

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Wetenschappelijk Rapport W.R. 61-5

L. Otto

Zoutgehaltemetingen op het lichtschip "Goeree"

April 1957

De Bilt, 1961

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

All Rights Reserved

Nadruk zonder toestemming van het K.N.M.I. is verboden

Chlorinity measurements on the L.V. "Goeree", April 1957

Summary

This report gives the results of measurements which have been made with an electrical salinity and temperature recorder, from the 2nd till the 9th of April 1957 at the light vessel "Goeree" ($51^{\circ}56'N$, $3^{\circ}40'E$). Figures 1- 4 represent the variations in time in broad outline (over 2 months, at "Goeree" and "Noord Hinder") and the distributions in Space of surface chlorinity and temperature, taken from various sources. The results of the measurements for the consecutive days are presented in the figures 5-10 (surface chlorinity, surface temperature, and current as measured with a vertical log) and the figures 11 and 12 (variation of the sub-surface values of chlorinity). Fig. 13 and 14 give the (simplified) variations of the chlorinity at the surface and the surface temperature and of various meteorological elements over the whole period.

The daily chlorinity variations are considerable.

The origin of the patches of low-chlorinity water, passing mainly during maximum flood-current is discussed.

On the ground of various indications, the estuary of the Wester-Scheldt is considered as the most probable place of origin.

L. Otto

Zoutgehalte metingen op het l.s. "Goeree", april 1957

INLEIDING

Van 2 tot 9 april werden door de heren Dorrestein en Kurth aan boord van het l.s. "Goeree" ($51^{\circ}56'$ N.Br. en $3^{\circ}40'$ O.L.) waarnemingen verricht met de elektrische zoutgehalteschrijver.

In het volgend verslag worden de resultaten van deze metingen weergegeven en in het kort besproken. De algemene conclusie is, dat hier in deze periode soms vrij grote variaties in zoutgehalte en temperatuur van het oppervlaktewater optraden, die wijzen op het passeren van hoeveelheden onvolledig dooreengemengd water uit het deltagebied.

Alvorens de resultaten van de metingen te vermelden zal hier eerst de situatie worden besproken, zoals deze op dat moment in de omgeving van het lichtschip werd aangetroffen, en van de ontwikkeling van deze situatie een ruimer tijdvak. Voor een inzicht in de hydrografische situatie omstreeks de tijd van waarneming kon voornamelijk gebruik worden gemaakt van waarnemingen van het Engelse R.V. "Sir Lancelot" in de periode 26 tot en met 28 maart 1957, gepubliceerd in (1). Deze waarnemingen zijn aangevuld met waarnemingen van een schip van de Batavieren op 31 maart 1957 en van de gemiddelden van temperatuur en zoutgehalte van de lichtschepen "Noord Hinder" en "Goeree" over de periode 26 t/m 31 maart. De kaartjes van oppervlakte temperatuur en zoutgehalte zijn gegeven in fig. 1 en fig. 2.

De temperaturen zoals in fig. 1 aangegeven, vertonen een toename van noordoost naar zuidwest. De zoutgehaltes in fig. 2. aangegeven, vertonen een tong van water met lagere saliniteit bij het l.s. "Goeree", komend uit het centrale of zuidelijke deltagebied.

Natuurlijk moet hierbij in gedachten worden gehouden, dat de metingen op verschillende tijdstippen zijn uitgevoerd en vooral door getijbewegingen het patroon

vervormd kan zijn. Toch kan, gezien vooral de ongedwongen wijze waarop de lichtschip gemiddelden en de waarnemingen van de Batavier Lijn in het patroon van de waarnemingen van de "Sir Lancelot" kunnen worden ingepast, worden aangenomen dat de in fig. 1 en 2 weergegeven patronen de werkelijke situatie vrij goed weergeven.

Door de "Sir Lancelot" zijn bovendien nog waarnemingen gedaan van anorganisch fosfaat en doorzichtigheid. De tweede grootheid is minimaal langs de kust, zonder, of met een zeer geringe correlatie met de details van de saliniteitsverdeling. Dit hoeft niet te verwonderen, daar de troebelheid voor een belangrijk deel door getijstromen opgewerveld sediment afkomstig kan zijn. De eerste grootheid vertoont bij benadering een zelfde beeld als de saliniteitsverdeling, met hoge fosfaat waarden in de tong van water met lage saliniteit.

De verandering van de chloriniteit en temperatuur van het oppervlaktewater gedurende de maanden maart en april 1957 wordt in grote lijnen voorgesteld in fig. 3 en fig. 4. Behalve deze waarden voor het l.s. "Goeree" zijn ook die voor het l.s. "Noord Hinder" uitgezet, om een vergelijking met de verder van de kust geldende waarden mogelijk te maken. De temperaturen zijn daggemiddelden ontleend aan (2); de chloriniteit is de waarde gevonden om 8 uur G.M.T.

Bij het verloop van de waarde van de saliniteit valt direct op, dat deze voor Goeree, na tot 21 maart zonder bijzonder grote schommelingen te zijn verlopen, hierna zeer sterke schommelingen vertoont. De waarnemingsperiode valt in deze tijd. Na half april worden de schommelingen minder frequent, maar blijven voorkomen. Ongetwijfeld heeft het verschil tussen de saliniteit bij de verschillende fasen van het getij invloed op het verloop van de kromme, daar immers de watermonsters genomen worden om 8 uur G.M.T., en dus gedurende bepaalde perioden monsters worden genomen tijdens eb, en gedurende andere perioden bij vloed. Dit effect zal een periodiciteit vertonen van ongeveer 14 dagen, d.w.z., elke 14 dagen wordt het monster op ongeveer dezelfde fase van het getij genomen. Nu is in fig. 3 te zien, dat de periode waarin het zoutgehalte vrij weinig schommelt en de periode waarin sterke variaties optreden langer duren dan 14 dagen, zodat voor de grote fluctuaties die na 21 maart optreden andere oorzaken moeten worden gezocht dan het hierboven geschetste effect. Hierbij moet waarschijnlijk gedacht worden aan een veranderlijke rivierafvoer, en aan veranderingen die veroorzaakt worden door meteorologische invloeden.

Uit het verloop van de saliniteit bij "Noord Hinder" is te zien, dat gedurende de periode maart en april de saliniteit van het verder van de kust gelegen water

geleidelijk afneemt met de tijd.

Zoals te verwachten is, heeft de temperatuurkromme voor beide lichtschepen een stijgend verloop. Echter zien wij omstreeks de waarnemingsperiode een ongeveer constant, of zelfs iets dalend verloop. Bovendien komen juist tijdens de waarnemingsperiode bij Goeree vrij sterke schommelingen in de daggemiddelden voor.

METINGEN

De registrerende elektrische zoutgehaltemeter waarmee de metingen werden uitgevoerd is beschreven in (3) en (4). Voor ijking van de registratie van de meter moeten van tijd tot tijd watermonsters worden genomen, waarvan het zoutgehalte door titratie wordt bepaald. Het bleek, dat tijdens de waarnemingsperiode de ijking van de zoutregistraties een weinig verliep, zodat er drie ijkkrommen zijn gebruikt, n.l. voor 3 april, voor 4 t/m 6 april en voor 7 en 8 april. De gemiddelde fout (d.w.z. de gemiddelde afwijking van de ijkpunten van de aangenomen ijklijn) voor deze metingen is $0,07^{\circ}/\text{oo}$. Voor de temperatuurmetingen die met dit instrument zijn uitgevoerd, werd één enkele ijkkromme voor de hele periode gebruikt, met een gemiddelde fout van $0,06^{\circ}\text{C}$. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de thermometer waarmee deze ijking verricht werd zelf een nauwkeurigheid heeft van $0,1^{\circ}\text{C}$ X)

De oppervlakte metingen werden verricht met het meetgedeelte op ongeveer 0,5 m diepte onder het oppervlak, tenzij door de golfbeweging het instrument uit het water opsprong, in deze gevallen werd het instrument op 1 m diepte, incidenteel tot 2 m diepte onder water gehangen.

RESULTATEN VAN OPPERVLAKTEMETINGEN

De resultaten van de oppervlaktemetingen zijn gegeven in de fig. 5 t/m 10, voor de dagen 3 t/m 8 april. Behalve de geschematiseerde chloriniteitsregistraties zijn gegeven de temperaturen (gemeten met de zoutgehaltemeter) en de gemiddelde stroom per uur (gemeten met het Carruthers verticaal-log, hangend op 6 meter diepte).

- X) Bij vergelijking met de thermometer van het lichtschip bleek deze laatste $0,1^{\circ}$ lager aan te wijzen. Wanneer in de volgende figuren gebruik is gemaakt van de routine temperatuurmetingen van het lichtschip, is hierbij $0,1^{\circ}\text{C}$ opgeteld.

In de chloriniteitsregistraties geeft een arcering aan dat kortstondige variaties van de chloriniteit binnen het gearceerde gebied optraden.

Alleen de eerste drie dagen is gemeten tijdens de maximale vloedstroom.

In alle drie de grafieken (fig. 5, 6 en 7) is te zien hoe omstreeks dit moment een plotselinge scherpe daling van de chloriniteit optreedt, van resp. $1,15^{\circ}/\text{oo}$ (3-4), van $1,05^{\circ}/\text{oo}$ (4-4) en van $1,17^{\circ}/\text{oo}$ en $1,00^{\circ}/\text{oo}$ (5-4). In al deze gevallen treedt deze plotselinge verandering op in een geleidelijk stijgend gedeelte van de grafiek. De lage chloriniteiten gaan verder samen met hoge temperaturen.

Voor het overige hebben de grafieken een wat meer gelijkmatig verloop, (uitgezonderd op 8 april omstreeks 12.30 GMT) zij het, dat hier korte variaties optreden van enkele tienden $^{\circ}/\text{oo}$ Cl. Een bijzonderheid is hier nog, dat in de eerste drie dagen deze korte variaties meer voorkomen dan in de laatste drie dagen. Vermoedelijk heeft het feit dat in deze laatste periode de windkracht groter en de golven hoger waren en dus de turbulente menging sterker was, hier iets mee te maken.

De algemene variatie van de chloriniteit met het getij (afgezien van plotselinge, kort durende fluctuaties) lijkt nog aan bepaalde veranderingen onderhevig te zijn, maar is in het algemeen zodanig, dat de maximale waarden optreden aan het einde van de vloed of het begin van de eb, en dat de minimale waarden optreden omstreeks de kentering van eb naar vloed. Dit is, wat men in eerste instantie ook zou verwachten in de nabijheid van een kustgebied met brak water.

RESULTATEN VAN METINGEN OP VERSCHILLENDE DIEPTE.

Op 4 en 8 april werden gedurende resp. 10 en 4 uur metingen verricht van de chloriniteitsverdeling op verschillende diepten.

De resultaten zijn weergegeven in fig. 11 en fig. 12.

In fig. 11 is te zien, dat de plotselinge chloriniteitsdaling omstreeks 16 uur GMT als het ware een "veld" met minder zoutwater vormt, dat drijft op het omringende water, de diepte van dit "veld" is ongeveer 5 meter. Het chloriniteitsminimum op op 8 april (fig. 12.) maakt de indruk een dergelijk "veld" in een verder stadium van menging te zijn. Op grotere diepte treedt een chloriniteitsmaximum op tijdens de vloedstroom, en een minimum tijdens de ebstroom. De gemiddelde chloriniteitsgradiënt over de bovenste 12 meter bedraagt ongeveer $0,1^{\circ}/\text{oo}$ per meter.

SAMENVATTINGEN VAN DE METINGEN

Tot slot volgen in fig. 13 en fig. 14 de oppervlakte chloriniteit en temperatuur voor de hele meetperiode, waarbij gebruik is gemaakt van uurlijkse gemiddelden uit de registraties en van de routine metingen om 8 uur GMT wat betreft de chloriniteit, en wat betreft de temperatuur van de om de 3 uur verrichte temperatuurmetingen van het oppervlaktewater, ontleend aan het meteorologisch journaal van het lichtschip en van temperatuurmetingen met de zoutgehaltemeter, waarbij eveneens bij meer waarnemingen per uur gemiddeld is. Bovendien is in deze laatste figuur ook de luchttemperatuur gegeven.

Terwijl in de temperatuur in de eerste plaats een dag en nacht effect te zien is, en vervolgens een zekere algemene gang in verband met de meteorologische omstandigheden, zien wij hierin verder onregelmatige variaties, ten gevolge van temperatuurverschillen in de aangevoerde watermassa's.

CONCLUSIES

De fig. 2 en 3 geven duidelijk aan, dat de meetperiode te kort is voor het krijgen van een representatief beeld van de situatie bij het l.s. "Goeree" in het voorjaar. Echter blijkt uit de metingen, dat er situaties kunnen voorkomen, waarbij hier de watermassa's uit het kustgebied nog slechts gebrekkig gemengd zijn. In verband hiermee (zie ook fig. 13) is het duidelijk, dat de eenmaal daagse monsternamen bij dit lichtschip chloriniteitsgegevens oplevert, die slechts betekenis hebben wanneer over grote aantallen waarnemingen gemiddeld wordt.

Hoewel het niet mogelijk is met zekerheid een uitspraak te doen over de herkomst van de "velden" met water van een laag zoutgehalte zijn er toch een aantal aanwijzingen, n.l.

- 1) de "velden" passeren het lichtschip tijdens de momenten van sterke vloedstroom (NO stroom).
- 2) de netto-waterbeweging volgens vert. log in de periode van 3 tot 6 april, tijdens welke periode de saliniteit sterk daalde is ongeveer 0,2 zeemijl/uur in de richting 320° (ongeveer NW), terwijl in de volgende periode, waarin de saliniteit in het algemeen weer toenam, de netto-waterbeweging ongeveer 0,35 zeemijl/uur bedroeg in de richting 270° (westelijk)
- 3) de tong met water van laag zoutgehalte in fig. 2 lijkt te komen uit zuidelijke richting.

Deze verschillende punten geven een aanwijzing voor de herkomst van uit het zuidelijke of centrale deltagebied, dus Grevelingen of Ooster- of Westerschelde. Nu heeft

volgens (5) de Oosterschelde onder normale omstandigheden een vloedoverschot, zodat een belangrijke bijdrage van dit zeegat tot het brakke water bij het lichtschip niet waarschijnlijk lijkt. Het Grevelingen heeft weliswaar normaal een eboverschot, maar het Volkerak (verbinding met het Hollands Diep) heeft een vloedoverschot, zodat via het Grevelingen waarschijnlijk niet veel brak water naar zee zal vloeien. Toch moet rekening gehouden worden met een mogelijke herkomst uit het Grevelingen, vooral ook gezien de geringe afstand van dit zeegat tot het lichtschip.

Om nog iets meer hierover te kunnen zeggen kan men het verloop van het zoutgehalte in de betreffende periode op verschillende punten van het deltagebied bezien. Gebruik is gemaakt van gegevens van de Rijkswaterstaat (Directie Waterhuishouding en Waterbeweging), verkregen door bemiddeling van Ir. W. Grijm. De waarnemingen zijn 2 x daags gedaan (omstreeks hoog en laag water). Het gemiddelde van beide waarnemingen is gebruikt. Voor het Grevelingen zijn de waarnemingen van Zonnemaire, Ouddorp en Ossesluis samengevoegd.

Zie fig. 15.

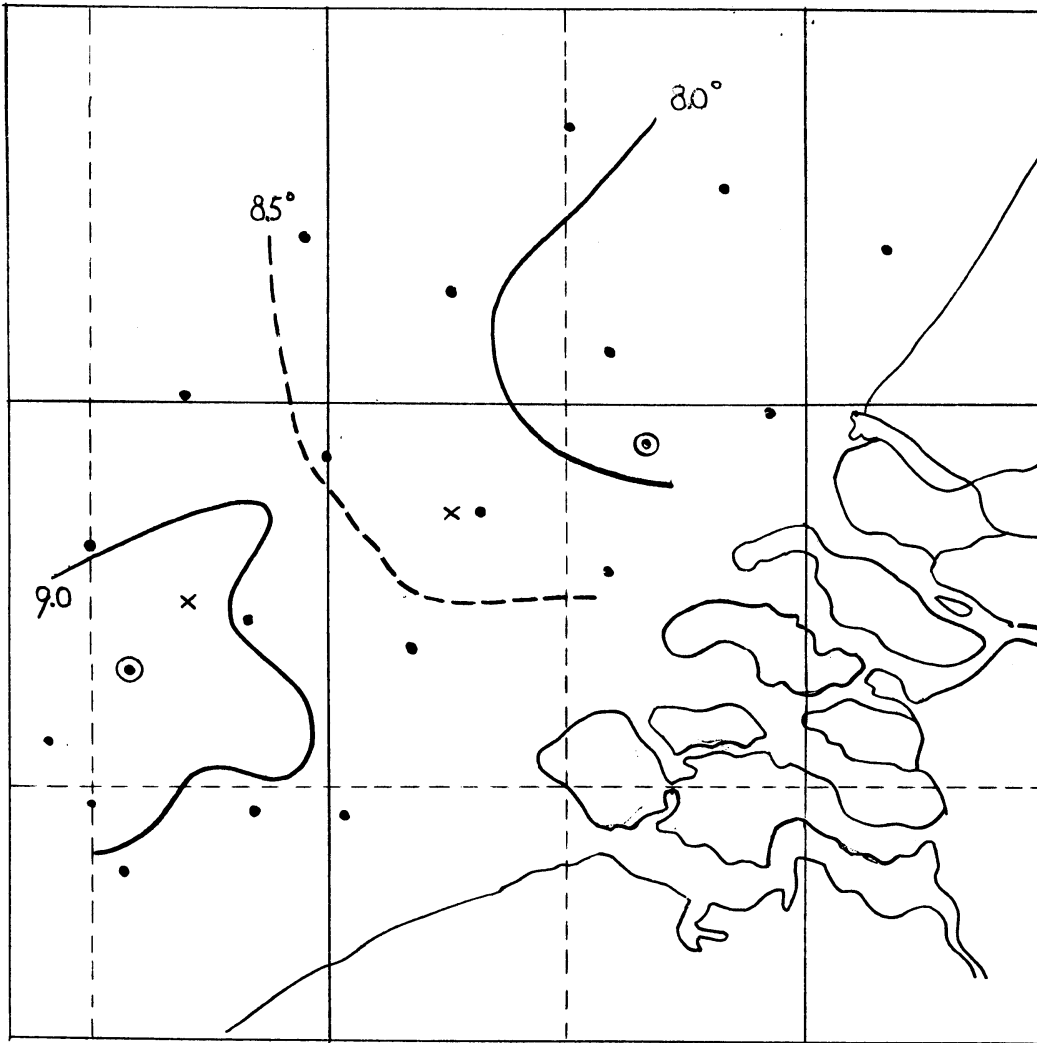
In de periode 5 - 10 april blijkt een chloriniteitsminimum op te treden, zowel bij Zierikzee als in het Grevelingen. Het lijkt niet erg waarschijnlijk dat deze daling veroorzaakt wordt door een toenemende afvoer van het Hollands Diep, gezien de regelmatige toeneming van de chloriniteit bij Hellevoetsluis. Bovendien is de daling bij Zierikzee maar 1 dag later dan in het Grevelingen, en bovendien veel sterker. Nu blijkt het begin van deze daling samen te vallen met het voorkomen van lage Cl. waarden bij het lichtschip "Goeree" (zie fig. 13.). Het lijkt dus waarschijnlijk dat deze daling een oorzaak vindt in een toenemende invloed van de Westerschelde op het water in de nabijheid van de kust. X)

Tenslotte is mogelijk het hogere fosfaatgehalte (door de "Sir Lancelot" gemeten) in het gebied met lage zoutgehaltenes een aanwijzing voor de herkomst uit de Westerschelde van dit brakke water. Volgens een verslag van Dr. H. Postma (Nederl. Inst. v. Onderzoek van de Zee, Den Helder) over een onderzoek van het Deltagebied in augustus 1957 was n.l. het fosfaatgehalte van de Schelde belangrijk hoger dan dat van de Rijn en de Maas.

X) Waarnemingen van de chloriniteit van de Westerschelde zijn echter uit deze periode niet bekend.

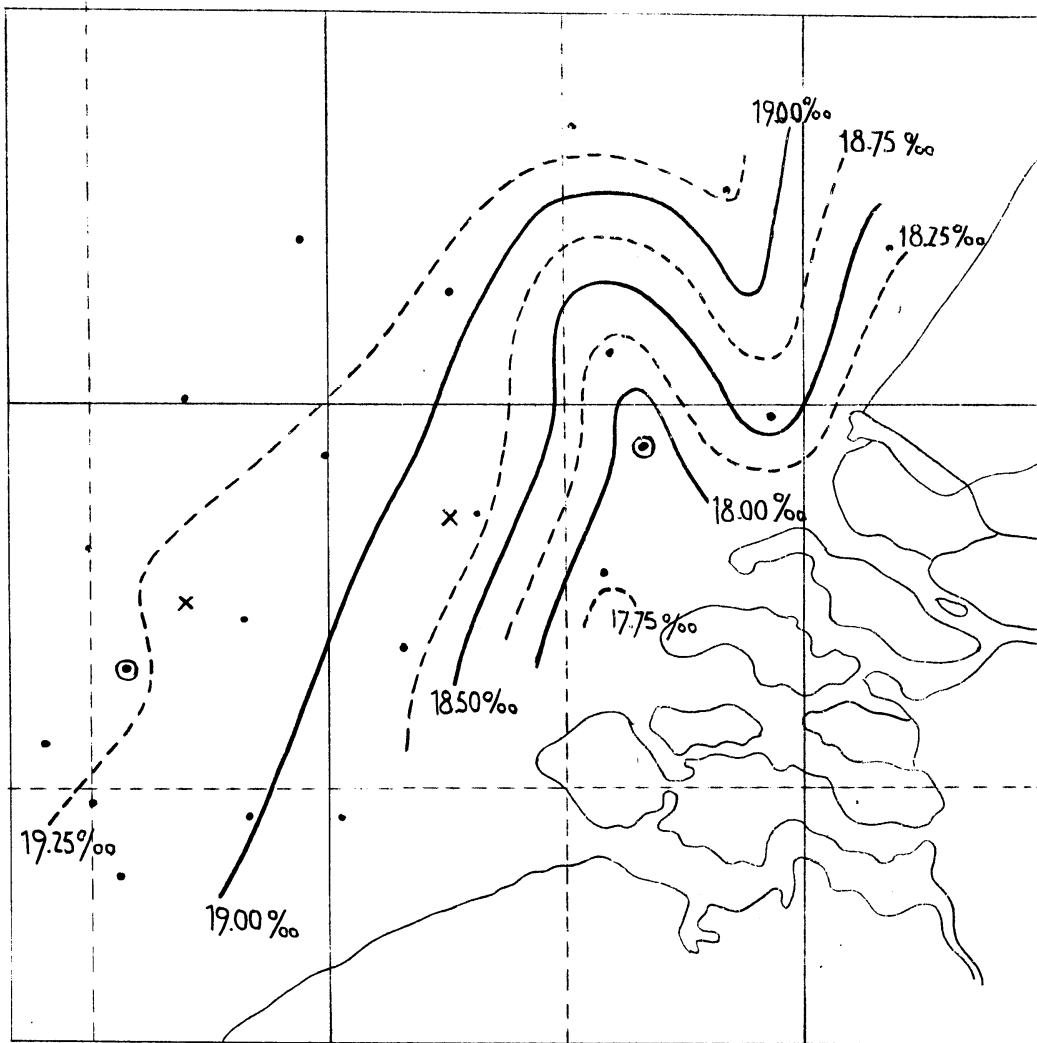
LITTERATUUR:

- (1) Hydrographical Observations 1957 - Ministry of agriculture, fisheries and food, Fisheries Laboratory, Lowestoft.
- (2) Meteorologische en oceanografische waarnemingen verricht aan boord van Nederlandse lichtschepen in de Noordzee - jrg.9, 1957 - K.N.M.I. De Bilt, 1959.
- (3) R. Dorrestein, An electrical recorder of salinity and water temperature for use at sea - Internat. Hydrogr. Rev. XXXIII (2) 1956, pp 177-189
- (4) R. Dorrestein, Een registrerende zoutgehalte- en temperatuurmeter voor gebruik op zee - KNMI Meded. en Verh. No. 59, 1954, pp 387 - 402.
- (5) Dr. Ir. J. van Veen, Het Deltaplan en zijn verschillende facetten II - De Ingenieur 68 - 20, 18 mei 1956, A 243-248.
- (6) H. Postma, Hydrobiologisch Instituut, afdeling Delta-onderzoek. Opzet van het hydrografisch onderzoek. (Intern rapport).



26/3 - 31/3 • „Sir Lancelot“
 opp. temperatuur × Batavierlijn
 ⊙ Lichtschepen

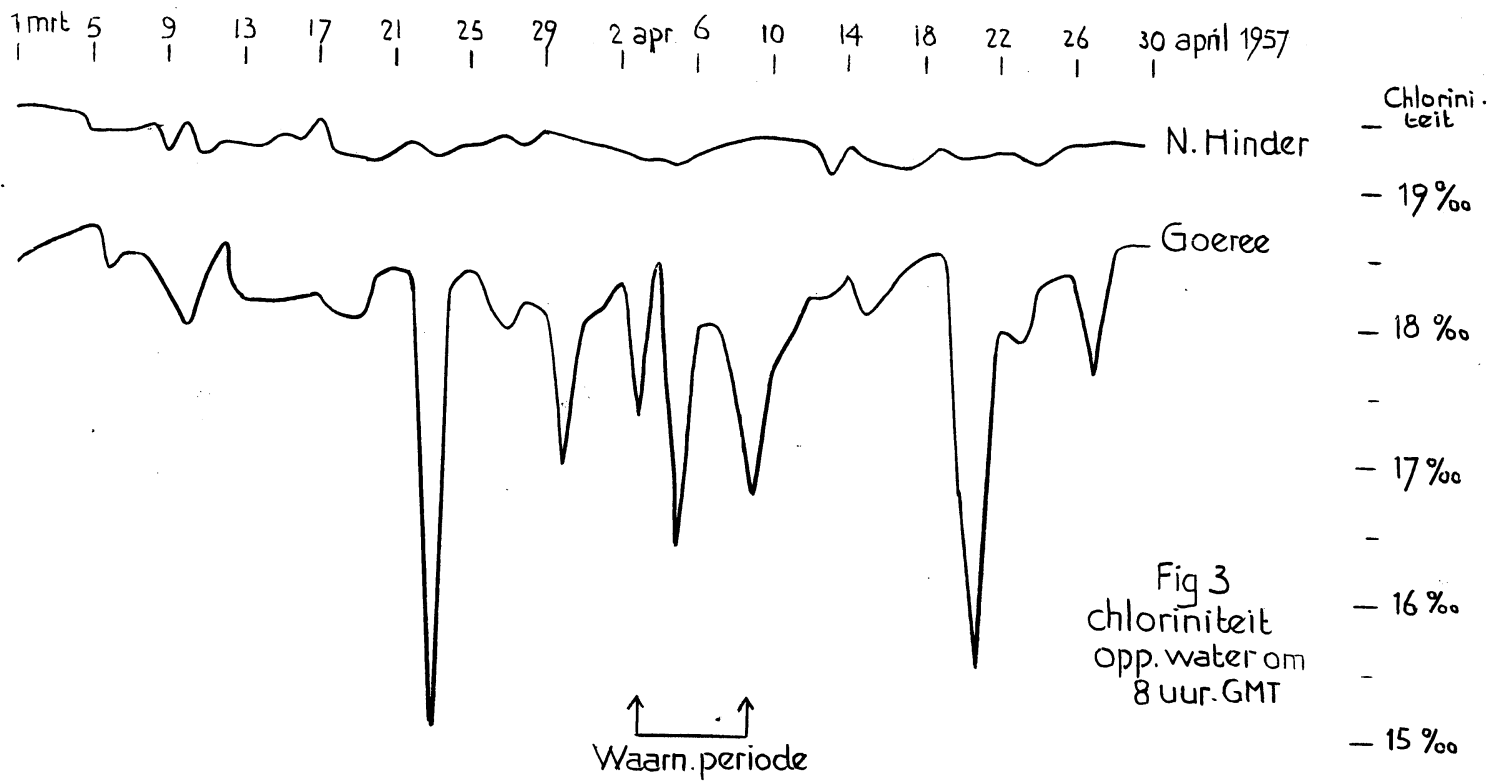
Fig 1



Chloriniteit oppervlakte

Fig 2

- "Sir Lancelot"
- 26/3 - 31/3
- x "Batavierlijn"
- ⊙ Lichtschepen



Chloriniteit in ‰

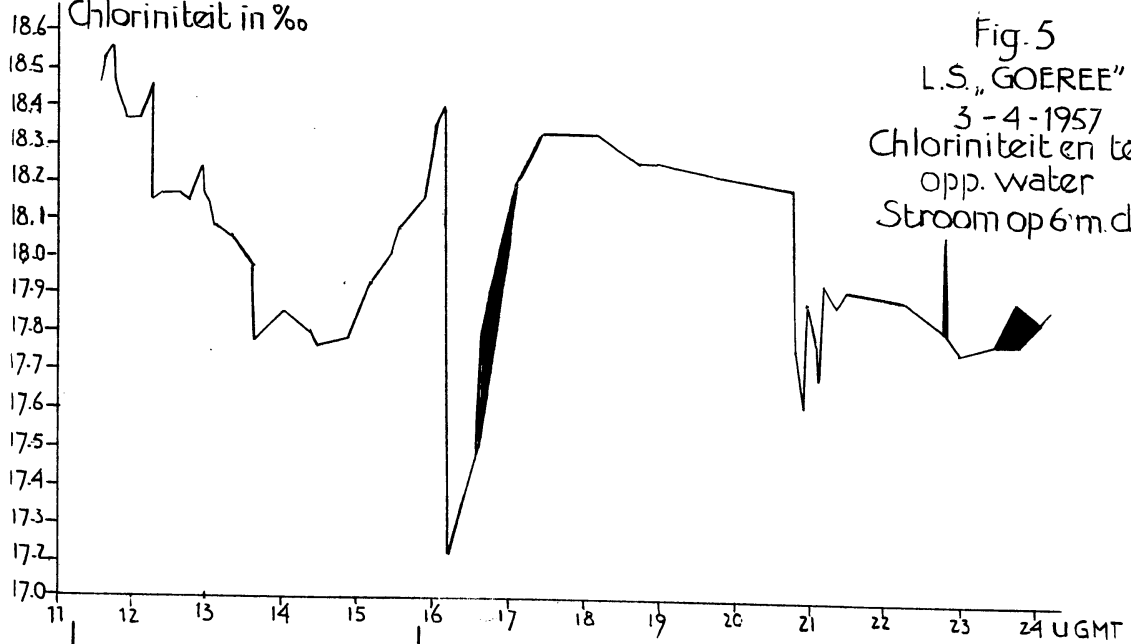


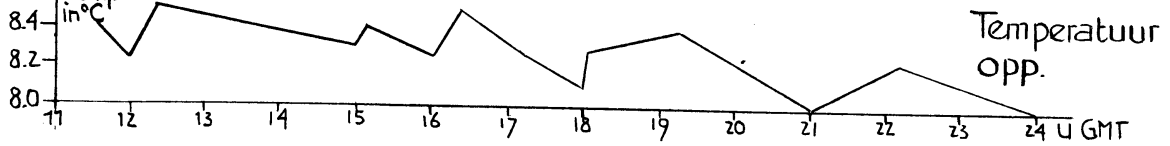
Fig. 5
L.S. „GOEREE”
3-4-1957
Chloriniteit en temp.
opp. water
Stroom op 6 m. diepte

L.V.V. HOEK v. HOLLAND

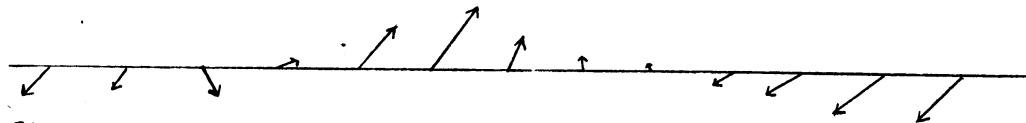
H.W. HOEK v. HOLLAND

L.V.V. HOEK v. HOLLAND

temp.
in °C



Temperatuur
opp.



Stroom (uurgemiddelde)
→ = 1 zeemijl/uur

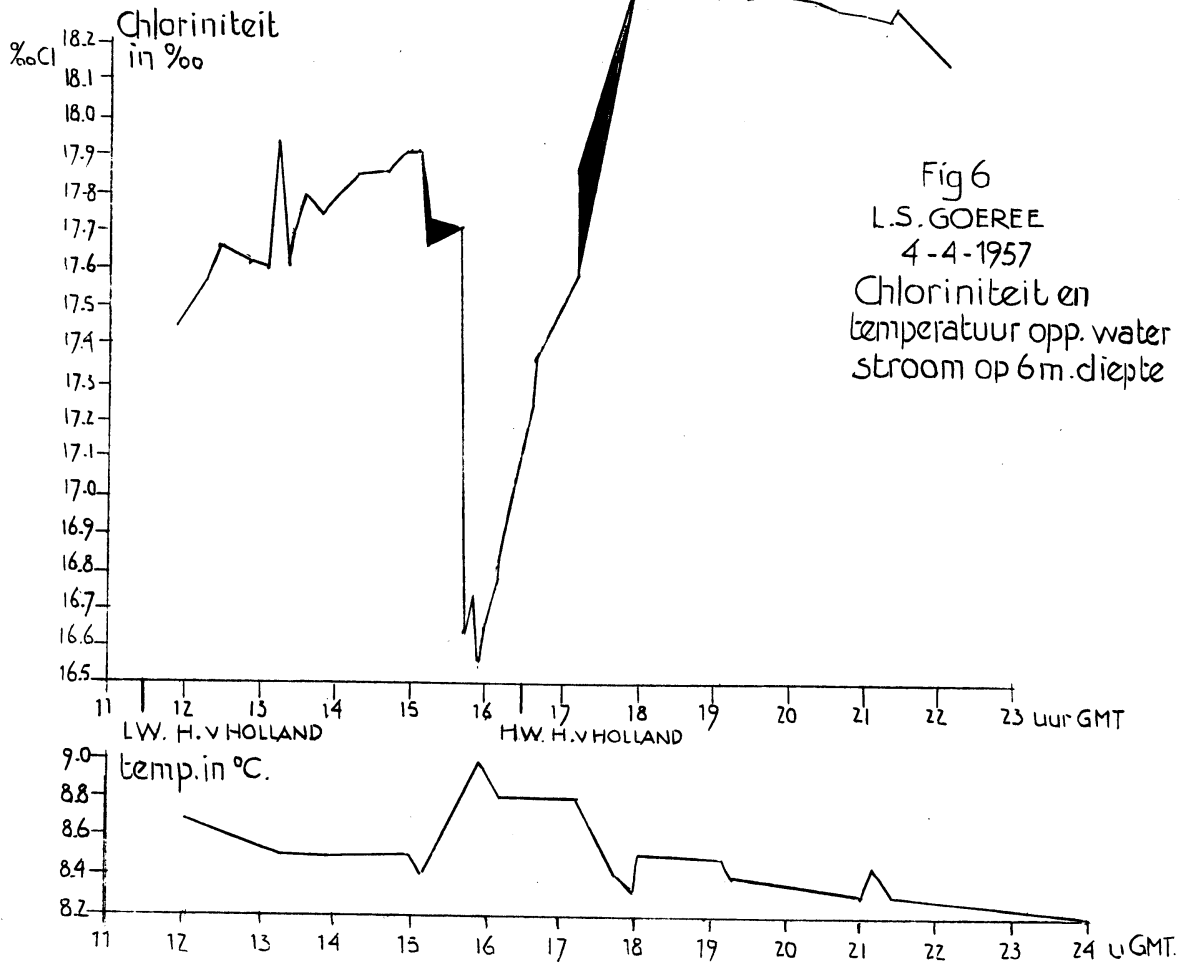


Fig 6
L.S. GOEREE
4-4-1957
Chloriniteit en
temperatuur opp. water
stroom op 6 m. diepte

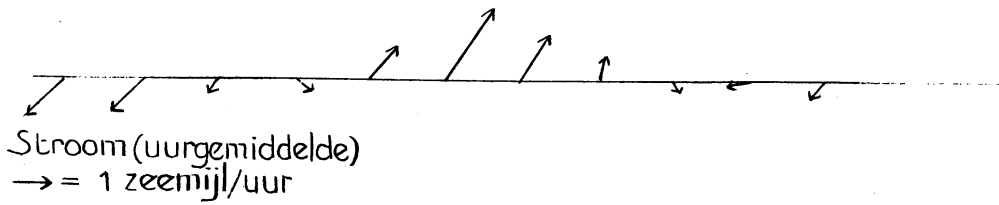


Fig 7

L.S. "GOEREE"

5-4-1957

Chloriniteit en temperatuur
opp. water stroom op 6 m. diepte

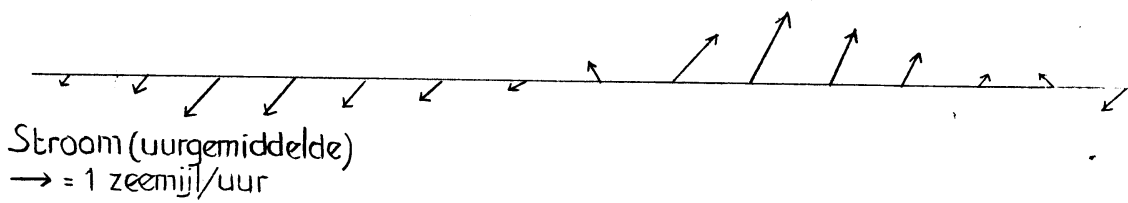
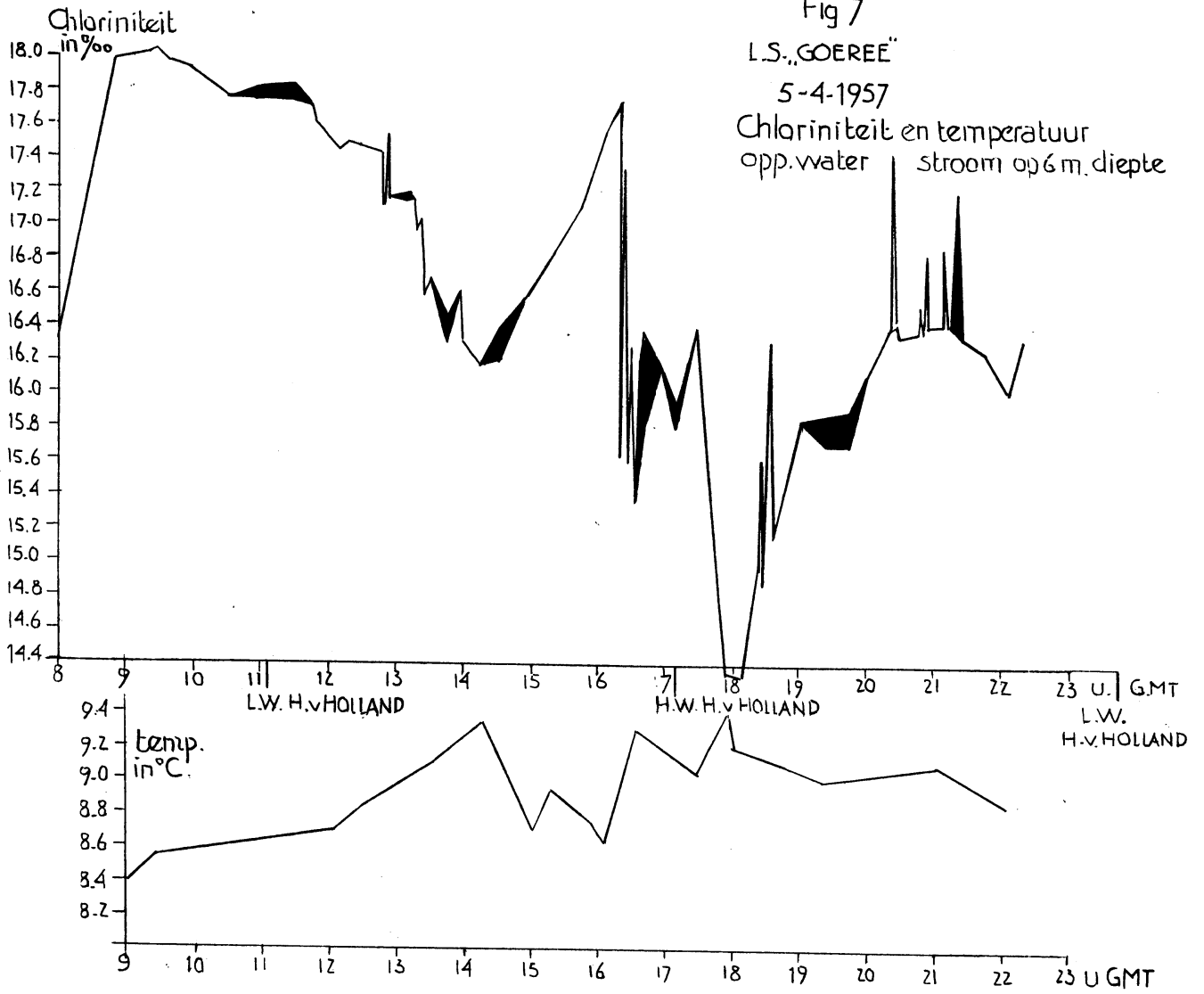


Fig 9
L.S. GOEREE "

7-4-1957

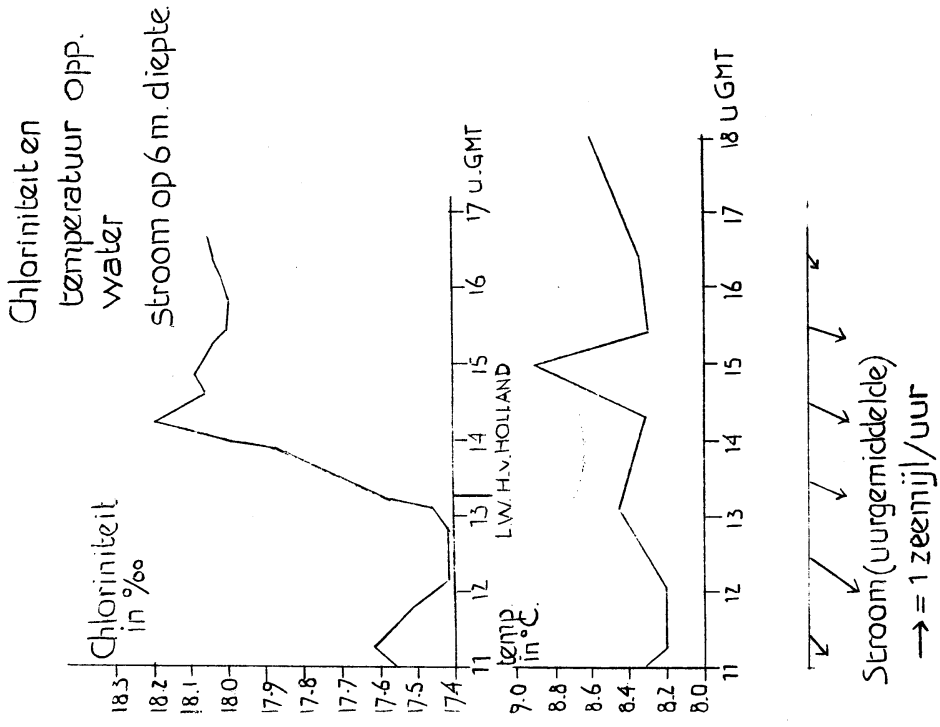


Fig 8

L.S. GOEREE
6-4-1957

Chloriniteit en
temperatuur opp.
water
stroom op 6 m. diepte

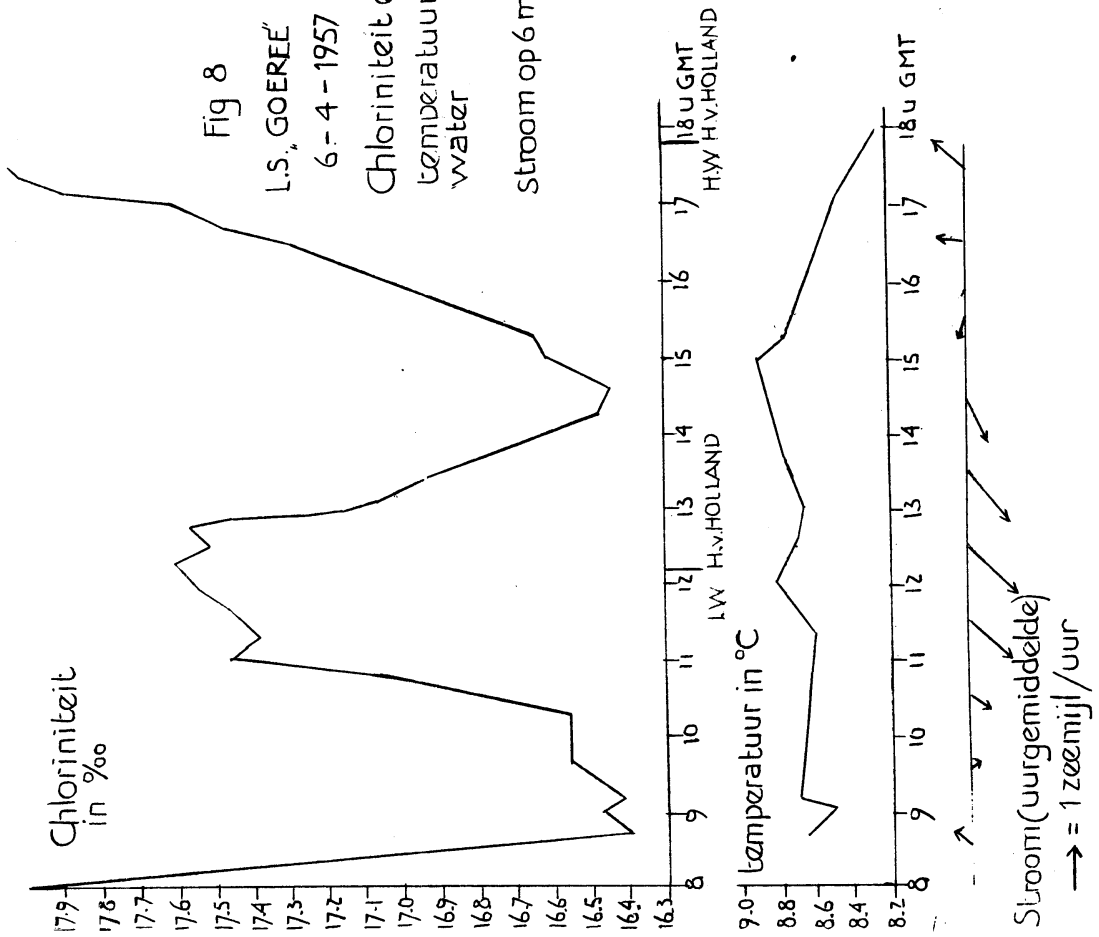
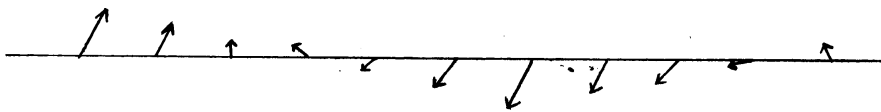
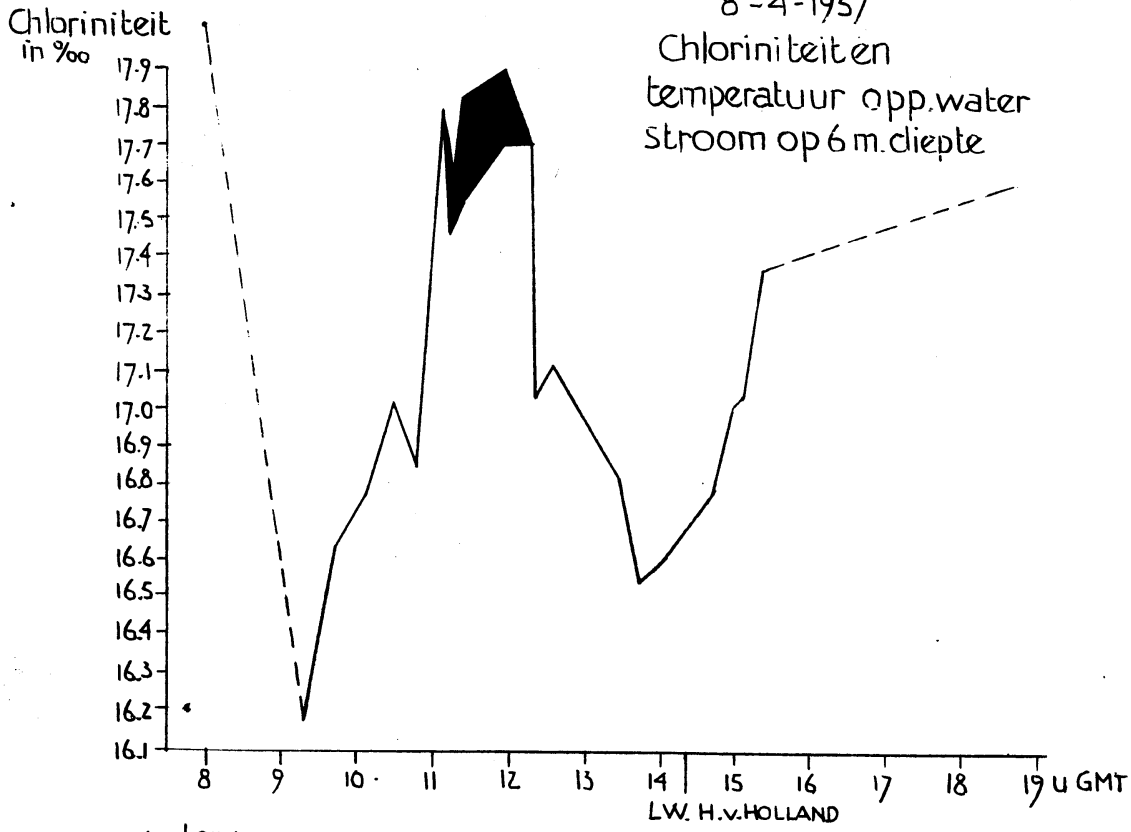
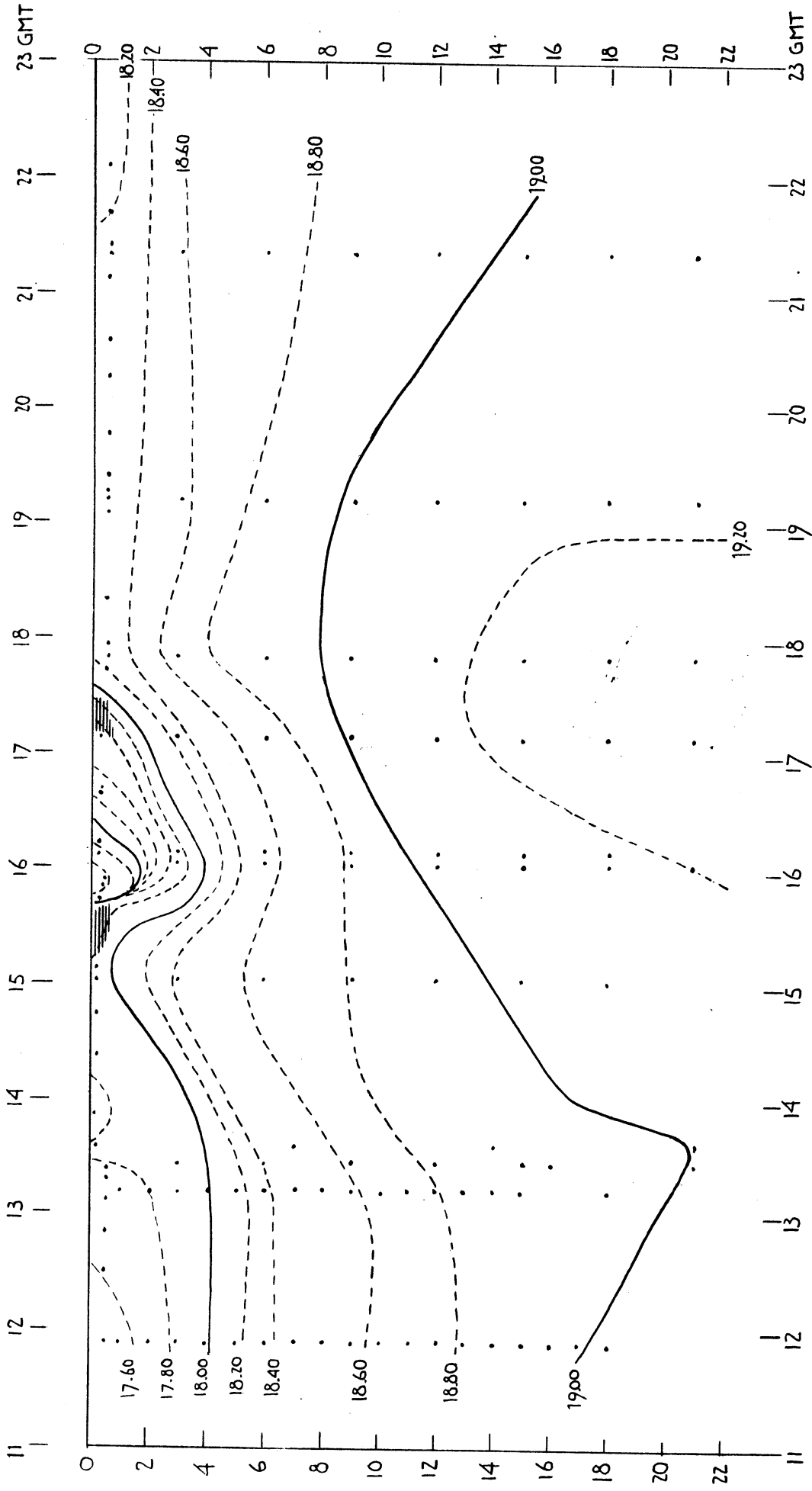


Fig 10
 L.S. "GOEREE"
 8-4-1957

Chlorinitäten
 temperatuur opp. water
 stroom op 6 m. diepte



Stroom (uurgemiddelde)
 → = 1 zeemijl/uur



L.W.
Hoek v. Holland

H.W.
Hoek v. Holland

Fig 11

L.S. Goeree
4-4-1957

Chloriniteit ‰

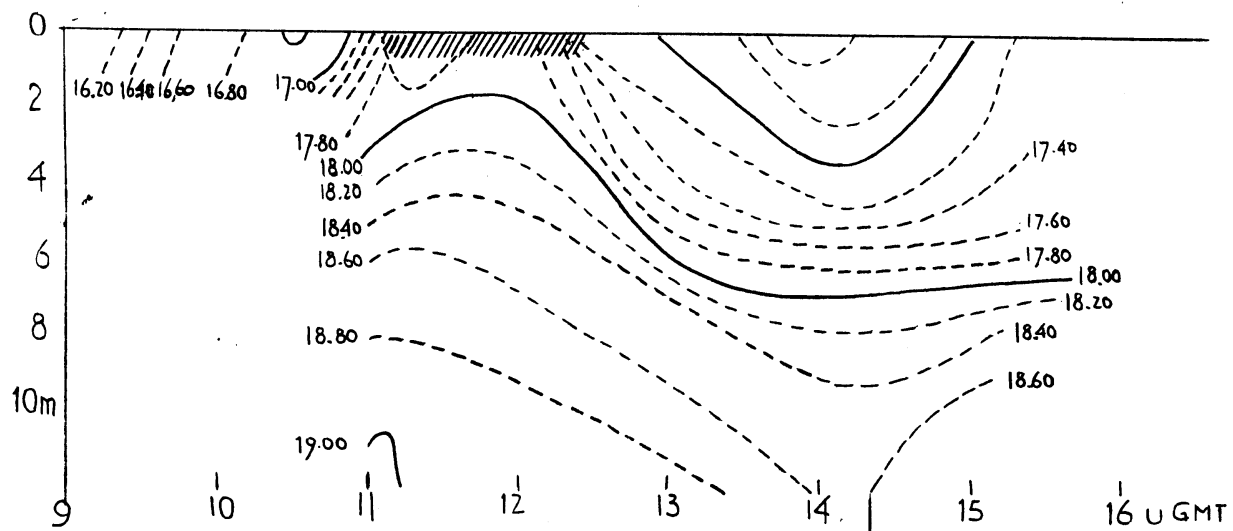


Fig 12
 L.S. GOEREE
 8-4-1957
 Chloriniteit in ‰

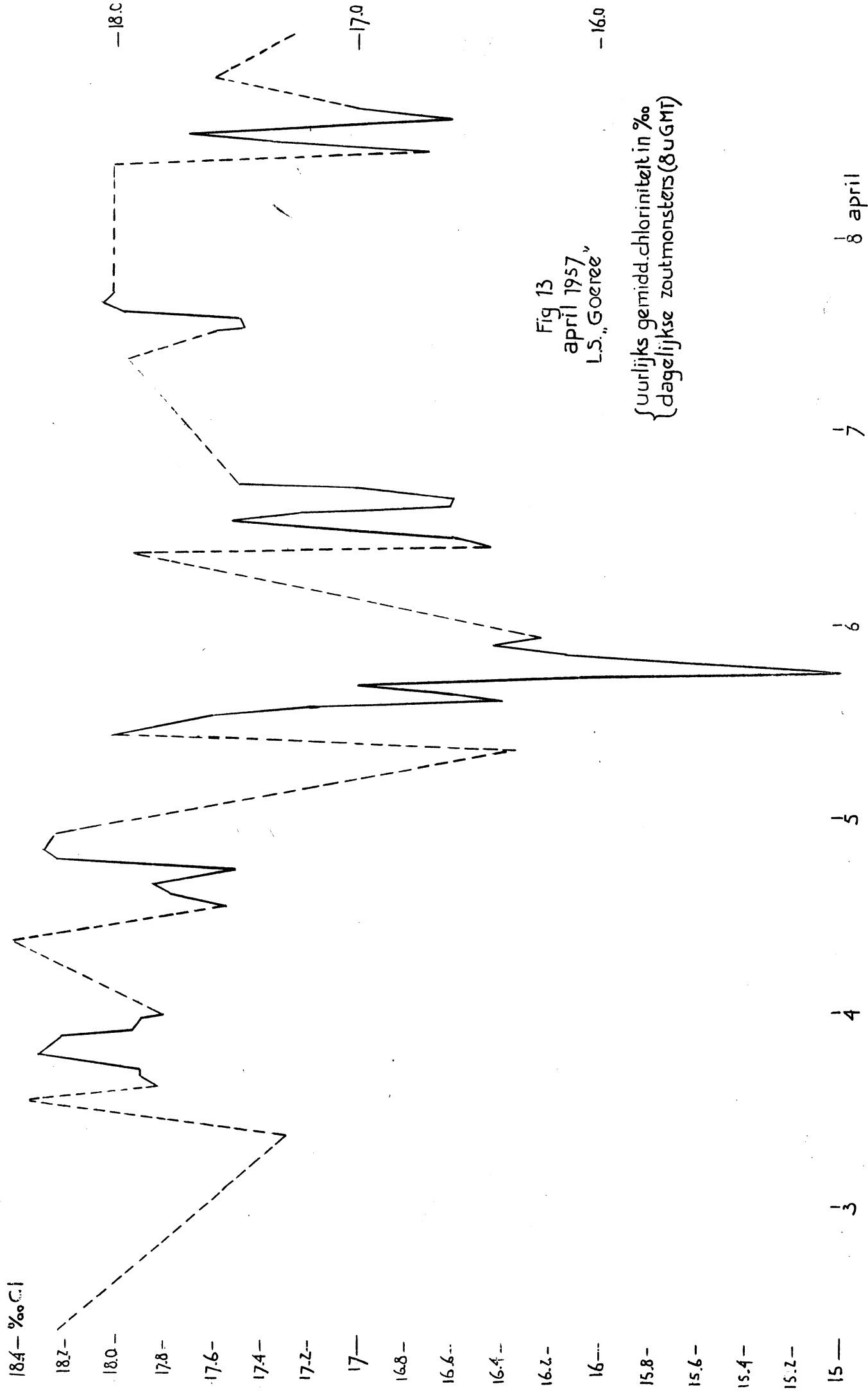


Fig 13
 april 1957
 L.S. "Goeree"

{ uurlijks gemidd. chloriniteit in ‰
 { dagelijkse zoutmonsters (8u GMT)

Bewolking



M



M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

M

2m golfhoogte



om

Wind



F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

F

10°C



Fig 14

LS "Goeree"

april 1957

----- luchttemperatuur

----- zeewatertemperatuur

▨ Bewolking deels ≤ 4/8, deels > 4/8

▩ Bewolking > 4/8 B = buien M = mist

F Windrichting en Windkracht in Bft.

4

5

6

7

8 april

Fig 15

