

**DATARAPPORT PMR-NCV PERCEEL ABIOTIEK
SIMULATIES 2013**

DELTARES

20 februari 2015
078312838:0.2 - Definitief
C03041.003153.0100



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Inleiding.....	3
1.2	Leeswijzer	4
2	Validatie met gemeten data	5
2.1	Inleiding.....	5
2.2	Referenties en conventies.....	5
2.3	Overzicht van de omgevingscondities.....	6
2.3.1	Synoptische beschrijving 2013.....	8
2.3.2	Overzicht van extreme condities	9
2.4	Validatie.....	10
2.4.1	Definities van statistische parameters.....	10
2.4.2	Validatie waterstand	10
2.4.3	Validatie watertemperatuur	12
2.4.4	Validatie saliniteit	16
2.5	Conclusies.....	18
3	Aangepaste aanpak bodemschuifspanning t.g.v. golven	19
3.1	Beschrijving aanpak	19
3.2	Vergelijking bestaande en aangepaste modelresultaten.....	20
3.3	Conclusies.....	24
4	Analyses modelresultaten 2013	26
4.1	Inleiding.....	26
4.2	Modelresultaten waterstand	27
4.3	Modelresultaten saliniteit	27
4.4	Modelresultaten watertemperatuur	29
4.5	Modelresultaten bodemschuifspanning.....	32
4.5.1	Bodemschuifspanning onder stromingen	32
4.5.2	Bodemschuifspanning onder golven	34
4.6	Overzicht van resultaten in de PostgreSQL database.....	37
5	Conclusies en aanbevelingen	39
5.1	Conclusies.....	39
5.2	Aanbevelingen	39
	Referenties	41
Bijlage A	Figuren van de bodemschematisatie in de omgeving van de Maasvlakte	42
Bijlage B	Staafdiagrammen maandgemiddelde parameters juni 2004 - december 2013	45
Bijlage C	Tabellen en figuren voor simulaties januari – december 2013	52

1 Inleiding

1.1 INLEIDING

In het kader van het Project Mainportontwikkeling Rotterdam (PMR), wat onder andere de aanleg van Maasvlakte 2 omvat, worden er in de Voordelta natuurcompensatie-maatregelen ingesteld, met als doel om het verlies aan natuurwaarden die het gevolg zijn van de aanleg van Maasvlakte 2 te compenseren. Deze maatregelen omvatten het instellen van een bodembeschermingsgebied (verbod bodemberoerende visserij) en het toewijzen van rustgebieden voor vogels (zwarte zee-eend, grote stern, visdief).

Deltares voert deze monitoring natuurcompensatie Voordelta uit in opdracht van Rijkswaterstaat WVL (voorheen Waterdienst), waarbij een deel van het werk weer is uitbesteed aan een consortium van IMARES, CSO, ARCADIS, Bureau Waardenburg, INBO en NIOZ-Yerseke. Deze studie is in de periode 2009 tot 2014 uitgevoerd.

Omdat de uitkomsten van deze studie noopten tot een herbezinning van de uitgangspunten van de monitoring, is besloten om het geplande vervolg van de studie uit te stellen en om een tussenjaar in te gelasten. Er is besloten om in dit tussenjaar op basis van de opgedane kennis te bekijken hoe het vervolg vorm dient te worden gegeven en intussen een beperkte monitoring uit te voeren. Voor de nog uit te voeren analyses van voornamelijk perceel Benthos is het nodig om de abiotische parameters in de Voordelta beschikbaar te hebben. Vandaar dat is besloten om de abiotische modelsimulaties voor het jaar 2013 in het tussenjaar uit te voeren.

In de eerste fase zijn middels modelsimulaties de abiotische condities in de Voordelta gesimuleerd voor de periode juni 2004 t/m december 2012. Hiervoor is gebruik gemaakt van het modelleninstrumentarium van Rijkswaterstaat, bestaande uit de modellen CSM8 (Continental Shelf Model met 8 kilometer maaswijdte), Zuno (Zuidelijk Noordzee model), Kustgrof en Kustzuid (uitsnede van het zuidelijke deel van Kustfijn). Op dezelfde wijze is de periode januari t/m december 2013 gesimuleerd. De benodigde gegevens voor waterstanden, meteo-velden, saliniteit- en temperatuurmetingen, afvoer- en lozingsgegevens, de voortgang van de aanleg van de Maasvlakte 2 en golfgegevens op zee zijn gebruikt om de modellen aan te sturen en te valideren. Voor de afvoergegevens voor de Maasmond en het Haringvliet zijn de resultaten van de Sobek-simulaties van Rijkswaterstaat gebruikt. De uitvoer van de modellen is geanalyseerd om relevante afgeleide parameters af te leiden. De uitvoer van deze analyses zijn ook weer toegevoegd aan de PostgreSQL-database.

Voor het onderdeel 'bodemschuifspanning ten gevolge van golven' is in deze studie gekeken wat het effect is van de bodemveranderingen in de Voordelta (zowel de morfologische veranderingen, bekeken zijn de veranderingen tussen 2004 en 2010, als de aanleg van Maasvlakte 2, bestaande uit het aanleggebied en het zandwingebied) op de modeluitkomsten. Een vergelijking tussen het wel of niet meenemen van deze bodemveranderingen laat zien dat de verschillen niet groot zijn. Maar door dit wel mee te nemen, is

de aanpak beter in overeenstemming met zoals die voor de waterbeweging is toegepast. Beide bodemschuifspanningen zijn in de PostgreSQL-database apart opgenomen, de nieuwe vanaf juni 2010.

1.2 LEESWIJZER

In dit rapport zijn op een vergelijkbare wijze als het Eindrapport 2009-2013 (Deltares, 2014a) en het Validatierapport (ARCADIS, 2014a) de modelresultaten geanalyseerd en beschreven.

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de condities in 2013, en hoe die zijn ten opzichte van de andere jaren. In paragraaf 2.4 worden de resultaten van de validatie gepresenteerd, zoals dat voor de eerdere jaren is gepresenteerd in het Validatierapport.

Hoofdstuk 3 beschrijft de aanpak en de resultaten van de studie voor de update van de golfbodemschuifspanningen.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de analyses op de modelberekeningen gepresenteerd. Hierbij is de structuur van het Eindrapport 2009-2013 (Deltares, 2014a) aangehouden, waarbij het niet het doel van dit rapport is om de uitgebreide analyses uit die studie over te doen.

In hoofdstuk 5 worden tenslotte conclusies getrokken en worden aanbevelingen gedaan op basis van deze studie.

2 Validatie met gemeten data

2.1 INLEIDING

Voor de modelsimulaties is de aanpak ongewijzigd ten opzichte van de simulaties voor de periode juni 2004 tot en met december 2012, zoals beschreven in het Eindrapport 2009-2013 (Deltares, 2014a).

Ook voor de validatie is gebruik gemaakt van dezelfde informatiebronnen, zoals beschreven in het Eindrapport 2009-2013 (Deltares, 2014a). De validatie van het Kustzuid model is uitgevoerd door kwalitatieve en kwantitatieve vergelijkingen te maken tussen beschikbare metingen en de modeluitkomsten. Hierbij is gekeken naar:

- waterstand
- watertemperatuur
- saliniteit

Kwalitatieve vergelijkingen zijn gemaakt door de metingen en resultaten op verschillende manieren te visualiseren. Een kwantitatieve vergelijking is uitgevoerd door een aantal statistische grootheden te bepalen. Metingen zijn beschikbaar in een aantal standaard stations.

In dit hoofdstuk wordt begonnen met een karakterisering van het jaar 2013 in termen van wind, afvoeren, temperatuur en golfcondities. Deze worden ook vergeleken met de gegevens vanaf juni 2004, om de condities van dit jaar af te zetten tegen de in dit project eerder geanalyseerde jaren. In paragraaf 2.4 worden de vergelijkingen tussen metingen en modelresultaten gepresenteerd en geanalyseerd.

Ten slotte worden conclusies getrokken met betrekking tot de validatie.

2.2 REFERENTIES EN CONVENTIES

Voor alle gegevens worden SI eenheden gebruikt.

Tijd referentie

Voor de tijd referentie van alle gegevens die in dit perceel worden gebruikt, wordt gebruikt gemaakt van MET (Middel Europese (winter)Tijd). Dat is gelijk aan UTC (of GMT) +1 uur. Gegevens die als referentie een andere tijdzone hanteren of die rekening houden met zomertijd (MET + 1 uur) zijn vertaald naar MET. Alle metingen worden door Rijkswaterstaat standaard in wintertijd gegeven.

Voor de WAQUA-IN-SIMONA modelsimulaties geldt dat de tijd is gegeven in minuten ten opzichte van een vastgelegd nulpunt. De simulaties voor 2013 lopen van 1 januari tot en met 31 december. Het begin van die periode is gekozen als nulpunt. De simulaties die in de eerste fase zijn uitgevoerd, waren steeds

opgeknipt in simulaties die lopen van 1 juni tot 31 mei het jaar daarop. Elke jaarsimulatie heeft dus zijn eigen (interne) tijd-as.

Plaats referentie

Voor de plaats referentie in het referentiegebied wordt onderscheid gemaakt naar verticale en naar horizontale referenties.

Voor de verticale referentie in het interesse gebied (voordelta gebied) wordt gebruik gemaakt van NAP.

Voor de horizontale gegevens wordt in het Voordelta gebied gebruik gemaakt van het Rijksdriehoeks stelsel. Indien gebruik gemaakt wordt van geografische coördinaten, wordt gebruik gemaakt van het WGS 84 referentiesysteem.

Richtingen

Voor wind- en golfrichtingen geldt dat deze de richting geven waar de wind of de golf vandaan komt. Daarbij wordt uitgegaan van een cirkel van 360 graden, waarbij 0 graden overeenkomt met Noord en de richting toeneemt met de klok mee. 90 graden komt dus overeen met wind of golven uit het oosten.

Voor de stroomrichting geldt dat deze de richting geeft waar de stroom heengaat. Daarbij wordt uitgegaan van een cirkel van 360 graden, waarbij 0 graden overeenkomt met Noord en de richting toeneemt met de klok mee. 90 graden komt dus overeen met een stroming in oostelijke richting.

2.3 OVERZICHT VAN DE OMGEVINGSCONDITIONS

De abiotische parameters die in deze studie worden beschouwd, zijn:

- waterstanden;
- stroomsnelheden;
- bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming en golven;
- watertemperatuur, en
- saliniteit.

In de Voordelta laten elk van deze parameters een duidelijke ruimtelijke en temporele variatie zien. Voor de waterstand hangen die samen met het getij en het voorkomen van stormen. De stroomsnelheden en bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming worden bepaald door het getij, stormen en variaties in waterdiepte. De bodemschuifspanningen ten gevolge van golven hangen af van de wind op zee en de bodemligging. Voor de watertemperatuur spelen de seizoensvariaties en het dag-nacht-ritme van de luchttemperatuur en de zonne-instraling een grote rol. De saliniteit wordt grotendeels bepaald door de debieten van het Haringvliet en de Maasmond, waarbij vooral het Haringvliet een grote variatie vertoont in de tijd, en het getij, omdat beide bovengenoemde debieten ook een tijdsafhankelijkheid hebben die samenhangt met hoog en laag water.

Op basis van het bovenstaande kan dus worden geconcludeerd dat voor het beschrijven van de omgevingscondities zowel moet worden gekeken naar de seizoensvariaties van de maandgemiddelde waarden als extremen.

De volgende grootheden zijn beschouwd:

- luchttemperatuur Voordelta uit het HIRLAM meteo-model;
- bewolkingsgraad Voordelta uit HIRLAM;
- relatieve luchtvochtigheid Voordelta uit HIRLAM;

- watertemperatuur station K13a uit Waterbase;
- debiet Haringvliet uit SOBEK;
- debiet Maasmond uit SOBEK;
- debiet Schaar van Ouden Doel uit Waterbase;
- wind Hoek van Holland van het KNMI;
- golven Europlatform uit Waterbase.

Voor al deze parameters zijn gegevens beschikbaar voor de periode juni 2004 tot en met december 2013, behalve voor de afvoer van de Schelde (bij de Schaar van Ouden Doel), die maar tot en met december 2011 beschikbaar is. Vandaar dat die gegevens ontbreken in figuur B.7.

De maandgemiddelde gegevens zijn weergegeven als staafdiagrammen. Deze zijn opgenomen in Bijlage B. Voor drie grootheden (luchttemperatuur, watertemperatuur bij K13a en afvoer door het Haringvliet) zijn de gegevens in tabelvorm weergegeven, zie Tabel 2.1 tot en met 2.3. In de tabellen zijn steeds eerst de maandgemiddelde waarden vermeld. Daarbij zijn de kleuren van een cel aangepast aan de waarde van de grootheid ten opzichte van het gemiddelde over alle jaren. De hoogste 10% waarden (waarden groter dan de 90-percentiel van alle waarden) hebben een rode achtergrondkleur, de andere waarden groter dan het gemiddelde hebben een oker kleur. Evenzeer hebben de laagste 10% waarden (waarden kleiner dan de 10-percentiel van alle waarden) een donkerblauwe kleur en de andere waarden onder het gemiddelde een lichtblauwe kleur. De gemiddelden per maand over alle jaren zijn onder de tabel weergegeven, evenals de standaarddeviatie over de jaren, de maximale en de minimale waarden per maand. Ten slotte zijn nog de gemiddelde waarden per jaar gegeven in de laatste kolom van de tabel.

Maand Jaar	jan	feb	maa	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	gemid.
2004						14.9	16.6	18.9	17.0	13.3	9.4	7.1	13.9
2005	7.0	4.1	5.8	8.3	10.5	13.7	16.1	16.5	17.0	15.0	10.5	7.1	11.0
2006	4.2	4.1	4.2	7.5	11.5	14.0	18.5	17.3	18.2	15.4	11.7	9.1	11.3
2007	8.6	7.3	8.3	10.3	12.3	15.4	16.3	17.4	15.9	12.7	9.9	6.8	11.8
2008	7.7	6.5	6.7	8.4	13.0	14.4	16.8	17.6	15.5	12.6	9.5	5.9	11.2
2009	3.7	4.4	6.5	9.5	12.0	13.8	17.0	18.4	16.5	13.2	11.6	6.0	11.1
2010	2.8	2.9	5.4	7.7	9.4	13.4	16.9	17.0	15.4	13.0	8.2	3.1	9.6
2011	4.8	5.2	5.8	9.9	12.0	14.4	15.5	16.8	16.5	13.7	10.5	8.2	11.1
2012	6.7	3.0	6.7	8.0	11.1	13.6	16.0	18.0	15.8	12.6	9.5	7.1	10.7
2013	4.2	3.5	3.0	6.1	9.1	12.4	15.9	17.6	15.7	14.0	9.9	8.3	10.0
Gemiddelde	5.5	4.5	5.8	8.4	11.2	14.0	16.6	17.5	16.4	13.6	10.1	6.9	11.0
Stand. deviatie	2.0	1.5	1.5	1.3	1.3	0.8	0.8	0.7	0.9	1.0	1.1	1.7	1.2
Maximum	8.6	7.3	8.3	10.3	13.0	15.4	18.5	18.9	18.2	15.4	11.7	9.1	12.9
Minimum	2.8	2.9	3.0	6.1	9.1	12.4	15.5	16.5	15.4	12.6	8.2	3.1	9.0

legenda:
 hoogste 10%
 boven gemiddeld
 onder gemiddeld
 laagste 10%

Tabel 2.1 Maandgemiddelde luchttemperatuur in de Voordelta in graden Celsius.

Maand	jan	feb	maa	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	gemid.
2004						13.2	15.6	17.6	17.1	15.1	12.4	9.4	14.3
2005	7.4	6.2	5.5	6.7	9.3	12.4	15.1	16.3	17.1	15.8	13.6	9.3	11.2
2006	6.7	5.4	4.7	6.3	8.8	12.0	15.9	17.6	17.8	16.3	13.2	11.3	11.3
2007	8.8	7.6	8.2	9.4	11.3	13.9	15.9	17.5	16.9	14.9	12.1	9.1	12.1
2008	8.2	7.9	6.8	7.8	10.8	13.1	15.7	17.5	17.5	14.9	11.6	8.4	11.7
2009	6.2	5.5	5.8	7.8	10.2	13.3	16.1	17.9	17.2	15.2	13.5	10.7	11.6
2010	6.5	4.4	4.6	6.7	9.3	12.5	15.5	17.1	16.6	14.6	12.0	7.4	10.6
2011	5.4	5.1	5.6	7.7	10.8	13.6	15.8	16.9	16.6	15.4	13.7	10.0	11.4
2012	7.2	5.6	6.0	7.5	9.4	12.4	15.3	17.5	17.0	14.7	11.9	8.8	11.1
2013	8.2	5.9	4.7	5.3	8.2	11.1	14.6	16.8	17.0	15.0	12.4	9.4	10.7
Gemiddelde	7.2	6.0	5.8	7.3	9.8	12.7	15.5	17.3	17.1	15.2	12.6	9.4	11.5
Stand. deviatie	1.1	1.1	1.2	1.2	1.0	0.8	0.5	0.5	0.4	0.5	0.8	1.1	0.8
Maximum	8.8	7.9	8.2	9.4	11.3	13.9	16.1	17.9	17.8	16.3	13.7	11.3	12.7
Minimum	5.4	4.4	4.6	5.3	8.2	11.1	14.6	16.3	16.6	14.6	11.6	7.4	10.0

legenda:
hoogste 10%
boven gemiddeld
onder gemiddeld
laagste 10%

Tabel 2.2 Maandgemiddelde watertemperatuur bij K13a in graden Celsius.

Maand	jan	feb	maa	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	gemid.
2004						290	67	64	108	56	274	157	145
2005	683	1115	550	903	804	140	58	192	196	46	18	72	398
2006	65	355	853	2148	874	720	65	83	238	403	105	221	511
2007	1249	1107	1885	295	111	568	825	1136	239	115	225	1368	760
2008	666	455	1797	1503	402	372	138	114	113	61	113	304	503
2009	220	426	1304	716	219	151	363	89	27	5	69	703	358
2010	778	587	1111	320	138	441	111	532	319	84	619	1320	530
2011	2766	406	53	40	0	121	169	57	53	41	2	983	391
2012	2402	116	62	86	290	522	498	55	63	302	453	1658	542
2013	1369	1718	376	558	1303	1832	380	78	168	371	1455	356	830
Gemiddelde	1133	699	888	730	460	516	267	240	152	148	333	714	512
Stand. deviatie	927	509	689	700	437	504	250	346	95	150	441	579	469
Maximum	2766	1718	1885	2148	1303	1832	825	1136	319	403	1455	1658	1454
Minimum	65	116	53	40	0	121	58	55	27	5	2	72	51

legenda:
hoogste 10%
boven gemiddeld
onder gemiddeld
laagste 10%

Tabel 2.3 Maandgemiddelde afvoer door het Haringvliet in m³/s.

2.3.1 SYNOPTISCHE BESCHRIJVING 2013

Periode januari 2013 – december 2013 (vrijwel het hele jaar koud, afvoer hoog)

De maandgemiddelde luchttemperatuur ligt in de maanden januari tot en met juni meer dan 1 graad onder de langjarig gemiddelde temperatuur voor die maanden. In december ligt de temperatuur juist ruim boven het gemiddelde. De andere maanden komt de temperatuur redelijk goed overeen met de langjarig gemiddelde maandwaarden. De bewolgingsgraad vertoont geen duidelijke uitschieters dit jaar, terwijl de relatieve luchtvochtigheid in februari, maart en november erg laag is en in juli met bijna 90 % erg hoog ligt.

De watertemperatuur bij K13a ligt in januari nog wel ruim 1 graad boven de langjarig maandgemiddelde waarde, maar ligt van maart tot en met november duidelijk onder de gemiddelden. Vooral april tot en met juli was de watertemperatuur extreem laag, met waarden die in de beschouwde 9 of 10 jaar nog niet eerder in die maand waren voorgekomen.

Jaargemiddeld is de afvoer van het Haringvliet het hoogst van alle beschouwde jaren, ruim 60% hoger dan gemiddeld. Van de 10% hoogste maandgemiddelde waarden vallen er 4 in het jaar 2013. Relatief gezien springen juni en november eruit, maanden waarin de afvoer respectievelijk ruim 2,5 en bijna 3,5 keer hoger is dan in die maanden gemiddeld. Ook de som over de wintermaanden december 2012 en januari en

februari 2013 was extreem, met de hoogste waarde over de wintermaanden van alle 9 jaren en bijna 85% hoger dan gemiddeld. Het debiet bij de Maasmond vertoont minder extremen en ook hier was de gesommeerde afvoer over de wintermaanden hoog, maar met 13% hoger dan gemiddeld niet zo extreem als voor het Haringvliet. Voor de Schelde zijn (op dit moment) nog geen gegevens bekend.

Maart, oktober en december vallen op als maanden waarin de snelheid van de gemiddelde wind hoog was, terwijl in april die minimaal was. Het gemiddelde van de windsnelheid wijkt echter niet erg af, zodat geconcludeerd moet worden dat de wind redelijk gelijkmatig over de richtingen is verdeeld.

De maandgemiddelde golfhoogte en periode laten gedurende het jaar geen grote afwijkingen zien van de langjarig maandgemiddelde waarden.

2.3.2 OVERZICHT VAN EXTREME CONDITIES

Ook in 2013 zijn er perioden geweest dat de afvoer vanuit het Haringvliet extreem was. De dagen dat de afvoer hoger dan 3000 m³/s was, zijn:

- 1 t/m 5 januari 2013
- 5 t/m 9 februari 2013
- 8 juni 2013
- 13 november 2013

De eerste periode maakt onderdeel uit van een aansluitende periode met afvoeren hoger dan 3000 m³/s sinds 24 december 2012. Net als de periode 11 tot 23 januari 2011 duurt deze periode 13 dagen. Op 8 juni is het debiet gemiddeld 3025.1 m³/s. In de maand juni is dit in de negen jaren ervoor niet voorgekomen.

Ook zijn er een aantal dagen geweest dat de afvoer 0 was:

- 23 en 24 maart 2013
- 2 en 3 oktober 2013

Aangezien in eerdere jaren dit soort perioden soms meer dan een maand aanhielden, zijn deze 4 dagen dus niet heel extreem.

De KNMI meetdata voor station Hoek van Holland zijn geanalyseerd om de perioden te bepalen waarin de windsnelheid ten minste 3 uur boven Beaufort 8 (17 m/s) is gekomen. In tabel 2.4 is een overzicht gegeven van deze perioden. Tevens is de duur en de richting weergegeven. Drie keer is de wind zelfs boven Beaufort 9 uitgekomen (21 m/s).

Tijdens de storm van 5 en 6 december (de Sinterklaasstorm) heeft de wind gedurende een lange periode uit west tot noordwestelijke richting gewaaid. Tijdens deze storm is de Oosterscheldekering in de nacht van 5 op 6 december gesloten.

datum		boven Bft 8		boven Bft 9	
van	tot	duur (uren)	richting	duur (uren)	richting
02-Feb-13	-	3	N		
05-Feb-13	-	5	W		
10-Sep-13	-	8	W/NW		
13-Oct-13	-	4	Z		
28-Oct-13	-	6	Z/ZW/W	2	ZW
05-Dec-13	06-Dec-13	17	W/NW	3	W/NW
23-Dec-13	24-Dec-13	19	Z	3	Z
27-Dec-13	-	5	Z		

Tabel 2.4 Overzicht van perioden waarin de windsnelheid in Hoek van Holland voor ten minste 3 uur boven de Beaufort 8 en Beaufort 9 uitkomt in 2013.

2.4 VALIDATIE

Metingen in het Nederlandse kustgebied zijn beschikbaar via Waterbase en DONAR. In (Alkyon, 2010) is een uitgebreide beschrijving gegeven van alle metingen die in het project worden gebruikt en welke bewerkingen op deze data zijn losgelaten.

2.4.1 DEFINITIES VAN STATISTISCHE PARAMETERS

Bij de analyses worden de volgende definities van statistische parameters aangehouden:

$$\text{BIAS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{\text{model},i} - X_{\text{meting},i}) = \overline{X_{\text{model}}} - \overline{X_{\text{meting}}} \quad (1)$$

$$\text{RMSE}_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left((X_{\text{model},i} - \overline{X_{\text{model}}}) - (X_{\text{meting},i} - \overline{X_{\text{meting}}}) \right)^2} \quad (2)$$

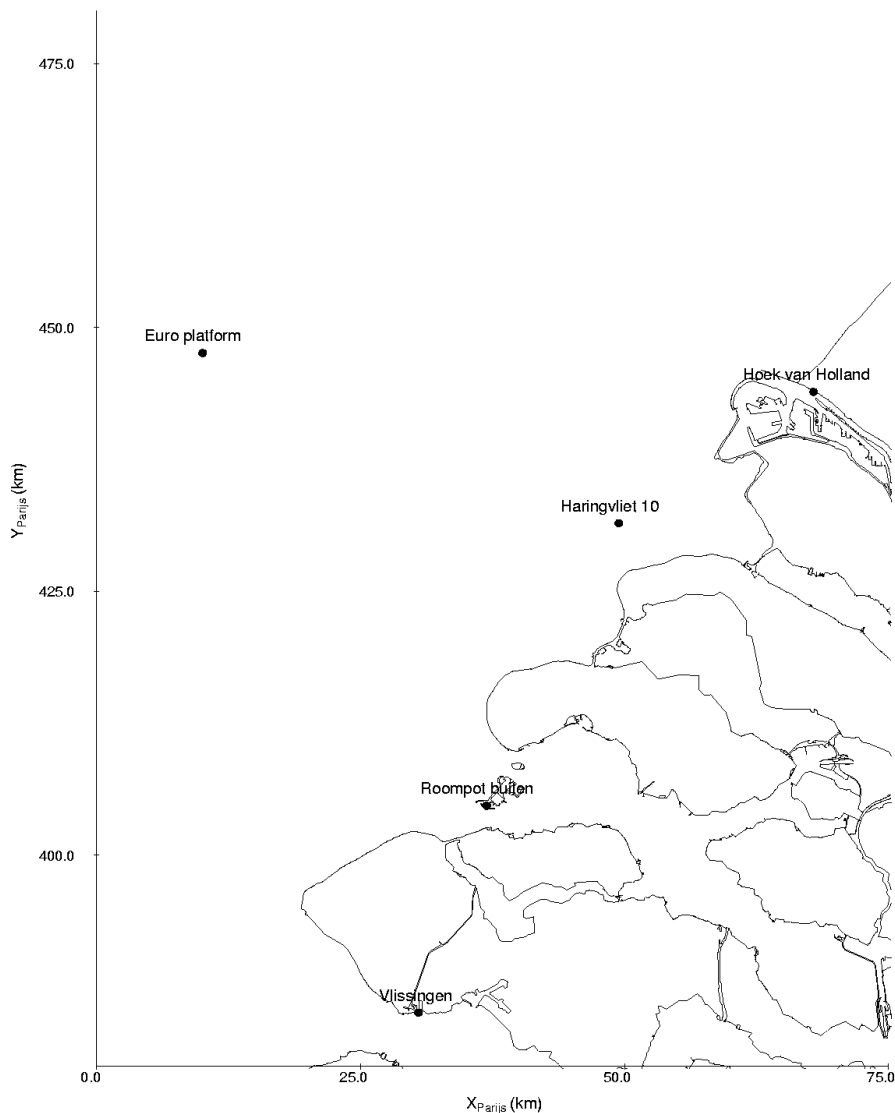
waarbij n staat voor het totaal aantal waarnemingen. De BIAS is een maat voor de gemiddelde afwijking. De RMSE_0 is de standaardafwijking, gecorrigeerd voor een eventueel verschil in gemiddelde waarde.

De analyses zijn uitgevoerd per maand, per kwartaal en over het gehele jaar, uiteraard voor zover metingen beschikbaar zijn.

2.4.2 VALIDATIE WATERSTAND

Uit Waterbase zijn waterstanden gehaald voor de stations:

- Euro Platform
- Hoek van Holland
- Haringvliet 10
- Roompot Buiten
- Vlissingen



Figuur 2.1 Ligging van de meetstations voor waterstanden uit Waterbase

De ligging van deze stations is weergegeven in figuur 2.1. De gegevens zijn compleet, er zijn geen ontbrekende metingen.

In bijlage C worden de resultaten van de vergelijkingen weergegeven in:

- Tabel C.1 Vergelijking tussen berekende en gemeten waterstand, Euro Platform, Hoek van Holland, Haringvliet 10, Roompot Buiten en Vlissingen

en:

- Figuren C.1 – C.4 Vergelijking metingen en modelresultaten, waterstand 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Waterbase-station Vlissingen

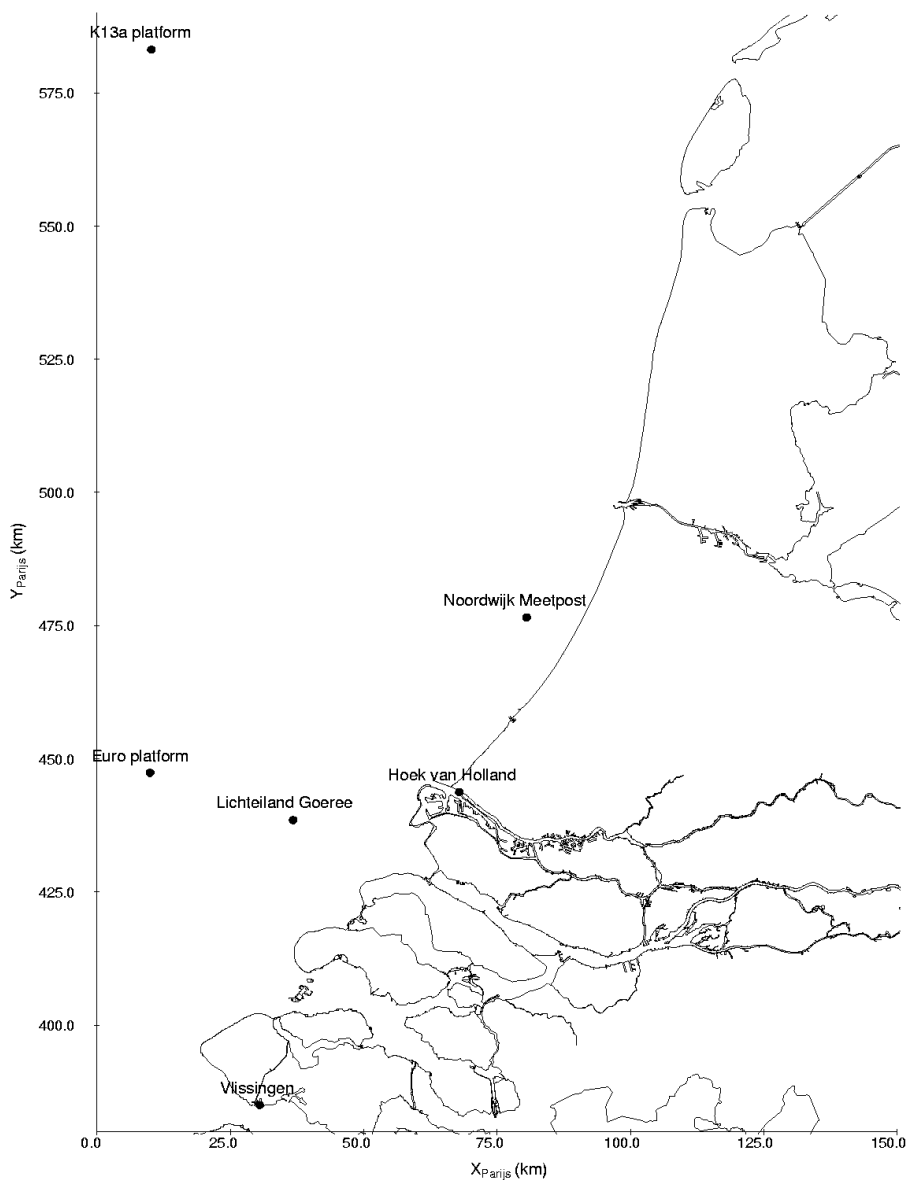
Het nummer van het kwartaal refereert aan de periode binnen de simulatie. Aangezien de simulatie loopt van januari tot en december, omvat het eerste kwartaal de maanden januari, februari en maart, het tweede de maanden april, mei en juni, enzovoorts. Bij het vergelijken met de resultaten uit eerder jaren is het belangrijk om te beseffen dat indertijd de simulatie liep van juni tot mei, en het eerste kwartaal de maanden juni, juli en augustus omvatte, het tweede de maanden september, oktober en november, enzovoorts.

De resultaten voor de waterstanden komen goed overeen met die uit eerdere jaren. Wat opvalt, is dat voor alle stations de RMSEo het grootst is in december. Dit hangt grotendeels samen met drie stormen die in die maand zijn voorgekomen. Tijdens stormperiodes gaat ook de nauwkeurigheid van de gebruikte windforcering en de manier waarop de waterbeweging daarop reageert een grotere rol spelen dan tijdens perioden met weinig wind.

2.4.3 VALIDATIE WATERTEMPERATUUR

In Waterbase zijn temperatuurmetingen beschikbaar aan het oppervlakte voor de stations (zie figuur 2.2 voor de ligging):

- Euro Platform
- Lichteiland Goeree
- Vlissingen
- Hoek van Holland
- Noordwijk Meetpost



Figuur 2.2 Ligging van de meetstations voor watertemperatuur uit Waterbase

Aangezien de metingen nog niet beschikbaar zijn in waterbase, zijn de metingen bij de datahulpdesk water opgevraagd. Dit betrof 10-minuten gegevens. Hiervan zijn de waarden om 12 uur 's middags gepakt. Indien deze niet beschikbaar was, is gekeken naar de beschikbare waarden in het uur vooraf en erna. Indien deze geen of weinig variatie (maximaal 0,1 graad) vertoonden, is hieruit een waarde genomen. In een enkel geval waren er geen gegevens beschikbaar binnen het uur. Op basis van de beschikbare waarden op die dag is een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van de temperatuur om 12 uur 's middags. Gezien de kleine dagelijkse variatie, is op deze manier toch een complete meetserie gemaakt. Alleen voor station Noordwijk Meetpost zijn sinds 2006 geen metingen beschikbaar. Aangezien deze in de eerdere studie ook steeds is meegenomen, staat dit station er toch bij.

Voor station K13a Platform, die wordt gebruikt om het Kustzuid model van temperatuurrandvoorwaarden te voorzien, zijn voor 20 dagen geen metingen beschikbaar; van 24 januari tot en met 12 februari. In de modelberekeningen worden de ontbrekende waarden lineair geïnterpoleerd.

De resultaten van de vergelijkingen zijn in de bijlagen gepresenteerd in:

- Tabel C.2 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak, Euro-Platform, Lichteiland Goeree, Vlissingen, Hoek van Holland en Noordwijk Meetpost
- en:
- Figuren C.5 – C.8 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlaktetemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Waterbasestations Euro-platform en Lichteiland Goeree en de randvoorwaarde K13a Platform.
 - Figuren C.9 – C.12 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlaktetemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Waterbase-stations Vlissingen, Hoek van Holland en Noordwijk Meetpost

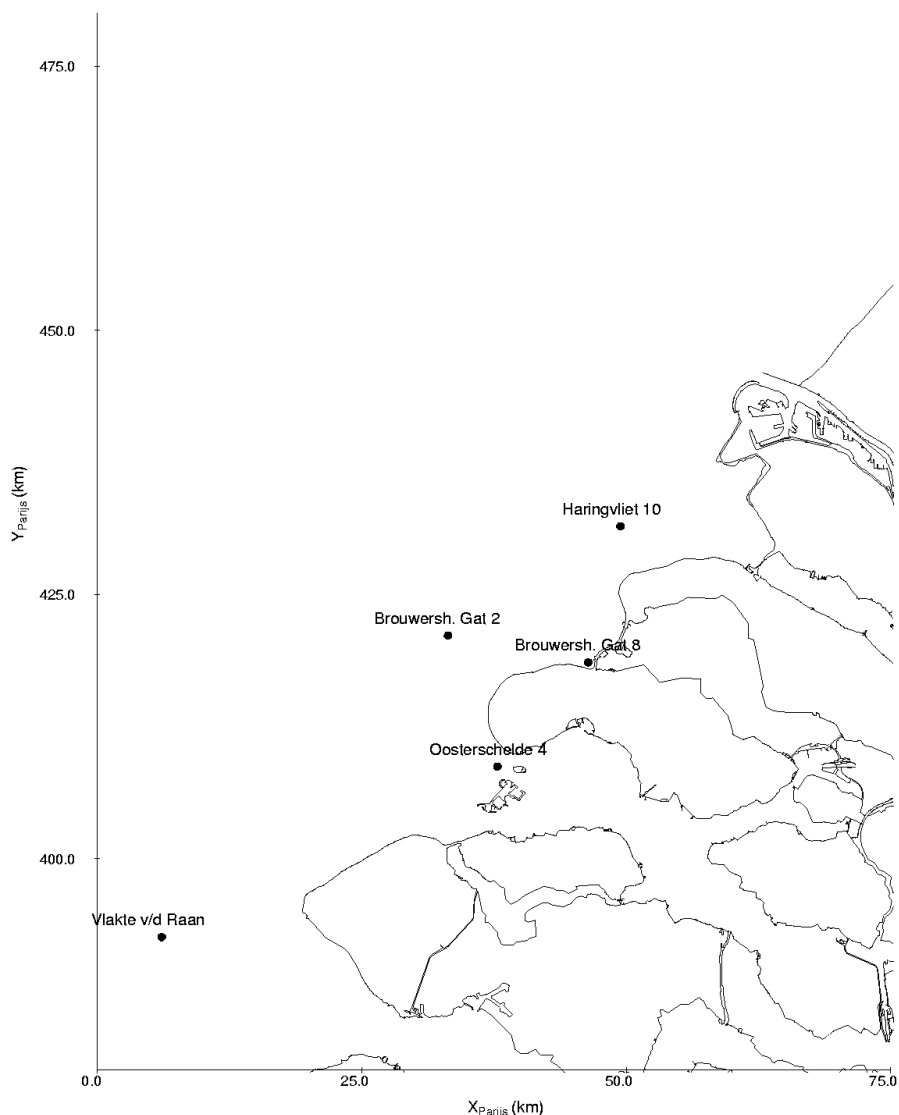
Daarnaast zijn gecontroleerde watertemperatuurmetingen van het meetnet Zege vanuit DONAR toegeleverd. Hierin zijn in principe de onjuiste meetwaarden verwijderd, die veroorzaakt worden door aangroei op de sensoren. Metingen zijn beschikbaar nabij de oppervlakte en bij de bodem. Figuur 2.3 toont de 5 stations waarvoor metingen gebruikt zijn, te weten:

- Vlake van de Raan
- Oosterschelde 4
- Brouwershavensche Gat 2
- Brouwershavensche Gat 8
- Haringvliet 10

Zoals aangegeven zijn metingen beschikbaar bij het oppervlak en de bodem. De niveaus waarop is gemeten zijn in tabel 2.5 hieronder gegeven.

station	Hoogte oppervlakesensor (m NAP)	Hoogte bodemsensor (m NAP)
Brouwershavensche Gat 02	-4	-10
Brouwershavensche Gat 08	-4	-5,5
Haringvliet 10	-2,5	-9
Oosterschelde 04	-2,8	-7,56
Vlake van de Raan	-3,25	-9,35

Tabel 2.5 Niveaus van de meetsensoren oppervlakte en bodem.



Figuur 2.3 Ligging van de meetstations voor watertemperatuur en saliniteit uit Zege

Tabel 2.6 laat zien hoeveel procent van de gegevens werkelijk beschikbaar is. Voor station Oosterschelde 4 zijn dus helemaal geen gegevens beschikbaar.

	Watertemperatuur				
	VvdR	OS4	BG2	BG8	HA10
oppervlakte	87.9	0.0	84.0	99.8	98.0
bodem	93.0	0.0	82.0	99.8	92.6

Tabel 2.6 Percentages van beschikbaarheid van data van watertemperatuur uit Zege (DONAR), VvdR = Vlakte van de Raan, OS4 = Oosterschelde 4, BG2 = Brouwershavensche Gat 2, BG8 = Brouwershavensche Gat 8, HA10 = Haringvliet 10.

De beschikbaarheid geeft geen indicatie van de betrouwbaarheid, zoals in (Alkyon, 2010) is geconstateerd. Ondanks dat de metingen zijn gecontroleerd, zijn er perioden dat er een verloop in het signaal optreedt naar onrealistische waarden, hoogstwaarschijnlijk het gevolg van aangroei op de sensoren. Immers, nadat de sensoren weer zijn schoongemaakt, keren de waarden weer terug naar normale waarden. Afhankelijk van de watertemperatuur (en de weerscondities) gebeurt dit elke 10 tot 30 dagen (informatie verkregen via

het Verwerkings-Centrum Zeeland, VCZ). In 2013 zijn er echter geen perioden waarin dit soort sterk verlopende signalen optreden.

Voor deze vergelijkingen zijn de volgende tabellen en figuren in de bijlagen opgenomen:

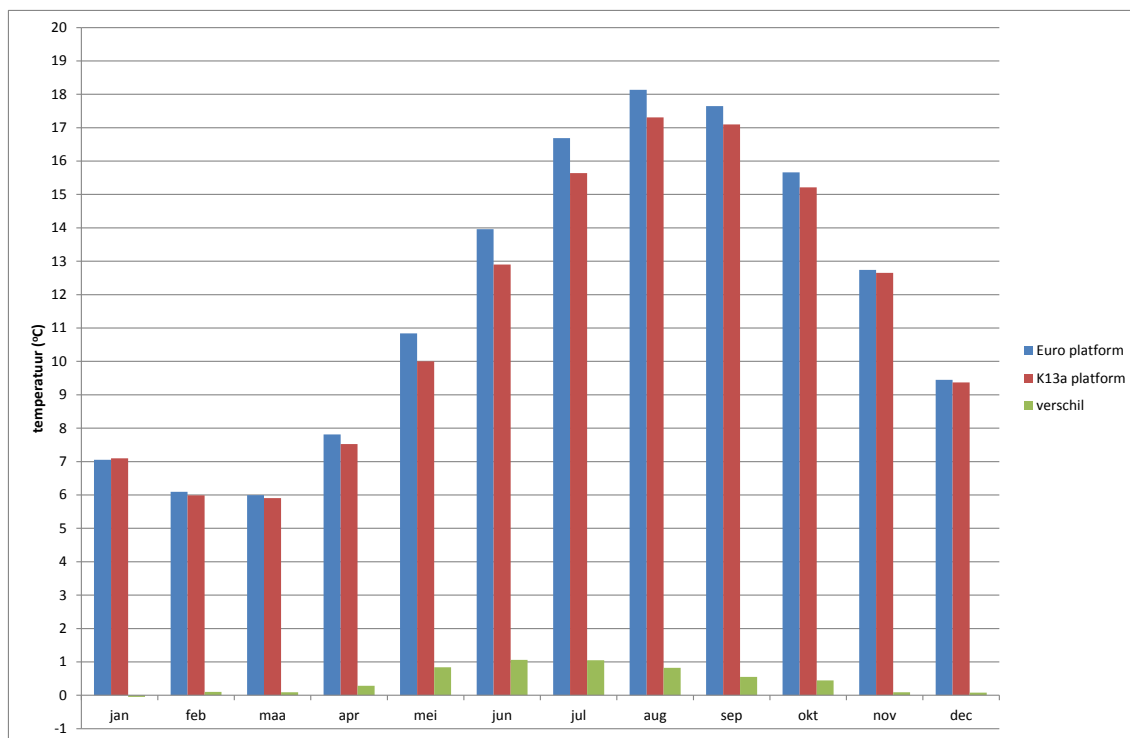
- Tabel C.3 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Vlakte van de Raan en Oosterschelde 4
- Tabel C.4 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Brouwershavensche Gat 2 en Brouwershavensche Gat 8
- Tabel C.5 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Haringvliet 10

en:

- Figuren C.13 – C.16 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Oosterschelde 4
- Figuren C.17 – C.20 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Vlakte van de Raan
- Figuren C.21 – C.24 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 2
- Figuren C.25 – C.28 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 8
- Figuren C.29 – C.32 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Haringvliet 10

In de zomermaanden, wanneer de Voordelta opwarmt, berekent het model de daggemiddelde temperatuur globaal tussen een halve graad en één graad te laag. Dit beeld is vrij consistent voor alle stations. De andere maanden komen de gemiddelde temperaturen redelijk met de metingen overeen. Alleen Brouwershavensche Gat 2 overschat de temperaturen in februari om onduidelijke redenen. In de zomermaanden overschat het model bij de Vlakte van de Raan de dagelijkse variatie, terwijl bij station Brouwershavensche Gat 8 de dagelijkse variatie wordt onderschat. Voor Haringvliet 10 wordt de dagelijkse variatie, en ook het verschil tussen bodem en oppervlakte daarin, goed door het model berekend. Dit beeld komt overeen met wat in de eerdere jaren is geconstateerd.

Om de oorzaak van het systematische verschil tussen gemeten en berekende watertemperatuur in de maanden mei tot en met augustus te onderzoeken, zijn metingen uit Waterbase voor stations Euro platform en K13a platform met elkaar vergeleken. In figuur 2.4 zijn voor beide stations per maand de gemiddelde temperatuur over de jaren 2004 tot en met 2012 weergegeven.



Figuur 2.4 Vergelijking tussen de maandgemiddelde watertemperatuur over de periode 2004-2012 voor stations Euro platform en K13a platform.

Het verschil is in groen weergegeven. Het verloop van het temperatuurverschil over het jaar vertoont een vergelijkbaar verloop als het gevonden verschil in de Zege-stations:

- van november tot en met maart zijn de verschillen minimaal,
- in april begint het verschil op te lopen,
- het verschil piekt in juni/juli (circa 1 °C),
- tot oktober neemt het verschil daarna weer af.

Het ene jaar zijn de verschillen groter dan het andere jaar, maar het verloop is van jaar tot jaar vrij consistent. Op basis van deze vergelijking kan geconcludeerd worden dat de watertemperatuur in het voorjaar en de zomer in de zuidelijke Noordzee tot 1 °C hoger ligt dan ter hoogte van K13a platform. Het op de rand van het model opleggen van metingen van Euro platform in plaats van K13a platform zal waarschijnlijk leiden tot een vermindering van het verschil tussen gemeten en berekende waarden.

Het ontbreken van metingen voor station K13a platform van 24 januari tot en met 12 februari, waarbij het model uitgaat dat in de tussentijd de temperatuur lineair in de tijd verloopt, heeft geen zichtbaar effect op de modeluitkomsten. Blijkbaar is de werkelijke temperatuur niet veel afgeweken ten opzichte van deze lineaire benadering.

2.4.4 VALIDATIE SALINITEIT

Saliniteitsmetingen zijn alleen beschikbaar vanuit het Zege-meetnet in dezelfde stations als hierboven onder watertemperatuur opgesomd. Tabel 2.7 laat weer de compleetheid van de metingen zien.

	Saliniteit				
	VvdR	OS4	BG2	BG8	HA10
oppervlakte	87.9	0.0	84.0	91.1	98.0
bodem	93.0	0.0	82.0	99.8	92.6

Tabel 2.7 Percentages van beschikbaarheid van data van watertemperatuur uit Zege (DONAR)

De bijbehorende tabellen en figuren zijn:

- Tabel C.6 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Vlake van de Raan en Oosterschelde 4
- Tabel C.7 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Brouwershavensche Gat 2 en Brouwershavensche Gat 8
- Tabel C.8 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Haringvliet 10

en:

- Figuren C.33 – C.36 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Oosterschelde 4
- Figuren C.37 – C.40 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Vlake van de Raan
- Figuren C.41 – C.44 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 2
- Figuren C.45 – C.48 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 8
- Figuren C.49 – C.52 Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Haringvliet 10

Ten slotte zijn per jaarsimulatie zogenaamde “dag-analyse”-figuren opgenomen waarin vergelijkingen worden gegeven van de daggemiddelde en dagelijkse variatie in een jaar van verschillende grootheden en locaties, voor zowel metingen als berekeningen. Deze zijn vooral nuttig, omdat die in een oogopslag laten zien of er systematische afwijkingen zijn in het gemiddelde niveau en of de dagelijkse variatie goed wordt gemodelleerd. Tevens worden perioden waarin de saliniteit door aangroei op de sensoren sterk verloopt, ook zichtbaar in een verloop van het gemiddelde.

De figuren zijn:

- Figuren C.53 Dag-analyse van de waterstand, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlissingen
- Figuren C.54 – C.58 Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in stations Vlake van de Raan, Oosterschelde 4, Brouwershavensche Gat 2, Brouwershavensche Gat 8 en Haringvliet 10
- Figuren C.59 – C.63 Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in stations Vlake van de Raan, Oosterschelde 4, Brouwershavensche Gat 2, Brouwershavensche Gat 8 en Haringvliet 10

Ook voor de saliniteit geldt dat het beeld dat de vergelijkingen tussen modelresultaten en metingen geven overeenkomt met de eerdere jaren. Wel is bij de Vlake van de Raan een relatief groot verschil te zien tussen de metingen bij de bodem en aan het oppervlakte. Het lijkt erop dat dit een meetfout is, aangezien het fenomeen na een periode zonder metingen (schoonmaak van de sensoren) is opgelost. Ook de grote dagelijkse variatie in de tweede helft van augustus lijkt niet erg realistisch, aangezien dit verschijnsel niet in de andere stations zichtbaar is. Of er moet in die maand een extreme afvoer vanaf de Schelde zijn

geweest, maar om dat te controleren ontbreken die gegevens. Het blijft dus lastig om hier zonder verder onderzoek uitspraken over te doen.

Bij station Haringvliet 10 is de overeenkomst tussen model en metingen erg goed. Onduidelijk is wat er gebeurt tussen 7 en 10 september, wanneer de saliniteit aan het oppervlak meer dan 10 PSU daalt, zonder aanwezige oorzaak. De gemiddelde afvoer van het Haringvliet is op die dagen bijvoorbeeld gemiddeld ongeveer 55 m³/s, wat niet significant afwijkt van de weken ervoor en erna. Bij een hoge afvoer zou ook een veel grotere dagelijkse variatie te zien moeten zijn dan nu het geval is. Ook hiervoor geldt dat het zonder aanvullende metingen en informatie onmogelijk is te achterhalen wat hier aan de hand is.

2.5 CONCLUSIES

De nauwkeurigheid van het model is voor zowel waterstanden, watertemperatuur als saliniteit consistent met de resultaten voor eerdere jaren. Aangezien de aansturing van het model met afvoeren, ruimtelijk variërende wind- en luchtdrukvelen en watertemperatuur ook niet afwijkt van wat er voor de eerdere jaren is gedaan, zou dat ook niet te verwachten zijn.

3

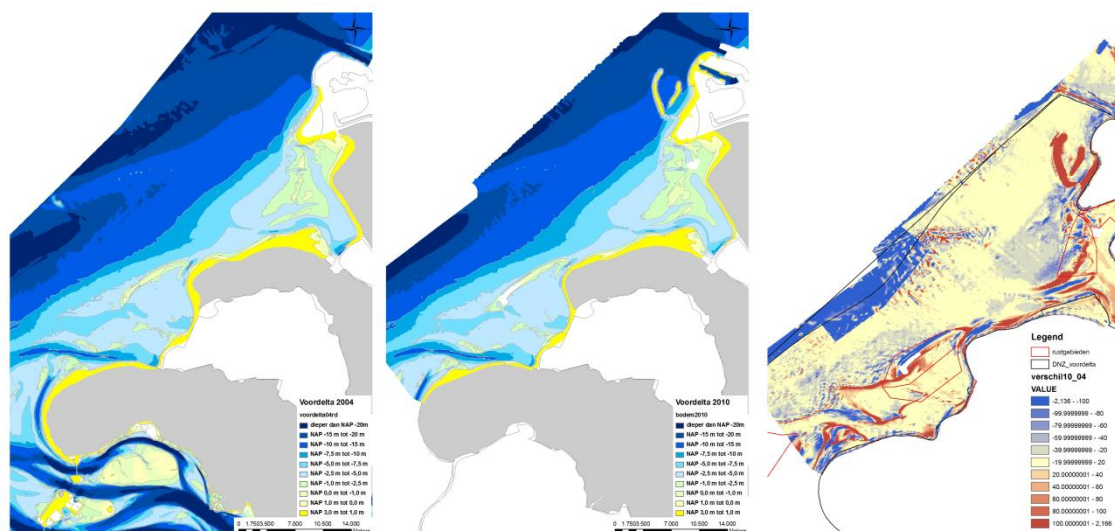
Aangepaste aanpak bodemschuifspanning t.g.v. golven

3.1 BESCHRIJVING AANPAK

Samen met het perceel Benthos is in meer detail gekeken naar de analyse van bodemdieren-productie als parameter, in relatie tot natuurlijke en visserij-gerelateerde bodemberoering. Dit is in het kader van het toetskader H1110. In de eerste fase van monitoring (2009-2014) zijn de ontwikkelingen van de bodemligging in de Voordelta bij de stromingsmodellering zo nauwkeurig mogelijk meegenomen. Voor de berekeningen van juni 2004 t/m mei 2010 is gebruik gemaakt van de RWS-bodem in de Voordelta uit 2004. Voor de berekeningen vanaf juni 2010 is de RWS-bodem van 2010 gebruikt. Daarnaast is de ontwikkeling van Maasvlakte 2 tijdens de aanleg per maand meegenomen.

Voor het bepalen van de golfcondities en de daarmee samenhangende bodemschuifspanningen in de Voordelta is een andere aanpak gevolgd. Op basis van 144 golfvoortplantingsberekeningen met het model SWAN van de TU Delft is voor verschillende condities bepaald hoe de golfcondities in de Voordelta afhangen van die bij Europlatform. Deze afhankelijkheid is gebruikt om per locatie een tijdserie van golfcondities te bepalen. Voor de golfberekeningen is indertijd uitgegaan van de RWS-bodem van 2004 en is geen rekening gehouden met de aanleg van Maasvlakte 2.

Om de bodemschuifspanningen ten gevolge van golven meer consistent te maken met die ten gevolge van stromingen, zijn de golfvoortplantingsberekeningen opnieuw uitgevoerd, waarbij de bodem is gebaseerd op die van de stromingsberekeningen (RWS-bodem 2010). Hierbij is specifiek gelet of de veranderingen van de plaathogtes in het relatief grove modelrooster wel correct worden meegenomen. In eerste instantie bleek dit namelijk niet het geval, wat duidelijk in de modeluitkomsten doorwerkte. De bodemliggingen van 2004, 2010 en het verschil zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Bodemligging Voordelta, 2004, 2010 en verschil (bron: RWS)

Aangezien de buitencontour van de Maasvlakte2 in juni 2010 al vrijwel zijn definitieve vorm had, zijn voor de aanlegfase de laatst beschikbare gegevens gebruikt (mei 2013). Ook voor het zandwinningsgebied zijn de laatste beschikbare gegevens (eind maart 2013) gebruikt.

Analoog aan de aanpak in fase 1 zijn de volgende golfberekeningen uitgevoerd:

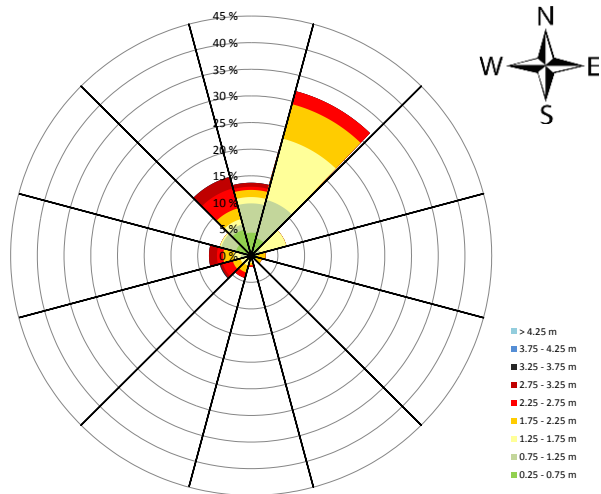
- 4 golfhoogtes (1.5, 2.5, 3.5, 5.5 m)
- 6 golfrichtingen (255, 285, 315, 345, 15, 45 °N)
- 2 golfsteilheden (0.02, 0.04, als maat voor de golfperiode)
- 3 waterstanden (-1.0, 0.0, 2.0 m)

De resultaten van de simulaties in een bepaald punt vormen de transformatie-matrix die de golfcondities in Europlatform vertaalt naar de bodemschuifspanningen in die uitvoerlocatie. Om een ruimtelijk beeld te krijgen in de gehele Voordelta, is deze procedure dus gedaan voor elk van de roosterpunten binnen dit gebied. Vervolgens zijn per maand de gemiddelde en 98-percentiel van de golfbodemschuifspanning bepaald.

In dit hoofdstuk wordt de gevolgde aanpak beschreven en wat de gevolgen hiervan op de bodemschuifspanningen zijn. De doorvertaling naar natuurlijke bodemberoering wordt separaat gerapporteerd.

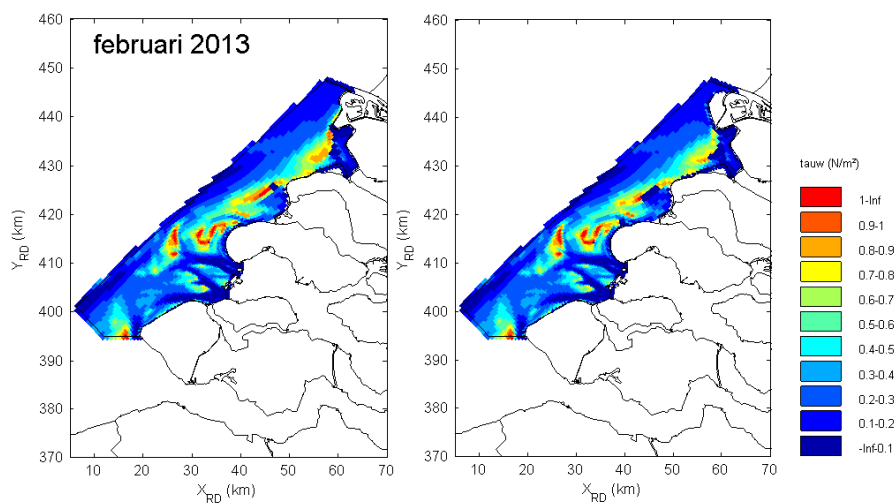
3.2 VERGELIJKING BESTAANDE EN AANGEPASTE MODELRESULTATEN

Als voorbeeld van het effect van de verschillende bodems worden in deze paragraaf de resultaten van februari 2013 nader bekeken. Figuur 3.2 laat de golfroos voor Europlatform zien voor deze maand.



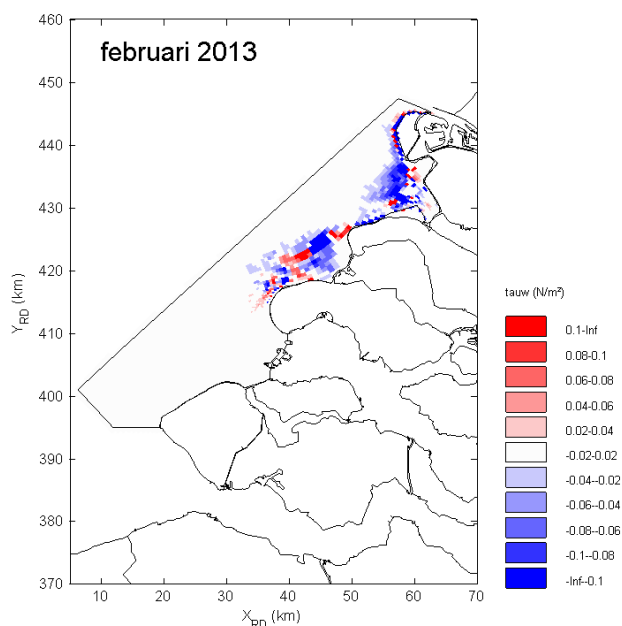
Figuur 3.2 Golfroos Europlatform voor februari 2013.

Figuur 3.3 toont de maandgemiddelde bodemschuifspanning op basis van de oorspronkelijke en de recente bodem.



Figuur 3.3 Maandgemiddelde bodemschuifspanning op basis van de 2004-bodem (links) en de 2010-bodem inclusief Maasvlakte2 (rechts) voor februari 2013.

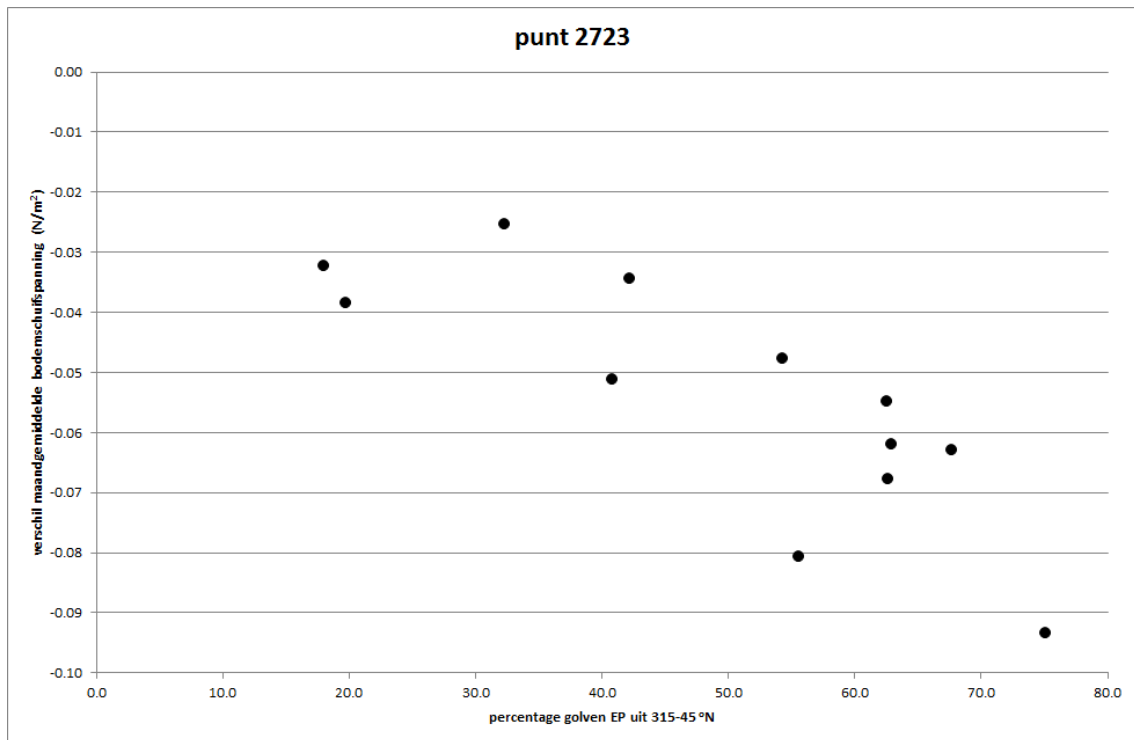
In figuur 3.4 is het onderlinge verschil weergegeven.



Figuur 3.4 Verschil in maandgemiddelde bodemschuifspanning in februari 2013 als gevolg van de andere bodem.

Ten zuiden van Maasvlakte2 is een reductie van de maandgemiddelde bodemschuifspanning zichtbaar, terwijl er meer ten oosten een paar kleine gebieden zijn met een toename. Ten westen van de Brouwersdam is ook een afname te zien, terwijl bij het noordelijke en zuidelijke deel van de Bollen van de Ooster een toename zichtbaar is. De veranderingen zijn gering ten opzichte van de bodemschuifspanningen zelf (van orde-grootte 1 N/m²).

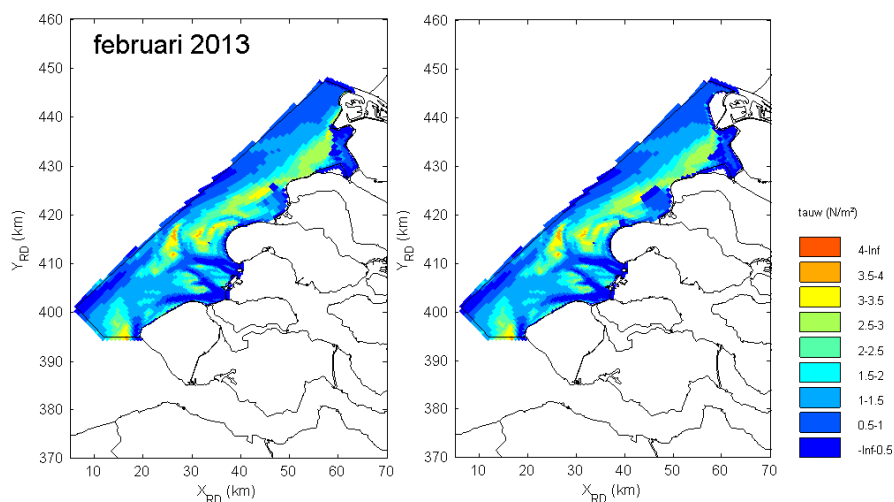
De afname van de maandgemiddelde bodemschuifspanning ten zuiden van Maasvlakte2 wordt grotendeels veroorzaakt door de afschermende werking van de landaanwinning. Figuur 3.5 geeft per maand (januari tot en met december 2013) het verschil in maandgemiddelde bodemschuifspanning ten gevolge van de andere bodem uitgezet tegen het percentage dat de golven in Europlatform in die maand uit noordelijke richtingen komen (noordwest tot noordoost). Er is globaal wel een relatie zichtbaar dat de afname van de maandgemiddelde bodemschuifspanningen groter is in maanden dat de golven vaak uit noordelijke richtingen komen.



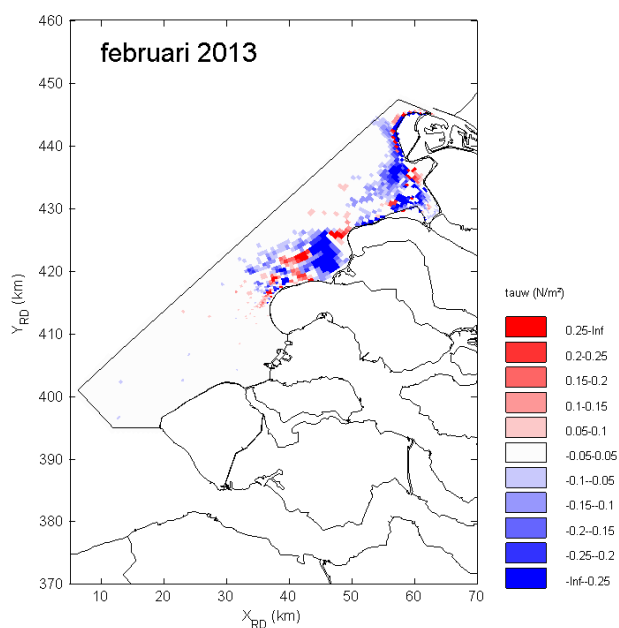
Figuur 3.5 Vergelijking tussen verschil in maandgemiddelde bodemschuifspanning als functie van percentage golven Europlatform uit richtingen tussen 315 en 45 °N.

Ten westen van de Brouwersdam zijn de bodemschuifspanningen afgenomen. De oorzaak hiervan is dat de bodemligging ter plaatse van de Bollen van de Ooster in het model in 2010 hoger ligt dan in 2004. Hierdoor zullen de golven meer op de platen breken, waardoor ze minder richting Brouwersdam doordringen. De resultaten blijken erg gevoelig voor de bodemschematisatie. De roosterresolutie is ook niet dermate hoog dat de plaat in veel detail kan worden geschematiseerd. Bij het interpreteren van de modelresultaten moet hier rekening mee worden gehouden.

Figuren 3.6 en 3.7 tonen voor dezelfde maand de resultaten voor de 98-percentiel bodemschuifspanning.



Figuur 3.6 98-percentiel bodemschuifspanning op basis van de 2004-bodem (links) en de 2010-bodem inclusief Maasvlakte2 (rechts) over februari 2013.



Figuur 3.7 Verschil in 98-percentiel bodemschuifspanning over februari 2013 als gevolg van de andere bodem.

Het verschil vertoont eenzelfde patroon als het verschil van de maandgemiddelde bodemschuifspanning.

3.3 CONCLUSIES

Voor een betere analyse van de bodemschuifspanningen is het van belang om de morfologische ontwikkelingen en de aanleg van Maasvlakte2 mee te nemen. Voor de stroming is tot en met mei 2010 gebruik gemaakt van de RWS-bodem uit 2004 en voor de maanden daarna de RWS-bodem uit 2010. Ook is

per maand de aanleg van Maasvlakte2 op basis van de peilingen meegenomen. In het Eindrapport 2009-2013 is aangetoond dat de maandgemiddelde bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming tijdens de aanleg van Maasvlakte2 in die omgeving geleidelijk afnemen (Deltares, 2014a, zie figuur 7.51).

In dit hoofdstuk is de invloed van de morfologische veranderingen en de aanleg van Maasvlakte2 op de bodemschuifspanningen ten gevolge van golven aangetoond. Hierbij is uitgegaan van dezelfde RWS-bodems als voor de stroming en voor Maasvlakte2 is de situatie voor en na aanleg beschouwd.

De Maasvlakte2 en de platen (bijvoorbeeld de Bollen van de Ooster voor de Brouwersdam) blijken de belangrijkste factoren die verschillen in bodemschuifspanning veroorzaken. Zeker in maanden waarin de golven frequent uit noordelijke richtingen komen, is er ten zuiden van Maasvlakte2 een afname van golfgerelateerde bodemschuifspanningen zichtbaar. De Bollen van de Ooster zorgen ook voor een afscherming van de golven. Het is dus belangrijk goede informatie over de hoogtes van de platen ter beschikking te hebben.

De manier waarop de bodemschuifspanningen ten gevolge van golven worden meegenomen, laat het in praktische zin niet toe om ook de verschillende bouwfases mee te nemen. Om dat te kunnen doen, zou voor de golven, vergelijkbaar aan de stromingen, een hindcast moeten worden doorgerekend, waarbij op elk tijdstip (bijvoorbeeld elk half uur) de golfcondities met behulp van SWAN worden doorgerekend. Eventueel zou een verfijning van het rooster kunnen worden overwogen, om zodoende de hoogte van de platen in meer detail mee te kunnen nemen en daarmee het effect van de bodem op de golfvoortplanting en -breking beter te modelleren. Door de golven ook te koppelen aan de stroming, zoals bijvoorbeeld in Delft3D mogelijk is, kunnen ook de invloed van (ruimtelijke variatie van) waterstand en stroming op de golven, en de invloed van de golven op de stroming en waterstand worden meegenomen. De modelresultaten laten zien dat de bodemschuifspanning erg gevoelig is voor de bodemligging. Het realistisch meenemen van de waterstand zal dus ook zeker invloed hebben.

4

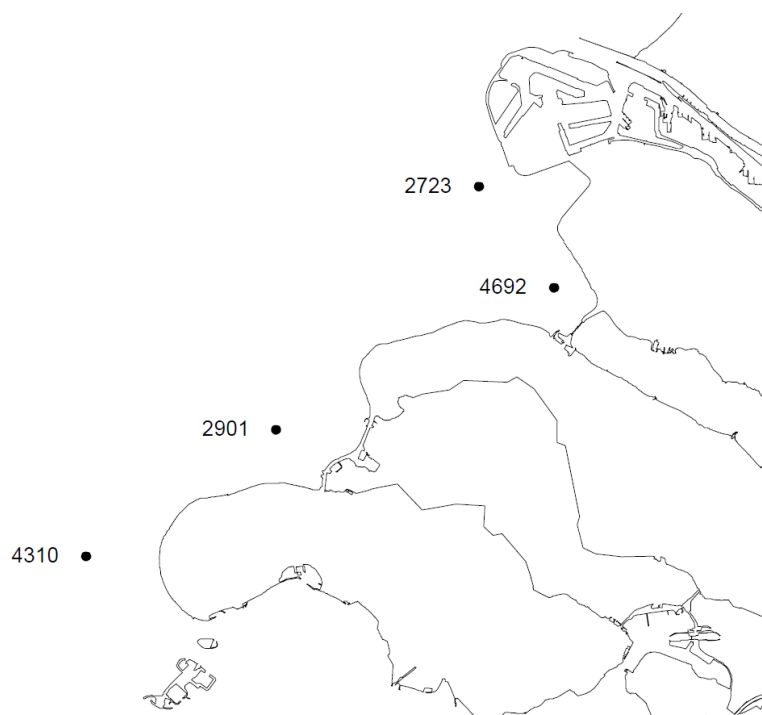
Analyses modelresultaten 2013

4.1 INLEIDING

In het Eindrapport 2009-2013 zijn voor vier punten in de Voordelta, naast de standaardanalyses ten behoeve van de andere percelen, nadere analyses uitgevoerd op de modeluitkomsten. De punten zijn zodanig gekozen dat deze representatief zijn voor verschillende regimes in de Voordelta:

- 2,5 km ten noordwesten van de Haringvlietsluizen (volgnummer 4692, diepte NAP -3,7 m)
- 10,5 km ten noordwesten van de Haringvlietsluizen ter hoogte van de Slufter (2723, NAP -8,9m)
- 6 km ten westen van de Brouwersdam (2901, NAP -3,7 m)
- 5 km ten westen van de kop van Schouwen-Duiveland (4310, NAP -3,1 m).

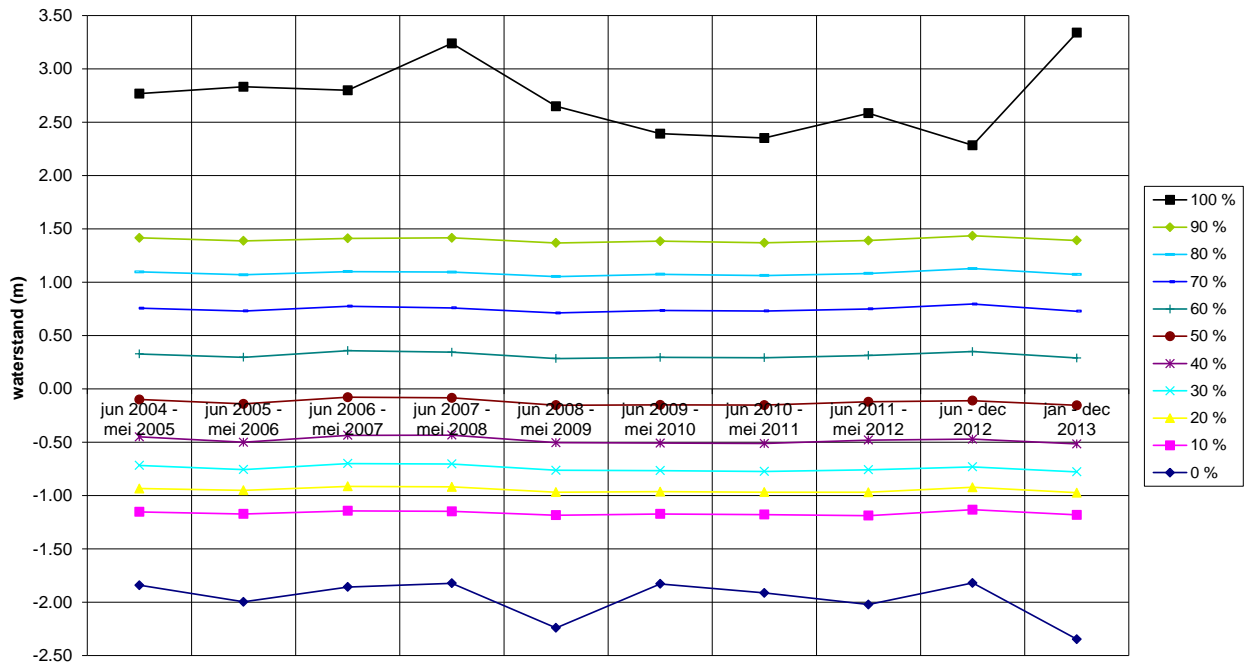
De locaties van deze vier punten is weergegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1 Locaties van de 4 uitvoerpunten.

4.2 MODELRESULTATEN WATERSTAND

onderschrijdingskans van de waterstand per jaar, in punt 4310



Figuur 4.2 Jaarlijkse onderschrijdingsfrequenties van de waterstand in het punt ter hoogte van Schouwen-Duiveland.

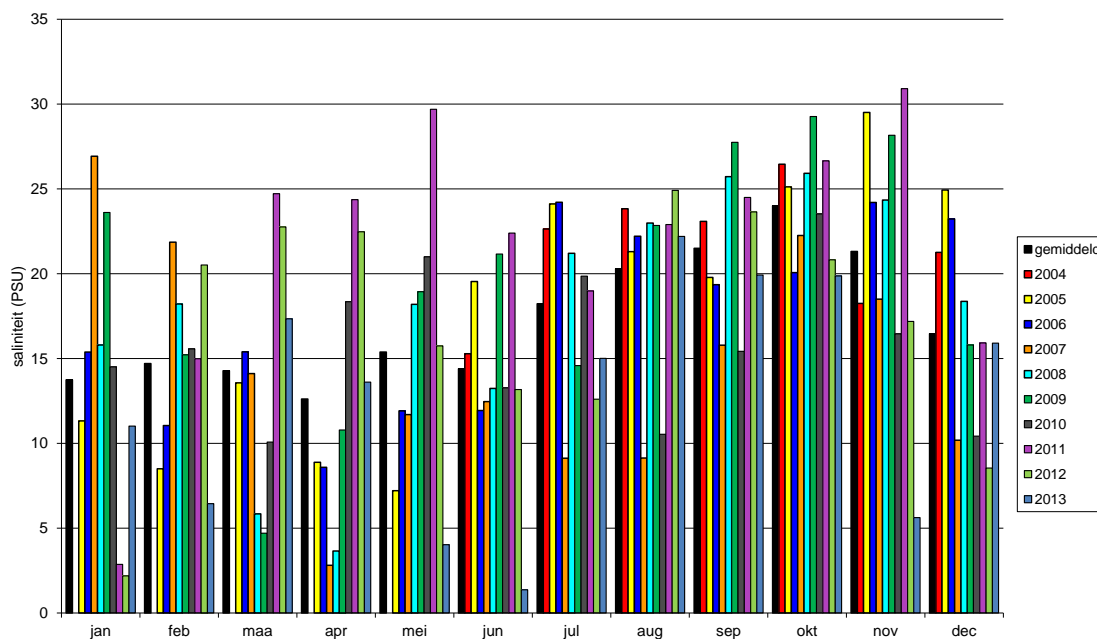
Figuur 4.2 laat voor de verschillende jaren de onderschrijdingskans zien van de waterstand voor het punt ten westen van de kop van Schouwen-Duiveland. De onderschrijdingswaterstanden met kansen tussen 10 en 90% zijn vrij constant voor alle jaren. De maximale (100%) en minimale (0%) waarden vertonen meer variatie, doordat die veel sterker afhankelijk zijn van het wel of niet voorkomen van extreme stormen. De periode juni tot en met december 2012 (aangegeven met “jun – dec 2012”) dekt maar 7 maanden, terwijl alle andere analyses zijn gedaan op een heel jaar. Deze periode wordt gekenmerkt door een relatief lage maximale waterstand, gedeeltelijk te verklaren doordat de kans op een storm in deze kortere periode ook kleiner is. Het jaar 2013 vertoont daarentegen de hoogste waterstand in deze ruim 9½ jaar, NAP +3,34 m. Deze extreme waarde is opgetreden in de nacht van 5 op 6 december, samenvallend met de extreme aanlandige storm toen (zie tabel 2.4). De laagste waterstand, ook een extreme waarde in al deze jaren, is voorgekomen op 14 februari (NAP -2,35 m), na een korte afluende wind met snelheden tot Beaufort 6, die vlak voor het laag water viel, 2 dagen na springtij. Hieruit blijkt ook weer dat toeval een grote rol speelt bij de extreme waterstanden die in een jaar optreden.

Ondanks de extreme waterstanden, liggen de resultaten voor de droogvalperioden van de verschillende platen binnen de range zoals die in de eerdere jaren is gevonden. Vandaar dat hier niet verder in detail zal worden ingegaan.

4.3 MODELRESULTATEN SALINITEIT

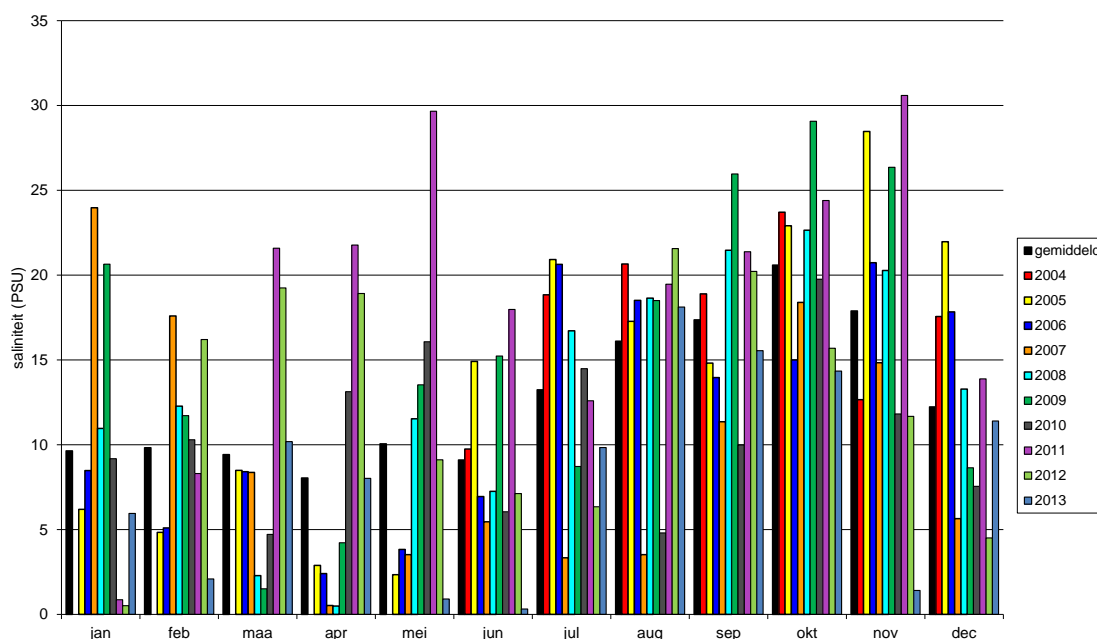
Figuren 4.3 en 4.4 laten voor alle jaren de maandgemiddelde saliniteit zien in de Haringvlietmond.

maandgemiddelde saliniteit in de bodemlaag, punt 4692



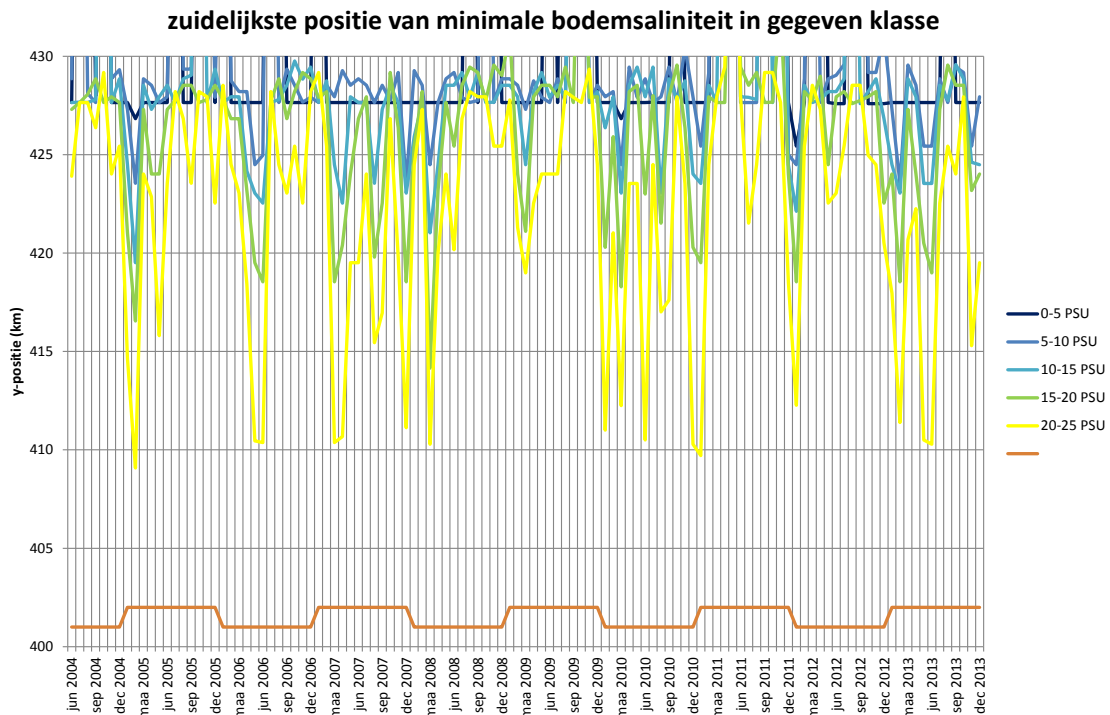
Figuur 4.3 Maandgemiddelde saliniteit bij de bodem in de locatie voor het Haringvliet.

maandgemiddelde saliniteit in de oppervlaktelaag, punt 4692



Figuur 4.4 Maandgemiddelde saliniteit bij de oppervlakte in de locatie voor het Haringvliet.

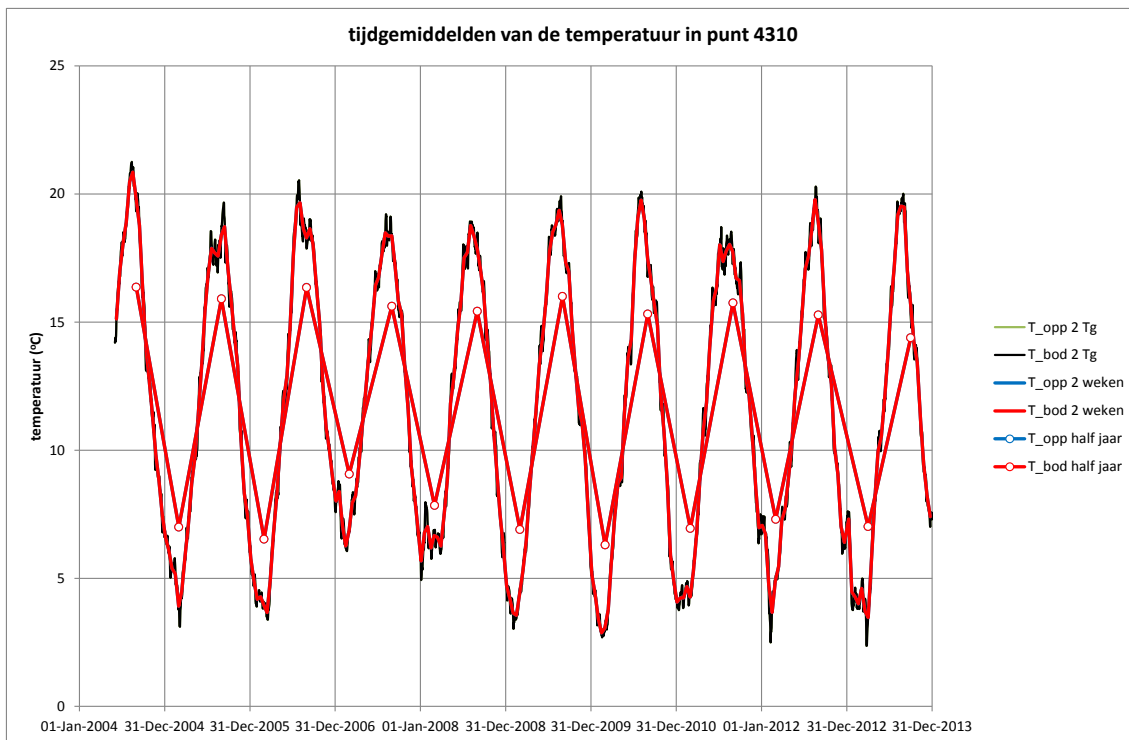
De hoge afvoer in juni 2013, zoals genoemd in paragraaf 2.3.2, is terug te zien bij het Haringvliet in de extreem lage saliniteit, zowel aan het oppervlak als nabij de bodem. Extreem hoge waarden voor de maandgemiddelde saliniteit zijn in 2013 niet voorgekomen. Dit beeld is ook terug te zien in figuur 4.5, waarin de meest zuidelijke positie is weergegeven van een gegeven contour van de maandgemiddelde saliniteit. Mei en juni 2013 zijn ook de maanden waarin het relatief zoete water ver zuidelijk doordringt.



Figuur 4.5 Zuidelijkste coördinaat voor verschillende saliniteitswaarden van de bodemsaliniteit.

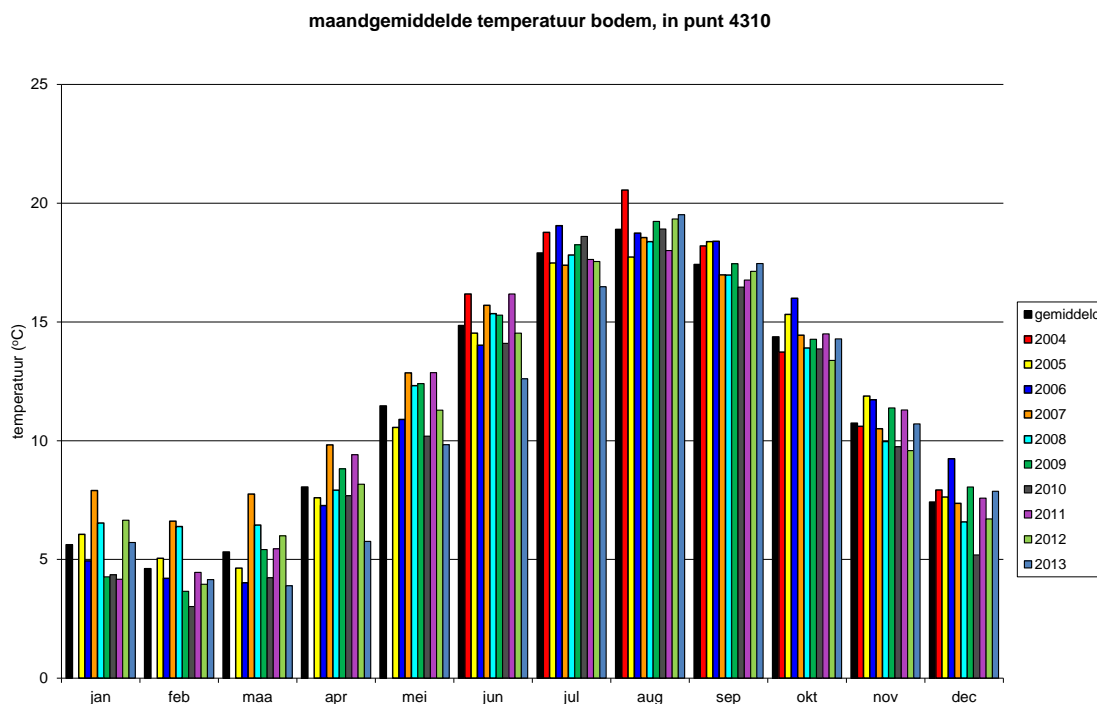
4.4 MODELRESULTATEN WATERTEMPERATUUR

Figuur 4.6 toont de variatie van de oppervlakte- en bodemtemperatuur in het punt voor de kust van Schouwen-Duiveland voor een aantal verschillende middelingperiodes (2 getijperiodes, doortij-springtij periode en half jaar). De verschillen tussen oppervlak en bodem zijn verwaarloosbaar. Zoals in paragraaf 2.3.1 al geconstateerd, bevestigt deze figuur dat de zomerperiode extreem koel is geweest. De zomergemiddelde temperatuur is met 14,4 °C voor het eerst in de beschouwde periode lager dan 15 °C.



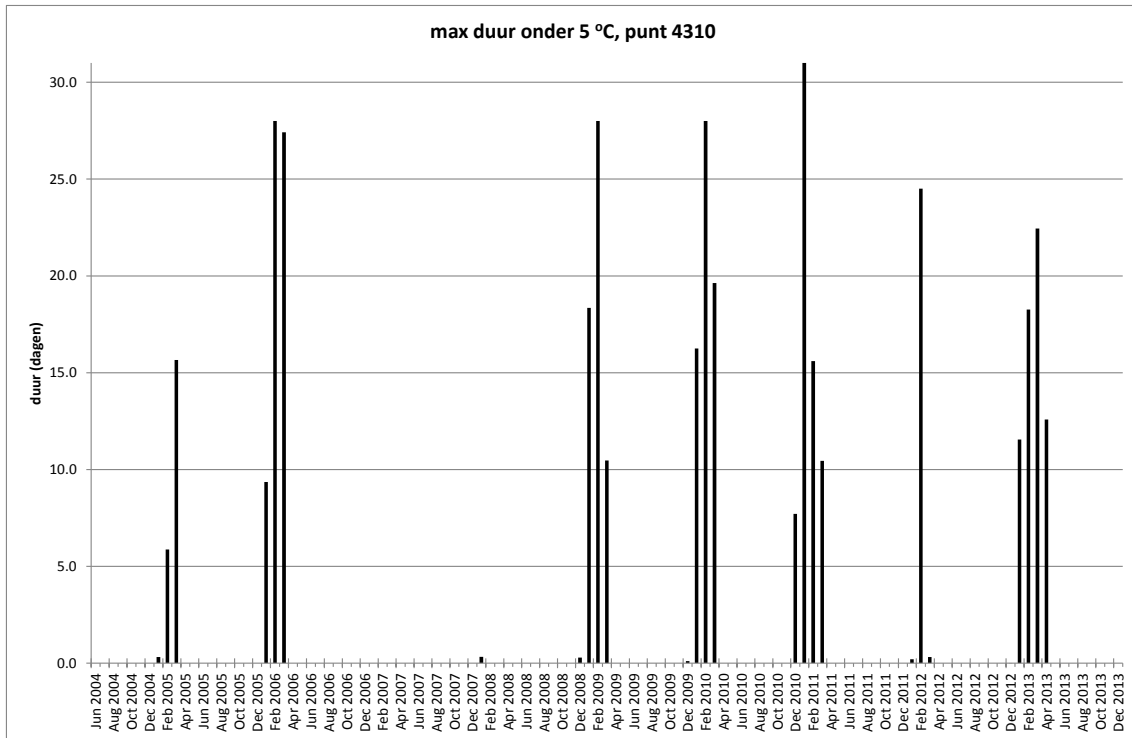
Figuur 4.6 Tijdsreeks van tijdgemiddelden van de oppervlakte- en bodtemperatuur bij de Kop van Schouwen, de lijnen voor bodem en oppervlak liggen vrijwel op elkaar.

Figuur 4.7 toont de variatie van de maandgemiddelde temperatuur in hetzelfde punt van maand tot maand over alle jaren. Van maart tot juli ligt de temperatuur meer dan 1,5 °C onder het langjarig gemiddelde, alle andere maanden is de absolute afwijking minder dan 0,5 °C.



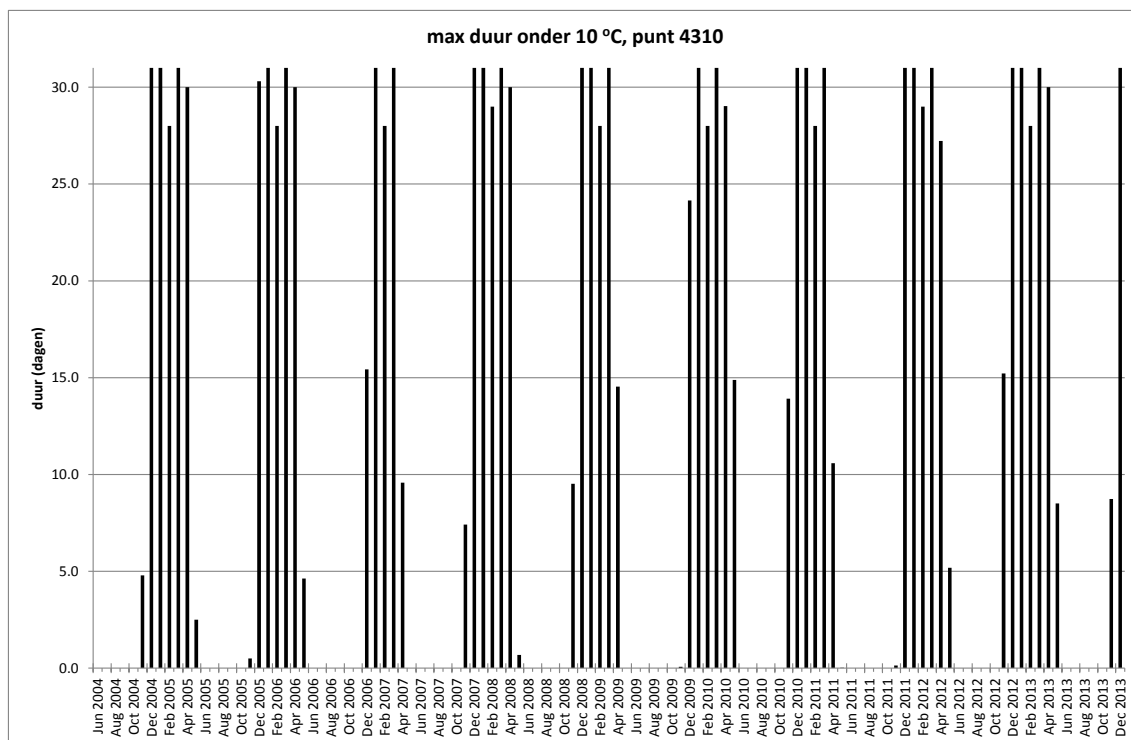
Figuur 4.7 Maandgemiddelde watertemperatuur bij de bodem nabij de Kop van Schouwen.

De maximale duur dat de bodemtemperatuur in dit punt aaneengesloten onder de 5 °C blijft, is weergegeven in figuur 4.8. Het feit dat dit in april 2013 gedurende 12,5 dag is voorgekomen, is ook een bewijs van de lage temperaturen in 2013. In geen ander jaar is de watertemperatuur in april in dit punt onder de 5 °C geweest. De wintermaanden december 2012, januari en februari 2013 zijn inderdaad niet extreem koud geweest. Januari 2009, 2010 en 2011 zijn wat dat betreft veel koeler geweest.



Figuur 4.8 Maximale aaneengesloten duur dat de bodemtemperatuur bij de Kop van Schouwen onder 5 °C blijft.

De resultaten van de duur dat de bodemtemperatuur aaneengesloten onder 10 °C is gebleven, worden in figuur 4.9 gepresenteerd. Januari tot en met maart 2013 wijken niet af van de andere jaren, dit is steeds gedurende de volledige maand het geval. In april 2013 was dit eveneens het geval, maar in de 9 beschouwde jaren is het 6 keer voorgekomen dat deze periode langer dan 27 dagen duurde. Mei en november, waarin de perioden ruim 8 dagen bedroeg, tegen over de beschouwde jaren daarvoor gemiddeld respectievelijk 4 en 6 dagen, waren relatief koel, maar niet extreem koud. December, met de gehele maand de temperatuur lager dan 10 °C, was eveneens niet uitzonderlijk.



Figuur 4.9 Maximale aaneengesloten duur dat de bodemtemperatuur bij de Kop van Schouwen onder de 10 °C blijft.

De maximale duur dat de bodemtemperatuur boven 20 °C is gebleven, is gering. In augustus was dit ongeveer 7,5 uur en in september 1 uur.

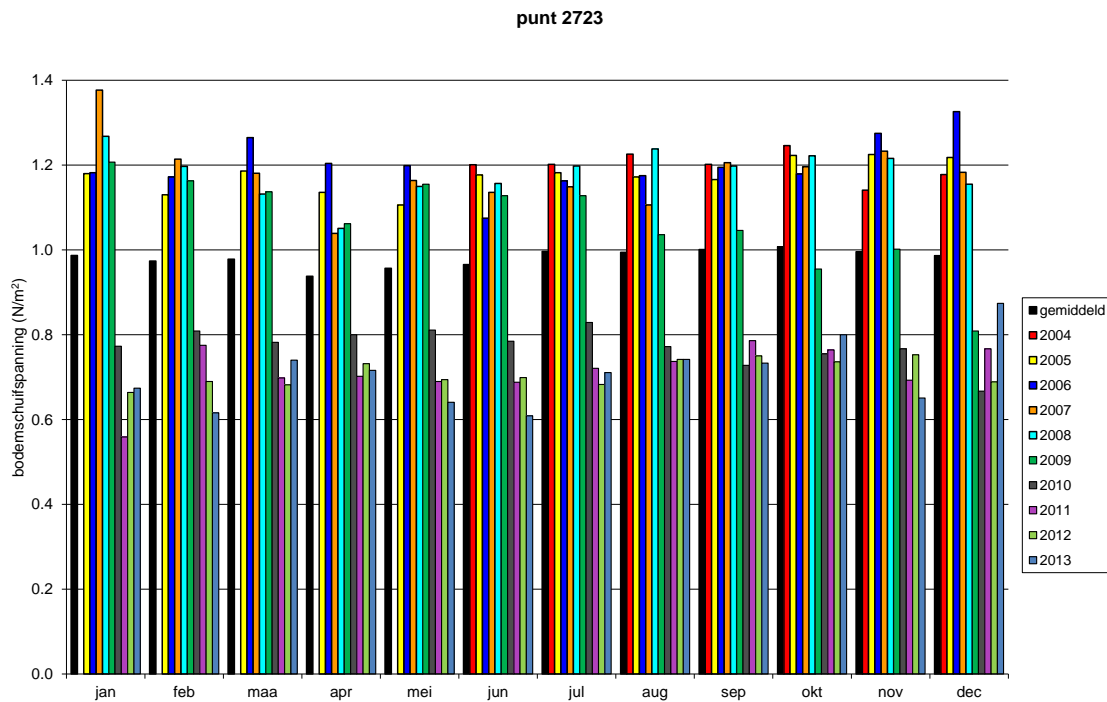
4.5 MODELRESULTATEN BODEMSCHUIFSPANNING

Vergelijkbaar als in eerdere jaren wordt er onderscheid gemaakt tussen de bodemschuifspanning die het gevolg is van de stroming en die het gevolg is van golven. Voor de bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming is gebruik gemaakt van de bodemsnelheden zoals die door de waterbewegingsmodellen worden uitgerekend. Vergelijkingen met eerdere jaren worden gegeven in paragraaf 4.5.1.

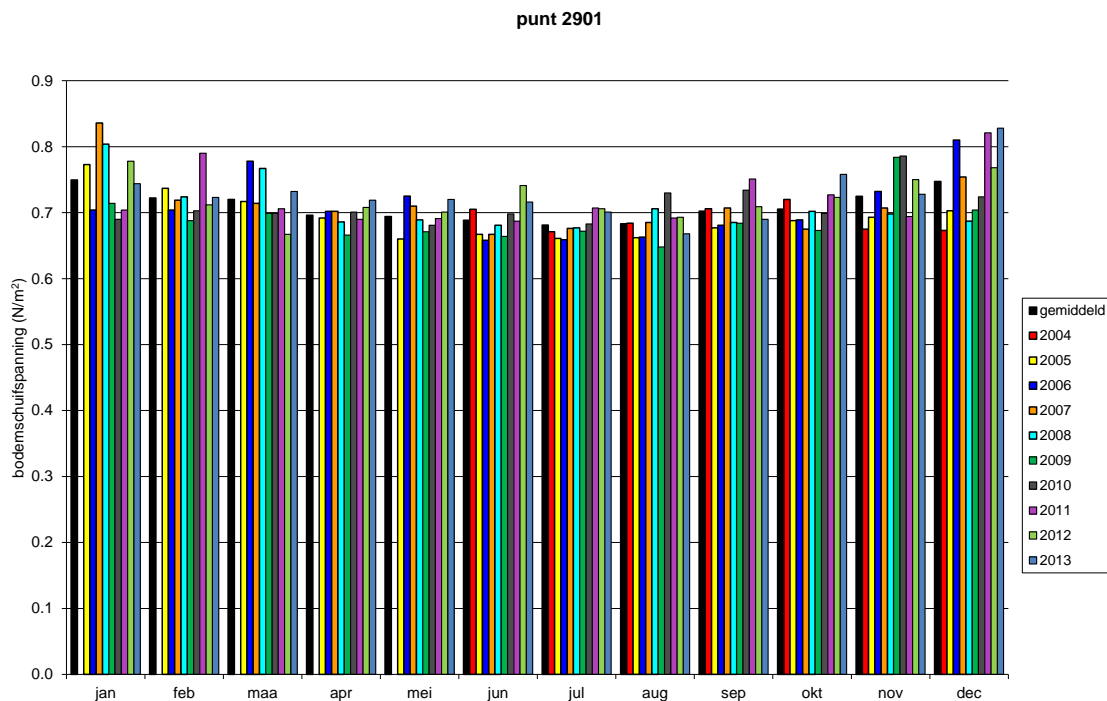
In hoofdstuk 3 is beschreven dat er voor de golfberekeningen, om de metingen van station Europlatform te vertalen naar de Voordelta, rekening is gehouden met een update van de bodemligging in het model. In paragraaf 4.5.2 worden resultaten vergeleken met eerdere jaren op basis van de oorspronkelijke bodem, om consistent te blijven met het Eindrapport 2009-2013 (Deltares, 2014a). In paragraaf 3.2 zijn enkele voorbeelden gegeven hoe deze andere bodem de resultaten beïnvloedt. In paragraaf 4.5.2 wordt in meer detail ingegaan op hoe de bodemupdate doorwerkt op de afgeleide grootheden in de Voordelta voor 2013.

4.5.1 BODEMSCHUIFSPANNING ONDER STROMINGEN

Uit de stroomsnelheden in de onderste laag van het WAQUA-model zijn de bodemschuifspanningen afgeleid. Voor 2 locaties zijn de maandgemiddelde bodemschuifspanningen weergegeven in figuur 4.10 en 4.11.



Figuur 4.10 Maandgemiddelde bodemschuifspanning ten gevolge van stroming, locatie bij de Slufter.



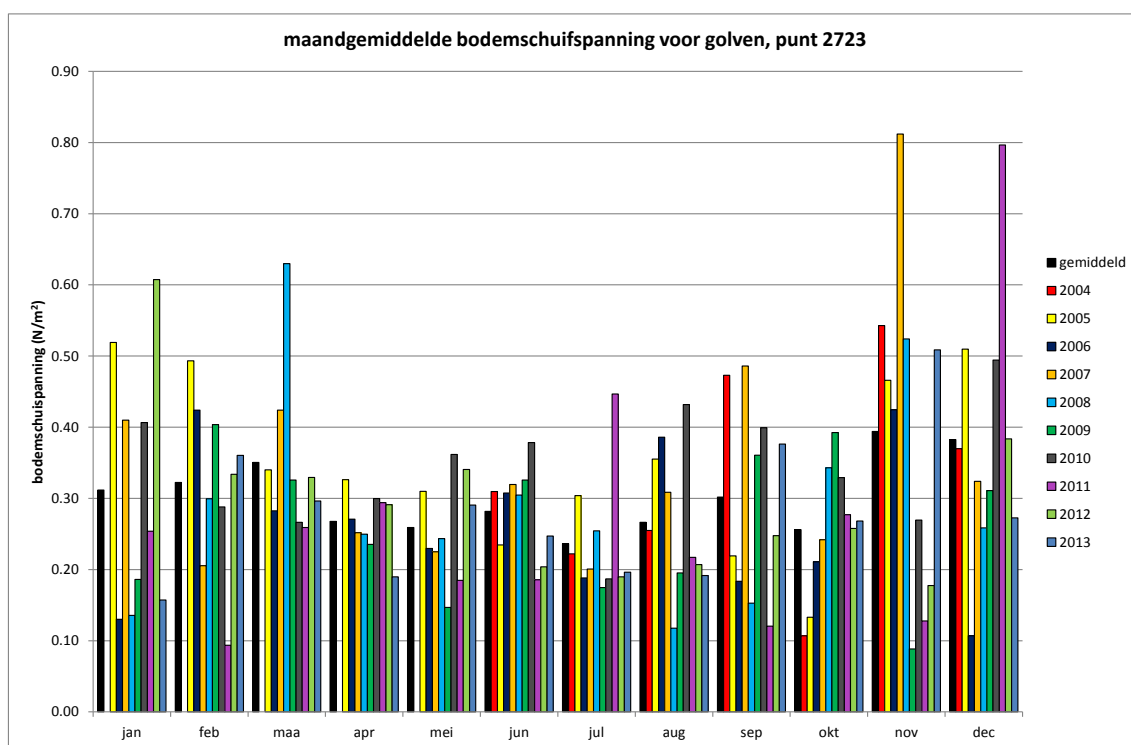
Figuur 4.11 Maandgemiddelde bodemschuifspanning ten gevolge van stroming, locatie bij de Brouwersdam.

In het punt bij de slufter blijven de bodemschuifspanningen relatief laag. Tussen begin 2009, wanneer begonnen is met de aanleg van Maasvlakte 2, en voorjaar 2010, wanneer de bouw al dermate gevorderd was dat de buitencontour de huidige vorm benaderde, is er een duidelijke afname zichtbaar.

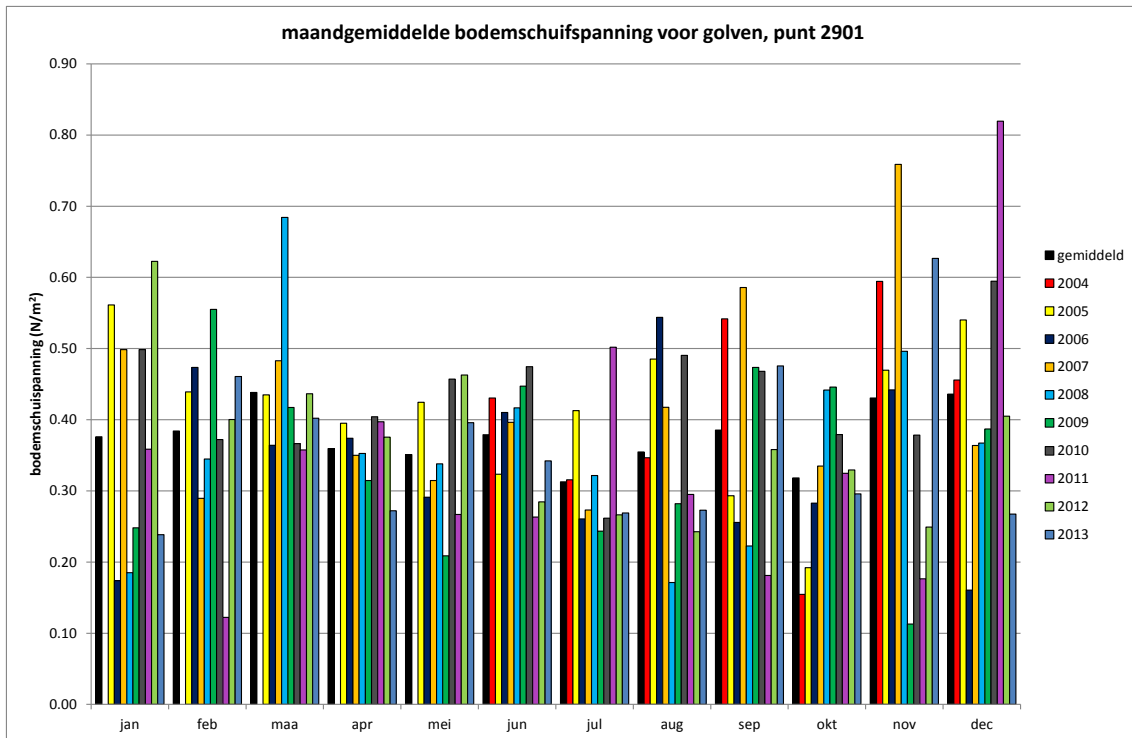
Bij de Brouwersdam is dit effect niet zichtbaar, maar in figuur 4.11 is wel de seizoensafhankelijkheid van de bodemschuifspanningen terug te zien. In de wintermaanden liggen deze in het algemeen hoger dan in de zomer. December 2013 geeft in beide punten een duidelijke piek ten opzichte van de andere maanden in 2013.

4.5.2 BODEMSCHUIFSPANNING ONDER GOLVEN

De resultaten van de simulaties in een bepaald punt vormen de transformatie-matrix die de golfcondities in Europlatform vertaalt naar de bodemschuifspanningen in die uitvoerlocatie. Om een ruimtelijk beeld te krijgen in de gehele Voordelta, is deze procedure gedaan voor elk van de roosterpunten binnen het gebied. Voor twee van deze punten is de maandgemiddelde bodemschuifspanning in figuur 4.12 en 4.13 weergegeven. Dit betreffen alleen de resultaten op basis van de oorspronkelijke bodem.

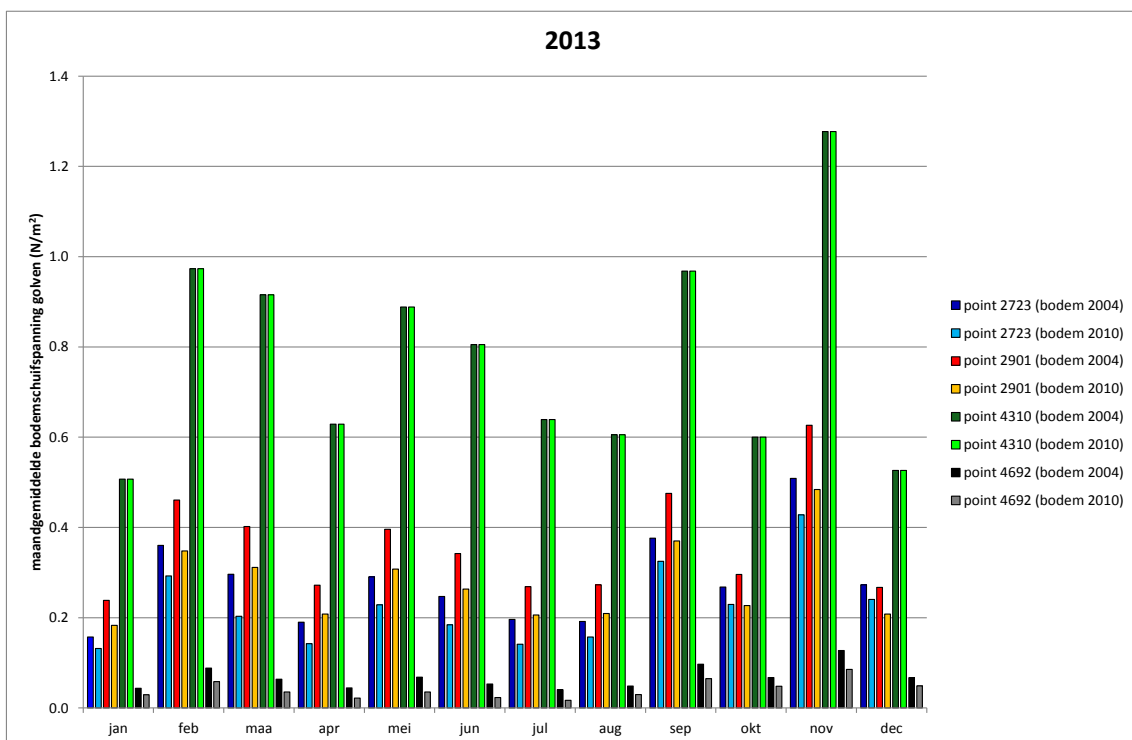


Figuur 4.12 Maandgemiddelde bodemschuifspanning ten gevolge van golven nabij de Slufter.



Figuur 4.13 Maandgemiddelde bodemschuifspanning ten gevolge van golven in locatie bij de Brouwersdam.

Voor de 4 locaties uit figuur 4.1 is in figuur 4.14 voor de maandgemiddelde waarden voor 2013 een vergelijking gemaakt tussen de resultaten op basis van de 2004- en de 2010-bodem.

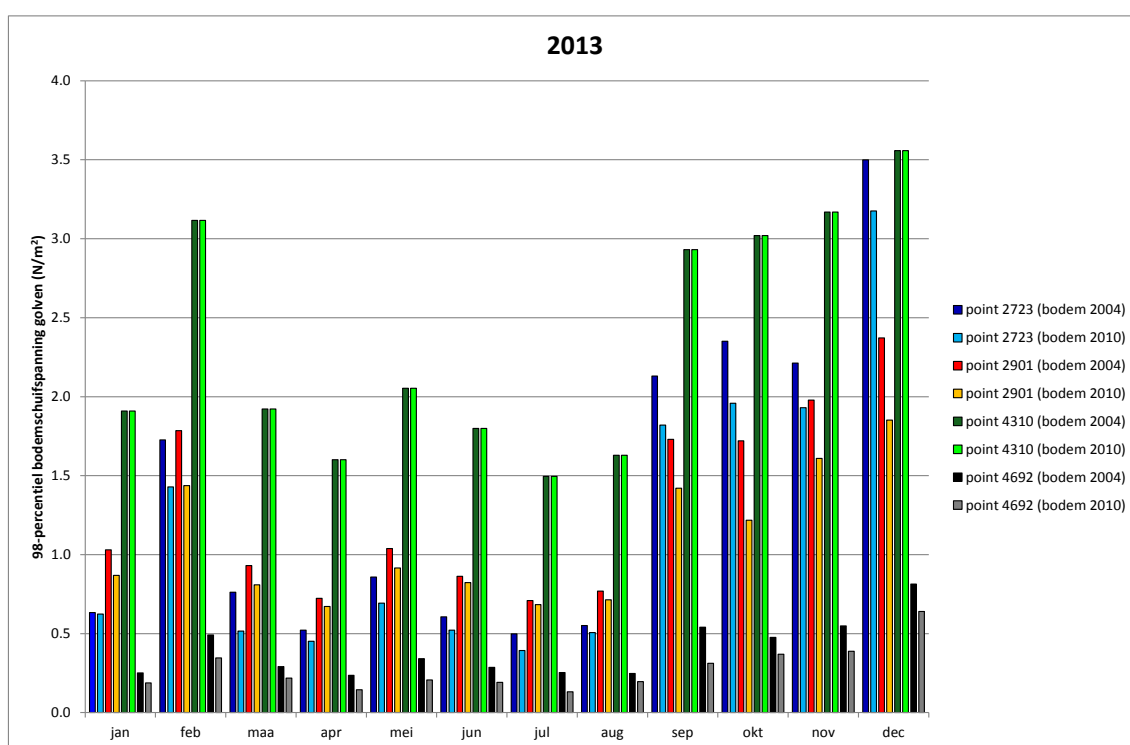


Figuur 4.14 Maandgemiddelde bodemschuifspanning voor het jaar 2013 in 4 verschillende punten.

Met uitzondering van het punt 4310 (voor de kop van Schouwen-Duiveland) nemen de maandgemiddelde waarden in alle maanden af. Het feit dat de resultaten in het punt voor de kop van Schouwen-Duiveland

niet veranderen, hangt samen met het feit dat dit punt in het gebied ligt waar voor 2010 geen nieuwe gegevens beschikbaar zijn en er dus geen bodemupdate heeft plaatsgevonden. De grootste relatieve afname wordt gevonden in punt 4692, vlak voor de Haringvlietsluizen, hoewel de bodemschuifspanningen daar in absolute grootte klein zijn. In punt 2723 ten zuidwesten van Maasvlakte 2 laat de afname een spreiding zien tussen 12% en 32%, gemiddeld 19%. Punt 2901 ten westen van de Brouwersdam vertoont veel minder spreiding in de relatieve afname van de maandgemiddelde bodemschuifspanning, tussen 22% en 24%. Gemiddeld is de afname hier 23%. Het beeld dat de bodemschuifspanningen in een groot gedeelte van de Voordelta afnemen, zoals geconstateerd in hoofdstuk 3, wordt consequent gevonden gedurende het gehele jaar.

Een zelfde analyse is uitgevoerd voor de 98-percentiel waarden. De resultaten zijn weergegeven in figuur 4.15.



Figuur 4.15 98-percentiel bodemschuifspanning voor het jaar 2013 in 4 verschillende punten.

In punt 4310 zijn de resultaten uiteraard onveranderd. In de overige 3 locaties nemen de 98-percentiel waarden significant af. Bij Maasvlakte 2 varieert dit tussen 2% en 32%, nabij de Haringvlietdam tussen 21% en 48% en bij de Brouwersdam tussen 4% en 29%. Voor zowel de maandgemiddelde als 98-percentiel waarde blijkt dat de relatieve afnames van maand tot maand voor de verschillende stations niet eenzelfde verloop over het jaar vertoont. Wel is de relatieve afname in maandgemiddelde bodemschuifspanning tussen de oorspronkelijke en geüpdatete bodem in alle stations in de zomermaanden, wanneer de golven over het algemeen lager zijn, groter dan in de wintermaanden. Voor de 98-percentielwaarden is dat ook het geval ten zuiden van Maasvlakte 2 (punt 2723) en in de Haringvlietmond (punt 4692), maar niet ten westen van de Brouwersdam (punt 2901). Daar is de relatieve afname in de zomermaanden klein (minder dan 7%). Er is niet in detail gekeken of dit ook consequent zichtbaar is voor andere locaties en andere jaren.

4.6 OVERZICHT VAN RESULTATEN IN DE POSTGRESQL DATABASE

Uit het hydrodynamisch model worden voor elke roostercel binnen de Natura 2000 polygoon de volgende grootheden elk half uur weggeschreven:

- waterstand
- stroomsnelheid
- saliniteit
- temperatuur

De laatste drie grootheden zijn per rekenlaag (10 lagen van elk 10% van de waterdiepte, zogenaamde sigma-lagen) beschikbaar.

Op basis van de modelresultaten zijn afgeleide grootheden, zoals maximale waarden over een maand, maandgemiddelde en seizoensgemiddelde waarden, standaarddeviatie per maand, percentielen en duren en overschrijdingswaarden van grenswaarden bepaald.

Voor de waarnemingen v_1 t/m v_N , totaal dus N waarnemingen, wordt de P-percentiel als volgt bepaald:

- n wordt berekend: $n = \frac{P}{100}N + \frac{1}{2}$
- index n_0 is het grootste gehele getal kleiner of gelijk aan n
- de P-percentiel wordt bepaald door lineair te interpoleren tussen v_{n_0} en v_{n_0+1} : P-percentiel = $v_{n_0} + (n - n_0) \cdot (v_{n_0+1} - v_{n_0})$

De volgende afgeleide grootheden zijn bepaald, en ook in de PostgreSQL database opgenomen:

- op verzoek van Perceel Benthos voor de gehele Voordelta:
 - bodemsnelheid
 - maximum, per maand
 - bodemsaliniteit
 - 5-percentiel, per maand
 - 95-percentiel, per maand
 - maximale aaneengesloten periode dat de saliniteit onder de 25 PSU blijft, per maand
 - gemiddelde en standaarddeviatie, per seizoen (zomer: juni-augustus, najaar: september-november, winter: december-februari, voorjaar: maart-mei)
 - bodemtemperatuur
 - waarde die een periode van 5 dagen aaneengesloten wordt onderschreden, per winter (december-februari)
 - bodemschuifspanning
 - 98-percentiel t.g.v. stroming, per maand
 - gemiddelde t.g.v. golven, per maand
 - 98-percentiel t.g.v. golven, per maand
- op verzoek van Perceel Vissen voor 53 meetlocaties:
 - waterstand
 - gemiddelde, per maand
 - saliniteit (oppervlakte, bodem en dieptegemiddeld)
 - gemiddelde, per maand
 - temperatuur (oppervlakte, bodem en dieptegemiddeld)
 - gemiddelde, per maand
 - bodemsnelheid
 - gemiddelde, per maand
 - standaarddeviatie, per maand
 - bodemschuifspanning

- gemiddelde t.g.v. stroming, per maand
- gemiddelde t.g.v. golven, per maand

Voor de bodemschuifspanningen t.g.v. golven zijn de resultaten van beide aanpakken zoals beschreven in hoofdstuk 3 in de PostgreSQL database opgenomen. Op basis van de aanpak zoals die voor de eerdere jaren is gehanteerd (2004-bodem), zijn de resultaten voor 2013 toegevoegd. De resultaten op basis van de nieuwe simulaties met de 2010-bodem zijn voor de periode juni 2010 tot en met december 2013 opgenomen. Om onderscheid te kunnen maken tussen de twee varianten van dezelfde grootheid (monthly_mean_bottomfriction_due_to_waves en monthly_98percentile_bottomfriction_due_to_waves) is een method-id 55 ('model berekening met 2010-bodem') in plaats van method-id 28 ('model berekening') meegegeven.

Per meetlocatie wordt er gevist over een afstand van 1,5 km. Van jaar tot jaar zal de ligging van de raai niet gelijk zijn, maar wel representatief voor de beoogde locatie. Voor de analyse van de modelresultaten is uitgegaan van de roostercel het dichtst bij die beoogde locatie.

De procedure voor het omzetten van de modelresultaten naar de PostgreSQL database is als volgt:

1. het omzetten van de binaire modeluitvoer voor de waterbeweging (SDS-bestanden) naar NetCDF formaat
2. de relevante parameters uitlezen via een Matlab-script
3. de gevraagde afgeleide grootheden bepalen
4. de resultaten wegschrijven naar een ASCII of Excel-formaat
5. deze bestanden omschrijven naar een formaat zodat ze via PGADMIN kunnen worden opgenomen in de PostgreSQL database

Grootheden die over een maand zijn bepaald, hebben als datumstempel de 16e van die maand gekregen. Voor grootheden over een seizoen is de 16e van de middelste van de drie maanden aangehouden als datumstempel.

Daarnaast zijn de volgende parameters ook aan perceel Vissen toegeleverd, maar niet apart in de database opgenomen:

- afvoer Haringvliet
 - gemiddelde, per maand
 - maximum daggemiddelde waarde, per maand
- meteo forcering (wind, luchttemperatuur, luchtvochtigheid, bewolkingsgraad)
 - gemiddelde, per maand

Voor de eerdere jaren zijn voor nadere analyses door perceel Vissen op verzoek grootheden berekend voor een periode van een week, waarbij de dag van de survey op de laatste dag van de beschouwde week valt, en op het dichtstbij beschikbare tijdstip van het moment van de metingen. Voor 2013 is dit niet gedaan.

5

Conclusies en aanbevelingen

5.1 CONCLUSIES

- Het jaar 2013 kan worden omschreven als een relatief koud jaar. Het zeewater was van april tot en met juli beduidend koeler dan eerdere jaren. Ook de afvoer van het Haringvliet bereikte extreem hoge waarden. In de winter van 2012/2013 was de gemiddelde afvoer het hoogst sinds 2004. Perioden dat er langdurig geen afvoer was vanaf het Haringvliet, zijn dit jaar niet voorgekomen. Ook het feit dat er dit jaar drie stormen zijn geweest waarbij de windsnelheid hoger dan Beaufort 9 uitkwam, is extreem.
- Net als eerdere jaren, is er uitgebreid gekeken hoe goed de modelresultaten overeenkomen met de metingen. Aangezien de opzet van de modelsimulaties en de onderliggende data die zijn gebruikt voor de aansturing niet zijn gewijzigd ten opzichte van de eerdere jaren, is de nauwkeurigheid van de modelsimulaties consistent met de eerdere jaren.
- Het meenemen van zowel de grootschalige morfologische ontwikkelingen in de Voordelta als de aanleg van Maasvlakte 2 bij het bepalen van de bodemschuifspanningen als gevolg van golven, geeft een sterke verbetering van de modelresultaten. Het langzaam hoger worden van de Bollen van de Ooster voor de Brouwersdam zorgt voor een afscherming voor de golven. Ook Maasvlakte 2 zelf zorgt in de Haringvlietmond voor een afname van golf-gerelateerde bodemschuifspanningen bij golven uit noordelijke richtingen.

5.2 AANBEVELINGEN

- Het gevonden verschil tussen de gemeten watertemperatuur bij K13a platform en Europlatform lijkt erop te duiden, dat de overeenkomst tussen berekende en gemeten watertemperatuur in de Voordelta is te verkleinen door metingen van Europlatform te gebruiken als randvoorwaarde voor het Kustzuid model.
- Voor beschouwingen waarbij biotische ontwikkelingen worden gerelateerd aan bodemschuifspanningen, dient vanaf juni 2010 voor de golf-gerelateerde bodemschuifspanningen gebruik te worden gemaakt van de resultaten die met behulp van de geüpdatete bodemligging zijn bepaald. Op die manier wordt het effect van morfologische veranderingen en de aanleg van Maasvlakte 2 op de golven realistisch meegenomen, en zijn de golf-gerelateerde bodemschuifspanningen consistent met de stromings-gerelateerde bodemschuifspanningen, waarbij die ontwikkelingen ook zijn meegenomen.

- Een verdere verbetering van de golf-gerelateerde bodemschuifspanningen kan worden bereikt, door in een gekoppeld golf-stroom-model (bijvoorbeeld Delft3D-SWAN) de invloed van de waterbeweging (waterstand, stroming) op de golven en de invloed van de golven op de waterbeweging (golfkrachten) in de berekening mee te nemen. Recent is voor de Sinterklaasstorm van 5/6 december 2013 voor de Waddenzee aangetoond dat deze koppeling een grote invloed heeft op de nauwkeurigheid van de modelresultaten (ARCADIS, 2014b en Deltares, 2014b).

Referenties

Alkyon, 2010, Perceel 4, abiotiek, Beschrijving aanpak modelsimulaties, calibratie en validatie, Validatie rapport, C04021.002218R2r1, december 2010.

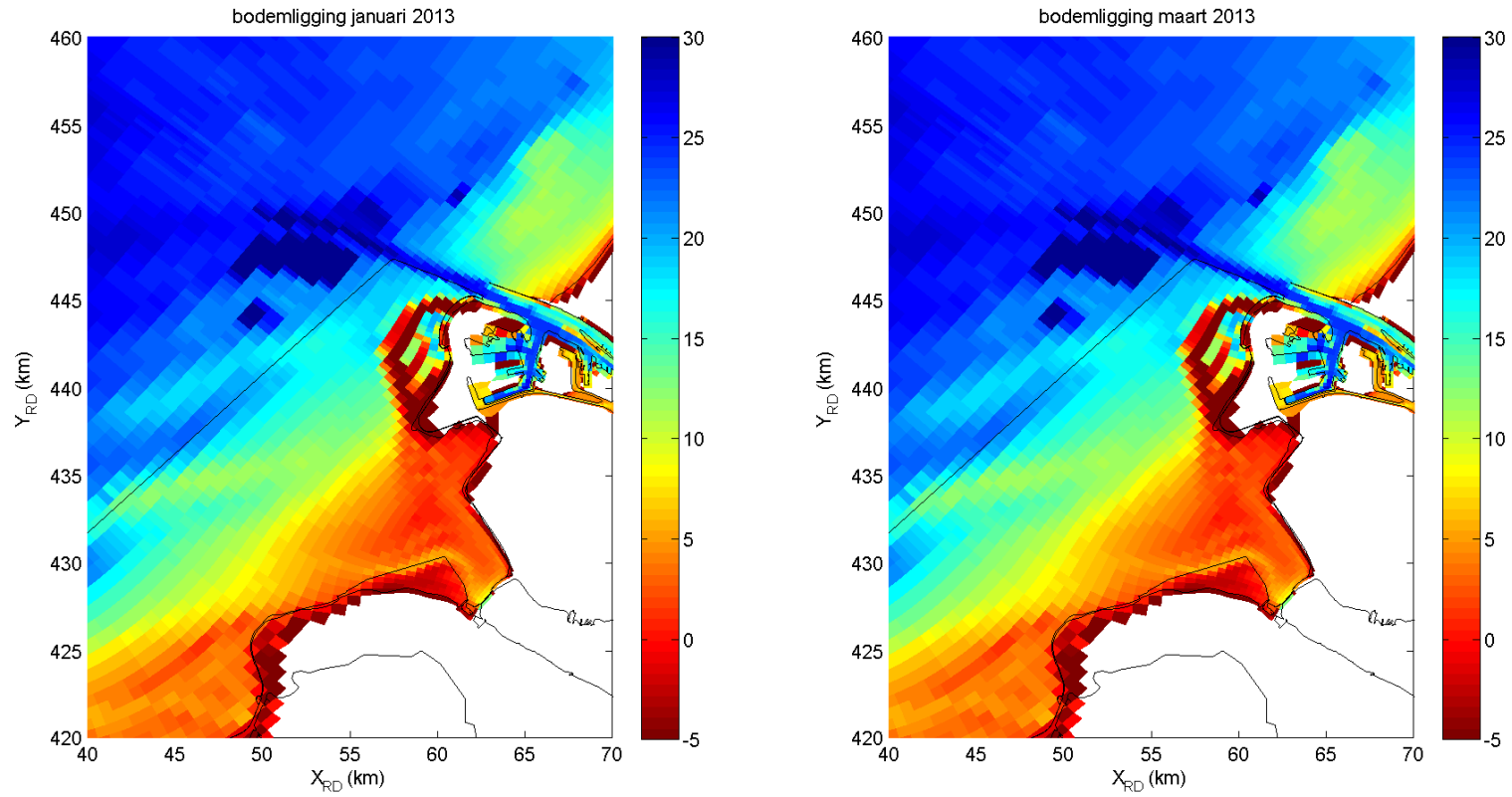
ARCADIS, 2014a, PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta, Perceel 4, abiotiek, Validatierapport voor de simulaties juni 2004 t/m december 2012, Validatie rapport, C04021.002218R3r3, maart 2014.

ARCADIS, 2014b, Een rekenexperiment voor de Waddenzee, de storm van 5 & 6 december 2013, rapport C03041.001941.001941, conceptversie 29 oktober 2014

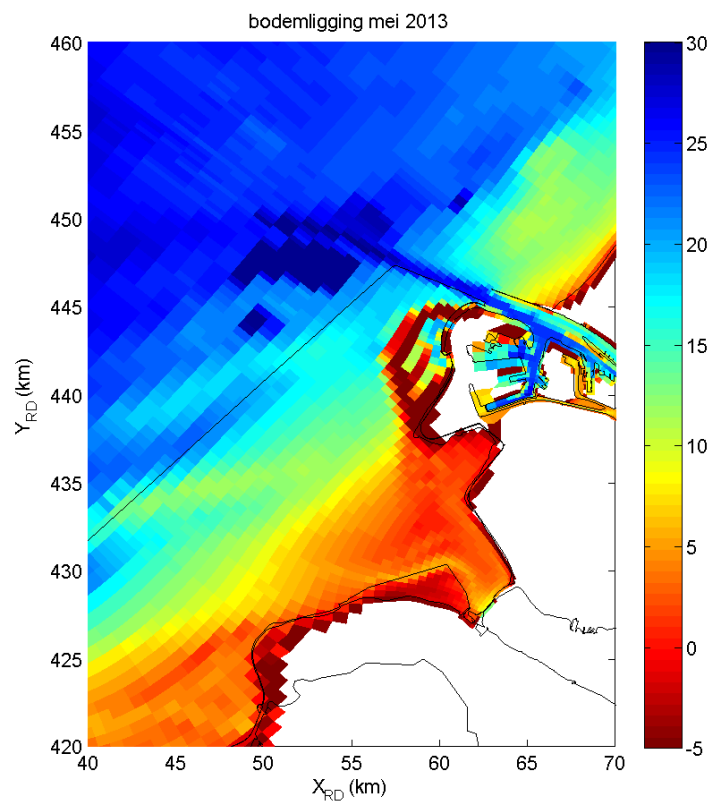
Deltares, 2014a, PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta, Eindrapport 1^e fase 2009-2013 Deel B, 1200672-000, 17 december 2014.

Deltares, 2014b, SWAN hindcasts Wadden Sea, December 2013, Tidal inlet of Ameland and eastern Wadden Sea, rapport 1209433-007, versie 2.0, oktober 2014

Bijlage A Figuren van de bodemschematisatie in de omgeving van de Maasvlakte



Figuur A.1 Januari en maart 2013.

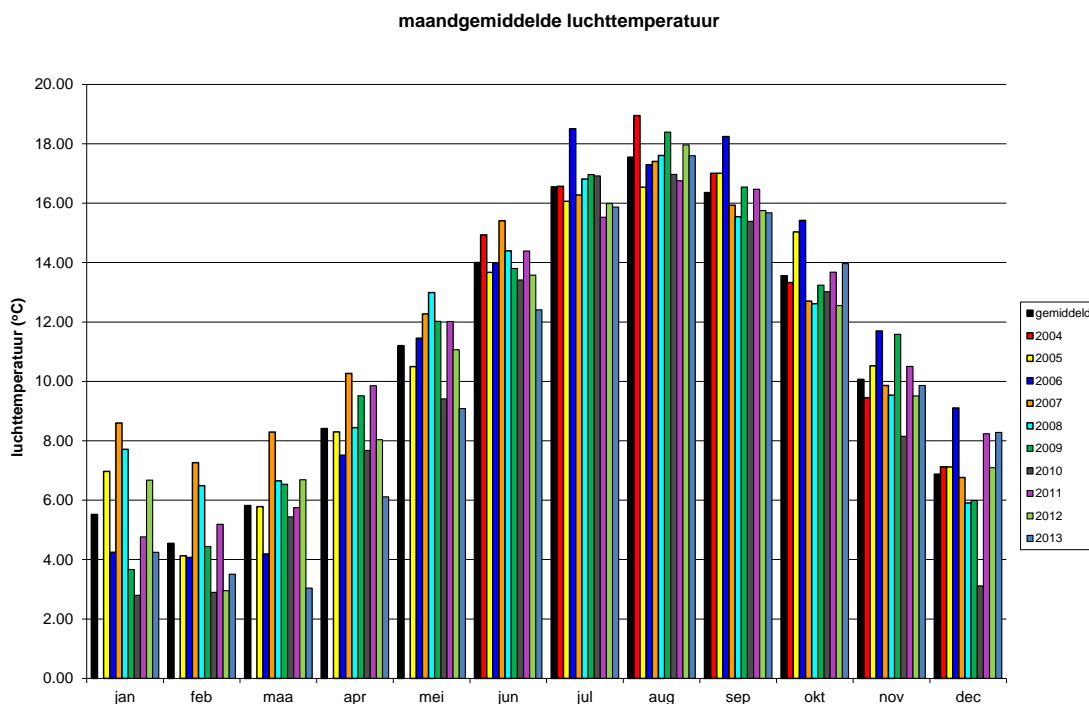


Figuur A.2 Mei 2013.

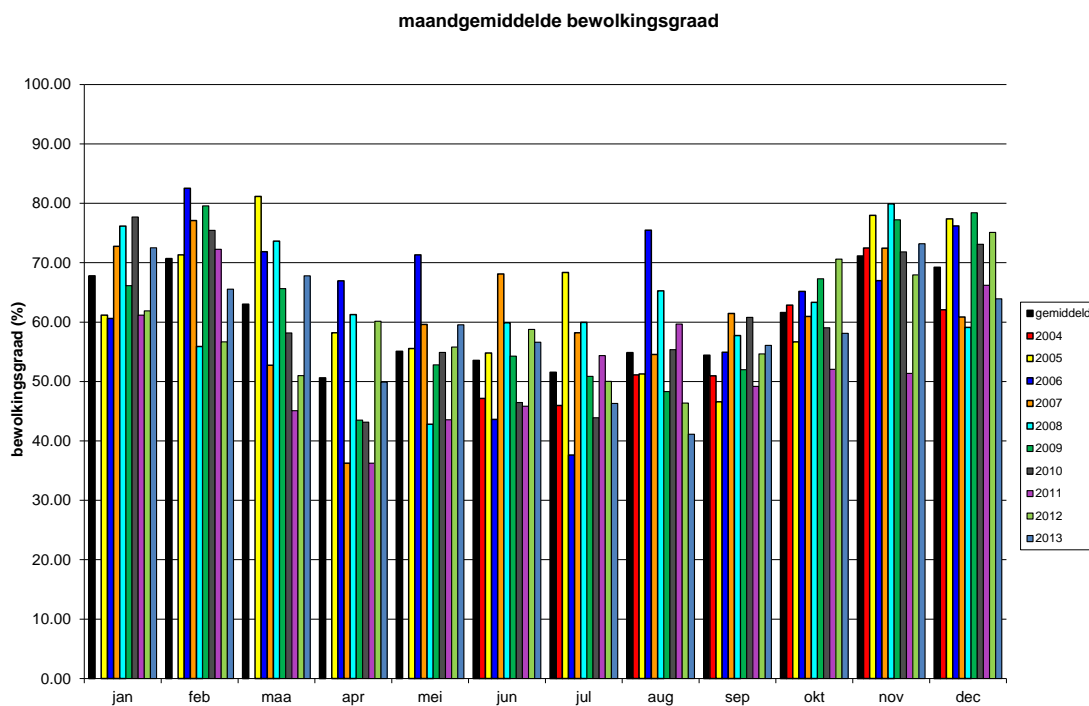
Bijlage B Staafdiagrammen

maandgemiddelde parameters juni 2004 - december 2013

(of voor zover beschikbaar)

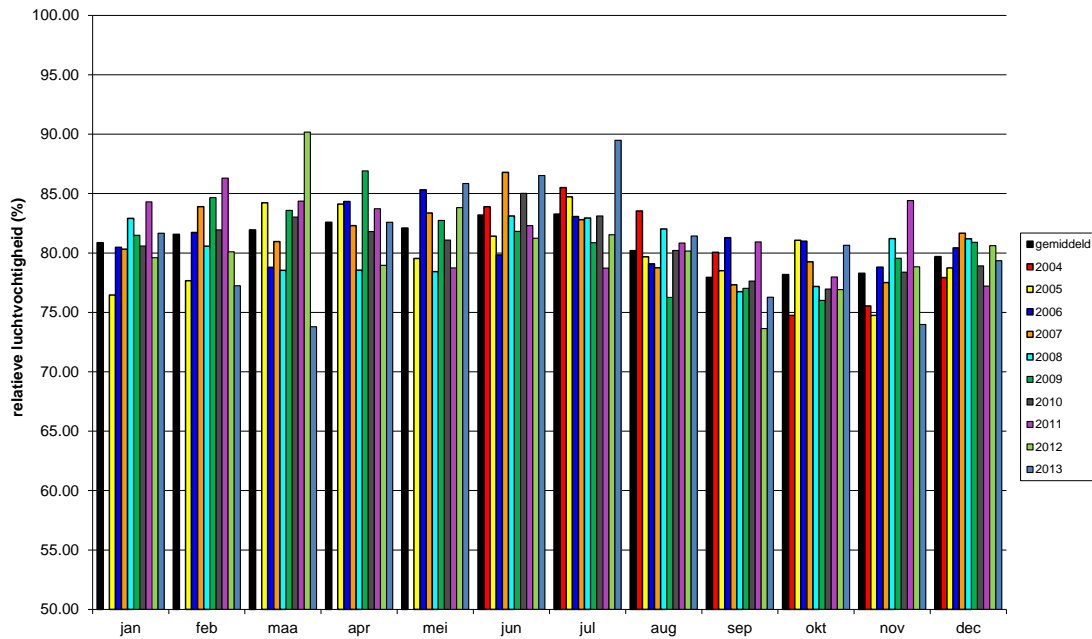


Figuur B.1 Maandgemiddelde luchttemperatuur in de Voordelta.



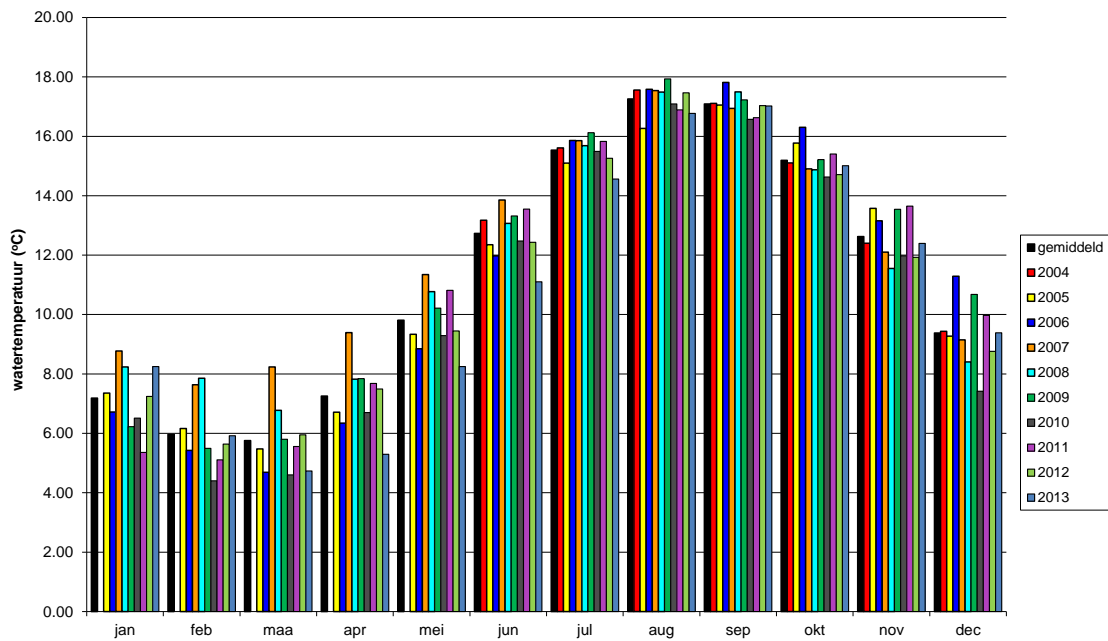
Figuur B.2 Maandgemiddelde bewolkingsgraad in de Voordelta.

maandgemiddelde relatieve luchtvochtigheid



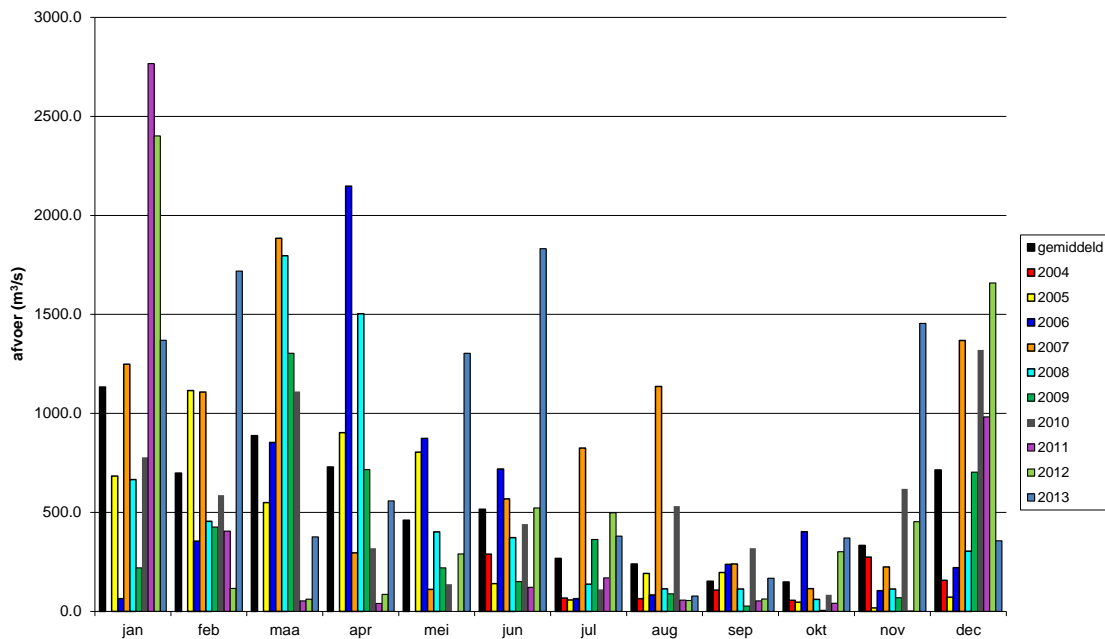
Figuur B.3 Maandgemiddelde relatieve luchtvochtigheid in de Voordelta.

maandgemiddelde watertemperatuur K13A



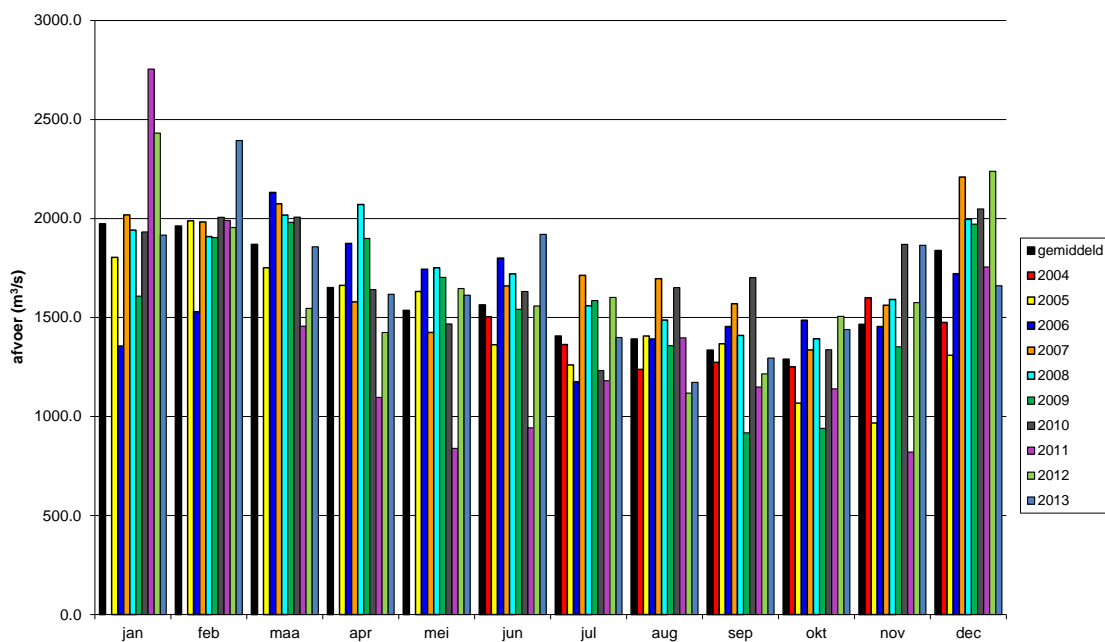
Figuur B.4 Maandgemiddelde watertemperatuur in station K13a.

maandgemiddelde afvoer Haringvliet (Sobek)



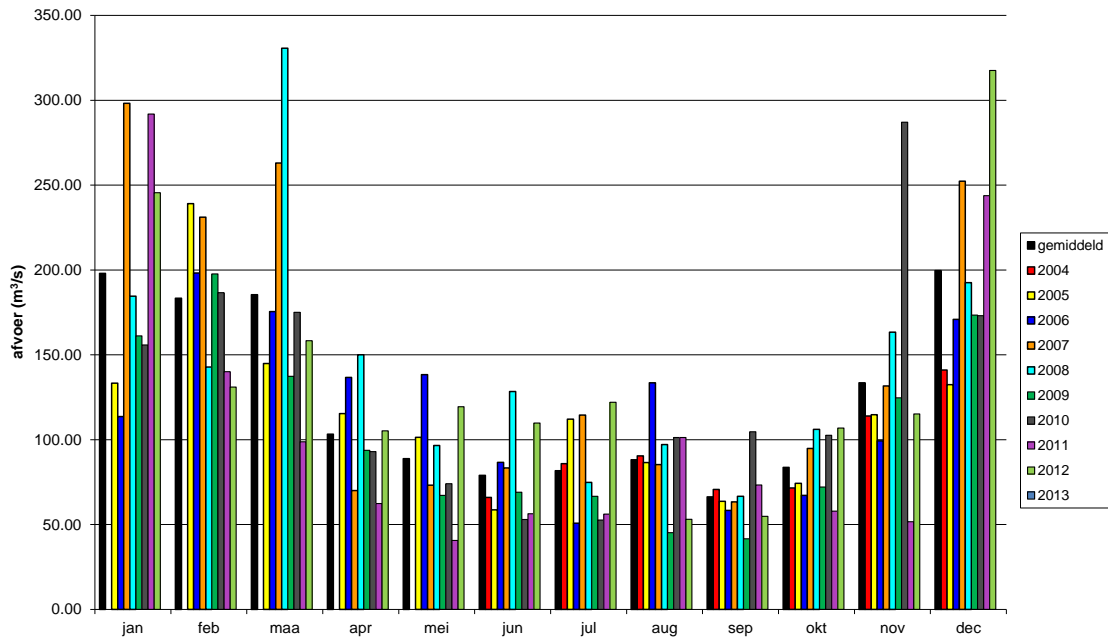
Figuur B.5 Maandgemiddelde afvoer uit het Haringvliet.

maandgemiddelde afvoer Maasmond (Sobek)



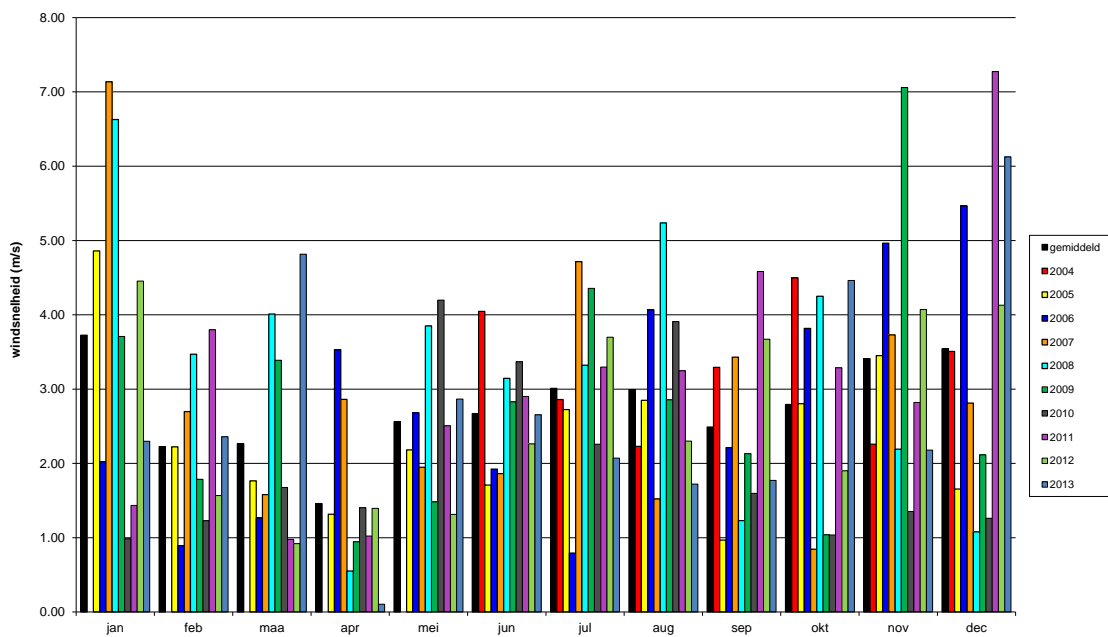
Figuur B.6 Maandgemiddelde afvoer uit de Maasmond.

maandgemiddelde afvoer Schaar van Ouden Doel



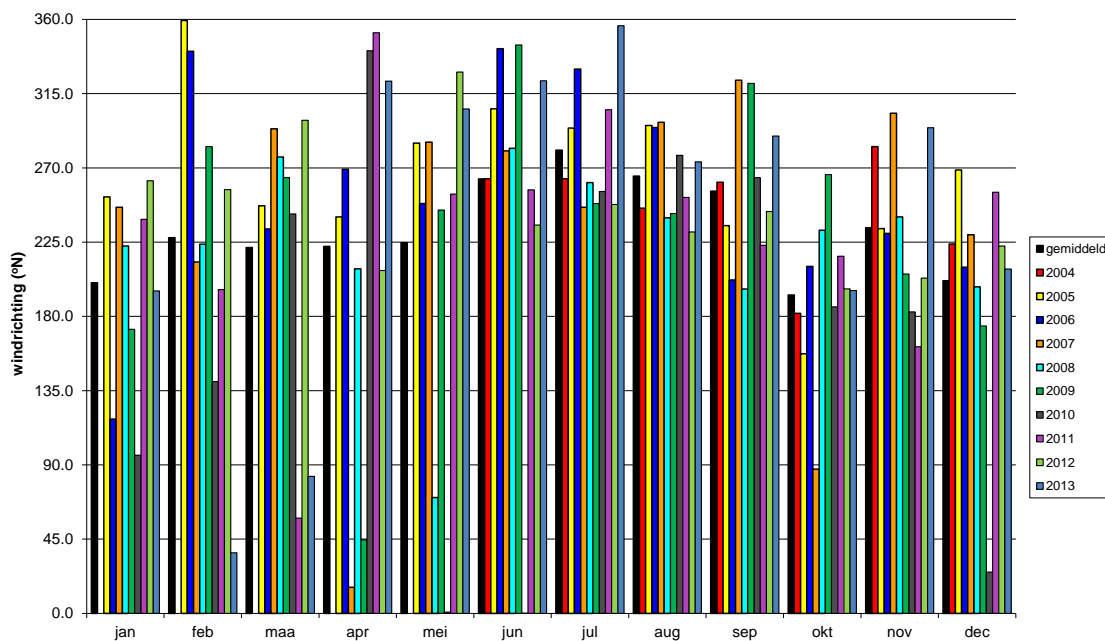
Figuur B.7 Maandgemiddelde afvoer uit de Schaar van Ouden Doel (geen gegevens 2013).

snelheid van de maandgemiddelde wind in Hoek van Holland



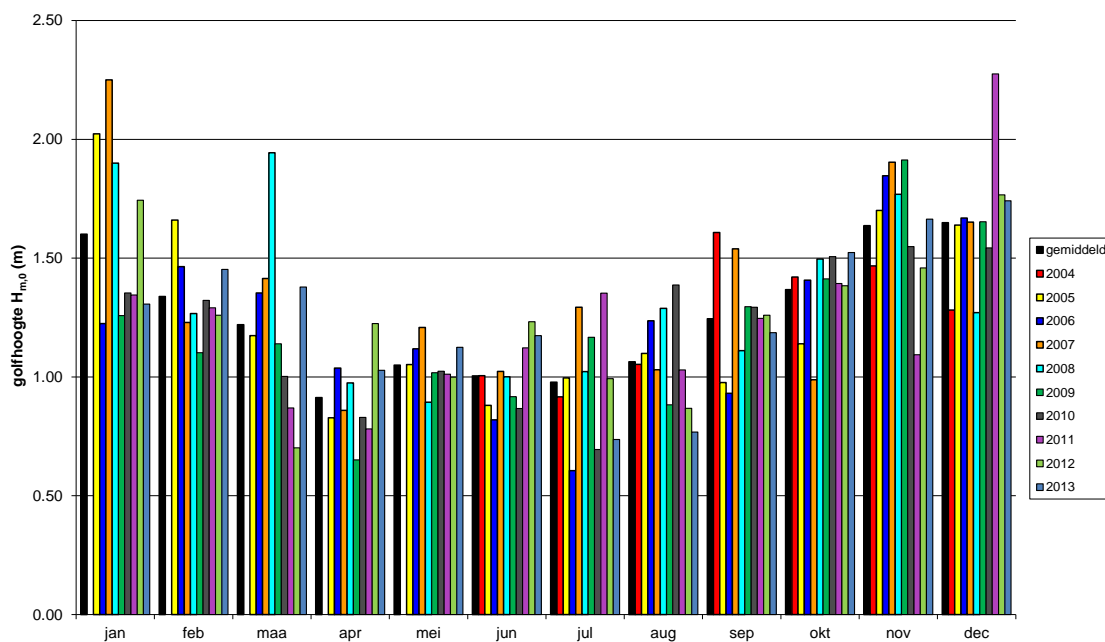
Figuur B.8 Maandgemiddelde windsnelheid in station Hoek van Holland.

richting van de maandgemiddelde wind in Hoek van Holland



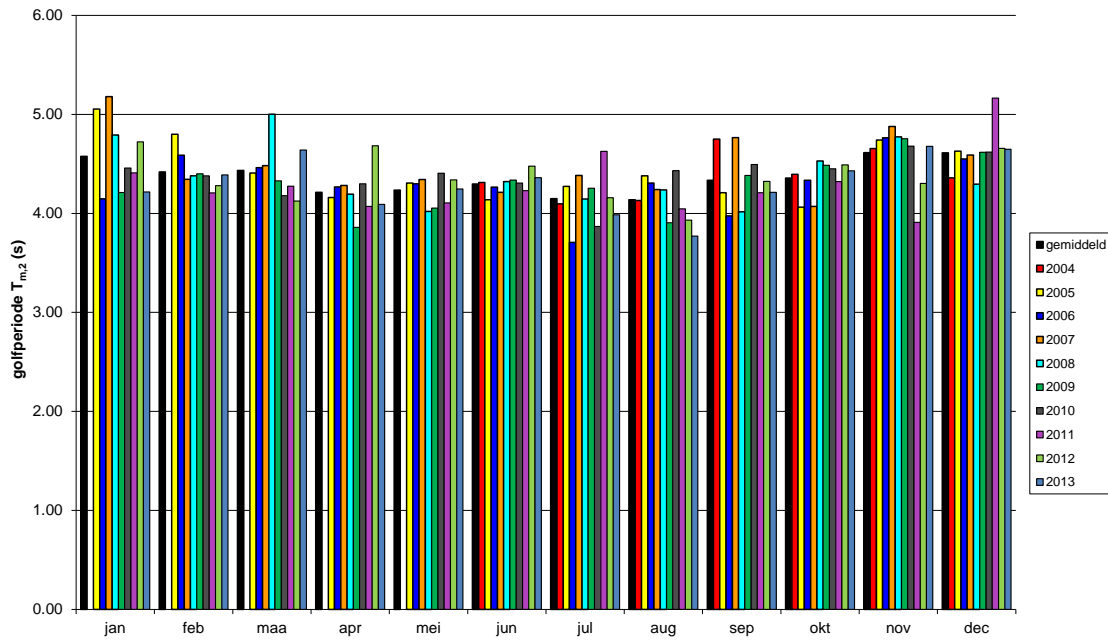
Figuur B.9 Maandgemiddelde windrichting in station Hoek van Holland.

maandgemiddelde golfhoogte in Europlatform



Figuur B.10 Maandgemiddelde golfhoogte in station Europlatform.

maandgemiddelde golfperiode in Europlatform



Figuur B.11 Maandgemiddelde golfperiode in station Europlatform.

Bijlage C Tabellen en figuren voor simulaties januari – december 2013

periode	Euro Platform waterstand (m)		Hoek van Holland waterstand (m)		Haringvliet 10 waterstand (m)		Roompot Buiten waterstand (m)		Vlissingen waterstand (m)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
	januari	0.029	0.053	0.054	0.080	0.081	0.081	0.067	0.080	0.056
februari	0.035	0.056	0.044	0.081	0.063	0.079	0.063	0.083	0.064	0.114
maart	0.026	0.071	0.030	0.085	0.054	0.086	0.045	0.096	0.043	0.127
kwartaal 1	0.030	0.061	0.043	0.083	0.066	0.083	0.058	0.087	0.054	0.117
april	0.019	0.063	0.032	0.082	0.050	0.079	0.045	0.089	0.042	0.123
mei	0.021	0.064	0.038	0.084	0.061	0.079	0.053	0.093	0.048	0.125
juni	0.034	0.052	0.040	0.077	0.061	0.070	0.055	0.078	0.051	0.111
kwartaal 2	0.025	0.060	0.037	0.081	0.057	0.076	0.051	0.087	0.047	0.120
juli	0.026	0.060	0.033	0.086	0.044	0.081	0.043	0.088	0.040	0.125
augustus	0.019	0.054	0.040	0.086	0.049	0.075	0.049	0.080	0.047	0.113
september	0.028	0.055	0.049	0.087	0.066	0.078	0.061	0.084	0.057	0.117
kwartaal 3	0.024	0.056	0.041	0.087	0.053	0.079	0.051	0.084	0.048	0.119
oktober	0.013	0.077	0.032	0.102	0.050	0.099	0.040	0.100	0.029	0.129
november	0.035	0.080	0.038	0.099	0.071	0.105	0.061	0.109	0.054	0.137
december	0.020	0.103	0.045	0.111	0.064	0.117	0.054	0.124	0.042	0.154
kwartaal 4	0.023	0.088	0.038	0.104	0.062	0.107	0.051	0.112	0.042	0.141
hele jaar	0.025	0.068	0.040	0.089	0.060	0.087	0.053	0.093	0.048	0.125

Tabel C.1 Vergelijking tussen berekende en gemeten waterstand,
Kustzuid, 2013

periode	Euro Platform		Lichteiland Goeree		Vlissingen		Hoek van Holland		Noordwijk Meetpost	
	T _{opp} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{opp} (°C)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	-0.695	0.441	-0.125	0.262	0.004	0.500	-0.515	1.325		
februari	0.080	0.317	0.505	0.414	0.339	0.485	0.121	0.574		
maart	-0.038	0.120	0.000	0.217	0.003	0.243	0.148	0.681		
kwartaal 1	-0.228	0.469	0.114	0.406	0.108	0.452	-0.089	0.981		
april	-0.328	0.508	-0.125	0.297	-0.145	0.339	0.679	0.945		
mei	-0.014	0.411	-0.137	0.311	0.028	0.350	1.997	1.079		
juni	0.742	0.699	-0.683	0.410	-0.327	0.486	1.171	1.088		
kwartaal 2	0.132	0.709	-0.313	0.430	-0.146	0.423	1.290	1.175		
juli	0.021	0.516	-1.024	0.340	-0.315	0.450	1.641	0.690		
augustus	-0.182	0.244	-0.658	0.245	0.868	0.568	1.602	0.525		
september	-0.264	0.141	-0.442	0.180	0.823	0.283	0.407	0.456		
kwartaal 3	-0.140	0.361	-0.710	0.357	0.454	0.710	1.226	0.803		
oktober	-0.223	0.169	-0.479	0.234	0.243	0.195	-0.078	0.361		
november	-0.293	0.285	-0.411	0.222	0.006	0.185	-0.907	0.479		
december	0.153	0.272	0.117	0.659	-0.125	0.179	-0.546	0.420		
kwartaal 4	-0.119	0.316	-0.256	0.502	0.042	0.241	-0.506	0.541		
hele jaar	-0.089	0.506	-0.294	0.517	0.115	0.533	0.481	1.203		

Tabel C.2 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak,
Kustzuid, 2013

periode	Vlakte van de Raan				Oosterschelde 4			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo
januari	-0.014	0.317	-0.182	0.319				
februari	0.331	0.274	0.239	0.279				
maart	0.084	0.228	0.008	0.225				
kwartaal 1	0.100	0.301	-0.014	0.315				
april	-0.237	0.247	-0.290	0.232				
mei	-0.502	0.406	-0.594	0.404				
juni	-0.829	0.348	-0.820	0.351				
kwartaal 2	-0.522	0.417	-0.567	0.400				
juli	-1.017	0.557	-0.973	0.484				
augustus	-0.310	0.427	-0.240	0.411				
september	-0.276	0.284	-0.009	0.331				
kwartaal 3	-0.490	0.541	-0.381	0.573				
oktober	-0.254	0.213	-0.167	0.217				
november	-0.311	0.213	-0.225	0.221				
december	-0.067	0.379	0.037	0.382				
kwartaal 4	-0.209	0.299	-0.117	0.306				
hele jaar	-0.283	0.463	-0.277	0.467				

Tabel C.3 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2013

periode	Brouwershavensche Gat 2				Brouwershavensche Gat 8			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo
januari			0.362	0.304	-0.327	0.498	-0.412	0.510
februari	0.500	0.051	0.784	0.319	0.060	0.446	0.068	0.408
maart	-0.070	0.268	-0.030	0.196	-0.116	0.488	-0.151	0.512
kwartaal 1	-0.060	0.276	0.358	0.431	-0.132	0.504	-0.171	0.519
april	-0.336	0.196	-0.360	0.226	0.132	0.438	0.145	0.451
mei	-0.464	0.182	-0.452	0.160	-0.048	0.473	-0.106	0.533
juni	-0.984	0.269	-0.975	0.228	-0.590	0.591	-0.575	0.492
kwartaal 2	-0.594	0.355	-0.594	0.340	-0.167	0.589	-0.178	0.576
juli	-1.142	0.232	-1.182	0.190	-0.616	0.446	-0.416	0.407
augustus	-0.447	0.363	-0.446	0.394	0.149	0.415	0.252	0.357
september	-0.251	0.254	-0.175	0.242	-0.230	0.441	-0.215	0.467
kwartaal 3	-0.617	0.479	-0.634	0.520	-0.232	0.536	-0.125	0.499
oktober	-0.208	0.210	-0.130	0.193	-0.192	0.207	-0.254	0.189
november	-0.306	0.265	-0.186	0.167	-0.466	0.424	-0.619	0.503
december	-0.095	0.359			-0.278	0.440	-0.462	0.463
kwartaal 4	-0.202	0.298	-0.138	0.190	-0.310	0.389	-0.443	0.435
hele jaar	-0.428	0.435	-0.266	0.599	-0.211	0.514	-0.230	0.525

Tabel C.4 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2013

periode	Haringvliet 10			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo
januari	0.060	0.498	-0.103	0.303
februari	0.246	0.635	0.135	0.504
maart	0.202	0.203	0.055	0.164
kwartaal 1	0.167	0.481	0.026	0.360
april	-0.455	0.498	-0.351	0.354
mei	-0.357	0.491	-0.431	0.292
juni	-0.753	0.616	-0.806	0.315
kwartaal 2	-0.525	0.568	-0.529	0.377
juli	-1.215	0.435	-1.135	0.269
augustus	-0.466	0.463	-0.491	0.436
september	0.040	0.309	-0.024	0.290
kwartaal 3	-0.554	0.657	-0.556	0.568
oktober	-0.052	0.353	-0.130	0.343
november	-0.339	0.367	-0.476	0.280
december	-0.230	0.335	-0.541	0.103
kwartaal 4	-0.206	0.371	-0.317	0.352
hele jaar	-0.277	0.604	-0.348	0.492

Tabel C.5 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2013

periode	Vlakte van de Raan				Oosterschelde 4			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)		S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo
januari	2.577	0.903	1.561	0.797				
februari	1.653	0.562	1.478	0.485				
maart	1.368	0.360	1.128	0.354				
kwartaal 1	1.876	0.851	1.362	0.615				
april	1.378	0.668	0.710	0.283				
mei	1.402	0.574	0.429	0.430				
juni	1.136	0.605	0.296	0.447				
kwartaal 2	1.306	0.628	0.480	0.430				
juli	0.543	0.996	0.547	0.511				
augustus	0.527	0.886	0.021	0.294				
september	-0.199	0.265	-0.465	0.238				
kwartaal 3	0.350	0.873	0.012	0.541				
oktober	0.164	0.509	-0.217	0.360				
november	0.920	0.498	0.962	0.532				
december	0.953	0.467	0.700	0.388				
kwartaal 4	0.676	0.613	0.477	0.665				
hele jaar	1.066	0.923	0.551	0.738				

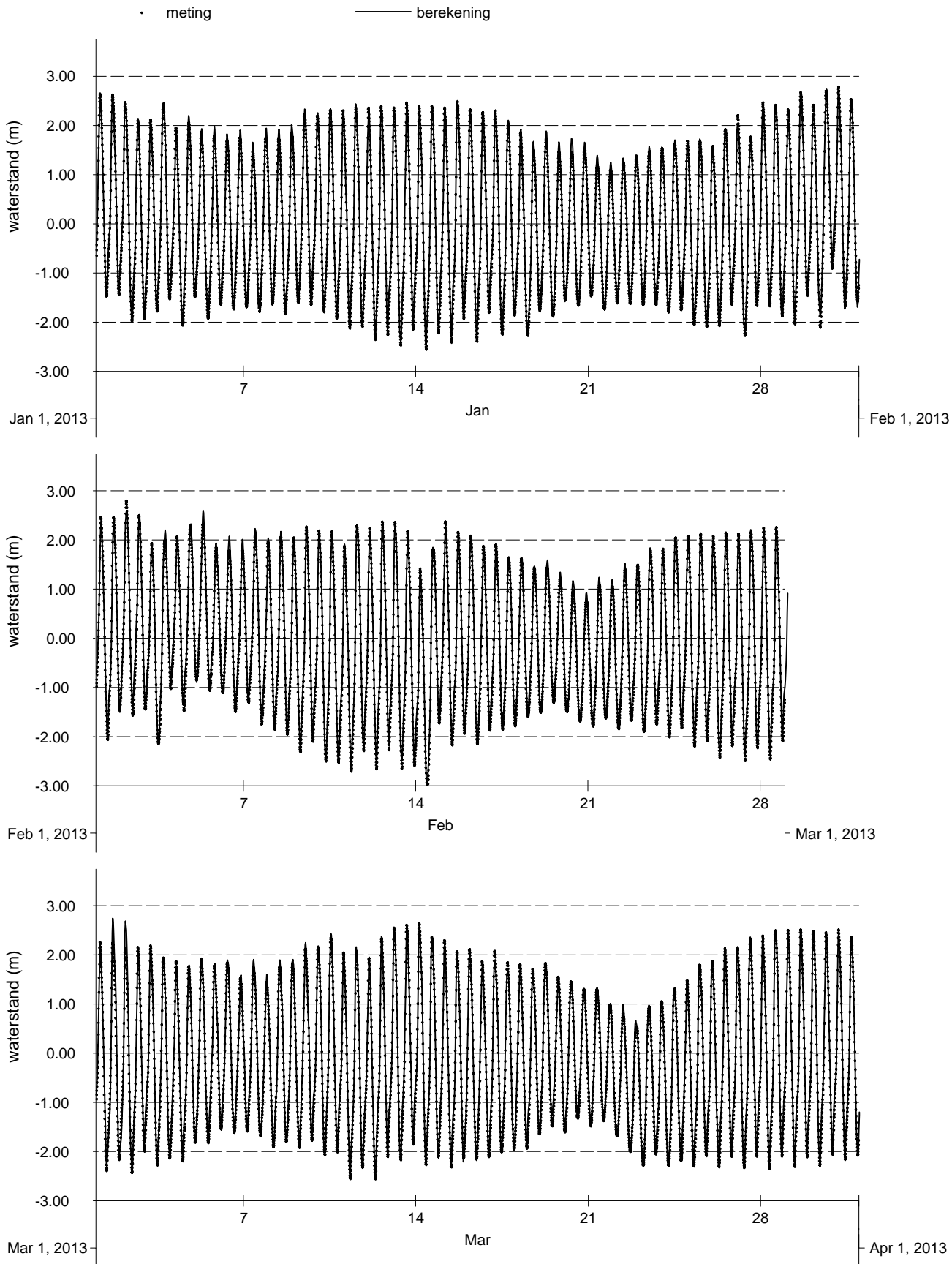
Tabel C.6 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2013

periode	Brouwershavensche Gat 2				Brouwershavensche Gat 8			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)		S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo
januari			-0.059	0.559	-0.952	1.495	-0.889	1.334
februari	1.244	0.246	0.677	0.425	0.149	1.871	-0.280	1.986
maart	0.679	0.601	0.577	0.556	-0.298	1.028	-0.359	1.015
kwartaal 1	0.689	0.601	0.392	0.614	-0.380	1.557	-0.515	1.507
april	0.340	0.429	0.309	0.354	-0.036	0.648	-0.660	0.542
mei	0.217	0.542	0.047	0.397	-0.389	1.789	-0.914	1.511
juni	0.336	0.968	-0.325	1.144	-0.058	1.296	-0.982	2.205
kwartaal 2	0.297	0.688	0.011	0.770	-0.163	1.345	-0.853	1.580
juli	-0.369	0.771	-0.176	0.626	-2.671	1.603	-2.523	1.470
augustus	-0.864	0.398	-0.615	0.302	-0.909	0.719	-1.243	0.785
september	-1.367	0.543	-1.593	0.832	-1.488	0.759	-1.415	0.721
kwartaal 3	-0.861	0.718	-0.765	0.868	-1.691	1.331	-1.731	1.196
oktober	-0.912	0.392	-1.202	0.283	0.454	1.010	0.538	1.267
november	0.347	0.677	-0.596	0.215	1.171	0.754	-0.195	1.553
december	1.227	0.891			0.620	0.539	0.570	0.922
kwartaal 4	0.219	1.117	-1.118	0.346	0.603	0.868	0.310	1.318
hele jaar	-0.034	1.009	-0.226	0.907	-0.506	1.556	-0.698	1.587

Tabel C.7 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2013

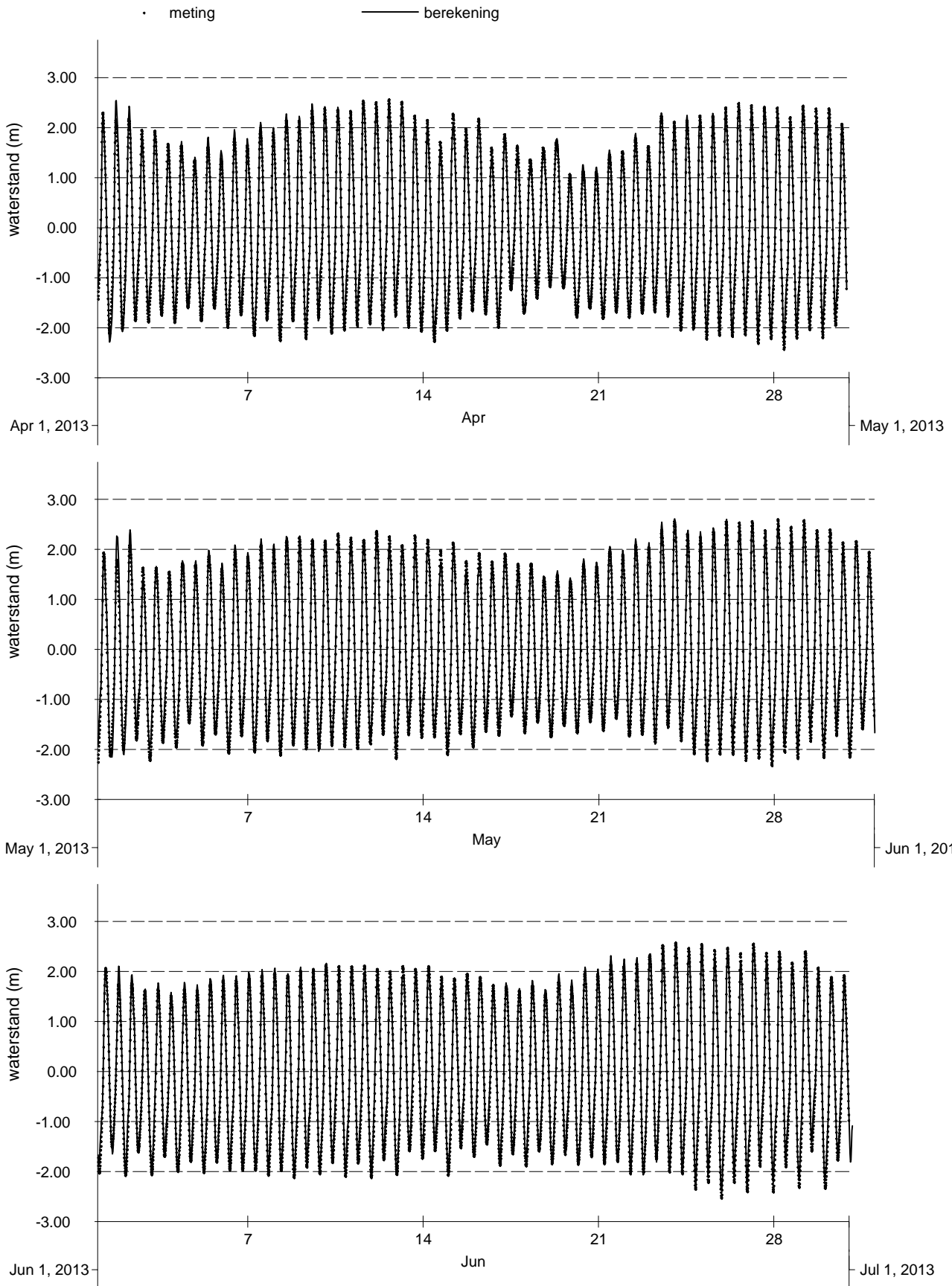
periode	Haringvliet 10			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSEo	BIAS	RMSEo
januari	-0.757	2.908	0.350	0.787
februari	0.258	3.309	1.230	0.869
maart	0.549	1.140	0.518	0.716
kwartaal 1	0.013	2.660	0.684	0.875
april	0.232	1.611	0.107	0.660
mei	-0.771	2.321	-0.310	0.823
juni	-0.474	3.010	-0.612	1.255
kwartaal 2	-0.389	2.468	-0.272	0.990
juli	-0.765	1.360	-1.046	0.551
augustus	-0.971	0.549	-1.017	0.452
september	-0.767	2.194	-1.980	1.196
kwartaal 3	-0.835	1.518	-1.341	0.914
oktober	0.104	0.967	-0.186	0.534
november	0.631	2.481	0.245	0.737
december	0.689	1.579	-0.213	0.363
kwartaal 4	0.473	1.798	0.010	0.663
hele jaar	-0.181	2.206	-0.255	1.160

Tabel C.8 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2013



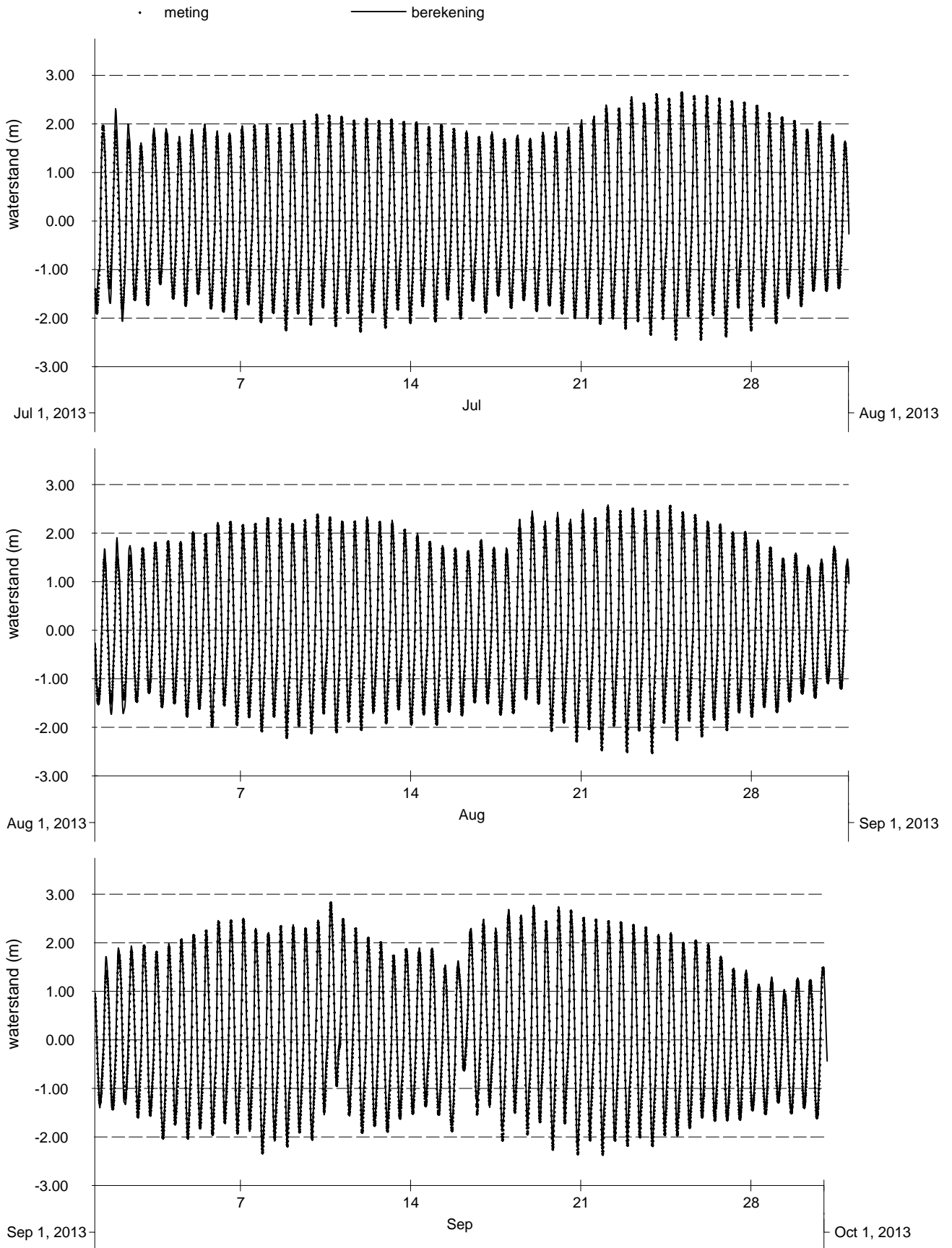
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 1e kwartaal 2013, Waterbase-station Vlissingen

Kustzuid model



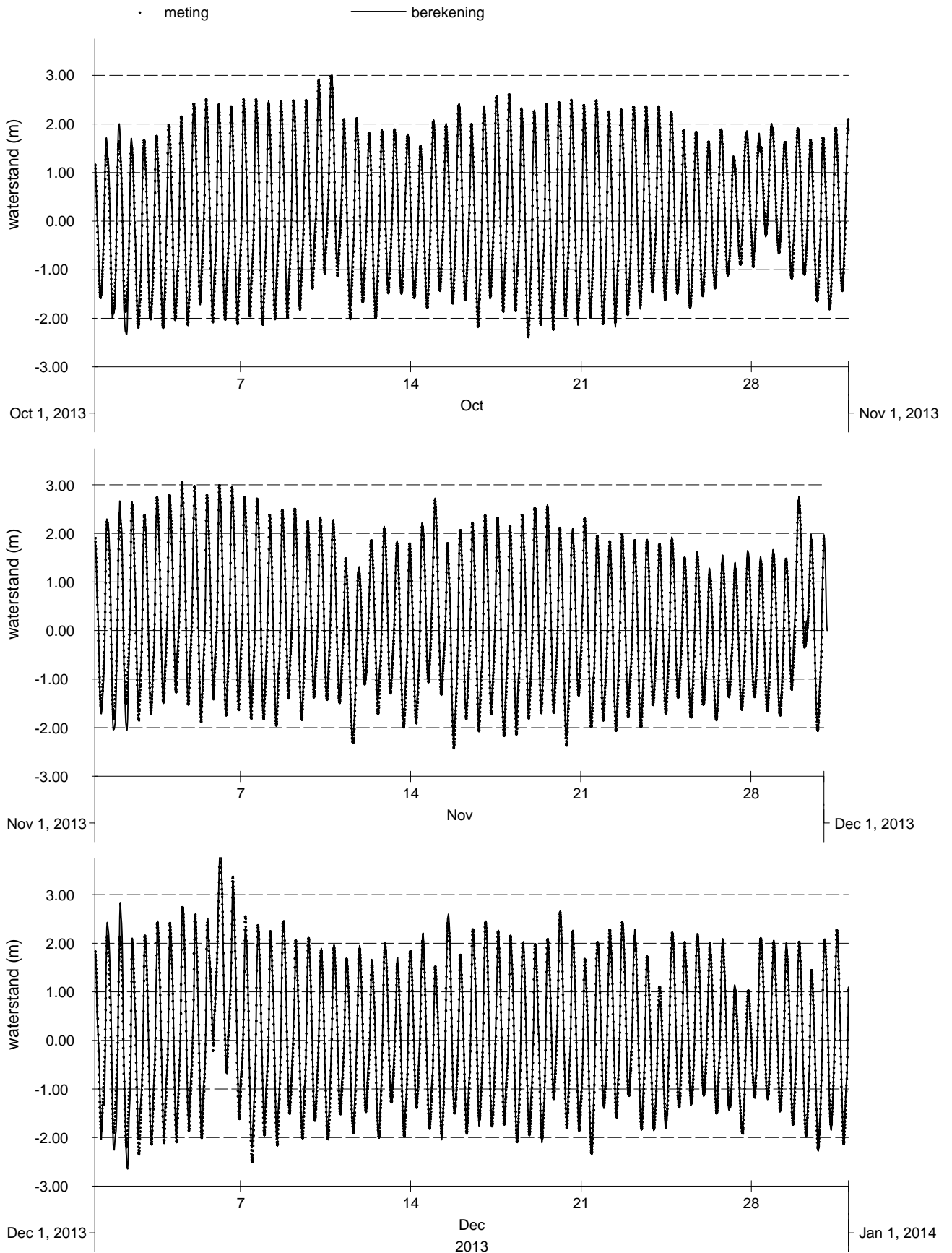
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 2e kwartaal 2013, Waterbase-station Vlissingen

Kustzuid model



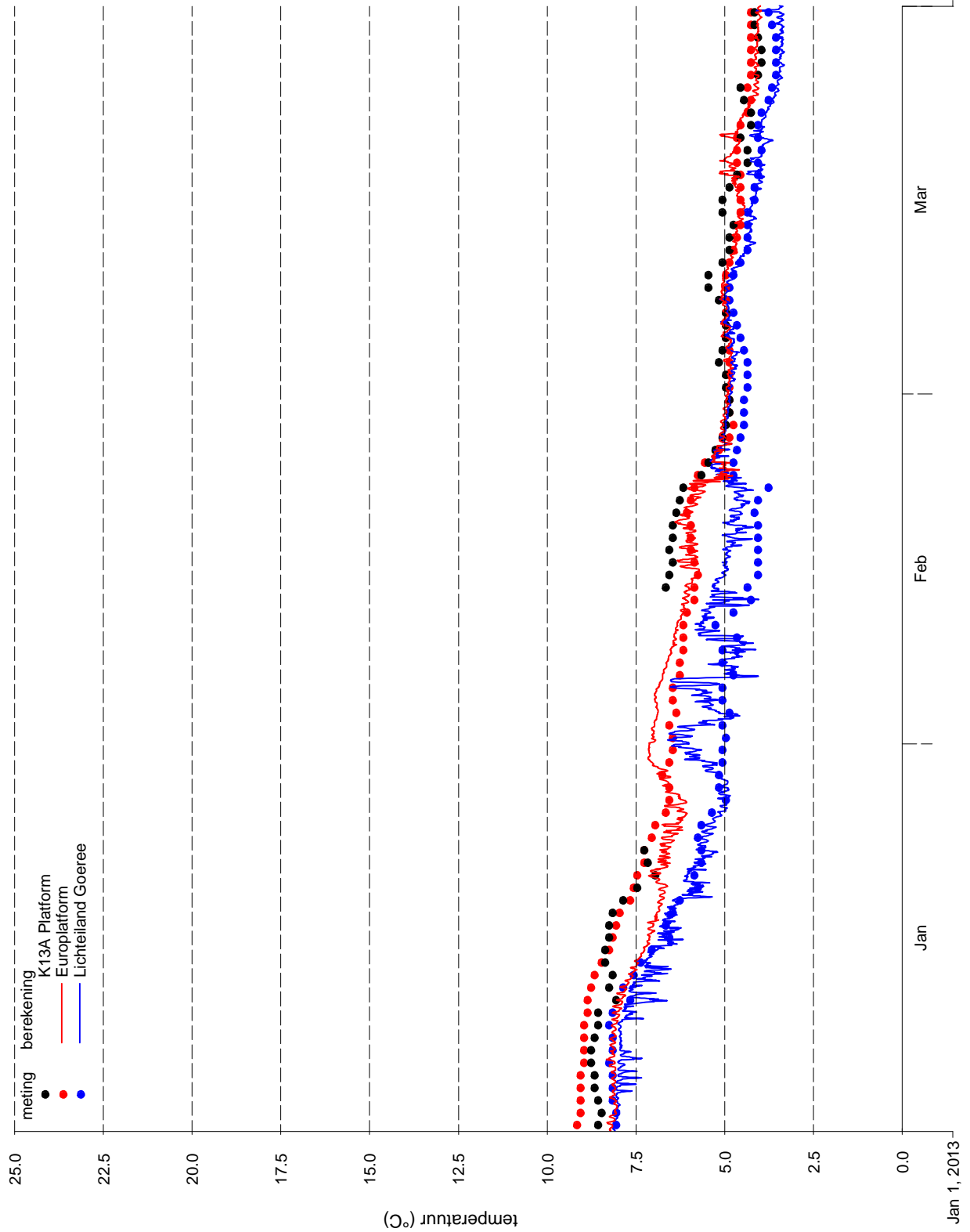
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 3e kwartaal 2013, Waterbase-station Vlissingen

Kustzuid model



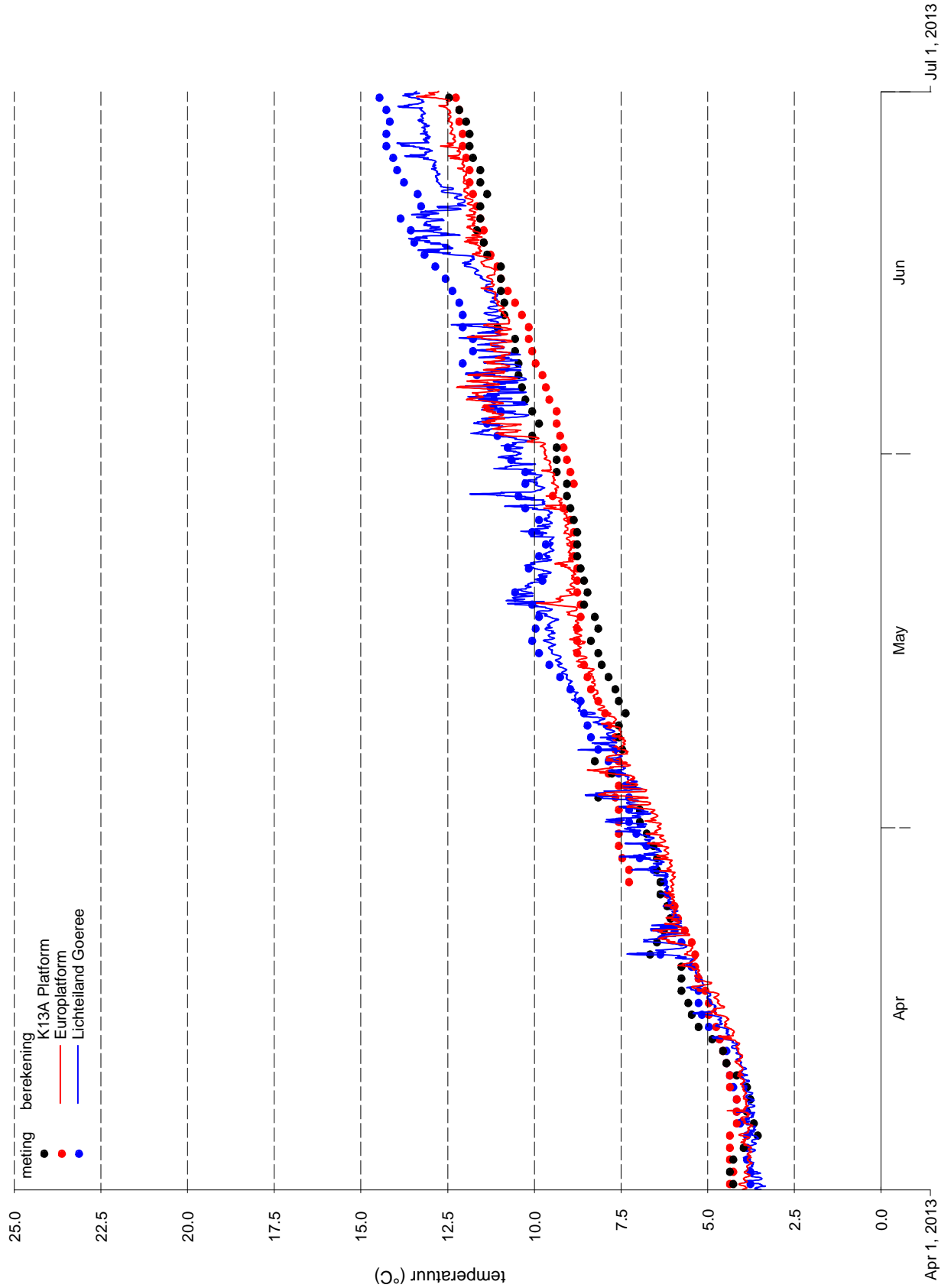
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 4e kwartaal 2013, Waterbase-station Vlissingen

Kustzuid model



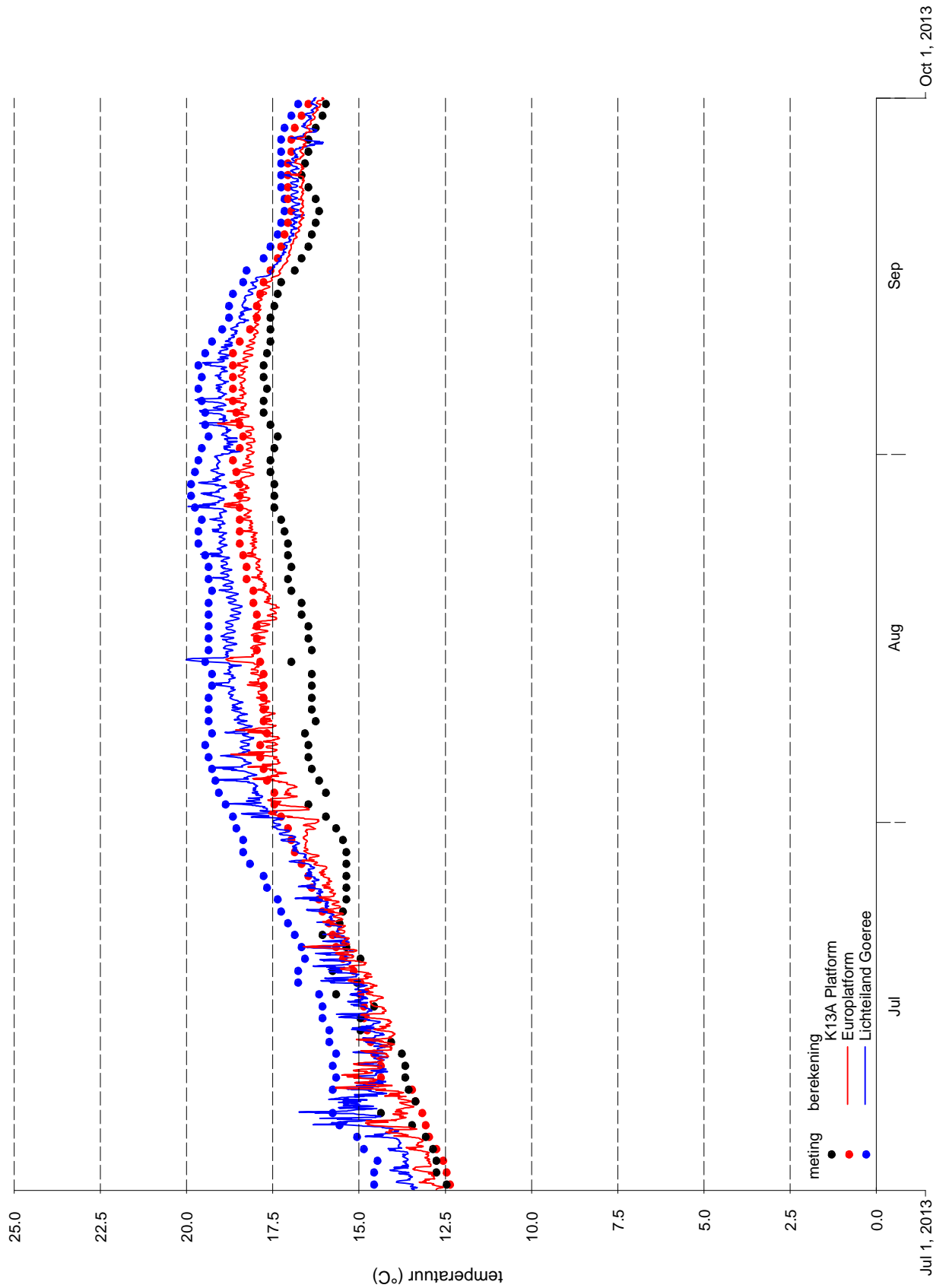
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 1e kwartaal 2013, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.

Kustzuid model



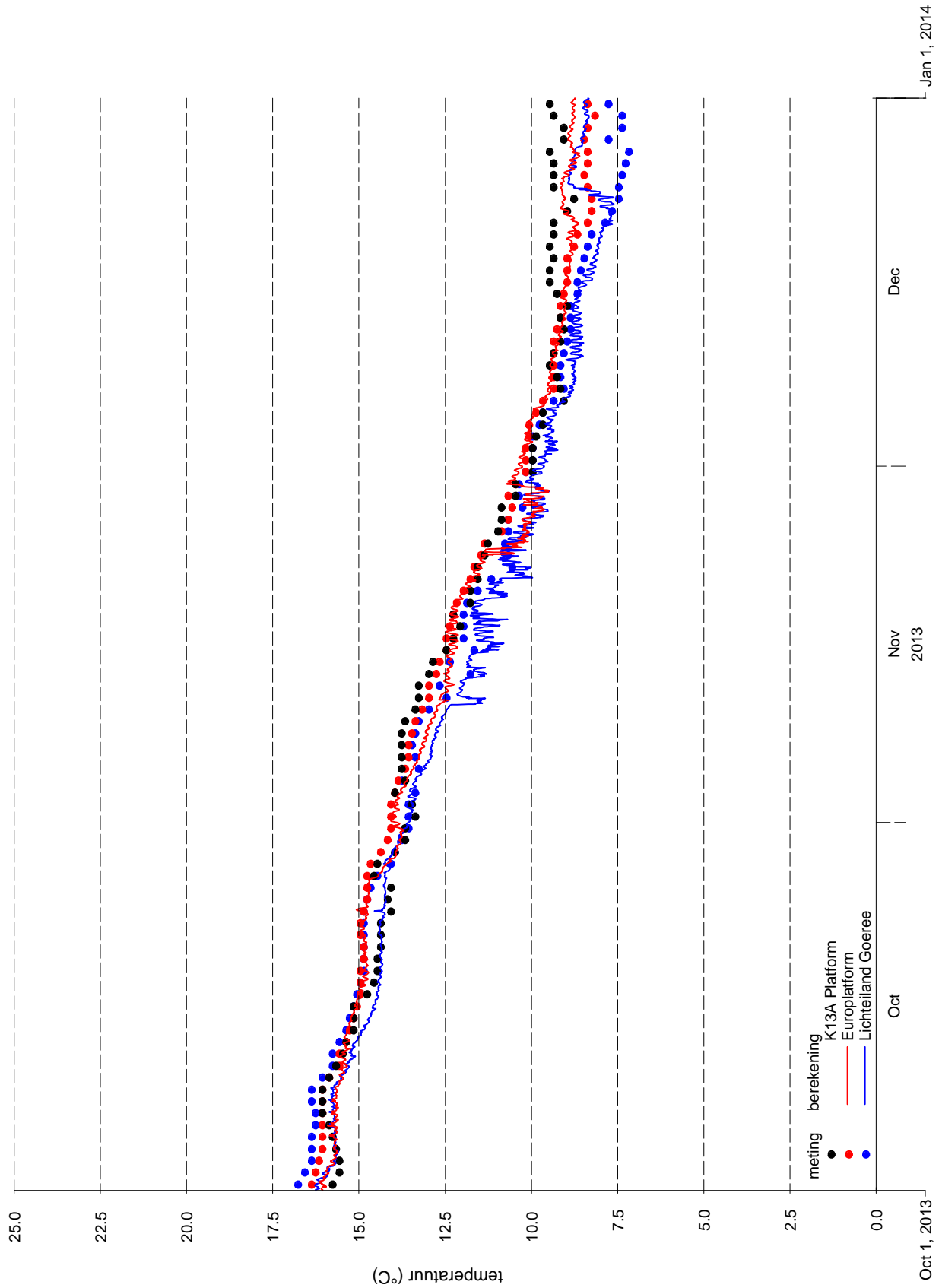
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 2e kwartaal 2013, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.

Kustzuid model



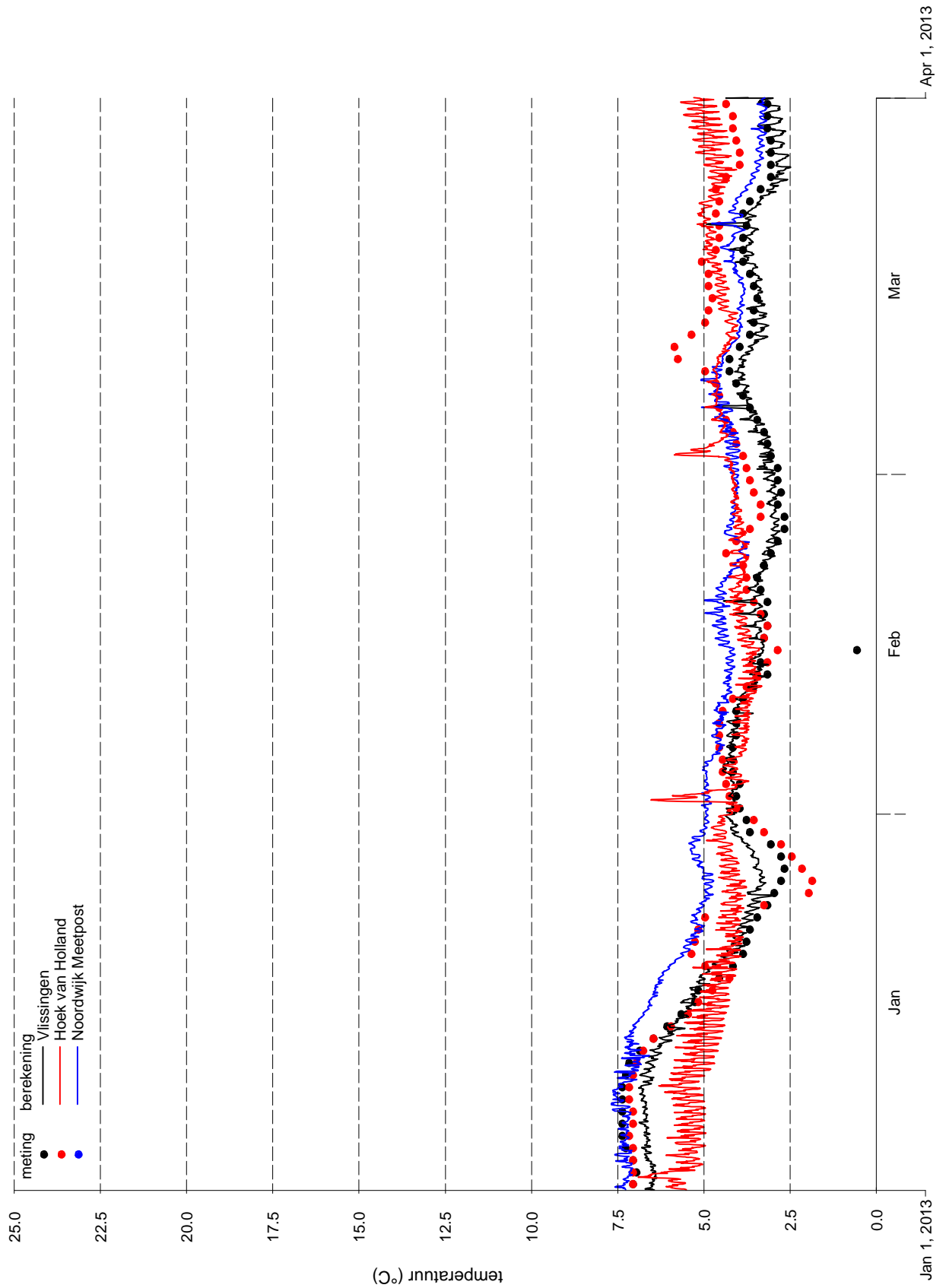
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 3e kwartaal 2013, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.

Kustzuid model	



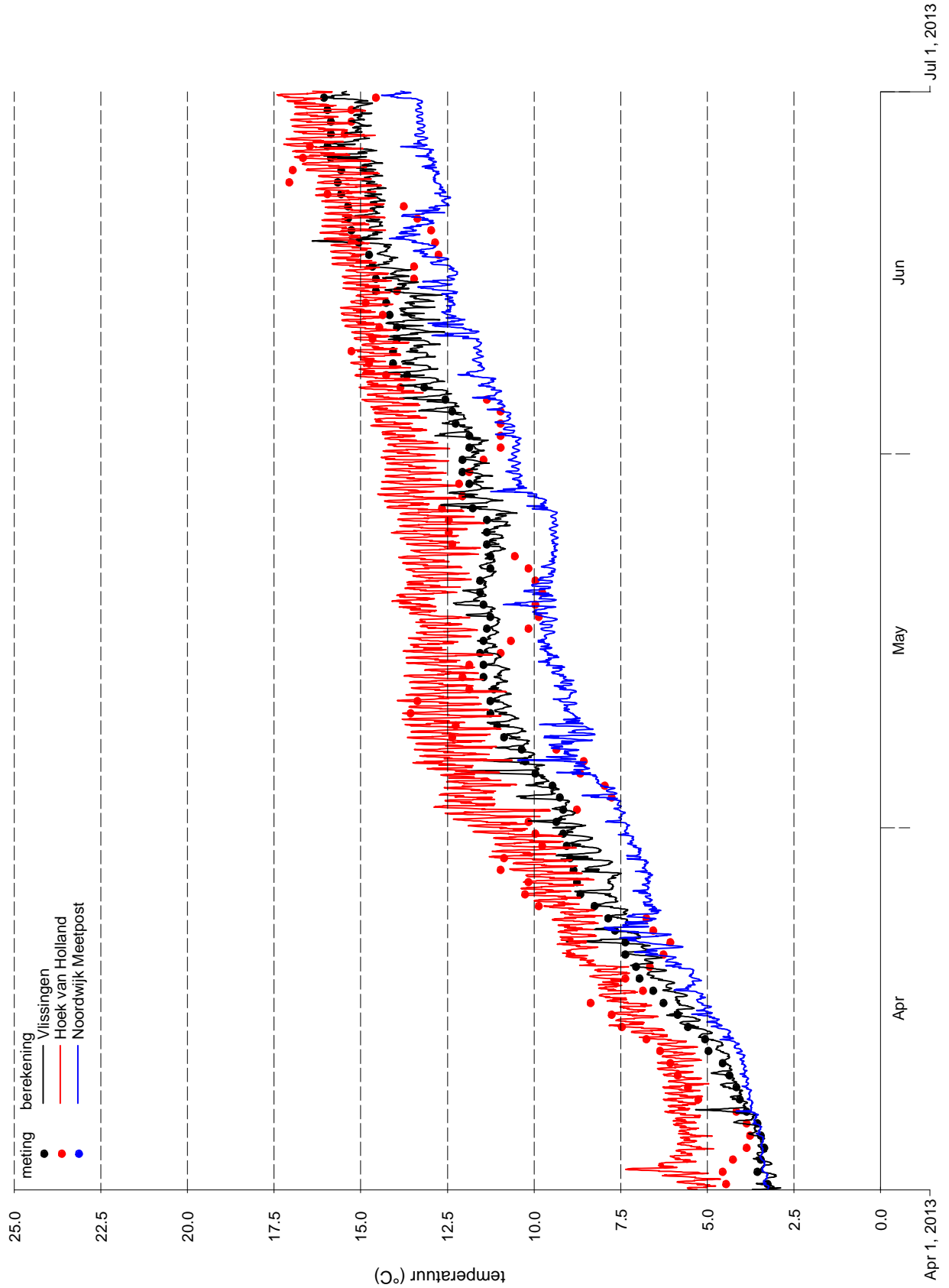
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 4e kwartaal 2013, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.

Kustzuid model	



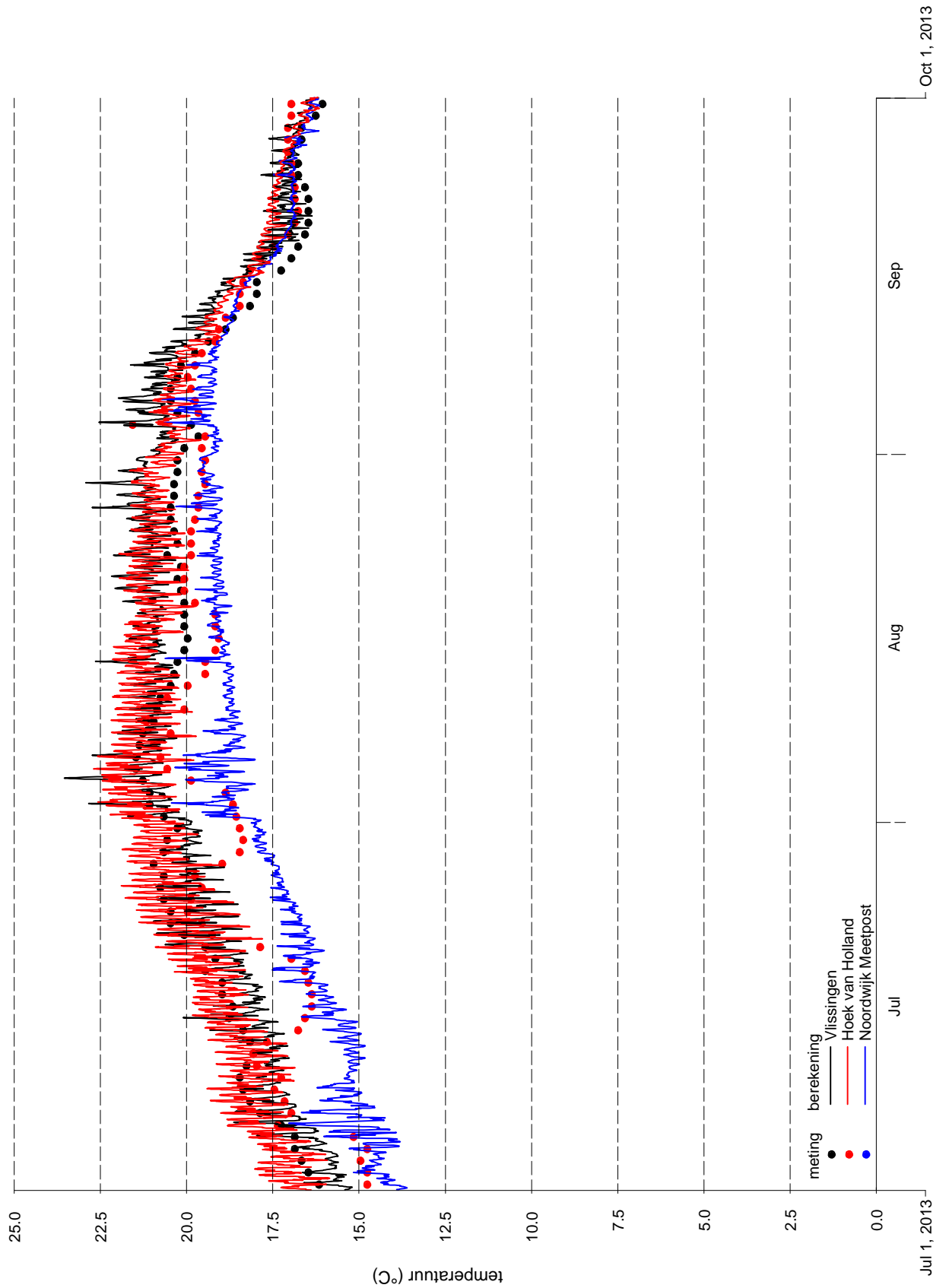
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 1e kwartaal 2013, Waterbase-stations Vlissingen, Hoek van Holland en Noordwijk Meetpost

Kustzuid model



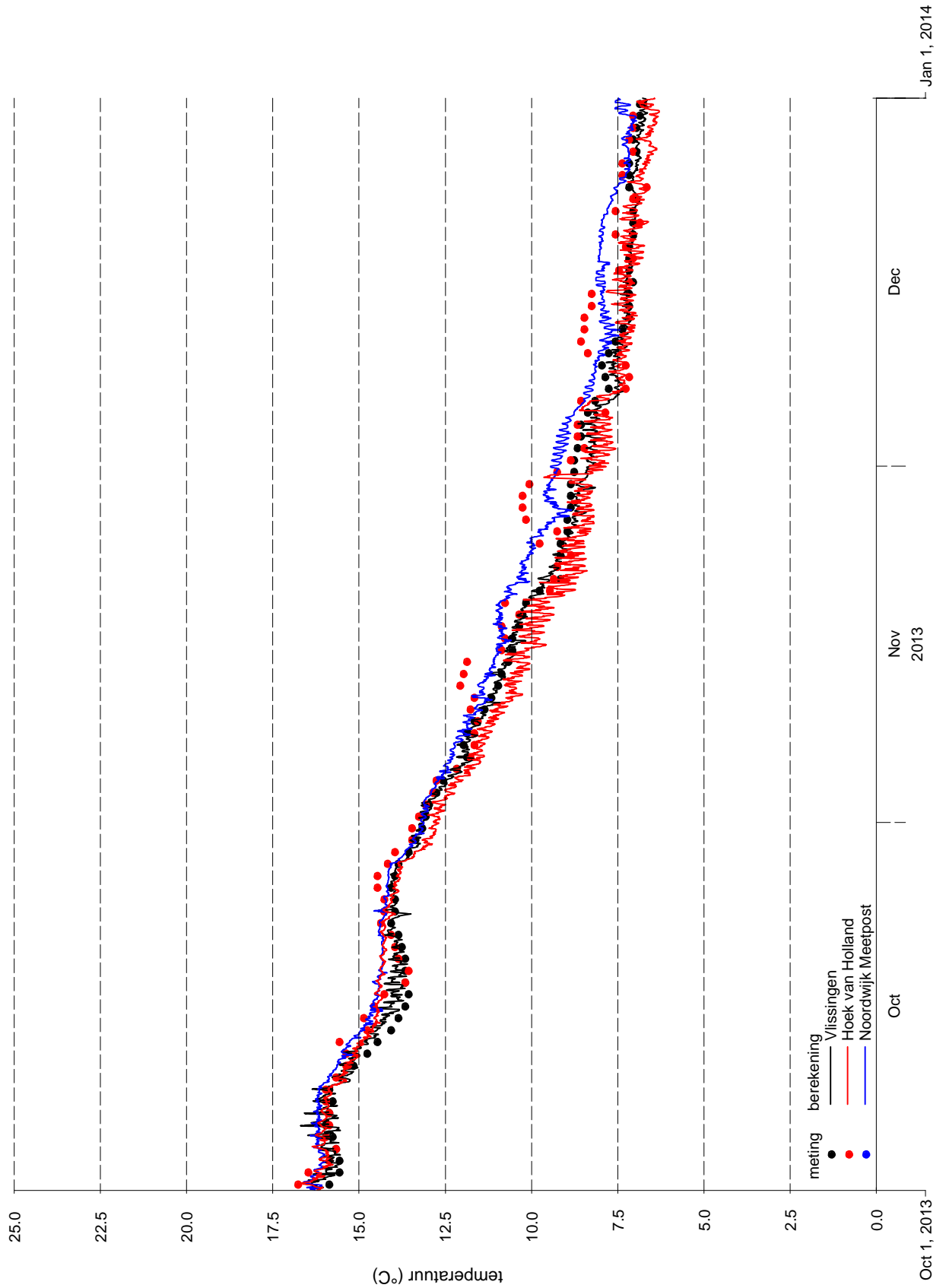
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 2e kwartaal 2013, Waterbase-stations Vlissingen, Hoek van Holland en Noordwijk Meetpost

Kustzuid model



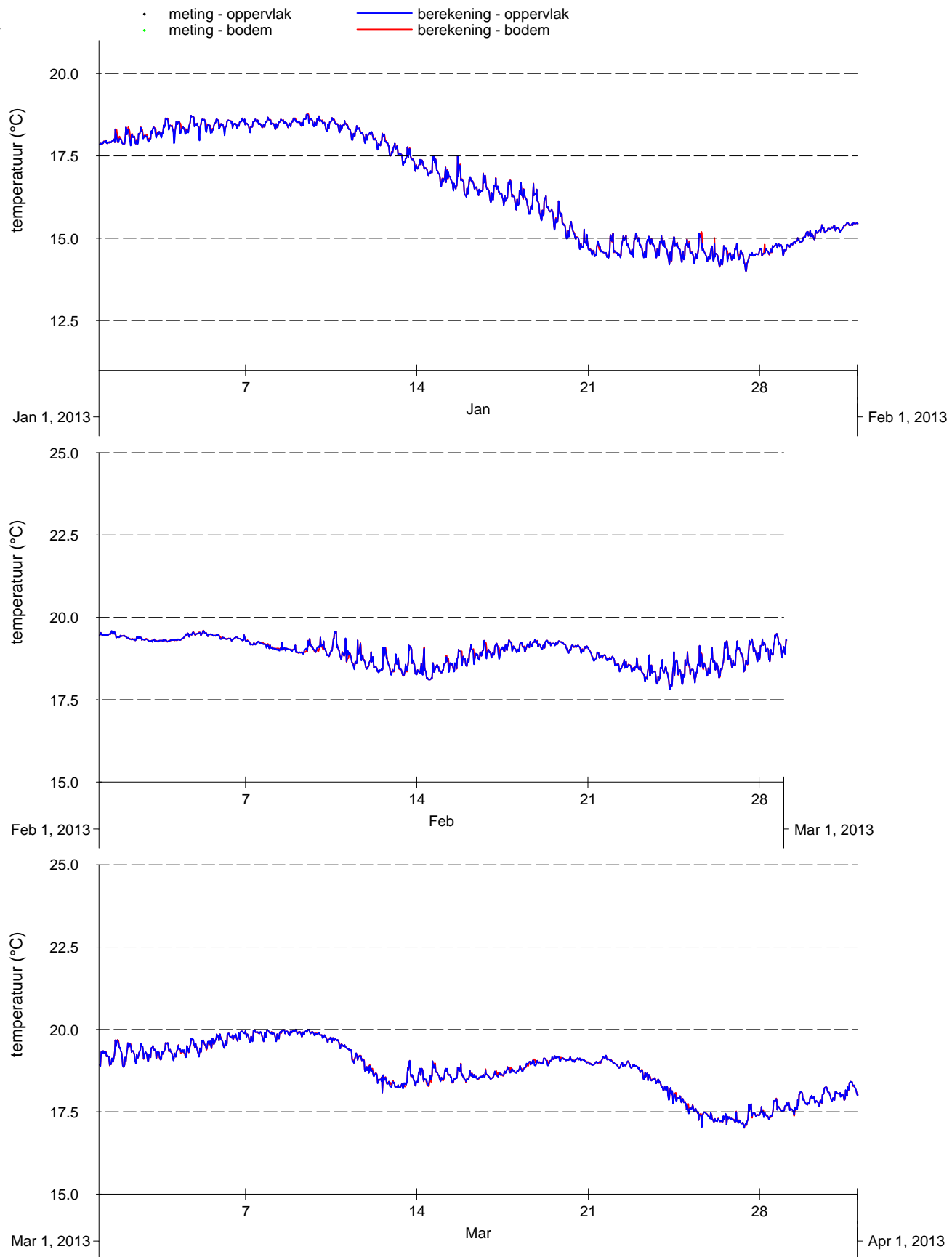
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 3e kwartaal 2013, Waterbase-stations Vlissingen, Hoek van Holland en Noordwijk Meetpost

Kustzuid model	



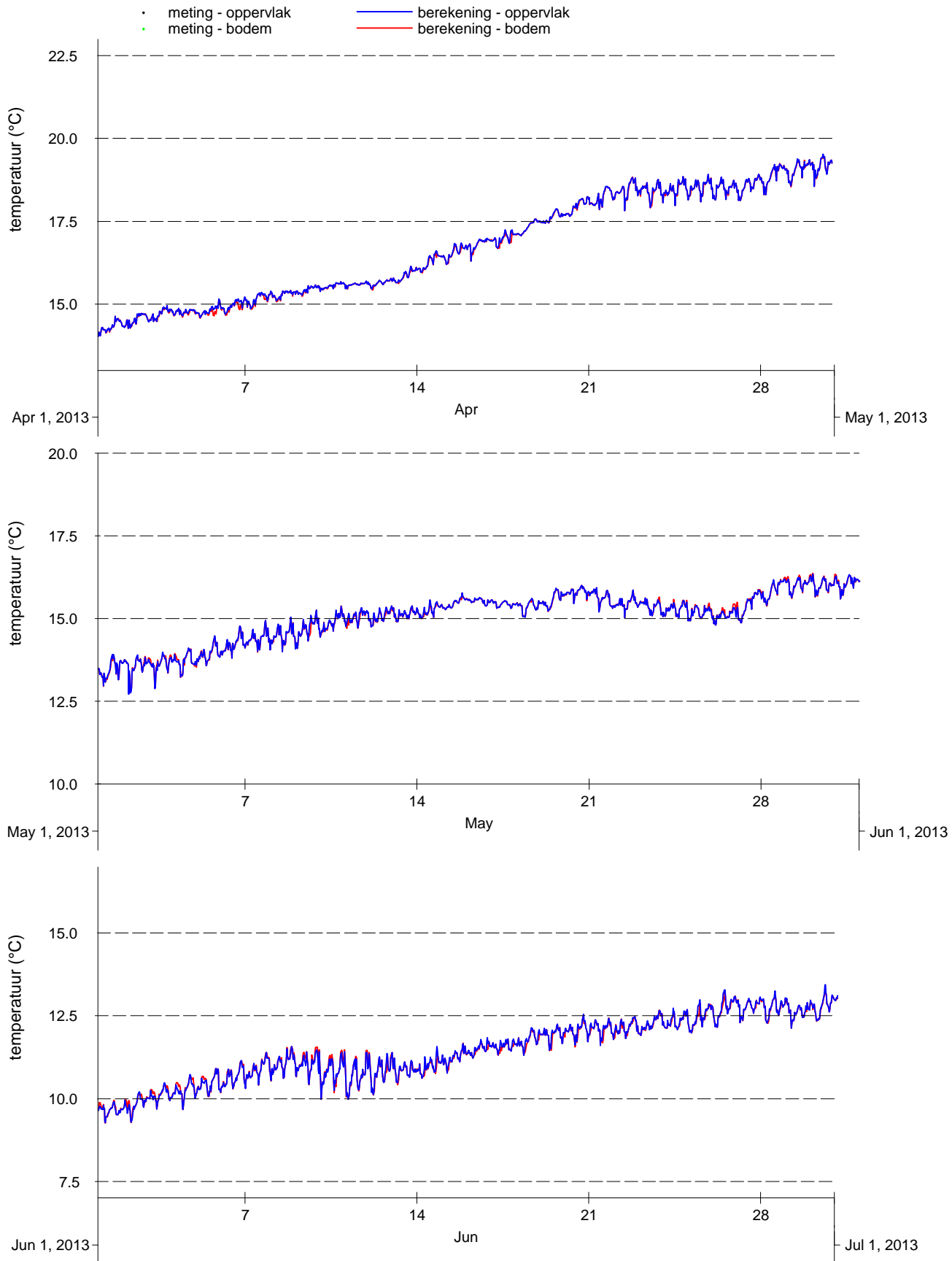
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 4e kwartaal 2013, Waterbase-stations Vlissingen, Hoek van Holland en Noordwijk Meetpost

Kustzuid model	



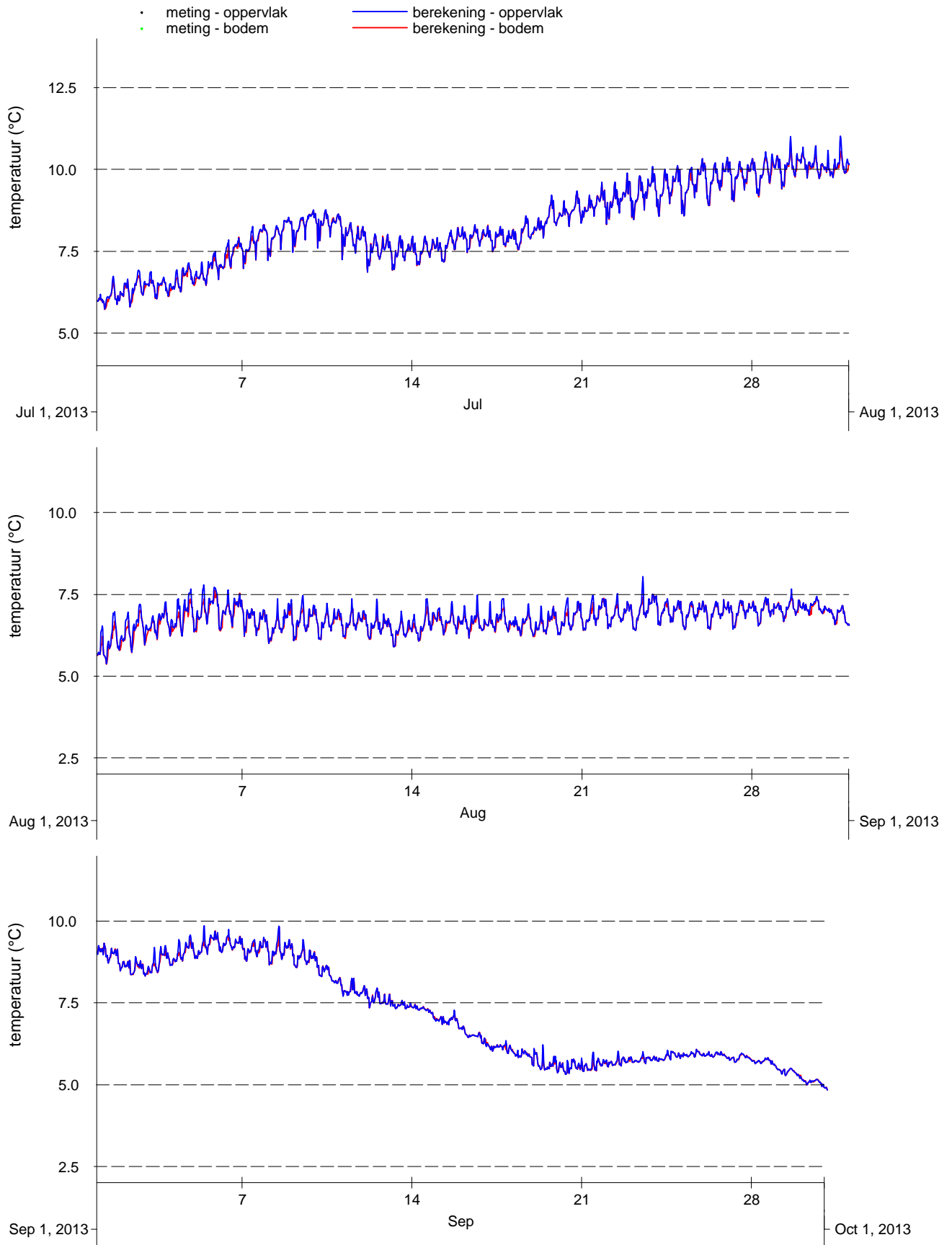
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model	



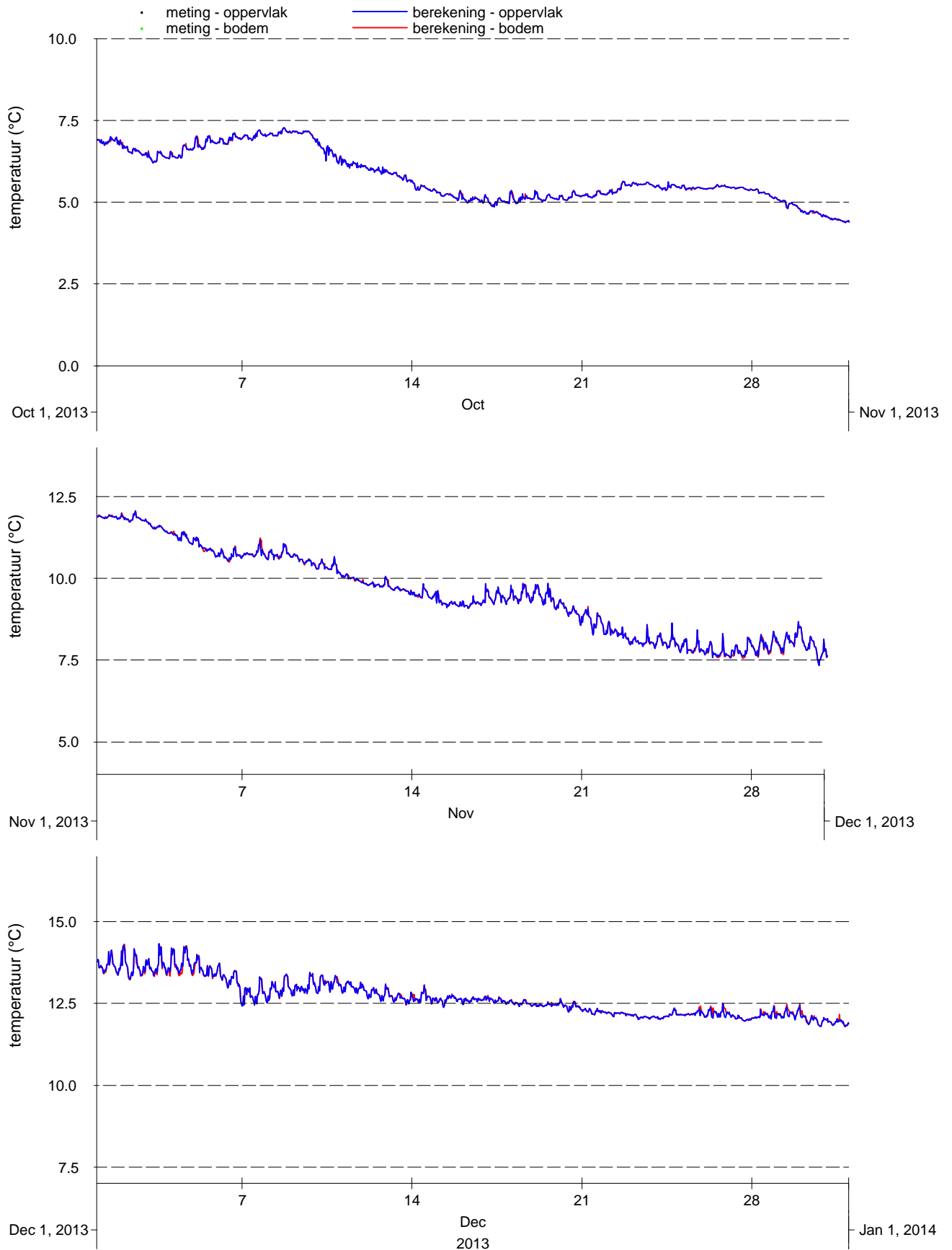
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



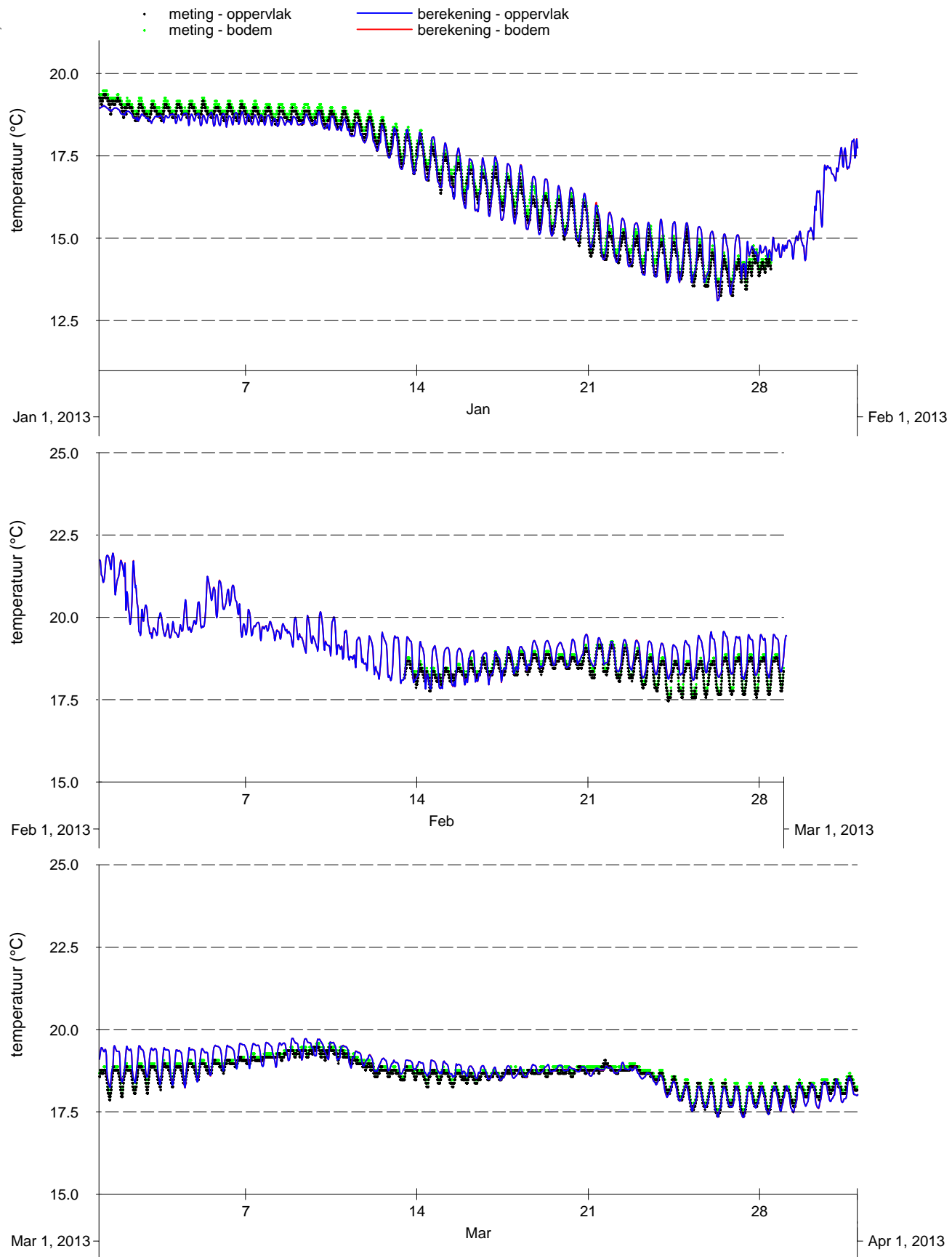
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



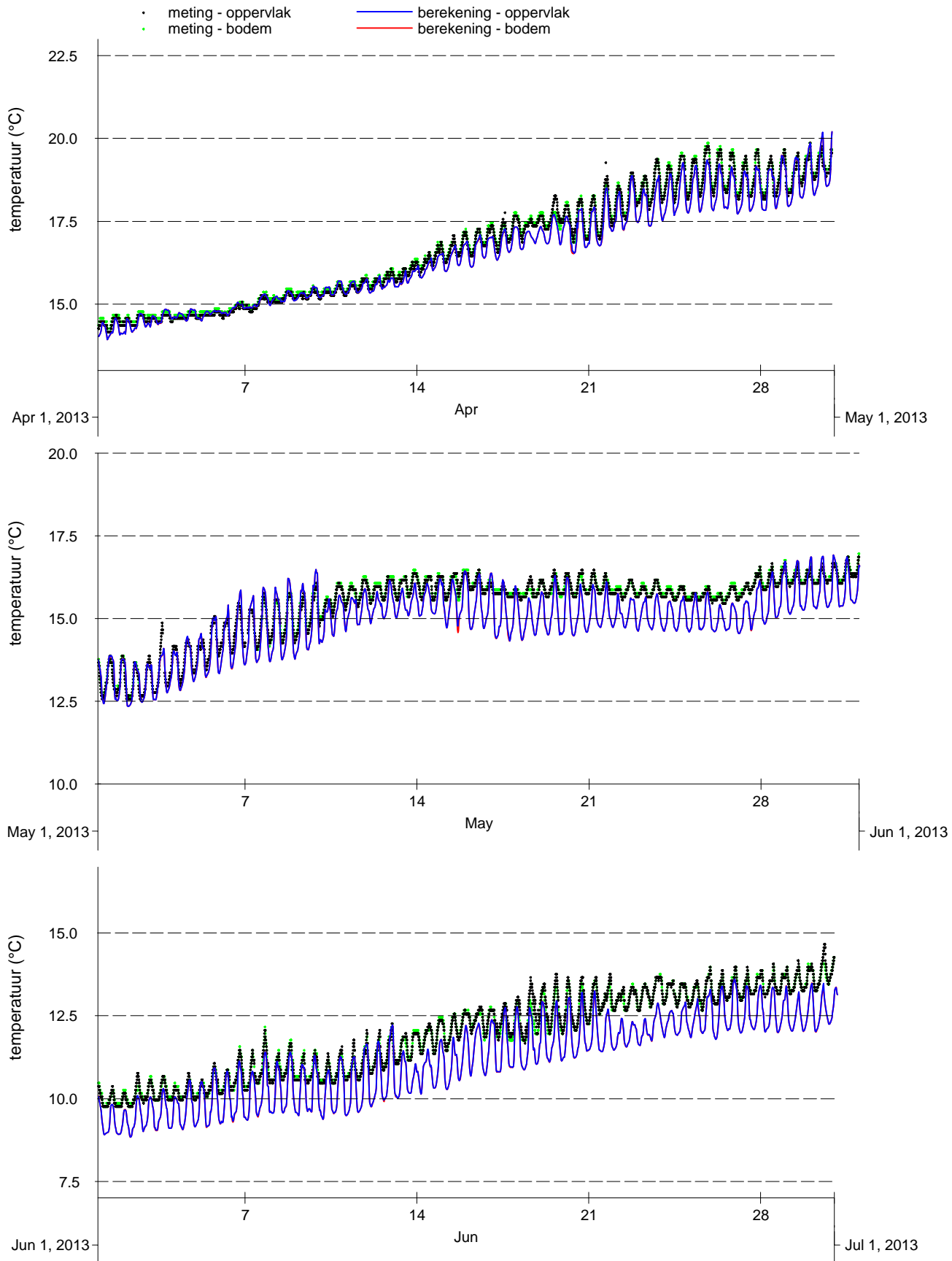
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



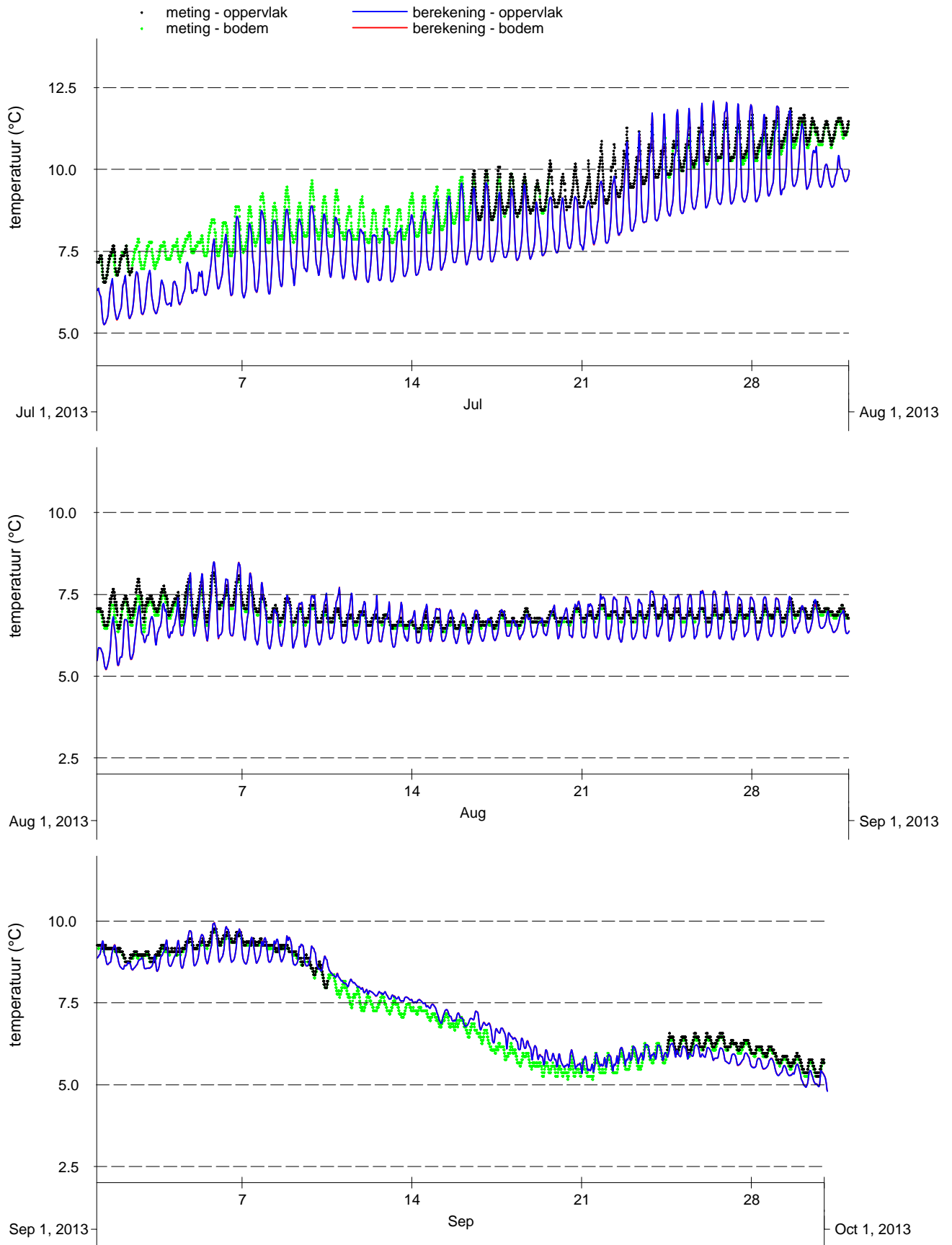
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model	



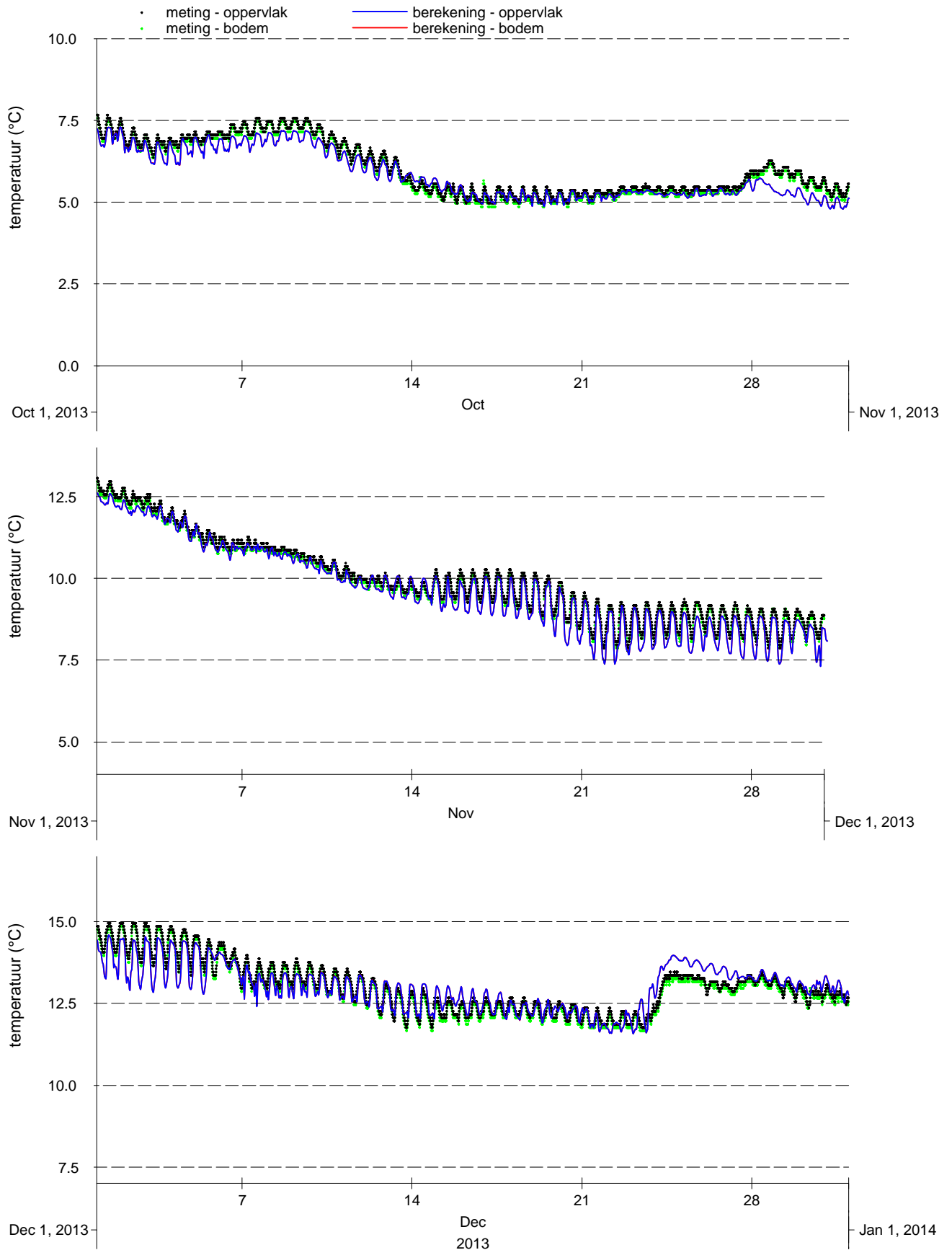
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



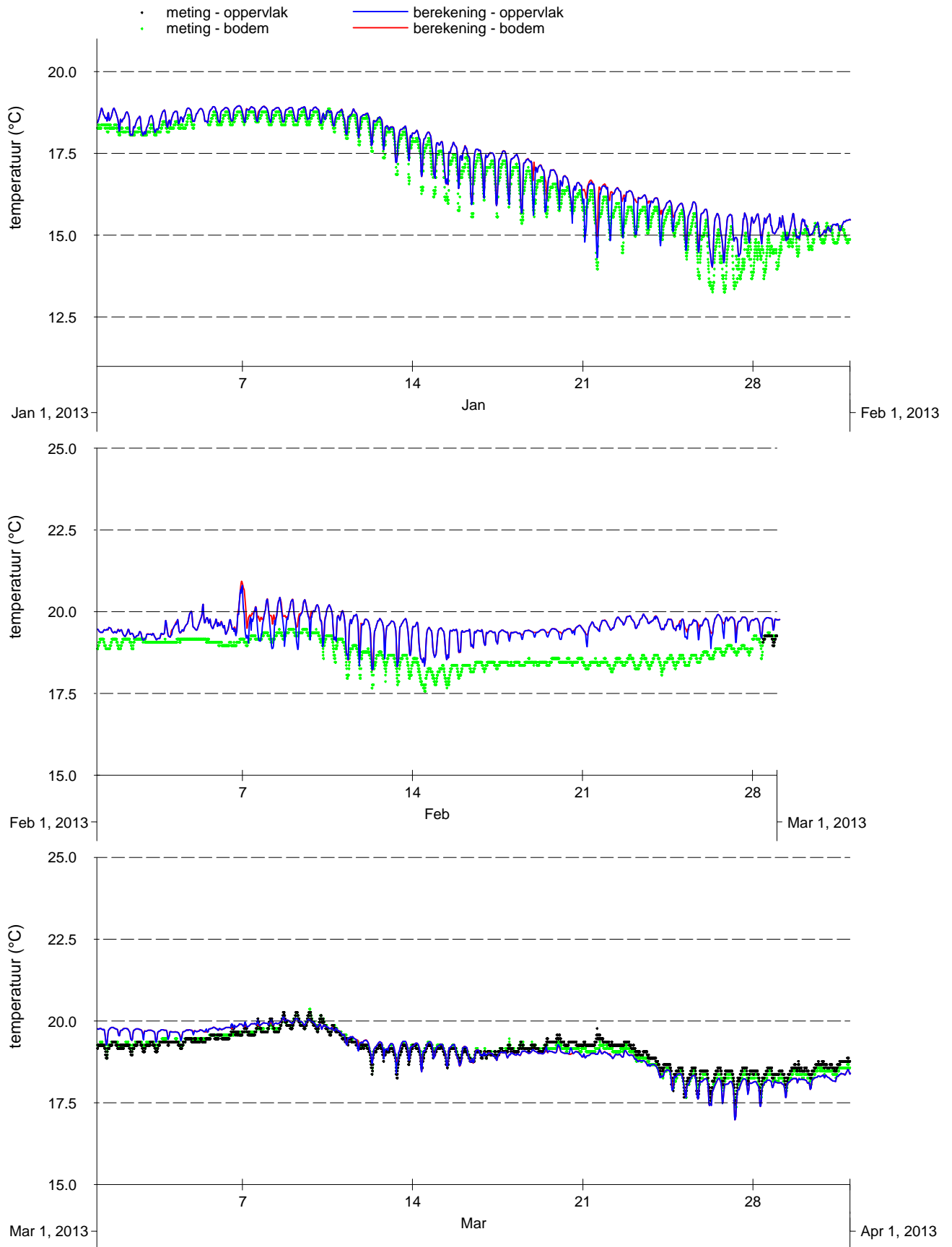
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



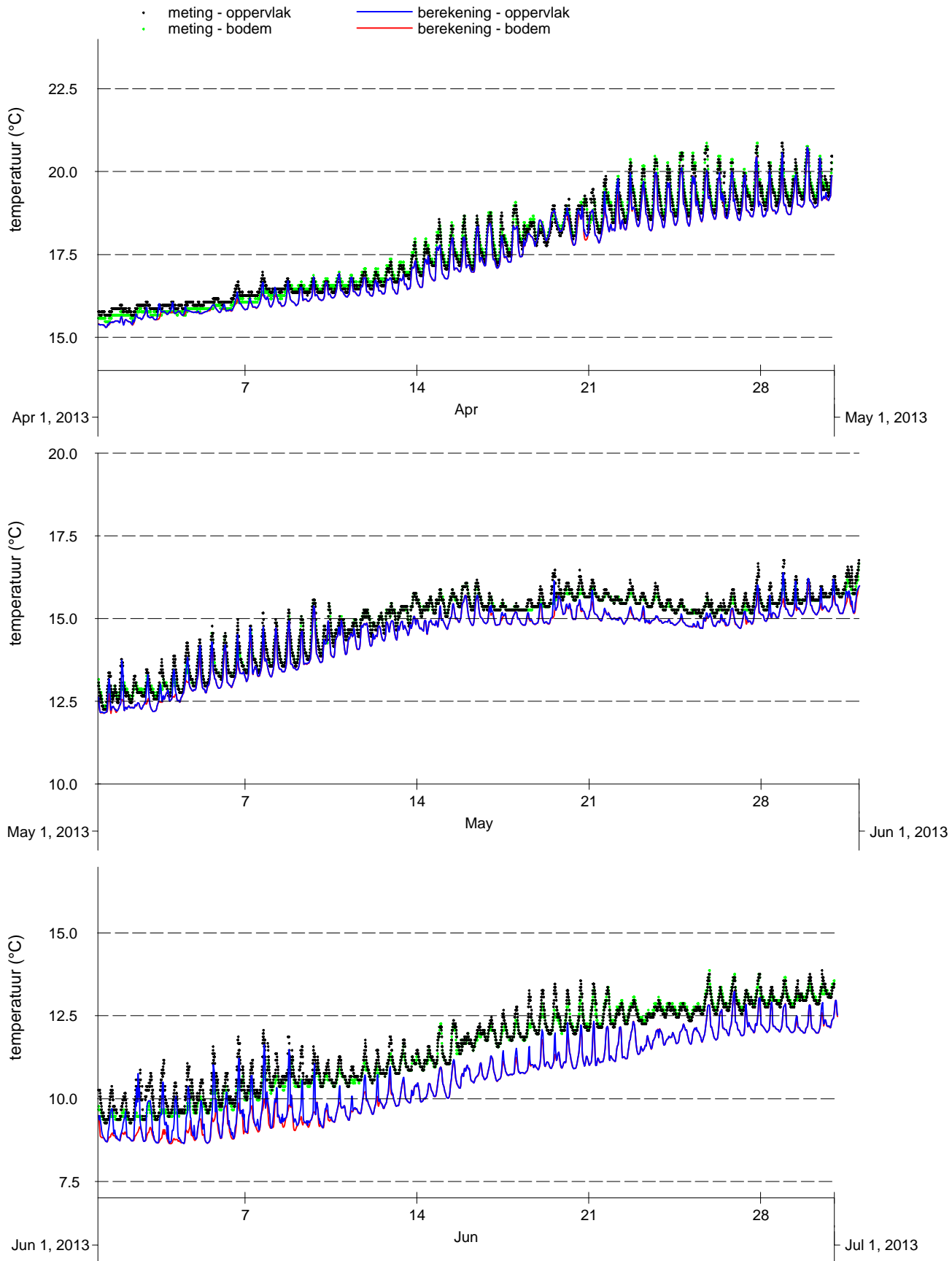
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2013, Zege-
 station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



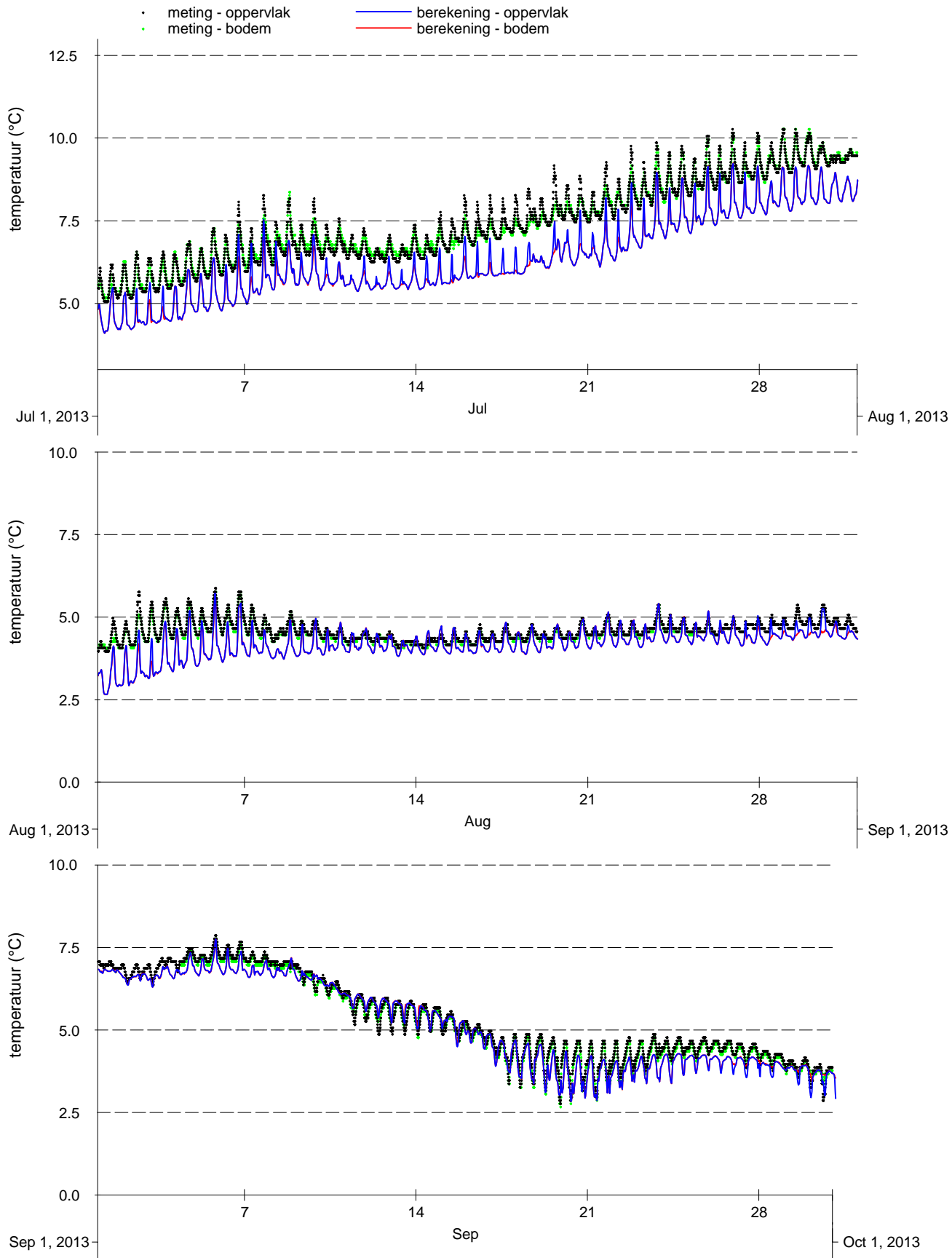
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



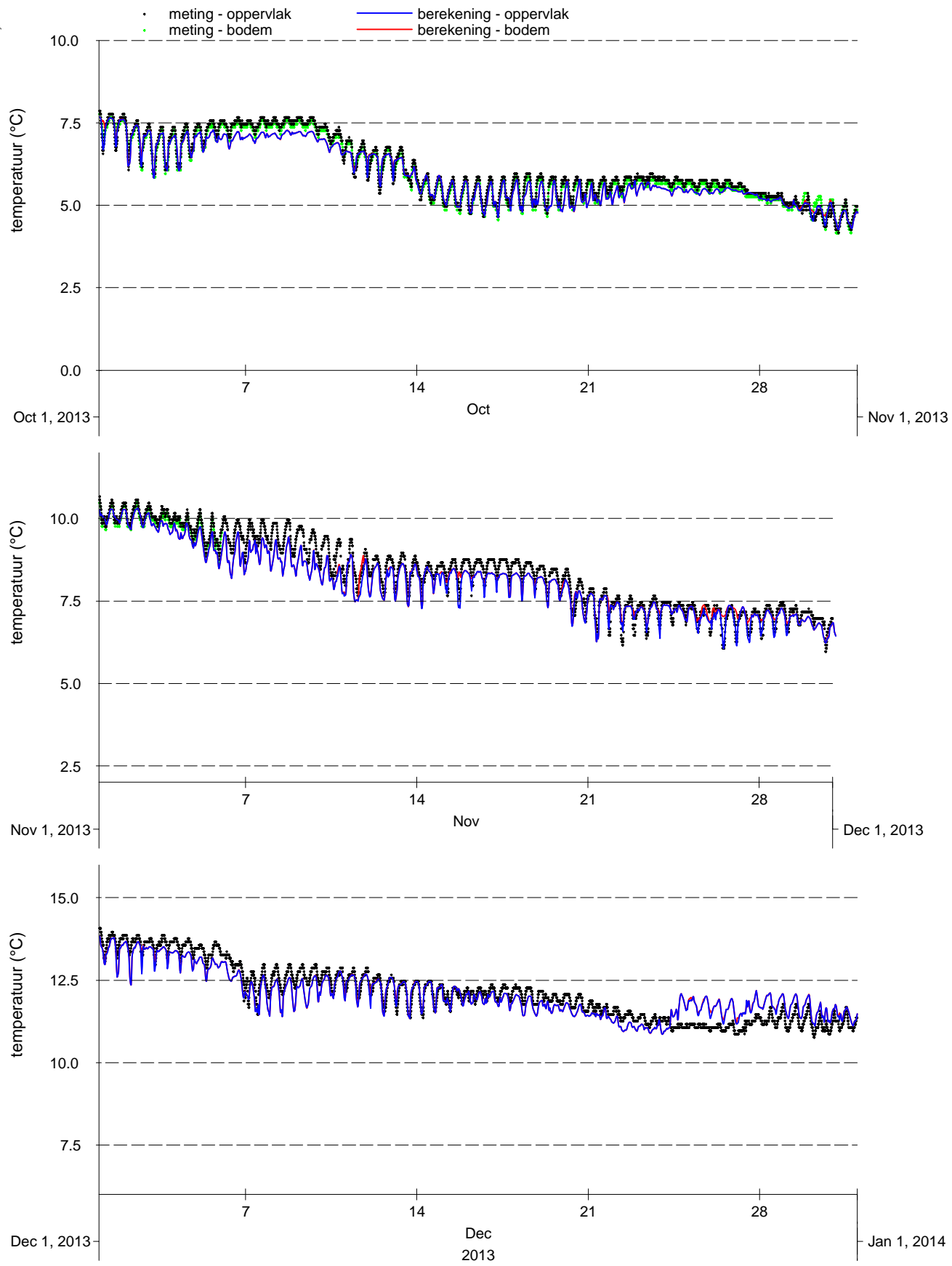
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



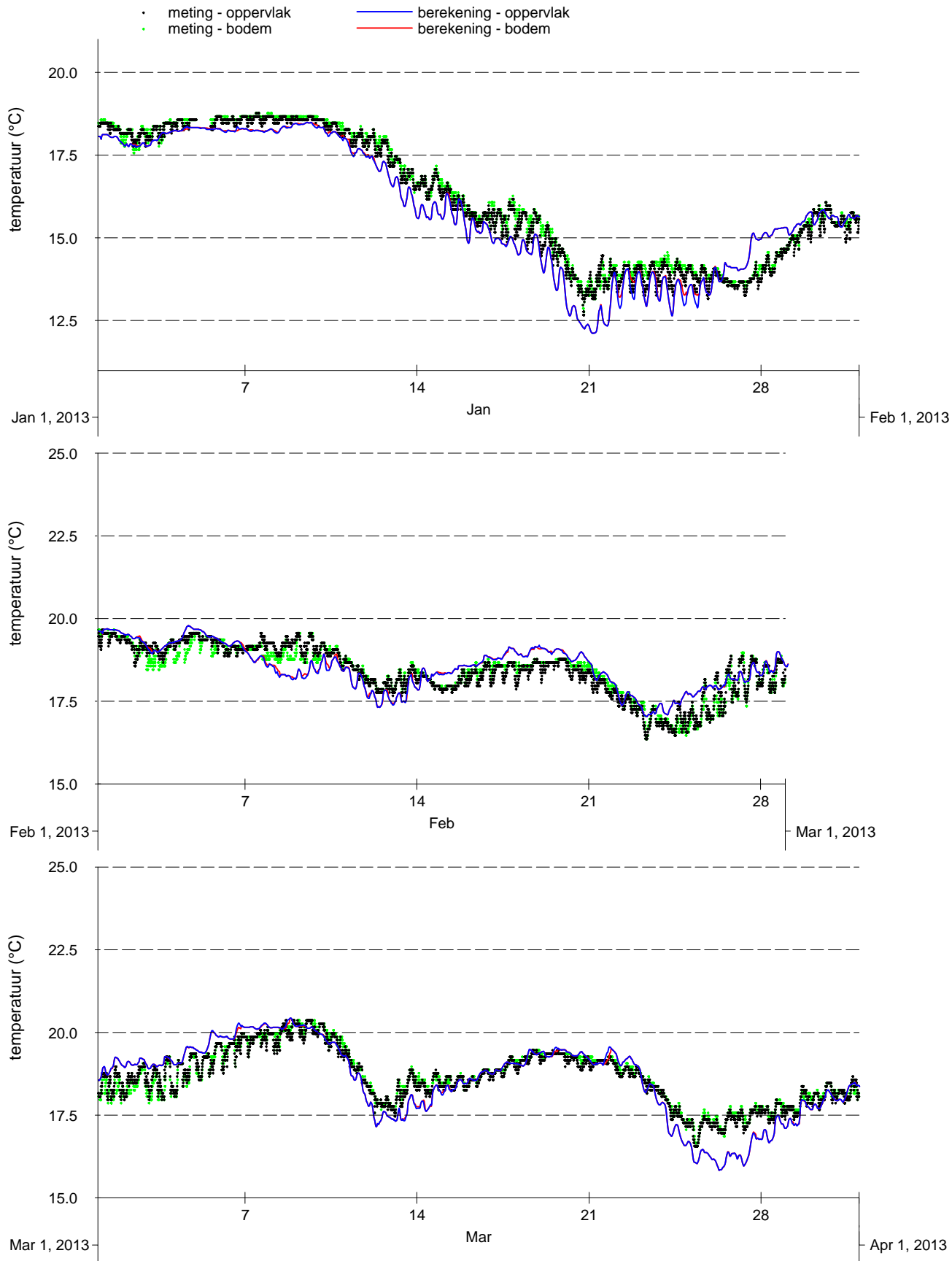
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



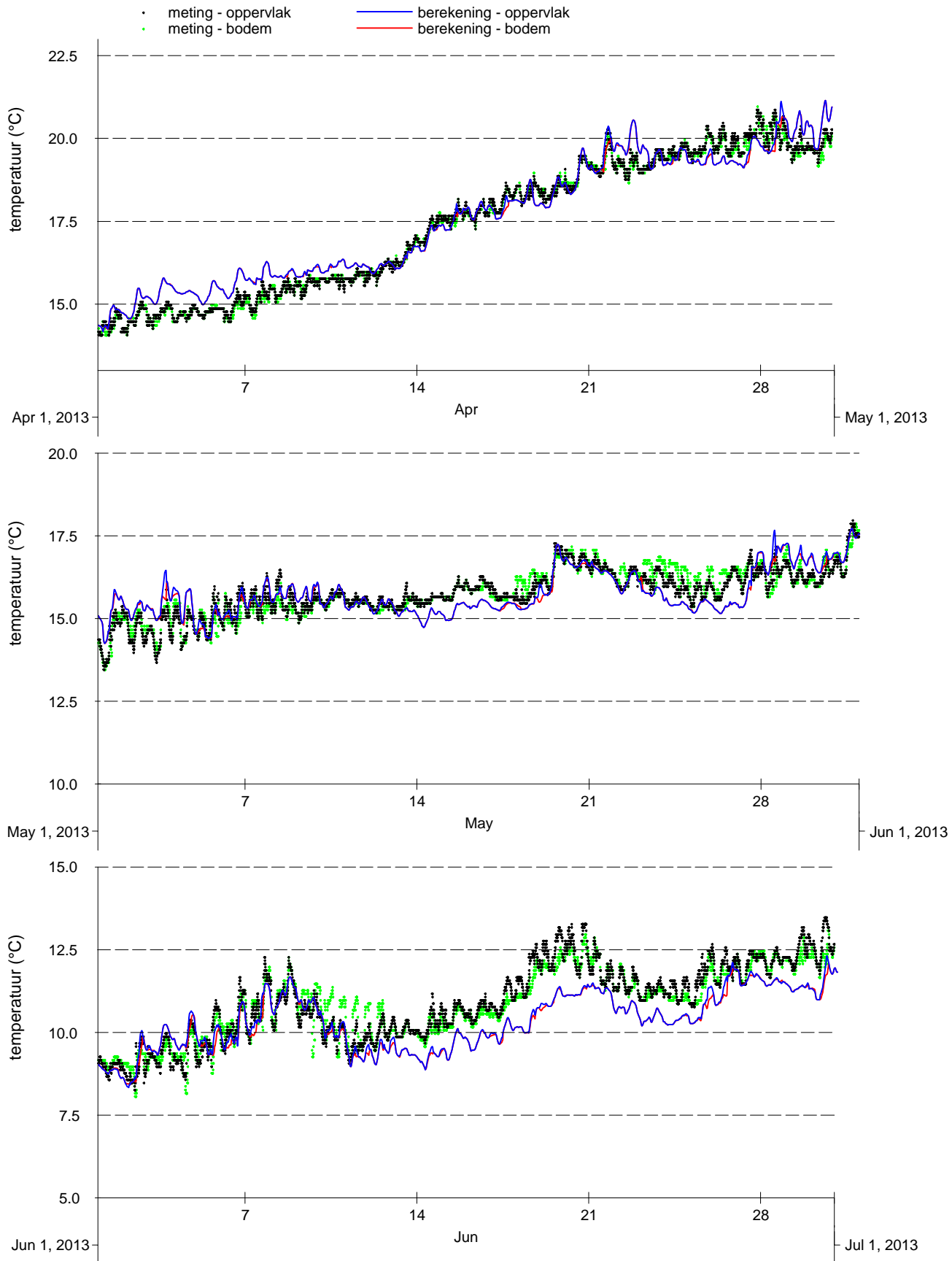
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



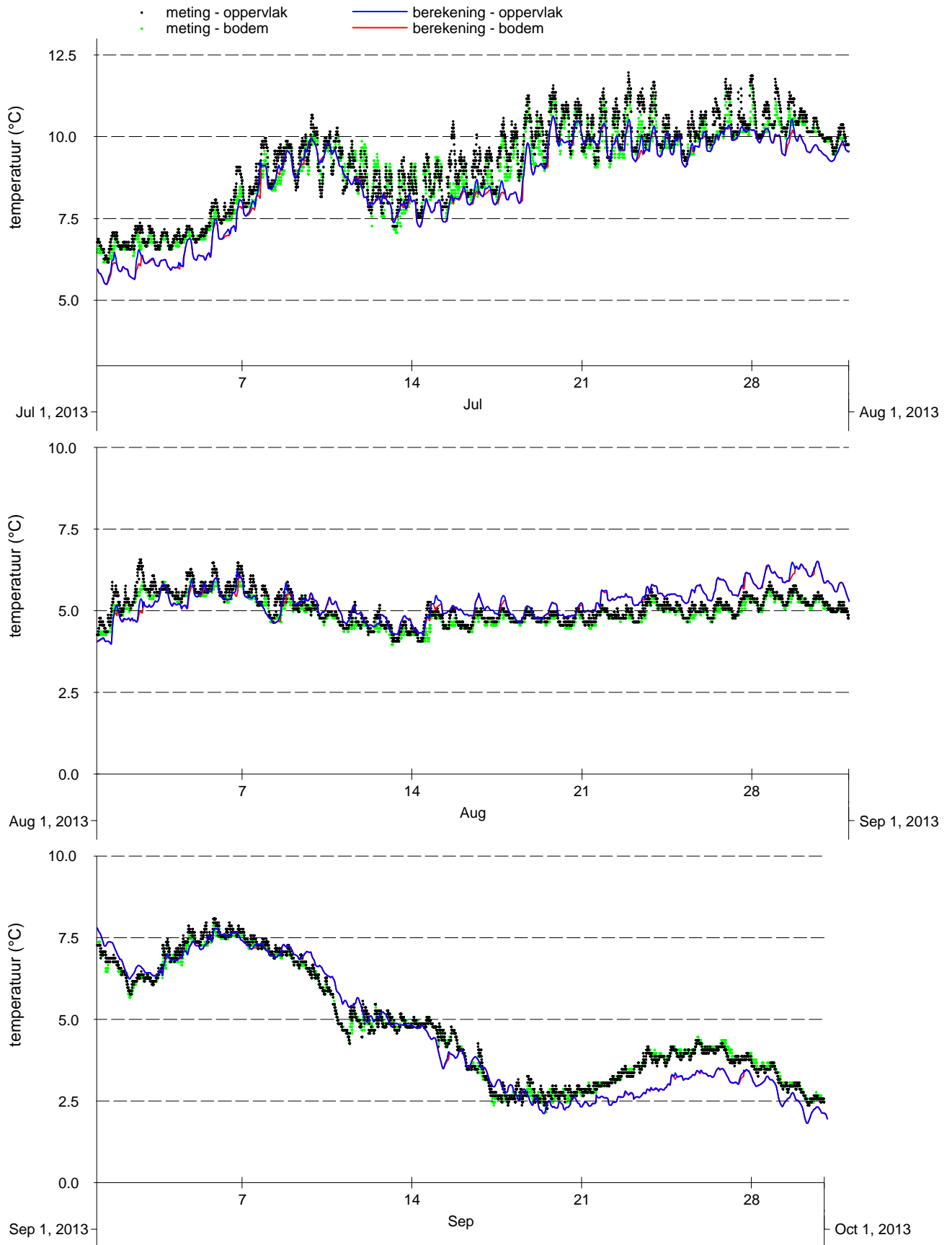
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2013, Zege- station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



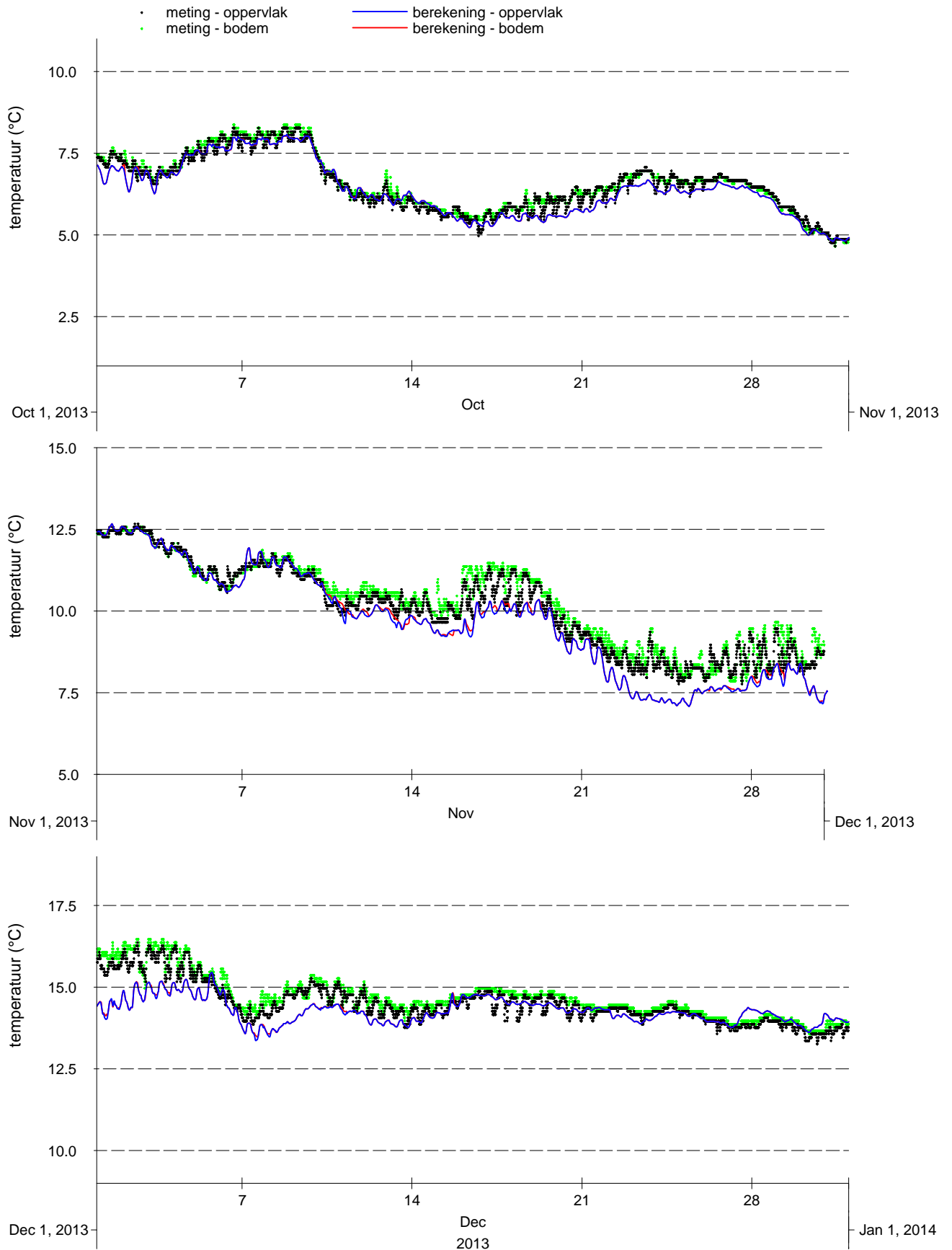
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



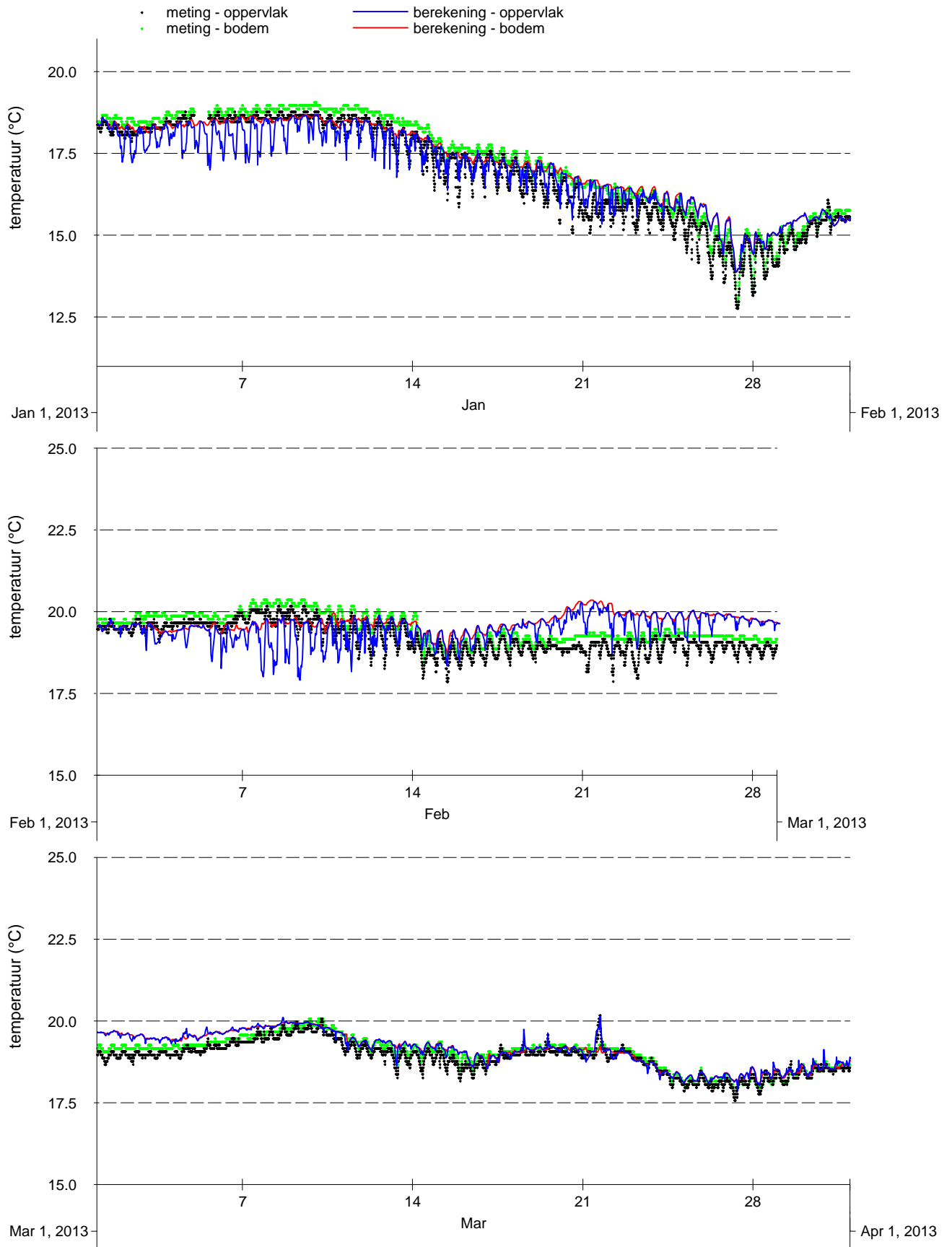
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



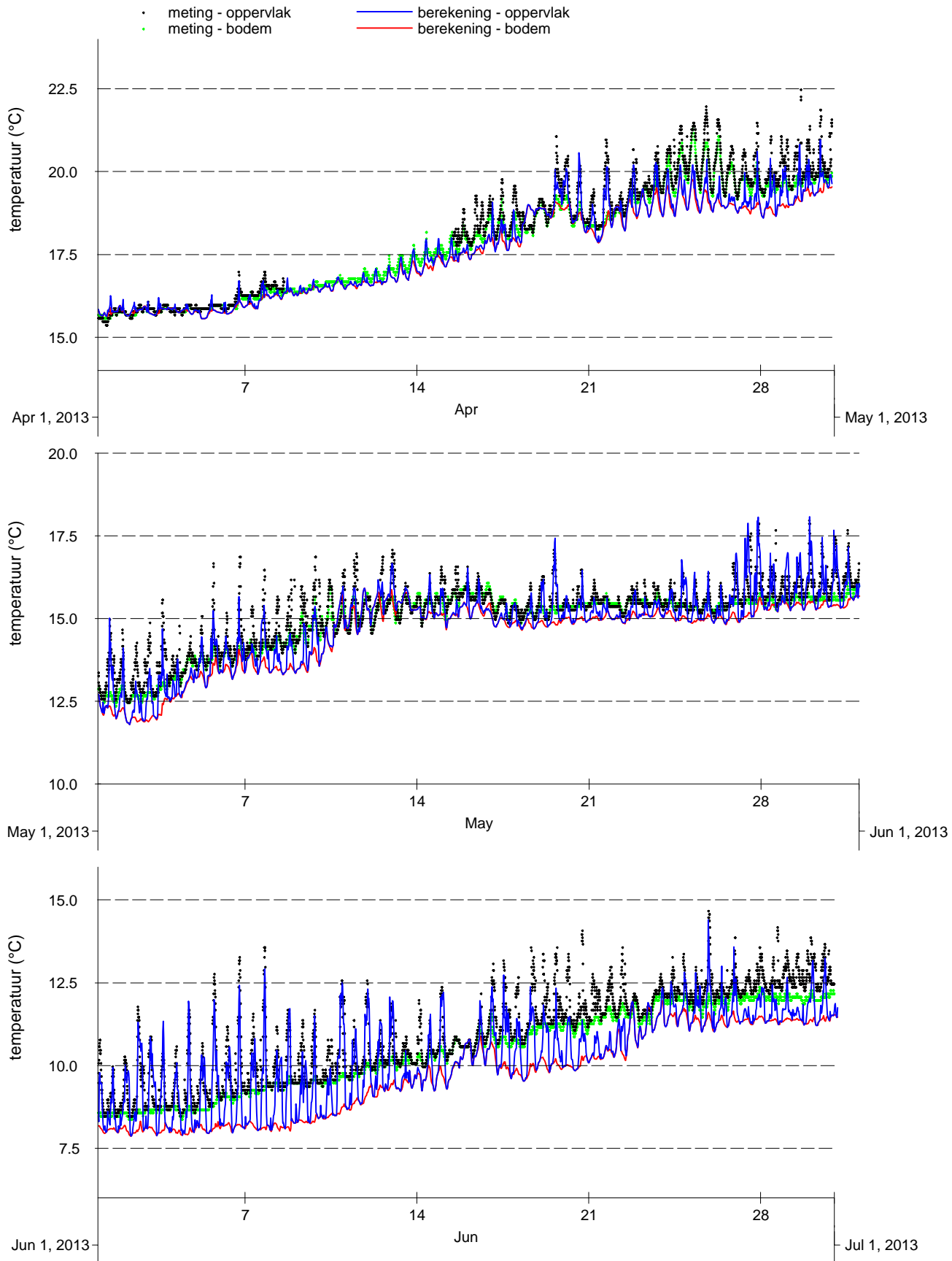
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2013, Zege- station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



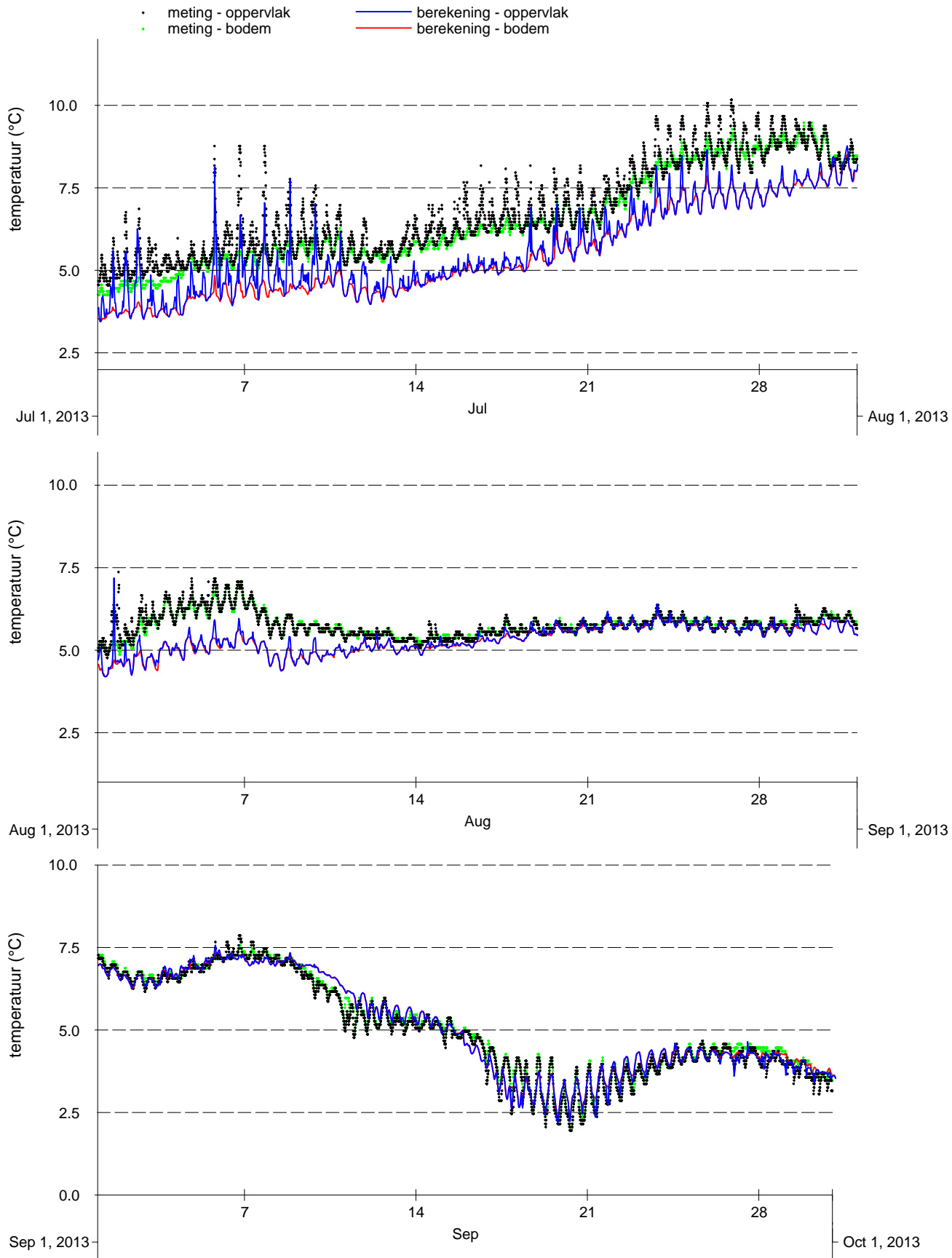
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



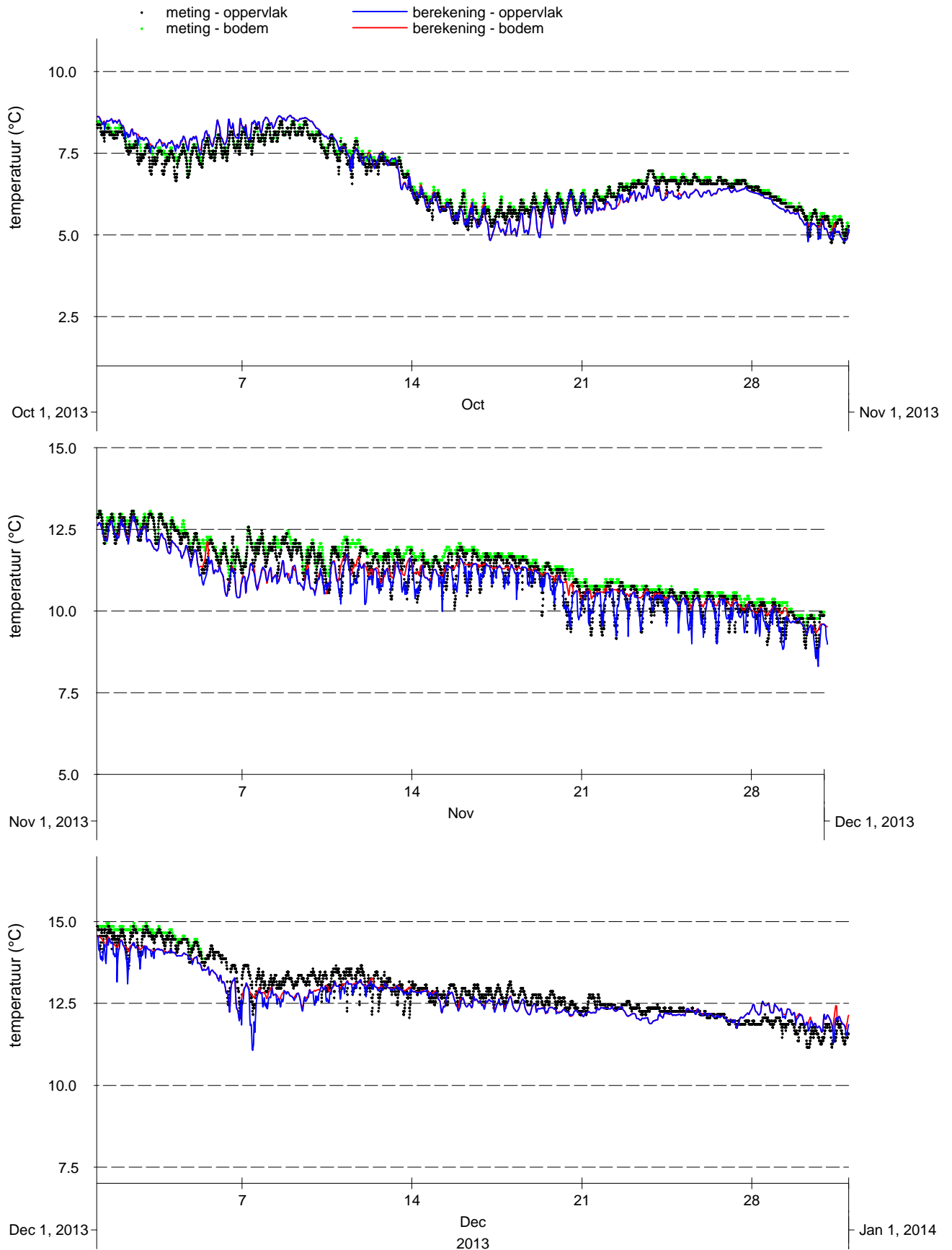
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



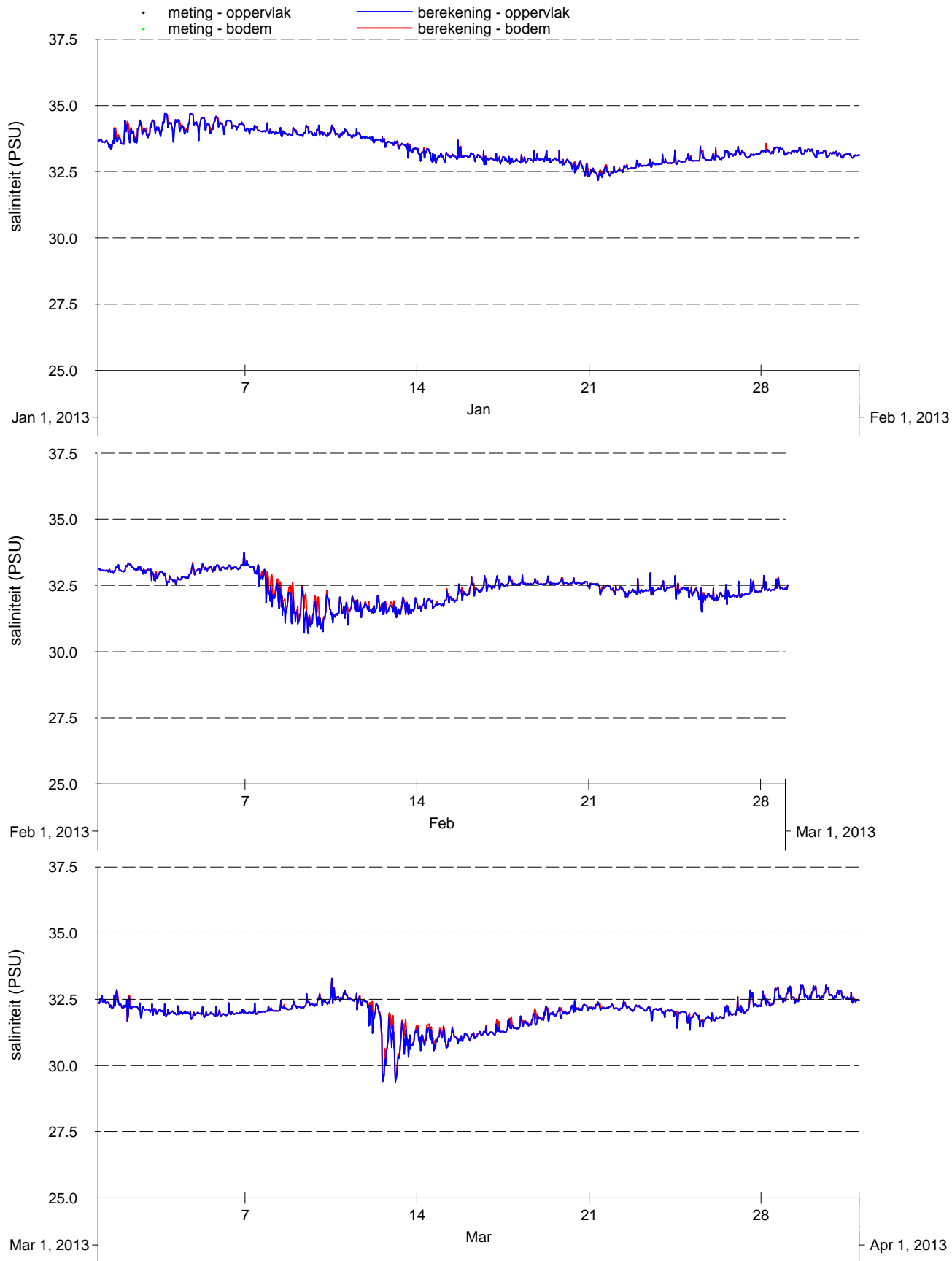
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



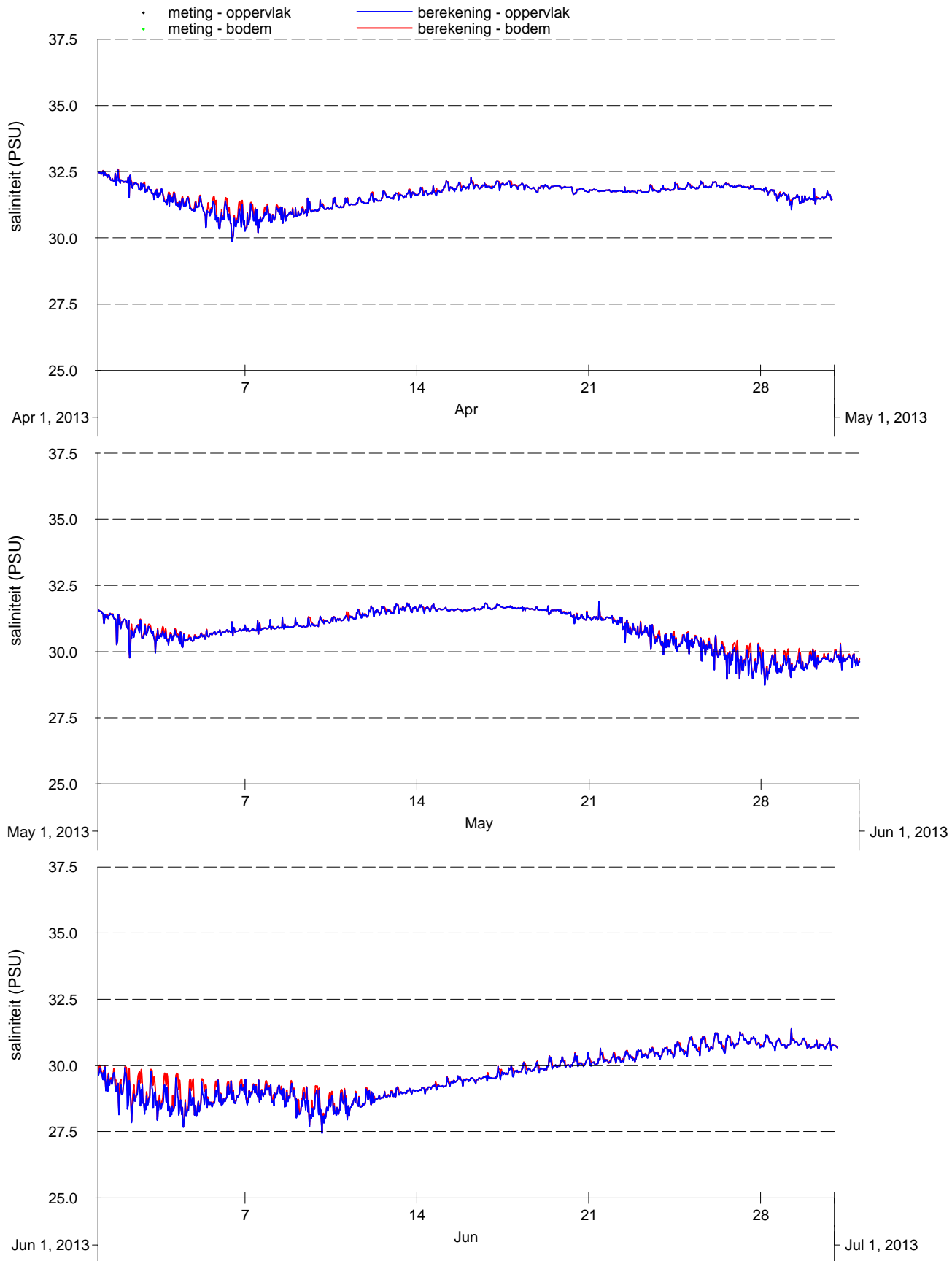
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



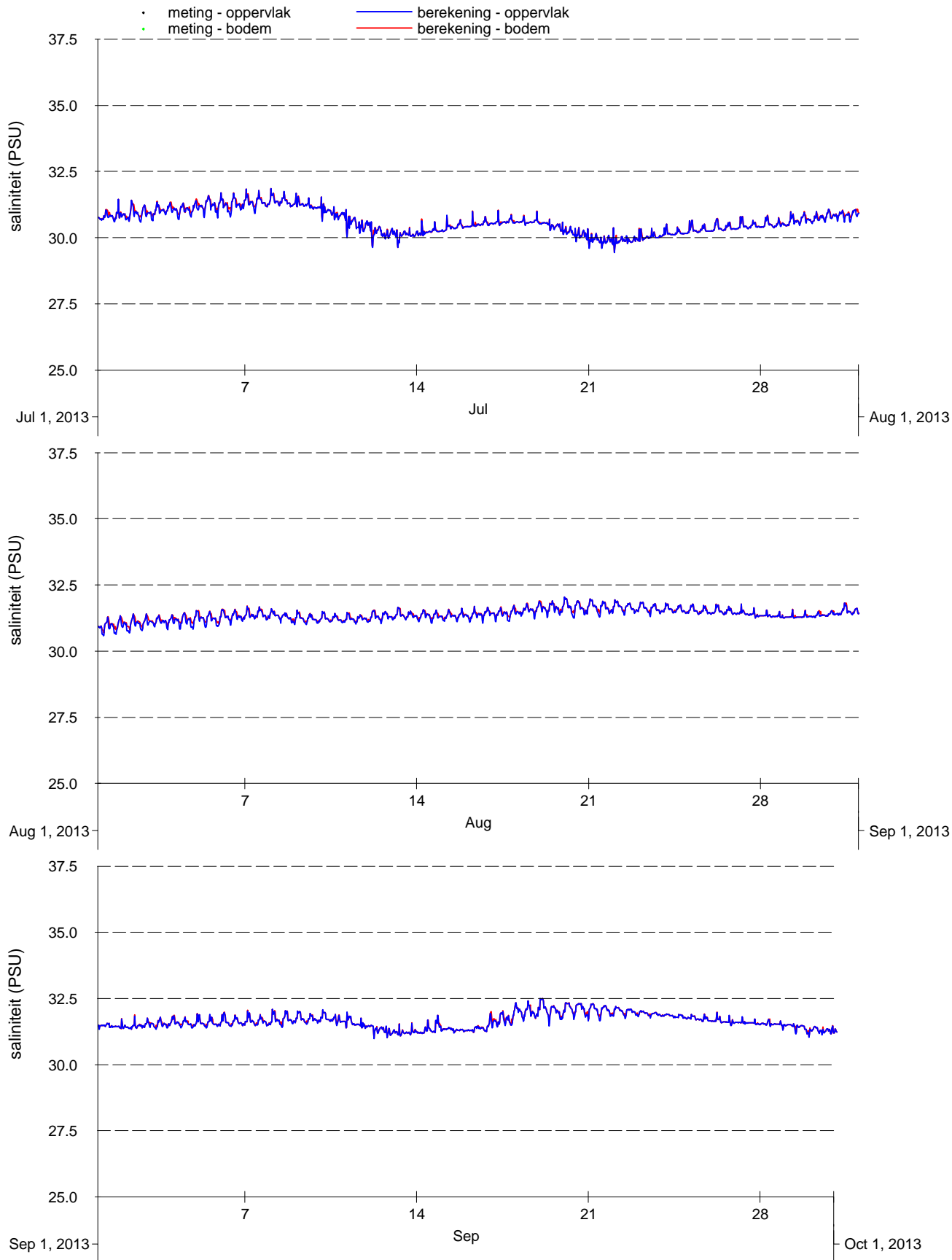
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



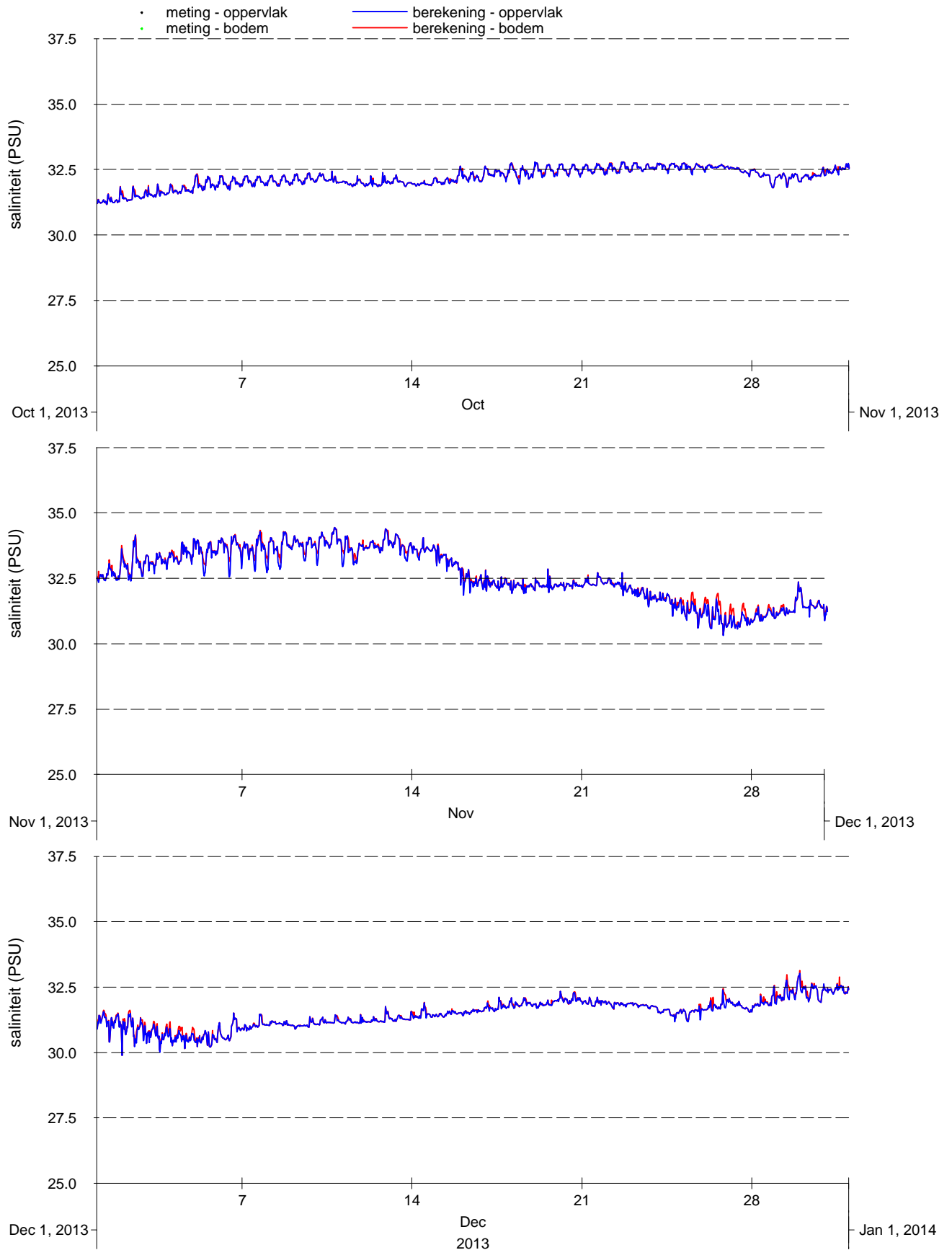
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



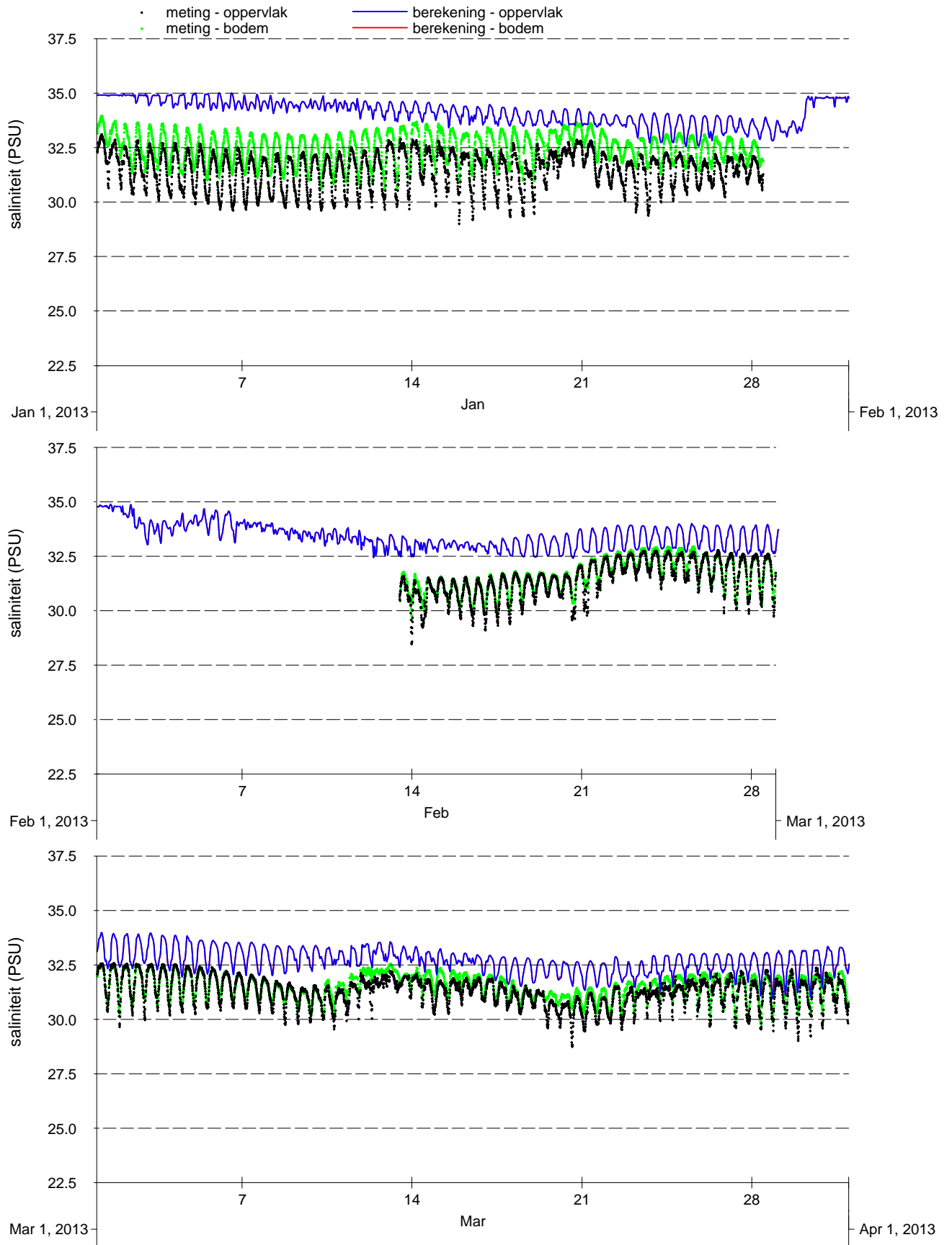
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



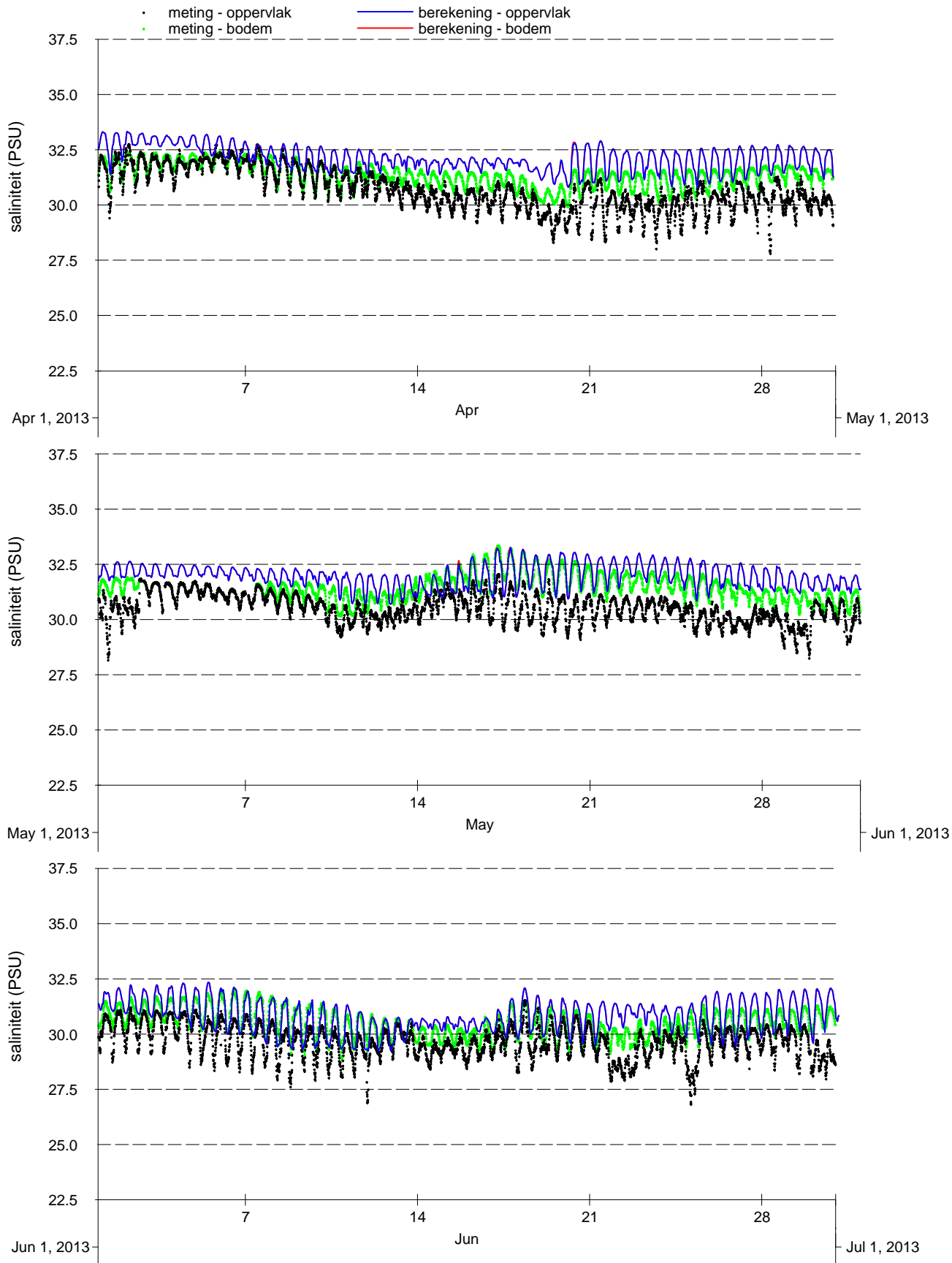
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2013, Zege-station Oosterschelde 4

Kustzuid model



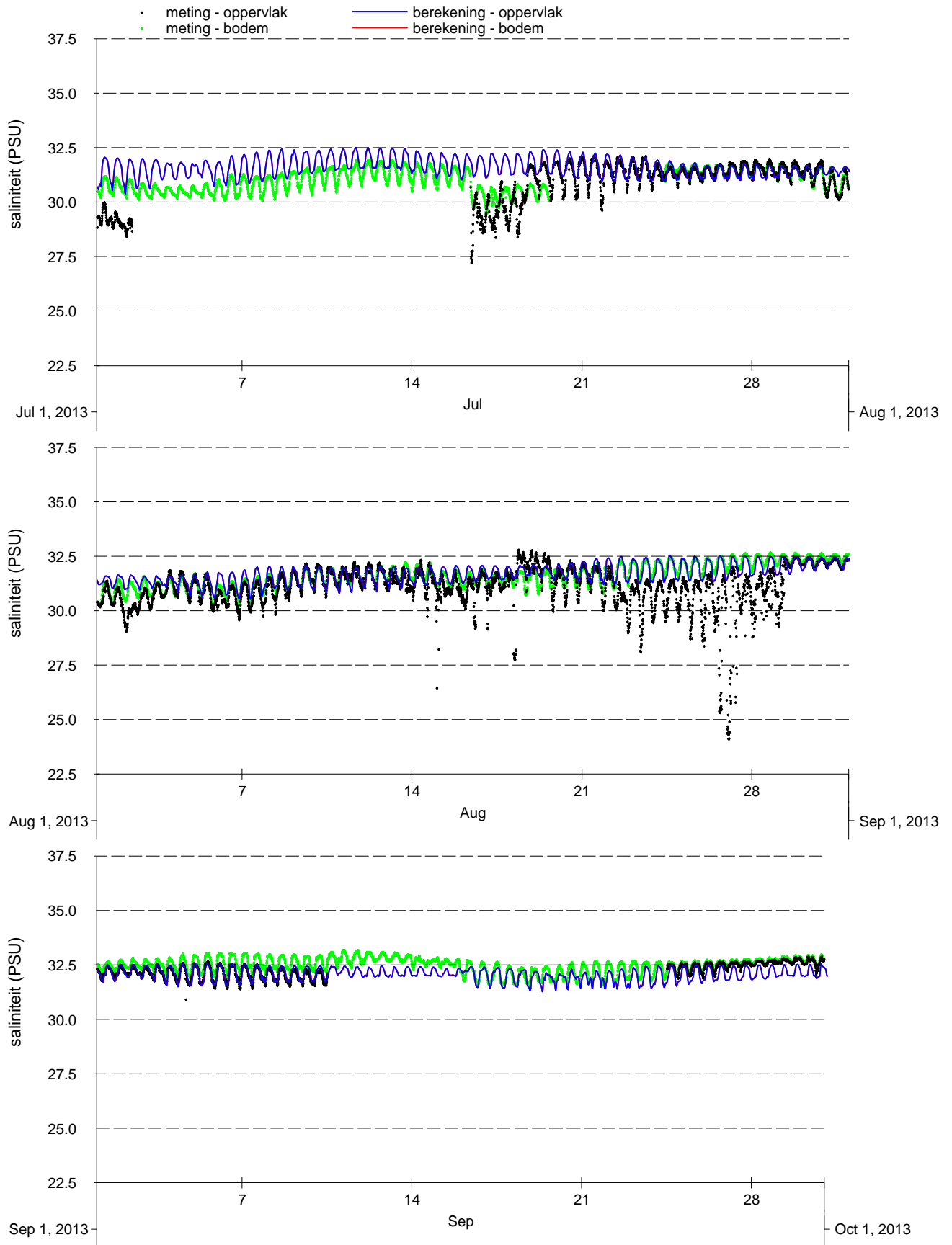
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



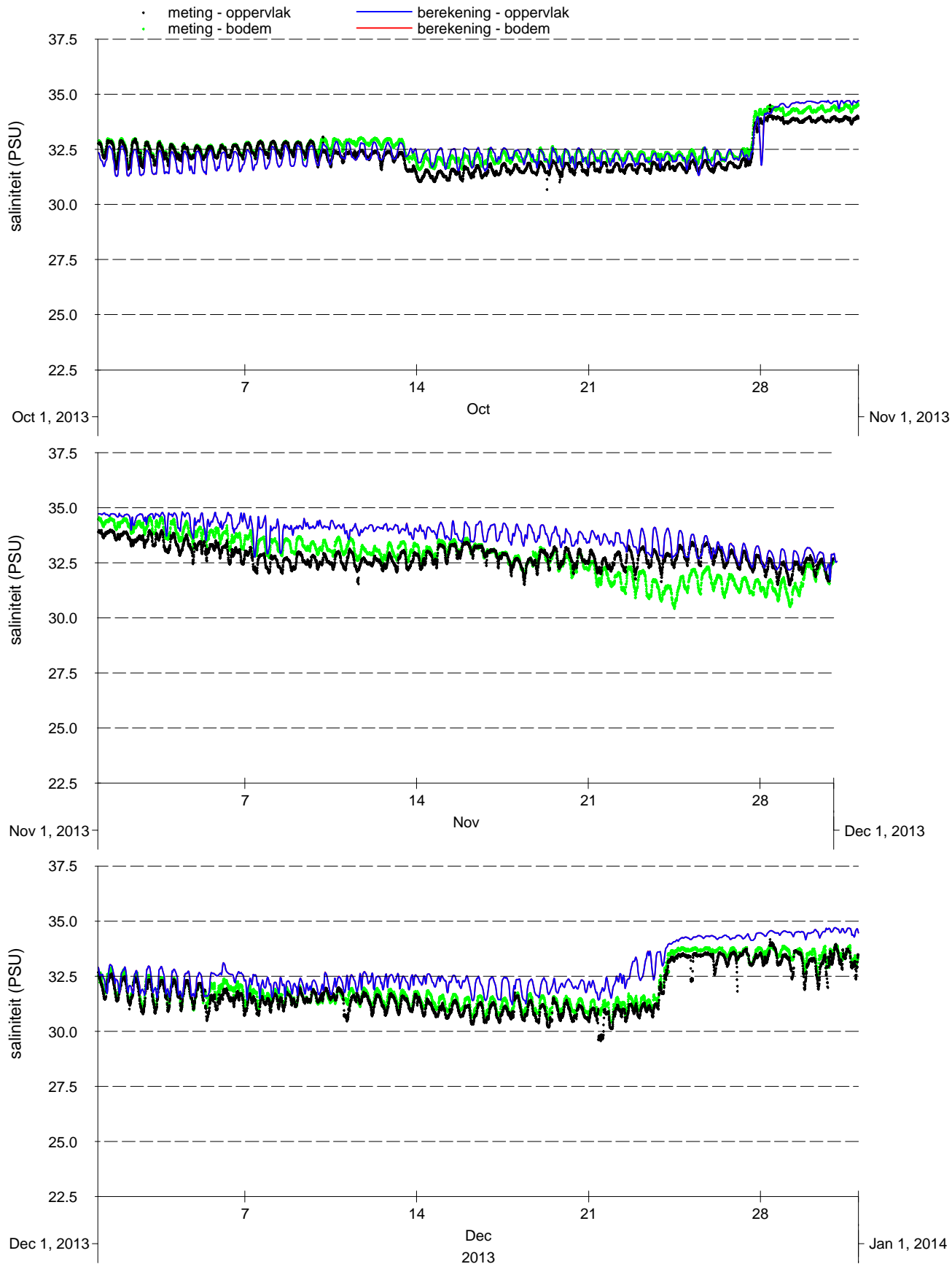
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



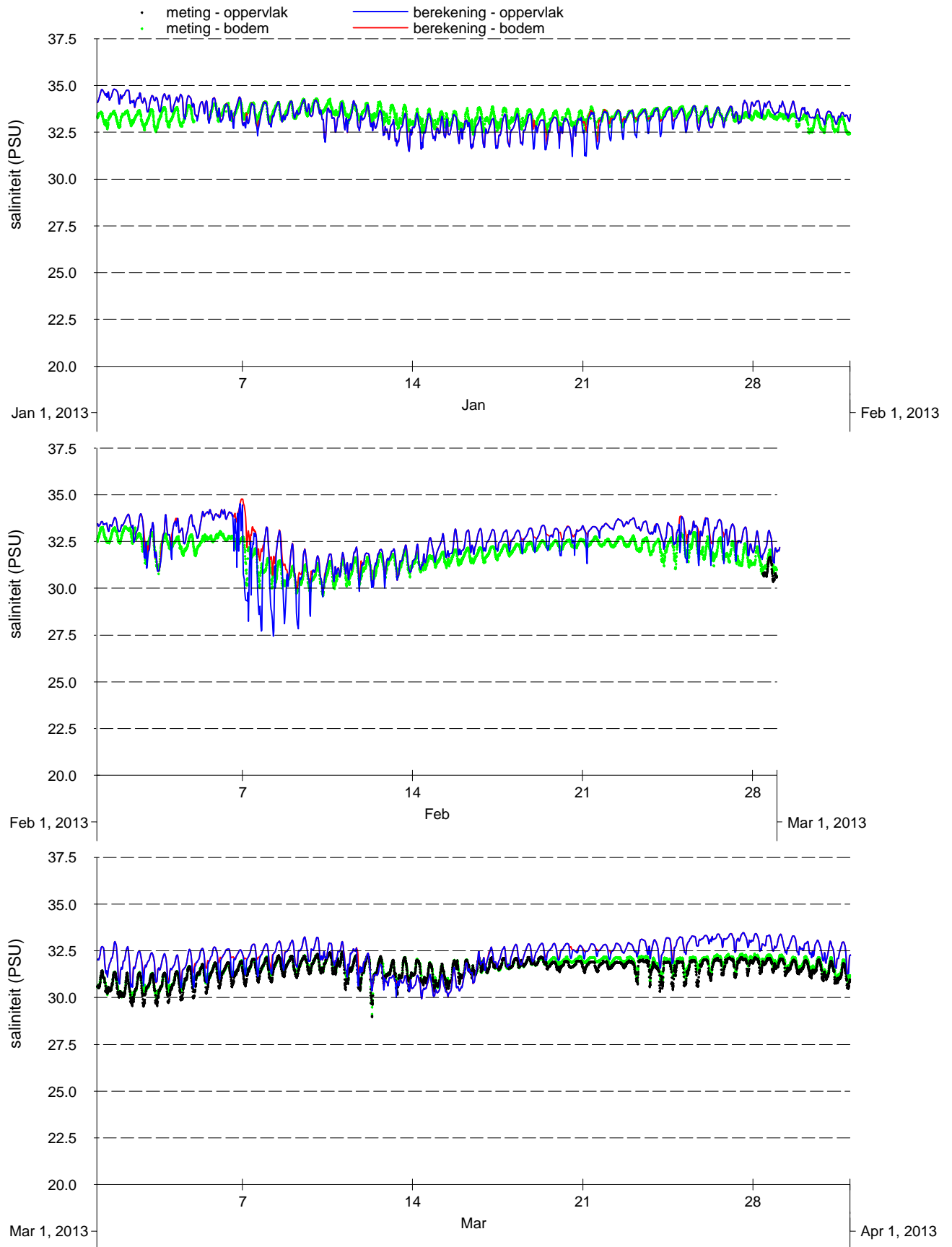
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



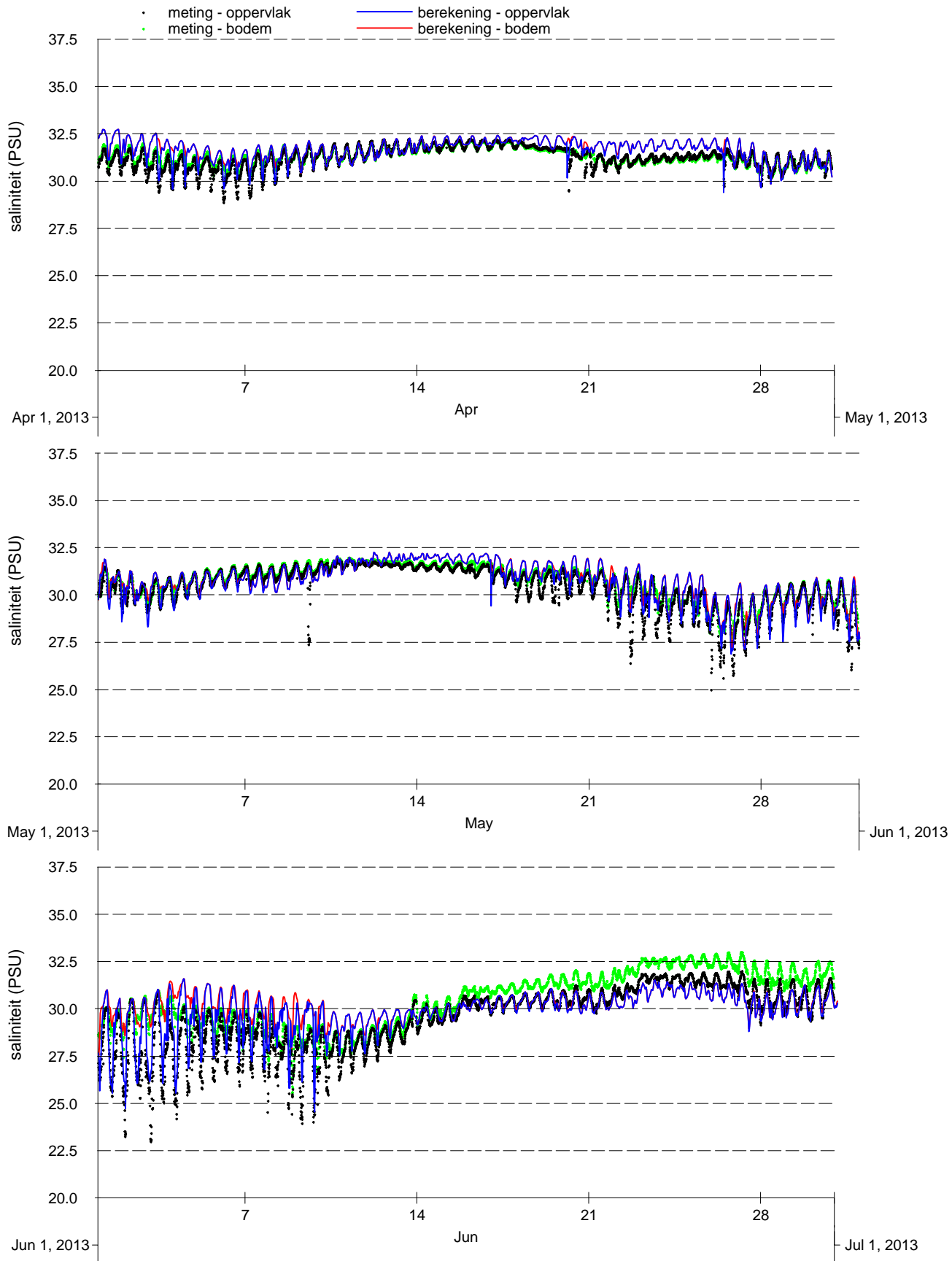
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2013, Zege-station Vlakte van de Raan

Kustzuid model



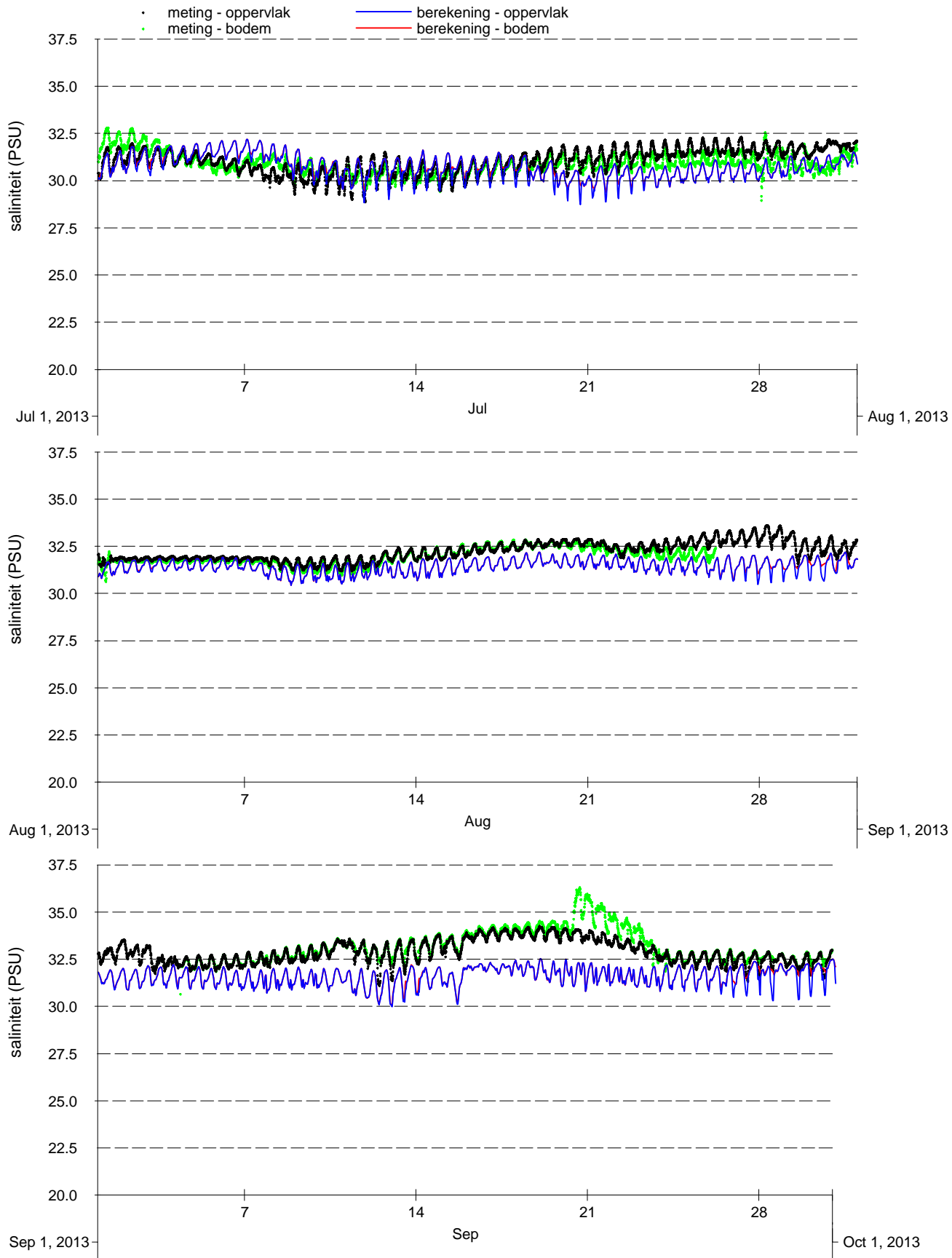
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



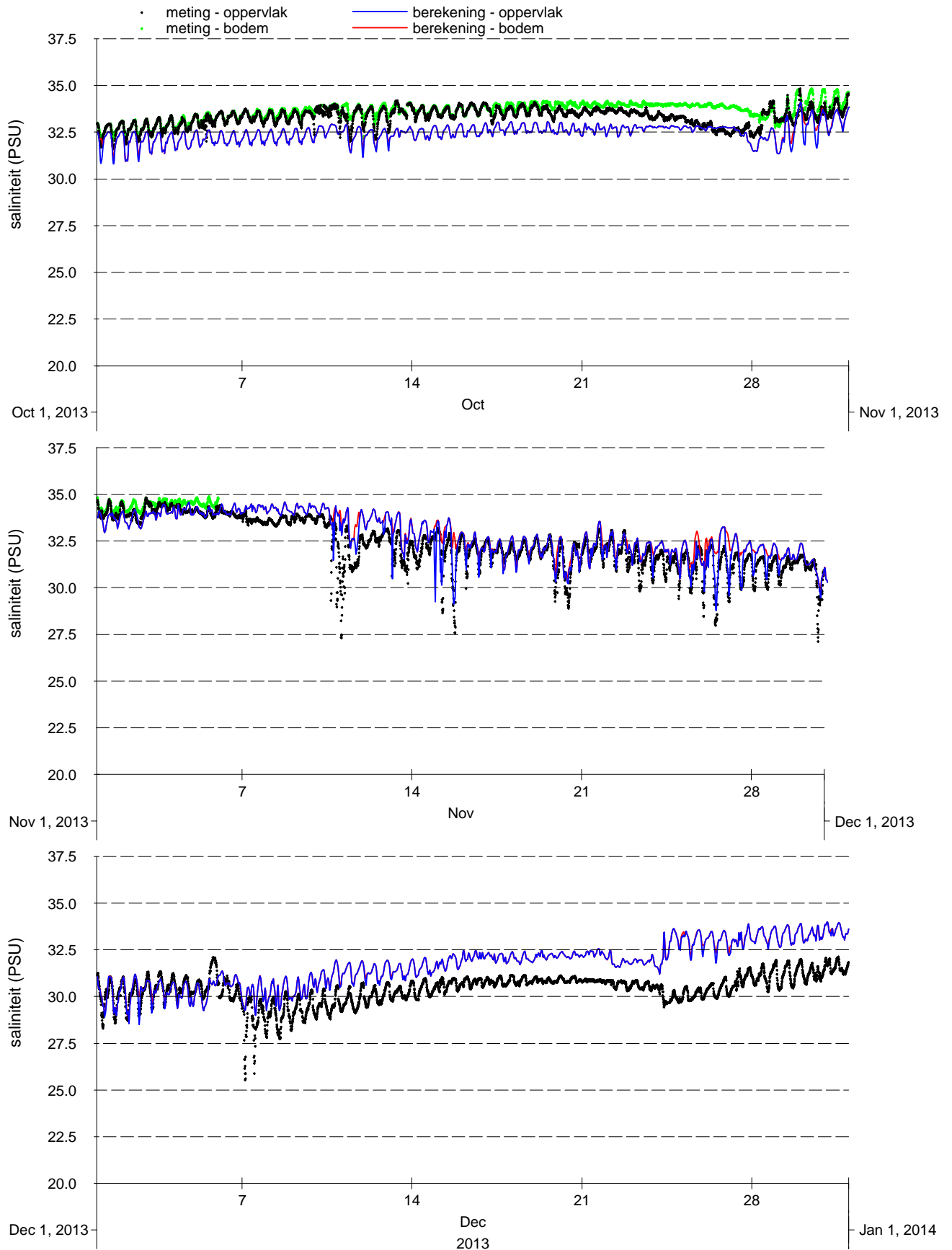
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



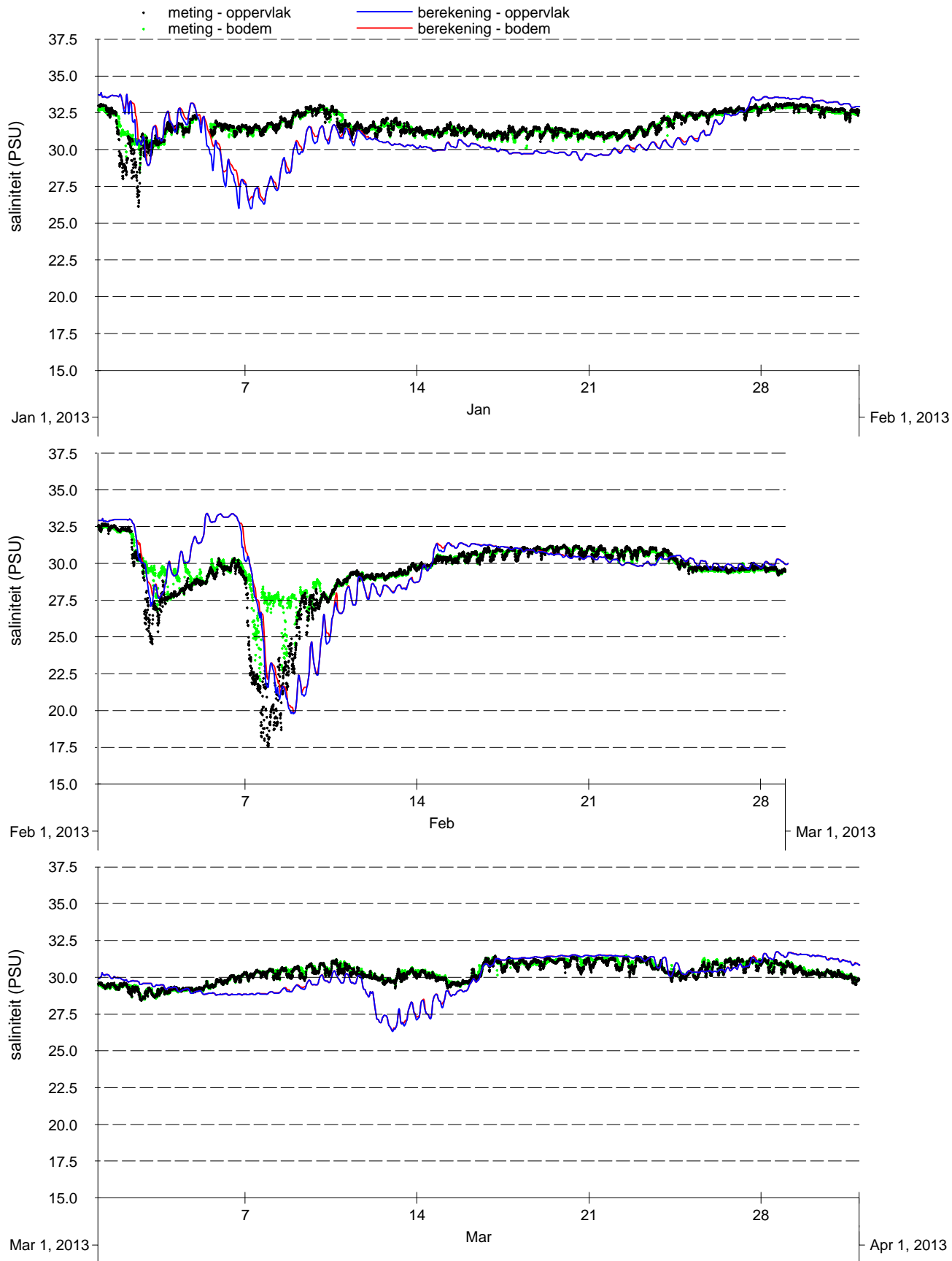
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



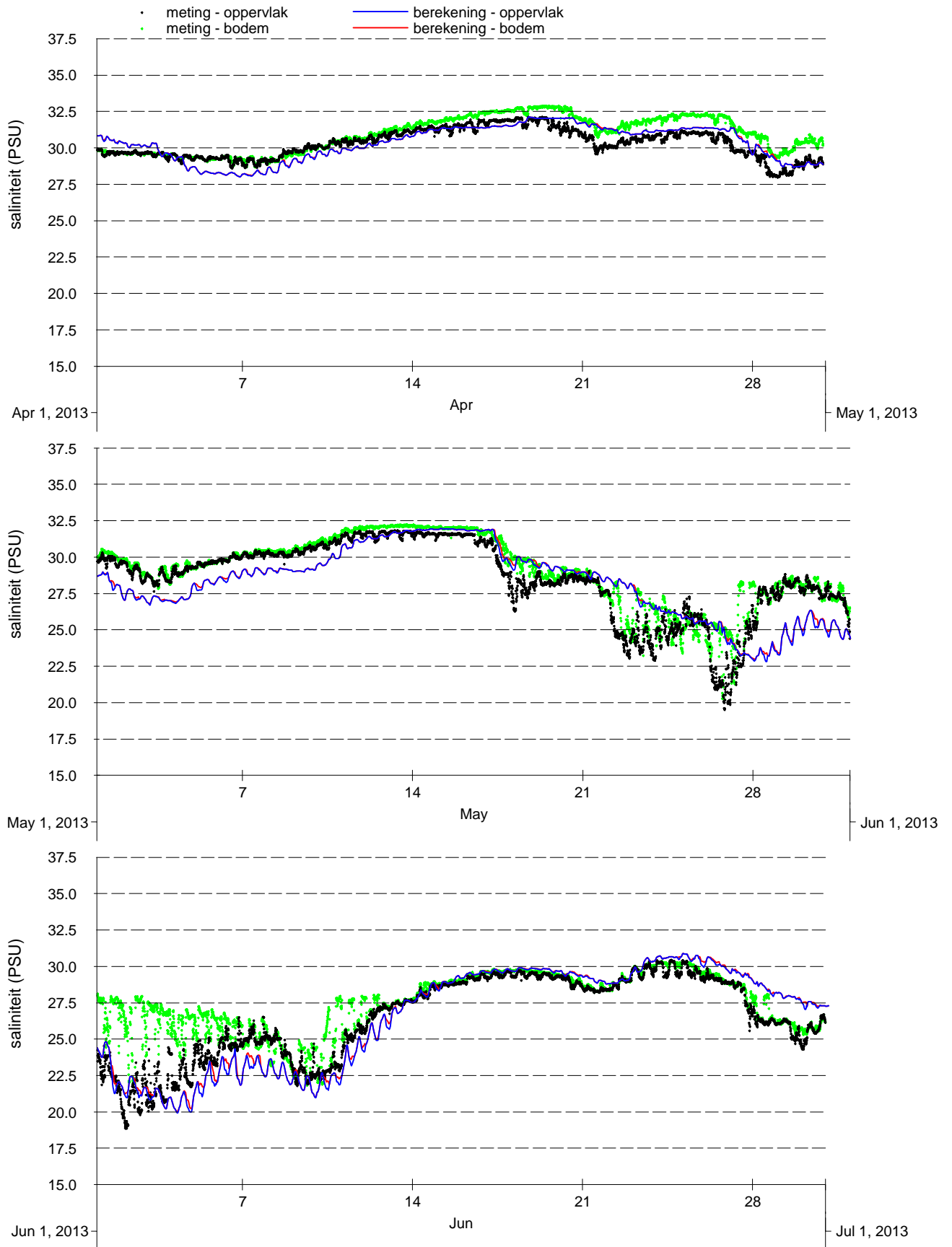
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 2

Kustzuid model



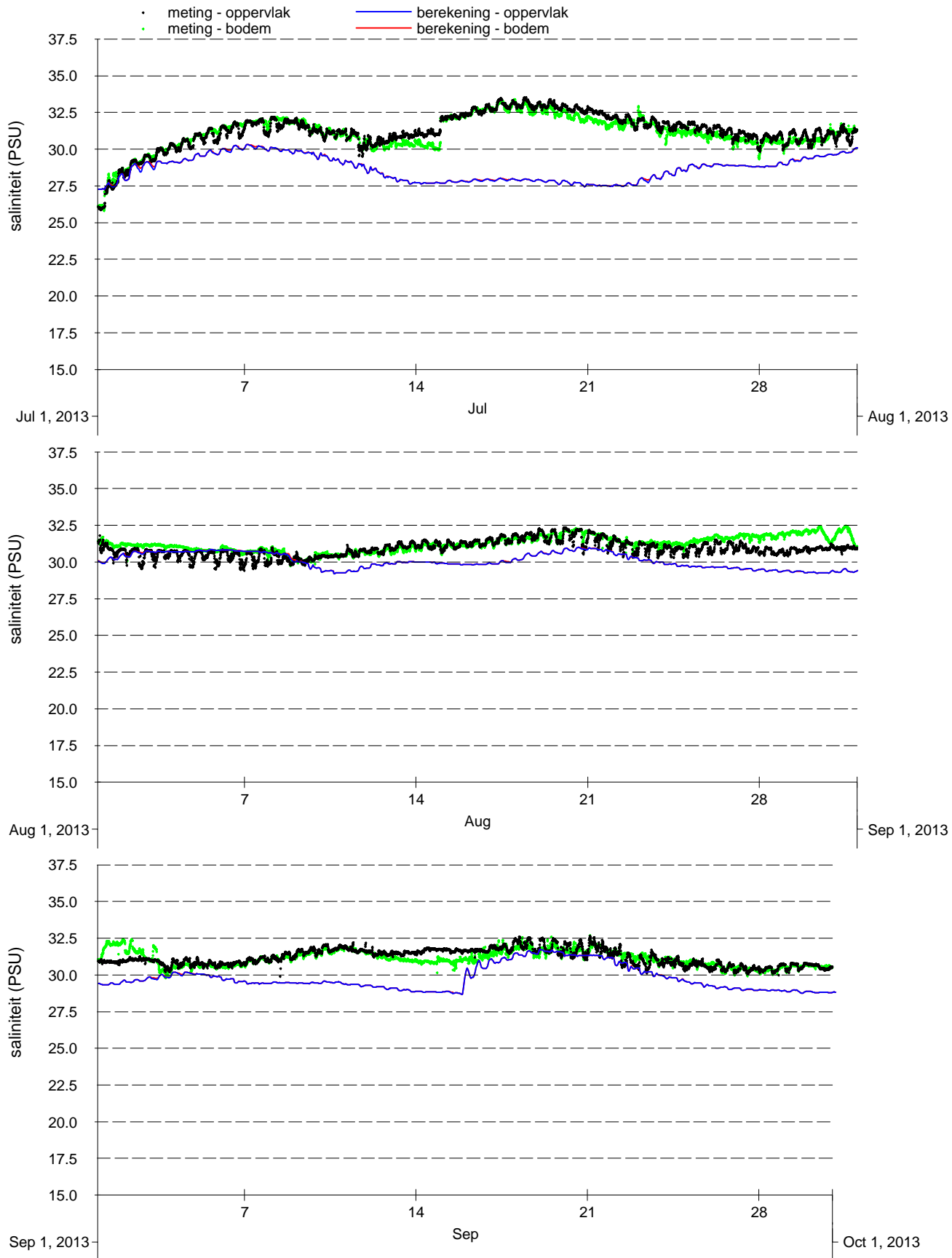
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



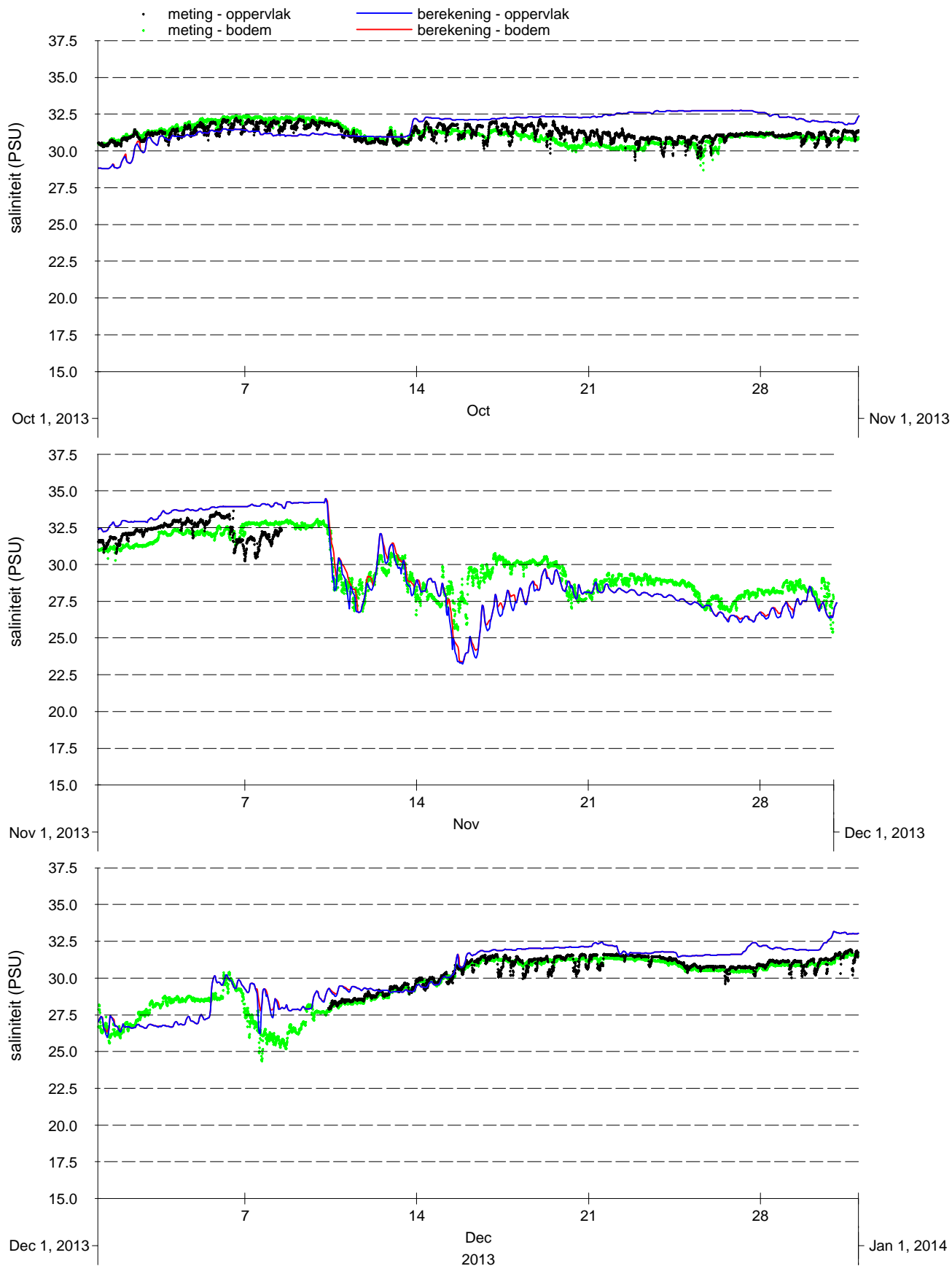
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



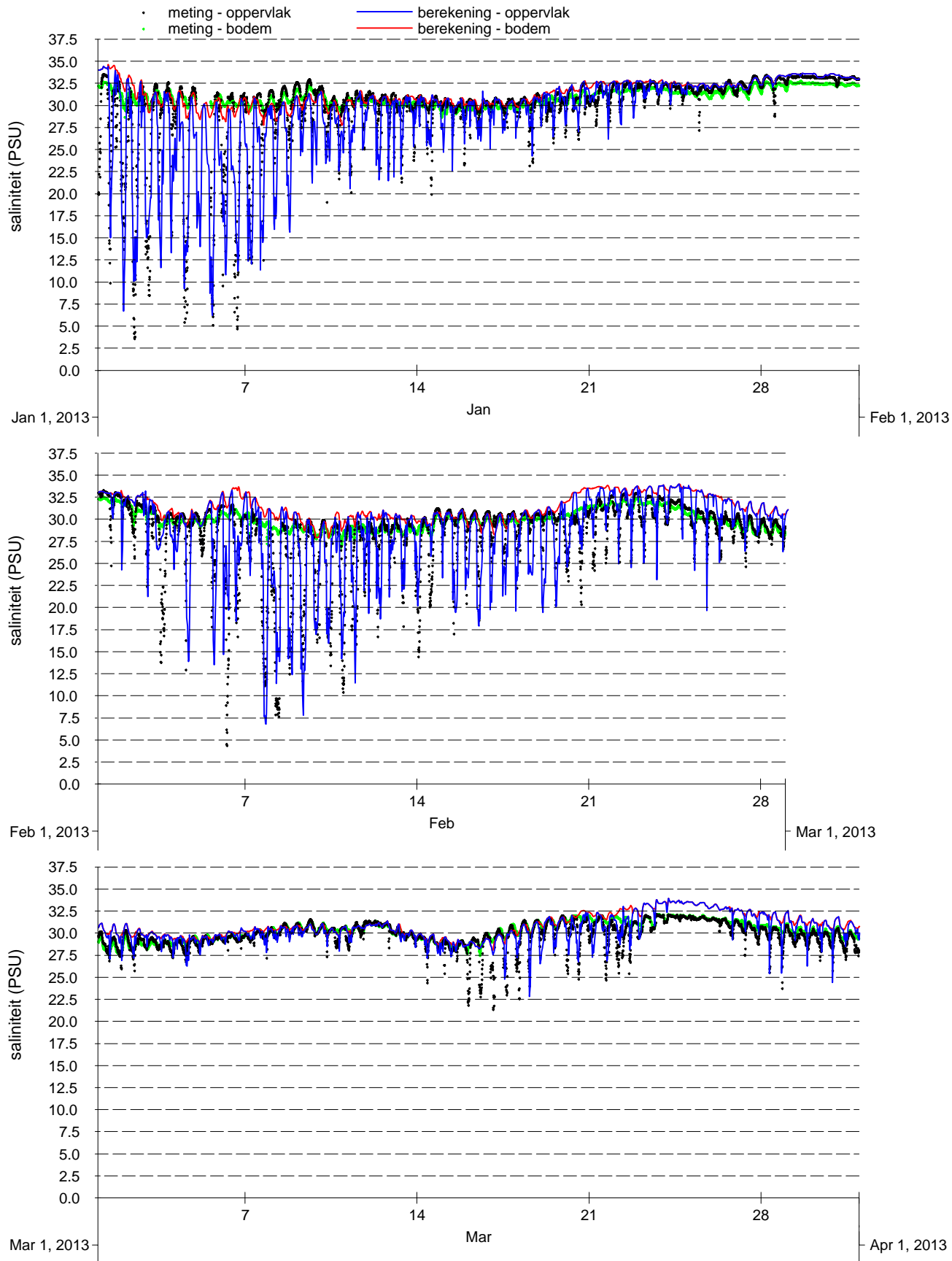
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



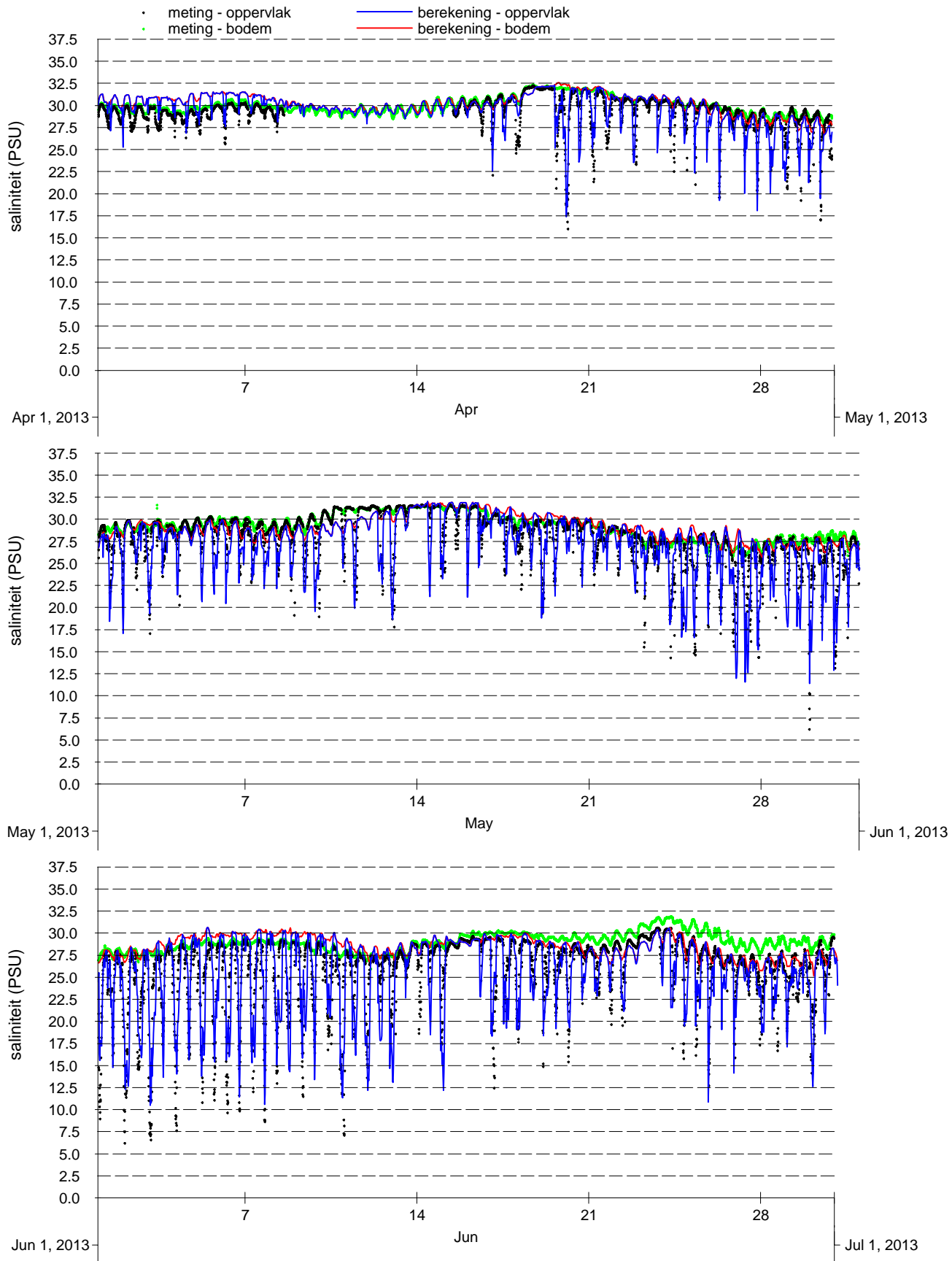
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2013, Zege-station Brouwershavensche Gat 8

Kustzuid model



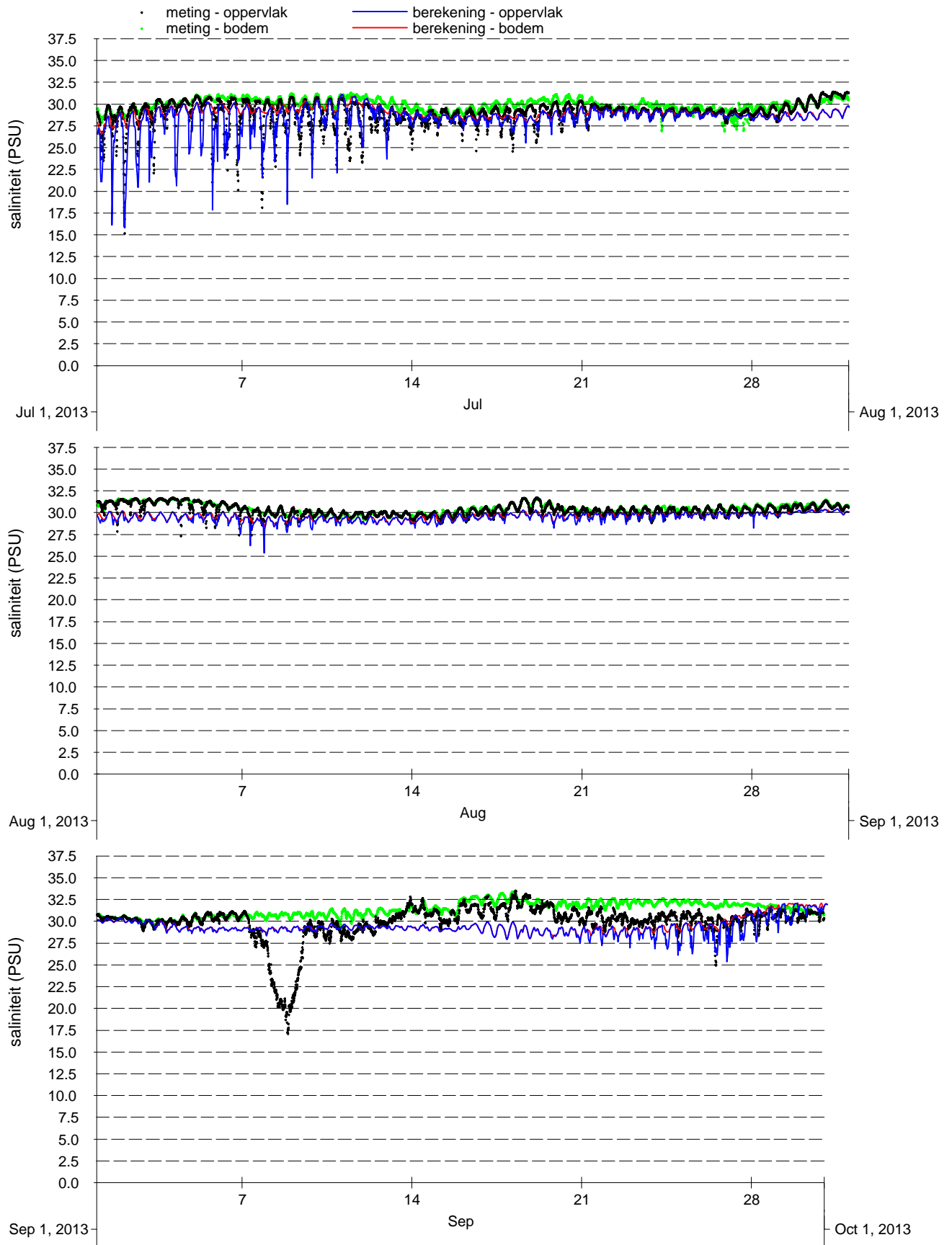
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



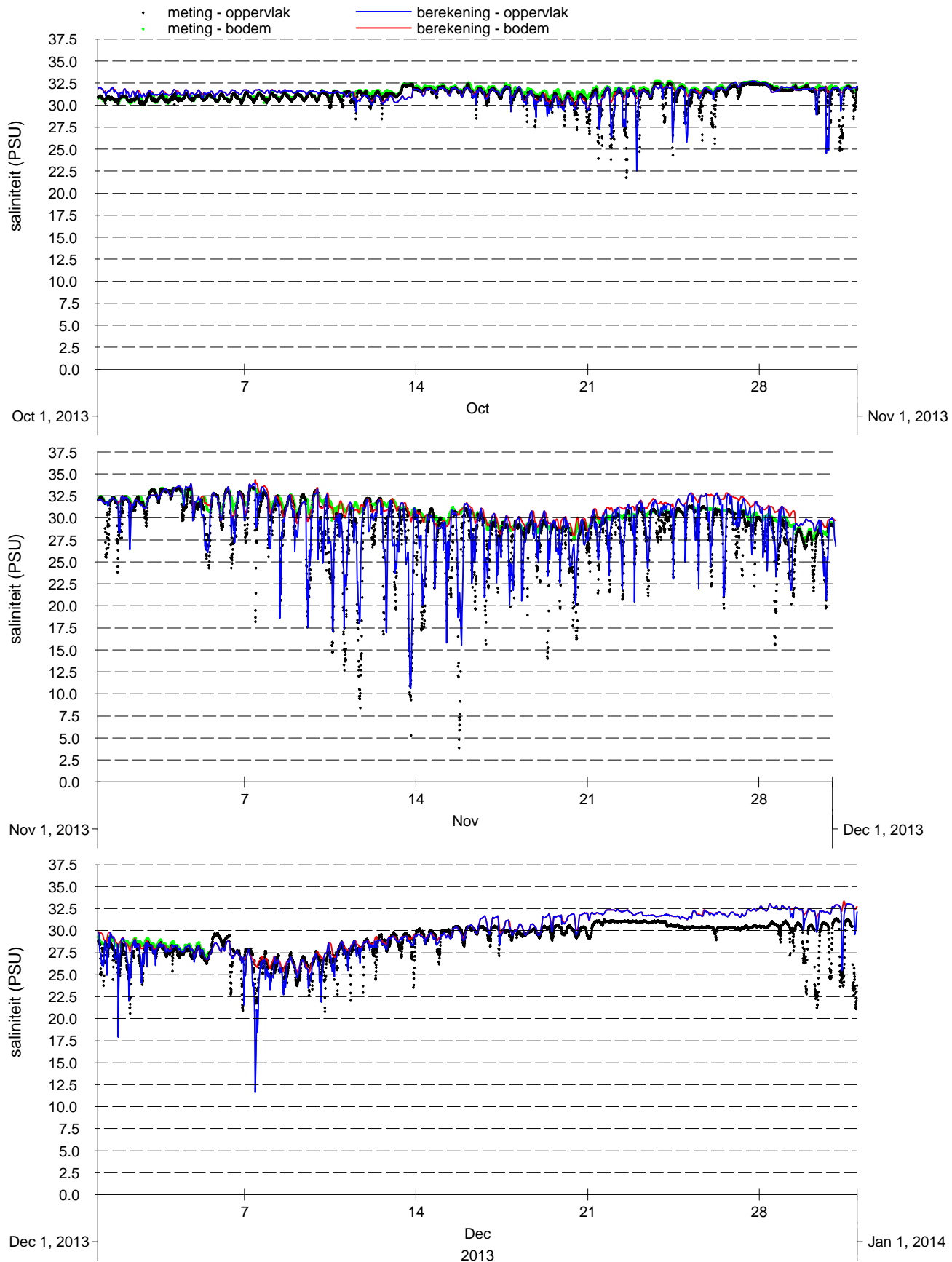
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

Kustzuid model



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2013, Zege-station Haringvliet 10

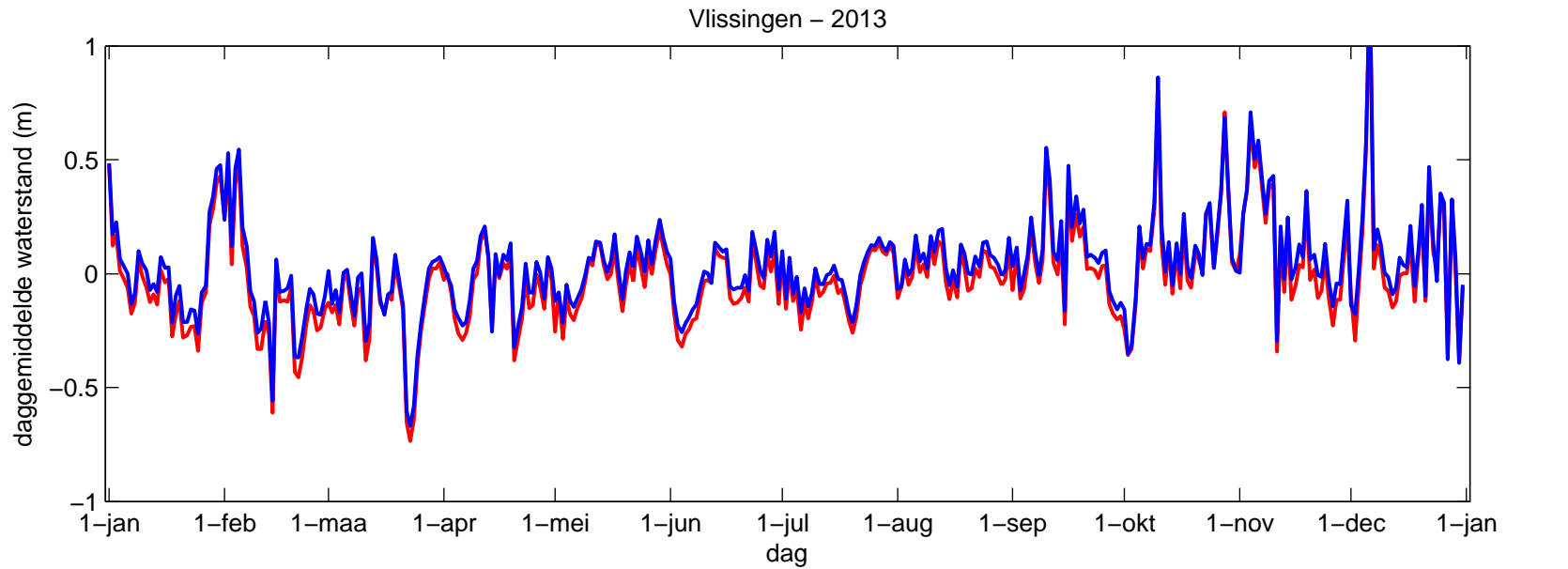
Kustzuid model

PMR NCV Abiotiek

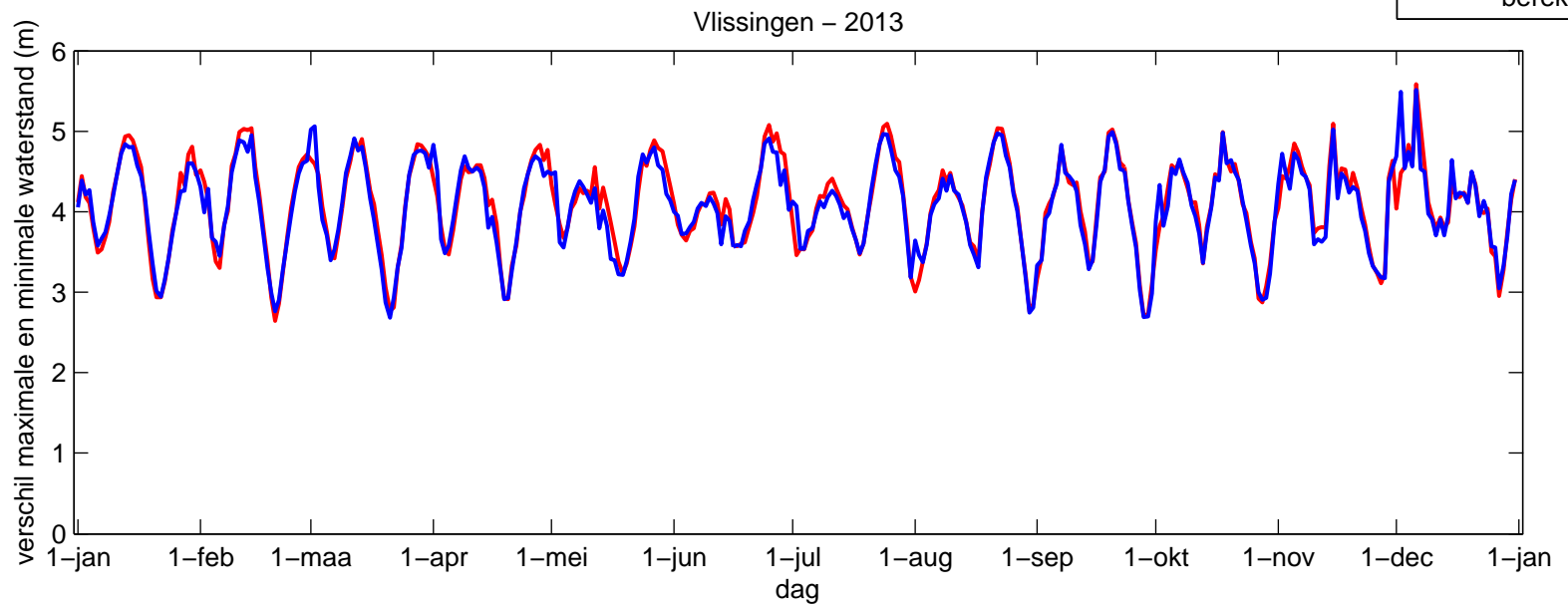
Dag-analyse van de waterstand, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlissingen

A3153

Fig. C.53



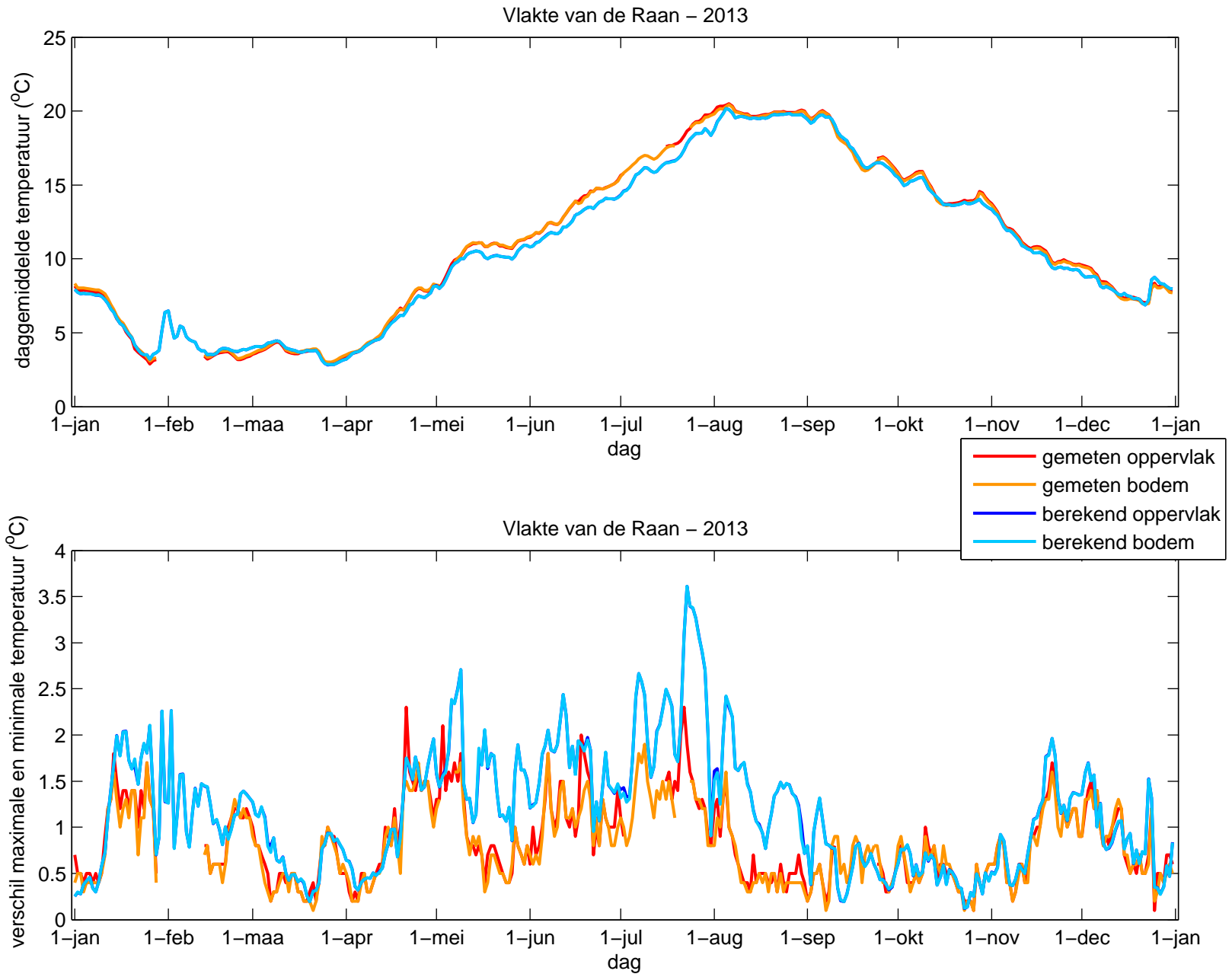
— gemeten
— berekend

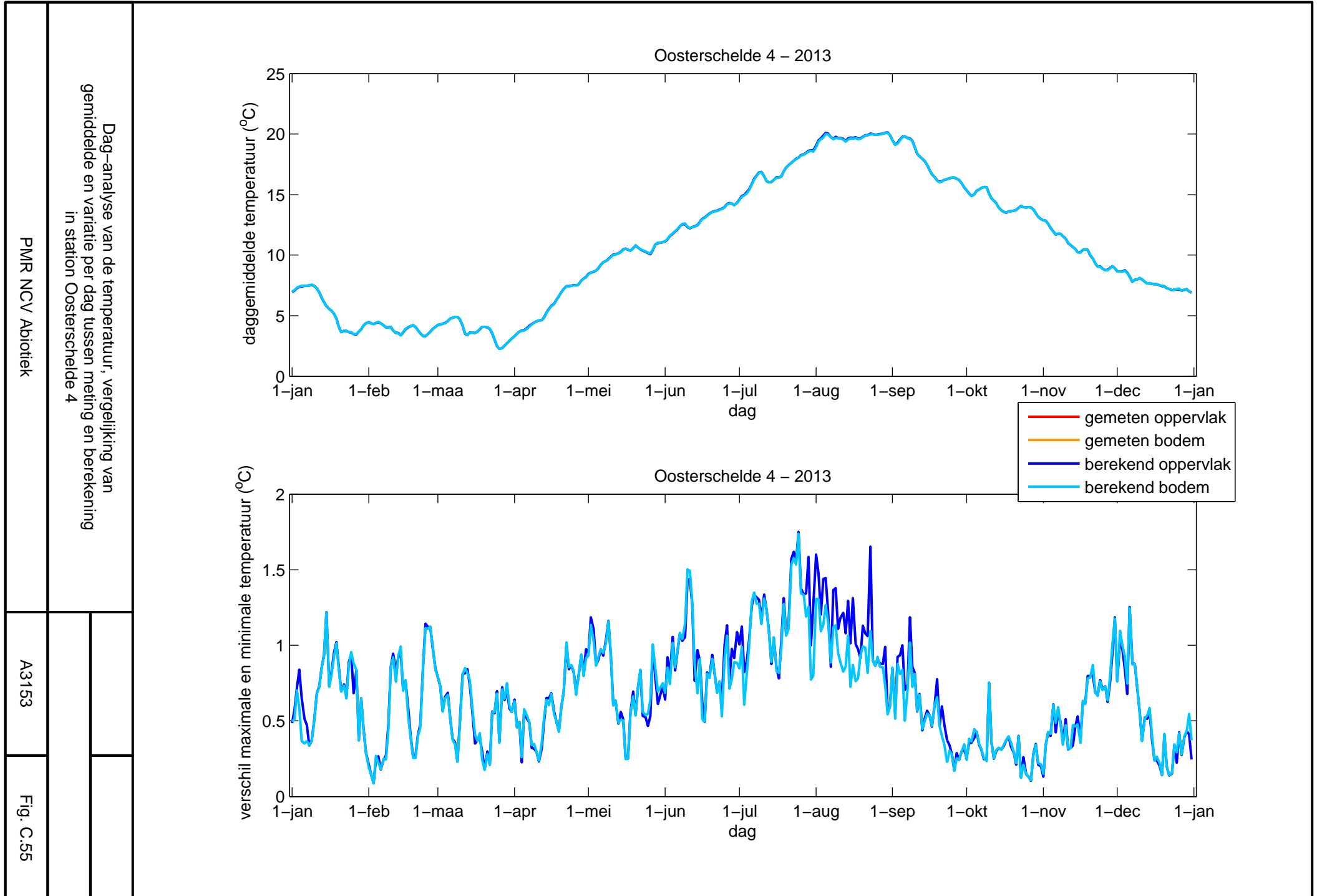


PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Vlakte van de Raan

A3153

Fig. C.54

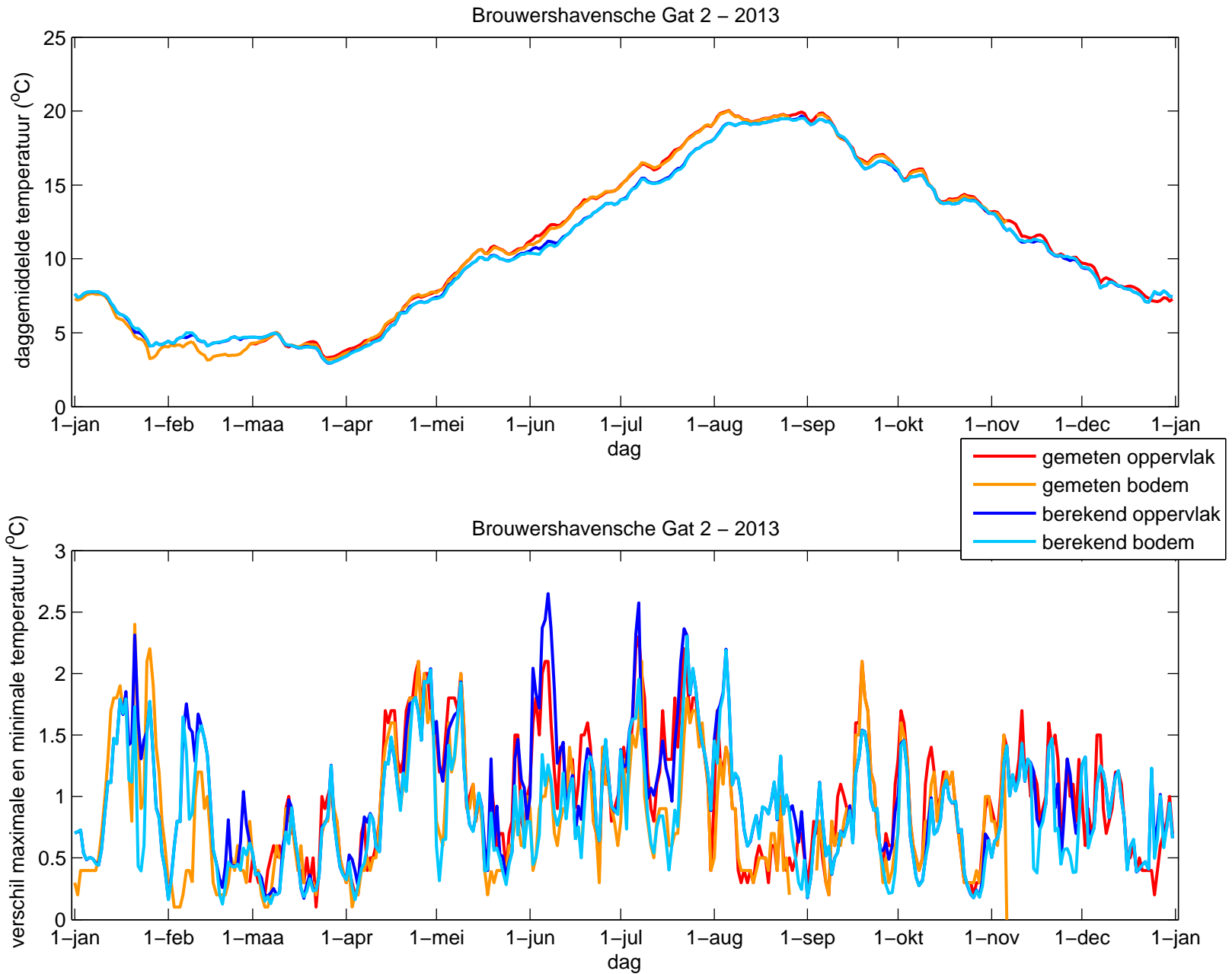




PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Brouwershavensche Gat 2

A3153

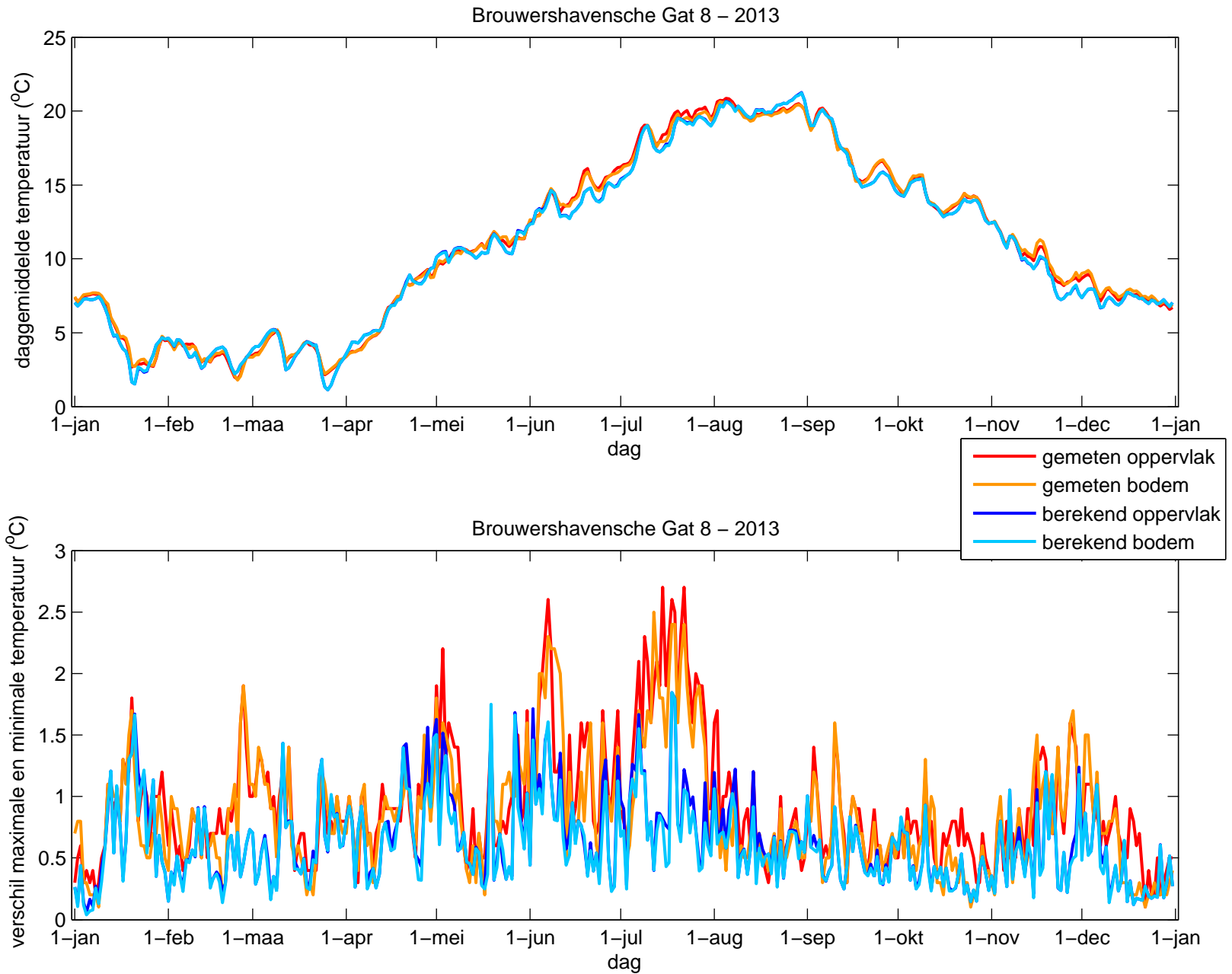
Fig. C.56



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Brouwershavensche Gat 8

A3153

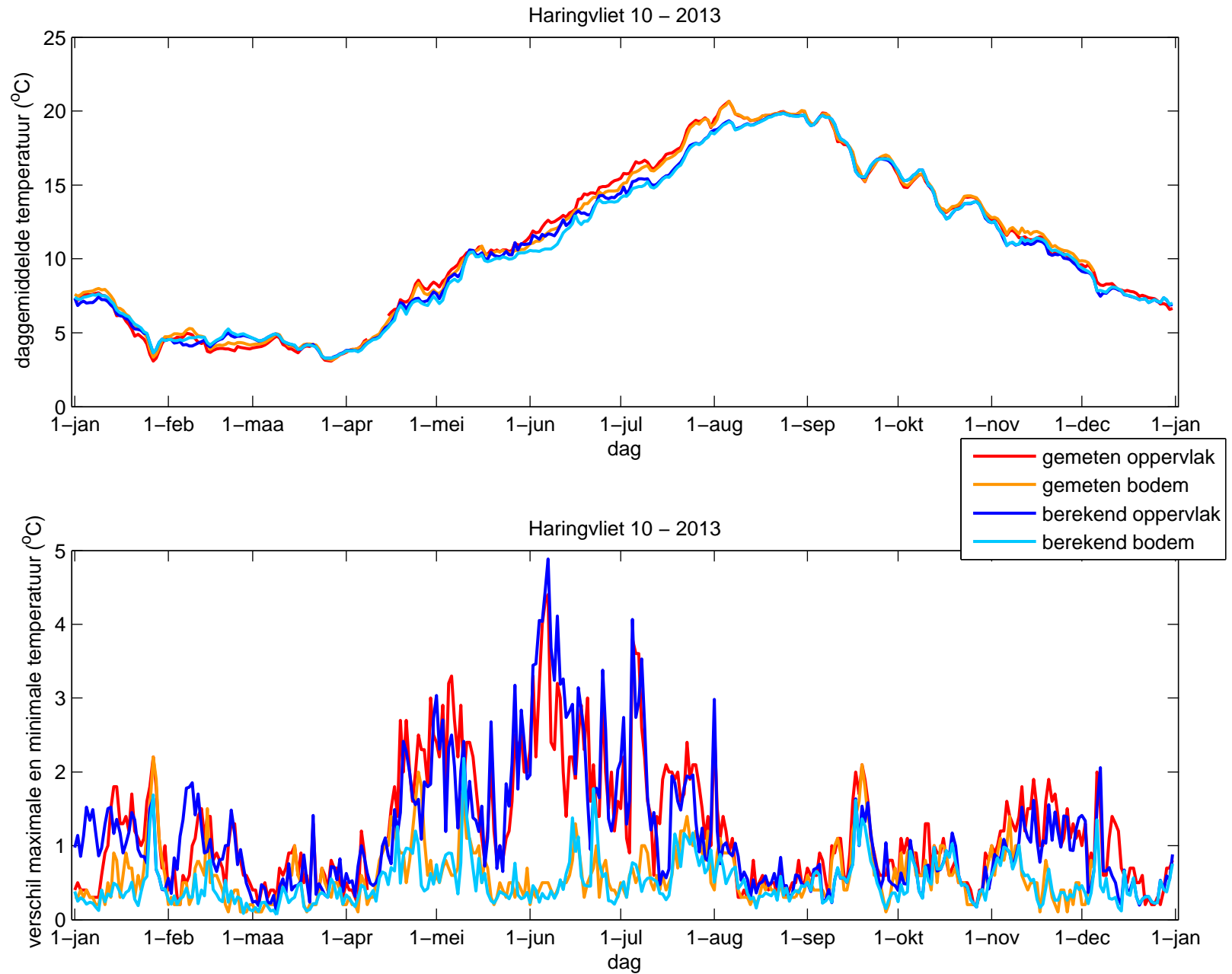
Fig. C.57



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Haringvliet 10

A3153

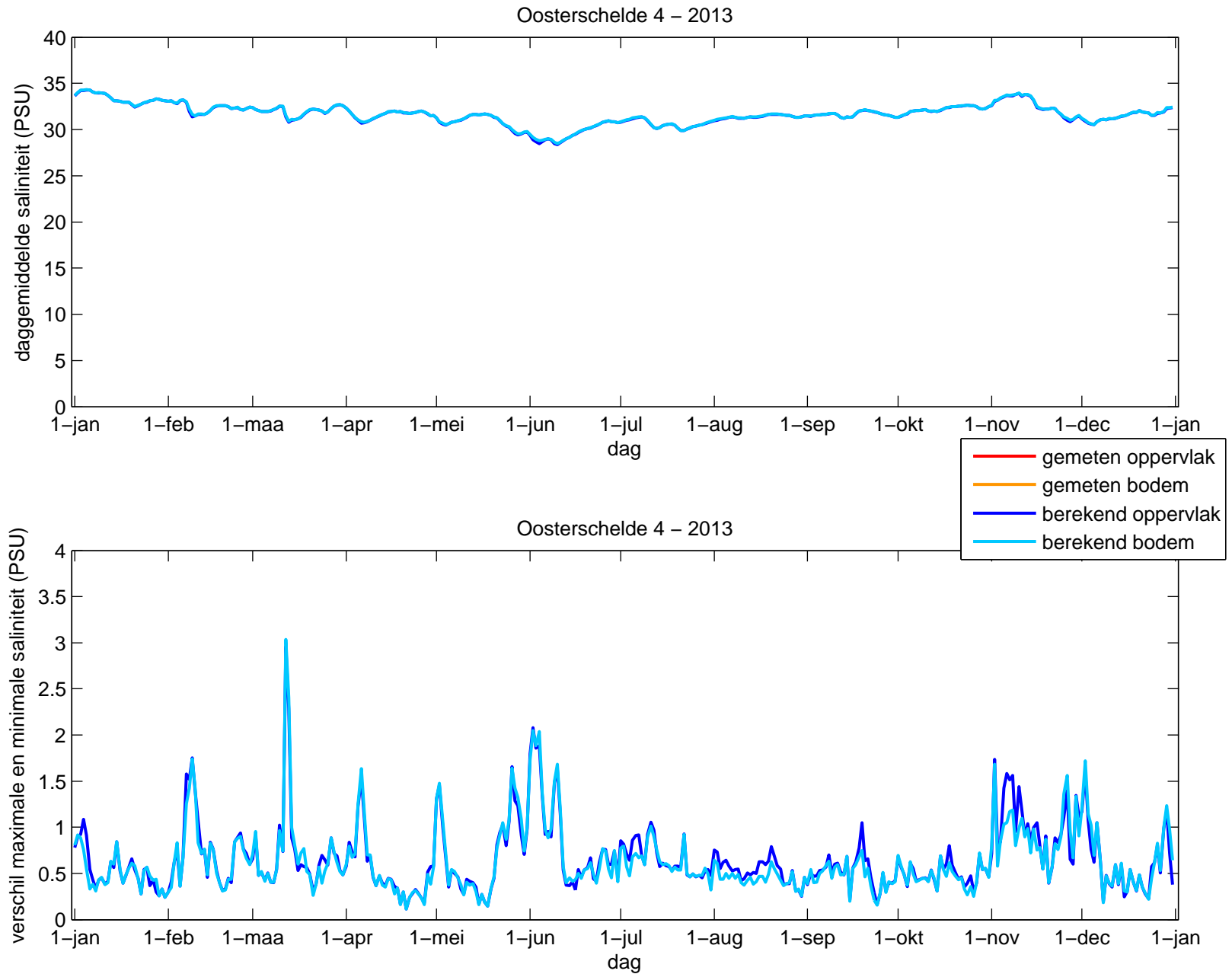
Fig. C.58



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Oosterschelde 4

A3153

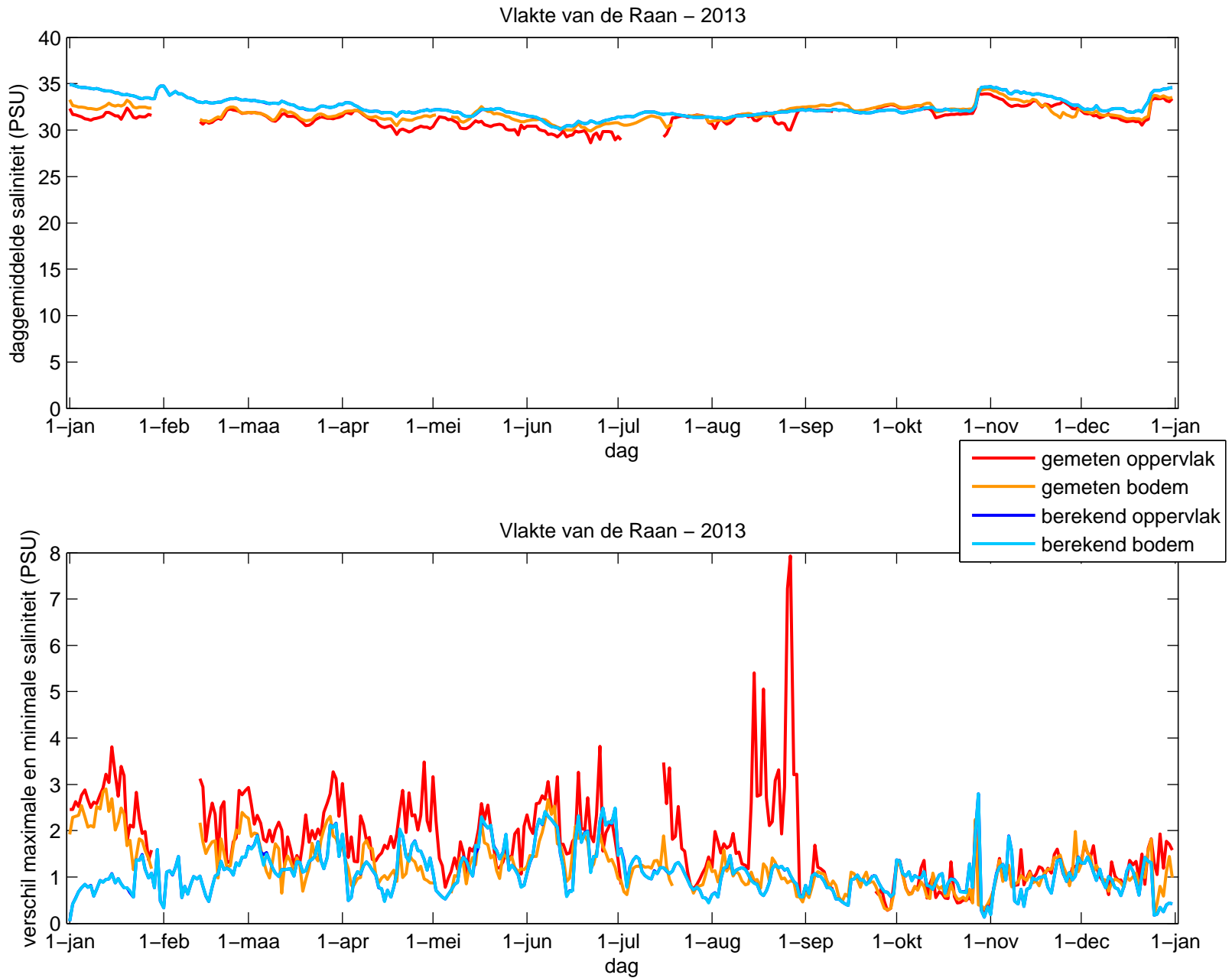
Fig. C.59



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Vlakte van de Raan

A3153

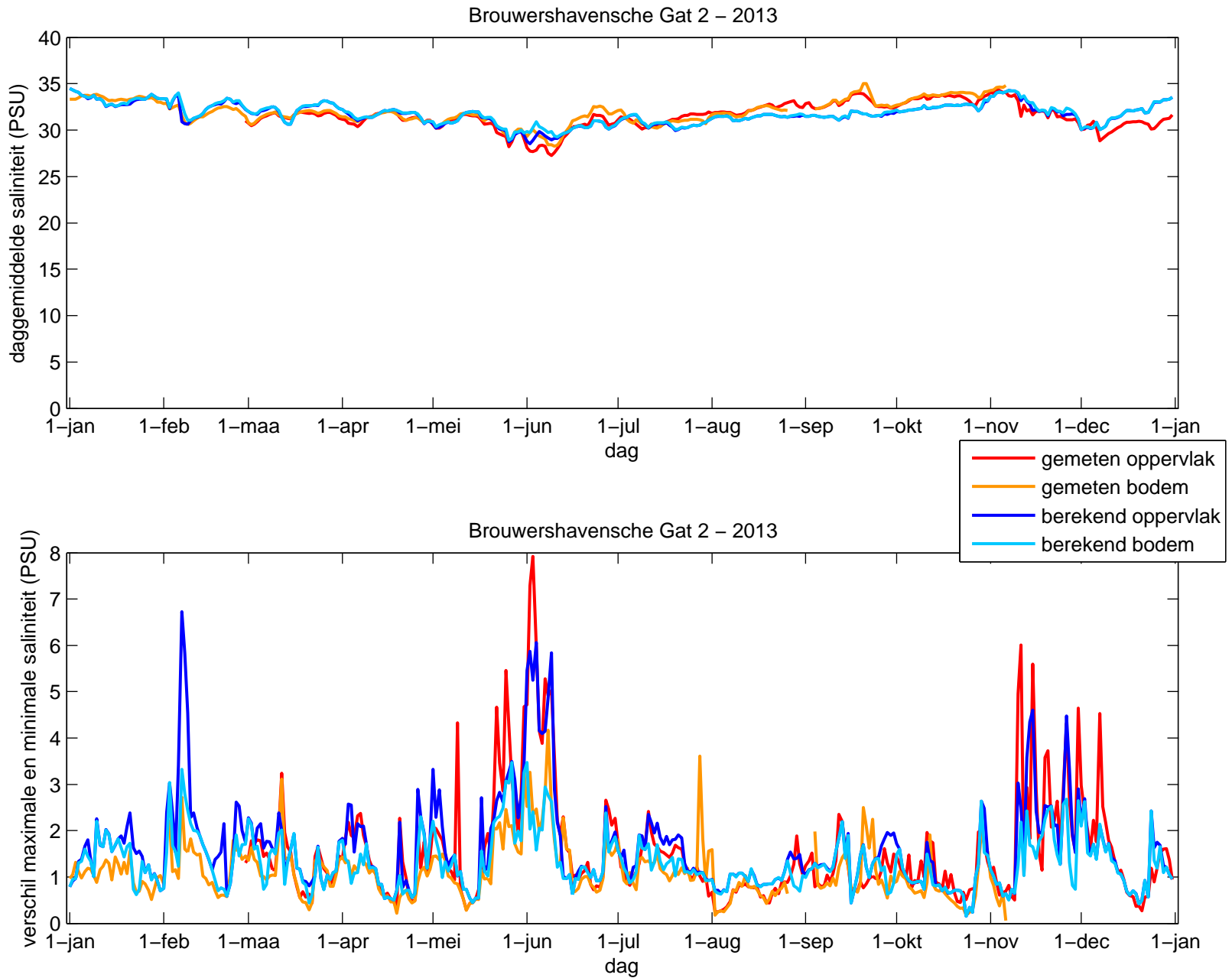
Fig. C.60



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Brouwershavensche Gat 2

A3153

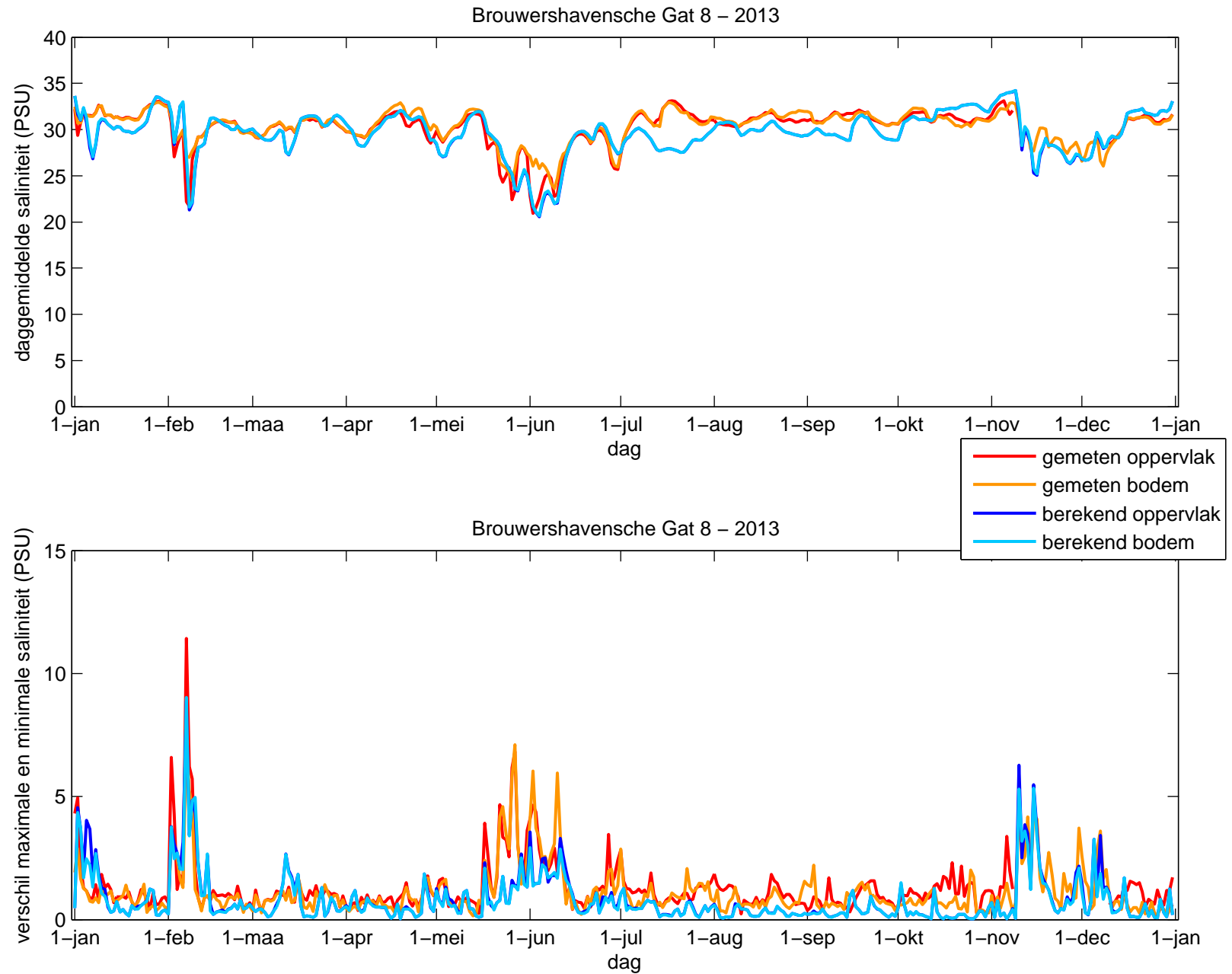
Fig. C.61



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Brouwershavensche Gat 8

A3153

Fig. C.62



PMR NCV Abiotiek
 Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van
 gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening
 in station Haringvliet 10

A3153

Fig. C.63

