

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

regulering stofstromen zout

voorstel voor aanpassing en aanvulling
modelinstrumentarium voor toxische stoffen

T 474.95
mei 1988

offerte



waterloopkundig laboratorium | WL

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren

regulering stofstromen zout

T 474.95
mei 1988

voorstel voor aanpassing en aanvulling
modelinstrumentarium voor toxische stoffen

offerte

J.A. van Pagee en A.A. Markus

INHOUD

	blz.
1. Inleiding	2
2. Beknopte beschrijving van het in MANS toegepaste model	3
3. Overzicht van voorgestelde werkzaamheden	4
4. Planning en financiën	7

Bijlage

Modellering grootschalige verspreiding van toxische stoffen
(uit: rapportage MANS voorstudie: case 2 "Toxische stoffen")

1. INLEIDING

In het kader van MANS is voor de toxische stoffen case een soortgelijk instrumentarium ontwikkeld als voor de eutrofiëringscase. Beide zijn gebaseerd op het concept van de Transport Atlas. Door bijdragen van de afzonderlijke bronnen met de juiste vrachten te sommeren wordt de totale concentratie in de Noordzee benaderd.

In tegenstelling tot de eutrofiëringscase is bij de toxische stoffen case de nadruk gelegd op het transport van stoffen, waarbij onderscheid is gemaakt tussen opgeloste en gesuspendeerde (particulaire) fracties. Hierbij is aangenomen dat na de zoet-zout overgang geen uitwisseling optreedt tussen de beide fracties zodat het transport van het opgeloste deel direct overeenkomt met de transporten zoals zijn opgenomen in de Transport Atlas.

De particulaire fractie behoefde meer aandacht, omdat het transport van zwevende stof verschilt van dat van opgeloste stof. Ten eerste kan zwevend stof sedimenteren en zo (tijdelijk) uit de waterfase verdwijnen. Ten tweede wordt voor bepaalde gebieden, met name de Vlaamse Banken, geconstateerd dat er materiaal van de bodem in de waterfase terechtkomt en het gebied uit wordt getransporteerd. Ten derde wordt voor de Nederlandse kust een zeer hoge concentratie zwevend stof aangetroffen, die verklaard kan worden uit de invloed van golven in deze ondiepe gebieden en uit een netto kustwaarts transport, dat zorgt voor een opeenhoping van zwevende stof nabij de kust.

WL is gevraagd t.b.v. het project Regulering Stofstromen dit instrumentarium zodanig aan te passen dat in fase III van dit project nadere analyses kunnen worden gemaakt van de verspreiding van toxische stoffen ten behoeve van de 3^e Nota Waterhuishouding. In dit voorstel worden de mogelijkheden en beperkingen van het instrumentarium op rij gezet en worden een aantal aanpassingen, wijzigingen en aanvullingen vastgesteld. Tevens worden de opties betreffende presentatie van de modelresultaten nader uitgewerkt.

2. BEKNOPTE BESCHRIJVING VAN HET IN MANS TOEGEPASTE MODEL (ZIE BIJLAGE)

In de toxische stoffen case zijn de diverse aspecten van het transport van zwevende stof op pragmatische wijze in model gebracht. Voor een aantal gebieden, waarvan bekend is dat er netto sedimentatie plaatsvindt, is in het model sedimentatie opgelegd. Voor de Vlaamse Banken is gesteld dat er ook erosie plaatsvindt. Verder is op het resttransportveld, zoals dat ook geldt voor opgeloste stof, een kustwaarts transport gesuperponeerd, zodat de waargenomen concentratieverhoging nabij de kust ook door het model wordt weergegeven. Tenslotte is voor het gehele modelgebied een globale sedimentatie opgelegd. Het resultaat van deze modellering is, dat de in de Nederlandse kuststrook waargenomen gemiddelde concentratieverdeling vrij goed wordt benaderd door de berekende verdeling.

De toegepaste modellering heeft op de volgende punten nadere toetsing:

- Komen de gebieden waarvoor in het model sedimentatie is opgelegd overeen met de werkelijkheid? Voor de Waddenzee en de Duitse Bocht wordt in zeer beperkte gebieden slib aangetroffen in de bodem. De massabalans en de concentratie zwevend stof voor deze gebieden zou dan bekeken kunnen worden om te zien of de modelresultaten de metingen enigszins benaderen. Hieraan is in de toxische stoffen case slechts zijdelings aandacht besteed.
- Voor de Vlaamse Banken wordt in de literatuur een veel lagere erosie gevonden dan voor het model nodig bleek. Indien men het getal van 1 Mton/jaar hanteert, dan zijn de concentraties aan zwevende stof in de buurt van de Zuidnederlandse kust veel lager dan gemeten. Daarom is een waarde van 4 Mton/jaar gebruikt in de berekeningen. Een mogelijke verklaring voor deze discrepantie is de omvang van zowel onderhouds- als uitbreidings baggerwerkzaamheden voor de haven van Zeebrugge.
- Het kustwaartse transport van particulier materiaal is zodanig opgelegd, dat een betrekkelijk goede overeenkomst ontstaat met de metingen. Een dergelijk transport is echter alleen voor de westelijke kust opgelegd, terwijl de metingen van zwevende stof soortgelijke profielen laten zien voor de Noordnederlandse kust. Het is niet onwaarschijnlijk dat een dergelijk kustwaarts transport zich overal langs de kust voordoet.

3. OVERZICHT VAN VOORGESTELDE WERKZAAMHEDEN

De werkzaamheden zoals geformuleerd in dit overzicht betreffen zowel aanpassingen als aanvullingen op dit instrumentarium, waarmee wordt beoogd;

- a. verbetering van de simulatie resultaten t.o.v. de veldwaarnemingen
- b. uitbreiding van de toepasbaarheid van het instrumentarium voor de analyse van meerdere (combinaties van) bronnen
- c. uitwerking van de analyse mogelijkheden m.b.t. bodemverontreiniging, antropogeniteit en vergelijking met normen en beoordelingsniveaus.
- d. verbetering van de gebruikersvriendelijkheid en mogelijkheden voor presentatie van de resultaten

De werkzaamheden omvatten:

1. **Transport van opgeloste stoffen**

Uitbreiding van het instrumentarium met transport matrices voor diverse bronnen, o.a.

- atmosferische depositie vanuit diverse landen (in MANS alleen als particulier beschouwd)
- potentiële dumpingslocaties o.a. nabij de Schelde, Rijnmond en IJmuiden (0, 30, 60 km uit de kust)
- mogelijkheid voor inbreng van stoffen in de monding van de estuaria van rivieren als de Schelde en Eems waarbij de voor de omvang en verdeling over opgelost en particulier gebruik wordt gemaakt van specifieke studies voor deze estuaria.
- mogelijkheid voor beschouwing van inhomogeniteiten langs de model randen (Kanaal en Noord Atlantische oceaan).

2. Transport van gesuspendeerde stoffen

Herbeschouwing van erosie en sedimentatie gebieden en kustwaartsgericht transport op basis van recente informatie omtrent slibvoorkomens (v Alphen) en slibbalansen voor estuaria en Waddenzee.

Vergelijking van gesimuleerde zwevend stof concentraties met waarnemingen.

Aanmaken van nieuwe transport matrices voor diverse (combinaties van) bronnen (zie specificatie bij opgeloste stoffen)

3. Uitwisseling Noordzee-Waddenzee

Op basis van uitgevoerde balansstudies (BEWON) voor de Waddenzee zal worden nagegaan in hoeverre de uitwisseling tussen Noordzee en Waddenzee moet worden aangepast. Een dergelijke aanpassing zal mede worden gebaseerd op een vergelijking tussen berekende en waargenomen concentraties.

Voor opgeloste stoffen zal een nadere evaluatie van de totale uitwisseling plaatsvinden op basis van de door Ridderinkhof afgeleide transporten en een vergelijking tussen berekende en waargenomen saliniteiten. Voor particulaire stoffen zal deze evaluatie vooral worden gebaseerd op een vergelijking tussen berekende en waargenomen zwevend stof gehalten en de omvang van sediment afzettingen in de Waddenzee.

4. Toxische stoffen in waterfase

Vooralsnog is onduidelijk welke stoffen voor de 3e NWH dienen te worden beschouwd voor het zoute water. Voor stofstromen-zoet (T234.00) worden slechts een 2-tal stoffen beschouwd t.w.

Cd en HCB.

In de nota krijgen een 13-tal stoffen de aandacht t.w.,

Cd, Zn, Cu, Cr, Pb, Ni, As, Hg,

PCB-153, Benzo(a)pyreen, Fluorantheen, γ -HCH en HCB

Afhankelijk van de uiteindelijke keuze voor stofstromen-zout dient voor de te beschouwen stoffen informatie te worden verzameld betreffende:

- de inbreng en aanvoer van deze stoffen
- de hoofdkenmerken van fysische, chemische en biologische processen die het gedrag van deze stoffen in de waterfase beïnvloeden
- de waargenomen concentraties
- de verdeling over opgelost en gesuspendeerd o.i.v. saliniteit, pH e.d.

Afhankelijk van de te selecteren stoffen zal een aanvulling nodig zijn betreffende de analyse van de zoet-zout overgang.

Een koppeling dient te worden gelegd tussen de beschouwde scenario's en beleidsalternatieven voor het zoete water en de gevolgen voor het zoute water. Dit betreft niet alleen een koppeling van de directe belasting vanuit het zoete naar de Noordzee maar tevens een beschouwing van de (mogelijke) indirecte belasting vanuit de afzet (dumping) van baggerspecie in de estuaria. Om de te verwachten ontwikkelingen in de kwaliteit van de baggerspecie te koppelen aan mogelijke ontwikkeling is de verontreiniging van de rivieren is het noodzakelijk een sluitende stoffen balans op te stellen voor bijvoorbeeld het Rijnmond gebied. Vooralsnog zijn deze (extra) activiteiten m.b.t. de zoet-zout koppeling in dit voorstel buiten beschouwing gelaten.

5. Accumulatie van toxische stoffen in de bodem

Voor een beschouwing van de accumulatie van toxische stoffen in de bodem is kennis noodzakelijk van de historische ontwikkeling van de verontreiniging van het aangevoerde zwevend stof. Ten behoeve van een dergelijke analyse is het noodzakelijk om de historische ontwikkeling (bijv. vanaf 1900) van de lozings-situatie zo goed mogelijk te kwantificeren. Met het modelinstrumentarium kan vervolgens het verloop van de kwaliteit van het zwevend stof worden berekend. Met behulp van de uit het model beschikbare informatie omtrent de sedimentatie van slib kan de kwaliteit van het bodem sediment in eerste benadering worden bepaald op basis van een analytische nabewerkingsmethode voor sediment afzettingen zonder menging (stapeling) en met menging (gemiddelde voor actieve bodemlaag).

Bij de analyse zal speciale aandacht worden besteed aan de vergelijking met beschikbare veldwaarnemingen. De analyse zal ondermeer resulteren in een overzicht van de huidige bodemverontreiniging mede in vergelijking met de te verwachten verontreiniging op lange termijn (berekende evenwichtswaarde).

6. Modelinstrumentarium en display programma's

Via een menu gestuurde invoer zal een display programma worden ontwikkeld voor de weergave van zowel 2D (contourplot), 1D (lijnplot) als OD (puntlocaties) berekeningsresultaten.

De berekeningsresultaten betreffen o.a.

- opgeloste concentraties (g/m^3)
- particulaire concentraties (g/m^3)
- concentraties in zwevend stof (g/g)
- fluxen naar de bodem ($\text{g/m}^2/\text{d}$)

Voor de 1D en OD presentaties is het mogelijk om in één figuur (tabel) een weergave te krijgen van verschillende scenario's en beleidsalternatieven.

Dit model instrumentarium zal aan RWS worden opgeleverd.

7. Voorbereiding en uitvoering berekeningen

De werkzaamheden voor het doorrekenen van diverse scenario's en beleidsalternatieven betreffen vooral het bepalen van de lozingssituaties alsmede het presenteren van de simulatie resultaten.

Ter interpretatie van de diverse scenario's en beleidsalternatieven dient een presentatie vorm te worden gekozen die aansluit op de criteria die uit beleidsoogpunt van belang zijn.

Hierbij kan worden gedacht aan presentaties op basis van antropogeniteit, normen en/of beoordelingsniveau's (zie WKP-NZ). De nadere invulling hiervan zal te zijner tijd in nader overleg met de NW3-groep geschieden.

4. PLANNING EN FINANCIËN

Op basis van het samenvattend overzicht van werkzaamheden is in de hieronderstaande tabel een schatting gemaakt van de omvang van de door WL te verrichten werkzaamheden. Tevens is aangegeven voor welke onderdelen inbreng vanuit Rijkswaterstaat (DGW, DNZ) noodzakelijk is.

<u>werkzaamheden</u>	WL	RWS
1. transport van opgeloste stoffen		
aanmaken transport matrices	2	menndagen
2. transport gesuspendeerde stoffen		
evaluatie slibtransport	5	x
aanpassen erosie, sedimentatie + kustwaartstransport	5	
aanmaken transport matrices	2	
3. uitwisseling Waddenzee - Noordzee	5	x
4. toxische stoffen waterfase		
stofkeuze		x
bijwerken lozingsgegevens	5	x
waterkwaliteitsprocessen formuleringen	3	
verzamelen waarnemingen	3	x
verdeling opgelost/gesuspendeerd	2	
uitvoeren berekeningen	3	x
5. accumulatie in bodem		
historische ontwikkeling zwevend stof		
verontreiniging	2	x
sedimentafzetting	1	x
bodem/water uitwisseling	3	x
uitvoeren berekeningen	2	x
vergelijking met veldwaarnemingen	4	x
6. aanpassen en uitbreiden modelinstrumentarium	10	x
7. uitvoeren analyse t.b.v. 3^e NWH	pm	x
8. rapportage, overleg, projectmanagement	10	x
	—	
totaal (menndagen)	67	

In deze planning van werkzaamheden zijn vooralsnog de werkzaamheden voor het uitvoeren van de analyse ten behoeve van de 3^e NWH niet expliciet gepland, aangezien de omvang en inhoud van deze analyse sterk afhankelijk is van de nog te formuleren scenario's en beleidsalternatieven. De activiteiten 1 t/m 5 en de bijbehorende rapportage zullen voor medio september kunnen worden uitgevoerd. Aansluitend zal uitvoering kunnen plaatsvinden van de activiteiten 6 en 7 (afronding voor eind 1988).

De kosten van de hierboven genoemde werkzaamheden inclusief computerkosten worden geraamd op f 105.000,-- exclusief BTW.

5 MODELLERING GROOTSCHALIGE VERSPREIDING VAN TOXISCHE STOFFEN

5.1 Waterbeweging en transport van stoffen

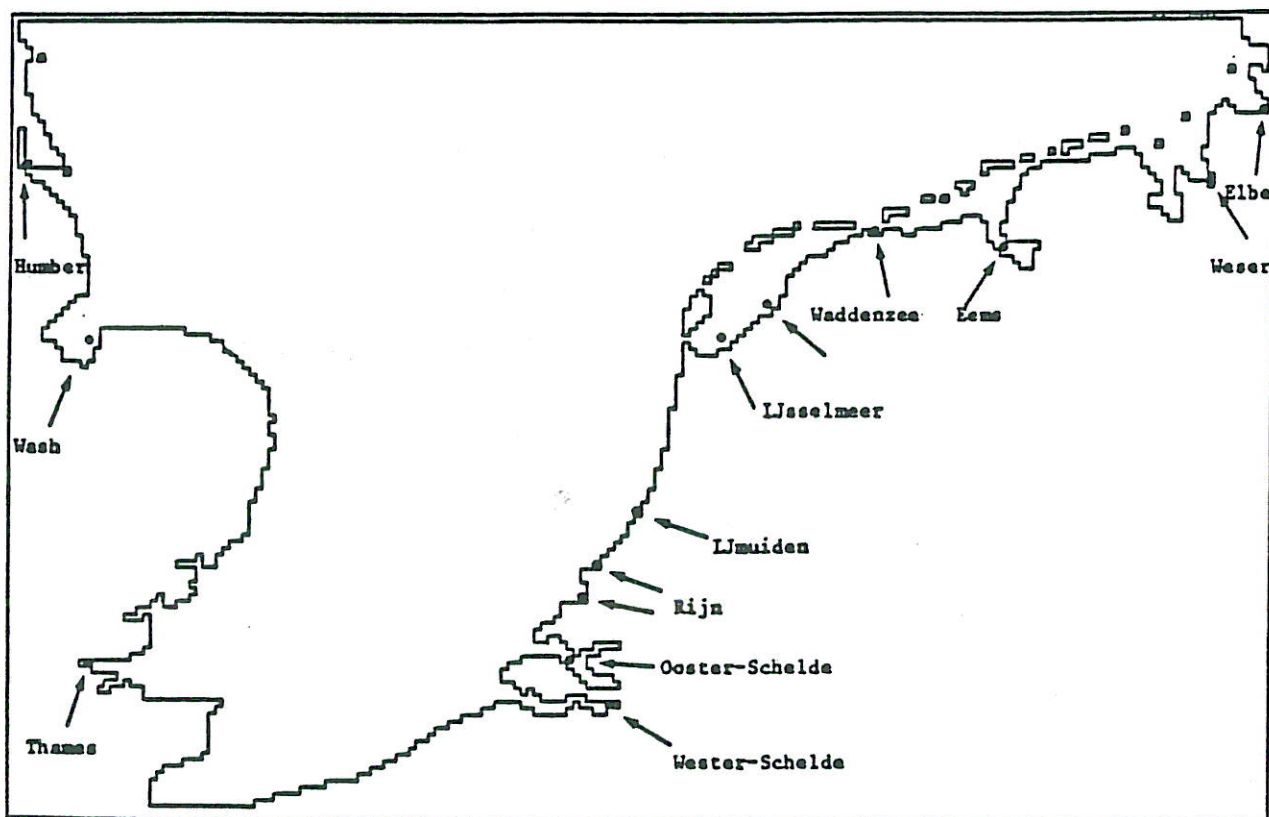
De stromingen in de Noordzee worden in belangrijke mate bepaald door getij en wind. Met behulp van numerieke modellen is het mogelijk de waterbeweging in de Noordzee te berekenen, rekening houdend met de variabiliteit in getij, wind en rivierinstromen.

Op basis van de resultaten van deze waterbewegingsmodellen kan het transport van stoffen worden berekend met behulp van waterkwaliteitsmodellen. Recentelijk zijn de resultaten van dergelijke berekeningen gebruikt voor het samenstellen van een Transport Atlas waarin de belangrijkste kenmerken van het lange termijn transport van opgeloste stoffen in de Noordzee wordt beschreven (Ruijter et al., 1987).

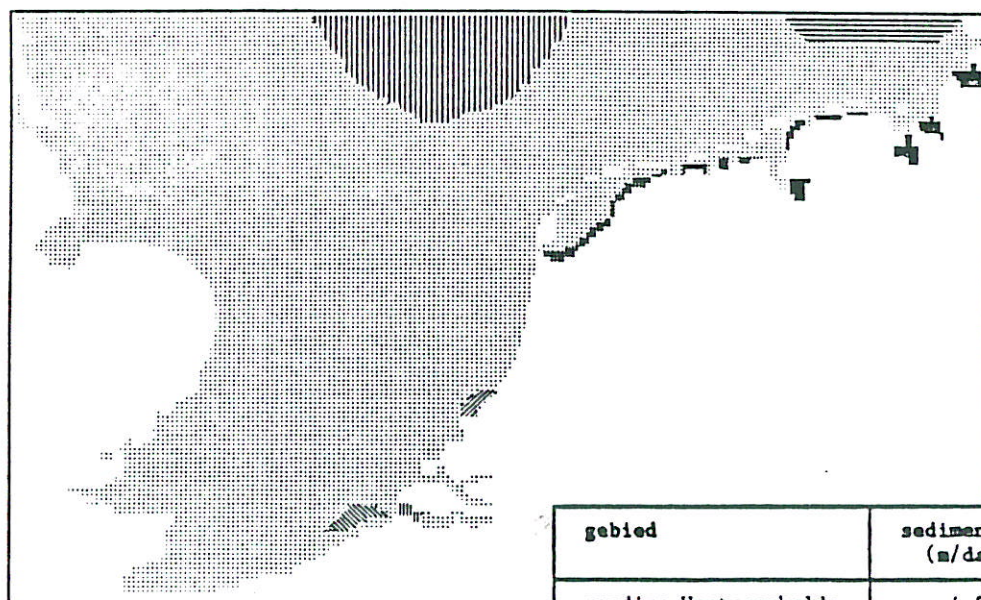
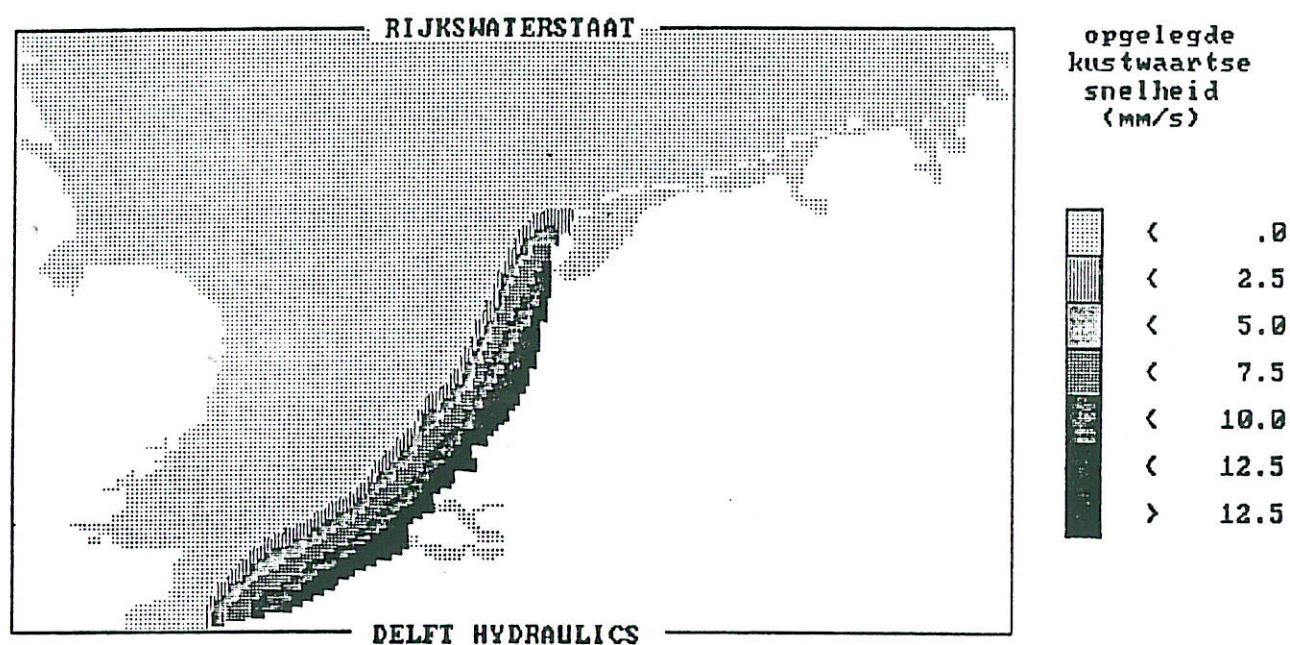
De resultaten zoals vermeld in deze Transport Atlas hebben betrekking op een 2-tal modelschematisaties. Dit betreft een relatief fijne schematisatie van de zuidelijke Noordzee op basis van roosterafmetingen van 3,2 bij 3,2 km en een grovere schematisatie van vrijwel de gehele Noordzee op basis van een 8 x 8 km rooster.

Aangezien in deze case-studie vooral de effecten van dumping van baggerspecie voor de Nederlandse kust centraal staan is gekozen voor het gebruik van het eerstgenoemde model (zie schematisatie fig. 5.1).

Zonder verdere aanpassing kon het model direkt worden gebruikt voor de berekening van de verspreiding van opgeloste stoffen vanuit diverse bronnen.



Figuur 5.1 Schematisatie Zuidelijke Noordzee ten behoeve van modellering waterbeweging en transport van stoffen (opgelost en partikulair)



gebied	sedimentatie (m/dag)	bodemaanwas (mm/jaar)
monding Westerschelde	4,0	2,92
monding N. Waterweg	1,0	0,73
Waddenzee	0,3	0,22
Duitse Estuaria	0,5	0,37
Oestergronden	0,15	0,11
Duitse Bocht	0,6	0,44

Figuur 5.2 Overzicht van gebieden waarin processen als erosie, sedimentatie en kustwaarts transport zijn beschouwd

Voor partikulair gebonden stoffen is het model zodanig aangepast dat de invloed van erosie en sedimentatieprocessen kan worden geïncorporeerd.

Aangezien de verspreiding van zwevend stof (slib) te beschouwen is als de basis voor de modellering van aan slib gehechte verontreinigingen is de mate van sedimentatie en erosie bepaald uit de waargenomen verspreiding van zwevend stof in de Noordzee (v. Alphen, 1987).

In figuur 5.2 is aangegeven welke gebieden bij deze modellering als specifieke sedimentatie en erosiegebieden zijn beschouwd. Tevens is een globale sedimentatie voor de gehele zuidelijke Noordzee aangenomen van 0,15 m/dag. Bij een lokale zwevend stof concentratie van 4 mg/l levert dit een netto bodemaanwas van ca. 0,1 mm/jaar. Voor de Nederlandse kust is rekening gehouden met een waargenomen kustwaarts gericht bodemtransport van bezonken slibdeeltjes (Spanhoff et al., 1987).

De aldus berekende concentratieverdeling van zwevend stof is weergegeven in figuur 5.3a. Hoewel lokaal verschillen aanwezig zijn tussen de met het model berekende concentraties en de waargenomen gehalten, zie figuur 5.3b, komt de gesimuleerde concentratieverdeling in grote lijnen overeen met de waargenomen concentratieverdeling.

5.2 Verspreiding van toxische stoffen

Bij de simulatie van de verspreiding van toxische stoffen is onderscheid gemaakt in 2 frakties, te weten een opgeloste en een gesuspendeerde (partikulair gebonden) fraktie. De totale aanvoer van een stof is over beide frakties verdeeld waarbij rekening is gehouden met veranderingen in de chemische condities in de riviermondingen en estuaria (zoet-zout overgang).

Aangezien in de Noordzee de relatieve verschillen in saliniteit en pH gering zijn, is aangenomen dat verdere verschuivingen van de chemische evenwichten (en dus van de verdeling opgelost/gesuspendeerd) klein zijn ten opzichte van de verschuivingen die bij de zoet-zout overgang plaatsvinden.

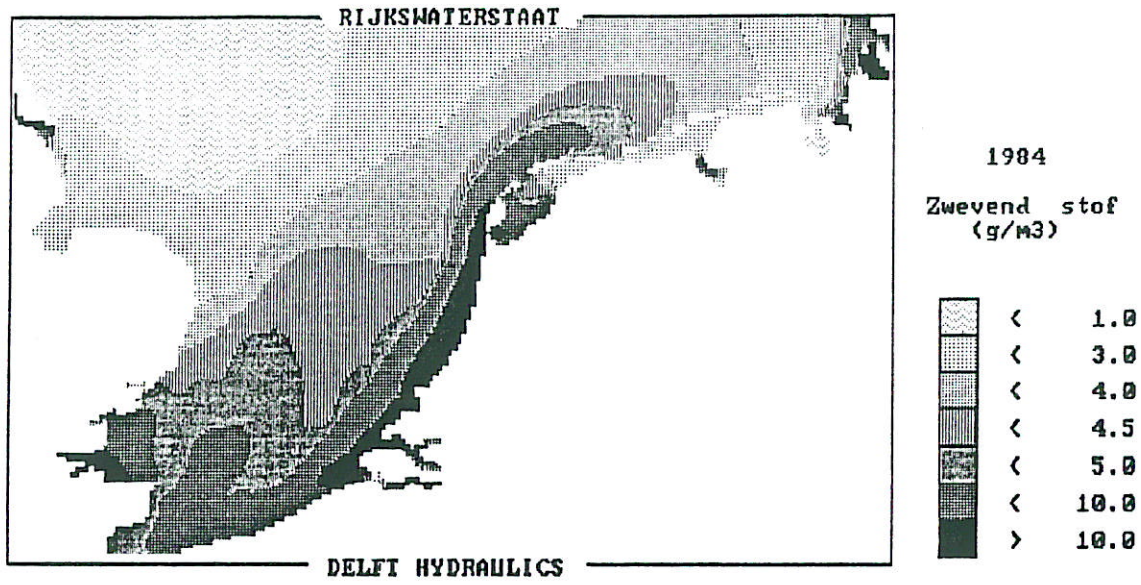
Bij de modelsimulaties is derhalve verondersteld dat de opgeloste fraktie een volledig konservatief gedrag vertoont, terwijl voor partikulair gebonden stoffen een zelfde transportgedrag is gehanteerd als voor zwevend stof (slib).

Als voorbeeld van een aldus verkregen berekeningsresultaat zijn voor cadmium de opgeloste en gesuspendeerde frakties uitgezet voor de lozings situatie 1984/85 (fig. 5.4 a,b).

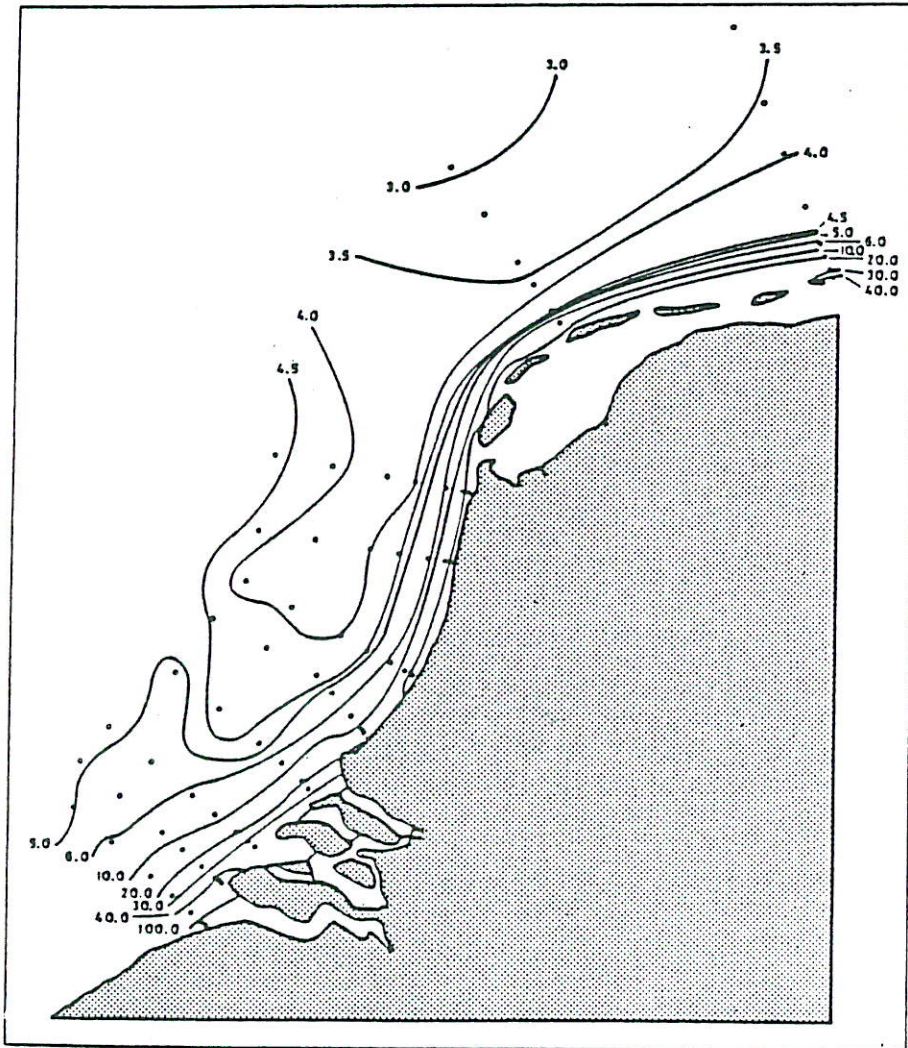
Het totale gehalte aan Cd wordt verkregen via optelling van beide frakties (fig. 5.4c,d). Uit een vergelijking van de frakties met het totaal gehalte blijkt dat de partikulaire fraktie minder dan 10% bedraagt van het totale gehalte. Voor de Nederlandse kust is dit aandeel beduidend groter vanwege de grotere zwevend stof concentraties. In de nabije kustzone bedraagt het aandeel van de partikulaire fraktie ca. 40-50% van de totale concentratie.

Uit soortgelijke berekeningen voor lood en koper blijkt dat voor deze stoffen de partikulair gebonden fraktie beduidend groter is dan voor cadmium. Met name voor lood wordt het totale gehalte in de nabije kustzone voor 90% bepaald door de partikulair gebonden fraktie. In open zee neemt dit aandeel af tot ca. 60-70%.

De kwaliteit van het zwevend stof (slib) kan direkt uit de berekeningsresultaten worden afgeleid door de partikulaire fraktie te delen door de zwevend stof concentratie. In figuur 5.4d is de aldus berekende verontreiniging van het zwevend stof met cadmium uitgezet.

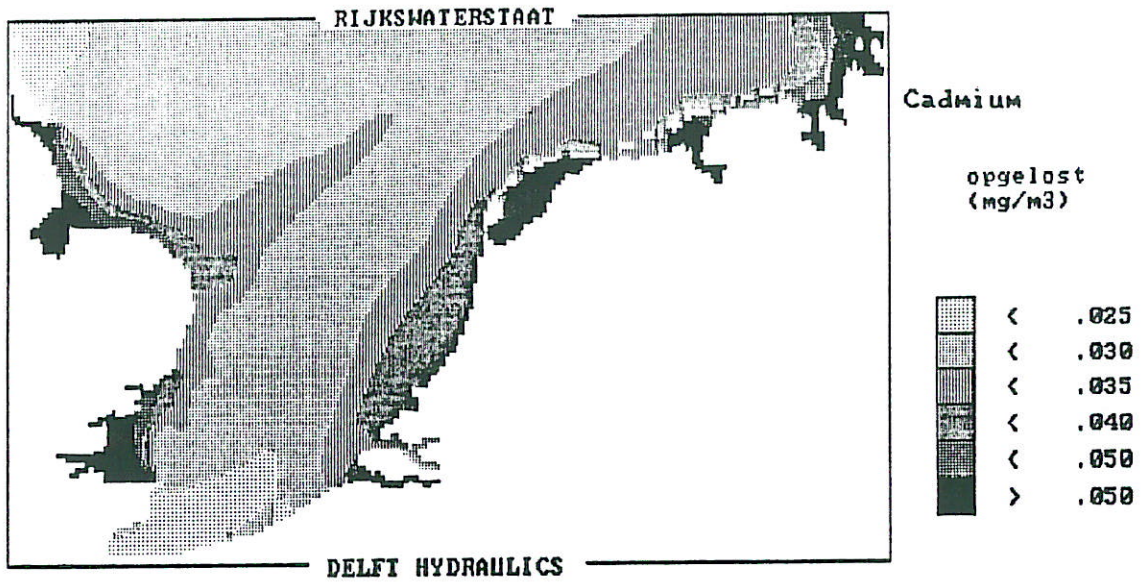


a

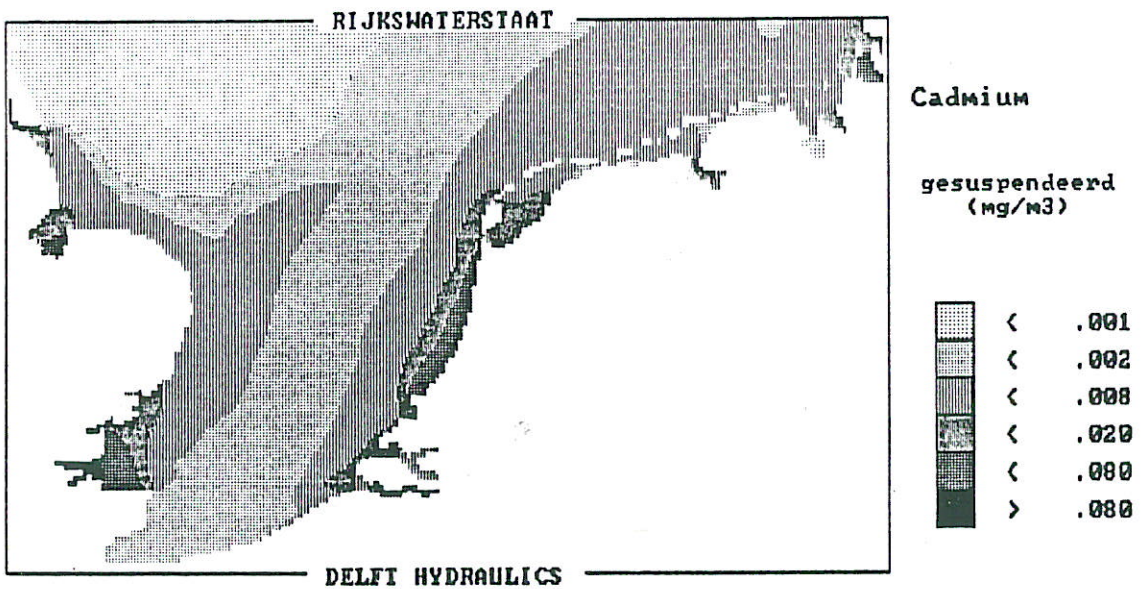


b

Figuur 5.3 Berekende (a) en gemeten (b) zwevend stof verdeling (situatie 1984/85)

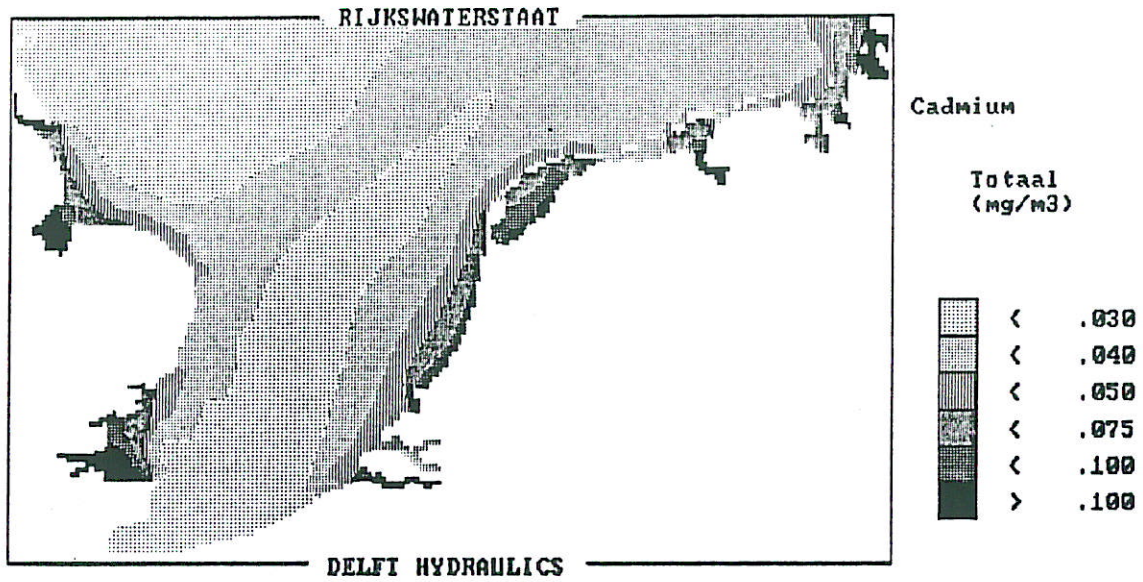


a

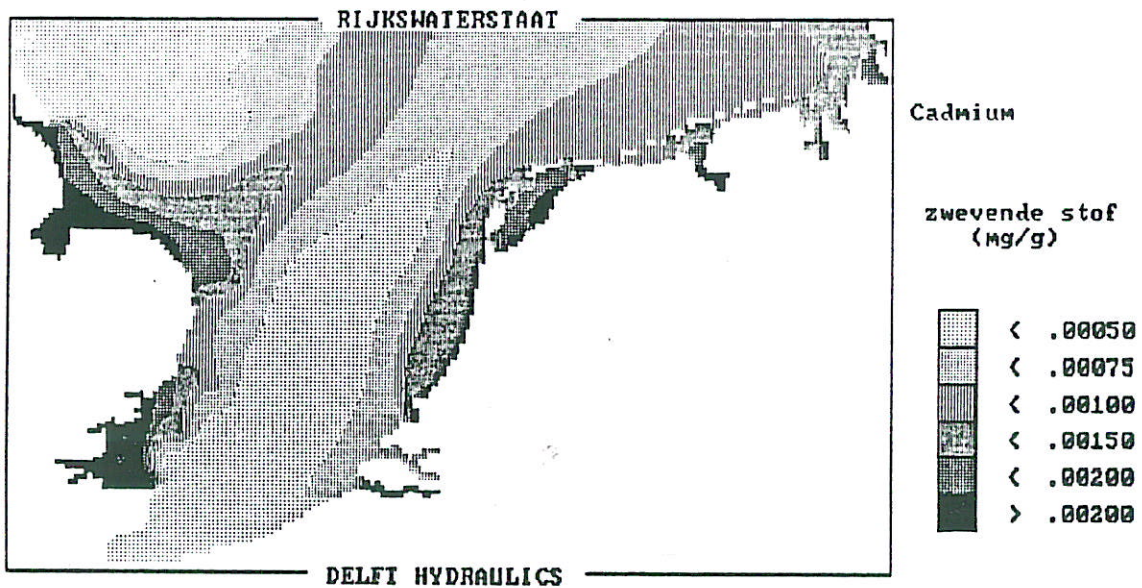


b

Figuur 5.4a,b Berekende opgeloste (a) en gesuspenseerde (b) cadmiumconcentraties in de zuidelijke Noordzee (situatie 1984/85)



c



d

Figuur 5.4c,d Berekende totaal (c) cadmiumconcentraties en zwevend stof verontreiniging (d) in de zuidelijke Noordzee (situatie 1984/85)

Zowel de berekende totaal concentraties als de verdeling over de opgeloste en gesuspenderde fraktie komen in grote lijnen overeen met waarnemingen. Hoewel verbeteringen in de vergelijking tussen berekeningsresultaten en veldwaarnemingen mogelijk zijn is in het kader van de voorstudie afgezien van verdere kalibraties.

5.3 Berekeningsresultaten van strategieën en scenario's

Met het hierboven beschreven modelinstrumentarium zijn de effecten berekend van de in paragraaf 3.4 genoemde alternatieven voor verwerking van baggerspecie.

Voor de dumping van baggerspecie is verondersteld dat dit voornamelijk (\approx 100%) partikulair gebonden stoffen betreft. De belangrijkste verschillen tussen de alternatieven betreffen de omvang en kwaliteit van de baggerspecie die naar zee wordt gebracht, alsmede de lokatie van dumping (Loswal Noord of elders in zee).

Aangezien een belangrijke reden voor het terughouden van baggerspecie gerelateerd is aan het zoveel mogelijk beperken van de risico's van een verdergaande verontreiniging van de Waddenzee is hieraan speciale aandacht besteed.

Uit figuur 5.5 blijkt dat het verplaatsen van de dumpingslokatie van Loswal Noord naar 30 km uit de kust slechts een geringe reductie van de concentratie van verontreinigingen geeft (ca. 20%), bij 60 km is de reductie beduidend groter (ca. 60%) terwijl bij 100 km de invloed van baggerspeciedumping ter plaatse van het Marsdiep (Waddenzee) nagenoeg verwaarloosbaar is.

Om de invloed van de hoeveelheid en de mate van verontreiniging van de baggerspecie nader te kwantificeren is in de figuur 5.6 het concentratieverloop uitgezet van oost naar west langs 53°NB voor partikulair gebonden Cd en de bijbehorende slibkwaliteit. Uit de berekeningsresultaten met dumping van klasse II en III op Loswal Noord (alternatief 3) en zonder dumping van klasse II, III (alternatief 0) en klasse I (alternatief 2) blijkt dat baggerspeciedumping een belangrijke invloed heeft op de partikulair gebonden concentratie en de kwaliteit van het slib ter plaatse van het Marsdiep.

Deze invloed beperkt zich tot een kuststrook van ca. 60 km.

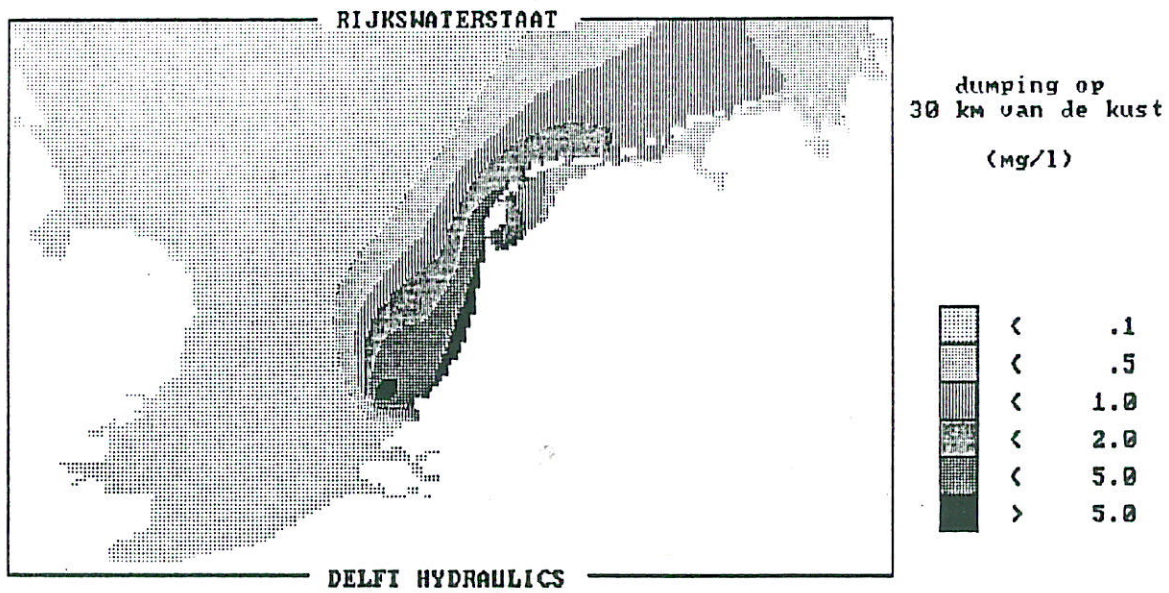
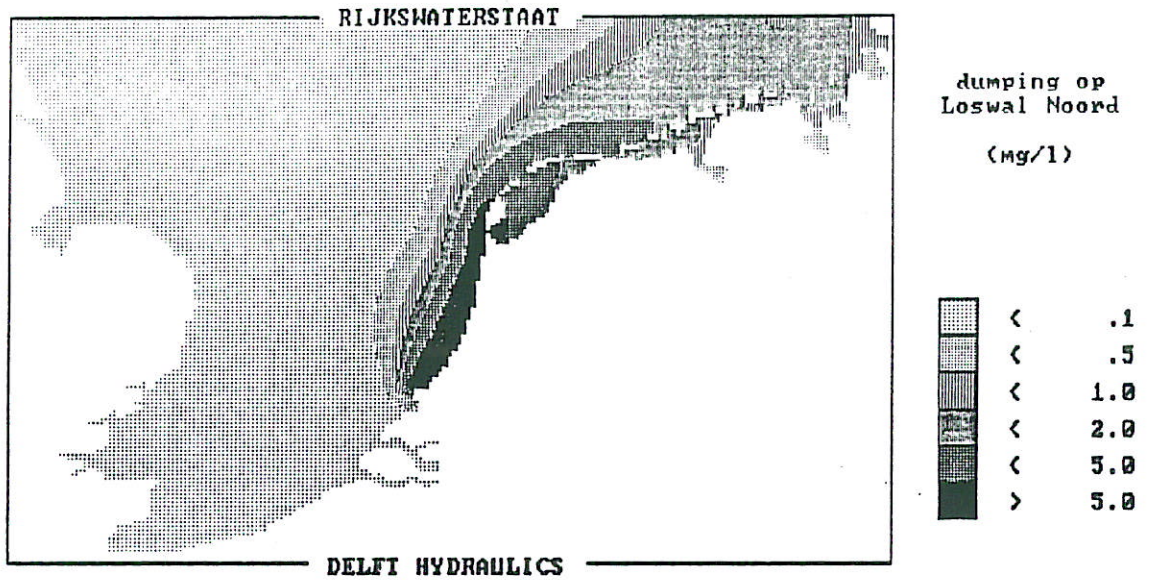
Vanwege het relatief grote aandeel van de opgeloste fraktie in de totaal concentratie is de invloed van baggerspeciedumping op de totaal concentraties beduidend geringer (zie figuur 5.6c).

5.4 Invloed van andere bronnen van verontreiniging

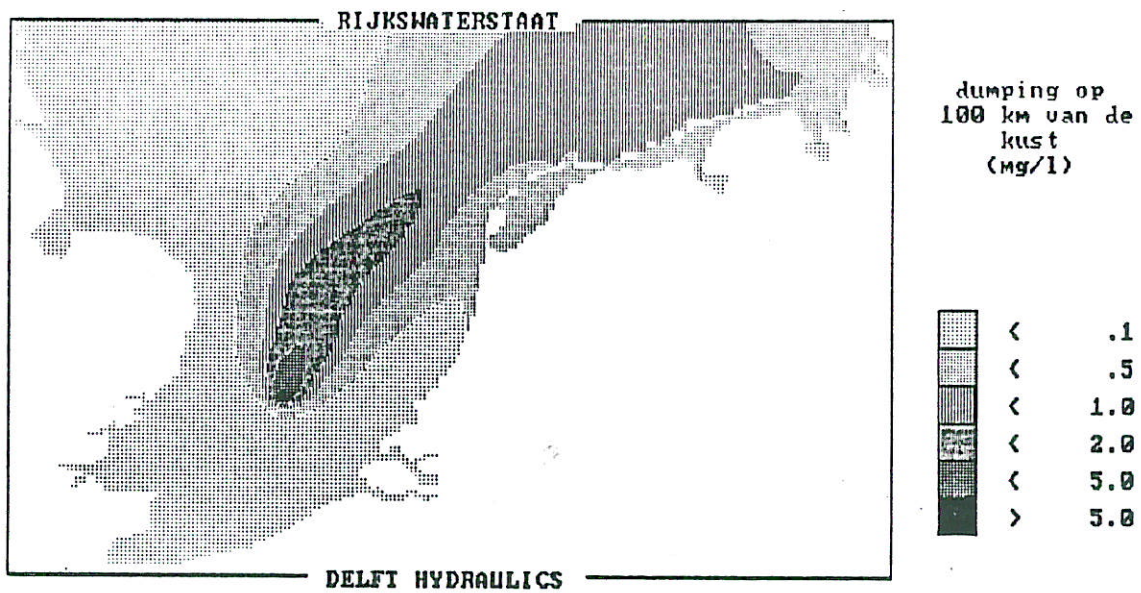
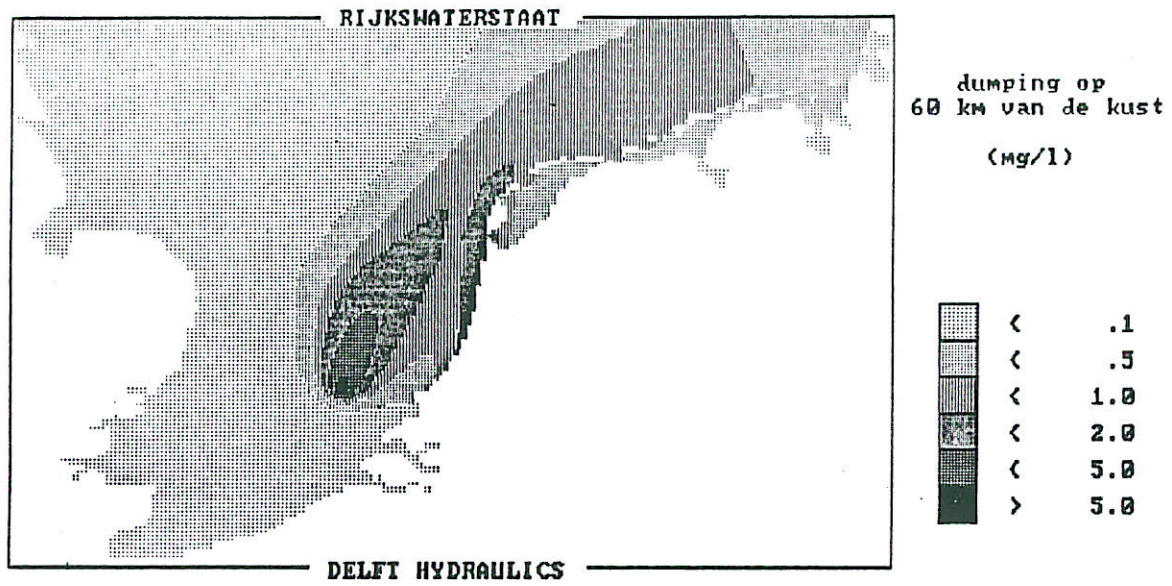
Hoewel de vervuiling van aan slib gebonden stoffen ter plaatse van het Marsdiep in belangrijke mate wordt beïnvloed door het dumpen van verontreinigd baggerspecie is de directe inbreng van stoffen vanuit rivierinstromingen een van de belangrijkste oorzaken van Noordzee verontreiniging.

In tabel 5.1 is aangegeven in welke mate de concentratieverhoging ten opzichte van het natuurlijke niveau wordt veroorzaakt door de aanvoer van verontreinigingen vanuit Rijn, Maas en Schelde.

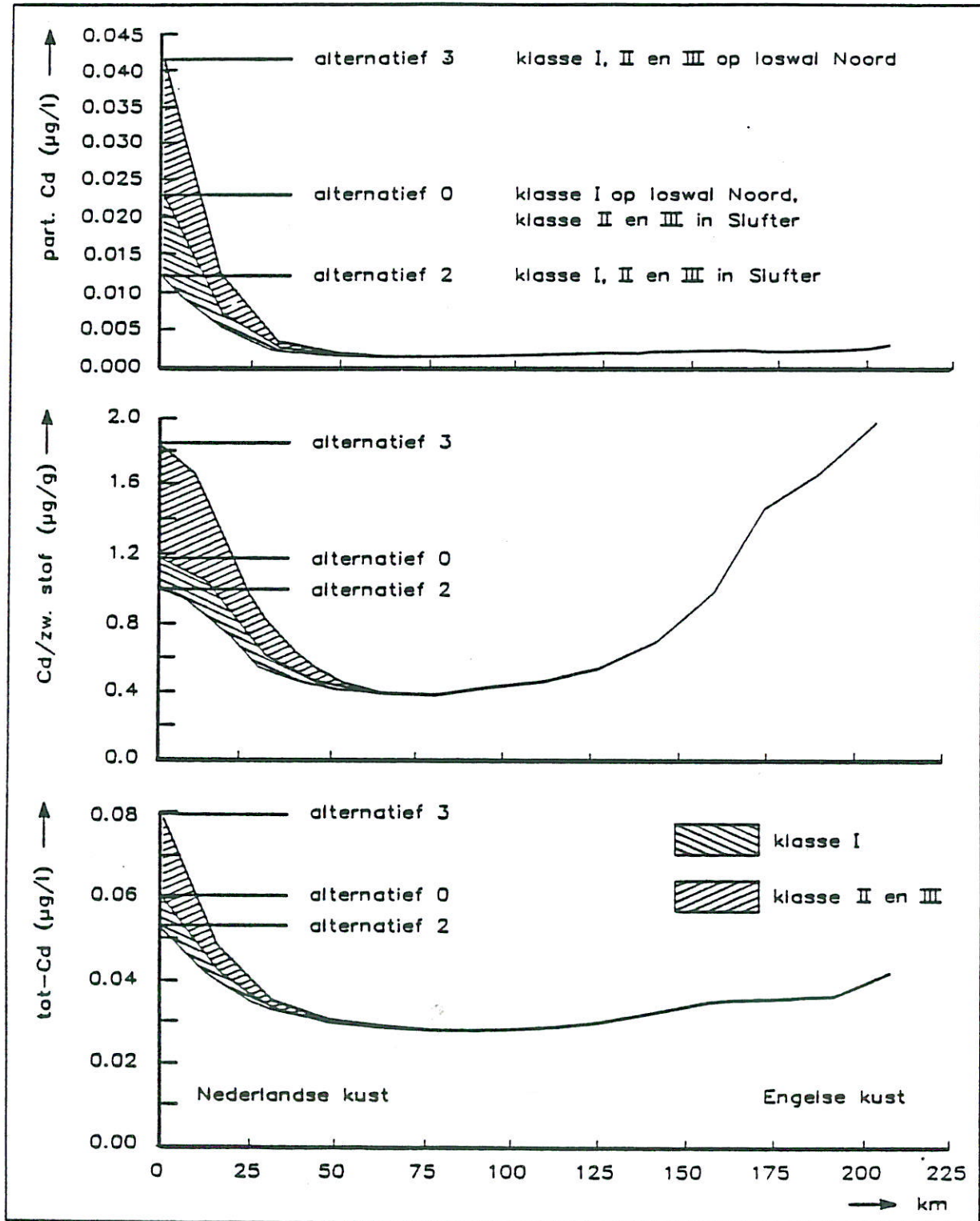
Voor een stof als lood kan de atmosfeer eveneens een belangrijke bron van vervuiling zijn. Uit figuur 5.7 blijkt dat ter plaatse van de Doggersbank het aandeel van de atmosferische depositie in de totale lood-concentratie meer dan 50% bedraagt. Voor de Nederlandse kust is deze bijdrage geringer (<20%) vanwege de grotere doorstroming.



Figuur 5.5 Verspreiding van baggerspecie in de zuidelijke Noordzee vanaf een 4-tal dumplokaties (klasse I, zwevend stof)



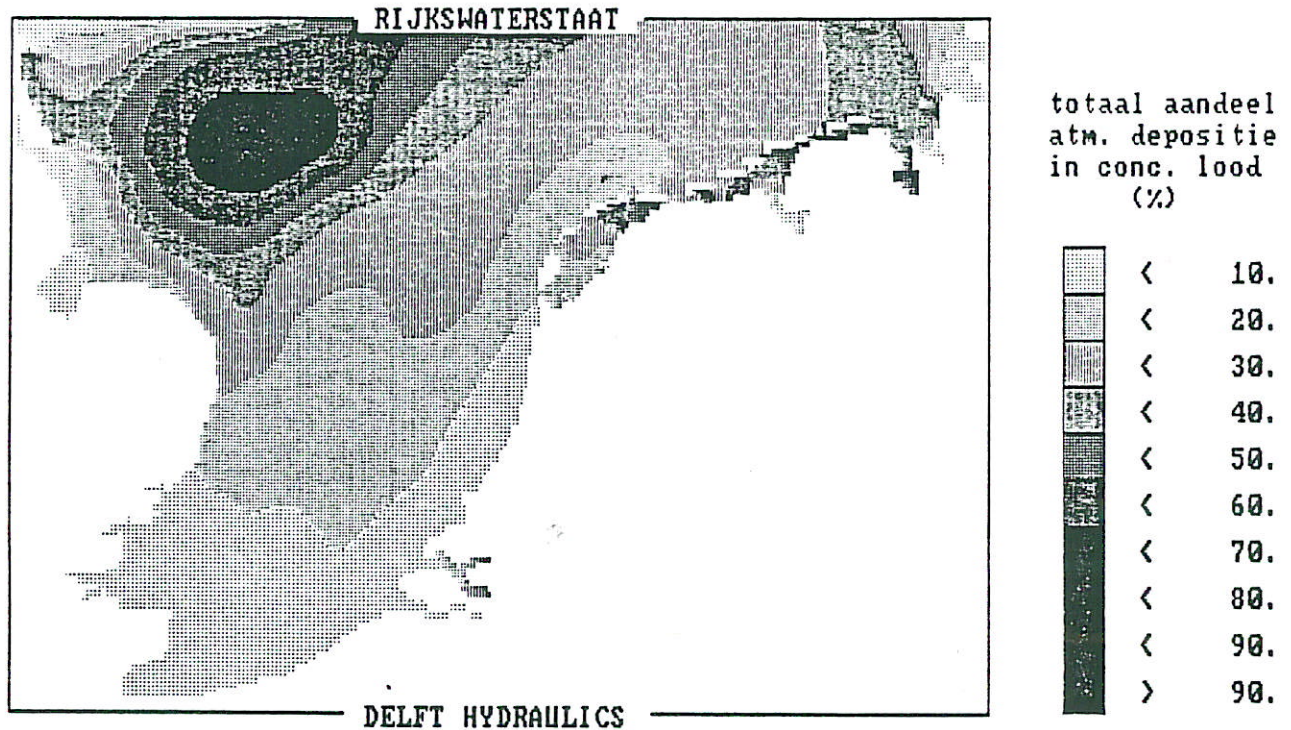
Figuur 5.5 (vervolg)



Figuur 5.6 Berekende Cd-koncentratie van oost naar west langs 53° NB

bijdrage vanuit:	opgelost ($\mu\text{g}/\text{l}$)			particulair ($\mu\text{g}/\text{l}$)			zwevend stof (mg/l)
	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb	Cu	
Kanaal	0.023	0.018	0.229	0.000	0.042	0.042	1.41
Kanaal-w				0.002	0.165	0.165	5.49
Kanaal-e				0.000	0.000	0.000	0.00
N.Atl.	0.000	0.000	0.000	0.003	0.321	0.104	3.10
Vlaamse b.	0.005	0.015	0.033	0.000	0.002	0.001	0.01
Schelde	0.003	0.015	0.065	0.001	0.068	0.074	0.29
H.vliet	0.006	0.030	0.134	0.005	0.246	0.274	1.83
Nww.	0.000	0.000	0.000	0.029	0.827	0.473	9.73
IJmuiden	0.001	0.006	0.035	0.000	0.031	0.045	0.13
IJsselm.	0.000	0.001	0.010	0.000	0.005	0.008	0.04
Overige	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.00
Tot. berekend	0.037	0.085	0.505	0.042	1.708	1.187	22.04

Tabel 5.1 Bijdragen van diverse bronnen aan de concentraties t.p.v. het Marsdiep (1984/85), met dumping van klasse II + III specie op loswal Noord



Figuur 5.7 Aandeel van atmosferische depositie op de totaalkoncentraties van lood (%)



amsterdam ■



■ locatie de voorst
voorsterweg 28
marknesse

postbus 152
8300 ad Emmeloord

telefoon (05274) 2922
telex 42290 hylvo-nl
telefax (05274) 3573

■ hoofdkantoor
rotterdamseweg 185
delft

postbus 177
2600 mh delft

telefoon (015) 569353
telex 38176 hydel-nl
telefax (015) 619674

waterloopkundig laboratorium | wl
advisering & research