

Opdrachtgever:

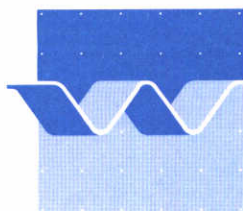
Rijkswaterstaat - Rijksinstituut voor Kust en Zee

Massabalans ZeeBOS

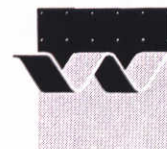
februari 1998

# Massabalans ZeeBOS

ir. J.G. Boon



**wL | delft hydraulics**



OPDRACHTGEVER: Rijkswaterstaat-Rijkinstituut voor Kust en Zee

TITEL: Massabalans Zeebos

## SAMENVATTING:

De functionaliteit van het Zeebos modelinstrumentarium is uitgebreid met de bepaling van balanstermen. De balansinformatie bestaat uit diverse bron -en verdwijntermen en is geldig voor een gespecificeerd gebied en periode. Dit rapport bevat een beschrijving van de methodiek om de diverse balanstermen te berekenen. Tevens wordt een beschrijving gegeven van de resultaten van uitgevoerde acceptatietests.

REFERENTIES: opdrachtbon 22973534

REV.	AUTEUR	DATUM	OPMERKINGEN	REVIEW	GOEDKEURING
01	J.G. Boon	1/12/97	concept		T.Schilperoort
02	J.G. Boon	17/2/98	definitief	A.Blauw	T.Schilperoort
TREFWOORDEN			INHOUD		STATUS
massabalans Zeebos emissie			TEKST: 12 TABELLEN: 1 FIGUREN: 1 APPENDICES -		<input type="checkbox"/> VOORLOPIG <input type="checkbox"/> CONCEPT <input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIEF
PROJECTNUMMER: Z2423					

# Contents

1	<b>Inleiding .....</b>	<b>1-1</b>
2	<b>Specificatie van de massabalans .....</b>	<b>2-1</b>
3	<b>Methodiek .....</b>	<b>3-1</b>
4	<b>Informatica-technische beschrijving.....</b>	<b>4-1</b>
5	<b>Acceptatietests .....</b>	<b>5-1</b>
6	<b>Referenties .....</b>	<b>6-1</b>

# I Inleiding

In het kader van het project ZEEBOS heeft RWS-RIKZ sinds eind 1996 de beschikking over een pilot versie van een beslissings-ondersteunend systeem voor de Noordzee (ZEEBOS). Dit instrument is gebaseerd op de operationele modellen voor toxische stoffen en eutrofiëring zoals die vanuit het project MANS zijn ontwikkeld.

Bij het toepassen van het modelinstrumentarium worden veelvuldig scenario berekeningen uitgevoerd waarbij de emissies vanuit verschillende bronnen gevarieerd worden. Recentelijk is het instrumentarium gehanteerd tijdens de internationale ASMO (Environmental Assessment and Monitoring Committee) workshop voor toxische stoffen (4-7 november 1997). In deze workshop zijn de resultaten van diverse waterkwaliteitsmodellen voor toxische stoffen met elkaar vergeleken middels kostenfuncties. Tijdens de workshop zijn er afspraken tussen de participanten gemaakt om een aantal aanvullende berekeningen uit te voeren met de waterkwaliteitsmodellen voor de Noordzee. Onderdeel hiervan is het presenteren van massabalansen voor toxische stoffen in het "common model area" (Zuidelijke Noordzee tussen de straat van Dover en de 56<sup>e</sup> breedtegraad)

Aangezien dergelijke massabalansen nog niet standaard door het ZEEBOS instrumentarium worden uitgevoerd, is bij RIKZ de behoefte gerezen om massabalansen voor zeewater en zoetwater input, en voor slib en stoffen te kunnen presenteren met het ZEEBOS instrumentarium. In een offerteaanvraag aan het WL | Delft Hydraulics met kenmerk RIKZ/OS977448 wordt gevraagd om een massabalans uitvoer voor de ZEEBOS werkomgeving te ontwikkelen.

Het doel van deze studie kan als volgt worden geformuleerd:

*Uitbreiding van het ZEEBOS waterkwaliteitsmodel voor toxische stoffen voor de CSM schematisatie om massabalansen voor stoffen in zeewater en rivierinput in een tabellarische vorm te presenteren.*

In hoofdstuk 2 wordt een specificatie van de massabalansen beschreven. Hoofdstuk 3 bevat de methodiek om de diverse termen te berekenen. Hoofdstuk 4 bevat een informatica technische beschrijving van de ontwikkelde programmatuur gevolgd door de resultaten van uitgevoerde acceptatietests.

Het project is van WL -zijde uitgevoerd door J.G. Boon in de periode november 1997 - januari 1998. Namens de opdrachtgever (RIKZ) is H.L.A. Sonneveldt de projectleider.

## **N.B**

*De nieuwe release van het rekenprogramma DELWAQ versie 4.3 bevat naast een update van de procesbibliotheek en een uitbreiding met snelle numerieke integratieopties, de mogelijkheid om voor vooraf gespecificeerde gebieden en raaien de massabalansen te berekenen. Het implementeren van deze nieuwe release in het ZEEBOS instrumentarium heeft echter dusdanige consequenties voor de reeds aanwezige structuur aan invoergegevens, dat in overleg met de opdrachtgever besloten is om deze nieuwe versie op dit moment nog niet te implementeren in de ZEEBOS omgeving.*

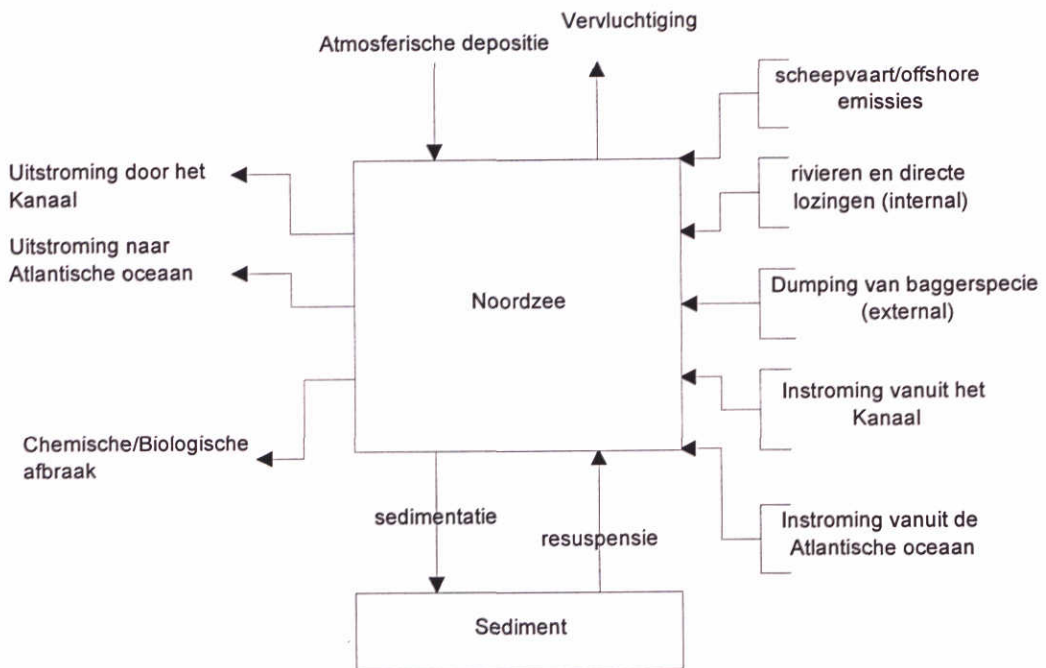
## 2 Specificatie van de massabalans

Een massabalans geeft de verhouding weer tussen de stoffluxen (in massa per tijdseenheid) van enerzijds de verschillende bronnen van toevoer en anderzijds de verschillende categorieën van uitvoer van het modelsysteem. De onderstaande Tabel (Tabel 2.1) geeft een overzicht van de verschillende bron -en verdwijntermen zoals die worden onderscheiden:

Tabel 2.1: Overzicht van bron -en verdwijntermen van stoffen in de waterfase in het 'common area' gebied .

<i>Brontermen</i>	<i>Verdwijntermen</i>
Rivieren	uitstroming door het Kanaal
Atmosferische depositie	uitstroming naar de Atlantische oceaan
Scheepvaart/Offshore	sedimentatie naar de bodem
dumping van baggerspecie	afbraak
instroming vanuit Kanaal	vervluchtiging naar de atmosfeer
instroming vanuit Atlantische oceaan	
resuspensie vanaf bodem	

In figuur 2.1 staat een schematische weergave van de diverse bron -en verdwijntermen.



Figuur 2.1 Schematische weergave van de te onderscheiden massa-balanstermen

Het rekenprogramma DELWAQ vormt de basis van het waterkwaliteitsmodel zoals dat in het ZEEBOS instrumentarium is geïmplementeerd. De berekening van de massafluxen van de diverse bronnen wordt on-line uitgevoerd in de gebruikersroutines DLWQPP\_TOX.F en DLWQTR\_TOX.F van het DELWAQ 4.0 systeem. De uitvoer is in de vorm van ASCII tabellen beschikbaar zijn voor de gebruiker. Om de massabalans te berekenen moet worden opgegeven over welk gebied en welke tijdsperiode een massabalans gewenst wordt.

### 3 Methodiek

De verschillende balanstermen worden berekend voor een bepaald gebied en over een tijdsperiode T. Het gebied en de periode waarover de massaverandering van de verschillende balanstermen wordt bepaald, wordt door de gebruiker gespecificeerd.

De totale massaverandering gedurende een periode T wordt als volgt bepaald:

$$\Delta M^T = E_{int} + E_{ext} + Atm + S + B_S + B_N + P_r - P_s - P_v - P_d$$

waar:

- $\Delta M^T$  : totale massaverandering over periode T
- $E_{int}$  : massa-inbreng door interne lozingen (rivieren en directe lozingen)
- $E_{ext}$  : massa-inbreng door externe lozingen (baggerspecie)
- $Atm$  : massa-inbreng ten gevolge van atmosferische depositie
- $S$  : massa-inbreng ten gevolge van scheepvaart en offshore emissies
- $B_S$  : in/uitstromende massa over de zuidelijke gebiedsgrens
- $B_N$  : in/uitstromende massa over de noordelijke gebiedsgrens
- $P_r$  : massa-inbreng door resuspensie
- $P_s$  : massaverlies door sedimentatie
- $P_v$  : massaverlies door vervluchtiging
- $P_d$  : massaverlies door afbraak

De afzonderlijke balanstermen worden hieronder nader uitgewerkt.

#### *Rivieren en directe lozingen*

Emissies vanuit rivieren zijn bepaald aan de hand van metingen van concentraties -en rivierdebieten. De stofbelasting is gedefinieerd in massa/tijdseenheid in de diverse bestanden van het ZEEBOS instrumentarium. De hoeveelheid massa welke gedurende een bepaalde periode (T) in het gedefinieerde gebied wordt ingebracht, is als volgt geformuleerd:

$$E_{int} = \sum_T \sum_{i=1}^N L_i \cdot \Delta t$$

waar:

- $E_{int}$  : de massa aan rivier en directe lozingen gedurende periode T
- $N$  : aantal locaties van rivieren en/of directe lozingen welke binnen het gedefinieerde gebied vallen.
- $L_i$  : emissie van bron  $i$  in massa/tijdseenheid
- $T$  : gedefinieerde periode waarin massa wordt berekend
- $\Delta t$  : rekentijdstap

#### *Dumping baggerspecie*

De dumping van baggerspecie en de hieraan gebonden verontreinigingen zijn opgeslagen als massa per tijdseenheid in bestanden welke in de ZEEBOS werkomgeving beschikbaar zijn. De ingebrachte massa wordt op eenzelfde wijze berekend als die van de rivieren en directe lozingen :



$$E_{ext} = \sum_T \sum_{i=1}^N L_i \cdot \Delta t$$

waar:

$E_{ext}$  : de massa aan baggerdumpingen gedurende periode T

#### *Atmosferische depositie*

Emissies naar de atmosfeer zowel vanuit geïndustrialiseerde en dichtbevolkte gebieden als vanuit landbouwgebieden vormen een belangrijke bron van verontreinigende stoffen in het milieu. Voor een groot aantal toxische stoffen levert de atmosferische depositie op de Noordzee een aanzienlijke bijdrage aan de totale stofbelasting van de Noordzee. Door het RIVM is een dispersiemodel EUTREND ontwikkeld om de verspreiding en depositie van stoffen te berekenen op basis van diffuse bronnen -en puntbronnen als functie van oppervlaktekarakteristieken. De ruimtelijk variërende atmosferische depositiefluxen dienen als invoer (emissie) voor de waterkwaliteitsmodellen. De aangeleverde gegevens zijn in ASCII (APS standaard) bestanden opgeslagen. Met behulp van conversieprogrammatuur zijn deze gegevens geconverteerd naar invoer voor de waterkwaliteitsmodellen (Boon, 1996). Om de massabalans term te berekenen, worden de depositiegegevens per segment vermenigvuldigd met het oppervlak voor alle segmenten in het gedefinieerde gebied van de Noordzee:

$$Atm = \sum_T \sum_{i=1}^N D_i \cdot O_i \cdot \Delta t$$

waar:

$Atm$  : de massa aan atmosferische inbreng gedurende periode T  
 $N$  : aantal segmenten binnen het gedefinieerde gebied  
 $D_i$  : atmosferische depositieflux in segment  $i$   
 $O_i$  : oppervlakte van segment  $i$   
 $T$  : gedefinieerde periode waarin massa wordt berekend

#### *Scheepvaart en Offshore*

Het in MANS kader ontwikkelde scheepvaartmodel voor de Noordzee bevat gegevens over de scheepvaartbewegingen op de Noordzee en over de omvang van de emissies van de scheepvaart. Aan de hand van emissiefactoren voor emissies naar de lucht (rookgassen) en naar het water berekent het model de inbreng van stoffen door scheepvaart voor alle segmenten in het Noordzeegebied. Het scheepvaartmodel is ontwikkeld door MA en MSCM en is thans ondergebracht in het CALMOD interface. De emissies van zware metalen Cu en Zn en PAK door scheepvaart wordt veroorzaakt door lozing van bilgewater, door lozing van ballast en waswater van tankers, door emissie van uitlaatgassen en door uitloging van aangroei-werende verven op de scheepshuid. Naast de scheepvaart dragen olie- en gaswinning op de Noordzee bij aan de emissies van zware metalen en PAK. Bij het proef- en productieboeren van olie en gas in de zeebodem wordt boorspoeling gebruikt als smeermiddel voor de boor en om het boorgruis af te voeren. De belangrijkste bronnen van verontreiniging van de zee nabij winningsinstallaties zijn emissies door corrosiebestrijding en lozing van productiewater en drainagewater.

De met CALMOD berekende ruimtelijk variërende emissiefluxen dienen als invoer voor de waterkwaliteitsmodellen. De aangeleverde gegevens zijn in ASCII bestanden opgeslagen en geconverteerd naar binaire invoer bestanden voor het waterkwaliteitsmodel. De totale

massabalans term wordt op eenzelfde wijze berekend als die van de atmosferische depositie:

$$S = \sum_T \sum_{i=1}^N F_i \cdot O_i \cdot \Delta t$$

waar:

- S : de massa aan scheepvaart/offshore inbreng gedurende periode T
- N : aantal segmenten welke binnen het gedefinieerde gebied
- $F_i$  : emissieflux ten gevolge van scheepvaart en offshore in segment  $i$
- $O_i$  : oppervlakte van segment  $i$
- T : gedefinieerde periode waarin massa wordt berekend

*In -en uitstroming vanuit de zuidelijke en noordelijke grenzen van het gedefinieerde gebied*  
In -en uitgaande stoffluxen vanuit de zuidelijke en noordelijke gebiedsgrenzen worden bepaald door voor elk rekenelement grenzend aan de gespecificeerde randen, de berekende (totaal) concentratie te vermenigvuldigen met het in dan wel uitgaande debiet ter plaatse. De wijze waarop de flux wordt berekend is afhankelijk van de geselecteerde numerieke integratie-methodiek. Voor het Boris & Book schema (integratie optie 5) gaat de berekening als volgt:

$$B = \sum_T \left[ \sum_{i,j=1}^N \frac{1}{2} \cdot (c_i + c_j) \cdot Q_{i \rightarrow j} + \frac{1}{2} \cdot \Delta t \frac{Q^2}{A_{i \rightarrow j} \Delta l} \cdot \Delta c + E \cdot A_{i \rightarrow j} \cdot \frac{\Delta c}{\Delta l} \right] \cdot \Delta t$$

waar:

- B : netto massa over de zuidelijke/noordelijke grens
- N : aantal uitwisselingen over de zuid/noord rand van het gedefinieerde gebied
- $Q_{i \rightarrow j}$  : debiet over uitwisseling  $i$  en  $j$
- $A_{i \rightarrow j}$  : dwarsdoorsnede van uitwisseling tussen segment  $i$  en  $j$
- $\Delta l$  : dispersielengte tussen segment  $i$  en  $j$
- $E$  : dispersie coëfficiënt
- $\Delta c$  : concentratieverschil tussen segment  $i$  en  $j$

#### *Sedimentatie/resuspensie*

Particulaire stoffen zijn onderhevig aan sedimentatie -en erosieprocessen. Aan de hand van opgegeven sedimentatie en erosie karakteristieken (valsnelheid, erosiesnelheid, kritische schuifspanningen voor sedimentatie en erosie) wordt de flux per tijdstap en per segment bepaald. Sommatie van deze fluxen over alle relevante segmenten in het geselecteerde gebied levert de totale sedimentatie en resuspensie balansterm. Voor sedimentatie geldt:

$$P_s = \sum_T \sum_{i=1}^N F_{sed_i} \cdot O_i \cdot \Delta t$$

waar:

- N : aantal segmenten in het gedefinieerde gebied
- $P_s$  : massa aan gesedimenteed materiaal gedurende periode T
- $F_{sed_i}$  : sedimentatieflux in segment  $i$
- $O_i$  : oppervlakte van segment  $i$

*Vervluchtiging naar de atmosfeer*

De opgeloste fractie van organische microverontreinigingen is onderhevig aan vervluchtiging naar de atmosfeer. Aan de hand van de door de gebruiker gespecificeerde Henry,  $K_{poc}$ ,  $k_l$  en  $k_g$  modelcoëfficiënten kan de flux naar de atmosfeer berekend worden per tijdstap en per rekenelement. Sommatie van deze flux over alle relevante segmenten in het geselecteerde gebied levert de totale vervluchtigingsterm.

$$P_v = \sum_T \sum_{i=1}^N C_{dis_i} \cdot O_i \cdot K_v \cdot \Delta t$$

waar:

- N : aantal segmenten in het gedefinieerde gebied
- $P_v$  : massa aan vervluchtigt materiaal gedurende periode T
- $C_{dis_i}$  : opgeloste concentratie in segment  $i$
- $O_i$  : oppervlakte van segment  $i$
- $K_v$  : gas-water uitwisselingssnelheid

*Chemische/biologische afbraak*

Afbraak van organische microverontreinigingen vinden plaats in het water en het sediment. De opgeloste fractie van organische microverontreinigingen is onderhevig aan verschillende afbraakprocessen zoals fotolyse en biodegradatie. In het rekenmodel worden de verschillende afbraakprocessen gerepresenteerd door één proces met één afbraakcoëfficiënt. De hoeveelheid materiaal wat gedurende een periode T wordt afgebroken wordt berekend als volgt:

$$P_d = \sum_T \sum_{i=1}^N C_{dis_i} \cdot V_i \cdot R_c \cdot \Delta t$$

waar:

- N : aantal segmenten in het gedefinieerde gebied
- $P_d$  : massa aan afgebroken materiaal gedurende periode T
- $C_{dis_i}$  : opgeloste concentratie in segment  $i$
- $V_i$  : volume van segment  $i$
- $R_c$  : eerste-orde afbraakcoëfficiënt

## 4 Informatica-technische beschrijving

Het waterkwaliteitsmodel DELWAQ\_TOX (Bokhorst en Boon, 1995) zoals dat in het ZEEBOS modelinstrumentarium is ondergebracht, is uitgebreid met de bepaling van balanstermen. Voor een succesvolle berekening van de balanstermen moeten de volgende extra gegevens worden toegevoegd aan de reeds bestaande constanten en parameters:

### Constanten

ISUBMAS	volgnummer voor het stofnummer waarvoor de massabalans moet worden bepaald
TEMP	watertemperatuur
RCXXX	afbraakcoëfficiënt (1/d) van stof XXX bij 20°C (alleen voor organische micro's)

Deze extra constanten moeten worden toegevoegd in de file <CONST.DAT> onder de directories *x:\zbos\tox\_csm\substanc\compound.xx\*

### Parameters

FLUX	dummy parameter voor berekening van fluxen over gebiedsgrenzen
MASSHP	dummy parameter voor emissies ten gevolge van scheepvaart
MASOFF	dummy parameter voor emissies ten gevolge van offshore
MASATM	dummy parameter voor atmosferische depositie
BALZONE	dummy parameter voor gebiedsidentificatie
OUTPUT kvXXX	output parameter voor de water/gas uitwisselingsnelheid
OUTPUT fSedXXX	output parameter voor de sedimentatieflux van stof XXX
OUTPUT fResS1XXX	output parameter voor de resuspensieflux van stof XXX
OUTPUT DisXXX	output parameter voor de opgeloste concentratie van stof XXX

Deze extra parameters moeten worden toegevoegd in de file <PARAM.DAT> onder de directories *x:\zbos\tox\_csm\substanc\compound.xx\*

De gebiedsspecificatie is weergegeven in een nieuw bestand <CSM\_BAL.DAT> op de UNIX directory *~/Zeebos/Csm/Dynamic*. Dit ASCII bestand bevat de gegevens omtrent de zuidelijke en noordelijke gebiedsgrenzen en informatie over welke rekenelementen in het geselecteerde gebied liggen.

De periode T waarover de massabalans termen worden berekend en weggeschreven, wordt door de gebruiker gedefinieerd middels de 'monitoring time step'.

De resultaten van de massabalansberekening worden elke monitoring tijdstap in twee uitvoer files beschreven (<DELWAQ.BA1> en <DELWAQ.BA2>). Als de DELWAQ berekening is beëindigd, worden deze bestanden door het ftp script <DEL\_FTP.SH> in de directory *x:\csm\_tox.cmt\cmtwork* geplaatst.

In het ASCII bestand <DELWAQ.BA1> staan voor elke periode T de absolute massatermen van de diverse bronnen beschreven. Daarnaast bevat het bestand een term voor de relatieve massafout als indicatie voor de opgetreden massafouten in periode T. Deze relatieve

massafout is gedefinieerd als zijnde het quotiënt van het verschil tussen de totale massa in het gebied berekend op basis van sommatie van de massaveranderingen en de totale massa bepaald op basis van concentraties en volumes. In formule levert dit:

$$ME = \frac{\sum_0^{t+T} \Delta M - \sum_i^N c_i^{t+T} \cdot V_i}{\sum_0^{t+T} \Delta M}$$

waar:

ME : relatieve massafout

$\Delta M$  : massaverandering tussen periode t en t+T (zie hoofdstuk 3)

$c_i$  : concentratie in segment  $i$  op tijdstip t+T

$V_i$  : volume in segment  $i$

In het <DELWAQ.BA2> bestand staan de relatieve resultaten per monitoring tijdstap. De afzonderlijke balanstermen zijn hierbij gedeeld door de totale massa.

## 5 Acceptatietests

Om te controleren of de massabalans aan de gespecificeerde functionaliteit voldoet, zijn er diverse testberekeningen (cases) met het ZEEBOS instrumentarium uitgevoerd. Er is hierbij getest of hetgeen er aan emissie en procesparameters is ingevoerd, consistent is met de berekende balanstermen. Allereerst is de file <CSM\_BAL.DAT> aangemaakt met een PC programma. De file bevat de specificatie van de CSM schematisatie van het gebied tussen de 51° en 56° breedtegraad.

Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de uitgevoerde testberekeningen:

- 1 Checkitem : transport door de zuidelijke en noordelijke gebiedsgrenzen  
Stof : conservatief  
Lozingen : Kanaal en midden in de zuidelijke Noordzee  
Status : de massabalans is niet perfect sluitend (massafouten van enkele promille). Dit wordt veroorzaakt door sluitfouten in de onderliggende hydrodynamica, numerieke afwijkingen ten gevolge van het gebruik van het hogere orde integratie schema 5 en het effect van de uitgevoerde aggregatie in het noordelijke gedeelte van het geselecteerde gebied. Gelet op de geringe massafout is hieraan geen verdere aandacht geschonken.
- 2 Checkitem : massaverandering ten gevolge van emissies variërend in de tijd en plaats  
Stof : cadmium  
Lozingen : interne en externe emissies, atmosferische depositie  
Status : OK
- 3 Checkitem : massaverandering door sedimentatie en resuspensie processen  
Stof : cadmium  
Lozingen : rivieren en directe lozingen  
Processen : wijzigingen in de partitie-coëfficiënt en in de valsnelheid.  
Status : OK
- 4 Checkitem : massaverandering door vervluchtiging en afbraak  
Stof : PCB153  
Lozingen : rivieren en directe lozingen en atmosferische depositie  
Processen : wijzigingen in de temperatuur en afbraakcoëfficiënt  
Status : OK
- 5 Checkitem : overall check, integratie van alle bronnen  
Stof : Cadmium  
Jaar : 1989  
Lozingen : gegevens aangeleverd door RWS-RIKZ  
Parameters : aangeleverd door RWS-RIKZ  
Restart : restart 1989 aangeleverd door RWS-RIKZ  
Processen : coëfficiënten aangeleverd door RWS-RIKZ  
Status : de resultaten van de berekening zijn in de file <DELWAQ.BA1> in tabelvorm weergegeven. De uitkomsten zijn worden hieronder vermeld.

Mass Balance Terms (in kg)  
positive: source  
negative: sink

Time (d)	Mass		Boundaries				Input	
	Total	Change	South-in	South-out	North-in	North-out	Internal	
0	1.62E+05	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00
7	1.62E+05	-1.75E+02	1.90E+03	.00E+00	1.80E+03	-3.82E+03	4.11E+00	4.11E+00
14	1.62E+05	-1.52E+02	2.73E+03	.00E+00	3.07E+03	-5.91E+03	4.11E+00	4.11E+00
21	1.62E+05	-1.27E+02	2.45E+03	.00E+00	2.45E+03	-4.95E+03	4.11E+00	4.11E+00
28	1.62E+05	-2.33E+01	2.30E+03	.00E+00	1.86E+03	-4.11E+03	4.11E+00	4.11E+00
35	1.62E+05	-9.24E+01	2.47E+03	.00E+00	2.31E+03	-4.79E+03	4.75E+00	4.75E+00
42	1.62E+05	-1.25E+02	2.20E+03	.00E+00	2.17E+03	-4.42E+03	5.23E+00	5.23E+00
49	1.62E+05	-2.58E+02	2.21E+03	.00E+00	3.07E+03	-5.49E+03	5.23E+00	5.23E+00
56	1.61E+05	4.25E+00	2.64E+03	.00E+00	2.61E+03	-5.21E+03	5.23E+00	5.23E+00
63	1.61E+05	-1.63E+02	2.68E+03	.00E+00	3.00E+03	-5.76E+03	4.52E+00	4.52E+00
70	1.61E+05	-1.31E+02	1.84E+03	-7.29E+00	1.93E+03	-3.82E+03	3.98E+00	3.98E+00
77	1.61E+05	-1.15E+02	1.94E+03	-7.49E+01	2.52E+03	-4.48E+03	3.98E+00	3.98E+00
84	1.61E+05	-2.71E+02	2.46E+03	.00E+00	3.17E+03	-5.82E+03	3.98E+00	3.98E+00
91	1.61E+05	-2.91E+01	1.66E+03	-1.31E+01	1.62E+03	-3.24E+03	3.95E+00	3.95E+00
98	1.61E+05	6.42E+01	1.37E+03	-6.12E+01	2.75E+03	-4.02E+03	3.72E+00	3.72E+00

Time (d)	Processes							
	External	Atmos	Shipping	Offshore	Sediment	Resupen	Volatile	Decay
0	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00	.00E+00
7	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.35E+02	5.00E+02	.00E+00	.00E+00
14	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.42E+02	5.31E+02	.00E+00	.00E+00
21	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.49E+02	5.08E+02	.00E+00	.00E+00
28	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.47E+02	5.05E+02	.00E+00	.00E+00
35	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.48E+02	5.05E+02	.00E+00	.00E+00
42	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.56E+02	5.11E+02	.00E+00	.00E+00
49	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.62E+02	5.40E+02	.00E+00	.00E+00
56	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.68E+02	5.63E+02	.00E+00	.00E+00
63	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.75E+02	5.24E+02	.00E+00	.00E+00
70	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.73E+02	5.31E+02	.00E+00	.00E+00
77	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.75E+02	5.80E+02	.00E+00	.00E+00
84	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.84E+02	5.31E+02	.00E+00	.00E+00
91	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-7.82E+02	5.65E+02	.00E+00	.00E+00
98	.00E+00	1.66E+02	.00E+00	.00E+00	-8.01E+02	6.57E+02	.00E+00	.00E+00

Uit de resultaten valt het volgende te constateren:

- De 'Total Mass' is vrijwel constant gedurende de gehele simulatieperiode. Hierdoor is de massaverandering ('Mass Change') gering voor elke monitoring periode. Dit betekent dat het systeem vrijwel in dynamisch evenwicht verkeerd. Dit wordt veroorzaakt door de gespecificeerde initiële condities;
- Door het Kanaal ('South') vindt nagenoeg alleen instroming van massa naar de Noordzee plaats. Dit is in overeenstemming met de gehanteerde windcondities;
- Een grote uitwisseling van massa vindt plaats over de noordelijke gebiedsgrens. Dit is in overeenstemming met het grootschalige circulatiepatroon van water in de Noordzee (instroming langs de Engelse kust en uitstroming langs de Continentale kust);
- De massa inbreng door rivieren en directe lozingen is constant over een periode van een maand. Dit is in overeenstemming met de gegevens uit het DELWAQ stofbelastings bestand;
- De massaverandering door atmosferische depositie is constant. Dit is in overeenstemming met de gespecificeerde invoer;
- De massaverandering door sedimentatie als door resuspensie is vrijwel constant. Aangezien de sedimentatieterm enigszins groter is als de resuspensieterm vindt er in het gebied een netto sedimentatie plaats;
- Er vindt geen verfluchtiging en afbraak plaats. Verfluchtiging en afbraak hebben alleen betrekking op organische microverontreinigingen;

De resultaten van de acceptatietests zijn in overeenstemming met de verwachte uitkomsten in relatie tot de gespecificeerde invoer.

## 6 Referenties

Bokhorst, M en J.G., Boon, 1995

KSENOS, Aanpassing en uitbreiding van het modelinstrumentarium MANS voor toxische stoffen en eutrofiering in de Noordzee en de Nederlandse kustwateren.

Waterloopkundig Laboratorium, T1236

Boon, J.G, 1996

ZeeBos, deel2: werkplan

Waterloopkundig Laboratorium





## **wL | delft hydraulics**

**Rotterdamseweg 185  
postbus 177  
2600 MH Delft  
telefoon 015 285 85 85  
telefax 015 285 85 82  
e-mail [info@wldelft.nl](mailto:info@wldelft.nl)  
internet [www.wldelft.nl](http://www.wldelft.nl)**

**Rotterdamseweg 185  
p.o. box 177  
2600 MH Delft  
The Netherlands  
telephone +31 15 285 85 85  
telefax +31 15 285 85 82  
e-mail [info@wldelft.nl](mailto:info@wldelft.nl)  
internet [www.wldelft.nl](http://www.wldelft.nl)**

