

# **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

## Opdrachtgever

Natuur- en Recreatieschap  
de Grevelingen

## Project

1201650-000

## Kenmerk

1201650-000-ZKS-0015

## Pagina's

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</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</b> | <b>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/huizen-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-modelleurs. 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:

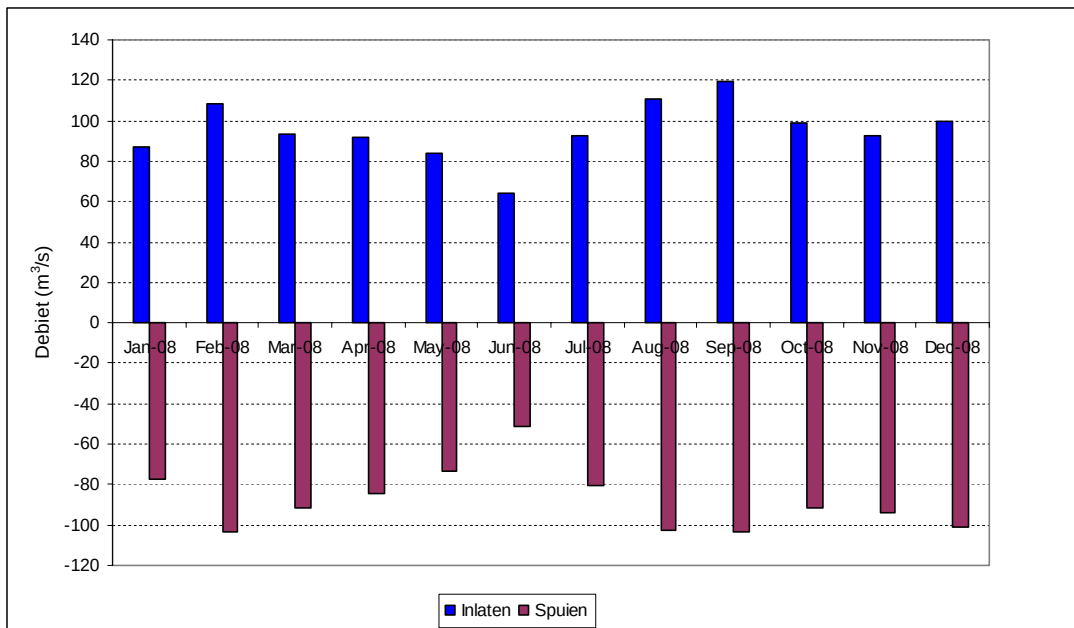
- Verzamelen data debieten, belastingen en meteorologie
- Opstellen sluitende waterbalans
- Opzetten/uitbreiden modelinvoer
- Model validatie

### 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.

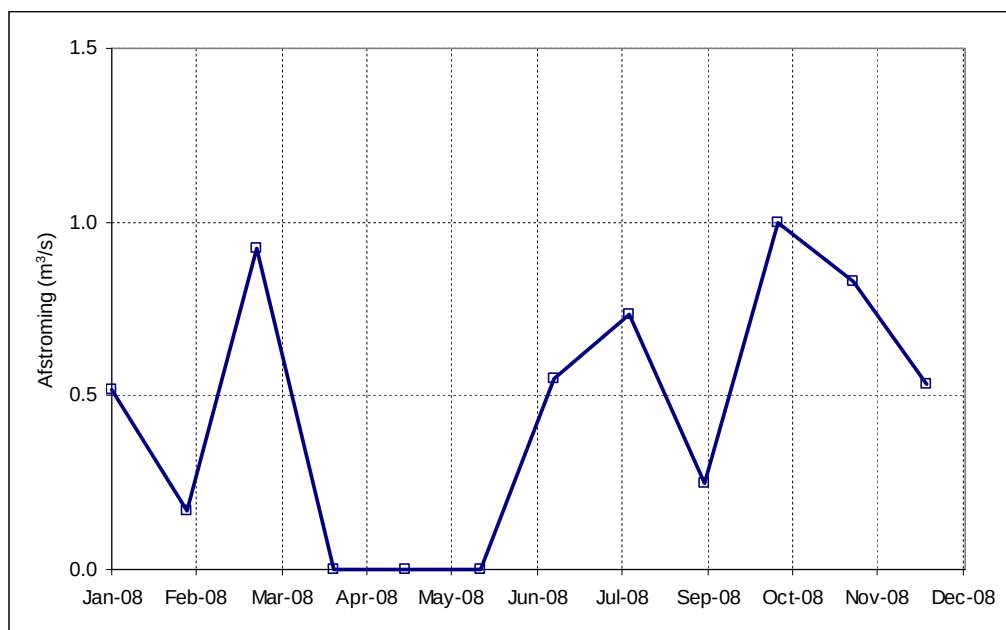
Tabel 2.1 Maandelijke gemalen (m³/s) voor de vijf polderdebieten

| 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 =  $(\text{Total Neerslag} - 0,7 \cdot \text{Verdamping}) \cdot \text{Oppervlak Oever}$

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

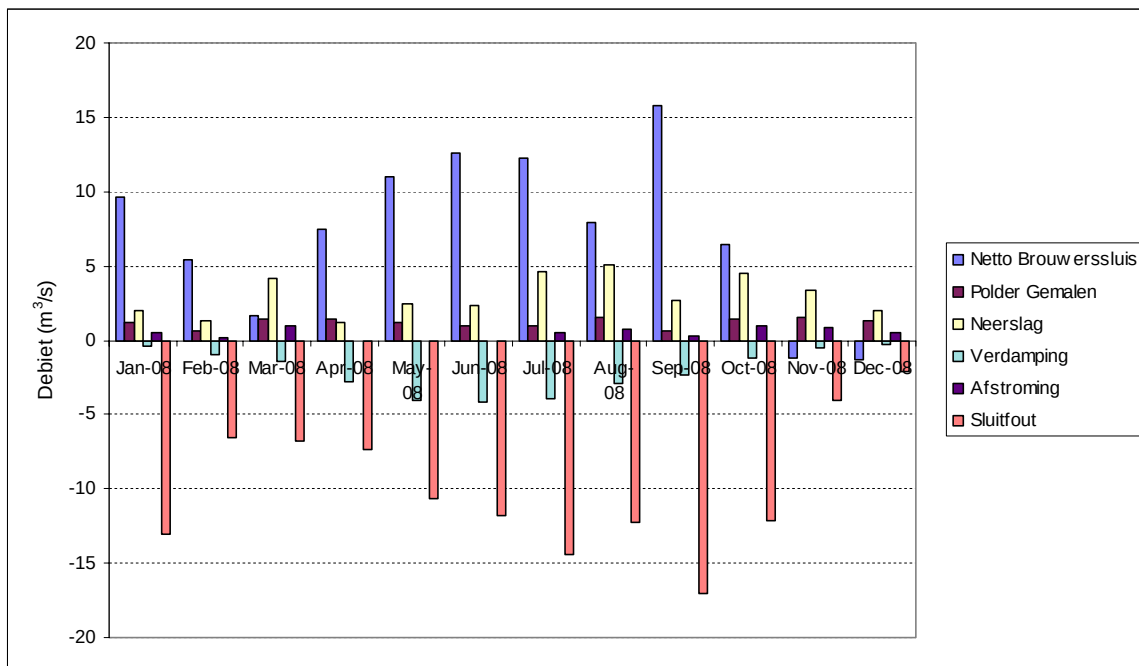


Figuur 2.2 Maandelijkse variatie van berekende afstroming als functie van neerslag en verdamping

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.

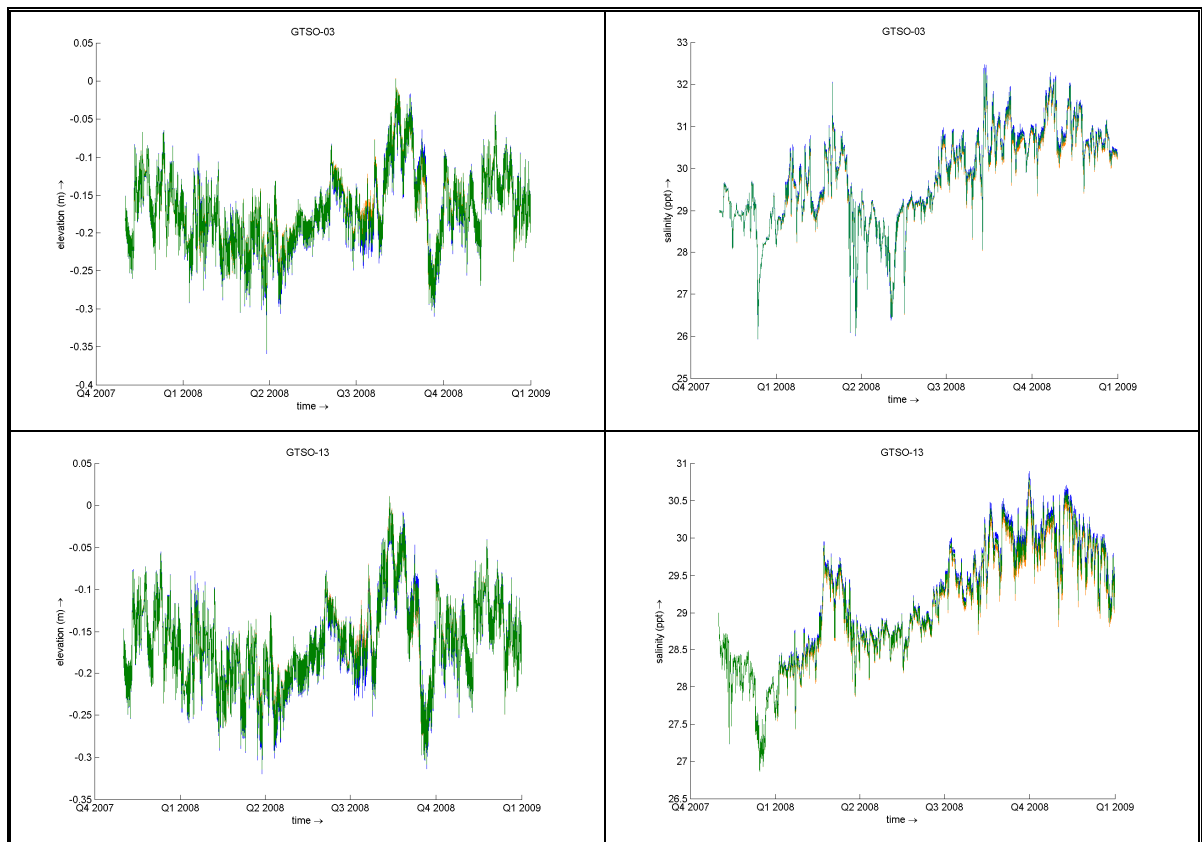
De bronnen (ingaaende debieten) en putten (uitgaande debieten) zijn onderscheiden en een maandelijkse waterbalans is opgesteld (Figuur 2.3).



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 Brouwerssluisdebieten. Voor het jaar 2008 gaan piekdebieten door de Brouwerssluis van meer dan 400 m<sup>3</sup>/s in beide richtingen. Bij het aftrekken van twee grote getallen (om tot een netto debiet te komen) kan een kleine meetonnauwkeurigheid in de piekdebieten 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 sluitdebet opgeteld bij het Brouwerssluisdebet. In werkelijkheid kan de waterstand over de maanden variëren. Kleine variaties in de waterstand zijn echter hydrodynamisch gezien onbelangrijk. De gecorrigeerde debieten in de waterbalans dienen als uitgangspunt voor de modelverificatie.

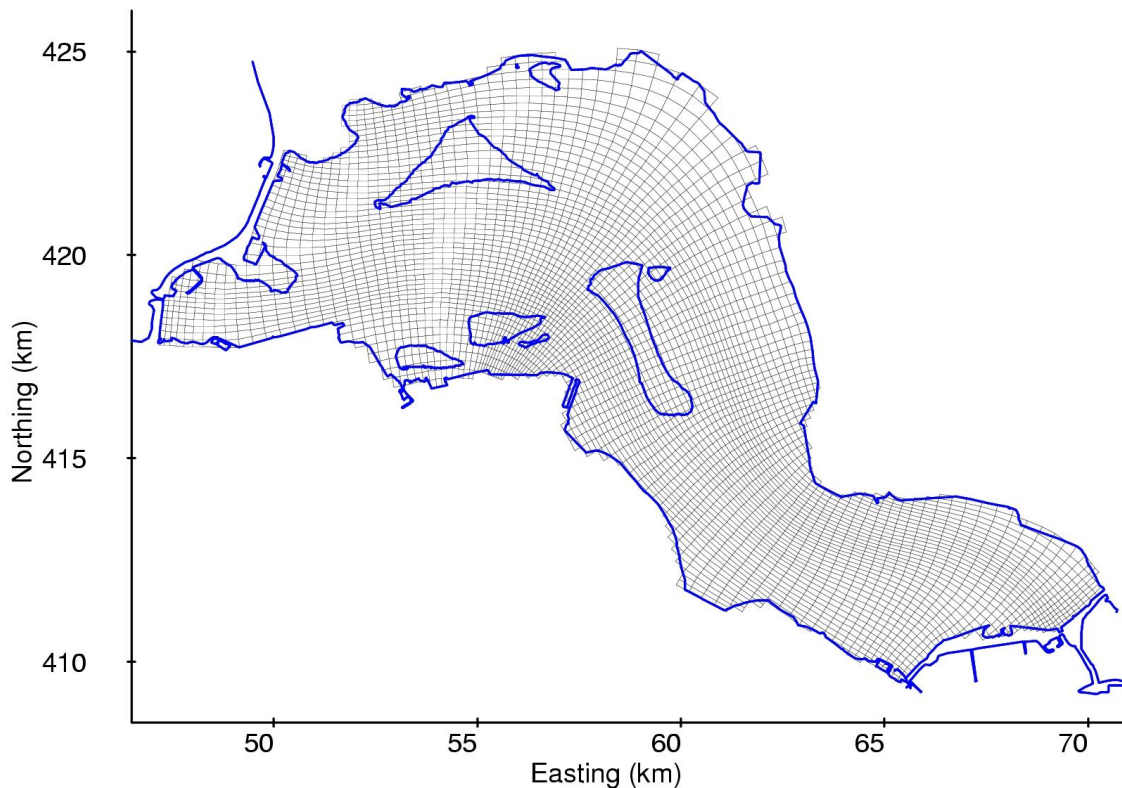
Uit Figuur 2.1 blijkt dat op basis van de opgegeven tijdserie door de Brouwerssluis sprake zou zijn van een nette instroom. Aangezien het overtollige polderwater en de overtoollige neerslag door de Brouwerssluis afgevoerd wordt, wordt een netto uitstroom verwacht. De opgegeven debieten hebben daarmee 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 locale 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

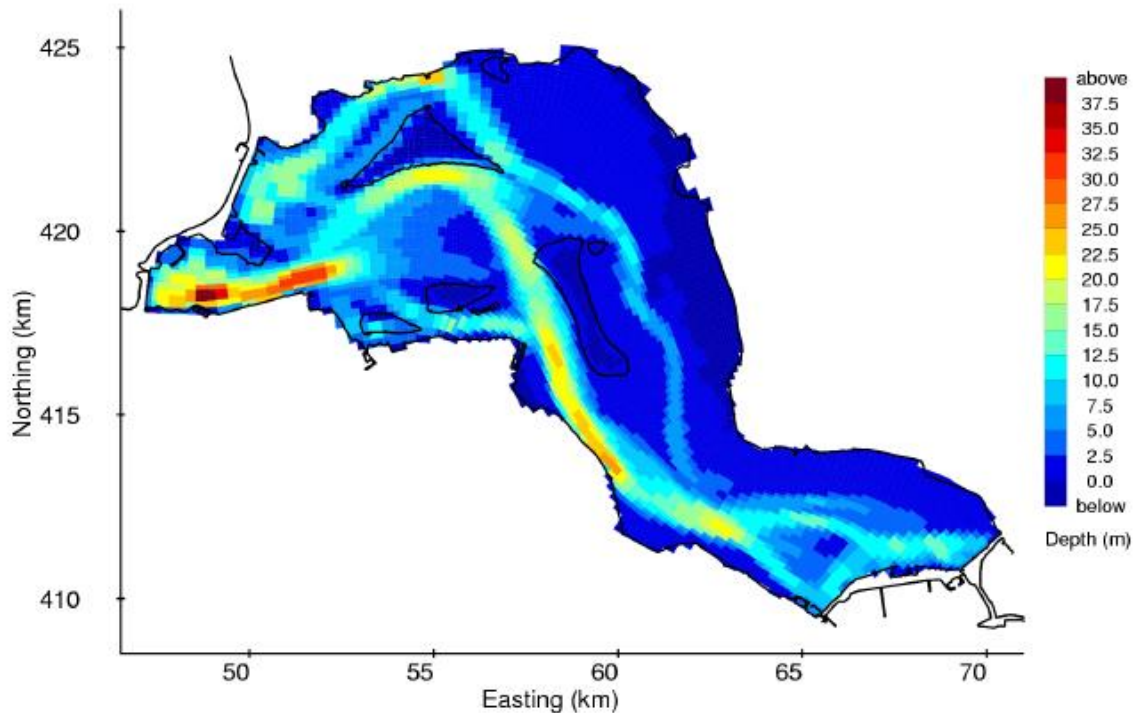
Tabel 2.2 Verdeling van laagdikten over de vertikaal. Diepten ten opzicht van NAP.

| 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

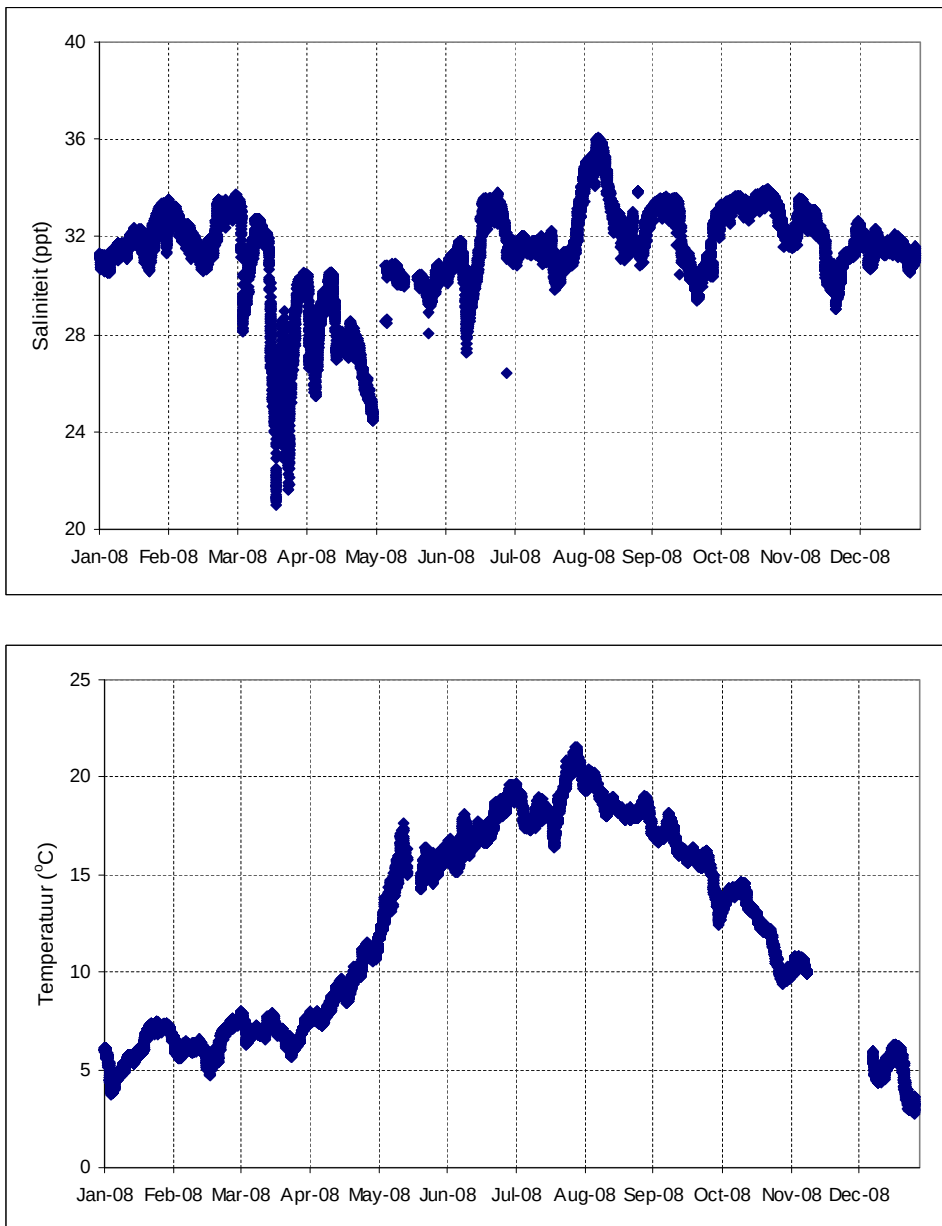
De bathymetrie van het Grevelingenmeer is te omschrijven als een geulenstelsel met enkele putten, dat door een ondiep gebied (ca. 1 m diep) met platen loopt. De putten variëren in diepte van circa 20 m tot maximaal ca. 45 m. Dezelfde bathymetrie als in de vorige Grevelingen modelstudie (Deltares, 2008)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

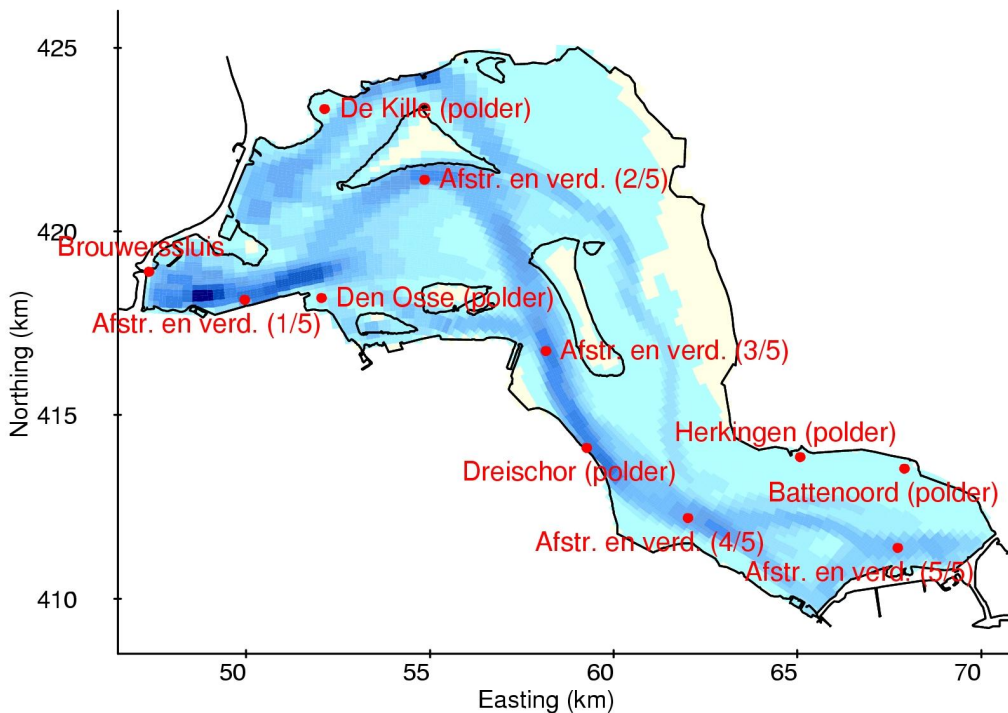
### *Temperatuur*

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 bewolkingsgraad. 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 bewolkingsgraad. Voor de meteoaansturing worden dagwaarden voor de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid en de bewolkingsgraad 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 turbulentie-modellering 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*

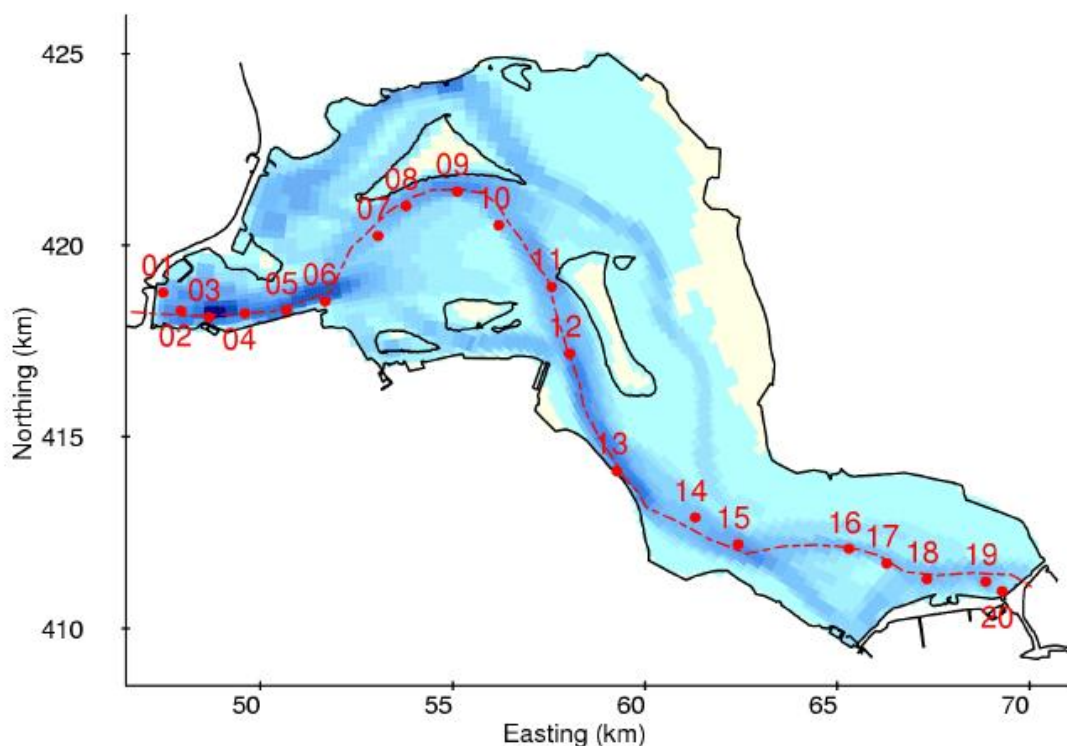
Alle modelberekeningen zijn gestart met een uniform zoutgehalte van 29 ppt en een uniforme temperatuur van 5 graden. In alle gevallen is het inspelen op 1 november 2007 gestart. De gebruikte inspeeltijd bedraagt een jaar. Gezien de basingemiddelde verblijftijd van orde 2 maanden is het nauwkeuriger vaststellen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

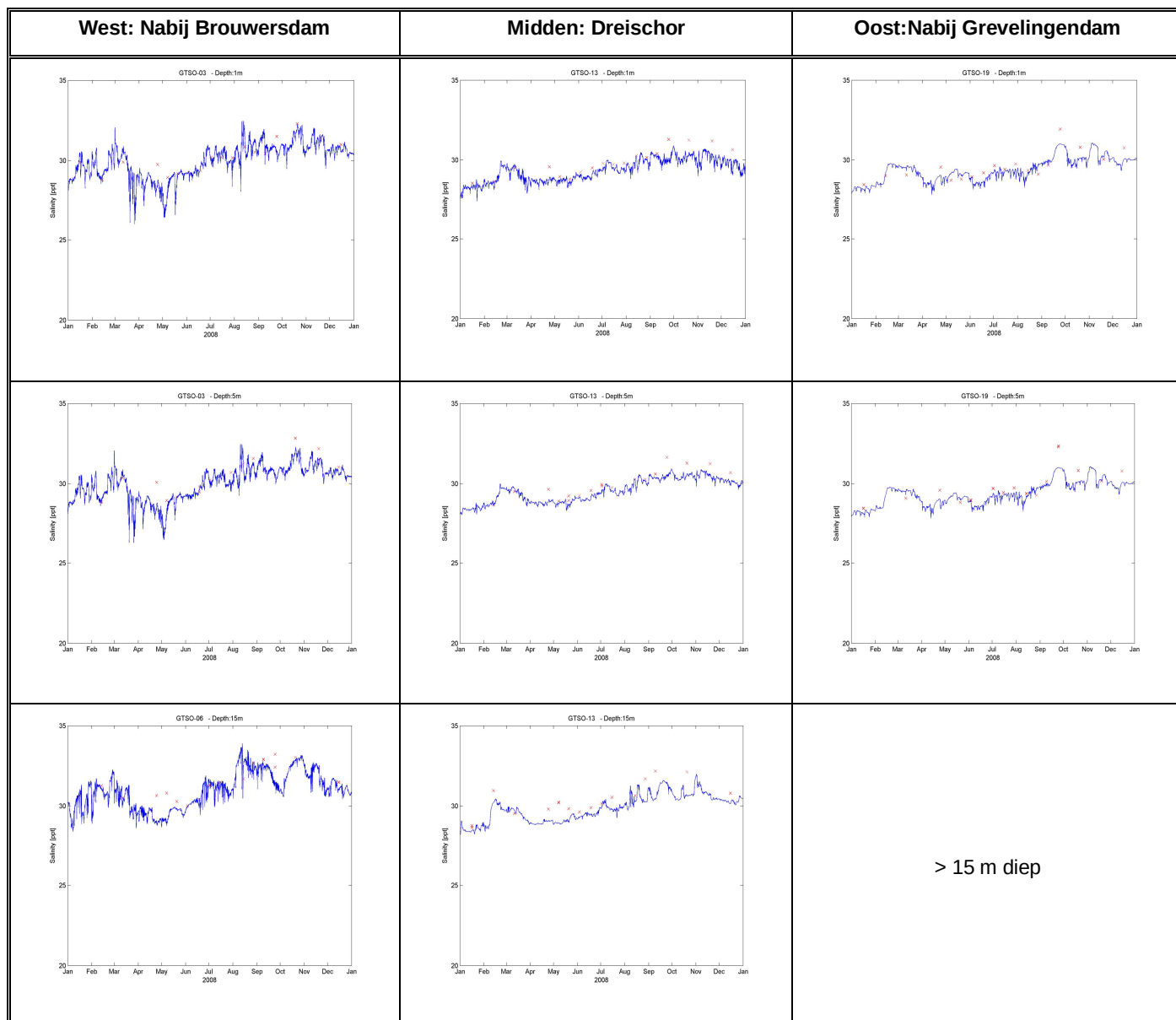


Figuur 2.9 Overzicht van de GTSO meetlocaties (rode bollen). Langs de rode stippellijn worden dwarsdoorsneden geplot.

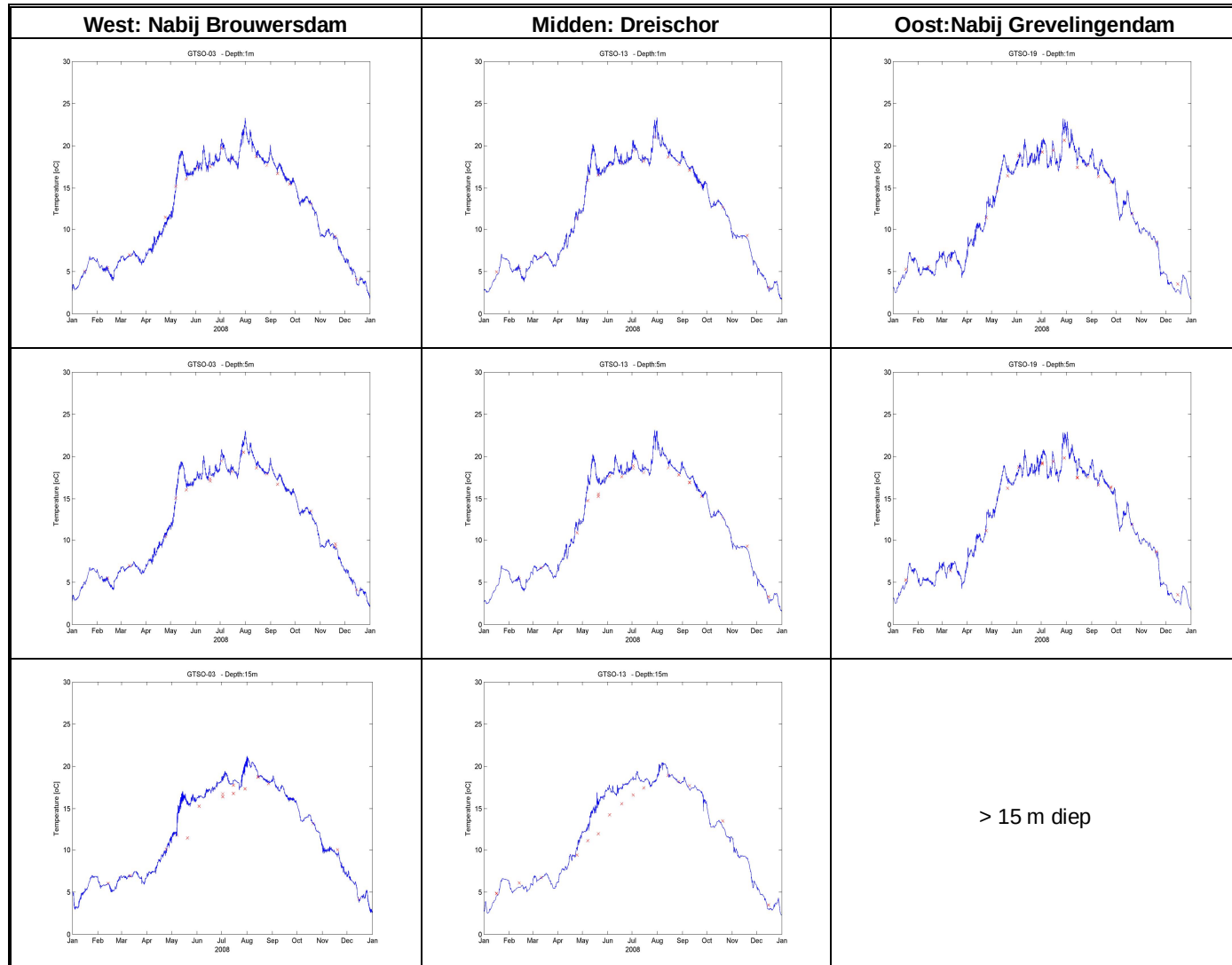
### 2.3.1 Tijdreeksen

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).



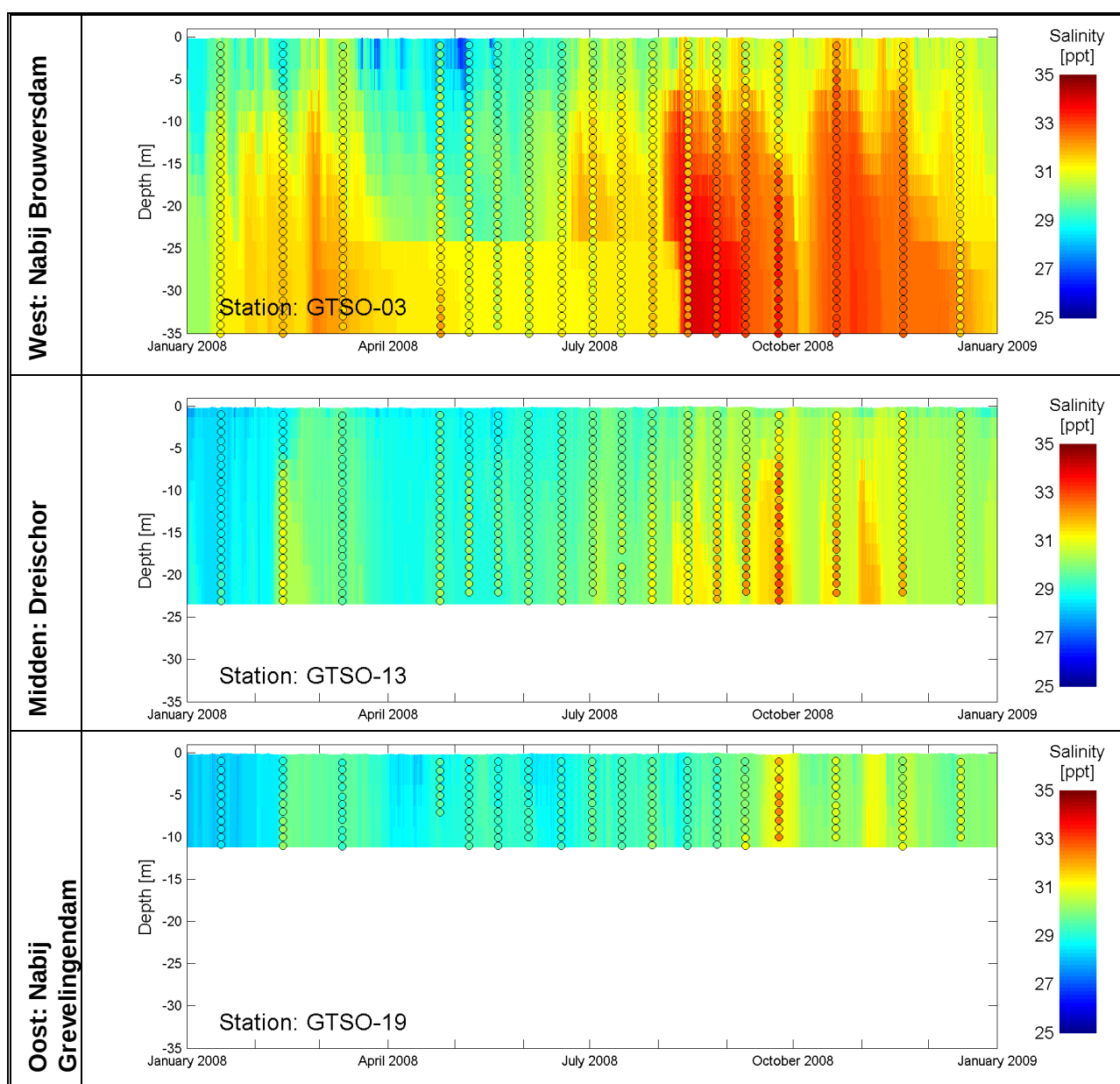
**Figuur 2.10** Gemeten en berekende saliniteit (ppt) in het westen, midden en oosten van het Grevelingenmeer in het validatiejaar 2008.



**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)

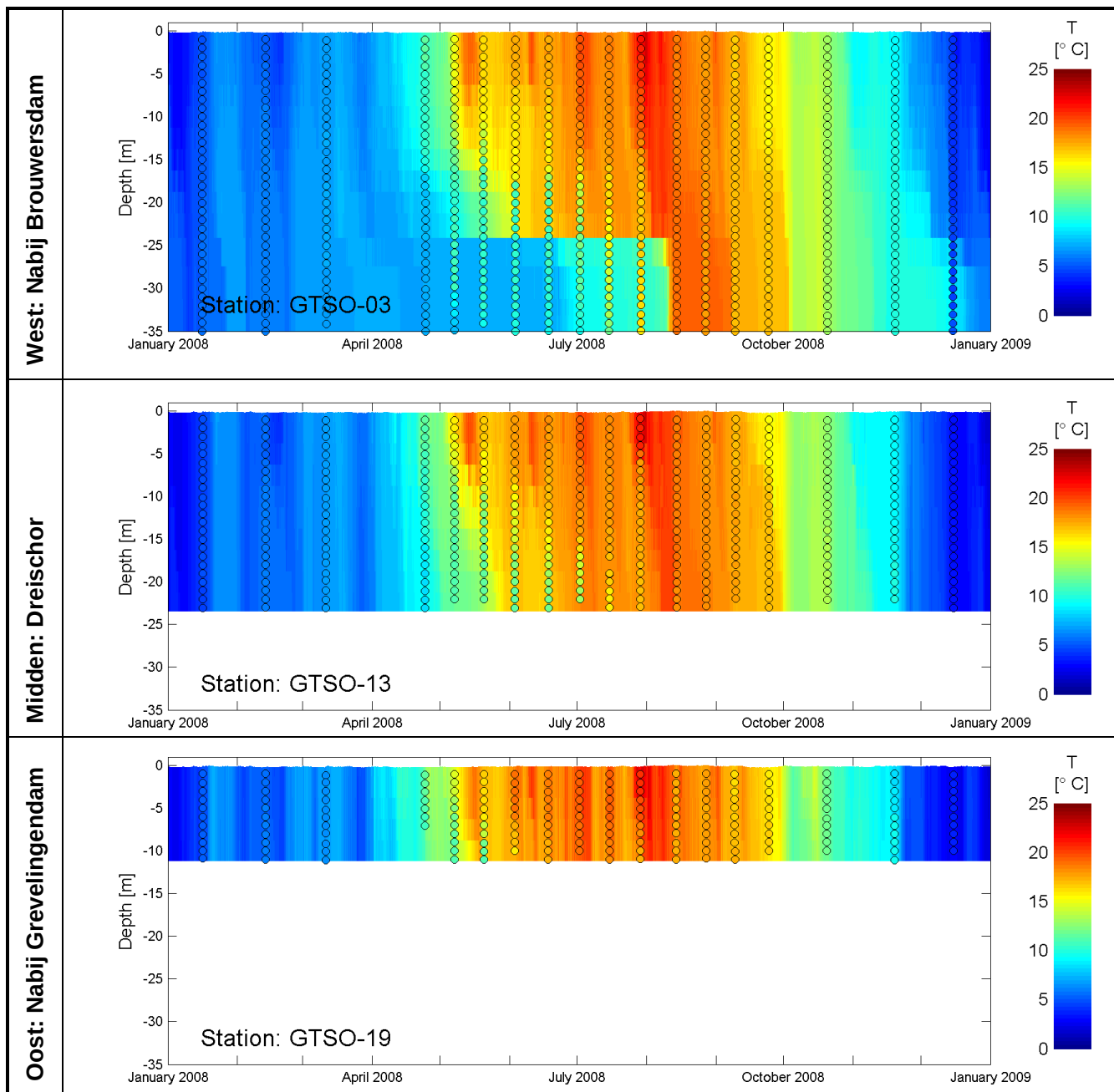
In Figuur 2.12 is voor een selectie van drie GTSO-stations het gesimuleerde zoutgehalte geplotted als functie van de diepte en de tijd. In de open bolletjes zijn de gemeten waarden geplotted. De gesimuleerde waarden komen in het algemeen goed overeen met de metingen, zowel wat betreft het tijdsverloop 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 saliniteit 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

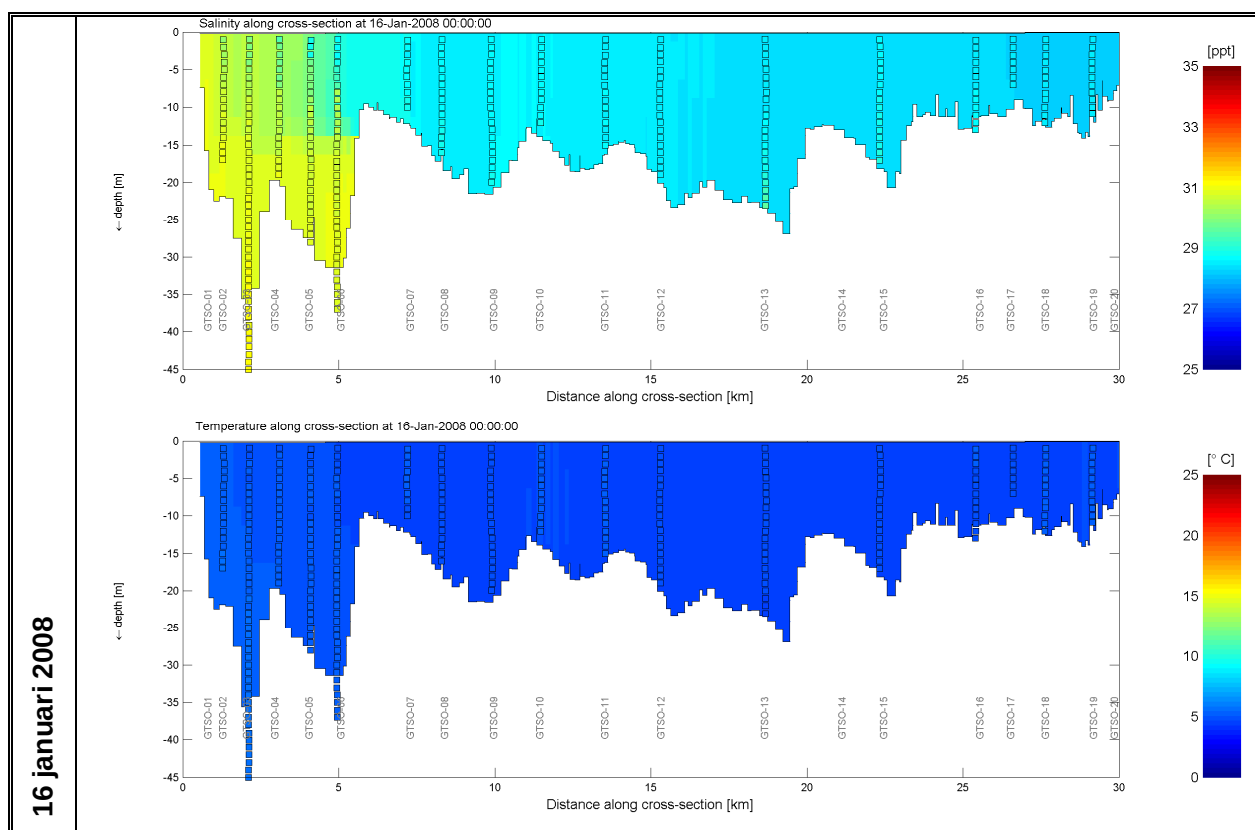
Figuur 2.13 is hetzelfde gedaan voor de temperatuur. Ook hier is de algemene overeenkomst met de metingen zeer goed.



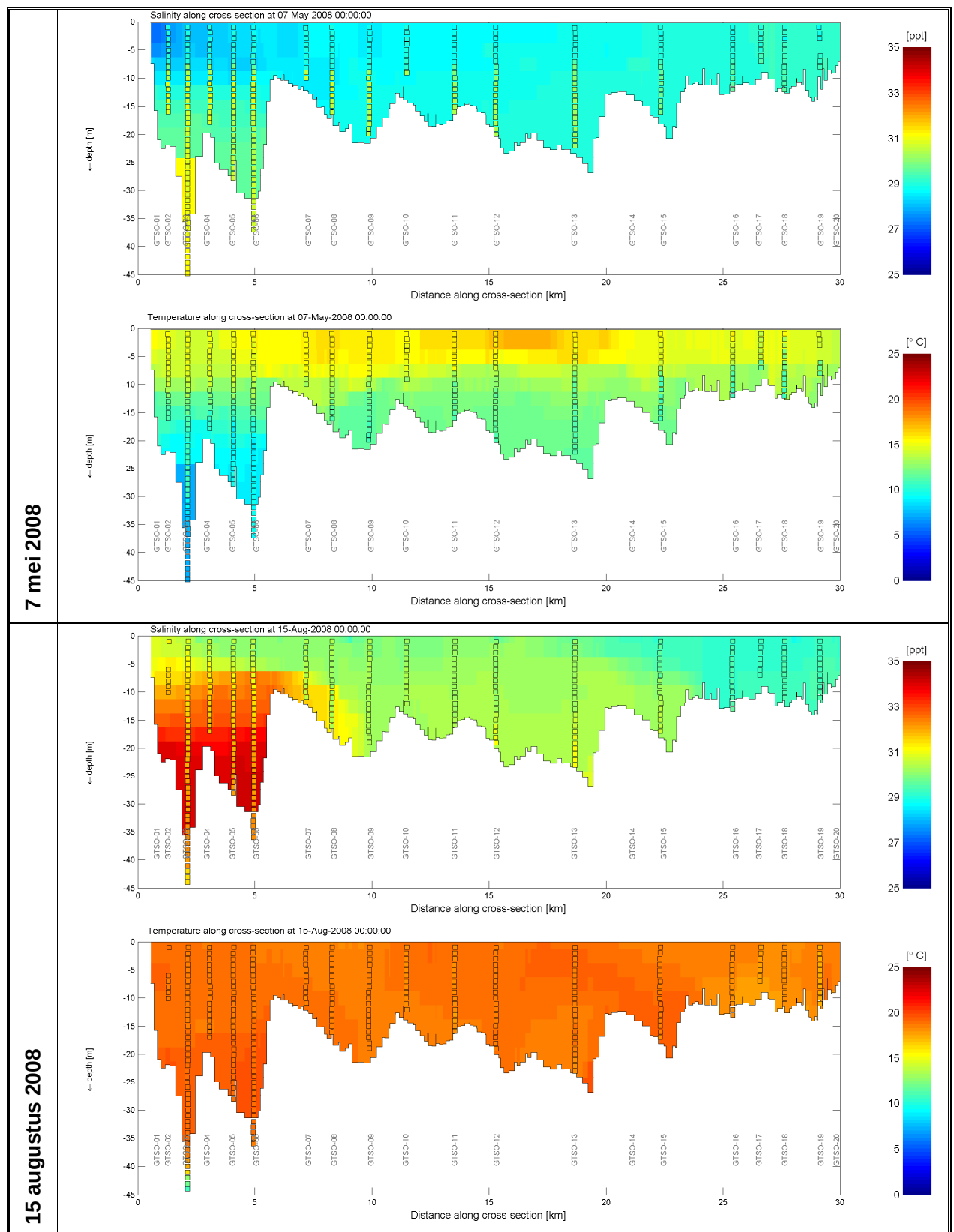
Figuur 2.13 Gemeten en berekende profielen van temperatuur ( °C) in het westen, midden en oosten van het Grevelingenmeer in het validatiejaar 2008

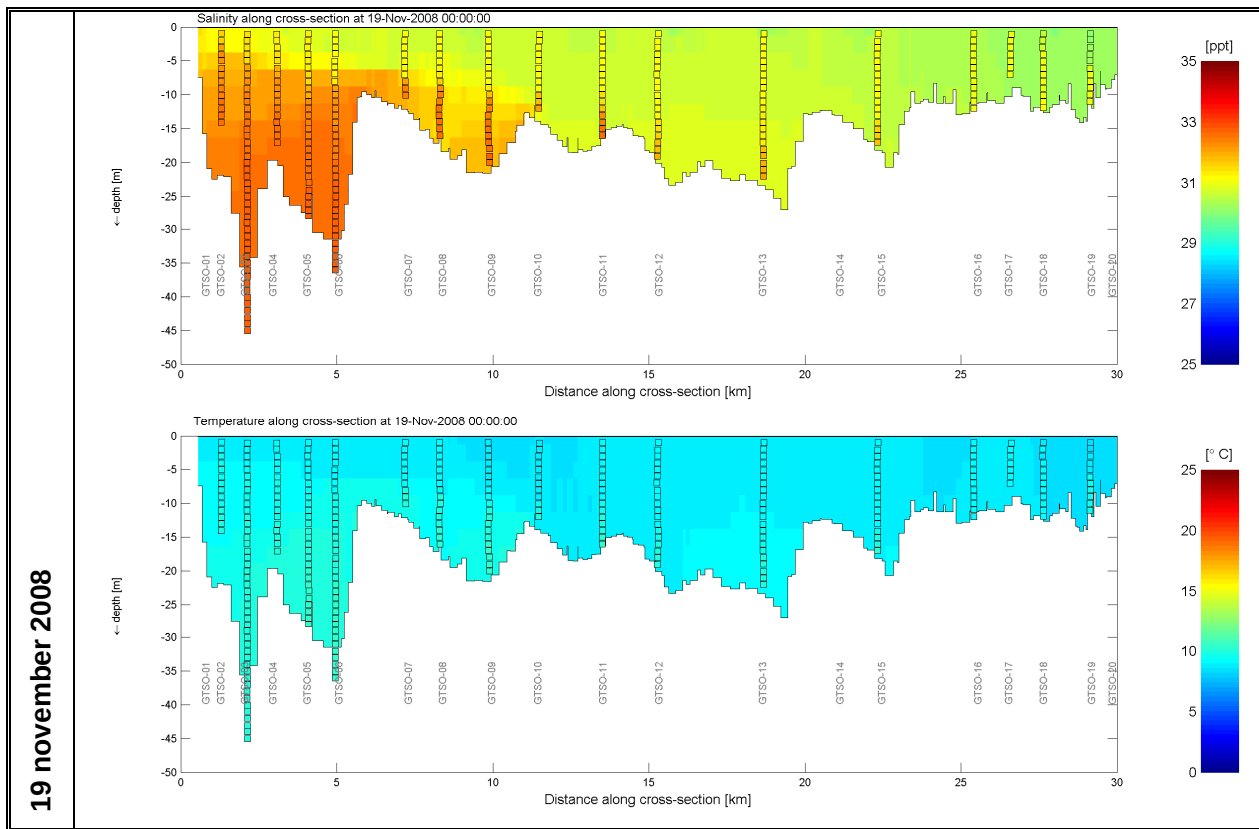
## 2.3.3 Dwarsdoorsneden

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.









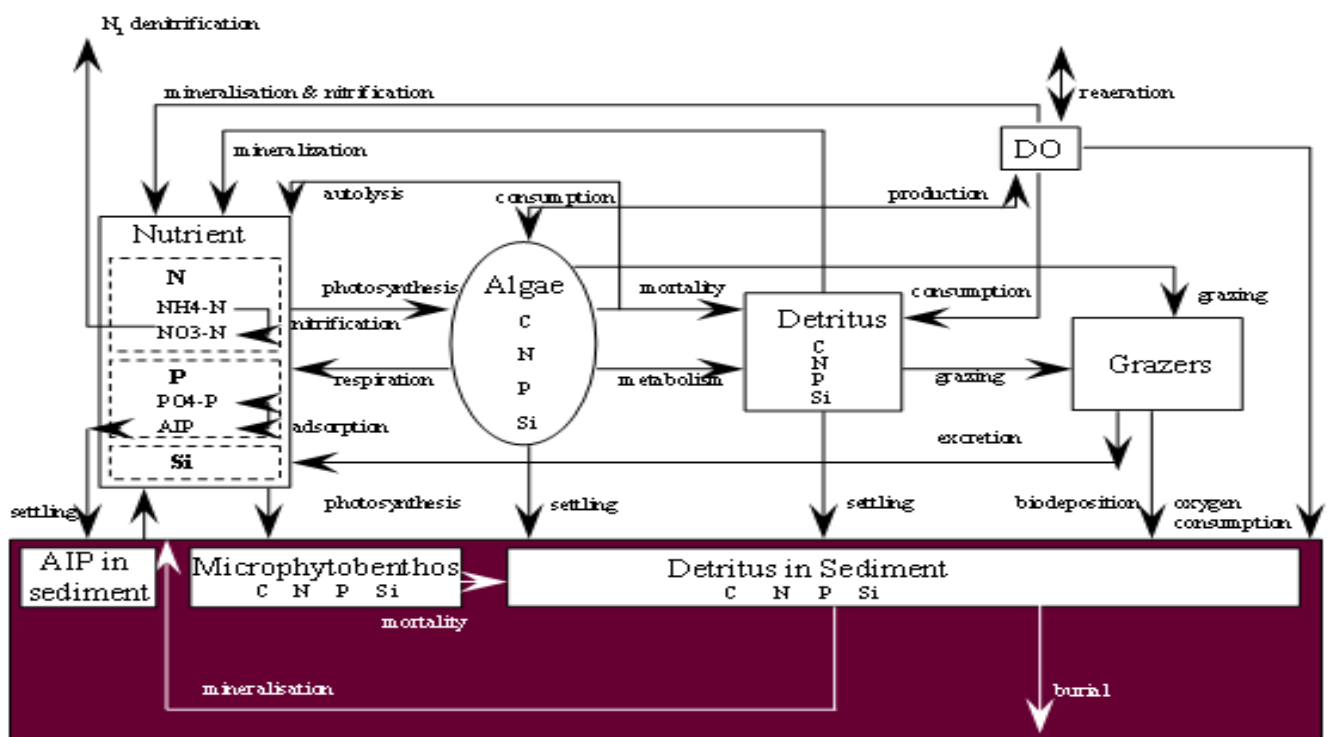
**Figuur 2.14** Gemeten en berekende profielen van saliniteit (ppt) en temperatuur (°C) op vier verschillende dagen in het validatiejaar 2008 volgens de GTSO meetdwarsdoorsnede van het Grevelingenmeer.

### 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<sup>2</sup>), 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 scenarioberekeningen. 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.

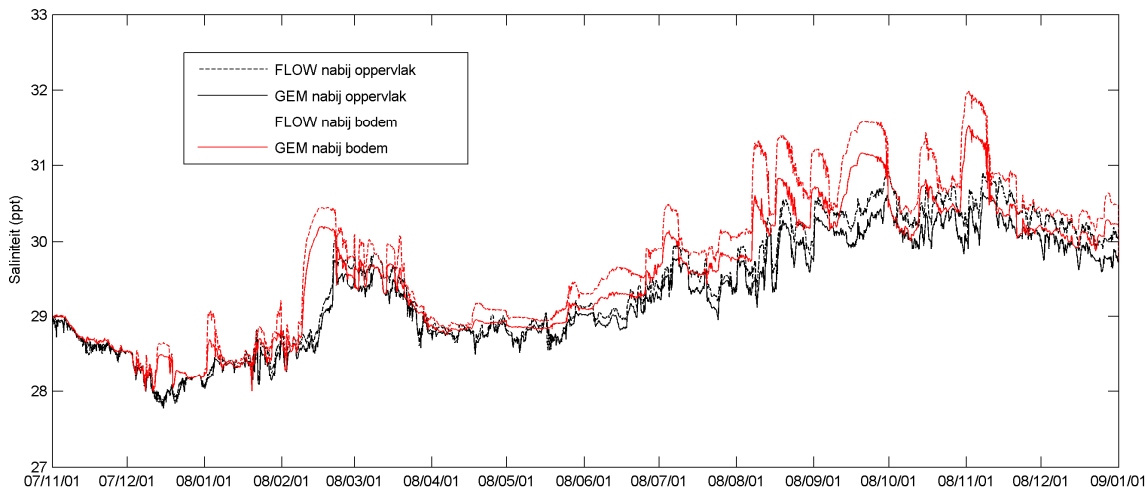
Tabel 3.2 Technische gegevens van het 3D GEM model Grevelingenmeer

|                                            |                                                 |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 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, opwind 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 nauwkeurig 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 rekentijdstap is 1 uur. Met een kleinere rekentijdstap 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 toestandvariabelen en processen

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de gemodelleerde toestandvariabelen. 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 toestandvariabelen 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 toestandvariabelen en gemodelleerde fluxen in het 3D Grevelingen model

|                          | Toestandvariabelen                                             | Gemodelleerde fluxen                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fysische grootheden      | Saliniteit <sup>b</sup>                                        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zuurstof                 | Opgelost zuurstof                                              | Primaire productie<br>Afbraak van organisch materiaal in waterkolom<br>Afbraak van organisch materiaal in sediment<br>Reaeratie<br>Opname van $\text{NO}_3^-$ door algen<br>Denitrificatie in de waterkolom<br>Nitrificatie                                                                                      |
| Nutriënten (anorganisch) | $\text{NO}_3^-$<br>$\text{NH}_4^+$<br>$\text{PO}_4^{3-}$<br>Si | Opname van $\text{NO}_3^-$ door algen<br>Opname van $\text{NH}_4^+$ door algen<br>Opname van fosfaat door algen<br>Opname van Si door algen<br>Afbraak van organisch materiaal in waterkolom<br>Afbraak van organisch materiaal in sediment<br>Denitrificatie in de waterkolom<br>Denitrificatie in het sediment |

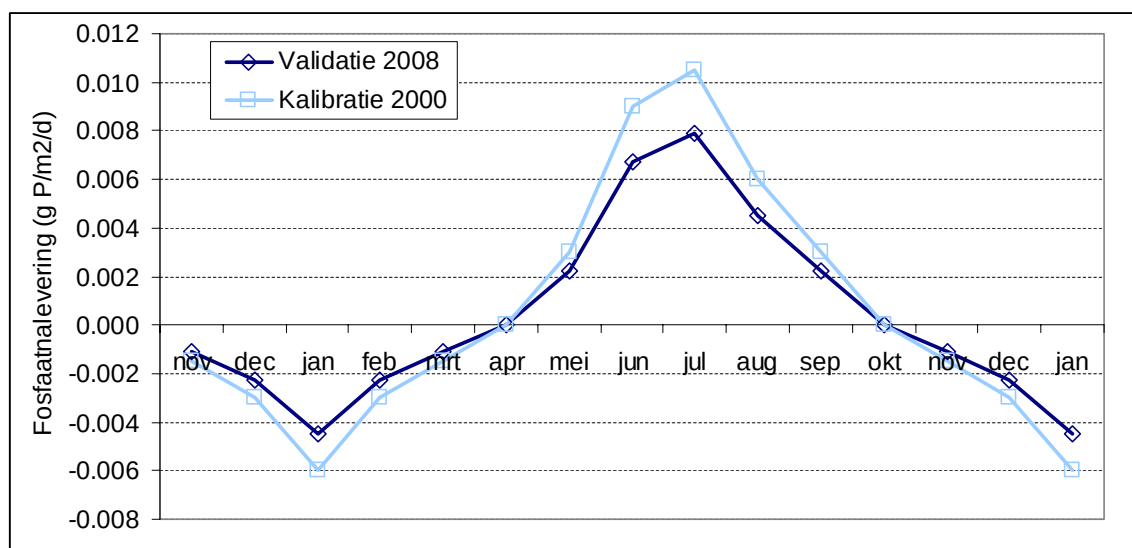
- Na de succesvolle vergelijking van de modelresultaten voor saliniteit tussen FLOW en GEM zoals beschreven in paragraaf 3.2.1 is in de validatie saliniteit niet meer meegenomen als toestandvariabele. Net als de watertemperatuur zijn de modelresultaten uit FLOW rechtstreeks in GEM overgenomen.

|                                                    |                                                                                         |                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                                                                                         | Nitrificatie<br>Nalevering/vastlegging fosfaat in het sediment                                                                                                                  |
| Organisch materiaal<br>(in waterkolom en sediment) | Detritus C<br>Detritus N<br>Detritus P<br>Detritus Si                                   | Sedimentatie van detritus<br>Sedimentatie van algen<br>Resuspensie<br>Begraving<br>Afbraak van organisch materiaal in waterkolom<br>Afbraak van organisch materiaal in sediment |
| Algen                                              | Dinoflagellaten (zout)<br>Diatomeeën (zout)<br>Flagellaten (zout)<br>Phaeocystis (zout) | Primaire productie<br>Mortaliteit<br>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<sup>2</sup>/d, modelparameter fDfwastPO<sub>4</sub>) 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.

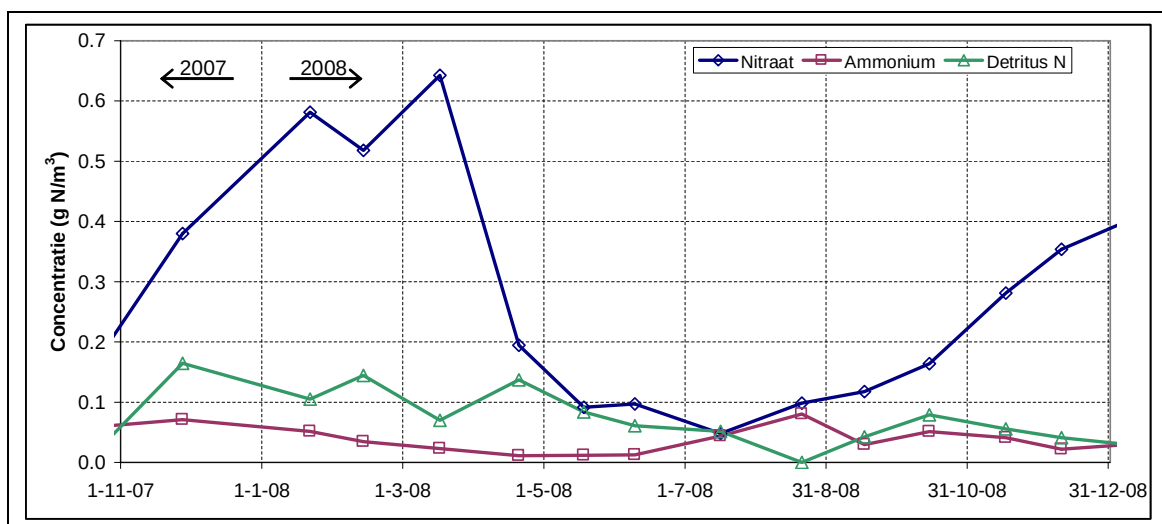
De data zijn visueel geïnspecteerd op afwijkende en/of onverwachte waarden, onder andere door het jaar 2008 te vergelijken met de omliggende jaren 2007 en 2009. Aangezien geen onverwachte waarden of grote verschillen met de omliggende jaren werd gevonden, zijn de data ongewijzigd gebruikt om randvoorwaarden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

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

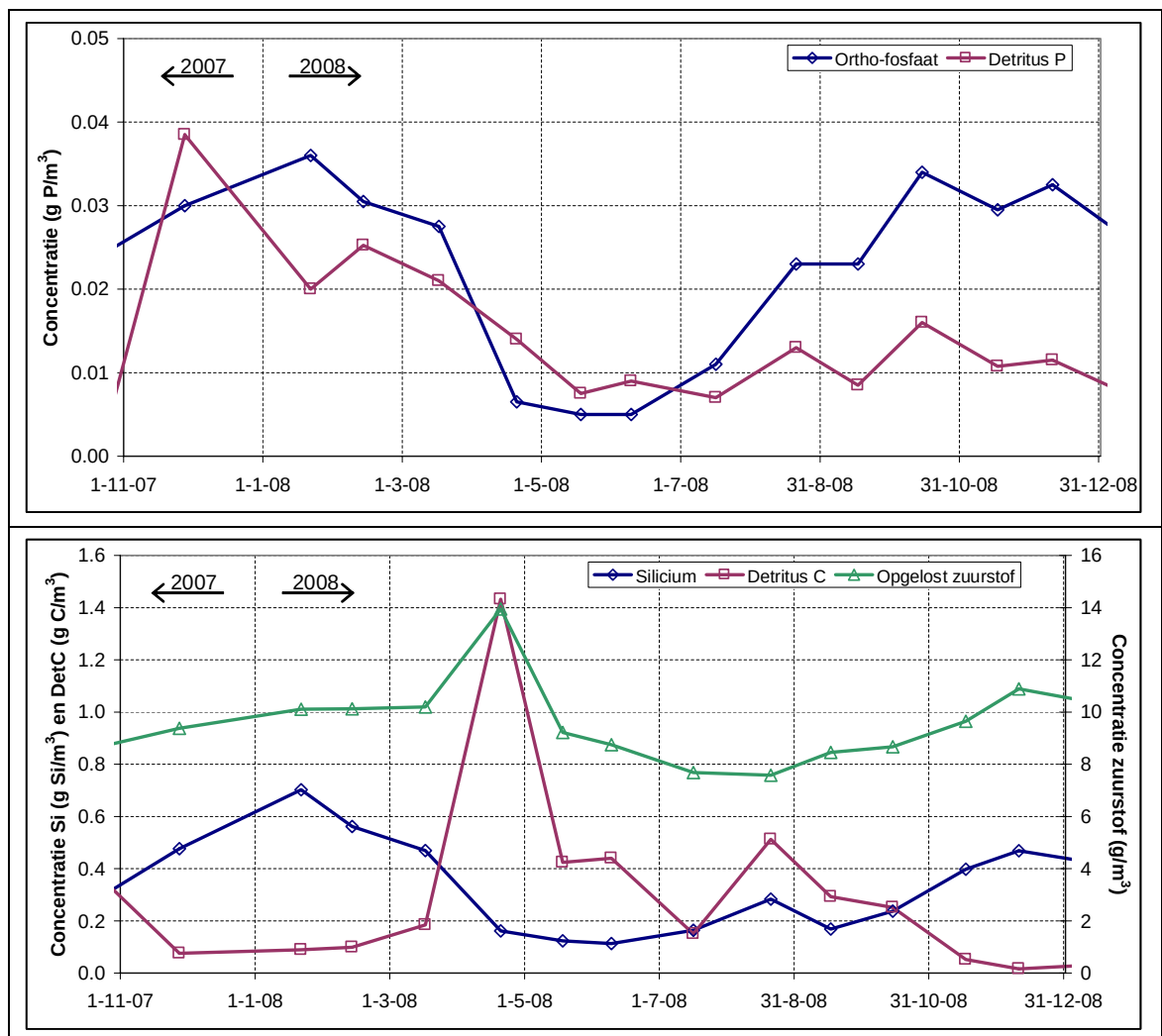
waarbij

- 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.







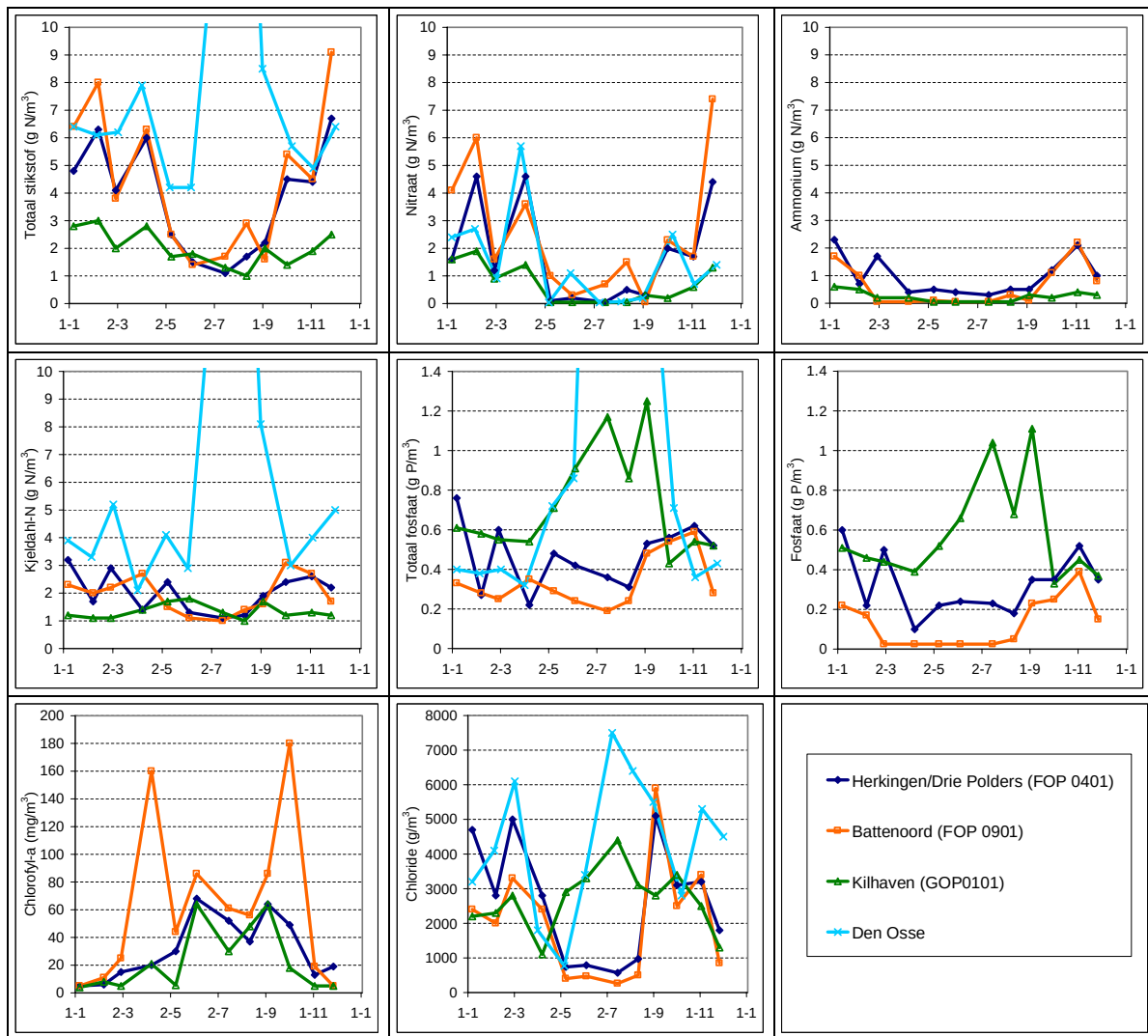
Figuur 3.4 Toegepaste concentraties op instroom door de Brouwersdam

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.



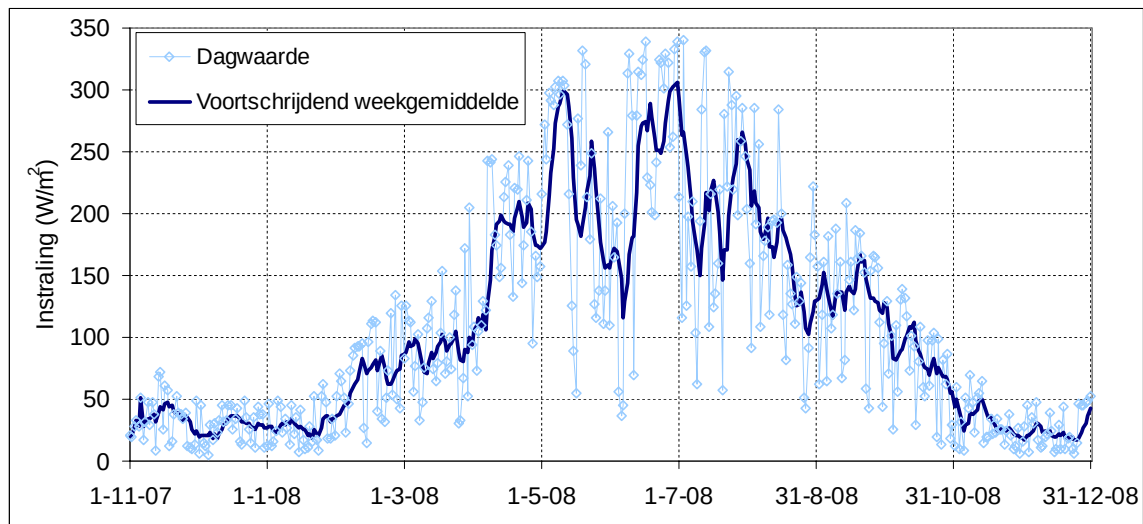
Figuur 3.5 Gemeten concentraties in polderlozingen

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 m³/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).

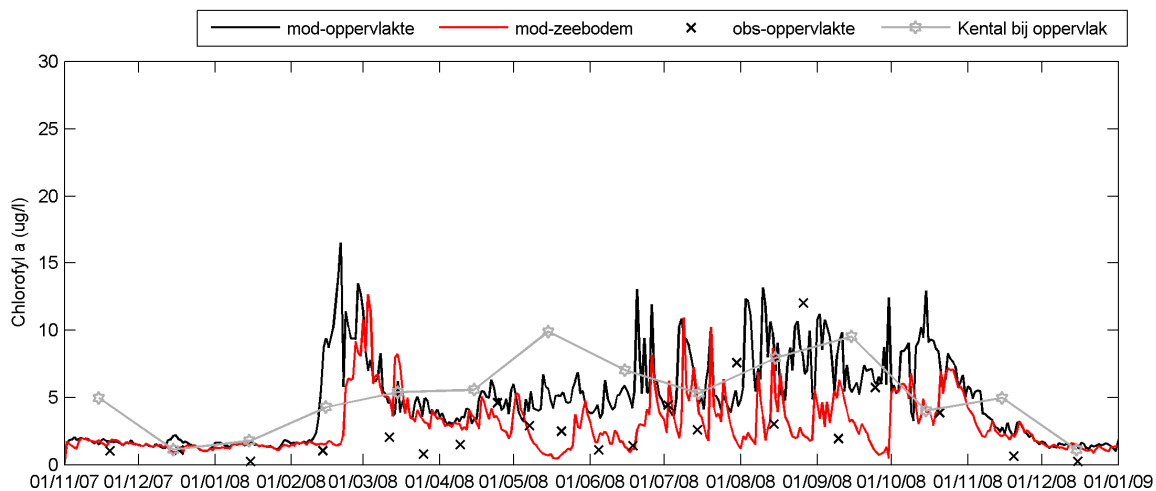
Enkele parameters willen we hier nader toelichten:

- 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  $0,001\text{ d}^{-1}$  is gebiedsspecifiek voor de Grevelingen.
- Ten opzichte van de kalibratie is de achtergrondsextinctie (ExtVIBak) verhoogd in de wintermaanden, omdat het model dan de primaire productie overschat. In de volgende paragraaf komen we hierop terug.

### 3.3 Resultaten

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

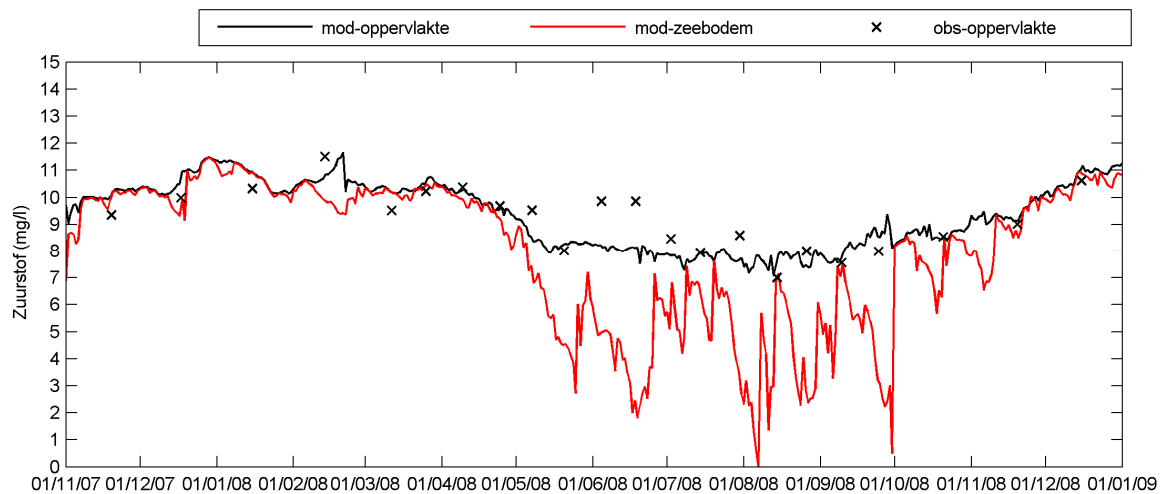
Voor validatie zijn MWTL metingen beschikbaar voor de locatie Dreischor (GTSO 13). In dit validatierapport is (nog) alleen met metingen nabij het oppervlak vergeleken. De figuren bevatten tevens de gemiddelde waarden (kentallen) die zijn berekend op basis van metingen uit de periode 2000-2006.



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

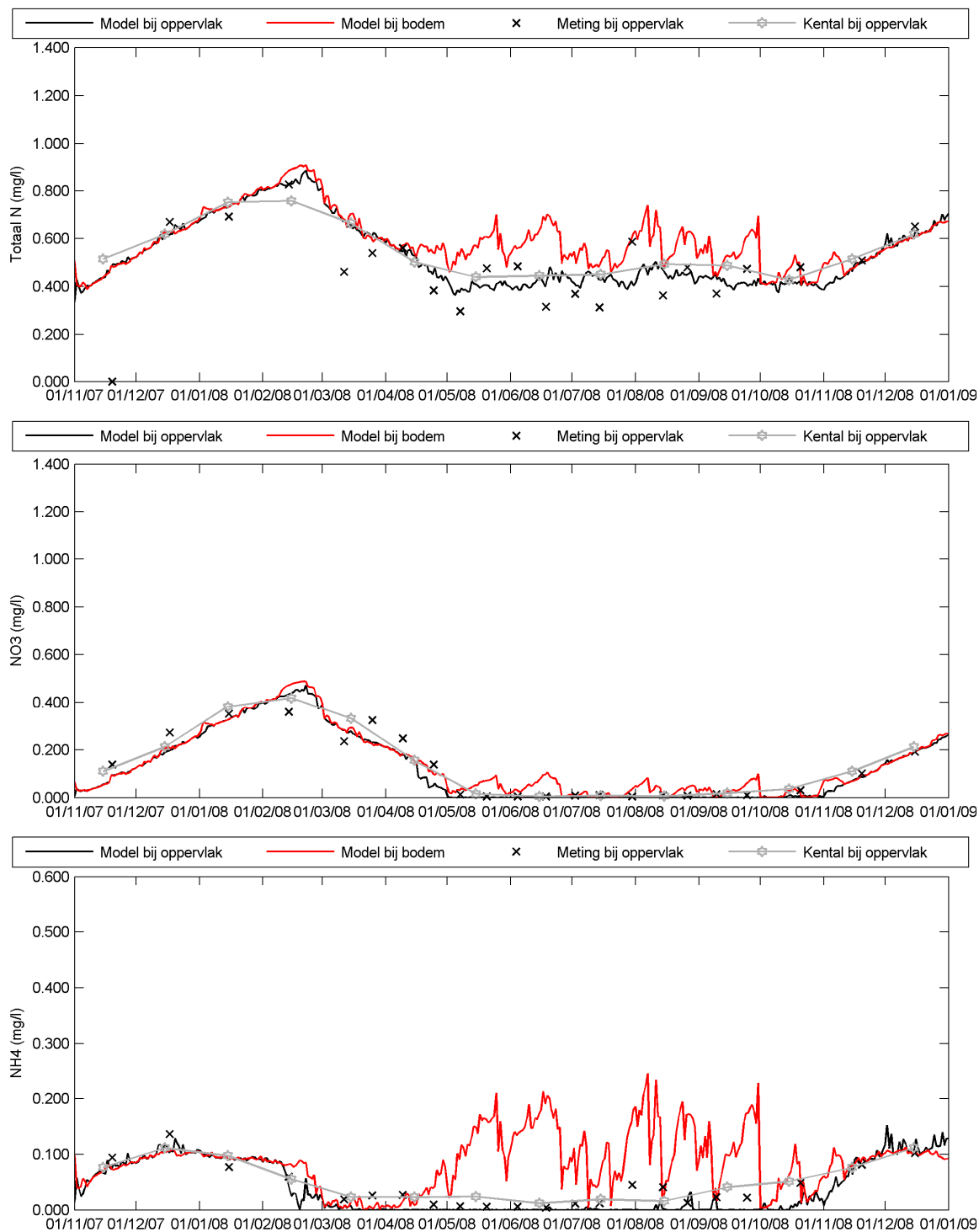
De zuurstofconcentratie bij het oppervlak komt goed overeen met de metingen (Figuur 3.8). Een vergelijking met metingen kon (nog) niet gemaakt worden. Voor een vergelijking over de verticaal verwijzen we naar de volgende paragraaf, waar de berekende zuurstofconcentratie met de GTSO metingen vergeleken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

(Figuur ontbreekt)

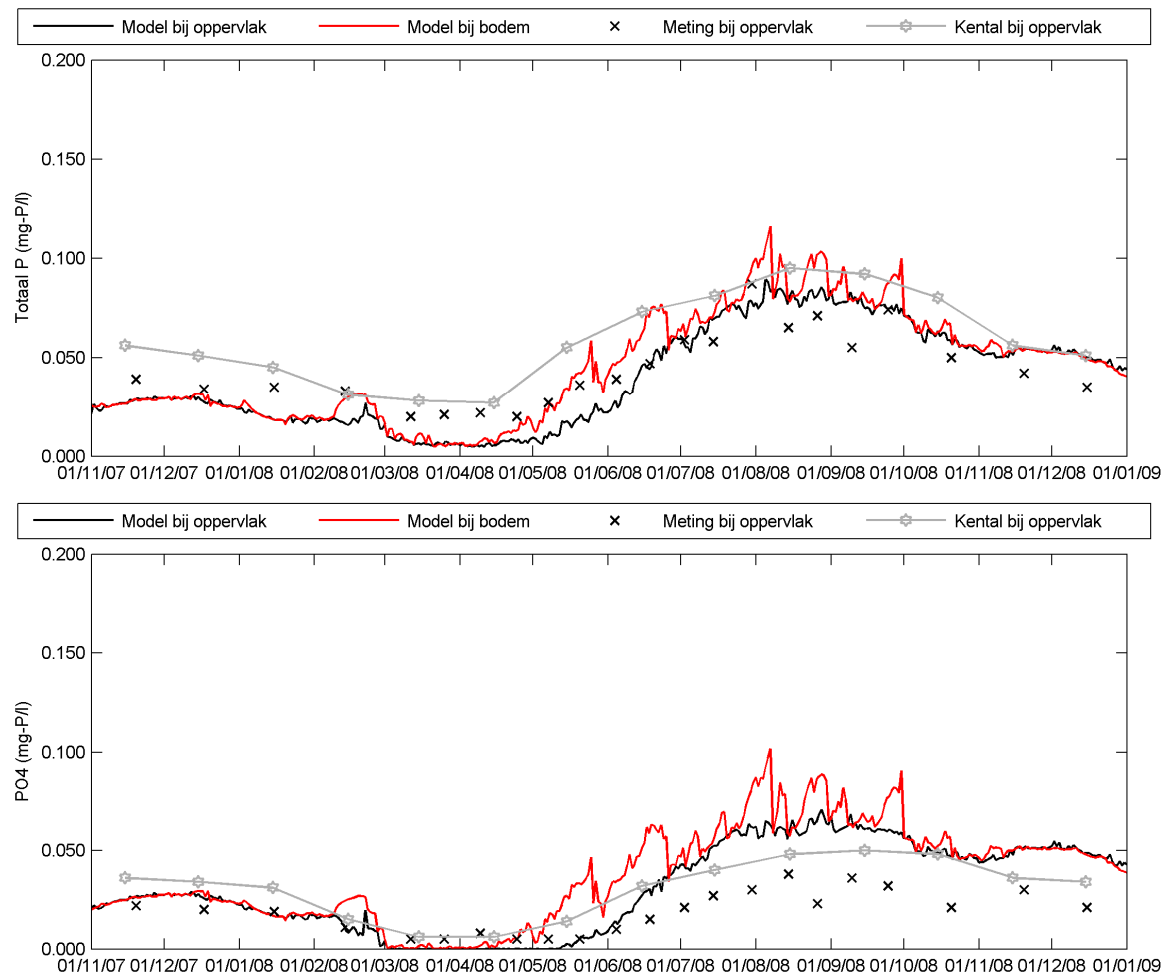
Figuur 3.9 Berekende doorzicht (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

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

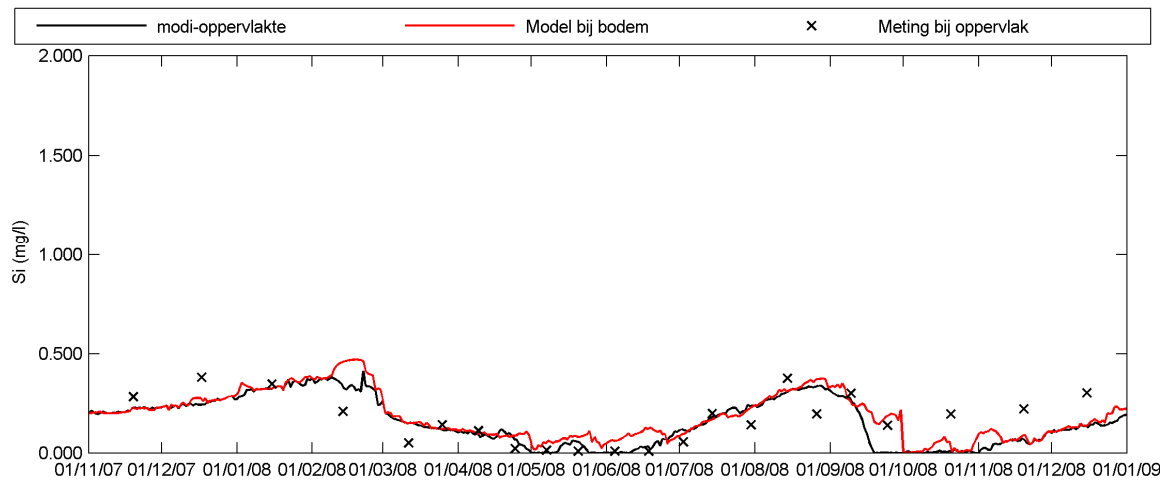


Figuur 3.11 Berekende totaal-fosfaat- en ortho-fosfaatconcentratie (validatie) vergeleken met metingen op locatie Dreischor

De berekende totaal-fosfaat- en orth-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, zonet 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.

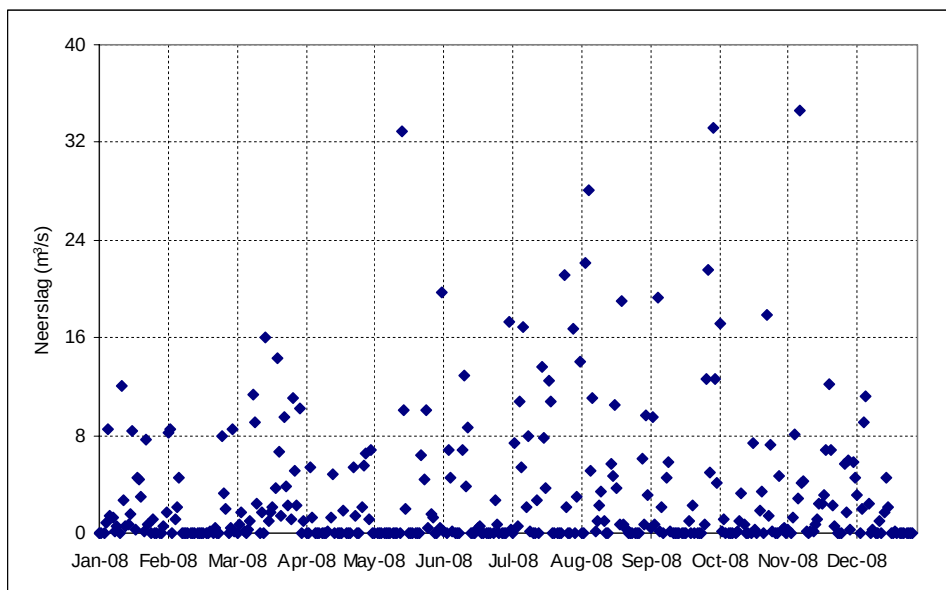
Los, F. J., M.T. Villars and M.W.M. Van der Tol (2008): A 3-dimensional primary production model (BLOOM/GEM) and its applications to the (southern) North Sea (coupled physical–chemical–ecological model), *Journal of Marine Systems*, Pages 259–294, Issue Volume 74.

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

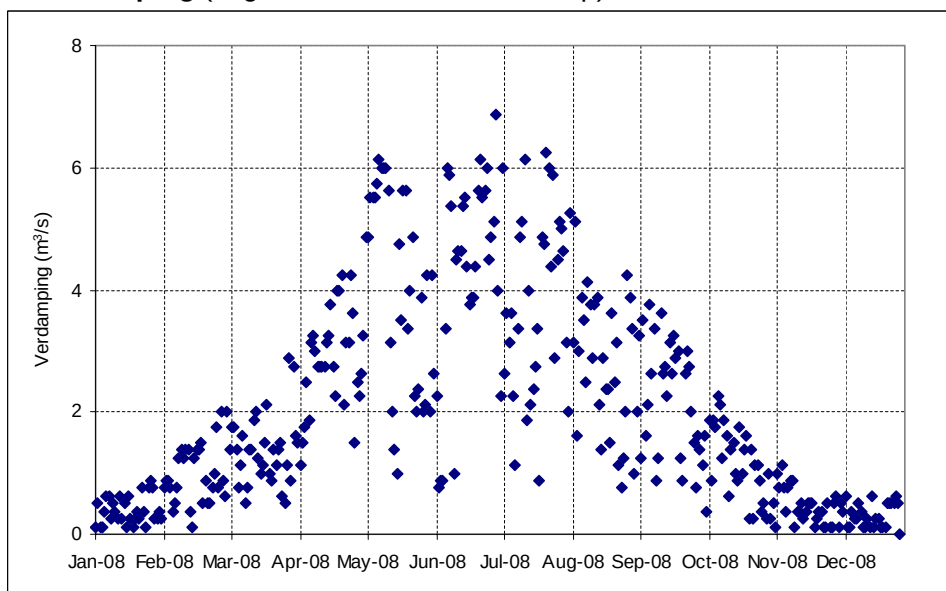
WL | Delft Hydraulics (2006): Effect van ingebruikname Flakkeese spuisluis op de hydrodynamica en waterkwaliteit van het Grevelingenmeer, Rapport Z4161, in opdracht van RIKZ, juni 2006.

## 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<br>Jacoba<br>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<br>(mm) | Afstroming Oevers<br>(m <sup>3</sup> ) | Afstroming<br>(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                                   |
| CalVSAIg   | 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 | (m2/gC)  | 0.24   |
| ExtVIMDI_N | extinction coeff. visible light by algae MDIATOMS_N | (m2/gC)  | 0.21   |
| ExtVIMDI_P | extinction coeff. visible light by algae MDIATOMS_P | (m2/gC)  | 0.21   |
| ExtVIMFL_E | extinction coeff. visible light by algae MFLAGELA_E | (m2/gC)  | 0.25   |
| ExtVIMFL_N | extinction coeff. visible light by algae MFLAGELA_N | (m2/gC)  | 0.225  |
| ExtVIMFL_P | extinction coeff. visible light by algae MFLAGELA_P | (m2/gC)  | 0.225  |
| ExtVIDIN_E | extinction coeff. visible light by algae DINOFLAG_E | (m2/gC)  | 0.2    |
| ExtVIDIN_N | extinction coeff. visible light by algae DINOFLAG_N | (m2/gC)  | 0.175  |
| ExtVIDIN_P | extinction coeff. visible light by algae DINOFLAG_P | (m2/gC)  | 0.175  |
| ExtVIPHA_E | extinction coeff. visible light by algae PHAEOCYS_E | (m2/gC)  | 0.45   |
| ExtVIPHA_N | extinction coeff. visible light by algae PHAEOCYS_N | (m2/gC)  | 0.413  |
| ExtVIPHA_P | extinction coeff. visible light by algae PHAEOCYS_P | (m2/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 |
| PCRMFL_E   | P:C ratio per algae type MFLAGELA_E                 | (gP/gC)  | 0.02   |
| PCRMFL_N   | P:C ratio per algae type MFLAGELA_N                 | (gP/gC)  | 0.015  |
| PCRMFL_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  |
| SCRMFL_E   | 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        |
| ExtVIM1    | 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          |
| ExtVLSa0   | 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 calcualtion | (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

| Downloaded from Waterbase.nl |                         |            |       |       |                                                                          |       |                                                                           |              |                                                   |       |                                      |       |                                                                             |              |                                                        |       |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|------------------------------|-------------------------|------------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|-------|----------------------------------------|-----|--------------------------------------|
|                              | locatie                 | datum      | tijd  | NO3   | Nitraat in mg/l/uitedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater | NH4   | Ammonium in mg/l/uitedrukt in stikstof / na filtratie in oppervlaktewater | TotN filtrat | Stikstof in mg/l na filtratie in oppervlaktewater | ToN   | Stikstof in mg/l in oppervlaktewater | PO4   | Orthofosfaat in mg/l/uitedrukt in fosfor / na filtratie in oppervlaktewater | TotP filtrat | Total fosfaat in mg/l na filtratie in oppervlaktewater | ToP   | Totaal fosfaat in mg/l in oppervlaktewater | Si | Silicaat in mg/l/uitedrukt in silicium / na filtratie in oppervlaktewater | Saliniteit | Saliniteit in oppervlaktewater | Chl-a | Chloro-f-a in ug/l in oppervlaktewater | OXY | Zuurstof in mg/l in oppervlaktewater |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 25-01-2007 | 20:58 | 0.646 | 0.031                                                                    | 0.803 | 0.975                                                                     | 0.032        | 0.032                                             | 0.08  | 0.683                                | 30.84 | 30.84                                                                       | 30.84        | 1.36                                                   | 9.455 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 15-02-2007 | 02:20 | 0.642 | 0.027                                                                    | 0.784 | 0.955                                                                     | 0.036        | 0.036                                             | 0.075 | 0.681                                | 31.31 | 31.31                                                                       | 31.31        | 1.26                                                   | 9.9   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 22-03-2007 | 10:07 | 0.875 | 0.041                                                                    | 1.05  | 1.4                                                                       | 0.037        | 0.042                                             | 0.097 | 0.867                                | 27.94 | 27.94                                                                       | 27.94        | 5                                                      | 9.94  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 19-04-2007 | 13:32 | 0.358 | 0.008                                                                    | 0.503 | 0.836                                                                     | 0.003        | 0.01                                              | 0.036 | 0.056                                | 30.41 | 30.41                                                                       | 30.41        | 54.2                                                   | 14.43 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 23-05-2007 | 22:41 | 0.114 | 0.061                                                                    | 0.382 | 0.505                                                                     | 0.003        | 0.016                                             | 0.036 | 0.056                                | 30.41 | 30.41                                                                       | 30.41        | 12                                                     | 8.54  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 14-06-2007 | 11:47 | 0.137 | 0.026                                                                    | 0.334 | 0.458                                                                     | 0.003        | 0.013                                             | 0.032 | 0.058                                | 28.99 | 28.99                                                                       | 28.99        | 9.78                                                   | 9.67  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 25-07-2007 | 15:25 | 0.05  | 0.034                                                                    | 0.261 | 0.364                                                                     | 0.013        | 0.025                                             | 0.04  | 0.099                                | 32.37 | 32.37                                                                       | 32.37        | 7.7                                                    | 7.886 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 23-08-2007 | 12:50 | 0.07  | 0.013                                                                    | 0.2   | 0.299                                                                     | 0.016        | 0.023                                             | 0.042 | 0.149                                | 32.2  | 32.2                                                                        | 32.2         | 7.5                                                    | 7.3   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 13-09-2007 | 12:27 | 0.324 | 0.099                                                                    | 0.554 | 0.758                                                                     | 0.031        | 0.037                                             | 0.079 | 0.632                                | 27.57 | 27.57                                                                       | 27.57        | 2.5                                                    | 7.287 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 22-10-2007 | 12:31 | 0.228 | 0.076                                                                    | 0.496 | 0.533                                                                     | 0.027        | 0.032                                             | 0.033 | 0.355                                | 30.87 | 30.87                                                                       | 30.87        | 9.44                                                   | 8.448 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 28-11-2007 | 11:12 | 0.534 | 0.076                                                                    | 0.771 | 1.1                                                                       | 0.033        | 0.038                                             | 0.115 | 0.609                                |       |                                                                             |              | 1.88                                                   |       |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 22-01-2008 | 20:38 | 0.85  | 0.069                                                                    | 1.23  | 1.44                                                                      | 0.044        | 0.044                                             | 0.103 | 0.981                                | 29.34 | 29.34                                                                       | 29.34        | 2.22                                                   | 10.31 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 14-02-2008 | 13:40 | 0.668 | 0.042                                                                    | 0.801 | 1.09                                                                      | 0.033        | 0.033                                             | 0.116 | 0.7                                  | 30.42 | 30.42                                                                       | 30.42        | 2.46                                                   | 10.04 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 18-03-2008 | 20:27 | 0.79  | 0.027                                                                    | 0.98  | 1.12                                                                      | 0.032        | 0.034                                             | 0.076 | 0.617                                | 29.26 | 29.26                                                                       | 29.26        | 4.62                                                   | 10.46 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 21-04-2008 | 22:59 | 0.356 | 0.017                                                                    | 0.633 | 0.907                                                                     | 0.008        | 0.017                                             | 0.045 | 0.288                                | 29.29 | 29.29                                                                       | 29.29        | 35.8                                                   | 13.86 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 19-05-2008 | 12:35 | 0.162 | 0.022                                                                    | 0.364 | 0.532                                                                     | 0.005        | 0.007                                             | 0.022 | 0.218                                | 30.75 | 30.75                                                                       | 30.75        | 10.6                                                   | 8.61  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 10-06-2008 | 15:34 | 0.176 | 0.023                                                                    | 0.346 | 0.468                                                                     | 0.005        | 0.015                                             | 0.033 | 0.19                                 | 28.91 | 28.91                                                                       | 28.91        | 11                                                     | 8.67  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 17-07-2008 | 00:11 | 0.021 | 0.048                                                                    | 0.29  | 0.393                                                                     | 0.011        | 0.023                                             | 0.037 | 0.187                                | 31.39 | 31.39                                                                       | 31.39        | 3.76                                                   | 7.89  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 21-08-2008 | 14:41 | 0.141 | 0.106                                                                    | 0.45  | 0.441                                                                     | 0.02         | 0.026                                             | 0.052 | 0.313                                | 32.53 | 32.53                                                                       | 32.53        | 12.8                                                   | 7.54  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 17-09-2008 | 20:44 | 0.114 | 0.039                                                                    | 0.317 | 0.402                                                                     | 0.024        | 0.032                                             | 0.049 | 0.129                                | 31.84 | 31.84                                                                       | 31.84        | 7.32                                                   | 8.4   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 15-10-2008 | 23:30 | 0.185 | 0.065                                                                    | 0.436 | 0.594                                                                     | 0.043        | 0.039                                             | 0.071 | 0.234                                | 31.37 | 31.37                                                                       | 31.37        | 6.28                                                   | 8.94  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 17-11-2008 | 15:38 | 0.342 | 0.059                                                                    | 0.589 | 0.7                                                                       | 0.035        | 0.035                                             | 0.066 | 0.459                                | 31.29 | 31.29                                                                       | 31.29        | 1.3                                                    | 9.63  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 11-12-2008 | 18:02 | 0.398 | 0.041                                                                    | 0.575 | 0.663                                                                     | 0.038        | 0.034                                             | 0.061 | 0.529                                | 30.79 | 30.79                                                                       | 30.79        | 0.4                                                    | 11.07 |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 08-01-2009 | 14:07 | 0.52  | 0.045                                                                    | 0.66  | 0.75                                                                      | 0.032        | 0.031                                             | 0.057 | 0.56                                 | 30.2  | 30.2                                                                        | 30.2         | 0.71                                                   | 10.5  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 16-02-2009 | 18:09 | 0.65  | 0.054                                                                    | 0.86  | 0.93                                                                      | 0.032        | 0.036                                             | 0.058 | 0.65                                 | 30.1  | 30.1                                                                        | 30.1         | 1.42                                                   | 11.9  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 18-03-2009 | 08:09 | 0.35  | 0.005                                                                    | 0.5   | 0.81                                                                      | 0.004        | 0.012                                             | 0.056 | 0.16                                 | 30.8  | 30.8                                                                        | 30.8         | 49.86                                                  | 14.6  |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 23-04-2009 | 11:44 | 0.13  | 0.056                                                                    | 0.6   | 0.71                                                                      | 0.008        | 0.026                                             | 0.042 | 0.25                                 | 30.6  | 30.6                                                                        | 30.6         | 2.54                                                   | 9     |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 18-05-2009 | 11:12 | 0.02  | 0.019                                                                    | 0.18  | 0.28                                                                      | 0.004        | 0.011                                             | 0.025 | 0.01                                 | 32.9  | 32.9                                                                        | 32.9         | 7.4                                                    | 9.5   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 25-06-2009 | 12:55 | 0.09  | 0.19                                                                     | 0.38  | 0.44                                                                      | 0.011        | 0.02                                              | 0.033 | 0.17                                 | 31.2  | 31.2                                                                        | 31.2         | 2.88                                                   | 9     |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 16-07-2009 | 08:50 | 0.01  | 0.014                                                                    | 0.17  | 0.22                                                                      | 0.01         | 0.022                                             | 0.032 | 0.02                                 | 33.1  | 33.1                                                                        | 33.1         | 3.35                                                   | 8.1   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 18-08-2009 | 14:41 | 0.01  | 0.005                                                                    | 0.16  | 0.22                                                                      | 0.02         | 0.033                                             | 0.041 | 0.17                                 | 32.2  | 32.2                                                                        | 32.2         | 3.95                                                   | 8.4   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 16-09-2009 | 15:41 | 0.1   | 0.074                                                                    | 0.31  | 0.43                                                                      | 0.026        | 0.03                                              | 0.051 | 0.25                                 | 32.6  | 32.6                                                                        | 32.6         | 1.17                                                   | 8.4   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 14-10-2009 | 13:40 | 0.15  | 0.093                                                                    | 0.38  | 0.48                                                                      | 0.027        | 0.032                                             | 0.059 | 0.32                                 | 31.9  | 31.9                                                                        | 31.9         | 1.37                                                   | 8.7   |                                            |    |                                                                           |            |                                |       |                                        |     |                                      |
|                              | Goeree 6 km uit de kust | 12-11-2009 | 09:23 | 0.25  | 0.16                                                                     | 0.61  | 0.65                                                                      | 0.041        | 0.046                                             | 0.055 | 0.47                                 | 31.9  | 31.9                                                                        | 31.9         | 0.47                                                   | 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 | Si    | Orthofosfaat in mg/l uitgedrukt in fosfor / na filtratie in oppervlaktewater | P04   | Total fosfaat in mg/l na filtratie in oppervlaktewater | Si    | Salinity | Chlfa | OXY   |
|------------------------------|------------|-------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------|-------|----------|-------|-------|
| locatie                      |            |       |       |       |                                                                           |       |                                                                            |       |                                                                              |       |                                                        |       |          |       |       |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 25-01-2007 | 23:08 | 0.02  | 0.014 | 0.02                                                                      | 0.026 | 0.038                                                                      | 0.038 | 0.038                                                                        | 0.038 | 0.038                                                  | 0.038 | 0.038    | 0.038 | 0.038 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 15-02-2007 | 04:29 | 0.643 | 0.02  | 0.786                                                                     | 0.027 | 0.031                                                                      | 0.027 | 0.031                                                                        | 0.027 | 0.031                                                  | 0.027 | 0.031    | 0.027 | 0.031 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 22-03-2007 | 11:44 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 23-04-2007 | 17:13 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 24-05-2007 | 00:36 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 14-06-2007 | 14:02 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 25-07-2007 | 17:53 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 23-08-2007 | 14:42 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 13-09-2007 | 14:31 |       |       |                                                                           | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 22-10-2007 | 15:37 | 0.109 | 0.042 | 0.29                                                                      | 0.021 | 0.026                                                                      | 0.021 | 0.026                                                                        | 0.021 | 0.026                                                  | 0.021 | 0.026    | 0.021 | 0.026 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 28-11-2007 | 09:16 | 0.226 | 0.066 | 0.415                                                                     | 0.027 | 0.031                                                                      | 0.027 | 0.031                                                                        | 0.027 | 0.031                                                  | 0.027 | 0.031    | 0.027 | 0.031 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 23-01-2008 | 13:27 | 0.313 | 0.034 | 0.506                                                                     | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 14-02-2008 | 15:41 | 0.388 | 0.027 | 0.588                                                                     | 0.028 | 0.028                                                                      | 0.028 | 0.028                                                                        | 0.028 | 0.028                                                  | 0.028 | 0.028    | 0.028 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 18-03-2008 | 21:23 | 0.495 | 0.019 | 0.642                                                                     | 0.023 | 0.005                                                                      | 0.023 | 0.005                                                                        | 0.023 | 0.005                                                  | 0.023 | 0.005    | 0.023 | 0.005 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 22-04-2008 | 00:50 | 0.033 | 0.005 | 0.257                                                                     | 0.005 | 0.005                                                                      | 0.005 | 0.005                                                                        | 0.005 | 0.005                                                  | 0.005 | 0.005    | 0.005 | 0.005 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 19-05-2008 | 15:17 | 0.021 | 0.002 | 0.159                                                                     | 0.005 | 0.005                                                                      | 0.005 | 0.005                                                                        | 0.005 | 0.005                                                  | 0.005 | 0.005    | 0.005 | 0.005 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 10-06-2008 | 13:06 | 0.018 | 0.002 | 0.162                                                                     | 0.005 | 0.011                                                                      | 0.005 | 0.011                                                                        | 0.005 | 0.011                                                  | 0.005 | 0.011    | 0.005 | 0.011 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 17-07-2008 | 02:30 | 0.075 | 0.04  | 0.248                                                                     | 0.011 | 0.02                                                                       | 0.011 | 0.02                                                                         | 0.011 | 0.02                                                   | 0.011 | 0.02     | 0.011 | 0.02  |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 21-08-2008 | 12:17 | 0.066 | 0.055 | 0.265                                                                     | 0.026 | 0.026                                                                      | 0.026 | 0.026                                                                        | 0.026 | 0.026                                                  | 0.026 | 0.026    | 0.026 | 0.026 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 17-09-2008 | 22:31 | 0.121 | 0.02  | 0.328                                                                     | 0.022 | 0.028                                                                      | 0.022 | 0.028                                                                        | 0.022 | 0.028                                                  | 0.022 | 0.028    | 0.022 | 0.028 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 16-10-2008 | 01:45 | 0.143 | 0.037 | 0.378                                                                     | 0.025 | 0.029                                                                      | 0.025 | 0.029                                                                        | 0.025 | 0.029                                                  | 0.025 | 0.029    | 0.025 | 0.029 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 17-11-2008 | 18:05 | 0.22  | 0.023 | 0.348                                                                     | 0.024 | 0.029                                                                      | 0.024 | 0.029                                                                        | 0.024 | 0.029                                                  | 0.024 | 0.029    | 0.024 | 0.029 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 11-12-2008 | 19:59 | 0.31  | 0.003 | 0.476                                                                     | 0.027 | 0.031                                                                      | 0.027 | 0.031                                                                        | 0.027 | 0.031                                                  | 0.027 | 0.031    | 0.027 | 0.031 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 08-01-2009 | 12:15 | 0.28  | 0.014 | 0.37                                                                      | 0.4   | 0.022                                                                      | 0.025 | 0.031                                                                        | 0.4   | 0.022                                                  | 0.025 | 0.031    | 0.4   | 0.022 |
| Schouwen 10 km uit de kust   | 16-02-2009 | 20:29 | 0.36  | 0.023 | 0.48                                                                      | 0.54  | 0.024                                                                      | 0.038 | 0.31                                                                         | 0.54  | 0.024                                                  | 0.038 | 0.31     | 0.54  | 0.024 |
| 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                                                                      | 0.57  | 0.04                                                                       | 0.059 | 0.43                                                                         | 0.57  | 0.04                                                   | 0.059 | 0.43     | 0.57  | 0.04  |