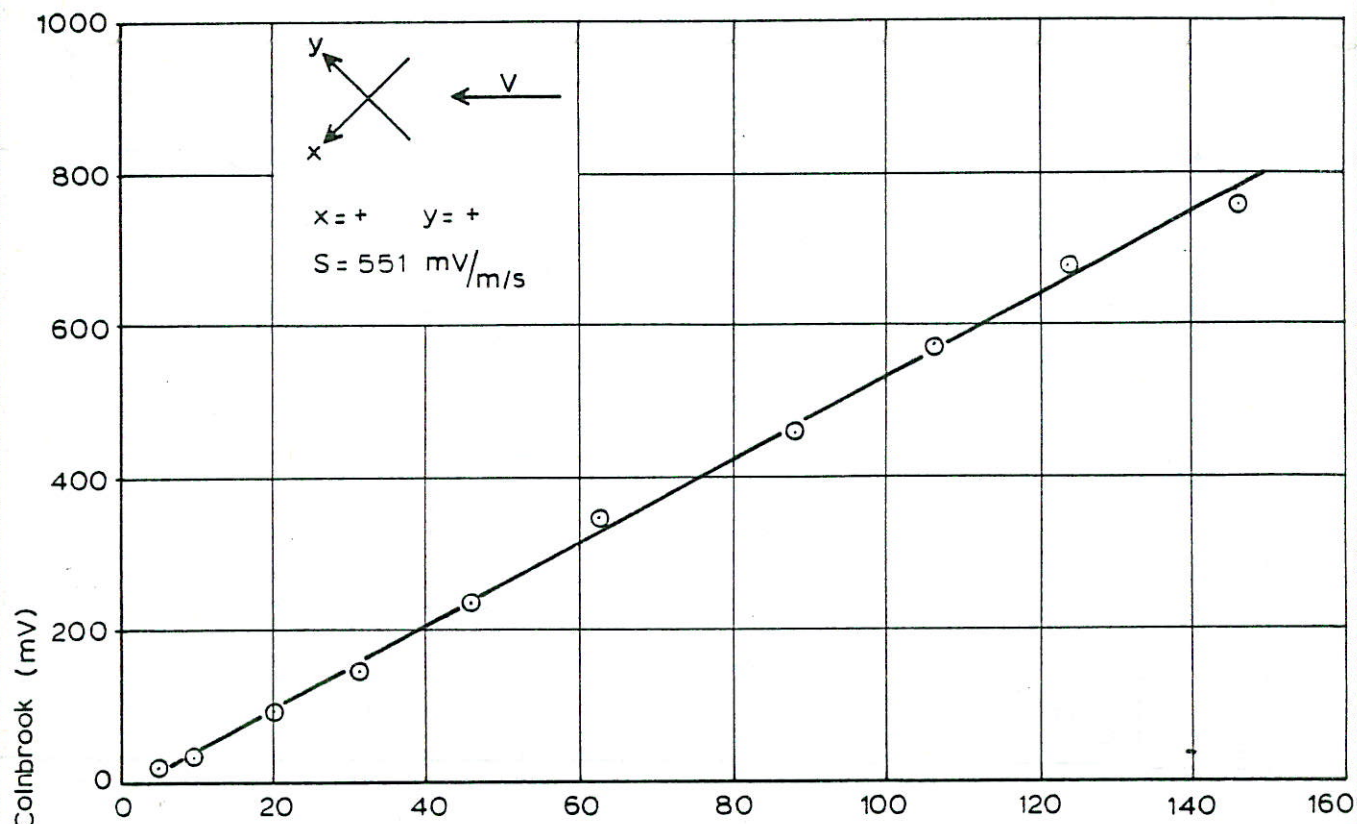


IJKING COLNBROOK

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 1



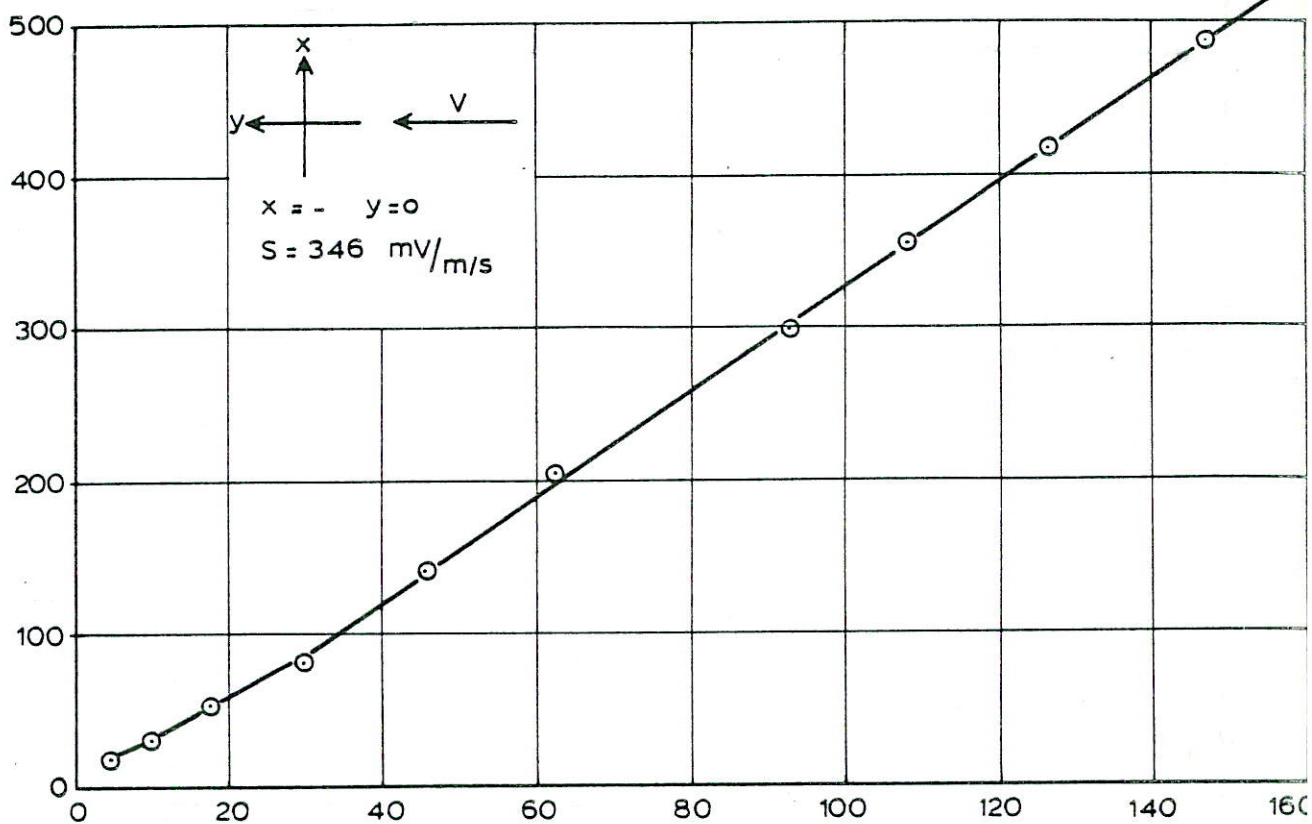
IJ KING COLNBROOK

ANNEX - I

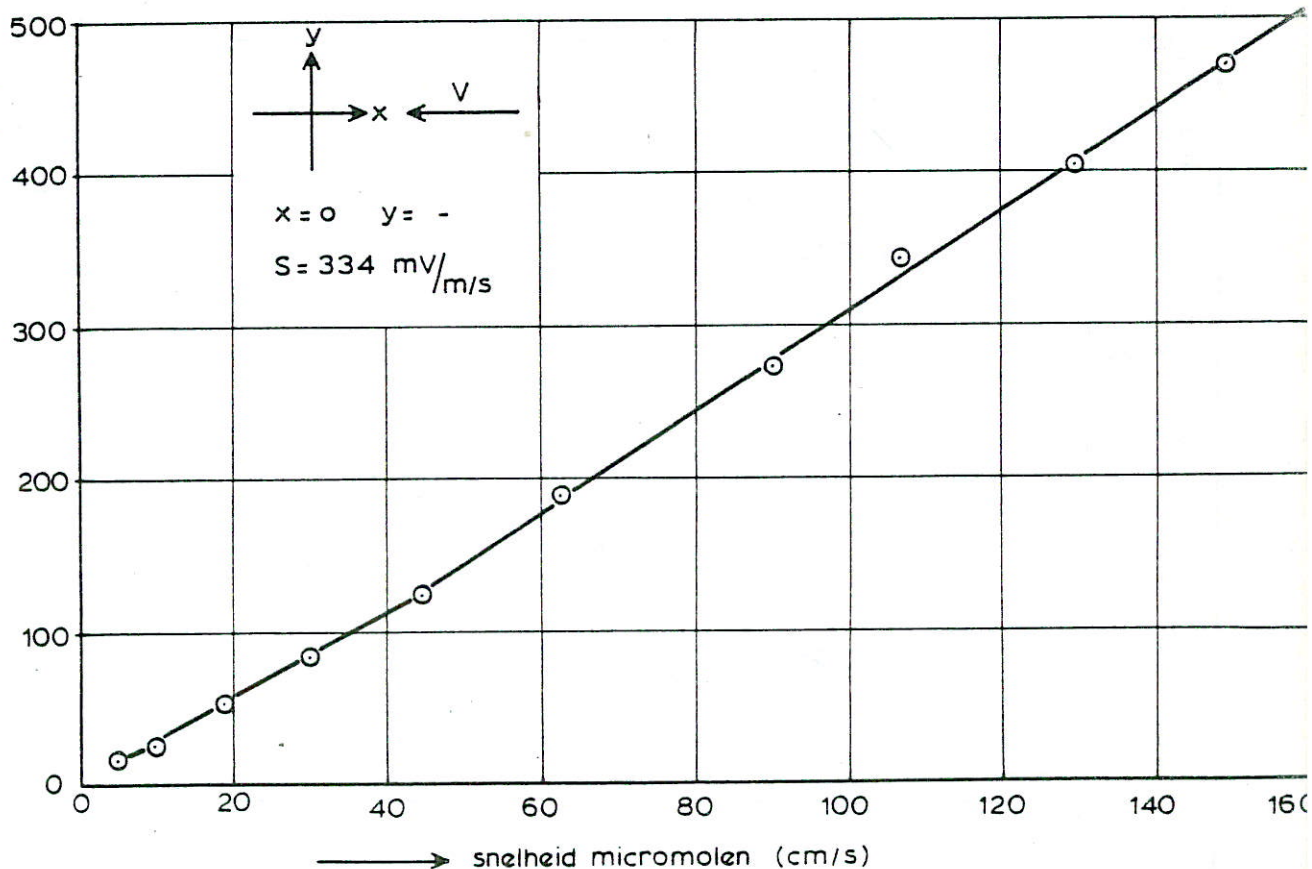
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 2

Colbrook (mV)



uitgangsspanning

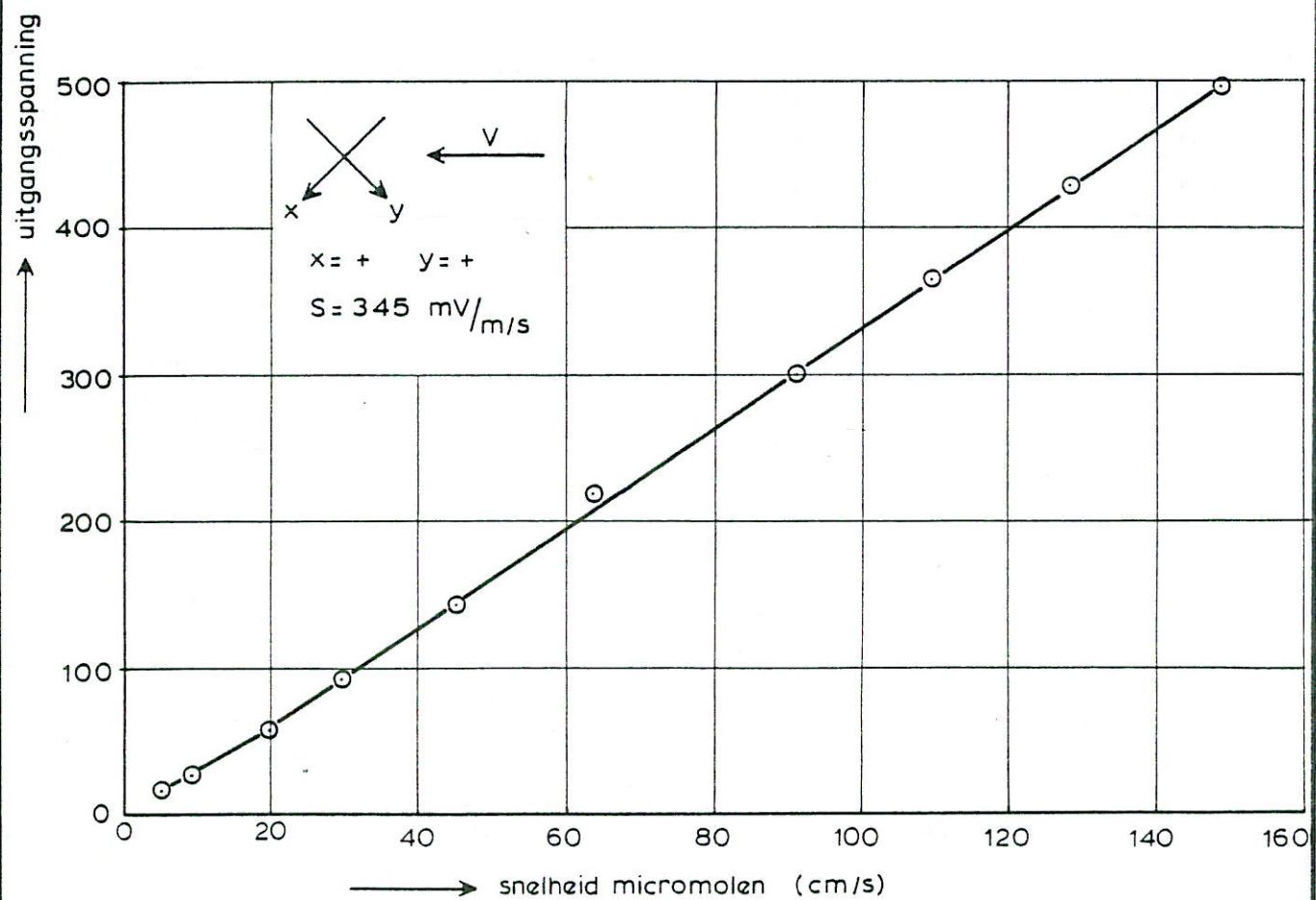
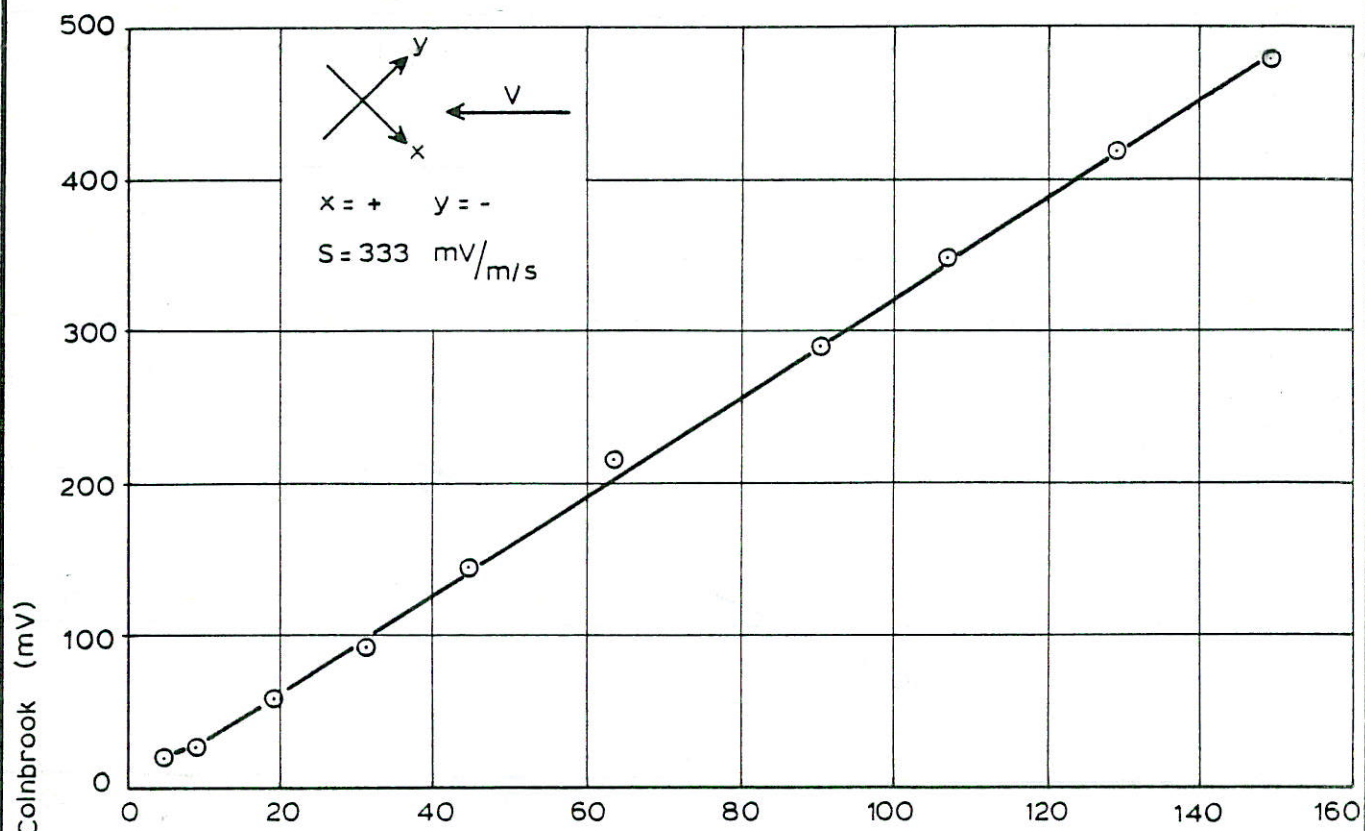


IJKING MARSH MC BIRNEY (WL - VOB EXEMPLAAR)

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A3

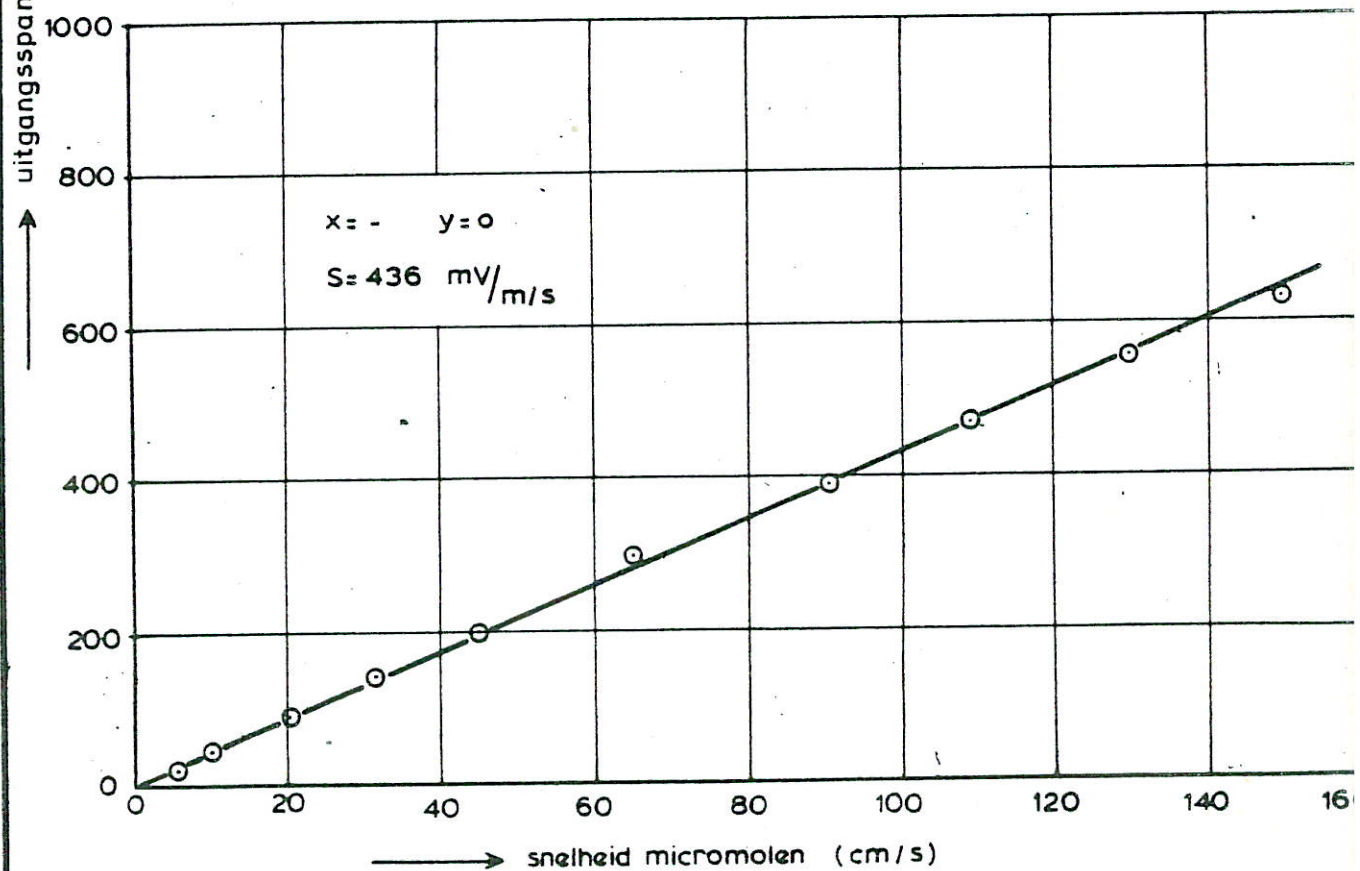
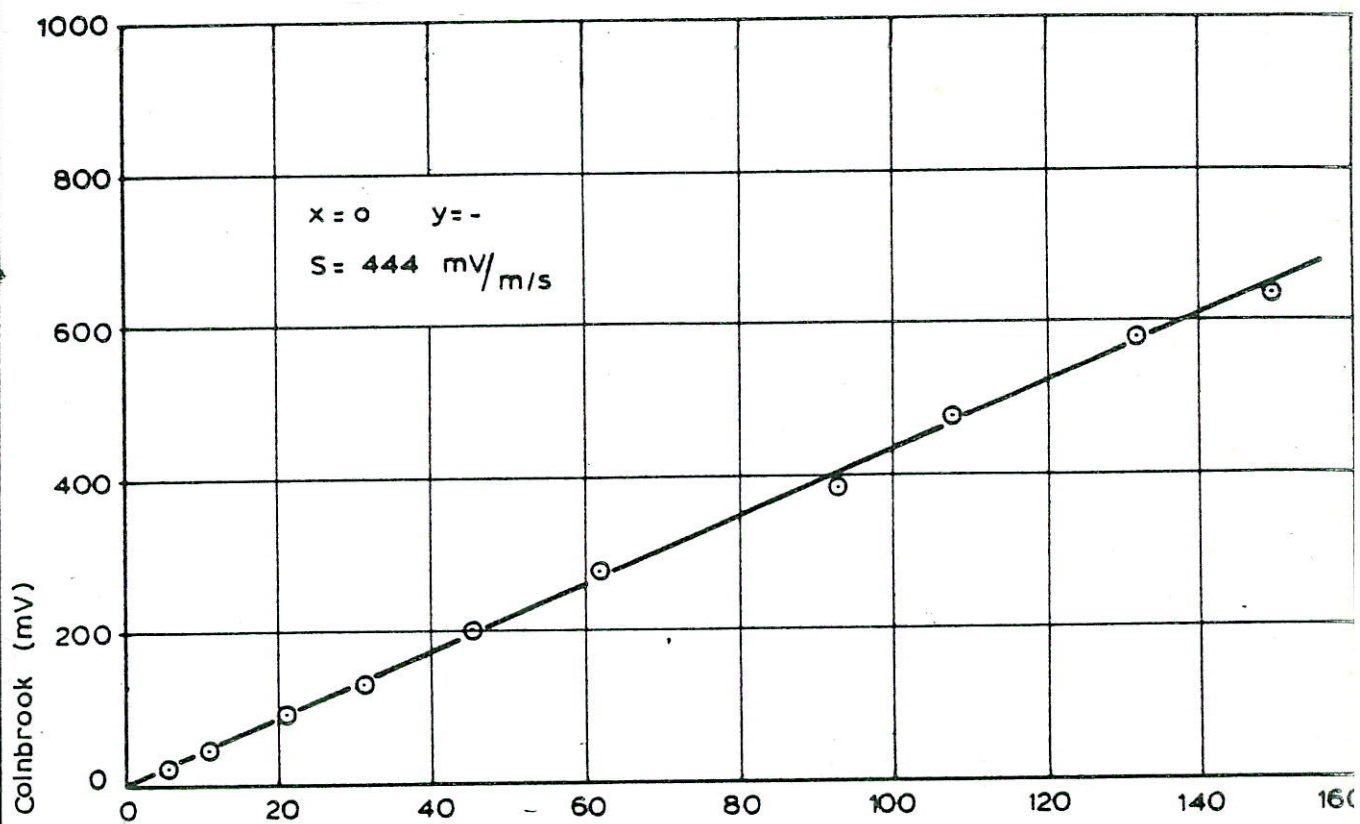


IJKING MARSH MC BIRNEY (WL-VOB EXEMPLAAR)

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 4

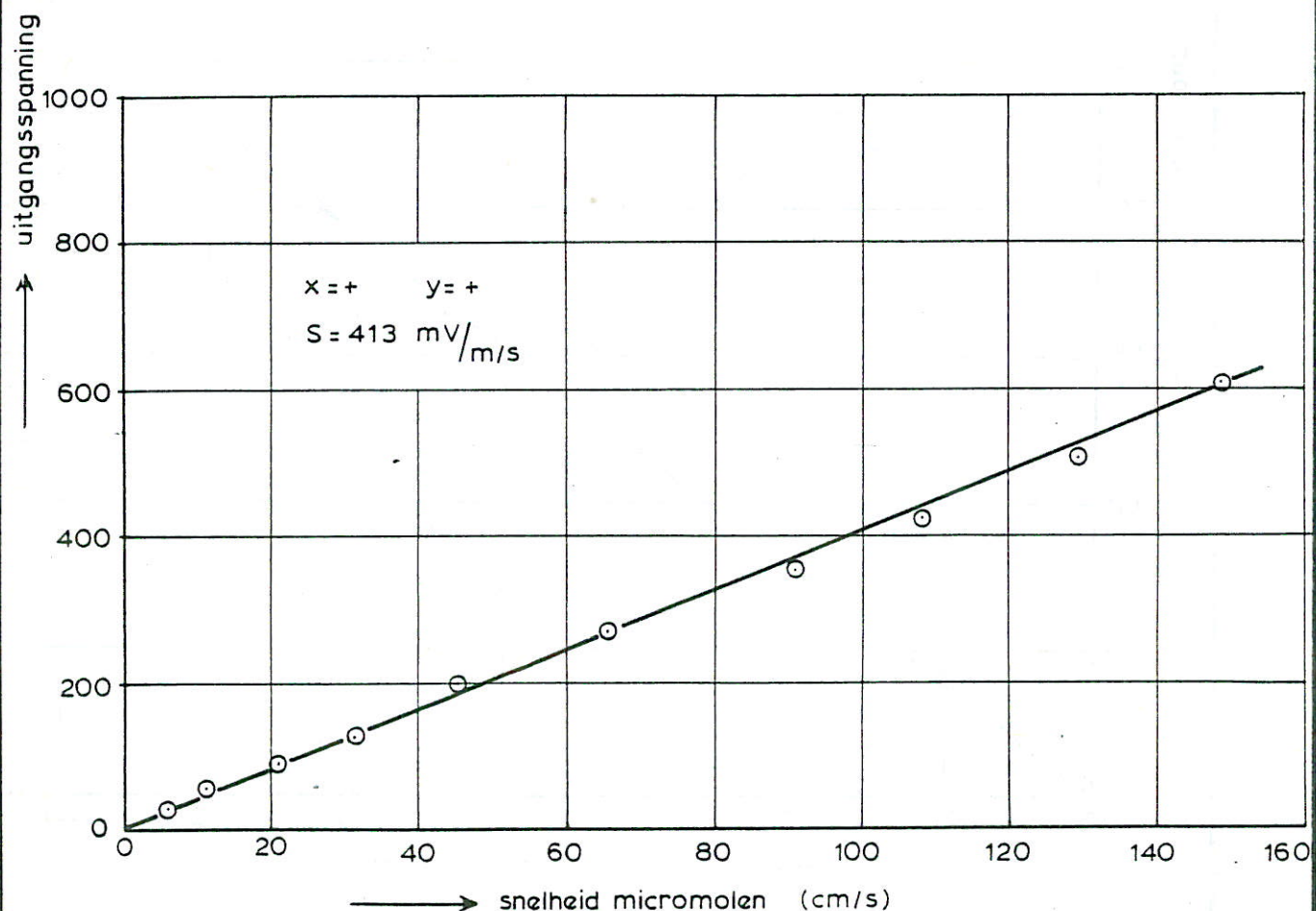
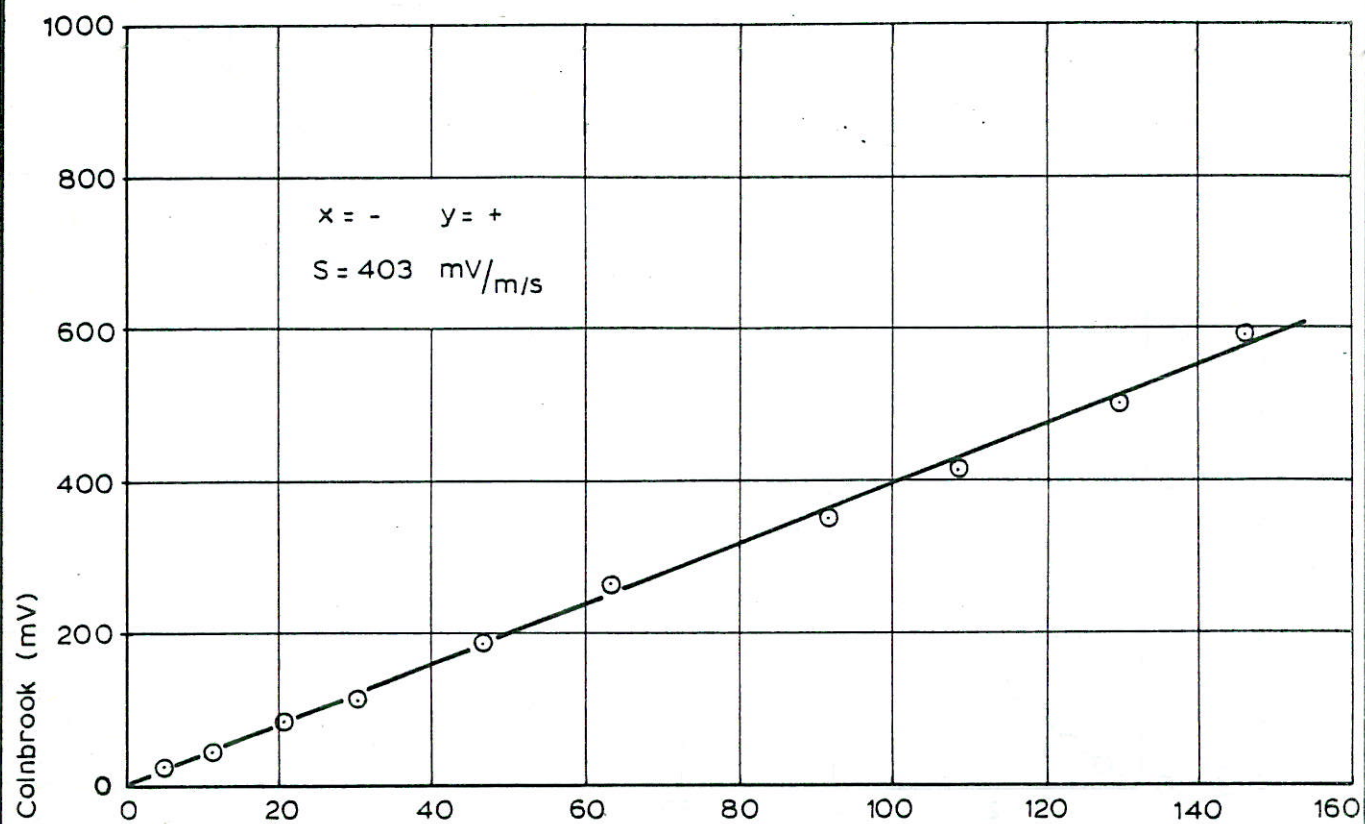


IJKING MARSH MC BIRNEY
 (EXEMPLAAR RWS HYDRO-INSTRUMENTATIE)

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 5



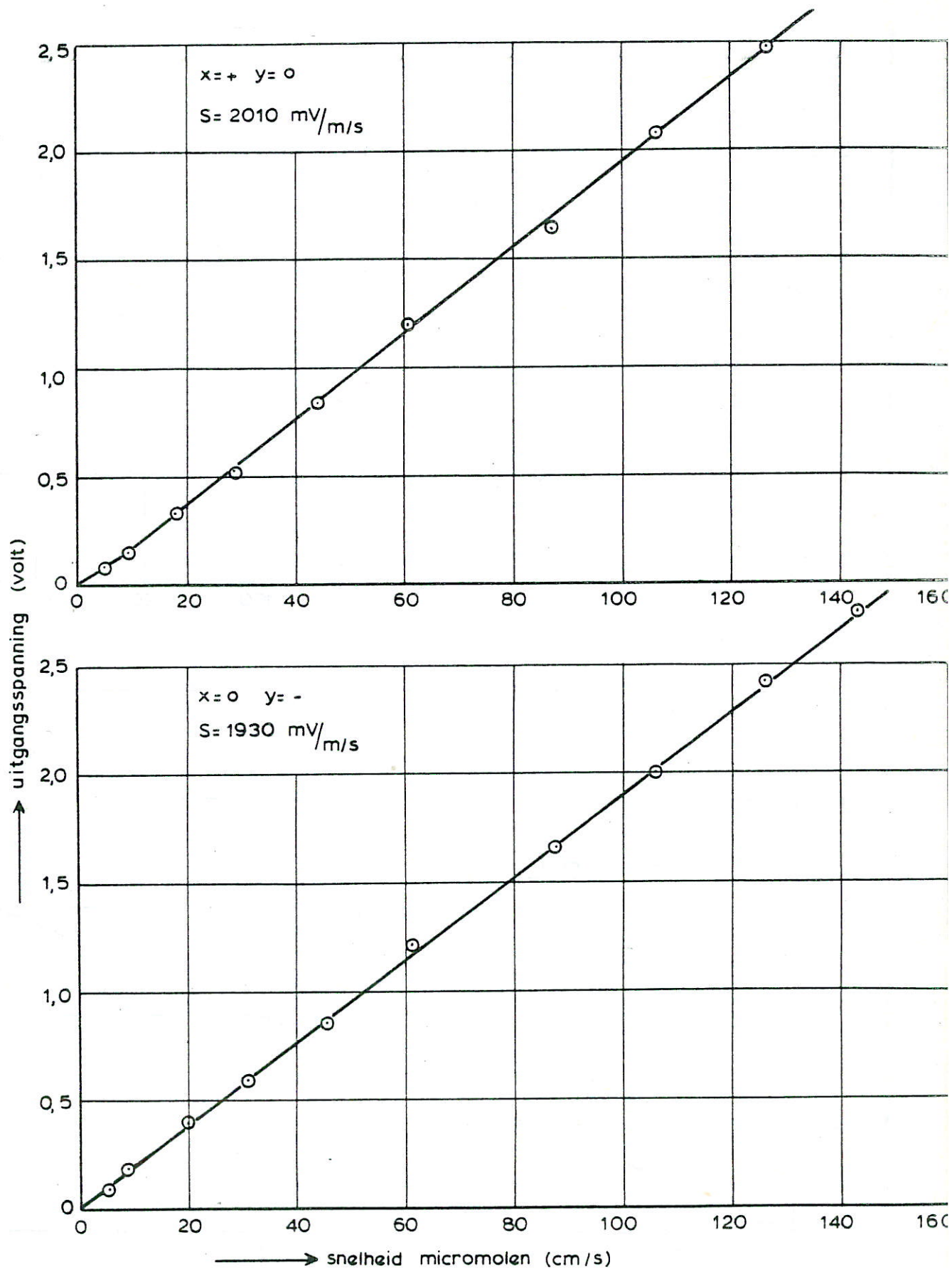
IJ KING MARSH MC BIRNEY

(EXEMPLAAR RWS HYDRO - INSTRUMENTATIE)

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

ANNEX - I

R 1597-I FIG. A 6

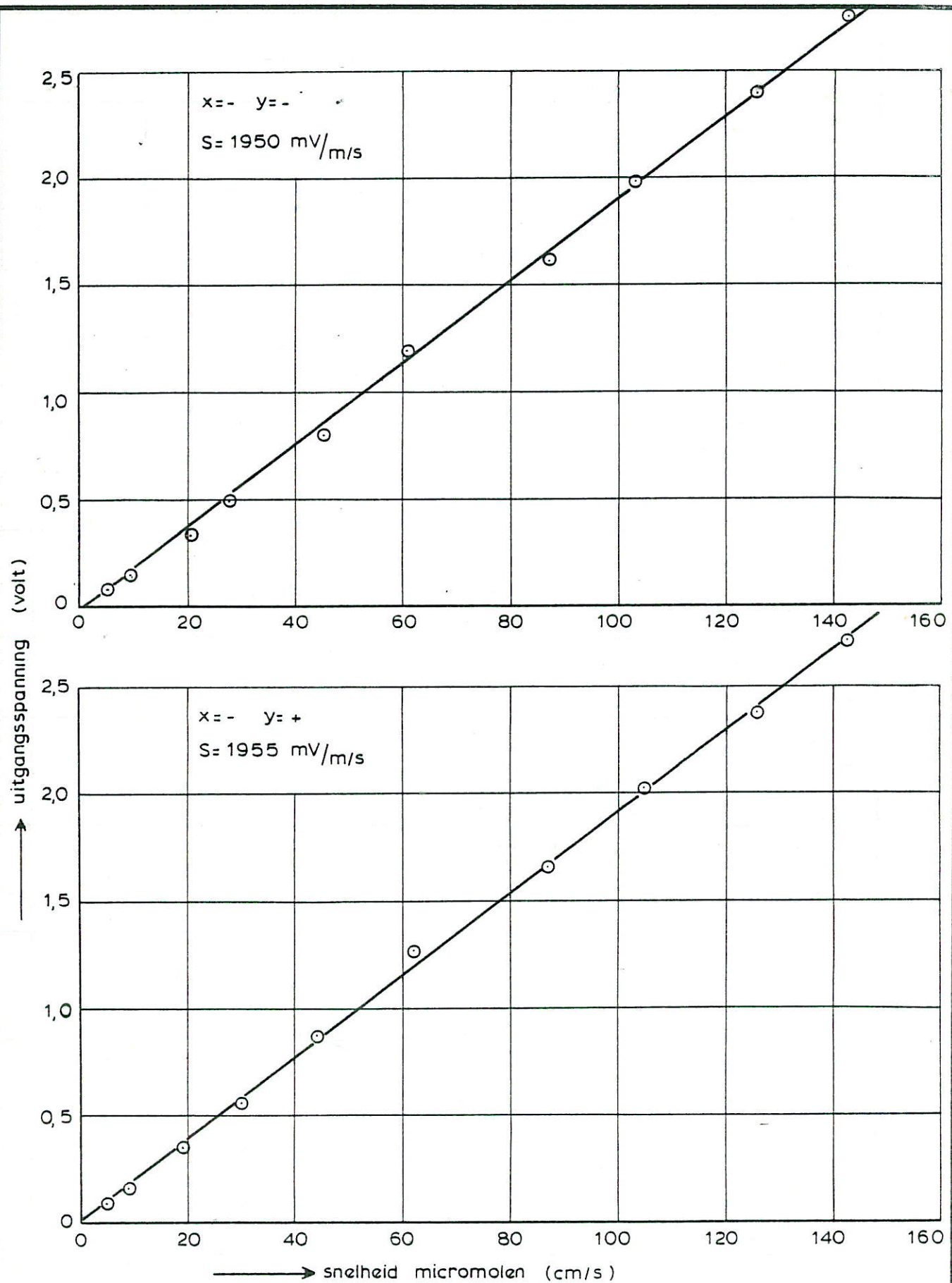


IJKING SIMRAD

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 7

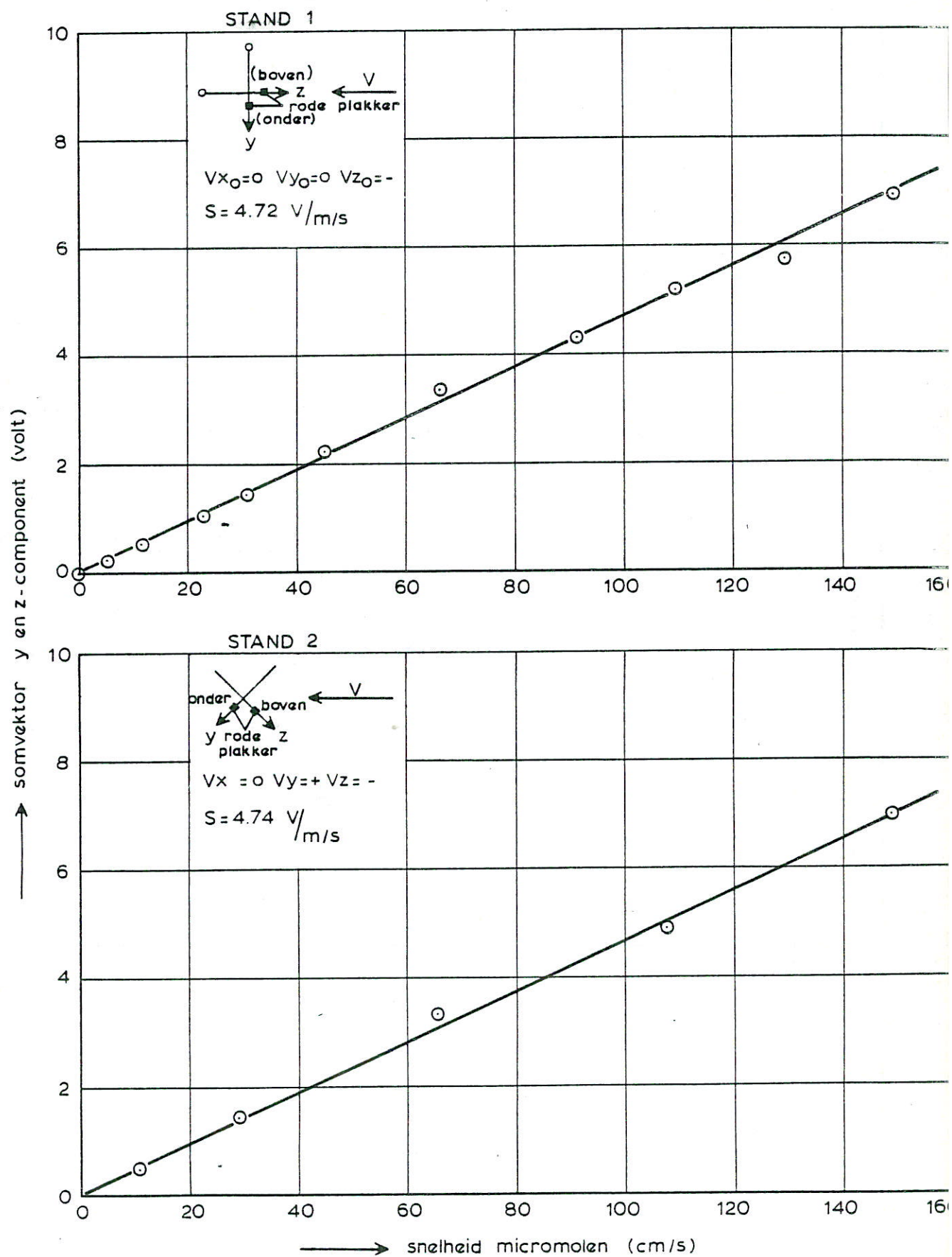


IJ KING SIMRAD

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 8

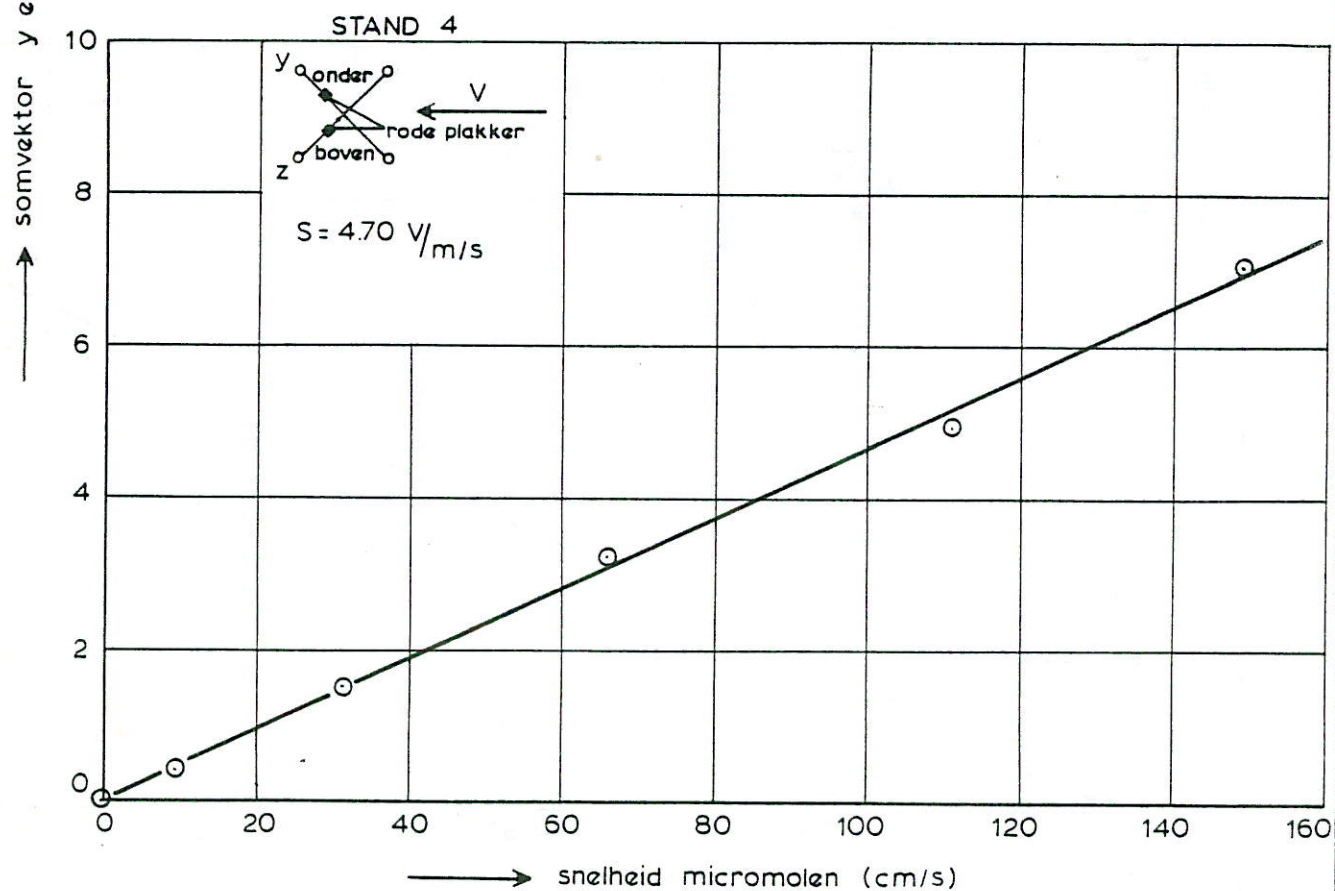
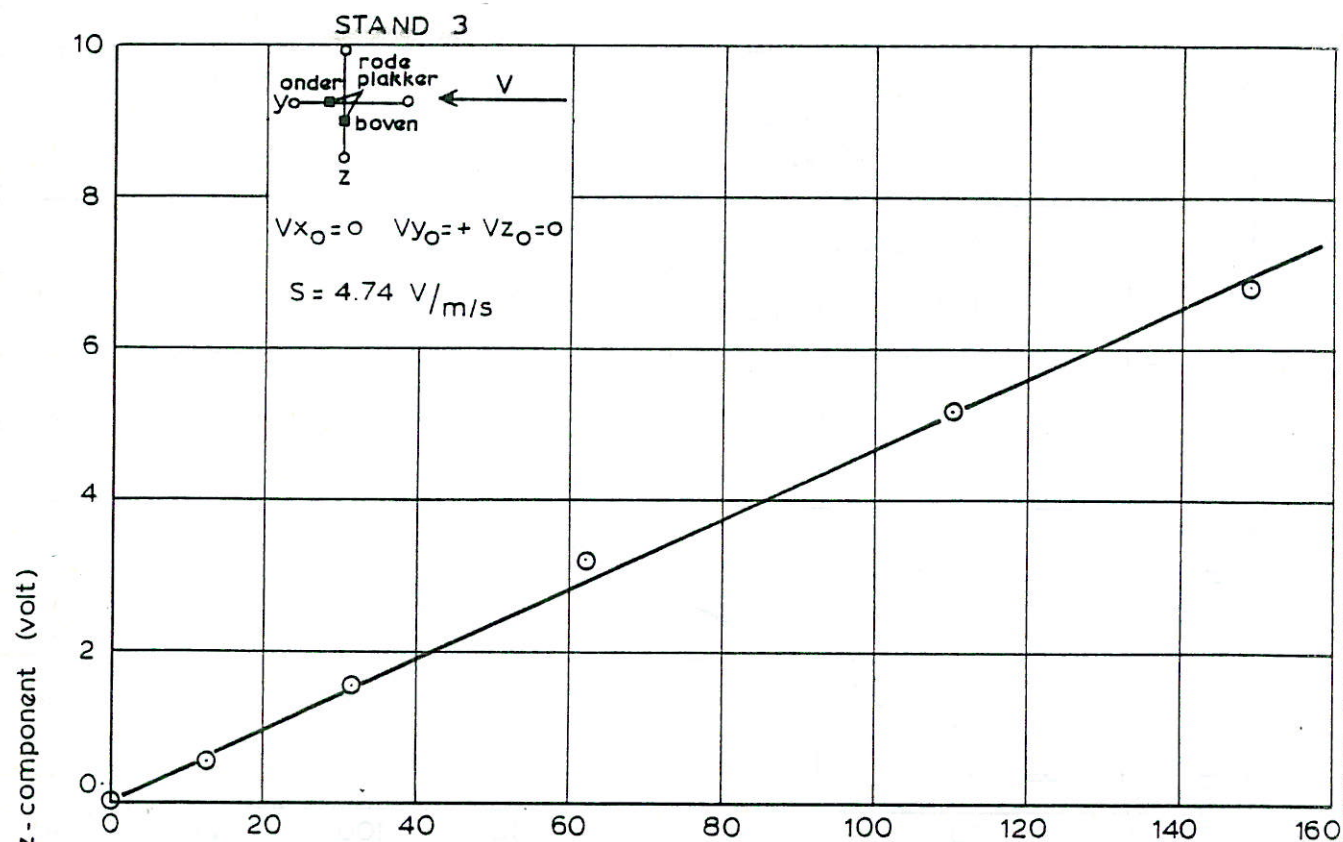


IJKING VEKTOR AKWA I

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 9

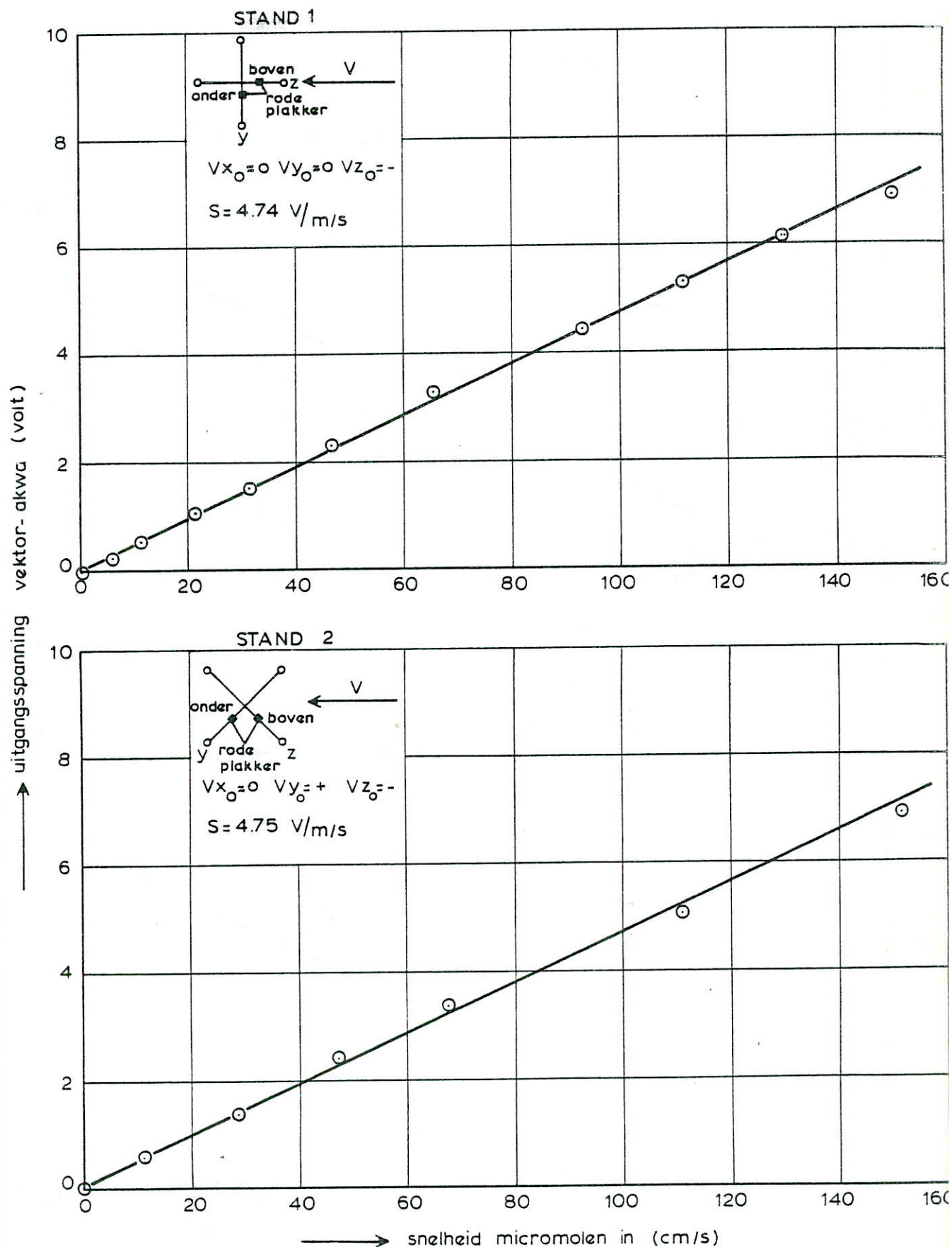


IJKING VEKTOR AKWA I

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 10

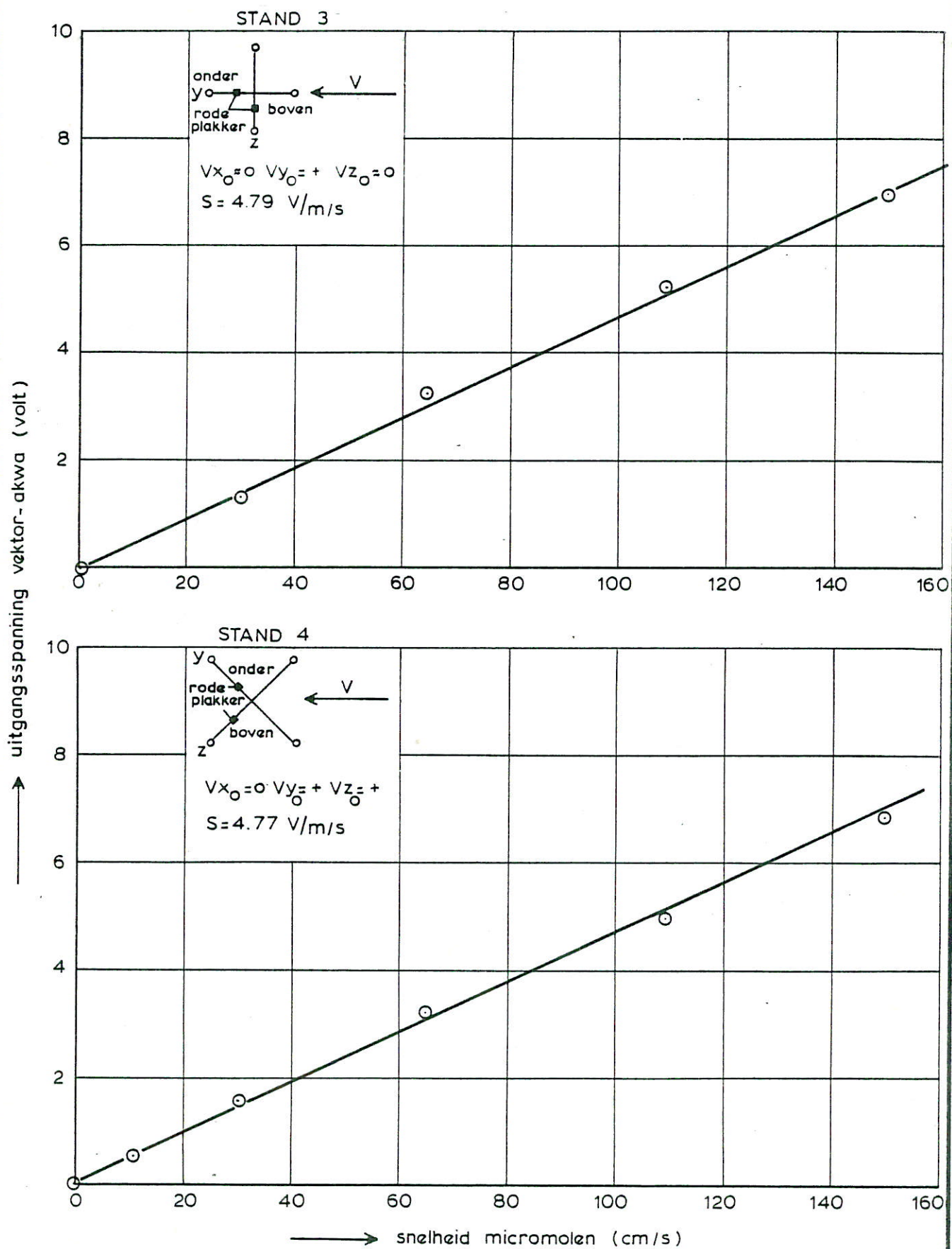


IJKING VEKTOR AKWA II

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 11



IJKING VEKTOR AKWA II

ANNEX - I

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1597-I FIG. A 12

