

DATARAPPORT PMR-NCV PERCEEL ABIOTIEK

Simulaties 2016 en analyse alternatieve aanpak
bodemschuifspanningen golven

21 JULI 2017

Contactpersonen



JEROEN ADEMA
Senior Specialist Flow Modelling

T +31 (0)88 4261 440

M +31 (0)6 1116 5649

E jeroen.adema@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	6
1.1	Inleiding	6
1.2	Leeswijzer	7
2	VALIDATIE MET GEMETEN DATA	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Synoptische beschrijving 2016	8
2.2.1	Lucht- en watertemperatuur	8
2.2.2	Rivierafvoeren en spuidebieten	10
2.2.3	Wind	14
2.2.4	Golven	15
2.3	Validatie	16
2.3.1	Definities van statistische parameters	16
2.3.2	Validatie waterstand	16
2.3.3	Validatie watertemperatuur	17
2.3.4	Validatie saliniteit	18
2.3.5	Dag-analyses waterstand, temperatuur en saliniteit	19
2.3.6	Validatie CTD-data	19
2.4	Conclusies	24
3	ANALYSES MODELRESULTATEN 2016	25
3.1	Inleiding	25
3.2	Watertemperatuur	25
3.3	Overzicht van resultaten in de database	32
4	ALTERNATIEVE AANPAK BODEMSCHUIFSPANNING T.G.V. GOLVEN	33
4.1	Inleiding	33
4.2	Beschikbaarheid randvoorwaarden	33
4.3	Analyse modelresultaten	34
4.3.1	Analyse hele periode	34
4.3.2	De winter van 2011-2012	35
4.3.3	De zomer van 2010	38

5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	43
5.1	Conclusies	43
5.2	Aanbevelingen	43
	REFERENTIES	44

TABELLEN

Tabel 2.1	Voor de drie CTD-metingen uit figuren 2.12 tot en met 2.14 de gemiddelde afwijking voor de temperatuur en saliniteit en de minimale, gemiddelde en maximale waarde over alle CTD-metingen.	24
-----------	--	----

FIGUREN

Figuur 2.1	Vergelijking van de luchttemperatuur in de Voordelta tussen de maandvariaties over de periode 2004-2015 en de 50-percentielswaarde voor 2016. Ook is de tijdserie (elke 3 uur) voor 2016 weergegeven.	9
Figuur 2.2	Vergelijking van de watertemperatuur in station K13A Platform tussen de maandvariaties over de periode 2004-2015 en de 50-percentielswaarde voor 2016. Ook is de tijdserie (dagelijks) voor 2016 weergegeven.	10
Figuur 2.3	Daggemiddelde spuidebiet Haringvliet in 2016.	11
Figuur 2.4	Boxplots van het daggemiddelde debiet van het Haringvliet voor de jaren 2004 tot en met 2016.	11
Figuur 2.5	Staafdiagram van het gesommeerde spuidebiet door de Haringvlietsluizen voor de jaren 2004 tot en met 2016.	12
Figuur 2.6	Boxplots van de daggemiddelde afvoer van de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2016.	13
Figuur 2.7	Staafdiagram van de gesommeerde afvoer door de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2016.	13
Figuur 2.8	Windrozen Hoek van Holland voor de periode 2004-2015 en 2016.	14
Figuur 2.9	Tijdserie van de wind in Hoek van Holland voor 2016.	15
Figuur 2.10	Golfrozen Europlatform voor de periode 2004-2015 en 2016.	16
Figuur 2.11	Locaties van de CTD-metingen van perceel Benthos in september 2016.	20
Figuur 2.12	Gemeten saliniteit- en temperatuurprofielen op 13 september om 15.13 uur UTC in één van de Benthos-meetpunten en de modelresultaten in het dichtstbij gelegen punt om 15.00 uur en 15.30 uur UTC.	21
Figuur 2.13	Idem voor een meting op 12 september om 7.53 uur UTC.	22
Figuur 2.14	Idem voor een meting op 12 september om 16.08 uur UTC.	23
Figuur 2.15	Oppervlaktesaliniteit op basis van de modelberekeningen voor en na het tijdstip van de metingen.	23
Figuur 3.1	Tijdserie van de wind in Hoek van Holland voor 2016.	25
Figuur 3.2	Verdeling van de dieptegemiddelde temperatuur in de kustzone op 4 momenten in het jaar (modelberekeningen).	26

Figuur 3.3 Van boven naar beneden waterstand Haringvliet 10, debiet Maasmond en Haringvlietsluizen, temperatuur Haringvliet 10 oppervlak en bodem en saliniteit Haringvliet 10 oppervlak en bodem voor een winterperiode met afvoer (links), zomerperiode met afvoer (midden) en periode zonder afvoer (rechts).	27
Figuur 3.4 Temperatuurverschil tussen oppervlak en bodem begin juni 2016, links een moment dat de Haringvlietsluizen gesloten zijn en rechts als ze open zijn.	28
Figuur 3.5 Oppervlakte- (links) en bodemtemperatuur (rechts) als de Haringvlietsluizen gesloten zijn.	29
Figuur 3.6 Oppervlakte- (links) en bodemtemperatuur (rechts) als de Haringvlietsluizen geopend zijn.	29
Figuur 3.7 Verticale temperatuurverdeling langs de raai in bovenstaande figuren, gesloten situatie (boven) en tijdens spuien (onder).	30
Figuur 3.8 Oppervlaktetemperatuur in K13A Platform voor 4 tot en met 12 oktober 2013.	31
Figuur 3.9 Oppervlaktetemperatuur in K13A Platform voor 24 februari tot en met 4 maart 2013.	31
Figuur 3.10 Oppervlaktetemperatuur in K13A Platform voor 12 tot en met 20 juli 2013.	32
Figuur 4.1 Percentage ontbrekende golfmetingen per maand voor 2015 en 2016 voor station Europlatform.	34
Figuur 4.2 Kans van voorkomen van piek-bodemschuifspanning per maand. Gegevens zijn beschikbaar vanaf juni 2004.	35
Figuur 4.3 Piek-bodemschuifspanningen voor de winter van 2011-2012.	36
Figuur 4.4 Windsnelheid Hoek van Holland december 2011 en januari 2012.	37
Figuur 4.5 Golfhoogte Europlatform december 2011 en januari 2012.	37
Figuur 4.6 Piek-bodemschuifspanningen voor de zomer van 2010 en ter vergelijking die van 2009.	38
Figuur 4.7 Bodemschuifspanningen door golven op 29 augustus 2010 om 22.00 uur.	39
Figuur 4.8 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 2,5 N/m ² uitkomt in augustus 2010.	40
Figuur 4.9 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 2,5 N/m ² uitkomt in de gehele monitoringsperiode.	40
Figuur 4.10 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 2 N/m ² uitkomt in de gehele monitoringsperiode.	41
Figuur 4.11 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 1 N/m ² uitkomt in de gehele monitoringsperiode.	41

BIJLAGEN

BIJLAGE A OVERSCHRIJDINGSTABELLEN WIND HOEK VAN HOLLAND EN GOLVEN EUROPLATFORM	45
BIJLAGE B TABELLEN EN FIGUREN VOOR SIMULATIES JANUARI – DECEMBER 2016	46

1 INLEIDING

1.1 Inleiding

In september 2008 is begonnen met de aanleg van Maasvlakte 2. Een belangrijke consequentie van deze aanleg is dat er 2.455 ha aan habitat H1110 verloren is gegaan. Op grond van de Natuurbeschermingswet dient dit te worden gecompenseerd. De compensatiemaatregel bestaat uit:

- het instellen van een verbod op de zware boomkorvisserij (boomkorvisserij met wekkerkettingen met motorvermogens tussen 260 en 300 pk) in een gebied binnen de Voordelta ter grootte van 24.550 ha, en
- het instellen van een aantal rustgebieden voor de zwarte zee-eend, grote stern en visdief.

Het doel van deze compensatieregeling is het bewerkstelligen van een toename in voedselaanbod voor vogels door de reductie van de visvangst en een kwaliteitsverbetering van het bodemleven.

De effecten van de compensatiemaatregel worden gemonitord in het langlopende project PMR-NCV (Project Mainportontwikkeling Rotterdam – Natuur Compensatie Voordelta), met als doel om aan te tonen dat de compensatiemaatregelen voldoende zijn geweest. Van 2009 tot en met 2015 is de eerste fase uitgevoerd. Deze studie maakt onderdeel van de tweede fase, die loopt van 2016 tot en met 2020. Een van de resultaten van de eerste fase is geweest dat de begrenzing en periode van bescherming in de rustgebieden voor de zwarte zee-eend is aangepast.

Het doel van het perceel Abiotiek is om een beschrijving te geven van de abiotiek van de Voordelta, om op die manier een mogelijk effect van de omgevingscondities op de gemeten aantallen vogels, vissen en benthos te kunnen vaststellen en aan het eind van het project een overzicht van de variaties en veranderingen in abiotische omgevingscondities in de Voordelta over de gehele monitoringsperiode 2004-2018.

Voor de beschrijving van de abiotische omgevingscondities wordt gebruik gemaakt van analyses van metingen en modelonderzoek. In de eerste fase van PMR-NCV zijn modelsimulaties uitgevoerd voor de periode juni 2004 t/m december 2014. Met het oog op consistentie met de modelresultaten uit Fase I van PMR-NCV is dezelfde aanpak ook voor fase 2 gevolgd.

De abiotische parameters die met behulp van modelberekeningen zijn bepaald, zijn:

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

Hiervoor is gebruik gemaakt van het modelleninstrumentarium van Rijkswaterstaat, bestaande uit de SIMONA modellen CSM8 (Continental Shelf Model met 8 kilometer maaswijdte), Zuno (Zuidelijk Noordzee model), Kustgrof en Kustzuid (uitsnede van het zuidelijke deel van Kustfijn) en het golfvoortplantingsmodel SWAN. De benodigde gegevens voor waterstanden, meteo-velden, saliniteit- en temperatuurmetingen, afvoer- en lozingsgegevens, de bodemligging in de Voordelta 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.

Naast deze 'standaard' modelstudie is in 2016 een aanvullende studie uitgevoerd om te kijken of de methode waarmee de bodemschuifspanningen ten gevolge van golven in de eerste fase zijn bepaald, aanpassing behoeft (Arcadis, 2016b). In de oorspronkelijke aanpak zijn de bodemschuifspanningen voor aflandige golfcondities verondersteld klein te zijn. In de berekeningen zijn daarom deze condities niet beschouwd en in de analyses worden de bodemschuifspanningen dan verondersteld nul te zijn. De alternatieve aanpak betreft het maken van een hindcast van de golfcondities door onder alle condities de golven uit te rekenen en de bodemschuifspanningen te bepalen. Hiermee sluit deze aanpak ook beter aan bij de manier waarop de andere abiotische grootheden zijn bepaald. Dit is eerst alleen gedaan voor het jaar 2015, maar nu ook gedaan voor de gehele monitoringsperiode.

De resultaten van deze studie worden net als de metingen van de andere percelen opgeslagen in een grote database, zodat de data voor iedereen toegankelijk zijn en er eenvoudig aanvullende analyses op kunnen worden uitgevoerd.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 behandelt de validatie van de modelresultaten met beschikbare metingen. In paragraaf 2.2 wordt eerst een beschrijving gegeven van de omgevingscondities en hoe die zich verhouden tot de andere jaren in de monitoringsperiode. In paragraaf 2.3 en 2.4 wordt verder ingegaan op de validatie zelf, op een vergelijkbare manier als dit is gegaan voor de eerdere jaren.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de analyses op de modelberekeningen gepresenteerd. Voor 2016 is ervoor gekozen om in te zoomen op de watertemperatuur in de Voordelta en specifiek de rol die de rivier- en spuidebieten hierin spelen.

In hoofdstuk 4 worden de uitkomsten van de alternatieve aanpak voor de bodemschuifspanningen door golven over de gehele monitoringsperiode van juni 2004 tot en met december 2016 verder geanalyseerd. Er is specifiek gekeken of er een manier kan worden gevonden om de verschillende jaren onderling te vergelijken.

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

2 VALIDATIE MET GEMETEN DATA

2.1 Inleiding

De aanpak van de modelberekeningen is identiek gehouden ten opzichte van die in de eerste fase (simulaties over de periode juni 2004 tot en met december 2015), om zoveel mogelijk consistentie te behouden in de uitkomsten. Net als de berekeningen vanaf 2013 loopt de simulatieperiode weer van januari tot en met december, in tegenstelling tot de voorafgaande jaren, waarbij die liepen van juni tot en met mei.

Door Rijkswaterstaat zijn voor het modelgebied de beschikbare vaklodingen toegeleverd. Het gebied waarvoor in 2016 een update van de bodemligging beschikbaar is, is beperkt tot een strook langs de zuidwestkust van Walcheren, langs Goeree-Overflakkee en langs Voorne-Putten tussen de Haringvlietsluizen en de Maasvlakte.

Na de opmetingen van 2010-2011 en 2013-2014 staat voor 2017 weer een nieuwe inwinning van de bodemligging in de planning. Deze zullen in de modelberekeningen voor dat jaar worden meegenomen, inclusief de nieuwe gegevens van 2016.

In dit hoofdstuk zal eerst een beschrijving worden gegeven van de omgevingscondities in 2016. Hierbij worden de rivier- en spuidebieten, temperatuur en wind- en golfcondities van 2016 beschreven en worden deze vergeleken met de eerdere jaren van de monitoring. Deze gegevens zijn ook gebruikt om de verschillende modellen aan te sturen.

Aansluitend wordt aangetoond dat de modelresultaten betrouwbaar zijn door de validatie met de metingen. Hierbij is dezelfde aanpak gevolgd als in het Eindrapport 2009-2013 (Deltares, 2014) en de datarapporten betreffende de jaarsimulaties 2013 (Arcadis, 2015), 2014 (Arcadis, 2016a) en 2015 (Arcadis, 2016b), om op die manier de verschillende jaren 1-op-1 te kunnen vergelijken. Hierbij zijn vergelijkingen gemaakt tussen gemeten en berekende waterstanden, watertemperaturen en saliniteiten.

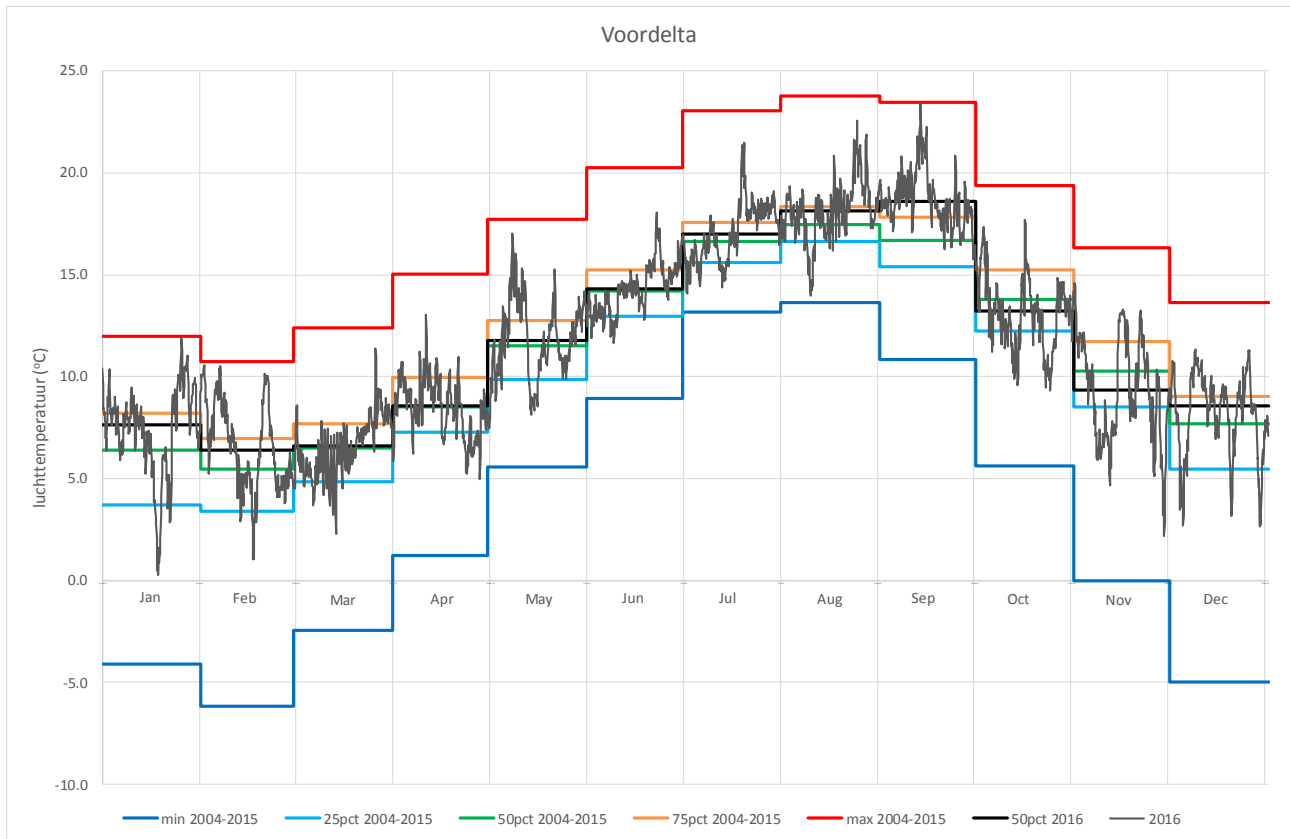
2.2 Synoptische beschrijving 2016

De winter van 2015-2016 was voor wat betreft temperatuur uitzonderlijk warm, net als september. Voor de overige maanden benaderde de temperatuur het langjarige gemiddelde. Het totale debiet over het jaar was erg hoog, en geconcentreerd in de eerste helft van het jaar.

2.2.1 Lucht- en watertemperatuur

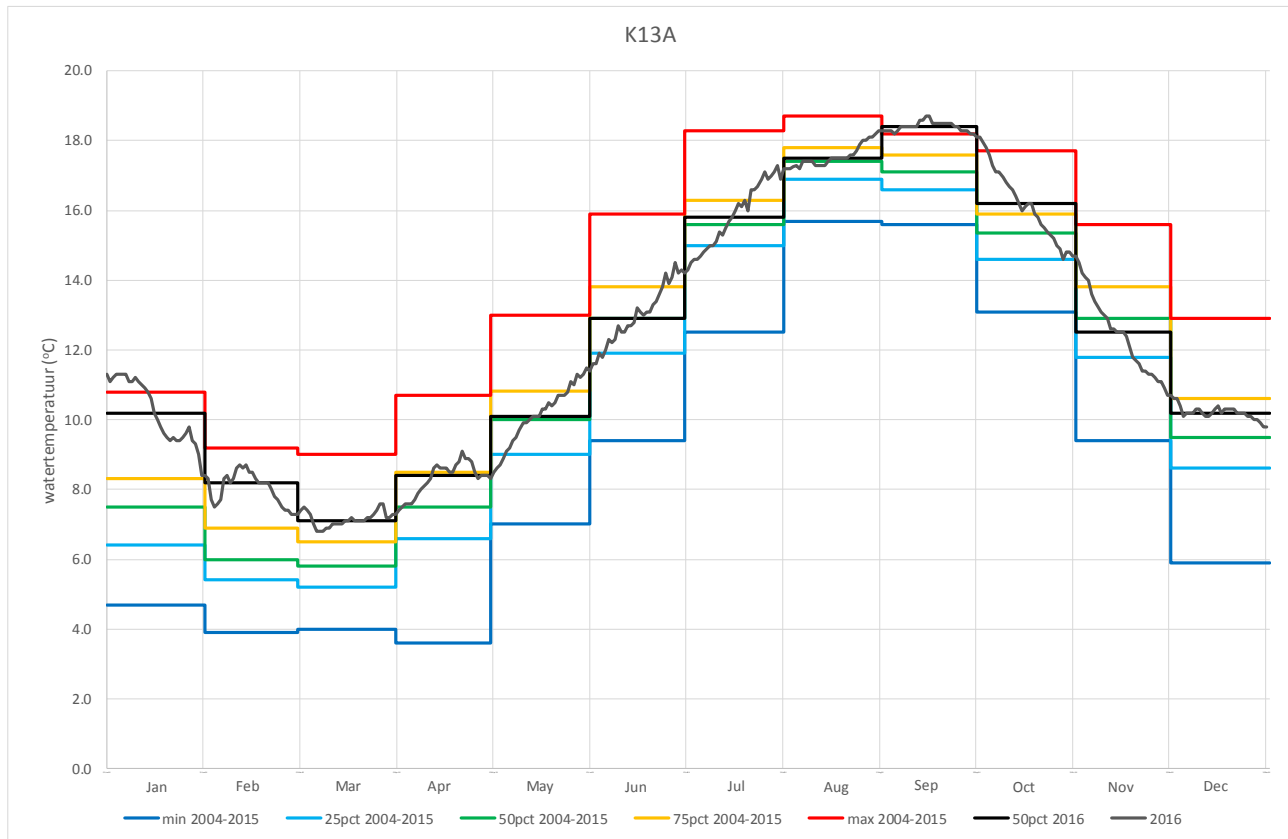
Voor de analyse van de luchttemperatuur is de HIRLAM modeluitvoer ruimtelijk gemiddeld over de Voordelta. Voor de watertemperatuur zijn de metingen bij K13A Platform, zoals beschikbaar in Waterbase, geanalyseerd. Beide worden gebruikt in de aansturing van het temperatuurmodel in het 3D Kustzuid model, naast bewolgingsgraad en relatieve luchtvochtigheid.

In figuur 2.1 zijn de luchttemperaturen over 2016 vergeleken met de variaties over de monitoringsperiode van 2004 tot en met 2015.



Figuur 2.1 Vergelijking van de luchttemperatuur in de Voordelta tussen de maandvariaties over de periode 2004-2015 en de 50-percentielswaarde voor 2016. Ook is de tijdserie (elke 3 uur) voor 2016 weergegeven.

Januari begon relatief warm, maar met een dipje tussen 14 en 22 januari. Op 18 januari wordt een temperatuur net boven het vriespunt gevonden, terwijl op 25 januari de temperatuur bijna 12 °C wordt bereikt. Maart tot en met juli volgt de mediaan heel goed die over de gehele monitoringsperiode. Augustus en september zijn weer relatief warm, hoewel op 10 augustus de temperatuur daalt tot 14 °C, iets hoger dan het minimum zover. Op 13 september wordt juist de warmste temperatuur van deze zomer bereikt van ruim 23 °C, vrijwel gelijk aan het maximum over de voorgaande monitoringsjaren. September is de enige maand dit jaar dat de mediaan niet valt tussen de 25- en 75-percentiel maandwaarden over de jaren vanaf 2004. Oktober en November zijn weer wat koeler en december vervolgens wat warmer dan normaal.



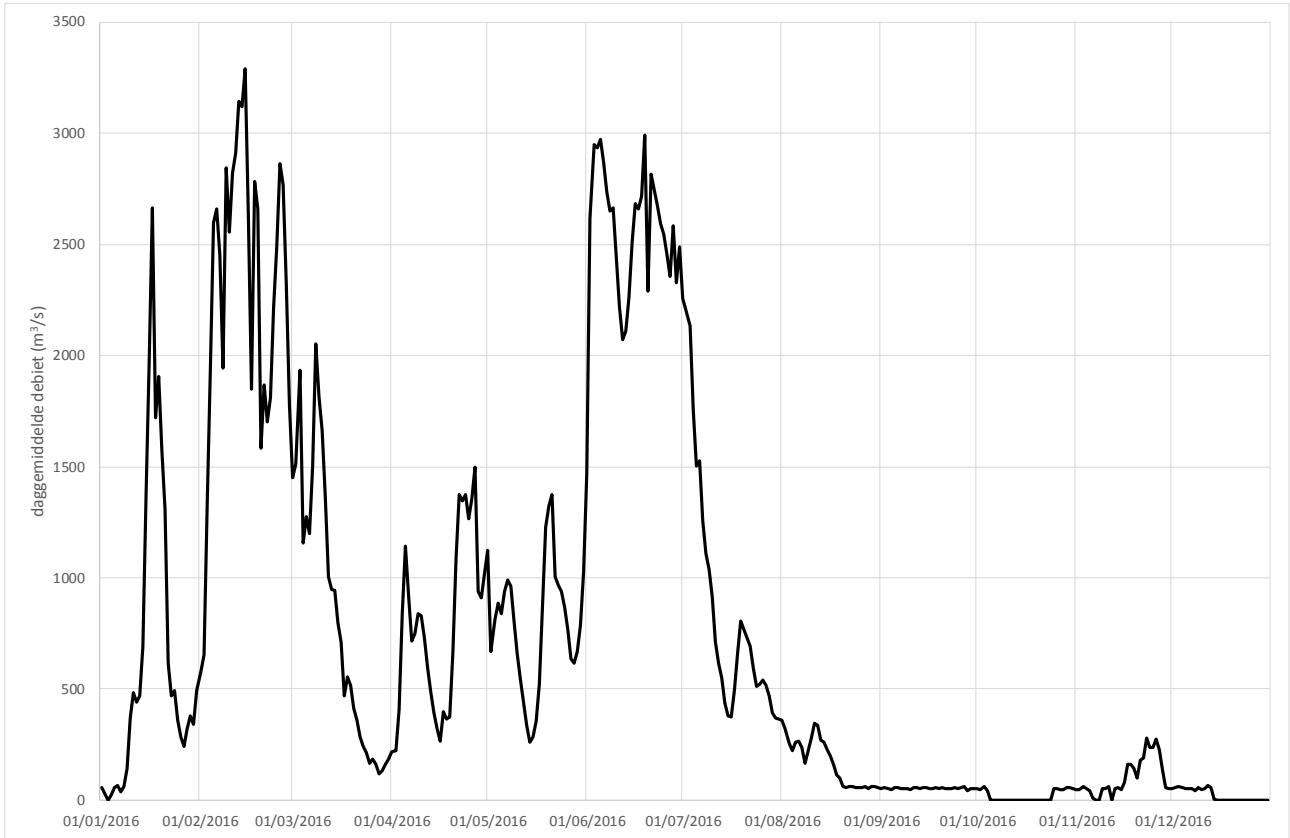
Figuur 2.2 Vergelijking van de watertemperatuur in station K13A Platform tussen de maandvariaties over de periode 2004-2015 en de 50-percentielswaarde voor 2016. Ook is de tijdserie (dagelijks) voor 2016 weergegeven.

Een vergelijkbare analyse als voor de luchttemperatuur is ook gedaan voor de watertemperatuur in station K13A Platform. Voor dit station, dat wordt gebruikt om het Kustzuid model van temperatuurrandvoorwaarden te voorzien, is slechts iets meer dan een derde van de metingen beschikbaar. Daarnaast zijn er via de datahulpdesk daggemiddelde waarden toegeleverd. Aangezien de verschillen tussen daggemiddelde waarden en die om 12 uur 's middags daar waar beide beschikbaar zijn niet meer dan 0,3 °C van elkaar afwijken, zijn de ontbrekende waarden opgevuld met de daggemiddelde waarden. Uit eerdere jaren is gebleken, dat de minimale fout die dan gemaakt wordt op de open rand, wordt gecompenseerd doordat in het model opwarming door zonne-instraling wordt meegenomen.

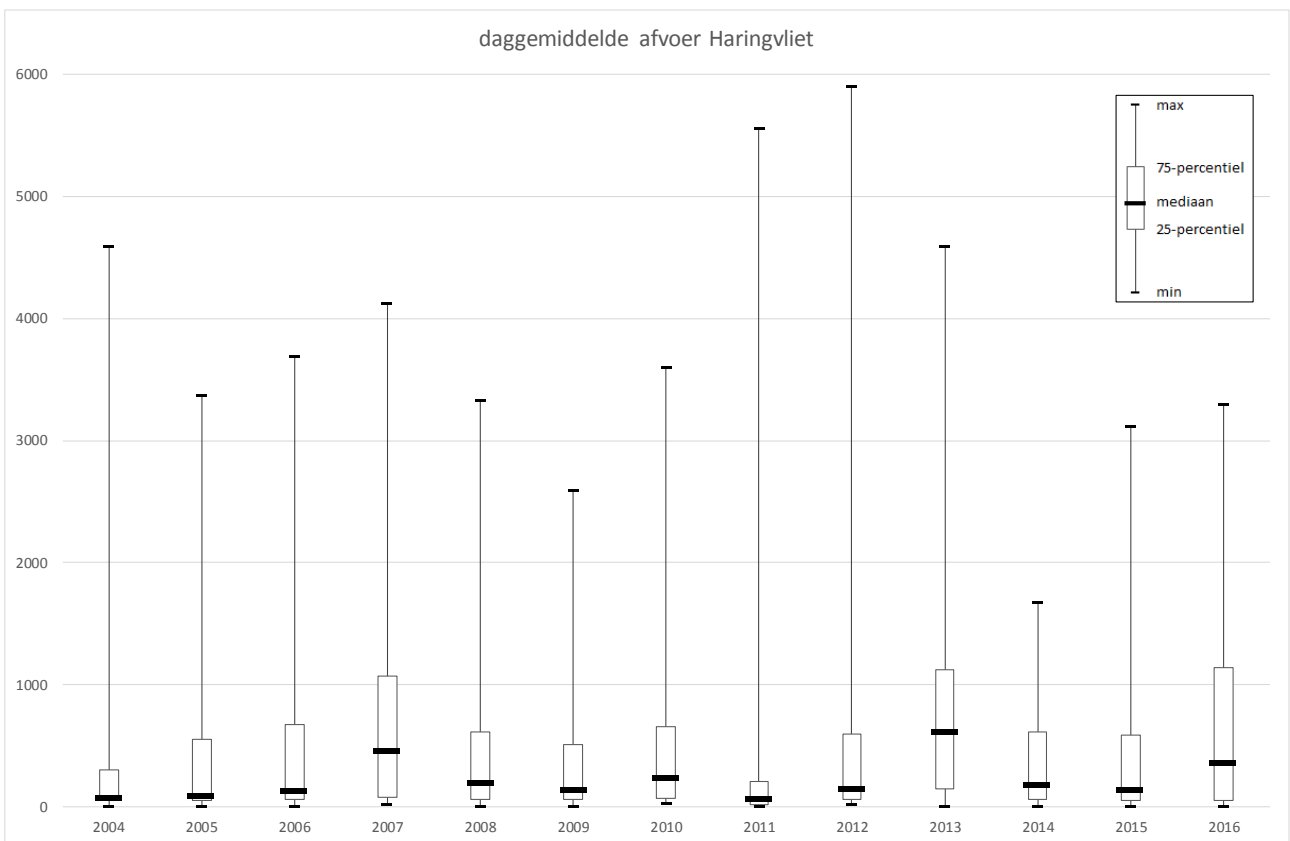
De resultaten zijn te zien in figuur 2.2. Net als voor de luchttemperatuur begint het jaar warm. Maar waar de mediaan van de luchttemperatuur vrijwel het hele jaar tussen de 25- en 75-percentielswaarden ligt, ligt die voor de watertemperatuur in de eerste drie maanden tussen de 75-percentielswaarden en de maximale waarden. Januari begint zelfs erg warm, met in de eerste twee weken een temperatuur die ongeveer een halve graad hoger ligt dan de maximale januari-temperatuur sinds 2004. In februari en maart daalt de temperatuur weer naar normale waarden gedurende april tot en met augustus. In september ligt de temperatuur vrijwel de gehele maand boven de maximale septembertemperatuur over de eerdere monitoringsjaren, maximaal een halve graad. Oktober tot en met december verlopen daarna weer vrijwel normaal.

2.2.2 Rivierafvoeren en spuidebieten

Het daggemiddelde spuidebiet van de Haringvlietsluizen is weergegeven in figuur 2.3. Over het jaar als geheel komen er geen echte extremen voor; het daggemiddelde spuidebiet varieerde tussen 0 en 3292 m³/s. Opvallend in 2016 is dat de laatste vijf maanden van het jaar de spuidebieten erg klein zijn. Vooral februari en juni komen naar voren als natte maanden, waarin veel dagen achter elkaar een relatief hoog spuidebiet optreedt.

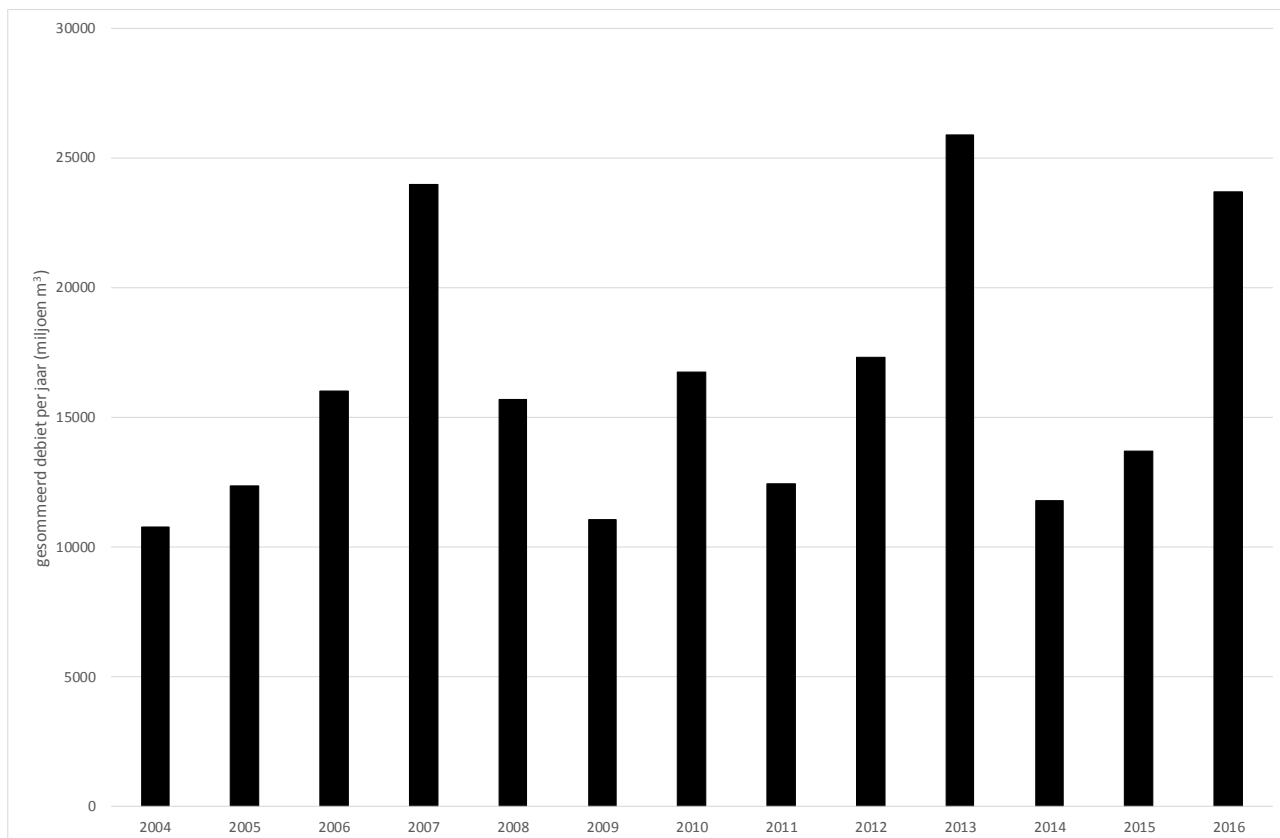


Figuur 2.3 Daggemiddelde spuidebiet Haringvliet in 2016.



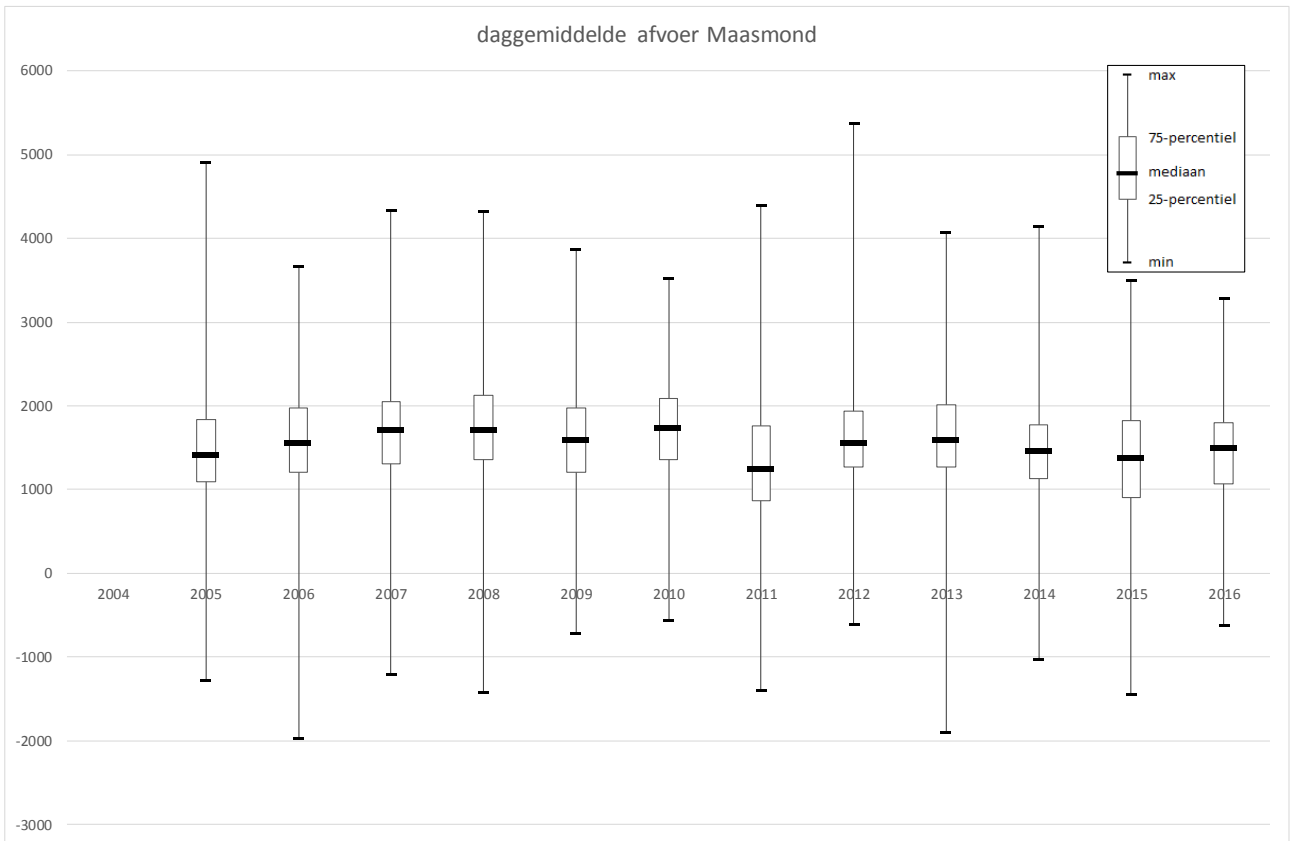
Figuur 2.4 Boxplots van het daggemiddelde debiet van het Haringvliet voor de jaren 2004 tot en met 2016.

In figuur 2.4 en 2.5 is het Haringvlietdebiet vergeleken met de andere jaren. Hoewel het maximale daggemiddelde spuidebiet in 2016 niet extreem hoog is, valt vooral op dat in 2016 de mediaan en het 75-percentiel groot zijn. Dat blijkt ook uit de gesommeerde spuidebeten over de verschillende jaren, zoals weergegeven in figuur 2.5. Dan blijkt dat 2016 op de derde plaats staat met een totaal debiet van 23.675 miljoen m³. In 2013 was het zelfs 25.900 miljoen m³; in 2009 maar 11.060 miljoen m³.

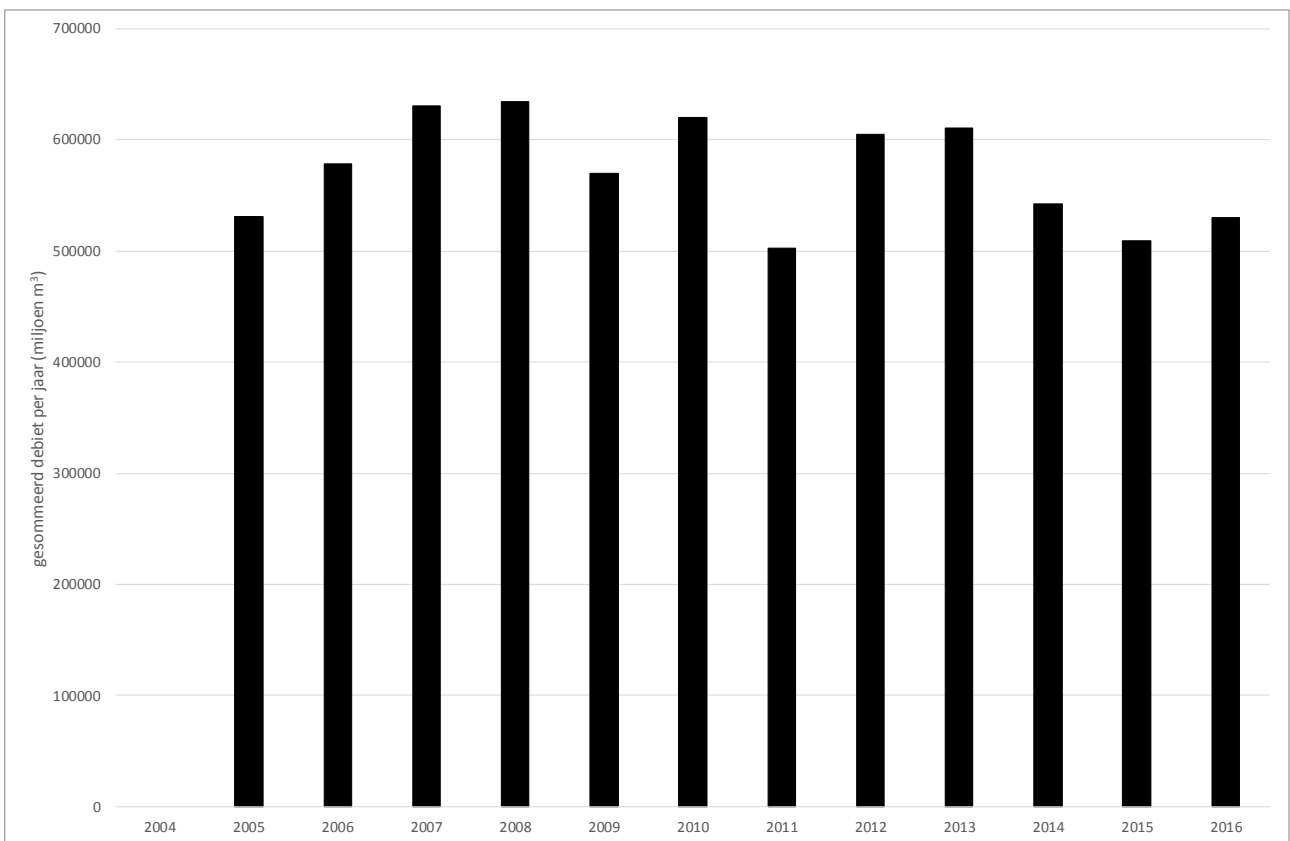


Figuur 2.5 Staafdiagram van het gesommeerde spuidebiet door de Haringvlietsluizen voor de jaren 2004 tot en met 2016.

In figuren 2.6 en 2.7 zijn dezelfde vergelijkingen gemaakt voor de Maasmond. De gesommeerde afvoer van de Maasmond behoort in tegenstelling tot die van de Haringvlietsluizen juist tot de op twee na laagste over de monitoringsjaren. Hoewel het totale spuidebiet van de Haringvlietsluizen maar een fractie bedraagt van de totale afvoer door de Maasmond (circa 2,5%), zijn de verschillen van jaar tot jaar veel groter.



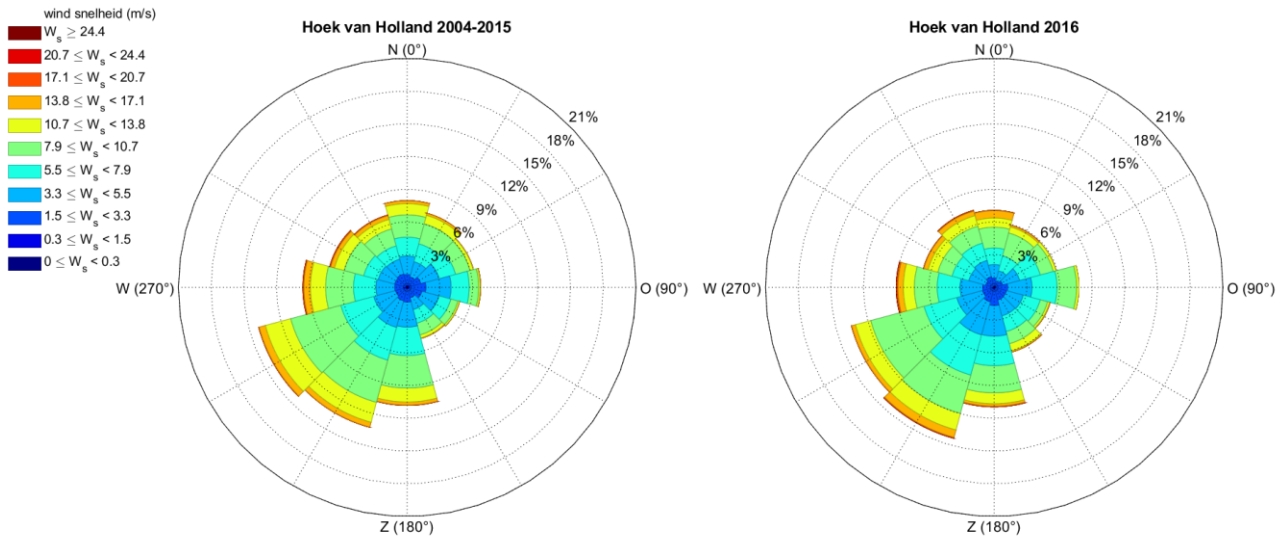
Figuur 2.6 Boxplots van de daggemiddelde afvoer van de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2016.



Figuur 2.7 Staafdiagram van de gesommeerde afvoer door de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2016.

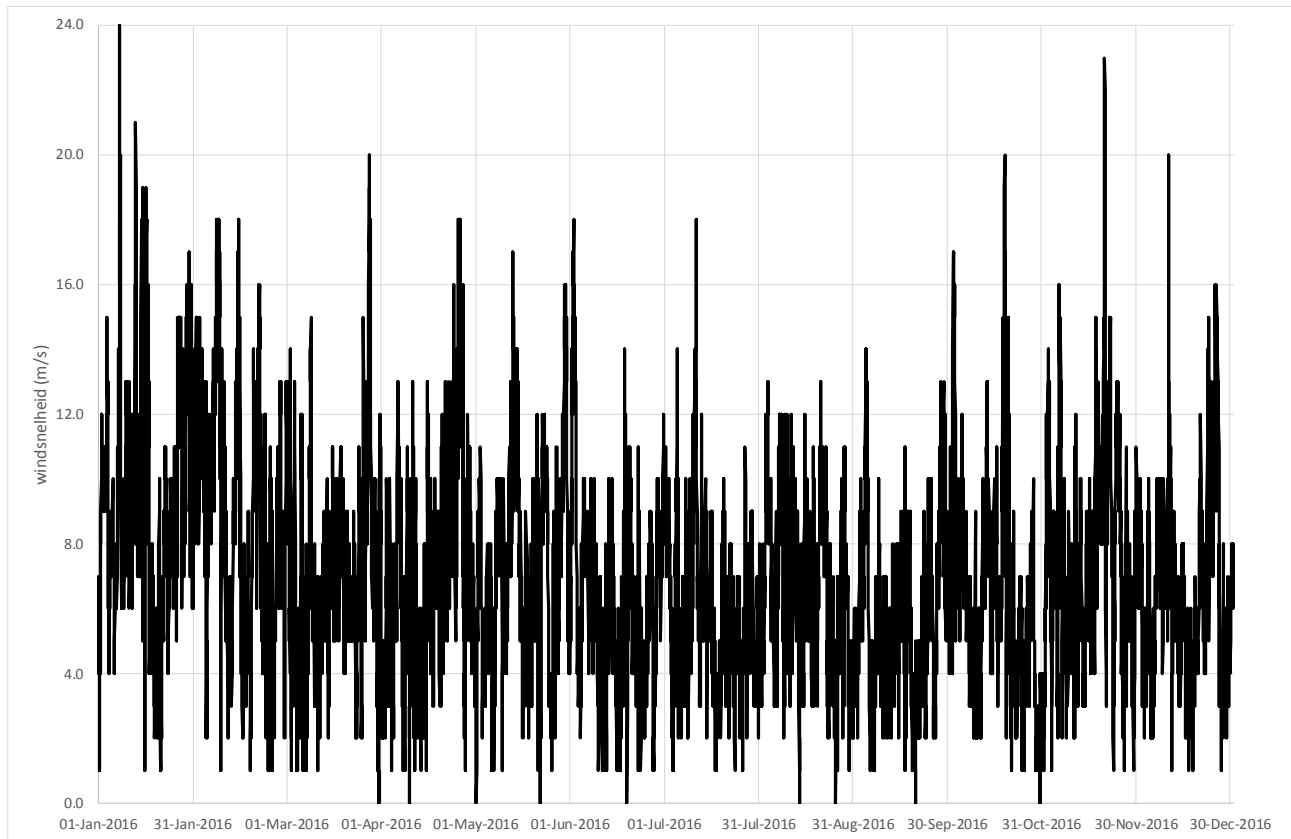
2.2.3 Wind

In figuur 2.8 is de windroos van 2016 voor Hoek van Holland vergeleken met die over de periode 2004-2015. In bijlage A zijn de resultaten in tabelvorm opgenomen. Het jaar 2016 komt redelijk goed overeen met het gemiddelde; de kansen van voorkomen van elke klasse verschillen minder dan 1% met die over de eerdere jaren. Wel kan worden geconstateerd dat er een geringe toename van de afluwindcondities en een kleine afname van de aanlandige condities is.



Figuur 2.8 Windrozen Hoek van Holland voor de periode 2004-2015 en 2016.

De tijdserie van de windsnelheid is weergegeven in figuur 2.9. Ook hier blijkt 2016 een vrij standaard verloop van de wind te vertonen met verschillende herfst- en winterstormen en een rustige zomerperiode.



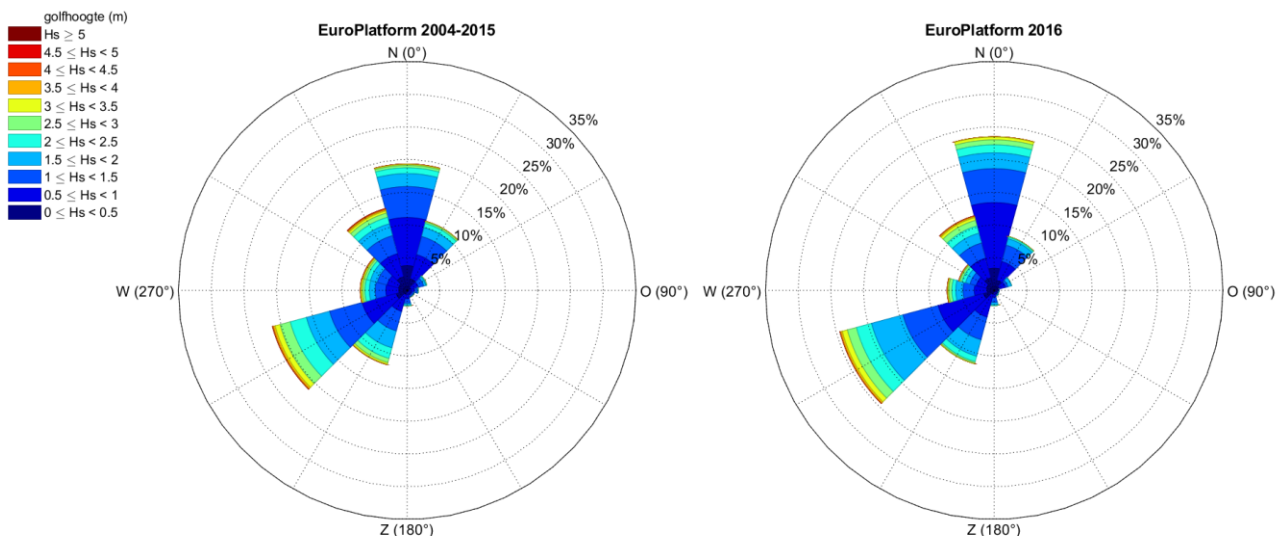
Figuur 2.9 Tijdsree van de wind in Hoek van Holland voor 2016.

2.2.4 Golven

De golven in Europlatform fungeren als randvoorwaarde voor de golfberekeningen met SWAN. Voor ongeveer een kwart van alle uurlijkse metingen zijn in 2016 niet alle drie de parameters golfhoogte, -periode of -richting in Waterbase beschikbaar. Een gat van één uur, en in een uitzonderlijk geval twee of drie uur is met lineaire interpolatie opgevuld. Uiteindelijk is zo een dekking van 77,6% van het jaar gerealiseerd. De periode mei tot en met oktober is nagenoeg compleet, maart en december zijn maanden waarin zelfs meer dan de helft (78,5 en 64,5%) van de gegevens ontbreken.

De golfrozen voor Europlatform zijn weergegeven in figuur 2.10, zowel voor de periode 2004-2015 en voor 2016. In bijlage A zijn ook deze in tabelvorm opgenomen. De verschillen zijn niet significant. In 2016 zijn er vaker golven tot 2 m uit west-zuidwestelijke richting (225-255 °N) voorgekomen dan over de hele monitoringsperiode. Ook uit het noorden is er een toename zichtbaar, maar dit is voornamelijk het gevolg van een toename in de klasse 0,5 – 1,0 m.

Dat er vooral in de winter zo veel meetgegevens ontbreken, kan de statistiek over 2016 wel beïnvloeden.



Figuur 2.10 Golfrozen Europlatform voor de periode 2004-2015 en 2016.

2.3 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.

2.3.1 Definitie van statistische parameters

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

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

$$RMSE_0 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((X_{model,i} - \overline{X_{model}}) - (X_{meting,i} - \overline{X_{meting}}))^2} \tag{2}$$

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.

2.3.2 Validatie waterstand

Uit Waterbase zijn waterstanden gehaald voor de stations:

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

De gegevens zijn compleet, er zijn geen ontbrekende metingen.

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

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

en:

- Figuur B.1: Ligging waterbase-stations waterstand
- Figuren B.2 – B.5: 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 met 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 de jaren tot en met 2012 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 in tabel B.1 komen goed overeen met die uit eerdere jaren.

2.3.3 Validatie watertemperatuur

Voor de validatie van de temperatuur is als eerste gekeken naar een aantal stations waarvoor metingen aan het oppervlakte beschikbaar zijn. Het betreft de stations:

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

Omdat de recente metingen nog niet beschikbaar waren in Waterbase, zijn deze opgevraagd bij de datahelpdesk water. De metingen zijn gegeven om 12 uur 's middags. Voor Lichteiland Goeree, Europlatform en Hoek van Holland ontbreken er enkele meetwaarden (tussen de 1 en 5). Bij de validatie is de vergelijking alleen uitgevoerd voor de beschikbare gegevens.

De resultaten van de vergelijkingen zijn in bijlage B gepresenteerd in:

- Tabel B.2: Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak, Europlatform, Lichteiland Goeree, Vlissingen en Hoek van Holland

en:

- Figuur B.6: Ligging Waterbase-stations oppervlaktetemperatuur
- Figuren B.7 – B.10: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlaktetemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Waterbasestations Europlatform en Lichteiland Goeree en de randvoorwaarde K13a Platform.
- Figuren B.11 – B.14: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlaktetemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland

Daarnaast zijn gecontroleerde watertemperatuurmetingen van het meetnet Zege gedownload. Hierin zijn in principe de onjuiste meetwaarden verwijderd, die veroorzaakt worden door bijvoorbeeld aangroei op de sensoren. In de data zijn er geen perioden waarin dit duidelijk zichtbaar optreedt. Metingen zijn beschikbaar nabij de oppervlakte en bij de bodem. De volgende stations zijn in de analyse meegenomen:

- Vlake van de Raan (NAP -3,25 m en -9,35 m)
- Oosterschelde 4 (NAP -2,80 m en -7,56 m)
- Brouwershavensche Gat 2 (NAP -4,00 m en -10,00 m)
- Brouwershavensche Gat 8 (NAP -4,00 m en -5,50 m)
- Haringvliet 10 (NAP -2,50 m en -9,00 m)

Net als in de andere jaren ontbreken er veel meetwaarden. Dit varieert van 45,3% (oppervlaktetemperatuur Vlake van de Raan) tot 75,5% (bodemtemperatuur Brouwershavensche Gat 8).

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

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

en:

- Figuur B.15: Ligging Zege-stations temperatuur en saliniteit
- Figuren B.16 – B.19: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Oosterschelde 4
- Figuren B.20 – B.23: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Vlake van de Raan
- Figuren B.24 – B.27: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 2
- Figuren B.28 – B.31: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 8
- Figuren B.32 – B.35: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Haringvliet 10

In de eerste helft van het jaar, wanneer de Voordelta opwarmt, blijft het model achter. Waar in januari de BIAS van de temperatuur in de verschillende stations nog minder dan een halve graad positief of negatief is, is dat in juni al -0,5 tot -1,0 °C. In de maanden daarna loopt de BIAS weer op totdat die weer op een vergelijkbaar niveau als in het begin van het jaar is uitgekomen. Vlissingen en Hoek van Holland zijn hierop uitzonderingen. Waar Vlissingen in de eerste helft van het jaar een negatieve BIAS vertoont, is dat in de tweede helft tot 0,7 °C positief. In Hoek van Holland warmt het model juist teveel op, tot gemiddeld 1,5 °C te hoog. November en december zijn uitzonderingen, waarbij het gemiddelde tot 1,3 °C te laag wordt berekend.

2.3.4 Validatie saliniteit

Voor de saliniteit zijn dezelfde stations vanuit het Zege-meetnet genomen als die zijn gebruikt voor de watertemperatuur. De hoeveelheid ontbrekende data ligt lager dan die voor de temperatuur, tussen 14,0% (bodemsaliniteit Brouwershavensche Gat 2) en 39,8% (bodemsaliniteit Brouwershavensche Gat 8).

De tabellen en figuren van de vergelijkingen met gemeten saliniteit zijn:

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

en:

- Figuren B.36 – B.39: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Oosterschelde 4
- Figuren B.40 – B.43: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Vlake van de Raan
- Figuren B.44 – B.47: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 2
- Figuren B.48 – B.51: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Brouwershavensche Gat 8
- Figuren B.52 – B.55: Vergelijking metingen en modelresultaten, oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e, 2e, 3e en 4e kwartaal, Zege-station Haringvliet 10

De gevonden gemiddelde afwijkingen en standaarddeviaties komen voor 2015 overeen met die voor de eerdere jaren van de monitoring.

2.3.5 Dag-analyses waterstand, temperatuur en saliniteit

Ten slotte zijn per jaarsimulatie zogenaamde “dag-analyse”-figuren opgenomen waarin gemeten en berekende 'daggemiddelden' en 'dagelijkse variaties' van de verschillende grootheden (waterstand, temperatuur en saliniteit) worden vergeleken. Deze zijn vooral nuttig, omdat die in één oogopslag laten zien of er systematische afwijkingen zijn in het gemiddelde niveau en of de dagelijkse variatie goed wordt gemodelleerd. Tevens zijn perioden waarin de saliniteit of temperatuur door bijvoorbeeld aangroei op de sensoren sterk verloopt snel zichtbaar.

De figuren zijn:

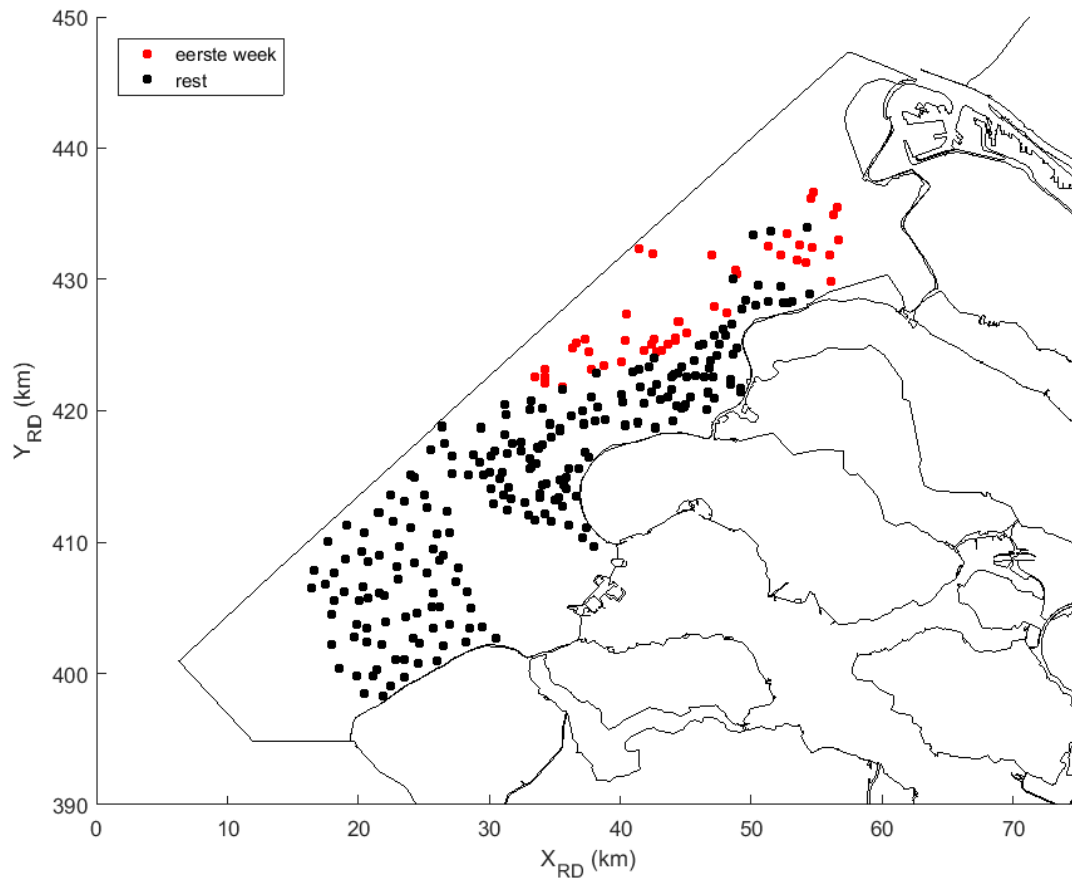
- Figuren B.56: Dag-analyse van de waterstand, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlissingen
- Figuren B.57 – B.61: Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in stations Vlake van de Raan, Oosterschelde 4, Brouwershavensche Gat 2, Brouwershavensche Gat 8 en Haringvliet 10
- Figuren B.62 – B.66: 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

Deze serie figuren bevestigen het beeld dat het model goed in staat is om dagelijkse variaties en daggemiddelde waarden van waterstand, temperatuur en saliniteit nauwkeurig te berekenen.

Wel zijn er enkele momenten dat de geobserveerde dagelijkse variatie in saliniteit duidelijke uitschieters vertoont waar het model dat niet doet (bijvoorbeeld Oosterschelde 4 eind juli, Brouwershavensche Gat 2 gedurende 2 weken rond eind september en begin oktober en Brouwershavensche Gat 8 begin augustus). Voor de eerste en laatste voorbeeld geldt dat het niet één individuele meting betreft, maar respectievelijk 7 of 13 metingen achter elkaar waar de saliniteit meer dan 10 PSU lager ligt dan ervoor en erna. In station Oosterschelde 4 is vooral opvallend dat dit bij de bodem plaatsvindt en de saliniteit aan het oppervlak op dat moment dit gedrag niet vertoont. Ook in Brouwershavensche Gat 2 treden er grotere variaties op bij de bodem dan bij het oppervlak. In Brouwershavensche Gat 8 begin augustus betreft het wel de oppervlaktesaliniteit, maar dan valt op dat de andere stations, inclusief Haringvliet 10, niet een dergelijk verloop vertonen. Allemaal aanwijzingen dat het hier meetfouten betreft, maar niet in combinatie met een plotseling afwijkend verloop zoals in eerder jaren gezien.

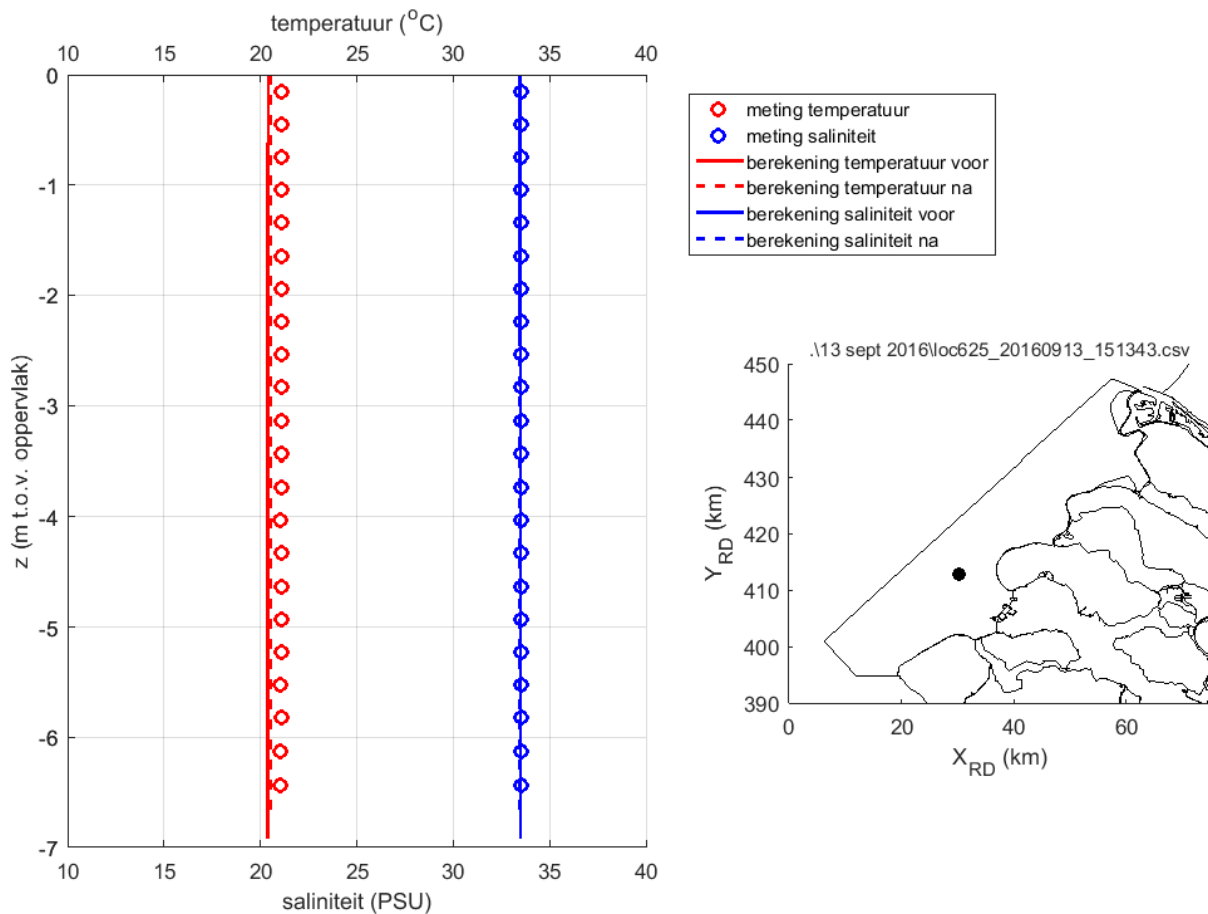
2.3.6 Validatie CTD-data

Naast de vergelijkingen met de saliniteit en watertemperatuur uit de vaste meetnetten van Rijkswaterstaat is er ook een vergelijking gemaakt met de CTD-data van het perceel Benthos. In figuur 2.11 zijn de locaties van de metingen weergegeven. Een eerste serie metingen is uitgevoerd van 5 tot en met 9 september. Het betreft metingen op slechts één niveau, tussen 0,75 en 2,25 m onder het wateroppervlak. Deze locaties liggen voornamelijk in het noorden, ter hoogte van de Haringvlietmond en Goeree-Overflakkee. De tweeëneenhalve week erna zijn wel metingen over de gehele waterkolom uitgevoerd. In figuur 2.3 is te zien dat de maand september zich laat karakteriseren als een maand met geringe afvoer uit het Haringvliet.



Figuur 2.11 Locaties van de CTD-metingen van perceel Benthos in september 2016.

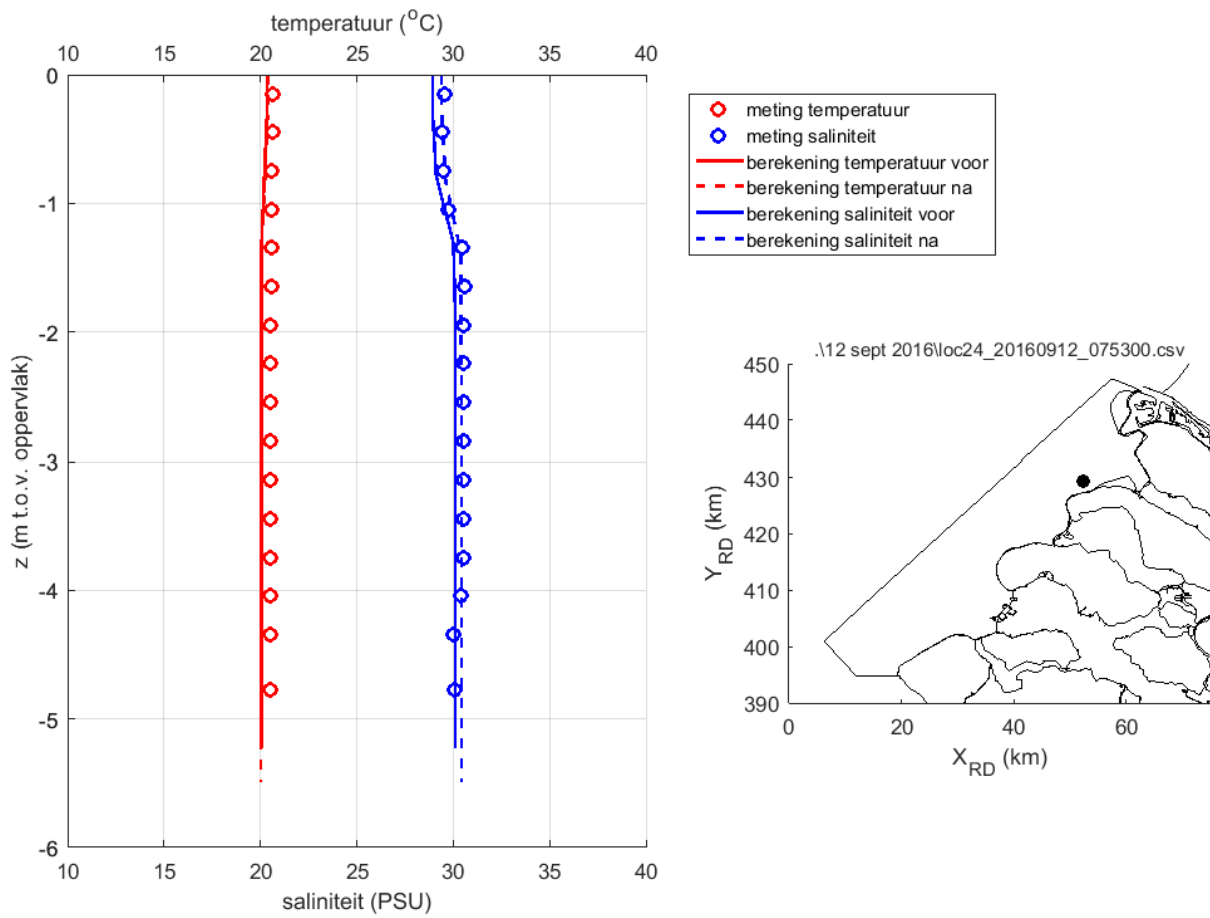
De CTD-gegevens zijn vergeleken met de berekende saliniteit- en temperatuurprofielen in het dichtstbij gelegen rekenpunt in het model. Omdat de modelresultaten elk half uur zijn weggeschreven, zijn de metingen zowel vergeleken met het modelresultaat op het beschikbare tijdstip ervoor en erna. In het algemeen verschillen die resultaten onderling nauwelijks. Een voorbeeld van een vergelijking is weergegeven in figuur 2.12. De linker figuur toont de vergelijking van de profielen, en de rechter de locatie.



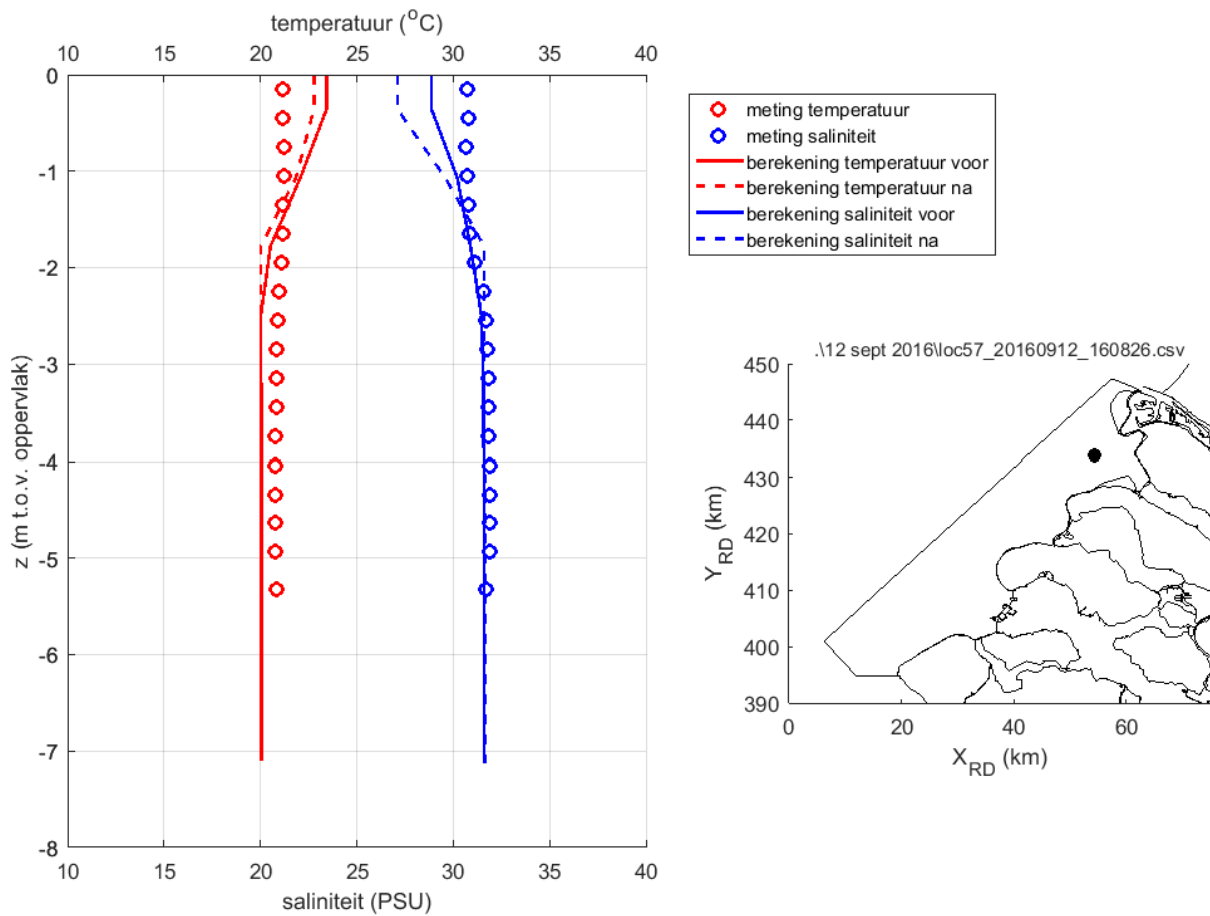
Figuur 2.12 Gemeten saliniteit- en temperatuurprofielen op 13 september om 15.13 uur UTC in één van de Benthosmeetpunten en de modelresultaten in het dichtstbij gelegen punt om 15.00 uur en 15.30 uur UTC.

Zowel de metingen als de modelberekeningen laten weinig variatie in saliniteit- en temperatuurwaarden zien in de verticaal. Ook is er nauwelijks variatie in de tijd zichtbaar over het half uur tussen de modelresultaten, behalve dat de waterdiepte als gevolg van het getij is veranderd. De berekende temperatuur in het model is iets te laag, de saliniteit komt goed overeen. Dit beeld is consistent met de resultaten in september in de vaste meetlocaties van Rijkswaterstaat.

Figuren 2.13 en 2.14 geven twee voorbeelden waar de modelresultaten enige stratificatie vertonen. Beide locaties bevinden zich op orde 10 km afstand van de Haringvlietluizen. Figuur 2.13 is een voorbeeld waarbij de berekende profielen goed overeenkomen met de metingen. De meting heeft plaatsgevonden om 7.53 uur en komt goed overeen met de modelresultaten van 8.00 uur, hoewel het verschil met een half uur eerder minimaal is. Ook is het verschil in saliniteit en temperatuur tussen oppervlak en bodem niet groot.

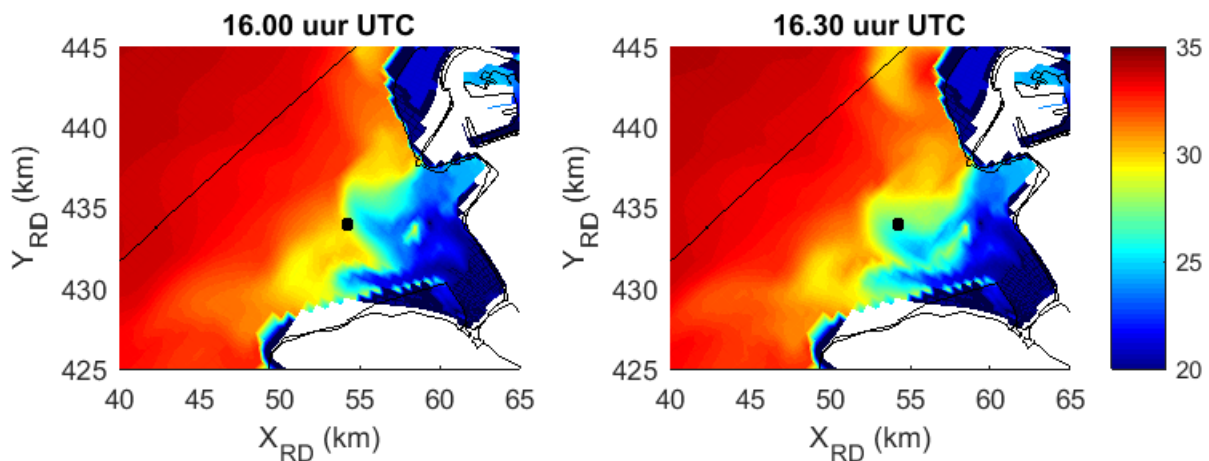


Figuur 2.13 Idem voor een meting op 12 september om 7.53 uur UTC.



Figuur 2.14 Idem voor een meting op 12 september om 16.08 uur UTC.

In figuur 2.14 komen de modelresultaten aan het oppervlak niet goed overeen met de metingen. Het tijdstip van de metingen ligt 15 tot 20 minuten na het tijdstip van maximaal spuien vanuit het Haringvliet (105 m³/s). In figuur 2.15 zijn de ruimtelijke velden van de oppervlaktesaliniteit uit de modelberekeningen weergegeven. De meetlocatie is met de zwarte stip aangegeven. In het model is dat precies de plaats waar om 16.00 uur het front van het zoetere en warmere Haringvlietwater (zie ook paragraaf 3.2) passeert.



Figuur 2.15 Oppervlaktesaliniteit op basis van de modelberekeningen voor en na het tijdstip van de metingen.

In de metingen is wel een geringe verandering in saliniteit en temperatuur aan het oppervlak zichtbaar. Dat de metingen de passage van het front nog niet weergeven, kan verschillende oorzaken hebben:

- het tijdstip van spuien op basis van het SOBEK-model is niet nauwkeurig genoeg; en/of
- de voortplantingssnelheid van het front is in het model te snel; en/of
- het model bevat te veel numerieke diffusie, waardoor het front minder scherp is dan in werkelijkheid.

Van de CTD-metingen is een analyse gemaakt van de BIAS. In tabel 2.1 zijn voor de drie profielen in figuren 2.12 tot en met 2.14 de gemiddelde afwijking van de temperatuur en de saliniteit over het gehele profiel weergegeven. Tevens is de minimale, maximale en gemiddelde waarde van de BIAS'sen over alle CTD-metingen weergegeven. De CTD-metingen waarvoor maar op één niveau een meting beschikbaar is en metingen nabij de kust waar door een grove bodemschematisatie de waterdiepte in het model sterk afwijkt van de gemeten waterdiepte zijn hierbij niet meegenomen.

Tabel 2.1 Voor de drie CTD-metingen uit figuren 2.12 tot en met 2.14 de gemiddelde afwijking voor de temperatuur en saliniteit en de minimale, gemiddelde en maximale waarde over alle CTD-metingen.

CTD-meting	BIAS T voor (°C)	BIAS T na (°C)	BIAS S voor (PSU)	BIAS S na (PSU)
13 september 15.13 uur UTC (figuur 2.12)	-0,68	-0,54	-0,06	-0,12
12 september om 7.53 uur UTC (figuur 2.13)	-0,45	-0,46	-0,35	0,00
12 september 16.08 uur UTC (figuur 2.14)	-0,14	-0,33	-0,47	-0,66
minimum	-0,95	-1,09	-1,17	-1,08
gemiddeld	-0,58	-0,56	-0,22	-0,22
maximum	-0,12	-0,02	0,70	0,67

De BIAS voor de temperatuur en de saliniteit van de meting in figuur 2.14 wijkt het meest af van de gemiddelde waarde, hoewel bij de temperatuur de positieve afwijkingen nabij het oppervlak voor een deel wordt gecompenseerd door de negatieve afwijkingen lager in de waterkolom. Voor de CTD-metingen uit de eerste twee figuren benaderen de BIAS'sen de gemiddelde waarde redelijk nauwkeurig.

2.4 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 luchtdruk velden en watertemperatuur ook niet afwijkt van wat er voor de eerdere jaren is gedaan, is dat ook niet te verwachten.

In aanvulling op de vergelijkingen met data vanuit de meetnetten van RWS zijn er ook vergelijkingen met de CTD-data van perceel Benthos gemaakt. Waar de meetnetten alleen een meting nabij het oppervlak en vlak boven de bodem bevatten, geven de CTD-metingen een volledig profiel van saliniteit en temperatuur. De spuidebieten zijn relatief klein geweest tijdens de metingen in september waardoor er ook geen grote verticale gradiënten zijn gemeten. Om enige stratificatie te meten is het van belang om op de juiste plaats en tijd in de Haringvlietmonding te meten. Omdat de Benthos-meetcampagne niet is opgezet met dit doel, is het helaas niet gelukt om het model specifiek op verticale stratificatie te kunnen kalibreren.

3 ANALYSES MODELRESULTATEN 2016

3.1 Inleiding

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

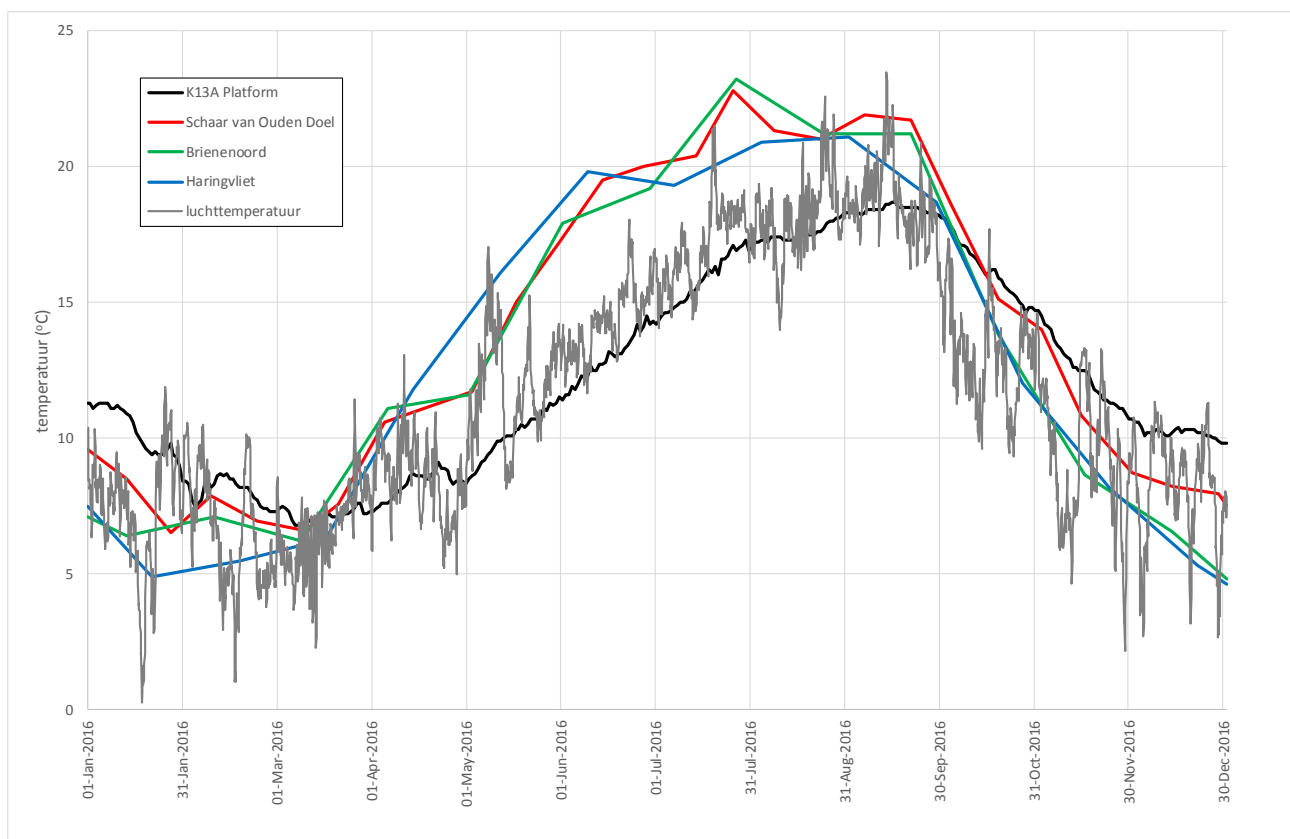
- waterstanden;
- stroomsnelheden;
- golven;
- bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming en golven;
- watertemperatuur, en
- saliniteit.

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.

In dit hoofdstuk zal in meer detail worden ingegaan op de watertemperatuur in de Voordelta.

3.2 Watertemperatuur

De watertemperatuur in de Voordelta wordt beïnvloed door de temperatuur op zee, het water dat vanuit de rivieren de zee instroomt, de opwarming door de zon en de uitwisseling met de atmosfeer.

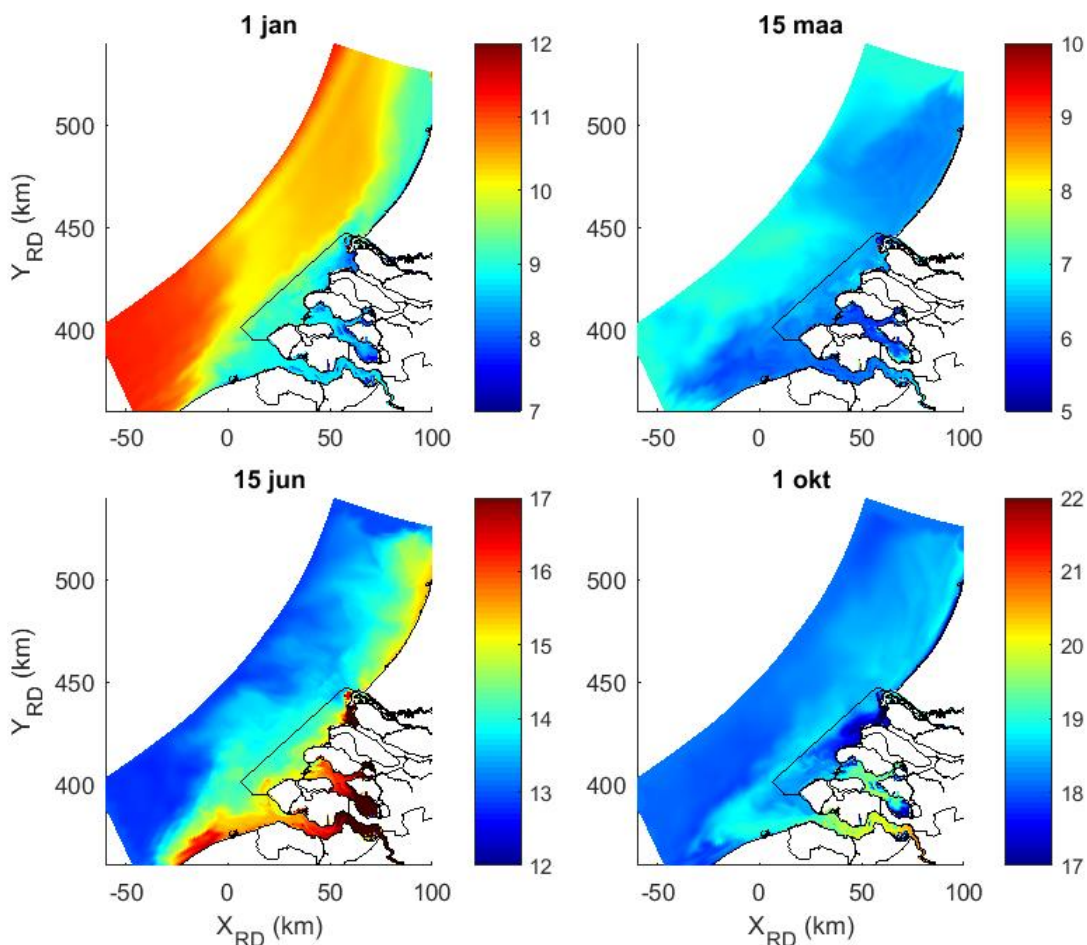


Figuur 3.1 Tijdsree van de wind in Hoek van Holland voor 2016.

In figuur 3.1 is de variatie over het jaar 2016 van elk van deze temperaturen weergegeven. Zoals in paragraaf 2.2.1 genoemd, betreft de zeewatertemperatuur in K13A Platform een combinatie van oppervlakte-metingen om 12.00 uur 's middags en daggemiddelde waarden. Deze bereikt het minimum in maart en het maximum in september.

De watertemperatuur van het instromende water kan behoorlijk afwijken van die op zee. In figuur 3.1 zijn de temperaturen van Schaar van Ouden Doel (Westerschelde), Brienenoord (Maasmond) en het Haringvliet weergegeven. Dit betreft metingen die 2-wekelijks (Schaar van Ouden Doel) of maandelijks (de andere twee) worden uitgevoerd en dus weinig informatie geven van de variaties op kleinere tijdschalen. Wel kan uit figuur 3.1 worden geconcludeerd dat de variatie over het jaar groter is dan bij K13A Platform en de minimale en maximale temperaturen ook eerder in het jaar worden bereikt. Dit is het gevolg van het feit dat de diepe Noordzee een dempend effect heeft, waardoor de opwarming en afkoeling trager verloopt. In de winter kan het rivierwater tot 5 °C kouder zijn dan op zee en in de zomer zelfs 5 tot 7 °C warmer.

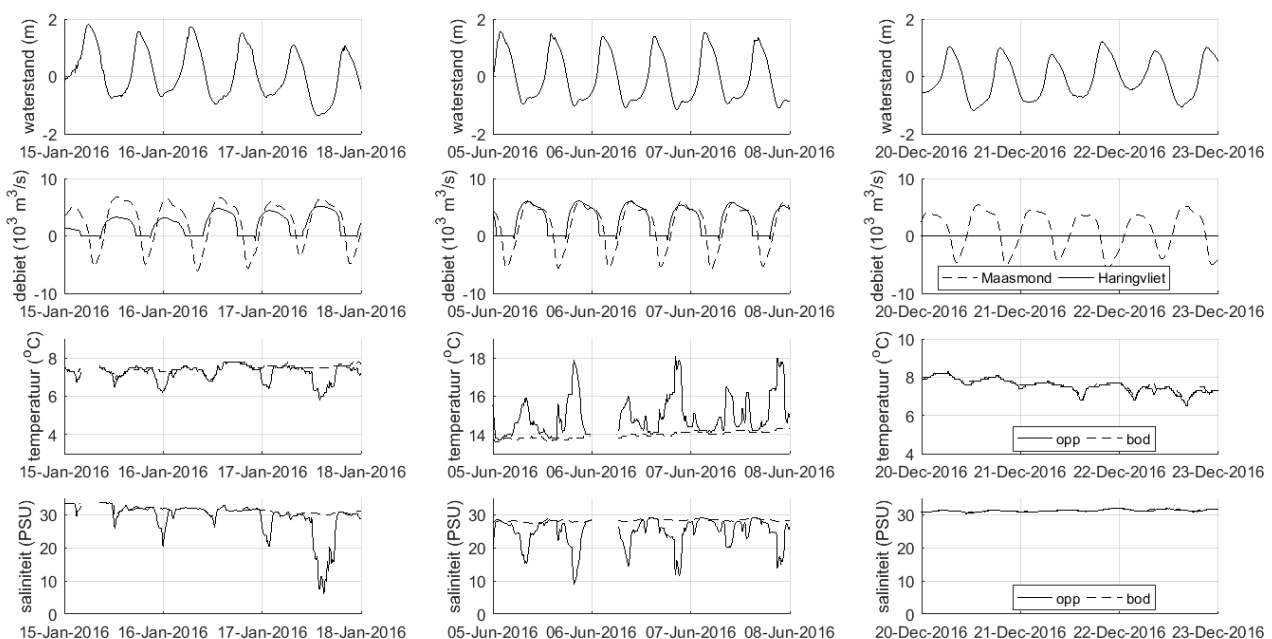
Ten derde is aan figuur 3.1 ook nog de ruimtelijk gemiddelde luchttemperatuur in de Voordelta toegevoegd. Deze gegevens zijn afkomstig van het meteo-model HIRLAM, zijn elke 3 uur beschikbaar en worden als forcering van het temperatuurmodel gebruikt. De luchttemperatuur vertoont een veel grotere variatie dan de watertemperatuur. De windrichting speelt hierbij ook een rol. De lucht boven land warmt onder invloed van de zon en bewolking sneller op en koelt sneller af dan boven zee. De luchtstromen transporteren deze temperatuur over grote afstanden en het is dan van de windrichting afhankelijk of de Voordelta onder invloed staat van lucht vanaf land of vanaf zee. Daarnaast beïnvloeden de atmosfeer en zee elkaar doordat er warmte-uitwisseling plaatsvindt tussen beiden.



Figuur 3.2 Verdeling van de dieptegemiddelde temperatuur in de kustzone op 4 momenten in het jaar (modelberekeningen).

Figuur 3.2 laat op basis van de modelberekeningen zien hoe de verdeling van de temperatuur er op vier momenten in het jaar uitziet. In het begin van het jaar, als de rivieren koeler water afvoeren, is er een strook water van orde 15 km breed met relatief koud water zichtbaar langs de Nederlandse kust. Halverwege maart, als de temperaturen op zee en op de rivieren ongeveer gelijk zijn, is te zien dat de temperatuurverschillen in de kustzone ook relatief klein zijn. Halverwege juni, wanneer de rivieren juist relatief warm water bevatten, is er juist een strook water langs de kust zichtbaar waar de temperatuur relatief warm is. Waar op 1 januari het verschil tussen nabij de kust en verder op zee orde 1 °C bedraagt, is dat op 15 juni tot 2 °C. Begin oktober, wanneer de temperatuur op zee en in de rivieren weer vergelijkbaar is, wordt het temperatuurverschil tussen de kustzone en op zee ook weer kleiner.

De temperatuurmetingen van het Zege-netwerk zoals die in bijlage B zijn gepresenteerd, laten zien dat vooral in de Haringvlietmonding verticale temperatuurgrediënten kunnen voorkomen. Ook stations Brouwershavensche Gat 2 en 8 en Oosterschelde 4 vertonen wel eens temperatuurverschillen tussen het oppervlak en de bodem, maar die zijn beduidend kleiner. Bij de Vlakte van de Raan is dit vrijwel uitgesloten.



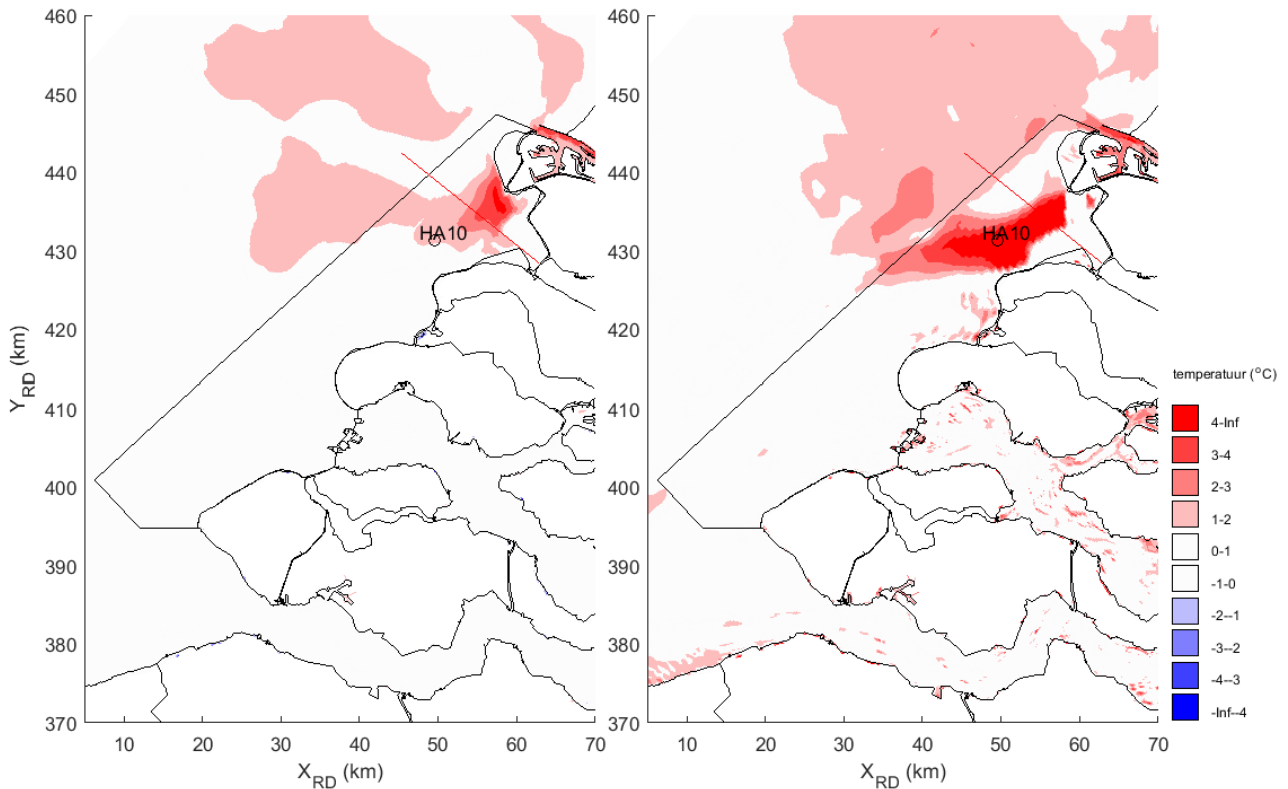
Figuur 3.3 Van boven naar beneden waterstand Haringvliet 10, debiet Maasmond en Haringvlietsluizen, temperatuur Haringvliet 10 oppervlak en bodem en saliniteit Haringvliet 10 oppervlak en bodem voor een winterperiode met afvoer (links), zomerperiode met afvoer (midden) en periode zonder afvoer (rechts).

In figuur 3.3 is voor drie duidelijk verschillende perioden weergegeven hoe het spuidebiet uit de Haringvlietsluizen zorgt voor stratificatie in meetstation Haringvliet 10 (zie figuur B.15 voor de ligging). Naast de temperatuur en saliniteit zijn ook de waterstand in datzelfde station en de debieten van de Maasmond en Haringvlietsluizen weergegeven. De drie perioden zijn representatief voor één waar relatief koel water, één waar relatief warm water en één waar geen water vanuit de Haringvlietsluizen de monding instroomt. Doordat de spuidebieten en het temperatuurverschil tussen Haringvliet en de monding over het jaar sterk variëren (zie respectievelijk paragraaf 2.2.2 en 3.2.1) en er veel meetwaarden vanuit het Zege-meetnet ontbreken (zie paragraaf 2.3.3), is het niet gelukt om helemaal vergelijkbare condities te vinden, maar deze drie perioden laten wel duidelijk de verschillen zien:

- januari: de getijslag ligt tussen de 2 en 2,5 m en op de derde dag bedraagt het piek-spuidebiet vanaf het Haringvliet 5000 m³/s, vergelijkbaar aan de maximale debieten van de Maasmond. Op de momenten dat er zoet, relatief koel water wordt gespuid, daalt de saliniteit en temperatuur aan het oppervlak in station Haringvliet 10. De temperatuur op het Haringvliet ligt in deze periode circa 5 °C lager dan bij K13A Platform, terwijl de temperatuursdaling in Haringvliet 10 op maximaal 2 °C uitkomt.
- juni: de getijslag en de debieten liggen in dezelfde orde van grootte als in de periode in januari. In tegenstelling tot januari is het gespuid water nu circa 7 °C warmer dan bij K13A Platform, wat tot gevolg heeft dat de temperatuur aan het oppervlak tijdens het spuien in deze periode stijgt, met maximaal 4 °C. De saliniteit daalt uiteraard wel weer als gevolg van het zoete water.

- december: de getijrange is iets kleiner, het debiet uit de Maasmond is vergelijkbaar aan de andere twee perioden, maar vanuit het Haringvliet is het debiet nul. De temperatuur op het Haringvliet en vanuit de Maasmond ligt circa 5 °C onder die in K13A Platform. In deze periode treedt er in station Haringvliet 10 geen temperatuur- en saliniteitsverschil op tussen oppervlak en bodem.

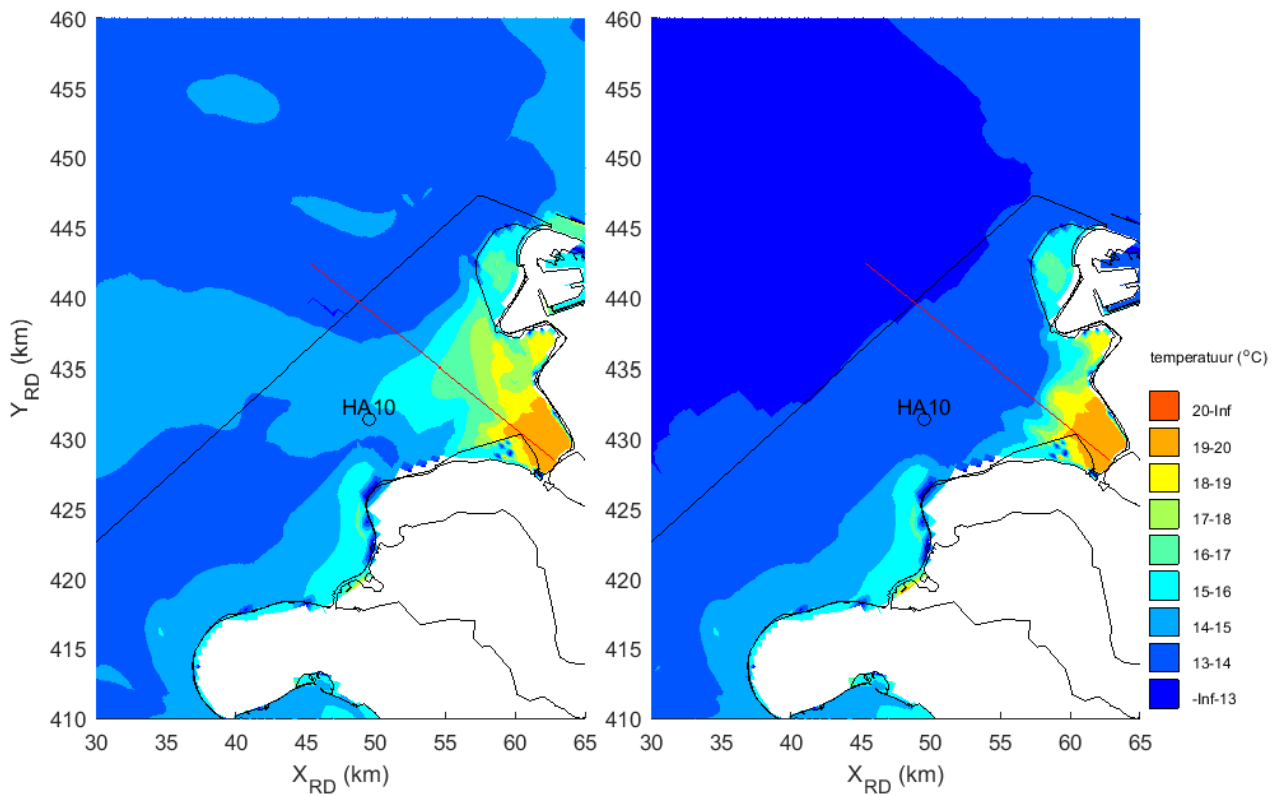
In figuur 3.4 zijn voor het monitoringsgebied twee voorbeelden van de ruimtelijke verdeling van het temperatuurverschil tussen oppervlak en bodem gepresenteerd.



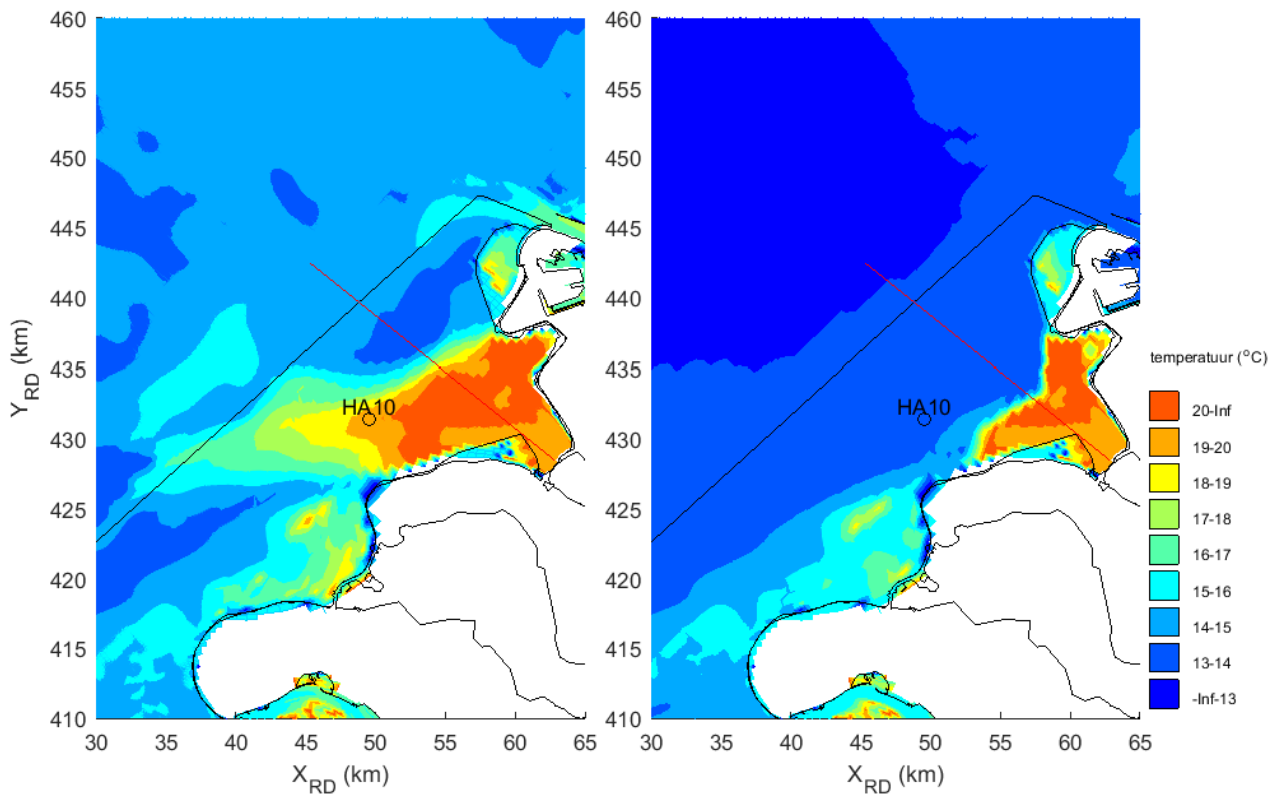
Figuur 3.4 Temperatuurverschil tussen oppervlak en bodem begin juni 2016, links een moment dat de Haringvlietssluzen gesloten zijn en rechts als ze open zijn.

Vlak achter de Haringvlietssluzen geeft het model aan dat er nauwelijks een verschil in temperatuur optreedt tussen bodem en oppervlak, op 5 tot 10 km van de sluzen is dat het grootst. Maximale verschillen liggen in de orde van 6 °C.

Het ruimtelijke beeld van de oppervlakte- en bodemtemperatuur op beide momenten is in meer detail gepresenteerd in figuren 3.5 en 3.6. Het water vanuit het Haringvliet wordt met het getij in eerste instantie in zuidwestelijke richting getransporteerd, in de richting van meetstation Haringvliet 10, waarna het, hoewel het dan al meer gemengd is, met de later in het getij opkomende vloedstroom in noordoostelijke stroming wordt getransporteerd.

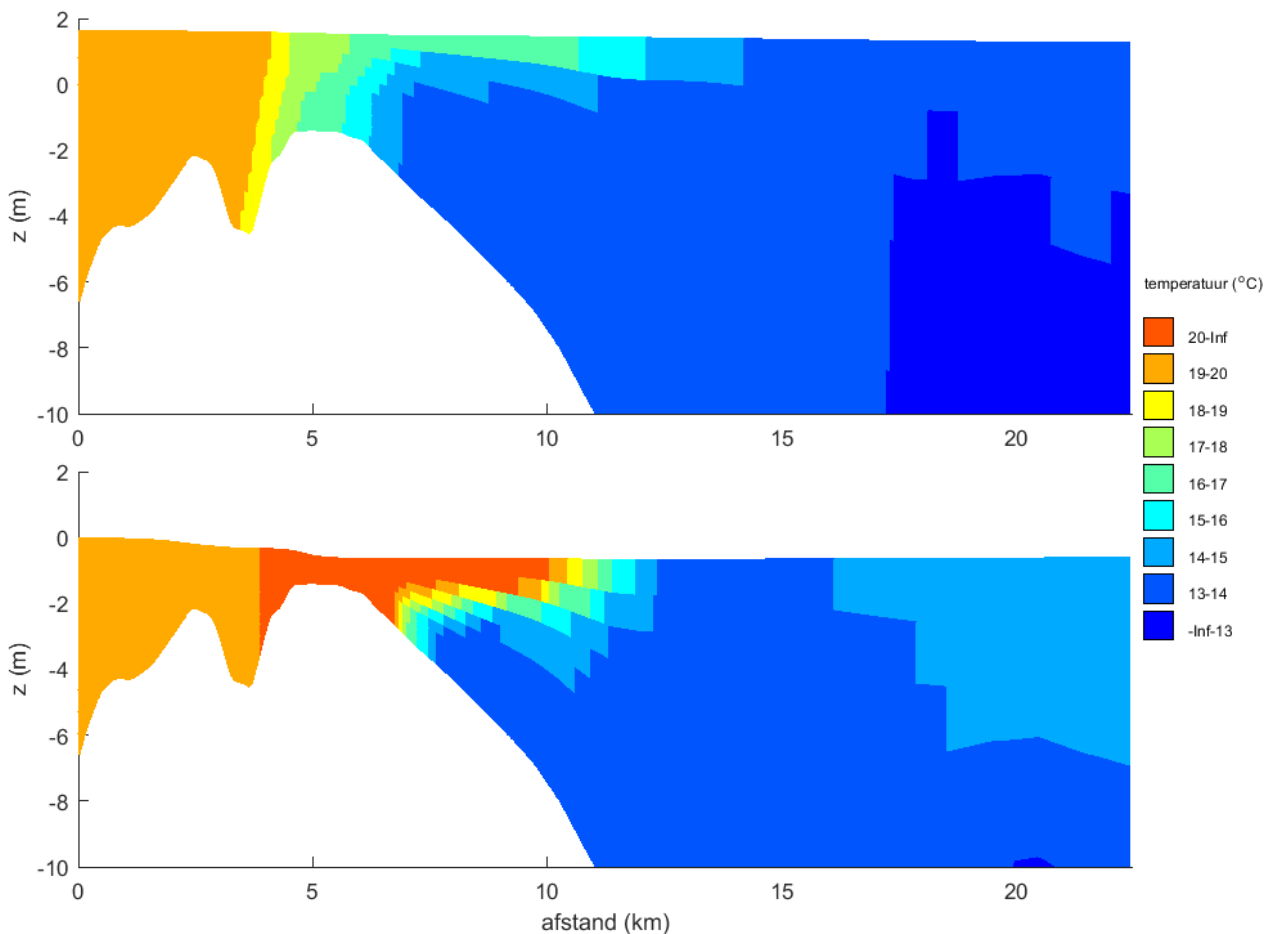


Figuur 3.5 Oppervlakte- (links) en bodemtemperatuur (rechts) als de Haringvlietsluizen gesloten zijn.



Figuur 3.6 Oppervlakte- (links) en bodemtemperatuur (rechts) als de Haringvlietsluizen geopend zijn.

In figuur 3.7 is een verticale doorsnede langs de rode lijn in bovenstaande figuren, loodrecht op de Haringvlietsluizen weergegeven.

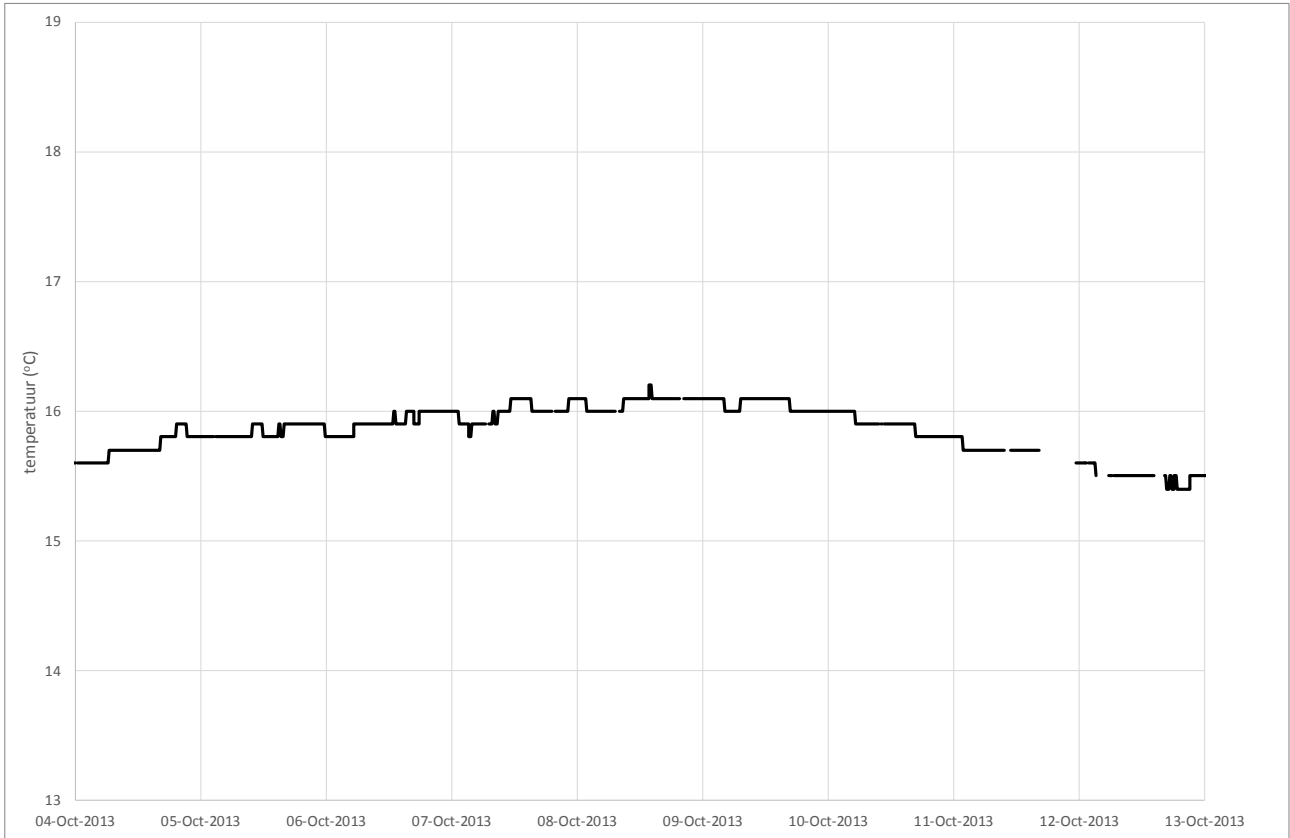


Figuur 3.7 Verticale temperatuurverdeling langs de raai in bovenstaande figuren, gesloten situatie (boven) en tijdens spuien (onder).

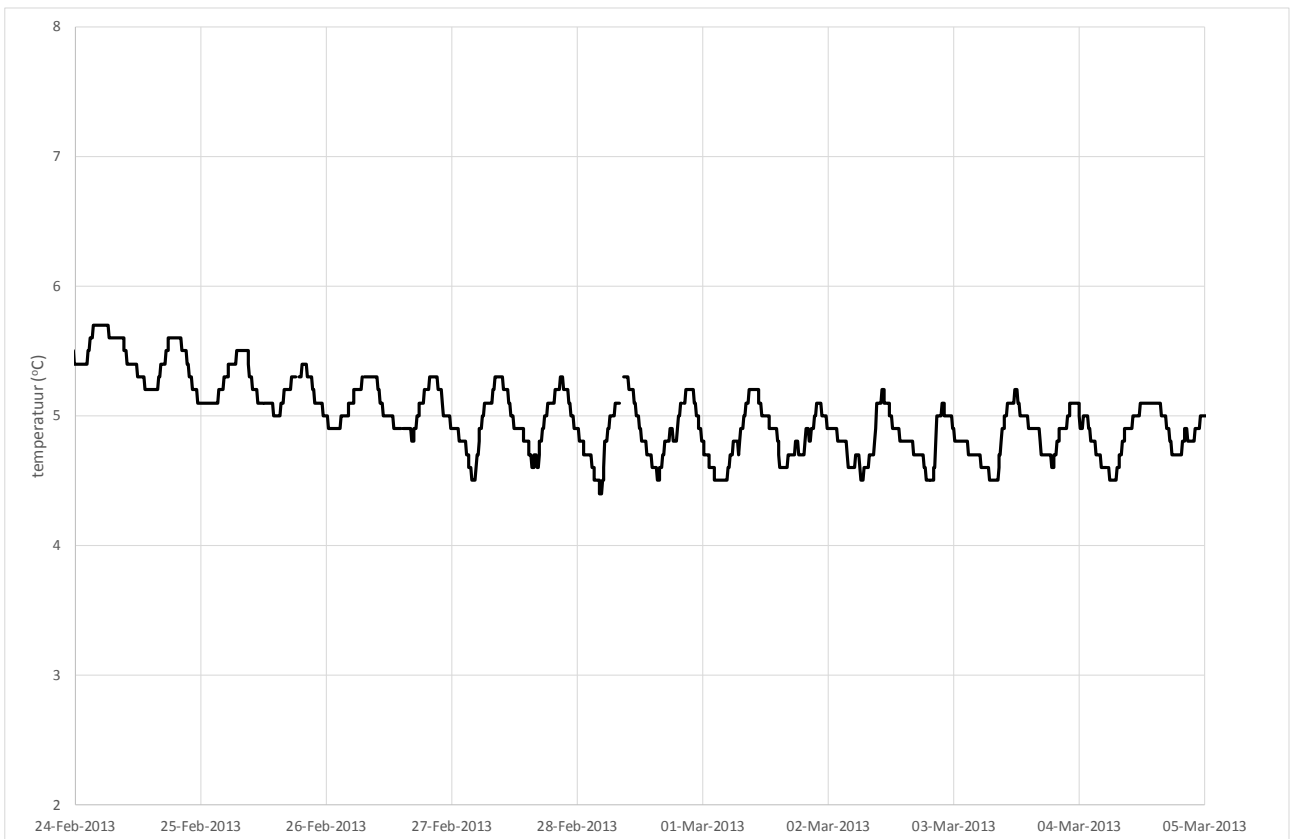
Wat opvalt in figuur 3.3 is dat de temperatuurvariaties een duidelijk dubbeldaags verloop vertonen, onder invloed van de lozingen tijdens laag water vanuit het Haringvliet. Tijdens spuien neemt de temperatuur afhankelijk van de periode in het jaar tijdelijk toe of af met 2 tot 4 °C. Ook in de andere meetlocaties van het Zege-meetnet is een duidelijke dubbeldaagse variatie zichtbaar. Zoals in figuren 3.2, 3.5 en 3.6 is te zien, is de temperatuur in de Voordelta niet uniform. Er zijn ruimtelijke verschillen en de getijbeweging zorgt ervoor dat die zichtbaar zijn in de meetstations. De modelresultaten komen hier ook goed mee overeen.

Met een Fouriertransformatie is een spectrum bepaald van het verloop van de temperatuur. Daaruit volgt dat naast de jaarlijkse variatie de variatie op de tijdschaal van het getij het meest dominant is. In de zomer is er, meer dan in de winter, een component aanwezig ten gevolge van het dag-nacht-ritme, maar zelfs in de zomer is die een factor 2,5 tot 3,5 kleiner dan de dubbeldaagse variaties.

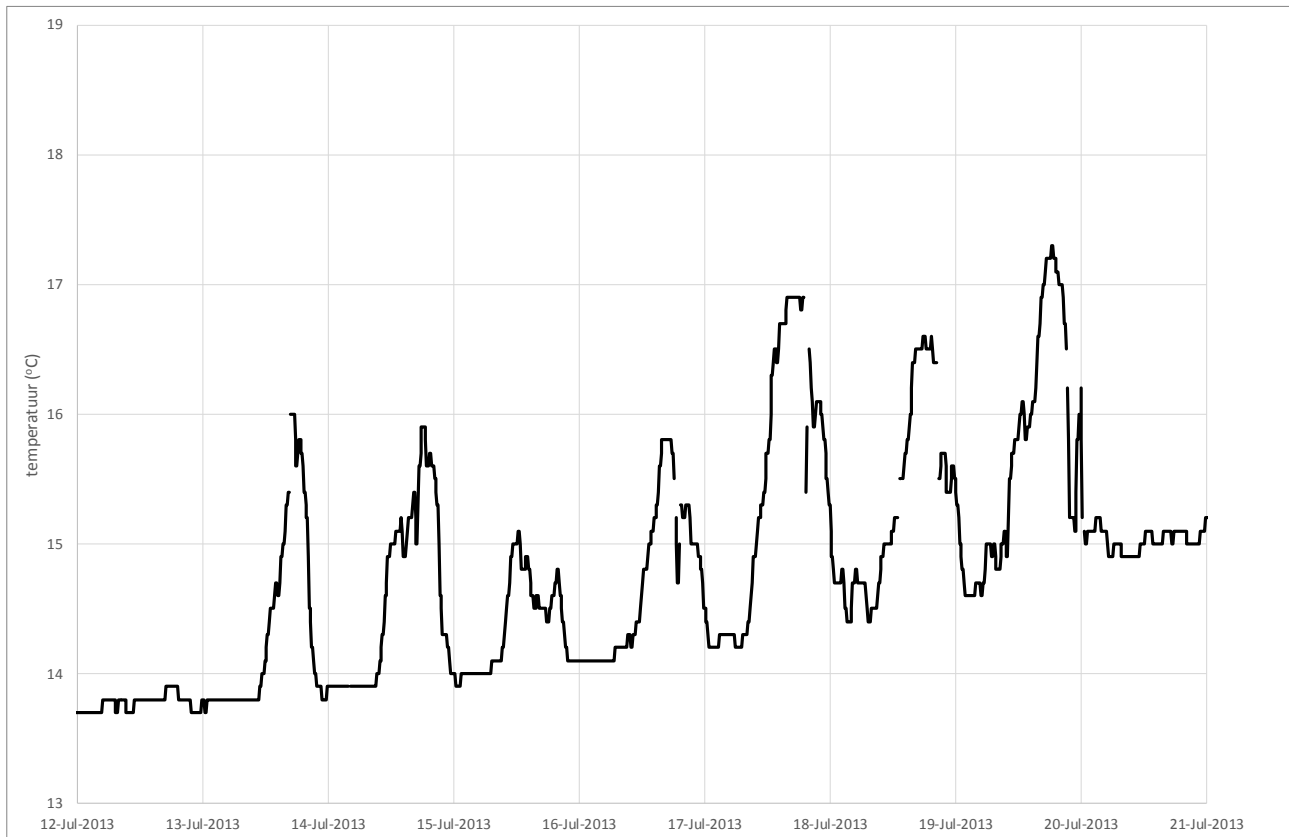
Toch is er wel degelijk een dag-nacht-ritme terug te vinden in de watertemperatuur op zee. Als voorbeeld zijn de 10-minuten metingen voor K13A Platform uit 2013 beschouwd. Figuren 3.8 tot en met 3.10 geven het verloop van de temperatuur weer voor drie verschillende perioden van 9 dagen. Figuur 3.8 toont een periode in oktober waar de variatie over de dag minimaal is. Eind februari – begin maart was er een periode waarop een duidelijke dubbeldaagse variatie zichtbaar was, zoals in figuur 3.9 is te zien. Daarentegen was er in juli een periode waarop de variatie duidelijk enkeldaags was. Tussen 16.00 en 20.00 uur wordt de maximale temperatuur bereikt.



Figuur 3.8 Oppervlaktetemperatuur in K13A Platform voor 4 tot en met 12 oktober 2013.



Figuur 3.9 Oppervlaktetemperatuur in K13A Platform voor 24 februari tot en met 4 maart 2013.



Figuur 3.10 Oppervlaktetemperatuur in K13A Platform voor 12 tot en met 20 juli 2013.

Een eerste analyse van de omgevingscondities lijkt erop te wijzen dat de dagelijkse variatie vooral aanwezig is bij windstil weer. Wind en golfslag zorgen voor meer verticale menging, waardoor de oppervlaktelaag niet de mogelijkheid krijgt om op te warmen. Mogelijke andere parameters die invloed kunnen hebben op een duidelijk aanwezige dagelijkse variatie zouden kunnen zijn:

- weinig bewolking
- grote variatie luchttemperatuur over de dag

3.3 Overzicht van resultaten in de 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.

Daarnaast uit de golfberekeningen elk uur:

- golfparameters (golf hoogte, richting, periode)

Op basis van de modelresultaten zijn net als voor de eerdere jaren afgeleide grootheden, zoals maximale waarden over een maand, maandgemiddelde en seizoensgemiddelde waarden, standaarddeviatie per maand, percentielen en duren en overschrijdingswaarden van grenswaarden bepaald. Zie voor een beschrijving (Arcadis, 2015).

4 ALTERNATIEVE AANPAK BODEMSCHUIFSPANNING T.G.V. GOLVEN

4.1 Inleiding

In het Datarapport met de simulaties van 2015 (Arcadis, 2016b) is de alternatieve aanpak beschreven om de bodemschuifspanningen ten gevolge van golven uit te rekenen. Er is toen een vergelijking gemaakt tussen de oorspronkelijke en de alternatieve aanpak voor het jaar 2015. De resultaten waren aanleiding om de alternatieve aanpak toe te passen op de gehele monitoringsperiode voor zover die ook doorgerekend is, van juni 2004 tot en met december 2016.

In de alternatieve aanpak wordt elk uur een SWAN-berekeningen uitgevoerd, waarbij de bodem, de waterstanden, de stroomsnelheden en de golven uit de berekeningen van de waterbeweging worden overgenomen. Omdat in de eerdere fases alleen modeluitvoer binnen het Natura2000-gebied zijn weggeschreven, betekende dit ook dat al die berekeningen overgedaan moesten worden.

Voor de bodemligging zijn de volgende gegevens uit de WAQUA-berekeningen overgenomen:

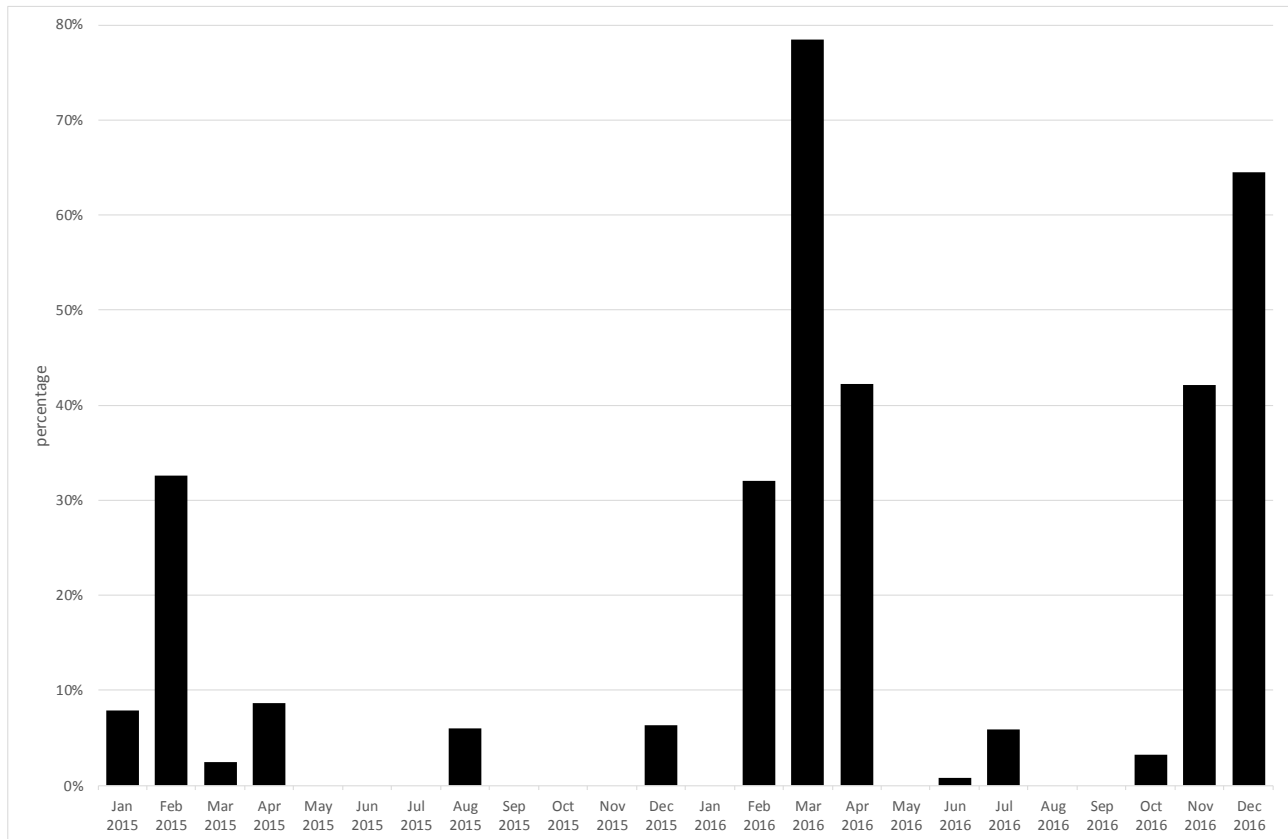
- juni 2004 – mei 2010 bodem 2004
- juni 2010 – december 2014 bodem 2010
- januari 2015 – december 2015 bodem 2015:

Tussen februari 2009 en mei 2013 is ook het opspuiten van MV2 meegenomen.

Er is bij Rijkswaterstaat behoefte aan een manier om de verschillende jaren onderling te kunnen vergelijken. In paragraaf 4.3 wordt gezocht naar een kritische waarde voor de bodemschuifspanning door golven waarmee dat mogelijk is.

4.2 Beschikbaarheid randvoorwaarden

Voor de golfrandvoorwaarden op zee is net als bij de oorspronkelijke aanpak gebruik gemaakt van de metingen voor Europlatform uit Waterbase. Voor de jaren 2004 tot en met 2014 zijn metingen elk uur beschikbaar. In 2015 en 2016 is dit niet het geval. In 2015 ontbreken in totaal 450 uurlijkse metingen (komt overeen met 18,75 dagen) en in 2016 1968 (82 dagen, ofwel ruim 22%). In figuur 4.1 is de verdeling per maand voor beide jaren weergegeven.



Figuur 4.1 Percentage ontbrekende golfmetingen per maand voor 2015 en 2016 voor station Europlatform.

De meeste ontbrekende metingen vallen in de wintermaanden. Hierbij moet in de analyse van de resultaten rekening mee worden gehouden.

4.3 Analyse modelresultaten

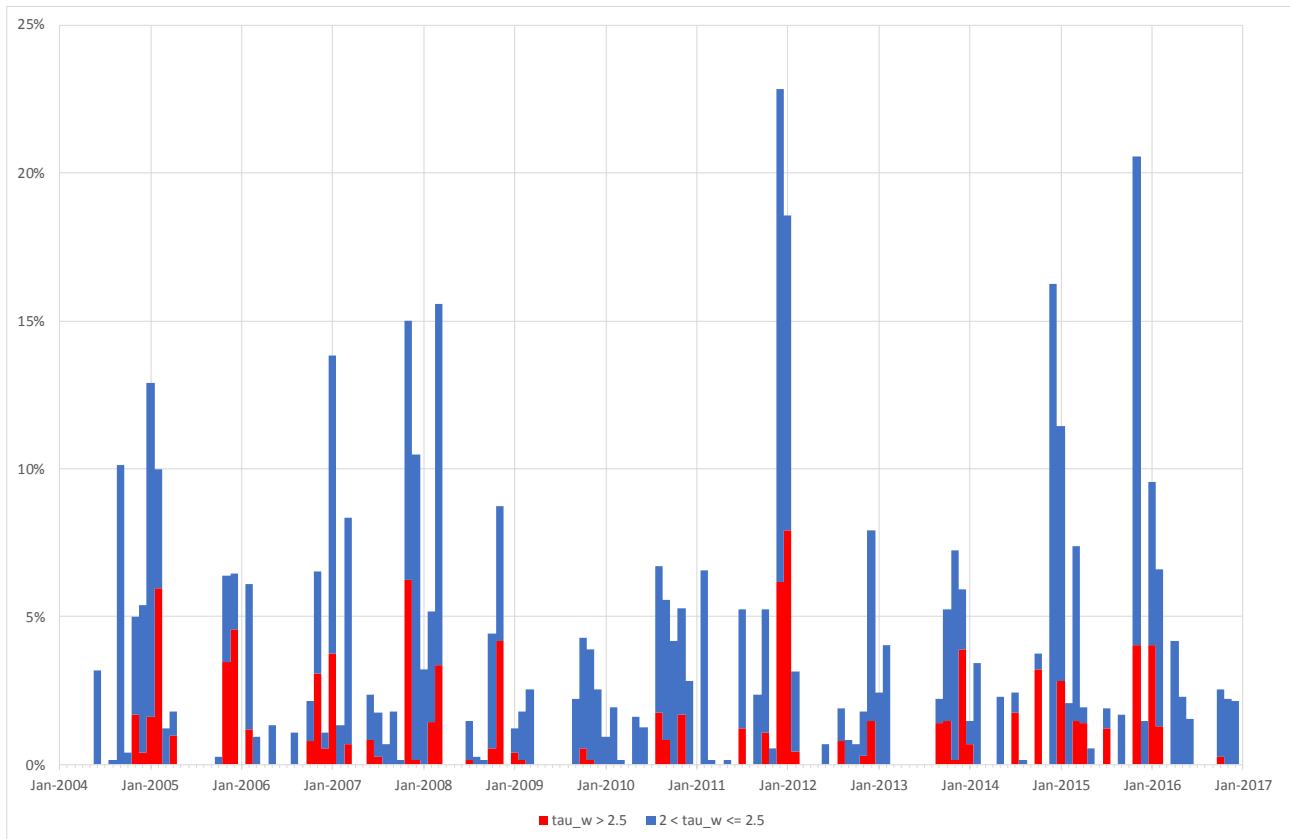
De modelresultaten uit SWAN zijn op een identieke manier als in de oorspronkelijke aanpak en de alternatieve aanpak voor 2015 vertaald naar bodemschuifspanningen. De modelresultaten zijn vervolgens geanalyseerd. In deze paragraaf zullen deze worden besproken.

4.3.1 Analyse hele periode

Als eerste is er een analyse over de gehele periode uitgevoerd. Deze is voornamelijk bedoeld om te kijken wanneer er extreme gebeurtenissen zijn geweest; zowel momenten met hoge bodemschuifspanningen of juist perioden waarin die nauwelijks zijn voorgekomen. De volgende aanpak is hiervoor gevolgd:

- Per tijdstap is ruimtelijk de 98-percentielswaarde bepaald als een maat voor de piekwaarde. Het maximum is hier niet genomen, om te voorkomen dat een enkele uitschieter het beeld verstoort.
- Per maand is gekeken hoe deze piekwaarden verdeeld zijn. Er zijn een aantal klassen gekozen waarvoor is gekeken welk percentage van de tijd de piekwaarden hierbinnen vallen.

Om te kijken welke waarde een goede indicatie geeft van een extreme conditie, zijn in figuur 4.2 de overschrijdingskansen weergegeven dat de piekwaarden groter dan 2 en 2,5 N/m² zijn.



Figuur 4.2 Kans van voorkomen van piek-bodemschuifspanning per maand. Gegevens zijn beschikbaar vanaf juni 2004.

De kans van voorkomen dat een van beide grenswaarden wordt overschreden, geeft een vergelijkbaar patroon van jaren of seizoenen met extreme condities.

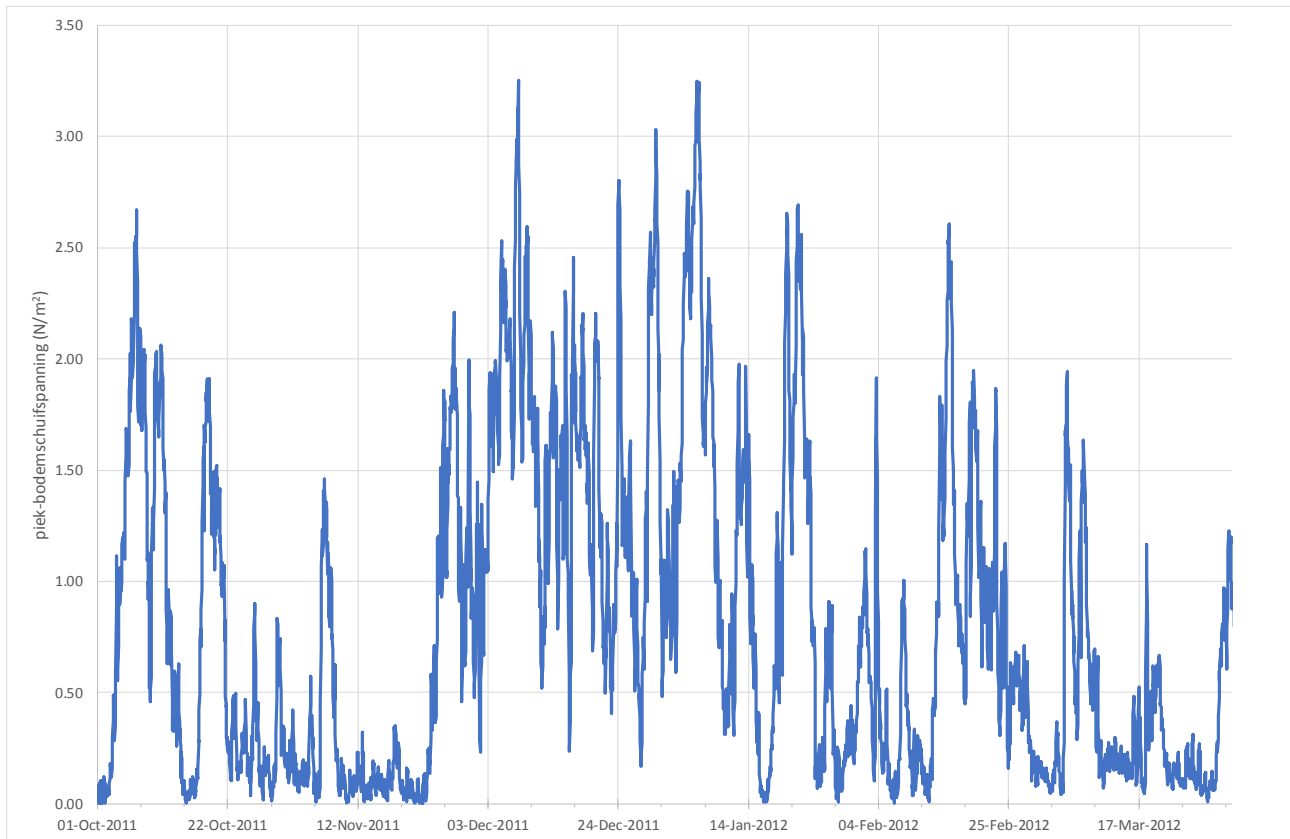
De hoogste percentages worden in de winter gevonden. Als eerste valt de winter van 2011-2012 op als een winter waarin de piek-bodemschuifspanningen erg hoog waren; in december 2011 waren die in 22,9% van de tijd hoger dan 2 N/m^2 en 6,2% van de tijd hoger dan $2,5 \text{ N/m}^2$. In januari 2012 lagen deze percentages op respectievelijk 18,6% en 7,9%. Ook de winter van 2007-2008 was in dit opzicht redelijk extreem. De winters van 2014-2015 en 2015-2016 zijn ook extreem geweest. Vanwege de grote aantallen ontbrekende gegevens in 2015 en 2016 is het moeilijk om de winters in deze jaren met de andere te vergelijken, maar in deze percentages zijn de ontbrekende waarden niet meegenomen. Ze kunnen dus alleen maar hoger uitkomen indien de ontbrekende waarden wel beschikbaar zouden zijn.

De winter van 2009-2010 komt uit deze analyse juist tevoorschijn als een winter met redelijk gematigde condities. Waardes groter dan $2,5 \text{ N/m}^2$ zijn nauwelijks voorgekomen en waardes tussen de 2 en $2,5 \text{ N/m}^2$ ook minder frequent dan de andere winters. Ook de winter 2016-2017 is mild begonnen.

In het algemeen zijn de condities in de zomer een stuk milder dan in de winter. Een aantal zomers komt de piek-bodemschuifspanning niet of nauwelijks uit boven 2 N/m^2 . De zomer van 2010 is daarop een uitzondering, maar ook bijvoorbeeld 2004, 2014 en 2015.

4.3.2 De winter van 2011-2012

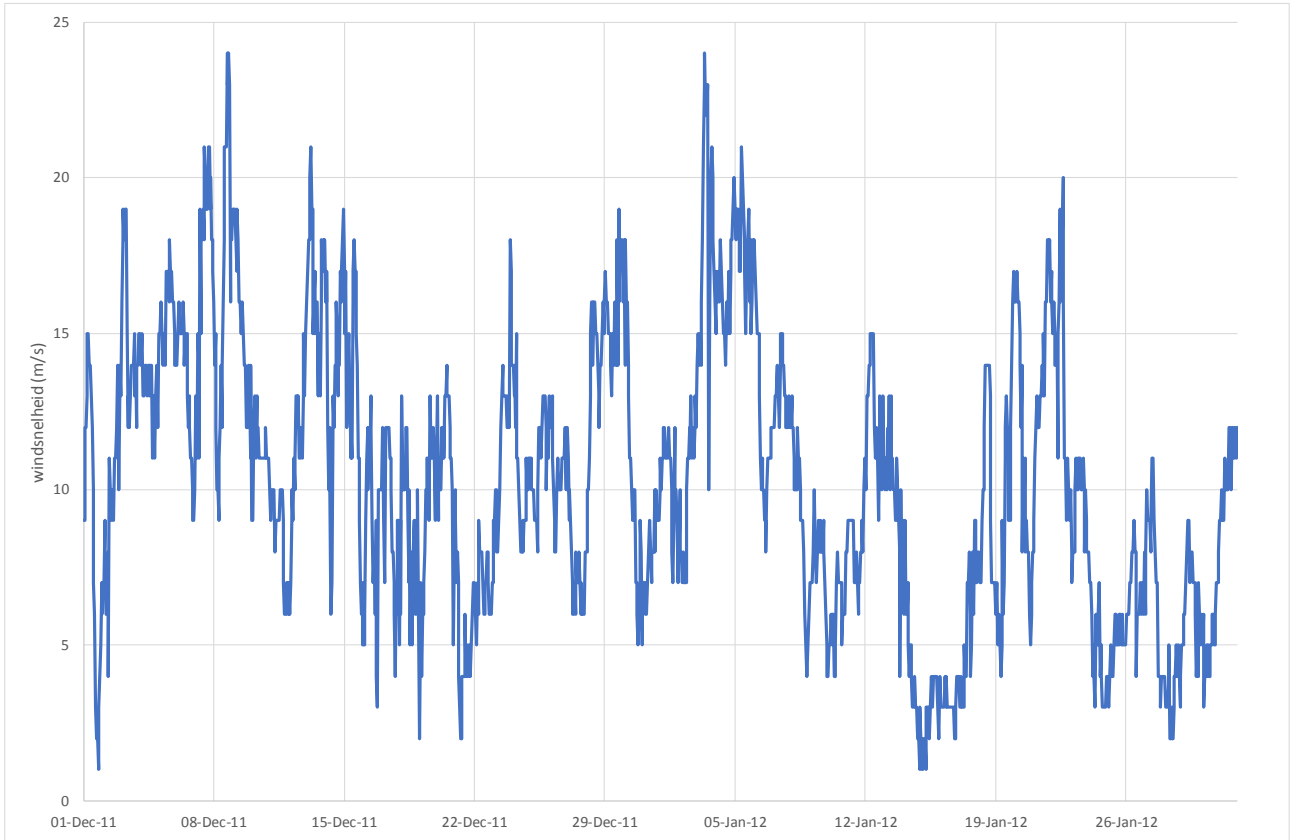
In figuur 4.3 is de tijdserie van de ruimtelijke 98-percentielswaarde van de bodemschuifspanning door golven weergegeven voor de periode 1 oktober 2011 tot 1 april 2012.



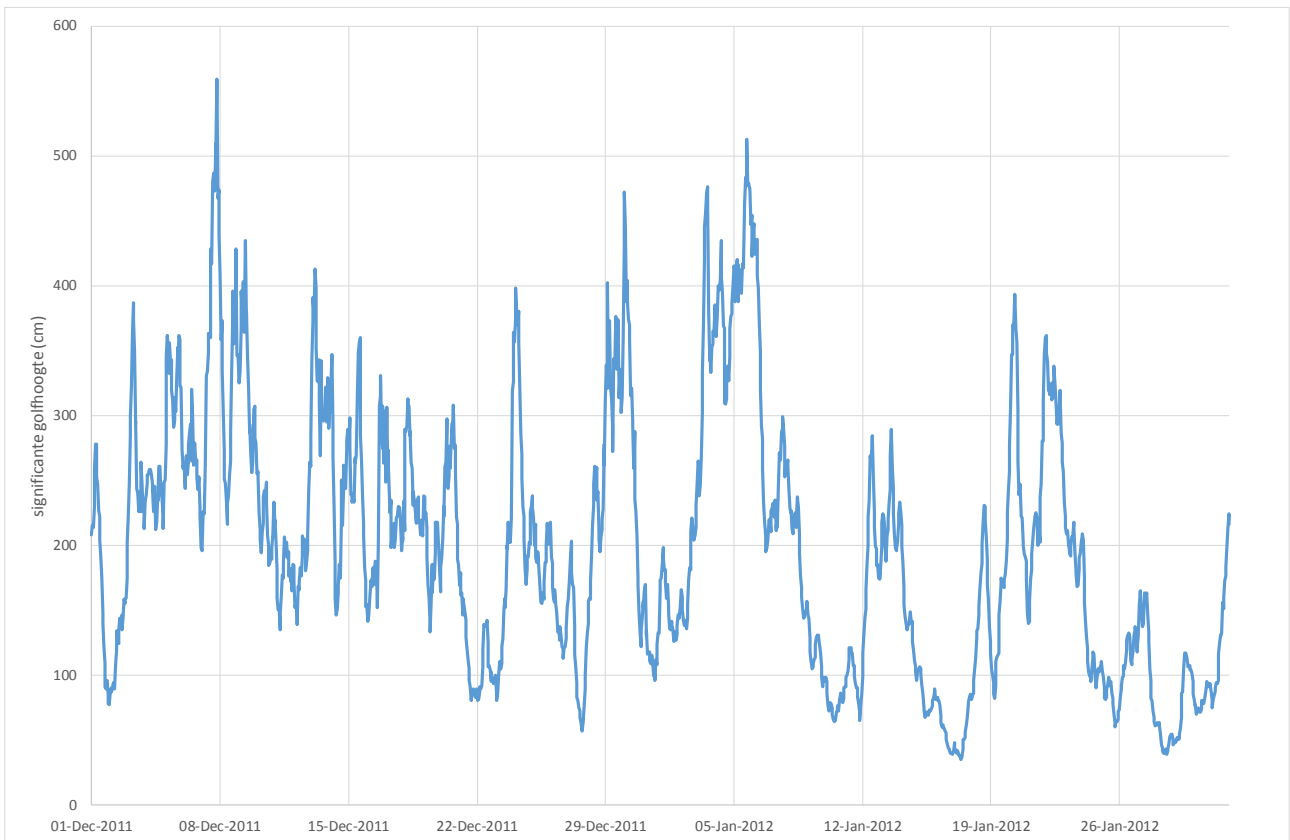
Figuur 4.3 Piek-bodemschuifspanningen voor de winter van 2011-2012.

Vooraf december en januari zijn de maanden dat de bodemschuifspanningen hoge waarden bereiken. De langste periode dat de piek-bodemschuifspanningen aaneengesloten boven 2 N/m^2 uitkomen is van 3 tot en met 6 januari, gedurende 76 uur. In deze periode zijn periodes van 9 uur en 36 uur dat de piekwaarde aaneengesloten niet onder $2,5 \text{ N/m}^2$ uitkomt. Ook tussen 4 en 9 december komen waarden boven 2 N/m^2 zeer frequent voor, tot totaal 3,5 dag, hoewel niet volledig aaneengesloten.

In figuur 4.4 is de windsnelheid in Hoek van Holland en in figuur 4.5 de golfhoogte in Europlatform voor december en januari weergegeven.



Figuur 4.4 Windsnelheid Hoek van Holland december 2011 en januari 2012.

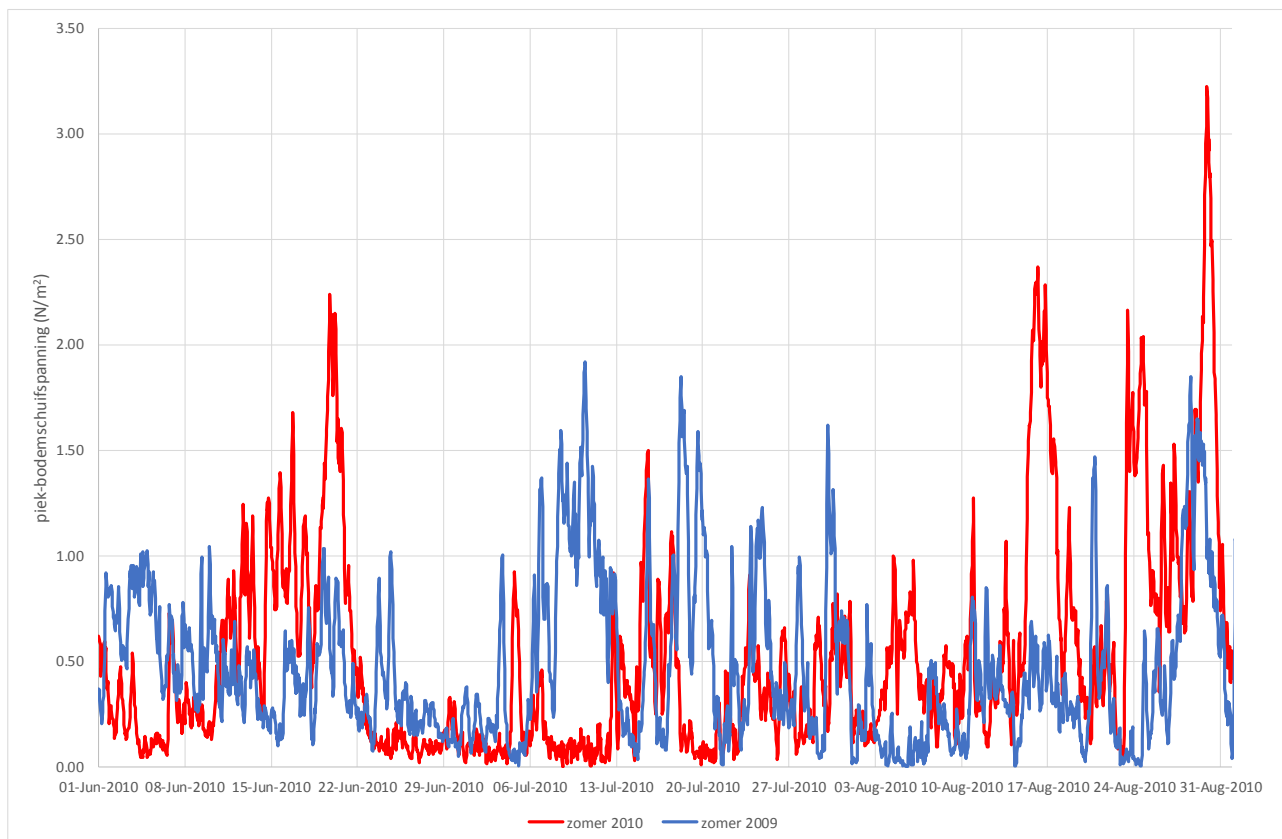


Figuur 4.5 Golfhoogte Europlatform december 2011 en januari 2012.

De perioden met hoge bodemschuifspanningen komen goed overeen met die waarin de windsnelheid hoge waarden bereikt van meer dan 15 à 16 m/s (Beaufort 7) en golven van meer dan 3 à 3.5 m.

4.3.3 De zomer van 2010

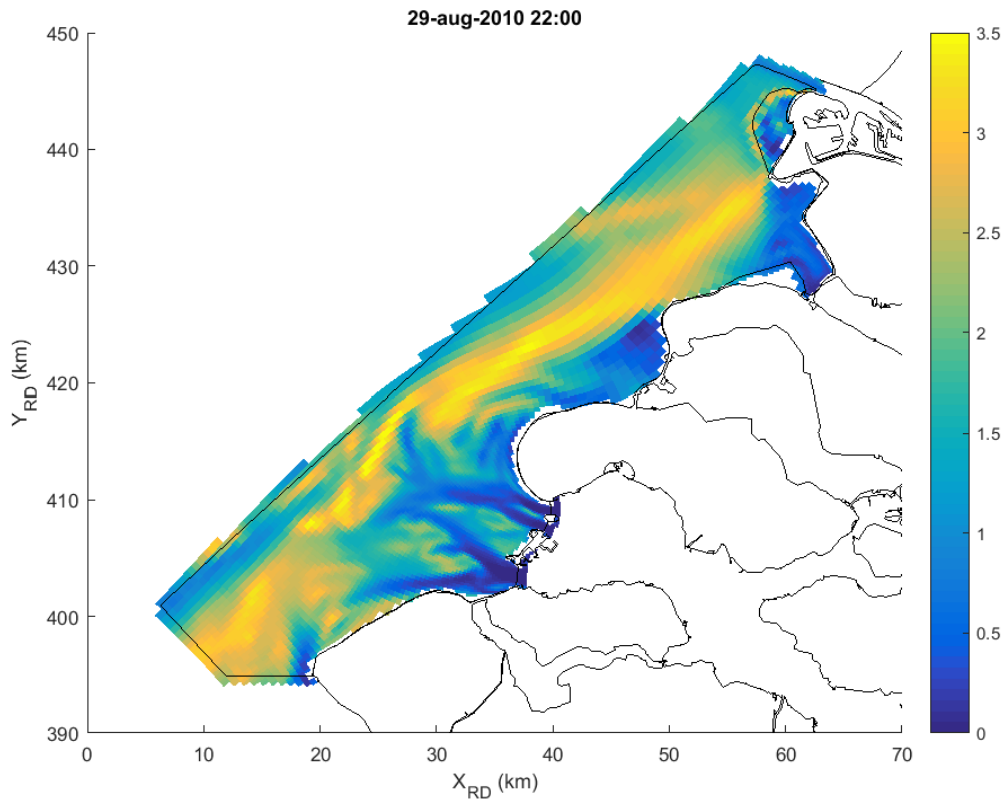
Figuur 4.6 geeft de piek-bodemschuifspanning weer voor de zomer van 2010. Ter vergelijking is ook die van 2009 weergegeven, een jaar waarvan figuur 4.1 lijkt aan te geven dat het een relatief rustige zomer is geweest.



Figuur 4.6 Piek-bodemschuifspanningen voor de zomer van 2010 en ter vergelijking die van 2009.

Hoewel er in juni en augustus 2010 een aantal keer waarden van meer dan 2 N/m² optreden en op 29 en 30 augustus waarden van meer dan 3 N/m² worden berekend, zijn er die zomer ook lange perioden dat de bodemschuifspanning continu onder 0,5 N/m² blijft, zoals tussen 22 juni en 4 juli (ruim 12 dagen) en 5 tot en met 12 juli (ruim 7,5 dag). Daarentegen is dat in 2009 veel minder vaak het geval.

De piek op 29 augustus 2010 valt samen met een storm op die dag met een kracht van Beaufort 8 uit noordwestelijke richting. De bodemschuifspanning door de golven om 22.00 uur als de piek-schuifspanning maximaal is, is in figuur 4.7 weergegeven.

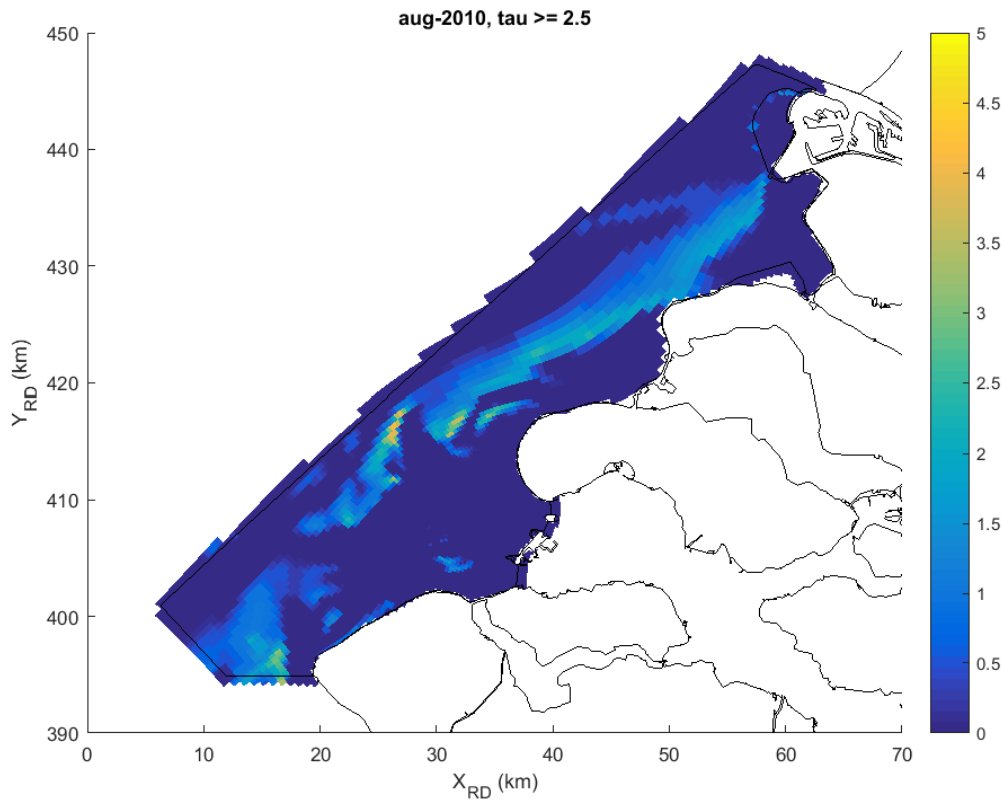


Figuur 4.7 Bodemschuifspanningen door golven op 29 augustus 2010 om 22.00 uur.

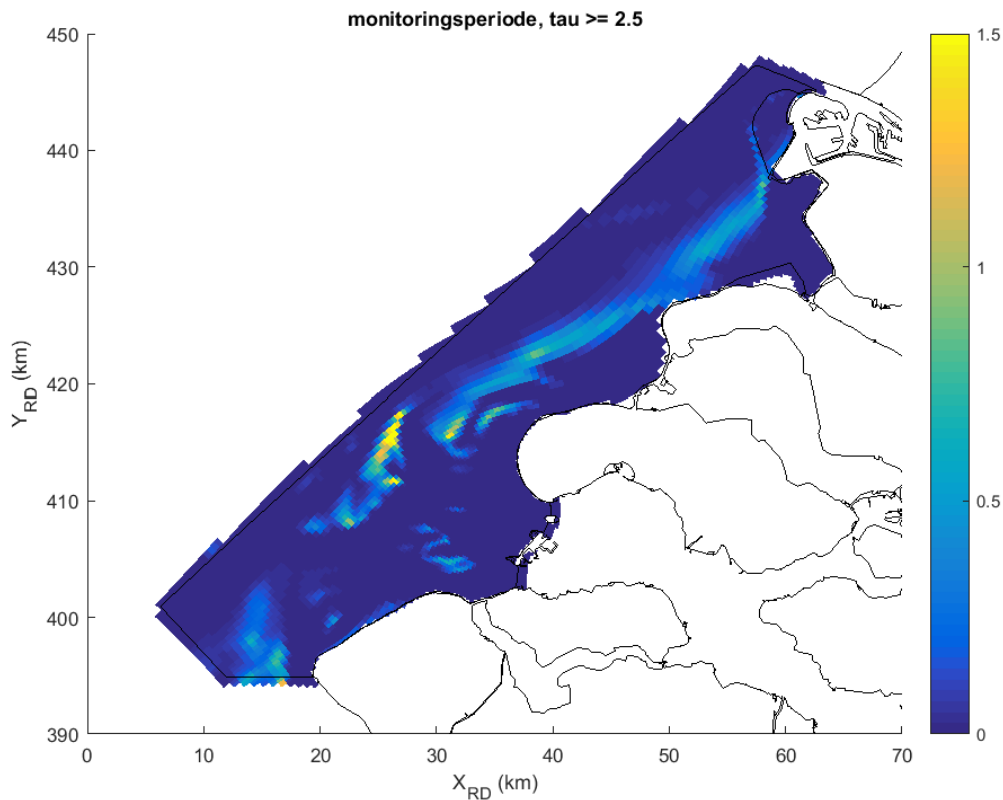
De bodemschuifspanningen pieken in een strook die op circa 5 tot 10 km uit de kust loopt, ongeveer ter plaatse van de 12,5 m diepte-contour. De hoogste waarden worden gevonden ten westen van de Bollen van het Nieuwe Zand.

Als over de gehele maand augustus 2010 wordt gekeken waar de kans het grootst is dat de bodemschuifspanning boven de 2,5 N/m² uitkomt, zie figuur 4.8, komt dat patroon goed overeen met dat in figuur 4.7. In figuur 4.9 is hetzelfde gedaan voor de gehele monitoringsperiode.

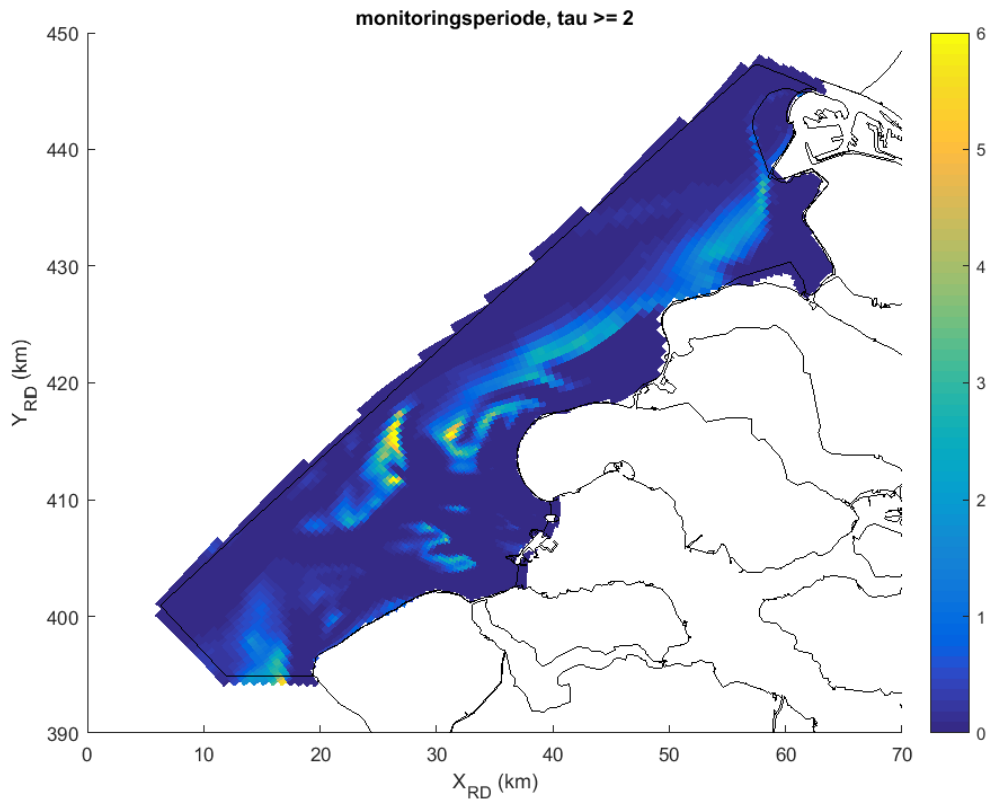
De locatie ten zuiden van de Geul van de Banjaard is ook waar in het model een steile bodemgradiënt aanwezig is en de golven dus als eerste zullen breken.



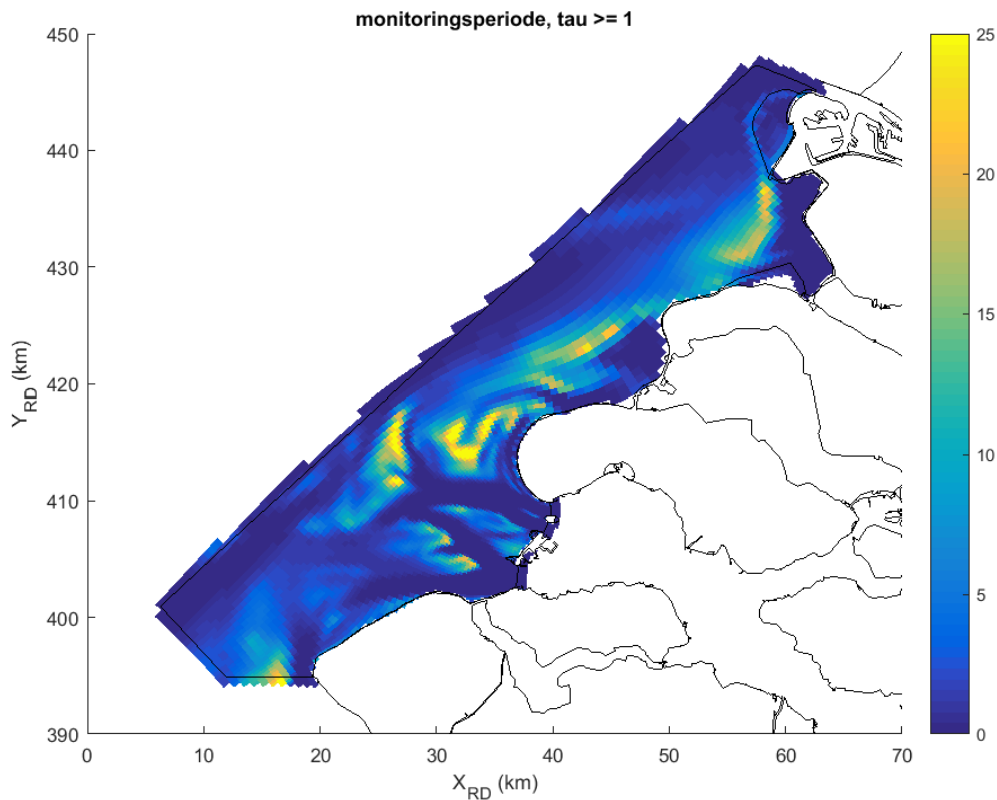
Figuur 4.8 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 2,5 N/m² uitkomt in augustus 2010.



Figuur 4.9 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 2,5 N/m² uitkomt in de gehele monitoringsperiode.



Figuur 4.10 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 2 N/m² uitkomt in de gehele monitoringsperiode.



Figuur 4.11 Kans van voorkomen dat de bodemschuifspanning boven 1 N/m² uitkomt in de gehele monitoringsperiode.

De kans dat de bodemschuifspanning boven 2 N/m^2 uitkomt, vertoont een vergelijkbaar patroon, zoals uit figuur 4.10 blijkt. Terwijl een grens van 1 N/m^2 dermate hogere percentages vertoont, dat een dergelijke waarde geen goede indicatie lijkt te zijn voor een extreme conditie.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

- De nauwkeurigheid van de modelberekeningen komt goed overeen met de eerdere jaren. De waarden voor de BIAS en RMSE0 die de afwijkingen tussen modelresultaten en metingen beschrijven komen goed overeen met de resultaten uit de eerste fase van de monitoring. Vanwege de consistentie in de manier waarop de modelberekeningen zijn uitgevoerd ligt dit ook in de lijn van de verwachtingen.
- De alternatieve manier om de bodemschuifspanningen ten gevolge van golven te bepalen, is nu uitgevoerd voor de gehele monitoringsperiode. Opvallend zijn het grote aantal ontbrekende golfmetingen in Europlatform voor de jaren 2015 en 2016, die worden gebruikt als randvoorwaarden. In de voorgaande jaren zijn deze tijdseries altijd compleet. Doordat de ontbrekende metingen zich concentreren in de wintermaanden, moet hier bij de analyses wel rekening mee worden gehouden.

5.2 Aanbevelingen

- In de Voordelta laten de abiotische parameters een duidelijke ruimtelijke en temporele variatie zien. Deze hangen samen met het getij, het voorkomen van stormen, de seizoensvariaties en het dagnacht-ritme van de luchttemperatuur en de zonne-instraling, de rivierafvoeren en spuidebieten en de golven op de Noordzee. Belangrijk voor de analyses naar perioden van extreme of juist rustige perioden is het hebben van een kritische grenswaarde. In dit rapport is gezocht naar een grenswaarde voor de bodemschuifspanning ten gevolge van golven. Een waarde tussen 2 en 2,5 N/m² lijkt een goede maat te zijn. Dit zou ook voor de andere parameters moeten worden gedaan, waarbij er een link met de biotiek moet zijn.

REFERENTIES

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

Arcadis, 2015, Datarapport PMR-NCV perceel Abiotiek; simulaties 2013, C03041.003153.0100, 078312838:0.2 – Definitief, 20 februari 2015.

Arcadis, 2016a, Datarapport PMR-NCV perceel Abiotiek; simulaties 2014 en analyse lange termijn trends, C03041.003153, 078892386 0.2, 1 april 2016.

Arcadis, 2016b, Datarapport PMR-NCV perceel Abiotiek; simulaties 2015 en alternatieve aanpak golfgerelateerde bodemschuifspanningen, C03041.002127, 079111458 0.2, 5 december 2016.

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

**BIJLAGE A OVERSCHRIJDINGSTABELLEN WIND HOEK VAN
HOLLAND EN GOLVEN EUROPLATFORM**

Tabel A.3 Overschrijdingstabel golven EuroPlatform voor de periode 2004-2015.

golfhoogte (m)	golfrichting (°N)												totaal
	-15 - 15	15 - 45	45 - 75	75 - 105	105 - 135	135 - 165	165 - 195	195 - 225	225 - 255	255 - 285	285 - 315	315 - 345	
0.0	19.32	10.92	3.10	1.68	1.15	1.11	2.38	11.76	21.34	7.18	7.12	12.94	100.00
0.5	15.55	9.10	2.59	1.40	0.94	0.88	2.12	11.18	19.62	5.91	5.77	10.80	85.87
1.0	8.20	5.29	1.34	0.59	0.38	0.36	1.13	8.46	14.22	3.92	3.96	7.16	55.01
1.5	3.47	2.41	0.50	0.18	0.11	0.10	0.44	5.37	9.07	2.31	2.41	4.29	30.67
2.0	1.48	1.00	0.15	0.02	0.03	0.04	0.16	2.70	5.39	1.41	1.33	2.41	16.12
2.5	0.60	0.34	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	1.03	2.83	0.74	0.73	1.38	7.72
3.0	0.23	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36	1.22	0.38	0.38	0.72	3.41
3.5	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.43	0.16	0.18	0.37	1.34
4.0	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.14	0.05	0.08	0.18	0.52
4.5	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02	0.04	0.06	0.19
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05

Tabel A.4 Overschrijdingstabel golven EuroPlatform voor de periode 2016.

golfhoogte (m)	golfrichting (°N)												totaal
	-15 - 15	15 - 45	45 - 75	75 - 105	105 - 135	135 - 165	165 - 195	195 - 225	225 - 255	255 - 285	285 - 315	315 - 345	
0.0	23.47	8.51	2.74	0.75	0.72	0.88	2.32	11.59	24.43	7.19	5.62	11.78	100.00
0.5	20.10	6.95	1.94	0.15	0.35	0.63	2.05	11.06	22.76	6.12	4.42	9.80	86.33
1.0	10.06	3.96	0.95	0.07	0.22	0.32	1.29	7.39	15.57	4.15	2.79	6.70	53.49
1.5	4.89	1.38	0.60	0.00	0.10	0.13	0.50	3.81	9.99	2.44	1.80	4.30	29.94
2.0	2.46	0.34	0.01	0.00	0.00	0.06	0.13	1.20	5.00	1.31	1.10	2.74	14.36
2.5	1.25	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.34	2.61	0.73	0.51	1.60	7.16
3.0	0.48	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.17	0.28	0.21	0.72	3.02
3.5	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.37	0.12	0.13	0.29	0.98
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.06	0.07	0.10	0.34
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.04	0.13
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01

**BIJLAGE B TABELLEN EN FIGUREN VOOR SIMULATIES
JANUARI – DECEMBER 2016**

Tabel B.1 Vergelijking tussen berekende en gemeten waterstand, Kustzuid, 2016

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	0.007	0.054	0.028	0.080	0.073	0.085	0.043	0.081	0.027	0.107
februari	0.019	0.067	0.031	0.084	0.078	0.090	0.065	0.090	0.050	0.118
maart	0.035	0.073	0.043	0.090	0.076	0.092	0.070	0.112	0.061	0.156
kwartaal 1	0.020	0.066	0.034	0.085	0.075	0.089	0.059	0.096	0.046	0.130
april	0.015	0.063	0.012	0.087	0.065	0.098	0.039	0.105	0.032	0.146
mei	0.022	0.063	0.021	0.085	0.094	0.095	0.045	0.104	0.033	0.147
juni	0.033	0.058	0.031	0.076	0.075	0.073	0.061	0.080	0.044	0.121
kwartaal 2	0.023	0.062	0.022	0.083	0.078	0.090	0.048	0.097	0.036	0.138
juli	0.013	0.051	0.032	0.079	0.052	0.079	0.049	0.085	0.044	0.125
augustus	0.013	0.051	0.026	0.079	0.061	0.082	0.050	0.085	0.044	0.121
september	0.010	0.065	0.027	0.094	0.041	0.090	0.051	0.111	0.045	0.150
kwartaal 3	0.012	0.056	0.029	0.084	0.051	0.084	0.050	0.094	0.044	0.133
oktober	0.018	0.061	0.023	0.082	0.039	0.082	0.055	0.095	0.048	0.131
november	0.014	0.060	0.029	0.089	0.048	0.089	0.053	0.097	0.039	0.122
december	0.011	0.065	0.032	0.090	0.046	0.088	0.057	0.101	0.043	0.133
kwartaal 4	0.014	0.062	0.028	0.087	0.044	0.087	0.055	0.098	0.044	0.129
hele jaar	0.017	0.062	0.028	0.085	0.062	0.089	0.053	0.097	0.042	0.133

Tabel B.2 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak, Kustzuid, 2016

periode	Euro Platform T _{opp} (°C)		Lichteiland Goeree T _{opp} (°C)		Vlissingen T _{opp} (°C)		Hoek van Holland T _{opp} (°C)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	0.323	0.305	0.057	0.262	-0.175	0.184	-0.455	0.662
februari	0.118	0.566	0.092	0.709	-0.237	0.121	-0.033	0.314
maart	0.195	0.218	-0.496	0.276	-0.208	0.185	0.291	0.375
kwartaal 1	0.214	0.396	-0.120	0.532	-0.206	0.169	-0.066	0.569
april	0.092	0.136	-0.591	0.224	-0.471	0.243	0.771	0.497
mei	0.000	0.276	-0.718	0.423	-0.438	0.367	1.284	0.589
juni	-0.159	0.299	-0.908	0.514	-0.283	0.503	1.517	0.686
kwartaal 2	-0.021	0.268	-0.738	0.426	-0.398	0.394	1.192	0.671
juli	-0.309	0.311	-1.116	0.339	0.338	0.286	1.515	0.432
augustus	-0.333	0.166	-1.131	0.242	0.664	0.360	1.157	0.405
september	-0.147	0.133	-0.892	0.120	0.677	0.316	0.071	0.372
kwartaal 3	-0.264	0.233	-1.047	0.273	0.559	0.358	0.917	0.732
oktober	0.038	0.108	-0.546	0.112	0.683	0.314	-0.073	1.019
november	0.231	0.136	-0.484	0.246	0.176	0.134	-1.308	0.475
december	0.379	0.252	-0.406	0.212	0.302	0.122	-0.994	0.400
kwartaal 4	0.218	0.227	-0.479	0.206	0.389	0.301	-0.786	0.867
hele jaar	0.036	0.352	-0.595	0.511	0.088	0.509	0.311	1.068

Tabel B.3 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2016

periode	Vlakte van de Raan				Oosterschelde 4			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	0.139	0.376	0.408	0.303	0.135	0.274	-0.043	0.316
februari					-0.006	0.201	-0.083	0.188
maart	-0.412	0.168	-0.484	0.165	-0.146	0.206	-0.162	0.192
kwartaal 1	-0.035	0.414	-0.027	0.509	0.002	0.260	-0.096	0.246
april	-0.555	0.156	-0.601	0.147	-0.542	0.230	-0.699	0.068
mei	-0.850	0.390	-0.839	0.394	-1.008	0.269	-1.050	0.253
juni	-1.220	0.436	-1.228	0.434	-0.870	0.278	-0.875	0.268
kwartaal 2	-0.902	0.448	-0.892	0.435	-0.861	0.320	-0.967	0.274
juli	-0.912	0.265	-0.928	0.304	-0.746	0.203	-0.556	0.201
augustus	-0.595	0.234	-0.640	0.231	-0.473	0.204	-0.182	0.200
september	-0.297	0.266	-0.316	0.241	-0.239	0.135	0.059	0.124
kwartaal 3	-0.544	0.369	-0.503	0.340	-0.532	0.274	-0.281	0.308
oktober	-0.020	0.250	-0.062	0.244	-0.117	0.193	-0.018	0.245
november	-0.026	0.292	-0.051	0.292	-0.003	0.171	0.164	0.221
december	0.340	0.332	0.202	0.293	0.166	0.172	0.231	0.168
kwartaal 4	0.111	0.342	0.038	0.303	0.028	0.212	0.138	0.233
hele jaar	-0.370	0.581	-0.410	0.561	-0.244	0.448	-0.177	0.444

Tabel B.4 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2016

periode	Brouwershavensche Gat 2				Brouwershavensche Gat 8			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)		T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	-0.111	0.347	-0.159	0.328	-0.162	0.387	-0.359	0.398
februari	-0.016	0.533	-0.041	0.538	-0.078	0.287	-0.284	0.281
maart	-0.368	0.202	-0.340	0.184	-0.223	0.269	-0.206	0.282
kwartaal 1	-0.168	0.409	-0.183	0.395	-0.156	0.325	-0.283	0.332
april	-0.625	0.192	-0.573	0.160	-0.487	0.369	-0.558	0.376
mei	-1.055	0.231	-0.970	0.203	-0.745	0.487	-0.607	0.612
juni	-1.027	0.251	-1.038	0.312	-0.393	0.337	-0.441	0.400
kwartaal 2	-0.856	0.303	-0.863	0.310	-0.485	0.390	-0.526	0.416
juli	-0.986	0.237	-0.986	0.238	-0.506	0.218	-0.435	0.228
augustus	-0.669	0.204	-0.688	0.193	-0.610	0.304	-0.615	0.292
september	-0.441	0.210	-0.487	0.208	-0.331	0.168	-0.351	0.153
kwartaal 3	-0.692	0.320	-0.730	0.303	-0.503	0.285	-0.505	0.275
oktober	-0.092	0.311	-0.154	0.326	-0.430	0.208	-0.367	0.232
november	-0.128	0.319	-0.041	0.400	-0.372	0.441	-0.335	0.340
december	0.071	0.166	-0.060	0.168	0.022	0.332	0.001	0.292
kwartaal 4	-0.041	0.283	-0.090	0.307	-0.202	0.408	-0.147	0.335
hele jaar	-0.378	0.478	-0.440	0.478	-0.273	0.389	-0.332	0.377

Tabel B.5 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2016

periode	Haringvliet 10			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	-0.433	0.404	-0.311	0.363
februari	-0.291	0.196	-0.169	0.277
maart	-0.394	0.203	-0.404	0.162
kwartaal 1	-0.401	0.291	-0.299	0.294
april	-0.597	0.304	-0.572	0.185
mei	-0.590	0.502	-0.534	0.264
juni	-0.599	0.716	-0.687	0.248
kwartaal 2	-0.596	0.549	-0.614	0.237
juli	-0.848	0.449	-0.290	0.133
augustus	-0.606	0.235	-0.619	0.182
september	-0.495	0.254	-0.410	0.317
kwartaal 3	-0.697	0.394	-0.471	0.288
oktober	0.269	0.424	0.288	0.422
november	0.039	0.435	0.008	0.431
december	0.195	0.237	0.189	0.229
kwartaal 4	0.169	0.387	0.163	0.389
hele jaar	-0.321	0.555	-0.246	0.440

Tabel B.6 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2016

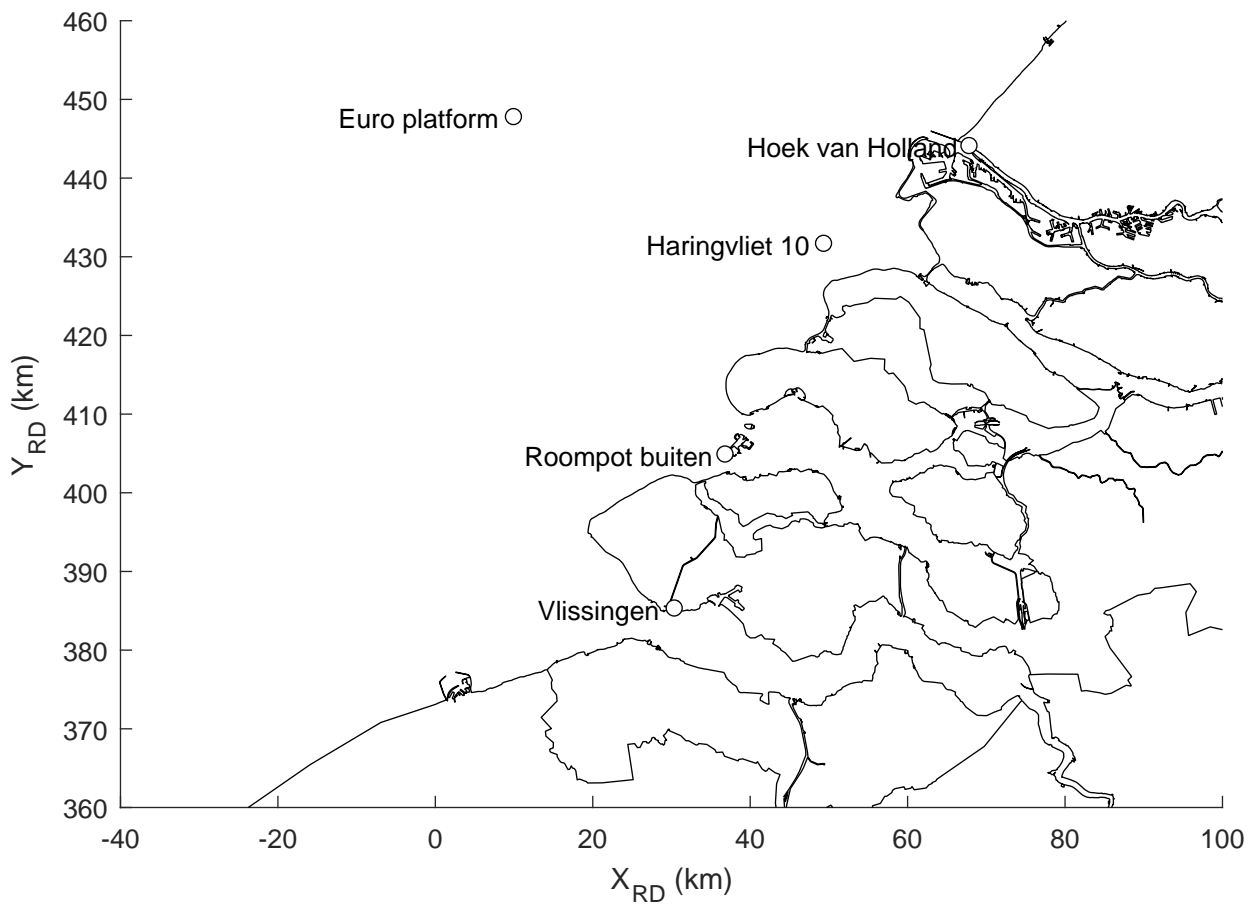
periode	Vlakte van de Raan				Oosterschelde 4			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)		S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	1.167	0.391	1.025	0.429	0.700	0.415	0.921	0.364
februari					1.056	0.491	1.145	0.483
maart	0.917	0.616	0.940	0.588	0.440	0.362	0.505	0.335
kwartaal 1	1.088	0.488	0.984	0.515	0.729	0.491	0.852	0.477
april	1.078	0.391	1.148	0.354	1.109	0.531	1.151	0.196
mei	0.353	0.545	0.350	0.570	-0.291	0.691	-0.525	0.522
juni	-0.532	0.594	-0.561	0.602	-0.455	0.563	-0.645	0.438
kwartaal 2	0.233	0.826	0.305	0.867	-0.027	0.873	-0.531	0.560
juli	0.512	0.317	0.402	0.282	0.027	0.307	0.022	0.711
augustus	0.506	0.341	0.376	0.326	0.545	0.316	0.489	0.305
september	0.436	0.222	0.384	0.255	-0.018	0.144	-0.013	0.270
kwartaal 3	0.475	0.284	0.385	0.281	0.210	0.384	0.189	0.557
oktober	0.234	0.177	0.256	0.184	0.146	0.116	0.112	0.159
november	0.444	0.253	0.400	0.268	0.231	0.178	0.050	0.177
december	0.443	0.219	0.659	0.278	0.254	0.201	0.191	0.199
kwartaal 4	0.366	0.237	0.443	0.301	0.216	0.178	0.119	0.191
hele jaar	0.463	0.600	0.440	0.616	0.331	0.589	0.296	0.645

Tabel B.7 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2016

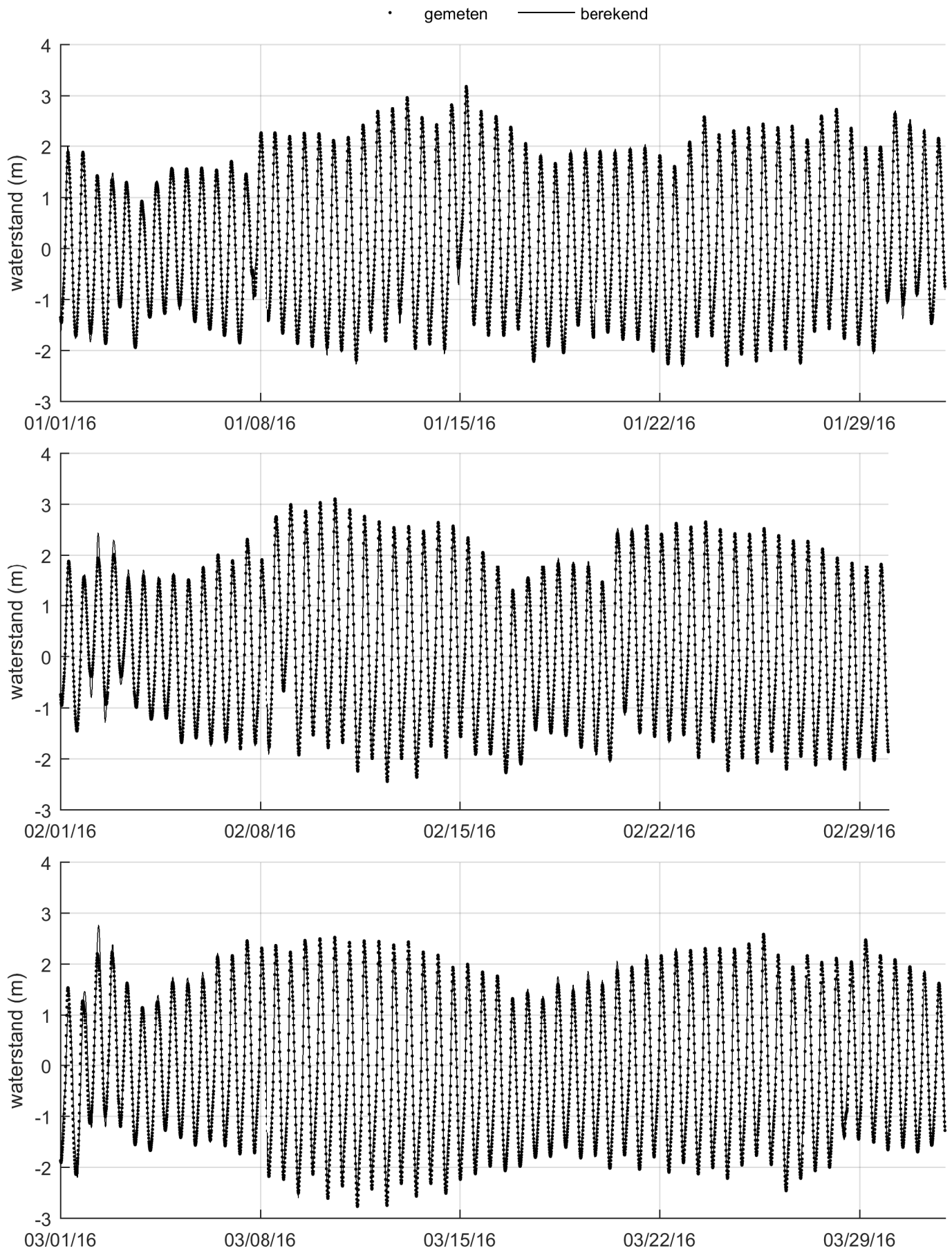
periode	Brouwershavensche Gat 2				Brouwershavensche Gat 8			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)		S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	0.813	0.557	0.580	0.356	0.521	1.547	-0.047	1.286
februari	1.576	1.066	1.234	1.020	0.698	1.491	0.116	1.365
maart	0.299	0.531	0.226	0.466	-0.059	0.693	-0.421	0.678
kwartaal 1	0.881	0.914	0.669	0.788	0.382	1.340	-0.123	1.168
april	0.519	0.608	0.398	0.473	0.532	1.611	-0.360	1.493
mei	-0.778	0.670	-1.004	0.572	-1.589	1.297	-2.120	0.922
juni	-0.893	0.475	-1.041	0.423	-1.482	1.331	-2.506	1.195
kwartaal 2	-0.192	0.908	-0.561	0.829	-0.480	1.794	-1.212	1.697
juli	0.147	0.333	0.598	1.128	-0.546	0.361	-0.723	0.439
augustus	0.359	0.190	0.305	0.160	0.928	1.264	0.571	0.658
september	-0.045	0.175	0.471	1.220	-0.448	0.382	-0.547	0.304
kwartaal 3	0.129	0.293	0.472	1.005	0.281	1.190	0.036	0.795
oktober	0.086	0.212	0.332	0.660	-0.160	0.535	-0.228	0.492
november	0.009	0.308	-0.076	0.394	-0.055	0.658	0.520	0.255
december	-0.053	0.323	0.015	0.289	-0.079	0.525	-0.208	0.524
kwartaal 4	0.015	0.289	0.108	0.513	-0.089	0.574	-0.111	0.549
hele jaar	0.260	0.817	0.135	0.919	0.067	1.304	-0.349	1.261

Tabel B.8 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2016

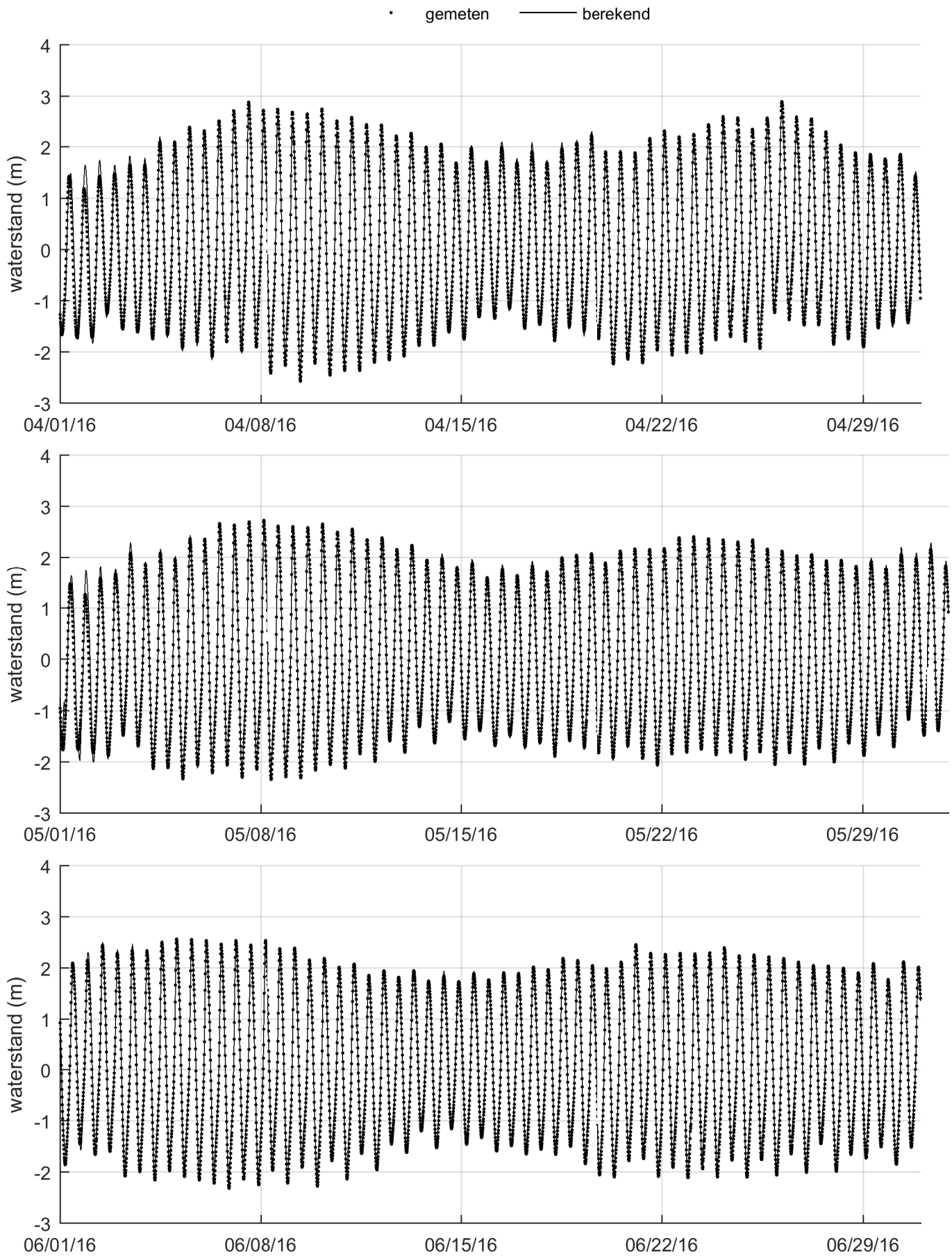
periode	Haringvliet 10			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	0.222	1.846	0.174	0.686
februari	0.302	3.091	0.797	0.824
maart	0.106	2.084	0.467	0.794
kwartaal 1	0.160	2.093	0.474	0.810
april	-0.328	1.715	-0.068	0.479
mei	-1.795	1.611	-1.548	0.489
juni	-2.586	3.713	-1.606	0.721
kwartaal 2	-1.560	2.924	-0.994	0.952
juli	-1.222	2.201	-1.373	0.442
augustus	-0.584	1.024	-0.639	0.454
september	-0.229	0.485	-0.335	0.386
kwartaal 3	-0.808	1.709	-0.526	0.507
oktober	0.196	0.593	0.161	0.598
november	-0.287	0.693	-0.380	0.650
december	-0.193	0.440	-0.269	0.459
kwartaal 4	-0.093	0.620	-0.161	0.619
hele jaar	-0.556	2.025	-0.209	0.930



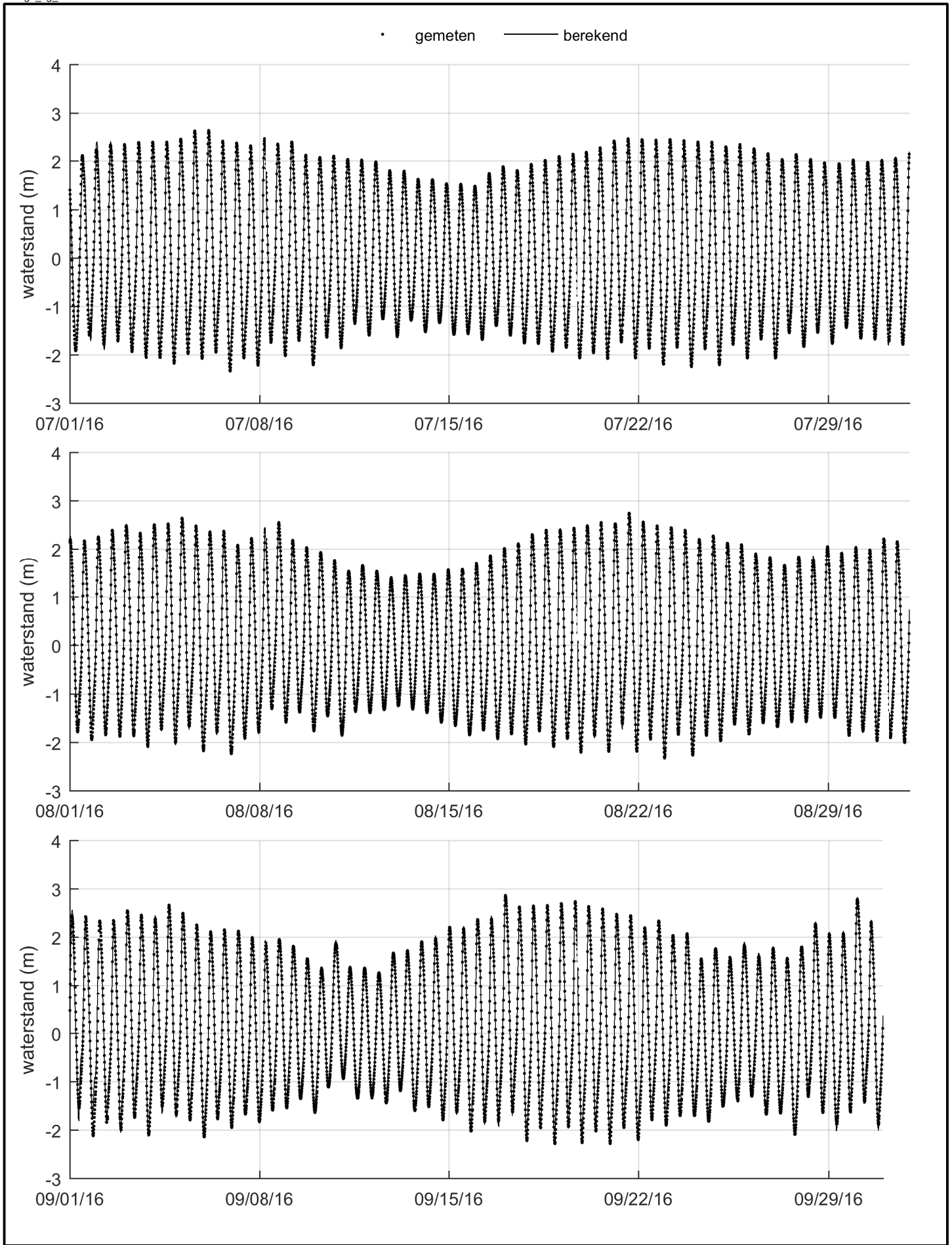
Ligging Waterbase-stations waterstand



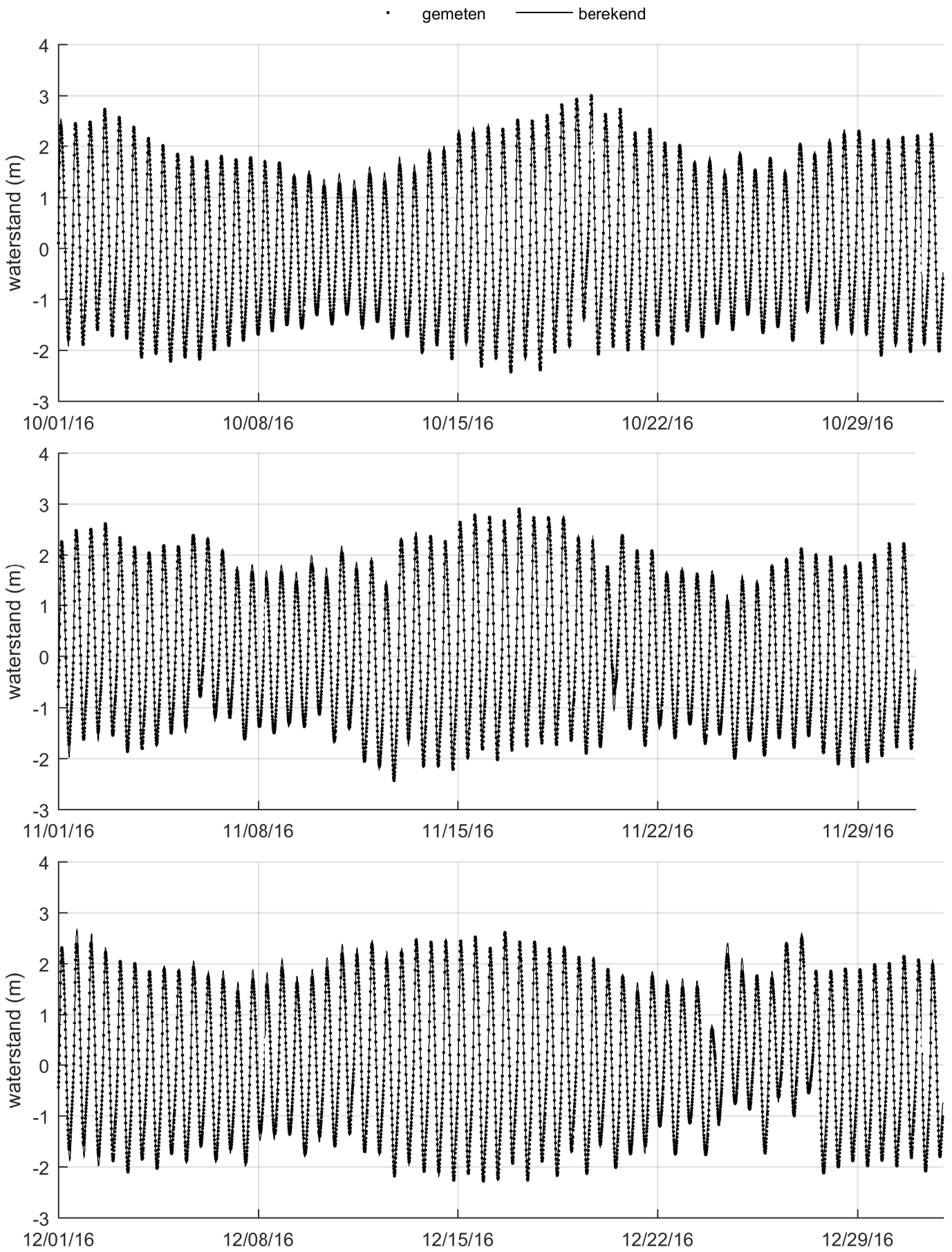
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 1e kwartaal 2016, Waterbase-station Vlissingen



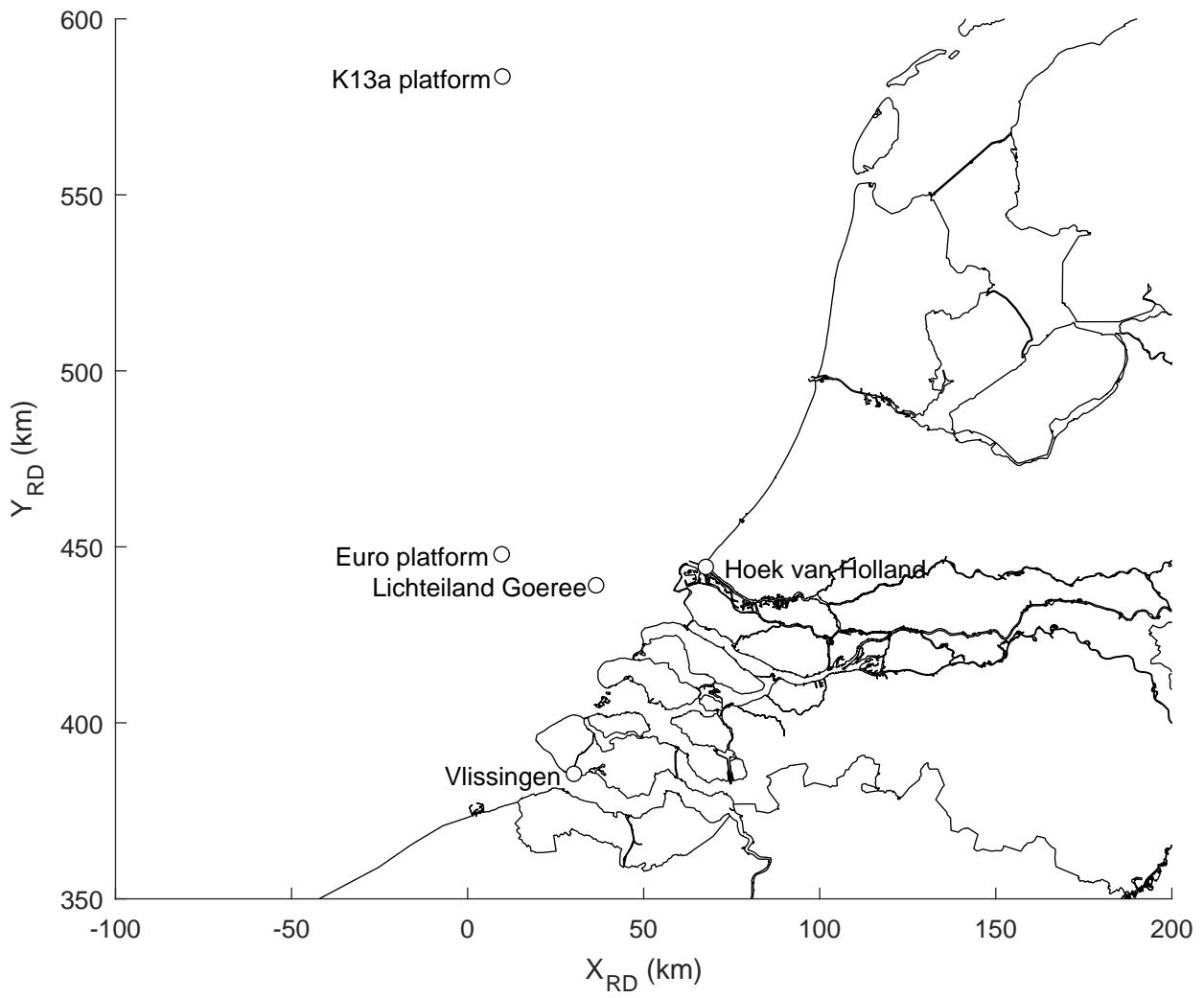
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 2e kwartaal 2016, Waterbase-station Vlissingen



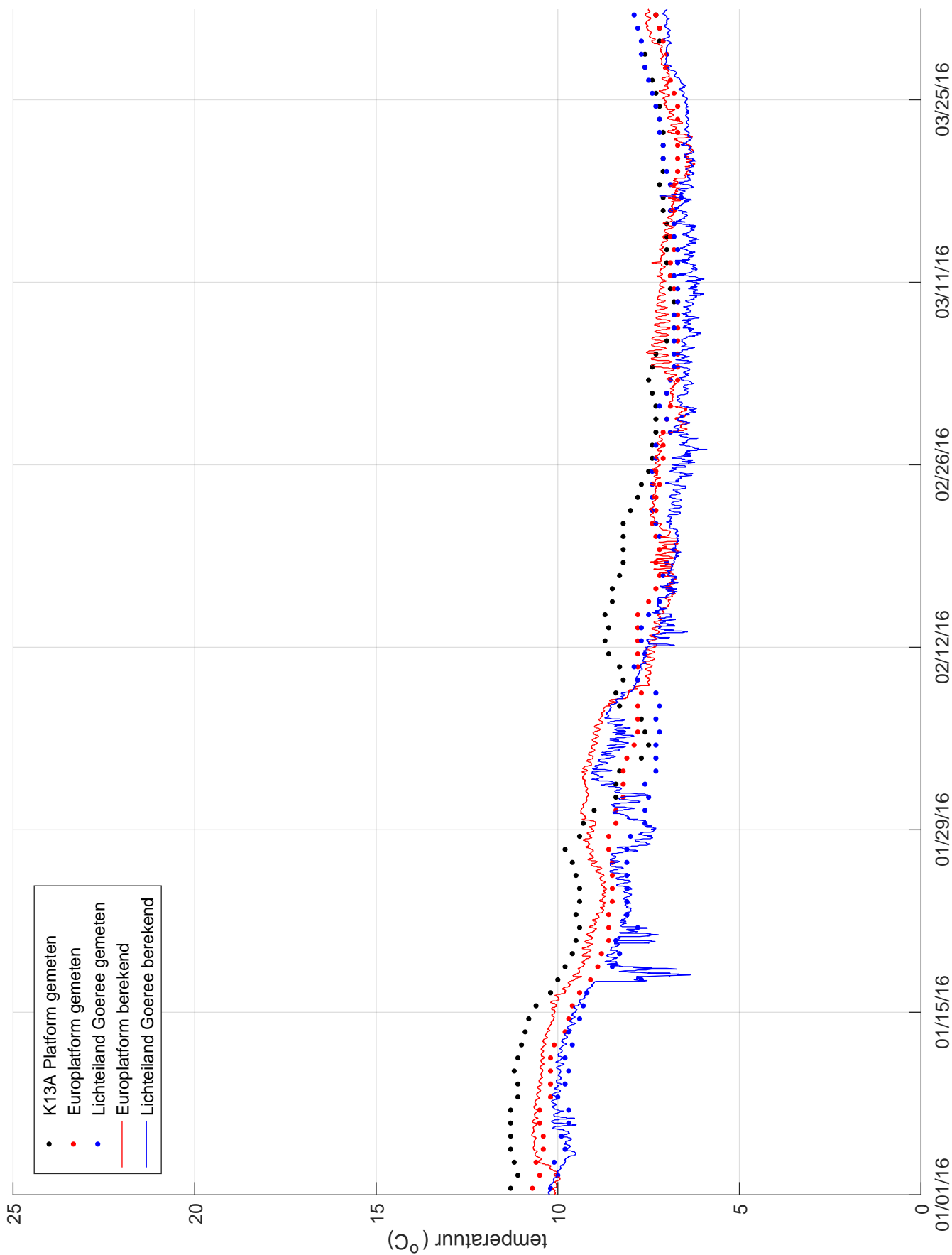
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 3e kwartaal 2016, Waterbase-station Vlissingen



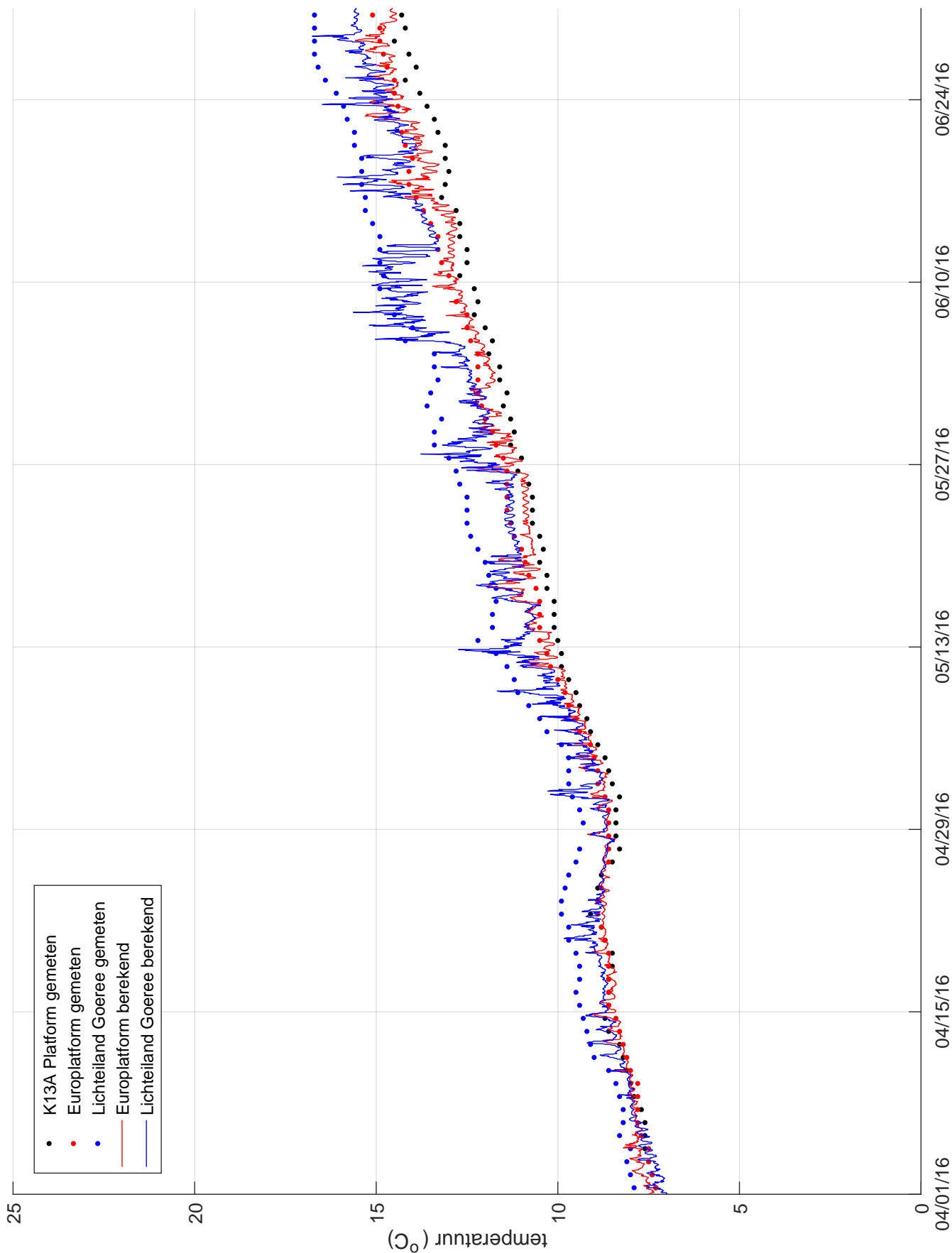
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 4e kwartaal 2016, Waterbase-station Vlissingen



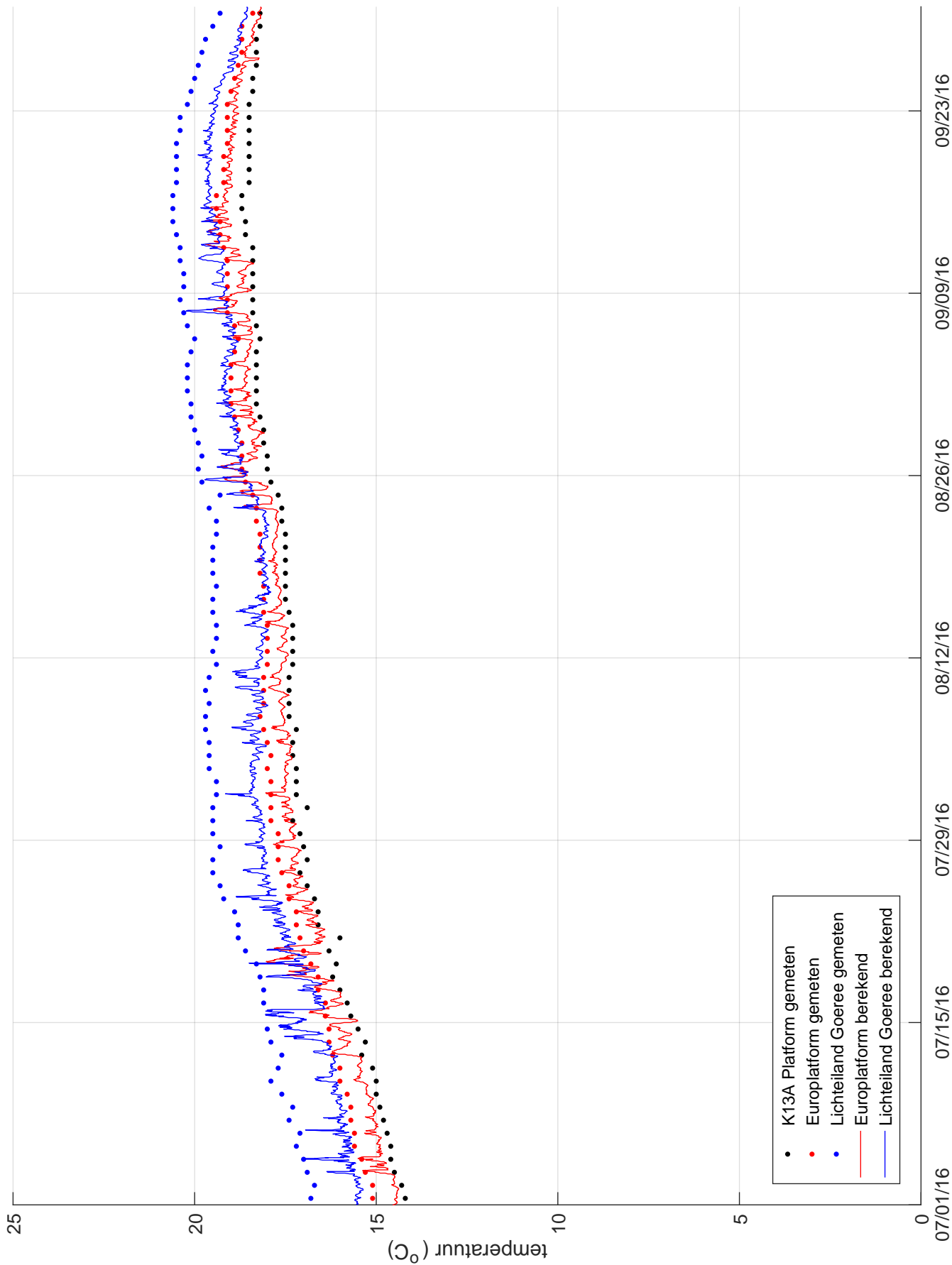
Ligging Waterbase-stations oppervlaktetemperatuur



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 1e kwartaal 2016, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 2e kwartaal 2016, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.

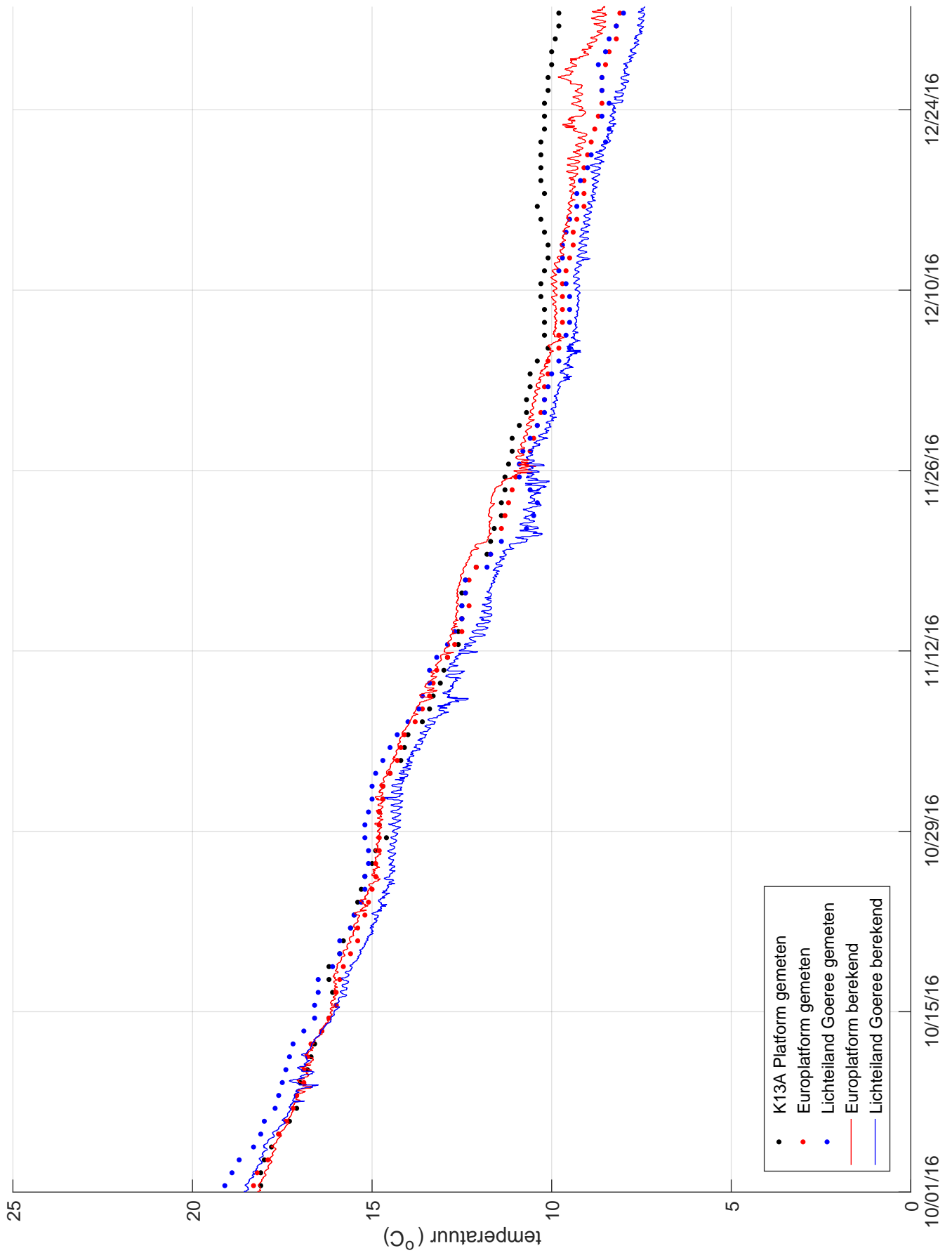


Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 3e kwartaal 2016, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.

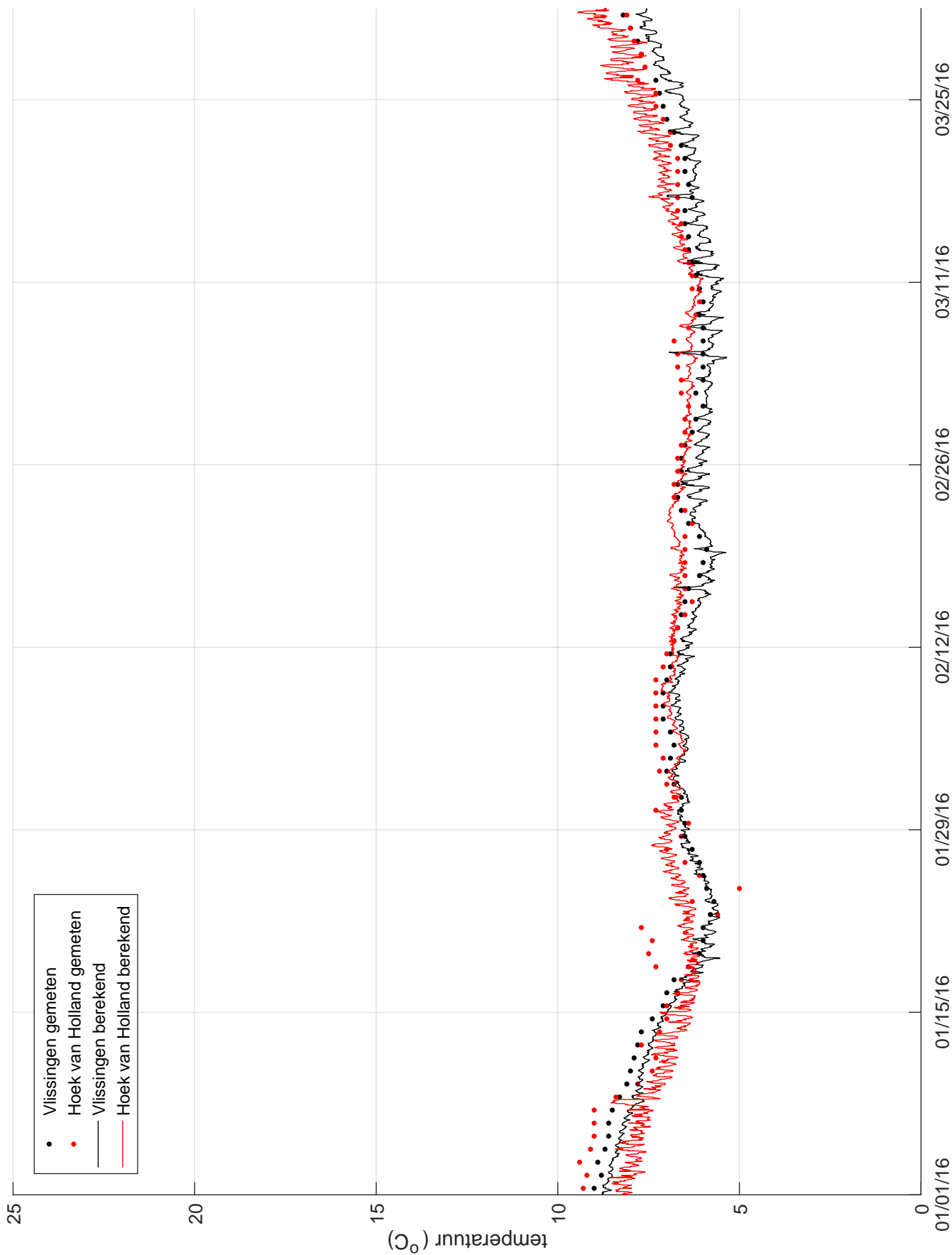
PMR-NCV Abiotiek

C03041.002127

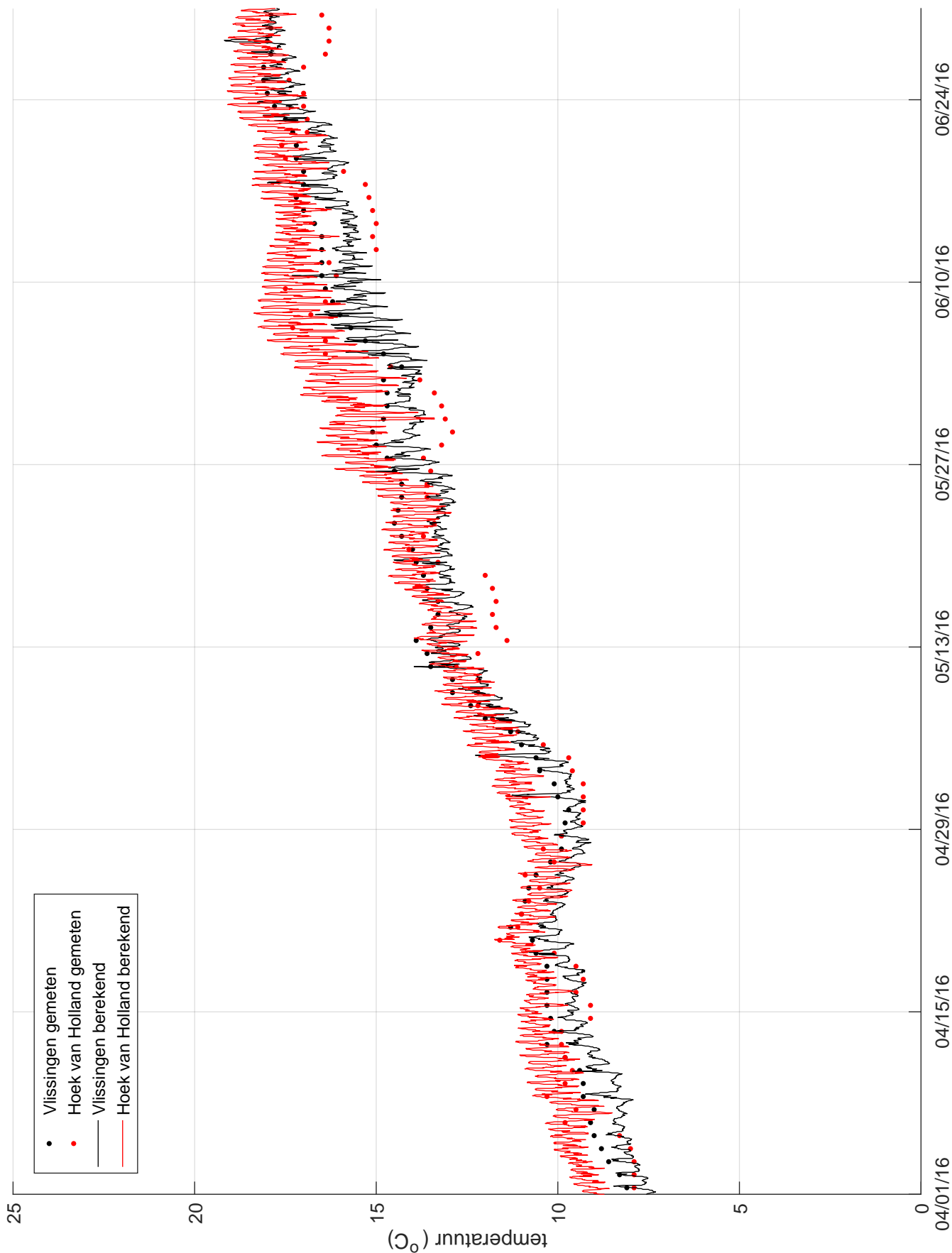
Fig. B.9



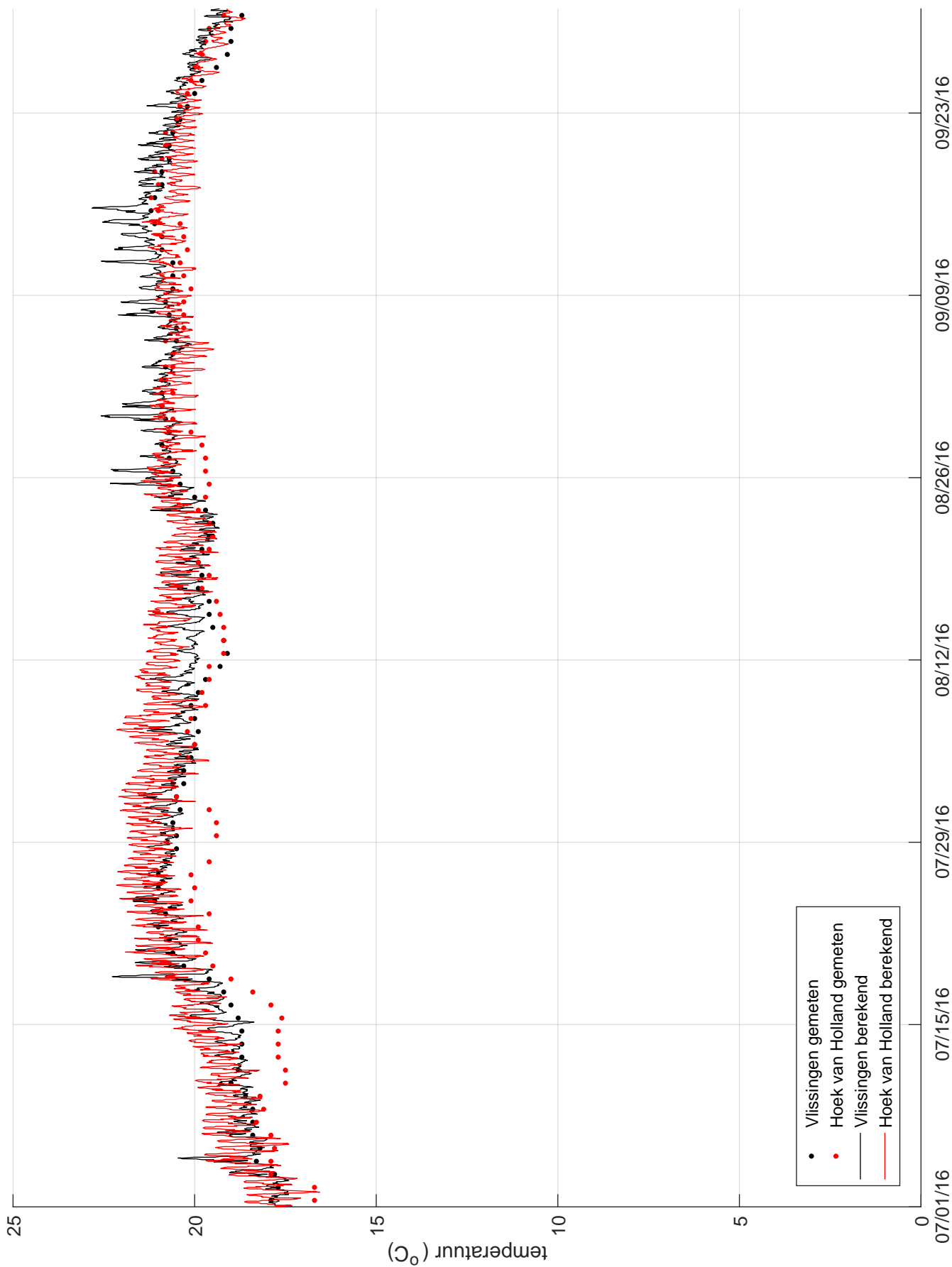
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 4e kwartaal 2016, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.



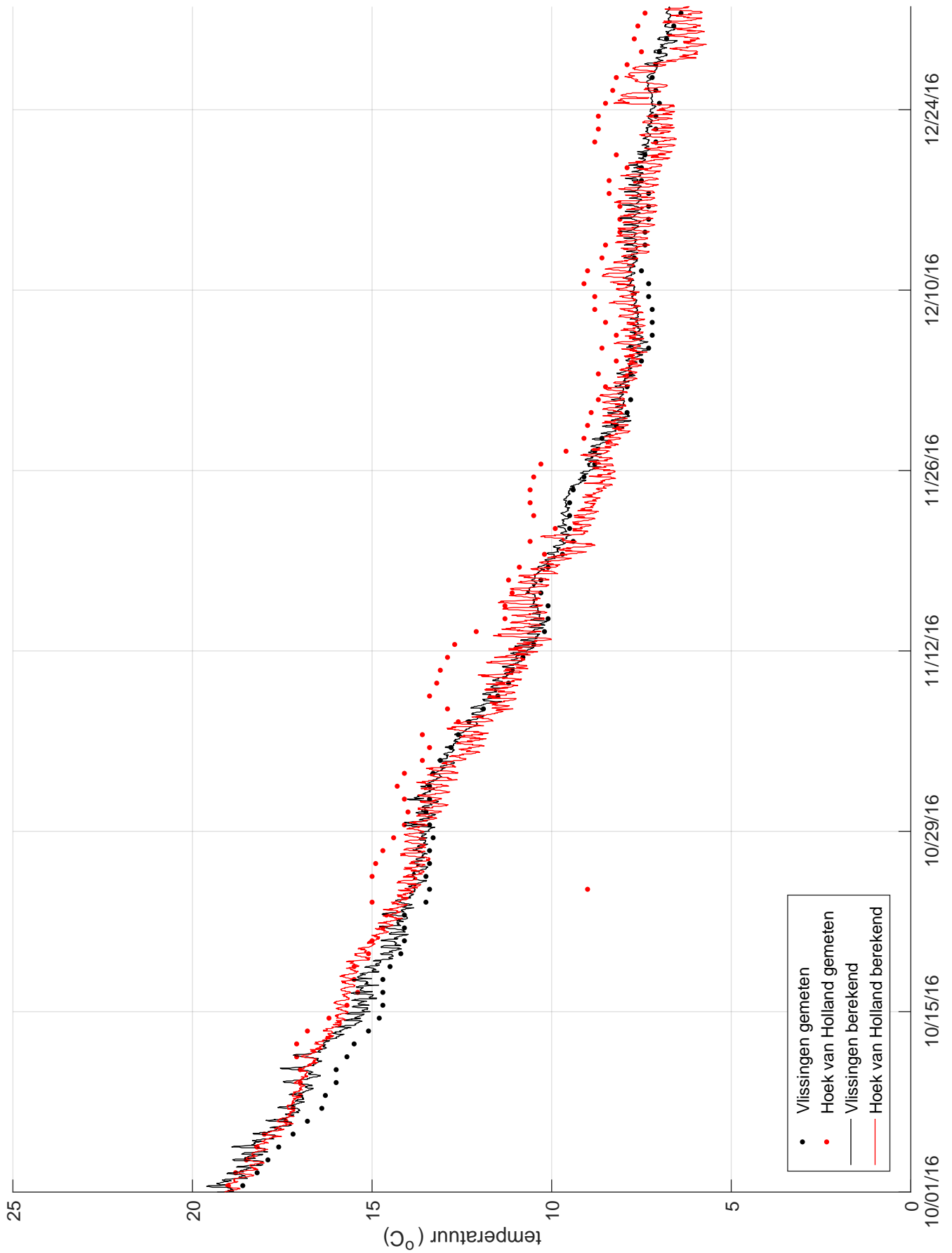
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 1e kwartaal 2016, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland



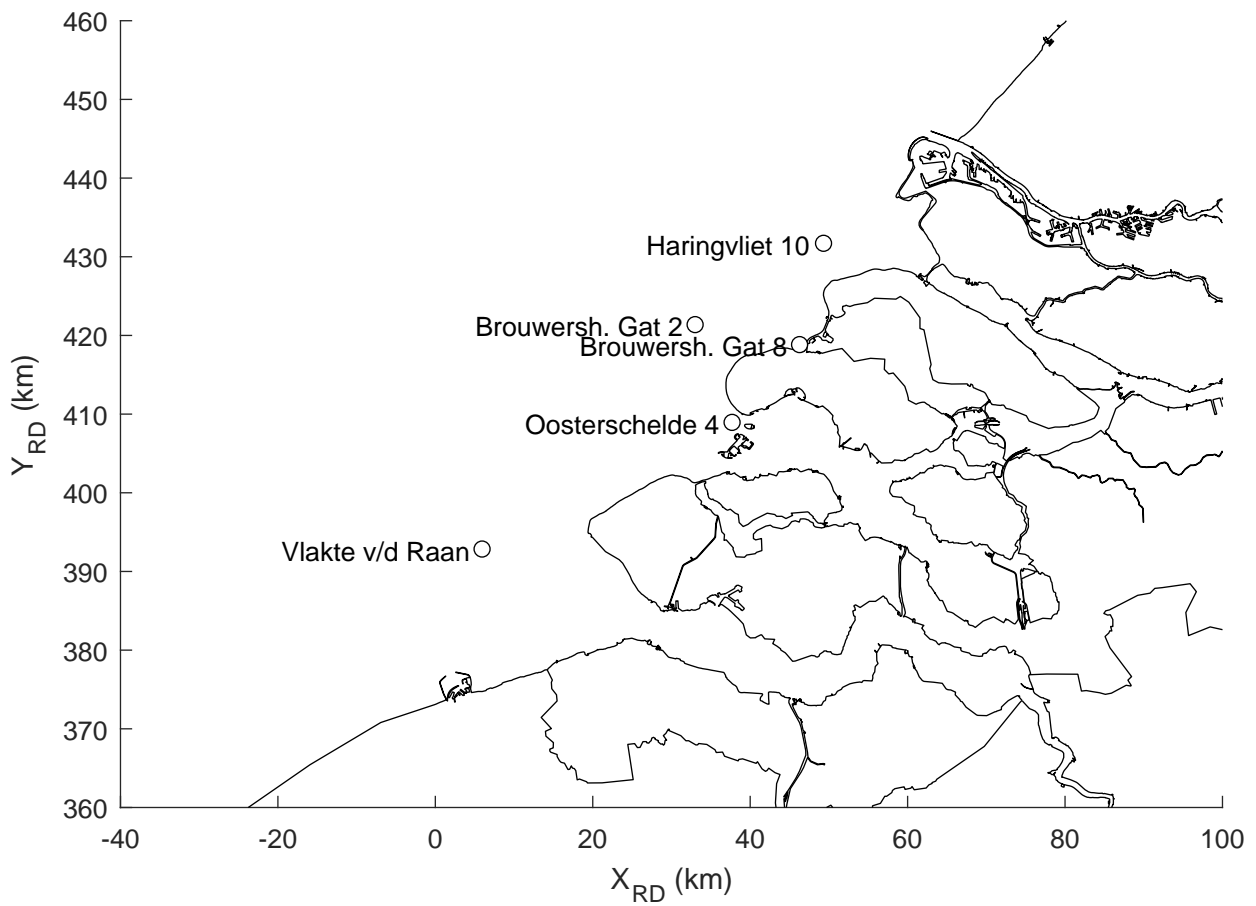
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlaktetemperatuur 2e kwartaal 2016, Waterbase-
 stations Vlissingen en Hoek van Holland



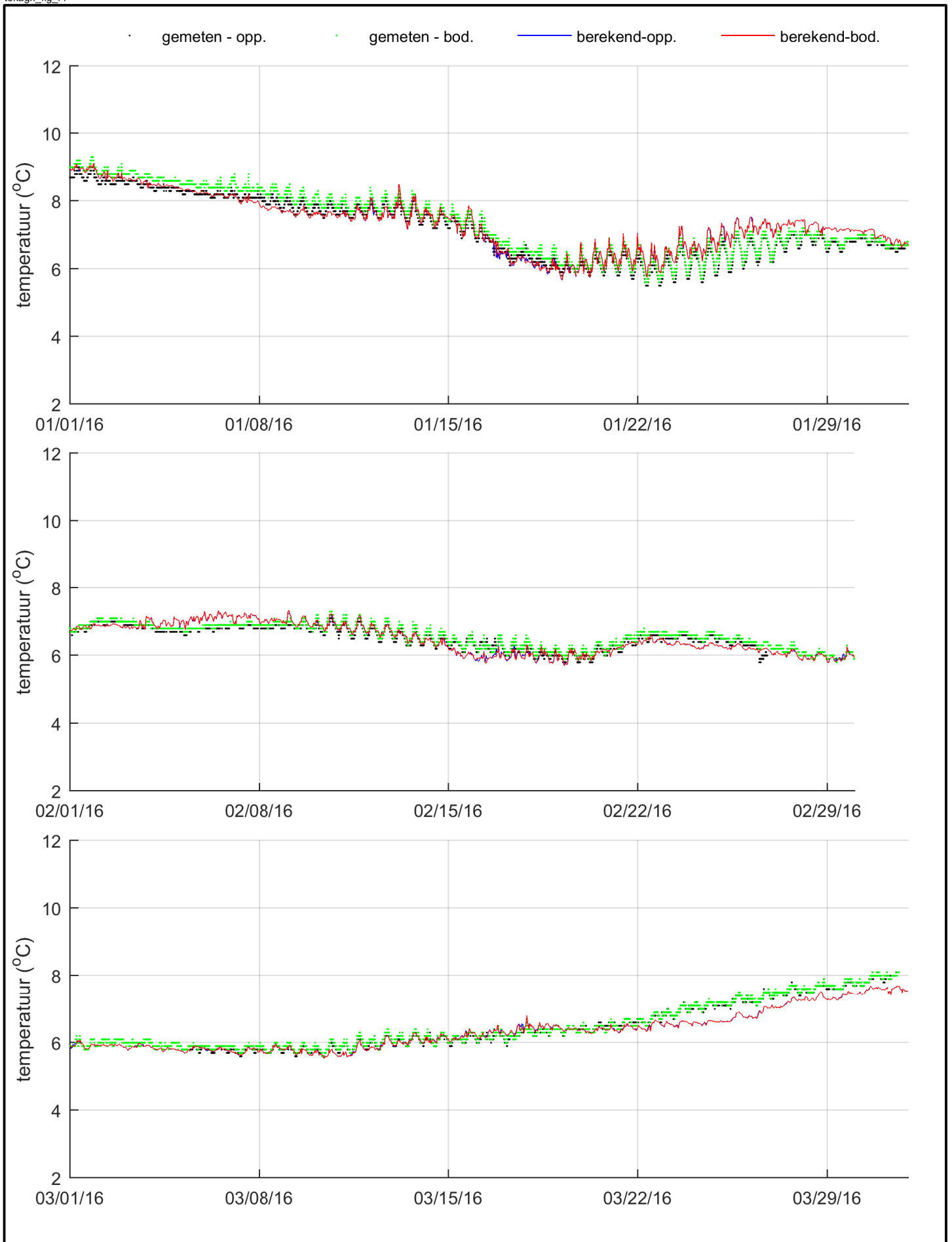
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 3e kwartaal 2016, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland



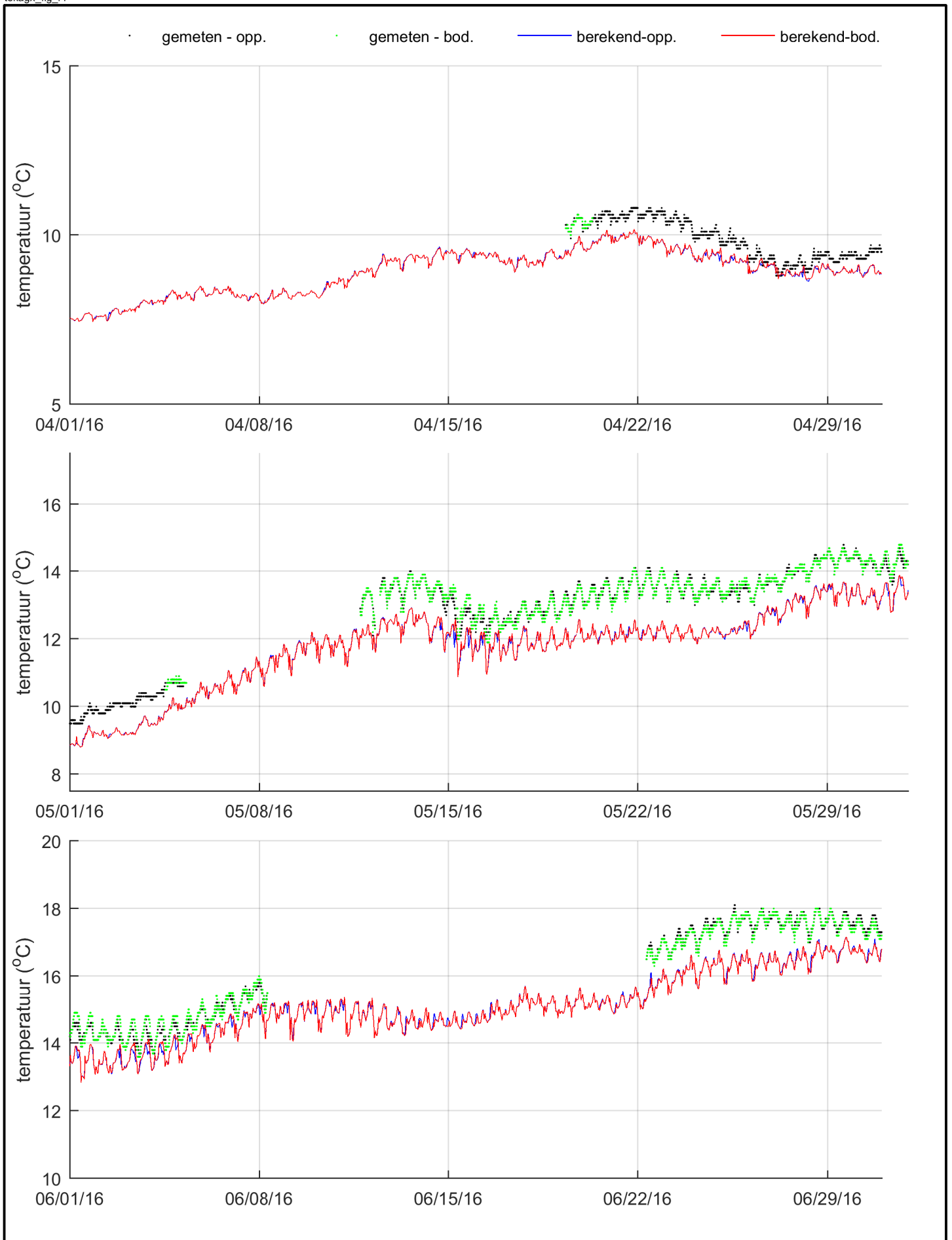
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 4e kwartaal 2016, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland



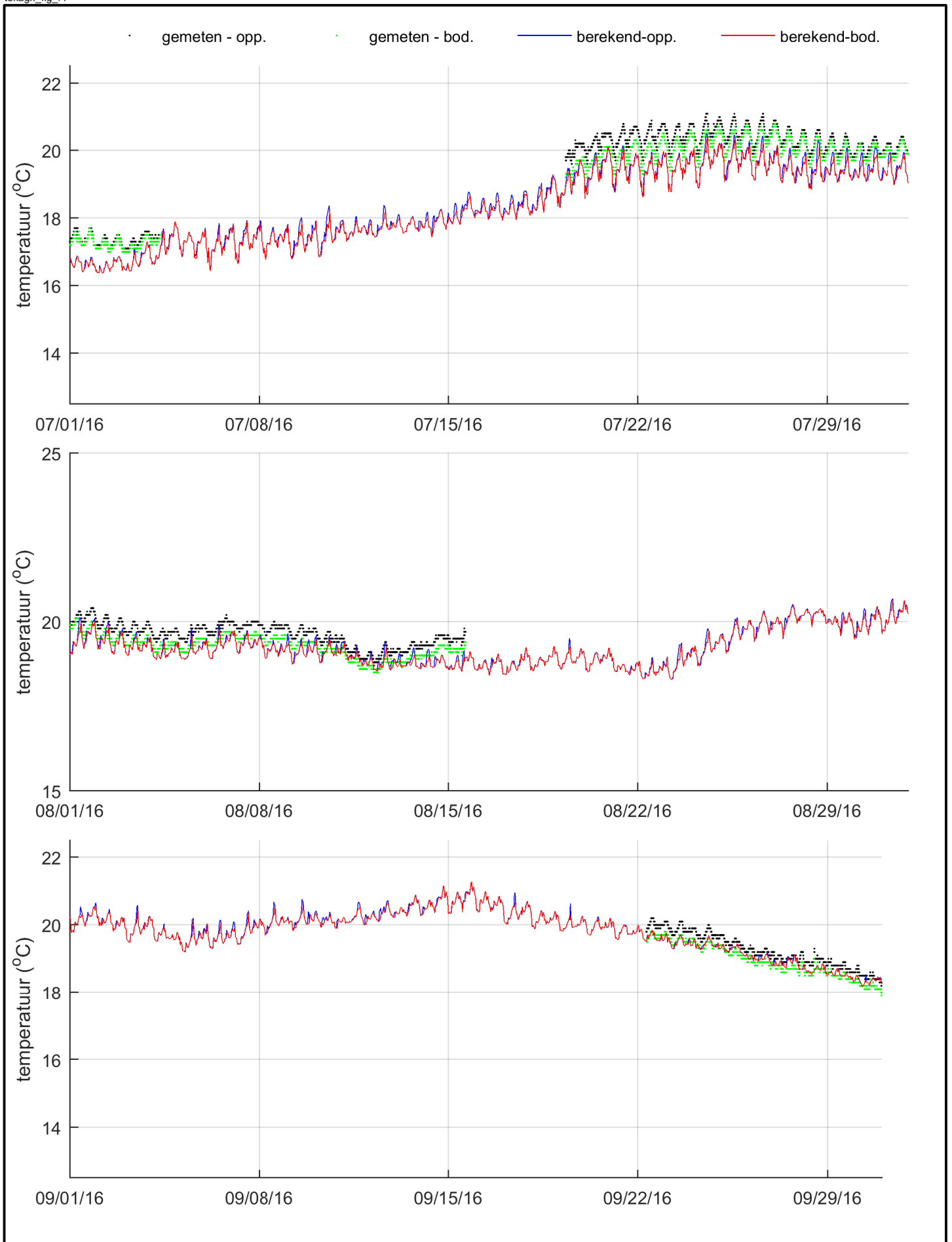
Ligging Zege-stations temperatuur en saliniteit



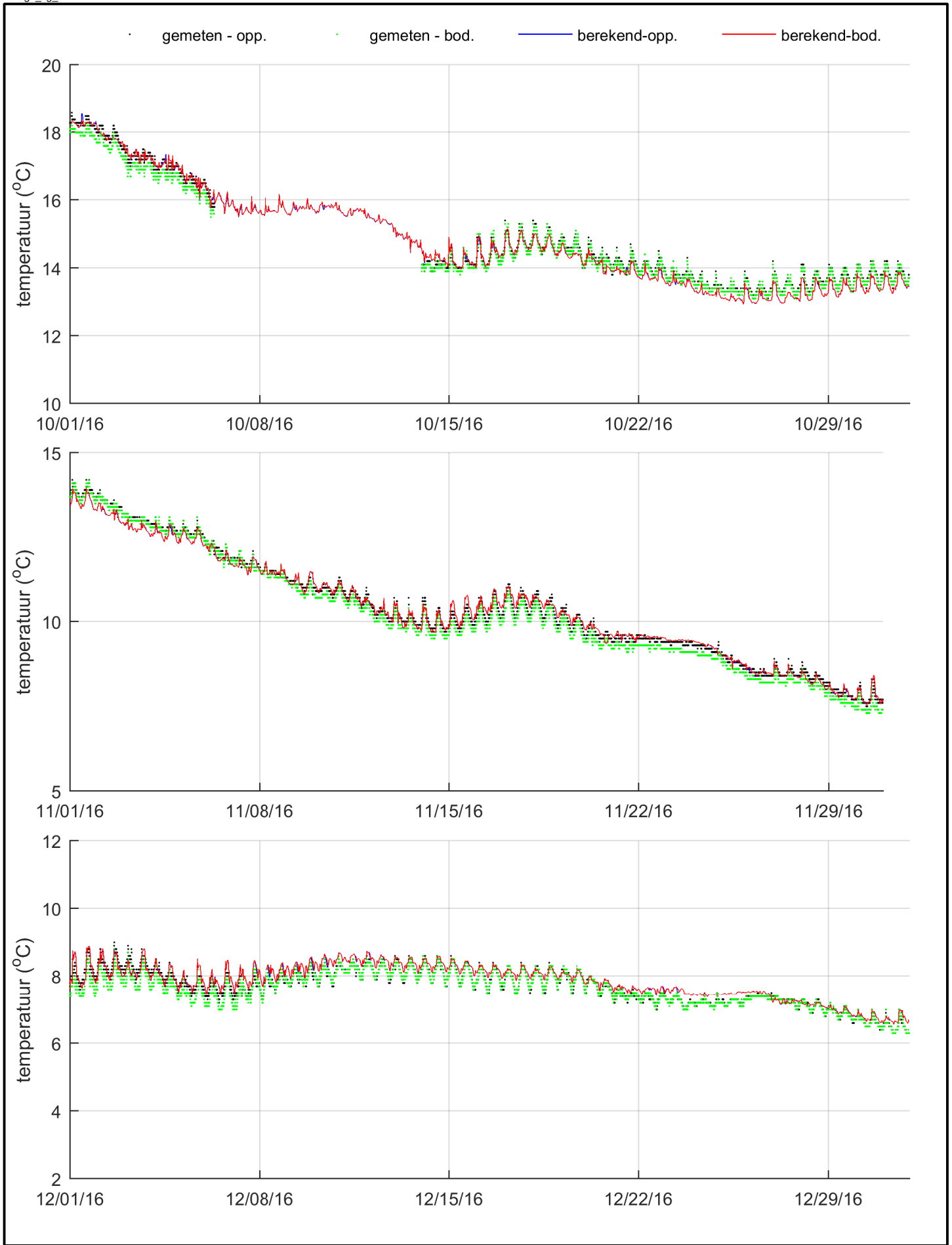
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2016, Zege-
station Oosterschelde 4



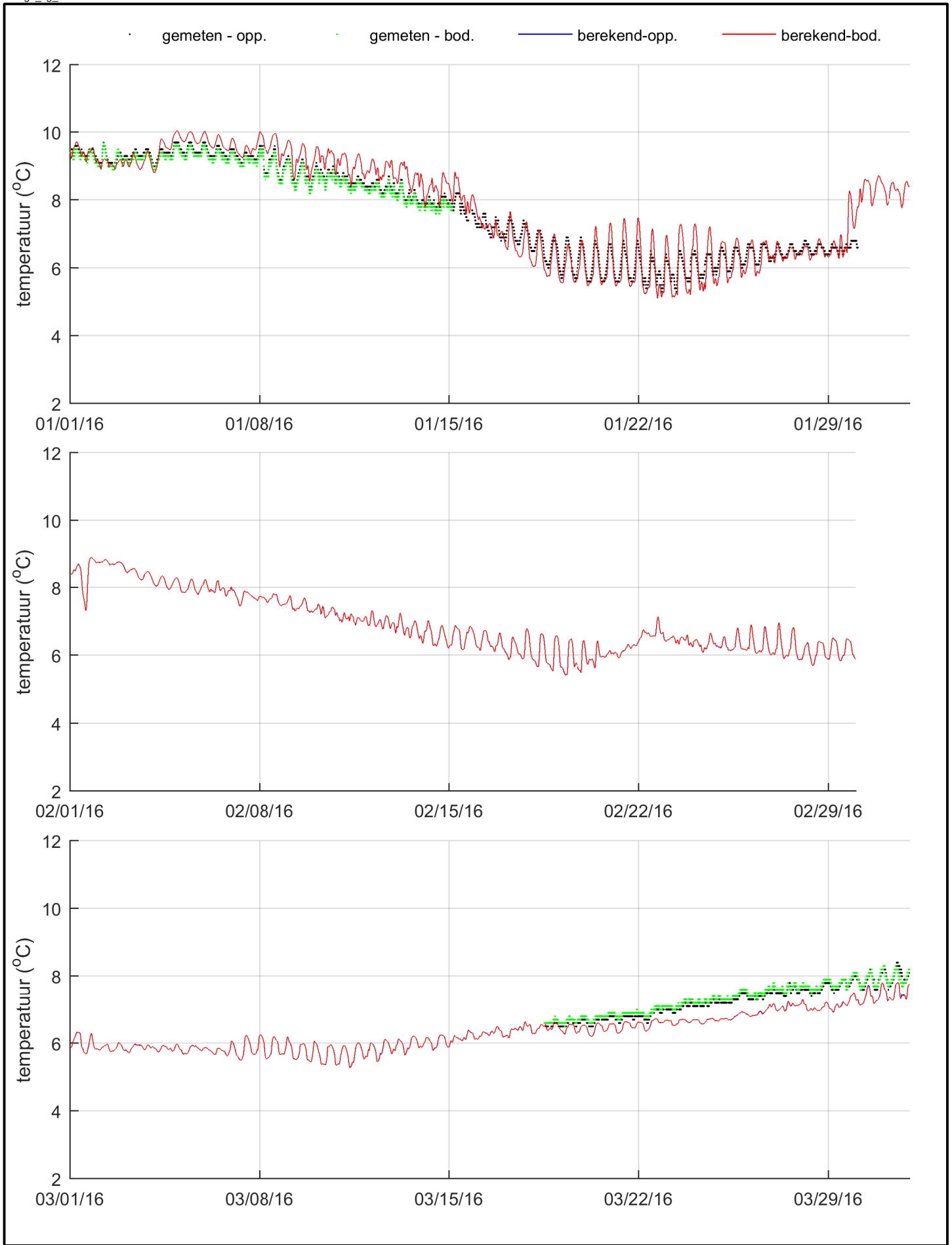
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2016, Zege-
station Oosterschelde 4



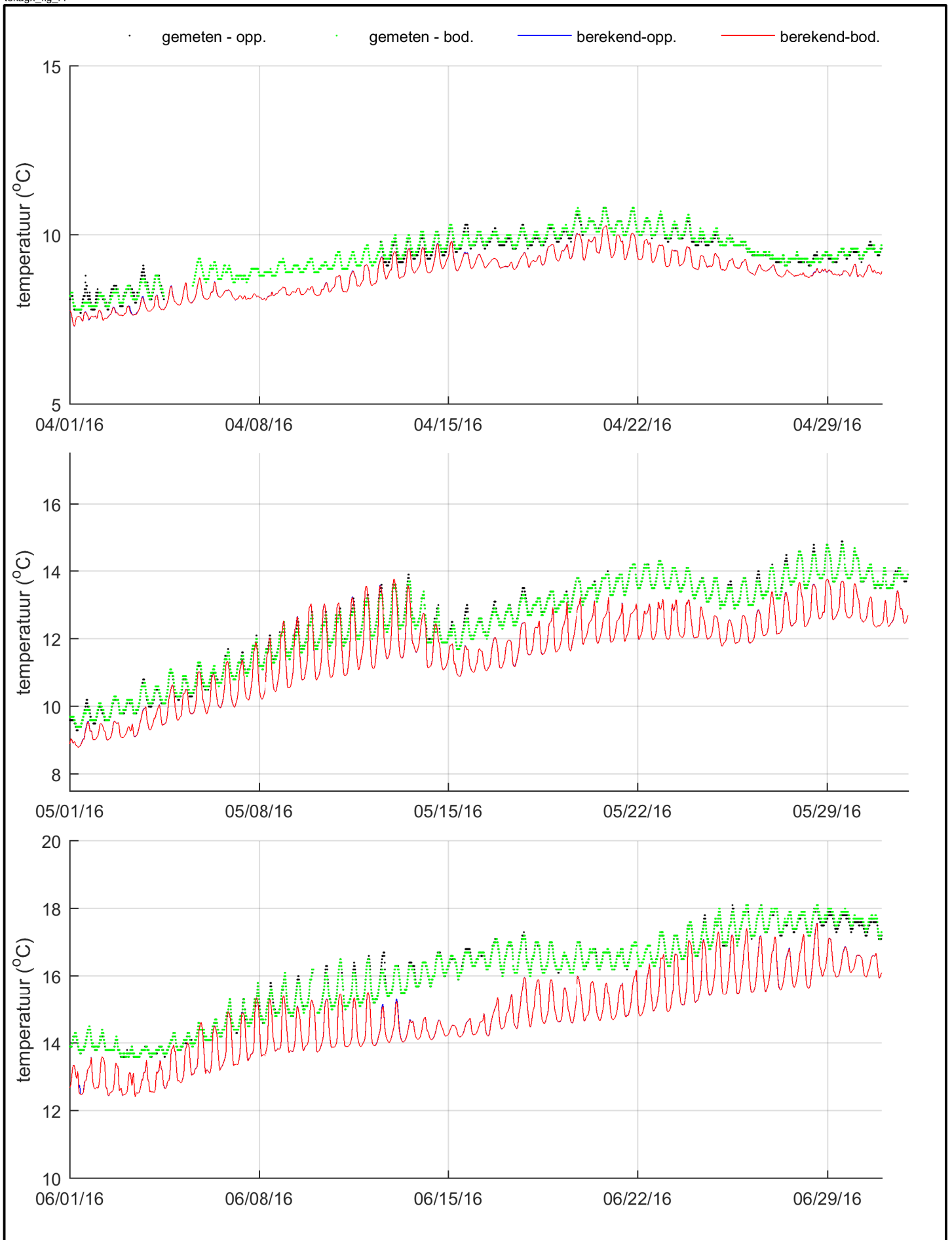
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2016, Zege-
station Oosterschelde 4



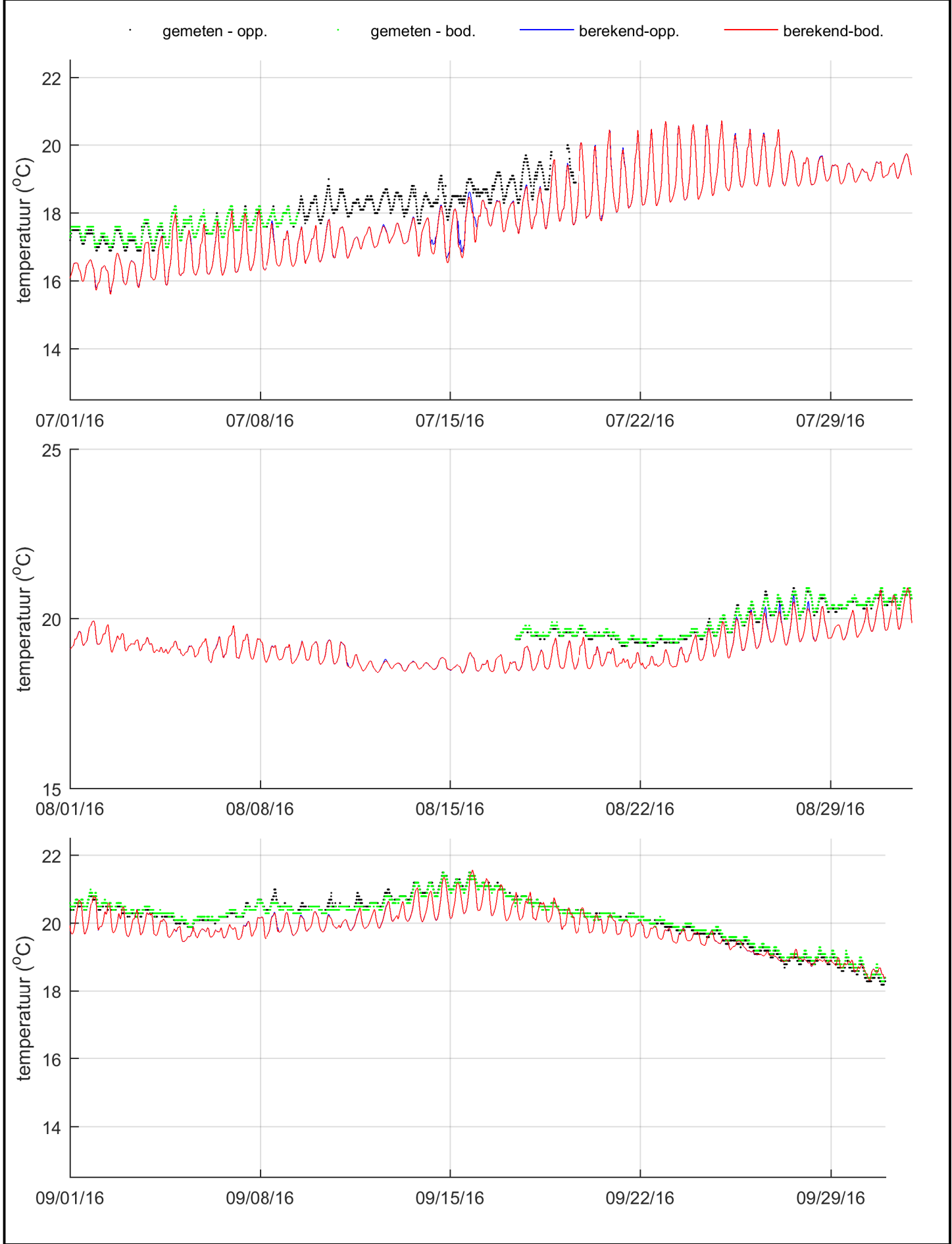
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2016, Zege-station Oosterschelde 4



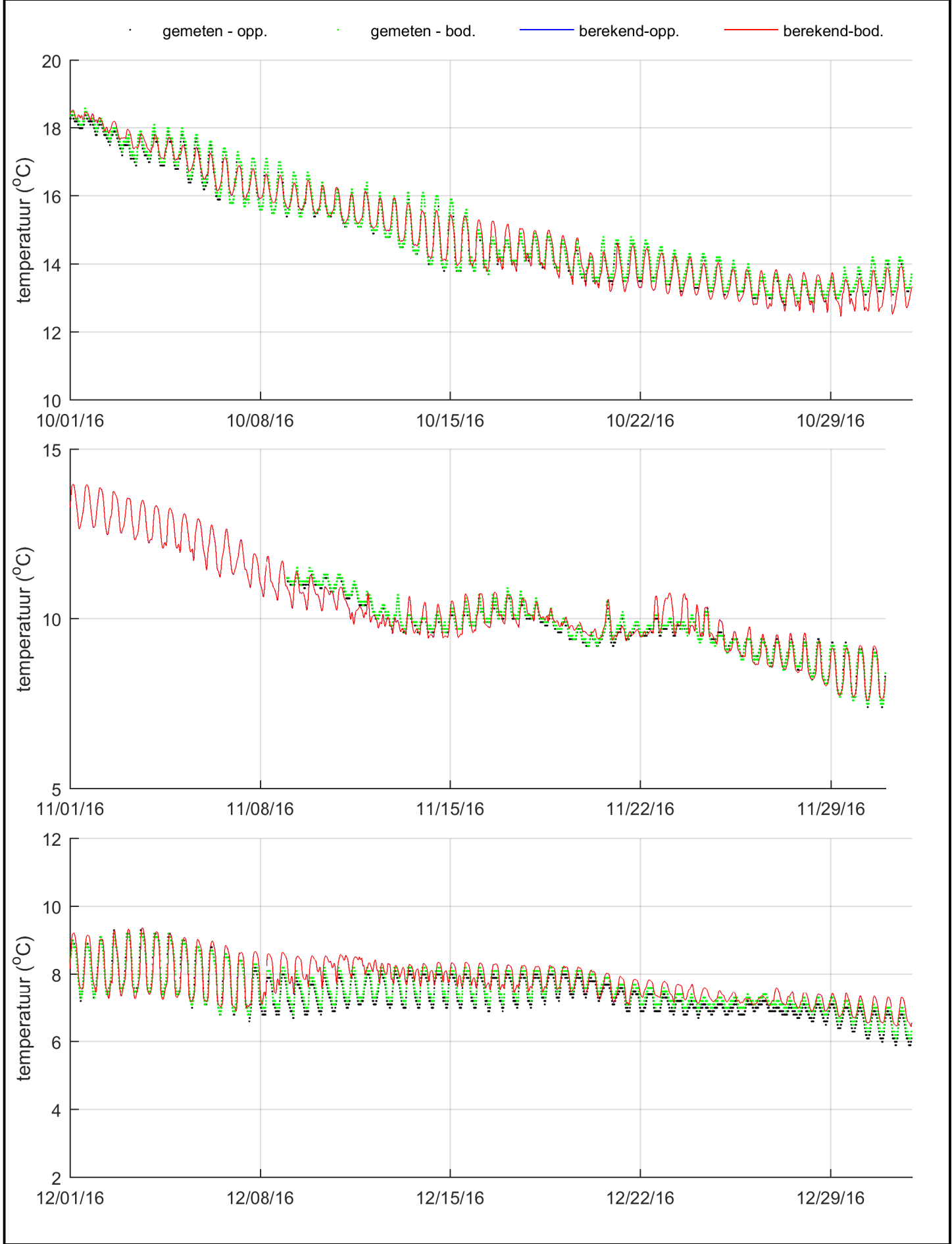
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2016, Zege-station Vlake van de Raan



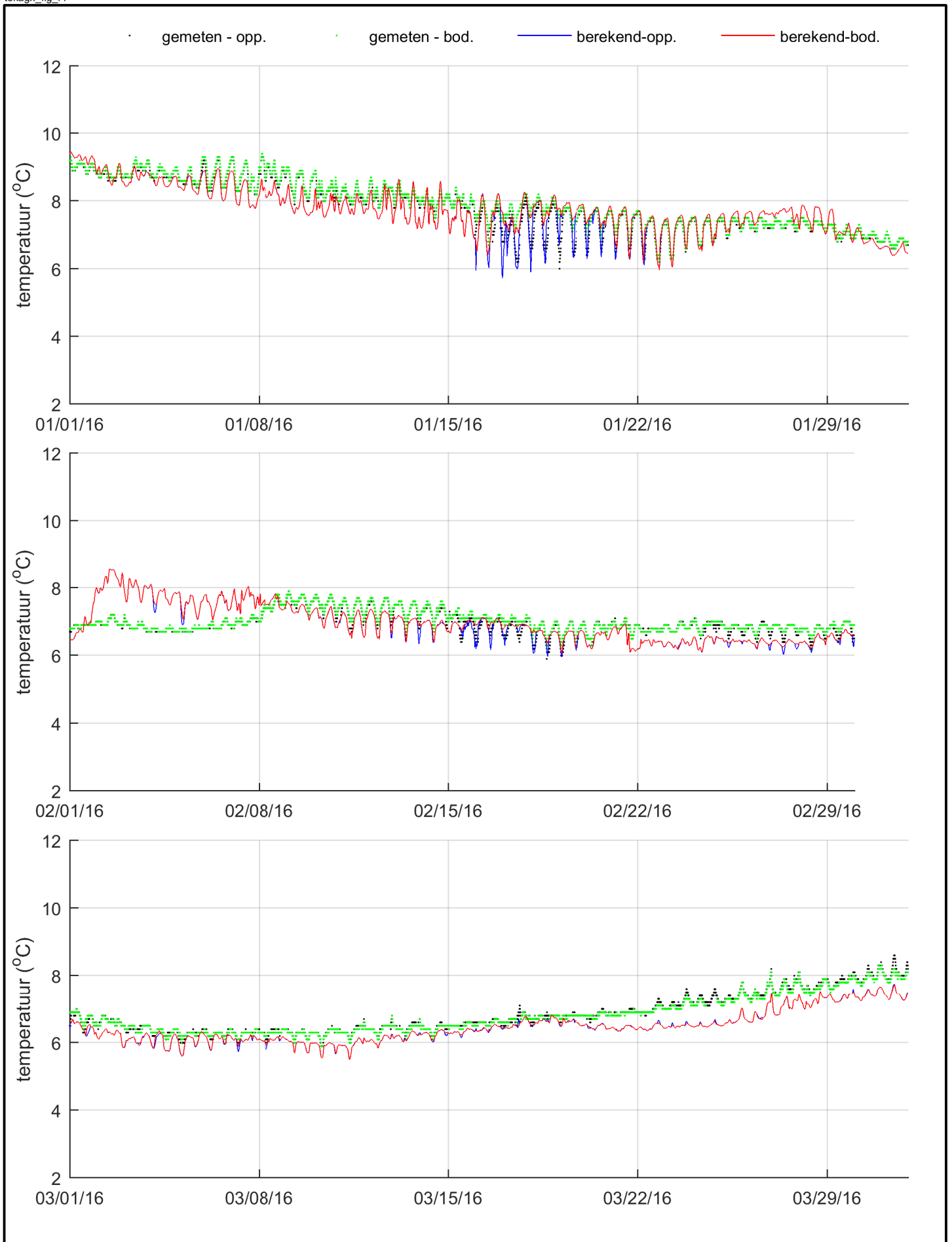
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2016, Zege-
station Vlake van de Raan



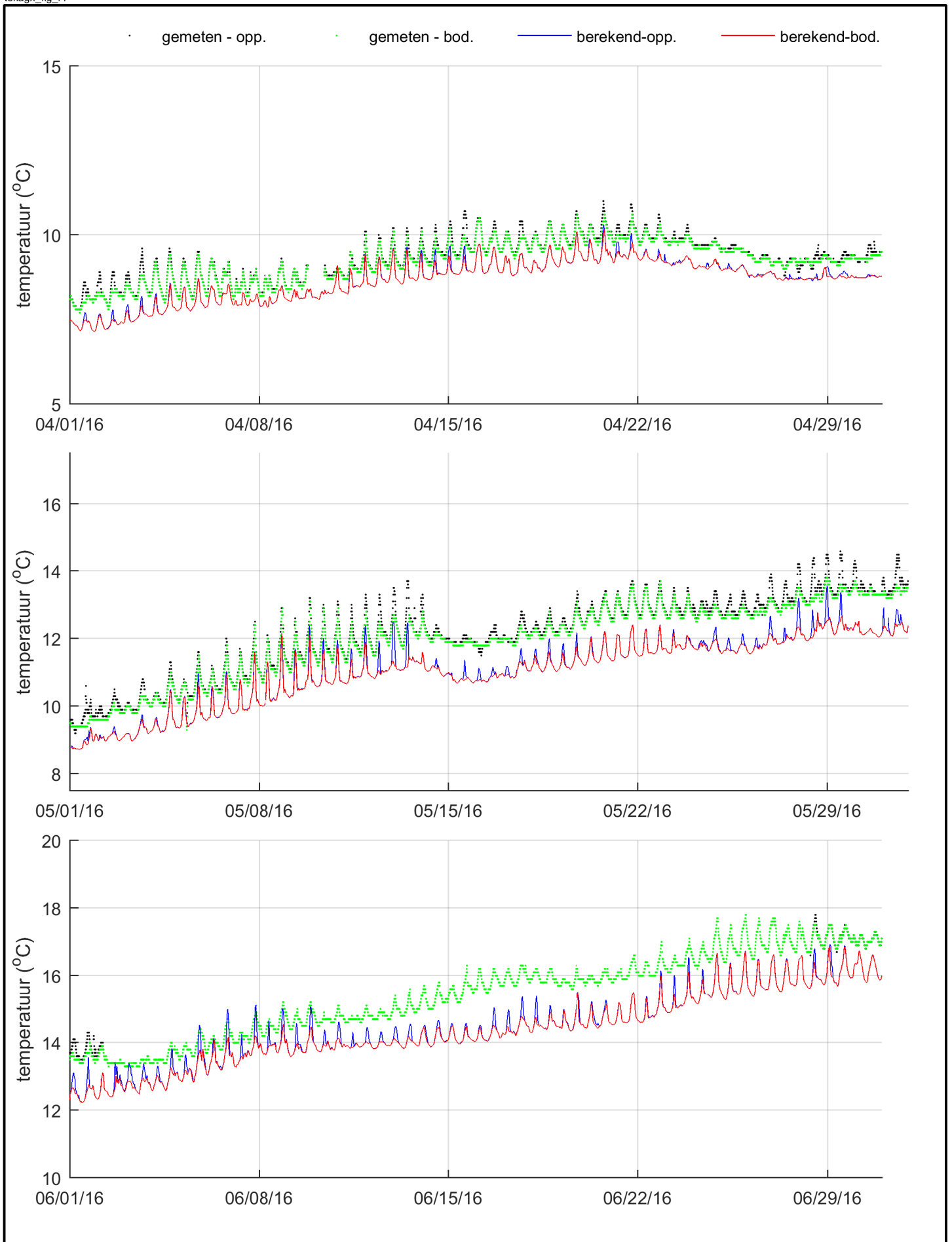
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2016, Zege-station Vlakte van de Raan



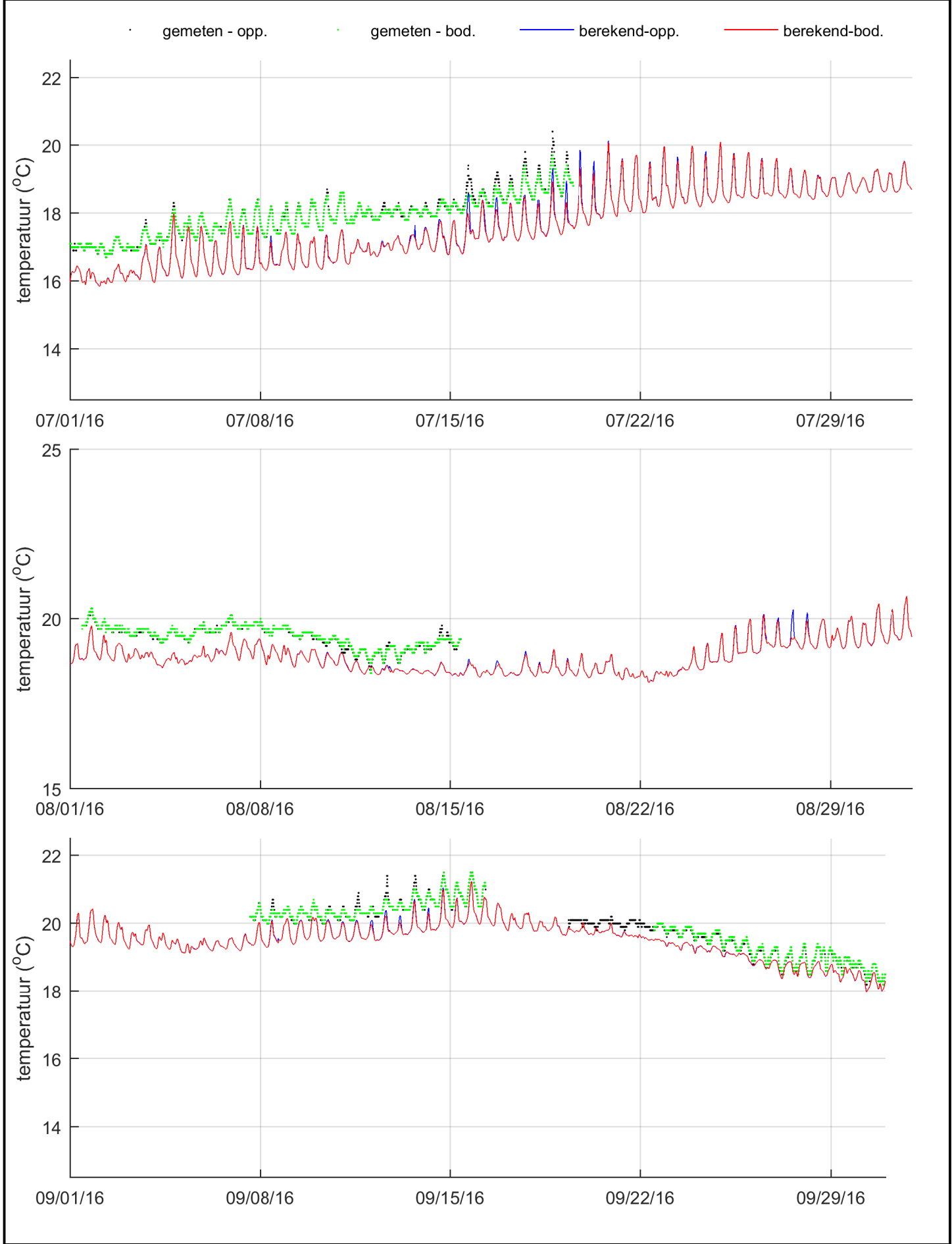
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2016, Zege-station Vlakte van de Raan



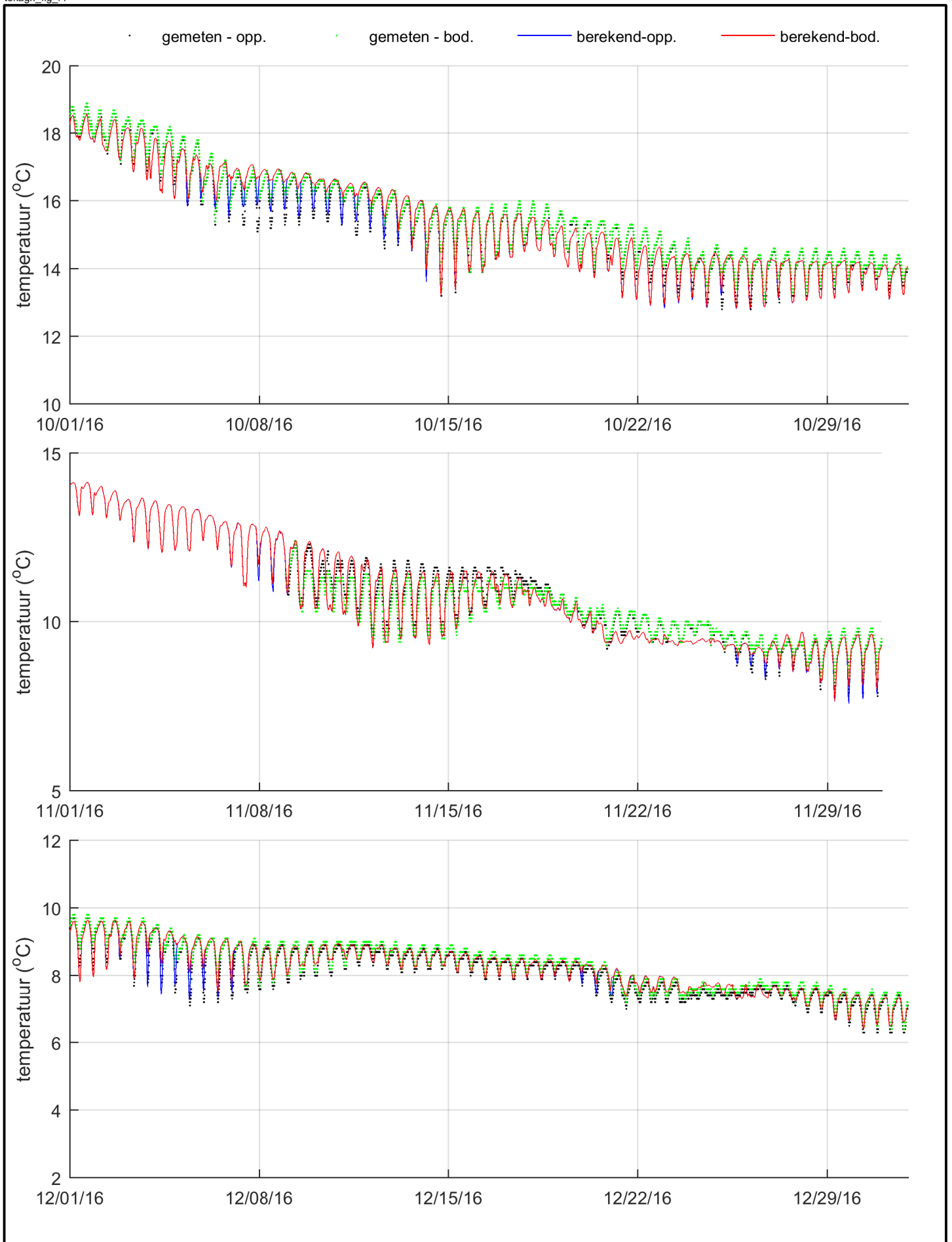
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2016, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



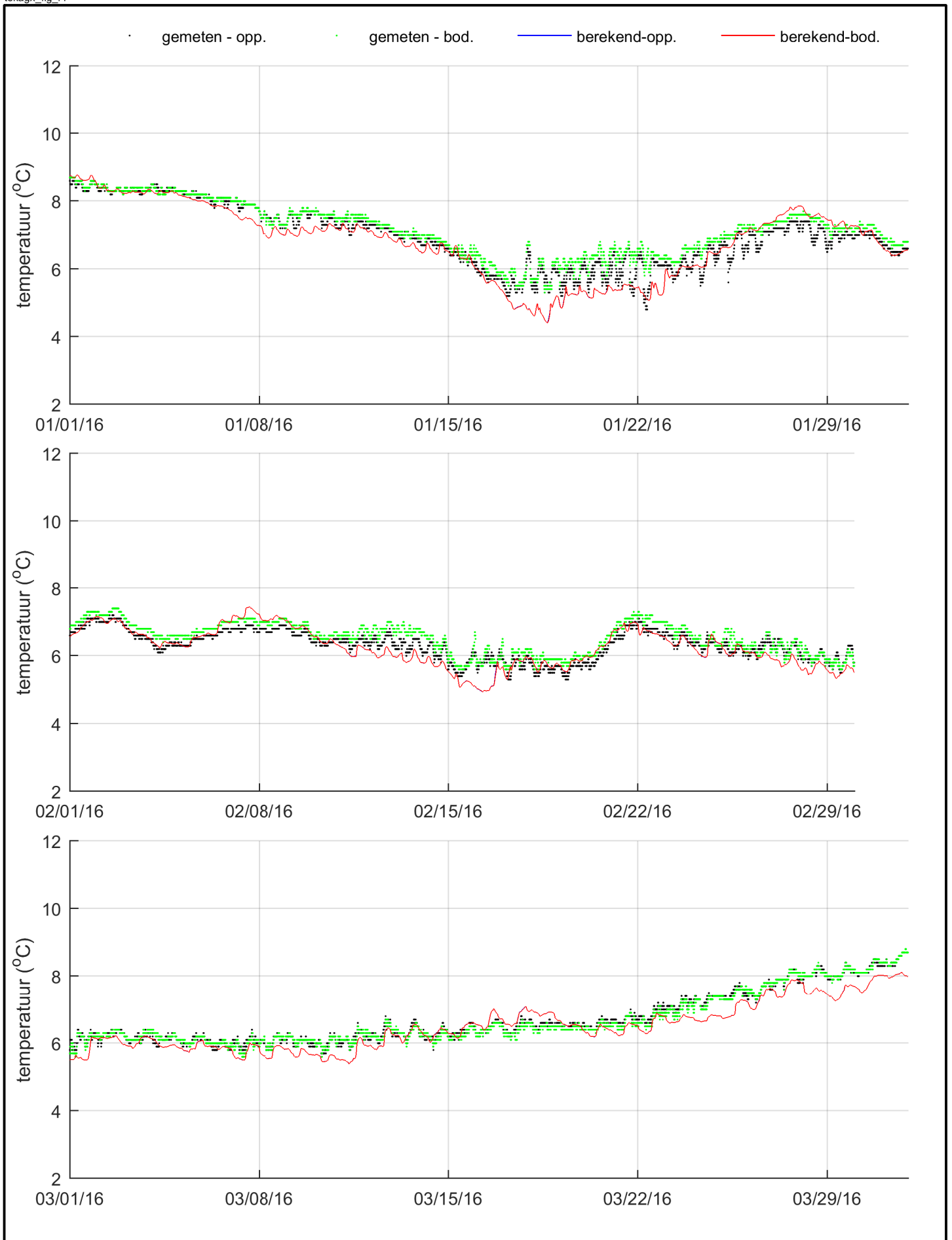
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodtemperatuur 2e kwartaal 2016, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



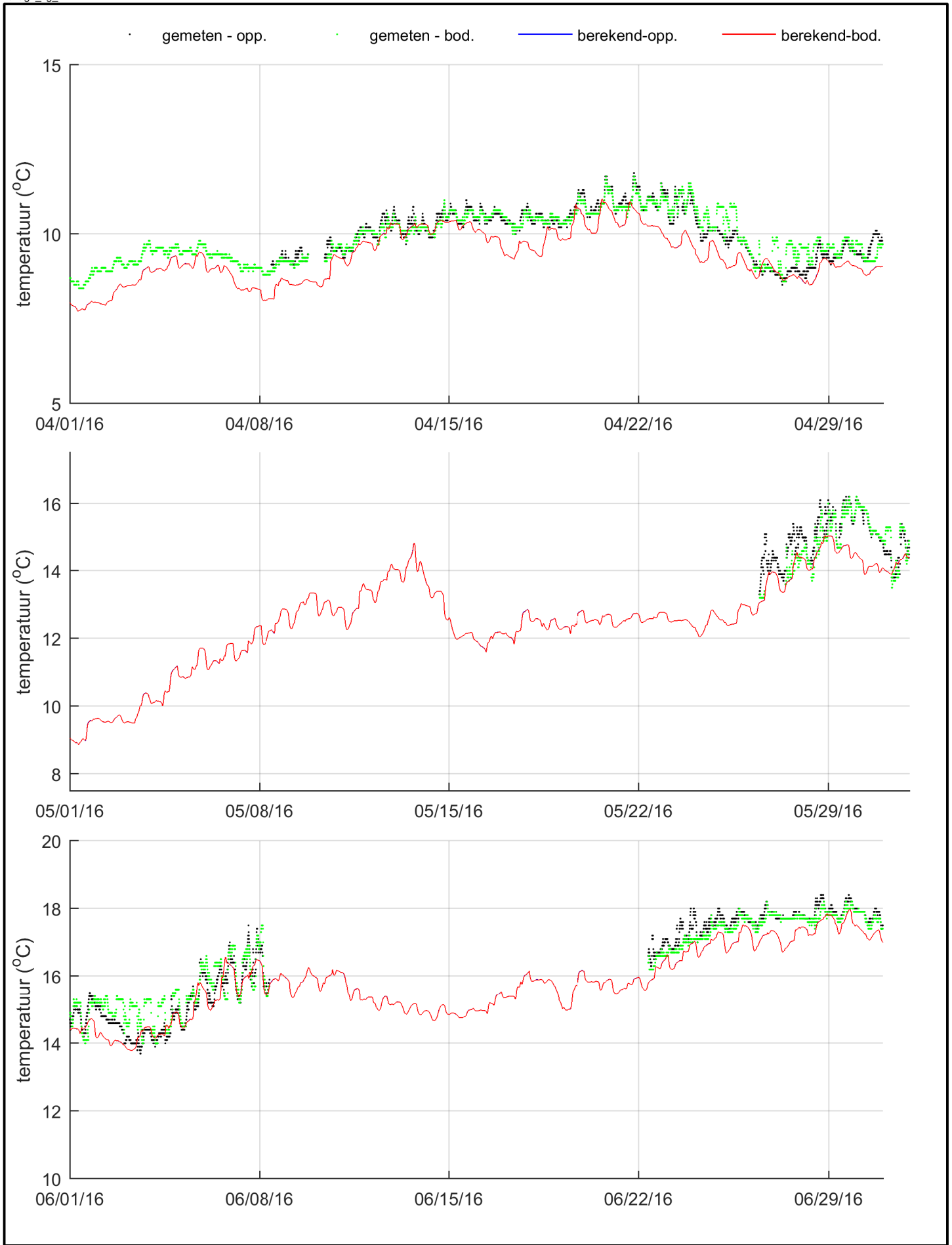
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2016, Zege-station Brouwershavensche Gat 2



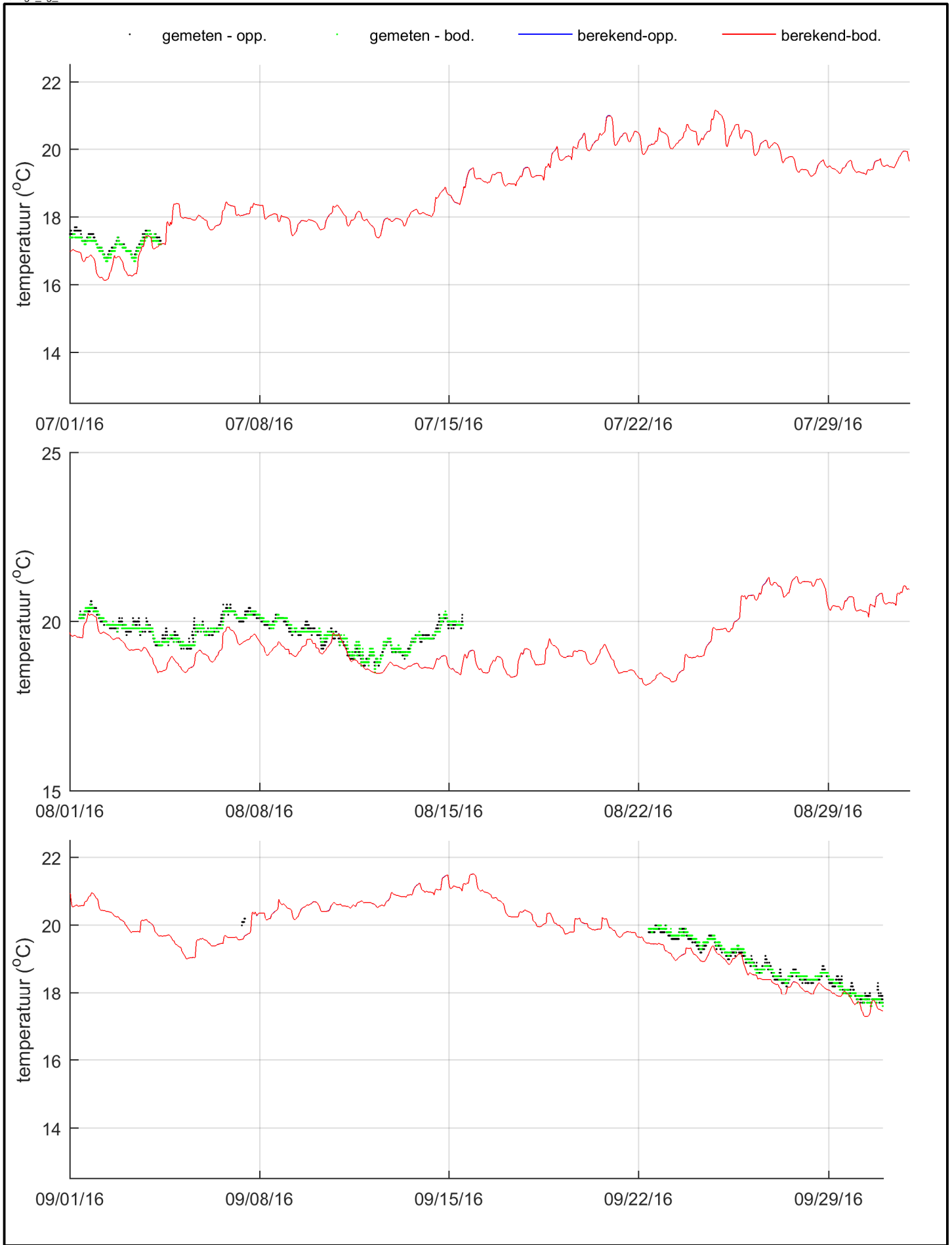
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2016, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



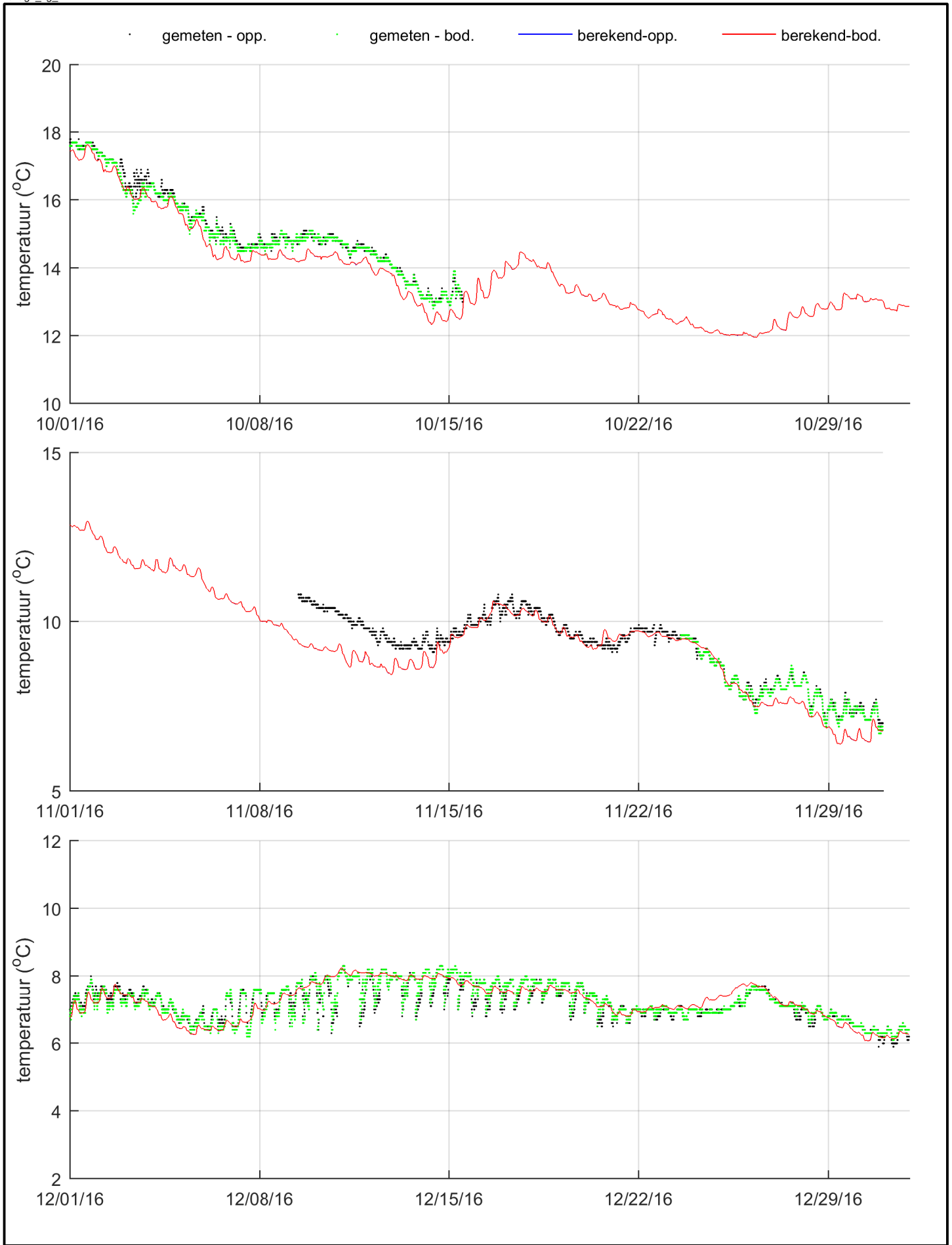
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2016, Zege-
station Brouwershavensche Gat 8



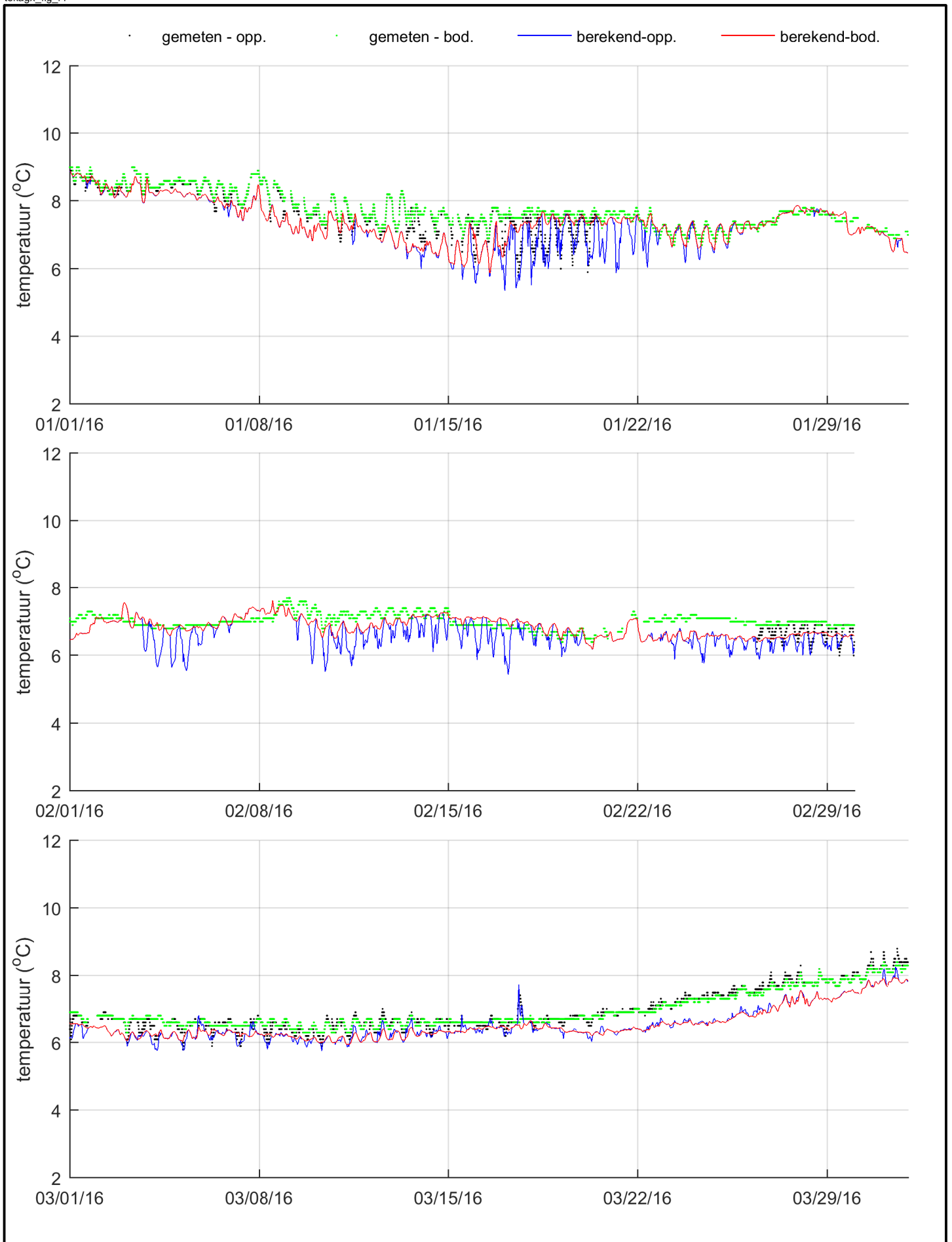
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodtemperatuur 2e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8



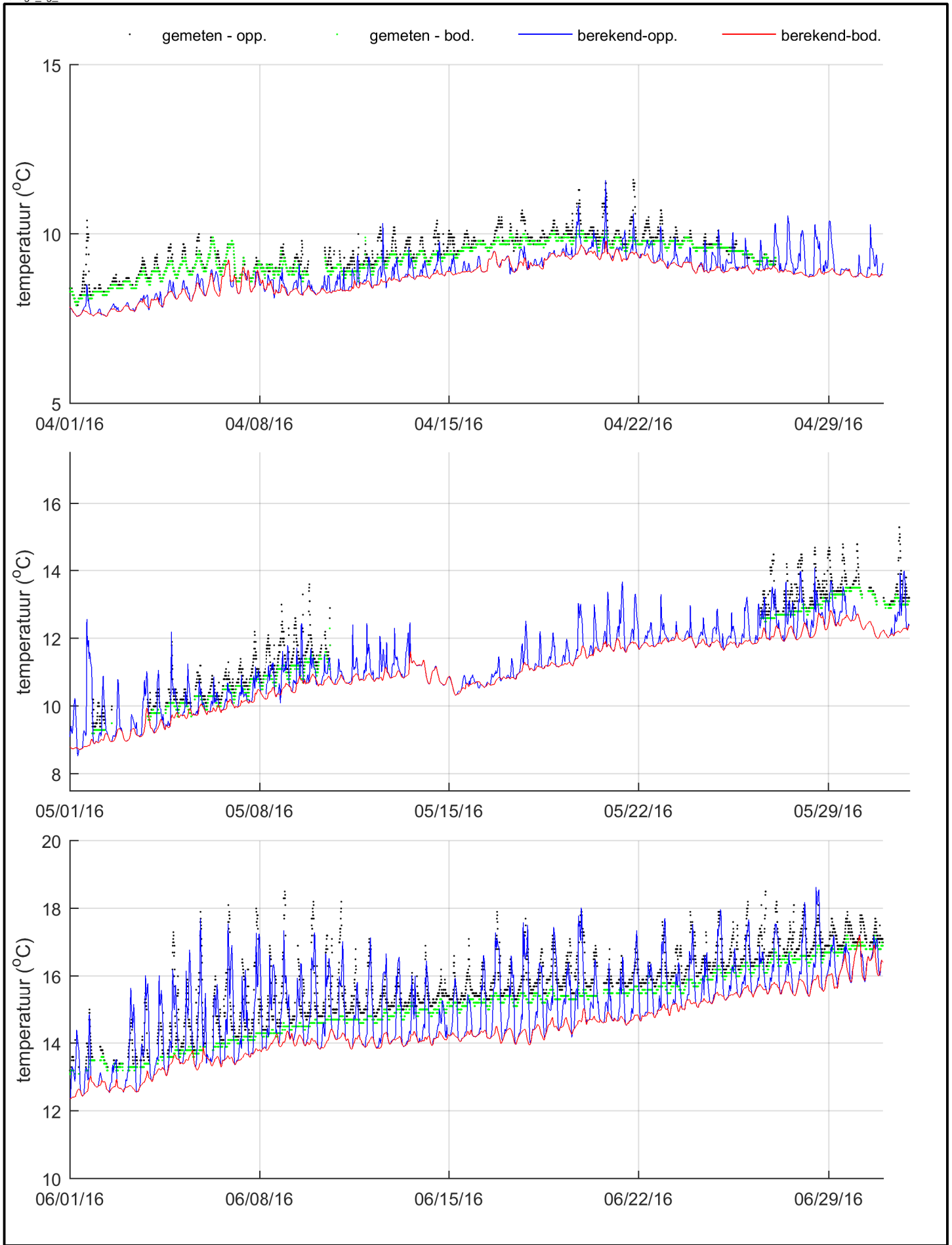
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2016, Zege-station Brouwershavensche Gat 8



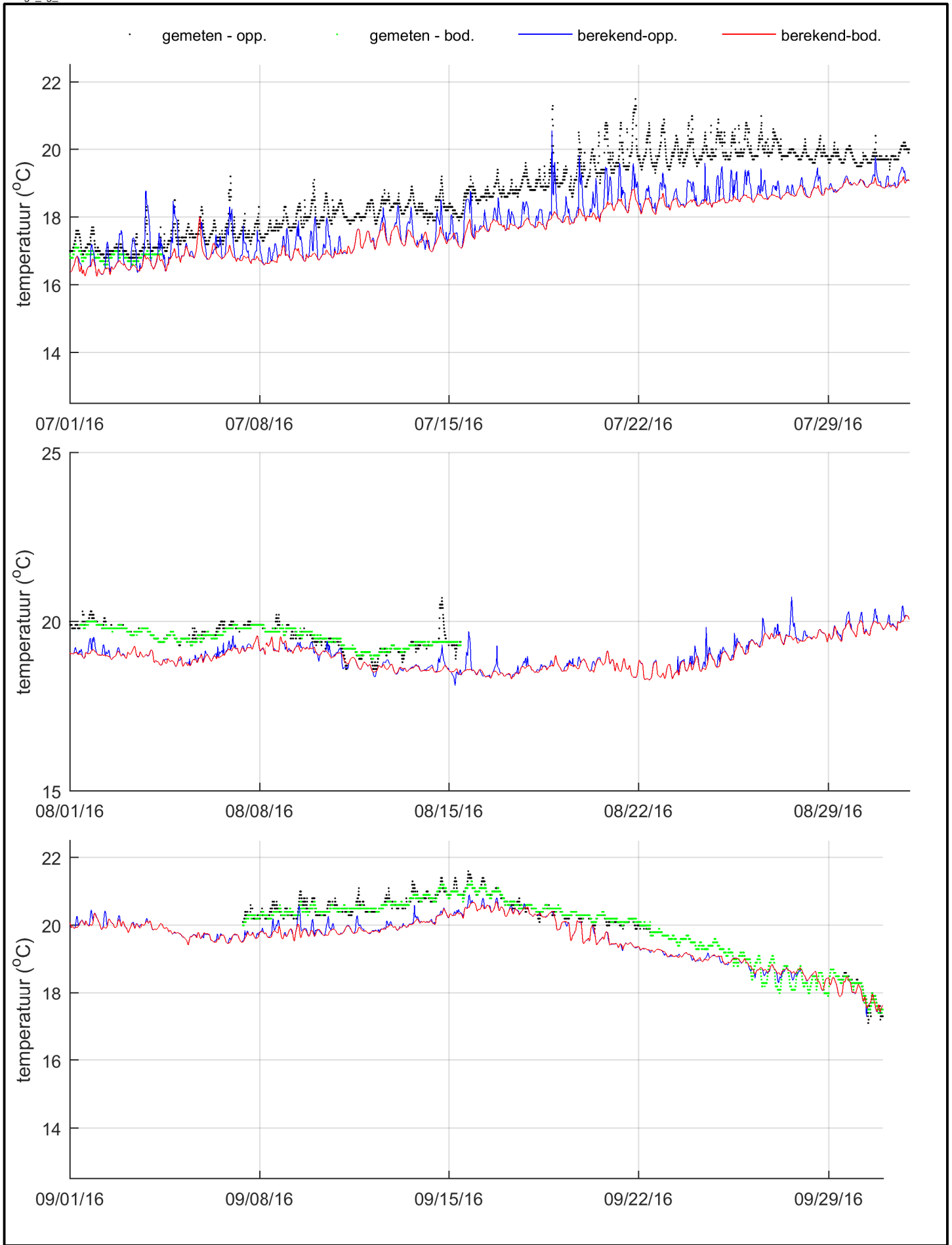
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2016, Zege-station Brouwershavensche Gat 8



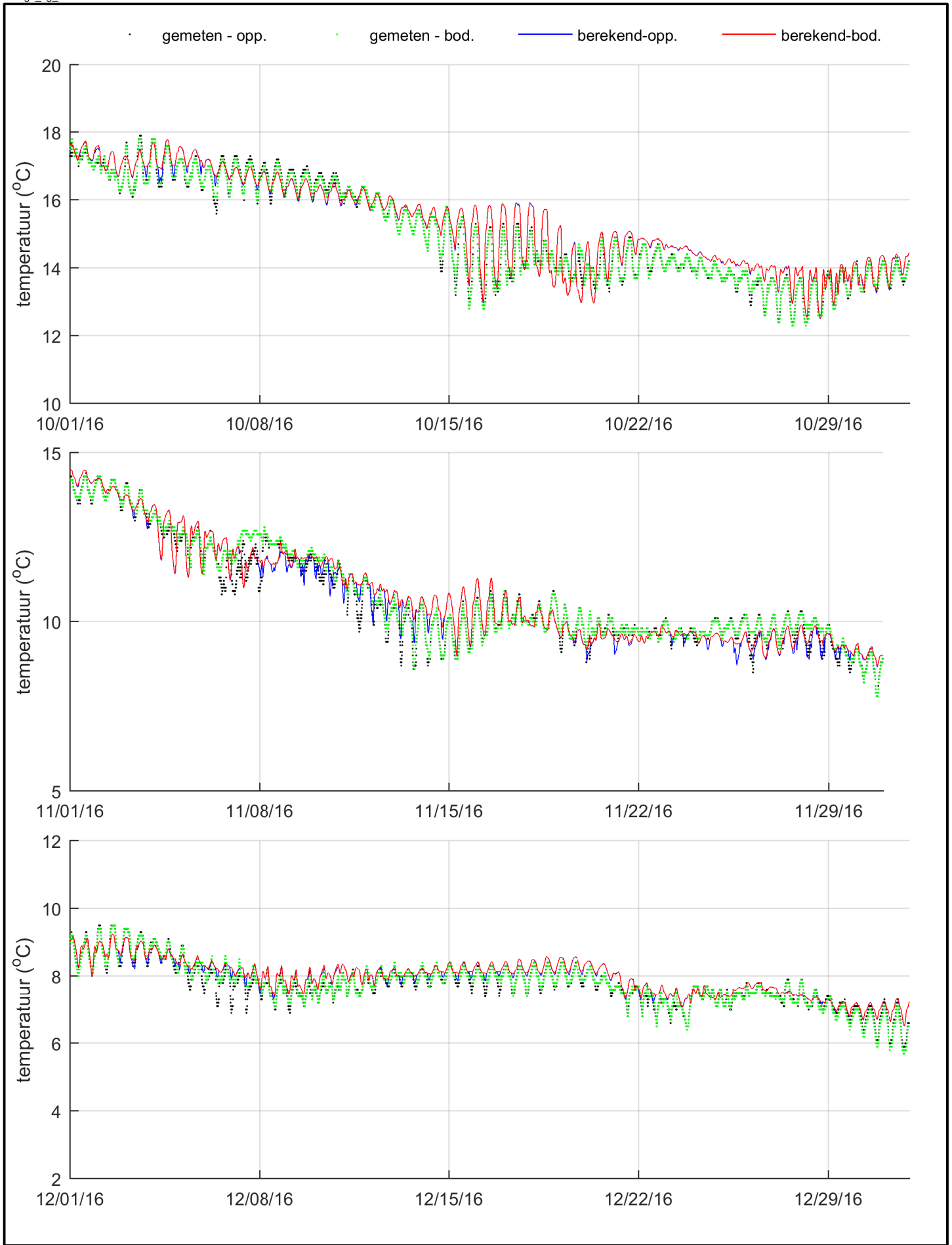
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2016, Zege-
station Haringvliet 10



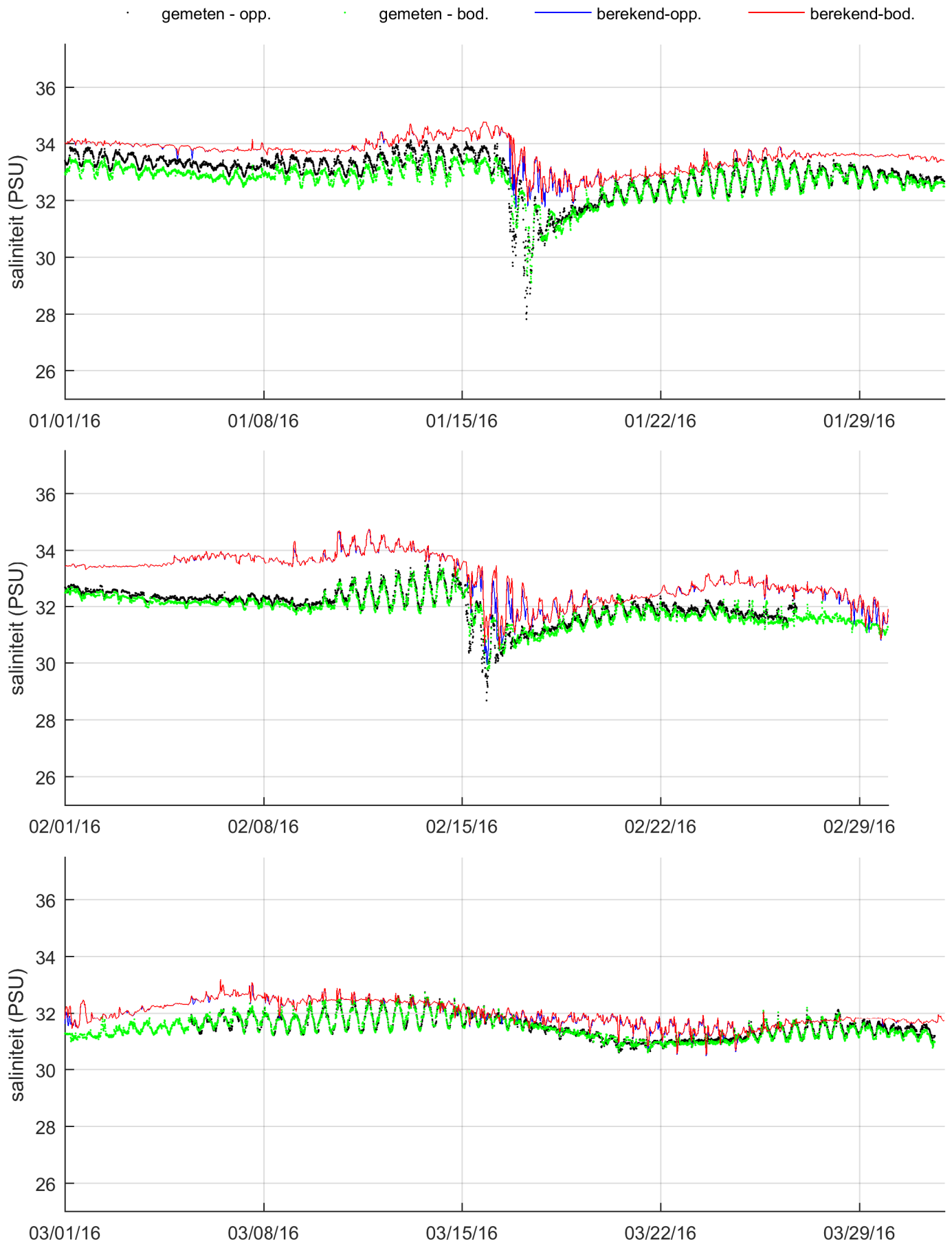
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2016, Zege-station Haringvliet 10



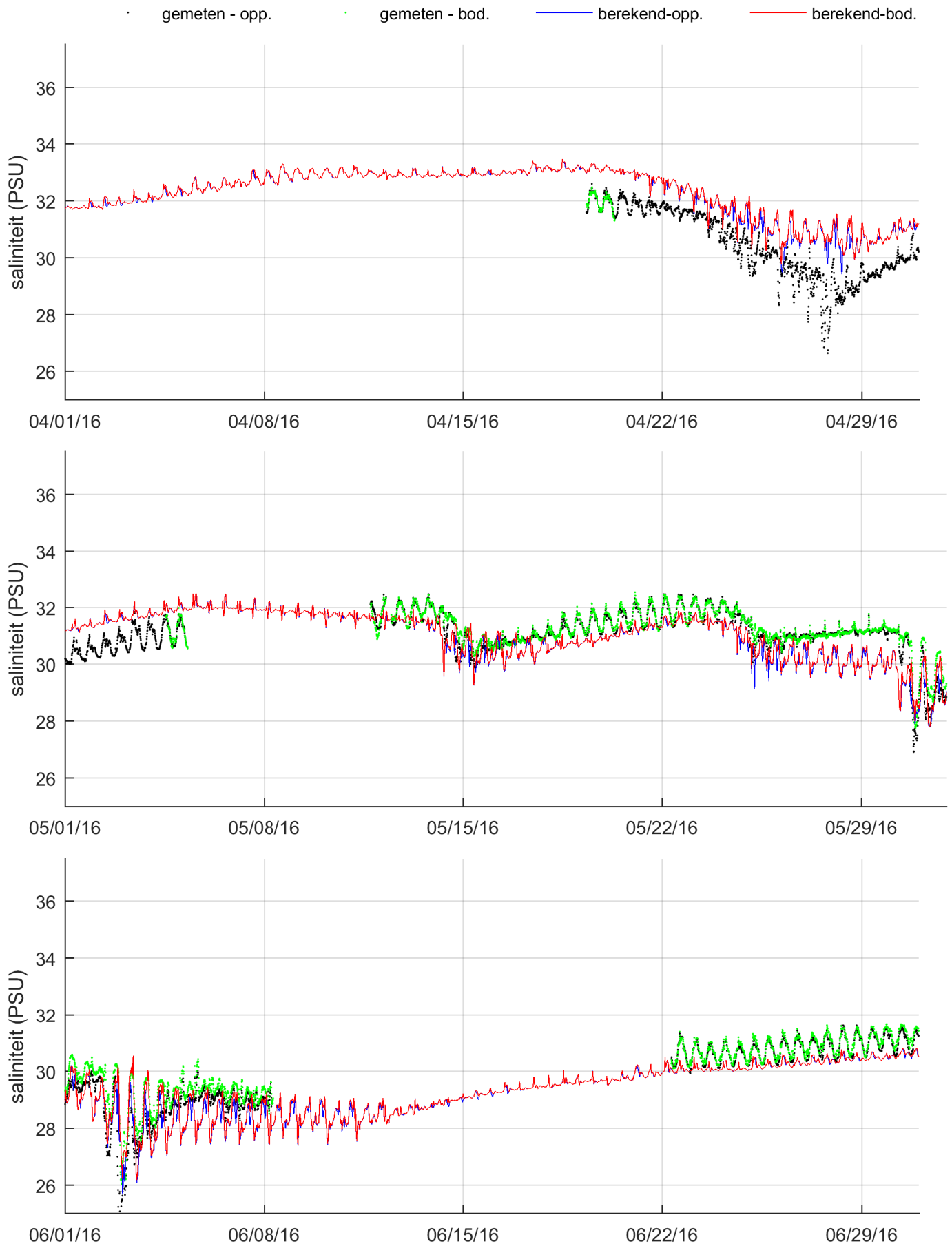
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2016, Zege-station Haringvliet 10



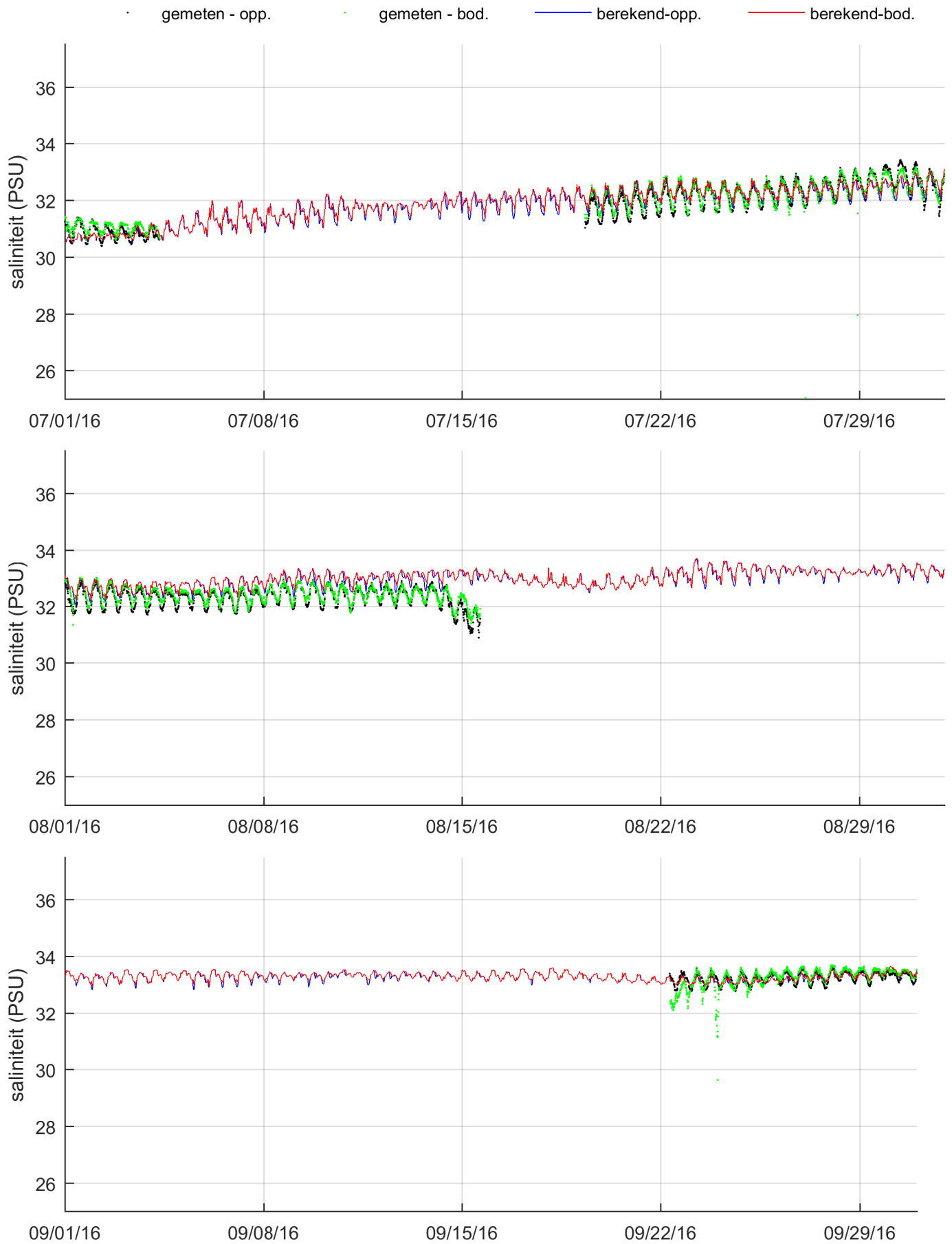
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2016, Zege-station Haringvliet 10



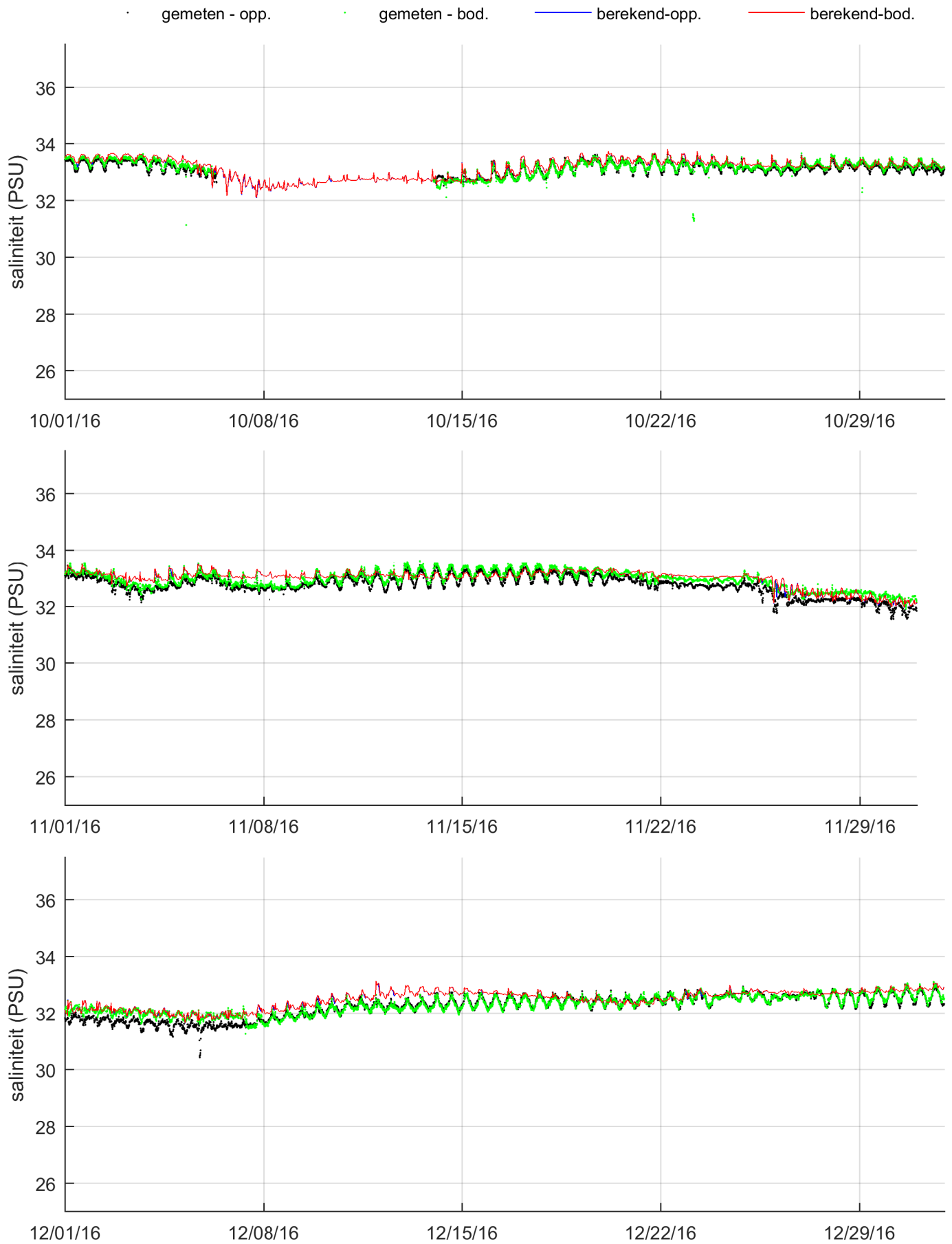
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2016, Zeeg-
station Oosterschelde 4



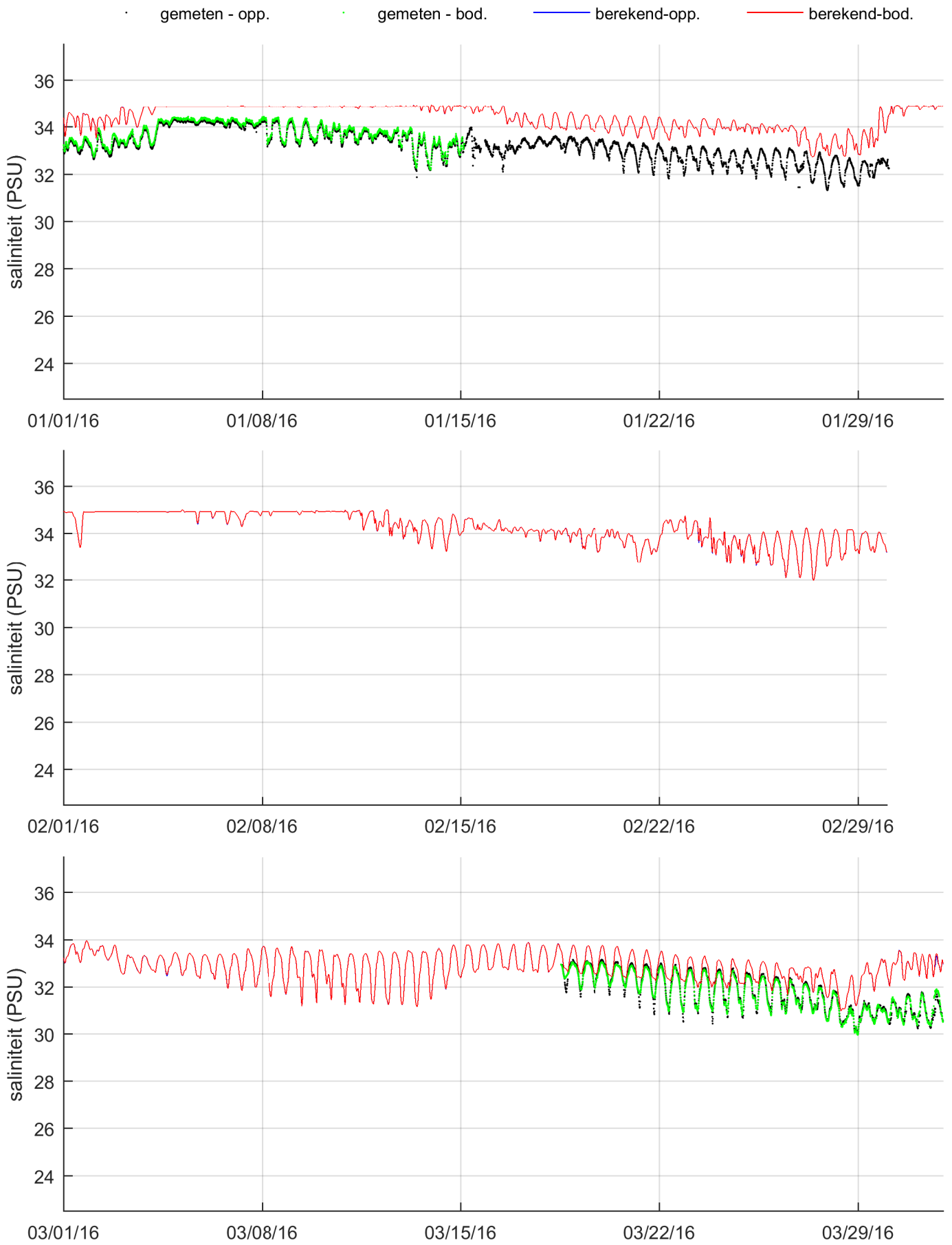
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2016, Zeegestation Oosterschelde 4



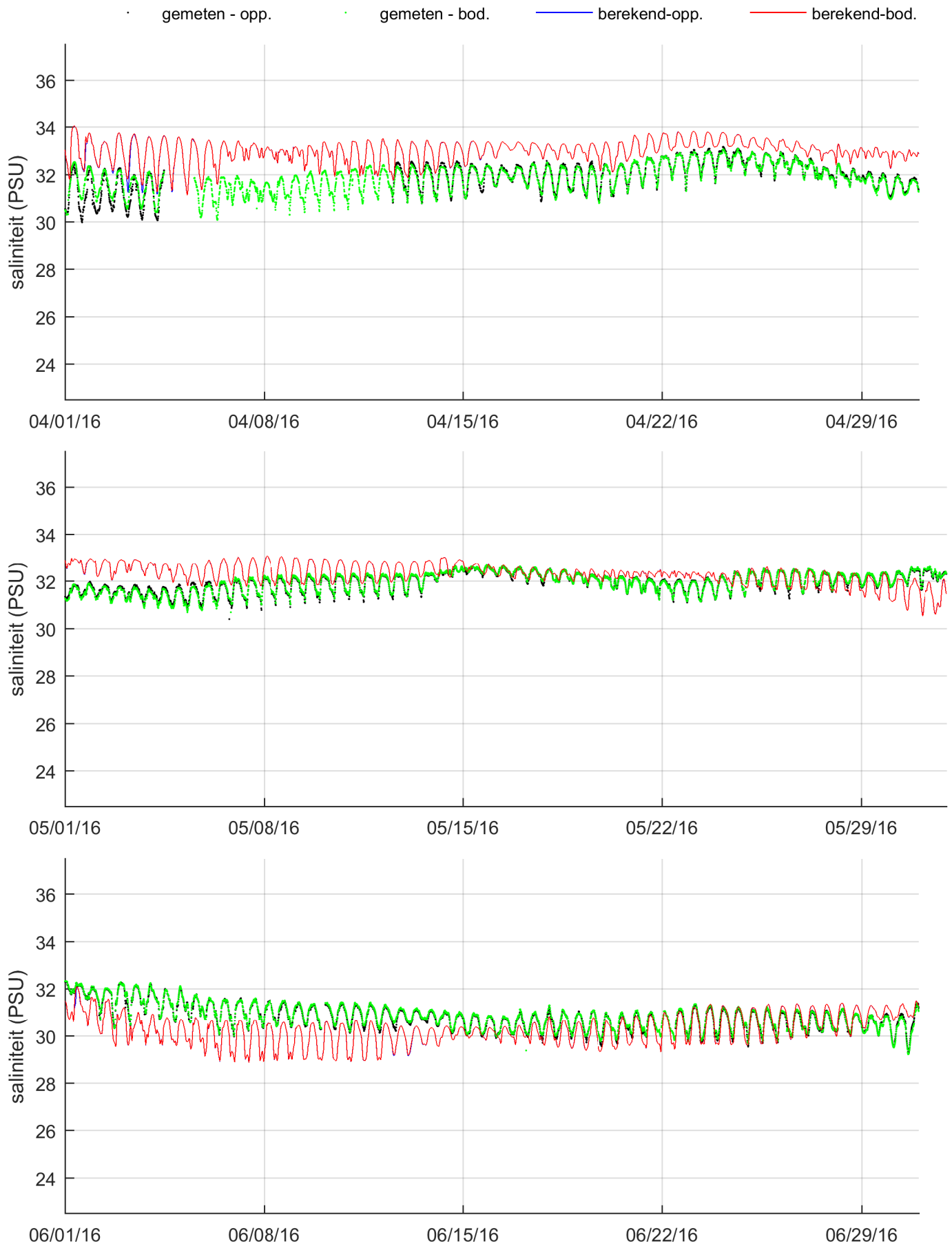
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2016, Zeegestation Oosterschelde 4



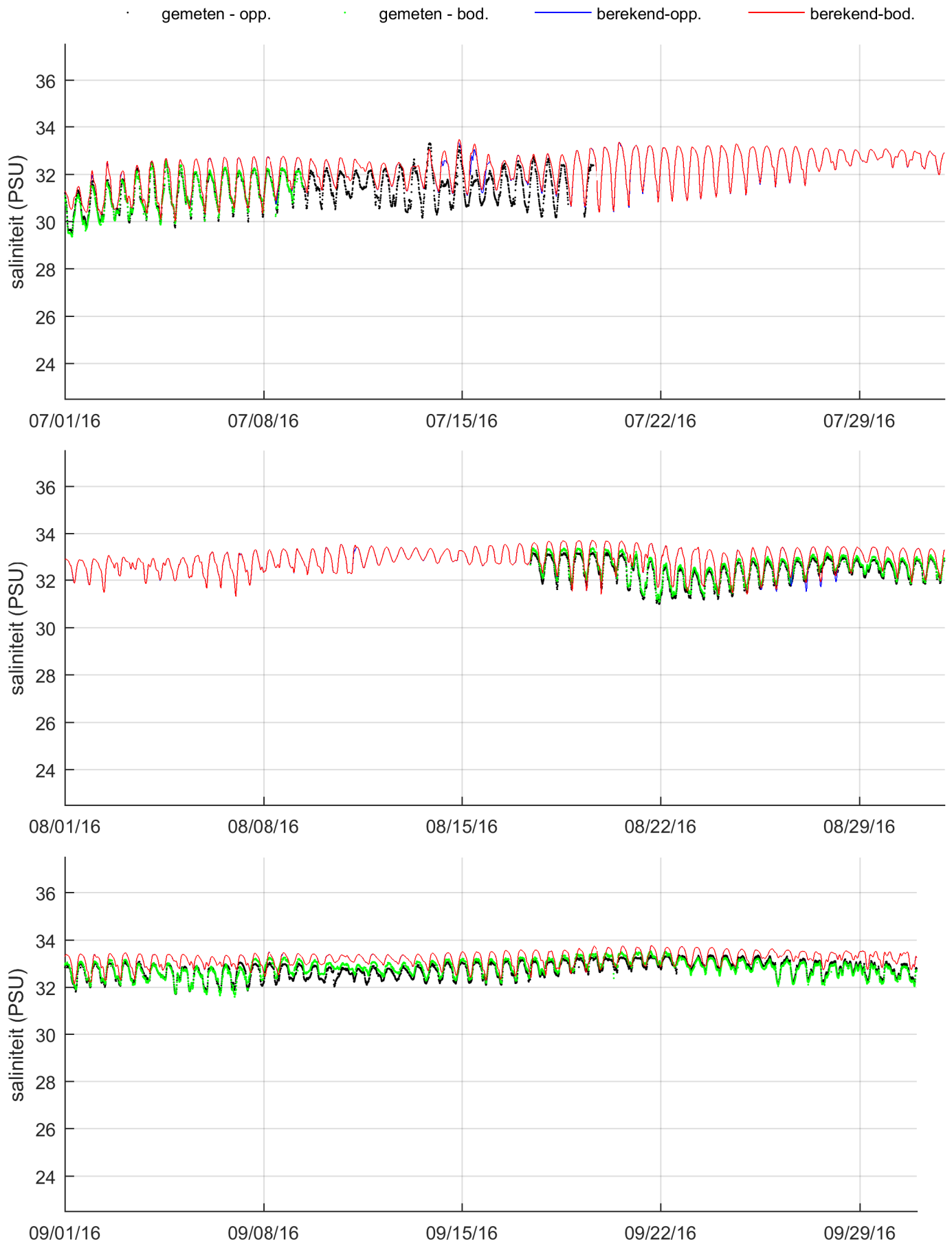
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2016, Zeegestation Oosterschelde 4



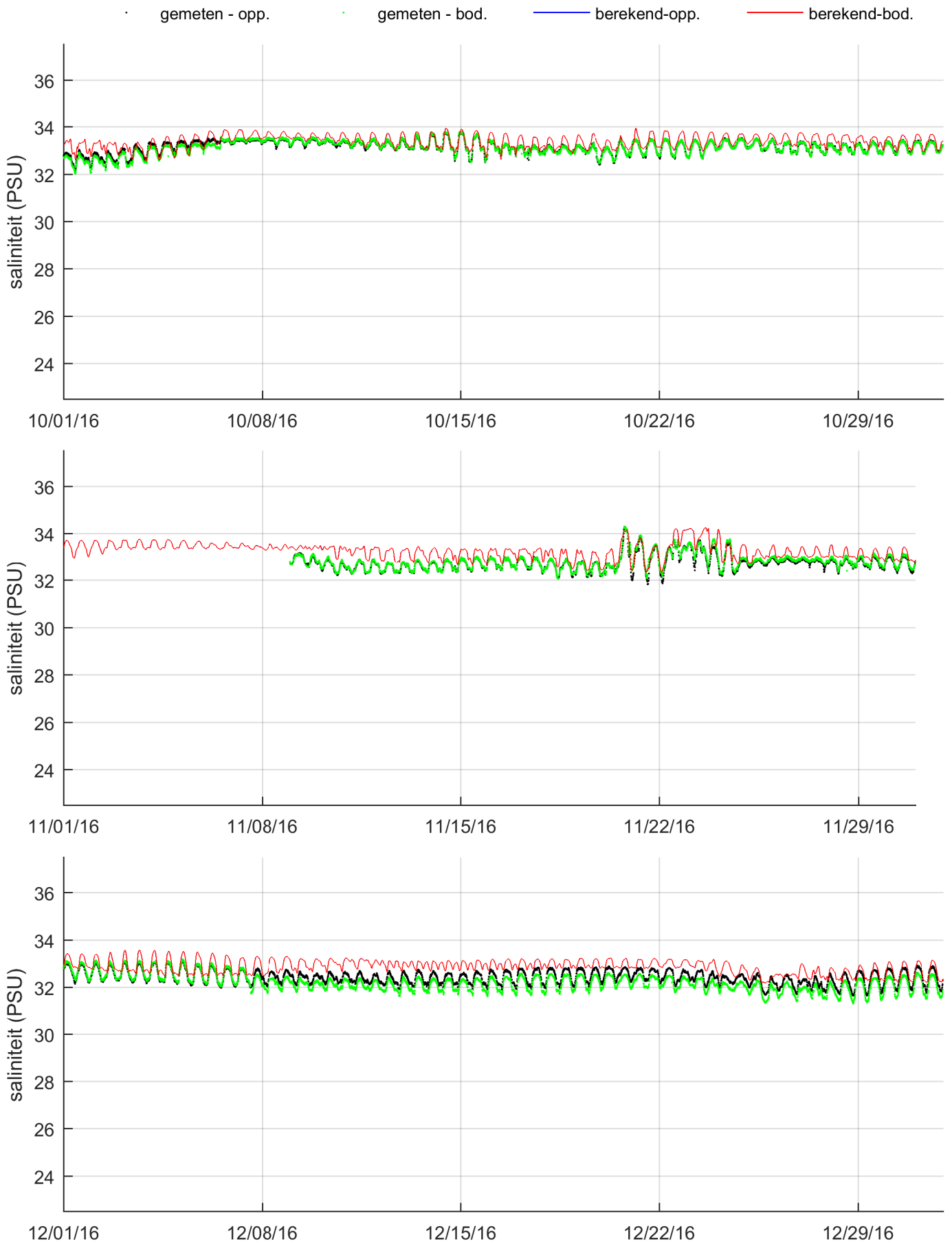
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2016, Zege-
 station Vlakte van de Raan



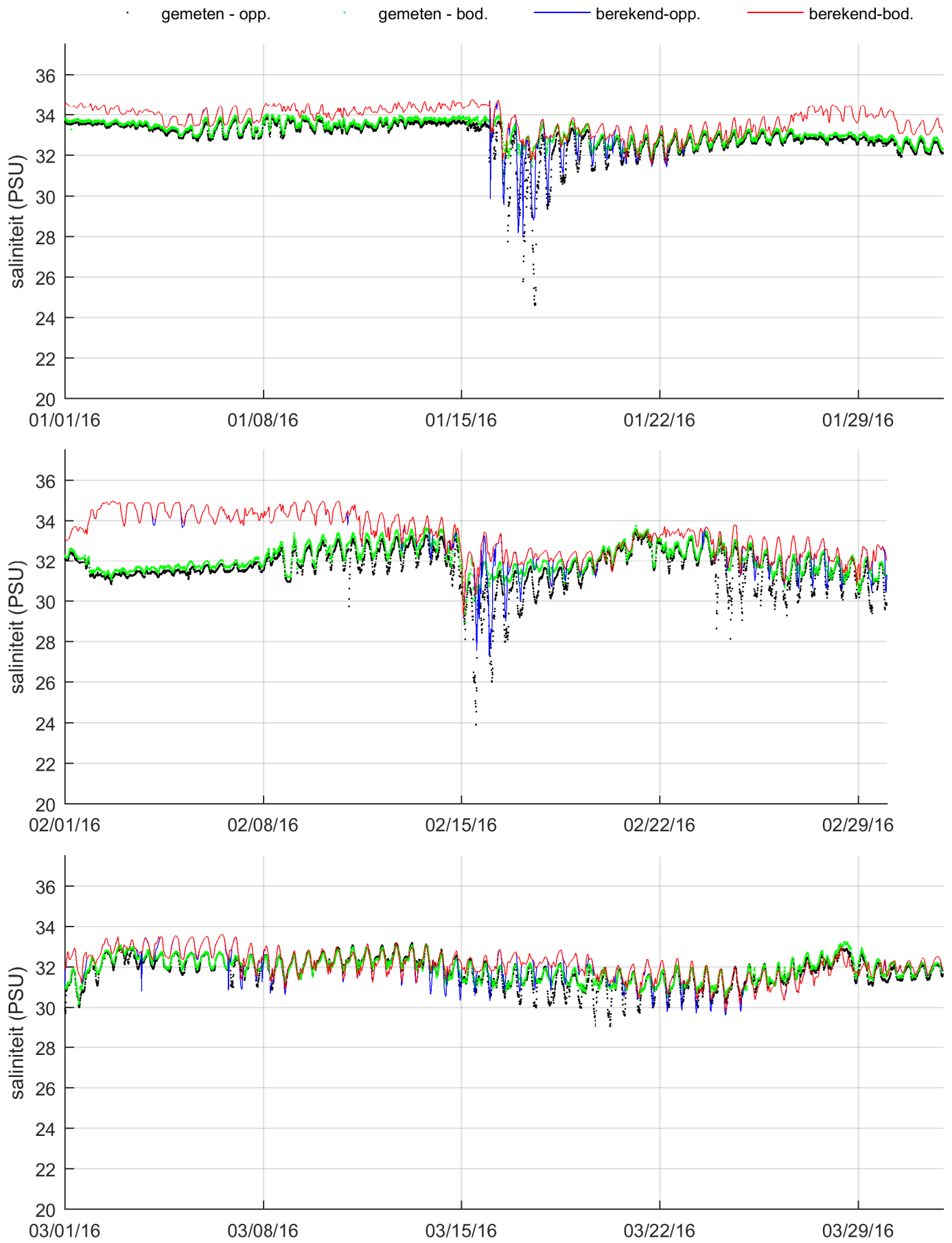
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2016, Zeegestation Vlake van de Raan



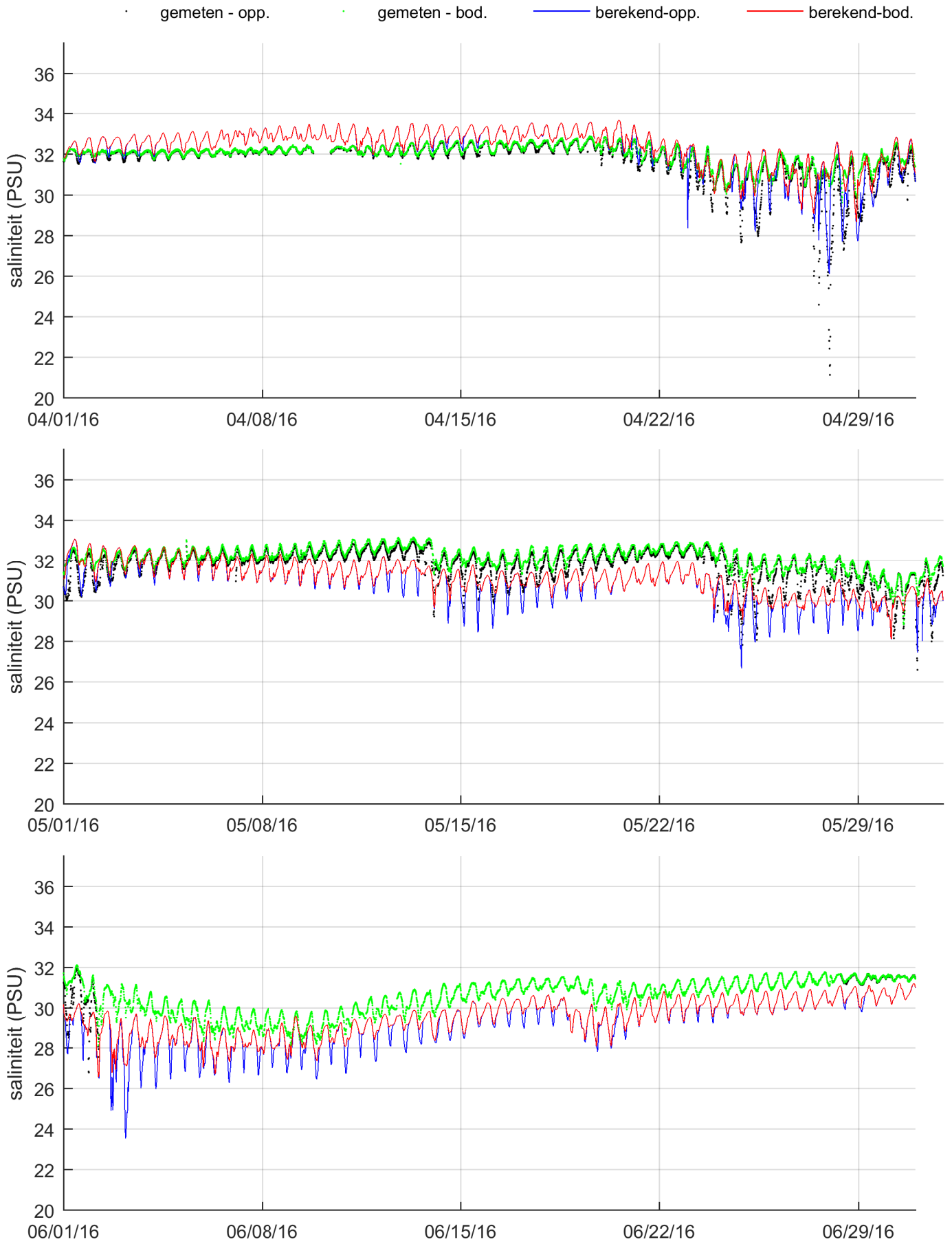
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2016, Zeegestation Vlakte van de Raan



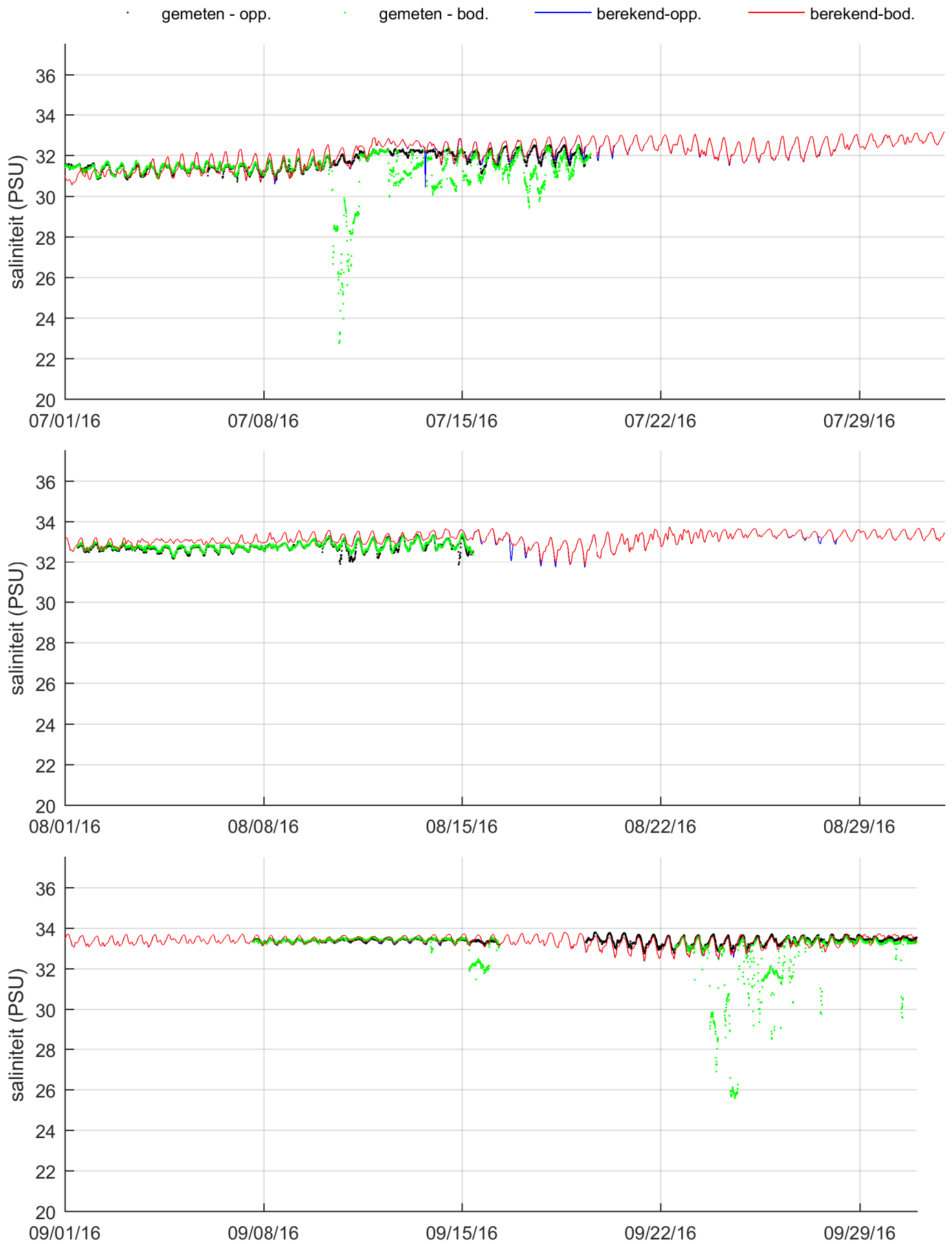
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2016, Zege-
 station Vlake van de Raan



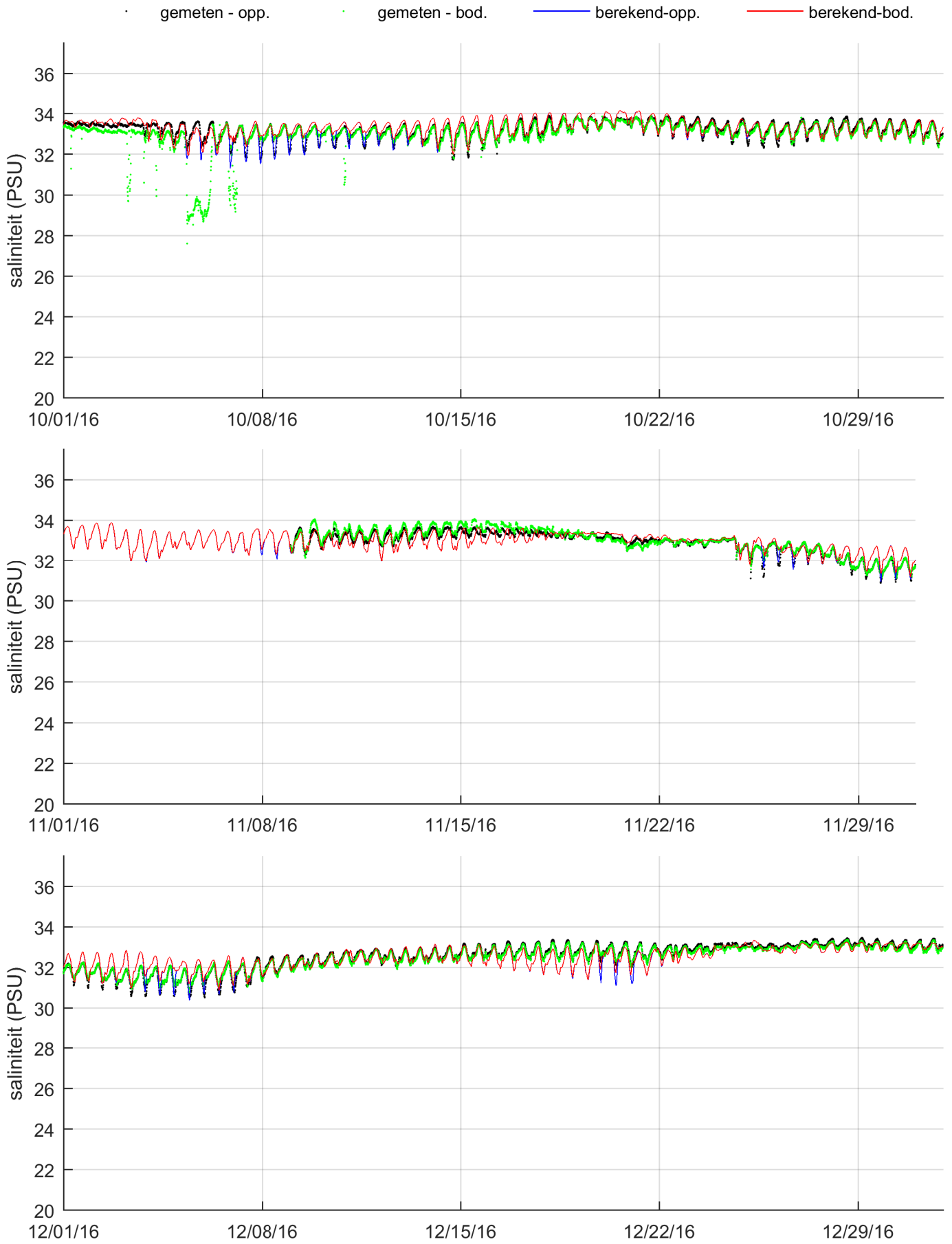
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 2



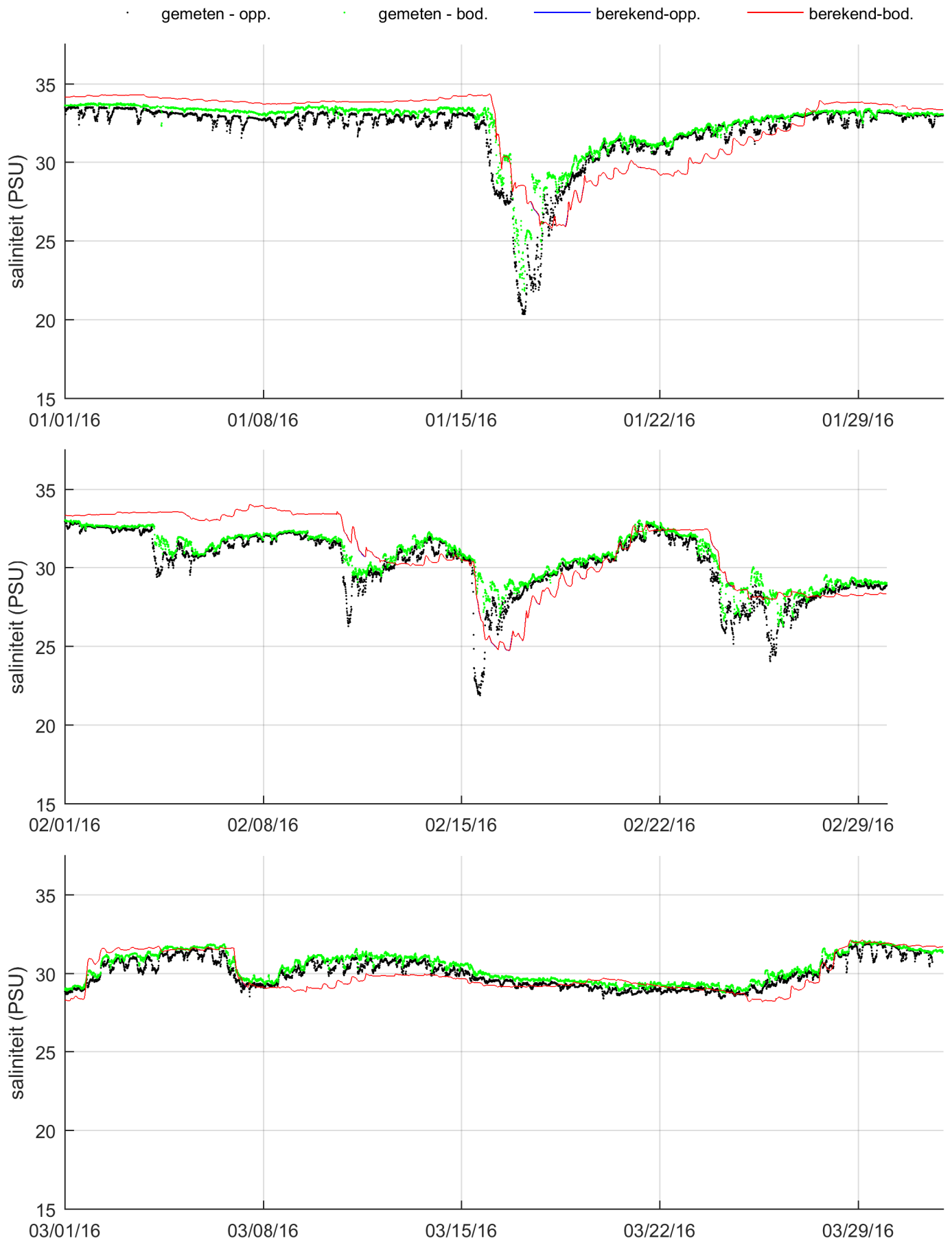
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2016, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



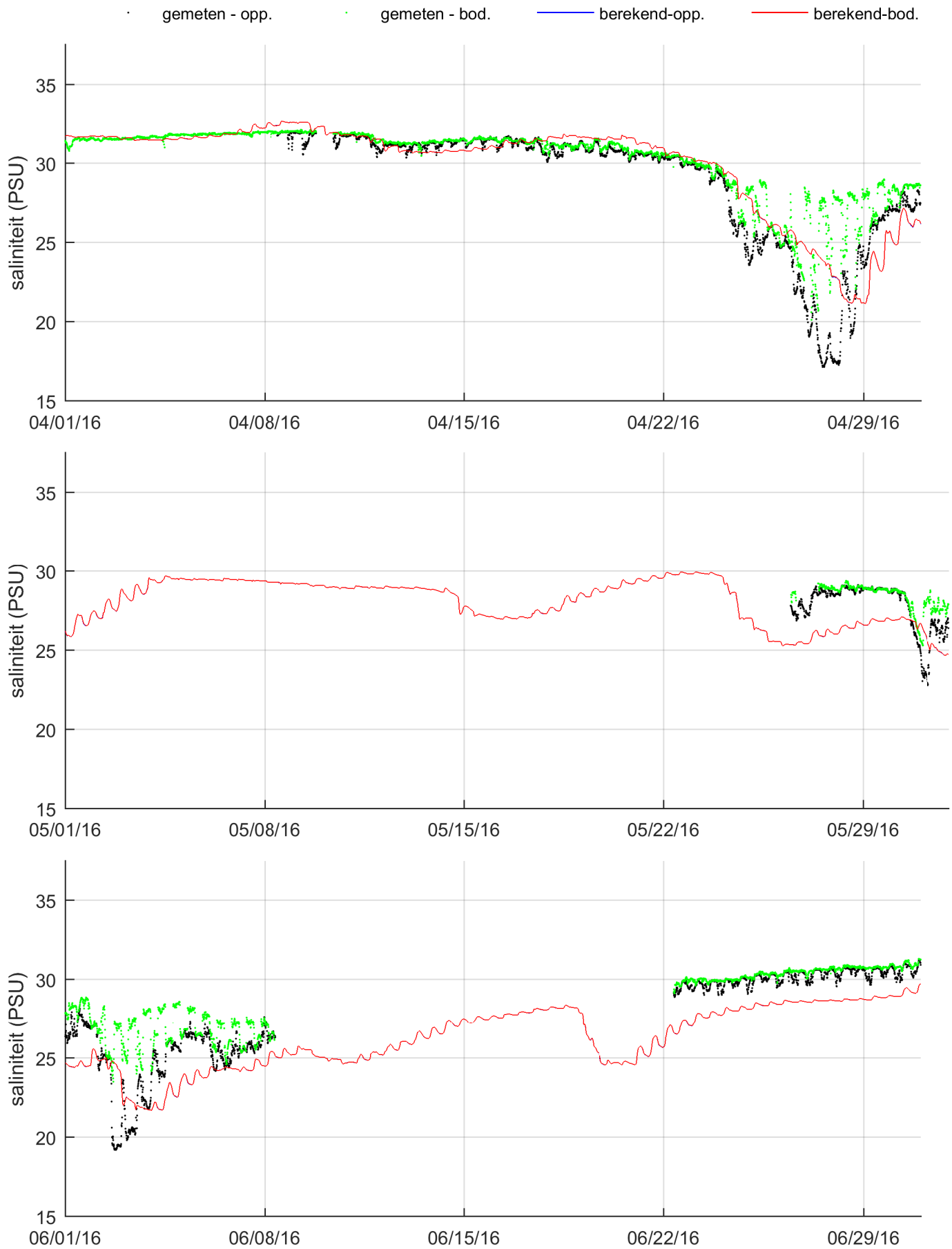
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2016, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



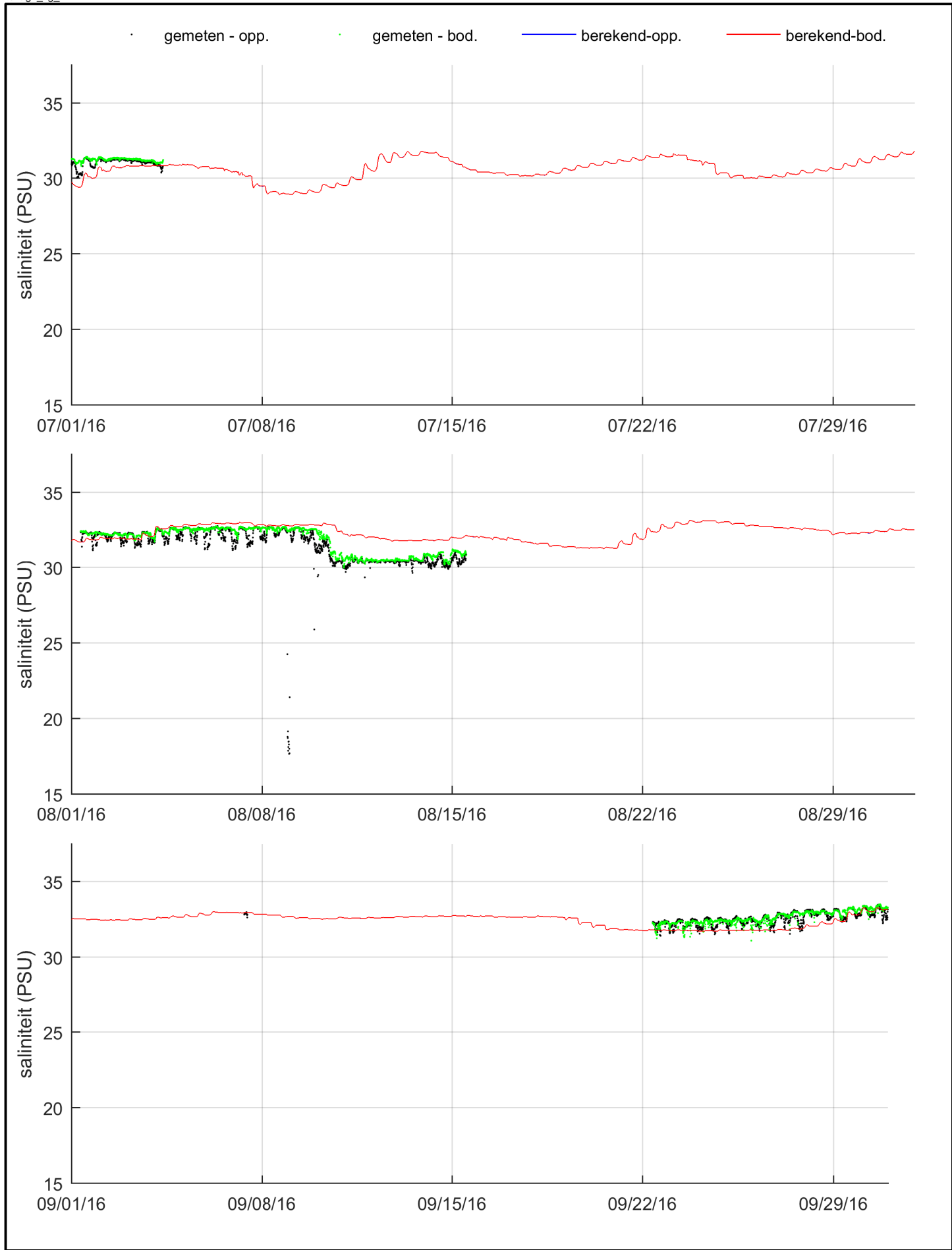
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 2



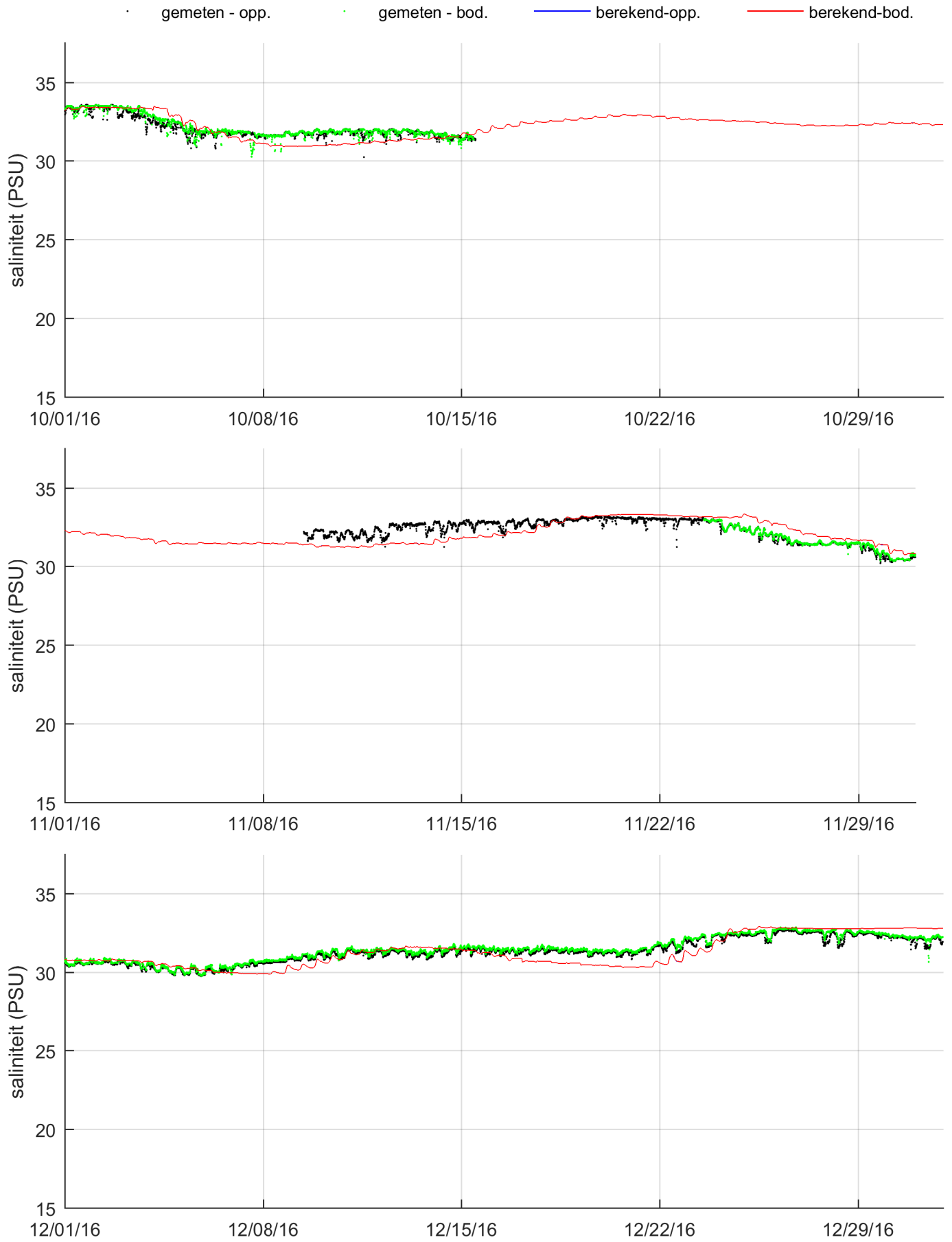
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8



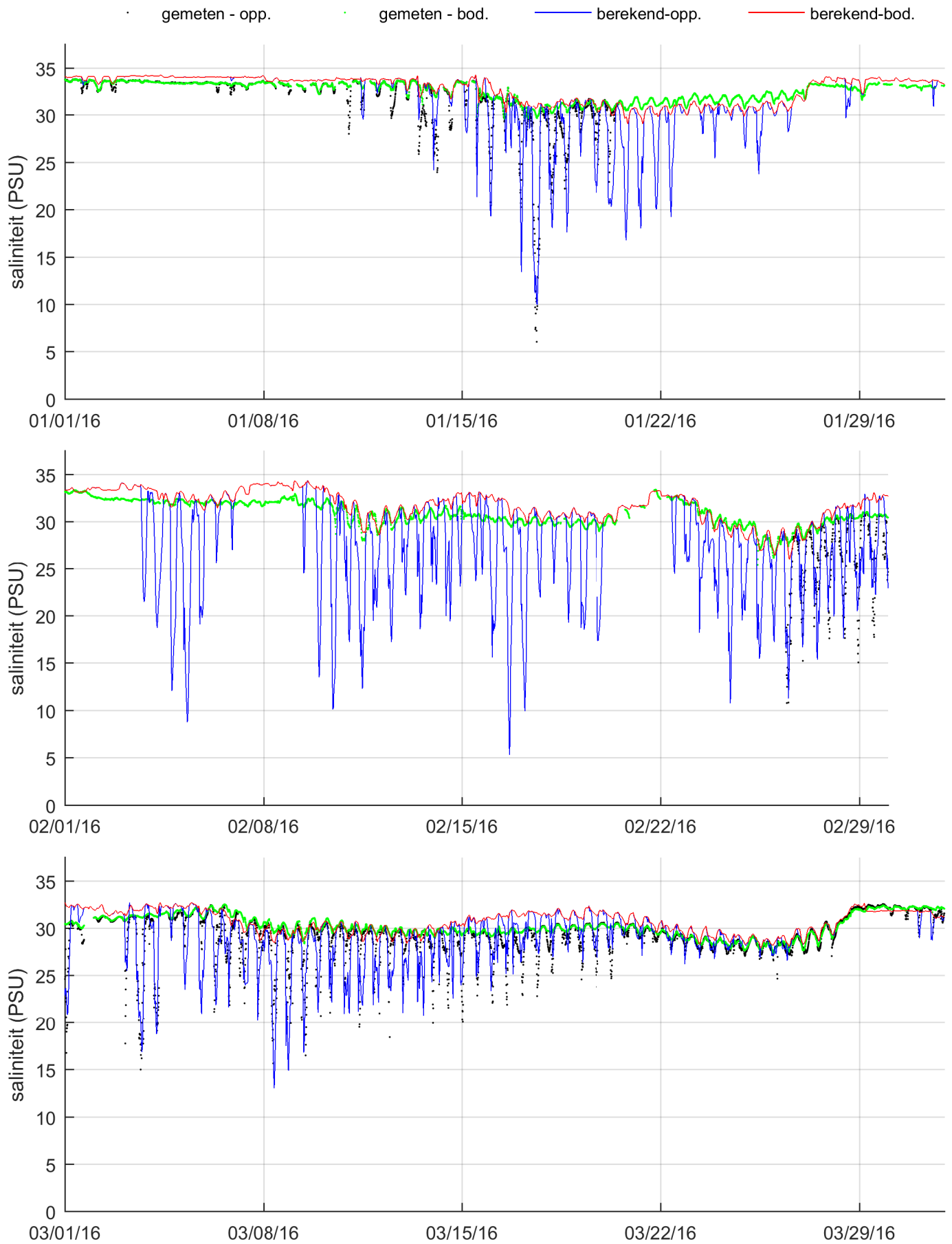
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8



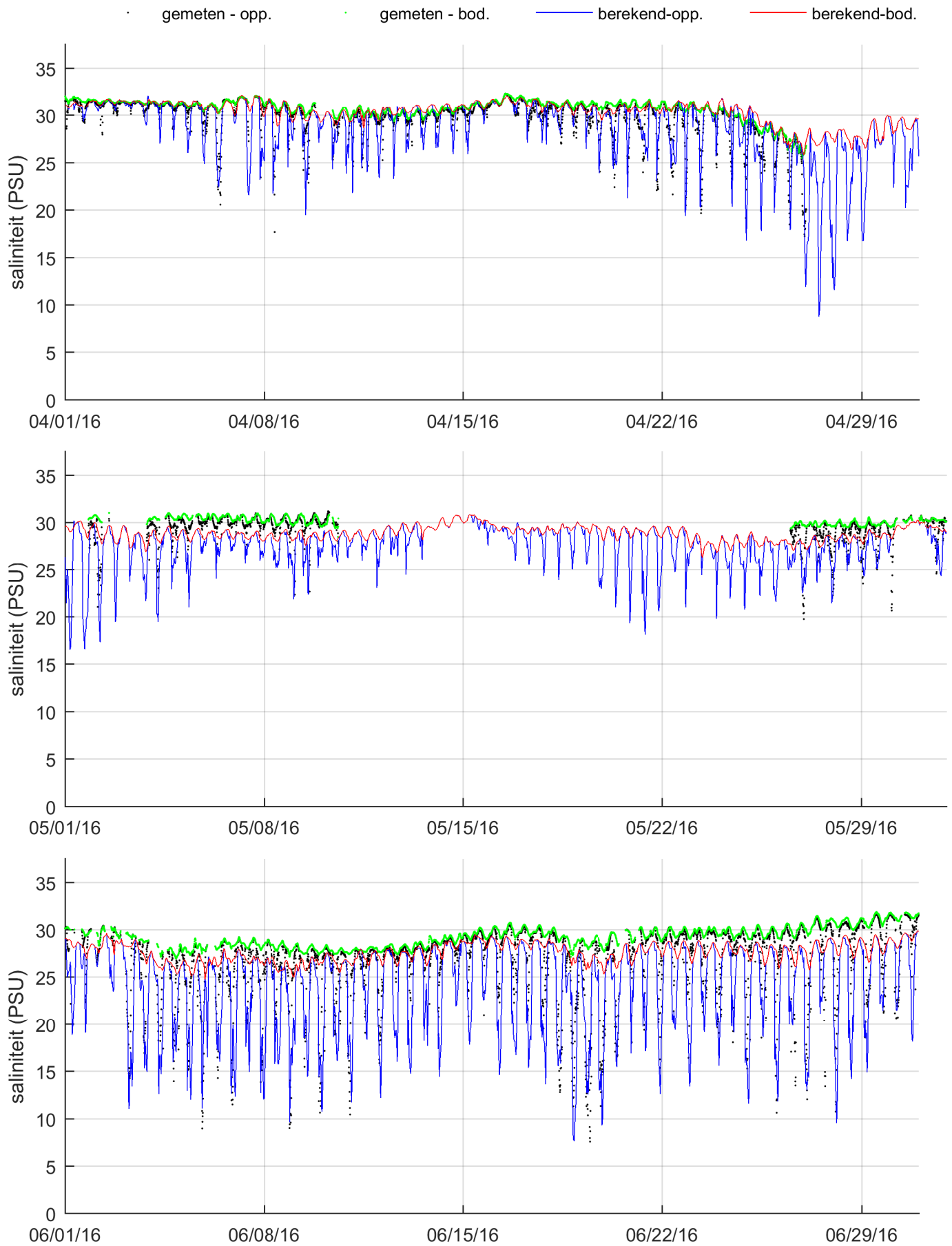
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8



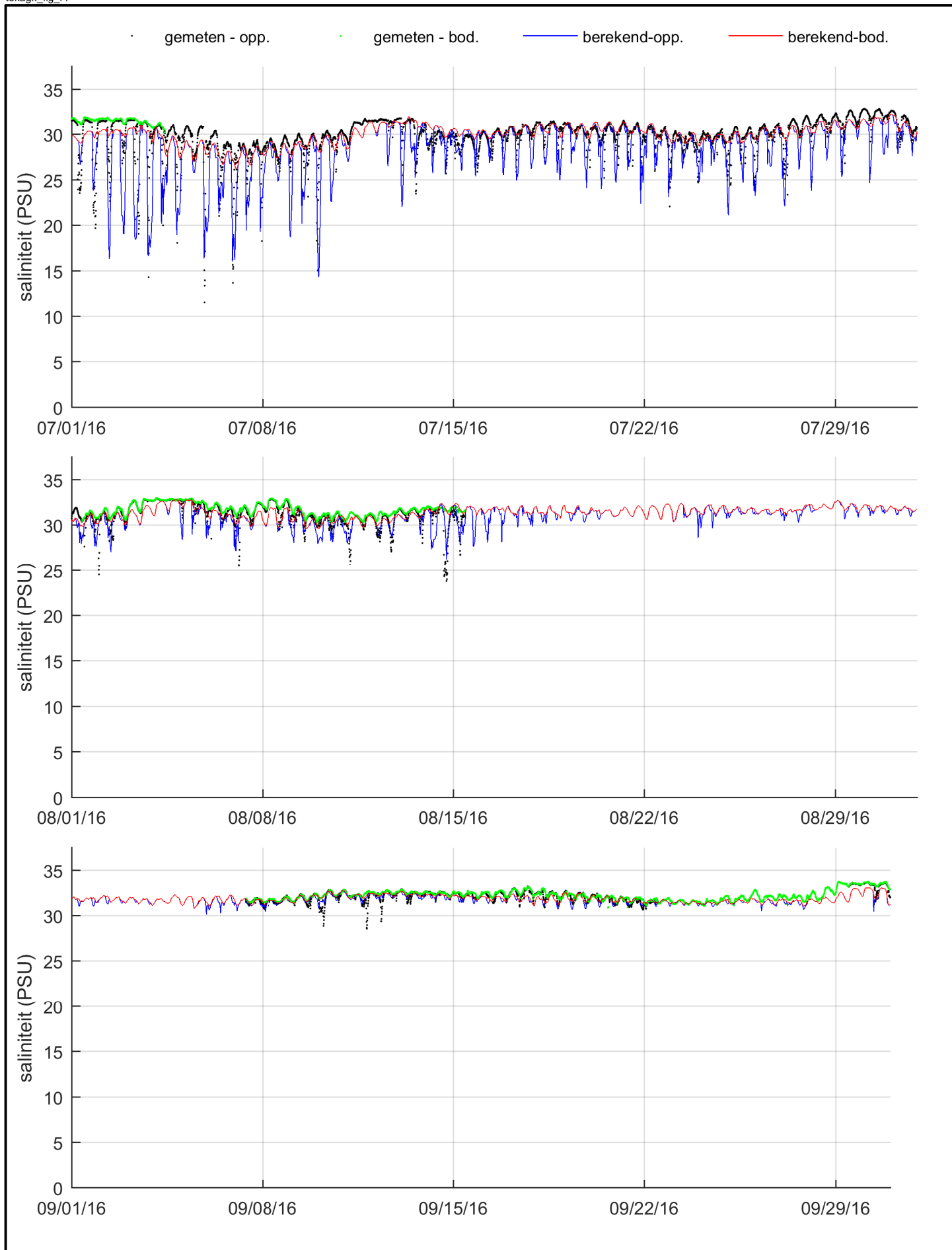
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2016, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8



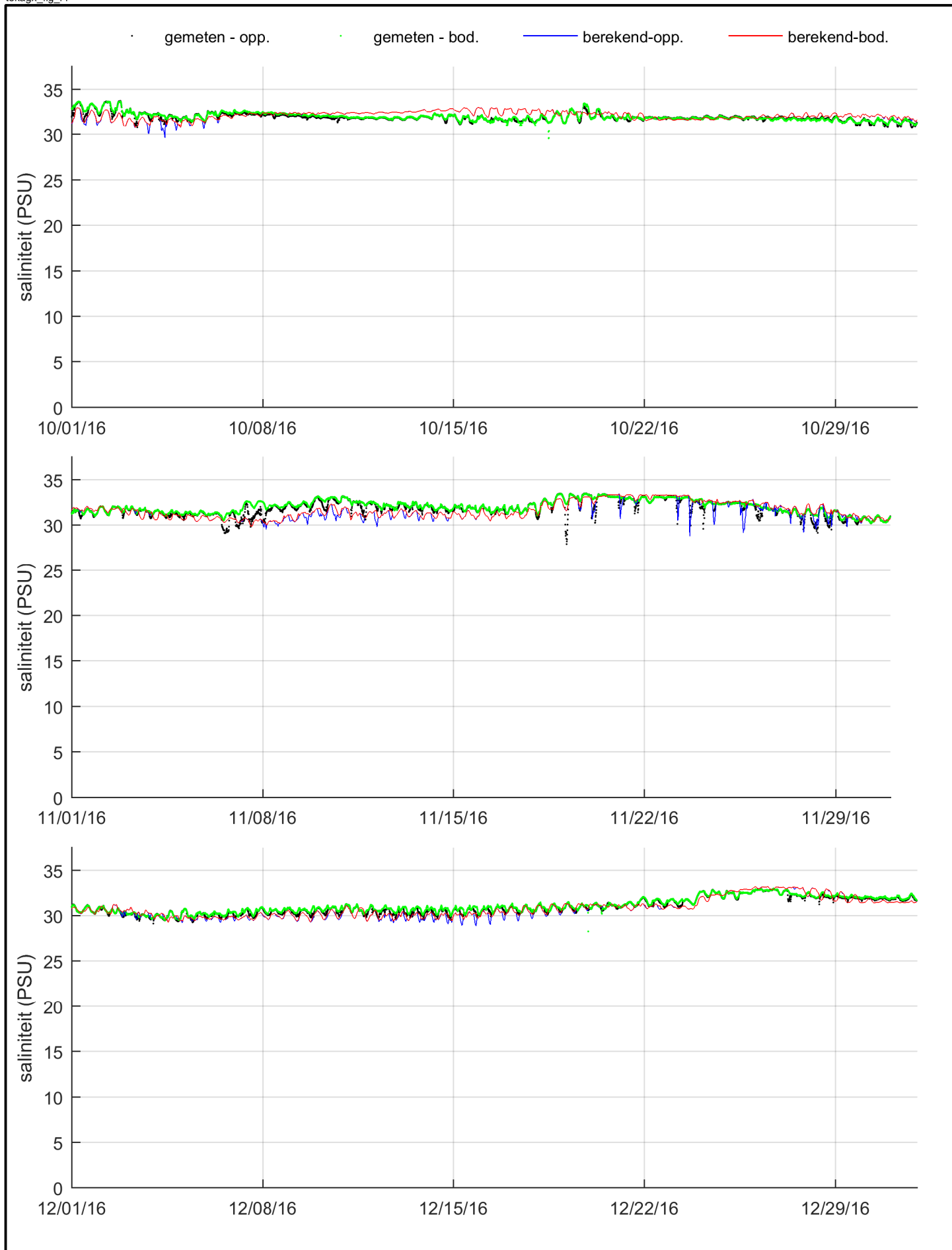
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2016, Zeegestation Haringvliet 10



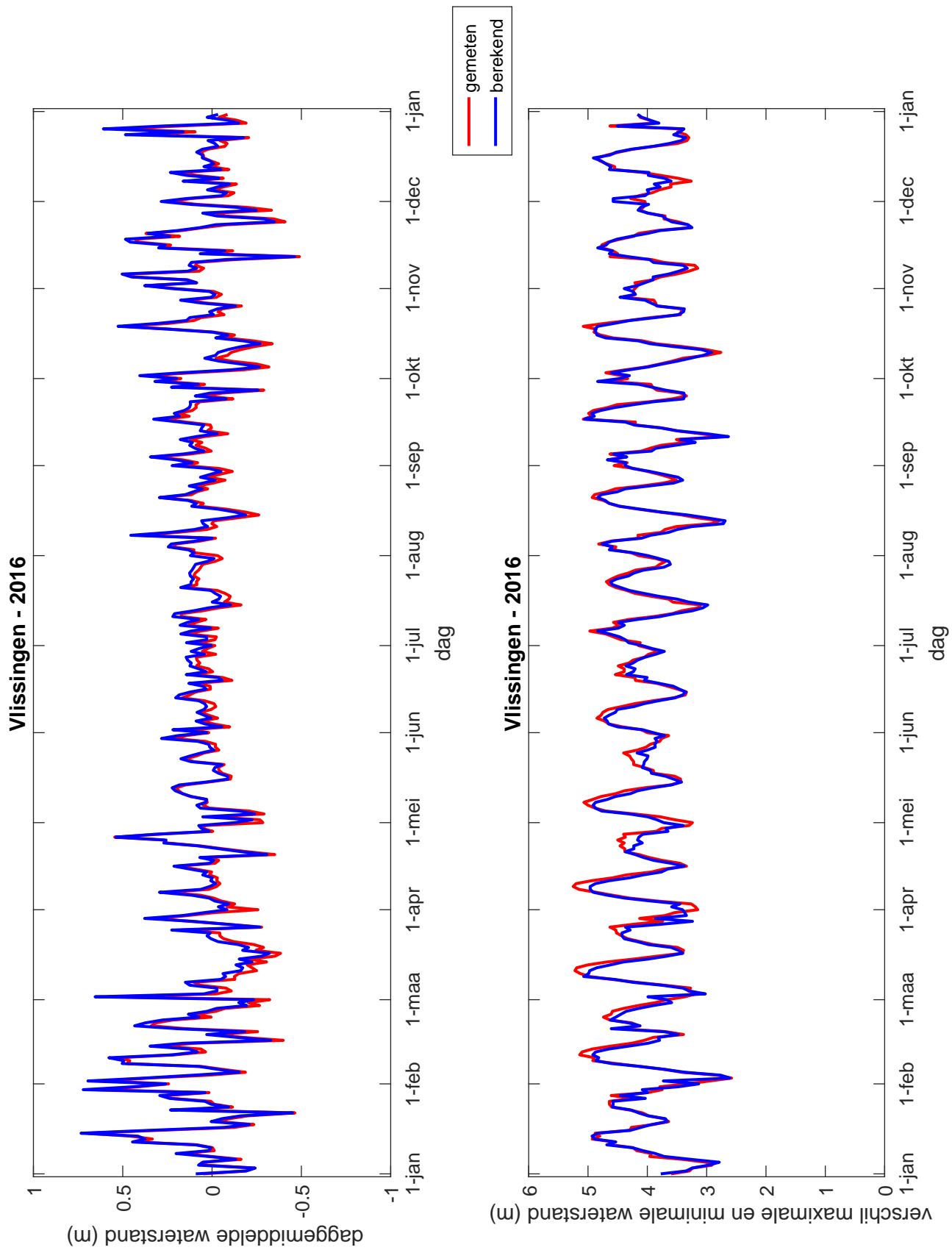
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2016, Zeegestation Haringvliet 10



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2016, Zeegestation Haringvliet 10

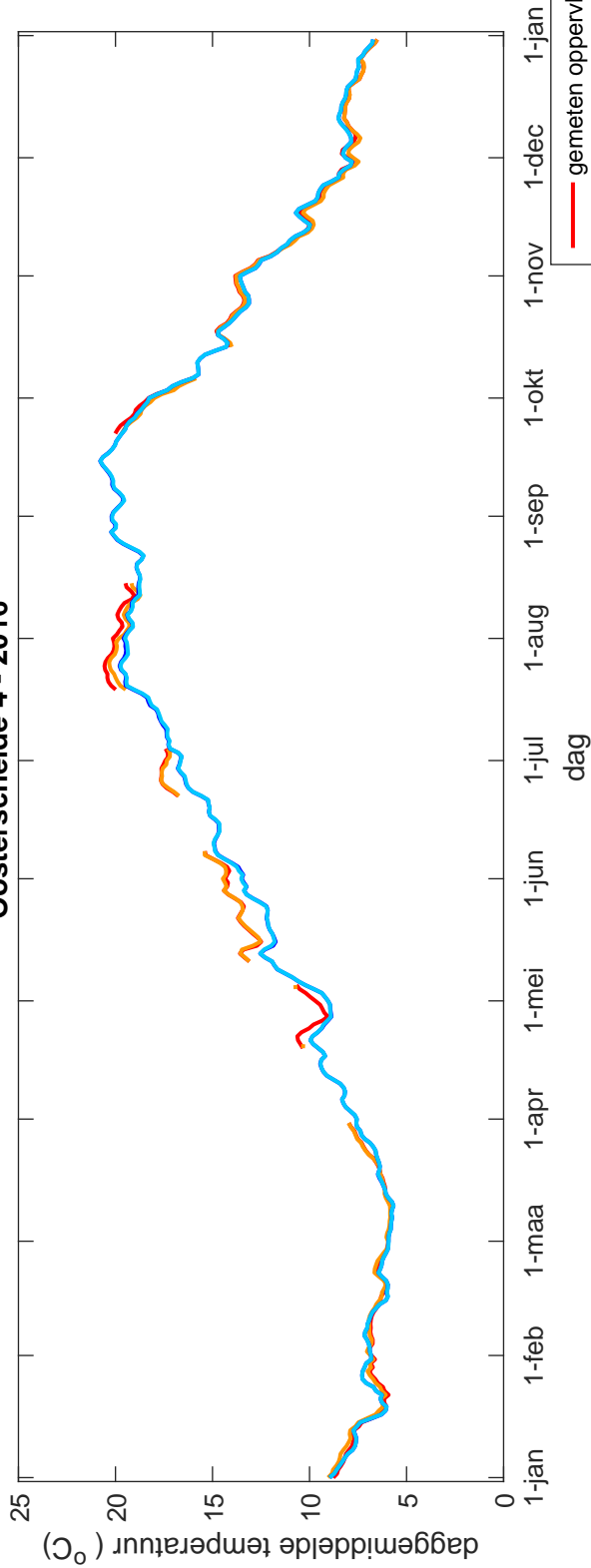


Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2016, Zeegestation Haringvliet 10



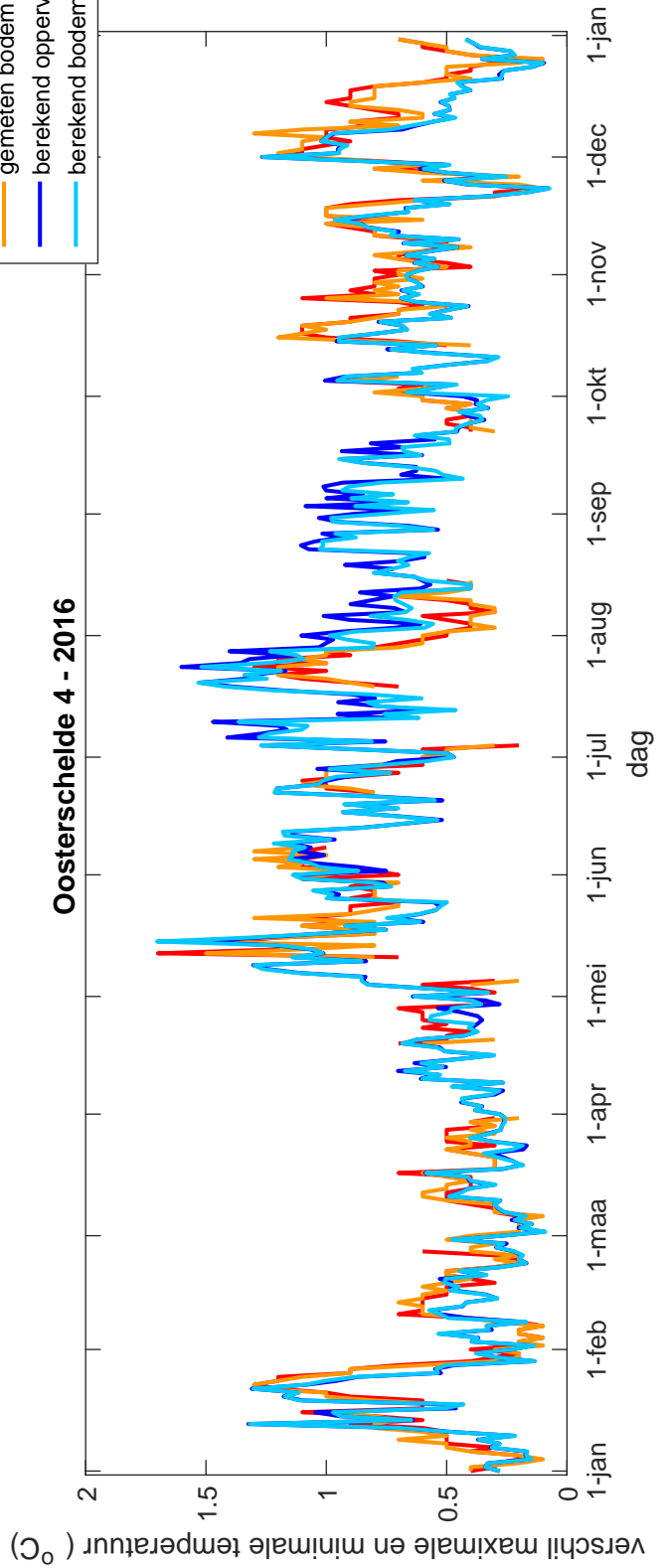
Dag-analyse van de waterstand, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlissingen

Oosterschelde 4 - 2016



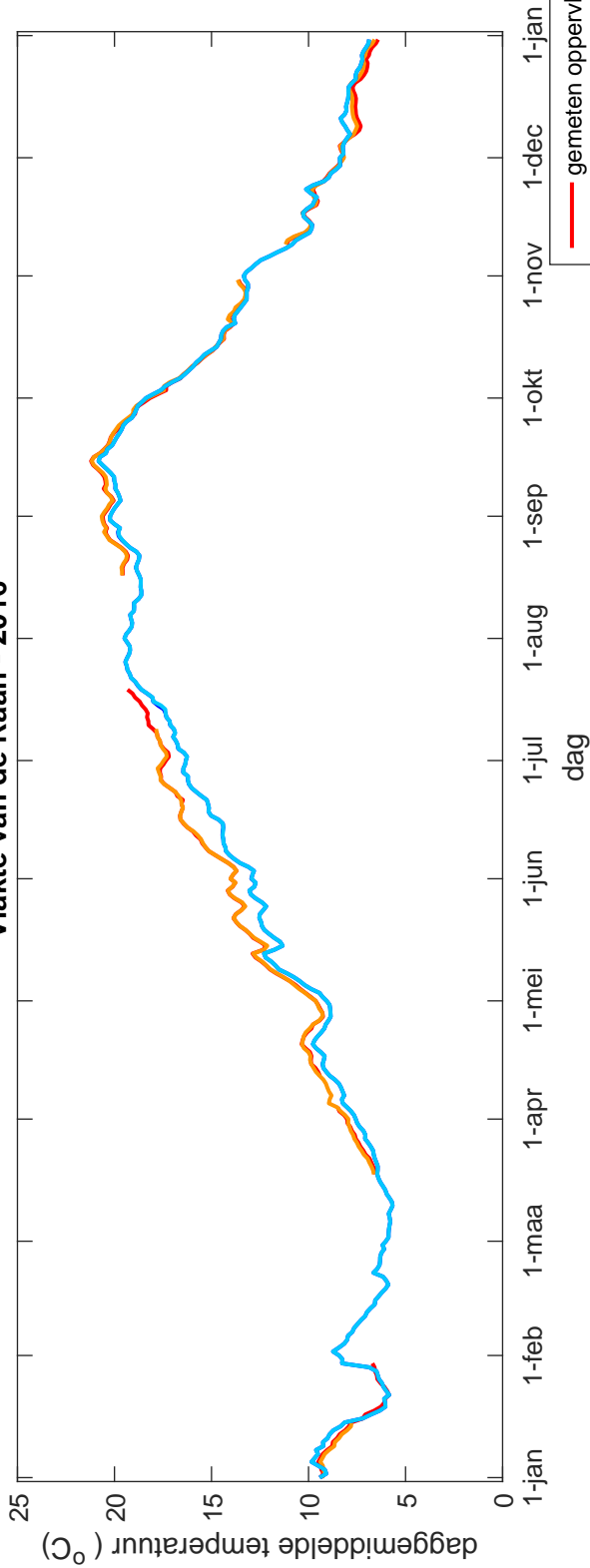
- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

Oosterschelde 4 - 2016



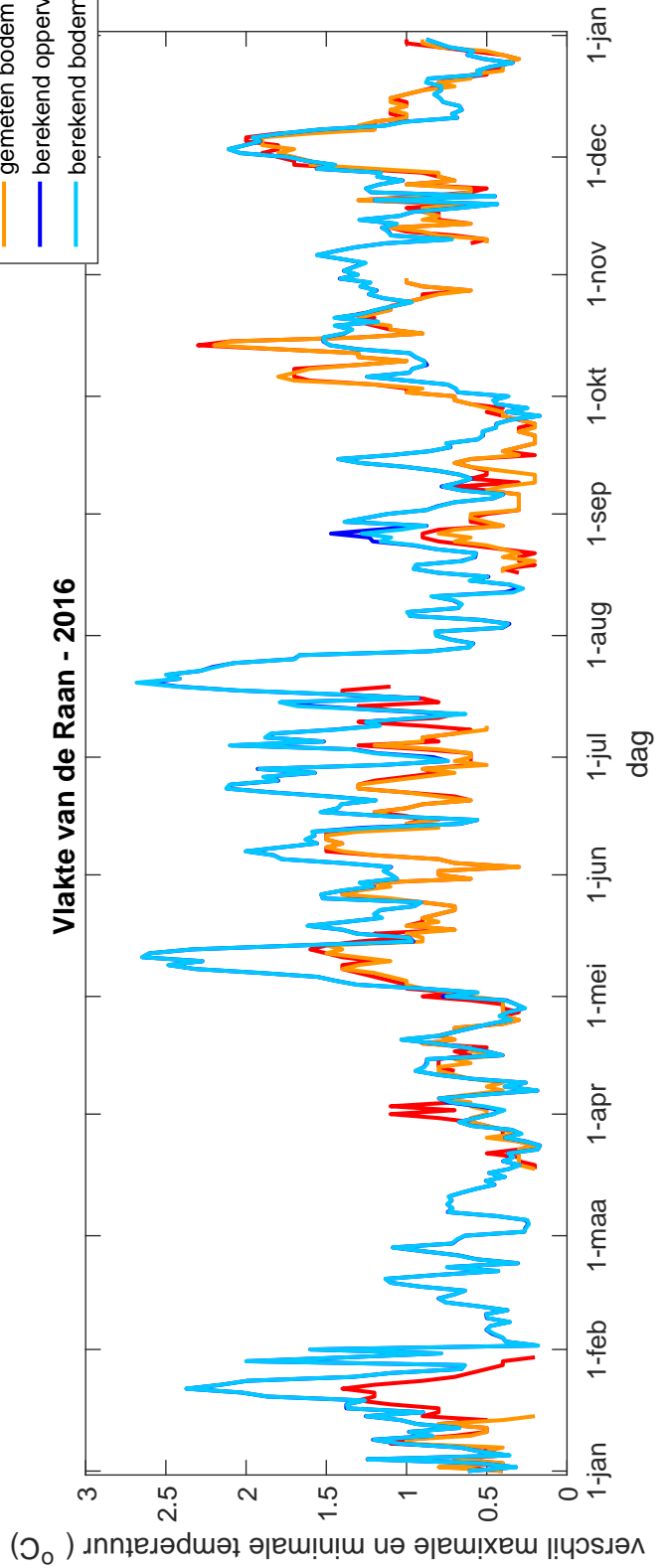
Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Oosterschelde 4

Vlakte van de Raan - 2016

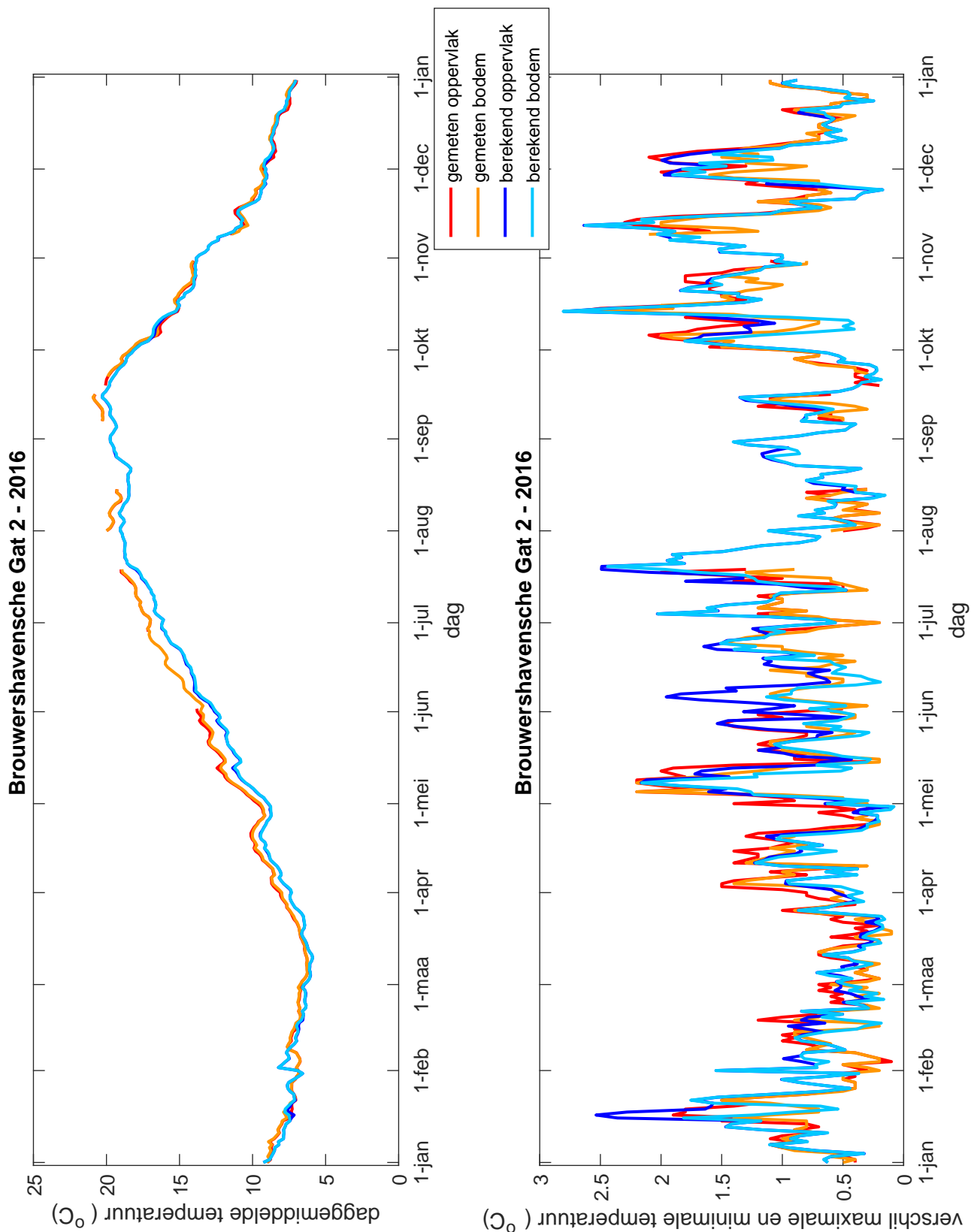


- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

Vlakte van de Raan - 2016

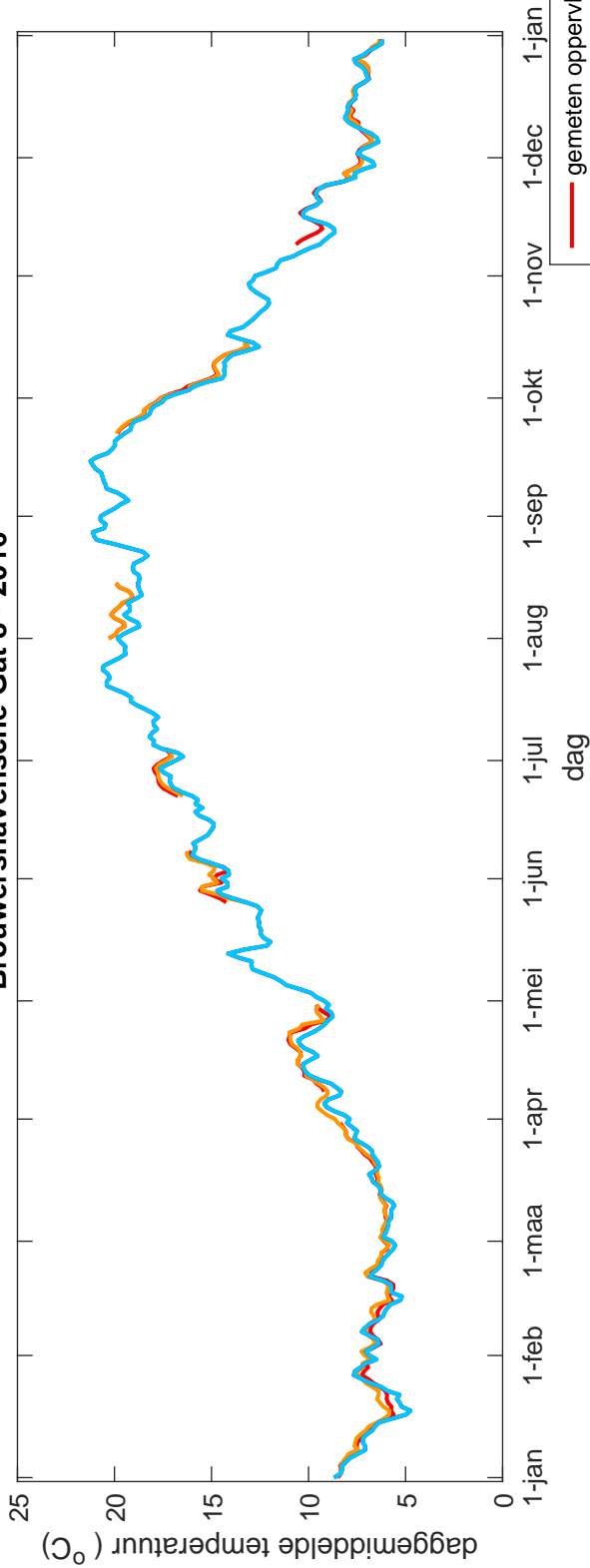


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlakte van de Raan



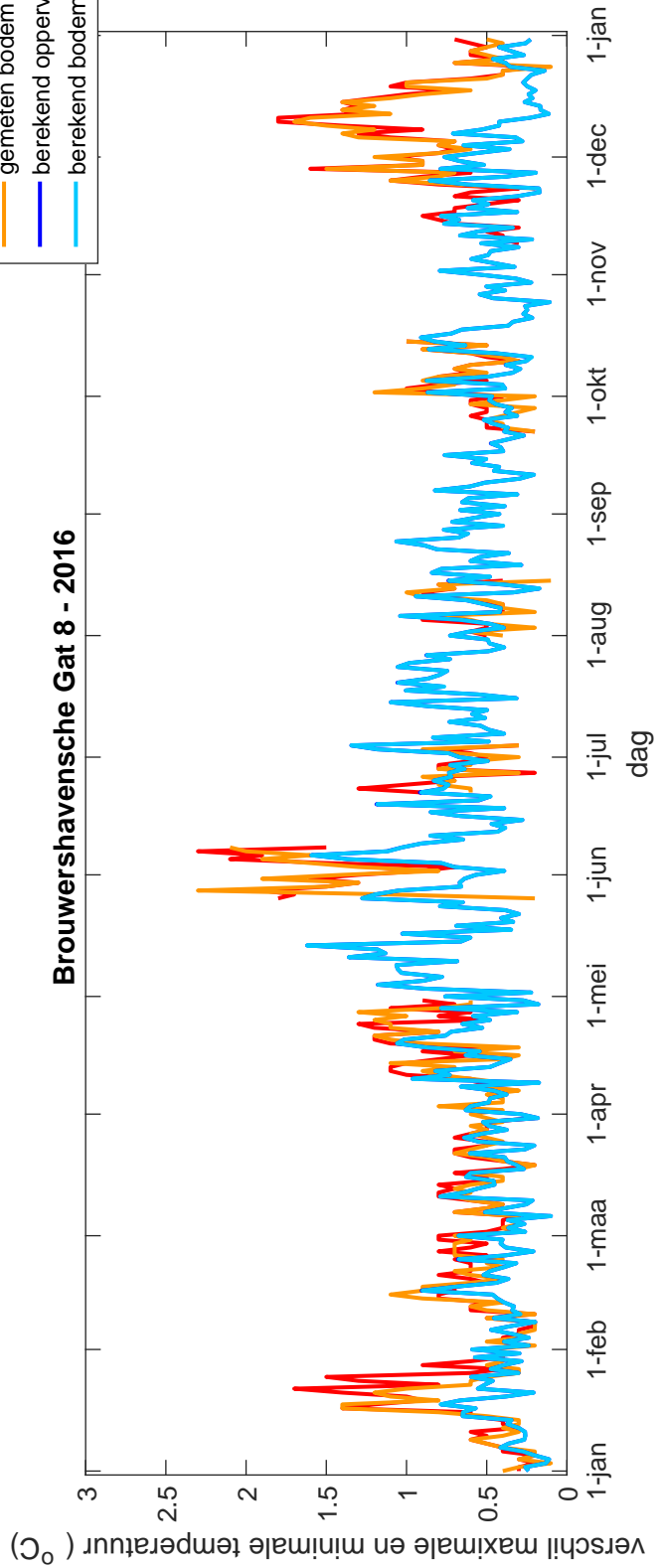
Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Brouwershavensche Gat 2

Brouwershavensche Gat 8 - 2016



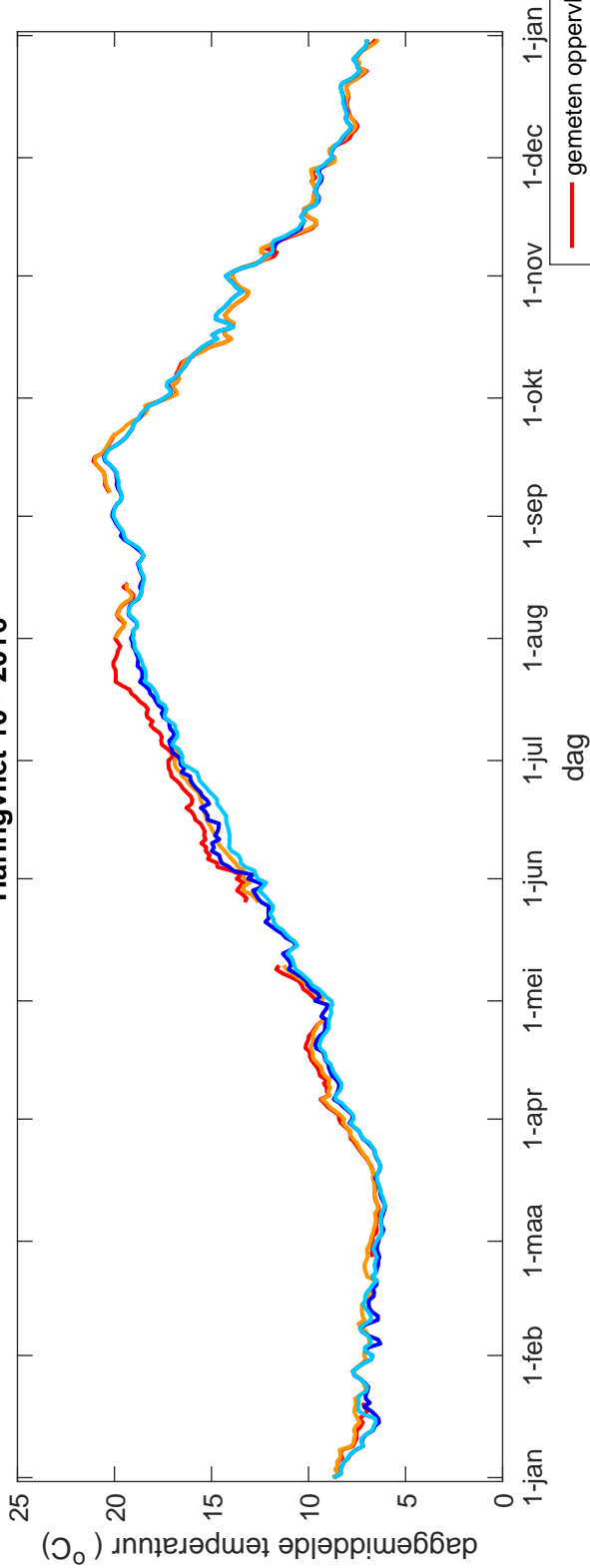
- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

Brouwershavensche Gat 8 - 2016



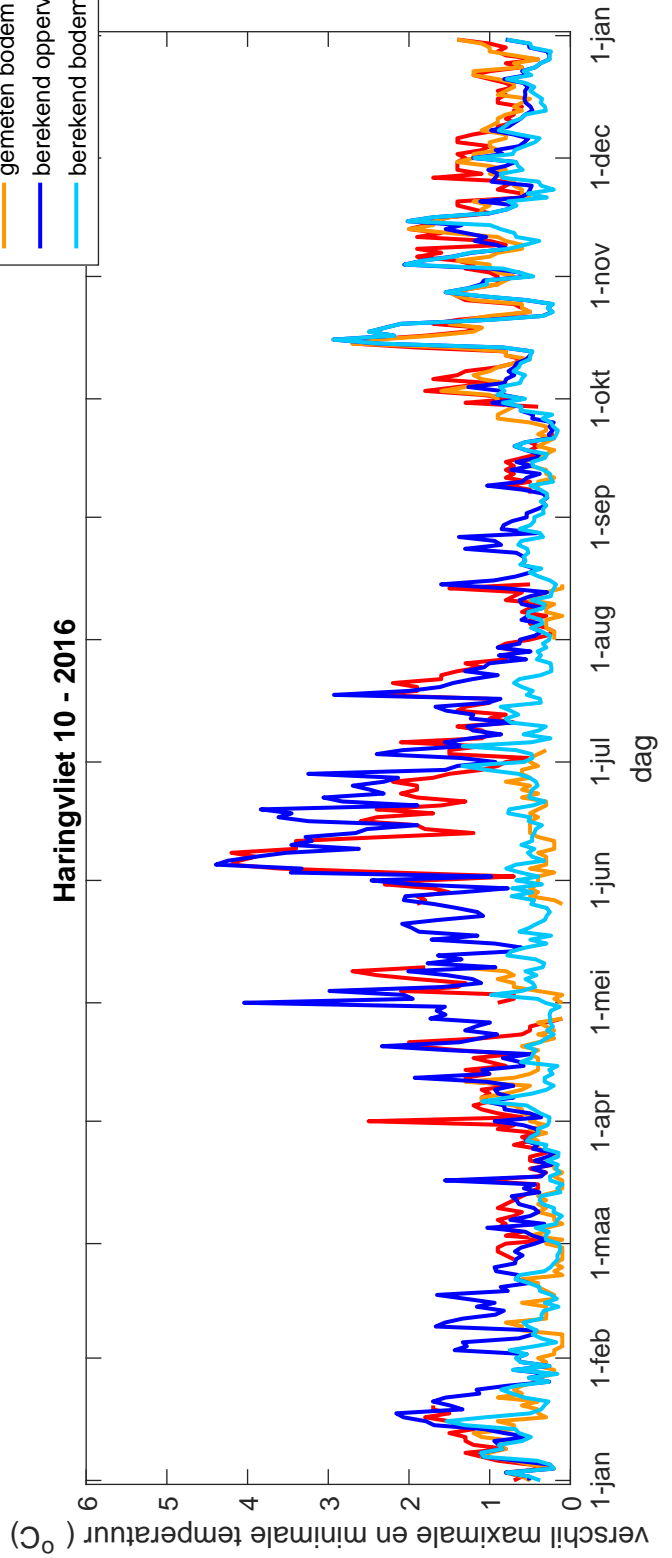
Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Brouwershavensche Gat 8

Haringvliet 10 - 2016

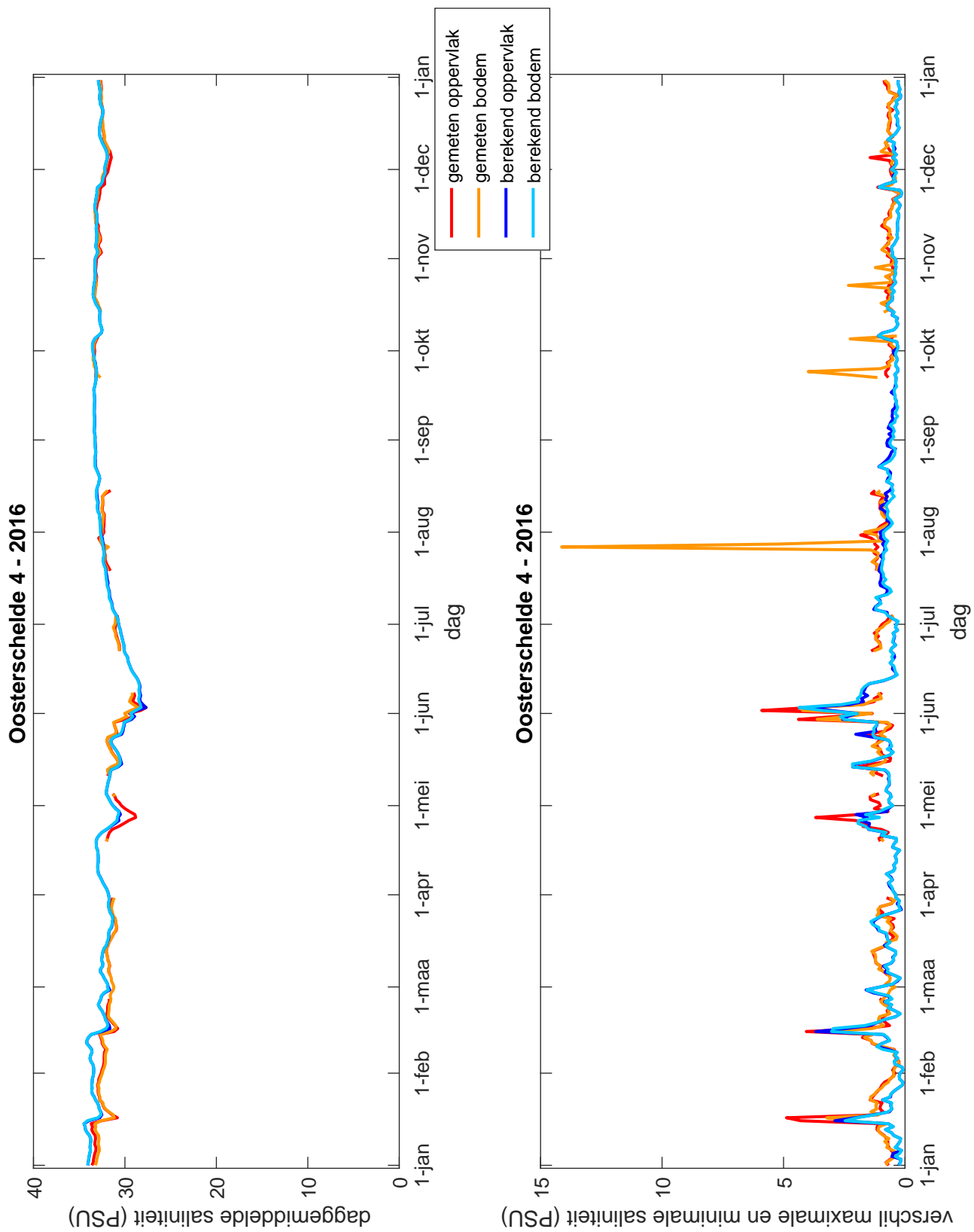


- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

Haringvliet 10 - 2016

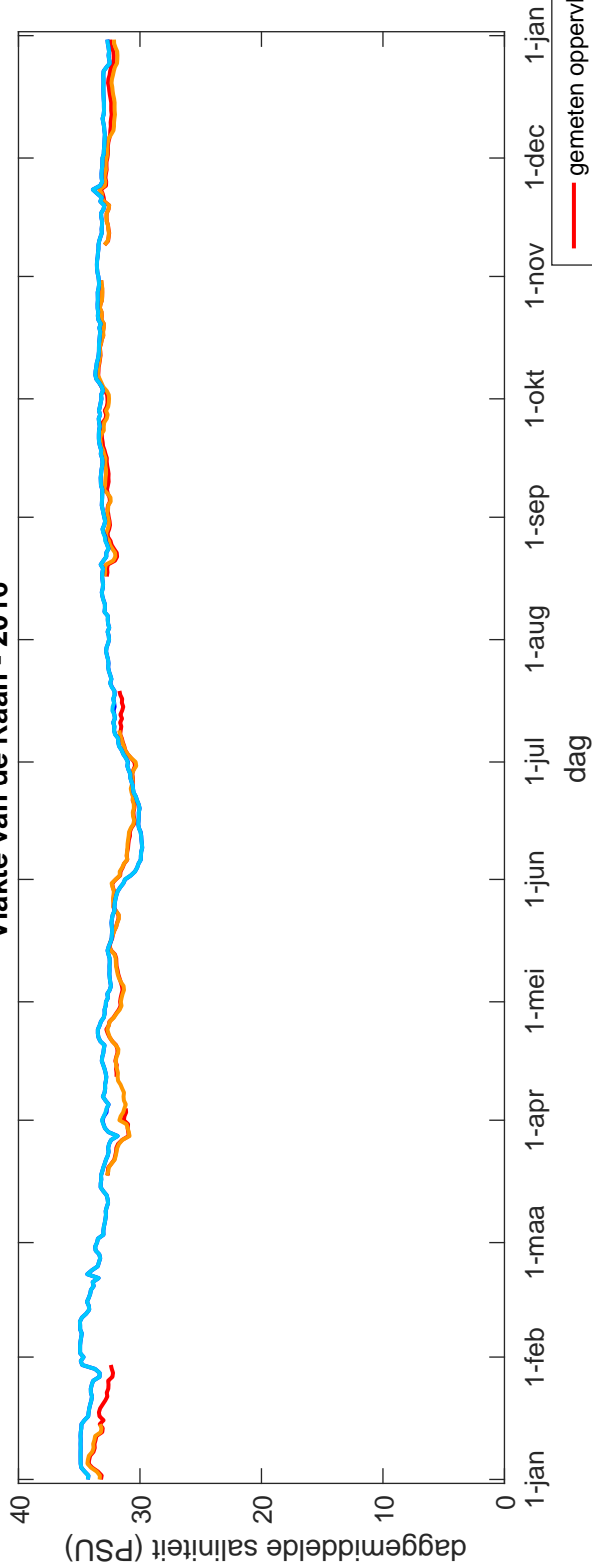


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Haringvliet 10

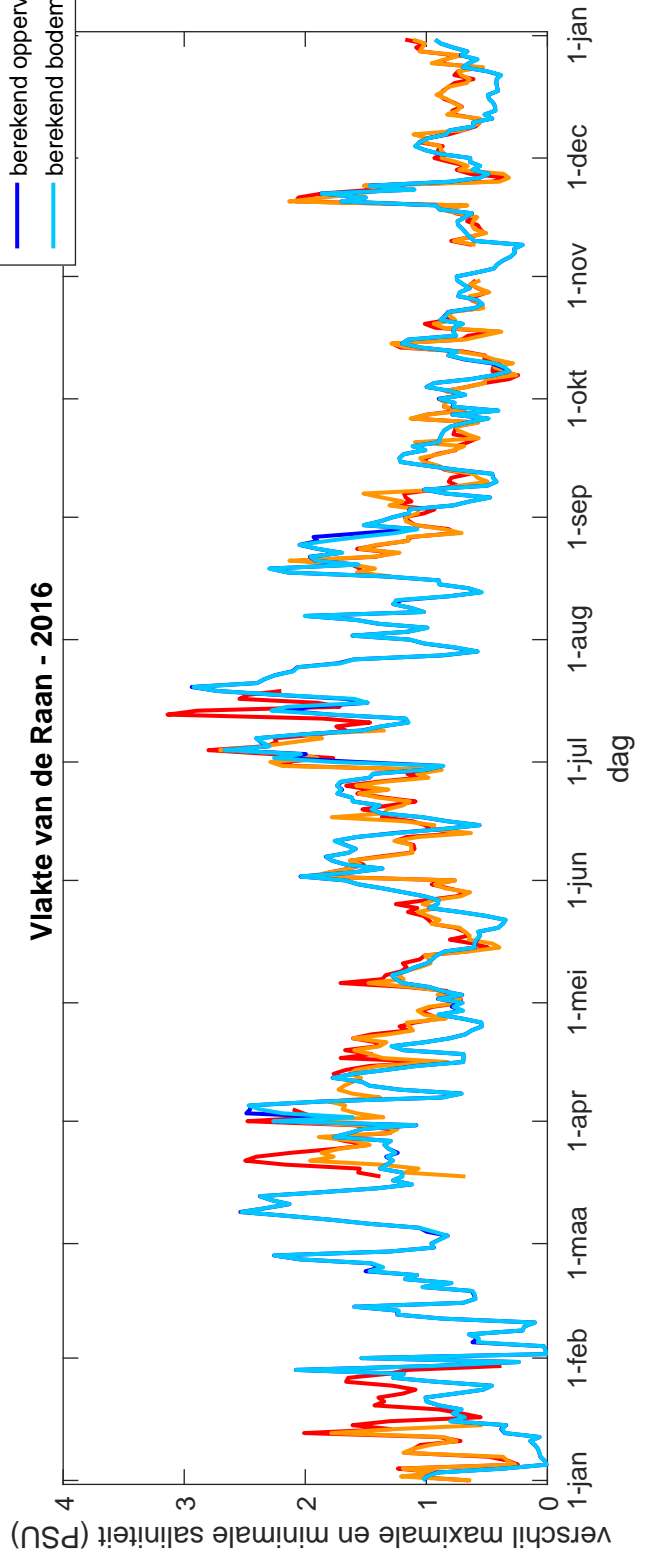


Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Oosterschelde 4

Vlakte van de Raan - 2016



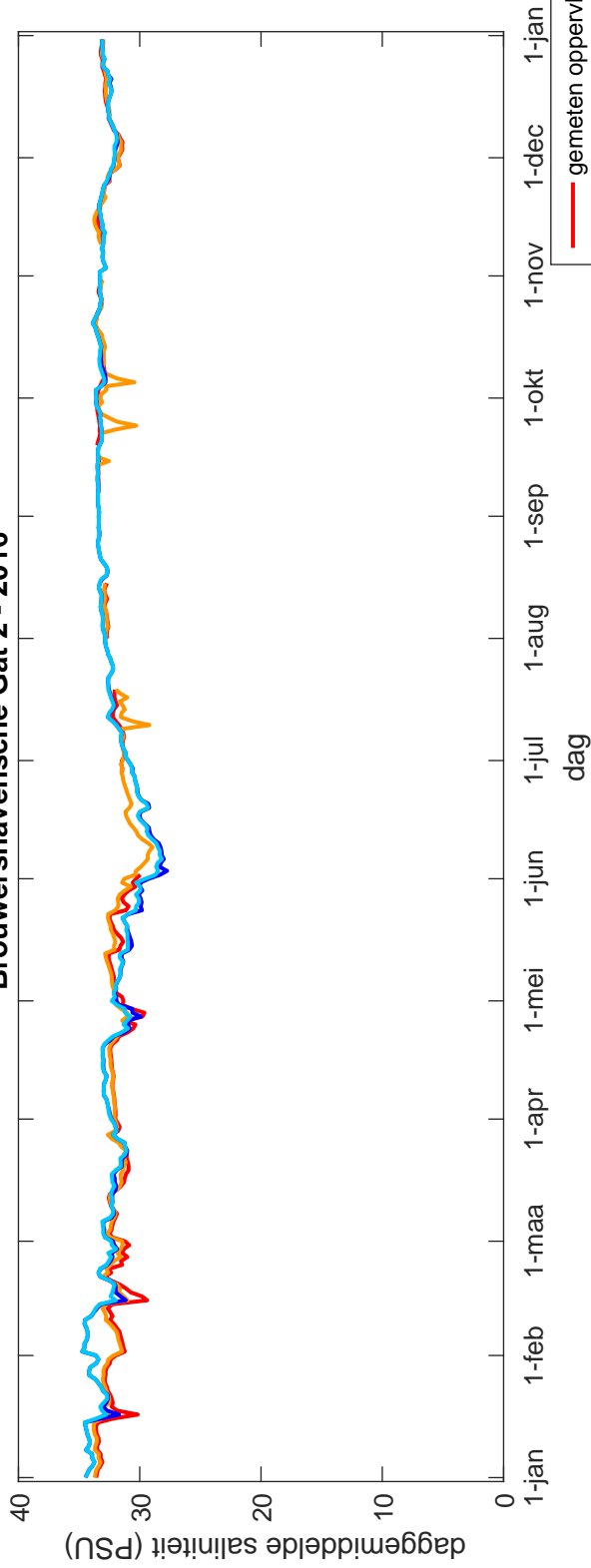
Vlakte van de Raan - 2016



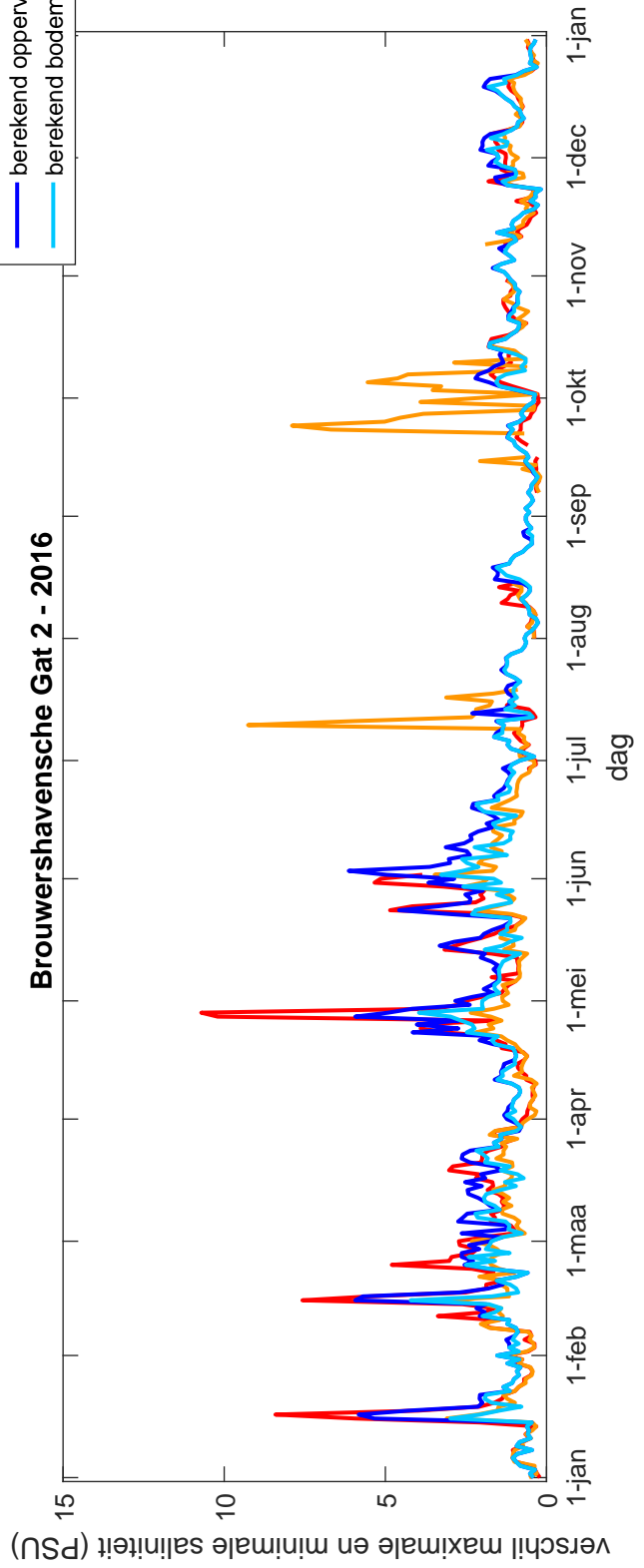
- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

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

Brouwershavensche Gat 2 - 2016



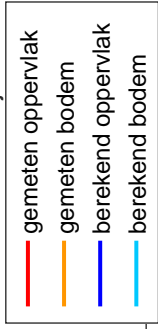
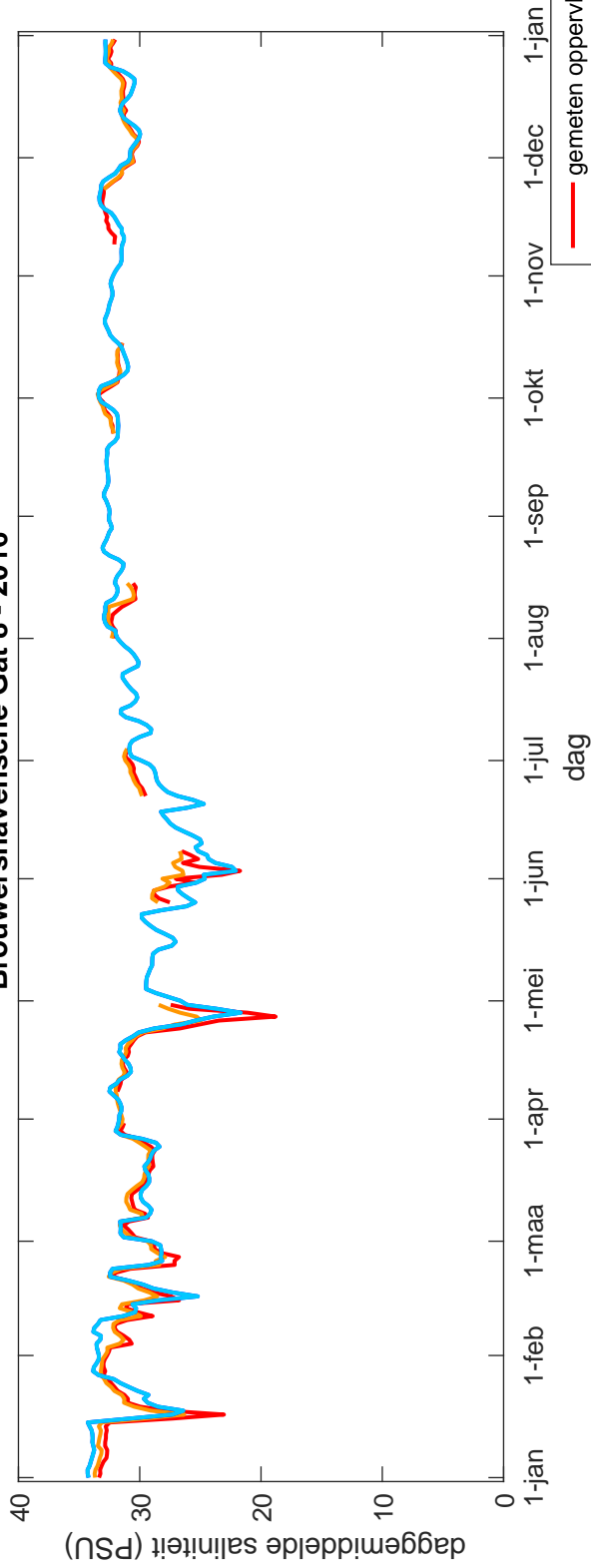
Brouwershavensche Gat 2 - 2016



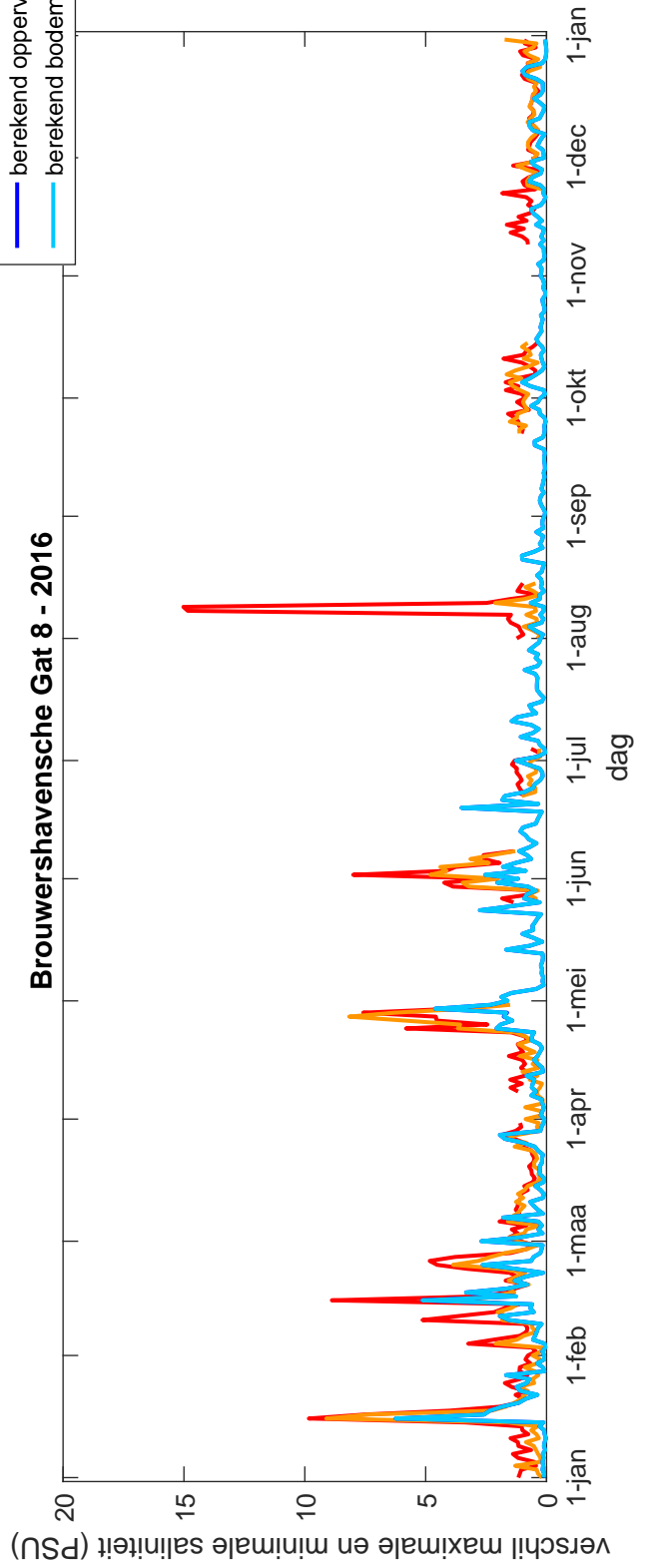
- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

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

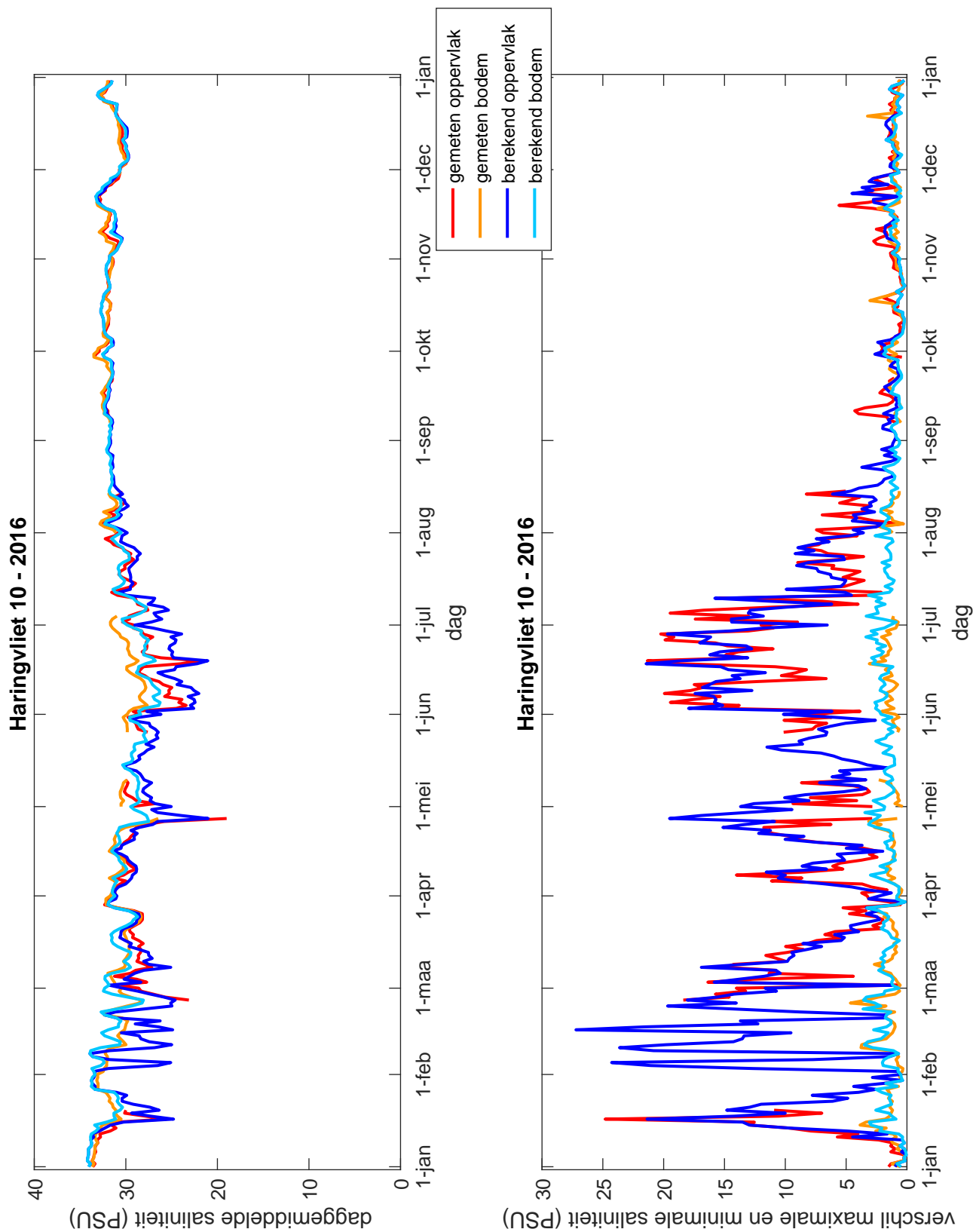
Brouwershavensche Gat 8 - 2016



Brouwershavensche Gat 8 - 2016



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



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

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Onze referentie: