

Disclaimer:

Dit rapport is het resultaat van onderzoek dat is verricht in het kader van de MIRT Verkenning Grevelingen. De Bestuurscommissie MIRT Grevelingen heeft kennis genomen van de inhoud van dit rapport. Het rapport heeft bijgedragen aan gedachtevorming binnen de Bestuurscommissie Grevelingen over denkbare, mogelijke en wenselijke, ontwikkelingen voor de toekomst van de Grevelingen.

Het betreffende onderzoeksrapport kan niet noodzakelijkerwijs rekenen op instemming van de Bestuurscommissie MIRT Grevelingen of de organisaties die in de Bestuurscommissie vertegenwoordigd zijn. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit rapport ligt bij de opsteller. Het rapport heeft geen verdere status dan onderzoeksrapport. Aan het rapport kunnen geen rechten worden ontleend.

Om betrokkenen en geïnteresseerden in staat te stellen actief mee te denken over de toekomst van de Grevelingen, hecht de Bestuurscommissie Grevelingen aan maximale openbaarheid van de onderzoeken die binnen de MIRT Verkenning Grevelingen worden uitgevoerd. Opgeleverde onderzoeksrapporten zijn daarom via de website [www.toekomstgrevelingen.nl](http://www.toekomstgrevelingen.nl) voor een ieder in te zien en te downloaden.

Eind 2011 zal de Bestuurscommissie Grevelingen een voorkeursbeslissing voorleggen aan het BO MIRT. Op dat moment wordt ook een verkenningenrapport opgeleverd waarin de Bestuurscommissie een toelichting geeft op de gemaakte keuzes.

**Validatie van het 3D model van het  
Grevelingenmeer voor  
hydrodynamica, waterkwaliteit en  
primaire productie**

C. Spiteri Ph.D.  
drs. A.J. Nolte

1201650-000



**Titel**

Validatie van het 3D model van het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen	1201650-000	1201650-000-ZKS-0015	48

**Trefwoorden**




Type hier de trefwoorden

**Samenvatting**

Type hier de samenvatting

**Referenties**

Type hier de referenties

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	jul. 2010	Drs. A. J. Nolte		Dr. F.L. Los		ir. T. Schilperoort	
		Dr. C. Spiteri					

**Status**

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.



## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Algemeen	1
1.2 Overzicht en bijdrage aan de MIRT Grevelingen	1
1.3 Dit rapport: Validatie van het 3D Grevelingen model	2
<b>2 Validatie 3D Hydrodynamisch model voor het jaar 2008</b>	<b>3</b>
2.1 Algemeen: Delft3D-FLOW en de toepassing Grevelingen	3
2.2 Modelopzet en instellingen	3
2.2.1 De waterbalans	3
2.2.2 Rekenrooster	7
2.2.3 Bathymetrie	8
2.2.4 Open randen	9
2.2.5 Polders gemalen en Afstroming	11
2.2.6 Meteorologische aansturing	11
2.2.7 Overige instellingen en parameters	12
2.3 Resultaten	13
2.3.1 Tijdreeksen	13
2.3.2 Verloop in diepte en tijd (z-t diagrammen)	16
2.3.3 Dwarsdoorsneden	18
<b>3 Validatie 3D waterkwaliteit en primaire productie model voor het jaar 2008</b>	<b>21</b>
3.1 Algemeen: Delft3D-GEM en de toepassing Grevelingenmeer	21
3.1.1 Het Delft3D-GEM modelinstrumentarium	21
3.1.2 3D GEM Grevelingen model: historie en toepassingsgebied	22
3.2 Modelopzet en instellingen	23
3.2.1 Waterbeweging, rekenrooster en rekenschema	23
3.2.2 Gemodelleerde toestandvariabelen en processen	24
3.2.3 Randvoorwaarden Brouwerssluis	25
3.2.4 Belastingen vanuit polders	27
3.2.5 Meteorologische condities	29
3.2.6 Initiële condities	29
3.2.7 Parametersetting	29
3.3 Resultaten	30
3.3.1 Nutriënten, chlorofyl en doorzicht op MWTL locatie Dreischor	30
3.3.2 Zuurstofconcentratie op GTSO locaties	34
3.3.3 Lessen uit de validatie (en kalibratie)	34
<b>4 Samenvattende en concluderende opmerkingen</b>	<b>35</b>
<b>5 Literatuur</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Overzicht van originele waterbalansgegevens in Delft3D-FLOW Grevelingen</b>	<b>38</b>
A.1 Neerslag (gemiddelde van de dagwaarden in Dirksland en Brouwershaven)	38
A.2 Verdamping (dagwaarden in Wilhelminadorp)	38

A.3 Afstroming	39
<b>B Overzicht van processen en parameters in Delft3D-GEM Grevelingen</b>	<b>B-1</b>
B.1 Processen	B-1
B.2 Parameters	B-2
<b>C Overzicht van randvoorwaarden en polderlozingen</b>	<b>C-1</b>
C.1 Randvoorwaarden	C-1

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In het kader van de Deltares' bijdrage aan de MIRT<sup>1</sup> Grevelingen is het beschikbare 3D modelinstrumentarium voor hydrodynamica (waterbeweging), waterkwaliteit en primaire productie uitgebreid met en gevalideerd voor het jaar 2008. Samen met de eerder uitgevoerde kalibratie voor het jaar 2000 (Deltares, 2008) is hiermee een operationeel modelinstrumentarium beschikbaar voor toepassing in onderzoek en advies door Deltares, andere kennisinstituten en ingenieursbureaus. Het model is opgenomen in het Beheer en Onderhoud van modellen en kan op verzoek uitgeleverd worden. Samen met het kalibratierapport omvat dit validatierapport de onderliggende beschrijving en onderbouwing van het instrumentarium

## 1.2 Overzicht en bijdrage aan de MIRT Grevelingen

*MIRT Grevelingen (vrij naar het persbericht<sup>2</sup> 18-1-2010)*

De MIRT verkenning naar de toekomst van de Grevelingen is begin 2010 van start gegaan. Het onderzoek richt zich op het verbeteren van de waterkwaliteit, het opwekken van energie uit getijdenbeweging en het versterken van de recreatiesector. Eind 2011 volgt een advies over het eventueel aanpassen van de Brouwersdam en de Grevelingendam.

De verkenning over de toekomst van de Grevelingen is nodig omdat na de aanleg van de Deltawerken het natuurlijke getijdesysteem in het gebied is verdwenen waardoor er een gebrek aan zuurstof in het Grevelingenmeer is ontstaan. De verkenning onderzoekt de mogelijkheden om met een aantal investeringen meer dynamiek in het gebied te brengen, zowel in de natuur als in de economie. Uit eerder onderzoek blijkt dat de waterkwaliteit aanzienlijk verbetert als er weer een beperkte mate van getij in het meer komt. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door het maken van een (afsluitbare) opening in de Brouwersdam. In deze doorlaatopening van de Brouwersdam zou een energiecentrale gebouwd kunnen worden die elektriciteit opwekt uit het in- en uitstromende water. Voorlopige studies wijzen erop dat die elektriciteit kan leveren voor 50.000 huishoudens. Ook wordt onderzocht welke functie de Grevelingen kan hebben als opvang- en afvoerbekken bij extreem hoge afvoeren van Maas en Rijn die het gevolg kunnen zijn van klimaatverandering. Met het oog op de klimaatverandering en de hogere rivierafvoeren in de toekomst zou de Grevelingen hier een rol in kunnen hebben.

De opdrachtgevers tot de verkenning Grevelingen zijn de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en het Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen (een samenwerking van de provincies Zeeland en Zuid-Holland, de betrokken gemeenten en waterschappen en Staatsbosbeheer). De Verkenning wordt eind 2011 afgerond. Op basis van de verkenning besluit het Rijk welke investeringen zij wil doen voor de toekomst van de Grevelingen.

---

1. *Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport*

2. <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2010/01/18/huizinga-geeft-startsein-voor-onderzoek-naar-toekomst-grevelingen.html>



## *Bijdrage Deltares*

De MIRT Grevelingen onderscheidt de pijlers Natuur, Getijcentrale en Toerisme. De MIRT Grevelingen heeft tot doel om tot een voorselectie van kansrijke en haalbare alternatieven te komen die vervolgens in de volgende planstudie nader uitgewerkt kunnen worden.

Natuur- en Recreatieschap de Grevelingen ('de opdrachtgever') heeft Deltares gevraagd om in de pijlers Natuur en Getijcentrale een aantal (deel)onderzoeken uit te voeren:

1. Uitbreiding en validatie van het beschikbare modelinstrumentarium met het jaar 2008
2. Advies ontwikkeling waterkwaliteit en ecologische toestand (in het bijzonder de zuurstofhuishouding in de waterkolom) en advies dimensionering verbinding tussen Grevelingen en Volkerak-Zoommeer op basis van beschikbare en nieuwe 3D modelberekeningen voor het Grevelingenmeer of het Grevelingen-Volkerak-Zoommeer.
3. Analyse morfologische veranderingen Grevelingen en Voordelta als gevolg van getijcentrale
4. Advies en initieel onderzoek ontwikkeling bodemkwaliteit en bodemleven
5. Advies en ad-hoc ondersteuning ontwikkeling morfologie
6. Advies en ad-hoc ondersteuning werkgroep Natuur ten behoeve van ontwikkeling (voor)oevers en intergetijdegebied
7. Expert judgement draagkracht voor schelpdierkweek

Dit rapport beschrijft de resultaten van Onderzoek 1.

### **1.3 Dit rapport: Validatie van het 3D Grevelingen model**

In 2008 zijn door Deltares oplossingsrichtingen verkend voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer (Deltares, 2008). Hiervoor is gebruik gemaakt van een 3D model voor de hydrodynamica en de waterkwaliteit en primaire productie. De focus van de verkenning lag op de zuurstofhuishouding in het algemeen en op de modellering van zuurstofloosheid in het onderste deel van de waterkolom in de diepe delen van het meer in het bijzonder. In onderhavige studie is gebruikt gemaakt van het GEM model dat voor het jaar 2000 is opgezet en gekalibreerd in Deltares (2008). Hier is het beschikbare 3D instrumentarium uitgebreid met en gevalideerd voor het jaar 2008. In een tweede rapport zal het instrumentarium ingezet worden voor scenarioberekeningen op basis waarvan een advies gegeven zal worden over de waterkwaliteit en ecologische toestand van de Grevelingen.

- Geschiedenis model (*nog uitbreiden*)
  - o Kalibratie voor 2000
  - o Validatie 2008, ongewijzigde parametersettings

Dit rapport en Deltares (2008) vormen samen de basisdocumenten voor het 3D Grevelingen model voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie. Dit is een technisch document onder andere ook bedoeld voor collega-modellereurs. Het bevat een volledige beschrijving van modelopzet en -instellingen. Het modelinstrumentarium is derhalve ook gereed en beschikbaar voor toepassingen buiten de MIRT Grevelingen. Om toegang te krijgen tot de modelresultaten en/of de modelinvoer kunt u contact opnemen met Deltares. Toegang is in principe gratis, hoewel geringe kosten in rekening gebracht kunnen worden voor verwerking.

## 2 Validatie 3D Hydrodynamisch model voor het jaar 2008

### 2.1 Algemeen: Delft3D-FLOW en de toepassing Grevelingen

Voor de uitbreiding van het modelinstrumentarium is gebruikt gemaakt van een hydrodynamisch model dat voor het jaar 2000 is opgezet en gekalibreerd (WL | Delft Hydraulics 2006, Deltares, 2008). In de huidige studie is het beschikbare 3D instrumentarium aangepast voor het jaar 2008. Voor dit jaar waren zowel goede kalibratiedata beschikbaar als gegevens van de externe factoren, zoals meteorologische condities en concentraties van de lozingen.

Voor het opzet van het hydrodynamisch model zijn de volgende stappen doorgelopen:

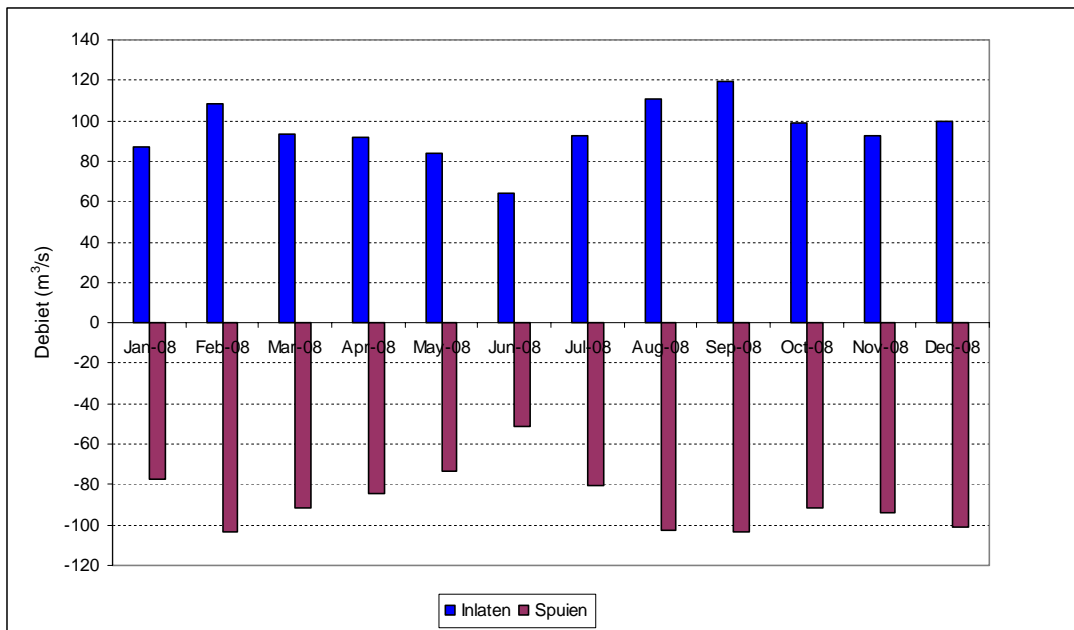
- Verzamelen data debieten, belastingen en meteorologie
- Opstellen sluitende waterbalans
- Opzetten/uitbreiden modelinvoer
- Model validatie

### 2.2 Modelopzet en instellingen

#### 2.2.1 De waterbalans

Voor het opstellen van de waterbalans zijn alle benodigde data, namelijk inlaten/spuien debieten Brouwerssluis, polders, neerslag, verdamping en afstroming voor het jaar 2008, samengevoegd.

- Brouwerssluis: Deze sluis in de Brouwersdam verbindt het Grevelingenmeer met de Noordzee en zorgt daarmee voor een toevoer van zout water. Vanaf 1999 is er een permanente uitwisseling, met een incidentele sluiting ten behoeve van de visserij (30 dagen regeling). De inlaten/spuien debieten door de Brouwerssluis zijn berekend uit de waterstandregistraties over de sluis en de schuifhoogten. Bij gaten in de data is aangenomen dat de sluis dicht is. De tijdsresolutie van de debietdata bedraagt 1 uur.



Figuur 2.1 Maandelijke gegevens (m³/s) voor inlaten/spuien door de Brouwersdam

- Neerslag: Voor de invoer van neerslag is gebruik gemaakt van het gemiddelde van de meetwaarden in Dirksland en Brouwershaven (dagwaarden). Indien op een tijdstip beide niet bekend zijn wordt geen neerslag verondersteld.
- Verdamping: Voor de verdamping zijn de gemeten dagwaarden in Wilhelminadorp gebruikt. Gaten in de data zijn lineair geïnterpoleerd.
- Polders: Voor de polderdebieten zijn maandgemiddelde waarden gebruikt. Vijf polders zijn onderscheiden: Battenoord, Dreischor, Herkingen (de Drie Polders), de Kille (Kilhaven) en Den Osse. Voor 2008 zijn de gemaalde gegevens voor Battenoord, Dreischor, Herkingen en de Kille beschikbaar. Voor De Osse zijn de gemaalde gegevens berekend volgens de 2000:2008 ratio voor Dreischor.

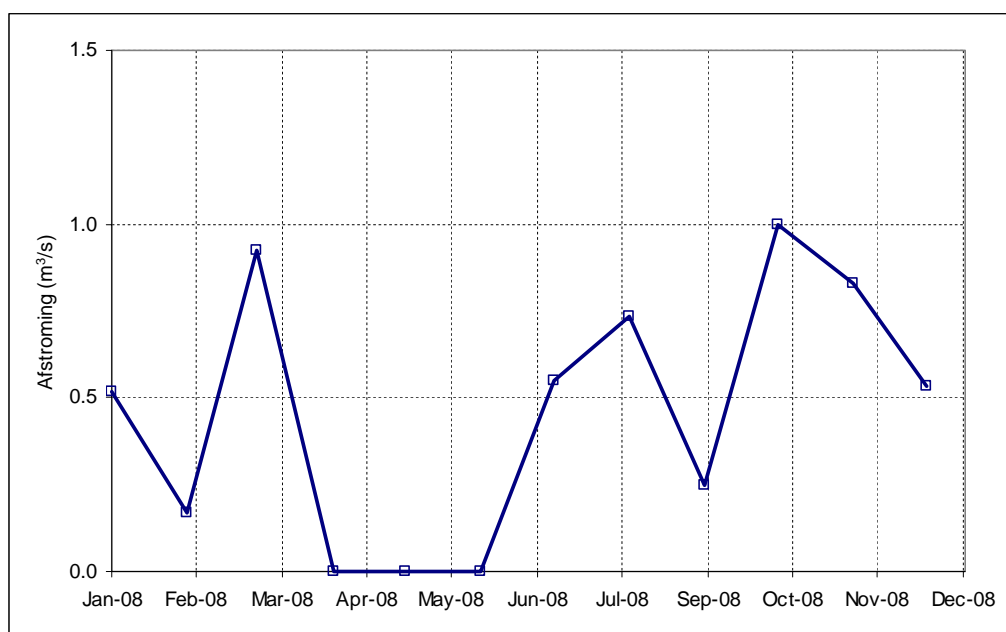
Tabel 2.1 Maandelijke gemalen (m³/s) voor de vijf polderdebieten

Maand	Battenoord	Dreischor	Herkingen	De Kille	De Osse
Jan-08	0.222	0.212	0.007	0.204	0.555
Feb-08	0.157	0.093	0.000	0.145	0.181
Mar-08	0.298	0.262	0.003	0.256	0.597
Apr-08	0.637	0.078	0.311	0.127	0.231
Mei-08	0.549	0.040	0.459	0.077	0.060
Jun-08	0.451	0.040	0.395	0.054	0.085
Jul-08	0.436	0.036	0.360	0.073	0.059
Aug-08	0.382	0.168	0.385	0.154	0.424
Sep-08	0.051	0.123	0.057	0.121	0.294
Oct-08	0.151	0.262	0.158	0.194	0.632
Nov-08	0.216	0.268	0.174	0.223	0.605
Dec-08	0.150	0.239	0.124	0.255	0.487

- Afstroming: Voor de afstroming van buitendijks gebied zijn maandgemiddelde debieten gebruikt. De afstromingsgebieten over de oevers zijn berekend uit de maandelijkse neerslag in de locaties Ouddorp (5%), Goedereede (17%), Dirksland (20%), Anna Jacoba Polder (14%), Noordgouwe (19%) en Brouwershaven (25%) and verdamping gegevens in locatie Vlissingen. De percentages in de haakjes hebben betrekking op de deel van de totale neerslag die een bijdrage levert aan de afstroming. De afstroming is als volgt gedefinieerd:

Afstroming Oevers = Total Neerslag – 0,7\*Verdamping)\*Oppervlak Oever

waarbij “oppervlak oevers” is ongeveer 31200 m<sup>2</sup>.

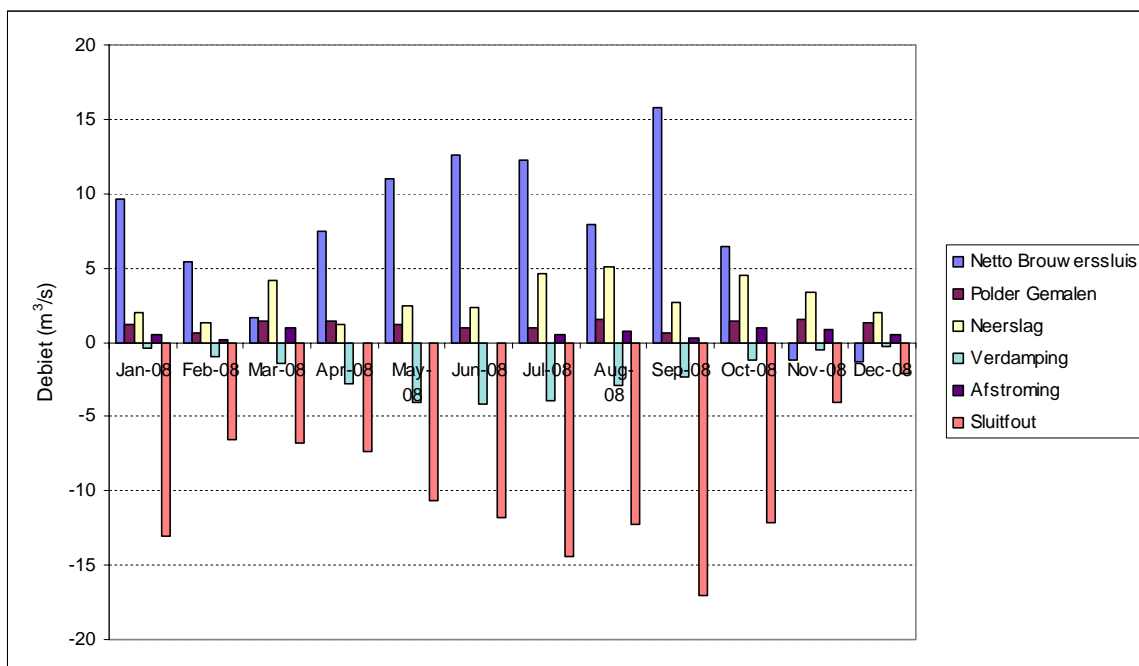


Figuur 2.2 Maandelijkse variatie van berekende afstroming als functie van neerslag en verdamping

Appendix A.1 geeft een volledig overzicht van de originele gegevens gebruikt in de samenstelling van de waterbalans, namelijk voor neerslag, verdamping en berekening van afstroming.

Kwel en verzwijging zijn niet meegenomen omdat wij denken dat dit niet van belang is.

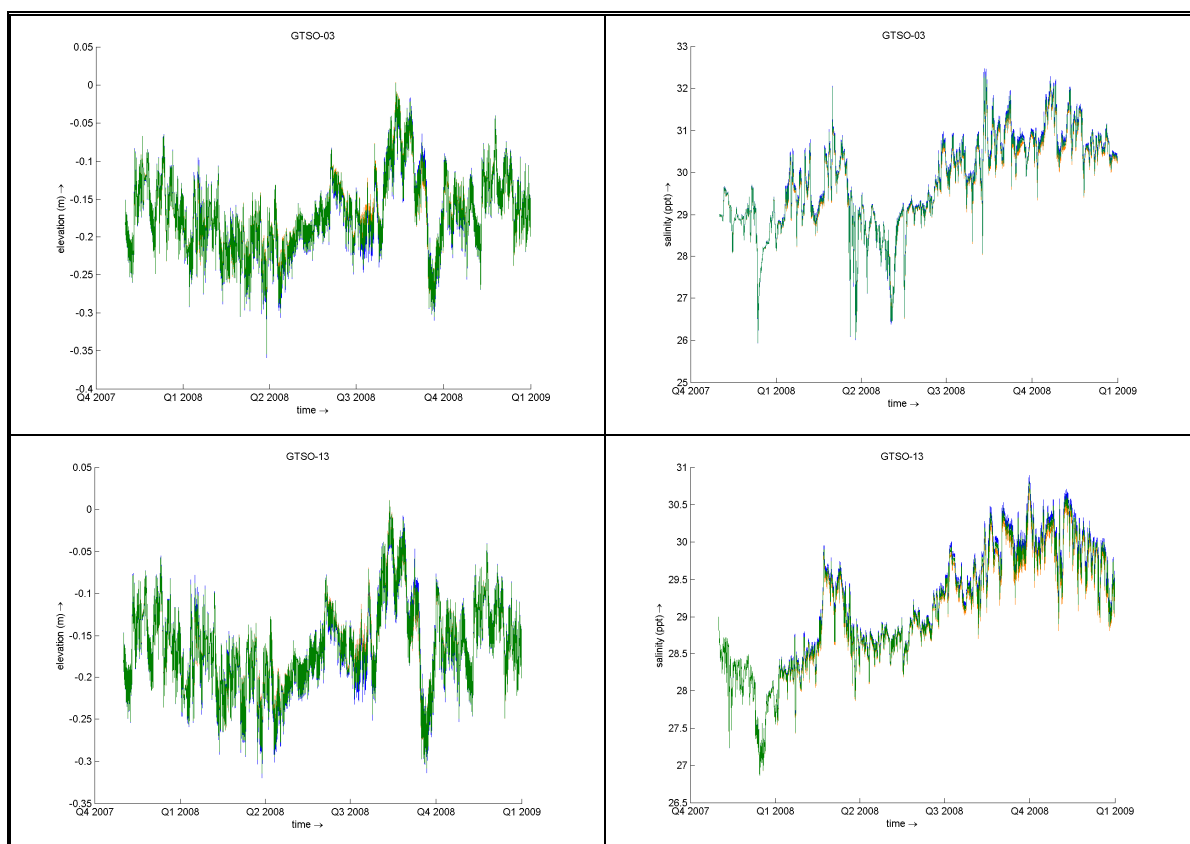
De bronnen (ingående debieten) en putten (uitgaande debieten) zijn onderscheiden en een maandelijkse waterbalans is opgesteld (Figuur 2.3).



Figuur 2.3 Waterbalans voor het jaar 2008. Volledige originele gegevens bevinden zich in Appendix A

De sluitfout in de waterbalans kan verschillende oorzaken hebben. De belangrijkste oorzaak is waarschijnlijk de onnauwkeurigheid van de metingen, voornamelijk de Brouwerssluisdebiets. Voor het jaar 2008 gaan piekdebiets door de Brouwerssluis van meer dan  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  in beide richtingen. Bij het aftrekken van twee grote getallen (om tot een netto debiet te komen) kan een kleine meetonauwkeurigheid in de piekdebiets leiden tot een verkeerd netto debiet. Daarom is besloten om met de aanname dat het waterpeil over het jaar constant is, de waterbalans te sluiten. Hiertoe is verspreid over elke maand een maandelijks sluitdebiet opgeteld bij het Brouwerssluisdebiet. In werkelijkheid kan de waterstand over de maanden variëren. Kleine variaties in de waterstand zijn echter hydrodynamisch gezien onbelangrijk. De gecorrigeerde debiets in de waterbalans dienen als uitgangspunt voor de modelverificatie.

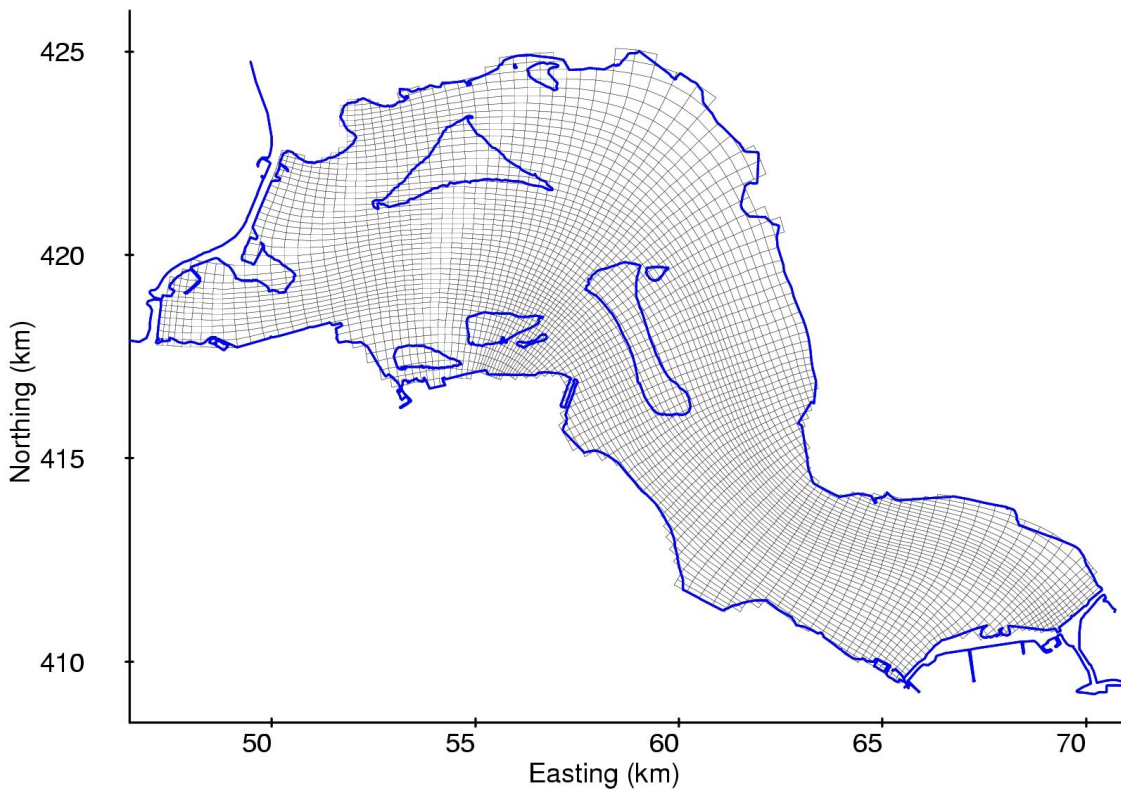
Uit Figuur 2.1 blijkt dat op basis van de opgegeven tijdserie door de Brouwerssluis sprake zou zijn van een nette instroom. Aangezien het overtollige polderwater en de overtoelige neerslag door de Brouwerssluis afgevoerd wordt, wordt een netto uitstroom verwacht. De opgegeven debiets hebben daarmee een onnauwkeurigheid van 5% tot 15% (netto ten opzichte van absolute waarde). Om de gevoeligheid van deze onnauwkeurigheid te testen zijn drie berekeningen gedaan, waarbij 1) het instromende debiet als betrouwbaar en 2) het uitstromende debiet als betrouwbaar zijn gedefinieerd. De derde berekening neemt het gemiddelde als betrouwbaar. Figuur 2.4 laat zien dat de berekende saliniteit wel verschilt, maar dat de verschillen minimaal zijn. De keuze voor de aanname is derhalve niet cruciaal. In de validatie hebben we gekozen voor de instroom als betrouwbaar gegeven, hetgeen neerkomt op de maximale uitwisseling. Het effect van de sluitfout op de nutriënten moet nog worden uitgezocht.



Figuur 2.4 Berekende saliniteit (in ppt) in locaties GTSO-03 en GTSO-13 in boven- en onderlaag voor drie berekeningen met verschillende aanname voor de debieten door de Brouwerssluis: Instroom betrouwbaar (blauw), Uitstroom betrouwbaar (groen) en Gemiddeld (rood)

## 2.2.2 Rekenrooster

De rekenrooster bedraagt circa 4200 actieve rekencellen in het horizontaal (Figuur 2.5), met een celgrootte bedragen 100 tot 250 m en uitschieters naar 400 m in het uiterste noorden van het model. In de verticale dimensie wordt gewerkt met een zogenaamd zlagen (of vaste lagen) rooster. Dit houdt in dat de verticale roosterlijnen op een vaste diepte liggen en strikt horizontaal lopen. Voordeel van de zlagen schematisatie ten opzichte van de meer gangbare  $\sigma$ lagen schematisatie is dat het artificieel opmengen ('creeping') van stratificatie sterk wordt verminderd. Het maximale aantal verticale rekenlagen dat wordt gebruikt, is 14. Dit maximale aantal lagen wordt alleen gebruikt in de diepste putten van het 3D Grevelingen model. Het aantal rekenlagen dat daadwerkelijk gebruikt wordt, verschilt per locatie, afhankelijk van de lokale diepte. De laagdiktes variëren over de diepte, met een laagdikte van 2,5 m in de bovenste laag tot een laagdikte van 5,0 m in de onderste laag.



Figuur 2.5 Overzicht van de horizontale rekenrooster

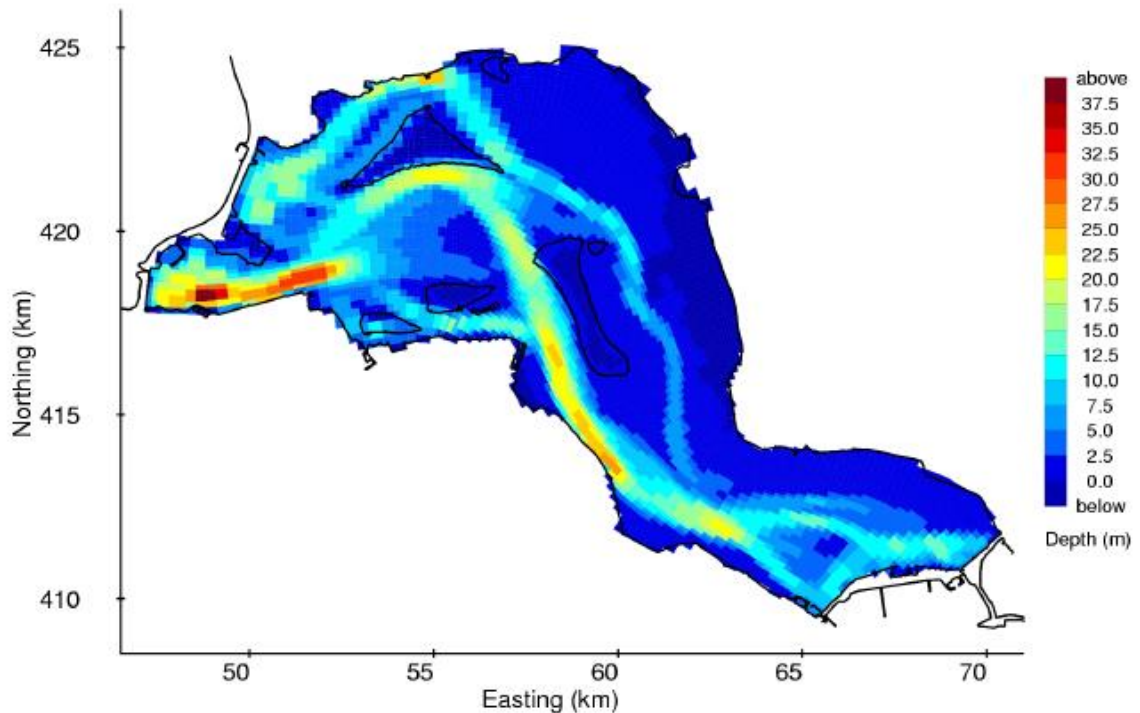
Tabel 2.2 Verdeling van laagdikten over de verticale. Diepten ten opzicht van NAP.

Laagnummer	Laagdikte (m)	Cumulatieve diepte (m NAP onderkant laag)	Laagnummer	Laagdikte (m)	Cumulatieve diepte (m NAP onderkant laag)
1	Variabel *	-1,25	8	2,50	-18,75
2	2,50	-3,75	9	2,50	-21,25
3	2,50	-6,25	10	2,88	-24,13
4	2,50	-8,75	11	3,31	-27,43
5	2,50	-11,25	12	3,80	-31,23
6	2,50	-13,75	13	4,37	-35,61
7	2,50	-16,25	14	6,39	-42,00

\*Het wateroppervlak bevindt zich in Laag 1. Met een middenstand van -0,2 m NAP is de laagdikte van Laag 1 dus gelijk aan 1,05 m.

## 2.2.3 Bathymetrie

De bathymetrie van het Grevelingenmeer is te omschrijven als een geulenstelsel met enkele putten, dat door een ondiep gebied (ca. 1 m diep) met platen loopt. De putten variëren in diepte van circa 20 m tot maximaal ca. 45 m. Dezelfde bathymetrie als in de vorige Grevelingen modelstudie (Deltares, 2008) is gebruikt (Figuur 2.6).

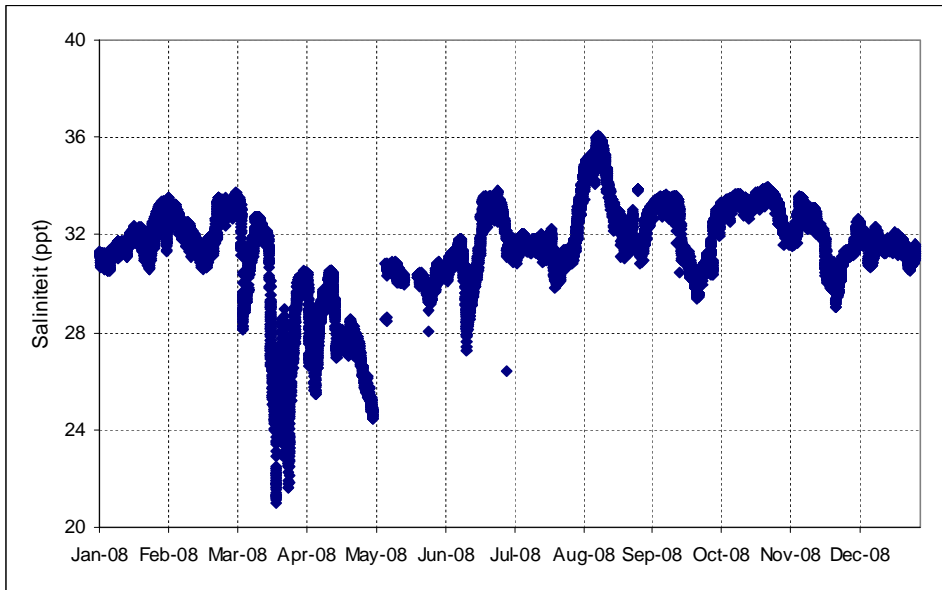


Figuur 2.6 Overzicht van modelbathymetrie

#### 2.2.4 Open randen

De Grevelingen is geen gesloten systeem, maar heeft in het westen een uitwisseling met de Noordzee via de Brouwerssluis. Deze uitwisseling wordt meegenomen in het model als open randen. De gegevens voor de Brouwerssluis bestaat uit debieten berekend uit de waterstandregistraties over de sluis en de schuifhoogten. Bij gaten in de data is aangenomen dat de sluis dicht is. De tijdsresolutie van de debietdata bedraagt 1 uur (zie 2.2.1). Voor het zoutgehalte en de temperatuur van de ingaande debieten is gebruik gemaakt van het gemeten chloridegehalte en temperatuur op locatie BG8 (Brouwersdam zeezijde). Het gemiddelde van boven en ondersensor waarden met een tijdsresolutie van 10 minuten is gebruikt (gedownload via [www.hmcz.nl](http://www.hmcz.nl)).





Figuur 2.7 Tijdsreeksen van de saliniteit- en temperatuurgegevens in locatie BG08

## 2.2.5 Polders gemalen en Afstroming

Voor de polderdebieten in de vijf polders (Battenoord, Dreischor, Herkingen, de Kille en Den Osse) zijn maandgemiddelde waarden gebruikt. De gegevens zijn aangeleverd door Waterschap Scheldestromen en Waterschap Hollandse Delta. Voor alle polders wordt de temperatuur van de ingaande debieten constant gehouden op 10 °C maar het zoutgehalte is verschillend afhankelijk van de locaties (Battenoord: 2,2 ppt, Dreischor: 4,7 ppt, Herkingen: 4,5 ppt, de Kille: 2,4 ppt en Den Osse: 5,7 ppt) zoals in Deltares (2008).

Het afstromingsdebiet (zie paragraaf 2.2.1) is verspreid over vijf plaatsen in de bovenste rekenlaag van het model toegevoegd. De temperatuur wordt constant gehouden op 10 °C en het zoutgehalte op 0,1 ppt.

## 2.2.6 Meteorologische aansturing

### *Wind*

De windaansturing is van belang voor de aandrijving van de stroming in het Grevelingenmeer. Het ontstaan van stratificatie wordt tegengewerkt door menging ten gevolge van windgedreven stroming. Voor de windaansturing worden dagwaarden van de windrichting en magnitude voor 2008 van meetstation Vlissingen gebruikt, afkomstig van het KNMI. De aansturing wordt uniform over het wateroppervlak toegepast.

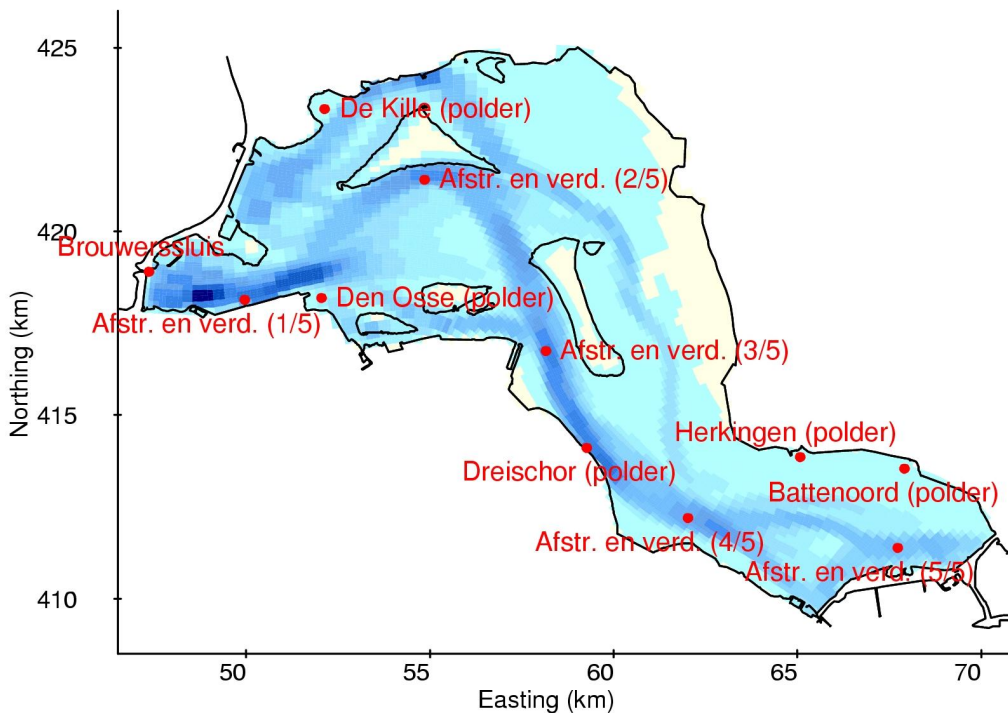
### *Temperatuur*

Voor de berekening van de temperatuur wordt het 'Ocean Heat Flux' Model gebruikt. Dit temperatuursmodel gebruikt als invoer de luchttemperatuur op 2 m boven het wateroppervlak, de relatieve luchtvochtigheid en de bewolgingsgraad. De bruto zoninstraling wordt berekend op basis van de tijd, de hoogtegraad en de positie van de arde. De netto zoninstraling wordt dan berekend door te corrigeren voor de bewolgingsgraad. Voor de meteoaansturing worden dagwaarden voor de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid en de bewolgingsgraad van meetstation Vlissingen gebruikt, afkomstig van het KNMI. Deze aansturing wordt uniform over het modeloppervlak toegepast. Afregelparameters van het temperatuursmodel zijn de Stanton coëfficiënt voor de convectieve warmte flux en de Dalton coëfficiënt voor de evaporatieve warmte flux. Afregelparameters van het temperatuursmodel zijn de Stanton coëfficiënt voor de convectieve warmte flux en de Dalton coëfficiënt voor de evaporatieve warmte flux. De gebruikte waarden zijn allebei  $1,3 \times 10^{-3}$ . De Secchi diepte, die de troebelheid van het water weergeeft, is op 2,0 m ingesteld; voor de luchtdichtheid is een waarde van  $1,205 \text{ kg/m}^3$  gehouden .

### *Neerslag/Verdamping*

Neerslag en verdamping zijn net als afstroming toegevoegd als puntbronnen in plaats van ruimtelijk verdeeld (Figuur 2.8). Die zijn verspreid over vijf plaatsen in de bovenste rekenlaag van het model. Deze aanpak heeft als voordeel dat de bronnen en hun debieten automatisch doorgegeven worden naar Delft3D-GEM.

Voor de verdamping levert dat een nadeel dat met het verdampingsdebiet zout meegenomen wordt uit het water, terwijl in werkelijkheid het zout achterblijft. Om ervoor te zorgen dat bij verdamping het zout toch in het model achterblijft is op de zelfde locatie een inverse bron opgenomen die het 'verdampte' zout weer terugbrengt in het meer.



Figuur 2.8 Overzicht van locaties van puntlozingen. Afstroming en verdamping zijn als puntlozing over vijf plaatsen in de bovenlaag van het model verdeeld.

## 2.2.7 Overige instellingen en parameters

### *Turbulentie modellering*

In de horizontale richting wordt een constante turbulente viscositeit en diffusiviteit gebruikt ingesteld op  $0,25 \text{ m}^2/\text{s}$ . Voor de verticale turbulentiemodellering wordt het k-epsilon model gebruikt. Hierin wordt de menging als gevolg van wind meegenomen als bronterm. De turbulente viscositeit en diffusiviteit zijn beide ingesteld op  $0 \text{ m}^2/\text{s}$ . Deze waarde wijkt af van de kalibratie, waarin  $5,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  voor de verticale richting werden gebruikt. De reden hiervoor is dat de turbulente viscositeit en de diffusiviteit in de nieuwe versie van Delft3D-FLOW automatisch meegenomen wordt en dus niet meer in de invoer hoeft te worden opgenomen. De parametersetting is dus wel gewijzigd, maar de modelinstelling feitelijk niet: Alleen de wijze van afhandeling is gewijzigd.

### *Bodemwrijving*

Bodemwrijving is meegenomen door een Manning coëfficiënt van  $0,020 \text{ s/m}^{1/3}$  te specificeren. Deze waarde is overgenomen van de vorige studie (Deltares, 2008).

### *Initiële condities en inspelen*

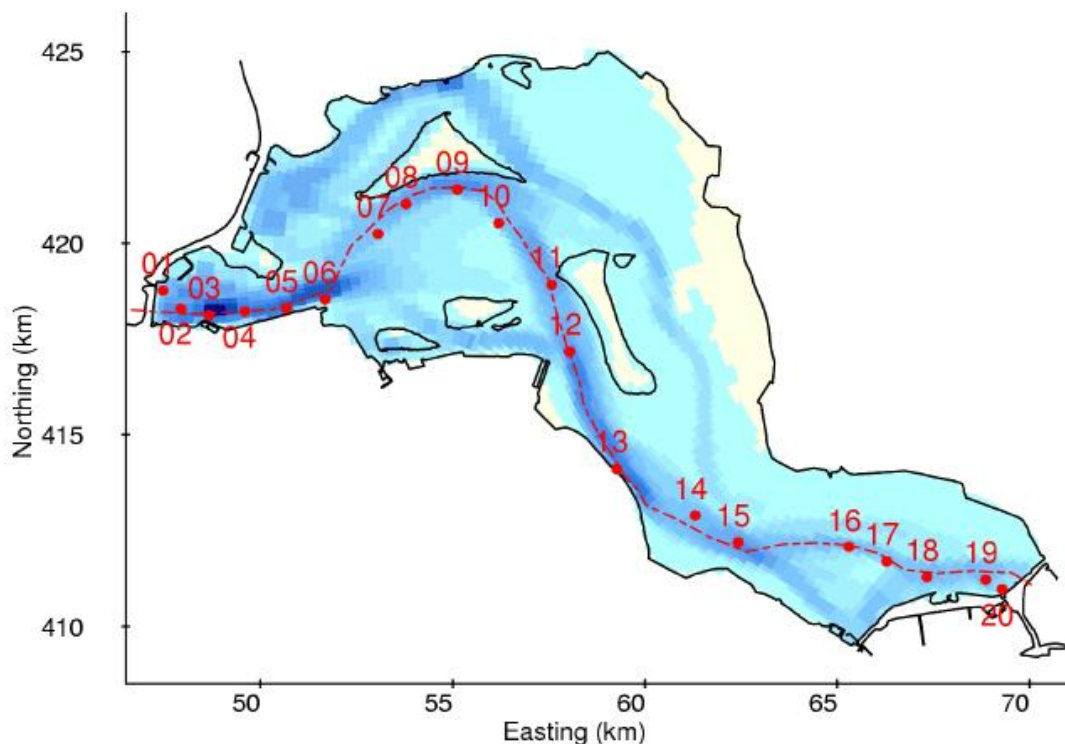
Alle modelberekeningen zijn gestart met een uniform zoutgehalte van 29 ppt en een uniforme temperatuur van 5 graden. In alle gevallen is het inspelen op 1 november 2007 gestart. De gebruikte inspeeltijd bedraagt een jaar. Gezien de basingemiddelde verblijftijd van orde 2 maanden is het nauwkeuriger vaststellen van de initiële condities overbodig.

### Tijdstap en rekenduur

De gebruikte tijdstap bedraagt 2,0 minuten. De geschiktheid van deze tijdstap is bevestigd door gevoeligheidsonderzoek. De rekenduur van het 3D Grevelingen model voor een jaarsimulatie bedraagt ongeveer 1 dag per doorgerekend jaar op een 3,6 MHz processor.

## 2.3 Resultaten

De validatie van het 3D Grevelingen model is uitgevoerd voor het jaar 2008. Voor de validatie is gebruik gemaakt van GTSO metingen met betrekking tot zoutgehalte en temperatuur. De locaties van de GTSO metingen zijn gepresenteerd in Figuur 2.9. Gekeken is naar de horizontale en verticale verspreiding en het tijdsverloop van zoutgehalte en temperatuur over het gehele jaar. Een selectie van de resultaten van de uiteindelijke berekening zal hieronder worden gepresenteerd.

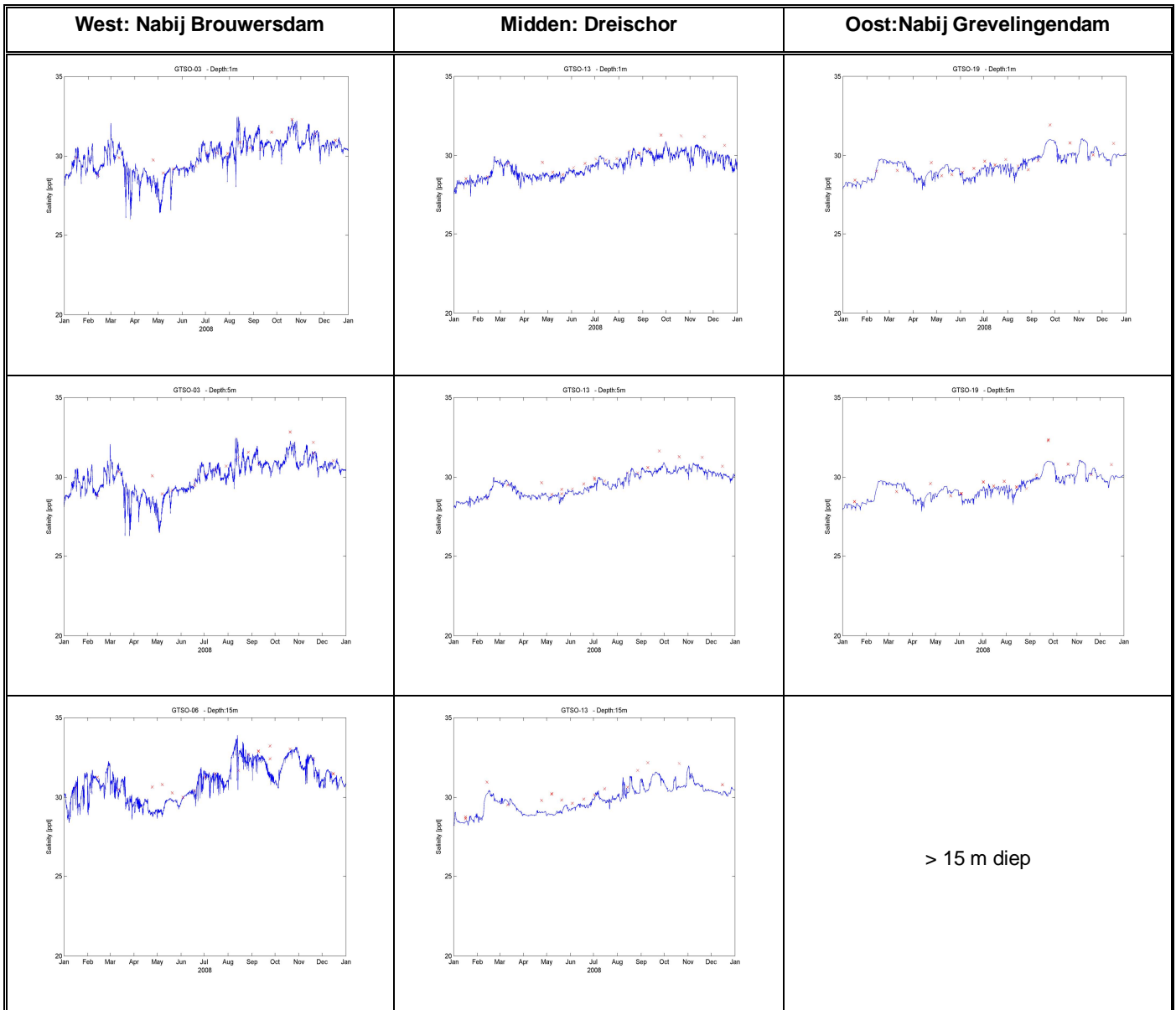


Figuur 2.9 Overzicht van de GTSO meetlocaties (rode bollen). Langs de rode stippellijn worden dwarsdoorsneden geplot.

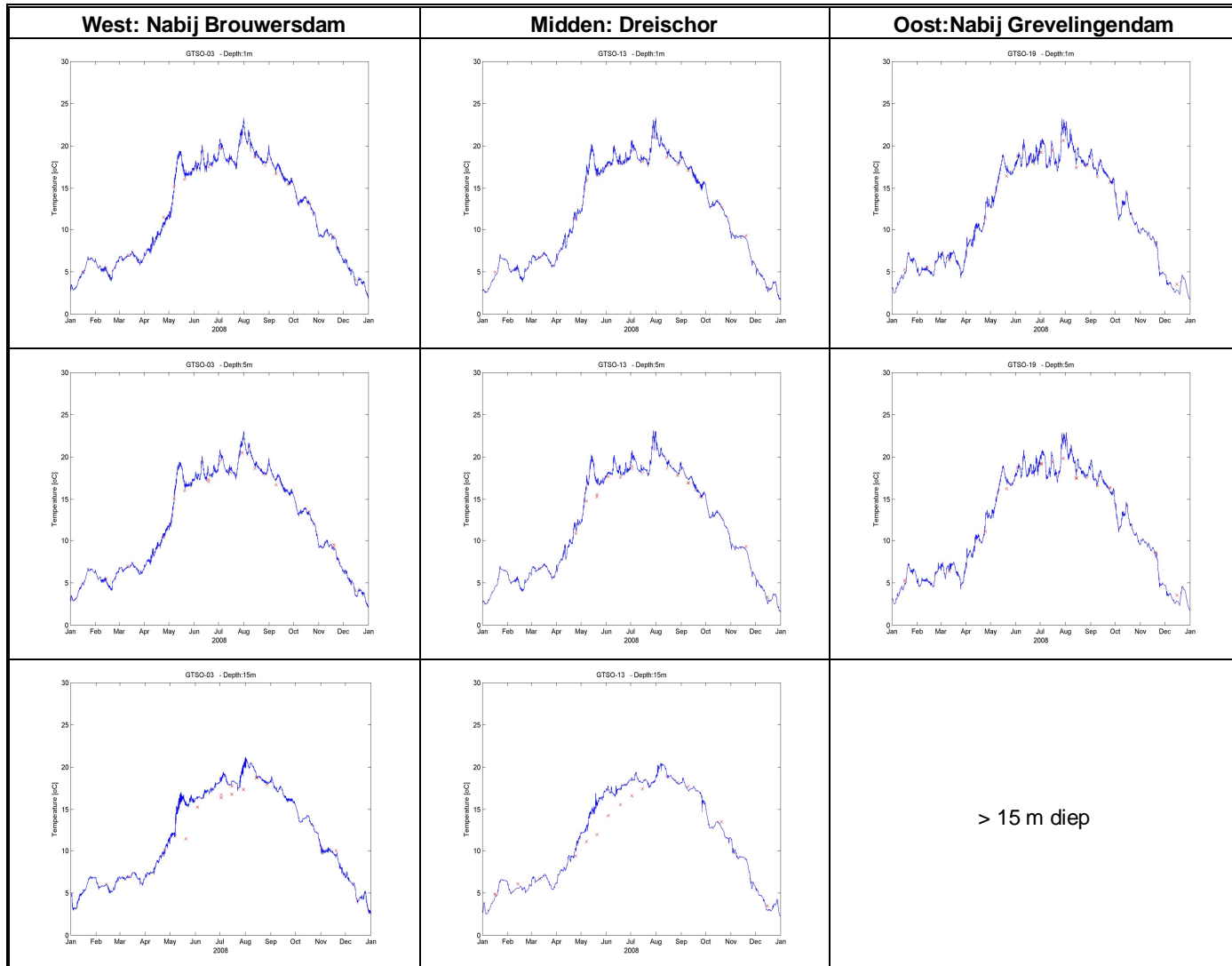
### 2.3.1 Tijdreeksen

In Figuur 2.10 en Figuur 2.11 is voor drie stations (GTSO-3, GTSO-13 en GTSO-19) het gesimuleerde zoutgehalteverloop en temperatuur geplot tegen de gemeten waarden. Dit is gedaan voor verschillende diepten: 1 m, 5 m en 15 m. De overeenkomst tussen gemeten en berekende saliniteit en temperatuur is in het algemeen zeer goed. In het midden en oosten wordt de saliniteit in het najaar onderschat, hetgeen ook in WL | Delft Hydraulics (2006) en Deltares (2008) werd geconstateerd. De overeenkomst met de temperatuurgegevens is over

het algemeen zeer goed, behalve een overschatting van de gesimuleerde temperaturen tussen mei en augustus in de diepte lagen (15 m).



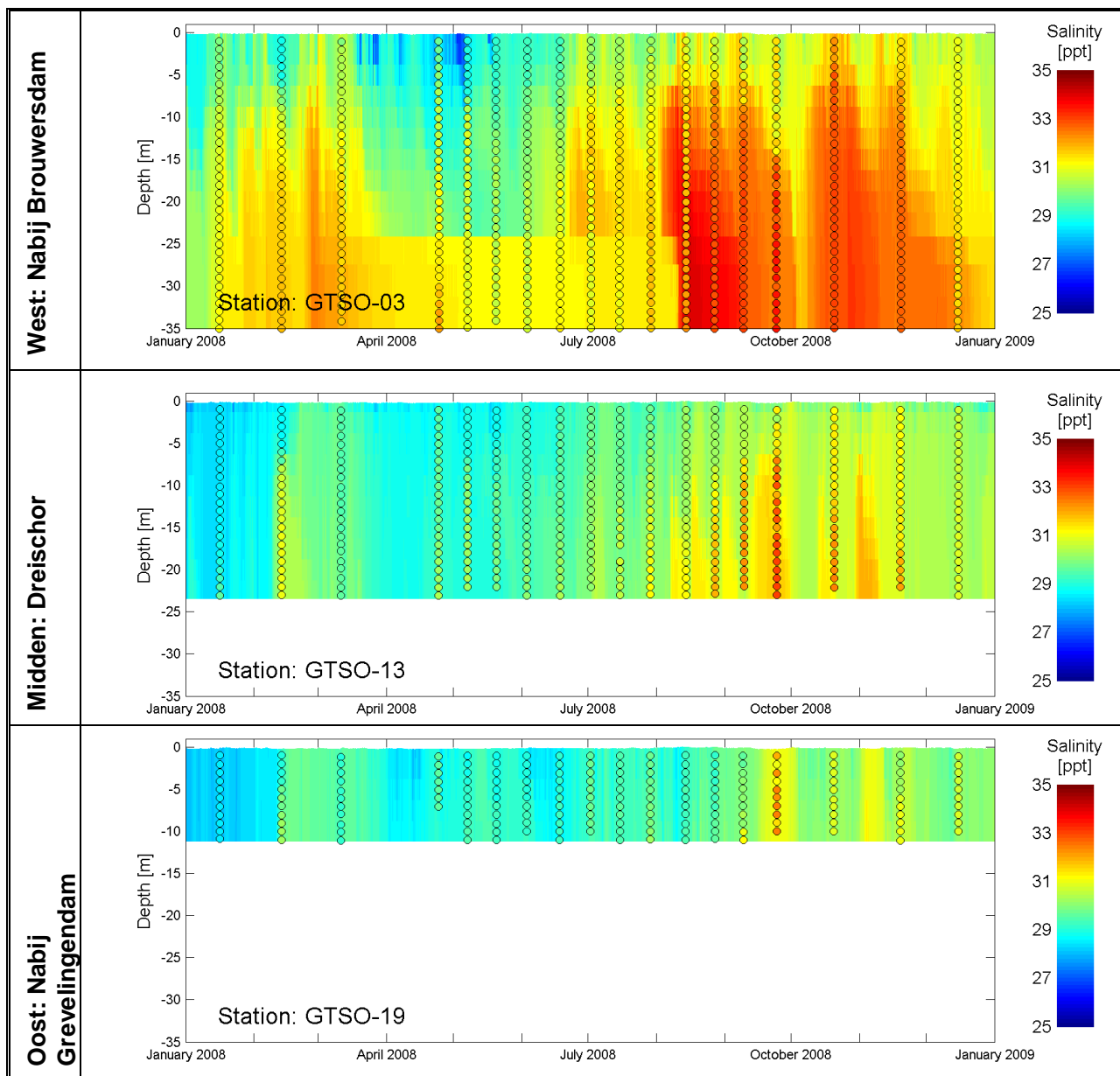
Figuur 2.10 Gemeten en berekende saliniteit (ppt) in het westen, midden en oosten van het Grevelingenmeer in het validatiejaar 2008.



Figuur 2.11 Gemeten en berekende temperatuur (°C) in het westen, midden en oosten van het Grevelingenmeer in het validatiejaar 2008.

## 2.3.2 Verloop in diepte en tijd (z-t diagrammen)

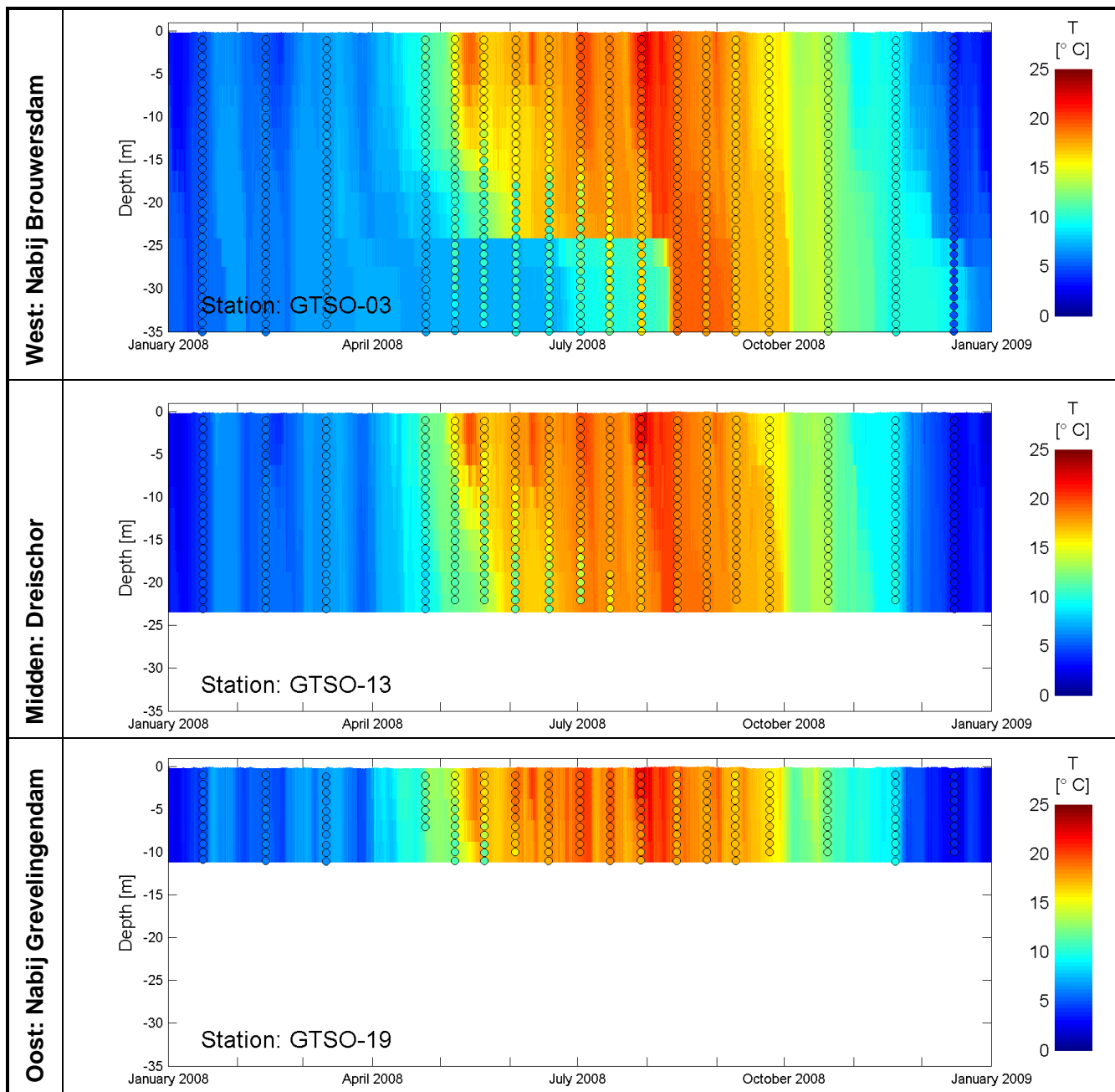
In Figuur 2.12 is voor een selectie van drie GTSO-stations het gesimuleerde zoutgehalte geplotted als functie van de diepte en de tijd. In de open bolletjes zijn de gemeten waarden geplotted. De gesimuleerde waarden komen in het algemeen goed overeen met de metingen, zowel wat betreft het tijdsverloop als wat betreft de reproductie van stratificatie. Echter is er een gewaarwording discrepantie tussen de model resultaten en GTSO metingen voor 24 september vooral in het midden en oosten van het Grevelingenmeer. Er is geen duidelijke reden om uit te leggen behalve dat de GTSO salinetiet metingen voor die dag anders dan de andere metingen zijn.



Figuur 2.12 Gemeten en berekende profielen van saliniteit (ppt) in het westen, midden en oosten van het Grevelingenmeer in het validatiejaar 2008.

In

Figuur 2.13 is hetzelfde gedaan voor de temperatuur. Ook hier is de algemene overeenkomst met de metingen zeer goed.

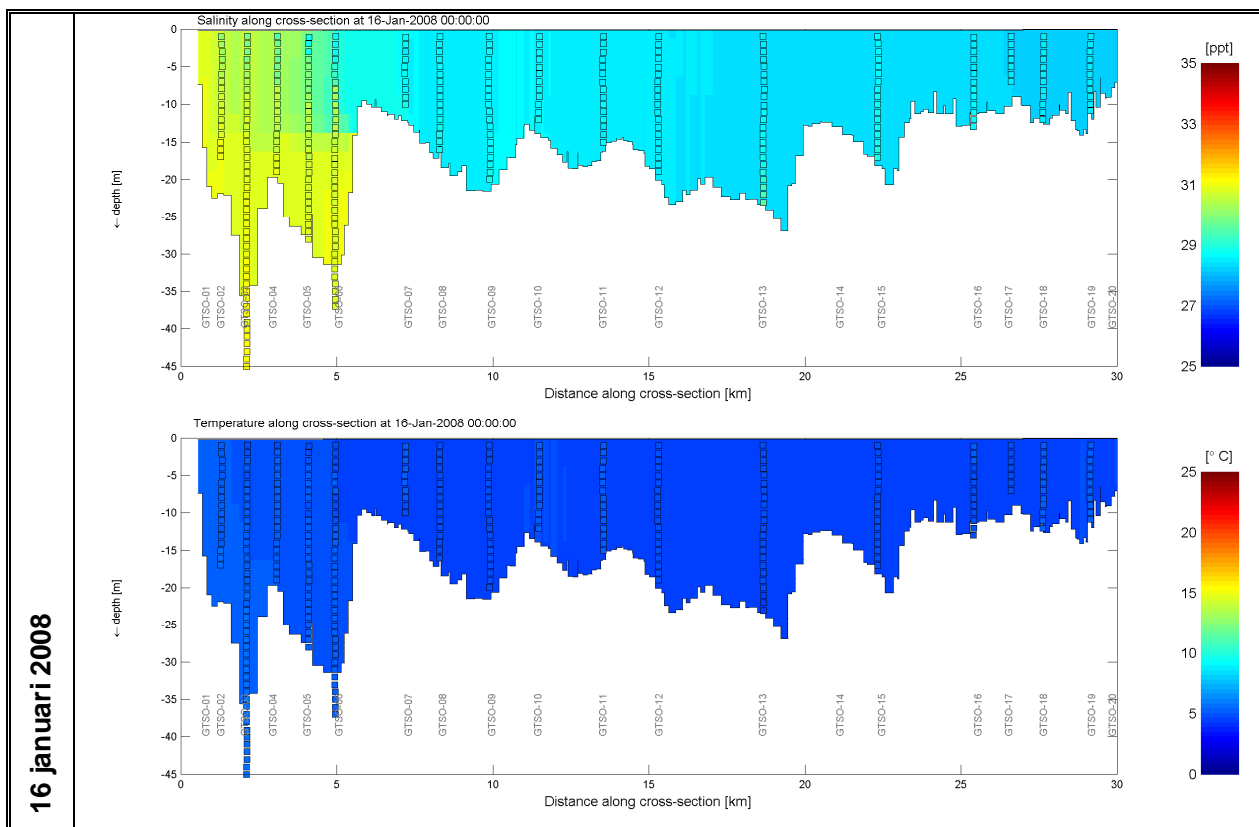


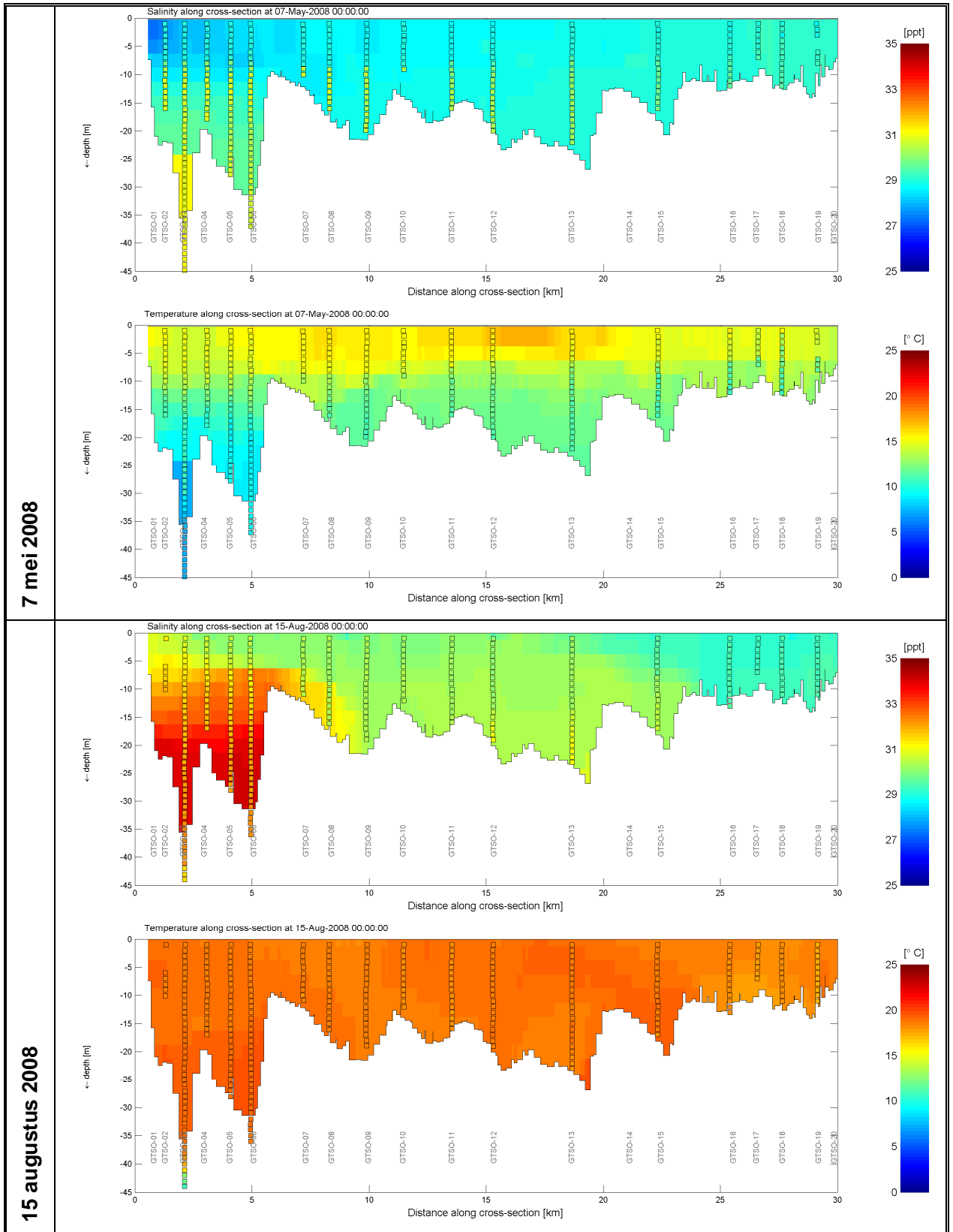
Figuur 2.13 Gemeten en berekende profielen van temperatuur ( °C) in het westen, midden en oosten van het Grevelingenmeer in het validatiejaar 2008

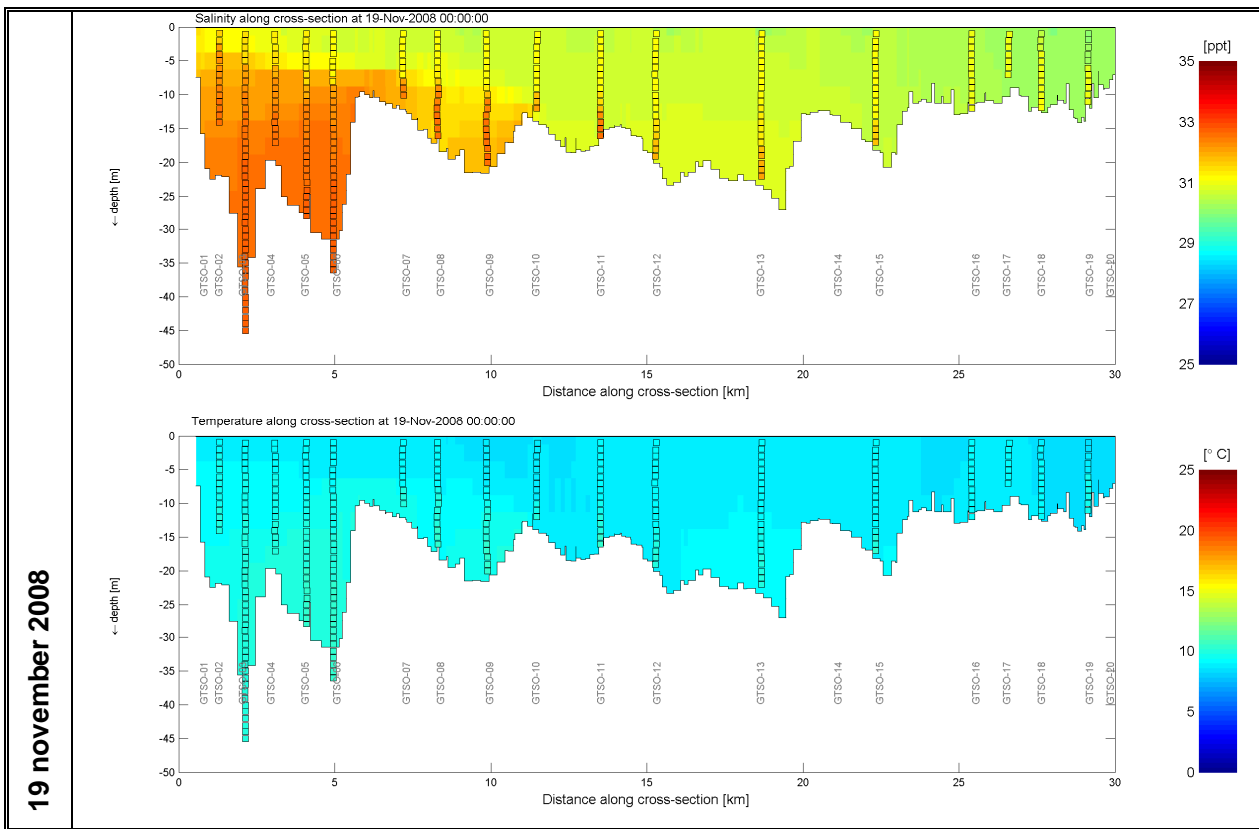


## 2.3.3 Dwarsdoorsneden

In Figuur 2.14 is voor verschillende tijdstippen het zoutgehalte en de temperatuur in de GTSO dwarsdoorsnede door het model geplot. De gemeten waarden zijn in de open bolletjes geplot. Ook hier blijkt een goede overeenkomst met de metingen wat betreft stratificatie en de ruimtelijke variatie daarin.







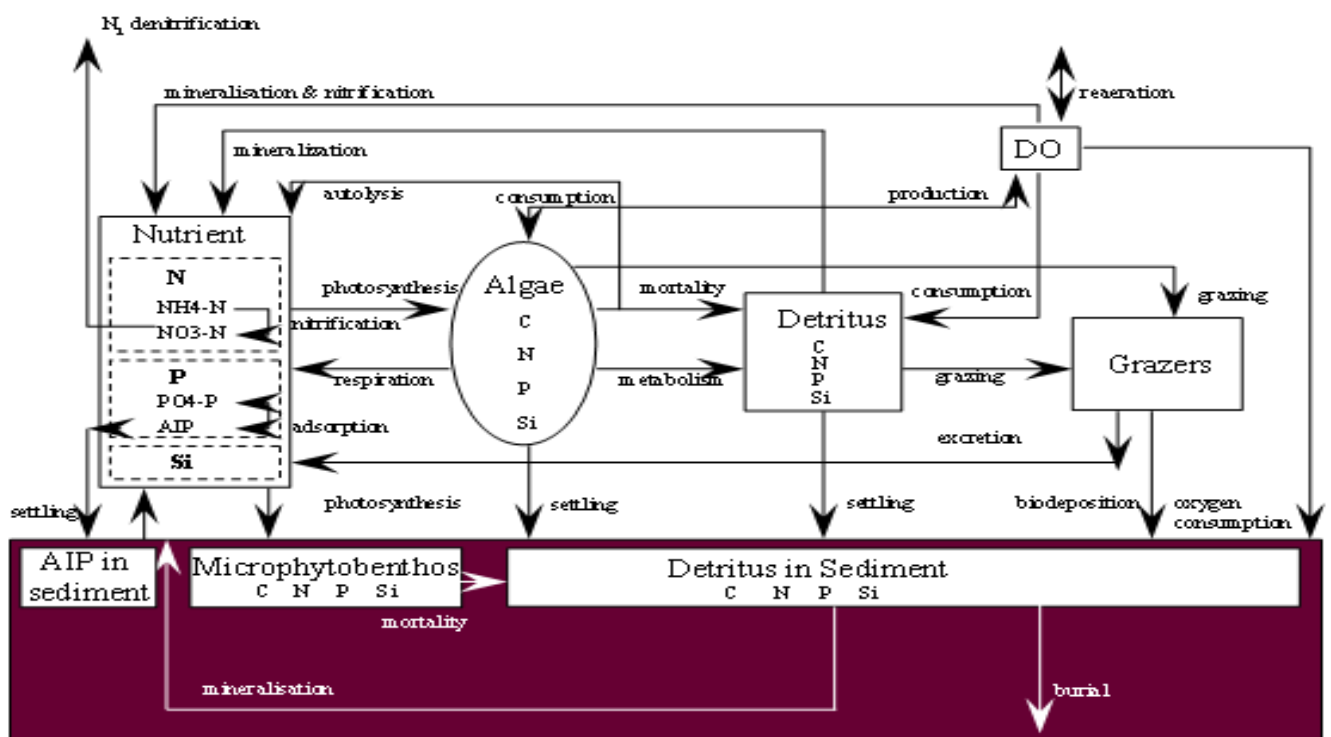
Figuur 2.14 Gemeten en berekende profielen van saliniteit (ppt) en temperatuur ( °C) op vier verschillende dagen in het validatiejaar 2008 volgens de GTSO meetdwarsdoorsnede van het Grevelingenmeer.

### 3 Validatie 3D waterkwaliteit en primaire productie model voor het jaar 2008

#### 3.1 Algemeen: Delft3D-GEM en de toepassing Grevelingenmeer

##### 3.1.1 Het Delft3D-GEM modelinstrumentarium

Het 3D Grevelingen model voor waterkwaliteit en primaire productie is een toepassing van Delft3D-GEM. Delft3D is het modelsysteem van Deltares en omvat naar waterkwaliteit en primaire productie ook modules voor hydrodynamica, golven en morfologie. GEM is de module Generiek Ecologisch Model (Blauw *et al.*, 2009; Deltares, 2009). Delft3D-GEM maakt gebruik van de DELWAQ processenbibliotheek waarin circa 200 stoffen zijn opgenomen en zo'n 650 chemische en biologische processen (WL | Delft Hydraulics, 2005). De processenbibliotheek stelt de modelleur in staat om voor iedere specifieke toepassing een geschikte set van stoffen en processen te kiezen<sup>3</sup>.



Figuur 3.1 Schematisch overzicht van gemodelleerde stoffen en de belangrijkste (proces)fluxen in GEM

In GEM worden (onder andere) de volgende processen gesimuleerd:

- fytoplankton processen: primaire productie, respiratie en mortaliteit
- extinctie van licht
- afbraak van organisch materiaal in water en sediment

3. Voor toepassingen in de zuidwestelijke delta, Wadden en Noordzee wordt door Deltares momenteel gewerkt aan een standaard set stoffen en processen zodat gebiedsspecifieke toepassingen onderling vergelijkbaar worden.

- nitrificatie en denitrificatie
- reaeratie
- sedimentatie en resuspensie
- begraving van organisch materiaal

### 3.1.2 3D GEM Grevelingen model: historie en toepassingsgebied

Deltares (2008) beschrijft de opzet en de kalibratie van het 3D Grevelingen model voor waterkwaliteit en primaire productie. De kalibratie is uitgevoerd voor het jaar 2000. In het kader van de MIRT Grevelingen wordt een modelvalidatie uitgevoerd voor het jaar 2008. Bij een succesvolle validatie – zoals beschreven in dit rapport – is de betrouwbaarheid van het model aangetoond, zodat met het model als onderbouwing uitspraken gedaan kunnen worden over toekomstige ontwikkelingen. Uitspraken mogen echter alleen gedaan worden als de ontwikkelingen binnen het toepassingsgebied van het model liggen (zie Los et al., 2008).

GEM Grevelingen berekent de concentraties van nutriënten (nitraat, ammonium, ortho-fosfaat, silicium), opgelost zuurstof, zoutgehalte, fytoplankton (diatomeeën, flagellaten, dinoflagellaten en *Phaeocystis*), en detritus in de waterkolom. In de bodem wordt uitsluitend de voorraad van organisch materiaal berekend (in  $g/m^2$ ), maar gedetailleerde bodemprocessen en poriewaterconcentraties worden niet gemodelleerd. De begrazing van detritus en algen door schelpdieren en zoöplankton en de water-bodemuitwisseling van fosfaat worden op een geschematiseerde wijze gemodelleerd die volstaat voor de huidige toepassing. Voor sommige toepassingsgebieden zal een uitbreiding of aanpassing van het model nodig zijn.

Tabel 3.1 Toepassingsgebied 3D Grevelingen model voor waterkwaliteit en primaire productie

<p>Wel toepasbaar<sup>4</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuurstofhuishouding in de waterkolom (voornamelijk) bepaald door productie en afbraak van organisch materiaal in de waterkolom en in de bodem en stratificatie</li> <li>• Nutriëntenconcentratie in de waterkolom en stoffenbalans uitgesplitst naar bijdrage van Noordzee, polders en chemische en biologische processen</li> <li>• Algenconcentraties en algensamenstelling</li> <li>• Sedimentatie- en erosiepatronen</li> <li>• ...</li> </ul>
<p>Alleen toepasbaar met uitbreiding<sup>4</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Draagkracht voor schelpdierkweek of biomassa en soortensamenstelling schelpdieren             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uitleg: Schelpdieren worden nu niet als toestandvariabele gemodelleerd en het effect van schelpdieren wordt door een verhoogde valsnelheid meegenomen. Het effect van ontwikkelingen op schelpdieren wordt nu offline ingeschat en vervolgens aan het model opgedrukt. Het model heeft dus zelf geen voorspellende waarde voor schelpdieren, wel voor het effect dat schelpdieren hebben op andere stoffen.</li> </ul> </li> <li>• Vastlegging in en nalevering van fosfaat uit de bodem             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uitleg: De fosfaatvastlegging en -nalevering wordt niet dynamisch gemodelleerd (dat wil zeggen afhankelijk van omgevingsfactoren zoals concentraties), maar als tijdserie opgelegd aan het model. De grootte van de vastleggings- of naleveringsflux is een kalibratiegrootte.</li> </ul> </li> </ul>

4. Het 3D Grevelingen model wordt door Deltares ter beschikking gesteld aan derden voor (eigen) toepassingen en scenarioberoekeeningen. Voor vragen over de toepasbaarheid van het 3D Grevelingen model (waarvoor is het wel/niet geschikt; wat mag wel/niet op basis van de modelresultaten geconcludeerd worden) kan altijd contact opgenomen worden met Deltares.

- Anorganisch slib en aanslibbing
  - Uitleg: De concentratie anorganisch slib in de Grevelingen is over het algemeen laag en weinig variabel. Er is daarom gekozen om het slib niet dynamisch te berekenen, maar als constante waarde (van 4 g/m<sup>3</sup>) op te nemen. Het is relatief eenvoudig om het model uit te breiden met een dynamische berekening van de slibconcentratie.

## 3.2 Modelopzet en instellingen

### 3.2.1 Waterbeweging, rekenrooster en rekenschema

Bij de toepassingen van het GEM model wordt de waterbeweging gebruikt zoals beschreven in het vorige stuk. Ook is dezelfde horizontale schematisatie gebruikt als in het hydrodynamisch model (zie 2.2.2). De twee bovenste lagen van het verticale rekenrooster zijn samengevoegd om numerieke problemen met het (bijna) droogvallen van gridcellen te voorkomen. De bovenste laag krijgt daarmee een laagdikte van circa 3,5 meter (zie ook Tabel 2.2). Aangezien de waterkolom over deze diepte goed gemengd is, wordt van deze samenvoeging geen significant effect verwacht op de berekende waarden. Verder zijn om dezelfde reden alle cellen waarin de waterdiepte gedurende het jaar kleiner worden dan 1 cm op inactief gezet. Dit betekent dat er in deze cellen geen processen meer plaatsvinden, maar er blijft wel transport optreden. Tabel 3.2 geeft een overzicht van een aantal technische gegevens van het GEM model.

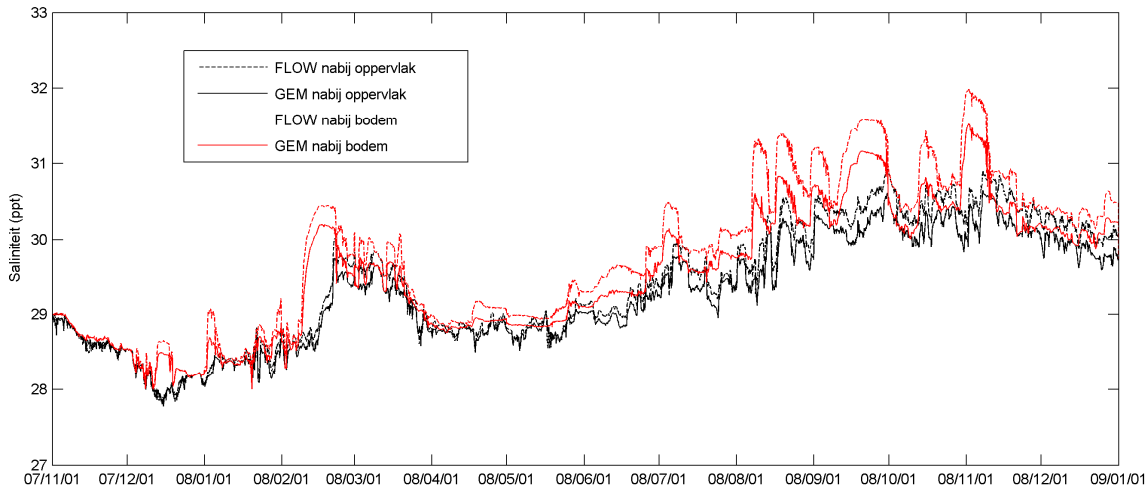
Tabel 3.2 Technische gegevens van het 3D GEM model Grevelingenmeer

aantal lagen	13
aantal cellen per laag	4103
totaal aantal cellen	53339
aantal actieve cellen (transport)	8934 (17%)
geïnactiveerde cellen (< 1 cm waterdiepte)	582 (479 in 2000)
rekenschema	22 (anti-creep; local flux-corrected transport)
tijdstap	1 uur
begintijd	1 november 2007
eindtijd	1 januari 2009
Versienummer software	Delft3D-WAQ version 4.5204 08-07-2009
Versienummer processenbibliotheek	4.52 – serienummer 2010100501

Het numerieke schema 21 is een wijziging ten opzichte van de kalibratie waar numeriek schema 16 (impliciet, upwind horizontaal, centraal verticaal, iteratieve solver) werd gebruikt. Schema 22 is een nieuw ontwikkeld schema dat de voordelen van nauwkeurigheid en rekensnelheid van schema's 12 en 16 combineert (zie Deltares, 2009, voor een gedetailleerde beschrijving).

Voor de validatie van het GEM-model is allereerst een vergelijking gemaakt tussen het zoutgehalte berekend in het hydrodynamisch model (FLOW) en het zoutgehalte berekend in het GEM model (Figuur 3.2). Deze vergelijking wordt uitgevoerd om aan te tonen dat het GEM model met voldoende nauwkeurigheid de resultaten van het FLOW model reproduceert. Factoren die bij de koppeling een rol spelen, zijn tijdstap van de koppeling, tijdstap van de berekening, horizontale en/of verticale aggregatie van het rekenrooster en het numerieke

schema. Hoewel afwijking tussen FLOW en GEM geconstateerd kunnen worden (Figuur 3.2), wordt de vergelijking als acceptabel beschouwt. De gehanteerde rekentijdstep is 1 uur. Met een kleinere rekentijdstep van 10 minuten verbetert de vergelijking nog enigszins.



Figuur 3.2 Vergelijking saliniteit berekend met Delft3D-FLOW en Delft3D-GEM voor locatie Dreischor (= GTSO-13)

### 3.2.2 Gemodelleerde toestandsvariabelen en processen

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de gemodelleerde toestandsvariabelen. Bij de keuze is als uitgangspunt een zo beperkt mogelijke set genomen. In beginsel wordt er altijd naar gestreefd om met een zo eenvoudig mogelijke set toestandsvariabelen en proceskinetiek het wezenlijke karakter van het watersysteem te beschrijven. Uitbreidingen worden gedaan wanneer blijkt dat met de gekozen set het wezenlijke karakter onvoldoende beschreven kan worden. Appendix B.1 bevat een technisch overzicht van alle processen.

Tabel 3.3 Geselecteerde toestandsvariabelen en gemodelleerde fluxen in het 3D Grevelingen model

	Toestandsvariabelen	Gemodelleerde fluxen
Fysische grootheden	Saliniteit <sup>5</sup>	-
Zuurstof	Opgelost zuurstof	Primaire productie Afbraak van organisch materiaal in waterkolom Afbraak van organisch materiaal in sediment Reaeratie Opname van NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> door algen Denitrificatie in de waterkolom Nitrificatie
Nutriënten (anorganisch)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> Si	Opname van NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> door algen Opname van NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> door algen Opname van fosfaat door algen Opname van Si door algen Afbraak van organisch materiaal in waterkolom Afbraak van organisch materiaal in sediment Denitrificatie in de waterkolom Denitrificatie in het sediment

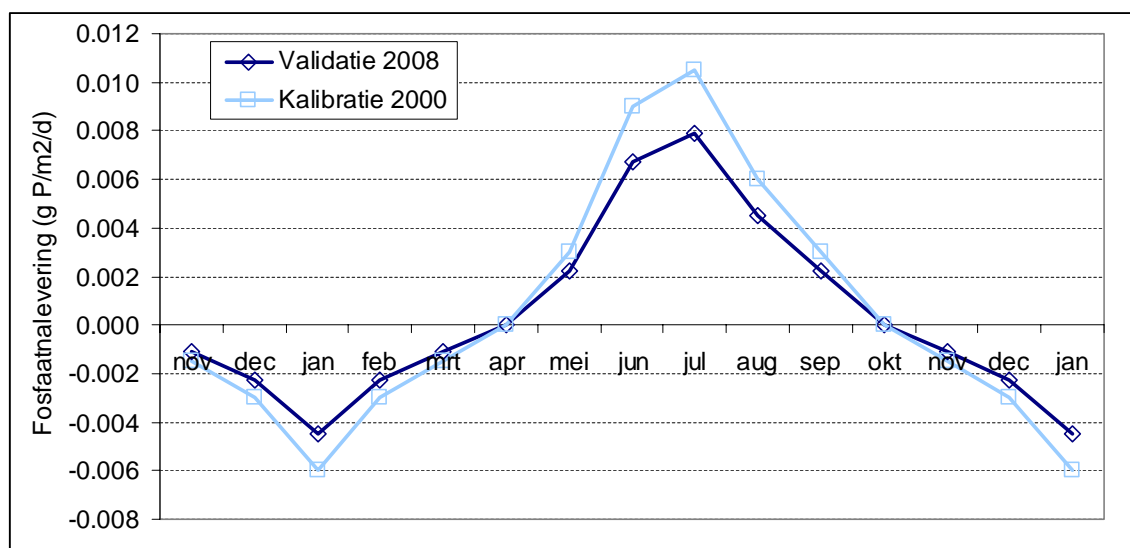
5. Na de succesvolle vergelijking van de modelresultaten voor saliniteit tussen FLOW en GEM zoals beschreven in paragraaf 3.2.1 is in de validatie saliniteit niet meer meegenomen als toestandsvariabele. Net als de watertemperatuur zijn de modelresultaten uit FLOW rechtstreeks in GEM overgenomen.

		Nitrificatie Nalevering/vastlegging fosfaat in het sediment
Organisch materiaal (in waterkolom en sediment)	Detritus C Detritus N Detritus P Detritus Si	Sedimentatie van detritus Sedimentatie van algen Resuspensie Begraving Afbraak van organisch materiaal in waterkolom Afbraak van organisch materiaal in sediment
Algen	Dinoflagellaten (zout) Diatomeeën (zout) Flagellaten (zout) Phaeocystis (zout)	Primaire productie Mortaliteit Sedimentatie

In de validatie is *Ulva* (zeesla) als toestandsvariabele verwijderd. Omdat in de kalibratie is gebleken dat *Ulva* weinig bijdraagt aan de gemodelleerde primaire productie en dus voor de zuurstofhuishouding geen grote rol speelt, wordt verwacht dat dit geen significant op het modelresultaat zal hebben.

Begrazing van algen en detritus door zoöplankton en schelpdieren wordt niet als aparte flux gemodelleerd, maar door een verhoogde valsnelheid van algen en detritus nagebootst. Op hoofdlijnen is het effect hetzelfde, namelijk dat algen en detritus uit de waterkolom verwijderd worden. Een verschil is dat er geen seizoensdynamiek is toegepast.

De vastlegging in en de nalevering van fosfaat uit het sediment wordt tijdsafhankelijk aan het model opgelegd. Figuur 3.3 toont de gehanteerde tijdserie. De figuur wordt nader besproken bij de modelresultaten in paragraaf 3.3.



Figuur 3.3 Naleveringsflux (in  $g P/m^2/d$ , modelparameter  $f_{Df_{wastPO4}}$ ) van fosfaat uit het sediment naar de waterkolom zoals gebruikt in de validatie voor het jaar 2008 en in de kalibratie voor het jaar 2000 (NB: negatieve waarden betekenen een vastlegging van fosfaat uit de waterkolom in het sediment)

### 3.2.3 Randvoorwaarden Brouwerssluis

De concentraties die via de Brouwerssluis het modelgebied binnenkomen, bestaan uit het gemiddelde van gemeten waarden van de twee meest dichtbij gelegen meetstations van het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL), namelijk Goeree 6



km en Schouwen 10 km. Deze metingen, die zijn opgeslagen in de database DONAR (Data Opslag Natte Rijkswaterstaat), zijn gedownload via [www.waterbase.nl](http://www.waterbase.nl) voor de jaren 2007-2009 en voor de volgende grootheden:

- Nitraat in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater
- Ammonium in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater
- Stikstof in mg/l na filtratie in oppervlaktewater [Stikstof]
- Stikstof in mg/l in oppervlaktewater [Stikstof na filtratie]
- Orthofosfaat in mg/l uitgedrukt in fosfor / na filtratie in oppervlaktewater
- Totaal fosfaat in mg/l na filtratie in oppervlaktewater [Totaal fosfaat na filtratie]
- Totaal fosfaat in mg/l in oppervlaktewater [Totaal fosfaat]
- Silicaat in mg/l uitgedrukt in silicium / na filtratie in oppervlaktewater
- Saliniteit in oppervlaktewater
- Chlorofyl-a in ug/l in oppervlaktewater [Chlorofyl-a]
- Zuurstof in mg/l in oppervlaktewater

Voor Schouwen 10 km waren minder gegevens beschikbaar dan voor Goeree 6 km. Een overzicht van de gedownloade gegevens is te vinden in Appendix C.1.

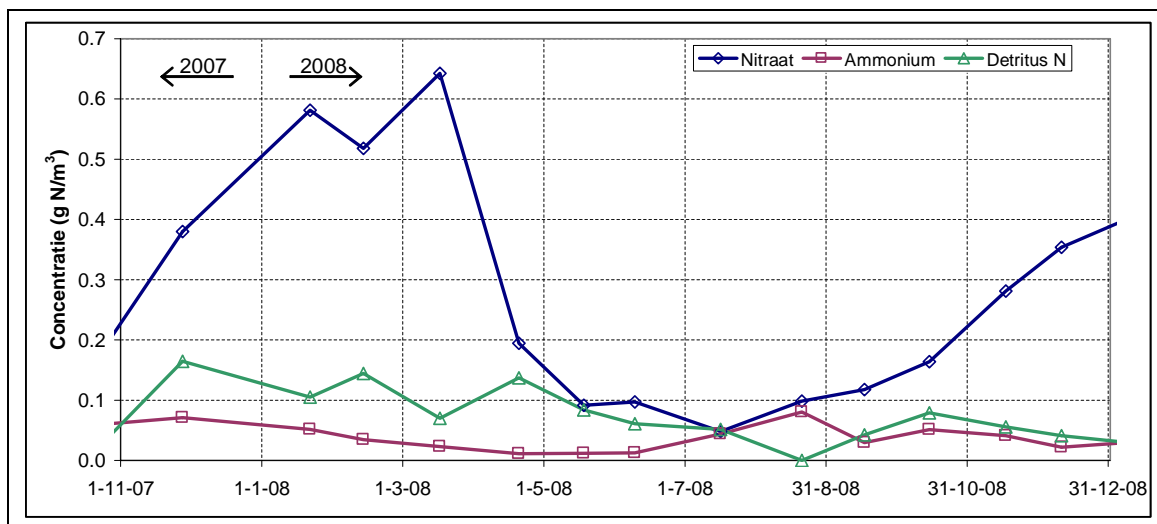
De data zijn visueel geïnspecteerd op afwijkende en/of onverwachte waarden, onder andere door het jaar 2008 te vergelijken met de omliggende jaren 2007 en 2009. Aangezien geen onverwachte waarden of grote verschillen met de omliggende jaren werd gevonden, zijn de data ongewijzigd gebruikt om randvoorwaarden te construeren. De organische fracties die niet direct zijn gemeten, zijn als volgt afgeleid uit de beschikbare gegevens:

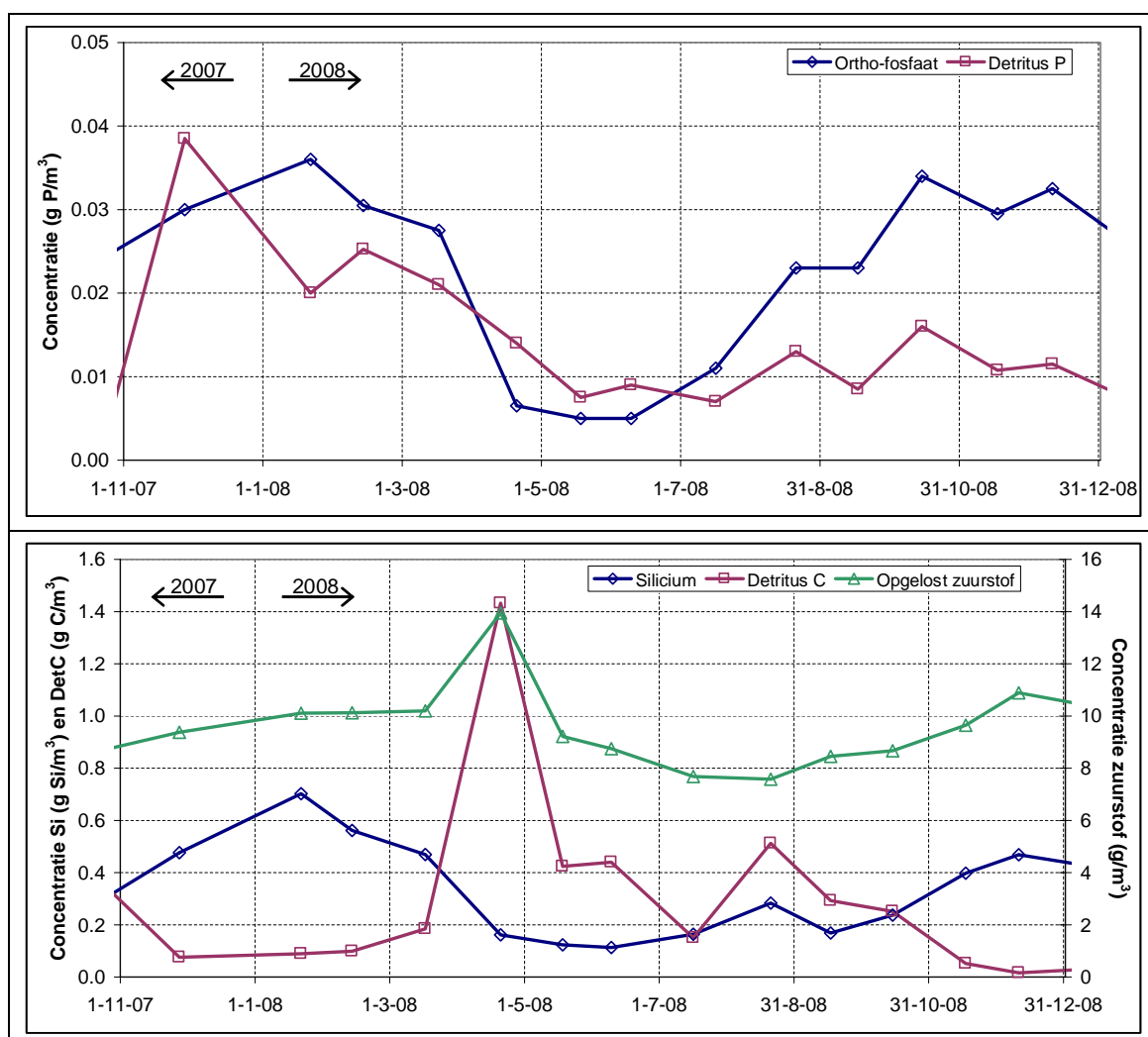
- Organisch koolstof (DetC) =  $[Chlorofyl-a] / 25 \times 2_a / 2_b$
- Organisch stikstof (DetN) =  $( [Stikstof] - [Stikstof na filtratie] ) / 2_b$
- Organisch fosfaat (DetP) =  $( [Totaal fosfaat] - [Totaal fosfaat na filtratie] ) / 2_b$

waarbij

- 25 mg Chlorofyl/g C is de Chlorofyl:Koolstof ratio
- De factor  $2_a$  de aanname representeert dat er naar levend organisch materiaal gemeten als chlorofyl een zelfde hoeveelheid als dood organisch materiaal (detritus) aanwezig is.
- De factor  $2_b$  de aanname representeert dat de helft van het totaal organisch materiaal refractair is.

Figuur 3.4 geeft een overzicht van de concentraties die als randvoorwaarden zijn gebruikt.





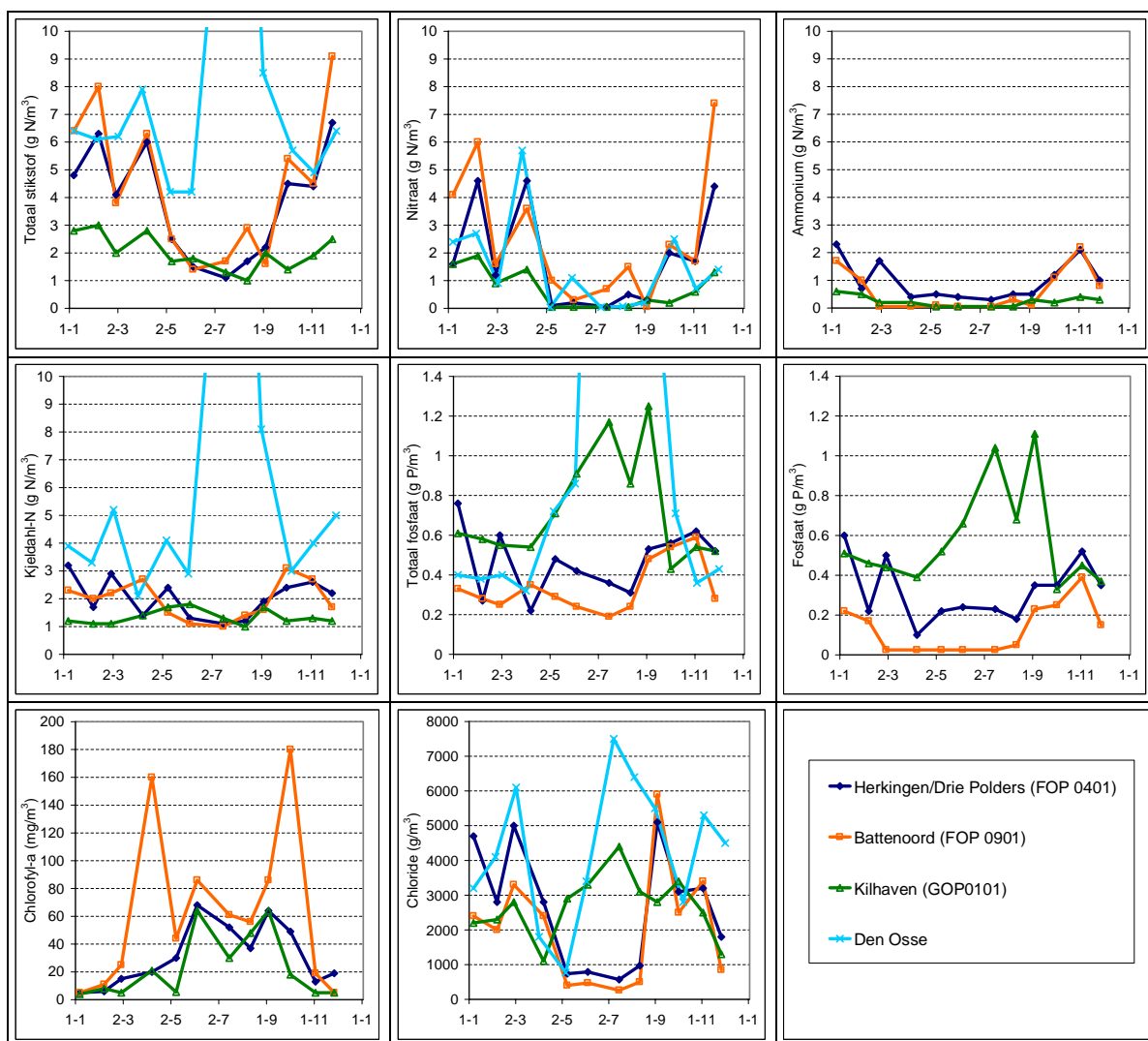
Figuur 3.4 Toegepaste concentraties op instroom door de Brouwersdam

Het zoutgehalte komt van metingen genomen bij de Brouwersdam zelf (zie paragraaf 2.2.4). Voor de algen zijn de gemiddelde concentraties uit 2000 genomen omdat de concentraties relatief laag zijn en niet al te veel variatie laten zien. Voor dinoflagellaten, marine diatomeeën, marine flagellaten en *Phaeocystis* is respectievelijk 0,01 gC/m<sup>3</sup>, 0,03 gC/m<sup>3</sup>, 0,01 gC/m<sup>3</sup> en 0,005 gC/m<sup>3</sup> gebruikt.

### 3.2.4 Belastingen vanuit polders

Voor vier van de vijf polders zijn maandelijkse meetgegevens beschikbaar: Poldergemaal Den Osse is bemeten door Waterschap Scheldestromen (voorheen Zeeuwse Eilanden) en de Poldergemalen De Kille (Kilhaven), Battenoord en Herkingen (De Drie Polders) door Waterschap Hollandse Delta. Voor het gemaal Dreischor (Waterschap Scheldestromen) zijn geen data beschikbaar. Voor gemaal Dreischor zijn daarom de concentraties van Den Osse gebruikt.

Figuur 3.5 geeft een overzicht van de data. Appendix B vermeldt de data in tabelvorm.



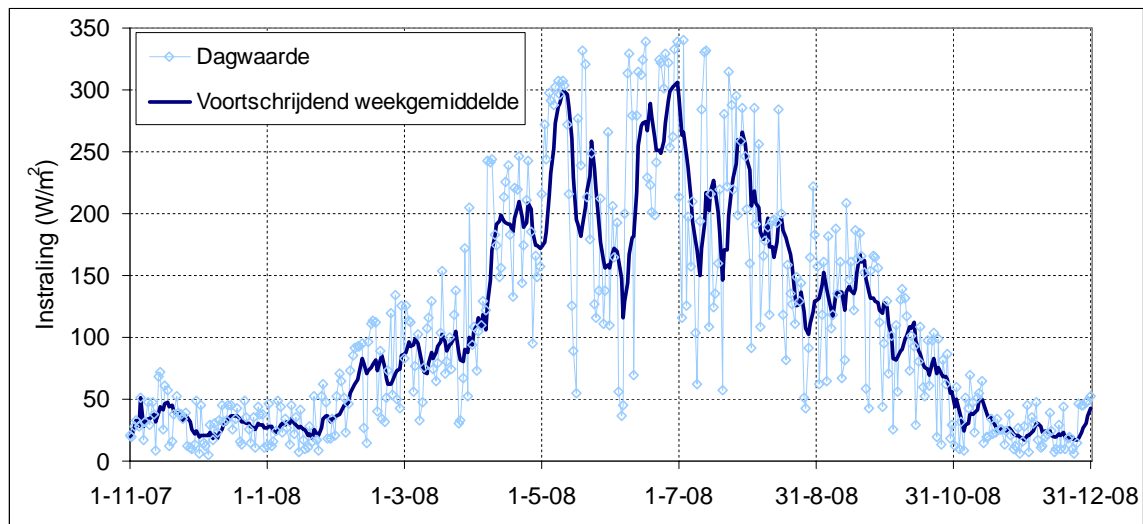
Figuur 3.5 Gemeten concentraties in polderlozingen

De gemeten concentraties zijn ongewijzigd gebruikt, met uitzondering van totaal stikstof, Kjeldahl stikstof en totaal fosfaat in gemaal Den Osse in juli en augustus 2008. Deze gemeten waarden zijn zeer hoog (zie ook Appendix B.2). Navraag bij het Waterschap Scheldestromen leerde dat de meetwaarden ook daar opgevallen en vervolgens gecontroleerd waren, maar dat geen meetfouten zijn geconstateerd. Omdat in Den Osse in augustus 2008 bovendien een hoge polderafvoer was ( $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ), werd in eerste instantie een zeer hoge stikstof- en fosfaatvracht gebruikt. In de modellering leverde dit echter veel te hoge concentraties in het Grevelingenmeer op, hetgeen aanleiding was om aan te nemen dat de hoge concentraties niet representatief zijn voor de daadwerkelijke concentratie in juli en augustus 2008. Hoewel de oorzaak van de hoge concentratie niet nader onderzocht is, zijn in het model de concentraties in lijn gebracht met de concentraties zoals gemeten bij de andere polders. De gemeten concentraties zijn met een factor 10 verlaagd.

De (nutriënten)belasting van regenwater en afstroming van de buitendijkse gebieden is niet in het model opgenomen. Gezien de lange verblijftijd van het meer kan deze omissie gezien worden als een onderschatting van de belasting. Desondanks wordt ingeschat dat de bijdrage aan de (nutriënten)belasting via regenwater en afstroming gering is, waardoor deze omissie niet van significant belang geacht wordt voor de resultaten van het model.

### 3.2.5 Meteorologische condities

De meteorologische aansturing bestaat uit windsnelheid en instraling. De windsnelheid komt overeen met die in het hydrodynamische model en wordt per uur opgegeven (zie ook paragraaf 2.2.6). Data voor instraling is afkomstig van het KNMI station Vlissingen en wordt in de vorm van een voortschrijdend weekgemiddelde per dag opgegeven.



Figuur 3.6 Zoninstraling (in  $W/m^2$ ) op KNMI station Vlissingen

### 3.2.6 Initiële condities

Om initiële condities te generen is het model twee keer 14 maanden gedraaid, waarbij de modelresultaten van de eerste run werden gebruikt als restart voor de tweede run. De resultaten van de tweede run zijn vervolgens als initiële conditie gebruikt voor de daadwerkelijke validatie. Voor de stoffen in de bodem waarvoor de langste verblijftijd en dus spin-up tijd geldt, is gecontroleerd dat het gehalte aan het begin en het eind van het jaar ongeveer gelijk zijn. Dit duidt erop dat het model is ingespeeld.

### 3.2.7 Parametersetting

Appendix B.2 geeft een volledig technisch overzicht van de gehanteerde parametersettings. Voor parameters die niet in de lijst zijn opgenomen is de default waarde gebruikt zoals beschreven in WL | Delft Hydraulics (2005).

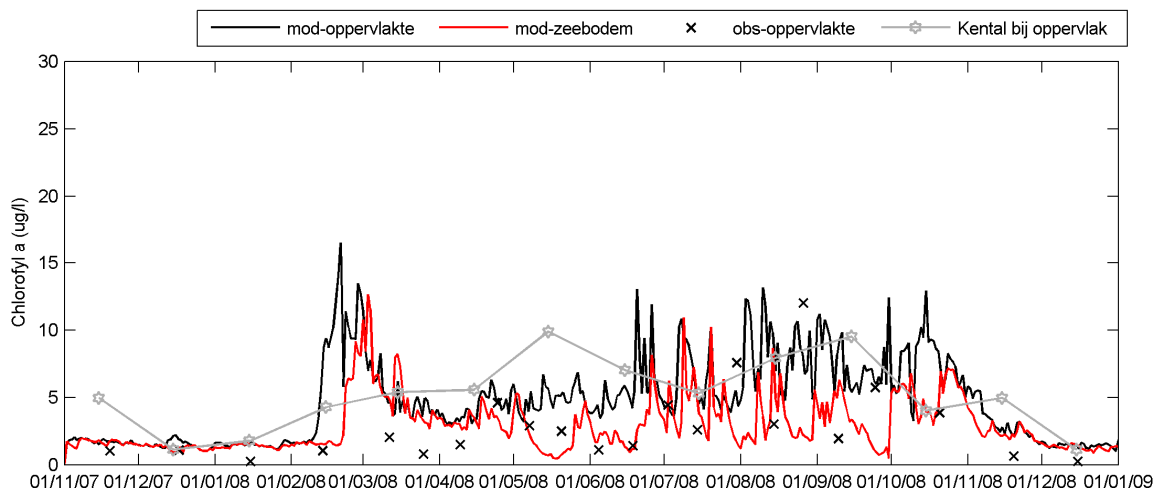
Enkele parameters willen we hier nader toelichten:

- De parameters voor de algenmodellering met BLOOM zijn identiek aan de waarden die voor de modellering van de Noordzee worden gebruikt.
- De valsnelheden van algen en van organisch materiaal zijn met 0,5 m/d verhoogd ten opzichte van de default waarden om het effect van graas te simuleren.
- Uit de kalibratie is gebleken dat de begravingsnelheid van belang is. De gekalibreerde waarde van  $0,001 d^{-1}$  is gebiedsspecifiek voor de Grevelingen.
- Ten opzichte van de kalibratie is de achtergrondsextinctie (ExtVIBak) verhoogd in de wintermaanden, omdat het model dan de primaire producte overschat. In de volgende paragraaf komen we hierop terug.

### 3.3 Resultaten

#### 3.3.1 Nutriënten, chlorofyl en doorzicht op MWTL locatie Dreischor

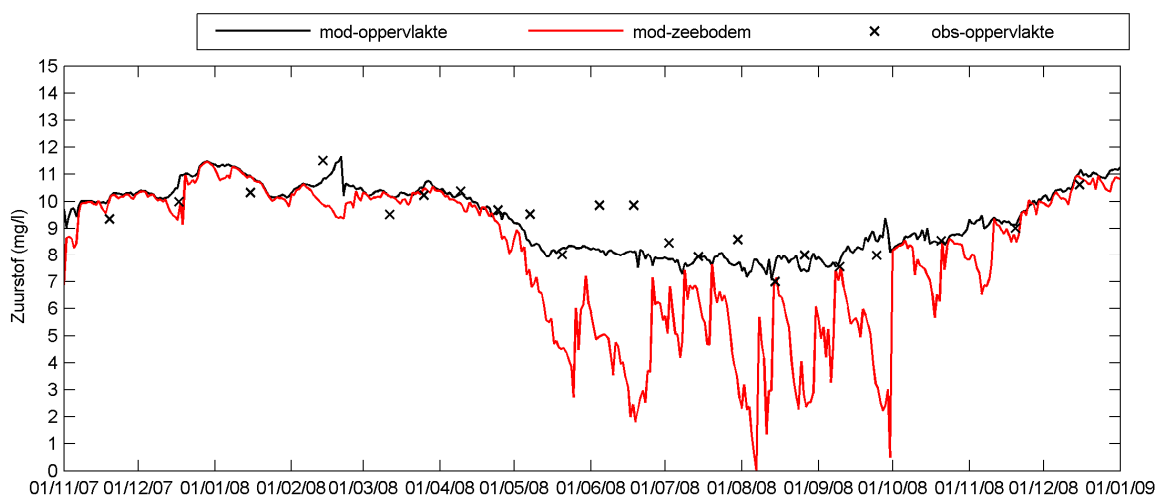
Voor validatie zijn MWTL metingen beschikbaar voor de locatie Dreischor (GTSO 13). In dit validatierapport is (nog) alleen met metingen nabij het oppervlak vergeleken. De figuren bevatten tevens de gemiddelde waardes (kentalen) die zijn berekend op basis van metingen uit de periode 2000-2006.



Figuur 3.7 Berekende chlorofyl-a concentratie (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

Het 3D model voorspelt het niveau van chlorofylconcentratie gemiddeld genomen goed (Figuur 3.7). Het model berekent een voorjaarspiek die niet in de metingen is te zien. Het zou kunnen dat de frequentie van de metingen hiervoor te laag is en dus dat de piek gemist is. Ook de langjarige meetreeks laat geen hogere metingen in het voorjaar zien en het is onwaarschijnlijk dat in alle jaren de piek gemist is. Dit modelresultaat is overigens consistent met de kalibratie waarbij hetzelfde werd geconcludeerd. In Deltares (2008) werd als mogelijkheid geopperd dat in de ondiepe gebieden meer slib en dus meer lichtuitdoving aanwezig is dan in het model wordt meegenomen. Aan de andere kant de meet en gesimuleerde zuurstof piek in mid-februari (Figuur 3.8) sluit niet helemaal uit dat de chlorofyl meetpiek inderdaad gemist is.

In de validatie werd bij gelijke parametersetting gevonden dat de chlorofylconcentratie de wintermaanden te hoog werd berekend. De nutriëntenconcentraties werden onderschat, hetgeen erop duidt dat het model te veel primaire productie berekende. Om de primaire productie, die in de wintermaanden vrijwel uitsluitend in de ondiepe delen van het meer plaatsvindt, te beperken is de achtergrondextinctie verhoogd. Hierdoor neemt de lichtuitdoving toe en wordt de groei van algen eerder lichtgelimiteerd. Het feit dat met deze instelling die afwijkt van de kalibratie-instelling, een goed tot zeer goed resultaat wordt bereikt voor chlorofyl en voor de nutriënten geeft aan dat op zijn minst het effect in het model goed wordt gereproduceerd. De oorzaak van de modelafwijking dient nader onderzocht te worden om tot een verklaring te komen.



Figuur 3.8 Berekende opgelost-zuurstofconcentratie (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

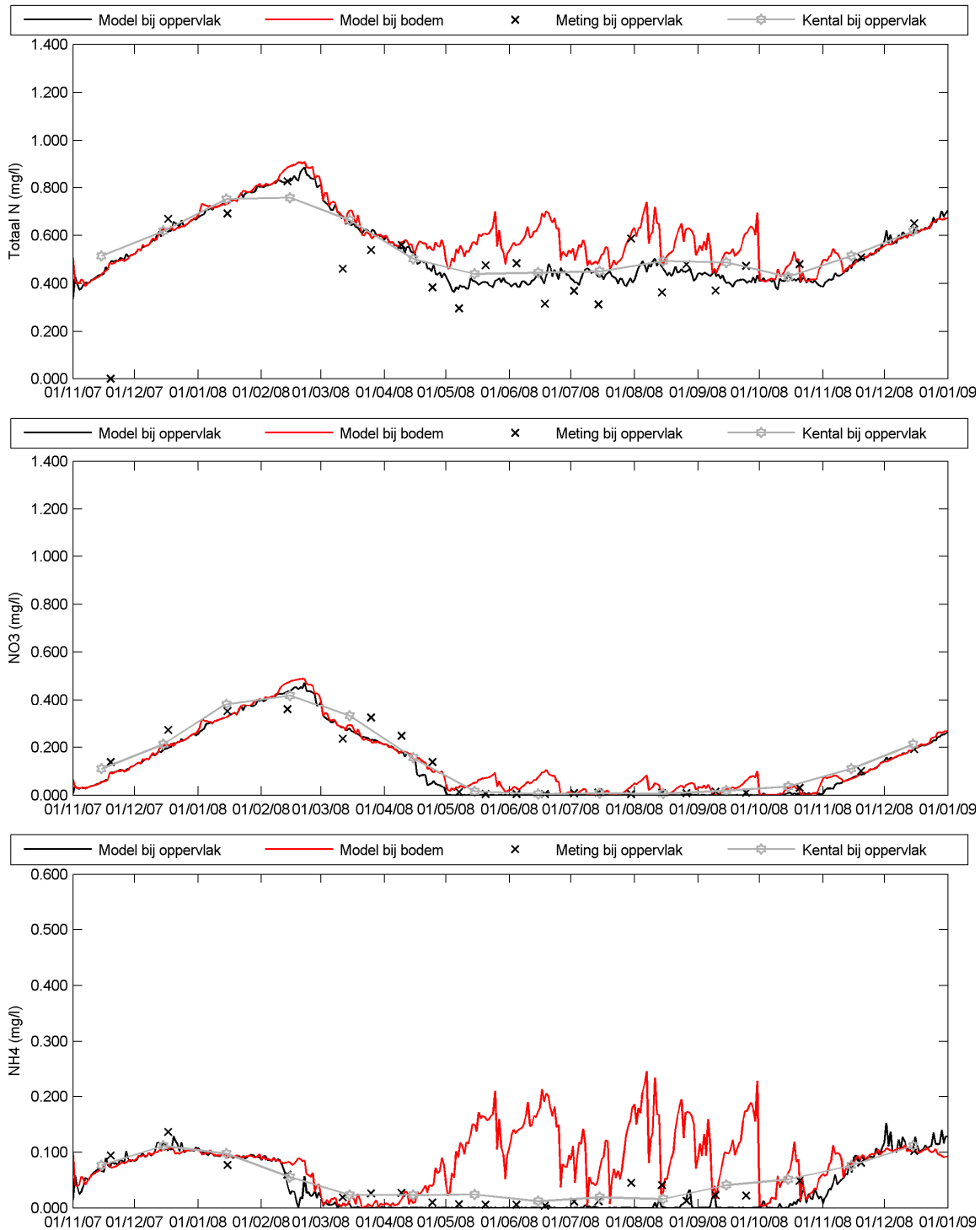
De zuurstofconcentratie bij het oppervlak komt goed overeen met de metingen (Figuur 3.8). Een vergelijking met metingen kon (nog) niet gemaakt worden. Voor een vergelijking over de verticaal verwijzen we naar de volgende paragraaf, waar de berekende zuurstofconcentratie met de GTSO metingen vergeleken wordt.

(Figuur ontbreekt)

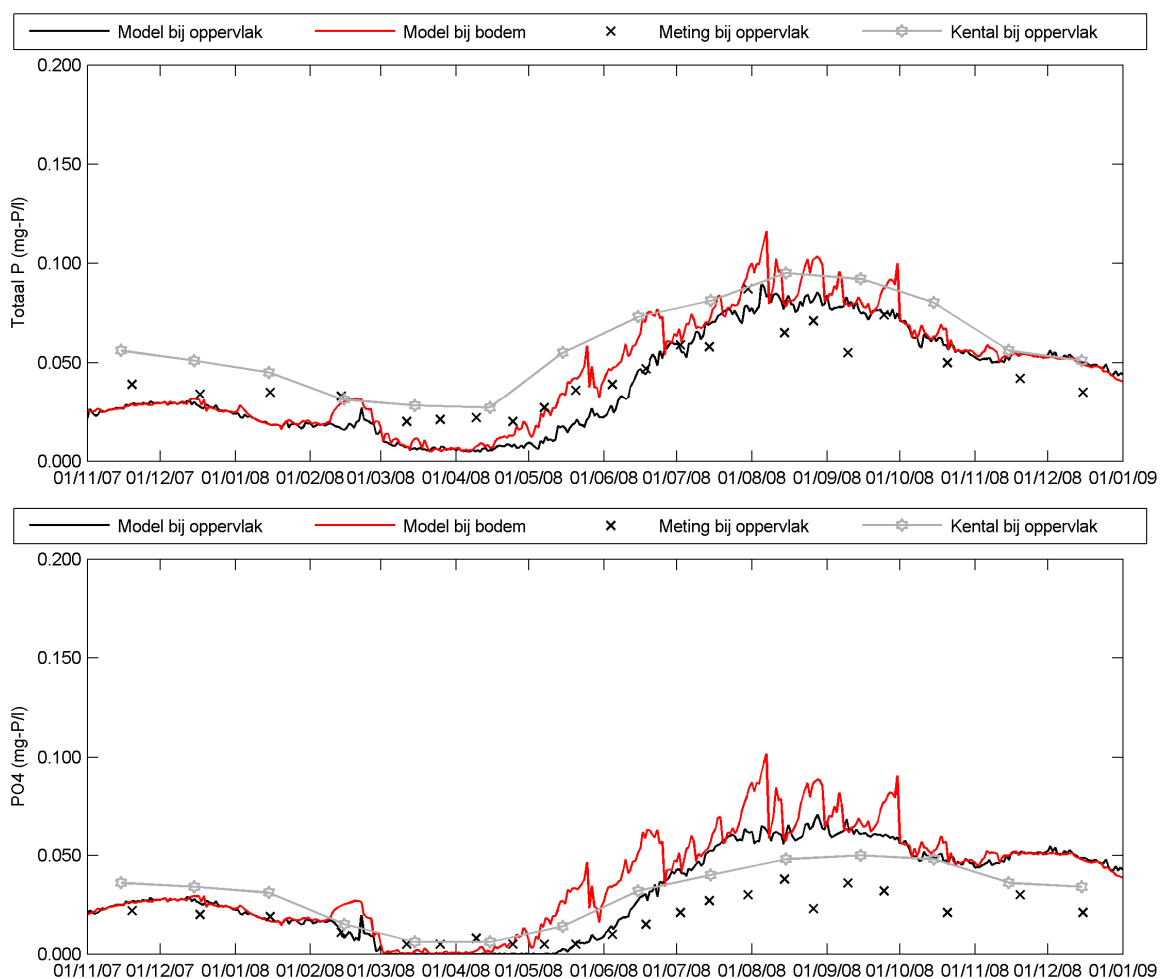
Figuur 3.9 Berekende doorzicht (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

Figuur 3.10 vergelijkt de gemeten en berekende totaal stikstof-, nitraat- en ammoniumconcentraties. In alle gevallen komen de berekende concentraties goed tot zeer goed overeen met de metingen. Tijdens de validatie is gebleken dat de juiste informatie over de concentraties op de Noordzee (dat wil zeggen de randvoorwaarden) en in de polderlozingen (dat wil zeggen de belastingen) van belang is voor de juiste voorspelling van de concentraties. Zoals is paragraaf 3.2.4 al is aangegeven, is een aanpassing toegepast op de gemeten concentratie in het poldergemaal Den Osse, wat gelijk resulteerde in een verbetering van het modelresultaat.

Net als in de kalibratie is voor de berekening van totaal stikstof een refractaire stikstoffractie van 0,3 mg-N/l aangenomen. Met deze aanname komt de gemeten waarde goed overeen met de berekende waarde.



Figuur 3.10 Berekende totaal-stikstof-, nitraat- en ammonium concentratie (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor



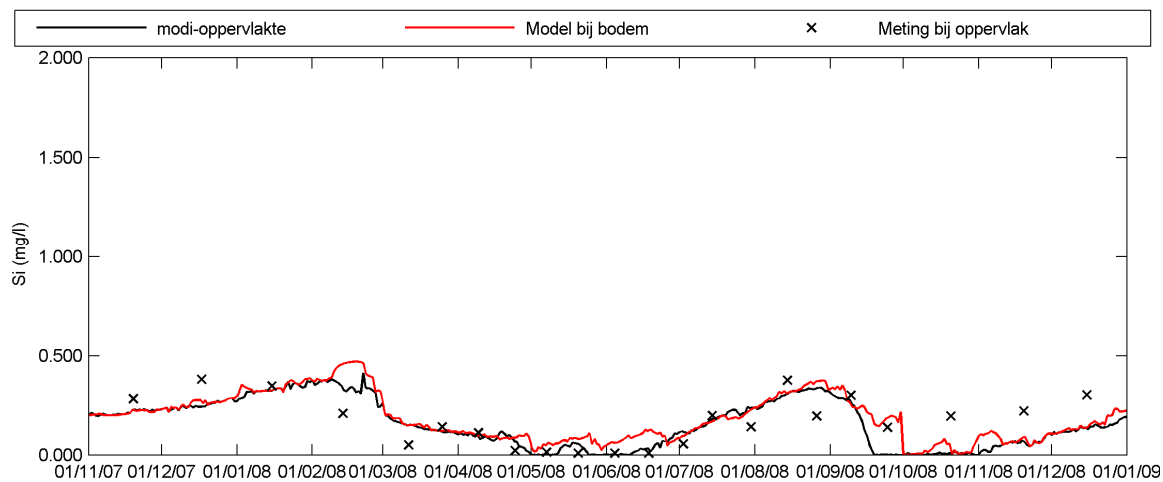
Figuur 3.11 Berekende totaal-fosfaat- en ortho-fosfaatconcentratie (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

De berekende totaal-fosfaat- en ortho-fosfaatconcentratie komen redelijk tot goed overeen met de metingen. Met name het sinusvormige patroon van hogere concentraties in de winter en nazomer en lage concentraties in het voorjaar wordt goed gereproduceerd. De absolute waarde wordt met name in de tweede helft van 2008 overschat.

De fosfaatconcentratie is voor een groot deel afhankelijk van de nalevering uit het sediment die in het model wordt opgelegd (zie paragraaf 3.2.7 en Figuur 3.3). De naleveringsflux is een belangrijke, zometert de belangrijkste parameter voor kalibratie/validatie. In 2008 is de aangenomen nalevering 25% lager dan in 2000. Met een verdere verlaging of aanpassing van de naleveringsflux zou het modelresultaat verder verbeterd kunnen worden. De absolute fosfaatconcentratie is voor de zuurstofhuishouding niet van belang, omdat fosfaat niet limiterend is voor primaire productie. Een verdere aanpassing is daarom niet uitgevoerd.

Tenslotte wordt in Figuur 3.12 de berekende siliciumconcentratie vergeleken met metingen. Ook is de vergelijking goed, al wordt de concentratie in het najaar door het model onderschat.





Figuur 3.12 Berekende opgelost siliciumconcentratie (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

### 3.3.2 Zuurstofconcentratie op GTSO locaties

### 3.3.3 Lessen uit de validatie (en kalibratie)

## 4 Samenvattende en concluderende opmerkingen

- Nu gekalibreerd én gevalideerd 3D Grevelingen model voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie beschikbaar.
- Validatie succesvol → goede vergelijking met metingen, zonder aanpassing van parametersetting
  - Uitzondering voor achtergrondextinctie in wintermaanden die nodig was omdat het model anders primaire productie in de ondiepe gebieden overschatte.
- Model beschikbaar voor toepassing in MIRT Grevelingen, maar ook voor andere toepassingen.

(nog uitbreiden)



## 5 Literatuur

Blauw, A. N., F. J. Los, M. Bokhorst and P. L. A. Erftemeijer (2009): GEM: a generic ecological model for estuaries and coastal waters, *Journal Hydrobiologia*, Pages 175-198, Issue Volume 618.

Deltares, (2008): Verkenning oplossingsrichtingen voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer; verkenning Grevelingen, water en getij; Arno Nolte, Tineke Troost, Gerben de Boer, Claudette Spiteri en Bregje van Wesenbeeck; Rapport Z4576 in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst.

Deltares (2009): Delft3D-WAQ, Versatile water quality modelling in 1D, 2D or 3D systems including physical, (bio)chemical and bio-logical processes, User Manual, Version: 4.03 – Revision: 7789, July 16.

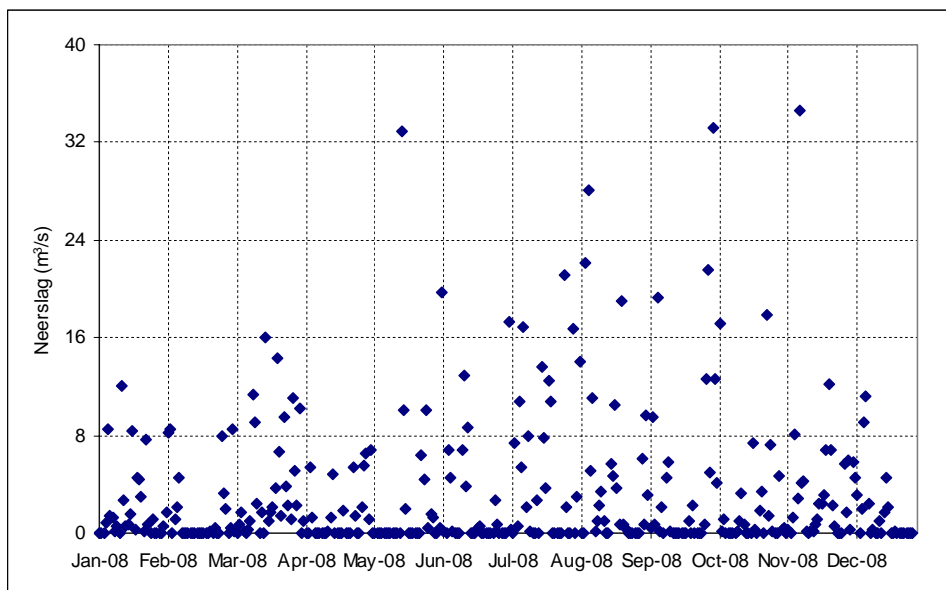
Los, F. J., M.T. Villars and M.W.M. Van der Tol (2008): A 3-dimensional primary production model (BLOOM/GEM) and its applications to the (southern) North Sea (coupled physical–chemical–ecological model), *Journal of Marine Systems*, Pages 259–294, Issue Volume 74.

WL | Delft Hydraulics (2005): Delft3D-WAQ, Detailed description of processes, Technical Reference Manual, September 2005.

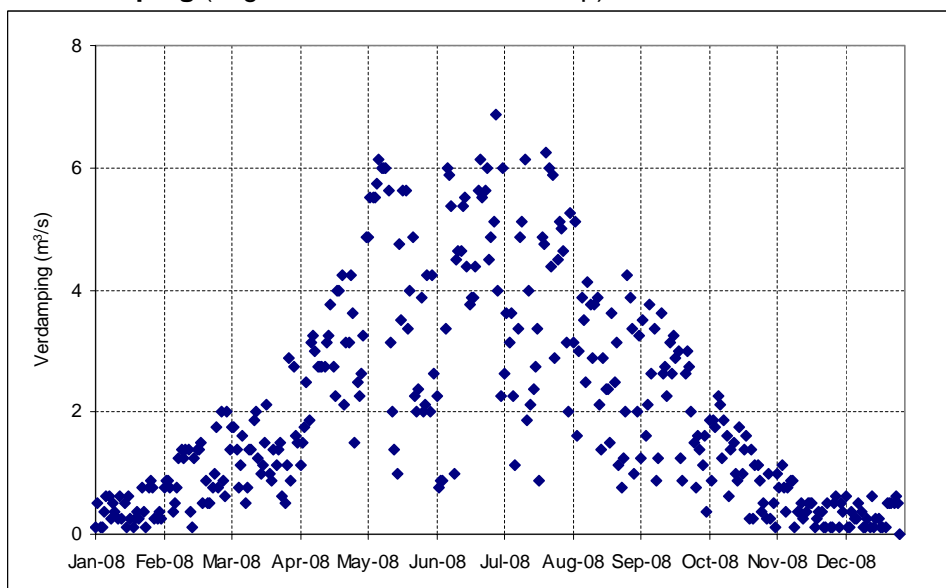
WL | Delft Hydraulics (2006): Effect van ingebruikname Flakkeese spuisluis op de hydrodynamica en waterkwaliteit van het Grevelingenmeer, Rapport Z4161, in opdracht van RIKZ, juni 2006.

## A Overzicht van originele waterbalansgegevens in Delft3D-FLOW Grevelingen

### A.1 Neerslag (gemiddelde van de dagwaarden in Dirksland en Brouwershaven)



### A.2 Verdamping (dagwaarden in Wilhelminadorp)



## A.3 Afstroming

Maand	Ouddorp		Goedereede		Dirksland		Anna Jacoba Polder		Noordgouwe		Brouwershaven		Totaal
	100%	5%	100%	17%	100%	20%	100%	14%	100%	19%	100%	25%	
Jan-08	50.4	2.5	58.9	10.0	47.2	9.4	55.5	7.8	43.6	8.3	53.7	13.4	51.5
Feb-08	27.4	1.4	32.2	5.5	29.4	5.9	29.9	4.2	23.6	4.5	32.4	8.1	29.5
Mar-08	117.8	5.9	109.1	18.5	104.0	20.8	104.8	14.7	89.4	17.0	102.9	25.7	102.6
Apr-08	25.9	1.3	20.0	3.4	31.3	6.3	30.7	4.3	24.2	4.6	27.4	6.9	26.7
Mei-08	60.6	3.0	61.8	10.5	67.5	13.5	62.0	8.7	64.1	12.2	55.9	14.0	61.9
Jun-08	45.3	2.3	49.8	8.5	49.4	9.9	68.8	9.6	65.9	12.5	59.8	15.0	57.7
Jul-08	132.7	6.6	133.1	22.6	125.9	25.2	102.3	14.3	124.0	23.6	103.0	25.8	118.1
Aug-08	111.0	5.6	85.6	14.6	124.2	24.8	110.2	15.4	129.8	24.7	121.2	30.3	115.3
Sep-08	55.2	2.8	51.2	8.7	64.3	12.9	56.8	8.0	65.5	12.4	62.1	15.5	60.2
Oct-08	104.6	5.2	110.6	18.8	114.5	22.9	117.1	16.4	96.4	18.3	108.6	27.2	108.8
Nov-08	77.2	3.9	73.7	12.5	81.2	16.2	73.2	10.2	73.1	13.9	78.2	19.6	76.3
Dec-08	58.9	2.9	61.7	10.5	46.9	9.4	47.3	6.6	48.1	9.1	52.3	13.1	51.7

Maand	Verdamping Vlissingen (mm)	Afstroming Oevers (m <sup>3</sup> )	Afstroming (m <sup>3</sup> /s)
Jan-08	9.8	1391270	0.52
Feb-08	22.9	420077	0.17
Mar-08	33.3	2474472	0.92
Apr-08	64.0	-564689	0.00
Mei-08	101.4	-284232	0.00
Jun-08	103.8	-466315	0.00
Jul-08	101.6	1464965	0.55
Aug-08	75.0	1960358	0.73
Sep-08	56.9	636979	0.25
Oct-08	32.8	2677958	1.00
Nov-08	10.9	2143003	0.83
Dec-08	8.4	1428024	0.53



## B Overzicht van processen en parameters in Delft3D-GEM Grevelingen

Voor een beschrijving van de processen en de parameters, zie Deltares (2005).

### B.1 Processen

Technical identification	Description
BLOOM_P	BLOOM II algae module
WM_DetC	Mineralisation detritus carbon
SedDetC	Sedimentation detritus carbon
Res_DetC	Resuspension detritus carbon
Secchi	Extinction of visible-light (370-680nm)
BMS1_DetC	Mineralisation detritus carbon in sediment S1
SedPhBlo_P	Sum sedimentation of algae - Bloom
BurS1_DetC	Burial detritus carbon from sediment S1
WM_DetN	Mineralisation detritus nitrogen
SedN_Det	Sedim. nutrients in detritus
ResN_Det	Resuspension nutrients in detritus
BMS1_DetN	Mineralisation detritus nitrogen in sediment S1
BurS1N_Det	Burial nutrients in detritus from sediment S1
WM_DetP	Mineralisation detritus phosphorus
BMS1_DetP	Mineralisation detritus phosphorus in sediment S1
WM_DetSi	Mineralisation detritus silicium
BMS1_DetSi	Mineralisation detritus silica in sediment S1
Nitrif_NH4	Nitrification of ammonium
DenSed_NO3	Denitrification in sediment
DenWat_NO3	Denitrification in water column
AdsPO4AAP	Ad(De)Sorption ortho phosphorus to inorg. matter
SEDALG	Sedimentation of algae species
RearOXY	Reaeration of oxygen
BODCOD	Mineralisation BOD and COD
PosOXY	Positive oxygen concentration
Chloride	calculation of chloride from salinity
Extinc_VL	Extinction of visible-light (370-680nm)
EXTINABVLP	Extinction of light by algae (Bloom)
CalcRad	Radiation at segment upper and lower boundaries
DynDepth	dynamic calculation of the depth
DepAve	Average depth for Bloom step
Daylength	Daylength calculation
vtrans	vertical mixing distribution over a period
VertDisp	vertical dispersion
Res_DM	Resuspension total bottom material (dry mass)
S1_Comp	Composition sediment layer S1
Bur_DM	Burial total bottom mass (dry matter)
Veloc	horizontal flow velocity
SaturOXY	Saturation concentration oxygen
TotDepth	depth water column
POC_Dyn	Composition of POC (Dynamo & Bloom)
ExtPODVL	Extinction of light by POC (Dynamo & Bloom)
Sum_Sedim	Total of all sedimenting substances
Sed_IM1	Sedimentation IM1
SedPODyn	Sum sedimentation of POC (Dynamo & Bloom)



CalVS_IM1	Sedimentation velocity IM1 = f (Temp SS Sal)
Compos	Composition
CalVS_DetC	CalVS_DetC
CalVSAlg	generiek voor alle algen
SedAlg	sedimentatie voor alle algen
CalVSDIN_E	CalVSDIN_E
CalVSDIN_N	CalVSDIN_N
CalVSDIN_P	CalVSDIN_P
CalVSMDI_E	CalVSMDI_E
CalVSMDI_N	CalVSMDI_N
CalVSMDI_P	CalVSMDI_P
CalVSMFL_E	CalVSMFL_E
CalVSMFL_N	CalVSMFL_N
CalVSMFL_P	CalVSMFL_P
CalVSPHA_E	CalVSPHA_E
CalVSPHA_N	CalVSPHA_N
CalVSPHA_P	CalVSPHA_P
EXTINABVL	EXTINABVL
SEDDIN_E	SEDDIN_E
SEDDIN_N	SEDDIN_N
SEDDIN_P	SEDDIN_P
SEDMDI_E	SEDMDI_E
SEDMDI_N	SEDMDI_N
SEDMDI_P	SEDMDI_P
SEDMFL_E	SEDMFL_E
SEDMFL_N	SEDMFL_N
SEDMFL_P	SEDMFL_P
SEDPHA_E	SEDPHA_E
SEDPHA_N	SEDPHA_N
SEDPHA_P	SEDPHA_P
Dfwast_PO4	Dfwast_PO4

## B.2 Parameters

Parameter	Description	Unit	Value
TimMultBl	ratio bloom/delwaq time step	(-)	1
Temp	ambient water temperature	(oC)	from FLOW
SWBloomOut	switch on BLOOM output (0=no,1=yes)	(-)	0
FrAutMDI_E	frac. mort. algae dissolved as nutrients MDIATOMS_E	(-)	0.3
FrAutMDI_N	frac. mort. algae dissolved as nutrients MDIATOMS_N	(-)	0.3
FrAutMDI_P	frac. mort. algae dissolved as nutrients MDIATOMS_P	(-)	0.3
FrAutMFL_E	frac. mort. algae dissolved as nutrients MFLAGELA_E	(-)	0.3
FrAutMFL_N	frac. mort. algae dissolved as nutrients MFLAGELA_N	(-)	0.3
FrAutMFL_P	frac. mort. algae dissolved as nutrients MFLAGELA_P	(-)	0.3
FrAutDIN_E	frac. mort. algae dissolved as nutrients DINOFLAG_E	(-)	0.3
FrAutDIN_N	frac. mort. algae dissolved as nutrients DINOFLAG_N	(-)	0.3
FrAutDIN_P	frac. mort. algae dissolved as nutrients DINOFLAG_P	(-)	0.3
FrAutPHA_E	frac. mort. algae dissolved as nutrients PHAEOCYS_E	(-)	0.3
FrAutPHA_N	frac. mort. algae dissolved as nutrients PHAEOCYS_N	(-)	0.3
FrAutPHA_P	frac. mort. algae dissolved as nutrients PHAEOCYS_P	(-)	0.3
FrDetMDI_E	frac. mort. algae detritus production MDIATOMS_E	(-)	0.7
FrDetMDI_N	frac. mort. algae detritus production MDIATOMS_N	(-)	0.7
FrDetMDI_P	frac. mort. algae detritus production MDIATOMS_P	(-)	0.7
FrDetMFL_E	frac. mort. algae detritus production MFLAGELA_E	(-)	0.7
FrDetMFL_N	frac. mort. algae detritus production MFLAGELA_N	(-)	0.7
FrDetMFL_P	frac. mort. algae detritus production MFLAGELA_P	(-)	0.7
FrDetDIN_E	frac. mort. algae detritus production DINOFLAG_E	(-)	0.7

FrDetDIN_N	frac. mort. algae detritus production DINOFLAG_N	(-)	0.7
FrDetDIN_P	frac. mort. algae detritus production DINOFLAG_P	(-)	0.7
FrDetPHA_E	frac. mort. algae detritus production PHAEOCYS_E	(-)	0.7
FrDetPHA_N	frac. mort. algae detritus production PHAEOCYS_N	(-)	0.7
FrDetPHA_P	frac. mort. algae detritus production PHAEOCYS_P	(-)	0.7
ExtVIMDI_E	extinction coeff. visible light by algae MDIATOMS_E	(m <sup>2</sup> /gC)	0.24
ExtVIMDI_N	extinction coeff. visible light by algae MDIATOMS_N	(m <sup>2</sup> /gC)	0.21
ExtVIMDI_P	extinction coeff. visible light by algae MDIATOMS_P	(m <sup>2</sup> /gC)	0.21
ExtVIMFL_E	extinction coeff. visible light by algae MFLAGELA_E	(m <sup>2</sup> /gC)	0.25
ExtVIMFL_N	extinction coeff. visible light by algae MFLAGELA_N	(m <sup>2</sup> /gC)	0.225
ExtVIMFL_P	extinction coeff. visible light by algae MFLAGELA_P	(m <sup>2</sup> /gC)	0.225
ExtVIDIN_E	extinction coeff. visible light by algae DINOFLAG_E	(m <sup>2</sup> /gC)	0.2
ExtVIDIN_N	extinction coeff. visible light by algae DINOFLAG_N	(m <sup>2</sup> /gC)	0.175
ExtVIDIN_P	extinction coeff. visible light by algae DINOFLAG_P	(m <sup>2</sup> /gC)	0.175
ExtVIPHA_E	extinction coeff. visible light by algae PHAEOCYS_E	(m <sup>2</sup> /gC)	0.45
ExtVIPHA_N	extinction coeff. visible light by algae PHAEOCYS_N	(m <sup>2</sup> /gC)	0.413
ExtVIPHA_P	extinction coeff. visible light by algae PHAEOCYS_P	(m <sup>2</sup> /gC)	0.413
DMCFMDI_E	DM:C ratio algae MDIATOMS_E	(gDM/gC)	3
DMCFMDI_N	DM:C ratio algae MDIATOMS_N	(gDM/gC)	3
DMCFMDI_P	DM:C ratio algae MDIATOMS_P	(gDM/gC)	3
DMCFMFL_E	DM:C ratio algae MFLAGELA_E	(gDM/gC)	2.5
DMCFMFL_N	DM:C ratio algae MFLAGELA_N	(gDM/gC)	2.5
DMCFMFL_P	DM:C ratio algae MFLAGELA_P	(gDM/gC)	2.5
DMCFDIN_E	DM:C ratio algae DINOFLAG_E	(gDM/gC)	2.5
DMCFDIN_N	DM:C ratio algae DINOFLAG_N	(gDM/gC)	2.5
DMCFDIN_P	DM:C ratio algae DINOFLAG_P	(gDM/gC)	2.5
DMCFPHA_E	DM:C ratio algae PHAEOCYS_E	(gDM/gC)	2.5
DMCFPHA_N	DM:C ratio algae PHAEOCYS_N	(gDM/gC)	2.5
DMCFPHA_P	DM:C ratio algae PHAEOCYS_P	(gDM/gC)	2.5
NCRMDI_E	N:C ratio per algae type MDIATOMS_E	(gN/gC)	0.255
NCRMDI_N	N:C ratio per algae type MDIATOMS_N	(gN/gC)	0.125
NCRMDI_P	N:C ratio per algae type MDIATOMS_P	(gN/gC)	0.15
NCRMFL_E	N:C ratio per algae type MFLAGELA_E	(gN/gC)	0.2
NCRMFL_N	N:C ratio per algae type MFLAGELA_N	(gN/gC)	0.14
NCRMFL_P	N:C ratio per algae type MFLAGELA_P	(gN/gC)	0.2
NCRDIN_E	N:C ratio per algae type DINOFLAG_E	(gN/gC)	0.163
NCRDIN_N	N:C ratio per algae type DINOFLAG_N	(gN/gC)	0.125
NCRDIN_P	N:C ratio per algae type DINOFLAG_P	(gN/gC)	0.138
NCRPHA_E	N:C ratio per algae type PHAEOCYS_E	(gN/gC)	0.188
NCRPHA_N	N:C ratio per algae type PHAEOCYS_N	(gN/gC)	0.135
NCRPHA_P	N:C ratio per algae type PHAEOCYS_P	(gN/gC)	0.188
PCRMDI_E	P:C ratio per algae type MDIATOMS_E	(gP/gC)	0.0315
PCRMDI_N	P:C ratio per algae type MDIATOMS_N	(gP/gC)	0.0175
PCRMDI_P	P:C ratio per algae type MDIATOMS_P	(gP/gC)	0.0125
PCRMFLE	P:C ratio per algae type MFLAGELA_E	(gP/gC)	0.02
PCRMFLE_N	P:C ratio per algae type MFLAGELA_N	(gP/gC)	0.015
PCRMFLE_P	P:C ratio per algae type MFLAGELA_P	(gP/gC)	0.0113
PCRDIN_E	P:C ratio per algae type DINOFLAG_E	(gP/gC)	0.0168
PCRDIN_N	P:C ratio per algae type DINOFLAG_N	(gP/gC)	0.0175
PCRDIN_P	P:C ratio per algae type DINOFLAG_P	(gP/gC)	0.015
PCRPHA_E	P:C ratio per algae type PHAEOCYS_E	(gP/gC)	0.0225
PCRPHA_N	P:C ratio per algae type PHAEOCYS_N	(gP/gC)	0.0213
PCRPHA_P	P:C ratio per algae type PHAEOCYS_P	(gP/gC)	0.012
SCRMDI_E	Si:C ratio per algae type MDIATOMS_E	(gSi/gC)	0.447
SCRMDI_N	Si:C ratio per algae type MDIATOMS_N	(gSi/gC)	0.283
SCRMDI_P	Si:C ratio per algae type MDIATOMS_P	(gSi/gC)	0.283
SCRMFLE	Si:C ratio per algae type MFLAGELA_E	(gSi/gC)	0

SCRMFL_N	Si:C ratio per algae type MFLAGELA_N	(gSi/gC)	0
SCRMFL_P	Si:C ratio per algae type MFLAGELA_P	(gSi/gC)	0
SCRDIN_E	Si:C ratio per algae type DINOFLAG_E	(gSi/gC)	0
SCRDIN_N	Si:C ratio per algae type DINOFLAG_N	(gSi/gC)	0
SCRDIN_P	Si:C ratio per algae type DINOFLAG_P	(gSi/gC)	0
SCRPHA_E	Si:C ratio per algae type PHAEOCYS_E	(gSi/gC)	0
SCRPHA_N	Si:C ratio per algae type PHAEOCYS_N	(gSi/gC)	0
SCRPHA_P	Si:C ratio per algae type PHAEOCYS_P	(gSi/gC)	0
ChlaCMDI_E	Chlorophyll-a:C ratio per algae type MDIATOMS_E	(gChla/gC)	0.053
ChlaCMDI_N	Chlorophyll-a:C ratio per algae type MDIATOMS_N	(gChla/gC)	0.015
ChlaCMDI_P	Chlorophyll-a:C ratio per algae type MDIATOMS_P	(gChla/gC)	0.015
ChlaCMFL_E	Chlorophyll-a:C ratio per algae type MFLAGELA_E	(gChla/gC)	0.0228
ChlaCMFL_N	Chlorophyll-a:C ratio per algae type MFLAGELA_N	(gChla/gC)	0.01
ChlaCMFL_P	Chlorophyll-a:C ratio per algae type MFLAGELA_P	(gChla/gC)	0.01
ChlaCDIN_E	Chlorophyll-a:C ratio per algae type DINOFLAG_E	(gChla/gC)	0.0228
ChlaCDIN_N	Chlorophyll-a:C ratio per algae type DINOFLAG_N	(gChla/gC)	0.01
ChlaCDIN_P	Chlorophyll-a:C ratio per algae type DINOFLAG_P	(gChla/gC)	0.01
ChlaCPHA_E	Chlorophyll-a:C ratio per algae type PHAEOCYS_E	(gChla/gC)	0.0228
ChlaCPHA_N	Chlorophyll-a:C ratio per algae type PHAEOCYS_N	(gChla/gC)	0.0125
ChlaCPHA_P	Chlorophyll-a:C ratio per algae type PHAEOCYS_P	(gChla/gC)	0.0125
PPMaxMDI_E	pot. maximum growth rate at 0 dg C MDIATOMS_E	(1/d)	0.07
PPMaxMDI_N	pot. maximum growth rate at 0 dg C MDIATOMS_N	(1/d)	0.054
PPMaxMDI_P	pot. maximum growth rate at 0 dg C MDIATOMS_P	(1/d)	0.054
PPMaxMFL_E	pot. maximum growth rate at 0 dg C MFLAGELA_E	(1/d)	0.09
PPMaxMFL_N	pot. maximum growth rate at 0 dg C MFLAGELA_N	(1/d)	0.075
PPMaxMFL_P	pot. maximum growth rate at 0 dg C MFLAGELA_P	(1/d)	0.075
PPMaxDIN_E	pot. maximum growth rate at 0 dg C DINOFLAG_E	(1/d)	0.132
PPMaxDIN_N	pot. maximum growth rate at 0 dg C DINOFLAG_N	(1/d)	0.113
PPMaxDIN_P	pot. maximum growth rate at 0 dg C DINOFLAG_P	(1/d)	0.112
PPMaxPHA_E	pot. maximum growth rate at 0 dg C PHAEOCYS_E	(1/d)	0.06
PPMaxPHA_N	pot. maximum growth rate at 0 dg C PHAEOCYS_N	(1/d)	0.055
PPMaxPHA_P	pot. maximum growth rate at 0 dg C PHAEOCYS_P	(1/d)	0.055
TcPMxMDI_E	temperature coefficient for growth MDIATOMS_E	(-)	-4.5
TcPMxMDI_N	temperature coefficient for growth MDIATOMS_N	(-)	-4.17
TcPMxMDI_P	temperature coefficient for growth MDIATOMS_P	(-)	-4.17
TcPMxMFL_E	temperature coefficient for growth MFLAGELA_E	(-)	-1
TcPMxMFL_N	temperature coefficient for growth MFLAGELA_N	(-)	-1
TcPMxMFL_P	temperature coefficient for growth MFLAGELA_P	(-)	-1
TcPMxDIN_E	temperature coefficient for growth DINOFLAG_E	(-)	5.5
TcPMxDIN_N	temperature coefficient for growth DINOFLAG_N	(-)	4.75
TcPMxDIN_P	temperature coefficient for growth DINOFLAG_P	(-)	4.75
TcPMxPHA_E	temperature coefficient for growth PHAEOCYS_E	(-)	-8
TcPMxPHA_N	temperature coefficient for growth PHAEOCYS_N	(-)	-8
TcPMxPHA_P	temperature coefficient for growth PHAEOCYS_P	(-)	-8
TFPMxMDI_E	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) MDIATOMS_E	(-)	0
TFPMxMDI_N	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) MDIATOMS_N	(-)	0
TFPMxMDI_P	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) MDIATOMS_P	(-)	0
TFPMxMFL_E	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) MFLAGELA_E	(-)	0
TFPMxMFL_N	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) MFLAGELA_N	(-)	0
TFPMxMFL_P	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) MFLAGELA_P	(-)	0
TFPMxDIN_E	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) DINOFLAG_E	(-)	0
TFPMxDIN_N	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) DINOFLAG_N	(-)	0
TFPMxDIN_P	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) DINOFLAG_P	(-)	0
TFPMxPHA_E	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) PHAEOCYS_E	(-)	0
TFPMxPHA_N	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) PHAEOCYS_N	(-)	0
TFPMxPHA_P	growth response temp. (0-lin,<>0-expon) PHAEOCYS_P	(-)	0
Mort0MDI_E	mortality rate at 0 dg C MDIATOMS_E	(1/d)	0.07
Mort0MDI_N	mortality rate at 0 dg C MDIATOMS_N	(1/d)	0.08

Mort0MDI_P	mortality rate at 0 dg C MDIATOMS_P	(1/d)	0.08
Mort0MFL_E	mortality rate at 0 dg C MFLAGELA_E	(1/d)	0.07
Mort0MFL_N	mortality rate at 0 dg C MFLAGELA_N	(1/d)	0.08
Mort0MFL_P	mortality rate at 0 dg C MFLAGELA_P	(1/d)	0.08
Mort0DIN_E	mortality rate at 0 dg C DINOFLAG_E	(1/d)	0.075
Mort0DIN_N	mortality rate at 0 dg C DINOFLAG_N	(1/d)	0.08
Mort0DIN_P	mortality rate at 0 dg C DINOFLAG_P	(1/d)	0.08
Mort0PHA_E	mortality rate at 0 dg C PHAEOCYS_E	(1/d)	0.07
Mort0PHA_N	mortality rate at 0 dg C PHAEOCYS_N	(1/d)	0.08
Mort0PHA_P	mortality rate at 0 dg C PHAEOCYS_P	(1/d)	0.08
TcMrtMDI_E	temperature coefficient for mortality MDIATOMS_E	(-)	1.072
TcMrtMDI_N	temperature coefficient for mortality MDIATOMS_N	(-)	1.085
TcMrtMDI_P	temperature coefficient for mortality MDIATOMS_P	(-)	1.085
TcMrtMFL_E	temperature coefficient for mortality MFLAGELA_E	(-)	1.072
TcMrtMFL_N	temperature coefficient for mortality MFLAGELA_N	(-)	1.085
TcMrtMFL_P	temperature coefficient for mortality MFLAGELA_P	(-)	1.085
TcMrtDIN_E	temperature coefficient for mortality DINOFLAG_E	(-)	1.072
TcMrtDIN_N	temperature coefficient for mortality DINOFLAG_N	(-)	1.085
TcMrtDIN_P	temperature coefficient for mortality DINOFLAG_P	(-)	1.085
TcMrtPHA_E	temperature coefficient for mortality PHAEOCYS_E	(-)	1.072
TcMrtPHA_N	temperature coefficient for mortality PHAEOCYS_N	(-)	1.085
TcMrtPHA_P	temperature coefficient for mortality PHAEOCYS_P	(-)	1.085
MRespMDI_E	maintenance respiration rate at 0 dg C MDIATOMS_E	(1/d)	0.06
MRespMDI_N	maintenance respiration rate at 0 dg C MDIATOMS_N	(1/d)	0.06
MRespMDI_P	maintenance respiration rate at 0 dg C MDIATOMS_P	(1/d)	0.06
MRespMFL_E	maintenance respiration rate at 0 dg C MFLAGELA_E	(1/d)	0.06
MRespMFL_N	maintenance respiration rate at 0 dg C MFLAGELA_N	(1/d)	0.06
MRespMFL_P	maintenance respiration rate at 0 dg C MFLAGELA_P	(1/d)	0.06
MRespDIN_E	maintenance respiration rate at 0 dg C DINOFLAG_E	(1/d)	0.06
MRespDIN_N	maintenance respiration rate at 0 dg C DINOFLAG_N	(1/d)	0.06
MRespDIN_P	maintenance respiration rate at 0 dg C DINOFLAG_P	(1/d)	0.06
MRespPHA_E	maintenance respiration rate at 0 dg C PHAEOCYS_E	(1/d)	0.06
MRespPHA_N	maintenance respiration rate at 0 dg C PHAEOCYS_N	(1/d)	0.06
MRespPHA_P	maintenance respiration rate at 0 dg C PHAEOCYS_P	(1/d)	0.06
TcRspMDI_E	temperature coefficient for respiration MDIATOMS_E	(-)	1.066
TcRspMDI_N	temperature coefficient for respiration MDIATOMS_N	(-)	1.066
TcRspMDI_P	temperature coefficient for respiration MDIATOMS_P	(-)	1.066
TcRspMFL_E	temperature coefficient for respiration MFLAGELA_E	(-)	1.066
TcRspMFL_N	temperature coefficient for respiration MFLAGELA_N	(-)	1.066
TcRspMFL_P	temperature coefficient for respiration MFLAGELA_P	(-)	1.066
TcRspDIN_E	temperature coefficient for respiration DINOFLAG_E	(-)	1.066
TcRspDIN_N	temperature coefficient for respiration DINOFLAG_N	(-)	1.066
TcRspDIN_P	temperature coefficient for respiration DINOFLAG_P	(-)	1.066
TcRspPHA_E	temperature coefficient for respiration PHAEOCYS_E	(-)	1.066
TcRspPHA_N	temperature coefficient for respiration PHAEOCYS_N	(-)	1.066
TcRspPHA_P	temperature coefficient for respiration PHAEOCYS_P	(-)	1.066
MrtExMDI_E	extra rapid mortality rate MDIATOMS_E	(1/d/C)	0
MrtExMDI_N	extra rapid mortality rate MDIATOMS_N	(1/d/C)	0
MrtExMDI_P	extra rapid mortality rate MDIATOMS_P	(1/d/C)	0
MrtExMFL_E	extra rapid mortality rate MFLAGELA_E	(1/d/C)	0
MrtExMFL_N	extra rapid mortality rate MFLAGELA_N	(1/d/C)	0
MrtExMFL_P	extra rapid mortality rate MFLAGELA_P	(1/d/C)	0
MrtExDIN_E	extra rapid mortality rate DINOFLAG_E	(1/d/C)	0
MrtExDIN_N	extra rapid mortality rate DINOFLAG_N	(1/d/C)	0
MrtExDIN_P	extra rapid mortality rate DINOFLAG_P	(1/d/C)	0
MrtExPHA_E	extra rapid mortality rate PHAEOCYS_E	(1/d/C)	0
MrtExPHA_N	extra rapid mortality rate PHAEOCYS_N	(1/d/C)	0

MrtExPHA_P	extra rapid mortality rate PHAEOCYS_P	(1/d/C)	0
Mort2MDI_E	salinity dependent mortality rate at 0 dg C MDIATOMS_E	(1/d)	0
Mort2MDI_N	salinity dependent mortality rate at 0 dg C MDIATOMS_N	(1/d)	0
Mort2MDI_P	salinity dependent mortality rate at 0 dg C MDIATOMS_P	(1/d)	0
Mort2MFL_E	salinity dependent mortality rate at 0 dg C MFLAGELA_E	(1/d)	0
Mort2MFL_N	salinity dependent mortality rate at 0 dg C MFLAGELA_N	(1/d)	0
Mort2MFL_P	salinity dependent mortality rate at 0 dg C MFLAGELA_P	(1/d)	0
Mort2DIN_E	salinity dependent mortality rate at 0 dg C DINOFLAG_E	(1/d)	0
Mort2DIN_N	salinity dependent mortality rate at 0 dg C DINOFLAG_N	(1/d)	0
Mort2DIN_P	salinity dependent mortality rate at 0 dg C DINOFLAG_P	(1/d)	0
Mort2PHA_E	salinity dependent mortality rate at 0 dg C PHAEOCYS_E	(1/d)	0
Mort2PHA_N	salinity dependent mortality rate at 0 dg C PHAEOCYS_N	(1/d)	0
Mort2PHA_P	salinity dependent mortality rate at 0 dg C PHAEOCYS_P	(1/d)	0
MrtB1MDI_E	coeff. b1 salinity dependent mort.func. MDIATOMS_E	(gCl/m3)	0.002
MrtB1MDI_N	coeff. b1 salinity dependent mort.func. MDIATOMS_N	(gCl/m3)	0.002
MrtB1MDI_P	coeff. b1 salinity dependent mort.func. MDIATOMS_P	(gCl/m3)	0.002
MrtB1MFL_E	coeff. b1 salinity dependent mort.func. MFLAGELA_E	(gCl/m3)	0.002
MrtB1MFL_N	coeff. b1 salinity dependent mort.func. MFLAGELA_N	(gCl/m3)	0.002
MrtB1MFL_P	coeff. b1 salinity dependent mort.func. MFLAGELA_P	(gCl/m3)	0.002
MrtB1DIN_E	coeff. b1 salinity dependent mort.func. DINOFLAG_E	(gCl/m3)	0.002
MrtB1DIN_N	coeff. b1 salinity dependent mort.func. DINOFLAG_N	(gCl/m3)	0.002
MrtB1DIN_P	coeff. b1 salinity dependent mort.func. DINOFLAG_P	(gCl/m3)	0.002
MrtB1PHA_E	coeff. b1 salinity dependent mort.func. PHAEOCYS_E	(gCl/m3)	0.002
MrtB1PHA_N	coeff. b1 salinity dependent mort.func. PHAEOCYS_N	(gCl/m3)	0.002
MrtB1PHA_P	coeff. b1 salinity dependent mort.func. PHAEOCYS_P	(gCl/m3)	0.002
MrtB2MDI_E	coeff. b2 salinity dependent mort.func. MDIATOMS_E	(gCl/m3)	8000
MrtB2MDI_N	coeff. b2 salinity dependent mort.func. MDIATOMS_N	(gCl/m3)	8000
MrtB2MDI_P	coeff. b2 salinity dependent mort.func. MDIATOMS_P	(gCl/m3)	8000
MrtB2MFL_E	coeff. b2 salinity dependent mort.func. MFLAGELA_E	(gCl/m3)	8000
MrtB2MFL_N	coeff. b2 salinity dependent mort.func. MFLAGELA_N	(gCl/m3)	8000
MrtB2MFL_P	coeff. b2 salinity dependent mort.func. MFLAGELA_P	(gCl/m3)	8000
MrtB2DIN_E	coeff. b2 salinity dependent mort.func. DINOFLAG_E	(gCl/m3)	8000
MrtB2DIN_N	coeff. b2 salinity dependent mort.func. DINOFLAG_N	(gCl/m3)	8000
MrtB2DIN_P	coeff. b2 salinity dependent mort.func. DINOFLAG_P	(gCl/m3)	8000
MrtB2PHA_E	coeff. b2 salinity dependent mort.func. PHAEOCYS_E	(gCl/m3)	8000
MrtB2PHA_N	coeff. b2 salinity dependent mort.func. PHAEOCYS_N	(gCl/m3)	8000
MrtB2PHA_P	coeff. b2 salinity dependent mort.func. PHAEOCYS_P	(gCl/m3)	8000
RcDetC	first-order mineralisation rate DetC	(1/d)	0.04
TcDetC	temperature coefficient for mineralisation DetC	(-)	1.11
TauCSDetC	critical shear stress for sedimentation DetC	(N/m2)	0.1
MinDepth	minimum waterdepth for sedimentation	(m)	0.1
SecchiExt1	Secchi depth if extinction = 1 (Poole-Atkins)	(m)	1.35
RcDetCS1	first-order mineralisation rate DetC in layer S1	(1/d)	0.015
TcBMDetC	temperature coeff. mineralisation DetC in sediment	(-)	1.11
RcDetN	first-order mineralisation rate DetN	(1/d)	0.04
TcDetN	temperature coefficient for mineralisation DetN	(-)	1.11
RcDetNS1	first-order mineralisation rate DetN in layer S1	(1/d)	0.015
TcBMDetN	temperature coeff. mineralisation DetN in sediment	(-)	1.11
RcDetP	first-order mineralisation rate DetP	(1/d)	0.04
TcDetP	temperature coefficient for mineralisation DetP	(-)	1.11
RcDetPS1	first-order mineralisation rate DetP in layer S1	(1/d)	0.025
TcBMDetP	temperature coeff. mineralisation DetP in sediment	(-)	1.11
RcDetSi	first-order mineralisation rate DetSi	(1/d)	0.04
TcDetSi	temperature coefficient for mineralisation DetSi	(-)	1.047
RcDetSiS1	first-order mineralisation rate DetSi in layer S1	(1/d)	0.008
TcBMDetSi	temp. coeff. mineralisation DetSi in sediment	(-)	1.11
TcNit	temperature coefficient for nitrification	(-)	1.06
RcNit	first-order nitrification rate	(1/d)	0.07

pH	pH	(-)	8.1
RcDenSed	first-order denitrification rate in the sediment	(m/d)	0
TcDenWat	temperature coefficient for denitrification	(-)	1.11
COXDEN	critical oxygen concentration for denitrification	(g/m3)	101
RcDenWat	first-order denitrification rate in water column	(1/d)	0.003
OOXDEN	optimum oxygen concentration for denitrification	(gO2/m3)	100
IM1	inorganic matter (IM1)	(gDM/m3)	4
SWAdsP	switch PO4 adsorption <0=Kd 1=Langmuir 2=pHdep>	(-)	1
KdPO4AAP	distrib. coeff. (-) or ads. eq. const.	(m3/gP)	0.1
MaxPO4AAP	adsorption capacity TIM for PO4	(gP/gFe)	0.005
RcAdPO4AAP	adsorption rate PO4 --> AAP	(1/d)	0
TaucS	critical shear stress for sedimentation algae	(N/m2)	0.1
VWind	wind speed	(m/s)	Time series
SWRear	switch for oxygen reaeration formulation (1-12)	(-)	9
KLRear	reaeration transfer coefficient	(m/d)	4
RcBOD	decay rate BOD (first pool) at 20 oC	(1/d)	0.3
AlgFrBOD	fraction algae contributing to BOD-inf	(-)	0.5
fSODaut	autonomous SOD (no effect SOD stat.var)	(gO2/m2/d)	0
RcSOD	decay rate SOD at 20 oC	(1/d)	0.1
TcSOD	temperature coefficient decay SOD	(-)	1.04
ExtVIIM1	VL specific extinction coefficient M1	(m2/gDM)	0.025
ExtVIBak	background extinction visible light	(1/m)	Time series
RadSurf	irradiation at the water surface	(W/m2)	Time series
SWDepAve	switch for module DepAve (0=off, 1=on)	(-)	1
Latitude	latitude of study area	(degrees)	52.1
RefDay	daynumber of reference day simulation	(d)	0
SWTau	switch <1=Tamminga 2=Swart 3=Soulsby>	(-)	1
ZResDM	zeroth-order resuspension flux	(gDM/m2/d)	25000
TaucRS1DM	critical shear stress for resuspension DM layer S1	(N/m2)	0.2
PeriodVTRA	period for calculating vertical distribution	(h)	24
VBurDMS1	first order burial rate for layer S1	(1/d)	0.003
MaxVeloc	maximum horizontal flow velocity	(m/s)	0
OON	Other Organic Nitrogen (OON)	(gN/m3)	0.3
ExtVIDetC	VL specific extinction coefficient DetC	(m2/gC)	0.1
FETCH	fetch length for wind	(m)	1000
InitDepth	depth where wave is created <-1: actual depth>	(m)	-1
SwChezy	switch (1=White/Coolbrook, 2=Manning)	(-)	1
TaucSIM1	critical shear stress for sedimentation IM1	(N/m2)	0.1
VOsedIM1	sedimentation velocity IM1	(m/d)	0
COXNit	critical oxygen concentration for nitrification	(g/m3)	-1
CTMin	critical temperature for mineralisation	(oC)	-1
CTNit	critical temperature for nitrification	(oC)	-1
ExtVLSal0	extra VL extinction at Salinity = 0	(1/m)	0.97
IM1S1	IM1 in layer S1	(gDM)	1.16E+14
MaxThS1	maximum thickness layer S1	(m)	1000000
NCMinLimH	upper limit N:C ratio detritus	(gN/gC)	0.15
NCMinLimL	lower limit N:C ratio detritus	(gN/gC)	0.1
nDetC	coefficient in flocculation function DetC	(-)	0
OOXNit	optimum oxygen concentration for nitrification	(g/m3)	0
PCMinLimH	upper limit P:C ratio detritus	(gP/gC)	0.015
PCMinLimL	lower limit P:C ratio detritus	(gP/gC)	0.01
PorS1	porosity of sediment layer S1	(-)	0.3
RcDetCHigh	maximum first-order mineralisation rate DetC	(1/d)	0.18
RcDetNHigh	maximum first-order mineralisation rate DetN	(1/d)	0.18
RcDetPHigh	maximum first-order mineralisation rate DetP	(1/d)	0.18
RcDetSHigh	maximum first-order mineralisation rate DetSi	(1/d)	0.01
SiCMinLimH	upper limit Si:C ratio detritus	(gSi/gC)	0.01

SiCMinLimL	lower limit Si:C ratio detritus	(gSi/gC)	0.005
SWSediment	switch for sediment (0=fixed, 1=variable)	(-)	1
tau	total bottom shear stress	(N/m <sup>2</sup> )	-1
TCSed	temperature coefficient for sedimentation	(-)	1
V0SedDetC	sedimentation velocity	(m/d)	1.5
V0SedDIN_E	sedimentation velocity	(m/d)	0
V0SedDIN_N	sedimentation velocity	(m/d)	0
V0SedDIN_P	sedimentation velocity	(m/d)	0
V0SedMDI_E	sedimentation velocity	(m/d)	0.5
V0SedMDI_N	sedimentation velocity	(m/d)	1
V0SedMDI_P	sedimentation velocity	(m/d)	1
V0SedMFL_E	sedimentation velocity	(m/d)	0
V0SedMFL_N	sedimentation velocity	(m/d)	0.5
V0SedMFL_P	sedimentation velocity	(m/d)	0.5
V0SedPHA_E	sedimentation velocity	(m/d)	0
V0SedPHA_N	sedimentation velocity	(m/d)	0.5
V0SedPHA_P	sedimentation velocity	(m/d)	0.5
AAP	Adsorbed Inorganic Phosphate	(gP/m <sup>3</sup> )	0
ScaleVDisp	scaling factor for vertical diffusion	(-)	1.4
Salinity	Salinity	(ppt)	from FLOW
fDfwastPO4	diffusive waste flux PO4	(g/m <sup>2</sup> /d)	Time series
sw1DfwaPO4	load option 0=all, 1=top, 2=bottom segments	(-)	2
sw2DfwaPO4	maximise withdrawel to mass 0=no, 1=yes	(-)	1
disp3	Additional dispersion for VTrans calculation	(m <sup>2</sup> /s)	1.00E-07

## C Overzicht van randvoorwaarden en polderlozingen

### C.1 Randvoorwaarden

Overzicht van de originele gegevens die op 9 juni 2010 via [www.waterbase.nl](http://www.waterbase.nl) zijn gedownload voor de MWTL locaties Schouwen 10 km en Goeree 6 km.

#### Goeree 6 km

locatie	datum	tijd	NO3	NH4	TotN filtrat	ToiN	Stikstof in mg/l in oppervlaktewater	Orthofosfaat in mg/l in oppervlaktewater	PO4	uitgedrukt in fosfor / na filtratie in oppervlaktewater	TotP filtrat	TotP	Totaal fosfaat in mg/l in oppervlaktewater	Si	Silicaat in mg/l uitgedrukt in silicium / na filtratie in oppervlaktewater	Saliniteit in oppervlaktewater	Chl-a	Chlorofyll-a in ug/l in oppervlaktewater	OXY	Zuurstof in mg/l in oppervlaktewater
Goeree 6 km uit de kust	25-01-2007		0.646	0.031	0.803	0.975	0.955	0.032	0.036	0.032	0.032	0.08	0.683	30.84	30.84	1.36	1.26	9.9	9.455	
Goeree 6 km uit de kust	15-02-2007		0.642	0.027	0.784	0.955	0.955	0.036	0.036	0.036	0.036	0.075	0.681	31.31	31.31	1.36	1.26	9.9	9.455	
Goeree 6 km uit de kust	22-03-2007		0.875	0.041	1.05	1.4	1.4	0.037	0.037	0.037	0.042	0.097	0.867	27.94	27.94	5.4	5.4	14.43	14.43	
Goeree 6 km uit de kust	19-04-2007		0.358	0.008	0.503	0.836	0.836	0.003	0.003	0.003	0.01	0.036	0.056	30.41	30.41	12	12	8.54	8.54	
Goeree 6 km uit de kust	23-05-2007		0.114	0.061	0.382	0.505	0.505	0.003	0.003	0.003	0.013	0.032	0.058	28.99	28.99	9.78	9.78	9.67	9.67	
Goeree 6 km uit de kust	14-06-2007		0.137	0.026	0.334	0.458	0.458	0.003	0.003	0.003	0.04	0.099	0.323	32.37	32.37	7.7	7.7	7.886	7.886	
Goeree 6 km uit de kust	25-07-2007		0.05	0.034	0.261	0.364	0.364	0.013	0.013	0.013	0.023	0.042	0.149	32.2	32.2	7.5	7.5	7.3	7.3	
Goeree 6 km uit de kust	23-08-2007		0.125	0.07	0.394	0.2	0.2	0.299	0.299	0.299	0.037	0.079	0.632	27.57	27.57	2.5	2.5	7.287	7.287	
Goeree 6 km uit de kust	13-09-2007		0.324	0.099	0.554	0.758	0.758	0.031	0.031	0.031	0.032	0.033	0.355	30.87	30.87	9.44	9.44	8.448	8.448	
Goeree 6 km uit de kust	22-10-2007		0.228	0.076	0.496	0.533	0.533	0.027	0.027	0.027	0.032	0.115	0.609	29.34	29.34	2.22	2.22	10.31	10.31	
Goeree 6 km uit de kust	28-11-2007		0.534	0.076	0.771	1.1	1.1	0.033	0.033	0.033	0.044	0.103	0.981	30.42	30.42	2.46	2.46	10.04	10.04	
Goeree 6 km uit de kust	22-01-2008		0.85	0.069	1.23	1.44	1.44	0.044	0.044	0.044	0.033	0.076	0.617	29.26	29.26	4.62	4.62	10.46	10.46	
Goeree 6 km uit de kust	14-02-2008		0.668	0.042	0.801	1.09	1.09	0.033	0.033	0.033	0.034	0.045	0.288	29.29	29.29	35.8	35.8	13.86	13.86	
Goeree 6 km uit de kust	21-04-2008		0.356	0.017	0.633	0.907	0.907	0.008	0.008	0.008	0.017	0.045	0.222	30.75	30.75	10.6	10.6	8.61	8.61	
Goeree 6 km uit de kust	19-05-2008		0.162	0.022	0.364	0.532	0.532	0.005	0.005	0.005	0.007	0.022	0.218	28.91	28.91	11	11	8.67	8.67	
Goeree 6 km uit de kust	10-06-2008		0.176	0.023	0.346	0.468	0.468	0.005	0.005	0.005	0.015	0.033	0.19	31.39	31.39	3.76	3.76	7.89	7.89	
Goeree 6 km uit de kust	17-07-2008		0.021	0.048	0.29	0.393	0.393	0.011	0.011	0.011	0.023	0.037	0.187	32.53	32.53	12.8	12.8	7.54	7.54	
Goeree 6 km uit de kust	21-08-2008		0.141	0.106	0.45	0.441	0.441	0.02	0.02	0.02	0.026	0.052	0.313	31.84	31.84	7.32	7.32	8.4	8.4	
Goeree 6 km uit de kust	17-09-2008		0.114	0.039	0.317	0.402	0.402	0.024	0.024	0.024	0.032	0.049	0.129	31.84	31.84	6.28	6.28	8.94	8.94	
Goeree 6 km uit de kust	15-10-2008		0.185	0.065	0.436	0.594	0.594	0.043	0.043	0.043	0.039	0.071	0.234	31.37	31.37	1.3	1.3	9.63	9.63	
Goeree 6 km uit de kust	17-11-2008		0.342	0.059	0.589	0.7	0.7	0.035	0.035	0.035	0.035	0.066	0.459	30.79	30.79	0.4	0.4	11.07	11.07	
Goeree 6 km uit de kust	11-12-2008		0.398	0.041	0.575	0.663	0.663	0.038	0.038	0.038	0.031	0.057	0.56	30.2	30.2	1.42	1.42	11.9	11.9	
Goeree 6 km uit de kust	08-01-2009		0.52	0.045	0.66	0.75	0.75	0.032	0.032	0.032	0.036	0.058	0.65	30.1	30.1	49.86	49.86	14.6	14.6	
Goeree 6 km uit de kust	16-02-2009		0.65	0.054	0.86	0.93	0.93	0.032	0.032	0.032	0.012	0.056	0.16	30.6	30.6	2.54	2.54	9	9	
Goeree 6 km uit de kust	18-03-2009		0.35	0.005	0.5	0.71	0.71	0.004	0.004	0.004	0.026	0.042	0.25	32.9	32.9	7.4	7.4	9.5	9.5	
Goeree 6 km uit de kust	23-04-2009		0.13	0.056	0.6	0.71	0.71	0.008	0.008	0.008	0.011	0.025	0.01	31.2	31.2	2.88	2.88	9	9	
Goeree 6 km uit de kust	18-05-2009		0.02	0.019	0.18	0.28	0.28	0.004	0.004	0.004	0.011	0.033	0.17	33.1	33.1	3.35	3.35	8.1	8.1	
Goeree 6 km uit de kust	25-06-2009		0.09	0.19	0.38	0.44	0.44	0.011	0.011	0.011	0.022	0.032	0.02	32.2	32.2	3.95	3.95	8.4	8.4	
Goeree 6 km uit de kust	16-07-2009		0.01	0.014	0.17	0.22	0.22	0.01	0.01	0.01	0.022	0.033	0.041	0.17	0.17	32.6	32.6	8.4	8.4	
Goeree 6 km uit de kust	18-08-2009		0.01	0.005	0.16	0.22	0.22	0.02	0.02	0.02	0.033	0.051	0.25	31.9	31.9	1.37	1.37	8.7	8.7	
Goeree 6 km uit de kust	16-09-2009		0.1	0.074	0.31	0.43	0.43	0.026	0.026	0.026	0.032	0.059	0.32	31.9	31.9	0.47	0.47	9.4	9.4	
Goeree 6 km uit de kust	14-10-2009		0.15	0.093	0.38	0.48	0.48	0.027	0.027	0.027	0.032	0.055	0.47	31.9	31.9	0.47	0.47	9.4	9.4	
Goeree 6 km uit de kust	12-11-2009		0.25	0.16	0.61	0.65	0.65	0.041	0.041	0.041	0.046	0.055	0.47	31.9	31.9	0.47	0.47	9.4	9.4	



## Schouwen 10 km

Downloaded from Waterbase.nl		datum	tijd	NO3	Nitraat in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater	NH4	Ammonium in mg/l uitgedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater	ToiN filtrat	ToiN filtrat in mg/l na filtratie in oppervlaktewater	ToiN	Sikstof in mg/l in oppervlaktewater	PO4	Orthofosfaat in mg/l uitgedrukt in fosfor / na filtratie in oppervlaktewater	Si	Total fosfaat in mg/l na filtratie in oppervlaktewater	Si	Silicaat in mg/l uitgedrukt in silicium / na filtratie in oppervlaktewater	Salinity	Saliniteit in oppervlaktewater	Chlora	Chlorofyl-a in ug/l in oppervlaktewater	OXY	Zurstof in mg/l in oppervlaktewater	
Schouwen 10 km uit de kust	25-01-2007	23:08		0.32	0.014	0.02	0.786	4.02	4.08	0.026	0.133	0.23	0.374	33.71	33.71	0.724	32.03	33.71	33.71			9.407		
Schouwen 10 km uit de kust	15-02-2007	04:29		0.643	0.02	0.02	0.786	4.02	4.08	0.038	0.038		0.724	32.03	32.03	0.478	31.16	31.16	31.16			10.29		
Schouwen 10 km uit de kust	22-03-2007	11:44											0.015	32.4	32.4	0.058	32.36	32.36	32.36			9.89		
Schouwen 10 km uit de kust	23-04-2007	17:13											0.016	33.61	33.61	0.029	32.31	32.31	32.31			14.72		
Schouwen 10 km uit de kust	24-05-2007	00:36											0.069	32.48	32.48	0.288	30.85	30.85	30.85			8.44		
Schouwen 10 km uit de kust	14-06-2007	14:02											0.212	32.58	32.58	0.344						8.7		
Schouwen 10 km uit de kust	25-07-2007	17:53											0.026			0.344						8.3		
Schouwen 10 km uit de kust	23-08-2007	14:42											0.027			0.424						7.84		
Schouwen 10 km uit de kust	13-09-2007	14:31											0.028			0.423						8.838		
Schouwen 10 km uit de kust	22-10-2007	15:37		0.109	0.042	0.029	0.29	0.29	0.29	0.021	0.026		0.344			0.051	33.68	33.68	33.68			9.91		
Schouwen 10 km uit de kust	28-11-2007	09:16		0.226	0.066	0.415	0.415	0.415	0.415	0.027	0.031		0.424			0.046	33.5	33.5	33.5			10.21		
Schouwen 10 km uit de kust	23-01-2008	13:27		0.313	0.034	0.506	0.506	0.506	0.506	0.028	0.03		0.423			0.035	32.48	32.48	32.48			9.93		
Schouwen 10 km uit de kust	14-02-2008	15:41		0.388	0.027	0.588	0.588	0.588	0.588	0.028	0.028		0.423			0.029	33.16	33.16	33.16			9.82		
Schouwen 10 km uit de kust	18-03-2008	21:23		0.495	0.019	0.642	0.642	0.642	0.642	0.023	0.005		0.14			0.036	32.63	32.63	32.63			7.48		
Schouwen 10 km uit de kust	22-04-2008	00:50		0.033	0.005	0.257	0.257	0.257	0.257	0.005	0.012		0.253			0.208	33.75	33.75	33.75			8.51		
Schouwen 10 km uit de kust	19-05-2008	15:17		0.021	0.002	0.159	0.159	0.159	0.159	0.005	0.005		0.24			0.356	33.61	33.61	33.61			9.67		
Schouwen 10 km uit de kust	10-06-2008	13:06		0.078	0.018	0.248	0.248	0.248	0.248	0.011	0.02		0.3			0.407	32.91	32.91	32.91			10.4		
Schouwen 10 km uit de kust	17-07-2008	02:30		0.075	0.04	0.248	0.248	0.248	0.248	0.011	0.02		0.3			0.332	33.2	33.2	33.2			12		
Schouwen 10 km uit de kust	21-08-2008	12:17		0.066	0.055	0.265	0.265	0.265	0.265	0.026	0.026		0.06			0.31	33.3	33.3	33.3			13.6		
Schouwen 10 km uit de kust	17-09-2008	22:31		0.121	0.02	0.328	0.328	0.328	0.328	0.022	0.028		0.09			0.01	32.2	32.2	32.2			8.8		
Schouwen 10 km uit de kust	16-10-2008	01:45		0.143	0.037	0.378	0.378	0.378	0.378	0.025	0.029		0.01			0.03	33.1	33.1	33.1			9.1		
Schouwen 10 km uit de kust	17-11-2008	18:05		0.22	0.023	0.348	0.348	0.348	0.348	0.024	0.029		0.06			0.03	34.4	34.4	34.4			8.6		
Schouwen 10 km uit de kust	11-12-2008	19:59		0.31	0.003	0.476	0.476	0.476	0.476	0.027	0.031		0.03			0.18	33.6	33.6	33.6			8.5		
Schouwen 10 km uit de kust	08-01-2009	12:15		0.28	0.014	0.37	0.37	0.37	0.37	0.4	0.022	0.025	0.031			0.17	33.4	33.4	33.4			8.8		
Schouwen 10 km uit de kust	16-02-2009	20:29		0.36	0.023	0.48	0.48	0.48	0.48	0.021	0.024		0.059			0.43	33.6	33.6	33.6			9		
Schouwen 10 km uit de kust	18-03-2009	10:13																						
Schouwen 10 km uit de kust	23-04-2009	08:53																						
Schouwen 10 km uit de kust	19-05-2009	09:24																						
Schouwen 10 km uit de kust	25-06-2009	10:50																						
Schouwen 10 km uit de kust	16-07-2009	11:01																						
Schouwen 10 km uit de kust	18-08-2009	12:42																						
Schouwen 10 km uit de kust	16-09-2009	13:06																						
Schouwen 10 km uit de kust	14-10-2009	15:27																						
Schouwen 10 km uit de kust	12-11-2009	07:35		0.22	0.063	0.48	0.48	0.48	0.48	0.57	0.036	0.04	0.059			0.43	33.6	33.6	33.6			9		