

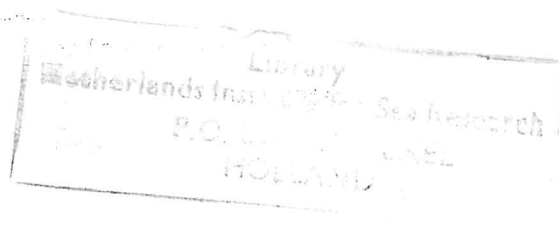
Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen
slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming
van het NIOZ.

Migratie via getijströmen van jonge nonnetjes,
Macoma balthica L., op en rond het Balgzand.

door

J. de Vlas



NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE
PUBLICATIES EN VERSLAGEN

nummer 1973 - 14

Migratie via getijstromen van jonge nonnetjes,
Macoma balthica L., op en rond het Balgzand

door

J. de Vlas

intern verslag

over

werkzaamheden verricht als doctorale studie

in het tijdvak januari - mei 1971

aan

het NIOZ op Texel

voor

Prof. Dr. G.P. Baerends

Zoölogisch Laboratorium

Rijksuniversiteit, Groningen

onder supervisie van

Dr. J.J. Beukema

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN

nummer 1973 - 14

Migratie via getijstroken van jonge nonnetjes,
Macoma balthica L., op en rond het Balgzand.

door
J. de Vlas

Intern verslag

INHOUD

1. Summary	2
2. Inleiding	2
3. Doel van het onderzoek	4
4. Onderzochte jaarklasse, tijd en plaats van onderzoek.	4
5. Nonnetjes in getijstroken	4
5.1. Vistechniek	4
5.2. Het uitzoeken van de monsters	8
5.3. Visplaatsen en data	9
5.4. Afgrenzing van de onderzochte leeftijdsgroep	10
6. Vangsten bij de Vangdam	11
6.1. Het vangstverloop gedurende eb en vloed	11
6.2. Het verband tussen visdiepte en vangstgrootte	12
6.3. Het vangstverloop van voorzomerbroed tussen december 1970 en mei 1971	13
6.4. Factoren die mogelijk van invloed waren op het migratieverloop	14
7. Berekening van de seizoensafvoer van nonnetjes op het Balgzand via de geul door de Vangdam	18
7.1. Emigratie-berekening	18
7.2. Immigratie-berekening	20
7.3. Netto migratie	20
7.4. Samenvatting van resultaten bij de Vangdam.	21
8. Vangsten in getijstroken in de omgeving van het Balgzand	21
8.1. Migratie-banen	21
8.2. Vangsten; visplaatsen en data	22
8.3. Vangstresultaten	22
8.4. Migratieduur en het totale bestand op één ogenblik	23
8.5. Samenvatting van de migratiegegevens over de visplaatsen in de omgeving van het Balgzand	25
9. Rekrutering van jonge nonnetjes door immigratie	25
9.1. Plaatsen en data	25
9.2. Bemonstering van het Balgzand	26
9.3. Bemonstering van het Molengat	27

9.4. Een vergelijking tussen aanvoer en rekrutering	
in het Molengat	28
9.5. Konklusies	29
10. Literatuur	29
11. Overzicht van tabellen, kaartjes en grafieken .	29

1. SUMMARY

Transport of the bivalve Macoma balthica (L.) by tidal streams has been measured during the period January to May 1971 in the Balgzand area. High numbers of Macoma could be captured in plankton nets suspended from an anchored vessel at various depths in tidal streams. All Macoma were from the 1970 yearclass. Top numbers were observed in February and March.

In the main draining channel of the Balgzand, Macoma numbers per m^3 during ebb tide were invariably higher than during flood tide. There was an estimated net transport from the higher part of Balgzand of $3 \cdot 10^8$ Macoma individuals. This is about 50% of the number of 1970-Macoma present in this area during the autumn of 1970. The high numbers found in the water in the Marsdiep, Molengat, and Schulpengat suggest that the Macoma are transported during a number of tides before they settle definitively.

Settling of Macoma of the 1970-yearclass during the spring of 1971 has been observed at both stations where numbers per m^2 were followed during the migration season, viz. Molengat (at about 8m. depth) and Malzwin (an exposed tidal flat). This settlement of half-year old Macoma contributed more to the population at these stations than the initial spat fall during the summer of 1970.

2. INLEIDING

Migratie van het nonnetje, Macoma balthica L., is al vele jaren geleden geconstateerd. In 1950 zag Swennen (SWENNEN, 1955) hoe jonge nonnetjes van bijna een jaar oud in een priel op het wad bij afgaand tij voorbij dreven, zwevend in het water. Hun schelpen stonden een beetje open, de voet stak er uit, en hun sipho was ingetrokken.

SEGERSTRALE (1927) vermoedde migratie van ondiepe naar diepe delen van de Oostzee op grond van de afwezigheid van alleen jonge exemplaren in de diepe delen. Het ging hierbij om verplaatsingen over enkele honderden meters; een afstand die de dieren in de loop van hun leven eventueel kruipend zouden kunnen afleggen.

Bij het vissen met fijnmazige netten in getijstroken rond het Balgzand werden tijdens NIOZ-cursussen mariene biologie zo nu en dan jonge nonnetjes gevangen (cursus-gegevens van diverse jaren). Hier waren dus soms jonge nonnetjes aanwezig die zich verplaatsten met getijstroken. Het ging daarbij, net als bij de waarneming van Swennen om levende, zo te zien gezonde exemplaren van minder dan een jaar oud.

Gegevens van Beukema (mond. med.) over de populatie-opbouw van het nonnetje op het wad van het Balgzand wijzen op een opvallend verspreidingspatroon. Terwijl op het hoge slikwad langs de Noordhollandse kust jaarlijks een sterke broedval plaats vindt, is dit op andere plaatsen nauwelijks het geval. Broed maakt hier vaak een gering deel van de populatie uit, en kan zelfs jaar in, jaar uit een kleinere jaarklasse vormen dan de jaarklassen van 2,3 en meer jaren oud. Toch is de populatiedichtheid van oudere nonnetjes op het hoge slikwad in dezelfde orde van grootte als die op andere, zandiger plaatsen.

Terwijl op het hoge slikwad in de loop van de winter meer dan 90% van het broed van de voorafgaande zomer verdwijnt (het gaat hier om ca. 900.000.000 exemplaren), is dat op zandiger plaatsen niet het geval. Zelfs werd in de afgelopen jaren plaatselijk op het Balgzand enige vooruitgang van de jongste jaarklasse in de loop van de winter gekonstateerd. Dit is, gegeven een zekere mortaliteit van de dieren, alleen maar te verklaren door aanvoer van jonge dieren van elders.

Om na te gaan, of mogelijk zo veel jonge dieren van het hoge slikwad met getijstroken werden vervoerd naar andere plaatsen, dat zowel de aantalsafname op het hoge slikwad als de toename op andere plaatsen verklaard kon worden, werd in 1969 en 1970 gevist in de geul, die bij eb het meeste water afvoert van het hoge slikwad (BRINKS, 1970). Er bleken in de maanden februari tot april grote aantallen jonge nonnetjes in het water aanwezig te zijn. Ook in andere maanden werden jonge nonnetjes in dit water aangetroffen. Het ging dan echter om hetzij zeer veel kleinere aantallen, hetzij om zeer kleine exemplaren. Dit laatste was voornamelijk in de zomer het geval.

De vangstresultaten van Beukema en Brinks in de wintermaanden van 1969 en 1970 gaven nog geen afgerond beeld van omvang, duur en verloop van deze verplaatsingen. Het leek daarom de moeite waard, die nader te onderzoeken. In combinatie hiermee is op enkele plaatsen nagegaan of inderdaad sprake was van immigratie van jonge nonnetjes naar zandige plaatsen in de loop van de migratie-periode.

Bij het onderzoek is een aantal mensen van het N.I.O.Z. betrokken geweest.

Dank ben ik verschuldigd aan mijn coach, de heer J.J. Beukema. Hij toonde veel belangstelling voor het onderzoek, en had altijd tijd om plannen door te praten en de resultaten kritisch te bezien.

Verder dank ik de heer C. Swennen voor zijn suggesties en hulp, en de begeleiders van de Ephyra, met wie ik plezierig samengewerkt heb. Vooral de hulp van de heer L. van Loosen, die mij bekwaam en met veel toewijding hielp bij het vissen, heb ik zeer op prijs gesteld.

3. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het doel van het onderzoek kan als volgt worden samengevat:

- Het aantonen van een netto transport van jonge nonnetjes, afkomstig van de hoge delen van het Balgzand, naar andere plaatsen.
- Het kwantificeren van dit transport.
- Het aantonen van vestiging van jonge nonnetjes door migratie op plaatsen waar geen of weinig broedval plaats vond.

Verder zijn gegevens verzameld om tot een indruk te komen van de verspreiding en de dichtheden van nonnetjes in verschillende getijstromen in de omgeving van het Balgzandgebied.

4. ONDERZOCHE JAARKLASSE, TIJD EN PLAATS VAN ONDERZOEK

Onderzocht werd de migratie van dieren, afkomstig van het Balgzand en behorend bij jaarklasse 1970. Het ging hierbij in het bijzonder om dieren, die in de voorzomer van 1970 geboren waren op het hoge slikwad van het Balgzand. Dit gebied is aangegeven op kaartje 1.

Het veldwerk werd verricht in de periode van januari tot half mei 1971. Aanvullende migratie-gegevens werden verzameld door Beukema in het najaar van 1970 en de zomer van 1971. Ook de bodembemonstering van 9 februari en 24 mei 1971 is door hem uitgevoerd.

Verder dienden de in het doktoraalverslag van H. Brinks vermelde gegevens mede als achtergrond bij dit onderzoek. Een deel ervan is in dit verslag verwerkt, ter vergelijking met de onderzoeksresultaten van 1971.

5. NONNETJES IN GETIJSTROMEN

5.1. Vistechniek

Door te vissen in eb- en vloedstromen werden de concentraties van de daarin aanwezige nonnetjes bepaald. Hierbij werd steeds gebruik gemaakt

van de "Ephyra"; onderzoekingsvaartuig van het N.I.O.Z. Dit schip werd voor anker gelegd op de gewenste visplaats, waarna één of twee netten in het water werden gehangen. Het door de stroming van eb en vloed meegevoerde materiaal werd daardoor uit het water gezeefd.

Elk net bestond uit een metalen hoepel met een doorsnede van 1 m^2 , waaraan een net van Saraangaas bevestigd was.

Dit net van Saraangas was ongeveer 10 meter lang, en liep vanaf de opening van 1 m^2 geleidelijk toe in een smal, open uiteinde met een doorsnee van ca. 20 cm. De maaswijdte was ca. 1,1 mm. Voordat het net te water gelaten werd, werd het uiteinde ervan met een stuk touw stevig dichtgebonden.

Vanaf de hoepel liepen vier touwen van ca. 1 m. lengte naar het bevestigingspunt van de staalkabel, waarmee het net te water gelaten kon worden.

Om de opening van het net verticaal in de stroom te houden werd aan de onderzijde van de hoepel een gewicht van 25 kg. gehangen, terwijl aan de bovenzijde een met lucht gevulde blaas met een doorsnee van ca. 50 cm. werd bevestigd. Deze blaas werd met de hoepel verbonden door een touw. Door de lengte van het touw te variëren kon de diepte waarop gevestigd werd, geregeld worden. Door de stroom werd het net open gehouden, en het doorstromende water gezeefd. (Zie fig. 1).

In hoeverre de visdiepte in de praktijk overeen kwam met de lengte van dit touw werd op 22 januari gecontroleerd met een DENTHOS dieptemeter. De werking hiervan werd van te voren gecontroleerd door de meter vanaf het schip rechtstandig in het water naar beneden te laten zakken.

De meter werd midden voor de opening van het net bevestigd, op de plaats waar de staalkabel met de vier touwen verbonden was. De visdiepte bleek tijdens het vissen overeen te komen met iets meer dan de lengte van het touw aan de blaas, wat wil zeggen, dat het net vrijwel verticaal onder de blaas in het water hing. Dit bleek op 1 april ook, toen een poging werd gedaan om vlak boven de bodem van een geul te vissen. Bij vallend tij kwam het net juist op de bodem terecht; het dreef bij het uitgooien wel met de stroom mee, maar bij het inhalen kwam een grote hoeveelheid bodemmateriaal in het net terecht.

De diepte van de geul werd bepaald met het echolood van de Ephyra.

De staalkabel waaraan het net bevestigd was, werd bij het vissen ca. 80 meter gevierd, zodat het net ongeveer 70 à 80 meter achter het schip in het water kwam te hangen. Voor het schoonmaken van het net kon de hoepel tot boven het achterdek ingehaald worden met behulp van een

motorlier.

De vangst was steeds in het uiteinde van het net opgehoopt. Boven een emmer werd dit uiteinde geopend. De inhoud werd door schudden en uitspoelen met water zorgvuldig in de emmer overgebracht.

De hoeveelheid materiaal, die op deze manier verkregen werd, varieerde van enkele ml tot enkele liters, zonder water gemeten. De per tijdseenheid gevangen hoeveelheid was sterk afhankelijk van visplaats, datum en stroomsterkte.

Gedurende één tij (eb of vloed) werd op één visplaats een aantal malen gevist, steeds gedurende een korte periode, variërend van 5 - 30 minuten; meestal 10 minuten. In dit verslag wordt één zo'n visperiode "trek" genoemd, en het per trek uit het water gezeefde materiaal "monster".

Het verloop van de intensiteit van de migratie van nonnetjes gedurende een tij kon op deze manier bepaald worden.

De tijdsduur van een trek werd onder andere bepaald door de snelheid waarmee de mazen van het net dichtslibden door wier (door de bemanning van de Ephyra "zeep" genoemd). Dit was vooral in de maanden april en mei het geval. Dit had tot gevolg dat het net ging "blazen" ("spuwen"), dwz geen water meer doorliet, zodat het onbruikbaar werd. Wanneer dit het geval was, werd het net steeds opgehaald voor het dichtsloeg. Met een sterke waterstraal werden de mazen weer schoongespoten voor de volgende visperiode. Circa 5 minuten per trek werd daarbij als minimum aangehouden. In die tijd kwam dichtslaan vrijwel niet voor.

Verder waren de vangsten van nonnetjes over het algemeen zodanig, dat met 2 - 4 trekken (van ca. 10 minuten) per uur een goed beeld verkregen werd van de intensiteit en het intensiteitsverloop van de migratie per tij. De tijd, die nodig was om de monsters uit te zoeken maakte het overigens onmogelijk, meer vangsten te verwerken.

De tijd, die nodig was voor het vieren en het inhalen van het net, beide ongeveer een halve minuut, werd gedeeltelijk bij de vistijd gerekend. Bij het vieren van het net werd waarschijnlijk weinig gevangen, omdat het dan met de stroom mee dreef. Het inhalen zou een relatief grote vangst ten gevolge kunnen hebben, ware het niet, dat het net hierbij minder diep in het water kwam te liggen, wat weer een minder grote vangst op zou leveren. (Zie 6.2). Het netto effect komt waarschijnlijk dichtbij normaal vissen gedurende de tijd van inhalen.

De tijd van inhalen werd daarom als vistijd meegerekend, de tijd van vieren niet. Bij kleine onregelmatigheden bij vieren of inhalen (vooral bij korte vistijden van invloed op de vangst) werd de genoteerde

vistijd in overeenstemming met de omstandigheden gekorrigeerd. Vrijwel steeds verliep het vieren en inhalen echter zonder problemen.

Bij een stroomsnelheid, kleiner dan ongeveer $\frac{1}{2}$ m/sec. werd meestal niet gevist; het vieren van het net gaf dan vaak problemen doordat het niet goed wegdreef, terwijl de migratie van nonnetjes bij deze stroomsnelheden vrijwel nihil bleek (zie 6.1).

Een aantal malen werd met twee netten tegelijk gevist. Dit bleek niet altijd te kunnen, daar het anker van het schip bij grotere stroomsnelheden daarbij niet genoeg houvast bood, om het op zijn plaats te houden. Het was dan noodzakelijk, de twee netten vlak na elkaar in plaats van tegelijkertijd in het water te hangen.

De stroomsnelheid van het langsstromende water werd gemeten met een Savonin-rotor. Zie voor de ijkgrafiek voor de combinatie met de gebruikte registratie-apparatuur het verslag van Brinks (BRINKS, 1970).

Deze rotor werd aan de zijkant van het schip, verzwaaard met een gewicht van 25 kg., rechtstandig naar beneden gelaten aan een staalkabel tot een diepte van 5 meter, wat overeenkomt met de doorgaans gebruikte visdiepte. Variëren van de diepte van de stroommeter gaf overigens slechts kleine verschillen in stroomsnelheid te zien.

In hoeverre het feit, dat bij grotere stroomsnelheden de meter schuin in het water kwam te hangen (tot een hoek van 60° ten opzichte van de horizon, in plaats van 90°) het meetresultaat beïnvloedde, is niet bekend. Door de bouw van de meter is de hierdoor veroorzaakte afwijking waarschijnlijk klein ten opzichte van de gemeten waarden.

Enkele malen werd de gemeten stroomsnelheid gecontroleerd door de tijd te meten die in het water zwevende voorwerpen nodig hadden om bij windstil weer langs het schip te drijven. Deze kwam goed overeen met de snelheid die de rotor op dat moment registreerde.

Storingen in het functioneren van rotor en bijbehorende afleesapparatuur kwamen regelmatig voor, zich doorgaans uitend in onregelmatig tikken van het registratie-apparaat en het terugvallen van de aangegeven stroomsnelheid tot ongeveer $\frac{2}{3}$ van de daarvoor aangegeven waarde. Vaak waren deze storingen, hoewel frequent, van korte duur (enkele minuten). Een enkele keer moest de stroomsnelheid herleid worden uit deze te lage stand. Verandering van de ligging van de elektrische leidingen aan de rotor verhielpen het euvel soms.

De storingen konden niet blijvend verholpen worden. Zij hebben het onderzoek echter niet geschaad.

5.2. Het uitzoeken van de monsters

Kleine monsters, tot enkele honderden cc, werden in hun geheel uitgezocht. Het materiaal werd daartoe in kleine porties in een platte schaal van 35 bij 45 cm gebracht, zodat de bodem daarvan ongeveer voor de helft bedekt was met materiaal. Er werd daarbij zoveel water toegevoegd, dat dit materiaal ongeveer 1 cm onder water lag. De gebruikte schalen hadden een witte bodem. Het gebruik van een schaal met een zwarte bodem werkte minder plezierig.

Grof materiaal, zoals lappen zeersla en dergelijke werden eerst verwijderd. Onder een lamp werd de rest uitgezocht. De gevonden nonnetjes werden per monster geteld en bewaard. Voor grotere monsters was het doorzoeken van alle materiaal in een monster te tijdrovend.

Ten opzichte van het andere materiaal in de monsters (vis, kreeft-achtigen, ribkwalletjes, wieren, wormen, veen-achtig materiaal enz.) bleken de nonnetjes steeds relatief zwaar. Dit bleek, wanneer het monster in een emmer water werd gebracht, en vervolgens geroerd werd. Wanneer de emmer leeggegoten werd, voordat het meeste materiaal bezonken was, bleken de meeste nonnetjes, samen met fijne schilfertjes veen-achtig materiaal, al op de bodem te liggen.

Een dergelijke methode werd bij het uitzoeken van grotere monsters gebruikt, met dit verschil, dat het proces van afgieten en bijvullen (afhankelijk van de grootte en de aard van het monster) enkele 10-tallen keren, herhaald werd. Op deze manier kon het meeste lichtere materiaal in een monster effectief verwijderd worden. Regelmatig werden steekproeven gedaan om na te gaan, of op deze manier inderdaad geen nonnetjes verloren gingen, door ook een deel van het zo afgegoten materiaal uit te zoeken. Wanneer de monsters langer dan enkele uren geleden gevestigd waren bleek deze methode zeer betrouwbaar. Over het algemeen werden in het afgegoten materiaal geen nonnetjes aangetroffen, soms één of enkele % van het in het residu aangetroffen aantal.

Bij kort tevoren geviste monsters, vooral wanneer zij nog in een emmer zout water zaten, leek de relatieve zwaarte van de nonnetjes iets kleiner. Voor het decanteren werd dit zoute water daarom door zoet vervangen, en het afgieten gebeurde extra voorzichtig en met kleiner porties tegelijk.

In een aantal gevallen werd tevens gebruik gemaakt van een grove zeef met mazen van ca 7 mm. Deze zeef paste precies in een grote plastic bak van 40 x 25 x 25 cm, die met water gevuld werd (zie fig. 2). De zeef kon met twee handvaten in de bak op en neer bewogen worden tot minimaal

ongeveer 7 cm boven de bodem van de bak. Door dit enige tijd vol te houden kon relatief gro^o materiaal en draadvormige wieren uit de monsters verwijderd worden. Het fijnere materiaal, inclusief de nonnetjes, zakten door de mazen. Dit materiaal was daarna gemakkelijker te decanteren volgens de hierboven beschreven methode. De nodige voorzichtigheid was geboden om er zeker van te zijn, dat geen nonnetjes op de zeef bleven liggen tussen ander materiaal. Het gebruik van de zeef was daarom slechts bij een klein deel van de monsters tijdsbesparend.

Voor zover het niet mogelijk was, monsters kort na het vissen uit te zoeken werden ze in plastic zakken in een 0^o kast bewaard, meestal enkele dagen, soms enkele weken of nog langer. Voor het uitzoeken van de nonnetjes was bewaren geen bezwaar; zelfs als de dieren al verrot waren, bleven lege schelpjes gemakkelijk te vinden. De schelphel^lten bleven aan elkaar verbonden. Andere dieren in het monster werden op den duur onherkenbaar.

Gedurende de eerste maanden van het onderzoek, toen de monsters relatief klein waren, werden per monster het aantal garnalen, en soort en aantal vissen en wormen genoteerd. Daar efficiënt uitzoeken van de nonnetjes voorrang had, gebeurde dit later niet meer met ieder monster.

Deze gegevens van andere vangsten zijn wel bewaard, maar in dit verslag niet nader uitgewerkt.

De schelpjes van de uitgezochte nonnetjes werden meestal per monster, soms per monsterserie van eb of vloed van één datum bewaard. Om het vlees van de schelpjes te scheiden is geprobeerd, de dieren te koken in een metalen theezee^fje, dat in een bekerglas kokend water gehangen werd. Deze methode bleek slecht bruikbaar, omdat het vlees meestal aan de schelp vast bleef zitten. Het was dan moeilijk en tijdrovend, vlees en schelp te scheiden zonder de schelp te beschadigen.

Gemakkelijker was het, de nonnetjes per monster zo lang in een 20 cc flesje met water te bewaren tot ze door en door verrot waren. De vleesrestanten kwamen dan los, en konden, daar ze lichter waren dan de schelpjes, met het water weggegooid worden.

De schelpjes werden daarna in kartonnen doosjes droog bewaard.

5.3. Visplaatsen en data

Op 25 data, van eind september 1970 tot en met 12 mei 1971 is gevist in de geul, die bij eb water afvoert van een groot deel van het Balgzand, waarbij het hoge slikwad voor de Noordhollandse kust. In september tot december 1970 werd één maal per maand gevist, vanaf 4 januari 1971 één

of twee maal per week.*

Per visdatum werd meestal gevisd gedurende één eb- en één aansluitende vloedperiode, een aantal malen alleen gedurende een eb-periode.

De visplaats lag ca. 500 meter vóór de monding van de geul in het Marsdiep. De geul is hier ongeveer 100 meter breed en (bij hoog water) ongeveer 10,5 meter diep. Hij loopt hier langs de dijk die de marinehaven van Den Helder aan de oostzijde begrenst (zie kaartje 1). Als oriëntatie bij het voor anker leggen van de Ephyra diende een lichtmast op de dijk. Het schip werd steeds zoveel mogelijk op dezelfde plaats in de geul gelegd.

Deze visplaats wordt in dit verslag aangeduid als "De Vangdam", naar een stenen dam die ten zuiden van de visplaats op het Balgzand aanwezig is.

Op grond van het geulen-verloop op het Balgzand en de stroomrichting bij eb in deze geul kan met zekerheid worden aangenomen dat de geul diende als water-afvoer van het broedvalgebied van nonnetjes (zie ook punt 8.3). Uit stroomsnelheden en stroomrichting bij vloed bleek, dat het vloedwater min of meer met een omtrekkende beweging via andere geulen het Balgzand opstroomt. Dit had konsekwenties voor de berekeningen van migratie-aantallen; zie punt 7.2.

Op 9 data werd op andere plaatsen gevisd. Deze visplaatsen lagen in het Molengat, Westgat, Schulpengat, Marsdiep, Malzwin en Texelstroom. De juiste plaats hiervan is bepaald met behulp van de aanwezige betoning bij de vaargeulen en de Decca-apparatuur aan boord van de Ephyra.

Deze plaatsen lagen zodanig ten opzichte van het Balgzand, dat migrerende nonnetjes van het Balgzand hier door getijstromingen terecht konden komen. Ook hier werd zo mogelijk gevisd gedurende een aansluitende eb- en vloedperiode.

De visplaatsen zijn aangeduid op kaartje 1.

Tabel 1 geeft een overzicht van visplaatsen en data.

5.4. Afgrenzing van de onderzochte leeftijdsgroep

De vangsten omvatten steeds nonnetjes van de voorzomerbroedval van 1970. De grootte van hun schelpen varieerde van 2 tot 8 mm. (zie lengtefrequentieverdelingen grafiek 1).

*De gegevens van 1970 en die van 4 en 11 januari 1971 zijn verzameld door J.J. Beukema.

Vanaf eind maart bleken de schelpen te groeien, wat te zien was door het verschijnen van een lichtezône aan de schelprand.

Vanaf april werden ook kleinere nonnetjes gevangen, in lengte variërend van 1 - 4 mm. Deze bleken in de voorafgaande periode sterk gegroeid te zijn; de vóór de winter gevormde schelptop was meestal korter dan 2mm., vaak zelfs korter dan 1mm.

Verder waren deze exemplaren dunner en doorschijnender dan de grotere, kennelijk oudere nonnetjes zoals ze vanaf januari gevangen waren.

Bij vergelijking van lengtefrequentieverdelingen van de top van de schelpen, zoals die vóór de groei van 1971 gevormd was, met de lengtefrequentieverdelingen van vóór maart 1971 blijkt dat deze kleinere nonnetjes vóór de groeiperiode niet in de monsters aanwezig waren. Vrijwel alle gevangen exemplaren waren namelijk tot maart groter dan 2 mm. (zie lengtefrequentieverdelingen-grafiek 2).

In hoeverre dit mede het gevolg was van selectie door de maaswijdte van het net (ruim 1mm), is niet na te gaan. Maar wel bleek de grootte-opbouw van de populatie migrerende nonnetjes na maart ingrijpend gewijzigd te zijn. Grafiek 3 geeft een vergelijking van de lengtefrequentieverdelingen van de totale lengte van op 11 januari en 13 mei gevangen nonnetjes. Hieruit blijkt dat er veel meer kleinere nonnetjes zijn gaan migreren naast exemplaren van 2 - 8mm, zoals ze vanaf januari gevonden waren.

Op grond van de lengtefrequentieverdelingen werden alleen exemplaren met een schelptop, groter dan 2,5 mm geacht bij de leeftijdsgroep te horen, waarvan ook 's winters exemplaren gevangen werden. Alleen voor deze groep is het migratie-verloop nagegaan tot de datum, waarop migratie van deze dieren vrijwel beëindigd was. De kleinere exemplaren zijn wel geteld, maar niet in berekeningen en overwegingen omtrent migratie-verloop betrokken. De migrerende aantallen van deze dieren nam na maart voortdurend toe, dit in tegenstelling met die van de oudere leeftijdsgroep.

Zeer waarschijnlijk waren de kleine nonnetjes afkomstig van najaarsbroedval van 1970.

6. VANGSTEN BIJ DE VANGDAM

6.1. Het vangstverloop gedurende eb en vloed

De vangst per trek gedurende één tij (eb- of vloedperiode) bleek op alle vangdata sterk gekorreleerd met de stroomsterkte gedurende het

vissen. Bij stroomsnelheden kleiner dan $\frac{1}{2}$ m/sec. was de vangst doorgaans nihil. Bij grotere stroomsnelheden nam het transport van nonnetjes relatief veel sterker toe dan de stroomsnelheid.

Dit verschijnsel trad zowel op tijdens vloed als tijdens eb. De eb-vangsten waren echter steeds veel groter dan de vloedvangsten. Weliswaar waren de bij vloed geregistreeerde stroomsnelheden ook meestal geringer dan die bij eb, maar ook bij gelijke stroomsnelheden was de concentratie nonnetjes in eb-water doorgaans groter dan in vloedwater.

In grafiek 4 zijn een eb- en een vloedvangst en de tegelijkertijd gemeten stroomsnelheden van een willekeurige visdatum weergegeven.

De totale migratie per m^2 (de doorsnee van het gebruikte net) is voor de afzonderlijke visdata steeds herleid uit de oppervlakte van dergelijke grafieken.

Het oppervlak van de grafieken werd bepaald door het tellen van de aanwezige ruiten onder de getrokken lijn. Voor zover deze niet doorliep tot de x-as werd deze zo goed mogelijk geëxtrapoleerd tot het punt waar de stroomsnelheid kleiner was dan $\frac{1}{2}$ m/seconde.

Op dezelfde manier werd uit de stroomsnelheden de totale lengte van de afgeviste waterkolom bepaald, onder de aanname, dat hierin konstant doorgevist was.

Omdat stroomsnelheden, kleiner dan 0,5 m/sec niet van belang waren voor de migratie, werden deze buiten beschouwing gelaten. Bij onvolledigheid van de gegevens werd (zo mogelijk) geëxtrapoleerd naar dit punt.

6.2. Het verband tussen visdiepte en vangstgrootte

Om na te gaan, in hoeverre het gemeten transport van nonnetjes afhankelijk was van de visdiepte, is op 26 januari, 2 februari, 10 februari, 9 maart en 1 april op verschillende dieptes gevist. Dit gebeurde hetzij met twee netten tegelijk, hetzij met één of meer netten afwisselend dieper en minder diep. De resultaten hiervan zijn weergegeven in grafieken 5, 6, 7, 8 en 9.

De vangst bleek toe te nemen met de visdiepte, en was maximaal vlak boven de bodem van de geul, op ca. 10 meter diepte.

In grafiek 10 zijn de vangsten op verschillende dieptes per datum vergeleken met de vangst op 5 meter diepte (de standaard-visdiepte). De vangst van 5 meter diepte werd hierbij steeds op 100% gesteld, en de vangst op andere dieptes op het percentage van de vangst op 5 meter diepte.

Het verband tussen visdiepte en vangstgrootte blijkt vrijwel lineair te zijn, en te variëren tussen 50% op 1 meter diepte tot 200% op 10 meter diepte, ten opzichte van de vangst op 5 meter diepte.

De oppervlakte van de grafiek onder de curve geeft een totaalvangst van 102,6% van de vangst op 5 m in een waterkolom van 1 meter breed en 10 meter hoog. Dat wil zeggen, dat van bodem tot oppervlak per m^2 gemiddeld 102,6% van het aantal nonnetjes op 5 meter diepte passeerde.

De vangsten van 5 meter diepte kunnen, gezien de nauwkeurigheid van de bij het onderzoek gebruikte technieken representatief geacht worden voor de concentraties nonnetjes over de totale diepte van de geul. Zij zijn dan ook als zodanig bij berekeningen gebruikt.

Het concentratieverloop van bodem naar oppervlak, gevoegd bij het feit, dat bij kleine stroomsnelheden de concentratie nonnetjes in het water vrijwel 0 was, ook op dagen met sterke migratie (zie punt 6.1) wekt de suggestie dat de nonnetjes in het water blijven zweven door de hierin aanwezige turbulentie. Bij te geringe stroomsnelheid of turbulentie zakken ze dan naar de bodem, om pas na het op gang komen van de stroom weer meegevoerd te worden.

6.3. Het vangstverloop van voorzomerbroed tussen december 1970 en mei 1971

De totale migratie bij de Vangdam door een verticaal in het water gehangen net van 1 m^2 is in grafiek 11 per vangdatum tegen de tijd uitgezet.

De migratie blijkt begin januari op gang te komen, en door te lopen tot in mei. In februari en maart waren de vangsten het grootst.

Vanaf april trad ook migratie op van relatief kleine exemplaren; waarschijnlijk najaarsbroed van 1970 (gestippelde lijnen in grafiek 11).

De vangstgroottes per vangdatum variëerden sterk; zij wezen op een migratie van enkele honderden tot enkele duizenden per m^2 op direkt op elkaar volgende vangdata in ebwater, en van enkele tientallen tot enkele honderden per m^2 in vloedwater.

De ebvangsten waren steeds groter dan de vloedvangsten van dezelfde datum. Gemiddeld waren ze ongeveer 8 maal zo groot (zie grafiek 23), variërend van 2 tot 17 maal.

Bij vergelijking met de hoeveelheid water waarin de dieren per vangdatum werden aangetroffen blijkt, dat migratie-pieken steeds samen vielen met grote wateraanvoer resp. -afvoer van het Balgzand (zie grafiek 12).

Om het effect van andere factoren, met name weersfactoren, op het

migratieverloop na te gaan werd door deling van het aantal nonnetjes door de water-afvoer per m^2 het aantal nonnetjes per m^3 water bepaald. De zo gevonden concentraties zijn verwerkt in grafiek 14.

In februari en maart bleken de concentraties over het algemeen het hoogste te zijn. Opvallend zijn de hoge concentratie in de eb van 28 januari, en de relatief geringe eb- en vloedvangsten op 4 maart. De ebconcentraties waren op één uitzondering na groter dan de vloedconcentraties van dezelfde datum.

Gemiddeld waren ze ongeveer 5 keer zo groot (zie grafiek 24), variërend van ongeveer even groot tot 23 maal zo groot.

6.4. Factoren die mogelijk van invloed waren op het migratieverloop

Temperatuur

De temperatuur op het Balgzand kan worden beschouwd als de resultante van de temperatuur van het zeewater, de temperatuur van de atmosfeer en de in- en uitstraling. Het effect van zeewater- en luchttemperatuur wordt voor een groot deel bepaald door waterstanden en windkracht.

Het behulp van de weerstatistieken van het KNMI is nagegaan, in hoeverre een korrelatie te vinden was tussen de migratie per m^3 enerzijds, en zonnestraling, temperatuur van het zeewater en luchttemperatuur anderzijds.

Het verloop van deze parameters is aangegeven in grafiek 14.

-Migratie per m^3 en de hoeveelheid straling in j/cm^2 per dag:

Een korrelatie tussen deze twee parameters lijkt op grond van het verloop van migratie en stralingsintensiteit in de maanden januari tot mei 1971 zeer onwaarschijnlijk.

-Migratie per m^3 en temperaturen van zeewater en lucht.

Zeewatertemperaturen

Voor de temperatuur van het zeewater werden de waarden genomen die zijn opgegeven voor het lichtschip Texel, gemeten om 6.00 uur G.M.T. Deze temperaturen zullen waarschijnlijk ongeveer gelijk zijn aan die van het water, waarmee het wadwater telkens bij vloed wordt vermengd.

De temperatuur van het zeewater fluktueerde in de maanden januari en februari 1971 vrij sterk. Over het algemeen lag hij tussen 5 en 6°C, met een maximum van 6,5°C. op 26 - 28 januari.

De temperatuur daalde in de periode van 4 - 9 maart tot 4 à 4,5°C. Daarna trad een geleidelijke stijging op, die doorzette tot in mei. De temperatuur steeg daarbij van ca. 4,5 tot 8,5°C.

Luchttemperaturen

Voor de luchttemperaturen werden de maximum en minimumtemperaturen per etmaal bij Den Helder genomen.

De luchttemperatuur was gedurende de migratie-periode relatief konstant. Afgezien van vorst in begin januari bleven de minima over het algemeen boven 0°C ., en de maxima beneden 10°C ..

De enige opvallende onderbreking valt in de periode van 27 februari tot 7 maart. De minimumtemperaturen lagen toen steeds beneden 0°C .. Van 2 tot 6 maart vroom het gedurende het hele etmaal.

Samengaand met een vaak betrokken weertype tijdens de migratieperiode lagen maximum en minimumtemperatuur over het algemeen dicht bij elkaar; het verschil was in januari en februari vaak ongeveer 3°C ., in maart en april 4°C ..

De gemiddelde temperaturen lagen in januari en februari omstreeks 5°C .. In maart en april stegen deze geleidelijk tot 6 à 7°C ..

Opvallende afwijkingen in het migratie-verloop werden alleen op 23 januari en op 4 maart gekonstateerd.

Op 23 januari was de luchttemperatuur, evenals de voorafgaande dagen zowel overdag als 's nachts ongeveer 5°C .. Op 26 januari was de emigratie echter veel zwakker, en ook andere data in januari met vergelijkbare temperatuursomstandigheden gaven geen sterke emigratie te zien.

De temperatuur van het zeewater was in de dagen rond 28 januari relatief hoog; na een geleidelijke stijging vanaf 14 januari werd een maximum van $6,5^{\circ}\text{C}$.. bereikt op 27, 28 en 29 januari. In de weken na 29 februari bleef de temperatuur schommelen rond 6°C ..

Mogelijk hield de sterke emigratie van 28 januari enig verband met de gestegen, relatief hoge zeewatertemperatuur. Het is echter de vraag, of deze geheel verantwoordelijk kan zijn geweest voor de emigratiepiek. Ook na 28 januari bleef de zeewatertemperatuur vrij hoog, terwijl de emigratie op een veel lager niveau bleef. Mogelijk hebben waterstanden op het Balgzand een rol gespeeld.

De vloedconcentraties vertonen een wat geleidelijker verloop dan die van eb. De piek van de eb van 28 januari is niet terug te vinden in de vloedvangst van dezelfde datum.

De vloedconcentraties namen eind maart geleidelijker en wat later af dan de ebconcentraties. Dit kan verklaard worden, wanneer de nonnetjes gedurende langere tijd in eb- en vloedwater op- en neerpendelen. Het water in de omgeving van het Balgzand bereikt dan bij regelmatige emigratie langzaam een verzadigingsniveau. De hoogte hiervan hangt af van de

vermenging met water uit de getijstroom in de omgeving van het Balgzand en de verblijftijd van de jonge nonnetjes in het water. Terwijl de afvoergrootte per eb verschilt, zorgt de menging met het ontvangende water voor een afvlakking van de fluktuaties die hiervan het gevolg zijn. Een zeer korte periode van emigratie heeft daarbij dus weinig effect op de concentraties in vloedwater, terwijl na een lange periode van sterke migratie enige tijd relatief veel nonnetjes in het vloedwater aan te treffen zijn. Dit was met name in de tweede helft van maart het geval.

De vloedwaterconcentratie van nonnetjes bleef in deze periode laag. Dit suggereert, dat de sterke emigratie van 28 januari incidenteel is geweest.

De op 4 maart geconstateerde concentratie-afname in eb en vloed vallen samen met een vorstperiode en een dalende, relatief lage zeewater-temperatuur.

Vooraf de relatieve afname van de vloedconcentraties is opvallend. Dit suggereert, dat ook in de eb-periodes vóór deze vloedvangst de emigratie gering is geweest. Gedurende die tijd vóór het, terwijl de temperatuur van het vloedwater toen nog weinig verschilde van die van omringende data, waarop emigratie en immigratie veel sterker waren.

Wel koelde het water op het Balgzand waarschijnlijk sterk af. De temperaturen op het Balgzand kunnen dus van invloed zijn geweest op de emigratie van nonnetjes.

Waterstanden

De hoogteligging van het slikwad voor de Noordhollandse kust is zodanig, dat het bij lage vloed soms maar gedeeltelijk, of zelfs helemaal niet onder water komt (mond.med. Beukema; het blijkt ook uit de hoogwaterstanden van het KNMI en de hoogteligging van het gebied). In dat geval is emigratie hiervandaan slechts voor een deel van de dieren, of helemaal niet mogelijk. Dieren die dan bij de Vangdam gevangen worden kunnen voor een deel al eerder in dieper water zijn terecht gekomen. Vooraf wanneer gedurende meerdere dagen lage waterstanden optreden zullen de aantallen emigranten bij de Vangdam kleiner worden.

In grafiek 14 zijn de migratie/m² tegen de twee laatste hoogwaterstanden voorafgaand aan de eb, waarin gevist werd, uitgezet.

Samengaand met vorst (en oostenwind, dus verlaging!) zijn begin maart de hoogwaterstanden gedurende langere tijd zeer laag geweest. Het lijkt waarschijnlijk dat de geringe emigratie in deze periode hiermee in verband staat.

Minder opvallend correleerden lage hoogwaterstanden en emigratie van

2 februari. Op andere data was korrelatie niet aanwezig of onduidelijk.

Dergelijke vergelijkingen zijn voor 1969 en 1970 helaas niet mogelijk, doordat in die jaren slechts gedurende een deel van de migratie-periode werd gevisd en bovendien het aantal visdata beperkt was. Wel lijkt ook in 1970 de sterkste migratie in de maanden februari en maart te zijn gevallen.

Grafiek 15 geeft behalve de eb- en vloedkoncentraties van 1971 bij de Vangdam ook de uit de gegevens van BRINKS (1970) herleide konzentraties van 1969 en 1970.

Vangstresultaten op verschillende uren van de dag

Brinks viste op 9 en 10 april gedurende 24 uur om een eventueel verschil in dag- en nachtvangst na te gaan. Dag- en nachtvangsten bleken ongeveer met elkaar overeen te komen. Dit werd op 20 en 24 april herhaald, maar toen waren de vangsten te gering om er konklusies aan te verbinden.

Voor de gegevens van 1971, toen steeds ca. 10 uur achtereenvolgend werd gevisd, is nagegaan of er een korrelatie is tussen vangstgroottes in eb en vloed, en het uur van de dag waarop gevisd werd. Een dergelijke korrelatie was niet aanwezig; ochtend- en middagvangsten waren gemiddeld even groot. Er is dan ook waarschijnlijk geen verband tussen het uur van de dag en het aantal nonnetjes dat migreert.

Migratie-periode en biologie van het nonnetje

De migratie-periode valt in een tijd van het jaar die gunstig lijkt voor de rekrutering van jonge nonnetjes op grond van hun grootte en de temperaturen van lucht en water.

De grootte van de dieren is van belang voor de vestigingsmogelijkheden op andere plaatsen dan die van de broedval. De temperaturen zijn belangrijk, omdat de grootste aktiviteit van nonnetjes ligt bij vrij lage temperaturen, nl 5 à 10°C. (de Wilde, mon.d.med.). De na de winter geleidelijk in dit traject verloopende temperaturen bieden dus optimale levenskansen, terwijl een snelle lengte- en diktegroei in het voorjaar (LAMMENS, 1967) de dieren al vrij snel een grootte geeft die kennelijk noodzakelijk is voor vestiging op zandiger plaatsen dan het broedval-gebied. Na hun groei in het tweede levensjaar zijn nonnetjes door hun zwaardere schelp waarschijnlijk niet meer in staat te migreren via getijstroom. Te kleine dieren kunnen zich echter nog niet blijvend vestigen op zandige geëxponcerde plaatsen vanwege de grote kans weer uitgespoeld te worden. Het is daarom funktioneel, dat nazomerbroed pas na een periode van hernieuwde groei gaat migreren, terwijl voorzomerbroed het juist vóór de hernieuwde schelpgroei doet.

7. BEREKENING VAN DE SEIZOENSAFVOER VAN NONNETJES OP HET BALGZAND VIA DE GEUL DOOR DE VANGDAM

De aan- en afvoer van nonnetjes via de geul bij de Vangdam kan in principe worden berekend uit de volgende vermenigvuldiging:

Doorsnede van de geul $\times$ gemiddelde migratie/ m^2 per migratie-seizoen.

De doorsnede van de geul is enige malen bepaald met het echo-lood van de Ephyra. Het resultaat hiervan komt geheel overeen met de gegevens van van Bennekom, weergegeven in grafiek 16. De eigenlijke geul bleek ruim 100 meter breed te zijn, en bij vloed 10,5 meter diep. De wanden van de geul waren steil; de maximale helling bedroeg aan beide zijden ongeveer 1 : 2. De bodem was opvallend vlak.

Aan de oostzijde van de geul was een gebied, dat bij vloed een diepte van ongeveer 3 meter had, geleidelijk oplopend tot bij eb droogvallend wad op ongeveer 500 meter van de geul.

Omdat de metingen bij vloed werden verricht, is de gemiddelde doorsnee van de geul op $1000m^2$ gesteld.

7.1. Emigratie-berekening

De vorm van de doorsnee van de geul suggereert, dat de verschillen in stroomsnelheid aan de randen en in het centrum klein waren. Minder grote stroomsnelheden gaan op het Wad immers meestal samen met minder grote dieptes. Dit geldt dan vooral voor de ebstroom, die in de geul de grootste stroomsnelheden veroorzaakte. De stroomrichting van het water maakte daarbij, dat het vlak langs de dijk van de Marinehaven van Den Helder werd gestuwd.

Op 16-9-'67 is onder leiding van van Bennekom het eb- en vloed-debiet van de geul en het aangrenzende gebied bepaald. Het eb-debiet werd door hem op $19,5 \times 10^6 m^3$, het vloed-debiet op $9,6 \times 10^6 m^3$ geschat. (zie grafiek 17). Ondanks veel grotere doorsnee bleek de water-afvoer van het gebied ten oosten van de geul veel geringer dan die van de geul zelf, nl. ongeveer $1/6$ van de totale afvoer. Dit hing samen met veel minder grote stroomsnelheden dan in de geul; dergelijk lage stroomsnelheden gingen in de geul steeds samen met een nihil transport van nonnetjes. De ligging van dit gebied suggereert verder, dat het voornamelijk water afvoert van het centrum van het Balgzand, en niet van het broodvalgebied van nonnetjes. Om deze redenen is eventuele afvoer van nonnetjes via het water ten oosten van de diepe geul niet in de berekeningen betrokken.

Tijdens het vissen is alleen de stroomsnelheid gemeten voor zover die groter was dan een halve meter per seconde.

De hoeveelheid water die gedurende die periode bij eb, resp. vloed langsstroomde, aangenomen dat de gemeten stroomsnelheden representatief waren voor de hele geul, was gemiddeld over alle visdata (zie grafiek 12 en Tabel III^a):

$14,0 \times 10^6 \text{ m}^3$, variërend van 7,1 tot $20,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ (eb) en
 $7,0 \times 10^6 \text{ m}^3$, variërend van 3,3 tot $12,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (vloed).

Bij stroomsnelheden, groter dan een halve meter per seconde was het watertransport volgens de gegevens van van Bennekom op 16/9 ca. $17,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (eb), resp. $7,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ (vloed).

In de zeer globaal opgezette berekeningen op grond van stroomsnelheden op de visplaats zijn dit normale waarden.

Verschillen in stroomsnelheden en nonnetjes-concentraties op verschillende dieptes zijn in de berekeningen niet van belang. De geregistreeerde vangsten op 5 meter diepte bleken immers representatief voor de migratie op verschillende dieptes (zie punt 6.2).

Bij de berekening is aangenomen, dat de vangsten in het midden van de geul representatief waren voor de concentratie nonnetjes over de hele breedte ervan.

De geul bij de Vangdam ontvangt water van twee geulen van het Balgzand, waarvan de meest westelijke het water afvoert van het broedvalgebied van nonnetjes. De westzijde van de geul bij de Vangdam zou dus hoger concentraties nonnetjes kunnen afvoeren dan de oostzijde ervan. Er zijn echter ook andere mogelijkheden, door de turbulentie in de geul bij de Vangdam en de verschillen in diepte tussen beide aanvoergeulen van het Balgzand.

Omdat het technisch niet mogelijk was, hierover gegevens te verzamelen, leek daarom bemonstering van het centrum van de geul de beste kansen te geven op een representatief beeld van de migratie-sterkte.

Overigens varieerde de plaats waar gevist werd per vangdatum, over een traject van zeker enkele 10-tallen meters over de breedte van de geul door afdrijven van het schip met de wind, en de onnauwkeurigheid van de navigatie-apparatuur.

De emigratie per m^2 van januari tot mei kan bij benadering afgeleid worden uit het oppervlak van grafiek 11.

Deze emigratie is daarin weergegeven voor één eb-periode per dag. Daar in werkelijkheid per dag 1,93 eb-periodes optreden moet dit getal worden vermenigvuldigd met 1,93.

De oppervlakte van de grafiek werd bepaald door het tellen van de millimeterruiten onder de getrokken lijn. De vermenigvuldiging: eb-periodes/dag x migratie/ m^2 x doorsnede geul wordt dan:

$1,95 \times 170.000 \times 1000 \text{ m}^2 = \text{ca. } 330.000.000$ exemplaren in het migratie-seizoen van 1971.

7.2. Immigratie-berekening

De immigratie via de geul bij de Vangdam is van belang voor de bepaling van een netto-transport. Dieren die bij vloed de geul indrijven kunnen samen met nieuwe emigranten met eb weer bij de Vangdam aangetroffen worden.

Wanneer de immigratie op dezelfde manier berekend wordt als de emigratie, is een immigratie van 42.000.000 exemplaren het resultaat.

Bij het begin van de vloed stroomde het water voornamelijk door het oostelijk deel van de geul. Mogelijk zijn daardoor de in het midden van de geul gevangen aantallen iets te laag, en is de werkelijke immigratie iets groter geweest, in de orde van grootte van 50.000.000 exemplaren.

Ook het vloedwater dat via een omtrekkende beweging over het Balgzand via de Vangdam bij eb weerwegstroomt, heeft een zekere concentratie aan nonnetjes. De veel geringere stroomsnelheden op het Balgzand dan bij de Vangdam die hierbij verplaatsingen zouden moeten bewerkstelligen maken het niet waarschijnlijk dat veel nonnetjes via deze omweg meerdere malen via de Vangdam worden afgevoerd.

7.3. Netto migratie

De emigratie overtreft de immigratie sterk. Er is dus sprake van een netto emigratie bij de Vangdam. Volgens de berekening kan deze emigratie ca. 288.000.000 nonnetjes omvatten. Op grond van de onder punt 7.2 genoemde overweging zou de immigratie iets groter kunnen zijn, dan berekend, zodat het beste gedacht kan worden aan een orde-van-grootte van 280.000.000.

De hoeveelheid voorzomerbroed in de nazomer van 1970 op het hoge deel van het Balgzand kan geschat worden op ca. 1.000.000.000 exemplaren (gegevens Beukema). De aantalsafname in dit gebied in de loop van de winter is doorgaans zeer sterk; meer dan 90 %. De emigratie via de Vangdam omvat dus een aanzienlijk deel van de verdwenen dieren, nl. 280 miljoen van de 300 miljoen.

(De totale emigratie van het hoge deel van het Balgzand zou nog iets groter kunnen zijn wanneer ook via andere banen dan via de Vangdam water wordt afgevoerd van dit gebied.

Vangsten van jonge nonnetjes in het water van het Malzwin suggereren inderdaad, dat dit gebeurt, bv via het Amsteldiep. Maar de vangsten in

het Malzwin kunnen ook anders verklaard worden, zodat een beschouwing hierover in dit kader te speculatief zou zijn. Zie ook punt 8. ...).

7.4. Samenvatting van resultaten bij de Vangdam

Migratie van voorzomerbroed van 1970 trad op in de periode van januari tot mei 1971. De sterkste migratie werd gekonstateerd in februari en maart, vóór tot tijdens het begin van de schelpgroei in maart.

Tijdens een vorstperiode, begin maart, stagneerde de migratie korte tijd. Mogelijk waren lage hoogwaterstanden, waardoor het broedvalgebied misschien niet geheel onder water kwam, hiervan de oorzaak. In deze periode vroor het bovendien; temperatuur van het wad en het water kunnen ook een rol gespeeld hebben.

Op andere data waren correlaties met waterstanden en weersomstandigheden niet duidelijk.

De netto emigratie via de geul bij de Vangdam werd geschat op ongeveer 280 miljoen exemplaren. Dit is ongeveer een derde van het aantal, dat in de loop van de winter van het broedvalgebied, het hoge slikwad, verdwijnt.

Migratie van (waarschijnlijk) nazomerbroed van 1970 kwam na het begin van hernieuwde schelpgroei in maart op gang.

8. VANGSTEN IN GETIJSTROMEN IN DE OMGEVING VAN HET BALGZAND

8.1. Migratie-banen

Met behulp van de stroomkaart in de stroomatlas is nagegaan over welke afstanden nonnetjes, gerekend vanaf de visplaats bij de Vangdam in één eb- en vloedperiode (ca. 12 uur) kunnen afleggen wanneer ze geheel passief in de getijstroom meedreven. De resultaten zijn aangegeven op kaartje 2.

Zij blijken in deze 12 uur, afhankelijk van het tijdstip ten opzichte van hoog- en laagwater waarop ze het Marsdiep bereiken een gebied van ca. 10 km. het Malzwin in tot ca. 10 km. ten zuiden van Den Helder voor de Noordhollandse kust (Callantsoog) te kunnen bestrijken. Deze afstanden zijn waarschijnlijk een overschatting, omdat transport voornamelijk plaats vindt bij grotere stroomsnelheden zodat de verplaatsingen omstreeks de kenteringen te verwaarlozen zijn.

Het is waarschijnlijk, dat de nonnetjes door de turbulentie in het water en de voortdurende menging van watermassa's in de loop van enkele getijperiodes over een vrij groot gebied rond het Marsdiep kunnen uitzwermen.

Hierbij moet in de eerste plaats gedacht worden aan Molengat, Schulpengat, Westgat, Marsdiep, Texelstroom, Malzwin en de geulen van

het Balgzand.

8.2. Vangsten; visplaatsen en data

Op negen data, van februari tot april 1971, is gevist in het stroomgebied, dat via het Marsdiep van nonnetjes van het Balgzand kan worden voorzien.

De visplaatsen lagen in het Molengat, Westgat, Schulpengat, Marsdiep, Texelstroom en Malzwin. De visplaatsen en -data zijn aangegeven in Tabel I en II, en kaartje 1.

Als visdiepte werd over het algemeen de halve diepte van het water op de visplaats aangehouden, afgewisseld met controle-vangsten op andere dieptes. De stroomsnelheid werd steeds genoteerd.

8.3. Vangstresultaten

De vangstresultaten zijn samengevat in Tabel II, blad 8, 9 en 10.

De grafieken 18 tot 20 geven vangst-en stroomverloop per datum en visplaats weer.

Vangsten op verschillende dieptes (uitgewerkt voor het Malzwin; grafiek 18) leverden onderling weinig verschil op. Ten opzichte van de vangsten op verschillende dieptes bij de Vangdam is dat opvallend. De relatieve zwaartevan de nonnetjes speelde hier kennelijk een minder grote rol door sterkere turbulentie in het water, of een grotere afgelegde weg vanaf de plaats waar ze bij hoog- of laagwater naar de bodem konden zakken.

In vergelijking met het water bij de Vangdam op ongeveer dezelfde data, waren de concentraties nonnetjes op andere visplaatsen klein.

Voor de tweede helft van maart is dit uitgewerkt op kaartje 4. Behalve in het Malzwin waren de concentraties overal beduidend kleiner dan bij de Vangdam, ook in vergelijking met het vloedwater bij de Vangdam. De concentraties in Molengat, Westgat en Schulpengat lagen eind maart in dezelfde orde van grootte. Dit is opvallend, omdat het lijkt, dat nonnetjes van het Balgzand sneller het Schulpengat kunnen bereiken dan het Molengat. In de Texelstroom was de concentratie in deze periode zeer klein.

De verschillen tussen eb- en vloedconcentraties in Molengat en Schulpengat waren klein.

In het Malzwin was zowel op 20 februari als op 20 maart de concentratie in de eb hoger, zoals het volgende overzicht aangeeft (zie grafiek 18):

23 februari, Malzwin ten noorden van het Balgzand

ebconcentratie:	$8,4/1000 \text{ m}^3$; migratie/ m^2	120
vloedconcentratie:	$2,8/1000 \text{ m}^3$; migratie/ m^2	40

23 maart, dichtbij de monding van het Amsteldiep

ebconcentratie:	$37/1000 \text{ m}^3$; migratie/ m^2	360
vloedconcentratie:	$18/1000 \text{ m}^3$; migratie/ m^2	300

In het Malzwin is de ebstroom naar de geul bij de Vangdam toe gericht, zodat grotere concentraties in de ebstroom niet verklaard kunnen worden door direkte aanvoer van de Vangdam. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn, dat het hoge slikwad van het Balgzand gedeeltelijk afwatert via het Amsteldiep en/of andere geulen op het Balgzand. In dat geval zouden ook langs die weg nonnetjes kunnen emigreren.

Een andere verklaring zou kunnen zijn, dat een groot deel van de bij de Vangdam afgevoerde nonnetjes pas via het vloedwater over het Balgzand het Malzwin bereikt, deels via het Amsteldiep.

Het lijkt minder aannemelijk, dat van het oostelijk deel van het Balgzand zoveel jonge nonnetjes emigreren dat zij aanleiding geven tot een duidelijke concentratieverhoging in het Malzwin; de broedvaldichtheden zijn hier zeer gering. Wel zouden ze eventueel afkomstig kunnen zijn van het wad in de buurt van Wieringen.

8.4. Migratieduur en het totale bestand op één ogenblik

Over het algemeen geldt: hoe verder van het Balgzand, hoe kleiner de concentratie van nonnetjes in getijstroom is (zie kaartje 4).

Het ligt voor de hand, dat deze kleinere concentraties tot stand komen door verdunning van het water van het Balgzand met nonnetjes-arm water van de Noordzee en andere delen van het wad.

Er zijn aanwijzingen, dat dit in de loop van meerdere dagen gebeurt.

- De concentratieverschillen van nonnetjes in ingaand en uitgaand tij in Molengat, Schulpengat en Malzwin zijn klein, zodat het lijkt, dat de dieren hier heen- en weer pendelen.
- Er worden nonnetjes aangetroffen in een zo groot gebied rond het Balgzand, dat het onmogelijk lijkt, dat zij zich hierover in de loop van één tij kunnen verspreiden.

Er is daarom een berekening opgezet, om de orde van grootte van het totale migrerend bestand op één ogenblik aan te geven, om deze te kunnen vergelijken met de dagelijkse afvoer van het Balgzand. De hoeveelheid

gegevens over nonnetjes in de getijstromen rond het Balgzand laten niet meer dan een uiterst grove berekening toe; een orde-van-grootte bepaling.

Voor de berekening zijn de vangsten van 16 maart tot 31 maart gebruikt. In deze periode is, behalve bij de Vangdam, gevist in Texelstroom, Malzwin, Molengat, Schulpengat en Westgat. De doorsnede van de hoofdbedding van deze geulen werd bepaald met behulp van zeekaarten, die aanwezig waren op het NIOZ.

Met hoofdbedding wordt hier bedoeld: dat deel van de geul, waar de kracht van de getijstromen ongeveer gelijk is aan die in het centrum, waar met de Ephyra werd gevist. Dit kon worden nagegaan met behulp van de stroomkaarten van de Stroomatlas voor de Nederlandse kust uitg. 1951.

Deze doorsnee werd vermenigvuldigd met het aantal nonnetjes per m^2 per tij, dat in deze geulen was bepaald.

In de via het Marsdiep naar buiten gerichte stromen werden op die manier de volgende aantallen berekend (zie kaartje 3):

500.000	(Molengat, ca. 10.000 m^2)
1.300.000	(Westgat, ca. 20.000 m^2)
5.600.000	(Schulpengat, ca. 32.000 m^2)
920.000	(Texelstroom, ca. 40.000 m^2)
<u>3.600.000</u>	(Malzwin, ca. 10.000 m^2)

In totaal 11.900.000 exemplaren, aangenomen dat de concentraties in de tweede helft van maart ongeveer konstant bleven. Gedurende deze periode verlieten per tij ongeveer 1.200.000 nonnetjes het Balgzand, terwijl er 34.000 weer opstroomden.

Het eb-overschot was dus gemiddeld ongeveer 800.000 ex. Dit zou dan betekenen, dat het totale migrerend bestand in de loop van ongeveer 15 tijperiodes, dwz een week zou kunnen worden opgebouwd. Nonnetjes die in de loop van deze periode buiten het waarnemingsgebied zouden zijn terecht gekomen zijn niet in de berekening betrokken, zodat het aantal van 15 getijden een onderschatting kan zijn.

De visplaatsen lagen op een dermate grote afstand van elkaar dat het onwaarschijnlijk is dat in de berekening van dezelfde watermassa 2 x het aantal nonnetjes is geteld (zie migratiebanen; kaartje 2). Hoogstens zou dit kunnen gelden voor een deel van het water, dat via de Texelstroom via het Marsdiep naar de Noordzee stroomt. De concentraties nonnetjes in het Molengat, Schulpengat en Westgat waren veel hoger dan die in de Texelstroom. Slechts een klein deel van deze dieren zou dus direkt uit

de Texelstroom afkomstig kunnen zijn.

De geschatte aantallen nonnetjes in de landinwaarts gerichte getijstromen lag in dezelfde orde van grootte als die van de zeewaarts gerichte.

De stelling, dat de nonnetjes zeker enige dagen in de getijstromen op- en neer pendelen lijkt op grond van de orde van grootte van het migrerend bestand, eind maart, zeker acceptabel.

8.5. Samenvatting van de migratiegegevens over de visplaatsen in de omgeving van het Balgzand

De concentraties nonnetjes in de getijstromen rond het Marsdiep waren veel kleiner dan die bij de Vangdam.

De verklaring hiervoor lijkt te liggen in het effect van verdunning van het nonnetjes-rijk water van het Balgzand met het nonnetjes-arm wadden zeewater.

De tamelijk hoge concentraties in het vloedwater van het Malzwin zouden verklaard kunnen worden door de ligging van deze geul ten opzichte van die bij de Vangdam. De nog hogere ebconcentraties suggereren, dat ook via het Amsteldiep emigratie van nonnetjes plaats vindt. Deze dieren zouden hetzij van het Balgzand, hetzij van het Wieringer wad afkomstig kunnen zijn. In het eerste geval zou de totale emigratie van het hoge slikwad van het Balgzand groter zijn, dan geraamd op grond van de vangsten bij de Vangdam.

Voor eind maart is een globale schatting gemaakt van de totale aantallen nonnetjes in het water in de omgeving van het Balgzand. Deze kwam uit op 12.000.000 exemplaren op één ogenblik aanwezig in het water. De emigratie per getij was bij de Vangdam in die periode ca. 800.000 exemplaren. Deze schatting, en het feit dat per visplaats de concentraties in tegengestelde stroomrichtingen slechts weinig verschilden maken aannemelijk dat de dieren minstens enkele dagen op- en neer pendelden voor ze uit het water verdwenen.

9. REKRUTERING VAN JONGE NONNETJES DOOR IMMIGRATIE

9.1. Plaatsen en data

Op enkele plaatsen in het Molengat, en op een serie monsterpunten op het Balgzand werden in het begin en in het eind van de migratieperiode bodemonsters genomen, om de dichtheden van voorzomerbroed van de jaar-klasse 1970 vast te stellen. Deze plaatsen zijn aangegeven op kaartje 5.

De bodem van de monsterplaatsen was zandig, dit in tegenstelling tot die van het broedvalgebied van nonnetjes op het Balgzand. Op de monsterpunten was in de winter 1970-1971 een populatie van nonnetjes aanwezig met relatief zeer weinig exemplaren van de jaarklasse 1970. Monsterresultaten van de omgeving van de monsterplaats op het Balgzand duiden in de voorafgaande jaren op toename van de éénjarigen pas in de loop van het voorjaar (gegevens Beukema)..

9.2. Bemonstering van het Balgzand

Op het zeer geëxponeerde zandwad, dat direkt ten zuiden van boei M 15 ligt, werd op 9 februari 1971 door J. Beukema een serie van 5 monsterpunten uitgezet, op een afstand van 100 meter van elkaar. De richting van deze raai was ongeveer oost-west, evenwijdig aan de eblijn van het Balgzand op enkele honderden meters afstand. De monsterpunten werden gemarkeerd met ijzeren pennen.

Op 9 en 28 februari en op 10 en 24 mei werden bij deze monsterpunten bodemonsters genomen van de bovenste 5 à 10 cm van de wadbodem. De monsters van 9 februari en 24 mei werden verzameld door J. Beukema, de monsters van 24 mei werden ook door hem uitgezocht.

Op 9 februari werd $1,6 \text{ m}^2$ per monsterpunt bemonsterd; op de andere data 2 m^2 per monsterpunt.

Daar een monsterpunt (no. 5) na 9 februari niet werd teruggevonden, is de totaal per datum bemonsterde oppervlakte 8 m^2 . De $1,6$ resp. 2 m^2 per monsterpunt werd op enkele meters afstand van het markeringspunt weggegraven. Om te voorkomen dat op deze manier twee maal hetzelfde oppervlak zou worden bemonsterd is dit steeds gedaan in een andere richting tot het markeringspunt.

De monsters werden ter plaatse uitgezeefd in een zeef met een maaswijdte van ca. 1 mm^2 . Het residu werd op dezelfde manier als de monsters uit de getijstroom in een bak met water uitgezocht.

Resultaten

De gevonden aantallen nonnetjes van voorzomerbroed van 1970 per datum en monsterpunt zijn samengevat in Tabel IV.

Op elk monsterpunt werden in mei meer nonnetjes van jaarklasse 1970 aangetroffen dan in februari.

De totaal-aantallen per 8 m^2 zijn voor de monsters in februari 5, resp. 2 exemplaren. In mei zijn dit 14, resp. 15,5 exemplaren. Deze toename is significant (p kleiner dan 0,05) volgens de rang teken toets.

2.3. Bemonstering van het Molengat

Op 17 februari, 2 maart en 12 mei werden bodemonsters genomen in het Molengat.

Dit gebeurde op 5 plaatsen in het noordelijk deel van het Molengat, in de buurt van de boeien Mg 1 - 4. Hier is het Molengat relatief ondiep; het is een soort drempel tussen Molengat en Noordzee.

Ter oriëntatie bij de bodembemonstering dienden de aanwezige boeien. Data en monsterplaatsen zijn aangegeven in Tabel V en kaartje 5.

Zo mogelijk werd gemonsterd bij rustig weer en weinig stroom. Om te voorkomen dat precies hetzelfde deel van de bodem meerdere keren werd bemonsterd, werd het schip niet voor anker gelegd. Door langzaam tegen de stroom in te varen werd het in de goede positie ten opzichte van de boeien gehouden.

Hetzij op 17 februari, hetzij op 2 maart is op elke monsterplaats een monster van 1 m^2 genomen. Op 12 mei zijn op elke monsterplaats 2 monsters van 1 m^2 genomen.

De bodemonsters werden genomen met een Van Veen-happer, die per hap $1/5 \text{ m}^2$ van de bovenste 10 cm. van de bodem meenam. Een serie van 5 happen werd als één monster verwerkt.

De Van Veen-happer werd steeds gelegd in een platte houten bak van ca. $150 \times 150 \times 10$ cm. Het materiaal werd vervolgens in porties overgebracht in een zeef met een maaswijdte van ca. 1,5 mm. Met een waterstraal werd het zand uit de monsters gespoten.

Het residu werd volgens de onder punt 5.2 beschreven methode in een platte bak met water uitgezocht. Behalve nonnetjes van de jaarklasse 1970 werden ook oudere nonnetjes geteld.

Resultaat

De resultaten zijn weergegeven in Tabel V en grafieken 21 en 22.

Op alle monsterplaatsen bleek op 17 februari en 2 maart een populatie van oudere nonnetjes aanwezig. De jaarklasse van 1969 was hierbij relatief klein, die van 1968 relatief groot. Dit kwam overeen met de populatie-opbouw op het zandige deel van het Balgzand (mond. med. J. Beukema).

De jaarklasse 1970 was toen op alle monsterplaatsen zeer klein; de dichtheden per m^2 liepen uiteen van 0 tot enkele. Over alle monsterpunten samen vormden de dieren van deze jaarklasse ongeveer 8% van de populatie.

Op 12 mei bleken populatie-opbouw en sterkte van de oudere jaar- klassen (1969 en ouder) vrijwel identiek aan die op 17 februari en 2 maart.

Op alle monsterpunten werd echter een toename van de jaarklasse 1970 (voorzomerbroed) gekonstateerd. Het ging hier om exemplaren met een winter-groeiring van ca. 5mm.

De dichtheden van dieren van deze jaarklasse varieerde nu per monsterplaats van enkele tot 10 à 20 per m^2 . Hun aandeel in de totale populatie van de 5 monsterpunten was gestegen van 8% tot 31%.

Deze toename bleek weer significant volgens de rang teken toets.

9.4. Een vergelijking tussen aanvoer en rekrutering in het Molengat
Uitgaande van de veronderstelling dat iedere keer bij stilstaand tij de in het water aanwezige nonnetjes naar de bodem zakken, zou dit 4 x per dag kunnen gebeuren.

Eb- en vloedconcentraties van nonnetjes waren op 29 maart in het Molengat ongeveer gelijk, nl. ca. 7 per 1000 m^3 .

Het vloedwater bij de Vangdam had op die datum een nonnetjes-concentratie van ca. 70 per 1000 m^3 . De verdunning in het Molengat was toen dus ongeveer 10 x.

Het gemiddelde van de vangsten op 2 maart was ongeveer 11% van die op 4 maart bij de Vangdam.

In de loop van maart en april was de concentratie in het vloedwater bij de Vangdam gemiddeld ca. 50 per 1000 m^3 . Bij een aangenomen konstante verdunning van 10 x zou dus in het Molengat 4 maal per dag een concentratie van 5 nonnetjes per 1000 m^3 uit het water op de bodem kunnen zakken; steeds bij kerend tij.

Bij een waterdiepte van ca. 8 meter zou dat in de loop van maart zijn: 4 maal per dag x 60 dagen x 8 meter waterdiepte x $5/1000 m^3 = 10/m^2$.

Dit is ongeveer de werkelijk gekonstateerde toename op de bodem van het Molengat in de omgeving van boei Mg 4 (3 monsterplaatsen), waar de dichtheid per m^2 gemiddeld van 2 op 10 kwam in de loop van maart en april (op de rijkste monsterplaats van 4 op 16). Mg 4 ligt in een gebied waar bij kerend tij een relatief lange periode van weinig stroomsnelheid is (Stroomatlas voor de Nederlandse kust, 1951). De nonnetjes hebben hier dus veel tijd om op de bodem te zakken en zich in te graven. Bovendien is hier mogelijk een goed milieu voor nonnetjes aanwezig.

Hoewel de berekening niet meer dan een orde-van-grootte kan aangeven, is het waarschijnlijk dat een aanzienlijk deel van de aangevoerde nonnetjes zich hier heeft gevestigd.

9.5. Konklusies

In de loop van de periode, waarin nonnetjes van jaarklasse 1970 werden aangetroffen in getijstromen, nam hun aandeel in de bemonsterde bodempopulaties van Balgzand en Molengat significant toe. De enige manier waarop deze dieren hier terecht konden komen was via getijstromingen.

De meeste dieren van jaarklasse 1971 bereikten de monsterplaatsen pas in de loop van de migratieperiode. Daarvoor was hun aandeel in de populaties zeer gering. Aangenomen dat een dergelijk geval zich ieder jaar voordoet, is rekrutering van jonge nonnetjes doorslaggevend voor het in stand houden van de populatiegroottes op de bemonsterde plaatsen.

Hetzelfde geldt waarschijnlijk voor andere zandige plaatsen rond het broedvalgebied op het Balgzand.

Bij boei Mg 4 vestigde zich een aanzienlijk deel van de met getijstromen aangevoerde nonnetjes.

10. LITERATUUR

- BRINKS, J., 1970. Getijmigratie van Macoma balthica (L). Verslag doctoraal werk NIOZ (get.pt).
- K.N.M.I., 1971. Weerstatistieken over de maanden januari tot mei 1971.
- LAMMENS, J.J., 1967. Growth and reproduction of a tidal flat population of Macoma balthica (L.). - Neth. J. Sea Res. 3 (3): 315-382.
- MINISTERIE VAN MARINE, afdeling hydrografie, 1951. Stroomatlas van de Nederlandse kust.
- SEGERSTRALE, S.G., 1927. Kommt bei Tellina balthica eine Wanderung aus der Uferzone vor? - Comm. Biol. Soc. Sci. Fenn., 2 (11): 1 - 8.
- SWENNEN, C., 1955. Over verplaatsingen van schelpdieren en speciaal zweemmende Macoma 's. - Zeepaard 15 (1): 7 - 9.

11. OVERZICHT VAN TABELLEN, KAARTJES EN GRAFIEKEN

Tabellen

- I. Lijst van vang- en monsterdata.
- II. Overzicht van vangsten en metingen in getijstromen.
- IIIA. Nonnetjes-transport en waterverplaatsing bij de Vangdam.
- IIIB. Nonnetjes-transport op andere plaatsen.
- IV. Bodemonsters op het Balgzand.
- V. Bodemonsters in het Molengat.

Kaartjes

1. Voornaamste broedvalgebied, en visplaatsen.

2. Mogelijke verspreiding binnen 12 uur na het passeren van de geul bij de Vangdam.
3. Aantallen nonnetjes in getijstroken, eind maart 1971.
4. Concentraties nonnetjes in getijstroken, eind maart 1971.
5. Bodemonsters Balgzand en Molengat.

Grafieken

1. Lengtefrequentieverdelingen januari - februari.
2. Lengtefrequentieverdelingen januari en april; schelptop.
3. Lengtefrequentieverdelingen januari en mei; hele schelp.
4. Eb- en vloedvangst.
5. Vangsten op verschillende dieptes.
6. Vangsten op verschillende dieptes.
7. Vangsten op verschillende dieptes.
8. Vangsten op verschillende dieptes.
9. Vangsten op verschillende dieptes.
10. Verband tussen visdiepte en vangstgrootte.
11. Emigratie en immigratie per m^2 .
12. Waterverplaatsing per m^2 .
13. Eb- en vloedtransport per m^3 .
14. Correlatie migratie-verloop en weersomstandigheden.
15. Migratie van voorzomerbroed in 1969, 1970 en 1971.
16. Dwarsprofielen van de geul bij de Vangdam.
17. Eb- en vloeddebiët van de geul bij de Vangdam.
18. Vangsten in Malwin en Marsdiep.
19. Vangsten en stroom in Molengat, Westgat, Schulpengat.
20. Vangsten en stroom in Texelstroom.
21. Sterkte van de jaarklassen in bodemonsters van het Molengat.
22. Sterkte van de jaarklassen in het Molengat.
23. Verband tussen grootte van eb- en vloedtransport per m^2 .
24. Verband tussen eb- en vloedtransport per 1000 m^3 .

Tabel I

Lijst van vang- en monsterdata

Vissen bij de Vangdam:

4-1-'71 Laatste deel vloed, hele eb. Gevist door Beukema.
11-1-'71 Eb en vloed.
22-1-'71 Eb en vloed.
26-1-'71 Eb op 2 dieptes; 1 en 5 meter.
28-1-'71 Eb en vloed.
2-2-'71 Eb op 1 en 5 meter diepte.
4-2-'71 Eb en vloed.
11-2-'71 Eb en vloed.
16-2-'71 Eb op 5 en 7 meter diepte.
18-2-'71 Eb, enkele vangsten in vloed.
25-2-'71 Eb en vloed.
4-3-'71 Eb en vloed.
9-3-'71 Eb en vloed, beide op 5 en 8 meter diepte.
11-3-'71 Eb en vloed.
18-3-'71 Eb en vloed.
25-3-'71 Eb en vloed.
1-4-'71 Eb en vloed; eb op 1, 5, 8 en 10 meter diepte.
13-4-'71 Eb en vloed.
20-4-'71 Eb.
27-4-'71 Eb en vloed.
13-5-'71 Eb en vloed.

Vissen op andere plaatsen:

23-2-'71	Malzwin	Eb en vloed.
2-3-'71	Molengat	Gedurende 5 uur; in beide stroomrichtingen.
16-3-'71	Texelstroom	Eb.
23-3-'71	Malzwin	Eb en vloed.
29-3-'71	Molengat	Gedurende 8 uur; in beide stroomrichtingen.
30-3-'71	Westgat	Eb.
31-3-'71	Schulpengat	Eb, en een groot deel van de vloed.
20-4-'71	Marsdiep	Vloed.

Tabel I (vervolg)

Bodemmonsters:

17-2-'71 Molengat, bij boei 1, 3 en 4.

2-3-'71 Molengat, op enkele plaatsen in de buurt van boei 4.

12-5-'71 Molengat, op dezelfde plaatsen als op 17-2 en 2-3-'71.

9-2-'71 Balgzand, bij het Malzwin. Monsterruui van 4 punten.

28-2-'71 Balgzand, idem.

10-5-'71 Balgzand, idem.

24-5-'71 Balgzand, idem; gegevens van J.J. Beukema.

Tabel II

Overzicht van visresultaten en andere gegevens,
verzameld tijdens het vissen.

Toelichting bij de tabellen:

- De stroomsnelheid is aangegeven in schaal-eenheden van de gebruikte registratie-apparatuur. De gebruikte schaal was lineair. 21,5 meter-eenheden komen overeen met 1 meter/seconde.
- Voor de stroomsnelheid gedurende een trek is een gemiddelde aangegeven, dat representatief is voor de tijd van die trek. Gedurende een trek werden doorgaans meerdere stroommetingen verricht, evenals tussen de trekken.
- Tenzij anders vermeld, is gevestigd op 5 meter diepte. Bij de visdiepte is steeds het aantal meters lijn tussen drijfblaas en net (Fig. 1), vermeerderd met 1 meter aangegeven. Dit is de maximale diepte waarop het centrum van het net zich kon bevinden, nl wanneer de lijn verticaal in het water hing. Vooral bij grotere stroomsnelheden en visdieptes kan de werkelijke visdiepte iets minder zijn geweest.
- De afkorting T in de kolom bijz. betekent: Watertemperatuur.
- Na februari zijn de aantallen wormen, vissen, garnalen en dergelijke niet meer konsekvent genoteerd bij het uitzoeken van de monsters. Zij zijn daarom niet in deze tabellen verwerkt. Een uitzondering is gemaakt voor enkele opmerkingen bij de vangsten van januari en februari over wormen die toen veel gevangen werden, en over glasalen die vanaf februari aanwezig waren. Later werden minder wormen gevangen.

Tabel IIIa

Nonnetjes-transport en waterverplaatsing bij de Vangdam

De transport-cijfers zijn gebaseerd op de vangsten op 5 meter diepte en de stroomsnelheid-gegevens van de Savonin-rotor. Transport van nazomerbroed van 1970 is in Tabel IIIb verwerkt.

Datum	Transport van nonnetjes per m ²		Transport van nonnetjes per 1000 m ³		Watertransport ¹⁾ in kilometers	
	Eb	Vloed	Eb	Vloed	Eb	Vloed
30- 8-70	0	0	0	0	-	-
1-10-70	150?	0	?	0	-	-
28-10-70	0	0	0	0	-	-
24-11-70	0	0	0	0	-	-
22-12-70	0	0	0	0	-	-
4- 1-71	260	100	16,6	31,2	7,1	3,3
11- 1-71	820	40	56	5,5	15,3	7,1
22- 1-71	310	18	28,4	3,7	10,9	4,4
26- 1-71	430	-	39,4	-	10,9	-
28- 1-71	5600	300	346	14,7	16,5	7,7
2- 2-71	210	-	29,3	-	7,1	-
4- 2-71	600	70	42,2	11,0	14,2	6,6
11- 2-71	1450	200	110	25,7	13,1	7,7
16- 2-71	3200	-	168	-	19,1	-
18- 2-71	2600	200?	187	37	13,7	5,5?
25- 2-71	3200	400	201	44	15,8	9,3
4- 3-71	1350	50	115	12,8	10,9	3,8
9- 3-71	2400	350	220	40,3	10,9	8,7
11-13-71	4480	350	273	49,5	16,4	7,1
18- 3-71	3200	480	223	73,5	14,2	6,6
25- 3-71	1100	300	110	66	9,3	12,0
1- 4-71	816	160	55	25	14,7	7,1
13- 4-71	453	42	26	9	17,5	4,9
20- 4-71	440	-	27	-	16,9	-
27- 4-71	204	48	10,6	5	19,1	9,8
13- 5-71	80	40	3,7	5,9	20,8	6,8

¹⁾ De lengte van de waterkolom, die gedurende de tijd, dat de stroomsnelheid groter was dan 0,5 meter per seconde door de geul stroomde op de plaats waar gevist werd.

Tabel IIIb

Nonnetjes-transport op diverse plaatsen in de omgeving van het Marsdiep

Datum	Plaats	Transport per m ²		Transport per 1000 m ³	
		Eb	Vloed	Eb	Vloed
23-2-71	Malzwin	120	40	2,6	2,9
2-3-71	Molengat	16	2	2,7	0,33
16-3-71	Texelstroom	21	-	1,05	-
23-3-71	Malzwin	360	300	37	18,3
29-3-71	Molengat	110	70 ¹⁾	7,7	7,5 ¹⁾
30-3-71	Westgat	66	-	2,4	-
31-3-71	Schulpengat	170	80 ²⁾	3,9	7,3
20-4-71	Marsdiep		85	-	7
Nazomerbroed 1970					
1-4-71	Vangdam	544	180	36,5	25
13-4-71	Vangdam	1287	98	73	20
20-4-71	Vangdam	1360	-	79	-
27-4-71	Vangdam	2036	430	106	45
13-5-71	Vangdam	1500	430	70	64

1) Gemiddelde van vangsten op 2 plaatsen, waar direkt na elkaar gevist werd.

2) Niet gedurende de hele vloedperiode gevist; dit is dus een minimum-schatting.

Tabel IV

Bemonstering van jonge nonnetjes (broed van 1970) op het Balgzand

Datum	Monsteropp. per monster- plaats in m ²	Aantal exemplaren per monsterplaats ¹⁾						
		A	B	C	D	E	Vaste monster	Raai J ²⁾
29-6-70	1,7						1	
29-7-70	1,7						0	
5-8-70	1,0							0
31-8-70	1,7						1	
9-2-71	1,6	1	1	1	0	2		
24-2-71	1,7						0	
1-3-71	1,0							0
28-2-71	2,0	0	0	1	1			
31-3-71	1,7						0	
7-4-71	1,6						2	
10-5-71 ²⁾	2,0	4	2	3	5 ¹ / ₂	4		

¹⁾ Plaats A, B, C en D zijn aangegeven op kaartje 5. Plaats A was het meest oostelijk gelegen monsterpunt van deze serie.

Vaste monster en J liggen daar vlakbij.

²⁾ Gegevens van J.J. Beukema.

Tabel V

Overzicht resultaten grondhappen in het Molengat.

Per monster zijn 5 happen verwerkt; samen 1 m².

Datum	Plaats	<u>Resultaat per jaarklasse</u>			
		1970	1969	1968	1967 en ouder
2-3-71	Tussen Mg 4 en 2 ^a	4	5	21	7
12-5-71		21	3	17	8
12-5-71		11	5	25	7
2-3-71	Tussen Mg 4 en Mg 6;	1	1	17	4
12-5-71	200 meter ten noorden	13	3	22	6
12-5-71	van Mg 4	6	1	7	4
17-2-71	Bij Mg 1	1	0	1	6
12-5-71		1	0	5	5
12-5-71		2	1	2	6
17-2-71	Bij Mg	0	0	1	3
12-5-71		2	0	1	3
12-5-71		1	0	0	3
17-2-71	Bij Mg 4	1	3	14	5
12-5-71		7	4	16	5
12-5-71		3	3	25	11

Tabel 2:1

Plaats	Vangdam				Vangdam				Vangdam			
Datum. H.W. en L.W.	4-1-71	HW 11.58 LW 6.32	Z.W. wind, 2°C		11-1-71	HW 7.31 LW 13.36	Wind 2.0 matig Zwak-matig		22-1-71	HW 14.20 LW 21.05	Wind 0.20 matig. Zwaar bewolkt, mat. regen	
Weer	Z.W. wind, 2°C				Wind 2.0 matig Zwak-matig				Wind 0.20 matig. Zwaar bewolkt, mat. regen			
Byzonderheden	Harmothoe, Phyllodoce en Arenicola in de vangst.				Harmothoe, Arenicola en Nemeritinen in de vangst, verder Phyllodoce en Eteone.				Harmothoe, Nephthys, Nemeritinen, Arenicola			
	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz.
vloed												
9.20-9.40	15.6	35			9.00-9.20	18	60		10.05-10.25	14	1	
9.43-10.03	15.2	28			9.23-9.43	22	44		10.30-10.50	14	4	
10.05-10.25	10.4	15			9.48-10.08	27	95		10.55-11.15	15	4	
					10.15-10.35	28	81		11.17-11.37	13	3	
					10.40-11.00	26	139		11.41-12.01	12	4	
eb					11.05-11.25	23.5	133					
13.10	5				11.30-11.50	23.5	22		eb			
13.20	7				11.55-12.15	21	44		16.10-16.30	10	0	
13.30	9				12.30	18			16.35-16.55	15	0	
13.50	9				12.55	13			17.00-17.20	17	2	
14.10	10				13.25	12			17.25-17.45	20	26	
14.30	12				13.40	10			17.50-18.10	23	35	
14.33-14.53	13.4	2			14.25	8			18.15-18.35	22	59	
14.55-15.15	17.6	17			vloed				18.40-19.00	21	47	
15.19-15.39	21.1	91			15.00	2			19.05-19.25	17.5	48	
15.42-16.02	20.0	57			15.15	10			19.30-19.50	16	27	
					15.20-15.40	19	1		19.55-20.15	13.5	5	
					15.43-16.03	25	2					
					16.08-16.28	26.5	28					
					16.31-16.51	26	6					

Tabel 2: 2

Plaats	Vangdam				Vangdam				Vangdam			
	tijd	str.	vangst	byz	tijd	str.	vangst	byz	tijd	str.	vangst	byz.
Datum. HW en LW.	26-1-71	HW 6.54 LW 13.14			20-1-71	HW 0.45 LW 15.04			2-2-71	HW 11.42 LW 10.00		
Weer	Wind ZW, krachtig Geheel bewolkt	3°C			Wind ZZW 5 Egael grijze lucht, iets mistig	5°C			Wind ZW 4 Half bewolkt.			
Byzonderheden	9 jonge Pecten in de vangst. Nematoden, Nephthys.				Nematoden, 1 Eteone. Harmothoe, Arenicola				Harmothoe, Nematoden, Arenicola, Nephthys, Eteone, Nereis			
	eb				eb				eb			
	9.35-9.55	20	23		10.30-10.50	21	145	water-T. 4,9	13.20-13.40	7	0	
	10.00-10.20	27	43		11.01-11.21	26	659	" T. 5,0	14.01-14.21	8,5	3	
	10.25-10.45	27	70		11.25-11.45	27	724	" T. 5,05	14.25-14.45	12	4	
	10.50-11.10	26,5	104		11.40-12.00	27	760	" T. 5,1	14.50-15.10	15,5	34	
	11.15-11.35	25	54		12.12-12.32	26,5	676	" vangst niet met T. 5,3	15.15-15.35	10	51	
	11.40-12.00	20	37		12.35-12.55	26	531	" vangst niet met T. 5,3	15.39-15.59	19	31	
	eb				12.50-13.20	25		" vangst niet met T. 5,3	16.03-16.23	17	35	
	9.35-9.55	20	7		13.23-13.44	21	237	" T. 5,4	16.20-16.40	14,5	9	
	10.00-10.20	27	17		13.47-14.07	19,5	189	" T. 5,45	16.53-17.13	12	11	
	10.25-10.45	27	20		14.10-14.31	16,5	119	" T. 5,45	eb			
	10.50-11.10	26,5	36		14.34-14.54	13	57	" T. 5,5	13.20-13.40	7	0	
	11.15-11.35	25	20		14.50-15.20	7		" T. 5,5	14.02-14.22	8,5	0	
	11.40-12.00	20	34		vloed				14.25-14.46	12	2	
					16.31-16.51	25	49		14.50-15.10	15,5	3	
					16.55-17.15	29	100		15.15-15.35	10	19	
					17.20-17.40	22	80		15.39-15.59	19	20	
					17.42-18.03	19	31		16.03-16.23	17	6	
					18.07-18.27	14	15		16.20-16.40	14,5	1	
					18.30-18.50	11,5			16.53-17.13	12	0	
					18.55	9,5						

vangsten
op
1 m
1 Snobol diepte

Tabel 2 : 3

Plaats	Vangdam				Vangdam				Vangdam			
	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz.
Datum. Hw. en Lw.	4-2-71		Hw 13.27 Lw 7.32		11-2-71		Hw 20.50 Lw 14.43		16-2-71		Hw	
Weer	Wind N. 4 zwaar bewolkt		5°C		Wind Z. matig mistig. zicht op doom		5°C		Wind W matig, vorige dagen licht bewolkt. storm uit Z.			
Byzonderheden	Arenicola, Harmothoe, Nematoden				Harmothoe, Nematoden, Eteone, Phyllococe eerste Glasalen!				Visdiepte 1, 5 en 7 meter. vissen en wormen niet gevangen.			
	<u>vloed</u>				<u>eb</u>				<u>eb</u>			
	9.15	3			10.13	8			11.50	11,5		
	9.39	7			10.17	11,5			11.50-12.10	14	4	
	9.40	11			10.10-10.39	16	2		12.19-12.39	19,5	71	niet uitgezocht
	9.42-10.02	14	0		10.42-11.02	21	168		12.44-13.04	22	446	niet uitgezocht
	10.07-10.27	10	4		11.05-11.25	25	221	T. 4,55	13.00-13.35	25		
	10.31-10.51	19	15	T. 4,5°C	11.29-11.40	27,5	107	T. 4,5	13.30-13.50	27	399	
	10.55-11.15	10,5	15		11.51-12.11	25,5	196	1 Glasaal	14.02-14.22	30		
	11.20-11.40	15,5	16		12.14-12.34	23	165	1 Glasaal	14.31-14.51	20,5		
	11.45-12.05	12,5	4	T. 4,5°C	12.37-12.56,5	21,5	121	1 Glasaal	14.55-15.15	28	239	niet uitgezocht
	12.12-12.32	9	3		12.59-13.19	19,5	82		15.19-15.40	24	212	veel kleine exx.
	<u>eb</u>				13.23-13.44,5	16	54		15.44-16.04	19,5		niet uitgezocht
	13.51	11			13.40-14.00	13	36		16.00-16.20	16,5		
	13.57-14.13	11,5	0	T. 4,6°C	14.11-14.31	11	12	T. 4,6	16.32-16.52	12	125	niet uitgezocht
	14.15-14.35	14,5	4	T. 4,6°C	14.36	9,5		T. 4,6	16.52	11,5		
	14.30-14.50	14	32	T. 4,5°C	<u>vloed</u>				12.21-12.41	19,5	110	vangsten op
	15.02-15.22	14,5	34	Wind ten oosten vln geul komt droog!	16.10	14			13.00-13.20	25	358	7 m. diepte
	15.25-15.41	16	56	T. 4,7°C	16.10-16.39	16	4	4 Glasaal	14.02-14.22	30	472	niet uitgezocht
	15.49-16.09	17,5	69		16.42-17.02	10	14	T. 4,6	14.55-15.15	28	198	
	16.14-16.35	19	58		17.05-17.25	20	81	1 Glasaal	15.44-16.04	19,5		
	16.39-16.59	19,5	52	T. 5,0°C	17.20-17.47,5	21	46	1 Glasaal				
	17.02-17.23	20	56	T. 5,1	17.50-18.10	15,5	16	niet uitgezocht				
	17.20-17.40	19,5	70	T. 5,1	18.13-18.33	12,5	10	T. 4,65				
	17.50-18.10	17,5	45	enkele zeer kleine exx.	19.04	9						
	18.13-18.33	14,5	16	T. 5,5								
	18.36-18.56	14	4									
	18.59-19.19	11,5	6	T. 5,5								

[illegible]

Tabel 2: 7

Plaats	Vangdam				Vangdam				Vangdam			
Datum. Hw. en Lw.	20-4-71	Hw. 14.22 Lw. 21.30	10°C		27-4-71	Hw. 9.19 Lw. 21.29	12°C		13-5-71	Hw. 9.07 Lw. 15.45		
Weer	Wind: weinig zon				Wind N.O. 3 licht bewolkt		12°C		Wind N hard, later N.O.			
Byzonderheden	vangst. Bestand vrijwel alleen uit Nonnetjes en Rikswaaien.								Hoog voor anker gegaan lencinde niet aan lozen wil te komen. Daarvoor tenslotte 75 m. vissch. ipv. 10 m.			
	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz.
	<u>eb</u> 15.33 15.30 15.46 15.40-15.50 16.03 16.15-16.25 16.45-16.55 17.15-17.25 17.32-17.37 17.45-17.50 18.10-18.15 18.30-18.35 18.52-18.59 19.20-19.30 19.50-20.00	11 10 12,5 14 18 20,5 26 30 29 30 30 30 27 25 21 17			<u>eb</u> 10.05 10.15 10.30 10.37 10.40-10.51 10.57-11.00 11.20-11.30 11.38-11.43 12.00-12.05 12.20-12.25 12.51-12.56 13.20-13.26 13.50-13.56 14.20-14.31 14.50-15.00 15.05 15.20	5 7 11 14 23,5 20,5 30 31,5 33 31 24,5 21,5 16 13 12,5 9			<u>eb</u> 9.55 9.59-10.04 10.00-10.10 10.40-10.45 11.10-11.20 11.40-11.45 12.11-12.17 12.41-12.47 13.21-13.26 14.01-14.07 14.29-14.35 14.52-15.02 15.26-15.33 15.40 15.50	17 20 23,5 27 29 33 23 23 10,5 17,5 22 16 15 13	10 27 11 49 33 46 36 31 16 29 56 9	↓ 0 0 1 1 1 4 0 2 1 1 0
				T. 9,9°C				T. 9,6°C				T. 15,6°C
				van de 586 gevangen exemplaren waren 143 exx. groter dan 2,5 mm voor de winter.				T. 9,3°C				
					<u>vloed</u> 16.53 16.53-17.03 17.00-17.10 17.31-17.41 17.52-17.58 18.00-18.12 18.36-18.41 18.41	13 16 21 21,5 29 25 15 14,5	1 4 55 39 35 10	0 1 6 2 4 2	<u>vloed</u> 17.15 17.24-17.31 17.50-18.03 18.30-18.35 18.42 19.01-19.11	12 17 23 20 19 12,5	0 18 47 13	0 0 5 1

Tabel 2: 8

Plaats	Malzwin tussen Soei 3 en 5, of 1/3 afstand van 3 en 5 afstand van 5 By een rode vaargeul Soei.	Molengat 250 meter ten noorden van Soei 10.	Texelstroon. 300 meter ten Zuidwesten van Soei T.8, op de hoogte vln kustbaken op de dijke.				
Datum. Hw. en Lw.	23-2-71 Hw. 5.21 Lw. 11.50	2-3-71 Hw. 10.54-23.13 Lw. 17.17	16-3-71 Hw. 9.56 Lw. 16.19				
Weer	wind W.N.W. 4 à 5 licht bewolkt vooral in de vloed Glasalen.	wind Z.O., krachtig zwaar bewolkt, sneeuwpecht. -2°C	wind Z.W., matig nevelig bewolkt, snee en dan zon. waterdiepte 20 m. visdiepte na 13.52 u 13 meter.				
Byzonderheden							
tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz.
eb				eb			
7.40	11.	1		11.23	nihil		
7.53. 0.13	15			12.00	9		
0.16 - 0.46	19	4		12.10	13		
0.50 - 9.20	20	11		12.10 - 12.30	15	0	
9.24 - 9.54	20.5	8		12.35 - 12.55	21	0	
9.57 - 10.20	19	21		13.02 - 13.22	28.5	0	
10.32 - 11.03	17	14		13.27 - 13.47	33	0	visdiepte 10 m
11.06 - 11.35	15	7		13.52 - 14.12	36	0	visdiepte 13 m
11.42 - 12.12	12.5	3		14.16 - 14.36	37	1	T _{4,2} °C
12.13	11			14.40 - 15.00	37	3	"
vloed				15.05 - 15.25	37	0	"
13.30	7			15.30 - 15.50	27	4	T _{4,0} °C
13.37	10			15.55 - 16.15	24	3	"
13.41	11			16.20 - 16.41	21	2	"
13.39 - 13.50	14	0		16.40 - 17.10	13	1	"
13.50	17			17.17	10		
14.04 - 14.24	10.5	2	stroomrichting van het water p. oost, dus richting Baigwan				
14.20 - 14.40	23	4					
14.53 - 15.13	25	3					
15.17 - 15.30	24	6					
15.43 - 16.03	21	4					
16.07 - 16.25	19	11					
16.31 - 16.52	16	2					
16.55 - 17.15	14.5	3					
17.10 - 17.30	13	0					
17.43	12						
			T _{4,9} °C				

Plaats

Malzwijn

Molengat

→ Molengat

tussen boei Mg 10 en Mg 12
later open andere plaats
boei Mg 9.

Datum.

Hw. en Lw.

23-3-71 Hw. 10.05
Lw. 16.21

Weer

wind matig, West.
licht bewolkt.

7°C i.
later 2°C

29-3-71 Hw. 9.31-21.40
Lw. 15.49

Wind 2.0. 3
onbewolkt

14w. 21.40
Lw. 15.49
5°C

Bijzonderheden

Vangsten op 5 en 10 m. diepte.

's middags veel lagere stroomsterktes
dan bij boei Mg 9.

tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz	tgd	str.	vangst	byz.
<u>vloed</u>											
12.00	9			stroom richting				14.33	23		
12.09	12,5			Parisdiep				14.33-14.43	23,5		
12.10-12.30	10	1		9.00-9.10	20	6		14.49-14.59	24,5		
12.45-13.05	30,5	2		9.16-9.26	25	9		15.20-15.30	26		
13.13-13.33	32	10	visdiepte 10m	9.32-9.42	25	0		15.30-15.49	26		
13.13-13.34,5	32	20		9.40-9.59	25,5	10		15.56-16.06	25,5		
13.46-14.06	33	30	visdiepte 10m	10.05-10.15	26	8		16.15	23,5		
14.14-14.24	29	22	visdiepte 10m	10.21-10.31	25,5	6		16.26-16.35	23		
14.29-14.34	25	26		10.37-10.47	21	1		16.30-16.40	17,5		
14.50-15.00	22	38		10.52-11.02	16,5	11,5		16.49	16		
15.30-15.40	18	14		11.07-11.17	12						
15.59-16.12	11,5	9	T 5,2°C	11.17	11,5						
16.30-16.50	12,5	3		stroom richting							
16.30-16.50	12,5	6	visdiepte 10m.	Noordzee							
<u>e6</u>				12.34	13,5	6					
10.46-10.53	15	0		12.34-12.44	13,5	5					
19.00-19.09	17,5	1		12.56-13.06	17,5	11					
19.10-19.21	21	6		13.25-13.35	14,5	4					
19.26-19.36	22	4	visdiepte 10m	13.55-14.05	15,5	13					
19.55-20.05	22,5	14		13.15	13						
20.10-20.20	21,5	13	T 5,2°C								
20.27-20.37	20	23	visdiepte 10m								
20.55-21.05	21	22									
21.07-21.17	20	28	visdiepte 10m								
21.26-21.36	10,5	38	T 5,4°C								
21.55-22.05	16	19									
22.10-22.20	13,5	15	visdiepte 10m								
22.20	13		T 5,25°C								

Tabel 2: g

[illegible]

Tabel 2.10

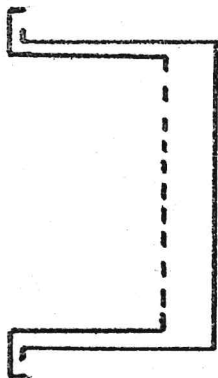


Fig. 2.

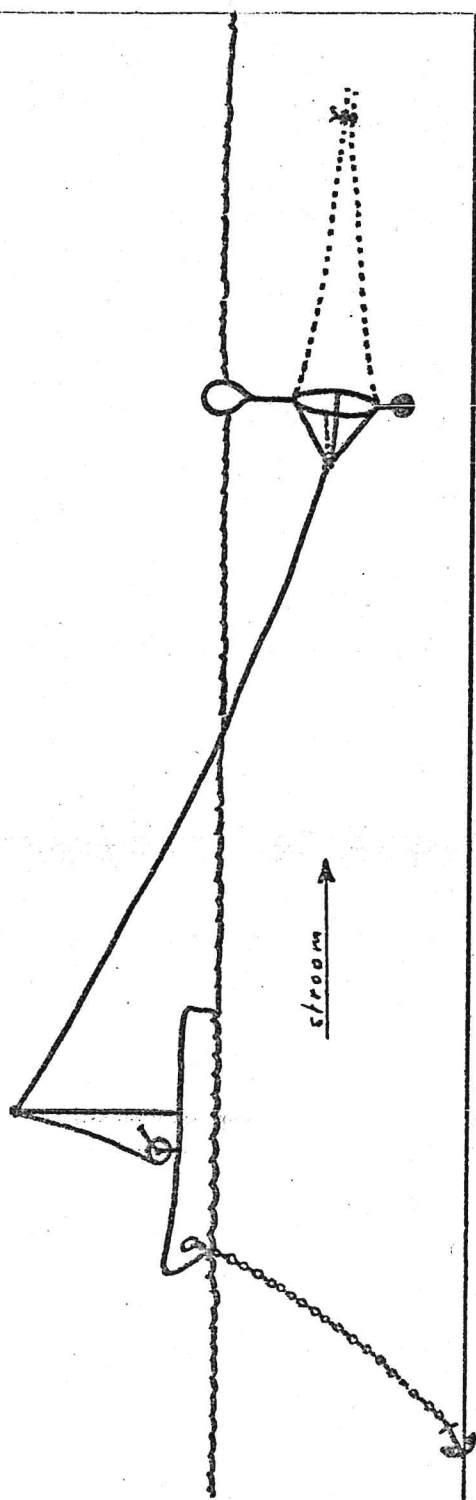
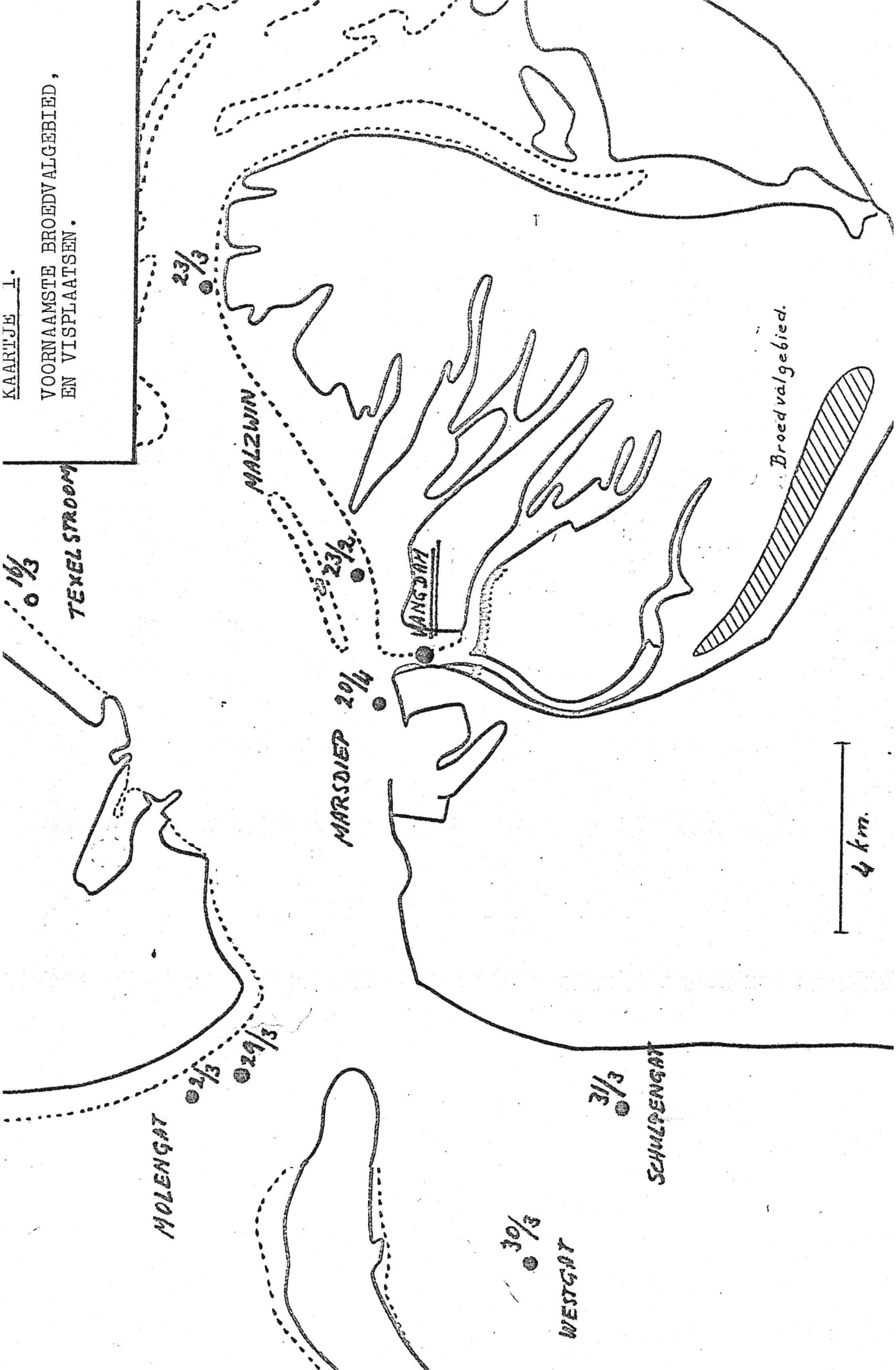


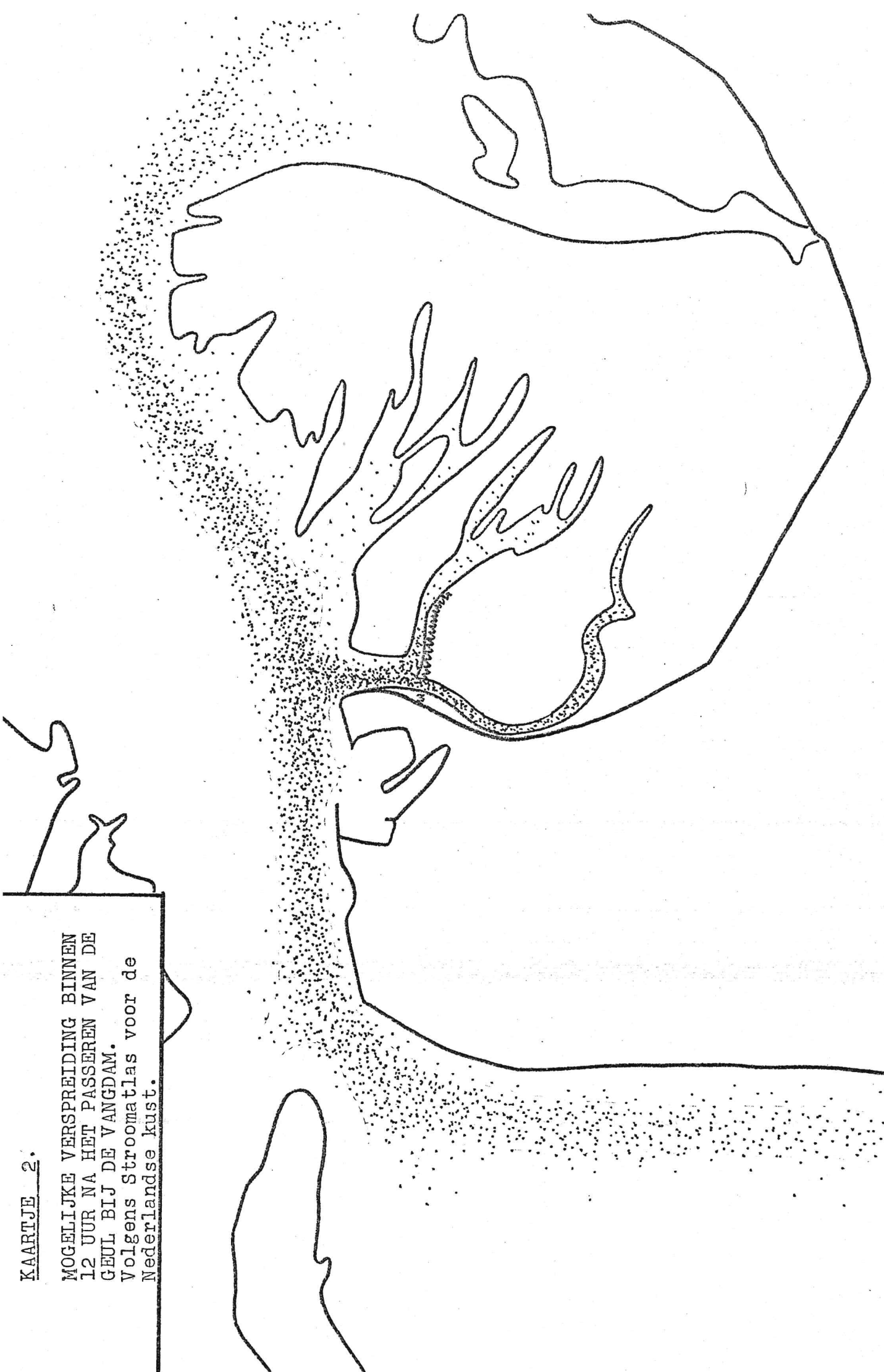
Fig. 1

VOORNAAMSTE BROEDVALGEBIED,
EN VISPLAATSEN.



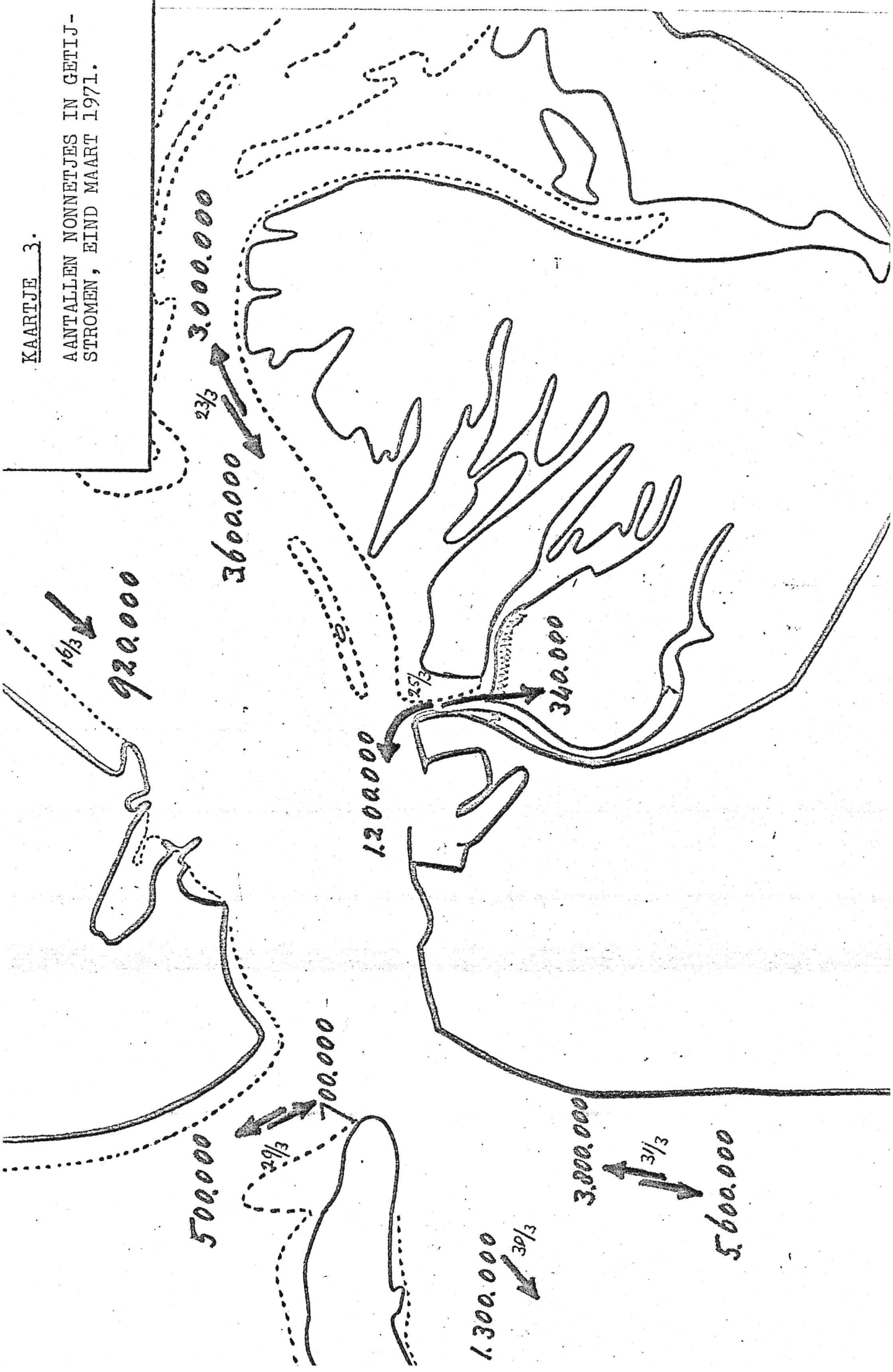
KAARTJE 2.

MOGELIJKE VERSPREIDING BINNEN
12 UUR NA HET PASSEREN VAN DE
GEUL BIJ DE VANGDAM.
Volgens Stroomatlas voor de
Nederlandse kust.



KAARTJE 3.

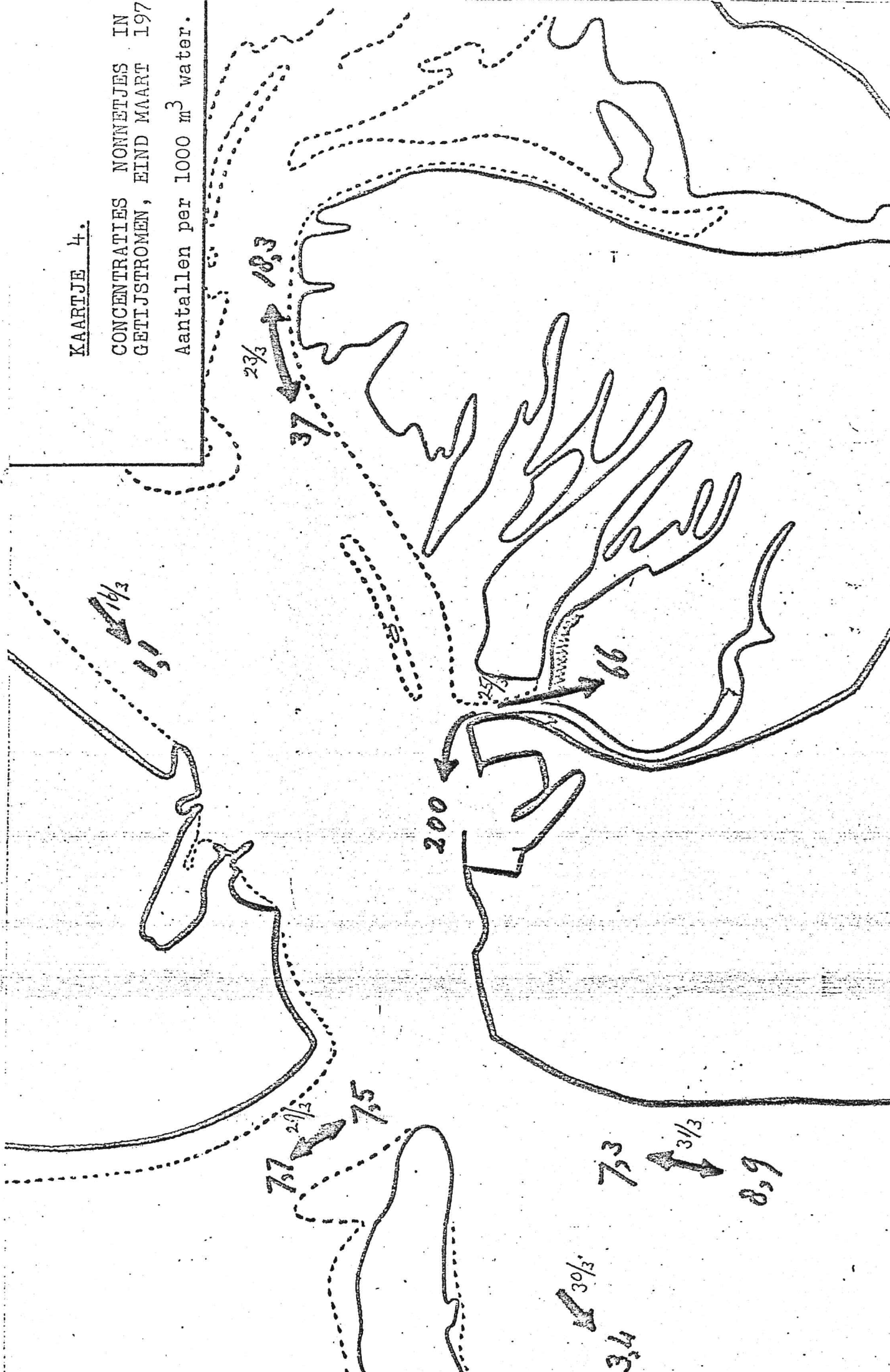
AANTALLEN NONNETJES IN GETIJ-
STROMEN, EIND MAART 1971.



KAARTJE 4.

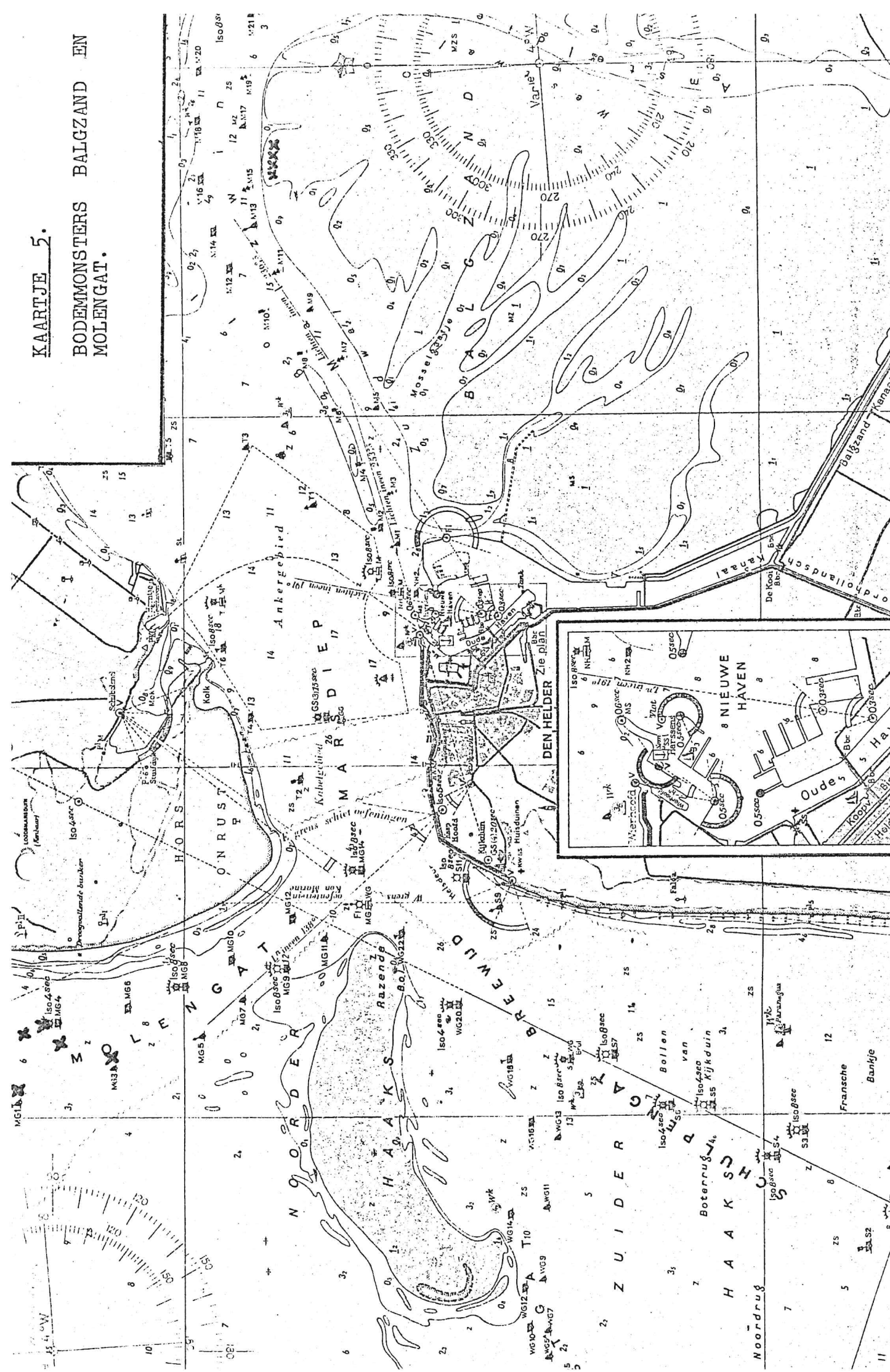
CONCENTRATIES NONNETJES IN
GETIJSSTROMEN, EIND MAART 197

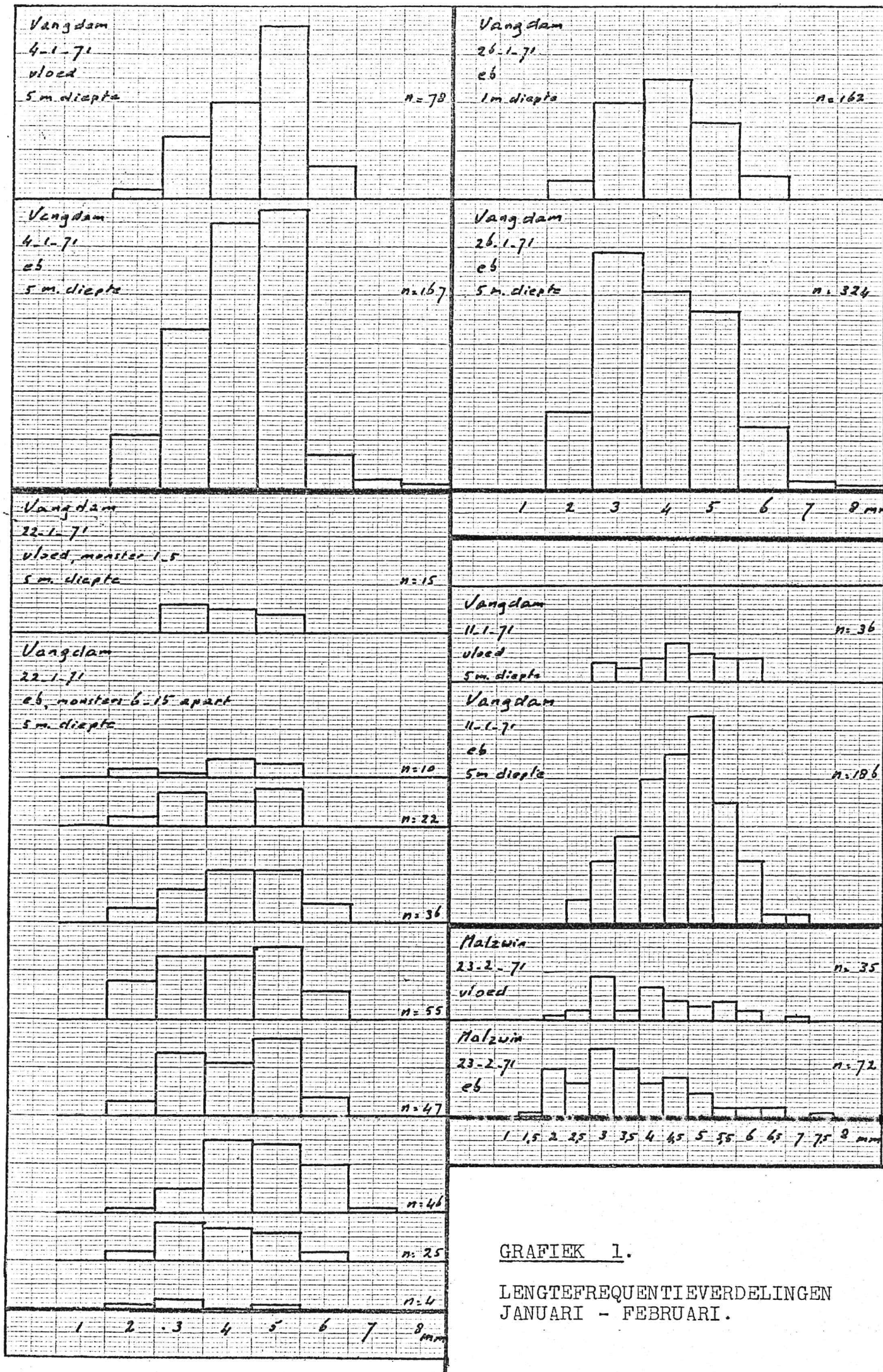
Aantallen per 1000 m³ water.



KAARTJE 5.

BODEMONSTERS BALGZAND EN MOLENGAT.



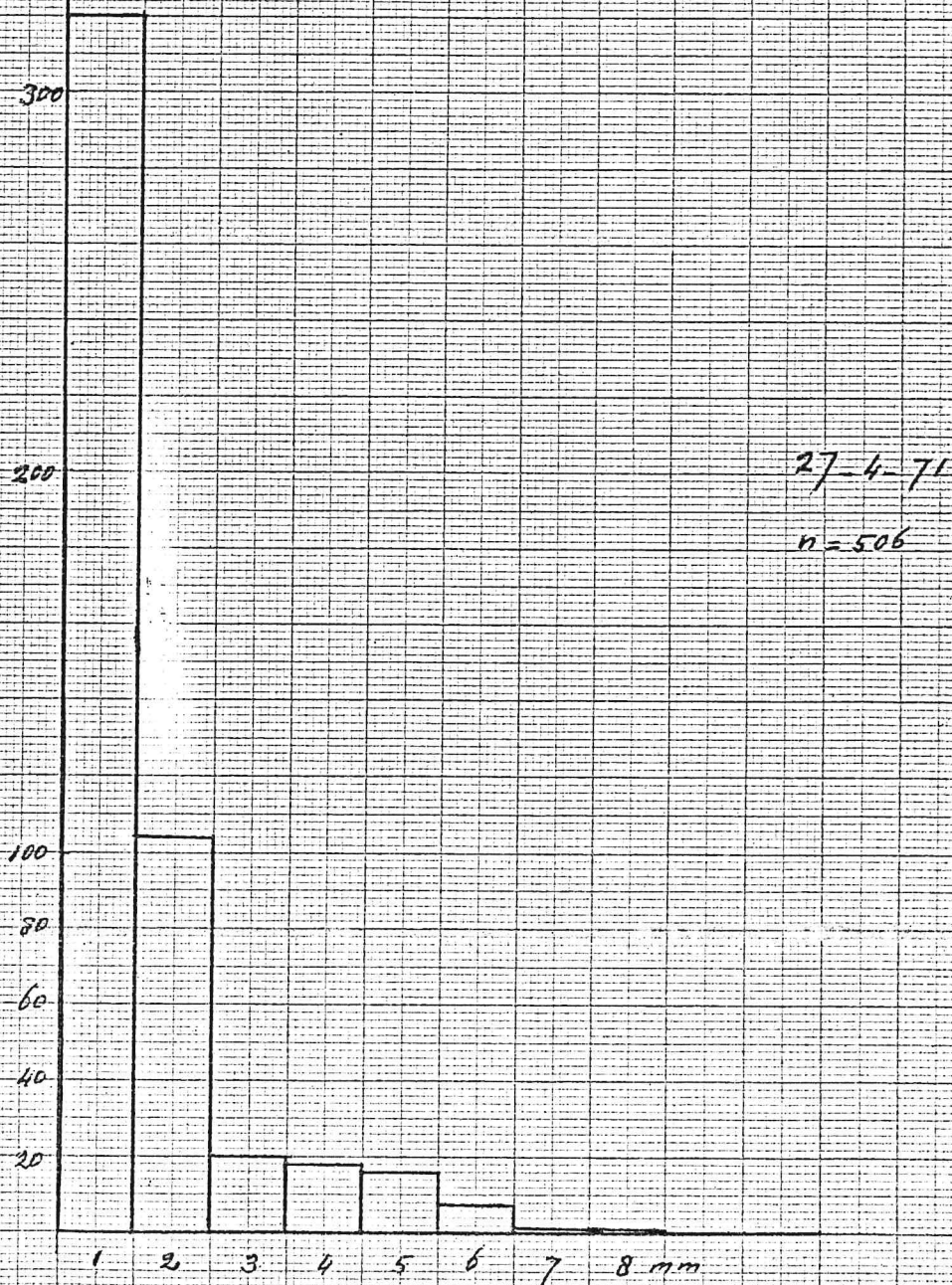
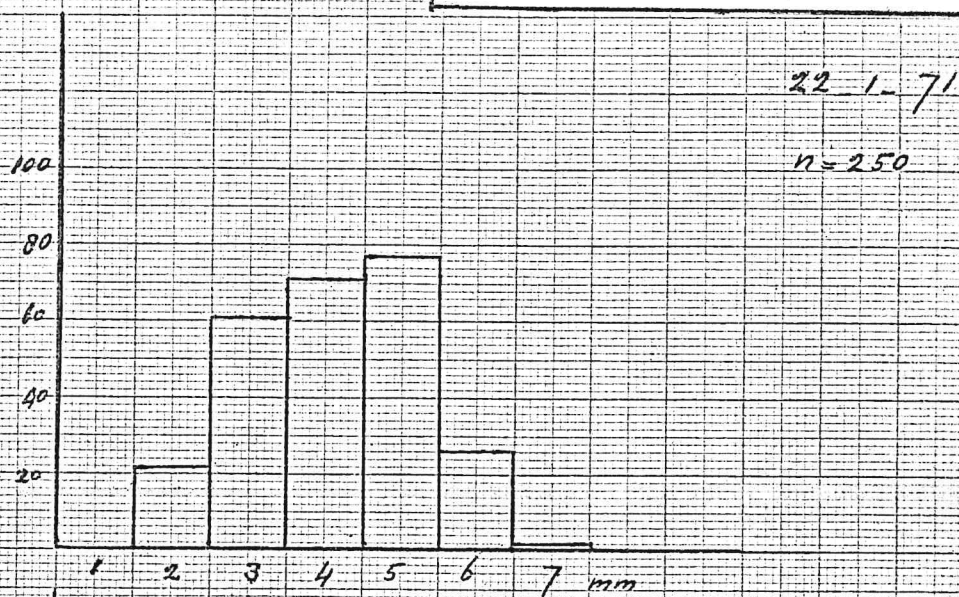


GRAFIEK 1.

LENGTEFREQUENTIEVERDELINGEN
JANUARI - FEBRUARI.

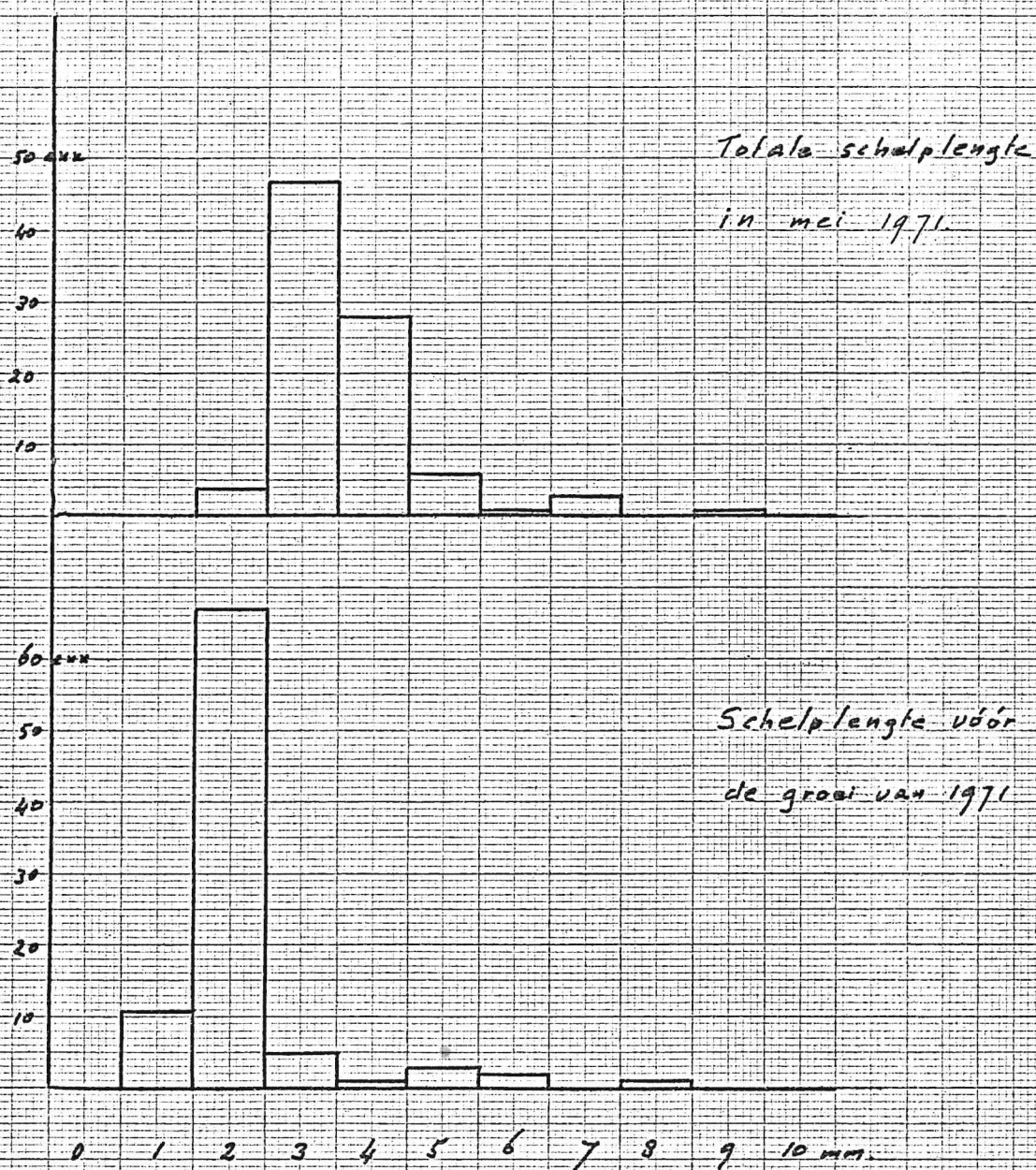
GRAFIEK 2.

LENGTEFREQUENTIEVERDELING JANUARI
EN APRIL; SCHELPTOP.



GRAFIEK 3.

LENGTEFREQUENTIEVERDELING JANUARI
EN MEI; HELE SCHELP.



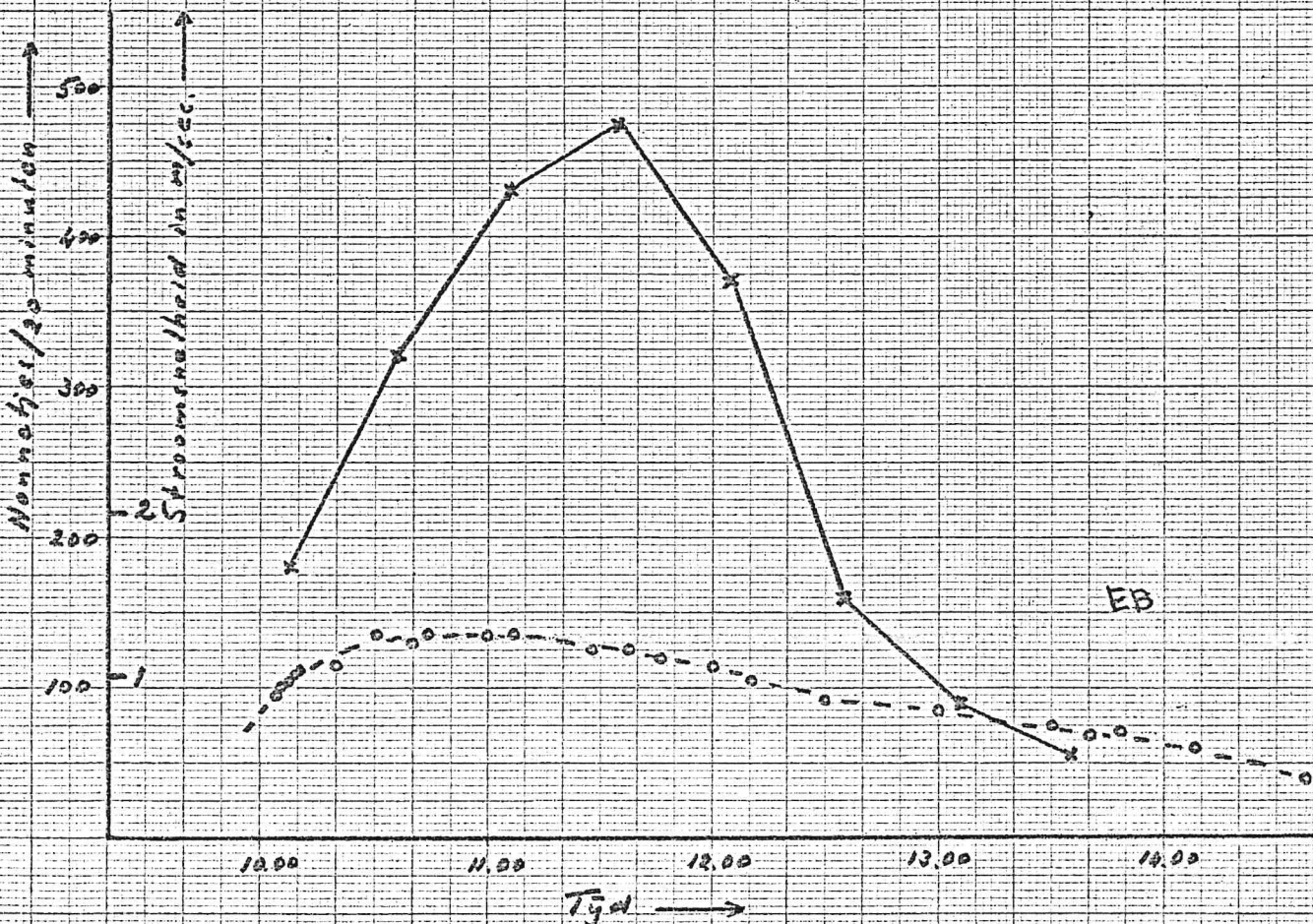
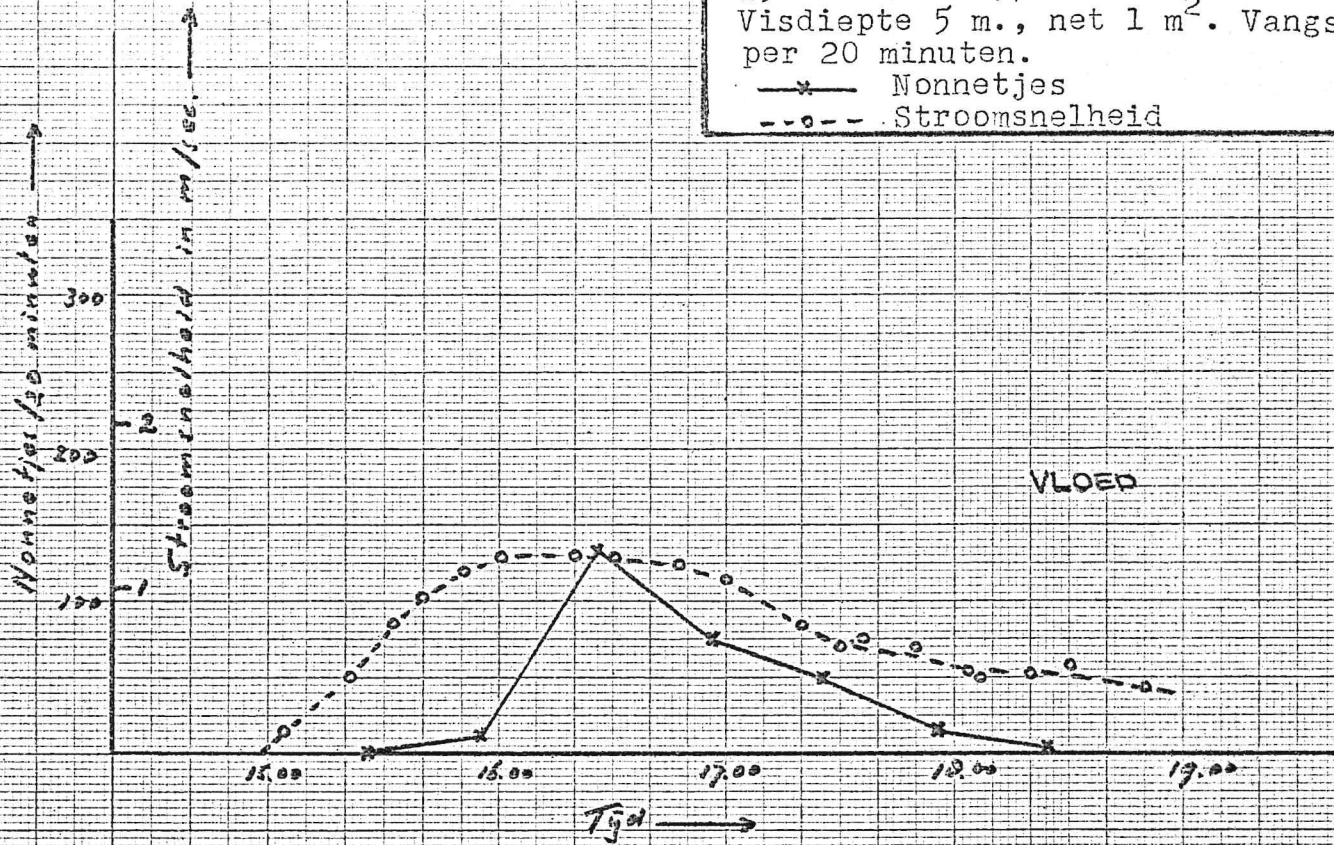
Vangdam
13-5-71
5 m. diepte

$n = 90$

GRAFIEK 4.

EB- EN VLOEDVANGST BIJ DE VANGDAM
25 februari 1971
Visdiepte 5 m., net 1 m². Vangste
per 20 minuten.

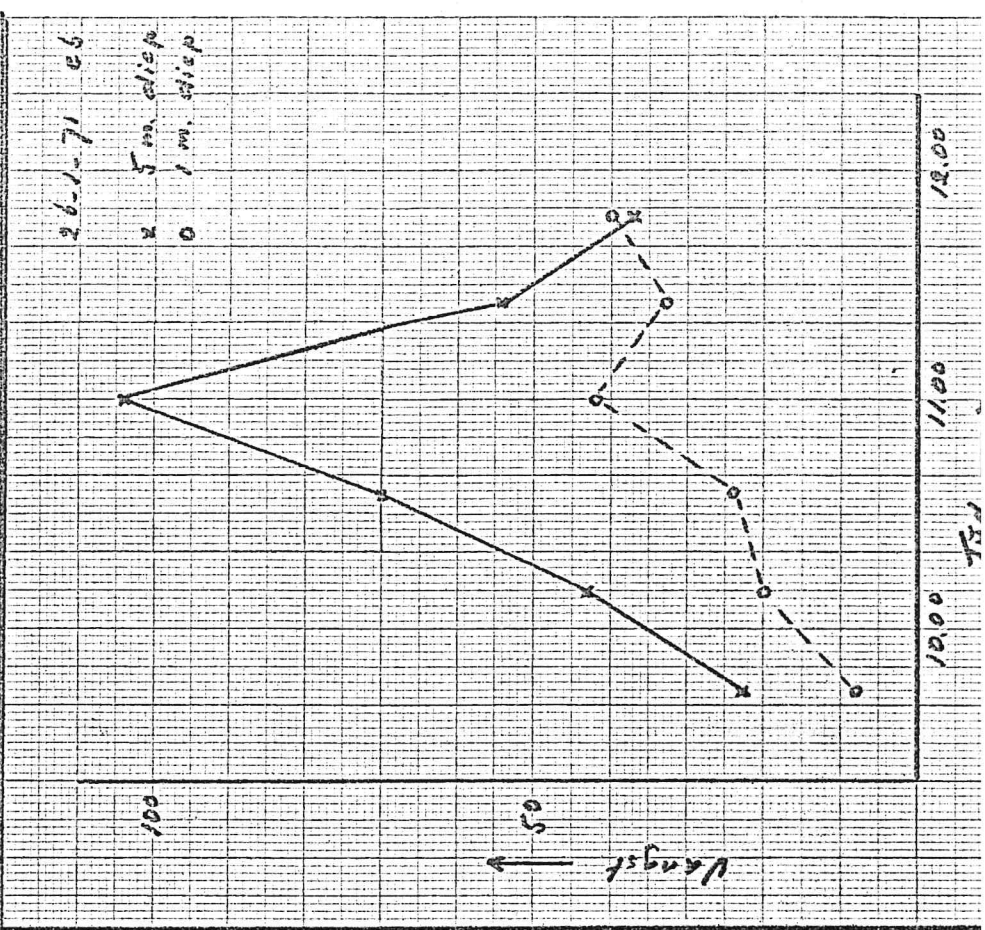
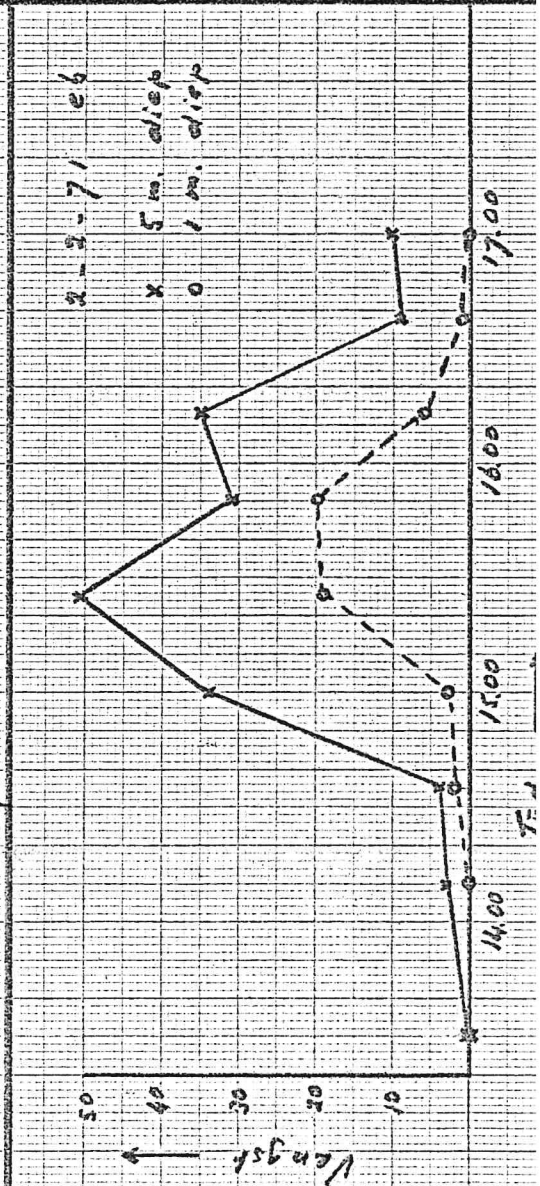
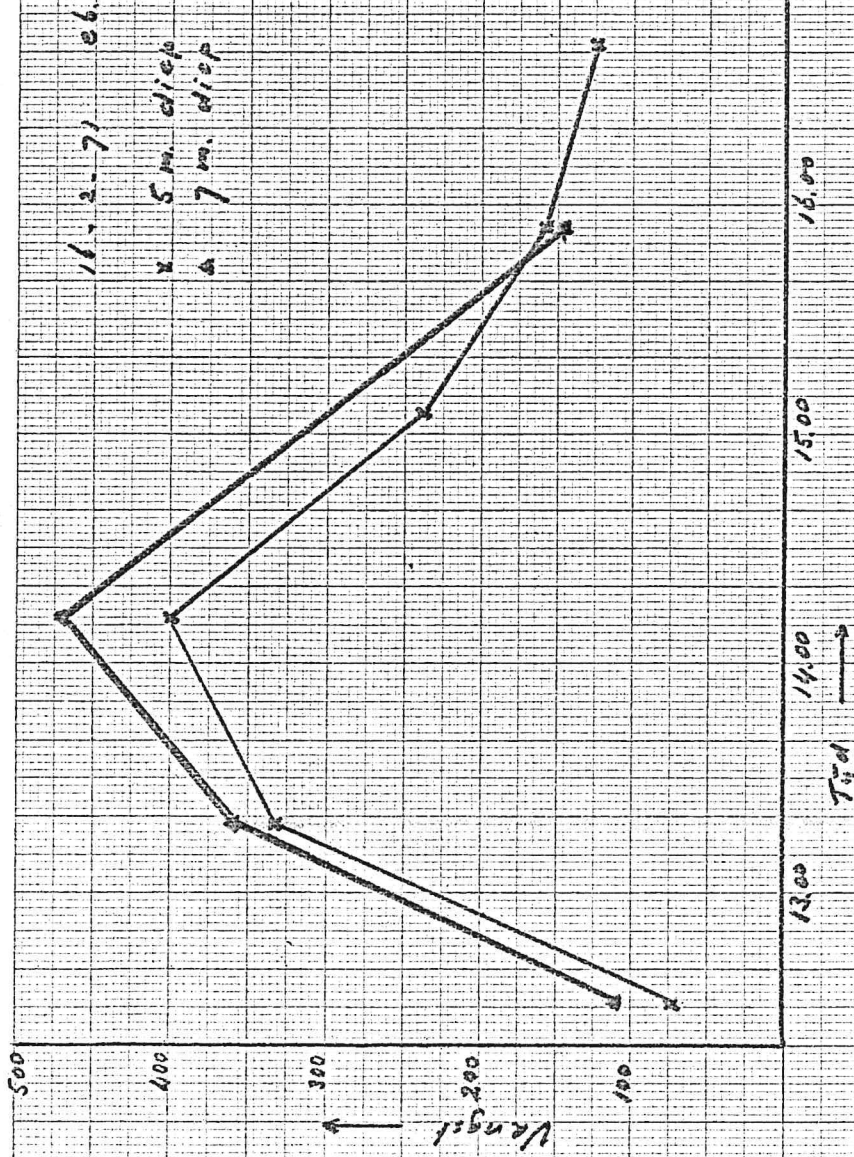
—x— Nonnetjes
--o-- Stroomsnelheid



GRAFIEK 5, 6 en 7.

VANGSTEN OP VERSCHILLENDE DIEPTES
bij de Vangdam.

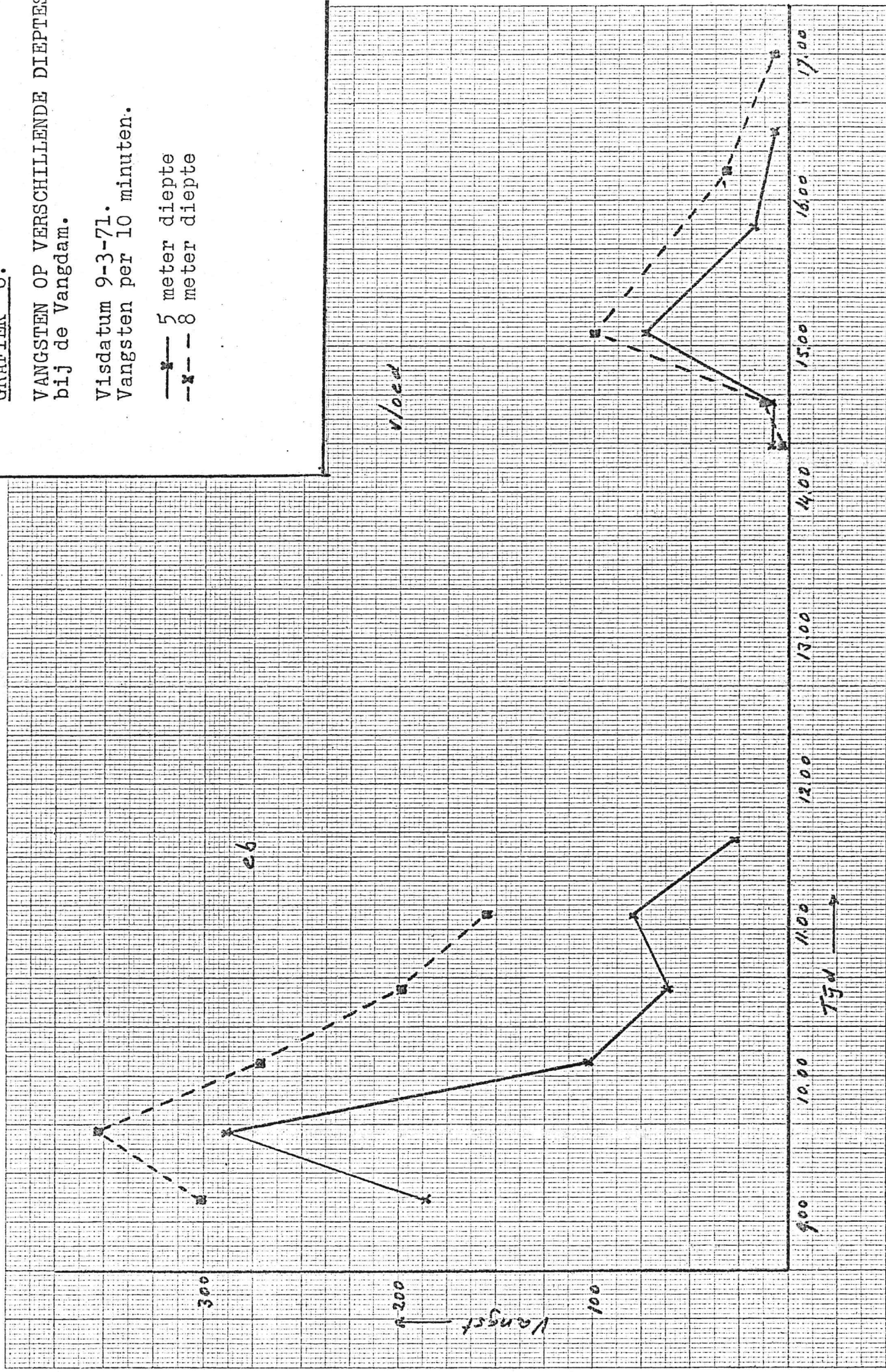
Visdata 26-1-71, 2-2-71 en 16-2-71
Vangsten per 20 minuten.



VANGSTEN OP VERSCHILLENDE DIEPTEN
bij de Vangdam.

Visdatum 9-3-71.
Vangsten per 10 minuten.

—x— 5 meter diepte
-x- 8 meter diepte

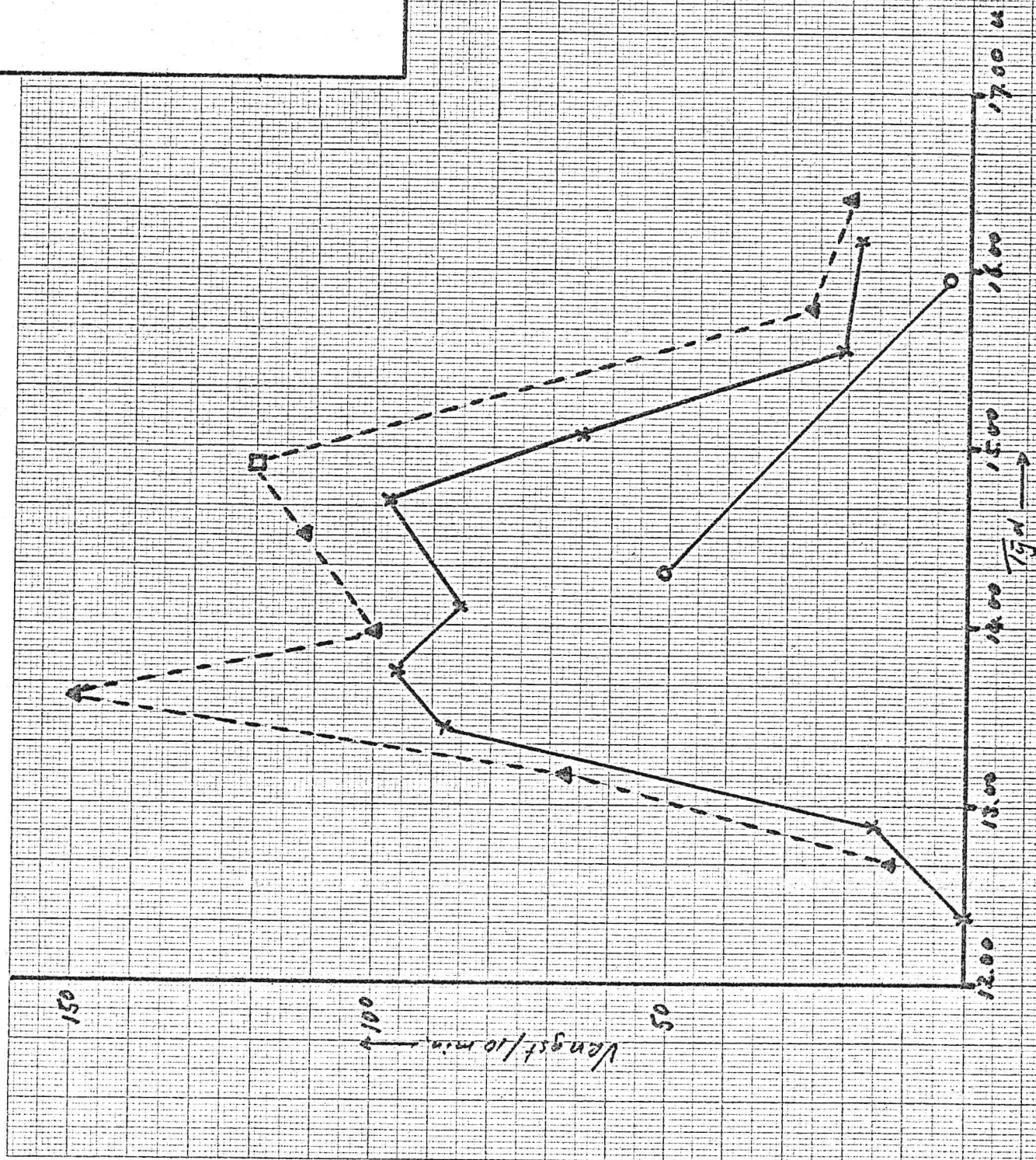


GRAFIEK 9.

VANGSTEN OP VERSCHILLENDE DIEPTEN
bij de Vangdam.

Visdatum 1-4-71.
Vangsten per 10 minuten.

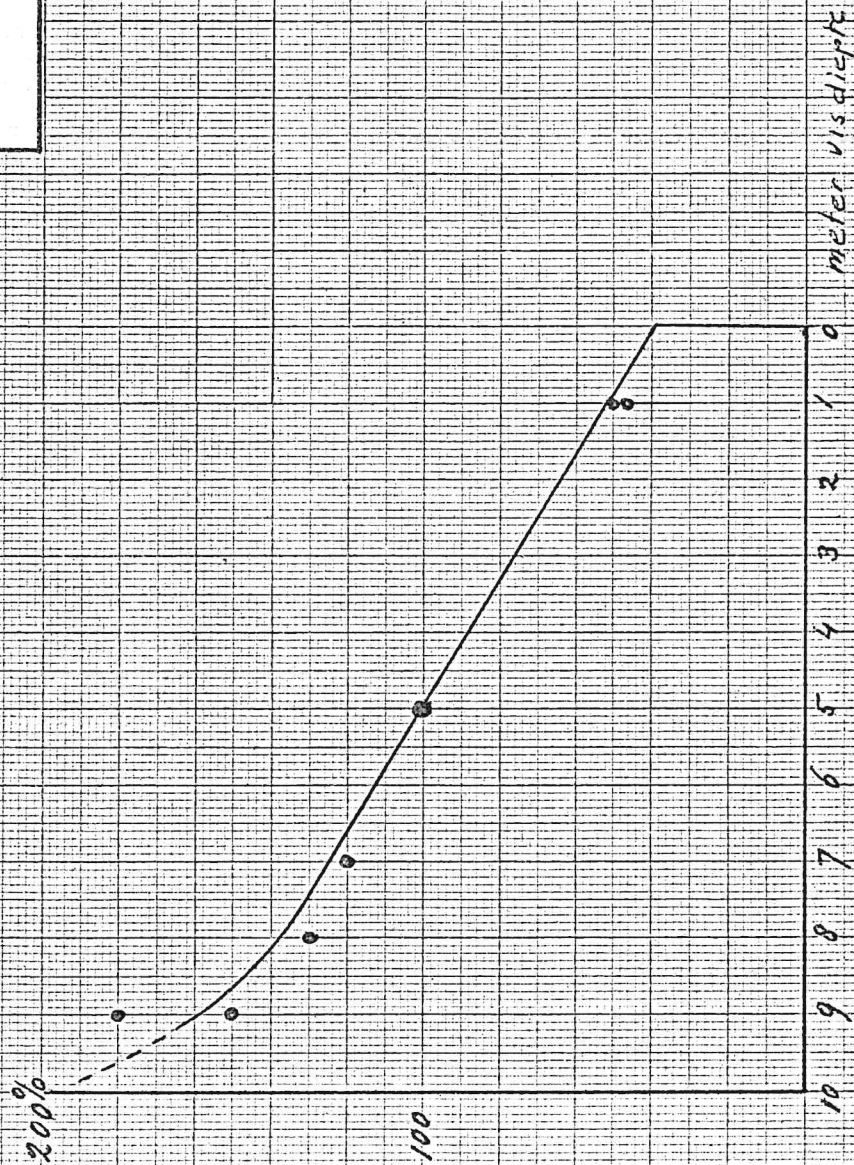
- 1 meter diepte
- x— 5 meter diepte
- Δ— 8 meter diepte
- 10 meter diepte



GRAFIEK 10.

VERBAND TUSSEN VISDIEPTE EN
VANGSTGROOTTE BIJ DE VANGDAM.

Vangsten aangegeven in per-
tages van de vangsten op 5 me-
ter diepte op dezelfde datum.

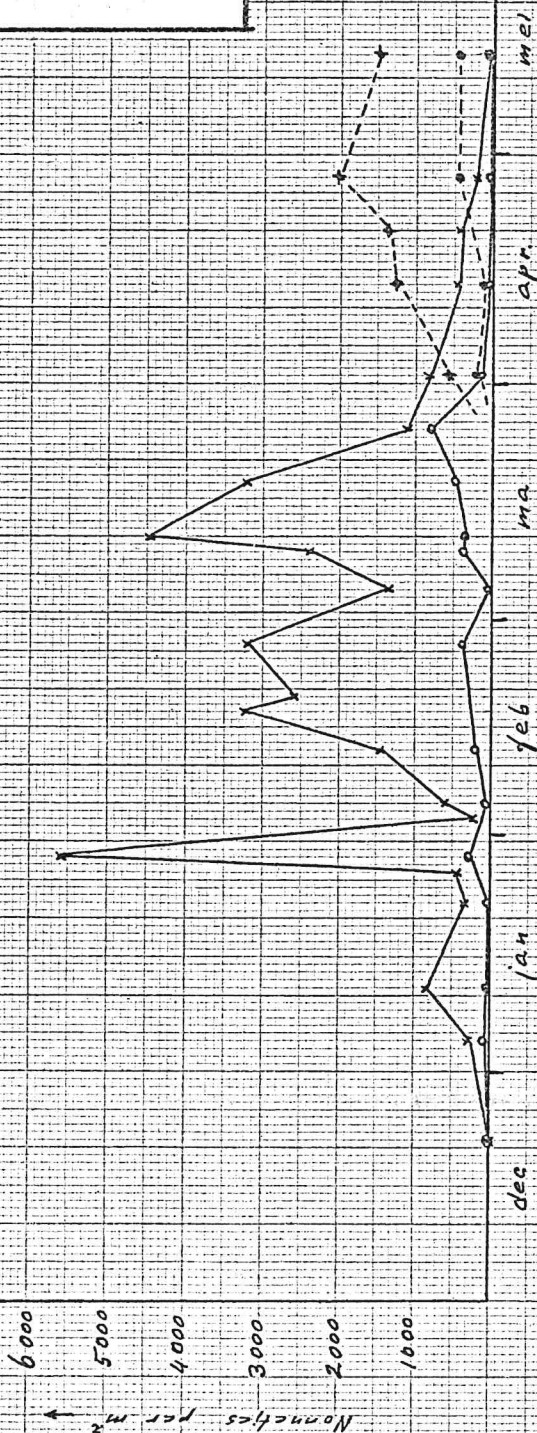


GRAFIEK 11.

EMIGRATIE EN IMMIGRATIE PER M²
BIJ DE VANGDAM.

*— Emigratie (Ebtransport)
—○— Immigratie (Vloedtransport)

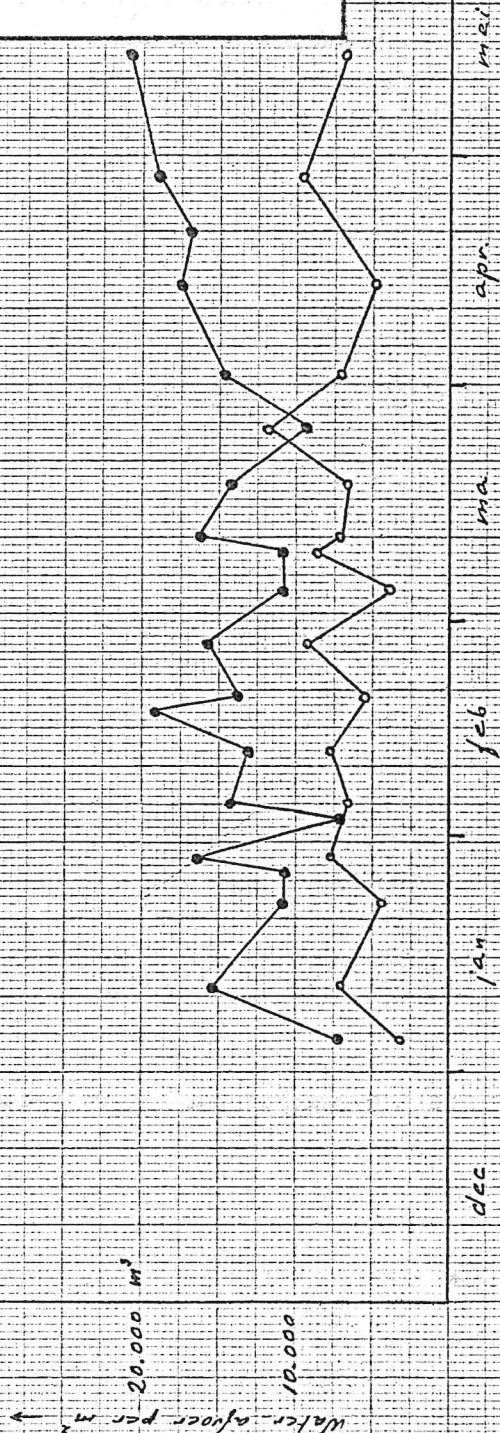
Migratie van nazomerbroed van
1970 is gestippeld aangegeven.



GRAFIEK 12.

WATERVERPLAATSING PER M² OP DE
VISPLAATS BIJ DE VANGDAM
BIJ STROOMSNELHEDEN BOVEN $\frac{1}{2}$ M/SEC

—●— Eb
—○— Vloed

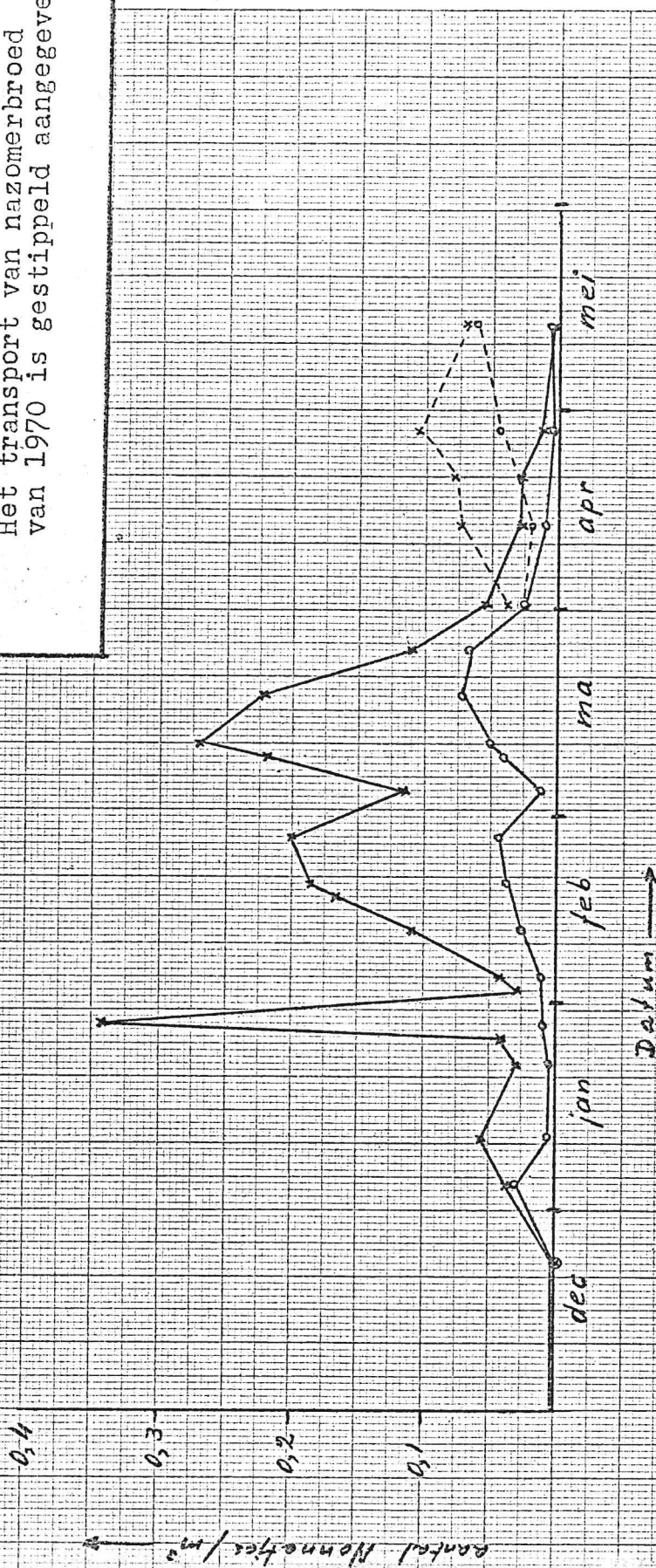


GRAFIEK 13.

EB- EN VLOEDTRANSPORT PER M³
VAN DECEMBER 1970 TOT MEI 1971,
IN DE GEUL BIJ DE VANGDAM.

—*— Ebtransport
—o— Vloedtransport

Het transport van nazomerbroed
van 1970 is gestippeld aangegeven



GRAFIEK 14.

CORRELATIE MIGRATIE-VERLOOP E WEERSOMSTANDIGHEDEN.

Gegevens van het K.N.M.I.

$400 \text{ ex/m}^3 \times 10^3$

300

200

100

0

3000 J/cm^2

2000

1000

8° Celsius

7

6

5

4

20° Celsius

10

0

-10

150 cm boven N.A.P.

100

50

0

januari

februari

maart

april

mei 1971

Transport/ $\text{m}^3 \times 10^3$
bij de Vangdam.
x — eb transport
o — vloed transport

Bestraling van
het aardoppervlak
in joule/ cm^2
per dag, bij
Den Helder.

Temperatuur
van het zeewater,
gemeten
bij lichtschip
"Texel".

Luchttemperatu-
ren bij Den
Helder; minimum
en maximum
per dag.

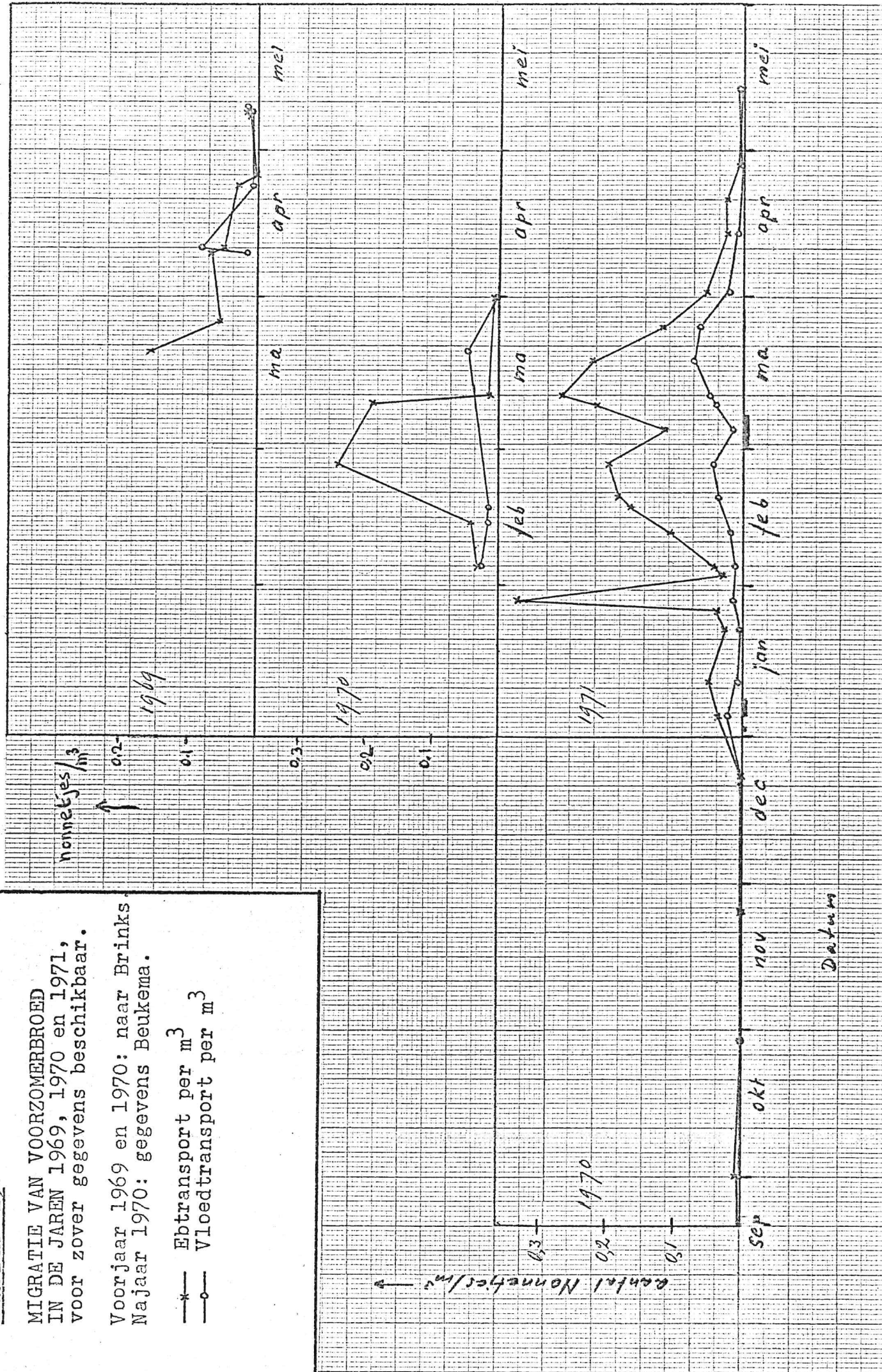
Hoogwaterstanden
bij Den Helder,
voorgaand aan
vangst bij
eb
* direct voorgaand
o één tj daarvoor.

GRAFIEK 15.

MIGRATIE VAN VOORZOMERBROED
IN DE JAREN 1969, 1970 en 1971,
voor zover gegevens beschikbaar.

Voorjaar 1969 en 1970: naar Brinks.
Najaar 1970: gegevens Beukema.

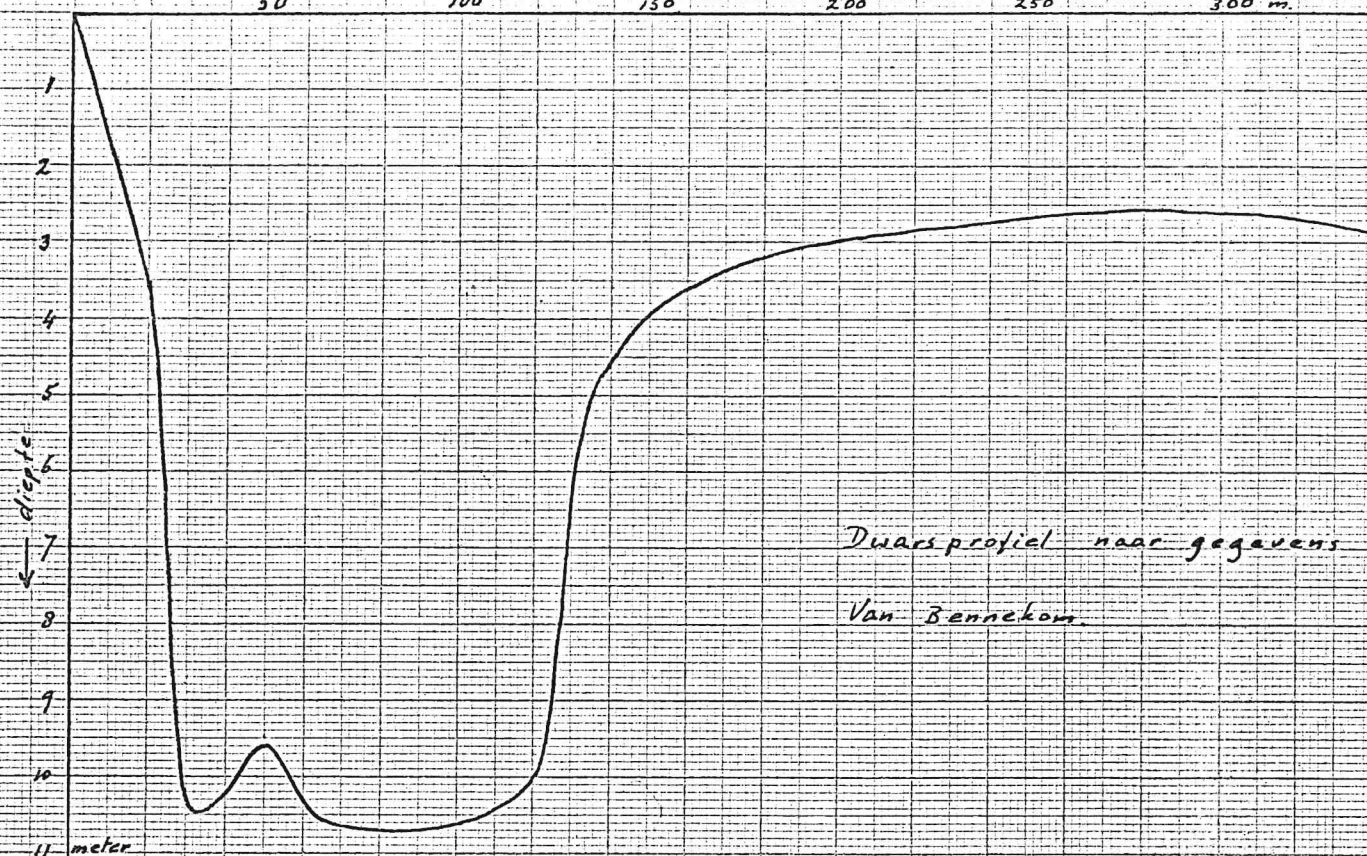
- x— Ebtransport per m³
- o— Vloedtransport per m³



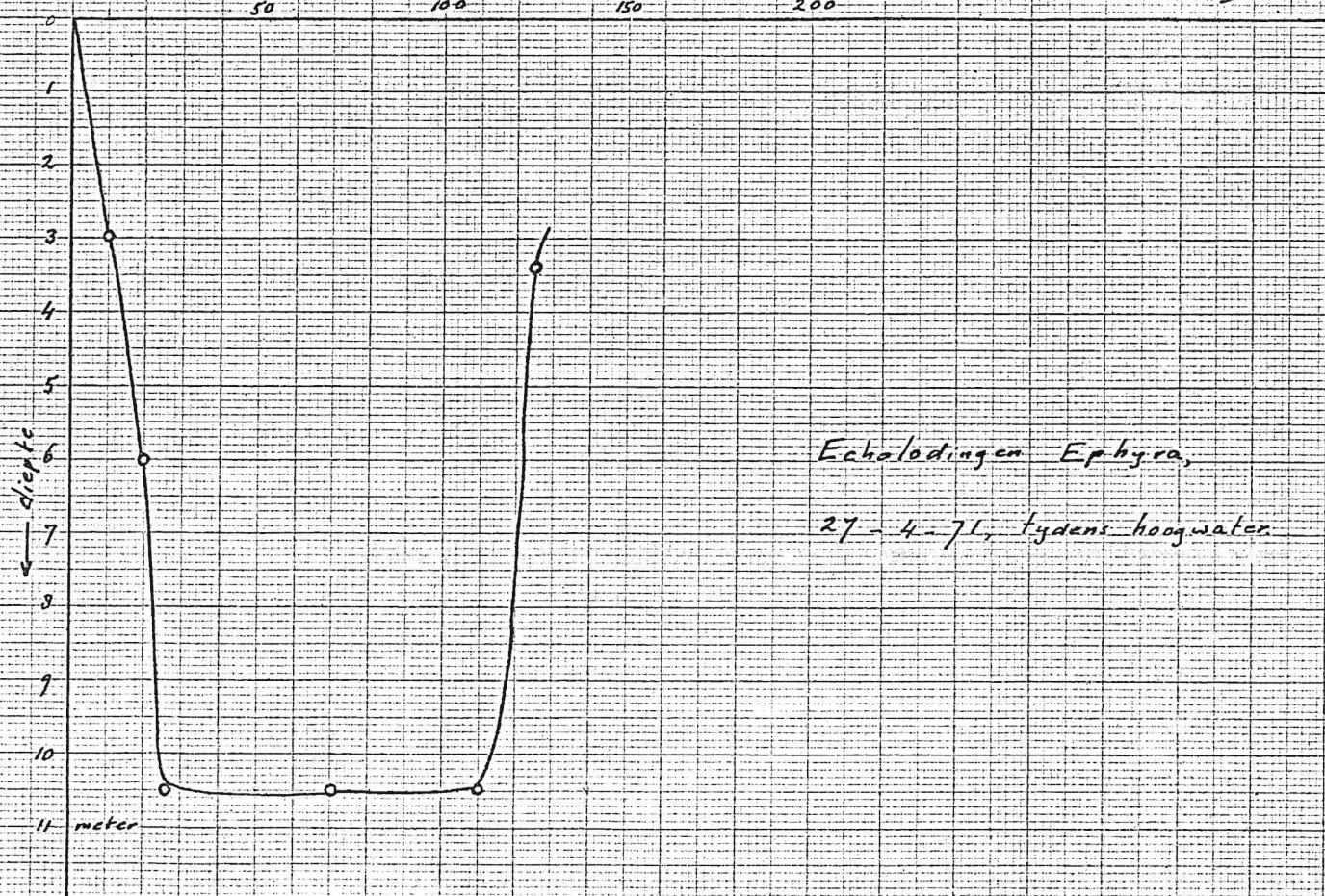
GRAFIEK 16.

DWARSPROFIELEN VAN DE GEUL BIJ DE VANGDAM.

afstand tot basalt dijck ten westen van de geul

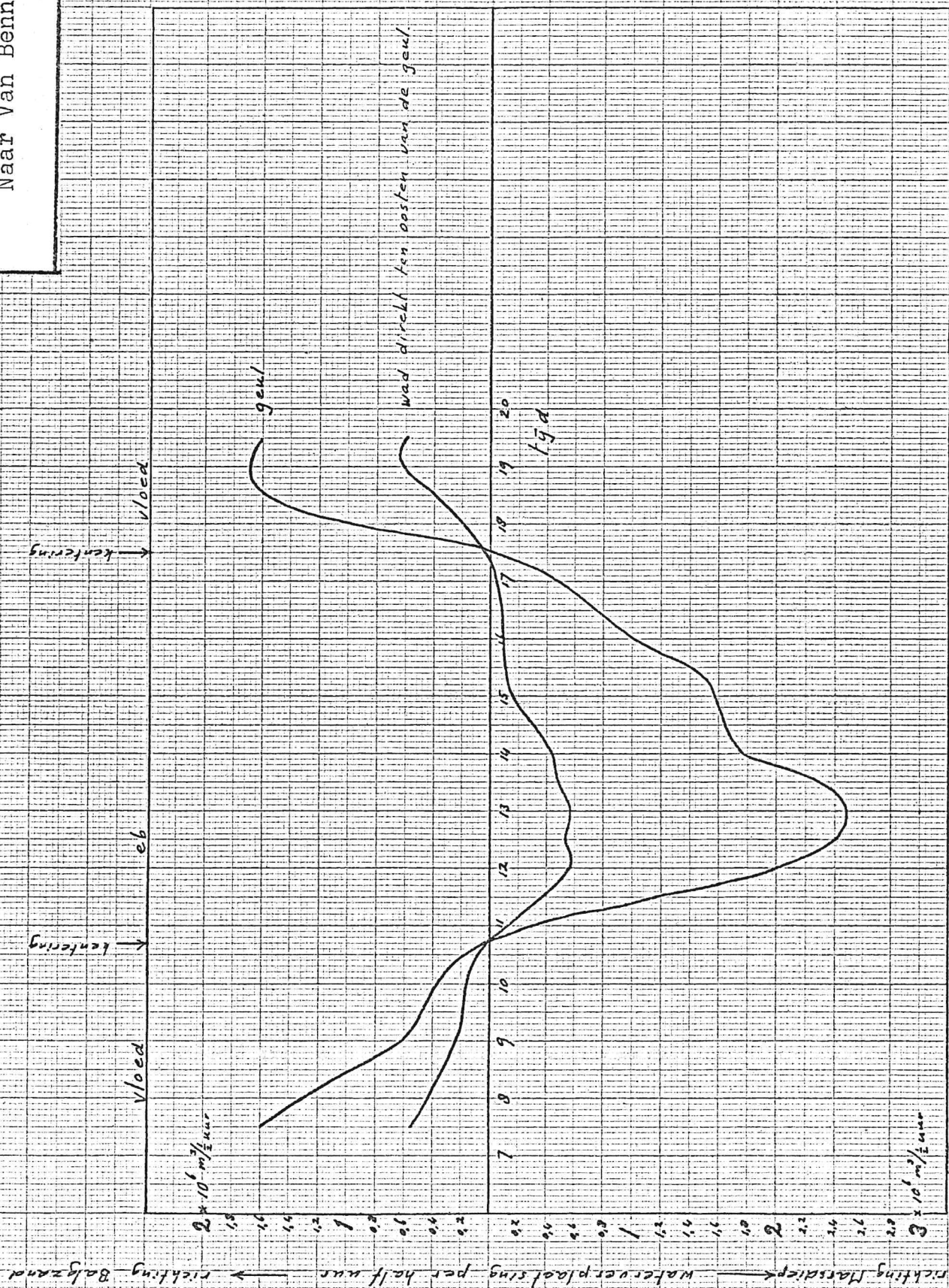


afstand tot basalt dijck ten westen van de geul



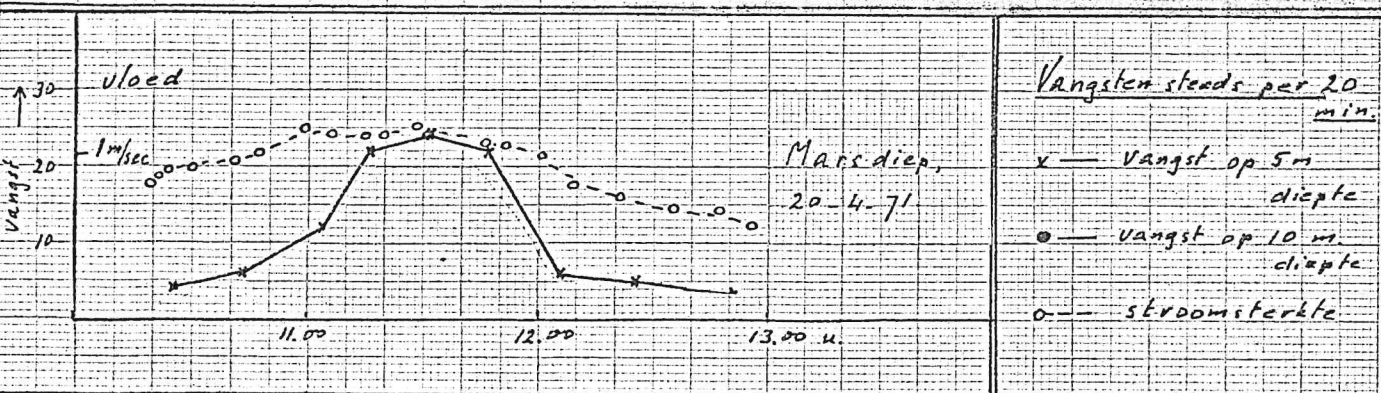
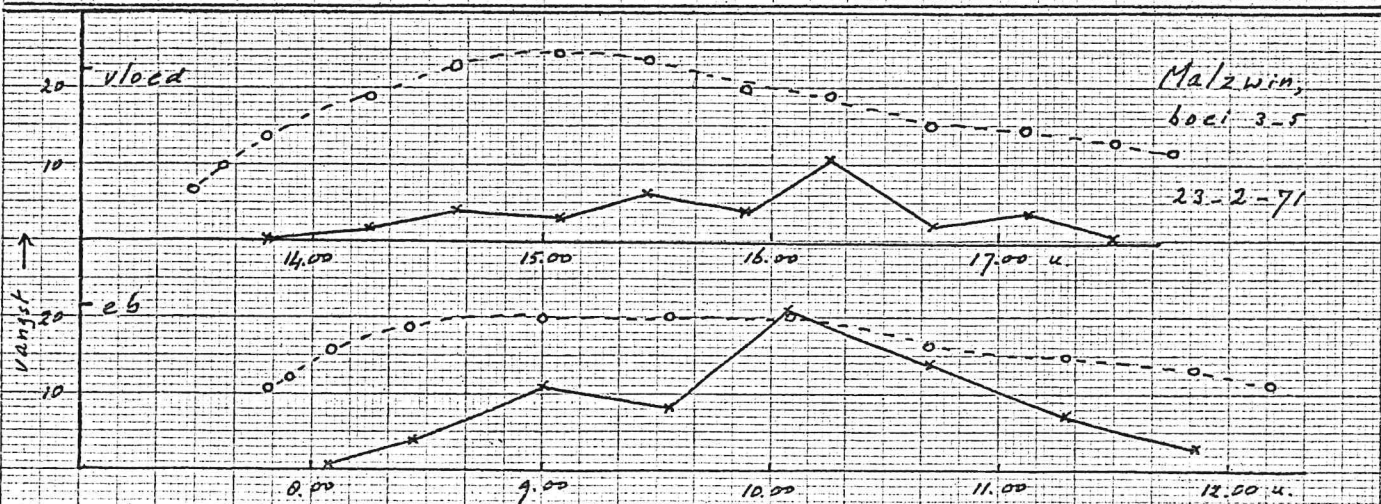
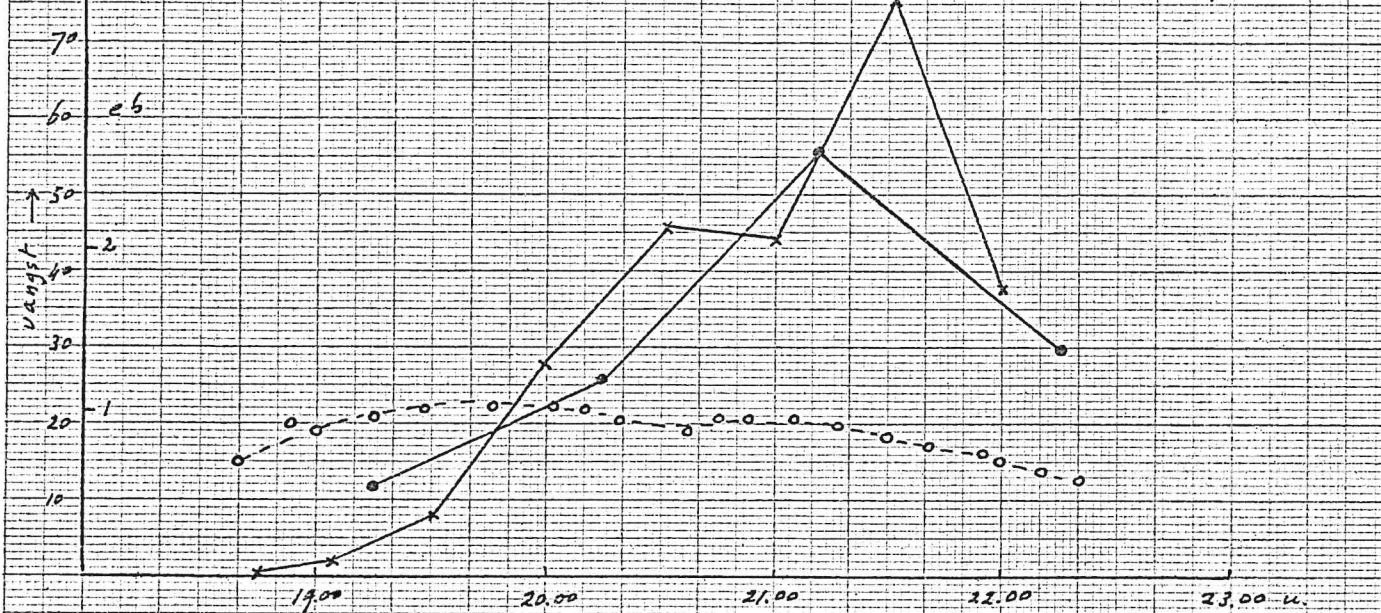
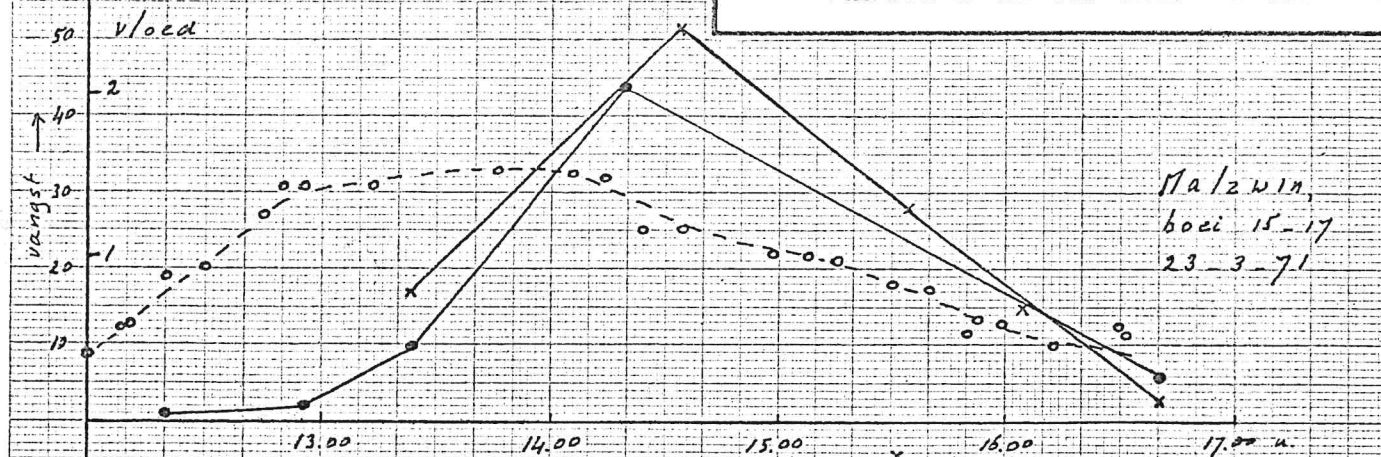
GRAFIK 17.

EB- EN VLOED-DE³MENT BIJ DE
VANGDAM.
Naar Van Bennekom.



GRAFIEK 18.

VANGSTEN IN MALZWIN EN MARSDIEP



Vangsten steeds per 20 min.

x — Vangst op 5 m diepte

• — Vangst op 10 m diepte

o — stroomsterkte

GRAFIEK 19 en 20.

VANGSTEN EN STROOM IN MOLENGAT
WESTGAT, SCHULPENGAT EN TEXELSTROOM.

—x— Vangst
--o-- Stroomsterkte

Molengat

2-3-71

vangst per 20 min

Molengat

29-3-71

vangst per 10 min

Westgat

30-3-71

vangst per 10 min

Schulpengat

31-3-71

vangst per 10 min

Texelstroom

16-3-71

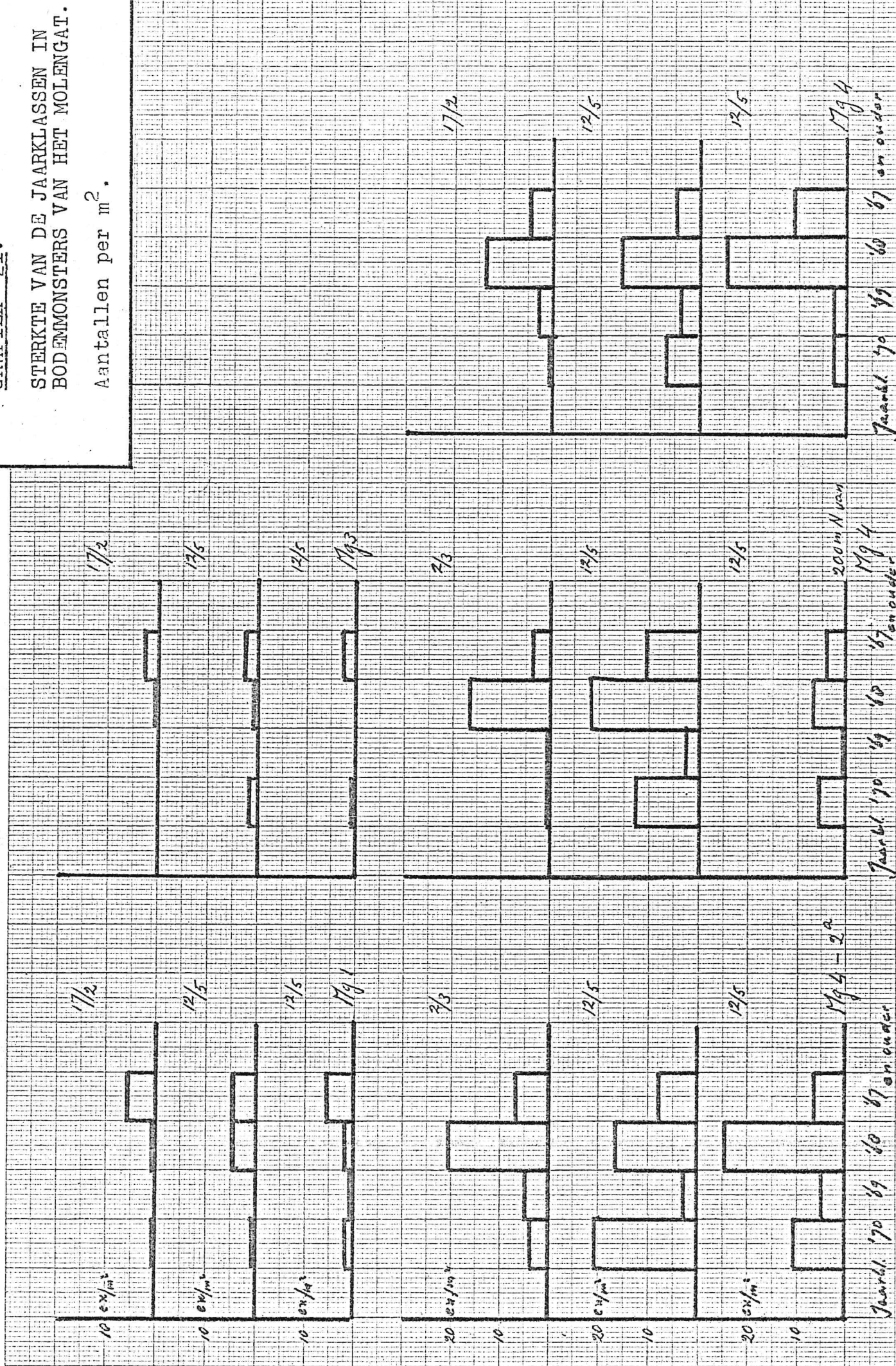
vangst per 10 min

vangst grootte en stroom snelheid

tgd

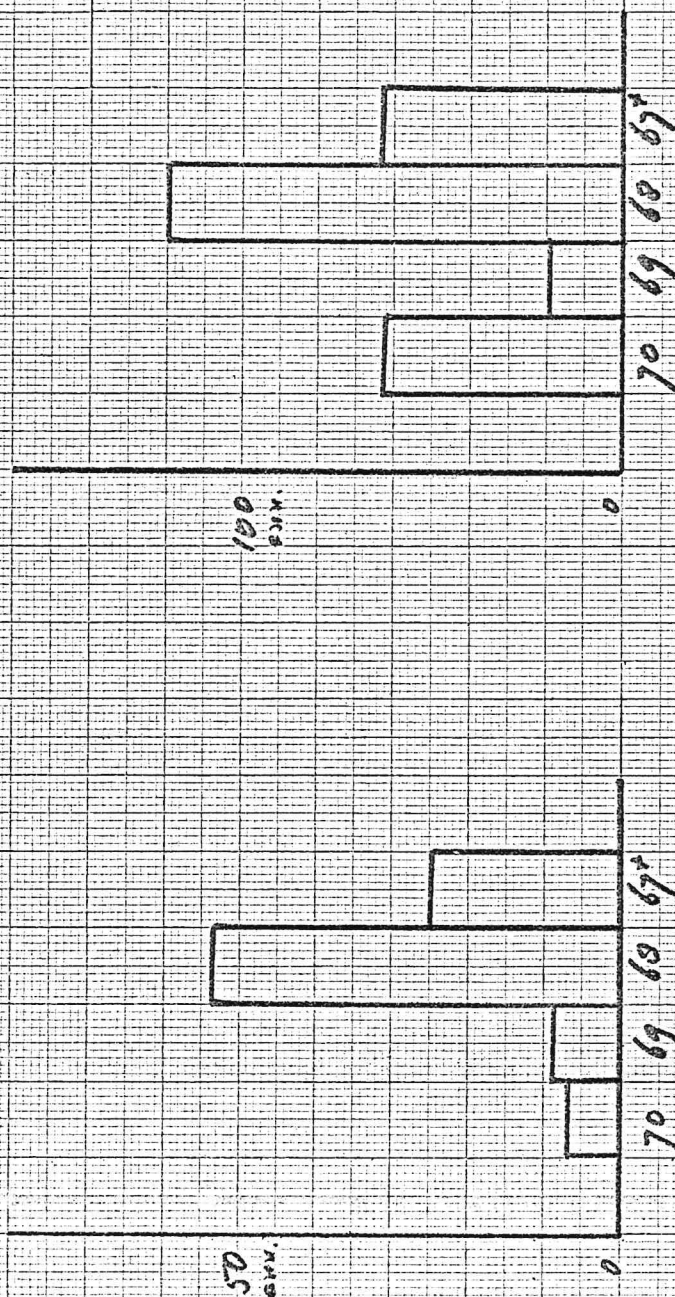
STERKTE VAN DE JAARKLASSEN IN
BODEMONSTERS VAN HET MOLENGAT.

Aantallen per m².



GRAFIEK 22.

STERKTE VAN DE JAARKLASSEN IN
HET MOLENGAT.
Het gemiddelde van alle bodem-
monsters vóór en na de migratie
periode.



17/2 en 2/3

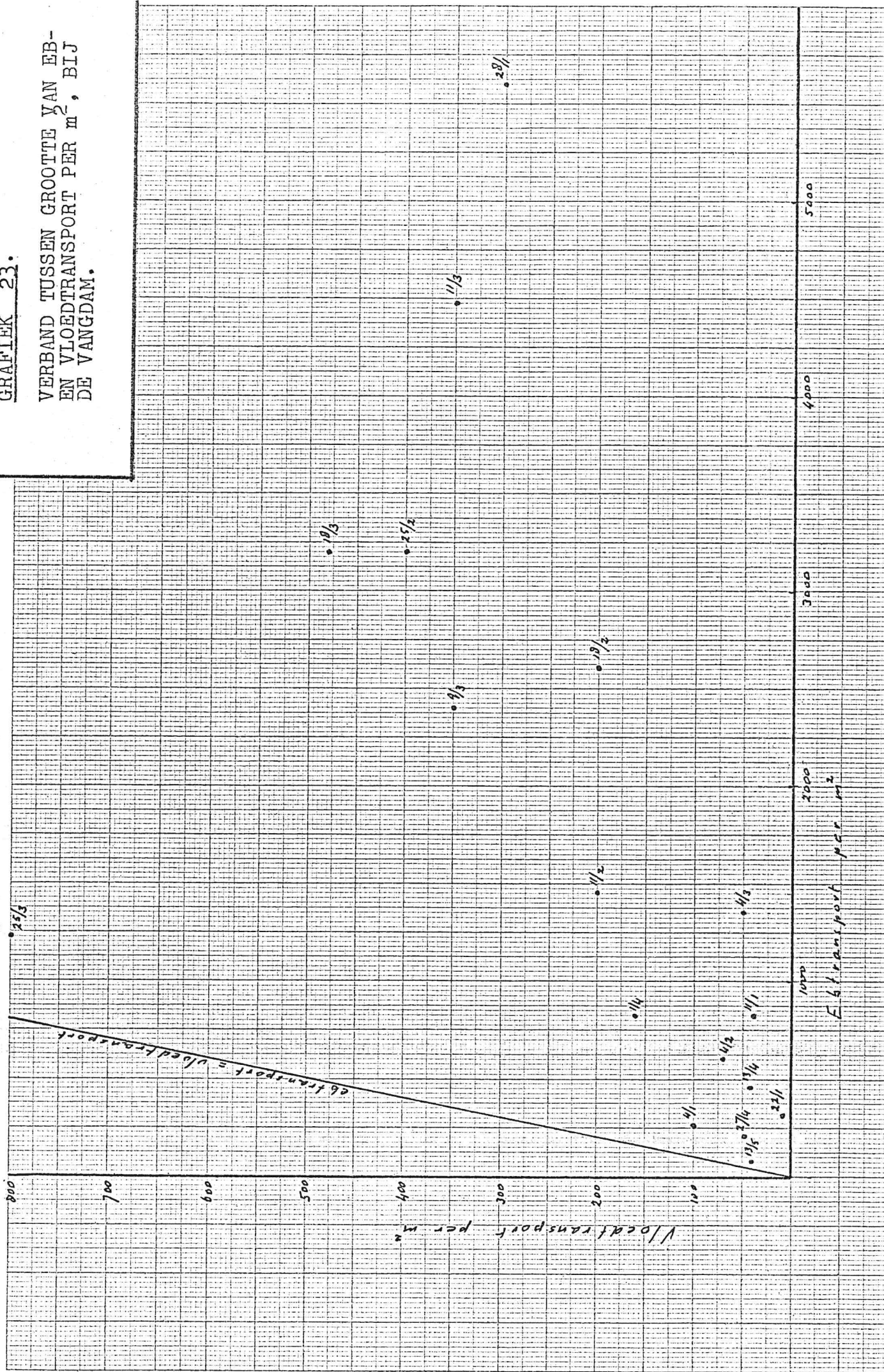
n = 95

12/5

n = 265

GRAFIEK 23.

VERBAND TUSSEN GROOTTE VAN EB-
EN VLOEDTRANSPORT PER m^2 , BIJ
DE VANGDAM.



GRAFIEK 24.

VERBAND TUSSEN EB- EN VLOED-
TRANSPORT PER 1000 m³, BIJ DE
VANGDAM.

