

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

NOTITIE : GWWS-88.567

**Effecten van de ontziltling van
het Zoommeer op de Westerschelde**

ministerie van verkeer en waterstaat

rijkswaterstaat

dienst getijdewateren

NOTITIE GWWS-88.567

aan : directie Zeeland
van : DGW (Stronkhorst, Lefèvre)
datum: 22 juni 1988

onderwerp:

Effecten van de ontziltiging van het Zoommeer op de Westerschelde.

INHOUD

1. Inleiding.
2. Opzet van het onderzoek
 - 2.1. vraagstelling
 - 2.2. meetprogramma
3. Resultaten
 - 3.1. spuiregiem
 - 3.2. waterkwaliteit
 - 3.2.1. chloridegehalte
 - 3.2.2. zwevende stof
 - 3.2.3. zuurstof
 - 3.2.4. microverontreinigingen
 - 3.2.5. nutriënten
 - 3.3. bodemdieren
4. Conclusies.

Literatuur

Lijst met figuren

1. INLEIDING.

Naar aanleiding van het advies van de Raad van de Waterstaat heeft in de periode april 1987 (Philipsdam voltooid) tot maart 1988 (begin groeiseizoen) een versnelde ontziltiging van het Zoommeer plaats gevonden. Bij het geforceerd ontziltigen is via de Volkeraksluizen extra doorspoelwater ingelaten en via het spuikanaal Bath op de Westerschelde gespuid. Tevens is vanaf juli 1987 door het in gebruik nemen van het zout/zoet systeem van de Kreekraksluizen ca. 20 m³/s schutwaterverlies via het Antwerpse kanaalpand en de Zandvlietsluizen op de Westerschelde gelooosd. Ten behoeve van de projektgroep Ontziltiging Zoommeer, onder voorzitterschap van de Directie Zeeland, is door DGW onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de ontziltiging op de Westerschelde. In deze notitie wordt het onderzoek gerapporteerd. De aspecten die samen hangen met het instellen van het debiet 20 m³/s via de Kreekraksluizen zijn buiten beschouwing gelaten.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK.

2.1. Vraagstelling.

Tijdens de ontziltiging van het Zoommeer die heeft plaats gevonden van mei 1987 tot februari 1988, is onderzoek verricht naar de effecten op de waterkwaliteit en de bodemdieren in de Westerschelde. De vraagstelling was als volgt:

1. waterkwaliteit:

- hoe groot is de daling in het chloridegehalte bij het Land van Saeftinghe (meetpaal Lamswaarde) als gevolg van het spuien via het spuikanaal Bath? Zijn er onderschrijdingen van de gestelde criteria voor het chloridegehalte (zie bijlage 1) opgetreden? Treedt er chloridestratificatie op?
- is het zwevende stof gehalte gewijzigd als direct gevolg van het spuien en/of zeewaartse verschuiving van de flocculatiezone?
- is het zuurstof gehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde in de ontziltigingsperiode veranderd?
- hoe groot is de belasting van de Westerschelde met zware metalen en organische microverontreinigingen uit het Zoommeer en hoe verhoudt deze zich tot de belasting uit de Schelde?

2. bodemdieren:

- treedt er als gevolg van de verlaging van het chloridegehalte in de Westerschelde tijdens de ontziltigingsfase een verandering op in de bodemdierengemeenschap van de Westerschelde in termen van soortendiversiteit, dichtheid en biomassa?

2.2. Meetprogramma.

Het meetprogramma is uitgevoerd overeenkomstig het onderzoeksplan (lit 2).

In figuur 2 zijn de meetlocaties aangegeven.

De waterkwaliteitgegevens zijn als volgt verzameld:

- continue registratie van het chloridegehalte aan de meetpaal bij Lamswaarde en Hoofdplaat op 1 meter diepte,
- longitudinale en vertikale verdeling van het chloride-, zuurstof- en zwevende stof gehalte, temperatuur en turbiditeit op 12 punten tussen Hansweert en Schaar van Ouden Doel (zg. WTSO metingen). De metingen vonden plaats van 2 1/2 uur voor hoogwater bij Hansweert tot hoogwater bij Schaar van Ouden Doel én van 2 1/2 uur voor laagwater bij Hansweert tot laagwater bij Schaar van Ouden Doel. De getijomstandigheden en het lozingsdebiet op de meetdagen zijn in bijlage 3 vermeld.

- Voor de waterkwaliteit van het gespuide water zijn de gegevens van het meetpunt Kreekraksluizen (VZ7) gebruikt en voor de Westerschelde zijn de gegevens van het meetpunt Schaar van Ouden Doel (boei 87) op de Nederlands/Belgische grens gebruikt. Het betreft gegevens van het gehalte zwevende stof, chloride, zuurstof, cadmium, lood, nikkel, koper, vluchtige fenolen, organochloor-pesticiden, PAK's, PCB's, trichloorfenol, pentachloorfenol en chlooranilines die afkomstig zijn uit het routine waterkwaliteitsprogramma van RWS.

De gegevens m.b.t. de bodemdieren in de Westerschelde zijn verzameld op 2 locaties (Plaat van Valkenisse ter hoogte van Baalhoek en Middelplaat ter hoogte van Terneuzen) in september 1987 en maart 1988. Als referentie dienen hierbij de resultaten over de periode 1978-1986 (lit. 3,4). De bemonsteringen en analyses zijn in opdracht van DGW uitgevoerd door de Rijksuniversiteit Gent.

3. RESULTATEN

3.1. Spuïregiem.

Het verloop in het spuidebiet van het spuikanaal Bath is weer gegeven in figuur 1. Van mei tot en met augustus bedroeg het gemiddelde debiet 63 m³/s. In de periode september-december is, i.v.m. de hoge afvoer van de Schelde, het debiet teruggebracht tot 40 m³/s om een te grote daling van het chloridegehalte op de Westerschelde te voorkomen (lit.5). In januari 1988 bedroeg het debiet gemiddeld 72 m³/s.

3.2 Waterkwaliteit.

3.2.1. Chloridegehalte.

In figuur 3 is het chloride gehalte van de Schelde (meetpunt Schaar van Ouden Doel) en van het gespuide water uitgezet. Het chloridegehalte van het gespuide water is vanaf begin augustus lager dan van het Schelde water.

Op basis van het spuidebiet (figuur 1) en de gemeten chloride concentratie in het Zoommeer (bijlage 2) is de zoetwaterbelasting bepaald (tabel 1), waarbij uitgegaan is van een chloridegehalte van zout water van 19 g/l en voor zoet water van 0 g/l. In de tabel is tevens de afvoer van de Schelde bij Schaar van Ouden Doel vermeld. De afvoer aldaar is berekend aan de hand van gegevens uit lit. 6. De toename van het debiet in het traject tussen Schelle en Schaar van Ouden Doel is voor de maanden mei tot en met juli 12% en vanaf augustus 21% als gevolg van het in werking treden van het zout/zoet systeem van de Kreekraksluizen. De zoetwaterbelasting uit het Zoommeer is t.o.v. de Schelde procentueel het grootst in de maanden juli, augustus en september 1987.

Tabel 1. Zoetwaterdebiet Q (m³/s) van het spuimiddel Bath (Q_b) en van de Schelde bij Schaar van Ouden Doel (Q_s), periode mei 1987-januari 1988.

maand	Q _b	Q _s	Q _b /Q _s	maand	Q _b	Q _s	Q _b /Q _s
mei	29	109	27%	okt.	40	151	27%
juni	39	176	22%	nov.	42	276	15%
juli	52	134	39%	dec.	32	163	20%
aug.	59	138	43%	jan.'88	70	303	23%
sept.	38	100	38%				

De longitudinale verdeling van het chloridegehalte over het traject Hansweert-Schaar van Ouden Doel tijdens de WTSO metingen is weergegeven in figuur 4. Op meetpunt 6 in de Schaar van de Noord is, ook tijdens de referentiemetingen op 24 februari en 26 maart 1987, het chloridegehalte iets lager dan in het nabij gelegen punt 7 in het Nauw van Bath. Vermoedelijk is dit het gevolg van laterale verschillen.

De laagste chloridegehalten (ca. 1 g/l) bij Walsoorden zijn geregistreerd rond laagwater op 9 februari 1988 en zijn zowel het gevolg van een hoog spuidebiet als een hoge Scheldeafvoer.

In figuur 5 is de vertikale verdeling van het chloridegehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde rond hoogwater en laagwater weergegeven op 14 mei 1987 toen de zoutbelasting vanuit het Zoommeer nog hoog was. Figuur 6 geeft de situatie op 22 september weer bij een maximaal verzoetende invloed van de lozing bij Bath.

Als gevolg van dichtheidsverschillen is het chloridegehalte bij de bodem iets hoger. Het verschil tussen laagwater en hoogwater neemt in oostelijke richting toe en bedraagt in de omgeving van Bath 2 a 3 g/l. Er is geen lokale invloed van de Zoommeerlozing waarneembaar.

De invloed van lozingen vanuit het Zoommeer op het chloridegehalte in de Westerschelde bij meetpaal Lamswaarde.

Het chloridegehalte bij meetpaal bij Lamswaarde wordt in hoofdzaak bepaald door de afvoer van de Schelde bij Schelle, het spuidebiet van het spuimiddel Bath, het schutwaterverlies van het zout/zoet systeem van de Kreekraksluizen dat via de Zandvliet-sluizen in de Westerschelde wordt gespuid en de overige zoetwaterlozingen in het traject Schelle-Lamswaarde. Om de invloed van de spuidebieten vanuit het Zoommeer op de chloridegehalten te kunnen onderscheiden van de afvoer van de Schelde is de relatie tussen de Schelde afvoer en het chloridegehalte bij Lamswaarde bepaald voor het jaar 1981. Dit jaar is gekozen omdat er een goede overeenkomst bestaat tussen de afvoerpatronen van de jaren 1981 en 1987 (in beide jaren veel neerslag, dus hoge afvoeren). De relatie is bepaald op basis van dekade gemiddelde afvoergegevens van de Schelde bij Schelle en chloridegehalten gemeten bij het routinemeetpunt Lamswaarde. Om een goede vergelijking mogelijk te maken zijn de gemeten gehalten herleid naar dekade gemiddelde en getij gemiddelde waarden. De relatie, beschreven met een meervoudig regressiemodel, bepaalt het dekadegemiddelde chloridegehalte bij Lamswaarde op basis van de Schelde afvoer in die dekade en de afvoeren in de vijf dekaden daarvoor. Voor elke dekade is een wegingscoëfficiënt berekend (zie tabel 2). Een wegingscoëfficiënten geeft voor de desbetreffende dekade het aandeel van de afvoer van de Schelde bij Schelle in de totale concentratie bij Lamswaarde aan.

Tabel 2 : Wegingscoëfficiënten per dekade voor de relatie Q Schelle - Cl Lamswaarde

dekade	wegingscoëfficiënt
α_t	0,39319
α_{t-1}	0,49943
α_{t-2}	0,38607
α_{t-3}	0,27552
α_{t-4}	0,19640
α_{t-5}	0,07966

Met het model wordt voor 1981 een goede beschrijving (met $n=36$, $R^2=0,97$) van het dekadegemiddelde chloridegehalte bij Lamswaarde gegeven (zie figuur 7).

De gehalten zijn bepaald met de volgende formule :

$$CL^-(t) = -6256,78 + \sum_{k=0}^n \alpha(t-k) * 11850 * e^{-0,0033Q(t-k)}$$

Hierin is :

$CL^-(t)$ = dekade gemiddeld chloridegehalte in g/l bij Lamswaarde in dekade t

$Q(t-k)$ = dekadegemiddelde afvoer bij Schelle in dekade (t-k)

k = 'geheugen' in de relatie

$\alpha(t-k)$ = wegingscoëfficiënt voor dekade (t-k)

Het verloop van het chloridegehalte bij Lamswaarde in 1987 is met behulp van het regressiemodel berekend voor de situatie 'zonder' spuidebieten vanuit het Zoommeer (figuur 8). Hieruit blijkt dat tussen augustus en november 1987 de ontzilting van het Zoommeer tot een chloridegehalte verlaging van ca. 2 g/l Cl^- bij Lamswaarde heeft geleid. Volgens lit. 9 is op grond van modelberekeningen een vergelijkbare verlaging van het chloridegehalte bij het meetpunt Schaar van Ouden Doel te verwachten.

Vergelijking opgetreden gehalte en het chloridegehalte criterium voor meetpunt Lamswaarde.

In een studie uit 1984 naar de te verwachten invloed van de lozingen uit het Zoommeer op de Westerschelde (lit. 1) zijn criteria voor het chloridegehalte opgesteld. Uitgangspunt daarvoor vormde het saliniteitstrajekt waarbinnen de verschillende soorten bodemorganismen voorkomen. De criteria zijn weergegeven in bijlage 1. Uit figuur 8 blijkt dat aan de criteria voor het gemiddelde gehalte in het zomer-en winterhalfjaar bijna nooit wordt voldaan. De ontzilting van het Zoommeer viel in een periode met hoge Scheldeafvoeren. Ook zonder de zoetwaterbelasting uit het Zoommeer zou in het zomerhalfjaar het criterium voor het chloridegehalte voor het meetpunt Lamswaarde zijn onderschreden. Dit wordt verklaard door het feit dat de onderschrijdingskans van de criteria voor het gemiddeld chloridegehalte te groot zijn. De criteria voor het absolute minimum gehalte in het zomer-en winterhalfjaar zijn niet onderschreden.

Chloridestratificatie.

Op het WTSO meetpunt nr. 9, direct voor de uitmonding van de spuisluis, is het dichtheidsverschil tussen het water uit het Zoommeer en de Westerschelde maximaal. Uit alle metingen blijkt echter dat ook op dit punt geen afwijkende verticale verdeling, d.w.z. verzoeting van de bovenlaag optreedt door het spuien van het zoete water uit het Zoommeer (zie ter illustratie figuur 9). Het water uit het Zoommeer wordt dus, conform de prognoses (lit.7), volledig gemengd en veroorzaakt alleen een verlaging van het gemiddelde chloridegehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde.

3.2.2. Zwevende stofgehalte.

Het verloop in het zwevende stof gehalte in het Zoommeer en de Schelde is weergegeven in figuur 14.

Het zwevende stof gehalte bij Schaar van Ouden Doel vertoont grote fluctuaties, met zeer hoge waarden in juli en tussen december 1987 en maart 1988 en een zeer lage waarde in september 1987.

Het zwevende stof gehalte van het gespuide water is gemiddeld 7 keer lager dan in de Schelde op de Nederland/Belgische grens.

In tabel 3 is de hoeveelheid zwevende stof vermeld die via het spuikanaal Bath en de Schelde de Westerschelde bereikt. Hieruit blijkt dat de bijdrage van de ontzilting gering is.

Tabel 3. Zwevende stof vracht van de Schelde en via het spuikanaal Bath in de periode mei-december 1987.

	debiet (* 10^6 m^3)	zw. stof (mg/l)	vracht (* 10^6 kg)
Schelde	3193	74	236
Spuikanaal Bath	1074	10	11

Verschuiving troebelheidsmaximum.

In een riviermonding is een troebelheidsmaximum aanwezig in een zone met een chloridegehalte van 0.5-3 g/l Cl^- . Dit maximum ontstaat doordat aanvoer van slib uit de rivier en vanuit zee plaats vindt waarbij in de zone 0.5-3 g/l Cl^- flocculatie optreedt. Het sedimentierend materiaal wordt stroomopwaarts verplaatst door de dichtheidsstroming (zie figuur 18 A). In zeewaartse richting neemt het zwevende stof gehalte vervolgens geleidelijk af. In de Westerschelde is er eveneens sprake van een sterke toename in de troebelheid beneden een chloridegehalte van ca. 3 g/l Cl^- (zie figuur 18 B (overgenomen uit lit.8).

Uit de WTSO metingen blijkt ook dat het zwevende stof gehalte in het traject Hansweert-Schaar van Ouden Doel afneemt als functie van het chloridegehalte; zie figuur 16 en 17 en tabel 4.

Wanneer de regressievergelijkingen van december 1987, januari en februari 1988 vergeleken worden met de referentiemetingen in februari en maart 1987 dan blijkt dat de intercepten a en de richtingscoëfficiënten b in de laatste fase van de ontziltiging significant groter zijn dan in de periode zonder zoommeerlozingen. Dit betekent dat er sprake is van een hoger zwevende stofgehalte in het oostelijk deel van het traject Schaar van Ouden Doel-Hansweert (beneden een chloridegehalte van ca. 5 g/l Cl⁻) en van een lager zwevende stof gehalte in het westelijk deel van het traject Schaar van Ouden Doel-Hansweert dan op basis van de referentiemetingen verwacht mag worden.

Een mogelijke verklaring voor deze veranderingen is schematisch weergegeven in figuur 18 C. De genoemde toename van het zwevende stof gehalte kan het gevolg zijn van een stroomafwaartse verschuiving van de troebelheidszone. De verlaging in het zwevende stof gehalte is het gevolg van de lage zwevende stofbelasting uit het Zoommeer (zie tabel 3) zodat er door het hoge ontziltingsdebiet sprake is van een sterke verdunning.

Tabel 4. Lineaire regressie tussen het chloridegehalte X en het zwevende stof gehalte Y op enkele WTSO metingen volgens het model $Y = a - b \cdot X$; sd=standaard afwijking, n= aantal waarnemingen, R²= correlatiecoëfficiënt, ns= niet significant (p>0.05).

datum	a (± sd)	b (± sd)	n	R ²	range in het gehalte zw.stof (mg/l)	chloride (mg/l)
24-02-87	77 ± 5	5.0 ± 1.0	47	.37	17-114	0.6-9.7
26-03-87						
20-08-87	36 ± 7	1.9 ± 1.0	24	ns	10-43	4.2-9.8
08-12-87	149 ± 18	14.2 ± 3.8	23	.40	24-158	2.1-8.2
07-01-88	185 ± 13	19.5 ± 2.7	23	.72	31-175	1.9-8.0
09-02-88	138 ± 15	26.0 ± 6.7	22	.43	25-179	0.5-4.9

Uit een vergelijking van het opgetreden zwevende stof gehalte in de periode mei-november 1987 op het routinewaterkwaliteitmeetpunt Schaar van Ouden Doel blijkt dat het zwevende stof gehalte in de range ligt van het (maandgemiddelde) zwevende stof gehalte over de periode 1980-1986 (figuur 14). Tussen december 1987 en maart 1988 zijn enkele hoge zwevende stof gehalten waargenomen. Dit is mogelijk het gevolg van een verschuiving in het troebelheidsmaximum. Er moet echter worden opgemerkt dat het voorgaande gebaseerd is op een beperkt aantal waarnemingen terwijl de natuurlijke fluctuaties in het gehalte ten gevolge van o.a. getij en wind groot zijn. Hierdoor kunnen geen nauwkeurige uitspraken gedaan worden.

3.2.3. Zuurstofgehalte.

De figuren 10 en 11 illustreren de ruimtelijke verdeling van het zuurstofgehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde rond hoogwater en laagwater in de zomer en in de winter. Hieruit blijkt dat:

- het gehalte in oostelijke richting sterk afneemt,
- in de zomer het zuurstofgehalte ten oosten van Baalhoek lager is dan (de IMP norm van) 5 mg/l,
- op geen van de meetpunten een verticale gradient is waar te nemen,
- het zuurstofgehalte tijdens hoogwater hoger is dan bij laagwater. Bij Schaar van Ouden Doel is dit verschil 2 a 3 mg/l. Op 14 mei 1987 bedroeg het verschil zelfs 6 mg/l.

Het laagste zuurstofverzadigingspercentage bij Hansweert is gemeten op 7-7-87 (66%). Een dergelijk laag percentage is ook in voorgaande jaren ('s zomers) waargenomen.

De afname in het zuurstofverzadigingspercentage in oostelijke richting is het gevolg van een toenemend zuurstofverbruik door de hogere concentraties particulier materiaal en ammonium in het water uit de Schelde.

Op 14 mei 1987 zijn in het traject Hansweert- Schaar van Ouden Doel metingen van de turbiditeit (als maat voor de concentratie particulier materiaal) en het zuurstofverzadigingspercentage uitgevoerd om de invloed van de concentratie particulier materiaal op het zuurstofgehalte te onderzoeken. Het resultaat is weergegeven in figuur 12.

Het zuurstofgehalte van het gespuide water is hoger dan van het Westerschelde water in het Nauw van Bath (figuur 13). Hierdoor wordt het zuurstofgehalte in de Westerschelde verbeterd. Dit is in de directe omgeving van het spuimiddel waarneembaar, wanneer het verzadigingspercentage in de Schelde laag is zoals op 19 augustus 1987; bij een hoger verzadigingspercentage in de Schelde, zoals op 7 januari 1988, is het niet waarneembaar (figuur 15). In laatst genoemde situatie is mogelijk ook de verschuiving van de zone met een troebelheidsmaximum van invloed (zie par. 3.2.2) omdat dit, overeenkomstig figuur 12, tot een verhoogd zuurstofverbruik heeft geleid.

3.2.4. Microverontreinigingen.

In juni, september, november 1987, januari en februari 1988 zijn op meetpunt VZ7 in het Zoommeer monsters genomen voor de analyse van microverontreinigingen. Voor de overige maanden zijn de waarden geïnterpoleerd. De resultaten zijn in bijlage 2 vermeld. De gehalten van de overige geanalyseerde organische microverontreinigingen (PCB's, PAK's, chlooranilines, organo-chloor-pesticiden) bevonden zich beneden de detectiegrens en zijn daarom niet vermeld.

In tabel 4b zijn de waterkwaliteitgegevens van het Zoommeer (VZ7) en Schaar van Ouden Doel in november/december vermeld.

Tabel 4b. Gehalten van enkele nutriënten en microverontreinigingen in het Zoommeer (VZ7) en bij Schaar van Ouden Doel op resp. 23-11-87 en 7-12-87.

	eenheid	Zoommeer	S.v.O.Doel
Kjd-N	mg/l	1.48	3.12
o-PO ₄	"	0.25	0.21
Cd tot.	ug/l	0.02	1.7
Cr	"	1	16
Ni	"	5	11
Cu	"	2	27
Pb	"	1	14
PCP	"	0.028	0.114
Aldrin	"	0.002	0.000

De concentraties van de zware metalen in het Zoommeer zijn een factor 2-10 lager dan bij Schaar van Ouden Doel. PCP ligt een factor 4 lager en het gehalte van de pesticide aldrin is vergelijkbaar. Het fosfaatgehalte is ook vergelijkbaar en het stikstofgehalte een factor 2 lager. Hoewel de vergelijking op basis van slechts een meetdatum is uitgevoerd mag worden gesteld dat er over het algemeen sprake is van een verlaging van de gehalten op de Nederlands-Belgische grens als gevolg van verdunning en een toename in het zeewaarts dispersief transport. De vrachten aan microverontreinigingen die via het Scheldewater de Westerschelde bereiken blijven echter ongewijzigd.

Navolgend wordt voor de periode mei-december 1987 een vergelijking gemaakt van de belasting van de Westerschelde via de Schelde en het Zoommeer op basis van vrachtberekeningen. Voor de berekeningsmethode van de Scheldevracht wordt verwezen naar lit. 10. De belasting uit het Zoommeer is bepaald door de totale maandafvoer te vermenigvuldigen met de concentratie in de overeenkomstige maand.

Zware metalen

De vergelijking is uitgevoerd voor de totaal gehalten van de metalen cadmium, lood, nikkel en koper (zie tabel 5).

Tabel 5. Belasting (in kg/maand) van de Westerschelde via de Schelde en het spuimiddel Bath in de periode mei -december 1987.

maand	Schelde				spuimiddel Bath			
	Cd	Pb	Ni	Cu	Cd	Pb	Ni	Cu
mei	112	1528	3940	1606	0-1.48	148	444	148
juni	228	3041	5280	2450	0-1.51	151	453	151
juli	178	2909	3886	2663	0-1.71	136	513	171
aug.	246	3696	4234	2822	0-1.80	108	540	180
sept.	181	2838	3123	2206	0-1.06	32	318	106
okt.	443	7363	6328	6568	2.28	80	421	193
nov.	889	9599	11508	12806	2.30	69	609	115
dec.	765	7062	4999	12649	1.78	53	471	89

Indien de gemeten concentratie van een stof beneden de detektiegrens ligt is de range in de vracht aangegeven voor een gehalte gelijk aan nul respectievelijk een gehalte gelijk aan de detektiegrens.

Vanaf augustus, de maand waarin het chloridegehalte in het Zoommeer lager is dan in de Schelde, levert het spuidebiet t.o.v. de Schelde voor wat betreft cadmium, lood en koper een bijdrage van ca. 1%. De bijdrage van nikkel is hoger en bedraagt 5-10%.

Organische microverontreinigingen.

De vergelijking is uitgevoerd voor PCP (=pentachloorphenol) en aldrin aangezien alleen deze parameters vanaf juli resp. oktober in meetbare concentraties in het Zoommeer voorkomen (tabel 6). Indien de gemeten concentratie van een stof beneden de detektiegrens ligt is de range in de vracht aangegeven voor een gehalte gelijk aan nul respectievelijk een gehalte gelijk aan de detektiegrens.

Tabel 6. Belasting (in kg/maand) van de Westerschelde via de Schelde en het spuimiddel Bath in de periode mei -december 1987.

maand	Schelde		spuimiddel Bath	
	PCP	aldrin	PCP	aldrin
mei	10.6	0-0.27	0-0.15	0-0.15
juni	13.1	0-0.46	0-0.15	0-0.15
juli	6.9	0-0.32	0-0.17	0-0.17
aug.	9.8	0-0.35	0-0.36	0-0.18
sept.	9.6	0-0.24	0.42	0-0.11
okt.	26.6	0-0.40	1.82	0-0.11
nov.	81.7	0-0.71	3.22	0.23
dec.	54.7	0-0.44	2.49	0.18

De belasting PCP via het spuikanaal Bath is t.o.v. de belasting via de Schelde sinds september ca. 5% .

Het aldringehalte bij Schaar van Ouden Doel in 1987 ligt beneden de detektieline van 0.001 ug/l zodat de belasting varieert van 0 kg/maand tot maximaal 0.71 kg/maand. In het Zoommeer (meetpunt VZ7) is in november 1987 een gehalte van 0.002 ug/l gemeten. Dit gehalte is ook gebruikt om de vracht in december te bepalen. T.o.v. de Schelde is de bijdrage van het Zoommeer in november en december globaal 50% .

Voor alle overige organische micro's geldt dat de belasting vanuit het spuikanaal Bath verwaarloosbaar klein is.

3.2.5. Nutrienten.

De gehalten orthofosfaat en Kjeldahl-stikstof in het Zoommeer zijn vanaf mei 1987 toegenomen van resp. 0.05 en 1.11 mg/l tot resp. 0.25 en 1.48 mg/l in november 1987 (bijlage 2).

De vrachten orthofosfaat en Kjeldahl-stikstof uit de Schelde en het spuikanaal Bath zijn op dezelfde wijze bepaald als in de vorige paragraaf is besproken (zie tabel 7).

De bijdrage van het spuikanaal in de Kjeldahl-stikstof en orthofosfaat belasting van de Westerschelde bedraagt t.o.v. de Schelde in de maanden juli, augustus en september ca. 25% en daalt vervolgens tot 10% in de periode oktober-december.

Tabel 7. Belasting (in tonnen/maand) van de Westerschelde via de Schelde en het spuimiddel Bath in de periode mei-december 1987.

maand	Schelde		spuimiddel Bath	
	orthofosfaat	Kjd-stikstof	orthofosfaat	Kjd-stikstof
mei	146	909	7	164
juni	270	1934	2	230
juli	272	1146	34	356
aug.	238	759	54	268
sept.	166	610	34	137
okt.	267	1056	33	153
nov.	345	3069	29	170
dec.	109	1663	20	143

3.3. Bodemdieren.

Uit de waarnemingen in de periode september 1978-maart 1987 blijkt dat de natuurlijke fluctuaties in de bodemdierengemeenschappen in het intergetijdegebied van de Westerschelde zeer groot zijn (lit 3,4). Dit moet worden toe geschreven aan de wisselingen in abiotische factoren zoals sedimentsamenstelling ter plaatse (veranderingen als gevolg van erosie of sedimentatie), watertemperatuur in de winter (vorst) en hoge rivieraafvoeren

(chloridegehalte).

Navolgend worden de resultaten van de bodemdierenbemonstering in september 1987 vergeleken met de najaarsmetingen van 1978-1986. De resultaten van maart 1988 zijn vergeleken met de voorjaarsmetingen van 1979-1987.

De resultaten zijn gebaseerd op 3 replica's met uitzondering van de resultaten van de Plaat van Valkenisse in de periode september 1983-september 1985 waarvoor slecht één replicaat is onderzocht. In 1981 zijn geen bemonsteringen uitgevoerd.

De Oligocheeten en de Nematoden zijn vanwege hun geringe bijdrage in de totale biomassa buiten beschouwing gelaten. Eveneens is voorbij gegaan van variaties op soort-niveau.

Soortendiversiteit

In figuur 19 is voor beide stations het aantal soorten bodemdieren in voor- en najaar weergegeven. De nematoden en de oligochaeten zijn niet op soort gedetermineerd en zodoende buiten beschouwing gelaten.

De soortendiversiteit over de afgelopen 10 jaar is aan grote schommelingen onderhevig. Van systematische verschuivingen in de tijd lijkt geen sprake, met uitzondering van Scoloplos armiger (wapenworm) die vanaf 1985 op het meetpunt op de Middelpaat niet meer wordt aangetroffen.

De diversiteit in september 1987 en maart 1988, dus in de ontziltingsperiode, ligt in de range vergelijkbaar met de periode 1978-1986.

Dichtheden per makrobenthosgroep.

In figuur 20, 21 en 22 is de dichtheid per groep in voor-en najaar weergegeven.

De dichtheden in september 1987 en maart 1988 liggen in de range over de periode 1978-1986.

Biomassa per makrobenthosgroep.

In figuur 23, 24 en 25 is de biomassa per groep in voor-en najaar weergegeven.

De zeer hoge biomassa van de mollusken op de bemonsteringslocatie op de Middelpaat is het gevolg van een grote dichtheid aan Cerastoderma edule (Kokkel).

De biomassa in september 1987 en maart 1988 ligt in de range vergelijkbaar met de periode 1978-1986.

4. CONCLUSIES.

De effecten van de ontziltling van het Zoommeer op de Westerschelde kunnen als volgt samengevat worden:

- de ontziltling heeft een chloridegehalte verlaging van ca. 2 g/l Cl⁻ in het oostelijk deel van de Westerschelde van tot gevolg gehad in de periode augustus-november 1987,
- het zoete water uit het spuikanaal Bath wordt in de Westerschelde volledig gemengd en heeft geen verandering in de verticale verdeling van het chloridegehalte tot gevolg,
- er zijn aanwijzingen dat het zwevende stofgehalte nabij de grens is toegenomen door een verschuiving in de zône met een troebelheidsmaximum als gevolg van het hoge spuidebiet tijdens de ontziltling, terwijl stroomafwaarts een verlaging in het zwevende stofgehalte is opgetreden door de verdunning met het water uit het Zoommeer,
- onder omstandigheden waarbij het zuurstofgehalte op de Schelde laag is, is in de omgeving van de Bathse spuisluis lokaal sprake van verbetering in het zuurstofgehalte,
- de lozingen via de Batsche spuisluis heeft een verlaging van de concentraties aan nutriënten en microverontreinigingen op de Belgisch/Nederlandse grens tot gevolg. De grensoverschrijdende vrachten worden echter niet beïnvloed.
- ten opzichte van de belasting met microverontreinigingen van de Westerschelde via de Schelde is de belasting uit het Zoommeer tijdens de ontziltlingsperiode verwaarloosbaar klein met uitzonderingen van nikkel (5-10%) en aldrin. De belasting met stikstof en fosfaat bedraagt t.o.v. de Schelde ca. 10% .
- het soortenaantal, de dichtheden en de biomassa's van de bodemdieren in de Westerschelde tijdens de ontziltlingsperiode liggen in de range van die in de voorgaande jaren.

LITERATUUR.

1. Rijksinstituut voor zuivering van afvalwater, 1983. De invloed van lozingen vanuit het Zoommeer op de Westerschelde. 83-087.
2. Dienst Getijdewateren, 1987. Projectplan Onderzoek Effecten Zoommeerlozingen op de Schelde (OEZOS).GWWS-87.482
3. Heip, C., R. Herman, J. Craeyenmeersch, 1986. Diversiteit, densiteit en biomassa van het macrobenthos in de Westerschelde: 1978-1985. Rijksuniversiteit Gent.
4. Janssen, C.R., E. Boel, R. Herman en M. Vincx, 1988. Diversiteit, densiteit en biomassa van met macrobenthos in de Westerschelde: 1986-1988. Rijksuniversiteit Gent.
5. Stronkhorst, J., F. Lefèvre, 1987. Bijstelling lozingsdebiet spuikanaal Bath. GWWS-87.611.
6. Wattel, G., F. Lefèvre, 1988. Correctiefactor afvoeren Schelde te Schelle als gevolg van de debietverhoging op het traject Schelle/Nederlands-Belgische grens. GWWS-88.518.
7. Daamen, J.W., D.C. van Maldegem en H. de Jong, 1983. Beschrijvinggetij- en zoutregime Westerschelde omgeving Land van Saeftinge. Dir. Wat. en Wat., District Kust en Zee, adviesdienst Vlissingen. WWKZ-83.V002.
8. Nihoul, J.C.G. et R. Wollast (Eds.), 1976. Het Schelde estuarium. Project Zee. Eindverslag. Volume/Deel 10.
9. Lefèvre, F. 1984. Het effect van lozingen van het Zoommeer op de chloridegehalten op de Westerschelde (voorlopige lozingsscenario's). Dir. Wat. en Wat., District Kust en Zee, Adviesdienst Vlissingen, nota WWKZ-84.V009
10. Wattel, G., 1987. Jaarvrachtberekeningen verontreinigende belastingen Westerschelde in 1985. GWWS-87.663

Lijst met figuren

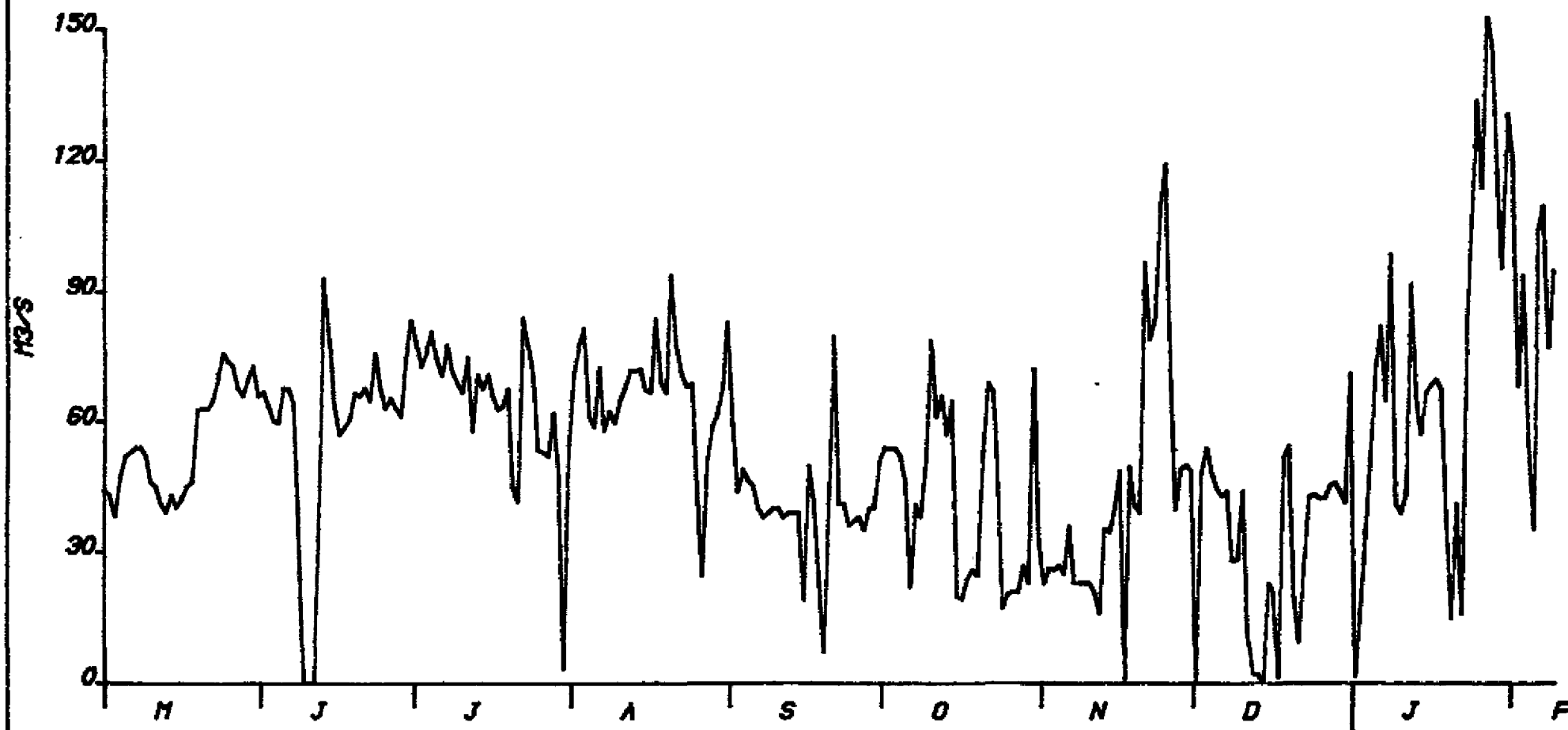
1. Daggemiddeld debiet spuisluis Bath, periode mei 1987 - februari 1988.
2. Bemonsteringspunten in het oostelijk deel van de Westerschelde.
3. Chloridegehalte op meetpunt Schaar van Ouden Doel en het meetpunt VZ 7 bij de Kreekraksluizen in 1987.
4. Chloridegehalte op 1 meter diepte tussen Hansweert (2 1/2 uur voor laagwater) en Schaar van Ouden Doel (laagwater).
5. Verticale verdeling van het chloridegehalte op 12 meetpunten tussen Hansweert en Schaar van Ouden Doel op 7 juli 1987: (— = ebfase, ---- = vloedfase).
6. Idem figuur 5, meetdatum 7 januari 1988.
7. Vergelijking van het gemeten en naar gemiddelde getij herleide chloridegehalte bij Lamswaarde in 1981 en het berekende chloridegehalte met het multiple regressiemodel in paragraaf 2.1.1.2.
8. Verloop van het chloridegehalte bij Lamswaarde in de periode mei 1987 - januari 1988 zoals is gemeten (—) en het berekende gehalte "zonder" Zoommeerlozing (- -).
9. Verticale verdeling van het chloridegehalte op WTSO meetpunt 9 nabij het spuimiddel Bath bij laagwater tijdens de referentiemetingen op 24-2-87 (1) en 26-3-87 (2) en tijdens de ontziltingsfase op 19-8-87 (3) en 9-2-88 (4).
10. Verticale verdeling van het zuurstofgehalte op de 12 WTSO punten op 7 juli 1987: (— = ebfase, ---- = vloedfase).
11. Idem figuur 10: meetdatum 7 januari 1988.
12. Turbiditeit versus zuurstofpercentage op 14-5-87 in het traject Hansweert-Schaar van Ouden Doel (oppervlaktemetingen).
13. Zuurstofgehalte op de meetpunten Schaar van Ouden Doel en de Kreekraksluizen (VZ7) in 1987.
14. Zwevende stofgehalte bij Schaar van Ouden Doel en de Kreekraksluizen (VZ7) in 1987. Tevens is het maandgemiddelde en standaardafwijking van het zwevende stofgehalte bij Doel in de periode 1980-1986 en de zwevende stofgehalten in 1987 op WTSO meetpunt 12 bij laagwater, aangegeven.

15. Zuurstofverzadigingspercentage op 1 meter diepte in het traject Hansweert-Doel op 19-8-87 en 7-1-88.
16. Verticale verdeling van de turbiditeit op de 12 WTSO meetpunten op 7 juli 1987 (— = ebfase, ----- = vloedfase).
17. Idem figuur 16; meetdatum 7-1-1988.
18. Verschuiving troebelheidsmaximum (zie tekst par. 2.1.3.)
19. Soortendiversiteit op bemonsteringslocaties W22 (Plaat Valkenisse) en W42 (Middelplaat) in voor- en najaar 1978-1988.
20. Dichtheid van Oligochaeten in voor- en najaar 1978-1988.
21. Dichtheid van Mollusken in voor- en najaar 1978-1988.
22. Dichtheid van Crustaceën in voor- en najaar 1978-1988.
23. Biomassa van bodemdieren in voor- en najaar 1978-1988 op de Plaat van Valkenisse.
24. Biomassa van bodemdieren in voor- en najaar 1978-1988 op de Middelplaat.

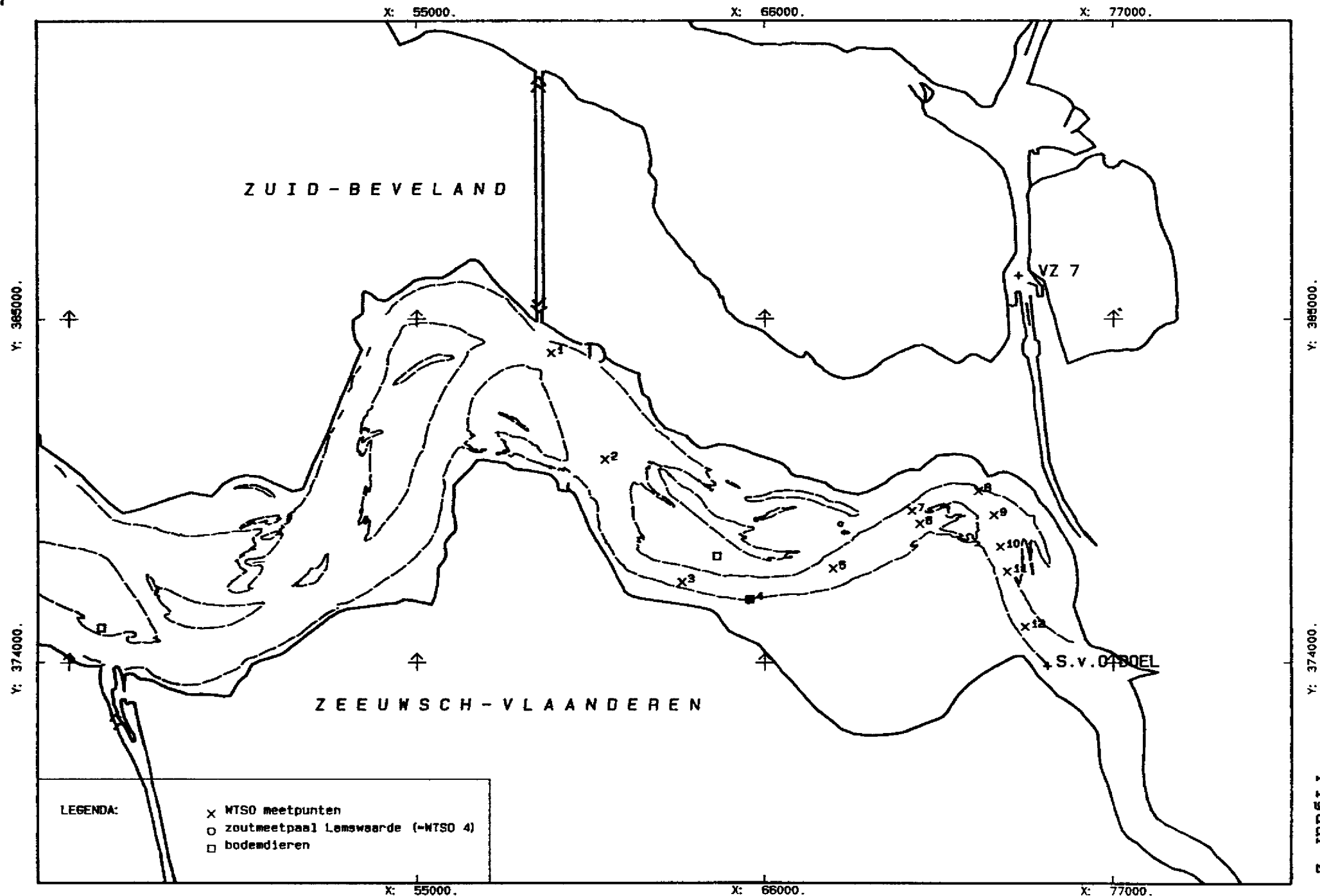
DAGGEMIDDELD DEBIET SPUISLUIJ BATH (M3/S)

PERIODE MEI 1987 - FEBRUARI 1988

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdenwateren
Middelburg



Figuur 1

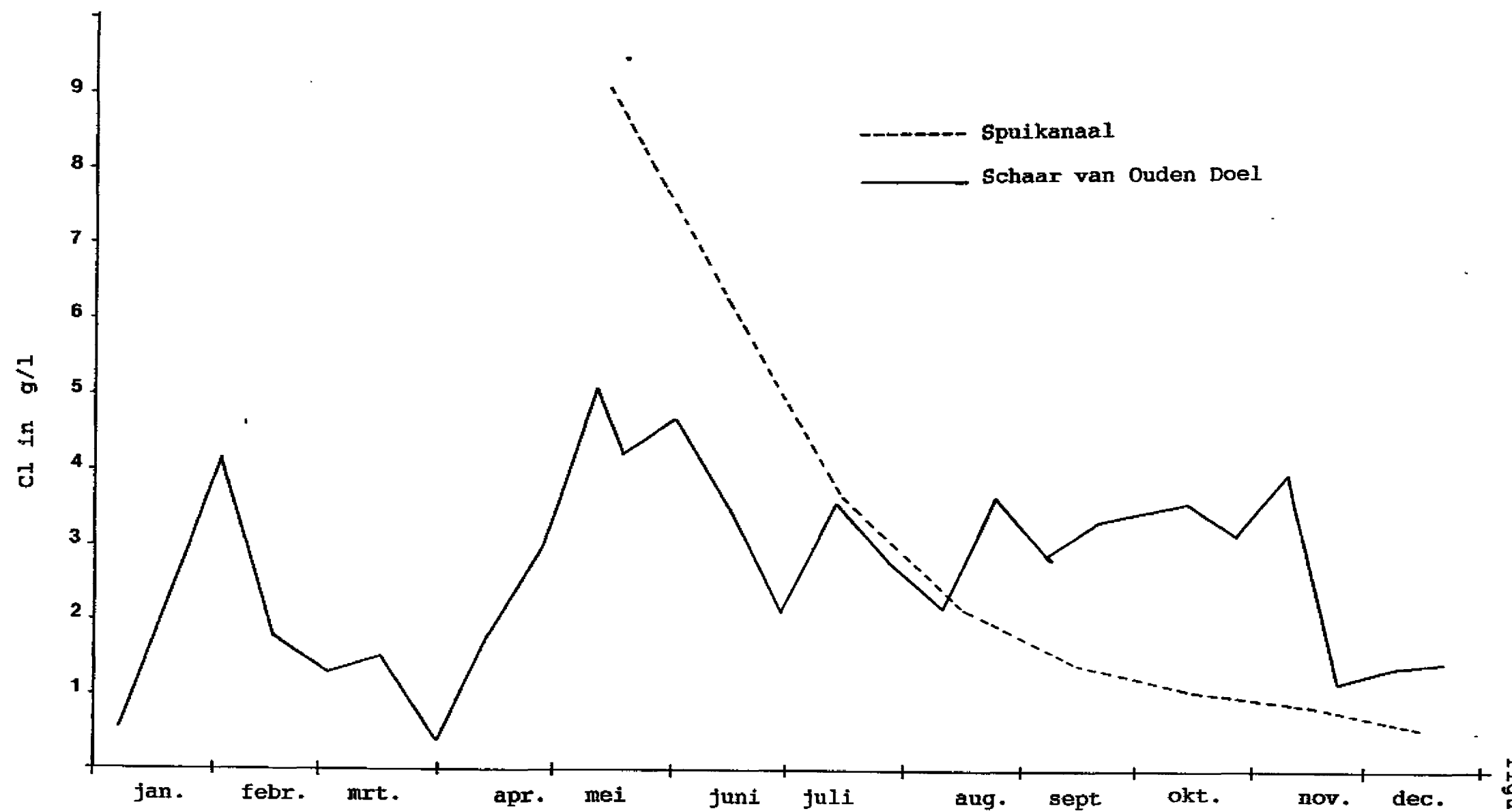


Y: 385000.

Y: 374000.

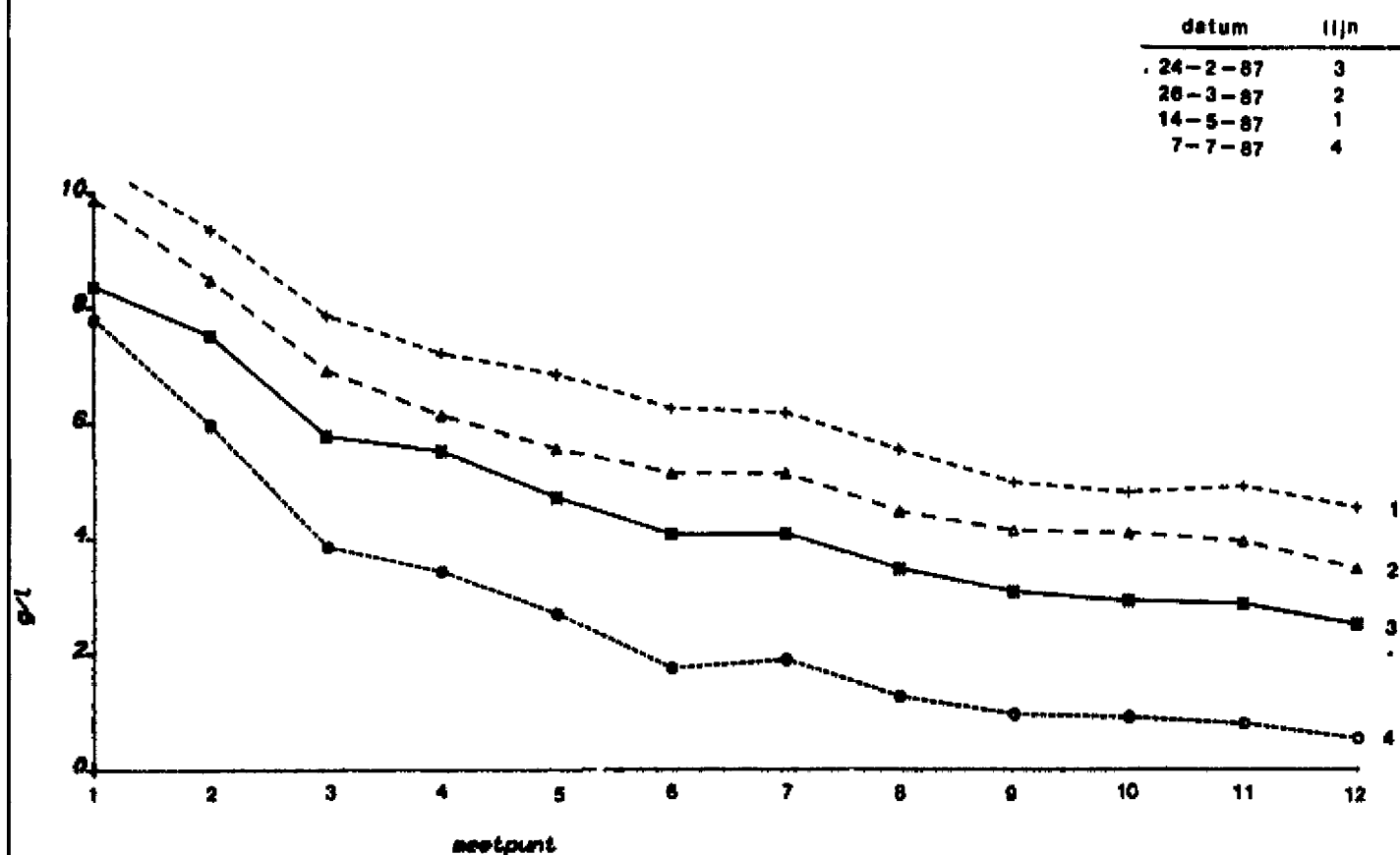
Figuur 2

Chloride



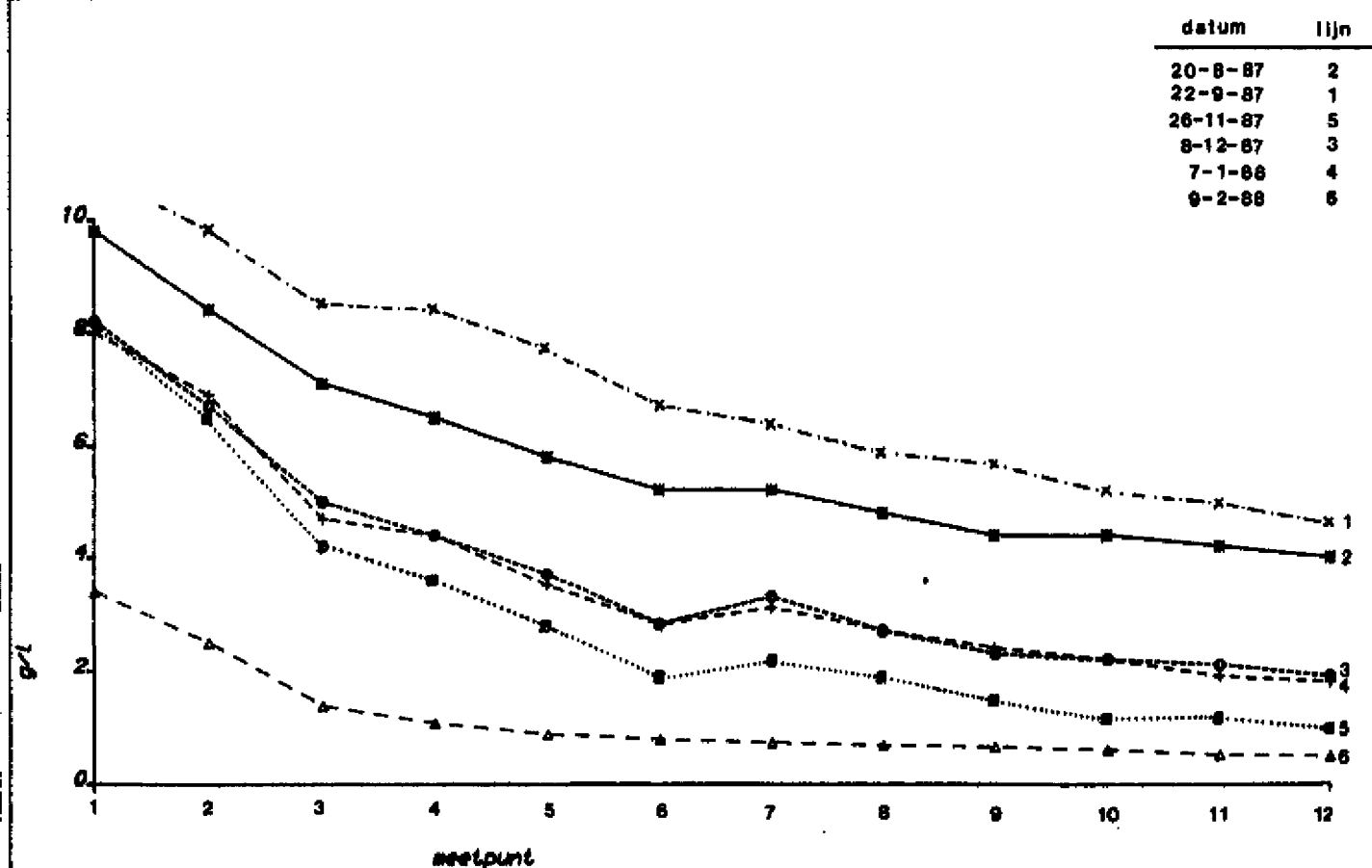
CHLORIDEGEHALTE gemeten rond hoogwater

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg



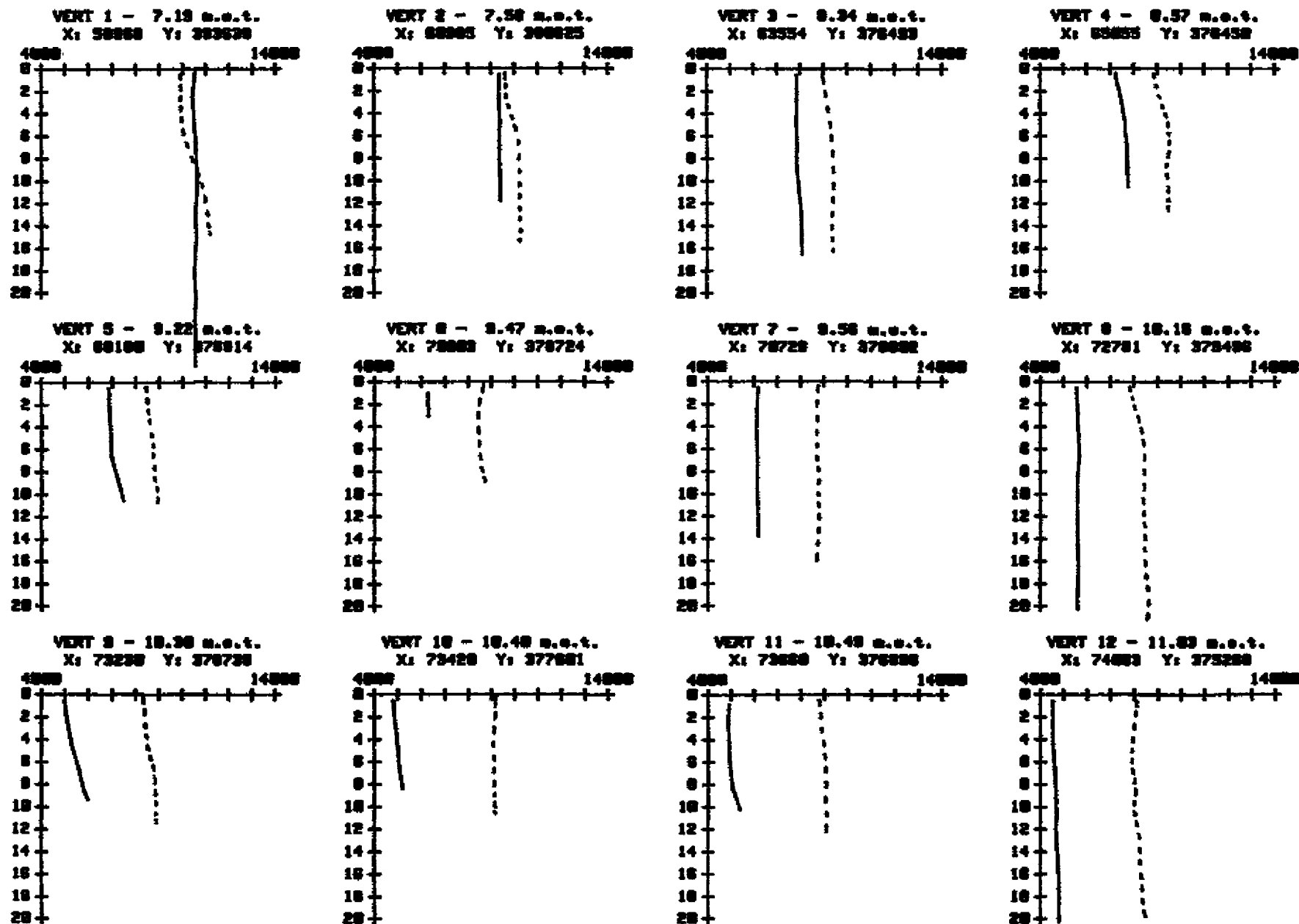
CHLORIDEGEHALTE gemeten rond laagwater

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg



WESTERSCHELDE > HANSWEERT-PvR 111 and 14-5-87
 PROJEKT: OEZOS Chloride (mg/l)

m.s. 'DELTA'
 MEETDIENST ZEELAND



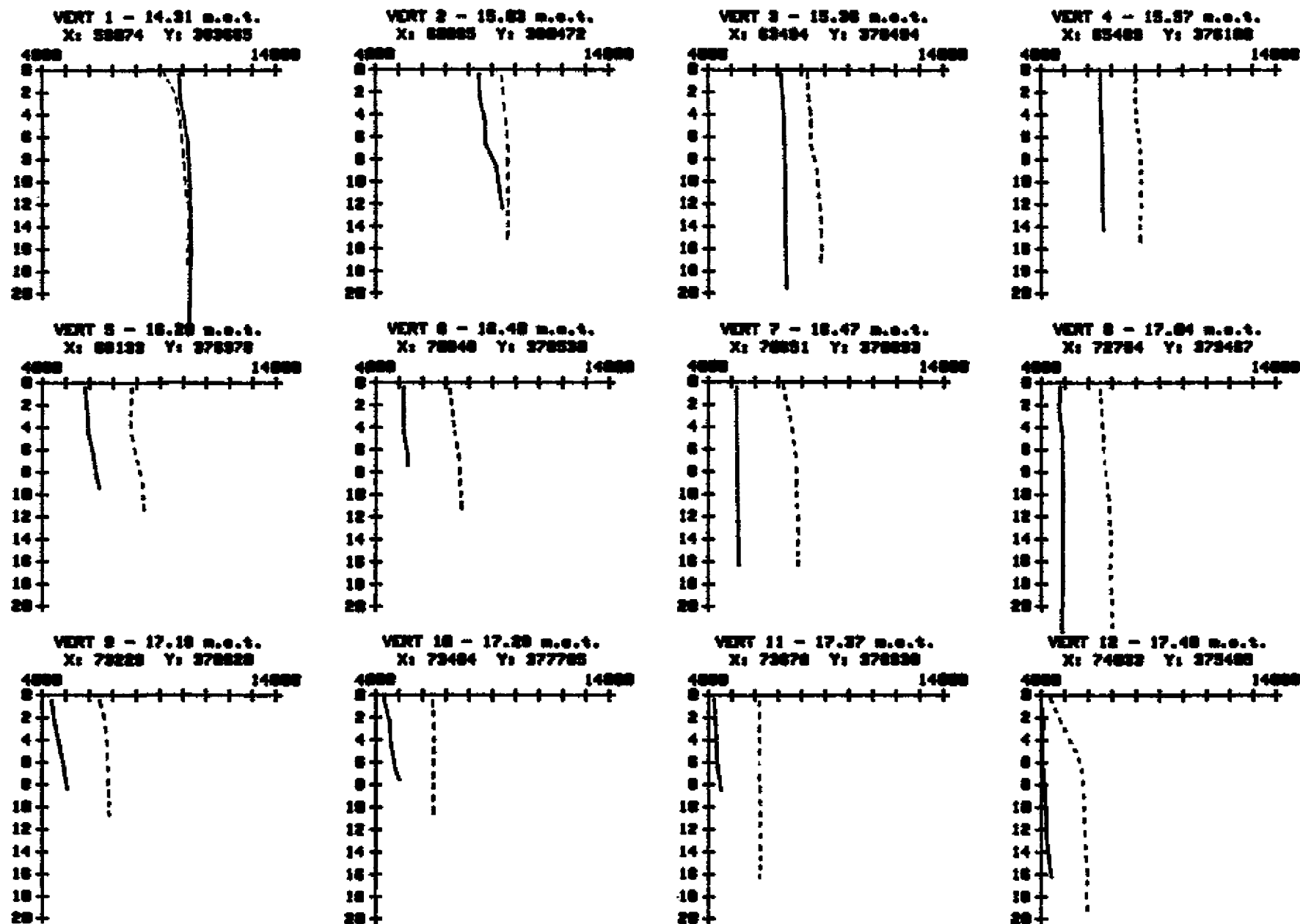
(— = ebfaze, - - - = vloedfaze)

figuur 5

PROJEKT: OEZOS

Chloride (mg/l)

MEETDIENST ZEELAND

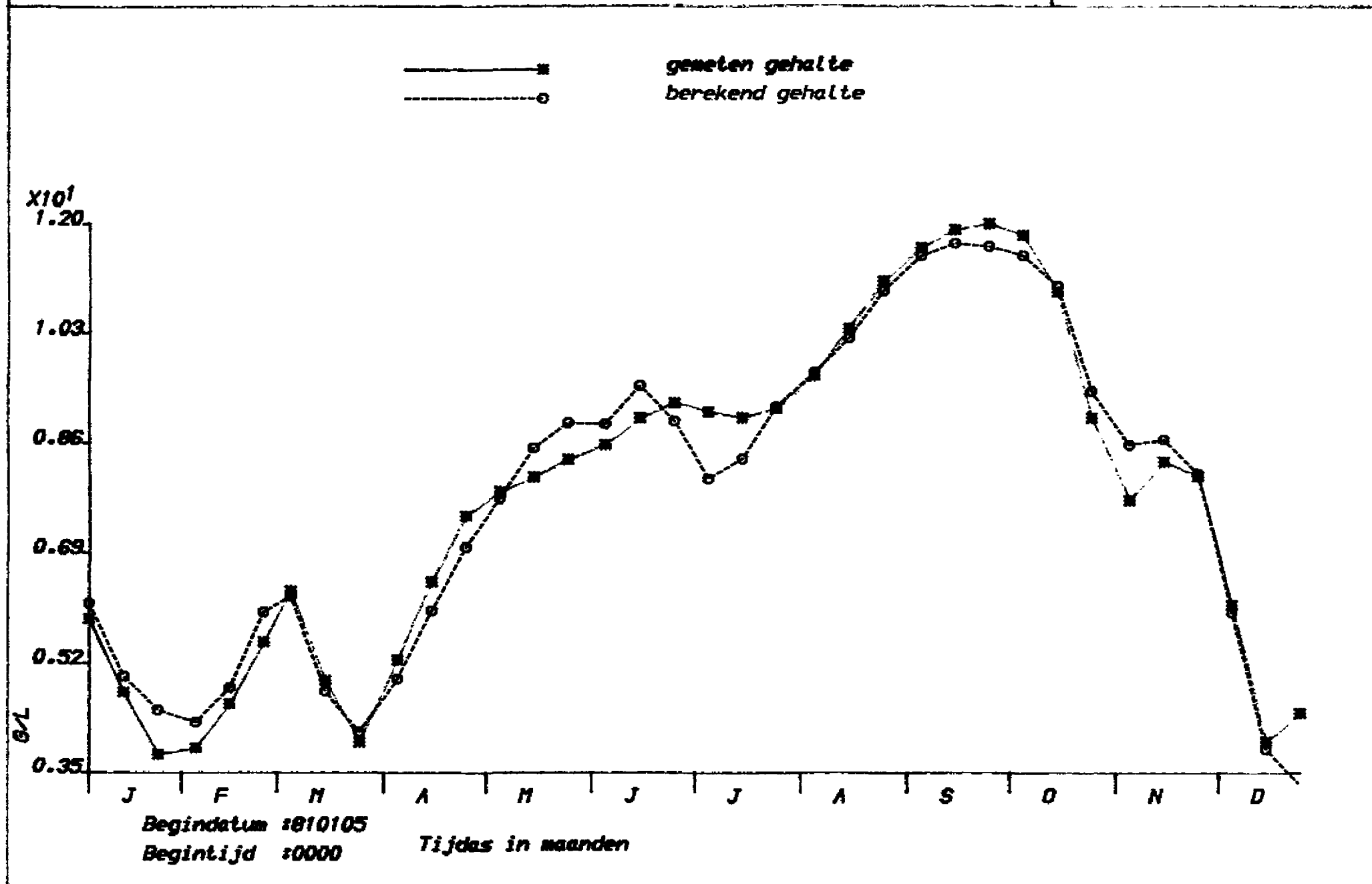


(— = ebfase, - - - = vloedfase)

Vergelijking gemeten en met regressiemodel berekend chloridegehalte

JAAR 1981

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg

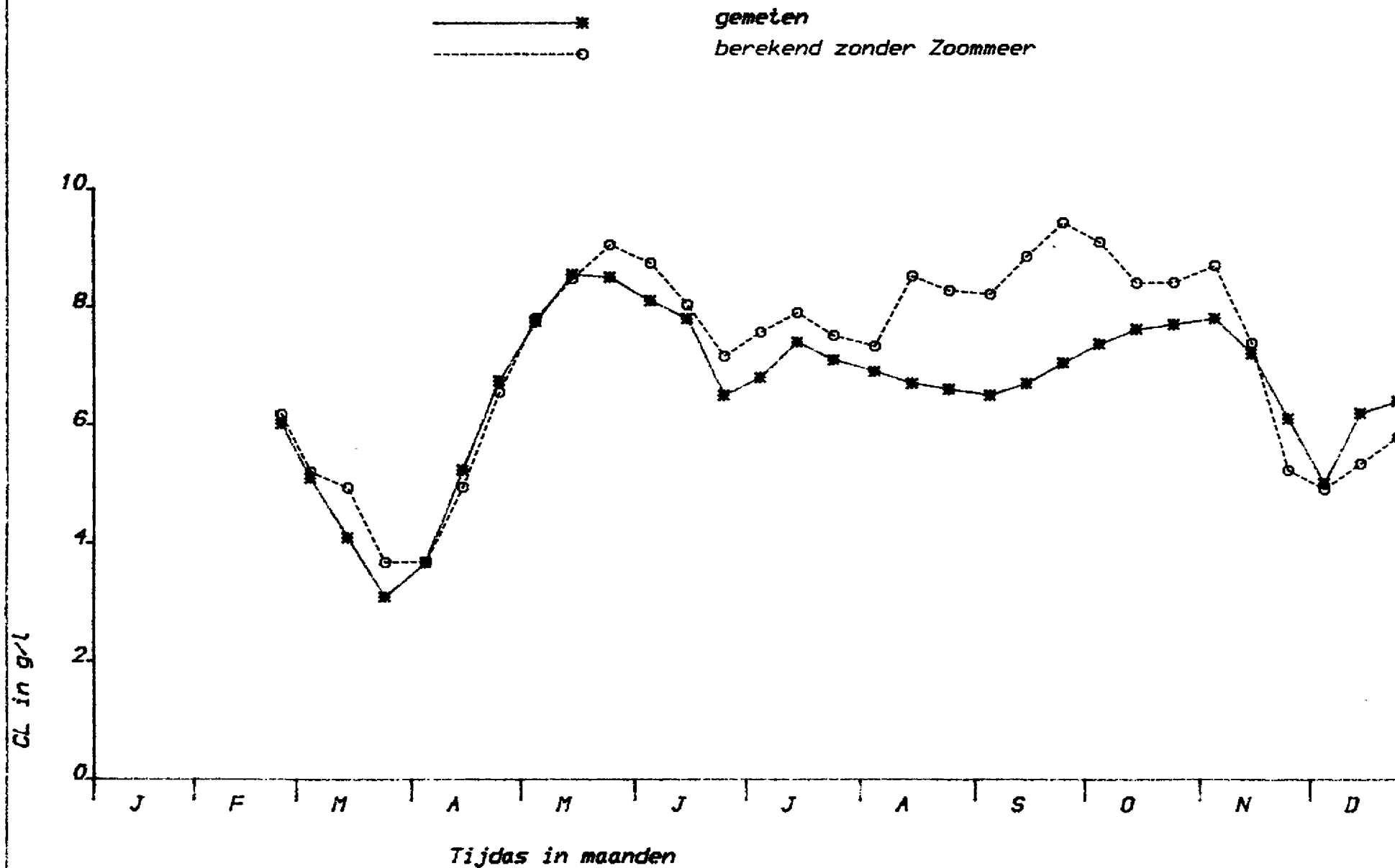


Figuur 7

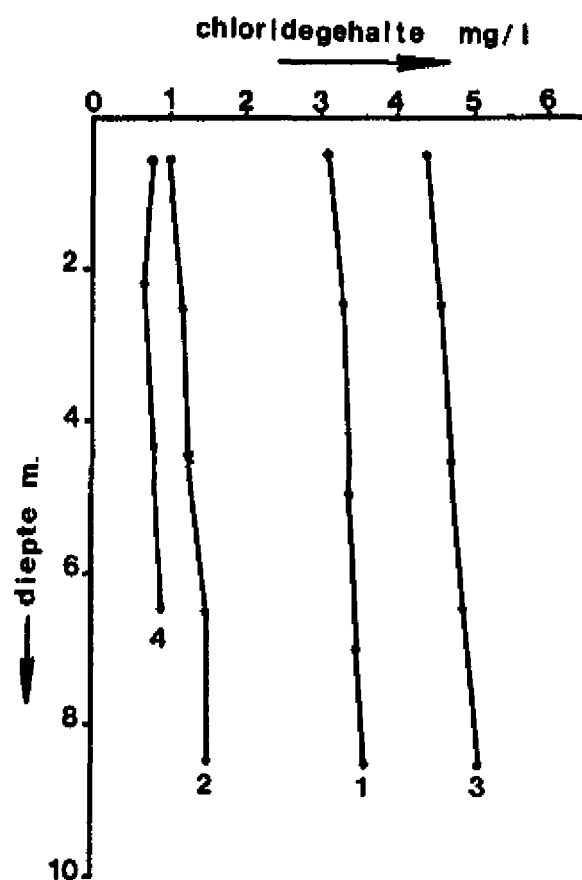
Gemeten chloridegehalte en berekend 'zonder' ontzilten Zoommeer

Lokatie Lamswaarde Jaar 1987

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg



Vertikale verdeling van het chloridegehalte op WTSO meetpunt 9 nabij het spuimiddel BATH bij laagwater tijdens referentiemetingen op 24-2-1987 (1) en 26-3-1987 (2) en tijdens de ontziltingsfase op 19-8-1987 (3) en 9-2-1988 (4).



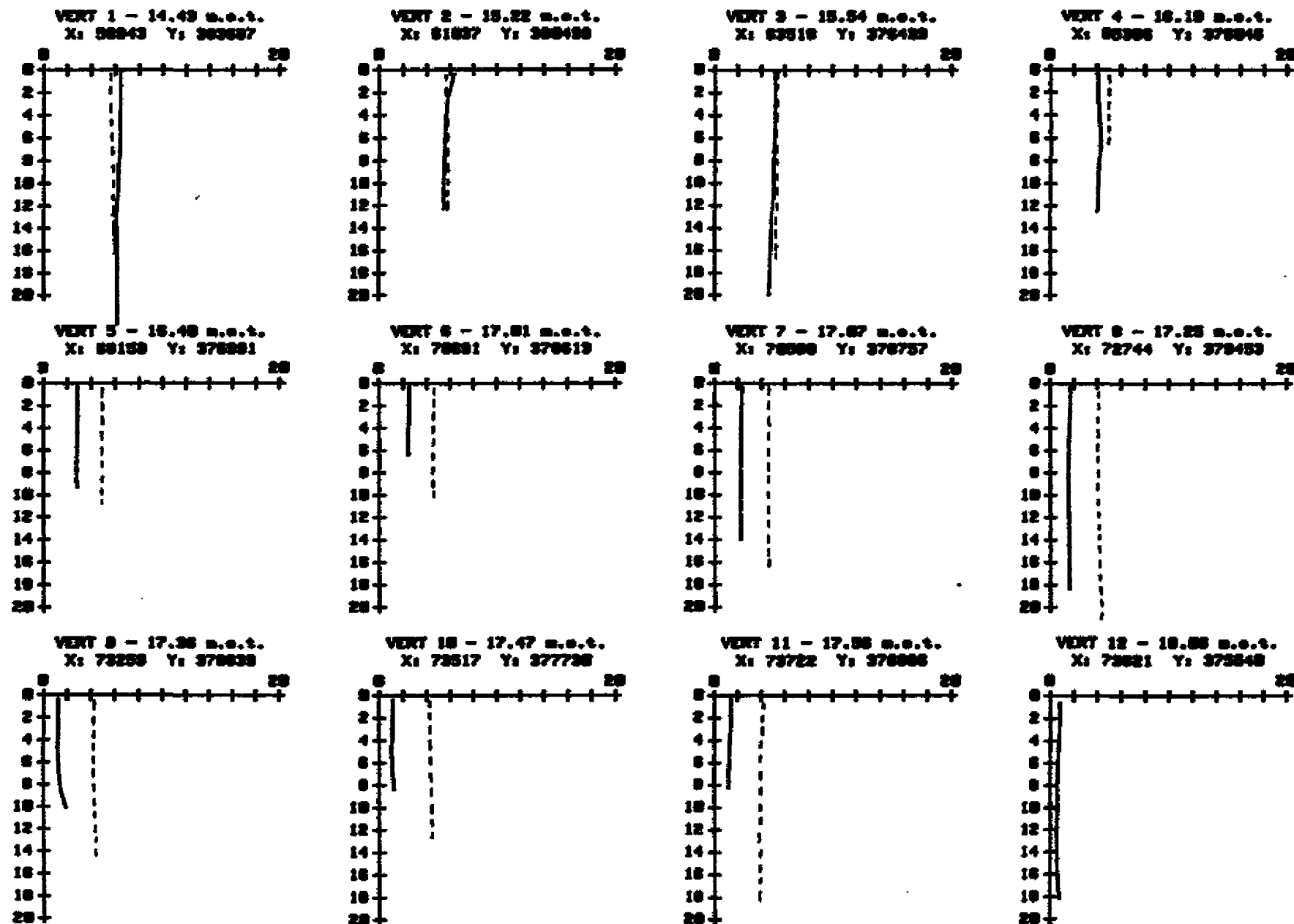
WESTERSCHELDE>HWeert-SvDoe1 7-7-87

m.s. 'DELTA'

PROJEKT: OEZOS

Zuurst.NSWcomp. (mg/l)

MEETDIENST ZEELAND

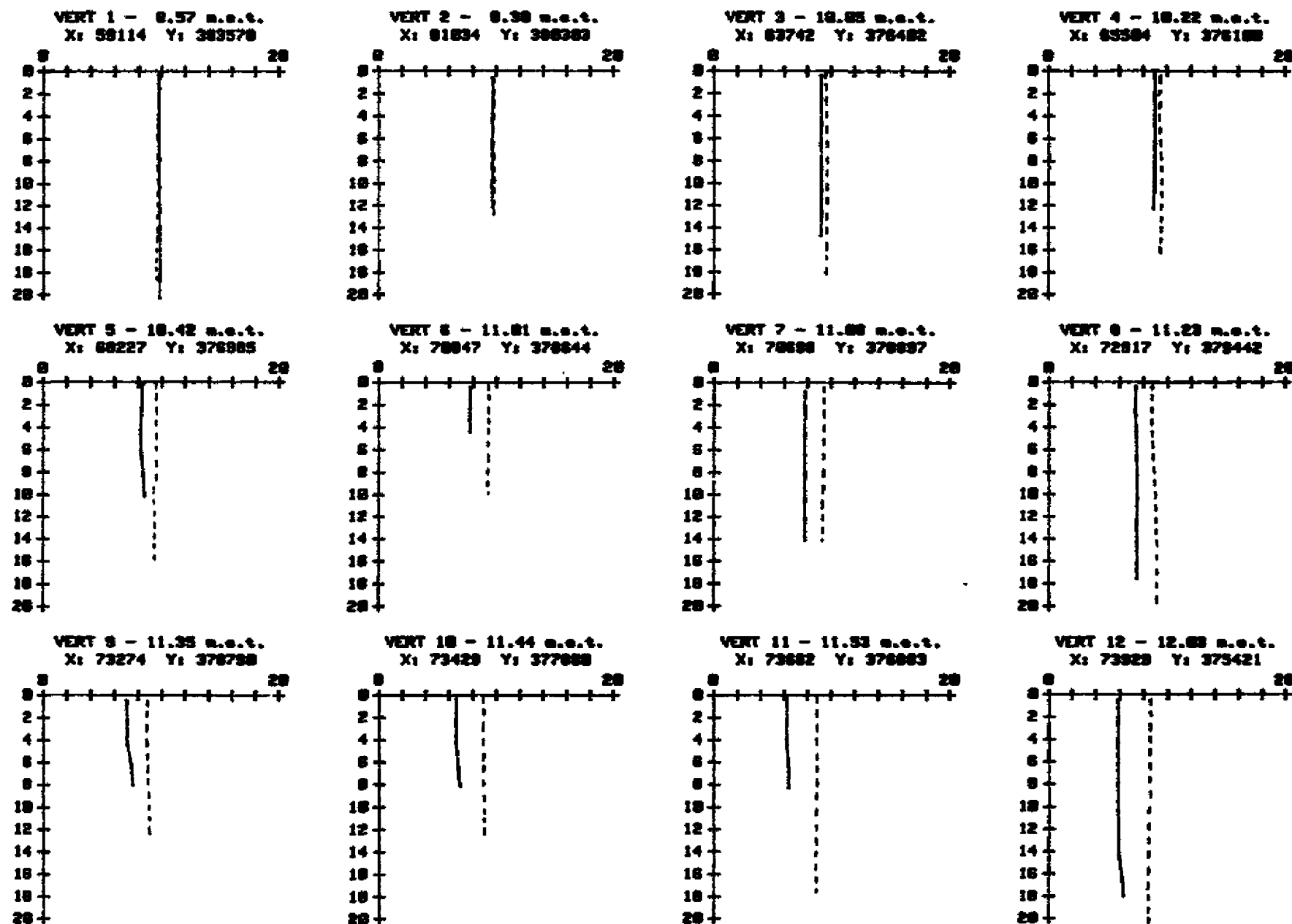


(— = ebfase , --- = vloedfase)

PROJEKT: OZOS

Zuurst.NSWcomp. (mg/l)

MEETDIENST ZEELAND



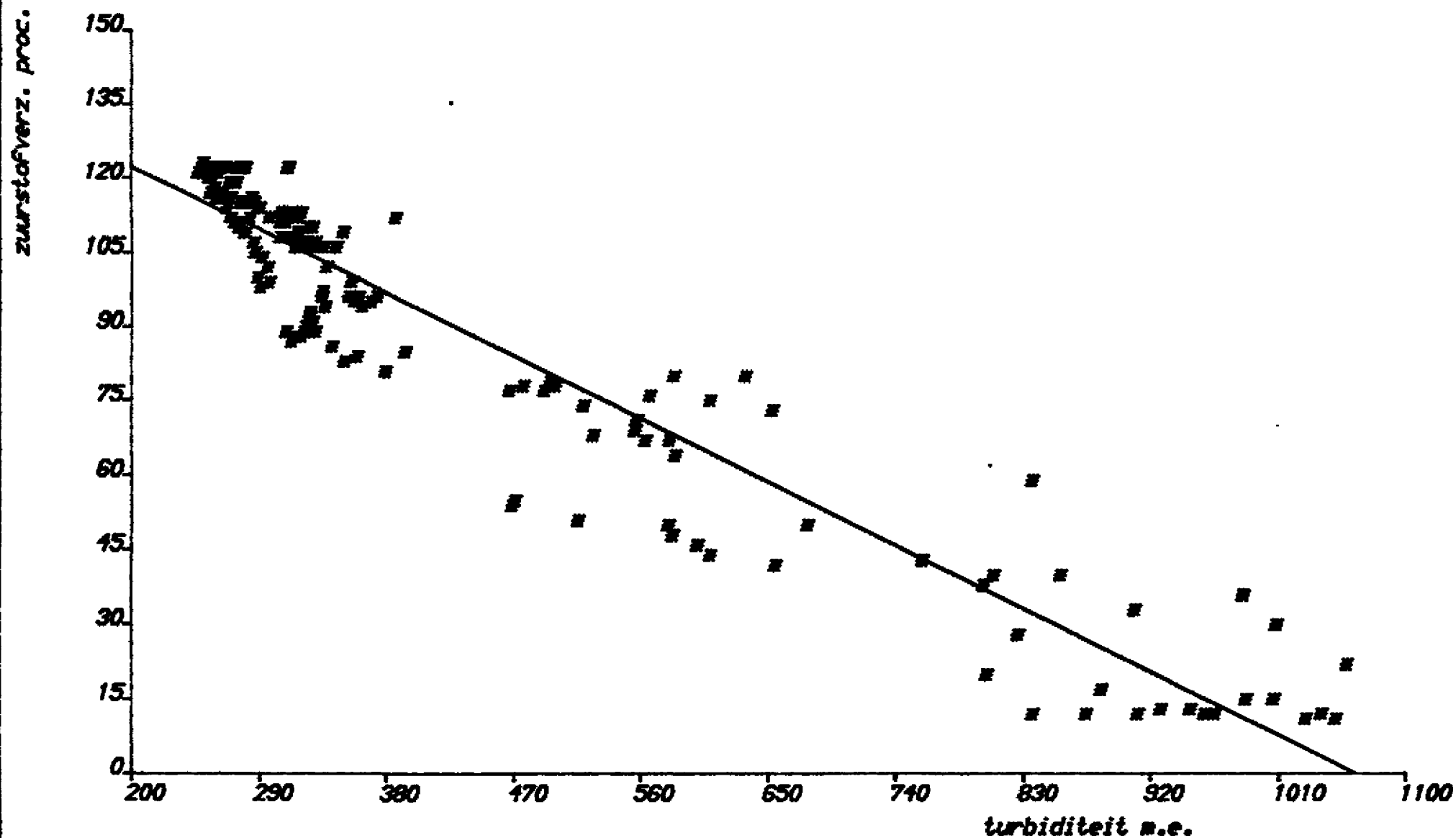
(--- = ebfase, — = vloedfase)

figuur 11

PvRilland/Hansweert 14-5-87

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdenwateren
Middelburg

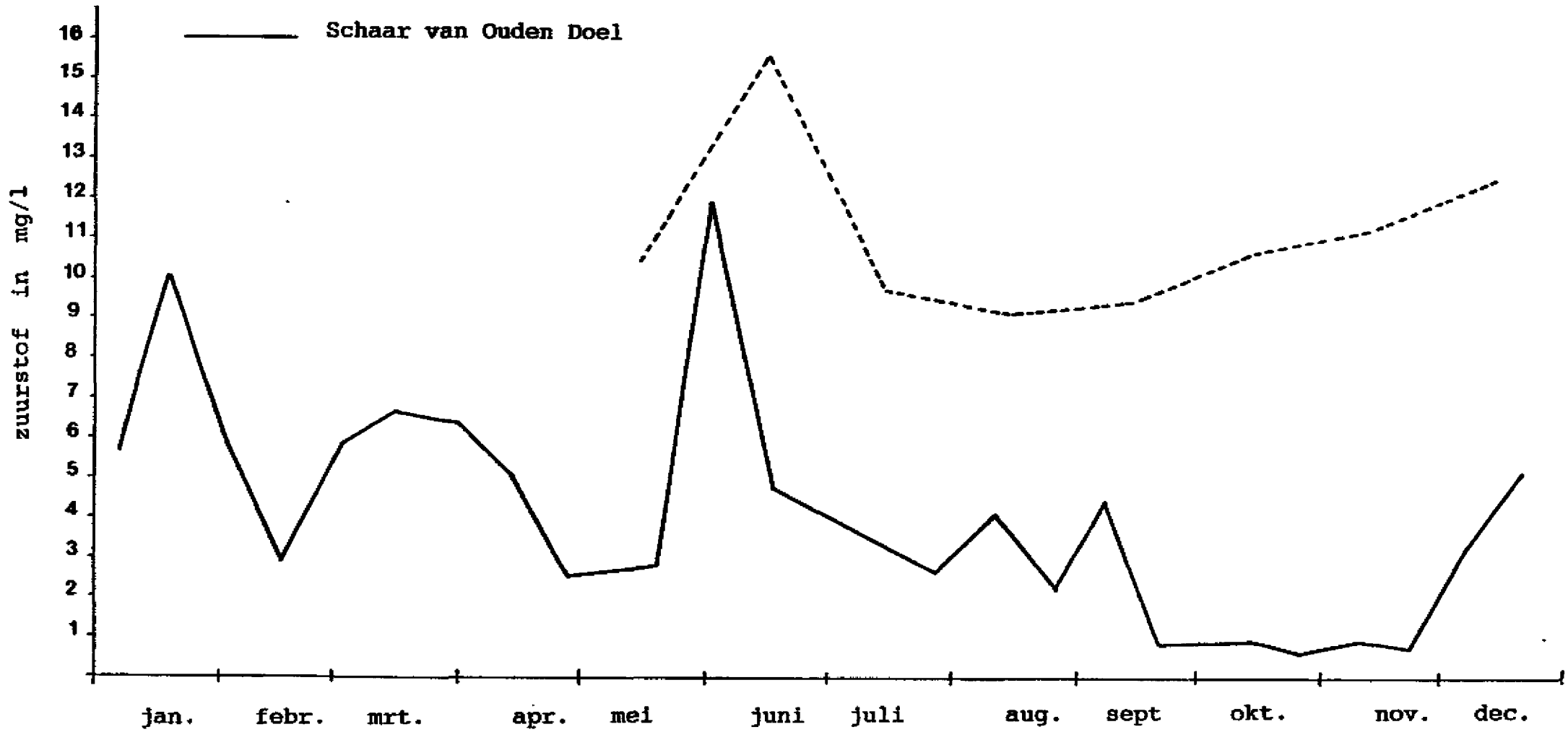
Vergelijking: $Y = +150.54999 - .14147X \uparrow 1$ (N=164, $R^2 = 0.91$)

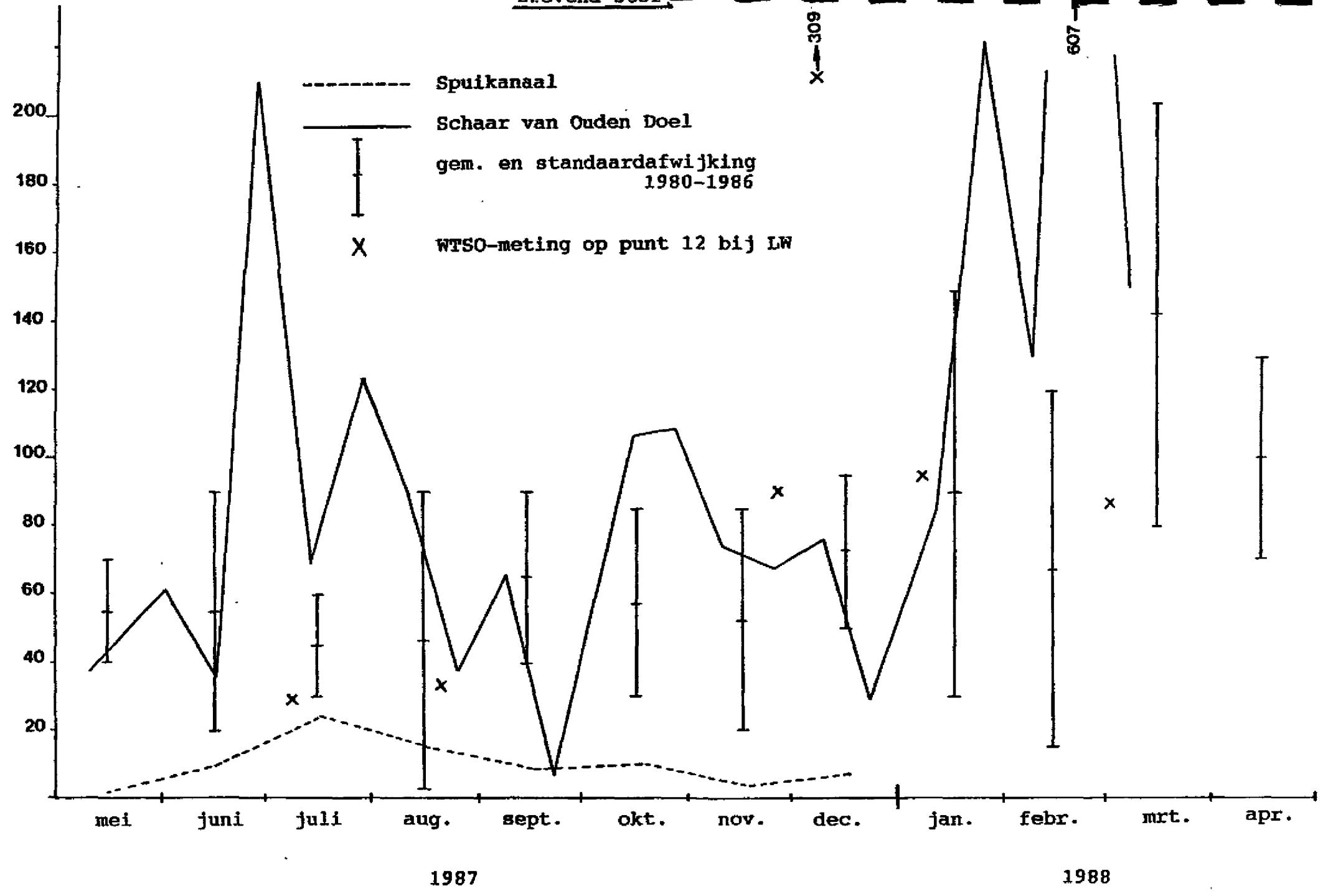


Zuurstof

----- Spuikanaal

———— Schaar van Ouden Doel



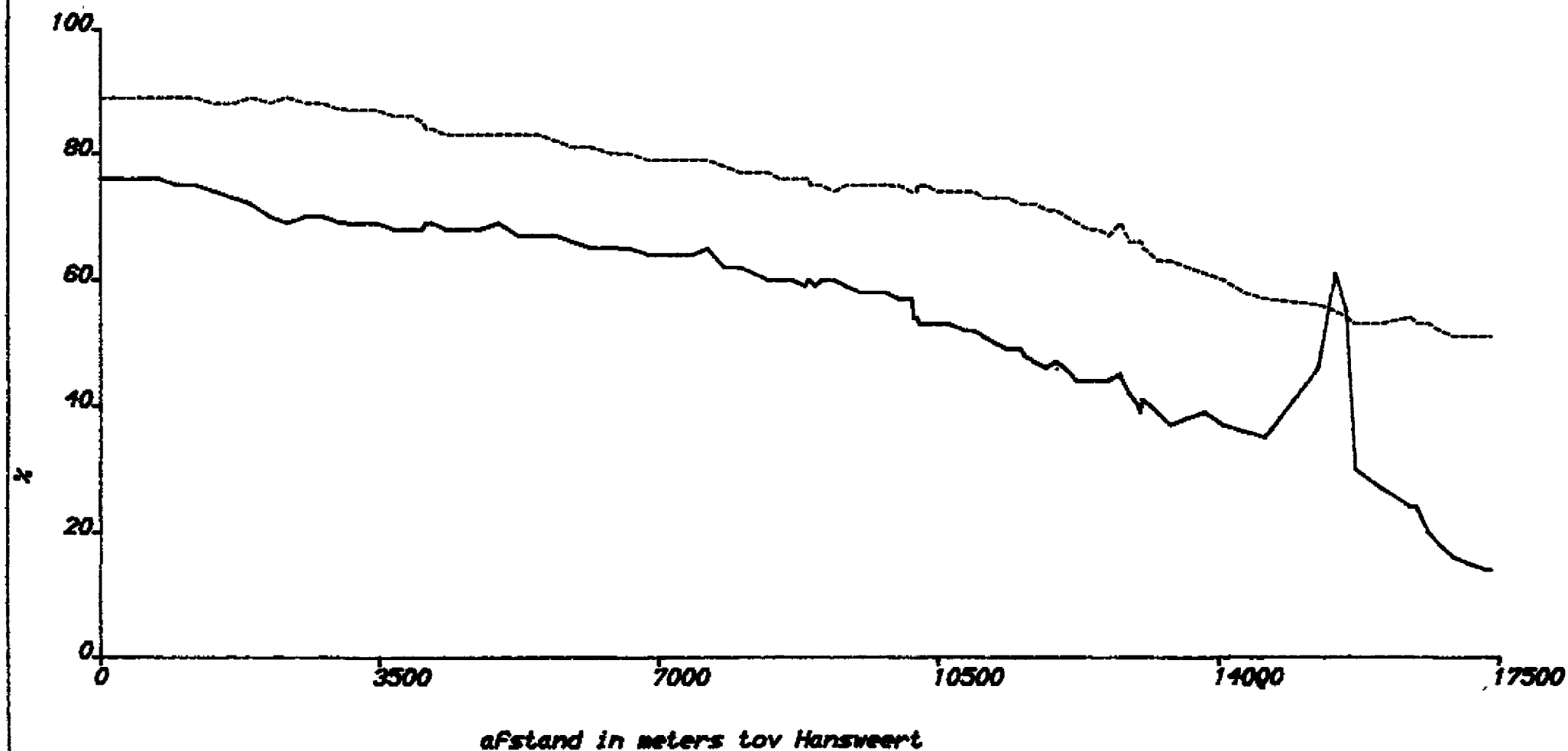


zuurstofverzadigingspercentage op 19-8-87 en 7-1-88

trajekt Hansweert-Schaar van Ouden Doel

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdenmeten
Middelburg

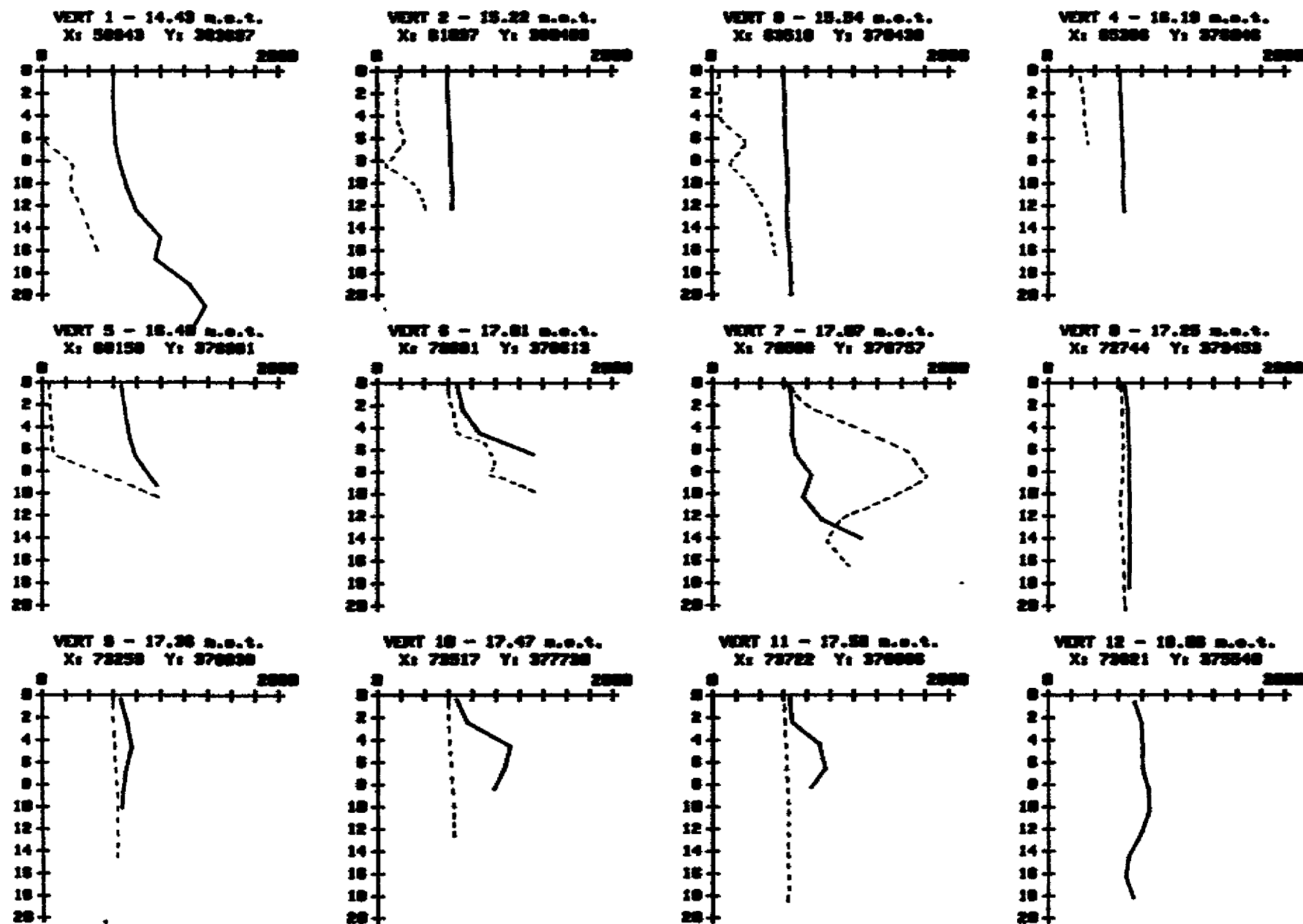
———— 19-08-1987
----- 07-01-1988



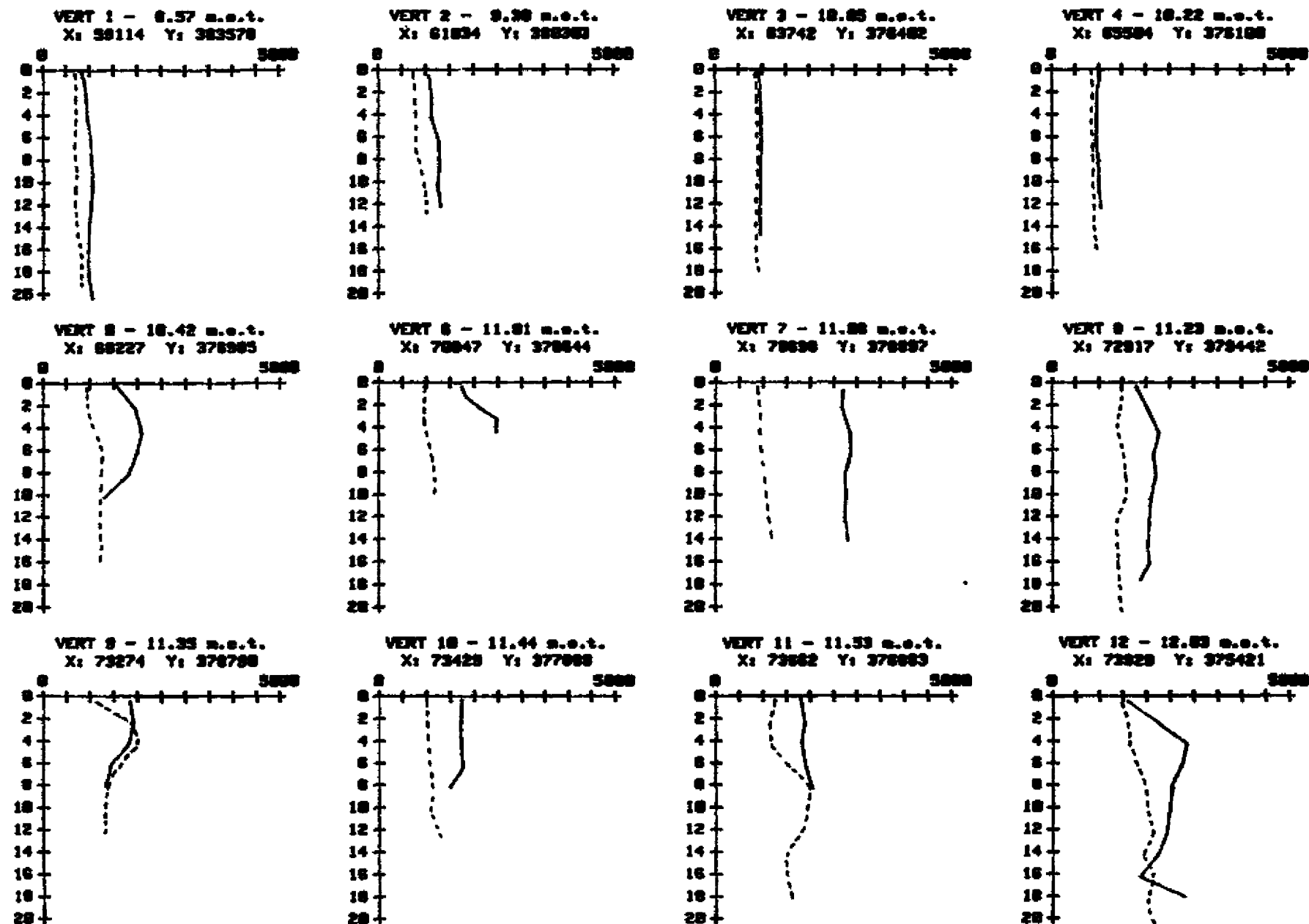
PROJEKT: O EZOS

In Situ Troeb1h (M.E.)

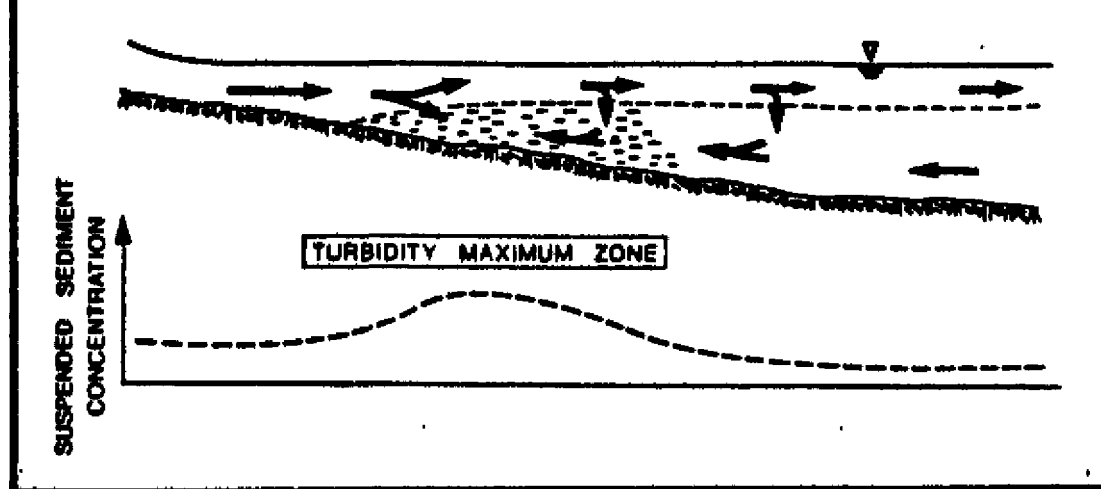
MEETDIENST ZEELAND



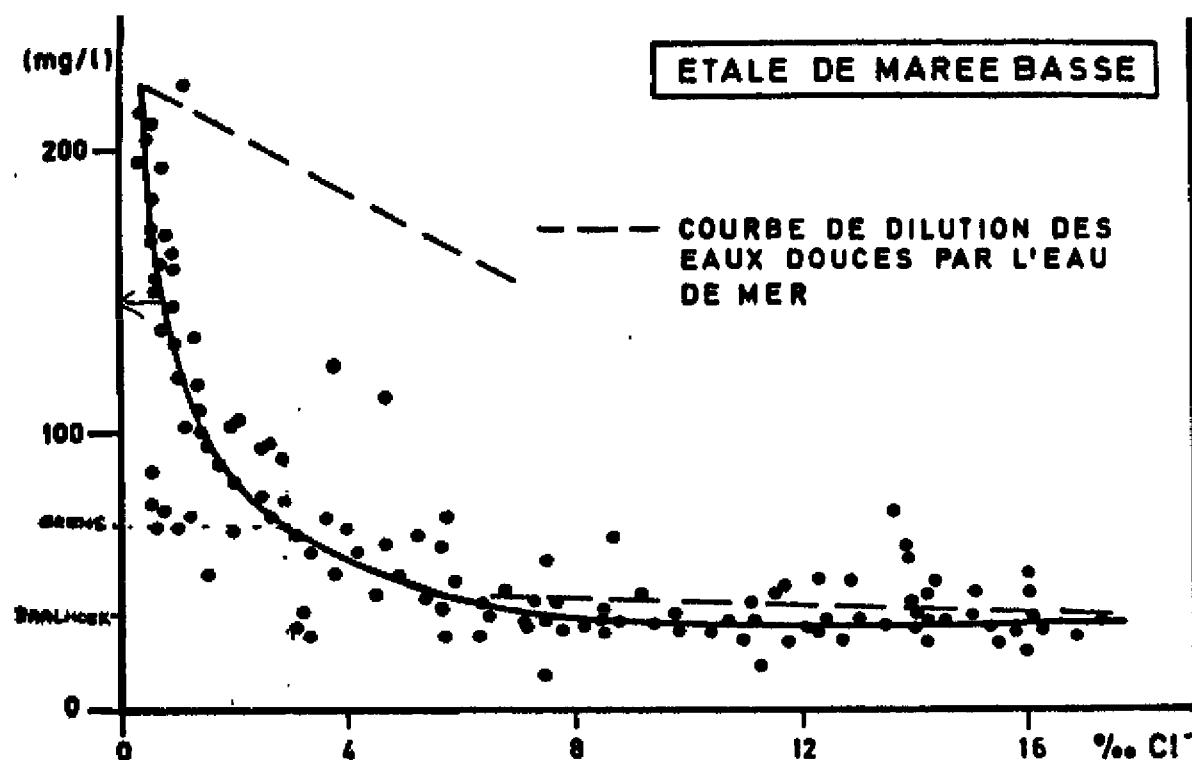
(— - ebfase , — - vloedfase)



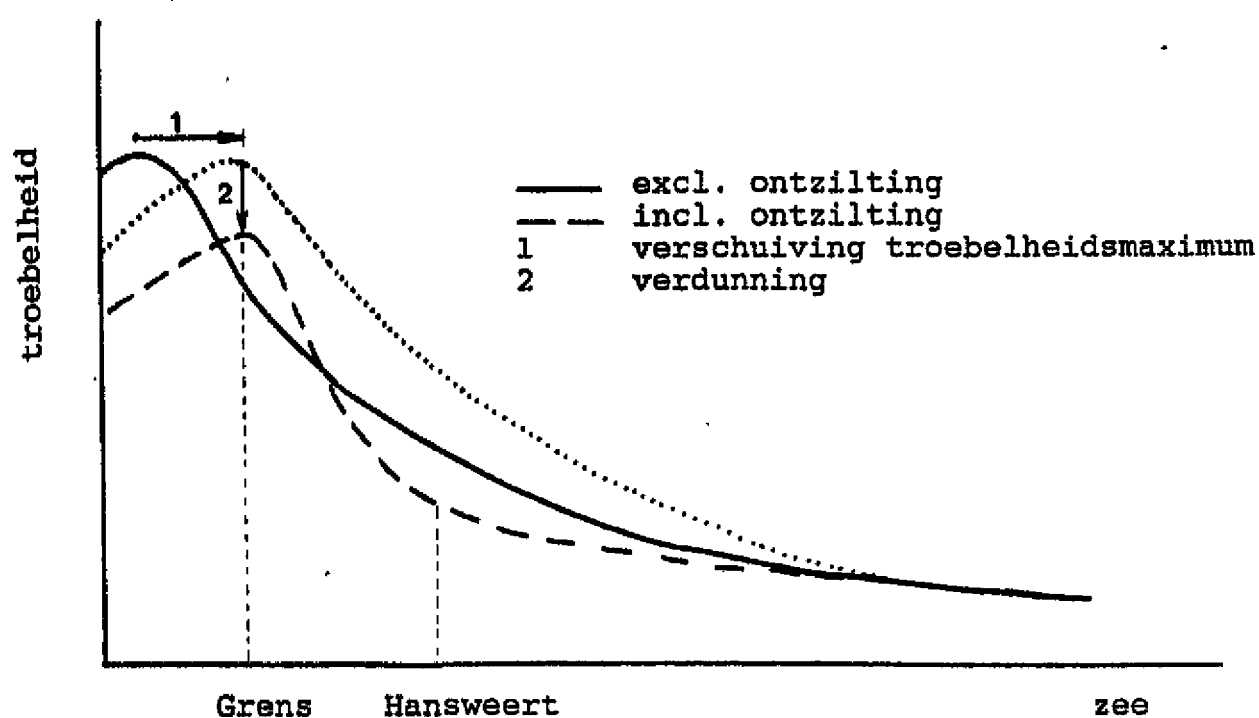
(--- = eb fase , — = vloed fase)



A.



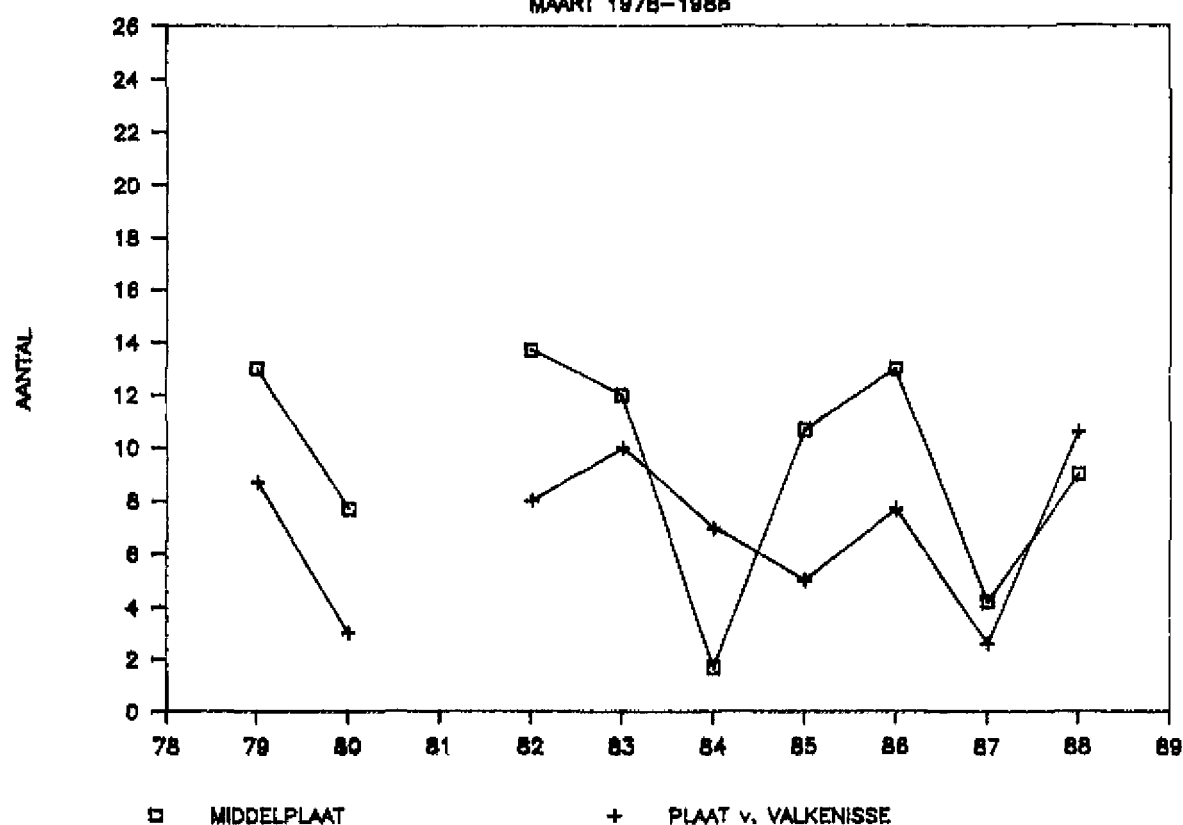
B.



C.

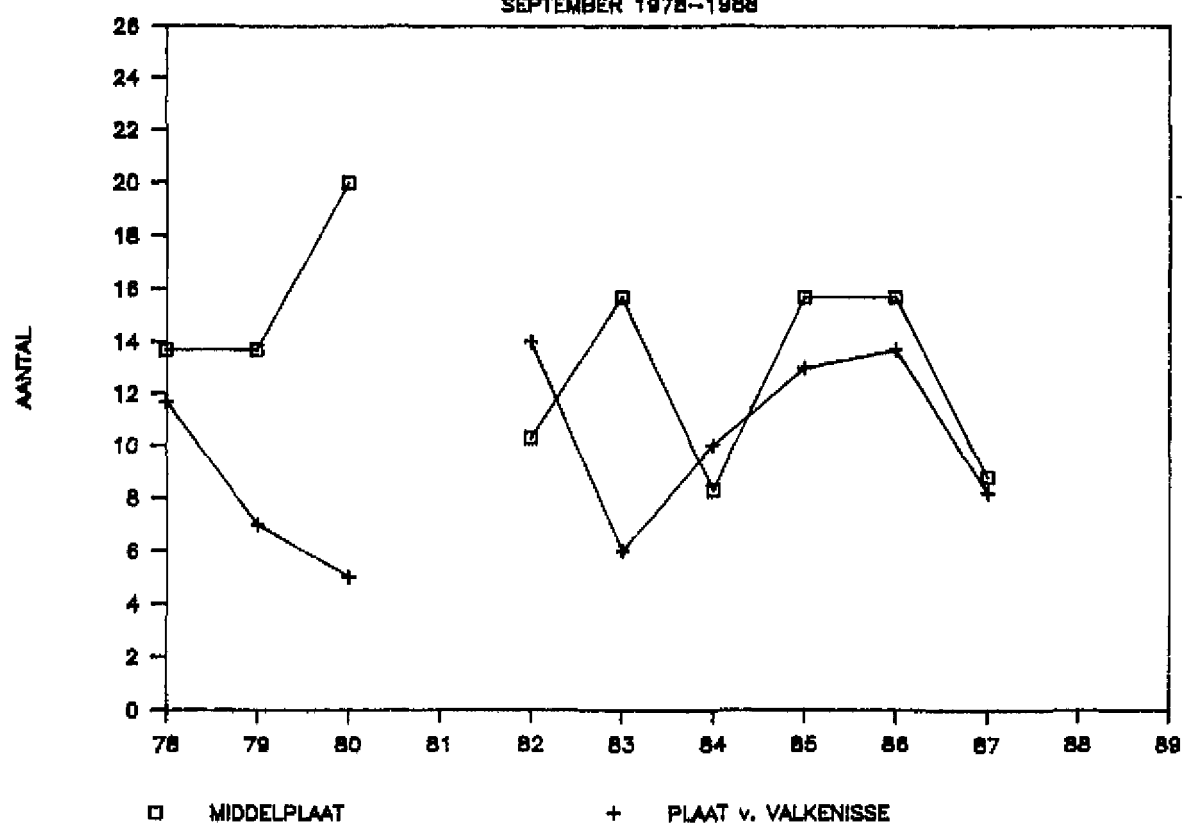
SOORTENAANTAL BODEMDIEREN

MAART 1978-1988



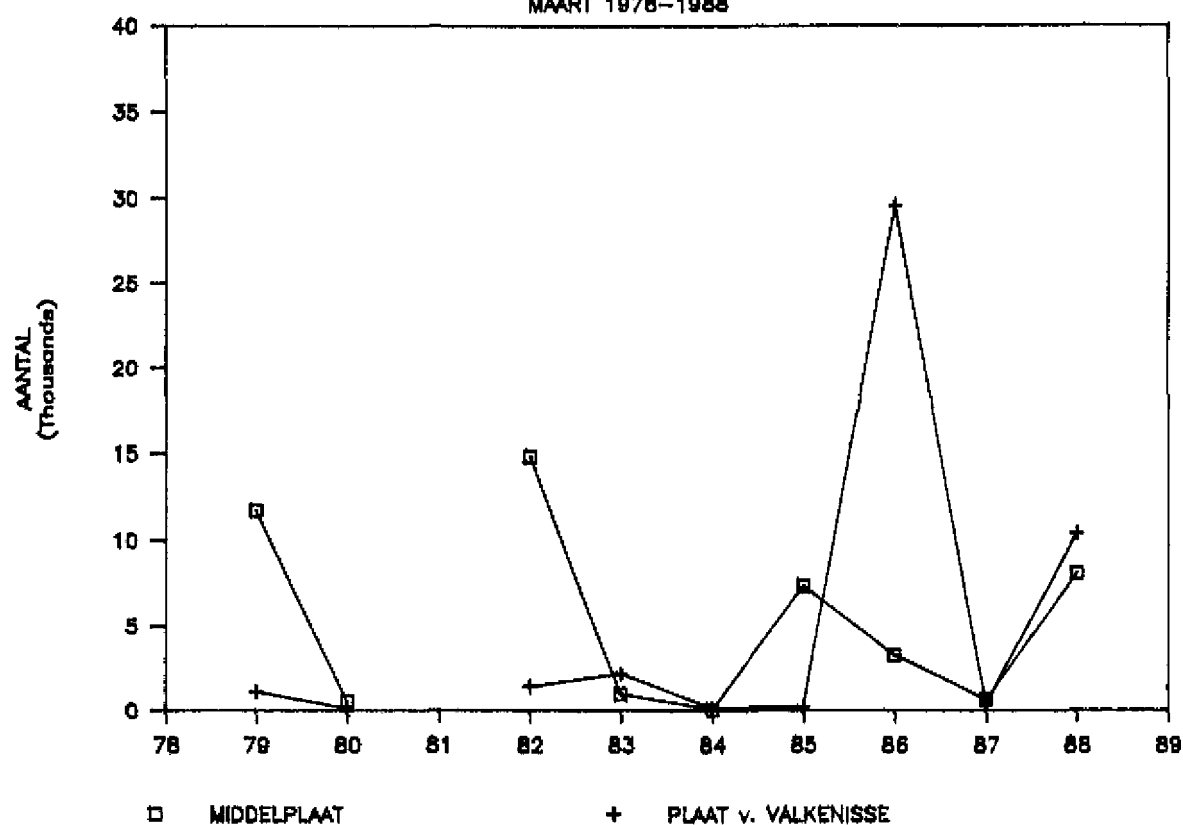
SOORTENAANTAL BODEMDIEREN

SEPTEMBER 1978-1988

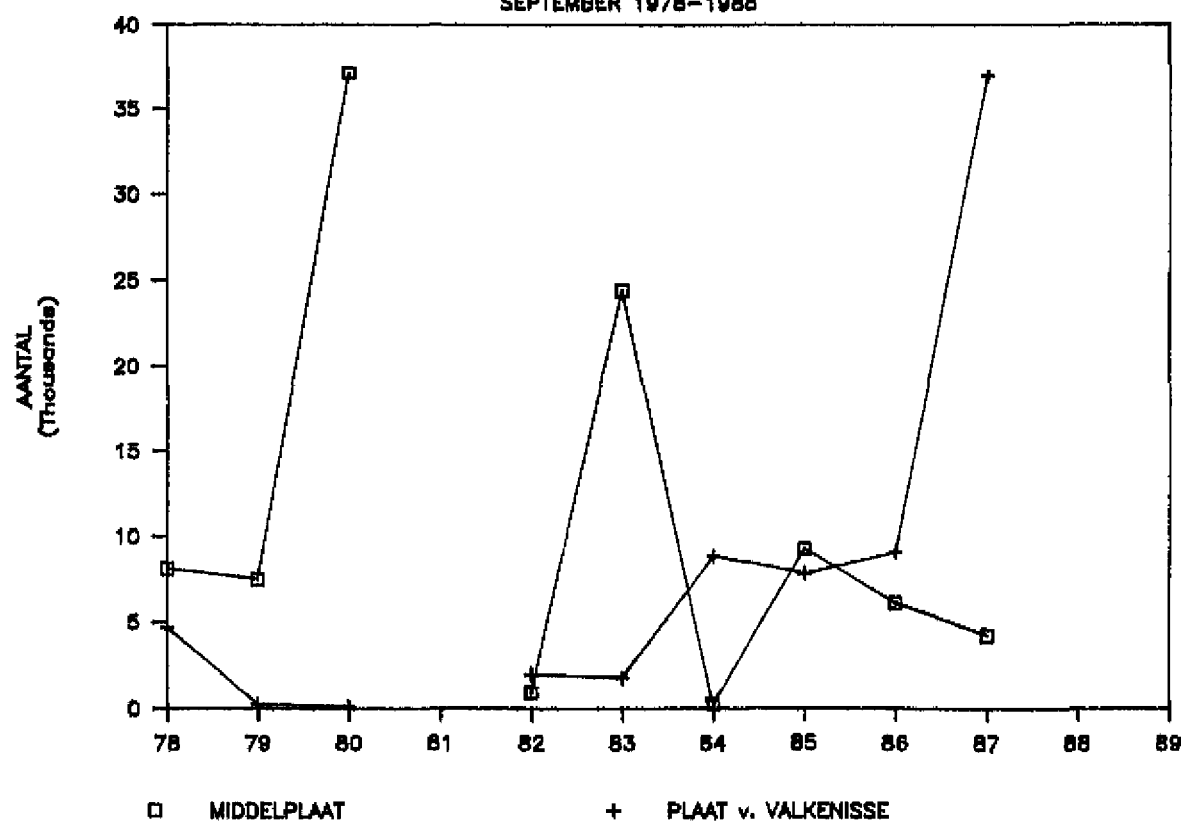


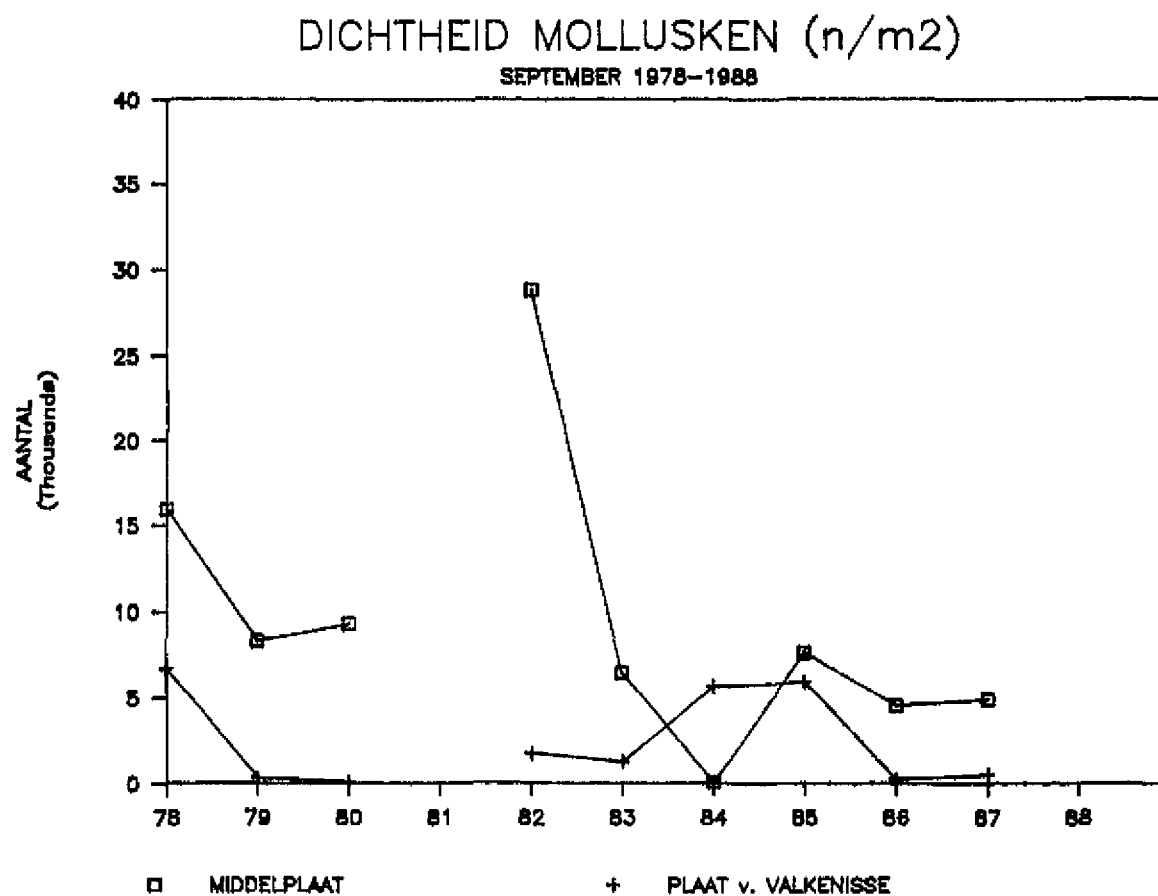
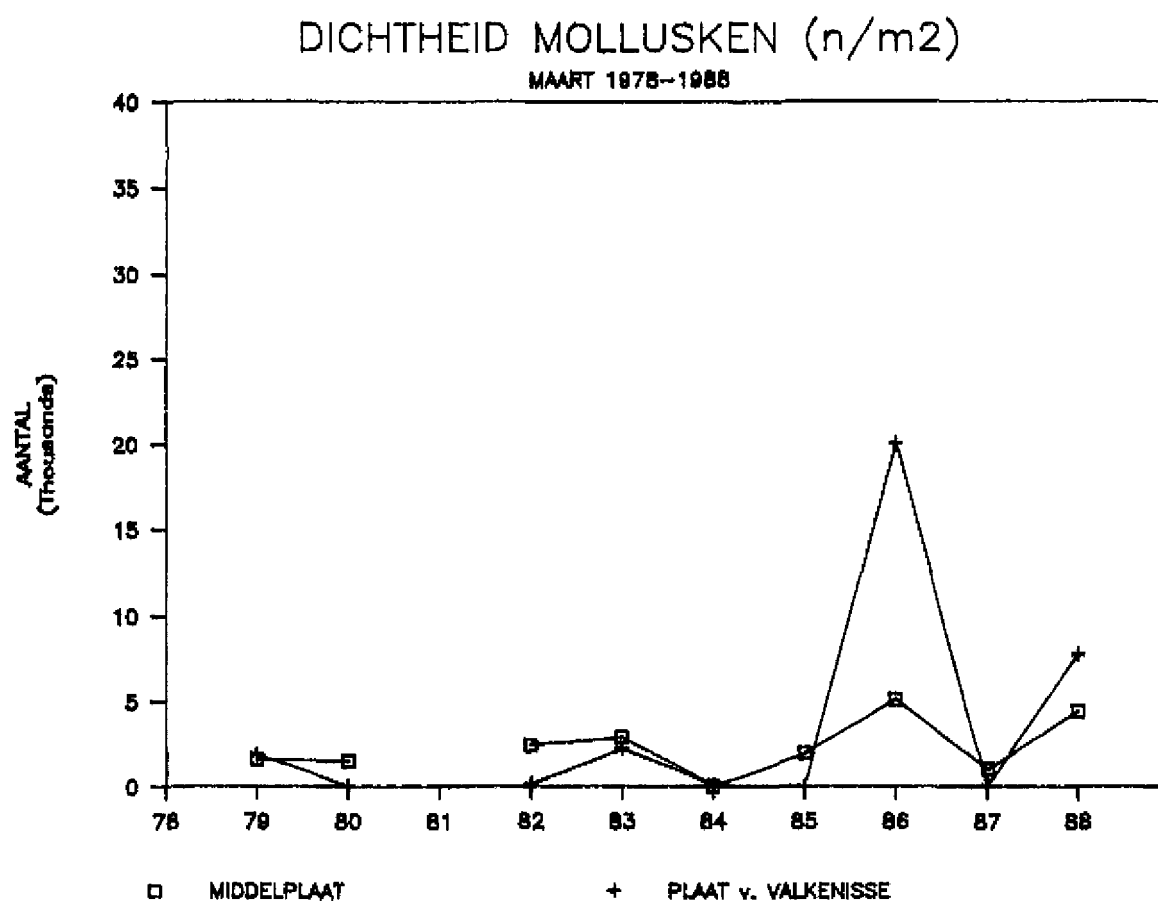
DICHTHEID POLYCHEATEN (n/m²)

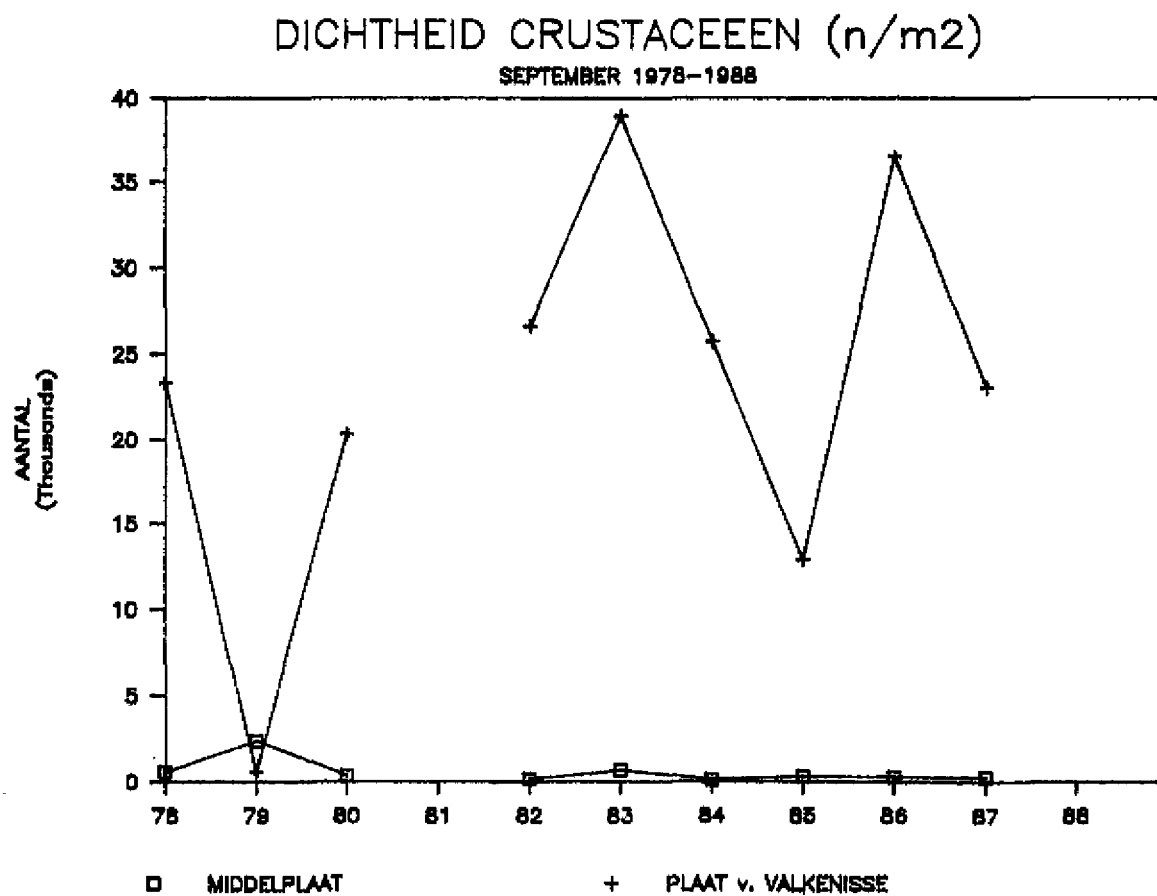
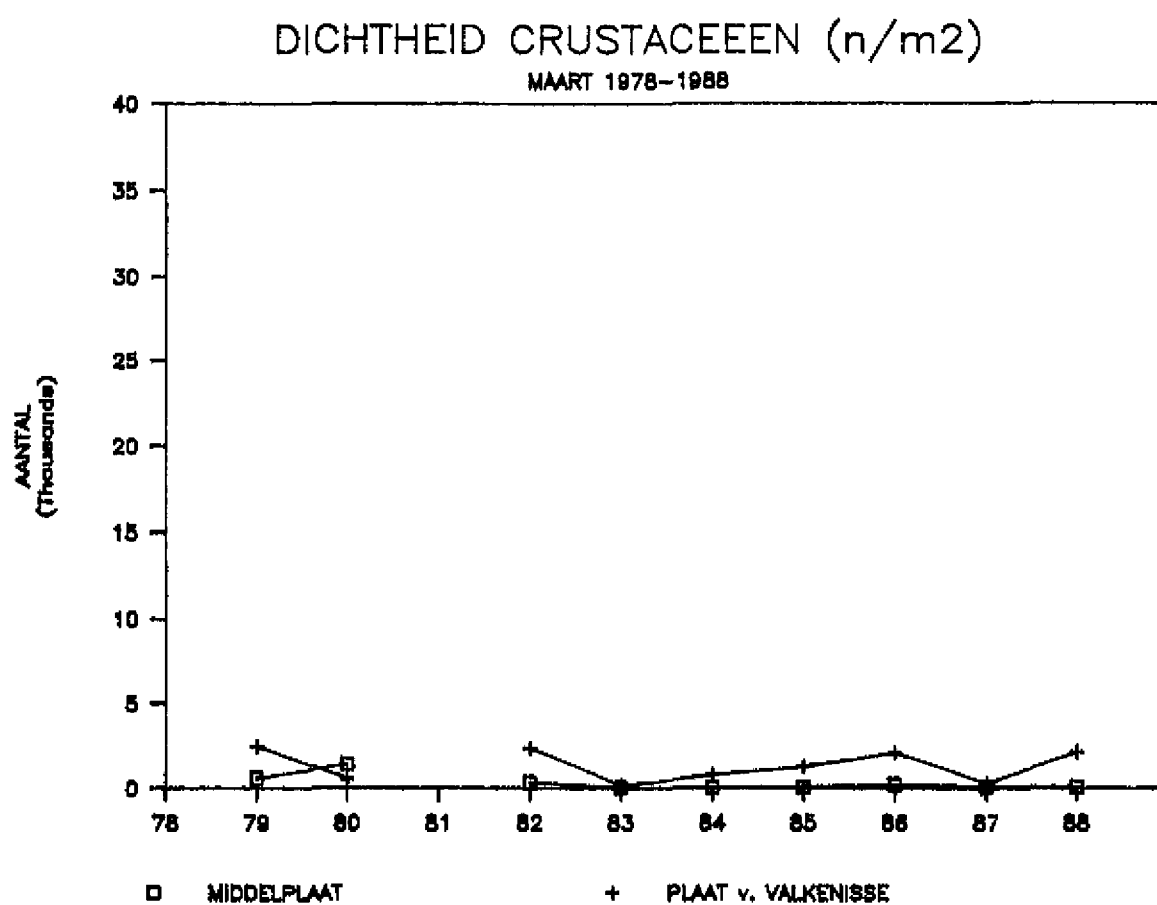
MAART 1978-1988

DICHTHEID POLYCHEATEN (n/m²)

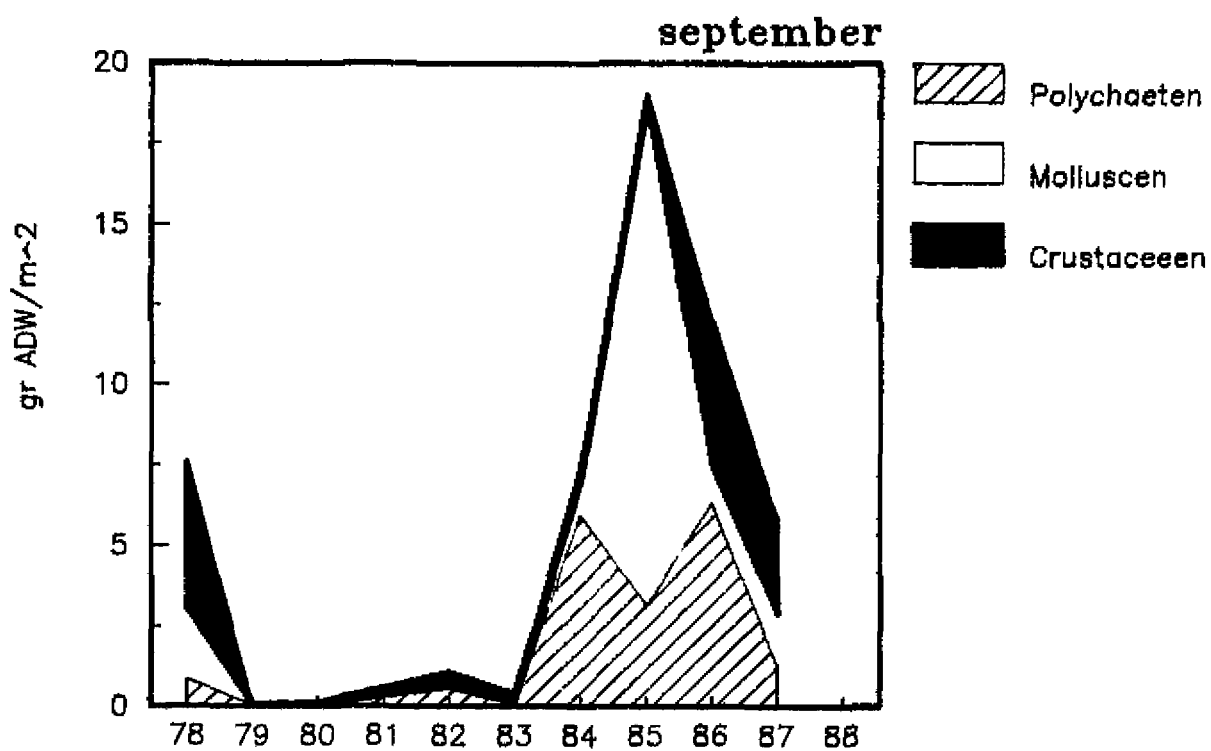
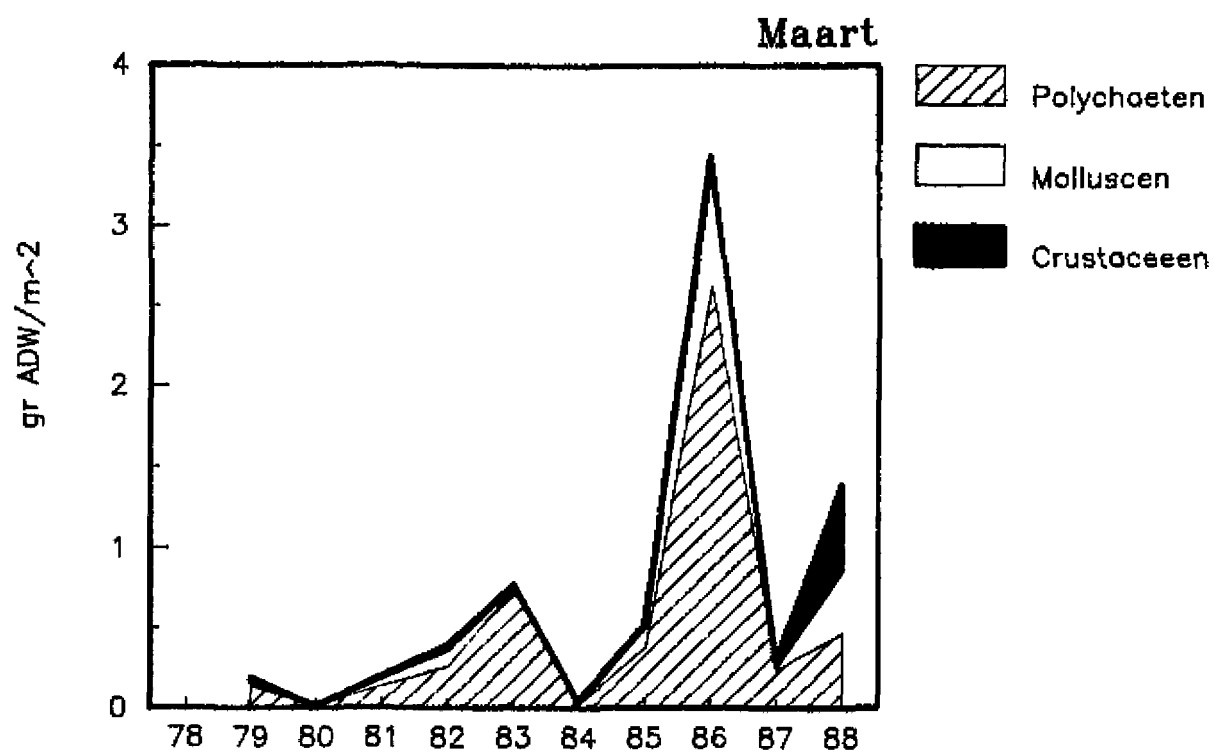
SEPTEMBER 1978-1988



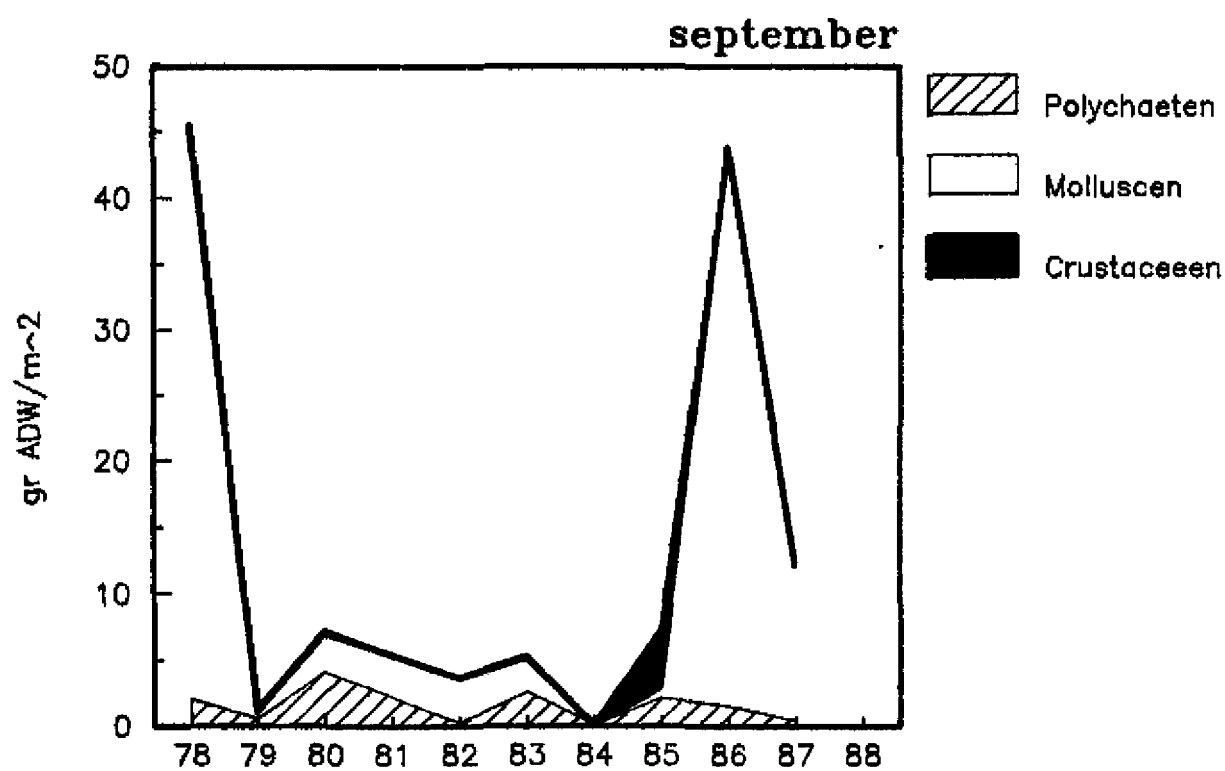
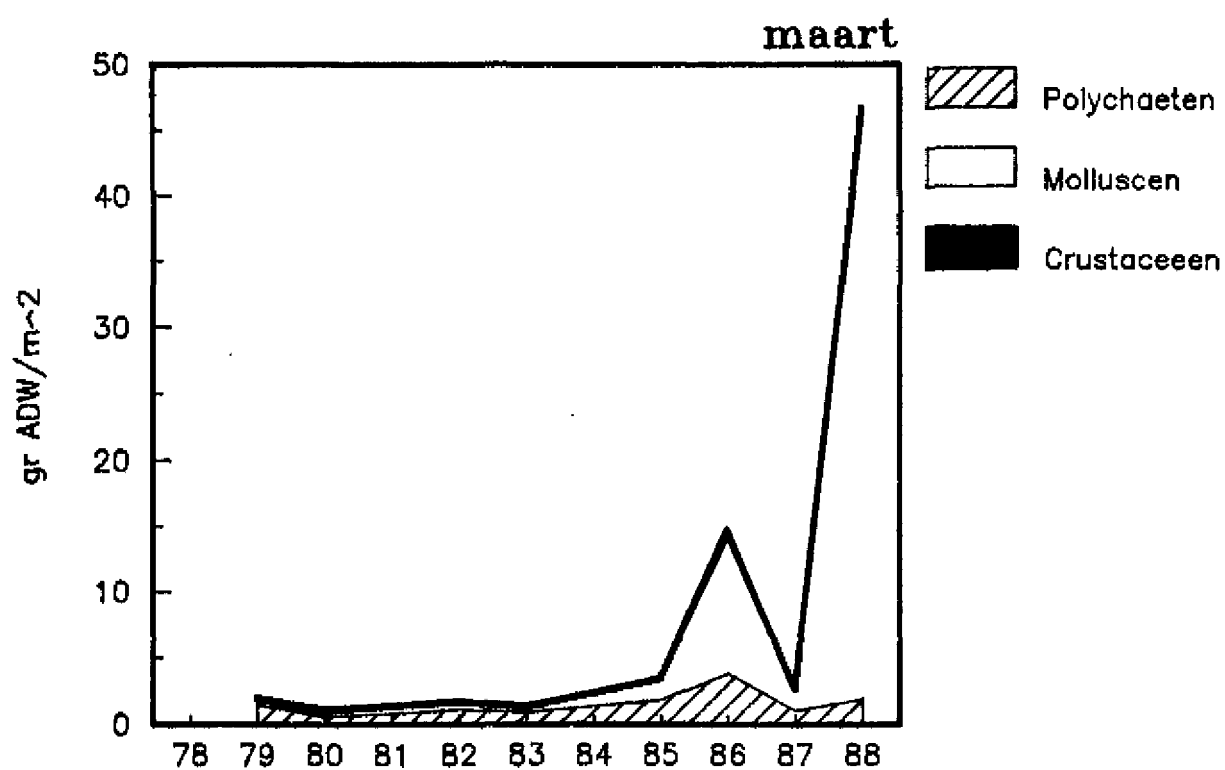




Plaat van Valkenisse (w22)



Middelplaat (w42)



CHLORIDECRITERIA TER HOOGTE VAN HET LAND VAN
SAEFTINGE TIJDENS DE ONTZILTING VAN HET ZOOMMEER

Achtergrond chloridecriteria

Ten gevolge van de ontziltng van het zoommeer en de daarmee samenhangende zoetwaterlozingen treedt tijdelijk een verlaging op van het zoutgehalte in de Westerschelde. De afname van o.a. het zoutgehalte zal het duidelijkst merkbaar zijn in het oostelijk deel van de Westerschelde. De chlorideconcentraties en fluktuaties in deze concentraties bepalen in belangrijke mate welke plante- en diersoorten op een bepaalde plaats voor kunnen komen. Ter bescherming van de aanwezige flora en fauna van het Land van Saeftinge en het westelijk deel van de Westerschelde is een aantal chloridecriteria geformuleerd (lit.1). Tabel 1 geeft de gestelde criteria. De (chloride)-situatie bij het Land van Saeftinge in zekere zin maatgevend: wanneer de criteria hier niet onderschreden worden, zullen de criteria die opgesteld zijn voor het westelijk deel van de Westerschelde ook niet onderschreden worden. Het omgekeerde is echter niet het geval .

tabel 1

Chloridecriteria voor het Land van Saeftinge en de Hooze Platen ten behoeve van de aanwezige organismen. Uit: lit.1

	Zomer (mei t/m okt.)	Winter (nov. t/m april)
WS ₀ (land van Saeftinghe)	Lanswaarde	Lanswaarde
gemiddeld	≥ 9,5 g Cl ⁻ /l	≥ 7,0 g Cl ⁻ /l
geen enkele	{ 4,0 g Cl ⁻ /l (meetwaarde)	{ 0,5 g Cl ⁻ /l (meetwaarde)
waarde lager dan	{ 6,0 gCl ⁻ /l (bij gebruik VEDWAM)	{ 2,5 gCl ⁻ /l (bij gebruik VEDWAM)

DEBIET SPRUITMIDDEL BATH EN
GEHALTEN OP REETPUNT BIJ KREEKKRAKSLUIZEN

-9 (0022211133012)

DATUM

DEBIET MAAND TOTAAL (10⁶ M3)

Kjeldahl-N maandgemiddelde (mg/l)

O-P04 " "

Cd totaal " (ug/l)

Cr " "

Ni " "

Cu " "

Pb " "

PCP " "

Aldrin " "

Zwevende stof maandgemiddelde (mg/l)

Zuurstof " "

Chloride " "

870415	-	-	-	.01	1.0	3.0	1.0	1.0	.000	.000	-	-	-
870515	148	1.11	.05	.01 ^x	1.0 ^x	3.0 ^x	1.0 ^x	1.0 ^x	.000 ^x	.000 ^x	2	10.5	9.1
870615	151	1.52	.01	.01	1.0	3.0	1.0	1.0	.000	.000	10	15.6	6.4
870715	171	2.08	.20	.01 ^x	1.0 ^x	3.0 ^x	1.2 ^x	0.8 ^x	.001 ^x	.000 ^x	24	9.8	3.7
870815	180	1.49	.30	.01 ^x	1.0 ^x	3.0 ^x	1.4 ^x	0.6 ^x	.002 ^x	.000 ^x	15	9.3	2.2
870915	106	1.29	.32	.01	1.0	3.0	1.8	0.3	.004	.000	9	9.5	1.4
871015	114	1.34	.29	.02 ^x	1.7 ^x	3.7 ^x	1.8 ^x	0.7 ^x	.016 ^x	.001 ^x	10	10.7	1.1
871115	115	1.43	.25	.02	1.0	5.3	2.2	0.6	.028	.002	4	11.3	0.9
871215	89	1.61	.22	.02 ^x	1.0 ^x	5.3 ^x	2.2 ^x	0.6 ^x	.028 ^x	.002 ^x	7	12.5	0.6

x geïnterpoleerd
0 idem november

Bijlage 3

Laag- en hoogwatertijdstip (m.e.t.) en daggemiddeld debiet van het spuimiddel Bath tijdens de 11 WTSO-metingen.

datum	laagwater		hoogwater		debiet (m3/s)
	Hansweert	Antwerpen	Hansweert	Antwerpen	
24-02-'87	17.53	18.36	11.25	12.01	-
26-03-'87	19.00	19.49	12.37	13.13	-
14-05-'87	9.33	10.24	15.26	16.03	43
07-07-'87	17.17	18.08	11.11	11.43	78
19-08-'87	17.05	17.46	11.10	11.27	67
22-09-'87	19.00	19.45	14.50	15.22	41
26-11-'87	12.29	13.33	18.25	19.09	70
08-12-'87	10.46	11.37	16.43	17.22	28
07-01-'88	11.09	12.04	17.06	17.47	65
09-02-'88	12.55	13.42	6.29	7.10	98