

**3D model van het Volkerak-  
Zoommeer voor waterkwaliteit  
en primaire productie**

Modelbeschrijving, kalibratie- en validatiedocument





# **3D model van het Volkerak- Zoommeer voor waterkwaliteit en primaire productie**

**Modelbeschrijving, kalibratie- en validatiedocument**

Lilith Kramer, Hans Los, Tineke Troost, Menno Genseberger,  
Meinard Thiessen en Pascal Boderie

1220070-000



**Titel**

3D model van het Volkerak Zoommeer voor waterkwaliteit en primaire productie

**Opdrachtgever**

RWS

**Project**

1220070-000-ZKS-0034

**Pagina's**

54

**Trefwoorden**

Volkerak-Zoommeer, waterkwaliteit, primaire productie, graas, 3D, DEB, kalibratie, validatie

**Samenvatting**

In het kader van beheer, onderhoud en ontwikkeling van modelschematisaties heeft Deltares in 2015 het verouderde Volkerak-Zoommeer 2D waterkwaliteitsmodel uitgebreid tot een 3D waterkwaliteitsmodel en geactualiseerd voor de jaren 2011, 2012 en 2013. Een belangrijke aanleiding hiervoor is het feit dat mosselen in de afgelopen jaren tot een belangrijke factor in het Volkerak-Zoommeer uitgegroeid zijn terwijl het oude model gebruik maakt van gegevens uit 2000.

Het 3D waterkwaliteitsmodel van het Volkerak-Zoommeer is een toepassing van Delft3D-FLOW voor de hydrodynamica, zout en temperatuur en DELWAQ voor waterkwaliteit, primaire productie en graas. Binnen DELWAQ wordt de primaire productie (algen) gemodelleerd met het model BLOOM en worden de grazers (Quagga-mosselen) gemodelleerd met de DEBGRZ module. Er is separaat een waterbalans gemaakt met Matlab scripts op basis van waterbalansen en neerslag- en verdampingsreeksen.

Het hydrodynamisch model is geactualiseerd en gebaseerd op de meest recente Baseline schematisatie. Kalibratie aan de hand van waterstanden, zout- en watertemperatuurprofielen laat zien dat het model geschikt is als zoutverspreidingsmodel en dat zout-en temperatuurprofielen realistisch zijn. Aanbevolen wordt om het zoutmodel in het zuidelijk deel (Bath) nog te verbeteren. Temperatuur- en zoutprofielen zien er hoe dan ook realistisch uit, zeker voor het Volkerak, en daarmee vormt het hydrodynamisch model een bruikbare basis voor het waterkwaliteitsmodel. De realistische verticale zuurstofprofielen berekend door het waterkwaliteitsmodel tonen dit aan.

Het waterkwaliteitsmodel laat zien dat resultaten van de modellen met en zonder graas leiden tot grote verschillen in met name de chlorofyl-a uitkomsten. De modelresultaten inclusief grazers leveren goede resultaten op voor chlorofyl-a, in tegenstelling tot de modelresultaten zonder grazers die veel te hoge chlorofyl-a concentraties opleveren. In beide modellen komen de gemeten zuurstof- en totaal-stikstofwaardes goed overeen met de gemodelleerde waarden. Mosselmodellering met DEB heeft een grotere voorspellende waarde dan de traditionele methode en verdient daarom de voorkeur.

waterkwaliteit en ecologie?




- Hoe verspreiden stoffen (N, P) zich door het Volkerak-Zoommeer?
- Wat zijn de algenbiomassa's gedurende het jaar?
- Wat is het effect van graas door Quagga-mosselen op de algenbiomassa

Aanbevolen wordt om (1) zoutmodellering in het zuidelijk deel nog verder te kalibreren, (2) de gevoeligheid van de stratificatie voor de keuze van het te gebruiken windmeetstation te onderzoeken met name aan de hand van de overeenkomst van het model met de gemeten verticale zuurstofprofielen, (3) het waterkwaliteitsmodel verder te kalibreren aan de hand van silicium- en nitraatmetingen (4) de DEB-modellering specifiek af te stemmen op Quagga-mosselen en (5) op termijn fosfaatmodellering in de bodem te verbeteren.

Tot slot bevelen we aan om de numerieke modelaspecten van de algen-graas interactie in een overbegraasd systeem die in deze studie naar voren komen verder te onderzoeken en de eventuele consequenties ervan voor de code van het waterkwaliteitsmodel in kaart te brengen.

## Referenties

geen

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	nov. 2015	Lilith Kramer ea.		Pascal Boderie			
	dec. 2015	Lilith Kramer ea		Pascal Boderie			
	jan. 2016	Lilith Kramer ea		Arno Nolte		Frank Hoozemans	

## Status

definitief

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gebiedsbeschrijving</b>	<b>3</b>
2.1	Ligging	3
2.2	Geschiedenis	4
<b>3</b>	<b>Modelopzet</b>	<b>7</b>
3.1	Waterbalans	8
3.2	Zoutbalans	11
3.3	Rekenrooster en resolutie hydrodynamica	15
3.4	Softwareversies	18
3.5	Aggregatie	19
3.6	Meteorologische aansturing	19
3.7	Nutriënten, licht, algen, bodem, zwevend stof	19
3.8	Grazers	20
3.9	Forcering	21
3.9.1	Stoffenlijst	21
3.9.2	Numerieke aspecten	21
3.9.3	Modelranden	22
3.9.4	Parameterinstellingen	23
3.10	Processen	25
3.11	Forcering	25
3.12	Initiële condities	25
<b>4</b>	<b>Kalibratie</b>	<b>27</b>
4.1	Resultaten hydrodynamica	27
4.2	Resultaten waterkwaliteit	31
4.2.1	Massabalans totaal-stikstof en totaal-fosfaat	31
4.2.2	NO <sub>3</sub>	35
4.2.3	NH <sub>4</sub>	35
4.2.4	PO <sub>4</sub>	35
4.2.5	Silicaat	36
4.2.6	O <sub>2</sub>	36
4.2.7	Chlorofyl-a	36
4.2.8	Uitdoving van licht (extinctie)	37
4.3	Mosselen	43
<b>5</b>	<b>Discussie</b>	<b>47</b>
5.1	Hydrodynamica	47
5.2	Algengroei en graas	48
5.2.1	Relevante processen	48
5.2.2	Modellering van de relevante processen	48
5.2.3	Numerieke aspecten	49
5.3	Nutriënten	50
5.4	Numeriek schema: 24	51
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>53</b>
6.1	Conclusies	53

6.2 Aanbevelingen	54
<b>7 Referenties</b>	<b>55</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Delft3D Flow stuurfile (MDF file)</b>	<b>A-1</b>
<b>B Waterbalans (MATLAB script)</b>	<b>B-1</b>
<b>C Metingen en simulatie temperatuur 2011</b>	<b>C-1</b>
<b>D Metingen en simulatie zout 2011</b>	<b>D-1</b>
<b>E Metingen en simulatie temperatuur 2012</b>	<b>E-1</b>
<b>F Metingen en simulatie zout 2012</b>	<b>F-1</b>
<b>G Metingen en simulatie temperatuur 2013</b>	<b>G-1</b>
<b>H Metingen en simulatie zout 2013</b>	<b>H-1</b>
<b>I Invoerdata lozingen</b>	<b>I-1</b>
<b>J Modelprocessen en modelcoëfficiënten</b>	<b>J-1</b>
J.1 Modelprocessen	J-1
J.2 Model coëfficiënten	J-3
<b>K Stoffenbalans 2011</b>	<b>K-1</b>
<b>L Stoffenbalans 2011 – inc. DEBGRZ module</b>	<b>L-1</b>
<b>M Stoffenbalans 2012</b>	<b>M-1</b>
<b>N Stoffenbalans 2012 – inc. DEBGRZ module</b>	<b>N-1</b>
<b>O Stoffenbalans 2013</b>	<b>O-1</b>
<b>P Stoffenbalans 2013 – inc. DEBGRZ</b>	<b>P-1</b>
<b>Q Parametervariatie</b>	<b>Q-1</b>
<b>R Meting en model voor zuurstof 2011</b>	<b>R-1</b>
<b>S Meting en model voor zuurstof 2012</b>	<b>S-1</b>
<b>T Meting en model voor zuurstof 2013</b>	<b>T-1</b>



# 1 Inleiding

Zowel het hydrodynamisch model als het waterkwaliteitsmodel voor het Volkerak-Zoommeer (Boderie e.a., 2007) zijn verouderd omdat de modellen zijn gebaseerd op gegevens (m.n. vrachten van nutriënten) uit 2000. Sinds 2000 heeft er een ontwikkeling plaatsgevonden waarbij de quaggamossel (*Driessena bugensis*) een belangrijke rol is gaan spelen en de fosfaathuishouding is veranderd. Dit betekent dat voor de toepassing van het model op de huidige situatie, een update van de gegevens en een voorziening voor het modelleren van mosselen nodig zijn.

In het kader van beheer, onderhoud en ontwikkeling van waterkwaliteitsmodelschematisaties heeft Rijkswaterstaat gevraagd om het bestaande 2D waterkwaliteitsmodel van het Volkerak-Zoommeer uit te breiden tot een 3D waterkwaliteitsmodel dat primaire productie en graas door mosselen beschrijft.

Een 3D hydrodynamisch en waterkwaliteitsmodel is nodig om de verschillende scenario's voor beheer door te kunnen rekenen zoals bijvoorbeeld een aanpassing van het doorspoelbeheer (winterdoorspoeling, waterberging etc.) van het Volkerak-Zoommeer. Daarbij speelt verticale stratificatie door zout en temperatuur een rol die ook voor de modellering van nutriënten, primaire en secundaire productie van belang is. Een state of the art waterkwaliteitsmodel is in de toekomst inzetbaar voor het evalueren van de effecten van maatregelen op de ecologische KRW-maatlatten en is indien gewenst uitbreidbaar naar een toepassing voor de evaluatie op chemische maatlatten.

De systeemkennis met betrekking tot waterkwaliteit kan nog verder worden verbeterd. Met name de rol die quaggamosselen spelen bij het begrazen van algen kan met een vernieuwd en verbeterd waterkwaliteitsmodel worden onderzocht. Aangezien 2011 een recent en gemiddeld jaar is en tevens het eerste jaar sinds 1998 waarin een mosselkartering beschikbaar is, is besloten om dit jaar als uitgangspunt te nemen. Ook van 2012 en 2013 waren mosselkarteringen beschikbaar. Zodoende is besloten om het model ook voor deze jaren door te rekenen.

Dit rapport is het basisdocument voor het 3D Volkerak-Zoommeer model voor de waterbeweging, waterkwaliteit, primaire productie en graas. De afbakening daarbij is dat het te ontwikkelen model de huidige zoete situatie in het Volkerak-Zoommeer gaat beschrijven. Effecten van het zout maken van het Volkerak-Zoommeer zijn hier dus niet van toepassing.

Leeswijzer:

Dit rapport bevat een korte beschrijving van het Volkerak-Zoommeer en de geschiedenis van het meer (hoofdstuk 2) gevolgd door een beschrijving van de opzet en invoer van het 3D model (hoofdstuk 3). Daarnaast worden de kalibratiemethodes besproken en de resultaten van het model toegelicht (hoofdstuk 4). Tot slot worden de conclusies en mogelijke verbeteringen voor het model besproken (hoofdstuk 5).



## 2 Gebiedsbeschrijving

### 2.1 Ligging

Zoals ook beschreven in het rapport 'Grevelingen-Volkerak-Zoommeer WAQUA model 5<sup>e</sup> generatie' (Kuiper en anderen, 2014) beslaat het Volkerak-Zoommeer de gebieden Krammer-Volkerak, Schelde-Rijnkanaal en Zoommeer (Figuur 2.1). Het Schelde-Rijnkanaal is hiervan een belangrijke hoofdvaarweg, welke Antwerpen met Rotterdam en Duitsland verbindt.



Figuur 2.1 Kaart van het Volkerak-Zoommeer. Blauw is water, groen is nat en droog natuurlijk terrein, beige is Nederland en grijs-beige is België.

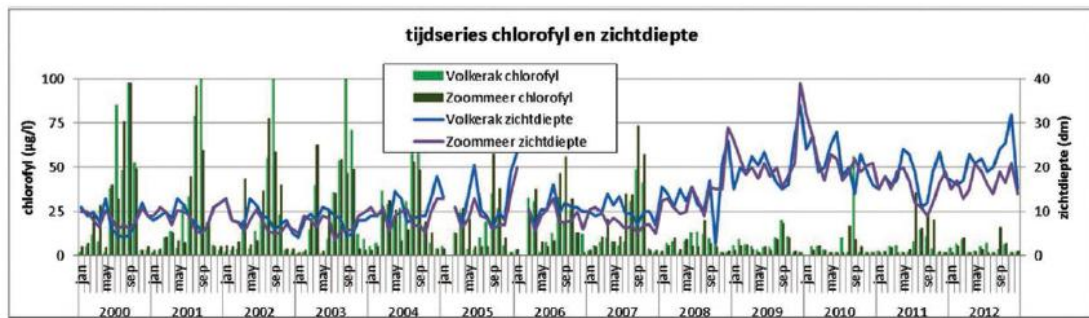
De Brabantse rivieren de Dintel, de Steenbergsche Vliet en de Zoom monden uit in het Volkerak-Zoommeer. Daarnaast lozen verschillende poldergemalen water op het meer. De grootste aanvoer van water vindt plaats via de Volkeraksluizen, de Dintel en de Steenbergsche vliet. De grootste afvoer van water vindt plaats via de Bathse Spuisluis, de Kreekraksluizen en de Krammersluizen.

De totale oppervlakte van het meer is 8.145 hectare, waarvan ongeveer een kwart drooggevalle gebied: voormalige schorren en drooggevalle slikken en platen. De gemiddelde diepte van het meer is 5,2 meter, met een maximale diepte van 24 meter. Het Volkerak-Zoommeer kent een peilbeheer, gericht op een min of meer constante waterstand. Dit peil is vastgelegd in het Peilbesluit Volkerak/Zoommeer (Minister van Verkeer en Waterstaat, 19 februari 1996) en het Waterakkoord Volkerak-Zoommeer (Rijkswaterstaat, 2001). Ook voor het 'Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Koninkrijk België betreffende de verbinding tussen de Schelde en de Rijn' (1963) is een constant peil het uitgangspunt. Als minimum en maximum waterstand worden respectievelijk genoemd NAP-1,00 m en NAP+0,50 m. Het huidige waterpeil varieert tussen NAP-0,1 m en NAP+0,15 m (winterpeil). Dit peil wordt gehandhaafd door overtollig water af te voeren via de Bathse Spuisluis naar de Westerschelde of water aan te voeren via de Volkerak spuisluizen. Het dagelijkse peilbeheer van het Volkerak-Zoommeer wordt verzorgd door het Hydro Meteo Centrum Zeeland (HMCZ) van Rijkswaterstaat.

Om het Volkerak-Zoommeer zoet te houden, bevatten de Krammersluizen en de Bergse Diepsluis een systeem om zoet en zout water te scheiden. Dit systeem voorkomt dat zout water uit de Oosterschelde het zoetere Volkerak-Zoommeer instroomt en omgekeerd zoet water vanuit het Volkerak-Zoommeer wordt geloosd op de Oosterschelde. Bij de Kreekraksluizen wordt met behulp van een gemaal zoet water gespuid op het zoute Antwerps Kanaalpand; zo wordt een zoet-zoutgradiënt in stand gehouden.

## 2.2 Geschiedenis

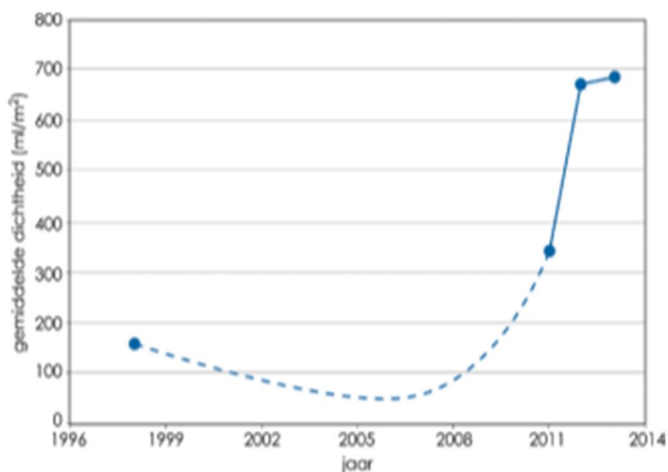
Van oorsprong was het Volkerak-Zoommeer onderdeel van een open delta, waarin het zoete rivierwater zich met het zoute getijdenwater van de Noordzee mengde. Het aanleggen van de Deltawerken was dan ook van grote invloed op het systeem. In de eerste vijf jaar na de afsluiting in 1987 ontwikkelde het Volkerak-Zoommeer zich van een systeem gestuurd door het getij tot een helder zoetwatermeer met een gezond water- en bodemleven. De aanvoer van nutriëntenrijk water uit de Brabantse rivieren de Dintel en de Steenbergsche Vliet en het Hollands Diep zorgden er echter voor dat vanaf 1992 de waterkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer geleidelijk aan verslechterde (Rijkswaterstaat, 2014a). Het meer werd troebel en in de zomer ontstonden drijfvlagen van blauwalgen, vooral in de ondiepe delen van het systeem. De komst van blauwalgen bracht negatieve gevolgen met zich mee voor recreatie, natuur (o.a. vogels), visserij en de levering van zoet water aan de landbouw. Blauwalgen zijn giftig, veroorzaken stank en onttrekken aan de diepere delen van het water zoveel zuurstof dat daar zuurstofloosheid kan optreden, met vissterfte als gevolg.



Figuur 2.2 Chlorofylconcentraties en doorzicht in het Volkerak-Zoommeer 2000-2012 (De Vries en Postma, 2013).

Sinds 2005 is in deze trend een verandering opgetreden (De Vries en Postma, 2013). De helderheid van het water neemt sindsdien weer toe, terwijl de algenconcentraties afnemen (Figuur 2.2). Een mogelijke oorzaak voor deze verbetering zou de afgenomen fosfaatvracht vanuit Brabant kunnen zijn. Deze lagere externe fosfaatbelasting kan de verbetering echter slechts ten dele verklaren. De lagere algengehaltes, en daardoor de toenemende helderheid, worden waarschijnlijk vooral veroorzaakt door 'grascontrole' door mosselen. Een mosselkartering uit 2011 heeft laten zien dat de driehoeksmosselpopulatie (*Dreissena polymorpha*) uit 1998 inmiddels vrijwel geheel is overgenomen door een quaggamosselpopulatie en dat de dichtheid van de mosselpopulatie sterk is toegenomen.

Met de afname van de algenconcentraties is het risico van blauwalgoverlast niet verdwenen. In 2010 zijn drijfslagen van blauwalgen weer waargenomen en was er vanaf half augustus een innamestop als gevolg van blauwalgen. In 2011 was er in juli een kortdurende innamestop. Daarnaast lijkt het erop dat de mosselpopulatie aan het stabiliseren is (Figuur 2.2, Figuur 2.3), wat betekent dat de concentraties algen waarschijnlijk niet verder af zullen nemen.



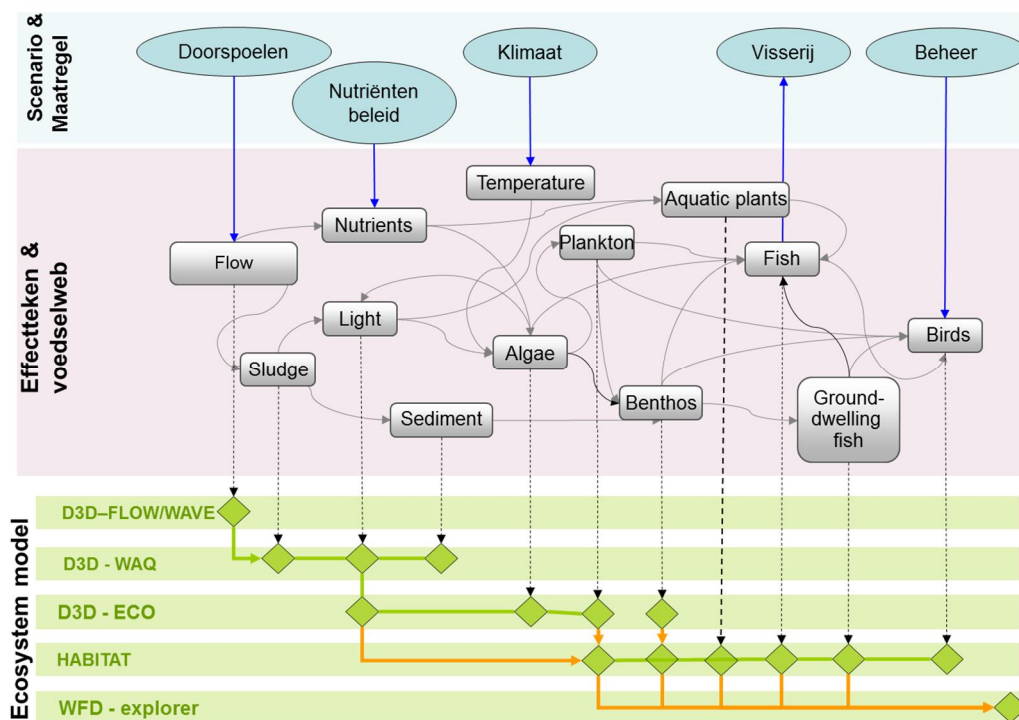
Figuur 2.3 Gemiddelde dichtheid van mosselen in het Volkerak tussen 1998 en 2013. De stippellijn geeft een mogelijke trend weer (Bij de Vaate e.a., 2013).



### 3 Modelopzet

Een wiskundig ecologisch model is een hulpmiddel voor een beleidsmaker of onderzoeker bij de beantwoording van één of meerdere specifieke ecosysteemvragen. Een voorbeeld van de relaties tussen beleidsonderwerpen, ecosysteem en ecosysteem modellering staat weergegeven in Figuur 3.1 (Los, 2009). Het ecosysteem staat hierbij centraal en geeft de belangrijkste fysieke en ecologische componenten uit het systeem weer. De beleidsonderwerpen zijn daarboven weergegeven. Deze onderwerpen zijn verbonden met de functies die het ecosysteem voor de mens vervuld. De modellering van het ecosysteem is onder het ecosysteem weergegeven, waarbij de gestippelde pijlen aangeven welke modellen in staat zijn om de verschillende elementen uit het ecosysteem te modelleren. Het doel van het Volkerak-Zoommeer model is om ondersteuning te bieden bij vragen zoals:

- Hoe verspreiden stoffen (N, P) zich door het Volkerak-Zoommeer?
- Wat zijn de bronnen van N en P en welke belasting veroorzaken deze?
- Wat zijn de algen biomassa's gedurende het jaar?
- Wat is het effect van graas door mosselen op de algenbiomassa?



Figuur 3.1 Een schematisch overzicht van de relatie tussen het ecosysteem, management en maatregelen en ecosystememodellen.

Voor het modelleren van de onderwerpen uit de bovenstaande vragen, zijn de elementen hydrodynamica, zwevend stof, nutriënten, licht, bodem, algen en grazers (benthos) nodig (Figuur 3.1). Het model voor het Volkerak-Zoommeer bestaat dan ook uit de modellen Delft3D-FLOW en DELWAQ, welke deze elementen gezamenlijk bevatten. In dit hoofdstuk zal de toepassing van de verschillende elementen van deze modellen verder toegelicht worden.

### 3.1 Waterbalans

Voor de waterbalans van het hydrodynamisch model (Delft3D-FLOW) is gebruik gemaakt van door RWS toegeleverde bestanden (bron Leen Dekker, RWS Zee en Delta).

In Tabel 3.1 zijn de voor het Volkerak-Zoommeer beschikbare balansposten (en bijbehorende code) weergegeven. Voor deze posten zijn daggemiddelde tijdreeksen van debieten voor de periode 1988-2014 beschikbaar.

Tabel 3.1 De waterbalansposten van het Volkerak-Zoommeer aangeleverd door RWS

balanspost	code
Volkerak schut+spuisluizen	vksx QT13
Dintelsas	DSAS QT13
Benedensas	BSAS QT13
neerslag	vkzm QT13
Krammersluizen	krsx QT13
Kreekrakgemaal netto waterverlies	kksx QT13
Bathse spuisluis	BATS QT13
verdamping	vkzm QT13
debiet peilfluctuatie	VK QT13
som	vksx + DSAS + BSAS + vkzm + krsx + kksx + BATS + vkzm + VK

Bij het bepalen van de balansposten voor verdamping en neerslag in Tabel 3.1 is gebruik gemaakt van een ons onbekend oppervlak van het Volkerak-Zoommeer. In deze studie zijn de posten voor neerslag en verdamping daarom opnieuw berekend specifiek ten behoeve van het Delft3D-FLOW model. In het model worden waterbalansposten -neerslag en verdamping- die aan het oppervlak zijn gerelateerd in verband met het actieve wateroppervlak in het model, op een andere manier behandeld dan bijvoorbeeld instromende posten zoals rivieren.

Tijdreeksen van de balansposten uit Tabel 3.1 en KNMI reeksen van neerslag en verdamping zijn als invoer voor een MATLAB script gebruikt (zie Bijlage B). Met het script is de waterbalans opnieuw bepaald waarbij de neerslag en verdamping zijn vermenigvuldigd met respectievelijk een factor 1.1 en 0.8 ten opzichte van de posten uit Tabel 3.1 (zie ook de werkelijke berekening van deze waterbalans in Bijlage B).

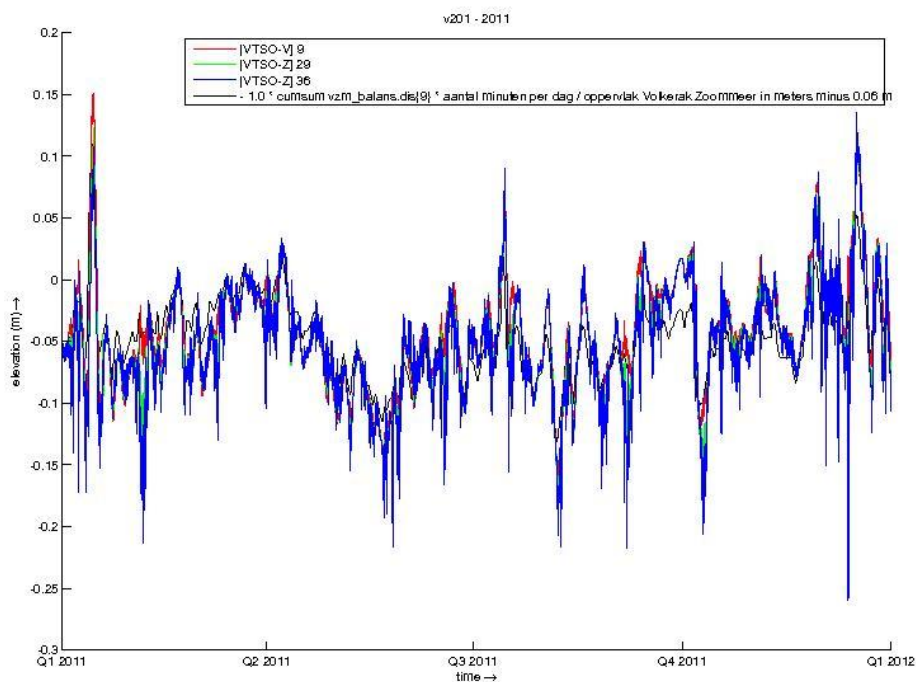
In eerdere studies (Deltares, 2010) is gewerkt met KNMI meetstation Tholen en Wilhelminadorp waarbij ontbrekende data zijn aangevuld vanuit twee andere KNMI stations (Vlissingen en Rotterdam). In deze studie is een praktische keuze gemaakt voor één station waarvoor alle parameters op uurbasis beschikbaar zijn (Vlissingen). Het alternatieve station is Woensdrecht (KNMI nummer 340) waarvoor ook alle benodigde data op uurbasis beschikbaar zijn.

Voor de neerslag is data van KNMI station Vlissingen gebruikt (etmaalsom neerslag in 0,1 mm uit gegevens van KNMI station Vlissingen (310) in file etmgeg\_310.txt via <http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/download.html>). Voor de verdamping is ook data van KNMI station Vlissingen gebruikt (etmaalsom referentiegewasverdamping (Makkink) in 0,1 mm uit gegevens van KNMI station Vlissingen (310) in file etmgeg\_310.txt via <http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/download.html>).

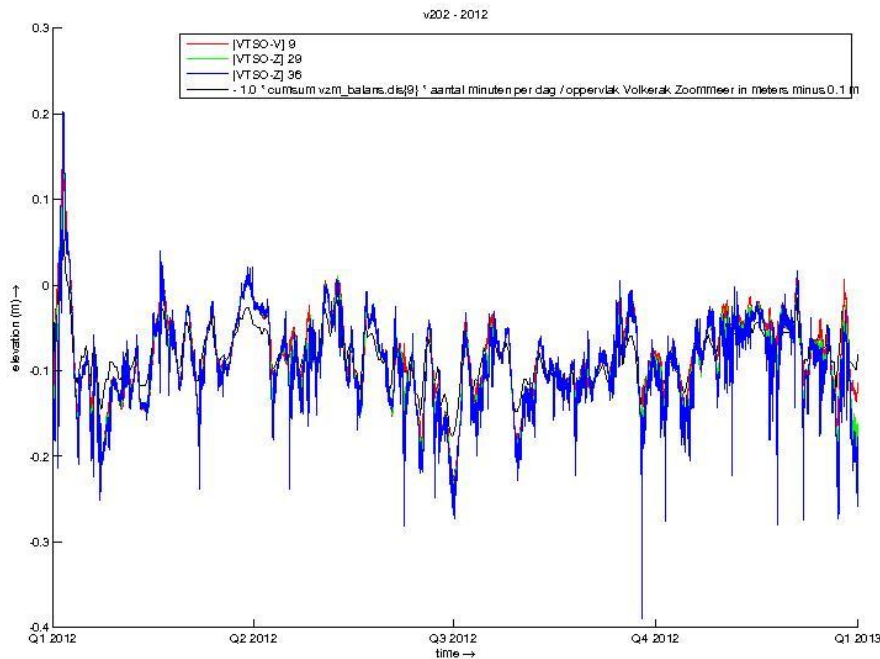


Om de opgelegde waterbalans en de door Delft3D-FLOW berekende waterstand met elkaar in overeenstemming te krijgen is de is de bijdrage van neerslag en verdamping met een factor vermenigvuldigd. Het bepalen van deze twee factoren kan gezien worden als een kalibratie van de waterbalans t.b.v. Delft3D-FLOW. Figuur 3.2, Figuur 3.3 en Figuur 3.4 laten een vergelijking zien tussen de cumulatieve som van het debiet van de peilfluctuatie uit de opgelegde balans als functie van de tijd (zwarte lijn) en de door Delft3D-FLOW berekende waarden van de waterstand op drie locaties (in kleur). Het debiet van de peilfluctuatie is de post "vzm\_balans.dis{9}" in het balans MATLAB script in Bijlage B, de cumulatieve som hiervan is in feite de verandering van de waterstand als het horizontaal oppervlak van het meer constant verondersteld is. Aan het begin van elk simulatiejaar is die cumulatieve som van het debiet van de peilfluctuatie uit de opgelegde balans met een constante term aangepast aan de geregistreeerde waterstand op dat moment (zie de legenda in de betreffende figuur voor de gebruikte waarde). Deze uit de waterbalans afgeleide waterstand (zwarte lijn) wordt getoond op de uitvoerlocaties (zie Figuur 3.9) VSO-V 9, 29 en 36 respectievelijk in midden van het Krammer-Volkerak, in het Eendrachtkanaal boven het Zoommeer en midden in het Zoommeer).

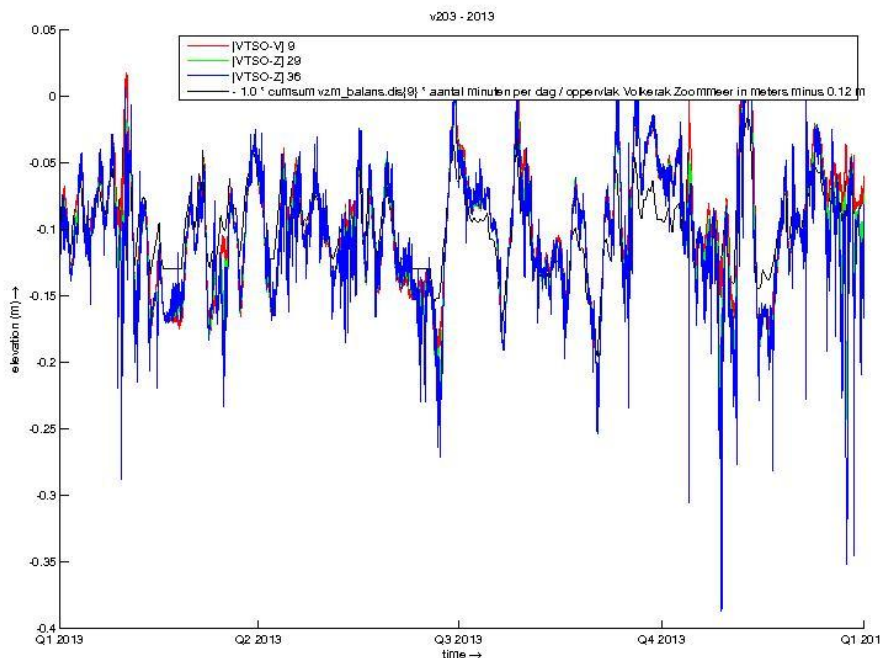
De simulatie van Delft3D-FLOW voor aaneensluitend de jaren 2011, 2012 en 2013 die aan deze uitkomsten ten grondslag ligt, is de uiteindelijk gebruikte modelschematisatie voor de waterbeweging. De waterstand in Delft3D-FLOW volgt met de gevolgde procedure de gemeten waterstand nauwkeurig (Figuur 3.2, Figuur 3.3 en Figuur 3.4).



*Figuur 3.2 Vergelijking tussen cumulatieve som van het debiet van de gemeten peilfluctuatie uit de opgelegde balans als functie van de tijd (zwarte lijn) - in feite gemeten waterstand plus constante, zie correctie waarde in legenda - en door Delft3D-FLOW berekende waterstand op drie uitvoerpunten voor simulatiejaar 2011.*



Figuur 3.3 Vergelijking tussen cumulatieve som van het debiet van de gemeten peilfluctuatie uit de opgelegde balans als functie van de tijd (zwarte lijn) - in feite gemeten waterstand plus constante, zie correctie waarde in legenda - en door Delft3D-FLOW berekende waterstand op drie uitvoerpunten voor simulatiejaar 2012.



Figuur 3.4 Vergelijking tussen cumulatieve som van het debiet van de gemeten peilfluctuatie uit de opgelegde balans als functie van de tijd (zwarte lijn) - in feite gemeten waterstand plus constante, zie correctie waarde in legenda - en door Delft3D-FLOW berekende waterstand op drie uitvoerpunten voor simulatiejaar 2013.

### 3.2 Zoutbalans

In eerdere studies is naar de zoutbalans van het Volkerak-Zoommeer gekeken. Een korte samenvatting van het werk van Dillingh en anderen (2012) voor wat de bijdrage aan de zoutbelasting van het meer betreft is:

- de posten Volkeraksluizen en Dintel & Vliet zijn relatief onbelangrijk ten opzichte van de bron “zoutbronnen”
- de term “zoutbronnen” bestaat uit de netto zoutlek bij de Krammersluizen en kwel
- de zoutflux door kwel is geschat op circa 3 tot 3,5 kg/s voor het hele Volkerak-Zoommeer (Nolte, 2013). Op basis van de oppervlakteverhouding en de aanname dat de kweldruk regelmatig verdeeld is, komt dat uit op circa 2 kg/s voor het Krammer-Volkerak
- de netto zoutlek door de Krammersluizen is het verschil tussen de bruto zoutlek (naar het Volkerak) en de uitspoeling naar de Oosterschelde. Over de periode januari 2007 – juli 2008 neemt de term “zoutbronnen” toe tot ongeveer 8 – 15 kg/s. Het is niet exact duidelijk waardoor deze toename veroorzaakt wordt, waarschijnlijk door het minder goed functioneren van de zout-zoetscheidingen
- de bijdragen van de zoutflux door de Volkeraksluizen en de Dintel & Vliet zijn beperkt tot respectievelijk 2.5 en 2 kg/s
- de totale netto zoutlek naar het Volkerak bedraagt daarmee orde 22-23 kg/s
- het zout verdwijnt uit het Volkerak door afvoer naar de Eendracht

Uit Dillingh en anderen (2012) blijkt dat geen onafhankelijke metingen voorhanden waren om een sluitende zoutbalans te kunnen opstellen. In deze studie is daarom geen zoutbalans opgesteld voor de simulatieperiode 2011-2013. In plaats daarvan is de hoeveelheid zout die het systeem binnenkomt afgeregeld door de hoeveelheid zout die bij de Krammersluizen naar binnen lekt zo aan te passen (te kalibreren) dat de modelresultaten overeenstemmen met gemeten zoutconcentraties op verschillende plaatsen in het meer.

Hieronder wordt de gevolgde procedure verder toegelicht. Per bron (a-d) is aangegeven hoe deze in het model is opgenomen.

#### a. Kreekraksluizen en Bathse spuisluis

Door de Bathse spuisluis vindt alleen uitstroom en dus afvoer van zout plaats. Er is voor deze sluizen geen zoutlek in het model gedefinieerd.

De zoutflux door de Kreekrak-sluizen wordt berekend uit het opgelegde debiet ( $m^3/s$ ) en de gemeten saliniteit (meetpunt Antwerps Kanaalpand). Het teken van het debiet bepaalt of de door het model berekende saliniteit (bij uitgaand debiet) of gemeten saliniteit (bij positief of ingaand debiet) wordt gebruikt voor de berekening van de zoutflux.

#### b. Dintel & Vliet

De bijdragen van Dintel en Vliet kunnen worden berekend door de gemeten chlorideconcentratie te vermenigvuldigen met het gemeten debiet van deze wateren. Dit is waarschijnlijk een adequate schatting van de zoutvracht naar het Volkerak-Zoommeer.

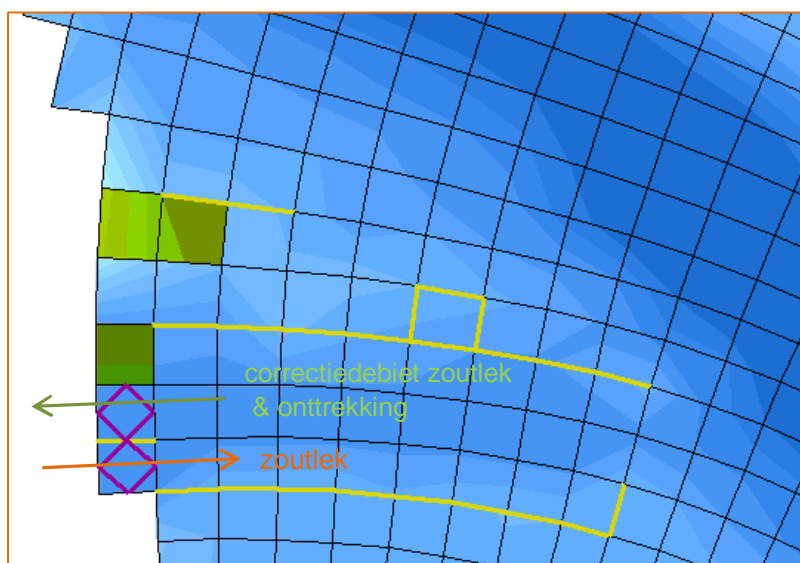
### c. Volkeraksluizen

De zoutflux door de Volkeraksluizen is in deze studie opgenomen als het product van de gemeten zoutgehalten in het Haringvliet (locatie Bovensluis) en het debiet door de Volkeraksluizen. Het teken van het debiet bepaalt of de door het model berekende saliniteit (bij negatief, dus uitgaand debiet) of gemeten saliniteit (bij positief of ingaand debiet) wordt gebruikt voor de berekening van de zoutflux. Deze methode houdt geen rekening met zoutindringing vanuit het Haringvliet via een eventuele zouttong (data van het meetpunt Haringvliet zijn representatief voor de top laag).

### d. Krammersluizen

Op basis van eerder onderzoek (Dillingh en anderen, 2012) en hebben we geconcludeerd dat het niet mogelijk is om in deze studie de zoutflux van deze belangrijkste zoutbron onafhankelijk te kwantificeren. De zoutlek wordt daarom als volgt afgeregeld:

- De zoutlek (kg/s) wordt in het systeem ingebracht door een debiet ( $m^3/s$ ) met een bepaalde saliniteit (zoutflux = debiet x saliniteit). De zoutlek wordt als een bron ingebracht bij de sluizen (zie Figuur 3.5). Aan de zuidzijde wordt water ingelaten middels een continu debiet met een saliniteit van 30 ppt). Een debiet van  $0,8 m^3/s$  met 30 ppt brengt bijvoorbeeld een hoeveelheid zout van 24 kg/s in het systeem. De zoutlek wordt over de diepte gelijkmatig verdeeld in het model ingebracht. Een even groot debiet wordt ook afgevoerd aan de noordzijde van de sluizen om de waterbalans op orde te houden (naamgeving: correctiedebiet zoutlek).
- Het schutverlies naar de Oosterschelde wordt onttrokken aan de noordzijde (zie Figuur 3.5) op dezelfde locatie als het correctiedebiet voor de zoutlek. De onttrekking van het totale debiet geschiedt gelijkmatig verdeeld over de diepte. De zoutgehalten volgen uit de berekeningen met het model en verschillen per dieptelaag.
- De bruto zoutlek (de zoutflux die door de zout/zoet-scheiding heen komt) is hier dus de knop waarmee gekalibreerd wordt om de modelresultaten en de metingen bij elkaar te brengen. Dat geeft dus niet de werkelijke bruto zoutlek, maar regelt het model zodanig af dat de resterende netto zoutlek door de mond van de voorhaven correspondeert met de gemeten chlorideconcentraties in het Volkerak Zoommeer.



Figuur 3.5 Modelgrid bij de Krammersluizen

### Kalibratie zoutflux Krammersluizen

De bruto zoutlek door de Krammersluizen is afgeleid door vier berekeningen te maken met verschillende zoutfluxen en vervolgens te beoordelen welke berekening het best overeenkomt met de zoutmetingen in het watersysteem. Voor metingen van zout zijn daarvoor twee datasets beschikbaar, te weten:

- VTSO-metingen chloridegehalte Krammer-Volkerak
- Tijdsreeksen chloride (en temperatuur) als 10-minuten reeks (per jaar / per station / per sensor) [hier](#) te downloaden (waterberichtgeving.rws.nl). Omdat uit een vergelijking van de bovensensor en ondorsensor blijkt dat beide tijdreeksen vrijwel identiek zijn, wordt alleen gebruik gemaakt van de bovensensor.

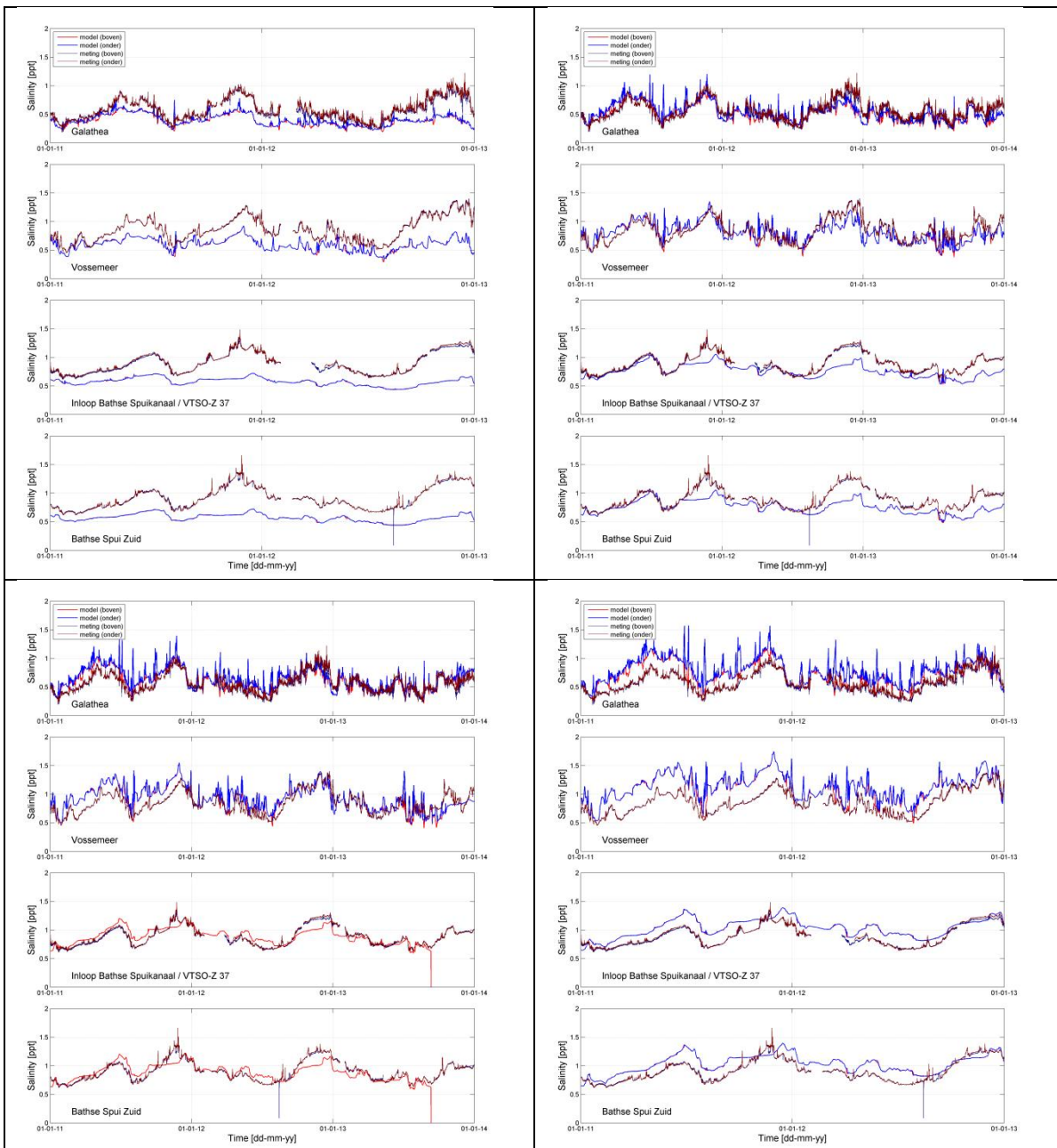
De volgende zoutfluxen bij de Krammersluizen zijn onderzocht:

- 21 kg/s (0.7 m<sup>3</sup>/s met een concentratie van 30 ppt)
- 31.5 kg/s (1.05 m<sup>3</sup>/s met een concentratie van 30 ppt)
- 36.75 kg/s (1.225 m<sup>3</sup>/s met een concentratie van 30 ppt)
- 42 kg/s (1.4 m<sup>3</sup>/s met een concentratie van 30 ppt)

De beste overeenkomst met de metingen wordt verkregen met een bruto zoutlek door de Krammersluizen van 36.75 kg/s. Deze bevinding is gebaseerd op de vergelijking van de overeenkomst tussen gemeten en berekend chloride op de vier locaties weergegeven in De resultaten van deze som worden in paragraaf 4.1 gepresenteerd.

De resultaten laten zien dat 21 kg/s duidelijk een te lage en 42 kg/s duidelijk een te hoge schatting van de bruto zoutbelasting is. Voor het jaar 2011 lijkt 31.5 kg/s de beste schatting terwijl voor de jaren 2012 en 2013 een wat hogere zoutflux van 36.75 kg/s beter bij de metingen past.

Waarschijnlijk verbetert de overeenkomst tussen model en metingen als naast een zoutlek door de Krammersluizen ook een lek via Bath of Bergsche diepsluis wordt toegevoegd.



Figuur 3.6 Gevoeligheid van de gemodelleerde saliniteit voor de bruto zoutlek door de Krammersluizen. Van linksboven met de klok mee: 21, 31.5, 36.75 en 42 kg/s. Resultaten voor boven- en onderlaag op de locaties Galathea, Vossemeer, VTSO-37 en Bathse Spuisluis Zuid.

### 3.3 Rekenrooster en resolutie hydrodynamica

Voor het maken van het rekenrooster van het hydrodynamische model was het startpunt de bestaande Baseline/WAQUA schematisatie met naam ZWD-5 (Volkerak-Zoommeer/Zuidwestelijke Delta) en versie nummer j12\_5-v2, Kerkhoven 2014 en Kuiper, ea. 2014 (Baseline-zwd-j12\_5-v2 = Baseline-zwd-hr2017\_5-v1). Deze schematisatie is een dieptegemiddeld model voor WAQUA dat o.a. voor WTI (Wettelijk Toets Instrumentarium) gebruikt wordt.

Het rekenrooster van het bestaande WAQUA schematisatie is horizontaal met een factor 3x3 vergrofd waarna in bepaalde smalle delen zoals de Eendracht lokaal weer is verfijnd. Het zo verkregen horizontale rekenrooster van het hydrodynamische model voor het Volkerak-Zoommeer is afgebeeld in Figuur 3.7. Het aantal horizontale rekencellen is 193 (M-richting, N.B. y-richting in Figuur 3.7) bij 138 (N-richting, N.B. x-richting in Figuur 3.7). In de verticale richting wordt gebruik gemaakt van 49 Z-lagen (vaste lagen). Er is gekozen voor Z-lagen (en niet voor sigma/terrein volgende lagen) omdat daarmee stratificatie in diepere gedeelten beter gemodelleerd kan worden. Voor modellering van verticale stratificatie is ook een hoge resolutie in de verticaal nodig. Door de keuze van 49 z-lagen is de verticale resolutie met orde 0.5 m per laag behoorlijk fijn en zijn de rekentijden van het model nog acceptabel (orde 5 dagen), dit is gerealiseerd door de horizontale resolutie van originele grid te vergroven.

Door de vorm van het Volkerak-Zoommeer is het (horizontale) rekenrooster te karakteriseren door drie deelgebieden, noord, midden en zuid, zie ook Figuur 3.7. In het noorden zijn de roostercellen circa 150 bij 150 m voor het meer-achtig gedrag. Voor het midden worden langgerekte roostercellen van circa 30 bij 70 m gebruikt voor het rivierachtig gedrag inclusief dieper worden naar het midden van de geul en overstroom gedrag naar de overstroomgebieden. Dit laatste is in Delft3D-FLOW gemodelleerd door zogenaamde gates, die onder in de waterkolom geen water doorlaten maar dicht bij het wateroppervlak wel, zie Figuur 3.7. In het zuiden is het typische afvoergedrag van water horizontaal gediscrètiseerd door langgerekte roostercellen van circa 125 bij 240 m waarbij elke rooster cel over de volle breedte van kanaal ligt.

Ten opzichte van de oorspronkelijke Baseline/WAQUA schematisatie (Kerkhoven, 2014 en Kuiper e.a., 2014) is de bodem handmatig aangepast daar waar lineaire interpolatie niet goed werkte. Voor de bodemruwheid is een constante waarde van 0,0265 volgens Manning gebruikt (dit is hetzelfde als in het eerdere 3 dimensionale hydrodynamische model van het Volkerak-Zoommeer (Nolte, 2013) en Friocourt, 2014).

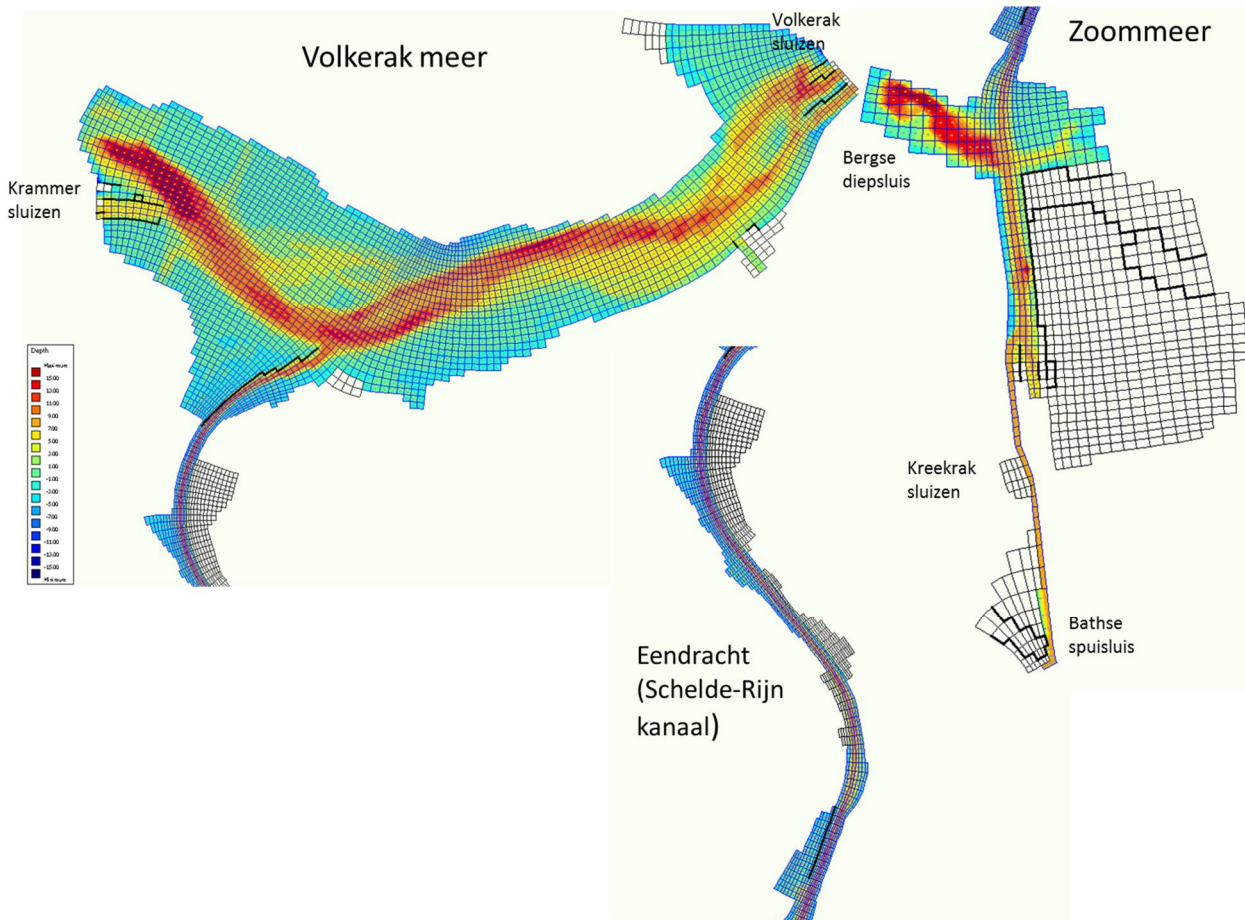
De groene gebieden in Figuur 3.8 zijn droge gebieden buiten de (zomer)dijk, deze zijn in de schematisatie van het model opgenomen waardoor het mogelijk is om ook met het model te rekenen wanneer deze gebieden overstromen. In de huidige studie is dat echter niet het geval en stroomt er geen water door deze punten ("dry points").

Naast ruimtelijke (map) velden kunnen ook tijdreeksen gegenereerd worden door het hydrodynamische model op uitvoerlocaties. Daarvoor zijn onder andere uitvoerlocaties gedefinieerd die overeenkomen met de VTSO meetpunten, zie Figuur 3.9.

Er zijn drie open randen in het model. De locatie in Krammersluis (latitude 51°39'41.48"N, longitude 4°9'43.13"E) correspondeert met de lozing Krammersluis in Figuur 3.7. De locatie in Volkeraksluis (latitude 51°41'20.95"N, longitude 4°24'24.71"E) correspondeert met de lozing Volkeraksluis in Figuur 3.7. De locatie in Bathse spuisluis (latitude 51°23'35.86"N, longitude

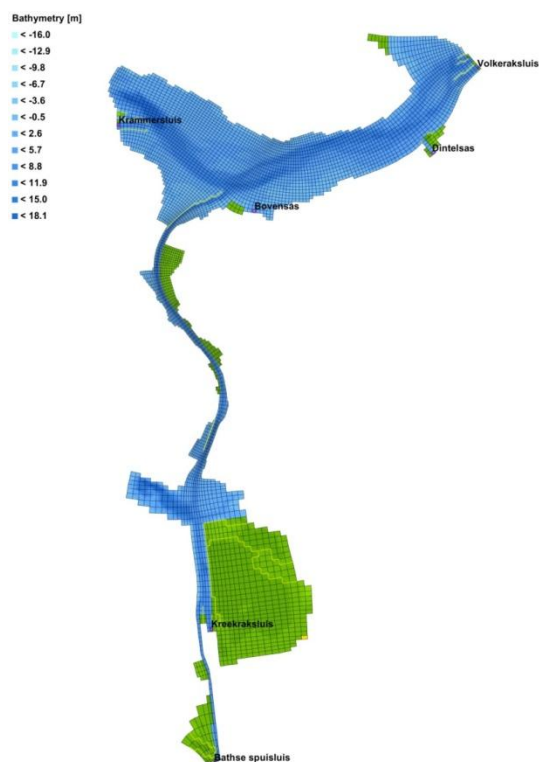


4°14'5.52"E) correspondeert met de lozing Bathse spuisluis in Figuur 3.7. De instroom van de Dintel, Vliet en Kreekrak zijn in het model opgenomen als "discharges" onder respectievelijk de locaties Dintelsas, Bovensas en Kreekraksuis in zie Figuur 3.8.

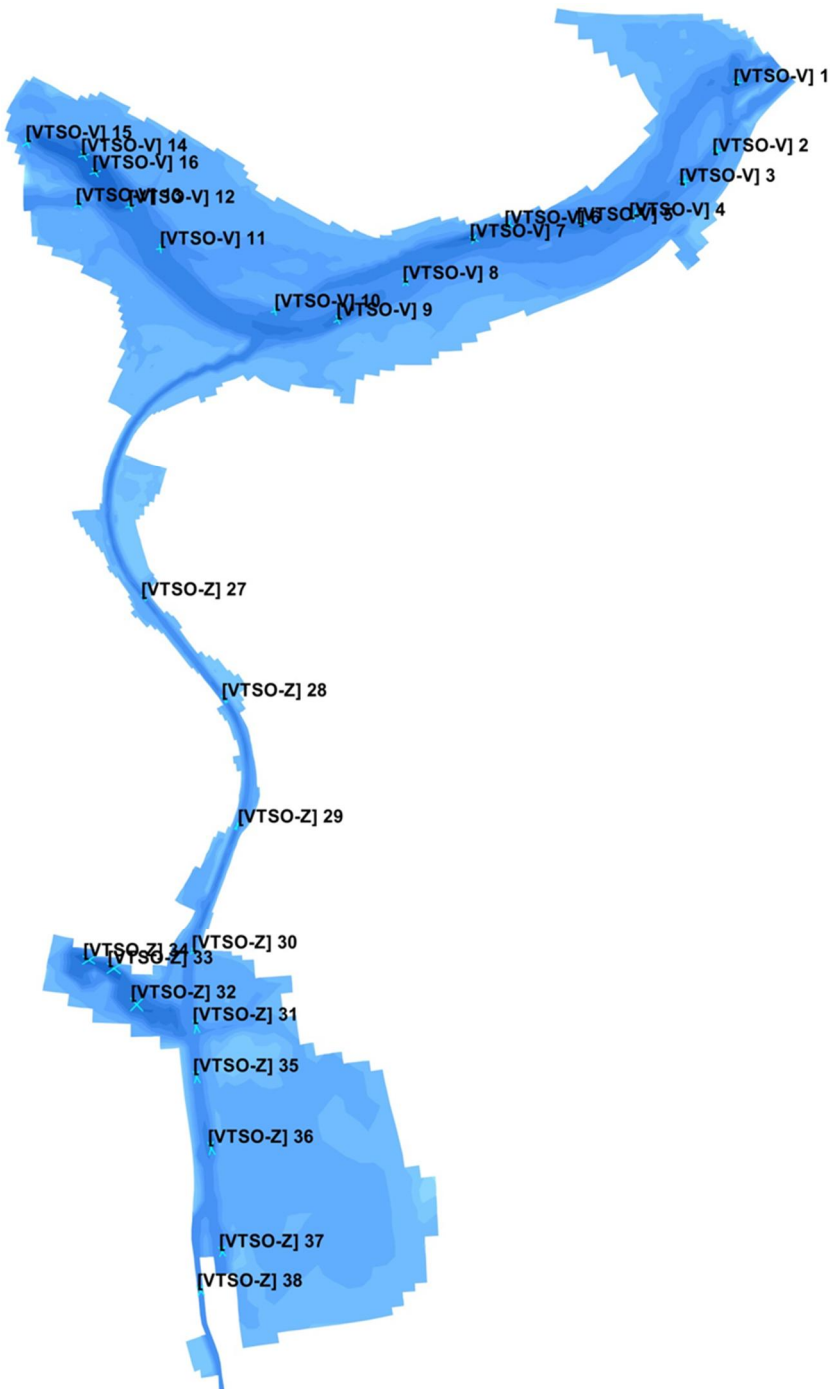


Figuur 3.7 Horizontale rekenrooster, diepte (rood~15m diep), droge punten (transparant) en dunne dammen (zwart van het hydrodynamische model voor het Volkerak-Zoommeer. Drie uitsnedes van het horizontale rekenrooster van het hydrodynamische model voor het Volkerak meer, de de Eendracht en het Zoommeer. De droge punten (transparant) geven het overloopgebied aan.





*Figuur 3.8 Locatie van de randen van het model: Volkeraksluizen, Dintel, Dintelsas, Krammersluizen, Kreekraksluizen en de Bathse spuisluis.*



Figuur 3.9 Uitvoerlocaties voor tijdreeksen van VTSO meetpunten op het modeldomein van het hydrodynamische model voor het Volkerak-Zoommeer.

### 3.4 Softwareversies

Voor de software is gebruik gemaakt van de volgende versies:

- De versie van Delft3D-FLOW is 6.01.15.4970.
- Baseline, startpunt model: Baseline/WAQUA schematisatie met naam ZWD-5 (Volkerak-Zoommeer/Zuidwestelijke Delta) en versie nummer j12\_5-v2 [Baseline-zwd-j12\_5-v2 = Baseline-zwd-hr2017\_5-v1] (Kerkhoven, 2014 en Kuiper e.a., 2014).
- DELWAQ versie:5.05.00.5471.

### 3.5 Aggregatie

Het Delft3D-FLOW model is voor gebruik in DELWAQ slechts minimaal geaggregeerd. Aggregatie is toegepast om stabiliteitsproblemen met het numerieke schema van Delwaq te voorkomen. Bij de aggregatie zijn in de verticaal de bovenste 4 lagen samengevoegd tot 1 laag (zodat geen droogval meer optreedt in deze lagen) en zijn in de horizontaal de eerste 20 gridcellen vanaf de Bathse spuisluis tot 1 cel). Nadat een tweetal bugs in het beta-schema van Delwaq is opgelost is ook een niet geaggregeerde schematisatie waarschijnlijk stabiel in is in dat geval aggregatie overbodig geworden.

### 3.6 Meteorologische aansturing

Voor windsnelheid, windrichting, temperatuur van de lucht, bewolgingsgraad en relatieve luchtvochtigheid is gebruik gemaakt uurlijkse data van KNMI station Vlissingen (KNMI stations code 310) door het bestand `uurgeg_310_2001-2010.txt` te downloaden via de site <http://projects.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens/selectie.cgi>.

De representativiteit van Vlissingen en Woensdrecht voor het Volkerak-Zoommeer is niet onderzocht. Het is aan te bevelen dit nog wel te doen. Door de uitgestrektheid van het modelgebied is waarschijnlijk geen van beide stations representatief. Overwogen kan worden om een ruimtelijk variabele meteorologie aan het model aan te bieden.

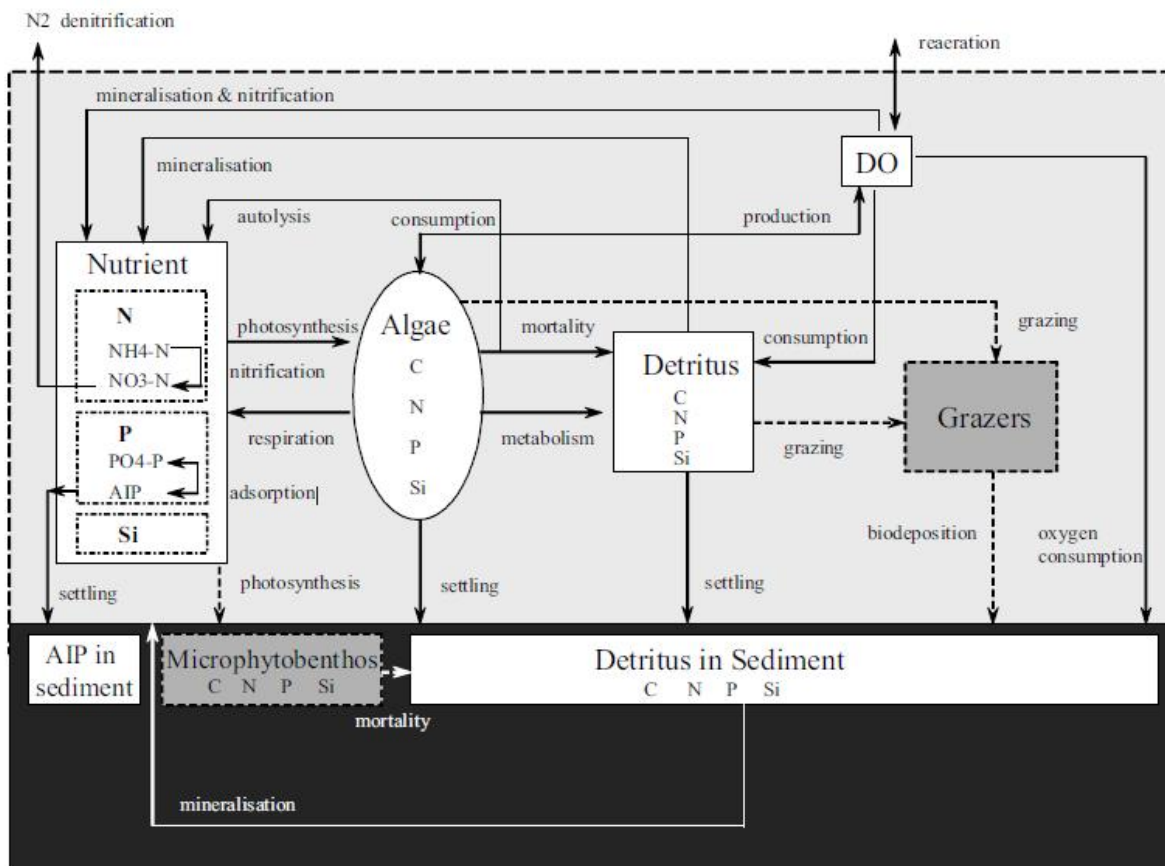
Voor de berekening van de watertemperatuur wordt het 'Ocean Heat Flux' Model gebruikt. Dit temperatuurmodel gebruikt als invoer de luchttemperatuur op 2 m boven het wateroppervlak, de relatieve luchtvochtigheid, de bewolgingsgraad en de netto gemeten zoninstraling. Voor de meteoaansturing worden dagwaarden voor de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid, bewolgingsgraad en zoninstraling van meetstation Vlissingen gebruikt, afkomstig van het KNMI. Deze aansturing wordt uniform over het modeloppervlak toegepast. Afregelparameters van het temperatuur model zijn de Stanton coëfficiënt voor de convectieve warmte flux en de Dalton coëfficiënt voor de warmte flux als gevolg van evaporatie. De gebruikte waarden zijn allebei  $1,3 \times 10^{-3}$  (default waarden). 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. In feite wordt voor de waterbalans (die ten grondslag ligt aan het zout- en temperatuurmodel) dus de gemeten verdampingsreeks van Vlissingen gebruikt terwijl voor de warmteonttrekking ten behoeve van het temperatuurberekening de berekende verdamping van het temperatuurmodel wordt gebruikt. Dat is niet per definitie consistent en in deze studie niet onderzocht.

### 3.7 Nutriënten, licht, algen, bodem, zwevend stof

De waterkwaliteit en algen zijn gemodelleerd met DELWAQ (Deltares, 2014). Dit model maakt gebruik van de waterbeweging van het Delft3D-FLOW model en beschrijft o.a. het stoftransport middels advection-diffusie vergelijkingen, de nutriënten- en zuurstofhuishouding, de algenbiomassa, de algensamenstelling en het onderwater lichtklimaat. De aan algen gerelateerde processen, waaronder groei, sterfte en mineralisatie, worden binnen DELWAQ uitgerekend door het model BLOOM (Los, 2009). Een belangrijk aspect van BLOOM is dat het fenotypische adaptaties kan modelleren binnen één algensoort. Deze types beschrijven de algensoort onder verschillende condities. De meest voorkomende types zijn hierbij (Los e.a., 1994):

1. Fosfaat gelimiteerd (P type)
2. Stikstof gelimiteerd (N type)
3. Licht gelimiteerd (E type)

Voor het modelleren van de interactie tussen water en bodem is een eenvoudige éénlaags bodem in het model opgenomen. In Figuur 3.10 is schematisch weergegeven hoe de verschillende componenten met elkaar samenhangen. Een gedetailleerdere beschrijving van deze processen is terug te vinden in Los (2009) en Los e.a. (1994).



Figuur 3.10 Schematische weergave van de processen in het Volkerak-Zoommeer.

### 3.8 Grazers

Er zijn met DELWAQ twee mogelijkheden om mosselen te modelleren: statisch (in de vorm van een opgelegde functie) met de CONSBL module en dynamisch (als een populatiedynamisch model) met de DEBGRZ module. De CONSBL module legt een biomassa van de mosselen aan het systeem op, waarna deze biomassa wordt aangepast aan de hand van groei, sterfte en voedselbeschikbaarheid (Deltares, 2014). De DEBGRZ module is gebaseerd op de Dynamische Energie Budget (DEB) theorie dat met mechanistische regels beschrijft hoe de energiehuishouding van organismen in elkaar zit (Kooijman, 2010). Sleutelprocessen hierbij zijn o.a. opname, groei, onderhoud, en reproductie. Voor een uitgebreide beschrijving van deze toepassing zie: Troost (2011). Voor de relatie van de grazers met de andere processen, zie Figuur 3.10.

Aan het begin van dit project zijn zowel berekeningen met CONSBL als met DEBGRZ gemaakt. Dit is gedaan omdat CONSBL de meer vertrouwde methode van het modelleren van schelpdieren is en omdat DEBGRZ nog niet lang gebruikt wordt. Echter, bij het vergelijken van de eerste resultaten bleek DEBGRZ al direct betere resultaten te boeken dan CONSBL. De kalibratie van DEBGRZ op de Oosterschelde (Troost, 2011) was daarbij een voordeel. Daarnaast heeft DEBGRZ door zijn dynamische opzet ook meer voorspellende waarde dan CONSBL, en is er in dit project voor gekozen om CONSBL niet te kalibreren, maar om verder te werken met de DEBGRZ module.

### 3.9 Forcering

#### 3.9.1 Stoffenlijst

In Tabel 3.2 staan de stoffen die zijn opgenomen in het model.

Tabel 3.2 Stoffen opgenomen in het VZM waterkwaliteitsmodel.

waterfase	biota	bodem
DetC, OOC	GREENS_E, N, P	DetCS1, OOCS1
DetN, OON	FDIATOMS_E, P	DetNS1, OONS1
DetP, OOP	FFLAGELA	DetPS1, OOPS1
DetSi, OOSi	APHANFIX_E, N, P, F	DetSiS1, OOSiS1
AAP	MICROCYS_E, N, P	AAPS1
NH4	OSCILAT_E, N, P	SOD
NO3	ANABAENA_E, N, P	
PO4	Mussel_V, E, R	
Si		
OXY		

#### 3.9.2 Numerieke aspecten

De modelberekeningen gaan over de jaren 2011, 2012 en 2013. De T0 voor deze berekeningen is 2006/10/01-00:00:00. De start en stoptijd van deze sommen staan in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Start en stoptijden van de sommen voor 2011 tot en met 2013 voor het Volkerak-Zoommeer

Som	Starttijd	Stoptijd
2011	2011/01/01-00:00:00	2012/01/01-00:00:00
2012	2012/01/01-00:00:00	2013/01/01-00:00:00
2013	2013/01/01-00:00:00	2014/01/01-00:00:00

De tijdstap waarover het transport tijdens de bovenstaande sommen plaatsvindt, is 1 uur. Met de functie MULTIGRID is de tijdstap voor alle processen, behalve die voor zuurstof en indien van toepassing de grazers, op 24 uur gezet. Voor de graasprocessen geldt dat de gekozen tijdstap kleiner moet zijn dan of gelijk moet zijn aan die van de processen die verbonden zijn met de algen. De verklaring hiervoor zal nader worden toegelicht in de discussie. Daarnaast zijn de grazers afhankelijk van zuurstof. Aangezien zuurstof een zeer dynamische stof is, is er gekozen voor een korte tijdstap van 1 uur voor zowel grazers als zuurstof. Tot slot is de tijdstap voor de algenbiomassa en soortsaamenstelling (parameter TimMultBI) op 24 uur gezet.

Rekenschema 24 is gebruikt voor de berekeningen. Voor dit rekenschema is gekozen, aangezien de klassieke rekenschema's numerieke problemen gaven. Rekenschema 24 is nieuw en alleen in betaversie beschikbaar, maar lijkt goed te werken. Rekenschema 24 bepaalt aan de hand van de ingestelde transporttijdstep (in dit geval 1 uur) of er gridcellen zijn waarvoor een kortere tijdstep nodig is. Hierbij wordt de ingestelde transporttijdstep een n-aantal keer in tweeën gedeeld. De maximale n staat hierbij standaard op 13. De kleinst mogelijke tijdstep met rekenschema 24 is dus  $1 \text{ uur}/2^{13} \approx 0,44 \text{ secondes}$ . Dit rekenschema maakt de berekening sneller doordat niet het hele grid op de kleinste tijdstep doorgerekend hoeft te worden. Het schema is in 2015 ontwikkeld en nog niet officieel onderdeel van Delwaq (dat is wel voor 2016 gepland).

De verticale dispersie staat ingesteld op  $0,00001 \text{ m}^2/\text{s}$ .

### 3.9.3 Modelranden

Stoffen komen in het waterkwaliteitsmodel via randen (sluizen en rivieren) binnen. Technisch worden deze in Delwaq als zogenaamde lozingen afgehandeld.

In het model worden op 3 punten stoffen geloosd, bij de Volkeraksluizen en bij de instroompunten van de Dintel en de Steenbergse Vliet (zie Tabel 3.4). Het gaat hierbij om de stoffen: geadsorbeerd fosfaat (AAP), koolstof in detritus (DetC), stikstof in detritus (DetN), fosfor in detritus (DetP), silicaat in detritus (DetSi), zuurstof ( $\text{O}_2$ ), overige organische koolstof (OOC), overige organische stikstof (OON), overige organische fosfor (OOP), fosfaat ( $\text{PO}_4$ ), ammonium ( $\text{NH}_4$ ), nitraat ( $\text{NO}_3$ ) en licht gelimiteerde diatomeeën, groenalgen en *microcystis* (een blauwalg die in het Volkerak-Zoommeer voorkomt).

Tabel 3.4 Rijksdriehoekskoördinaten van de lozingen (tussen haakjes de n, m gridcoördinaten)

Locatie (N, M)	Rijksdriehoekskoördinaten	
	X	Y
Volkeraksluizen (2, 173)	87222.547	411579.938
Dintel (31, 167)	85113.602	407572.188
Steenbergse Vliet (80, 163)	76654.438	404814.500

Temperatuur- en chloridedata (zowel boven als onder in de waterkolom, uiteindelijke gebruikte waarden zijn verkregen door middeling van waarde onder en boven) voor Antwerpen\_kanaalpand (Kreekrakgemaal netto waterverlies), Krammerbekken\_laag (Krammersluizen) en Bovensluis (Volkerak schut+spuisluizen) zijn gedownload vanaf [http://waterberichtgeving.rws.nl/nl/water-en-weer\\_dataleveringen\\_ophalen\\_opgetreden\\_data.htm?actie=overzicht](http://waterberichtgeving.rws.nl/nl/water-en-weer_dataleveringen_ophalen_opgetreden_data.htm?actie=overzicht)

Voor conversie van ppt naar mg chloride per liter is saliniteit gedeeld door 1,80655 (saliniteit naar chloride) en vermenigvuldigd met 1000 (g naar mg). Voor conversie van mg chloride per liter naar saliniteit in ppt is vermenigvuldigd met 1,80655 (chloride naar saliniteit) en gedeeld door 1000 (mg naar g).

De concentraties van deze stoffen zijn bepaald aan de hand van metingen. Voor de stofconcentraties bij de Volkeraksluizen is aangenomen dat deze gelijk zijn aan die van het MWTL meetpunt Bovensluis (Donar-code: BOVSS) in het Hollandsch Diep. Ammonium ( $\text{NH}_4$ ), kjeldahl stikstof (KjN) en silicium (Si) zijn voor deze locatie gedownload vanaf live.waterbase.nl en nitraat ( $\text{NO}_3$ ), zuurstof ( $\text{O}_2$ ), fosfaat ( $\text{PO}_4$ ) en chlorofyl-a (Chl-f-a) zijn voor deze locatie aangeleverd door de Helpdesk Water. Indien ontbrekend zijn de  $\text{NO}_3$  waardes berekend uit de som van nitraat en nitriet ( $\text{sNO}_3\text{NO}_2$ ) in combinatie met nitriet ( $\text{NO}_2$ ) waardes, met de formule  $\text{sNO}_3\text{NO}_2 = \text{NO}_2 + \text{NO}_3$ .

De stofconcentraties voor de Dintel en de Steenbergsche Vliet zijn bepaald aan de hand van metingen op meetpunt 200001 en 300001 van het Waterschap Brabantse Delta. Aangezien Chlf-a en Si niet gemeten zijn in de periode 2011-2013, zijn hiervoor de waardes van respectievelijk 0.005 en 5 mg/L voor gebruikt. Hierbij is de aanname dat de concentraties in de Brabantse rivieren boven die van het Hollands Diep zullen liggen.

Voor alle drie de meetpunten zijn de stoffen AAP, DetC, DetN, DetP, DetSi, OOC, OON, OOP, diatomeeën, groenalgen en *microcystis* vervolgens berekend d.m.v. de volgende conversies:

Tabel 3.5 Conversie van gemeten- naar modelstoffen

modelstof	gemeten stof	factor
AAP	PO4	0,25
DetC	Chlf-a * factor	0,029
DetN	Chlf-a * factor	0,0068
DetP	Chlf-a * factor	0,00057
DetSi	Chlf-a * factor	0,016
OOC	Chlf-a * factor	0,0086
OON	KjN - NH4 - factor * Chlf-a	0,0068
OOP	Chlf-a * factor	0,00017
Diatomeeën type E	Chlf-a * factor	0,00625
Groenalgen type E	Chlf-a * factor	0,0075
Microcystis type E	Chlf-a * factor	0,015

De herkomst van bovenstaande formules staat beschreven in Bijlage B van het rapport 'Model Validation Study DBS in Networks' (Los e.a., 1994).

Om de dataset zo compleet mogelijk te houden en alle bovenstaande stoffen te kunnen berekenen, is in het geval van een ontbrekende waarde gebruik gemaakt van blok interpolatie. Bij deze interpolatiemethode wordt de laatst bekende waarde gebruikt om een ontbrekende waarde op te vullen.

Tot slot zijn alle waardes omgerekend naar mg/L en zijn de meettijden op 00:00:00 gezet. Voor een overzicht van de input data zie Bijlage I.

Om te voorkomen dat bij een onttrekking op de randen van het model de opgelegde lozingen in de plaats van de gemeten concentraties onttrokken worden, is gebruik gemaakt van het WELL keyword (Deltares, 2014).

#### 3.9.4 Parameterinstellingen

De belangrijkste parameters en parameters waarin aanpassingen zijn gedaan, worden in deze sectie verder toegelicht. Voor de overige parameters wordt verwezen naar WL | Delft Hydraulics (2005). Een overzicht van alle gebruikte modelcoëfficiënten is opgenomen in Bijlage J.

#### 3.9.4.1 *ACTIVE\_EMERSION en ZThreshold*

Bij een Z-lagen model kan het voorkomen dat gedurende de rekensom door een waterpeilstijging of -daling een deel van de gridcellen aan het wateroppervlak nog slechts enkele centimeters water bevatten. Dit kan numerieke problemen veroorzaken. Om deze numerieke problemen te voorkomen is een minimale waterlaag dikte voor de Z-laag waarin de waterspiegel zich bevindt, ingesteld (parameters ACTIVE\_EMERSION in combinatie met ZThreshold). Wordt de waterlaag in de desbetreffende gridcellen kleiner dan deze grenswaarde dan wordt het water uit de gridcel samengevoegd met het water uit de gridcel in de laag daaronder. In dit model is de grenswaarde op 15 cm vastgesteld. Deze grenswaarde is gelijk aan die minimale waterlaagdikte van het hydrodynamisch model.

#### 3.9.4.2 *DRY\_THRESH*

Naast een te kleine waterlaag bij het wateroppervlak, kan het voorkomen dat een dunne gridcel is ontstaan in de waterlaag vlak boven de bodem. Om numerieke problemen te voorkomen is een grenswaarde van 15 cm vastgesteld (parameter DRY\_THRESH). Is de gridcel minder dan 15 cm diep dan wordt deze niet meegenomen in de berekening, maar vindt de uitwisseling met de bodem plaats in de gridcel direct boven de te kleine gridcel.

#### 3.9.4.3 *RefDay*

De lichtcurve in het waterkwaliteitsmodel heeft als standaard startpunt 1 januari. Het moment vanaf wanneer deze curve wordt toegepast in het model is echter gelijk aan de T0 van het hydrodynamisch model. Aangezien de T0 van het hydrodynamisch model niet op 1 januari begint, maar op 10 oktober, moet hierop een correctie plaatsvinden. Deze correctie is doorgevoerd in de RefDay en staat op 273 dagen.

#### 3.9.4.4 *ExtVIBak*

Uit de kalibratie is gebleken dat de achtergrond extinctie van het huidige systeem lager ligt dan voor het voorgaande 2D Volkerak-Zoommeermodel. De achtergrond extinctie is zodoende aangepast van  $1,33 \text{ m}^{-1}$  naar  $0,9 \text{ m}^{-1}$ .

#### 3.9.4.5 *Latitude*

De latitude staat voor Nederland op 52 graden.

#### 3.9.4.6 *Algen*

De parameters voor de algenmodellering zijn gelijk aan de waarden die voor het IJsselmeer in het kader van het ANT-project gebruikt zijn (Harezlak, ongepubliceerd). De algensoorten die in het model zijn opgenomen zijn:

- Groenalgen (GREENS)
- Flagellata (FFLAGELA)
- Blauwalgen
  - o *Microcystis* (MICROCYS)
  - o *Aphanizomenon* (APHANFIX)
  - o *Oscillatoria* (OSCILAT)
  - o *Anabaena* (ANABEANA)
- Diatomeeën (FDIATOMS)



#### 3.9.4.7 Grazers

De DEBGRZ module is generiek van opzet en dus in principe geschikt om elke (schelp)diersoort mee te kunnen modelleren. De fysiologische verschillen tussen de soorten worden meegegeven via soort-specifieke DEB-parameters. De mossel die op dit moment hoofdzakelijk aanwezig is in het Volkerak-Zoommeer is de quaggamossel. Voor deze mossel zijn echter geen DEB parameters beschikbaar, en binnen dit project was geen ruimte om onderzoek te doen naar deze parameters. Daarom hebben we gewerkt met DEB-parameters voor de zoutwatermossel 'gewone mossel' (*Mytilus edulis*). Deze parameters zijn afkomstig uit een gerichte en gedegen studie (Van der Veer e.a., 2004). De systeem-specifieke parameters zijn vervolgens afgeregeld in ons Oosterschelde model (Troost, 2011). Om toch een poging te doen om de fysiologie van de quaggamosselen beter te benaderen, is er ook een aantal sommen gemaakt met experimentele mosselinstellingen. Hiervoor zijn de driehoeksmossel parameters uit de thesis van A. Janssen (2012) toegepast. De parameters uit deze thesis hebben geen duidelijke (wetenschappelijke) status en zijn zonder verdere controle toegepast. Voor deze experimentele toepassing is ook de referentie-lengte van de mosselen in het Volkerak berekend op basis van de gemiddelde lengte per biovolume-eenheid van mosselen in het Volkerak (Bij de Vaate, 2013 – Bijlage 5). De relaties tussen biovolume en lengte in het Volkerak zijn terug te vinden in Tabel 1 van Bij de Vaate (2013). In hoeverre de quaggamossel met de driehoeksmossel te vergelijken is, is onbekend. Voorsnog is aangenomen dat de verschillen tussen deze mosselsoorten relatief klein zijn. Voor een overzicht van de parameters zie Bijlage J.

#### 3.10 Processen

DELWAQ maakt gebruik van de DELWAQ processenbibliotheek waarin circa 200 stoffen en zo'n 650 chemische en biologische processen zijn opgenomen (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. De process definition file versie van het Volkerak-Zoommeer model is 5.02 2014100101. Voor een overzicht van de processen die in dit model zijn opgenomen zie Bijlage J.

#### 3.11 Forcering

In het model zijn de windkracht, netto zon instraling en zwevend stof opgenomen als tijdsafhankelijke forcering (functies). Voor de windkracht en instraling zijn data van het meetpunt Vlissingen van het KNMI gebruikt. Aangezien de instralingseenheid van het KNMI in J/cm<sup>2</sup>/h uitgedrukt is en het model als input W/m<sup>2</sup> gebruikt, zijn de KNMI gegevens omgerekend. Voor de conversie is de onderstaande formule gebruikt:

$$Irradiance_{model} = (Irradiance_{KNMI} / 3600) * 10000$$

Na de omrekening is de daggemiddelde waarde berekend. Ook voor de windkracht is een daggemiddelde waarde berekend.

Voor het zwevend stof is een uniforme waarde van 2.0 mg/l aangenomen. Deze waarde is gebaseerd op het voorgaande 2D Volkerak-Zoommeer model.

#### 3.12 Initiële condities

Om de initiële condities te genereren zijn de berekeningen voor de sommen zonder grazers voor 2011 één keer opnieuw gestart, waarbij de resultaten van 1 januari 2012 gebruikt zijn als nieuwe initiële conditie. Hierbij is voor de belangrijkste nutriënten in het systeem (N en P) gecontroleerd of de concentraties in 2011 ongeveer gelijk waren aan het begin en het einde van het jaar. Dit duidt er op dat het model is ingespeeld en dat het een cyclisch jaar betreft.

Voor de initiële condities van 2011 inclusief grazers zijn de initiële condities van de berekening zonder grazers aangepast. Hiervoor zijn allereerst de  $\text{gC/m}^2$  waarden voor de mosselen in het Volkerak-Zoommeer uit de mosselkarteringen voor het Volkerak-Zoommeer (Bij de Vaate, 2011, 2012 en 2013) afgeleid. De stappen om deze  $\text{gC/m}^2$  waarden te bepalen, zijn:

1. Het per locatie uitrekenen van het biovolume per  $\text{m}^2$  en de uitkomsten middelen per deelgebied: Volkerak-oost, Volkerak-west, Schelde-Rijnkanaal, Zoommeer.
2. Het biovolume vermenigvuldigen met de conversiefactor 0.017 om tot het asvrijdrooggewicht te komen. Deze conversiefactor van 0.017 is afgeleid uit de mosselkartering van het Volkerak-Zoommeer van 2013 (Bij de Vaate, 2013). In dit rapport staan zowel de biovolumes als de asvrijdrooggewichten per deelgebied van het Volkerak-Zoommeer. Een conversiefactor van 0.017 gaf de kleinste gemiddelde afwijking tussen biovolumes en asvrijdrooggewichten in de verschillende deelgebieden. Deze conversiefactor is in overeenstemming met de constatering van Bij de Vaate (2012) dat de conversiefactor minimaal 0.015 asvrijdrooggewicht per gram biovolume zou moeten zijn.
3. Het asvrijdrooggewicht met 0.4 vermenigvuldigen om tot het aantal  $\text{gC/m}^2$  te komen (van de Veer e.a., 2004).

Na het uitrekenen van de gemiddelde  $\text{gC/m}^2$  waarde voor 2011 ( $2.33 \text{ gC/m}^2$ ) is deze hoeveelheid mosselen aan het initiële condities bestand zonder grazers toegevoegd in de vorm van 80% structurele biomassa (MUSSEL\_V), 10% energetische biomassa (MUSSEL\_E) en 10% gonaden (MUSSEL\_R). De mosselen zijn homogeen over het modelgebied verdeeld. Vervolgens is het model met grazers voor één jaar opnieuw gedraaid, om de mosselen de kans te geven een natuurlijkere, niet-homogene, bodembedekking te bereiken.

## 4 Kalibratie

### 4.1 Resultaten hydrodynamica

Waterstanden zijn het resultaat van peilbeheer en impliciet via een balans van aan- en afvoerposten opgelegd aan het hydrodynamisch model. De variatie van de waterstanden in het VZM is klein maar deze kleine veranderingen vertegenwoordigen (door het grote oppervlak) wel grote debieten. Het “modelleren” van de waterbalans (buiten het hydrodynamisch model) en verificatie van de resultaten in het hydrodynamisch model is daarom een belangrijke voorwaarde voor een betrouwbare hydrodynamische modellering. Het huidige model voldoet hieraan (zie 3.1 and Figuur 3.2-Figuur 3.4).

Er bestaan geen metingen van de stroomsnelheden dus deze variabele kan niet worden gebruikt om de betrouwbaarheid van het model te toetsen.

De validatie van het hydrodynamisch model is daarom gebaseerd op twee belangrijke variabelen, de watertemperatuur en de doelvariabele chloride. Beide variabelen samen bepalen de mate van stratificatie en daarom is temperatuur als hulpvariabele geïdentificeerd. De gemodelleerde temperatuur wordt ook gebruikt bij de aansturing van alle biologische processen die worden gemodelleerd.

Voor de validatie van watertemperatuur en chloridegehalte (zout, saliniteit) zijn twee datasets gebruikt:

- Tijdsreeks voor Galathea, Vossemeer en Bathse brug
- VTSO-metingen Krammer-Volkerak (diepte-profielen)

De resultaten van het model en de metingen voor de tijdsreeks zijn weergegeven in Figuur 4.1. De overeenkomst van de berekende en de gemeten temperatuur is goed, de overeenkomst voor de saliniteit is redelijk tot goed in het Volkerak en Vossemeer maar het model onderschat de metingen in het zuidelijk deel van het model bij Bath. Het is waarschijnlijk dat hier een bron van zout ontbreekt die niet kan worden gecompenseerd door het (verder) verhogen van de zoutlek bij de Krammersluizen (zie het resultaat van de gevoeligheidsanalyse in Figuur 3.6: een bruto zoutlek van 42 kg/s geeft goede resultaten bij Bath maar overschat de gemeten zoutconcentraties in de rest van het model te sterk). In een volgende versie van het model kan bij de kalibratie van de zoutflux (zie 3.2) deze beter op twee plaatsen in het model worden ingebracht.

Met de resultaten van het hydrodynamisch model is ook een vergelijking gemaakt voor temperatuur en zout met de gemeten waarden op de overeenkomstige VTSO meetlocaties (zie Figuur 3.9). Daarmee krijgt de lezer een indruk van de verspreiding van zout en temperatuur in de diepte langs de twee hoofdassen van het systeem (Oost-West: VTSO 1-16 en Noord-Zuid: VTSO 27-38). Niet altijd was voor elke VTSO meetlocatie data voorhanden gedurende de jaren 2011, 2012 en 2013. In dat geval worden wel toch de simulatieresultaten getoond. In Appendices C t/m H staan achtereenvolgens de per jaar de temperatuur en zout figuren.

Uit de vergelijking voor temperatuur is op te maken dat het model behoorlijk goed overeenkomt met de metingen voor alle drie de jaren. De stratificatie die in de metingen diverse keren per jaar in de zomer te zien is wordt redelijk (de diepte tot waar stratificatie plaatsvindt) tot goed (timing) gereproduceerd. Voor zout lijkt de overeenkomst iets minder goed, met name in het zuidelijk deel van het meer zijn de gemodelleerde concentraties lager dan de metingen. Dat laatste komt ook tot uitdrukking in de berekende statistische afwijking (de root-mean-square-error, rmse) in Tabel 4.1 waar te zien is dat de overeenkomst in het Volkerak het best is en de overeenkomst naar het zuiden, m.n. voor zout, afneemt. De modellering van de toplaag is over het algemeen beter dan onder in de waterkolom.

In Appendices C-F is te zien dat de zoutpulsen die wat langere tijd aanhouden behoorlijk goed beschreven worden (VTSO-6: april en juli 2011 en zomer 2013).

Op locatie VTSO-16 wordt de temperatuurstratificatie door het model is de hele zomer goed beschreven. Op locatie VTSO-34 is de doormenging van de temperatuur naar de diepere lagen te groot (zie augustus wanneer het model onderin (va -12m) te hoge watertemperatuur voorspelt). Doordat zoutstratificatie te zwak is, is de indringing van temperatuur naar de diepte te groot. Een betere zoutmodellering bij Bath leidt waarschijnlijk ook tot een verbeterde beschrijving van de temperatuur stratificatie omdat meer zout de menging vermindert.

Het hydrodynamische model berekent de watertemperatuur voldoende in overeenstemming met de metingen en is daarmee geschikt als toeleverend aan de biologische processen van het waterkwaliteitsmodel.

Het hydrodynamisch model beschrijft de stratificatiegebeurtenissen die uit de metingen van temperatuur en zout blijken behoorlijk goed. De gemeten verticale zuurstofprofielen, opgenomen bij het onderdeel validatie waterkwaliteit (paragraaf 4.2) laten zien dat de timing van zuurstofloosheid goed overeenkomt met de timing van de stratificatiegebeurtenissen, een a dat het hydrodynamisch model geschikt is als basis voor het waterkwaliteitsmodel.

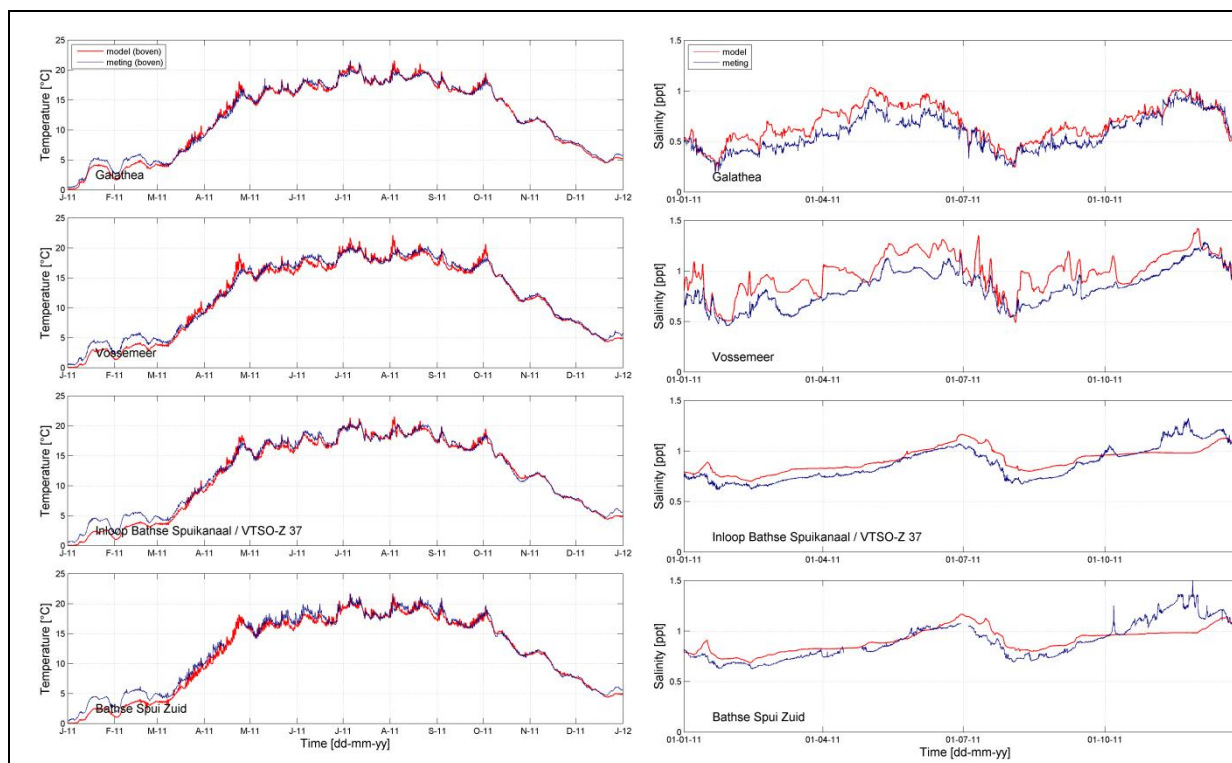
Tabel 4.1 Root-mean-square-error waarden voor de fit tussen model en VTSO metingen voor Temperatuur (boven) en Zout (onder). De RMSE is een maat voor de afwijking tussen model en metingen. Een waarde van 0 is een perfecte overeenkomst, grote waarden wijzen op een minder goede overeenkomst. De kleuren in onderstaande tabel zijn relatief (de schaal loopt van 0=groen tot rood voor de hoogste waarde in de tabel). Bij de interpretatie van een RMSE waarde moet de grootte van het oorspronkelijke signaal worden meegenomen (voor temperatuur orde 0-20 °C en voor saliniteit orde 0-1 ppt, zie bv Figuur 4.1

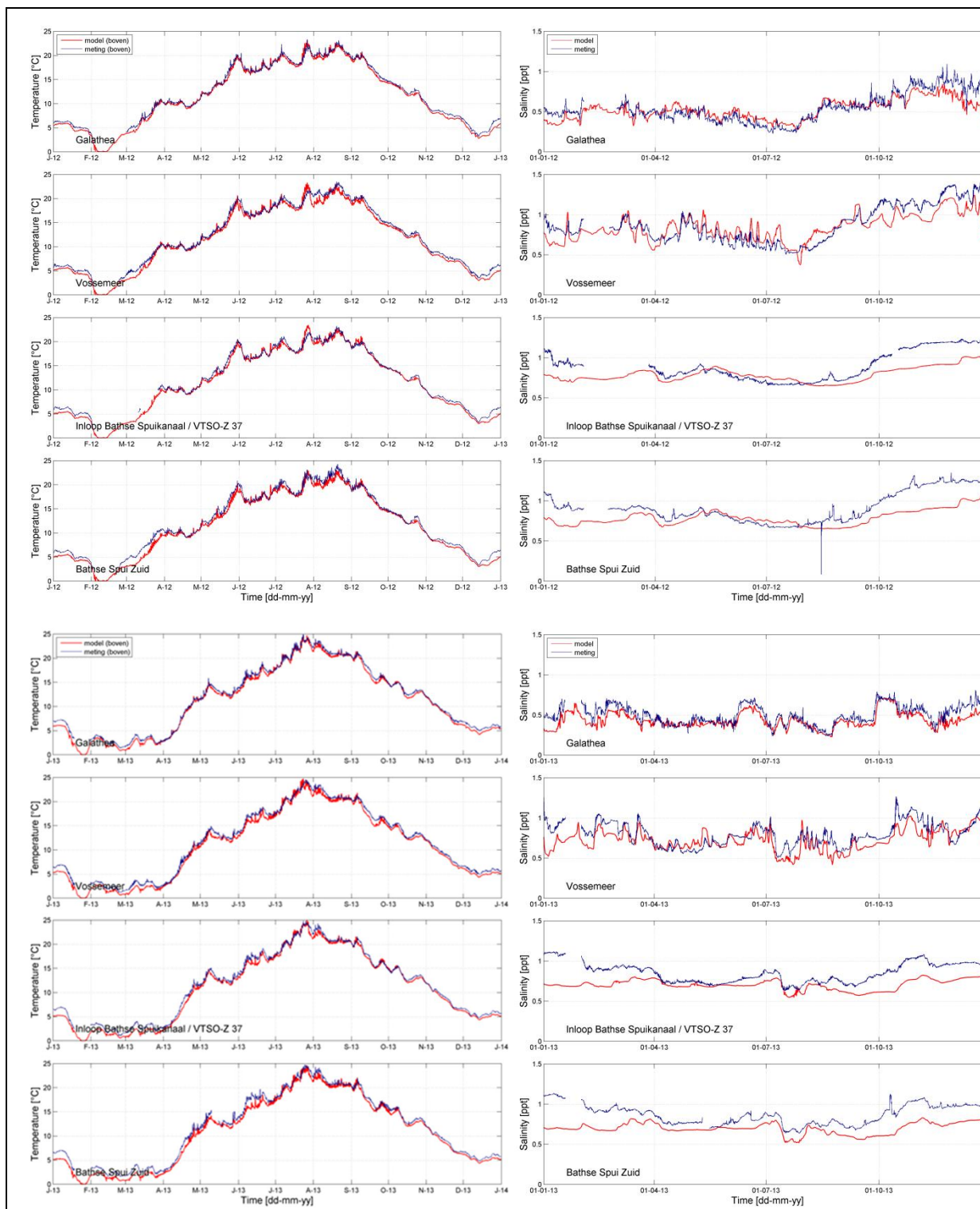
## RMSE - TEMPERATUUR (°C)

Jaar	Diepte	Galathea	Vossemeer	Inloop BS	BS Zuid
2011	oppervlakte	0.53	0.77	0.78	0.89
2011	bodem	0.57	0.84	0.81	0.92
2012	oppervlakte	0.54	0.76	0.63	0.85
2012	bodem	0.61	1.06	0.64	0.91
2013	oppervlakte	0.57	0.75	0.71	0.89
2013	bodem	0.62	0.94	0.75	0.96

## RMSE - SALINITEIT (ppt)

Jaar	Diepte	Galathea	Vossemeer	Inloop BS	BS Zuid
2011	oppervlakte	0.12	0.18	0.10	0.11
2011	bodem	0.18	0.19	0.09	0.12
2012	oppervlakte	0.10	0.14	0.16	0.18
2012	bodem	0.12	0.13	0.18	0.18
2013	oppervlakte	0.09	0.13	0.17	0.19
2013	bodem	0.10	0.13	0.17	0.18





Figuur 4.1 Jaarlijkse tijdserie van berekende en gemeten watertemperatuur (links) en zoutgehalte (rechts) in de bovenlaag voor drie jaren (van boven naar beneden resp. 2011-2012-2013) voor vier stations in het Volkerak (Galathea, Vossemeer en Bathse Spuikanaal en Bathse Spuisluis).

## 4.2 Resultaten waterkwaliteit

De metingen die gebruikt zijn om de modelresultaten mee te vergelijken zijn afkomstig van de MWTL meetpunten Oesterdam en Steenberg (Tabel 4.2, Rijkswaterstaat, 2014b). De beschikbare data voor de concentraties van nitraat, ammonium, totaal stikstof, fosfaat, totaal fosfaat, silicaat, chlorofyl-a en zuurstof en de achtergrondextinctie tussen 2011 en 2013 zijn gedownload vanaf [live.waterbase.nl](http://live.waterbase.nl). Aangezien de metingen vlak bij het wateroppervlak uitgevoerd worden, zijn de gemeten waardes vergeleken met de waardes in de bovenste waterlaag van het model voor e twee locaties waar metingen beschikbaar zijn. De resultaten worden achtereenvolgens gepresenteerd als massabalansen (Tabel 4.4 en Tabel 4.5), als tijdseries samen met metingen (Figuur 4.2 t/m Figuur 4.3) en ten slotte in Figuur 4.6 meer objectief met behulp van target diagrammen.

Tabel 4.2 Driehoekscöördinaten van de meetpunten

Locatie	Rijksdriehoekscöördinaten	
	X	Y
Steenbergen	74400.00	387850.00
Oesterdam	75750.00	406440.00

Voor dit project zijn meerdere jaren (2011-2013) doorgerekend met en zonder koppeling van de grazermodule (DEBGRZ). In totaal zijn er dus 6 sommen gedraaid: 3 jaren met grazers en 3 jaren zonder grazers. Op deze manier wordt zichtbaar wat het effect is van de mosselpopulatie op de algen en op de verschillende stoffen. De uitkomsten van deze modellen voor chlorofyl-a, totaal N, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, totaal P, PO<sub>4</sub>, Si, O<sub>2</sub> en E (extinctie) bij de meetpunten Steenberg en Oesterdam voor alle jaren zijn weergegeven in Figuur 4.2 en Figuur 4.3.

### 4.2.1 Massabalans totaal-stikstof en totaal-fosfaat

In de onderstaande tekst wordt alleen het jaar 2011 zonder en met grazers (respectievelijk Tabel 4.4 en Tabel 4.5) besproken, aangezien de jaren 2012 en 2013 vergelijkbare resultaten tonen. De exacte cijfers van deze jaren zijn terug te vinden in Bijlage K tot en met P (per jaar, met en zonder de DEBGRZ module).

#### 4.2.1.1 Massabalans 2011 zonder graas

De instroom van stikstof in het Volkerak-Zoommeer model vindt plaats via het Hollands Diep en de rivieren de Dintel en de Steenbergse Vliet. Hiervan zijn het Hollands Diep en de Dintel de grootste bronnen van stikstof met een aandeel van elk respectievelijk 38% en 55% en is de Steenbergse Vliet een aanmerkelijk kleinere bron van 7%.

Stikstof verlaat het watersysteem (water en bodem) op verschillende manieren. Via uitstroom door de drie benedenstroomse sluizen, samen goed voor 43% van het totaal, met de Bathse spuilsuis als grootste uitstroomlocatie (27%) en via twee processen: denitrificatie en begraving. Via denitrificatie wordt nitraat omgezet tot stikstofgas dat het watersysteem richting de atmosfeer verlaat (29%) en via begraving wordt stikstof in de vorm van o.a. algen en detritus via sedimentatie in de bodem opgeslagen (26%).

Voor fosfaat geldt eveneens dat de grootste bronnen van instroom het Hollands Diep (64%) en de Dintel (32%) zijn en dat de Steenbergse Vliet een veel kleiner aandeel met zich meebrengt (4%). Fosfaat verlaat het systeem vervolgens weer via de drie benedenstroomse sluizen (39%) en via begraving (62%).

De stikstof en fosfaat die door de algen uit het water opgenomen wordt voor de primaire productie, komen weer beschikbaar door algensterfte in de waterkolom (~70%) en, na sedimentatie van de algen, in de bodem (~30%).

De verhouding tussen de primaire productie en wat het systeem binnenkomt aan fosfaat en stikstof ligt op ~4.1 voor fosfaat en op ~0.7 voor stikstof. Dit betekent dat de algen de PO<sub>4</sub> belasting zeer efficiënt benutten en dat niet alle stikstof dat voor de algen beschikbaar is, gebruikt wordt.

#### 4.2.1.2 Massabalans 2011 met graas

In het geval er graas plaatsvindt in het systeem, beïnvloedt dit proces de verdeling van de stikstof- en fosfaatstromen. Er stroomt uiteraard nog steeds evenveel stikstof en fosfaat het systeem binnen, maar doordat de grazers de interne omzettingen versnellen verlaat meer stikstof en fosfaat het systeem. Deze versnelling is goed terug te zien in de verhouding tussen de primaire productie en de chlorofyl-a waardes. De chlorofyl-a concentraties in het begraasde model (gemiddeld 1,86 mg/m<sup>3</sup>) zijn gedurende het jaar ongeveer 4x zo laag als de chlorofyl-a concentraties van het onbegraasde model (gemiddeld 8,36 mg/m<sup>3</sup>), terwijl de primaire productie (27,19 gC/m<sup>3</sup> begraasd t.o.v. 51,20 gC/m<sup>3</sup> onbegraasd) slechts ongeveer 2x zo laag ligt (zie ook Tabel 4.3).

De begrazing van de algen (74% van de algen wordt weggegraasd) zorgt er eveneens voor dat er een kleiner aandeel van de algen kan sedimenteren (7%) danwel in de waterkolom kan sterven (18%). Dat het aandeel van de bodem in de stikstof- en fosfaatbalansen hierdoor afneemt, is terug te zien in de verhouding van stikstof- en fosfaatmineralisatie in de waterkolom en in de bodem. Waar deze in de onbegraasde situatie respectievelijk ~1.2 en ~1.3 is, verschuift deze in de begraasde situatie naar ~3.5 en ~3.0. Dit betekent dat er in de begraasde situatie ongeveer twee tot drie keer zoveel mineralisatie in de waterkolom plaatsvindt dan in de onbegraasde situatie.

Tabel 4.3 Gemiddelde chlorofyl-a waardes en primaire productie tussen 2011 en 2013.

Gemiddeld over 2011-2013	met DEBGRZ	zonder DEBGRZ
Chlorofyl-a (mg/m <sup>3</sup> )	1.86	8.36
Primaire productie (gC/m <sup>3</sup> )	27.19	51.2
Prim. Prod. / Chlf-a (-)	14.62	6.12



Tabel 4.4 Stoffenbalans voor stikstof en fosfaat exclusief de DEBGRZ module in 2011.

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit (%)	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	4.70	0.00	38	0
	Dintel	Lozingen	6.83	0.00	55	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.86	0.00	7	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	1.78	0	14
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.25	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	3.38	0	27
	Denitrificatie	Proces	0.00	3.65	0	29
	Begraving in bodem	Proces	0.00	3.29	0	26
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.06	0	0
	<i>Som</i>		<i>12.40</i>	<i>12.40</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	9.01	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	6.31	0	70
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	2.40	0	27
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.30	0	3
	<i>Som</i>		<i>9.01</i>	<i>9.01</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>
Mineralisatie water	2.83 g/m <sup>3</sup>					
Mineralisatie bodem	2.37 g/m <sup>3</sup>					
Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit (%)	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.10	0.00	64	0
	Dintel	Lozingen	0.05	0.00	32	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.01	0.00	4	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.02	0	12
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.00	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.04	0	25
	Begraving in bodem	Proces	0.00	0.09	0	62
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.00	0	0
		<i>Som</i>		<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	0.62	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	0.42	0	68
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.17	0	27
	Sluitpost	Proces	0.00	0.03	0	5
	<i>Som</i>		<i>0.62</i>	<i>0.62</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water	0.19 g/m <sup>3</sup>					
Mineralisatie bodem	0.15 g/m <sup>3</sup>					

Tabel 4.5 Stoffenbalans voor stikstof en fosfaat inclusief de DEBGRZ module in 2011.

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	
					(%)	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	4.70	0.00	38	0
	Dintel	Lozingen	6.83	0.00	55	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.86	0.00	7	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	2.19	0	18
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.31	0	3
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	4.39	0	35
	Denitrificatie	Proces	0.00	4.10	0	33
	Begraving in bodem	Proces	0.00	1.43	0	12
	Sluitpost	Sluitpost	0.03	0.00	0	0
	<i>Som</i>		12.43	12.43	100	100
Algen	Primaire productie	Proces	6.12	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	1.09	0	18
	Graas	Proces	0.00	4.51	0	74
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.42	0	7
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.10	0	2
	<i>Som</i>		6.12	6.12	100	100
Mineralisatie water	3.42 g/m <sup>3</sup>					
Mineralisatie bodem	0.99 g/m <sup>3</sup>					

Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	
					(%)	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.10	0.00	64	0
	Dintel	Lozingen	0.05	0.00	32	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.01	0.00	4	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.03	0	18
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.00	0	3
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.06	0	39
	Begraving in bodem	Proces	0.00	0.06	0	40
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.00	0	0
		<i>Som</i>		0.15	0.15	100
Intern	Primaire productie	Proces	0.53	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	0.09	0	18
	Graas	Proces	0.00	0.39	0	74
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.03	0	6
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.01	0	2
	<i>Som</i>		0.53	0.53	100	100
Mineralisatie water	0.24 g/m <sup>3</sup>					
Mineralisatie bodem	0.08 g/m <sup>3</sup>					

#### 4.2.2 NO<sub>3</sub>

De gemodelleerde nitraatwaardes komen van mei tot en met oktober goed overeen met de gemeten waardes. Gedurende november tot en met maart zijn de metingen 1 tot 3.5 mg/L hoger uit dan de gemodelleerde waardes. De oorzaak voor dit tekort aan nitraat in het model is waarschijnlijk een te lage toelevering van NO<sub>3</sub> vanuit de rivieren. Aangezien de processen die in verband staan met NO<sub>3</sub> het grote verschil niet kunnen verklaren. De algen die voor een te lage NO<sub>3</sub> zouden kunnen zorgen, zijn slechts in kleine aantallen aanwezig in de winter. Een toevoer van NO<sub>3</sub> door middel van nitrificatie zou slechts een bijdrage van maximaal 0.35 gram kunnen leveren (de voorraad ammonium in het water). Hiermee kan het verschil tussen de metingen en de modelwaardes (1-3.5 mg/L) niet overbrugd worden. Het omgekeerde proces, denitrificatie, is een temperatuur gestuurd proces waardoor dit in de winter niet voor een afname van deze omvang kan zorgen.

#### 4.2.3 NH<sub>4</sub>

Ammonium is een zeer dynamische stof en daardoor lastig te modelleren. Aangezien de invloed van deze stof op het systeem verwaarloosbaar is ten opzichte van de NO<sub>3</sub> concentratie is het afdoende wanneer de trend van deze stof redelijk overeenkomt met de metingen. Dit is in dit model het geval.

#### 4.2.4 PO<sub>4</sub>

In zowel het begraasde als onbegraasde model worden de PO<sub>4</sub> concentraties in het najaar onderschat. De hoofdoorzaak van deze onderschatting is terug te vinden in de PO<sub>4</sub> nalevering uit de bodem aan het einde van het jaar, zoals ook bekend uit het voorgaande 2D model van het Volkerak-Zoommeer en besproken in het rapport van Osté (2012). In het 2D model van het Volkerak-Zoommeer werd hiervoor gecompenseerd door gedurende het jaar aan de hand van metingen een correctie op de fosfaatlevering vanuit de bodem toe te passen. In het 3D model is er voor gekozen om deze correctie in eerste instantie uit het model te laten. Een opgelegde correctie op de fosfaatlevering vanuit de bodem heeft namelijk geen voorspellende waarde.

In de oude situatie waren de algen gedurende vrijwel het hele jaar fosfaat gelimiteerd, wat ervoor zorgde dat een correcte fosfaatconcentratie noodzakelijk was voor een correcte beschrijving van de algenconcentratie. In de nieuwe situatie, waarbij sprake is van een afname van de algenconcentraties door graas, blijkt het systeem nauwelijks fosfaat gelimiteerd. Dit is ook terug te zien in de PO<sub>4</sub> concentraties van de sommen met de DEBGRZ module, waarin de PO<sub>4</sub> concentraties vrijwel niet meer teruglopen tot nul. De biomassa om de volledige fosfaatconcentratie uit de waterkolom op te nemen wordt in de begraasde situatie dus niet bereikt. De uitzonderingen hierop zijn de momenten waarop de algen gedurende een korte periode aan de mosselgraas weten te ontkomen (zie Figuur 4.4 en Figuur 4.5).

Voor het huidige Volkerak-Zoommeer model betekent dit dat de fosfaathuishouding van het Volkerak-Zoommeer geen sturende factor is in de aanwezigheid van de algen. Zodoende is de onderschatting van de PO<sub>4</sub> concentratie op dit moment niet problematisch. Voor de toekomst is het wel gewenst om tot een juiste PO<sub>4</sub> nalevering te komen.

#### 4.2.5 Silicaat

De silicaatgehaltes van het systeem volgen de groei en sterftemomenten van de diatomeeën. Zo is te zien dat in 2011 de bloei van diatomeeën gelijk op gaat met de daling van het in de waterkolom aanwezige silicaat. In het huidige model veroorzaakt alleen een diatomeeënpiek ter grootte van de onbegrasde situatie bij benadering de gemeten silicaatafname. In de begrasde situatie met veel minder algen is de hoeveelheid silicaat die is vastgelegd in de hoeveelheid algen klein en wordt de gemodelleerde hoeveelheid silicaat flink overschat.

Omdat de belastingen van silicaat voor een aantal (Brabantse) bronnen ontbrak is hiervoor een schatting gemaakt. Dus een forse afwijking in de belasting van Si is een mogelijke verklaring voor de overschatting, die we voor als nog niet kunnen falsificeren.

#### 4.2.6 O<sub>2</sub>

De gemodelleerde waarden voor zuurstof in op de MWTL meetpunten komen goed overeen met de gemeten waarden en wijken ook tussen de modellen met en zonder graas weinig van elkaar af ondanks de twee keer hogere primaire productie in het begrasde systeem.

De verticale zuurstofprofielen laten zien dat de VTSO zuurstof metingen over het algemeen goed overeenkomen met de gemodelleerde waarden (zie Bijlage R, S en T). De berekende periodes van stratificatie zouden nog langer en intensiever mogen zijn om een nog betere fit met de metingen te krijgen. Daarvoor is een nog sterkere stratificatie nodig.

#### 4.2.7 Chlorofyl-a

De chlorofyl-a gehalten van de verschillende jaren benaderen na het aansluiten van de DEBGRZ module de metingen goed (~ 5 µg/L). Zonder deze module worden door de modellen beduidend hogere chlorofyl-a waarden behaald (~ 20 µg/L, met uitschieters tot ~ 70 µg/L).

In de periode augustus tot en met oktober is er een kort moment waarin de algen in de begrasde modellen tot een bloei komen. Dit duidt erop dat de huidige situatie zich vlakbij een omslagpunt tussen algendominantie en mosseldominantie bevindt. In het model is de timing van het moment waarop de algen aan de grazers weten te ontsnappen gerelateerd is aan momenten van stratificatie. Uitleg over deze relatie volgt in de discussie. De momenten van plotselinge bloei komen tegelijk met een lichte afname in de aanwezigheid van de mosselen. Gedurende deze periodes van bloei wordt PO<sub>4</sub> weer limiterend.

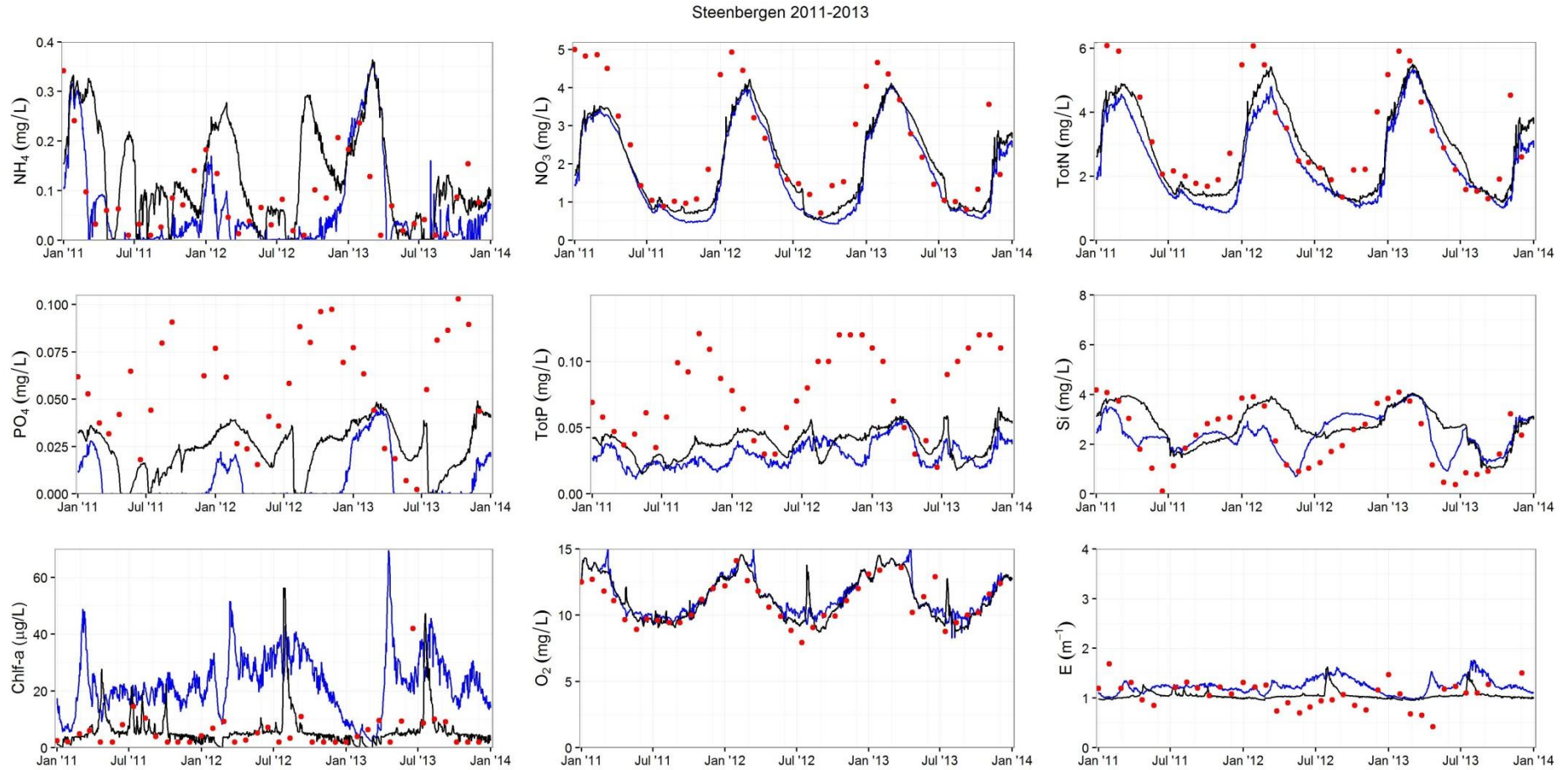
Het model inclusief graas laat een hogere diversiteit in algensoorten zien. Hoewel er geen dat over de algensamenstelling beschikbaar zijn voor deze periode, is een hogere soortendiversiteit een gegeven dat kenmerkend is voor systemen met een lage biomassa en hoge specifieke groeisnelheden.

In de berekening met grazers is geen preferentie van de mosselen voor specifieke algen opgegeven. Dit betekent dat alle algen evenveel begrasd worden. Het effect hiervan is terug te zien in een combinatie van de soortensamenstellingsgrafieken met de limiterende grafieken. In de limitatiegrafieken is terug te zien dat elke alg gedurende het jaar vrijwel alleen groei gelimiteerd is en in de soortensamenstellingen grafiek is terug te zien dat de algen die het hardste groeien, de diatomeeën, ook in de grootste getalen aanwezig zijn. Een artefact van deze benadering is dat elke alg met een eigen basishoeveelheid in het systeem aanwezig is en dat het toevoegen dan wel verwijderen van algen uit het model een net wat hogere of lagere chlorofyl-a waarde tot gevolg zou hebben.

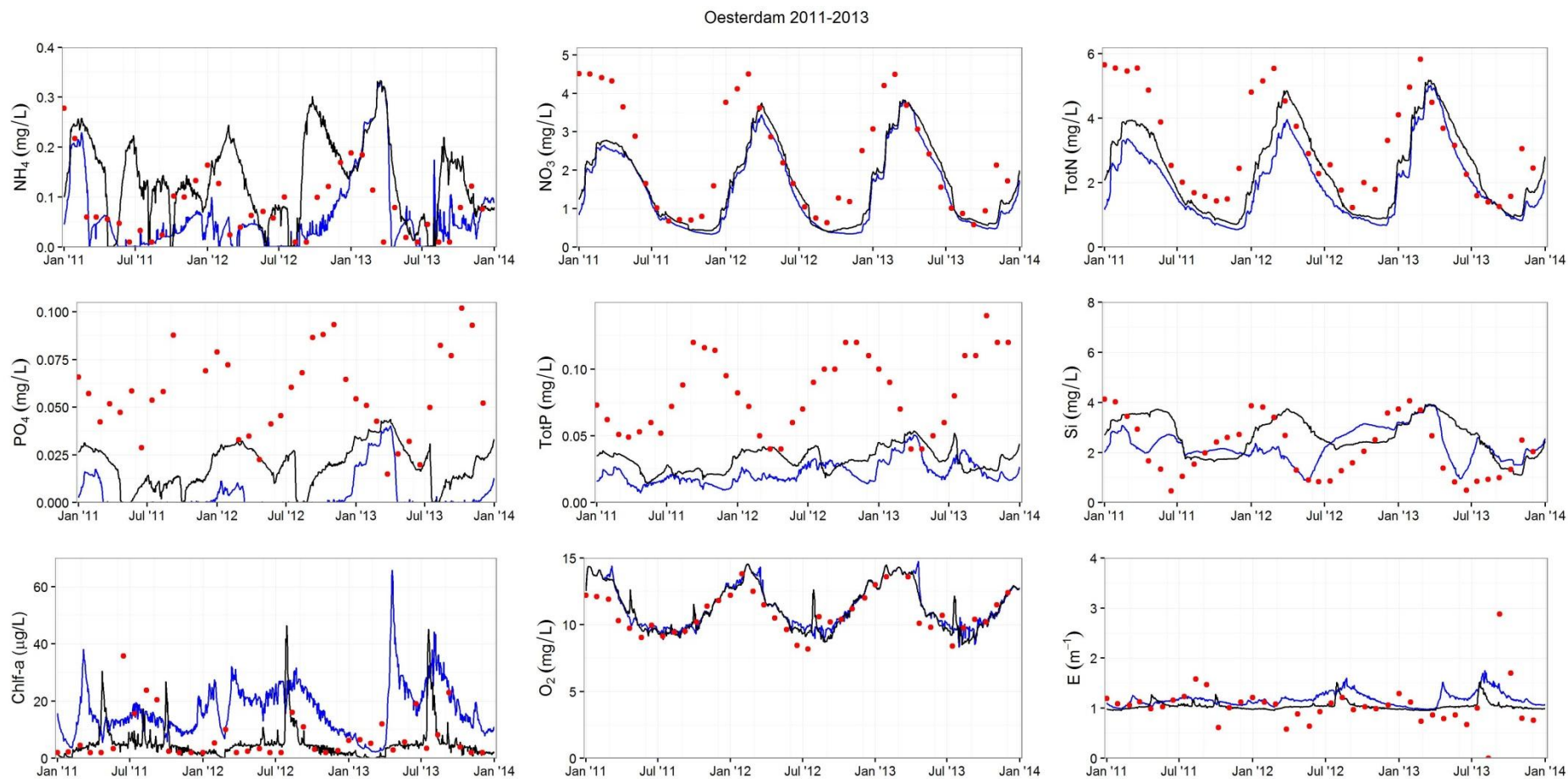
#### 4.2.8 Uitdoving van licht (extinctie)

De totale extinctie hangt van verschillende componenten af zoals de bijdrage van zwevend stof, fytoplankton, overig organisch materiaal etc. Uit de metingen blijkt dat de bijdrage van niet aan algen gebonden componenten in het Volkerak-Zoommeer weinig seizoensdynamiek vertoont. Daarom is voor de modellering voor een eenvoudige opzet gekozen waarbij zwevend stof en overig organisch materiaal (humus) niet expliciet worden meegenomen. In plaats daarvan is de achtergrond extinctie gekalibreerd op  $0.9 \text{ m}^{-1}$ . Hiermee komt de gemodelleerde totale extinctie goed overeen met de gemeten waarden.





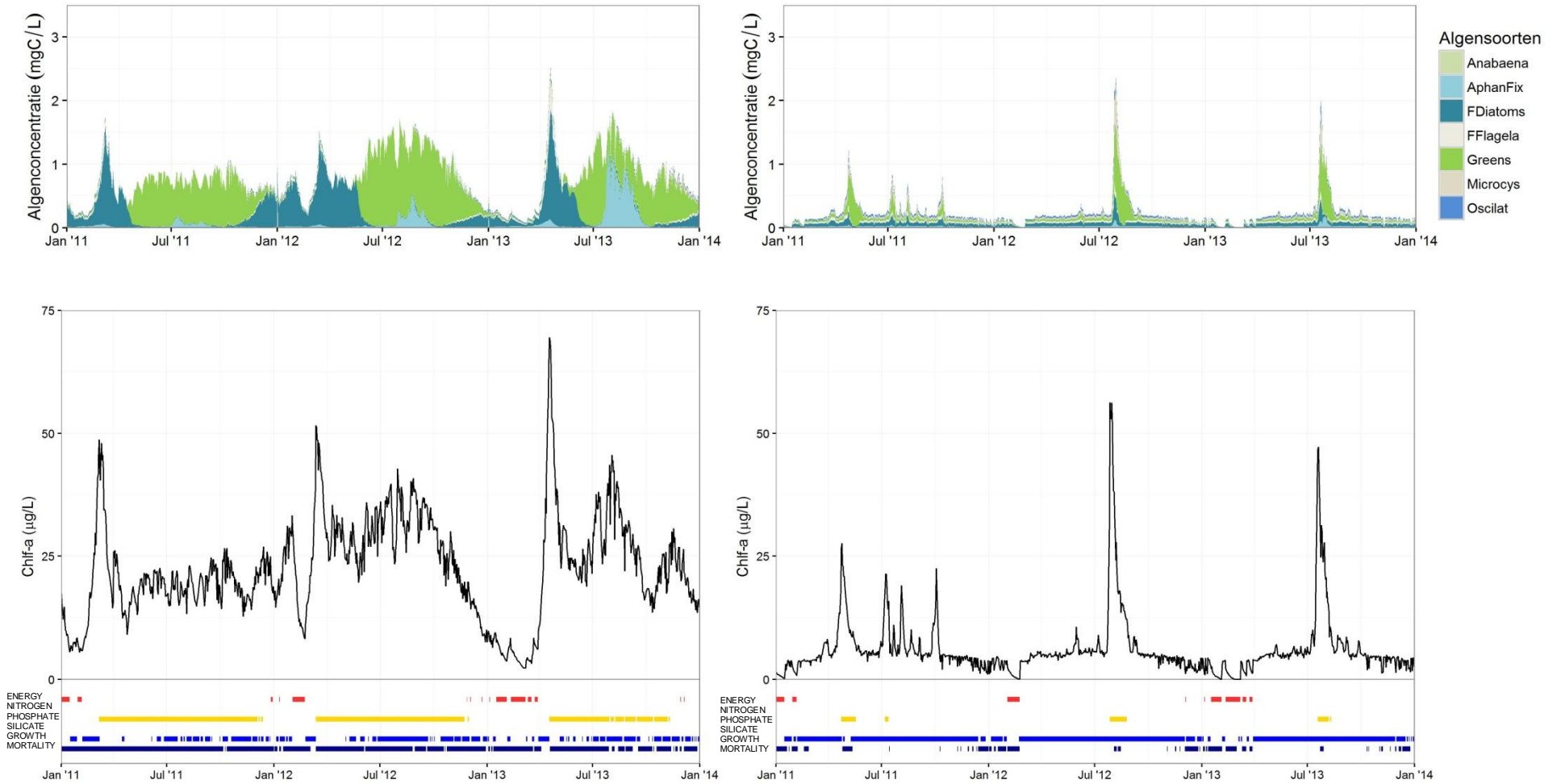
Figuur 4.2 Gemeten en gemodelleerde stoffenconcentraties bij meetpunt Steenbergens in 2011, 2012 en 2013. Van links naar rechts en van boven naar onder:  $NH_4$ ,  $NO_3$ , Totaal N,  $PO_4$ , Totaal P, Si, chlorofyl-a,  $O_2$  en E. De blauwe lijnen zijn de modelresultaten zonder mosselen, de zwarte lijnen zijn de model resultaten met mosselen en de rode stippen geven de gemeten waarden weer.



Figuur 4.3 Gemeten en gemodelleerde stoffenconcentraties bij meetpunt Oesterdam in 2011, 2012 en 2013. Van links naar rechts en van boven naar onder:  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , Totaal N,  $\text{PO}_4$ , Totaal P, Si, chlorofyl-a,  $\text{O}_2$  en E. De blauwe lijnen zijn de modelresultaten zonder mosselen, de zwarte lijnen zijn de model resultaten met mosselen en de rode stippen geven de gemeten waardes weer.

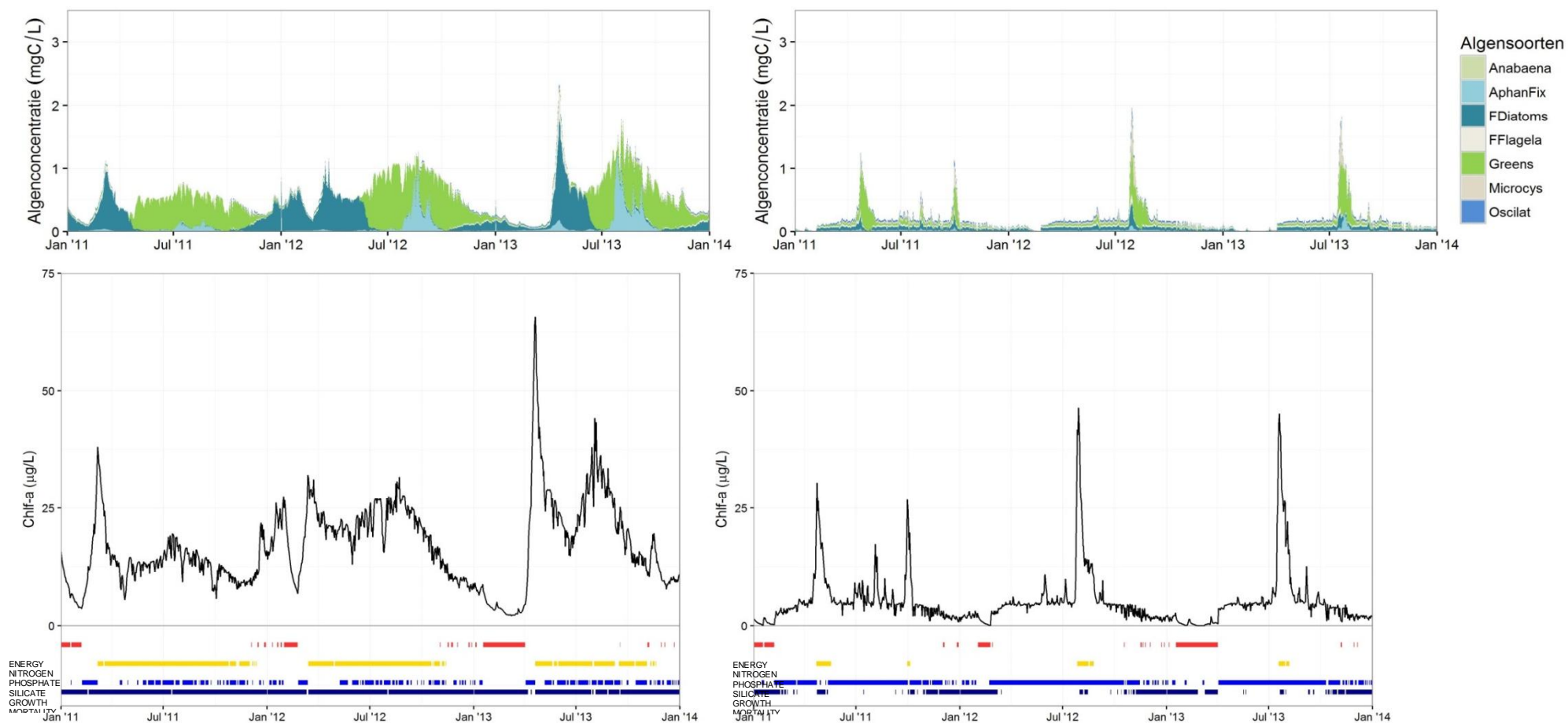


Steenbergen 2011 - 2013



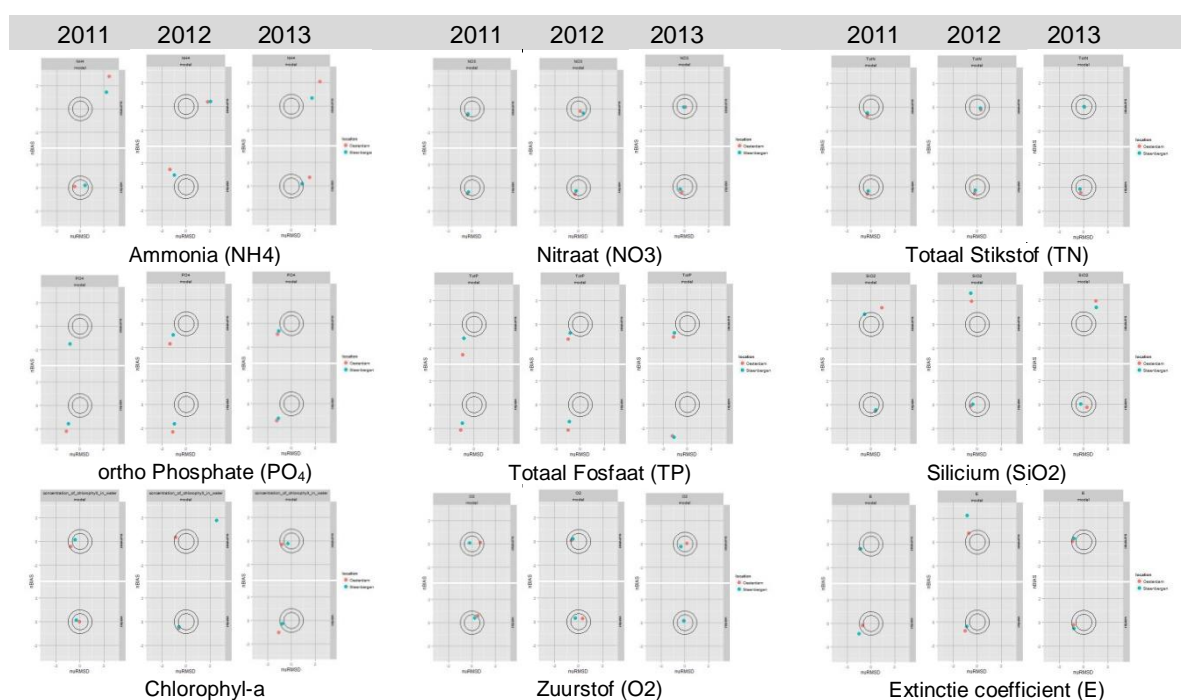
Figuur 4.4 Algensamenstelling en limiterende factoren voor de algengroei voor de modellen met en zonder begrazing voor het meetpunt Steenberg in 2011, 2012 en 2013. Met de klok mee, beginnend bij linksboven: Algenconcentratie per soort in mgC/L zonder begrazing, algenconcentratie per soort in mgC/L met begrazing, chlorofyl-a concentratie in µg/L met limiterende factoren met begrazing, chlorofyl-a concentratie in µg/L met limiterende factoren zonder begrazing.

## Oesterdam 2011 - 2013



Figuur 4.5 Algensamenstelling en limiterende factoren voor de algengroei voor de modellen met en zonder begrazing voor het meetpunt Oesterdam in 2011, 2012 en 2013. Met de klok mee, beginnend bij linksboven: Algenconcentratie per soort in mgC/L zonder begrazing, algenconcentratie per soort in mgC/L met begrazing, chlorofyl-a concentratie in µg/L met limiterende factoren met begrazing, chlorofyl-a concentratie in µg/L met limiterende factoren zonder begrazing

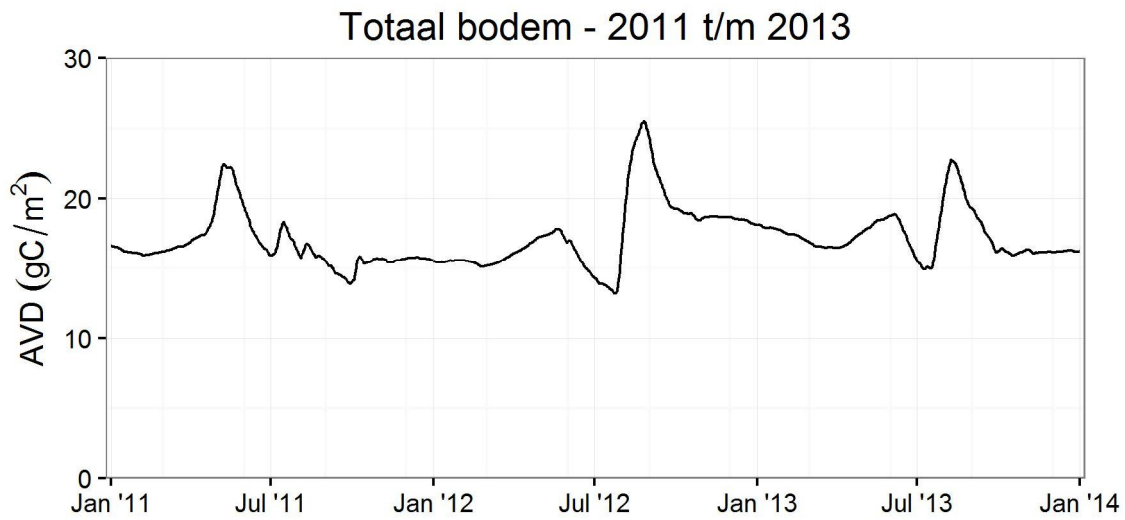
In Figuur 4.6 zijn targetdiagrammen (Los en Blaas, 2009) gebruikt voor de vergelijking van de modelresultaten met de metingen. Targetdiagrammen zijn een grafische samenvatting van de statistische afwijking tussen model en metingen. Op de beide assen van het target diagram staan twee verschillende bijdragen aan de totale afwijking (RMSE). De horizontale afwijking van het centrum is een maat voor de afwijking van het (seizoens)patroon, de verticale as geeft de mate waarin sprake is van een structurele afwijking of bias, gebaseerd op de verschillen tussen de gemiddelde van model en metingen (bias). Beide assen samen zijn een maat voor de accuraatheid van de modellering waarbij de concentrische cirkel de grenzen tussen “goed” (binnen de binnenste cirkel) en matig (buiten de buitenste cirkel) vormen. De prestatie van het model zoals af te lezen is uit Figuur 4.6 komt grotendeels overeen met het geen uit de beschrijving en analyse hierboven is afgeleid. De targetdiagrammen vatten die resultaten in een oog opslag samen voor de verschillende jaren en seizoenen, meetpunten en variabelen.



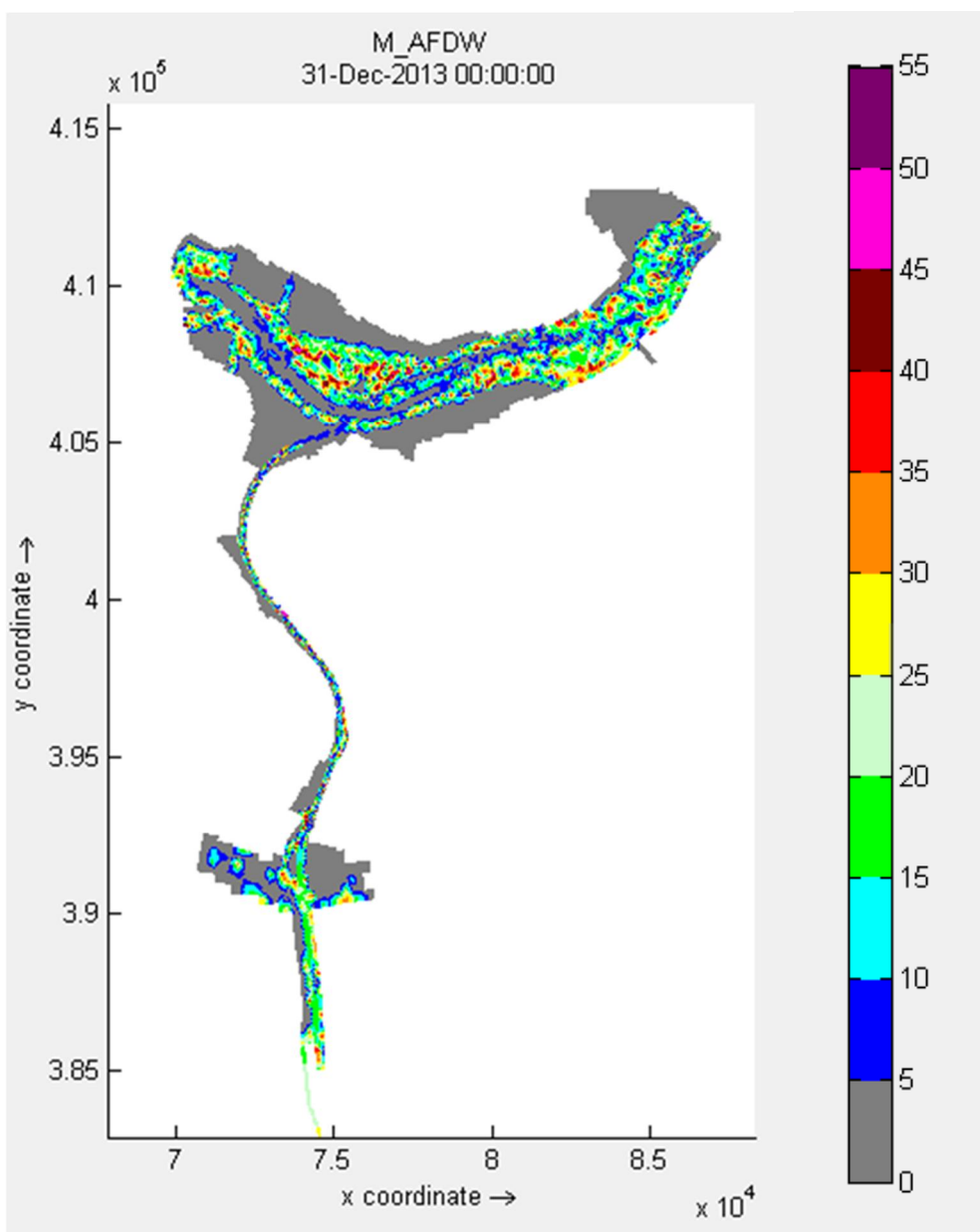
Figuur 4.6 Target diagrammen (Los en Blaas, 2009) van de vergelijking tussen model en gemeten stoffenconcentraties bij meetpunten Steenberg (rood) en Oesterdam (blauw) in zomer (bovenste) en winter (onderste) van 2011, 2012 en 2013. Van links naar rechts en van boven naar onder: NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Totaal N, PO<sub>4</sub>, Totaal P, Si, chlorofyl-a, O<sub>2</sub> en E. Punten binnen de binnenste cirkel kwalificeren als goed, binnen de buitenste cirkel als redelijk en buiten de buitenste cirkel als matig.

### 4.3 Mosselen

De gemiddelde asvrijdrooggewichten (AVD) in gC/m<sup>2</sup> voor de gehele bodem van het Volkerak-Zoommeer laten zien dat de mosselpopulatie toeneemt tot ongeveer 20 gC/m<sup>2</sup> tussen januari en juli, vervolgens dalen en aan het einde van het jaar weer uitkomen rond de waarde die de populatie had in januari. De berekende asvrijdrooggewichten zijn hoger dan de gemeten asvrijdrooggewichten. De gemeten asvrijdrooggewichten liggen in oktober-november van 2011 tot en met 2013 op respectievelijk 5,8, 11,4 en 11,6 gAVD/m<sup>2</sup>. Het model berekent typisch waarden van ~15 en ~17 gAVD/m<sup>2</sup> (Figuur 4.7).



Figuur 4.7 Gemiddelde gemodelleerde asvrijdrooggewichten (AVD) in gC/m<sup>2</sup> van de totale bodem tussen 1 januari 2011 en 1 januari 2014.



Figuur 4.8 Ruimtelijke verspreiding van de mosselen op 1 januari 2013 uitgedrukt in asvrijdrooggewicht (gC/m<sup>2</sup>). De egale grijze vlakken aan de randen van de kaart geven, liggen vrijwel droog (zie ook Figuur 2.1 'nat en droog natuurlijk terrein') en bevatten daardoor geen mosselen.

In Figuur 4.8 is te zien wat de mosselenbiomassa in termen van asvrijdrooggewicht na 2 jaar, op 1 januari 2013, is. In dit figuur is te zien dat de hoogste biomassa's zich voornamelijk in de ondiepere delen van het Volkerak-Zoommeer bevinden. De diepe geulen in de buurt van de Krammersluizen bevatten vrijwel geen mosselen.



## 5 Discussie

In de inleiding van dit rapport is in hoofdlijnen beschreven door welke ontwikkelingsfases het Volkerak-Zoommeer is gegaan sinds het ontstaan eind jaren tachtig van de vorige eeuw. Momenteel zijn de chlorofylconcentraties in tijd en ruimte gezien historisch uitzonderlijk laag. Hoewel de nutriëntentoevoer en de resulterende concentraties vanaf ca. 2000 zijn gedaald, zijn deze nog steeds hoog genoeg om een aanzienlijk veel hogere primaire productie mogelijk te maken. Er zijn zeer sterke aanwijzingen, dat de invasie en daarop volgende sterke toename van de quaggamossel de dominante factor is ter verklaring van de huidige situatie (De Vries, 2015). Ook de modelresultaten uit deze studie wijzen in deze richting: het model met grazers leidt tot chlorofylconcentraties die veel beter overeenkomen met de metingen dan het model zonder grazers.

Mosselmodellering op basis van dynamische energie budgetten (DEB) is relatief nieuw binnen DELWAQ. De methode heeft een grotere voorspellende waarde dan de traditionele methode, waarbij dichtheden van grazers worden opgedrukt en verdient daarom de voorkeur. Tussen de modelresultaten van de modellen met en zonder graas zijn grote verschillen waarneembaar. De modelresultaten met DEB leveren realistische resultaten op voor chlorofyl-a, in tegenstelling tot de modelresultaten zonder DEB die veel te hoge chlorofyl-a concentraties opleveren. Hierbij moet worden opgemerkt dat de huidige mosselparameters experimenteel zijn. Het is wenselijk om in een vervolg project een gevoeligheidsanalyse op deze parameters te doen, om te zien hoe robuust de huidige resultaten zijn.

De discussie in dit hoofdstuk beslaat daarom grotendeels de modellering van nutriënten, primaire productie, algen en graas. Het 3D Volkerak-Zoommeer model voor hydrodynamica geeft geen aanleiding tot een uitgebreide discussie.

### 5.1 Hydrodynamica

Het hydrodynamisch model is geactualiseerd en gebaseerd op de meest recente Baseline schematisatie en beslaat ook potentiële (overloop)gebieden voor waterberging. Kalibratie aan de hand van waterstanden, zout- en watertemperatuurprofielen laat zien dat het model geschikt is als zoutverspreidingsmodel in het Volkerak maar dat er nog een zoutbron bij Bath toegevoegd moet worden (en de omvang ervan gekalibreerd moet worden) om ook in het zuidelijk deel van het Volkerak-Zoommeer goed bruikbaar te zijn als zoutverspreidingsmodel voor het hele watersysteem.

Temperatuur- en zoutprofielen zien er realistisch uit, zeker voor het Volkerak, en daarmee vormt het hydrodynamisch model een bruikbare basis voor het waterkwaliteitsmodel. Deze studie toont aan dat stratificatie in het Volkerak-Zoommeer belangrijk is voor het beschrijven van de waterkwaliteit. Om de zuurstofprofielen die het waterkwaliteitsmodel berekent verder te verbeteren is er nog intensievere stratificatie nodig.

De stratificatie die door het hydrodynamisch model is berekend is qua timing goed maar qua intensiteit nog niet conform metingen van met name zuurstof en ook temperatuur. Mogelijk is de toegepaste wind van station Vlissingen krachtiger dan de werkelijk optredende wind op het Volkerak-Zoommeer waardoor de verticale menging te sterk is en het ontstaan en in stand houden van stratificatie wordt bemoeilijkt.

## 5.2 Algen groei en graas

### 5.2.1 Relevante processen

De vraag hierbij is, hoe een zwaar, wellicht zelfs overbegrasd, systeem functioneert? De primaire productie is afhankelijk van licht en nutriënten. Onder de omstandigheden, zoals die meestal heersen in het Volkerak-Zoommeer, zijn de karakteristieke tijdschalen van menging en transport vrij gering ten opzichte van de karakteristieke tijdschaal van groei van het fytoplankton (orde een tot meerdere dagen). Hierdoor zijn de ruimtelijke concentratiegradiënten van nutriënten vrij gering. Door de dag-nacht cyclus en de exponentiële uitdoving van licht met de diepte varieert de beschikbaarheid van licht veel sterker. Dus de primaire productie en daaraan gekoppeld de groei van de biomassa vindt vooral plaats op die momenten en op die locaties, waar het meeste licht beschikbaar is: bovenin de waterkolom gedurende de daglicht periode.

Mosselen daarentegen hebben een substraat nodig om zich aan te hechten; met andere woorden: mosselen bevinden zich op de bodem. Hierdoor ontstaat er een ruimtelijke scheiding tussen primaire productie en graas (secundaire productie). Deze uit zich in een tijdsvertraging: het duurt enige tijd, voordat de nieuwe aanwas van fytoplankton biomassa (bovenin geproduceerd) beschikbaar komt voor de mosselen (onderin begrasd). Welk deel van de primaire productie beschikbaar is voor de grazers en wanneer, hangt af van de fysische eigenschappen van het water systeem: de diepte, de (verticale) transportsnelheden, de sedimentatiesnelheid, en stratificatie.

Een toename van de stratificatie heeft een aantal gevolgen. Door verminderde menging neemt de beschikbaarheid van licht voor de algen toe, en hun mortaliteit door graas neemt af, terwijl het voedselaanbod voor de mosselen juist daalt door een afname van het verticale transport van het fytoplankton. Met andere woorden: in een (sterk) begrasd systeem is (langdurige) stratificatie gunstig voor het fytoplankton en ongunstig voor de mosselen. Echter, als de periode van stratificatie niet al te lang aanhoudt, kan dit ook juist een positief effect hebben op de mosselen: op het moment dat de stratificatie doorbroken wordt, komen de algen namelijk weer beschikbaar voor de mosselen. Hierdoor kan de stratificatielaag (mits regelmatig onderbroken door verticale menging) juist een zogenaamde 'refuge' vormen en leiden tot een toename van het voedselaanbod voor mosselen. Tot welk niveau het 'ontsnapt' fytoplankton in de stratificatielaag kan doorgroeien hangt mede af van de beschikbaarheid van nutriënten: daarop kan stratificatie juist weer een negatief effect hebben. Doordat stratificatie tevens de zuurstofhuishouding beïnvloed is er nog een andere potentiële terugkoppeling: afname van de vitaliteit of zelfs sterfte van mosselen ten gevolge van lage concentraties beneden de spronglaag.

### 5.2.2 Modelleren van de relevante processen

Gezien het belang van de verticale processen in de realiteit, ligt de keuze van een 3D model aanpak voor de hand. Om de verticale processen goed in beeld te brengen is voor het Volkerak-Zoommeer een opzet gekozen met een variabel aantal (maximaal 46 in DELWAQ) lagen. Om verder de interactie tussen algen en grazers en het fysische systeem goed te kunnen reproduceren, is er voor gekozen om de grazers op een dynamische manier mee te nemen in het model. Zoals de resultaten laten zien, leidt dit tot een realistische graasdruk in het gemodelleerde systeem. De gemodelleerde biomassa's van de grazers laten nog te wensen over, wat grotendeels te wijten is aan het feit dat er geen quaggamossel-specifieke parameterwaarden beschikbaar zijn (Bijlage Q, Figuur Q.2., Q.3, Q.6, Q.7). Maar daarnaast is er nog een aantal kanttekeningen te maken over de numerieke aspecten van het waterkwaliteitsmodel.



### 5.2.3 Numerieke aspecten

Om modeltoepassingen technisch beheersbaar te houden en een zo kort mogelijke simulatietijd te bewerkstelligen, biedt de advection-diffusiesolver van DELWAQ een aantal voorzieningen zoals variabele tijdstappen, verschillende numerieke oplossingsmethoden etc. Bij veruit de meeste toepassingen is de keuze van de optimale numerieke aanpak redelijk recht toe recht aan; dat wil zeggen dat de berekeningsresultaten niet, of in zeer beperkte mate, afhangen van de keuzes. Het Volkerak-Zoommeer is een uitzondering: de resultaten van dit model zijn wel degelijk gevoelig voor de keuze van bepaalde numerieke aspecten. Dat is een rechtstreeks gevolg van de situatie in het meer zoals beschreven in de vorige paragraaf. Hieronder worden twee voorbeelden gegeven van numerieke instellingen die invloed hebben op de modelresultaten. In het algemeen is dat ongewenst, maar in dit specifieke geval blijkt dat er wel degelijk een conceptuele interpretatie mogelijk is voor deze gevoeligheden.

#### 5.2.3.1 Basis niveau fytoplankton

Binnen DELWAQ - BLOOM hebben alle fytoplanktonsoorten een kleine initiële startwaarde nodig op elke tijdstap van het model en in elk segment (een biomassa gelijk aan 0 maal een groeisnelheid levert nu eenmaal altijd de waarde 0). Zonder deze voorziening zouden nieuwe soorten alleen kunnen opkomen, als ze door inspoeling het systeem zouden binnen komen. Deze startwaarde kan worden geïnterpreteerd als een ent (ruststadium bijvoorbeeld). Normaliter geeft het model voor een vrij grote reeks van startwaardes (ongeveer) hetzelfde eindresultaat doordat de nieuwe soorten, nadat ze eenmaal zijn begonnen, doorgroeien en uiteindelijk gelimiteerd worden door een nutriënt of licht. In zo'n situatie heeft de startwaarde een heel beperkte invloed op het traject naar een nieuwe evenwichtswaarde, die zelf onafhankelijk is van de startwaardes dus het modelgedrag is ongevoelig voor de startwaardes.

Door de zeer sterke graasdruk in het Volkerak Zoommeer model wordt echter zoveel fytoplankton weggegeten, dat nutriënten of licht helemaal niet beperkend kunnen worden: het fytoplankton groeit maximaal snel, maar ontsnapt niet aan de grazers. Numeriek betekent dit dat de totale biomassa gedurende lange tijd gelijk is aan de startwaarde maal de theoretisch maximale groei van elke soort tijdens een tijdstap. De implicatie hiervan is dat het model resultaat significant verandert als de drempel anders gekozen wordt. Een bijkomend verschijnsel is dat de totale biomassa, die bereikt kan worden, afhangt van het aantal gemodelleerde soorten. Immers alle soorten hebben een startwaarde dus door meer soorten te beschouwen neemt de som van alle startwaardes toe.

Bij verkleining van de startwaarde neemt de primaire productie aanvankelijk af waardoor ook de mosselpopulatie kleiner wordt (minder voedsel). Bij een toename van de beschikbaarheid van licht (zomer; stratificatie), leidt dit er toe dat het fytoplankton (tijdelijk) kan ontsnappen en kan doorgroeien tot een (nutriënt) limitatie wordt bereikt. Als gevolg van het verhoogde voedselaanbod groeien daarna de mosselen extra hard, neemt de graasdruk toe en wordt na verloop van tijd de fytoplankton biomassa weer groei gelimiteerd (nu weer bepaald door de keuze van de startwaarde). Dus: bij een lage drempelwaarde, ontstaan klassieke predator-prooi oscillaties in het model met als regel twee pieken per jaar. De frequentie en amplitude van deze oscillaties hangt af van de gekozen startwaarde: naarmate deze kleiner is, komt de eerste fytoplanktonpiek later, maar is die ook hoger. De berekende mosselbiomassa volgt het voedselaanbod: aanvankelijk lager bij een lage drempel, maar vervolgens hoger na een fytoplanktonpiek (Bijlage Q, Figuur Q.1.)

De startwaarde kan in deze context worden geïnterpreteerd als een maat voor de hoeveelheid fytoplankton, die (tijdelijk) aan de grazers kan ontsnappen, bijvoorbeeld doordat slechts een deel van de bodem geschikt is als habitat voor de mosselen.

### 5.2.3.2 *Tijdstap fytoplankton en mosselen*

Als regel wordt de BLOOM module een maal per 24 uur aangeroepen door DELWAQ. Dat heeft een groot praktisch voordeel (een zeer aanzienlijke verkorting van de rekentijd). Er is echter ook een principiële aspect: de variaties in omstandigheden rondom de fytoplanktoncel gerekend over een periode van 24 uur zijn groot. De exacte beschrijving van de effecten is lastig en valt buiten de normale scope van het model. Het lijkt logisch graas door mosselen met dezelfde tijdstap uit te rekenen dus een maal per 24 uur.

Effectief neemt hierdoor de graasdruk echter sterk af vergeleken met de situatie, waarin graas eens per uur wordt bepaald (Bijlage Q, Figuur Q.4, Q.5). De verklaring hiervoor is als volgt. Modeltechnisch zijn de groei van fytoplankton en de graas door mosselen aparte stappen, uitgerekend door aparte modules. Als de grazermodule eens per dag wordt aangeroepen, dan filteren de mosselen bijna al het fytoplankton weg uit het onderste segment, maar ze kunnen niet bij de fytoplankton biomassa in alle segmenten daarboven want in een 3D model worden berekeningen per segment uitgevoerd. Na de graas (en de primaire productie stap) volgen in deze opzet een aantal transport stappen (dus zonder biologische processen), waardoor de hoeveelheid fytoplankton in het onderste segment weer wordt aangevuld vanuit bovenliggende lagen. Effectief betekent dit dat de mosselen slechts een zeer beperkt deel van de waterkolom filteren. Ervan uitgaande dat de mosselen in werkelijkheid een veel groter deel van de waterkolom filteren, dan kan dat in het model worden bereikt door de tijdstap van de grazer module (veel) korter te kiezen dan die van het fytoplankton. Hoe korter de tijdstap, des te beter zijn de mosselen in staat het fytoplankton te controleren (Bijlage Q, Figuur Q.4).

Merk op dat ook de laagdikte een rol speelt: hoe dikker de onderste laag, des te effectiever is de graas per tijdstap. Maar ook het aantal lagen, de transport-tijdstap, en de (numerieke) dispersie zijn van belang. Daarnaast zou ook (zoals al eerder aangegeven) de ruimtelijke aan- of afwezigheid van de mosselen (i.e. habitats geschiktheid) een rol kunnen spelen. De 'beste' waarde van de tijdstap van de mossel module is dus niet absoluut te geven, maar hangt samen met al deze andere aspecten. Deze parameter moeten dus in samenhang met de modelopzet en andere numerieke aspecten worden gekalibreerd, zodat de mate waarin de mosselen de totale watermassa filteren overeenkomt met de werkelijkheid.

## 5.3 **Nutriënten**

De verhoogde nalevering van fosfaat in het najaar wordt op dit moment niet gemodelleerd. Dit levert geen directe problemen op, aangezien met mosselgraas vrijwel geen sprake is van  $PO_4$  limitatie in het systeem, uitgezonderd langere periodes van stratificatie. Het is wel mogelijk dat  $PO_4$  limitatie in de toekomst, bij een eventuele afname van de mosselpopulatie waardoor er grotere periodes van algenbloei ontstaan, weer een rol kan gaan spelen.

#### **5.4 Numeriek schema: 24**

Het numerieke schema dat in deze studie voor het oplossen van de stoftransportvergelijking is gebruikt is relatief nieuw en voldoet goed. Het schema is sterk in situaties waarin verblijftijden niet homogeen verdeeld zijn binnen één schematisatie. In het VZM is dat het geval omdat het gebied zowel kenmerken van een meer als van een rivier heeft waarin grote en kleine segmenten voorkomen en en stroomsnelheden wisselen (in de buurt van sluizen en in de Eendracht). Het modelgrid bevat met name in de bovenste waterlagen ook veel segmenten die bij variërende waterstand kunnen droogvallen als gevolg van het gebruik van z-lagen. Het schema maakt gebruik van een variabele tijdstapgrootte en het is daardoor mogelijk om efficiënt het waterkwaliteitsmodel te draaien op basis van een gedetailleerd hydrodynamischmodel.



## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

Het hydrodynamisch model is geactualiseerd en gebaseerd op de meest recente Baseline schematisatie en beslaat ook potentiële (overloop)gebieden voor waterberging. Validatie aan de hand van waterstanden, zout- en watertemperatuurprofielen laat zien dat het model geschikt is als zoutverspreidingsmodel in Volkerak maar dat er nog een zoutbron bij Bath toegevoegd moet worden (en de omvang ervan gekalibreerd moet worden) om ook in het zuidelijk deel van het Volkerak-Zoommeer goed bruikbaar te zijn.

Temperatuur- en zoutprofielen zien er realistisch uit, zeker voor het Volkerak, en daarmee vormt het hydrodynamisch model wel een bruikbare basis voor het waterkwaliteitsmodel. De realistische verticale zuurstofprofielen berekend door het waterkwaliteitsmodel tonen dit aan.

Het waterkwaliteitsmodel is opgezet voor de jaren 2011, 2012 en 2013 en vergeleken met de gemeten waarden van zuurstof, achtergrond extinctie, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, totaal stikstof, ortho-fosfaat (PO<sub>4</sub>), totaal fosfaat, silica en chlorofyl-a. Tussen de jaren zijn geen grote verschillen waarneembaar.

Het waterkwaliteitsmodel is geschikt voor het beantwoorden van de volgende vragen:

- Hoe verspreiden stoffen (N, P) zich door het Volkerak-Zoommeer?
- Wat zijn de algen biomassa's gedurende het jaar?
- Wat is het effect van graas door mosselen op de algenbiomassa?

De nalevering van fosfaat in het najaar wordt op dit moment niet gemodelleerd. Dit levert voor het huidige Volkerak-Zoommeer geen problemen op, aangezien met mosselgraas vrijwel geen sprake is van PO<sub>4</sub> limitatie in het systeem. Het is wel mogelijk dat PO<sub>4</sub> limitatie in de toekomst, bij een eventuele afname van de mosselpopulatie, waardoor er grotere periodes van algenbloei ontstaan, weer wel een rol kan gaan spelen. Voor de toekomst is het dus wel gewenst om tot een juiste modelmethodiek van PO<sub>4</sub> nalevering te komen.

Mosselmodellering met DEB is relatief nieuw binnen DELWAQ. De methode heeft een grotere voorspellende waarde dan de traditionele methode en verdient daarom de voorkeur. Tussen de modelresultaten van de modellen met en zonder graas zijn grote verschillen waarneembaar. De modelresultaten met DEB leveren realistische resultaten op voor chlorofyl-a, in tegenstelling tot de modelresultaten zonder DEB die veel te hoge chlorofyl-a concentraties opleveren. Hierbij moet worden opgemerkt dat de huidige mosselparameters experimenteel zijn en niet specifiek op guagmosselen zijn gebaseerd.

## 6.2 Aanbevelingen

Puntsgewijs levert deze studie de volgende aanbevelingen voor een vervolg model op:

- 1 In deze studie is meteorologie van station Vlissingen (KNMI code 310) gebruikt. Het is aan te bevelen een berekening te maken op basis van meteorologie van station Woensdrecht (KNMI nummer 240) om de gevoeligheid van de uitkomsten van het waterkwaliteitsmodel voor de keuze van een meteorologie station te kennen. Met name de wind van station Vlissingen is mogelijk krachtiger dan de werkelijk optredende wind op het Volkerak-Zoommeer waardoor de verticale menging te sterk is en het ontstaan en behouden van stratificatie bemoeilijkt.
- 2 Het wordt aanbevolen om naast een zoutlek door de Krammersluizen ook een zoutlek via Bath of de Bergsche diepsluis toe te voegen. Hierdoor verbetert de fit met de zoutmeting en verbetert waarschijnlijk ook de overeenkomst van de verticale profielen van temperatuur en zuurstof met de metingen.
- 3 De parameters die in de mossel graas module (DEBGRZ-module) worden gebruikt zijn a-specifiek. Het verdient aanbeveling om een parameters af te leiden specifiek voor de quaggamosselen die in het Volkerak-Zoommeer voorkomen.
- 4 Aanbevolen wordt de oorzaak van de afwijking van silicium (Si) en nitraat ( $\text{NO}_3$ ) ten opzichte van de metingen verder te onderzoeken en mogelijk de fit tussen model en metingen verder te verbeteren.
- 5 Voor het verbeteren van de  $\text{PO}_4$  nalevering zijn twee opties mogelijk
  - 5.1 Gebruikmaken van de bestaande methode zoals toegepast in het originele 2D model waarbij aan de hand van gemeten waardes de juiste  $\text{PO}_4$  waarde wordt bepaald. Echter, dit verbetert de voorspellende waarde van het model niet.
  - 5.2 Verder onderzoek doen naar een methode om de  $\text{PO}_4$  nalevering te verbeteren waarbij een van de mogelijkheden het meerlaags maken van de waterbodem zou kunnen zijn (DELWAQ-G toepassing).

De numerieke modelaspecten van de algen-graas interactie in een overbegraasd systeem die in deze studie naar voren kwamen verdienen een nadere beschouwing van de conceptuele aspecten en de eventuele consequenties ervan voor de code.

## 7 Referenties

- Bij de Vaate, A., E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate. 2011. Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2011/04.
- Bij de Vaate, A., E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate. 2012. De Dreissenadichtheid in het Volkerak: resultaten van onderzoek uitgevoerd in 2012. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2012/04.
- Bij de Vaate, A., E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate. 2013. De Dreissenadichtheid in het Volkerak- Zoommeer: resultaten van onderzoek uitgevoerd in 2013. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2013/03.
- Boderie, P., Groot, S., Hulsbergen, R., Los, H. en E. Meijrs, 2007. Resultaten scenario-berekeningen met het 2D en 3D-blauwalgenmodel voor het Volkerak, Krammer en Zoommeer, Planstudie waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer. WL|Delft Hydraulics rapport Q4015.00., 2007.
- Deltares, 2014. D-WAQ User Manual. Deltares, 4.99 ed.
- Dillingh, D, Uittenbogaard, R.E. en G.H. Keetels, 2012. Chloridegehaltenes Volkerak-Zoommeer Scenario's voor zoutlek en doorspoeling bij huidige en alternatieve zout/zoet-scheiding. Deltares project 120 5977.
- Friocourt, Y. Aanvullende simulaties winterdoorspoeling Volkerak-Zoommeer. Deltares rapport 1209937\_000, oktober 2014.
- Harezlak, V. Ongepubliceerd. Nutriëntbalansen en waterkwaliteit van het IJsselmeer, de periode 1980-2010. Deltares rapport.
- Janssen, A.B.G. 2012. Interaction between Dreissena polymorpha and food quality and quantity in Lake IJsselmeer. Master thesis. Wageningen University, Wageningen and Deltares, Delft.
- Kerkhoven, D. 2014. Aanpassingen in WAQUA en Baseline t.b.v. WTI2017 schematisatie, Deltares memo 1209448-005-ZKS-0007, 2014.
- Kooijman, S.A.L.M. 2010. Dynamic Energy Budget Theory for metabolic organisation. Cambridge University Press, Great Britain. <http://www.bio.vu.nl/thb/deb/>
- Kuiper, K., D. Kerkhoven, T. van der Kaaij. 2014. Grevelingen-Volkerak-Zoommeer WAQUA model 5e generatie. Modelopzet en validatie stormopzet en afwaaiing. Deltares rapport 1209448-005-ZKS-0005. In opdracht van RWS.
- Los, F.J., M.T. Villars en M.R.L. Ouboter. 1994. Model Validation Study DBS in Networks. Application to the Rijnland Network. WL | Delft Hydraulics.

- Los, F.J. 2009. Eco-hydrodynamic modelling of primary production in coastal waters and lakes using BLOOM, PhD Thesis Wageningen University, ISBN 978-90-8585-329-9.
- Los, F.J. and Blaas, M. Complexity, accuracy and practical applicability of different biogeochemical model versions. Submitted to J. Mar. Sys. 2009.
- Nolte, Stengs & Schipper 2013: Gebruik van 3D model voor Volkerak-Zoommeer voor onderzoek naar mogelijkheden tot winterdoorspoeling tot beperking zoutlek. Deltares Rapport 1208550, 2012.
- Osté, L. 2012. De bijdrage van de waterbodem aan de eutrofiëring in het Volkerak-Zoommeer. Deltares rapport 1204555-000.
- Rijkswaterstaat, 2014a. Milieueffectrapport bij de Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer.
- Rijkswaterstaat, 2014b. MWTL Meetplan 2014. Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lans Milieumeetnet Rijkswateren chemie en biologie.
- Troost, T.A. 2011. Modelling the carrying capacity of the Oosterschelde. Deltakennis 2010. Deltares rapport 1202193-000-ZKS-0006. In opdracht van Rijkswaterstaat.
- Van der Kaaij, T. en de Goede, E.D., 2011. Zoutindringing in de zuidwestelijke delta - Validatie Zeedeltamodel. Deltares rapport 120 1226-002, 2010
- Vries, I. de. 2015. Waterkwaliteiten Deltawateren, datarapprt N P Si. Deltares rapport 1210859-000.
- Vries, I. de en R. Postma. 2013. Quick scan waterkwaliteit en ecologie Volkerak-Zoommeer. Deltares rapport 1207783-000.
- WL | Delft Hydraulics (2005): Delft3D-WAQ, Detailed description of processes, Technical Reference Manual, September 2005.



## A Delft3D Flow stuurfile (MDF file)

```

Ident = #Delft3D-FLOW 3.56.29165#
Commnt =
Runtxt = #Deltares project 1220070#
        #hydrodynamics waterquality#
        #Volkerak-Zoommeer#
        #initial runs for computational#
        #time#
Filcco = #vzm_grid_10_coarse_3x.grd#
Anglat = 5.1750000e+001
Grdang = 0.0000000e+000
Filgrd = #vzm_grid_10_coarse_3x.enc#
MNKmax = 193 138 49
Thick = 1.0869562e+000
        1.0869562e+000
        . . . (46x)
        4.7826110e+001
Commnt =
Fildep = #vzm_depth_10_coarse_3x.dep#
Commnt =
Commnt = no. dry points: 742
Fildry = #vzm_dry_10_coarse_3x.dry#
Commnt = no. thin dams: 175
Fildt = #vzm_thd_10_coarse_3x.thd#
Commnt =
Itdate = #2006-10-01#
Tunit = #M#
Tstart = 2.1916800e+006
Tstop = 2.7619200e+006
Dt = 1.0
Tzone = 0
Commnt =
Sub1 = #STW #
Sub2 = # #
Commnt =
Wnsvwp = #N#
Filwnd = #Vlissingen.wnd#
Fmtwnd = #FR#
Wdint = #Y#
Commnt =
Zeta0 = 0.0000000e+000
S0 = 5.0000000e-001
    . . . (47x)
    5.0000000e-001
T0 = 1.5200000e+001
    . . . (47x)
    1.5200000e+001
Commnt =
Commnt = no. open boundaries: 0

```

```
Commnt =
Ag      = 9.8100004e+000
Rhow    = 1.0000000e+003
Tempw   = 1.5200000e+001
Salw    = 3.1000000e+001
Wstres  = 6.3000002e-004  0.0000000e+000  7.2300001e-003
1.0000000e+002  7.2300001e-003  1.0000000e+002
Rhoa    = 1.2050000e+000
Betac   = 5.0000000e-001
Equili  = #N#
Tkemod  = #K-epsilon  #
Ktemp   = 5
Fclou   = 0.0000000e+000
Sarea   = 0.0000000e+000
Secchi  = 1.5000000e+000
Stantn  = 1.3000000e-002
Dalton  = 1.3000000e-002
Filtmp  = #Vlissingen.tem#
Fmttmp  = #FR#
Temint  = #N#
Commnt  =
Roumet  = #M#
Ccofu   = 2.6500000e-002
Ccofv   = 2.6500000e-002
Xlo     = 0.0000000e+000
Vicouv  = 5.0000000e-001
Dicouv  = 1.0000000e-001
Htur2d  = #N#
Vicoww  = 0.0000000e+000
Dicoww  = 0.0000000e+000
Irov    = 0
Commnt  =
Iter    = 2
Dryflp  = #YES#
Dpsopt  = #DP#
Dpuopt  = #MIN#
Dryflc  = 1.5000000e-001
Dco     = 2.0000000e-001
Tlfsmo  = 6.0000000e+001
ThetQH  = 0.0000000e+000
Forfuv  = #Y#
Forfww  = #N#
Sigcor  = #N#
Trasol  = #Iupw#
Momsol  = #Iupw#
Commnt  =
Commnt  = no. discharges: 6
Filsrc  = #vzm.src#
Fmtsrc  = #FR#
Fildis  = #vzm14.dis#
Fmtdis  = #FR#
Commnt  = no. observation points: 40
```

```
Filsta = #vzm_obs_10_coarse_3x.obs#
Fmtsta = #FR#
Commnt =                no. drogues: 0
Commnt =
Commnt =
Commnt =                no. cross sections: 0
Commnt =
SMhydr = #YYYYY#
SMderv = #YYYYYY#
SMproc = #YYYYYYYYYYY#
PMhydr = #YYYYYY#
PMderv = #YYY#
PMproc = #YYYYYYYYYYY#
SHhydr = #YYYY#
SHderv = #YYYYY#
SHproc = #YYYYYYYYYYY#
SHflux = #YYYY#
PHhydr = #YYYYYY#
PHderv = #YYY#
PHproc = #YYYYYYYYYYY#
PHflux = #YYYY#
Flmap  = 0.0000000e+000 10080 6.5808000e+005
Flhis  = 2.1916800e+006 10 2.7619200e+006
Flpp   = 0.0000000e+000 0 6.5808000e+005
Flrst  = 10080
Commnt =
Online = #N#
Flwq   = 2.2363200e+006 60 2.7619200e+006
WaqAgg = #active only#
IlAggr = 1 . . 47 x 1 . .1
Keva   = 1
Fileva = #vzm.eva#
Evaint = #N#
Maseva = #Y#
Zmodel = #Y#
Zbot   = -23
Ztop   = 23
CflMsg = #Y#
Commnt =
Filgat = #vzm_gates_10_coarse_3x.gat#
```



## B Waterbalans (MATLAB script)

```

% geselecteerde periode:
% datenum('01-Jan-2010') = 734139
% datenum('31-Dec-2013') = 735599
% 1 dag extra ivm. omvatten volledig jaar
d0 = 734139;
d1 = 735600;

% Van ppt naar mg Chloride per l (delen door 1.80655 - S naar Cl - en
vermenigvuldigen met 1000 - g naar mg -).

% Van mg Chloride per l naar ppt (vermenigvuldigen met 1.80655 - Cl
naar S - en delen door 1000 - mg naar g -).

load_Dintel_Vliet_temperature_chloride;
% Dintel
% Vliet
%     dag: [5782x1 double]
%     temperatuur: [5782x1 double]
%     chloride: [5782x1 double]

clear tmp;
tmp = Dintel.temperatuur;
vzm_balans.T{2} = tmp(find(Dintel.dag >= d0 & Dintel.dag <= d1));
clear tmp;
tmp = Dintel.chloride;
vzm_balans.ppt{2} = 0.00180655 * tmp(find(Dintel.dag >= d0 &
Dintel.dag <= d1));

clear tmp;
tmp = Vliet.temperatuur;
vzm_balans.T{3} = tmp(find(Vliet.dag >= d0 & Vliet.dag <= d1));
clear tmp;
tmp = Vliet.chloride;
vzm_balans.ppt{3} = 0.00180655 * tmp(find(Vliet.dag >= d0 & Vliet.dag
<= d1));

load_temperature_chloride;
% Cl_dag en T_dag nog middelen
% num_dag
% locaties = { 'Antwerpen_kanaalpand', ...
%             'Bathsebrug_DeltaNuts', ...
%             'Krammerbekken_laag', ...
%             'Volkerak_noord' };

vzm_balans.T{1} = 0.5 * (T_dag{4, 1}' + T_dag{4, 2}');

```

```

vzm_balans.ppt{1} = 0.00180655 * 0.5 * (Cl_dag{4, 1}' + Cl_dag{4,
2}');

vzm_balans.T{5} = 0.5 * (T_dag{3, 1}' + T_dag{3, 2}');
vzm_balans.ppt{5} = 0.00180655 * 0.5 * (Cl_dag{3, 1}' + Cl_dag{3,
2}');

vzm_balans.T{7} = 0.5 * (T_dag{2, 1}' + T_dag{2, 2}');
vzm_balans.ppt{7} = 0.00180655 * 0.5 * (Cl_dag{2, 1}' + Cl_dag{2,
2}');

vzm_balans.T{6} = 0.5 * (T_dag{1, 1}' + T_dag{1, 2}');
vzm_balans.ppt{6} = 0.00180655 * 0.5 * (Cl_dag{1, 1}' + Cl_dag{1,
2}');

% header in balans-vkzm_1988-2014.txt:
% $(%Daggemiddelde waarden uit dbasetijdreeks(en)
% $ 9999 [0000000000000000]
% >datum
% >tijd
% >daggemiddelde vksx QTI3 3 (Volkerak schut+spuisluizen)
% >daggemiddelde DSAS QTI3 1 (Dintelsas)
% >daggemiddelde BSAS QTI3 1 (Benedensas)
% >daggemiddelde vkzm QTI3 1 (neerslag)
% >som          vksx + DSAS + BSAS + vkzm
% >daggemiddelde krsx QTI3 3 (Krammersluizen)
% >daggemiddelde kksx QTI3 3 (Kreekrakgemaal netto waterverlies)
% >daggemiddelde BATS QTI3 1 (Bathse spuisluis)
% >daggemiddelde vkzm QTI3 2 (verdamping)
% >daggemiddelde VK QTI3 1 (debiet peilfluctuatie)
% >som          krsx + kksx + BATS + vkzm + VK
% >som          vksx + DSAS + BSAS + vkzm + krsx + kksx +
BATS + vkzm + VK

% regel 1 in balans-vkzm_1988-2014_no_header.txt:
% 19880101 0000 2.5 13.0 1.4 4.4 21.3 -5.1 -5.9
0.0 -0.3 -64.7 -75.9 -54.6
% regel 9862 in balans-vkzm_1988-2014_no_header.txt:
% 20141231 0000 2.4 41.3 6.0 0.0 49.7 -6.7 -4.1
-41.6 -0.4 -9.3 -62.1 -12.4

vzm_balans.data = load('balans-vkzm_1988-2014_no_header.txt');

%%% 1e kolom: datum
vzm_balans.dag = datenum(num2str(vzm_balans.data( : , 1)),
'yyyymmdd');

```

```

%% 2e kolom: tijd
vzm_balans.tijd = vzm_balans.data( : , 2);

%% 3e kolom: daggemiddelde vksx QTI3 3 (Volkerak schut+spuisluizen)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 3);
vzm_balans.dis{1} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%% 4e kolom: daggemiddelde DSAS QTI3 1 (Dintelsas)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 4);
vzm_balans.dis{2} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%% 5e kolom: daggemiddelde BSAS QTI3 1 (Benedensas)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 5);
vzm_balans.dis{3} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%% 6e kolom: daggemiddelde vkzm QTI3 1 (neerslag)
% vzm_balans.dis{4} = vzm_balans.data( : , 6);
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 6);
neerslag = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <= d1));
% deze data niet gebruikt, voor neerslag data van KNMI station
Vlissingen gebruikt

% etmaalsom neerslag [0.1 mm] uit gegevens van KNMI station
Vlissingen (310) in file etmgeg_310.txt
% via http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/download.html
data_in_file =
load('etmaalsom_neerslag_Vlissingen_KNMI_positief.txt');
% deze file bevat alleen selectie voor 1-1-2000 t/m 31-12-2014 uit
file etmgeg_310.txt van
% YYYYMMDD = Datum (YYYY=jaar MM=maand DD=dag) / Date (YYYY=year
MM=month DD=day)
% RH = Etmaalsom van de neerslag (in 0.1 mm) (-1 voor <0.05
mm) / Daily precipitation amount (in 0.1 mm) (-1 for <0.05 mm)
Vlissingen.dag = datenum(num2str(data_in_file( : , 1)), 'yyyymmdd');
Vlissingen.etmaalsom_neerslag = data_in_file( : , 2);
% neerslag uit balans is daggemiddelde als debiet [m3/s]
% etmaalsom daarom omrekenen naar debiet door
% - delen door 10000 om van [0.1 mm] naar [m] te gaan
% - vermenigvuldigen met oppervlak (berekend met OET matlab scripts,
81.951707587402339 km2, vraag is echter wat voor oppervlak in balans
is genomen - als daar ook uitgegaan is van verdamping in [0.1 mm])

```

```
% - delen door 24 * 60 * 60 om van etmaalsom naar daggemiddelde te
gaan
clear tmp;
tmp = 1.1 * (81.951707587402339 * 1000 * 1000) *
Vlissingen.etmaalsom_neerslag / ((10000) * (24 * 60 * 60));
vzm_balans.dis{4} = tmp(find(Vlissingen.dag >= d0 & Vlissingen.dag <=
d1));

%%% 7e kolom: som          vksx + DSAS + BSAS + vkzm
%%% hierbij is vkzm waarschijnlijk de neerslag
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 7);
som1 = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <= d1));
%%% 2) en 3) Check met
check_som1 = vzm_balans.dis{1} + vzm_balans.dis{2} +
vzm_balans.dis{3} + vzm_balans.dis{4} - som1;
%%% en
%%% max(check_som1)
%%% geeft waarde 27.6000 voor entry 7396
%%% andere waarden check_som schommelen rond -0.2 en 0.2

%%% 8e kolom: daggemiddelde krsx QTI3 3 (Krammersluizen)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 8);
vzm_balans.dis{5} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%%% 9e kolom: daggemiddelde kksx QTI3 3 (Kreekrakgemaal netto
waterverlies)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 9);
vzm_balans.dis{6} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%%% 10e kolom: daggemiddelde BATS QTI3 1 (Bathse spuisluis)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 10);
vzm_balans.dis{7} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%%% 11e kolom: daggemiddelde vkzm QTI3 2 (verdamping)
%vzm_balans.dis{8} = vzm_balans.data( : , 11);
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 11);
verdamping = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <= d1));
% deze data niet gebruikt, voor verdamping data van KNMI station
Vlissingen gebruikt
```



```

% etmaalsom referentiegewasverdamping (Makkink) [0.1 mm] uit gegevens
van KNMI station Vlissingen (310) in file etmgeg_310.txt
% via http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/download.html
data_in_file = load('etmaalsom_verdamping_Vlissingen_KNMI.txt');
% deze file bevat alleen selectie voor 1-1-2000 t/m 31-12-2014 uit
file etmgeg_310.txt van
% YYYYMMDD = Datum (YYYY=jaar MM=maand DD=dag) / Date (YYYY=year
MM=month DD=day)
% EV24 = Referentiegewasverdamping (Makkink) (in 0.1 mm) /
Potential evapotranspiration (Makkink) (in 0.1 mm)
Vlissingen.dag = datenum(num2str(data_in_file( : , 1)), 'yyyymmdd');
Vlissingen.etmaalsom_verdamping = data_in_file( : , 2);
% verdamping uit balans is daggemiddelde als debiet [m3/s]
% etmaalsom daarom omrekenen naar debiet door
% - delen door 10000 om van [0.1 mm] naar [m] te gaan
% - vermenigvuldigen met oppervlak (berekend met OET matlab scripts,
81.951707587402339 km2, vraag is echter wat voor oppervlak in balans
is genomen - als daar ook uitgegaan is van verdamping in [0.1 mm])
% - delen door 24 * 60 * 60 om van etmaalsom naar daggemiddelde te
gaan
clear tmp;
tmp = -1.0 * 0.8 * (81.951707587402339 * 1000 * 1000) *
Vlissingen.etmaalsom_verdamping / ((10000) * (24 * 60 * 60));
vzm_balans.dis{8} = tmp(find(Vlissingen.dag >= d0 & Vlissingen.dag <=
d1));

%% 12e kolom: daggemiddelde VK QTI3 1 (debiet peilfluctuatie)
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 12);
vzm_balans.dis{9} = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <=
d1));

%% 13e kolom: som krsx + kksx + BATS + vkzm + VK
%% hierbij is vkzm waarschijnlijk de verdamping
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 13);
som2 = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <= d1));
%% 2) en 3) Check met
check_som2 = vzm_balans.dis{5} + vzm_balans.dis{6} +
vzm_balans.dis{7} + vzm_balans.dis{8} + vzm_balans.dis{9} - som2;
%% geeft dat waarden check_som2 schommelen rond -0.2 en 0.2

%% 14e kolom: som vkxs + DSAS + BSAS + vkzm + krsx +
kksx + BATS + vkzm + VK
%% hierbij is waarschijnlijk de 1e vkzm de neerslag en de 2e de
verdamping
clear tmp;
tmp = vzm_balans.data( : , 14);

```

```
som3 = tmp(find(vzm_balans.dag >= d0 & vzm_balans.dag <= d1));
%%% 2) en 3) Check met
check_som3 = vzm_balans.dis{1} + vzm_balans.dis{2} +
vzm_balans.dis{3} + vzm_balans.dis{4} + vzm_balans.dis{5} +
vzm_balans.dis{6} + vzm_balans.dis{7} + vzm_balans.dis{8} +
vzm_balans.dis{9} - som3;
%%% en
%%% min(check_som3)
%%% geeft waarde -4.2000 voor entry 7396
%%% andere waarden check_som3 schommelen rond -0.3 en 0.3

verschil = vzm_balans.dis{1} + vzm_balans.dis{2} + vzm_balans.dis{3}
+ vzm_balans.dis{4} + vzm_balans.dis{5} + vzm_balans.dis{6} +
vzm_balans.dis{7} + vzm_balans.dis{8} + vzm_balans.dis{9};
% wel peilfluctuatie meegenomen (+ vzm_balans.dis{9});
verschil_min = verschil;
verschil_min(verschil >= 0) = 0;
verschil_plus = verschil;
verschil_plus(verschil < 0) = 0;

volkerak_gecorrigeerd = vzm_balans.dis{1} - verschil_min;
bathse_gecorrigeerd = vzm_balans.dis{7} - verschil_plus;

verschil_gecorrigeerd = volkerak_gecorrigeerd + vzm_balans.dis{2} +
vzm_balans.dis{3} + vzm_balans.dis{4} + vzm_balans.dis{5} +
vzm_balans.dis{6} + bathse_gecorrigeerd + vzm_balans.dis{8};

vzm_balans.dis{1} = volkerak_gecorrigeerd;
vzm_balans.dis{7} = bathse_gecorrigeerd;

%1 Volkeraksluis
%2 Dintelsas
%3 Bovensas
%5 Krammersluis
%6 Kreekraksluis
%7 Bathse spuisluis

source_name = { 'Volkeraksluis', ...
                'Dintelsas', ...
                'Bovensas', ...
                'Krammersluis', ...
                'Kreekraksluis', ...
                'Bathse spuisluis' };

% datenum('01-oct-2006') = 732951
% datenum('01-jan-2010') = 734139
% verschil is 1188
% -> 1188 * 1440 = 1710720 optellen bij startwaarde tijd in minuten

fid=fopen(['vzm14.dis'],'w');
for i = 1 : 6,
    fprintf(fid,'%s','table-name                'Discharge : ');
```

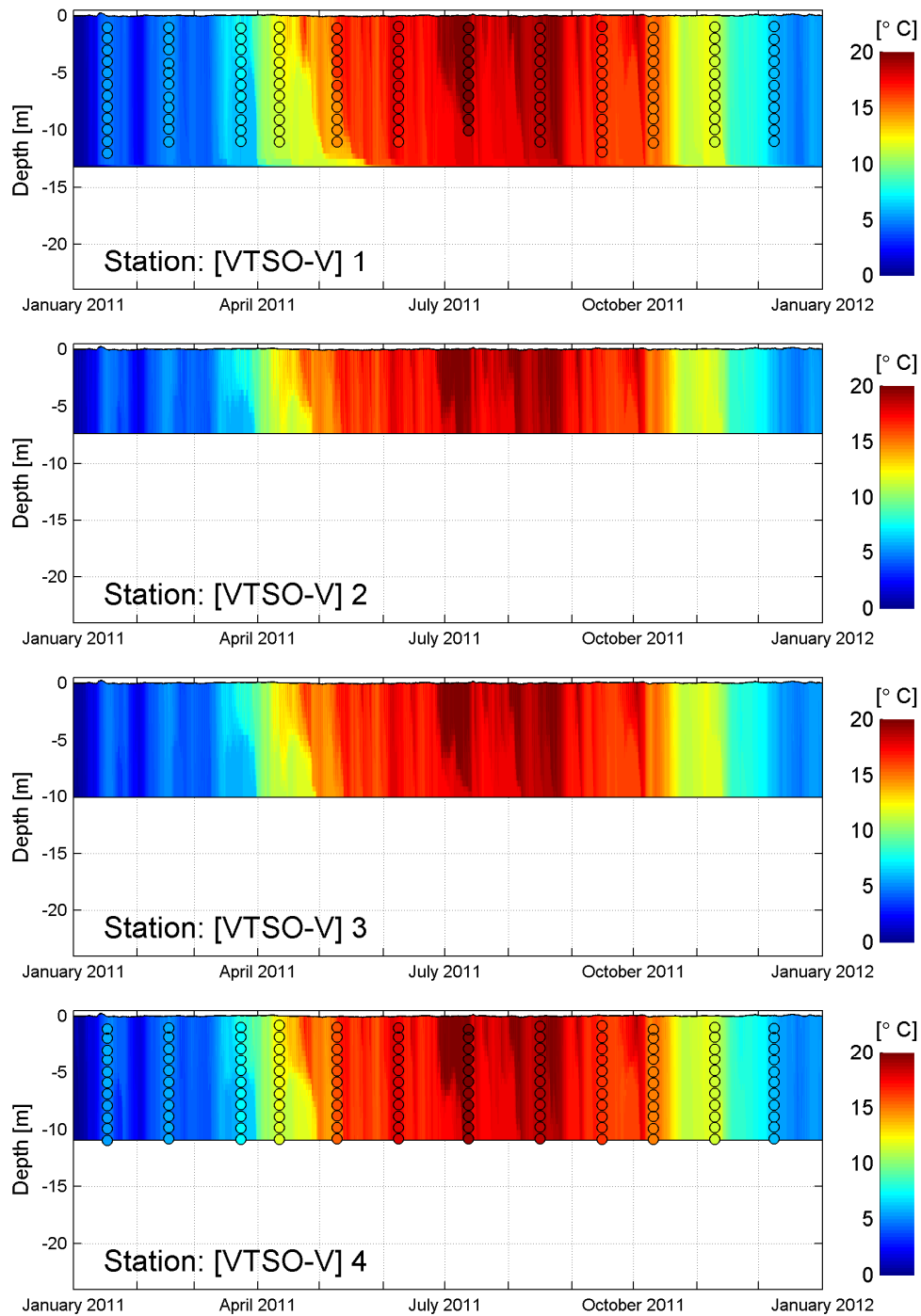
```

fprintf(fid,'%i',i);
fprintf(fid,'%s\n','');
fprintf(fid,'%s\n','contents      'regular      ');
fprintf(fid,'%s','location      ');
fprintf(fid,'%s\n',source_name{i});
fprintf(fid,'%s\n','');
fprintf(fid,'%s\n','time-function      'non-equidistant');
fprintf(fid,'%s','reference-time      ');
fprintf(fid,'%s\n','20061001');
fprintf(fid,'%s\n','time-unit      'minutes');
fprintf(fid,'%s\n','interpolation      'linear');
fprintf(fid,'%s\n','parameter      'time      '
unit '[min]');
fprintf(fid,'%s\n','parameter      'flux/discharge rate '
unit '[m3/s]');
fprintf(fid,'%s\n','parameter      'Salinity      '
unit '[ppt]');
fprintf(fid,'%s\n','parameter      'Temperature      '
unit '[oC]');
fprintf(fid,'%s','records-in-table      ');
fprintf(fid,'%s\n', d1 - d0 + 1);
for j = d0 : d1,
    fprintf(fid,'%s\n',int32(1710720 + (j - d0)*1440));
    if i < 4
        fprintf(fid,'% 9e', vzm_balans.dis{i}(j - d0 + 1));
        fprintf(fid,' % 9e', vzm_balans.ppt{i}(j - d0 + 1));
        fprintf(fid,' % 9e\n', vzm_balans.T{i}(j - d0 + 1));
    else
        fprintf(fid,'% 9e', vzm_balans.dis{i + 1}(j - d0 + 1));
        fprintf(fid,' % 9e', vzm_balans.ppt{i + 1}(j - d0 + 1));
        fprintf(fid,' % 9e\n', vzm_balans.T{i + 1}(j - d0 + 1));
    end
end
end
fclose(fid);

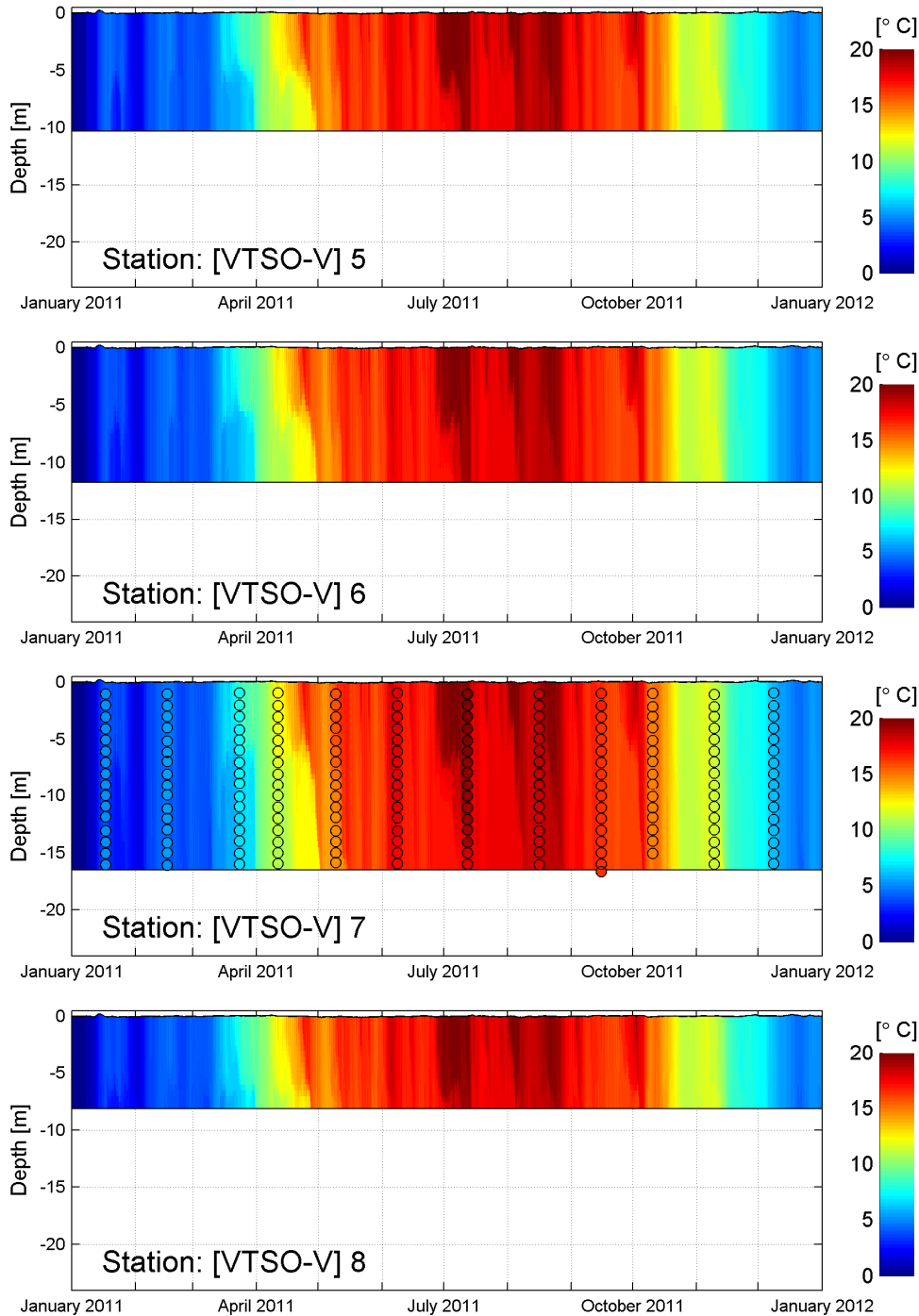
```



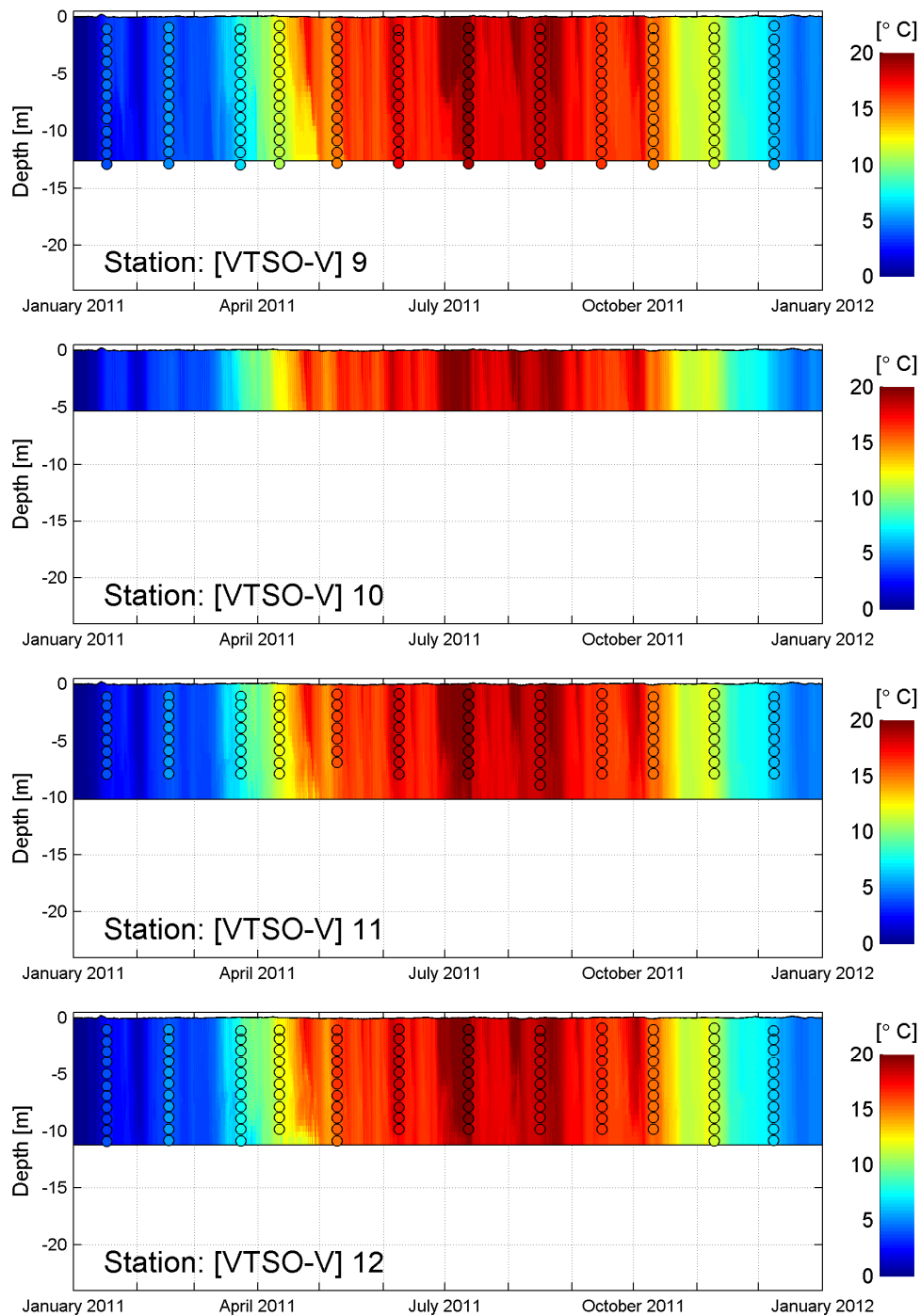
## C Metingen en simulatie temperatuur 2011



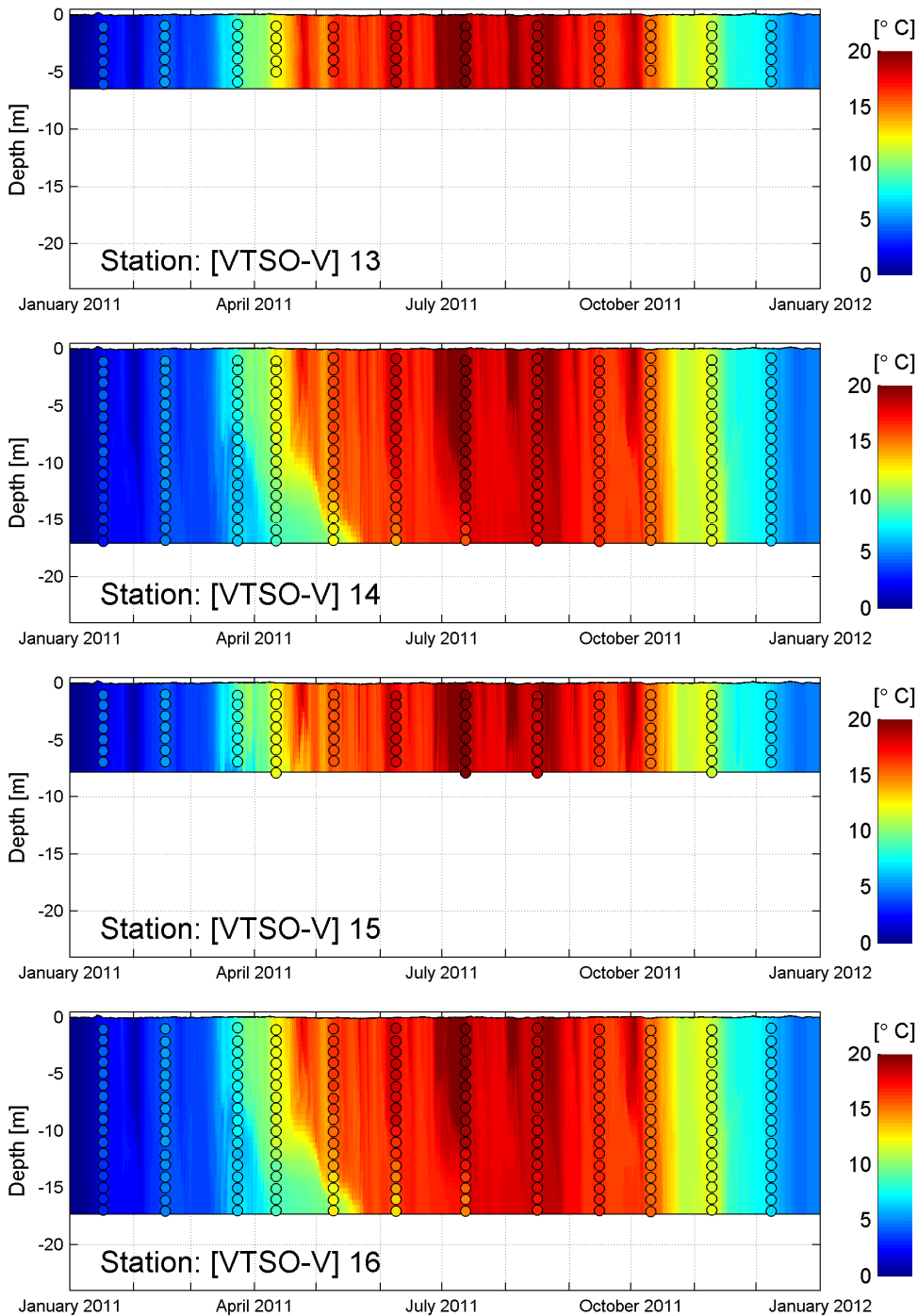
Figuur C.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarin gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



Figuur C.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

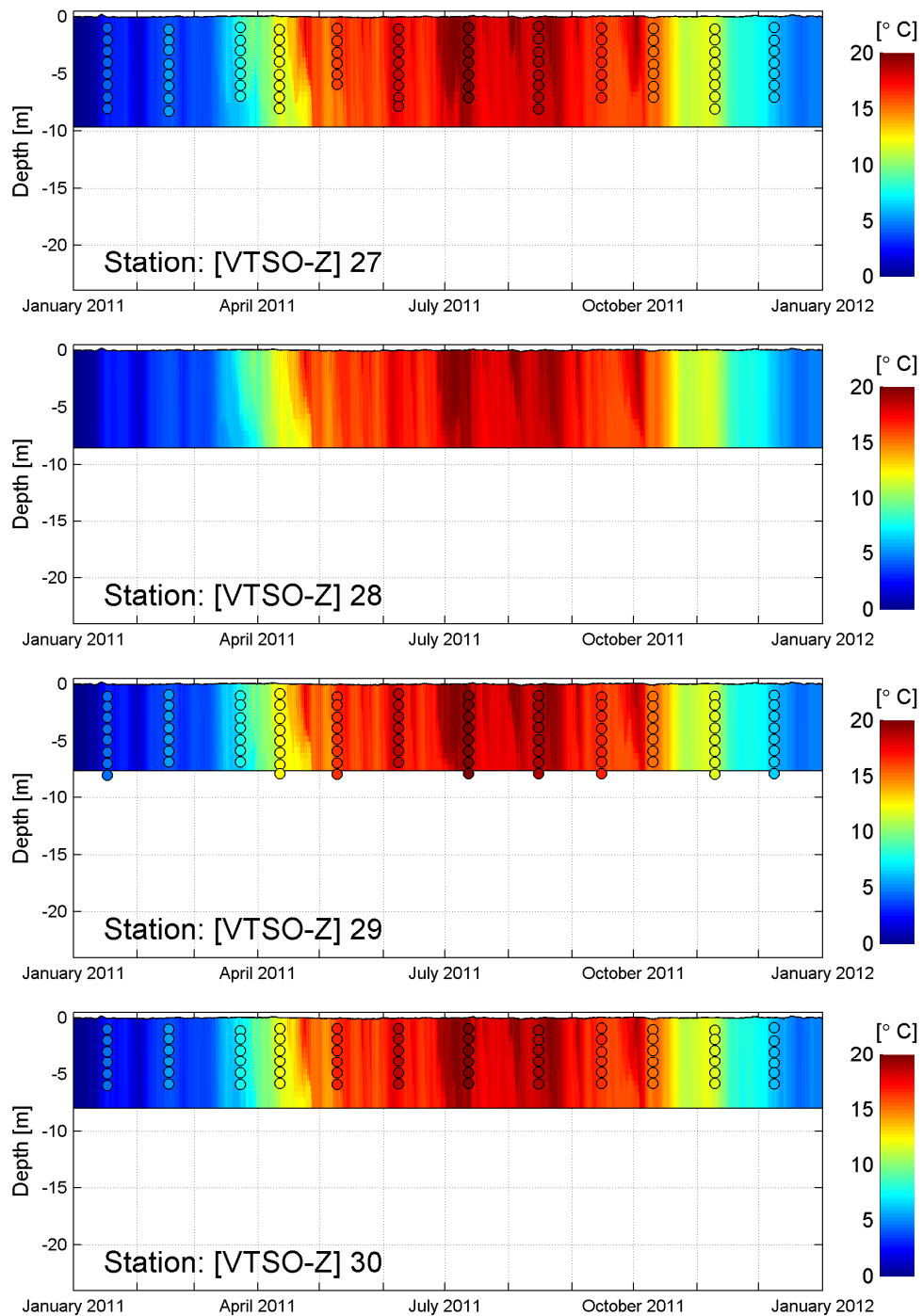


Figuur C.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarin gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

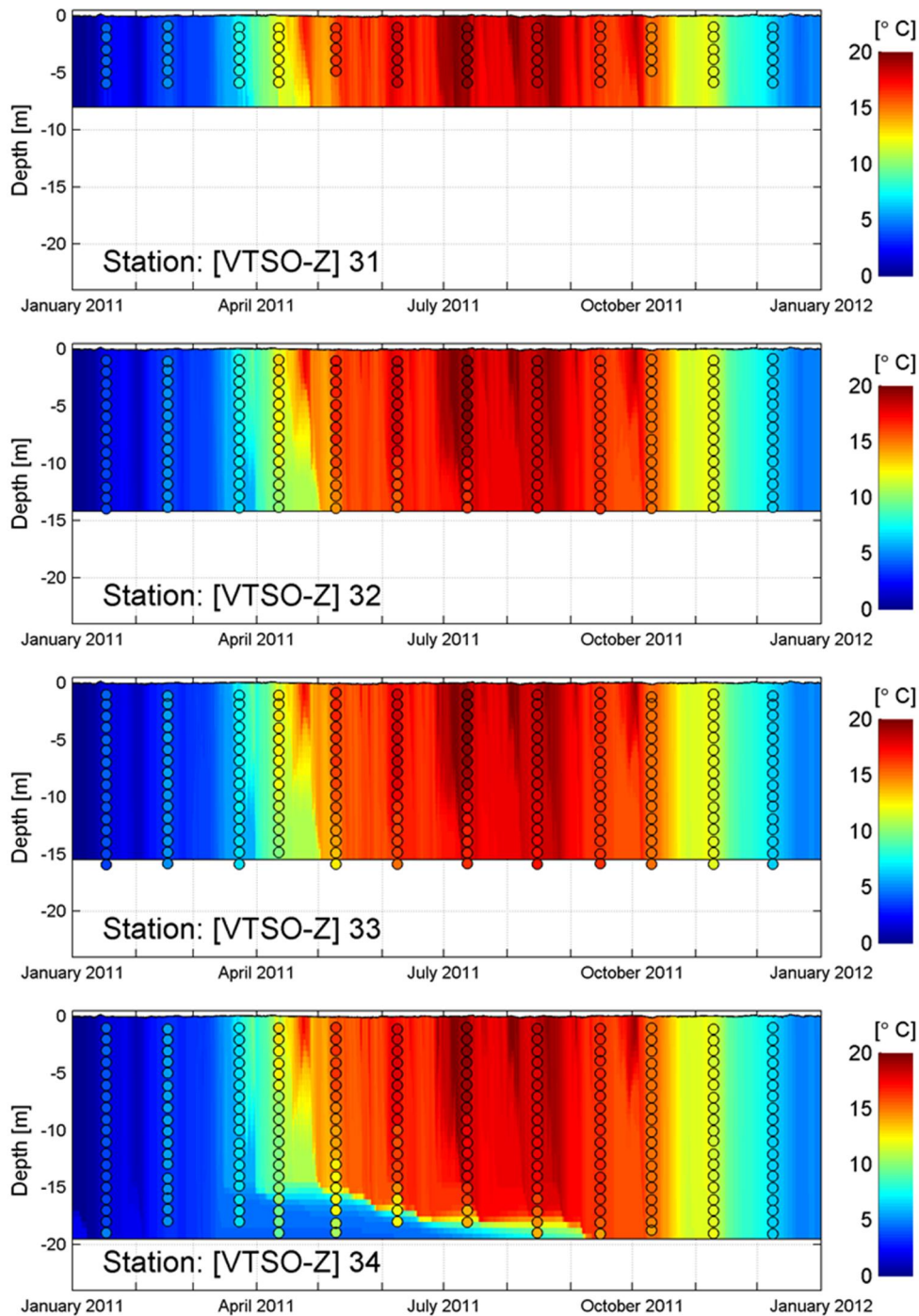


Figuur C.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16.

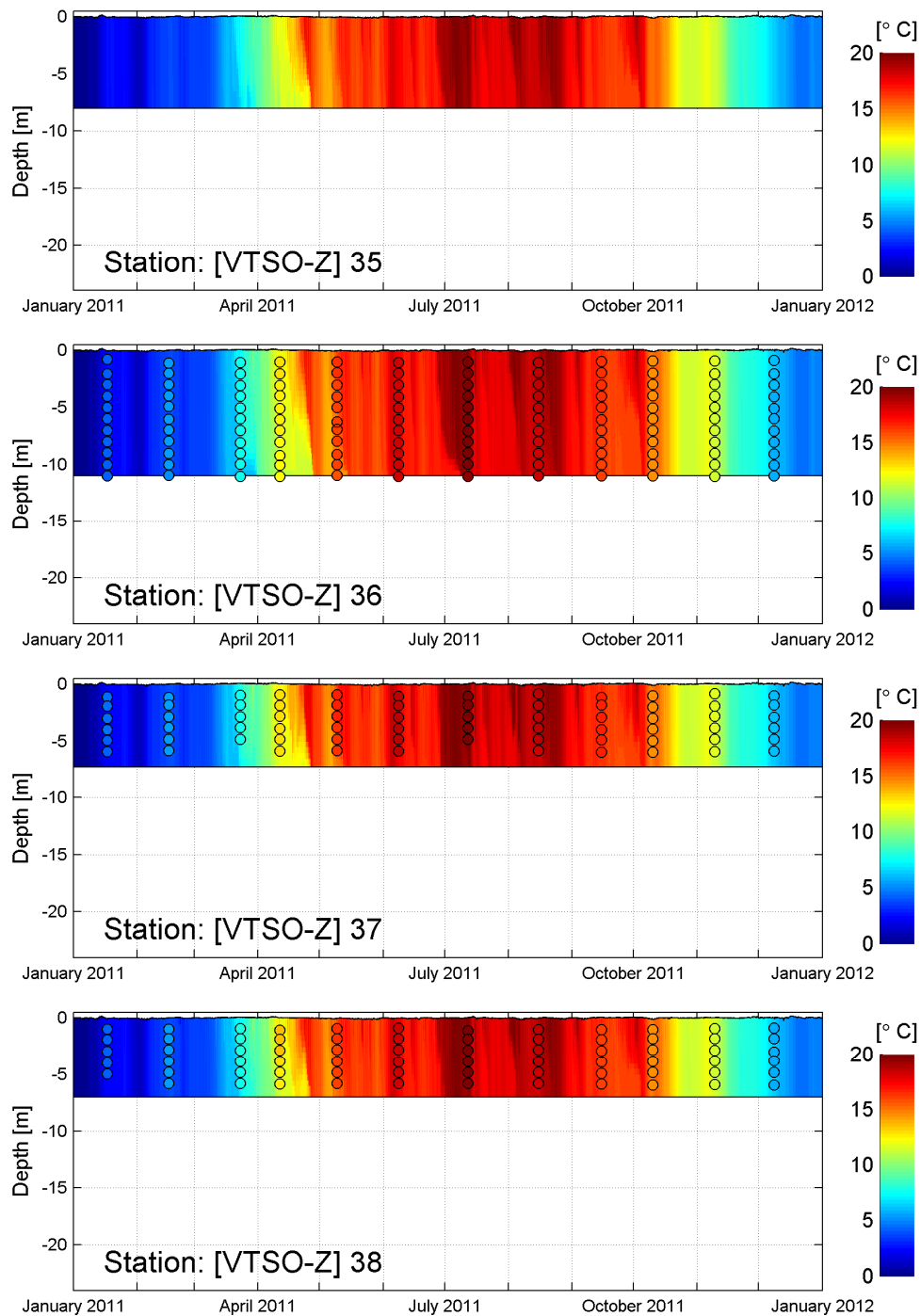




Figuur C.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



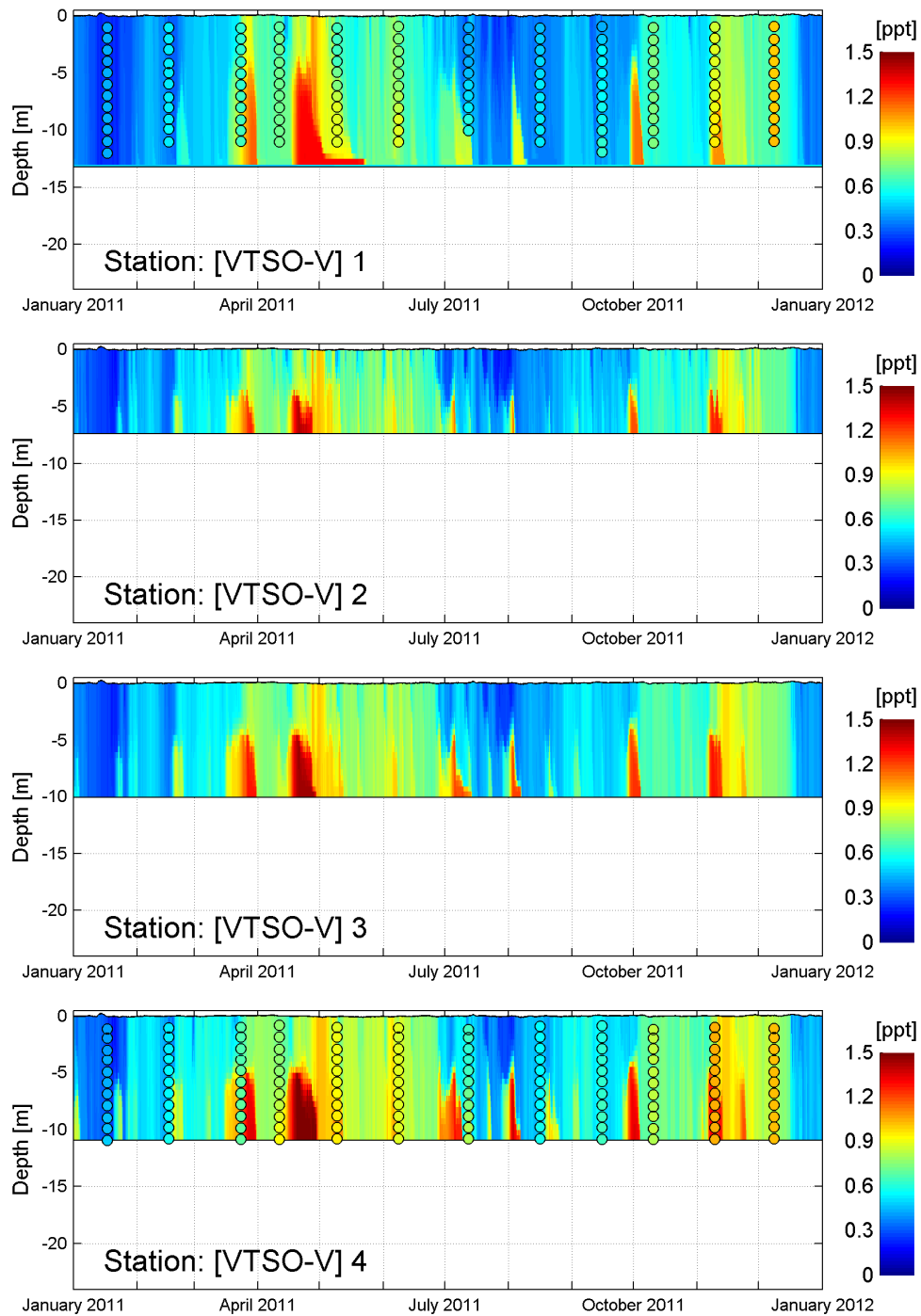
Figuur C.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



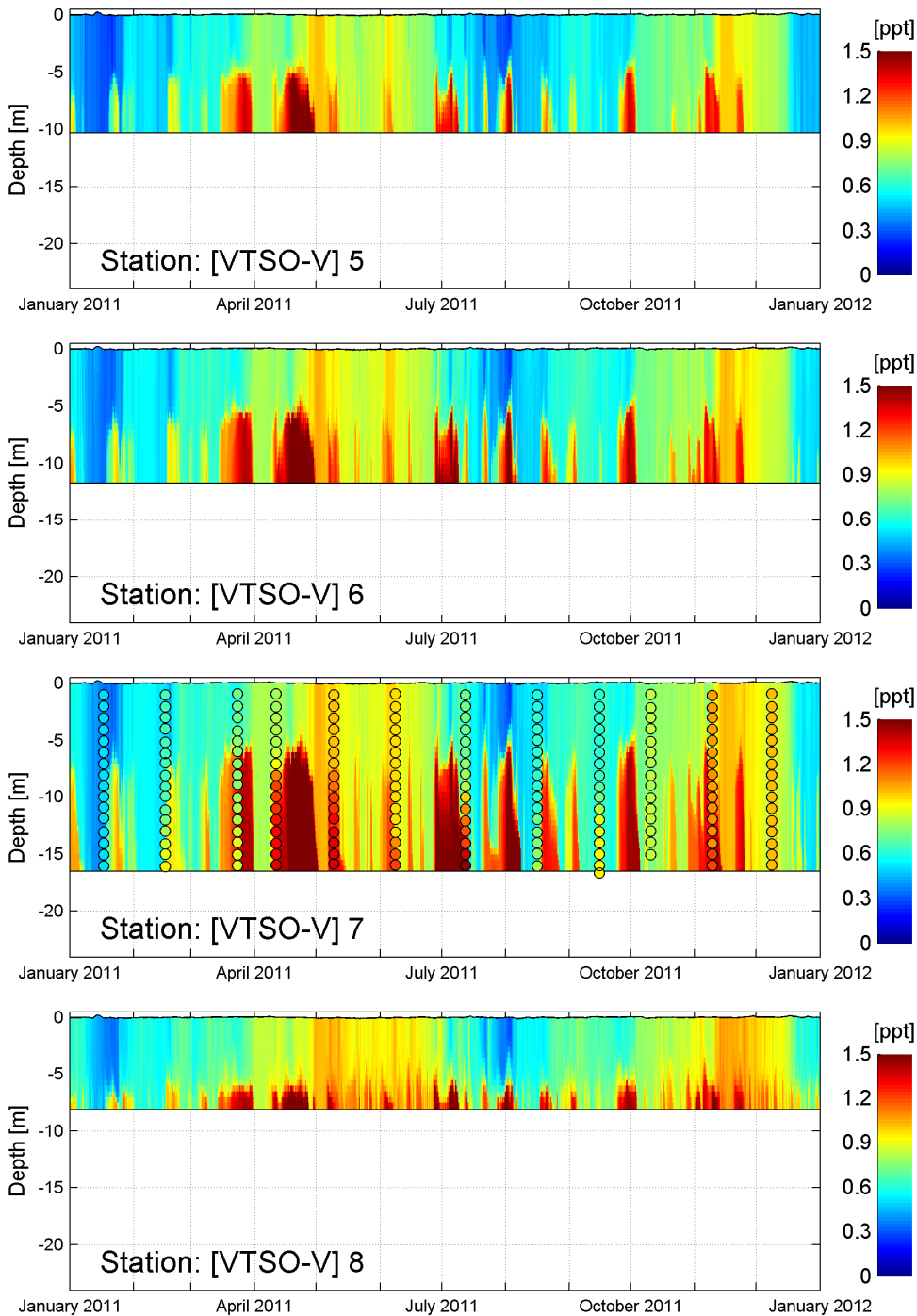
Figuur C.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



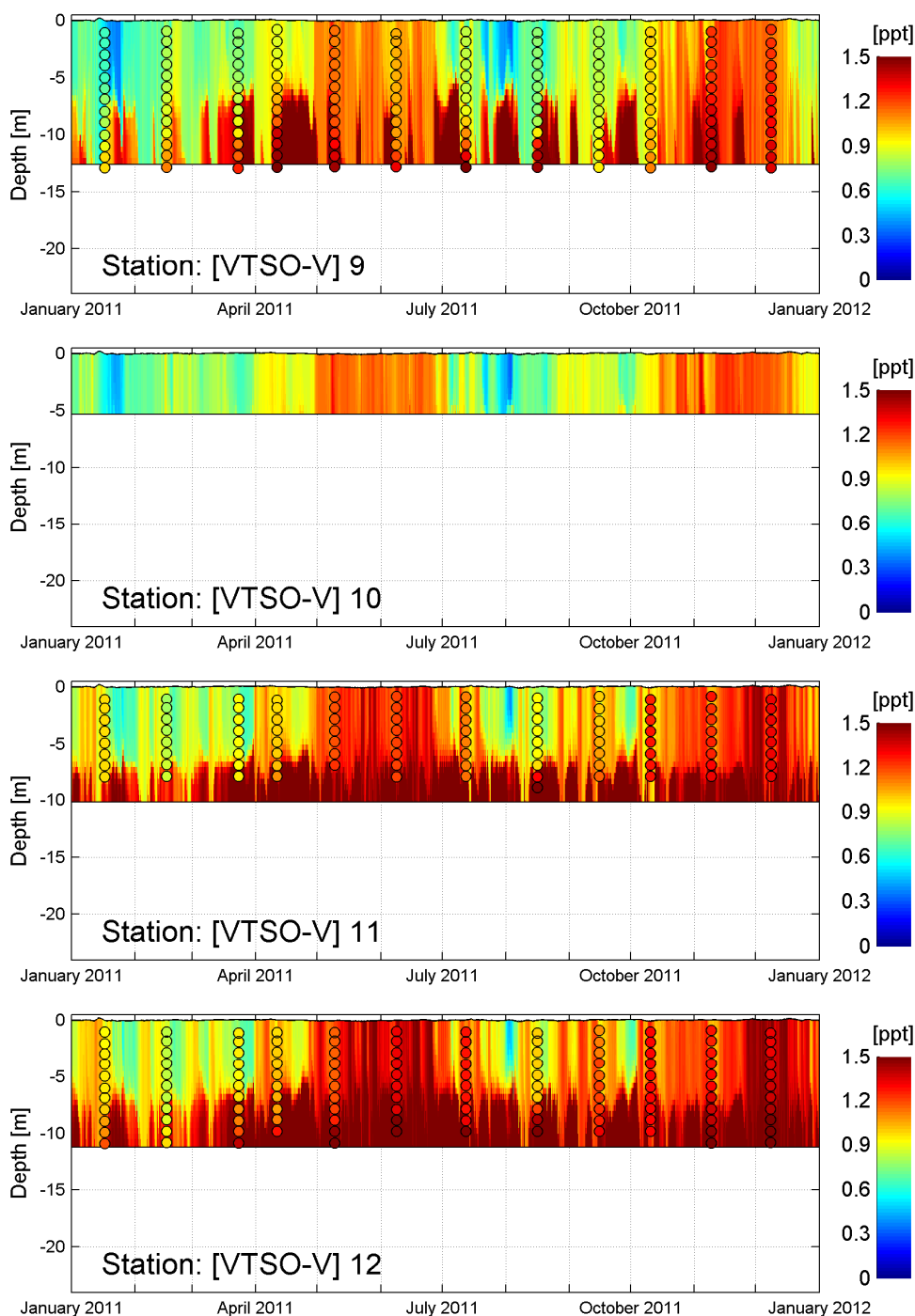
## D Metingen en simulatie zout 2011



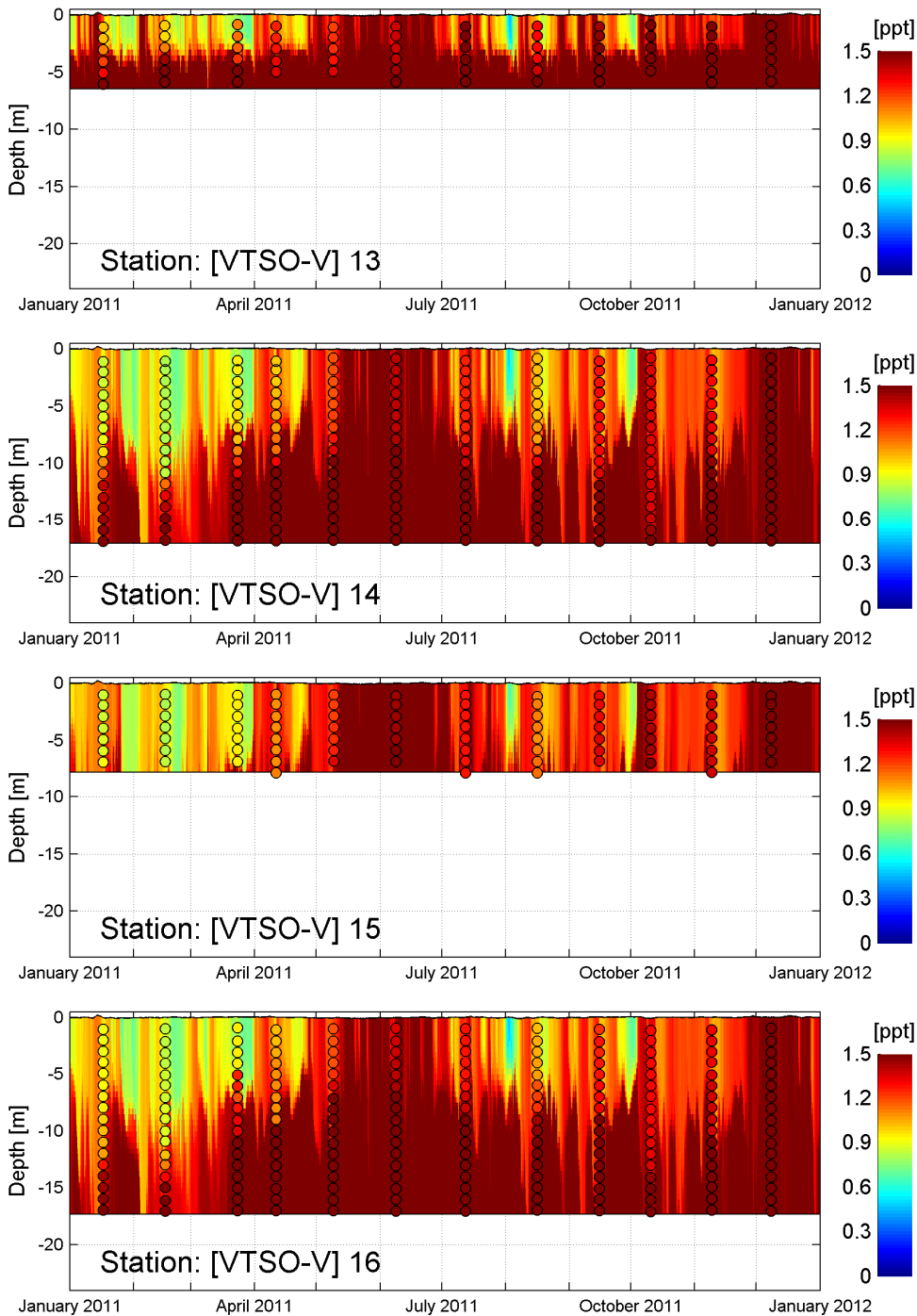
Figuur D.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



Figuur D.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

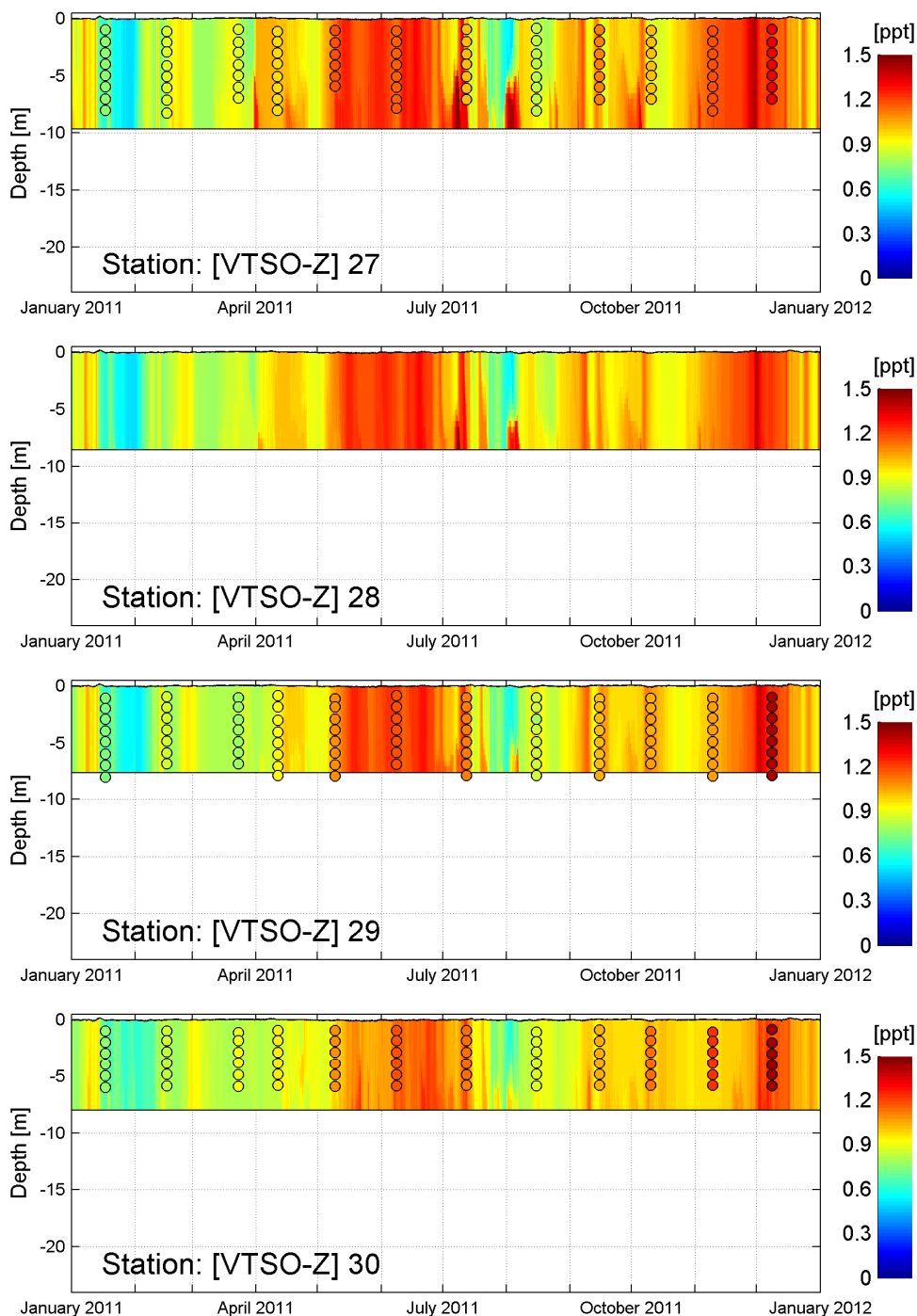


Figuur D.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

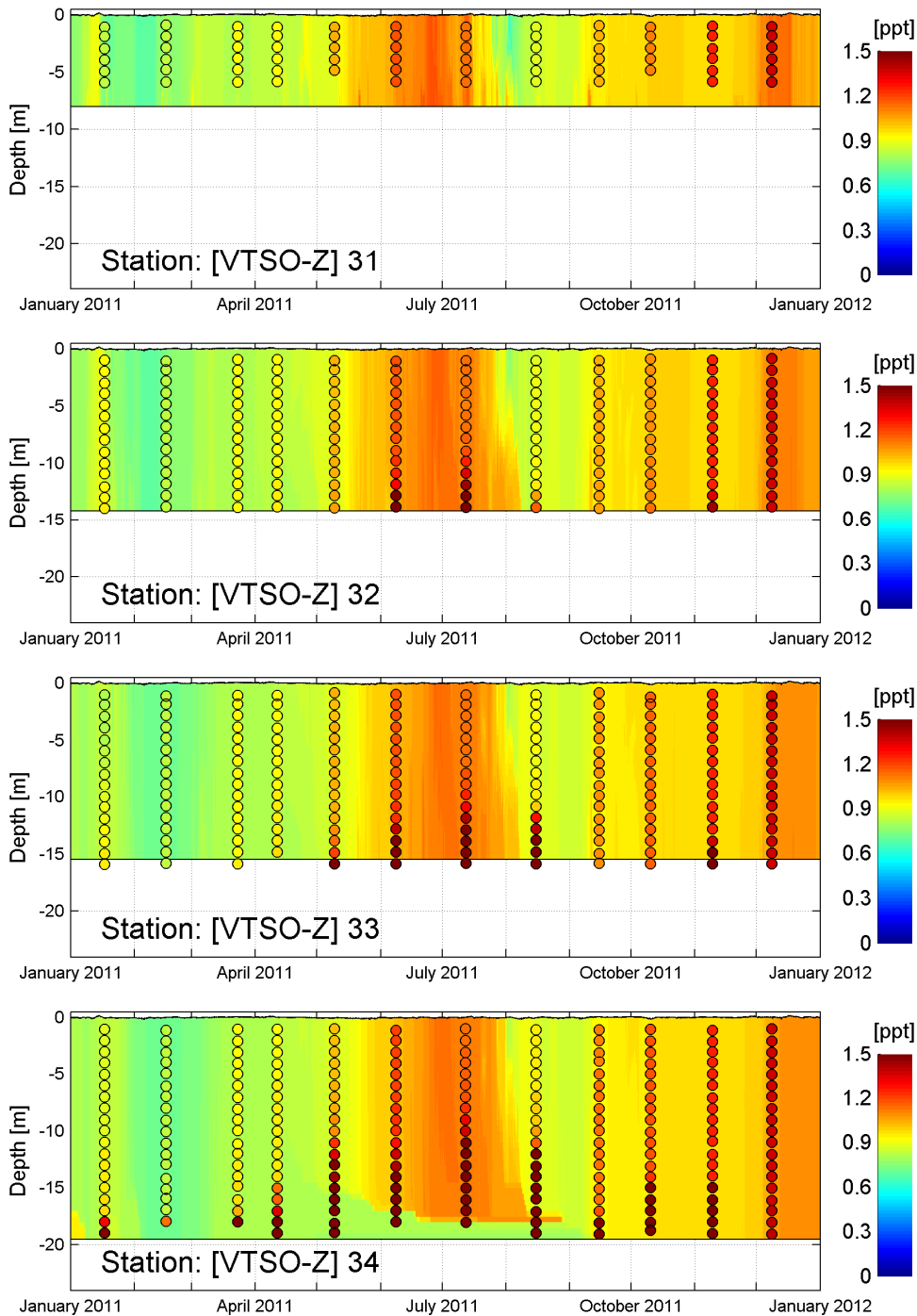


Figuur D.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16.

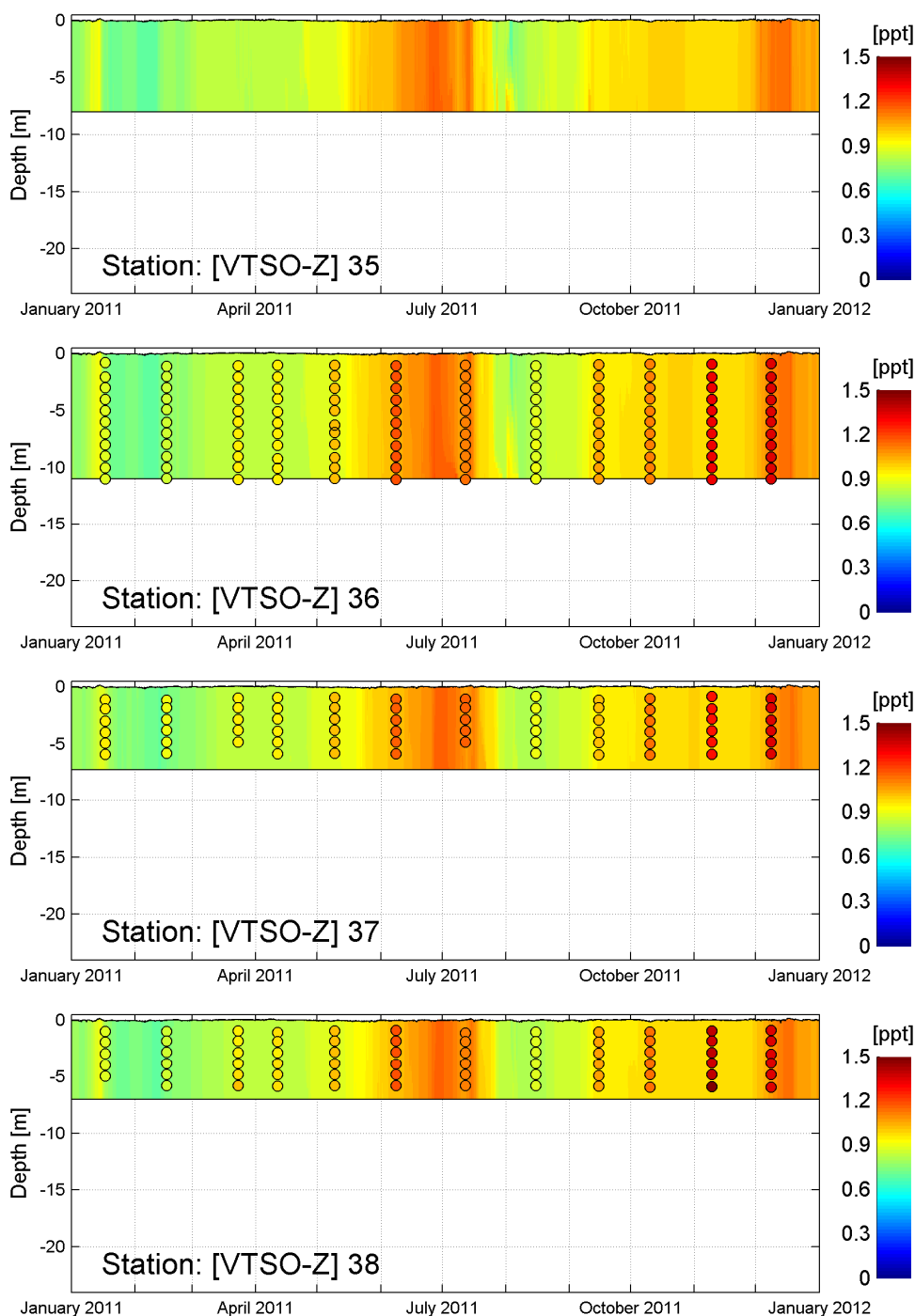




Figuur D.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarin gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



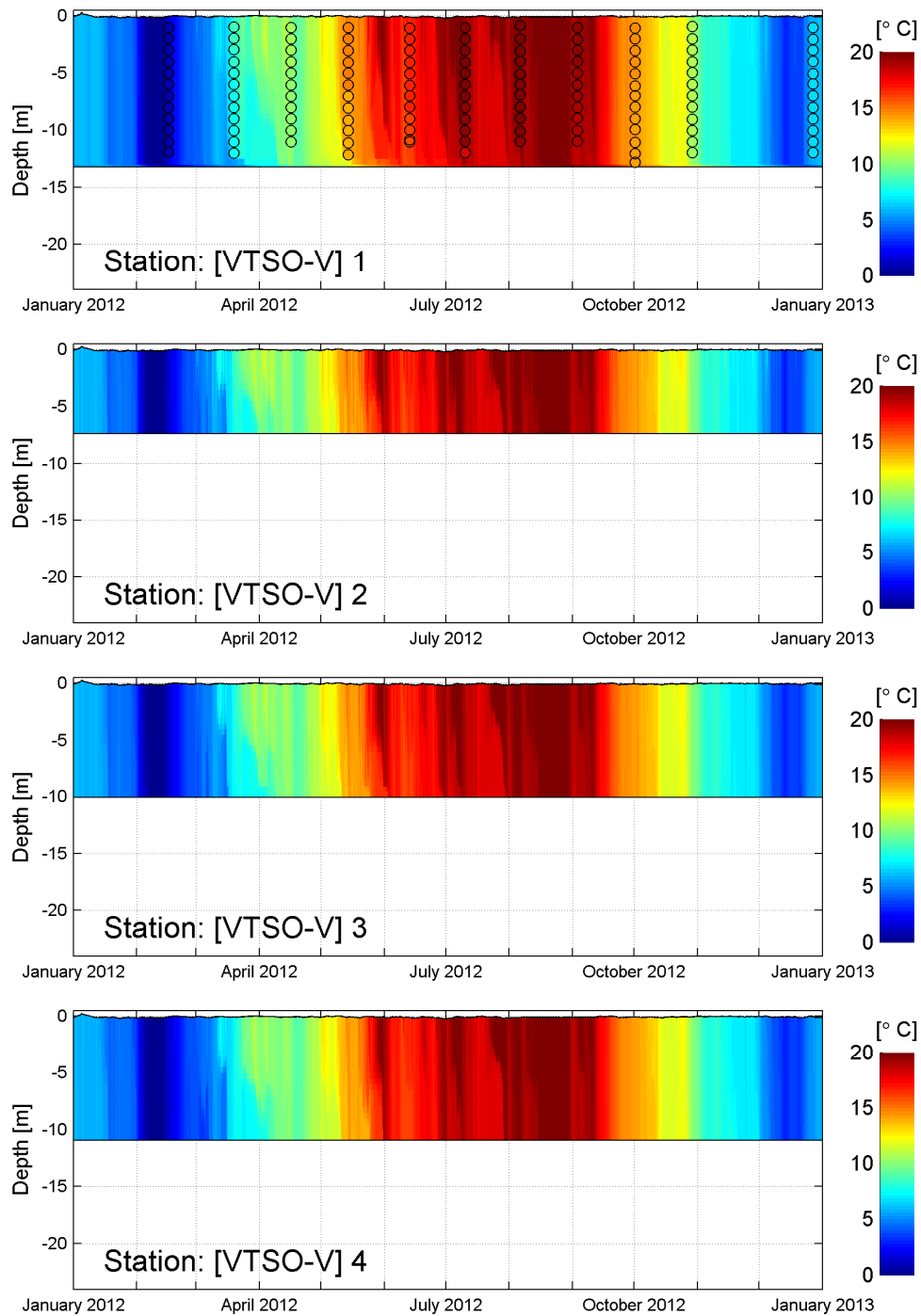
Figuur D.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



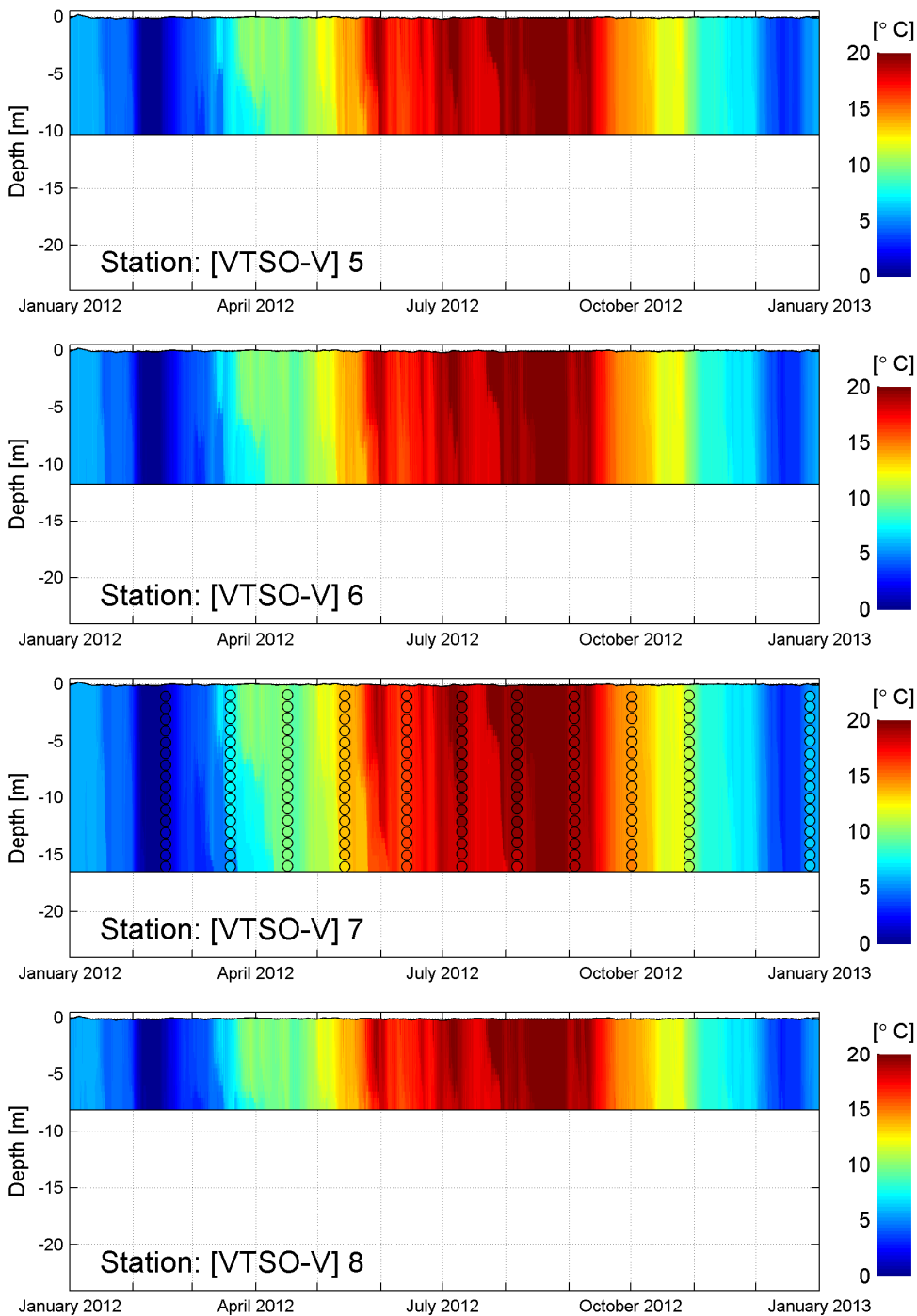
Figuur D.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



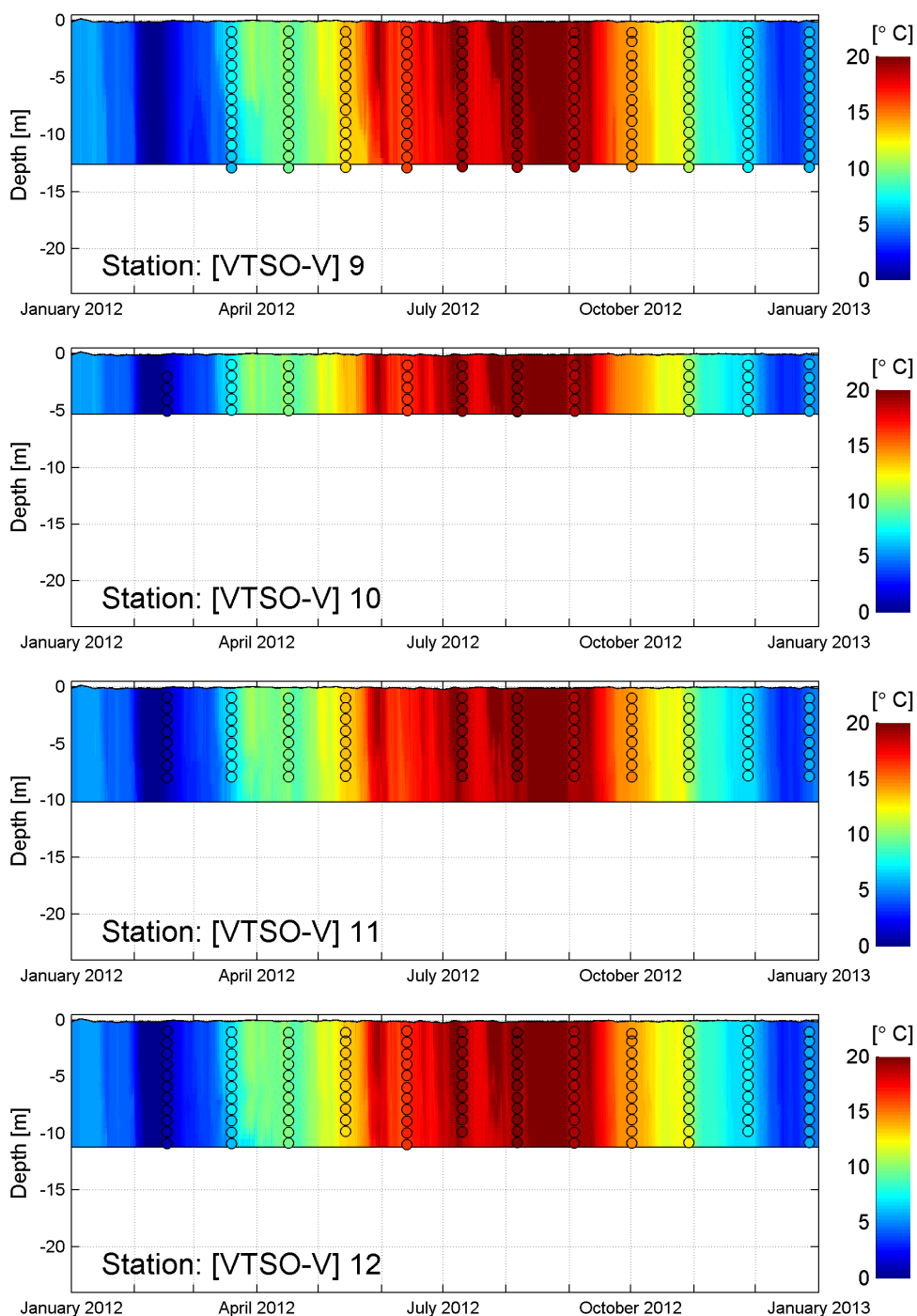
## E Metingen en simulatie temperatuur 2012



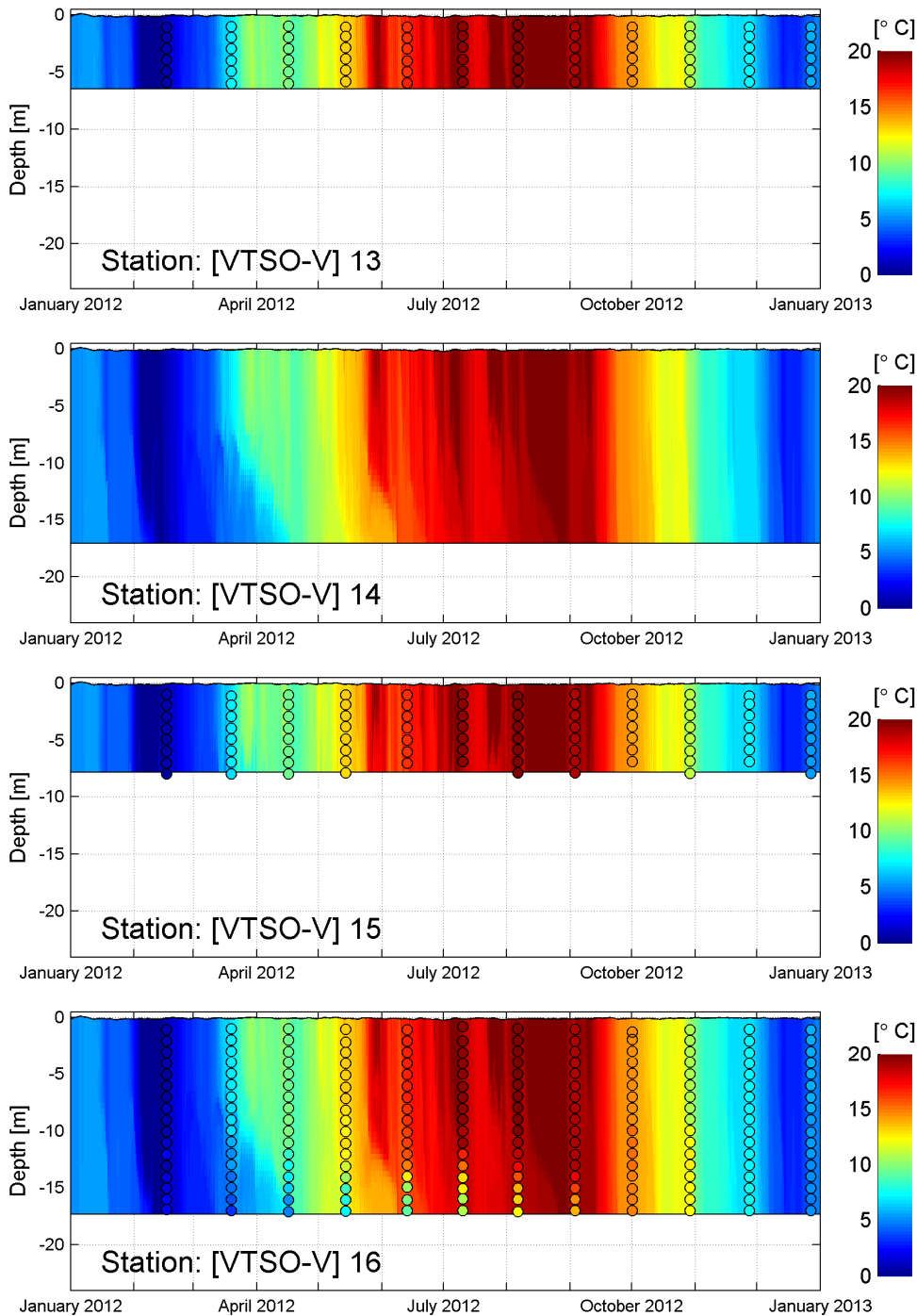
Figuur E.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



*Figuur E.2* Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

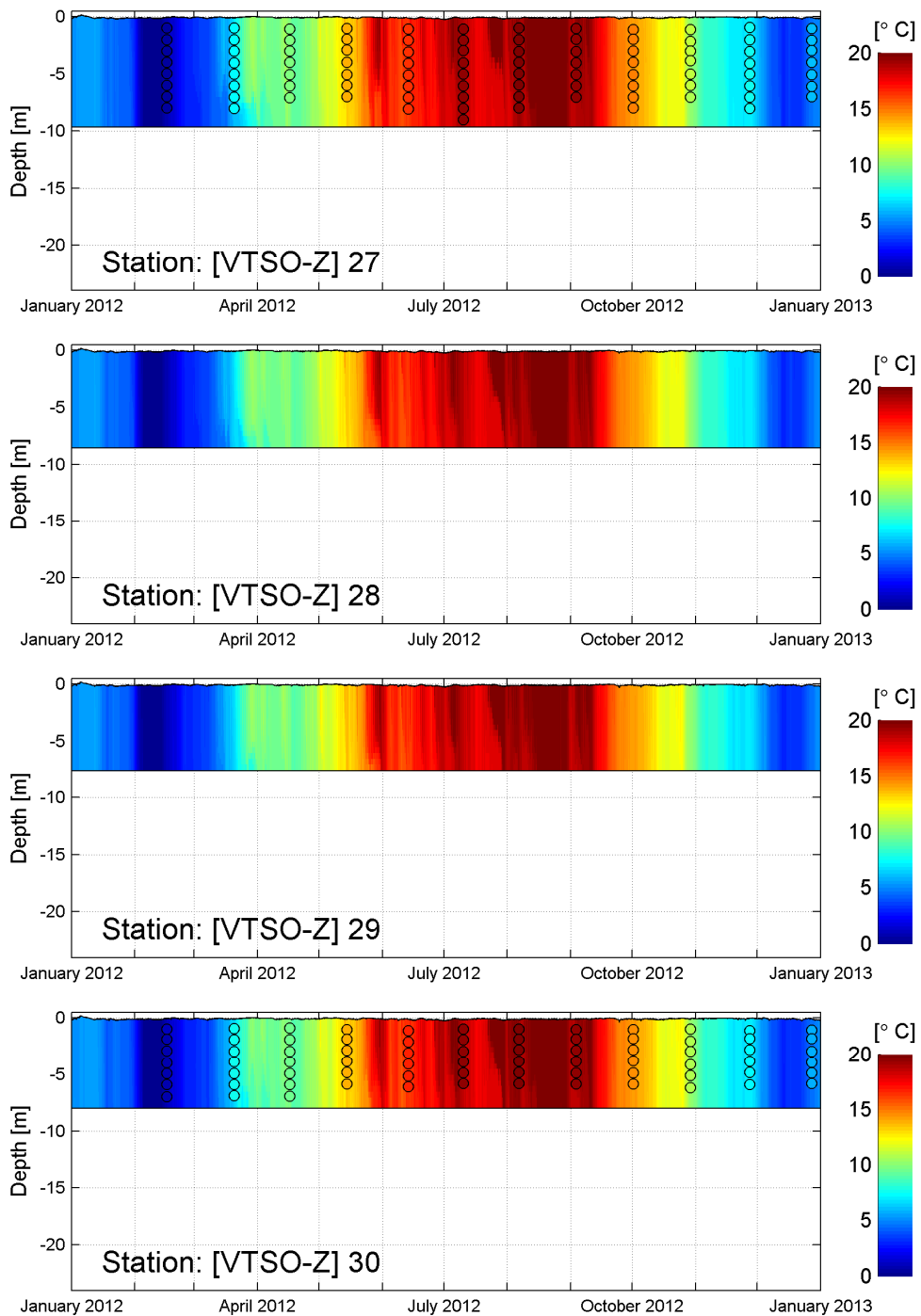


Figuur E.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarin gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

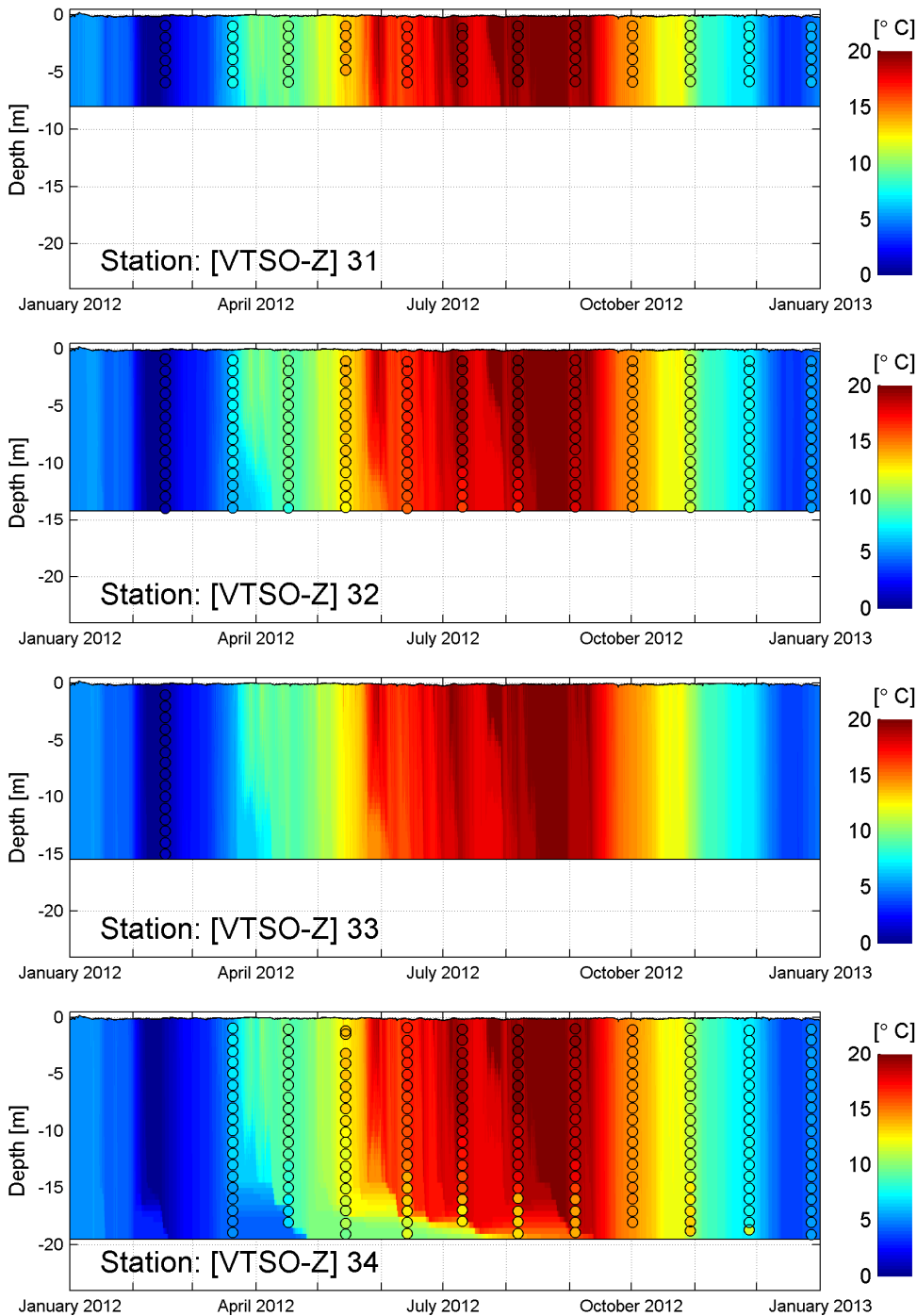


Figuur E.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16.

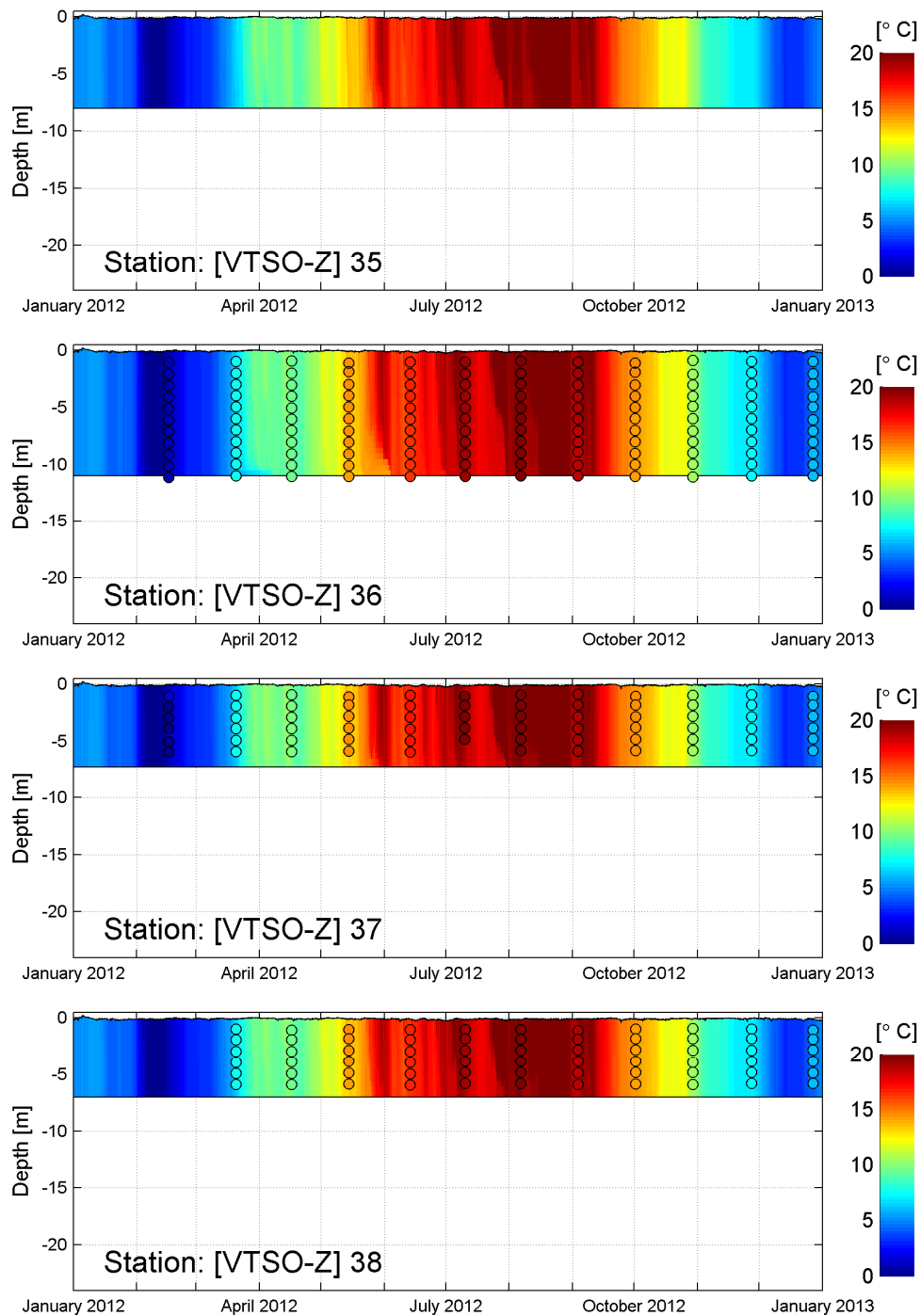




Figuur E.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



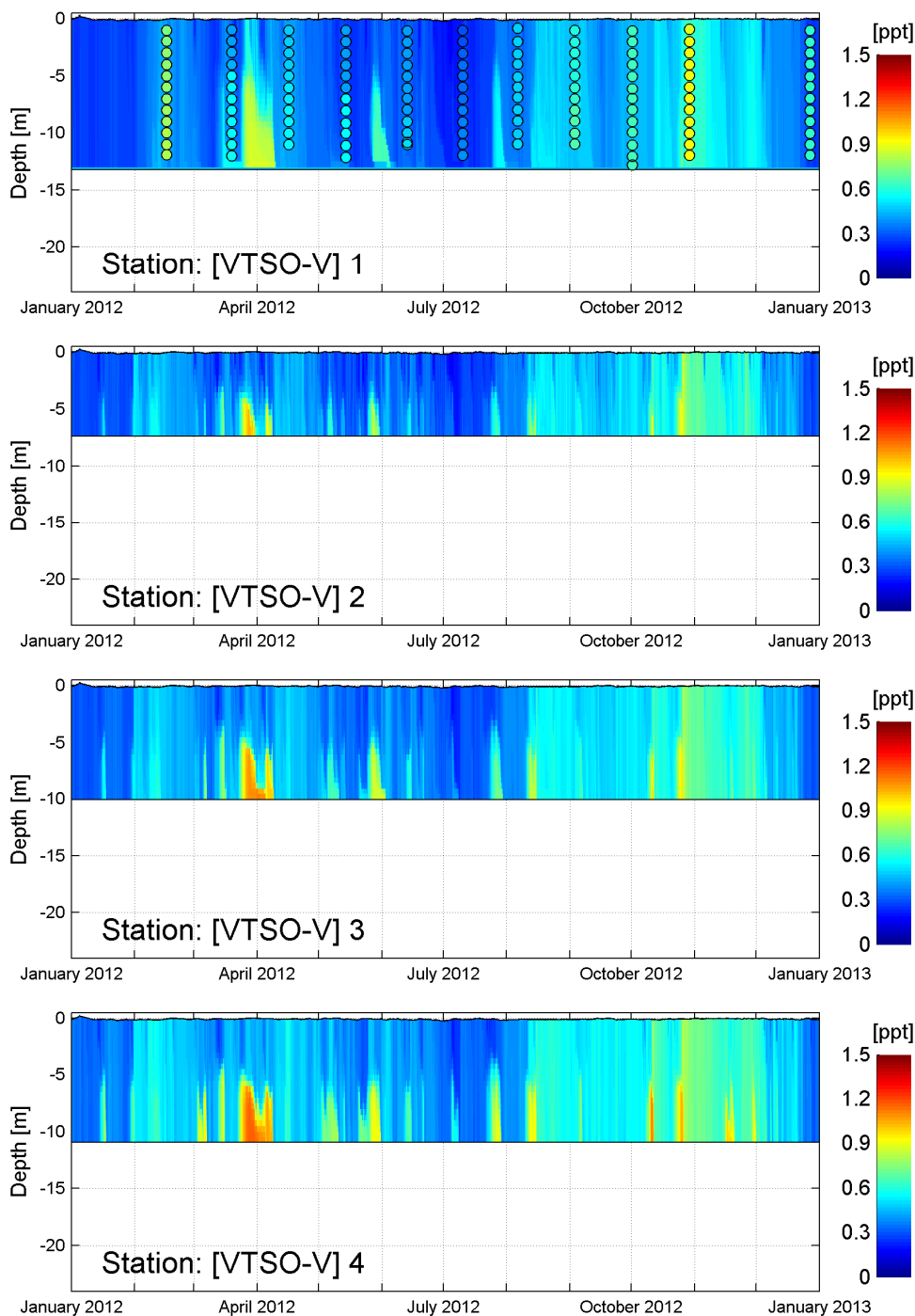
Figuur E.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



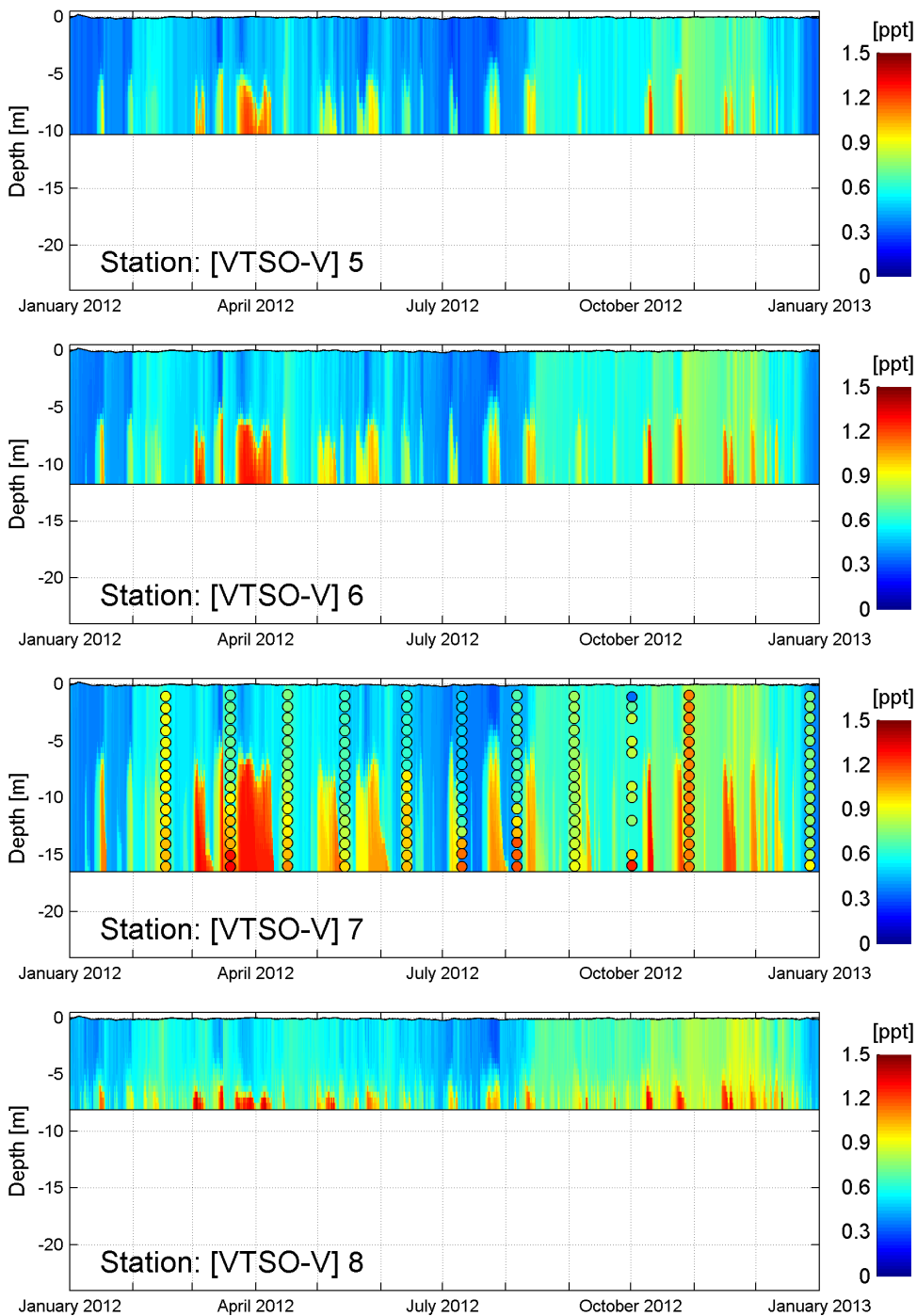
Figuur E.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



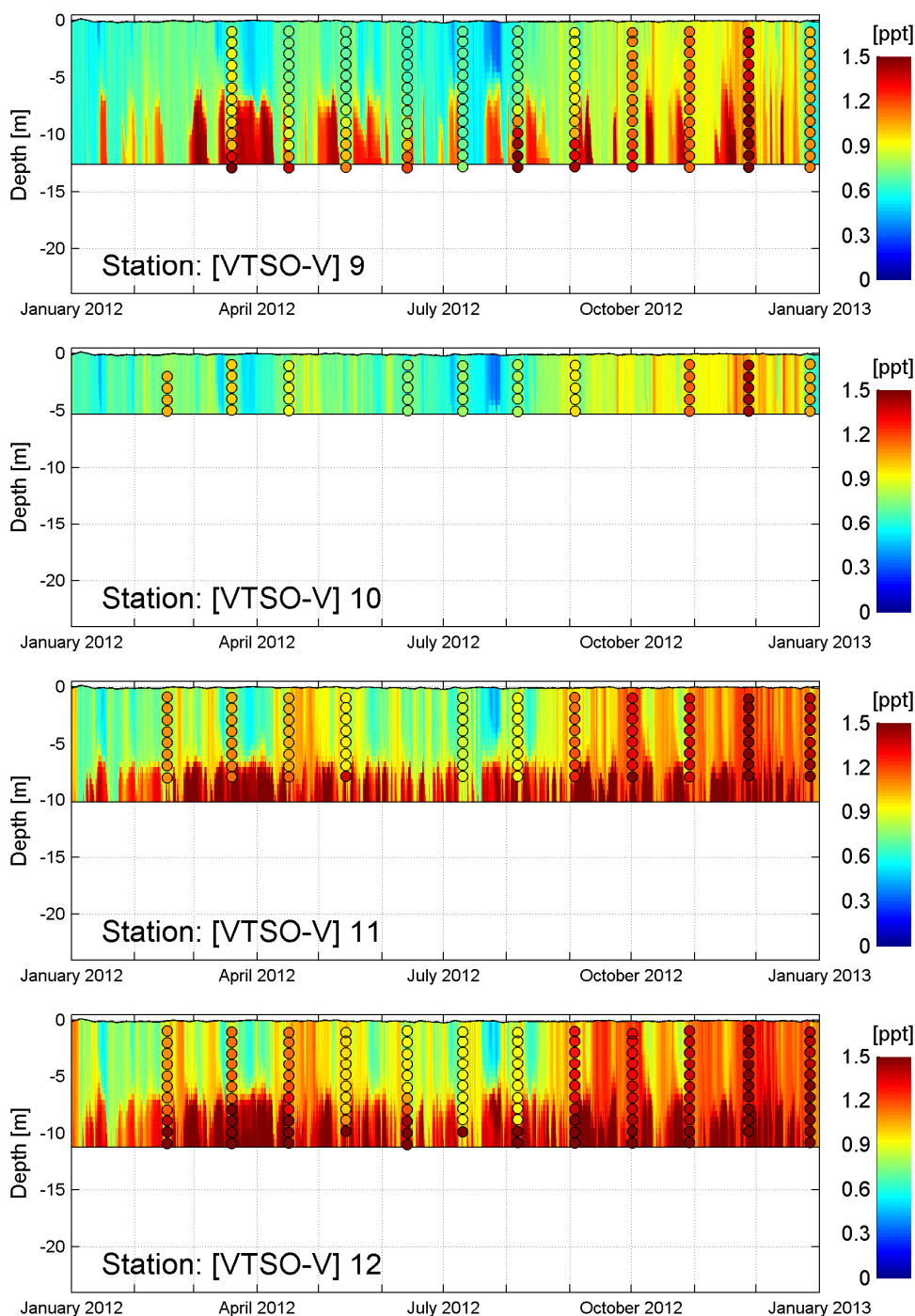
## F Metingen en simulatie zout 2012



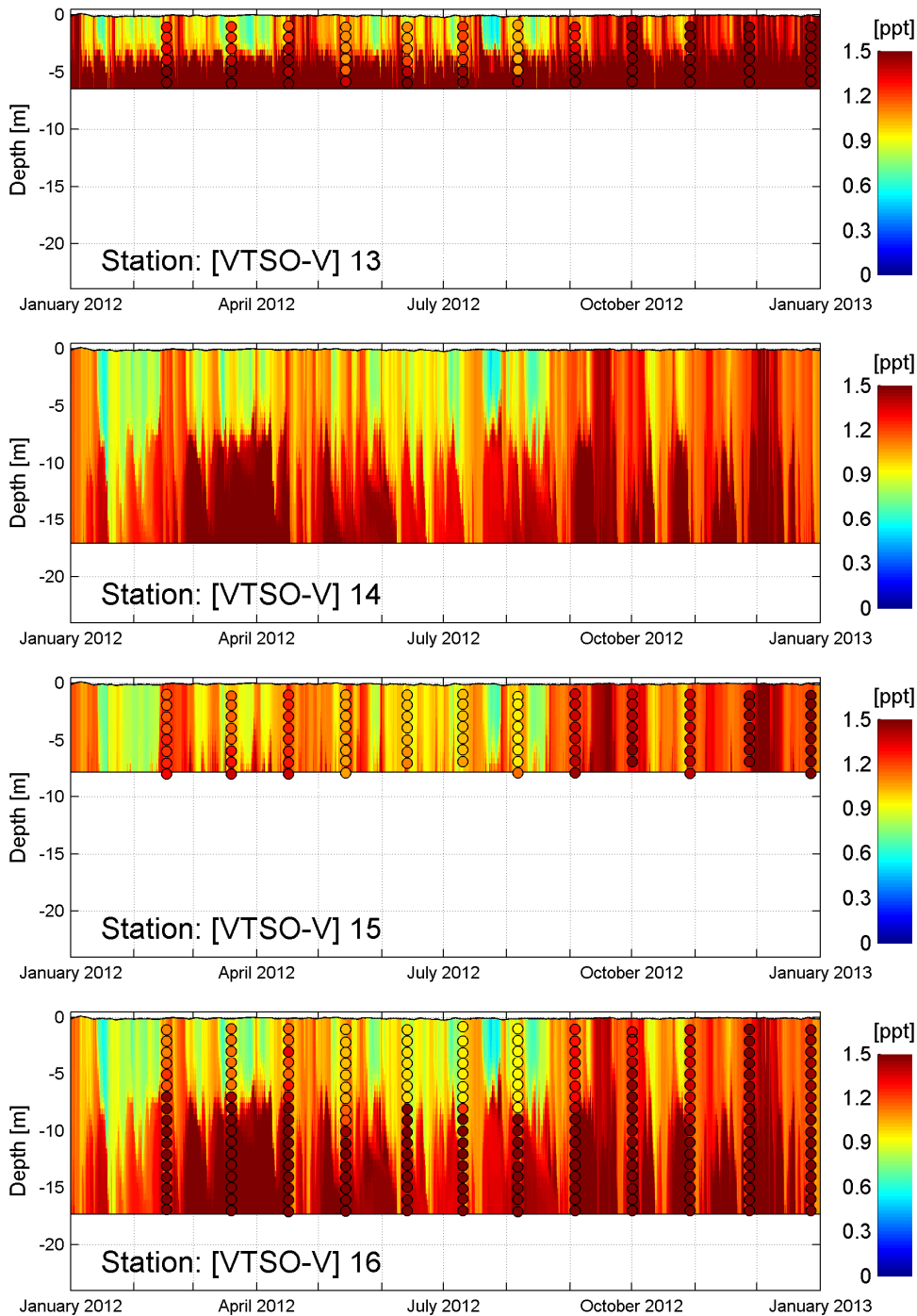
Figuur F.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



Figuur F.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

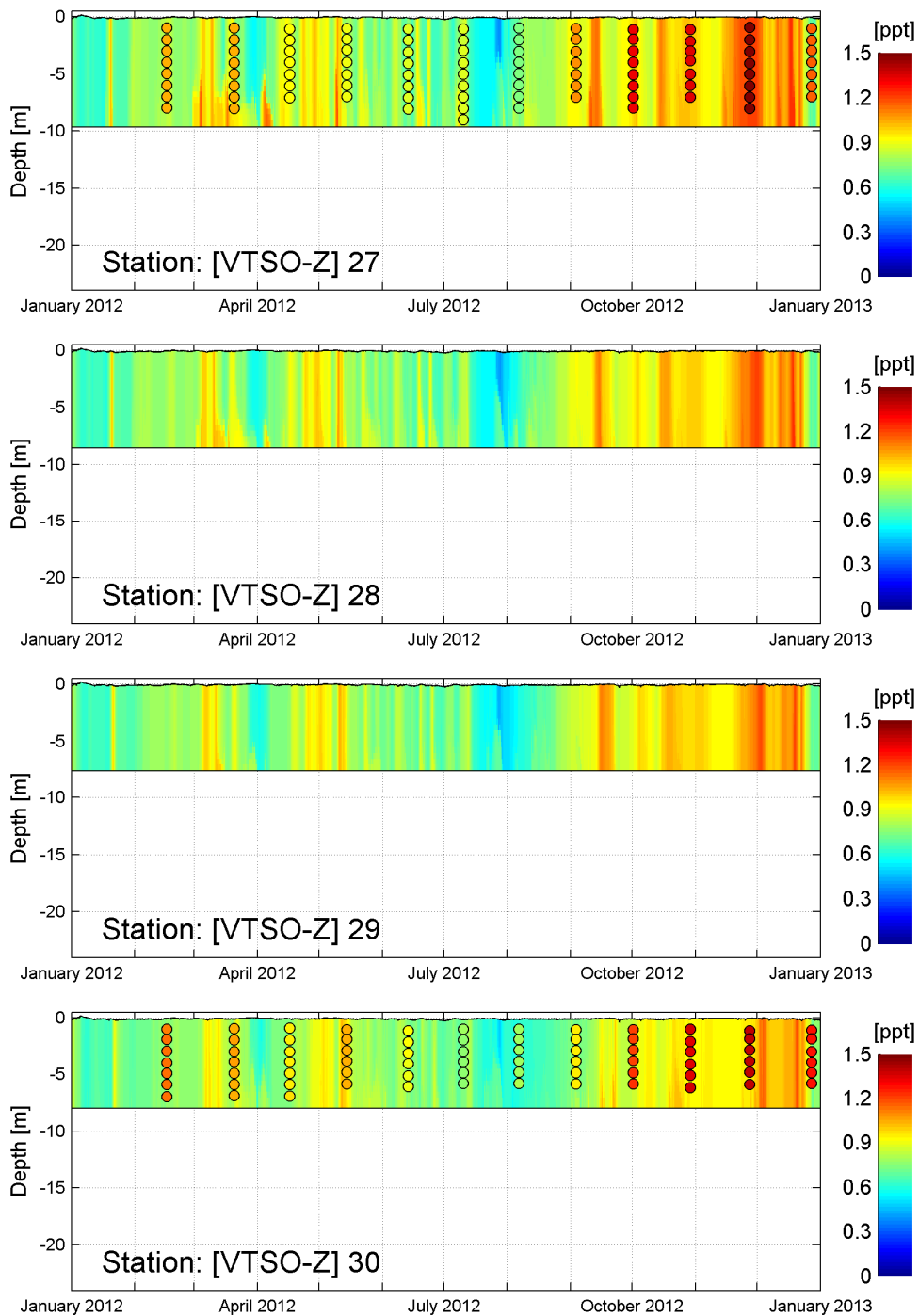


Figuur F.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

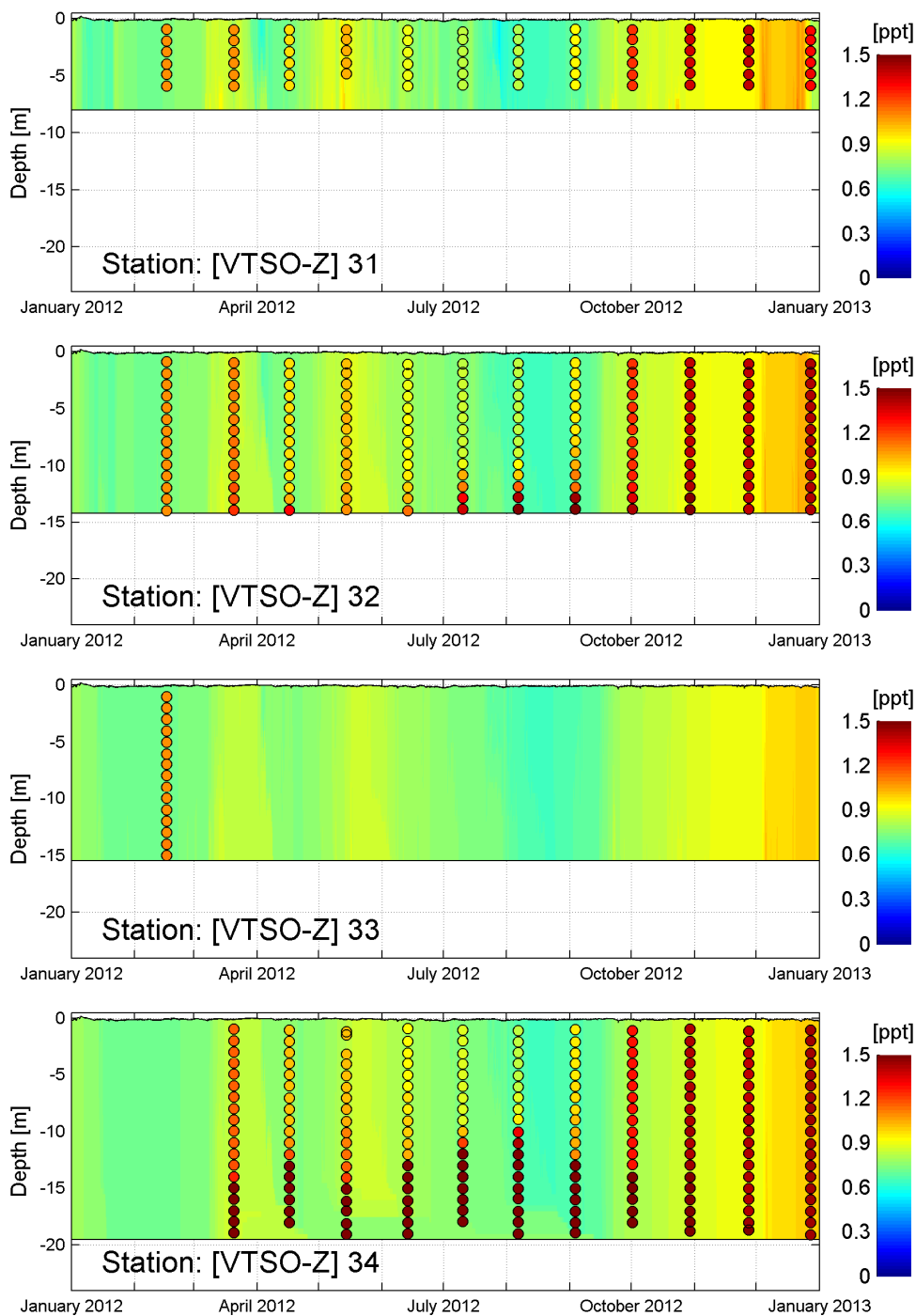


Figuur F.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16.

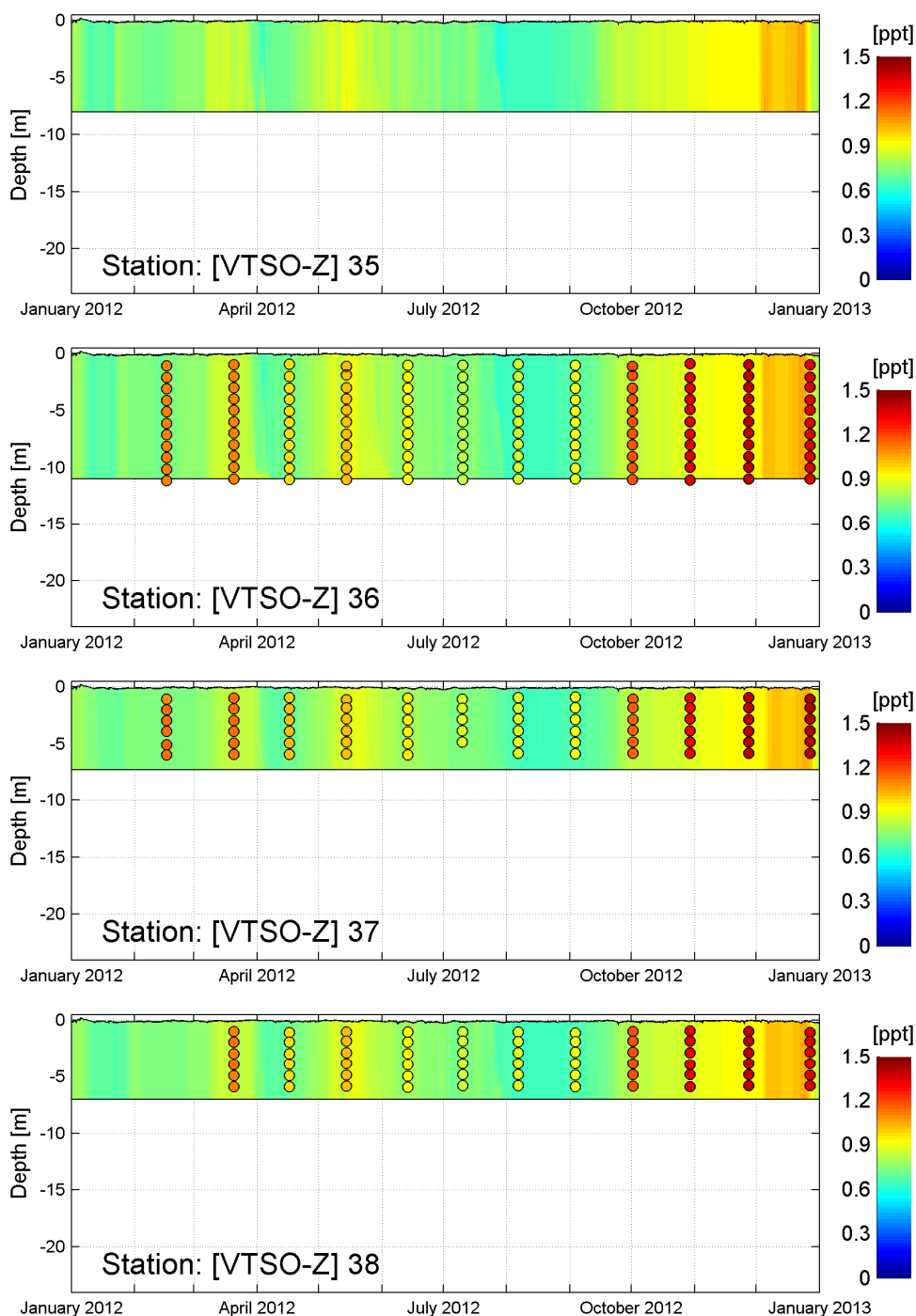




Figuur F.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



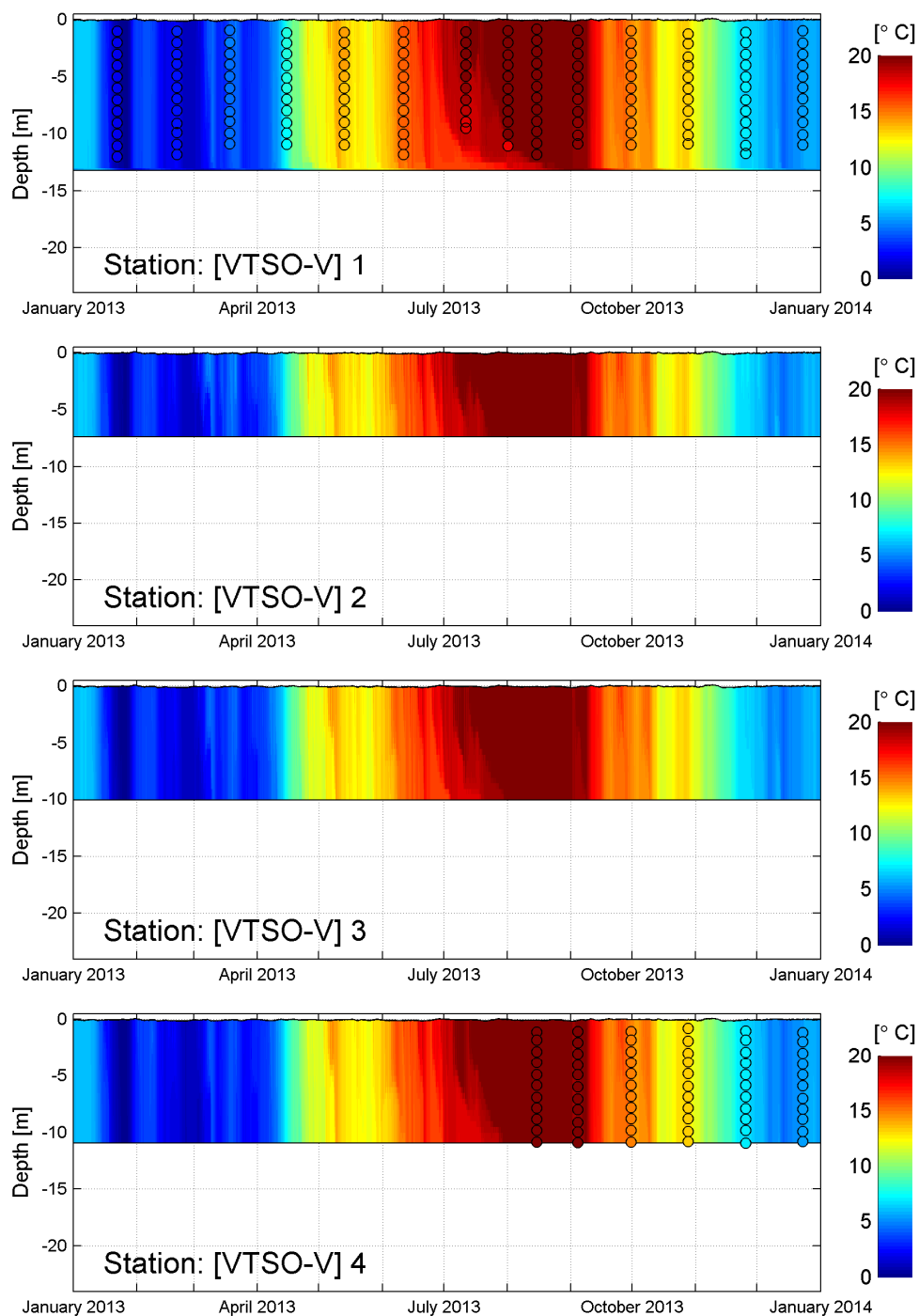
Figuur F.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



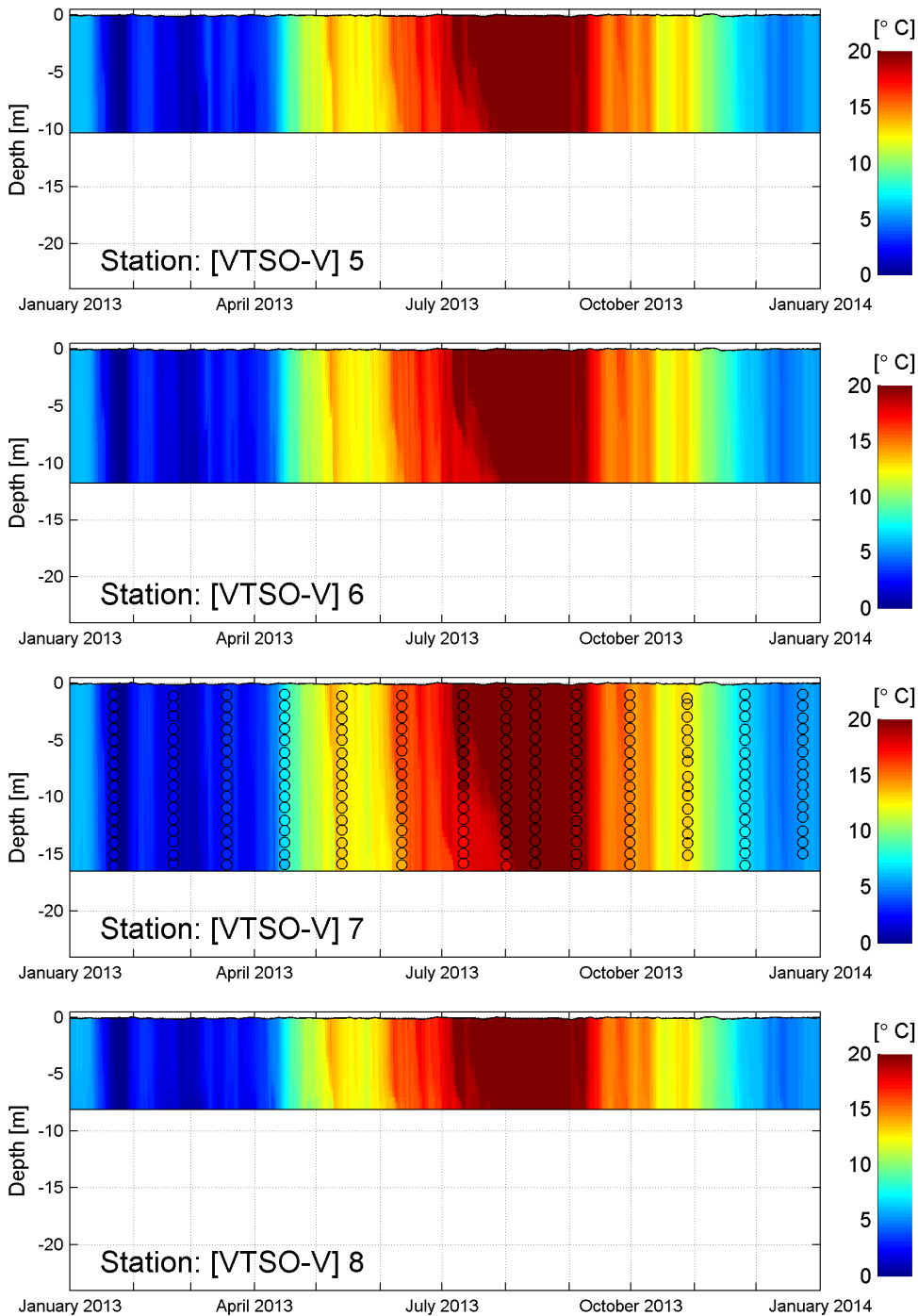
Figuur F.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



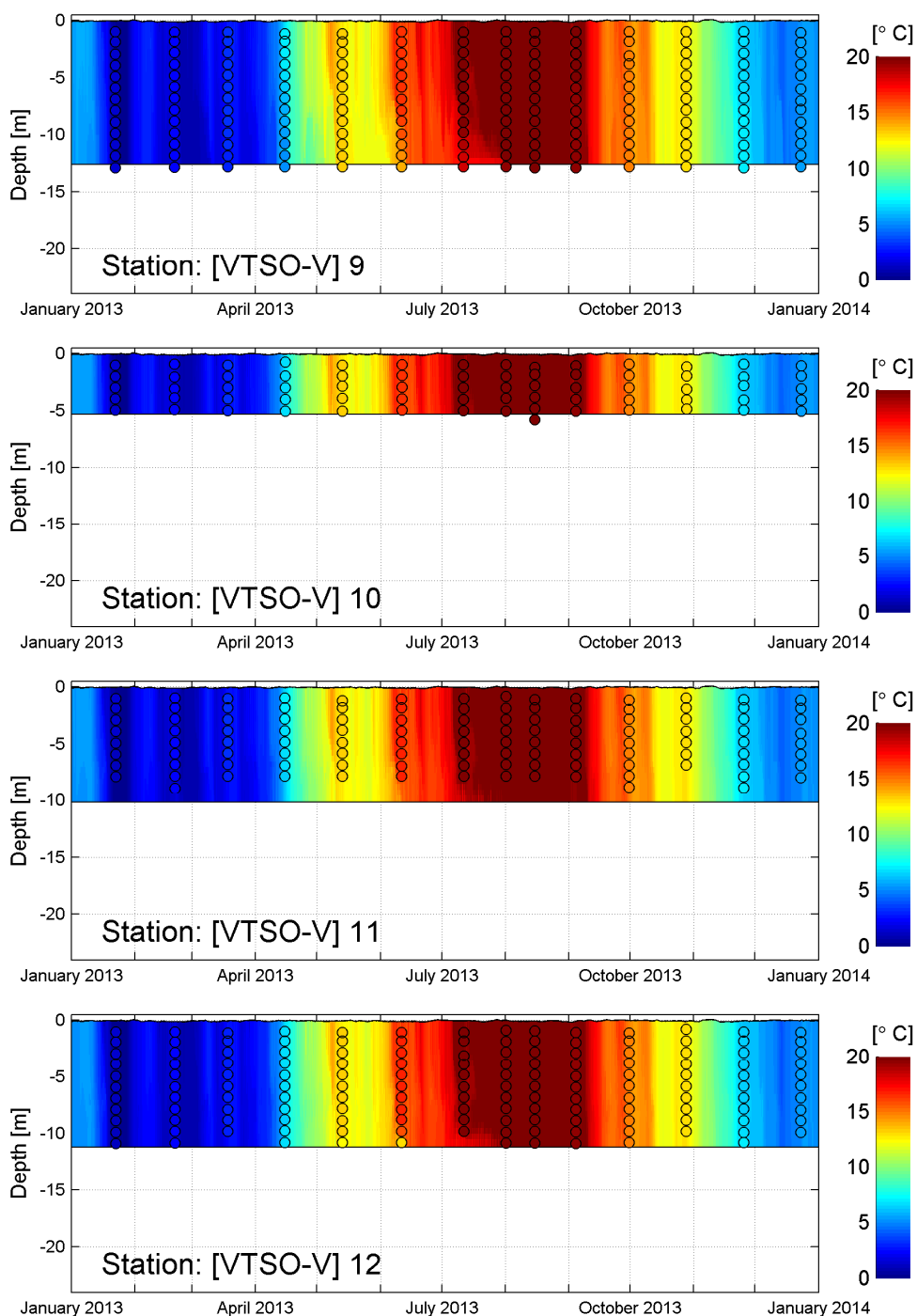
## G Metingen en simulatie temperatuur 2013



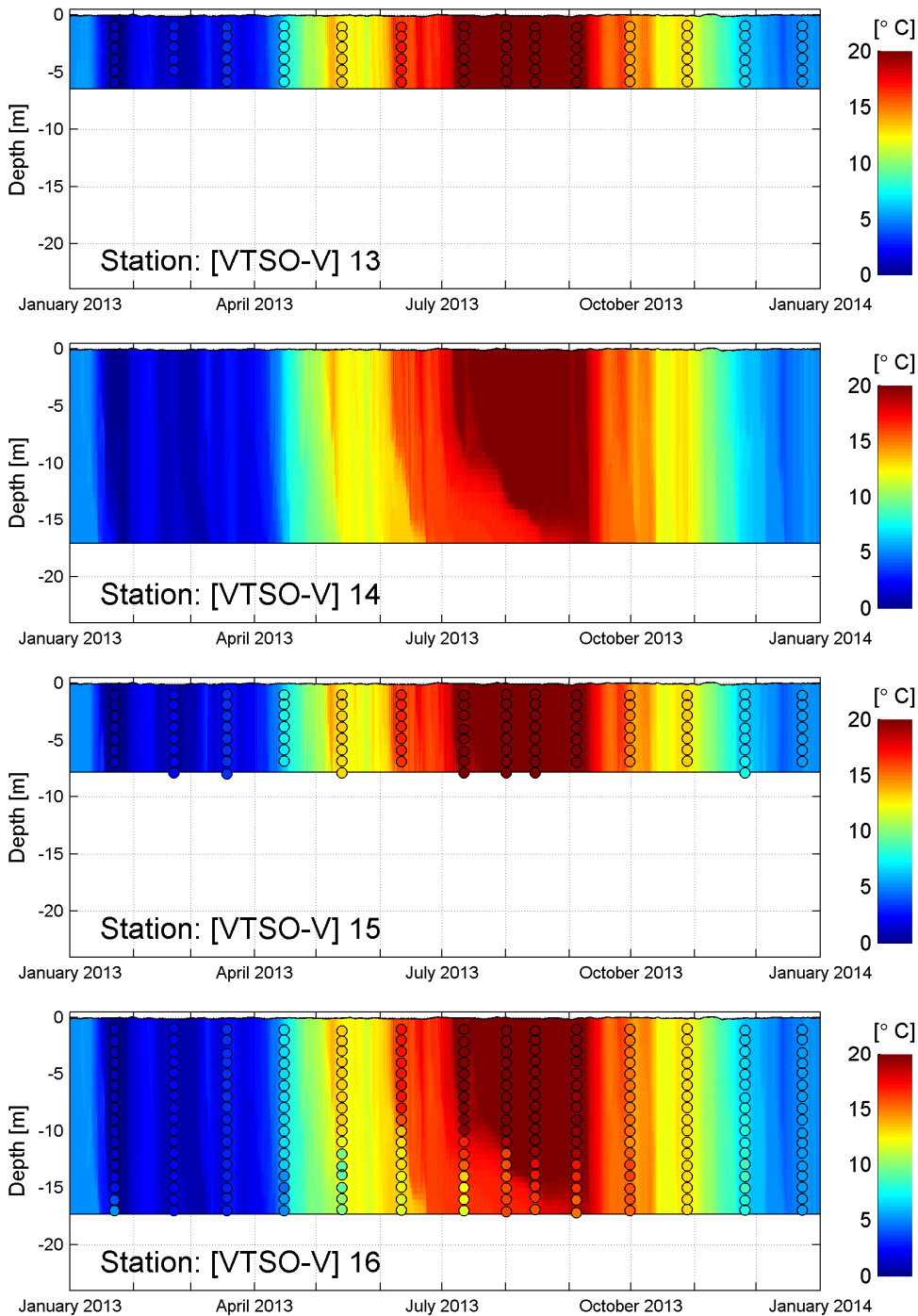
Figuur G.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



Figuur G.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

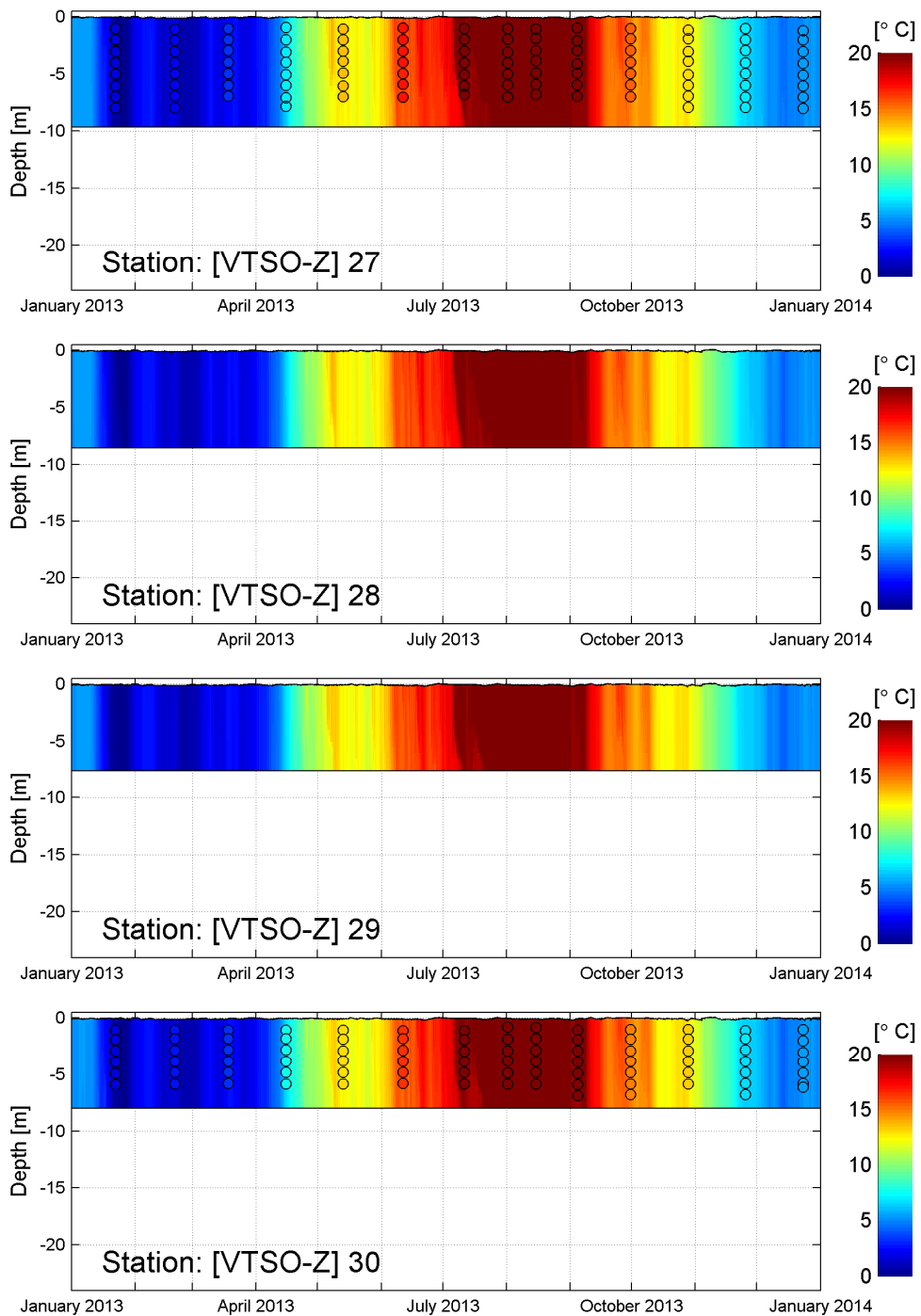


Figuur G.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarin gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

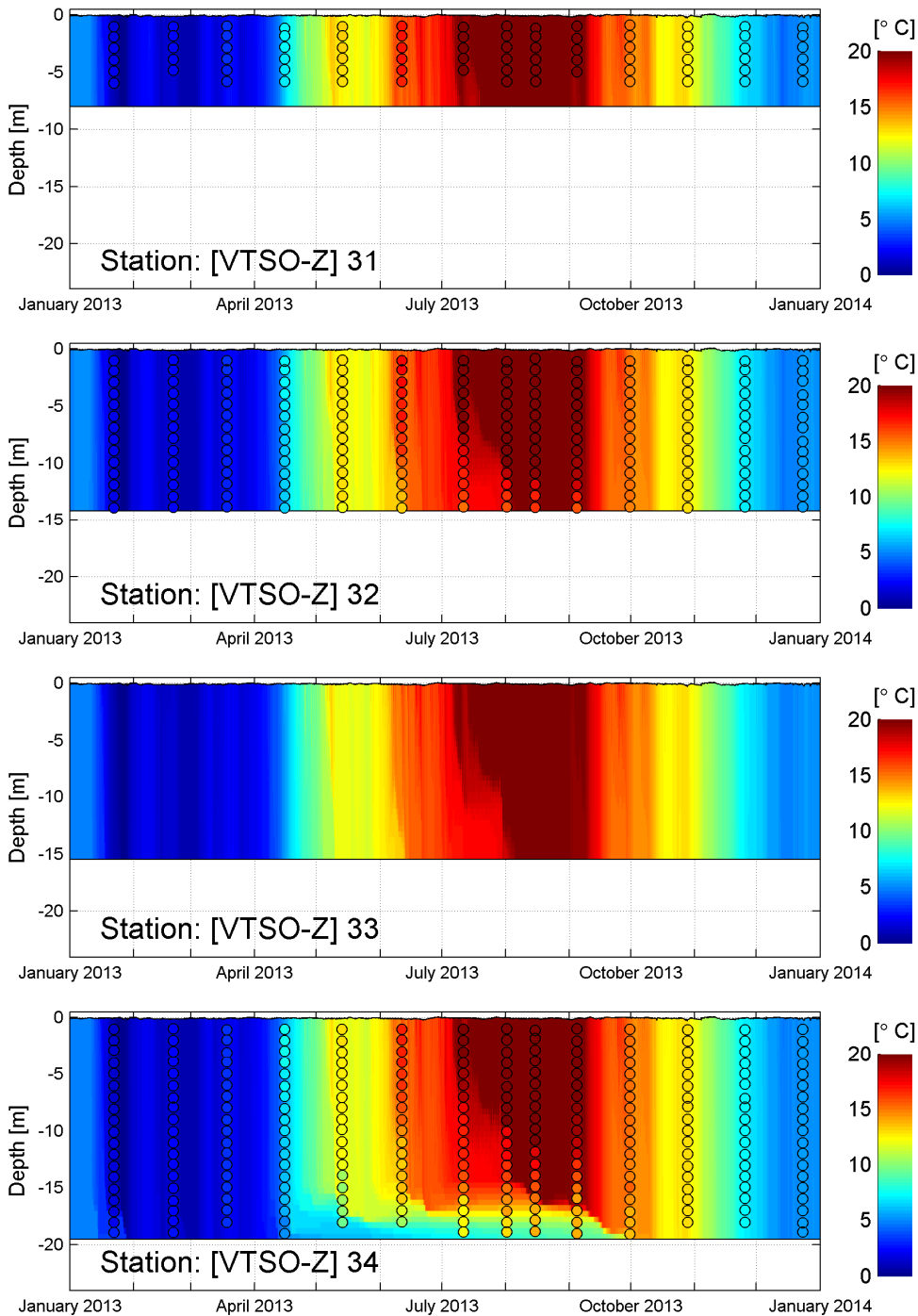


Figuur G.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16.

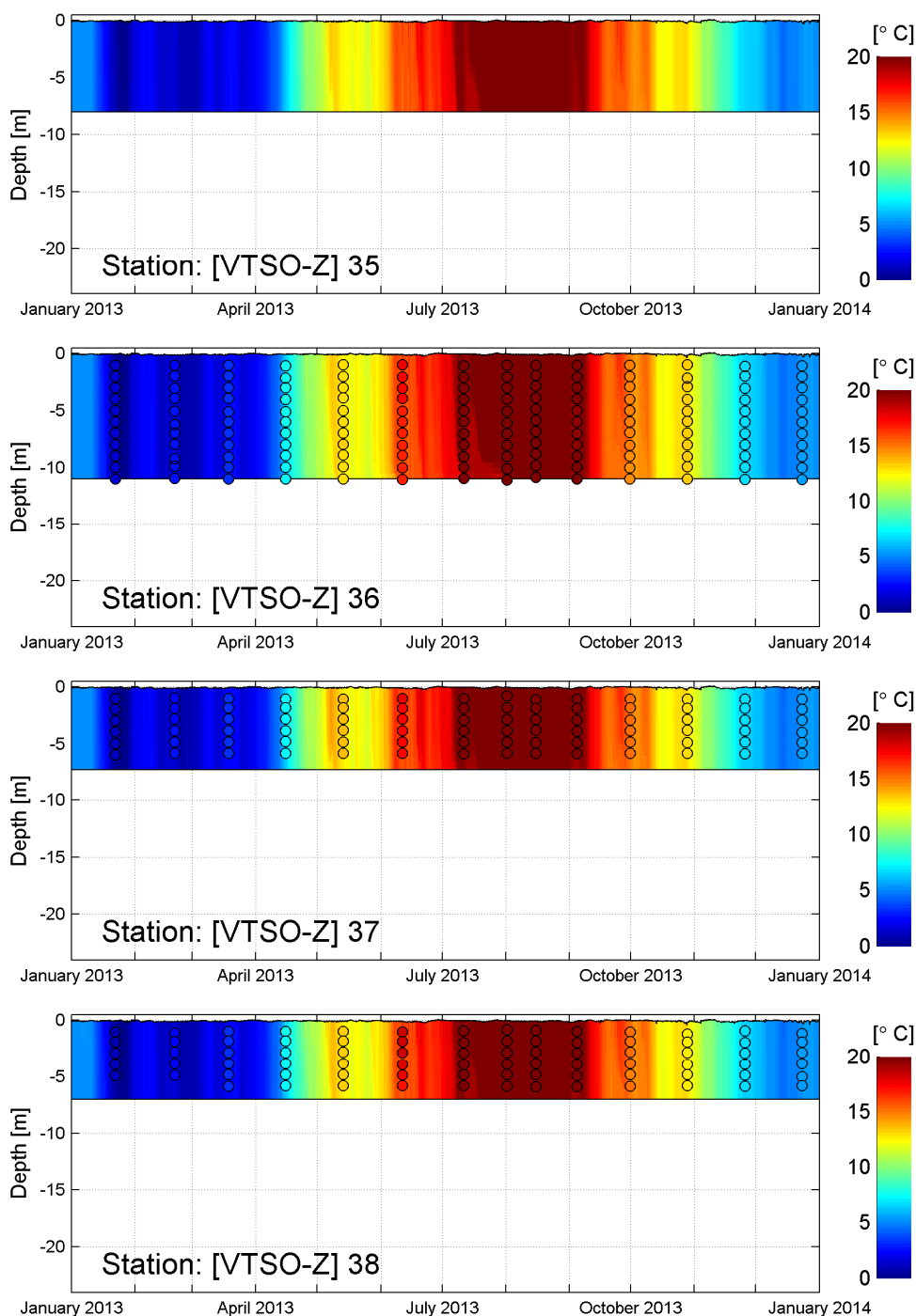




Figuur G.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



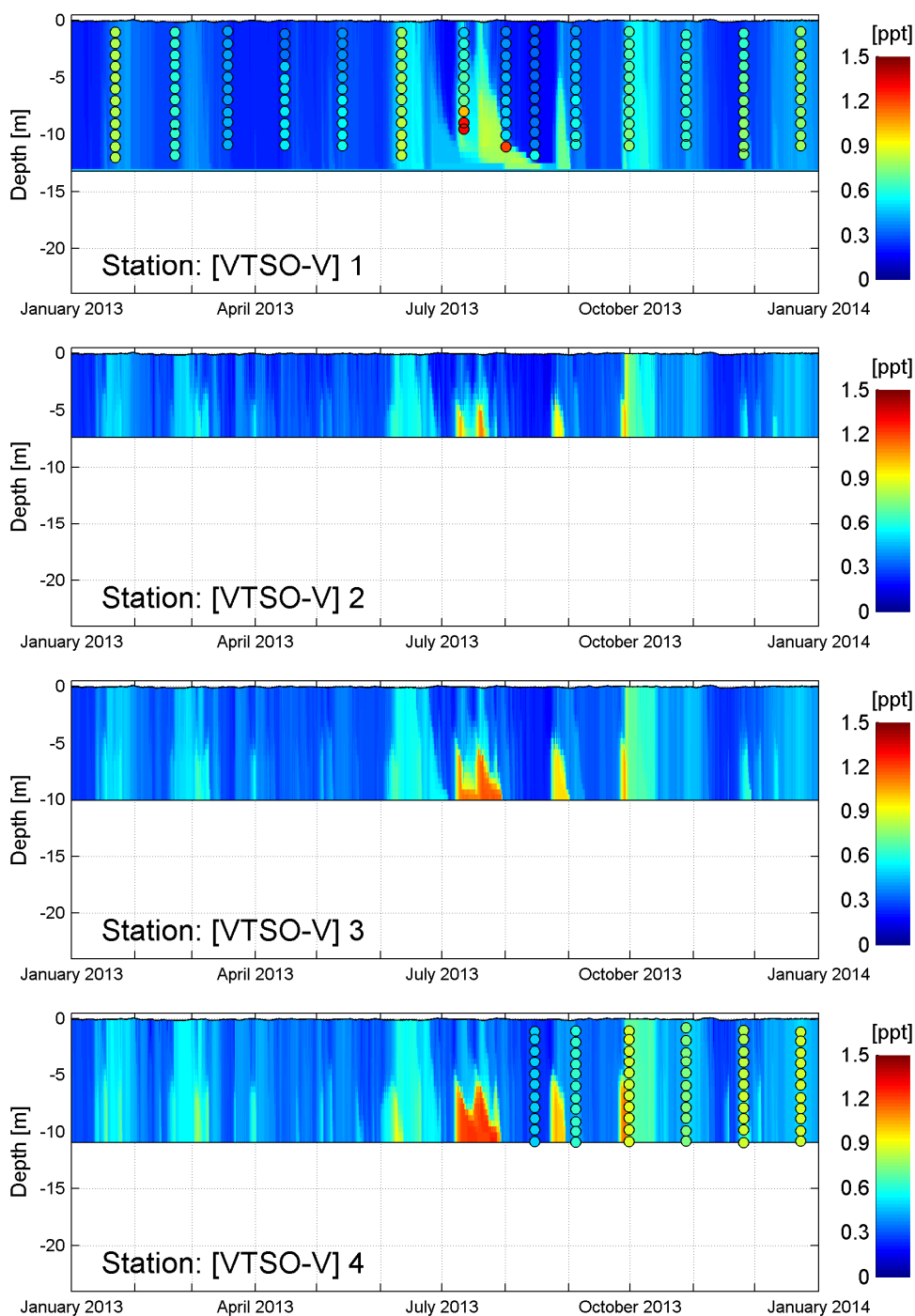
Figuur G.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



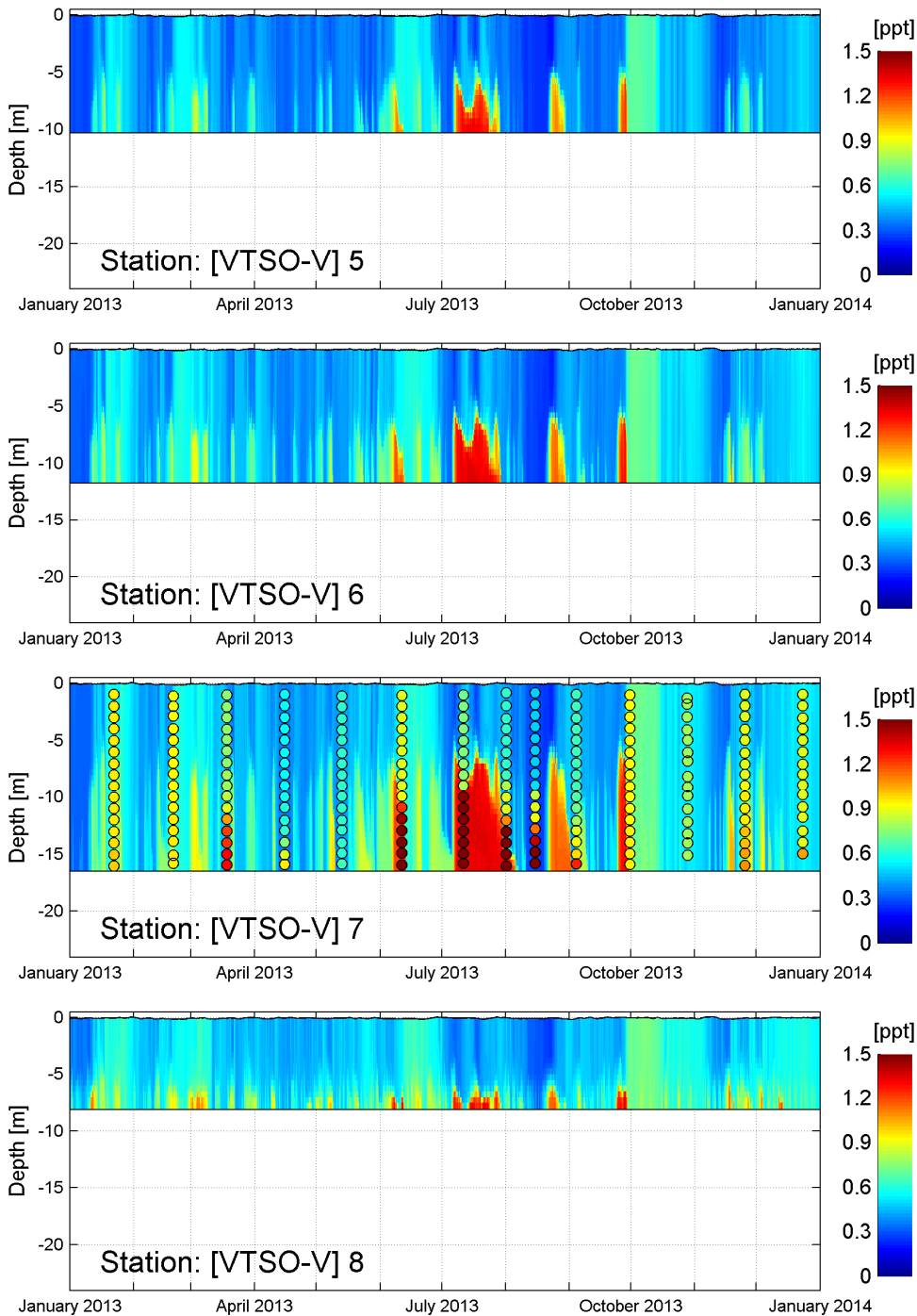
Figuur G.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor temperatuur [°C] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



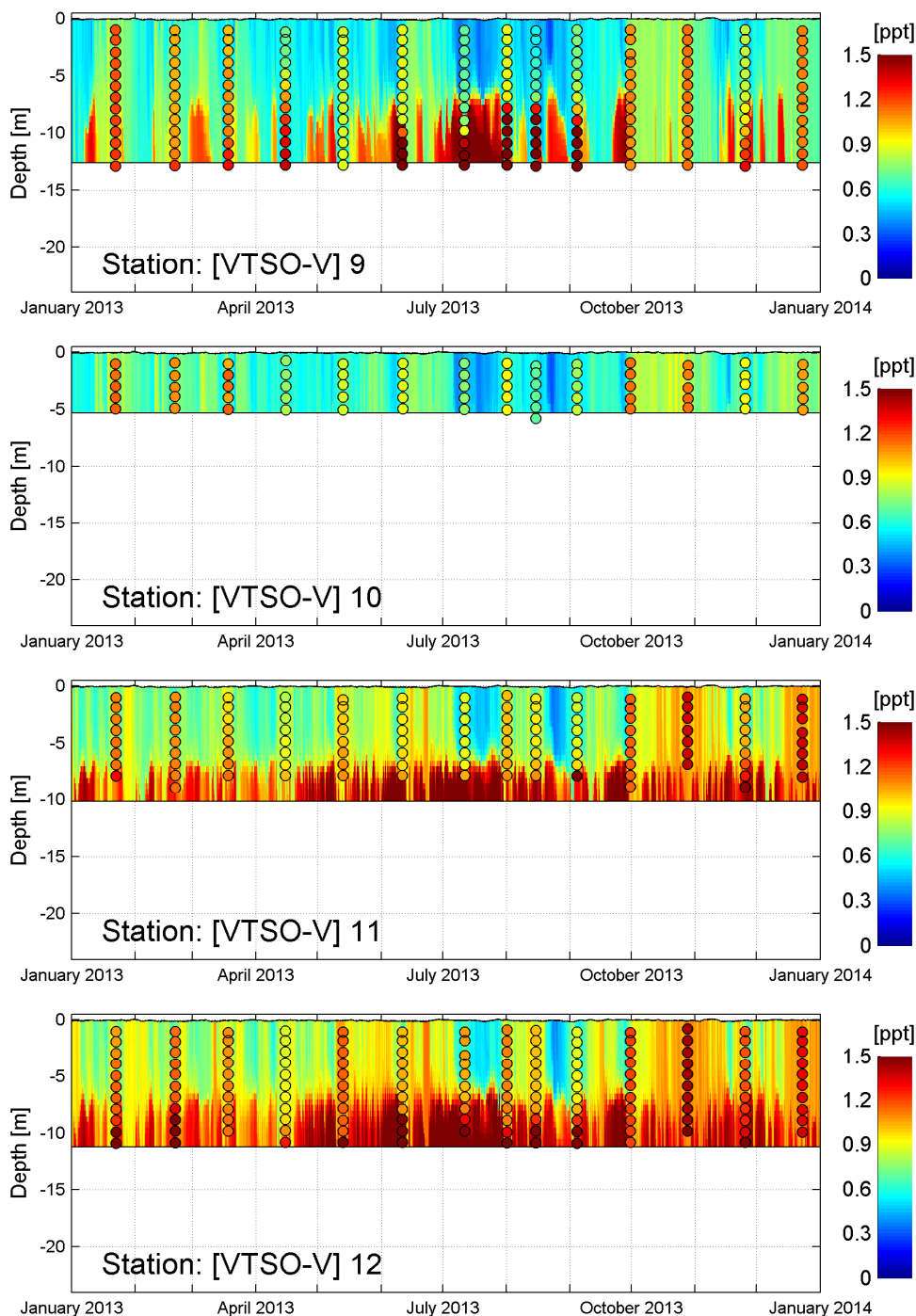
## H Metingen en simulatie zout 2013



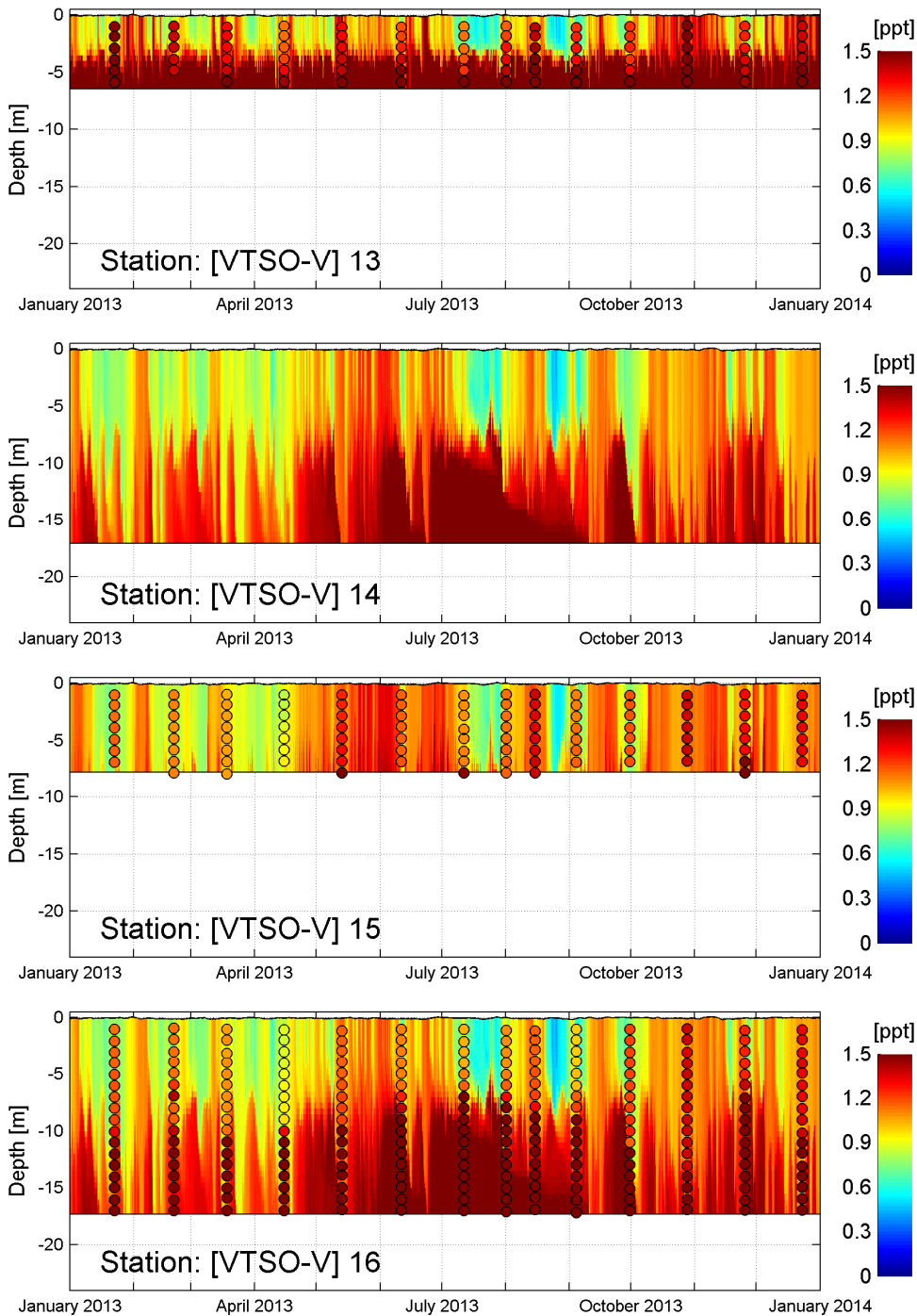
Figuur H.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



Figuur H.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

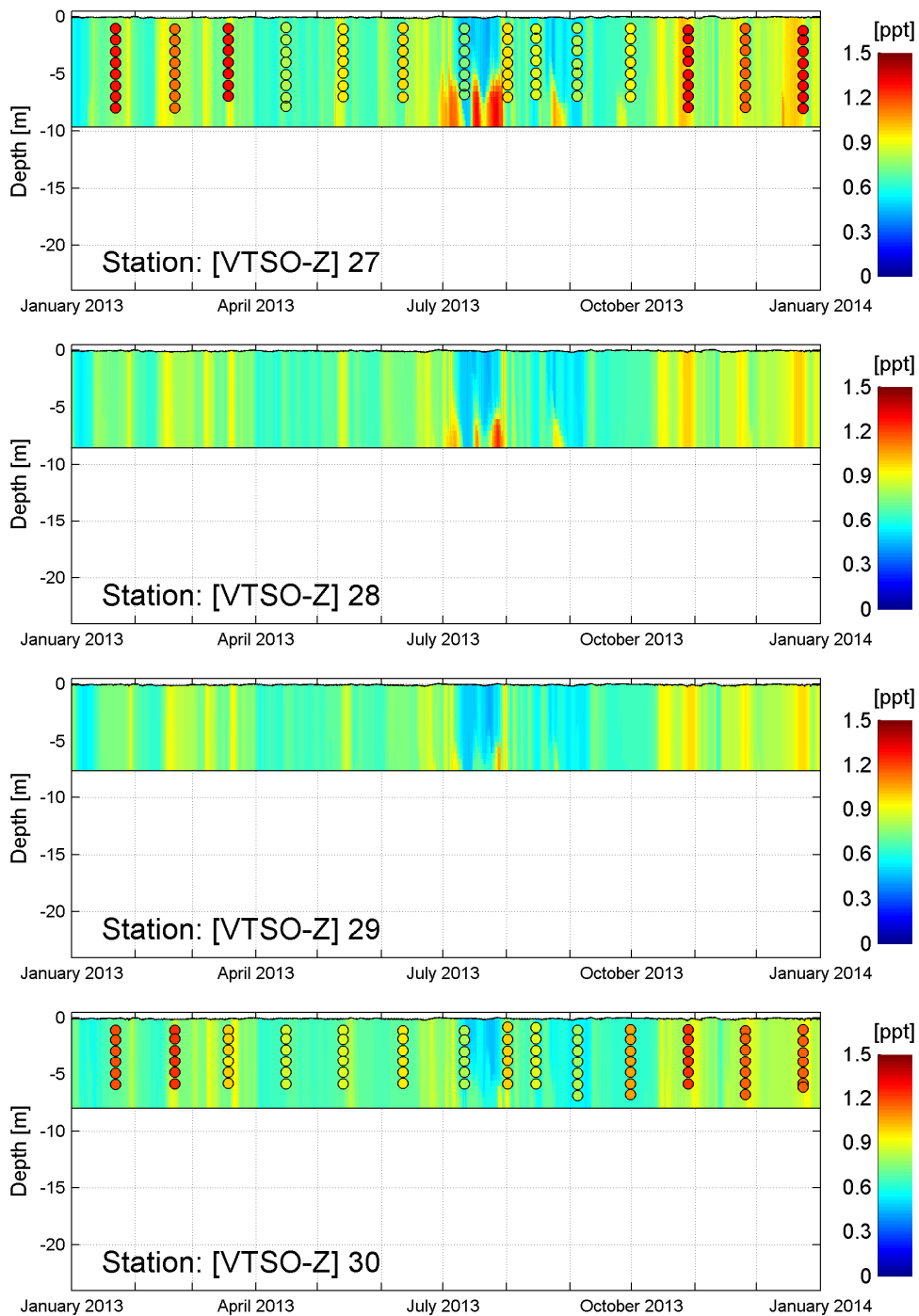


Figuur H.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

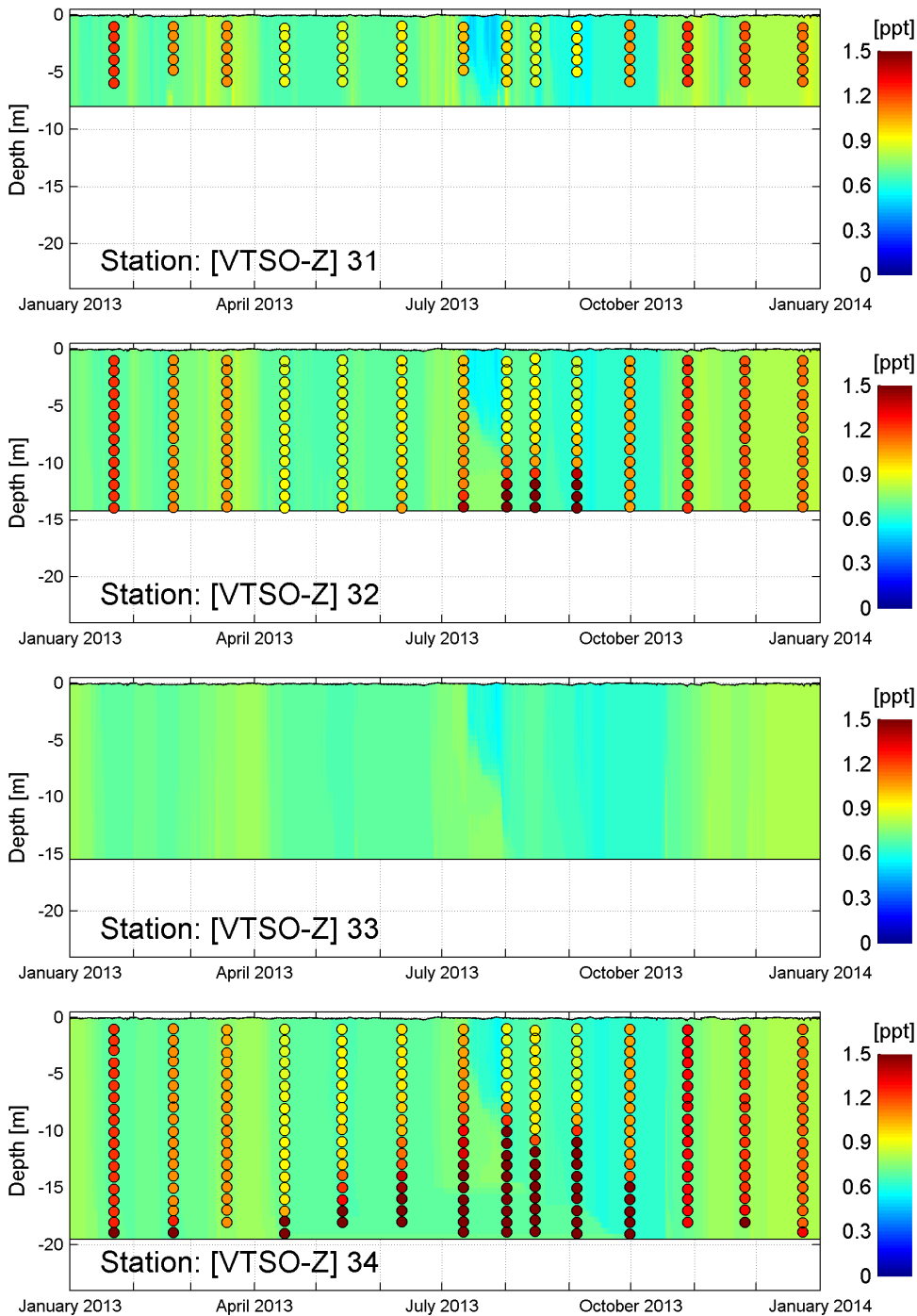


Figuur H.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16.

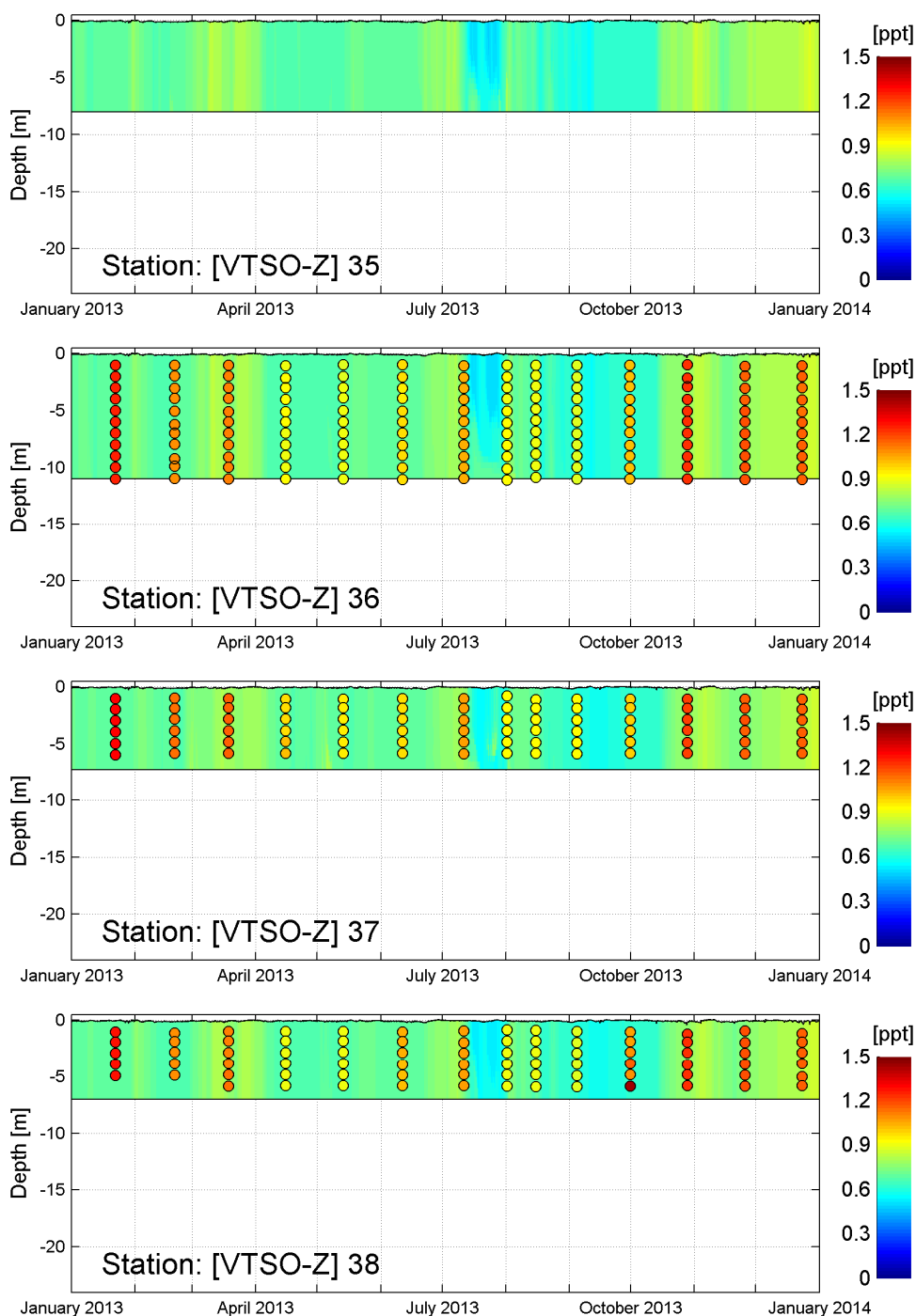




Figuur H.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



Figuur H.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



Figuur H.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zout [ppt] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



## I Invoerdata lozingen

### Gemeten concentraties: Hollands Diep

Datum	Chlfa	NO3	NH4	KjN	PO4	Si	O2
24-01-11	0.002	3.54	0.169	0.58	0.0598	3.63	11
21-02-11	0.00216	3.74	0.161	0.57	0.0641	3.74	11.2
21-03-11	0.0123	3.1	0.088	1.2	0.0319	2.4	10.5
18-04-11	0.00626	2.45	0.092	0.58	0.0241	0.376	9.2
16-05-11	0.00422	1.24	0.23	1	0.0387	0.315	7.2
14-06-11	0.0779	0.92	0.105	0.89	0.0129	0.045	8.1
11-07-11	0.0252	1.09	0.01	0.56	0.0141	0.684	8.4
08-08-11	0.0102	1.32	0.083	0.55	0.0742	2.05	7.6
05-09-11	0.00574	1.66	0.063	0.43	0.0806	2.18	8
03-10-11	0.00595	1.97	0.034	0.51	0.0745	2.21	7.3
31-10-11	0.00207	1.79	0.055	0.48	0.0742	2.47	7
28-11-11	0.002	2.13	0.059	0.55	0.0701	2.91	9.3
27-12-11	0.002	3.44	0.133	0.73	0.0554	3.19	9.9
23-01-12	0.002	3.45	0.192	0.85	0.0646	3.75	12.4
20-02-12	0.002	3.25	0.241	0.74	0.0632	3.76	13.1
19-03-12	0.00301	3.29	0.086	0.56	0.0328	2.78	10.7
16-04-12	0.006	1.92	0.035	0.6	0.0254	0.629	10.5
14-05-12	0.017	2.28	0.05	0.54	0.0385	1.86	9.2
11-06-12	0.031	1.34	0.053	0.83	0.0402	1.59	8.4
09-07-12	0.012	1.75	0.065	0.38	0.06	1.69	7
06-08-12	0.0053	1.6	0.09	1.2	0.0618	1.59	6.9
03-09-12	0.0059	1.4	0.116	0.69	0.0731	1.57	5.8
01-10-12	0.003	1.56	0.047	0.31	0.0704	1.9	8.4
29-10-12	0.002	1.92	0.063	0.37	0.0688	2.58	7.9
26-11-12	0.002	2.34	0.061	0.65	0.0693	3.19	7.3
24-12-12	0.0023	3.06	0.125	0.7	0.0488	3.16	8.5
23-01-13	0.002	3.36	0.131	0.45	0.0642	3.7	10.7
20-02-13	0.002	3.35	0.131	0.58	0.0536	3.56	12.4
20-03-13	0.0059	3.36	0.076	0.47	0.0419	2.79	11.9
17-04-13	0.026	3.12	0.066	0.61	0.0183	1.1	12.1
15-05-13	0.0097	2.41	0.073	1.2	0.0637	1.69	10.3
12-06-13	0.0045	2.14	0.034	0.5	0.0597	2.76	8.7
10-07-13	0.05	1.65	0.01	0.62	0.00839	0.68	8,7
07-08-13	0.012	1.49	0.092	0.86	0.0161	0.222	7.85
04-09-13	0.012	1.55	0.071	0.47	0.0407	0.194	8.55
02-10-13	0.0022	1.96	0.097	0.44	0.0866	2.52	9.25
30-10-13	0.002	2.63	0.068	0.51	0.0945	3.3	9.81
27-11-13	0.002	2.85	0.059	0.51	0.0686	3.72	11.3
23-12-13	0.002	2	0.069	0.45	0.0349	2.83	11.8

## Gemeten concentraties: Steenbergse Vliet

Datum	NO3	NH4	KjN	PO4	O2	Datum	NO3	NH4	KjN	PO4	O2
03-01-11	8.4	0.5	1.9	0.01	7.9	01-05-13	2.1	0.13	1.5	0.028	9.5
17-01-11	8.2	0.3	1.8	0.05	9.6	04-06-13	6.1	0.2	1.4	0.027	9.5
31-01-11	8.5	0.4	1.6	0.02	12.4	02-07-13	1.4	0.066	1.1	0.028	9.5
14-02-11	6.4	0.5	2	0.04	9.3	05-08-13	1.2	0.03	1.2	0.018	8.3
28-02-11	6.5	0.5	2	0.01	11.9	02-09-13	1.1	0.094	1.1	0.046	6.2
21-03-11	6.3	0.2	1.6	0.01	15.9	30-09-13	2.6	0.15	1.2	0.023	7.3
04-04-11	3.7	0.1	1.5	0.02	11	28-10-13	6.2	0.19	1.7	0.028	9.1
18-04-11	2.8	0.1	1.6	0.01	13.8	25-11-13	8.9	0.28	1.6	0.023	9.8
09-05-11	1.5	0.2	1.7	0.04	6.4						
23-05-11	1.2	0.1	1	0.01	9.1						
06-06-11	1.2	0.1	1.1	0.03	8.7						
20-06-11	1.1	0.1	1.1	0.02	10						
04-07-11	0.9	0.1	1.1	0.03	8.5						
18-07-11	6.1	0.4	1.7	0.04	6.3						
08-08-11	3.1	0.1	1.5	0.03	7.9						
22-08-11	1.9	0.1	1.5	0.04	4.8						
05-09-11	1.6	0.1	1.3	0.03	6.8						
21-09-11	4.6	0.2	1.5	0.05	7.2						
03-10-11	3.8	0.1	1.4	0.03	6.3						
17-10-11	2.3	0.2	1.3	0.04	8.6						
31-10-11	2.5	0.3	1.3	0.03	8.8						
14-11-11	2.5	0.1	1.4	0.02	8.9						
28-11-11	2.7	0.1	0.9	0.05	11.7						
12-12-11	4.7	0.3	1.6	0.02	11.9						
02-01-12	11	0.3	1.8	0.04	9.7						
30-01-12	8.6	0.4	2.2	0.03	11.2						
05-03-12	8.1	0.2	1.3	0.01	13						
02-04-12	5.7	0.1	1.7	0.02	11.1						
01-05-12	2.5	0.1	1.6	0.02	9.5						
04-06-12	2.8	0.3	1.8	0.07	5.9						
02-07-12	2.4	0.1	1.7	0.03	8.7						
06-08-12	3.7	0.1	1.9	0.05	5.4						
03-09-12	1.8	0.2	1.6	0.04	6.1						
01-10-12	3.3	0.2	1.3	0.03	8.5						
29-10-12	7.7	0.2	1.6	0.02	8.8						
26-11-12	6.1	0.2	1.5	0.03	11						
07-01-13	8.3	0.3	2	0.02	9.7						
04-02-13	6.6	0.3	1.7	0.03	11.6						
04-03-13	5.9	0.6	2.3	0.02	13						
02-04-13	3.95	0.03	1.8	0.005	15.7						

## Gemeten concentraties: Dintel

Datum	NO3	NH4	KjN	PO4	O2	Datum	NO3	NH4	KjN	PO4	O2
03-01-11	5.7	0.8	2.3	0.01	9.4	17-09-12	1.9	0.1	1.1	0.04	7.1
17-01-11	6.3	0.5	2.2	0.09	8.9	01-10-12	2.4	0.2	1.1	0.03	7.1
31-01-11	6.4	0.6	2	0.05	10.5	15-10-12	3.6	0.3	1.7	0.05	7.9
14-02-11	4.5	1.2	3.1	0.04	8.2	29-10-12	3.7	0.3	1.6	0.03	7.9
28-02-11	4.8	0.6	2.1	0.01	11.4	12-11-12	3.5	0.2	1.4	0.03	9.8
21-03-11	4.7	0.4	1.7	0.01	12.8	26-11-12	3.1	0.2	1.5	0.05	10.9
04-04-11	3.7	0.3	1.7	0.02	10.9	10-12-12	6	0.5	2	0.05	10.8
18-04-11	2.8	0.1	1.4	0.01	11.2	07-01-13	6.6	0.4	2.4	0.08	9.5
09-05-11	1.9	0.2	1.2	0.04	7.7	21-01-13	6.1	0.6	2.2	0.05	11.9
23-05-11	1.8	0.1	1.2	0.01	9.8	04-02-13	5.8	0.7	2.5	0.07	10.6
06-06-11	1.7	0.1	0.9	0.01	10.7	18-02-13	6.1	0.7	2.5	0.09	10.4
20-06-11	1.7	0.1	0.9	0.02	9.4	04-03-13	5.1	0.8	2.4	0.07	11.4
04-07-11	1.6	0.1	1.1	0.02	10.4	18-03-13	3.9	0.6	2.2	0.06	10.7
18-07-11	3.9	0.5	1.6	0.06	5.5	02-04-13	4	0.32	1.8	0.015	12.9
08-08-11	2	0.1	1.3	0.03	6.9	15-04-13	3.6	0.079	1.4	0.01	12.6
22-08-11	2	0.1	1.4	0.04	6.5	01-05-13	2.1	0.032	1.6	0.013	11.6
05-09-11	2.1	0.2	1.3	0.02	7.2	21-05-13	1.8	0.24	1.3	0.03	7.4
21-09-11	3.1	0.2	1.7	0.06	7	04-06-13	3.6	0.49	2	0.067	7.4
03-10-11	3	0.1	1.4	0.04	6.1	18-06-13	3	0.17	1.6	0.078	6.8
17-10-11	1.6	0.2	1.1	0.04	8	02-07-13	2	0.22	1	0.049	6.8
31-10-11	2.6	0.3	1.4	0.04	8.9	15-07-13	1.6	0.07	0.7	0.008	6.8
14-11-11	2.4	0.1	3.5	0.01	1.2	05-08-13	1.4	0.2	1.2	0.027	6.9
28-11-11	2.9	0.2	1.2	0.02	9.9	19-08-13	1.5	0.2	1.2	0.043	5.9
12-12-11	3.5	0.6	1.6	0.04	10.8	02-09-13	1.8	0.08	1	0.036	7
02-01-12	7.8	0.7	2.2	0.06	10.1	16-09-13	1.7	0.21	1	0.048	7.1
16-01-12	8.2	0.4	1.6	0.06	9.6	30-09-13	2.7	0.2	1.2	0.044	7
30-01-12	7.7	0.5	2.3	0.03	9.6	14-10-13	2.6	0.18	1.6	0.033	8.8
13-02-12	6.4	0.5	2.3	0.02	10.4	28-10-13	6.3	0.29	1.8	0.056	7.8
05-03-12	5.7	0.5	2.1	0.06	10.5	11-11-13	6.7	0.3	2.4	0.11	7
19-03-12	5.2	0.5	2.6	0.03	8.9	25-11-13	7.2	0.41	2	0.04	9.1
02-04-12	4.2	0.1	1.6	0.05	8.9	09-12-13	4.9	0.38	1.7	0.052	11.2
16-04-12	2.3	0.1	1.5	0.02	11.8						
01-05-12	2.6	0.1	1.4	0.02	9.4						
21-05-12	3.1	0.2	2	0.09	6.5						
04-06-12	2.4	0.2	1.6	0.06	6.2						
18-06-12	4.2	0.4	1.6	0.09	6.6						
02-07-12	3	0.1	1.5	0.07	7.6						
23-07-12	5.3	0.2	2.1	0.06	6						
06-08-12	2.7	0.2	1.4	0.04	5.9						
20-08-12	1.8	0.1	1.2	0.05	6						
03-09-12	1.8	0.1	1.2	0.04	6.5						





## J Modelprocessen en modelcoëfficiënten

De schuingedrukte processen en parameters zijn alleen van toepassing op de Volkerak-Zoommeer modellen inclusief DEB.

### J.1 Modelprocessen

Processen	Beschrijving
BLOOM_P	Bloom II algae module
VERTDISP	Vertical dispersion (segment -> exchange)
TOTDEPTH	Depth water column
DYNDEPTH	Dynamic calculation of the depth
S2_Comp	Composition sediment layer S2
AdsPO4AAP	Ad(De)Sorption ortho phosphorus to inorg. matter
Sed_AAP	Sedimentation AAP (adsorbed PO4)
VertDisp	Vertical dispersion (segment -> exchange)
BurS1_AAP	Burial of AAP (adsorbed PO4) from sediment S1
Compos	Calculates tot part matter, C, N, P, Si, S, Kj-N and a number of other aggregate substances concentrations
WM_DetC	Mineralisation detritus carbon
SedDetC	Sedimentation detritus carbon
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
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 in both water column and sediment
BMS1_OON	Mineralisation other organic N in sediment S1
AtmDep_NH4	Atmospheric deposition NH4
AtmDep_NO3	Atmospheric deposition NO3
AtmDep_PO4	Atmospheric deposition PO4
DenWat_NO3	Denitrification in water column
DenSed_NO3	Mimic old nitrogen settings
BMS1_OOP	Mineralisation other organic P in sediment S1
WM_OOC	Mineralisation other organic carbon
WM_OON	Mineralisation other organic nitrogen
WM_OOP	Mineralisation other organic phosphorus
Sed_OOC	Sedimentation other organic carbon

SedN_OOC	Sedimentation nutrients in OOC, sedimentation coupling between C, N, P and Si
SedN_DET	Sedimentation nutrients in detritus
BMS1_OOC	Mineralisation other organic C in sediment S1
BurS1_OOC	Burial other organic carbon from sediment S1
BurS1N_OO	Burial nutrients in oth. organics from sediment S1
WM_OOSi	Mineralisation other organic silica
BMS1_OOSi	Mineralisation other organic Si in sediment S1
SEDALG	Sedimentation of algae species i
RearOXY	Reaeration of oxygen
SedOXYDem	Sediment oxygen demand
DynDepth	Dynamic calculation of the depth
Sum_BurS1	Sum of (in)organic substances buried from S1
S1_Comp	Composition sediment layer S1
Extinc_VL	Extinction of visible-light (370-680nm)
EXTINABVLP	Extinction of light by algae (Bloom)
CalcRad	Radiation calculation
DepAve	Average depth for Bloom step
Daylength	Daylength calculation
vtrans	Vertical mixing distribution over a period
POC_Dyn	Composition of POC (Dynamo & Bloom)
Tau	Shear stress: Calculation of bottom friction
Bur_DM	Burial total bottom mass (dry matter)
CalVSALG	Sedimentation velocity ALGi = f (Temp SS Sal)
Veloc	Horizontal flow velocity
SaturOXY	Saturation concentration oxygen
TotDepth	Depth water column
ExtPODVL	Extinction of light by POC (Dynamo & Bloom)
Chezy	Chezy coefficient
Sum_Sedim	Total of all sedimenting substances
Chloride	Calculation of chloride from salinity
<i>DEB_GRZ_MDEB</i>	<i>model</i>

## J.2 Model coëfficiënten

Coëfficiënt	Description	Unit	Value
DRY_THRESH	Gridcell height threshold for exclusion from calculation	[m]	0.15
ACTIVE_Emerision	Merging (or splitting) of surface water level cells with layer	[-]	1.0
ZThreshold	Threshold height [m] at which cells will be merged or split	[m]	0.15
SWAdSP	Switch PO4 adsorption <0=Kd 1=Langmuir 2=pHdep>	[-]	1.00000e+000
KdPO4AAP	Partition coefficient PO4-AAP	[m3/gDM]	1.00000e-001
RcAdPO4AAP	Adsorption rate PO4 --> AAP	[1/d]	1.00000e+000
VsedAAP	Sedimentation velocity AAP	[m/d]	0.1
fSedIM1	sedimentation flux IM1	[q/m2d]	0.25
VxSedIM1	Sedimentation velocity IM1	[m/s]	0.00000e+000
Cl	Chloride	[g/m3]	0.00000e+000
TimMultBl	Ratio bloom/delwaq time step	[-]	2.40000e+001
RefDay	Relative timer of Delwaq (daynumber of startpoint	[d]	2.73000e+002
SWBloomOut	Switch on BLOOM output 0=no,1=yes	[-]	0.00000e+000
SWOxyProd	Switch on oxygen prod. 0=BLOOM,1=VAROXY	[-]	0.00000e+000
FrAutFDI_E	Autolysis fraction of mortality Diatoms-E	[-]	3.50000e-001
FrAutFDI_P	Autolysis fraction of mortality Diatoms-P	[-]	3.50000e-001
FrAutFFL_E	Autolysis fraction of mortality Flagellate-E	[-]	3.50000e-001
FrAutGRE_E	Autolysis fraction of mortality Greens-E	[-]	3.50000e-001
FrAutGRE_N	Autolysis fraction of mortality Greens-N	[-]	3.50000e-001
FrAutGRE_P	Autolysis fraction of mortality Greens-P	[-]	3.50000e-001
FrAutAPF_E	Autolysis fraction of mortality Aphanizomenon-E	[-]	3.50000e-001
FrAutAPF_N	Autolysis fraction of mortality Aphanizomenon-N	[-]	3.50000e-001
FrAutAPF_P	Autolysis fraction of mortality Aphanizomenon-P	[-]	3.50000e-001
FrAutAPF_F	Autolysis fraction of mortality Aphanizomenon-F	[-]	3.50000e-001
FrAutMIC_E	Autolysis fraction of mortality Microsist-E	[-]	3.50000e-001
FrAutMIC_N	Autolysis fraction of mortality Microsist-N	[-]	3.50000e-001
FrAutMIC_P	Autolysis fraction of mortality Microsist-P	[-]	3.50000e-001
FrAutOSC_E	Autolysis fraction of mortality Oscillatoria-E	[-]	3.50000e-001
FrAutOSC_N	Autolysis fraction of mortality Oscillatoria-N	[-]	3.50000e-001
FrAutOSC_P	Autolysis fraction of mortality Oscillatoria-P	[-]	3.50000e-001
FrAutANA_E	Autolysis fraction of mortality Anabaena-E	[-]	3.50000e-001
FrAutANA_N	Autolysis fraction of mortality Anabaena-N	[-]	3.50000e-001
FrAutANA_P	Autolysis fraction of mortality Anabaena-P	[-]	3.50000e-001
FrDetFDI_E	Detritus fraction by mortality of Diatoms-E	[-]	0.55
FrDetFDI_P	Detritus fraction by mortality of Diatoms-N	[-]	0.55
FrDetFFL_E	Detritus fraction by mortality of Flagellate-E	[-]	0.55
FrDetGRE_E	Detritus fraction by mortality of Greens-E	[-]	0.55
FrDetGRE_N	Detritus fraction by mortality of Greens-N	[-]	0.55
FrDetGRE_P	Detritus fraction by mortality of Greens-P	[-]	0.55
FrDetAPF_E	Detritus fraction by mortality Aphanizomenon-E	[-]	6.20000e-001
FrDetAPF_N	Detritus fraction by mortality Aphanizomenon-N	[-]	6.20000e-001
FrDetAPF_P	Detritus fraction by mortality Aphanizomenon-P	[-]	6.20000e-001
FrDetAPF_F	Detritus fraction by mortality Aphanizomenon-F	[-]	6.20000e-001
FrDetMIC_E	Detritus fraction by mortality of Microsist-E	[-]	6.20000e-001
FrDetMIC_N	Detritus fraction by mortality of Microsist-N	[-]	6.20000e-001
FrDetMIC_P	Detritus fraction by mortality of Microsist-P	[-]	6.20000e-001
FrDetOSC_E	Detritus fraction by mortality of Oscillatoria-E	[-]	6.20000e-001
FrDetOSC_N	Detritus fraction by mortality of Oscillatoria-N	[-]	6.20000e-001
FrDetOSC_P	Detritus fraction by mortality of Oscillatoria-P	[-]	6.20000e-001
FrDetANA_E	Detritus fraction by mortality of Anabaena-E	[-]	6.20000e-001
FrDetANA_N	Detritus fraction by mortality of Anabaena-N	[-]	6.20000e-001
FrDetANA_P	Detritus fraction by mortality of Anabaena-P	[-]	6.20000e-001
ExtVIFDI_E	Specific extinction of Diatoms-E	[m2/gC]	2.70000e-001
ExtVIFDI_P	Specific extinction of Diatoms-P	[m2/gC]	1.87500e-001
ExtVIFFL_E	Specific extinction of Flagellate-E	[m2/gC]	2.25000e-001
ExtVIGRE_E	Specific extinction of Greens-E	[m2/gC]	2.25000e-001
ExtVIGRE_N	Specific extinction of Greens-N	[m2/gC]	1.87500e-001
ExtVIGRE_P	Specific extinction of Greens-P	[m2/gC]	1.87500e-001
ExtVIAPF_E	Specific extinction of Aphanizomenon-E	[m2/gC]	4.50000e-001
ExtVIAPF_N	Specific extinction of Aphanizomenon-N	[m2/gC]	4.00000e-001
ExtVIAPF_P	Specific extinction of Aphanizomenon-P	[m2/gC]	4.00000e-001
ExtVIAPF_F	Specific extinction of Aphanizomenon-F	[m2/gC]	4.00000e-001
ExtVIMIC_E	Specific extinction of Microsist-E	[m2/gC]	4.00000e-001
ExtVIMIC_N	Specific extinction of Microsist-N	[m2/gC]	2.87500e-001
ExtVIMIC_P	Specific extinction of Microsist-P	[m2/gC]	2.87500e-001
ExtVIOSE_E	Specific extinction of Oscillatoria-E	[m2/gC]	4.00000e-001
ExtVIOSE_N	Specific extinction of Oscillatoria-N	[m2/gC]	2.87500e-001
ExtVIOSE_P	Specific extinction of Oscillatoria-P	[m2/gC]	2.87500e-001
ExtVIANA_E	Specific extinction of Anabaena-E	[m2/gC]	4.50000e-001
ExtVIANA_N	Specific extinction of Anabaena-N	[m2/gC]	4.00000e-001
ExtVIANA_P	Specific extinction of Anabaena-P	[m2/gC]	4.00000e-001
DMCFFDI_E	DM:C ratio Diatoms-E	[-]	3.00000e+000

DMCFFDI_P	DM:C ratio Diatoms-P	[-]	2.50000e+000
DMCFFFL_E	DM:C ratio Flagelate-E	[-]	2.50000e+000
DMCFGRE_E	DM:C ratio Greens-E	[-]	2.50000e+000
DMCFGRE_N	DM:C ratio Greens-N	[-]	2.50000e+000
DMCFGRE_P	DM:C ratio Greens-P	[-]	2.50000e+000
DMCFAPF_E	DM:C ratio Aphanizomenon-E	[-]	2.50000e+000
DMCFAPF_N	DM:C ratio Aphanizomenon-N	[-]	2.50000e+000
DMCFAPF_P	DM:C ratio Aphanizomenon-P	[-]	2.50000e+000
DMCFAPF_F	DM:C ratio Aphanizomenon-F	[-]	2.50000e+000
DMCFMIC_E	DM:C ratio Microsist-E	[-]	2.50000e+000
DMCFMIC_N	DM:C ratio Microsist-N	[-]	2.50000e+000
DMCFMIC_P	DM:C ratio Microsist-P	[-]	2.50000e+000
DMCFOSC_E	DM:C ratio Oscillatoria-E	[-]	2.50000e+000
DMCFOSC_N	DM:C ratio Oscillatoria-N	[-]	2.50000e+000
DMCFOSC_P	DM:C ratio Oscillatoria-P	[-]	2.50000e+000
DMCFANA_E	DM:C ratio Anabaena-E	[-]	2.50000e+000
DMCFANA_N	DM:C ratio Anabaena-N	[-]	2.50000e+000
DMCFANA_P	DM:C ratio Anabaena-P	[-]	2.50000e+000
NCRFDI_E	Stoichiometry of nutrient N in Diatoms-E	[gN/gC] N:c	2.10000e-001
NCRFDI_P	Stoichiometry of nutrient N in Diatoms-P	[gN/gC] N:c	1.88000e-001
NCRFFL_E	Stoichiometry of nutrient N in Flagelate-E	[gN/gC] N:c	2.75000e-001
NCRGRE_E	Stoichiometry of nutrient N in Greens-E	[gN/gC] N:c	2.75000e-001
NCRGRE_N	Stoichiometry of nutrient N in Greens-N	[gN/gC] N:c	1.75000e-001
NCRGRE_P	Stoichiometry of nutrient N in Greens-P	[gN/gC] N:c	2.00000e-001
NCRAPF_E	Stoichiometry of nutrient N in Aphanizomenon-E	[gN/gC] N:c	2.20000e-001
NCRAPF_N	Stoichiometry of nutrient N in Aphanizomenon-N	[gN/gC] N:c	1.25000e-001
NCRAPF_P	Stoichiometry of nutrient N in Aphanizomenon-P	[gN/gC] N:c	1.70000e-001
NCRAPF_F	Stoichiometry of nutrient N in Aphanizomenon-F	[gN/gC] N:c	0.00000e+000
NCRMIC_E	Stoichiometry of nutrient N in Microsist-E	[gN/gC] N:c	2.25000e-001
NCRMIC_N	Stoichiometry of nutrient N in Microsist-N	[gN/gC] N:c	1.13000e-001
NCRMIC_P	Stoichiometry of nutrient N in Microsist-P	[gN/gC] N:c	1.75000e-001
NCROSC_E	Stoichiometry of nutrient N in Oscillatoria-E	[gN/gC] N:c	2.25000e-001
NCROSC_N	Stoichiometry of nutrient N in Oscillatoria-N	[gN/gC] N:c	1.25000e-001
NCROSC_P	Stoichiometry of nutrient N in Oscillatoria-P	[gN/gC] N:c	1.50000e-001
NCRANA_E	Stoichiometry of nutrient N in Anabaena-E	[gN/gC] N:c	2.3750E-01
NCRANA_N	Stoichiometry of nutrient N in Anabaena-N	[gN/gC] N:c	1.3750E-01
NCRANA_P	Stoichiometry of nutrient N in Anabaena-P	[gN/gC] N:c	1.70000e-001
PCRFDI_E	Stoichiometry of nutrient P in Diatoms-E	[gP/gC] P:C	1.80000e-002
PCRFDI_P	Stoichiometry of nutrient P in Diatoms-P	[gP/gC] P:C	0.012
PCRFFL_E	Stoichiometry of nutrient P in Flagelate-E	[gP/gC] P:C	1.80000e-002
PCRGRE_E	Stoichiometry of nutrient P in Greens-E	[gP/gC] P:C	2.38000e-002
PCRGRE_N	Stoichiometry of nutrient P in Greens-N	[gP/gC] P:C	1.50000e-002
PCRGRE_P	Stoichiometry of nutrient P in Greens-P	[gP/gC] P:C	1.25000e-002
PCRAPF_E	Stoichiometry of nutrient P in Aphanizomenon-E	[gP/gC] P:C	1.25000e-002
PCRAPF_N	Stoichiometry of nutrient P in Aphanizomenon-N	[gP/gC] P:C	1.25000e-002
PCRAPF_P	Stoichiometry of nutrient P in Aphanizomenon-P	[gP/gC] P:C	8.80000e-003
PCRAPF_F	Stoichiometry of nutrient P in Aphanizomenon-F	[gP/gC] P:C	1.25000e-002
PCRMIC_E	Stoichiometry of nutrient P in Microsist-E	[gP/gC] P:C	3.00000e-002
PCRMIC_N	Stoichiometry of nutrient P in Microsist-N	[gP/gC] P:C	0.0175
PCRMIC_P	Stoichiometry of nutrient P in Microsist-P	[gP/gC] P:C	0.0125
PCROSC_E	Stoichiometry of nutrient P in Oscillatoria-E	[gP/gC] P:C	1.88000e-002
PCROSC_N	Stoichiometry of nutrient P in Oscillatoria-N	[gP/gC] P:C	1.38000e-002
PCROSC_P	Stoichiometry of nutrient P in Oscillatoria-P	[gP/gC] P:C	1.13000e-002
PCRANA_E	Stoichiometry of nutrient P in Anabaena-E	[gP/gC] P:C	0.0175
PCRANA_N	Stoichiometry of nutrient P in Anabaena-N	[gP/gC] P:C	0.0150
PCRANA_P	Stoichiometry of nutrient P in Anabaena-P	[gP/gC] P:C	0.0125
SCRFDI_E	Stoichiometry of nutrient Si in Diatoms-E	[gSi/gC]	6.60000e-001
SCRFDI_P	Stoichiometry of nutrient Si in Diatoms-P	[gSi/gC]	5.50000e-001
SCRFFL_E	Stoichiometry of nutrient Si in Flagelate-E	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRGRE_E	Stoichiometry of nutrient Si in Greens-E	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRGRE_N	Stoichiometry of nutrient Si in Greens-N	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRGRE_P	Stoichiometry of nutrient Si in Greens-P	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRAPF_E	Stoichiometry of nutrient Si in Aphanizomenon-E	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRAPF_N	Stoichiometry of nutrient Si in Aphanizomenon-N	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRAPF_P	Stoichiometry of nutrient Si in Aphanizomenon-P	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRAPF_F	Stoichiometry of nutrient Si in Aphanizomenon-F	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRMIC_E	Stoichiometry of nutrient Si in Microsist-E	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRMIC_N	Stoichiometry of nutrient Si in Microsist-N	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRMIC_P	Stoichiometry of nutrient Si in Microsist-P	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCROSC_E	Stoichiometry of nutrient Si in Oscillatoria-E	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCROSC_N	Stoichiometry of nutrient Si in Oscillatoria-N	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCROSC_P	Stoichiometry of nutrient Si in Oscillatoria-P	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRANA_E	Stoichiometry of nutrient Si in Anabaena-E	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRANA_N	Stoichiometry of nutrient Si in Anabaena-N	[gSi/gC]	1.80000e-003
SCRANA_P	Stoichiometry of nutrient Si in Anabaena-P	[gSi/gC]	1.80000e-003
XNCRFDI_E	N:C ratio for heterotrophic Diatoms-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRFDI_P	N:C ratio for heterotrophic Diatoms-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00

XNCRFFL_E	N:C ratio for heterotrophic Flagelate-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRGRE_E	N:C ratio for heterotrophic Greens-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRGRE_N	N:C ratio for heterotrophic Greens-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRGRE_P	N:C ratio for heterotrophic Greens-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRAPF_E	N:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRAPF_N	N:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRAPF_P	N:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRAPF_F	N:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-F	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRMIC_E	N:C ratio for heterotrophic Microsist-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRMIC_N	N:C ratio for heterotrophic Microsist-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRMIC_P	N:C ratio for heterotrophic Microsist-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCROSC_E	N:C ratio for heterotrophic Oscillatoria-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCROSC_N	N:C ratio for heterotrophic Oscillatoria-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCROSC_P	N:C ratio for heterotrophic Oscillatoria-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRANA_E	N:C ratio for heterotrophic Anabaena-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRANA_N	N:C ratio for heterotrophic Anabaena-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XNCRANA_P	N:C ratio for heterotrophic Anabaena-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
XPCRFDI_E	P:C ratio for heterotrophic Diatoms-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRFDI_P	P:C ratio for heterotrophic Diatoms-P	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRFFL_E	P:C ratio for heterotrophic Flagelate-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRGRE_E	P:C ratio for heterotrophic Greens-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRGRE_N	P:C ratio for heterotrophic Greens-N	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRGRE_P	P:C ratio for heterotrophic Greens-P	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRAPF_E	P:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRAPF_N	P:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-N	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRAPF_P	P:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-P	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRAPF_F	P:C ratio for heterotrophic Aphanizomenon-F	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRMIC_E	P:C ratio for heterotrophic Oscillatoria-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRMIC_N	P:C ratio for heterotrophic Oscillatoria-N	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRMIC_P	P:C ratio for heterotrophic Oscillatoria-P	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCROSC_E	P:C ratio for heterotrophic Microsist-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCROSC_N	P:C ratio for heterotrophic Microsist-N	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCROSC_P	P:C ratio for heterotrophic Microsist-P	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRANA_E	P:C ratio for heterotrophic Anabaena-E	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRANA_N	P:C ratio for heterotrophic Anabaena-N	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
XPCRANA_P	P:C ratio for heterotrophic Anabaena-P	[gP/gC] P:c	-1.00000e+00
FNCRFDI_E	Stoichiometry Fixation of N by Diatoms-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRFDI_P	Stoichiometry Fixation of N by Diatoms-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRFFL_E	Stoichiometry Fixation of N by Flagelate-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRGRE_E	Stoichiometry Fixation of N by Greens-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRGRE_N	Stoichiometry Fixation of N by Greens-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRGRE_P	Stoichiometry Fixation of N by Greens-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRAPF_E	Stoichiometry Fixation of N by Aphanizomenon-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRAPF_N	Stoichiometry Fixation of N by Aphanizomenon-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRAPF_P	Stoichiometry Fixation of N by Aphanizomenon-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRAPF_F	Stoichiometry Fixation of N by Aphanizomenon-F	[gN/gC] N:c	2.50000e-002
FNCRMIC_E	Stoichiometry Fixation of N by Microsist-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRMIC_N	Stoichiometry Fixation of N by Microsist-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRMIC_P	Stoichiometry Fixation of N by Microsist-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCROSC_E	Stoichiometry Fixation of N by Oscillatoria-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCROSC_N	Stoichiometry Fixation of N by Oscillatoria-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCROSC_P	Stoichiometry Fixation of N by Oscillatoria-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRANA_E	Stoichiometry Fixation of N by Anabaena-E	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRANA_N	Stoichiometry Fixation of N by Anabaena-N	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
FNCRANA_P	Stoichiometry Fixation of N by Anabaena-P	[gN/gC] N:c	-1.00000e+00
ChlaCFDI_E	Stoichiometry of chlorophyll in Diatoms-E	[qchla/gC]	4.00000e-002
ChlaCFDI_P	Stoichiometry of chlorophyll in Diatoms-P	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCFFL_E	Stoichiometry of chlorophyll in Flagelate-E	[qchla/gC]	2.90000e-002
ChlaCGRE_E	Stoichiometry of chlorophyll in Greens-E	[qchla/gC]	3.30000e-002
ChlaCGRE_N	Stoichiometry of chlorophyll in Greens-N	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCGRE_P	Stoichiometry of chlorophyll in Greens-P	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCAPF_E	Stoichiometry of chlorophyll in Aphanizomenon-E	[qchla/gC]	3.30000e-002
ChlaCAPF_N	Stoichiometry of chlorophyll in Aphanizomenon-N	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCAPF_P	Stoichiometry of chlorophyll in Aphanizomenon-P	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCAPF_F	Stoichiometry of chlorophyll in Aphanizomenon-F	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCMIC_E	Stoichiometry of chlorophyll in Microsist-E	[qchla/gC]	2.50000e-002
ChlaCMIC_N	Stoichiometry of chlorophyll in Microsist-N	[qchla/gC]	1.70000e-002
ChlaCMIC_P	Stoichiometry of chlorophyll in Microsist-P	[qchla/gC]	1.70000e-002
ChlaCOSC_E	Stoichiometry of chlorophyll in Oscillatoria-E	[qchla/gC]	3.30000e-002
ChlaCOSC_N	Stoichiometry of chlorophyll in Oscillatoria-N	[qchla/gC]	2.00000e-002
ChlaCOSC_P	Stoichiometry of chlorophyll in Oscillatoria-P	[qchla/gC]	2.00000e-002
ChlaCANA_E	Stoichiometry of chlorophyll in Anabaena-E	[qchla/gC]	3.30000e-002
ChlaCANA_N	Stoichiometry of chlorophyll in Anabaena-N	[qchla/gC]	2.00000e-002
ChlaCANA_P	Stoichiometry of chlorophyll in Anabaena-P	[qchla/gC]	2.00000e-002
PPMaxFDI_E	Maximum primary production Diatoms-E	[d-1]	4.50000e-001
PPMaxFDI_P	Maximum primary production Diatoms-P	[d-1]	3.80000e-001
PPMaxFFL_E	Maximum primary production Flagelate-E	[d-1]	4.50000e-001

PPMaxGRE_E	Maximum primary production Greens-E	[d-1]	7.50000e-002
PPMaxGRE_N	Maximum primary production Greens-N	[d-1]	7.50000e-002
PPMaxGRE_P	Maximum primary production Greens-P	[d-1]	8.00000e-002
PPMaxAPF_E	Maximum primary production Aphanizomenon-E	[d-1]	1.70000e-001
PPMaxAPF_N	Maximum primary production Aphanizomenon-N	[d-1]	1.50000e-001
PPMaxAPF_P	Maximum primary production Aphanizomenon-P	[d-1]	1.50000e-001
PPMaxAPF_F	Maximum primary production Aphanizomenon-F	[d-1]	1.25000e-001
PPMaxMIC_E	Maximum primary production Microsist-E	[d-1]	5.60000e-002
PPMaxMIC_N	Maximum primary production Microsist-N	[d-1]	4.80000e-002
PPMaxMIC_P	Maximum primary production Microsist-P	[d-1]	4.80000e-002
PPMaxOSC_E	Maximum primary production Oscillatoria-E	[d-1]	3.80000e-002
PPMaxOSC_N	Maximum primary production Oscillatoria-N	[d-1]	3.20000e-002
PPMaxOSC_P	Maximum primary production Oscillatoria-P	[d-1]	3.20000e-002
PPMaxANA_E	Maximum primary production Anabaena-E	[d-1]	0.00000e-001
PPMaxANA_N	Maximum primary production Anabaena-N	[d-1]	0.00000e-001
PPMaxANA_P	Maximum primary production Anabaena-P	[d-1]	0.00000e-001
TcPMxFDI_E	Temperature coeff. growth processes Diatoms-E	[oC]	1.06000e+000
TcPMxFDI_P	Temperature coeff. growth processes Diatoms-P	[oC]	1.05400e+000
TcPMxFFL_E	Temperature coeff. growth processes Flagelate-E	[oC]	1.05000e+000
TcPMxGRE_E	Temperature coeff. growth processes Greens-E	[oC]	0.00000e+000
TcPMxGRE_N	Temperature coeff. growth processes Greens-N	[oC]	3.00000e+000
TcPMxGRE_P	Temperature coeff. growth processes Greens-p	[oC]	3.00000e+000
TcPMxAPF_E	Temperature coeff. growth processes Aphanizomenon-E	[oC]	1.08300e+000
TcPMxAPF_N	Temperature coeff. growth processes Aphanizomenon-N	[oC]	1.09500e+000
TcPMxAPF_P	Temperature coeff. growth processes Aphanizomenon-P	[oC]	1.09500e+000
TcPMxAPF_F	Temperature coeff. growth processes Aphanizomenon-R	[oC]	1.09500e+000
TcPMxMIC_E	Temperature coeff. growth processes Microsist-E	[oC]	3.00000e+000
TcPMxMIC_N	Temperature coeff. growth processes Microsist-N	[oC]	5.00000e+000
TcPMxMIC_P	Temperature coeff. growth processes Microsist-P	[oC]	5.00000e+000
TcPMxOSC_E	Temperature coeff. growth processes Oscillatoria-E	[oC]	0.00000e+000
TcPMxOSC_N	Temperature coeff. growth processes Oscillatoria-N	[oC]	0.00000e+000
TcPMxOSC_P	Temperature coeff. growth processes Oscillatoria-P	[oC]	0.00000e+000
TcPMxANA_E	Temperature coeff. growth processes Anabaena-E	[oC]	1.08300e+000
TcPMxANA_N	Temperature coeff. growth processes Anabaena-N	[oC]	1.09500e+000
TcPMxANA_P	Temperature coeff. growth processes Anabaena-P	[oC]	1.09500e+000
TFPMxFDI_E	Temperature dependency PMAX Diatoms-E	[-]	1.00000e+000
TFPMxFDI_P	Temperature dependency PMAX Diatoms-P	[-]	1.00000e+000
TFPMxFFL_E	Temperature dependency PMAX Flagelate-E	[-]	1.00000e+000
TFPMxGRE_E	Temperature dependency PMAX Greens-E	[-]	0.00000e+000
TFPMxGRE_N	Temperature dependency PMAX Greens-N	[-]	0.00000e+000
TFPMxGRE_P	Temperature dependency PMAX Greens-P	[-]	0.00000e+000
TFPMxAPF_E	Temperature dependency PMAX Aphanizomenon-E	[-]	1.00000e+000
TFPMxAPF_N	Temperature dependency PMAX Aphanizomenon-N	[-]	1.00000e+000
TFPMxAPF_P	Temperature dependency PMAX Aphanizomenon-P	[-]	1.00000e+000
TFPMxAPF_F	Temperature dependency PMAX Aphanizomenon-F	[-]	1.00000e+000
TFPMxMIC_E	Temperature dependency PMAX growth Microsist-E	[-]	0.00000e+000
TFPMxMIC_N	Temperature dependency PMAX growth Microsist-N	[-]	0.00000e+000
TFPMxMIC_P	Temperature dependency PMAX growth Microsist-P	[-]	0.00000e+000
TFPMxOSC_E	Temperature dependency PMAX Oscillatoria-E	[-]	0.00000e+000
TFPMxOSC_N	Temperature dependency PMAX Oscillatoria-N	[-]	0.00000e+000
TFPMxOSC_P	Temperature dependency PMAX Oscillatoria-P	[-]	0.00000e+000
TFPMxANA_E	Temperature dependency PMAX Anabaena-E	[-]	1.00000e+000
TFPMxANA_N	Temperature dependency PMAX Anabaena-N	[-]	1.00000e+000
TFPMxANA_P	Temperature dependency PMAX Anabaena-P	[-]	1.00000e+000
Mort0FDI_E	Mortality rate for Diatoms-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0FDI_P	Mortality rate for Diatoms-P at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0FFL_E	Mortality rate for Flagelate-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0GRE_E	Mortality rate for Greens-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0GRE_N	Mortality rate for Greens-N at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0GRE_P	Mortality rate for Greens-P at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0APF_E	Mortality rate for Aphanizomenon-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0APF_N	Mortality rate for Aphanizomenon-N at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0APF_P	Mortality rate for Aphanizomenon-P at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0APF_F	Mortality rate for Aphanizomenon-F at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0MIC_E	Mortality rate for Microsist-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0MIC_N	Mortality rate for Microsist-N at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0MIC_P	Mortality rate for Microsist-P at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0OSC_E	Mortality rate for Oscillatoria-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0OSC_N	Mortality rate for Oscillatoria-N at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0OSC_P	Mortality rate for Oscillatoria-P at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0ANA_E	Mortality rate for Anabaena-E at 0C	[d-1]	3.50000e-002
Mort0ANA_N	Mortality rate for Anabaena-N at 0C	[d-1]	4.50000e-002
Mort0ANA_P	Mortality rate for Anabaena-P at 0C	[d-1]	4.50000e-002
TcMrtFDI_E	Temperature coeff. for mortality Diatoms-E	[-]	1.08000e+000
TcMrtFDI_P	Temperature coeff. for mortality Diatoms-P	[-]	1.08500e+000
TcMrtFFL_E	Temperature coeff. for mortality Flagelate-E	[-]	1.08000e+000
TcMrtGRE_E	Temperature coeff. for mortality Greens-E	[-]	1.08000e+000

TcMrtGRE_N	Temperature coeff. for mortality Greens-N	[-]	1.08500e+000
TcMrtGRE_P	Temperature coeff. for mortality Greens-P	[-]	1.08500e+000
TcMrtAPF_E	Temperature coeff. for mortality Aphanizomenon-E	[-]	1.08000e+000
TcMrtAPF_N	Temperature coeff. for mortality Aphanizomenon-N	[-]	1.08500e+000
TcMrtAPF_P	Temperature coeff. for mortality Aphanizomenon-P	[-]	1.08500e+000
TcMrtAPF_F	Temperature coeff. for mortality Aphanizomenon-F	[-]	1.08500e+000
TcMrtMIC_E	Temperature coeff. for mortality Microsist-E	[-]	1.08000e+000
TcMrtMIC_N	Temperature coeff. for mortality Microsist-N	[-]	1.08500e+000
TcMrtMIC_P	Temperature coeff. for mortality Microsist-P	[-]	1.08500e+000
TcMrtOSC_E	Temperature coeff. for mortality Oscillatoria-E	[-]	1.08000e+000
TcMrtOSC_N	Temperature coeff. for mortality Oscillatoria-N	[-]	1.08500e+000
TcMrtOSC_P	Temperature coeff. for mortality Oscillatoria-P	[-]	1.08500e+000
TcMrtANA_E	Temperature coeff. for mortality Anabaena-E	[-]	1.08000e+000
TcMrtANA_N	Temperature coeff. for mortality Anabaena-N	[-]	1.08500e+000
TcMrtANA_P	Temperature coeff. for mortality Anabaena-P	[-]	1.08500e+000
MRespFDI_E	Maintenance respiration rate for Diatoms-E	[d-1]	3.10000e-002
MRespFDI_P	Maintenance respiration rate for Diatoms-P	[d-1]	3.10000e-002
MRespFFL_E	Maintenance respiration rate for Flagellate-E	[d-1]	3.10000e-002
MRespGRE_E	Maintenance respiration rate for Greens-E	[d-1]	3.10000e-002
MRespGRE_N	Maintenance respiration rate for Greens-N	[d-1]	3.10000e-002
MRespGRE_P	Maintenance respiration rate for Greens-P	[d-1]	3.10000e-002
MRespAPF_E	Maintenance respiration rate Aphanizomenon-E	[d-1]	0.012
MRespAPF_N	Maintenance respiration rate Aphanizomenon-N	[d-1]	0.012
MRespAPF_P	Maintenance respiration rate Aphanizomenon-P	[d-1]	0.012
MRespAPF_F	Maintenance respiration rate Aphanizomenon-F	[d-1]	0.012
MRespMIC_E	Maintenance respiration rate Microsist-E	[d-1]	1.20000e-002
MRespMIC_N	Maintenance respiration rate Microsist-N	[d-1]	1.20000e-002
MRespMIC_P	Maintenance respiration rate Microsist-P	[d-1]	1.20000e-002
MRespOSC_E	Maintenance respiration rate Oscillatoria-E	[d-1]	1.20000e-002
MRespOSC_N	Maintenance respiration rate Oscillatoria-N	[d-1]	1.20000e-002
MRespOSC_P	Maintenance respiration rate Oscillatoria-P	[d-1]	1.20000e-002
MRespANA_E	Maintenance respiration rate for Anabaena-E	[d-1]	1.20000e-002
MRespANA_N	Maintenance respiration rate for Anabaena-N	[d-1]	1.20000e-002
MRespANA_P	Maintenance respiration rate for Anabaena-P	[d-1]	1.20000e-002
TcRspFDI_E	Temperature coeff. respiration Diatoms-E	[-]	1.07200e+000
TcRspFDI_P	Temperature coeff. respiration Diatoms-P	[-]	1.07200e+000
TcRspFFL_E	Temperature coeff. respiration Flagellate-E	[-]	1.07200e+000
TcRspGRE_E	Temperature coeff. respiration Greens-E	[-]	1.07200e+000
TcRspGRE_N	Temperature coeff. respiration Greens-N	[-]	1.07200e+000
TcRspGRE_P	Temperature coeff. respiration Greens-P	[-]	1.07200e+000
TcRspAPF_E	Temperature coeff. respiration Aphanizomenon-E	[-]	1.07200e+000
TcRspAPF_N	Temperature coeff. respiration Aphanizomenon-N	[-]	1.07200e+000
TcRspAPF_P	Temperature coeff. respiration Aphanizomenon-P	[-]	1.07200e+000
TcRspAPF_F	Temperature coeff. respiration Aphanizomenon-F	[-]	1.07200e+000
TcRspMIC_E	Temperature coeff. respiration Microsist-E	[-]	1.07200e+000
TcRspMIC_N	Temperature coeff. respiration Microsist-N	[-]	1.07200e+000
TcRspMIC_P	Temperature coeff. respiration Microsist-P	[-]	1.07200e+000
TcRspOSC_E	Temperature coeff. respiration Oscillatoria-E	[-]	1.07200e+000
TcRspOSC_N	Temperature coeff. respiration Oscillatoria-N	[-]	1.07200e+000
TcRspOSC_P	Temperature coeff. respiration Oscillatoria-P	[-]	1.07200e+000
TcRspANA_E	Temperature coeff. respiration Anabaena-E	[-]	1.07200e+000
TcRspANA_N	Temperature coeff. respiration Anabaena-N	[-]	1.07200e+000
TcRspANA_P	Temperature coeff. respiration Anabaena-P	[-]	1.07200e+000
SDMixFDI_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixFDI_P	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixFFL_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixGRE_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixGRE_N	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixGRE_P	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixAPF_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixAPF_N	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixAPF_P	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixAPF_F	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixMIC_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixMIC_N	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixMIC_P	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixOSC_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixOSC_N	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixOSC_P	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixANA_E	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixANA_N	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
SDMixANA_P	distribution in water column	[-]	1.00000e+000
RcDetC	1st-order mineralisation rate DetC	[d-1]	1.20000e-001
RcDetCHigh	maximum first-order mineralisation rate DetC	[d-1]	1.80000e-001
TcDetC	Temperature coefficient for mineralisation DetC	[-]	1.07000e+000
CTMin	critical temperature for mineralisation	[oC]	3.00000e+000
NCMinLimH	Upper limit limit N:C ratio detritus	[gN/gC]	1.50000e-001

NcMinLimL	Lower limit limit N:C ratio detritus	[gN/gC]	1.00000e-001
PCMinLimH	Upper limit limit P:C ratio detritus	[gP/gC]	1.50000e-002
PCMinLimL	Lower limit limit P:C ratio detritus	[gP/gC]	1.00000e-002
ZSedDetC	zeroth-order sediment flux	[gC/m2/d]	0.00000e+000
VSedDetC	Settling velocity Detritus-C	[d-1]	0.1
RcDetCS1	1st-order mineralisation rate Detritus-C in S1	[d-1]	3.00000e-002
TcBMDetC	Temperature coeff. mineralisation DetC in S1	[-]	1.11000e+000
RcDetN	1st-order mineralisation rate DetN	[d-1]	1.20000e-001
RcDetNHigh	maximum first-order mineralisation rate DetN	[d-1]	1.80000e-001
TcDetN	temperature coefficient for mineralisation DetN	[-]	1.11000e+000
RcDetNS1	1st-order mineralisation rate DetN in layer S1	[d-1]	3.00000e-002
TcBMDetN	Temperature coefficient bottom Detritus-N	[-]	1.11000e+000
RcDetP	1st-order mineralisation rate DetP	[d-1]	1.20000e-001
RcDetPHigh	maximum first-order mineralisation rate DetP	[d-1]	1.80000e-001
TcDetP	temperature coefficient for mineralisation DetP	[-]	1.11000e+000
RcDetPS1	1st-order mineralisation rate DetP in layer S1	[d-1]	3.00000e-002
TcBMDetP	Temperature coefficient bottom Detritus-P	[-]	1.11000e+000
RcDetSi	1st-order mineralisation rate Detsi	[d-1]	4.00000e-002
RcDetSHigh	maximum first-order mineralisation rate DetSi	[d-1]	8.00000e-002
TcDetSi	temp. coefficient for mineralisation DetSi	[-]	1.11000e+000
SiCMinLimH	upper limit Si:C ratio detritus	[gSi/gC]	2.00000e-002
SiCMinLimL	lower limit Si:C ratio detritus	[gSi/gC]	1.00000e-002
RcDetSIS1	1st-order mineralisation rate Detsi	[d-1]	7.50000e-003
TcBMDetSi	Temp. coefficient bottom Detritus-Si	[-]	1.04700e+000
RcNit20	MM-Nitrification rate at 20 oC	[d-1]	0.0
TcNit	Temperature coefficient for nitrification	[-]	1.12
KsAmNit	half saturation constant for ammonium cons.	[gN/m3]	0.00000e+000
KsOxNit	half saturation constant for DO cons.	[gO2/m3]	0.00000e+000
CTNit	Critical temperature for nitrification	[oC]	3.00000e+000
Rc0NitOx	zero-order nitrification rate at neg. DO	[d-1]	0.00000e+000
COXNIT	critical oxygen concentration for nitrification	[gO2/m3]	1
RcNit	Nitrification rate	[d-1]	0.01
OOXNIT	Optimum oxygen concentration for nitrification	[gO2/m3]	4.0
fAtmDepNH4	atmospheric deposition flux NH4	[gN/(m2 d)]	0.00000e+000
sw2AtmDNH4	maximise withdrawel to mass 0=no, 1=yes	[-]	0.00000e+000
RcDen20	MM-denitrification reaction rate at 20 oC	[d-1]	0.0
TcDenWat	temperature coefficient for denitrification	[-]	1.07000e+000
KsOxDen	half saturation constant for oxygen inhib.	[gO2/m3]	1.00000e+000
CTDEN	Critical temperature for denitrification	[oC]	2.00000e+000
Rc0DenOx	zero-order denit. rate at low temperature	[d-1]	0.00000e+000
COXDEN	crit. oxygen concentr. for denitrification	[gO2/m3]	6.0
OOXDEN			2.0
RcDenWat	first-order denitrification rate in water	[d-1]	0.29
RcOON	1st-order mineralisation rate OON	[d-1]	1.00000e-003
RcOONHigh	maximum first-order mineralisation rate OON	[d-1]	1.00000e-003
TcOON	temperature coefficient for mineralisation OON	[-]	1.11000e+000
RcOOP	1st-order mineralisation rate OON	[d-1]	1.00000e-003
RcOOPHigh	maximum first-order mineralisation rate OOP	[d-1]	1.00000e-003
TcOOP	temperature coefficient for mineralisation OOP	[-]	1.11000e+000
RcOOC	1st-order mineralisation rate OOC	[d-1]	1.00000e-003
RcOOCHigh	maximum first-order mineralisation rate OOC	[d-1]	1.00000e-003
TcOOC	temperature coefficient for mineralisation OOC	[-]	1.11000e+000
VSedOOC	sedimentation velocity OOC	[m/d]	2.50000e-001
RcOOCs1	1st-order mineralisation rate OOC in layer S1	[d-1]	1.00000e-003
TcBMOOC	temperature coeff. mineralisation OOC in sed	[-]	1.11000e+000
RcOONS1	1st-order mineralisation rate OON in layer S1	[d-1]	1.00000e-003
TcBMOON	temperature coeff. mineralisation OON in sed	[-]	1.11000e+000
RcOOPS1	1st-order mineralisation rate OOP in layer S1	[d-1]	1.00000e-003
TcBMOOP	temperature coeff. mineralisation OOP in sed	[-]	1.11000e+000
RcOOSiS1	first-order mineralisation rate OOSi in layerS1	[d-1]	1.00000e-003
TcBMOOSi	temperature coeff. mineralisation OOSi in sed	[-]	1.11000e+000
RcOOSi	1st-order mineralisation rate OOSi in layers1	[d-1]	2.00000e-002
RcOOSiHigh	maximum first-order mineralisation rate OOSi	[d-1]	2.00000e-002
TcOOSi	temperature coefficient for mineralisation OOSi	[-]	1.11000e+000
ZSedAlg	zeroth-order sedimentation flux algae	[d-1]	0.00000e+000
Salinity	Background salinity	[ppt]	0.00000e+000
SWRear	Switch for oxygen aeration formulation 1-12	[-]	1.00000e+000
KLRear	eeration transfer coefficient	[d-1]	4.00000e+000
TCRear	Temperature coefficient for rearing	[-]	1.01600e+000
T1MxPP	1st Temperature coefficient for algae growth	[oC]	1.00000e+001
T2MxPP	2nd Temperature coefficient for algae growth	[oC]	1.30000e+001
fSODaut	autonomous SOD (no effect SOD stat.var)	[-]	0.00000e+000
fSOD	zeroth-order sediment oxygen demand flux	[-]	0.00000e+000
RcSOD	Decay rate SOD at 20 oC	[d-1]	1.00000e-001
TcSOD	temperature coefficient decay SOD	[-]	1.04000e+000
COXSOD	critical oxygen concentration for SOD decay	[gO2/m3]	0.00000e+000
ExtVIBak	background extinction visible light	[m-1]	0.9



ExtVIDetC	Vis Light specific extinction coefficient DetC	[m <sup>2</sup> /gC]	1.00000e-001
ExtVIIM1	VL specific extinction coefficient M1	[m <sup>2</sup> /g]	2.50000e-002
Latitude	latitude of study area	[degrees]	2.00000e+000
PeriodVTRA	Period for calculating vertical distribution	[h]	2.40000e+001
Disp3	Disp3 Uniform dispersion in third direction	[m <sup>2</sup> /s]	1.00000e-005
VOsedFDI_E	Sedimentation velocity Diatom-E	[m/day]	1.00000e+000
VOsedFDI_P	Sedimentation velocity Diatom-P	[m/day]	0.00000e+000
VOsedFFL_E	Sedimentation velocity Flagellate-E	[m/day]	5.00000e-001
VOsedGRE_E	Sedimentation velocity Green-E	[m/day]	5.00000e-001
VOsedGRE_N	Sedimentation velocity Green-N	[m/day]	1.00000e+000
VOsedGRE_P	Sedimentation velocity Green-P	[m/day]	1.00000e+000
VOsedAPF_E	Sedimentation velocity Aphanizomenon-E	[m/day]	0.00000e+000
VOsedAPF_N	Sedimentation velocity Aphanizomenon-N	[m/day]	0.00000e+000
VOsedAPF_P	Sedimentation velocity Aphanizomenon-P	[m/day]	0.00000e+000
VOsedAPF_F	Sedimentation velocity Aphanizomenon-F	[m/day]	0.00000e+000
VOsedMIC_E	Sedimentation velocity Microcyst-E	[m/day]	0.00000e+000
VOsedMIC_N	Sedimentation velocity Microcyst-N	[m/day]	0.00000e+000
VOsedMIC_P	Sedimentation velocity Microcyst-P	[m/day]	0.00000e+000
VOsedOSC_E	Sedimentation velocity Oscillatoria-E	[m/day]	0.00000e+000
VOsedOSC_N	Sedimentation velocity Oscillatoria-N	[m/day]	0.00000e+000
VOsedOSC_P	Sedimentation velocity Oscillatoria-P	[m/day]	0.00000e+000
VOsedANA_E	Sedimentation velocity Anabaena-E	[m/day]	0.00000e+000
VOsedANA_N	Sedimentation velocity Anabaena-N	[m/day]	0.00000e+000
VOsedANA_P	Sedimentation velocity Anabaena-N	[m/day]	0.00000e+000
CLOSE_ERR		[-]	1.00000e+000
ScaleVDisp	scaling factor for vertical diffusion	[-]	1.00000e+000
MaxIter		[-]	1.00000e+002
Tolerance		[-]	1.00000e-007
Iteration Report	t Gives a.o. extra output for scheme 24	[-]	0.00000e+000
VBurDMS1	First order burial rate for layer S1	[1/d]	5.00000e-003
fBurS1IM1	Burial flux of IM1 from layer S1	[g/m2d]	5.00000e-003
SWSediment	Switch for sediment (0=fixed, 1=variable)	[-]	1.00000e+000
PorS1	Porosity of the S1 layer		3.00000e-001
MaxThS1	maximum thickness of a sediment layer S1	[m]	999999

## *Mytilus edulis*

<i>M_Lref</i>	<i>ref length of DEB Mussel (only for V1morphs)</i>		3,00
<i>M_Dummy</i>	<i>dummy constant for DEB Mussel</i>		1,00
<i>M_Vb</i>	<i>volume at birth individual DEB Mussel</i>		0,00
<i>M_Vp</i>	<i>volume at start of repro stage ind DEB Mussel</i>		0,06
<i>M_shape</i>	<i>shape coefficient of DEB Mussel</i>		0,29
<i>M_Em</i>	<i>maximum storage density of DEB Mussel</i>		2190,00
<i>M_Eg</i>	<i>volume-spec costs for growth of DEB Mussel</i>		1900,00
<i>M_Pm</i>	<i>respiration rate constant of DEB Mussel</i>		30,70
<i>M_JXm</i>	<i>max ingestion rate of DEB Mussel</i>		196,80
<i>M_kappal</i>	<i>ingestion efficiency of DEB Mussel</i>		0,75
<i>M_kappaA</i>	<i>assimilation efficiency of DEB Mussel</i>		1,00
<i>M_kappa</i>	<i>fraction of energy spent on growth DEB Mussel</i>		0,70
<i>M_kappaR</i>	<i>fraction of energy spent on gonads DEB Mussel</i>		0,80
<i>M_Ta</i>	<i>arrhenius temperature of DEB Mussel</i>		5800,00
<i>M_Tah</i>	<i>arr temp for upper boundary DEB Mussel</i>		31376,00
<i>M_Tal</i>	<i>arr temp for lower boundary DEB Mussel</i>		45430,00
<i>M_Th</i>	<i>upper boundary of tolerance range of DEB Mussel</i>		296,00
<i>M_Tl</i>	<i>lower boundary of tolerance range of DEB Mussel</i>		275,00
<i>M_GSlupr</i>	<i>minimum GSI for spawning of DEB Mussel</i>		0,28
<i>M_GSlwv</i>	<i>minimum GSI while spawning of DEB Mussel</i>		0,10
<i>M_DoSpawn</i>	<i>indication of spawning of DEB Mussel</i>		0,00
<i>M_rSpawn</i>	<i>spawning rate of DEB Mussel</i>		0,02
<i>M_MinSTmp</i>	<i>minimum temperature for spawning of DEB Mussel</i>		15,00
<i>M_Xk</i>	<i>halfrate const for food of DEB Mussel</i>		0,22
<i>M_Yk</i>	<i>halfrate const for TIM of DEB Mussel</i>		100,00
<i>M_rMor</i>	<i>reference mortality rate of DEB Mussel</i>		0,01
<i>M_cMor</i>	<i>length coefficient harvesting rate DEB Mussel</i>		0,00
<i>M_rHrv</i>	<i>reference rate of harvesting of DEB Mussel</i>		0,00
<i>M_cHrv</i>	<i>length coefficient harvesting rate DEB Mussel</i>		0,00
<i>M_cEC</i>	<i>energy to carbon conversion of DEB Mussel</i>		0,00
<i>M_cVC</i>	<i>volume to carbon conversion of DEB Mussel</i>		0,05
<i>M_cAFWC</i>	<i>AFD weight to carbon conversion of DEB Mussel</i>		0,40
<i>M_cWWC</i>	<i>wetweight to carbon conversion of DEB Mussel</i>		0,02
<i>M_TC</i>	<i>C:C ratio of DEB Mussel</i>	<i>[-]</i>	1,00
<i>M_TN</i>	<i>N:C ratio of DEB Mussel</i>	<i>[-]</i>	0,18
<i>M_TP</i>	<i>P:C ratio of DEB Mussel</i>	<i>[-]</i>	0,03
<i>M_TSi</i>	<i>Si:C ratio of DEB Mussel</i>	<i>[-]</i>	0,00
<i>M_FrDetS1</i>	<i>fraction of DEB Mussel detritus into sediment</i>	<i>[-]</i>	1,00
<i>M_SWBen</i>	<i>SWBen specifies the location of the grazers, pelagic = 0, benthic = 1, suspended = 2</i>	<i>[-]</i>	1,00
<i>M_SFSusp</i>	<i>DEB Mussel pref suspension over deposit feeding</i>	<i>[-]</i>	1,00
<i>M_PrDet</i>	<i>DEB Mussel preference for DetC or POC1</i>	<i>[-]</i>	0,00
<i>M_PrDetS1</i>	<i>DEB Mussel preference for DetCS1</i>	<i>[-]</i>	0,00
<i>M_FFDet</i>	<i>Faecal fraction of DetC for DEB Mussel</i>	<i>[-]</i>	0,50
<i>M_FFDetS1</i>	<i>Faecal fraction of DetCS1 for DEB Mussel</i>	<i>[-]</i>	0,50

*Dreissena polymorpha*

<i>M_Lref</i>	ref length of DEB Mussel (only for V1morphs)		1,50
<i>M_Dummy</i>	dummy constant for DEB Mussel		1,00
<i>M_Vb</i>	volume at birth individual DEB Mussel		0,000001
<i>M_Vp</i>	volume at start of repro stage ind DEB Mussel		0,06
<i>M_shape</i>	shape coefficient of DEB Mussel		0,437
<i>M_Em</i>	maximum storage density of DEB Mussel		1136,00
<i>M_Eg</i>	volume-spec costs for growth of DEB Mussel		1900,00
<i>M_Pm</i>	respiration rate constant of DEB Mussel		24,00
<i>M_JXm</i>	max ingestion rate of DEB Mussel		85,00
<i>M_kappal</i>	ingestion efficiency of DEB Mussel		0,75
<i>M_kappaA</i>	assimilation efficiency of DEB Mussel		0,80
<i>M_kappa</i>	fraction of energy spent on growth DEB Mussel		0,88
<i>M_kappaR</i>	fraction of energy spent on gonads DEB Mussel		0,12
<i>M-Ta</i>	arrhenius temperature of DEB Mussel		9500,00
<i>M_Tah</i>	arr temp for upper boundary DEB Mussel		27079,00
<i>M_Tal</i>	arr temp for lower boundary DEB Mussel		57048,00
<i>M_Th</i>	upper boundary of tolerance range of DEB Mussel		305,00
<i>M_Tl</i>	lower boundary of tolerance range of DEB Mussel		275,00
<i>M_GSlupr</i>	minimum GSI for spawning of DEB Mussel		0,012
<i>M_GSIwr</i>	minimum GSI while spawning of DEB Mussel		0,10
<i>M_DoSpawn</i>	indication of spawning of DEB Mussel		0,00
<i>M_rSpawn</i>	spawning rate of DEB Mussel		0,02
<i>M_MinSTmp</i>	minimum temperature for spawning of DEB Mussel		12,00
<i>M_Xk</i>	halfrate const for food of DEB Mussel		0,1
<i>M_Yk</i>	halfrate const for TIM of DEB Mussel		100,00
<i>M_rMor</i>	reference mortality rate of DEB Mussel		0,000485
<i>M_cMor</i>	length coefficient harvesting rate DEB Mussel		0,00
<i>M_rHrv</i>	reference rate of harvesting of DEB Mussel		0,00
<i>M_cHrv</i>	length coefficient harvesting rate DEB Mussel		0,00
<i>M_cEC</i>	energy to carbon conversion of DEB Mussel		0,0000355555
<i>M_cVC</i>	volume to carbon conversion of DEB Mussel		0,048
<i>M_cAFWC</i>	AFD weight to carbon conversion of DEB Mussel		0,40
<i>M_cWWC</i>	wetweight to carbon conversion of DEB Mussel		0,0224
<i>M_TC</i>	C:C ratio of DEB Mussel	[-]	1,00
<i>M_TN</i>	N:C ratio of DEB Mussel	[-]	0,1818
<i>M_TP</i>	P:C ratio of DEB Mussel	[-]	0,0263
<i>M_TSi</i>	Si:C ratio of DEB Mussel	[-]	0,00
<i>M_FrDetS1</i>	fraction of DEB Mussel detritus into sediment	[-]	1,00
<i>M_SWBen</i>	SWBen specifies the location of the grazers, pelagic = 0, benthic = 1, suspended = 2	[-]	1,00
<i>M_SFSusp</i>	DEB Mussel pref suspension over deposit feeding	[-]	1,00
<i>M_PrDet</i>	DEB Mussel preference for DetC or POC1	[-]	0,00
<i>M_PrDetS1</i>	DEB Mussel preference for DetCS1	[-]	0,00
<i>M_FFDet</i>	Faecal fraction of DetC for DEB Mussel	[-]	0,50
<i>M_FFDetS1</i>	Faecal fraction of DetCS1 for DEB Mussel	[-]	0,50



## K Stoffenbalans 2011

<b>Stikstof</b>	<b>Term</b>	<b>Type</b>	<b>Vanuit (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Naar (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vanuit (%)</b>	<b>Naar (%)</b>
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	4.70	0.00	38	0
	Dintel	Lozingen	6.83	0.00	55	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.86	0.00	7	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	1.78	0	14
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.25	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	3.38	0	27
	Denitrificatie	Proces	0.00	3.65	0	29
	Begraving in bodem	Proces		0.00 3.29	0	26
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.06	0	0
	<i>Som</i>		<i>12.40</i>	<i>12.40</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	9.01	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	6.31	0	70
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	2.40	0	27
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.30	0	3
		<i>Som</i>		<i>9.01</i>	<i>9.01</i>	<i>100.00</i>
Mineralisatie water		2.83				
Mineralisatie bodem		2.37				

<b>Fosfaat</b>	<b>Term</b>	<b>Type</b>	<b>Vanuit (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Naar (g/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vanuit (%)</b>	<b>Naar (%)</b>
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.10	0.00	64	0
	Dintel	Lozingen	0.05	0.00	32	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.01	0.00	4	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.02	0	12
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.00	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.04	0	25
	Begraving in bodem	Proces	0.00	0.09	0	62
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.00	0	0
		<i>Som</i>		<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	0.62	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	0.42	0	68
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.17	0	27
	Sluitpost	Proces	0.00	0.03	0	5
		<i>Som</i>		<i>0.62</i>	<i>0.62</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water		0.19				
Mineralisatie bodem		0.15				



## L Stoffenbalans 2011 – inc. DEBGRZ module

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar	
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	4.70	0.00	38	0	
	Dintel	Lozingen	6.83	0.00	55	0	
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.86	0.00	7	0	
	Krammersluis	Lozingen	0.00	2.19	0	18	
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.31	0	3	
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	4.39	0	35	
	Denitrificatie	Proces	0.00	4.10	0	33	
	Begraving in	Proces	0.00	1.43	0	12	
	Sluitpost	Sluitpost	0.03	0.00	0	0	
		<i>Som</i>		12.43	12.43	100	100
Algen	Primaire productie	Proces	6.12	0.00	100	0	
	Sterfte	Proces	0.00	1.09	0	18	
	Graas	Proces	0.00	4.51	0	74	
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.42	0	7	
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.10	0	2	
		<i>Som</i>		6.12	6.12	100	100
Mineralisatie water		3.42					
Mineralisatie bodem		0.99					
Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar	
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.10	0.00	64	0	
	Dintel	Lozingen	0.05	0.00	32	0	
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.01	0.00	4	0	
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.03	0	18	
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.00	0	3	
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.06	0	39	
	Begraving in	Proces	0.00	0.06	0	40	
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.00	0	0	
		<i>Som</i>		0.15	0.15	100	100
	Intern	Primaire productie	Proces	0.53	0.00	100	0
Sterfte		Proces	0.00	0.09	0	18	
Graas		Proces	0.00	0.39	0	74	
Sedimentatie algen		Proces	0.00	0.03	0	6	
Sluitpost		Sluitpost	0.00	0.01	0	2	
		<i>Som</i>		0.53	0.53	100	100
Mineralisatie water		0.24					
Mineralisatie bodem		0.08					





**M Stoffenbalans 2012**

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	6.40	0.00	38	0
	Dintel	Lozingen	9.35	0.00	56	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	1.00	0.01	6	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	2.07	0	12
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.31	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	5.44	0	32
	Denitrificatie	Proces	0.00	3.54	0	21
	Begraving in bodem	Proces	0.00	3.86	0	23
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	1.53	0	9
		<i>Som</i>		16.75	16.75	100
Algen	Primaire productie	Proces	12.41	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	8.72	0	70
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	3.25	0	26
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.45	0	4
		<i>Som</i>		12.41	12.41	100.00
Mineralisatie water		3.92				
Mineralisatie bodem		3.09				
<hr/>						
Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.13	0.00	58	0
	Dintel	Lozingen	0.09	0.00	38	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.01	0.00	3	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.02	0	11
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.00	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.05	0	24
	Begraving in bodem	Proces	0.00	0.12	0	51
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.03	0	13
		<i>Som</i>		0.23	0.23	100
Algen	Primaire productie	Proces	0.86	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	0.59	0	69
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.24	0	27
	Sluitpost	Proces	0.00	0.03	0	3
		<i>Som</i>		0.86	0.86	100
Mineralisatie water		0.26				
Mineralisatie bodem		0.21				



## N Stoffenbalans 2012 – inc. DEBGRZ module

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar (%)	
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	6.40	0.00	38	0	
	Dintel	Lozingen	9.35	0.00	56	0	
	Steenbergse Vliet	Lozingen	1.00	0.01	6	0	
	Krammersluis	Lozingen	0.00	2.55	0	15	
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.40	0	2	
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	7.20	0	43	
	Denitrificatie	Proces	0.00	4.15	0	25	
	Begraving in	Proces	0.00	1.24	0	7	
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	1.21	0	7	
		<i>Som</i>		<i>16.75</i>	<i>16.75</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	6.47	0.00	100	0	
	Sterfte	Proces	0.00	1.35	0	21	
	Graas	Proces	0.00	4.53	0	70	
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.47	0	7	
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.12	0	2	
		<i>Som</i>		<i>6.47</i>	<i>6.47</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water		3.51					
Mineralisatie bodem		0.97					
<hr/>							
Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar (%)	
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.13	0.00	58	0	
	Dintel	Lozingen	0.09	0.00	38	0	
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.01	0.00	3	0	
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.04	0	16	
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.01	0	3	
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.09	0	41	
	Begraving in	Proces	0.00	0.07	0	30	
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.02	0	9	
		<i>Som</i>		<i>0.23</i>	<i>0.23</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
	Algen	Primaire productie	Proces	0.54	0.00	100	0
Sterfte		Proces	0.00	0.11	0	20	
Graas		Proces	0.00	0.39	0	71	
Sedimentatie algen		Proces	0.00	0.04	0	7	
Sluitpost		Sluitpost	0.00	0.01	0	2	
		<i>Som</i>		<i>0.54</i>	<i>0.54</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water		0.23					
Mineralisatie bodem		0.08					



## O Stoffenbalans 2013

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	8.99	0.00	49	0
	Dintel	Lozingen	8.66	0.00	47	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.65	0.00	4	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	2.58	0	14
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.29	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	8.26	0	45
	Denitrificatie	Proces	0.00	3.90	0	21
	Begraving in	Proces	0.00	3.40	0	18
	Sluitpost	Sluitpost	0.14	0.00	1	0
	<i>Som</i>		<i>18.43</i>	<i>18.43</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	10.11	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	7.12	0	70
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	2.38	0	23
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.66	0	6
	<i>Som</i>		<i>10.11</i>	<i>10.16</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>
Mineralisatie water		3.17				
Mineralisatie		2.36				
<hr/>						
Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.15	0.00	62	0
	Dintel	Lozingen	0.09	0.00	36	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.00	0.00	2	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.03	0	12
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.00	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.10	0	42
	Begraving in	Proces	0.00	0.11	0	44
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.00	0	0
		<i>Som</i>		<i>0.25</i>	<i>0.25</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	0.70	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	0.49	0	69
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.17	0	25
	Sluitpost	Proces	0.00	0.04	0	6
	<i>Som</i>		<i>0.70</i>	<i>0.70</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water		0.21				
Mineralisatie		0.15				



**P Stoffenbalans 2013 – inc. DEBGRZ**

Stikstof	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	8.99	0.00	49	0
	Dintel	Lozingen	8.66	0.00	47	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.65	0.00	4	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	2.92	0	16
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.33	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	9.40	0	51
	Denitrificatie	Proces	0.00	4.36	0	24
	Begraving in	Proces	0.00	1.25	0	7
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.02	0	0
	<i>Som</i>		<i>18.29</i>	<i>18.29</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	5.77	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	1.23	0	21
	Graas	Proces	0.00	3.97	0	69
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.40	0	7
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.17	0	3
	<i>Som</i>		<i>5.77</i>	<i>5.77</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water		3.03				
Mineralisatie		0.86				
<hr/>						
Fosfaat	Term	Type	Vanuit (g/m <sup>3</sup> )	Naar (g/m <sup>3</sup> )	Vanuit	Naar (%)
Extern	Volkeraksluis	Lozingen	0.15	0.00	62	0
	Dintel	Lozingen	0.09	0.00	36	0
	Steenbergse Vliet	Lozingen	0.00	0.00	2	0
	Krammersluis	Lozingen	0.00	0.04	0	15
	Kreekraksluis	Lozingen	0.00	0.01	0	2
	Bathse spuisluis	Lozingen	0.00	0.13	0	50
	Begraving in	Proces	0.00	0.07	0	29
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.01	0	4
		<i>Som</i>		<i>0.25</i>	<i>0.25</i>	<i>100</i>
Algen	Primaire productie	Proces	0.49	0.00	100	0
	Sterfte	Proces	0.00	0.10	0	20
	Graas	Proces	0.00	0.34	0	70
	Sedimentatie algen	Proces	0.00	0.03	0	6
	Sluitpost	Sluitpost	0.00	0.02	0	4
	<i>Som</i>		<i>0.49</i>	<i>0.49</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Mineralisatie water		0.20				
Mineralisatie		0.07				





## Q Parametervariatie

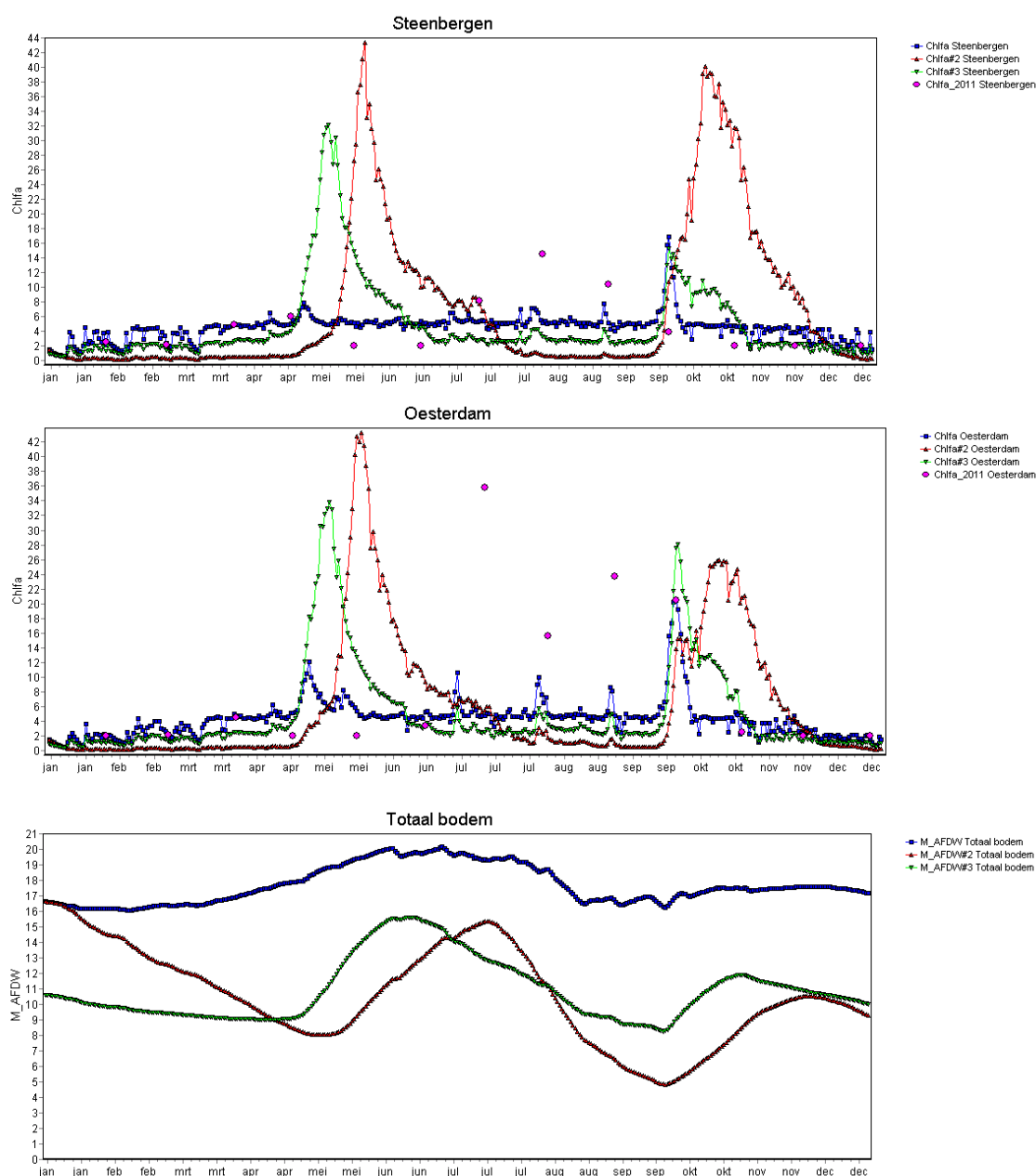
Om de gevoeligheid van verschillende numerieke, graas en algenparameters te testen, zijn extra berekeningen gedaan. In deze bijlage zijn een overzicht van de gedane sommen (tabel Q.1) en de resultaten ervan (Figuur Q.1-7) opgenomen. Y11BSD4 is hierbij als referentie aangenomen. Dit is een som voor het jaar 2011 inclusief DEBGRZ-module met *M. edulis* parameters.



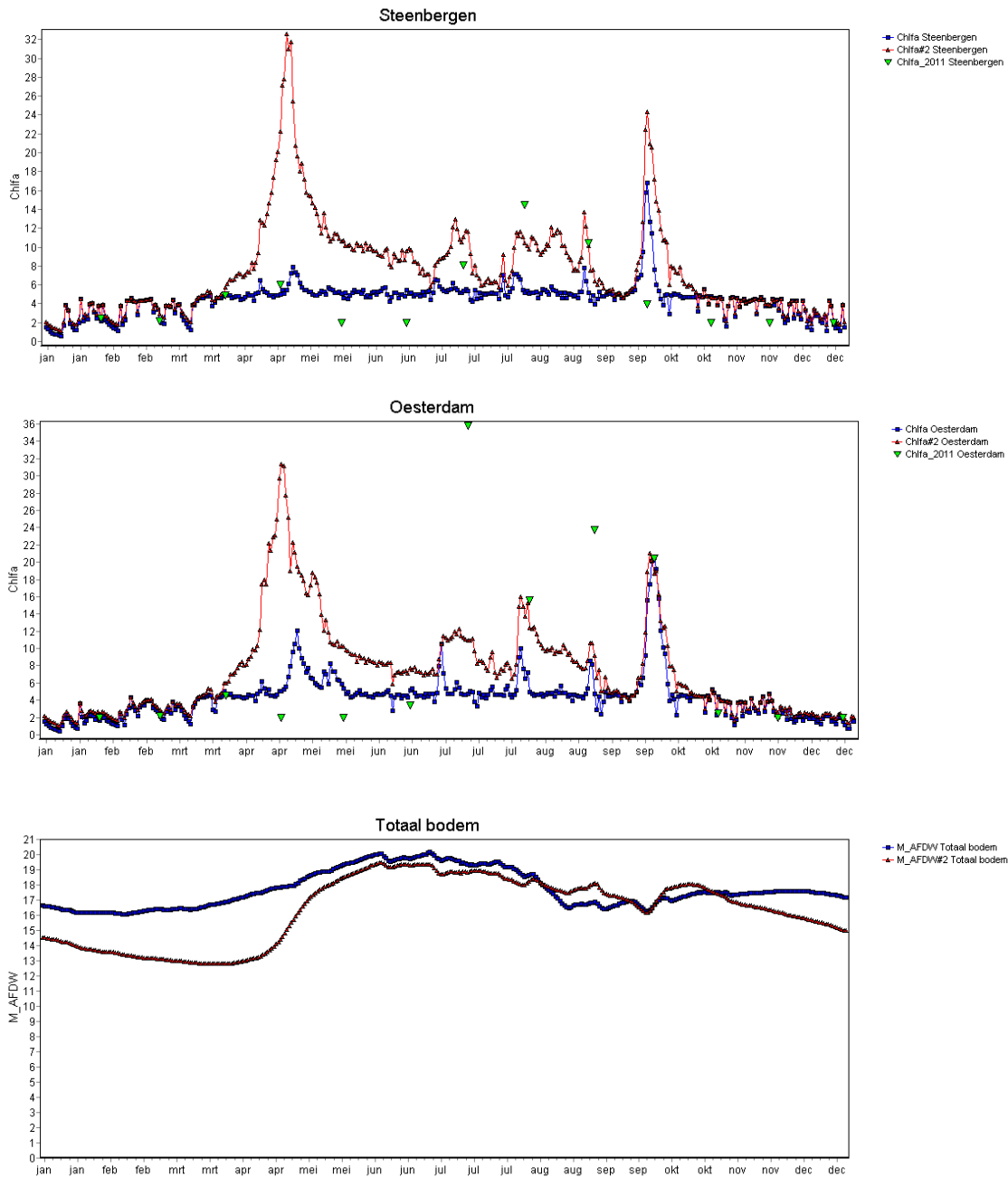
Tabel Q.1 In deze tabel staan de variaties in parameters aangegeven. Som Y11BSD4 dient als referentie, in oranje zijn alle afwijkingen ten opzichte van deze som aangegeven. Een uitzondering hierop is de mortaliteitsconstante, deze heeft namelijk geen invloed gehad op de resultaten van de berekeningen, maar is aangepast om te voorkomen dat deze te dicht bij de groeiconstante komt.

Algen		Parameters					Tijdstap (h)		
Groeiconstante	Mortaliteitconstante	Soort	Mosselen Xk	Kappa I	Mortality rate	Algen	Mosselen	Zuurstof	
50	2.5	M. edulis	0.223	0.75	0.0055	24	1	1	
5	0.25	M. edulis	0.223	0.75	0.0055	24	1	1	
25	0.25	M. edulis	0.223	0.75	0.0055	24	1	1	
50	2.5	M. edulis	0.446	0.75	0.0055	24	1	1	
50	2.5	M. edulis	0.223	0.5	0.0055	24	1	1	
50	0.25	M. edulis	0.223	0.75	0.0055	24	24	24	
50	0.25	M. edulis	0.223	0.75	0.0055	12	12	12	
50	0.25	M. edulis	0.223	0.75	0.0055	6	6	6	
50	2.5	D. polymorpha	0.1	1	0.000485	24	1	1	
50	0.25	D. polymorpha	0.1	1	0.0055	24	1	1	
50	0.25	D. polymorpha	0.1	1	0.0055	24	24	24	

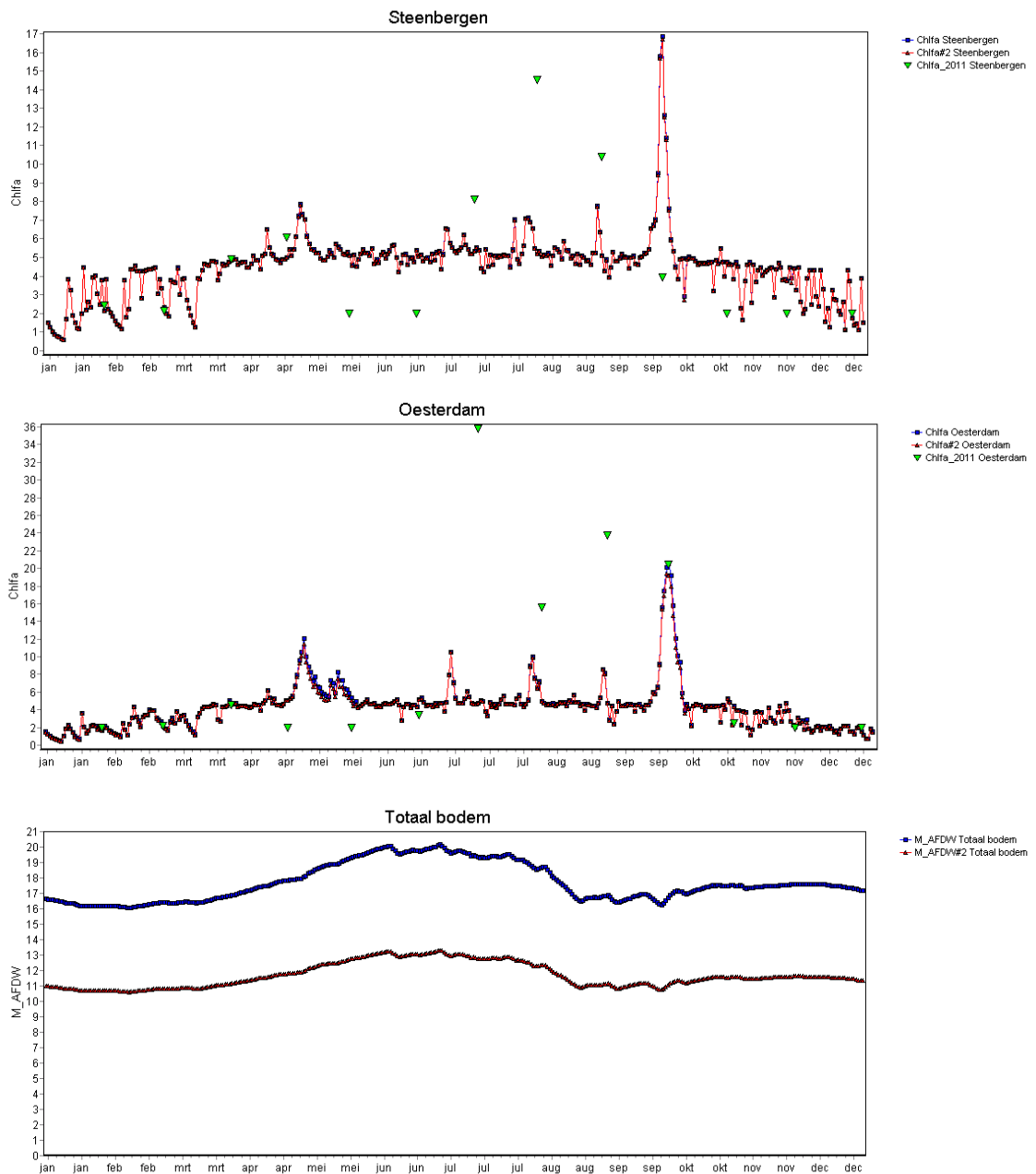




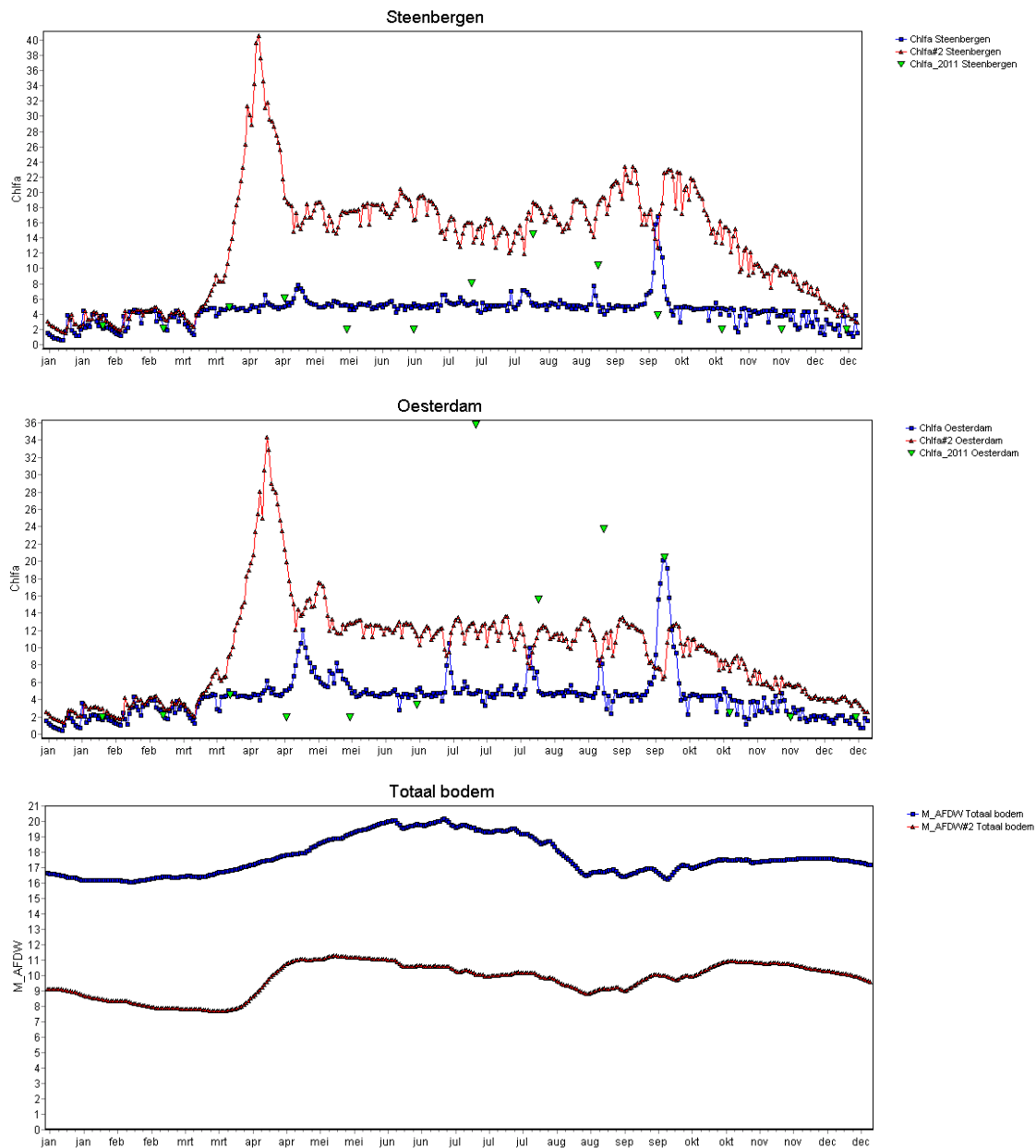
Figuur Q.1 Het variëren van de groeiconstante van de algen. Som Y11BSD4, donkerblauwe lijn,  $50 \mu\text{g/L}$ . Som Y11BSD6, groene lijn,  $25 \mu\text{g/L}$ . Som Y11BSD8, rode lijn,  $5 \mu\text{g/L}$ . Chlorofyl-a metingen zijn aangegeven met paarse cirkels. Van boven naar onder worden de chlorofyl-a waarden (Chlfa in  $\mu\text{g/L}$ ) op meetpunt Steenberg en Oesterdam en de gemiddelde asvrijdrooggewichten ( $M_{AFDW}$  in  $\text{gC/m}^2$ ) voor de totale bodem weergegeven.



Figuur Q.2 Het variëren van de halfwaarde tijd voor verzadiging voor de mosselen ( $X_k$ ). Som Y11BSD4, donkerblauwe lijn,  $X_k = 0.223$ . Som Y11BSDX2, rode lijn,  $X_k = 0.446$ . Chlorofyl-a metingen zijn aangegeven met groene driehoeken. Van boven naar onder worden de chlorofyl-a waarden (Chlfa in µg/L) op meetpunt Steenberg en Oesterdam en de gemiddelde asvrijdrooggewichten ( $M_{AFDW}$  in gC/m<sup>2</sup>) voor de totale bodem weergegeven.

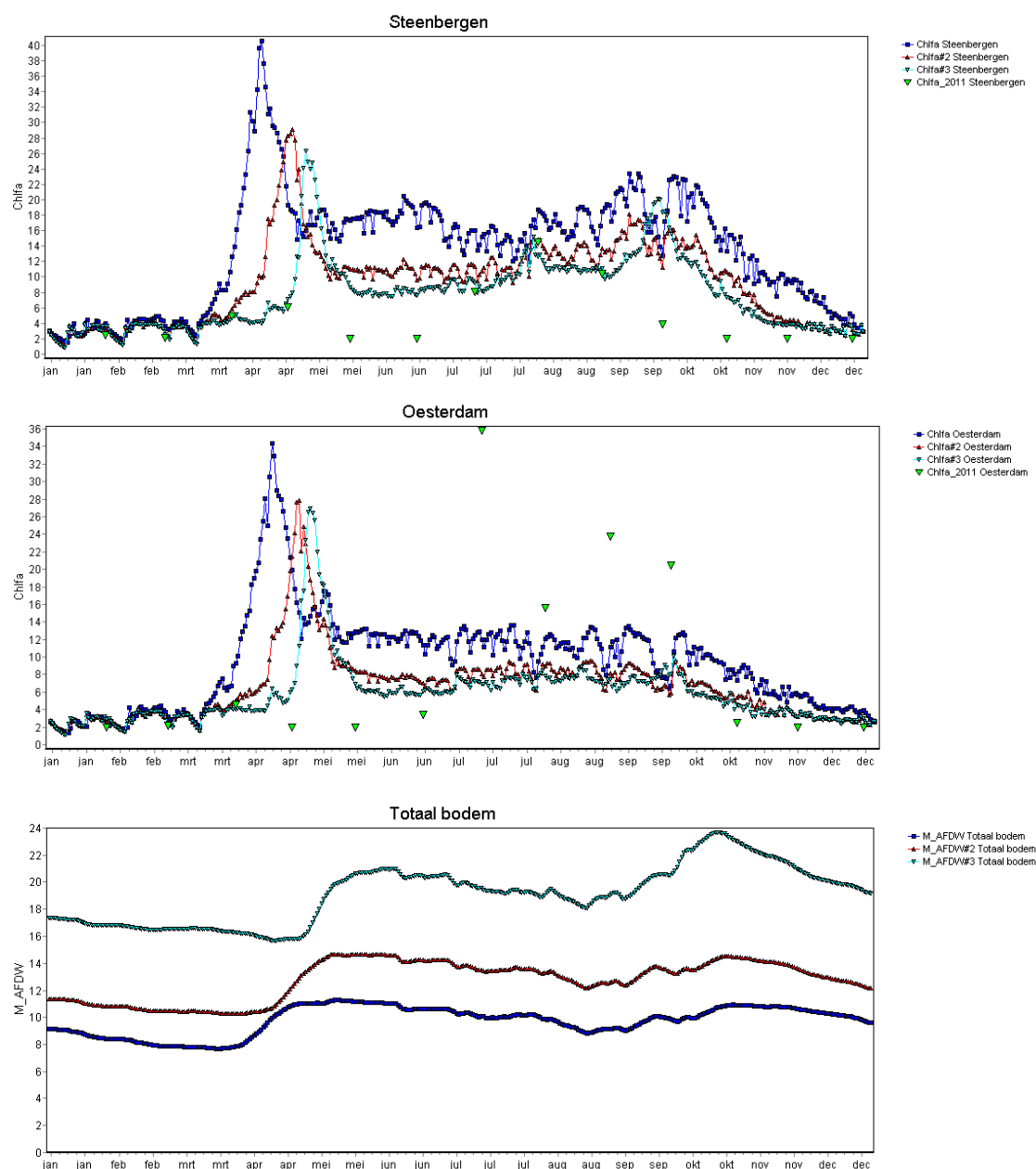


Figuur Q.3 Het variëren van de mossel inname efficiëntie ( $Kappa I$ ). Som Y11BSD4, donkerblauwe lijn,  $Kappa I = 0.75$ . Som Y11BSDK2, rode lijn,  $Kappa I = 0.5$ . Chlorofyl-a metingen zijn aangegeven met groene driehoeken. Van boven naar onder worden de chlorofyl-a waarden (Chlfa in  $\mu\text{g/L}$ ) op meetpunt Steenberg en Oesterdam en de gemiddelde asvrijdrooggewichten ( $M_{AFDW}$  in  $\text{gC/m}^2$ ) voor de totale bodem weergegeven.

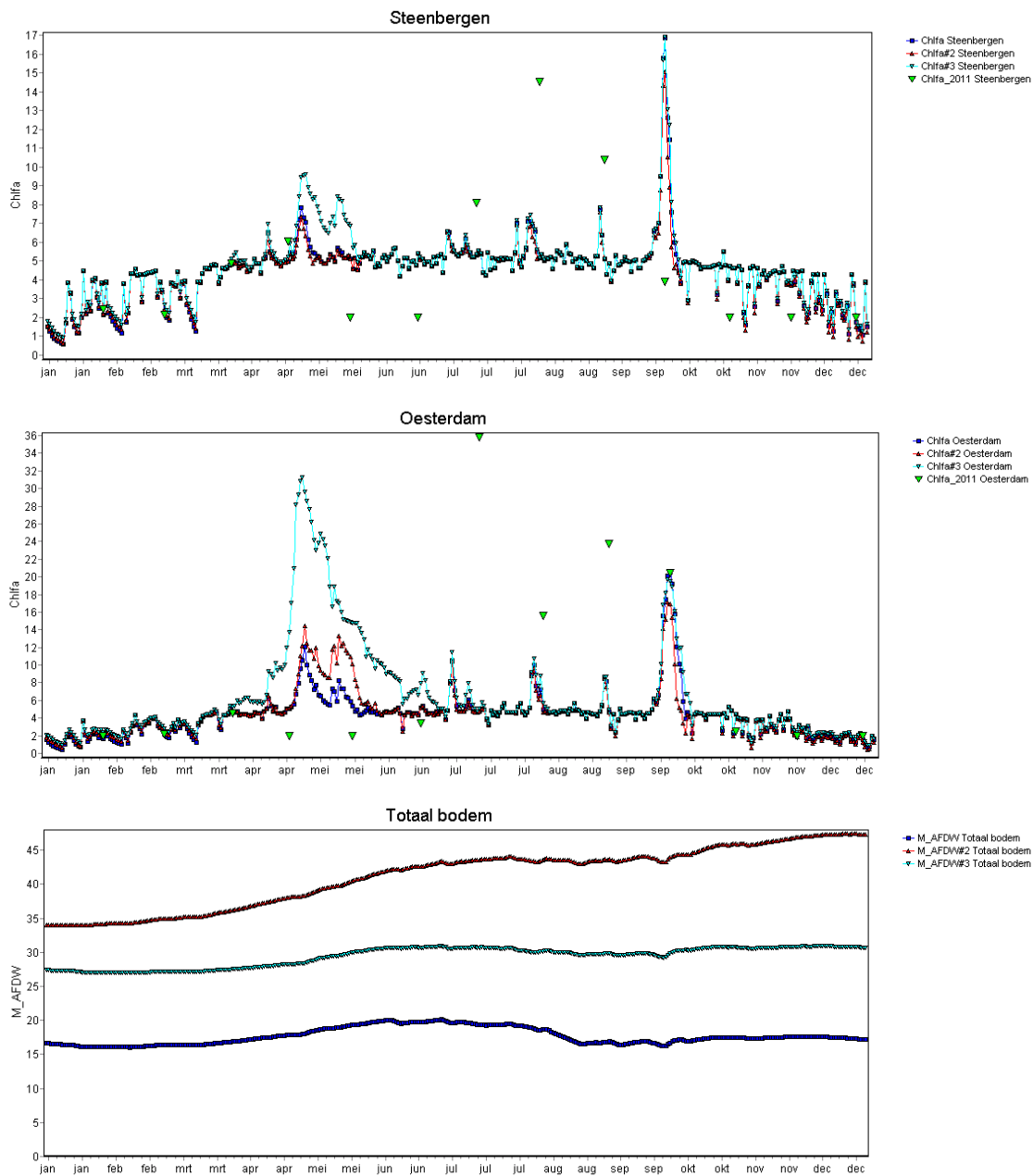


Figuur Q.4 Het variëren van de tijdstap tussen mosselgraas en algengroei. Som Y11BSD4, donkerblauwe lijn, mosselgraas elk uur en algengroei elke 24 uur. Som Y11BSDM2, rode lijn, mosselgraas en algengroei beide per 24 uur. Chlorofyl-a metingen zijn aangegeven met groene driehoeken. Van boven naar onder worden de chlorofyl-a waarden (Chlfa in µg/L) op meetpunt Steenberg en Oesterdam en de gemiddelde asvrijdrooggewichten (M\_AFDW in gC/m<sup>2</sup>) voor de totale bodem weergegeven.

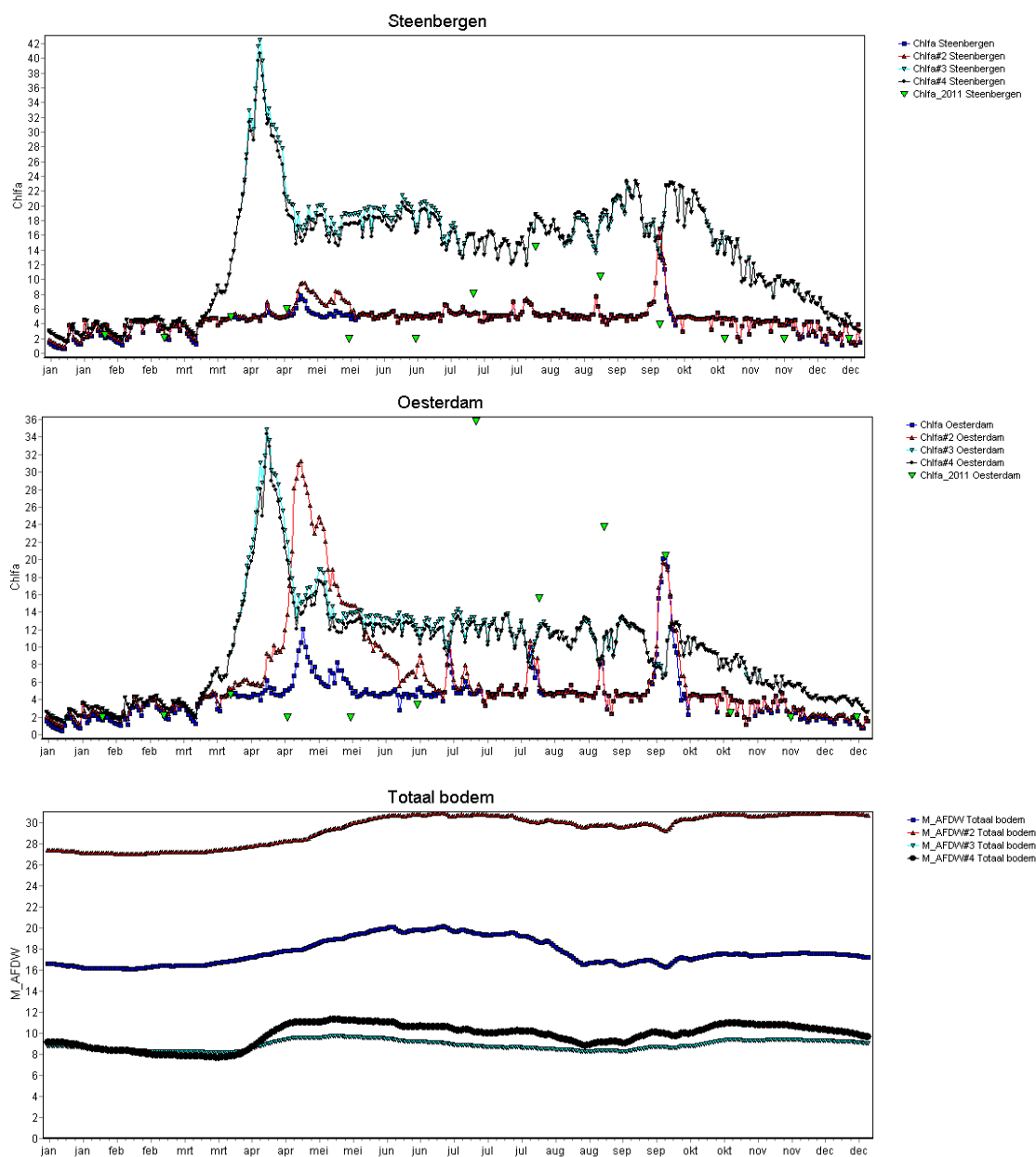




Figuur Q.5 Het variëren van de tijdstap. Som Y11BSDM2, donkerblauwe lijn, tijdstap 24 uur. Som Y11BSDT2, rode lijn, tijdstap 12h. Som Y11BSDT4, lichtblauwe lijn, tijdstap 6h. Chlorofyl-a metingen zijn aangegeven met groene driehoeken. Van boven naar onder worden de chlorofyl-a waarden (Chlfa in  $\mu\text{g/L}$ ) op meetpunt Steenberg en Oesterdam en de gemiddelde asvrijdrooggewichten ( $M_{AFDW}$  in  $\text{gC/m}^2$ ) voor de totale bodem weergegeven.



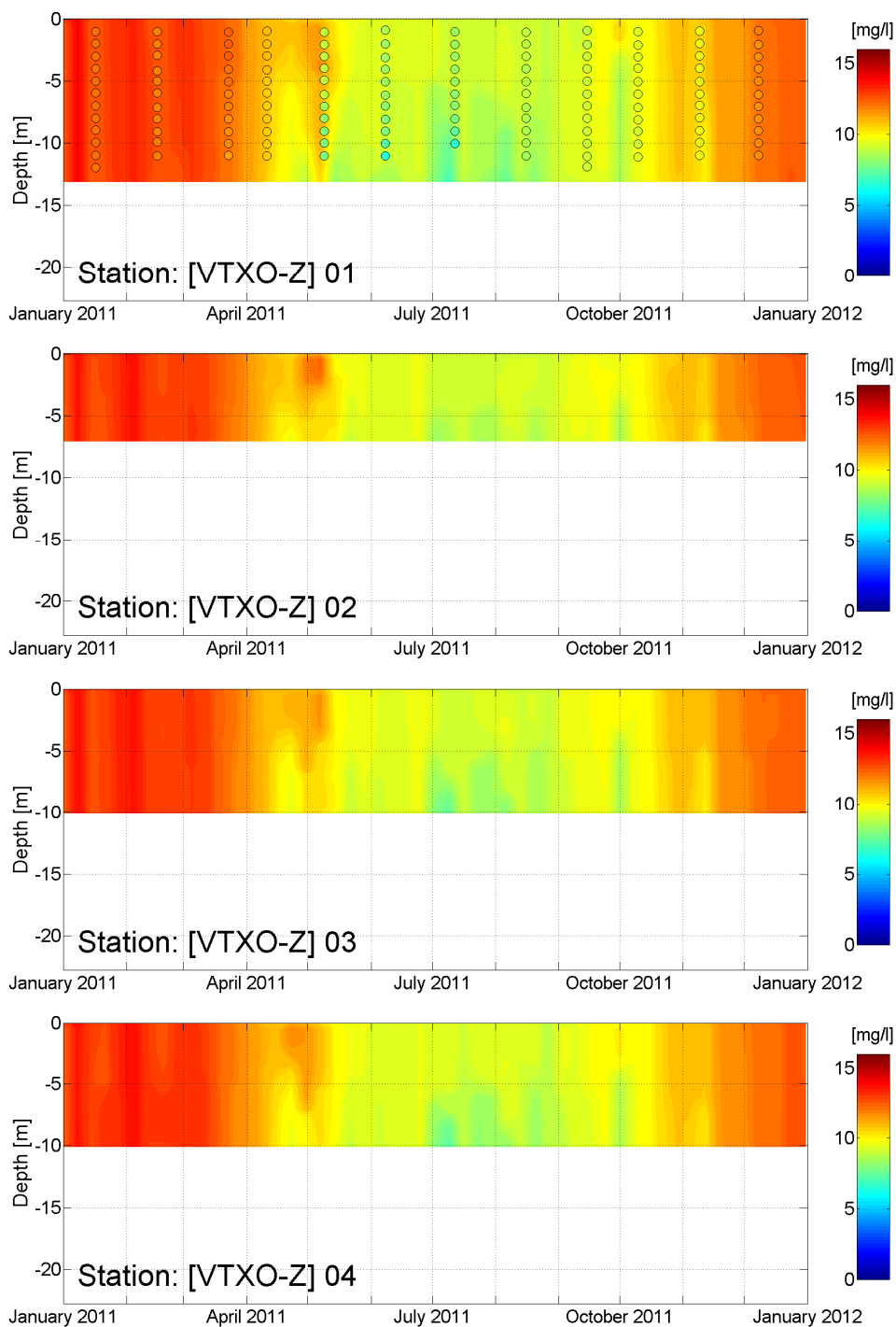
Figuur Q.6 Het variëren van de mosselsoort en de sterftesnelheid ( $rMor$ ). Som Y11BSD4, donkerblauwe lijn, *M. edulis* met  $rMor = 0.0055$ . Som Y11BSD2, rode lijn, *D. polymorpha* met  $rMor = 0.000485$ . Som Y11BSD6, lichtblauwe lijn, *D. polymorpha* met  $rMor = 0.0055$ . Chlorofyl-a metingen zijn aangegeven met groene driehoeken. Van boven naar onder worden de chlorofyl-a waarden (Chlfa in µg/L) op meetpunt Steenberg en Oesterdam en de gemiddelde asvrijdrooggewichten ( $M_{AFDW}$  in gC/m<sup>2</sup>) voor de totale bodem weergegeven.



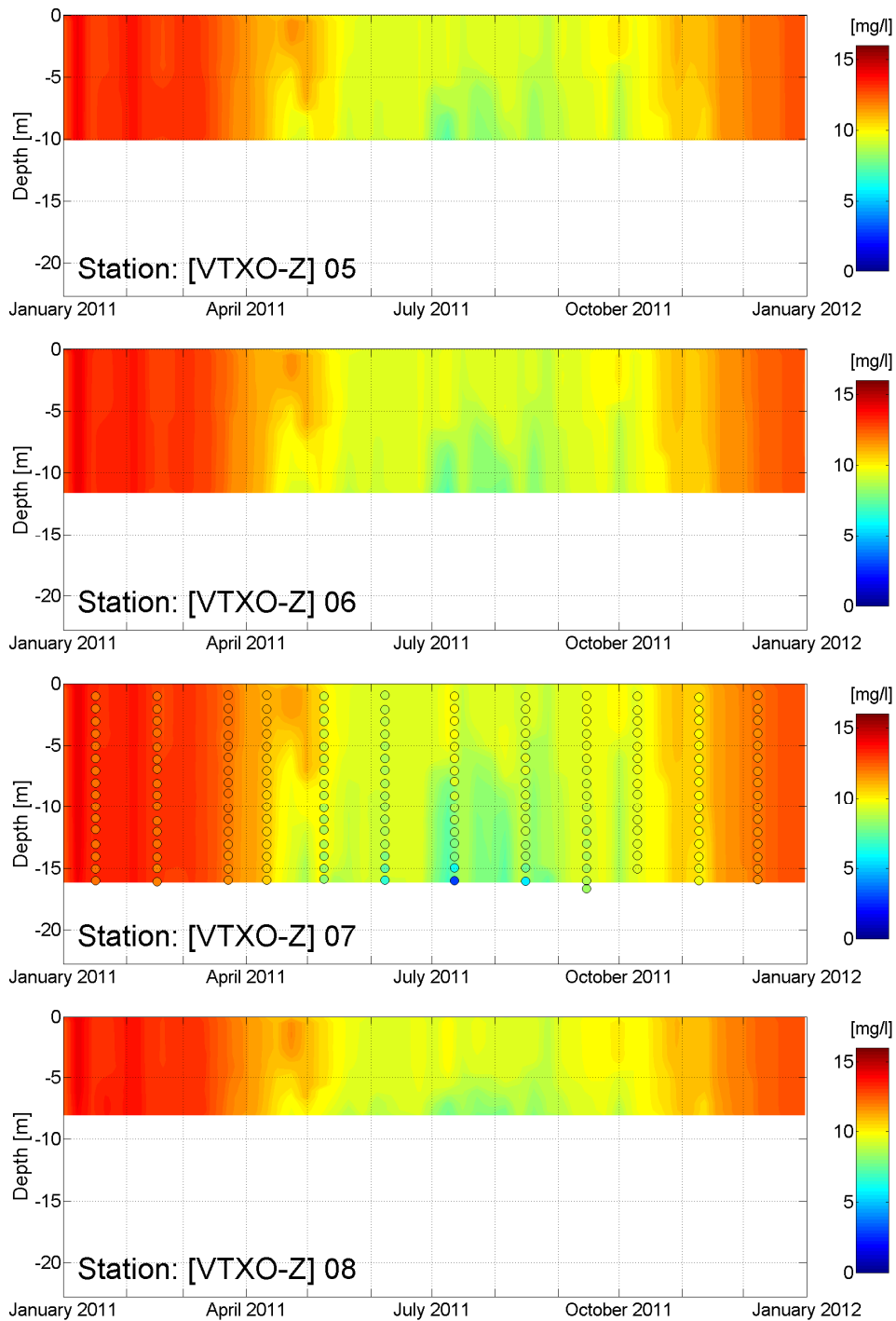
Figuur Q.7 Vergelijken mosselsoorten en verschillen tussen de tijdstap voor graas en algengroei. Som Y11BSD4, donkerblauwe lijn, *M. edulis*, tijdstap voor graas 1h, tijdstap voor algengroei 24h,  $Kappa I = 0.75$ . Som Y11BSDL4, rode lijn, *D. polymorpha*, tijdstap voor graas 1h, tijdstap voor algengroei 24h,  $Kappa I = 0.75$ . Som Y11BSDL6, lichtblauwe lijn, *D. polymorpha*, tijdstap voor graas en algengroei 24h,  $Kappa I = 0.50$ . Som Y11BSDM2, zwarte lijn, *M. edulis*, tijdstap voor graas en algengroei 24h,  $Kappa I = 0.75$ .



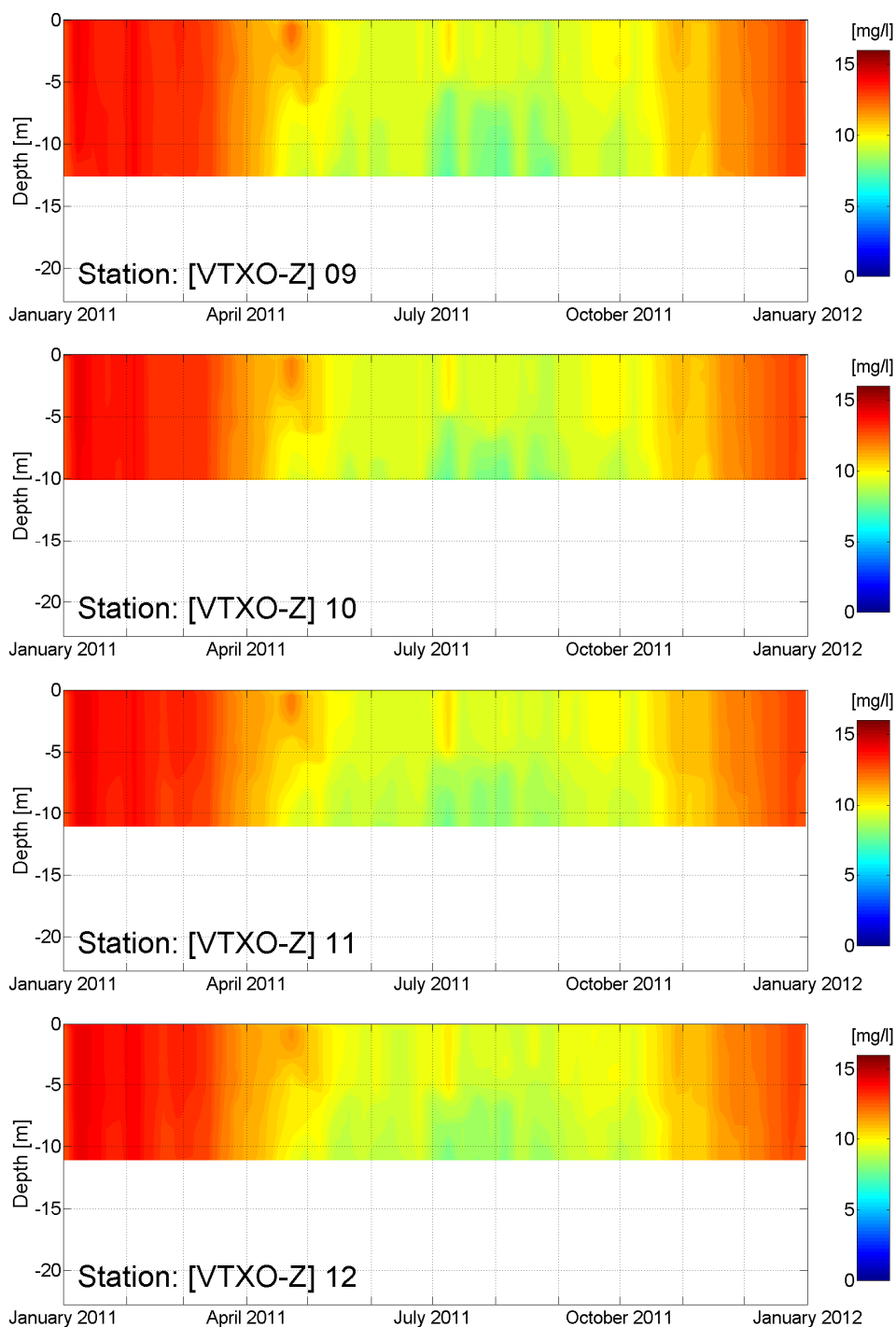
## R Meting en model voor zuurstof 2011



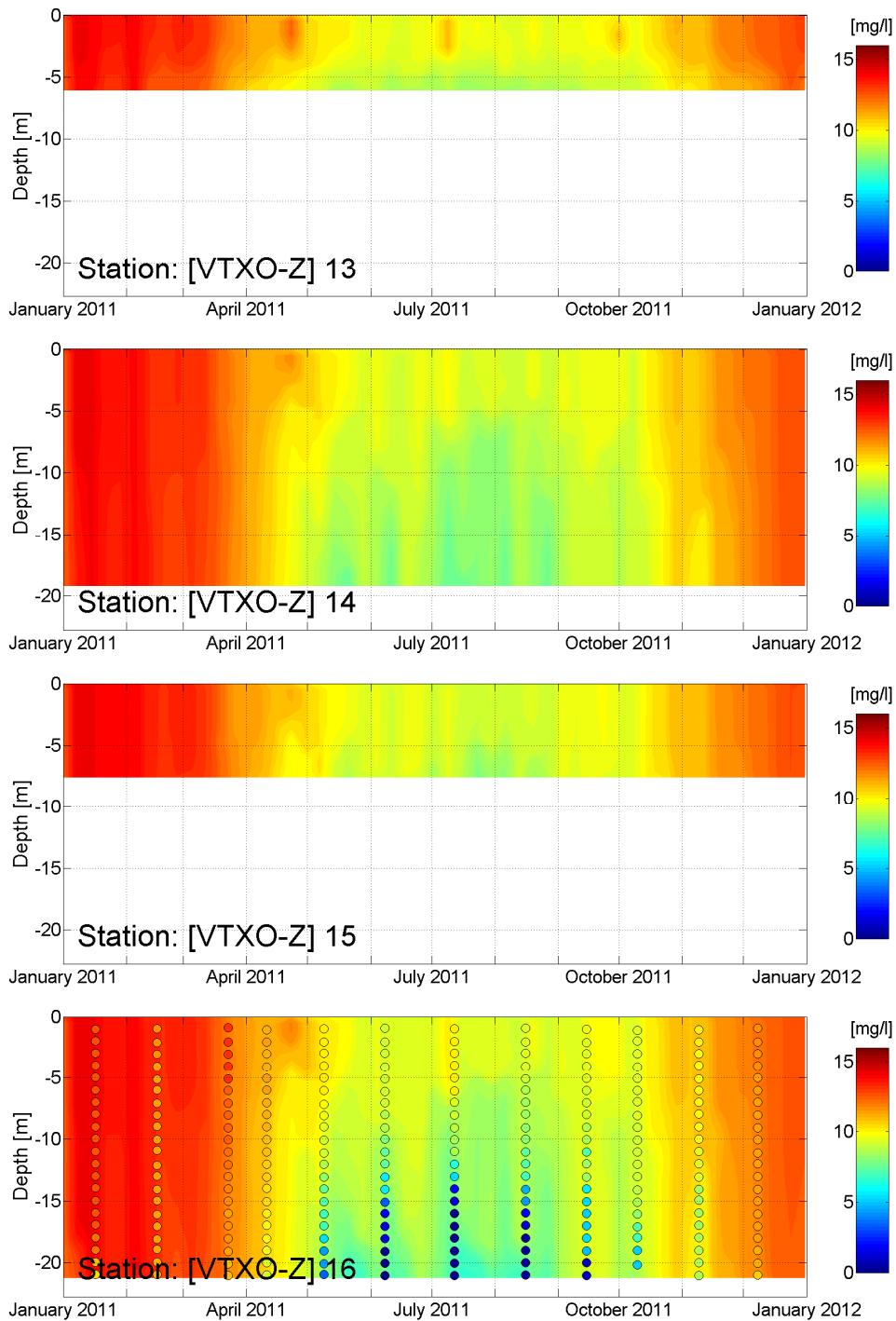
Figuur R.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4.



Figuur R.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8

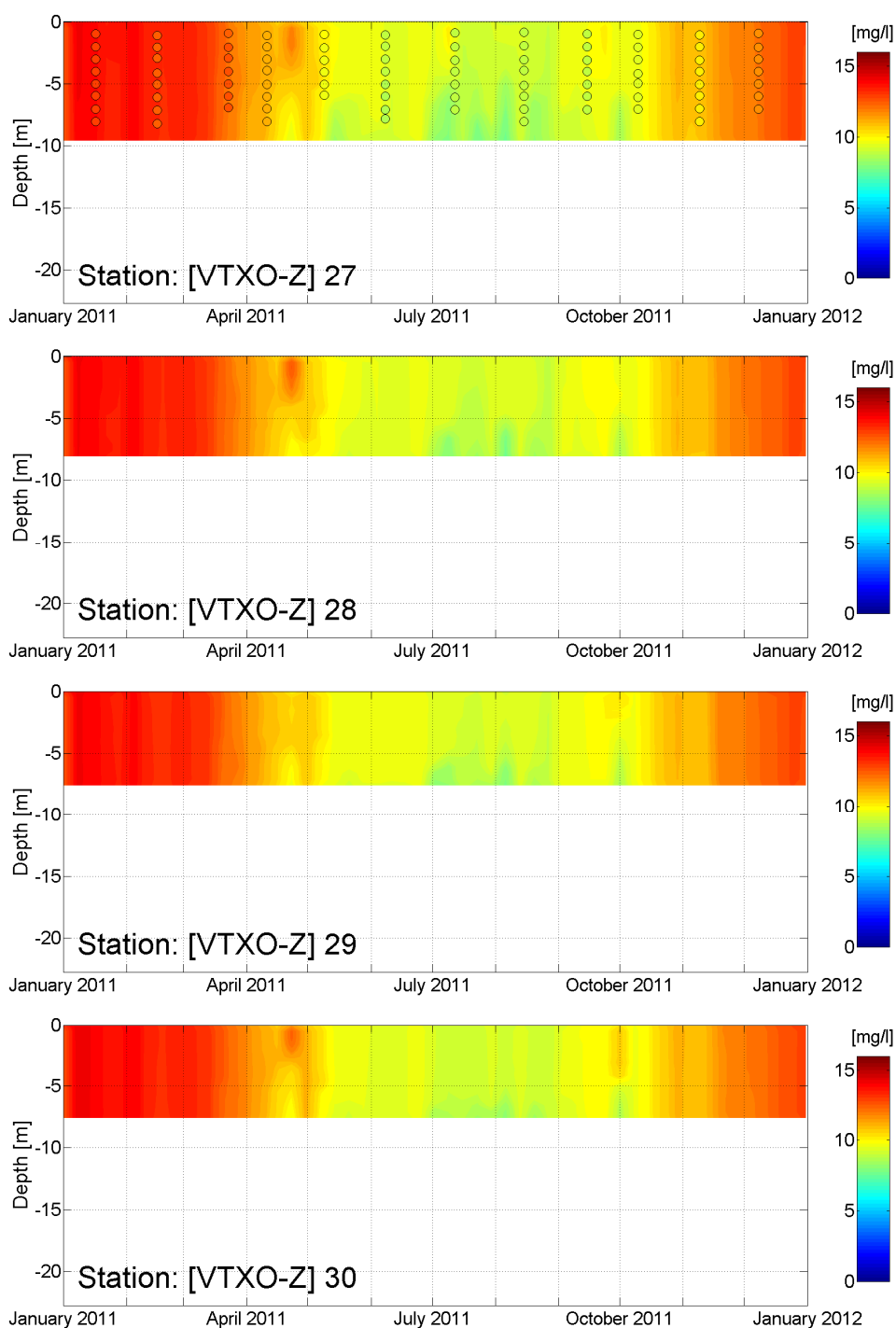


Figuur R.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

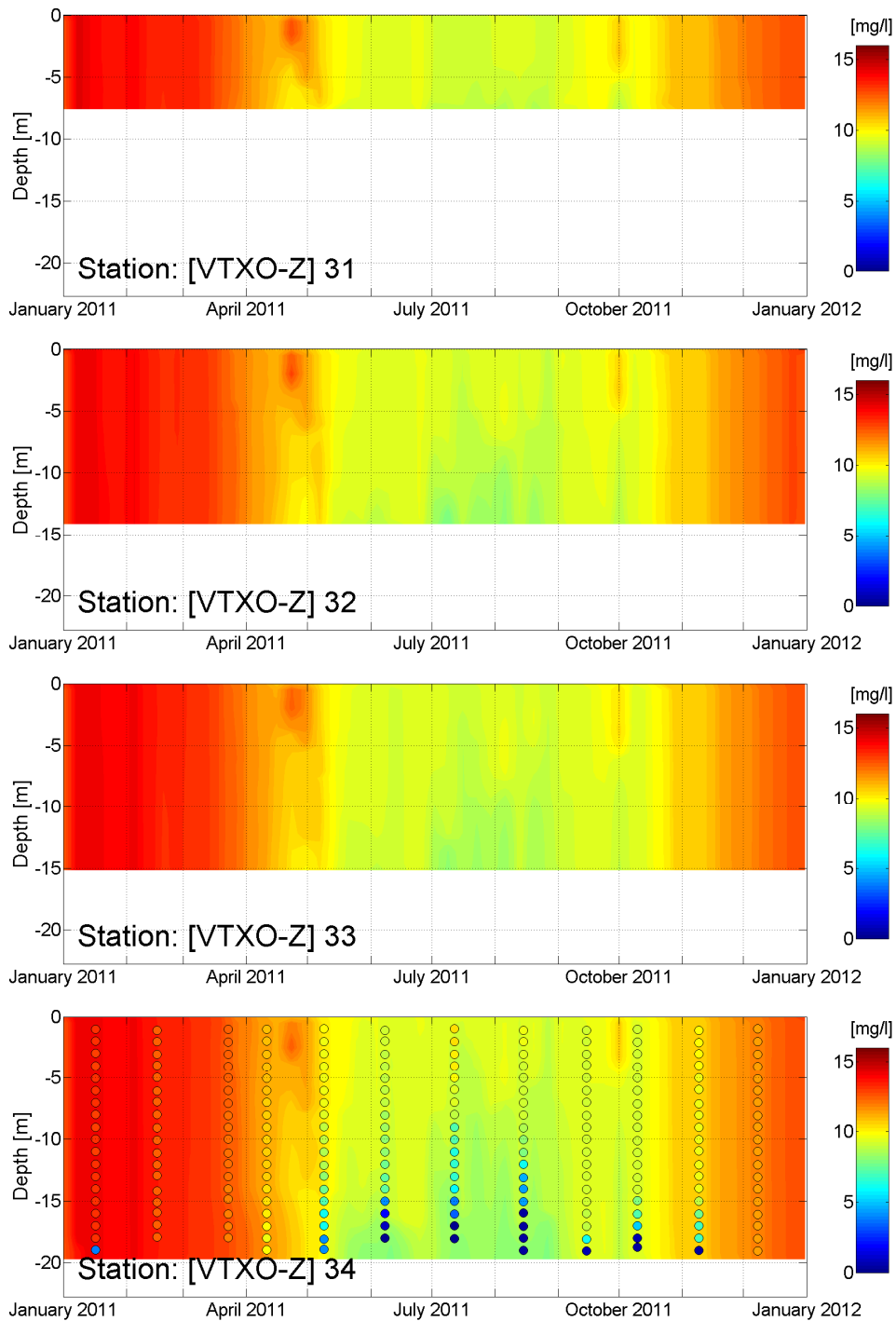


Figuur R.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 12 t/m 16.

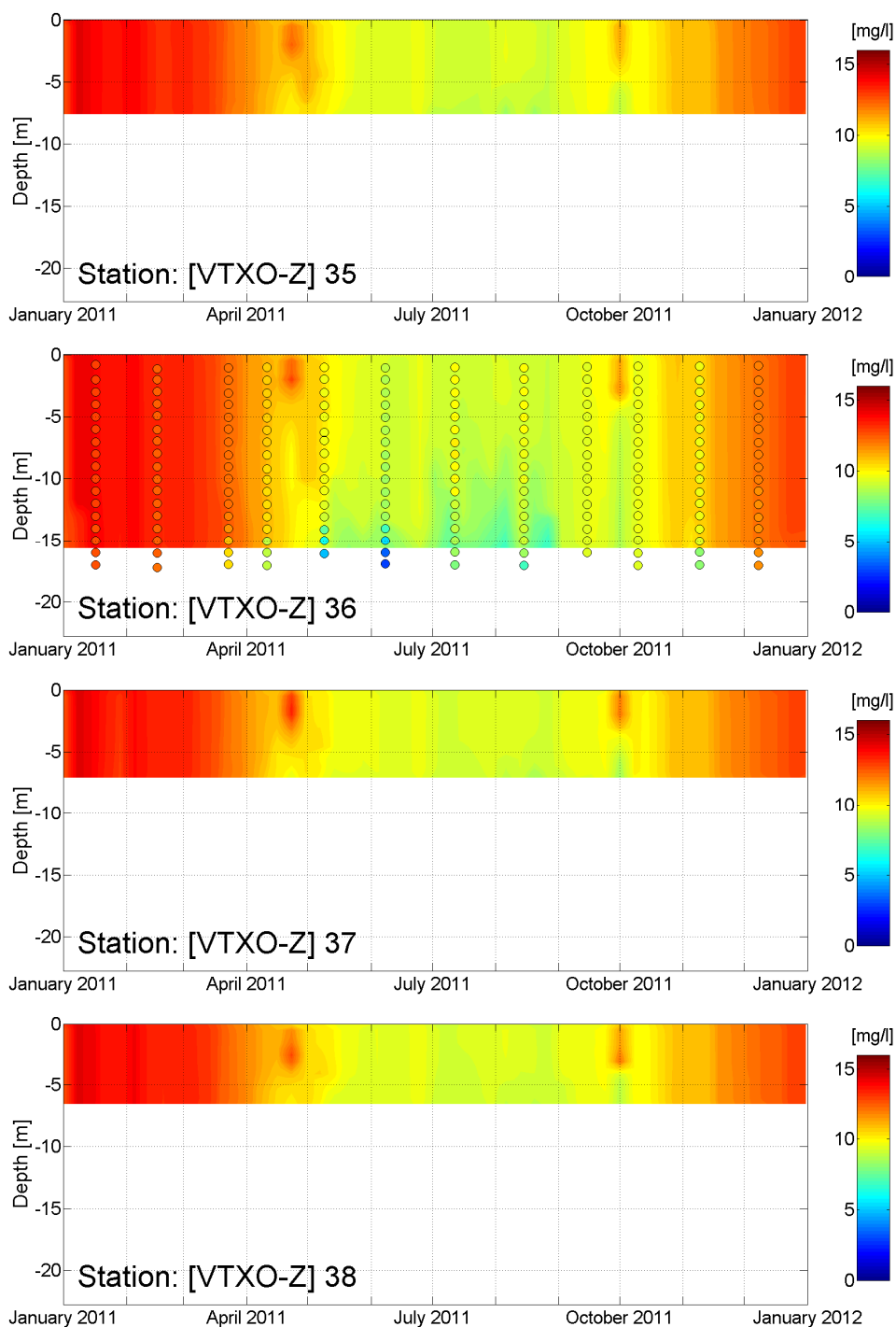




Figuur R.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30.



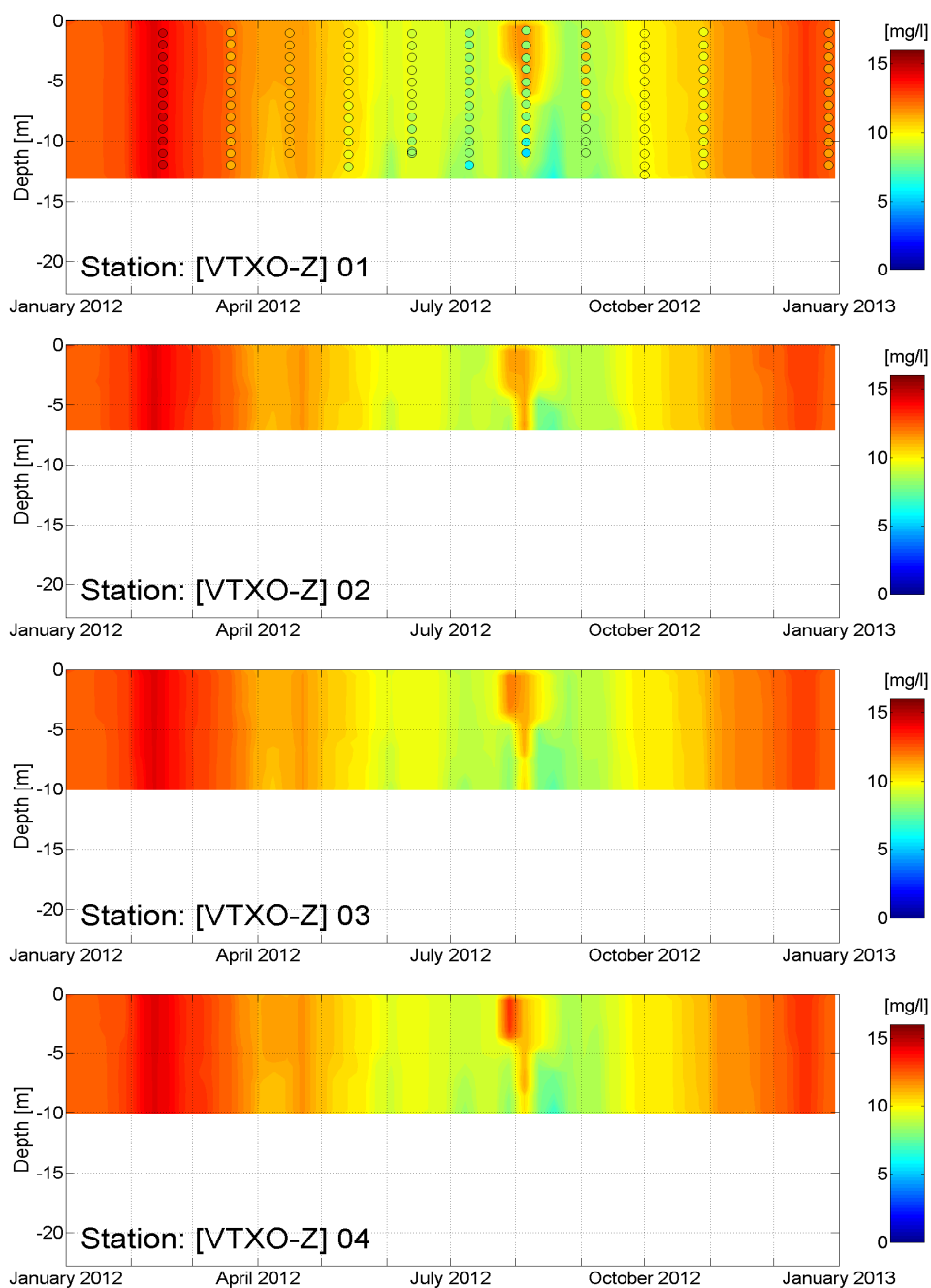
Figuur R.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34.



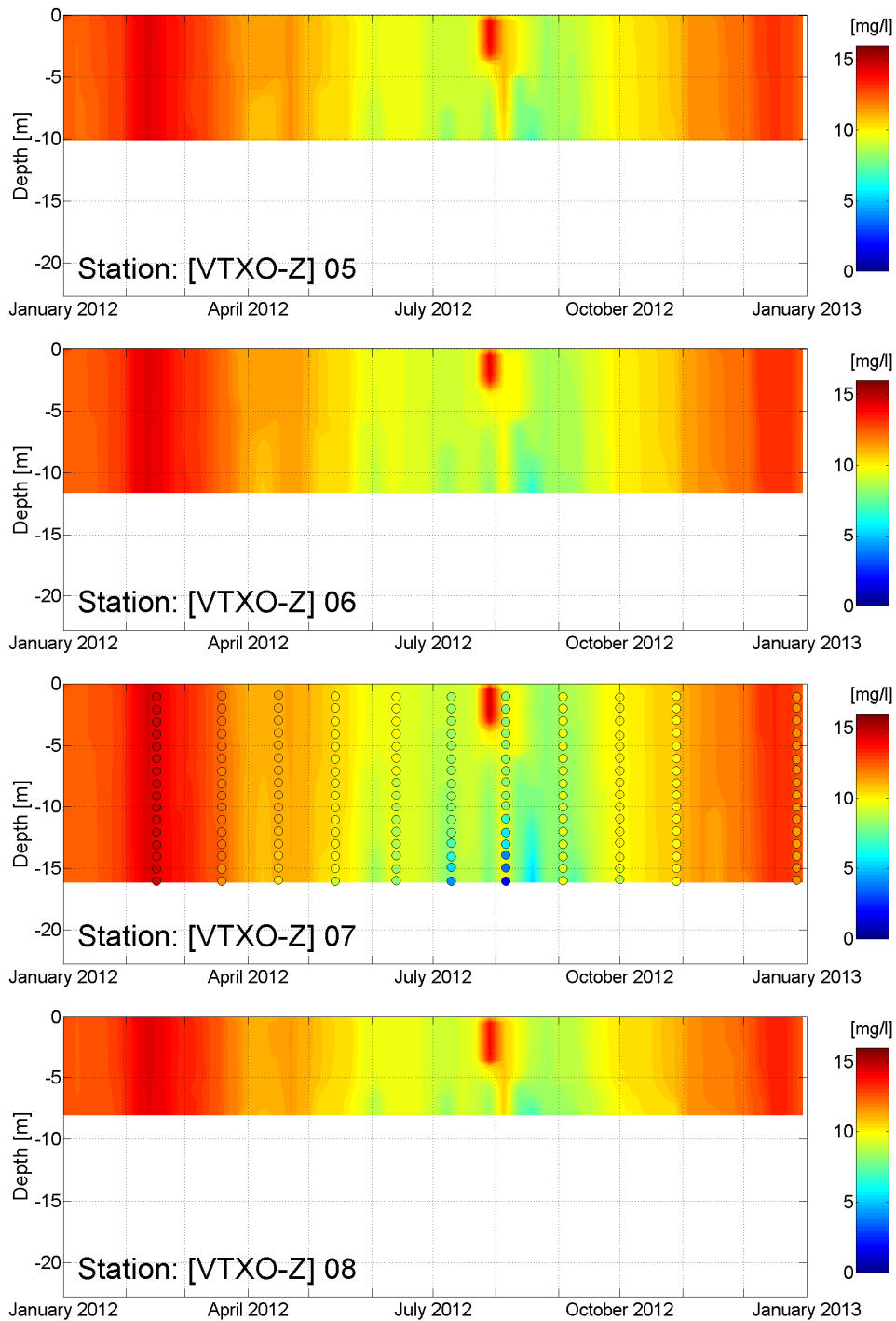
Figuur R.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2011 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38.



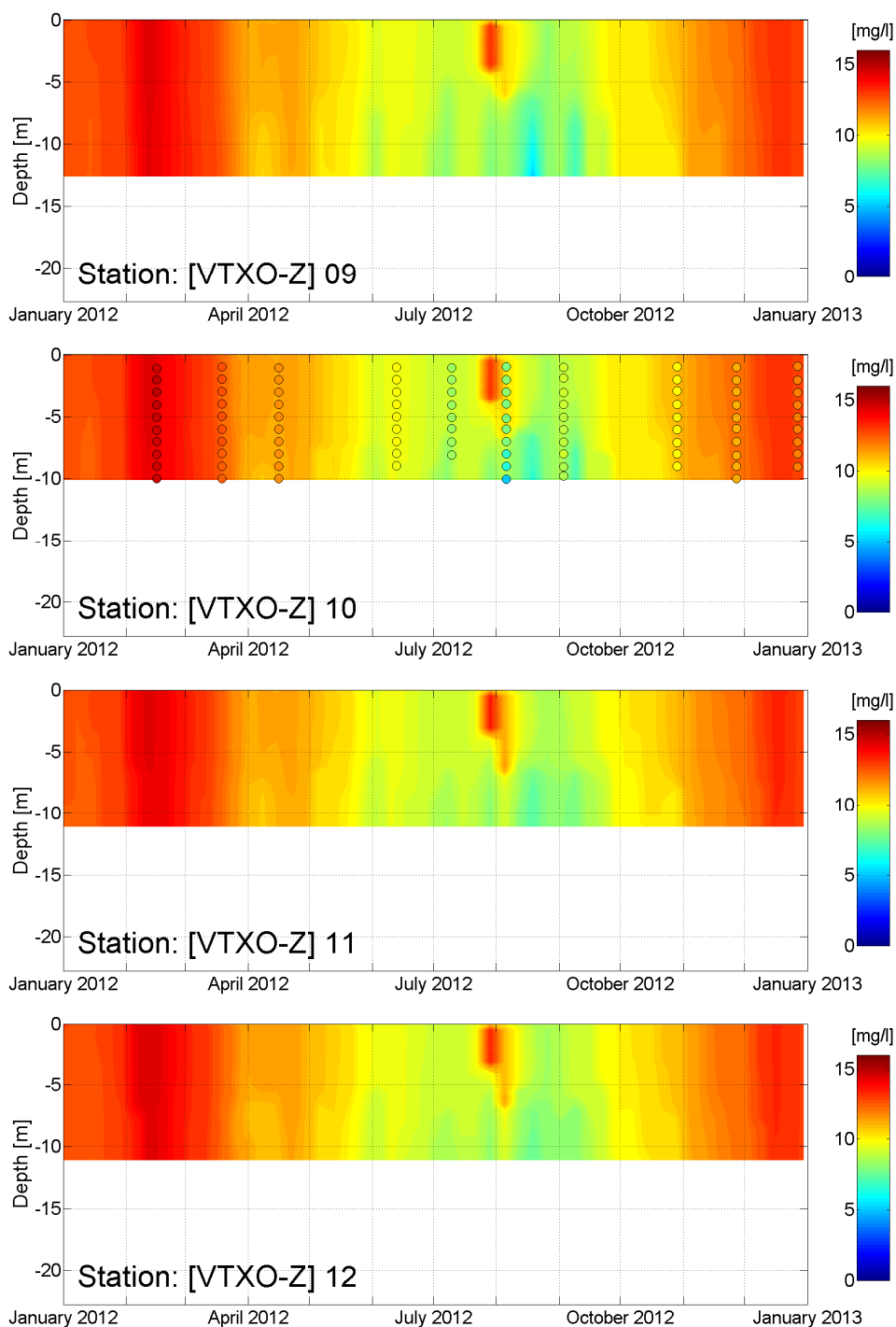
## S Meting en model voor zuurstof 2012



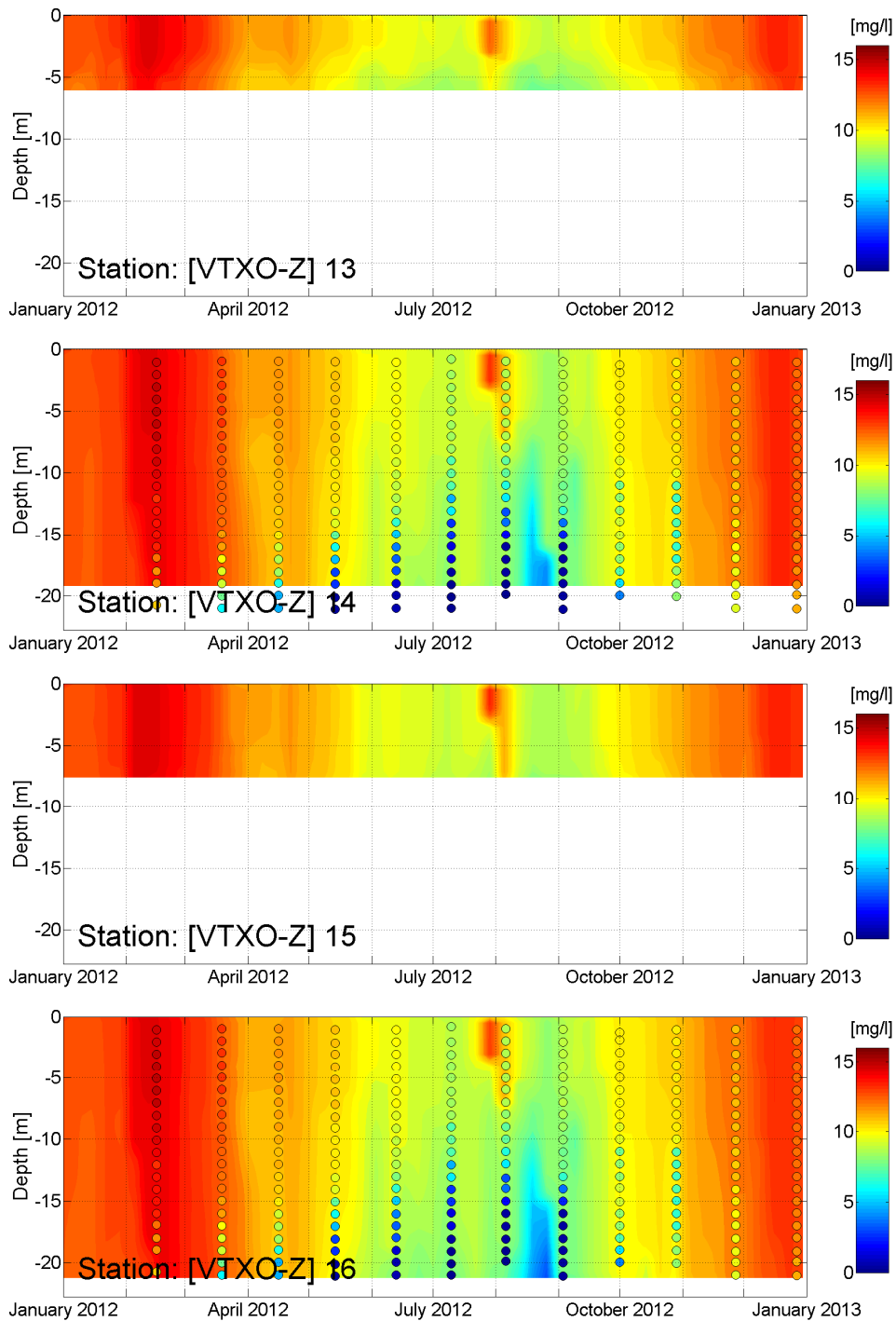
Figuur S.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4



Figuur S.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.

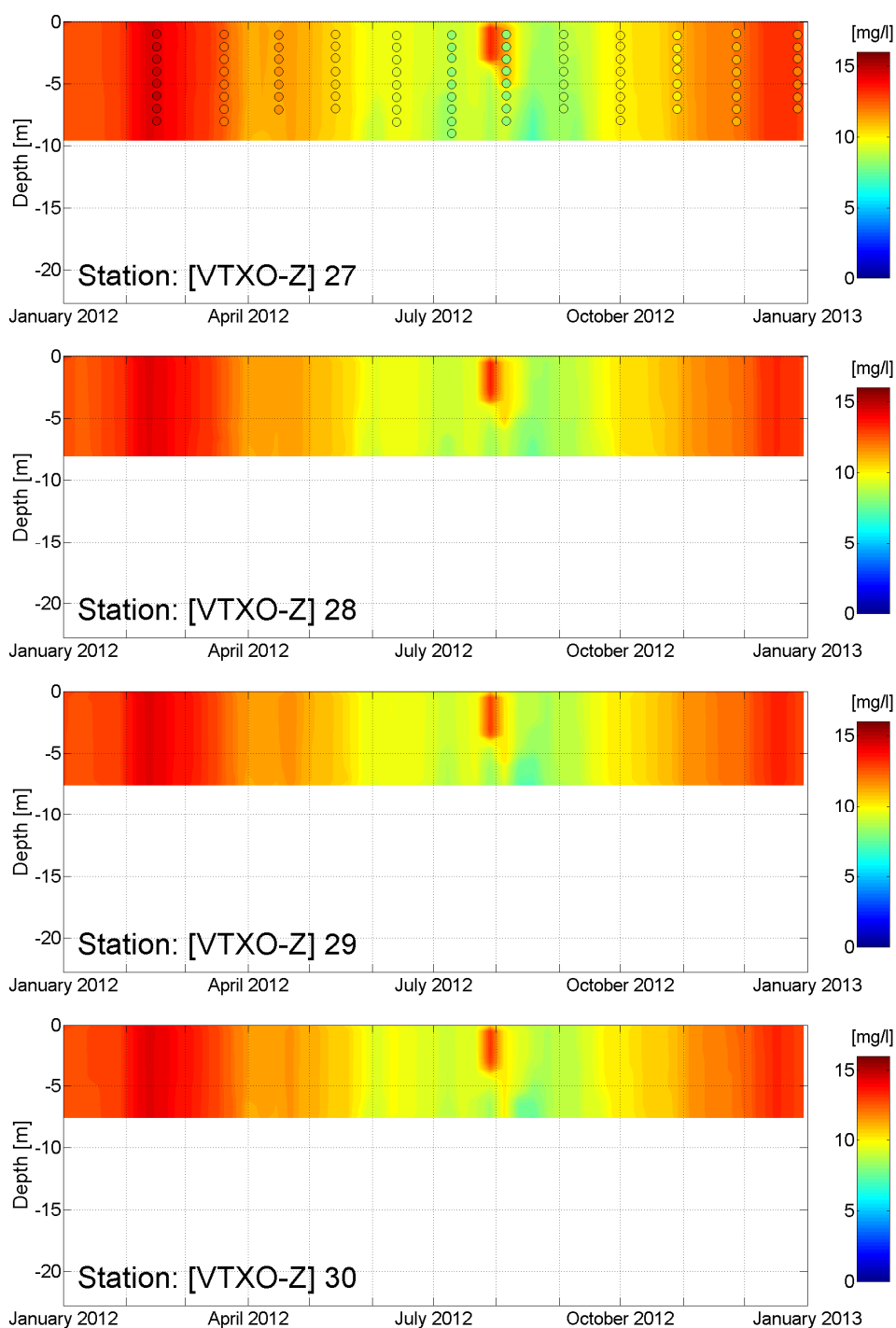


Figuur S.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.

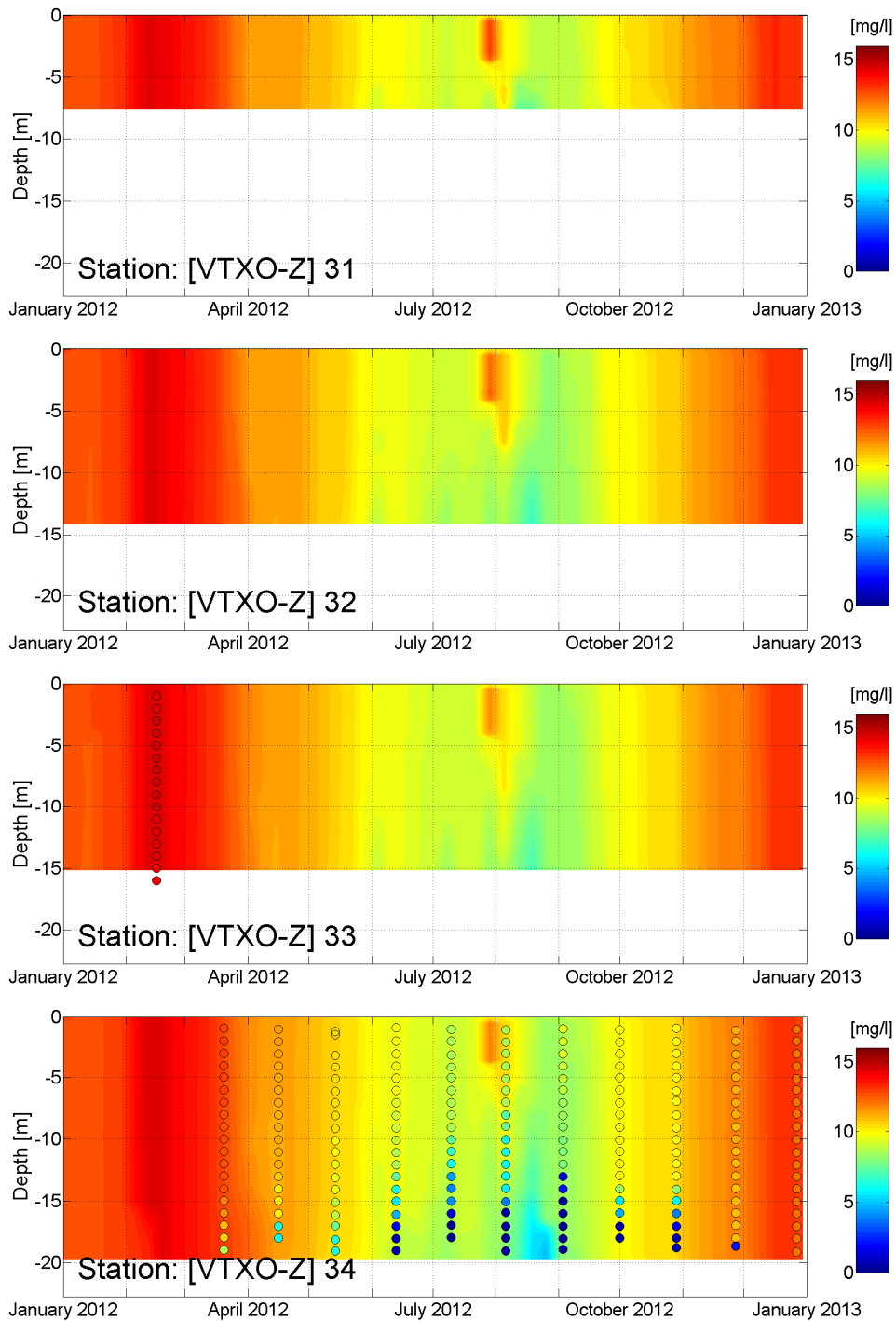


Figuur S.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16

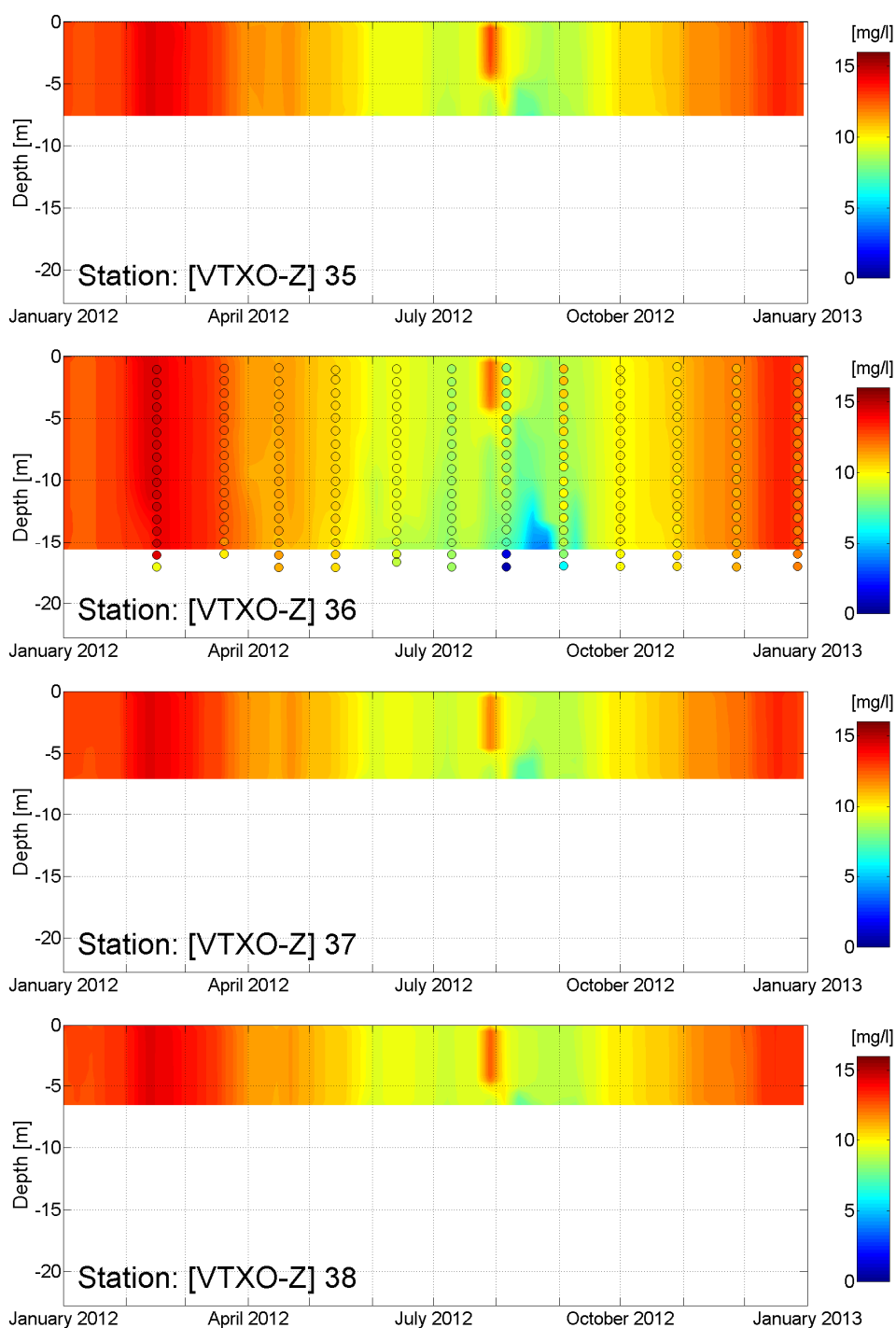




Figuur S.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30



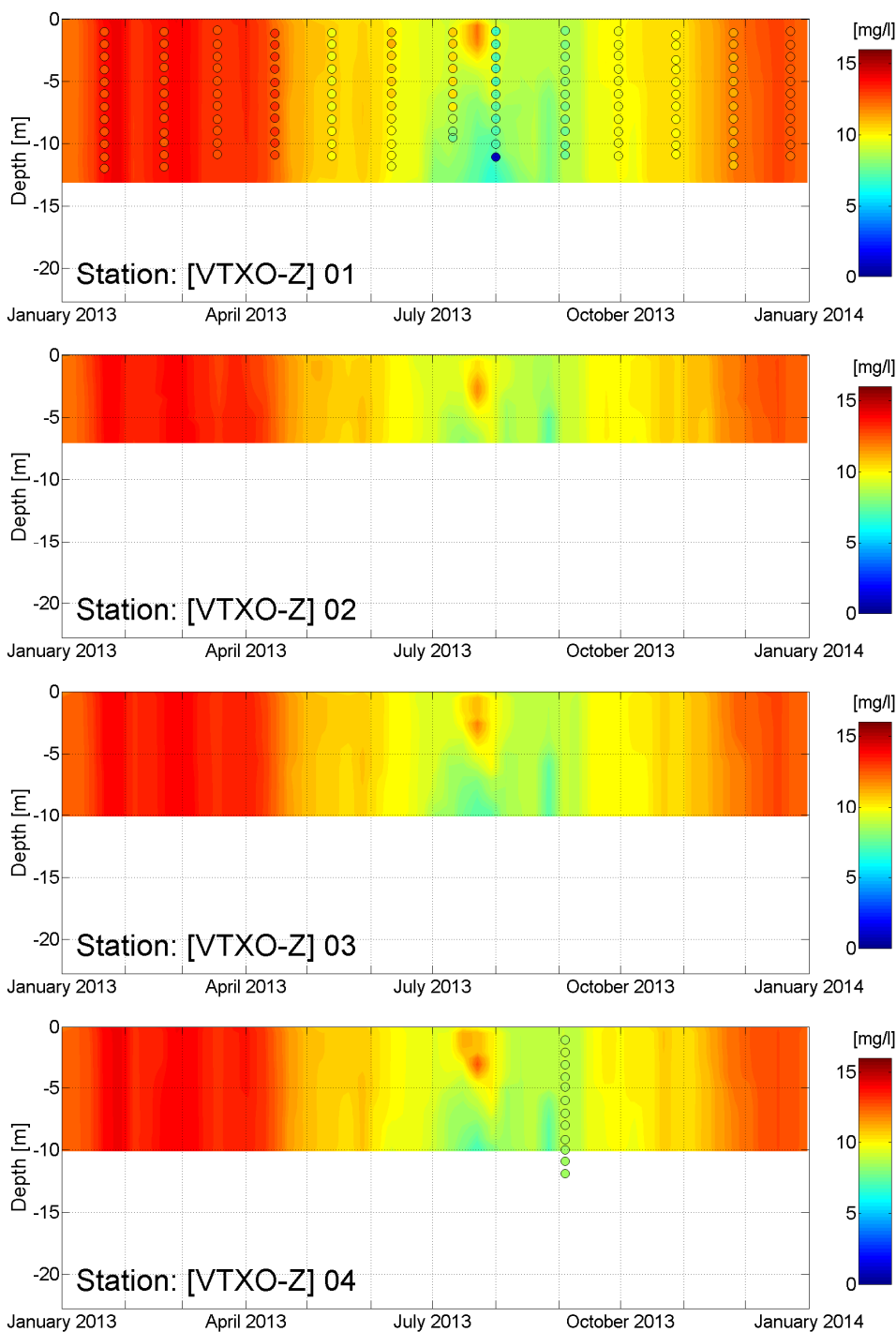
Figuur S.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34



Figuur S.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2012 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38



## T Meting en model voor zuurstof 2013



Figuur T.1 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 1 t/m 4

*Figuur T.2 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 5 t/m 8.*

*Figuur T.3 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 9 t/m 12.*

*Figuur T.4 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 13 t/m 16*



*Figuur T.5 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 27 t/m 30*

*Figuur T.6 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 31 t/m 34*

*Figuur T.7 Vergelijking tussen metingen (zwarte bolletjes met daarbinnen gekleurde waarden) en simulaties (kleuren op "achtergrond") voor zuurstof [mg/l] in jaar 2013 bij observatie stations VTSO-V 35 t/m 38*