

**notitie**

GWWS-89.466

**aan :** Belanghebbenden  
**van :** F. Lefèvre (WSD)  
**van :** 9 maart 1989  
**datum :** Onderzoek naar de oorzaak van de hoge cadmium gehalten in de  
**onderwerp :** Westerschelde bij Vlissingen in de periode 1981 tot begin 1986.

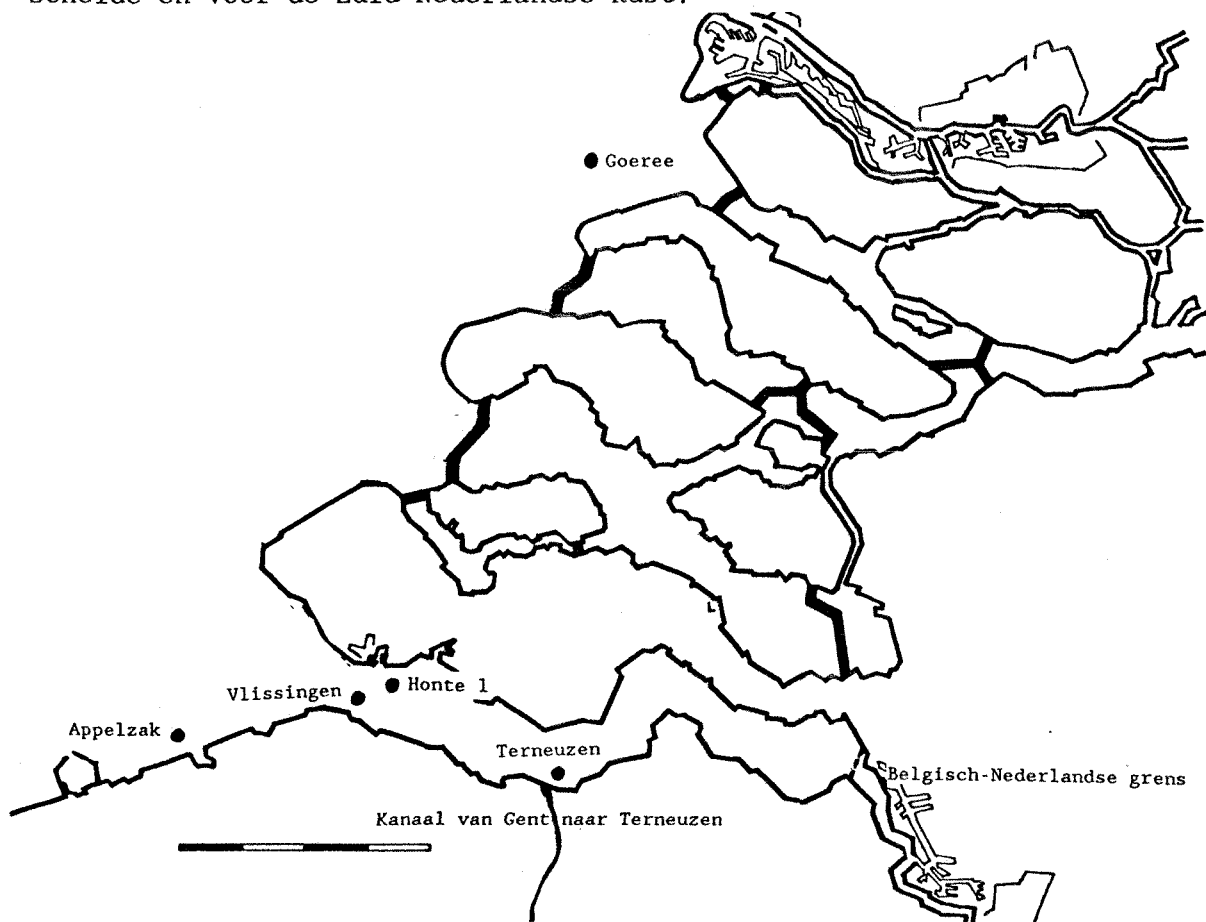
**1. Inleiding.**

Als onderdeel van het routinematig onderzoek naar de kwaliteit van het oppervlaktewater in Nederland worden door DBW/RIZA (voorheen RIZA) in het kader van het 'Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren' o.a. in de Westerschelde en in het Zuid-Nederlands kustgebied al geruime tijd bemonsteringen uitgevoerd. De bemonsteringen vinden met een zekere regelmaat plaats, meestal éénmaal per twee weken. De watermonsters worden juist onder het wateroppervlak genomen. Iedere twee weken wordt een groot aantal parameters in de monsters geanalyseerd en iedere zes weken ook zware metalen, waaronder cadmium.

Van de bemonsteringslokaties Terneuzen (bij lichtboei 20), Vlissingen (bij de wrakboei van de Songa, v.a. 1984 bij de splitsingston SS/VH) en Appelzak (voor de Zeeuwsch-Vlaamse kust bij Cadzand) zijn tijdreeksen van het cadmiumgehalte beschikbaar over de periode 1975 tot en met medio 1988. De tijdreeksen van het totaal cadmiumgehalte zijn op bijlage 1 weergegeven, die van het opgelost cadmiumgehalte op bijlage 2. Op bijlage 3 zijn de jaargemiddelde gehalten op de drie genoemde lokaties weergegeven over de periode 1977-1987. Tevens zijn de totaal cadmiumgehalten op de bemonsteringslokatie nabij Goeree weergegeven. In figuur 1 op pagina 2 zijn de posities van genoemde bemonsteringslokaties weergegeven.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 2

Figuur 1 : Enkele bemonsteringslokaties in het westelijk deel van de Westerschelde en voor de Zuid-Nederlandse kust.



Het belangrijkste deel van de cadmium belasting op de Westerschelde wordt gevormd door lozingen die op Belgisch grondgebied in de Schelde plaats vinden. Een deel hiervan komt met het water van de Schelde bij de Belgisch-Nederlandse grens de Westerschelde binnen. Een kleiner deel komt de Westerschelde binnen met het water van de Schelde dat via het Kanaal van Gent naar Terneuzen bij Terneuzen in de rivier wordt gespuid. In Nederland wordt de cadmium belasting op de Westerschelde gevormd door lozingen door een aantal bedrijven, polders, zuiveringsinstallaties en door het spuien van het water van enkele kanalen. De Westerschelde wordt in het traject tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Vlissingen in de periode 1972-1980 gekenmerkt door een, in zeewaartse richting, afnemend jaargemiddeld totaal cadmiumgehalte. Verdunnings- en sedimentatieprocessen spelen hierbij een rol.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 3

Het jaargemiddelde opgelost cadmiumgehalte neemt in de periode 1972-1980 in zeewaartse richting minder af dan op basis van verdunning met relatief schoon zeewater mag worden verwacht. Dit is vooral het gevolg van lozingen. Ook desorptie van cadmium dat aan het slib is geadsorbeerd dat vanuit zee wordt aangevoerd en in de monding van de rivier sedimenteert speelt een rol.

Uit de analyseresultaten van de bemonsteringen op de lokaties Vlissingen, Terneuzen en Appelzak (bijlagen 1 t/m 3) blijkt dat de periode 1975-1980 gekenmerkt wordt door een vrij constant cadmiumgehalte van gemiddeld 0,6  $\mu\text{g/l}$ . Bij Terneuzen is in de periode 1977-1980 een geringe maar significante toename van het cadmiumgehalte waar te nemen. Het gehalte bij Terneuzen ligt dan gemiddeld 0,25  $\mu\text{g/l}$  hoger dan bij Vlissingen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van gipsstortingen, van de vrij hoge belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen en door de Otheense Kreek.

De periode 1981 tot begin 1986 wordt echter gekenmerkt door een heel ander beeld. Er zijn bij Vlissingen in die periode een groot aantal erg hoge gehalten opgelost en totaal cadmium geconstateerd. Vier en twintig keer is een gehalte gevonden dat hoger is dan 1  $\mu\text{g/l}$  en vijf keer een gehalte dat zelfs hoger is dan 5  $\mu\text{g/l}$ . Ook gemiddeld genomen is in deze periode het gehalte bij Vlissingen hoger dan bij Terneuzen, namelijk 0,8  $\mu\text{g/l}$ . In 1983 is dit zelfs 1,2  $\mu\text{g/l}$ . Dit is in tegenstelling tot de tijd voor en na de genoemde periode, waarin het cadmiumgehalte bij Vlissingen juist iets lager is dan bij Terneuzen. Een soortgelijke plotselinge verhoging van het cadmiumgehalte of wijziging in het patroon ervan is op de andere bemonsteringslokaties in de Westerschelde niet geconstateerd. Uit de concentratieprofielen van het cadmiumgehalte in de Westerschelde, die op de bijlagen 4 tot en met 11 zijn weergegeven, blijkt één en ander duidelijk.

Er is geen plotselinge verhoging van het cadmiumgehalte of een verandering in het cadmium patroon geconstateerd voor de Zuid-Nederlandse kust op de bemonsteringspunten in de Appelzak en voor Goeree (zie bijlage 3). Ook is geen verandering van deze omvang geconstateerd bij één van de andere door het RIZA geanalyseerde parameters.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 4

Dit betekent dat er in de genoemde periode een verhoging van de cadmium belasting in de omgeving van Vlissingen heeft plaatsgevonden die de gehalten in de Westerschelde bij het bemonsteringspunt Vlissingen sterk heeft beïnvloed, zonder echter de gehalten in de Westerschelde bij Terneuzen en bij het meetpunt in de Appelzak noemenswaardig te beïnvloeden.

Het onderzoek spitst zich dan ook toe op de volgende vraag : wat of wie veroorzaakte in de periode 1981 tot begin 1986 de hoge cadmium gehalten op de bemonsteringslokatie bij Vlissingen?

Er zal worden ingegaan op de uitzonderingspositie die het bemonsteringspunt bij Vlissingen, v.w.b. het cadmium gehalte, inneemt ten opzichte van de andere lokaties.

## 2. De bemonsteringen en analyseresultaten.

Om op de vraag 'wat of wie veroorzaakte in de periode 1981 tot begin 1986 de hoge cadmium gehalten op de bemonsteringslokatie bij Vlissingen' een antwoord te kunnen geven is het allereerst van belang te weten of de hoge cadmium gehalten die in de watermonsters zijn gevonden ook inderdaad representatief zijn voor de gehalten in het oppervlaktewater op de bemonsteringslokatie ten tijde van de bemonsteringen. Het is nl. mogelijk dat de gehalten beïnvloed zijn door gewijzigde bemonsteringstechnieken, een andere manier van conserveren en transporteren van de watermonsters (waarbij bijvoorbeeld van belang is hoeveel tijd er verstrijkt tussen bemonstering en analyse) of bij het overgaan op andere analysemethodes. Ook het veranderen van de positie van de bemonsteringslokatie en het wijzigen van het bemonsteringstijdstip t.o.v. de getijsituatie zijn in dit kader van belang.

Na informatie bleek dat de methode van bemonsteren, de voorbehandeling en het transport van de watermonsters in de beschouwde periode niet zijn veranderd. Ook zijn de analysetechnieken niet gewijzigd. Vanaf 1987 is men overgegaan op andere methodieken. Deze veranderingen hebben echter geen invloed op de uitkomsten van dit onderzoek.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 5

Als er wijzigingen in het verkrijgen van de analyseresultaten zouden zijn aangebracht en als deze van invloed zouden zijn op het cadmiumgehalte in de watermonsters dan moet dit van invloed zijn op de gehalten in alle watermonsters en niet alleen bij de watermonsters die genomen zijn bij de bemonsteringslokatie bij Vlissingen.

De posities van de bemonsteringslokaties, die t.b.v. het routinematig onderzoek worden bemonsterd, zijn in de beschouwde periode niet veranderd. Wel is in 1984 de lokatie-aanduiding van de bemonsteringslokatie bij Vlissingen verandert in SS/VH, echter zonder dat de positie van de bemonsteringslokatie is gewijzigd. In een aantal gevallen, b.v. ruw weer, mist of tijdgebrek, is de bemonstering bij Vlissingen uitgevoerd op de uitwijklokatie bij de lichtboei Honte 1 (zie figuur 1). De hoge cadmium gehalten zijn echter, op één uitzondering na, gevonden na bemonstering bij positie van de wrakboei van de Songa. De bemonsteringen zijn onder vergelijkbare getijomstandigheden uitgevoerd. Dit betekent dat de bemonsteringen aldaar tussen 2 en 4 uur na hoogwater ter plaatse zijn uitgevoerd. Er is geen relatie gevonden tussen de datums waarop de hoge gehalten zijn geconstateerd en de grootte van de getijamplitude op die datums. Ook is er geen relatie tussen de datums waarop de hoge gehalten zijn geconstateerd en bepaalde afvoercharacteristieken van de Schelde op die datums.

In slechts enkele gevallen zijn bij een bemonstering over de gehele Westerschelde hoge cadmium gehalten zijn gevonden. Mogelijke oorzaken zijn b.v. een hoge belasting vanuit België of een afwijkende behandeling van alle watermonsters t.o.v. de normale procedure.

**Conclusie** : de hoge cadmiumgehalten, die in de periode 1980 tot begin 1986 in de bemonsteringslokatie bij de wrakboei van de Songa bij Vlissingen zijn geconstateerd, kunnen niet worden toegeschreven aan de wijze waarop de analyseresultaten zijn verkregen.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 6

### .3. Factoren die van invloed zijn op het cadmiumgehalte in de Westerschelde.

Zoals reeds eerder is aangegeven zijn in de beschouwde periode op de bemonsteringslokatie bij Vlissingen, in tegenstelling tot de andere bemonsteringslokaties, hoge cadmiumgehalten geconstateerd. Ook is eerder aangegeven dat dit verschijnsel niet kan worden toegeschreven aan de wijze waarop de analysesresultaten zijn verkregen. Beïnvloeding van de chemische processen in het water en in de bodem kan eveneens een verandering in het gehalte in het oppervlaktewater veroorzaken. Het is niet aannemelijk dat dit is gebeurd. Het gebied waarbinnen de veranderingen zijn geconstateerd wordt in het oosten begrensd door de Pas van Terneuzen en in het westen door de Appelzak. Deze gebiedsafbakening sluit de invloed van de Schelde en het oostelijk deel van de Westerschelde en b.v. ook van de natte depositie uit op de hoge gehalten bij Vlissingen.

Voorgaande houdt in dat de hoge cadmiumgehalten moeten worden toegeschreven aan een gewijzigd lozingspatroon van bestaande lozingsbronnen of aan het voorkomen van nieuwe. De volgende 'bronnen' die van invloed zijn op het cadmium gehalte in de Westerschelde bij Vlissingen zijn onder de loep genomen:

- 1 Bedrijfslozingen in de omgeving van Vlissingen.
- 2 De invloed van het Kanaal van Gent naar Terneuzen en van het Kanaal door Walcheren.
- 3 De invloed van lozingen van polders en zuiveringsinstallaties in de omgeving van Vlissingen.
- 4 De invloed van lozingen in de omgeving van Zeebrugge.
- 5 De invloed van de Rijn.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
 datum: 25 januari 1989  
 bladnr: 7

### 3.1 Bedrijfslozingen in de omgeving van Vlissingen.

De bedrijven die in de omgeving van Vlissingen cadmium in de Westerschelde lozen zijn: SBV Vlissingen, Hoechst en Pechiney. Wat verder stroomopwaarts lozen bij Terneuzen de bedrijven DOW en ACZ (via de AWL) cadmium in de Westerschelde. In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de cadmium lozingen die in de periode 1980-1986 door de genoemde bedrijven in de omgeving van Vlissingen zijn uitgevoerd. De lozingsgegevens zijn in het kader van het projekt SAWES verzameld en moeten als voorlopig bestempeld worden. De basisgegevens zijn afkomstig van het RIZA en van de bedrijven zelf. De manier waarop de belasting is bepaald is in lit. 1 beschreven.

Tabel 1 : Cadmium lozingen door bedrijven in de omgeving van Vlissingen in de periode 1980 - 1986 (in kg Cd<sub>t</sub> per jaar).

Bedrijf	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
DOW chemicals	265	218	200	228	236	208	193
Hoechst Holland *	540	449	407	378	928	425	637
Pechiney Nederland	64	60	58	53	41	44	44
A.C.Z. de Carbonation	11	10	10	13	42	11	22
SBV Vlissingen	31	16	12	4	3	1	3

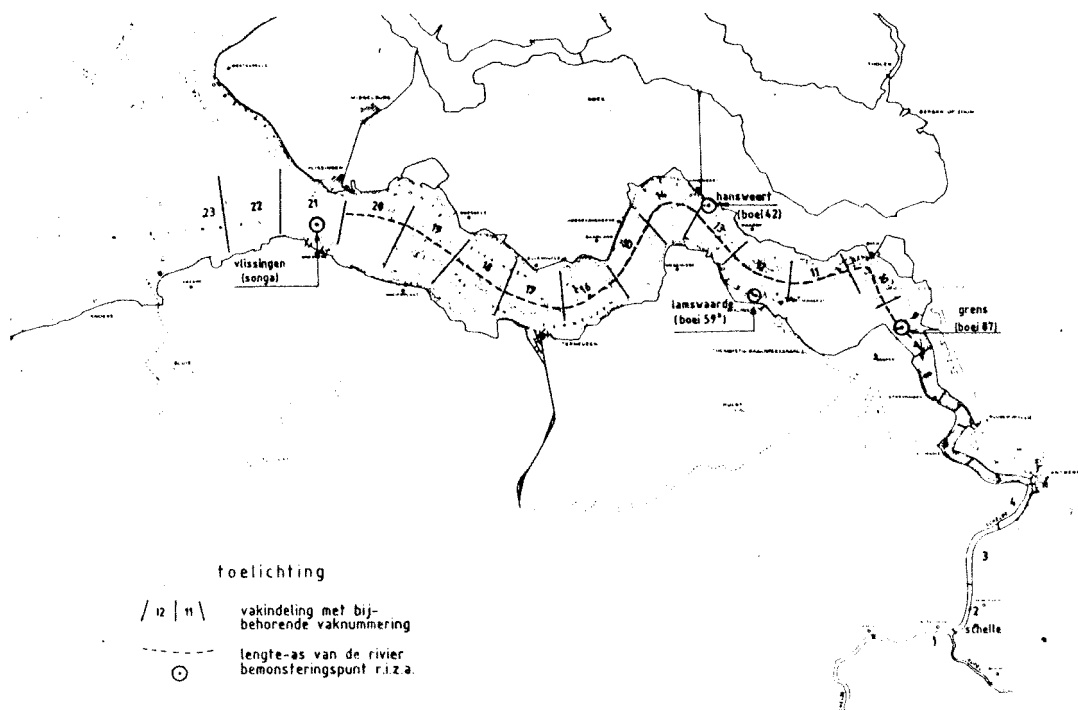
\* Ook komt er met het waswater van het ovenpuin ongeveer 1 kg cadmium per jaar in het oppervlaktewater (zie lit. 2).

Uit de berekende bedrijfsbelastingen, die in tabel 1 zijn samengevat, blijkt dat de cadmium lozingen in de periode 1980-1986 over het algemeen een vrij constant verloop hebben. Op bijlage 12 is de belasting met totaal cadmium door de vier genoemde bedrijven tesamen per maand weergegeven. Slechts twee keer is er sprake van een fors hogere belasting door Hoechst, namelijk in de periode juli/oktober 1984 toen er gemiddeld 130 kg en in de periode februari/maart 1986 toen er gemiddeld 178 kg per maand werd geloosd. De grootste lozing van 195 kg werd in februari geconstateerd.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
 datum: 25 januari 1989  
 bladnr: 8

In de periode juli/oktober 1984 zijn er op de bemonsteringslokatie bij Vlissingen enkele hoge gehalte geconstateerd. Om de invloed van genoemde lozingen op het cadmiumgehalte bij Vlissingen aan te kunnen geven zijn twee wegen bewandeld. Ten eerste is de invloed van een continue lozing berekend; ten tweede is het effect van een momentane lozing berekend. Met het dispersiemodel VEDWAM (lit. 3) is de invloed op het gehalte bij Vlissingen berekend van een continue lozing ten oosten van de Haven Vlissingen-Oost. In het model is een lozing van 1 g/s in vak 19 uitgevoerd, d.i. de lozingslokatie van Hoechst in de Westerschelde. In figuur 2 is de situatie van het model en de nummering van de modelvakken weergegeven.

Figuur 2: Situatie en de nummering van de modelvakken van het dispersiemodel VEDWAM.



Er zijn berekeningen uitgevoerd bij verschillende afvoeren van de Schelde n.l. bij een lage ( $25 \text{ m}^3/\text{s}$ ) een gemiddelde ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en een hoge ( $347 \text{ m}^3/\text{s}$ ) afvoer. Cadmium is bij de modelberekeningen als een conservatieve stof beschouwd die zich vrij snel homogeen verspreidt, ook over de diepte.



behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 9

Andere factoren die van invloed zijn op het cadmiumgehalte zoals adsorptie aan zwevend materiaal en sedimentatie zijn buiten beschouwing gelaten. De berekeningen gelden dus voor de situatie waarin alle cadmium in het water beschikbaar blijft, d.i. een worst-case situatie.

De berekeningsresultaten van het model zijn goed voor een stof als cadmium te gebruiken omdat het gedrag van dit metaal zich (in het westelijk deel van de Westerschelde) goed laat vergelijken met het gedrag van  $\text{Cl}^-$ , de stof waarop het model is afgeregeld. De berekeningsresultaten van een lozing van 1 g/s zijn weergegeven op bijlage 13. Bij Vlissingen geeft de lozing een concentratieverhoging tussen 1,3  $\mu\text{g/l}$  en 1,9  $\mu\text{g/l}$ . Hier volgt uit dat een continue lozing in het modelvak 19 van 195 kg per maand of 0,08 g/s, dit is de grootste geconstateerde lozing die door Hoechst is uitgevoerd, een verhoging van het cadmium gehalte in het modelvak 21 bij Vlissingen geeft van 0,15, 0,14 en 0,11  $\mu\text{g/l}$  bij resp. een lage een gemiddelde en een hoge afvoer van de Schelde. Deze aanpak, het omrekenen van de berekeningsresultaten van een lozing van 1 g/s naar resultaten voor een lozing van 0,08 g/l, is toegestaan omdat de effecten die het model berekent lineair zijn voor homogeen mengende conservatieve stoffen.

Tijdens het Fliessende Welle onderzoek van de Westerschelde en de Schelde is in de nabije omgeving van de lozingspijp van Hoechst een erg hoge concentratie cadmium (204 ppb) in het sediment geconstateerd. Het blijkt dat een deel van het door Hoechst geloosde cadmium particulier gebonden is of de tijd krijgt zich aan het slib te adsorberen om daarna in de nabije omgeving van het lozingspunt te bezinken. In de Haven Vlissingen-Oost werd in het oppervlaktewater een gehalte van 13 ppb (13  $\mu\text{g/l}$ ) gemeten en bovenstrooms van M&T aan de oever van de Westerschelde werd 10 ppb gevonden (zie lit. 4). De invloed van een momentane lozing is berekend met het deeltjesmodel (lit. 5). Met dit model is een momentane deeltjeslozing uitgevoerd bij hoogwater in de omgeving van de Haven Vlissingen-Oost tijdens een springtij. Op bijlage 14 is de verspreiding van de deeltjes weergegeven na respectievelijk 6.30 uur en 9.30 uur na de lozing. Hieruit blijkt dat een momentane lozing bij de Haven Vlissingen-Oost tijdens hoogwater niet het cadmium gehalte bij de bemonsteringslokatie bij Vlissingen tijdens het eerste na de lozing volgende laagwater beïnvloedt.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
 datum: 25 januari 1989  
 bladnr: 10

De geloosde stof zal, als rekening wordt gehouden met het tijdstip van bemonsteren, pas na ongeveer 16 uur na de lozing in de omgeving van de bemonsteringslokatie bij Vlissingen worden geconstateerd. Na 16 uur is de maximum concentratie binnen de vlek, na lozing van 200 kg, teruggelopen tot ongeveer 0,3 µg/l. Deze concentratie moet als het absolute maximum worden beschouwd worden omdat bij de berekeningen is aangenomen dat het cadmium in opgeloste vorm is geloosd en dat het cadmium, of een deel ervan, na 16 uur nog niet is geadsorbeerd en bezonken. Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat de geconstateerde lozingen die door Hoechst zijn uitgevoerd niet de hoge cadmium gehalten bij Vlissingen hebben veroorzaakt.

3.2 De invloed van het Kanaal van Gent naar Terneuzen en van het Kanaal door Walcheren.

Op basis van gegevens die in het kader van het project SAWES zijn verzameld is de (voorlopige) cadmium belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen en door het Kanaal door Walcheren op de Westerschelde berekend. Op de bijlagen 15 en 16 zijn tijdreeksen van resp. opgelost en totaal cadmium van de periode 1980-1986 geplot; in tabel 2 zijn de jaargemiddelde cijfers samengevat. De lozingen hebben een vrij constant en een licht dalend karakter. Alleen in december 1980, januari 1981 en in december 1981 is er sprake van een hogere cadmium belasting met resp. 51, 54, en 46 kg per maand.

Tabel 2 : Cadmium lozingen door het Kanaal van Gent naar Terneuzen in de periode 1980 - 1986 (in kg/jaar).

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Cd <sub>t</sub>	223	277	187	168	184	173	127
Cd <sub>o</sub>	102	277	66	43	54	14	11

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 11

Nagegaan is of er sprake is van enige invloed op de cadmium gehalten bij Vlissingen a.g.v. de belasting door het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Met het deeltjesmodel is een momentane lozing bij Terneuzen tijdens hoogwater uitgevoerd. Op bijlage 17 is de verspreiding van de deeltjes weergegeven op de laagwater situaties van resp. 6.10 uur, 18.40 uur 39.20 uur en 43.40 uur na de lozing. Hieruit blijkt dat pas na twee dagen de eerste deeltjes in de omgeving van de bemonsteringslokatie bij Vlissingen aankomen. De grootste invloed aldaar zal, rekening houdend met de verblijftijden in het gebied, pas 6 à 7 dagen na de lozing merkbaar zijn. Op dat moment is er reeds sprake van een homogeen gemengde situatie en kunnen alleen erg grote lozingen bij Terneuzen invloed hebben op de gehalten bij Vlissingen. Als voorbeeld geeft een continue lozing bij Terneuzen van 1 g/s (d.i. 2680 kg/mnd !!) een verhoging van het gehalte bij Vlissingen van 1  $\mu\text{g/l}$  en bij Terneuzen een verhoging van 2  $\mu\text{g/l}$ . Bij de bemonsteringslokatie Terneuzen traden echter geen veranderingen op. Uit het voorgaande blijkt dat de invloed van het water dat uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen wordt gespuid geen invloed heeft op het hoge cadmium gehalte bij Vlissingen en er zeker geen hoge concentraties kan veroorzaken. Enige invloed van het Kanaal door Walcheren is niet te verwachten gezien de erg geringe hoeveelheden die geloosd zijn (zie de bijlage 15 en 16).

### 3.3 De invloed van lozingen van polders en zuiveringsinstallaties in de omgeving van Vlissingen.

Op basis van de gegevens, die in het kader van SAWES zijn samengesteld, is de (voorlopige) belasting met totaal cadmium door de polders en de zuiveringsinstallaties die in de omgeving van Vlissingen in de Westerschelde lozen berekend. De belasting, die in de periode 1980 - 1986 een sterk aflopend karakter vertoont, bedraagt gemiddeld 11,2 kg per maand (zie bijlage 18).

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 12

Gezien de geringe geloosde hoeveelheden, en mede gezien de berekeningsresultaten m.b.t. de veel grotere lozingen door Hoechst en via het Kanaal van Gent naar Terneuzen, kan geconcludeerd worden dat de cadmium belasting door de polders en de zuiveringsinstallaties in de omgeving van Vlissingen geen meetbare invloed heeft op de gehalten bij de bemonsteringslokatie bij Vlissingen.

### 3.4 De invloed van lozingen in de omgeving van Zeebrugge.

Hoewel er geen cijfermateriaal beschikbaar is wordt aangenomen dat er in de omgeving van Zeebrugge, bijvoorbeeld via het afwateringskanaal van de Leie, cadmium in de Noordzee wordt geloosd. Er zal, d.m.v. fictieve lozingen, worden aangegeven wat de effecten bij Vlissingen zijn van cadmium lozingen bij Zeebrugge. Met het deeltjesmodel is een simulatie uitgevoerd door bij een goed ontwikkeld springtij momentaan een aantal deeltjes te lozen ter hoogte van Zeebrugge tijdens het plaatselijk laagwater. Op bijlage 19 zijn de posities van de geloosde deeltjes weergegeven op 5.45, 18.15 en 80.45 uur na de lozing, dus steeds tijdens hoogwater. Opgemerkt moet worden dat tijdens de simulatierun de meeste deeltjes uit de berekening verwijderd zijn omdat de lozingslokatie te dicht bij de modelrand ligt waardoor de deeltjes bij laagwater over de modelrand a.h.w. 'van het bord' vallen. Het blijkt dat de deeltjes tijdens het eerste op de lozing volgende hoogwater slechts in de buurt van het Zwin komen en zeker niet in de omgeving van Vlissingen. Pas na minimaal 6 dagen zullen de eerste effecten bij Vlissingen merkbaar zijn. Het zolang uitblijven van enige invloed bij Vlissingen kan verklaart worden uit het feit dat de Wielingen een zeewaarts gericht restdebiet heeft, dus een ebgeul is. Dit betekent dat effecten van lozingen bij Zeebrugge in de omgeving van Vlissingen slechts merkbaar zullen zijn als de invloed van de moleculaire diffusie en de dispersie richting Vlissingen groter is dan het zeewaarts gerichte restdebiet.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 13

Voor het metaal cadmium zal er geen invloed van diffusie richting Vlissingen zijn omdat de gehalten in de beschouwde periode bij Vlissingen nogal wat hoger liggen dan b.v. in de Appelzak. Dit houdt op zich een zeewaarts gerichte diffusie, dus een zeewaarts gericht transport, in.

Het cadmium gehalte bij Vlissingen kan vanuit Zeebrugge (of vanuit de Noordzee) overigens wel worden beïnvloed door dispersief transport. Dit transport ontstaat a.g.v. menging door het getij en door stroomsnelheidsverschillen in laterale en in verticale richting (b.v. in gebieden met grote diepteverschillen en zandbanken), evenals door rondstroming van water uit de Wielingen via het Oostgat of de Deurloo richting Vlissingen. Ook is er transport van slib vanuit de Noordzee richting Westerschelde. Een gedeelte van dit slib sedimenteert in de riviermond, waarna een gedeelte van het aan slib geadsorbeerde cadmium desorbeert. Verder kunnen ook verschillende effecten van baggerwerkzaamheden een rol spelen.

Genoemde mechanismen kunnen in principe een lichte verhoging van het gemiddelde cadmium gehalte bij Vlissingen veroorzaken, afhankelijk van de kwaliteit van het oppervlaktewater van de Noordzee (b.v. voor Zeebrugge) en van de kwaliteit van het aangevoerde slib. Uit het voorgaande blijkt dat lozingen in de omgeving van Zeebrugge niet de hoge cadmium gehalten bij Vlissingen kunnen veroorzaken.

### 3.5 De invloed van de Rijn.

Het water in de monding van de Westerschelde kan voor maximaal 5 % uit water bestaan dat afkomstig is van de Rijn, voor de kop van Goeree is dit maximaal 15 % (lit. 7). De jaargemiddelde cadmium vrachten van de Rijn zijn in de periode 1980-1985 fors gedaald (lit. 8). Op bijlage 3 zijn o.a. de meetresultaten van het bemonsteringspunt Goeree weergegeven. Het blijkt dat de invloed van de fors dalende vrachten van de Rijn op de gehalten bij Goeree marginaal is.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 14

Er is in de beschouwde periode dan ook geen wezenlijke invloed van het water van de Rijn op de cadmium gehalten bij Vlissingen merkbaar, en zal zeker niet de hoge gehalten aldaar kunnen veroorzaken.

### 3.6 Conclusie

Aangezien er geen wezenlijke verandering is geconstateerd in de gehalten van stoffen die het cadmium gehalte in het water of in het sediment kunnen beïnvloeden, zoals b.v. zwevend stof,  $\text{Cl}^-$  en  $\text{O}_2$ , kan uit het voorgaande geconcludeerd worden dat de hoge cadmium gehalten bij Vlissingen niet kunnen worden verklaard op basis van 'officiële' cijfers. Dit betekent dat we te maken hebben met één of meerdere illegale lozingen of dumpingen in de omgeving van Vlissingen.

### 4. Schatting van de geloosde of gedumpte hoeveelheden cadmium die de hoge concentraties bij Vlissingen veroorzaken.

Getracht zal worden een schatting te maken van de hoeveelheid cadmium die geloosd moet worden om de hoge gehalten zoals die bij Vlissingen zijn geconstateerd te veroorzaken. Ten behoeve van de berekeningen zijn een aantal uitgangspunten opgesteld.

- Uit de meetgegevens is afgeleid dat het gebied waarbinnen lozingen plaats vinden begrensd wordt door de meetpunten in de Appelzak en bij Terneuzen.
- Uit de meetgegevens blijkt dat er tussen de 3 en 8 weken verstrijken tussen het constateren van een hoge concentratie en het meten van een weer 'normale' concentratie.
- Er moet, wegens gebrek aan bewijs, aangenomen worden dat er in het tijdsbestek waarbinnen een hoog en een daarop volgend 'normaal' gehalte is geconstateerd niet opnieuw een lozing plaats heeft gevonden.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 15

.- Er wordt aangenomen dat de geconstateerde hoge gehalten ook inderdaad in de buurt van de in werkelijkheid opgetreden maximale gehalten liggen.

- Verder wordt aangenomen dat het cadmium in opgeloste vorm is geloosd, zodat de berekeningsresultaten van het dispersiemodel, dat is afgeregeld op basis van  $Cl^-$  gegevens, goed te gebruiken zijn.

Dit laatste houdt in dat de berekende hoeveelheden een ondergrens zullen vormen voor de werkelijke hoeveelheden. Zolang niet bekend is welke lozingsbron verantwoordelijk is en dus ook niet bekend is in welke vorm de stof is geloosd, zijn er geen schattingen mogelijk voor b.v. lozing van particulier gebonden cadmium dat vrij snel na de lozing bezinkt en al vrij kort na de lozing niet meer aan het wateroppervlak is waar te nemen. Omdat ook niet bekend is waar ten opzichte van het bemonsteringspunt en wanneer ten opzichte van het bemonsteringstijdstip is geloosd zijn een aantal verkennende berekeningen noodzakelijk om een redelijke schatting van de geloosde hoeveelheid te kunnen maken. Aan de hand van berekeningen met het dispersiemodel VEDWAM is in eerste instantie getracht een indruk te krijgen van de hoeveelheid die geloosd moet worden om, in een homogeen gemengde situatie (zeg vier à vijf dagen na lozing), de hoge gehalten bij Vlissingen te veroorzaken. De invloed op de gehalten in de Appelzak kan met het model niet worden berekend omdat dit bemonsteringspunt bij de modelrand ligt en de gehalten daar volledig bepaald worden door de opgelegde achtergrondconcentratie.

Per simulatie is in de modelvakken 17 tot en met 22 (zie figuur 2) in elk vak afzonderlijk een grote lozing (10 ton) gesimuleerd. Deze lozing is zo hoog gesteld om een redelijke overeenkomst te krijgen tussen de berekende en de gemeten hoge gehalten bij Vlissingen. Met betrekking tot de berekeningsresultaten kan het volgende worden opgemerkt. Het model berekent een kleinere verlaging in de tijd van het gehalte bij Vlissingen dan is gemeten. De gehalten bij Terneuzen worden door een lozing van dergelijke omvang wel degelijk beïnvloedt, ook bij een lozing in vak 21. Dit betekent dat het model de situatie zoals die is gemeten niet kan nabootsen, wat inhoudt dat er dus sprake is van een (nog) niet homogeen gemengde situatie.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 16

Een homogeen gemengde situatie is in de mond van de Westerschelde vier à vijf dagen na lozing te verwachten. Voorgaande houdt in dat de hoge gehalten bij benadering geconstateerd zijn maximaal vijf dagen na lozing. Om aan te kunnen geven wat de effecten van lozingen zijn op de concentraties in een nog niet homogeen gemengde situatie is gebruik gemaakt van de berekeningsmethode die in lit. 6 is beschreven. Nagegaan is welke hoeveelheden geloosd moeten worden om een maximale concentratieverhoging van 1 resp. en 5  $\mu\text{g}/\text{l}$  te bewerkstelligen. De berekeningsresultaten zijn in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3 : Hoeveelheden die geloosd moeten worden om concentratieverhogingen van 1 resp. 5  $\mu\text{g}/\text{l}$  in het centrum van de vlek te veroorzaken.

concentratieverhoging 1 $\mu\text{g}/\text{l}$		concentratieverhoging 5 $\mu\text{g}/\text{l}$	
uur na lozing	hoeveelheid in kg	uur na lozing	hoeveelheid in kg
2	1.5	2	7.5
5	20	5	100
12	240	12	1200
24	770	24	3850
48	2000	48	10000
96	2350	96	11750
120	2870	120	14350

De in tabel 3 weergegeven hoeveelheden kunnen, gezien alle hiervoor genoemde uitgangspunten en aannames m.b.t. de lozingen, slechts gezien worden als een bepaling van de orde grootte van de lozingen. Het nauwkeuriger lokaliseren van de lozingsbron is, gezien de hiervoor genoemde aannames en uitgangspunten, niet mogelijk.

Een indicatie van het type bedrijf, hieronder kan bijvoorbeeld ook de scheepvaart vallen, dat voor de lozingen verantwoordelijk zou kunnen zijn kan pas worden verkregen als duidelijk is welke afvalstoffen tevens, dus gelijktijdig met het cadmium zijn geloosd.



behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 17

Uit onderzoek van alle gegevens, die opgenomen zijn in het WAKWAL bestand, blijkt dat zink, althans op de bemonsteringslokatie bij Vlissingen, als enige parameter een met cadmium overeenkomend, zij het gedempt, patroon heeft. De Westerschelde vertoont in de periode 1972-1980 een zeewaarts gericht afnemend zinkgehalte. In deze periode is het totaal zink gehalte bij Terneuzen 11  $\mu\text{g/l}$  hoger dan bij Vlissingen. In de periode 1981-1986 echter is het zink gehalte bij Terneuzen 0,4  $\mu\text{g/l}$  lager dan bij Vlissingen. In de periode 1987-1988 is het zink gehalte bij Terneuzen weer hoger dan bij Vlissingen, nl. 8,5  $\mu\text{g/l}$ . De bijlagen 20 en 21 geven hier een indruk van. Op basis van de belastinggegevens, die in het kader van het projekt SAWES zijn samengesteld kan geconcludeerd worden dat dit gedrag niet is veroorzaakt door een gewijzigd lozingspatroon van de bronnen die eerder ter sprake zijn gekomen.

#### Slotconclusie.

Voorgaande geeft aan dat zowel het cadmium- als het zinkgehalte bij Vlissingen niet te verklaren is op basis van 'officiële' cijfers. De gehalten van beide metalen in de Westerschelde en het feit dat juist deze twee metalen eruit springen geeft de indruk dat de illegale lozingen of dumpingen afkomstig zijn van één of meerdere bedrijven uit de metallurgische sector.

#### 5 Slotopmerkingen.

Ondanks de geringe dichtheid van de bemonsteringslokaties en de beschikbare gegevens moet worden geconcludeerd dat er in een bepaalde periode (zeer waarschijnlijk) illegale lozingen hebben plaats gevonden. Veel te laat is onderkend dat de verhoging in het cadmium- en het zinkgehalte met lokale lozingen te maken hadden. De ontwikkelingen zijn niet intensief genoeg gevolgd. Bij een goede monitoring was er een reële kans geweest, met wat aanvullende bemonsteringen, de illegale lozingen te lokaliseren. Hierdoor krijgen de gegevens die na kostbare bemonsteringstochten en analyses verkregen zijn ook een veel grotere meerwaarde.

behoort bij: Notitie GWWS-89.466  
datum: 25 januari 1989  
bladnr: 18

#### Literatuur

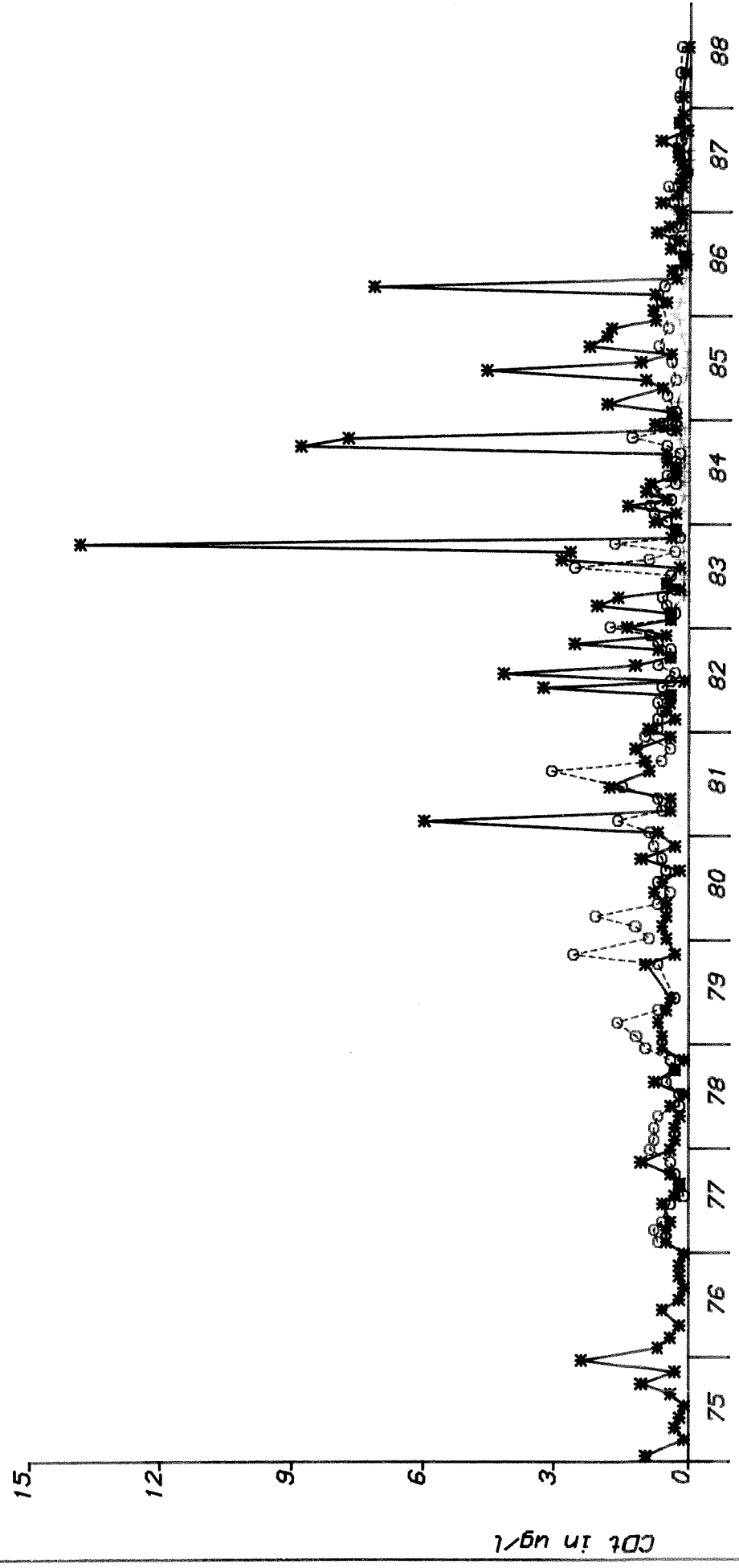
- 1 Concept notitie SAWES belastingen. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.
- 2 Overzicht saneringen Nederlands gedeelte van de Westerschelde en het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland.
- 3 J.W. Daamen en F.O.B. Lefèvre, Berekeningen naar het effect van verdiepingswerken en lozingen van het Zoommeer op de chloridegehalten op de Westerschelde. Rijkswaterstaat Studiedienst Vlissingen, Nota WWKZ-82.V009.
- 4 A. Blom, Fliessende Welle Schelde, augustus 1983. International centre of water studies, Amsterdam 1986. Rapport 86.01.
- 5 F.O.B. Lefèvre en C. van de Male, Gebruikersdocumentatie programmapakket CALM t.b.v. het deeltjesmodel CALM14. Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, Nota GWWS-88.407.
- 6 J.M. Suijlen, Enkele opmerkingen over de afname van de topconcentratie van een momentane puntlozing in een vertikaal goed gemengd estuarium. Rijkswaterstaat Fysische Afdeling. Notitie 83-FA-779.
- 7 A.J. van Bennekom, Overlap tussen de verspreiding van Rijn- en Scheldewater in de Noordzee. Waterbeweging en menging in het zuidelijk deel van de Noordzee, Texel 1978.
- 8 J.H. Willemse, Inventarisatie van verontreinigingsbelasting opgesplitst naar opgeloste en geassocieerde fractie van de Noordzee door Nederlandse oppervlakte wateren. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Notitie GWWS-87.639.

**CDt gehalten in de Westerschelde en in de Appelszak**  
Ruwe data

Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

Vlissingen  
Terneuzen  
Appelszak

\*  
○  
+



Begindatum :750101  
Begintijd :0000

Tijdas in jaren

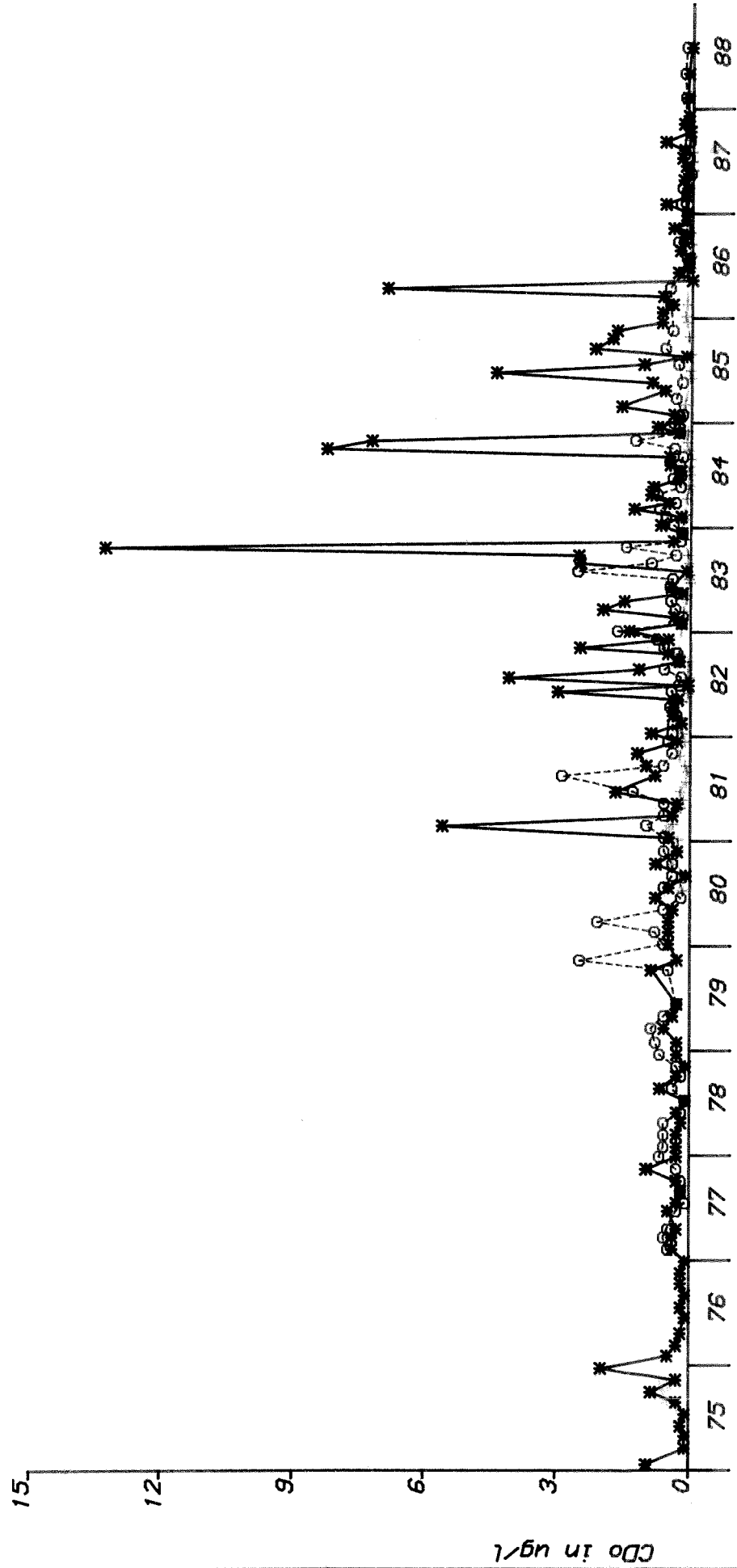
Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

### CDO gehalten in de Westerschelde en in de Appelzak

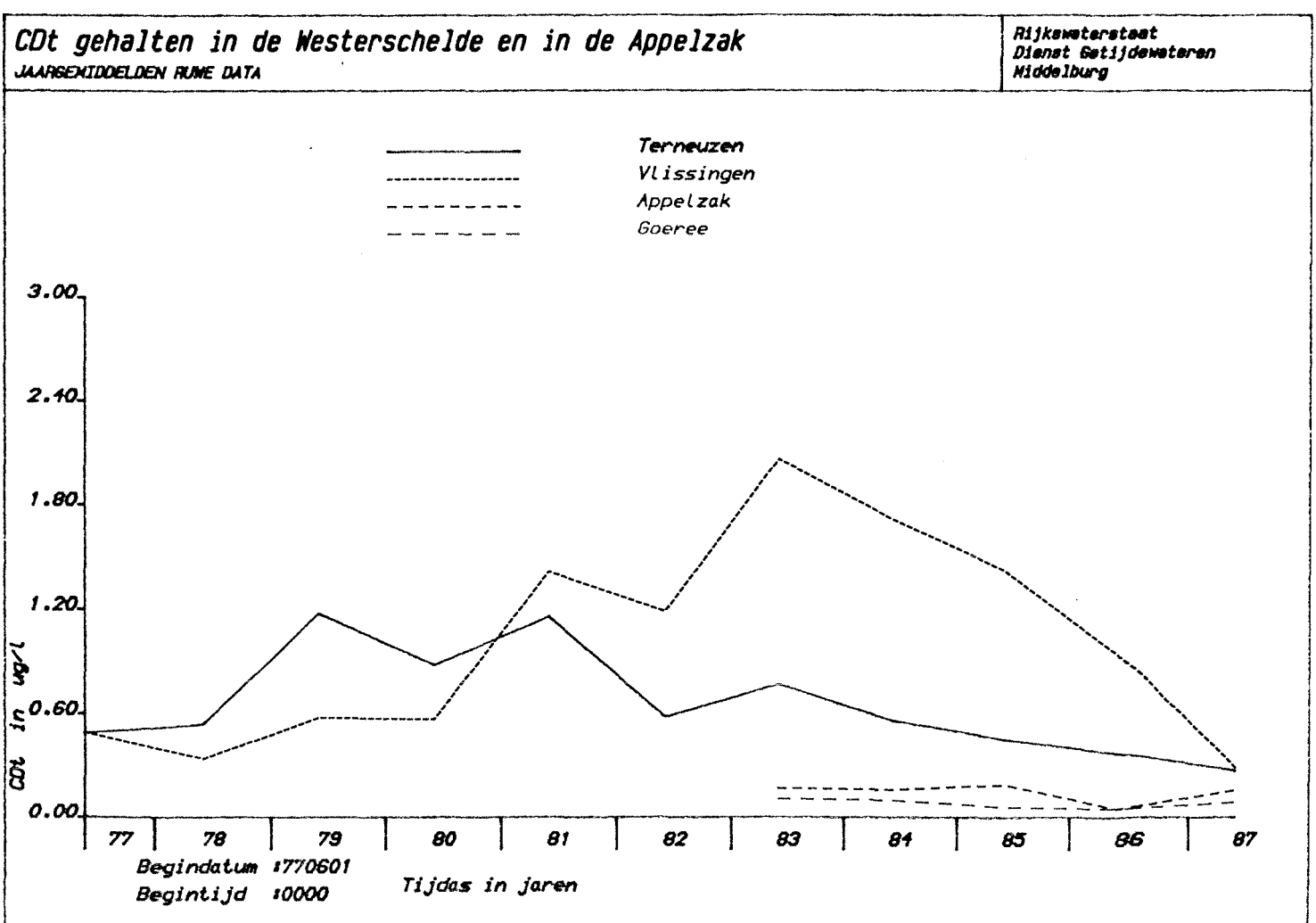
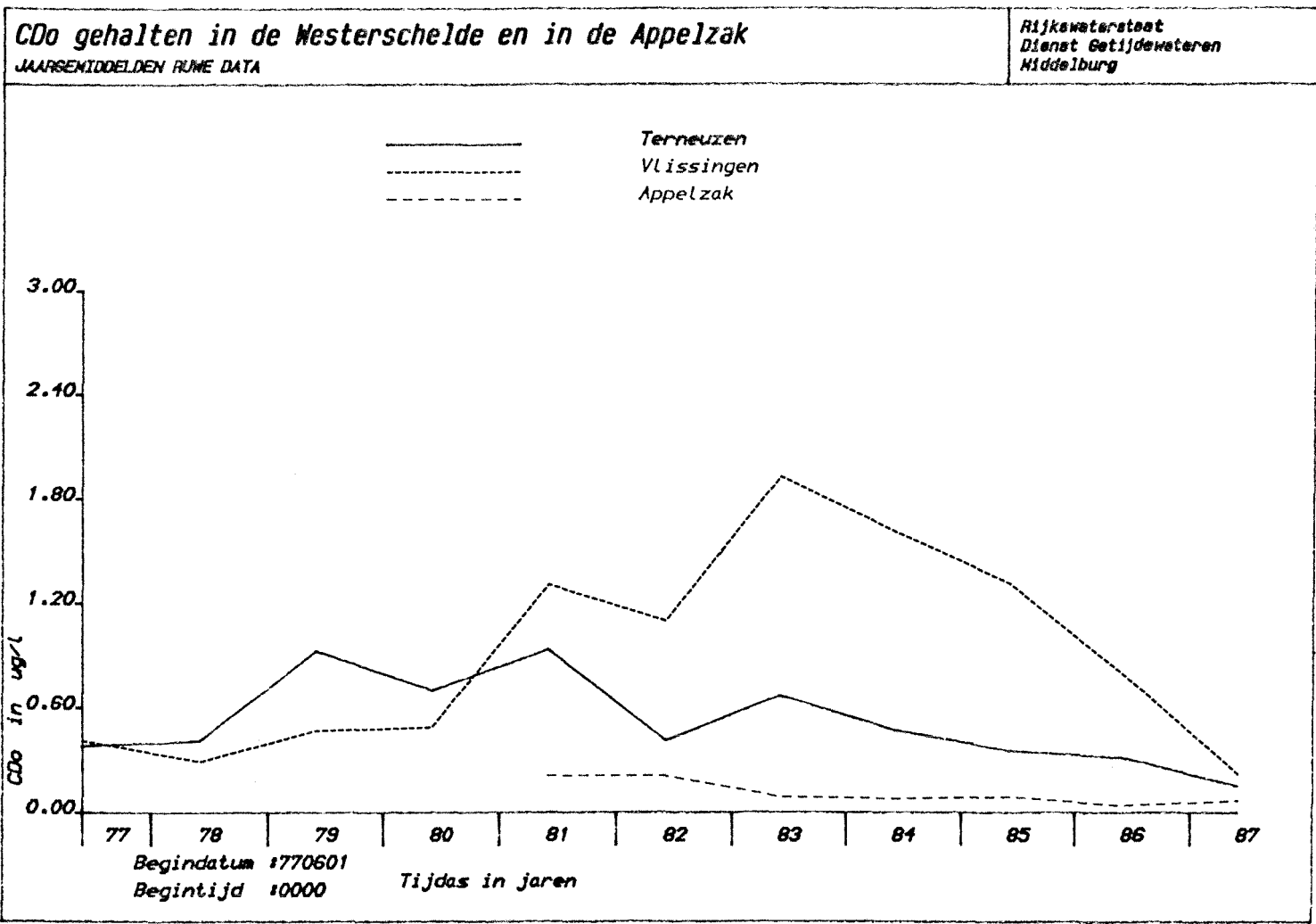
Ruwe data

—\*— Vlissingen  
- - - - - Terneuzen  
- - - - - Appelzak

\* ———  
- - - - - ⊙  
- - - - - +



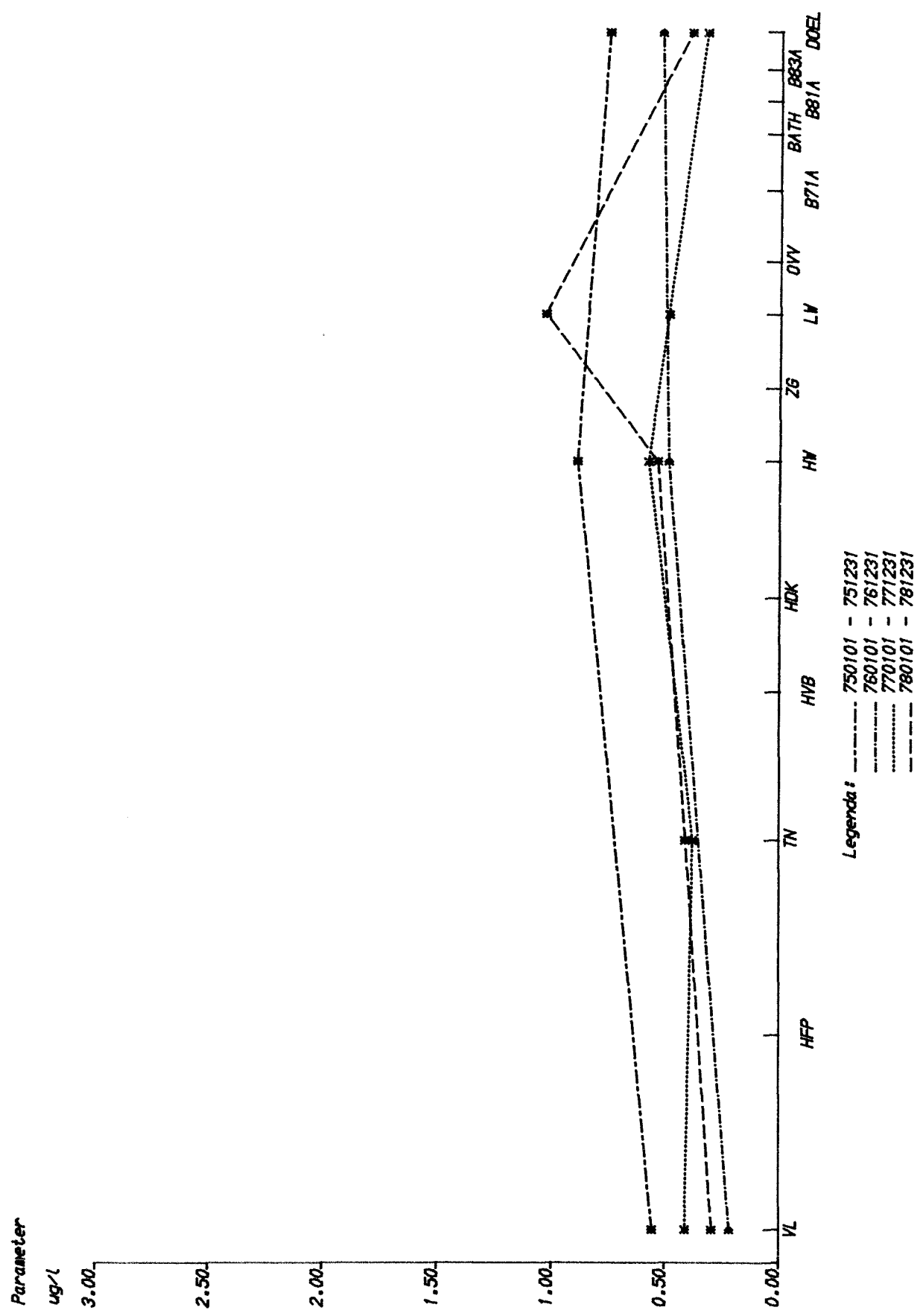
Begindatum :750101  
Begintijd :0000  
Tijdas in jaren



**Cadmium; opgelost**  
 Westerschelde

881220

Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg

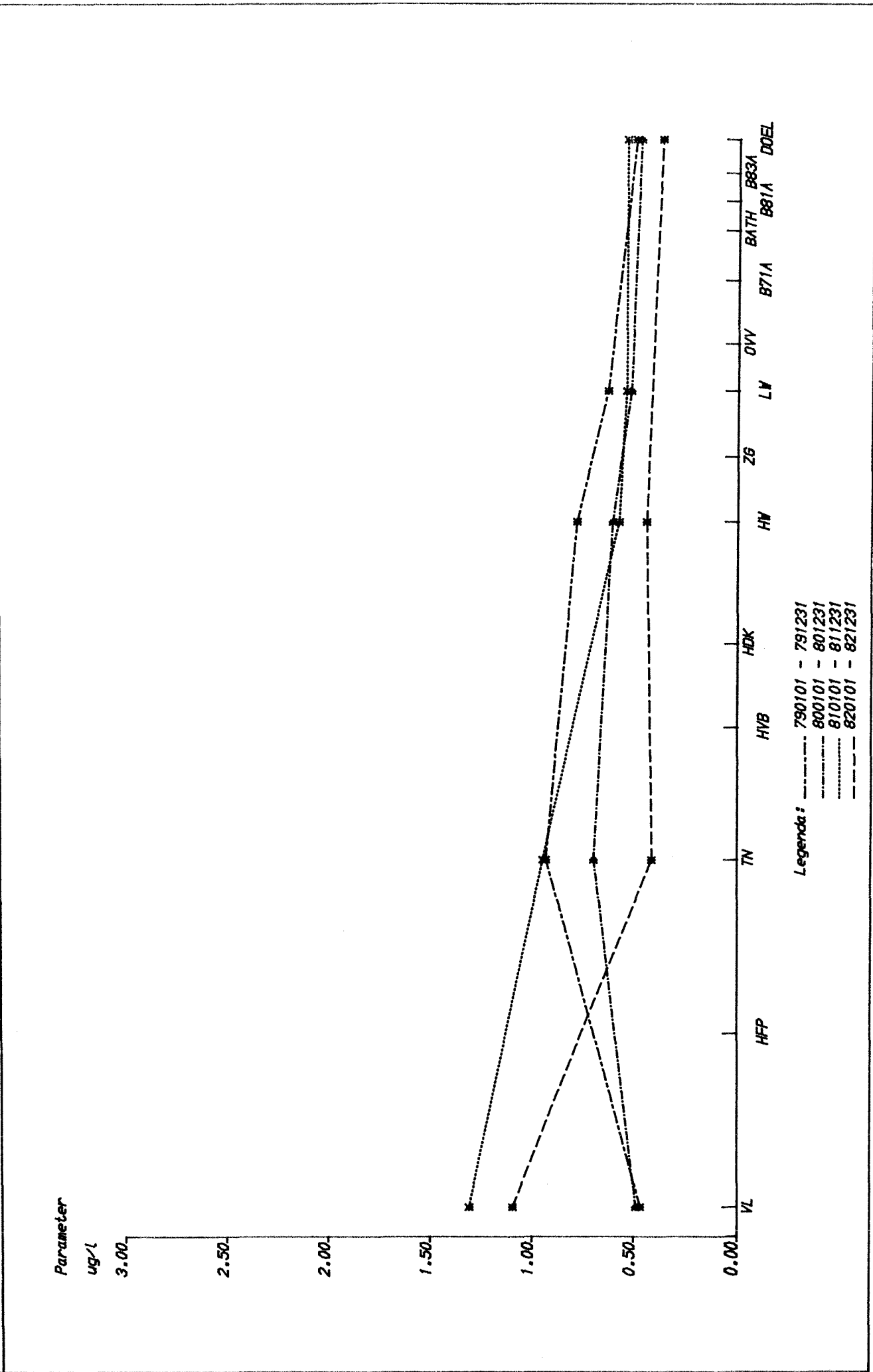


Legenda:  
 - - - - - 750101 - 751231  
 - - - - - 760101 - 761231  
 - - - - - 770101 - 771231  
 - - - - - 780101 - 781231

**Cadmium; opgelost**  
 Westerschelde

881220

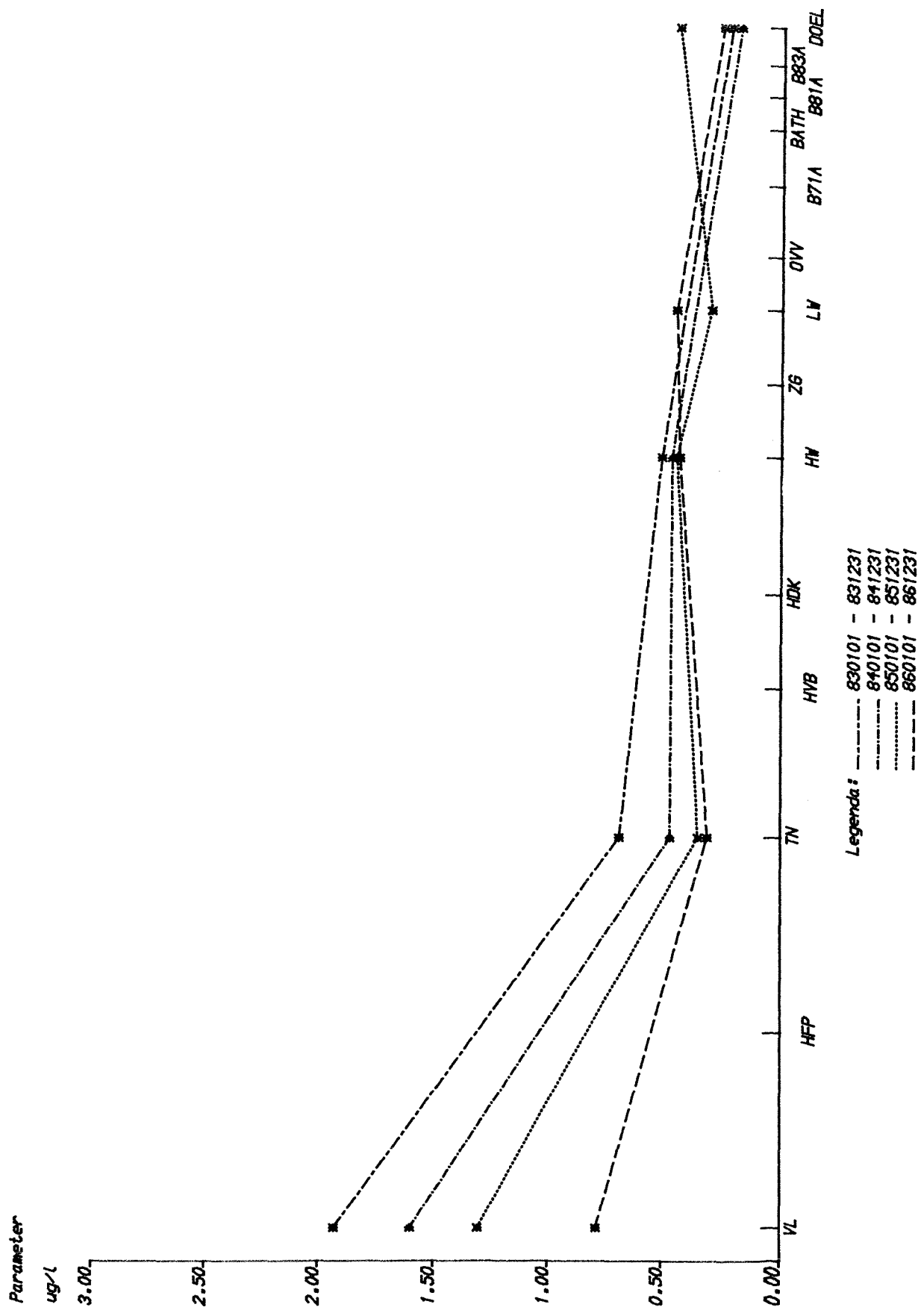
Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg



**Cadmium; opgelost**  
 Westerschelde

881220

Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg



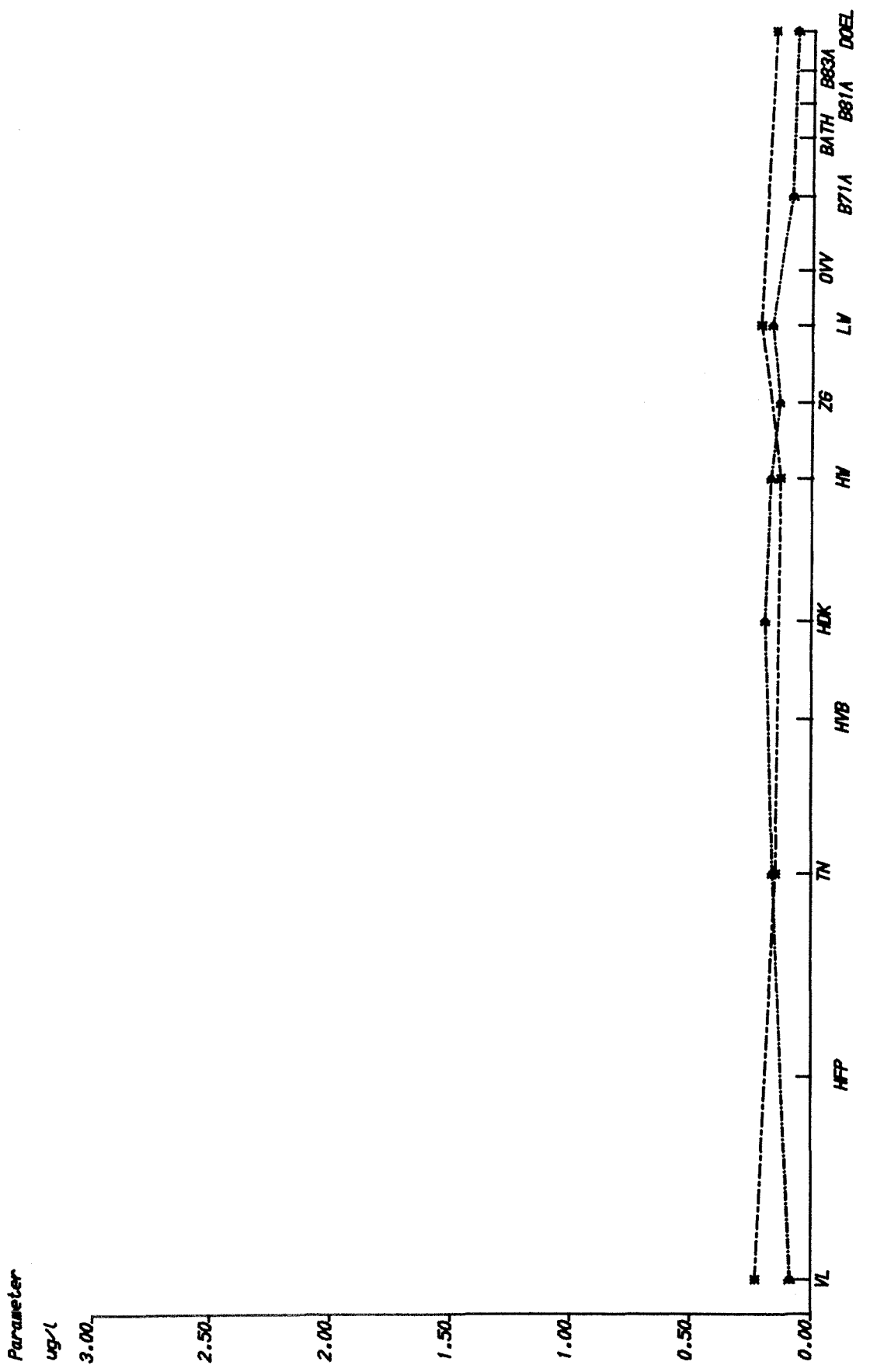
Legenda:  
 - - - - - 830101 - 831231  
 - . - . - 840101 - 841231  
 . . . . . 850101 - 851231  
 - - - - - 860101 - 861231



**Cadmium; opgelost**  
Westerschelde

890125

Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

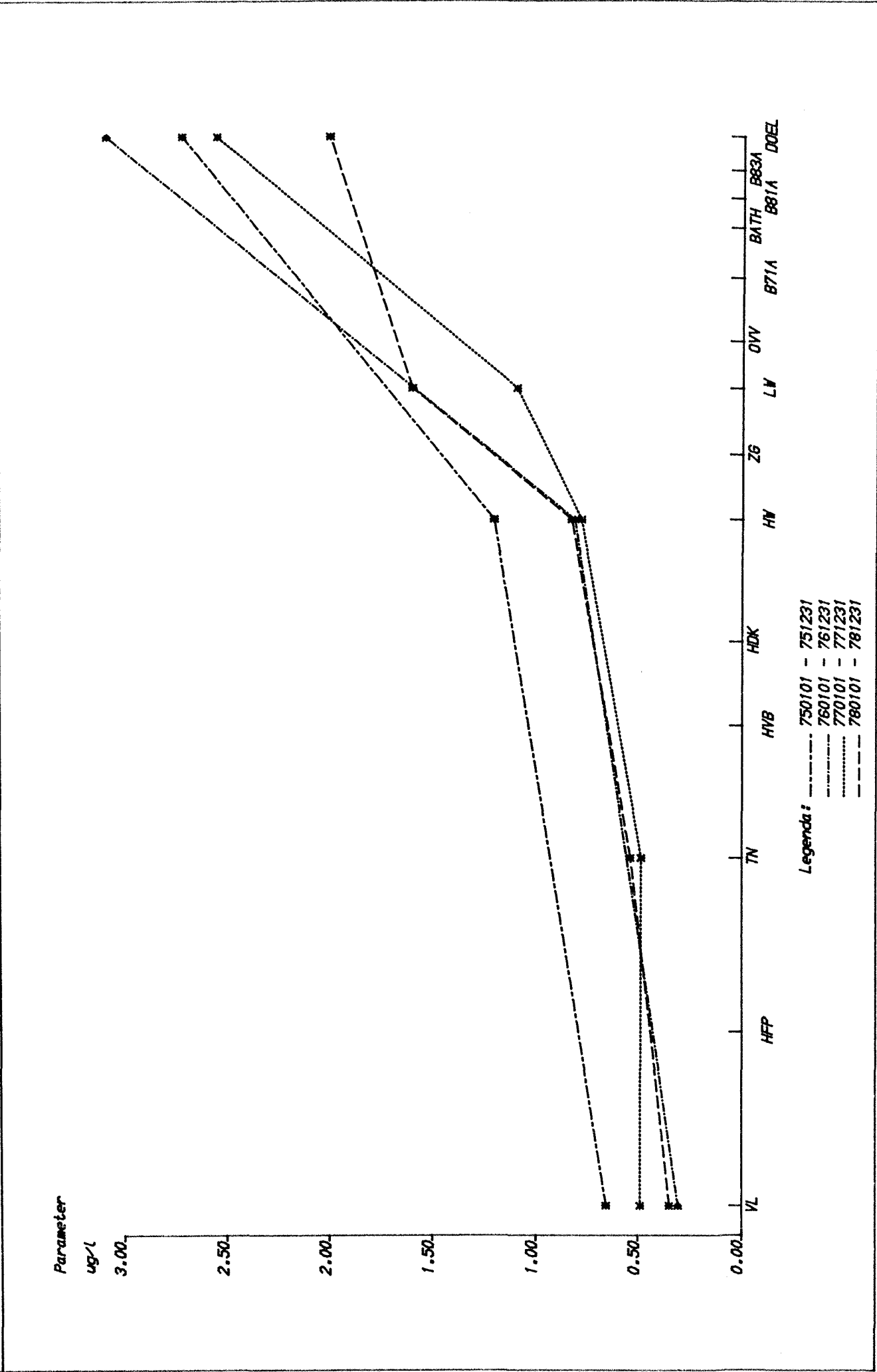


Legenda: - - - - 870101 - 871231  
- . - . 880101 - 881231

**Cadmium; totaal**  
 Westerschelde

881220

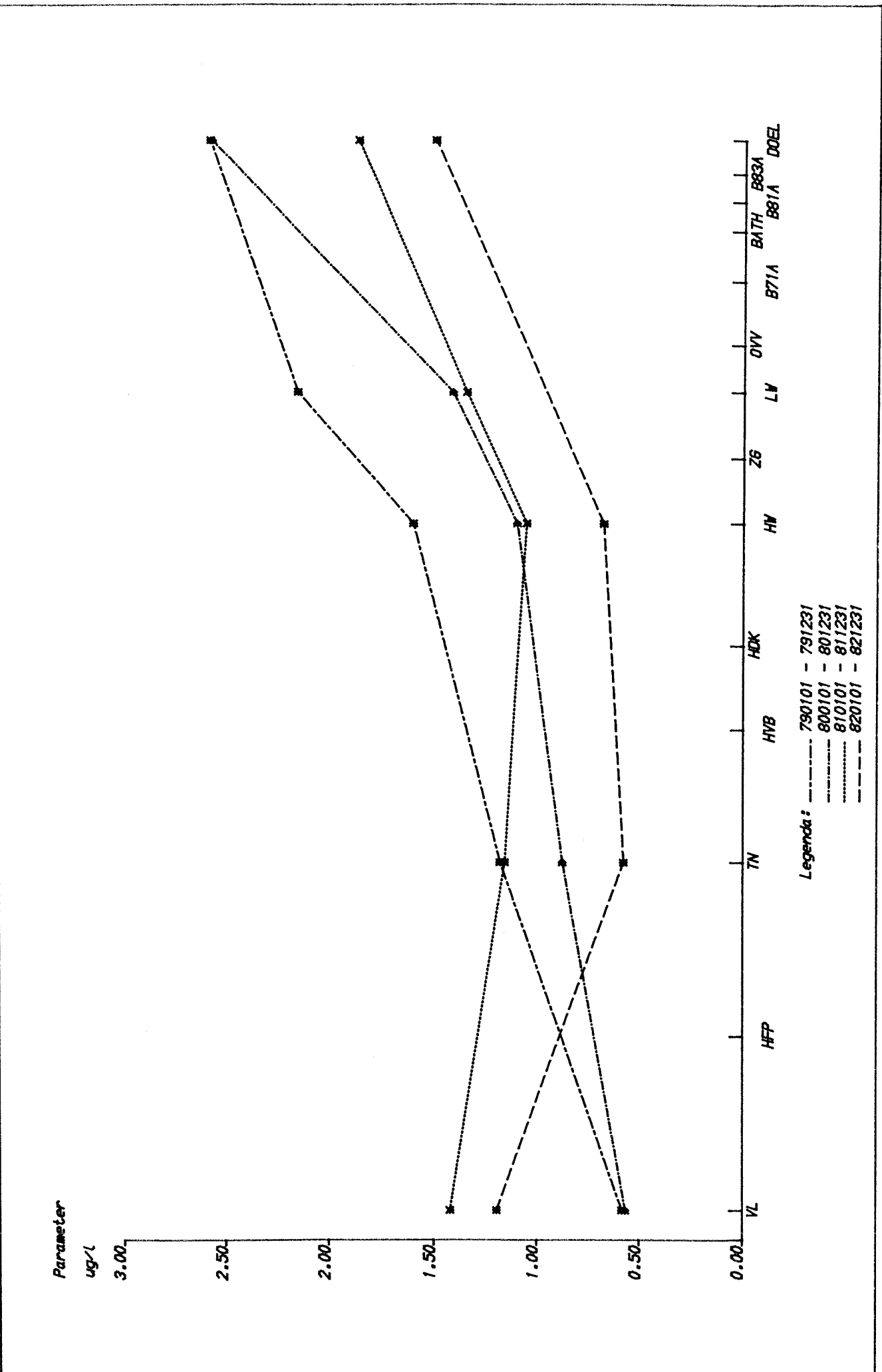
Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg



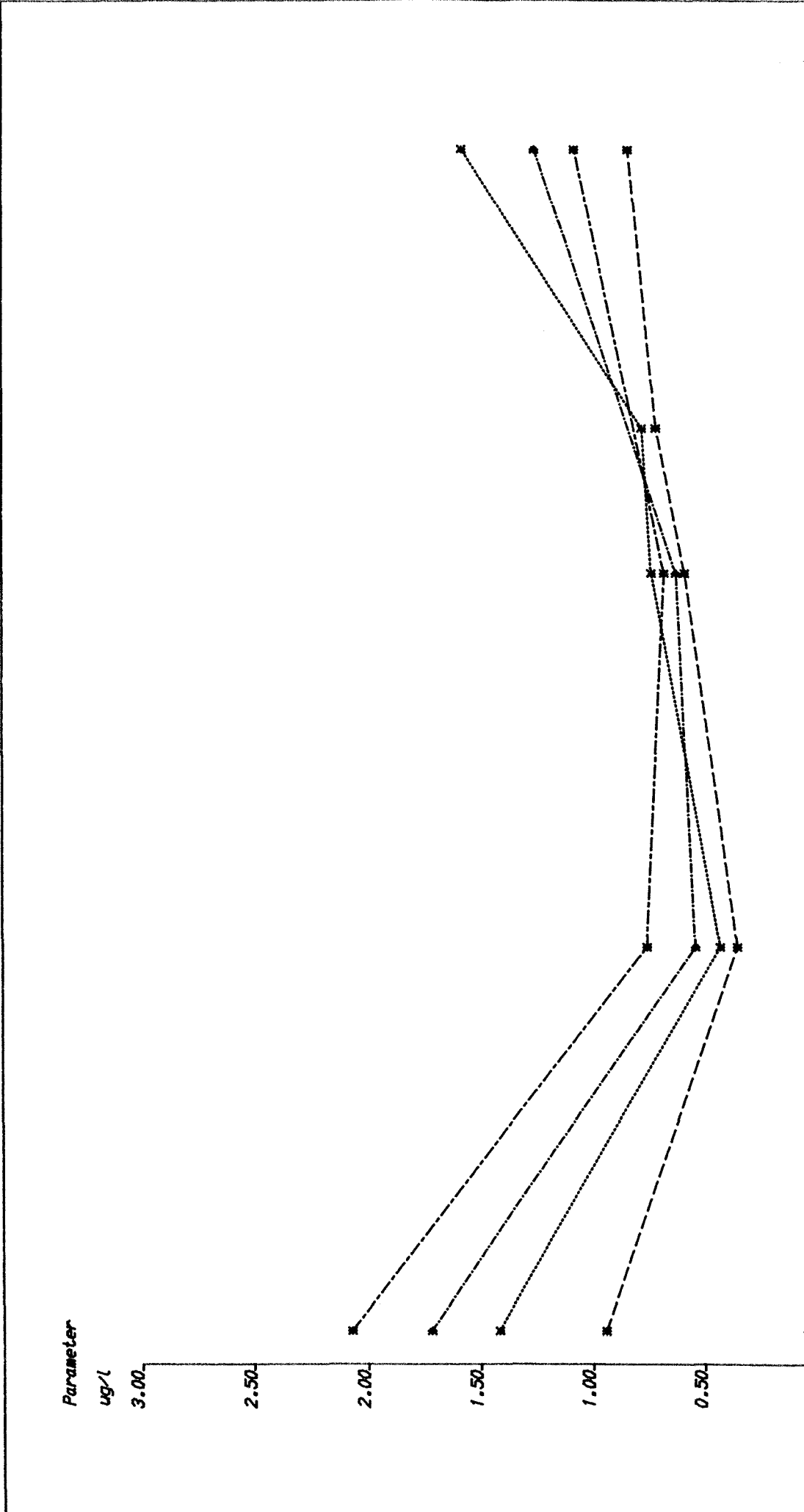
**Cadmium; totaal**  
 Westerschelde

881220

Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg



**Cadmium; totaal**  
 Mesterscheide



Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg

881220

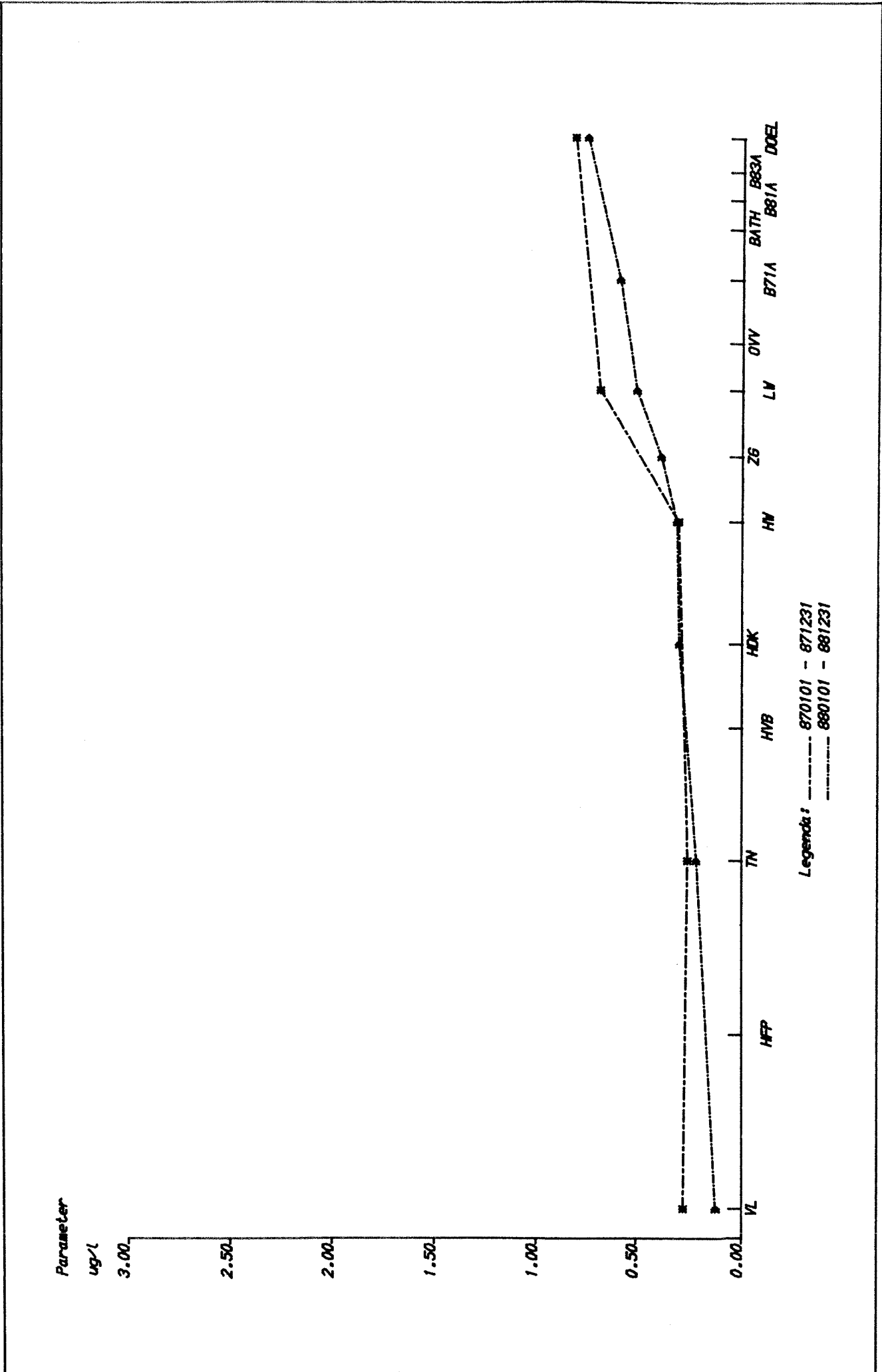
Legend:

- 830101 - 831231
- 840101 - 841231
- 850101 - 851231
- 860101 - 861231

**Cadmium; totaal**  
Mesterscheide

890125

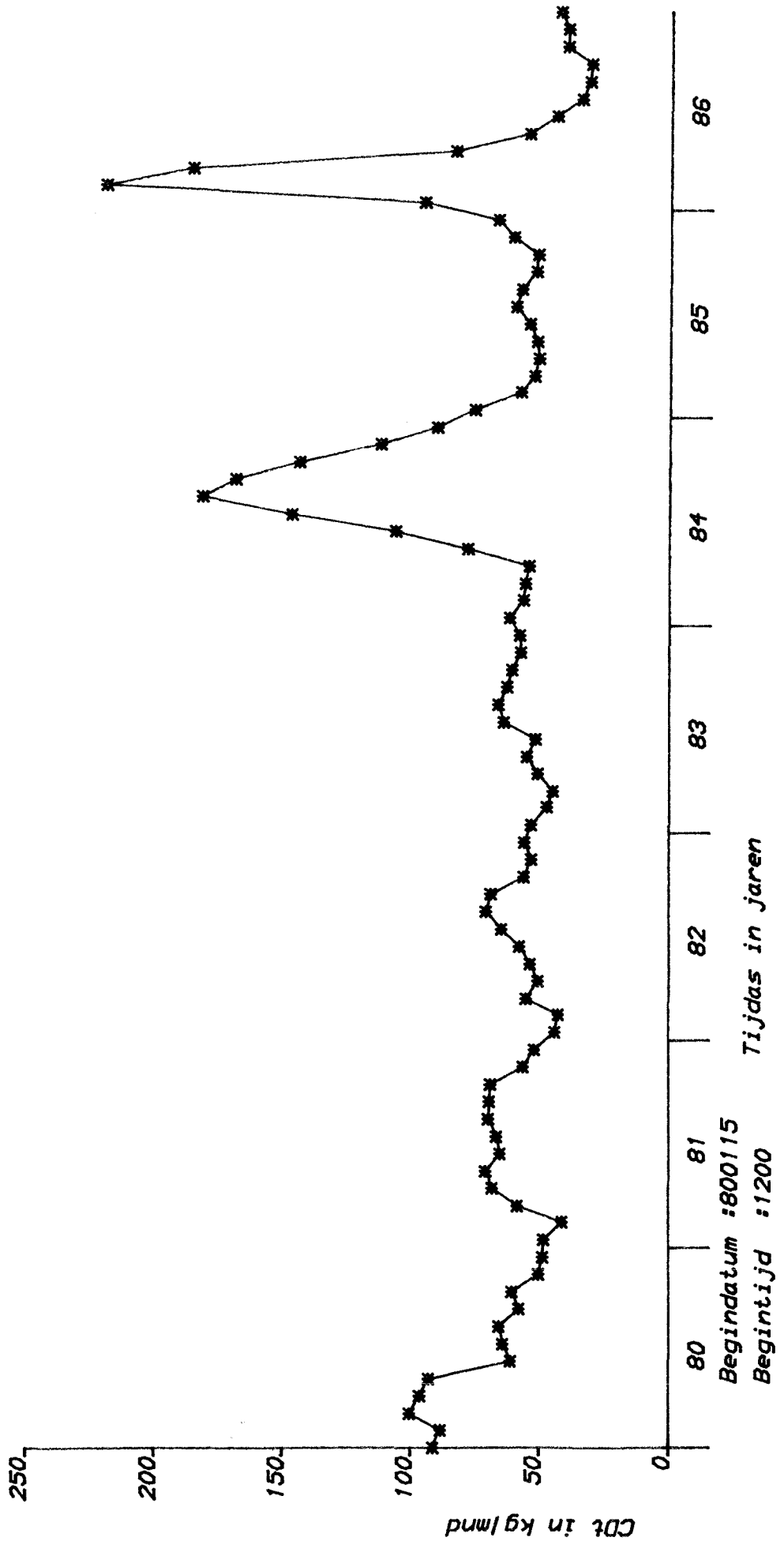
Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg



**CDt BELASTING WESTERSCHELDE**  
**BEDRIJFSLOZINGEN OMGEVING VLISSINGEN**

Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg

CDt belasting

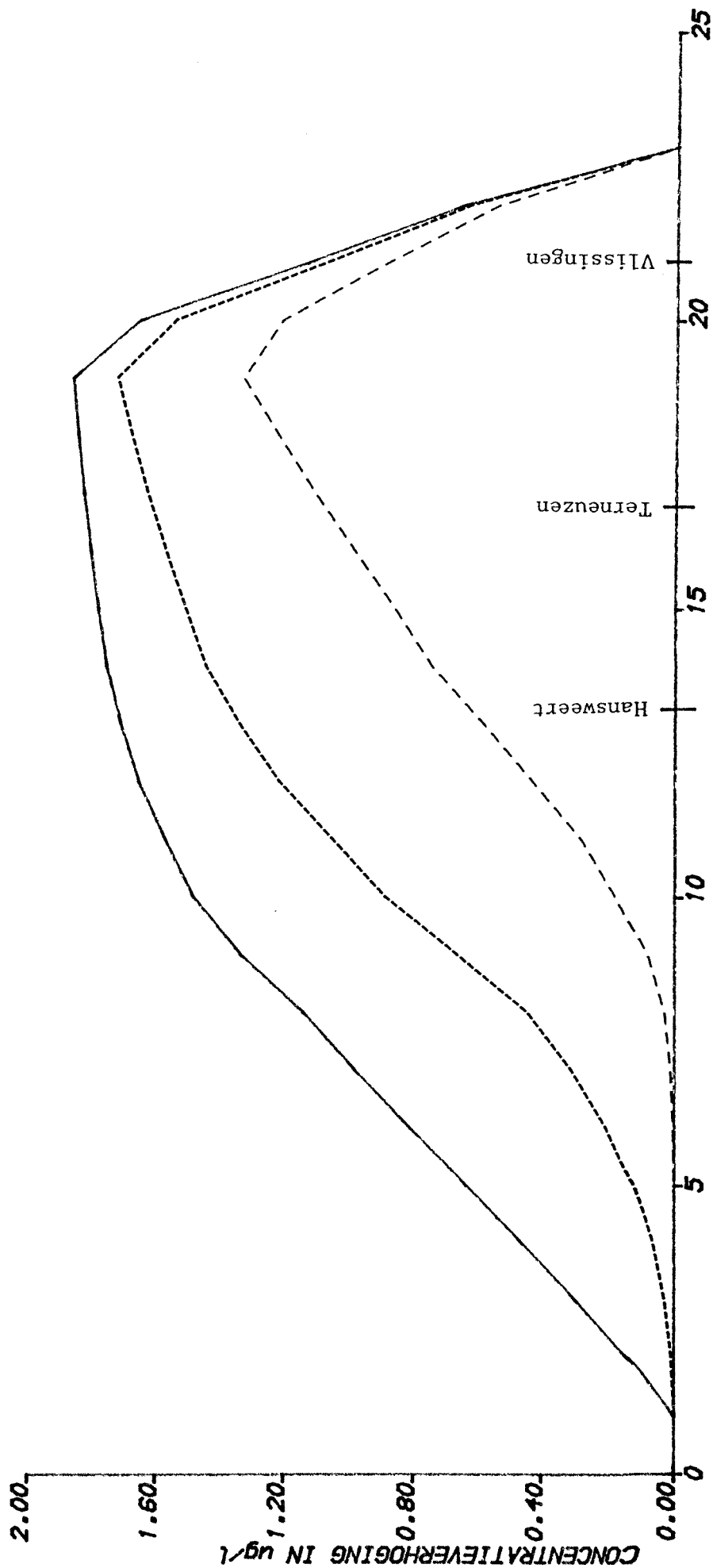


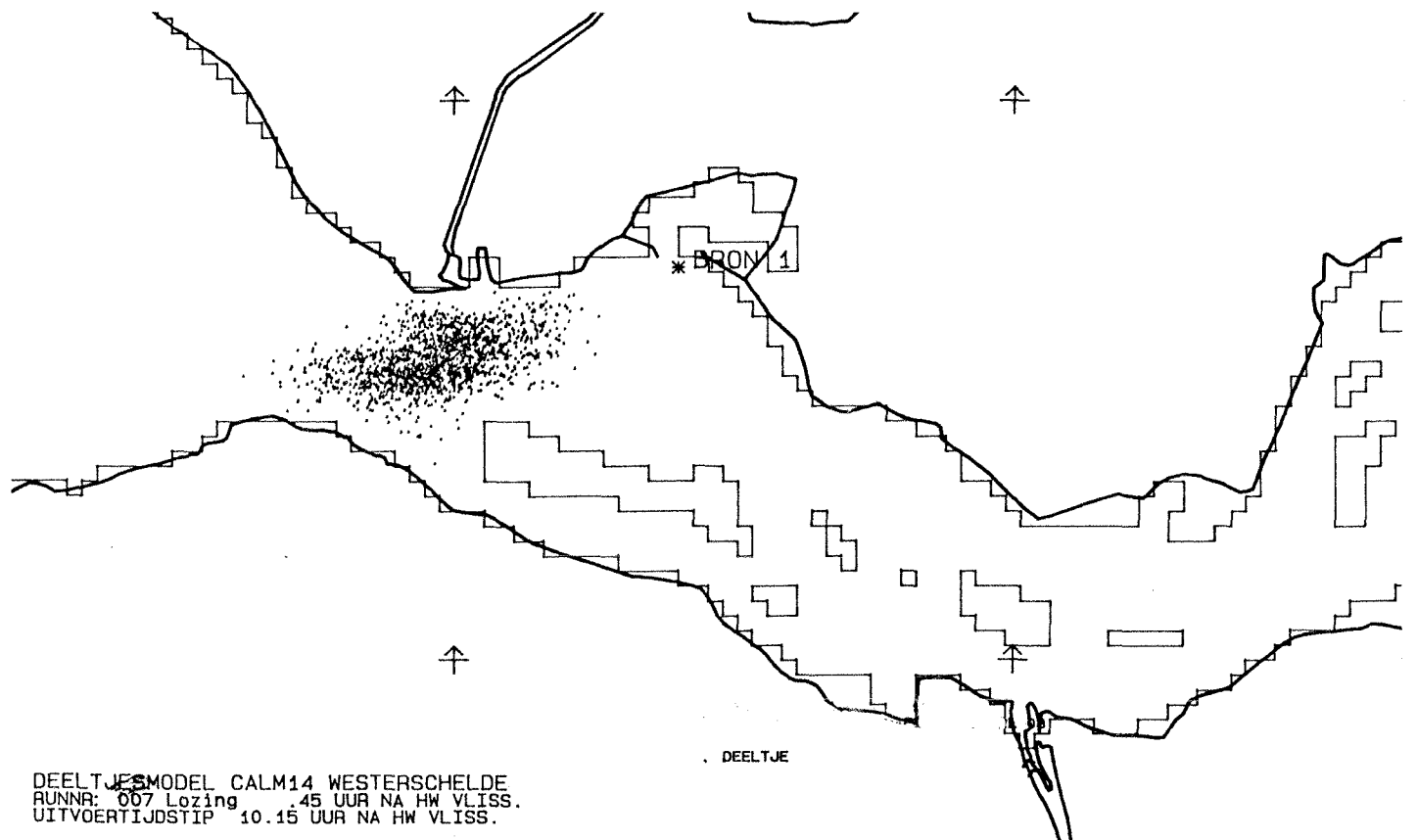
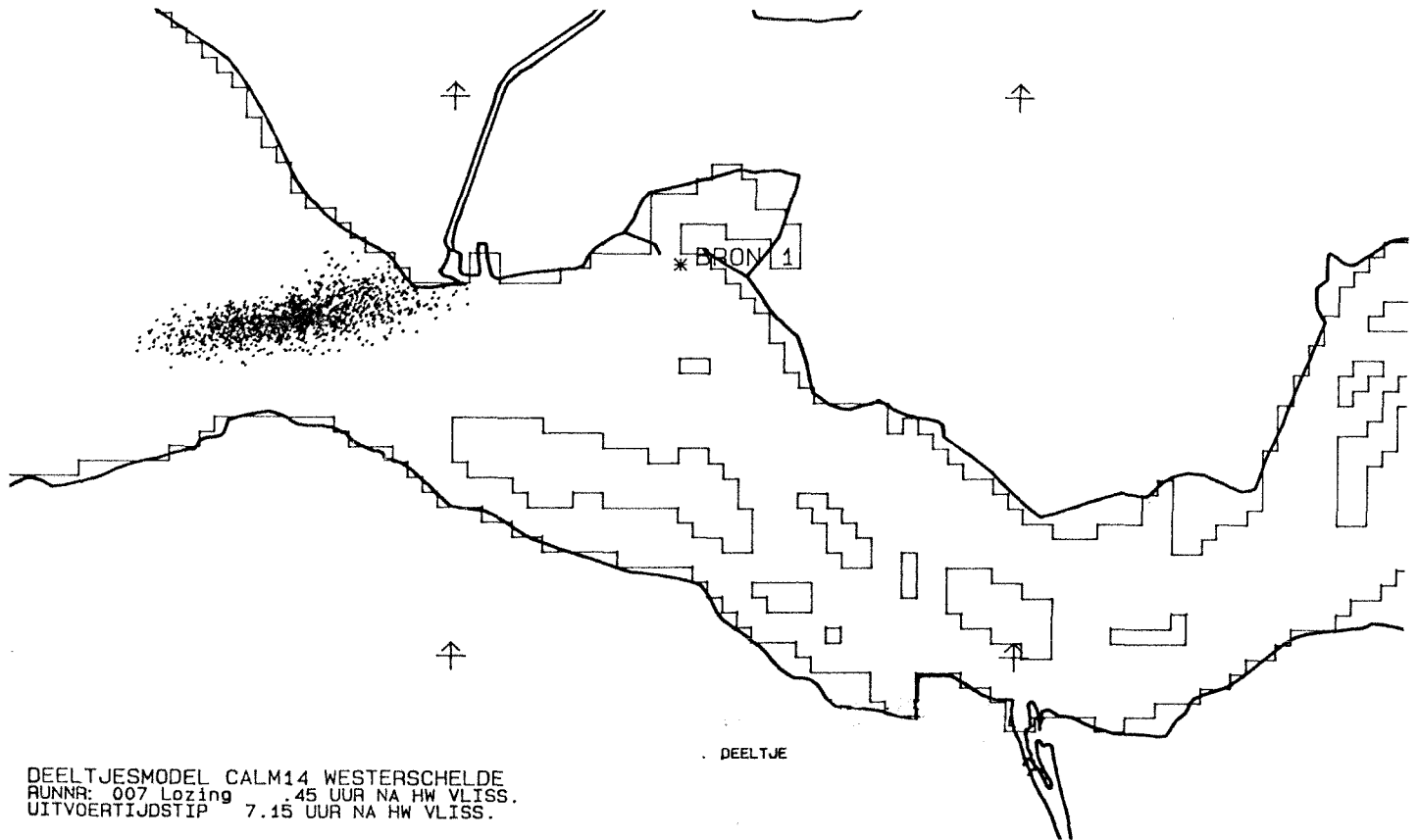
# CONCENTRATIEVERHOOGING A.G.V. LOZING CONSERVATIEVE STOF

CONTINUE LOZING 1 G/S NABIJ HAVEN VLISSINGEN-OOST

Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

— EFFEKT BIJ LAGE AFVOER  
- - - EFFEKT BIJ GEM. AFVOER  
- - - EFFEKT BIJ HOGE AFVOER

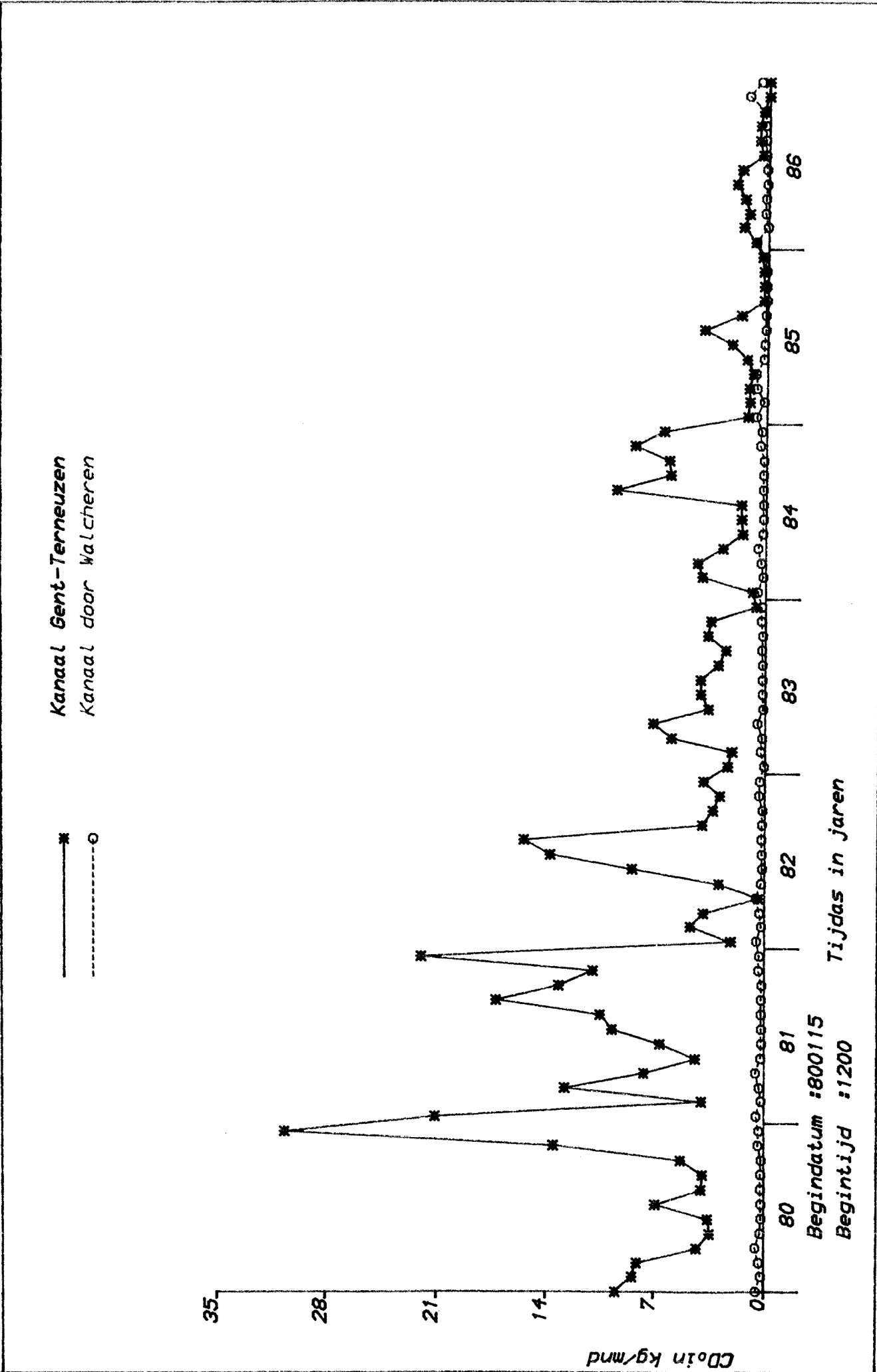






**CO<sub>2</sub> BELASING WESTERSCHELDE**  
**KANALEN OMGEVING VLISSINGEN**

Rijkswaterstaat  
 Dienst Getijdewateren  
 Middelburg

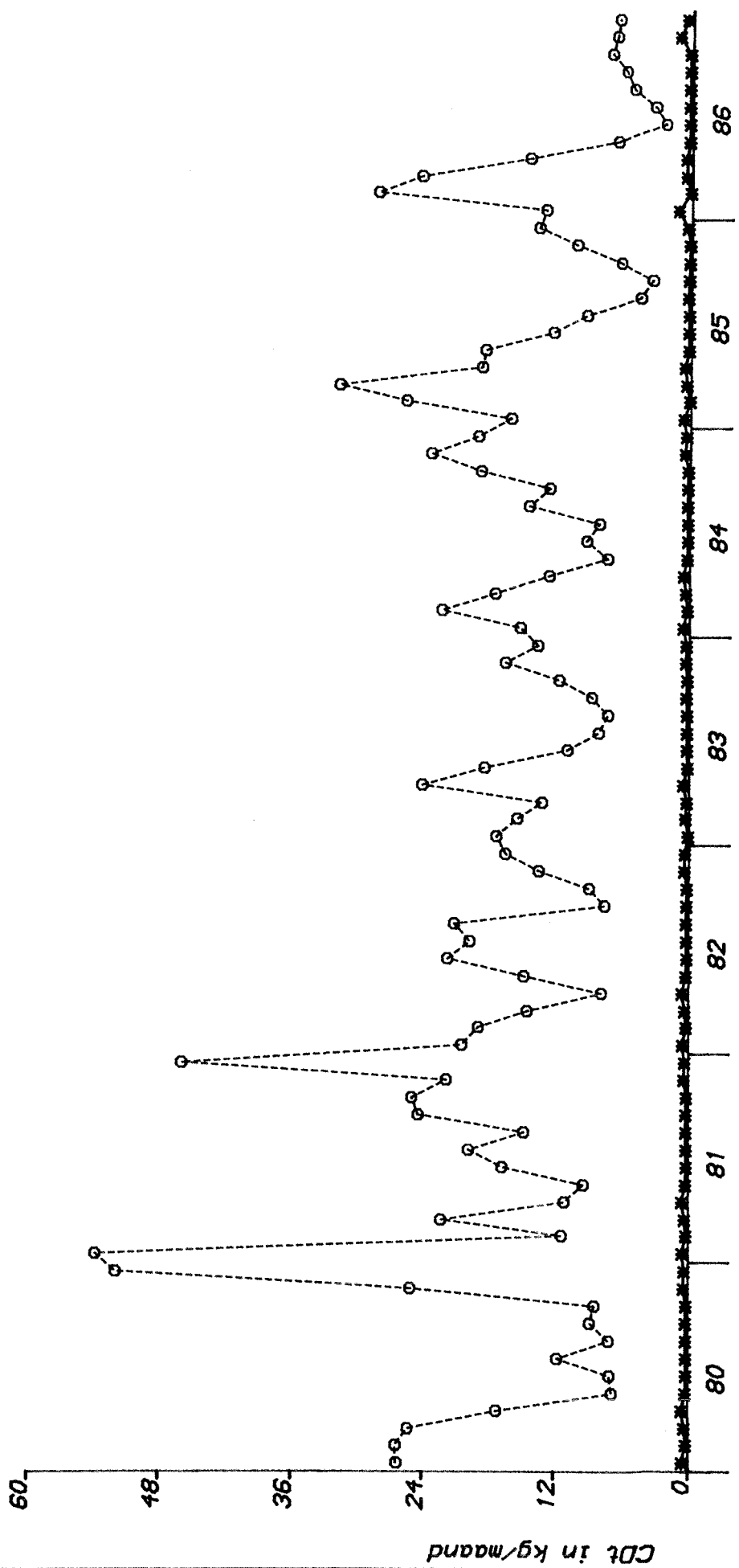


**KANALEN**  
CDt BELASTING OP DE WESTERSCHELDE

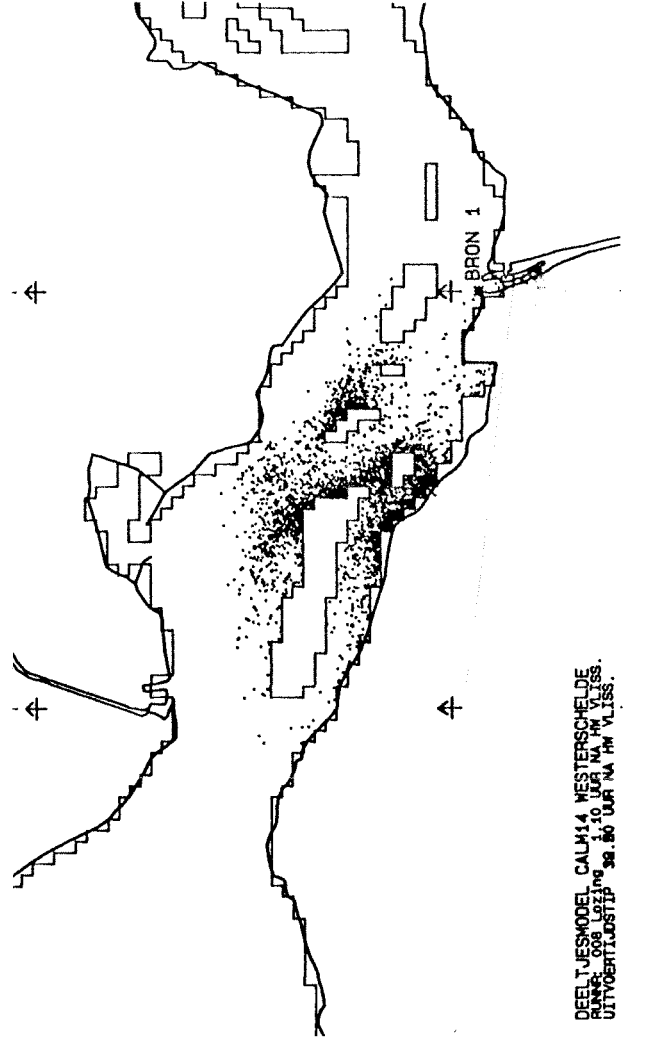
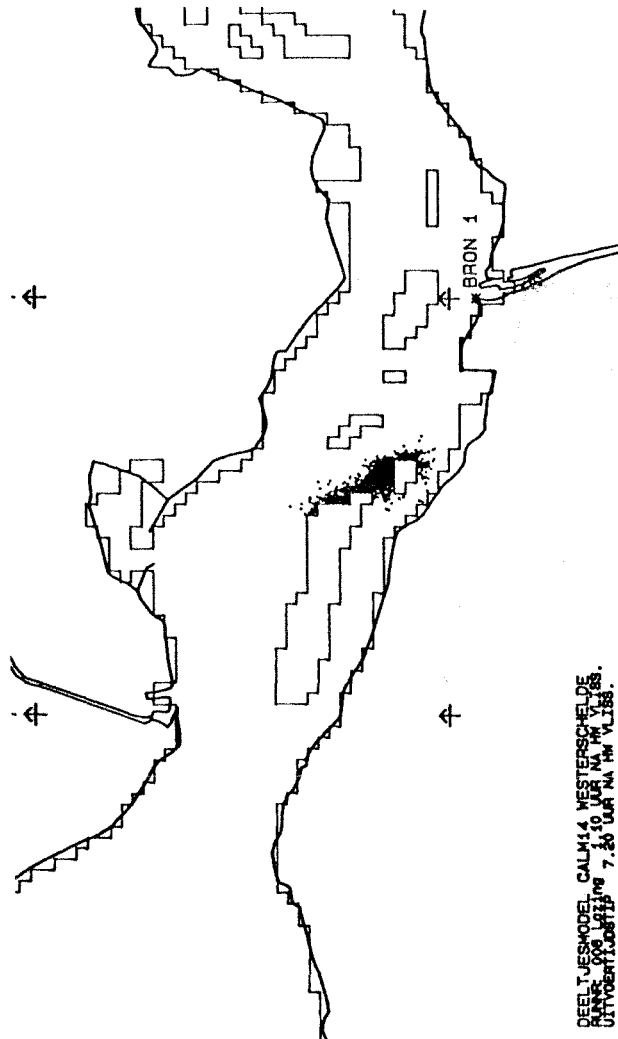
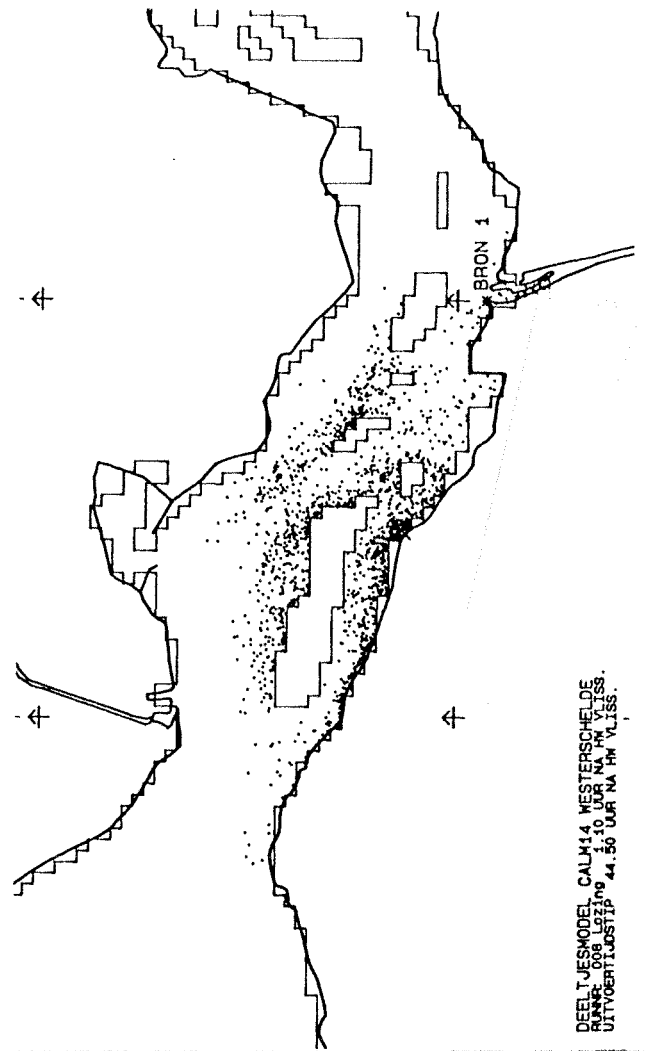
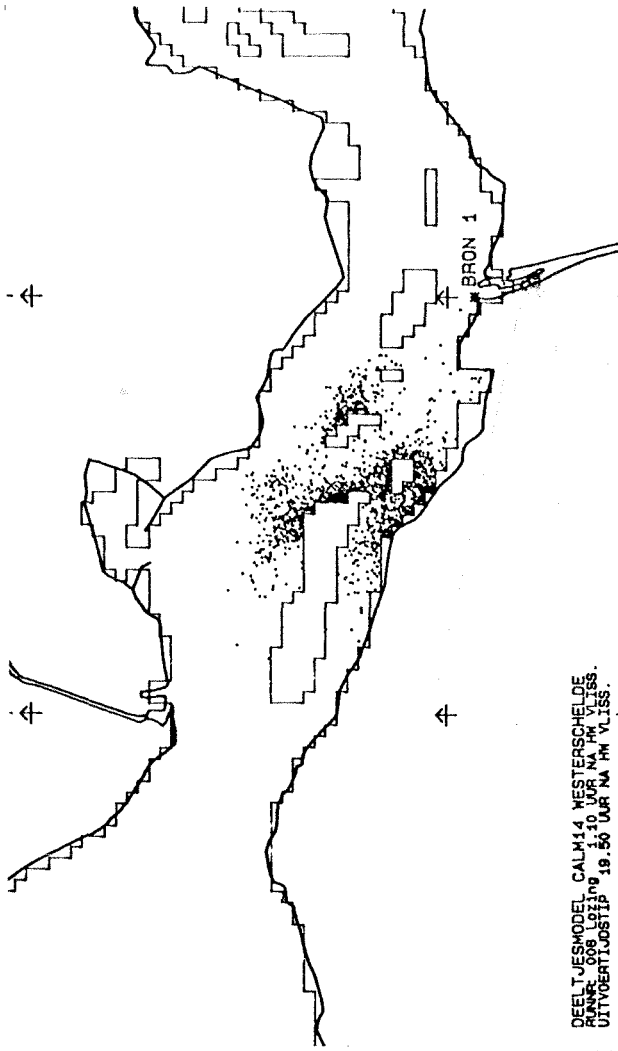
Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

KANAAL DOOR WALCHEREN  
KANAAL GENT TERNEUZEN

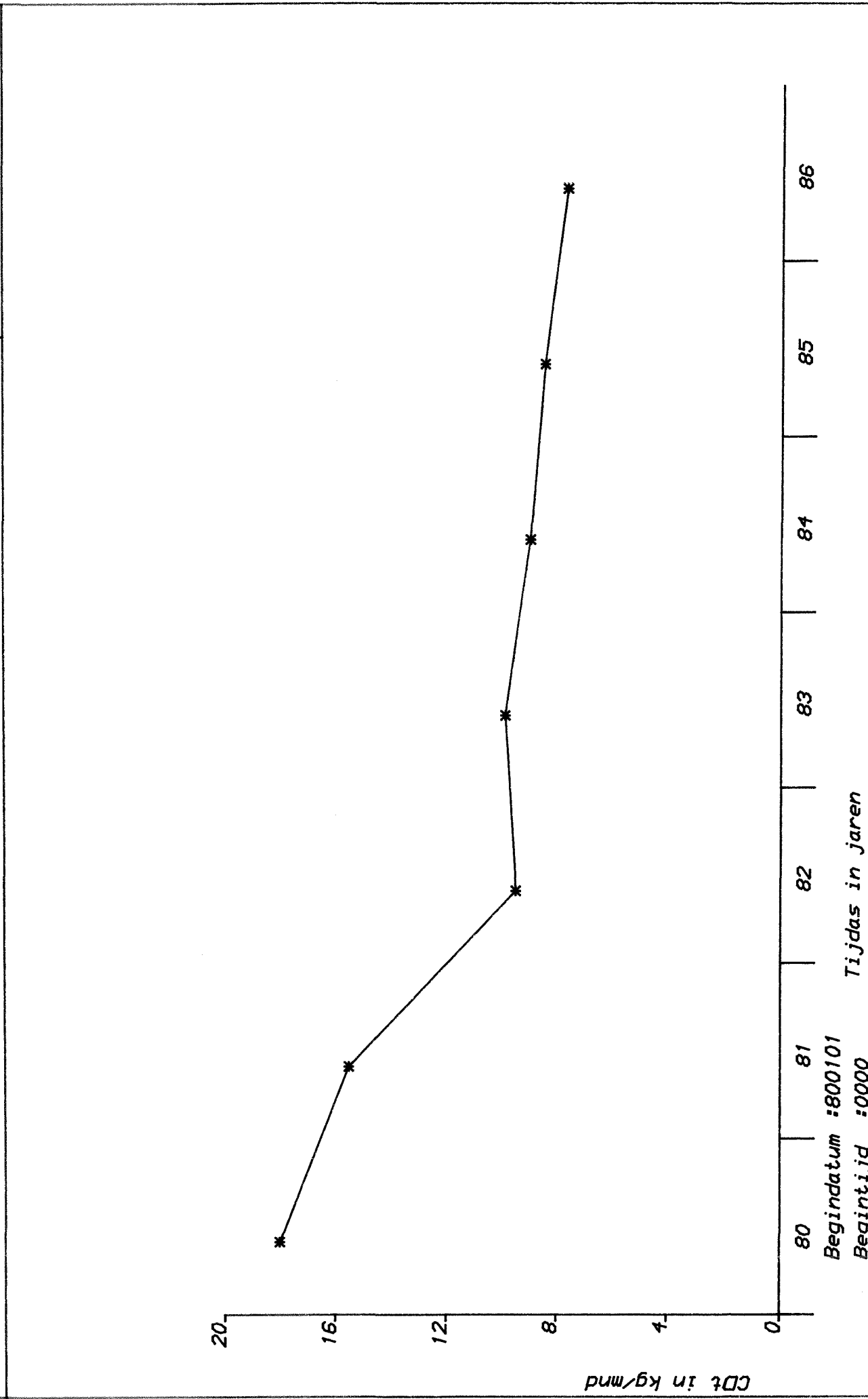
—\*—  
- - - ○ - - -



Begindatum :800101  
Begintijd :0000  
Tijdas in jaren

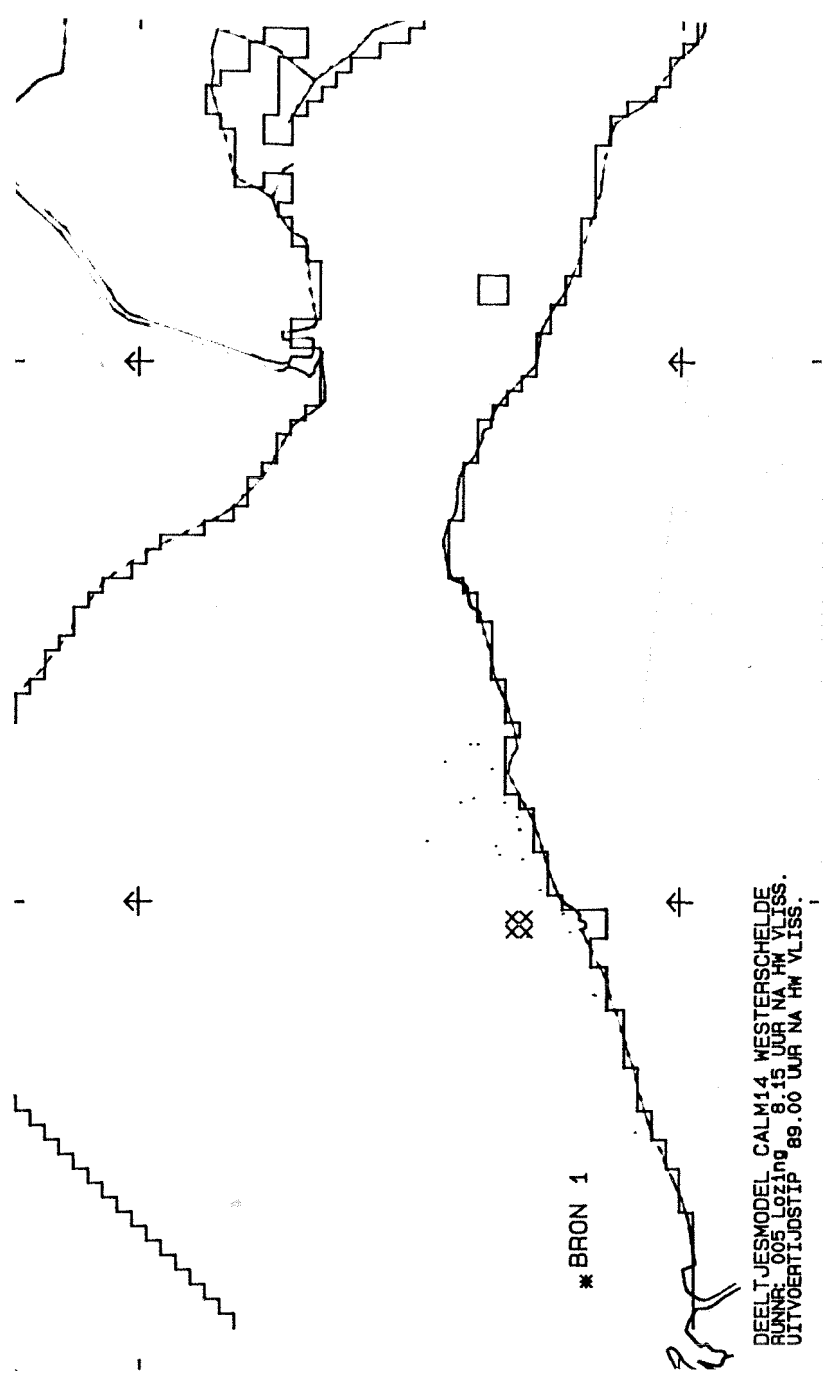
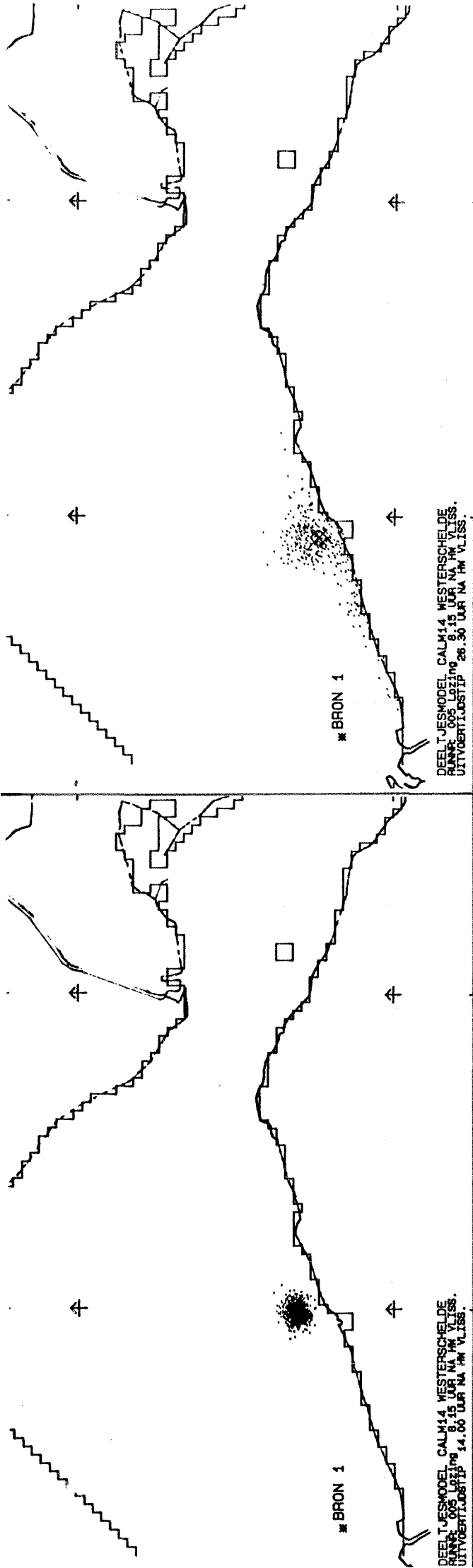


**CDt BELASTING WESTERSCHELDE**  
POLDER- EN COMMUNALE LOZINGEN OMGEVING VLISSINGEN



Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

Begindatum :800101  
Begintijd :0000  
Tijdas in jaren

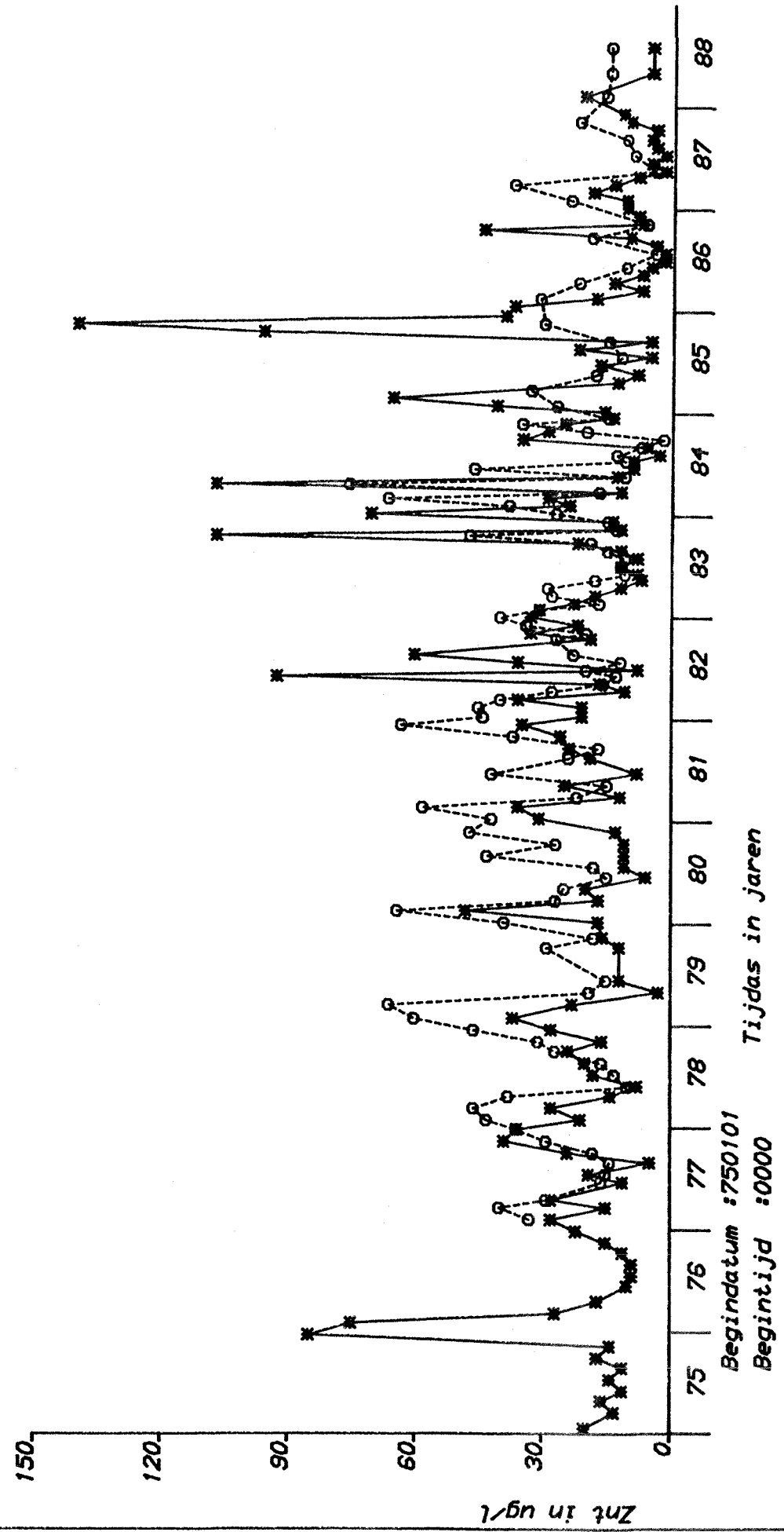


Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

# ZINK : totaal in de Westerschelde

Periode 1975 - 1988

Vlissingen  
Terneuzen



Begindatum :750101  
Begintijd :0000

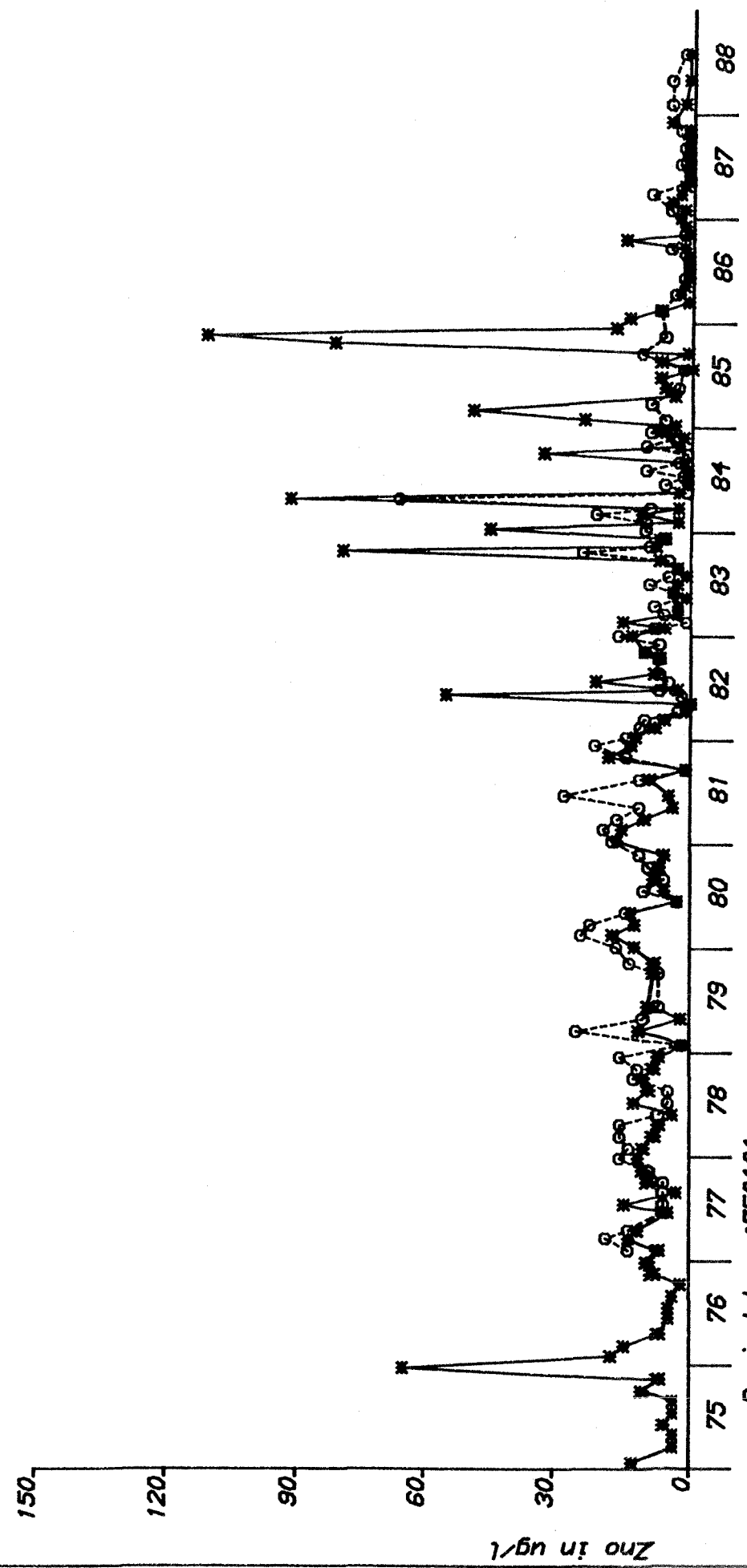
Tijdas in jaren

# ZINK ; opgelost in de Westerschelde

Periode 1975 - 1988

Rijkswaterstaat  
Dienst Getijdewateren  
Middelburg

Vlissingen  
Terneuzen



Begindatum :750101  
Begintijd :0000

Tijdas in jaren