

rijkswaterstaat

dienst getijdewateren

nr.

C-9542

bibliotheek

840

DE VERSPREIDING VAN ASTERIAS RUBENS IN
HET WESTERSCHELDE-ESTUARIUM
en de mogelijke effekten van het Wester
schelde-water op de oocytmaturatie
door: P.A. van den Heuvel

verslaggeving van een 4½-maands doktoraal-
onderwerp; Vakgroep Experimentele dierkunde;
Aquatische toxicologie; R.U.U.

Uitgevoerd bij de Dienst Getijdewateren;
Rijkswaterstaat te Middelburg.

Utrecht, juli 1989

P.A. van den Heuvel
Hamburgerstraat 38^F
3512 NS Utrecht.

VOORWOORD:

Het onderzoek naar de verspreiding van de gewone zeester Asterias rubens in de Westerschelde en de mogelijke effecten van het Westerscheldewater op de oöcyt-maturatie werd uitgevoerd in het kader van een 4½-maand doktoraal onderwerp Aquatische toxicologie. Het veldwerk werd uitgevoerd in de periode januari tot en met half april 1989 bij de Dienst Getijdewateren (Rijkswaterstaat te Middelburg) onder begeleiding van Drs.J.Coosen en Dr.J.-Hemelraad, waarvoor mijn dank. Laboratorium-werkzaamheden werden uitgevoerd bij de vakgroep Experimentale dierkunde, werkgroep Aquatische toxicologie van de Rijksuniversiteit van Utrecht onder toezicht van Drs.P.J.den Besten en verantwoordelijkheid van Prof.Dr.D.I.Zandee. Beide personen wilde ik hierbij hartelijk bedanken.

Verder wil ik alle personen van de Dienst Getijdewateren bedanken die het voor mij tot een periode gemaakt hebben waaraan ik met plezier terug denk.

Het merendeel van de in dit onderzoek gebruikte zeesterren zijn afkomstig van de heer F. de Rooy, lokale garnalenvisser uit Hoek. Dit verslag is voornamelijk tot stand gekomen door zijn bereidwilligheid om, de als bijvangst gevangen, zeesterren aan mij af te staan, waarvoor mijn dank.

Utrecht, juli 1989



Paul van den Heuvel.

INHOUDSOPGAVE:

§ 1.0: <u>INLEIDING:</u>	blz: 1
§ 1.1: Algemeen.....	blz: 1
§ 1.2: De gewone zeester (Asterias rubens).....	blz: 2
§ 1.3: Gonaden indices.....	blz: 3
§ 1.4: Maturatie.....	blz: 3
§ 1.4.1: 1-MeAde concentratie effect.....	blz: 4
§ 1.4.2: GVBD-kinetiek.....	blz: 4
§ 1.4.3: 1-Methyladenine-contacttijd.....	blz: 6
§ 1.5: Cd- en PCB-concentraties.....	blz: 7
§ 1.6: Onderzoeksvragen.....	blz: 7
§ 2.0: <u>MATERIAAL EN METHODE:</u>	blz: 8
§ 2.1: Algemeen.....	blz: 8
§ 2.2: Maturatie.....	blz: 9
§ 2.2.1: Oocyt voorbereiding.....	blz: 9
§ 2.2.2: 1-Methyladenine-gevoeligheid.....	blz: 9
§ 2.2.3: GVBD-kinetiek.....	blz: 10
§ 2.3: Cadmiummetingen.....	blz: 10
§ 3.0: <u>RESULTATEN:</u>	blz: 11
§ 4.0: <u>DISKUSSIE:</u>	blz: 18
<u>SAMENVATTING:</u>	blz: 21
<u>REFERENTIES:</u>	blz: 22
<u>BIJLAGEN:</u>	blz: 23

§ 1.0: INLEIDING:

§ 1.1: Algemeen:

Sedert vele jaren worden mariene organismen gebruikt bij de ecologische monitoring van de vervuiling van het aquatische milieu. Veel bekeken variabelen zijn onder andere populatie-structuren, populatie-dichtheden en diversiteit van populaties. Deze vorm van onderzoek geeft, over een langere periode, informatie over de gemiddelde toestand van een populatie en daarmee indirect een beeld van de gemiddelde konditie van het milieu waarin deze populatie zich bevindt.

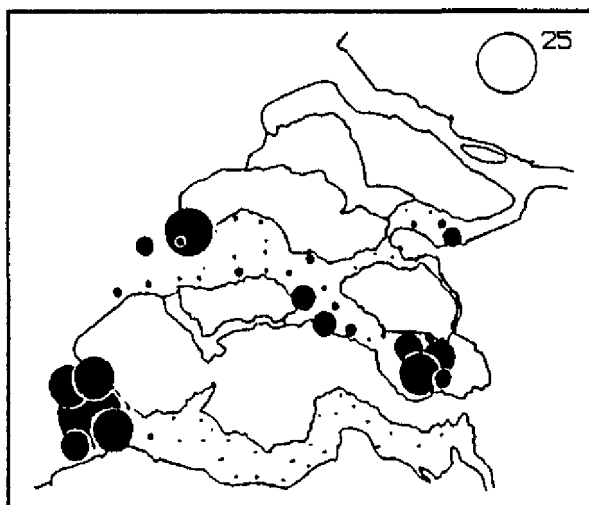
Om de effecten van vervuiling op het milieu snel te kunnen onderkennen zou deze manier van aanpak te veel tijd kunnen vergen en bovendien te ongevoelig kunnen zijn. Op deze wijze wordt immers slechts lethaliteit als gevolg van toxicanten waargenomen. Over andere processen zoals bijvoorbeeld groei en voortplanting wordt geen informatie verkregen. Om problemen die zich op populatie-nivo kunnen voordoen te voorspellen is het noodzakelijk op lagere nivo's te kijken, bijvoorbeeld op individu-nivo (respiratie, voortplanting, groei, ect.) of zelfs op cellulair-nivo (cellulair-metabolisme, ect.).

Ongeveer tweeënhalve jaar geleden zijn drs. M.B. Veldhuizen-Tsoerkan en drs. P.J. den Besten in opdracht van de Dienst Getijdenwateren R.W.S. begonnen aan onderzoeken waarbij gekeken wordt naar de invloeden van PCB's en zware metalen op de voortplanting van onder andere de zeester *Asterias rubens*. Gebleken is dat de groei van de gonaden tijdens de gametogenese bij de vrouwelijke zeesterren geremd is onder invloed van cadmium en PCB's.

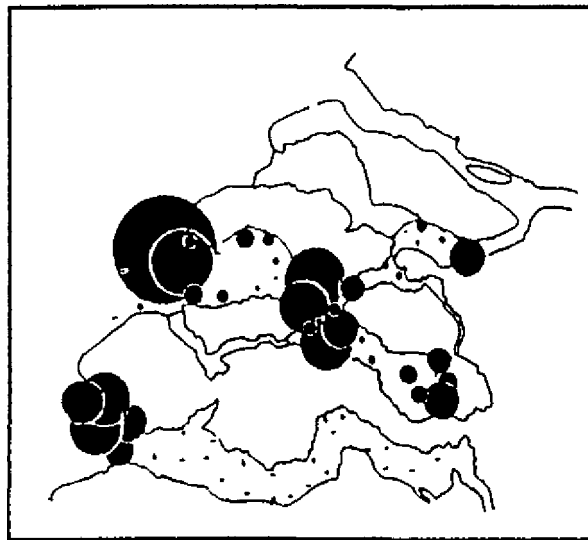
Voor het in stand houden van een diersoort speelt, naast vele andere factoren, de kwaliteit van de voortplantingscellen een belangrijke rol. Bij *Asterias rubens* ondergaan de oocyten gedurende de oogenese een breed scala van morfologische en fysiologische veranderingen alvorens bevrucht te kunnen worden. Een mogelijk toxicant-gevoelig stadium vormt de Germinal Vesicle Breakdown (GVBD) tijdens de kernmaturatie. Om dit na te gaan is er tijdens een doktoraal-onderwerp, onder begeleiding van P.J. den Besten, gekeken naar het effect van cadmium op de GVBD bij deze zeesterrensoort. Dit onderzoek beoogt een veldstudie naar het voorkomen van de gewone zeester (*Asterias rubens*) in het Westerschelde-estuarium.

§ 1.2: De gewone zeester (Asterias rubens):

De gewone zeester komt zowel in de Noordzee als in de brakwatergebieden voor. Een saliniteit van 10‰ wordt door *Asterias rubens* nog verdragen. Dit is echter de saliniteitsgrens voor de mossel (*Mytilus edulis*), die als belangrijkste voedselbron van deze zeester bekend staat. Het is voor de hand liggend dat naast de saliniteit het wel of niet voorkomen van dit prooidier bepalend is voor de verspreiding van *Asterias rubens* (Wolff, W.J., 1968). Bekend is dat op plaatsen waar veel tweekleppige weekdieren voorkomen, zoals op oester- en mosselparcels, deze diersoort een niet graag geziene gast is. Ongunstige omstandigheden (bijv. gebrek aan voedsel, sterke verlaging van het zuurstofgehalte door vervuiling) kunnen vermeden worden door de vorming van een gasbel in het lichaam, waardoor het dier in de waterkolom opstijgt en via watertransport naar minder ongunstige gebieden kan migreren. Vooral in de zeegaten is *Asterias rubens* zowel in het voor- als najaar in aantal goed vertegenwoordigd (zie figuur 1a en 1b). Grote dichtheden in de Oosterschelde kunnen verklaard worden door onder andere het voorkomen van schelpdierkulturen aldaar. In de Westerschelde is dit duidelijk anders; hier kwam in de zeventiger jaren de zeester *Asterias rubens* volgens De Veen (1979) alleen nog maar in de monding voor. Dit onderzoek wordt uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de huidige verspreiding van de gewone zeester in het Westerschelde-estuarium.



figuur:1a Gemiddelde vangst aan *Asterias rubens* per 1000 m² per station in het voorjaar (cirkeldiameter = 8mm ≈ 25 zeesterren).



figuur:1b Gemiddelde vangst aan *Asterias rubens* per 1000 m² per station in het najaar (beide figuren overgenomen uit: de Veen, J.F., et al., 1979, Visserij, 32; 3-23.).

§ 1.3: Gonaden indices:

Voor de aanwas van nieuw gonadenweefsel en de produktie van voortplantingscellen vindt er een her-distributie plaats van opbouwstoffen. Voor *Asterias rubens* zijn deze stoffen, die nodig zijn voor de vitellogenese, afkomstig uit de caeca pylorica (Voogt, et al., 1985). De periode waarin de groei van de gonaden en de toename van het totaal aantal gameten ten koste gaat van de omvang en het gewicht van de caeca pylorica valt voor *Asterias rubens* in de periode van half november tot ongeveer half februari (Schoenmakers, et al., 1983). De snelle groei van de gonaden komt tot uitdrukking in de gonadenindex. De gonadenindex oftewel de ratio (gonadengewicht/lichaamsgewicht) x 100% geeft een beeld van de groei van de gonaden tijdens de gametogenese. Inhiberende of zelfs stagnerende werking van toxicanten op de gonadenaanwas zou hiermee op een eenvoudige wijze aantoonbaar kunnen zijn. In deze studie is daarom getracht de ontwikkeling van de gonadenindices van Westerschelde-zeesterren te vergelijken met gonadenindices van Oosterschelde-zeesterren.

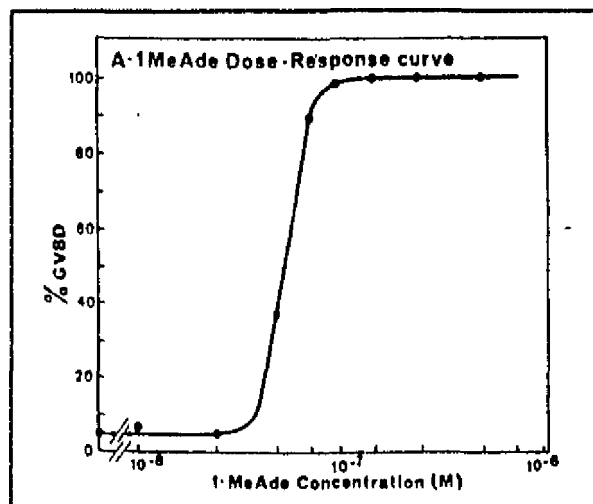
§ 1.4: Maturatie:

Reeds vele jaren wordt er onderzoek verricht naar het werkingsmechanisme van de oocyt-maturatie. Een eerste stap in het complexe systeem, die aanzet tot de uiteindelijke maturatie, is het vrijkomen van een hormonaal peptide uit de radiale zenuw van de zeester. Dit neuro-hormoon werkt in op de follikelcellen die de oocyt omgeven. De follikelcellen worden hierdoor aangezet tot het produceren en afgeven van een tweede hormoon (1-Methyladenine: 1-MeAd). Verschillende experimenten hebben aangetoond dat 1-MeAd aangrijpt op het plasmamembraan van de oocyt (o.a. Kishimoto et al., 1976; Ikadai and

Kanatani, 1982; Laurent Meyer and Pierre Guerrier, 1984). Bij deze interactie komt er intracellulair een cytoplasmatische stof vrij (Maturation Promoting Factor MPF). Deze stof zou verantwoordelijk kunnen zijn voor de uiteindelijke kernmaturing, ook wel Germinal Vesicle BreakDown (GVBD) genoemd (Takeo Kishimoto and Haruo Kanatani, 1976). Tot op heden is er nog onduidelijkheid over de chemische samenstelling, de molekuulstructuur en het werkingsmechanisme van MPF. Wel is duidelijk dat de in de prophase gestagneerde meiose door dit complexe systeem gereïnitieerd wordt.

§ 1.4.1: 1-Methyladenine-concentratie effect:

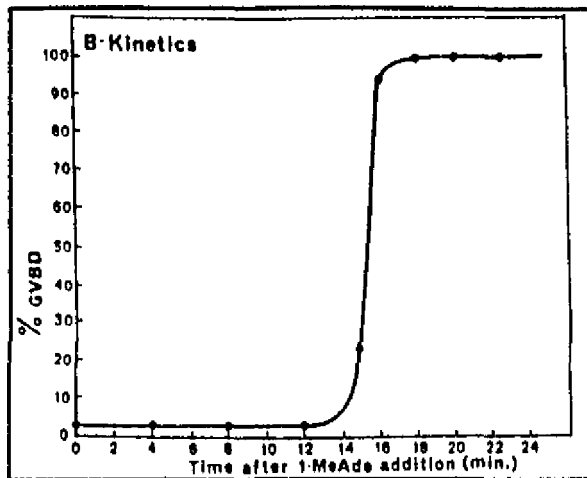
Om tot 100% GVBD te komen is het noodzakelijk dat oocyten blootgesteld worden aan minimaal een threshold-concentratie * 1-MeAde. Bij concentraties lager dan de threshold-concentratie matureren de oocyten niet, ongeacht de blootstellingsduur. 1-MeAde-concentraties hoger dan de threshold-concentratie resulteren onder normale omstandigheden altijd in 100% GVBD. Meijer en Guerrier (1984) stellen de 1-MeAde-threshold-concentratie voor zeester oocyten op $1 \cdot 10^{-7}$ M. De threshold-concentratie is niet afhankelijk van de temperatuur. (* threshold concentratie = die concentratie waarbij 50% maturatie optreedt).



figuur 2: 1-MeAde dosis-response curve.
overgenomen uit: Meyer, L. et al. (1984). "A starfish oocyte user's guide".
Extrait des Cahiers de Biologie Marine; Tome XXV-1984-pp:457-480.

§ 1.4.2: GVBD-kinetiek:

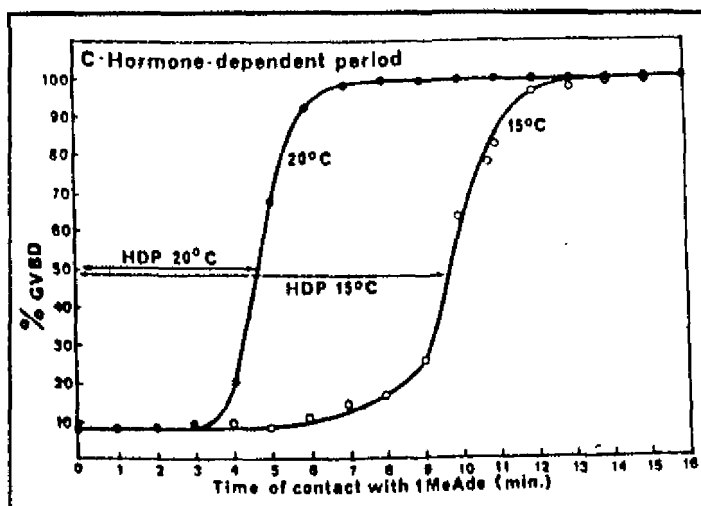
Een tijd-effekt-curve wordt verkregen door de oocyten-batches bloot te stellen aan een thresholdconcentratie 1-MeAde, of een concentratie hoger dan deze, en de maturatietijd te noteren (fig.2). Dit effect is temperatuur-afhankelijk, met andere woorden: bij hogere temperaturen wordt eerder 100% GVBD bereikt. Dit maakt het noodzakelijk proeven onder konstante temperatuur uit te voeren (20°C).



figuur 3: Kinetiek van door 1-MeAde geïnduceerde GVBD.
overgenomen uit: Meyer, L. et al. (1984). "A starfish oocyte user's guide".
Extrait des Cahiers de Biologie Marine; Tome XXV-1984-pp:457-480.

§ 1.4.3: 1-Methyladenine-kontakttijd:

Voor het bereiken van 100% GVBD is het noodzakelijk dat de oocyten gedurende een bepaalde tijdsduur blootstaan aan minimaal een threshold-concentratie 1-MeAde. Deze tijdsduur wordt de hormoon-afhankelijke-periode (Hormoon Dependent Period, HDP) genoemd. Wordt 1-MeAde nog voordat de HDP verstreken is verwijderd, dan treedt geen GVBD op. Na het opnieuw toevoegen van 1-MeAde gaat het maturatieproces door, op het tijdstip waarop deze stagneerde na het verwijderen van de 1-MeAde. De HDP werkt kumulatief. Als er aan de vereiste HDP voldaan is, heeft het verwijderen van 1-MeAde uit het medium geen zin en gaat de GVBD door. Aangezien het hormooncontact-tijd-effekt, temperatuur afhankelijk is, hebben oocyt-batches die behandeld zijn bij verschillende temperaturen, verschillende HDP's. Een hogere temperatuur resulteert in een kortere HDP.



figuur 4: Hormoon-afhankelijke periode.

overgenomen uit: Meyer, L. et al. (1984). "A starfish oocyt user's guide".
Extrait des Cahiers de Biologie Marine; Tome XXV-1984-pp:457-480.

Uit eerder onderzoek zijn effecten aangetoond:

De, voor het aanzetten tot de GVBD benodigde, thresholdconcentratie 1-MeAde verandert niet onder invloed van cadmium. Zowel korte als langdurige blootstelling aan cadmium heeft geen effect.

In vivo cadmiumbelasting van zeester-oocyten heeft wel effect op de tijd die noodzakelijk is om tot GVBD te komen. Onder invloed van cadmium reageren de, aan een thresholdconcentratie blootgestelde, oocyten vertraagd. Aangezien het ingang zetten van de spawning ook een door 1-MeAde geïnitieerd proces is, is het mogelijk dat oocyten aan het externe milieu worden afgegeven voordat aan de minimale 1-MeAde-contacttijd is voldaan.

Deze maturatie-kinetiek zou een bruikbare parameter kunnen betekenen voor veldstudies. Het vergelijken van de GVBD-kinetiek van oocyten afkomstig van organismen uit een verontreinigde omgeving met oocyten van organismen uit "schonere" referentiegebieden zou informatie kunnen opleveren over de kon-

ditie van de door de dieren geproduceerde voortplantingscellen. Met het oog hierop is getracht aan het materiaal dat tijdens de veldstudie verzameld werd, maturatie-experimenten uit te voeren.

§ 1.5: Cd- en PCB-concentraties:

In het verleden zijn verschillen aangetoond in de concentraties zware metalen en PCB's tussen dieren uit de Westerschelde en uit referentiegebieden zoals de Noordzee of de Oosterschelde. Met name mosselen verzameld uit de Westerschelde bevatten verhoogde toxicantconcentraties ten opzichte van dieren verzameld in referentiegebieden. Aan zeesterren zijn tot nu toe geen metingen verricht. Toch zou dit interessante gegevens kunnen opleveren, bijvoorbeeld omdat zeesterren zich bij voorkeur voeden met mosselen. De zeester is daarom te beschouwen als een eindakkumulator in de voedselketen, alg - mossel - zeester. In onderzoek van Den Besten (1989) is inmiddels aangetoond dat zeesterren langs deze route PCB's kunnen accumuleren. Om deze reden, en om de concentraties Cd en PCB's in de zeesterren uit de Westerschelde te vergelijken met die uit de semi-velde experimenten, worden weefselmonsters verzameld voor het uitvoeren van toxicantanalyses.

§ 1.6: ONDERZOEKSVRAGEN:

- 1) Op welke plaatsen in de Westerschelde komt *Asterias rubens* nog voor?
- 2) Verschillen de gonaden-indices van zeesterren afkomstig uit de Westerschelde met die van zeesterren afkomstig uit de Oosterschelde?
- 3) Matureren oocyten afkomstig van zeesterren uit de Westerschelde trager dan oocyten afkomstig van zeesterren uit de Oosterschelde?
- 4) Hebben zeesterren uit de Westerschelde hogere cadmium- en PCB-concentraties in hun organen dan zeesterren uit de Oosterschelde?
- 5) Zijn de verschillen van bovengenoemde onderzoeksvragen 2 t/m 4 ook aan te tonen bij zeesterren afkomstig van verschillende plaatsen in de Westerschelde?

§ 2.0: MATERIAAL EN METHODE:

§ 2.1: Algemeen:

In de maanden januari t/m maart 1989 is de Westerschelde met zoveel mogelijk regelmaat bemonsterd. Er werd uitgevaren met boten van Rijkswaterstaat, waaronder de Argus en de Delta, en gevist met een oesterkor met een vangstopening van 1 meter. Gegevens van lokale vissers, het verspreidingspatroon van de nog in de Westerschelde aanwezige mosselen (*Mytilus edulis*) en plaatsen waar de hardheid van het substraat de aanwezigheid van *Asterias rubens* toeliet, zorgden voor de uiteindelijk monsterpunt bepaling.

Er is gemonsterd op het traject; Vlissingen-Sloehaven-Borsele-Everingen en op het traject; Everingen-Terneuzen-Breskens (vaartrajekten zie bijlage)

De voor dit onderzoek gebruikte controle-zeesterren zijn afkomstig uit de Oosterschelde (eerste pijler Zeelandbrug vanaf Zuid-Beveland) en zijn duikend (SCUBA) verkregen.

Het merendeel van de voor dit onderzoek, uit de Westerschelde afkomstige (Pas van Terneuzen, traject Everingen-Terneuzen) gebruikte zeesterren is echter afkomstig van de lokale garnalenvisser Dhr.F.de Rooy uit Hoek (Zeeuws Vlaanderen) die de zeesterren als bijvangst in zijn netten aantrof.

De gevangen zeesterren werden vervoerd in, met zeewater gevulde, zuurkoolvaten met een inhoud van vijf liter. De zeesterren die gebruikt werden voor de maturatie-experimenten zijn tijdelijk in aquariumbakken ondergebracht. De overige zeesterren werden in het laboratorium gewogen en gedissekteerd. De afzonderlijke organen zijn gewogen en tijdelijk in plastic potten (35 en 55ml) bij -19°C opgeslagen om later doorgemeten te worden met behulp van de atomaire absorptie spektrofotometer (AAS). Weefselmonsters bestemd voor PCB-bepalingen zijn verzameld in nano-grade hexaan gespoelde potten (55ml) en werden ook bewaard bij -19°C. De weefselmonsters voor de PCB-bepalingen worden uitbesteed en vallen buiten het bestek van dit verslag.

In de maanden april t/m mei worden maturatie-experimenten en AAS-metingen uitgevoerd.

§ 2.2: MATURATIE:

§ 2.2.1: Oocyt voorbereiding:

In elk experiment zijn de oocyten van zowel Oosterschelde- als wel Westerschelde zeesterren gebruikt. De op het oog geselecteerde vrouwelijke zeesterren zijn verdoofd door middel van een osmo-shock. Hierna worden de verdoofde zeesterren gedissekteerd waarbij de gonaden overgebracht werden in Calcium-vrij-zeewater van 4°C (CaFSW). Door het zachtjes schudden van de gonaden in het CaFSW komen de oocyten en follikelcellen vrij. Gebruikmakende van een pasteurse pipet worden de vrijgekomen cellen gescheiden van het gonadenweefsel. De verkregen cellen worden vervolgens met behulp van een tafelcentrifuge (500 RPM/0.5 min.) drie maal achtereen gecentrifugeerd waarbij ze telkens opnieuw in vers CaFSW worden overgezet. Op deze manier worden de te gebruiken oocyten gescheiden van de follikelcellen. De oocyten zijn nu klaar voor gebruik en zijn gedurende de experimenten in een koelkast bij 4°C bewaard.

Samenstelling CaFSW: 26.4 g/l NaCl
0.75 g/l KCl
6.05 g/l MgCl₂
4.23 g/l MgSO₄·7H₂O
1.14 g/l EGTA

oplosmiddel: aqua-bidest.

Het geheel wordt m.b.v. verschillende normaliteiten natronloog op een pH=8 gebracht.

§ 2.2.2: 1-Methyladenine-gevoeligheid:

Oocyten worden overgebracht in een plastic potje met een volume van 35 ml zodat een mono-layer aan ongematureerde oocyten ontstaat. De oocyten worden pas gebruikt als de inhoud van het potje op kamertemperatuur (20°C) is gekomen. Eerst wordt het spontane maturatie-percentages bepaald. Vervolgens worden de oocyten in de titerplaat gepipeteerd. (De oocyten worden voor elke 1-MeAde-concentratie in duplo ingezet. Gestreefd wordt naar ongeveer 200 oocyten per inzet om de tellingen statistisch te kunnen verantwoorden.) Vervolgens wordt op tijdstip t=0 de eerste 1-MeAde-concentratie toegevoegd in een volume dat éénhonderdste is van het eindvolume. Elke andere 1-MeAde-concentratie wordt op een vaststaand later tijdstip toegevoegd om aan het eind van de incubatie-tijd voldoende tijd over te houden om de inzetten te kunnen tellen. De incubatie-tijd bij deze experimenten bedraagt één uur. Bij de tellingen worden twee stadia geteld namelijk wel- en niet gematureerd.

Benodigdheden: -automatische pipet (50 µl)
-titerplaat
-microscoop
-2 tellers
-verdunningsreeks 1-MeAde (13 concentraties van $1 \cdot 10^{-8}$ M t/m $1 \cdot 10^{-2}$ M 1-MeAde)
-stopwatch

§ 2.2.3: GVBD-kinetiek:

De oocyten worden in een plastic potje (35 ml) buiten de koelkast geplaatst totdat de kamertemperatuur (20°C) bereikt is. Het spontane maturatie-percentage wordt bepaald. Op tijdstip $t=0$ wordt de threshold-1-MeAde-concentratie, in een volume van éénhonderdste van het eindvolume, toegevoegd (threshold-concentratie = die concentratie waarbij 50% van de oocyten matureerd). Het geheel wordt gezwengeld om de 1-MeAde goed te mengen. Vervolgens wordt begonnen met tellen. Het begin-tijdstip van elke telling wordt genoteerd en er wordt geteld totdat 100% maturatie is opgetreden. Ook hier worden twee stadia geteld namelijk wel en niet gematureerd.

Benodigdheden: -threshold-concentratie 1-MeAde
-automatische pipet (500 μ l)
-stopwatch.

§ 2.3: Cadmium-metingen:

Alvorens de verzamelde monsters in de vriesdroger te plaatsen worden de dekseltjes van de 35 en 55ml potjes geperforeerd. De monsters verblijven gedurende 2 à 3 dagen in de vriesdroger. De gevriesdroogde monsters worden met behulp van een vijzel fijn gemaakt en gewogen met een bovenweger. Monsters tot 250 μ g worden overgeplaatst in kleine zuurgespoelde teflon bommetjes. Monsters zwaarder dan 250 μ g maar lichter dan 500 μ g worden overgeplaatst in grote zuurgespoelde teflon bommetjes. In de kleine bommetjes wordt 3.5ml en in de grote bommetjes wordt 7 ml HNO_3 (65%) toegevoegd. Vervolgens worden de bommetjes gedurende 1 uur op een zandbad geplaatst bij een temperatuur van 80°C. De afgekoelde monsters worden met een injectiespuit overgezet in kleine potjes met een totaal volume van 5,2ml. De monsters in deze potjes worden met HNO_3 (65%) tot een volume van 5,2ml aangevuld. De potjes worden leeg geschonken in centrifugebuizen en vervolgens gecentrifugeerd (5000 RPM/15 min.). Het geheel wordt over een 20 μ m filter geschonken en opgevangen in schone centrifuge buizen. De monsters zijn klaar om met de AAS doorgemeten te worden. De monsters aanwezig in de afgesloten centrifugebuizen zijn buiten de koelkast houdbaar. De monsters worden vervolgens met de vlam Atomaire absorptie spektrofotometer (Varian SpectrAA-10 uitgerust met een deuteriumlamp voor achtergrond-korrektie) doorgemeten.

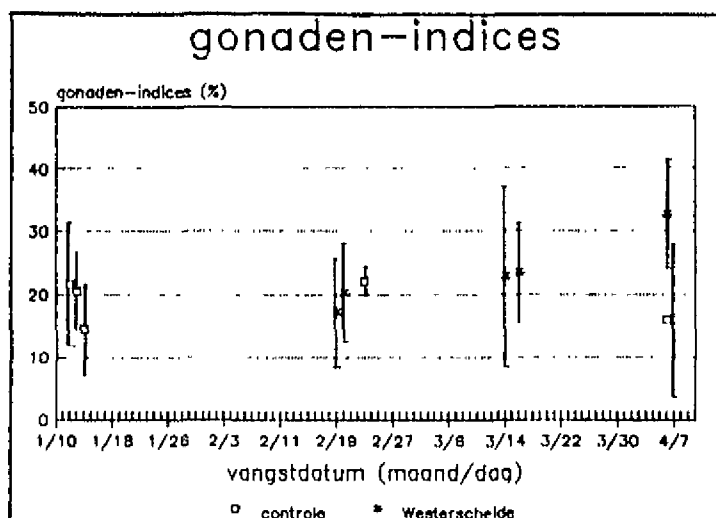
§ 3.0: RESULTATEN:

In totaal zijn er in de periode van januari 1989 tot en met april 1989, 290 zeesterren in de Westerschelde gevangen. Van deze 290 exemplaren waren 33 zeesterren bruikbaar voor het verzamelen van weefsels zoals caeca pylorica, gonaden en huid. De overige niet gebruikte zeesterren waren te klein om te dissekteren. Van de 290 zeesterren zijn er 24 exemplaren gevangen met behulp van een oesterkor. De overige 276 zijn door de plaatselijke visser Dhr.F.de Rooy met behulp van boomkorren als bijvangst gevangen.

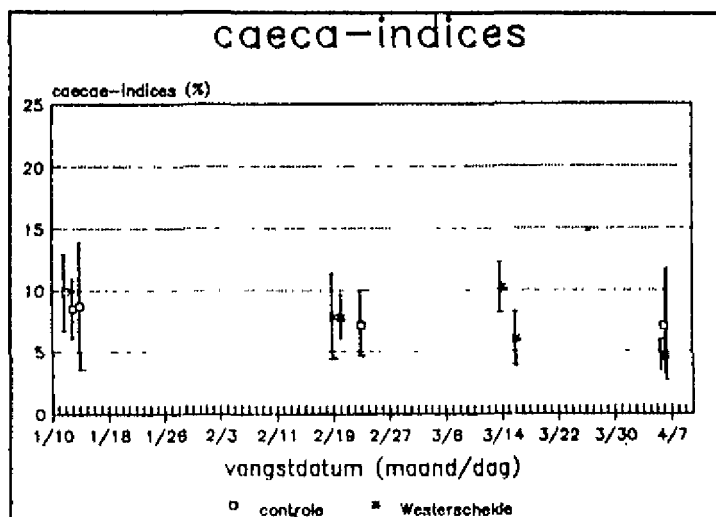
Buitengaats (westelijk van de lijn Vlissingen-Breskens) zijn zeesterren in grote getalen aangetroffen. Op de plaatsen zoals Brouwersgat, Schaar van Renesse en de Banjaard werden grote aantallen zeesterren gevangen en zijn er at random 45 zeesterren meegenomen voor het bepalen van de gonaden- en caeca-indices en voor het bepalen van de cadmium- en PCB-gehalten. Oostelijk van deze lijn zijn de meeste zeesterren afkomstig uit de Pas van Terneuzen. Bij monsterring van de kant zijn alleen bij Vlissingen en bij het plaatsje Nummer Eén enkele kleine zeesterren waargenomen (voor vaartrajekten zie bijlage).

Alle in de Pas van Terneuzen gevangen zeesterren zijn in vergelijking met de zeesterren die in de Oosterschelde en in het Voordelta-gebied aangetroffen worden, klein en gering in gewicht. Het gemiddelde gewicht van de in de Pas van Terneuzen gevangen zeesterren is 24.4 ± 14.1 g ($\pm$ SD; $n=33$). Het gemiddelde gewicht van de zeesterren afkomstig van de overige monsterplaatsen bedraagt 86.6 ± 36.4 g ($\pm$ SD; $n=45$).

De gonaden-indices vertonen, bij de normale gonadenontwikkeling van de adulte zeesterren uit de Oosterschelde, een toename in het voorjaar. Zowel de gonaden-indices als de caeca-indices blijven gedurende de gehele monsterperiode op eenzelfde nivo. Er is bij de zeesterren uit de Pas van Terneuzen en uit de Oosterschelde geen toename of afname in gonaden- en caeca-index. Bovendien is er geen verschil in gonaden-ontwikkeling tussen zeesterren uit de Westerschelde en zeesterren van de overige monsterplaatsen (zie figuren 5 en 6). Ook de gonaden- en caeca-indices van mannelijke en vrouwelijk zeesterren verschillen niet van elkaar.



figuur 5



figuur 6

Naast de in ontwikkeling achterblijvende gonaden waren ook de oocyten van de gevangen zeesterren in een slechte staat. Drie maal is getracht maturatie-experimenten uit te voeren. De gebruikte oocyten waren of in zeer slechte staat of al gematureerd of reageerden niet op 1-MeAde.

De zeesterren uit de Pas van Terneuzen hebben in vergelijking tot de zeesterren uit de Schaar van Renesse twee tot tweeënhalve maal zoveel cadmium in de caeca pylorica geakkumuleerd (resp. 1.92 ± 0.82 en 0.74 ± 0.39 $\mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.}$ -drooggewicht). In vergelijking tot de overige monsterplaatsen is dit verschil ongeveer een faktor anderhalf (1.92 ± 0.82 versus 1.42 ± 0.03 $\mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.}$ -drooggewicht Oosterschelde). De geakkumuleerde cadmiumgehalten in de gonaden liggen voor alle gevangen zeesterren in eenzelfde orde van grootte (0.08 ± 0.05 $\mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.}$ -drooggewicht). De zeesterren uit de Pas van Terneuzen hebben in vergelijking tot de zeesterren van de overige monsterplaatsen tweeënhalve tot

driemaal zoveel cadmium in de huid geakkumuleerd (resp. 0.99 ± 0.43 en 0.30 ± 0.12 $\mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.drooggewicht}$ Oosterschelde) (zie tabel 1).

	CAECA	GONADEN	HUID	
Brouwersgat	1.46 ± 0.39	0.06 ± 0.02	0.42 ± 0.10	n=14
Schaar v. Renesse	0.74 ± 0.39	0.11 ± 0.03	0.40 ± 0.15	n=21
Banjaard	1.54 ± 0.49	0.05 ± 0.02	0.44 ± 0.13	n=10
Oosterschelde	1.42 ± 0.03	0.03 ± 0.01	0.30 ± 0.12	n=3
Pas v. Terneuzen	1.92 ± 0.82	0.08 ± 0.05	0.99 ± 0.43	n=16

Tabel 1: Gemeten cadmiumwaarden in $\mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.drooggewicht}$ ($\pm$ SD).

Overzicht gegevens:

PLAATS: BROUWERSGAT DATUM: 13-02-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	89.1	15.5	17.4	6.4	7.2	42.7	M
	147.0	30.8	21.0	11.9	8.1	69.7	M
	121.9	36.8	30.2	9.6	7.9	52.0	V
	64.9	9.0	13.9	8.3	12.8	30.3	V
	85.1	14.4	16.9	9.7	11.4	42.2	M
	59.1	0.0	0.0	10.2	17.3	37.5	
	78.1	26.2	33.5	50.8	7.4	30.2	V
	61.8	8.5	13.8	8.5	13.8	29.8	V
	113.0	23.0	20.4	10.8	9.6	56.5	M
	112.0	35.0	31.3	8.0	7.1	47.0	V
	125.3	38.1	30.4	11.8	9.4	42.4	V
	149.9	27.5	18.3	17.4	11.6	59.2	M
	160.6	47.9	29.8	9.5	5.9	51.9	V
	172.7	42.0	24.3	13.9	8.0	59.6	V
GEMIDDELDEN $\pm$ SD	110.0 ± 38.1	25.3 ± 14.2	21.5 ± 9.2	10.1 ± 3.0	9.8 ± 3.2	46.6 ± 12.3	

PLAATS: SCH. V. REN DATUM: 13-02-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	77.5	12.1	15.6	6.6	8.5	36.4	V
	109.7	21.0	19.1	12.4	11.3	48.6	V
	123.5	33.4	27.0	10.7	8.7	50.1	V
	63.5	8.7	13.7	5.8	9.1	35.9	V
	61.5	8.9	14.5	7.0	11.4	29.1	M
	116.5	16.2	13.9	11.2	9.6	45.1	M
	96.1	20.8	21.6	6.9	7.2	39.0	V
	72.8	18.6	25.5	4.4	6.0	29.6	V
	74.0	9.9	13.4	9.7	13.1	31.3	M
	72.9	7.6	10.4	4.3	5.9	34.3	V
	129.6	32.6	25.2	8.2	6.3	43.2	M
	79.3	23.1	29.1	10.1	12.7	33.9	V
	110.8	22.4	20.2	7.0	6.3	43.3	V
	86.6	10.0	11.5	7.3	8.4	37.1	V
	65.1	10.6	16.3	4.1	6.3	27.9	V
	115.3	28.5	24.7	7.4	6.4	43.7	V
	97.3	21.4	22.0	8.4	8.6	44.3	V
	73.0	19.8	27.1	5.5	7.5	29.4	V
	63.4	17.8	28.1	4.2	6.6	31.9	V
	85.2	21.9	25.7	7.0	8.2	31.3	V
	78.5	16.6	21.1	5.9	7.5	31.6	V
GEMIDDELDEN ± SD	88.2 ±21.6	18.2 ±7.6	20.3 ±6.0	7.3 ±2.4	8.4 ±2.2	37.0 ±6.9	

PLAATS: DE BANJAARD DATUM: 13-02-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	112.3	25.4	22.6	9.6	8.5	52.4	V
	57.7	14.2	24.6	4.2	7.3	26.7	V
	48.4	5.6	11.6	10.3	21.3	24.9	V
	27.6	2.0	7.2	2.1	7.6	14.7	V
	26.0	2.0	7.7	2.1	8.1	14.2	M
	104.6	24.8	23.7	6.4	6.1	39.4	V
	40.2	7.6	18.9	2.8	7.0	18.4	V
	27.7	3.2	11.6	1.5	5.4	14.3	M
	32.4	2.1	6.5	3.0	9.3	16.0	V
	28.5	2.8	9.8	1.5	5.3	16.1	V
GEMIDDELDEN ± SD	50.5 ±32.3	9.0 ±9.3	14.4 ±7.3	4.4 ±3.3	8.6 ±4.7	23.7 ±12.8	

PLAATS: OOSTERSCHELDE DATUM: 23-02-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	207.6	46.8	22.5	11.8	5.7	74.3	M
	218.4	46.5	21.3	18.4	8.4	75.2	V
GEMIDDELDEN ± SD	213.0 ±7.6	46.7 ±0.2	21.9 ±0.8	15.1 ±4.7	7.1 ±1.9	74.8 ±0.6	

PLAATS: OOSTERSCHELDE DATUM: 6-04-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	34.0	4.6	13.5	2.2	6.5	15.3	V
	40.4	10.4	25.7	1.2	3.0	17.0	V
	66.9	9.7	14.5	3.4	5.1	36.6	M
	21.1	1.2	5.7	1.6	7.6	16.6	M
	119.4	42.8	35.8	4.7	3.9	38.7	V
	55.1	0.0	0.0	8.9	16.2	34.1	-
GEMIDDELDEN ± SD	56.2 ±34.9	11.5 ±15.9	15.9 ±11.8	3.7 ±2.9	7.0 ±4.8	26.4 ±11.2	

PLAATS: PAS V. TERN. DATUM: 20-02-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	27.3	7.2	26.4	1.7	6.2	13.6	M
	19.7	2.0	10.2	2.3	11.7	12.7	M
	17.5	2.6	14.9	0.9	5.1	11.2	M
	3.4	-	-	-	-	-	-
	5.0	-	-	-	-	-	-
	5.5	-	-	-	-	-	-
GEMIDDELDEN ± SD	13.1 ±9.8	4.0 ±2.8	17.1 ±8.3	1.6 ±0.7	7.7 ±3.5	12.5 ±1.2	

PLAATS: PAS V. TERN. DATUM: 20-02-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	33.2	5.8	17.5	2.7	8.1	19.5	V
	26.9	7.8	29.0	1.8	6.7	13.2	V
	24.6	3.4	13.8	2.5	10.2	14.9	M
	20.7	5.4	26.1	1.3	6.3	8.6	V
	27.2	4.0	14.7	1.8	6.6	15.3	M
GEMIDDELDEN ± SD	26.5 ±4.5	5.3 ±1.7	20.2 ±6.9	2.0 ±0.6	7.6 ±1.6	14.3 ±3.9	

PLAATS: PAS V. TERN. DATUM: 14-03-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	73.2	9.0	12.3	8.0	10.9	50.8	M
	71.1	23.4	32.9	6.6	9.3	36.0	V
GEMIDDELDEN ± SD	72.2 ±1.5	16.2 ±10.2	22.6 ±14.6	7.3 ±1.0	10.1 ±1.1	43.4 ±10.5	

PLAATS: PAS V. TERN. DATUM: 16-03-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	29.1	11.5	39.5	1.3	4.5	13.1	V
	23.4	6.7	28.6	1.7	7.3	12.1	V
	31.2	3.3	10.6	0.8	2.6	19.2	V
	21.1	4.3	20.4	1.6	7.6	10.4	V
	23.5	6.2	26.4	1.1	4.7	11.9	V
	26.6	4.5	16.9	1.9	7.1	12.1	M
	25.9	5.9	22.8	1.1	4.2	15.6	M
	15.6	3.2	20.5	0.8	5.1	8.6	M
	16.3	3.2	19.6	1.3	8.0	8.1	M
	14.3	3.9	27.3	1.1	7.7	6.7	V
GEMIDDELDEN ± SD	22.7 ±5.8	5.3 ±2.5	23.3 ±7.8	1.3 ±0.4	5.9 ±1.9	11.8 ±3.7	

PLAATS: PAS V. TERN. DATUM: 6-04-'89	TOTAAL GEWICHT	GONADEN GEWICHT	GONADEN INDEX %	CAECA GEWICHT	CAECA INDEX %	HUID GEWICHT	M V
	23.1	7.7	33.3	0.8	3.5	11.6	V
	25.1	9.9	39.4	1.1	4.4	12.6	V
	22.8	7.5	32.9	0.9	3.9	11.9	V
	22.9	6.6	28.8	1.1	4.8	12.1	V
	25.9	8.0	30.9	0.8	3.1	13.5	V
	23.1	9.3	40.3	1.0	4.3	10.8	V
	23.9	12.1	50.6	1.0	4.2	14.4	V
	21.1	6.0	28.4	1.2	5.7	10.3	V
	17.7	3.4	19.2	0.9	5.1	10.6	M
	17.5	3.8	21.7	1.1	6.3	8.7	V
GEMIDDELDEN ± SD	22.3 ±2.8	7.4 ±2.7	32.6 ±9.2	1.0 ±0.1	4.5 ±1.0	11.7 ±1.7	

§ 4.0: DISKUSSIE:

Asterias rubens is een euryhalien organisme. Het voornaamste voedsel van deze zeesterrensoort is de mossel *Mytilus edulis*. *Mytilus edulis* komt niet meer voor op plaatsen waar de saliniteit lager is dan 10‰. Wolff (1968) geeft aan dat het voorkomen van *Asterias rubens* sterk bepaald wordt door het verspreidingsgebied van *Mytilus edulis*. Grote dichtheids verschillen tussen de Wester- en Oosterschelde werden aangetoond waarbij de Westerschelde sterk in aantallen zeesterren achterbleef.

De Veen (1979) komt elf jaar later, na een inventariserend onderzoek, tot de stellige konklusie dat *Asterias rubens* behalve in de monding verder niet meer in de Westerschelde voorkomt.

Bij dit onderzoek zijn er wel zeesterren in de Westerschelde aangetroffen. Het vangstgebied waar deze zijn aangetroffen blijft echter beperkt tot de Braakmanhaven en de hiermee in verbinding staande Pas van Terneuzen. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat na het voortplantingsseizoen de zeesterren in larvale stadia met de relatief schone vloedstroom de Westerschelde instromen. In tegenstelling tot overige plaatsen in het Westerschelde estuarium is het mogelijk dat er in de Pas van Terneuzen voor *Asterias rubens* gunstiger omstandigheden geschapen worden in vergelijking met overige plaatsen in de Westerschelde. Factoren die hierbij een rol kunnen spelen zijn het voorkomen van voldoende voedsel in de Braakmanhaven en een relatief goede waterkwaliteit. Door het stromingspatroon van het inkomende en uitgaande getijdewater wordt de Braakmanhaven ververst door het relatief schone zeewater van de vloedstroom. Ook het instromende zoete water vanuit het achterland zal een positieve invloed hebben op de waterkwaliteit van de Braakmanhaven. De aanwezigheid van voldoende harde substraten maken de Braakmanhaven mogelijk ook geschikt voor mosselbroedval. De op deze plaats aangetroffen mosselen waren ogenschijnlijk van een relatief goede kwaliteit en vormen de voedselbron voor de op deze plaats aangetroffen zeesterren.

De in de Pas van Terneuzen gevangen zeesterren zijn gering in gewicht. De zeesterren die in de Voordelta en in de Oosterschelde aangetroffen worden zijn gemiddeld drieënhalve maal zo zwaar. Aangezien het niet mogelijk is op een nauwkeurige wijze de leeftijden van zeesterren te bepalen is het moeilijk of zelfs onmogelijk uitspraken te doen over de populatie-opbouw van de zeesterren in de Pas van Terneuzen. Er zijn drie mogelijkheden:

Ten eerste is het mogelijk dat er wel sprake is van een volledige zeesterrenpopulatie met een veelvoud aan jaarklassen in de Pas van Terneuzen. De milieu-omstandigheden kunnen de groei en ontwikkeling van de zeesterren in de Westerschelde echter ongunstig beïnvloeden, waardoor er een gewichtsverschil ontstaat tussen de zeesterrenpopulatie die wordt aangetroffen in de Westerschelde met die van de Voordelta en de Oosterschelde.

Ten tweede is het mogelijk dat de adulte zeesterren niet in staat zijn de slechte milieu-omstandigheden het hoofd te bieden. Het gewichtsverschil zou dan veroorzaakt kunnen worden door de sterfte van de adulte zeesterren.

Een derde, meer voor de hand liggende, verklaring is dat het grote gewichtsverschil tussen de populaties van de Westerschelde en de overige gebieden veroorzaakt wordt door migratie (de Veen, 1979) van adulte zeesterren vanuit de Pas van Terneuzen naar het Voordelta-gebied. De zeesterren die

achterblijven in de Pas van Terneuzen zijn juveniel en dus geringer in gewicht.

Het is jammer dat er tijdens dit onderzoek weinig waarnemingen verzameld zijn voor het maken van duidelijke uitspraken, waardoor de bevindingen moeilijk onderbouwd kunnen worden. Aan de hand van de gegevens kunnen natuurlijk wel vermoedens geopperd worden. Zowel bij de gevangen zeesterren uit de Westerschelde als bij vergelijkbare zeesterren uit de Oosterschelde en Voordelta kan er niet gesproken worden over een normale gonaden-ontwikkeling. De gonadenindices van alle vergelijkbare zeesterren uit de Westerschelde en Voordelta verschilden niet en bleven over de gehele periode op eenzelfde nivo. De in de Oosterschelde en het Voordelta-gebied gevangen zeesterren waren juveniel en nog niet geslachtsrijp. De achterblijvende gonadenontwikkeling van zeesterren uit de Westerschelde kan veroorzaakt worden door de slechte milieu-omstandigheden. Echter bestaat ook hier het al eerder geopperde vermoeden dat er sprake is van niet-geslachtsrijpe juveniele exemplaren. Geslachtrijpe zeesterren zijn waarschijnlijk gestorven of gemigreerd naar gunstiger plaatsen zoals het Voordelta-gebied en/of Oosterschelde en dus niet meer in de Westerschelde aanwezig.

Verschillende malen is getracht de effecten van het vervuilde Westerschelde water op de oocytmaturatie van de zeester te bestuderen. Aangezien de gonaden slecht of zelfs niet ontwikkeld waren is het niet verwonderlijk dat de daaruit voortkomende oocyten niet te gebruiken zijn voor dit soort experimenten. Alle gecontroleerde oocyten waren in slechte konditie. Hierbij was geen onderscheid te maken tussen oocyten afkomstig van zeesterren uit Westerschelde, Oosterschelde of Voordelta-gebied.

Ook hier wordt het vermoeden bevestigd dat er in de Pas van Terneuzen sprake is van een zeesterpopulatie die voornamelijk bestaat uit juveniele, niet-geslachtsrijpe exemplaren. Bovendien zijn er in dezelfde periode maturatie-experimenten uitgevoerd met geslachtrijpe zeesterren uit de Oosterschelde. De oocyten van deze zeesterren waren van goede kwaliteit en goed bruikbaar voor maturatie-experimenten (Den Besten: mondelinge mededeling).

De zeesterren uit de Pas van Terneuzen hebben in vergelijking met de zeesterren uit de Oosterschelde en het Voordelta-gebied de hoogste cadmiumgehalten in hun organen. De caeca en de huid van de Westerschelde zeesterren hebben ongeveer twee tot tweeënhalve maal zoveel cadmium geaccumuleerd (resp. 1.92 ± 0.82 en $0.99 \pm 0.42 \mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.drooggewicht}$) in vergelijking met de zeesterren afkomstig van de overige monsterplaatsen. De cadmium-akkumulatiewaarden van de gonaden liggen voor alle zeesterren in eenzelfde orde van grootte. In laboratorium-experimenten waarbij Oosterschelde zeesterren gedurende vijf maanden belast werden met $25 \mu\text{g Cd}^{2+}/\text{l}$ werden drie maal zo hoge cadmium akkumulatiewaarden (Besten, den P.J., 1987) gevonden voor de caeca pylorica ($6.0 \pm 2.0 \mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.drooggewicht}$). De akkumulatiewaarden in de gonaden waren ongeveer zesmaal hoger dan de waarden gevonden bij zeesterren uit de Westerschelde ($0.5 \pm 0.2 \mu\text{g Cd}^{2+}/\text{g.drooggewicht}$).

De cadmiumwaarden zoals deze in organen aangetroffen worden in het laboratorium zijn hoger dan in de veldsituatie. De zware metalen-metingen in het laboratorium zijn echter verricht aan adulte zeesterren in tegenstelling tot de op cadmium doorgemeten juveniele zeesterren. Dit zou een mogelijke oorzaak kunnen zijn voor het akkumulatie-verschil.

Deze verklaring wordt echter gerelativeerd door het volgende: het cadmium opgelost in de waterfase van de Westerschelde blijkt concentraties aan te kunnen nemen van ongeveer 280 ng/kg (Valenta et al., 1984). De cadmiumbelasting van de zeesterren in de Westerschelde is ruwweg honderdmaal lager dan in de laboratorium-experimenten. Dit wil zeggen dat de cadmium-akkumulatiewaarden in de zeester-organen van de laboratorium-experimenten de cadmium-akkumulatiewaarden van de zeester-organen van de veldsituatie goed benaderen.

Gedurende het onderzoek is gebleken dat de monstermethode van groot belang is voor het verkrijgen van een objectief beeld van een estuarium zoals de Westerschelde. De in het onderzoek gebruikte oesterkor had in vergelijking met de boomkorren die door de plaatselijke vissers gebruikt worden een te verwaarlozen vangstopbrengst. Zonder de ervaring en materialen en de bereidheid van de plaatselijke visser de heer F. de Rooy waren deze hierboven beschreven bladen leeg gebleven.

SAMENWATTING:

Gedurende de periode januari tot en met half april 1989 is er onderzoek verricht naar het voorkomen van de gewone zeester Asterias rubens in het Westerschelde-estuarium. Er werd verwacht dat het vervuilde Westerscheldewater invloed zou uitoefenen op de gonadenontwikkeling en de oocytmaturatie van deze zeester. Daarom zijn gedurende deze periode de gonaden- en caeca-indices van zowel Westerschelde als Oosterschelde zeesterren bepaald. Tevens is getracht oocytmaturatie-experimenten uit te voeren. Bovendien zijn de cadmiumgehalten (A.A.S.) van de organen van de in de Westerschelde en Oosterschelde gevangen zeesterren bepaald.

Gedurende dit onderzoek is Asterias rubens vrijwel alleen in de Pas van Terneuzen en de daaraan grenzende Braakmanhaven aangetroffen. De in de Pas van Terneuzen gevangen dieren zijn kleiner en lichter in gewicht dan de zeesterren uit de Oosterschelde en het Voordelta-gebied.

De oocyten van de Westerschelde zeesterren zijn driemaal gebruikt voor het uitvoeren van maturatie-experimenten. Telkens bleek dat de oocyten in zeer slechte staat verkeerden waardoor deze experimenten onbetrouwbare of zelfs helemaal geen resultaten opleverden. Tegen de verwachting in reageerden ook de oocyten van vergelijkbare zeesterren uit de Oosterschelde op eenzelfde manier.

De gonaden- en caeca-indices van de gedurende deze onderzoeksperiode gevangen zeesterren uit de Wester- en Oosterschelde verschilden niet van elkaar.

De zeesterren uit de Westerschelde hadden gemiddeld tweeënhalf tot driemaal zoveel cadmium in de caeca pylorica en ongeveer twee tot tweeënhalftmaal zoveel cadmium in de huid geakkumuleerd in verhouding tot de zeesterren afkomstig uit het Voordelta-gebied en uit de Oosterschelde. De accumulatie-waarden in de gonaden verschilden niet.

Drie mogelijke verklaringen kunnen er voor gevonden resultaten gegeven worden: Ten eerste is het mogelijk dat er in de Westerschelde sprake is van een zeesterrenpopulatie met verschillende jaarklassen. De milieu-omstandigheden kunnen de groei en ontwikkeling van de zeesterren in de Westerschelde ongunstig beïnvloeden waardoor deze zeesterren klein en gering in gewicht blijven. Aangezien het bepalen van de leeftijd van zeesterren nog niet mogelijk is, is deze mogelijkheid moeilijk na te gaan.

Een tweede mogelijkheid is dat de adulte zeesterren niet in staat zijn de slechte milieu-omstandigheden het hoofd te bieden. Het gewichtsverschil zou dan veroorzaakt kunnen worden door de sterfte van de adulte zeesterren van deze populatie.

Een derde meer voor de hand liggende verklaring is dat het gewichts- en het grootte-verschil veroorzaakt wordt doordat oudere geslachtrijpe zeesterren naar gunstiger plaatsen migreren waardoor er in de Pas van Terneuzen hoofdzakelijk niet geslachtrijpe juveniele zeesterren achterblijven. De vreemde bevindingen bij de maturatie-experimenten en de slechte gonadenontwikkeling ondersteunen dit vermoeden. Voor de kleine niet-geslachtsrijpe zeesterren zijn de omstandigheden klaarblijkelijk niet ongunstig genoeg. Genoeg voedsel in de Braakmanhaven zou hiervoor een verklaring kunnen zijn.

REFERENTIES:

Besten, den P.J., Herwig, H.J., Zandee, D.I. and Voogt, P.A. (1989) Effects of cadmium and PCBs on reproduction of the sea star. Not yet published.

Besten, den P.J. and Veldhuizen-Tsoerkan, M.B. (1987) Effects of heavy metals and organic micropollutants in the water of the Western Scheldt on reproduction of the sea mussel, sea star, squirt and/or shrimp. Report of the first research year. Utrecht, December 1987.

Ikadai, H. and Kanatani, H. (1982) Regeneration of the oocyte-surface factor responsible for 1-methyladenine-induced oocyte maturation in starfish. *Biomedical Research*. 3(4); 378-383.

Kishimoto, T. and Kanatani, H. (1976) Cytoplasmatic factor responsible for the germinal vesicle breakdown and meiotic maturation in starfish oocyte. *Nature, Lond.* 260; 321-322.

Meyer, L. and Guerrier, P. (1984) Maturation and fertilization in starfish oocytes. *Int. Rev. Cytol.* 86; 129-196.

Meyer, L., Pondaven, P., Guerrier, P. and Moreau, M. A starfish oocyte user's guide. *Extrait des Cahiers de Biologie Marine*, Tome XXV-1984-pp; 457-480.

Schoenmakers, H.J.N., Goedhart, M.J. and Voogt, P.A. (1983) Biometrical and histological aspects of the reproductive cycle of the ovaries of *Asterias rubens* (Echinodermata). *Biol. Bull. mar. biol. lab. Woodshole*. 166; 328-348.

Valenta, P., Nürnberg, H., Rützel, H. and Merks, A.G.A. (1984) Die belastung der astuare der Wester- und Oosterschelde mit ökotoxischen metallen. *Vom Wasser* 62. Band.

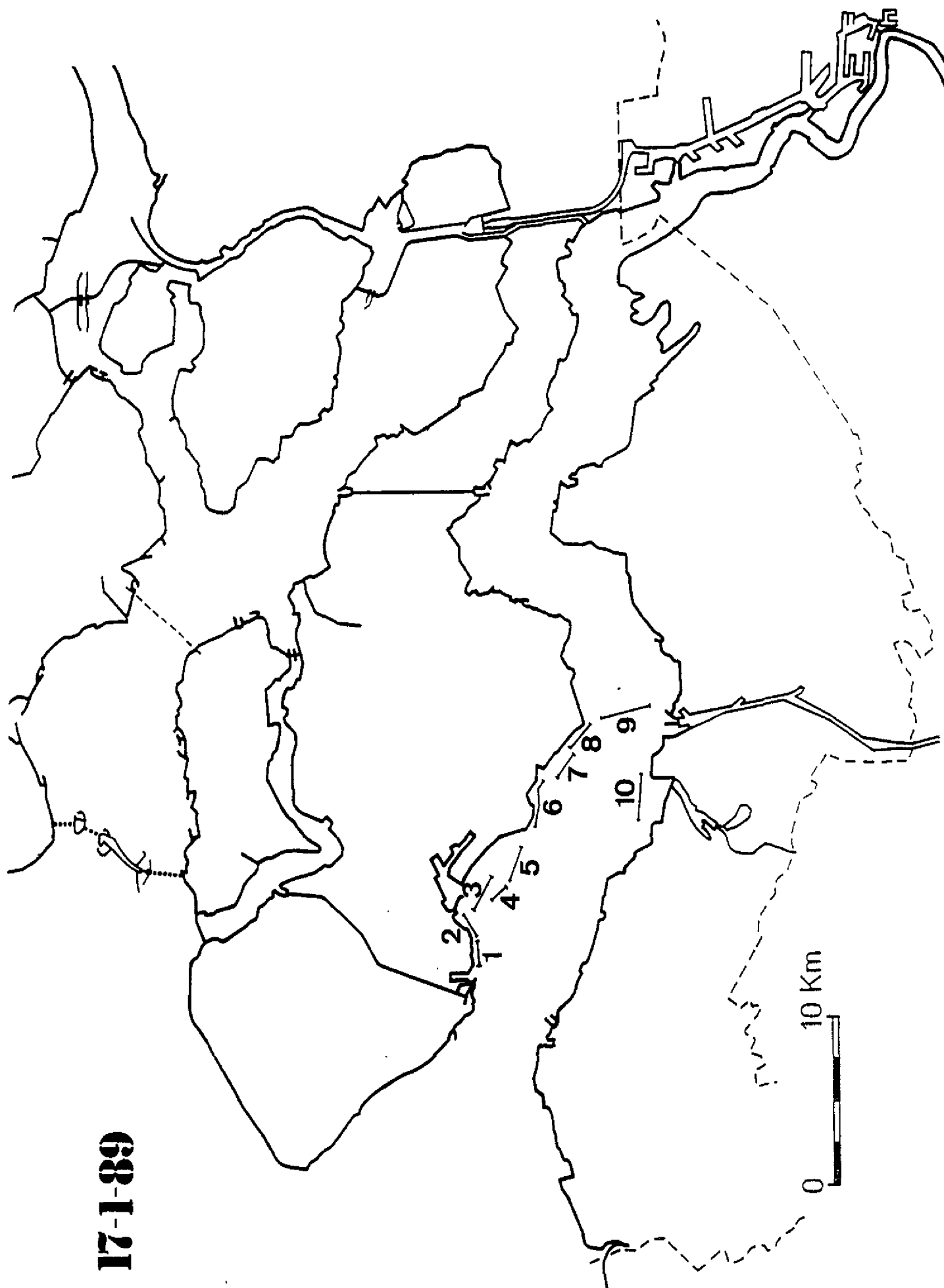
Veen, de J.F., Boddeke, R. en Postuma, K.H. (1979) Tien jaar kinderkamer-opnames in Nederland I. *Het Zeeuwse estuarium*. *Visserij*, 32; 3-23.

Voogt, P.A., Broertjes, J.J.S. and Oudejans, R.C.H.M. (1985) Vitellogenesis in seastar; Physiological and metabolic implications. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 80a No. 2 pp; 141-147.

Wolff, W.J. (1968) The echinodermata of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt with a list of species occurring in the coastal waters of the Netherlands. *Netherlands Journal of Sea Research* 4(1): 59-85.

BIJLAGEN:

17-1-89



```

*****
* (—Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 17 Jan 1989 09:42:45 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *
*****

```

```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 09:43:15 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 31257 Y: 384965
Luchttemp. 5.33 Gr.C Barometer 1040 mBar *
Windsnelheid 7.68 M/sec Windrichting 209 Grad (ZZW)*
VAARSNELHEID .6 m/sec KOERS: 110 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots	
1)	31857	384965	9.43	13.00	1.07	
2)	31913	384964	9.44	16.39	1.93	VAARTRAJEKT: 1
3)	31994	384952	9.45	15.19	2.47	
4)	32041	384961	9.46	15.68	1.12	
5)	32066	384975	9.47	10.40	-1.16	

```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 17 Jan 1989 09:54:28 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *
*****

```

```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 17 Jan 1989 09:55:58 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *
*****

```

```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 09:56:28 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 32510 Y: 384980
Luchttemp. 5.34 Gr.C Barometer 1040 mBar *
Windsnelheid 7.60 M/sec Windrichting 209 Grad (ZZW)*
VAARSNELHEID .8 m/sec KOERS: 106 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots	
1)	32510	384980	9.56	23.81	1.14	
2)	32537	384988	9.57	27.80	1.76	VAARTRAJEKT: 2
3)	32645	384992	9.58	26.41	2.78	
4)	32690	384997	9.59	20.63	1.77	
5)	32793	385011	10.00	26.51	2.00	
6)	32879	385036	10.01	32.53	1.02	

```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 17 Jan 1989 10:16:00 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *

```

* DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 10:16:30 (M.E.T.)

DEPKAL - X: 33716 Y: 385336

Luchttemp. 5.62 Gr.C Barometer 1040 mBar
 Windsnelheid 6.81 M/sec Windrichting 202 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID .8 m/sec KOERS: 27 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
1)	33716	385336	10.16	11.59	1.63
2)	33733	385367	10.17	9.37	1.89
3)	33772	385402	10.18	7.27	2.68
4)	33829	385425	10.19	9.46	1.96
5)	33860	385440	10.20	11.59	2.25
6)	33885	385464	10.21	12.40	2.27
7)	33911	385485	10.22	6.87	2.70
8)	33971	385515	10.23	10.10	1.60
9)	34008	385517	10.25	13.20	1.06
10)	34032	385521	10.25	10.20	2.20
11)	34074	385541	10.27	11.79	2.98
12)	34119	385580	10.28	11.89	3.25
13)	34170	385592	10.29	9.47	3.17
14)	34229	385602	10.30	11.69	3.18
15)	34297	385630	10.31	12.00	3.27

VAARTRAJEKT: 3

 * Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
 * 17 Jan 1989 11:10:06 (M.E.T.) *
 * MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
 * GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
 * DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 11:10:41 (M.E.T.)

DEPKAL - X: 34500 Y: 384071

Luchttemp. 5.34 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 8.61 M/sec Windrichting 204 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID 1.0 m/sec KOERS: 128 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
1)	34500	384071	11.10	6.08	3.55
2)	34586	384008	11.11	6.38	3.12
3)	34597	383974	11.12	6.57	3.57
4)	34627	383923	11.13	6.98	3.42
5)	34674	383865	11.14	7.17	3.72
6)	34719	383802	11.16	7.47	3.62
7)	34761	383732	11.17	7.57	3.99
8)	34800	383665	11.18	7.98	3.89
9)	34837	383601	11.19	8.86	4.08
10)	34895	383534	11.20	8.86	4.67
11)	34965	383493	11.21	8.86	3.69
12)	35022	383473	11.22	8.47	2.76
13)	35063	383507	11.23	8.08	1.64

VAARTRAJEKT: 4

 * Scanmeting m.s. 'ARGUS' *

* 17 Jan 1989 11:29:25 (M.E.T.) *

* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *

* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *

* DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 11:29:55 (M.E.T.)

DEPKAL - X: 35106 Y: 383422

Luchttemp. 5.30 Gr.C Barometer 1041 mBar

Windsnelheid 7.44 M/sec Windrichting 202 Grad (ZZW)

VAARSNELHEID 1.3 m/sec KOERS: 120 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn	
				mtrs	Knots	
1)	35106	383422	11.29	9.27	4.42	
2)	35178	383382	11.30	9.47	4.60	
3)	35249	383354	11.32	9.27	4.64	VAARTRAJEKT: 5
4)	35323	383334	11.33	9.07	4.80	
5)	35407	383305	11.34	8.57	4.43	
6)	35474	383285	11.35	8.37	4.54	
7)	35575	383256	11.36	7.77	4.38	
8)	35661	383224	11.37	5.37	4.33	
9)	35728	383210	11.38	7.08	4.06	
10)	35832	383181	11.39	6.95	4.16	
11)	35923	383184	11.40	7.77	3.87	
12)	35994	383213	11.41	7.98	3.88	
13)	36074	383187	11.42	7.57	4.31	
14)	36136	383183	11.43	7.47	4.17	
15)	36221	383170	11.44	4.87	4.18	

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 11:45:59 (M.E.T.)

DEPKAL - X: 36312 Y: 383161

Luchttemp. 5.30 Gr.C Barometer 1041 mBar

Windsnelheid 7.00 M/sec Windrichting 207 Grad (ZZW)

VAARSNELHEID 1.3 m/sec KOERS: 117 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn	
				mtrs	Knots	
16)	36312	383161	11.45	7.98	3.92	
17)	36380	383145	11.47	8.57	3.88	
18)	36456	383138	11.48	6.98	4.01	
19)	36549	383140	11.49	11.30	2.32	

* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *

* 17 Jan 1989 13:35:41 (M.E.T.) *

* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *

* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *

* DGW:WESTERSCHELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 13:36:11 (M.E.T.)

DEPKAL - X: 40214 Y: 381268

Luchttemp. 5.38 Gr.C Barometer 1041 mBar

Windsnelheid 8.89 M/sec Windrichting 215 Grad (ZW)

VAARSNELHEID 1.4 m/sec KOERS: 70 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn
				mtrs	Knots
1)	40814	381268	13.36	5.77	3.27
2)	40868	381303	13.37	5.77	3.18
3)	40932	381337	13.38	5.77	3.11
4)	40973	381369	13.39	5.57	3.30
5)	41026	381392	13.40	5.57	3.18
6)	41066	381407	13.41	5.47	3.11
7)	41093	381417	13.42	5.28	2.37
8)	41114	381429	13.43	5.37	1.87
9)	41104	381446	13.44	5.57	1.33
10)	41099	381455	13.45	5.08	3.19
11)	41145	381417	13.46	6.77	3.71
12)	41213	381374	13.47	5.98	4.06
13)	41283	381337	13.49	5.18	4.21
14)	41364	381302	13.50	4.98	4.39
15)	41429	381275	13.51	2.49	4.03

VAARTRAJEKT: 6

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 13:52:15 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 41509 Y: 381198
 Luchttemp. 5.55 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 8.22 M/sec Windrichting 209 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID 1.4 m/sec KOERS: 132 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn
				mtrs	Knots
16)	41509	381198	13.52	3.38	4.15
17)	41571	381128	13.53	2.49	4.18
18)	41645	381096	13.54	1.88	1.10

 * Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
 * 17 Jan 1989 14:12:27 (M.E.T.) *
 * MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
 * GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
 * DGW:WESTERSCHELDE>VLISSTINGEN>BORSELE *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 14:12:57 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 42198 Y: 380043
 Luchttemp. 5.51 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 8.71 M/sec Windrichting 213 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID 1.3 m/sec KOERS: 124 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn
				mtrs	Knots
1)	42498	380043	14.12	5.57	4.51
2)	42541	380005	14.13	6.18	4.02
3)	42575	379967	14.15	5.98	4.10
4)	42619	379925	14.16	6.67	4.13
5)	42688	379867	14.17	7.08	4.26
6)	42721	379849	14.18	7.27	4.33
7)	42766	379824	14.19	7.47	4.11
8)	42806	379798	14.20	7.57	4.26
9)	42847	379778	14.21	7.47	4.39
10)	42897	379752	14.22	7.67	4.00
11)	42935	379737	14.23	7.77	4.14
12)	43000	379703	14.24	8.07	4.02
13)	43044	379686	14.25	8.17	4.32

VAARTRAJEKT: 7

14) 43097 379665 14.26 8.37 4.19
 15) 43143 379651 14.27 8.37 4.24

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 14:29:02 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 43197 Y: 379632
 Luchttemp. 5.42 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 8.38 M/sec Windrichting 209 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID 1.0 m/sec KOERS: 120 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
16)	43197	379632	14.29	8.57	4.35
17)	43249	379618	14.30	9.37	4.60
18)	43308	379602	14.31	9.46	4.40
19)	43361	379589	14.32	9.76	4.23
20)	43416	379575	14.33	10.10	3.73

 * Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
 * 17 Jan 1989 15:02:52 (M.E.T.) *
 * MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTER NA IEDERE METING *
 * GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
 * DGW:WESTERSCHELDE>VLISSTINGEN>BORSSELE *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 15:03:28 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 43695 Y: 379726
 Luchttemp. 5.39 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 7.91 M/sec Windrichting 204 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID -.2 m/sec KOERS: 136 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
1)	43695	379726	15.03	7.37	.82
2)	43699	379736	15.04	7.17	3.77
3)	43754	379707	15.05	7.17	4.44
4)	43831	379642	15.06	7.27	4.39
5)	43877	379597	15.07	7.37	4.71
6)	43917	379558	15.08	7.47	4.81
7)	43977	379506	15.09	7.67	4.32
8)	44032	379456	15.10	7.76	4.39
9)	44071	379423	15.11	7.98	4.72
10)	44115	379385	15.13	8.07	4.51
11)	44166	379344	15.14	8.27	4.39
12)	44216	379296	15.15	8.67	4.58
13)	44266	379240	15.16	9.17	4.48
14)	44299	379190	15.17	9.86	4.47
15)	44334	379134	15.18	10.89	4.21

VAARTRAJEKT: 8

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 15:19:32 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 44278 Y: 379056
 Luchttemp. 5.42 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 6.86 M/sec Windrichting 211 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID 1.0 m/sec KOERS: 146 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
16)	44378	379056	15.19	11.59	4.41

17) 44400 379018 15.20 12.20 3.51

```
*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 17 Jan 1989 15:36:01 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHDELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *
*****
```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 15:37:10 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 45984 Y: 377295
Luchttemp. 5.41 Gr.C Barometer 1041 mBar
Windsnelheid 8.60 M/sec Windrichting 209 Grad (ZZW)
VAARSNELHEID 1.4 m/sec KOERS: 156 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn	
				mtrs	Knots	
1)	45984	377295	15.37	5.37	4.42	
2)	46028	377248	15.38	5.28	4.60	
3)	46073	377168	15.39	4.68	3.15	VAARTRAJEKT: 9
4)	46076	377157	15.40	4.87	1.72	
5)	46079	377151	15.41	5.08	3.65	
6)	46092	377079	15.42	5.18	4.23	
7)	46106	377002	15.43	5.77	4.04	
8)	46125	376931	15.44	5.77	3.97	
9)	46132	376872	15.45	5.87	3.93	
10)	46144	376806	15.46	6.18	3.81	
11)	46154	376743	15.47	6.77	3.77	
12)	46162	376684	15.48	7.57	3.92	
13)	--	--	15.49	7.86	3.99	
14)	46196	376574	15.51	7.98	4.48	
15)	46229	376521	15.52	8.37	3.97	

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 15:53:15 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 46278 Y: 376449
Luchttemp. 5.22 Gr.C Barometer 1041 mBar
Windsnelheid 7.91 M/sec Windrichting 210 Grad (ZZW)
VAARSNELHEID .9 m/sec KOERS: 160 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn	
				mtrs	Knots	
16)	46278	376449	15.53	8.37	4.32	
17)	46306	376405	15.54	8.76	4.33	
18)	46322	376364	15.55	8.97	4.04	
19)	46360	376295	15.56	9.07	4.07	
20)	46395	376236	15.57	9.66	4.01	
21)	46430	376179	15.58	10.30	4.06	
22)	46466	376121	15.59	9.86	3.40	

```
*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 17 Jan 1989 16:28:42 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHDELDE>VLISSINGEN>BORSSELE *
*****
```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 16:29:12 (M.E.T.)

DEPKAL - X: 41250 Y: 375284
 Luchttemp. 5.31 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 5.65 M/sec Windrichting 213 Grad (ZZW)
 VAARSNELHEID 1.1 m/sec KOERS: 246 GRAD.

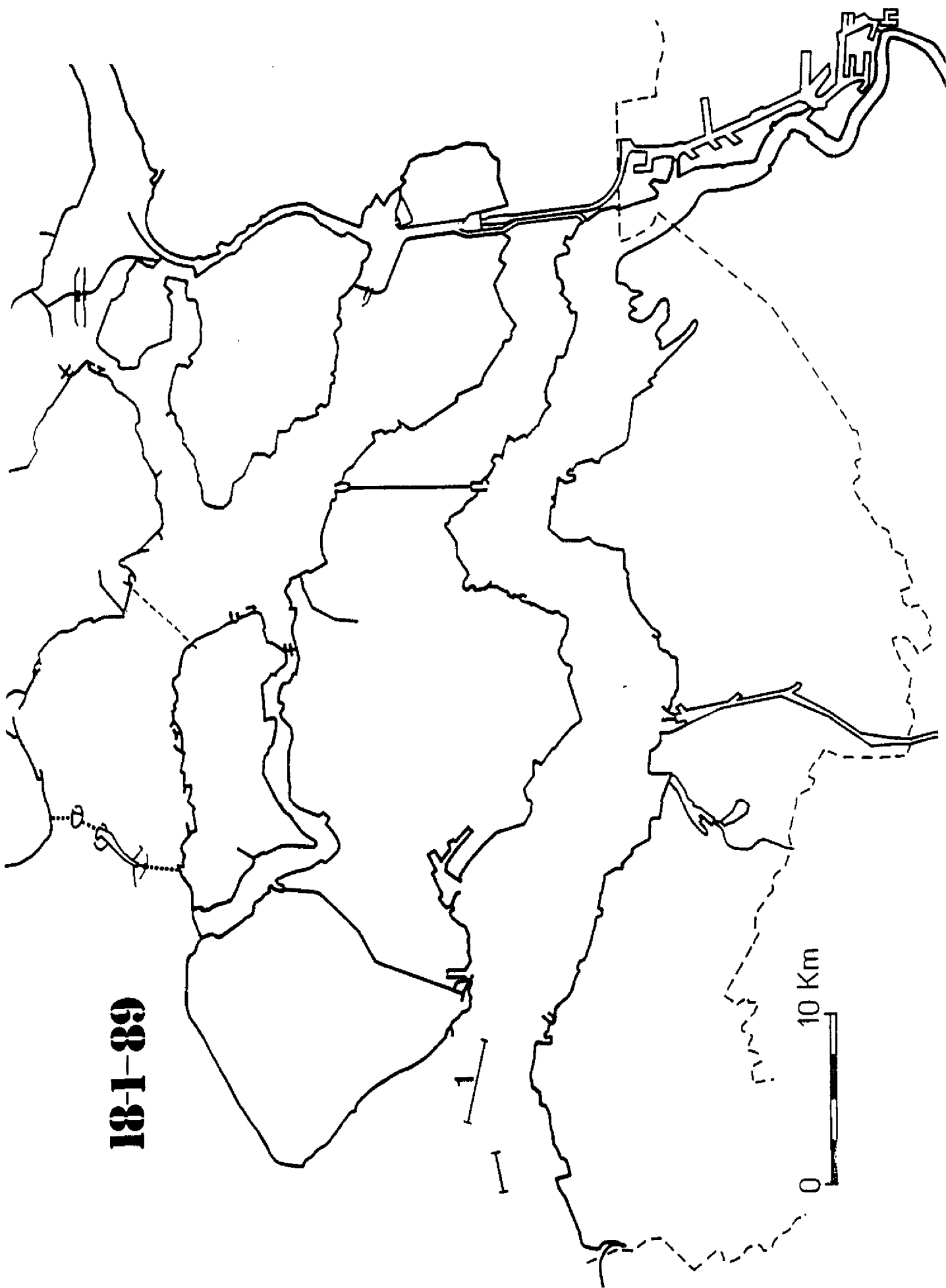
nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
1)	41350	375284	16.29	6.37	1.57
2)	41315	375290	16.30	5.67	.85
3)	41241	375318	16.31	5.57	.56
4)	41202	375335	16.32	5.37	.44
5)	41158	375326	16.33	4.68	1.36
6)	41086	375309	16.34	5.67	1.61
7)	41038	375310	16.35	6.57	2.11
8)	40935	375321	16.36	6.47	2.06
9)	40885	375328	16.37	6.47	2.00
10)	40789	375323	16.38	6.08	1.98
11)	40703	375331	16.39	6.08	2.06
12)	40633	375338	16.40	5.77	2.08
13)	40553	375340	16.42	5.18	2.18
14)	40472	375332	16.43	2.78	2.26
15)	40406	375319	16.44	3.19	1.91

VAARTRAJEKT: 10

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 17 Jan 1989 16:45:16 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 40323 Y: 375294
 Luchttemp. 5.34 Gr.C Barometer 1041 mBar
 Windsnelheid 5.53 M/sec Windrichting 218 Grad (ZW)
 VAARSNELHEID .9 m/sec KOERS: 258 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
16)	40323	375294	16.45	3.78	1.54

18-1-89



```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 18 Jan 1989 14:30:58 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>WIELINGEN.>VLISSINGEN *
*****

```

```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 18 Jan 1989 14:34:00 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>WIELINGEN.NOORD. *
*****

```

```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' *
* 18 Jan 1989 14:35:29 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>WIELINGEN.NOORD. *
*****

```

```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 18 Jan 1989 14:36:21 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 25775 Y: 384729
Luchttemp. 2.91 Gr.C Barometer 1045 mBar
Windsnelheid .86 M/sec Windrichting 221 Grad (ZW)
VAARSNELHEID 2.2 m/sec KOERS: 275 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo	Vrsn	
				mtrs	knots	
1)	25775	384729	14.36	6.98	2.43	VAARTRAJEKT: 1
2)	25633	384753	14.37	6.87	2.14	
3)	25533	384769	14.38	6.77	1.25	
4)	25439	384770	14.39	5.98	1.10	
5)	25335	384805	14.40	7.57	.88	
6)	25262	384801	14.41	6.47	.59	
7)	25178	384817	14.42	6.08	.91	
8)	25096	384827	14.43	5.37	1.10	
9)	25021	384841	14.44	2.88	1.22	
10)	24939	384856	14.45	2.58	1.48	
11)	24830	384875	14.47	2.78	1.34	
12)	24764	384878	14.48	2.78	1.25	
13)	24702	384889	14.49	2.99	1.25	
14)	24613	384914	14.50	2.99	1.12	
15)	24550	384929	14.51	3.09	1.33	

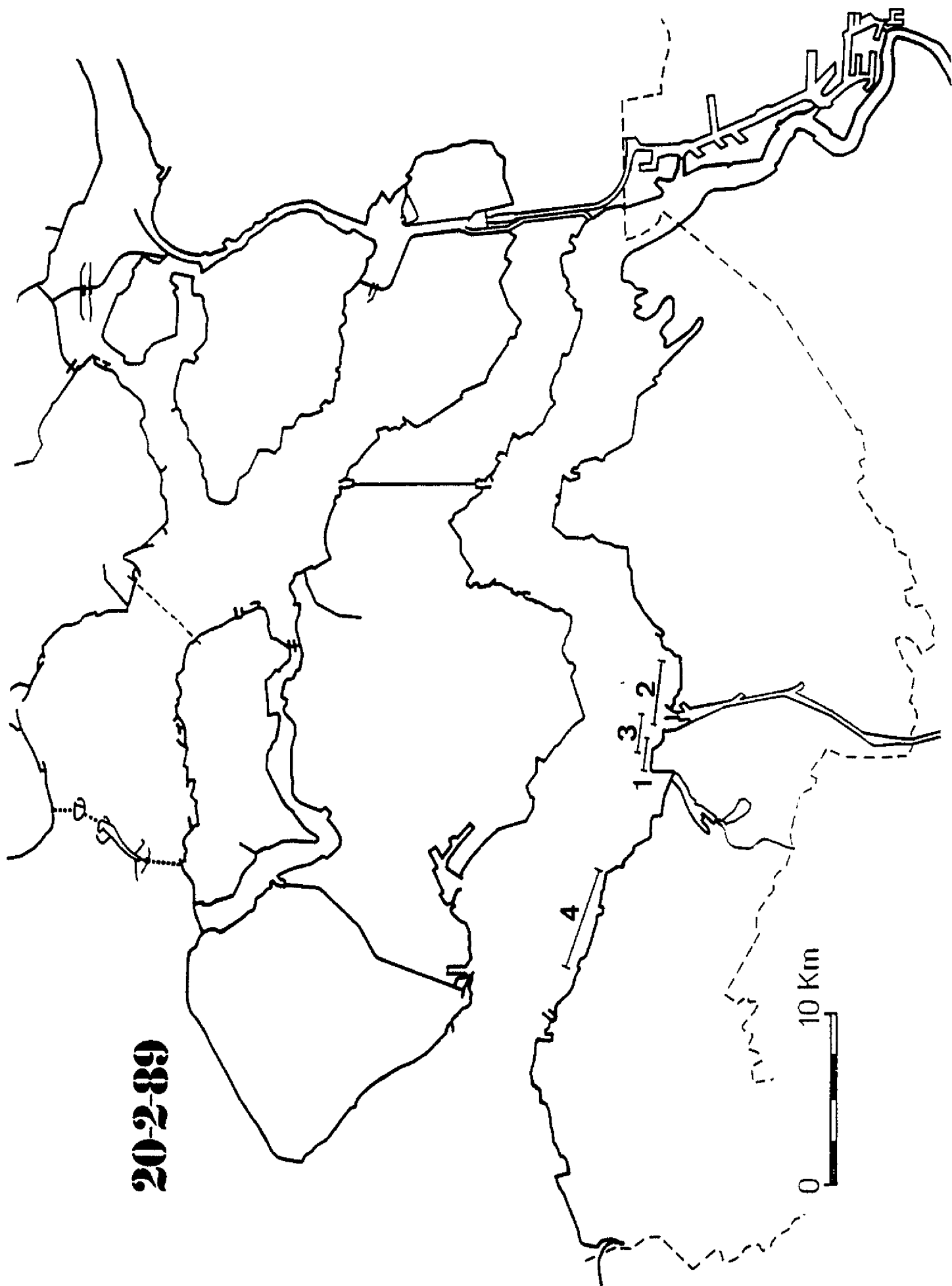
```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 18 Jan 1989 14:52:27 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 24489 Y: 384941
Luchttemp. 3.95 Gr.C Barometer 1045 mBar
Windsnelheid 2.39 M/sec Windrichting 219 Grad (ZW)
VAARSNELHEID .8 m/sec KOERS: 281 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn knots
16)	24489	384941	14.52	3.18	1.28
17)	24421	384954	14.53	3.09	1.15

20-2-89



```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' 7 *
* 20 Feb 1989 10:50:23 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHDELDE>PAS VAN TERNEUZEN *
*****

```

```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 10:50:33 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 41780 Y: 375536
Luchttemp. 7.87 Gr.C Barometer 1031 mBar
Windsnelheid 7.95 M/sec Windrichting 290 Grad (W)
VAARSNELHEID 1.6 m/sec KOERS: 99 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
1)	41780	375536	10.50	15.58	1.93
2)	41863	375511	10.51	16.19	1.88
3)	41953	375485	10.52	16.09	1.97
4)	42042	375459	10.53	16.88	1.82
5)	42121	375435	10.54	17.38	1.79
6)	42208	375413	10.55	17.77	1.69
7)	42295	375396	10.56	18.08	1.61
8)	42379	375386	10.57	9.66	1.49
9)	42460	375368	10.58	18.38	1.39
10)	42458	375312	10.59	14.09	1.25
11)	42537	375298	11.00	19.57	1.19
12)	42519	375300	11.01	20.03	1.06
13)	42547	375252	11.02	21.32	1.12
14)	--	375230	11.03	21.91	1.12
15)	42714	375206	11.04	23.32	1.09

VAARTRAJEKT: 1

```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 11:05:43 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 42219 Y: 375197
Luchttemp. 8.17 Gr.C Barometer 1031 mBar
Windsnelheid 6.15 M/sec Windrichting 276 Grad (W)
VAARSNELHEID 1.3 m/sec KOERS: 97 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
16)	42819	375197	11.05	23.42	.98
17)	43056	375155	11.06	23.32	1.02
18)	43145	375154	11.07	23.72	.89
19)	43220	375141	11.08	24.41	.94
20)	43296	375116	11.09	25.01	.97
21)	43249	375138	11.10	26.02	.99
22)	43372	375098	11.11	26.61	1.13
23)	43460	375060	11.12	27.21	1.18
24)	43566	375022	11.13	28.31	1.18

 * Scanmeting m.s. 'ARGUS' 2 *
 * 20 Feb 1989 11:24:17 (M.E.T.) *
 * MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
 * GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
 * DGW:WESTERSCHELDE>PAS VAN TERNEUZEN *

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 11:24:29 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 43849 Y: 374965
 Luchttemp. 8.95 Gr.C Barometer 1031 mBar
 Windsnelheid 6.37 M/sec Windrichting 261 Grad (W)
 VAARSNELHEID 1.2 m/sec KOERS: 119 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	+Echo mtrs	Vrsn Knots	
1)	43849	374965	11.24	27.80	1.06	VAARTRAJEKT: 2
2)	43918	374934	11.25	27.70	1.46	
3)	43993	374907	11.26	27.70	1.51	
4)	44071	374871	11.27	28.31	1.76	
5)	44153	374844	11.28	28.01	1.62	
6)	44236	374811	11.29	28.21	1.81	
7)	44317	374771	11.30	29.41	1.62	
8)	44395	374733	11.31	29.89	1.66	
9)	44472	374697	11.32	28.90	1.79	
10)	44550	374657	11.33	27.61	1.65	
11)	44629	374620	11.34	27.80	1.71	
12)	44714	374589	11.35	26.80	1.44	
13)	44789	374545	11.36	24.71	1.06	
14)	44861	374504	11.37	25.70	1.53	
15)	44989	374479	11.38	26.61	1.47	

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 11:39:35 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 45058 Y: 374434
 Luchttemp. 9.86 Gr.C Barometer 1032 mBar
 Windsnelheid 6.96 M/sec Windrichting 270 Grad (W)
 VAARSNELHEID 1.3 m/sec KOERS: 122 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	+Echo mtrs	Vrsn Knots
16)	45058	374434	11.39	27.50	.90
17)	45122	374405	11.40	29.00	1.54
18)	45204	374400	11.41	30.83	1.39
19)	45298	374365	11.42	31.72	1.31
20)	45388	374331	11.43	33.13	1.50

```

*****
* Scanmeting m.s. 'ARGUS' 3 *
* 20 Feb 1989 12:17:53 (M.E.T.) *
* MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
* GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
* DGW:WESTERSCHELDE>PAS VAN TERNEUZEN *
*****

```

```

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 12:18:57 (M.E.T.)
DEPKAL - X: 41933 Y: 375411
Luchttemp. 9.77 Gr.C Barometer 1031 mBar
Windsnelheid 9.58 M/sec Windrichting 272 Grad (W)
VAARSNELHEID 1.8 m/sec KOERS: 102 GRAD.

```

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots	
1)	41933	375411	12.18	15.58	1.50	VAARTRAJEKT: 3
2)	42033	375383	12.19	17.48	1.78	
3)	42147	375353	12.20	18.28	1.84	
4)	42268	375325	12.21	18.67	2.05	
5)	42328	375309	12.22	19.07	2.13	
6)	42497	375262	12.23	19.87	1.99	
7)	42643	375246	12.24	21.12	1.67	
8)	42776	375217	12.25	21.81	1.59	
9)	42908	375170	12.26	23.32	1.82	
10)	43024	375118	12.27	24.31	1.98	
11)	43157	375066	12.29	25.41	1.80	
12)	43285	375026	12.30	27.70	1.77	
13)	43420	374980	12.31	29.50	2.02	
14)	43545	374938	12.32	31.13	1.63	
15)	43579	374925	12.32	33.03	1.76	

 * Scanmeting m.s. 'ARGUS' 4 *
 * 20 Feb 1989 13:54:49 (M.E.T.) *
 * MEETINTERVAL:60 SEC - PRINTEN NA IEDERE METING *
 * GEGEVENS WORDEN NIET OPGESLAGEN *
 * DGW:WESTERSCHELDE>VAARW.LANGS HOOFDPLAAT *

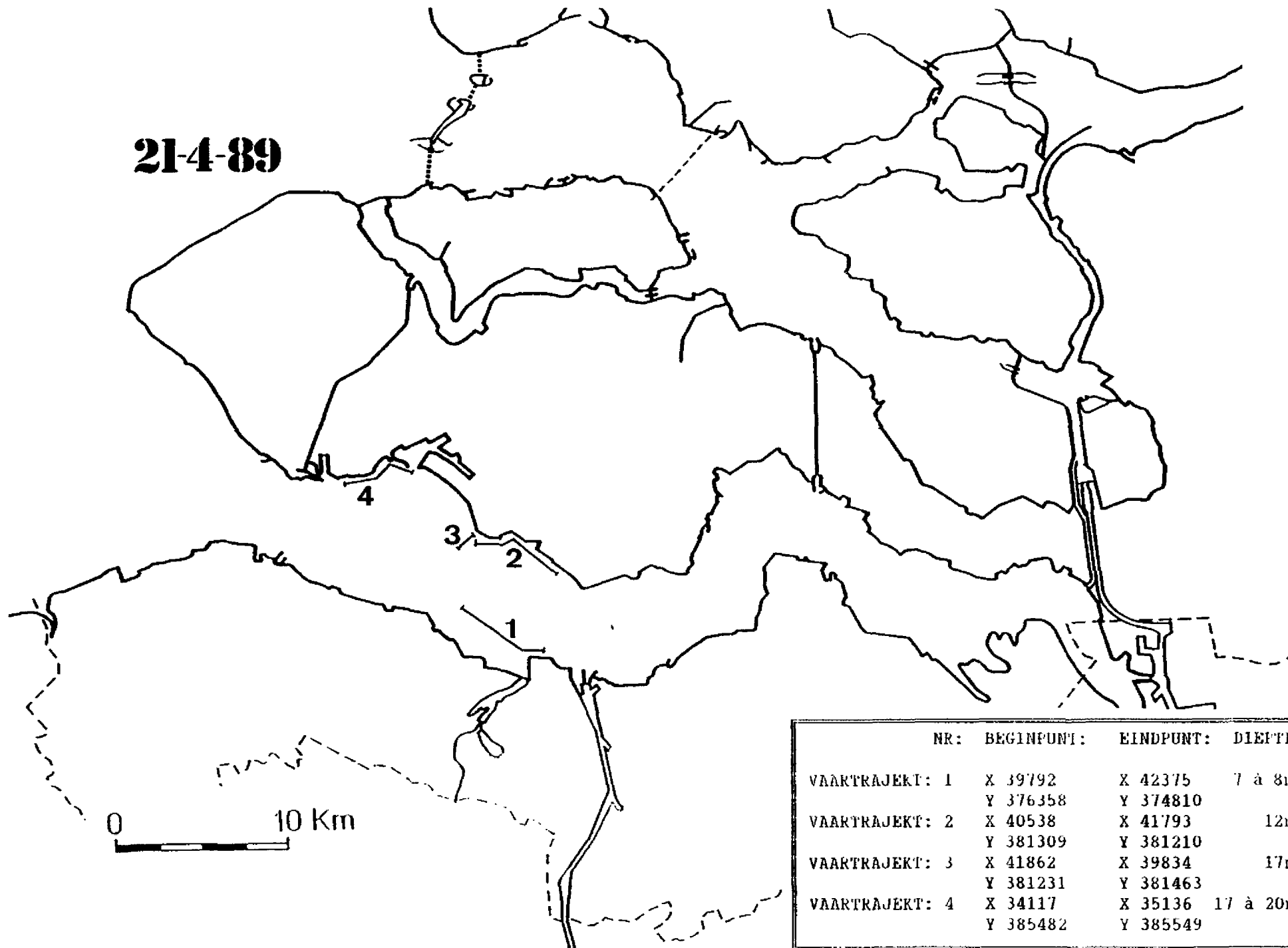
WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 13:55:06 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 30430 Y: 379565
 Luchttemp. 8.83 Gr.C Barometer 1031 mBar
 Windsnelheid 6.08 M/sec Windrichting 289 Grad (WNW)
 VAARSNELHEID 1.8 m/sec KOERS: 112 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots	
1)	30430	379565	13.55	19.87	1.35	VAARTRAJEKT: 4
2)	30559	379503	13.56	22.42	1.47	
3)	30680	379439	13.57	28.60	1.50	
4)	30796	379375	13.58	39.61	1.64	
5)	30908	379317	13.59	41.00	2.01	
6)	31024	379259	14.00	40.79	1.92	
7)	31128	379196	14.01	41.09	1.65	
8)	31230	379134	14.02	40.30	1.52	
9)	31324	379078	14.03	36.32	1.13	
10)	31422	379026	14.04	35.42	1.28	
11)	31526	378968	14.05	34.13	1.29	
12)	31621	378912	14.06	30.34	1.31	
13)	31725	378859	14.07	27.40	1.44	
14)	31834	378816	14.08	24.61	1.26	
15)	31942	378765	14.09	22.81	1.32	

WEERRAPPORT m.s. 'ARGUS' 20 Feb 1989 14:10:14 (M.E.T.)
 DEPKAL - X: 32055 Y: 378713
 Luchttemp. 9.26 Gr.C Barometer 1031 mBar
 Windsnelheid 7.59 M/sec Windrichting 280 Grad (W)
 VAARSNELHEID 1.8 m/sec KOERS: 110 GRAD.

nr	X	Y	m.e.t.	*Echo mtrs	Vrsn Knots
16)	32055	378713	14.10	16.28	1.17
17)	32144	378678	14.11	17.87	1.00
18)	32245	378648	14.12	15.99	.94

21-4-89



	NR:	BEGINPUNT:	EINDPUNT:	DIEPTE:
VAARTRAJEKT: 1	X 39792 Y 376358	X 42375 Y 374810	7 à 8m	
VAARTRAJEKT: 2	X 40538 Y 381309	X 41793 Y 381210	12m	
VAARTRAJEKT: 3	X 41862 Y 381231	X 39834 Y 381463	17m	
VAARTRAJEKT: 4	X 34117 Y 385482	X 35136 Y 385549	17 à 20m	