

Monitoring HCB-gehalten in het sediment en zwevend materiaal van het Zeehavenkanaal te Delfzijl

(1996-2001)

21 oktober 2002

Rapport nr.

Auteur: Martin Eggens

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 3

Samenvatting 5

1 Inleiding 7

- 1.1 Achtergrond HCB vervuiling Zeehavenkanaal 7
- 1.2 Hexachloorbenzeen 7
- 1.3 Landelijke en regionale normering HCB 7
- 1.4 Sanering 8
- 1.5 Jaarlijkse monitoring 1995-2001 8
- 1.6 Doel van de monitoring 8

2 Opzet 9

- 2.1 Monitoringprogramma 9
- 2.2 Bemonsteringen 9
- 2.3 Chemische analyse 9
- 2.4 Afwijkingen van het normale programma 9
- 2.5 Statistische berekening van de overschrijdingskans 10

3 Resultaten en Discussie 11

- 3.1 Gegevens 1996 – 2001 11
- 3.2 Overschrijdingskans 11
- 3.3 Verdeling over vakken en locaties 12
- 3.4 Gehalteverloop 13
- 3.5 Talud 14
- 3.6 Zwevend stof 14

4 Prognose toekomstig HCB-gehalte 15

5 Conclusies 17

6 Referenties 19

7 Bijlagen 21

Samenvatting

In 1994 is het Zeehavenkanaal te Delfzijl gesaneerd vanwege te hoge gehalten aan hexachloorbenzeen (HCB). Veel van het vervuilde sediment is verwijderd en het doel was de landelijk geldende normering voor baggerslib te halen, waarna de havenbeheerder het baggerslib weer in de Bocht van Watum zou kunnen verspreiden. Echter, de laatste 3 procent van het HCB is blijven liggen, omdat deze alleen met relatief hoge kosten kon worden verwijderd. Sindsdien is er een monitoringsprogramma uitgevoerd om vast te stellen hoe snel de HCB-gehalten zullen dalen en wanneer de gehalten in het sediment wel onder de norm komen te liggen. Het idee hierachter is dat de gehalten dalen door afdekking en vermenging met relatief schoon slib dat vanuit het Eems-Dollard estuarium in het Zeehavenkanaal bezinkt.

Na zes jaar onderzoek werd geconcludeerd dat de HCB-gehalten aan de oppervlakte van de bodem sterk zijn gedaald. Daarnaast is berekend dat het nog tot ongeveer 2007 zal duren voordat de gehalten voor een groot deel beneden de norm voor baggerslib zullen komen. Dit geldt echter niet voor een relatief klein gebied net rond de koelwaterlozing. Via deze lozing werd in het verleden de HCB geloosd. Dit gebied bevat nog steeds zeer hoge gehalten HCB in het sediment, welke tijdens het onderzoek niet of nauwelijks zijn gedaald. Het advies is om dit gebied apart te baggeren, waardoor in de toekomst een veel kleinere hoeveelheid slib op land hoeft te worden geborgen. Hoe lang dit moet worden gedaan, is nu nog niet in te schatten.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond HCB vervuiling Zeehavenkanaal

AKZO Zout Chemie in Delfzijl produceert chloorkoolwaterstoffen voor commerciële doeleinden. Bij het productieproces ontstaan verschillende bijproducten waaronder hexachloorbenzeen (HCB). Door de methode voor het vullen van afvalvaten is gedurende de periode van 1969 tot 1986 een deel van het gevormde HCB via de koelwaterleiding geloosd in het Zeehavenkanaal en in het sediment terechtgekomen (Appelman *et al.*, 1996). Momenteel is de bron via de wet verontreiniging oppervlaktewateren (WVO) gereguleerd en gereduceerd tot een niet detecteerbaar niveau.

1.2 Hexachloorbenzeen

Hexachloorbenzeen werd in het verleden vanwege zijn bioaccumulerende eigenschappen op de zwarte lijst gezet. Als gevolg daarvan is het op dit moment verboden het te gebruiken. In de jaren zeventig werd HCB nog veelvuldig gebruikt, o.a. als fungicide. HCB is niet acuut toxisch. Dat wil zeggen dat het in veel korte termijn biologische testen geen respons zal geven. Echter, het grote gevaar van HCB schuilt in de ophoping in de voedselketen waar het op lange termijn wel verschillende soorten effecten kan veroorzaken, zoals immunosuppressie en genotoxiciteit (Schielen *et al.* 1995; Cripps *et al.* 1984).

HCB wordt onder zuurstofloze omstandigheden in sediment langzaam afgebroken tot lager gechloroerde benzenen (pentachloorbenzeen, tetrachloorbenzeen). Onder zuurstofrijke omstandigheden gaat de afbraak beduidend sneller en kan zelfs leiden tot een bron voor pentachloorfenol (PCP) wat toxischer is dan HCB zelf (Lu and Metcalf, 1975).

1.3 Landelijke en regionale normering HCB

Tot 1985 bestond er geen baggerspecienorm voor HCB, waardoor de met HCB vervuilde baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium kon worden gestort. In 1985 werd voor HCB in sediment een norm van $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ droge stof (ds) vastgesteld. Als HCB-gehalten in de opgebaggerde specie deze norm overschreden, mocht het niet in zee worden verspreid. Het gehalte HCB in het sediment in het Zeehavenkanaal overschreed deze norm in ruime mate.

De huidige baggerspecienorm, die geldt sinds de Evaluatie Nota Water (ENW, 1994), de uniforme gehaltetoets voor verspreiding van baggerspecie in zoute wateren, bedraagt voor HCB $20 \mu\text{g.kg}^{-1}$ standaardbodem (sb). Voor Delfzijl geldt vanwege een trendbreuk een overgangsregeling waarbij de toetswaarde op $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ sb gesteld is, de overgangswaarde gehaltetoets (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993). Als voorwaarde voor het instellen van deze overgangswaarde werd gesteld dat sanering van het Zeehavenkanaal moest plaatsvinden. In het kader van de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4) is de termijn waaronder de overgangswaarde voor HCB blijft gehandhaafd, verlengd tot 2002. Het is de bedoeling om in 2002 een nieuwe methode in gebruik te nemen waarbij ook biologische beoordeling wordt geïmplementeerd.

1.4 Sanering

In 1994 is het Zeehavenkanaal van Delfzijl gesaneerd. Hierbij is met HCB en kwik vervuild slib verwijderd en opgeslagen in een depot dat is aangelegd op het industrieterrein aan het Zeehavenkanaal. Er wordt geschat dat 1 tot 3 % van het oorspronkelijk aanwezige HCB nog is blijven liggen (Anonymous, 1994). Dit zou overeenkomen met ca 7 kg HCB. Deze schatting is erg onzeker omdat het zeer moeilijk gebleken betrouwbare controlemetingen uit te voeren door de inhomogene verdeling van de HCB in het sediment (Smedes *et al.*, 1997).

1.5 Jaarlijkse monitoring 1995-2001

Als vervolg op de sanering van het Zeehavenkanaal in 1994 zijn als controle tot en met 2001 acht monitoringrondes gehouden. Uit de eerste resultaten van 1995 bleek het noodzakelijk te zijn de sedimentmonsters goed te mengen om een representatief gehalte van HCB van een monster te kunnen bepalen. Bij de analyse in 1995 is voor het homogeniseren van de monsters de toen gebruikelijke handmengmethode gebruikt. Deze methode bleek zo weinig betrouwbaar dat er grote verschillen in analyseresultaten werden gevonden; zelfs binnen één bemonsteringspunt. Vanaf 1996 is daarom de kogelmolenmethode als meer betrouwbare voorbehandelingsmethode toegepast (Smedes *et al.*, 1997). Door het gebruik van deze verschillende mengmethodes kunnen de resultaten vanaf 1996 echter niet goed worden vergeleken met die verzameld in 1995 (Appelman *et al.*, 1996). De resultaten van 1995 zijn daarom in dit rapport achterwege gelaten.

In iedere monitoringronde zijn dezelfde 7 analysevakken bemonsterd. In het onderzoek van 1997 is gevonden dat het zuidelijk talud van het Zeehavenkanaal mogelijk als bron kan fungeren (Van Hamel, 1997). Daardoor bestaat de kans dat na baggerwerkzaamheden tijdelijk de HCB-gehalten door uitzakken van het talud zijn verhoogd (Eggens en Bakker, 1999). Tevens is geconcludeerd dat in het Eems-Dollard estuarium met de huidige HCB-gehalten in het Zeehavenkanaalsediment hogere organismen geen verhoogd risico lopen, behalve mogelijk de populatie scholeksters die foerageren in het Zeehavenkanaal zelf (Bakker en Eggens, 1997). Onderzoek daarnaar is in 1999 gestart en zal apart worden gerapporteerd.

1.6 Doel van de monitoring

De studie naar het HCB-gehalte in sediment, zwevend materiaal en biota in het Zeehavenkanaal heeft zich gericht op de volgende vragen:

- Wat is de kans dat het HCB-gehalte de landelijke UGT (uniforme gehalte toets = $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ sb) of de overgangswaarde van $100 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ geldend voor het Zeehavenkanaal te Delfzijl overschreidt. Deze normen zijn genoemd in de 4^e Nota Waterhuishouding (NW4).
- wat is het verloop van het HCB-gehalte in het Zeehavenkanaal sediment
- Wanneer zal naar schatting het gehalte lager zijn dan de landelijke UGT of de overgangswaarde

De HCB-gehalten in biota zullen in het kader van aanvullend WONS-onderzoek apart worden gerapporteerd.

2 Opzet

2.1 Monitoringprogramma

Voor de monitoring is het meest door HCB vervuilde gedeelte van het Zeehavenkanaal ingedeeld in 7 analysevakken (zie bijlage I). Dit gedeelte betreft het gehele baggervak 5 en een gedeelte van de baggervakken 4 en 6. In ieder analysevak zijn 6 locaties bemonsterd. De analysevakken zijn grofweg naar vervuilingsgradient ingedeeld. De coördinaten van deze locaties zijn zo goed mogelijk tussen de jaren gelijk gehouden. Hierbij is aangenomen dat menging van het sediment in het Zeehavenkanaal zelf voldoende is om een random bemonsteringsresultaat te krijgen. Tijdens de sedimentbemonstering zijn in alle analysevakken (1 t/m 7) zwevend stofmonsters genomen (zie bijlage I).

2.2 Bemonsteringen

Bemonstering van het sediment is uitgevoerd met een Van Veen grijper. Per monsterlocatie zijn drie grepen genomen, die aan boord van het monsternameschip zijn gemengd met behulp van een betonmixer en verdeeld over vier potten van 800 ml (pot A, - B, -C en -D). De potten B, C en D werden naar het veldstation Kamperland gestuurd alwaar ze werden gemengd en gebruikt voor het testen met bioassays. De resultaten van dat onderzoek zullen apart worden gerapporteerd.

De zwevende stof monsters zijn per vak, gedurende ca. 1 uur, verzameld met een centrifuge.

2.3 Chemische analyse

Van alle sediment en zwevend stof monsters uit de monsterpotten met code "A" zijn door TAUW milieu b.v. te Deventer de volgende parameters bepaald:

- calciumcarbonaat, droge stof (ds)
- droge stof in luchtdroge grond
- fractie < 16 μ M, gloeirest
- organisch stof volgens IB-methode
- hexachloorbenzeen d.m.v. GC-ECD.

Voorafgaand aan de analyse is, per monsternamepunt, de volledige inhoud van de A-monsterpot gedroogd bij kamertemperatuur en gedurende 15 tot 30 minuten gehomogeniseerd met de kogelmolen.

2.4 Afwijkingen van het normale programma

In 2000 is vlak voor de bemonstering een afvalleiding van één van de bedrijven aan het Zeehavenkanaal geknapt. Deze leiding ligt onder het Zeehavenkanaal en loost gries (een vloeibaar mengsel van kalk en gips waarin ook verschillende zware metalen zijn opgelost) in de Bocht van Watum. Karakteristiek voor de lozing is de hoge pH. Door deze lekkage is er een 2 meter dikke laag kalk op de bodem van het Zeehavenkanaal afgezet. Ten tijde van de bemonstering is dit gesaneerd, maar dat kon niet voorkomen dat het kalk de pH en het calciumcarbonaatgehalte van de bodem sterk deed stijgen

(Eggens, 2001). De gegevens van 2000 zijn daarom niet meegenomen in de trendberekening.

2.5 Statistische berekening van de overschrijdingskans

Voor alle statistische berekeningen is gebruik gemaakt van het softwareprogramma SYSTAT (Wilkinson, 1989). De trendbepaling en de daling tot de UGT cq. Overgangswaarde zijn uitgevoerd met lineaire regressie na log-transformatie.

Bij berekening van de overschrijdingskans zijn uit de in totaal 42 HCB-gehalten willekeurig 100 series van zes getallen getrokken. Van elke serie van zes getallen is het gemiddelde berekend, waarna het aantal gemiddelden is bepaald die boven de UGT of de overgangswaarde (respectievelijk 20 en 100 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) lagen. Deze exercitie is met de data van één jaar zes keer uitgevoerd.

3 Resultaten en Discussie

3.1 Gegevens 1996 – 2001

Veel van de standaarddeviaties per analysevak zijn hoger dan de gemiddelde waarden. Dit geeft aan dat de inhomogeniteit tussen de monsters nog steeds erg hoog is ondanks de verbeterde voorbereidingmethode. Dit heeft ook tot gevolg dat de A en B bemonsteringen in 1996 niet significant van elkaar verschillen. De gegevens zijn daarom samengevoegd tijdens de trend berekeningen.

Het analysevak waarvan de gemiddelde waarden elk jaar het hoogst zijn, is vak 5. Dit was te verwachten omdat dit het vak is waar de koelwaterlozing is gesitueerd. De locaties 5.2, 5.3 en 5.4 zijn de locaties die het dichtst bij de wateruitstroom liggen. Op deze locatie binnen analysevak 5 werden dan ook de hoogste gehalten gemeten.

Tabel 1

Gemiddelde HCB-gehalten in sediment ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ds standaard bodem) \pm standaard deviaties van 1996- 2001. Voor de vakken 5 en 6 in 1996 zijn zowel de A als de B potten geanalyseerd. Van het jaar 2000 zijn alleen de gegevens van de analysevak meegenomen die een pH < 8 hadden (Eggens, 2001).

| vak | 1996 A | 1996 B | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-----|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------------|---------------|
| 1 | 141 \pm 44 | | 115 \pm 78 | 80 \pm 36 | 71 \pm 37 | 32 \pm 16 | 36 \pm 18 |
| 2 | 162 \pm 108 | | 94 \pm 97 | 59 \pm 20 | 81 \pm 108 | | 42 \pm 40 |
| 3 | 196 \pm 109 | | 208 \pm 223 | 54 \pm 42 | 37 \pm 28 | | 49 \pm 19 |
| 4 | 87 \pm 37 | | 193 \pm 194 | 91 \pm 61 | 34 \pm 25 | | 22 \pm 11 |
| 5 | 468 \pm 545 | 454 \pm 426 | 324 \pm 353 | 982 \pm 1011 | 389 \pm 374 | | 280 \pm 506 |
| 6 | 131 \pm 36 | 155 \pm 94 | 53 \pm 23 | 86 \pm 42 | 100 \pm 128 | | 27 \pm 16 |
| 7 | 59 \pm 64 | | 24 \pm 18 | 13 \pm 4 | 11 \pm 4 | | 24 \pm 17 |

3.2 Overschrijdingskans

Voor iedere bemonstering is de overschrijdingskans van de uniforme gehalte toets (UGT) en de overgangswaarde (OW) berekend (tabel 2). Om een beeld te geven voor de situatie in het Zeehavenkanaal is ook de overschrijdingskans van baggervak 5 (analysevakken 3,4,5 en 6) gegeven. De analysevakken 1 en 2 vormen samen maar een relatief klein gedeelte van baggervak 6 en is daarom niet meegenomen. Hetzelfde geldt voor analysevak 7 dat een klein gedeelte van baggervak 4 vertegenwoordigd.

Tabel 2

Kans waarop het gehalte bij toetsing volgens de WVO vergunning voor baggerslib in het Zeehavenkanaal boven de landelijk vigerende uniforme gehalte toets (UGT) cq de overgangswaarde (OW) komt.

| Jaar | Totaal | | Baggervak 5 | |
|------|---------|--------|-------------|--------|
| | UGT (%) | OW (%) | UGT (%) | OW (%) |
| 1996 | 100 | 85 | 100 | 88 |
| 1997 | 100 | 64 | 100 | 80 |
| 1998 | 100 | 38 | 100 | 65 |
| 1999 | 98 | 38 | 99 | 57 |
| 2001 | 99 | 16 | 99 | 23 |

Aan de overschrijdingskans van de overgangswaarde is waar te nemen dat deze in 2001 duidelijk is afgenomen naar 16% ten opzichte van 85% in 1996 (zie tabel 2). Dit percentage is gebaseerd op het totaal aantal van 42 getallen (zijnde afkomstig van alle analysevakken 1 t/m 7). Dat betekent echter nog niet dat per analysevak dezelfde percentages gelden. In 2001 zitten voor vak 7 bijvoorbeeld de meeste gehalten onder de UGT. Voor analysevak 4 geldt dat ook. Aan de andere kant liggen in vak 5 de gehalten voor het merendeel boven de overgangswaarde. Het is zelfs zo dat wanneer in een trekking van zes getallen één getal uit vak 5 afkomstig is, het gemiddelde van deze getallen ver boven de overgangswaarde uitkomt. Daarom is hieronder een tabel gegeven waar de gehalten van locaties 5.2, 5.3 en 5.4 niet zijn meegenomen.

Tabel 3

Kans waarop het gehalte bij toetsing volgens de WVO vergunning voor baggerslib in het Zeehavenkanaal boven de landelijk vigerende uniforme gehalte toets (UGT) cq. Overgangswaarde (OW) komt. Hierbij zijn de gehalten van de locaties 5.2, 5.3 en 5.4 weggelaten.

| Jaar | Totaal | | Baggervak 5 | |
|------|---------|--------|-------------|--------|
| | UGT (%) | OW (%) | UGT (%) | OW (%) |
| 1996 | 100 | 75 | 100 | 75 |
| 1997 | 100 | 56 | 100 | 67 |
| 1998 | 100 | 3 | 100 | 23 |
| 1999 | 95 | 7 | 95 | 9 |
| 2001 | 97 | 0 | 99 | 0 |

De kans op overschrijding van de overgangswaarde wordt aanzienlijk lager wanneer de drie locaties uit analysevak 5 niet worden meegenomen in de kansberekening. In 2001 liggen alle waarden beneden de overgangswaarde. Echter, De kans voor overschrijding van de vigerende UGT, is nog steeds bijna 100%.

3.3 Verdeling over vakken en locaties

De hoogste gehalten aan HCB worden nog steeds waargenomen nabij het koelwaterlozingspunt van AKZO in analysevak 5. Op deze plek worden in 2001 nog steeds waarden ver boven de overgangswaarde gevonden (zelfs > 1000 µg.kg⁻¹). Echter, Het HCB-gehalte van één bemonsteringslocatie (2.5) bij de monding van het Eemskanaal, lijkt minder snel te dalen waardoor twee locaties ontstaan met relatief hoge HCB-gehalten (bijlage II).

In bijlage II is een beeld gegeven hoe het HCB over de bemonsteringslocaties in 1996 en in 2001 was verdeeld. Het verschil tussen de twee jaren is duidelijk.

Voor de meeste locaties is het HCB-gehalte afgenomen (zie bijlage III). Voor één locatie is dat niet het geval, daar is het gehalte zelfs toegenomen. Dit betreft één bemonsteringslocatie vlakbij de koelwateruitlaat, wat de indruk wekt dat het meer een toevalstreffer is dan een daadwerkelijke trend. Het feit blijft dat het gebied rondom de lozingspijp zodanig is vervuild dat daar het HCB-gehalte niet of nauwelijks afneemt in de loop der tijd.

In figuur 2 is ook duidelijk te zien dat er op dit moment meerdere plekken zijn waar nog verhoogde HCB-gehalten zijn te vinden. Zoals al eerder aangegeven betreft dat uiteraard het gebied rond de lozingspijp. Maar ook het gebied grenzend aan de monding van het Eemskanaal is nog steeds relatief hoog. De gehalten in het laatst genoemde gebied nemen vanaf 1996 wel sterk af.

3.4 Gehalteverloop

Het HCB gehalte daalt voor de meeste analysevakken significant over de jaren 1996 – 2001. Dit is in bijlage III per analysevak weergegeven.

In de analysevakken 1, 3, 4 en 6 zijn de dalingen significant. De daling in analysevak 2 wordt teniet gedaan door relatief hoge HCB-gehalten op locatie 2.5. In Vak 7 is de daling niet zo duidelijk als bij de andere vakken, omdat de HCB-gehalten in dit vak aan het begin van het monitoringprogramma gemiddeld al onder de UGT was. Omdat het verschil met het relatief schone sedimentatie materiaal afkomstig uit het Eems-Dollard estuarium niet groot meer is, is de daling door verdunning niet groot.

Terwijl in de meeste analysevakken het HCB-gehalte significant daalt, doet het dat in analysevak 5 niet. Verschillende redenen kunnen hiervoor worden aangegeven:

- Sediment met relatief hoge HCB gehalten kunnen uitzakken vanaf het talud in analysevak 5 en 3 (bijlage I). Hierdoor vormt het talud nog steeds een bron zoals ook al in eerdere rapporten is aangegeven (Eggens en Bakker, 1999). Het is echter zo dat in de gegevens die werden verzameld in 2000 en 2001 er geen verschil in HCB-gehalte te vinden was in het talud dat grenst aan vak 5 vergeleken met dat aan vak 3 (meer westelijk). Terwijl in vak 3 de gehalten wel significant dalen.
- De HCB-gehalten in de diepere sedimentlagen zijn zo hoog dat deze door menging met het relatief schoon gesedimenteerd materiaal de bovenste laag steeds blijft vervuilen. Hoe lang deze route van invloed kan zijn is niet bekend.
- Door stromend water uit de koelwaterlozing spoelt de relatief schone vers gesedimenteerde laag sediment weg waardoor de relatief vervuilde bodem aan de oppervlakte blijft en steeds wordt bemonsterd.

Om de omstandigheden van de WVO vergunning afgegeven voor het Zeehavenkanaal te benaderen, zijn de gegevens ook per baggervak beoordeeld (bijlage IV). De baggervakken kennen een andere indeling dan de analysevakken. Analysevakken 1 en 2 behoren tot baggervak 6. De vakken 3, 4, 5 en 6 behoren bij baggervak 5 en analysevak 7 tot baggervak 4 (bijlage I). Het verloop van de HCB-gehalten in de baggervakken is weergegeven in bijlage IV. Alleen baggervak 4 daalt statistisch significant ($p < 0.001$). De HCB-gehalten in de baggervakken 5 en 6 dalen niet significant. De reden dat baggervak 6 niet daalt, is al eerder genoemd, omdat dit vak alleen vak 7 bevat.

3.5 Talud

Van het talud zijn 2 jaarsets gegevens beschikbaar. Deze gegevens zijn opgenomen in tabel 4. Dit is echter te weinig om statistisch verantwoorde trendanalyses te kunnen uitvoeren. Evenals de monsters uit de geul van het Zeehavenkanaal vertonen ook de HCB-gehalten in de taludmonsters een grote spreiding. Omdat maar één meting per taludlocatie is uitgevoerd, is het moeilijk een dalende of stijgende trend waar te nemen. Deze daling en steiging lijkt in de vijf taludlocaties zeer wisselend. Dit wordt nog meer versterkt door de HCB-gehalten in het sediment die in 2001 inconsequent hoger of lager liggen dan in 1999. Blijkbaar is ook op het talud de inhomogeniteit van de monsters een probleem. Iets wat we al eerder hebben gezien in sedimentmonsters uit de geul.

Tabel 4

HCB-gehalten ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ s.b.) in sediment van het zuidelijk talud in het Zeehavenkanaal. De exacte locaties zijn in bijlage 1 weergegeven. Per locatie en jaar is één monster genomen en dus maar één meting verricht.

| | 1999 | 2001 |
|---------|------|------|
| Talud 1 | 44 | 107 |
| Talud 2 | 71 | 28 |
| Talud 3 | 17 | 34 |
| Talud 4 | 54 | 224 |
| Talud 5 | 119 | 31 |

3.6 Zwevend stof

De HCB gehalten in het zwevend materiaal zijn gegeven in de tabel 5. Tijdens de bemonstering van 2000, is erg weinig zwevend materiaal verzameld. Daardoor ontstonden problemen met de detectiegrens, waardoor alleen kleiner dan getallen zijn gegeven. In de gegevens is geen merkbare statistisch significante trend waar te nemen. Blijkbaar is het voornamelijk materiaal dat vanuit het relatief schonere gebied van het Zeehavenkanaal komt of zelfs van het Eems-Dollard estuarium. Omdat zwevend stof via de waterfase grotere afstanden kan afleggen dan sediment, is het meer een momentopnamen waardoor een grote variatie in gehalten kan optreden. Het ontbreken van significante verschillen in beide richtingen van tabel 5 onderschrijft dit. De gehalten in het zwevend zijn veel lager dan in het sediment van het Zeehavenkanaal. Het geresuspendeerde materiaal lijkt goed gemengd met het zwevend materiaal vanuit het Eems-Dollard estuarium. De gehalten in het zwevend stof zijn niet representatief voor het onderliggend sediment en dienen meer als indicatie voor de mogelijkheid van transport van HCB via de waterfase naar andere sedimentatie gebieden. We denken hierbij aan intergetijdegebieden in het Zeehavenkanaal waar scholeksters foerageren.

Tabel 5

HCB-gehalten in zwevend materiaal in $\mu\text{g.kg}^{-1}$ standaard zwevend materiaal (20% organisch stof). Per analysevak is per jaar één monster genomen. Daarom zijn geen standaarddeviaties bijgevoegd. In 2000 konden door matrix problemen de HCB-gehalten niet nauwkeurig worden gemeten. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de waste-leidingbreuk vlak voor de bemonstering.

| analysevak | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2001 | Gem \pm sd |
|--------------|-----------|-------------|-----------|------------|------------|--------------|
| 1 | 11 | 15 | 22 | 12 | 14 | 15 \pm 4 |
| 2 | 3 | 9 | 9 | 18 | 10 | 10 \pm 5 |
| 3 | 2 | 47 | 5 | 10 | 8 | 14 \pm 18 |
| 4 | 2 | 6 | 7 | 22 | 8 | 9 \pm 8 |
| 5 | 3 | 10 | 2 | 11 | 22 | 10 \pm 8 |
| 6 | 2 | 29 | 2 | 13 | 4 | 10 \pm 12 |
| 7 | 3 | 13 | 2 | 14 | 5 | 7 \pm 6 |
| Gem \pm sd | 4 \pm 3 | 18 \pm 15 | 7 \pm 7 | 14 \pm 4 | 10 \pm 6 | |

4 Prognose toekomstig HCB-gehalte

De trend in HCB-gehalte van de meeste analysevakken is duidelijk dalend. Deze is prima te fitten d.m.v. een logaritmische regressie lijn. Zie daarvoor bijlage III. Het is duidelijk dat de regressielijn voor alle analysevakken behalve voor vak 5 binnen drie tot vier jaar de UGT-lijn doorkruist. Voor de duidelijkheid is het noodzakelijk dat voor deze prognose ook het 95% betrouwbaarheid wordt meegenomen. Dat wil zeggen dat we met 95% zekerheid kunnen zeggen dat in 2006 het rekenkundig gemiddelde van vakken, behalve vak 5, beneden de UGT van $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.b. liggen. Uiteraard geldt dat het proces van de afgelopen jaren zich voortzet.

Deze prognose geldt echter niet voor vak 5 omdat in dat gebied drie locaties weinig of geen daling van het HCB-gehalte vertonen. Wil men de bovenstaande prognose halen, dan zal het kleinere gebied van drie locaties (5.2, 5.3 en 5.4) apart moeten worden behandeld in de UGT. Zoniet, dan duurt het langer voordat de gehalten van baggervak 5 op of onder de UGT komen en is de bovenstaande prognose op dit baggervak niet van toepassing.

5 Conclusies

- De kans dat het HCB-gehalte de UGT overschreidt, is nog steeds erg hoog (bijna 100%). Deze overschreidingkans is gerelateerd aan het gebruik van de verbeterde voorbehandelingsmethode. Wanneer de methode wordt gebruikt die momenteel in de WVO-vergunning is omschreven, zal de overschreidingkans anders zijn.
- In 2007 is de kans groot dat de HCB-gehalten in de meeste analysevakken van het Zeehavenkanaal op of onder de UGT liggen. Op dit moment liggen de HCB-gehalten van alle analysevakken, behalve vak 5, onder de overgangswaarde.
- Drie locaties in vak 5 bevatten nog steeds een relatief hoog HCB-gehalte. Deze zijn in de zes jaren van het onderzoek niet gedaald en hebben een sterke invloed op de overschrijdingskans.

6 Referenties

Anonymous (1994).

Waterbodemsanering Zeehavenkanaal; evaluatie in cijfers.
Evaluatierapport sanering Zeehavenkanaal. Havenschap Delfzijl/Eemshaven.
Projectbureau Waterbodemsanering Zeehavenkanaal.

Appelman, J.M.C., F. Smedes, D. Dijkhuizen, H. Mulder, B. Mijwaard, H. de Haan & J.F. Bakker (1996).

Hexachloorbenzeen monitoring in het Zeehavenkanaal te Delfzijl. 1.: risico voor normoverschrijding en verspreiding
Hexachloorbenzeen van hexachloorbenzeen. Werkdocument RIKZ/AB-96.606x december 1996.

Bakker, J.F. & M.L. Eggens (1997).

Het actueel risico voor organismen in het Eems-Dollard estuarium door hexachloorbenzeen uit het Zeehavenkanaal te Delfzijl. Werkdocument RIKZ/AB-97.610x december 1997.

Cripps, D.J., H.A. Peters, A. Gocmen, I. Dogramaci (1984).

Porphyrinuria due to hexachlorobenzene: a 20 to 30 year follow-up study on 204 patients. British Journal of Dermatology 11, 413-422.

Eggens, M.L. (2001).

Monitoring HCB-gehalten in het sediment en zwevend materiaal van het Zeehavenkanaal te Delfzijl: Monitoring 2000. Werkdocument: RIKZ/OS/2001.601x.

Eggens, M.L. & J.F. Bakker (1999).

Monitoring HCB-gehalten in het sediment en zwevend materiaal van het Zeehavenkanaal te Delfzijl: Monitoring 1998. Werkdocument: RIKZ/OS-99.601x.

ENW (1994).

Evaluatienota Water. Water voor nu en later. Supplement bij de Derde Nota waterhuishouding. SDU, Den Haag.

Lu, P.-Y., L. Metcalf (1975).

Environmental fate and biodegradability of benzene derivatives as studied in a model aquatic ecosystem. Environmental Health Perspectives, 10, 269-283.

Schielen, P., C. Den Besten, J.G. Vos, P.J. van Bladeren, W. Seinen, N. Bloksma (1995).

Immune effects of hexachlorobenzene in the rat: role of metabolism in a 13-week feeding study. Toxicology and Applied Pharmacology 131, 37-43.

Smedes, F., K. Groen, W. Riesenkaamp & J.F. Bakker (1997).

Monitoring hexachloorbenzeen in het Zeehavenkanaal Delfzijl. Vergelijking van homogenisatie technieken. Deelrapport 2 HCBMON. RIKZ/IT-97607x.

van Hamel (1997).

Hexachloorbenzeen in het Zeehavenkanaal te Delfzijl. Deelrapport 1: monitoring maart 1997. RIKZ/AB97.603x.

Wilkinson, L. (1989).

SYSTAT : The system for statistics. Systat Inc., Evanston, USA.

7 Bijlagen

Bijlage I. Overzicht van de baggervakken, analysevakken en monsterlocaties in het Zeehavenkanaal te Delfzijl.

Bijlage II. GIS-afbeelding van de verdeling van HCB over het sediment in de geul van het Zeehavenkanaal te Delfzijl. Daarin zijn weergegeven de situatie in 1996, die van 2001 en het verschil daartussen.

Bijlage III. Verloop van het HCB-gehalte in de analysevakken 1 t/m 7. Na log-transformatie is een lineaire regressie uitgevoerd. Daarbij zijn ook de 95% betrouwbaarheidsintervallen getekend.

Bijlage IV. Verloop van het HCB-gehalte in de baggervakken 4, 5 en 6. Voor beschrijving zie bijlage III.