

BEHEERSEENHEID
MATHEMATISCH MODEL NOORDZEE

GROEP BEHEER



SYNTHESE RAPPORT BAGGERSPECIE 2002

Brigitte Lauwaert (BMM), Dirk De Brauwer (AWZ, Afdeling Maritieme Toegang), Kris Cooreman (DvZ), Marc Raemaekers (DvZ)

BI./2002/01

Vorbereid voor de Minister van Leefmilieu, Mw. M. Aelvoet

BMM
100 Gulledele
B-1200 Brussel
Belgium

BEHEERSEENHEID
MATHEMATISCH MODEL NOORDZEE

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

GROEP BEHEER



SYNTHESE RAPPORT BAGGERSPECIE 2002

Brigitte Lauwaert (BMM), Dirk De Brauer (AWZ, Afdeling Maritieme Toegang), Kris Cooreman (DvZ), Marc Raemaekers (DvZ)

BL/2002/01

25571

Vorbereid voor de Minister van Leefmilieu, Mw. M. Aelvoet

BMM
100 Gulledele
B-1200 Brussel
Belgium

Inhoudstafel

1. Juridisch en administratief kader
 - Belgisch kader
 - Internationaal kader
2. Doelstellingen van de activiteit
3. Beschrijving van de activiteit
 - Fysische kenmerken van de baggerwerken in de ruimte en de tijd
 - Evolutie in de tijd van de storthoeveelheden
 - Toekomstperspectieven
4. Beschrijving en waardering van de effecten op het mariene milieu
 - Inleiding
 - Monitorings- en onderzoeksprogramma's conform art. 9 van de baggervergunningen
 1. Onderzoeksprogramma BMM
 2. Onderzoeksprogramma DvZ
 - Bijkomende onderzoeksprogramma's : MOBAG 2000
 - Deelonderzoek 1 : Sedimenttransport onder invloed van de getijstrooming aan de hand van stationaire metingen op de loswallen Br & W Zeebrugge Oost en S1
 - Deelonderzoek 2 : Sedimentmonitoring en begroting : mobiele en stationaire 2 & 3 D visualisatie met behulp van de combinatie NDP en OBS (Zeebrugge)
 - Deelonderzoek 3 : Relatie tussen de hydro-meteo en de sedimentatie in de haven van Zeebrugge
 - Deelonderzoek 4 : Onderzoek naar de ecologische impact van de baggerwerkzaamheden aan de Belgische kust : chemische monitoring
 - Deelonderzoek 5 : Ecotoxicologische evaluatie op pelagische organismen van de turbiditeit veroorzaakt door baggeractiviteiten
5. Monitoring
 - Algemene monitoring
 - Compliance monitoring
6. TBT-problematiek
7. Aanbevelingen

1. JURIDISCH EN ADMINISTRATIEF KADER

Belgisch kader

Voor de instandhouding van de maritieme toegangswegen tot de Belgische kusthavens en het op diepte houden van de Vlaamse kusthavens dient gebaggerd te worden (bevoegdheid van het Vlaamse Gewest). Deze grote hoeveelheden baggerspecie die in min of meerdere mate kan verontreinigd zijn, worden in zee teruggestort (bevoegdheid van federaal Leefmilieu) en kunnen een invloed hebben op het mariene ecosysteem.

Het beheer van baggerspecie is dus een gemengde bevoegdheid. Hiertoe werd op 12 juni 1990 een samenwerkingsakkoord ondertekend tussen de Belgische Staat en het Vlaamse Gewest ter vrijwaring van de Noordzee van nadelige milieu-effecten ingevolge baggerspecielossingen in de wateren die vallen onder de toepassing van de Conventie van Oslo (B.S. 22.08.90) en gewijzigd bij Samenwerkingsakkoord van 6 september 2000 (B.S. 21.09.00).

Het storten in zee van baggerspecie is conform de wet van 20 januari 1999 gebonden aan de aflevering van een machtiging. De procedure voor het bekomen van een machtiging voor het storten in zee van baggerspecie afkomstig van de activiteiten door het Vlaamse Gewest ondernomen, is bepaald bij K.B. van 12 maart 2000 ter definiëring van de procedure voor machtiging van het storten in de Noordzee van bepaalde stoffen en materialen.

Internationaal kader

Bij het storten in zee van baggerspecie moeten de milieu-effecten speciale aandacht krijgen. Het Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu van de Noord-Oostelijke Atlantische Oceaan, 1992 (hierna het OSPAR Verdrag genoemd), dat door België geratificeerd werd, vormt het internationale kader waarin deze leefmilieu-aspecten worden beheerd. Volgens artikel 3 van Bijlage II van het OSPAR-Verdrag is "het storten van alle afval of andere materie verboden, met uitzondering van dat afval of andere materie opgesomd in paragraaf 2 en 3 van dit artikel". Zo kan baggermateriaal, vermeld in artikel 3. § 2 (a) van Bijlage II, in zee worden gestort.

Zo bepaalt het OSPAR-Verdrag eveneens dat het storten in zee van baggermateriaal een vergunning vereist van de bevoegde overheid en dient te gebeuren conform de criteria, richtlijnen en procedures die door de OSPAR Commissie worden opgesteld.

De specifieke "OSPAR-Richtlijnen voor het beheer van baggerspecie" (1998) moeten door België worden toegepast en verder uitgewerkt voor onze situatie.

2. DOELSTELLINGEN VAN DE ACTIVITEIT

Het Vlaamse Gewest voert in de vaarpassen van de Noordzee, in de toegang tot de kusthavens en in het aan getij onderhevig gedeelte van deze kusthavens onderhouds- en investeringsbaggerwerken uit.

De investeringsbaggerwerken hebben tot doel de toegankelijkheid van de havens van Antwerpen, Gent, Zeebrugge en Oostende te verbeteren voor de schepen met grotere tonnenmaat.

De onderhoudsbaggerwerken hebben tot doel de vooropgestelde dieptes van de vaargeulen en havens te verzekeren om een veilige scheepvaart te waarborgen.

3. BESCHRIJVING VAN DE ACTIVITEIT

Fysische kenmerken van de baggerwerken in de ruimte en de tijd

Figuur 1 in bijlage geeft de verschillende baggerzones weer :

- vaargeul naar de Scheldemonding (vaargeul 1 aansluitend op de Scheurpas, aanloop Scheur ten behoeve van de LNG-tankers en Scheur Oost en Scheur West)
- toegangsgeulen naar de kusthavens (pas van het zand, rede Oostende, noordelijke nadering Oostende, toegangsgeul Blankenberge, toegangsgeul Nieuwpoort)
- tijgebied der kusthavens (Zeebrugge, Blankenberge, Oostende, Nieuwpoort). de stortplaatsen

In het verleden werden de thans gebruikte stortplaatsen gekozen op basis van de volgende selectiecriteria :

- economische vaarafstand voor het type baggertuig op die plaats aangewend
- voldoende afstand van de baggersite om recirculatie van de stortverliezen tot een minimum te beperken

De op heden gebruikte stortplaatsen zijn (figuur 2 in bijlage):

- S1: in 1999 werd deze stortplaats 500 m naar het N verplaatst daar ze niet meer bereikbaar was voor de baggertuigen
- S2
- S3: reserve stortplaats
- R4: reserve stortplaats
- Br&W Zeebrugge Oost
- Br&W Oostende: de ligging zal worden aangepast om ze toegankelijk te maken voor de nu gebruikte baggertuigen (fig.)
- Br & W Nieuwpoort : * Omwille van het verbod rechtstreeks in zee te lozen (art. 17 van de MMM-wet) dienen voor de onderhoudsbaggerwerken te Nieuwpoort de vroegere stortplaatsen terug in gebruik te worden genomen. De ligging werd evenwel aangepast aan de in de MMM-wet voorziene beschermingsgebieden"

* Een deel van de mariene baggerspecie (zandachtige) wordt gebruikt als grondstof voor strand- en vooroevervoeding of terreinophopingen in de havens.

Het gebruik van een bepaalde baggertechniek is afhankelijk van de plaats, de hydrodynamische en meteorologische omstandigheden en de aard van het te bagger sediment. De evaluatie gebeurt op basis van economische, ecologische en technische criteria.

In de "grote" vaargeulen zoals de Scheurpassen en de Pas van het Zand wordt gewerkt met grote sleephopperzuigers (type 10.000 m³ beuninhoud).

De middelgrote sleephopperzuigers (type 500.000m³ beuninhoud) worden ingezet in de nieuwe buitenhaven van Zeebrugge, die hiervoor de best geschikte baggertuigen zijn.

De snijkopzuigers worden enkel ingezet in de haven van Blankenberge voor het opspuiten van zandachtige specie uit de toegang naar de nabijgelegen stranden.

In de havens van Oostende, Nieuwpoort en Blankenberge wordt gewerkt met een emmerbaggermolen (Oostende) en kranen op een ponton die klepbakken vullen. Deze zeewaardige klepbakken storten de specie op de meest nabijgelegen stortplaats.

In de havens van Blankenberge en Nieuwpoort wordt gezocht naar de meest ecologische manier van baggeren door het gebruik van een vizierbak en een plunjerpomp. Hierdoor kan het nodige baggerwater en de veroorzaakte turbiditeit tot een minimum beperkt worden.

Evolutie in de tijd van de storthoeveelheden

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de hoeveelheden baggerspecie die in zee werden gestort sedert 1991 op de verschillende stortplaatsen.

Gestorte hoeveelheden uitgedrukt in natte ton(*)							
onderhoud							
investering							
periode	S1	S2	Br & W Zeebrugge Oost	Br & W Oostende	R4	S3	Totaal
april 1991 - maart 1992	14.176.222	7.426.064	10.625.173	4.416.386			
april 1992 - maart 1993	13.590.355	5.681.086	10.901.837	3.346.165			33.519.443
april 1993 - maart 1994	12.617.457	5.500.173	10.952.205	3.614.626			32.684.461
april 1994 - maart 1995	15.705.346	2.724.157	8.592.891	3.286.965			30.309.359
april 1995 - maart 1996	14.308.502	2.626.731	8.432.349	4.165.995			29.533.577
april 1996 - maart 1997	14.496.128	1.653.382	7.609.627	2.763.054			26.522.191
Tabel 4b							
Gestorte hoeveelheden uitgedrukt in ton droge stof (*)							
onderhoud							
investering							
periode	S1	S2	Br & W Zeebrugge Oost	Br & W Oostende	R4	S3	Totaal
april 1997 - maart 1998	6.045.581	1.563.485	6.593.905	745.147			14.948.118

april 1998 - maart 1999	7.455.619	482.108	2.976.919	467.107			11.381.753
april 1999 - maart 2000	2.885.801	89.556	3.189.077	591.605			6.756.039
	6.187.601	41.583					6.229.184
april 2000 - maart 2001	1.684.517	784.343	4.971.782	559.332	310.670	51.150	8.361.794
	3.873.444	614.657					4.488.101

(*)

Voor april 1997 werd een manuele "emmer" methode gebruikt om de hoeveelheid baggerspecie aan boord van een baggerschip te meten.

Vanaf april 1997 werd een automatisch meetsysteem geïnstalleerd aan boord van de baggerschepen die de hoeveelheid rechtstreeks in TDS uitdrukt.

Een vergelijking tussen de beide systemen is niet mogelijk.

Toekomstperspectieven

Men moet een onderscheid maken tussen onderhoudsbaggerwerk en investeringsbaggerwerk. De hierna vermelde hoeveelheden zijn indicatief. Onderhoudsbaggerwerk is immers onder meer afhankelijk van meteorologische en hydrodynamische omstandigheden:

- In de toegangsgeulen naar de Westerschelde, de Scheurpas, wordt verwacht dat het onderhoudsbaggerwerk ongeveer 2.600.000 TDS zal zijn. Hierbij wordt rekening gehouden met een versterkt onderhoud omwille van het instellen der onderwateroevers na de recente verdiepingsbaggerwerken.
- Behalve het onderhoudsbaggerwerk in de Pas van het Zand, geraamd op 1.000.000 TDS en in de haven van Zeebrugge, geraamd op 4.500.000 TDS, zijn in de tweekomende jaren ook de verdiepingswerken in de Pas van het Zand en de haven van Zeebrugge ter realisering van het 55' programma voorzien. De geraamde hoeveelheid hiervoor bedraagt 6.000.000 TDS.
- Benevens de onderhoudsbaggerwerken in de bestaande toegangsgeul en de haven van Oostende, geraamd op 500.000 TDS, dient rekening te worden gehouden met de uitvoering van de nieuwe toegang tot Oostende waarbij 1.000.000 TDS investeringsbaggerwerk voorzien zijn.
- In Nieuwpoort wordt uitsluitend onderhoudsbaggerwerk uitgevoerd. In de haven jaarlijks 350.000 TDS of 500.000 TDS. Om de twee jaar afwisselend een klein of een groot onderhoud.
- De toegangsgeul zal verdiept worden om het onderhoudsbaggeren met een hopperzuiger toe te laten. De hoeveelheid hiervoor wordt op 300.000 TDS geraamd.
- In Blankenberge wordt het werk eveneens beperkt tot onderhoudsbaggerwerk. Jaarlijks zal ca. 60.000 TDS tot 100.000 TDS baggerspecie worden verwijderd om de twee jaar afwisselend kleine en grote onderhoudsbeurt.

- De toegangsgeul zal verdiept worden om het onderhoudsbaggeren met een hopperzuiger toe te laten. De hoeveelheid hiervoor wordt op 300.000 TDS geraamd.
- In Blankenberge wordt het werk eveneens beperkt tot onderhoudsbaggerwerk. Jaarlijks zal ca. 60.000 TDS tot 100.000 TDS baggerspecie worden verwijderd om de twee jaar afwisselend kleine en grote onderhoudsbeurt.

4. BESCHRIJVING EN WAARDERING VAN DE EFFECTEN OP HET MARIENE MILIEU

Inleiding

Het uitvoeren van onderzoeks- en monitoringsprogramma's is gebonden aan de vergunningen voor het storten in zee van baggerspecie, meer in het bijzonder door de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee (BMM) en door het Departement Zeevisserij (DvZ) en dit voor rekening van de vergunninghouder.

Indien zich specifieke problemen voordoen, kan door de Ambtelijke Werkgroep, het uitvoerend orgaan van het Samenwerkingsakkkoord (zie Belgisch kader in hoofdstuk 1), ook beslist worden dat bijkomend onderzoek dient te worden uitgevoerd.

In 1997 heeft het Vlaamse Gewest ook beslist een bijkomend onderzoeksproject voor 3 jaar op te starten met de baggeraars: MOBAG 2000. De verschillende luiken van dit onderzoeksprogramma worden ook hier verder besproken.

Monitorings- en onderzoeksprogramma's conform art. 9 van de baggervergunningen

1. Onderzoeksprogramma BMM

KADER VAN HET ONDERZOEK

De selectie van één of meerdere loswallen met een hoge loswalefficiëntie is een belangrijke bekommernis voor de autoriteiten, die begaan zijn met de problematiek van de baggerspecielossingen in zee. Enerzijds wil men zo veel mogelijk vermijden dat het geloste materiaal terugkeert naar de plaats waar het werd gebaggerd. Anderzijds is het ook belangrijk dat de fysische, chemische en biologische effecten, die met het lossen van de eventueel verontreinigde baggerspecie gepaard gaan, zoveel mogelijk gelokaliseerd blijven.

Deze bekommernis heeft het Bestuur ertoe gebracht verschillende onderzoeken te laten uitvoeren, die de dispersie van de gestorte baggerspecie en meer algemeen het sedimenttransport voor onze kust bestuderen. In het kader van het samenwerkingsakkoord tussen de Belgisch Staat en het Vlaamse Gewest werden door de BMM in opdracht van de afdeling Waterwegen Kust de projecten STM, STM-II, VESTRAM en SEBAB-I uitgevoerd. Het SEBAB-II project is momenteel in uitvoering.

Tijdens de STM, STM-II en het VESTRAM projecten werden mathematische modellen ontwikkeld voor de berekening van de dispersie van baggerspecie onder invloed van stromingen en golven voor de Belgische kustzone (Van Den Eynde, 1995; Van den Eynde, 1997; Van den Eynde & Ruddick, 1998). De modellen werden uitgebreid gevalideerd, onder andere aan de hand van de hoger beschreven tracerproeven, en geven bevredigende resultaten.

Tijdens het SEBAB-I project werd een literatuuronderzoek en langdurige simulaties uitgevoerd met als doel het sedimenttransport voor de Belgische kust te kwantificeren. Tijdens dit project werd gepoogd het natuurlijk sedimenttransport te begrijpen en te simuleren. De vraag waarop getracht werd een antwoord te geven was: wat is de verhouding tussen de hoeveelheid materiaal dat jaarlijks gebaggerd en gedumpt wordt en de hoeveelheid materiaal dat het Belgisch Continentaal Plat binnenkomt via het Kanaal? Wanneer deze verhouding groot is, betekent dit dat het baggeren van de vaargeulen en de havens een belangrijk proces is in de Belgische kustwateren en dat door de keuze van goede dumpingsites de hoeveelheid gebaggerd materiaal in belangrijke mate zal kunnen verminderd worden. Is deze verhouding evenwel klein dan is het dumpen van het slib een onbelangrijk effect ten opzichte van de natuurlijke opvulling van de vaargeulen door materiaal dat via de Franse grens het Belgisch Continentaal Plat bereikt. In dit laatste geval is de plaats van de dumpsites niet van zeer groot belang aangezien het baggeren van het natuurlijk aangevoerde slib toch de belangrijkste hoeveelheid blijft uitmaken.

De resultaten die verkregen werden tijdens het SEBAB-I project waren zodanig dat geen nauwkeurig antwoord op deze vraag kon gegeven worden (Fettweis & Van Den Eynde, 1999, 2000a, 2000b, 2001a). In tegenstelling met de bagger- en stortgegevens, die meetgegevens van het natuurlijk slibtransport groot. Uit de studie blijkt verder dat het natuurlijk sedimenttransport voor een belangrijk deel gevormd wordt door de voortdurende afwisseling van erosie en sedimentatie tijdens een getij en tijdens een doortij springtijcyclus. Dit heeft uiteraard belangrijke consequenties naar de modelsimulaties toe, omdat de rand-, en beginvoorwaarde en de parameterwaarden van het sedimentmodel voor een groot deel hierop berusten.

De boven vermelde vraag die de doelstelling van het SEBAB-I project vormde, blijft grotendeels ongewijzigd in het SEBAB-II project. Een conclusie uit het SEBAB-I project indachtig, werd de doelstelling aangevuld met de vraag hoe groot de natuurlijke variabiliteit van het sedimenttransport is en wat de invloed van de dagzomende Holocene of Tertiaire slib- en kleilagen langsheen de Belgische kustzone op het sedimenttransport zijn.

RESULTATEN

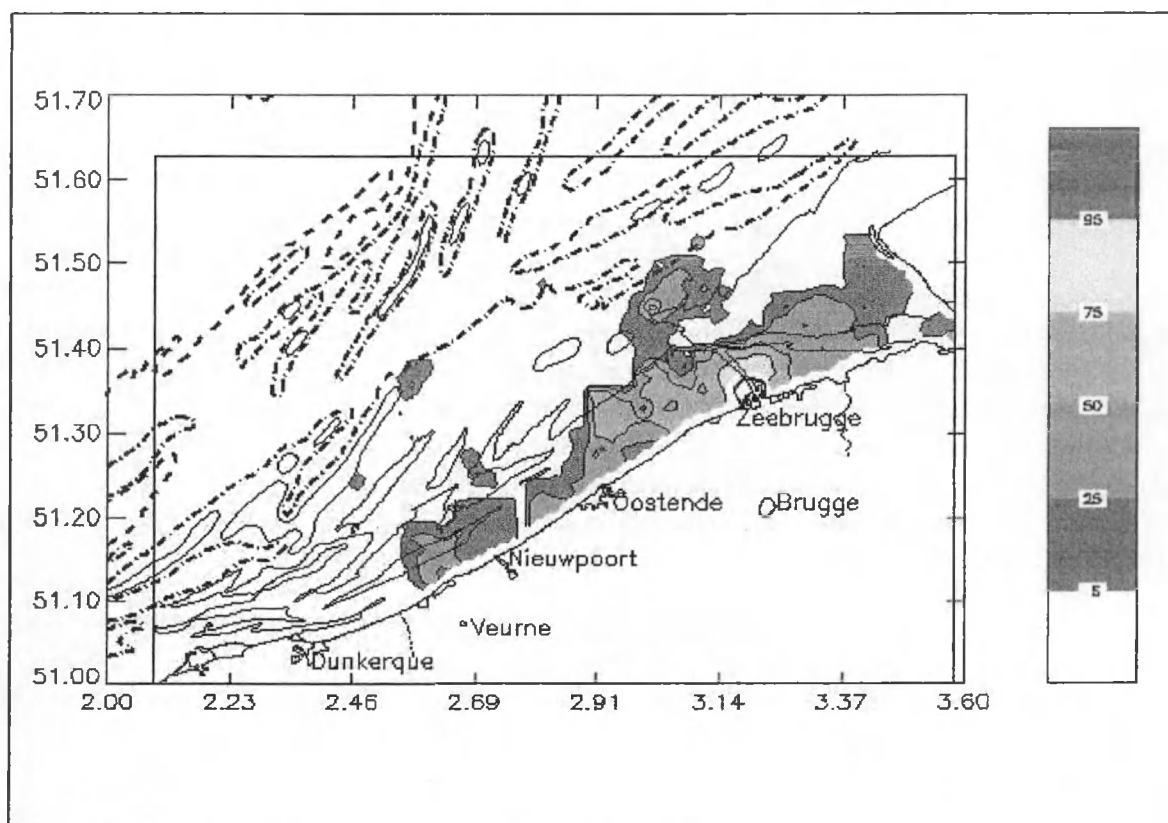
Herkomst van het slib in de kustzone

Het voorkomen van de slibvelden in de B/Nl kustzone (zie figuur 1) werd reeds dikwijls bestudeerd omdat zij gelegen zijn in een gebied met hoge hydrodynamische energie. Vanwaar is het fijnkorrelig materiaal afkomstig?

McManus & Prandle (1997) hebben aangetoond dat enkel de Straat van Dover, de noordelijke rand (56° N), The Wash en de Suffolk-kust statistisch significante SPM bronnen zijn in de Zuidelijke Noordzee. Op het BCP vallen de hoge gehalten aan het mineraal smectiet op (Irion & Zöllmer, 1999). Dit wordt toegeschreven aan de erosie van de Krijt-formaties in de Straat van Dover. Gossé (1977) en later Van Alphen (1990) en Salden & Mulder (1996) maken melding van erosie van de Vlaamse Banken als een bron voor het SPM in de Belgische en Nederlandse kustzone. Baeteman (1999) vermeldt het voorkomen van dagzomende tertiaire en Holocene klei, slib- en turflagen in de dieper gelegen gebieden (zoals de vaargeulen). Deze zijn waarschijnlijk ook een bron van het suspensiemateriaal, zoals ook wordt vermeld in (Bastin, 1974; Gullentops et al., 1976).

In andere studies wordt de oorzaak voor het hoge slibgehalte in de kuststrook gelegd in het voorkomen van een soort neer in het residueel transportpatroon ter hoogte van de Westerschelde monding, waardoor de cohesieve sedimenten als het ware gevangen gehouden worden en kunnen accumuleren (Nihoul, 1975, Gullentops et al., 1976, Van Alphen, 1990).

Het voorkomen van fijnkorrelige sedimenten in en het ondiepte karakter van het beschouwde gebied zijn de oorzaken van de grote baggerhoeveelheden in de vaargeulen en de kusthavens. In de laatste tien jaren werd de vaargeul naar Zeebrugge en de Westerschelde stelselmatig verdiept tot een diepte van 13.8 tot 15.9 m GLLWS en namen de gebaggerde hoeveelheden slib toe. De totale hoeveelheid aan fijnkorrelig sediment moet toegenomen zijn indien de kustzone uit een gesloten transportsysteem zou bestaan met maar weinig uitwisseling met nabij gelegen gebieden (Malherbe, 1991). Uit de resultaten van de modelberekeningen bekomen tijdens de hier besproken projecten lijkt het voorkomen van een gesloten sedimentsysteem ter hoogte van Belgisch Oostkust (Zeebrugge – Westerschelde) weinig waarschijnlijk. De resultaten van de numerieke modellen tonen aan dat geen neer in het transportpatroon voorkomt, zie figuur 1.

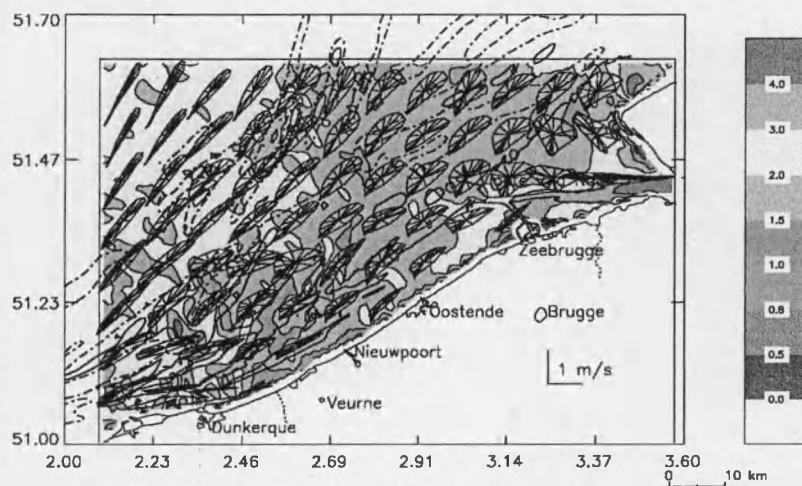


Figuur 1: Het slibgehalte (gew. %) in de oppervlakesedimenten is afgeleid uit korrelgroottedata van bodemstalen. De vectoren tonen de met het hydrodynamisch model berekend residueel watertransportpatroon voor 1999.

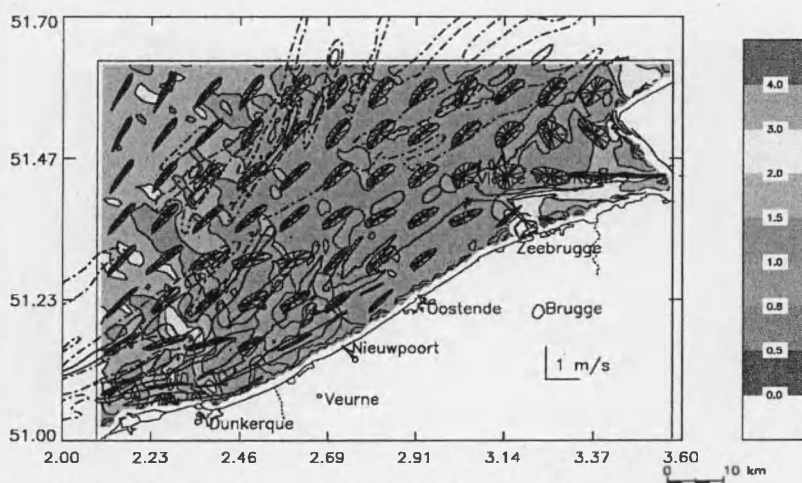
Het frequent storten (om de 2-4 h) van de gebaggerde specie (vooral slib en silt) heeft geen oorzakelijk verband met het voorkomen van het turbiditeitsmaximum. Het heeft wel een invloed op de uitgestrektheid ervan en op de slibafzettingen ter hoogte van B/1 en B/2, omdat de baggergebieden en de stortplaatsen verwijderd zijn van elkaar.

Troebelheidsmaximum en slibvelden: hydrodynamische effecten

Zoals boven is vermeld tonen onze modelresultaten dat het transportpatroon ter hoogte van de kust een open systeem is (figuur 1). In figuur 2 worden de stromingsellipsen en de maximum bodemschuifspanning gedurende een spring- en een doottij weergegeven. De grootste maximale bodemschuifspanningen treden op in de gebieden met een langgerekte stromingsellips, zoals in W deel van het gebied en tussen Zeebrugge en de Westerschelde. In het centrale deel van het beschouwde gebied en op de Vlakte van de Raan zijn de stromingsellipsen bijna cirkelvormig en de maximale waarde van de bodemschuifspanning is geringer. Uit metingen en ook uit simulaties met het MU-STM model (zie figuur 3) blijkt dat de Vlakte van de Raan – een ondiepe zandplaat – deel uitmaakt van het gebied met verhoogde turbiditeit. Het lage slibgehalte in dit gebied, in het westelijk deel van het BCP en in de monding van de Westerschelde kan verklaard worden doordat gedurende een groot deel van de getijcyclus de kritische erosieschuifspanning wordt overschreden



Spring tides in 1999: Maximum bottom stress (in Pa) and current ellipses



Neap tides in 1999: Maximum bottom stress (in Pa) and current ellipses

Figuur 2: De hier getoonde stromingsellipsen en maximale bodemschuifspanningen werden berekend met het MU-BCZ tijdens een (a) springtij en (b) een doottij.

In de kustzone zijn de stromingsellipsen langgerekt. De bodemschuifspanning overschrijdt gedurende een groot deel van de getijcyclus de kritische waarde niet. Dit zijn sedimentatiegebieden. Het slib dat hier afgezet wordt tijdens een doottij kan voldoende consolideren om deels weerstand te bieden aan de hoge schuifspanningen tijdens een springtij (zie figuur 4).

De hydrodynamische resultaten suggereren dat de afnemende residuele watertransportvectoren tussen Oostende en Zeebrugge, de geringe diepte en het groot verschil in grootte tussen dood- en springtijstromingen en hun effect op de erosie en de transportcapaciteit de aanwezigheid van een zone met hoge turbiditeit kunnen verklaren.

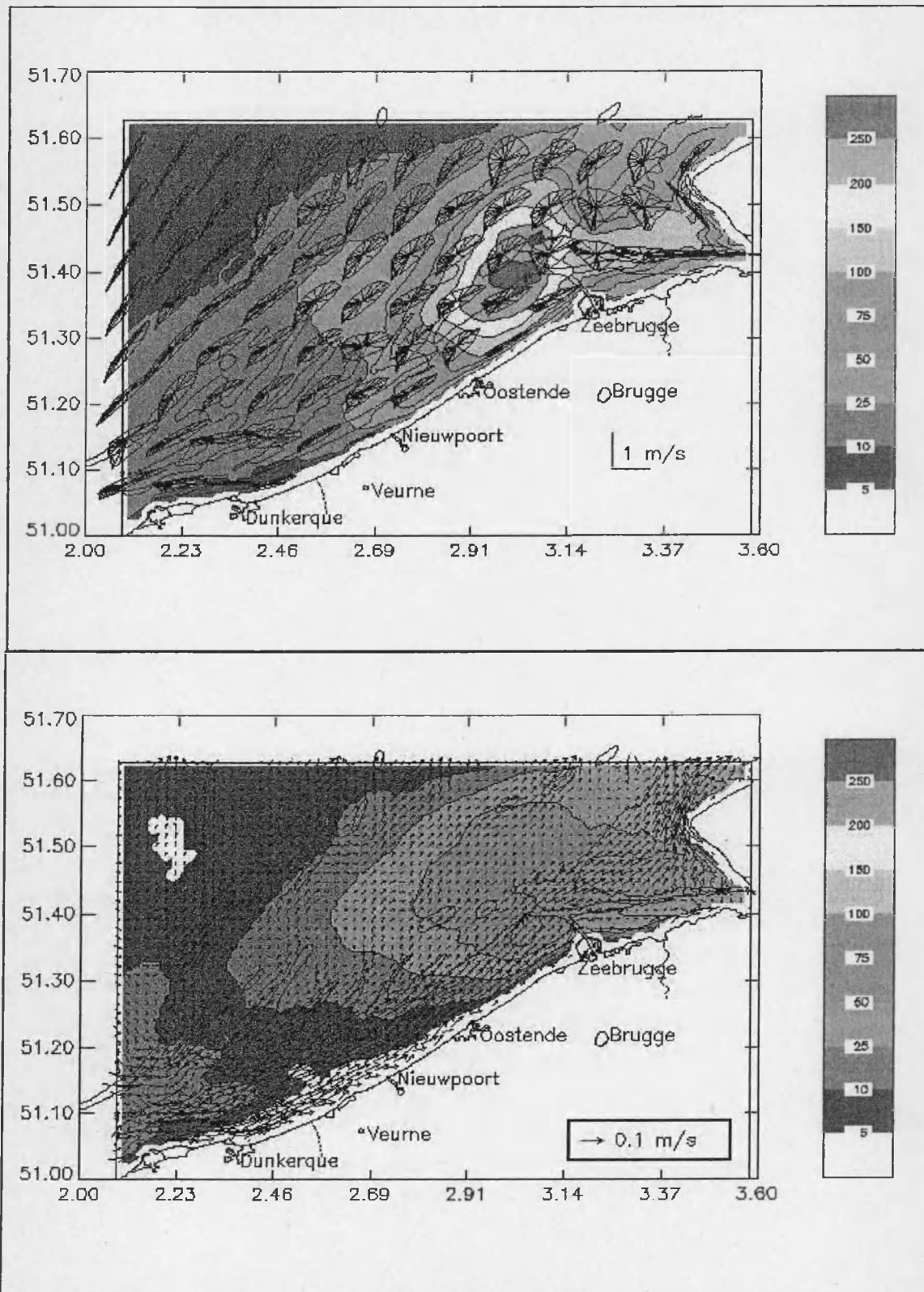


Figure 3: Slibconcentratie (mg/l) gemiddeld over een (a) springtij en (b) doortij. De data zijn afkomstig van simulaties met het MU-BCZ model.

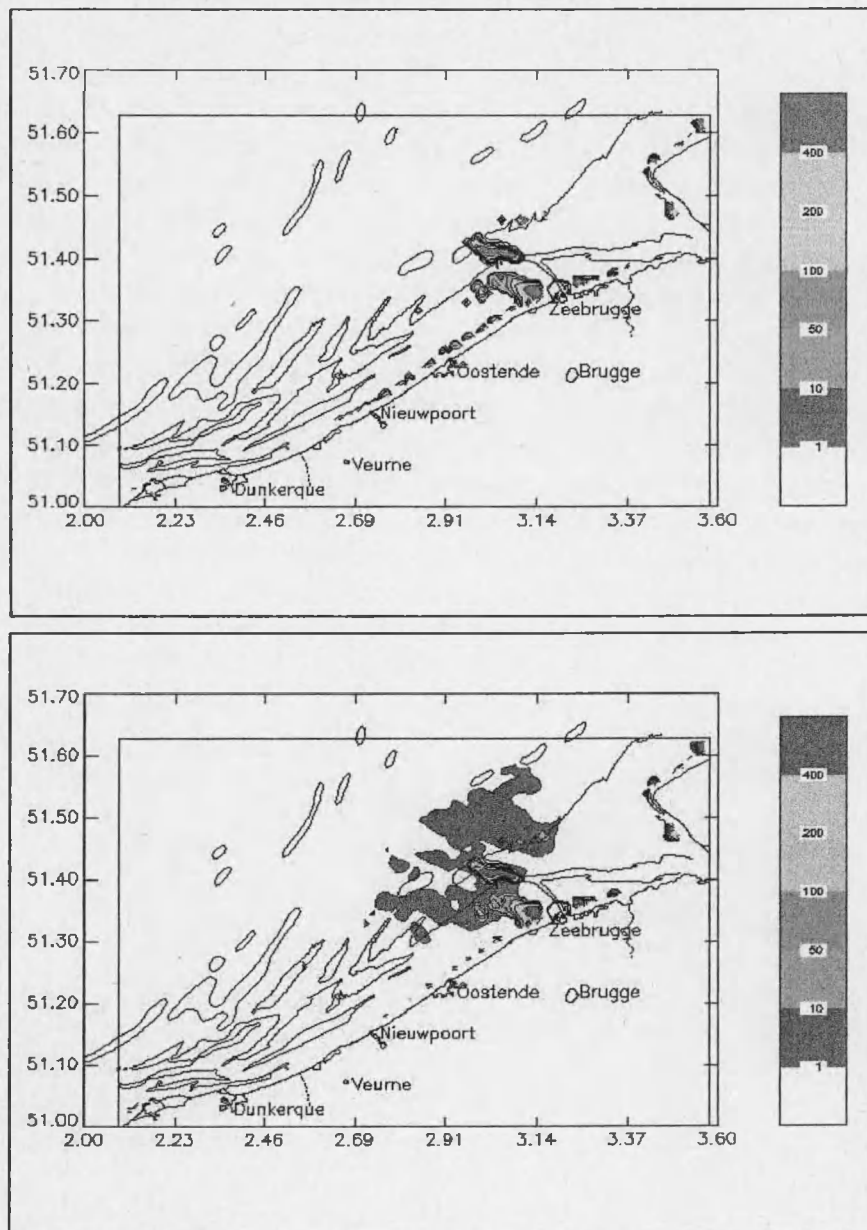


Figure 4: Slibafzetting (in kg/m²) tijdens (a) een springtij en (b) een doortij. De data zijn afkomstig van simulaties met het MU-BCZ model

Troebelheidsmaximum en slibvelde: brongebieden van het slib

Langs de Belgische kust worden grote hoeveelheden fijnkorrelig sediment getransporteerd. Hun oorsprong ligt deels in invoer van materiaal via de Straat van Dover. Er bestaat hieromtrent een uitgebreide wetenschappelijke literatuur, zie Fettweis & Van den Eynde (1999) voor een samenvatting. De hoeveelheden die vermeld worden in de literatuur lopen sterk uiteen: $2.5\text{--}58 \times 10^6$ t/jaar, recente data wijzen op een instroming naar de Noordzee van 44.4×10^6 t/jaar.

Een ander deel van het slib is afkomstig van de dagzomende tertiaire en kwartaire klei, slib en turflagen. Hieromtrent bestaan weinig kwantitatieve data. Bastin (1974) schatte de erosie op ongeveer $0-2.4 \times 10^6$ t/jaar.

Het slibtransportmodel MU-BCZ worden 'aangedreven' met aan de randen gespecificeerde slibconcentraties. Het slib dat het model via de W-rand binnenstroomt, bedraagt 11.4×10^6 ton per jaar. De modelresultaten bevestigen dat het slib in het turbiditeitsmaximumdeels voor een belangrijk deel afkomstig is uit invoer via de Straat van Dover en deels van erosie van sedimenten in het gebied zelf.

De hoeveelheid materiaal die gebaggerd wordt, is van dezelfde grootte-orde als het natuurlijk residueel sedimenttransport. Baggerwerken zijn dus belangrijke processen. Het dumpen van deze specie afkomstig uit onderhoudsbaggerwerken is echter geen bron van slib. Door stortingen wordt het sediment enkel over een (korte) afstand verplaatst

Metingen van het suspensiegehalte in zee – een grote natuurlijke variaties

Er werden ongeveer vier metingen in de waterkolom per jaar uitgevoerd gedurende een volledige getijcyclus. De meetstations zijn gelegen in de kustzone tussen Oostende en de monding van de Westerschelde. Het doel van de metingen is het suspensietransport tijdens een getijcyclus te kwantificeren. Er werd hierbij gebruik gemaakt van de SeaBird SBE09, van de Seacat SBE19 en van de NBA-DCN3 stroommeter. SCT controle data werden verkregen met het SBE21 systeem dat aangesloten is op het zeewatercircuit van de Belgica. Zonder in detail te treden, blijken volgende resultaten belangrijk te zijn:

- de residuele (water)-transportvectoren zijn naar het Noorden tot het Oosten gericht. De numerieke modellen geven analoge resultaten.
- het slibgehalte in het water varieert sterk tijdens een getij. Er komen ook variaties voor op grotere tijdschalen. Deze wijzen vermoedelijk op schommelingen in aanvoer van gesuspendeerd materiaal via Frankrijk en/of op tijdelijk door stormen of golven veroorzaakte lokale verhoging van de turbiditeit. Vooral de aanvoer van fijnkorrelig sediment via het Engels kanaal is een nieuw resultaat.

Efficiëntie van stortplaatsen

Door de verzamelde data te gebruiken kan de verhouding tussen de hoeveelheid materiaal die jaarlijks gebaggerd en gestort wordt en de hoeveelheid materiaal die jaarlijks op natuurlijke wijze het BCP binnenkomt en langs de Belgische kustzone stroomt bepaald worden. Gebruikmakend van de resultaten bekomen we een verhouding van ongeveer 0.4. Dit wijst er op dat een groot deel van het slib betrokken is in de bagger- en dumpoperaties. Indien we enkel de modelresultaten nemen (zonder de havens) dan is de verhouding kleiner. Uit de modelresultaten volgt dan dat de keuze van de stortplaats relatief onbelangrijk is. Ondanks de hoge waarde verkregen met de literatuurdatabank, voeren we hieronder toch aan dat het storten van baggerspecie van ondergeschikt belang is t.o.v. de natuurlijke opvulling van de baggerplaatsen met materiaal dat het BCP binnenkomt of op het BCP wordt geërodeerd, en dit om volgende redenen:

- Het storten van baggerspecie beïnvloedt enkel lokaal de slibconcentratie.
- Recirculatie van het gestorte materiaal naar de baggerplaatsen is belangrijker bij stortplaatsen B/6 (B&W ZeebrO) en B/9 (B&W Oostende) dan bij B/1 (B&W S1) en B/2 (B&W S2) (Van den Eynde, 1999).
- De SPM-concentratie en het SPM-transport zijn reeds van natuur uit hoog in de kustzone. De aanslibbing van de havens en de vaargeulen zal daarom enkel weinig worden beïnvloedt bij een verandering van de locatie van de stortplaatsen B/6 en B/9.
- De efficiëntie van de stortplaatsen (B/6 en B/9, maar ook B/1) is waarschijnlijk laag. Omdat er zich echter een (natuurlijk) turbiditeitsmaximum ter hoogte van de kust situeert, zullen de te baggeren hoeveelheden enkel weinig veranderen bij een verandering van de positie van de stortplaatsen.

Om af te sluiten is het belangrijk om te wijzen op het feit dat de hier geformuleerde conclusies voorlopig zijn. Zo is de huidige stand van kennis betreffende de slibinvoer, de sliberosie, de sedimentsamenstelling (korrelgrootte, erosiegevoeligheid, etc.) beperkt. De modellering van de slibprocessen is daarom ook gebaseerd op vereenvoudigde processen. Dit alles maakt dat nieuwe metingen (suspensiemateriaal, bodemsamenstelling) en meer verfijnde modellen (3D, fijner rooster) nodig zijn om de betrouwbaarheid van de resultaten en conclusies te vergroten.

2. Onderzoeksprogramma DvZ: Ecologische status van de baggerloswallen

Staalnamenprogramma en objectieven

Overeenkomstig het studieprogramma "Biologische monitoring van lossingen van gebaggerd materiaal voor de Belgische kust" werden sinds 1992 jaarlijks ten minste vier meetcampagnes uitgevoerd, twee in het voorjaar (maart - mei) en twee in het najaar (september - november), met als doel de ecologische impact van baggerlossingen te peilen.

~~De bemonsterde zones omvatten in de eerste plaats de vier loswallen (Oostende, S1, S2 en Zeebrugge Oost), de twee reserveloswallen (S3 en R4) en de drie voorziene referentiezones (Westdiep, Steendiep, Raan). Zeven, in het kader van andere monitoringprogramma's, bestudeerde gebieden werden ter vergelijking eveneens opgenomen (Oostende bank, Bligh bank, Scharrebank, Goote bank, Oost Dyck, Westhinder en Noord) en in het kader van andere gelegenheden zoals onderzoeksprojecten werden andere gebieden bemonsterd, waaronder een olieboorplatform in de zuidelijke Noordzee ter hoogte van Scheveningen (Nederland) en ter vergelijking opgenomen. Tevens werd de maritieme Schelde jaarlijks bemonsterd voor sediment op meerdere plaatsen tussen de monding en Antwerpen. Fig. 1 toont de ligging van al deze staalnamepunten en tabel 1 de coördinaten ervan.~~

Het programma omvat de volgende onderzoeksluiken:

- Deel 1: Onderzoek van de bodemorganismen met name bodemvissen, macro- en epibenthos.
- Deel 2: Onderzoek van de anorganische contaminanten in sediment en Noordzeegarnaal

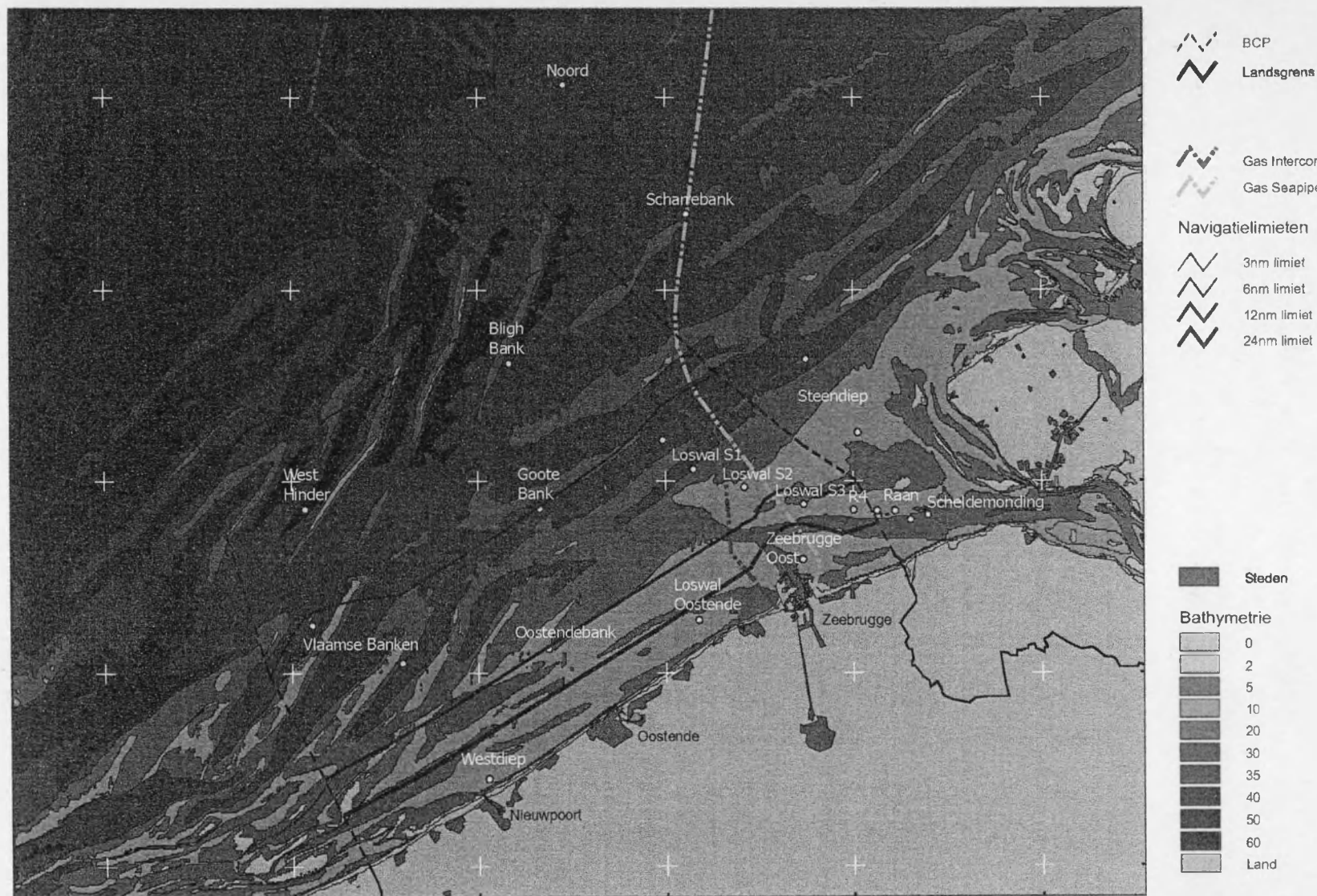
Deel 3: Onderzoek van de organische contaminanten in sediment en Noordzeegarnaal

Deel 4: Onderzoek van de fysische en organische samenstelling van het sediment

Deel 5: Onderzoek van de biologische effecten van baggerlossingen.

ID	Station naam	Afkorti ng	Breedte	Lengte
140	Loswal Oostende	LO	51°19.65'	03°03.05'
700	Zeebrugge Oost	ZO	51°22.68'	03°12.78'
710	Loswal Zeebrugge S2	S2	51°26.00'	03°08.00'
780	Loswal Zeebrugge S1	S1	51°28.30'	03°03.55'
B03	Loswal Zeebrugge S3	S3	51°25.00'	03°12.85'
B04	Loswal R4 (macro)	R4	51°26.00'	03°16.00'
B07	Loswal R4 (epi)	R4	51°25.90'	03°17.80'
120	Westdiep	WD	51°11.05'	02°42.15'
150	Scheldemonding	SC	51°25.00'	03°24.00'
230	Oostendebank	OB	51°18.55'	02°51.00'
250	Steendiep (macro)	SD	51°31.00'	03°19.00'
350	Steendiep (epi)	SD	51°34.95'	03°14.62'
215	Kwintebank	KB	51°16.75'	02°36.95'
315	Oost Dyck	OD	51°19.35'	02°27.80'
330	Goote Bank (macro)	GB	51°26.00'	02°48.50'
340	Goote Bank (epi)	GB	51°30.00'	03°00.10'
421	West Hinder	WH	51°28.28'	02°26.74'
435	Bligh Bank	BB	51°34.80'	02°47.40'
545	Scharrebank	SB	51°43.60'	03°03.00'
800	Noord	NO	51°50.85'	02°52.20'
B08	Raan (macro)	RA	51°26.10'	03°21.90'
B10	Raan (epi)	RA	51°25.50'	03°21.30'
S01		S01	51°25.00'	03°34.20'
S04		S04	51°20.70'	03°49.50'
S09		S09	51°22.20'	04°04.70'
S18	Doel	S18	51°16.00'	04°18.00'
S22	Steen	S22	51°13.13'	04°23.50'

Tabel 1: Coördinaten en identificatienummers van de bemonsterde stations



Figuur 1.1 Staainame stations. Loswallen: Loswal Oostende [140 - LO]; Loswal S1 [780 - S1]; Loswal S2 [710 - S2]; Zeebrugge Oost [700 - ZO]. Reserveoswallen: Loswal S3 [B03 - S3]; Loswal R4 [B04, B07 - R4]. Referentiestations: Westdiep [120 - WD]; Raan [B08, B10 - RA]; Oostendebank [230 - OB]; Steendiep [250, 350 - ST]; Vlaamse Banken [215, 315 - OD]; Gooite Bank [330, 340 - GB]; West Hinder [421 - WH]; Bligh Bank [435 - BB]; Scharrebank [545 - SB]; Noord [600 - NO] en Scheldemonding [150 - SC].

Deel 1: Onderzoek van de bodemorganismen, met name macro- en epibenthos.

Dit onderzoeksluik heeft tot doel de invloeden van baggerlossingen op de dichtheden, samenstellingen, soortenaantallen en biomassa's van de levensgemeenschappen op de zeebodem (zie kaderstukje) na te gaan. Deze parameters kunnen sterk variëren naargelang de samenstelling en contaminatie van vn. het sediment en wijzigingen van de sedimentsamenstelling en/of toenemende contaminatie kunnen aldus ingrijpende gevolgen hebben.

Het macrobenthos is vanwege zijn relatieve immobiliteit één van de meest geschikte doelgroepen voor monitoring omdat een direct oorzakelijk verband tussen wijzigingen in de omgeving en menselijke activiteiten kan aangetoond worden. Uit de studie van de parameters blijkt dat de benthische levensgemeenschappen op de baggerloswallen vergelijkbare densiteiten en diversiteiten vertonen als deze in de referentiezones. Enkele van de loswallen, o.a. de belangrijke loswal S1, leverden zelfs de rijkste monsters op. Toename van het voedselaanbod door het storten van baggerspecie (in de gestorte specie bevinden zich organismen en opgebaggerd organisch materiaal) kan een mogelijke verklaring zijn voor de relatief hoge densiteiten en biomassa's op de loswallen. Anderzijds kunnen de veranderingen in de gemiddelde korrelgrootte van het sediment de soortendiversiteit van het benthos beïnvloeden hebben. Een duidelijk oorzakelijk verband tussen het storten van baggerspecie en de veranderingen in de biodiversiteit van de benthische fauna op de loswallen kon tot op heden niet aangetoond worden.

Matige verstoringen van sommige benthische gemeenschappen op loswal Zeebrugge oost bleken tijdelijke fenomenen te zijn, die geen ernstige gevolgen hadden op het benthos. Significante tendensen op de baggerloswallen werden niet teruggevonden, met uitzondering

Micro, meio, macro en epi

Benthos is de verzamelnaam voor organismen die in, op of juist boven de zeebodem leven. Deze organismen kunnen we verder indelen volgens grootte of volgens de plaats waar ze—ten opzichte van de bodem—leven.

Macrobenthische organismen hebben een gravende levenswijze en zijn doorgaans weinig mobiel. Hun grootte varieert tussen 1 en 100 mm. Deze organismen vormen een belangrijke schakel in de mariene voedselketen, als voedselbron voor het epibenthos (zie verder) en demersale vissen. De belangrijkste vertegenwoordigers zijn borstelwormen (Polychaeta), tweekleppige schelpdieren (Bivalvia), vlokreeften (Amphipoda), naaldkreeftjes (Tanaidacea), zeekomma's (Cumacea), aasgarnalen (Mysidacea), slangsterren (Ophiuroidea) en zeeklitten (Echinoidea). Naast het macrobenthos onderscheiden we verder het *meiobenthos* (grootte van 0,064 tot 1 mm) en het *microbenthos* (kleiner dan 0,064 mm). Ook de meeste meio- en microbenthossoorten vinden we enkel in de bodem.

Epibenthische organismen leven eerder op dan in het sediment, en hebben een relatief grote bewegingsvrijheid. Daardoor kunnen ze sneller nieuwe gebieden koloniseren of verstoorde gebieden ontvluchten. Tot het epibenthos behoren soorten als zeeslakken (Gastropoda), inktvissen (Cephalopoda), krabben (Brachyura), garnalen (Caridea), heremietkreeften (Anomura) en zeesterren (Asteroidea).

van een positieve trend voor de biomassa op de belangrijke loswal S1 ($r=+0,64$; periode 1980-1997), wat een indicatie is voor de dynamiek van deze gebieden waarbij de invloed van het lossen op lange termijn wordt geneutraliseerd.

Deel 2: Anorganische contaminanten in sediment en Noordzeegarnaal

Zware metalen in sediment

De concentraties aan kwik, cadmium, lood, koper, zink, nikkel en chroom in het sediment werden in de fracties kleiner dan 2 mm en kleiner dan 63 μm bepaald. Data zijn beschikbaar vanaf 1979 voor de fractie kleiner dan 2 mm en vanaf 1991 voor de fractie kleiner dan 63 μm op de stortplaatsen loswal Oostende, S1, S2, Zeebrugge Oost en de referentieplaatsen Noord, Oost Dyck, Bligh Bank, Scharrebank, Raan, Steendiep en

Westdiep. De gemiddelde meetwaarde voor al deze plaatsen werd aanzien als representatief voor het Belgisch Continentaal Plat (BCP). Van 1979 tot 2000 volgen alle zware metalen een dalende trend (Figuur 2a). Enkel voor koper, kwik en lood zijn deze trends significant ($P < 0,05$). Vanaf 1994 echter kan men stijgende trends waarnemen voor alle zware metalen, uitgezonderd cadmium. Enkel voor koper en lood zijn de trends significant. Wanneer de zware metalen worden gemeten op de fijne fractie ($< 63 \mu\text{m}$) zijn vanaf 1993 alle trends stijgend. Enkel chroom en lood zijn significant stijgend vanaf 1993 (Figuur 2b). Voor koper, zink en cadmium is er echter sinds 1997 een significant dalende trend waar te nemen in de fijne sedimentfractie van het BCP.

Cadmium, kwik, lood, koper, zink, nikkel en chroom werden eveneens gemeten in sediment (fractie $< 63 \mu\text{m}$) van de Schelde (S04, S09, S18 en S22). Zie Figuur 3. De contaminantenniveaus stijgen sterk naarmate men stroomopwaarts gaat. De hoogste meetwaarden waren 10 à 40 maal hoger dan op het BCP en werden opgetekend ter hoogte van de uiterste meetplaats, aan het Steen te Antwerpen (S22). Cadmium was daar bijvoorbeeld in 1998 44 maal hoger dan op het BCP (10,8 mg/kg versus 0,25 mg/kg). De relatief laagste verontreiniging op S22 ten opzichte van het BCP was die van chroom en nikkel. Voor vele zware metalen werd een maximum vastgesteld in 1999 op bijna alle Scheldemeetpunten. Niveaus in 2000 waren tot meer dan 50% (in het geval van nikkel) gedaald. Cadmium en koper kenden sinds 1997 een duidelijke daling op meetpunten S18 en S22.

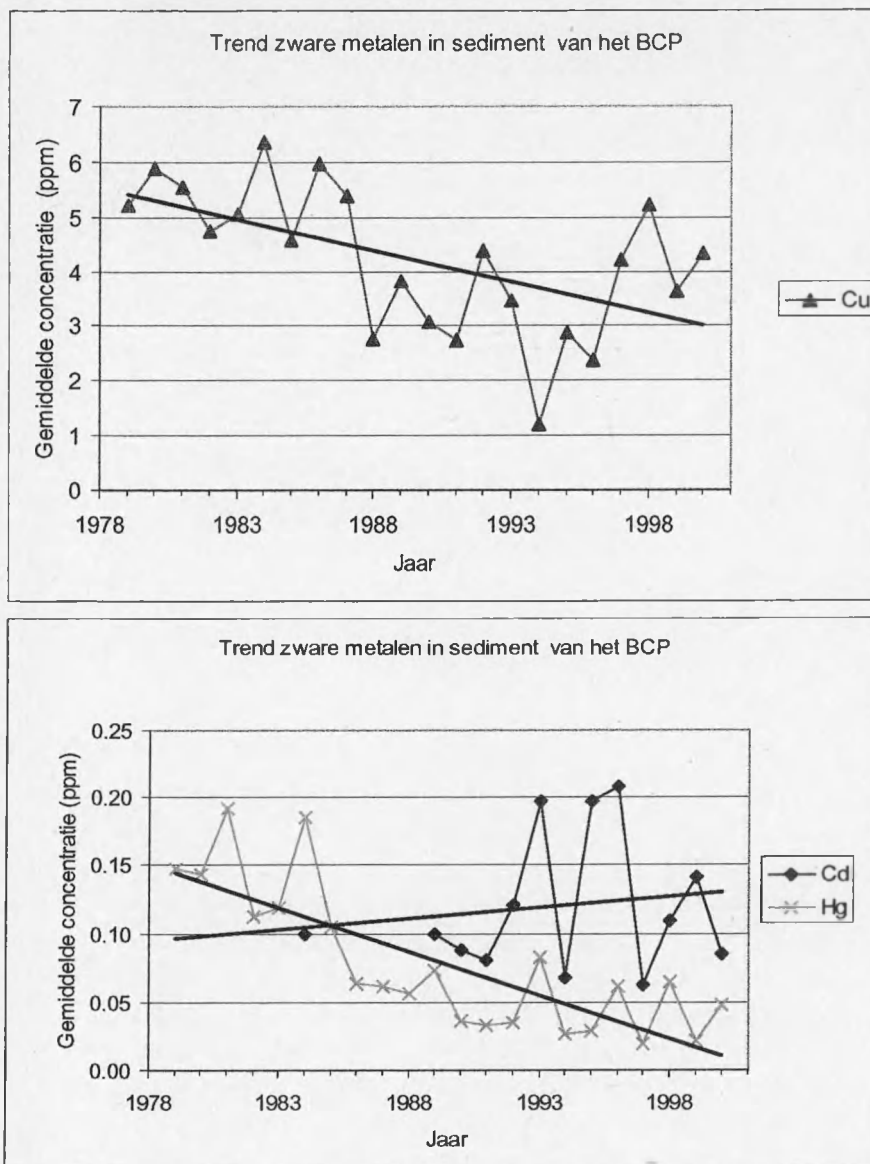
De niveaus op de verschillende stations op het BCP werden met elkaar vergeleken. Wanneer uitgedrukt op het totale sediment (fractie $< 2 \text{ mm}$), werden voor alle zware metalen de hoogste niveaus op de stortplaatsen Zeebrugge Oost en de loswal Oostende gevonden. De laagste gehalten werden gemeten op de referentieplaatsen Noord, Steendiep en de stortplaats S2. De Raan vertoonde een intermediair niveau. Wanneer de gehalten in de fijne fractie ($< 63 \mu\text{m}$) werden gemeten, konden er geen significante verschillen tussen de referentiestationen en de loswallen aangetoond worden (Figuur 3). Dit wordt mogelijk verklaard door de korreldistributie van het sediment op Zeebrugge Oost, loswal Oostende, en de Raan. Het percentage aan fijne fractie is hier hoger dan op de ander stations.

Voor cadmium en chroom in de fijne fractie zijn de trends op de meeste stations gelijkaardig. Voor de overige metalen kon enkel na uitmiddeling een trend waargenomen worden (Figuur 2b).

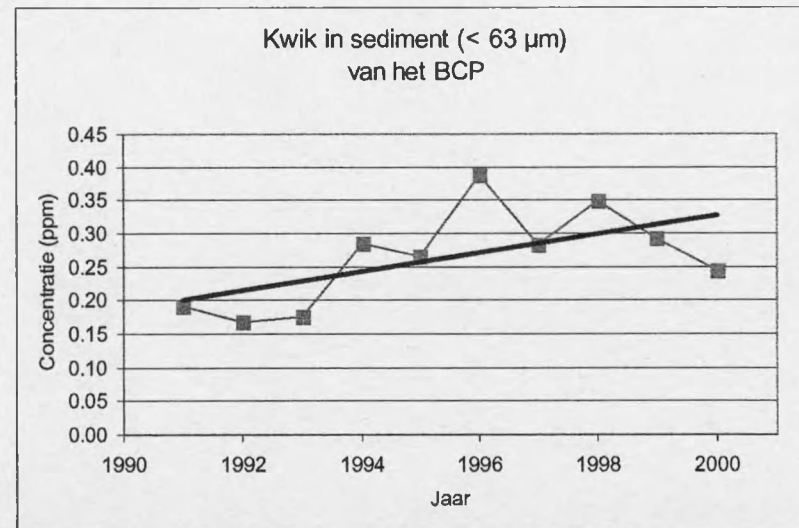
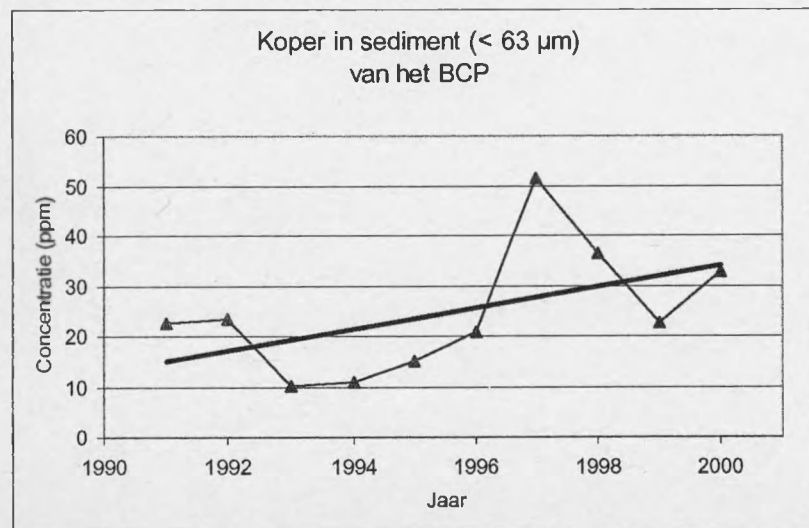
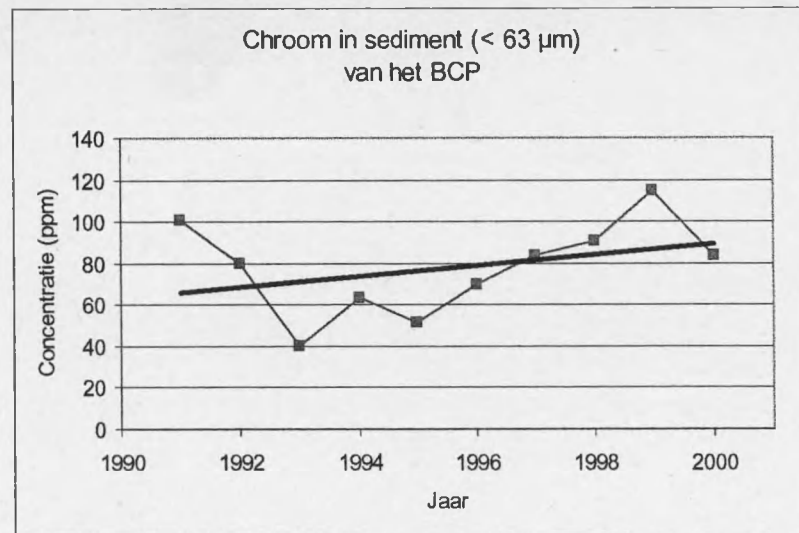
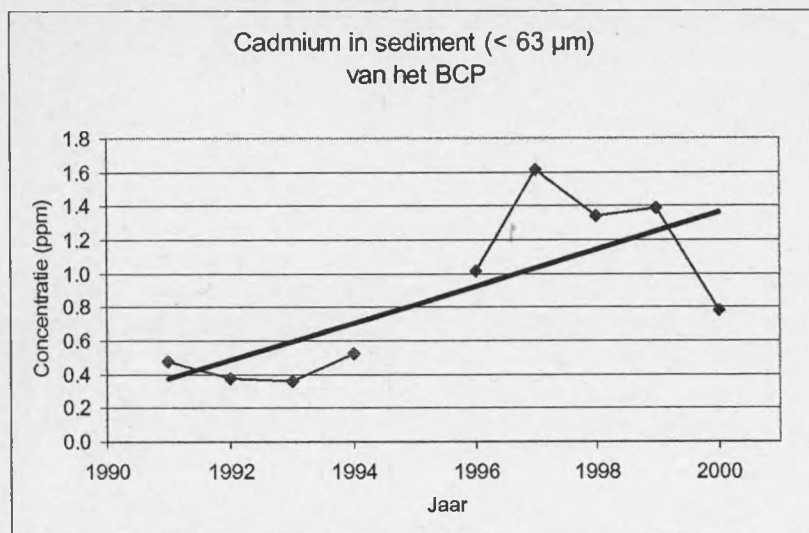
Zware metalen in Noordzeegarnaal

De concentraties aan kwik, cadmium, lood, koper, zink en chroom werden in garnaal vanaf 1992 tot 2000 bepaald. De data zijn beschikbaar op de stortplaatsen loswal Oostende, S1, S2 en de referentieplaatsen Oostende bank, Goote Bank, Bligh Bank, Oostdyck, Raan, Steendiep en Westdiep. De gemiddelde meetwaarden voor deze plaatsen zijn als representatief aanzien voor het BCP. Alle gemeten metalen volgen een licht stijgende trend, met uitzondering van zink (Figuur 5). De stijging is enkel significant voor chroom. De daling van zink is ook significant. De stijgende trends van koper, chroom, lood en kwik de laatste 6 jaar in sediment komen overeen met de stijgende trends in garnaal. Voor zink en cadmium werd het tegenovergestelde gevonden. Dit wijst op een metabolisch effect. De verschillen tussen de niveaus van de zware metalen onderling in het garnaalspierweefsel wijzen eveneens op een verschil in resorptie en/of uitscheiding.

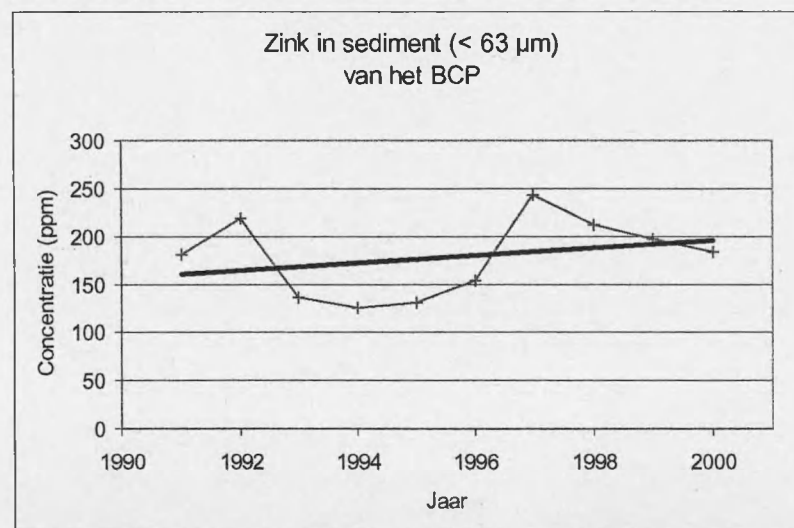
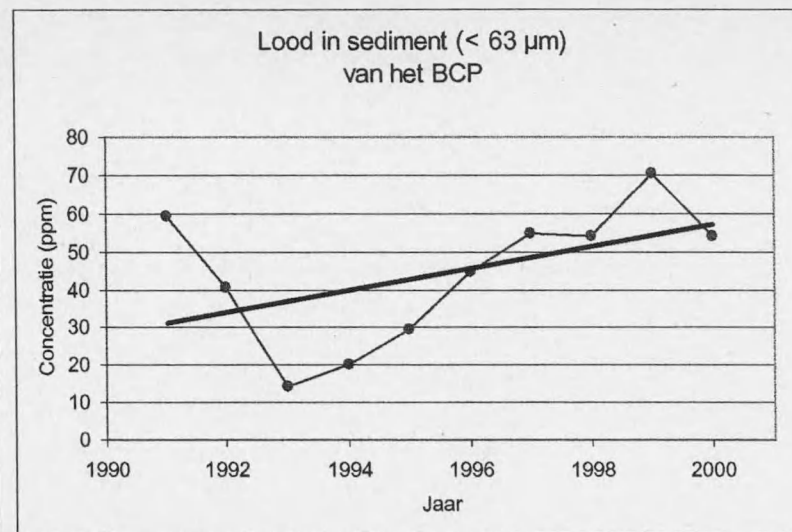
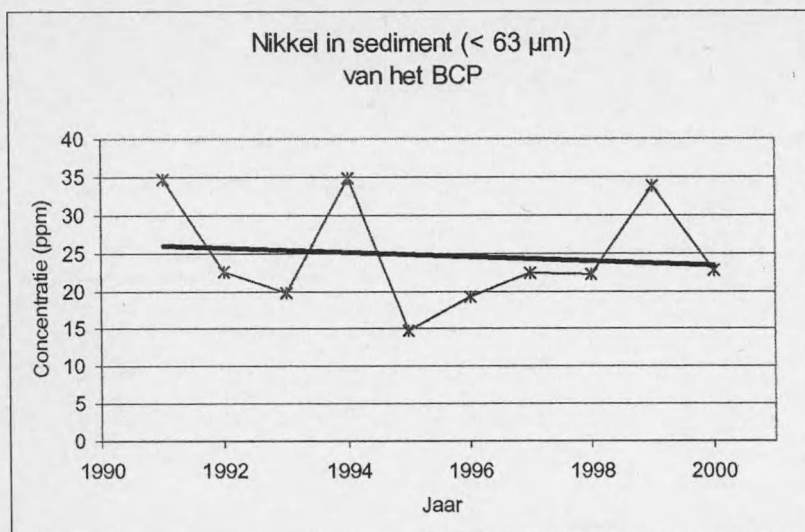
Geografisch gezien waren er, op enkele uitzonderingen na, zoals cadmium en chroom op Oostdyck en lood op Steendiep, geen markante verschillen tussen de diverse stations waar te nemen (Figuur 6). Belangrijk was hierbij dat ook de loswallen voor baggerspecie hier geen uitzondering op maakten.



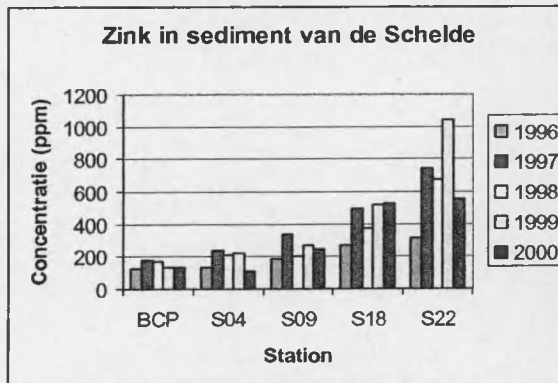
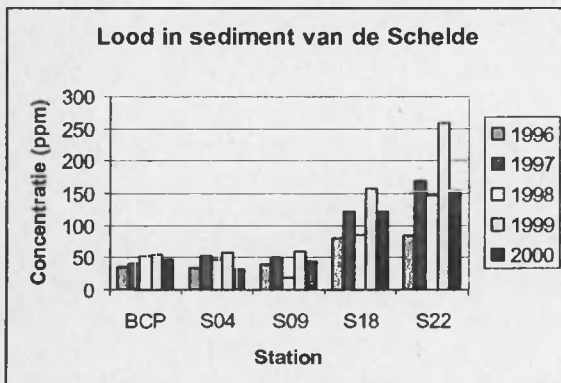
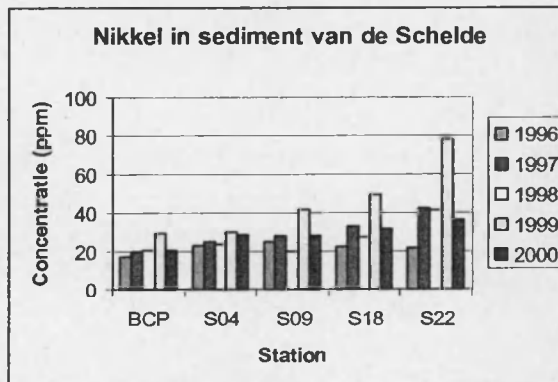
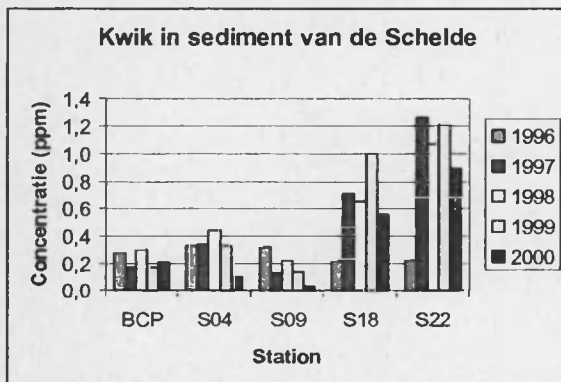
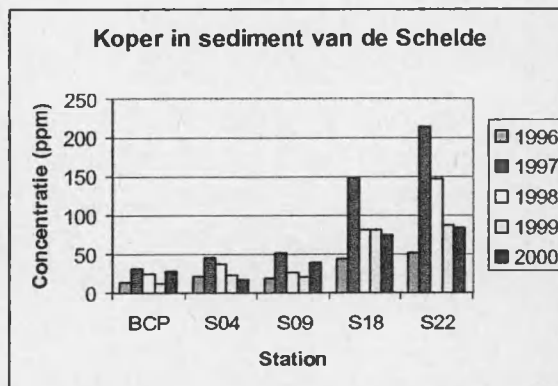
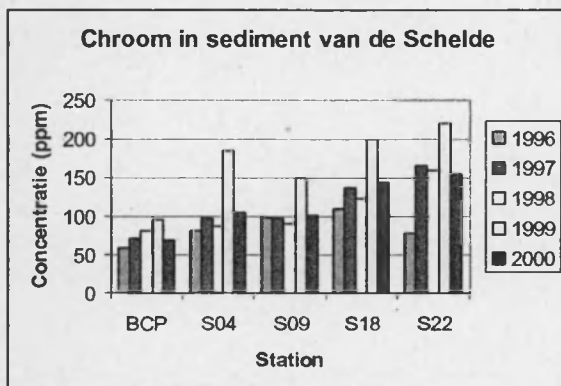
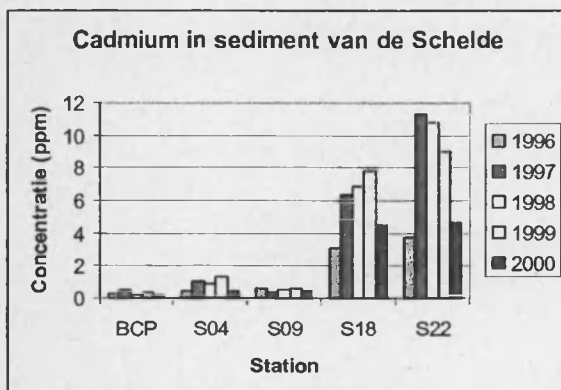
Figuur 2a. Trendanalyse van zware metalen in de sedimentfractie kleiner dan 2 mm als gemiddelde van alle stations op het BCP. De gehalten zijn uitgedrukt in mg/kg droog sediment.



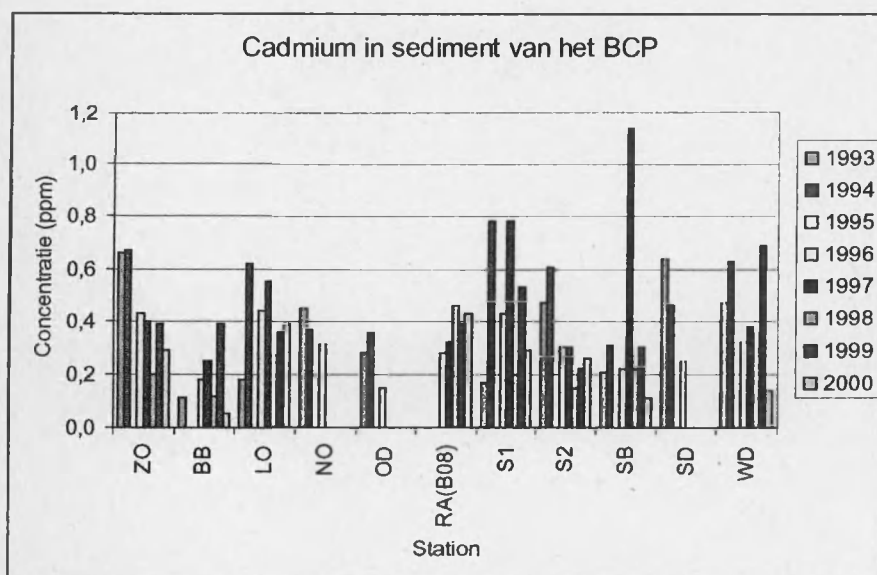
Figuur 4.2.2.2b. Trendanalyse van zware metalen in de sedimentfractie kleiner dan 63 μm als gemiddelde van alle stations op het BCP. Gehalten zijn uitgedrukt in mg/kg droog sediment

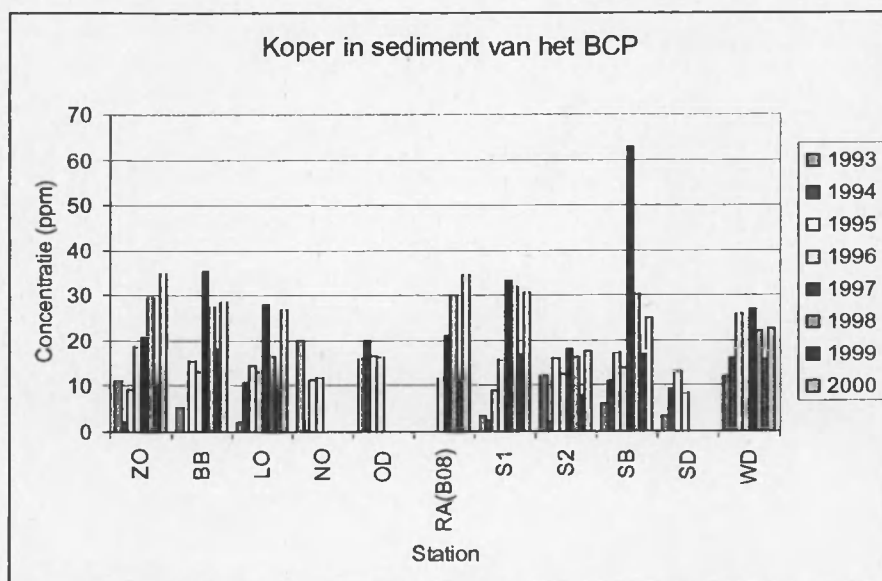
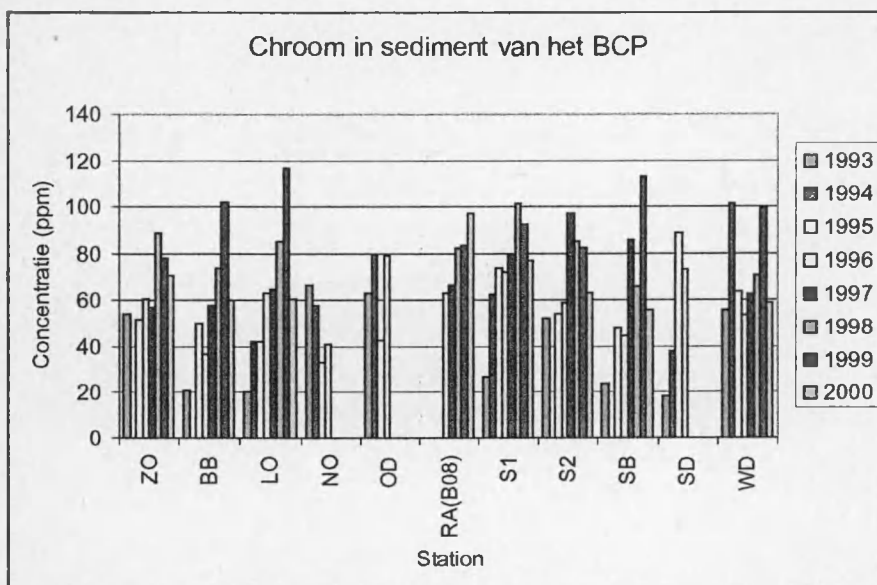


Figuur 2b (vervolg). Trendanalyse van zware metalen in de sedimentfractie kleiner dan 63 μm als gemiddelde van alle stations op het BCP. Gehalten zijn uitgedrukt in mg/kg droog sediment.

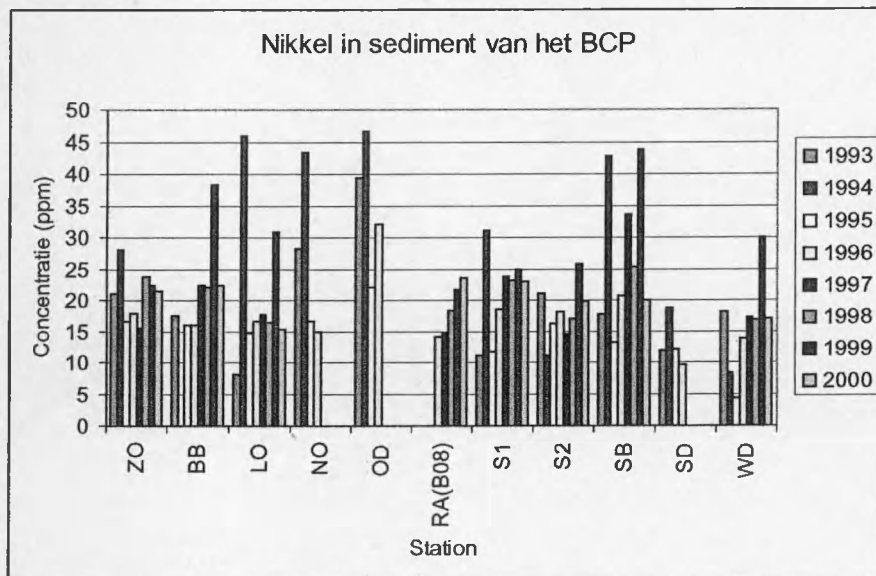
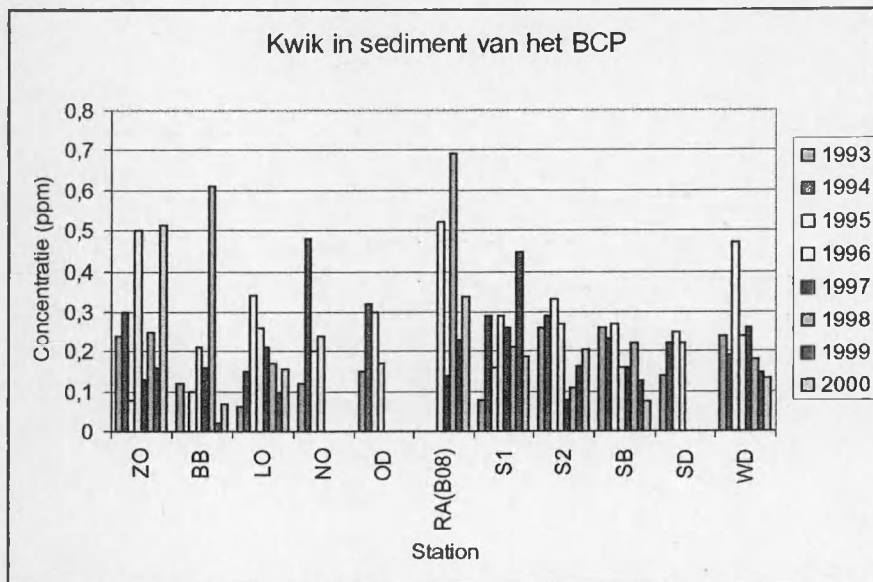


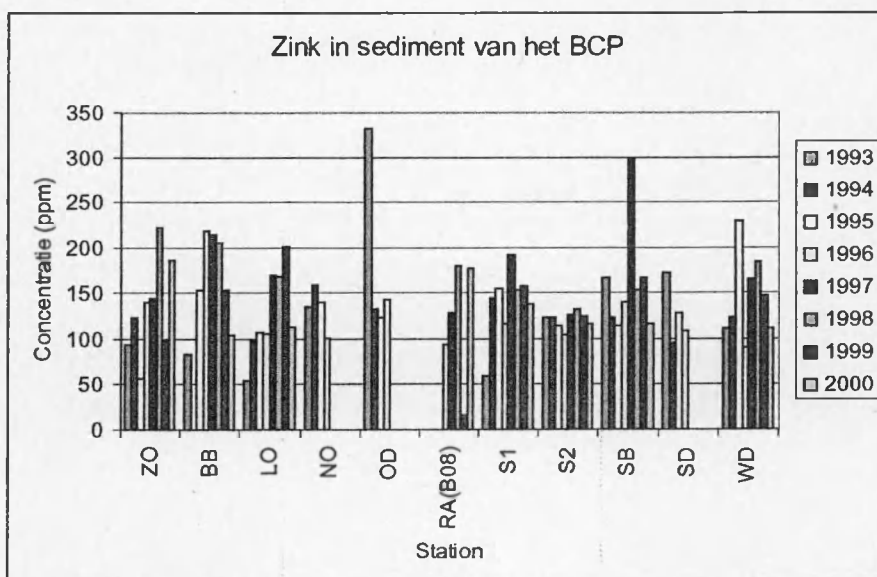
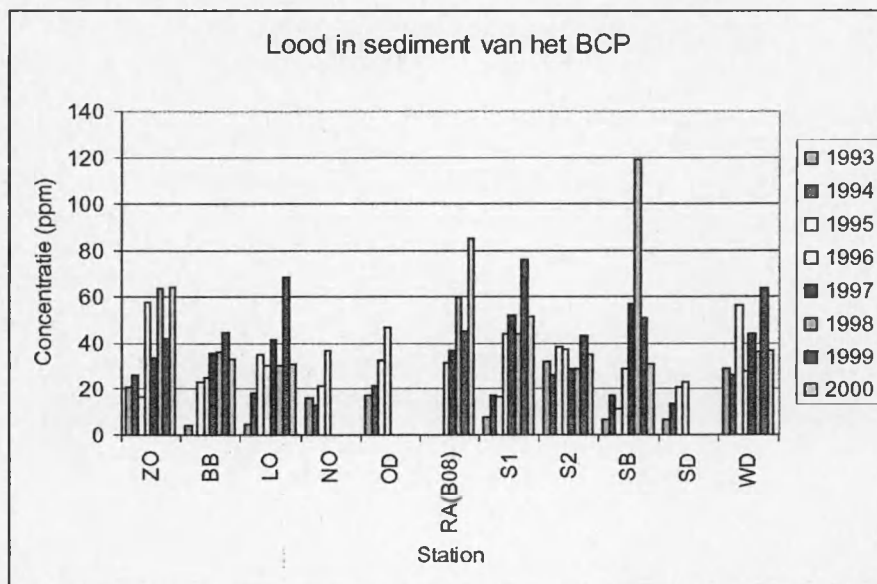
Figuur 3. Zware metalen in sediment (fractie < 63 μm) van de Schelde en het BCP. Gehalten zijn uitgedrukt in mg/kg droog sediment.



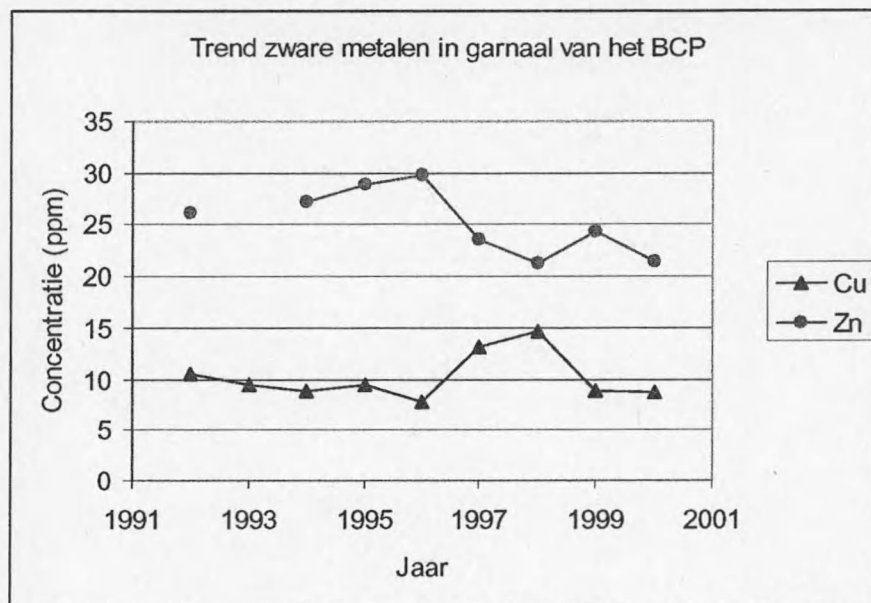


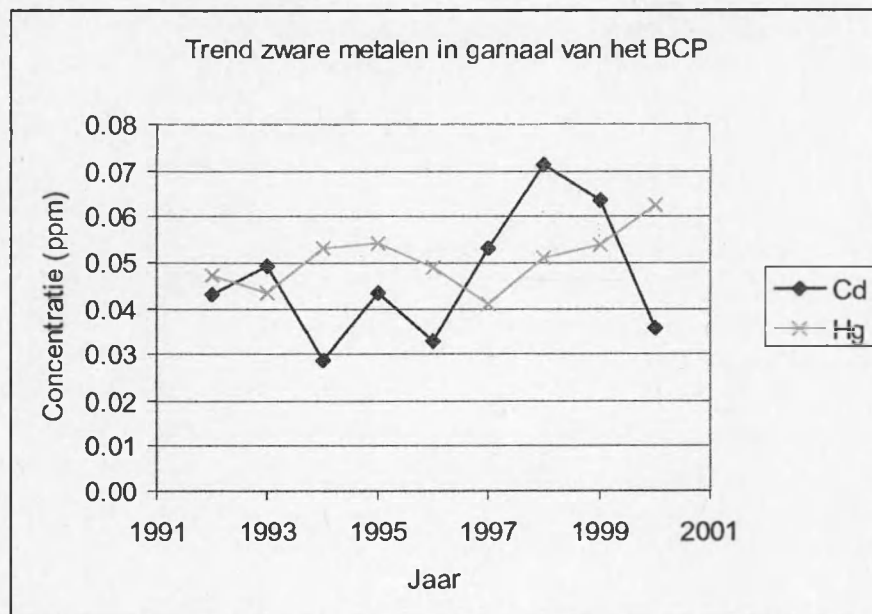
Figuur 4. Zware metalen in sediment (fractie < 63 μ m) van meetstations op het BCP. Concentraties zijn uitgedrukt in mg/kg droog sediment



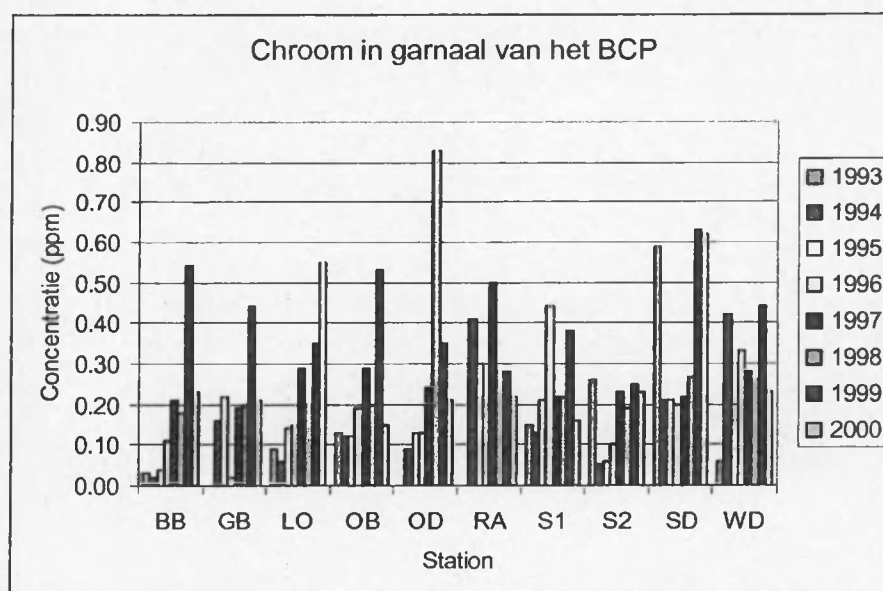
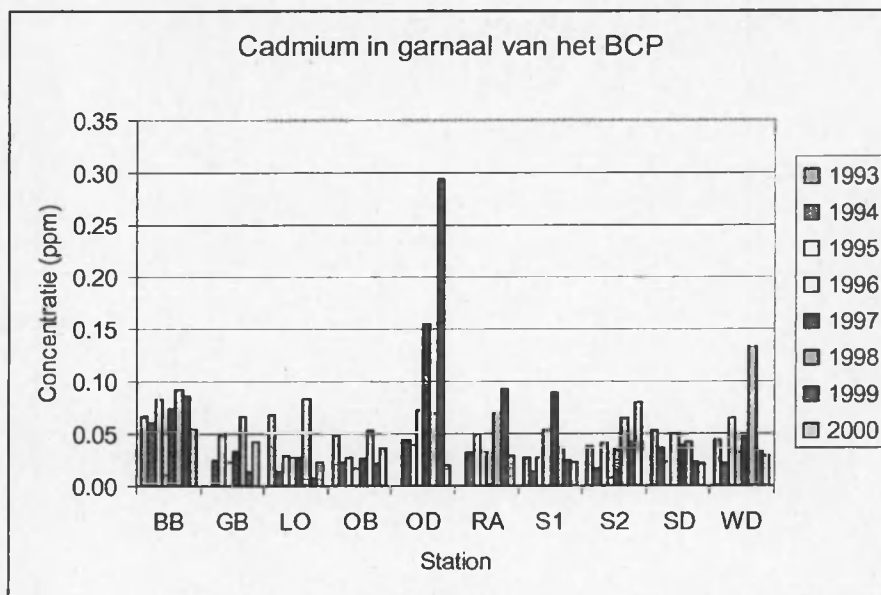


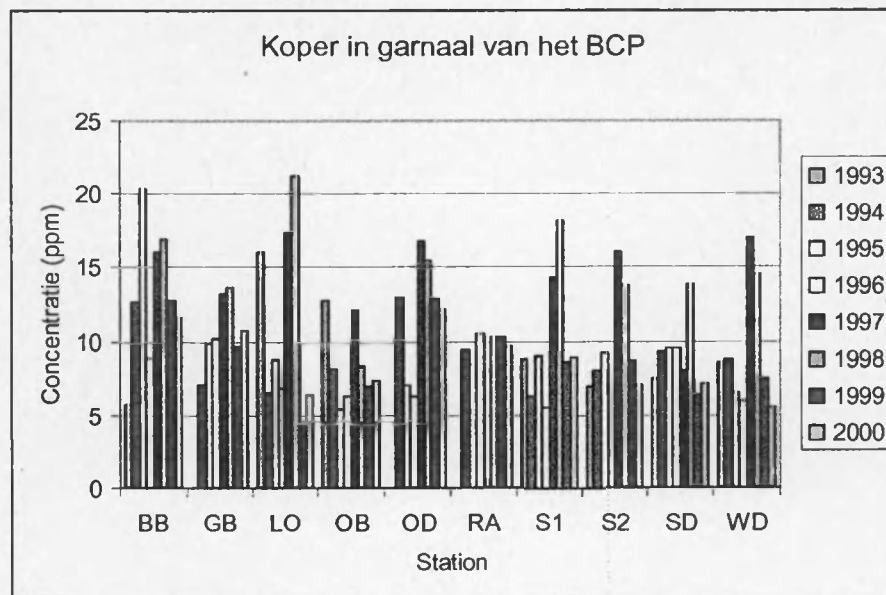
Figuur 4 (vervolg). Zware metalen in sediment (fractie < 63 μm) van meetstations op het BCP. Concentraties zijn uitgedrukt in mg/kg droog sediment.



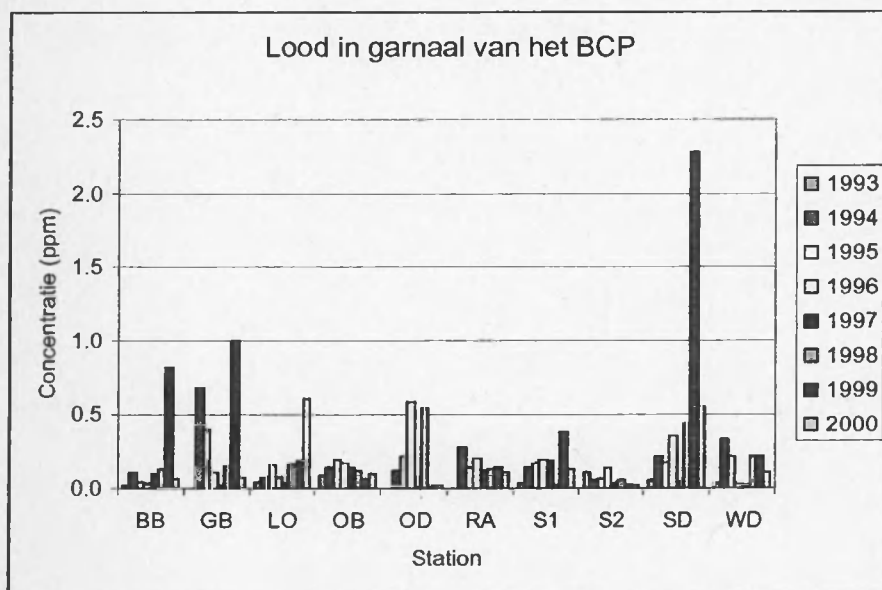
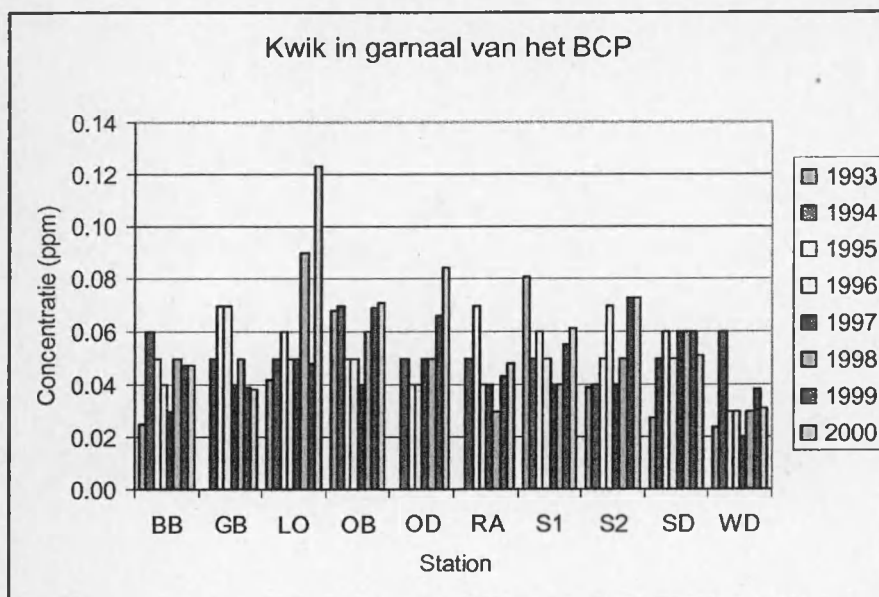


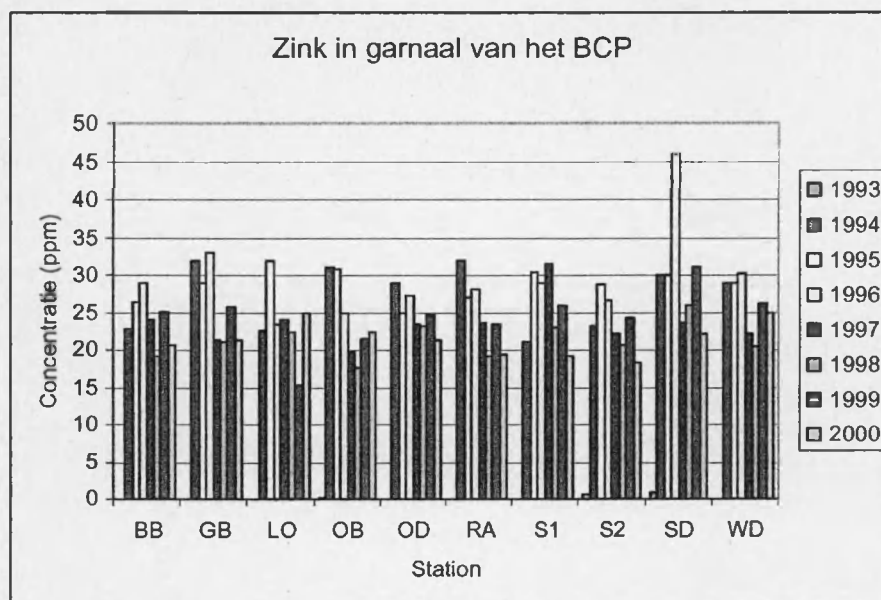
Figuur 5. Trendanalyse van zware metalen in spierweefsel van garnaal als gemiddelde van alle meetstations op het BCP. Resultaten zijn uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{gram}$ vers weefsel.





Figuur 6. Zware metalen in spierweefsel van garnaal van het BCP. Meetwaarden zijn uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{gram}$ vers weefsel.





Figuur 6 (vervolg). Zware metalen in spierweefsel van garnaal van het Belgisch Continentaal Plat. Meetwaarden zijn uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{gram}$ vers weefsel.

Deel 3: Organische contaminanten in sediment en Noordzeegarnaal

Organische contaminanten in sediment

De concentraties van 10 PCB's (CB101, CB105, CB118, CB138, CB153, CB156, CB180, CB28, CB31 en CB52) en 10 organochloorpesticiden (OCP's: HCB, dieldrin, endrin, aldrin, alfa-HCH, lindaan, transnonachlor, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD) werden gemeten in de fijne fractie (kleiner dan $63 \mu\text{m}$) van het sediment, om invloeden van de sedimentsamenstelling te elimineren. Data zijn beschikbaar vanaf 1991 tot 2000 op de stortplaatsen loswal Oostende, S1, S2, Zeebrugge Oost en de referentieplaatsen Oostende bank, Raan, Steendiep en Westdiep. De gemiddelde meetwaarde voor al deze plaatsen werd aanzien als representatief voor het Belgisch Continentaal Plat (BCP). Resultaten werden uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$ droge fijne fractie.

De meeste organische contaminanten vertoonden een hoogste meetwaarde in 1993. Vanaf toen kan men een dalende trend in sediment waarnemen (Figuur 7) tot 1997, waarna de waarden terug lichtjes stijgen. De daling van de OCP's is sterker dan die van de meer resistente PCB's. Vooral endrin, aldrin, dieldrin, transnonachlor, p,p'-DDT en alfa-HCH (hexachloorcyclohexaan) zijn praktisch verdwenen. De daling van lindaan en HCB was minder spectaculair. P,p'-DDT verdween over de jaren heen en wordt nu nog

enkel teruggevonden als zijn voornaamste afbraakprodukten p,p'-DDE en p,p'-DDD. Zij maken momenteel als de "Som DDT" de grootste fractie uit van de OCP's.

De som van PCB's is sinds 1993 tot slechts de helft gedaald in 1997. Dit wijst enerzijds op een plotse verdwijning van een voorname bron van PCB-input. De laatste vier jaar is er geen daling meer opgetreden. In tegendeel: de PCB-gehalten vertonen een licht stijgende trend (van 8,9 ng/g in 1997 tot 15,4 ng/g in 2000). Dit wijst mogelijk op een continue aanvoer van PCB's, waarschijnlijk afkomstig van de Schelde en de baggerlossingen uit de havens.

De gemeten PCB-gehalten op het Belgisch Continentaal Plat zijn lager dan in andere zones van de OSPAR-regio.

Figuur 8 toont de gehalten PCB's en OCP's in de Schelde en op het Belgisch Continentaal Plat. Het regionaal profiel van de som van tien OCP-concentraties volgt dat van de PCBs. Veel hogere OCP-gehalten werden waargenomen verder stroomopwaarts op Scheldepunt S18 ter hoogte van Doel: 9,5; 6,3; 7,8 en 7,5 ng/g in, respectievelijk, 1997, 1998, 1999 en 2000) en vooral op Scheldepunt S22 (ter hoogte van het Steen te Antwerpen: 15,5; 23,9 en 26,6 ng/g in, respectievelijk, 1997, 1998 en 1999). De PCB-gehalten zijn significant hoger in sediment van de Scheldepunten S18 (ter hoogte van Doel; 88,8; 59,0; 72,1 en 58,5 ng/g in, respectievelijk, 1997, 1998, 1999 en 2000) en S22 (ter hoogte van het Steen te Antwerpen; 155,6; 88,7 en 83,6 ng/g in respectievelijk, 1997, 1998 en 1999).

De PCB-gehalten in het sediment van de Schelde zijn sinds 1995 nauwelijks gewijzigd (geen significante trend). Dit in tegenstelling tot de OCP-waarden waarvoor sinds 1997 een duidelijke stijging ter hoogte van S22 waargenomen werd. Deze is volledig toe te schrijven is p,p'-DDE en p,p'-DDD ("Som DDT" bevat praktisch geen p,p'-DDT meer).

De verschillen tussen de meetstations op het Belgisch Continentaal Plat worden in Figuur 9 getoond. De totale gehalten in het sediment van de onderzochte zones (loswallen en referentiezones) zijn niet significant verschillend van elkaar. De gehalten in de kustzones zijn niet wezenlijk verschillend van die in open zee. De meeste stations laten een dalende trend aan OCP's en PCB's zien.

Transport van fijne deeltjes in de Schelde kan evenwel een belangrijke bron van contaminatie zijn voor die zones bij de monding, zoals de raan en de loswallen, omdat de gehalten van PCBs en OCPs in het Scheldesediment sterk oplopen, vooral ter hoogte van Antwerpen.

De som van de concentraties van tien polyaromatische koolwaterstoffen (fenantreen, fluorantreen, pyreen, benz(a)antracene, chryseen, benzo(e)pyreen, benzo(b)fluorantreen, benzo(a)pyreen, indeno(123cd)pyreen en benzo(ghi)peryleen) in de fijne sedimentfractie varieert van 140 tot circa 200 ng/g droog sediment in 1999, met uitzondering van twee stalen uit de Raan en Scheldepunt S04 met lagere waarden. Voor 2000 zijn nog geen data beschikbaar.

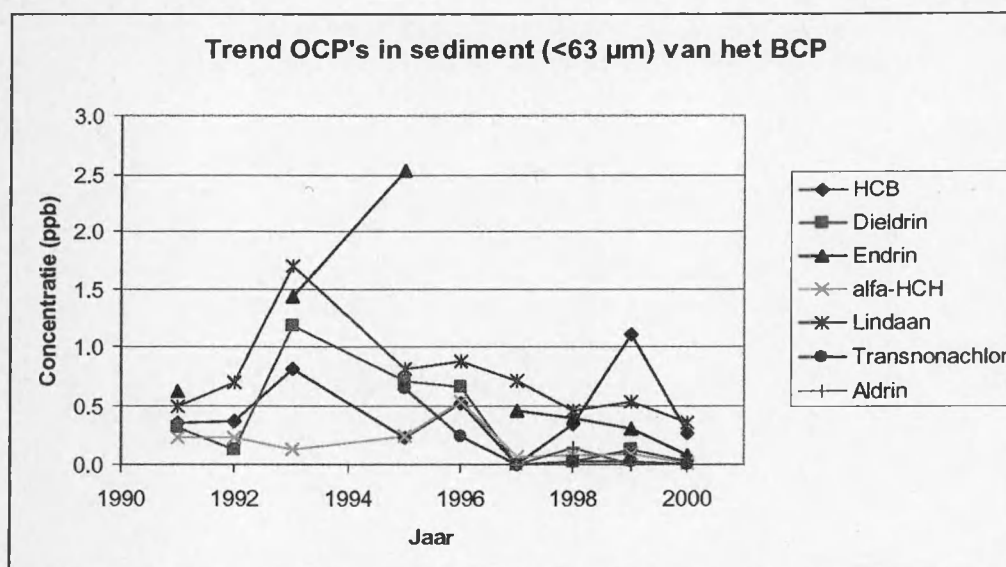
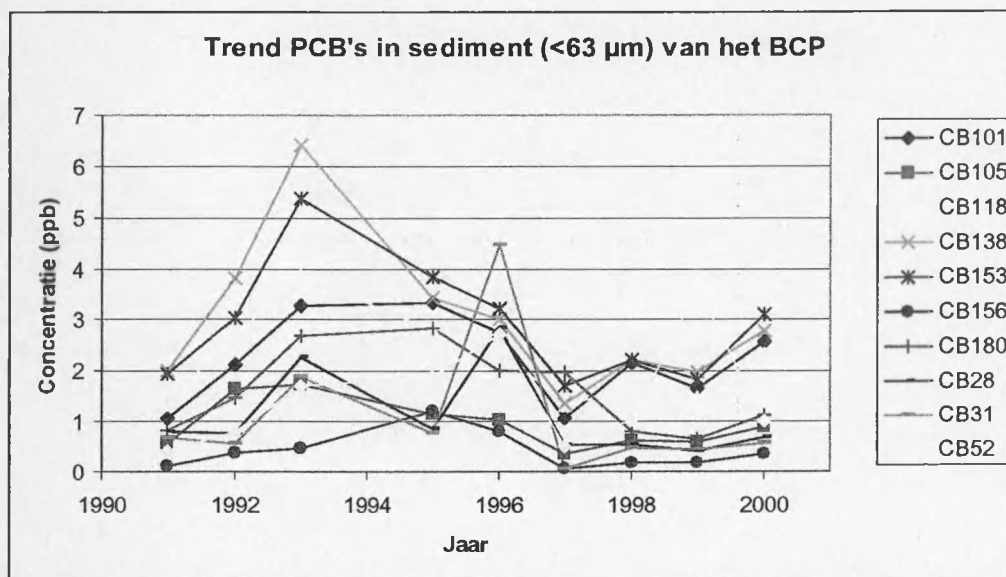
Eén van de meest toxische PAKs, benzo(a)pyreen, werd in alle onderzochte zones aangetroffen in concentraties tussen ongeveer 7 en 14 ng/g droog sediment. Dit is veel lager dan waarden die in het OSPAR Quality status Report 1993 en 2000 werden opgegeven voor Noordzeesediment.

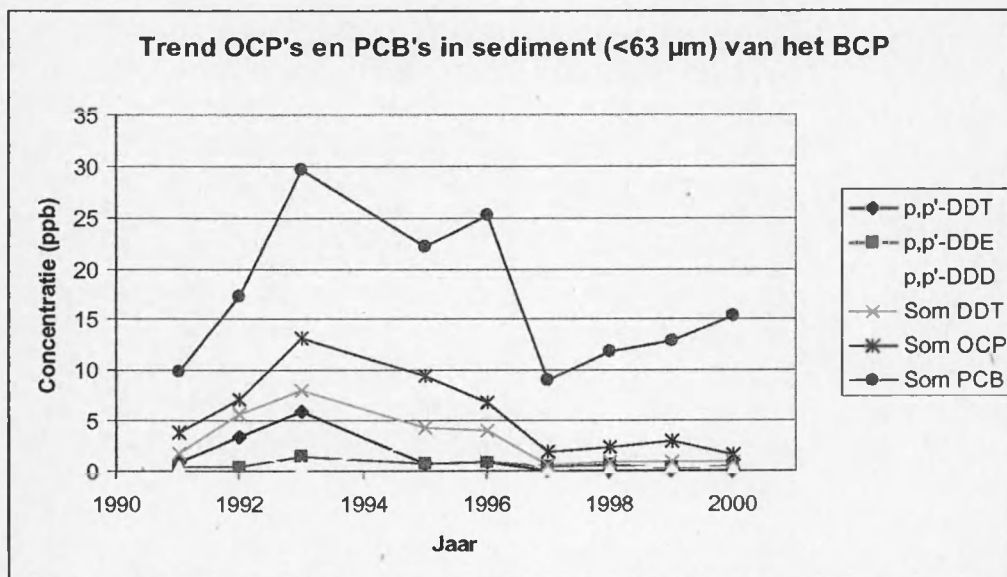
Organische contaminanten in Noordzeegarnaal

De concentraties aan 10 PCB's (CB101, CB105, CB118, CB138, CB153, CB156, CB180, CB28, CB31 en CB52) en 8 organochloorpesticiden (OCP's: dieldrin, endrin, alfa-HCH, lindaan, transnonachlor, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD) werden gemeten in het geëxtraheerde vet uit het spierweefsel van garnaal van het Belgisch Continentaal Plat. Data zijn beschikbaar vanaf 1993 tot 2000 op de stortplaatsen loswal Oostende, S1, en S2, de reserveloshwallen S3 (B03) en R4 (B07) en de referentieplaatsen Oostende bank, Raan, Steendiep en Westdiep. De gemiddelde meetwaarde voor al deze plaatsen werd aanzien als representatief voor het Belgisch Continentaal Plat (BCP). Resultaten werden uitgedrukt in ng/g vetfractie.

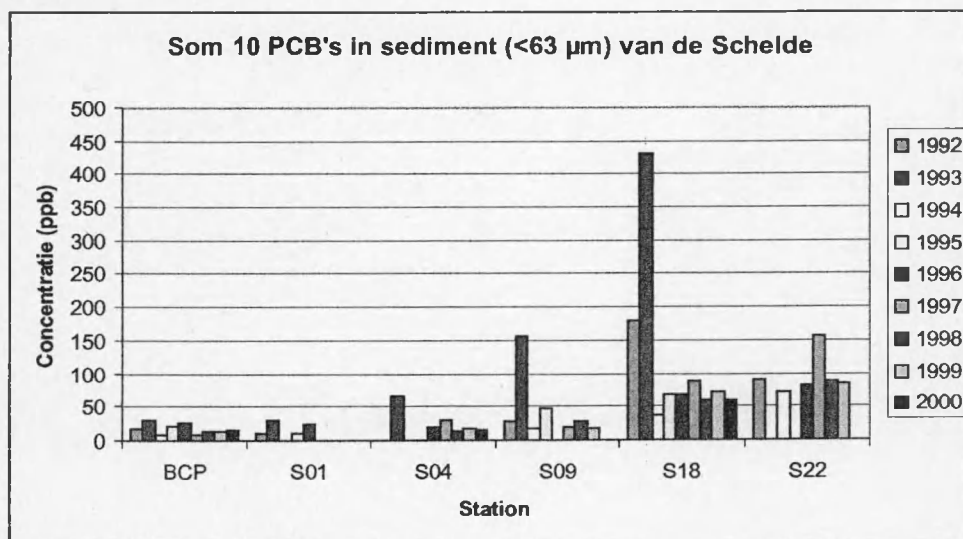
Figuur 10 toont de trend van de gehalten PCB's en OCP's in garnaal. Alle OCP's met uitzondering van p,p'-DDE en p,p'-DDD vertonen een dalende trend sinds 1993. Enkel de daling van alfa-HCH en lindaan is significant ($p < 0,05$). De stijging van de som van DDT's is echter niet significant ($p = 0,44$). De som van PCB's geeft ook een stijgende trend te zien, maar deze is eveneens niet significant ($p = 0,60$). Enkel de OCP's met uitzondering van p,p'-DDE en p,p'-DDD, volgen de dalende trend in sediment.

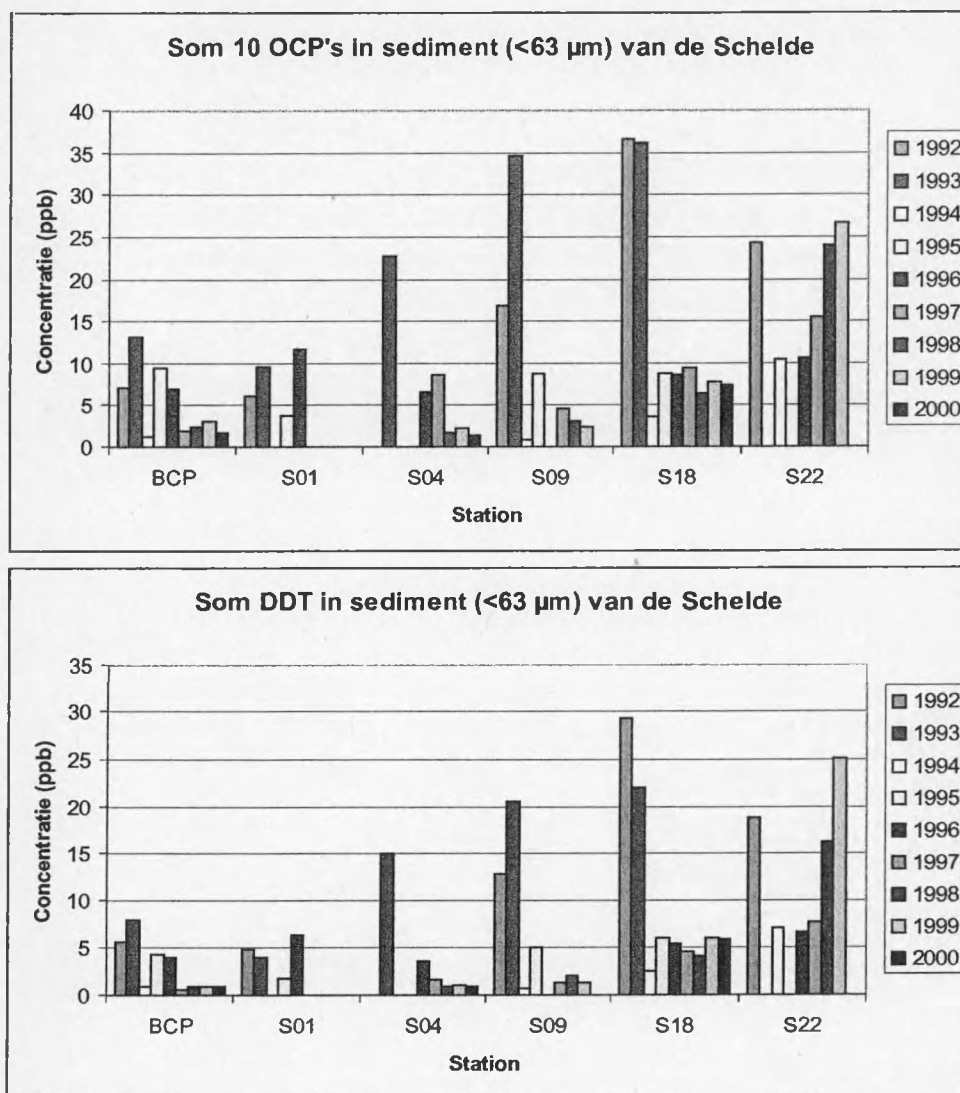
Figuur 11 toont de trends van OCP's en PCB's in garnaal per meetstation. De laagste waarden worden meestal opgetekend op de Oostende bank, Steendiep, Westdiep en de losplaatsen S1 en S2, met dikwijls een dalende trend. Op de loswal Oostende, de Raan en op de reserveloshwallen B03 en B07 zijn stijgende trends van OCP's en PCB's waar te nemen. Dit verklaart waarom de algemene trend voor garnaal op het BCP niet duidelijk is. De stijgingen van OCP's zijn voornamelijk toe te schrijven aan deze van p,p'-DDE en p,p'-DDD. De stijging van OCP's op loswal Oostende kent een voornamelijk bijdrage van dieldrin.



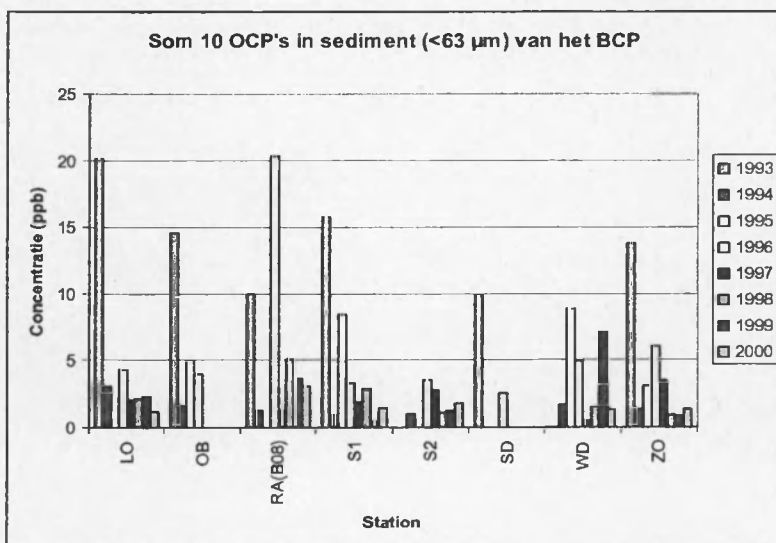
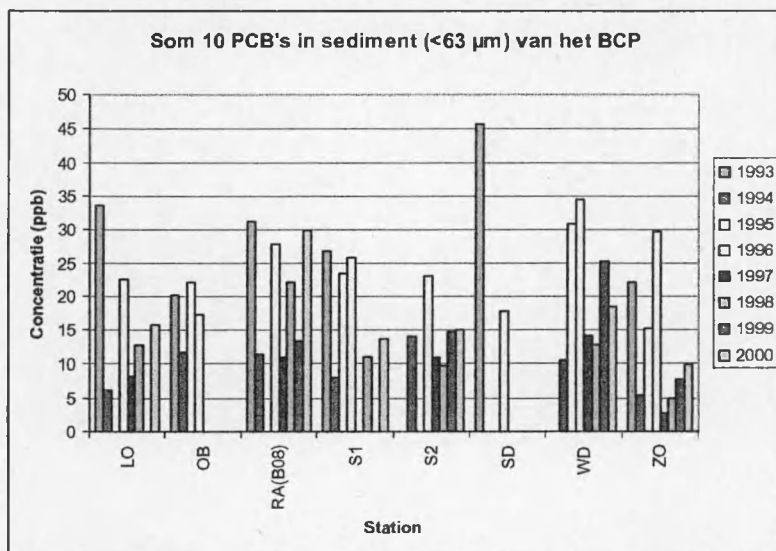


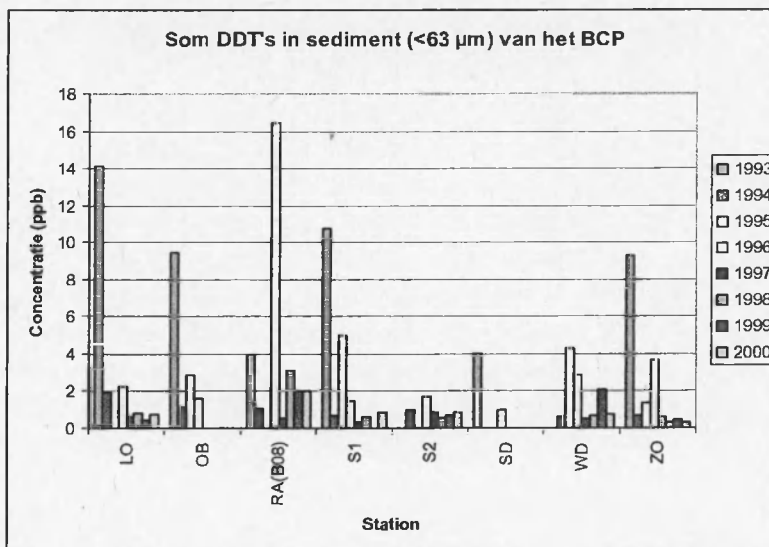
Figuur 7. Trendanalyse van PCB's en organochloorpesticiden in de fijne fractie (< 63 µm) van sediment van het Belgisch Continental Plat. Meetwaarden zijn uitgedrukt in ng/g droge sedimentfractie.





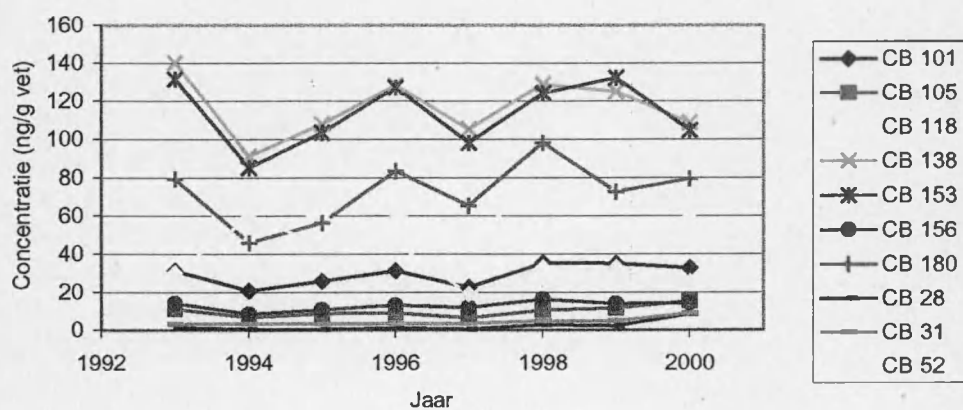
Figuur 8. Som van 10 PCB's, som van 10 OCP's en Som DDT's (p,p'-DDT, p,p'-DDE en p,p'-DDD) in sediment (<63 µm) van de Schelde en het Belgisch Continentaal Plat. Resultaten zijn uitgedrukt in ng/g droog sediment.



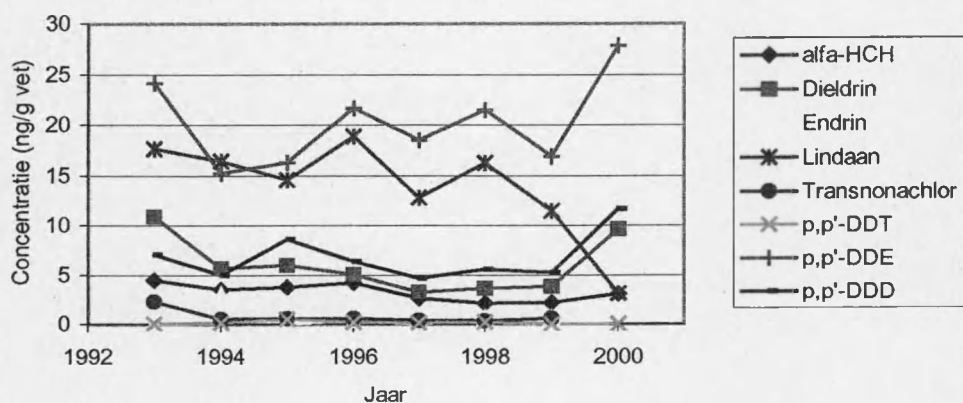


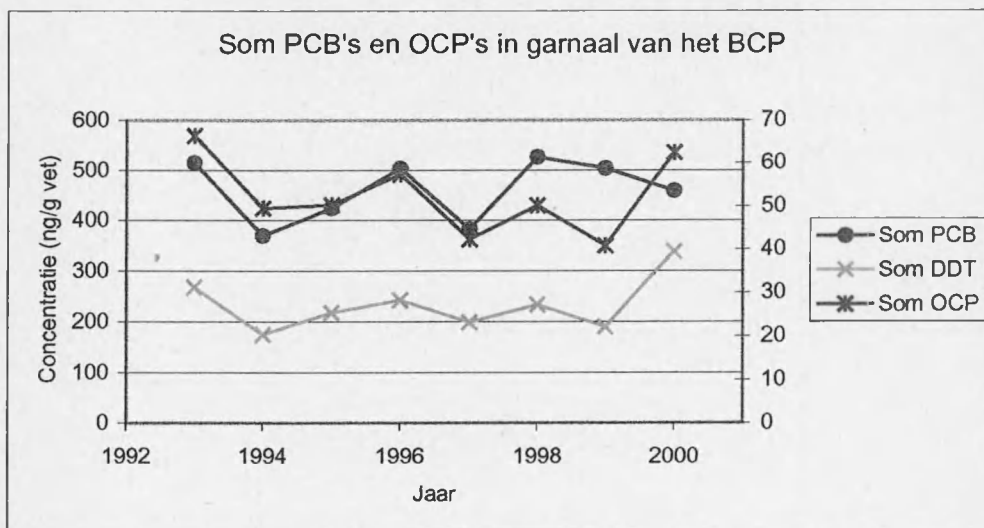
Figuur 9. Som van 10 PCB's, som van 10 OCP's en Som DDT's (p,p'-DDT, p,p'-DDE en p,p'-DDD) in sediment (<63 µm) van meetstations op het Belgisch Continentaal Plat. Resultaten zijn uitgedrukt in ng/g droog sediment.

Som 10 PCB's in garnaal van het BCP

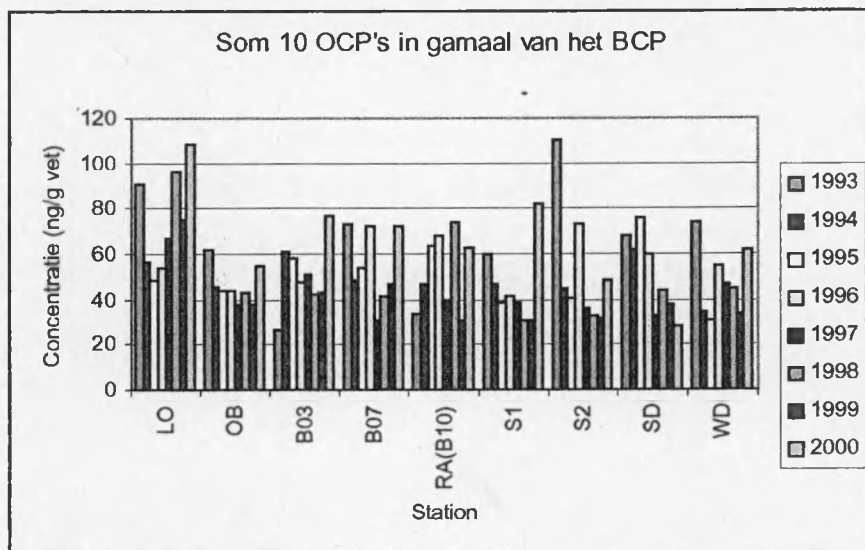
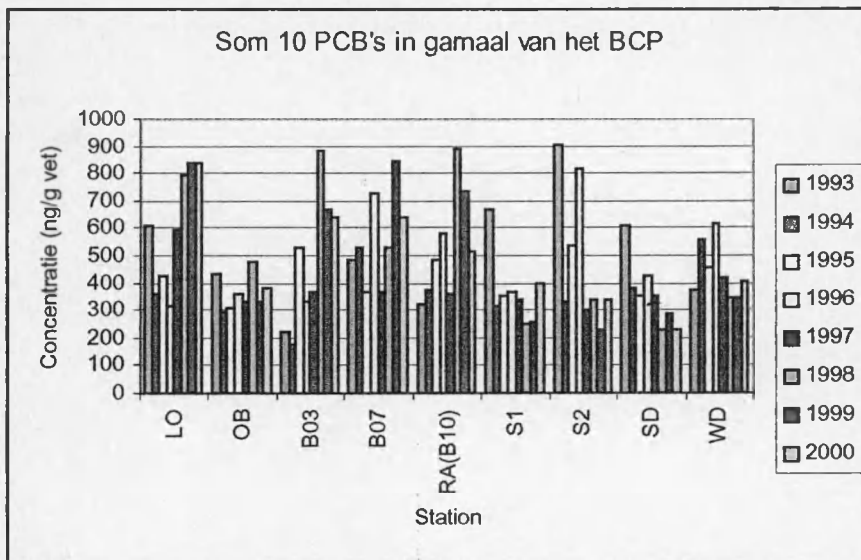


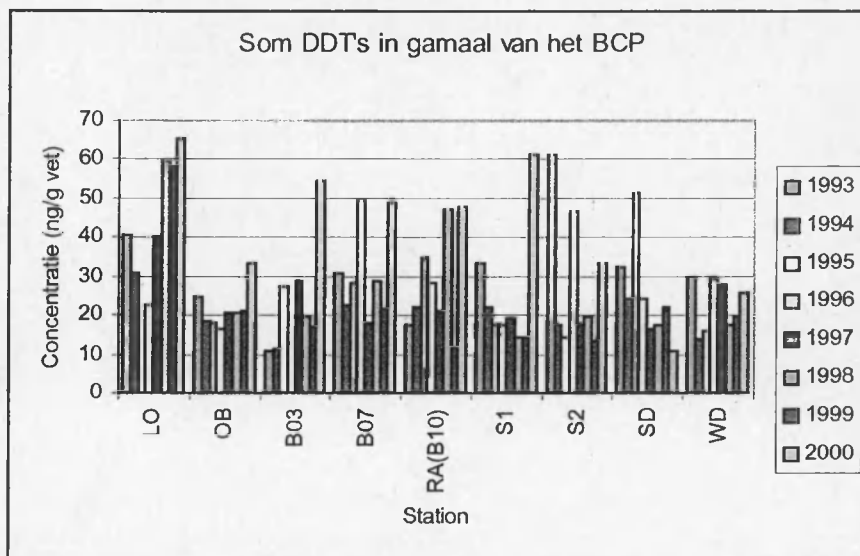
OCP's in garnaal van het BCP





Figuur 10. Trendanalyse van 10 PCB's en 9 OCP's in garnaal van het Belgisch Continentaal Plat. Resultaten zijn uitgedrukt in ng/gram geëxtraheerd vet. Som DDT's en Som OCP's zijn af te lezen op de rechter Y-as.





Figuur 11. Som van 10 PCB's, som van 9 OCP's en som DDT's in garnaal van het Belgisch Continentaal Plat. Resultaten zijn uitgedrukt in ng/gram geëxtraheerd vet. Som DDT's en Som OCP's zijn af te lezen op de rechter Y-as.

Deel 4: Onderzoek van de fysische en organische samenstelling van het sediment

Dit onderzoek heeft betrekking op de korrelsamenstelling en gehalten van interstitieel water, organisch materiaal, carbonaat en totale organische koolstof. Aspecten van contaminatie worden verder apart behandeld.

De loswallen worden globaal gekenmerkt door hogere gehalten aan slib (fractie <63 µm), interstitieel water, organische stof, totale organische kooistof en carbonaat dan de referentiezones, met uitzondering van de Raan dat ook in het invloedsgebied van de Schelde gelegen is. De korrelanalyses tonen aan dat geen algemene trend aanwezig is in de onderzochte zones van het BCP. In sommige zones (Goote bank, Scharrebank, Noord en de loswal Zeebrugge Oost) wordt de middelgrove fractie van het sediment geleidelijk fijner. In andere zones (de reserveloswallen S3 en R4, Bligh bank, Oostende bank) treedt

Tabel - Trends in korrelsamenstellingen in de periode 1993 -2001

Loswal S1	—	Reserveloswal S3	▲	Steendiep	▲	Vlaamse Banken	▲
Loswal S2	—	Reserveloswal R4	▲	Goote bank	▼	West Hinder	—
Loswal Zeebrugge Oost	▼	Raan	—	Oostende bank	▲	Bligh bank	▲
Loswal Oostende	—	Scheldemonding	▲	Westdiep	—	Noord	▼

een vergroving of geen wijziging op (zie tabel). Op de plaatsen waar een 'verfijning' van het sediment optreedt wordt ook een vrij algemene stijging van het interstitieel watergehalte en van de concentratie aan organische stof, gepaard gaande met een daling van het carbonaatgehalte, waargenomen.

Deel 5: Onderzoek van de biologische effecten van baggerspecielossingen

Sinds 1992 werd uitgebreid onderzoek verricht naar het voorkomen van visziekten en indicaties van effecten van vervuiling door middel van biochemische indicatoren. De visziekten in het voorjaar en het najaar werden apart gerapporteerd. De biochemische merkers werden minstens vier maal per jaar gemeten in de verschillende gebieden. Occasioneel werden ook andere gebieden in de Noordzee bezocht waarmee de resultaten werden vergeleken. De gegevens uit andere gebieden hebben ook geleid tot een betere interpretatie van de toxicologische parameters.

Het belangrijkste objectief van de epidemiologische inspectie en het biochemisch onderzoek was om na te gaan of verhoogde frequenties van visziekten en biochemische signalen van chronische stress door vervuiling worden veroorzaakt op de baggerloswallen.

A. Visziekten

De epidemiologische inspectie in dit onderzoek houdt de registratie in van een groot aantal externe en interne, met het blote oog zichtbare, infectieuze en parasitaire aandoeningen van de epidermis, mond en kieuwholte, kieuwen en ingewanden.

Visziekten - In monitoringprogramma's voor visziekten wordt bij voorkeur schar gebruikt omdat deze soort het best voldoet aan de internationaal voorgeschreven specificaties (ICES, 1996). In gebieden waar schar weinig voorkomt (estuaria, sommige kustzones) worden andere platvissen gebruikt, bij voorkeur bot. Rondvissen zoals kabeljauw kunnen worden gekozen als additionele keuze-organismen.

Aangezien schaar niet overvloedig voorkomt op een aantal van de aangeduide zones en vooral op de baggerloswallen werd dit onderzoek uitgebreid tot de meeste commerciële plat- en rondvissoorten die in de vangsten voorkwamen: nl. de platvissen schol (*Pleuronectes platessa*), schaar (*Limanda limanda*), bot (*Platichthys flesus*) en tong (*Solea solea*), en de rondvissen kabeljauw (*Gadus morhua*), wijting (*Merlangius merlangus*) en steenbolk (*Trisopterus spp.*). Voor steenbolk en de laatste jaren meer en meer voor kabeljauw zijn weinig gegevens beschikbaar vanwege de zeer kleine vangsten van deze soorten.

Omdat de vangstvolumes per zone in veel gevallen niet voldeden aan de minimale vereisten - het aantal onderzochte dieren is in de meeste gevallen gelijk aan het aantal gevangen exemplaren - werd besloten de resultaten van overeenkomstige zones samen te voegen. De zones werden gerelateerd volgens hun positie ten opzichte van de loswallen en de kust. Zo ontstonden 4 zones : de zone loswallen (loswallen S1, S2, S3 en R4) en drie referentiezones. De eerste referentiegroep (referentiezone 1) bevat de zones in de directe nabijheid van de loswallen, nl. de Goote bank, Westdiep en Raan. De tweede referentiegroep (referentiezone 2) bevat de kustzones in het westen van het Belgisch continentaal plat : Westdiep, Oostende bank en Oostdyck. De derde referentiegroep (referentiezone 3) bevat de noordelijkste zones Noord en Bligh bank.

B. De biochemische indicatoren van vervuiling

De twee gemeten biochemische indicatoren van vervuiling zijn enzymactiviteiten van het fase I en fase II ontgiftingssysteem (zie kader voor verdere uitleg). Beide enzymen zijn gevoelige indicatoren van soms zeer lage concentraties (ppb range; ng/g) van bepaalde organische contaminanten, polyaromatische koolwaterstoffen (PAKs), polygechloreerde bifenylen (PCBs), dibenzodioxines (PCDDs) en dibenzofuranen (PCDFs). Uit de profielen van de seizoensvariaties kan worden uitgemaakt welke stoffen verantwoordelijk zijn voor de effecten.

Alle EROD en GSH-t metingen werden uitgevoerd op vers leverweefsel van de platvis schaar (*Limanda limanda*). De methoden zijn fotometrisch en meten de enzymactiviteiten.

Biochemische indicatoren van vervuiling - De eerste en belangrijkste indicator noemt **EthoxyResorufine O-Deëthylase** en is beter gekend onder het acroniem **EROD**. Dit enzyme weerspiegelt de activiteit van het fase I ontgiftingssysteem. De hoger vermelde contaminanten induceren de activiteit van het ontgiftingssysteem in belangrijke mate. EROD is een enzyme van de 'eerste lijn' van de biotransformaties waarmee bedoeld wordt dat het de eerste aanval uitvoert op vreemde stoffen zoals contaminanten maar in de eerste plaats maakt de functie van dit enzyme deel uit van het endogeen stofwisselingssysteem.

De tweede indicator noemt **Glutathion S-transferase** of kortweg **GSH-t** en is een vertegenwoordiger van het 'tweede lijns'-ontgiftingssysteem. Hiermee wordt bedoeld dat het enzyme de producten van het fase I ontgiftingssysteem verder metaboliseert. Hiervoor koppelt het enzyme het natuurlijke, algemeen voorkomende, tripeptide glutathion (een klein stukje eiwit bestaande uit drie aminozuren) aan vele electrofiële stoffen, waaronder contaminanten na fase I metabolisatie. De producten van deze metabolisatie zijn beter wateroplosbaar en daardoor gemakkelijker excreteerbaar via het galvocht.

Hoewel het eindresultaat van de ontgiftiging bestaat uit een cocktail van min of meer onschuldige componenten, kunnen bepaalde tussenstappen van het fase I mechanisme grote risico's vormen voor de gezondheid van mens en dier omdat, in het geval van lichaamsvreemde stoffen, zeer reactieve, waaronder extreem toxische, intermediären, kunnen ontstaan.

C. Resultaten

C.1. Het epidemiologisch onderzoek - Het is, vanuit pathologisch oogpunt, zeer belangrijk te noteren dat zeer ernstige aandoeningen zoals open en genezende zweren, nodulen en tumoren op epidermis en lever, skeletafwijkingen, vinrot en hypertrofiering door lymphocystis, lipomas die indicatief kunnen zijn voor effecten van vervuiling, niet of zelden voorkwamen op de onderzochte zones van het Belgisch continentaal plat gedurende de ganse onderzochte periode. Er werden geen of weinig verschillen in frequenties van deze pathologisch belangrijke aandoeningen vastgesteld tussen de loswallen en de referentiezones. Huidpapillomas komen in wisselende frequenties voor (zie verder).

Hierna worden de belangrijkste aandoeningen en hun voorkomen besproken.

Open, helende en genezen huidzweren - Eerste stadia zijn puisten. Dze kunnen zich tot open zweren ontwikkelen, dikwijls tot diep in de spieren (spieratrofie). Helende of geheelde zweren worden ook dikwijls waargenomen. De zweren zijn dikwijls omringd door een witte ring van bloedvrij weefsel

Deze aandoeningen zijn meestal totaal afwezig of komen in lage frequenties voor op het BCP. Fig. 12 toont het voorkomen van genezen zweren op de verschillende locaties. De Doggerbank werd enkel in 1996 onderzocht ter vergelijking.

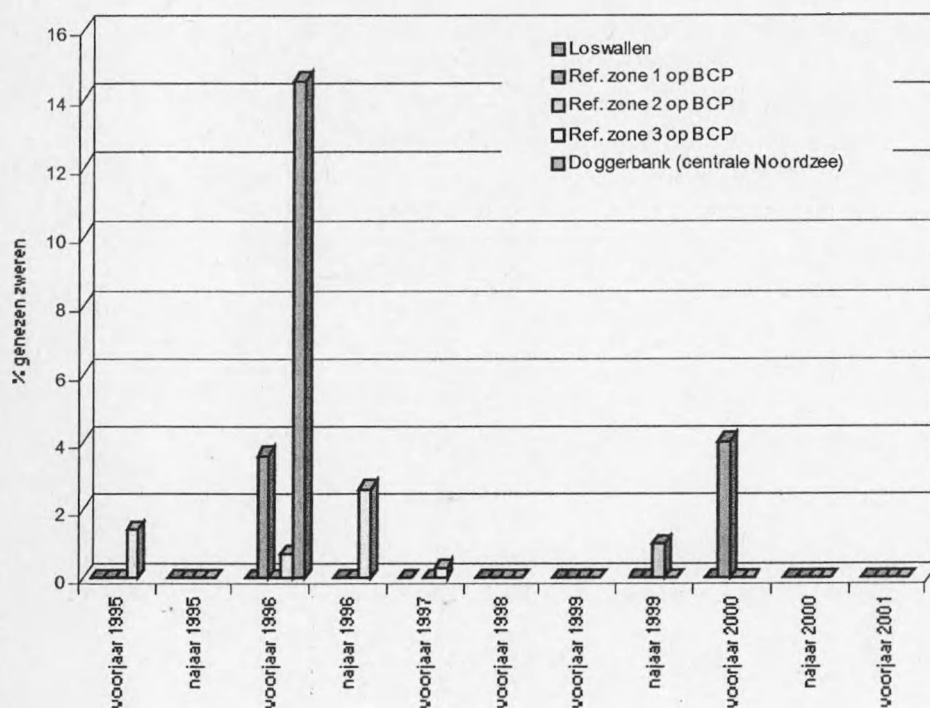


Fig 12. Percentueel voorkomen van genezen zweren bij schar

Nodulen op lever en milt — Algemene benaming voor hypertrofische aandoeningen. Het kan hier gaan om zowel infectieuze en parasitaire aandoeningen als tumoren. Een gedetailleerde diagnosticering vereist meestal histopathologisch onderzoek.

Nodulen op de lever waren dikwijls afwezig of kwamen in relatief lage frequenties voor en zijn zeer variabel, op een paar uitzonderingen na (zie fig. 13 en 14). Ze werden aangetroffen bij alle soorten. Nodulen op de milt zijn nagenoeg afwezig.

Wel rijst enige bezorgdheid bij kabeljauw waar bij verscheidene grote exemplaren zowel de lever als de milt zwaar waren aangetast met blaasvormige nodulen en verhardingen. Vermoedelijk betreft het hier bacteriële besmettingen en de hogere frequenties werden waarschijnlijk veroorzaakt doordat de zieke dieren te zwak waren om samen met de gezonde dieren te emigreren naar de paaigebieden zodat een vertekend beeld werd gevormd. Alleszins waren de staalvolumes te klein om het fenomeen grondig te onderzoeken. Er zal in de toekomst alleszins aandacht besteed worden aan de evolutie van deze aandoening bij kabeljauw.

Zoals de figuur voor schar (fig. 13) aantoont is het voorkomen van nodulen sterk variabel in de tijd en meestal lager op de loswallen dan op de referentiezones.

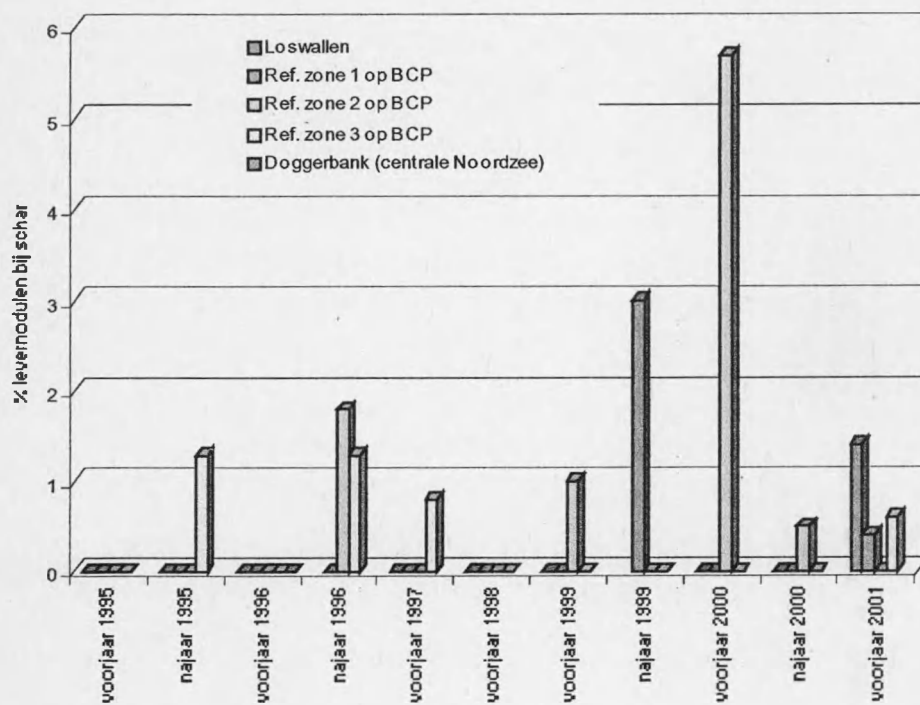


Fig 13. Percentueel voorkomen van levernodulen bij schar

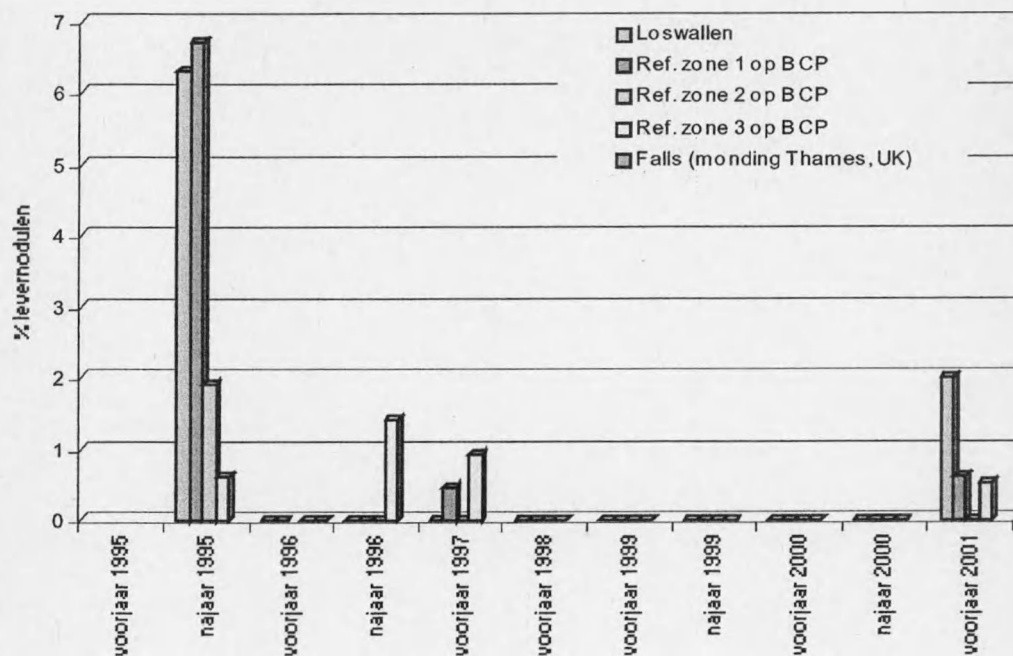


Fig. 14. Percentueel voorkomen van levernodulen bij wijting

Papilloma's - Witte goedaardige tumoren op de huid, tot 3 cm in diameter. De frequentie is hoog in vispopulaties die in slechte voedingscondities verkeren.

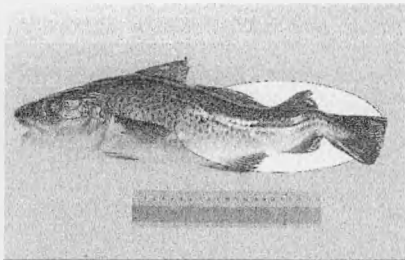
Huidpapillomas van afmetingen werden nooit waargenomen op het BCP. Meestal gaat het om kleine geïsoleerde gevallen. Papillomas werden enkel gevonden bij schar en niet bij de andere platvissoorten bot, schol en tong. De aandoeningen zijn te klasseren als rang 1 aandoeningen (laagste rang) volgens de classificatie van ICES (ICES 1996).

Tumoren op epidermis – tumoren verschijnen meestal als ronde, goed afgelijnde formaties die verriizen uit het subcutane bindweefsel (fibroma's)

Epidermale hyperplasia en tumoren werden, net zoals in de voorgaande jaren, bij geen van de soorten aangetroffen.

Tumoren op de lever zijn hoegenaamd enkel te indentificeren via histopathologisch onderzoek en dergelijke analyses zijn tot hiertoe niet inbegrepen in de monitoringactiviteiten hoewel hun toepassing op internationaal vlak wordt aanbevolen en internationale intercalibratioefeningen worden georganiseerd.

Skeletafwijkingen – De best gekende skeletafwijkingen zijn dorsoventrale (lordosis) of laterale (scoliosis) golvingen of compressie van de vertebrale kolom en kaakdeformaties.



Skeletkromming bij kabeljauw

Skeletale afwijkingen komen zelden voor op het BCP. Bij schaar, schol, bot en tong werden ze niet of nauwelijks waargenomen. Ook bij rondvis zijn ze grotendeels afwezig.

Lymphocystis - een virale aandoening van de huidcellen met gehypertrofieerde cellen tot



Lymphocystis bij schol

Figuur 15 geeft het voorkomen in percenten weer van lymphocystis bij schaar in de periode 1995 tot voorjaar 2001. De ervaring leert dat verhoogde frequenties van deze aandoening voorkomen in sterk vervuilde gebieden, zoals voormalige dumpingsplaatsen voor titaniumdioxide-afval. De voorkomende frequenties in de gemeten zones van het BCP zijn gewoonlijk zeer laag in vergelijking met andere zones in de Noordzee, met

uitzondering van de meest noordelijke referentiezone, referentiezone 3, waar de aandoening minstens vijfmaal meer voorkwam dan op de loswallen en andere bemonsterde zones in het voorjaar van 1995. De vergelijking met de centrale Noordzee, bemonsterd in 1996, geeft de verschillen in frequenties met het BCP duidelijker weer. De frequenties in alle onderzochte zones van het BCP lijken de laatste jaren te dalen.

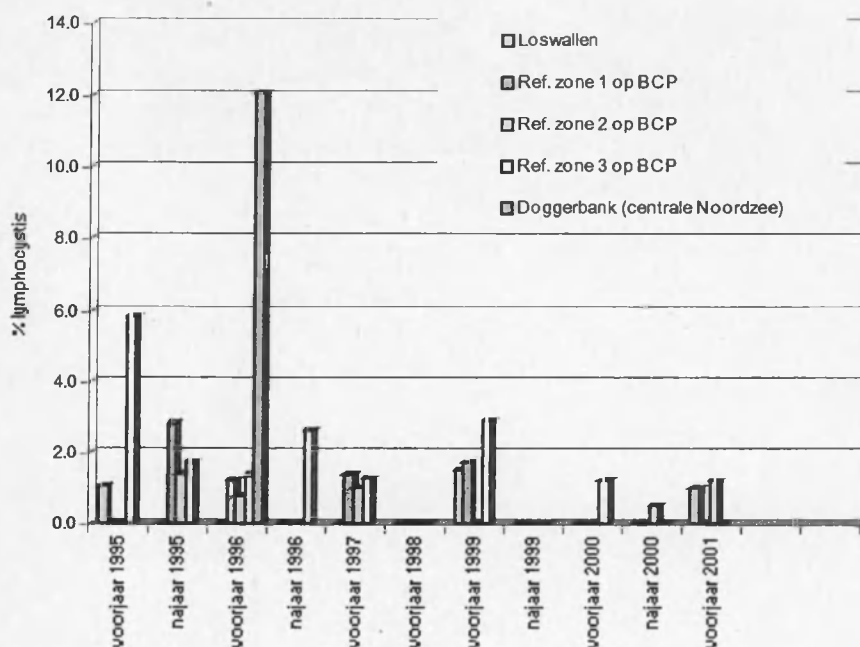


Fig 15. Percentueel voorkomen van lymphocystis bij schar

DE GEVONDEN AANDOENINGEN WAREN VOORAL VAN PARASITAIRE AARD veroorzaakt door Diagenaea (trematoden), copepoden en/of nematoden. De meeste van deze aandoeningen zijn relatief onschuldig indien ze niet in grote aantallen op de vis aanwezig zijn. De frequenties waren niet systematisch te relateren tot een bepaalde zone, hoewel in een aantal gevallen de meest noordelijke referentiezones Noord en Bligh bank duidelijk hoger scoorden. De reden hiervoor is onduidelijk.

De belangrijkste parasitaire aandoeningen tijdens de afgelopen jaren zijn:

Stephanostomum baccatum (Trematoda, Diagenaea) is een endoparasieten en te herkennen als kleine (ongeveer 1 mm) witte cysten in de huid en tussen de vinstralen van platvissen. De parasiet is enkel met het oog waar te nemen waar bij vis met een doorzichtige huid zoals de onderzijde van schar

Stephanostomum baccatum komt gewoonlijk slechts in kleine aantallen voor op het BCP. De laatste jaren werd de parasiet bij schar enkel gevonden in het najaar 1999, het voorjaar 2000 en het voorjaar 2001. In het najaar van 2000 werd enkel een zeer lage infectie vastgesteld in de referentiezone 3. De individuele besmettingsgraad, met andere woorden het aantal parasieten per individu, blijft meestal zeer laag (1 tot 2 parasieten per dier). Dat deze parasiet ware epidemieën kan veroorzaken toont het volgende voorbeeld aan: in het voorjaar van 1996 deed zich een gelegenheid voor om de Doggerbank te onderzoeken. In dat gebied was 82% van de schar aangetast met een hoge graad van

besmetting terwijl op de loswallen en de referentiezones ten hoogste ongeveer 9% aangetaste dieren voorkwamen met een zeer lage graad van besmetting. De hoogste percentages aangetaste dieren op het Belgisch continentaal plat werden gemeten in de referentiezone 2 in het voorjaar van 1999 en de referentiezone 1 in het voorjaar van 2000 en bedroegen, respectievelijk, 18 en 24% (zie fig.16).

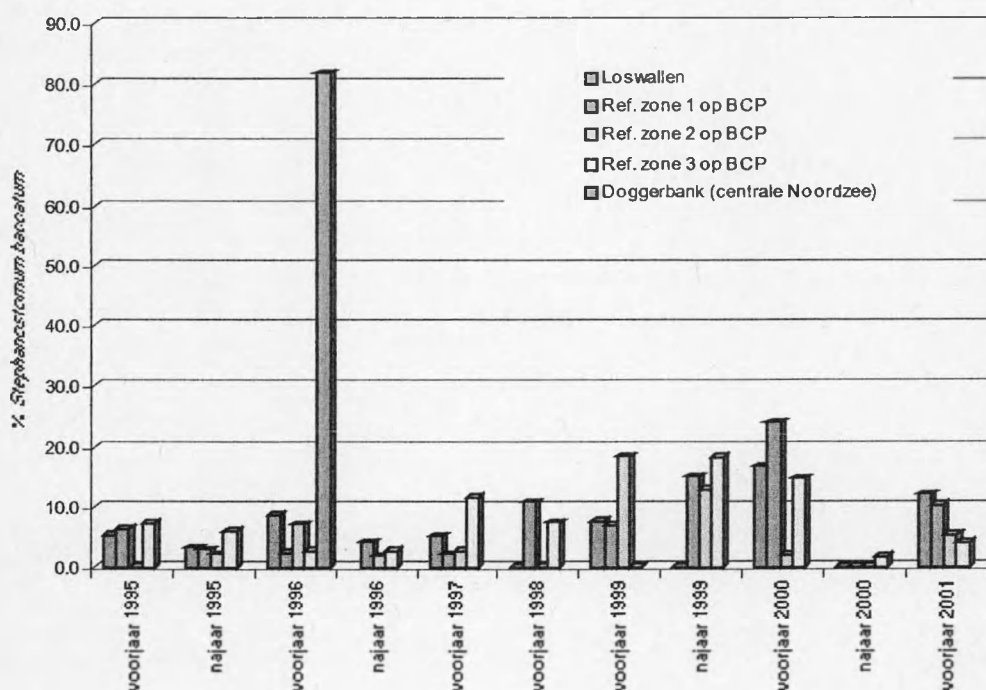


Fig.16 Percentueel voorkomen van *Stephanostomum baccatum* bij schar

Glugea stephani is lid van de protozoa en een parasiet van de ingewanden van platvissen. De infectie leidt tot een enorme hypertrofische groei van de cellen, 'xenoma' genoemd. Diameter tot 1,5 mm en soms meer. 'Xenoma' is de benaming voor de functionele en structurele eenheid tussen de parasiet en de geïnfecteerde cel.



Glugea stephani bij schar

Glugea stephani was voornamelijk aanwezig bij schar en is de laatste paar jaar meer aanwezig dan in de voorgaande jaren, met een hoogtepunt op de loswallen in 2000 (fig.17). Tussen 1995 en 1997 werd de parasiet enkel aangetroffen in de referentiezones. De parasiet is vrij ongevaarlijk maar kan bij hoge concentraties, zoals op de foto, het darmkanaal blokkeren en nefast zijn voor het dier.

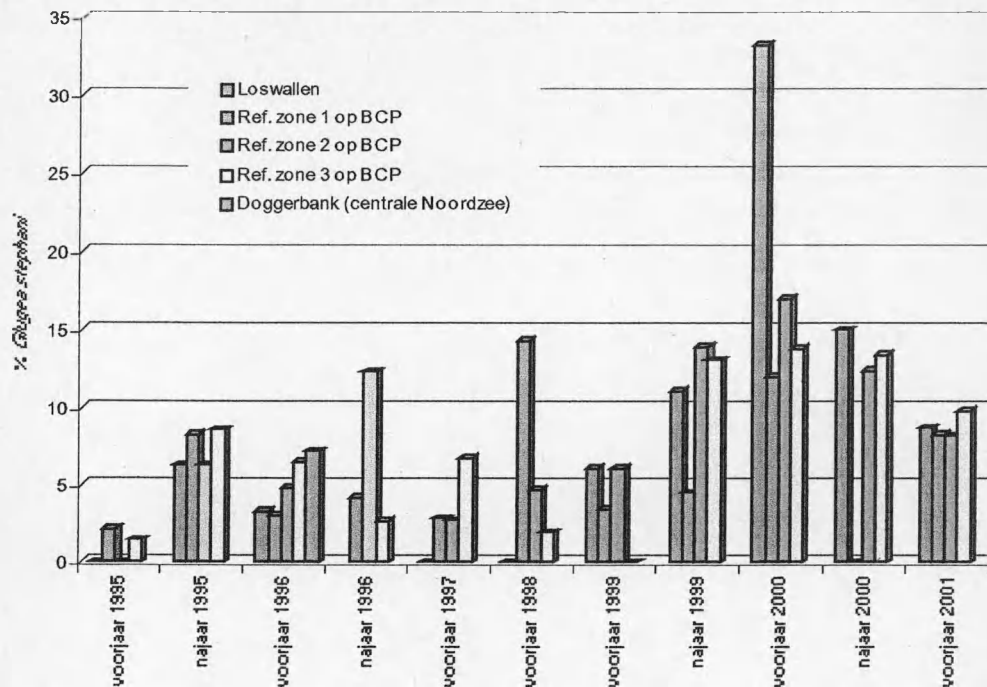
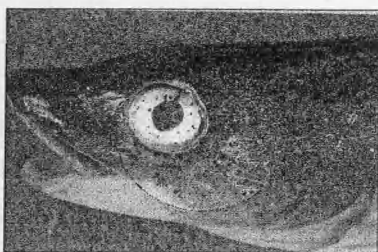


Fig 17. Percentueel voorkomen van *Glugea stephani* bij schar

Cryptocotyle lingua is een huidparasiet die veel voorkomt in het mariene milieu bij rondvis zoals kabeljauw, wijting, steenbolk ...De parasiet is niet letaal voor grote dieren maar kan gevaarlijk zijn voor larven en jonge vissen.



Cryptocotyle lingua bij kabeljauw

Cryptocotyle lingua komt sterk variabel in concentraties voor bij de rondvissen kabeljauw en wijting in de verschillende zones van het Belgisch continentaal plat. De frequenties zijn telkens het hoogst in het voorjaar en zijn nagenoeg afwezig in het najaar. In het voorjaar van 1999 waren de concentraties bij wijting en kabeljauw zeer hoog maar verdwenen in het najaar. De aandoening kan ook voorkomen bij schar maar werd niet waargenomen.

Bij wijting was de parasiet weinig aanwezig van 1995 tot het voorjaar 1997. Toen werd enkel op de loswallen een vrij hoog percentage (ongeveer 20%) aangetroffen (zie fig.18). Een hoogtepunt werd bereikt in het najaar 1999 en voorjaar 2000 maar de aantallen lijken nu terug af te nemen. Dat in eenzelfde periode sommige zones hoge concentraties van de parasiet bevatten en in andere zones afwezig is, wijst op verschillende vispopulaties.

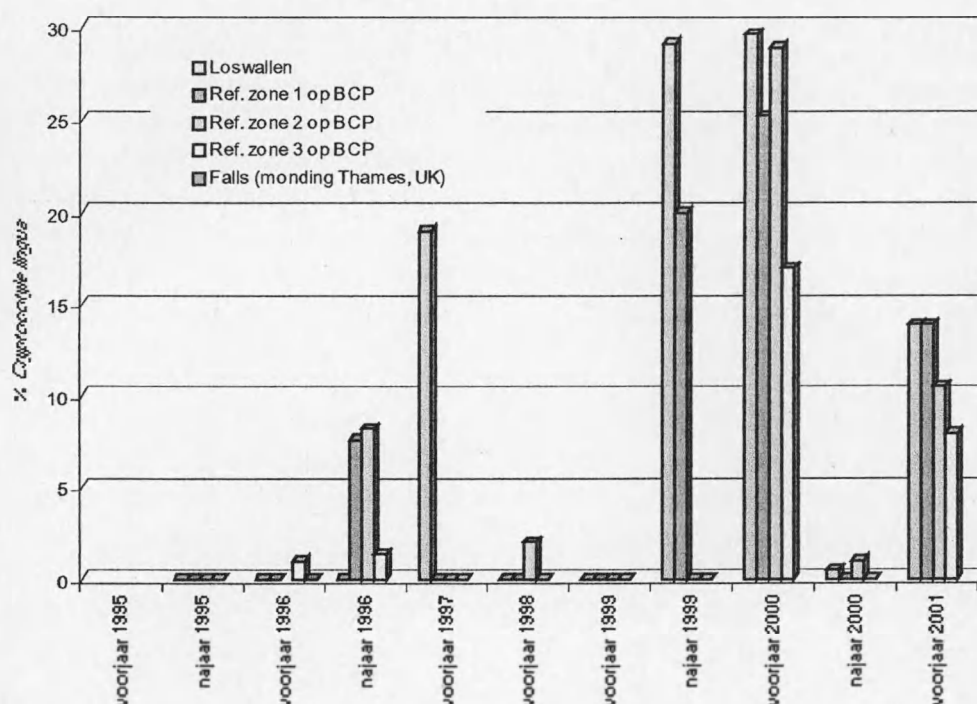
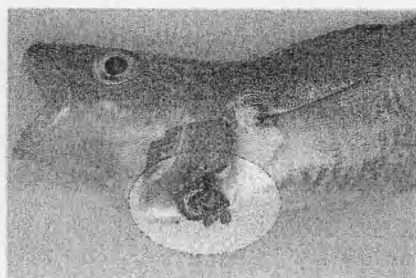


Fig. 18 Percentueel voorkomen van *Cryptocotyle lingua* bij

Copepoden – Deze groep parasieten kan ingedeeld worden in vrijlevende en verankerde. De vrijlevende zijn vrij onschuldig. Van de verankerde copepoden is vooral *Lernaeocera* sp. een gevaarlijke parasiet. De parasiet penetreert de kieuwen van rondvis zoals kabeljauw, wijting of steenbolk. De ankers van de parasiet kunnen naar het hart van de gastheer groeien waar het zich voedt met bloed van de gastheer. Hij kan verantwoordelijk zijn voor grote sterfte bij jonge kabeljauw en wijting. Bovendien belemmeren ze de doorvloeit van water in de kieuwen zeker als meerdere individuen samen voorkomen.



Vrijlevende copepode: *Clavella* sp.



Verankerde copepode: *Lernaeocera* sp.

Van de vrijlevende copepoden worden volgende soorten regelmatig aangetroffen: *Clavella* en *Caligus* spp. bij rondvis en *Acanthochondria* spp. en *Lepeophtheirus* spp. bij platvis. Bij platvis werden de meeste van deze parasieten aangetroffen bij bot en, in veel mindere mate, bij schar. Vooral voor *Acanthochondria* zijn de diagrammen voor bot en schar zeer gelijklopend. De Tong en schol zijn door hun uitzonderlijke epidermale eigenschappen uitstekend beschermd tegen parasitaire en andere aandoeningen. Fig. 19 toont het voorkomen van *Clavella* sp. bij wijting. Uit de figuur blijkt dat de densiteiten zeer variabel kunnen zijn

In de meeste gevallen zijn slechts één of twee parasieten aanwezig per individu en verdwijnen ze zonder noemenswaardige letsels na te laten. *Lernaeocera* werd aangetroffen bij de drie onderzochte rondvissoorten wijting, kabeljauw en steenbolk. De hoogste frequenties werden gevonden bij wijting (fig. 20). In het voorjaar 1999 werd de parasiet enkel aangetroffen in de zones rond de loswallen maar niet op de loswallen. In het voorjaar 2001 zijn de densiteiten op de loswallen echter sterk toegenomen, vergelijken met de referentiezones. De frequenties bij kabeljauw lagen beduidend lager maar een duidelijk beeld van de besmettingsgraad vormen is onmogelijk vanwege de lage vangstvolumes.

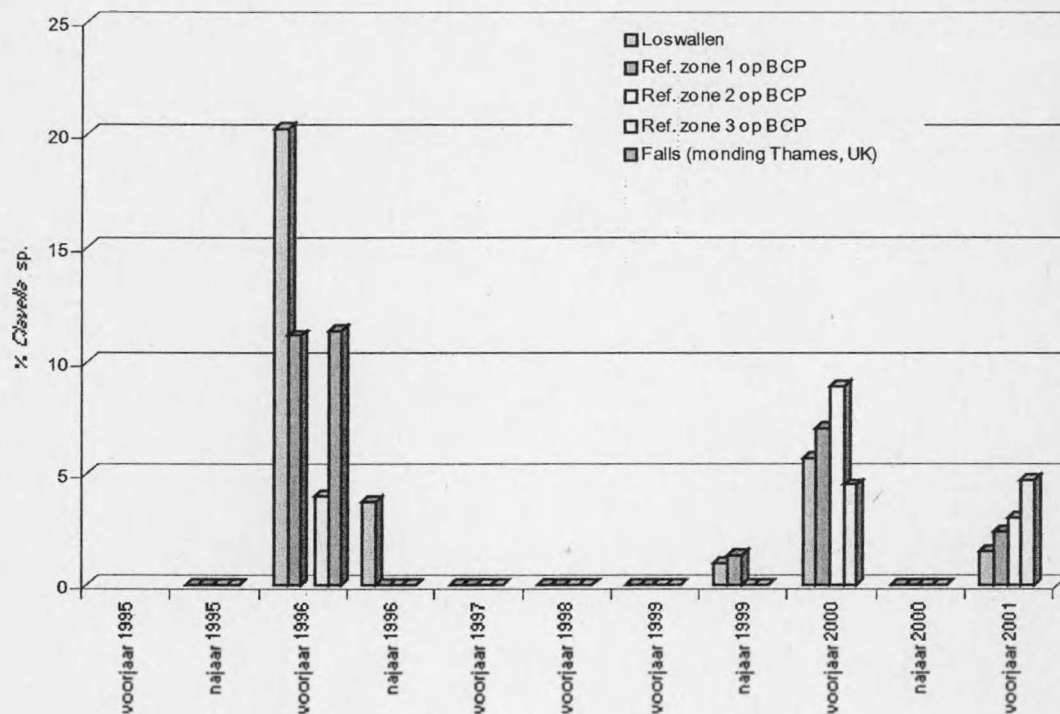


Fig. 19. Percentueel voorkomen van *Clavella* sp. bij wijting

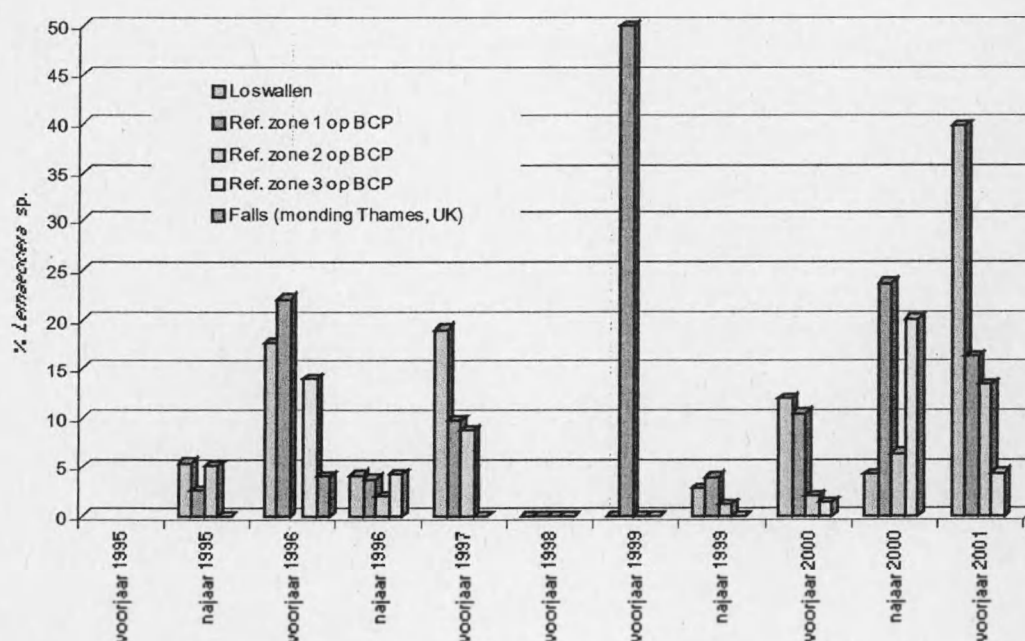


Fig 20. . Percentueel voorkomen van *Lernaeocera* sp. bij wijting

C.2. De biochemische indicatoren van vervuiling

EROD - De seizoensale EROD profielen in de lever van schar op de baggerstortplaatsen zijn identiek aan die van de referentiezones en alle andere onderzochte zones van de zuidelijke Noordzee met een verwaarloosbare invloed van PAKs (zie fig. 22). Deze profielen zijn gekenmerkt door sterke activiteitsinducties in het vroege voorjaar en verwaarloosbare activiteiten in de tweede helft van het jaar. Er kon aangetoond worden dat PCBs, mogelijk samen met dioxines en furanen, verantwoordelijk zijn voor de voorjaarsinducties. De enorme inducties van EROD in het voorjaar correleren nl. zeer goed met de eliminatie van PCBs tijdens de metabolisatie van de vetreserves in de lever in de koudste perioden van het jaar. Vergelijkend onderzoek bij schar uit gebieden met chemisch-analytisch niet aantoonbare aanwezigheid van PAKs en een gebied (een olieboorplatform voor de Nederlandse kust) met duidelijke aanwezigheid van PAKs toonde eveneens aan dat inducties in het najaar zeer goed correleren met PAKs in de lever. In alle onderzochte zones van het Belgisch continentaal plat waren de EROD activiteiten in het najaar verwaarloosbaar laag wat dus wijst op een verwaarloosbare invloed van PAKs. In de dieren op het BCP werden ook geen meetbare gehalten van PAKs aangetroffen.

Fig. 21 toont het model voor de interpretatie van de EROD signalen dat werd samengesteld uit jarenlang onderzoek. EROD inducties in het voojaar zijn te wijten aan de aanwezigheid van PCBs en komen overal voor in de zuidelijke Noordzee omdat PCBs sterk verspreid zijn. In het najaar komen inducties voor door de aanwezigheid van PAKs. PAKs komen niet algemeen voor in aantoonbare concentraties en dat verklaart de verschillen in de effecten op EROD.

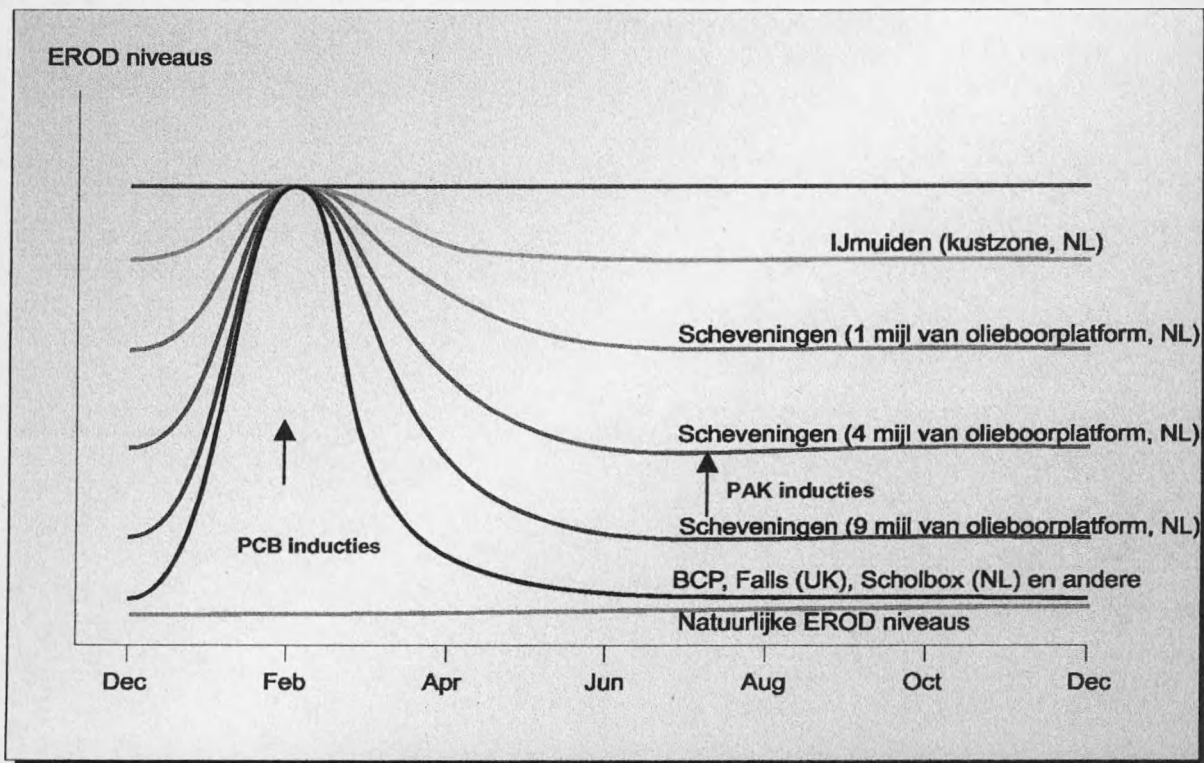


Fig. 21. Model van de betekenis van EROD inducties in schar

GSH-t - De seizoensprofielen van de GSH-t activiteiten in alle onderzochte zones zijn, in tegenstelling tot die van EROD, vrij constant. Er worden ook weinig significante verschillen waargenomen tussen de verschillende zones. Hogere GSH-t activiteiten kwamen bijvoorbeeld wel voor bij mannetjesschar in de buurt van het olieboorplatform voor de Nederlandse kust in september 1997.

In maart 1999 werden bij mannetjes en wijfjes hogere activiteiten gevonden in de referentiezones 2 en 3, maar niet op de loswallen. Het is zo dat vooral in de referentiezone 3 (Noord en Blich bank) dikwijls hogere, hoewel meestal niet significant hogere, GSH-t (en EROD) activiteiten worden waargenomen. Dit kan verklaard worden door effecten van de nabijgelegen druk bevaren scheepsroutes.

Het sterk variërend EROD profiel heeft geen invloed op het GSH-t profiel.

Zoals voor EROD waren de glutathion S-transferase (GSH-t) activiteiten in alle onderzochte gebieden van hetzelfde niveau. Geïnduceerde GSH-t activiteiten wijzen eveneens op effecten van organische componenten.

D. Besluit

Op basis van de gestelde onderzoeken zijn er geen aanwijzingen van ernstige effecten bij vis in alle onderzochte zones.

Het is, vanuit pathologisch oogpunt, belangrijk te noteren dat belangrijke letsels zoals open en genezende zweren, nodulen en tumoren op epidermis en lever, skeletafwijkingen, vinrot en hypertrofiëring door lymphocystis, die indicatief kunnen zijn voor effecten van vervuiling, niet of zelden voorkwamen in de onderzochte zones van het Belgische continentaal plat. Er werden geen of weinig verschillen in frequenties van deze pathologische, belangrijke aandoeningen vastgesteld tussen de loswallen en de referentiezones.

De aanwezige aandoeningen waren terug vooral van parasitaire aard veroorzaakt door Diagenaea (trematoden), copepoden en/of nematoden. Zoals eerder gemeld zijn de meeste van deze aandoeningen onschuldig tot vrij onschuldig indien ze niet in grote aantallen op de vis aanwezig zijn. De frequenties waren niet systematisch te relateren tot een bepaalde zone, hoewel in een aantal gevallen de meest noordelijke referentiezones Noord en Blich bank duidelijk hoger scoorden. De reden hiervoor is onduidelijk.

De voorjaarsinducties van EROD zijn een belangrijk verklaarbaar antropogeen effect, dat door de sterke spreiding van PCBs algemeen voorkomt in de, in deze studie, onderzochte gebieden van de zuidelijke Noordzee.

In alle onderzochte zones van het Belgische continentaal plat waren de EROD activiteiten in het najaar verwaarloosbaar laag, wat dus wijst op een verwaarloosbare invloed van PAKs. In schar op het BCP werden ook geen meetbare gehalten van PAKs aangetroffen. Er kan finaal gesteld worden dat de ecotoxicologische situatie bij schar op de loswallen niet verschilt van die in de referentiezones. Integendeel, het is zo dat vooral in de referentiezone Noord dikwijls hogere, hoewel meestal niet significant hogere, GSH-t en EROD activiteiten worden waargenomen. Dit kan verklaard worden door effecten van de

bijgelegen druk bevaren vaarroute. In deze zone zijn de frequenties van parasitaire andoeningen ook dikwijls, maar weinig significant, hoger. Er zijn geen aanwijzingen aan ernstige effecten bij vis op alle onderzochte zones.

Besluiten onderzoek DVZ:

1. Bodemorganismen

Het bestudeerde gebied ligt in een zeer dynamische zone (ondiepe zee, getijdenstromingen, seizoenale fluctuaties) in de Zuidelijke Noordzee. Een duidelijk causaal verband tussen eventuele negatieve effecten van het storten van baggerspecie en de biodiversiteit van de aanwezige benthische fauna kon niet worden aangetoond.

De baggerloswallen vertoonden vergelijkbare densiteiten en diversiteiten als de referentie zones, met uitzondering van Loswal Zeebrugge Oost, dat altijd al een soortenarm station is gebleken. In sommige gevallen vertoonde Loswal S1 opnieuw één van de rijkste staalnames. De sterke fluctuaties in soortensamenstelling van het macrobenthos komt met name in Loswal Zeebrugge Oost duidelijk tot uiting. Het ene jaar worden nieuwe soorten aan getroffen (*Cancer bellianus* in 1999) en het volgende jaar bevatten sommige stalen geen enkele soort.

Toename van het voedselaanbod door storten van baggerspecie kan een mogelijke oorzaak zijn voor de relatief hoge densiteits- en biomassawaarden op loswal S1. Diversiteit daarentegen kan sterk beïnvloed worden door een verandering in de granulometrie van het sediment.

2. Sediment

De verfijning van het sediment in de Belgische kustzone, die de vorige jaren werd waargenomen, blijkt zich niet overal door te zetten. De loswallen blijven echter een fijn zand samenstelling behouden, waarbij vooral het hoge slibgehalte op Loswal Zeebrugge Oost opvalt. Dit laatste is waarschijnlijk te wijten aan specie lossingen uit de slibrijke haven van Zeebrugge enerzijds, en de locatie van de stortplaats die in een relatief kalmere zone ligt, waar dus fijnere sedimentatie kan plaatsvinden, anderzijds.

Samenvattend kunnen we stellen dat er zich geen significante verschuivingen voordeden in de samenstelling van het sediment, die zouden kunnen toegeschreven worden aan de lossingen van baggerspecie

3. Organische en anorganische contaminanten

De concentraties van kwik, cadmium, lood, koper, zink, nikkel en chroom in de fractie <2 mm van het sediment van 1979 tot 2000 volgen een dalende trend. Enkel voor

In garnaal vertoonden alle OCP's met uitzondering van p,p'-DDE en p,p'-DDD, een dalende trend sinds 1993. Enkel alfa-HCH en lindaan dalen significant. De stijging van p,p'-DDE en p,p'-DDD is echter niet significant. De som van PCB's geeft een niet-significant stijgende trend te zien. Enkel de OCP's met uitzondering van p,p'-DDE en p,p'-DDD, volgen de dalende trends die in sediment werden gevonden.

Op de loswal Oostende, de Raan en op de reservelossen B03 en B07 zijn stijgende trends van OCP's en PCB's waar te nemen. De stijgingen van OCP's zijn voornamelijk toe te schrijven aan deze van p,p'-DDE en p,p'-DDD. De stijging van OCP's op loswal Oostende kent een voornaam bijdrage van dieldrin.

De som van tien polyaromatische koolwaterstoffen in de fijne sedimentfractie varieerde van 140 tot circa 200 ng/g in 1999, met uitzondering van twee stalen uit de Raan en Scheldepunt S04 met lagere waarden. Benzo(a)pyreen, werd in alle onderzochte zones aangetroffen in concentraties tussen ongeveer 7 en 14 ng/g droog sediment. Dit is veel lager dan waarden die in het OSPAR Quality status Report 1993 en 2000 werden opgegeven voor Noordzeesediment.

4. Pathologisch en toxicologisch onderzoek

Op basis van de gestelde onderzoeken zijn er geen aanwijzingen van ernstige effecten bij vis op alle onderzochte zones.

Het is, vanuit pathologisch oogpunt, belangrijk te noteren dat belangrijke letsels zoals open en genezende zweren, nodulen en tumoren op epidermis en lever, skeletafwijkingen, vinrot en hypertrofiering door lymphocystis, die indicatief kunnen zijn voor effecten van vervuiling, niet of zelden voorkwamen op de onderzochte zones van het Belgische continentaal plat. Er werden geen of weinig verschillen in frequenties van deze pathologische, belangrijke aandoeningen vastgesteld tussen de loswallen en de referentiezones.

De aanwezige aandoeningen waren terug vooral van parasitaire aard veroorzaakt door Diagenaea (trematoden), copepoden en/of nematoden. Zoals eerder gemeld zijn de meeste van deze aandoeningen onschuldig tot vrij onschuldig indien ze niet in grote aantallen op de vis aanwezig zijn. De frequenties waren niet systematisch te relateren tot een bepaalde zone, hoewel in een aantal gevallen de meest noordelijke referentiezones Noord en Blijh bank duidelijk hoger scoorden. De reden hiervoor is onduidelijk.

De voorjaarsinducties van EROD zijn een belangrijk verklaarbaar antropogeen effect, dat door de sterke spreiding van PCBs algemeen voorkomt in de zuidelijke Noordzee, en zeer waarschijnlijk ook in de andere delen van de Noordzee.

In alle onderzochte zones van het Belgische continentaal plat waren de EROD activiteiten in het najaar verwaarloosbaar laag, wat dus wijst op een verwaarloosbare invloed van PAKs. In schaar op het BCP werden ook geen meetbare gehalten (ppb niveau) van PAKs aangetroffen.

Er kan finaal gesteld worden dat de ecotoxicologische situatie bij schaar op de loswallen niet verschilt van die op de referentiezones. Integendeel, het is zo dat vooral in

In garnaal vertoonden alle OCP's met uitzondering van p,p'-DDE en p,p'-DDD, een dalende trend sinds 1993. Enkel alfa-HCH en lindaan dalen significant. De stijging van p,p'-DDE en p,p'-DDD is echter niet significant. De som van PCB's geeft een niet-significant stijgende trend te zien. Enkel de OCP's met uitzondering van p,p'-DDE en p,p'-DDD, volgen de dalende trends die in sediment werden gevonden.

Op de loswal Oostende, de Raan en op de reservelossen B03 en B07 zijn stijgende trends van OCP's en PCB's waar te nemen. De stijgingen van OCP's zijn voornamelijk toe te schrijven aan deze van p,p'-DDE en p,p'-DDD. De stijging van OCP's op loswal Oostende kent een voorname bijdrage van dieldrin.

De som van tien polyaromatische koolwaterstoffen in de fijne sedimentfractie varieerde van 140 tot circa 200 ng/g in 1999, met uitzondering van twee stalen uit de Raan en Scheldepunt S04 met lagere waarden. Benzo(a)pyreen, werd in alle onderzochte zones aangetroffen in concentraties tussen ongeveer 7 en 14 ng/g droog sediment. Dit is veel lager dan waarden die in het OSPAR Quality status Report 1993 en 2000 werden opgegeven voor Noordzeesediment.

4. Pathologisch en toxicologisch onderzoek

Op basis van de gestelde onderzoeken zijn er geen aanwijzingen van ernstige effecten bij vis op alle onderzochte zones.

Het is, vanuit pathologisch oogpunt, belangrijk te noteren dat belangrijke letsels zoals open en genezende zweren, nodulen en tumoren op epidermis en lever, skeletafwijkingen, vinrot en hypertrofiering door lymphocystis, die indicatief kunnen zijn voor effecten van vervuiling, niet of zelden voorkwamen op de onderzochte zones van het Belgische continentaal plat. Er werden geen of weinig verschillen in frequenties van deze pathologische, belangrijke aandoeningen vastgesteld tussen de loswallen en de referentiezones.

De aanwezige aandoeningen waren terug vooral van parasitaire aard veroorzaakt door Diagenaea (trematoden), copepoden en/of nematoden. Zoals eerder gemeld zijn de meeste van deze aandoeningen onschuldig tot vrij onschuldig indien ze niet in grote aantallen op de vis aanwezig zijn. De frequenties waren niet systematisch te relateren tot een bepaalde zone, hoewel in een aantal gevallen de meest noordelijke referentiezones Noord en Blich bank duidelijk hoger scoorden. De reden hiervoor is onduidelijk.

De voorjaarsinducties van EROD zijn een belangrijk verklaarbaar antropogeen effect, dat door de sterke spreiding van PCBs algemeen voorkomt in de zuidelijke Noordzee, en zeer waarschijnlijk ook in de andere delen van de Noordzee.

In alle onderzochte zones van het Belgische continentaal plat waren de EROD activiteiten in het najaar verwaarloosbaar laag, wat dus wijst op een verwaarloosbare invloed van PAKs. In schaar op het BCP werden ook geen meetbare gehalten (ppb niveau) van PAKs aangetroffen.

Er kan finaal gesteld worden dat de ecotoxicologische situatie bij schaar op de loswallen niet verschilt van die op de referentiezones. Integendeel, het is zo dat vooral in

de referentiezone Noord dikwijls hogere, hoewel meestal niet significant hogere, GSH-t en EROD activiteiten worden waargenomen. Dit kan verklaard worden door effecten van de nabijgelegen druk bevaren vaarroute. In deze zone zijn de frequenties van parasitaire aandoeningen ook dikwijls, maar weinig significant, hoger. Er zijn geen aanwijzingen van ernstige effecten bij vis op alle onderzochte zones.

Bijkomende onderzoeksprogramma's

MOBAG 2000

Het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur, administratie Waterwegen en Zeewezen, afdeling Waterwegen Kust startte in 1997 een driejarig onderzoeksproject "MOBAG 2000: Ecologische impact van de baggerwerken in de vaarpassen in de Noordzee en de Belgische kusthavens".

Dit onderzoeksproject werd uitgevoerd in het kader van de bestaande overeenkomst met de tijdelijke vereniging Noordzee en Kust voor het uitvoeren van de baggerwerken in de Noordzee en de kusthavens.

Dit project heeft tot doel de invloed van de baggerwerken op het milieu na te gaan om te komen tot:

- de ontwikkeling van een systeem voor continue monitoring van het ecologisch impact;
- de bestrijding van de ongunstige ecologische effecten;
- een zo groot mogelijk hergebruik van baggerspecie.

Het onderzoeksproject werd over drie jaar gespreid en omvatte drie onderzoeksluiken met name een fysisch, chemisch en ecotoxicologisch:

- In het fysisch luik werd vooral nagegaan in welke mate de turbiditeit door de baggerwerken werd beïnvloed. De bestaande meettechnieken werden geïnventariseerd. Achtergrondmetingen in Zeebrugge en op de stortplaatsen werden uitgevoerd alsook metingen bij het onderhoudsbaggerwerk in de haven van Nieuwpoort en op de stortplaatsen. Turbiditeitsmetingen werden uitgevoerd zowel bij de klassieke baggercyclus als bij het gebruik van de Groene pijp en van de milieuklep. Ook werd de invloed van de hydrometeo op de sedimentatie nagegaan en werd de sedimentflux I/O door de getijstroom in het Centraal Deel van de Nieuwe Buitenhaven van Zeebrugge gemeten.

- In het chemisch luik werd de mobilisatie/remobilisatie van de polluenten bestudeerd. Na de studie van de invloed van de monsternametechniek en na de karakterisatie van het sediment in zijn verschillende locaties (in situ; beun, overvloed...), werd de mobiliteit van de polluenten nagegaan bij het baggeren met snijkopzuiger. Een vergelijking werd gemaakt van de mobiliteit der polluenten bij een klassieke baggercyclus met sleepopperzuiger en het gebruik van de groene pijp en milieuklep (compilatie sedimentanalyse der diverse meetcampagnes; vergelijkende studie organisch materiaal; snelle meetmethoden?). Tenslotte werd de partiticoëfficiënt As en Zn bepaald in functie van de densiteit van het sediment in situ en werd de polluent dynamisch op de stortplaats onderzocht door de bepaling van de achtergrond As en Zn in het water en van de vrijstelling van As en Zn tijdens het lossen.
- In het ecotoxicologisch luik werd gezocht naar de relatie turbiditeit-ecotoxicologie, waarbij de vraag naar de fysische effecten op organismen werd onderzocht. Hiervoor werd een voorafgaande screening naar de chemische effecten uitgevoerd, alsook statische turbiditeitstesten op pelagische organismen.

Deelonderzoek 1: Sedimenttransport onder invloed van de getijstroming aan de hand van stationaire metingen op de loswallen Br & W Zeebrugge Oost en S1

Doelstelling

De schepen die ingezet worden voor het onderhoud en het verdiepen van de Zeebrugge haven lossen hun opgebaggerde specie op de loswallen B&W Zeebrugge Oost en B&W S1. Op de S1 wordt vooral zanderige specie uit de vaargeulen gelost. Ter hoogte van Zeebrugge Oost wordt vooral slib, afkomstig uit de haven zelf, gelost. Onder invloed van getijstromen en golfwerking wordt een gedeelte van dit sediment terug in suspensie gebracht en met het stromend water meegevoerd.

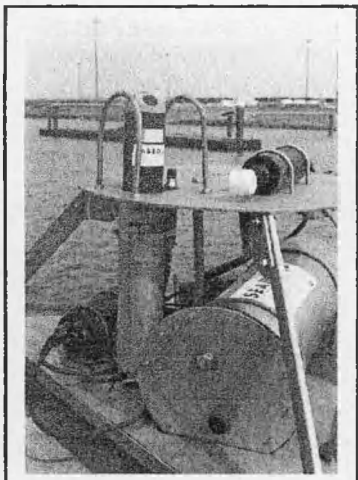
De doelstelling van deze deelstudie, uitgevoerd onder Bijakte 14 (MOBAG 2000), bestond erin dit sedimenttransport en de invloed van de losoperaties in kaart te brengen.

Meetmethode

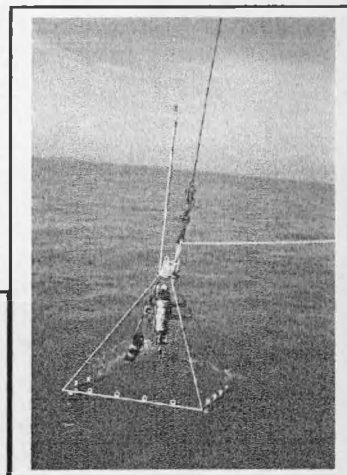
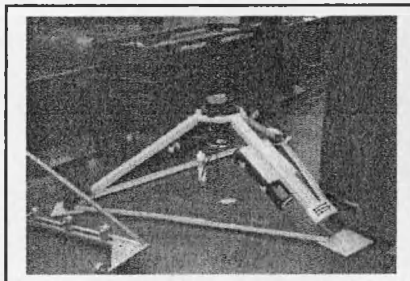
Sediment, gebaggerd in de haven van Zeebrugge en de vaarroutes naar deze haven, wordt gelost op de loswallen S1 en Zeebrugge Oost. Om de fysische invloed van deze losactiviteiten op de omgeving te evalueren werden per loswal twee meetcampagnes georganiseerd. Gedurende de eerste meetsessie werden de meetinstallaties op de hoeken van een omschrijvende rechthoek geplaatst met als doel zoveel mogelijk informatie te verzamelen in verband met de achtergrondturbiditeit en het stromingspatroon. Dit liet toe de optimale configuratie te bepalen voor de volgende meetsessie waarbij de registratie van

de losactiviteiten en de bepaling van de bezinkingssnelheid van de sedimentpluim centraal stonden.

Tijdens de meetcampagnes werden twee verschillende meetconfiguraties gebruikt :



- de opstelling met oppervlakteboei voor directe meting met optische sensoren, gespreid over de waterkolom (links)
- de gecombineerde opstelling met optische sensoren (rechts) en doppler profielen (onder) voor indirecte meting



Optische sensoren sturen een bundel infrarood licht in de suspensie. De hoeveelheid licht, gereflecteerd op de fotocel, is afhankelijk van de grootte, de vorm, de kleur en de concentratie van het sediment in suspensie. De relatie tussen de gemeten lichtsterkte en het gehalte sediment in suspensie wordt bepaald door calibratie van de sensor met sediment afkomstig uit het studiegebied.

Met de gecombineerde meetopstelling worden de stroomsnelheden en de reflectie-intensiteiten gemeten met een doppler profiler en gelogd. De karakteristieken van toepassing op geluidsgolven die zich voortplanten in een vloeistof worden aangewend tijdens het verwerken. De metingen uitgevoerd met de optische sensoren worden als referentie gebruikt.

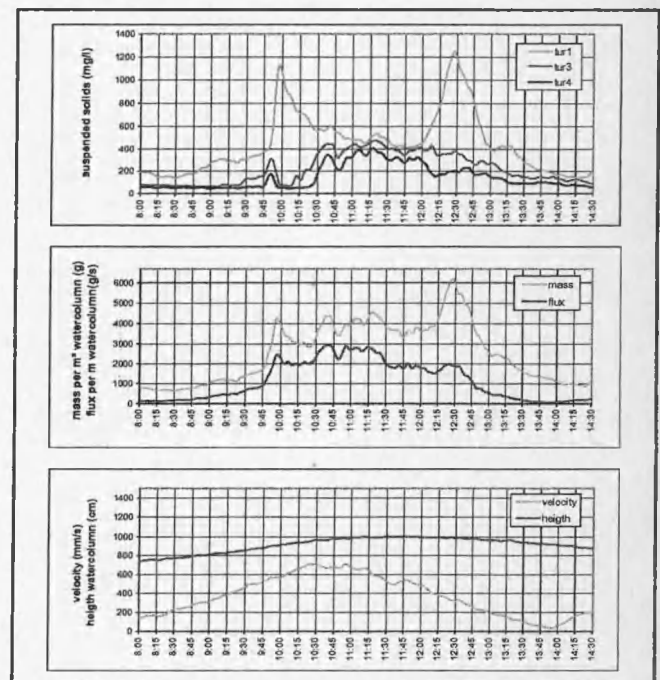
Resultaten :

• Achtergrond :

De sterke getijstroming ter hoogte van de loswallen heeft als logisch gevolg dat de achtergrondwaarden voor sediment in suspensie de getijcurve volgen. Aan de hand van een opname afkomstig van de loswal Zeebrugge Oost wordt een typische cyclus geëvalueerd.

Beginnend bij stil tij na laag water stellen we volgende evolutie vast :

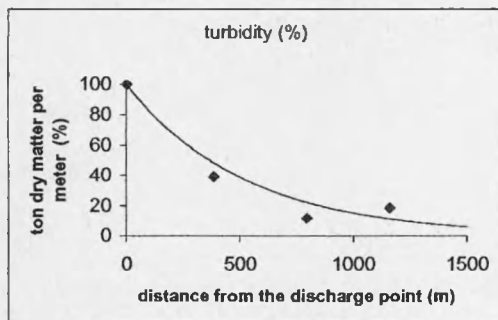
- Ter hoogte van de bodem vormt zich, onder een bovenlaag in ongehinderde bezinking, een colloïdaal mengsel. Zolang de stroomsnelheid beneden 0.15 m/s blijft gaat deze bezinking door.
- Een geringe toename van de stroomsnelheid brengt de niet-cohesieve laag terug in suspensie.
- Bij een stroomsnelheid van 0.50 m/s verbreekt de eroderende kracht van het water de cohesie van het colloïdale bodemsediment. Dit resulteert in een plotse concentratie toename (tot 1100 mg/l) ter hoogte van de onderste sensoren gevolgd door een sterke terugval. Deze terugval is niet het gevolg van sedimentatie maar wel van de dispersie van de deeltjes over de ganse waterkolom.
- De verdere toename van sediment in suspensie is getij-afhankelijk. Bij springtij erodeert het zeebed verder ten gevolge van de sterke stroming. Bij dood tij wordt slechts een geringe bijkomende toename vastgesteld.
- Na het bereiken van de maximale stroomsnelheid blijven de fijne deeltjes zich nog verder verspreiden over de waterkolom terwijl de grovere fracties terug beginnen te bezinken.
- De plotse toename ter hoogte van de onderste sensoren (tot 1200 mg/l), gemeten op het moment dat de stroomsnelheid terug tot 0.5 m/s gedaald is, wordt niet veroorzaakt door erosie maar wel door



de combinatie van bezinking van deeltjes uit de bovenste lagen en de dalende stroomsnelheid.

- Na het bereiken van een maximum concentratie bij 0.3 m/s dalen de waarden op alle sensoren. Deeltjes bezinken en onder de laag in ongehinderde bezinking vormt zich terug een colloïdaal mengsel.

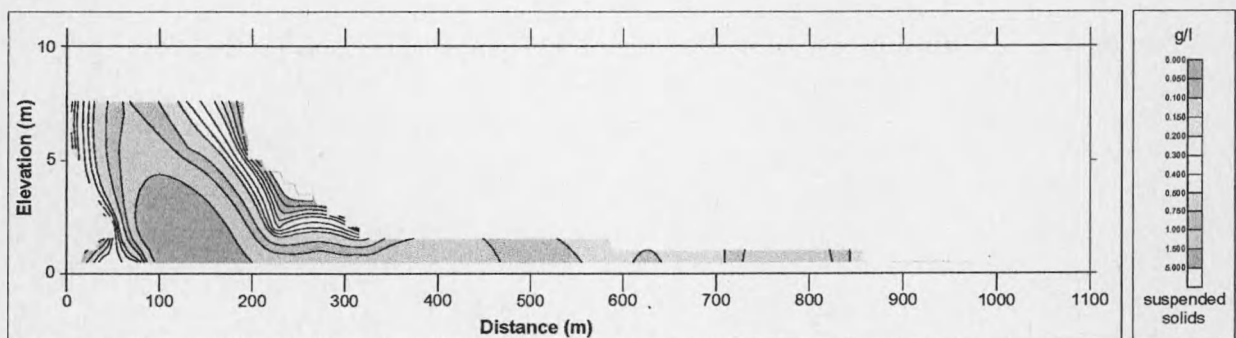
- Sedimentpluim bij losoperaties :



De grafiek hiernaast illustreert de invloedssfeer van de losoperaties. Om de grafiek op te stellen werden de resultaten van 42 dumps gemiddeld. De invloedssfeer bedraagt ongeveer 1.5 km (het sedimentgehalte is er afgenomen tot 5 %).

De onderstaande grafiek visualiseert de sedimentpluim, gecorrigeerd voor de achtergrondwaarden, en bevestigt de stelling omtrent het bestaan van een verticale densiteitstroom van gelost materiaal en het daaropvolgend transport van een fractie fijn materiaal in een wolk dicht bij de bodem. De

bovenste sensoren meten een concentratie verhoging gedurende slechts 3 minuten. Nabij de bodem duurt het 25 tot 30 minuten vooraleer de concentratie tot de achtergrondwaarden gedaald is.



- Bodemsediment :

Het sediment is ter hoogte van de losplaats onderhevig aan de getijstrooming. Het bodemtransport en het uitwassen van de fijne fractie werd bepaald door de granulometrie uit te zetten in functie van de afstand tot de losplaats. De korrelgrootte van het bodemsediment daalt voor de stalen genomen tot op een afstand van 1700 m van de loslocatie. Verderop zijn de bodemstalen terug gelijkaardig van samenstelling en bevatten ze voornamelijk siltig zand.

**Deelonderzoek 2: Sedimentmonitoring en begroting: mobiele en stationaire 2 & 3
D visualisatie van turbiditeiten met behulp van de combinatie
NDP en OBS (Zeebrugge).**

Het "Stationair meten van turbiditeiten op de loswallen":

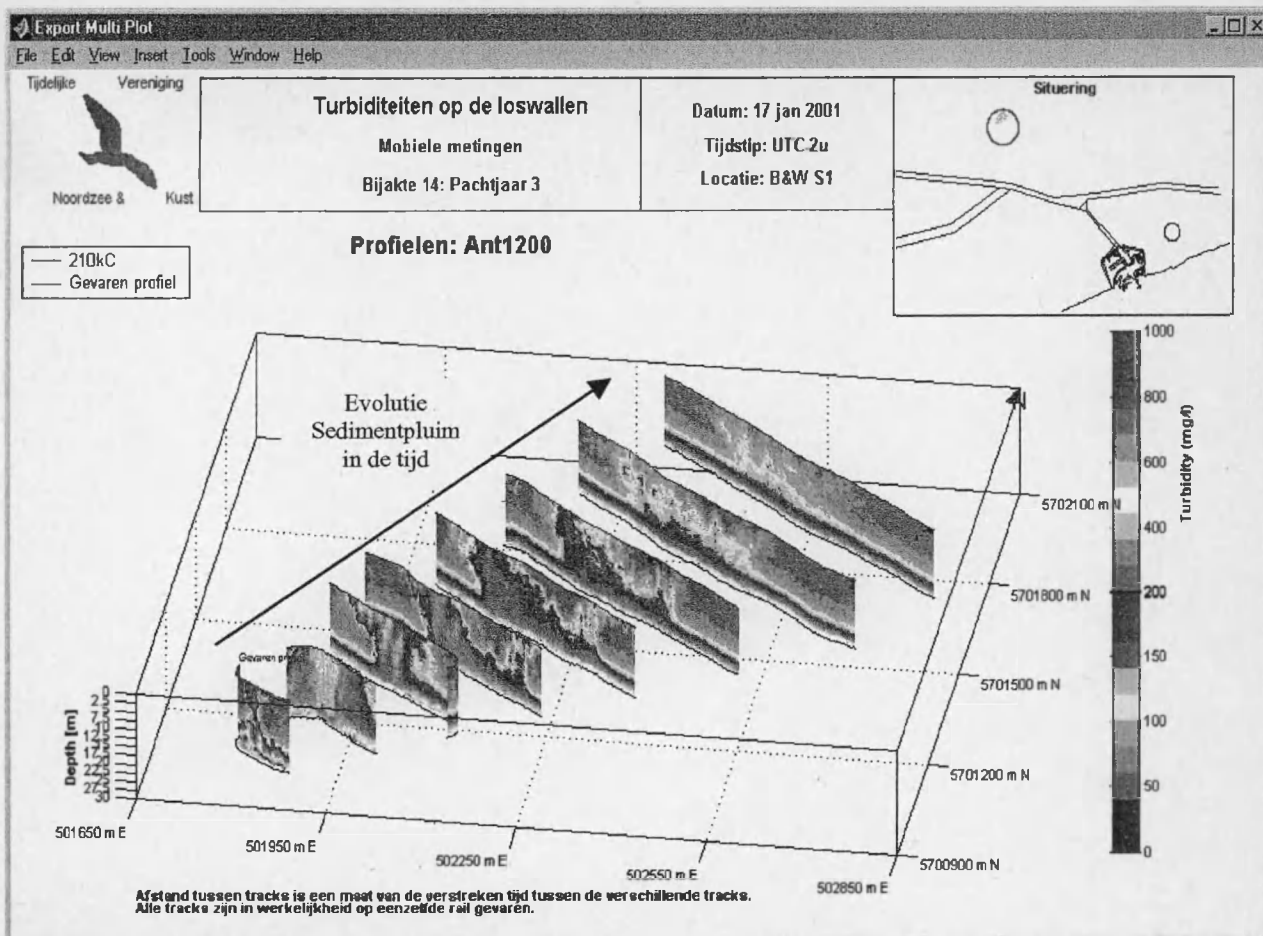
Teneinde de eventuele impact van baggerspecielossingen op het milieu na te gaan, werden aan de Belgische kust nabij de Haven van Zeebrugge de turbiditeiten gemeten op de 2 loswallen Br & W S 1 en Zeebrugge Oost. Hiervoor werden aan de rand van de loswallen, telkens op vier posities, meetopstellingen uitgezet (bestaande uit twee verschillende combinaties) en dit telkens gedurende een periode van 1 maand. De turbiditeitsdata (aantal deeltjes in de gesuspendeerd in het water) werden hierbij opgemeten op verschillende hoogtes in de waterkolom (cellen van 5 dm hoogte en dit over de volledige waterkolom. Ook werden er stroomsnelheid- en stroomrichtingprofielen opgemeten. De losactiviteiten op de losplaatsen werden geregistreerd en ter beschikking gesteld van het onderzoek. Een eventuele verhoging in turbiditeit op de 4 posities op het ogenblik van de losoperaties werd nagegaan door het opzoeken van turbiditeit anomalieën op het achtergrondturbiditeits-patroon, waarbij rekening gehouden werd met de afstand tot de meetopstellingen, stroomsnelheid en -richting.

Besluit:

Een significante turbiditeitsverhoging t.o.v. de natuurlijke achtergrondturbiditeit, veroorzaakt door losoperaties, kon dus tijdens de uitgevoerde meetcampagnes niet geregistreerd worden. Berekeningen geven (data opgenomen op de loswal B&W ZBOost) een maximale antropologische belading (losactiviteit) van 3% t.o.v de totale sedimentbelading die voorkomt op de loswal gedurende het ganse jaar (overige belading 97% is de natuurlijke achtergrond turbiditeit). De uitgevoerde campagnes hebben een uitgebreide dataset opgeleverd die zonder twijfel kan bijdragen tot een beter begrip van de interactie tussen stromingen, weersomstandigheden en achtergrondturbiditeiten. Deze relaties zullen in een latere fase verder onderzocht moeten worden.

Mobiele metingen op de loswallen Br & W Zeebrugge Oost en S1 tijdens de losoperaties: visualisatie van de lospluimen:

De slibwolken of lospluimen geproduceerd door specielossingen op losplaatsen werden in het kader van het onderzoeksproject gevisualiseerd. De slibwolken werden opgemeten met behulp van mobiele metingen aan de hand van de combinatie van een acoustic



Doppler current profiler (type NDP) en turbiditeitsensoren van het type OBS (gemonteerd op een computergestuurde sleepvis).

Direct na het lossen van de specie werd er over de loslocatie gemeten met bovenstaande mobiele meettechniek. De turbiditeitsprofielen werden dwars op of evenwijdig met de stroomrichting opgenomen. Deze methode heeft heel wat beperkingen doordat de slibwolk tegelijkertijd sedimenteert en zich verplaatst onder invloed van de stroming. Door middel van een online visualisatie is het mogelijk om de grenzen van de wolk onder het wateroppervlak te volgen. Na elk gevaren profiel werden de gegevens van stroomsnelheid, turbiditeit en diepte gevisualiseerd aan boord van het meetvlet. Een algemene terugkerende vorm en gedrag van de wolken kan onderscheiden worden. De belading van de wolk is afhankelijk van de lostechniek en de geloste hoeveelheid specie.

Besluit:

Belangrijk is dat de turbiditeitsverhoging t.o.v. de achtergrond slechts merkbaar is tijdens maximaal 40 minuten.. De korte reductie van licht door de toename van sediment bij lossingen (verondersteld geen polluenten aanwezig in het sediment en geen 'stress' bij organismen) is te verwaarlozen t.o.v. de repetitieve natuurlijk optredende fenomenen (zie stationaire metingen). De verhoging in turbiditeit in de bovenste meter van de waterkolom is reeds na enkele minuten verdwenen. Daar de algenpopulaties zich concentreren in de bovenste meters veroorzaakt de turbiditeitsverhoging slechts een vermindering van het natuurlijk licht tijdens een zeer beperkte duur.

Sedimentflux onder invloed van getijstromingen aan de haveningang van Zeebrugge:

Om een beter inzicht te verkrijgen in de verbanden die bestaan tussen de turbiditeiten en de factoren die ze induceren werden er metingen verricht over een springtij-doodtij cyclus. Deze metingen in dit deelproject werden uitgevoerd in een verticale doorsnede van de

vaarpas van de Nieuwe Buitenhaven van Zeebrugge nabij de haveningang. Er werd gemeten over een volledige tijdcyclus teneinde de bewegingen van het sediment onder

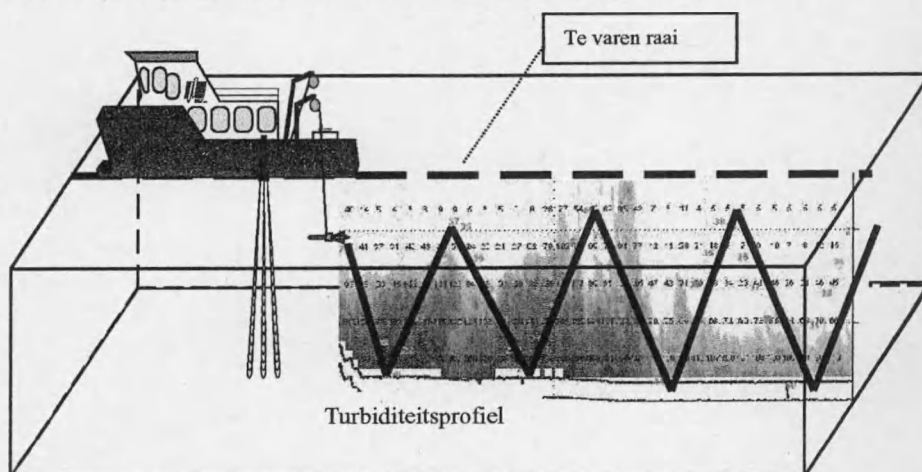


Figure 1: Meetmethode "online" mobiele turbiditeitsmeting

invloed van de getijstromingen te beschrijven en te begroten.

In dit rapport wordt de meeste aandacht besteed aan de interpretatie van turbiditeit- en stroomrichtinggegevens. Deze parameters werden gebruikt om de sedimentflux (= de hoeveelheid sediment die per seconde door een fictief verticaal vlak passeert) te berekenen. De turbiditeiten over de gehele waterkolom werden berekend aan de hand van de combinatie van een acoustic Doppler current profiler (type NDP) gekalibreerd met de "backscatter" turbiditeitsensoren gemonteerd op een computergestuurde sleepvis.

Om een vollediger beeld van de turbiditeiten in tijd en ruimte te verkrijgen, werden enkele correcties toegepast.

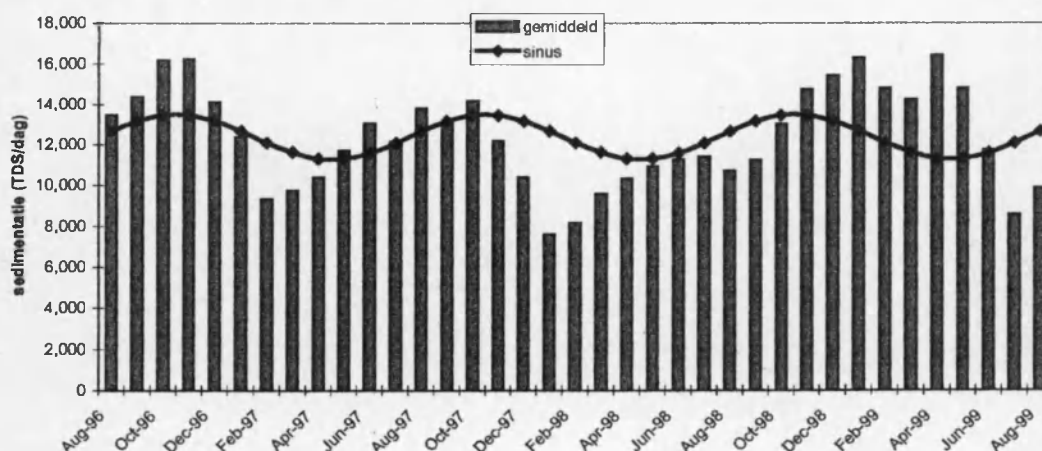
Het verschil in de hoeveelheid in- en uitstromend water over een volledig getijdencyclus van spring (33.3 106 m3 water)- en doodtij (48.9 106 m3 water) bedraagt ongeveer 25 % en is beperkt. Toch is het verschil in sedimenttransport (springtij: 9200 ton sediment in en 6000 ton sediment uit) (doodtij: 2050 ton sediment in en 1260 ton sediment uit) veel significanter.

Tijdens springtij blijft er 3200 ton sediment achter en tijdens doodtij 790 ton sediment, wat overeenkomt met een factor= 4. De hogere stroomsnelheden zijn hiervoor verantwoordelijk. Bij deze begroting van het sedimenttransport wordt geen rekening gehouden met een eventuele bodemtransport en de metingen zijn uitgevoerd bij rustige

weersomstandigheden. Deze meetcampagne geeft eveneens, door de 3 D visualisatie, voor het eerst een duidelijk beeld over de complexiteit van de sedimenttransport.

Deelonderzoek 3: Relatie tussen de hydro-meteo en de sedimentatie in de haven van Zeebrugge

Op regelmatige tijdstippen worden er in de Haven van Zeebrugge metingen uitgevoerd teneinde de sedimenthoeveelheid, uitgedrukt in TDS (Tonnen Droge Stof), te bepalen ten opzichte van een aantal referentieniveaus. Deze berekende sedimenthoeveelheden worden gebruikt voor het opstellen van een sedimentbalans die een nuttige indicatie verschaft over de hoeveelheden slib die maandelijks in de haven van Zeebrugge sedimenteren. De sedimentbalans kan weergegeven worden in histogramvorm (fig. 1) waarbij een sinuscurve gedefinieerd werd die de variaties in TDS min of meer volgt.



Figuur 1. Sedimentbalans in het CDNB met voorstelling van de sinuscurve die de variaties van de hoeveelheden TDS benadert. (T.V. Noordzee en Kust, 1998).

Figuur 1 geeft weer dat de hoeveelheden slib die in de haven van Zeebrugge sedimenteren, variëren in de tijd. De waargenomen variatie is echter te complex om bijvoorbeeld minima en maxima hoeveelheden te correleren met een specifieke maand. De variaties vinden hoogst waarschijnlijk hun oorsprong in een combinatie van bepaalde hydrografische (stroming, golven) en meteorologische (wind) factoren die de aanvoer van het suspensiemateriaal bevorderen of verhinderen. In het kader van het Mobag 2000 project, werd nagegaan indien dergelijke correlaties bestaan. Hiervoor werd een correlatieanalyse uitgevoerd tussen de sedimentatiehoeveelheden van 37 perioden (tussen augustus 1996 en augustus 1999) en de hydro-meteorologische data gemeten tijdens dezelfde perioden.

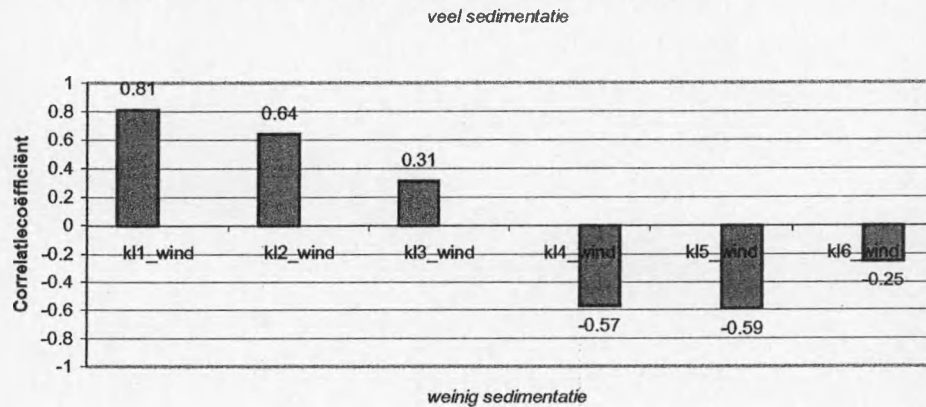
De hydro-meteo data van elke periode werd opgedeeld in 16 richtingsklassen (N, NNO, NO, ENO, E, EZE, ZE, ZZE, Z, ZZW, ZW, WZW, W, WNW, NW en NNW) en vier tot 6 grootteklassen. Hierna werden per periode een aantal sommaties gemaakt : (i) de

voorkomensfrequentie van de 16 richtingen zonder onderscheid te maken tussen de verschillende grootte-ordes (voor iedere richting worden de waarden van de verschillende klassen opgeteld) en (ii) de klassen van de grootte-ordes zonder onderscheid te maken tussen de verschillende richtingen (voor iedere grootte-orde worden de waarden van de 16 verschillende richtingen opgeteld).

Met behulp van een correlatieanalyse en van Principaal Component Analyse op de gesommeerde data konden de volgende relaties tussen de hydro-meteo factoren en de sedimentatiehoeveelheid achterhaald worden:

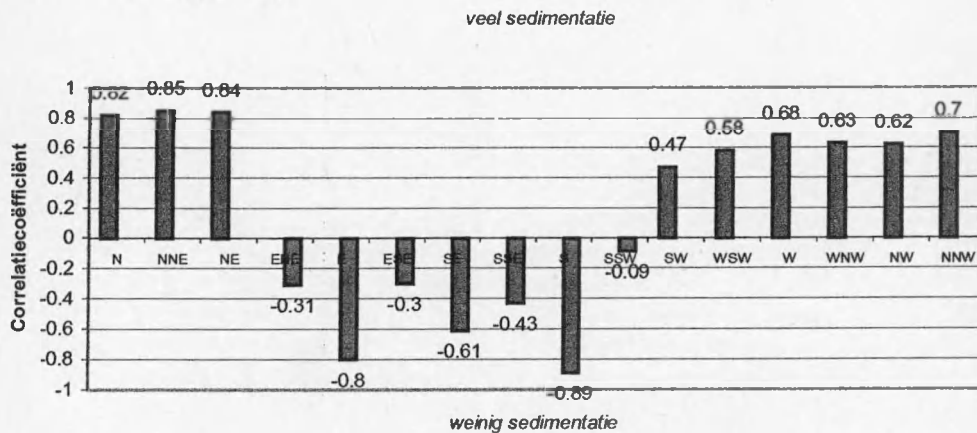
✓ Voor de wind:

- de sedimentatie in het CDNB is omgekeerd evenredig met de windsnelheid: bij lage windsnelheden grijpt een uitgesproken sedimentatie plaats en bij hoge windsnelheden vermindert het sedimentatieproces (figuur 2);



Figuur 2. Correlatiecoëfficiënten tussen de sedimentatiehoeveelheden en de windsnelheid.

- de sedimentatie van gesuspendeerd materiaal treedt preferentieel op wanneer zeewinden (NE tot NW) domineren. Landwinden zijn in staat om het binnenkomen van gesuspendeerd sediment tegen te werken;
- de sedimentatie is het sterkst gecorreleerd met zwakke winden uit de N-NNW richting. Winden uit de NNW richting blazen immers evenwijdig aan de as van het CDNB waardoor de aanvoer van gesuspendeerd materiaal in de haven bevorderd wordt (figuur 3);



Figuur 3. Correlatiecoëfficiënten tussen de sedimentatiehoeveelheden en de windrichtingen.

✓ Voor de golven:

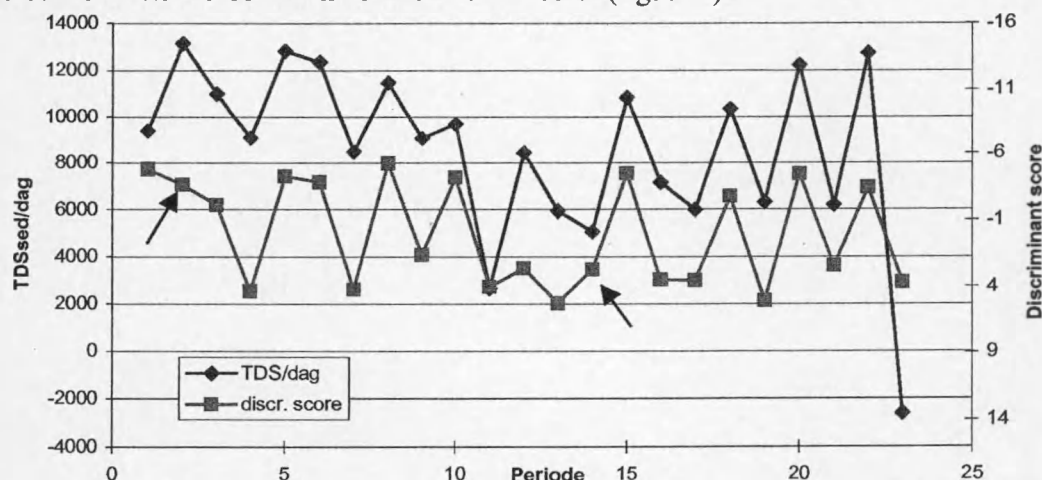
- het suspensiemateriaal zet zich maximaal af in het CDNB op het ogenblik dat de golven afkomstig zijn uit het NNW. De sedimentatie domineert bovendien bij de categorie van laagste golfhoogte. Golven uit deze richting zijn, net als de wind, gealigneerd met de as van het CDNB waardoor de aanbreng van gesuspendeerd sediment het minst verhinderd wordt;
- de sedimentatie vermindert bij het voorkomen van hogere golven. Negatieve correlaties komen voor met de overige golfrichtingen. In dit opzicht moet rekening gehouden worden met refractieverschijnselen van de golven met de haveninfrastructuur.

✓ Voor de stroming:

- de sedimentatiehoeveelheid is in eerste instantie het sterkst gecorreleerd met de stroming uit het SSW-SW, overeenkomend met de vloedrichting, en in iets mindere mate, met de stroming uit het NE-ENE, overeenkomend met de ebstroom.
- De stroming is verantwoordelijk voor de aanvoer van het sediment in suspensie naar de haven toe.

Een discriminantanalyse, die nagenoeg uitsluitend op winddata steunt, werd uitgevoerd teneinde na te gaan indien de verschillen in hydro-meteo die heersen tijdens perioden van hoge versus lage sedimentatie, voldoende groot zijn om beide perioden van elkaar te onderscheiden. Hiervoor werden de perioden ingedeeld in twee klassen: één klasse gekenmerkt door een lage sedimentatie (< 9100 TDS/dag) en één klasse gekenmerkt door een hoge sedimentatie (>9100 TDS/dag). Met behulp van de discriminantfunctie werd de probabiliteit berekend dat een periode tot één van beide klassen behoort. De predictie van de klasse was correct voor alle 23 perioden die hiervoor gebruikt werden.

De discriminantfunctie benadert voldoende goed het sedimentatiegedrag in het CDNB opdat de trend van de sedimentbalans (verhoging of verlaging t.o.v. de vorige periode) nagenoeg volledig overeenkomt met de trend van de discriminantscores (figuur 4).



Figuur 4. Relatie tussen de discriminantscore en sedimentatie. Een verhoging/verlaging van de sedimentatie komt overeen met een verhoging/verlaging van de discriminantscore die uitsluitend steunt op hydro-meteo gegevens. De pijlen geven de twee scores aan waarvan de trend (verlaging of verhoging t.o.v. de vorige score) niet overeenkomt met de trend van de hoeveelheden TDS).

Een correcte kwantitatieve voorspelling van de sedimentatiehoeveelheid op basis van de windgegevens is echter op dit ogenblik nog niet mogelijk daar het verschil tussen gemeten en voorspelde sedimentatiehoeveelheid nog enkele duizenden TDS/dag kan bedragen.

Deelonderzoek 4: Onderzoek naar de ecologische impact van de baggerwerkzaamheden aan de Belgische kust: chemische monitoring

Inleiding

Drie studies uitgevoerd onder MOBAG 2000 zullen hier verder worden toegelicht. Elke studie komt overeen met een belangrijke fase van het baggerproces.

1. Een eerste studie behandelt de natuurlijke variatie van de mobiliteit van pollutanten in de in-situ baggerspecie in de haven van Zeebrugge
2. Een tweede studie evalueert de chemische veranderingen die plaats hebben tijdens het opbaggeren van de specie tot aan het moment dat de specie wordt gelost op de loswallen op de Noordzee.
3. Tenslotte wordt nagegaan hoe de mobiliteit van arseen en zink evolueert tijdens het lossen, wanneer de baggerspecie in contact komt met het omringende zeewater.

In situ sedimenten in de buitenhaven van Zeebrugge

Doel

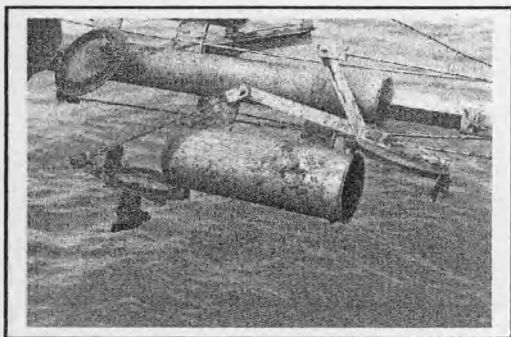
Uit eerder onderzoek bleek dat er veel variatie bestaat van sommige fysico-chemische parameters van de in-situ sedimenten in het CDNB te Zeebrugge. Het doel van deze studie was de evolutie van de mobiliteit van arseen en zink in de tot 3 meter dikke sliblaag in het CDNB te Zeebrugge na te gaan. Het onderzoek is toegespitst op arseen en zink vermits deze twee zware metalen het meest mobiel zijn.

Uitvoering

Voor de uitvoering van deze studie werden op 10 lokaties in het CDNB op verschillende diepten stalen genomen met een speciaal daarvoor ontworpen toestel. Het toestel kan met 1 staalname 4 stalen nemen die onderling 40 cm van elkaar verwijderd zijn zodat een sliblaag van 160 cm in één keer kan worden bemonsterd. Aldus werden op die manier 70 slibstalen genomen

Onmiddellijk na aankomst in het labo werden de stalen in een zuurstofvrije kast (argonmilieu) gehomogeniseerd en in substalen verdeeld.

Uit de stalen werd het poriewater geëxtraheerd door middel van centrifugatie. Zowel op het slib als op het poriewater werden de volgende parameters bepaald : zink, arseen, de zuurtegraad (pH) en de redoxpotentiaal (Eh). Op het totale sediment werd arseen, zink, de pH, de Eh, de natte densiteit, het droge stofgehalte en de granulometrie bepaald. Op een 12 tal stalen (4 staalnamelokaties) werd eveneens de SEM/AVS verhouding bepaald. Deze verhouding geeft een indicatie over het al dan niet acuut toxisch zijn van een sediment voor bodemorganismen.



*Foto 3 : nieuw
staalnametoestel voor het
bemonsteren van los slib*

De mobiliteit van As en Zn werd vervolgens geëvalueerd aan de hand van de berekende distributiecoëfficiënten (K_d waarden), de SEM/AVS verhouding en de evolutie van de algemene physico-chemische parameters in functie van de densiteit van het slib. De distributiecoëfficiënt is een maat voor de graad van mobiliteit, dus de mate waarin een pollutant wordt vrijgesteld uit het sediment.

Resultaten

Uit de analyseresultaten blijkt dat de concentraties aan zware metalen in het te baggeren sediment relatief laag zijn en steeds lager zijn dan de streefwaarden opgelegd in de stortvergunning.

De mobiliteit van arseen en zink i.f.v. de densiteit van het in-situ slib uit het CDNB te Zeebrugge werd geëvalueerd aan de hand van totaal analyses, poriewater analyses en de distributiecoëfficiënten.

In het algemeen kunnen we zeggen dat de mobiliteit van arseen van nature uit veel hoger is (nl. 30 keer) in vergelijking met zink (gemiddelde k_d resp. 0,6 en 18,2 l/g).

Evaluatie van de distributiecoëfficiënten (= K_d factoren) van arseen en zink toont aan dat de mobiliteit van beide metalen het hoogst is nabij het sedimentoppervlak en snel daalt in de eerste halve meter van het sediment. Dieper in het sediment stijgt de mobiliteit van arseen opnieuw, dit in tegenstelling tot zink waarvan de mobiliteit verder daalt bij toenemende diepte. Arseen vertoont dus een minimum mobiliteit en dit minimum doet zich voor op een diepte die overeenkomt met een densiteit van 1,14 kg/liter.

Uit statistische verwerking van de resultaten blijkt dat de mobiliteit van arseen en zink significant gecoreleerd is met de densiteit maar niet met de zuurtegraad (pH) noch met de

redoxpotentiaal (Eh) van het sediment. De arseenconcentratie in het poriewater van de sedimenten is wel gecorreleerd met de pH van het poriewater.

Uit vergelijking van data uit eerder onderzoek en data uit de literatuur is gebleken dat de mobiliteit van arseen en zink niet alleen varieert i.f.v. de densiteit van het slib maar ook in de tijd (seizoengebonden) en in de ruimte.

De vastgestelde natuurlijke variatie van de mobiliteit heeft belangrijke gevolgen :

- Bij het gebruik van distributiecoëfficiënten om de mobiliteit van micro-polluenten tijdens het baggeren te evalueren is de nodige voorzichtigheid geboden daar men vergelijkt met in-situ sedimenten waarvan de distributiecoëfficiënten variëren met de diepte, in de tijd en in de ruimte.
- Wanneer distributiecoëfficiënten worden aangewend om streef - en grenswaarden vast te leggen voor sedimentkwaliteitscriteria (opgenomen in de stornormen) moet er een voldoende spreiding van de stalen in functie van de tijd en ruimte bestaan om natuurlijke variaties in de mobiliteit uit te middelen.

De resultaten van de SEM/AVS analyses tonen aan dat er geen acute toxiciteit voor bodem-organismen te verwachten valt ten gevolge van de bio-beschikbaarheid van zware metalen. De meetresultaten werden inderdaad bevestigd door ecotoxiciteitstesten die recent werden uitgevoerd door EURAS in samenwerking met de Universiteit van Gent. De testen werden uitgevoerd met mariene organismen representatief voor de gehele waterkolom waarbij geen acute toxiciteit werd geconstateerd.

Mobilisatie van micropolluenten tijdens het baggeren met een sleepopperzuiger

In de loop van de drie project jaren zijn verschillende studies uitgevoerd waarbij de evolutie van de physico-chemische parameters van de baggerspecie tijdens de verschillende fasen van het baggerproces werden gevolgd. In 1996 werden de verschillende fasen tijdens routine onderhoudsbaggerwerken met de 'Galilei' en de 'Cristoforo Colombo' gevolgd in het CDNB en de Voorhaven te Zeebrugge. Tijdens baggerwerkzaamheden te Nieuwpoort werd de ecologische impact van de 'veegzuiger®' vergeleken met de traditionele cutterzuiger. In 1997 werden twee andere 'milieuvriendelijke' baggertechnieken geëvalueerd nl. baggeren met de 'milieuklep' en baggeren met de 'groene pijp'.

- **Studie met de 'groene pijp' (of recirculatiepijp) en de 'milieuklep'**

Doel

Onderzoek naar de mobiliteit van *anorganische* (vnl. metalen) en *organische* *polluenten* (PCB's, PAK's etc) en *nutriënten* (stikstof, fosfor etc.) ten gevolge van het opbaggeren

van baggerspecie met een sleephopperzuiger. Aan de hand van bovenstaande parameters werd de ecologische impact van twee verschillende milieuvriendelijke baggertechnieken vergeleken.

In deze studie werden de volgende baggertechnieken vergeleken :

1. De sleephopperzuiger uitgerust met standaard zuigbuizen en een **milieuklep** in het overvloeikanaal. Deze milieuklep smoort de stroming van het overvloeiwat waardoor het niveau in de overvloei stijgt en de valhoogte van het overvloeiwat vermindert. De turbiditeit rond en naast het schip zal hierdoor dalen en de verspreiding van de eventueel met polluenten beladen deeltjes wordt beperkt.
2. Baggeren met de '**groene**' (**recirculatie**) **pijp** : wanneer zand/slib mengsels worden gebaggerd dan stroomt de slibfractie met het overvloeiwat overboord. Aangezien de polluenten zich voornamelijk concentreren in de fijne fractie zullen deze zich over een groot oppervlak verspreiden. Om dit te vermijden wordt bij het gebruik van de 'groene pijp' het overvloeiwat volledig opgevangen en door middel van de stuurboord baggerpomp terug naar de sleepkop geperst en als proceswater herbruikt (figuur 1).

Uitvoering

Om een goede visie te krijgen omtrent de mobiliteit van polluenten tijdens de verschillende fasen van het baggerproces werden de volgende stalen genomen : in-situ stalen en stalen aan boord van de sleephopperzuiger (beun, overvloei, net voor het dumpen).

Om de mobiliteit van de polluenten te evalueren tussen de verschillende baggerfasen werden de volgende parameters bepaald : physico-chemische parameters zoals de redox, pH, droge stof, densiteit, organisch materiaal, carbonaten en de granulometrie; nutrienten (fosfor, Kjeldahl stikstof en ammonium stikstof); natuurlijke en zware metalen (Mn, Fe, Al, Cu, Hg, Cd, Pb, Zn, As, Cr en Ni) en organische polluenten (PAK's).

Poriewateranalyses van de zware metalen werden uitgevoerd en additioneel werd de speciatie van arseen (As^{5+} en As^{3+}) nader bekeken. De volgende parameters werden op het poriewater bepaald : Eh, Ph, geleidbaarheid, Kjeldahl stikstof en ammonium stikstof, totaal fosfor, chloride en sulfaat.

Verder werden de distributiecoëfficiënten (Kd-faktor) voor de verschillende contaminanten berekend.

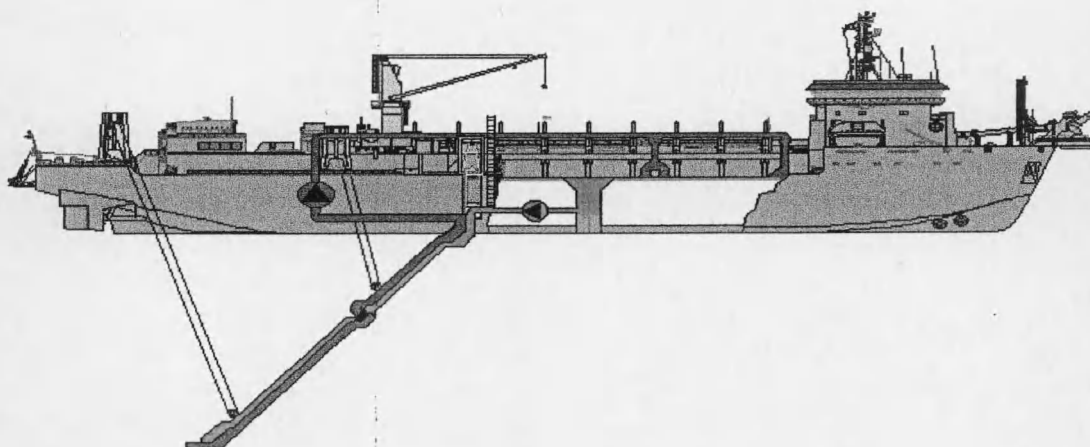
Ten laatste werden sequentiële extracties uitgevoerd voor de 11 metalen, waarbij de 'BCR- 3 stap' procedure werd gevolgd (EUR 17554 EN, 1997)

Resultaten

Zoals werd verwacht is er weinig variatie in de totaal concentraties van de polluenten. De veranderingen in mobiliteit zal eerder blijken uit verschuivingen tussen fracties bij de sequentiële extracties en in concentratieveranderingen in het poriewater.

1. Inschatting van de mobiliteit van polluenten aan de hand van poriewater analyses

- Ammonium-stikstof daalt bij het baggeren in vergelijking met de in-situ sedimenten, met uitzondering van de stalen net voor het dumpen bij het baggeren met de recirculatiepijp. De zelfde evolutie werd geobserveerd voor Kjeldahl stikstof.
- As en Zn concentraties in het poriewater hebben een neiging te stijgen tijdens het baggeren met de recirculatiepijp (met gemiddeld 50 µg/l). Bij de milieuklep is de evolutie niet duidelijk.
- Ni, Cu, Cd en Hg vertonen geen significante variatie tijdens het baggeren behalve voor Ni waar een lichte stijging is waargenomen. De concentraties in het poriewater zijn overwegend laag (Ni, Cu) of zeer laag (Cd, Hg).
- Mn en Fe concentraties in het poriewater zijn zeer hoog (resp. 10 tot 35 en 10 tot 15 mg/l). Hoewel ijzer stijgt is er geen evolutie voor mangaan waargenomen. De aluminium concentratie is veel lager (max. 400 µg/l) en stijgt lichtjes bij de recirculatiepijp.



Figuur 1 : werkingsprincipe 'groene pijp' (recirculatiepijp) aan boord van de 'Cristoforo Colombo'

2. Inschatting van de mobiliteit aan de hand van de distributiecoëfficiënt (K_d).

Wanneer de distributiecoëfficiënten van de in-situ sedimenten worden vergeleken met deze tijdens het baggeren kunnen we besluiten dat de mobiliteit stijgt tijdens het baggeren. De stijging is echter relatief klein en hangt af van het beschouwde metaal en de baggertechniek die wordt beschouwd.

3. Inschatting van de mobiliteit aan de hand van sequentiële extracties

De verschuiving naar meer of minder mobiele frakties verschilt al naargelang het metaal. Er dient echter worden opgemerkt dat de geobserveerde verschuivingen allemaal zeer klein zijn, nl. in de orde van een paar percent.

4. Conclusies

De mobiliteit van metalen verhoogt ten gevolge van het baggerproces. Bij de groene pijp is die verhoging meer uitgesproken dan bij de milieuklep op het niveau van de te lossen baggerspecie in het beun. Bij het baggeren met de groene pijp komt echter (bijna) geen overvloed in de omringende waterkolom terecht zodat deze techniek globaal een minder verhoogde mobiliteit veroorzaakt dan de milieuklep. Er dient opgemerkt te worden dat de verhoogde mobiliteit ten gevolge van het baggeren in absolute cijfers uitgedrukt gering is.

• Studie met de veegzuiger® te Nieuwpoort

Doel

Het doel van deze studie was het vergelijken van de ecologische impact van het baggeren met een traditionele cutterzuiger en een cutterzuiger uitgerust met een 'veegkop' in de Haven van Nieuwpoort.

Uitvoering

Tijdens de onderhoudsbaggerwerken te Nieuwpoort werden in het voorjaar van 1996 de ecologische impact van beide baggertechnieken met elkaar vergeleken zowel door het meten van de veroorzaakte turbiditeit nabij de zuiger als op de losplaats en door analyses van slib- en waterstalen. Verder werden ecotoxiciteitsproeven uitgevoerd op elutriaten en sediment contacttesten.

De fysische verstoring werd gemeten aan de hand van mobiele en stationaire turbiditeitsmetingen.

Resultaten

Uit deze metingen bleek dat de turbiditeitspluim op de loswal zich gemiddeld tot 400 meter van het lospunt uitstrekt. Verder is er een duidelijk onderscheid tussen de beide baggertechnieken. Bij het gebruik van de veegzuiger wordt nagenoeg geen extra water aan het sediment toegevoegd, wat resulteert in een suspensiestroom nabij de bodem van de loswal. Bij de snijkopzuiger daarentegen is de verdunning op de loswal veel groter zodat de achtergrond turbiditeitswaarden sneller worden overschreden.

Uit de chemische analyses blijkt dat het gebaggerd sediment als niet verontreinigd kan beschouwd worden. Uit de analyses van zeewaterstalen op de loszone voor en tijdens het baggeren blijkt dat er geen verandering van de kwaliteit van het zeewater optreedt.

De ecotoxiciteitstesten konden geen acute noch chronische toxiciteit aantonen, zowel wat de testen met de elutriaten betreft als de testen waarbij de organismen in direct contact werden gesteld met het sediment.

De oxiderende processen die kunnen optreden tijdens het opspuiten van het slib ter hoogte van Lombardsijde (gesimuleerd aan de hand van elutriaten) hebben dus geen aantoonbare acute of chronische effecten voor de geteste organismen.

Mobilisatie van micropolluenten tijdens het lossen van baggerspecie

Doel

Het doel van deze studie is het onderzoeken in welke mate arseen en zink vrijkomen in het zeewater tengevolge van het lossen van baggerspecie met een sleepopperzuiger op de losplaats BR&W Zeebrugge Oost.

Uitvoering

Ten einde een evaluatie te maken van de mobiliteit van arseen en zink tijdens het lossen werden tijdens drie fasen van het baggerproces stalen genomen:

1. Baggerspeciastalen genomen net voor het lossen in het beun van de sleepopperzuiger 'Manzanillo II' (7 stalen)
2. Zeewaterstalen genomen op een diepte van 1,5 meter boven de zeebodem gedurende een periode van 25 minuten na het lossen, waarbij de turbiditeitswolk, ontstaan na het lossen van de baggerspecie, werd gevolgd (253 stalen).
3. Zeewaterstalen genomen op de losplaats na een periode waarin gedurende 10 dagen geen baggerspecielossingen plaatshadden. (achtergrondstalen) (34 stalen).

De karakterisatie van het baggerslib gebeurde door de bepaling van de zuurtegraad, de redoxpotentiaal, arseen en zink, zowel op het totaal staal als op het poriewater.

Op de zeewaterstalen werd naast opgelost arseen en zink ook de redox, de zuurtegraad en de geleidbaarheid gemeten.

Om contaminatie van de stalen te vermijden werden alle behandelingen van de stalen onder stofvrij omstandigheden uitgevoerd in een laminaire flowkast, die voor de gelegenheid aan boord van de peilvlet 'DN62' werd geïnstalleerd.

Resultaten

De pH van het slib verandert nauwelijks tijdens het baggeren en is vrij constant (8,1 – 8,2). De pH komt overeen met deze van het zeewater op de loszone waardoor geen verandering van de mobiliteit te verwachten valt ten gevolge van de pH.

Een andere mobiliteitsbepalende factor is de saliniteit. Uit stationaire metingen op de loswal blijkt dat de saliniteit van het zeewater bepaald wordt door de eb en vloed cycli aan de Belgische kust en de variatie is van de grootte orde van enkel ‰. De saliniteit die werd gemeten op het poriewater van in situ slibstalen uit de Voorhaven en het CDNB zijn van de zelfde grootte zodat deze factor evenmin invloed heeft op de mobiliteit.

De baggerspecie afkomstig uit het CDNB te Zeebrugge is sterk gereduceerd. Het lossen van deze sterk gereduceerde baggerspecie (wat als een sterk zuurstoftekort zou kunnen omschreven worden) heeft een duidelijke invloed op de redoxpotentiaal van het zeewater. Tijdens meting van de redoxpotentiaal van het zeewater op de loswal is een daling van de redoxpotentiaal geconstateerd die gemiddeld 57 mVolt bedroeg (achtergrond = 211 mVolt). Niet tegenstaande deze daling is er geen enkele aanwijzing dat de zuurstofhuishouding in de waterkolom daardoor ernstig in het gedrang komt.

De daling van de redox kon echter niet statistisch worden gecorreleerd met een stijging van de gemeten turbiditeitsconcentraties ten gevolge van het lossen.

De arseen concentratie tijdens het dumpen was gemiddeld 1,03 µg/liter hoger in vergelijking met de achtergrondstalen. De achtergrondconcentraties en de concentraties tijdens het dumpen bedroegen respectievelijk 1,25 en 2,27 µg/liter. In de eerste 25 minuten na het dumpen kon de vrijstelling van arseen niet worden gedetecteerd waardoor we aannemen dat de vrijstelling geleidelijk gebeurt.

De gemeten opgeloste zink concentraties variëren heel sterk binnen elke dumpcyclus en tussen de verschillende dumpcycli. De gemiddelde zinkconcentratie van de eerste vier dumpcycli varieert tussen 4,8 en 8,2 µg/liter terwijl voor de overige cycli veel hogere gemiddelden zijn gemeten. Vermoedelijk is remobilisatie van zink uit de bodemsedimenten op de losplaats ten gevolge van een storm in het midden van de staalnamecampagne een verklaring voor de gemeten verhoogde zinkconcentraties.

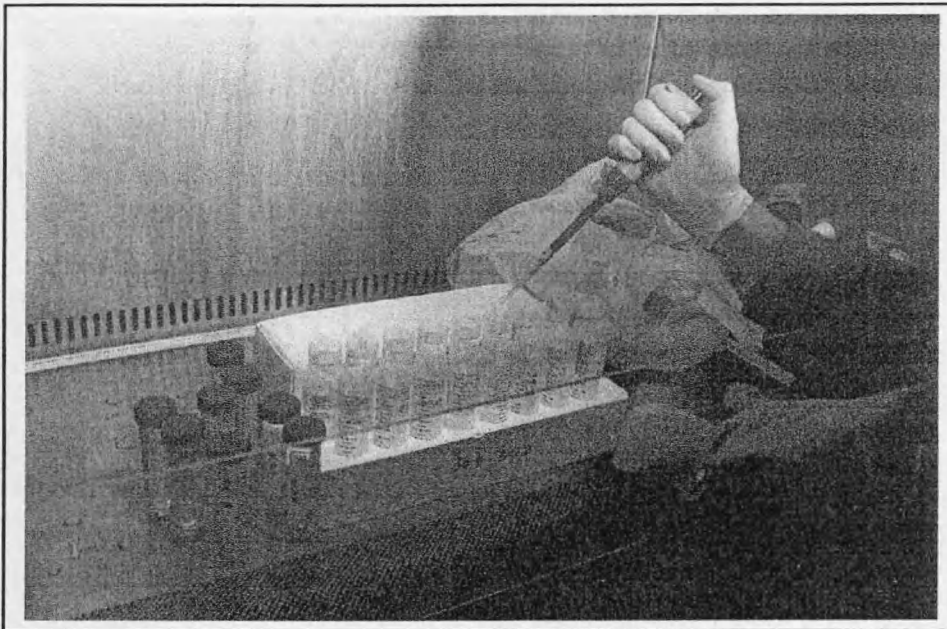


Foto 4 : aanzuren van de zeewaterfiltraten in de stofvrije laminaire flowkast aan boord de peilvlet 'DN 62' tijdens de campagne in april 2000.

Bij het in zee pompen van de baggerspecie tijdens de baggerwerken met de cutterzuiger 'Vesalius' in het Wielingendok werd deze verhoging van de opgeloste arseenconcentratie niet vast gesteld. Voor zink waren er aanwijzingen dat tijdens het baggeren de zwevende stof zink absorbeert uit het zeewater.

Niet tegenstaande het feit dat er een geringe vrijstelling van arseen is vastgesteld moet de volgende kanttekening in acht worden genomen: De vrijstelling van pollutanten is zelden een irreversible proces. Het is duidelijk dat de vrijgestelde pollutanten opnieuw geabsorbeerd worden in sedimenten of op de zwevende deeltjes in de waterkolom. Het is inderdaad zo dat er zich een chemisch evenwicht instelt tussen de vaste fase (= de sedimentpartikels) en de opgeloste fase (= het zeewater). Anderzijds dragen ook natuurlijke processen (zoals stormen) vermoedelijk bij tot het vrijstellen van pollutanten naar de waterkolom. In elk geval zijn de gemeten concentraties zeer laag en zijn de concentraties steeds lager dan de NOEC (No Effect Concentration) waarden.

Deelonderzoek 5: Ecotoxicologische evaluatie op pelagische organismen van de turbiditeit veroorzaakt door baggeractiviteiten.

Baggeractiviteiten kunnen een belangrijke invloed uitoefenen op het aquatische ecosysteem en dit zowel op de site waar gebaggerd wordt alsook op de loswal. Alhoewel baggeren noodzakelijk is voor het behoud van de vaarfuncties van rivieren, kanalen en havens moet er naar gestreefd worden de impact van deze activiteiten tot een minimum te beperken om aldus te komen tot een duurzaam baggerbeleid. De grootste bezorgdheid voor het milieu houdt verband met de mogelijke vrijstelling van de contaminanten aanwezig in de baggerspecie. Daarnaast kunnen baggerwerken negatieve effecten uitlokken onder de vorm van een fysieke verstoring (schuurstress, lichtreductie door verhoging van de troebelheid in de waterkolom, verstikking van organismen en zuurstofafname). De huidige studie is vooral gericht op de ecotoxicologische evaluatie van de fysische effecten van gesuspendeerd sediment (afkomstig van de haven van Zeebrugge) op organismen die voorkomen in de waterkolom.

Testorganismen representatief voor sleutelorganismen in het voedselweb: algen (*Phaeodactylum tricornutum*), vissen (zeebaars *Dicentrarchus labrax*) en kreeftachtigen (copepode *Tisbe battagliai* en de aasgarnaal *Americamysis bahia*) werden blootgesteld aan sediment en waterstalen (elutriaten) afkomstig van het centraal Deel Nieuwe Buitenhaven in Zeebrugge.. In een eerste fase werd het sediment gekarakteriseerd met behulp van scheikundige en ecotoxicologische analyses met de bedoeling een inschatting te kunnen maken van mogelijke interferenties met de aanwezige contaminanten. In de tweede fase werden turbiditeitsexperimenten uitgevoerd waarbij testorganismen worden blootgesteld aan een oplopende concentratiereeks van gesuspendeerd materiaal. Er werd geopteerd te werken aan milieurelevante concentraties variërend van 0.1 tot 10 g/L. De sedimenten werden tijdens de blootstelling (7 à 14 dagen) voortdurend in suspensie gehouden. Deze benadering kan beschouwd worden al een "worst case" situatie aangezien in de realiteit periodes van verhoogde turbiditeit worden afgewisseld met periodes waarbij enkel de achtergrondturbiditeit nog wordt waargenomen. Bedoeling van deze tweede fase is het afleiden van kritische drempelwaarden waar beneden geen negatieve effecten worden verwacht.

Op het einde van de blootstellingsperiode werd het aantal overlevende organismen en het drooggewicht bepaald. Bij de aasgarnaal *A. bahia* werd eveneens de seksuele maturiteit bepaald. De turbiditeitsexperimenten met de alg *P. tricornutum* werden uitgevoerd volgens twee testmethodes. In de eerste methode worden de algen rechte reeks blootgesteld aan de sediment suspensie gedurende 7 dagen.. In een tweede experiment werden de algen indirect blootgesteld aan de sediment suspensie door het gebruik van een dubbelwandig recipiënt met een binnenkamer met 25 ml. algensuspensie en een buitenkamer gevuld met de sedimentsuspensie. Tijdens het verloop van de experimenten werden eveneens waterstalen genomen en geanalyseerd voor metalen en nutriënten.

Het elutriaat (waterige fase) was niet toxisch voor alle geteste organismen. In de turbiditeitsexperimenten (blootstellingsconcentraties: 0.5-10 g/L.) met de zeebaars *D. Labrax* werd gedurende de volledige 14 d blootstellingsperiode geen significant verhoogde mortaliteit waargenomen. De overleving, groei en seksuele maturiteit werden als eindpunten geanalyseerd in de 7 dagen sediment suspensie experimenten met de aasgarnaal *A. bahia*. De overleving in de verschillende blootstellingskamers waren niet statistisch ($p < 0,05$) verschillend van de controle. Er werd zelfs een positief effect waargenomen op de groei (gemeten als drooggewicht) en seksuele maturiteit bij de hogere sedimentbelastingen.

De groei van de algen werd wel negatief beïnvloedt door de aanwezigheid van verhoogde sedimentconcentraties in het groeimedium. De groei-inhibitie trad op vanaf een concentratie van 0.3 g/L (27 % afname). Een duidelijke afname (69 %) in de populatiegroei van de alg *P. tricornutum* werd waargenomen vanaf 0.5 g/L. Een volledige groei-inhibitie werd waargenomen bij concentraties hoger dan 1,5 g/L. Verschillende mechanismen kunnen aan de basis liggen van de waargenomen negatieve effecten zoals remobilisatie van contaminanten, schuurstress of beschadwing. De chemische analyses toonden echter aan dat de concentraties aan metalen en nutriënten niet hoger lagen dan bij de controle. De indirecte invloed van beschadwing werd daarom onderzocht aan de hand van dubbelwandige recipiënten. Deze experimenten toonden aan dat de groei-inhibitie bij lagere sedimentconcentraties in de directe blootstellingsmethode voornamelijk te wijten is aan schuurstress en dat beschadwing een belangrijke rol begint te spelen vanaf sedimentconcentraties boven 1g/L. (een lichtreductie van 50 % werd waargenomen bij een concentratie van 1g/L.).

Een verhoogde turbiditeit is niet alleen het resultaat van baggeractiviteiten maar is ook het gevolg van stormen en natuurlijke getijwerking. Het is dan ook interessant de relatieve bijdrage van de baggeractiviteiten aan de natuurlijke achtergrondturbiditeit te kunnen kwantificeren om zo de surplus impact van baggeractiviteiten te kunnen inschatten.

Op basis van de resultaten van deze studie kan besloten worden dat het onwaarschijnlijk is dat de verhoogde turbiditeit ten gevolge van baggeractiviteiten negatieve effecten zal veroorzaken op de overleving van juveniele vis en aasgarnalen. Immers deze activiteiten zijn intermitterend van karakter waarbij periodes van verhoogde turbiditeit worden waargenomen over korte tijdsintervallen terwijl in deze studie enkel een "worst-case" scenario (continue blootstelling) werd beschouwd.

Metingen van het verticaal turbiditeitsprofiel op loswallen en ter hoogte van baggeractiviteiten toonden aan dat in de bovenste waterlaag (0-2.5 m) de gesuspendeerde sedimentconcentraties in het algemeen beneden 0.5 g/L. zijn. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat de effecten op de algenpopulatie verwaarloosbaar zullen zijn

5. MONITORING

Algemene monitoring

In oktober-november 1989 werd door het Vlaamse Gewest een uitgebreide monitoringscampagne uitgevoerd waarbij 77 bodemstalen werden genomen in alle baggerzones van de Belgische kust waarop een uitgebreid karakterisatie-onderzoek werd uitgevoerd, in het bijzonder de algemene fysico-chemische karakteristieken en hun concentratie aan anorganische en organische contaminanten. Hiermee werd voor het eerst een zeer gedetailleerd beeld bekomen van de verontreiniging van de baggerspecie aan de Belgische kust (zie rapport Ecologische impact van de baggerspecie lossingen voor de Belgische kust, 1993).

Eind december 2000 – begin 2001 werd een gelijkaardige meetcampagne uitgevoerd met als doel de conclusies die na de meetcampagne van 1990 werden getrokken, al dan niet te bevestigen en de verdere evolutie van de verontreiniging na te gaan. Hiertoe werden tijdens deze meetcampagne 82 monsters genomen in de vaargeulen en havens van Zeebrugge, Nieuwpoort, Blankenberge en Oostende. Om een zo optimaal mogelijke vergelijking tussen de beide campagnes te kunnen maken, werd getracht de stalen zoveel mogelijk op dezelfde plaatsen als in 1990 te nemen.

In de onderstaande tabellen worden, per havengedeelte, de gemiddelde analyseresultaten van de 2000-2001 meetcampagne en deze van de 1990 meetcampagne met elkaar vergeleken.

Para- meter	een- heid	Voorhaven Zeebrugge		CDNB Zeebrugge		Pas van het Zand		Scheur	
		1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
As	ppm	14.0	18.0	17.4	18.1	11.5	11.0	10.2	8.84
Cd	ppm	2.73	0.57	2.85	0.40	1.96	0.28	1.87	0.15
Cr	ppm	44.7	71.6	56.9	66.7	27.0	34.4	30.9	24.5
Cu	ppm	24.8	19.8	17.7	15.5	11.5	7.63	8.99	4.50
Hg	ppm	0.43	0.21	0.25	0.17	0.39	0.10	0.17	0.06
Pb	ppm	76.8	39.8	60.9	36.4	32.3	19.7	36.4	12.6
Ni	ppm	23.1	21.5	27.9	20.6	20.0	10.7	16.5	8.04
Zn	ppm	167	139	155	119	96.2	61.4	79.5	39.6
TBT	ppb	21.7	57.5	-	33.7	-	24.7	-	15.2
Σ PAKs	mg/g _{oc}	0.035	0.054	0.013	0.000	0.013	0.034	0.013	0.029
Σ PCBs	mg/g _{oc}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Parameter	eenheid	Haven Blankenberge		Toegangsgeul Blankenberge		Haven Nieuwpoort		Haven Oostende		Toegangsgeul Oostende	
		1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
As	ppm	13.7	17.4	5.77	5.49	12.9	13.0	13.1	16.5	7.08	9.67
Cd	ppm	2.41	0.36	1.07	0.00	2.32	0.40	2.44	0.56	0.56	0.19
Cr	ppm	18.9	60.9	4.30	14.9	26.3	48.1	52.2	59.0	14.7	33.3
Cu	ppm	19.9	16.0	5.90	1.66	17.9	15.4	27.3	23.0	5.31	7.35
Hg	ppm	0.35	0.17	0.10	0.00	0.17	0.11	0.27	0.19	0.08	0.09
Pb	ppm	51.7	34.9	18.2	6.09	46.0	30.7	63.8	38.9	20.9	17.6
Ni	ppm	23.9	19.0	8.59	3.88	21.0	15.0	20.6	18.4	11.2	10.2
Zn	ppm	120	103	29.5	22.3	104	90.1	151	137	50.3	57.0
TBT	ppb	41.3	59.8	-	0.0	18.0	32.6	27.0	61.2	-	63.2
Σ PAKs	mg/g _{oc}	0.023	0.052	0.029	0.000	0.017	0.032	0.025	0.065	0.018	0.030
Σ PCBs	mg/g _{oc}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Hieronder zijn de voornaamste globale conclusies die uit deze vergelijking naar voor komen, weergegeven:

- De meeste verontreinigingen bevinden zich, net als in de vorige meetcampagne in de eigenlijke havens en niet zozeer in de toegangsgeulen.
- In de huidige campagne bevond de zwaarste verontreiniging zich ter hoogte van de Vissershaven te Oostende. Daar werden in de vorige campagne geen monsters genomen.
- De sterkst verontreinigde monsters waren tijdens de vorige campagne afkomstig uit de Vissershaven te Zeebrugge. Tijdens de huidige campagne werden daar geen monsters genomen.
- De gemiddelde tributyltinconcentraties zijn in vergelijking met 1990, toen de grenswaarde reeds in alle havens gemiddeld werd overschreden, nog toegenomen.
- Daar waar de chroomverontreiniging is toegenomen, is de verontreiniging aan de overige metalen in de huidige meetcampagne gedaald in vergelijking met 1990.

Compliance monitoring

Zoals voorgeschreven in de "OSPAR Richtlijnen voor het management van baggerspecie" worden in de vergunningen voor het storten in zee van baggerspecie

sedimentkwaliteitscriteria (SQC's) opgenomen waaraan de baggerspecie moet voldoen om in zee te kunnen gestort worden:

	Streefwaarde	Grenswaarde
Hg	0.3 ppm	1.5 ppm
Cd	2.5 ppm	7 ppm
Pb	70 ppm	350 ppm
Zn	160 ppm	500 ppm
Ni	70 ppm	280 ppm
As	20 ppm	100 ppm
Cr	60 ppm	220 ppm
Cu	20 ppm	100 ppm
TBT	3 ppb	7 ppb
Minerale olie	14 mg/g _{oc}	36 mg/g _{oc}
PAK's	70 µg/g _{oc}	180 µg/g _{oc}
PCB's	2 µg/g _{oc}	2 µg/g _{oc}

De grenswaarde voor drie van de hierbovenvermelde criteria mag in geen geval gelijktijdig overschreden worden. De analyses van de contaminanten dienen te gebeuren conform de monitoringsrichtlijnen van het OSPAR-Verdrag. Indien het analyseresultaat zich bevindt in de grijze zone, d.w.z. tussen de streefwaarde en de grenswaarde, moet het aantal monsters worden opgedreven tot het vijfvoudige en nieuwe analyses moeten worden uitgevoerd. Indien bepaalde delen nog in de grijze zone zitten, moet worden overgegaan tot bioassays welke op internationaal vlak worden voorgeschreven. Negatieve resultaten van deze bioassays kunnen leiden tot een verbod op het storten in zee van de baggerspecie afkomstig uit deze afgebakende zones.

Om deze SQC's te kunnen controleren ("compliance" monitoring) kan de BMM op elk ogenblik opdracht geven om monsters laten nemen in het beun van de baggerschepen die aan het werken zijn. Deze opdracht kan telefonisch of per e-mail gebeuren en met een indicatieve frekwentie van éénmaal per maand. De vergunninghouder dient deze monsters door een onafhankelijke deskundige te laten analyseren. Deze deskundige moet een gedetailleerd analysebericht verschaffen met vermelding van alle kwaliteitscriteria en hun detectielimieten evenals de korrelverdeling en het percentage droge stof.

Het is uit deze "compliance monitoring" dat eind '98 is gebleken dat de grenswaarden voor tributyltin (TBT) werden overschreden in het centraal deel van de nieuwe buitenhaven Zeebrugge. Op dat ogenblik was het aantal monsters evenwel te beperkt om definitieve conclusies te trekken. Uit verdere analyses is gebleken dat deze overschrijdingen systematisch waren. De TBT-problematiek wordt verder behandeld in het volgende hoofdstuk.

6. TBT- PROBLEMATIEK

Naar aanleiding van de systematische overschrijding van de grenswaarde van TBT die vermeld staat in de vergunningen, werd na overleg tussen federaal Leefmilieu en het Vlaamse Gewest, beslist om het verbod op storten in zee niet meer te laten gelden op basis van overschrijding van één parameter maar op basis van drie gelijktijdige overschrijdingen. Dit overleg heeft rekening gehouden met verschillende factoren :

- het feit dat België het enige land binnen de OSPAR-regio is die een waarde voor TBT in de vergunningen hanteert ;
- de toename van het gehalte aan TBT in sedimenten van havens en druk bevaren scheepvaartroutes een internationaal probleem is ;
- in het kader van de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) werd in november 1999 door de Algemene Vergadering Resolutie A.895 (21) aangenomen betreffende aangroeiwerende systemen voor schepen waarin staat dat de IMO-Commissie voor de bescherming van het mariene milieu (MEPC) een juridisch bindend instrument moet uitwerken op een mondiaal verbod op TBT uit te werken.

De diplomatieke conferentie vond plaats te Londen van 1 tot en met 5 oktober 2001. Deze conferentie vond dan ook plaats in de periode waarin België het EU-Voorzitterschap waarnam. België heeft dan ook een leidende rol gespeeld bij de onderhandelingen voor dit nieuw verdrag.

Het **Internationale Verdrag inzake de controle van schadelijke aangroeiwerende systemen op schepen** werd dan ook te Londen aanvaard op 5 oktober 2001 op de IMO op het einde van een 5-daagse Diplomatieke Conferentie.

Dit nieuw IMO-Verdrag zal het gebruik van schadelijke organotinverbindingen in aangroeiwerende verven die worden aangewend op schepen verbieden en zal een mechanisme instellen om het mogelijk gebruik van andere schadelijke stoffen in aangroeiwerende systemen in de toekomst te vermijden.

Algemene bepalingen van het Verdrag

- In de termen van het nieuwe Verdrag moeten de Partijen bij het Verdrag het gebruik van schadelijke aangroeiwerende systemen verbieden en/of beperken op schepen die hun vlag voeren evenals op schepen die niet hun vlag voeren maar die onder hun autoriteit opereren en op alle schepen die in een haven, scheepswerf of offshore terminal van een Partij binnenkomen.
- Schepen met meer dan 400 GT (gross tonnage, bruto register ton) en die internationale reizen doen (met uitzondering van vaste en drijvende platforms, drijvende stockeringseenheden "FSUs = floating storage units" en drijvende productiestockerings- en opnamēenheden "FPSO's = floating production storage and offtake units") zullen een initiële survey moeten ondergaan vooraleer het schip kan in

gebruik worden genomen of vooraleer een “Internationaal Aangroeiwerend Systeem Certificaat” kan worden uitgevaardigd; evenals een survey wanneer het aangroeiwerend systeem wordt gewijzigd of vervangen.

- Schepen van 24 m of meer maar met minder dan 400 GT en die internationale reizen doen (met uitzondering van vaste en drijvende platforms, drijvende stockeringseenheden en drijvende productiestockerings- en opnameeenheden) zullen een “**Declaration** over het aangroeiwerend systeem” moeten hebben, ondertekend door de eigenaar of een gemachtigd agent. De Declaration moet vergezeld zijn van de geschikte documentatie zoals een verfontvangsbewijs of een factuur van de aannemer.
- De aangroeiwerende systemen die verboden of te controleren zijn, worden vermeld in bijlage 1 van het Verdrag. Deze bijlage kan worden bijgewerkt als en indien nodig.
- Het Verdrag voorziet in de oprichting van een “technische groep” bestaande uit mensen met relevante ervaring, teneinde voorstellen voor andere stoffen gebruikt in aangroeiwerende systemen te evalueren op het verbieden of beperken ervan. In Art. 6 van het Verdrag wordt uiteengezet hoe de evaluatie van een aangroeiwerend systeem dient te gebeuren.

Specifieke bepalingen van het Verdrag

Voorzorgsprincipe

- Het voorzorgsprincipe, onder de vorm van “lack of full scientific certainty” (zoals ook in de POPs conventie), is opgenomen in de artikelen van het Verdrag. Daarmee is dit Verdrag het vijfde mondiale milieuverdrag (het eerste: klimaat '92) dat in de tekst van de artikelen het voorzorgsprincipe heeft opgenomen. Het dient opgemerkt dat in juni 2001, bij het einde van het Zweedse Voorzitterschap, er nog geen EU-consensus bestond en dat de 3de landen zich tot dan toe radicaal tot elke opname van het voorzorgsprincipe hadden verzet. Beide obstakels zijn dus overwonnen.

2003 - 2008

- In Bijlage 1 van het Verdrag staat dat vanaf 1 januari 2003 geen enkel schip nog organische tinverbindingen die als biociden in aangroeiwerende systemen fungeren, zal aanbrengen of heraanbrengen. Bovendien zullen schepen, vanaf 1 januari 2008:
 - (i) Ofwel zulke verbindingen niet meer op hun rompen of externe delen of oppervlakken hebben;
 - (ii) ofwel, een coating hebben die een barrière vormen om te voorkomen dat dergelijke verbindingen uitlogen uit de onderliggende aangroeiwerende systemen welke niet voldoen.

Inwerkingtreding

- Het nieuwe Verdrag zal van kracht worden 12 maanden nadat 25 Staten met 25 % van de wereldhandelsvloot GT het Verdrag geratificeerd hebben.

Amendering

- De amendering van het Verdrag (aanvullen van de lijst verboden aangroeiwerende systemen) berust op het "tacit acceptance" principe. Dit betekent dat een voorstel tot amendement, goedgekeurd binnen MEPC (Marine Environment Protection Committee van de IMO), in werking treedt 12 maanden na goedkeuring op voorwaarde dat gedurende de 6 maanden die volgen op de goedkeuring niet meer dan 2/3den van de IMO-Lidstaten het amendement verwerpen ("killing clause").

Resolutie "snelle en effectieve toepassing van het Verdrag"

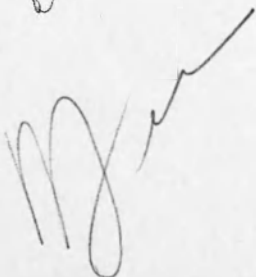
- De Conferentie heeft ook 4 Resoluties aangenomen, waaronder de belangrijkste Resolutie 1 is inzake "de vroege en effectieve toepassing van het Verdrag", waarbij.
 - (a) de Lidstaten van de IMO worden uitgenodigd om hun uiterste best te doen opdat het Verdrag zo snel mogelijk in werking kan treden.
 - (b) bij de industrie sterk wordt aangedrongen om zich te onthouden van het op de markt brengen, verkopen en toepassen van de stoffen gecontroleerd door het Verdrag.

Het Verdrag staat open voor ondertekening vanaf 1 februari 2002 tot en met 31 december 2002. In functie van de TBT-problematiek in België dient dit Verdrag dan ook zo snel mogelijk door België ondertekend en geratificeerd te worden.

7. AANBEVELINGEN

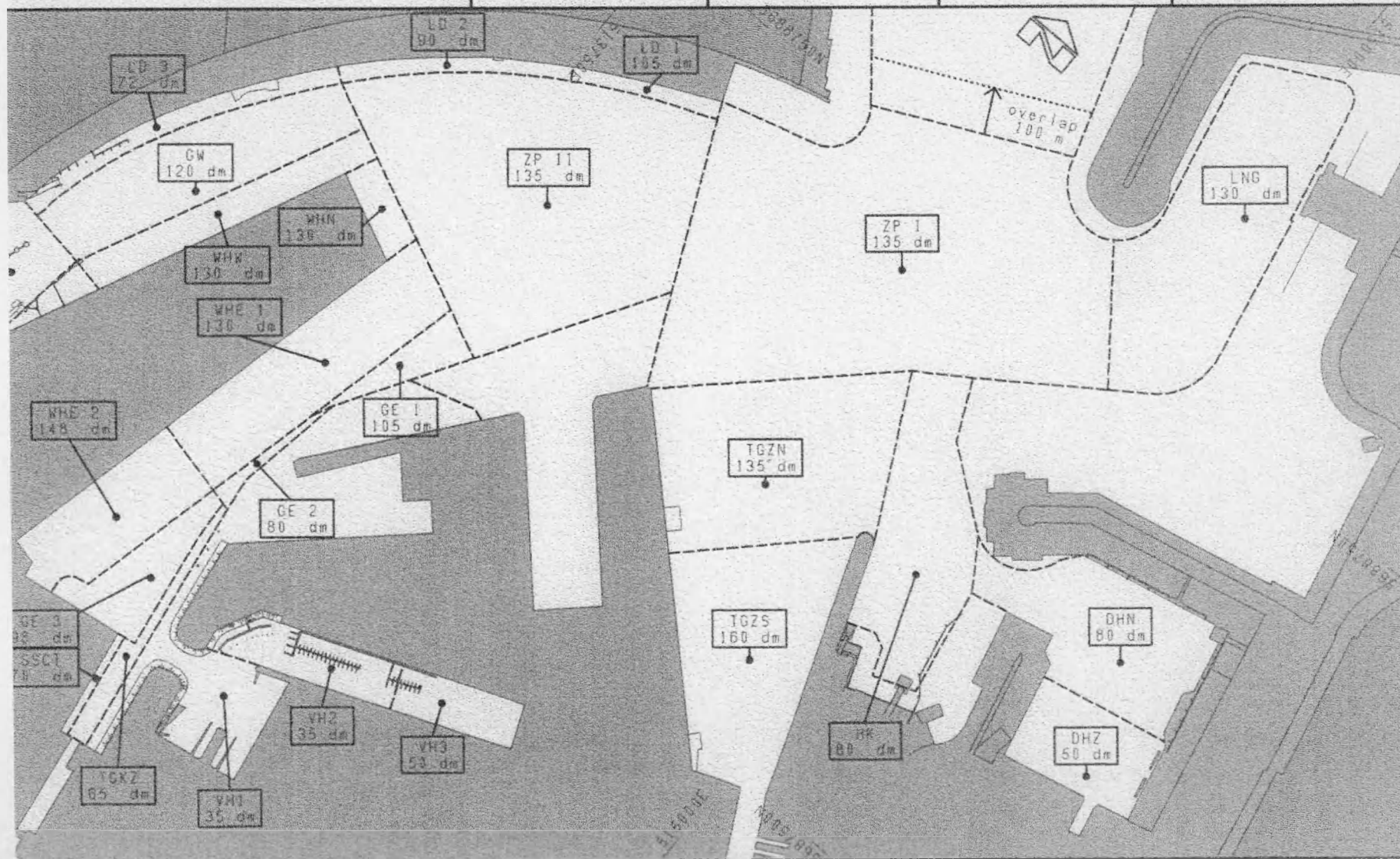
De hiernavolgende aanbevelingen worden voorgesteld ter ondersteuning van de ontwikkeling van een versterkt milieubeleid :

- De stijging van het PCB-gehalte en het gehalte aan zware metalen op de stortplaatsen, en in het bijzonder op de stortplaats Oostende, dient oorzakelijk te worden onderzocht ;
- De monitoring op de bagger- en stortplaatsen dient op elkaar te worden afgesteld. Overleg tussen de BMM en DvZ is dan ook noodzakelijk.
- Het aantal monitoringspunten dient te worden aangepast en dit in het bijzonder voor de nieuwe stortplaats Nieuwpoort. De frekwentie van de monitoring dient eveneens te worden opgedreven. Ook hier is overleg tussen de BMM en DvZ noodzakelijk.
- Integratie van de verschillende onderzoeksresultaten is noodzakelijk. Zo dient meer gecommuniceerd te worden tussen BMM en DvZ opdat de resultaten van de compliance monitoring en van de DvZ-monitoring kunnen vergeleken worden.
- Er dient onderzoek te worden verricht naar de mogelijkheden om de te baggeren hoeveelheden te beperken. Mogelijke domeinen van onderzoek :
 - (i) nauwkeuriger definitie van de nautische bodem zo zou bvb. kunnen nagegaan worden of de densiteit van 1.15 nu zou kunnen worden opgedreven worden naar 1.2 zonder evenwel de scheepvaart in gevaar te brengen ;
 - (ii) onderzoek naar het efficiënter baggeren van lichte sliblagen
 - (iii) onderzoek naar hoe de stortplaatsen efficiënter zouden kunnen gemaakt worden om terugvloei te beperken ;
- De mogelijkheid van een eventuele « exploitatie » van de stortplaatsen dient onderzocht te worden.
- Er wordt voorgesteld om de geldigheidsduur van 2 jaar van de vergunningen, vermeld in het K.B. van 12 maart 2000, te wijzigen in 5 jaar zonder evenwel een wijziging aan te brengen aan de verplichting om 2-jarlijks een syntheserapport op te stellen.

Voor akkoord


Bijlage 1

RUGGE VOORHAVEN





ZEEBRUGGE
NIEUWE BUITENHAVEN

CDNB - WIELINGENDOK
ALBERT II DOK

Opgemaakt door : tijdelijke vereniging NOORDZEE EN KUST
Nagezien door : Goedgekeurd door :

Marc Vandecasteele

Ir. Elie Raes

Streefdieptes in dm t.o.v. H.
Ververking : Kaatje Vandaele

Schaal : 1/12.500
Datum : 25/03/2002
Plannr. : 09863-2002

MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP
DEPARTEMENT LEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
ADMINISTRATIE WATERWEGEN
EN ZEEWEZEN
AFDELING MARITIEME TOEGANG

Nagezien door :
Afd. Maritieme Toegang

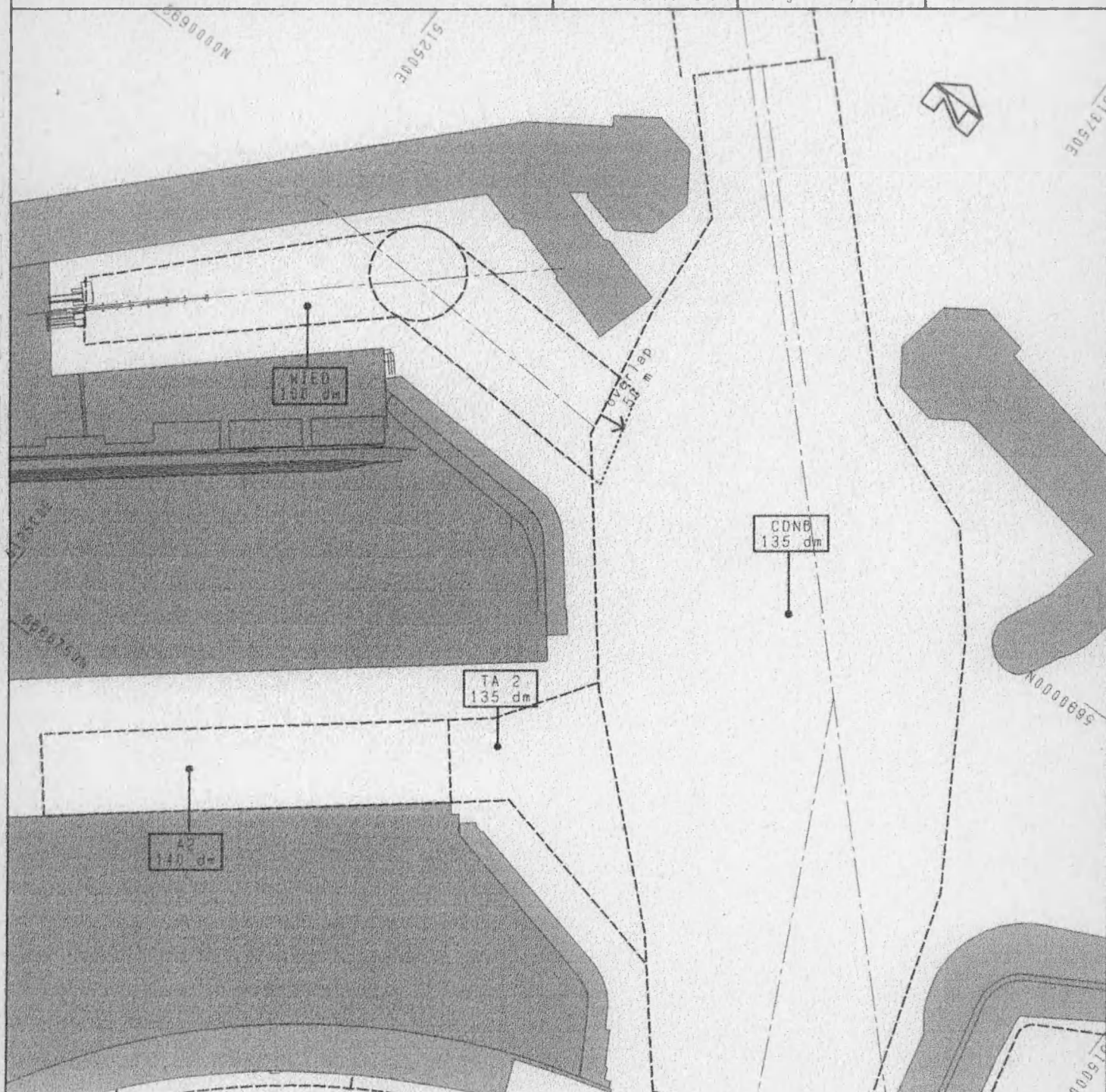
Goedgekeurd door :
Afd. Maritieme Toegang
Datum :

Goedgekeurd door :
Datum :

Guido Jansseune

Ing. Franky Warrner

Ir. Dirk De Brauer



Bijlage 2

ERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP
 PARTEMENTLEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
 ADMINISTRATIE WATERWEGEN
 EN ZEEWEZEN
 AFDELING MARITIEME TOEGANG

Opgemaakt door :
 tijdelijke vereniging
 NOORDZEE EN KUST
 Nagezien door :
 Marc Vandecasteele
 Goedgekeurd door :

UTM ruitennet - ED 58 - zone 31
 Verwerking : Keesje Vandaele

Schaal : 1:100.000
 Datum : 15/02/2002
 Plannr. : 05303-2002

Nagezien door :
 Afd. Maritieme Toegang

Goedgekeurd door :
 Afd. Maritieme Toegang
 Datum :

Goedgekeurd door :
 Datum :

EUWE STORTZONE NIEUWPOORT DE BESCHERMINGSZONE

Ir. Elie Rees

Guido Jansseune

Ing. Franky Warriner

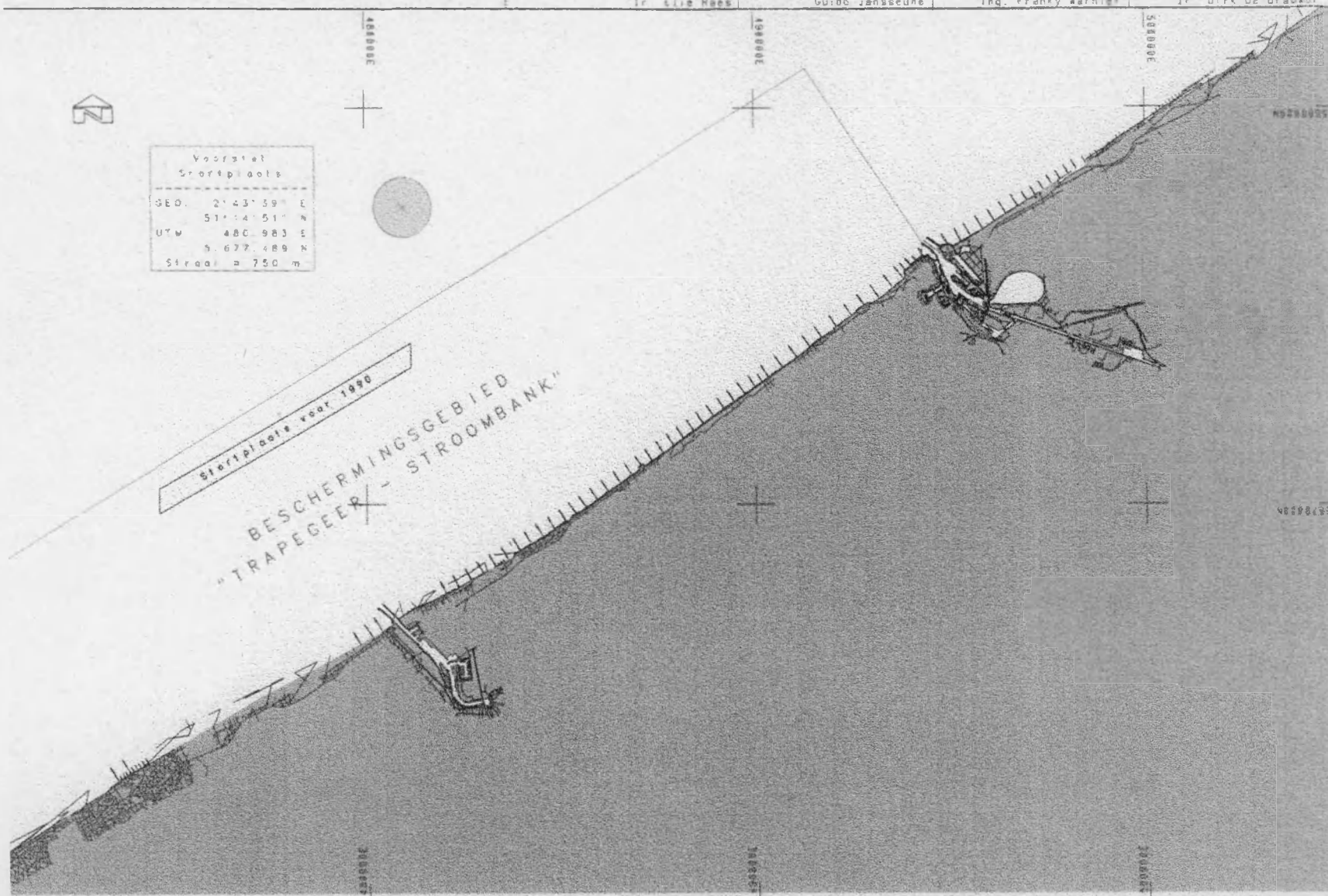
Ir. Dirk De Brauwere



Voorziet
 Stortplaats
 GEO. 2° 43' 59" E
 51° 14' 51" N
 UTM 480.983 E
 5.677.489 N
 Straal = 750 m

Stortplaats voor 1990

BESCHERMINGSGBIED
 "TRAPECEER - STROOMBANK"



N0000495

ERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP
ARTEMENTLEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
ADMINISTRATIE WATERWEGEN
EN ZEEWEZEN
AFDELING MARITIEME TOEGANG

Opgemaakt door :
tijdelijke vereniging
NOORDZEE EN KUST

UTM ruitennet - ED 50 - zone 31
Verwerking : Katrijke Vandaele

Schaal : 1/40.000
Datum : 15/02/2002
Plannr. : 051b3-2002

Nagezien door :

Marc Vandecasteele

Goedgekeurd door :

Ir. Elie Raes

Nagezien door :
Afd. Maritieme Toegang

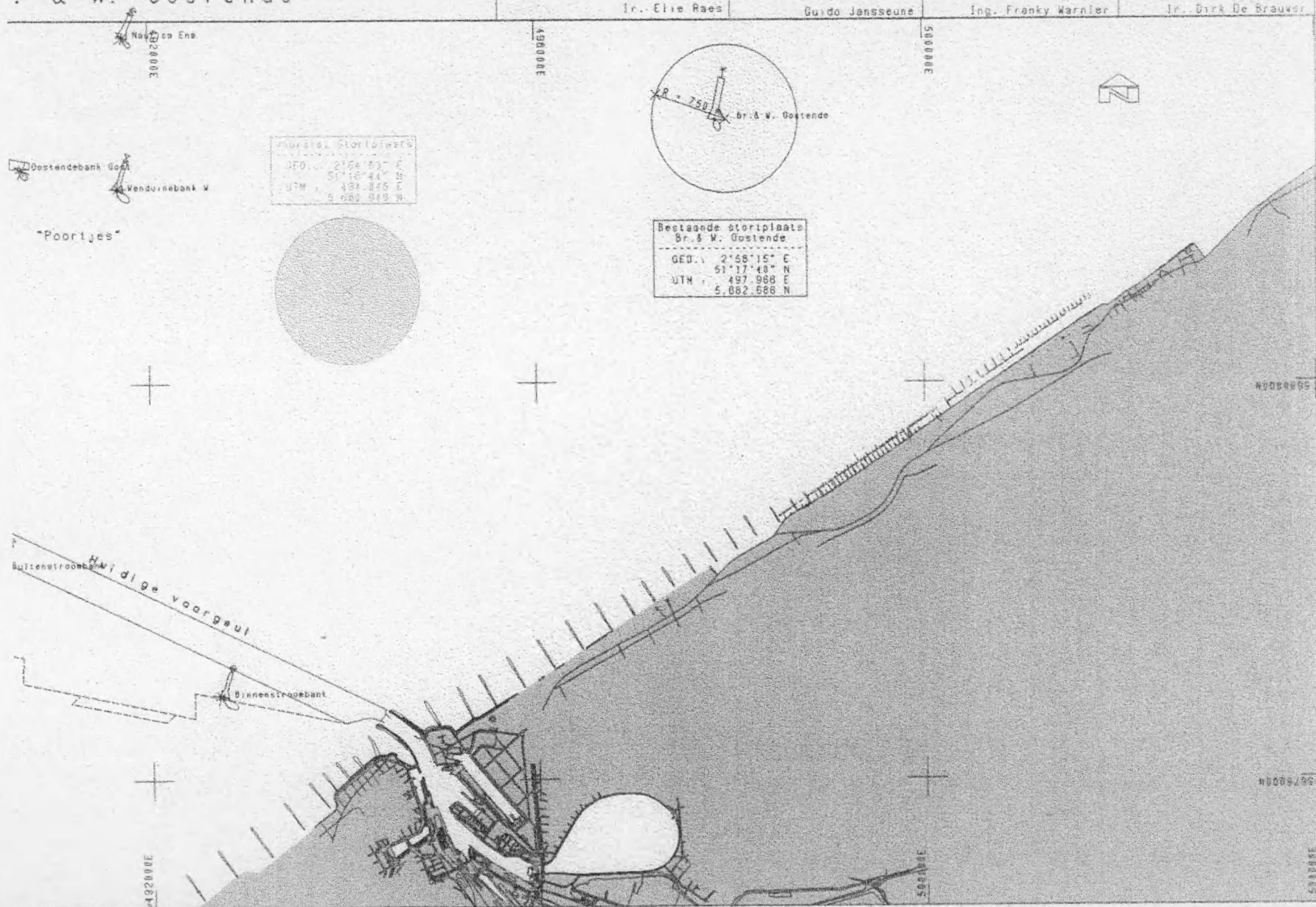
Goedgekeurd door :
Afd. Maritieme Toegang
Datum :

Guido Jansseune

Goedgekeurd door :
Datum :

Ir. Dirk De Brauer

LAATSEN STORTZONE
& W. Oostende



MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP
 DEPARTEMENT LEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
 ADMINISTRATIE WATERWEGEN
 EN ZEEWEZEN
 AFDELING MARITIEME TOEGANG

Opgemaakt door :
 tijdelijke vereniging
 NOORDZEE EN KUST

Straafdieptes in de t.o.v. H.
 Verwerking : Kaatje Vandaele

Schaal : 1:100.000
 Datum : 15/02/2002
 Plannr. : 05403-2002

Negezien door :

Marc Vandecasteele

Goedgekeurd door :

Negezien door :
 Afd. Maritieme Toegang

Goedgekeurd door :
 Afd. Maritieme Toegang
 Datum :

Goedgekeurd door :
 Datum :

Ir. Elie Raes

Guido Jansseune

Ing. Franky Wamier

Ir. Dirk De Brabuer

D - SCHEUR WEST - SCHEUR OOST
 S S1 - S2 - ZB Oost - S3 - R4

