

# **DIOXINES**

## in afvalwater en sediment

|                                              |       |       |           |
|----------------------------------------------|-------|-------|-----------|
| REF. NR.                                     | 5663  | DATUM | 12-02-'07 |
| STON.                                        | C5260 | PLUG  | 00,00     |
| 2026/1/1<br>2026/1/1<br>2026/1/1<br>2026/1/1 |       |       |           |

INVENTARISATIE NAAR HET  
VOORKOMEN VAN PCDD en PCDF  
IN AFVALWATER EN SEDIMENT

D.B.W./RIZA  
ir. E. Turkstra  
ir. H.B. Pols  
oktober 1986



## **I N H O U D**

=====

|                                                          | <u>blz.</u> |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| 1. INLEIDING                                             | 1           |
| 2. ONTSTAAN, GEDRAG EN VOORKOMEN IN HET AQUATISCH MILIEU | 2           |
| 3. OPZET ONDERZOEK                                       | 7           |
| 4. AFVALWATER EN OPPERVLAKTEWATERBELASTING               | 10          |
| 5. SEDIMENTONDERZOEK                                     | 16          |
| 6. MILIEUHYGIËNISCHE BEOORDELING                         | 18          |
| 7. HERKOMST                                              | 20          |
| 8. CONCLUSIES                                            | 25          |
| 9. LITERATUUR                                            | 28          |
| BIJLAGEN                                                 |             |

## SAMENVATTING

Sinds 1983 wordt door de Dienst Binnenwateren/RIZA van de Rijkswaterstaat een inventariserend onderzoek verricht naar het voorkomen van gechloreerde dibenzo-p-dioxines en dibenzofuranen in afvalwaterstromen en in sediment in de Nederlandse rijkswateren.

Het thans voorliggende rapport bevat de resultaten van dit inventariserend onderzoek.

Gechloreerde dioxines en dibenzofuranen blijken alom tegenwoordig in het sediment van de Nederlandse rijkswateren. De belasting van het oppervlaktewater door de tot op het heden onderzochte afvalwaterlozingen is beperkt van omvang, zeker in relatie tot de grensoverschrijdende belasting. Ook moet vermoedelijk grote betekenis toegekend worden aan de belasting vanuit diffuse bronnen.

Hoewel de afvalwaterlozingen uit puntbronnen relatief gering van omvang zijn, kan plaatselijk wel degelijk van een grote invloed sprake zijn. Dit zal vooral zijn repercursies hebben voor de berging van de verontreinigde specie.

De gevonden gehalten in de sedimenten leveren vermoedelijk geen gevaar op voor de volksgezondheid. Om meer zekerheid hierover te verkrijgen is een oriënterend onderzoek naar gehalten in vissen in gang gezet.

Ook voor enkele andere deelaspecten is nader onderzoek inmiddels opgestart.

## 1. INLEIDING

Polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD) en polychloordibenzofuranen (PCDF) zijn twee groepen van stoffen, die een grote mate van verwantschap vertonen. Een aantal van die verbindingen zijn zeer toxisch, en het 2,3,7,8-TCDD geldt zelfs als één van de meest giftige stoffen die ooit door de mens gemaakt zijn.

PCDD en PCDF kwamen uitgebreid in het nieuws naar aanleiding van een ontploffing van een chemische fabriek in Seveso (Italië). Daarbij kwam met name het 2,3,7,8-TCDD vrij, dat sindsdien vaak het "Seveso-gif" wordt genoemd.

PCDD en PCDF kunnen ontstaan als ongewenst bijproduct bij de industriële produktie van gechloreerde organische verbindingen en bij verbrandingsprocessen. Doelgerichte synthese vindt uitsluitend op laboratoriumschaal plaats.

Door het toenmalige RIZA werd in 1983 gestart met het onderzoek naar het voorkomen van PCDD en PCDF in afvalwaterlozingen, een onderzoek dat nog steeds loopt. Een jaar later, 1984, werd het sediment van het Noordzeekanaal door de Rijkswaterstaat-Direktie Noord-Holland uitvoerig onderzocht op het voorkomen van deze stoffen. Dit was voor het RIZA aanleiding om een inventariserend onderzoek in te stellen naar het niveau van deze stoffen in sediment op diverse plaatsen elders in de Rijkswateren.

In het voorliggende rapport worden de resultaten van het inventariserend onderzoek in afvalwater en sediment op diverse plaatsen in de Rijkswateren weergegeven. Tevens vindt een milieuhygiënische beoordeling van de gevonden gehalten plaats. Tot slot wordt een indicatie gegeven van de herkomst van de PCDD en PCDF in de sedimenten.

## 2. ONTSTAAN, GEDRAG EN VOORKOMEN IN HET AQUATISCH MILIEU

### 2.1 Ontstaan

Er zijn twee belangrijke bronnen voor het ontstaan van PCDD en PCDF als ongewenst bijproduct (lit. 1):

- chemische productieprocessen;
- verbrandingsprocessen.

Als chemische processen zijn vooral processen belangrijk waarbij chloorbenzenen, -bifenylen, -difenylethers en met name chloorfenolen als grondstof worden ingezet of in het proces worden gevormd (lit. 2).

Bij verbrandingsprocessen is vooral van belang de verbranding van materiaal met gechloreerde precursors, zoals PCB's, chloorfenolen en chloorbenzenen.

Voor een uitvoeriger overzicht van het ontstaan van PCDD en PCDF wordt verwezen naar de nota van D.B.W./RIZA met betrekking tot dit onderwerp (lit. 3).

### 2.2 Gedrag in het aquatisch milieu

PCDD en PCDF zijn nauwelijks oplosbaar in water. De met HPLC-technieken bepaalde oplosbaarheid bij 20°C varieert van  $10^{-10}$  g/l voor 0gCDD tot  $10^{-7}$  g/l voor T<sub>4</sub>CDD. De K<sub>OW</sub>-waarden variëren van  $10^8$ - $10^{12}$  voor resp. T<sub>4</sub>CDD en 0gCDD (lit.4). In het aquatisch milieu zullen PCDD en PCDF dan ook voornamelijk gehecht zijn aan gesuspendeerd en bezonken sediment. Tevens zal accumulatie in biota op kunnen treden (lit. 5,6). Tot nu toe heeft men niet aan kunnen tonen dat 2,3,7,8-TCDD onder natuurlijke omstandigheden door micro-organismen wordt afgebroken. Wel is er een zeer langzame afbraak door hogere organismen geconstateerd. Ook kunnen PCDD en PCDF fotolytisch gedechloreerd worden onder invloed van ultraviolette staling.

### 2.3 Voorkomen in het aquatisch milieu

#### 2.3.1 Sediment

De gehalten in sediment zijn sinds ± 1940 toegenomen (lit. 8,9). Deze ontwikkeling loopt parallel met de produktie van gechloreerde aromatische verbindingen. Als voorbeeld is in fig. 2.1 het verloop van de belasting van sediment in drie Zwitserse meren weergegeven.

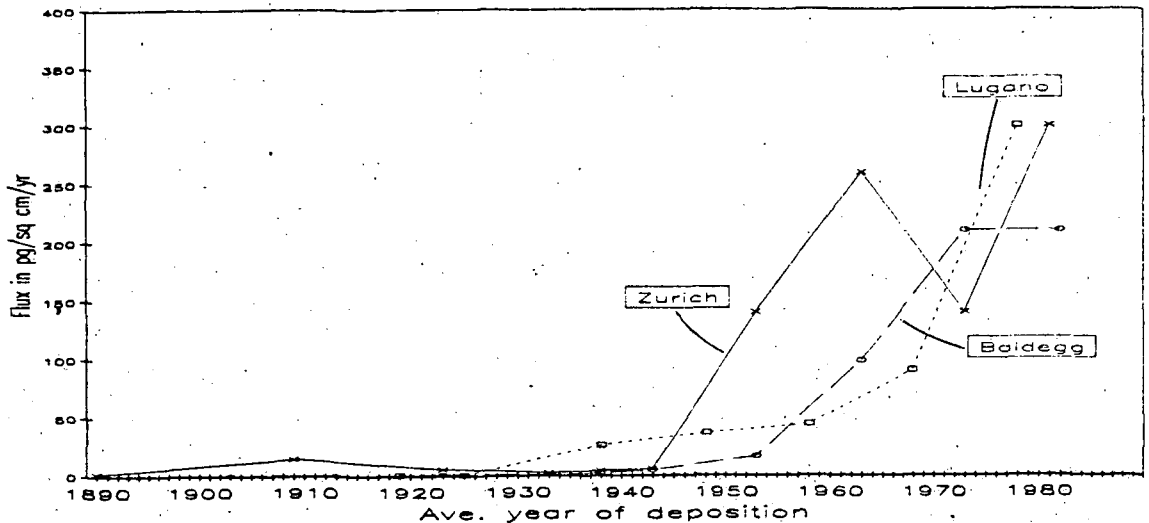


fig. 2.1: Sedimentbelasting met PCDD en PCDF in drie Zwitserse meren als functie van de tijd (Uit: lit. 8).

De PCDD- en PCDF-profielen, d.w.z. de verhouding tussen isomeren met een zelfde aantal chlooratomen, van sediment in de Zwitserse meren staan weergegeven in fig. 2.2. Deze profielen komen zeer goed overeen met profielen aangetroffen in het Huron-meer en het Siskiwit-meer in het noorden van de Verenigde Staten van Amerika alsmede met profielen voorkomend in stofdeeltjes boven stedelijke gebieden (lit. 8,9,10). Hieruit valt af te leiden dat de PCDD en PCDF in Zwitserland en Amerika een algemene, over de hele wereld verspreid aanwezige (diffuse) bron moeten hebben in de vorm van verbrandingsprocessen. Een dergelijk profiel kan dan ook beschouwd worden als een achtergrondprofiel dat naar mag worden aangenomen algemeen is in het geïndustrialiseerde gedeelte van de wereld. Afwijkingen van dit profiel kunnen wijzen op een lokale beïnvloeding door een minder algemene bron.

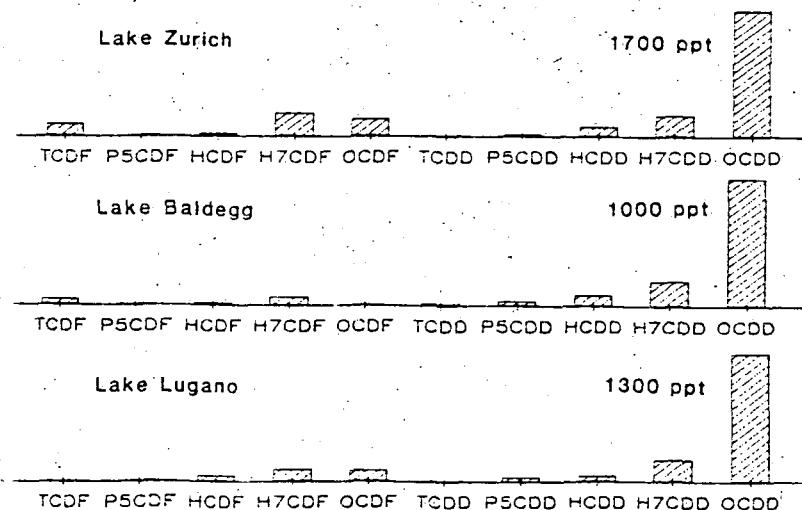


fig. 2.2: PCDD- en PCDF-profielen in sedimenten van drie Zwitserse meren (Uit: lit. 8)

Ondanks overeenkomende profielen lopen de concentraties nogal uiteen. In sediment in het Siskiwit-meer worden de laagste gehalten aangetroffen ( PCDD = 0,7 ng/g d.s., PCDF = 0,05 ng/g d.s. (lit. 9)). De laagste gehalten aangetroffen in sediment uit het Huron-meer liggen voor PCDD op hetzelfde niveau, voor PCDF echter een faktor 8 hoger (lit. 10). In de Zwitserse meren ligt het gehalte aan PCDD een faktor 2 à 3 hoger dan het gehalte in het Siskiwit-meer, voor het PCDF-gehalte is dit een faktor 2-15 (lit. 8). De verschillen tussen met name de PCDF-gehalten in het Siskiwit-meer en de Zwitserse meren kan verband houden met het feit dat aan alle drie Zwitserse meren een huisvuilverbrandingsinstallatie staat.

In de Bondsrepubliek Duitsland werden sedimenten onderzocht van (de bovenloop van) de Rijn, de Neckar en de Donau en het Meer van Konstanz (lit. 11).

In de bovenloop van de Rijn worden geen PCDF aangetoond, terwijl het O<sub>8</sub>CDD-gehalte kleiner is dan 1 ng/g d.s. Ook in de bovenloop van de Neckar is het PCDD- en PCDF-gehalte laag. In de benedenloop van de Neckar loopt het gehalte aan PCDD op tot 4 à 6 ng/g d.s. In alle riviersedimenten is het gehalte aan PCDD groter dan dat aan PCDF. Vermoedelijk is het gebruik van pentachloorfenol oorzaak van de verontreiniging.



### 2.3.2 Biota

In tegenstelling tot sedimenten zijn in Nederland wel gehalten in biota gemeten. Een samenvatting is gegeven in tabel 2.2, voor meer uitgebreide informatie wordt verwezen naar de literatuur (lit. 7).

Tabel 2.2. PCDD en PCDF in biota uit Nederlandse wateren (lit. 7)

|                                  | Paling<br>(vlees)<br>n = 6<br>(ng/kg d.w.) | Aalscholver<br>(lever)<br>n = 8<br>(ng/kg) | Fuut<br>(lever)<br>n = 1<br>(ng/kg) | Reiger<br>(lever)<br>n = 3<br>(ng/kg) |
|----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDD       | 1,2-9,1                                    | n.d.-220                                   | 23                                  | 32-52                                 |
| 2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDF       | n.d.                                       | n.d.                                       | n.d.                                | n.d.                                  |
| 1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDD     | n.d.-1,3                                   | n.d.-48                                    | 9                                   | 41-121                                |
| 1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDF     | n.d.-1,2                                   | n.d.                                       | n.d.                                | n.d.                                  |
| 2,3,4,7,8-P <sub>5</sub> CDF     | 2,0-5,2                                    | 79-2717                                    | 34                                  | 168-434                               |
| 1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDD   | 0,1-0,9                                    | n.d.-24                                    | 6                                   | n.d.-28                               |
| 1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDD   | 3,3-6,0                                    | n.d.-460                                   | 17                                  | 91-263                                |
| 1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDD   | n.d.-1,1                                   | n.d.-18                                    | n.d.                                | n.d.-14                               |
| 1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDF   | n.d.-6,4                                   | n.a.                                       | n.d.                                | n.d.-55                               |
| 1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF   | n.d.-3,5                                   | n.a.                                       | n.d.                                | )                                     |
| 2,3,4,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF   | n.d.-0,6                                   | n.d. 121                                   | n.a.                                | n.a.                                  |
| 1,2,3,4,6,7,8-H <sub>7</sub> CDD | n.a.                                       | n.d.-1688                                  | n.d.                                | n.d.-14                               |
| 1,2,3,4,6,7,8-H <sub>7</sub> CDF | n.a.                                       | n.d.-3514                                  | n.d.                                | n.d.                                  |
| 1,2,3,4,7,8,9-H <sub>7</sub> CDF | n.a.                                       | n.d.-719                                   | n.d.                                | n.d.                                  |
| O <sub>8</sub> CDD               | n.a.                                       | n.d.-788                                   | n.d.                                | n.d.-78                               |
| O <sub>8</sub> CDF               | n.a.                                       | n.d.-495                                   | n.d.                                | n.d.                                  |

n = aantal

n.d. = not detected; n.a. = not analyzed

In vrijwel alle palingen werden 2,3,4,7,8-P<sub>5</sub>CDF en vooral 1,2,3,6,7,8-H<sub>6</sub>CDD als de belangrijkste componenten aangetroffen.

In alle drie vogelsoorten zijn evenals in paling 2,3,4,7,8-P<sub>5</sub>CDF en 1,2,3,6,7,8-H<sub>6</sub>CDD belangrijke componenten. Van drie aalscholvers zijn daarnaast hepta-gesubstitueerde componenten hoog.

Van den Berg konstateert dat er een lineaire relatie bestaat tussen de verschillende aangetoonde 2,3,7,8-gesubstitueerde PCDD en PCDF, wat waarschijnlijk veroorzaakt wordt door een relatief stabiele samenstelling van deze componenten in vis (lit. 7).

De profielen van de PCDD en PCDF wijzen in de richting van PCB- en pentachloorfenolverontreiniging.

Voor 2,3,4,7,8-P<sub>5</sub>CDF, 1,2,3,6,7,8-H<sub>6</sub>CDD en 2,3,7,8-TCDD blijkt bio-accumulatie plaats te vinden van paling naar aalscholver.

Tenslotte worden in tabel 2.3 gehalten PCDD en PCDF gepresenteerd voor brasem en paling uit het Noordzeekanaal, zijkanaal G.

Tabel 2.3.: PCDD en PCDF (in ng/kg) in brasem en paling uit het Noordzeekanaal, zijkanaal G. Uit: lit. 12.

|                                                  | brasem |       | paling |       |
|--------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|
|                                                  | vlees  | lever | vlees  | lever |
| 2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDD                       | 3,7    | 44,5  | 5,4    | 2,4   |
| 2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDF                       | 8,9    | 23,8  | n.d.   | 1,8   |
| 1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDD                     | 2,1    | 10,8  | n.d.   | 5,1   |
| 1,2,3,7,8-<br>+ 1,2,3,4,8-P <sub>5</sub> CDF     | -      | 11,1  | n.d.   | -     |
| 2,3,4,7,8-P <sub>5</sub> CDF                     | 10,0   | 151,0 | n.d.   | 0,7   |
| 1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDD                   | 0,8    | 2,2   | n.d.   | 0,8   |
| 1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDD                   | 1,3    | 9,5   | n.d.   | 3,0   |
| 1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDD                   | 1,3    | 1,4   | n.d.   | 2,4   |
| 1,2,3,4,7,8- +<br>1,2,3,4,7,9-H <sub>6</sub> CDF | 2,9    | 38,0  | n.d.   | -     |
| 1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF                   | 2,7    | 12,5  | n.d.   | -     |
| 1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDF                   | -      | -     | n.d.   | -     |
| 2,3,4,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF                   | 0,8    | 2,3   | n.d.   | -     |

n.d. = niet detecteerbaar (2 ng/kg)

### 3. OPZET ONDERZOEK

#### 3.1 Afvalwater

In 1983 en 1984 zijn ruim twintig afvalwaterstromen bemonsterd die in een drietal groepen zijn onder te verdelen:

1. Industriële productieprocessen
2. Industriële afvalverbrandingsinstallaties
3. "niet-industriële" projecten

Een nadere aanduiding zal gegeven worden in hoofdstuk 4. De getrokken monsters zijn voor een deel steekmonsters en voor een deel etmaalmonsters. De analyseresultaten geven dan ook, mede gezien de beperkte omvang van het onderzoek, slechts een grove indicatie van de vracht.

#### 3.2 Sediment

Op 26 lokaties werd het sediment bemonsterd in de periode juli-augustus 1984. De bemonsteringsplaatsen worden nader aangegeven in bijlage

1. De keuze van de locaties is gebaseerd op een vijftal verschillende gronden.

- I. Plaatsen in de direkte nabijheid van punten waar PCDD en PCDF worden of zijn geloosd.
- II. Plaatsen waar het aantreffen van PCDD en PCDF in sediment ten gevolge van lokale activiteiten niet kan worden uitgesloten.
- III. Plaatsen in het stroomgebied van de Rijn, Maas en Schelde die niet in categorie I en II vallen.
- IV. Plaatsen waarvan redelijkerwijs mag worden aangenomen dat deze niet of nauwelijks worden beïnvloed door lozingen en aanvoer via de Rijn.
- V. Plaatsen in het Noordzeekanaal.

Deze lokaties maken deel uit van een groot aantal punten die werden bemonsterd onder verantwoording van de Directie Noord-Holland van Rijkswaterstaat. De resultaten van dit onderzoek zijn reeds gepubliceerd (lit.12).

De bemonstering werd uitgevoerd vanaf een RWS-schip met behulp van de Van Veen-happer.

Er werd naar gestreefd slibrijke monsters te verzamelen. Per lokatie werden in principe vijf happen genomen, waarvan zoveel mogelijk materiaal uit de bovenste sedimentlaag werd verzameld in een kunststof bak

en gemengd met behulp van een keramische stamper. Van het mengsel werd één kunststof pot gevuld voor de bepaling van slibkarakteristieken (korrelgrootte, organische stof) en één voor de bepaling van PCDD en PCDF.

### 3.3 Analysemethode PCDD-PCDF

Deze werden bepaald door het Laboratorium voor Milieuchemie van de Universiteit van Amsterdam.

De analysemethoden zijn opgenomen in bijlage 2.

### 3.4 Berekeningsmethode TCDD-ekwivalenten

Bij de normstelling voor PCDD en PCDF doet zich het probleem voor dat hier sprake is van ruim 200 verschillende verbindingen. Slechts het 2,3,7,8-TCDD is tot nu toe min of meer uitgebreid onderzocht en de normering had tot nu toe uitsluitend betrekking op deze stof. Omdat van de meeste individuele verbindingen slechts summiere toxiciteitsgegevens bekend zijn wordt een ekwivalentenberekening toegepast. Om aansluiting te krijgen bij de normstelling wordt ook voor de resultaten van dit onderzoek een equivalentenberekening toegepast.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) adviseert daartoe de volgende benadering: "Hiertoe worden de toxische eigenschappen van 2,3,7,8-TCDD als standaard genomen en worden op basis van vooral de acute toxiciteitsgegevens de toxische eigenschappen van de andere verwante verbindingen vergeleken met die van 2,3,7,8-TCDD en uitgedrukt als 2,3,7,8-TCDD-ekwivalenten. Deze procedure is betrekkelijk grof en geeft een orde van grootte aan. Echter door een gebrek aan betere gegevens wordt deze methode op pragmatische gronden veelal gehanteerd. Een 12-tal individuele verwante verbindingen worden op basis van de beschikbare gegevens als de meest toxische beschouwd. Deze verbindingen hebben alle vier tot zes chlooratomen en de 2,3,7,8-posities zijn bezet.

Het betreft hier de volgende verbindingen:

| <u>PCDD's</u>                  | <u>PCDF's</u>                  |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDD     | 2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDF     |
| 1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDD   | 1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDF   |
| 1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDD | 2,3,4,7,8-P <sub>5</sub> CDF   |
| 1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDD | 1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDF |
| 1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDD | 1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF |
|                                | 1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDF |
|                                | 2,3,4,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF |

Indien deze 12 verbindingen individueel zijn bepaald, kan arbitrair een ekwivalentenberekening worden uitgevoerd, waarbij wordt aangenomen dat de toxiciteit van deze verbindingen een faktor 10 lager is dan 2,3,7,8-TCDD, de meest toxische verbinding."

Deze benaderingsmethode, die verder aangeduid wordt als methode 1 wordt aanvaard als de op dit moment meest bruikbare. Met deze rekenmethode kunnen de normen voor 2,3,7,8-TCDD geïnterpreteerd worden als geldend voor 2,3,7,8-TCDD-ekwivalenten.

Wanneer alleen de som-bepalingen van de verschillende gechloreerde dioxinen en furanen zijn gegeven, worden de volgende factoren gehanteerd t.o.v. 2,3,7,8-TCDD:

|                    |       |                    |         |
|--------------------|-------|--------------------|---------|
| T <sub>4</sub> CDD | : 0,5 | T <sub>4</sub> CDF | : 0,01  |
| P <sub>5</sub> CDD | : 0,1 | P <sub>5</sub> CDF | : 0,001 |
| H <sub>6</sub> CDD | : 0,1 | H <sub>6</sub> CDF | : 0,001 |
| H <sub>7</sub> CDD | : 0,1 | H <sub>7</sub> CDF | : 0,001 |

Deze rekenmethode zal verder aangeduid worden als methode 2 en is toegepast voor monsters uit 1983, toen de analysetechniek nog niet geschikt was voor het leveren van meer detailinformatie.

#### 4. AFVALWATER EN OPPERVLAKEWATERBELASTING

Voor de verontreiniging van oppervlaktewater (sedimenten) met PCDD en PCDF zijn een aantal oorzaken aan te geven die onderscheiden kunnen worden in puntbronnen en diffuse bronnen.

Onder de term "puntbronnen" worden gerekend de lozingen vanuit bedrijven (zowel op de riolering als) op oppervlaktewater en de lozingen van gemeentelijke rioolstelsels of rioolwaterzuiveringsinrichtingen op oppervlaktewater. Het begrip "diffuse bronnen" leent zich slecht voor een exacte definitie. Globaal wordt hieronder verstaan verspreid in het oppervlaktewater gerakende verontreinigingen (bijv. via afspoeling in de landbouw, door uitloging van oevermateriaal, door neerslag en droge depositie).

##### 4.1 Puntbronnen

De puntbronnen zijn in een drietal categorieën onderverdeeld:

1. Afvalwaterlozingen uit industriële productieprocessen,
2. Afvalwaterlozingen uit industriële afvalverbrandingsinstallaties,
3. Afvalwaterlozingen uit "niet-industriële" projecten.



#### 4.1.1 Afvalwaterlozingen uit industriële processen

Voor het ontstaan van PCDD en PCDF komen vooral processen in aanmerking die in alkalisch milieu en bij verhoogde temperatuur uitgevoerd worden en waarbij chloorbenzenen, bifenylen, difenylethers en, als belangrijkste precursors, chloorfenolen gevormd of ingezet worden. Op basis hiervan en op basis van de bij D.B.W./RIZA aanwezige informatie zijn de voor een onderzoek in aanmerking komende processen geselecteerd. Opgemerkt dient te worden dat het hierbij vrijwel uitsluitend gaat om lozingen op Rijkswater. In een aantal gevallen vindt de lozing plaats via een zuiveringsinstallatie, zodat de belasting van het oppervlaktewater geringer is dan de hier gemeten vracht.

In onderstaande tabel 4.1 wordt een samenvatting gegeven van de analyseresultaten.

Tabel 4.1: Omvang afvalwaterlozingen industriële productieprocessen

| Bedrijf | Produkt         | Debiet<br>(m <sup>3</sup> /jr) | TCDD-ekw. |        | Methode<br>* |
|---------|-----------------|--------------------------------|-----------|--------|--------------|
|         |                 |                                | (ng/l)    | (g/jr) |              |
| 1       | Styreen         | 40.000                         | 0         | 0      | 1            |
| 2       | chloorfenvinfos | 10.000                         | 0,42      | 0,004  | 2            |
| 3       | MCPA/MCPP       | 160.000                        | 0,02      | 0,003  | 2            |
| 4A      | vinylchloride   | 280.000                        | 0,64      | 0,18   | 2            |
| 4B      | vinylchloride   | 280.000                        | 0,73      | 0,20   | 1            |
| 5       | dichlobenil     | 130.000                        | 0,13      | 0,02   | 2            |
| 6       | Cl-sulfonzuren  | 5.000.000                      | 0         | 0      | 1            |
| 7A      | Kleurstoffen    | 330.000                        | 0         | 0      | 1            |
| 7B      | Kleurstoffen    | 330.000                        | 0,5       | 0,02   | 1            |
| 8       | Anthrachinonen  | 120.000                        | 0,5       | 0,06   | 1            |
| 9A      | Papier          | 9.000.000                      | 0,006     | 0,05   | 1            |
| 9B      | Papier          | 9.000.000                      | 0         | 0      | 1            |

\* De ekwivalenten-berekeningsmethode staat beschreven in hoofdstuk 3.4

#### 4.1.2 Afvalwaterlozingen uit industriële afvalverbrandingsinstallaties.

In tegenstelling tot huisvuilverbrandingsinstallaties zijn in Nederland vrijwel alle inrichtingen voor de verbranding van chemisch afval voorzien van een natte gaswasinstallatie voor de reiniging van rookgassen. Hierdoor kan er dus vanuit deze installaties een directe emissie naar het oppervlaktewater plaatsvinden.

Een overzicht van de analyseresultaten voor dit soort installaties, allen lozend op rijkswater, wordt gegeven in onderstaande tabel 4.2.

Er heeft geen correctie plaatsgevonden voor eventueel ingenomen oppervlaktewater.

Tabel 4.2: Omvang afvalwaterlozingen industriële verbrandingsinstallaties

| Bedrijf | Debiet<br>(m <sup>3</sup> /jr)            | TCDD-ekw. |        | Methode |
|---------|-------------------------------------------|-----------|--------|---------|
|         |                                           | (ng/l)    | (g/jr) |         |
| 10A     | 70.000                                    | 0,89      | 0,06   | 2       |
| 10B     | 70.000                                    | 0,05      | 0,004  | 2       |
| 11A     | 21.500                                    | 1,50      | 0,03   | 2       |
| 11B     | Onvolledige analyse; tendens: 30% van 11A |           |        |         |
| 12A     | 1.650.000                                 | 0,45      | 0,74   | 2       |
| 12B     | 1.650.000                                 | 0,03      | 0,05   | 2       |
| 13      | 1.600.000                                 | 0,01      | 0,02   | 2       |
| 14      | 1.000.000                                 | 0,08      | 0,08   | 2       |
| 15A     | 40.000                                    | 0,23      | 0,001  | 2       |
| 15B     | 40.000                                    | 0,09      | 0,004  | 2       |
| 16      | 3.200                                     | 0         | 0      | 1       |

#### 4.1.3 Afvalwaterlozingen uit "niet-industriële" projecten

In deze categorie zijn alle afvalwaterlozingen ondergebracht, die niet tot de eerste twee groepen gerekend kunnen worden.

De analyseresultaten zijn, met een korte aanduiding, opgenomen in onderstaande tabel 4.3.

Tabel 4.3: Omvang afvalwaterlozingen "niet-industriële" projecten

| Bedrijf | Soort                                          | Debiet<br>(m <sup>3</sup> /jr) | TCDD-ekw. |        | Methode |
|---------|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|--------|---------|
|         |                                                |                                | (ng/l)    | (g/jr) |         |
| 17A     | Effl.vliegasbassin                             | 1.300.000                      | 0,74      | 0,96   | 2       |
| 17B     | id.                                            | 1.300.000                      | 0,13      | 0,17   | 2       |
| 18      | Hemelwater<br>houtopslag                       | 1.600                          | 700       | 1,12   | 1       |
| 19A     | Ind.persleiding                                | 4.700.000                      | 0         | 0      | 1       |
| 19B     | id.                                            | 4.700.000                      | 0         | 0      | 2       |
| 20A     | Koelwaterlozing                                | 6.500.000                      | 0,13      | 0,85   | 1       |
| 20B     | id.                                            | 6.500.000                      | 0,04      | 0,26   | 1       |
| 21A     | RWZI Effluent-<br>chloring                     | 15.000.000                     | 0,55      | 8,25   | 1       |
| 21B     | Onvolledige analyse; tendens: ca. 10% van 21 A |                                |           |        | 1       |
| 22      | Hemelwater-<br>afvoer                          |                                |           | 0,03   | 1       |
| 23      | Gaswasser<br>shredderin-<br>stallatie          | 250                            | 0         | 0      | 2       |

Voor een nadere omschrijving van het project "hemelwaterafvoer" wordt verwezen naar de bijlage 3. In deze bijlage is ook een uitgebreider overzicht van de resultaten van het afvalwateronderzoek opgenomen. T.a.v. de chlorering van effluenten moet nog vermeld worden dat de totale desinfectiecapaciteit in Nederland ca 10 keer die van de onderzochte installatie is. Een extrapolatie van de koelwaterlozing is niet te geven.

De meting in het hemelwater van de houtopslag was bedoeld om na te gaan of het gebruik van pentachloorfenol aanleiding zou geven tot verontreiniging van het afstromend hemelwater met PCDD en PCDF. In het kader van de CUWVO-werkgroep champignonteeltbedrijven wordt momenteel nader onderzoek verricht.

## 4.2 Diffuse bronnen

### 4.2.1 Verbrandingsprocessen

In principe moet aangenomen worden dat bij alle verbrandingsprocessen PCDD en PCDF kunnen ontstaan. De hoeveelheden, die daadwerkelijk gevormd worden, zijn sterk afhankelijk van de aard van het verbrandingsproces, de te verbranden stoffen, de procescondities enz.

De verbrandingsprocessen kunnen globaal als volgt ingedeeld worden:

- huisvuilverbrandingsinstallaties;
- kolengestookte centrales;
- autoverkeer;
- metaalsmelterijen;
- open haarden, allesstokers enz.;
- natuurlijke verbrandingsprocessen (bosbranden);
- overige verbrandingsprocessen (sigaretten, kabelbranden).

Op basis van een door K. Olie uitgevoerd oriënterend onderzoek uit 1978 (van recenter onderzoek van het RIVM zijn nog geen resultaten beschikbaar), kan gesteld worden dat jaarlijks in Nederland bij het verbranden van huisvuil ca. 240 kg PCDD en PCDF ontstaan. Indien aangenomen wordt dat alleen de vliegstof diffuus in het milieu terecht komt, bedraagt de jaarlijkse emissie via de lucht ca. 40 kg. In TCDD-ekwivalenten uitgedrukt (methode 2) bedraagt de emissie ca 2000 g/jr. In een poging na te gaan in hoeverre de verbranding van steenkool van invloed is op het voorkomen van PCDD en PCDF in het milieu, hebben een aantal onderzoekers op een viertal plaatsen in Lake Huron (VS) sediment op verschillende dieptes en derhalve van verschillende leeftijd geanalyseerd. Hieruit bleek dat vanaf 1930 à 1940 het totale gehalte aan PCDD en PCDF in het sediment sterk toenam. Een relatie met het verbruik van steenkool werd niet gevonden, zodat deze bron niet als belangrijk aangemerkt dient te worden. Uit het feit dat het gehalte aan PCDD en PCDF in sedimenten van vóór 1930 niet of alleen in zeer lage concentraties aantoonbaar is, geeft aan dat natuurlijke verbrandingsprocessen geen belangrijke bron vormen.

Van de overige bronnen is het op dit moment niet duidelijk of deze van enige betekenis (kunnen) zijn. In een recent dagbladartikel wordt wel gesteld dat autoverkeer en metaalsmelterijen in Zweden ieder verantwoordelijk zijn voor één derde deel van de totale milieubelasting, maar nader cijfermateriaal ontbreekt.

#### 4.2.2 Chemicaliënverbruik

Een tweede diffuse bron voor de belasting van het milieu met PCDD en PCDF vormt het gebruik van met deze stoffen verontreinigde chemicaliën. In een door D.B.W./RIZA uitgevoerde inventarisatie bleek alleen het gebruik van pentachloorfenol (PCP) van significante betekenis. Het gebruik aan pentachloorfenol in Nederland wordt geschat op 50 ton per jaar. Deze stof wordt niet in Nederland geproduceerd.

Op basis van een ruwe schatting van het gehalte aan PCDD en PCDF in pentachloorfenol, wordt de totale milieubelasting in Nederland volgens deze route geschat op 40 kg PCDD en PCDF per jaar. Globaal komt dit overeen met een "emissie" van ca 900 gr TCDD-ekwivalenten (methode 2) per jaar. Het is niet bekend hoeveel hiervan daadwerkelijk in het oppervlaktewater terecht komt.

De resultaten van het sedimentonderzoek zullen hier beknopt worden weergegeven. Voor een uitgebreider overzicht van de resultaten wordt verwezen naar bijlage 4. In dit hoofdstuk zal worden aangegeven waar in den lande betrekkelijk hoge gehalten (i.c. TCDD-ekwivalenten) in het sediment voorkomen. In hoofdstuk 6 zal een milieuhygiënische beoordeling aan de orde komen. Op de relatie tussen voorkomen in sediment en bronnen (herkomst) van PCDD en PCDF zal in hoofdstuk 7 nader worden ingegaan.

Aangezien organische microverontreinigingen voornamelijk geassocieerd zijn met de organische stoffractie van het sediment, is het, om een vergelijking van de gehalten van verschillende locaties mogelijk te maken, noodzakelijk dat de gehalten gecorrigeerd worden voor organische stof. In tabel 5.1. (1e kolom) worden de gehalten in het sediment weergegeven in ng TCDD-equivalenten per gram organische stof. Voor de overzichtelijkheid zijn de locaties in volgorde van afnemend gehalte gerangschikt. Twee locaties blijken er duidelijk uit te springen, te weten Chemiehaven en Laurens haven. Op de reden hiervan wordt in hoofdstuk 7 teruggekomen. Voor de overige locaties zijn de verschillen absoluut gezien gering.

Om ook een absolute beoordeling in relatie tot de normstelling mogelijk te maken, zijn in tabel 5.1 de gehalten tevens weergegeven in ng TCDD-ekwivalenten per gram droge stof (2e kolom). Verder is in deze tabel het gehalte aan 2,3,7,8-TCDD per gram droge stof opgenomen, alleen om te illustreren in welke mate deze standaardisomeer bijdraagt aan het totaal gehalte aan TCDD-ekwivalenten. Uit de 2e kolom blijkt ook dat de Chemie- en Laurens haven er ten opzichte van de overige locaties duidelijk uitspringen. Tevens blijkt dat PCDD en PCDF op alle bemonsterde locaties worden aangetoond. Blijkbaar is het voorkomen van PCDD en PCDF in Nederlandse sedimenten een gegeven. Op de betekenis van deze getallen (2e kolom) wordt in hoofdstuk 6 nader ingegaan.

Tabel 5.1: PCDD en PCDF in sedimenten

| lokatie                                       | TCDD ekw*<br>in ng/g<br>org. stof | TCDD ekw.*<br>(ng/g d.s.) | 2378 TCDD<br>(ng/g d.s.) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Chemiehaven                                   | 52                                | 3.89                      | 0.04                     |
| Laurens haven                                 | 17                                | 2.46                      | 0.01                     |
| Noordzeekanaal, kmr. 17.8                     | 4                                 | 0.42                      | 0.09                     |
| Noordzeekanaal, monding Zijkanaal G           | 2                                 | 0.32                      | 0.06                     |
| Noordzeekanaal, kmr. 19-23                    | 2                                 | 0.18                      | 0.05                     |
| Nieuwe Merwede                                | 2                                 | 0.17                      | 0.07                     |
| 1 <sup>e</sup> Petroleumhaven                 | 1                                 | 0.23                      | 0.01                     |
| Holl. IJssel t.h.v. Kattend. Polder, kmr 5    | 1                                 | 0.13                      | -                        |
| Lobith, zomeruiterwaard                       | 1                                 | 0.12                      | 0.03                     |
| IJmeerput                                     | 1                                 | 0.11                      | -                        |
| Holl. IJssel t.h.v. Gouderak, kmr. 6          | 1                                 | 0.10                      | 0.05                     |
| IJsselmeer, Den Oever                         | 1                                 | 0.09                      | 0.02                     |
| Nieuwe Maas t.h.v. Noordereiland, kmr. 1000,8 | 1                                 | 0.08                      | 0.01                     |
| Noordzeekanaal, kmr. 13                       | 1                                 | 0.07                      | 0.01                     |
| Apeldoornskanaal                              | ***                               | 0.26                      | -                        |
| Haringvliet, H12                              | -                                 | 0.10                      | 0.02                     |
| Holl. IJssel t.h.v. Sliksloot, kmr. 18.2      | -                                 | 0.08                      | 0.01                     |
| Maas, Roermond                                | 1                                 | 0.08                      | -                        |
| Hollandsch Diep t.h.v. Moerdijk               | -                                 | 0.02                      | 0.01                     |
| Kanaal v. Gent naar Terneuzen                 | -                                 | 0.02                      | -                        |
| Lobith, zwevende stof                         | -                                 | 0.02                      | -                        |
| Westerschelde, Schaar van Ouden Doel          | -                                 | 0.02                      | -                        |
| 3 <sup>e</sup> Petroleumhaven                 | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Grave                                         | -                                 | 0.02                      | -                        |
| Ketelmeer                                     | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Veluwemeer                                    | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Eijsden, zwevende stof                        | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Buitenhaven IJmuiden                          | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Noordzeekanaal, kmr. 24-27.5                  | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Noord-Hollandskanaal t.h.v. Alkmaar           | -                                 | 0.01                      | -                        |
| Lobith, uiterwaard grens                      | -                                 | 0.01                      | -                        |

\* : TCDD-ekwivalenten bepaald volgens methode 1.

\*\*:-: <0.5

Ten aanzien van PCDD en PCDF ontbreekt het op dit moment nog aan een duidelijke normstelling. In veel gevallen wordt gewerkt met naar beste vermogen opgestelde grenswaarden. Deze grenswaarden hebben meestal betrekking op 2,3,7,8-TCDD, maar kunnen dankzij ekwivalentenberekeningsmethoden geïnterpreteerd worden als grenswaarden voor TCDD-ekwivalenten.

Voor de belasting van de mens wordt door het RIVM momenteel een acceptabele dagelijks inname (ADI) gehanteerd van 0,24 ng/pp/dg. Aangenomen wordt dat bij deze grenswaarde geen verhoging van de kans op tumoren bij de mens optreedt. De belasting van de mens vanuit onderwaterbodems kan normaal gesproken slechts plaatsvinden via de consumptie van vis. Uit de bovengenoemde ADI is af te leiden dat bij een gemiddeld consumptiepatroon voor paling een grenswaarde van 60 ng/kg aangehouden dient te worden (lit.12). In dit onderzoek zijn geen vissen bemonsterd, zodat een interpretatie van de milieuhygiënische toestand via extrapolatie verkregen moet worden. Het gehalte aan TCDD-ekwivalenten in vlees van in het Noordzeekanaal gevangen vis (brasem en paling) bedroeg ca 7 ng/kg. Ondanks het feit dat hier op een verontreinigde locatie bemonsterd was, liggen de gehalten in dezelfde orde als elders in den lande gevonden zijn. Hieruit blijkt dat het niet goed mogelijk is de gehalten in sediment te extrapoleren naar gehalten in vis. Daarom is een bemonsteringsprogramma voor vis in voorbereiding, waarbij vooral acht geslagen zal worden op vis op de meest verontreinigde sedimentlocaties.

Of de PCDD en PCDF in sediment eventueel op andere wijze een gezondheidsrisico voor de mens vormen, is afhankelijk van de wijze waarop gebaggerde specie geborgen wordt. Voor een beoordeling van deze risico's kan het beste aansluiting gezocht worden bij grenswaarden voor grond.

Recent is door het Center of Disease Control (CDC) in de VS voor bodemverontreinigingen in woongebieden in Missouri een "level of concern" vastgesteld van 1 ng 2,3,7,8-TCDD per g grond. Hierbij werd uitgegaan van een zeer conservatieve "worst case" benadering. Bij bodemgehalten die hoger zijn moeten voor zulke gebieden maatregelen worden overwogen om het contact met de grond te beperken.



Voor vee, zoals runderen, schapen en varkens is in de VS aangetoond dat ongeveer 7% van het totaal opgenomen voedsel uit grond bestaat. Dit betekent, gezien de bioaccumulerende eigenschappen van PCDD en PCDF, dat de mens via consumptie van vooral vet van deze dieren mogelijk aan PCDD en PCDF kan worden blootgesteld. Onderzoek geeft aan dat reeds bij lage bodemverontreiniging (0,01-0,1 ng/g) PCDD en PCDF in vet van vee aantoonbaar kunnen zijn (lit.12).

Met betrekking tot de gewassen kan worden gesteld dat opname van PCDD- en PCDF door planten verwaarloosbaar is. Evenwel niet uitgesloten kan worden dat door verstuiwing van gronddeeltjes via de lucht een zekere besmetting van gewassen kan optreden. Desondanks mag worden gesteld dat het niet waarschijnlijk is dat consumptie van gewassen die zijn geteeld op gering met PCDD en verwante verbindingen verontreinigde grond een gezondheidsrisico voor de mens met zich meebrengt.

De hierboven geschetste normen zijn alleen van toepassing op situaties waar de "droge" grond reeds verontreinigd is. Indien de concentratie in het slib lager is dan één van de bovenbedoelde normen, houdt dat nog niet in dat dergelijk slib ongecontroleerd op het land gebracht mag worden. Dit zou het creëren van een nieuwe saneringssituatie tot gevolg (kunnen) hebben.

Een en ander houdt in dat de in huidige situatie en met de huidige kennis niet gevreesd hoeft te worden voor grote gevaren voor de volksgezondheid. De gehalten in vissen zijn op basis van de resultaten van het onderzoek in het Noordzeekanaal naar verwachting laag. Om zekerheid hieromtrent te krijgen is nader onderzoek opgestart. Hoewel accumulatie in de voedselketen ten gevolge van begrazing van uiterwaarden door vee niet geheel en al is uit te sluiten, is de betekenis hiervan voor de volksgezondheid vermoedelijk gering.

In de vorige hoofdstukken zijn de resultaten van het sedimentonderzoek gepresenteerd in de vorm van TCDD-ekwivalenten. Deze vorm van presentatie is noodzakelijk om een milieuhygiënisch beoordeling mogelijk te maken. Een dergelijke geïntegreerde weergave is niet geschikt om aan te geven wat tussen de locaties de verschillen zijn die worden veroorzaakt door aanwezigheid van specifieke bronnen met voor die bron kenmerkende PCDD- en PCDF-componenten. Het is vrij gebruikelijk de onderlinge verhouding tussen de verschillende componenten tot uiting te laten komen in profielen.

Onder "profiel" wordt hier verstaan de verhouding tussen de groepen isomeren met verschillend aantal chlooratomen binnen de totale groep van PCDD en PCDF. Door nu de profielen van de sedimenten te vergelijken met die van de relevante afvalwaterlozingen cq met die van diffuse bronnen, kan een indicatie worden verkregen van de bijdrage van deze bronnen aan de verontreiniging van het betreffende sediment. Bijzondere afwijkingen in het profiel van het sediment kunnen een aanduiding zijn voor (andere) locale beïnvloeding.

De profielen van de diverse lozingen en locaties staan weergegeven in bijlage 5. Onderstaand worden de profielen besproken. Hierbij wordt een indeling aangehouden die overeenkomt met de indeling volgens de reden waarom de locaties bemonsterd zijn (zie hoofdstuk 3). Niet alle profielen zullen afzonderlijk worden doorgenomen. Besproken zullen worden die locaties waarvan zowel een profiel van de lozing als van het sediment bekend is. Locaties waarvan de gehalten in sediment betrekkelijk laag zijn (zie hoofdstuk 5) zullen niet afzonderlijk worden besproken.

#### 7.1

Locaties waar lozing plaatsvindt of -vond

##### Chemiehaven.

Op de Chemiehaven vinden een aantal industriële lozingen plaats (lozingen 3,4,15), waarvan die van de vinylchloride-productie de grootste is. Dit profiel vertoont grote overeenkomst met dat van de Chemiehaven in de strikte afwezigheid van de PCDD. Overigens is hier onlangs een zuiveringsinstallatie gebouwd.

### 3e Petroleumhaven.

Hoewel op de 3e Petroleumhaven een lozing vanuit een industriële verbrandingsinstallatie (lozing 14) plaatsvindt, is deze lozing gezien het profiel niet primair verantwoordelijk voor de verontreiniging van het sediment. Het profiel vertoont wel een grote mate van overeenstemming met dat van pentachloorfenol dat eveneens in het sediment wordt aangetroffen.

### 1e Petroleumhaven.

Op de 1e Petroleumhaven vinden een drietal op PCDD onderzochte lozingen plaats (lozingen 2, 12, 13).

Gezien het afwezig zijn van PCDF in het afvalwater van de betreffende productie-eenheid, zijn alleen de beide verbrandingsinstallaties eventuele bronnen van verontreiniging. Het is waarschijnlijk niet mogelijk om de betekenis van elke van beide bronnen aan te geven, te meer daar de twee profielen van één installatie (lozing 12) onderling nogal van elkaar afwijken.

Verder werden in deze categorie op de volgende locaties het sediment bemonsterd:

Veluwemeer, vanwege de lozing van gechloreerd effluent uit de rwzi Harderwijk.

Buitenhaven IJmuiden, vanwege de lozing van gechloreerd koelwater op deze haven.

De gehalten aan PCDD en PCDF in het sediment zijn op deze twee plekken betrekkelijk laag, zodat hier niet verder op de profielen zal worden ingegaan. Wel kan gesteld worden dat de profielen van het sediment geen overeenstemming vertonen met de lozingen (resp. 21 en 20).

## 7.2

Plaatsen waar het aantreffen van PCDD en PCDF ten gevolge van lokale activiteiten niet kan worden uitgesloten.

### Laurenshaven

De Laurenshaven werd bemonsterd vanwege de situering naast een verbrandingsinstallatie van voornamelijk huishoudelijk afval. Het profiel voor de Laurenshaven vertoont grote overeenkomst met dat van de Chemiehaven, zij het dat in het sediment van de Laurenshaven wel de

hoger gechloreerde PCDD in significante hoeveelheden aanwezig zijn. Hier moet in ieder geval een tweede bron aanwezig zijn, waarschijnlijk voormalige vliegasslozingen van de nabij gelegen vuilverbrandingsinstallaties.

#### Noord-Hollandskanaal

Het Noord-Hollandskanaal werd ter hoogte van Alkmaar bemonsterd vanwege de aanwezigheid van een huisvuilverbrandingsinstallaties voor huishoudelijk afval. De aanwezigheid van PCDD en PCDF in sediment zou hier voornamelijk veroorzaakt moeten worden door atmosferische depositie van vliegstof. Het profiel van het sediment uit het kanaal vertoont echter veel overeenkomst met dat van de hemelwaterafvoer, zodat de verwachting niet geheel en al bewaarheid wordt.

De gehalten die hier worden aangetroffen zijn de laagste van de meetreeks (zie tabel 5.1).

#### Overige locaties

In deze categorie werden verder op de volgende locaties het sediment bemonsterd.

Kanaal van Gent Terneuzen: dit werd bemonsterd vanwege de meetbare gehalten aan chloorfenolen.

Apeldoornskanaal: dit werd bemonsterd vanwege de aanwezigheid van een op het kanaal lozende papierfabriek.

Hollandsche IJssel. Hier werden 3 locaties bemonsterd. Twee in de nabijheid van stortplaatsen (Kattendijkse polder en Gouderak) en een in de Sliksloot in verband met de Uniser-affaire.

Hollands Diep, ter hoogte van Moerdijk. Hier werd het sediment bemonsterd vanwege de aanwezigheid van een industrieterrein en i.v.m. de Uniser-affaire.

Van al deze locaties kan gesteld worden dat de hier aangetroffen gehalten in het sediment ten gevolge van locale lozingen of om historische redenen niet duidelijk verhoogd zijn (tabel 5.1.1e kolom), en geen aanleiding geven tot nader onderzoek. Wel blijkt in zijn algemeenheid uit de profielen dat deze van locatie tot locatie verschillen, zodat gesproken kan worden van karakteristieke profielen. De onderlinge verschillen moeten in verband worden gebracht met locale beïnvloeding, die echter geen duidelijk verontreinigde sedimenten tot gevolg heeft.

### 7.3 Plaatsen in het stroomgebied van Rijn, Maas en Schelde

In de Rijn werden locaties in de benedenloop gekozen: Nieuwe Maas in Rotterdam (kml 1000.8), Nieuwe Merwede (kml 970, l.o.), Haringvliet (voor de Haringvlietsluizen) en Ketelmeer. Daarnaast werden ook twee locaties in de uiterwaarden bij Lobith gekozen. Het verschil tussen deze locaties is gelegen in de frequentie van overstroming bij hoge waterstanden in de Rijn. Tevens werd zwevende stof verzameld bij Lobith. In de Maas werden locaties bemonsterd ter hoogte van Roermond en Grave, terwijl bij Eijsden zwevende stof werd verzameld. Tenslotte werd in de Westerschelde een sedimentmonster genomen bij de Nederlands-Belgische grens (Schaar van Ouden Doel).

In grote lijnen komen de profielen van locaties uit de Rijn met elkaar overeen. Toch zijn onderlinge afwijkingen aanwijsbaar en voor sommige locaties zo duidelijk dat gesproken zou kunnen worden van een locale beïnvloeding. De verschillen zitten voornamelijk in de isomeergroepen van PCDF. Verder ontstaan verschillen door verschil in hoofdcomponenten binnen een bepaalde isomeergroep. Een punt dat zonder meer duidelijk afwijkt is een van de twee bemonsterde uiterwaarden bij Lobith. Het gaat hier om de locatie "Lobith, zomeruiterwaard", welke locatie vanwege de aanwezigheid van een zomerkade minder frequent onder water staat dan de locatie "Lobith, uiterwaard bij T&A". Hier worden relatief veel lagere PCDD aangetroffen.

Verder dient een opmerking gemaakt te worden over de locatie "Nieuwe Merwede". Hier worden binnen "het stroomgebied van de Rijn" het hoogste aantal TCDD-ekwivalenten aangetroffen (zie tabel 5, kolom 1). Ook voor andere microverontreinigingen worden hier betrekkelijk hoge gehalten aangetroffen terwijl de gehalten in het aangevoerde materiaal (zwevende stof bij Lobith) veel lager liggen. Dezelfde discrepantie wordt ook voor PCDD en PCDF waargenomen. Waarschijnlijk gaat het in het sediment om verontreinigingen die in de zeventiger jaren hier terecht zijn gekomen, terwijl momenteel nauwelijks bezinking van minder verontreinigd zwevend materiaal plaatsvindt. Indien deze hypothese juist is, zijn de gehalten aan PCDD en PCDF bij Lobith sinds de zeventiger jaren afgenomen. Een lozing tussen Lobith en de Nieuwe Merwede is niet voor de hand liggend.

De 2 profielen van de Maas zijn duidelijk verschillend. Een verklaring is niet zonder meer te geven. Bij "Roermond" kan het profiel in verband worden gebracht met de gemeten gehalten aan PCB's. De PCDF zijn hier t.o.v. PCDD nl. meer aanwezig.

#### 7.4 Niet beïnvloede gebieden

##### IJsselmeer (Den Oever)

Hoewel de TCDD-ekwivalenten op dit punt, dat als referentiepunt is gekozen, inderdaad betrekkelijk laag zijn, wijst het profiel toch in de richting van een locale beïnvloeding.

Een verklaring vanuit depositie van atmosferische deeltjes c.q. hemelwaterafvoer, lijkt niet erg waarschijnlijk. Op dit moment is niet aan te geven waardoor het afwijkende profiel tot stand komt.

##### IJmeer

Evenals in het IJsselmeer bij Den Oever zijn de TCDD-ekwivalenten hier betrekkelijk laag. Ook hier wijst echter het profiel in de richting van een locale beïnvloeding. Mogelijk moet hier een verband worden gelegd met de afvalstortingen aan de Diemerzeedijk, die hier in het verleden hebben plaatsgevonden.

#### 7.5 Noordzeekanaal

In het Noordzeekanaal is duidelijk sprake van een verhoging t.h.v. kilometeraai 18. De verontreiniging is grotendeels een gevolg van de vroegere lozingen vanuit de daar gevestigde gewasbeschermingsmiddelenfabriek.

Ter hoogte van kilometeraai 25 lijkt vooral atmosferische depositie van belang voor de daar aangetroffen verontreiniging. Een duidelijke invloed van de lozingen ter plekke (lozingen 6 en 11) is niet aantoonbaar.

## CONCLUSIES

1. De belasting van het milieu met TCDD-ekwivalenten door afvalwaterlozingen vanuit de tot op heden onderzochte puntbronnen is gering, zeker in relatie tot de thans bekende diffuse bronnen.
2. De belasting van het oppervlaktewater door afvalwaterlozingen is nog beperkter van omvang, aangezien lozing van een aantal van de bemonsterde afvalwaters plaatsvindt via een zuiveringsinstallatie.
3. Mogelijkerwijs zou het gechloreerde effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties wel van significante betekenis kunnen zijn, hoewel de omvang van de bemonsterde lozing en de gevonden gehalten in sediment niet met elkaar overeenstemmen. Nader onderzoek is reeds opgestart en zal medio 1987 afgerond zijn. De eerste resultaten van dit nader onderzoek duiden op een veel lagere verontreinigingsgraad dan in dit rapport is aangegeven.
4. De belasting van de Nederlandse oppervlaktewateren als gevolg van grensoverschrijdend transport is aanzienlijk in relatie tot de afvalwaterlozingen. Op basis van de gevonden gehalten voor zwevende stof en het gemiddelde zwevende stoftransport, wordt de vracht in de Rijn bij Lobith geschat op 50-70 gram TCDD-ekwivalenten per jaar, en in de Maas bij Eijsden op 5-10 gram TCDD-ekwivalenten per jaar.
5. Overal in den lande worden in het sediment van de oppervlaktewateren PCDD en PCDF aangetroffen. Deze stoffen zijn alom tegenwoordig.
6. In TCDD-ekwivalenten uitgedrukt lopen de gehalten in de sedimenten uiteen van 0-3,89 ng/g d.s. De hoogste gehalten worden aangetroffen op twee locaties in het Botlekgebied. Wordt het Botlekgebied buiten beschouwing gelaten dan worden de hoogste gehalten aangetroffen in het Noordzeekanaal (tot 0,42 ng/g d.s.). Buiten deze drie locaties is een maximum gehalte gemeten van 0,26 ng/g d.s.  
De lozingen op de bovengenoemde drie locaties zijn inmiddels gesaneerd.

7. De gevonden gehalten in de onderwaterbodems leveren vermoedelijk geen gevaar op voor de volksgezondheid. Om zekerheid te krijgen is een breder oriënterend onderzoek naar de gehalten in vissen wenselijk en inmiddels opgestart.
8. De gehalten in grond in regelmatig door de Rijn overstroomde uiterwaarden is laag. Hoewel accumulatie in de voedselketen ten gevolg van begrazing van de uiterwaarden door vee niet geheel en al is uit te sluiten is de betekenis hiervan voor de volksgezondheid vermoedelijk gering.
9. Bij de berging van baggerspecie op het land dient ernstig rekening gehouden te worden met de toekomstige bestemming van de stortlocatie. Dit geldt met name voor de specie uit de Chemiehaven en de Laurens haven. De hier gevonden gehalten overschrijden de saneringsgrenswaarde voor de grond van 1 ng/g d.s.. Nader onderzoek naar de omvang van de verontreiniging in deze havens is inmiddels opgestart.
- 10 Het aandeel van de afzonderlijk gemeten PCDD en PCDF aan het totaalgehalte in het sediment varieert van plaats tot plaats. Op basis hiervan moet worden aangenomen dat er sprake is van lokale beïnvloedingen. Waaruit deze invloed bestaat (lozingen, sedimentatiepatroon, locale diffuse bronnen) is veelal niet duidelijk. Enerzijds omdat niet op alle locaties waar sediment is bemonsterd een lozing aanwezig is of is bemonsterd en anderzijds omdat het profiel van de PCDD en PCDF in de lozing niet volledig overeenkomt met het profiel in het sediment.
- 11 Aangezien de hoogte van de gehalten veelal niet alarmerend is voor de volksgezondheid, is er voorlopig geen behoefte aan de nadere vaststelling van de puntbronnen van verontreiniging van onderwaterbodems. Op andere gronden, zoals de meerkosten voor de berging van verontreinigde specie kan verder onderzoek wel opportuun zijn.



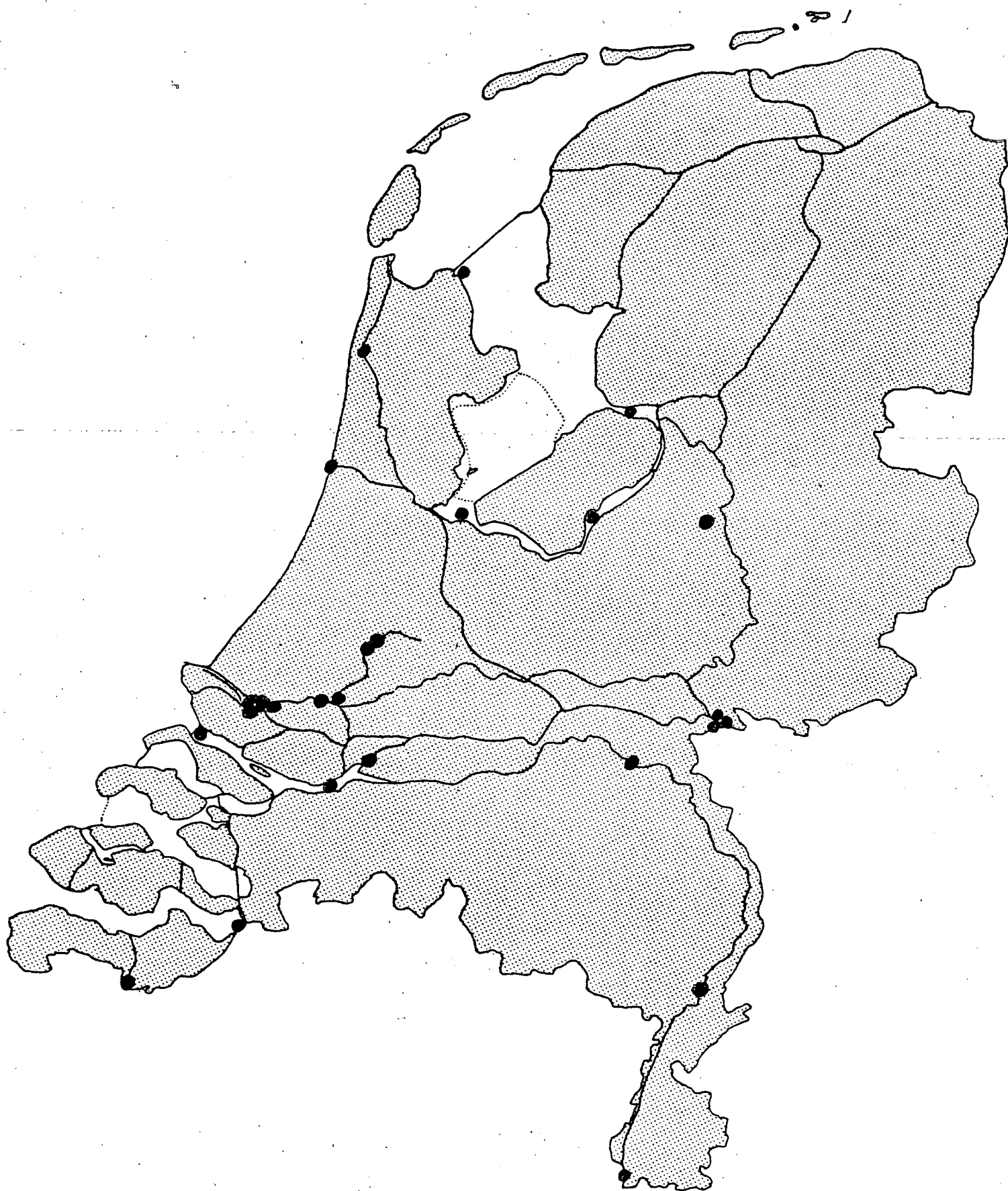
12 Omdat gebleken is dat afvalwaterlozingen uit puntbronnen geen grote bijdrage leveren aan de belasting van het oppervlaktewater met PCDD en PCDF, ondanks het feit dat plaatselijk wel degelijk van een grote invloed sprake kan zijn, moet de oorzaak van de verontreiniging vooral gezocht worden in diffuse bronnen (atmosferische depositie) en grensoverschrijdend transport. Ten behoeve van het terugdringen van de verontreiniging van de sedimenten dient aan deze twee aspecten de nodige aandacht geschonken te worden.

9. LITERATUUR

1. Hutzinger, O., M.J. Blumich, M. v.d. Berg en K. Olie, 1985, Sources and fate of PCDD's and PCDF's: an overview. Chemosphere 14: 581-600.
2. Umweltbundesamt: Bericht: "Sachstand Dioxine"; Im UBA bis april 1983 verfügbares Wissen. Umweltbundesamt, Berlin, 1983.
3. Pols, H.B., 1985. Gechloreerde dibenzo-p-dioxines en dibenzofuranen. Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA; Rapport 85.08. Lelystad.
4. Webster, G.R.B. et al, 1985. Environmental fate modelling of chloro-dioxins: determination of physical constants. Chemosphere 14: 609-622.
5. Mackay, D., S. Paterson en B. Cheung, 1985. Evaluating the environmental fate of chemicals. The fugacity - level III approach as applied to 2,3,7,8-TCDD. Chemosphere 14: 859-863.
6. Marcheterre, L. et al, 1985. Fate of <sup>14</sup>C-octachlorodibenzo-p-dioxin in artificial outdoor ponds. Chemosphere 14: 835-838.
7. Berg, M. van den, 1986. Some pharmacokinetic aspects of polychlorinated dibenzo(p)dioxins and dibenzofurans. Proefschrift, Amsterdam.
8. Czuczwa, J.M., F. Niessen en R.A. Hites, 1985. Historical record of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in Swiss lake sediments. Chemosphere 14: 1175-1179.
9. Czuczwa, J.M., B.L. McVeety en R.A. Hites, 1985. Polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans in sediments from Siskiwit Lake, Isle Royale. Chemosphere 14: 623-626.
10. Czuczwa, J.M. en R.A. Hites, 1984. Environmental fate of combustion-generated polychlorinated dioxins and furans. Environ. Sci. Technol. 18: 444-450.
11. Hagenmaier, H., H. Brunner, R. Haag en A. Berchtold. PCDDs and PCDFs in sewage sludge, river and lake sediments from South West Germany. Chemosphere 15: 1421-1428.
12. Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, 1985. Dioxines en furanen in het Noordzeekanaalgebied. Onderzoek en maatregelen. Rapport van de Werkgroep Dioxine. Rapport nr. WDY 85.02. Haarlem.

## **LIJST VAN BIJLAGEN**

- 1. Situering monsterpunten sediment**
- 2. Analysemethode PCDD en PCDF**
- 3. Specificatie hemelwaterafvoer en afvalwaterlozingen**
- 4. Sedimentanalyses**
- 5. PCDD en PCDF-profielen**



## Bijlage 2.

### Analysemethode PCDD en PCDF

De analysemethode, zoals die toegepast wordt door de Universiteit van Amsterdam, is als volgt.

Het volume van het water wordt gemeten. Normaliter wordt uitgegaan van 1-2,5 l. Indien veel vaste stof aanwezig is wordt gefiltreerd over een Büchner trechter.

Aan dit slib wordt 24,1 ng 13C 2,3,7,8-TCDD toegevoegd en 14.1 ng 13C 0<sub>8</sub>CDD. Als er niet veel vaste stof aanwezig is, dan wordt de 13C 2,3,7,8-TCDD en 13C 0<sub>8</sub>CDD aan de vloeistof toegevoegd voor de filtratie. Het slib wordt na droging 48 uur geëxtraheerd met benzeen in een soxhlet apparaat. De huls is van glas.

Het water wordt uitgeschud in twee scheitrechters met telkens 100 ml hexaan (dus telkens ca. 800 ml 2 x met 100 ml hexaan). Fles(sen) worden nagespoeld met 4 x 50 ml hexaan. De scheitrechters en maatcilinders worden nagespoeld met 3 x 5 ml hexaan.

Alle hexaan wordt gecombineerd met het soxhlet extract. Het totale extract wordt ingedampt op b.v. een waterbad tot ca. 20 ml. De eerste zuivering vindt plaats op een glazen kolom. Deze bevat van onder naar boven:

|                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| glaswol, 10% NaOH/SiO <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub> , 44% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /SiO <sub>2</sub> , 22% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /SiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 9 cm                      1 cm                      10 cm                      2 cm                      1 cm                                                                                         |

Het monster wordt opgebracht en de kolf wordt nagespoeld met 3 x 5 ml hexaan; vervolgens wordt geëluëerd met 30 ml hexaan.

Aan het eluaat wordt 1 druppel nonaan toegevoegd. Het eluaat wordt tot bijna droog gedampt met groenband stikstof op een waterbad.

De tweede stap gaat over een glazen kolom met 17 cm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (basisch). Het monster wordt met 3 x 1 ml hexaan opgebracht en eerst geëluëerd met 80 ml hexaan (het eluaat wordt bewaard), vervolgens wordt geëluëerd met 30 ml dichloormethaan.

Deze fractie wordt op de manier als hiervoor vermeld weer bijna droog gedampt.

De derde stap gaat met 2 kolommen.

De bovenste bevat 5 cm  $\text{AgNO}_3/\text{SiO}_2$  en de onderste 19 cm  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Het monster wordt op de bovenste kolom gebracht met 3 x 1 ml hexaan en geëlueerd met 80 ml hexaan.

Ook dit eluaat wordt bewaard.

De bovenste kolom wordt nu weggehaald en er wordt geëlueerd met 20 ml 10% tetra in hexaan.

Ook dit eluaat wordt bewaard.

De dioxines en dibenzofuranen worden vervolgens geëlueerd met 30 ml dichloormethaan.

Deze laatste fractie wordt ingedampt (zie boven) en onderworpen aan een zuivering met behulp van reverse phase HPLC (kolom Zorbax ODS lengte ca. 75 cm) met methanol als eluens. Er worden twee fracties verzameld, de eerste bevat de lager gechloreerde dioxines en dibenzofuranen, de tweede fractie bevat de hoger gechloreerde dioxines en dibenzofuranen.

De fracties worden opgevangen in water met wat  $\text{NaHCO}_3$  en geëxtraheerd met hexaan.

Het monster wordt overgebracht in twee kleine monsterflesjes en tot bijna droog ingedampt.

Voor de uiteindelijke bepaling wordt 25 ng van een externe standaard toegevoegd (4 methyl, 2',5'dichloorbiphenyl). De bepaling vindt plaats op een GCMS (HP 5984) in de selected ion monitoring stand. De kolommen die gebruikt worden zijn een 60 m Supelco 2340 fused silica kolom of een Chrompack 25 m CP sil 5 kolom.

De responsie wordt voor en na een monster bepaald met een monster dat gelijke hoeveelheden externe standaard, 1,2,3,4- $\text{T}_4\text{CDD}$ ,  $\text{O}_8\text{CDD}$  en  $\text{O}_8\text{CDF}$  bevat.

### Bijlage 3.

#### Hemelwaterafvoer.

De wijk Holendrecht in Amsterdam Zuidoost heeft een gescheiden riole-ringssysteem. Hemelwater wordt apart afgevoerd en via een bezinkputje geloosd. De vuiluitworp uit deze wijk bedraagt 0,12 kg droge stof/inw/jaar.

Het slib in de bezinkput bevatte 1245 ng/kg PCDD en 510 ng/kg PCDF.

Indien dit gehalte overeenkomt met dat van de vuiluitworp bedraagt de uitworp aan PCDD + PCDF 210 ng/inw/jaar.

Geëxtrapoleerd naar 14.000.000 inwoners, zou dit voor heel Nederland neerkomen op een emissie van 3 g PCDD + PCDF per jaar.

Ter vergelijking de emissie van lood. Deze bedraagt in Holendrecht 0,5 kg/inw/jr., oftewel 7000 ton voor heel Nederland.

De jaarlijkse verkopen aan benzine betekenen een maximale loodvracht in Nederland van 1400-1600 ton. Op grond hiervan moet geconcludeerd worden dat de extrapolatie naar 3 gr. PCDD + PCDF per jaar zelfs nog aan de hoge kant is!

Onderstaand zijn de eerder gepresenteerde tabellen m.b.t. de afvalwaterlozingen nogmaals opgenomen, nu echter met meer detailinformatie. Er is niet gecorrigeerd voor ingenomen (koel)water.

Tabel 4.1: Omvang afvalwaterlozingen industriële productieprocessen

| Bedrijf | Produkt        | Debiet<br>(m <sup>3</sup> /jr) | (PCDD+PCDF) |        | % PCDF | TCDD-ekw. |        | Methode |
|---------|----------------|--------------------------------|-------------|--------|--------|-----------|--------|---------|
|         |                |                                | (ng/l)      | (g/jr) |        | (ng/l)    | (g/jr) |         |
| 1       | Styreen        | 40.000                         | 0,36        | 0,01   | 0      | 0         | 0      | 1       |
| 2       | Chloorfeninfos | 10.000                         | 4,9         | 0,05   | 10     | 0,42      | 0,004  | 2       |
| 3       | MCPA/MCPP      | 160.000                        | 1,2         | 0,19   | 30     | 0,02      | 0,003  | 2       |
| 4A      | VCM            | 280.000                        | 313         | 872    | 99     | 0,64      | 0,18   | 2       |
| 4B      | VCM            | 280.000                        | 164         | 459    | 96     | 0,73      | 0,20   | 1       |
| 5       | DBN            | 130.000                        | 3,3         | 0,43   | 60     | 0,13      | 0,02   | 2       |
| 6       | Cl-sulfonzuren | 5.00.000                       | 0,23        | 1,15   | 0      | 0         | 0      | 1       |
| 7A      | Kleurstoffen   | 330.000                        | 0,6         | 0,2    | 0      | 0         | 0      | 1       |
| 7B      | Kleurstoffen   | 330.000                        | 1316        | 434    | 5      | 0,5       | 0,02   | 1       |
| 8       |                | 120.000                        | 10,8        | 1,3    | 97     | 0,5       | 0,06   | 1       |
| 9A      | Papier         | 9.00.000                       | 4,2         | 38     | 45     | 0,006     | 0,06   | 1       |
| 9B      | Papier         | 9.00.000                       | 0,4         | 3,6    | 0      | 0         | 0      | 1       |

Bijl. 4: PCDD en PCDF in sedimenten

| lokatie                                       | % organi-<br>sche stof 1) | (PCDD+PCDF)<br>(in ng/g<br>org. stof | PCDF<br>(in ng/g<br>org. stof | % PCDF<br>van<br>(PCDD+PCDF) | TCDD ekw.<br>(ng/g d.s.) | TCDD ekw.<br>in ng/g<br>org. stof | 2378 TCDD<br>(ng/g d.s.) |
|-----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Chemiehaven                                   | 7.5                       | 1640                                 | 1607                          | 98                           | 3.89                     | 52                                | 0.04                     |
| Laurens haven                                 | 14.9                      | 538                                  | 485                           | 90                           | 2.46                     | 17                                | 0.01                     |
| Noordzeekanaal, kmr. 17.8                     | n.a. 2)                   | ± 134                                | ± 123                         | 93                           | 0.42                     | 4                                 | 0.09                     |
| Noordzeekanaal, monding Zijkanaal G           | 13.8                      | 89                                   | 68                            | 77                           | 0.32                     | 2                                 | 0.06                     |
| Noordzeekanaal, kmr. 19-23                    | 11.7                      | 76                                   | 52                            | 68                           | 0.18                     | 2                                 | 0.05                     |
| Nieuwe Merwede                                | 11.1                      | 173                                  | 86                            | 50                           | 0.17                     | 2                                 | 0.07                     |
| 1 <sup>e</sup> Petroleumhaven                 | 16.3                      | 71                                   | 57                            | 81                           | 0.23                     | 1                                 | 0.01                     |
| Holl. IJssel t.h.v. Kattend. Polder, kmr. 5   | 10.9                      | 110                                  | 79                            | 71                           | 0.13                     | 1                                 | -                        |
| Lobith, zomeruiterwaard                       | 15.1                      | 76                                   | 40                            | 53                           | 0.12                     | 1                                 | 0.03                     |
| IJmeerput                                     | 10.7                      | 39                                   | 22                            | 57                           | 0.11                     | 1                                 | -                        |
| Holl. IJssel t.h.v. Gouderak, kmr. 6          | 11.1                      | 60                                   | 39                            | 64                           | 0.10                     | 1                                 | 0.05                     |
| IJsselmeer, Den Oever                         | 11.7                      | 51                                   | 36                            | 71                           | 0.09                     | 1                                 | 0.02                     |
| Nieuwe Maas t.h.v. Noordereiland, kmr. 1000,8 | 7.8                       | 107                                  | 75                            | 70                           | 0.08                     | 1                                 | 0.01                     |
| Noordzeekanaal, kmr. 13                       | 7.8                       | 74                                   | 44                            | 60                           | 0.07                     | 1                                 | 0.01                     |
| Apeldoornskanaal                              | 50                        | 30                                   | 6                             | 18                           | 0.26                     | -                                 | -                        |
| Haringvliet, H12                              | 28.6                      | 23                                   | 16                            | 67                           | 0.10                     | -                                 | 0.02                     |
| Holl. IJssel t.h.v. Sliksloot, kmr. 18.2      | 21.7                      | 31                                   | 17                            | 56                           | 0.08                     | -                                 | 0.01                     |
| Maas, Roermond                                | 9.8                       | 35                                   | 21                            | 61                           | 0.08                     | 1                                 | -                        |
| Hollandsch Diep t.h.v. Moerdijk               | 11.9                      | 31                                   | 12                            | 38                           | 0.02                     | -                                 | 0.01                     |
| Kanaal v. Gent naar Terneuzen                 | 9.0                       | 31                                   | 13                            | 42                           | 0.02                     | -                                 | -                        |
| Lobith, zwevende stof                         | 20.0                      | 19                                   | 11                            | 60                           | 0.02                     | -                                 | -                        |
| Westerschelde, Schaar van Ouden Doel          | 16.2                      | 18                                   | 6                             | 31                           | 0.02                     | -                                 | -                        |
| Grave                                         | 10.1                      | 31                                   | 9                             | 29                           | 0.02                     | -                                 | -                        |
| 3 <sup>e</sup> Petroleumhaven                 | 6.8                       | 290                                  | 66                            | 23                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Ketelmeer                                     | 3.0                       | 34                                   | 19                            | 56                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Veluwemeer                                    | 3.4                       | 17                                   | 5                             | 30                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Eijsden, zwevende stof                        | 17.0                      | 13                                   | 5                             | 33                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Buitenhaven IJmuiden                          | 6.1                       | 9                                    | 5                             | 57                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Noordzeekanaal, kmr. 24-27.5                  | 18.4                      | 5                                    | 2                             | 39                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Noord-Hollandskanaal t.h.v. Alkmaar           | 20.5                      | 5                                    | 2                             | 36                           | 0.01                     | -                                 | -                        |
| Lobith, uiterwaard grens                      | 1.9                       | 13                                   | 9                             | 70                           | -                        | -                                 | -                        |

1) Bepaling van het organische stofgehalte volgens de IB-methode 1979 (destruktie met  $\text{KMnO}_4$ )

2) Organische stofgehalte geschat op 10%

3) TCDD-ekwivalenten bepaald volgens methode 1

Een gedetailleerder overzicht van de analyseresultaten zal t.z.t op aanvraag verkrijgbaar zijn.



Tabel 4.2: Omvang afvalwaterlozingen industriële verbrandingsinstallaties

| Bedrijf | Debiet<br>(m <sup>3</sup> /jr)            | (PCDD+PCDF) |        | % PCDF | TCDD-ekw. |        | Methode |
|---------|-------------------------------------------|-------------|--------|--------|-----------|--------|---------|
|         |                                           | (ng/l)      | (g/jr) |        | (ng/l)    | (g/jr) |         |
| 10A     | 70.000                                    | 7,0         | 0,49   | 20     | 0,89      | 0,06   | 2       |
| 10B     | 70.000                                    | 1,7         | 0,12   | 40     | 0,05      | 0,004  | 2       |
| 11A     | 21.500                                    | 8,9         | 0,19   | 10     | 1,50      | 0,03   | 2       |
| 11B     | Onvolledige analyse; tendens: 30% van 11A |             |        |        |           |        |         |
| 12A     | 1.650.000                                 | 32,2        | 53,1   | 88     | 0,45      | 0,74   | 2       |
| 12B     | 1.650.000                                 | 2,0         | 3,3    | 60     | 0,03      | 0,05   | 2       |
| 13      | 1.600.000                                 | 1,0         | 1,6    | 60     | 0,01      | 0,02   | 2       |
| 14      | 1.000.000                                 | 8,2         | 8,2    | 95     | 0,08      | 0,08   | 2       |
| 15A     | 40.000                                    | 38,8        | 1,6    | 88     | 0,23      | 0,001  | 2       |
| 15B     | 40.000                                    | 16,1        | 0,64   | 95     | 0,09      | 0,004  | 2       |
| 16      | 3.200                                     | 2,53        | 0,01   | 43     | 0         | 0      | 1       |

Tabel 4.3: Omvang afvalwaterlozingen "niet-industriële" projecten

| Bedrijf | Soort           | Debiet<br>(m <sup>3</sup> /jr)                 | (PCDD+PCDF) |        | % PCDF | TCDD-ekw. |        | Methode |
|---------|-----------------|------------------------------------------------|-------------|--------|--------|-----------|--------|---------|
|         |                 |                                                | (ng/l)      | (g/jr) |        | (ng/l)    | (g/jr) |         |
| 17A     | Effluent vlieg- | 1.300.000                                      | 0,8         | 12,7   | 31     | 0,74      | 0,96   | 2       |
| 17B     | asbassin        | 1.300.000                                      | 6,0         | 7,8    | 67     | 0,13      | 0,17   | 2       |
| 18      | Hemelwater      | 1.600                                          | 188.000     | 300    | 19     | 700       | 1,12   | 1       |
|         | hout opslag     |                                                |             |        |        |           |        |         |
| 19A     | Ind.persleiding | 4.700.000                                      | 5,6         | 26     | 4      | 0         | 0      | 1       |
| 19B     |                 | 4.700.000                                      | 7,3         | 34     | 0      | 0         | 0      | 2       |
| 20A     | Koelwaterlozing | 16.500.000                                     | 0,3         | 61     | 83     | 0,13      | 0,85   | 1       |
| 20B     |                 | 16.500.000                                     | 1,5         | 10     | 73     | 0,04      | 0,26   | 1       |
| 21A     | rwzi Effluent-  | 15.000.000                                     | 25,8        | 387    | 63     | 0,55      | 8,25   | 1       |
|         | chlooring       |                                                |             |        |        |           |        | 1       |
| 21B     |                 | Onvolledige analyse; tendens: ca. 10% van 21 A |             |        |        |           |        | 1       |
| 22      | Hemelwater-     |                                                | 1755        | 3      | 29     | 15,4      | 0,03   | 1       |
|         | afvoer          |                                                |             |        |        |           |        |         |
| 23      | Gaswasser       |                                                |             |        |        |           |        |         |
|         | schredder-in-   |                                                |             |        |        |           |        |         |
|         | stallatie       | 250                                            | 0           | 0      | -      | 0         | 0      | 2       |

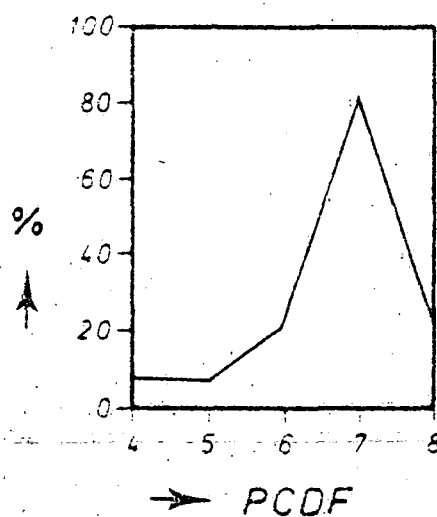
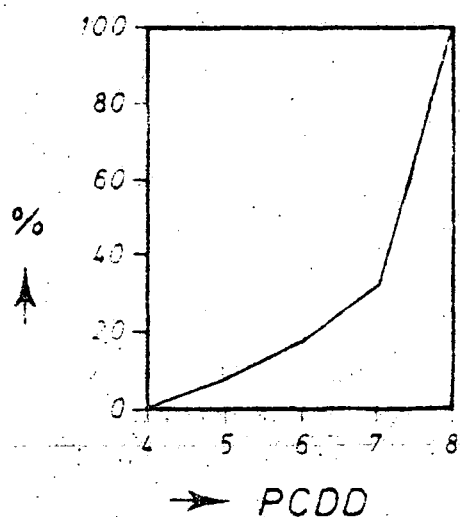
## Bijlage 5.

Alvorens in te gaan op de specifieke lokaties, is het goed eerst even in te gaan op de profielen van diverse diffuse bronnen. Het profiel van "atmosferische deeltjes" is afkomstig uit een geïndustrialiseerd gebied in de V.S. en is als zodanig een dwarsdoorsnede van de profielen van diverse diffuse bronnen. Het profiel van hemelwaterafvoer afkomstig van een wijk in Amsterdam Z.O., is eveneens een "dwarsprofiel", zij het dat autoverkeer en eventueel huishoudelijke verbrandingsprocessen hier van grote invloed zijn.

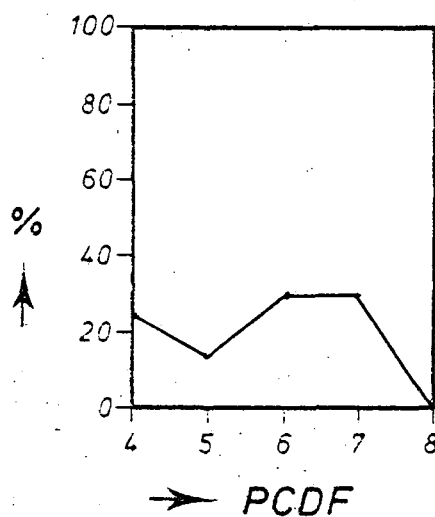
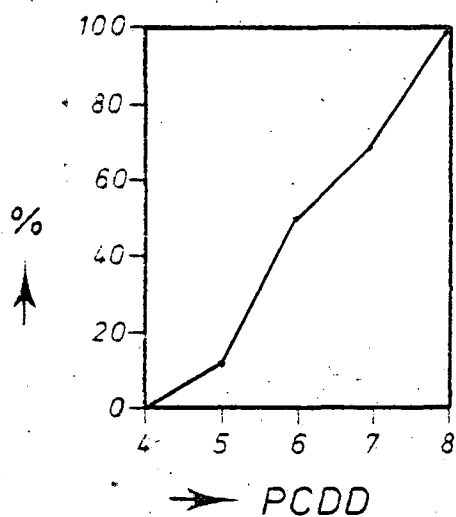
Het profiel voor vliegstof, afkomstig uit het eerdergenoemde onderzoek van Dhr. K. Olie, is een dwarsdoorsnede voor de luchtuitworp van huisvuilverbrandingsinstallaties. Vliegafval daarentegen wordt in (electro)-filters achtergehouden en meestal op stortplaatsen gedeponneerd.

Het profiel van pentachloorfenol is een doorsnede van de profielen van een aantal produkten zoals deze in Europa op de markt gebracht worden.

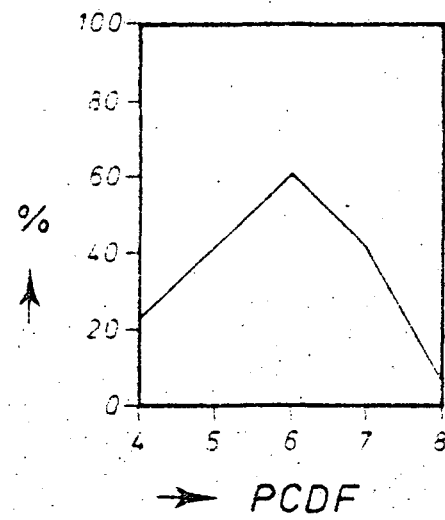
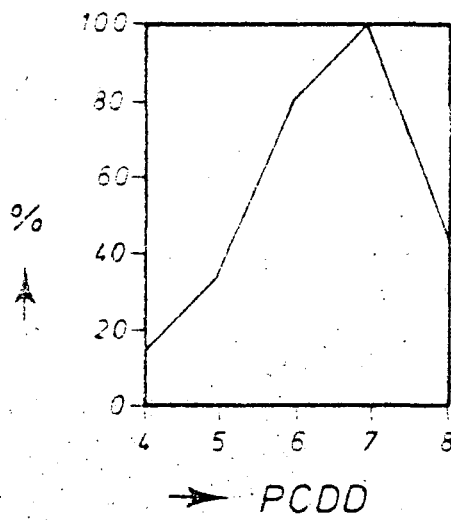
# Profielen voor: Atmosferische deeltjes (volgens Czuzwa)



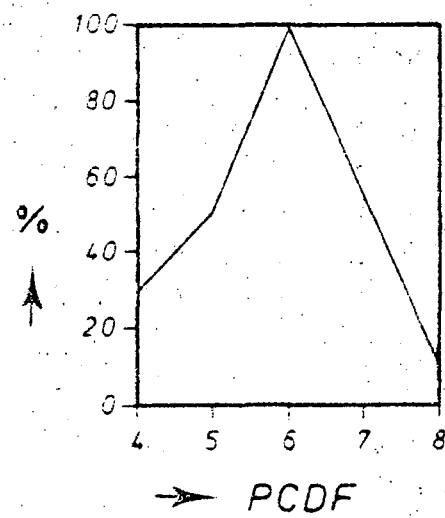
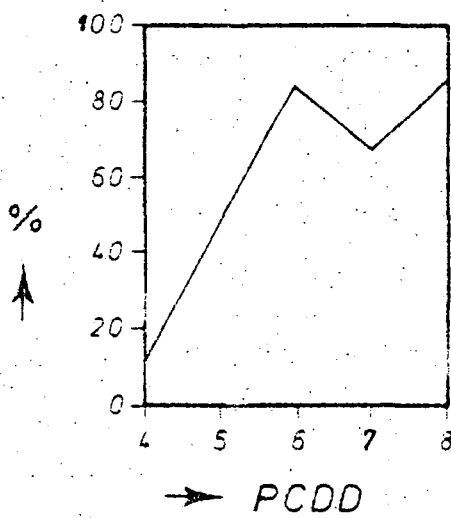
## Profielen voor: Hemelwaterafvoer (lozing 22)



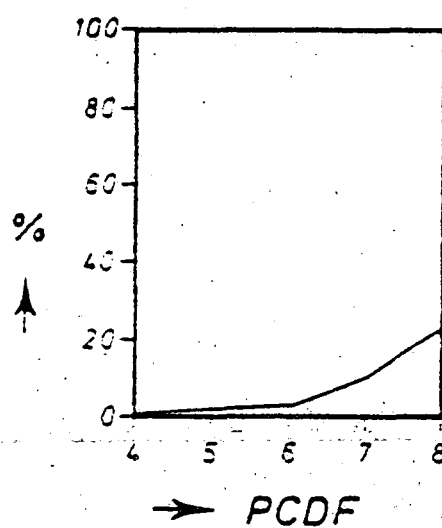
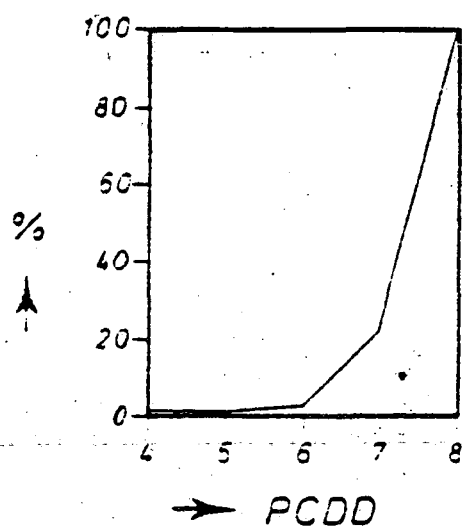
*Profielen voor: Vlieggas (volgens Olie)*



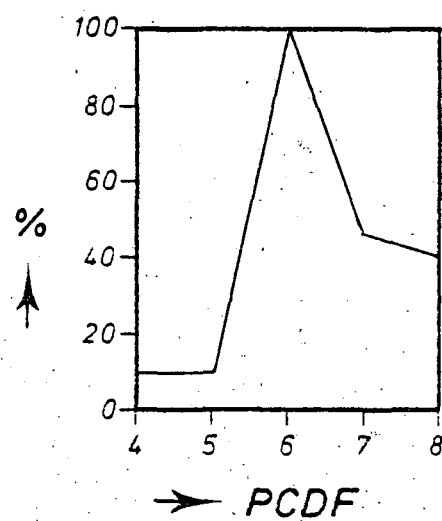
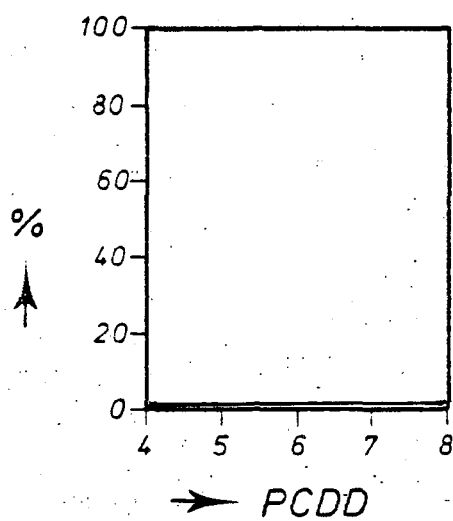
*Profielen voor: Vliegstof (volgens Olie)*



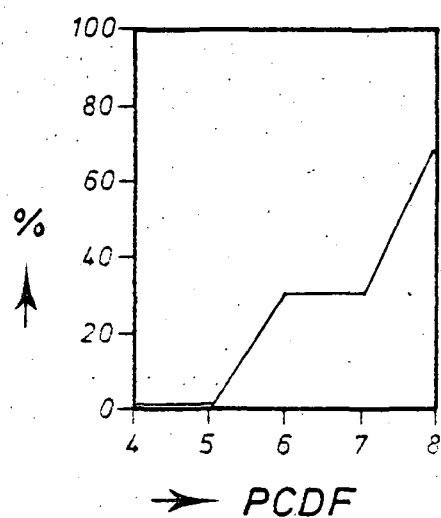
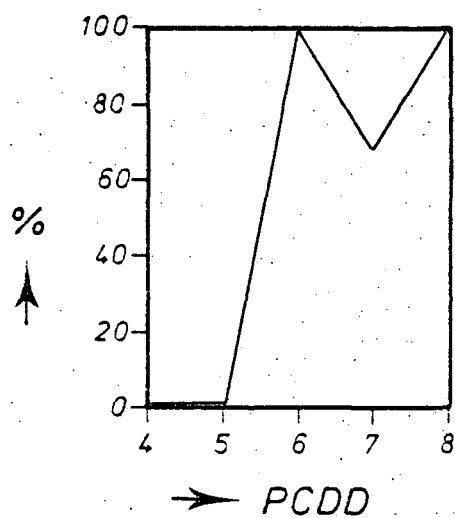
Profielen voor: Pentachloorfenol (volgens Cull)



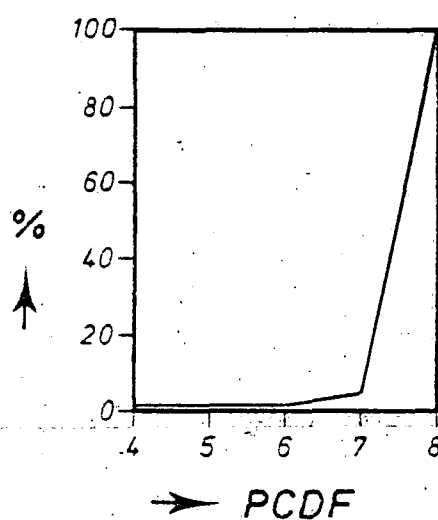
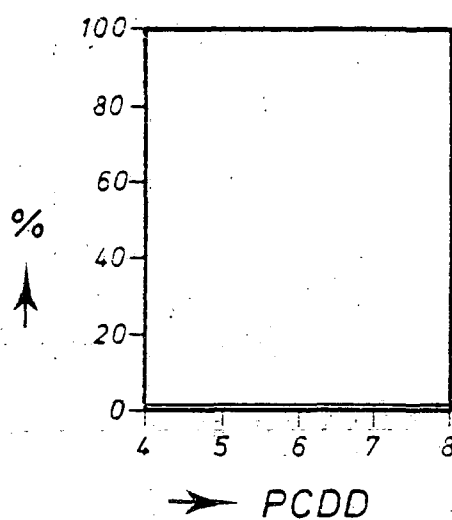
Profielen voor: Chemiehaven



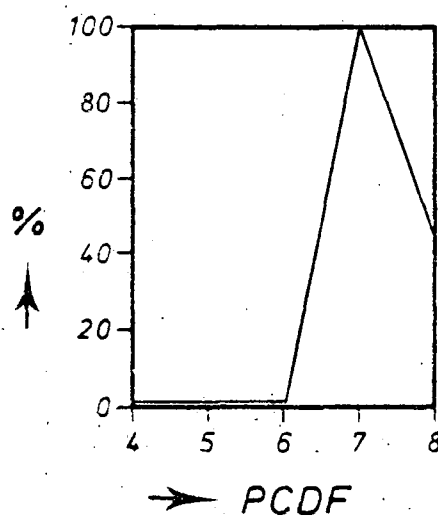
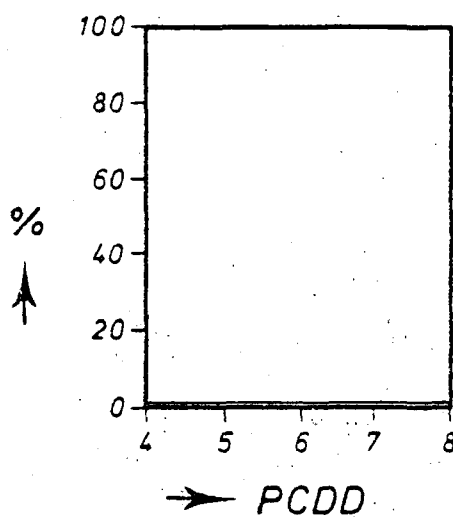
Profielen voor: lozing 3



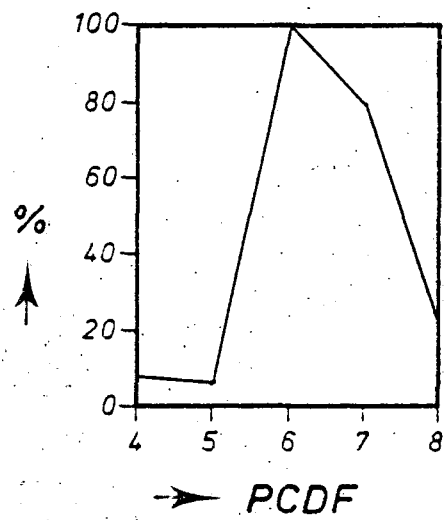
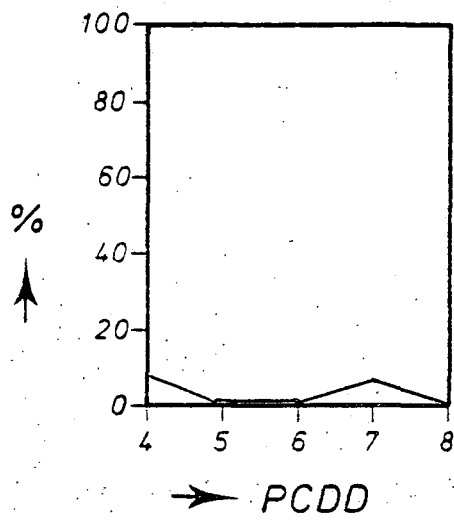
Profielen voor: lozing 4A



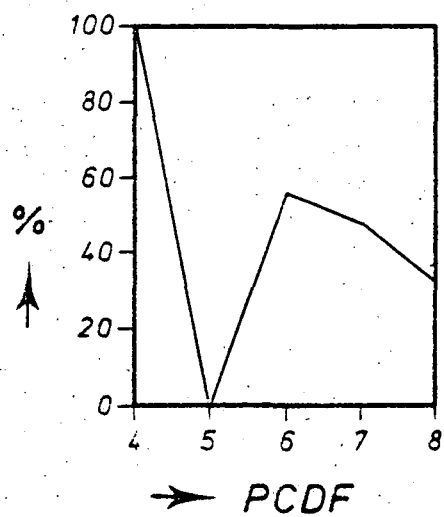
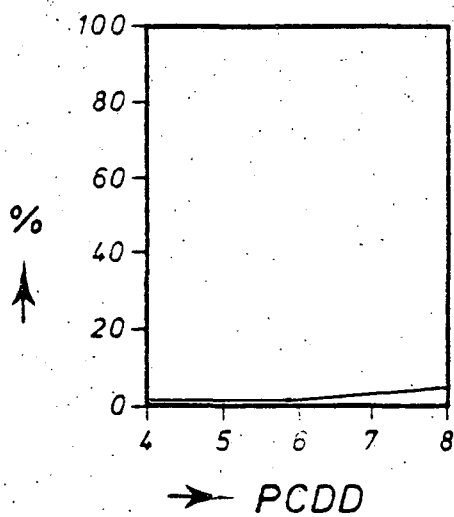
Profielen voor: lozing 4B



Profielen voor: lozing 15A

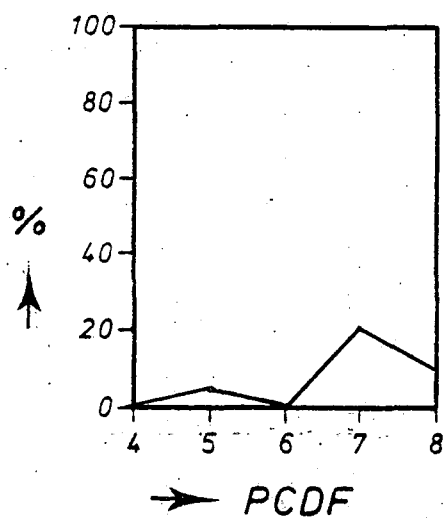
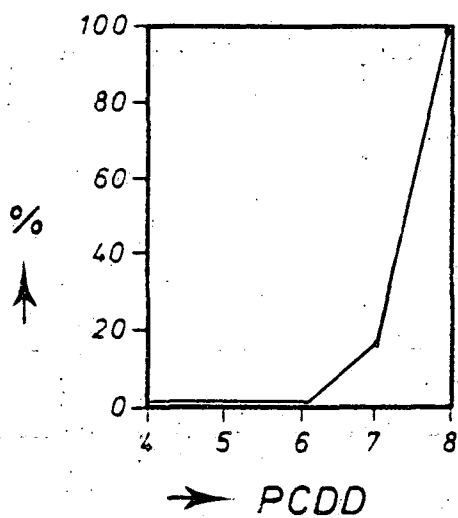


Profielen voor: lozing 15B

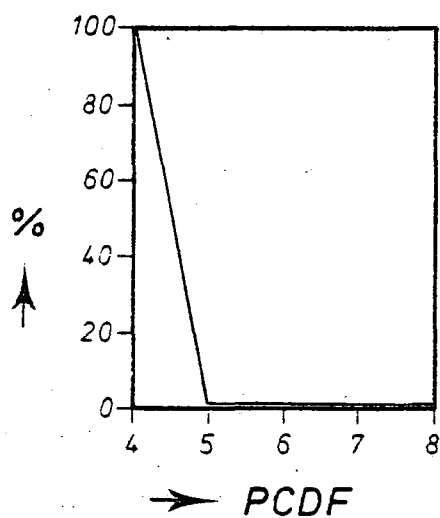
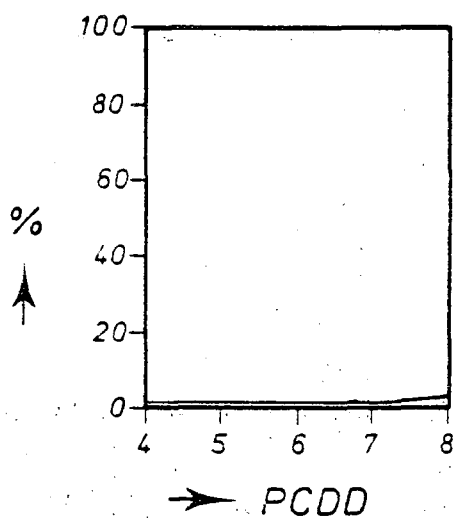




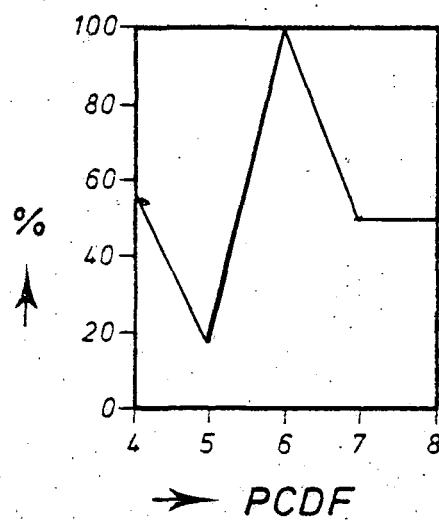
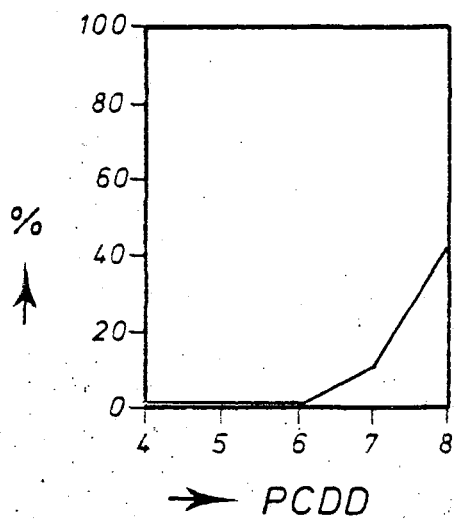
Profielen voor: 3<sup>e</sup> Petroleumhaven



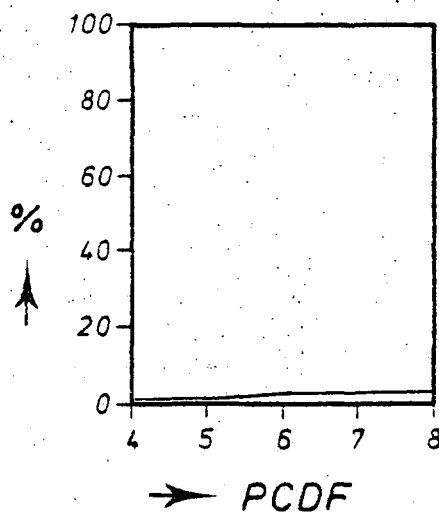
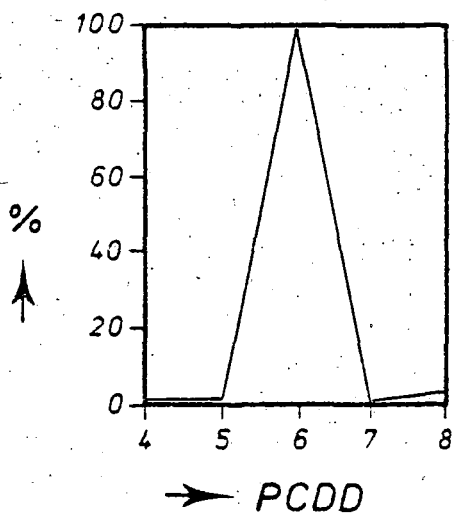
Profielen voor: lozing 14



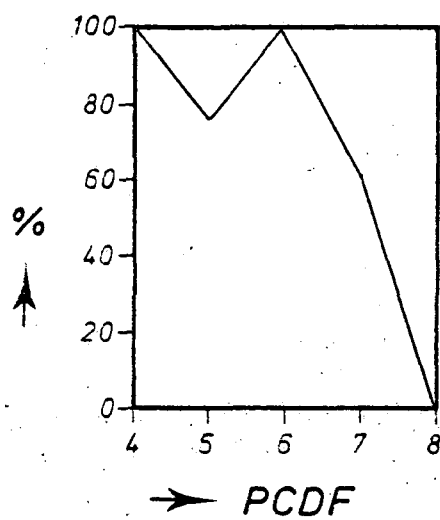
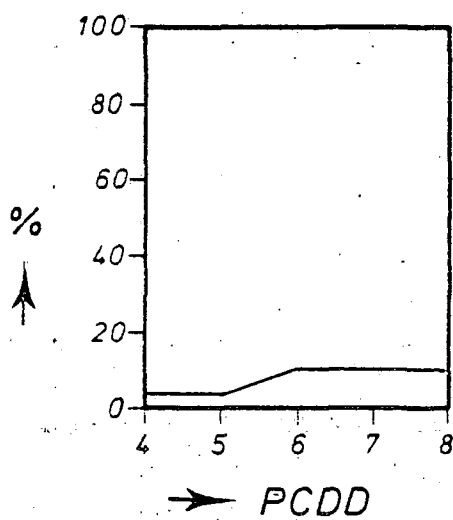
Profielen voor: 1<sup>e</sup> Petroleumhaven



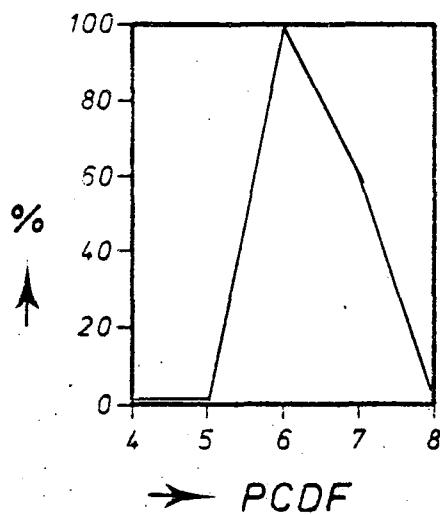
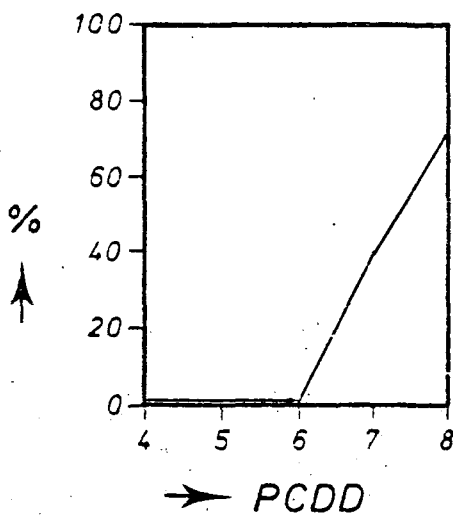
Profielen voor: lozing 2



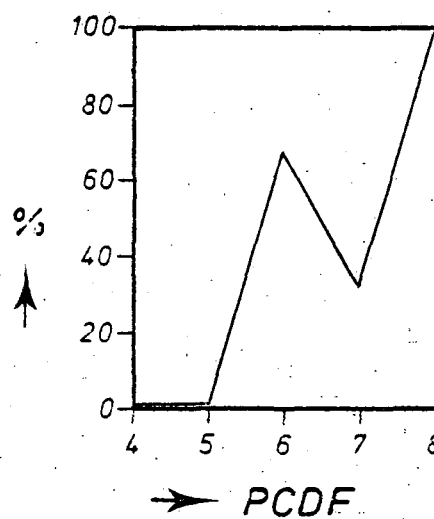
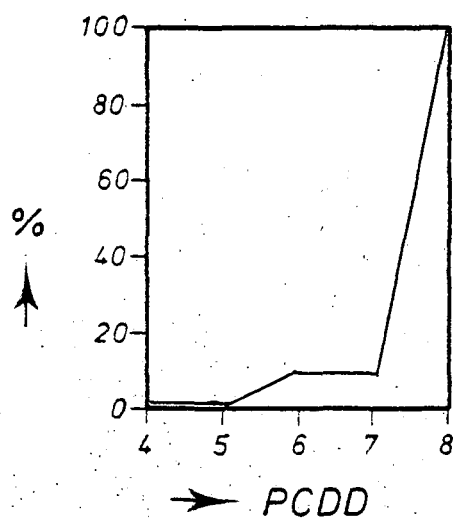
Profielen voor: lozing 12A



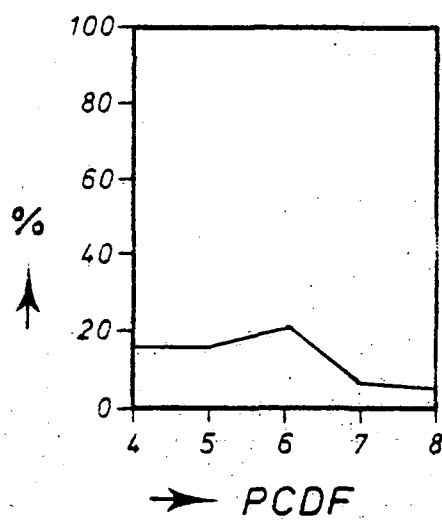
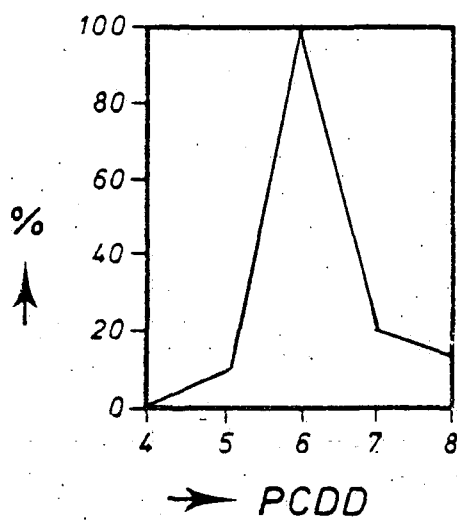
Profielen voor: lozing 12B



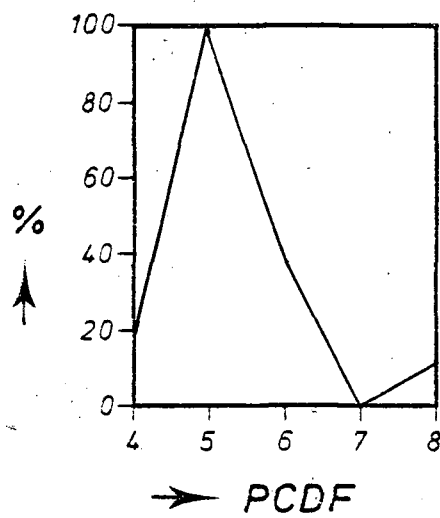
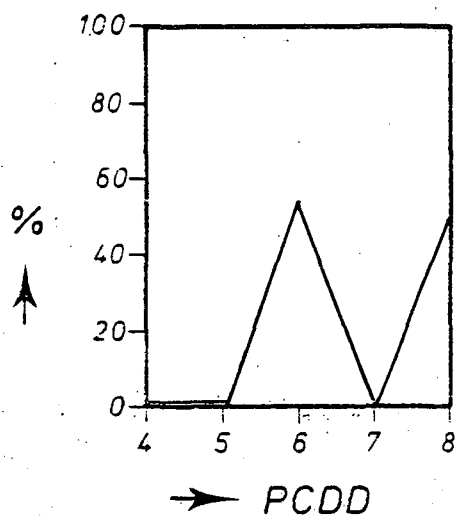
Profielen voor: lozing 13



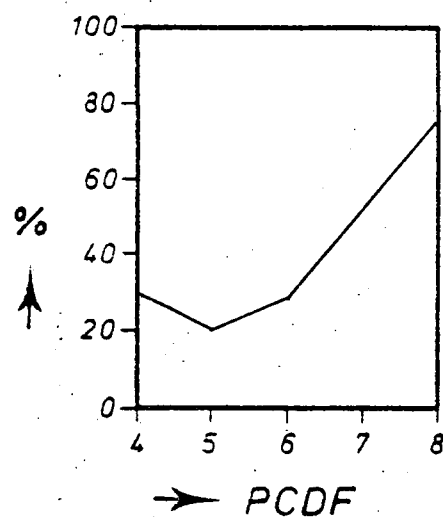
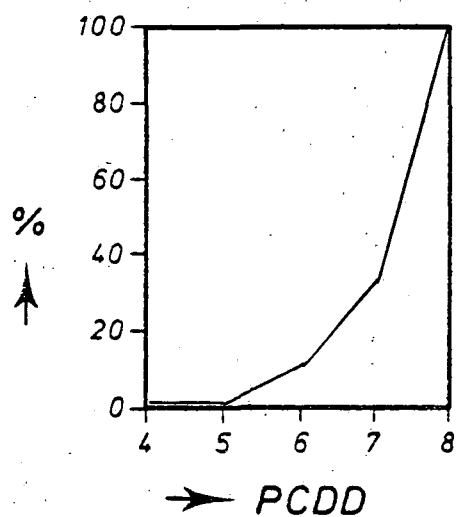
Profielen voor: veluwemeer



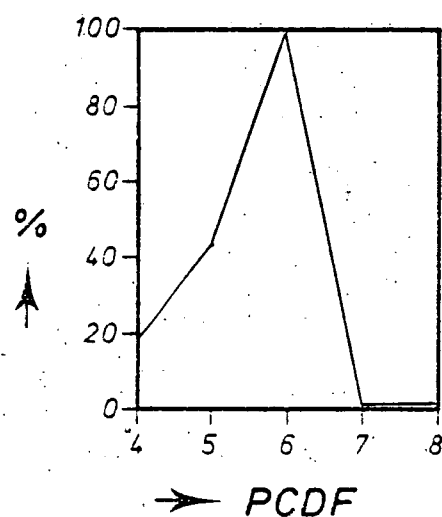
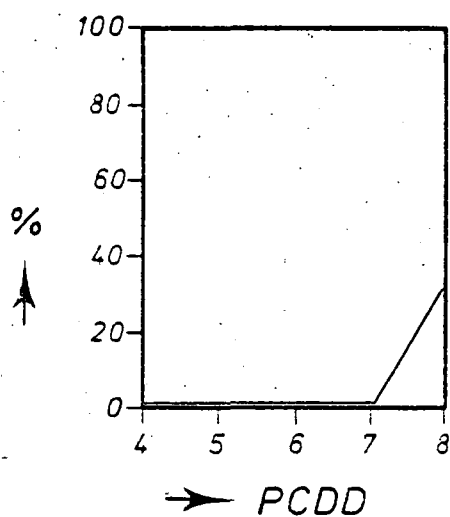
Profielen voor: lozing 21



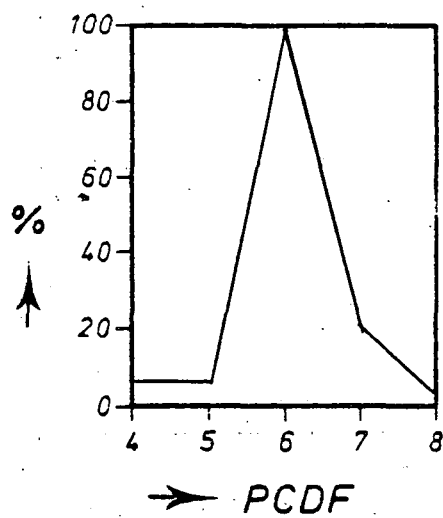
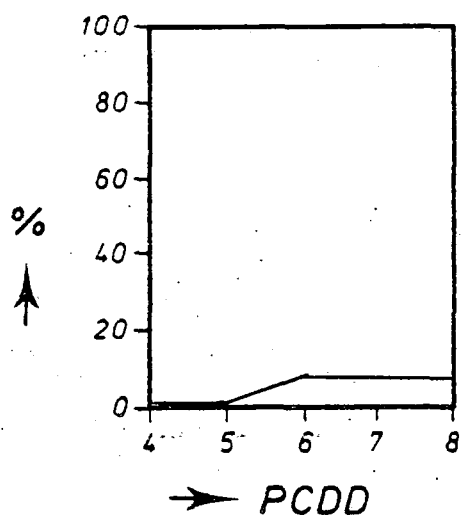
*Profielen voor:* IJmuiden-Buitenhaven



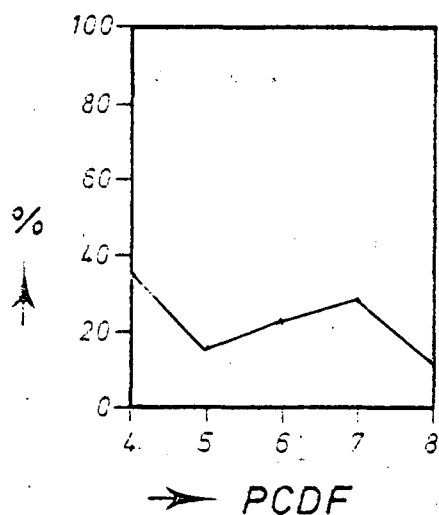
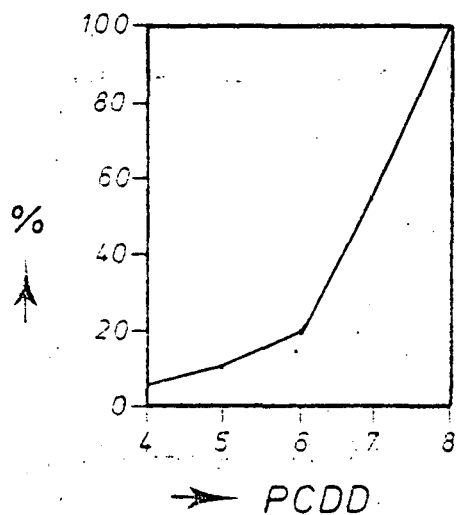
*Profielen voor:* lozing 20



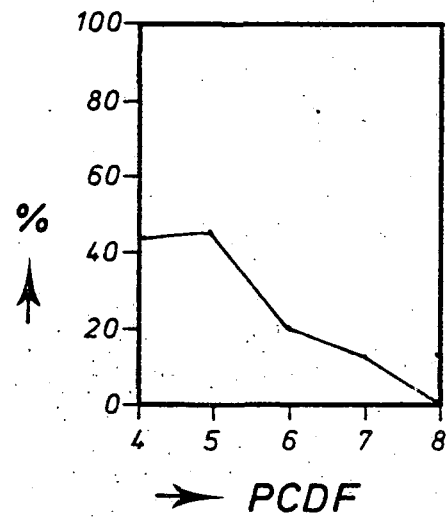
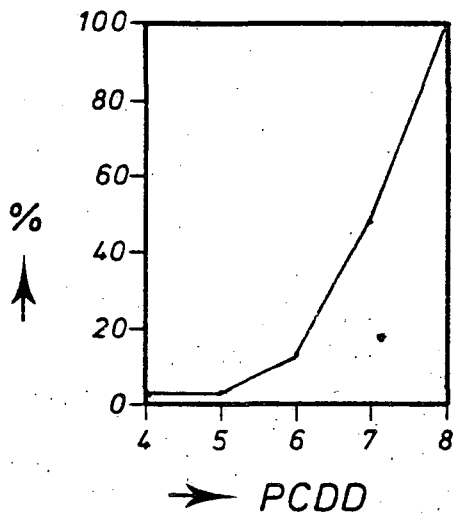
Profielen voor: Laurenshaven



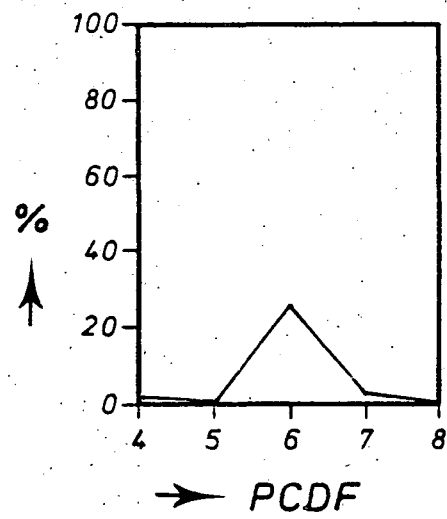
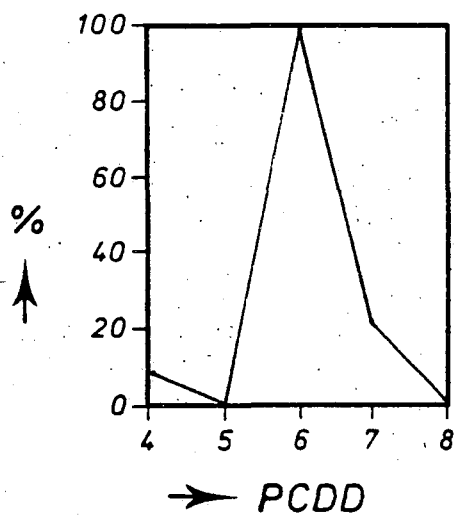
Profielen voor: Alkmaar



**Profielen voor:** Kanaal van Gent - Terneuzen

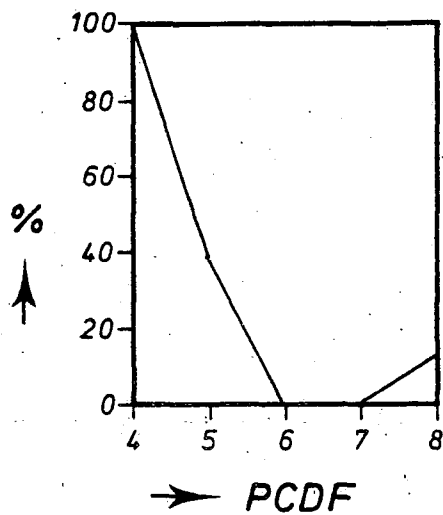
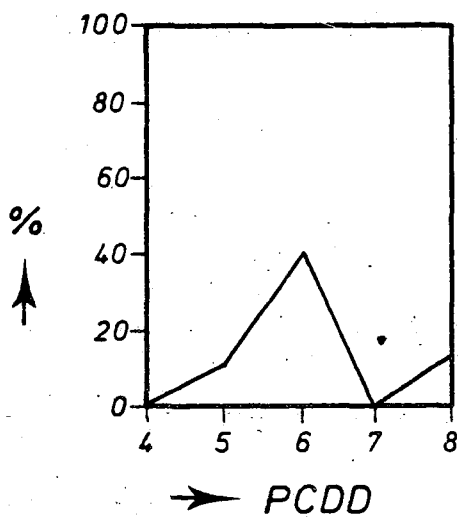


**Profielen voor:** Apeldoorns kanaal

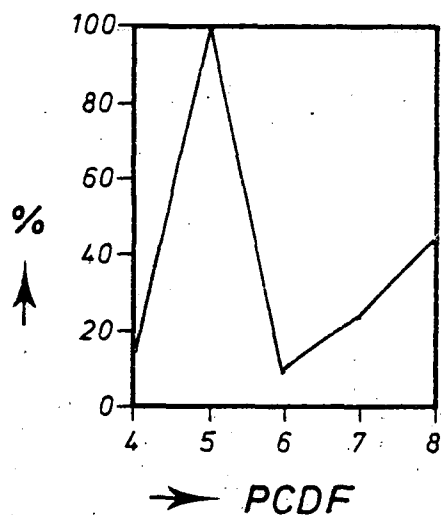
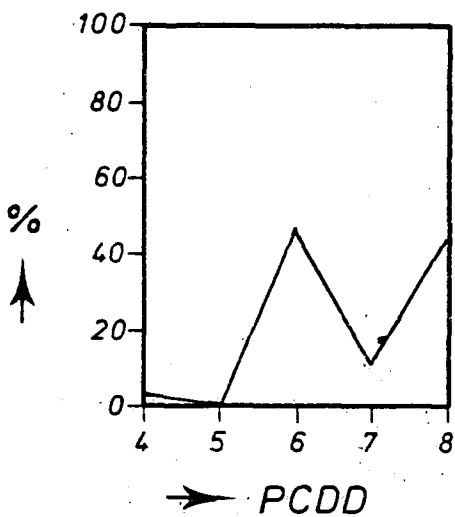




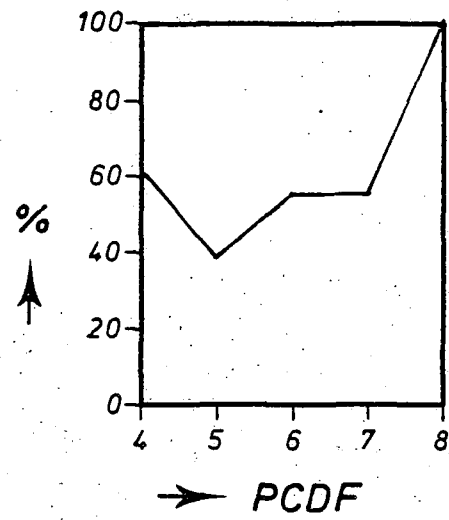
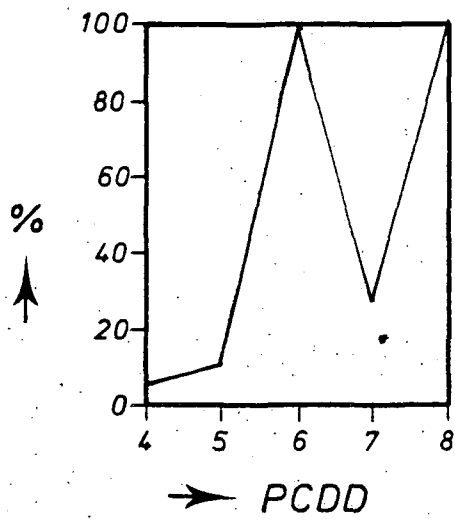
*Profielen voor:* Hollandsche IJssel kmr.5



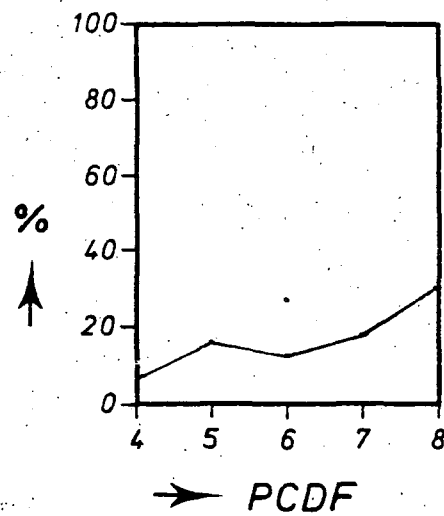
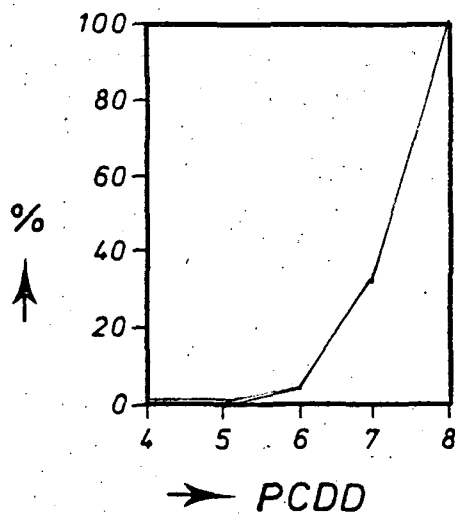
*Profielen voor:* Hollandsche IJssel, kmr. 6-7



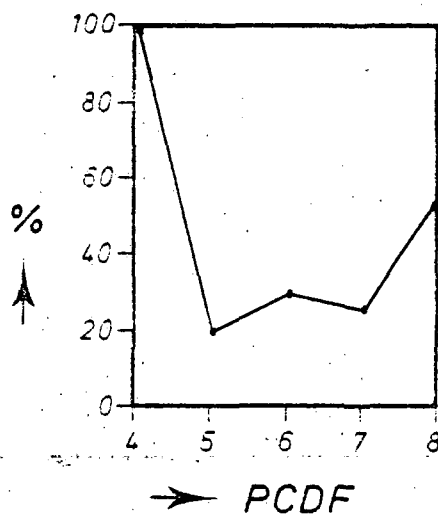
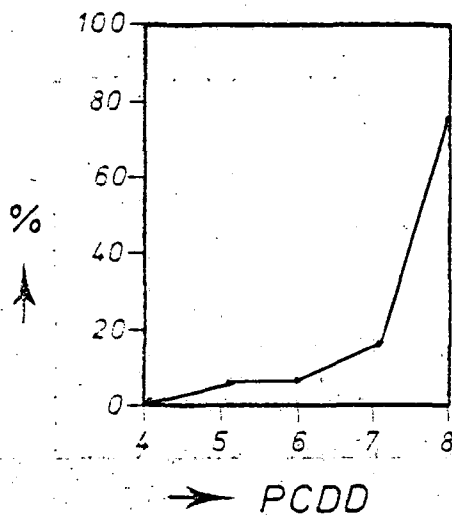
*Profielen voor:* Hollandsche IJssel, kmr. 18.2



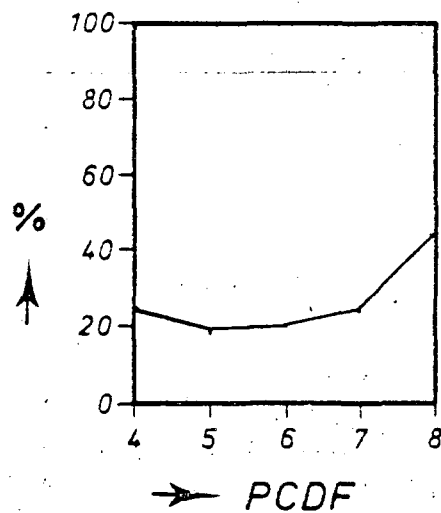
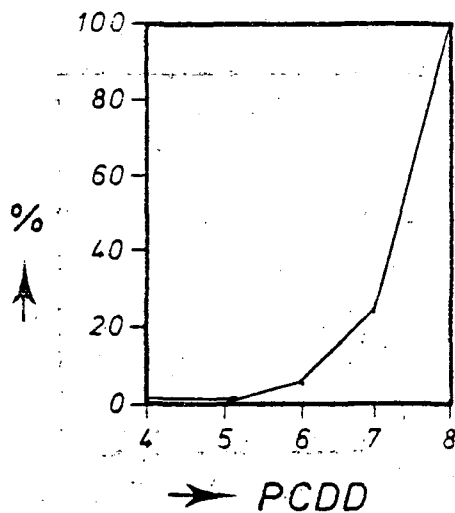
*Profielen voor:* Hollandsch Diep t.h.v. Moerdijk



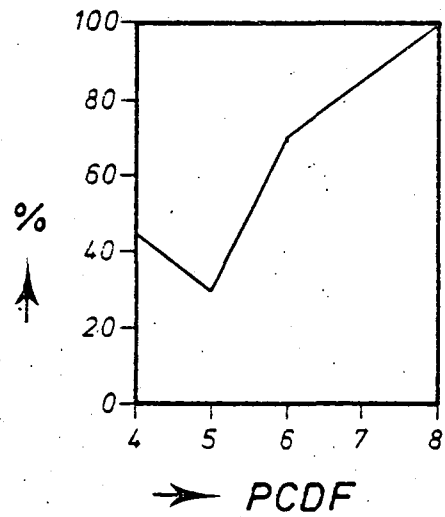
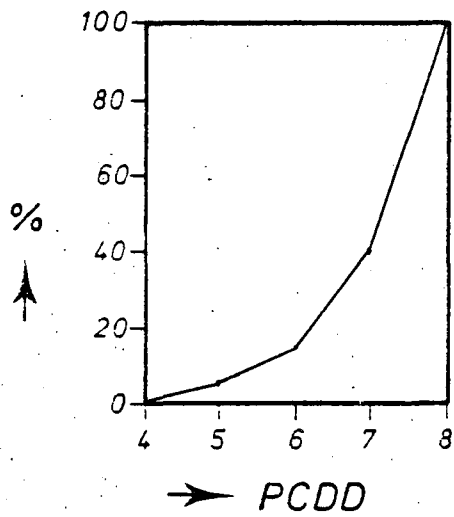
Profielen voor: Nieuwe Maas (kmr 1000.8)



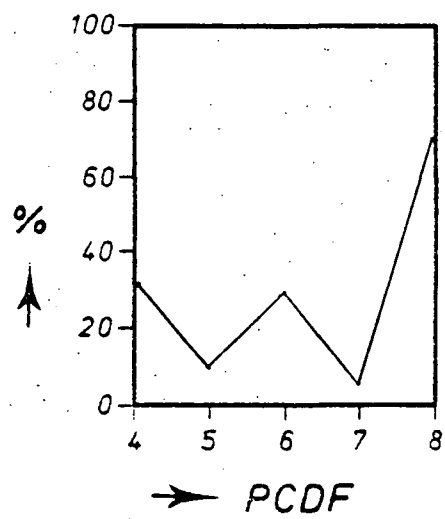
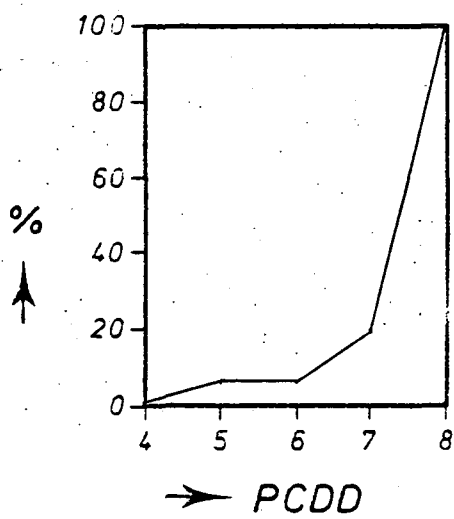
Profielen voor: Nieuwe Merwede



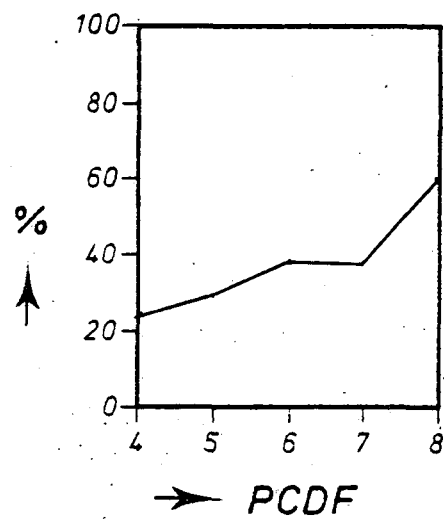
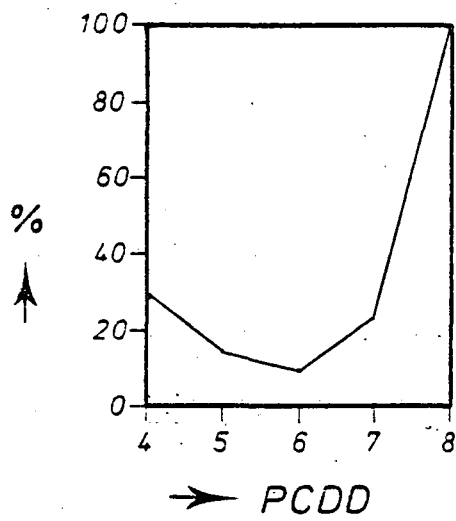
Profielen voor: Haringvliet



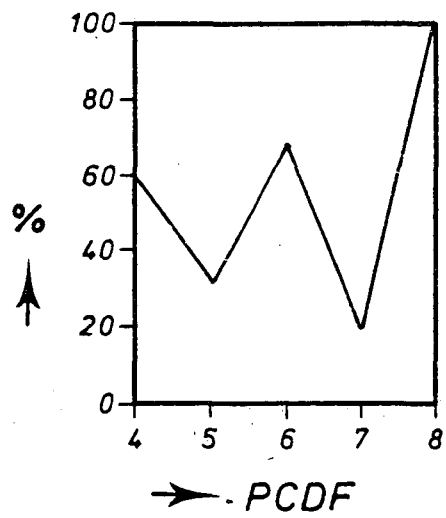
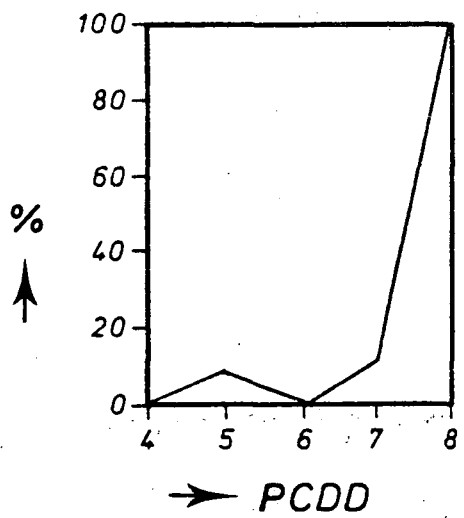
Profielen voor: Ketelmeer



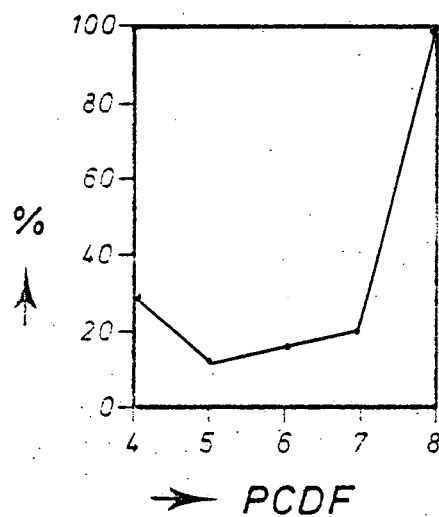
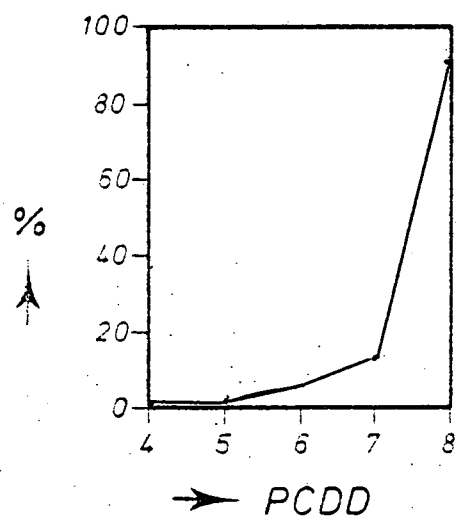
*Profielen voor:* Lobith Uiterwaard grens



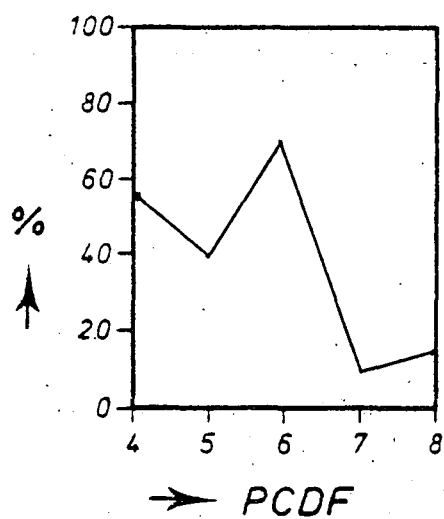
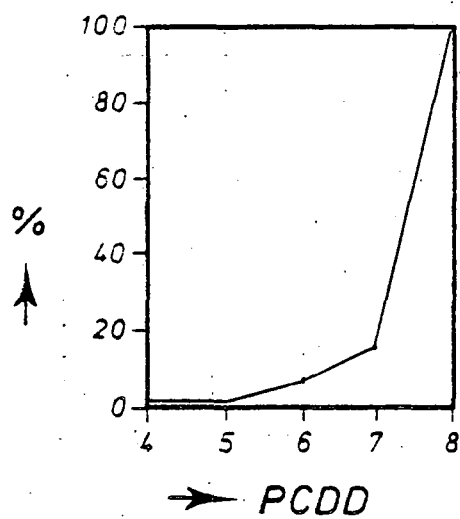
*Profielen voor:* Lobith, zomeruiterwaard



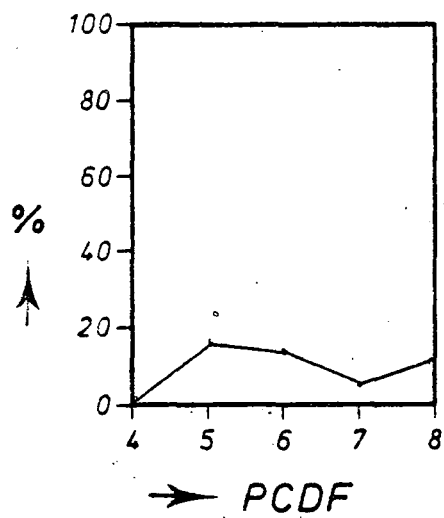
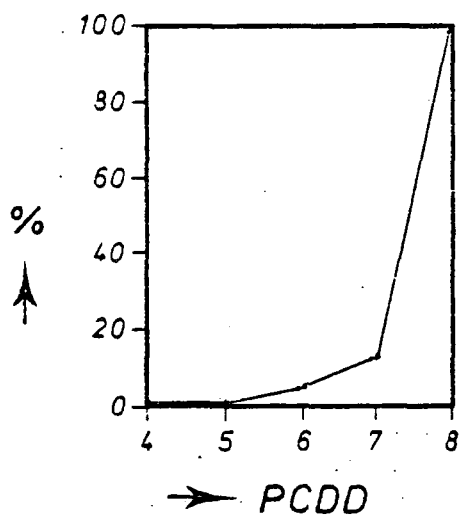
Profielen voor: Lobith, zwevende stof



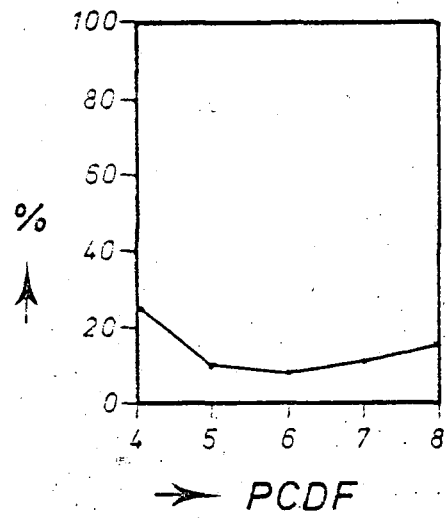
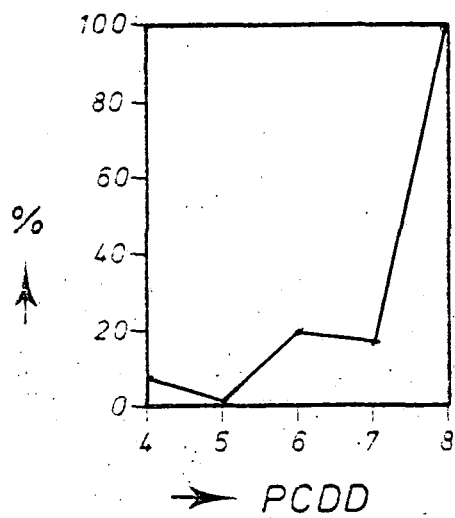
Profielen voor: Roermond



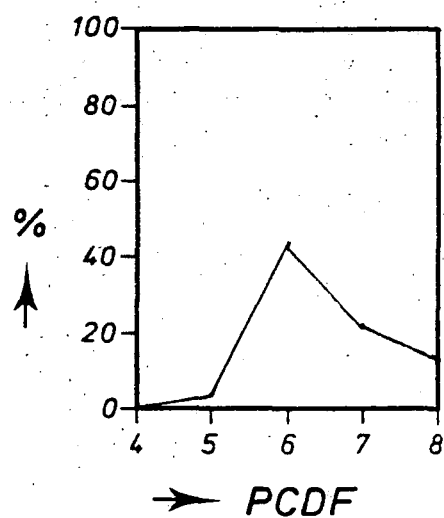
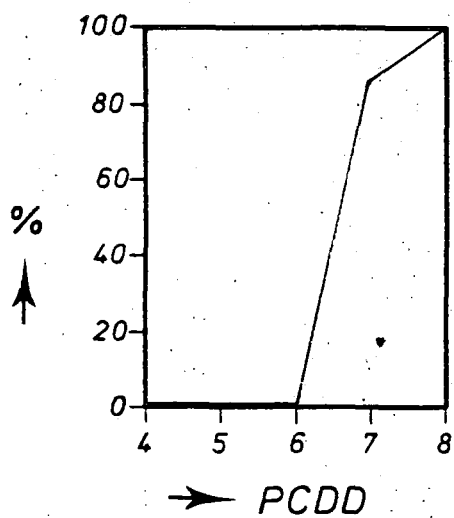
Profielen voor: Grave



Profielen voor: Eysden, zwevende stof

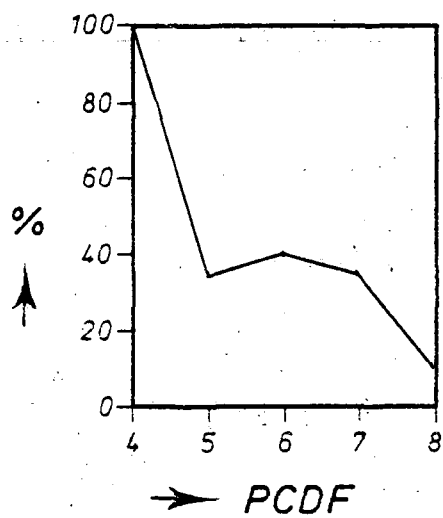
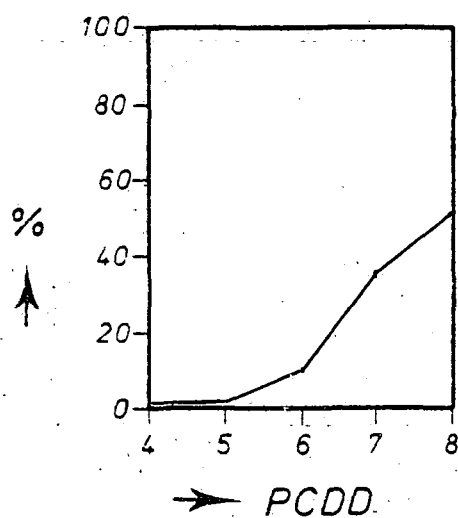


Profielen voor: Westerschelde t.h.v. Zandvliet

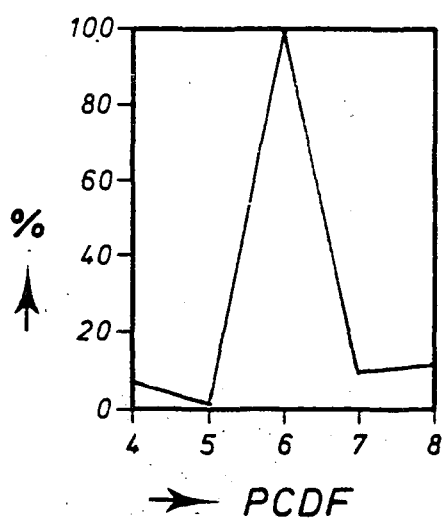
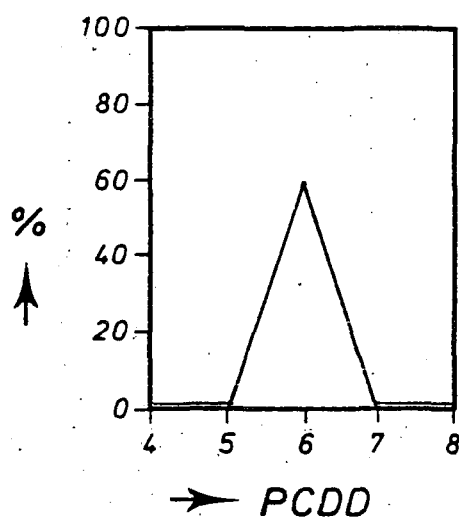




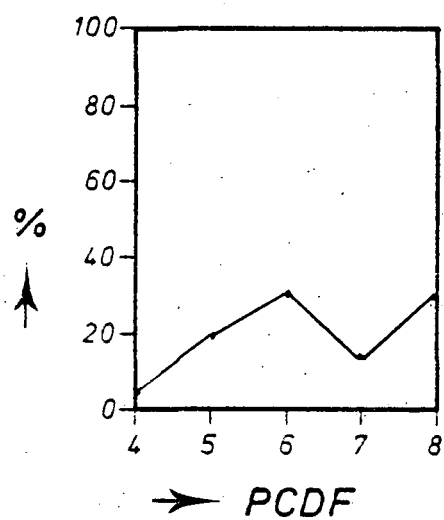
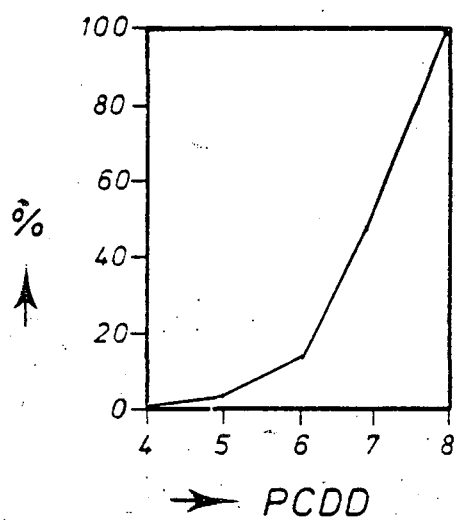
Profielen voor: Den Oever



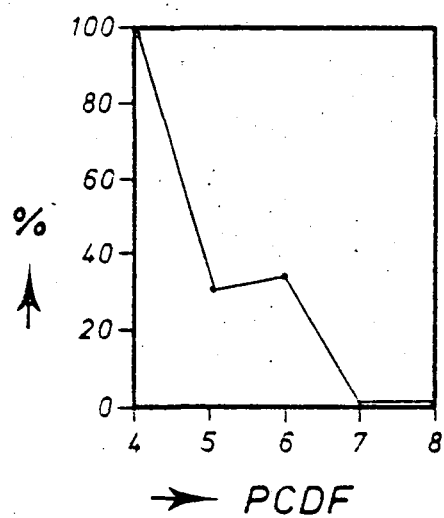
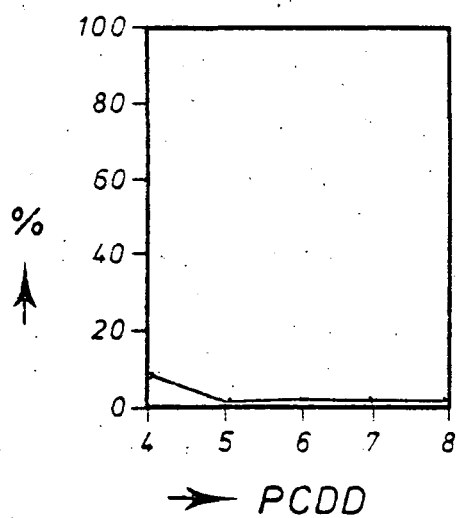
Profielen voor: IJmeer



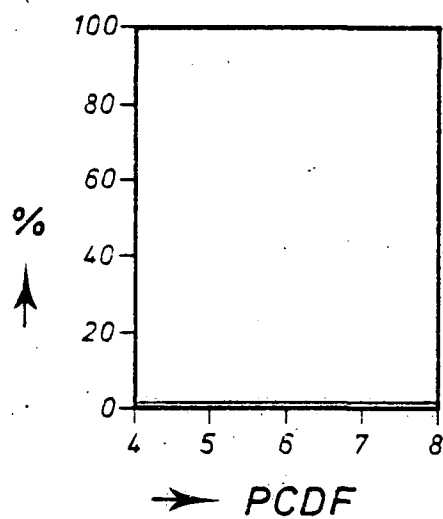
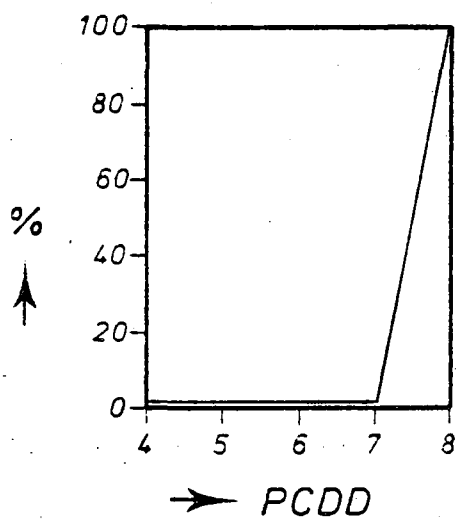
Profielen voor: Noordzeekanaal (kml 24-27,5)



Profielen voor: Noordzeekanaal (kml. 18)



Profielen voor: lozing 6



Profielen voor: lozing 11

