

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Gevoeligheidsanalyse Verdelingsmodel NCP

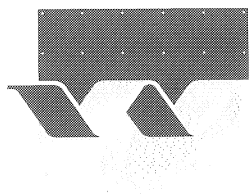
december 2000

Gevoeligheidsanalyse Verdelingsmodel NCP

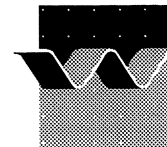
A.C. Baart

L. Booster

december 2000



wL | delft hydraulics



OPDRACHTGEVER: DG Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ
Postbus 20907
2500 EX DEN HAAG

TITEL: Gevoeligheidsanalyse Verdelingsmodel NCP

SAMENVATTING:

In opdracht van het RIKZ is in deze studie onderzocht in hoeverre de ruimtelijke variabiliteit van omgevingsfactoren als temperatuur, DOC, diepte etc. invloed heeft op de modelresultaten van het NCP-Verdelingsmodel. Op grond van die gevoeligheidsanalyse is geanalyseerd of (en zo ja hoe) een indeling in deelgebieden wenselijk is. Op basis van de eerste resultaten is de doelstelling gaande het project bijgesteld en is tevens aandacht besteed aan een analyse van de model opzet.

- Het NCP verdelingsmodel bestaat uit een aantal modules : SEBC classificate, drijfslag module en waterkolom/lucht verdelingsmodule. De formuleringen van deze modules zijn niet onderling consistent. Dit leidt ertoe dat de uitkomst van het model veel meer gestuurd wordt door de (door het model) gekozen module dan door variaties in omgevingsfactoren. De keuze van de modules wordt voornamelijk gestuurd door de stoffeigenschappen.
- De SEBC-classificatie heeft voor de gekozen stoffen een overheersende invloed op de model uitkomst. Daarom is voor de gekozen stoffen de verdeling over de milieu-compartimenten volledig ongevoelig voor variatie over de 5% percentiel en 95% percentiel waarden van temperatuur, DOC concentratie en de POC concentratie en ook voor de minimale en maximale waarden van de diepte, wind- en stroomsnelheid.
- Analyse van de waterkolom/lucht verdelingsmodule toont aan dat deze formuleringen wel degelijk gevoelig zijn voor de variatie in DOC en POC. Een verdere studie naar de mogelijkheden van een ruimtelijke verdeling op basis van de POC en DOC concentraties wordt aanbevolen.
- Het verdient sterke aanbeveling de model-opzet van het huidige NCP-Verdelingsmodel nog eens nader te evalueren.

REFERENTIES:

VER.	AUTEUR	DATUM	OPMERK.	REVIEW	GOEDKEURING
1	A.C. Baart/L. Booster	1-11-2000		R. Sonneveldt (RIKZ)	
2	A.C. Baart/L. Booster	19-12-2000		N. Villars	T. Schilperoort
PROJECTNUMMER:		Z3013			
TREFWOORDEN:					
INHOUD:	TEKST	8	TABELLEN	FIGUREN	APPENDICES 2
STATUS:	<input type="checkbox"/> VOORLOPIG <input type="checkbox"/> CONCEPT <input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIEF				

I Inleiding

I.1 Achtergrond

De incidenten organisatie van Rijkswaterstaat, Directie Noordzee omvat onder andere het Milieu Technisch Advies (MTA)-team. Ten behoeve van de advisering door het MTA-team dient de verdeling van de vrijgekomen stof over verschillende milieu-compartimenten (atmosfeer-opgelost in waterkolom-geadsorbeerd in waterkolom-drijfslaag-zinklaag) te worden berekend.

Hiertoe heeft het RIKZ, in samenwerking met Directie Noordzee, het ‘Verdelingsmodel NCP’ ontwikkeld in de periode 1998-1999. Doel van het model is om een globale indruk te krijgen van het gedrag van de vrijgekomen stof. Een nauwkeurige berekening wordt voor de eerste beoordeling als minder zinvol gezien, onder meer omdat er in de regel grote onzekerheid bestaat over de hoeveelheid vrijgekomen stof. Het uitgangspunt van het model is dat het eenvoudig te bedienen moet zijn (onder tijdsdruk bij incidenten) en altijd snel een antwoord moet geven met een minimum aan gegevens. Voor de stof-eigenschappen zijn dit de aggregatietoestand, dichtheid, oplosbaarheid en dampdruk (deze zijn in principe altijd bekend). Indien bekend kunnen ook de Koc en He worden ingevuld.

Belangrijk voor de verdeling zijn, naast uiteraard de stof-eigenschappen, een aantal milieuparameters zoals het gehalte aan organisch stof in de waterkolom. In versie 1 is alleen de tijdsafhankelijkheid van de parameters opgenomen door met maandgemiddelde waarden te werken. De gegevens zijn afkomstig uit DONAR. De maandgemiddelden zijn bepaald voor de periode 1985-1995. Er is nog geen ruimtelijke differentiatie aangebracht.

I.2 Doelstelling

In opdracht van het RIKZ is in deze studie onderzocht in hoeverre de ruimtelijke variabiliteit van omgevingsfactoren als temperatuur, DOC, diepte etc. invloed heeft op de modelresultaten. Op grond van die gevoeligheidsanalyse wordt besloten of (en zo ja hoe) een indeling in deelgebieden wenselijk is. Op basis van de eerste resultaten is de doelstelling gaande het project bijgesteld en is tevens aandacht besteed aan een analyse van de model opzet.

I.3 Project informatie

Dit project is uitgevoerd in opdracht van het RIKZ in het kader van WT1*STOF2002 Veromod project.

Het project is van RIKZ zijde begeleid door Rik Sonneveldt. De begeleidingsgroep bestond uit Rik Sonneveldt en Marcel Bommele (dir. Noordzee) en Gerard Groeneveld (RIKZ). Het WL projectteam bestond uit Arthur Baart en Lennart Booster.

I.4 Over dit rapport

In hoofdstuk 2 wordt eerst de gevolgde aanpak uiteen gezet. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 het ‘Verdelingsmodel NCP’ nader onderzocht. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de gevoeligheidsanalyse (zowel temporeel als ruimtelijk) gepresenteerd. De berekeningen voor diverse stoffen met het ‘Verdelingsmodel NCP’ komen in hoofdstuk 5 aan de orde. Tenslotte worden enkele conclusies en aanbevelingen gegeven.

2 Uitvoering

Om de gevoeligheid van het NCP model voor variatie in omgevingsfactoren te kunne beoordelen is eerst een analyse gemaakt van de variabiliteit van deze gegevens op het Nederland Continentaal Plat (NCP).

Hiertoe is gebruik gemaakt van de door Rijkswaterstaat routinematig gemeten omgevingsfactoren, te weten temperatuur, DOC concentratie en POC concentratie. Van deze drie omgevingsfactoren is een analyse gemaakt van de variabiliteit in tijd en ruimte, resulterend in een overzicht van de seizoensafhankelijkheid en de gebiedsafhangelijkheid. In deze studie wordt geen verklaring gegeven voor de variatie, slechts de respons van het verdelingsmodel is onderwerp van deze studie.

Op basis van deze variabiliteit is een serie initiële berekeningen met het 'Verdelingsmodel NCP' gedaan, waarbij voor 4 verschillende stoffen gerekend is met de 5 % percentiel waarde, het gemiddelde en de 95 % percentiel waarde.

Naar aanleiding van de resultaten van deze berekeningen is in overleg met de opdrachtgever (zie besprekverslag RIKZ105.2000.240) besloten de tweede fase van het project meer te richten op een analyse van de model opzet van het NCP model.

Hiertoe zijn op basis van de documentatie 'Verdelingsmodel NCP' de model-formuleringen in Excel nagebouwd, waarmee eveneens controlerende berekeningen zijn gedaan. Het vergelijken van de uitkomsten van beide modellen geeft een handvat bij het analyse van de model opzet van het 'Verdelingsmodel NCP'.

3 Omgevings-variabelen

De volgende omgevingsvariabelen die routinematig door Rijkswaterstaat worden gemeten zijn invoer-parameter voor het NCP model.

Tabel 1: Gegevens uit de DONAR dataset

Parameter	Omschrijving
DOC	Opgelost organisch koolstof
POC	Particulair organisch koolstof
T	Temperatuur

Voor analyse is gebruikgemaakt van een meerjarige reeks meet gegevens van 1983 - 2000. Er is een overzicht gemaakt van de meetlocaties van DONAR en de bijbehorende gebieden op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Dit is weergegeven in bijlage 1. Hieronder volgt de gebiedsindeling binnen DONAR.

In eerste instantie is gekozen voor de analyse van alle zoute meet stations (dus ook als die niet direct tot het NCP behoren om een zo groot mogelijk variatie mee te kunnen nemen.

Tabel 2: Gebiedsindeling van het NCP volgens DONAR

Gebieden	no.
Breeveertien	5970
Doggersbank	6000
Eems Dollard	3900
Friese Front	5980
Hollandse kust	5800
Noordzee	5900
Oestergronden	6050
Oosterschelde	5500
Voordelta	5700
Waddenkust	5800
Waddenzee-Oost	6300
Waddenzee-West	6400
Westerschelde	4700

De nummers in de tabel corresponderen met die van de meetlocaties in het betreffende gebied, zoals ze worden gebruikt door Rijkswaterstaat. [Monitoring Rijkswateren (1997)].

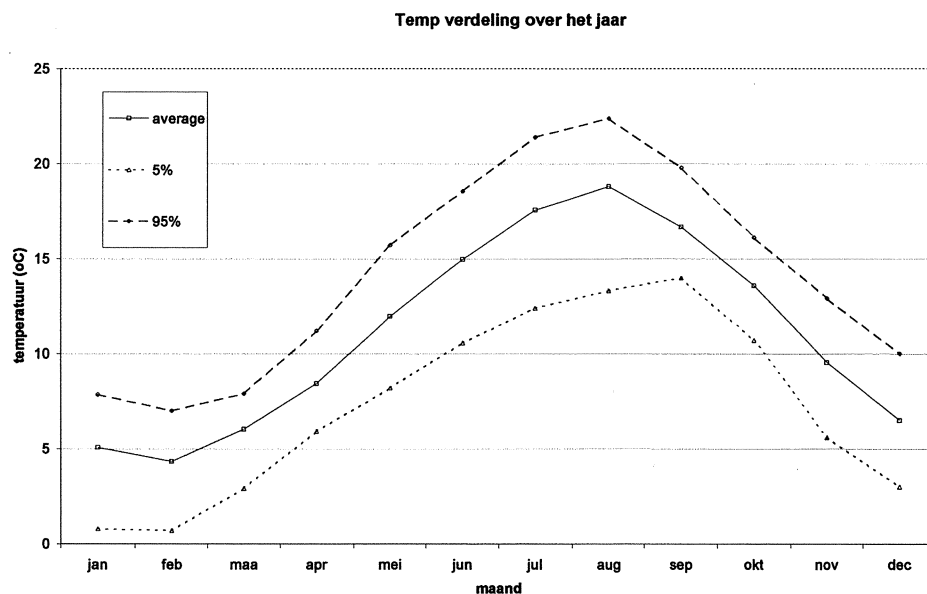
4 Resultaten

4.1 Analyse omgevingsfactoren

4.1.1 Temperatuur

Seizoensafhankelijkheid

Voor de temperatuur is in eerste instantie gekeken naar de seizoensafhankelijk. Het resultaat staat in Figuur 1. De 5 % percentiel is 0.7 °C en de 95 % percentiel is 22.38 °C. Zoals verwacht is er een duidelijke relatie tussen het seizoen en de temperatuur.



Figuur 1: Seizoensafhankelijkheid van de Temperatuur

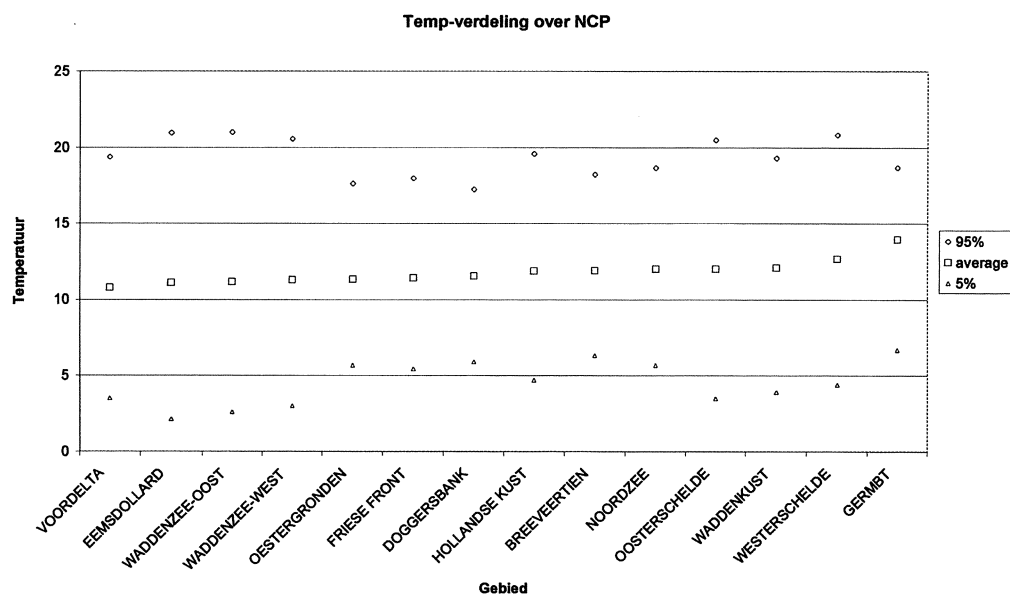
Ruimtelijke verdeling

Voor de temperatuur is gecontroleerd of er significante verschillen in temperatuur tussen de verschillende gebieden op het NCP zijn. Het 5% percentiel, het gemiddelde en het 95% percentiel zijn in Tabel 3 en figuur 2 weergegeven. De seizoensafhankelijkheid is veel

sterker dan de gebiedsafhankelijkheid. Een verdere ruimtelijke verdeling van het NCP model op basis van de variatie in temperatuur lijkt niet zinnig.

Tabel 3: Gebiedsafhankelijkheid van de temperatuur (°C)

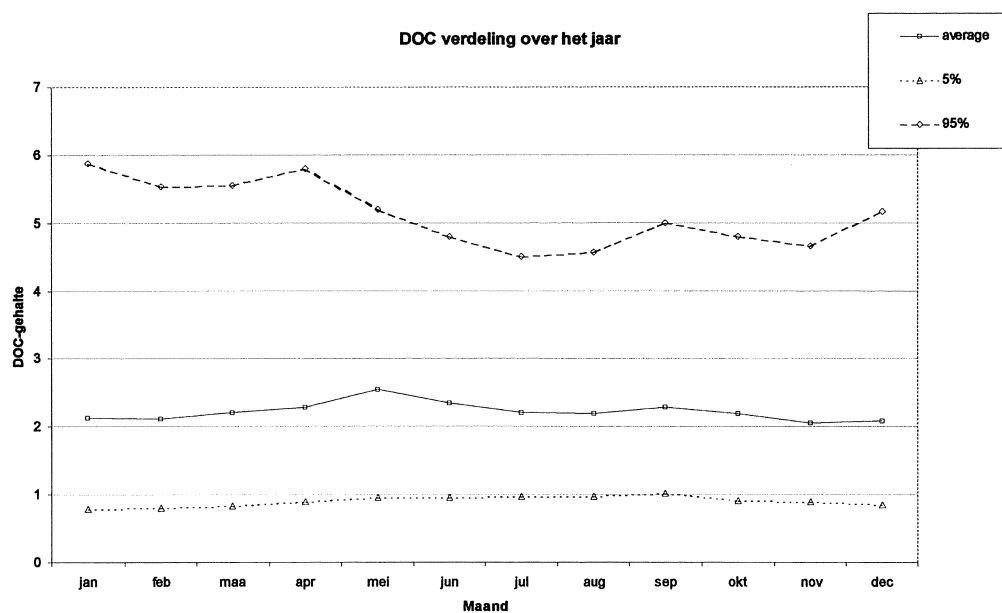
Gebieden	5% percentiel	Gemiddelde	95 percentiel
Breeveertien	6.30	11.89	18.20
Doggersbank	5.88	11.55	17.23
Eems Dollard	2.15	11.10	20.95
Friese Front	5.42	11.41	17.96
Hollandse kust	4.70	11.87	19.56
Noordzee	5.66	12.00	18.64
Oestergronden	5.68	11.32	17.60
Oosterschelde	3.49	12.00	20.49
Voordelta	3.50	10.77	19.36
Waddenkust	3.90	12.09	19.29
Waddenzee-Oost	2.60	11.16	20.98
Waddenzee-West	3.00	11.26	20.55
Westerschelde	4.39	12.66	20.80



Figuur 2: Gebiedsafhankelijkheid van de Temperatuur

4.1.2 DOC concentratie

Voor de concentratie DOC is zowel de seizoensafhankelijkheid als de gebiedsafhankelijkheid bestudeerd. De over het gebied-gemiddelde maandgemiddelde waarden zijn vrijwel constant over het jaar en schommelen rond de 2.2 gC/m³ (zie ook Figuur 3), de 5- percentiel waarde ligt rond de 1 gC/m³, de 95-percentiel waarde varieert van 4,5 tot 6 gC/m³.



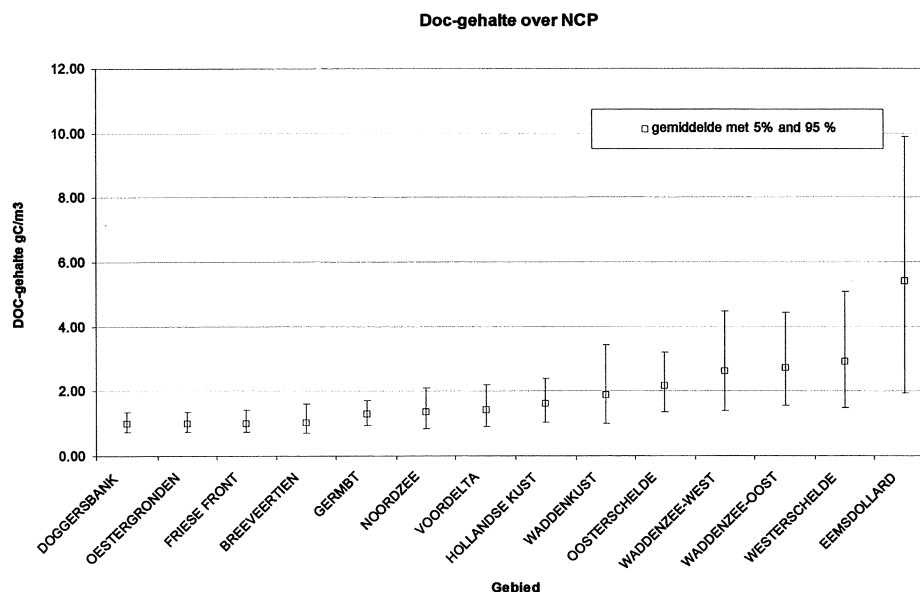
Figuur 3: Seizoensafhankelijkheid van de DOC concentratie (gC/m³)

Gebiedsafhankelijkheid

Het blijkt dat kustgebieden hogere waarden kennen dan gebieden midden op de NCP. Opmerkelijk zijn de relatief hoge waarden in de Eems Dollard (zie Tabel 5 en Figuur 5).

Tabel 4: Concentratie DOC (gC/m³) over het NCP

Gebieden	5 % percentiel	Gemiddelde	95 % percentiel
Breeveertien	0.70	1.05	1.61
Doggersbank	0.76	0.99	1.36
Eems Dollard	1.95	5.43	9.90
Friese Front	0.74	1.02	1.41
Hollandse kust	1.05	1.62	2.40
Noordzee	0.84	1.36	2.10
Oestergronden	0.75	1.00	1.35
Oosterschelde	1.35	2.17	3.20
Voordelta	0.90	1.44	2.20
Waddenkust	1.00	1.87	3.43
Waddenzee-Oost	1.55	2.73	4.44
Waddenzee-West	1.40	2.61	4.47
Westerschelde	1.50	2.93	5.10



Figuur 4: Concentratie DOC (gC/m^3) over het NCP

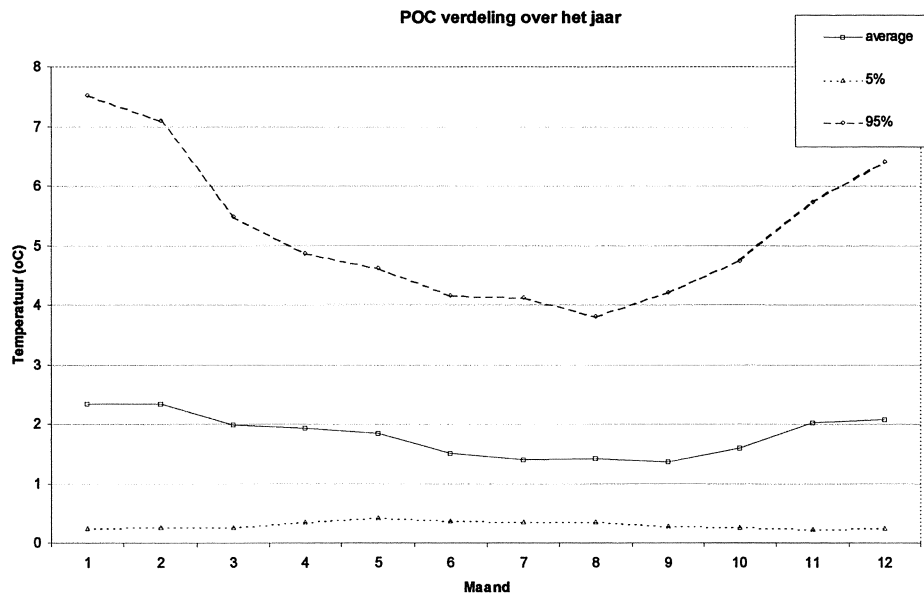
De grootste waarden worden gevonden in die gebieden die juist niet tot het NCP behoren. Gekozen is deze toch in overweging te nemen om de gevoeligheid van het verdelings model met een zo groot mogelijke range te kunnen testen.

4.1.3 POC-concentratie

Er waren slechts voor een aantal locaties gegevens beschikbaar voor POC.

In de wintermaanden wordt een hogere gemiddelde concentratie geconstateerd dan in de zomermaanden, echter het verschil is beperkt. Het maandgemiddelde ligt hier op 1.8 gC/m^3 .

Er is wel een duidelijke seizoensinvloed op het POC maximum. Het 95 percentiel varieert van ca. 4 gC/m^3 tot $7,5 \text{ gC/m}^3$, bijna een factor twee. Het 5-percentiel is constant op ca. $0,3 \text{ gC/m}^3$.



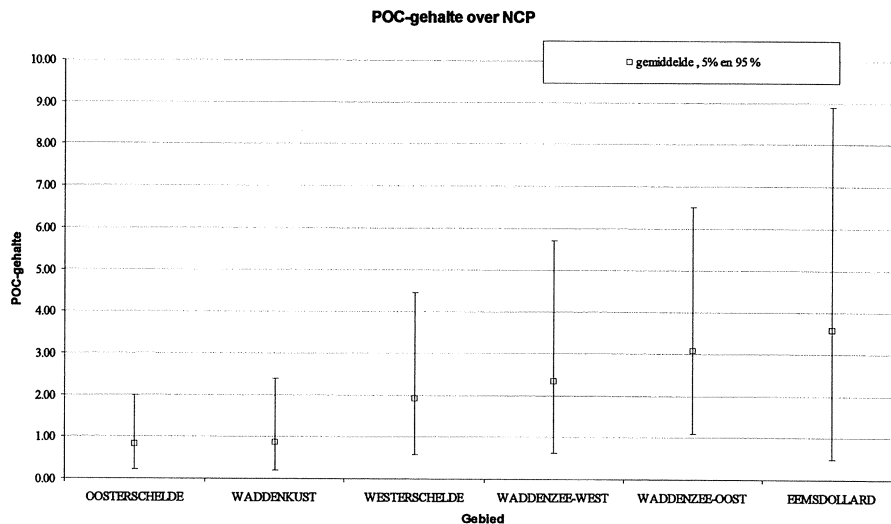
Figuur 5: Seizoensafhankelijkheid van de POC concentratie (gC/m³)

Gebiedsafhankelijkheid

Van de diepere Noordzee zijn geen gegevens beschikbaar met betrekking tot de POC concentratie. Opmerkelijk zijn de relatief hoge waarden in de Eems Dollard (zie Tabel 6 en Figuur 6).

Tabel 5: Concentratie POC (gC/m³) over het NCP

Gebieden	5 % percentiel	Gemiddelde	95 % percentiel
Eems Dollard	0.50	3.58	8.90
Oosterschelde	0.23	0.82	2.00
Waddenkust	0.20	0.87	2.39
Waddenzee-Oost	1.11	3.09	6.50
Westerschelde	0.58	1.92	4.46



Figuur 6: Concentratie POC (gC/m³)

4.2 Ruimtelijke variabiliteit

4.2.1 Diepte

Voor een eerste indicatie van de variabiliteit in diepte over het NCP is gebruik gemaakt van een topografische kaart [RIKZ, (1987)]. In onderstaande tabel staat een schatting van de gemiddelde diepte per gebied (zie ook Bijlage 2).

Tabel 6: Gemiddelde diepte per gebied over het NCP

Gebieden	no.	gem. diepte
Breeveertien	5970	25 m
Doggersbank	6000	25 m
Friese Front	5980	35 m
Hollandse kust	5800	15 m
Oestergronden	6050	45 m
Voordelta	5700	20 m
Waddenkust	5800	15 m

4.2.2 Wind- en stroomsnelheid

Van de wind- en stroomsnelheden zijn geen gegevens gebruikt uit de DONAR dataset. Op basis van ervaringskennis binnen het WL is gekozen voor de volgende aanname:

Tabel 7: Gegevens wind- en stroomsnelheid

Omgevingsfactor	5 % percentiel	gemiddelde	95 % percentiel
Windsnelheid	2.0 m/s	4.5 m/s	10 m/s
Stroomsnelheid	0.3 m/s	0.5 m/s	1.5 m/s

5 Gevoeligheid ‘Verdelingsmodel NCP’

5.1 Algemeen

Het 'Verdelingsmodel NCP' berekend de verdeling van een vrijgekomen stof over een aantal verschillende milieu-compartimenten. Ook wordt de halfwaardetijd van de betreffende stof berekend. Er zijn initiële berekeningen gemaakt voor 4 door het RIKZ opgegeven stoffen. Voor alle omgevingsfactoren is gevarieerd met de 5 % en 95 % percentiel waarden. Bij het gebruik van het NCP-verdelingsmodel en controle van de uitkomst op basis van de achterliggende formuleringen zijn een aantal punten voor verbetering naar voren gekomen.

5.1.1 Regional Settings

Na installatie van het ‘Verdelingsmodel NCP’ ontstonden enkele problemen met de het decimaal teken. Als binnen een bestaande case de knop ‘Additional data’ word aangeklikt, dan verdwijnen de ‘punten / komma’s’. Temperatuur was bijvoorbeeld 14.54 °C en werd na een nieuwe berekening 1454 °C. Dit heeft te maken met de instelling van de ‘Regional Settings’ in Windows. Het is gebleken dat de berekeningen goed gaan bij de volgende settings:

- Regional settings: English (British); Number / Decimal symbol: ‘.’
- Regional settings: Dutch (standard); Number / Decimal symbol: ‘,’

Overigens is de laatste instelling de default instelling bij Rijkswaterstaat zodat het probleem zich daar niet heeft voorgedaan.

5.1.2 SEBC_code vs SEBC_tekst

Bij het openen van een bestaande case is het mogelijk om de onderliggende gegevens te tonen [View data]. De SEBC_code en de SEBC_tekst die daar beide gegeven worden, komen niet altijd overeen. (Bijvoorbeeld aniline: ED en floater-dissolver).

5.1.3 Dichtheid zeewater

Het model blijkt zeer gevoelig te zijn voor de dichtheid van een stof. Dit is het gevolg van de constant gekozen dichtheid van zeewater (1028 kg / m^3). Een kleine variatie in de dichtheid van een stof kan leiden tot zeer verschillende uitkomsten (floater vs sinker). Er worden significante verschillen in de dichtheid van zeewater over het Nederlands Continentaal Plat (NCP) verwacht. In de kustzone zal de dichtheid waarschijnlijk lager zijn dan midden op de Noordzee. De oorzaak hiervoor is het feit dat binnen het verdelingsmodel in feite twee verschillende modellen worden gebruikt om de verdeling uit te rekenen. De scheiding ligt bij de dichtheid van de stof. Als die lichter is dan die van zeewater wordt het drijfvaagmodel gebruikt, anders een verdelingsmodel. Deze uitkomst van deze modellen sluit echter niet op elkaar aan. Hierdoor kunnen relatief grote verschillen in de berekende

verdeling op basis van heel kleine variaties in de dichtheid. Het verdient aanbeveling of deze modellen op elkaar aan te laten sluiten of te vervangen door een model.

5.1.4 Halfwaardetijd

In de documentatie staat voor de halfwaardetijd:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

met:

$t_{1/2}$ = halfwaardetijd (d)

k = eerste orde snelheidsconstante (d^{-1})

De berekeningen met behulp van de Excel spreadsheet laten hogere halfwaardetijden zien. Waarschijnlijk gebruikt het 'Verdelingsmodel NCP' de $\log(2)$ i.p.v. van de $\ln(2)$, waardoor de halfwaardetijden onderschat worden. Bovendien komt de formule voor n_g (aantal mol per m^3 gas) in de documentatie niet volledig overeen met die in de DELWAQ handleiding. (Actuele temperatuur en Referentie temperatuur worden verwisseld).

5.1.5 Verdeling over milieu compartimenten

Wat betreft de verdeling over de zogenaamde milieu compartimenten valt op dat in geval van een sinker (dichtheid stof > dichtheid zeewater) altijd een verdeling van 50 % (sinker) / 50 % (vrij opgelost) wordt aangenomen, terwijl de achterliggende formuleringen niet uit de documentatie is te achterhalen.

5.2 Stoffen

De keuze van de stoffen is gemaakt door het begeleidingsteam. De stoffen zijn gekozen op basis van de SEBC indeling en zijn Aniline, Carbondisulfide, Aceton en Dieldrin. De stofgegevens zijn vermeld in tabel 8.

Tabel 8: Stoffen

	1	2	3	4
Substance	Aniline	Carbondisulphide	Acetone	Dieldrin
SEBC	ED	SD	DE	S
SEBC_text	floater – dissolver	sinker - dissolver	dissolver - evaporator	sinker
Unnr	1547	1131	1090	2761
Casnr	62-53-3	75-15-0	67-64-1	60-57-1
MolMass (g/mol)	93.14	76.14	58.08	380.9
Vp (Pa)	40	39700	24700	0.0004
Solubility (kg/m ³)	34	2	1000	0.000195
Density (kg/m ³)	1022	1263	786	1700

5.3 Verdeling over milieu compartimenten

Voor bovenstaande stoffen zijn berekeningen gemaakt met behulp van de extreme waarden van de omgevingsfactoren. De resultaten staan in Tabel 8a t/m d. In de praktijk zal vooral gebruik worden gemaakt van de verdeling van de betreffende stof over de diverse milieu compartimenten. Ofwel de ‘taartpunten’ in de uitvoer van het ‘Verdelingsmodel NCP’. Het blijkt dat de stoffen volledig ongevoelig zijn voor de omgevingsfactoren indien alleen gekeken wordt naar de verdeling over de milieu compartimenten.

Tabel 9: Omgevingsfactoren gebruikt in de analyse

Omgevingsfactoren:				
Temperatuur	°C	0.70	14.54	22.50
Windsnelheid	m/s	2.00	4.50	10.00
Stroomsnelheid	m/s	0.30		1.5
Diepte	m	10.00		40.00
DOC	gC/m ³	0.7	4.5	9.9
POC	gC/m ³	0.2	4.3	8.9

De resultaten van de berekeningen zijn hieronder weergegeven.

NB. De resultaten zijn voor alle scenarios uitgevoerd met de 5-percentiel en 95 % percentiel waarde van POC en DOC. Dit had geen invloed op het resultaat. Omwille van de ruimte en overzichtelijkheid zijn de resultaten van de variatie in DOC en POC gehalten niet in aparte tabellen vermeld.

Tabel 10a: Initiële berekeningen met het 'Verdelingsmodel NCP' voor Aniline

Omgevingsfactoren:								
Temperatuur	°C	14.54	0.70	22.50	14.54	14.54	14.54	14.54
Windsnelheid	m/s	4.50	4.50	4.50	2.00	10.00	4.50	4.50
Stroomsnelheid	m/s	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.50	0.30
Diepte	m	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	40.00
FFree	%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%
Evaporator	%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Halfwaardetijd	d	11.13	24.10	7.93	29.57	3.73	7.02	64.21

Tabel 10b: Initiële berekeningen met het 'Verdelingsmodel NCP' voor Carbondisulphide

Omgevingsfactoren:								
Temperatuur	C	14.54	0.70	22.50	14.54	14.54	14.54	14.54
Windsnelheid	m/s	4.50	4.50	4.50	2.00	10.00	4.50	4.50
Stroomsnelheid	m/s	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.50	0.30
Diepte	m	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	40.00
FFree	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Sinker	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Halfwaardetijd	d	3.03	3.19	2.98	12.07	0.10	0.72	29.93

Tabel 10c: Initiële berekeningen met het 'Verdelingsmodel NCP' voor Aceton

Omgevingsfactoren:								
Temperatuur	C	14.54	0.70	22.50	14.54	14.54	14.54	14.54
Windsnelheid	m/s	4.50	4.50	4.50	2.00	10.00	4.50	4.50
Stroomsnelheid	m/s	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.50	0.30
Diepte	m	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	40.00
FFree	%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%
Evaporator	%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Halfwaardetijd	d	4.70	7.96	3.86	14.82	1.04	2.27	34.35

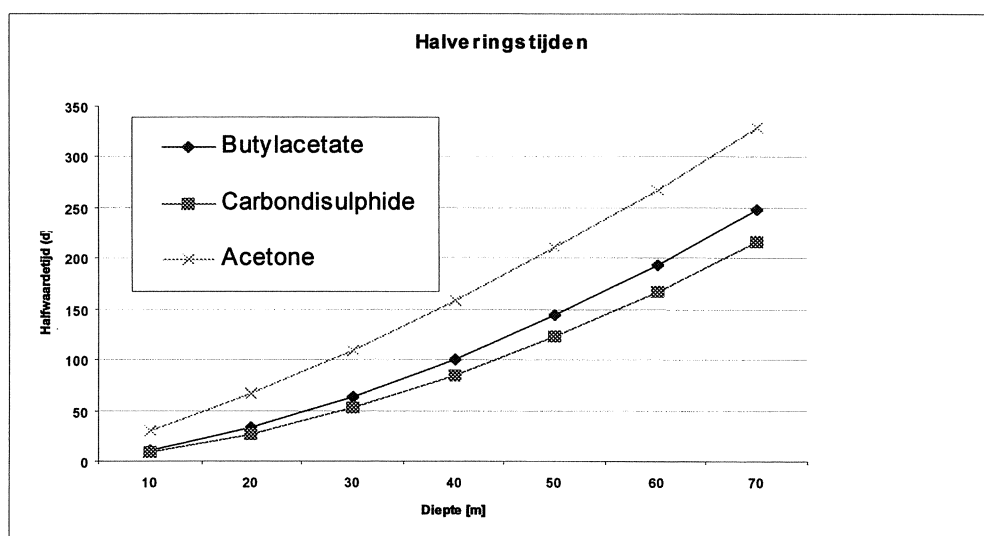
Van 'dieldrin' werd verwacht dat het sterk afhankelijk zou zijn van de concentraties DOC en POC, echter na invoering van de stoffeigenschappen in het model bleek dat er sprake was van een 'sinker' en geen additionele berekening mogelijk was.

Tabel 10d: Initiële berekeningen met het 'Verdelingsmodel NCP' voor Dieldrin

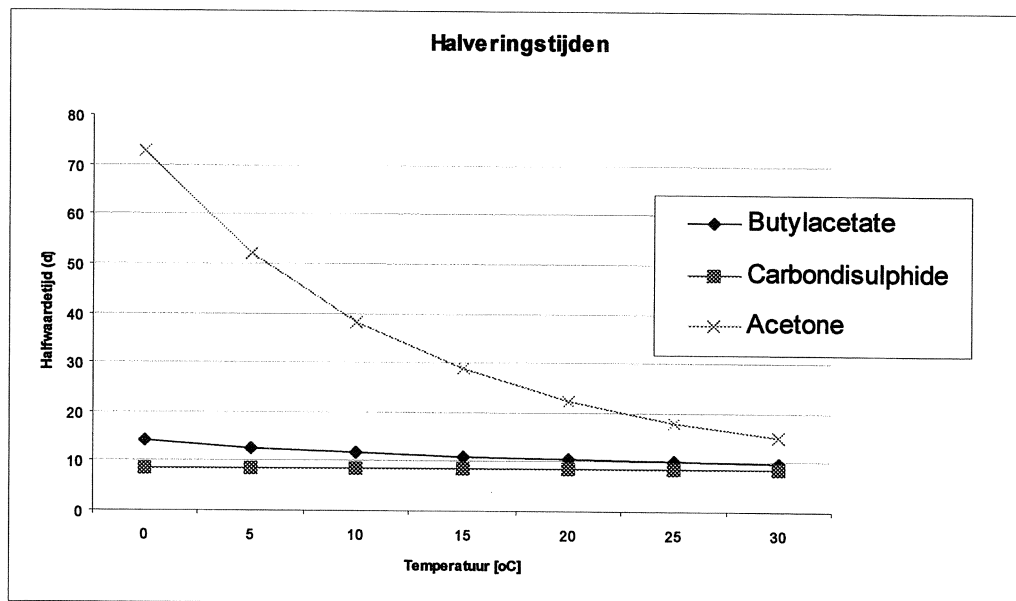
Omgevingsfactoren:								
Temperatuur	C	14.54	0.70	22.50	14.54	14.54	14.54	14.54
Windsnelheid	m/s	4.50	4.50	4.50	2.00	10.00	4.50	4.50
Stroomsnelheid	m/s	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.50	0.30
Diepte	m	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	40.00
Sinker	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

5.4 Halfwaardetijd

Voor drie stoffen is nader onderzoek gedaan naar de invloed van de omgevingsfactoren op de halfwaardetijd zoals die berekend wordt door het Verdelingsmodel. Het betreft de halfwaarde tijd van de opgeloste fractie. Hierbij verlies als gevolg van directe verdamping uit de drijflaag niet meegenomen. Dit is mede een gevolg van de gekozen model opzet waarbij de het gedrag van de drijflaag met een ander model wordt berekend dan de opgeloste fractie in het verdelings-model. De resultaten staan in Figuur 7 t/m 9. Opgemerkt wordt dat gebruik is gemaakt van de Excel-spreadsheet om de gevoeligheid grafisch weer te geven. Hierdoor zijn de halfwaardetijden groter dan die van het 'Verdelingsmodel NCP' (zie 5.1.4). Er kan geconcludeerd worden dat de diepte een nagenoeg lineaire invloed heeft op halfwaardetijd van een stof. Dit een gevolg van de aanname dat de vrijgekomen stof instantaan over de diepte wordt verdeeld.

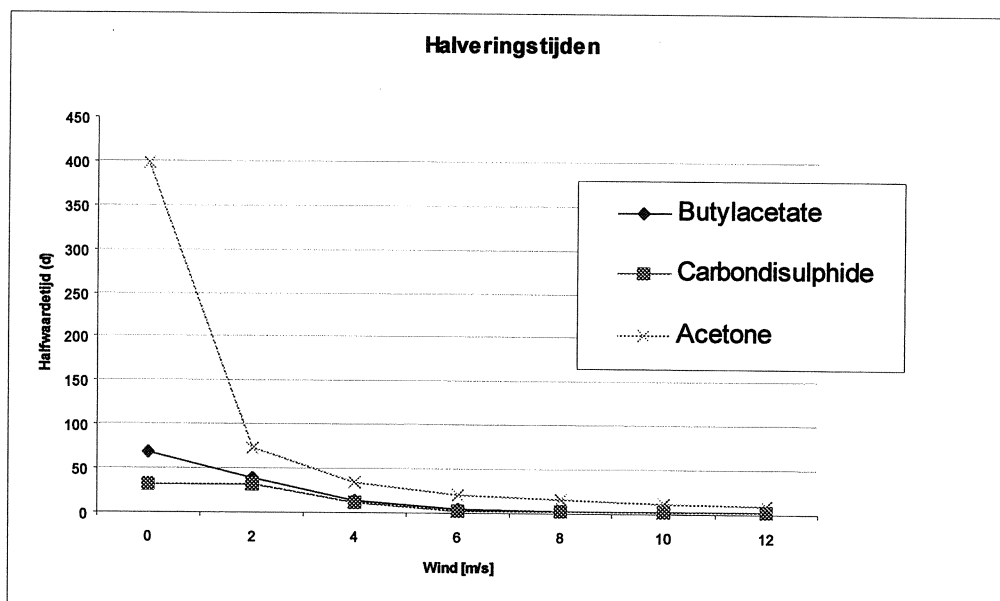


Figuur 7: Halfwaardetijd (d) als functie van de diepte (m)



Figuur 8: Halfwaardetijd (d) als functie van de temperatuur (°C)

Afhankelijk van de stoffeigenschappen spelen wind en temperatuur een zeer belangrijke rol bij de snelheid van verdamping uit de waterfase.



Figuur 9: Halfwaardetijd (d) als functie van de wind (m/s)

5.5 Gevoeligheid voor POC en DOC

In de hiervoor vermelde berekeningen bleek dat het model ongevoelig was voor variaties in DOC en POC. Dit wordt veroorzaakt de omdat binnen het gekozen model ontwerp het "SEBC-gedrag" overheersend is. Om die reden is na overleg met de opdrachtgever besloten de gevoeligheid van de het verdelingsmodel te testen met behulp van de spreadsheet voor variatie van de oplosbaarheid.

Onderzocht is wat de invloed is van een variatie in de partiticoëfficiënt voor organische stoffen. Deze coëfficiënt wordt meestal weergegeven als $\log K_{OC}$, met K_{OC} in l/kg. In de excel spreadsheet is gebruik gemaakt van de schattingsmethode voor $\log K_{OC}$ volgens Lyman:

$$\bullet \quad \log K_{OC} = -0.55 \cdot \log(S) + 3.64 \quad (5-1)$$

waarin:

$\log K_{OC}$ = partiticoëfficiënt voor POC ($\log(l/kg \text{ organisch C})$)

S = wateroplosbaarheid (mg/l)

Deze vergelijking houdt in dat hoe kleiner de wateroplosbaarheid van een stof, des te groter worden de in de waterkolom aan POC gesorbeerde en met DOC gecomplexeerde fracties.

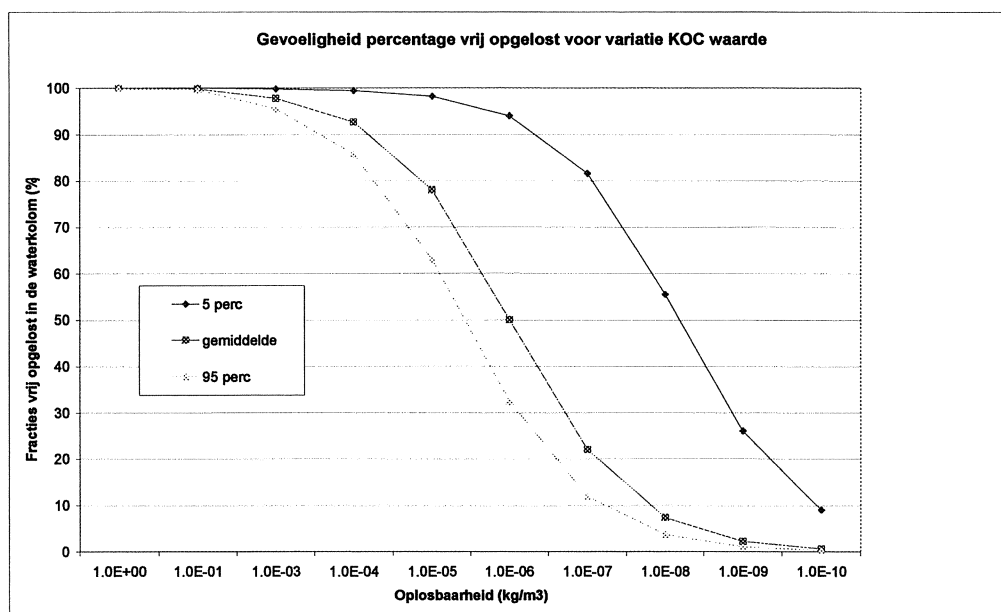
Tabel 9: Waarden van K_{OC} berekend op basis van formule 5.1

Oplosbaarheid (g/m ³)	Log K_{OC} ($\log L/kg \text{ org C}$)
1	3.64
1.e-1	4.19
1e-2	4.74
1e-3	5.29
1e-4	5.84
1e-5	6.39
1e-6	6.94
1e-7	7.49

In Figuur 10 t/m 12 zijn de verschillende fracties in de waterkolom uitgezet tegen de wateroplosbaarheid van een stof. In Tabel 10 staan de gebruikte waarden voor de concentraties DOC en POC in de waterkolom. Bij alle berekeningen is de adsorptie-efficiëntie DOC (X_{DOC}) gelijk gesteld aan: 0.18.

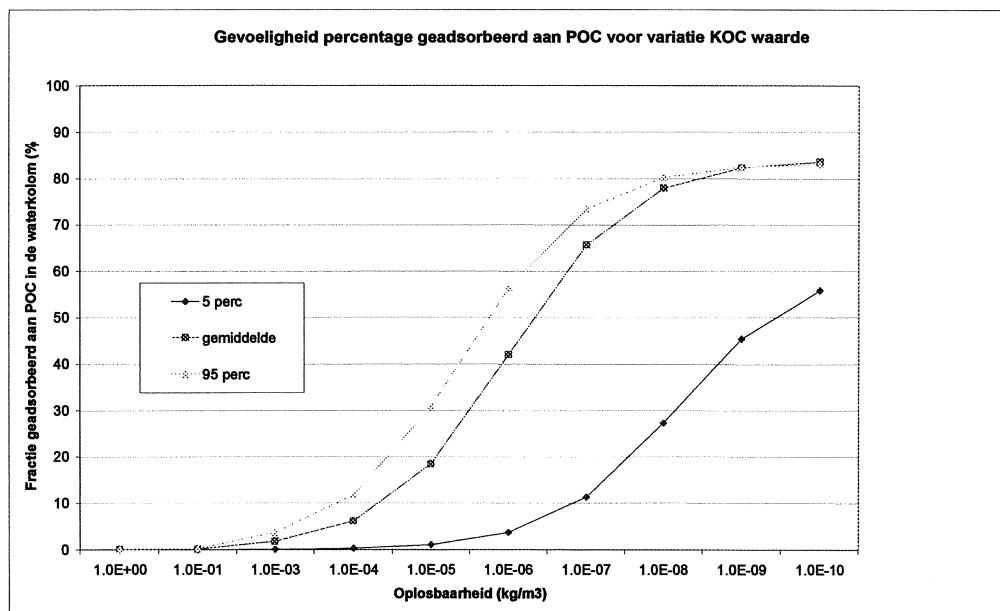
Tabel 10: Gebruikte waarden voor concentraties POC en DOC

	concentratie DOC	concentratie POC	Figuur
95% percentiel	9.9 gC/m ³	8.9 gC/m ³	10
5% percentiel	0.7 gC/m ³	0.2 gC/m ³	11
Gemiddeld	4.5 gC/m ³	4.3 gC/m ³	12

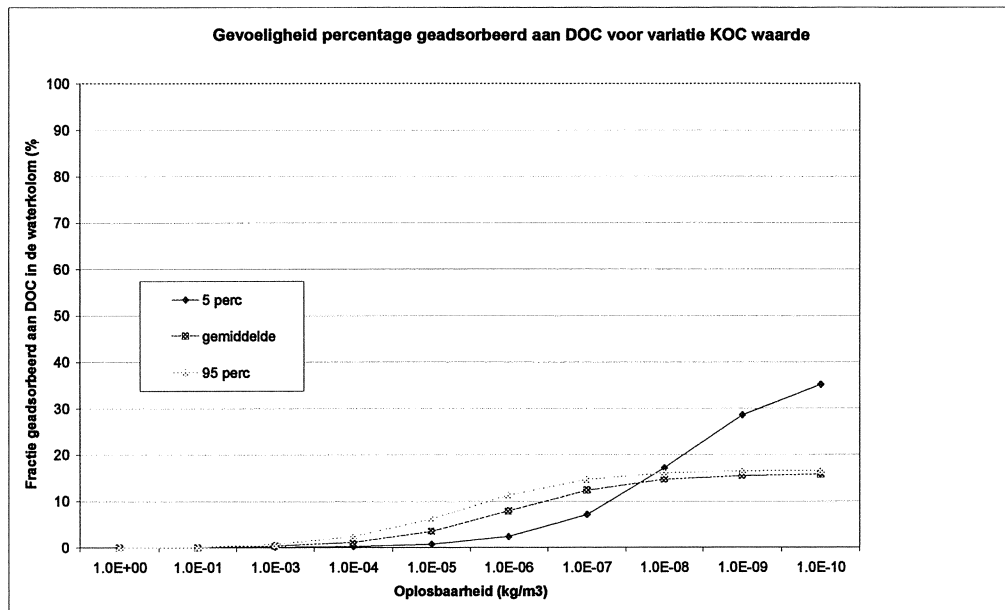


Figuur 10: Gevoeligheid fractie vrij opgelost voor variatie in de Koc (oplosbaarheid) bij de 5% , gemiddelde en 95 % waarde van de DOC en POC.

Te zien is dat de oplosbaarheids range van 1.0×10^{-4} tot 1.0×10^{-8} , het percentage vrij opgelost sterk wordt beïnvloedt door de waarde van DOC en POC.



Figuur 10: Gevoeligheid fractie geadsorbeerd aan POC voor variatie in de Koc (oplosbaarheid) bij de 5% , gemiddelde en 95 % waarde van de DOC en POC.



Figuur 12: Gevoeligheid fractie geadsorbeerd aan DOC voor variatie in de Koc (oplosbaarheid) bij de 5% , gemiddelde en 95 % waarde van de DOC en POC gehalten.

Duidelijk blijkt uit de figuren dat het POC en DOC gehalte grote invloed heeft op de verdeling in de waterfase. Dit effect wordt zelfs nog sterker als we naar situaties kijken waarbij bijvoorbeeld DOC laag en POC hoog is.

Bijvoorbeeld bij een DOC gehalte van 9,9 gC/m³ en een POC gehalte van 0,2 gC/m³ is de verdeling bij een oplosbaarheid-range van 1e-6 tot 1e-10 :

DOC	POC	S	fr vrij %	fr aan DOC	fr aan POC
9,9	0,2	1e-10	1,5	88,5	10
0,7	8,9	1e-10	0,4	1,4	98,2
9,9	0,2	1e-8	17	74,6	8,4
0,7	8,9	1e-8	4,3	1,3	94,3
9,9	0,2	1e-6	72,1	25,1	2,8
0,7	8,9	1e-6	36,2	0,9	62,9

Het DOC en POC gehalte zullen in de praktijk wel degelijk een belangrijke invloed uitoefenen op de verdeling binnen de waterfase. In die zin is een verdere analyse van de ruimtelijke en temporele verdeling van de POC en DOC gehalten over het NCP belangrijk. Het heeft echter geen invloed op de uitkomsten van het huidige verdelingsmodel omdat door de overheersing van het SEBC-gedrag binnen het model, de module waarin dit wordt berekend niet wordt bereikt.

6 Discussie en conclusies

6.1 Variabiliteit van omgevingsfactoren

We kunnen concluderen dat er een sterke temporele variatie in temperatuur is (ca. 0,5 - 22,5 °C). Hiermee vergeleken is de ruimtelijke variatie (van enkele °C) niet relevant. Het verdient aanbeveling de maandgemiddelde of actuele watertemperatuur te gebruiken.

De diepte is vanzelfsprekend locatie afhankelijk en varieert gemiddeld tussen de 10 en 50 m, het verdient aanbeveling de actuele informatie te gebruiken.

De wind variatie is sterk incidenteel bepaald, gebruik indien mogelijk actuele informatie. Typische waarden liggen tussen 2 en 10 m/s.

De stroomsnelheid is sterk bepaald door de combinatie locatie en het actuele tijdstip (bij getij kentering valt de stroom soms zelf stil). Bij de huidige modelopzet waarin geen dynamisch transport is verwerkt verdient het aanbeveling de berekening met een default waarde uit te voeren. De variatie op het MCP is ongeveer 0,3 - 1,5 m/s.

DOC vertoont een duidelijke ruimtelijke verdeling maar de gebiedsgemiddelde waarde vertoont bijna geen seizoensafhankelijkheid. De waarden variëren van 0.7 - 9.9 gC/m³.

Vermoedelijk is dit ook het geval voor POC maar door de beperkte selectie van de meetgegevens blijkt dit niet uit deze initiele analyse. Voor de POC concentratie geldt dat de seizoensafhankelijkheid duidelijk wordt in de 95 % waarden. De variatie in de gebiedsgemiddelde maand-gemiddelden minder dan 25 %. Voor alle locaties geldt een variatie van ongeveer 0.20 – 8.90 gC/m³.

6.2 Gevoeligheid van het 'Verdelingsmodel NCP'

- Het NCP verdelingsmodel bestaat uit een aantal modules : SEBC classificate, drijfslaag module en waterkolom/lucht verdelingsmodule. De formuleringen van deze modules zijn niet onderling consistent. Dit leidt ertoe dat de uitkomst van het model veel meer gestuurd wordt door de (door het model) gekozen module dan door variaties in omgevingsfactoren. De keuze van de modules wordt voornamelijk gestuurd door de stofeigenschappen.
- De SEBC-classificatie heeft voor de gekozen stoffen een overheersende invloed op de model uitkomst. Daarom is voor de gekozen stoffen de verdeling over de milieu-compartimenten volledig ongevoelig voor variatie over de 5% percentiel en 95% percentiel waarden van temperatuur, DOC concentratie en de POC concentratie en ook voor de minimale en maximale waarden van de diepte, wind- en stroomsnelheid.
- Analyse van de waterkolom/lucht verdelingsmodule toont aan dat deze formuleringen wel degelijk gevoelig zijn voor de variatie in DOC en POC
- Het verdient zeer sterke aanbeveling de model-opzet nog eens nader te evalueren.

7 Referenties

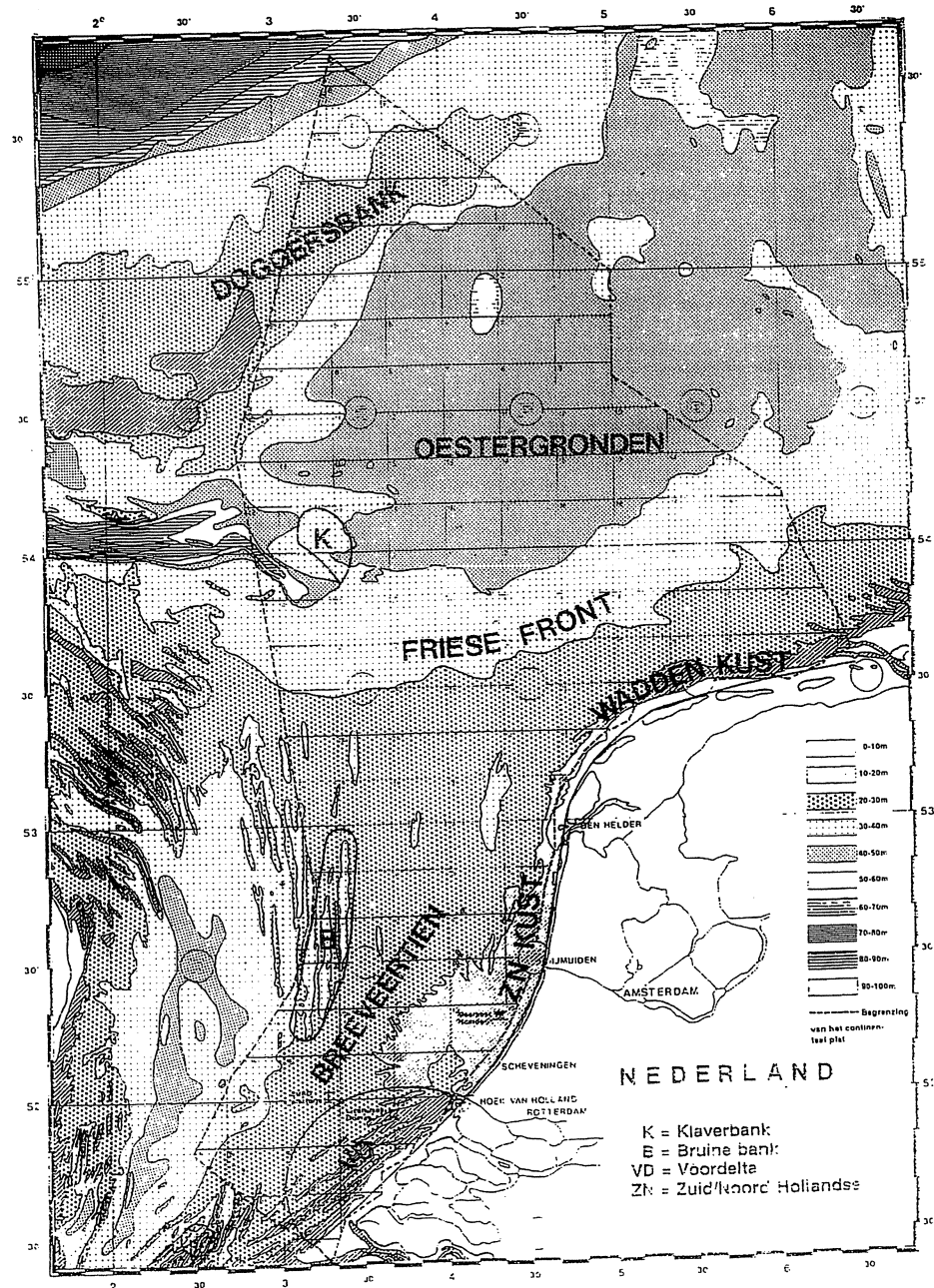
Distribution model NCP , RIKZ version 1.01 januari 2000

Donar database, RIKZ, 2000

Sonneveldt H.L.A. , Groeneveld G.J.J. , Verdelingsmodel NCP, documentatie en gebruikershandleiding, werkdocument RIKZ OS-99 160x , dec 1999

Bijlage I

(Dieptelijnen, mijnbouwwakken en topografische gebieden op het NCP (Directie Noordzee 1987))



Bijlage 2

GEBIED	LOCATIE	no.	GEBIED	LOCATIE	no.
BREEVEERTIEN	APPZK70	1	VOORDELTA	GOERE20	5714
	NOORDWK30	5972		GOERE6	5716
	NOORDWK50	5974		SCHOUWN10	5734
	NOORDWK70	5978		SCHOUWN20	5982
	TERHDE30	1		WALCRN2	5760
	TERHDE50	1		WALCRN20	5762
	TERHDE70	1	WADDENKUST	ROTTMPT20	1
	WALCRN50	1		ROTTMPT3	5840
DOGGERSBANK	WALCRN70	5996		TERSLG10	5856
	TERSLG235	6055		TERSLG20	5857
EEMSDOLLARD	TERSLG4	5858		TERSLG4	5858
	BOCHTVWTM	3904	WADDENZEE OOST	LAUWS	6332
	BOCHTVWTND	3906		ZOUTKPLG	6354
	BOCHTVWTZD	3908		ZOUTKPLZGT	6356
	EMDVWTR	1		ZUIDOLWOT	6358
	GROOTGND	3920	WADDENZEE WEST	BLAUWSOT	6410
	HUIBGOT	3930		DANTZGT	6306
	OOSTFSGJE	3934		DOOVBOT	6420
FRIESE FRONT	ZEEHVKNMDG	1		DOOVBWT	6422
	TERSLG50	5988		HARLGHVMWT	6426
HOLLANDSE KUST	CALLOG2	5807		MARSDND	6438
	CALLOG20	5808		VLIESM	6466
	NOORDWK1	5834	WESTERSCHELDE	APPZK2	1
	NOORDWK10	5828		BATHBI71	4706
	NOORDWK2	5830		BORSSLNNL	135
	NOORDWK20	5832		BRESKBSD	1
	NOORDWK4	5836		BRESKHVLZDE	4708
	TERHDE1	5852		BRESKHVMD	4710
	TERHDE10	5854		BRESKHVMDN	4712
	TERHDE2	1		HANSWGL	4720
	TERHDE20	1		HOEDKKKBI4	4722
	TERHDE4	1		HONTE	4724
NOORDZEE	APPZK20	1		LAMSWDBI59	4730
	WALCRN30	5992		SCHEURWT	6448
OESTERGRONDEN	TERSLG100	6052		TERNZBI20	4740
	TERSLG135	6053		VLISSGBISSVH	4746
	TERSLG175	6054		VLISSGREHD	4744
OOSTERSCHELDE	COLPHVLZDE	5548		WIELGN	4750
	COLPHVMD	5552		ZUIDGBI44	1
	COLPHVMDN	5550		HOORNDSBSD	1
	COLPT	1		KOOGBSD	1
	GORHK	5506		KRIMBSD	1
	HAMMOT	5508			
	HAMMWT	1			
	KRABBKK	5510			
	KRAMMSZN	5512			
	LODSGT	5514			
	ROGGPGWT	5518			
	STAVNSKTN	5526			
	WEMDGODSZ	5528			
	WISSKKE	5532			
	YERSKVWTPS	5534			
	ZANDKK	5540			
	ZIERZDVL	5542			
	ZIJPE	5544			