

DATARAPPORT PMR-NCV PERCEEL ABIOTIEK

Simulaties 2018 en analyse monitoringsperiode 2004-2018

Wageningen Marine Research/Deltares

31 OKTOBER 2019

Contactpersoon



JEROEN ADEMA
Senior Specialist Flow Modelling

T +31 (0)6 1116 5649

M +31 (0)6 1116 5649

E jeroen.adema@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Inleiding	7
1.2	Leeswijzer	8
2	VALIDATIE MET GEMETEN DATA	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Overzicht modelsimulaties	9
2.3	Overzicht van resultaten in de database	11
2.4	Synoptische beschrijving 2018	12
2.4.1	Lucht- en watertemperatuur	12
2.4.2	Rivierafvoeren en spuidebieten	14
2.4.3	Wind	18
2.4.4	Golven	20
2.5	Validatie	20
2.5.1	Definities van statistische parameters	20
2.5.2	Validatie waterstand	21
2.5.3	Validatie watertemperatuur	21
2.5.4	Validatie saliniteit	23
2.5.5	Dag-analyses waterstand, temperatuur en saliniteit	23
2.6	Conclusies	24
3	ANALYSES RESULTATEN 2004-2018	25
3.1	Inleiding	25
3.2	Aanpak	25
3.3	Spuidebiet Haringvliet	26
3.4	Saliniteit	28
3.5	Watertemperatuur	32
3.6	Wind Hoek van Holland	34
3.7	Bodemschuifspanning	36
3.7.1	T.g.v. stroming	36
3.7.2	T.g.v. golven	41

4	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	45
4.1	Conclusies	45
4.2	Aanbevelingen	45
	REFERENTIES	46

TABELLEN

Tabel 2.1	Ruimtelijke dekking van de verschillende grootheden.	11
Tabel 3.1	Analyse van de daggemiddelde spuidebiet van het Haringvliet voor de periode waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven. De monitoringsperiode zomer 2004 – najaar 2018 is middels de dikke lijn aangegeven.	27
Tabel 3.2	Analyse van de daggemiddelde spuidebiet van het Haringvliet voor de monitoringsperiode. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	28
Tabel 3.3	Analyse van de oppervlaktosaliniteit binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	29
Tabel 3.4	Analyse van de oppervlaktosaliniteit binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	29
Tabel 3.5	Analyse van de oppervlaktosaliniteit binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	30
Tabel 3.6	Analyse van de bodemsaliniteit binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	32
Tabel 3.7	Analyse van de oppervlaktetemperatuur binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	32
Tabel 3.8	Analyse van de bodemtemperatuur binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven	33
Tabel 3.9	Analyse van de windsnelheid in Hoek van Holland voor de periode waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Per jaar en per seizoen zijn het aantal perioden dat de windsnelheid voor minstens 2 uur aaneengesloten boven 13,9 m/s (Bft 7), 17,2 m/s (Bft 8) en 20,8 m/s (Bft 9) is geweest.	34
Tabel 3.10	Analyse van de windsnelheid in Hoek van Holland. Per jaar en per seizoen zijn het aantal perioden dat de windsnelheid voor minstens 2 uur aaneengesloten boven 13,9 m/s (Bft 7), 17,2 m/s (Bft 8) en 20,8 m/s (Bft 9) is geweest.	35
Tabel 3.11	Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven	36
Tabel 3.12	Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven .	37
Tabel 3.13	Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	37
Tabel 3.14	Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven	43
Tabel 3.15	Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.	43

Tabel 3.16 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven. 44

FIGUREN

Figuur 2.1 Overzicht van de rekenroosters: CSM8 (rood), Zuno (blauw), Kustgrof (groen) en Kustzuid (zwart).	10
Figuur 2.2 Datastromen tussen de verschillende modelsimulaties.	11
Figuur 2.3 Omvang van het Natura2000 gebied.	12
Figuur 2.4 Omvang van het gehele rekendomein.	12
Figuur 2.5 Vergelijking van de luchttemperatuur in de Voordelta tussen de maandvariaties over de periode 2004-2017 en de 50-percentielswaarde voor 2018. Ook is de tijdserie (elke 3 uur) voor 2018 weergegeven.	13
Figuur 2.6 Vergelijking van de watertemperatuur in station K13A Platform tussen de maandvariaties over de periode 2004-2017 en de 50-percentielswaarde voor 2018. Ook is de tijdserie (dagelijks) voor 2018 weergegeven.	14
Figuur 2.7 Daggemiddelde spuidebiet Haringvliet in 2018.	15
Figuur 2.8 Boxplots van het daggemiddelde debiet van het Haringvliet voor de jaren 2004 tot en met 2018.	15
Figuur 2.9 Staafdiagram van het gesommeerde spuidebiet door de Haringvlietsluizen voor de jaren 2004 tot en met 2018.	16
Figuur 2.10 Boxplots van de daggemiddelde afvoer van de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2018.	17
Figuur 2.11 Staafdiagram van de gesommeerde afvoer door de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2018.	17
Figuur 2.12 Windrozen Hoek van Holland voor de periode 2004-2017 en 2018.	18
Figuur 2.13 Tijdserie van de wind in Hoek van Holland voor 2018.	19
Figuur 2.14 Schuifstanden van de Oosterscheldekering tijdens de sluiting van 3 januari.	19
Figuur 2.15 Golfrozen Europlatform voor de periode 2004-2017 en 2018.	20
Figuur 3.1 Ligging van de drie deelgebieden Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde.	26
Figuur 3.2 Statistiek debiet Haringvliet uit tabel 3.1 uitgezet tegen statistiek saliniteit uit tabellen 3.3, 3.4 en 3.5 (OS = Oosterschelde, GR = Grevelingen en HV = Haringvliet).	31
Figuur 3.3 Aantallen stormen per jaar. De kolommen geven de data uit tabel 3.9 grafisch weer.	35
Figuur 3.4 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning per gebied en de getijslag in Vlissingen.	38
Figuur 3.5 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Oosterschelde en de maximale wind in Hoek van Holland. Diep is het gebied onder NAP -5 m, ondiep boven NAP -5 m.	39
Figuur 3.6 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Grevelingen en de maximale wind in Hoek van Holland. Diep is het gebied onder NAP -5 m, ondiep boven NAP -5 m.	39
Figuur 3.7 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Haringvlietmond en de maximale wind in Hoek van Holland. Diep is het gebied onder NAP -5 m, ondiep boven NAP -5 m.	40
Figuur 3.8 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Haringvlietmond en de daggemiddelde spuidebiet Haringvliet.	41
Figuur 3.9 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning per gebied en de wind in Hoek van Holland.	42

BIJLAGEN

BIJLAGE A OVERSCHRIJDINGSTABELLEN WIND HOEK VAN HOLLAND EN GOLVEN EUROPLATFORM	47
BIJLAGE B TABELLEN EN FIGUREN VOOR SIMULATIES JANUARI – DECEMBER 2018	48
BIJLAGE C AANVULLENDE TABELLEN VOOR ANALYSE SIMULATIES 2004 – 2018	49
COLOFON	53

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 aan te tonen dat de compensatiemaatregelen voldoende zijn geweest. Van 2009 tot en met 2015 is de eerste fase uitgevoerd. Deze studie maakt onderdeel uit van de tweede fase, die loopt van 2016 tot en met 2020. Een van de resultaten van de eerste fase is 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 input voor habitatmodellen te leveren. Aan het eind van het project is er nu een overzicht van de variaties en veranderingen in abiotische omgevingscondities in de Voordelta over de gehele monitoringsperiode 2004-2018 beschikbaar gekomen.

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 1 van PMR-NCV is dezelfde aanpak ook voor fase 2 gevolgd.

De abiotische parameters die met 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.

De resultaten van deze studie worden net als de metingen van de andere percelen opgeslagen in een 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 in 2018 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 met behulp van statistische analyses, op een vergelijkbare manier als dit is gedaan voor de eerdere jaren.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd van een aantal analyses die zijn uitgevoerd op de spuidebieten van het Haringvliet, de saliniteit en watertemperatuur, de wind en de bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming en golven over de gehele monitoringsperiode (en langer, indien beschikbaar).

En in hoofdstuk 4 worden tenslotte conclusies getrokken en worden aanbevelingen gedaan op basis van de studie.

2 VALIDATIE MET GEMETEN DATA

2.1 Inleiding

De aanpak van de modelberekeningen is identiek gehouden aan 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 jaren voor 2013, die liepen van juni tot en met mei.

Voor de bodemligging zijn in de eerdere berekeningen de volgende gegevens gebruikt:

- juni 2004 – mei 2010 bodem 2004
- juni 2010 – december 2014 bodem 2010
- januari 2015 – december 2016 bodem 2015
- januari 2017 – december 2018 bodem 2017

Tussen februari 2009 en mei 2013 is ook het opspuiten van MV2 meegenomen. Voor 2018 is dezelfde bodemligging als in de berekeningen voor 2017 gebruikt, bij gebrek aan nieuwe dieptegegevens in de Voordelta.

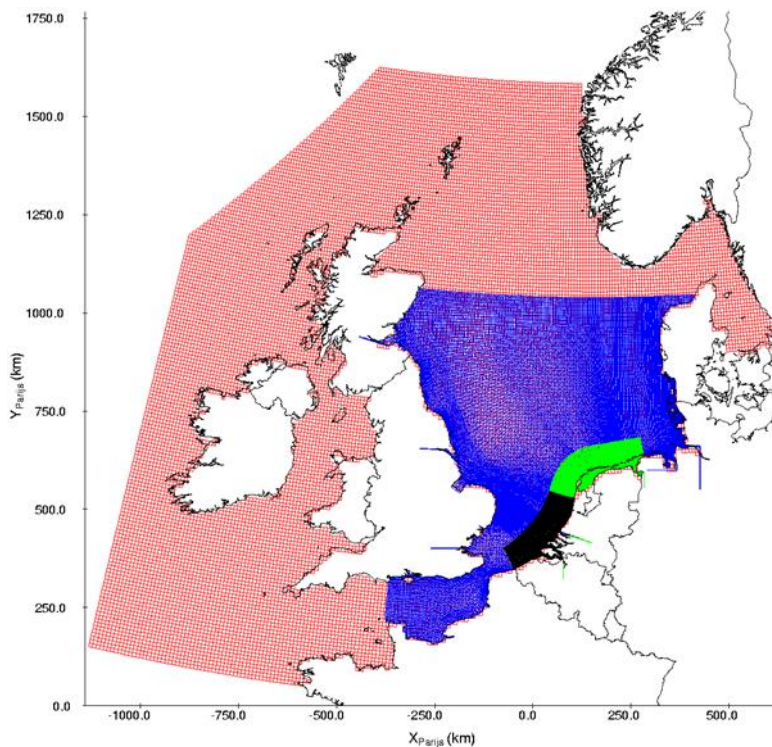
In dit hoofdstuk wordt een beknopt overzicht gegeven van de modelberekeningen en een beschrijving van de omgevingscondities in 2018. Hierbij worden de rivier- en spuidebieten, temperatuur en wind- en golfcondities beschreven en vergeleken met de eerdere jaren van de monitoring. Deze gegevens zijn ook 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), 2015 (Arcadis, 2016b), 2016 (Arcadis, 2018) en 2017 (Arcadis, 2019), 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 Overzicht modelsimulaties

Voor het berekenen van de abiotische parameters in de buitendelta is gebruik gemaakt van een gedeelte van de officiële Modellentrein van Rijkswaterstaat (weergegeven in figuur 2.1):

- CSM8 (Continental Shelf Model 8 kilometer maaswijdte);
- Zuno (Zuidelijk Noordzee model);
- Kustgrof;
- Kustzuid (uitsnede van het zuidelijke deel van Kustfijn).



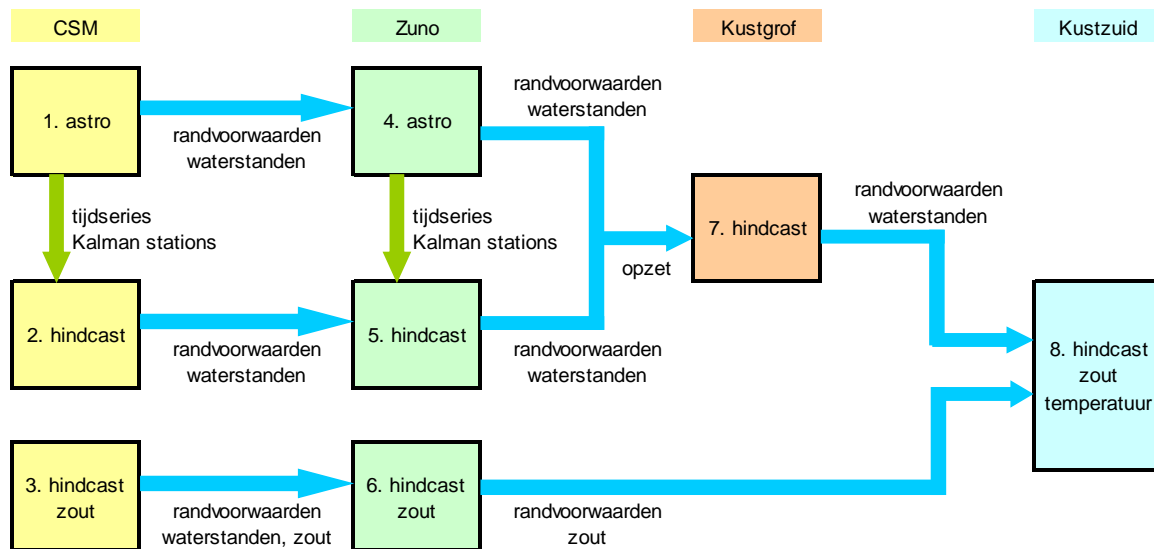
Figuur 2.1 Overzicht van de rekenroosters: CSM8 (rood), Zuno (blauw), Kustgrof (groen) en Kustzuid (zwart).

In verschillende modellen wordt gebruik gemaakt van Kalman-filtering technieken. Een andere term die hier vaak voor wordt gebruikt is data-assimilatie. Bij deze techniek worden kortgezegd metingen gebruikt om modeluitkomsten bij te sturen, waardoor de modelresultaten beter met de werkelijkheid overeenkomen. De informatie op welke manier modelresultaten moeten worden aangepast, is vastgelegd in het zogenaamde Kalman-filter. De locaties waarvan metingen worden gebruikt, worden de Kalman-stations genoemd.

In alle simulaties worden de afvoeren van de grootste rivieren en de afvoeren als gevolg van spuien meegenomen.

Alleen in het Kustzuid model wordt watertemperatuur als proces meegenomen. De randvoorwaarden hiervoor zijn gebaseerd op metingen in K13A Platform.

De modellen en simulaties zijn in figuur 2.2 schematisch weergegeven. De datastromen tussen de verschillende modellen zijn in de figuur met pijlen weergegeven.



Figuur 2.2 Datastromen tussen de verschillende modelsimulaties.

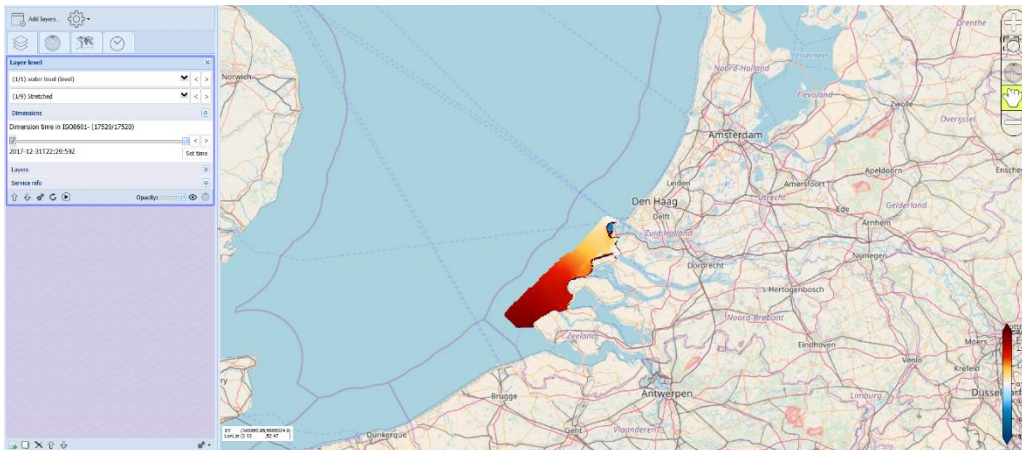
2.3 Overzicht van resultaten in de database

Zowel de Waqua- en SWAN-modelresultaten zijn bij Deltares op een THREDDS server beschikbaar, (<http://pmr-geoserver.deltares.nl/thredds/catalog/PMR-NCV/abiotiek/catalog.html>). De gegevens zijn per jaar gegroepeerd in mappen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de gegevens en de ruimtelijke dekking. De omvang van het Natura2000 gebied en het rekendomein zijn in figuren 2.3 en 2.4 weergegeven.

Tabel 2.1 Ruimtelijke dekking van de verschillende grootheden.

Grootheid	Gebiedsdekking op het halve uur	Gebiedsdekking op het hele uur
Waterstand	Natura2000	rekendomein
Stroomsnelheid	Natura2000	rekendomein
Watertemperatuur	Natura2000	rekendomein
Saliniteit	Natura2000	rekendomein
Golfhoogte	-	rekendomein
Golfrichting	-	rekendomein
Golfperiode	-	rekendomein
Bodemschuifspanning stroming	Natura2000	rekendomein
Bodemschuifspanning golven	-	rekendomein

De stroomsnelheid, watertemperatuur en saliniteit zijn per rekenlaag (10 lagen van elk 10% van de waterdiepte, zogenaamde sigma-lagen) beschikbaar. Omdat de SWAN-berekeningen alleen op het hele uur zijn uitgevoerd, zijn er geen golfgegevens beschikbaar op het halve uur. De stroomsnelheden nabij de bodem en de golfparameters zijn gebruikt om bodemschuifspanningen te bepalen. Zie voor een beschrijving (Arcadis, 2015).



Figuur 2.3 Omvang van het Natura2000 gebied.



Figuur 2.4 Omvang van het gehele rekendomein.

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.

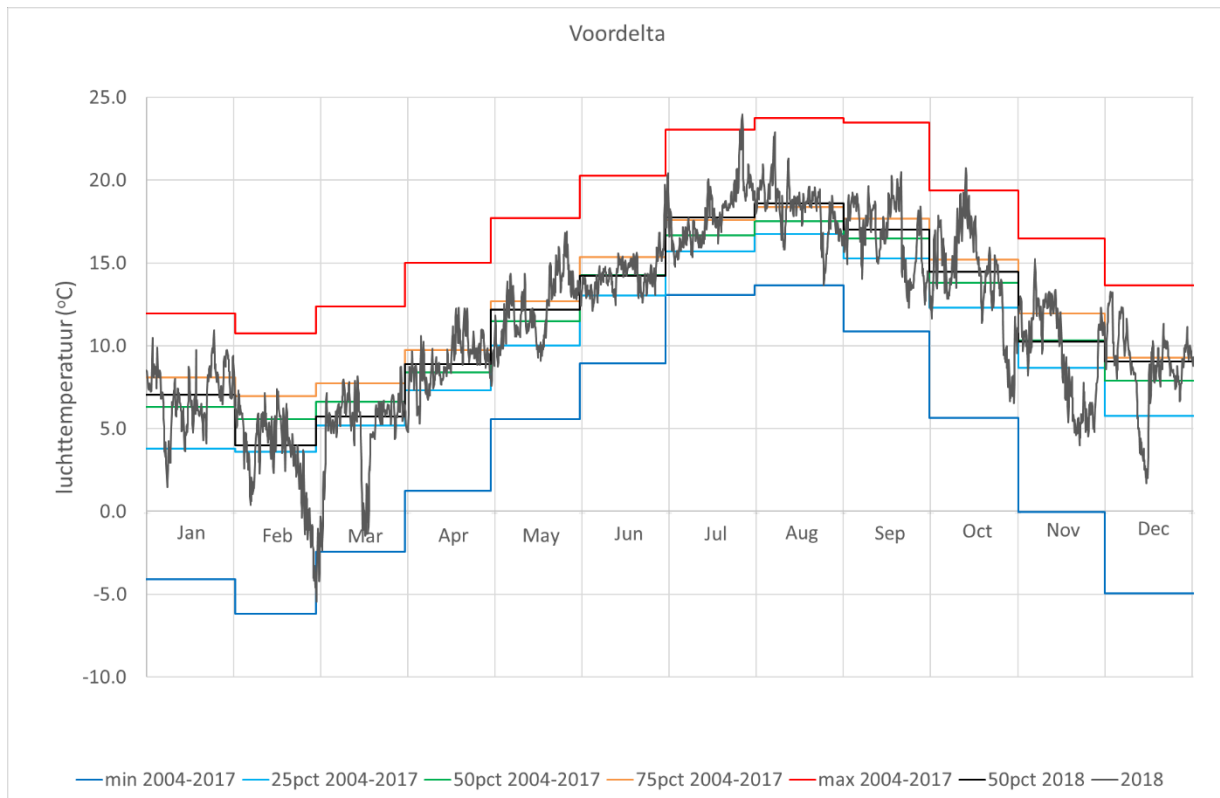
2.4 Synoptische beschrijving 2018

2018 begon relatief koel, met 6 maanden waarin de watertemperatuur relatief koud was. De tweede helft van het jaar was daarentegen relatief warm. Over het gehele jaar waren de spuidebieten van het Haringvliet niet extreem hoog of laag, maar opvallend was de droogte in de tweede helft van het jaar. Ook begon het jaar in januari direct met twee heftige stormperiodes. De eerste daarvan zorgde voor een zodanige stormopzet dat de stormvloedkering in de Oosterschelde gesloten moest worden. De vorige keer dat dit het geval was, was op 21 oktober 2014.

2.4.1 Lucht- en watertemperatuur

Voor de analyse van de luchttemperatuur is de HIRLAM modeluitvoer van het KNMI ruimtelijk gemiddeld over de Voordelta. Voor de watertemperatuur zijn de metingen bij K13A Platform, zoals beschikbaar op WaterInfo (<https://waterinfo.rws.nl/>) geanalyseerd. Beide worden gebruikt in de aansturing van het temperatuurmodel in het 3D Kustzuid model, naast bewolgingsgraad en relatieve luchtvochtigheid, eveneens uit HIRLAM.

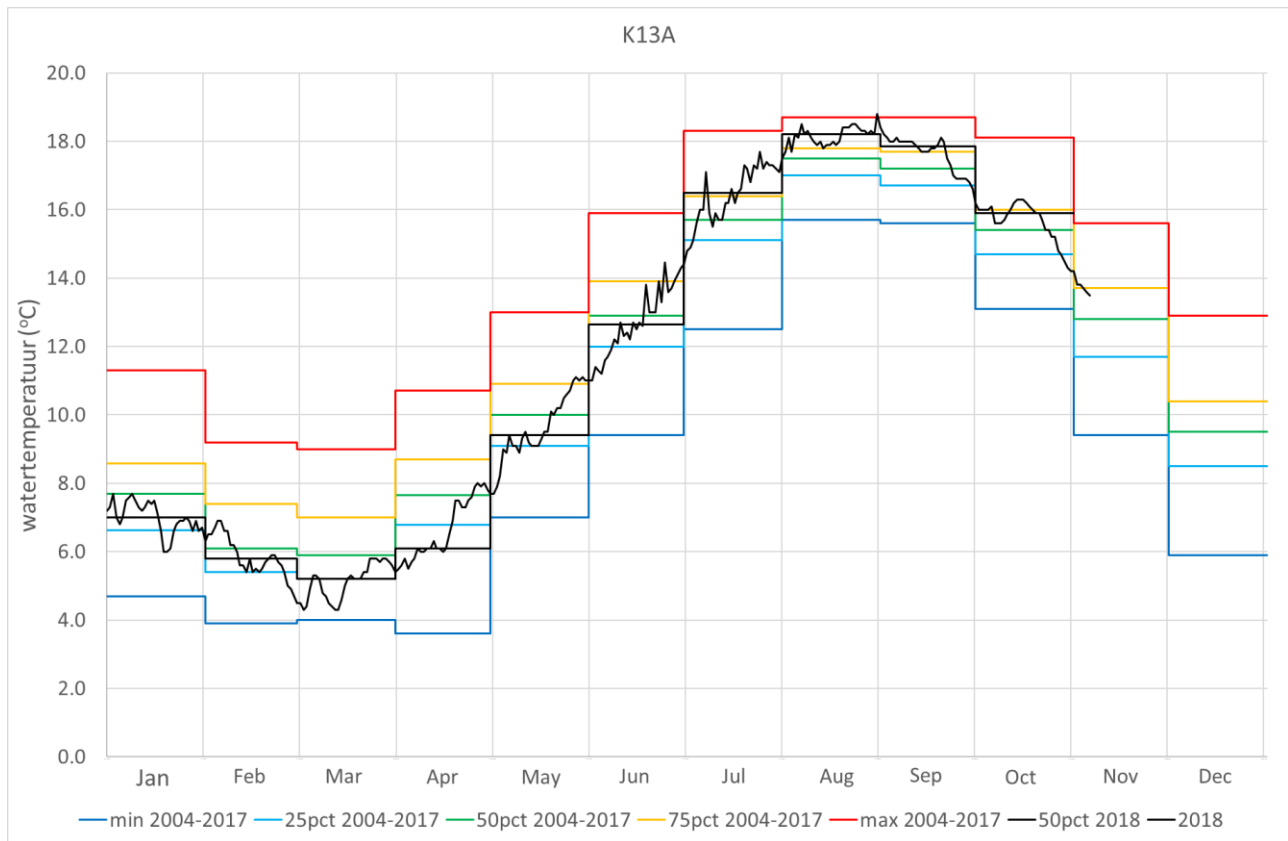
In figuur 2.5 zijn de luchttemperaturen over 2018 vergeleken met de variaties over de monitoringsperiode van 2004 tot en met 2017.



Figuur 2.5 Vergelijking van de luchttemperatuur in de Voordelta tussen de maandvariaties over de periode 2004-2017 en de 50-percentielwaarde voor 2018. Ook is de tijdserie (elke 3 uur) voor 2018 weergegeven.

Wat opvalt is dat de maandgemiddelde luchttemperatuur bijna het gehele jaar tussen de 50-percentiel en 75-percentiel waarden over de eerdere jaren ligt, met uitzondering van juli en augustus, waarbij de maandgemiddelde temperatuur net iets boven de 75-percentiel waarde is uitgekomen, en februari en maart die richting de 25-percentiel lagen. Eind februari en halverwege maart zijn twee koude perioden voorgekomen met temperaturen onder 0 °C, terwijl op 27 juli een hogere temperatuur is voorgekomen dan in de voorafgaande jaren, namelijk 24,0 °C. Dit was tegelijk ook hoger dan de maximale waarde die in augustus is voorgekomen, namelijk 23,8 °C. Ook oktober laat een warme periode zien waarin de maximale temperatuur 1,3 °C hoger is uitgekomen dan in de eerdere jaren.

De vergelijking voor de watertemperaturen in K13A zijn in figuur 2.6 weergegeven. De metingen zijn tot en met 6 november beschikbaar.

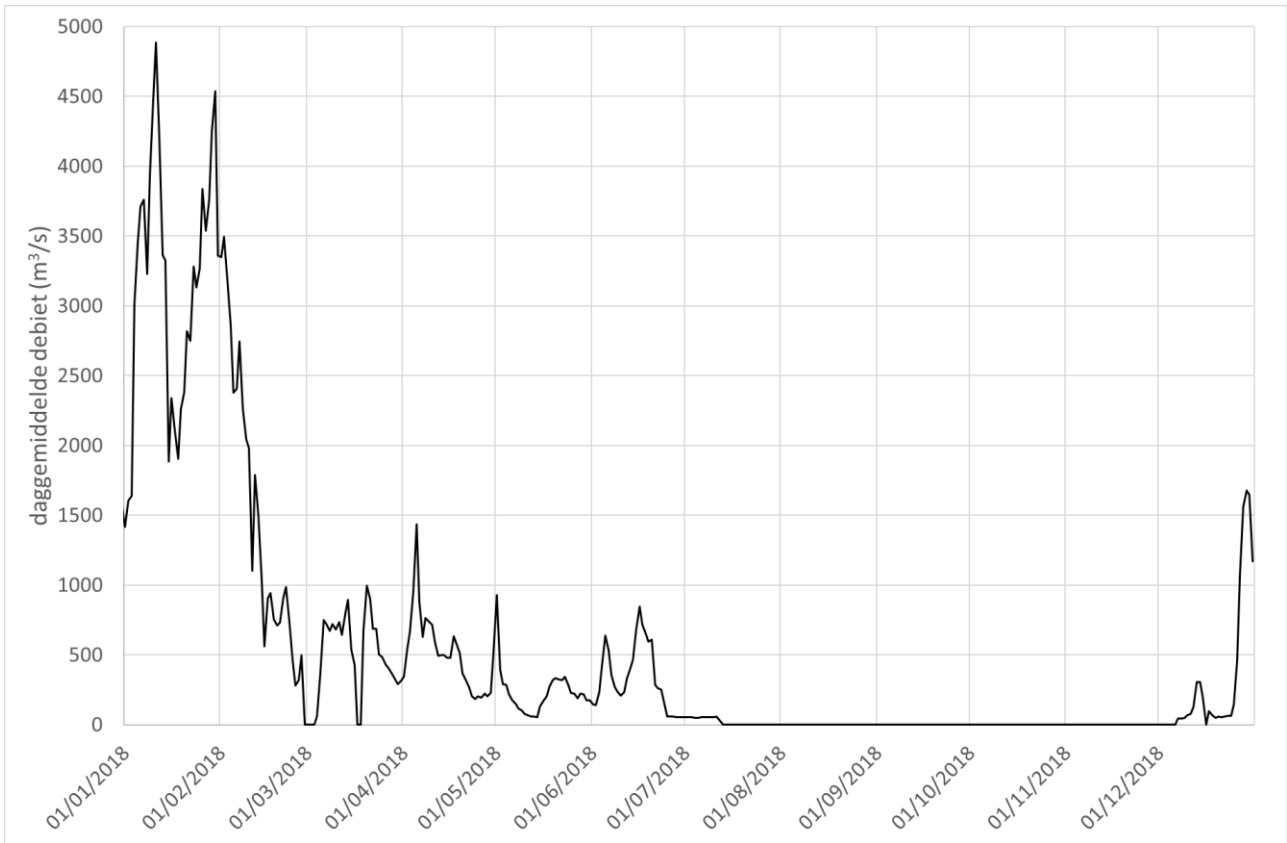


Figuur 2.6 Vergelijking van de watertemperatuur in station K13A Platform tussen de maandvariëaties over de periode 2004-2017 en de 50-percentielswaarde voor 2018. Ook is de tijdserie (dagelijks) voor 2018 weergegeven.

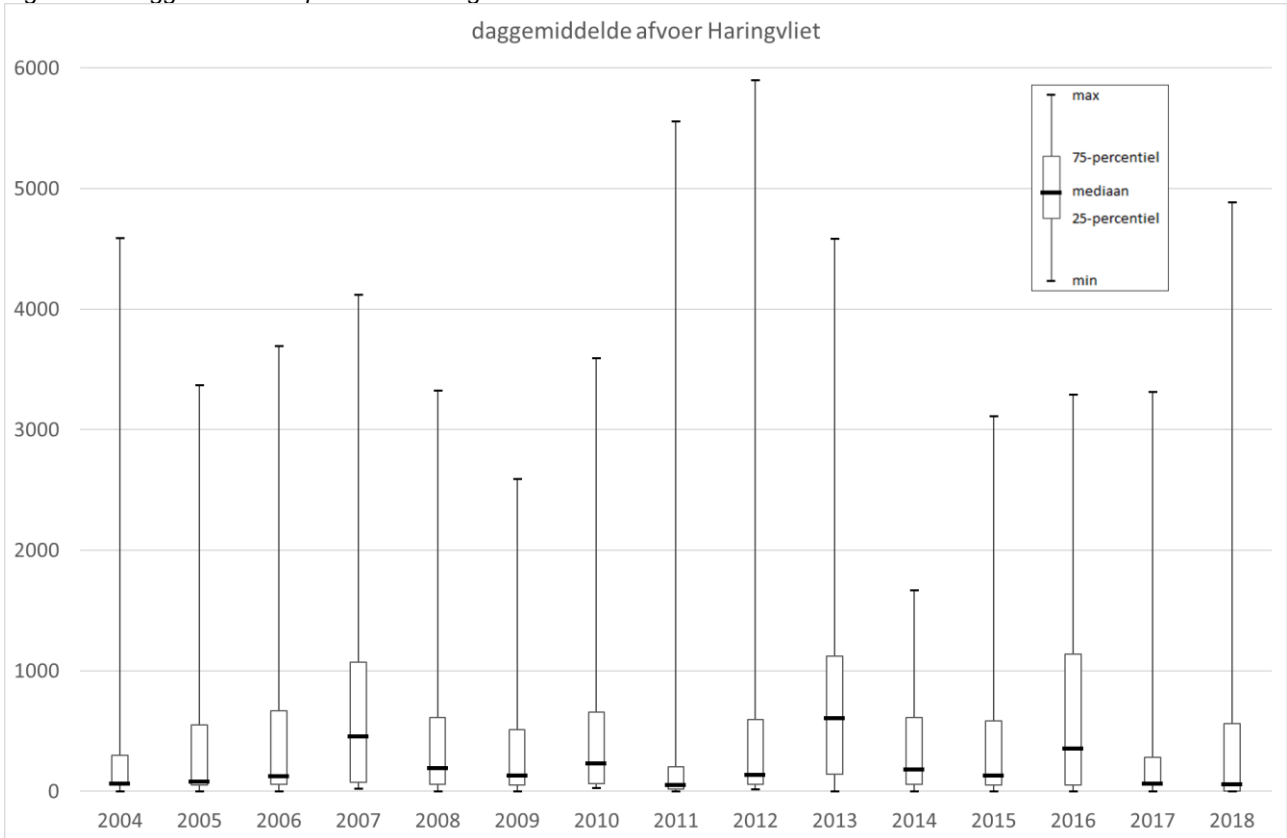
In tegenstelling tot de luchttemperatuur is de maandgemiddelde watertemperatuur van januari tot juni lager dan de 50-percentiel over de eerdere jaren, terwijl de juli tot en met oktober daar boven lagen. Op 31 augustus is er een temperatuur van 18,8 °C gemeten, wat 0,1 °C hoger is dan de maximale waarden van augustus en september over de eerdere jaren.

2.4.2 Rivierafvoeren en spuidebieten

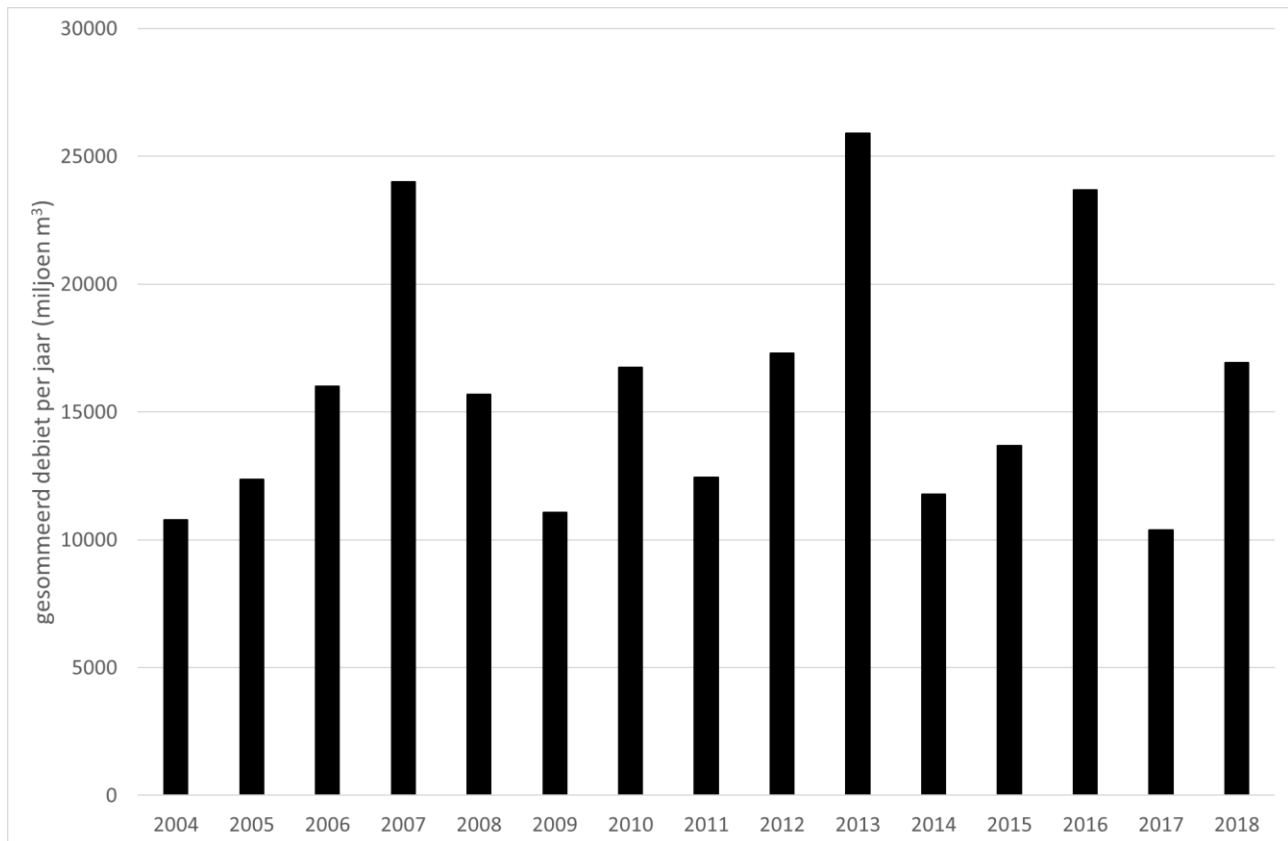
In figuur 2.7, 2.8 en 2.9 zijn respectievelijk het daggemiddelde spuidebiet van de Haringvlietsluizen van 2018 en de boxplot en de jaarsom voor 2018 en de eerder jaren van de monitoringsperiode weergegeven.



Figuur 2.7 Daggemiddelde spuidebiet Haringvliet in 2018.



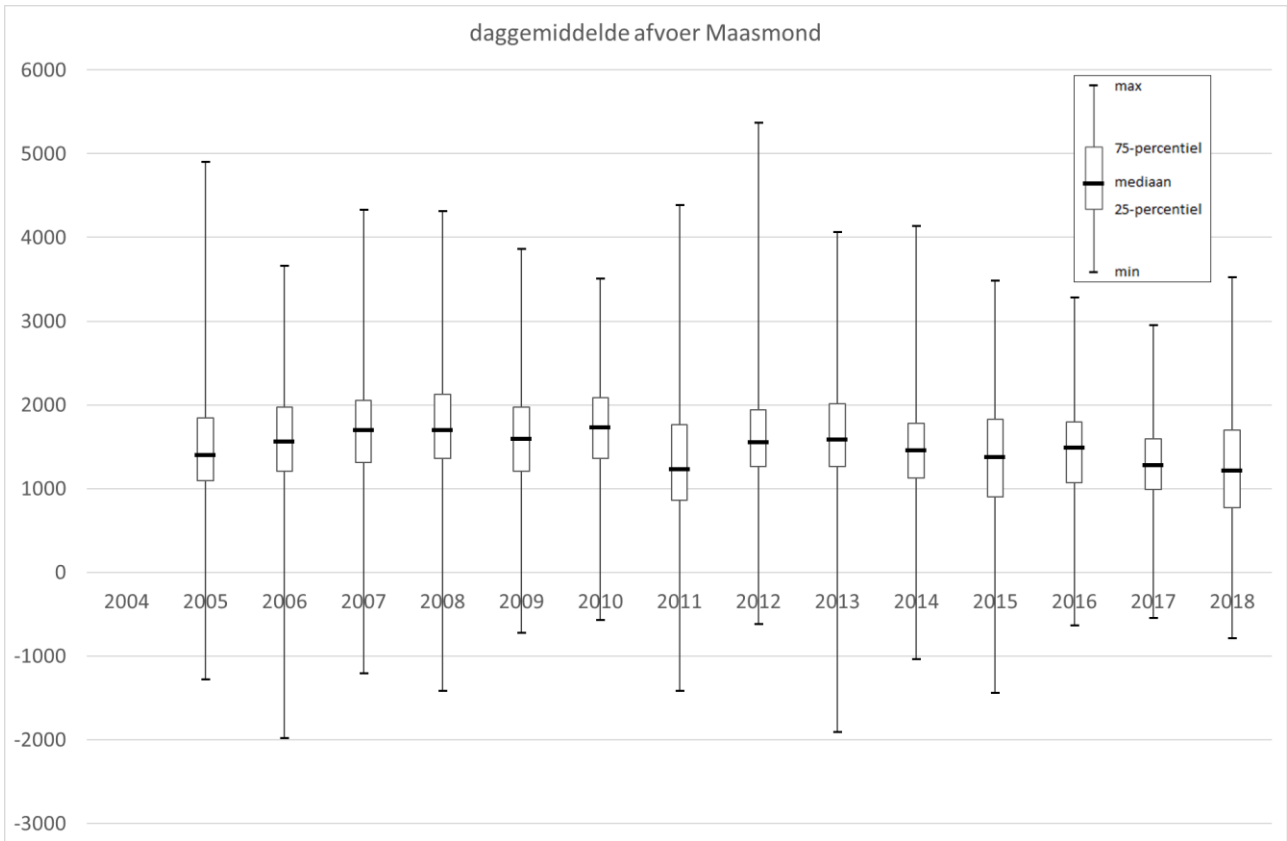
Figuur 2.8 Boxplots van het daggemiddelde debiet van het Haringvliet voor de jaren 2004 tot en met 2018.



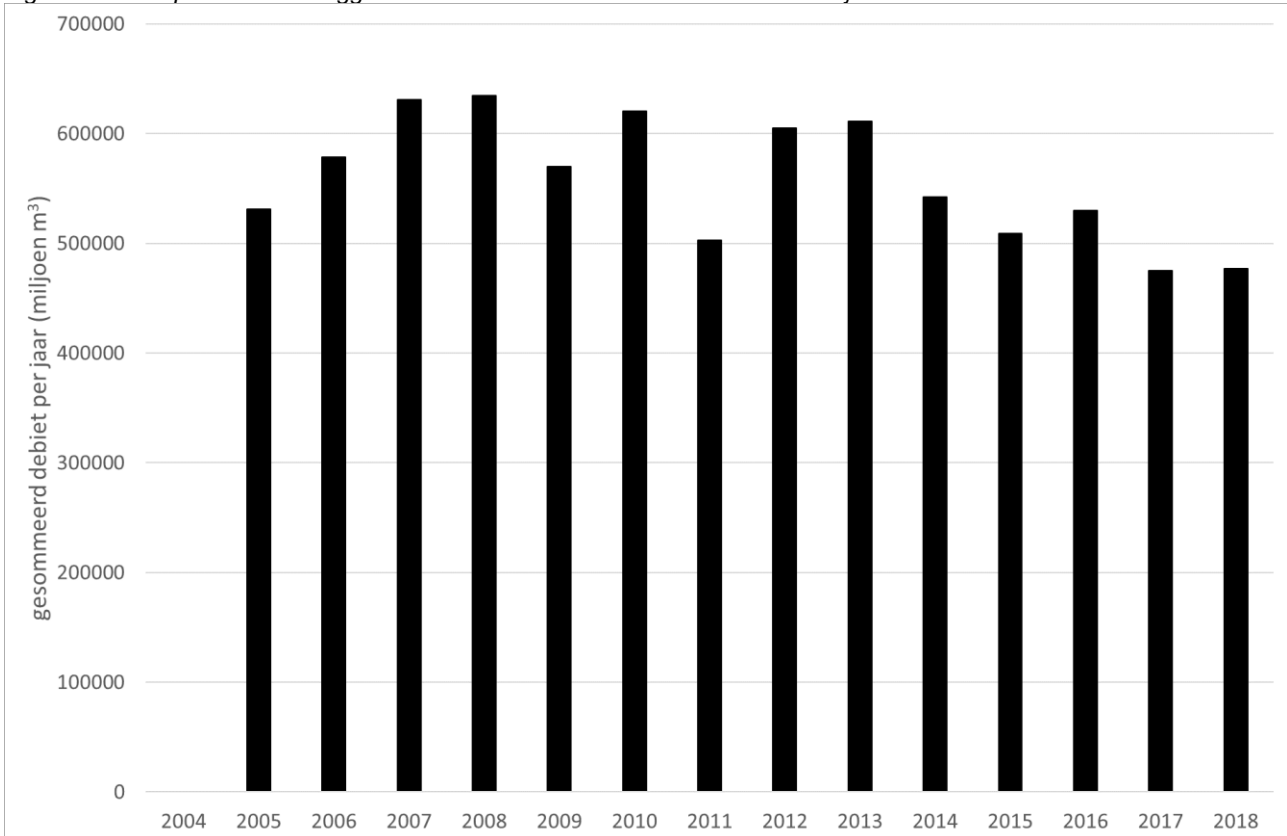
Figuur 2.9 Staafdiagram van het gesommeerde spuidebiet door de Haringvlietsluizen voor de jaren 2004 tot en met 2018.

Over het geheel beschouwd was 2018 niet extreem droog of nat. De piekwaarde van 4887 m³/s op 11 januari was de op twee na hoogste daggemiddelde spuidebiet over de verschillende jaren, maar daartegenover staat de periode van halverwege juli tot begin december waarin de Haringvlietsluizen gesloten zijn gebleven. Deze lange droogteperiode is er ook de oorzaak van geweest dat in 2018 de Haringvlietsluizen niet op een kier zijn gezet om visintrek mogelijk te maken, zoals oorspronkelijk wel de bedoeling was. Uiteindelijk zijn er in december slechts enkele testopeningen uitgevoerd.

Over het gehele jaar genomen is de totale afvoer via de Maasmond laag geweest, zoals in figuren 2.10 en 2.11 is weergegeven. Alleen 2017 kwam wat betreft de jaarsom lager uit, al bedroeg het verschil minder dan 0,4%.



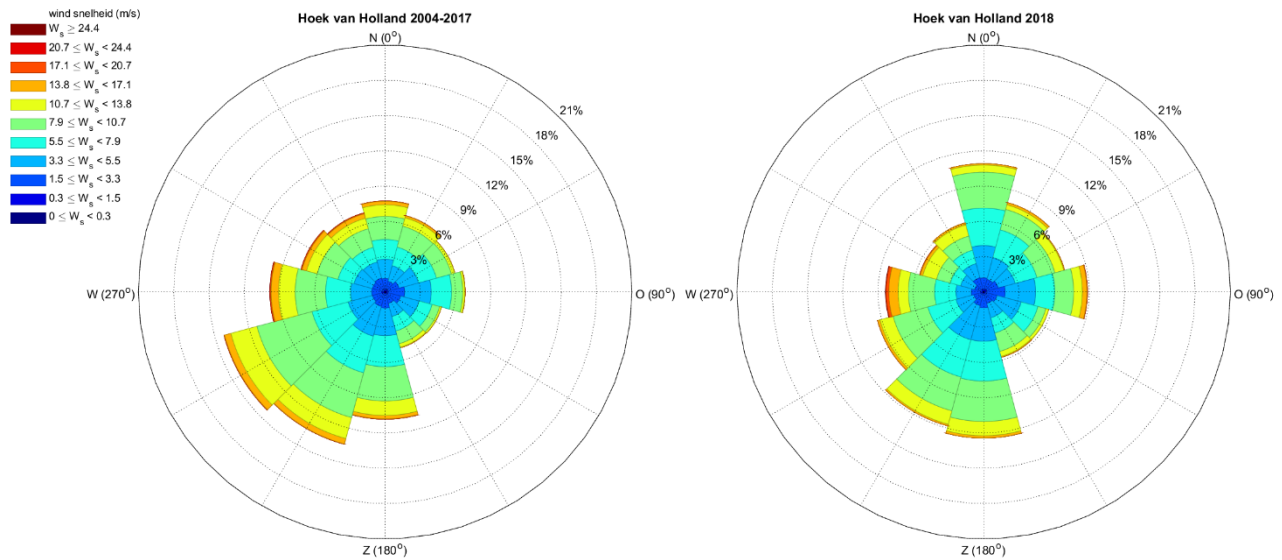
Figuur 2.10 Boxplots van de daggemiddelde afvoer van de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2018.



Figuur 2.11 Staadfidiagram van de gesommeerde afvoer door de Maasmond voor de jaren 2005 tot en met 2018.

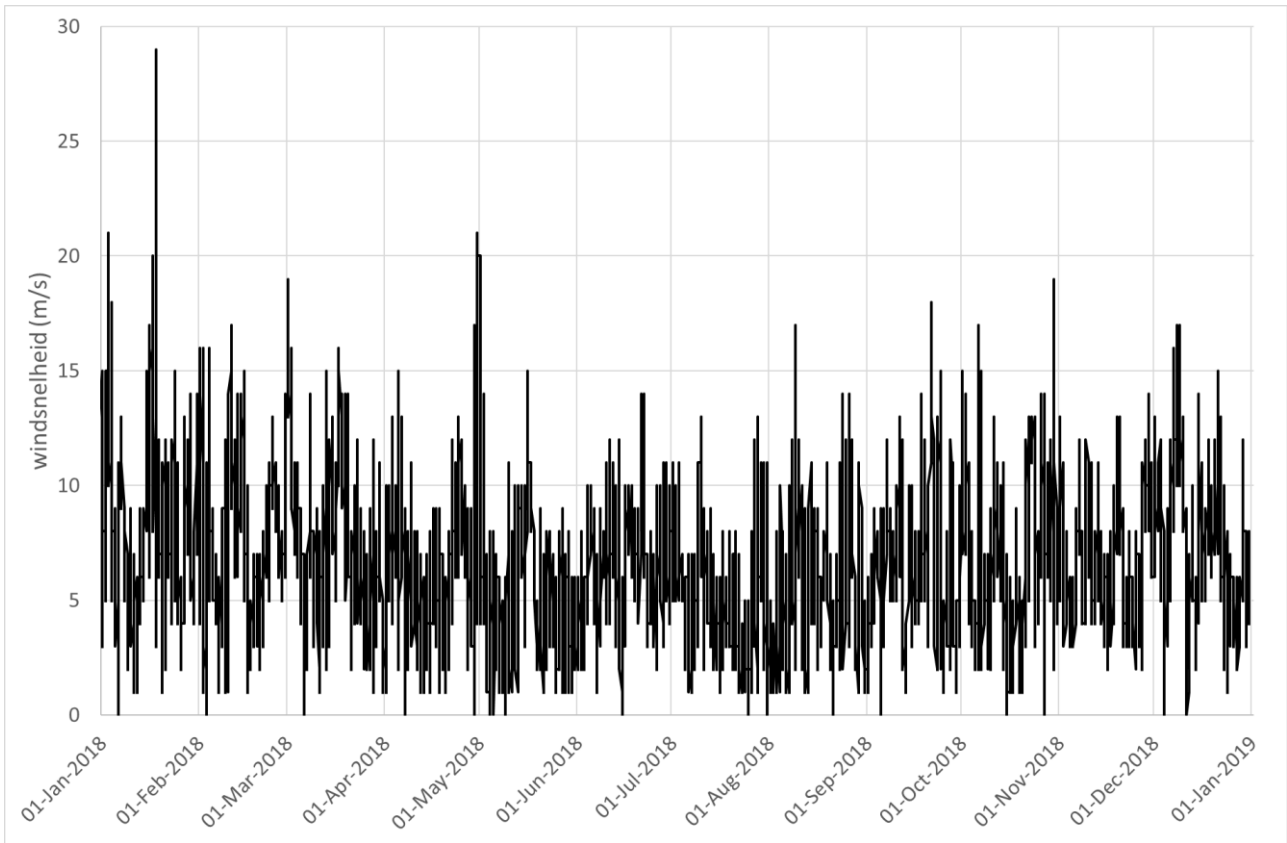
2.4.3 Wind

Figuur 2.12 toont de windroos van 2018 voor Hoek van Holland en de vergelijking met de periode 2004-2017. In bijlage A zijn de resultaten in tabelvorm opgenomen. Opvallend aan 2018 is dat zuidwesten wind minder vaak is voorgekomen, terwijl noordelijke en afromidische winden vaker zijn voorgekomen.

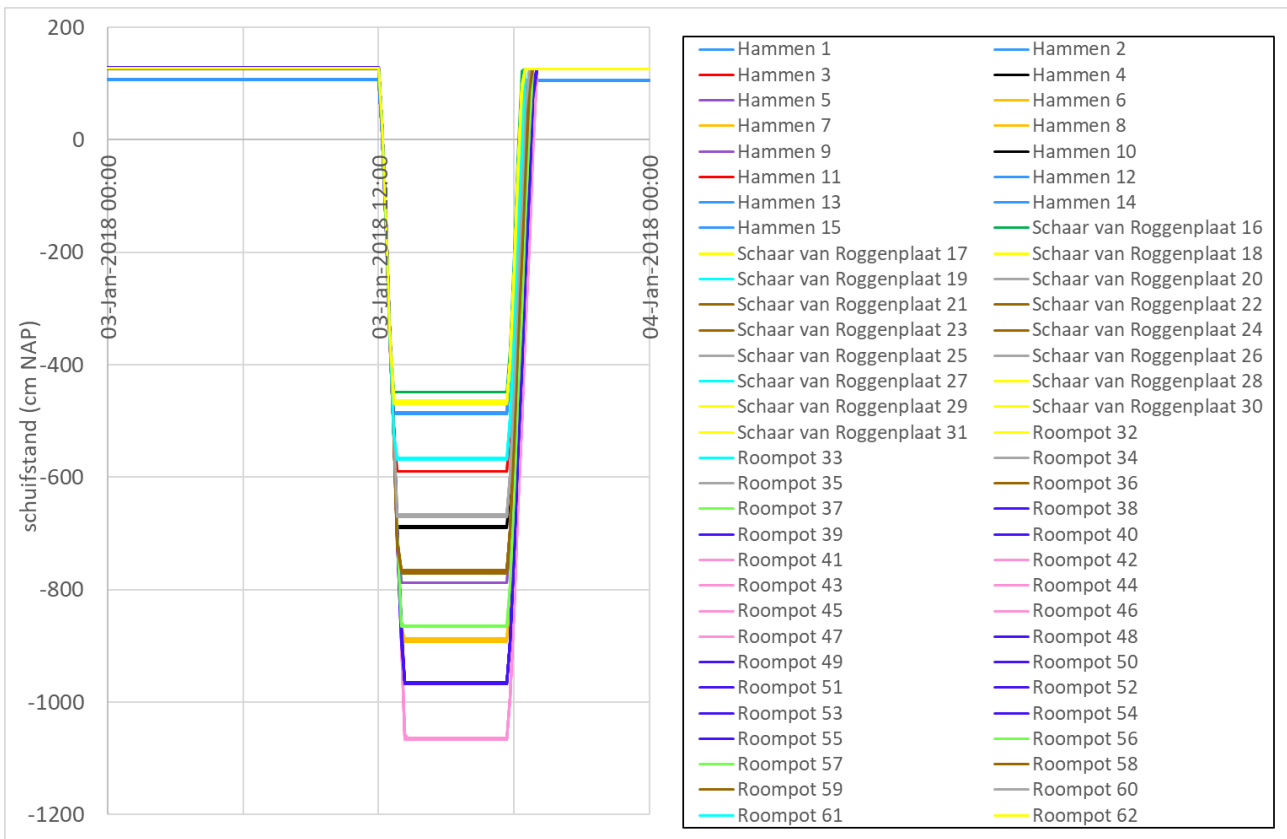


Figuur 2.12 Windrozen Hoek van Holland voor de periode 2004-2017 en 2018.

De tijdserie van de windsnelheid is weergegeven in figuur 2.13. In januari zijn twee stormen voorgekomen, op 3 en 18 januari. Tijdens de tweede storm is een maximale windsnelheid in Hoek van Holland van 29 m/s gemeten, terwijl die bij de eerste storm beperkt bleef tot 21 m/s. Toch zorgde de eerste storm ervoor dat de Stormvloedkering in de Oosterschelde gesloten moest worden (zie figuur 2.14). Bij Vlissingen is uiteindelijk een waterstand van 3,60 m gemeten. Tijdens de tweede storm is de waterstand in Vlissingen niet boven de 3,00 m gekomen.



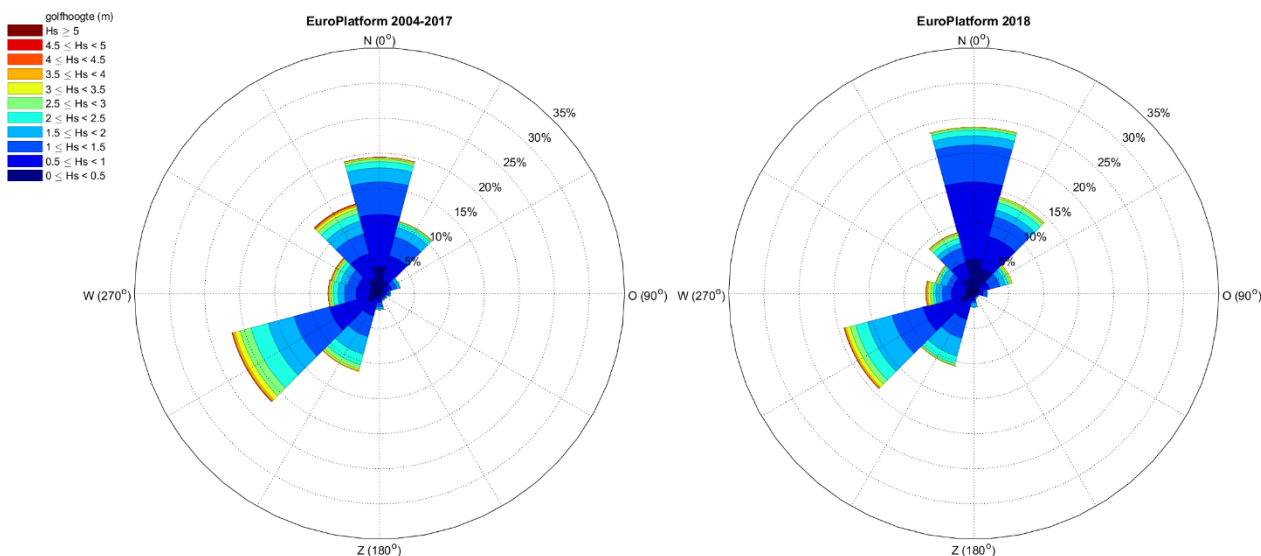
Figuur 2.13 Tijdsree van de wind in Hoek van Holland voor 2018.



Figuur 2.14 Schuifstanden van de Oosterscheldekering tijdens de sluiting van 3 januari.

2.4.4 Golven

De golven in Europlatform fungeren als randvoorwaarde voor de golfberekeningen met SWAN. De golfrozen voor Europlatform zijn weergegeven in figuur 2.15, zowel voor de periode 2004-2017 als voor 2018. In bijlage A zijn ook deze in tabelvorm opgenomen. Doordat de wind in 2018 vaker uit noordelijke richting kwam, is dat ook voor de golven het geval.



Figuur 2.15 Golfrozen Europlatform voor de periode 2004-2017 en 2018.

2.5 Validatie

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

2.5.1 Definities van statistische parameters

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

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

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

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.

2.5.2 Validatie waterstand

Van Waterinfo zijn 10-minuten waarden voor de waterstanden gehaald voor de stations:

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

De gegevens voor alle meetstations zijn compleet.

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, enzovoorts¹. De BIAS ligt in de orde van $5 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$, over het algemeen het grootst in station Roompot Buiten. De $RMSE_0$ ligt in de orde van $13 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$, met de grootste waarden voor station Vlissingen. De resultaten zijn consistent met die van de eerdere jaren.

2.5.3 Validatie watertemperatuur

Voor de validatie van de temperatuur is als eerste gekeken naar een aantal stations waarvoor metingen aan het oppervlakte beschikbaar zijn. Via Waterinfo zijn 10-minuten-tijdseries beschikbaar, maar om de analyse gelijk te houden aan die in eerdere jaren, zijn alleen de gegevens op 12 uur 's middags in de analyse meegenomen, gelijk aan de gegevens die in de eerdere jaren via Waterbase beschikbaar waren.

Het betreft de stations:

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

Voor Hoek van Holland ontbreekt de periode 13 tot en met 25 juli (13 dagen), voor de andere stations zijn losstaande ontbrekende gegevens om 12 uur aangevuld op basis van de 10-minuten tijdserie, waarbij de metingen 10 of 20 minuten ervoor of erna zijn beschouwd. Omdat de variatie van de temperatuur tussen deze metingen veelal beperkt is tot minder dan $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$, lijkt deze methode acceptabel. Hiermee konden de andere tijdseries dekkend worden gemaakt.

¹ 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 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 (<https://waterberichtgeving.rws.nl/water-en-weer/dataleveringen/ophalen-opgetreden-data>). Deze zijn beschikbaar elke 10 minuten, nabij de oppervlakte en bij de bodem. Hierin zijn door HMCZ de onjuiste meetwaarden verwijderd, die veroorzaakt worden door bijvoorbeeld aangroei op de sensoren. In de data zijn geen perioden zichtbaar waarin dit lijkt op te treden. 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 14,9% (bodemtemperatuur Vlake van de Raan) tot 55,7% (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

Tussen begin maart en half augustus, wanneer de Voordelta opwarmt, liggen de temperaturen in het model circa 2 graden onder de metingen, terwijl daarvoor en erna de resultaten van het model goed overeenkomen met de metingen. In (Arcadis, 2015) is dit toegeschreven aan het temperatuurverschil tussen K13A Platform (station dat als randvoorwaarde voor het model wordt gebruikt) en Europlatform (wat dichterbij de modelrand ligt). Om consistent te blijven met de eerdere jaren is de aansturing van het temperatuurmodel gelijk gehouden.

2.5.4 Validatie saliniteit

Voor de saliniteit zijn dezelfde stations vanuit het Zege-meetnet genomen als die zijn gebruikt voor de watertemperatuur. De hoeveelheid ontbrekende data is vergelijkbaar als die voor de temperatuur.

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

- Tabel B.6: Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Vlakte 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 Vlakte 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 liggen voor 2018 globaal op hetzelfde niveau als die voor de eerdere jaren van de monitoring.

2.5.5 Dag-analyses waterstand, temperatuur en saliniteit

De laatste serie figuren in bijlage B tonen de zogenaamde “dag-analyses” waarin gemeten en berekende 'daggemiddelden' en 'dagelijkse variaties' van de verschillende grootheden (waterstand, temperatuur en saliniteit) waarvoor elke 10 minuten metingen beschikbaar zijn, worden vergeleken. Deze zijn vooral nuttig, omdat ze in één oogopslag laten zien of er systematische afwijkingen zijn in het gemiddelde niveau en of de dagelijkse variatie goed wordt gemodelleerd. Tevens worden perioden waarin de saliniteit of temperatuur door bijvoorbeeld aangroei op de sensoren 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 Vlakte 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 Vlakte van de Raan, Oosterschelde 4, Brouwershavensche Gat 2, Brouwershavensche Gat 8 en Haringvliet 10

Deze serie figuren bevestigen het beeld dat het model in staat is om dagelijkse variaties en daggemiddelde waarden van waterstand, temperatuur en saliniteit nauwkeurig te berekenen. De verschillen die in de eerdere jaren ook optraden, zoals de onderschatting van de temperatuur in het voorjaar en de zomer (Arcadis, 2015), zijn nu ook weer herkenbaar.

De dagelijkse variaties in watertemperatuur bij de Vlakte van de Raan tussen half april en half augustus worden in de berekeningen met ongeveer een factor 2 overschat (fig. B.58). De rest van het jaar is de overeenkomst beter.

Bij de saliniteit valt een duidelijke piek in de metingen bij Oosterschelde 4 rond 1 maart op. Aangezien geen van de andere stations een dergelijke piek laat zien en de afvoer vanuit het Haringvliet in die periode minimaal was (zie figuur 2.7), lijkt dit eerder een meetfout. Ook de variaties begin augustus en begin september zijn gezien het feit dat de Haringvlietsluizen dan dicht zijn, niet te verklaren doordat zoet water ver zuidelijk doordringt.

2.6 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 te verwachten.

3 ANALYSES RESULTATEN 2004-2018

3.1 Inleiding

Tussen 2009 en 2019, gedurende de looptijd van het PMR-NCV project, is er een database opgebouwd van de abiotische condities in de Zeeuwse Voordelta over de periode juni 2004 tot en met december 2018. De verschillende parameters zijn in meerdere of mindere mate relevant voor de biotiek en gebruikersfuncties in het gebied. De afronding van deze fase van het project is gekozen om een seizoen-analyse te maken van een aantal parameters, te weten:

- Debiet Haringvlietsluizen: de lozingsdebieten van het Haringvliet variëren sterk van jaar tot jaar en van seizoen tot seizoen.
- Saliniteit: vooral in de Haringvlietmonding is er een grote fluctuatie in saliniteit zichtbaar, als een direct gevolg van de hoeveelheid zoet water die gespuid wordt door de Haringvlietsluizen. Verder weg zijn de variaties veel kleiner.
- Watertemperatuur: de watertemperatuur wordt slechts in beperkte mate beïnvloed door de verschillende lozingen in de Voordelta. De belangrijkste factor is de opwarming van de Noordzee als gevolg van de luchttemperatuur en de zonne-instraling.
- Stormen Hoek van Holland: vooral in het najaar en winter, maar incidenteel ook in de zomer trekken er lage drukgebieden over de Noordzee naar Nederland die kunnen zorgen voor zware stormen.
- Bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming en golven: de getijstroming in de geulen en over de platen in de Voordelta beïnvloedt de mate waarin de bodem wordt beroerd. Ook stormen zorgen voor een (extra) stroming en door het opwekken van golven voor een sterkere bodemberoering.

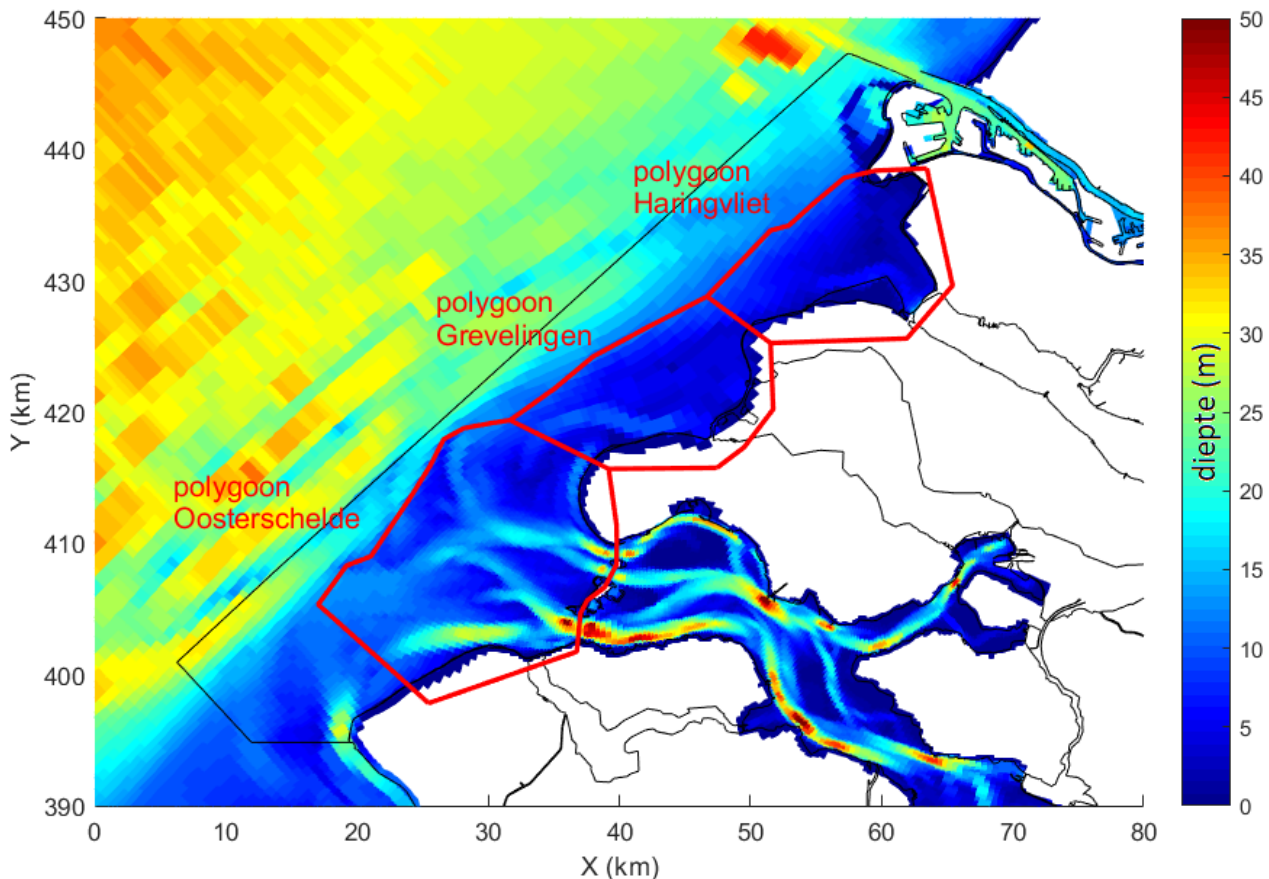
Voor de lozingsdebieten van het Haringvliet en het aantal stormen is geen gebruik gemaakt van modelresultaten, maar van data van respectievelijk RWS en KNMI. Aangezien deze over een langere periode beschikbaar zijn dan die waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd, is de analyse ook over deze langere periode gedaan.

3.2 Aanpak

De analyses zijn uitgevoerd per seizoen, waarbij de meteorologische conventie is aangehouden:

- Winter: maanden december tot en met februari
- Voorjaar: maanden maart tot en met mei
- Zomer: maanden juni tot en met augustus
- Najaar: maanden september tot en met november

Voor de ruimtelijke informatie (saliniteit, watertemperatuur en beide bodemschuifspanningen) is het ruimtelijk gemiddelde bepaald binnen drie gebieden, die het noordelijke, het centrale en het zuidelijke deel van de Voordelta bedekken. In figuur 3.1 zijn de verschillende gebieden weergegeven.



Figuur 3.1 Ligging van de drie deelgebieden Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde.

Het noordelijke gebied omvat de Haringvlietmonding. In het noorden wordt deze begrensd ter hoogte van Maasvlakte2. Het middelste gebied ligt ter hoogte van het Grevelingenmeer. Het zuidelijke gebied omvat het gebied ter hoogte van de Oosterschelde. De zeewaartse begrenzing ligt ongeveer ter hoogte van de 10 m dieptecontour. De tijdseries die op deze wijze zijn bepaald, zijn vervolgens per seizoen geanalyseerd om een 5-percentiel, een gemiddelde en een 95-percentiel waarde te krijgen.

Ook van de daggemiddelde spuidebieten is een 5-percentiel, een gemiddelde en een 95-percentiel waarde bepaald. Voor de windsnelheid bij Hoek van Holland is het aantal events bepaald waarbij een gegeven windsnelheid is overschreden. Voor de grenswaarden zijn 13,9 m/s, 17,2 m/s en 20,8 m/s aangehouden, de ondergrens van respectievelijk Beaufort 7, Beaufort 8 en Beaufort 9. Een overschrijding is als een event geteld als de windsnelheid drie opeenvolgende tijdstappen (van een uur) boven de grenswaarde is uitgekomen.

3.3 Spuidebiet Haringvliet

In tabel 3.1 zijn per jaar en per seizoen de 5-percentiel, het gemiddelde en de 95-percentiel waarden van het daggemiddelde spuidebiet weergegeven. Per kolom is met verschillende kleuren een verdeling aangebracht van klein (blauw) naar groot (rood). Daartussen is een geleidelijke schaal aangebracht met de mediane waarde wit. Op deze manier is direct te zien in welk jaar een bepaald seizoen bovengemiddeld droog of nat is geweest.

Tabel 3.1 Analyse van de daggemiddelde spuidebiet van het Haringvliet voor de periode waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven. De monitoringsperiode zomer 2004 – najaar 2018 is middels de dikke lijn aangegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar			gehele jaar		
	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct
1972	10.0	93.0	345.0	10.0	210.3	855.0	60.0	160.8	380.0	10.0	358.7	2425.0	10.0	205.6	855.0
1973	10.0	363.4	1170.0	60.0	430.3	990.0	30.0	220.1	705.0	10.0	150.8	595.0	10.0	291.1	990.0
1974	183.8	980.9	1950.0	60.0	262.3	1505.0	55.0	215.6	565.0	60.0	916.4	2750.0	60.0	590.8	1950.0
1975	510.0	2097.7	3670.0	115.0	697.1	1735.0	60.0	425.7	1120.0	10.0	146.2	580.0	10.0	836.7	3080.0
1976	15.0	507.2	1185.0	10.0	41.0	60.0	10.0	65.4	305.0	10.0	39.5	160.0	10.0	162.7	860.0
1977	60.0	1276.7	3519.0	345.0	860.5	1320.0	60.0	304.7	725.0	10.0	415.4	1830.0	10.0	712.0	3220.0
1978	200.0	916.9	1710.0	370.0	1577.0	3240.0	85.0	774.1	1410.0	10.0	54.5	250.0	10.0	832.3	2525.0
1979	10.0	1183.7	3175.0	765.0	1708.5	3895.0	60.0	298.8	930.0	10.0	210.3	1325.0	10.0	850.2	2920.0
1980	170.0	1759.1	4805.0	60.0	499.7	1750.0	105.0	1359.8	3925.0	50.0	205.7	635.0	60.0	955.9	3600.0
1981	290.0	1718.8	2665.0	85.0	1324.5	4220.0	84.8	564.7	1415.0	55.0	1204.4	2940.0	60.0	1200.2	2775.0
1982	1205.0	2836.8	4470.0	230.0	874.1	1530.0	65.0	509.6	1250.0	60.0	558.7	1955.0	60.0	1187.6	3800.0
1983	450.0	2102.3	3735.0	920.0	2384.3	4590.0	60.0	824.8	3170.0	10.0	109.6	490.0	20.0	1354.6	3735.0
1984	35.0	1572.7	4510.0	20.0	543.0	1480.0	60.0	578.6	2915.0	222.5	1155.9	2625.0	60.0	960.4	2915.0
1985	10.0	930.8	2285.0	215.0	943.4	1725.0	65.0	632.3	1465.0	10.0	48.4	265.0	10.0	638.7	1741.0
1986	20.0	876.8	3668.2	0.0	1481.8	3205.2	0.0	719.4	2094.2	0.0	424.5	1346.0	0.0	876.8	3079.0
1987	0.0	1000.1	4463.8	492.2	1452.6	3606.4	297.3	1645.2	3419.7	49.7	564.7	1952.2	0.0	1168.2	3430.0
1988	97.6	1609.8	3532.6	555.0	2148.1	5549.5	48.8	366.3	856.5	42.6	198.9	684.5	48.8	1081.8	4085.7
1989	44.6	1038.2	3290.5	77.8	1027.5	2347.2	48.9	67.7	148.6	39.1	54.1	65.3	45.3	545.5	2453.7
1990	43.2	999.3	3793.0	52.1	558.0	3435.1	23.5	205.8	767.8	0.0	278.5	1665.1	0.0	508.4	2849.4
1991	15.1	1104.5	4347.3	50.0	131.7	412.7	2.7	171.8	756.5	0.0	94.5	432.0	0.0	372.4	2379.0
1992	0.0	525.5	2660.0	54.5	640.4	2124.0	47.8	165.2	620.6	10.4	543.9	2828.1	10.5	468.4	2481.0
1993	53.1	1309.5	3389.5	51.1	63.7	102.5	50.2	154.2	511.5	51.9	379.3	1230.4	51.0	472.4	2469.9
1994	53.7	2683.7	6192.4	444.8	1414.6	2788.2	49.1	408.2	1287.9	43.5	174.7	647.2	48.2	1164.7	4815.9
1995	53.2	2381.6	7348.6	668.8	1730.9	3409.3	52.0	669.7	1981.2	38.0	256.8	708.0	49.2	1256.3	3844.2
1996	0.0	292.5	1548.5	0.0	61.9	248.9	38.2	207.1	893.0	0.0	343.7	1532.0	0.0	225.8	1195.8
1997	0.0	736.3	2421.0	54.6	553.8	2982.4	50.0	432.3	1010.1	0.0	34.0	63.0	0.0	438.6	1887.2
1998	0.0	607.8	2120.4	51.6	472.3	1235.3	0.0	73.2	324.9	52.0	1423.5	4630.0	0.0	642.3	2681.6
1999	255.4	1325.4	3813.9	558.5	1795.9	4013.8	19.0	625.0	1577.4	3.5	74.5	341.0	17.0	955.6	2738.6
2000	21.0	1749.2	3525.0	317.5	1043.3	3215.5	56.0	429.7	1045.5	56.0	359.5	1066.5	57.0	894.5	3076.3
2001	305.8	1114.2	2922.6	471.4	2035.4	4475.2	52.6	465.9	1085.1	50.0	475.7	1513.5	55.2	1023.8	3168.2
2002	110.5	1686.3	4279.3	166.0	1277.4	4156.9	57.0	357.5	870.0	20.0	1073.0	3507.0	56.0	1095.4	3837.8
2003	177.1	2197.5	5701.4	55.0	439.7	1811.2	0.0	41.7	90.5	0.0	21.2	63.0	0.0	668.5	3298.4
2004	25.5	854.5	3586.0	52.6	195.1	812.5	51.6	139.1	572.7	37.5	144.8	470.5	43.5	332.5	1520.5
2005	51.0	633.9	2533.3	65.9	748.6	1457.0	48.1	130.6	430.4	0.0	85.7	414.0	0.0	399.2	1439.0
2006	0.0	157.5	647.3	97.1	1279.6	3044.3	51.0	284.3	1525.2	47.0	249.4	1003.5	38.6	495.2	2312.4
2007	52.9	850.1	3011.5	54.0	767.2	3378.6	259.5	844.3	2067.1	48.0	191.9	707.0	52.0	663.6	2496.4
2008	53.0	832.1	3018.5	108.4	1219.7	2707.7	54.6	203.4	536.9	45.5	93.7	299.5	50.5	587.9	2199.0
2009	2.3	304.2	1066.4	64.0	719.2	2187.9	52.0	201.3	648.4	0.0	33.4	63.0	0.0	315.3	1150.6
2010	62.5	692.6	2356.6	54.6	525.3	3080.6	96.0	360.5	845.8	45.5	337.7	1583.0	48.0	478.2	1815.0
2011	56.9	1533.8	5110.5	0.0	31.0	62.5	0.0	115.7	210.0	0.0	32.0	62.0	0.0	423.2	2603.8
2012	0.0	1189.9	3750.0	52.0	145.2	380.2	49.6	357.0	999.5	50.5	272.8	1047.5	48.0	489.9	2198.3
2013	191.8	1577.4	4140.5	131.2	747.8	1997.4	50.6	751.7	2458.4	44.0	661.4	2406.0	51.0	931.8	3033.2
2014	66.9	657.3	1447.3	45.7	116.0	408.1	50.0	441.1	1132.8	51.5	232.2	690.5	50.2	360.4	1210.2
2015	55.7	930.3	2657.4	117.6	700.3	1728.0	0.0	140.6	592.4	0.0	47.4	122.0	0.0	453.2	1839.8
2016	33.2	1039.0	2854.5	175.6	800.1	1508.2	57.2	1183.4	2840.2	0.0	57.5	208.3	0.0	771.2	2681.1
2017	0.0	61.7	374.8	48.3	379.1	1484.3	0.0	81.9	266.3	45.3	190.1	864.9	0.0	178.8	869.4
2018	473.9	2153.7	4080.2	30.0	407.8	895.7	0.0	115.6	621.5	0.0	0.0	0.0	0.0	663.0	3278.0

De beste indicatie van een nat of droog seizoen is de waarde voor het gemiddelde en de 95-percentiel. In het algemeen komen de kleuren van beide kolommen ook redelijk met elkaar overeen, wat aangeeft dat op deze manier een redelijk betrouwbaar beeld kan worden verkregen van hoe droog of nat een jaar of seizoen is geweest.

In het algemeen kan worden gesteld dat de monitoringsperiode relatief droog is geweest. Van de jaren 1972-2003 ligt 38% van de waarden voor de 95-percentiel onder de mediane waarde van de gehele periode,

terwijl dat in de laatste 15 jaar 73% is. De hoogste waarde van 3278,0 m³/s (in 2018) neemt de 10^e plaats in over alle jaren. Ook voor de gemiddelde daggemiddelde spuidebieten ligt in de eerste 32 jaar 38% onder de mediane waarde en in de monitoringsperiode 73%. De hoogste waarde van 931,8 m³/s (in 2013) neemt de 13^e plaats in.

Op dezelfde manier als in tabel 3.1 zijn in tabel 3.2 de resultaten voor alleen de monitoringsperiode weergegeven. Hoewel winter en voorjaar 2004 geen onderdeel hebben uitgemaakt van de monitoring Voordelta, zijn ze in de tabel wel meegenomen, om voor alle 15 jaren een geheel jaar te kunnen presenteren.

Tabel 3.2 Analyse van de daggemiddelde spuidebiet van het Haringvliet voor de monitoringsperiode. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar			gehele jaar		
	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct	5pct	gem	95pct
2004	25.5	854.5	3586.0	52.6	195.1	812.5	51.6	139.1	572.7	37.5	144.8	470.5	43.5	332.5	1520.5
2005	51.0	633.9	2533.3	65.9	748.6	1457.0	48.1	130.6	430.4	0.0	85.7	414.0	0.0	399.2	1439.0
2006	0.0	157.5	647.3	97.1	1279.6	3044.3	51.0	284.3	1525.2	47.0	249.4	1003.5	38.6	495.2	2312.4
2007	52.9	850.1	3011.5	54.0	767.2	3378.6	259.5	844.3	2067.1	48.0	191.9	707.0	52.0	663.6	2496.4
2008	53.0	832.1	3018.5	108.4	1219.7	2707.7	54.6	203.4	536.9	45.5	93.7	299.5	50.5	587.9	2199.0
2009	2.3	304.2	1066.4	64.0	719.2	2187.9	52.0	201.3	648.4	0.0	33.4	63.0	0.0	315.3	1150.6
2010	62.5	692.6	2356.6	54.6	525.3	3080.6	96.0	360.5	845.8	45.5	337.7	1583.0	48.0	478.2	1815.0
2011	56.9	1533.8	5110.5	0.0	31.0	62.5	0.0	115.7	210.0	0.0	32.0	62.0	0.0	423.2	2603.8
2012	0.0	1189.9	3750.0	52.0	145.2	380.2	49.6	357.0	999.5	50.5	272.8	1047.5	48.0	489.9	2198.3
2013	191.8	1577.4	4140.5	131.2	747.8	1997.4	50.6	751.7	2458.4	44.0	661.4	2406.0	51.0	931.8	3033.2
2014	66.9	657.3	1447.3	45.7	116.0	408.1	50.0	441.1	1132.8	51.5	232.2	690.5	50.2	360.4	1210.2
2015	55.7	930.3	2657.4	117.6	700.3	1728.0	0.0	140.6	592.4	0.0	47.4	122.0	0.0	453.2	1839.8
2016	33.2	1039.0	2854.5	175.6	800.1	1508.2	57.2	1183.4	2840.2	0.0	57.5	208.3	0.0	771.2	2681.1
2017	0.0	61.7	374.8	48.3	379.1	1484.3	0.0	81.9	266.3	45.3	190.1	864.9	0.0	178.8	869.4
2018	473.9	2153.7	4080.2	30.0	407.8	895.7	0.0	115.6	621.5	0.0	0.0	0.0	0.0	663.0	3278.0

Als de winters met elkaar worden vergeleken, blijken de winters van 2006 (december 2005 – februari 2006), 2009 en 2017 relatief droog te zijn geweest. De winters van 2011 tot en met 2013 en 2018 zijn daarentegen juist relatief nat geweest.

Het beeld van het voorjaar lijkt haast tegengesteld aan die van de winter. Waren de winters in de eerste helft van de monitoringsperiode blauw tot lichtrood gekleurd, de jaren 2006 tot en met 2010 laten juist de natste voorjaren van allemaal zien. Vanaf 2011 overheerst de blauwe kleur, wat dus aangeeft dat het toen bovengemiddeld droog is geweest.

Voor de zomers is het beeld weer compleet anders. De jaren 2007, 2013 en 2016 hebben een relatief natte zomer meegemaakt, terwijl het vooral in 2011 en 2017 extreem droog is geweest.

Voor het najaar is 2018 het meest extreem geweest. Er is in die drie maanden geen water gespuid, zoals ook in figuur 2.7 te zien is. In geen enkel ander seizoen in de monitoringsperiode (en sinds 1972) is dat eerder voorgekomen. Ook 2009 en 2011 zijn extreem droge perioden geweest, terwijl het najaar van 2010 en vooral 2013 als extreem nat kunnen worden gekwalificeerd.

Duidelijk wordt wel dat de spuidebieten vanuit het Haringvliet een duidelijke temporele variatie vertoont. Wel zijn er jaren, zoals 2011 en 2018, waarbij het voorjaar, de zomer en het najaar erg droog zijn geweest, maar in beide gevallen zijn die perioden voorafgegaan door een relatief natte winter. Ook het omgekeerde komt voor, zoals 2006 laat zien, waar de winter relatief droog is geweest en de rest van het jaar relatief nat.

3.4 Saliniteit

In tabel 3.3 zijn op dezelfde manier als voor de lozingsdebieten de resultaten voor de ruimtelijk gemiddelde oppervlaktesaliniteit binnen de polygoon Oosterschelde weergegeven. In tabel 3.4 en 3.5 is hetzelfde gedaan voor de andere twee polygoonen.

Tabel 3.3 Analyse van de oppervlakesaliniteit binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							29.96	30.58	31.36	30.79	31.60	32.26
2005	28.38	30.50	31.72	28.99	29.91	30.40	30.08	30.53	30.88	29.96	30.69	31.86
2006	30.20	31.05	32.02	29.25	30.42	31.16	29.42	30.38	30.96	30.34	31.18	31.91
2007	31.62	32.40	33.05	28.52	29.97	32.57	29.38	31.22	32.38	29.07	30.10	30.90
2008	30.15	31.81	33.21	29.96	31.39	32.45	30.10	31.73	33.07	32.47	32.97	33.37
2009	31.54	32.34	32.99	30.98	31.47	31.86	30.76	31.62	32.45	31.22	32.03	33.00
2010	30.79	32.11	33.35	29.49	30.65	31.47	28.25	29.95	31.01	30.72	31.45	31.98
2011	28.00	30.03	31.81	30.24	31.17	31.86	30.90	31.62	32.22	31.81	32.65	33.05
2012	31.26	32.38	33.28	30.34	31.17	32.08	30.39	31.96	32.84	32.26	32.70	33.06
2013	31.18	32.39	33.28	29.53	30.82	31.80	28.21	29.95	30.92	30.63	31.50	32.97
2014	30.35	32.29	33.39	31.50	32.57	33.48	30.76	31.53	32.51	30.77	31.83	32.66
2015	30.45	31.93	32.98	29.89	31.01	31.78	31.05	31.79	32.37	31.00	31.87	32.91
2016	31.36	32.69	33.40	29.54	31.10	32.21	27.78	30.71	32.41	31.80	32.32	32.60
2017	31.01	31.55	32.03	30.12	31.20	32.19	30.44	31.57	32.24	31.13	31.99	32.54
2018	30.43	31.38	32.12	30.11	31.34	31.83	29.37	30.05	30.82	30.65	31.13	31.51

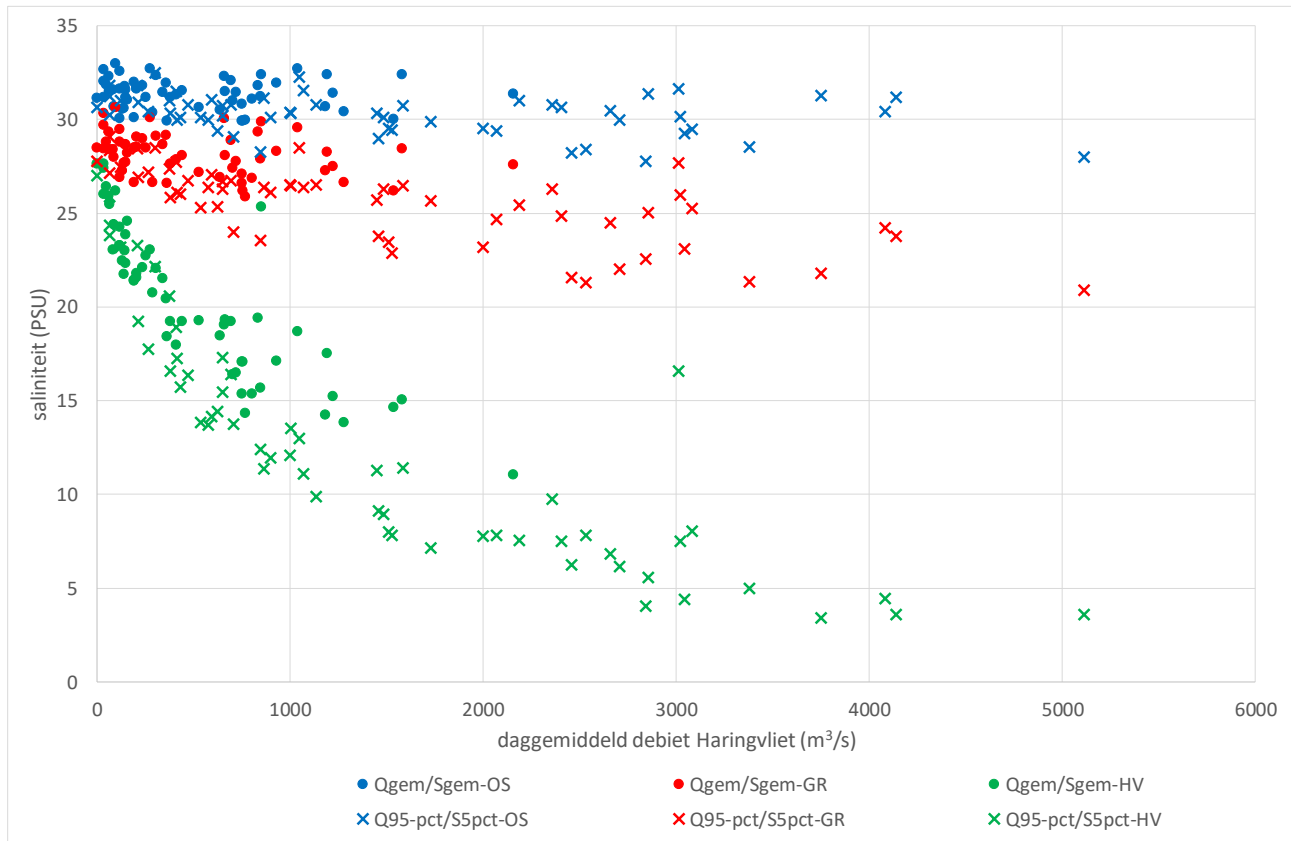
Tabel 3.4 Analyse van de oppervlakesaliniteit binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							26.37	27.69	29.34	26.74	28.69	30.20
2005	21.32	26.91	29.87	23.79	26.59	28.23	26.02	27.30	28.33	26.11	27.99	29.85
2006	26.29	28.21	30.13	23.09	26.64	28.93	22.85	26.63	28.41	26.47	28.48	30.07
2007	27.70	29.90	31.09	21.33	25.86	30.54	24.68	27.91	30.11	23.98	26.66	28.21
2008	25.97	29.34	31.40	22.03	27.52	30.73	25.28	29.07	31.30	28.50	30.63	31.71
2009	26.39	29.11	30.65	25.42	27.75	29.71	26.68	28.54	30.10	28.35	29.69	31.18
2010	26.29	28.91	31.57	25.23	27.20	29.37	23.55	26.61	28.45	26.45	28.65	30.04
2011	20.90	26.21	29.05	27.12	28.43	29.87	26.90	28.78	30.09	29.05	30.32	31.27
2012	21.79	28.28	31.27	25.83	27.73	29.42	26.50	29.18	30.66	28.48	30.09	31.15
2013	23.76	28.44	31.03	23.20	27.07	29.26	21.55	26.22	28.13	24.84	28.10	30.86
2014	25.71	30.07	31.73	27.74	29.49	31.33	26.52	28.08	29.84	26.75	28.96	30.72
2015	24.49	28.30	30.94	25.64	27.41	29.12	27.04	28.67	29.93	27.46	28.82	30.22
2016	25.04	29.55	31.33	23.44	26.89	29.16	22.57	27.26	29.83	28.45	29.36	30.27
2017	27.37	28.42	29.75	26.30	27.63	29.63	27.20	28.40	29.47	26.37	28.50	30.20
2018	24.21	27.58	29.72	26.09	27.85	29.11	25.32	26.90	28.23	27.75	28.49	29.39

Tabel 3.5 Analyse van de oppervlakesaliniteit binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.69	21.72	24.72	16.35	23.86	28.25
2005	7.82	18.49	25.15	9.11	15.34	22.99	15.71	22.45	25.23	17.27	24.41	28.51
2006	17.31	24.58	27.71	4.42	13.83	21.78	7.81	20.78	24.98	13.53	22.72	27.72
2007	16.57	25.36	29.74	4.97	14.32	25.55	7.80	15.69	21.49	13.75	21.40	25.19
2008	7.51	19.39	26.99	6.14	15.22	24.25	13.84	21.79	27.13	22.16	26.22	28.81
2009	11.10	22.08	28.34	7.54	16.51	24.83	15.47	21.55	25.54	25.90	27.65	28.89
2010	9.76	19.23	24.98	8.03	19.30	24.94	12.40	18.42	23.08	11.40	21.54	26.97
2011	3.58	14.63	25.26	23.83	26.00	28.44	19.24	23.28	28.13	24.33	27.39	29.98
2012	3.43	17.52	30.63	16.56	22.34	25.47	12.08	20.44	26.88	13.00	23.05	27.42
2013	3.60	15.07	25.44	7.76	17.06	24.62	6.24	17.07	24.66	7.50	19.30	26.92
2014	11.29	19.06	26.34	18.92	24.25	26.76	9.86	19.24	25.73	16.41	22.09	26.35
2015	6.82	17.11	27.11	7.13	16.40	23.72	14.16	22.99	27.42	23.20	26.43	29.16
2016	5.59	18.70	28.60	7.98	15.37	22.04	4.02	14.25	25.30	23.26	25.94	28.92
2017	20.56	25.47	28.38	8.96	19.23	24.23	17.73	23.05	26.68	11.37	21.45	25.38
2018	4.43	11.06	19.76	11.94	17.98	25.14	14.41	23.26	27.00	27.00	27.64	28.54

Binnen de zuidelijke polygoon valt vooral op dat de waarden voor de verschillende parameters tussen de jaren en de seizoenen onderling niet heel veel verschillen. Ook tussen de 5-percentiel en 95-percentiel waarde is het verschil in het algemeen minder dan 4 PSU. Binnen de polygoon ter hoogte van de Grevelingen zijn de verschillen groter door de grotere invloed van het Haringvliet, maar binnen de polygoon Haringvliet zijn de verschillen duidelijk het grootst. Ook laten de resultaten binnen de noordelijke polygoon een duidelijke correlatie zien met de ranking van het spuidebiet Haringvliet; seizoenen die hoog scoren in spuidebiet scoren laag in oppervlakesaliniteit en omgekeerd. Voor de andere twee gebieden is deze correlatie veel minder sterk.



Figuur 3.2 Statistiek debiet Haringvliet uit tabel 3.1 uitgezet tegen statistiek saliniteit uit tabellen 3.3, 3.4 en 3.5 (OS = Oosterschelde, GR = Grevelingen en HV = Haringvliet).

In figuur 3.2 is grafisch weergegeven hoe de resultaten uit de tabellen voor spuidebiet en saliniteit correleren. Met bolletjes is het seizoensgemiddelde van het spuidebiet Haringvliet uitgezet tegen het seizoensgemiddelde van de oppervlaktesaliniteit en met de kruisjes de 95-percentiel waarde van het spuidebiet Haringvliet uitgezet tegen de 5-percentiel waarde van de oppervlaktesaliniteit. De drie kleuren geven de verschillende deelgebieden weer. Voor het Haringvliet is de correlatie duidelijk te herkennen. Hoe groter het debiet, hoe lager de saliniteit. Bij hogere spuidebieten vlakt het verloop af, omdat de saliniteit niet onder de nul kan komen. Voor de twee andere gebieden is er wel een redelijk lineair verband te herkennen. In alle gevallen is er nog wel een redelijke spreiding zichtbaar.

In tabel 3.6 zijn voor de polygoon bij de Haringvlietmonding de resultaten voor de bodemsaliniteit weergegeven. De tabellen voor de andere twee gebieden zijn in bijlage C opgenomen (tabel C.1 en C.2).

Tabel 3.6 Analyse van de bodemsaliniteit binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							17.57	22.96	25.16	19.60	25.06	28.48
2005	14.35	21.07	25.64	14.32	19.15	23.69	19.71	23.61	25.67	20.45	25.15	28.59
2006	20.88	25.48	27.96	12.41	18.03	23.19	15.85	22.71	25.48	18.43	24.16	28.05
2007	20.24	26.37	29.97	12.22	18.72	26.37	14.40	19.74	23.90	17.47	22.73	25.59
2008	14.20	22.13	27.49	12.75	19.42	25.67	17.54	23.42	27.77	24.19	27.01	29.33
2009	15.87	23.86	28.58	13.27	19.99	25.61	19.28	23.24	26.07	26.25	27.85	29.10
2010	16.24	22.47	26.23	15.34	21.89	25.69	16.63	21.00	24.11	17.83	23.64	27.32
2011	11.95	18.86	25.92	24.58	26.38	28.46	21.60	24.50	28.14	25.12	27.76	30.00
2012	11.08	20.53	30.64	19.36	23.68	26.02	17.45	22.95	27.46	18.62	24.82	27.92
2013	12.69	19.79	26.59	13.66	20.56	25.89	13.09	20.36	25.25	15.08	22.10	27.32
2014	16.11	21.84	27.01	21.92	25.37	27.33	15.25	21.95	26.29	20.65	24.00	27.18
2015	13.87	20.18	27.77	14.22	19.63	24.90	18.02	24.13	27.59	23.93	26.71	29.19
2016	13.98	21.72	28.89	14.17	19.13	23.81	12.30	18.42	26.06	24.34	26.43	28.92
2017	22.22	25.85	28.38	15.34	21.30	24.64	20.13	23.89	26.77	15.12	22.61	25.70
2018	11.87	15.92	21.72	16.99	20.55	25.23	16.83	24.03	27.00	27.01	27.64	28.54

De rankingen van oppervlakte en bodem komen goed met elkaar overeen, zeker voor de uitschieters naar boven en naar beneden. De 5-percentiel en gemiddelde waarden liggen bij de bodem wel hoger dan aan het oppervlak omdat het zoetere water aan het oppervlak blijft, terwijl de 95-percentiel waarden vrijwel gelijk zijn. Deze hogere waarden komen voornamelijk voor in situaties wanneer er niet of weinig gespuid wordt.

3.5 Watertemperatuur

Omdat de temperatuur niet zo sterk ruimtelijk varieert als de saliniteit, worden in deze paragraaf alleen de tabellen voor het middelste gebied ter hoogte van de Grevelingen weergegeven. De tabellen voor de andere twee gebieden zijn in bijlage C (tabellen C.3 tot en met C.6) opgenomen. Tabel 3.7 toont de statistiek voor de oppervlaktetemperatuur en tabel 3.8 voor de bodemtemperatuur.

Tabel 3.7 Analyse van de oppervlaktetemperatuur binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.66	17.21	19.44	7.95	12.54	18.13
2005	3.86	5.55	7.81	3.01	7.26	11.95	12.34	15.41	17.16	8.47	13.56	17.94
2006	3.21	4.74	7.32	3.13	6.91	11.26	11.83	16.03	19.03	9.55	13.80	17.39
2007	5.50	7.03	9.06	6.48	9.44	12.92	13.95	16.11	17.89	7.86	12.62	16.36
2008	5.04	6.26	7.71	5.66	8.57	12.79	14.03	16.24	17.96	7.21	12.34	16.22
2009	3.13	4.42	6.61	4.68	8.79	13.66	13.58	16.75	18.75	9.77	13.20	16.56
2010	2.71	4.89	8.97	3.32	7.56	12.05	12.98	16.62	19.18	7.80	12.33	16.10
2011	3.67	4.40	5.34	4.50	9.51	14.13	15.06	16.45	17.81	9.28	13.07	16.54
2012	2.93	5.80	8.08	5.34	8.62	13.30	12.61	16.42	19.13	8.28	12.30	17.45
2013	3.52	5.22	7.07	3.02	6.67	10.63	11.59	15.78	19.03	8.55	13.03	18.22
2014	5.31	6.57	7.78	6.98	10.49	14.44	14.77	17.06	19.07	9.70	13.97	17.72
2015	4.99	6.20	7.99	5.49	8.62	12.41	13.41	16.07	18.03	8.38	12.63	15.74
2016	5.95	7.38	9.01	5.88	8.80	12.28	13.34	16.26	18.45	8.09	13.58	18.75
2017	3.98	5.81	7.81	5.89	9.35	14.02	14.71	17.17	18.43	8.54	12.98	17.52
2018	4.00	5.60	7.62	2.69	7.91	13.19	13.78	17.17	20.46	7.64	13.05	17.69

Tabel 3.8 Analyse van de bodemtemperatuur binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.61	17.16	19.35	7.98	12.55	18.05
2005	3.99	5.58	7.85	3.01	7.21	11.92	12.31	15.35	17.07	8.48	13.55	17.90
2006	3.23	4.75	7.32	3.15	6.86	11.21	11.38	15.91	18.91	9.55	13.80	17.36
2007	5.51	7.03	9.06	6.50	9.36	12.82	13.84	16.05	17.71	7.88	12.63	16.33
2008	5.05	6.29	7.72	5.70	8.53	12.68	13.99	16.19	17.88	7.24	12.35	16.22
2009	3.15	4.43	6.63	4.68	8.72	13.58	13.53	16.70	18.69	9.78	13.20	16.50
2010	2.74	4.92	8.98	3.31	7.51	11.99	12.93	16.53	19.04	7.83	12.33	16.09
2011	3.71	4.43	5.40	4.51	9.46	14.05	15.04	16.41	17.69	9.29	13.06	16.49
2012	2.95	5.82	8.09	5.34	8.57	13.18	12.60	16.36	19.07	8.29	12.30	17.43
2013	3.59	5.26	7.13	3.00	6.62	10.44	11.30	15.66	18.96	8.67	13.06	18.20
2014	5.31	6.58	7.83	6.94	10.45	14.36	14.75	16.99	18.94	9.72	13.96	17.64
2015	5.04	6.22	8.00	5.48	8.57	12.30	13.37	16.00	17.92	8.39	12.63	15.70
2016	6.05	7.41	9.01	5.90	8.74	12.13	13.23	16.16	18.33	8.11	13.58	18.68
2017	3.99	5.81	7.82	5.88	9.29	13.93	14.65	17.09	18.27	8.56	12.98	17.54
2018	4.03	5.62	7.65	2.69	7.82	12.96	13.69	17.07	20.28	7.64	13.04	17.68

Tussen oppervlak en bodem verschillen de temperaturen in de tabel nauwelijks. De verschillen zijn in het algemeen minder dan 0,2 °C, met een enkele uitschieter tot 0,45 °C. Ook de volgorde van de verschillende jaren binnen de kolommen komt goed overeen tussen oppervlak en bodem.

Gezien de temperatuurverloop in het voorjaar, geeft de klassering van de 5-percentiel temperatuur inzicht in de overgang van winter naar voorjaar, terwijl de 95-percentiel de overgang van voorjaar naar zomer karakteriseert. In het najaar is dit omgekeerd.

Wat opvalt is dat er duidelijke afwisseling is van warme en koude periodes. Relatief koude seizoenen worden vaak afgewisseld met een of meerdere relatief warme seizoenen, en omgekeerd.

De winters van 2005 en 2006 waren relatief koel, terwijl die van 2007 en 2008 relatief warm waren. De winters van 2009 tot en met 2013 waren weer relatief koel. Opvallend aan de winter van 2010 is dat de gemiddelde en 5-percentiel temperatuur relatief koel waren, terwijl de 95-percentiel temperatuur erg hoog was. Dit is veroorzaakt door de warme overgang met het voorafgaande najaar. De winters van 2004, 2015 en 2016 waren ter afwisseling weer relatief warm, met in 2016 de hoogste seizoensgemiddelde temperatuur van de monitoringsjaren. De winters van 2017 en 2018 waren daarentegen weer redelijk gemiddeld.

Relatief warme lentes waren die van 2007, 2011, 2017 en in het bijzonder die van 2014. Bij dit laatste jaar zijn zowel de 5-percentiel, het gemiddelde en de 95-percentiel de hoogste geweest in de gehele periode. Een extreem koude lente was die van 2013 en ook 2005, 2006 en 2010 waren relatief koel.

Bij de zomers vallen 2004, 2014 en de laatste twee jaren in positieve zin op, terwijl 2005 extreem koel was. De andere zomers zijn niet echt uitgesproken warm of koud geweest, wat blijkt uit de lichtblauwe en lichtrode tinten.

Het najaar van 2004 begon warm als gevolg van de warme zomer, maar werd daarna relatief koel. In 2005 en 2006 lag de temperatuur aan de hoge kant, gevolgd door 2 jaren die relatief koel waren. Het najaar van 2009 heeft een relatief warme overgang naar de winter, zoals hierboven al beschreven. 2010 en 2012 lieten een relatief koude herfst zien, 2014 daarentegen had de hoogste gemiddelde temperatuur. Opvallend aan 2016 is dat de 95-percentiel temperatuur de hoogste waarde van 18,75 °C bereikt, terwijl de zomer waarop die volgt juist relatief koel is geweest. De laatste twee jaren waren niet uitgesproken warm of koel.

Opvallend is vooral de extreem lange, relatief warme periode die van najaar 2013 tot en met de winter 2015 aanhield.

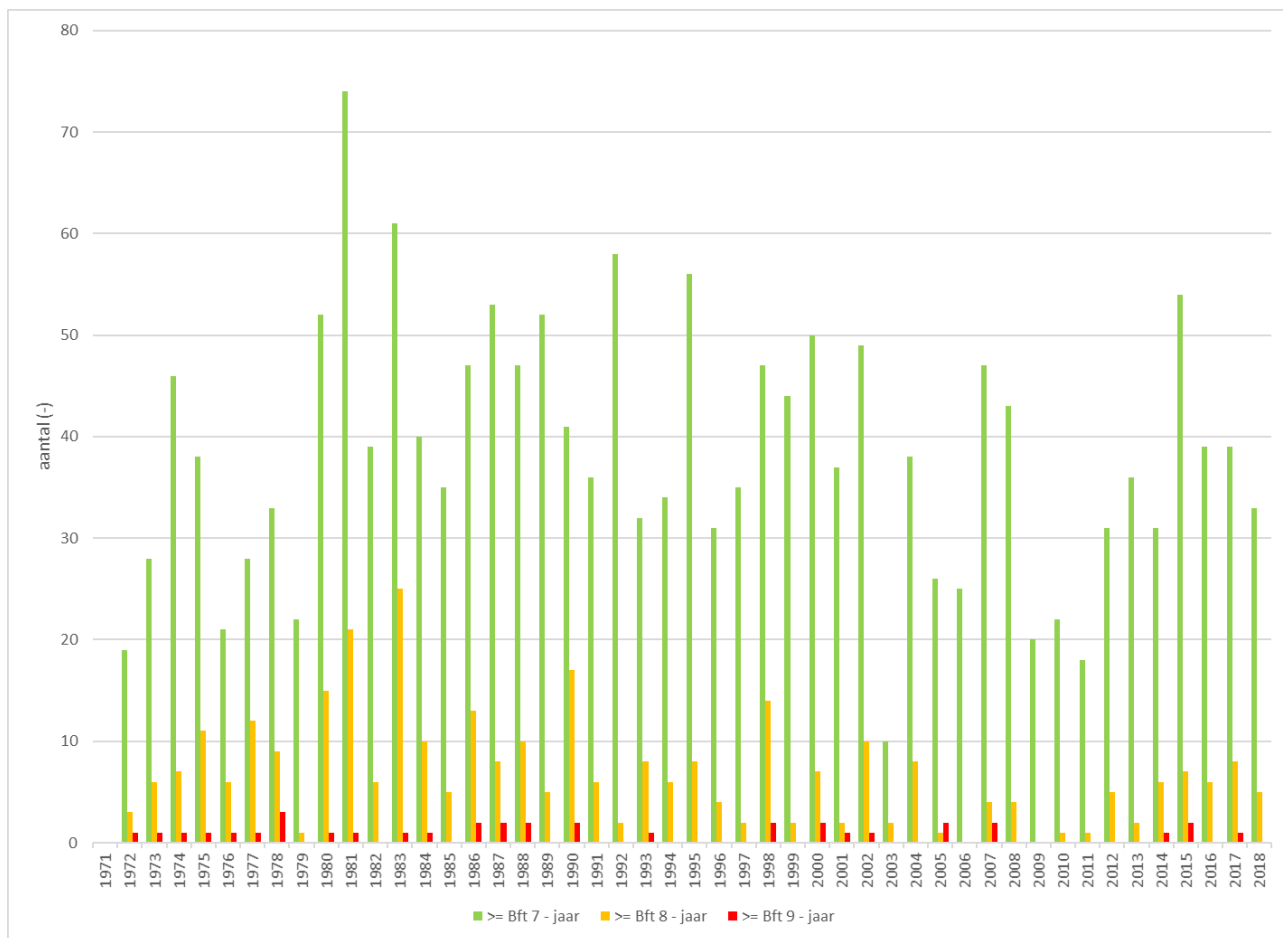
3.6 Wind Hoek van Holland

Zoals in paragraaf 3.2 is beschreven, is er voor de analyse van de wind afgeweken van de aanpak met 5-percentiel, gemiddelde en 95-percentiel waarden, maar gekeken naar het aantal keer dat er een storm is voorgekomen met een bepaalde windkracht. De resultaten voor de periode dat metingen beschikbaar zijn, zijn in tabel 3.9 weergegeven.

Tabel 3.9 Analyse van de windsnelheid in Hoek van Holland voor de periode waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Per jaar en per seizoen zijn het aantal perioden dat de windsnelheid voor minstens 2 uur aaneengesloten boven 13,9 m/s (Bft 7), 17,2 m/s (Bft 8) en 20,8 m/s (Bft 9) is geweest.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar			gehele jaar		
	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9
1972				13	2		3			3	1	1	19	3	1
1973	10	1		1	1	1	1			16	4		28	6	1
1974	15	3	1				8			23	4		46	7	1
1975	23	8	1	3			6	1		6	2		38	11	1
1976	14	5	1	1			1			5	1		21	6	1
1977	6	1		5			3			14	11	1	28	12	1
1978	14	5	2	10	2	1				9	2		33	9	3
1979	9			6	1		2			5			22	1	
1980	13	5	1	3	3		12	1		24	6		52	15	1
1981	32	7		11	2		5			26	12	1	74	21	1
1982	10	1		13	4		6			10	1		39	6	
1983	29	14	1	11	5					21	6		61	25	1
1984	22	7	1	4						14	3		40	10	1
1985	10	2		9	1		7	1		9	1		35	5	
1986	14	3		13	1	1	7	3		13	6	1	47	13	2
1987	21	4	1	9	2		4			19	2	1	53	8	2
1988	22	6	1	3	1		6			16	3	1	47	10	2
1989	21	4		16			5			10	1		52	5	
1990	24	16	2	4			2			11	1		41	17	2
1991	15	4		6			1			14	2		36	6	
1992	13	1		14			8			23	1		58	2	
1993	22	5		2			2			6	3	1	32	8	1
1994	14	3		11	3		3			6			34	6	
1995	30	4		14	2		5	1		7	1		56	8	
1996	7	2		2			5			17	2		31	4	
1997	16	1		9			1			9	1		35	2	
1998	18	3		8	2	1	6			15	9	1	47	14	2
1999	28	1		4	1		2			10			44	2	
2000	26	2		9	3	1	2			13	2	1	50	7	2
2001	8	1		6			5			18	1	1	37	2	1
2002	28	7		10	1		2			9	2	1	49	10	1
2003	4			2						4	2		10	2	
2004	20	4		3	1		3	2		12	1		38	8	
2005	17			4			1			4	1	2	26	1	2
2006	7			7			4			7			25		
2007	19	2	2	11			6			11	2		47	4	2
2008	20	1		8	2		5			10	1		43	4	
2009	5			2						13			20		
2010	6			4			5	1		7			22	1	
2011	4			1			4	1		9			18	1	
2012	22	4					5	1		4			31	5	
2013	15			4			2			15	2		36	2	
2014	21	3	1	6			2	1		2	2		31	8	1
2015	23	2		10	2		5	1	1	16	2	1	54	7	2
2016	24	3		7	2		2			6	1		39	6	
2017	8	3	1	2			8			21	5		39	8	1
2018	18	4		9	1		1			5			33	5	

Anders dan in de eerdere tabellen is de kleur van de cellen niet bepaald per kolom, maar per seizoen of gehele jaar en loopt de schaal van wit naar rood. De aantallen stormen per jaar zijn ook grafisch in figuur 3.3 weergegeven.



Figuur 3.3 Aantallen stormen per jaar. De kolommen geven de data uit tabel 3.9 grafisch weer.

Op basis van de figuur kan worden geconcludeerd dat op de langere termijn er een afname is van het aantal stormen per jaar. Stormen van meer dan 9 Beaufort kwamen in de jaren 70 vrijwel elk jaar een of meerdere keren voor. Vanaf de jaren 90 zijn er steeds meer jaren waarin dit soort stormen niet zijn voorgekomen.

Tabel 3.10 toont de resultaten van de analyse voor de monitoringsperiode.

Tabel 3.10 Analyse van de windsnelheid in Hoek van Holland. Per jaar en per seizoen zijn het aantal perioden dat de windsnelheid voor minstens 2 uur aaneengesloten boven 13,9 m/s (Bft 7), 17,2 m/s (Bft 8) en 20,8 m/s (Bft 9) is geweest.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar			gehele jaar		
	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9	>= Bft 7	>= Bft 8	>= Bft 9
2004	20	4		3	1		3	2		12	1		38	8	
2005	17			4			1			4	1	2	26	1	2
2006	7			7			4			7			25		
2007	19	2	2	11			6			11	2		47	4	2
2008	20	1		8	2		5			10	1		43	4	
2009	5			2						13			20		
2010	6			4			5	1		7			22	1	
2011	4			1			4	1		9			18	1	
2012	22	4					5	1		4			31	5	
2013	15			4			2			15	2		36	2	
2014	21	3	1	6			2	1		2	2		31	6	1
2015	23	2		10	2		5	1	1	16	2	1	54	7	2
2016	24	3		7	2		2			6	1		39	6	
2017	8	3	1	2			8			21	5		39	8	1
2018	18	4		9	1		1			5			33	5	

Als vooral naar de extreme stormen wordt gekeken, valt op dat de eerste 5 jaar van de monitoringsperiode al direct relatief stormachtig waren. Bij de winters valt vooral die van 2007 op, waarin twee perioden met kracht 9 zijn voorgekomen. Deze horen beide tot de storm van 25 november 2005. De winter van 2006 was relatief mild, met maar 7 stormen boven windkracht 7, veel minder frequent dan de andere jaren. Voor wat betreft het voorjaar blijkt 2008 relatief zwaar geweest te zijn, met 2 stormen van windkracht 8. Eveneens twee stormen met windkracht 8 kwamen voor in de zomer van 2004. De zomer van 2005 is erg rustig geweest, met maar een keer een wind van 7 Beaufort. In het najaar is 2005 een uitschieter met twee perioden met windkracht 9. Ook deze twee perioden zijn vlak na elkaar geweest, binnen een periode waarin de wind niet onder Beaufort 8 is geweest, op 18 januari 2007.

Voor de jaren 2009 tot en met 2011 geldt dat de winter en het voor- en najaar relatief rustig zijn geweest. Stormen van windkracht 8 zijn niet voorgekomen. Ook de zomer van 2009 was uitzonderlijk rustig, in tegenstelling tot die van 2010 en 2011, waarin wel telkens een storm van windkracht 8 is geweest.

De winter van 2012 was relatief stormachtig met veel wind van meer dan kracht 7, terwijl dat voorjaar weer erg rustig was. Die zomer is er ook nog een storm geweest van kracht 8, terwijl het najaar weer erg kalm was.

Vanaf najaar 2013 tot en met het voorjaar van 2018 waren over het algemeen ook redelijk stormachtig, hoewel er ook wel rustige seizoenen tussen zaten (zomer 2016 en voorjaar 2017). Stormen van meer dan 9 Beaufort zijn opgetreden in winter 2014 (24 december 2013), zomer en najaar 2015 (25 juli 2015 en 18 november 2015) en winter 2017 (23 februari 2017). De zomer en het najaar van 2018 waren daarentegen weer erg rustig met in de zomer slechts een periode boven Beaufort 7 en in het najaar slechts 5.

3.7 Bodemschuifspanning

3.7.1 T.g.v. stroming

De hoogste bodemschuifspanning door stroming komen voor in de diepere geulen. Aangezien er, zoals in figuur 3.1 te zien is, in het gebied bij de Oosterscheldemonding diepe geulen aanwezig zijn en in de andere twee gebieden nauwelijks, treden binnen het zuidelijkste gebied de grootste bodemschuifspanningen op.

In tabellen 3.11 tot en met 3.13 zijn de resultaten van de statistische analyses voor de verschillende deelgebieden weergegeven.

Tabel 3.11 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							1.15	2.12	3.73	0.92	2.13	4.01
2005	1.08	2.11	3.78	1.03	2.12	3.99	1.13	2.07	3.64	1.01	2.10	3.85
2006	1.10	2.12	3.76	1.06	2.18	4.03	1.14	2.05	3.57	1.03	2.12	3.95
2007	0.93	2.19	4.01	1.07	2.12	3.94	1.05	2.09	3.71	1.06	2.11	3.91
2008	0.97	2.15	3.90	0.99	2.09	3.86	1.09	2.12	3.76	0.91	2.12	3.96
2009	1.10	2.12	3.75	1.02	2.10	3.90	1.13	2.08	3.68	0.99	2.13	3.88
2010	1.16	2.17	3.82	1.12	2.14	3.89	1.16	2.10	3.71	1.10	2.16	3.95
2011	1.06	2.14	3.96	1.11	2.12	3.84	1.10	2.14	3.75	1.09	2.20	3.98
2012	1.05	2.19	3.95	1.09	2.12	3.91	1.12	2.18	3.91	1.08	2.20	4.06
2013	1.08	2.18	3.95	1.07	2.16	3.98	1.18	2.13	3.75	1.06	2.15	3.94
2014	1.01	2.26	4.12	1.10	2.21	4.01	1.19	2.16	3.84	1.11	2.15	3.95
2015	0.99	2.19	3.97	1.11	2.17	3.92	1.10	2.15	3.81	1.11	2.22	4.07
2016	0.98	2.21	4.08	1.14	2.17	3.88	1.14	2.15	3.85	1.11	2.16	3.97
2017	1.10	2.15	3.88	1.12	2.20	4.04	1.15	2.17	3.81	1.04	2.19	4.05
2018	1.07	2.22	3.99	1.10	2.23	4.11	1.18	2.15	3.82	1.02	2.14	3.99

Tabel 3.12 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							0.28	1.00	2.27	0.26	1.02	2.50
2005	0.28	1.02	2.39	0.27	0.99	2.39	0.28	0.96	2.11	0.26	1.00	2.34
2006	0.29	1.01	2.28	0.28	1.04	2.53	0.27	0.95	2.12	0.26	1.02	2.44
2007	0.25	1.11	2.74	0.27	1.00	2.30	0.27	0.98	2.26	0.27	1.01	2.35
2008	0.26	1.07	2.70	0.27	1.00	2.27	0.27	1.00	2.31	0.25	1.01	2.52
2009	0.28	0.99	2.22	0.27	0.98	2.34	0.27	0.96	2.15	0.26	1.03	2.50
2010	0.30	1.01	2.27	0.29	1.00	2.27	0.28	0.99	2.15	0.27	1.04	2.49
2011	0.26	1.03	2.40	0.28	0.98	2.25	0.27	1.00	2.30	0.26	1.04	2.50
2012	0.27	1.07	2.59	0.27	0.98	2.21	0.27	1.02	2.39	0.26	1.05	2.53
2013	0.27	1.04	2.53	0.29	1.01	2.28	0.28	0.98	2.15	0.27	1.04	2.46
2014	0.27	1.13	2.81	0.28	1.03	2.38	0.29	1.00	2.20	0.27	1.01	2.39
2015	0.28	1.07	2.58	0.32	1.00	2.28	0.31	0.98	2.24	0.31	1.05	2.54
2016	0.28	1.06	2.67	0.32	0.98	2.14	0.31	0.97	2.26	0.31	0.99	2.27
2017	0.30	0.98	2.25	0.32	0.98	2.17	0.31	0.97	2.16	0.27	1.00	2.37
2018	0.28	1.03	2.34	0.30	1.00	2.26	0.31	0.96	2.04	0.28	0.97	2.20

Tabel 3.13 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

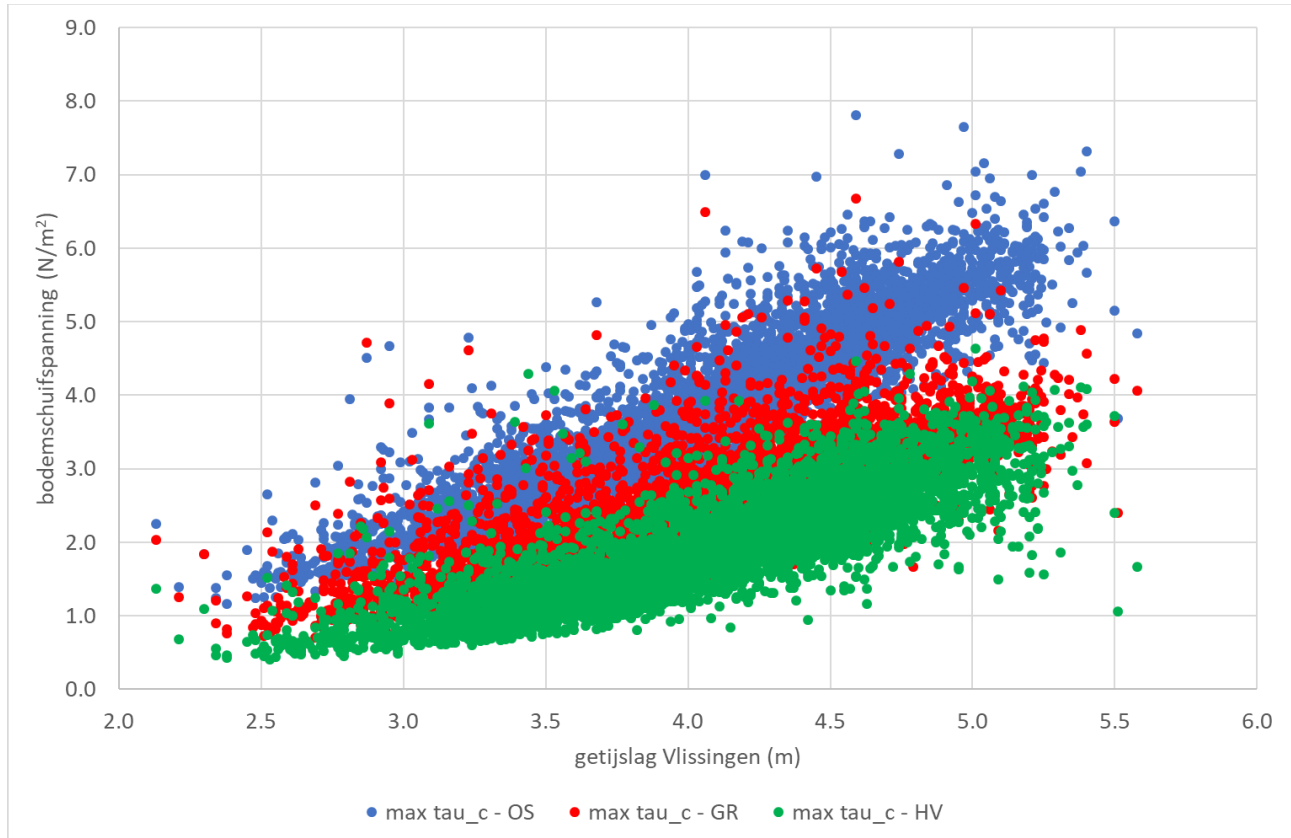
jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							0.16	0.61	1.44	0.15	0.63	1.59
2005	0.17	0.65	1.53	0.15	0.60	1.44	0.16	0.60	1.43	0.17	0.63	1.51
2006	0.18	0.65	1.50	0.17	0.70	1.64	0.16	0.59	1.37	0.16	0.62	1.55
2007	0.18	0.70	1.84	0.16	0.62	1.45	0.16	0.59	1.41	0.15	0.63	1.50
2008	0.18	0.70	1.69	0.16	0.66	1.52	0.16	0.61	1.49	0.16	0.63	1.60
2009	0.17	0.62	1.48	0.15	0.61	1.55	0.15	0.57	1.34	0.16	0.63	1.57
2010	0.16	0.59	1.46	0.15	0.61	1.63	0.15	0.54	1.25	0.15	0.58	1.38
2011	0.16	0.73	2.01	0.17	0.59	1.39	0.16	0.55	1.33	0.17	0.59	1.43
2012	0.18	0.73	1.85	0.16	0.56	1.31	0.16	0.55	1.32	0.16	0.57	1.39
2013	0.17	0.71	1.78	0.16	0.59	1.35	0.16	0.59	1.37	0.16	0.59	1.38
2014	0.19	0.64	1.53	0.18	0.60	1.44	0.16	0.55	1.25	0.16	0.56	1.29
2015	0.18	0.65	1.53	0.18	0.61	1.39	0.18	0.59	1.49	0.19	0.63	1.58
2016	0.18	0.71	1.76	0.18	0.59	1.32	0.17	0.67	1.67	0.18	0.59	1.46
2017	0.16	0.60	1.60	0.14	0.63	1.71	0.13	0.58	1.65	0.14	0.60	1.67
2018	0.21	1.18	2.93	0.14	0.63	1.58	0.13	0.59	1.63	0.14	0.60	1.72

Zoals verwacht liggen de bodemschuifspanningen in de Oosterscheldemonding inderdaad hoger dan in de andere twee gebieden. Opvallend bij de resultaten binnen dit gebied is dat de resultaten van seizoen tot seizoen en jaar tot jaar nauwelijks verschillen. In het middelste gebied variëren de waarden meer, terwijl dat bij het noordelijke gebied het grootst is.

De drie gebieden zijn onderling lastig te vergelijken. In het westen lijken de jaren met relatief hogere bodemschuifspanningen zich te concentreren in de tweede helft van de monitoringsperiode, terwijl de eerste helft voornamelijk donkerblauw kleurt. Bij de andere gebieden is een dergelijk patroon veel minder herkenbaar. Daar zijn de donkerrode en donkerblauwe vakjes veel meer verspreid.

Om de oorzaken van deze verschillen te achterhalen, is gekeken of er een relatie kan worden gevonden met de andere parameters. Als eerste is gekeken naar de getijrange. In figuur 3.4 is de maximale ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning per dag uitgezet tegen de maximale getijslag op die dag. Voor het getij

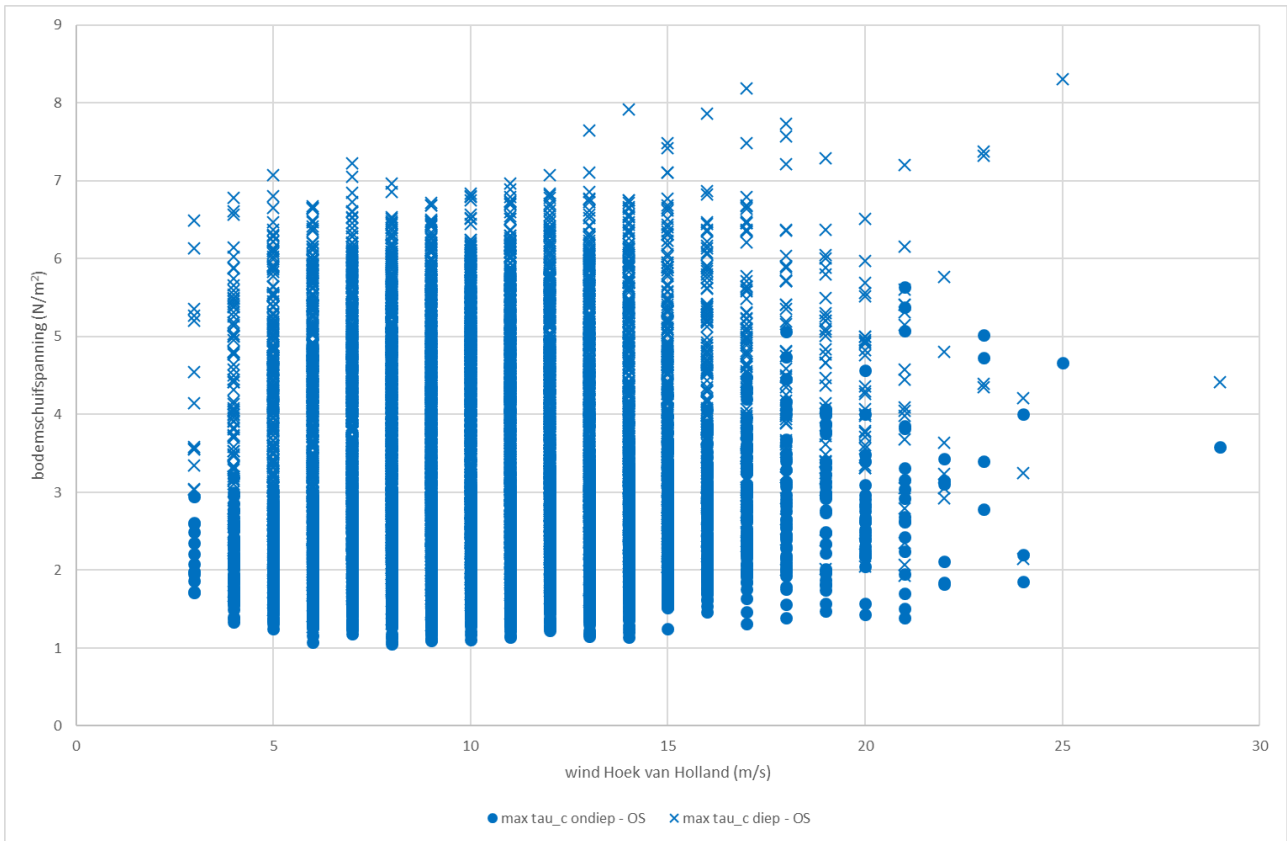
zijn de gemeten waterstanden voor Vlissingen genomen. Er is voor deze aanpak gekozen omdat het moment van optreden van de grootste schuifspanningen samenvalt met maximale eb- en vloedstroming, wat niet hoeft samen te vallen met hoog of laag water.



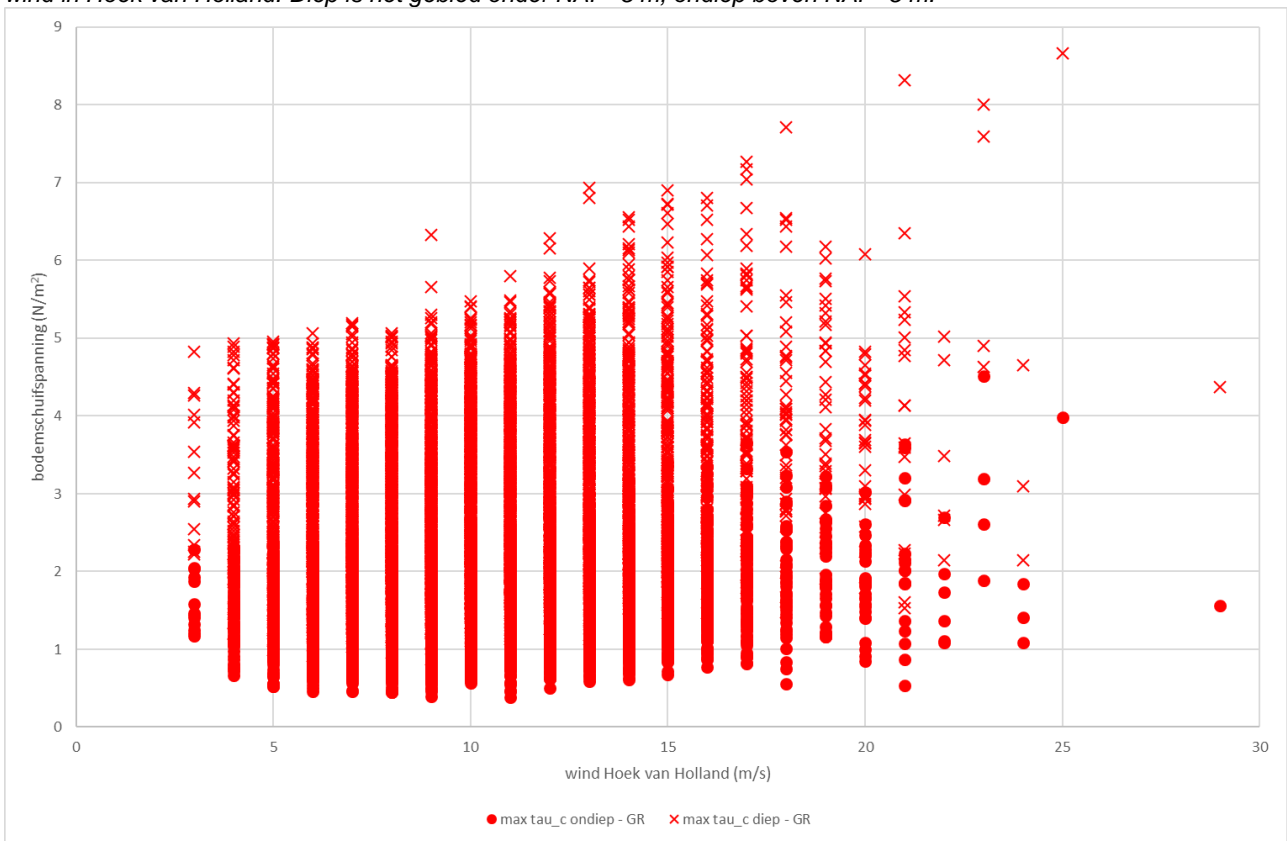
Figuur 3.4 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning per gebied en de getijslag in Vlissingen.

De grafiek laat duidelijk zien dat er een sterke correlatie is tussen getijrange en bodemschuifspanning. Bij een grotere getijrange (springtij) zijn de bodemschuifspanningen in het algemeen significant hoger dan bij kleinere getijranges (doodtij), hoewel de spreiding relatief groot is.

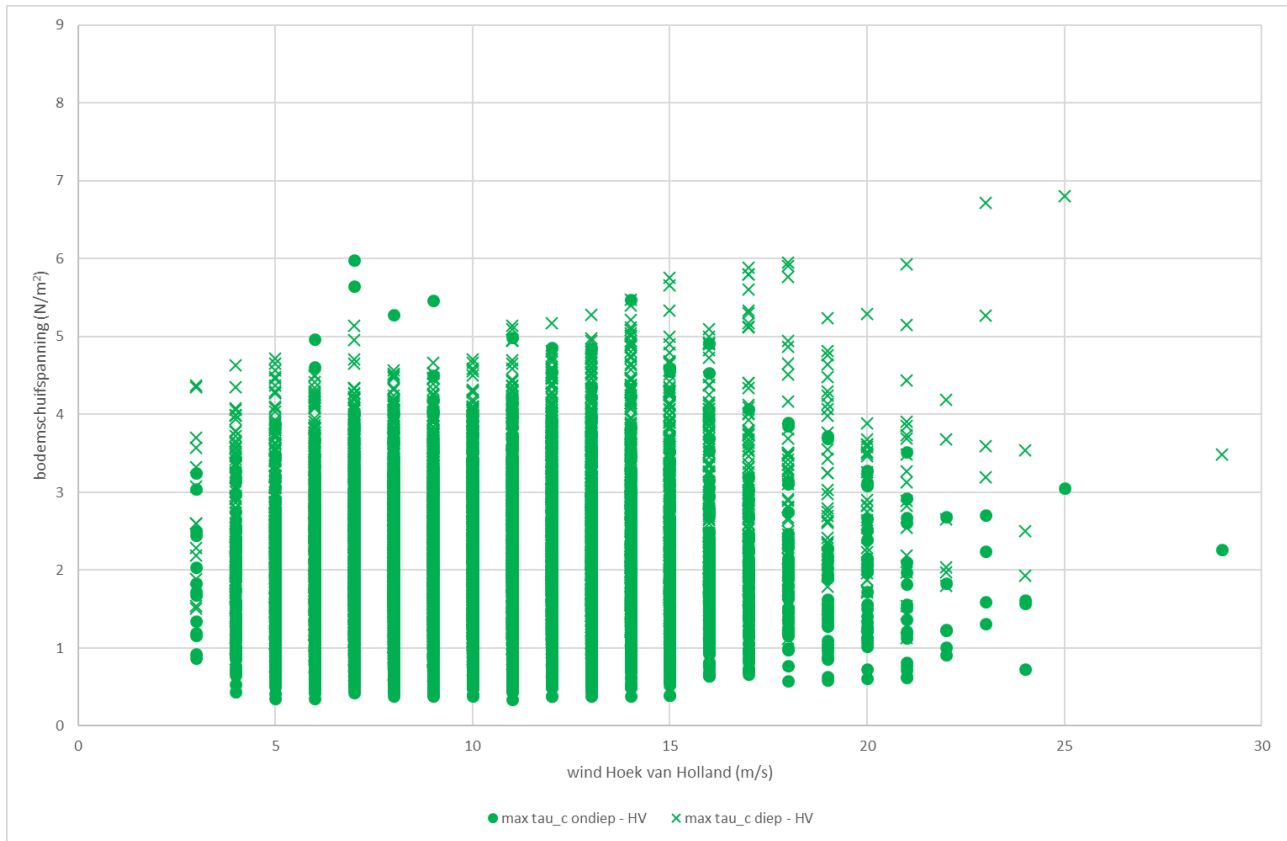
Een grote getijrange kan ook samenvallen met op- of afwaaiing ten gevolge van een storm. Om dit te analyseren, is voor de verschillende deelgebieden de maximale ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning in figuren 3.5 tot en met 3.7 uitgezet tegen de maximale windsnelheid op de betreffende dag. Hierbij is onderscheid tussen de geulen (diep, bodem onder NAP -5 m) en platen (ondiep, bodem boven NAP -5 m).



Figuur 3.5 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Oosterschelde en de maximale wind in Hoek van Holland. Diep is het gebied onder NAP -5 m, ondiep boven NAP -5 m.



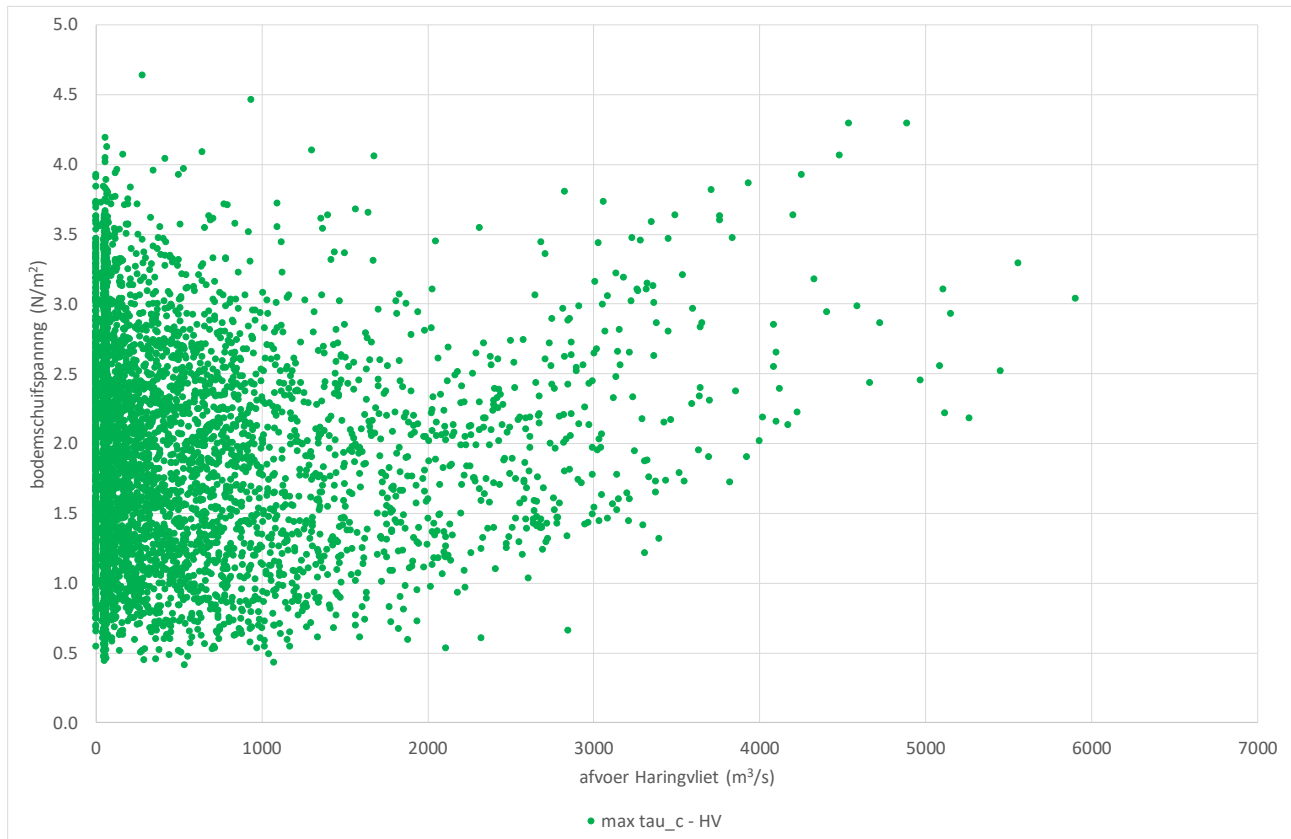
Figuur 3.6 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Grevelingen en de maximale wind in Hoek van Holland. Diep is het gebied onder NAP -5 m, ondiep boven NAP -5 m.



Figuur 3.7 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Haringvlietmond en de maximale wind in Hoek van Holland. Diep is het gebied onder NAP -5 m, ondiep boven NAP -5 m.

De resultaten geven aan dat er geen duidelijke relatie is waarbij hogere windsnelheden leiden tot hogere bodemschuifspanningen. De variatie is erg groot en het aantal stormen gering. Alleen bij het gebied ter hoogte van de Grevelingen lijkt er enigszins een verband zichtbaar dat hogere windsnelheden leiden tot hogere bodemschuifspanningen, maar het komt ook voor dat de maximale bodemschuifspanning op een dag met een harde wind relatief laag is. Ook laten de resultaten zien dat bij storm de bodemschuifspanningen in de geulen in het algemeen hoger zijn dan op de platen.

Een derde oorzaak van hoge schuifspanningen zouden de spuidebieten van de Haringvlietsluizen kunnen zijn. In figuur 3.8 zijn de resultaten van deze analyse weergegeven voor het gebied in de monding van het Haringvliet.



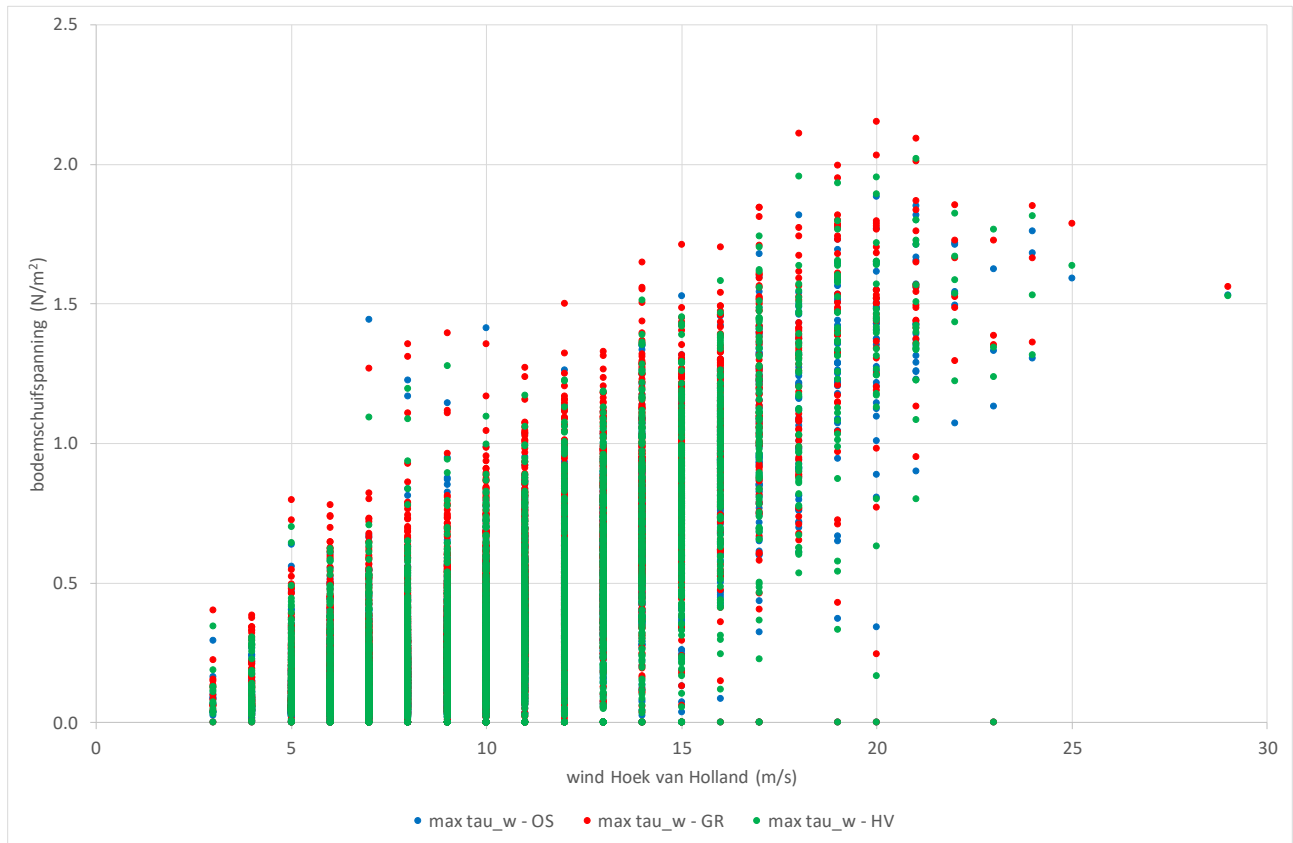
Figuur 3.8 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning bij de Haringvlietmond en de daggemiddelde spuidebiet Haringvliet.

Voor daggemiddelde afvoeren vanaf ongeveer 2000 m³/s is er een relatie zichtbaar dat bodemschuifspanningen stijgen met oplopend spuidebiet. De waarden liggen niet significant hoger, maar lage waarden komen minder frequent voor. Een dergelijk verband is in de andere gebieden niet herkenbaar. Dit is goed verklaarbaar gezien de grotere afstand tussen deze gebieden en de Haringvlietssluisen.

De voorgaande analyses hebben laten zien dat er niet een duidelijk verband is tussen bodemschuifspanningen enerzijds en wind of spuidebiet anderzijds. Weliswaar is er nabij de Haringvlietmond wel een verband zichtbaar, maar hoge spuidebieten leiden niet direct tot een significant hogere bodemschuifspanning dat die in een analyse over een heel seizoen is terug te zien. Mogelijk is dit wel het geval als de polygoon een kleiner gebied zou omvatten precies voor de spuissluizen. Voor stormen geldt dat eveneens; het effect van een storm op de bodemschuifspanningen is gering en de duur van een storm is kort in vergelijking tot een periode van 3 maanden. Waarom najaar 2018 de hoogste 95-percentiel bodemschuifspanning in de Haringvlietmonding laat zien en tegelijkertijd de laagste 95-percentiel ter hoogte van de Grevelingen, lijkt dan ook meer toeval.

3.7.2 T.g.v. golven

In figuur 3.9 is de relatie tussen windsnelheid en bodemschuifspanning voor de drie deelgebieden weergegeven.



Figuur 3.9 Relatie tussen maximaal ruimtelijk gemiddelde bodemschuifspanning per gebied en de wind in Hoek van Holland.

De relatie is duidelijk sterker dan bij de bodemschuifspanningen ten gevolge van stroming. In geval van storm liggen de bodemschuifspanningen significant hoger dan als er weinig wind is. De spreiding is wel groot. Oorzaken hiervoor zijn dat de golven die de bodemschuifspanningen niet een-op-een met de windsnelheid correleren (andere strijklengte bijvoorbeeld) en de waterdiepte (getij en op- of afwaaiing).

In tabellen 3.14 tot en met 3.16 zijn de resultaten van de analyses weergegeven.

Tabel 3.14 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							0.01	0.16	0.51	0.01	0.27	0.83
2005	0.00	0.34	1.04	0.02	0.18	0.52	0.02	0.15	0.40	0.00	0.19	0.62
2006	0.01	0.23	0.75	0.01	0.21	0.64	0.02	0.14	0.45	0.01	0.23	0.67
2007	0.00	0.34	0.88	0.01	0.21	0.67	0.03	0.18	0.53	0.01	0.28	0.90
2008	0.01	0.32	0.92	0.02	0.24	0.88	0.02	0.18	0.50	0.01	0.26	0.81
2009	0.01	0.19	0.48	0.01	0.16	0.57	0.01	0.15	0.48	0.02	0.27	0.79
2010	0.01	0.24	0.69	0.02	0.16	0.46	0.01	0.17	0.66	0.02	0.26	0.87
2011	0.01	0.24	0.77	0.01	0.15	0.49	0.02	0.21	0.67	0.00	0.22	0.80
2012	0.02	0.44	1.24	0.02	0.16	0.46	0.01	0.17	0.56	0.02	0.23	0.61
2013	0.02	0.27	0.86	0.02	0.18	0.45	0.01	0.13	0.35	0.01	0.28	0.86
2014	0.02	0.28	0.80	0.01	0.16	0.56	0.01	0.17	0.55	0.01	0.15	0.49
2015	0.03	0.41	1.04	0.02	0.21	0.74	0.01	0.16	0.51	0.01	0.27	0.97
2016	0.02	0.36	0.93	0.01	0.21	0.61	0.02	0.16	0.46	0.01	0.17	0.62
2017	0.01	0.25	0.90	0.01	0.14	0.38	0.01	0.15	0.48	0.02	0.32	0.85
2018	0.02	0.33	0.97	0.01	0.14	0.45	0.01	0.12	0.41	0.01	0.17	0.49

Tabel 3.15 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							0.01	0.20	0.61	0.01	0.33	0.99
2005	0.01	0.40	1.19	0.02	0.23	0.64	0.02	0.21	0.53	0.00	0.23	0.75
2006	0.01	0.28	0.91	0.01	0.26	0.74	0.02	0.19	0.58	0.01	0.28	0.80
2007	0.00	0.39	1.00	0.02	0.26	0.81	0.04	0.23	0.64	0.02	0.35	1.09
2008	0.01	0.37	1.05	0.03	0.30	1.00	0.02	0.22	0.56	0.02	0.32	0.98
2009	0.01	0.23	0.57	0.02	0.20	0.66	0.01	0.19	0.55	0.02	0.33	0.93
2010	0.01	0.30	0.85	0.03	0.20	0.58	0.02	0.24	0.83	0.02	0.34	1.03
2011	0.01	0.32	0.97	0.02	0.20	0.62	0.03	0.28	0.81	0.00	0.27	0.95
2012	0.03	0.54	1.42	0.03	0.23	0.62	0.02	0.22	0.66	0.02	0.30	0.77
2013	0.02	0.35	1.05	0.04	0.24	0.59	0.02	0.18	0.47	0.02	0.36	1.03
2014	0.03	0.33	0.91	0.02	0.21	0.70	0.02	0.23	0.67	0.01	0.19	0.67
2015	0.04	0.47	1.15	0.03	0.23	0.75	0.01	0.18	0.54	0.01	0.29	1.03
2016	0.02	0.37	0.94	0.02	0.24	0.69	0.02	0.17	0.47	0.01	0.20	0.66
2017	0.01	0.27	1.01	0.02	0.16	0.44	0.02	0.17	0.47	0.02	0.35	0.92
2018	0.03	0.35	1.05	0.01	0.16	0.51	0.01	0.15	0.45	0.01	0.19	0.52

Tabel 3.16 Analyse van de bodemschuifspanning binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							0.01	0.18	0.54	0.01	0.29	0.89
2005	0.00	0.36	1.14	0.02	0.20	0.55	0.02	0.18	0.48	0.00	0.20	0.65
2006	0.01	0.24	0.79	0.01	0.23	0.66	0.02	0.16	0.51	0.01	0.25	0.72
2007	0.00	0.35	0.94	0.02	0.23	0.71	0.03	0.21	0.57	0.01	0.31	1.00
2008	0.01	0.33	0.97	0.03	0.26	0.90	0.02	0.19	0.51	0.01	0.28	0.87
2009	0.01	0.20	0.50	0.02	0.17	0.59	0.01	0.17	0.49	0.02	0.28	0.84
2010	0.01	0.24	0.72	0.02	0.17	0.47	0.01	0.19	0.69	0.01	0.27	0.87
2011	0.01	0.25	0.80	0.01	0.15	0.50	0.02	0.22	0.67	0.00	0.23	0.83
2012	0.02	0.46	1.33	0.02	0.17	0.45	0.01	0.17	0.55	0.02	0.24	0.63
2013	0.01	0.27	0.89	0.03	0.17	0.45	0.02	0.13	0.36	0.01	0.29	0.89
2014	0.02	0.27	0.78	0.01	0.17	0.56	0.02	0.17	0.55	0.01	0.15	0.50
2015	0.03	0.42	1.05	0.02	0.22	0.76	0.01	0.16	0.50	0.00	0.27	0.99
2016	0.02	0.34	0.92	0.01	0.21	0.64	0.02	0.16	0.44	0.01	0.18	0.63
2017	0.01	0.24	0.96	0.01	0.14	0.40	0.01	0.15	0.42	0.02	0.31	0.85
2018	0.02	0.32	0.99	0.01	0.13	0.42	0.01	0.13	0.39	0.01	0.17	0.46

Hoewel stormen ook hier kort duren ten opzichte van de duur van een seizoen, zal ook de statistiek van de zwaarste stormen niet direct met deze tabellen gerelateerd kunnen worden. Wel is er wel een relatie te leggen tussen seizoenen met veel stormen boven Beaufort 7 en de schuifspanningen. De winter van 2012 geeft 22 stormen boven Beaufort 7 en 4 stormen boven Beaufort 8. In alle drie de deelgebieden is dit ook de donkerroodste gemiddelde en 95-percentiel. 2015 en 2016 scoren bij zowel de bodemschuifspanningen als stormen ook hoog, net als 2005. Winter 2009 daarentegen zowel qua stormen als bodemschuifspanningen dan erg kalm geweest.

In het voorjaar scoren 2007 en 2008 in alle gebieden hoog en 2017 en 2018 laag. De eerste twee kunnen inderdaad gekoppeld worden met de vele stormen in die voorjaren. Voorjaar 2017 is qua stormen inderdaad een rustig seizoen geweest, maar 2018 lijkt wat betreft het aantal stormen niet onder te doen voor die van 2007 en 2008.

In de zomer vertonen 2010 en 2011 hoge gemiddelde en 95-percentiel waarden voor de bodemschuifspanning. Ook dit kan aan de stormen worden gerelateerd, hoewel 2015 met een extreme zomerstorm dan weer niet hoog scoort. De zomers van 2013 en 2018 laten lage bodemschuifspanningen zien, maar 2009 die geen enkele periode een wind van 4 Beaufort heeft laten zien, scoort qua bodemschuifspanningen ergens net onder het gemiddelde.

Voor het najaar komen de hoogste 95-percentiel waarden voor in 2007 en 2015, terwijl hoge gemiddelde waarden te zien zijn in 2007 en 2017. Najaar 2015 valt met een storm van meer dan Beaufort 9 inderdaad op als stormachtig. En najaar 2017 heeft met het aantal stormen van meer dan Beaufort 7 en 8 inderdaad het hoogste aantal voor de hele monitoringsperiode. Najaar 2014, 2016 en 2018 scoren op het aantal stormen en bodemschuifspanningen laag.

In de analyse van de stormen is nu gekeken naar het aantal periodes waarin de windkracht aaneengesloten een bepaalde grens overschrijdt. Bij minimaal 3 achtereenvolgende meetwaarden is dit als een storm geteld. Voor de bodemschuifspanningen is naast een aantal stormen uiteraard ook de stormduur van belang. Het zou goed zijn om in een volgende analyse dit ook te beschouwen.

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 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.

Op basis van de gehele monitoringsperiode is er gekeken naar de abiotische parameters in de Voordelta en hoe die in de verschillende seizoenen en jaren tot elkaar in verhouding staan. Op basis van deze analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is een duidelijke relatie tussen de spuidebieten van het Haringvliet en de zoutgehalten in de Voordelta. Deze is het sterkst in de directe omgeving van het sluzencomplex, maar ook verder richting de Oosterscheldemonding kunnen deze effecten nog worden herkend.
- Relatief warme en koude seizoenen wisselen elkaar duidelijk af in de Voordelta. Een lange, relatief warme periode duurde van najaar 2013 tot en met de winter 2015.
- Bodemschuifspanningen ten gevolge van de stroming is duidelijk gerelateerd aan het getij. Stormen hebben daar maar een beperkt effect op en het spuidebiet van de Haringvlietsluizen beïnvloedt alleen heel lokaal de bodemschuifspanningen, daar waar het uitstromende water over de verticaal gemengd is. Op grotere afstand is het systeem meer gelaagd, met het zoete water aan het oppervlak.
- De door de golven opgewekte bodemschuifspanningen kunnen wel aan de wind worden gerelateerd, maar vooral op korte tijdschalen die zich verhouden met de stormen zelf. Indien op de duur van de seizoenen wordt gekeken, is de duur van de storm te kort. Alleen indien er grote aantallen stormen zijn geweest in een seizoen, of die juist afwezig zijn geweest, kan een relatie worden gevonden met de bodemschuifspanningen. Een verbetering van de analyse kan wellicht worden gevonden door ook de stormduur in de analyse te beschouwen.

4.2 Aanbevelingen

De ruimtelijke en temporele schalen van de variaties in abiotische parameters maakt het lastig om de verschillende monitoringsjaren met elkaar te vergelijken. In hoofdstuk 3 is een eerste aanzet gedaan, maar een verdere verfijningsslag is aan te raden, waarbij met de volgende conclusies met betrekking tot de schalen rekening kan worden gehouden:

Ruimtelijk:

- Geulen/platen: getijstroming concentreert zich voornamelijk in geulen, terwijl de uitstroom van de Haringvlietsluizen plaatsvindt in een gebied dat redelijk ondiep is.
- Golven breken als ze van diep naar ondiep water lopen, dus hoge bodemschuifspanningen door golven komen langs de plaatranden voor.
- De spuidebieten van het Haringvliet hebben in de Haringvlietmond de grootste invloed. Verder van de spuisluzen vandaan is het effect significant minder tot verwaarloosbaar.

Temporeel:

- Het getij heeft een duidelijke dubbeldagse component en daarnaast variaties over 15 dagen (doodtij-springtij cyclus), een jaar (omlooptijd van de aarde) en 18,6 jaar (Saros-periode).
- Het dubbeldagse getij werkt ook door op het spuien bij het Haringvliet bij laag water.
- Stormen hebben een typische periode van meerdere uren tot maximaal een paar dagen. Dit kan direct gekoppeld worden aan stormopzetten en golven. Maar deze zijn ook weer afhankelijk van de getijfase. Ook hangen de stormopzet en de golfhoogte en -periode sterk af van de windrichting en draaiing tijdens de storm.
- De temperatuur kent voornamelijk een sterke seizoensafhankelijkheid, met daarbovenop een getijafhankelijkheid. Dag-nacht variaties zijn niet duidelijk aanwezig.

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.

Arcadis, 2018, Datarapport PMR-NCV perceel Abiotiek; simulaties 2016 en analyse alternatieve aanpak bodemschuifspanningen golven, C03041.002127, 079708987 0.3, 12 januari 2018.

Arcadis, 2019, Datarapport PMR-NCV perceel Abiotiek; simulaties 2017, C03041.002127, 083818673 0.1, 15 februari 2019.

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 2004-2017.

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	315 - 345		
0.0	19.38	10.60	3.07	1.57	1.09	1.07	2.34	11.46	21.79	7.33	7.16	13.17	100.00		
0.5	15.57	8.79	2.52	1.27	0.88	0.85	2.08	10.90	20.05	6.06	5.80	11.02	85.76		
1.0	8.13	5.09	1.27	0.54	0.35	0.34	1.09	8.14	14.41	4.00	3.95	7.33	54.65		
1.5	3.51	2.27	0.50	0.16	0.10	0.10	0.42	5.10	9.18	2.36	2.46	4.41	30.57		
2.0	1.52	0.90	0.13	0.02	0.03	0.04	0.15	2.52	5.36	1.41	1.41	2.52	16.00		
2.5	0.63	0.31	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.95	2.80	0.73	0.77	1.44	7.69		
3.0	0.25	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.33	1.21	0.37	0.38	0.75	3.38		
3.5	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.43	0.15	0.18	0.38	1.32		
4.0	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.05	0.08	0.18	0.51		
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	0.18		
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	0.04		

Tabel A.4 Overschrijdingstabel golven EuroPlatform voor de periode 2018.

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	315 - 345		
0.0	23.66	14.19	5.64	1.92	0.69	0.73	1.95	10.66	19.15	6.84	5.63	8.93	100.00		
0.5	18.91	10.58	4.75	1.57	0.53	0.57	1.56	10.12	17.25	5.67	4.45	6.74	82.69		
1.0	7.81	5.84	3.34	0.64	0.05	0.27	0.92	6.84	11.65	3.63	2.57	4.38	47.95		
1.5	2.54	2.87	1.79	0.04	0.00	0.16	0.64	4.06	7.10	2.34	1.69	2.26	25.48		
2.0	1.24	1.90	0.95	0.00	0.00	0.10	0.08	1.43	3.48	1.42	0.74	1.56	12.90		
2.5	0.40	0.79	0.52	0.00	0.00	0.03	0.00	0.31	1.72	1.12	0.38	0.81	6.07		
3.0	0.12	0.21	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.88	0.66	0.12	0.26	2.57		
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	0.03	0.09	0.74		
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09	0.00	0.03	0.22		
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.05		
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03		

Tabel A.1 Overschrijdingstabel wind Hoek van Holland voor de periode 2004-2017.

windsnelheid (m/s)	windrichting (°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	345 - 375	375 - 405	
0.0	7.73	6.71	6.14	6.80	4.95	4.91	10.82	13.40	14.20	9.81	7.41	6.95	6.95	99.84	
0.3	7.73	6.71	6.14	6.80	4.95	4.91	10.82	13.40	14.20	9.81	7.41	6.95	6.95	99.84	
1.5	7.57	6.55	5.96	6.62	4.79	4.77	10.67	13.27	14.10	9.52	7.29	6.82	6.82	97.93	
3.3	6.58	5.78	4.92	5.15	3.60	3.91	9.45	12.13	13.09	8.67	6.29	5.74	5.74	85.33	
5.5	4.95	4.41	3.21	2.89	1.97	2.75	7.10	9.52	10.95	6.89	4.67	4.32	4.32	63.63	
7.9	3.27	2.78	1.63	1.16	0.83	1.48	4.47	6.30	7.77	4.75	3.27	3.03	3.03	40.72	
10.7	1.31	0.94	0.31	0.21	0.17	0.36	1.55	2.35	2.91	2.16	1.43	1.40	1.40	15.11	
13.8	0.33	0.19	0.02	0.04	0.02	0.04	0.32	0.50	0.61	0.74	0.49	0.48	0.48	3.78	
17.1	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.11	0.09	0.08	0.08	0.40	
20.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.06	
24.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Tabel A.2 Overschrijdingstabel wind Hoek van Holland voor de periode 2018.

windsnelheid (m/s)	windrichting (°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	345 - 375	375 - 405	
0.0	10.90	7.85	7.12	8.82	5.72	5.75	12.42	11.78	9.35	8.36	5.63	6.07	6.07	99.78	
0.3	10.90	7.85	7.12	8.82	5.72	5.75	12.42	11.78	9.35	8.36	5.63	6.07	6.07	99.78	
1.5	10.81	7.65	6.88	8.64	5.62	5.62	12.31	11.63	9.29	8.11	5.57	5.87	5.87	97.99	
3.3	9.71	6.76	5.84	7.00	4.55	4.75	11.07	10.59	8.47	7.32	4.84	4.83	4.83	85.74	
5.5	6.96	4.83	4.35	4.41	2.42	3.48	8.23	7.58	6.92	6.00	3.61	3.58	3.58	62.37	
7.9	3.78	2.40	2.44	2.77	0.95	2.15	4.85	4.30	4.44	4.19	2.71	2.41	2.41	37.39	
10.7	0.73	0.59	0.86	1.18	0.25	0.53	1.42	1.32	1.38	1.95	1.48	1.16	1.16	12.85	
13.8	0.13	0.19	0.07	0.43	0.00	0.08	0.21	0.14	0.22	1.08	0.27	0.18	0.18	3.00	
17.1	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.30	0.05	0.00	0.00	0.39	
20.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	
24.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	

BIJLAGE B TABELLEN EN FIGUREN VOOR SIMULATIES JANUARI – DECEMBER 2018

Tabel B.1 Vergelijking tussen berekende en gemeten waterstand, Kustzuid, 2018

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	0.043	0.092	0.057	0.111	0.084	0.103	0.081	0.093	0.059	0.124
februari	0.046	0.067	0.049	0.125	0.075	0.118	0.082	0.107	0.076	0.148
maart	0.038	0.093	0.041	0.132	0.064	0.128	0.067	0.126	0.055	0.165
kwartaal 1	0.042	0.085	0.049	0.123	0.074	0.117	0.076	0.110	0.063	0.147
april	0.030	0.059	0.037	0.110	0.059	0.105	0.061	0.096	0.049	0.133
mei	0.022	0.069	0.024	0.111	0.047	0.111	0.051	0.121	0.040	0.167
juni	0.023	0.071	0.025	0.112	0.053	0.110	0.053	0.123	0.043	0.171
kwartaal 2	0.025	0.066	0.028	0.111	0.053	0.109	0.055	0.114	0.044	0.158
juli	0.020	0.089	0.030	0.123	0.044	0.124	0.056	0.141	0.038	0.198
augustus	0.019	0.102	0.044	0.136	0.042	0.146	0.060	0.152	0.050	0.201
september	0.015	0.096	0.042	0.130	0.062	0.125	0.061	0.145	0.053	0.190
kwartaal 3	0.018	0.096	0.039	0.130	0.049	0.133	0.059	0.146	0.047	0.197
oktober	0.029	0.103	0.039	0.132	0.066	0.135	0.064	0.156	0.063	0.211
november	0.004	0.090	0.032	0.116	0.050	0.116	0.046	0.136	0.040	0.187
december	-0.004	0.087	0.032	0.112	0.063	0.114	0.056	0.134	0.050	0.178
kwartaal 4	0.010	0.095	0.034	0.121	0.060	0.122	0.055	0.143	0.051	0.193
hele jaar	0.024	0.087	0.038	0.122	0.059	0.121	0.061	0.130	0.051	0.175

Tabel B.2 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak, Kustzuid, 2018

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	-0.139	0.254	-0.281	0.420	0.120	0.148	-0.640	0.392
februari	-0.134	0.143	-0.462	0.161	0.435	0.282	-0.828	0.370
maart	0.356	0.202	-0.285	0.172	0.555	0.311	0.173	0.885
kwartaal 1	0.033	0.312	-0.339	0.293	0.368	0.316	-0.419	0.745
april	-0.122	0.139	-0.533	0.337	-0.158	0.267	1.200	0.804
mei	0.084	0.425	-0.857	0.512	0.436	0.637	2.041	1.526
juni	0.109	0.672	-1.133	0.408	0.217	0.516	2.399	1.085
kwartaal 2	0.024	0.477	-0.841	0.491	0.168	0.557	1.882	1.282
juli	-0.067	0.289	-1.032	0.426	0.915	0.533	1.607	0.362
augustus	0.238	0.449	-0.881	0.422	1.734	0.446	0.603	0.273
september	0.582	0.167	-0.374	0.147	1.656	0.455	0.485	0.267
kwartaal 3	0.247	0.418	-0.767	0.455	1.432	0.606	0.787	0.536
oktober	0.879	0.102	-0.318	0.161	0.831	0.288	0.265	0.412
november	1.182	0.117	-0.028	0.220	1.107	0.133	-0.205	0.439
december	0.949	0.520	-0.053	0.395	0.746	0.156	-0.258	0.316
kwartaal 4	1.001	0.340	-0.134	0.307	0.892	0.255	-0.064	0.458
hele jaar	0.329	0.561	-0.520	0.494	0.719	0.673	0.539	1.223

Tabel B.3 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2018

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	-0.575	0.214	-0.623	0.217	-0.482	0.127	-0.497	0.125
februari	-0.674	0.155	-0.507	0.190	-0.225	0.151	-0.238	0.143
maart			-0.150	0.206	-0.128	0.203	-0.147	0.190
kwartaal 1	-0.591	0.209	-0.436	0.288	-0.280	0.223	-0.296	0.217
april	-1.130	0.449	-0.753	0.443	-0.559	0.367	-0.542	0.359
mei	-0.972	0.389	-0.919	0.393				
juni	-1.300	0.449	-1.131	0.467	-1.546	0.228	-1.503	0.239
kwartaal 2	-1.134	0.450	-0.902	0.453	-0.946	0.578	-0.915	0.566
juli	-1.125	0.437	-1.043	0.449	-0.979	0.252	-0.944	0.255
augustus	-0.496	0.350	-0.437	0.348	-0.372	0.285	-0.360	0.269
september	-0.190	0.201	-0.128	0.200	-0.019	0.273	-0.065	0.287
kwartaal 3	-0.609	0.521	-0.522	0.509	-0.350	0.429	-0.345	0.407
oktober	-0.495	0.225	-0.451	0.239	-0.053	0.132	-0.451	0.144
november	0.061	0.277	0.091	0.260	0.029	0.212	-0.011	0.239
december	0.238	0.300	0.368	0.301	-0.166	0.153	-0.119	0.163
kwartaal 4	-0.138	0.404	-0.162	0.387	-0.077	0.195	-0.158	0.242
hele jaar	-0.617	0.571	-0.522	0.491	-0.352	0.419	-0.366	0.400

Tabel B.4 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2018

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	-0.527	0.253	-0.510	0.253	-0.498	0.238	-0.580	0.232
februari	-0.433	0.126	-0.419	0.121	-0.479	0.342	-0.562	0.340
maart	-0.273	0.198	-0.202	0.193	-0.161	0.566	-0.264	0.583
kwartaal 1	-0.417	0.229	-0.393	0.238	-0.376	0.437	-0.466	0.439
april	-0.689	0.336	-0.451	0.324	0.129	0.213	0.159	0.183
mei	-1.213	0.388	-1.194	0.376	-0.100	0.441	0.057	0.367
juni	-1.529	0.441	-1.487	0.418				
kwartaal 2	-1.145	0.521	-1.168	0.558	-0.029	0.400	0.089	0.325
juli	-1.296	0.371	-1.285	0.308	-0.014	0.376	-0.212	0.106
augustus	-0.634	0.326	-0.675	0.329	-0.068	0.339	-0.031	0.354
september			-0.362	0.198				
kwartaal 3	-1.065	0.476	-0.815	0.487	-0.054	0.350	-0.046	0.344
oktober			-0.353	0.286	-0.756	0.257	-0.810	0.237
november					-0.487	0.490	-0.361	0.477
december					-0.105	0.256	-0.131	0.165
kwartaal 4			-0.353	0.286	-0.396	0.448	-0.363	0.426
hele jaar	-0.851	0.544	-0.742	0.542	-0.292	0.450	-0.326	0.463

Tabel B.5 Vergelijking tussen berekende en gemeten watertemperatuur bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2018

periode	Haringvliet 10			
	T _{opp} (°C)		T _{bod} (°C)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	-0.353	0.387	-0.381	0.374
februari	-0.366	0.303	-0.457	0.166
maart	-0.165	0.269	-0.187	0.213
kwartaal 1	-0.292	0.337	-0.338	0.292
april	-0.886	0.507	-0.854	0.415
mei	-1.155	0.416	-1.060	0.325
juni	-1.123	0.395	-1.256	0.274
kwartaal 2	-1.056	0.458	-1.057	0.380
juli	-1.057	0.369	-1.056	0.323
augustus	-0.280	0.583	-0.365	0.593
september	0.204	0.171	0.153	0.178
kwartaal 3	-0.634	0.635	-0.594	0.617
oktober	-0.211	0.324	-0.097	0.230
november	0.316	0.524	0.331	0.507
december	-0.185	0.237	-0.122	0.250
kwartaal 4	-0.005	0.473	0.094	0.448
hele jaar	-0.533	0.618	-0.580	0.576

Tabel B.6 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2018

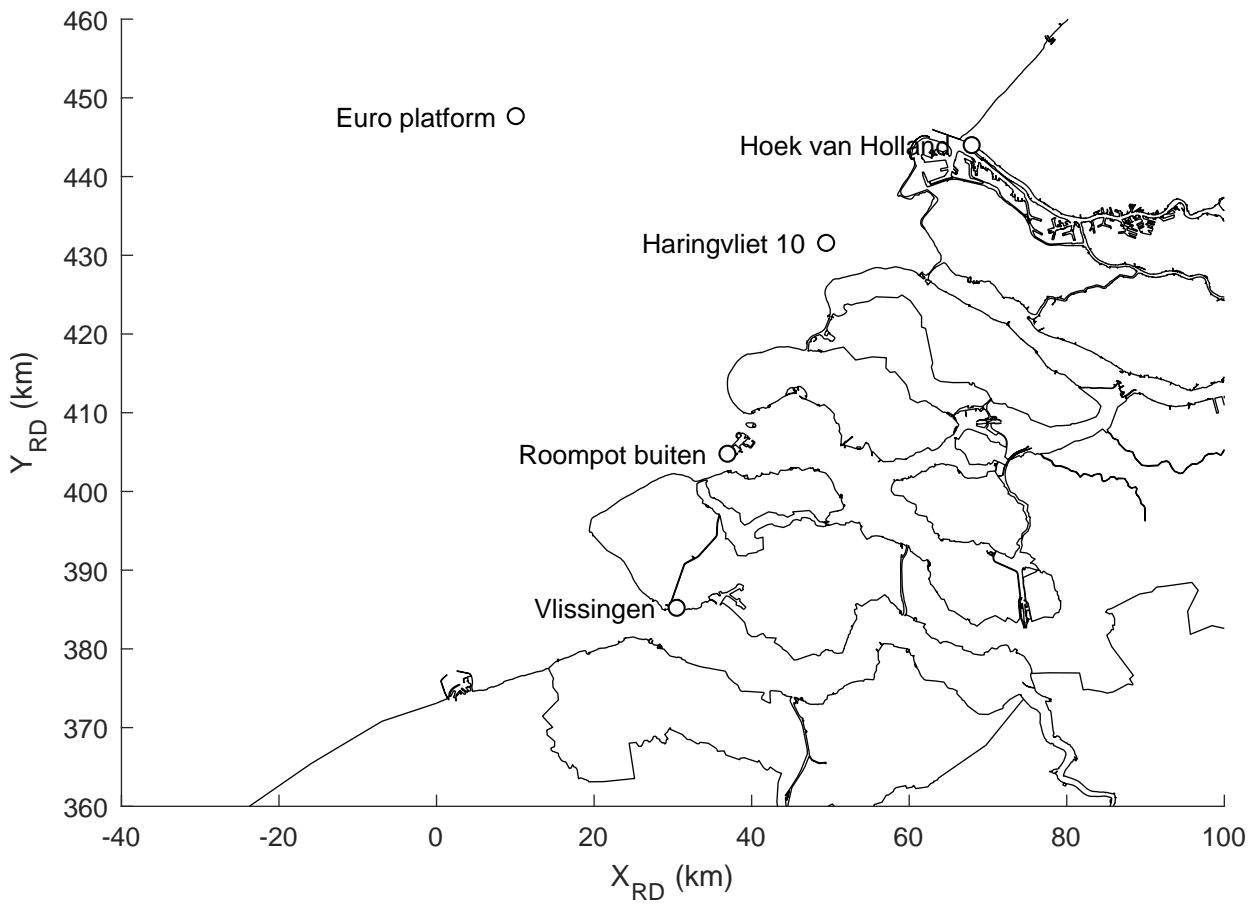
periode	Vlakte van de Raan				Oosterschelde 4			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)		S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	1.221	0.634	0.997	0.452	0.473	0.331	0.409	0.307
februari	1.137	0.516	1.020	0.416	0.719	0.379	0.684	0.337
maart			0.793	0.312	0.682	0.359	0.671	0.265
kwartaal 1	1.208	0.617	0.939	0.413	0.622	0.372	0.585	0.329
april	0.599	0.325	0.624	0.280	0.650	0.276	0.608	0.235
mei	0.350	0.312	0.274	0.298				
juni	-0.471	0.370	-0.371	0.347	-0.569	0.196	-0.560	0.215
kwartaal 2	0.049	0.561	0.265	0.481	0.172	0.645	0.155	0.613
juli	-0.764	0.227	-0.809	0.250	-1.006	0.263	-1.008	0.257
augustus	-0.494	0.282	-0.547	0.275	-0.791	0.314	-0.764	0.496
september	-0.486	0.267	-0.524	0.273	-0.740	0.153	-0.746	0.194
kwartaal 3	-0.583	0.290	-0.621	0.296	-0.810	0.274	-0.798	0.381
oktober	-0.539	0.191	-0.559	0.195	-0.638	0.147	-0.718	0.147
november	-0.430	0.249	-0.479	0.259	-0.455	0.127	-0.276	0.103
december	0.195	0.520	-0.109	0.760	-0.391	0.271	-0.347	0.248
kwartaal 4	-0.362	0.400	-0.498	0.302	-0.455	0.228	-0.404	0.256
hele jaar	-0.115	0.733	0.043	0.746	-0.029	0.740	-0.041	0.726

Tabel B.7 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2018

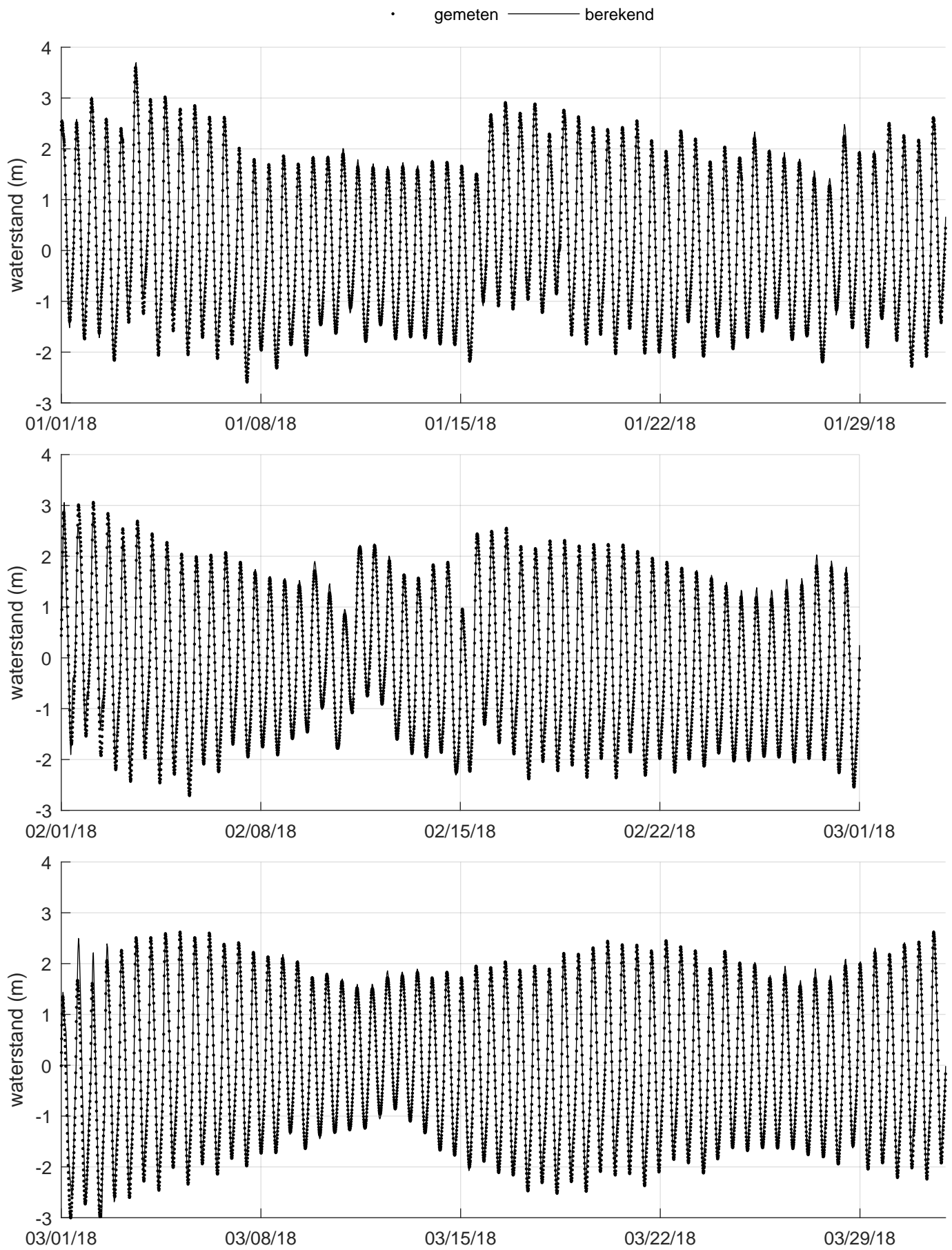
periode	Brouwershavensche Gat 2				Brouwershavensche Gat 8			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)		S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	0.402	0.430	0.301	0.396	0.410	0.969	0.234	0.930
februari	0.441	0.471	0.313	0.331	0.180	1.163	-0.014	0.990
maart	0.260	0.360	0.238	0.325	-0.393	0.836	-0.488	0.838
kwartaal 1	0.368	0.429	0.287	0.358	0.062	1.050	-0.092	0.968
april	0.042	0.294	0.207	0.226	-0.590	0.518	-0.697	0.457
mei	-0.604	0.465	-0.444	0.390	-1.415	0.576	-1.412	0.500
juni	-0.719	0.488	-0.790	0.438				
kwartaal 2	-0.429	0.541	-0.464	0.547	-1.160	0.676	-1.193	0.588
juli	-1.057	0.493	-0.970	1.101	-1.897	0.272	-2.180	0.152
augustus	-1.101	0.238	-1.078	0.222	-1.519	0.332	-1.652	0.312
september			-0.619	0.259				
kwartaal 3	-1.073	0.423	-0.892	0.738	-1.618	0.358	-1.698	0.336
oktober			-0.509	0.225	-0.815	0.289	-0.739	0.260
november					-0.455	0.246	-0.559	0.260
december					-0.307	0.325	-0.410	0.272
kwartaal 4			-0.509	0.225	-0.470	0.340	-0.540	0.289
hele jaar	-0.253	0.723	-0.294	0.724	-0.417	1.043	-0.493	0.947

Tabel B.8 Vergelijking tussen berekende en gemeten saliniteit bij oppervlak en bodem, Kustzuid, 2018

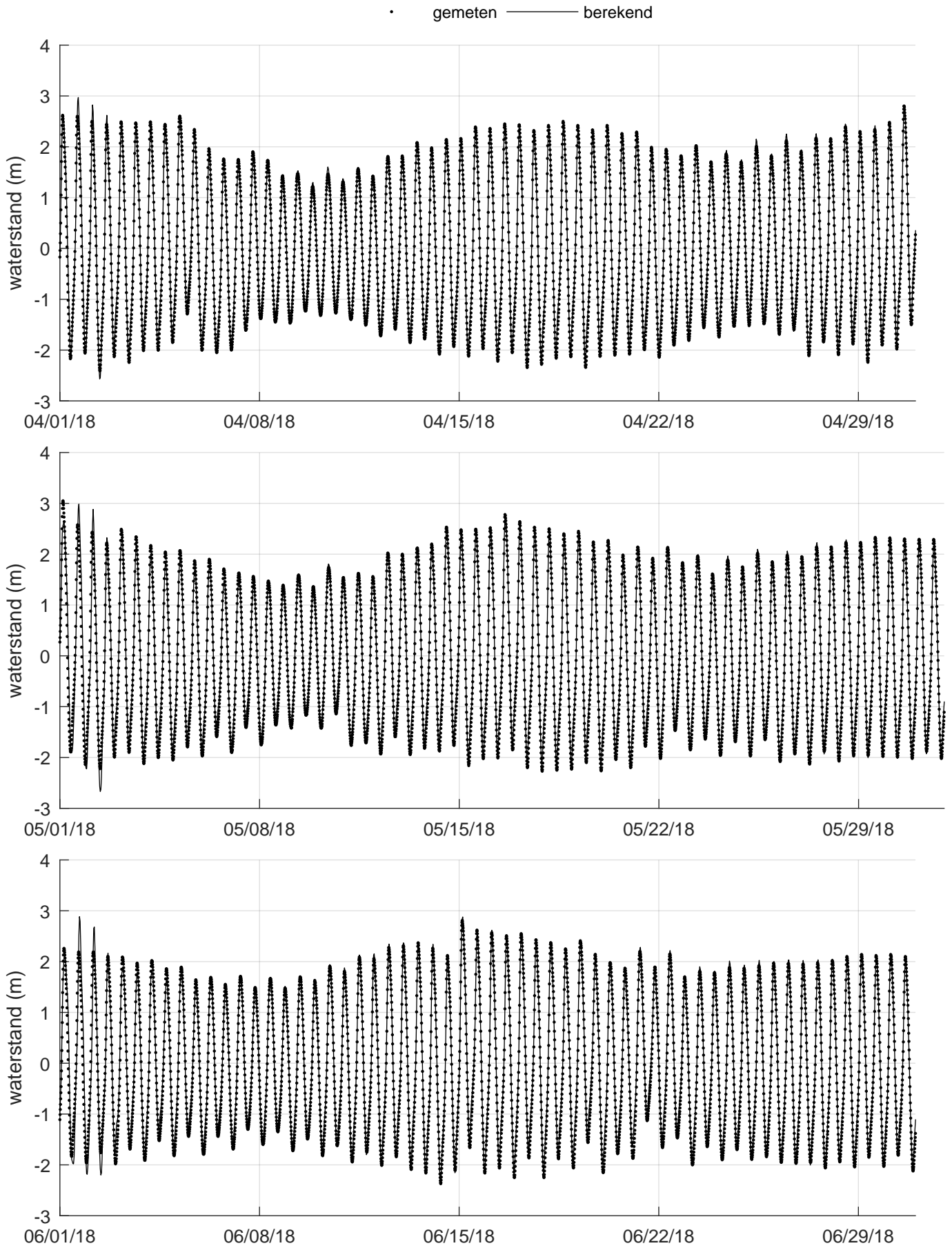
periode	Haringvliet 10			
	S _{opp} (PSU)		S _{bod} (PSU)	
	BIAS	RMSE _o	BIAS	RMSE _o
januari	1.229	4.277	0.079	0.876
februari	0.957	3.105	0.108	0.597
maart	-0.203	1.329	-0.194	0.719
kwartaal 1	0.651	3.209	-0.006	0.756
april	-0.617	1.237	-0.441	0.585
mei	-1.044	0.900	-1.207	0.582
juni	-0.909	1.397	-1.027	0.670
kwartaal 2	-0.859	1.206	-0.895	0.695
juli	-0.741	0.690	-0.601	0.587
augustus	-1.410	0.462	-1.368	0.486
september	-0.788	0.148	-0.804	0.130
kwartaal 3	-1.065	0.665	-1.061	0.634
oktober	-0.303	0.401	-0.370	0.361
november	-0.259	0.312	-0.470	0.295
december	0.060	0.447	-0.072	0.445
kwartaal 4	-0.219	0.403	-0.313	0.407
hele jaar	-0.331	2.013	-0.556	0.810



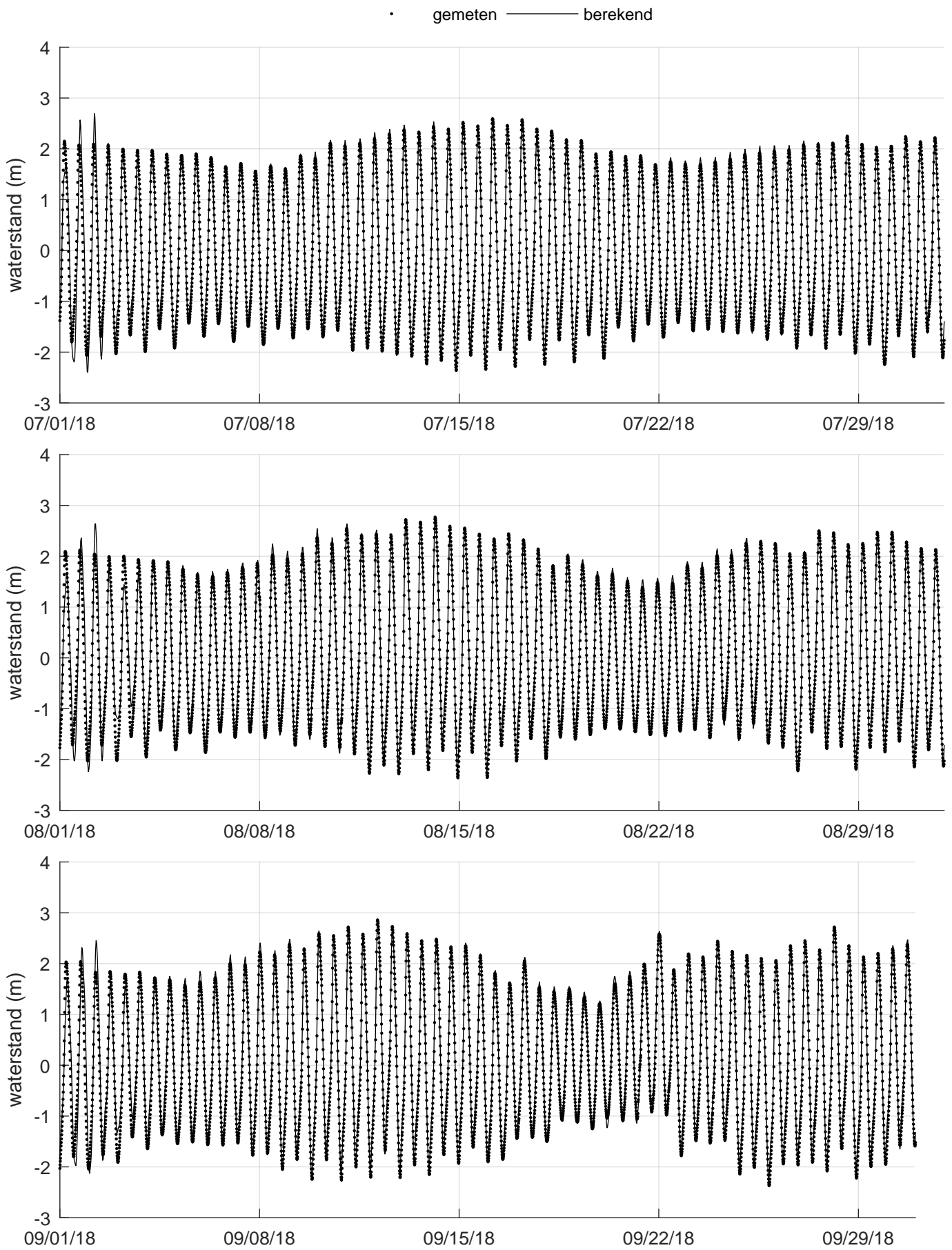
Ligging Waterbase-stations waterstand



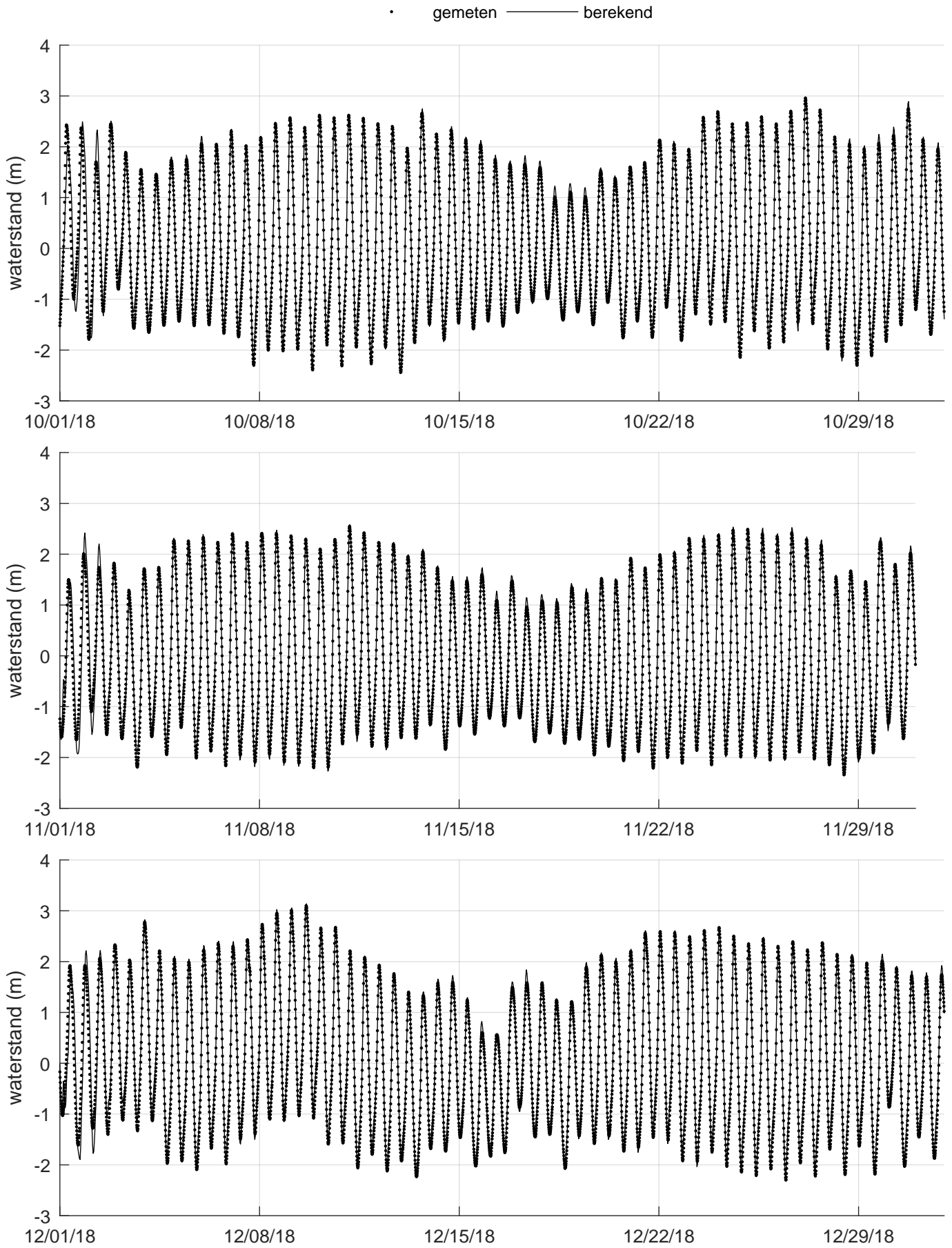
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 1e kwartaal 2018, Waterbase-station Vlissingen



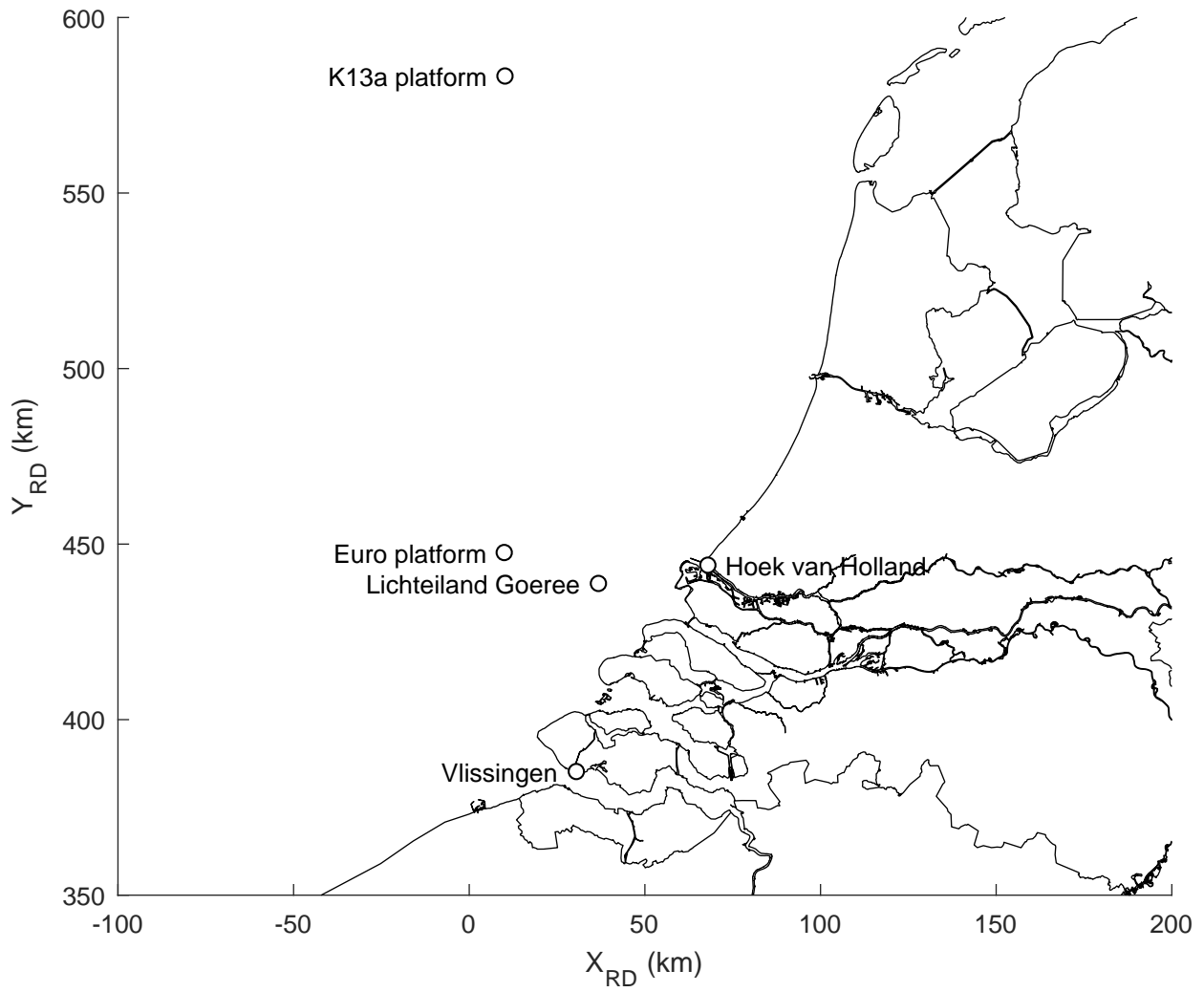
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 2e kwartaal 2018, Waterbase-station Vlissingen



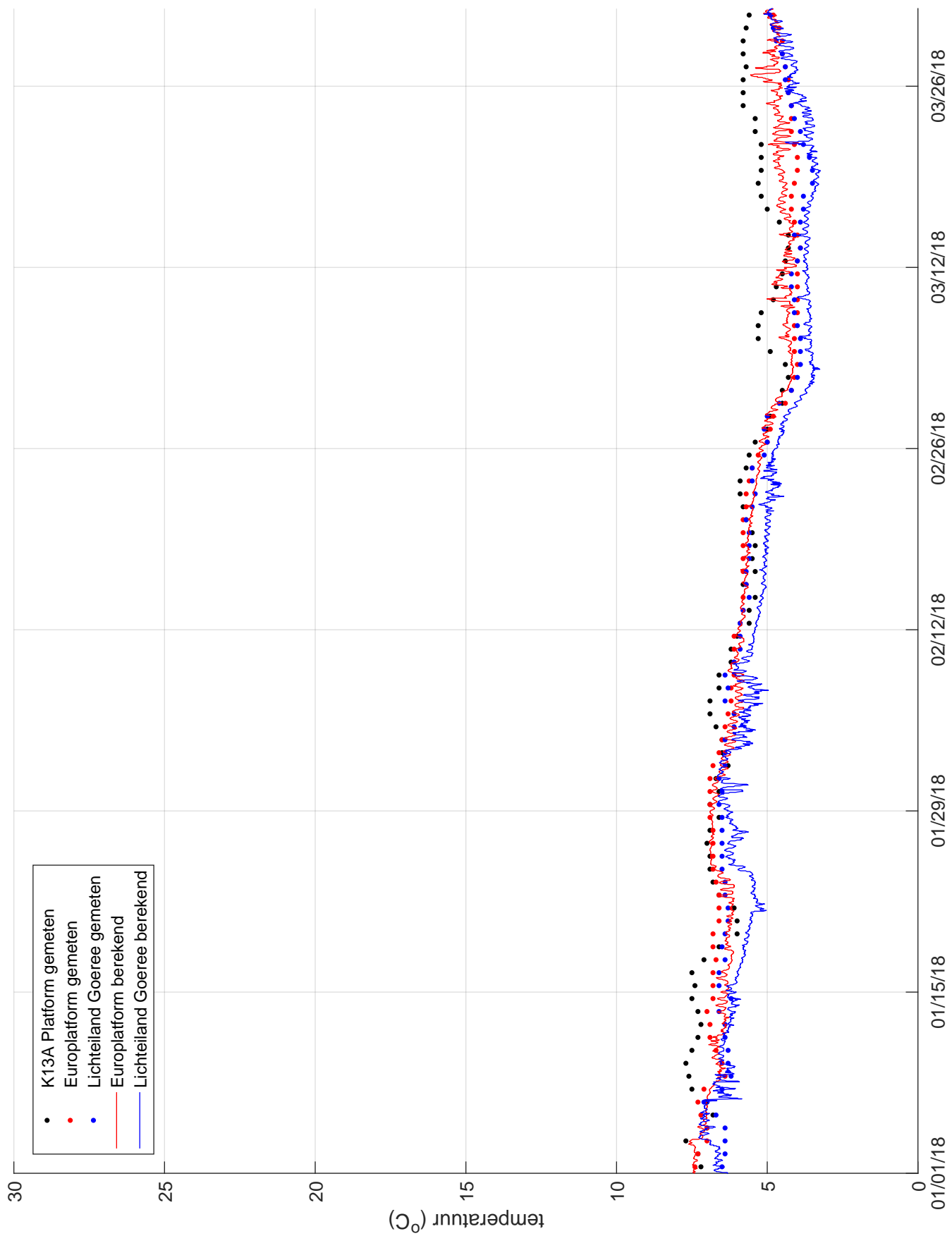
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 3e kwartaal 2018, Waterbase-station Vlissingen



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
waterstand 4e kwartaal 2018, Waterbase-station Vlissingen

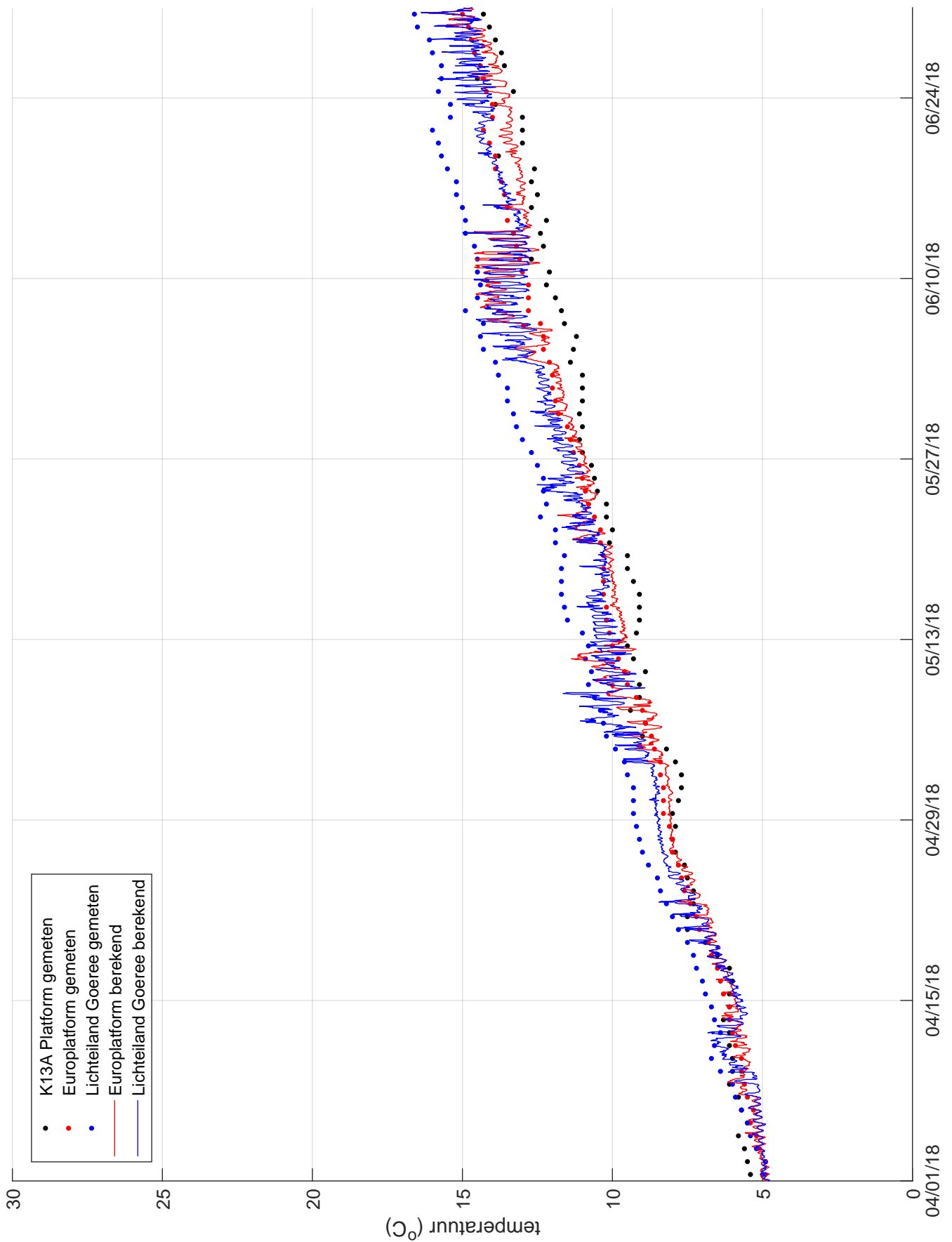


Ligging Waterbase-stations oppervlaktetemperatuur

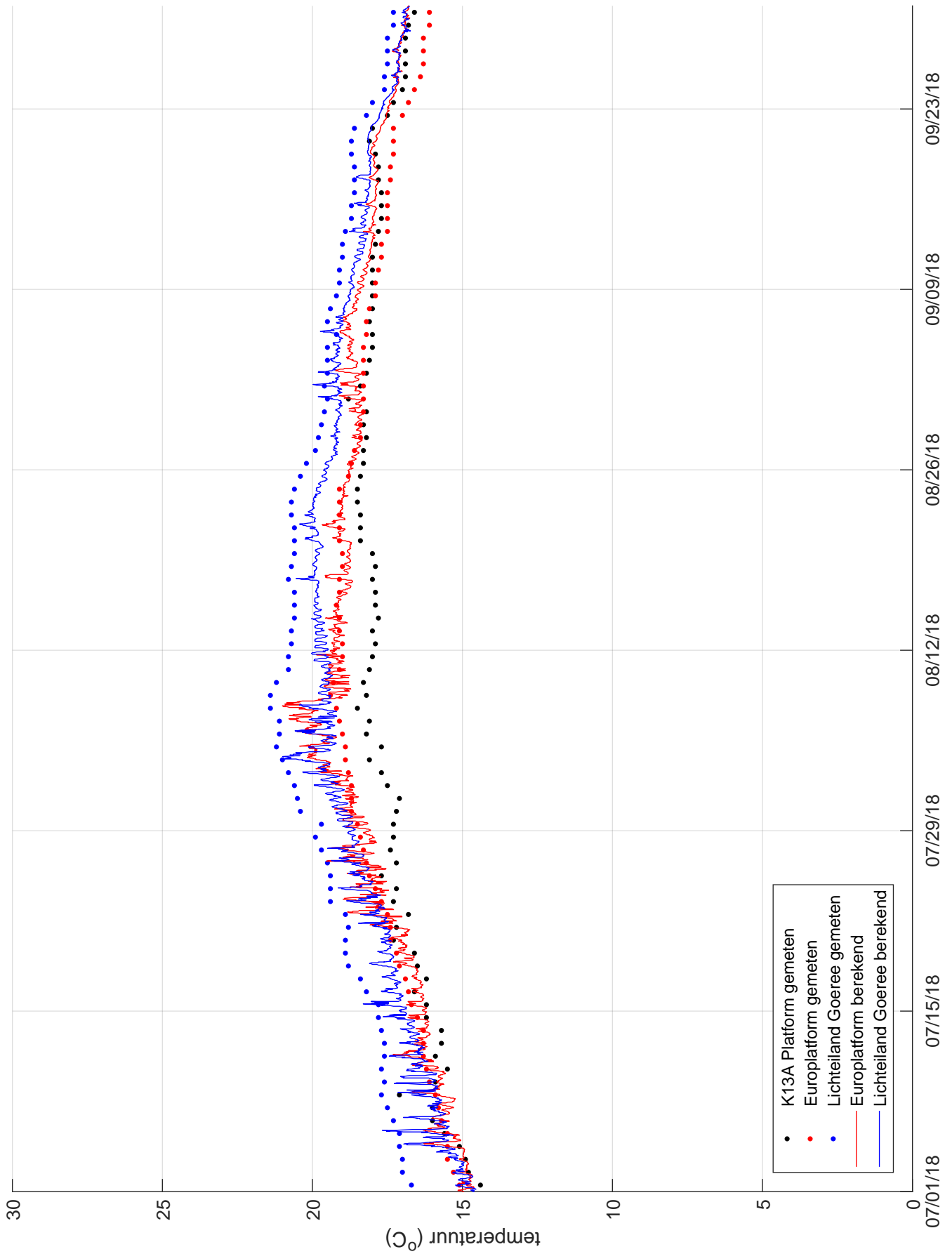


• K13A Platform gemeten
 • Europlatform gemeten
 • Lichteiland Goeree gemeten
 — Europlatform berekend
 — Lichteiland Goeree berekend

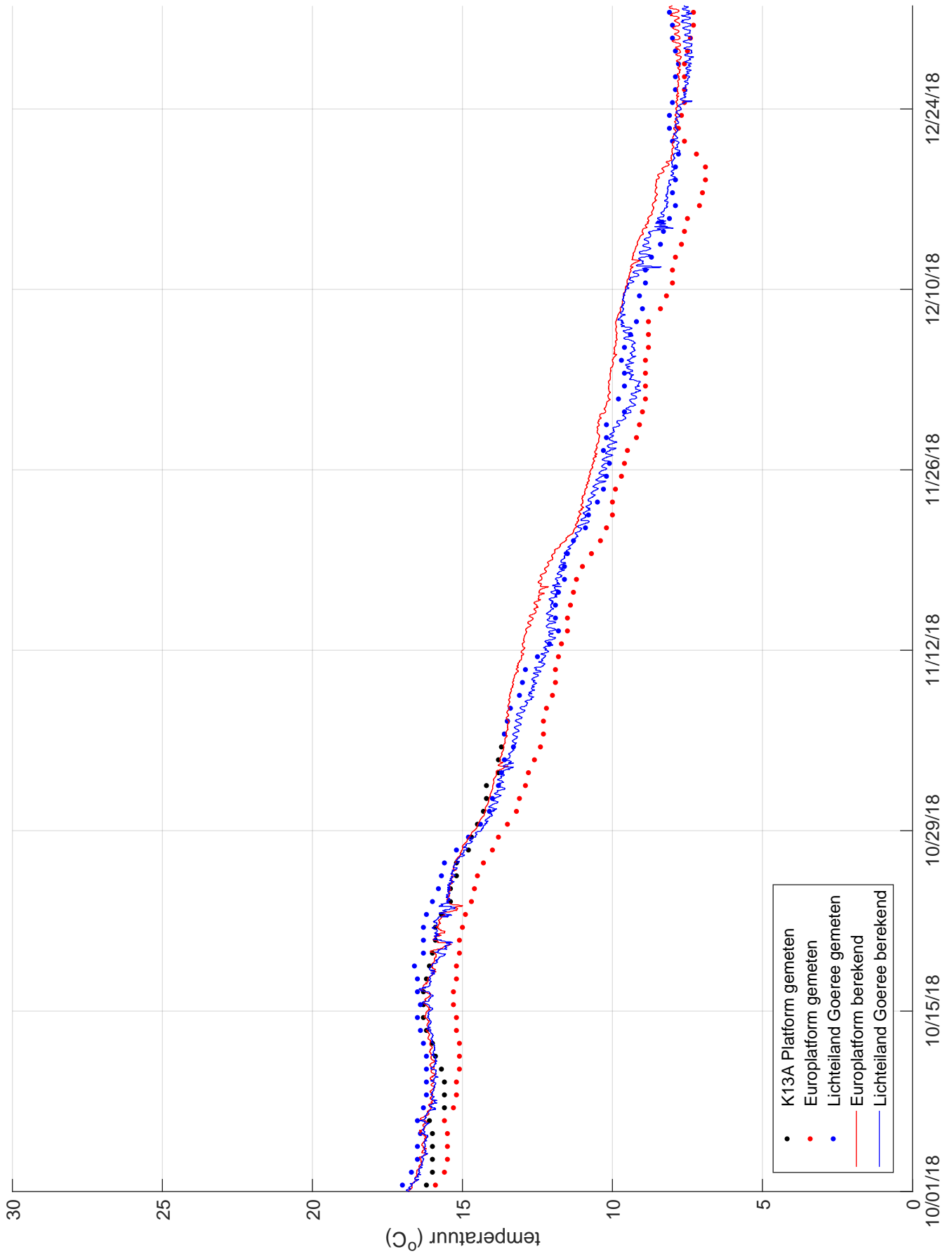
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 1e kwartaal 2018, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.



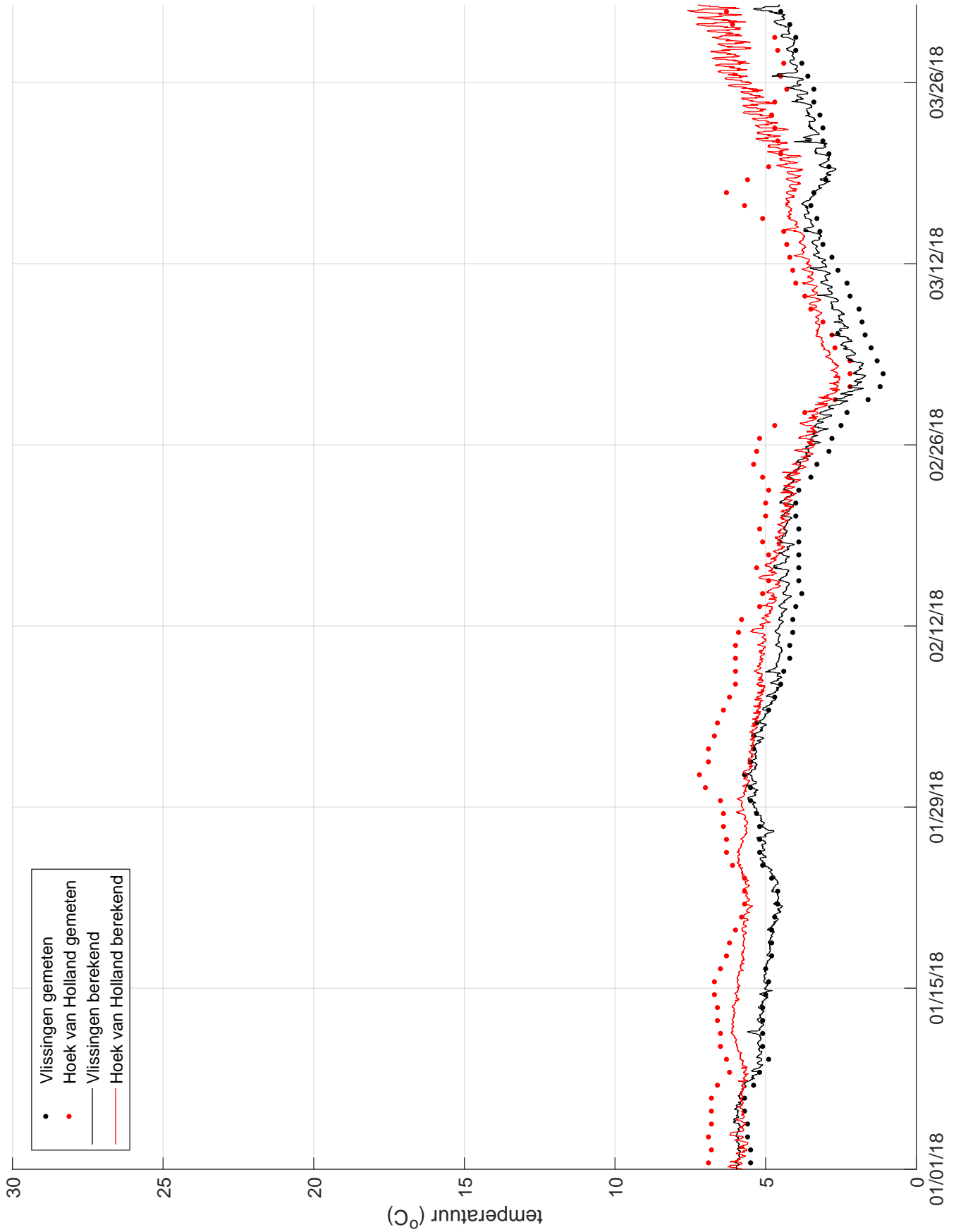
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlaktetemperatuur 2e kwartaal 2018, Waterbase-
 stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.



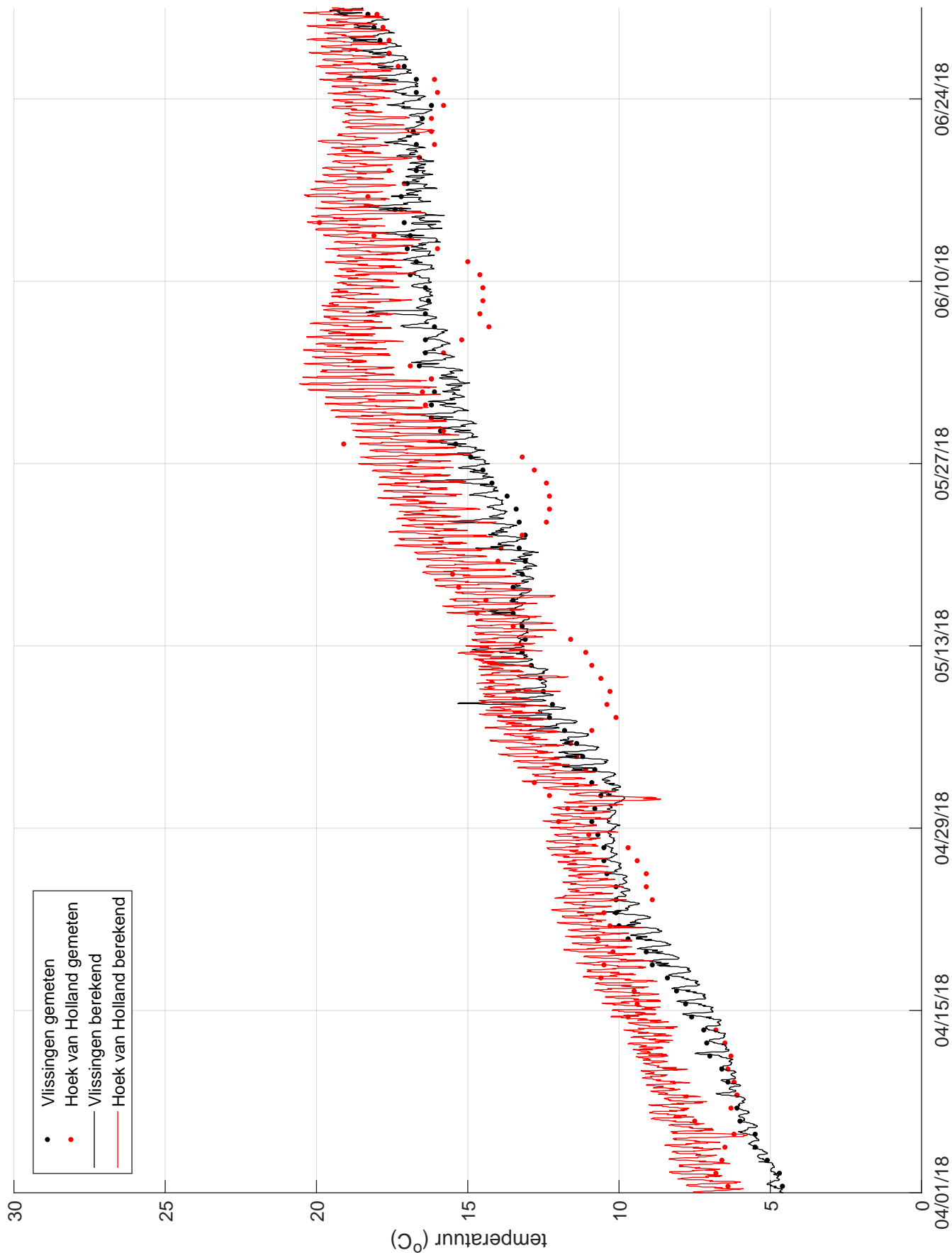
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 3e kwartaal 2018, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.



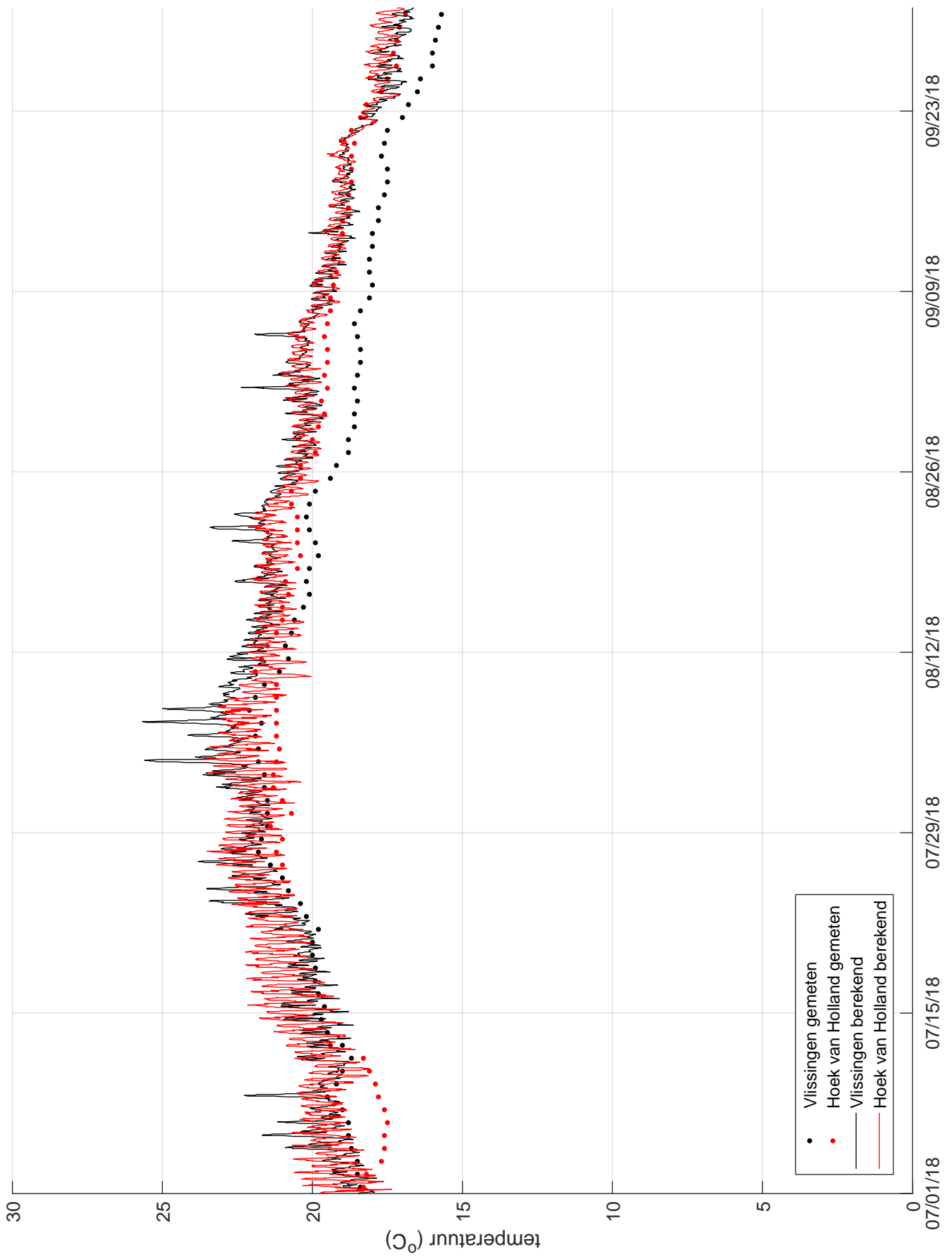
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 4e kwartaal 2018, Waterbase-stations Europlatf. en L.E.Goeree en de randvoorwaarde K13A Platf.



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 1e kwartaal 2018, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 2e kwartaal 2018, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland

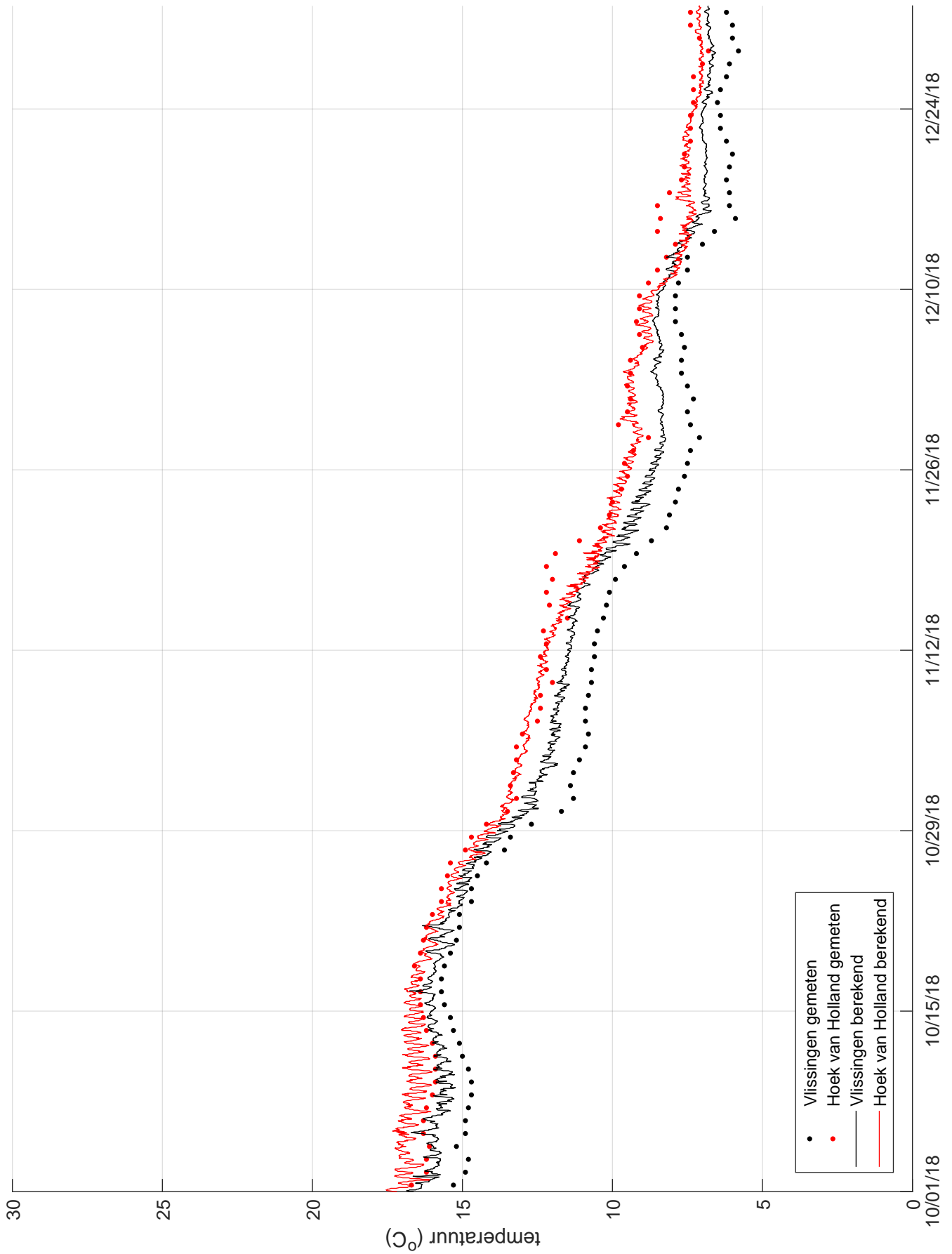


Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 3e kwartaal 2018, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland

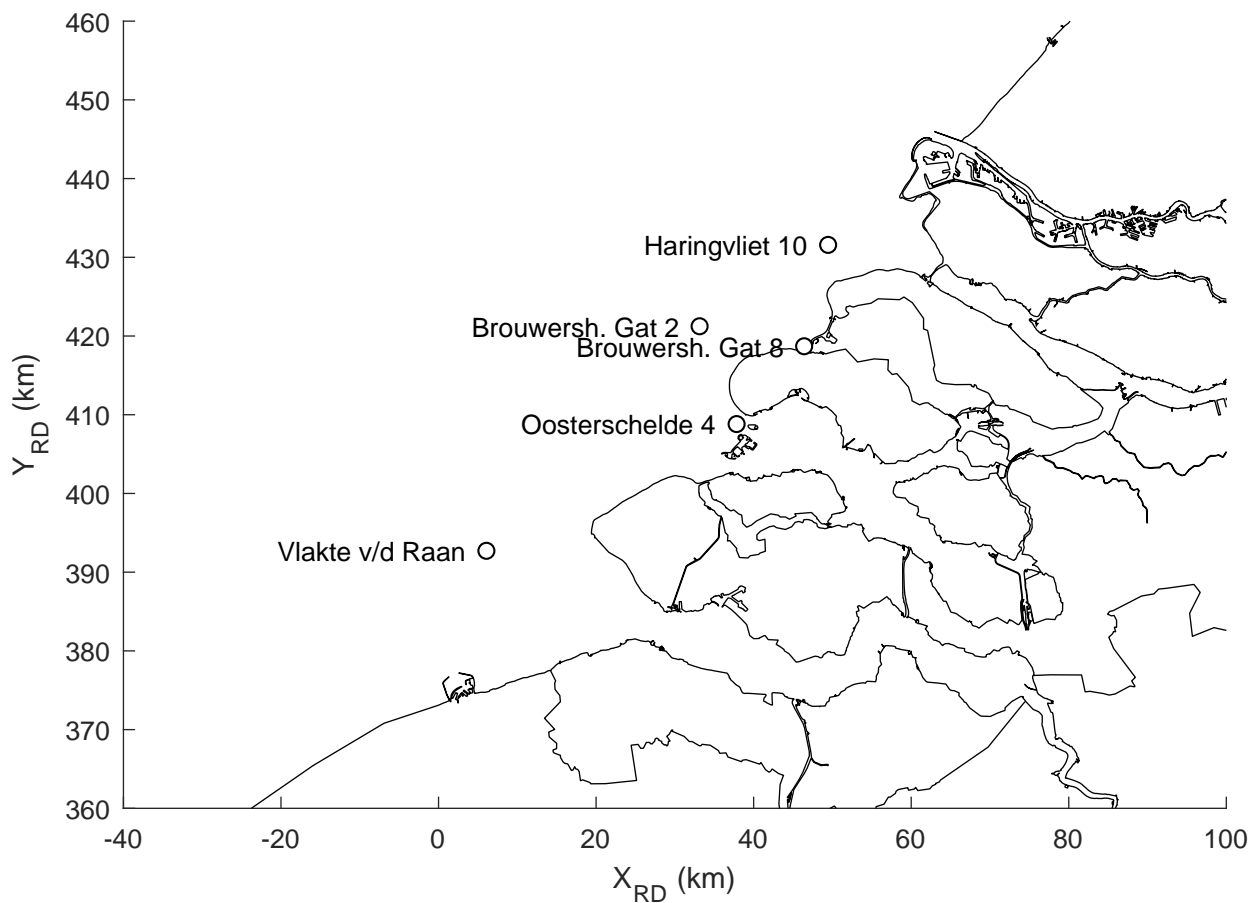
PMR-NCV Abiotiek

C03041.002127

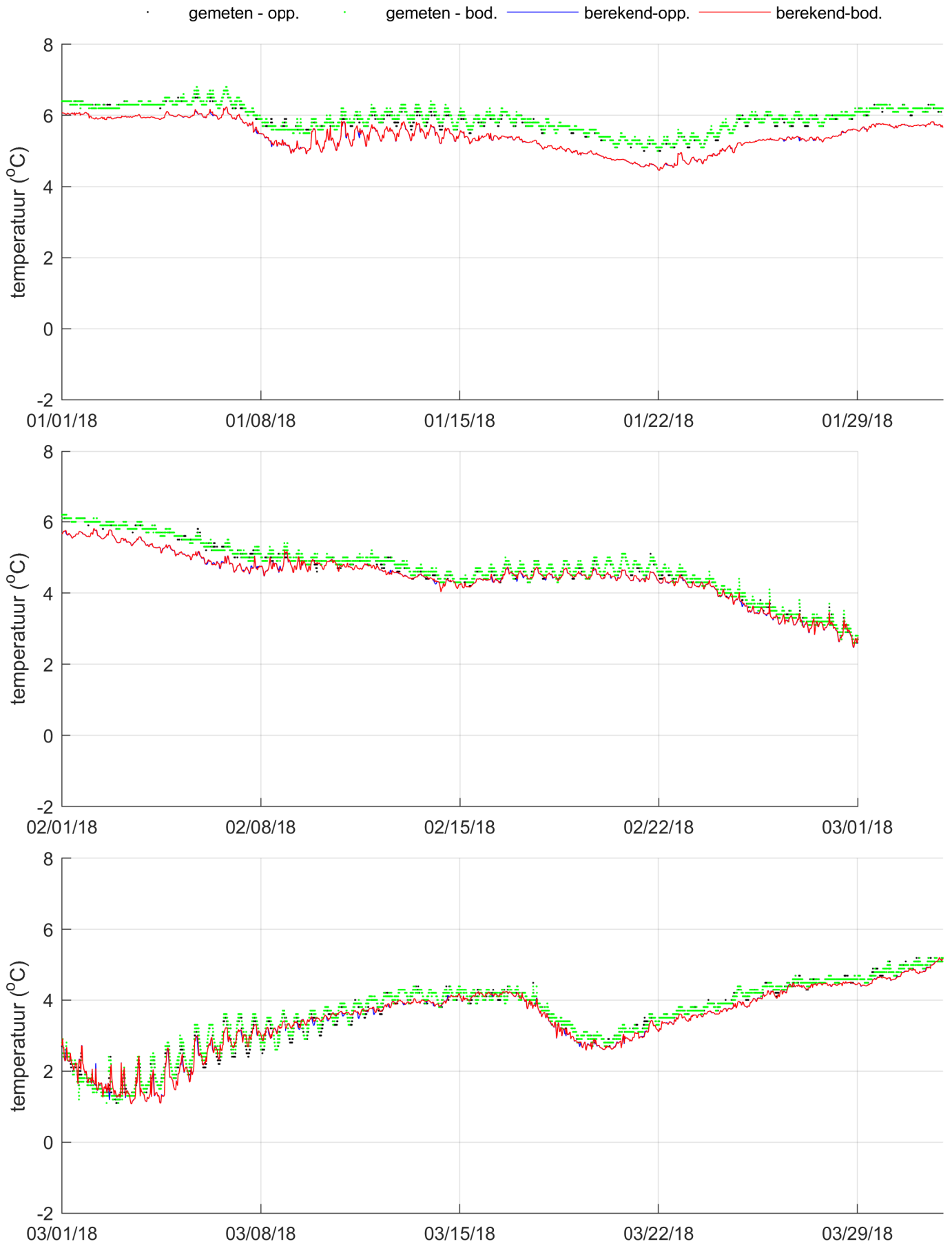
Fig. B.13



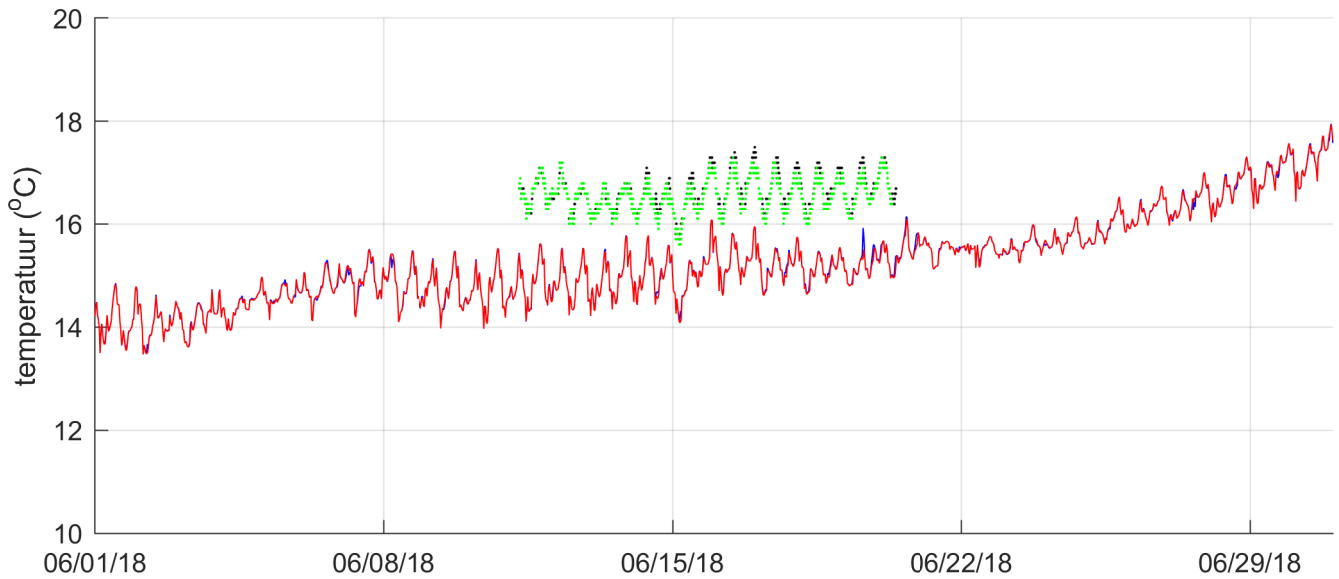
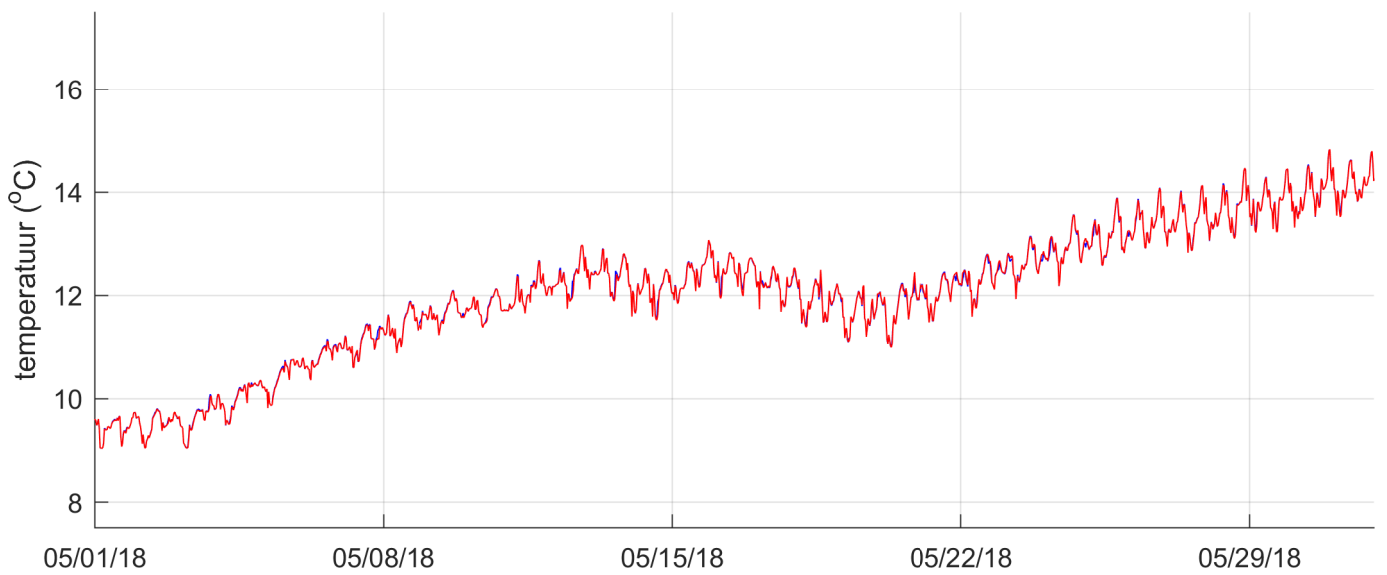
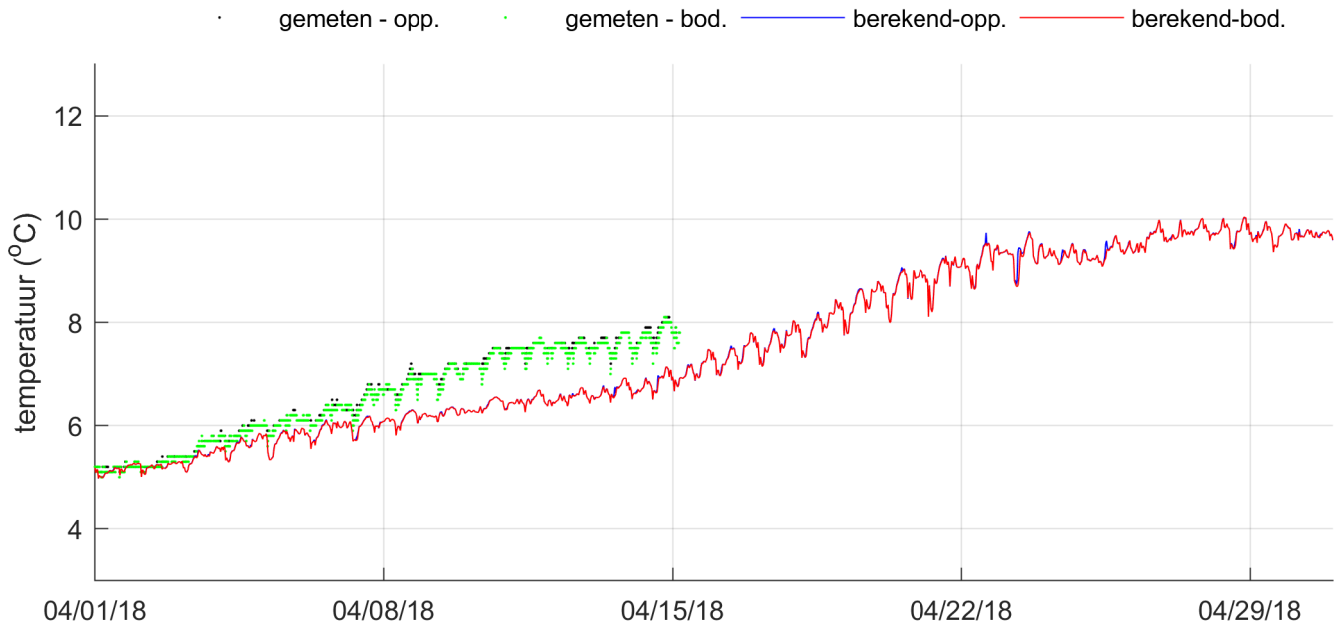
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlaktetemperatuur 4e kwartaal 2018, Waterbase-stations Vlissingen en Hoek van Holland



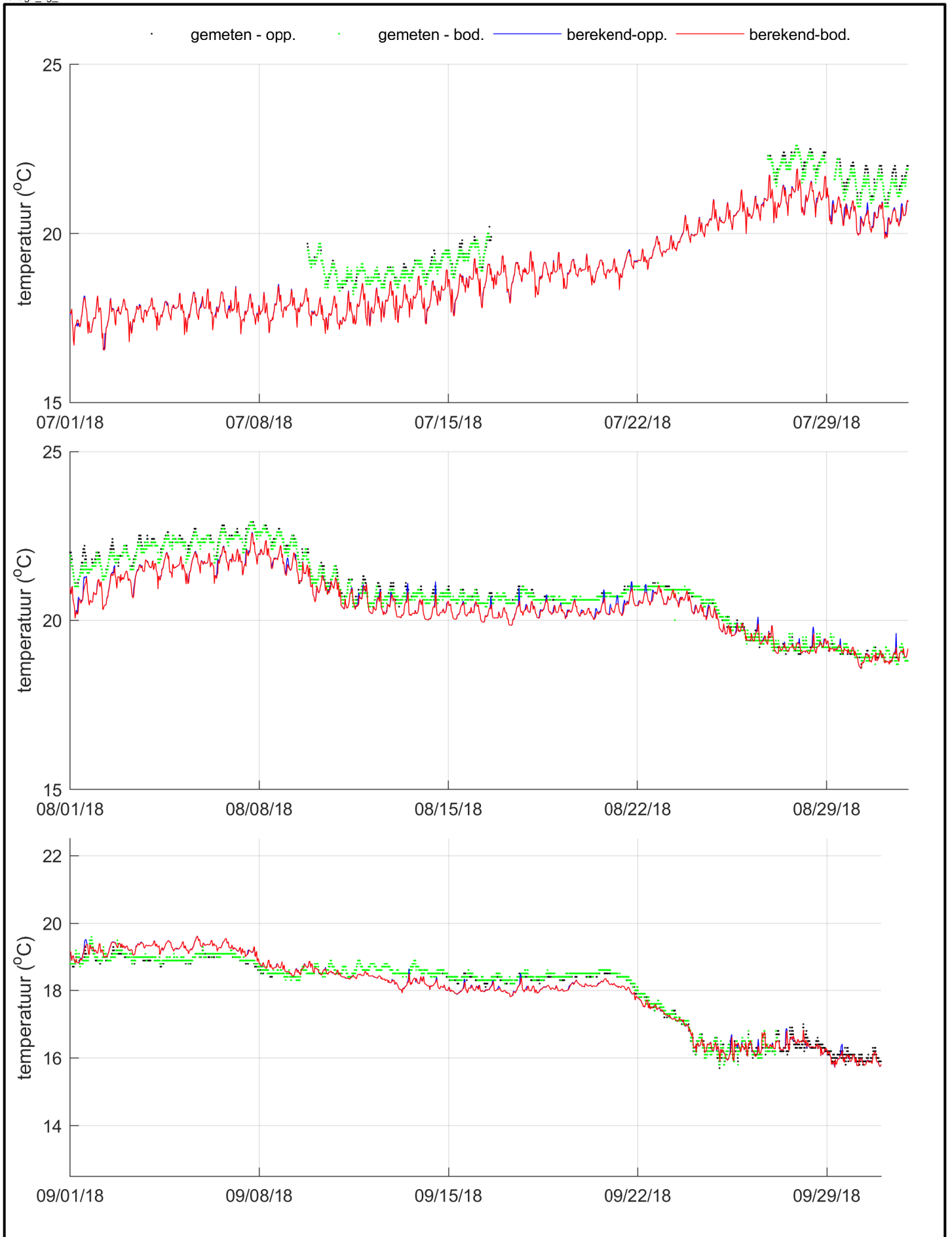
Ligging Zege-stations temperatuur en saliniteit



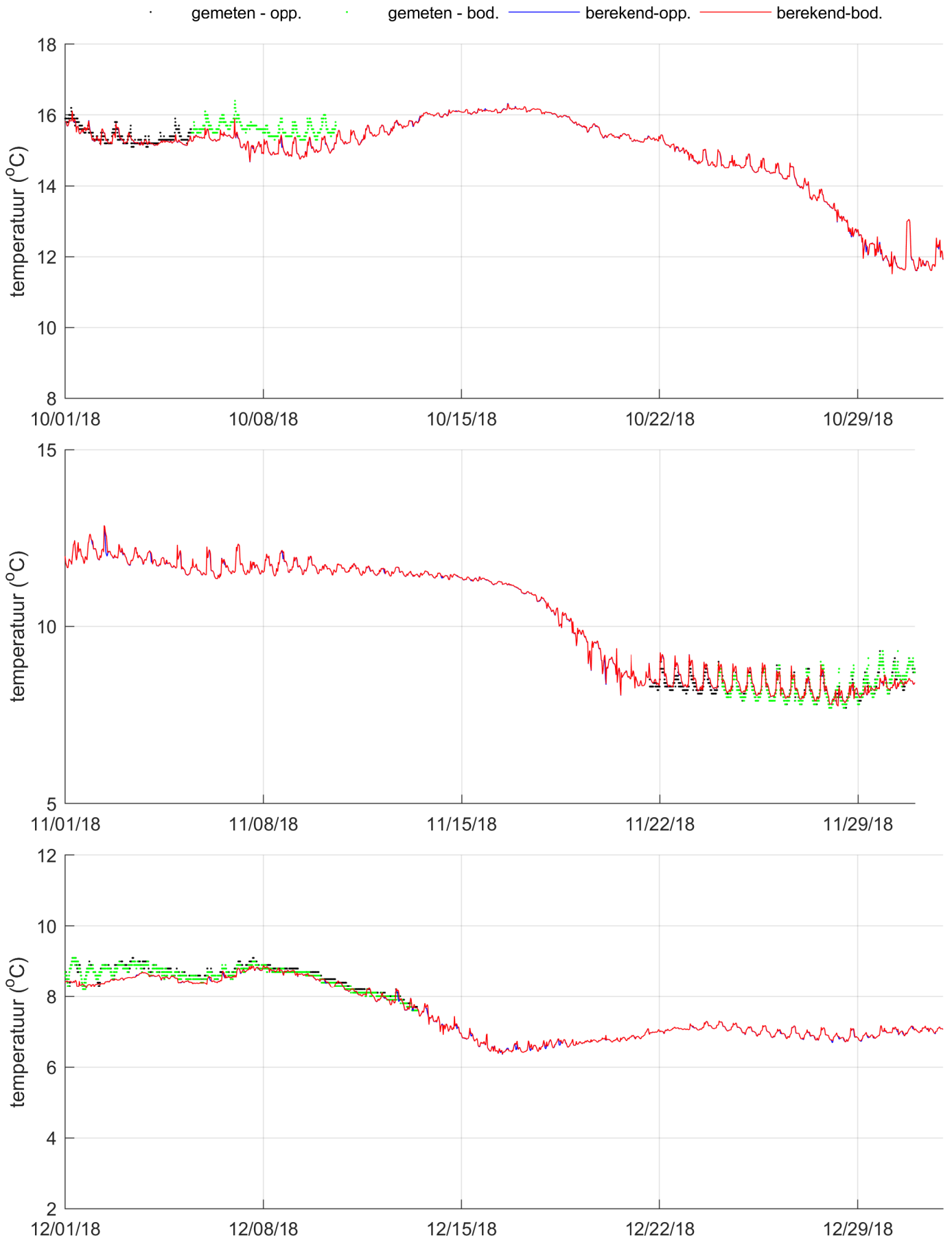
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodtemperatuur 1e kwartaal 2018, Zege-
 station Oosterschelde 4



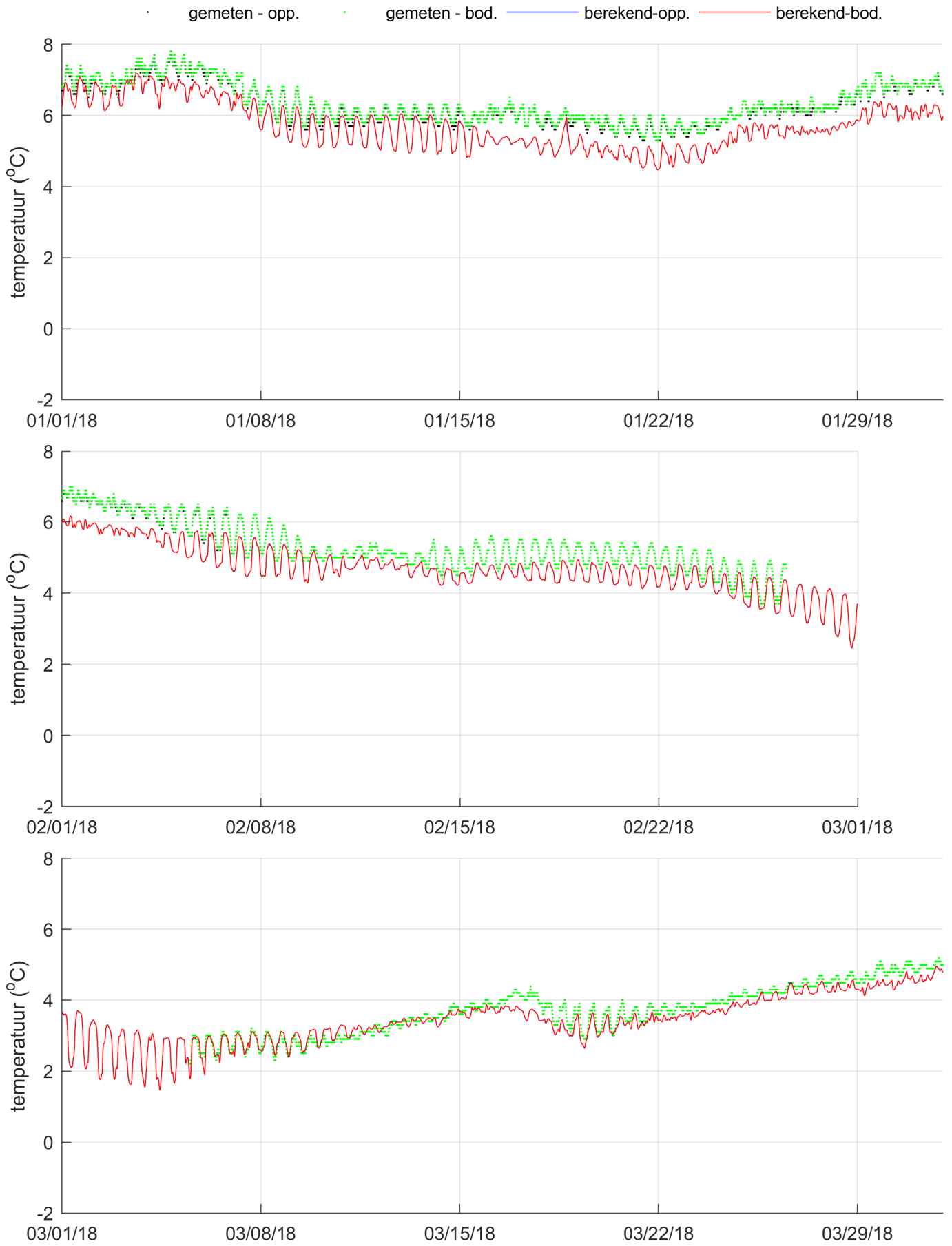
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2018, Zege-
 station Oosterschelde 4



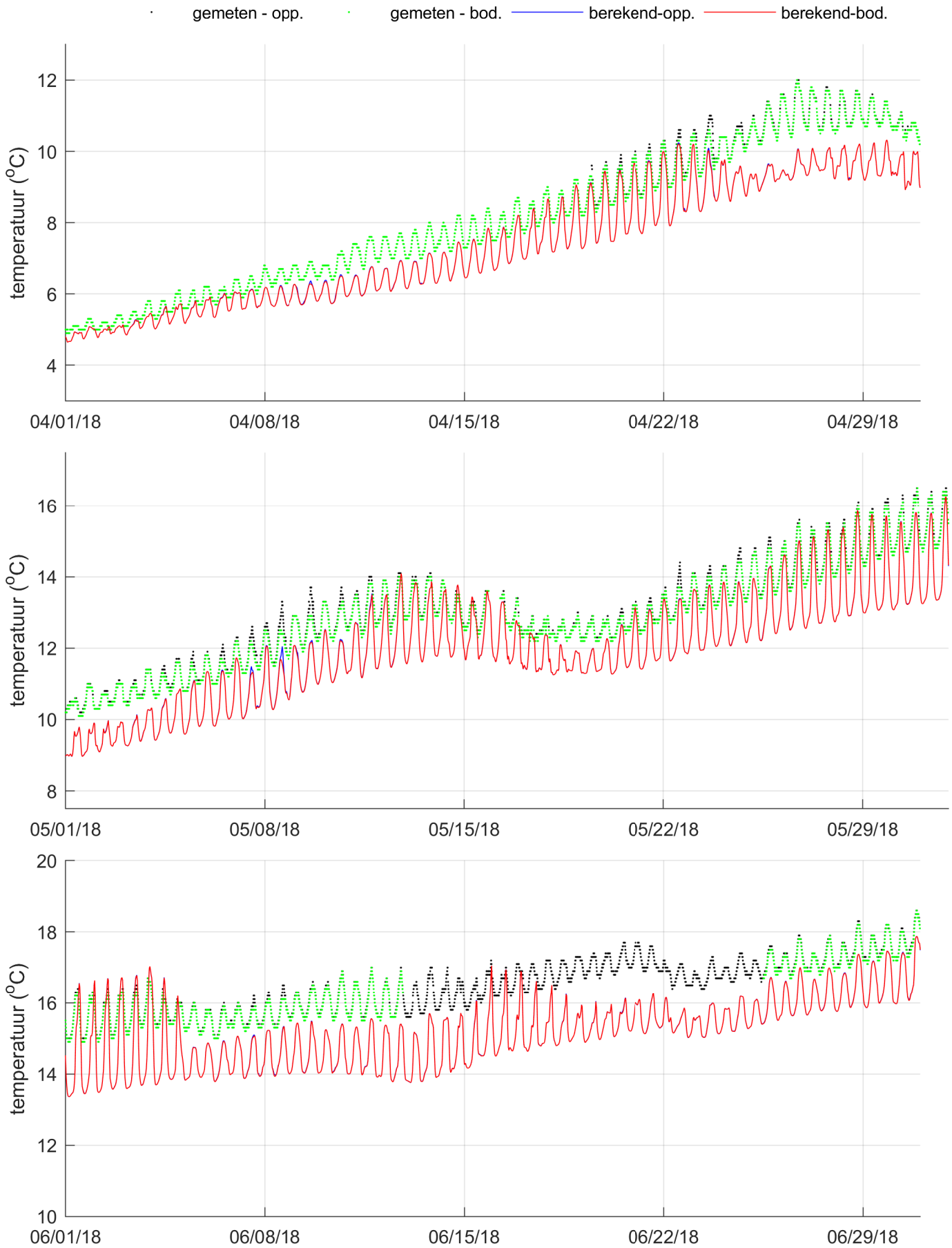
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2018, Zege-
station Oosterschelde 4



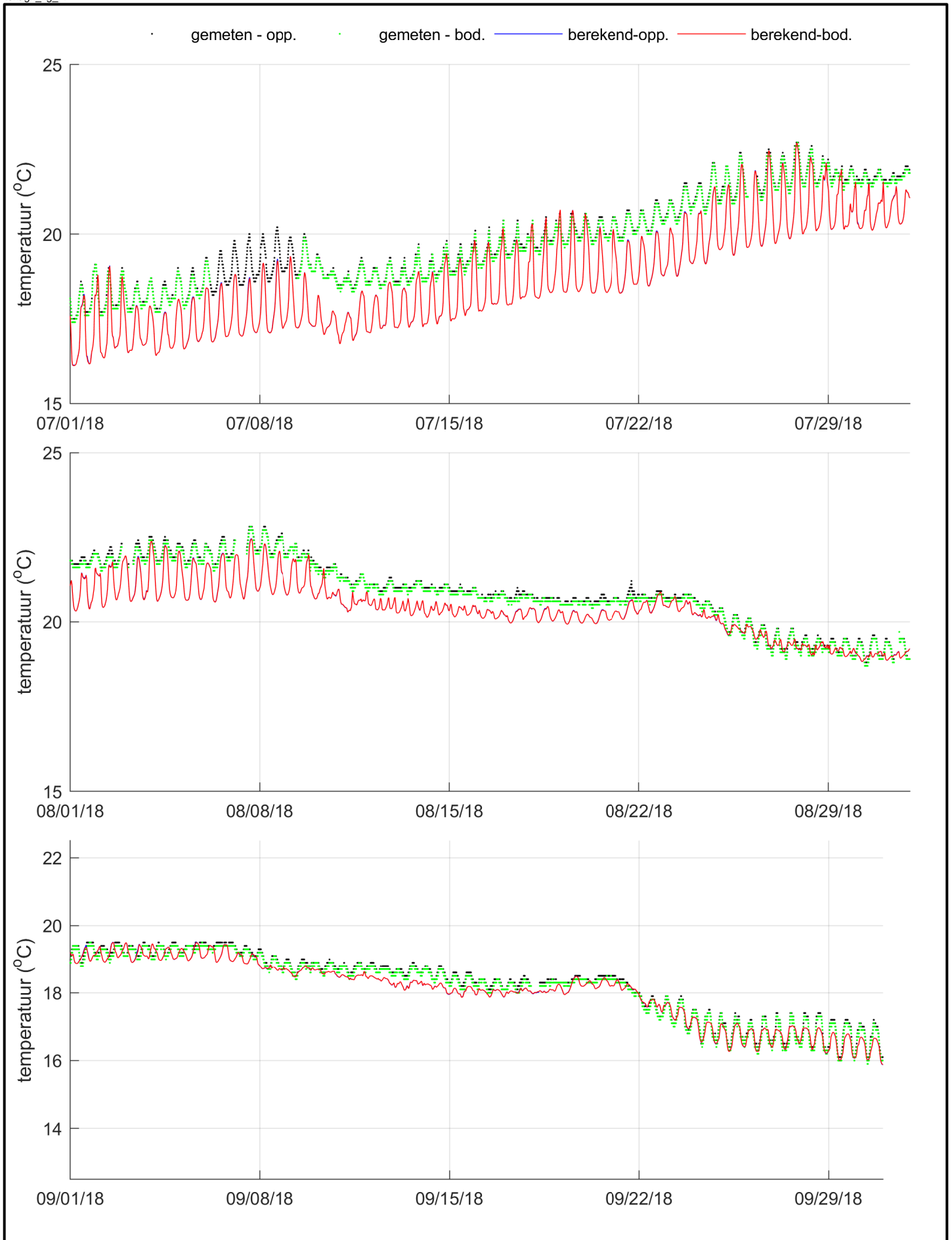
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2018, Zege-station Oosterschelde 4



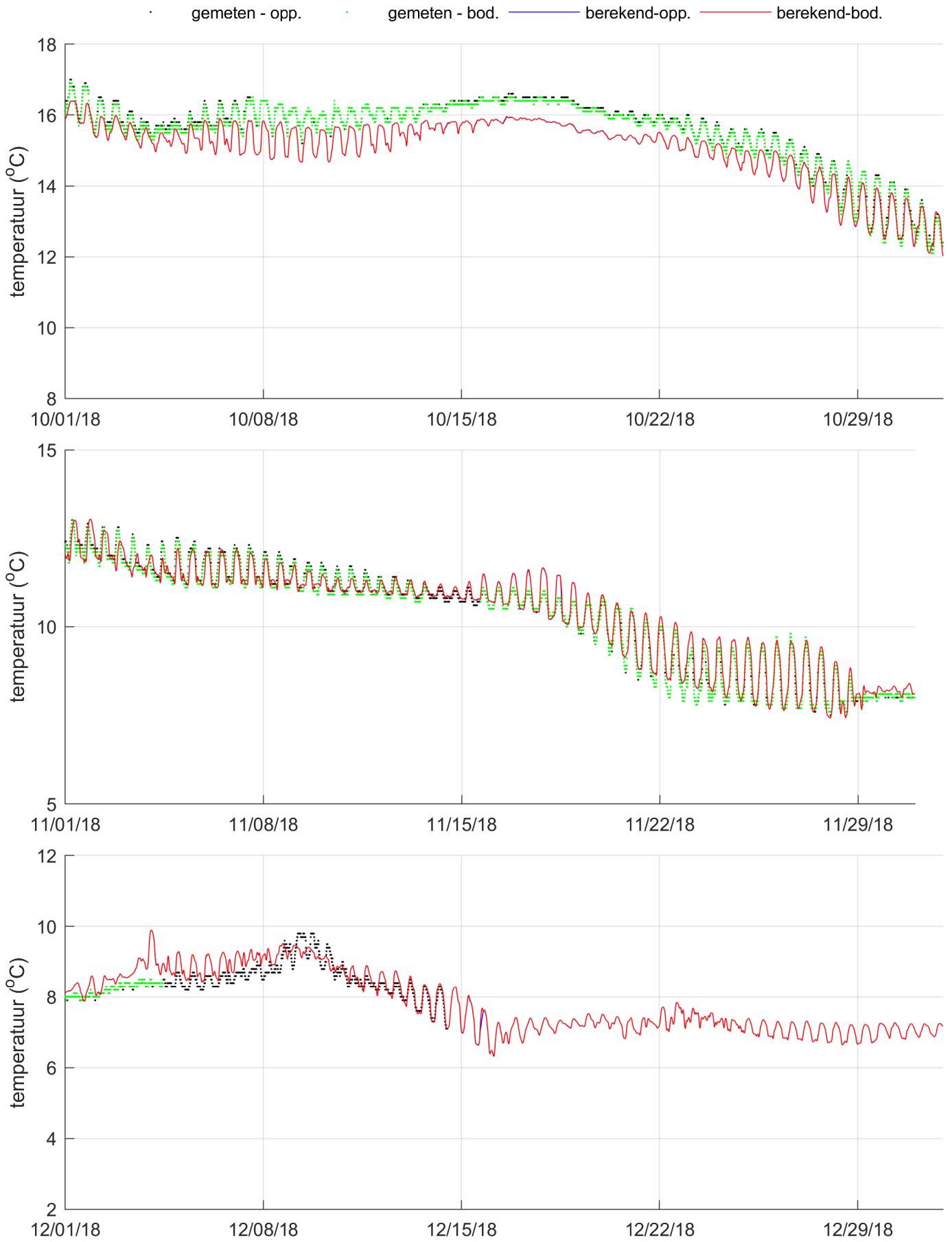
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2018, Zege-
 station Vlakte van de Raan



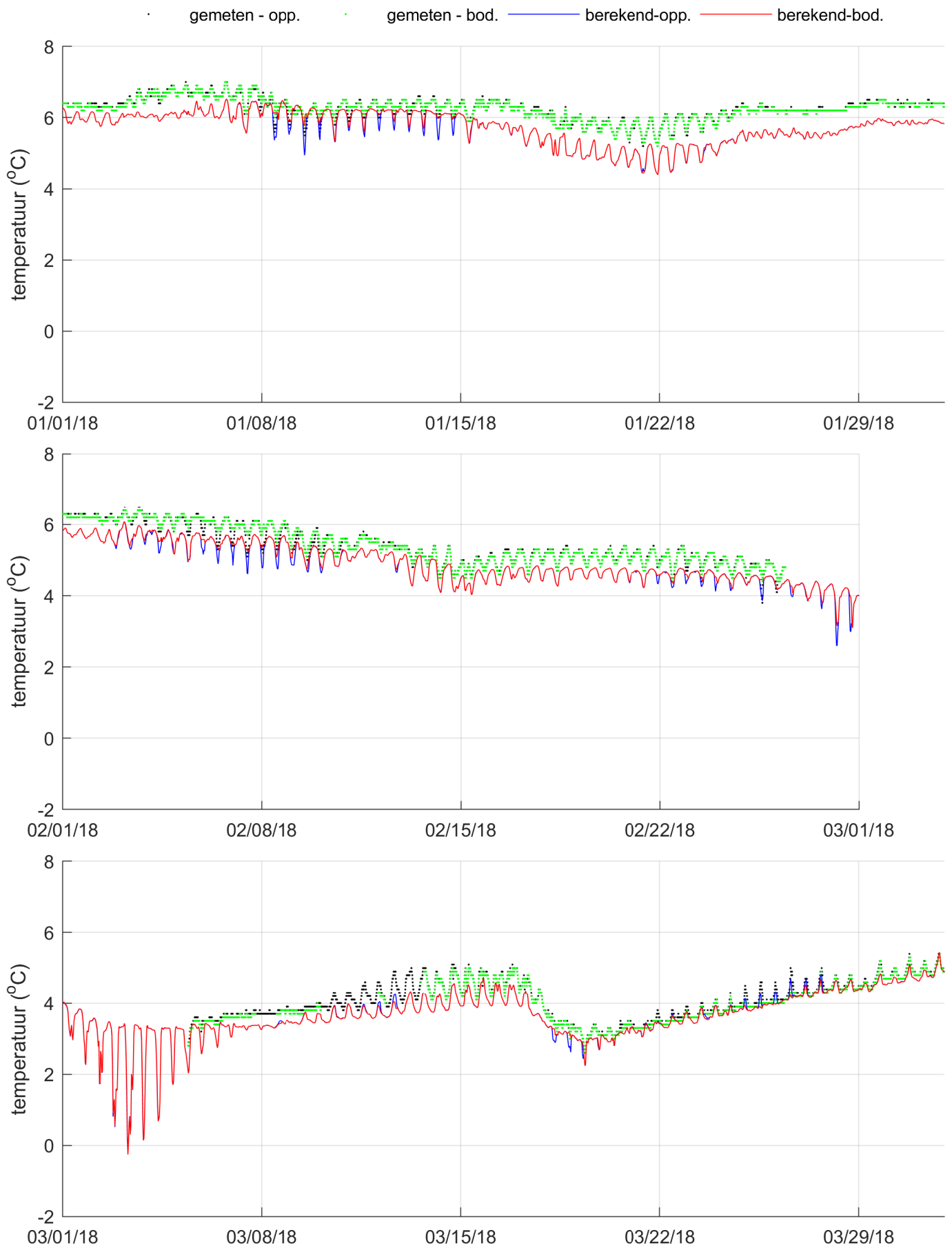
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2018, Zege-
 station Vlakte van de Raan



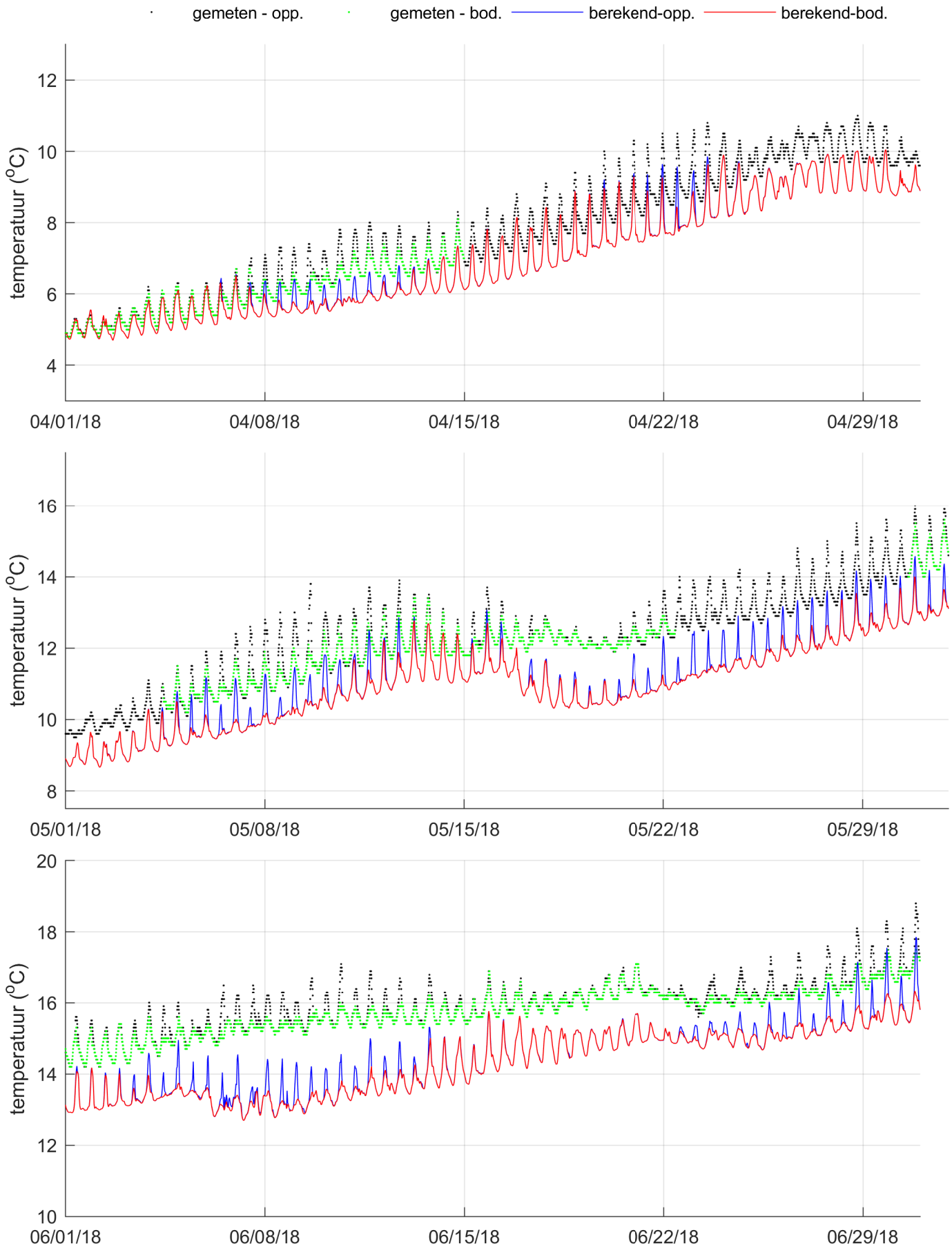
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodtemperatuur 3e kwartaal 2018, Zege-
station Vlakte van de Raan



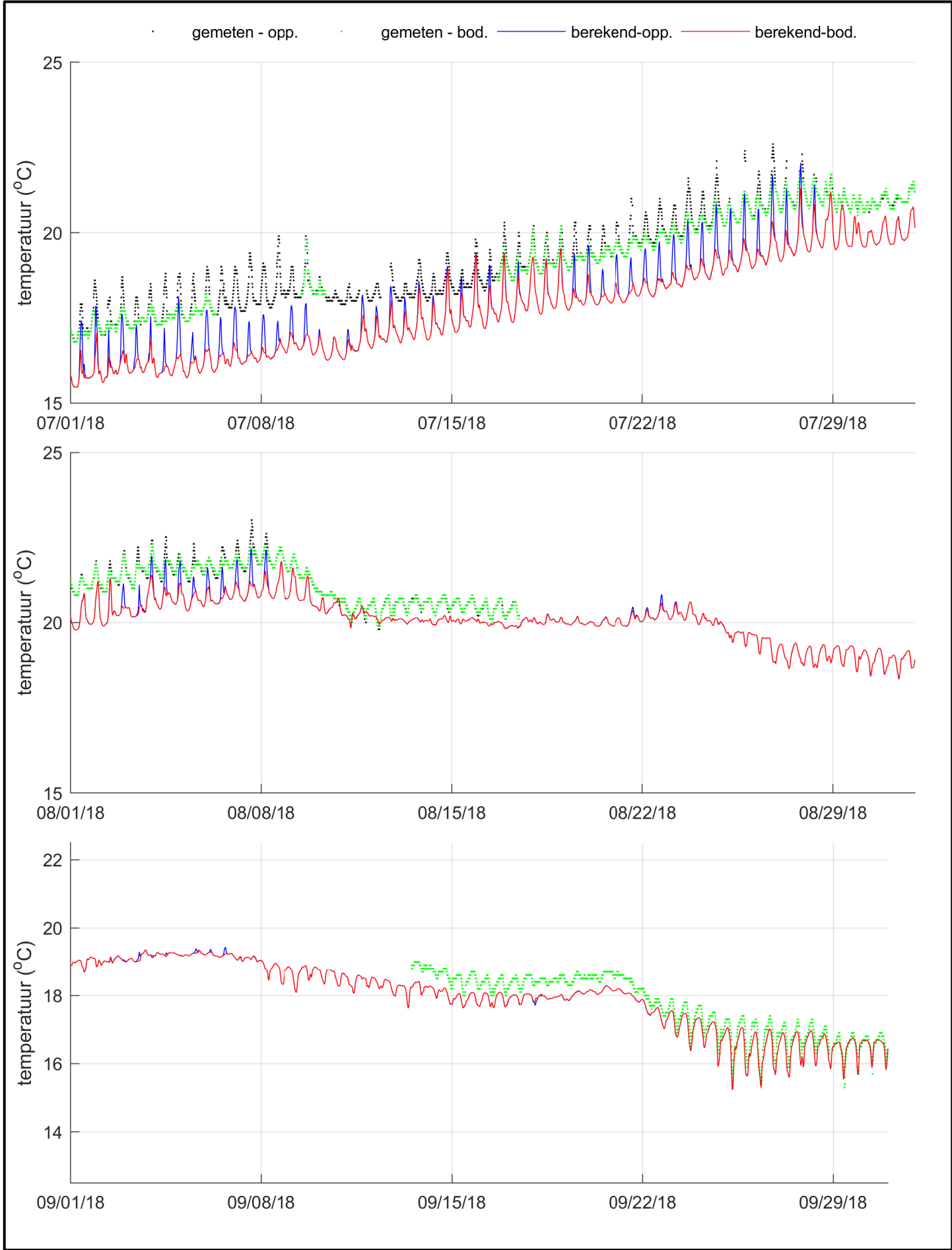
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2018, Zege-station Vlakte van de Raan



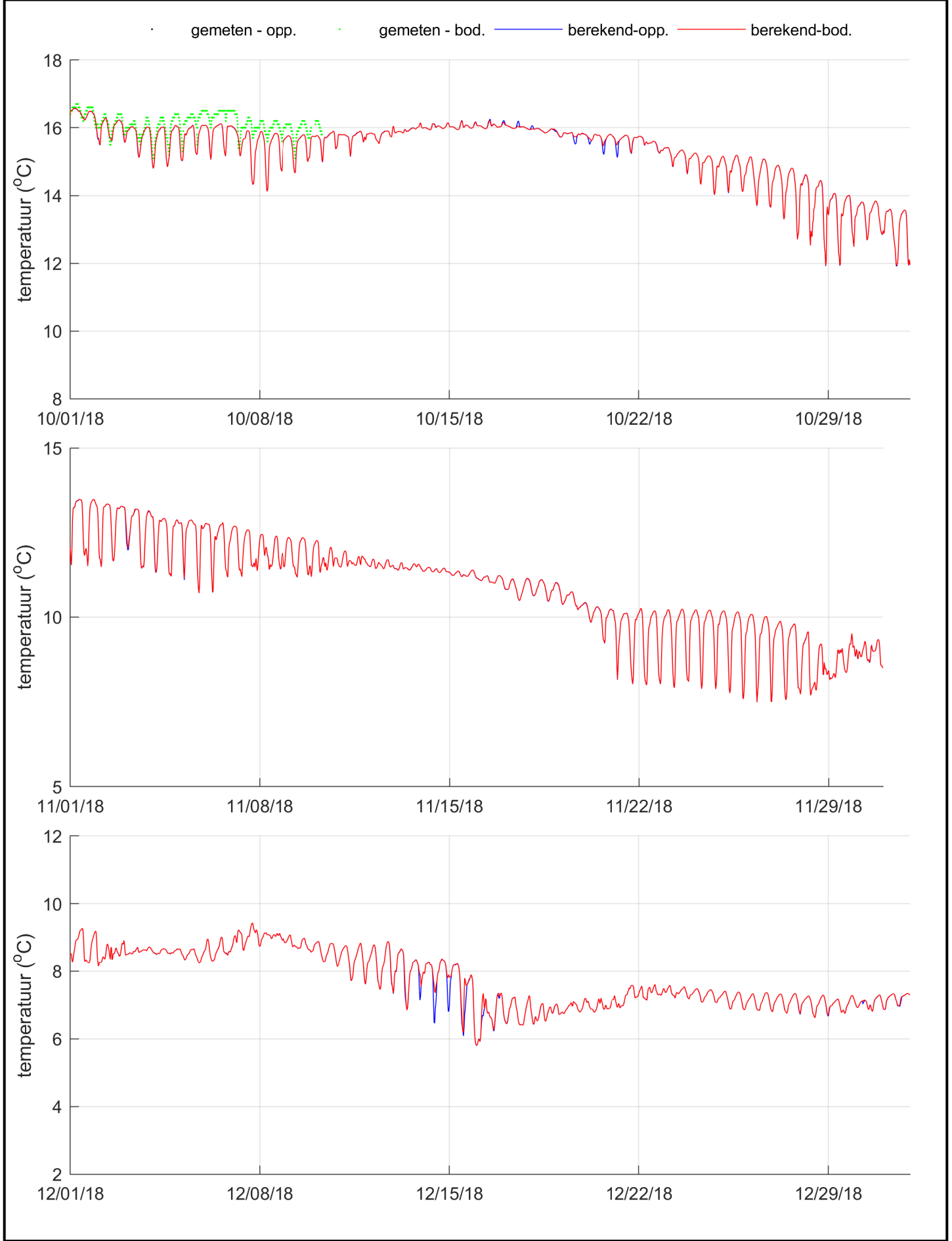
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodtemperatuur 1e kwartaal 2018, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



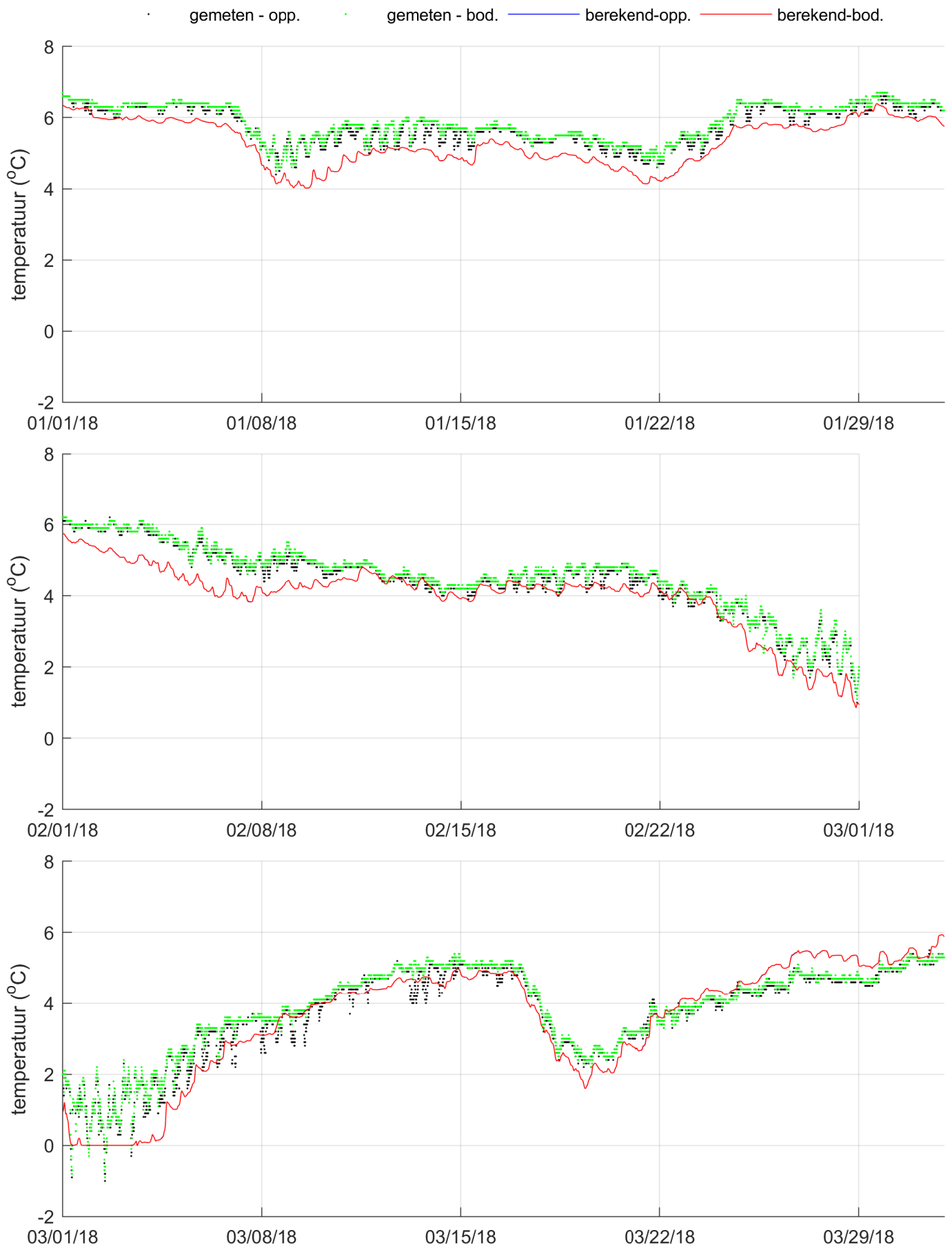
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2018, Zege-station Brouwershavensche Gat 2



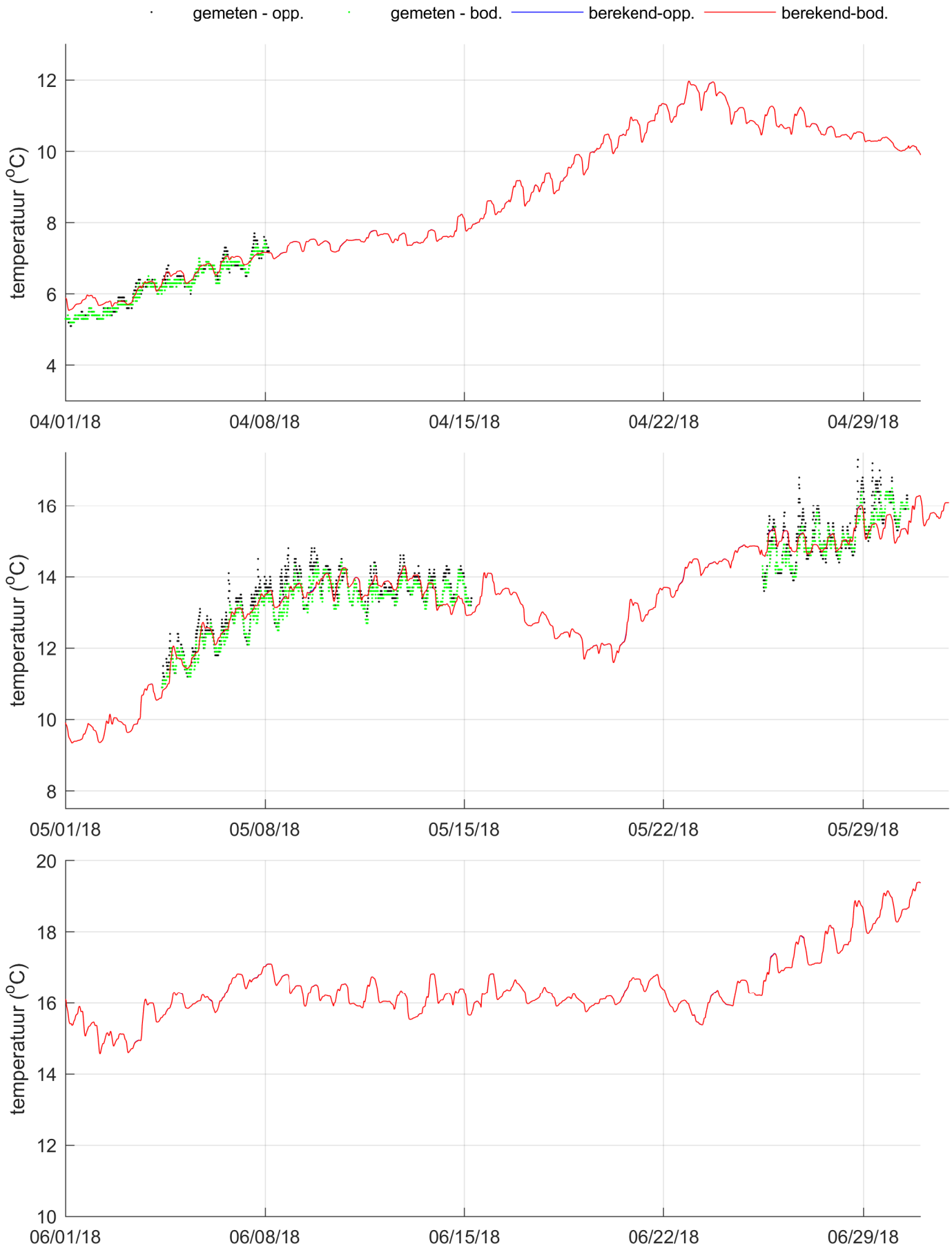
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2018, Zege-station Brouwershavensche Gat 2



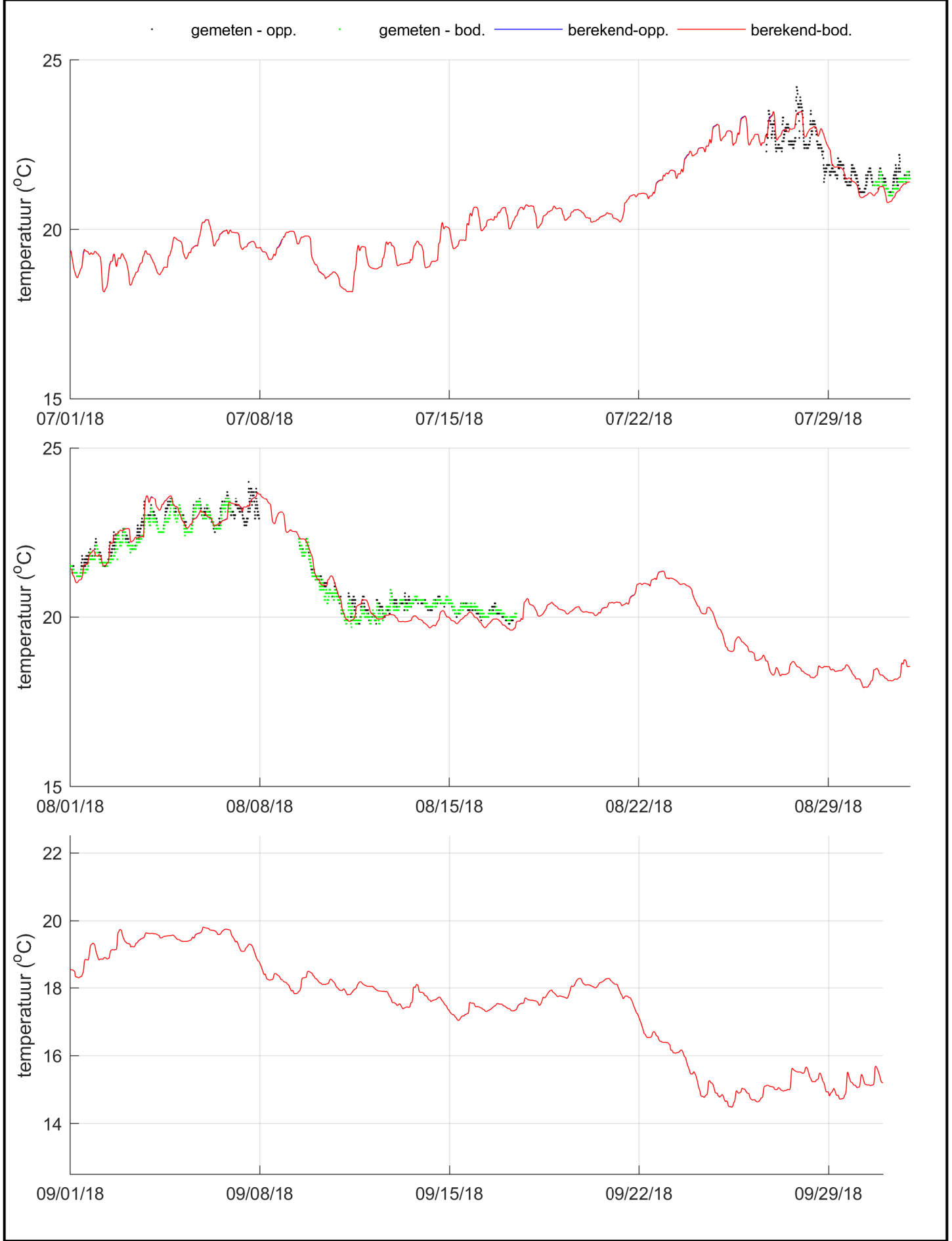
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2018, Zege- station Brouwershavensche Gat 2		
PMR-NCV Abiotiek	C03041.002127	Fig. B.27



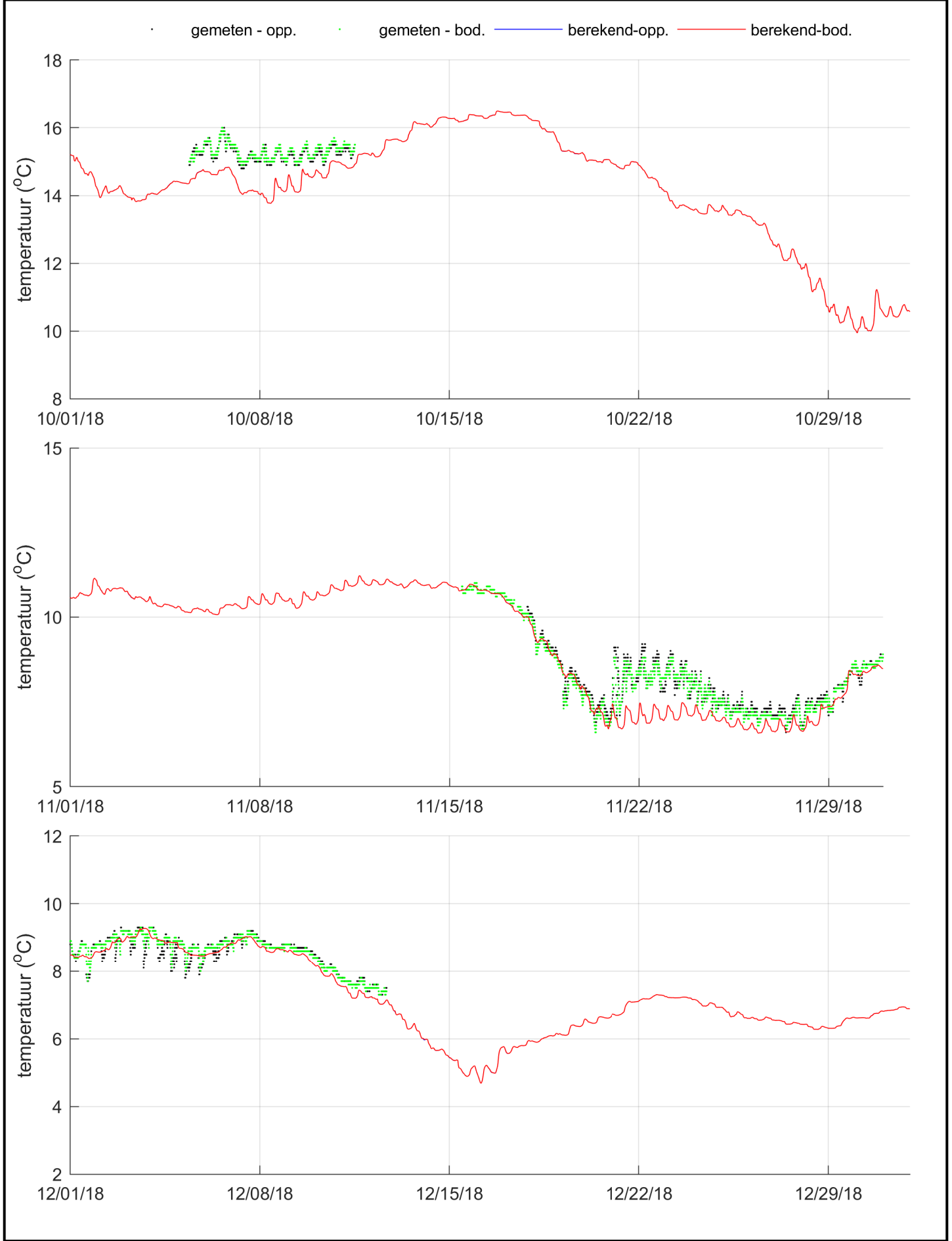
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2018, Zege-
station Brouwershavensche Gat 8



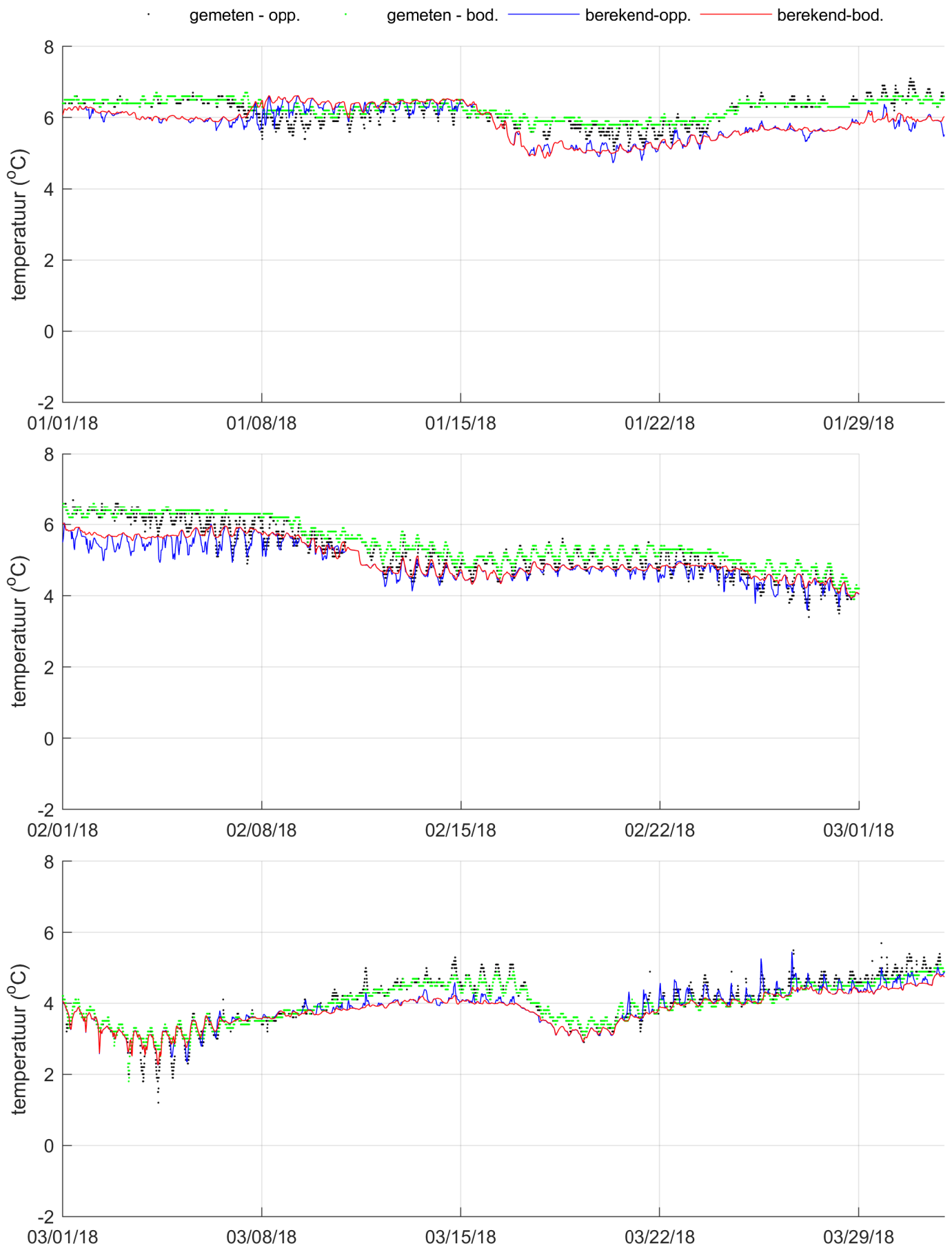
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2018, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2018, Zege-station Brouwershavensche Gat 8



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2018, Zege-
 station Brouwershavensche Gat 8

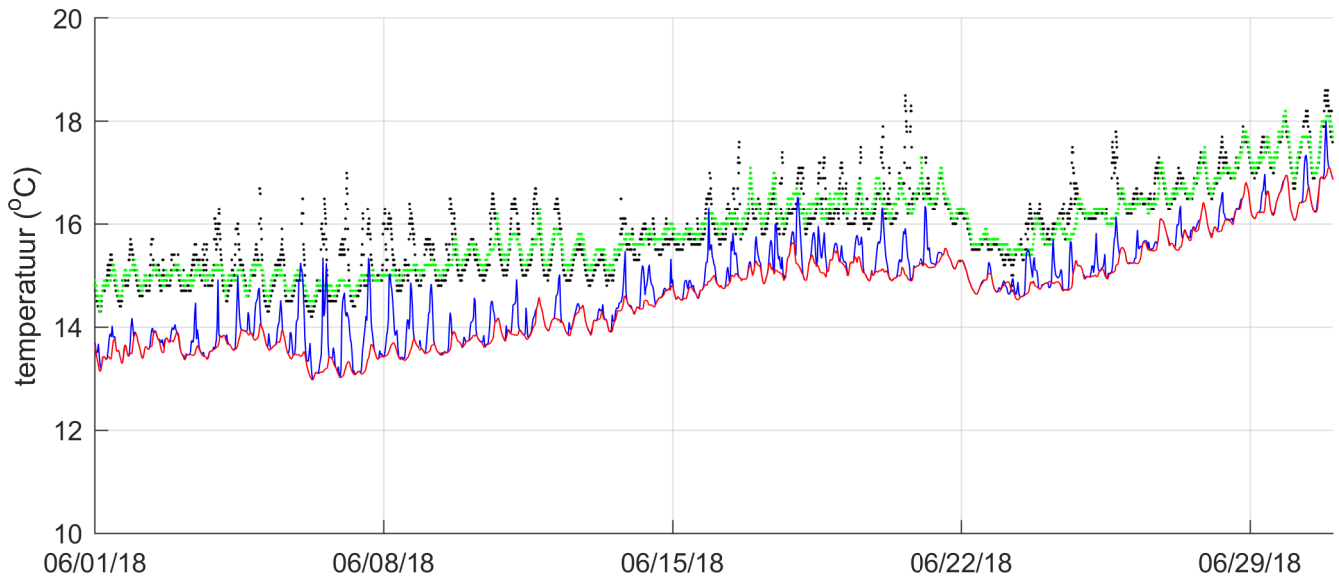
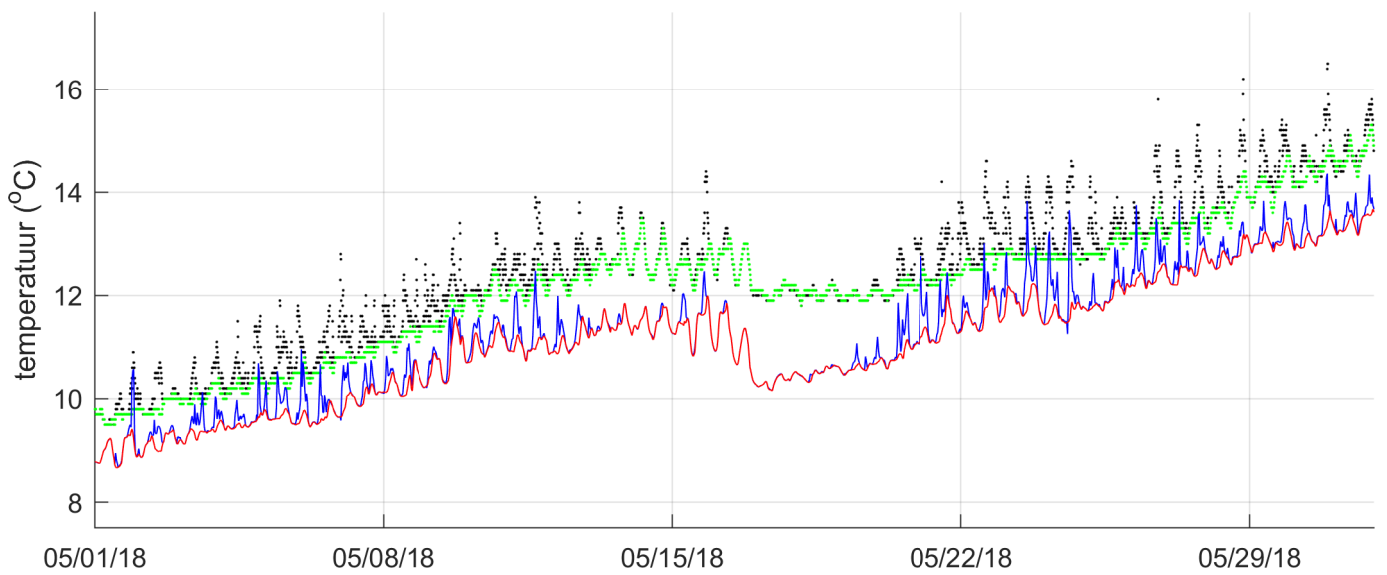
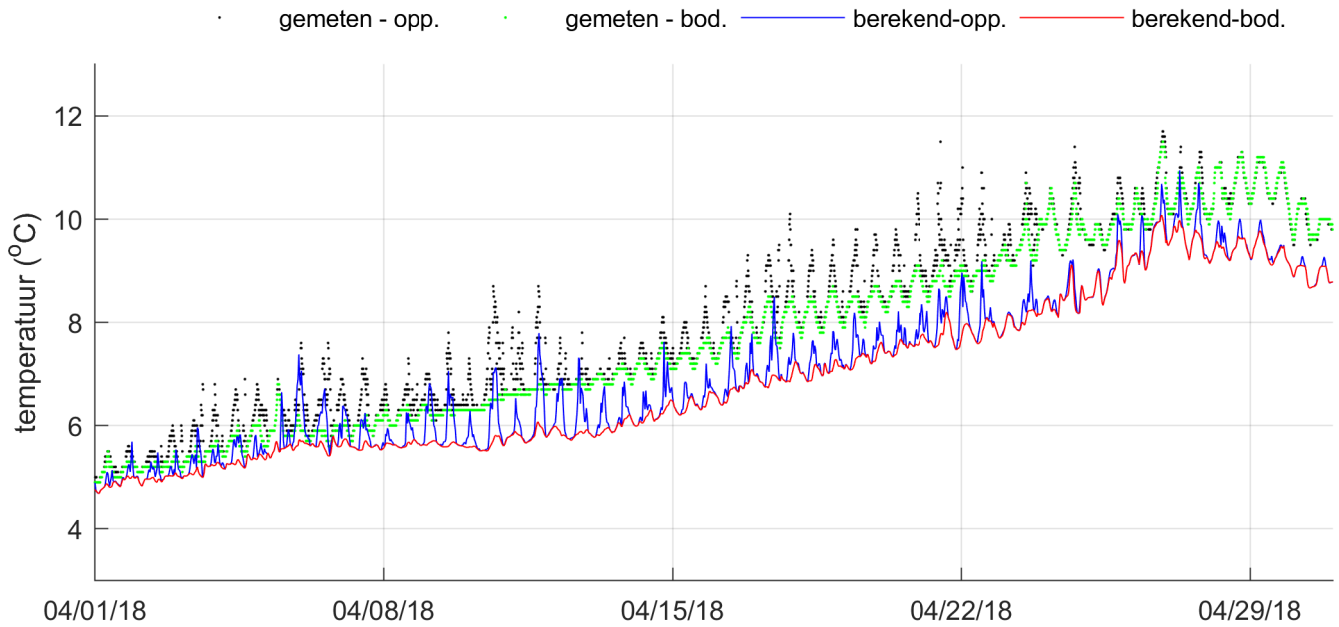


Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemtemperatuur 1e kwartaal 2018, Zege-
station Haringvliet 10

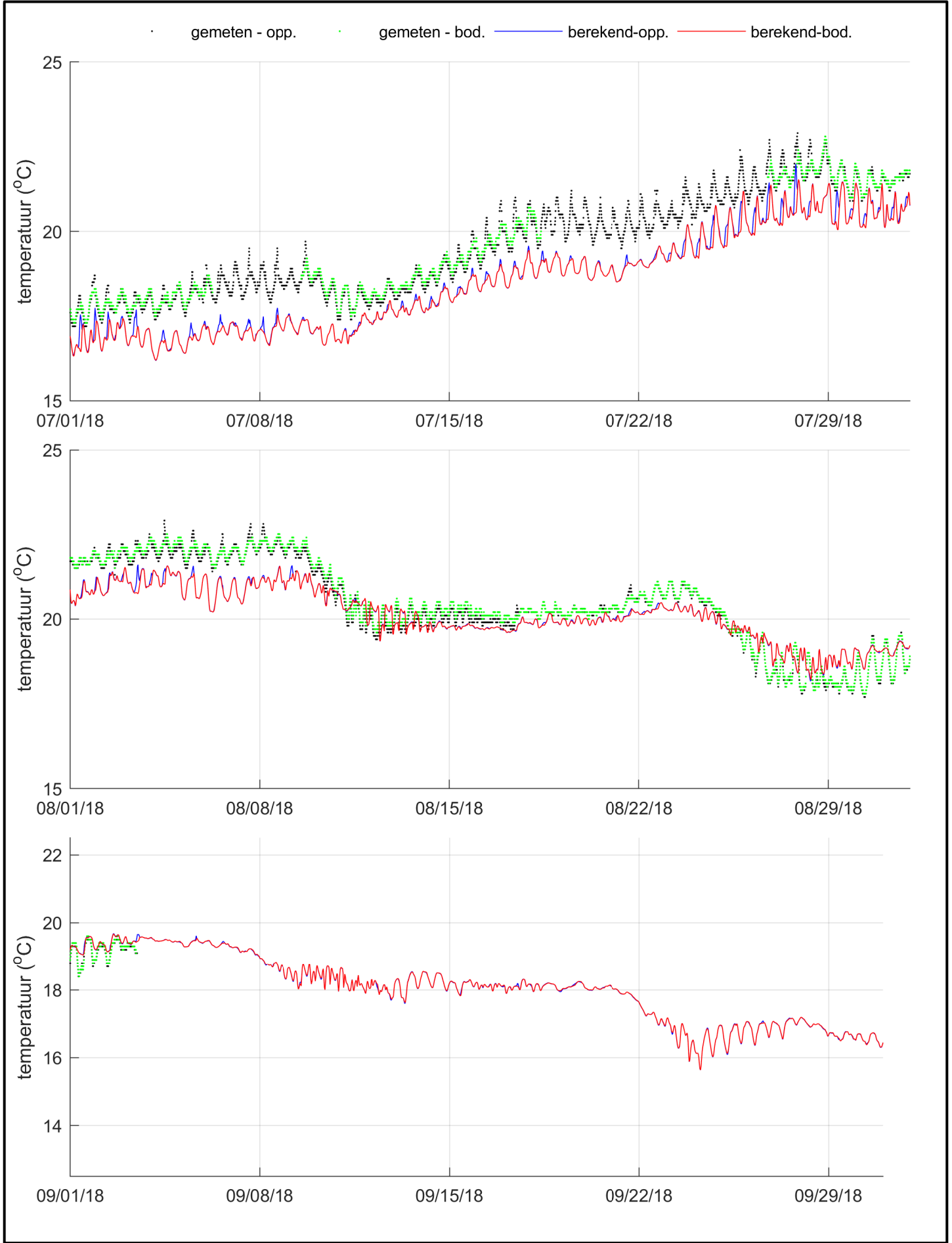
PMR-NCV Abiotiek

C03041.002127

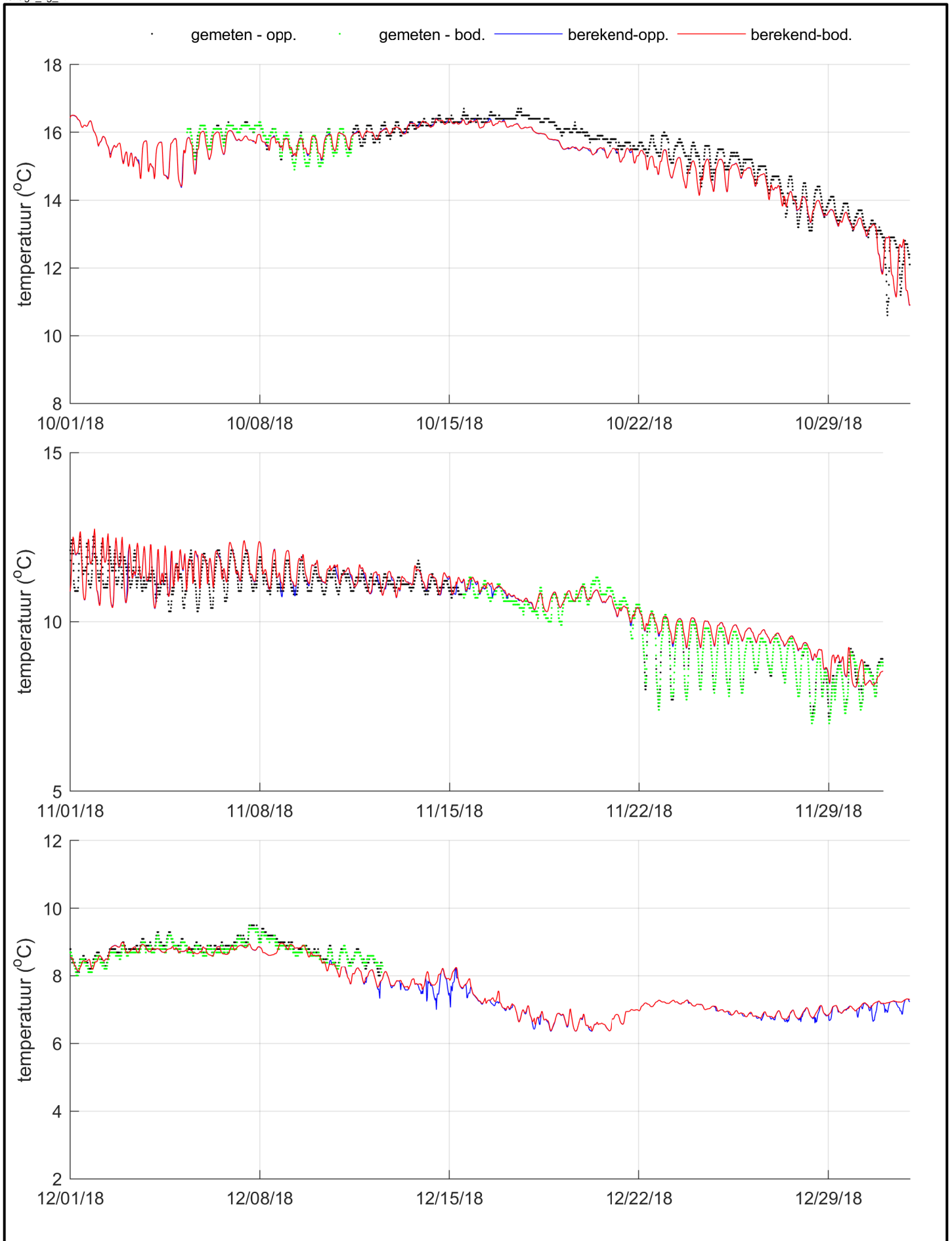
Fig. B.32



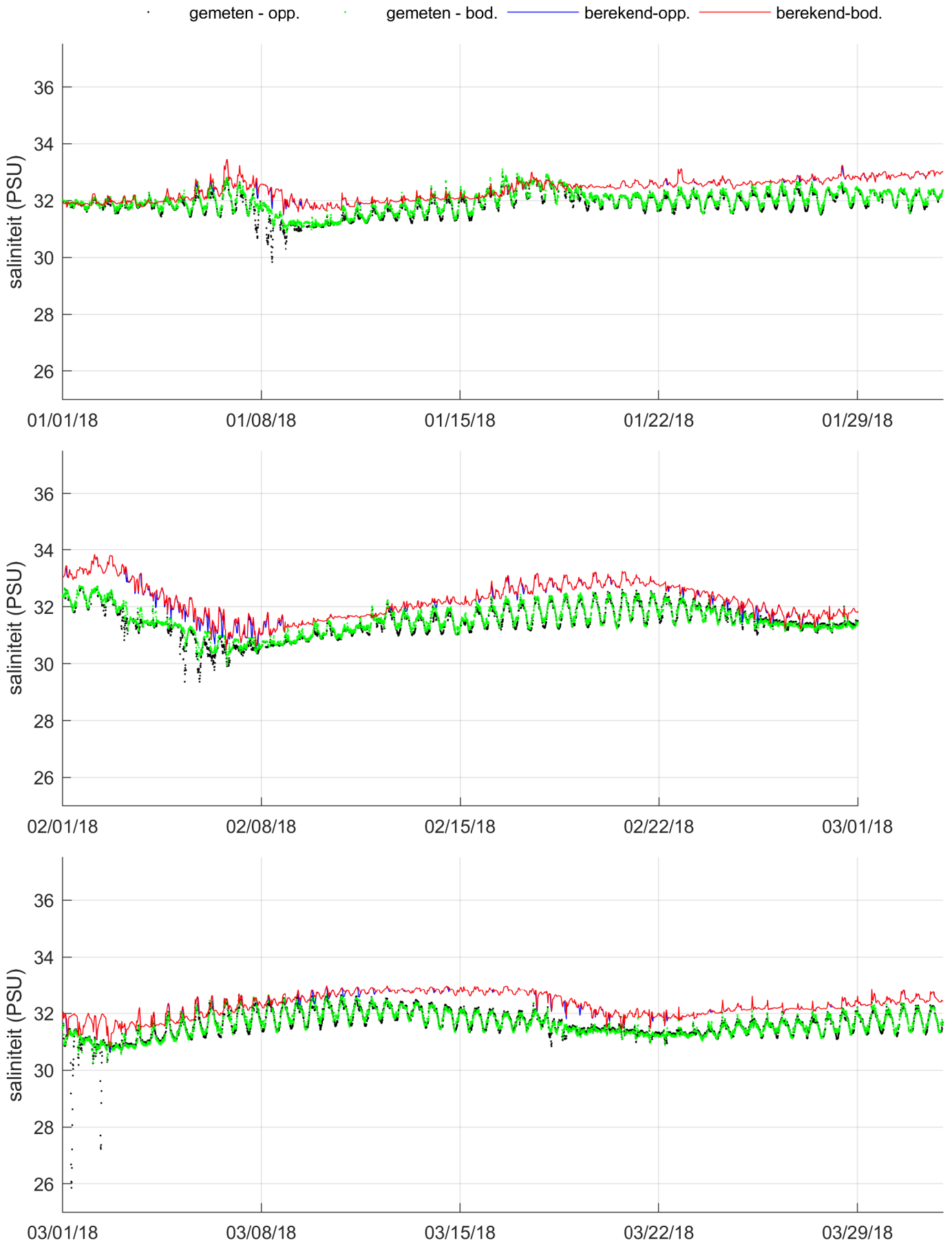
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 2e kwartaal 2018, Zege-
 station Haringvliet 10



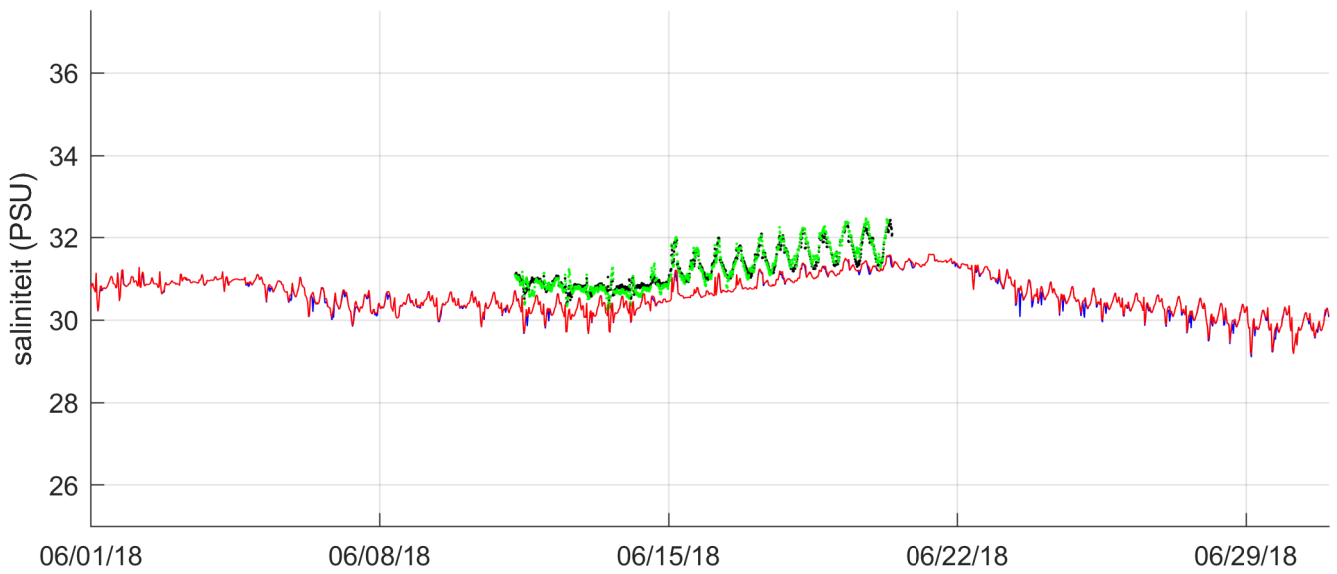
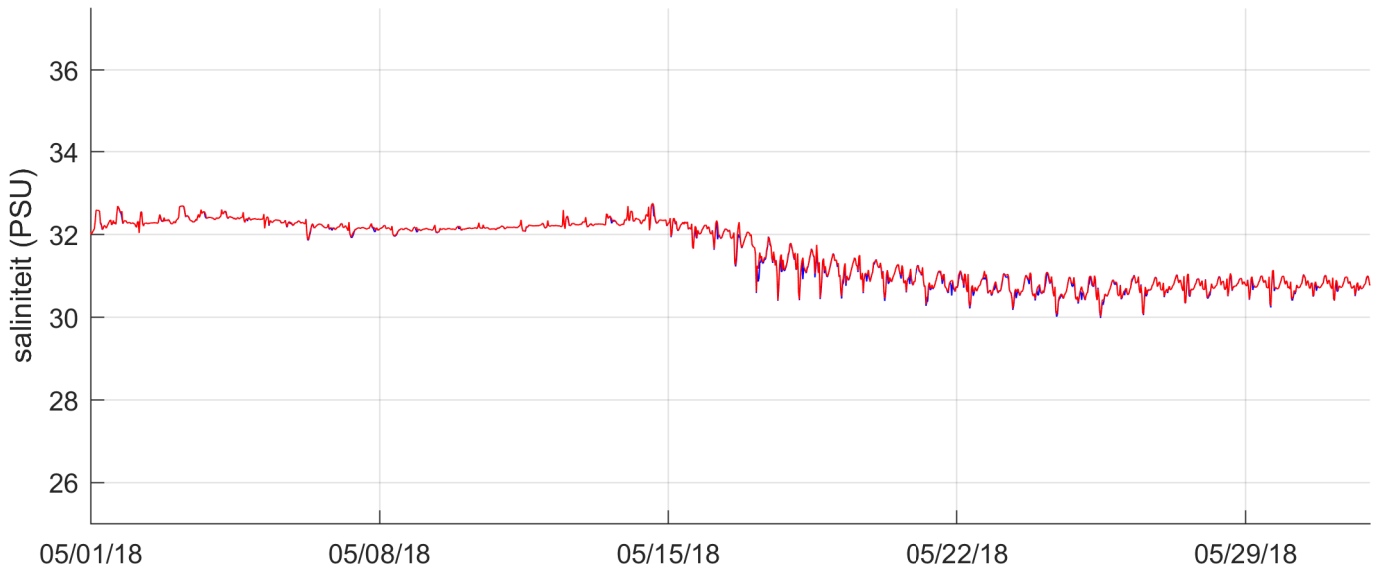
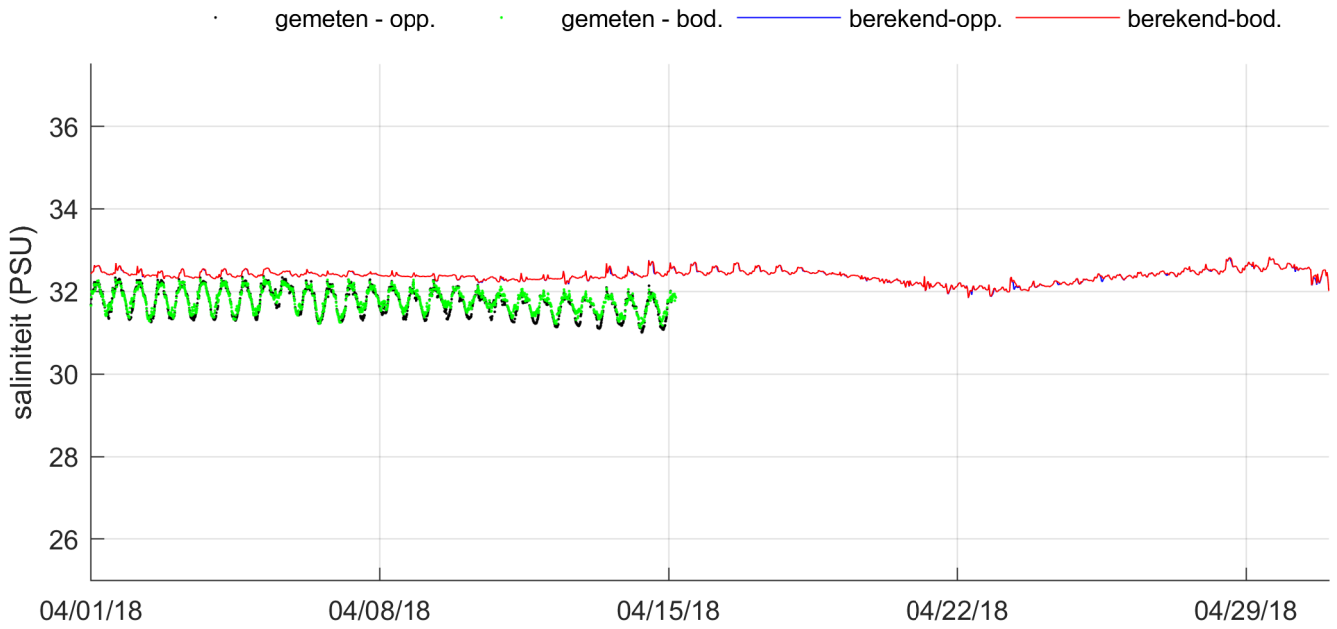
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemtemperatuur 3e kwartaal 2018, Zege-station Haringvliet 10



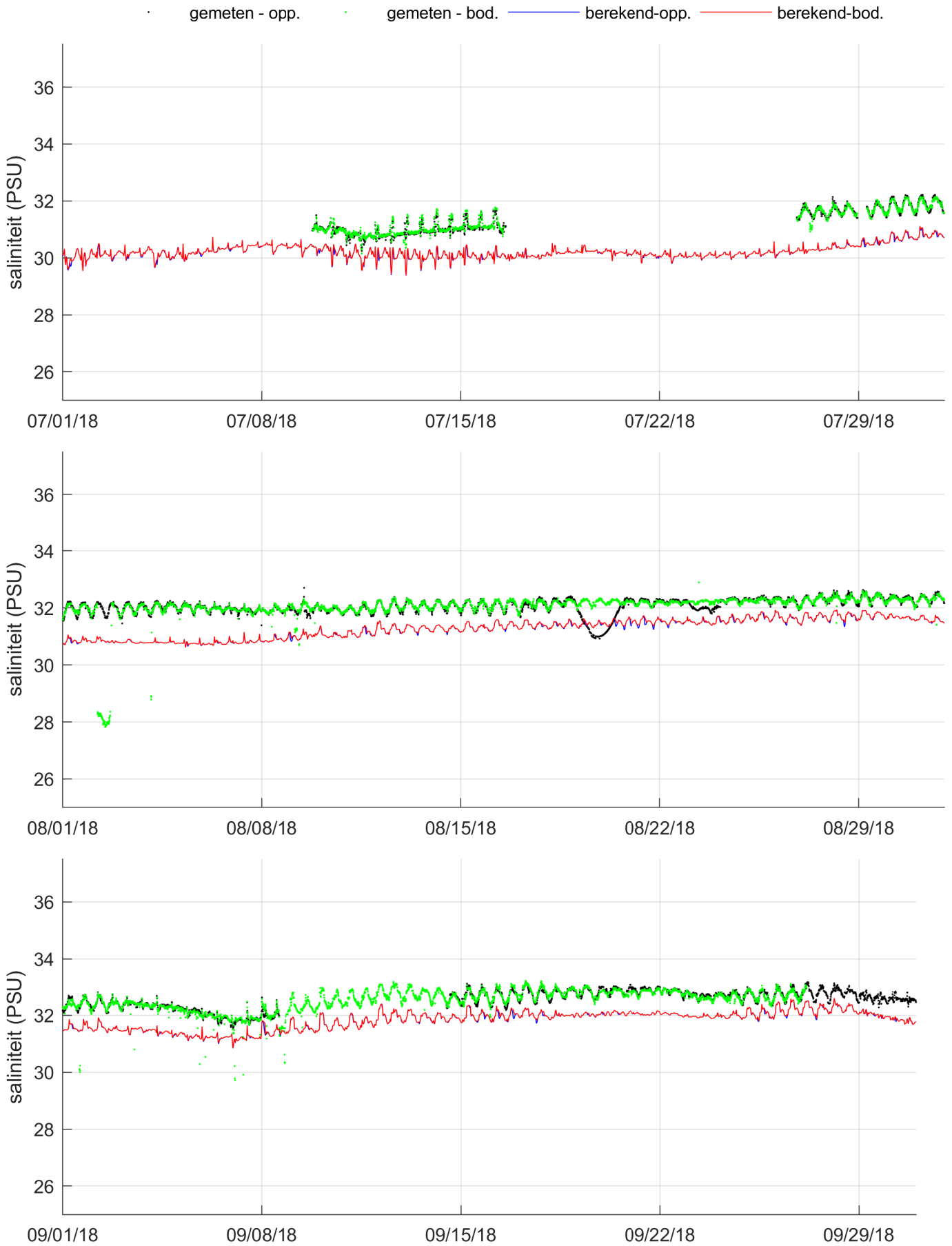
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemtemperatuur 4e kwartaal 2018, Zege-
 station Haringvliet 10



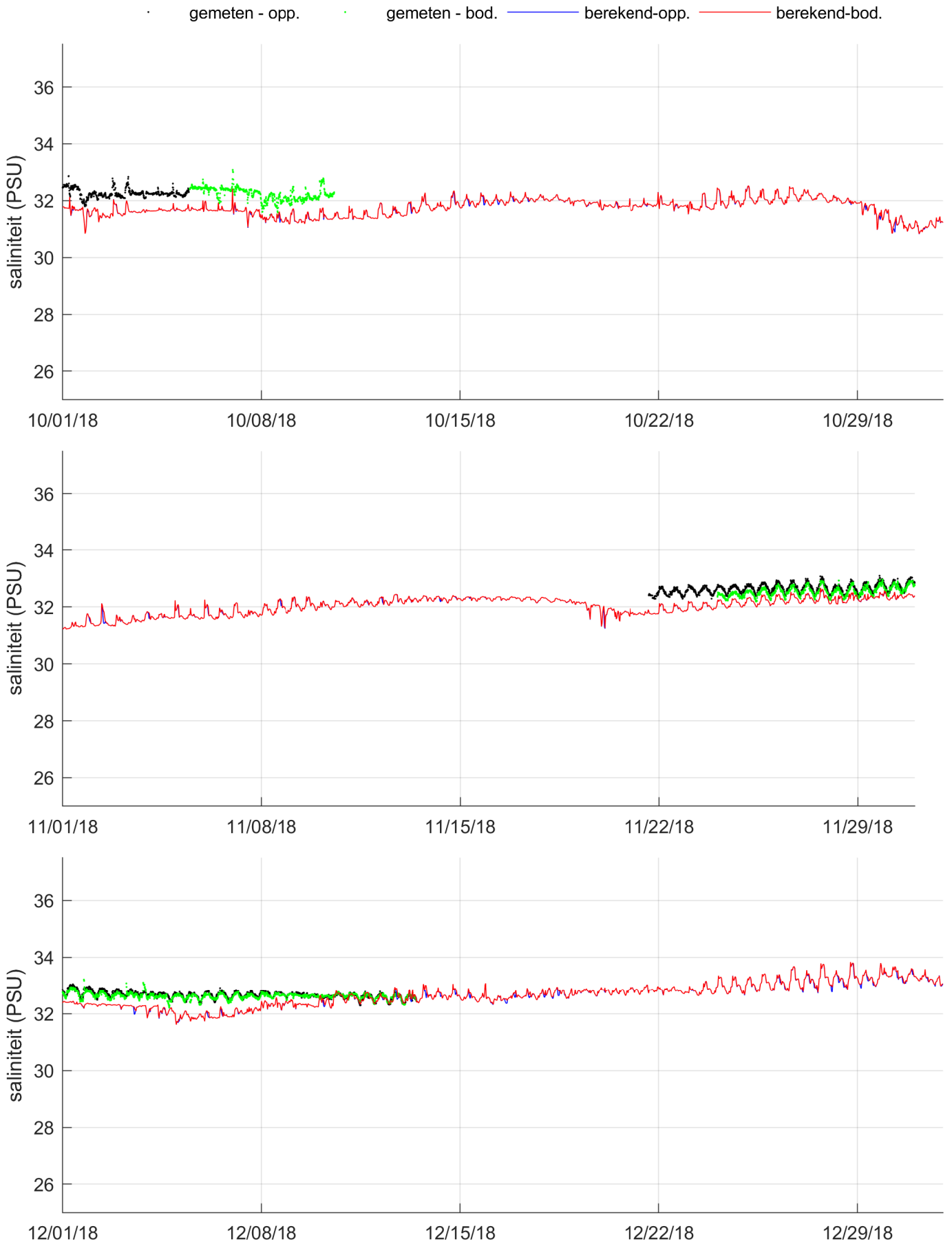
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2018, Zege-station Oosterschelde 4



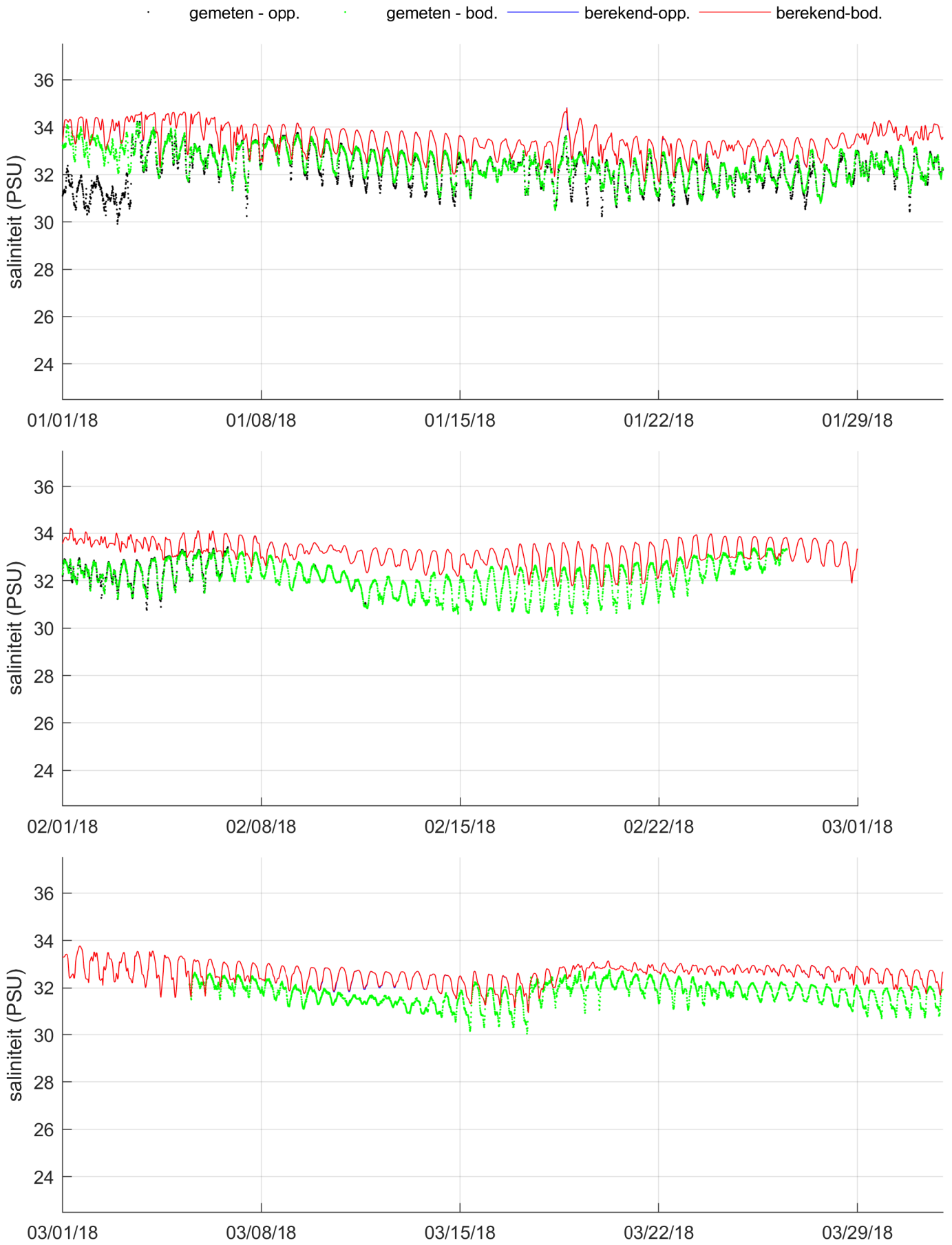
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2018, Zege-
 station Oosterschelde 4



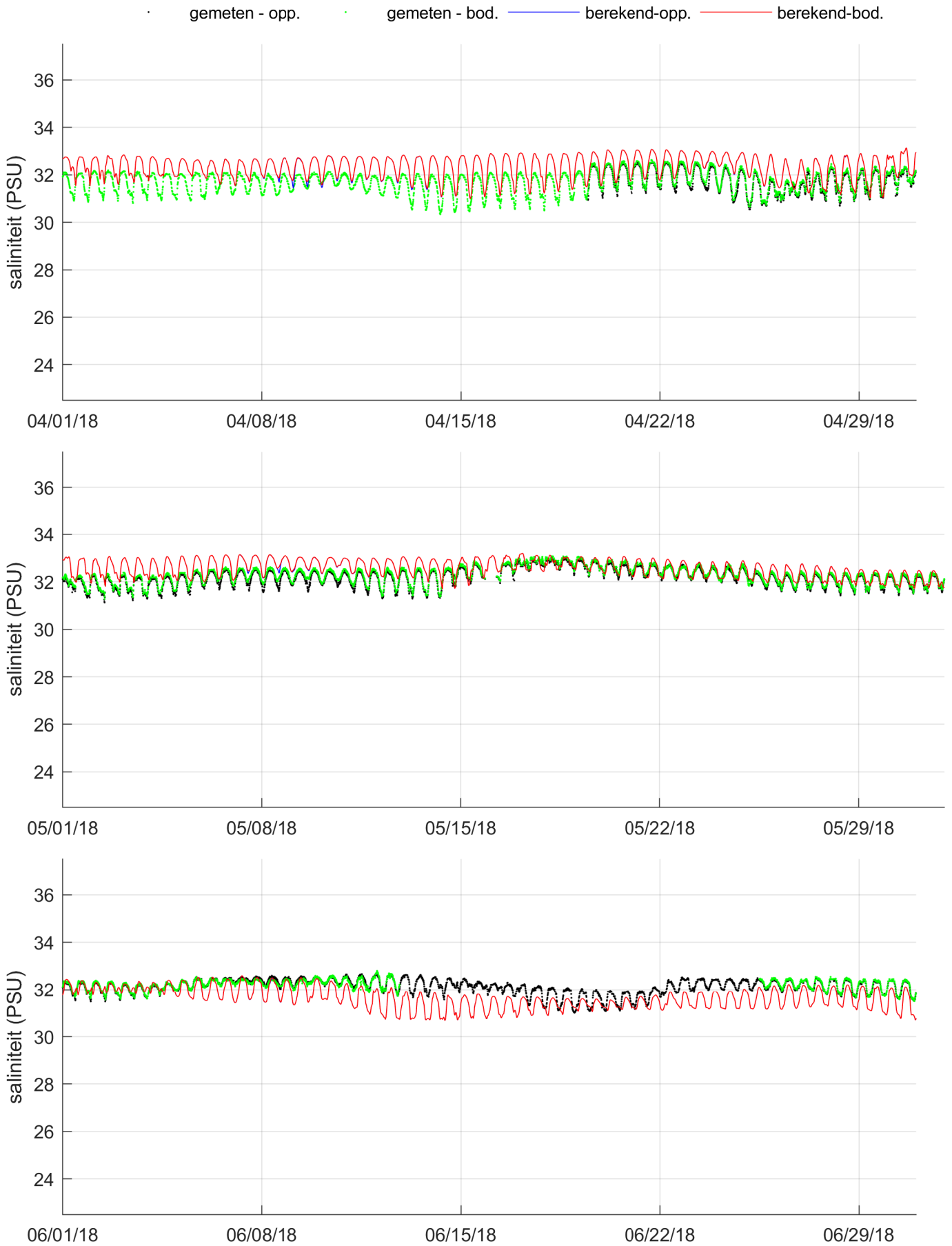
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2018, Zege-
station Oosterschelde 4



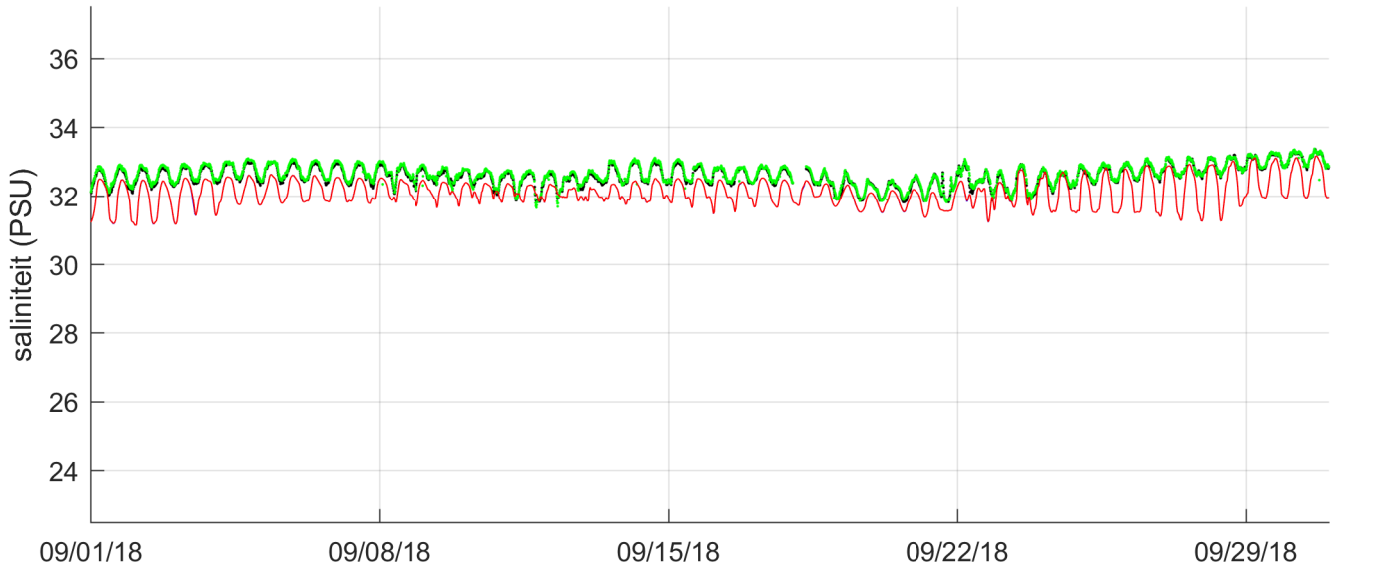
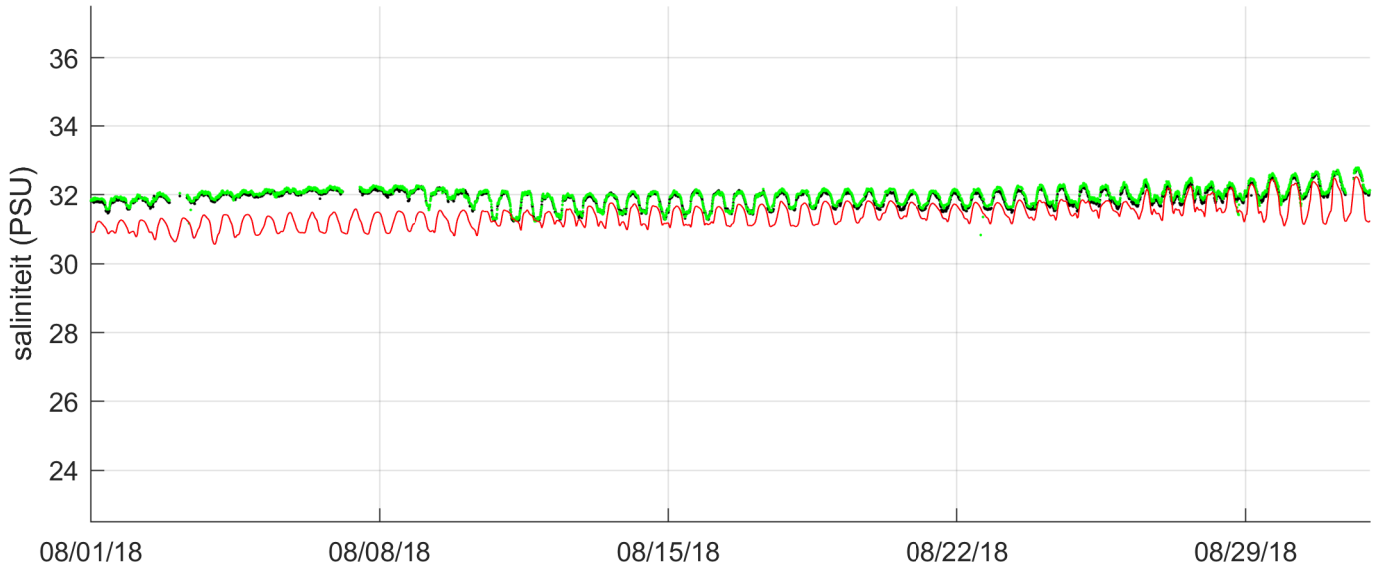
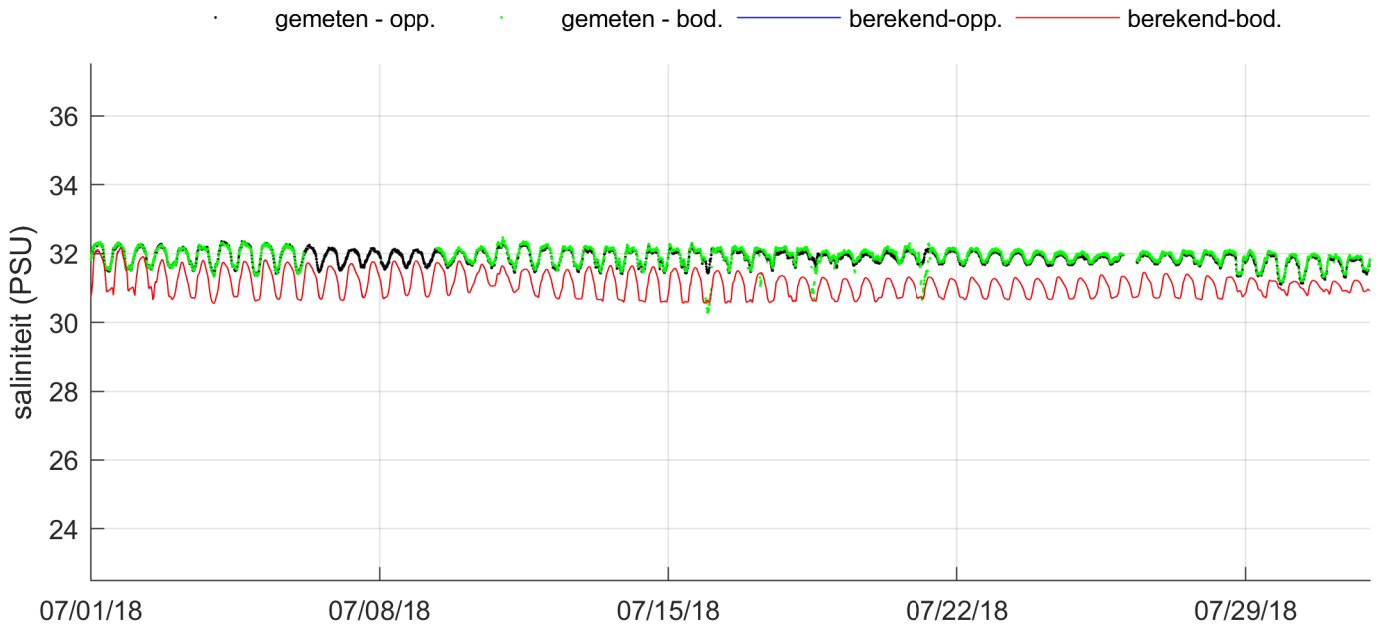
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2018, Zege-
 station Oosterschelde 4



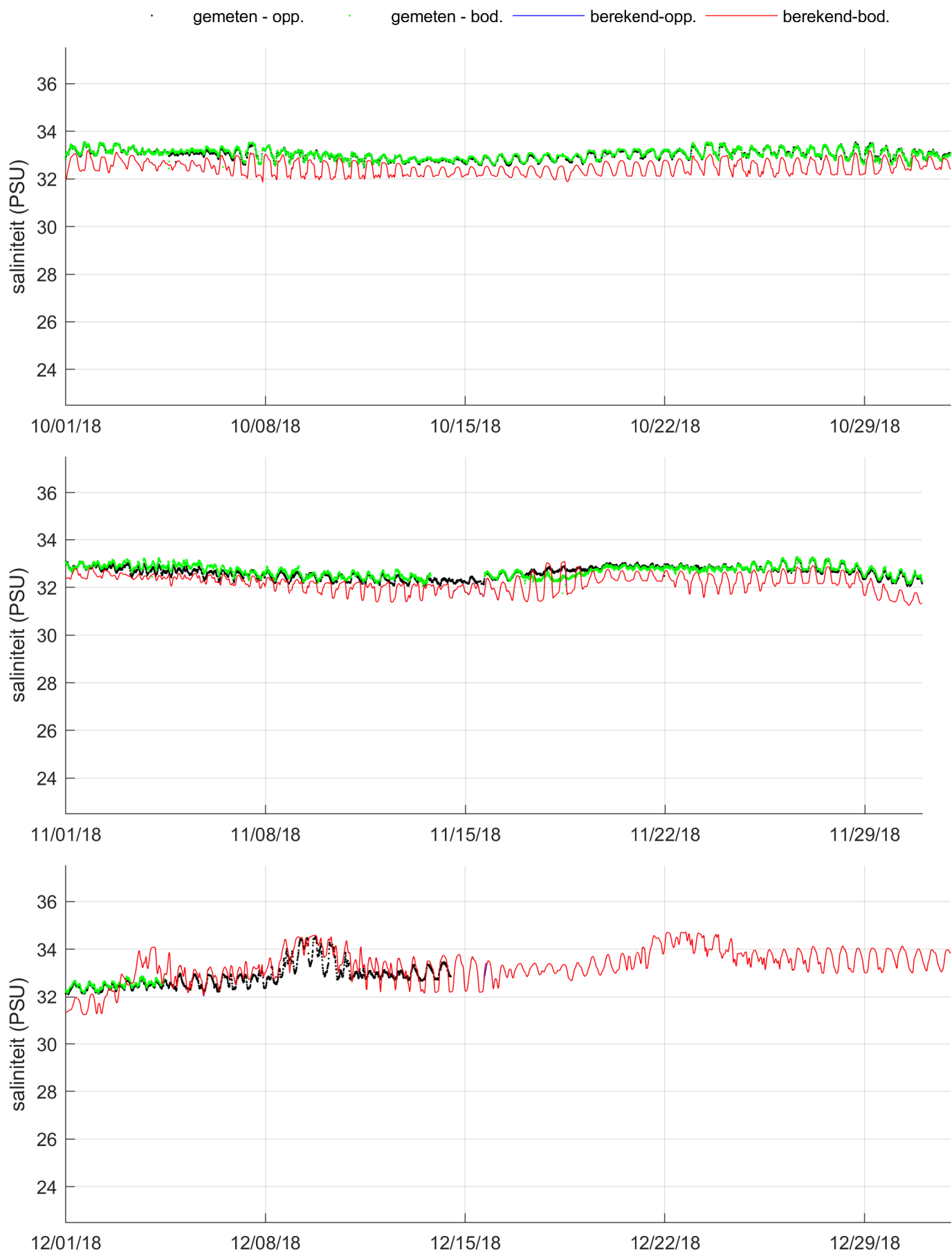
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
 oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2018, Zege-
 station Vlakte van de Raan



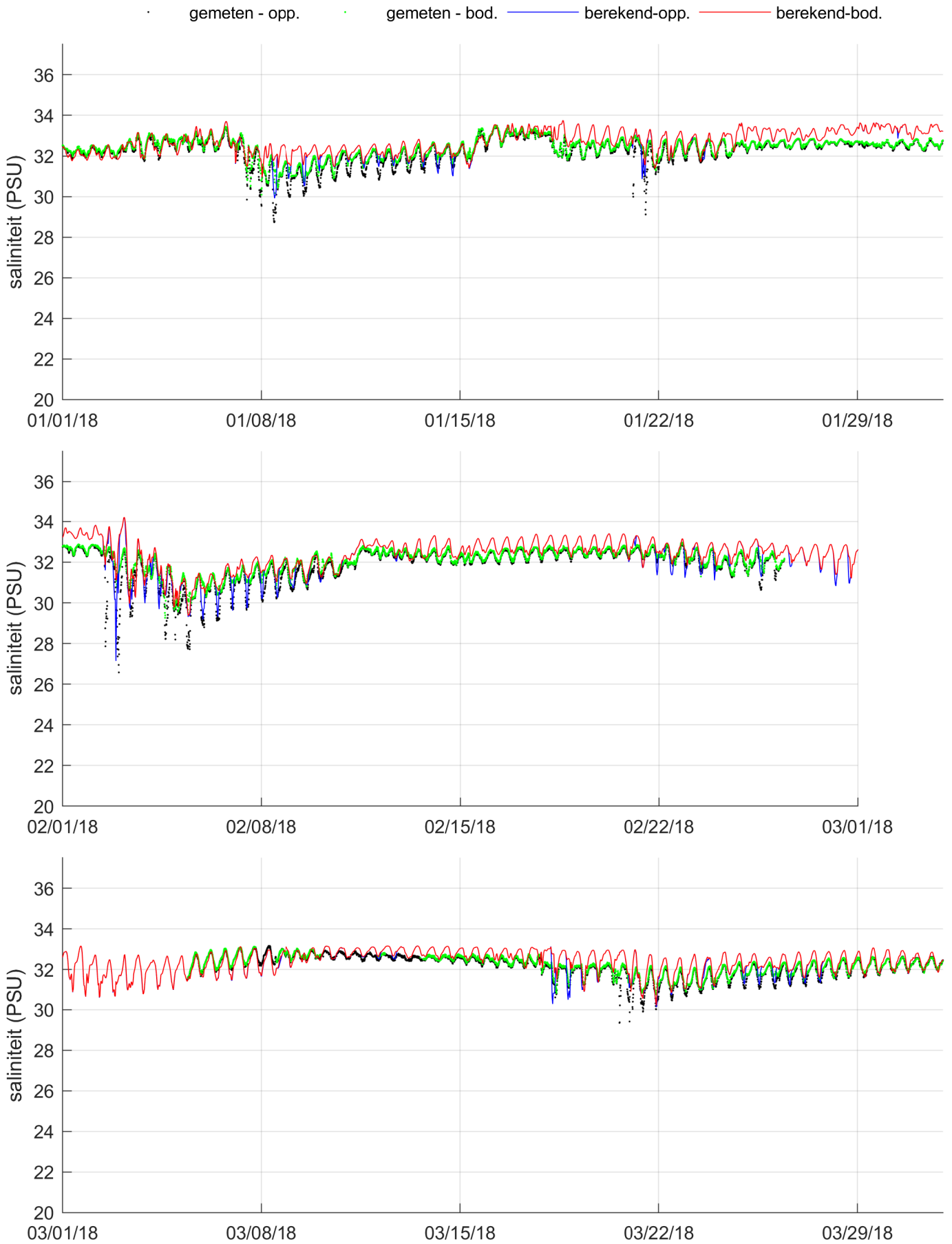
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2018, Zege-
station Vlakte van de Raan



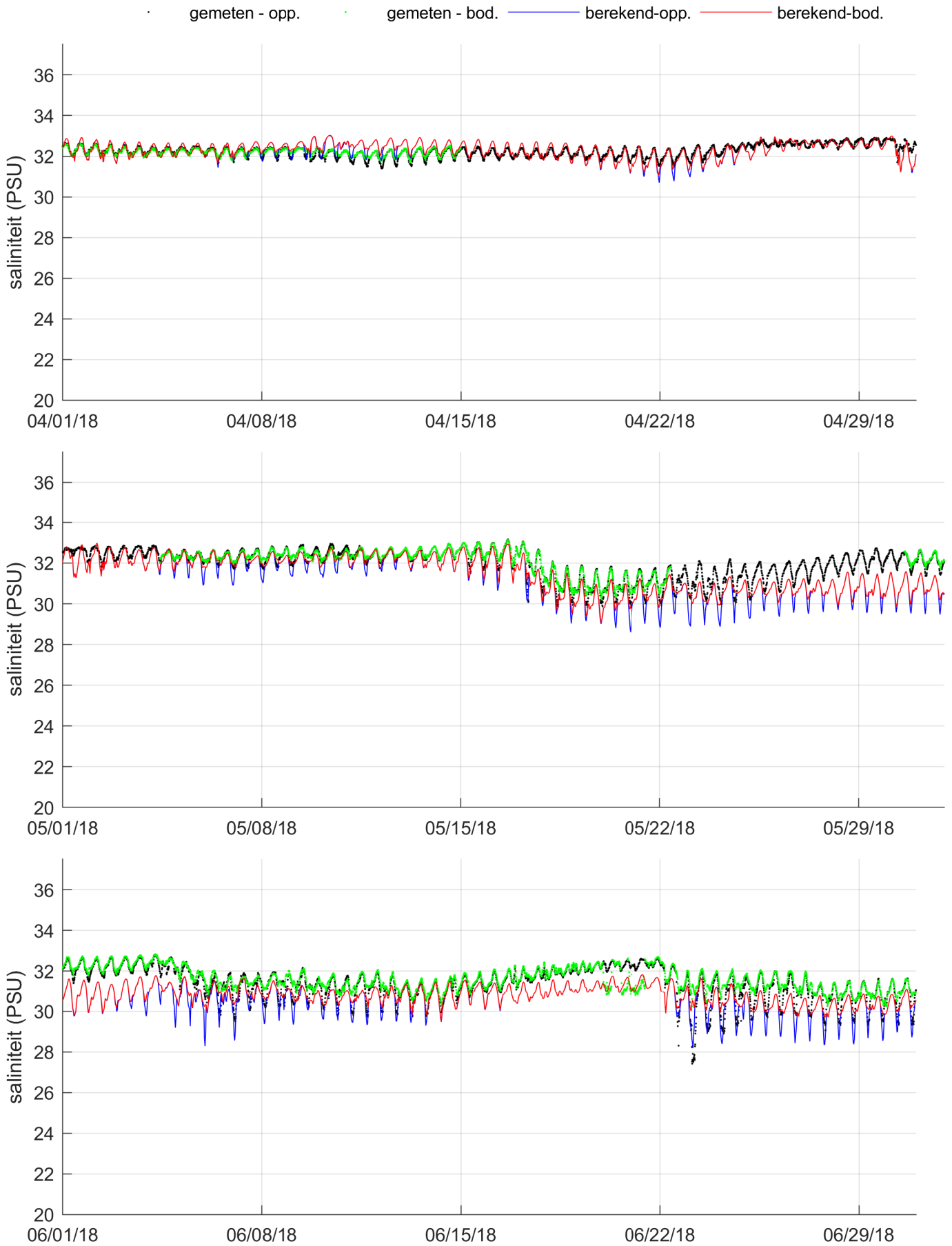
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2018, Zege-station Vlakte van de Raan



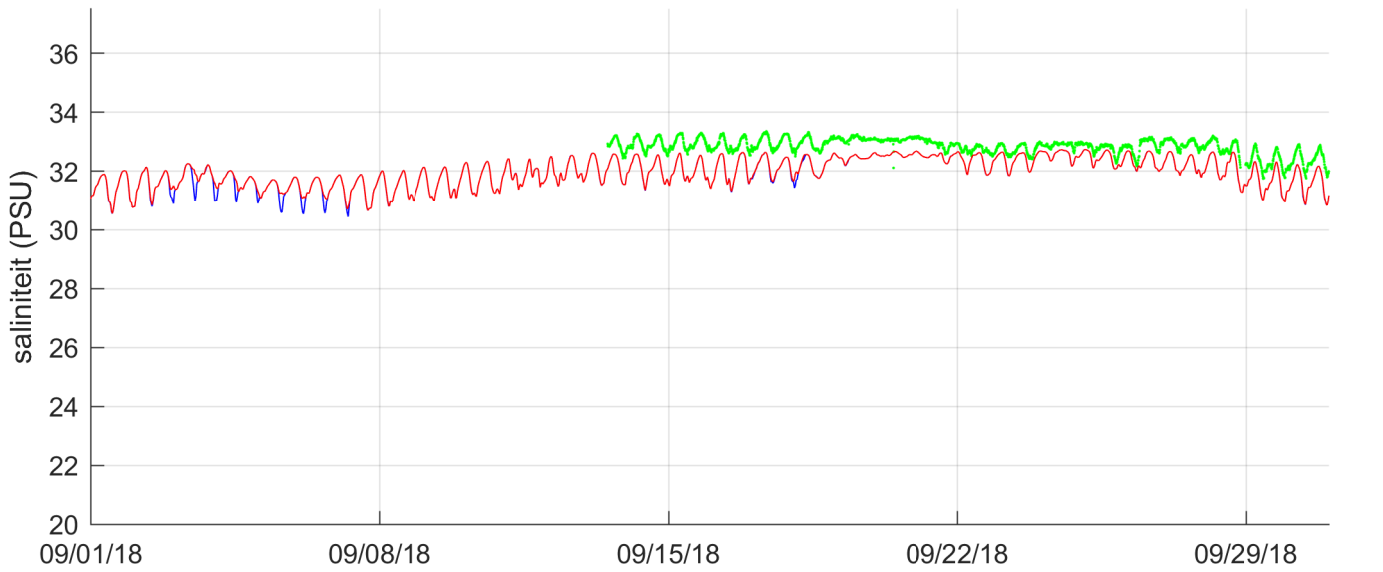
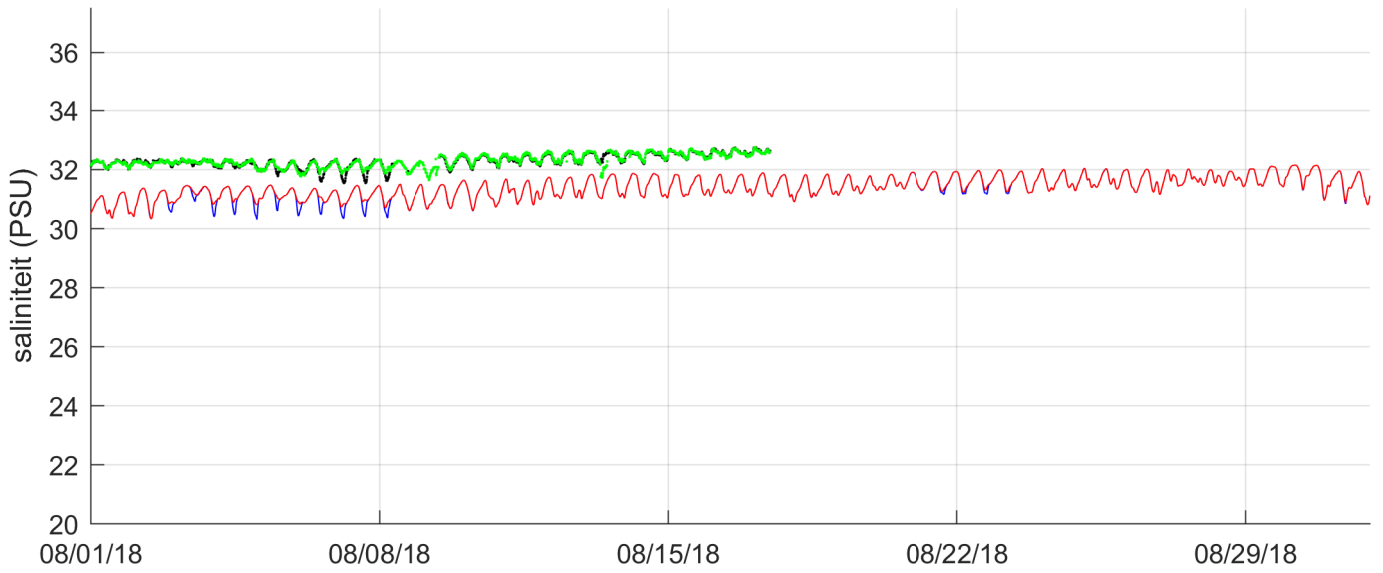
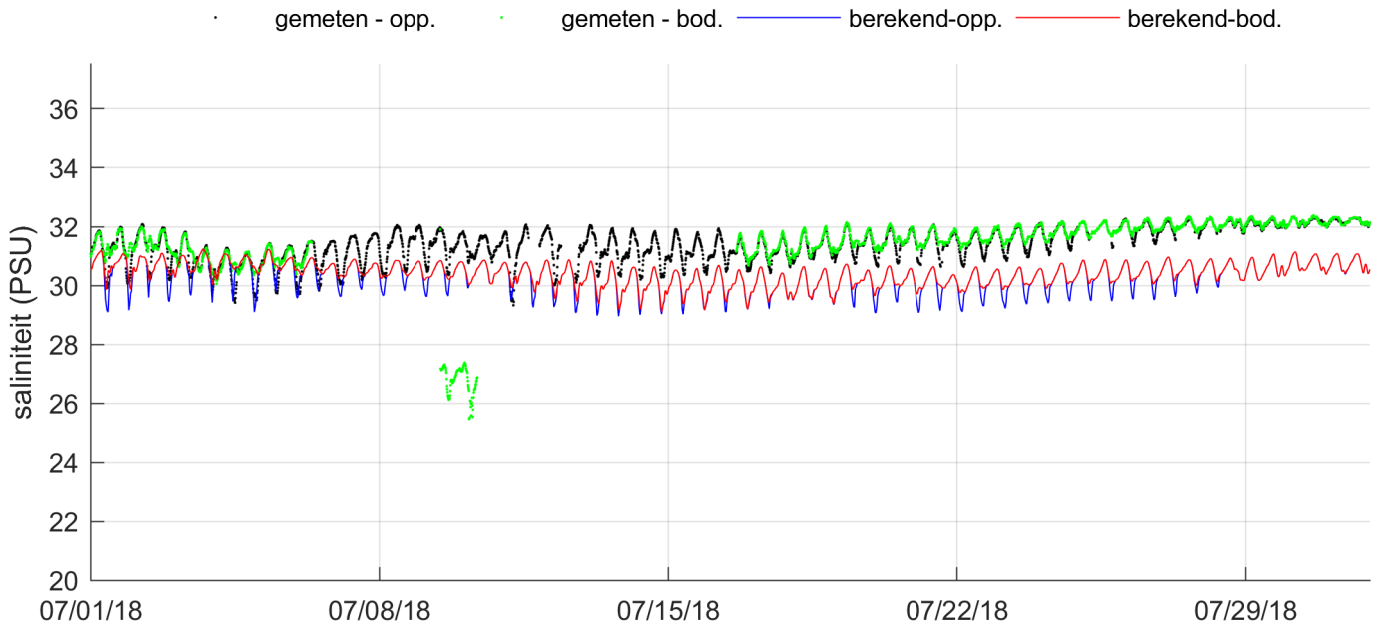
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2018, Zege-
station Vlakte van de Raan



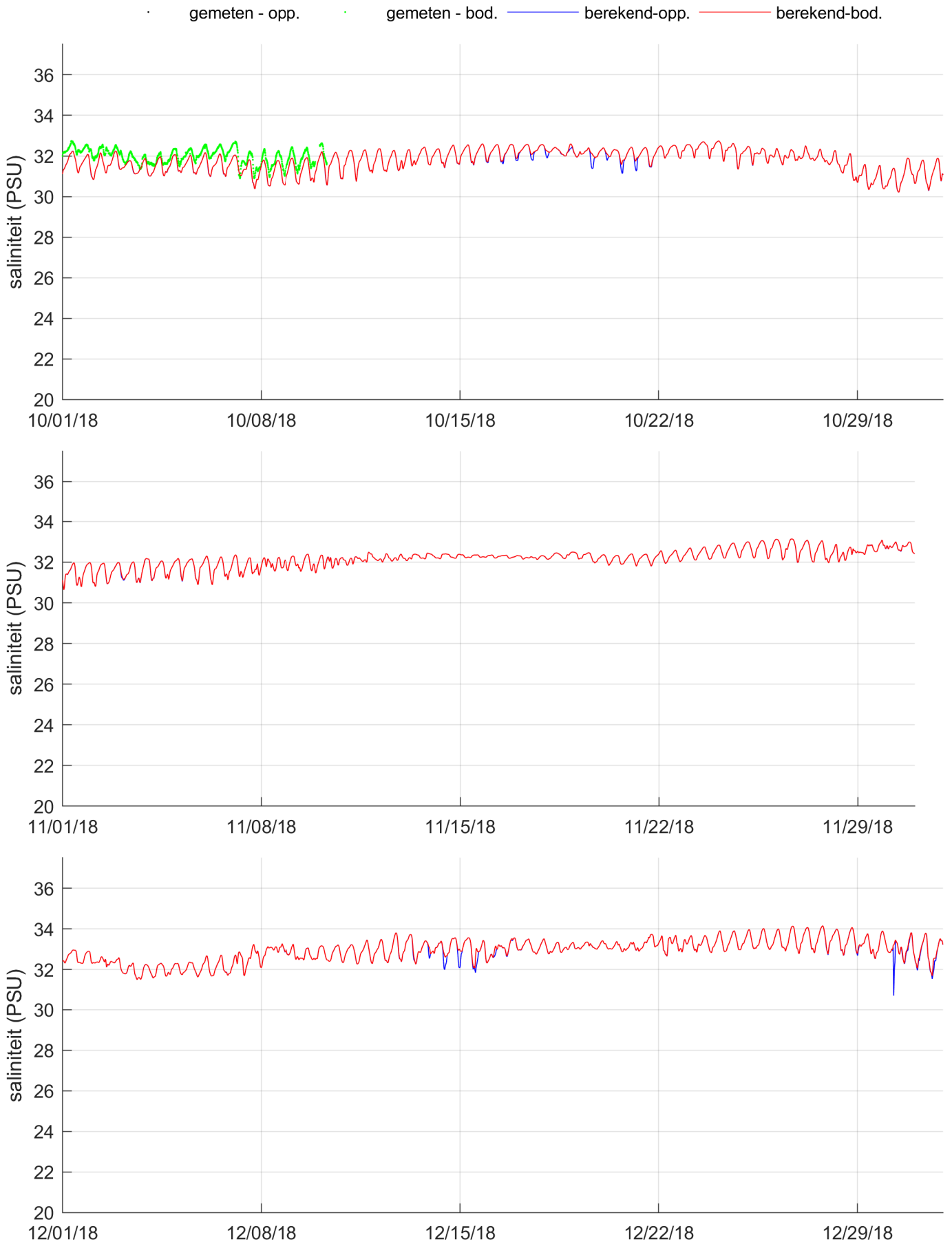
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2018, Zege- station Brouwershavensche Gat 2



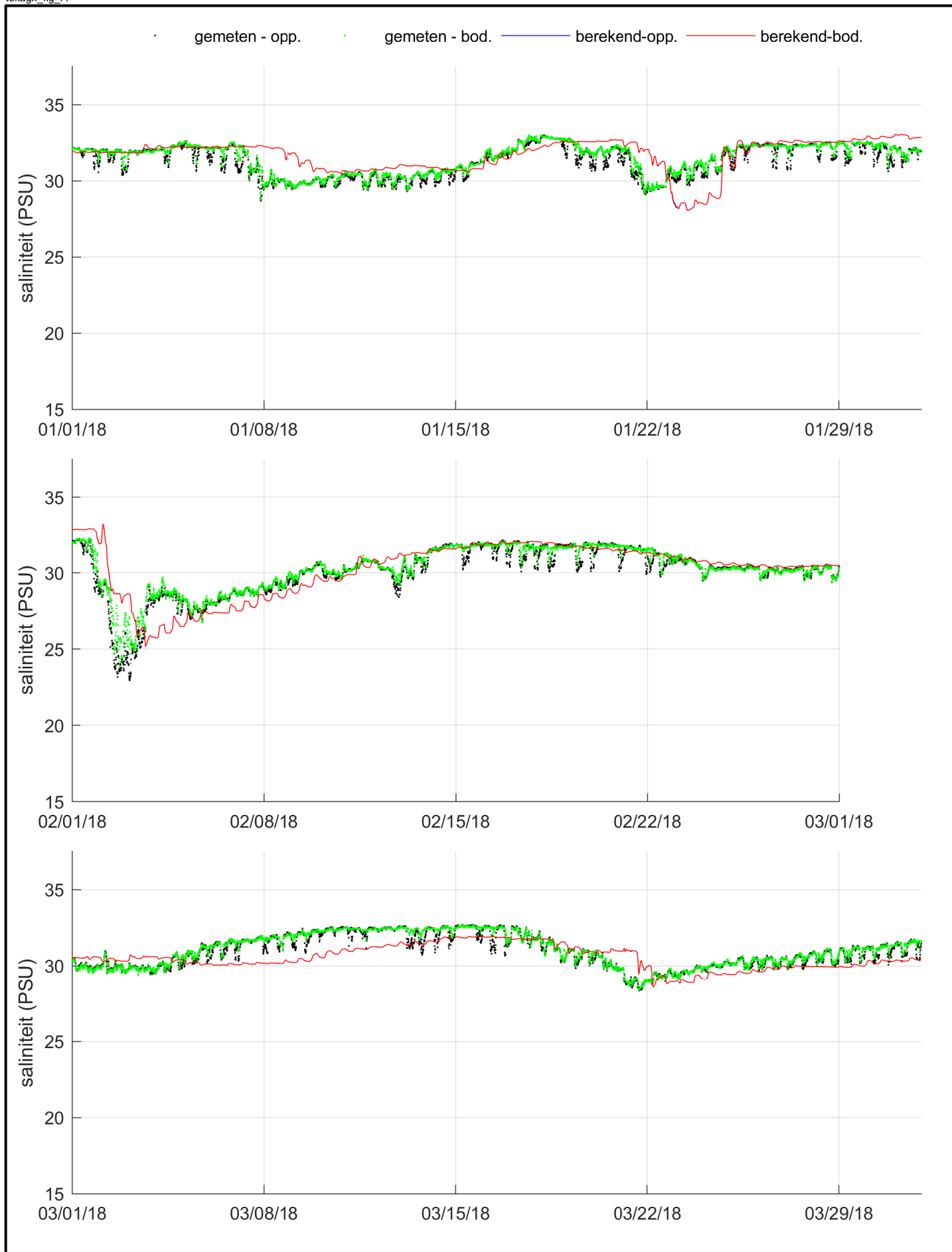
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2018, Zeegestation Brouwershavensche Gat 2



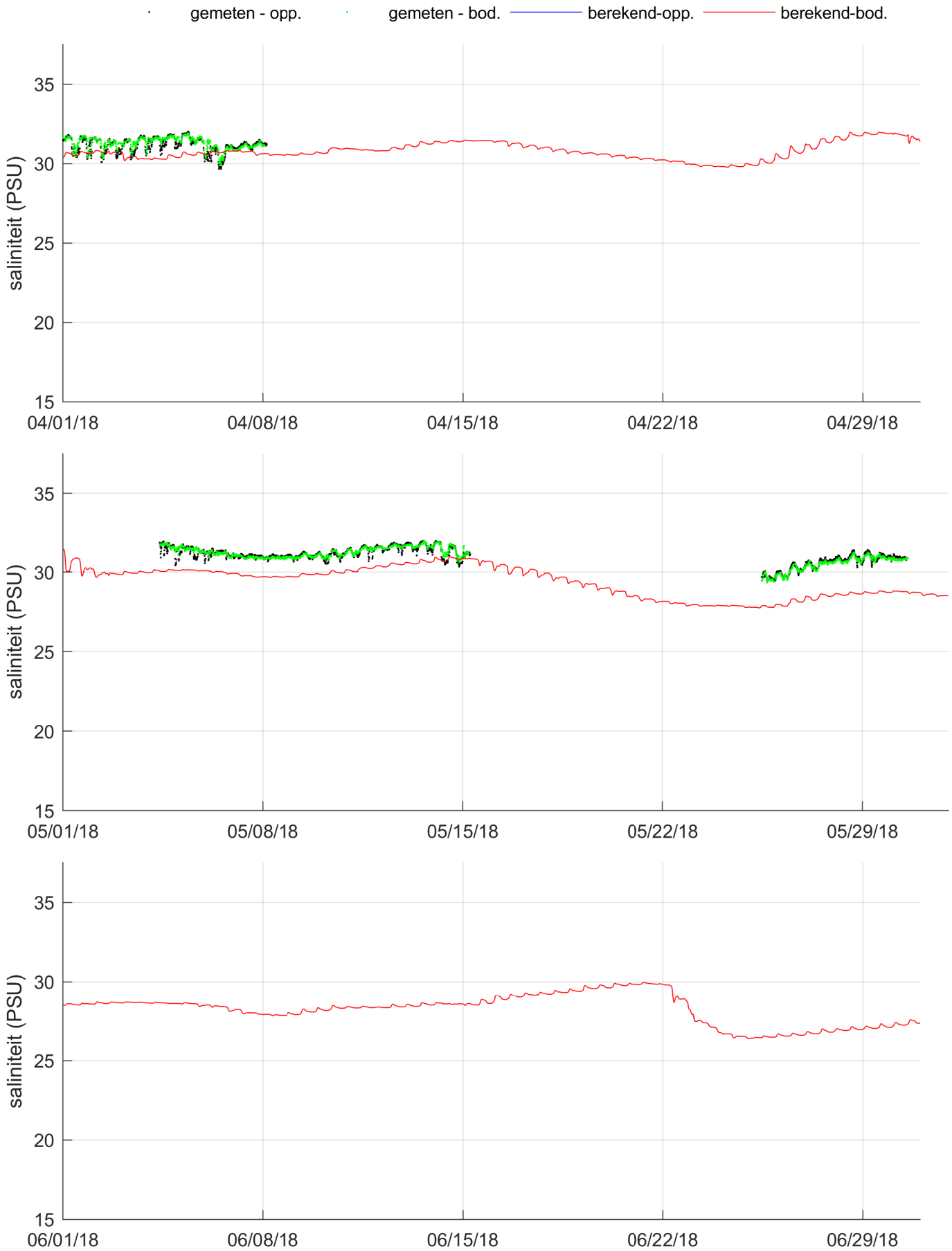
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2018, Zege-station Brouwershavensche Gat 2



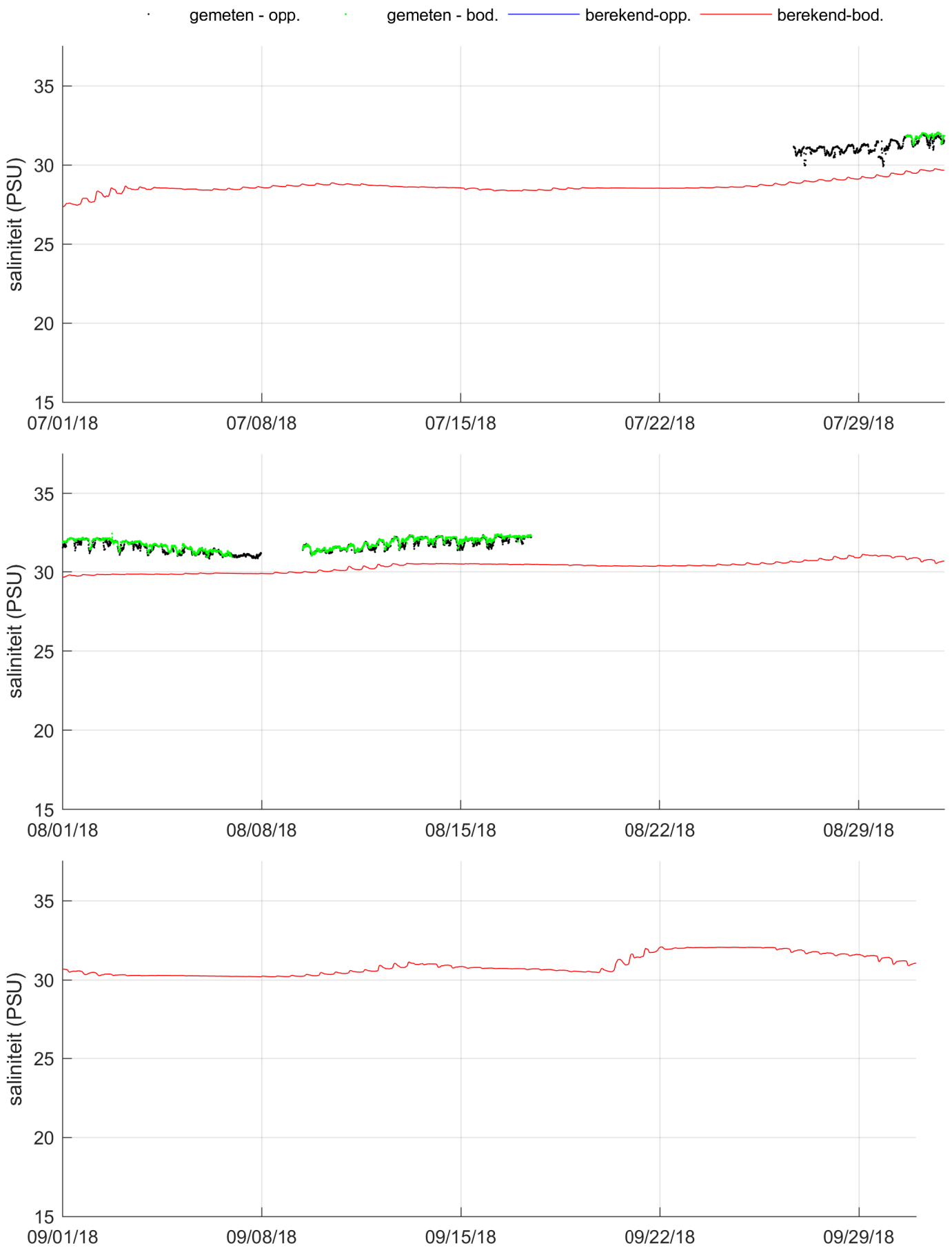
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2018, Zege-
station Brouwershavensche Gat 2



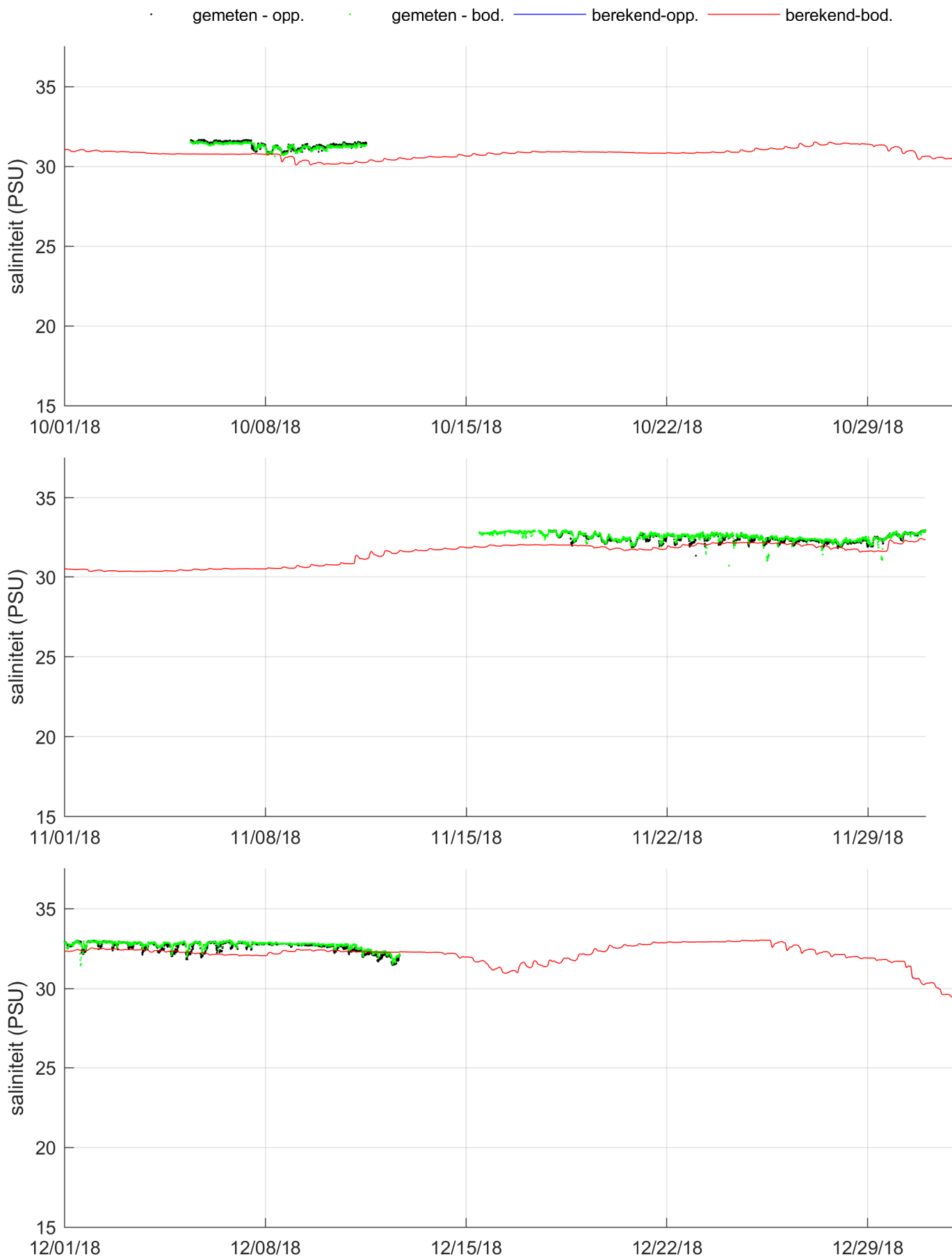
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2018, Zege-
station Brouwershavensche Gat 8



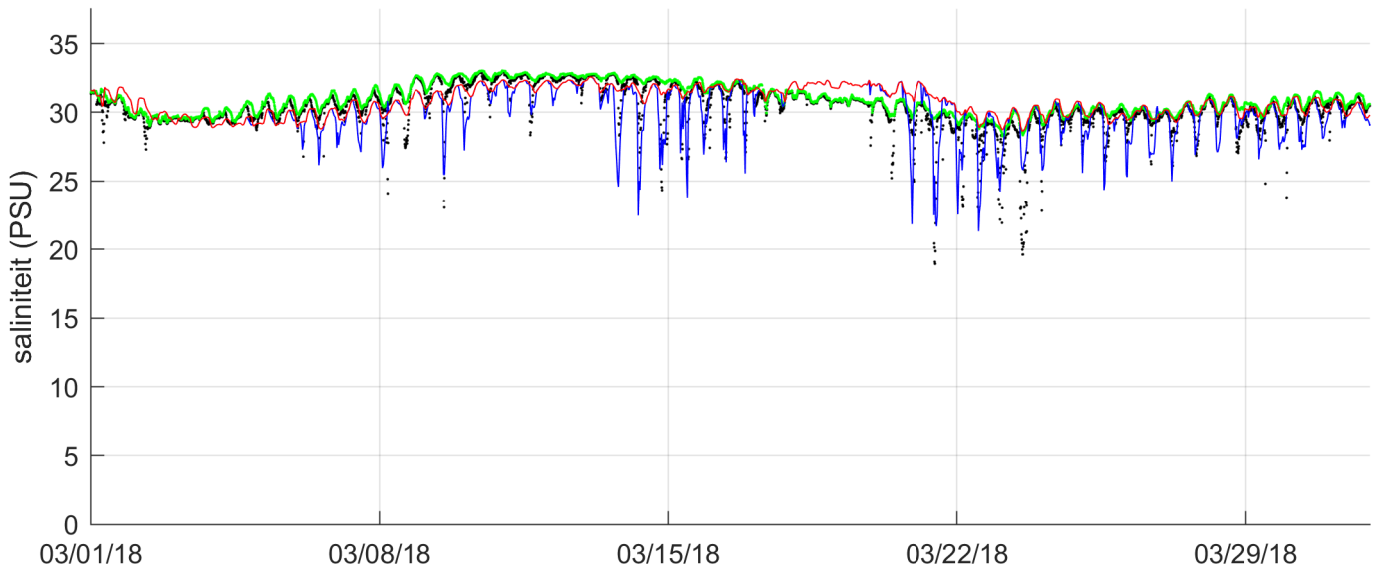
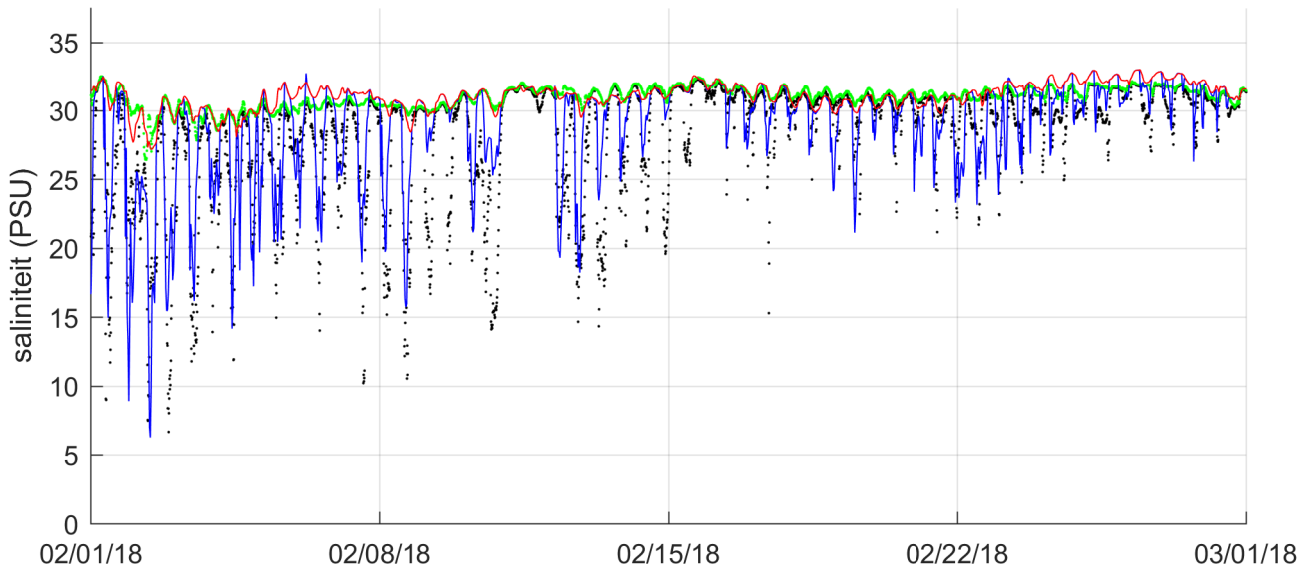
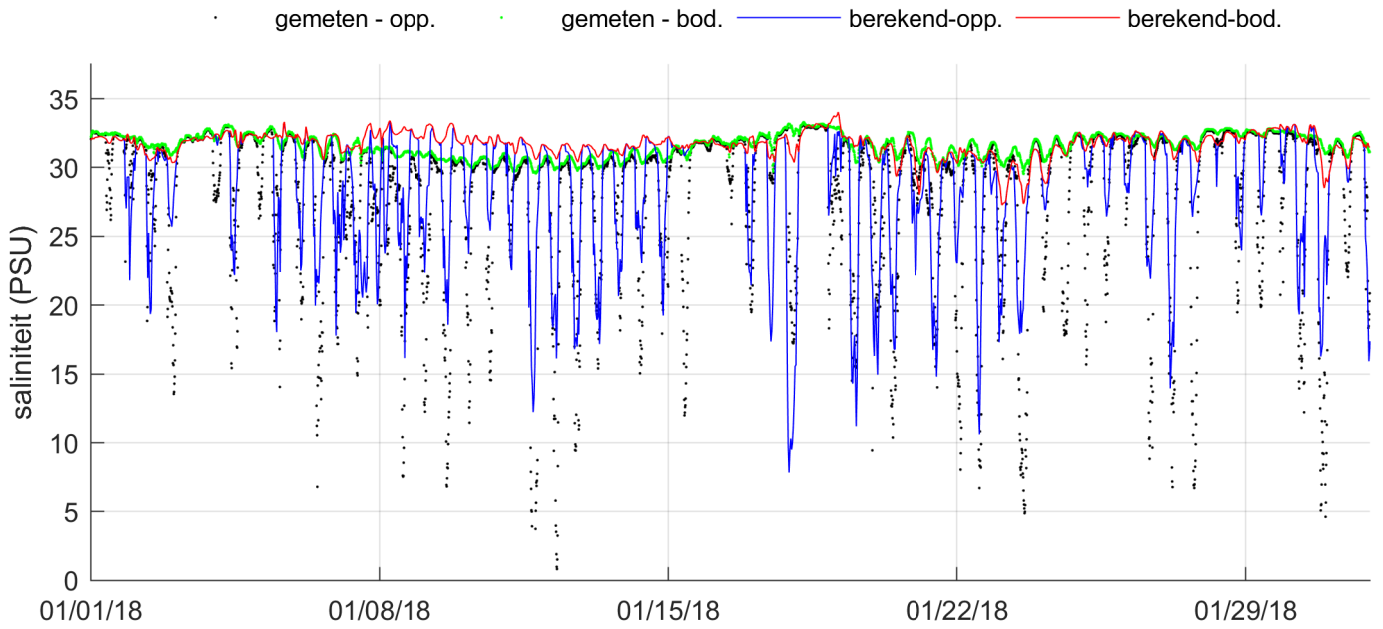
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2018, Zege-station Brouwershavensche Gat 8



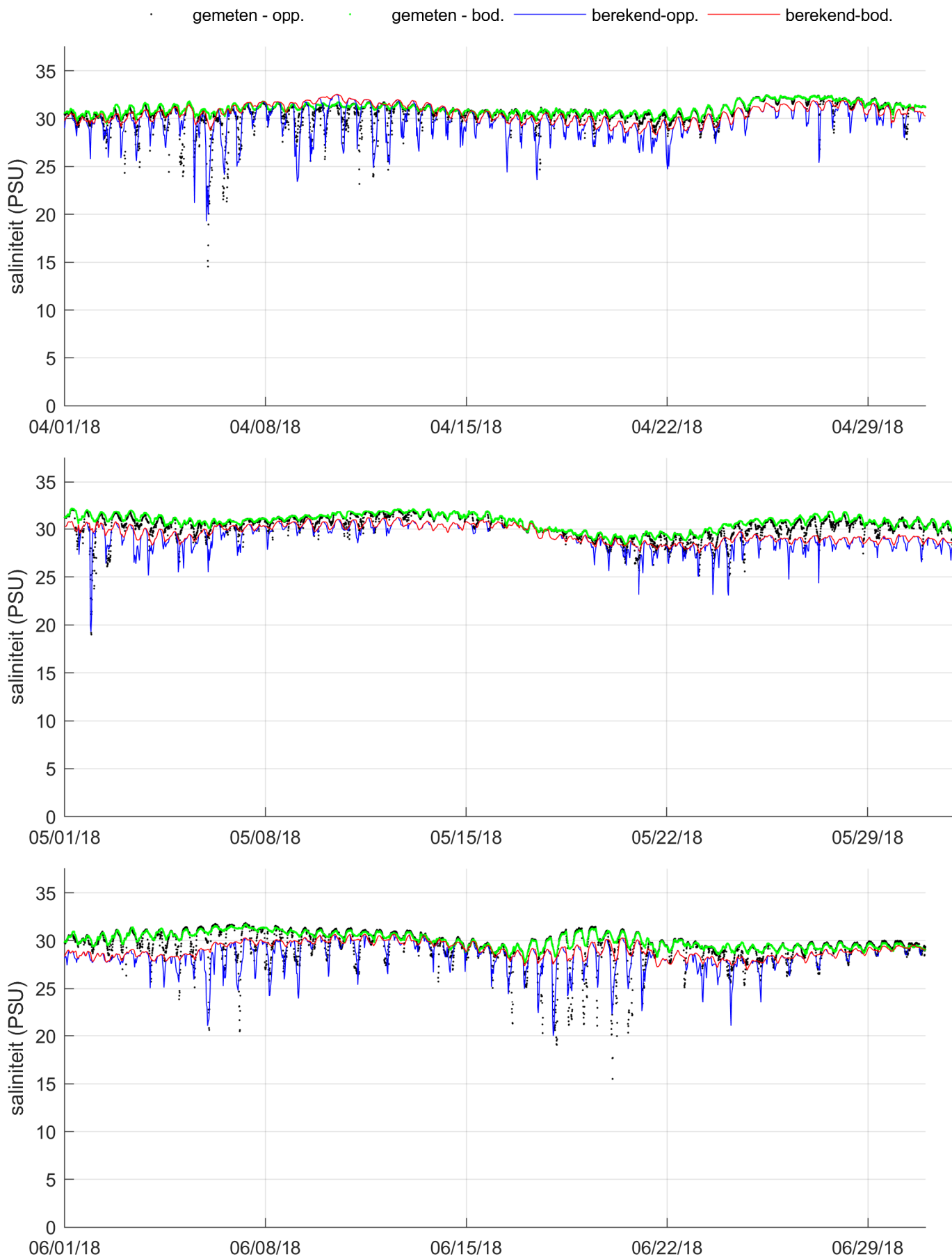
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2018, Zege-
station Brouwershavensche Gat 8



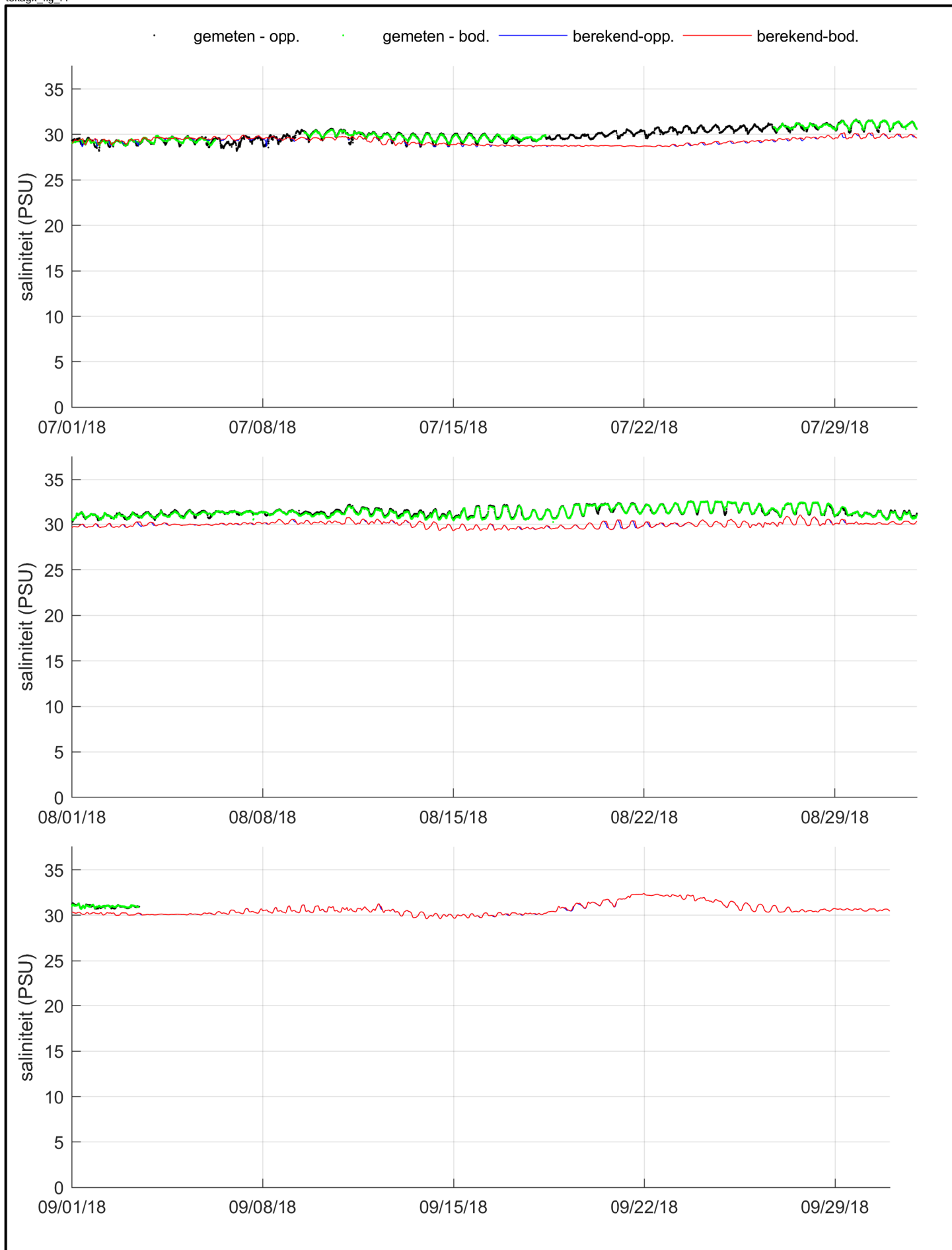
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2018, Zege-
station Brouwershavensche Gat 8



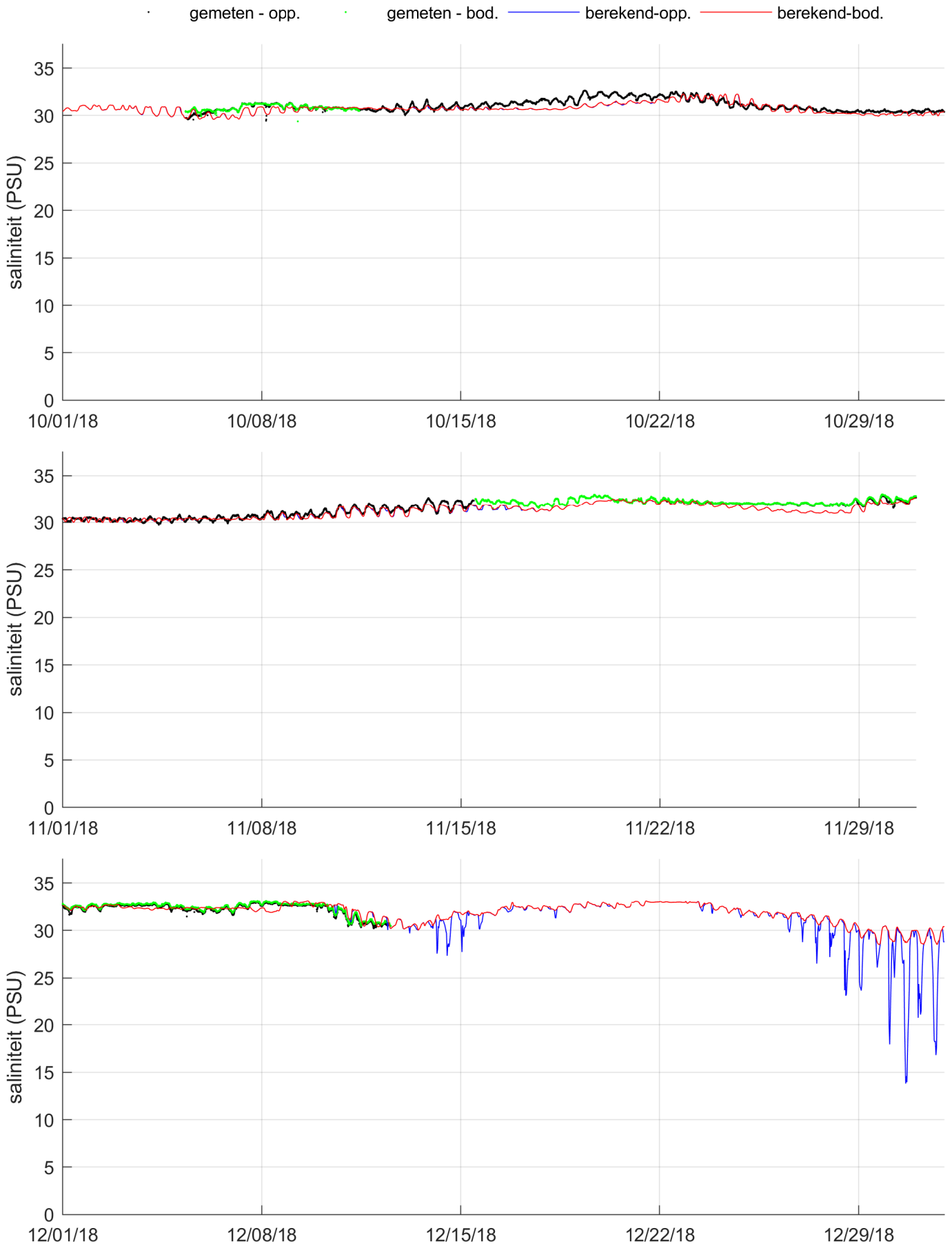
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 1e kwartaal 2018, Zege-
station Haringvliet 10



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 2e kwartaal 2018, Zege-station Haringvliet 10



Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen), oppervlakte- en bodemsaliniteit 3e kwartaal 2018, Zege-station Haringvliet 10



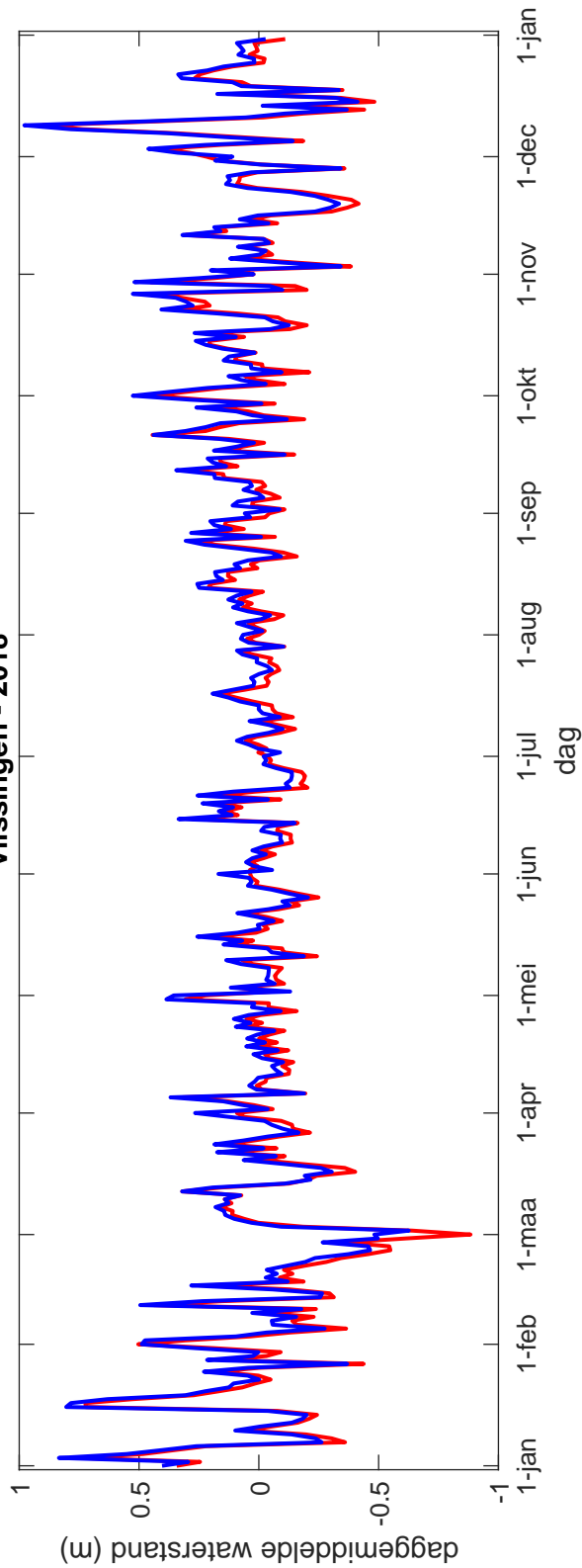
Vergelijking metingen (punten) en modelresultaten (lijnen),
oppervlakte- en bodemsaliniteit 4e kwartaal 2018, Zege-
station Haringvliet 10

PMR-NCV Abiotiek

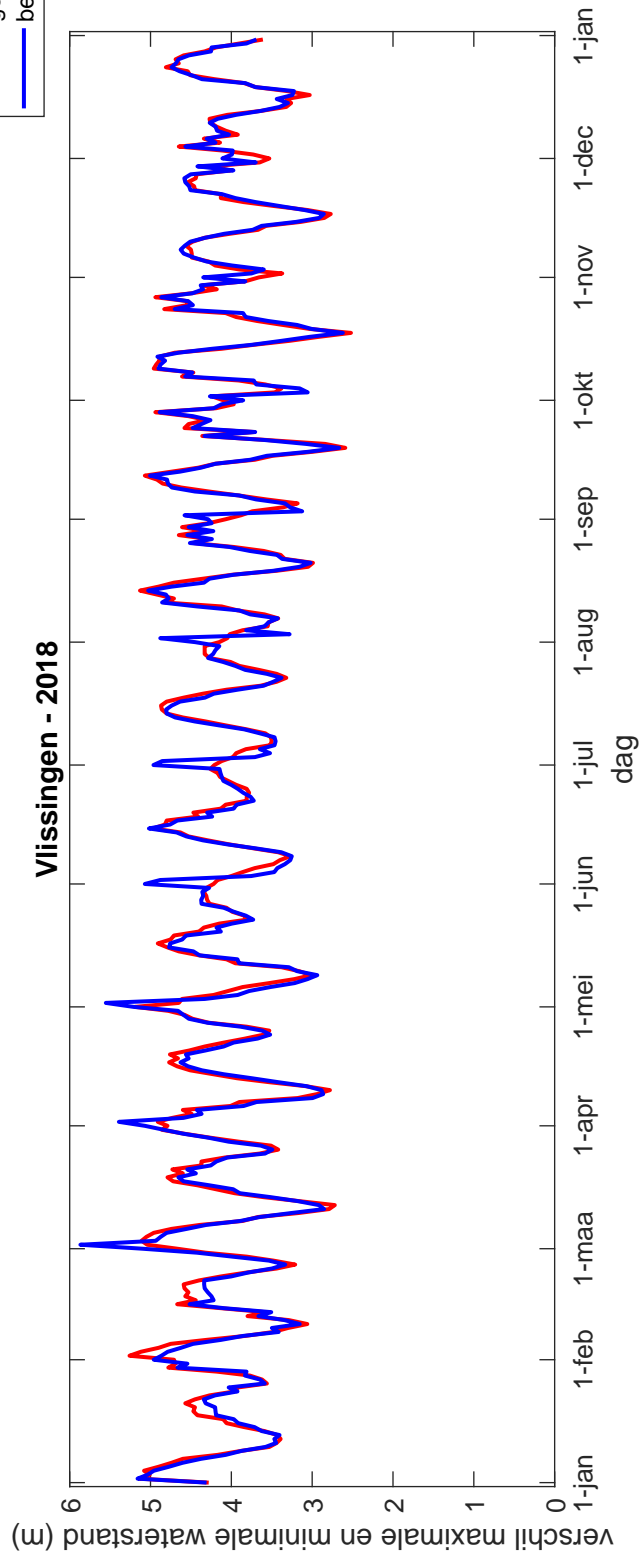
C03041.002127

Fig. B.55

Vlissingen - 2018

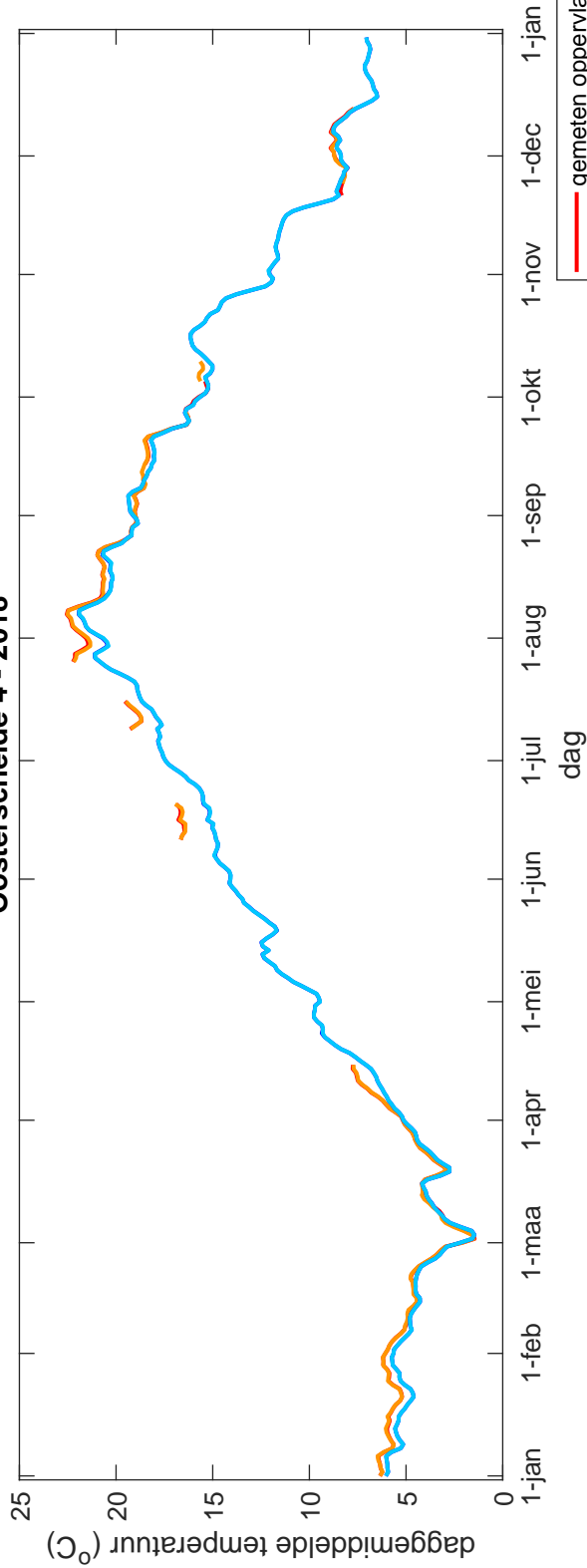


Vlissingen - 2018



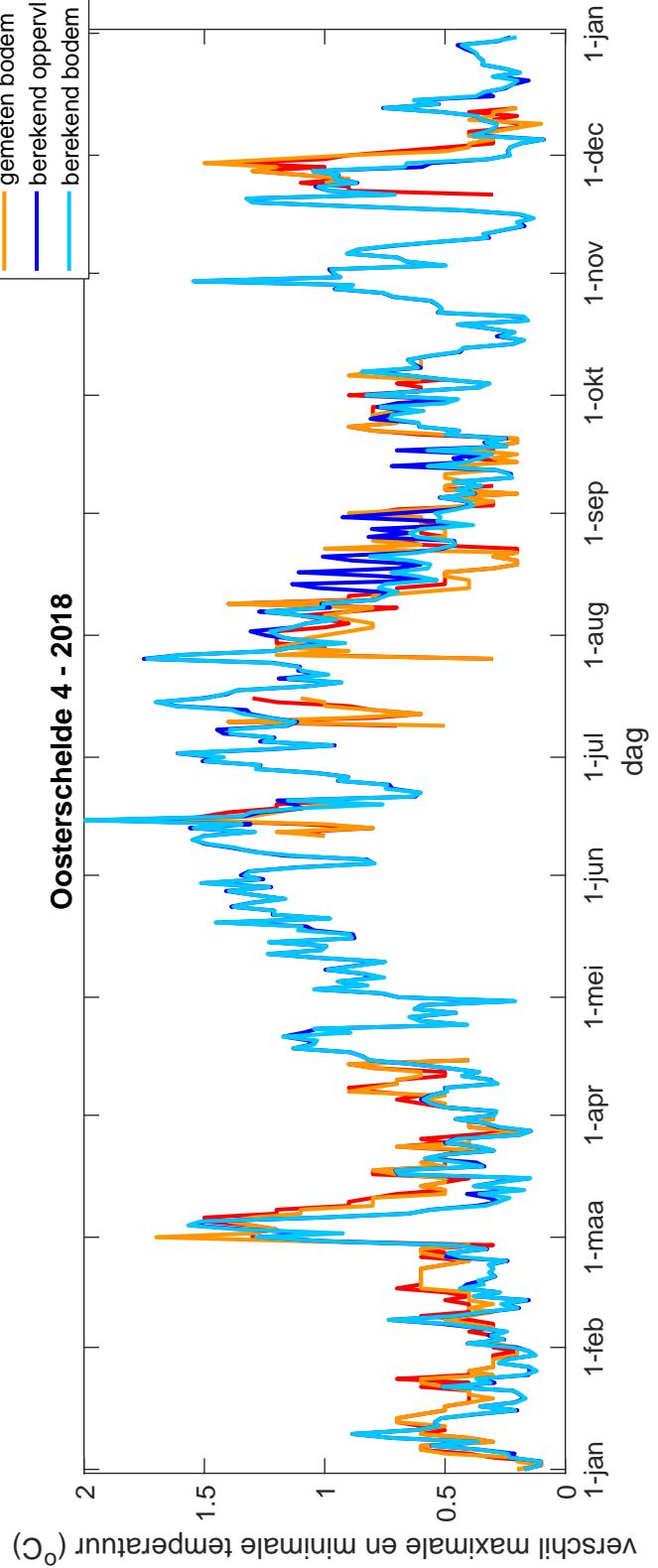
Dag-analyse van de waterstand, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlissingen

Oosterschelde 4 - 2018



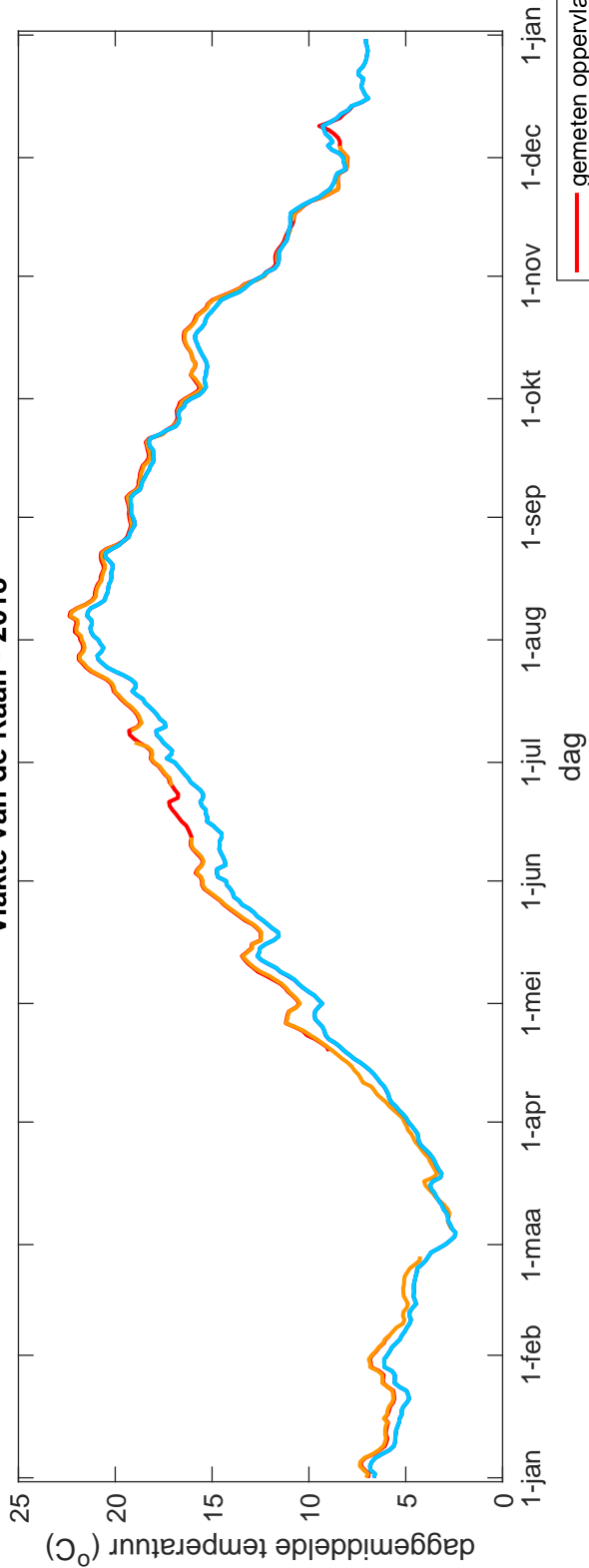
- gemeten oppervlak
- gemeten bodem
- berekend oppervlak
- berekend bodem

Oosterschelde 4 - 2018

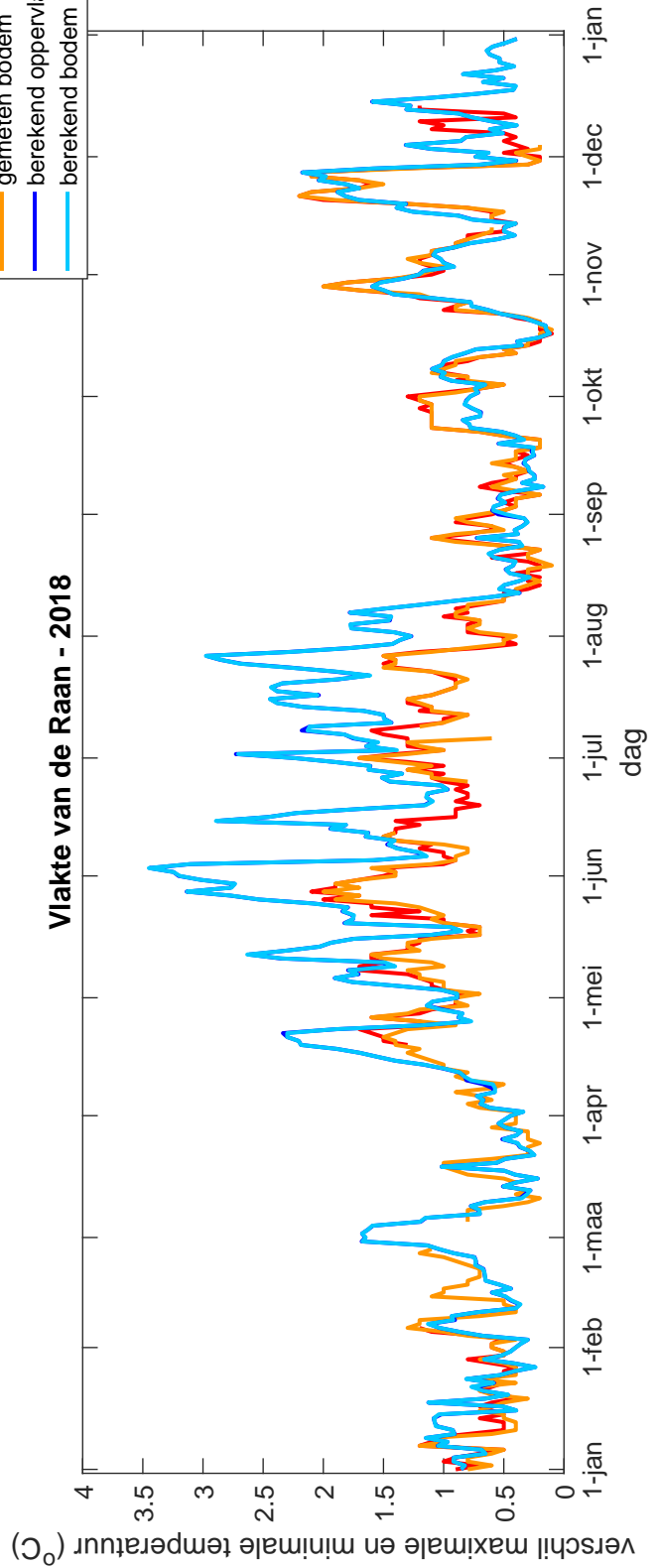


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Oosterschelde 4

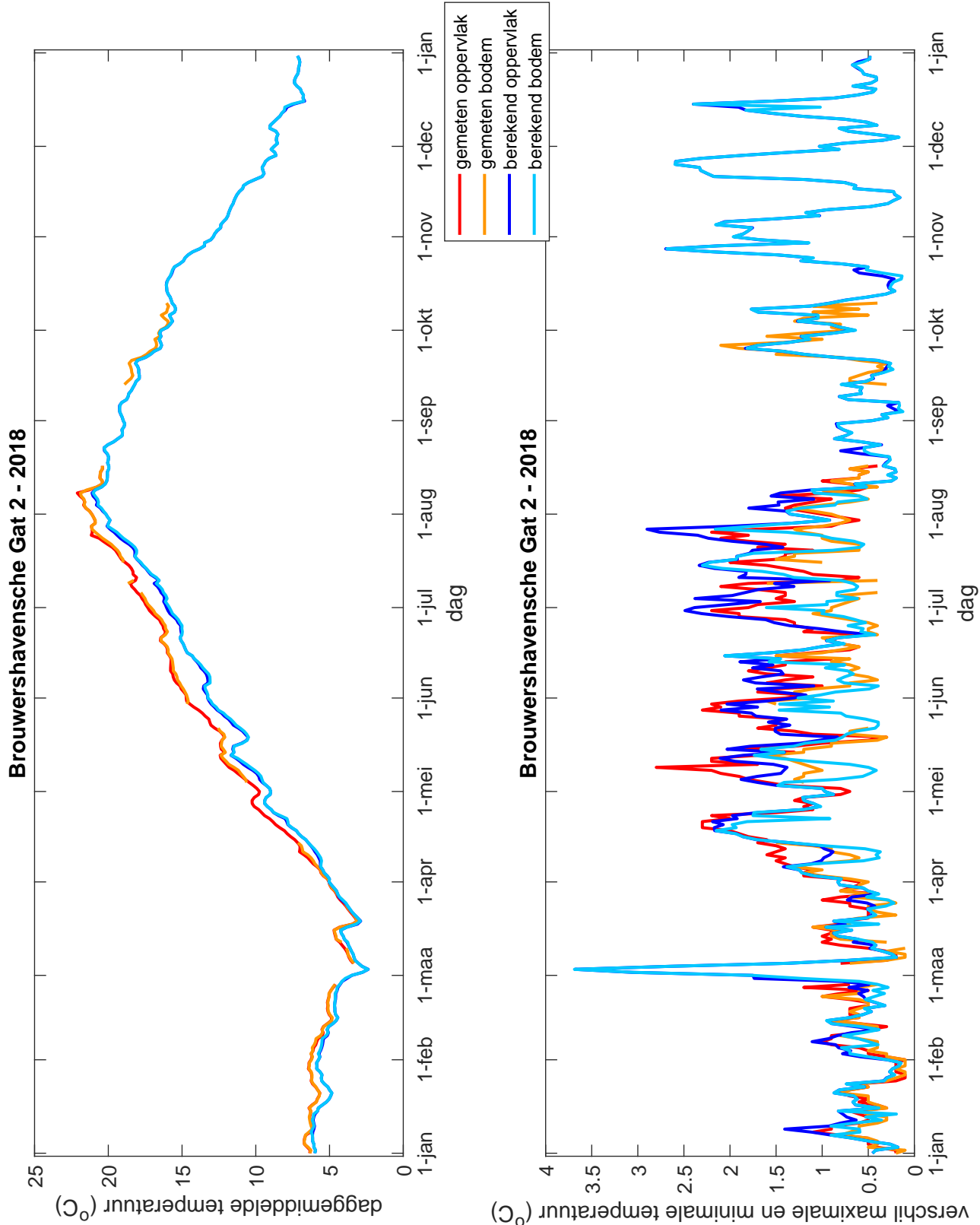
Vlakte van de Raan - 2018



Vlakte van de Raan - 2018

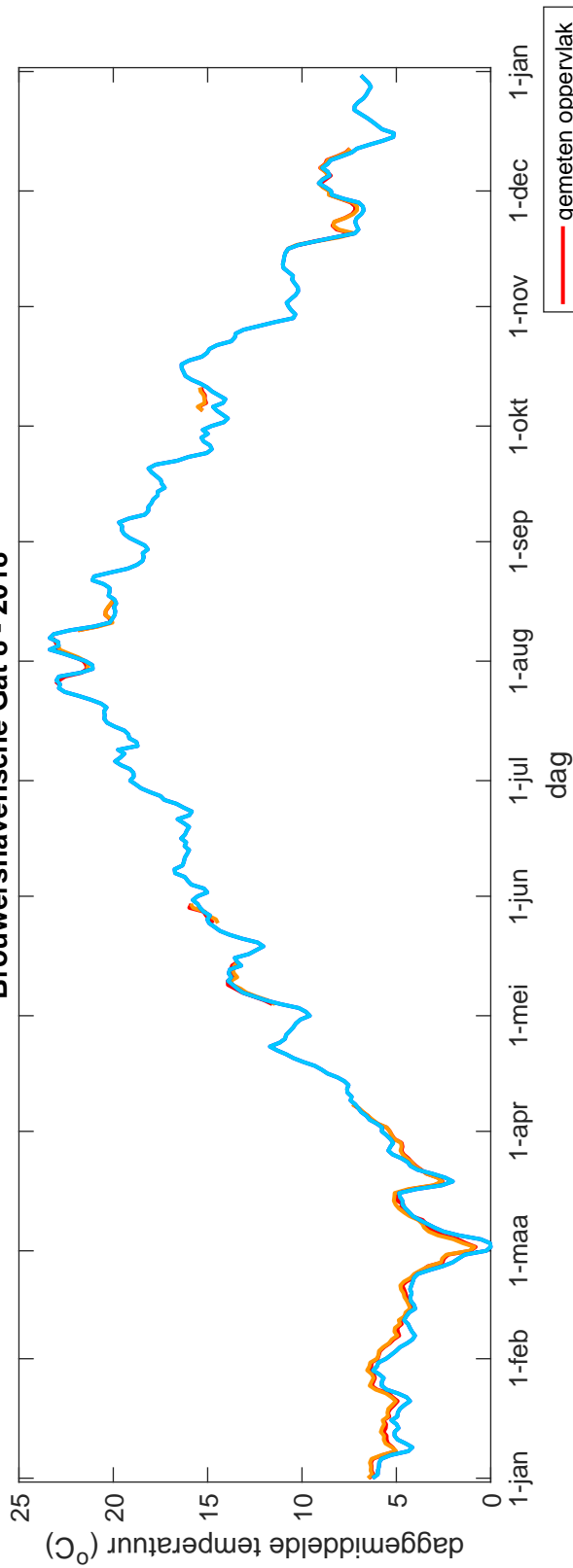


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlakte van de Raan

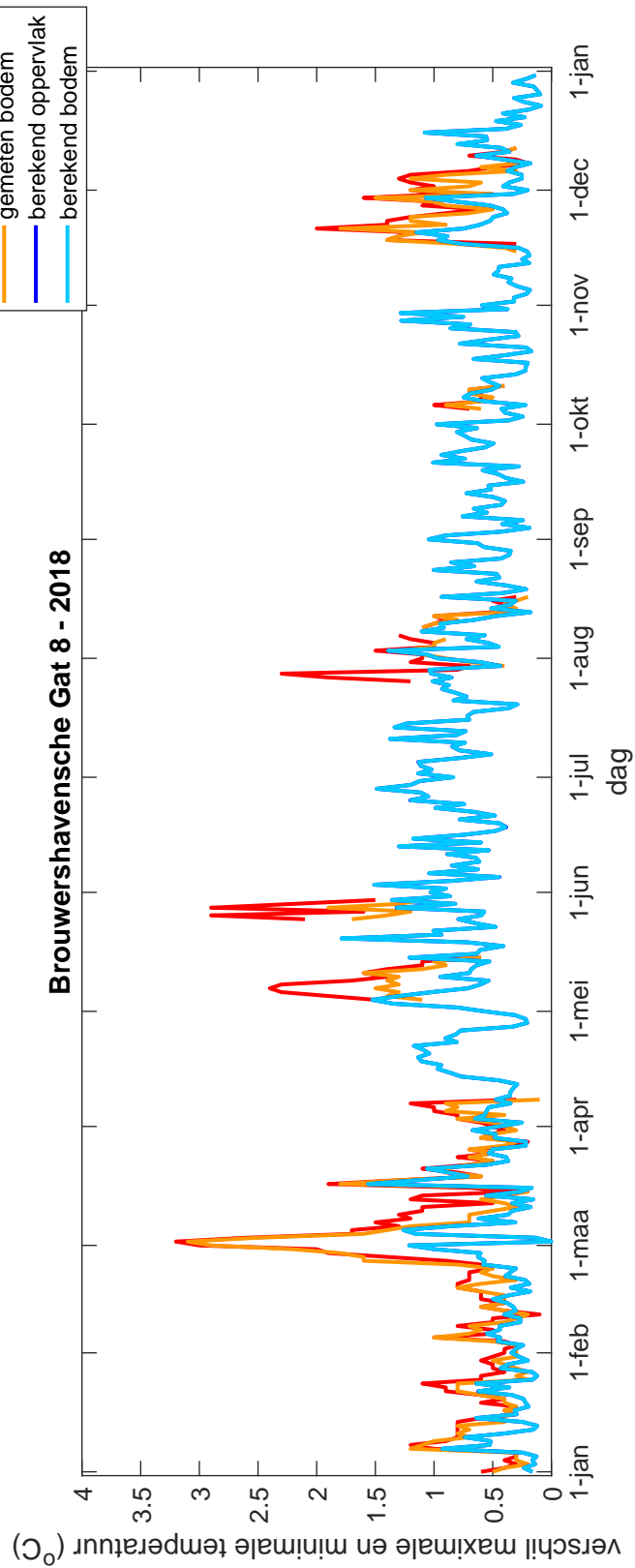


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Brouwershavensche Gat 2

Brouwershavensche Gat 8 - 2018

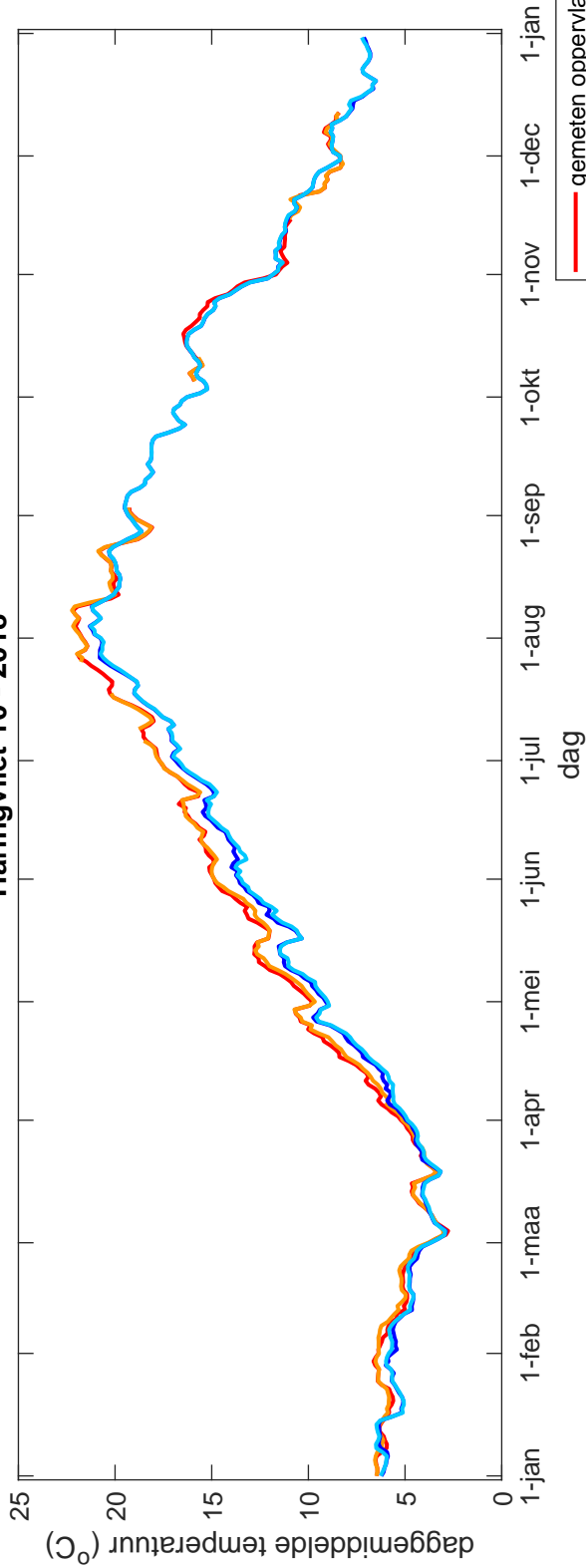


Brouwershavensche Gat 8 - 2018

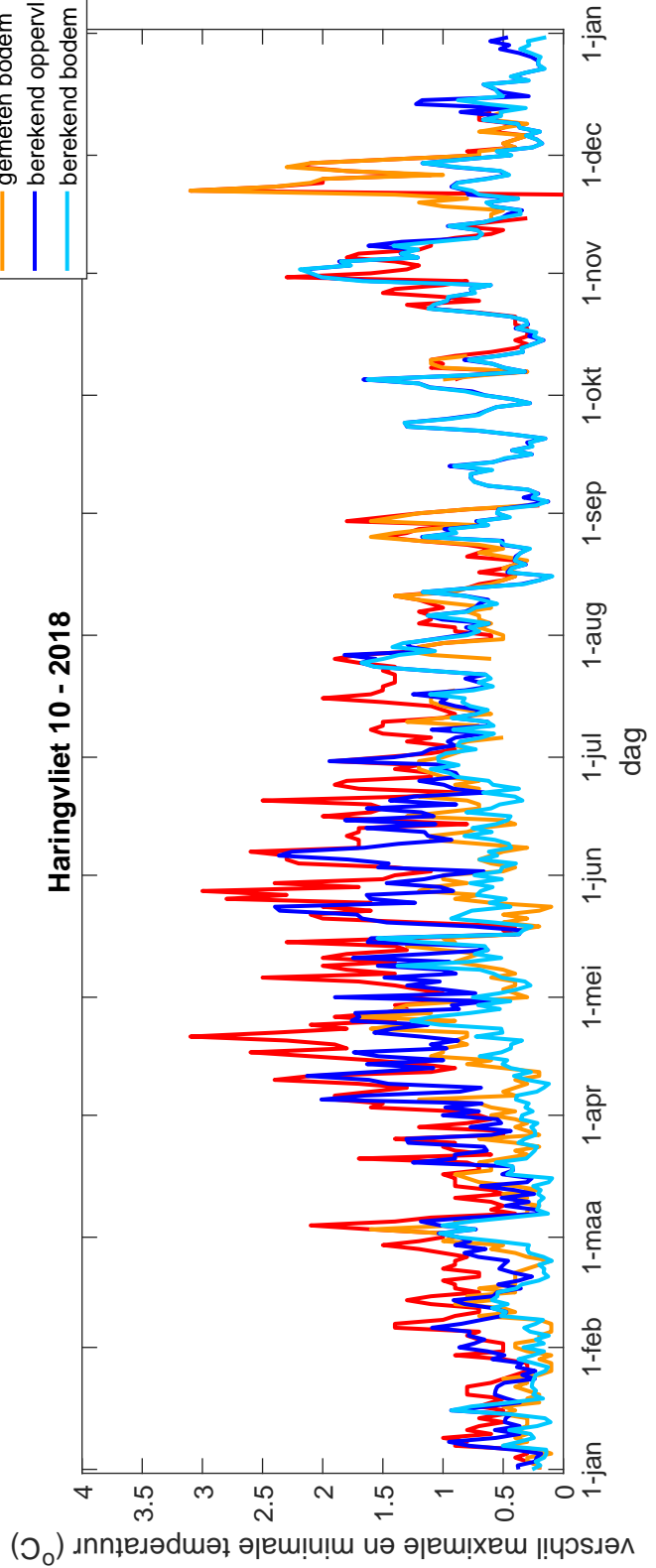


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Brouwershavensche Gat 8

Haringvliet 10 - 2018

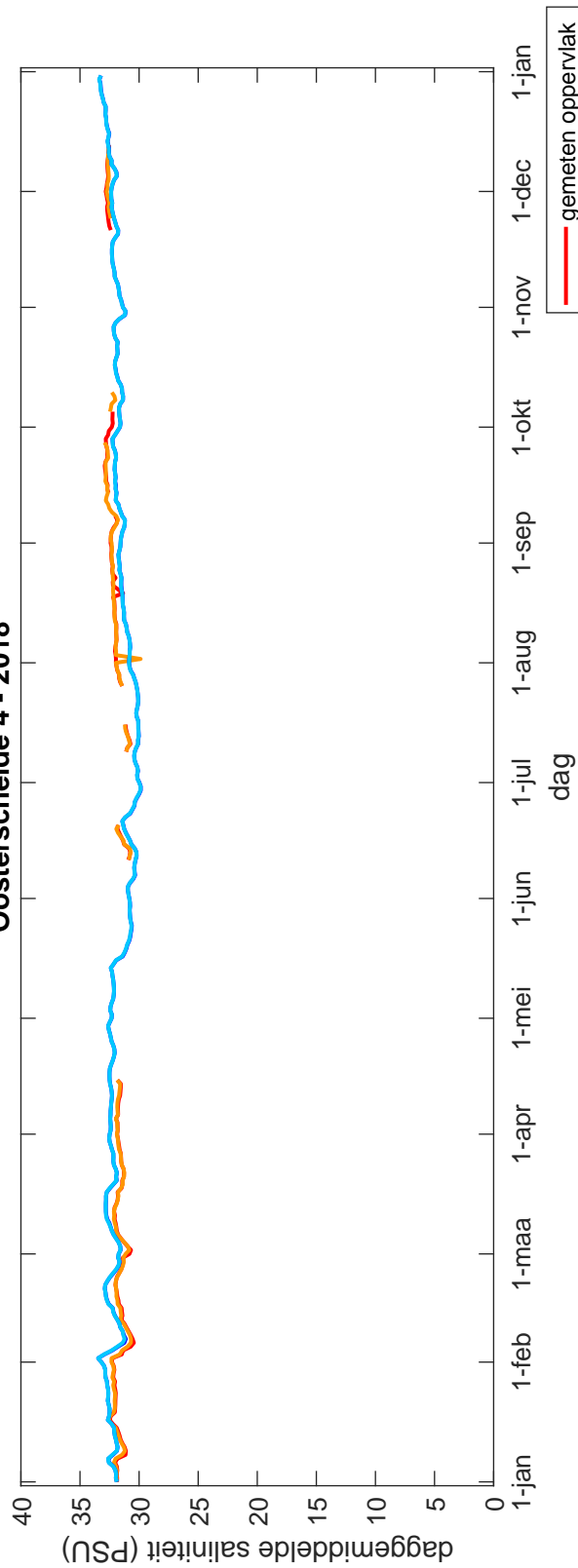


Haringvliet 10 - 2018

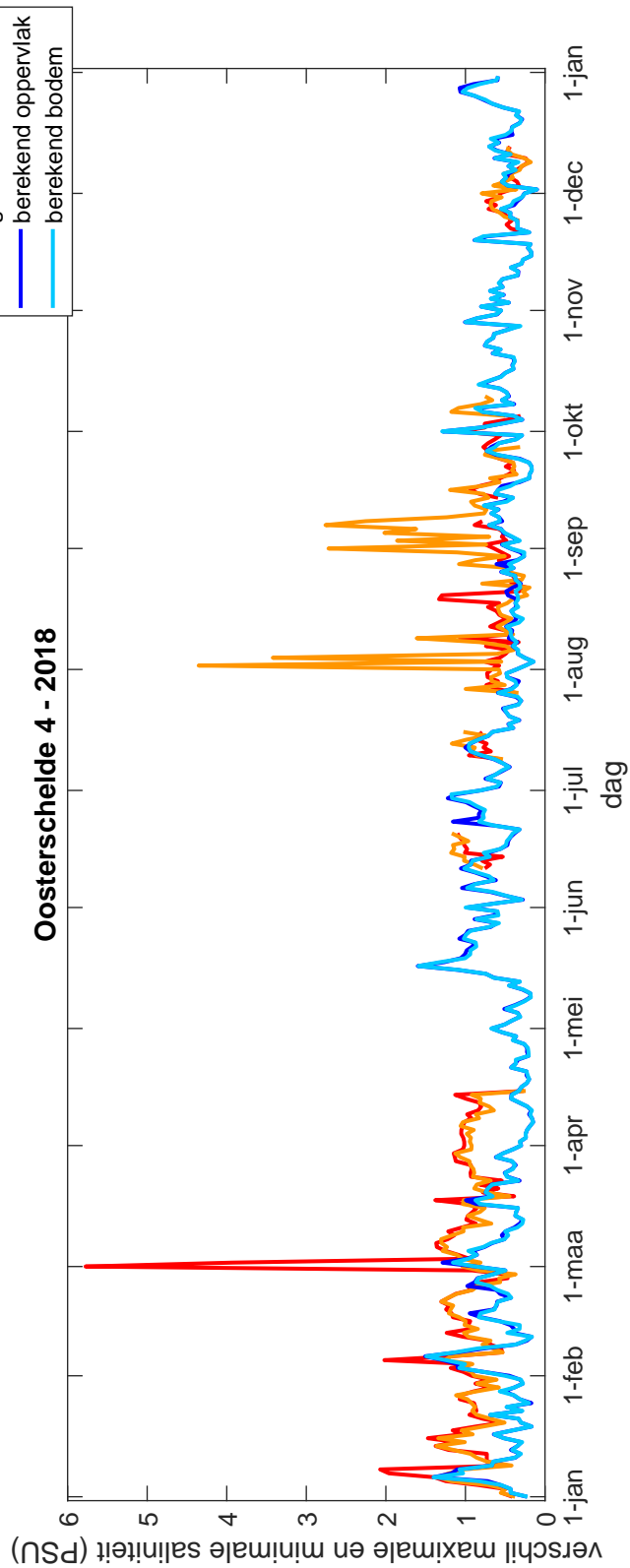


Dag-analyse van de temperatuur, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Haringvliet 10

Oosterschelde 4 - 2018

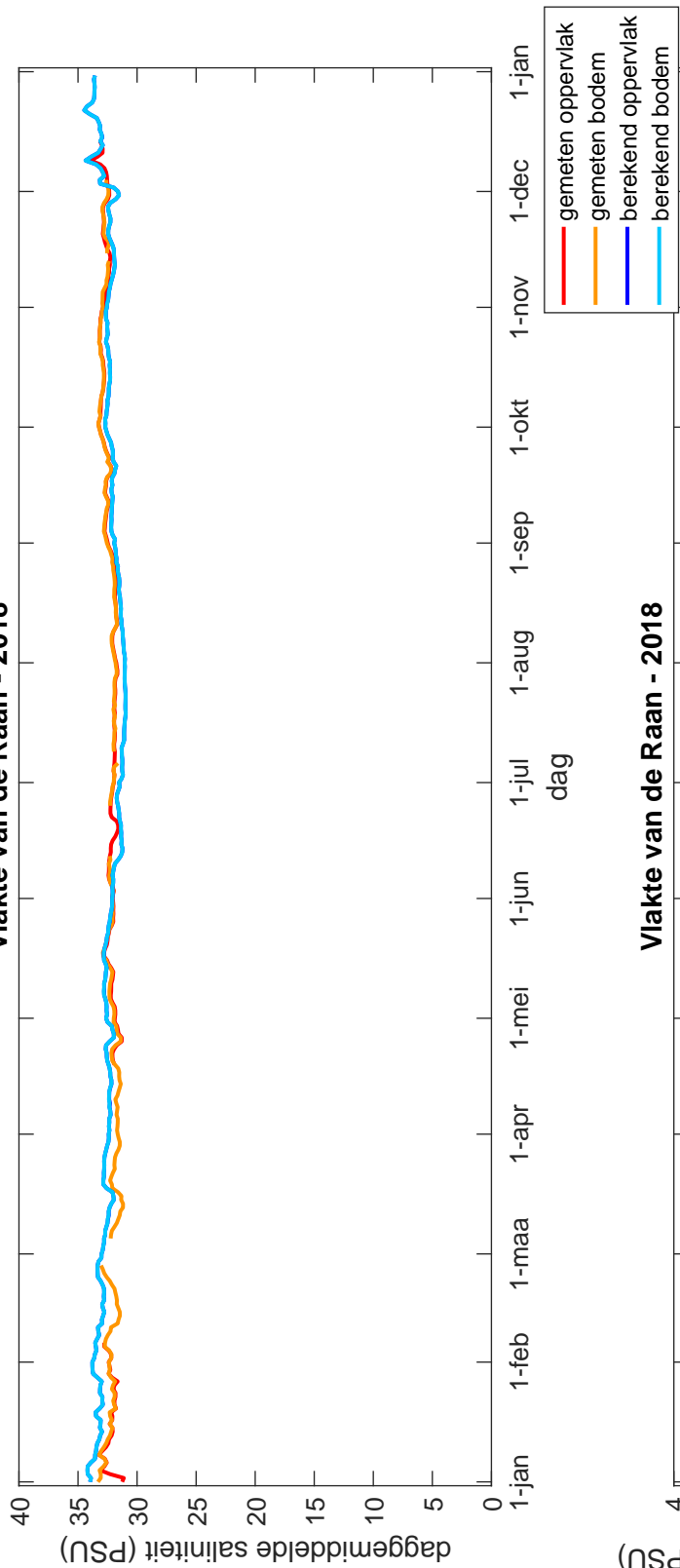


Oosterschelde 4 - 2018

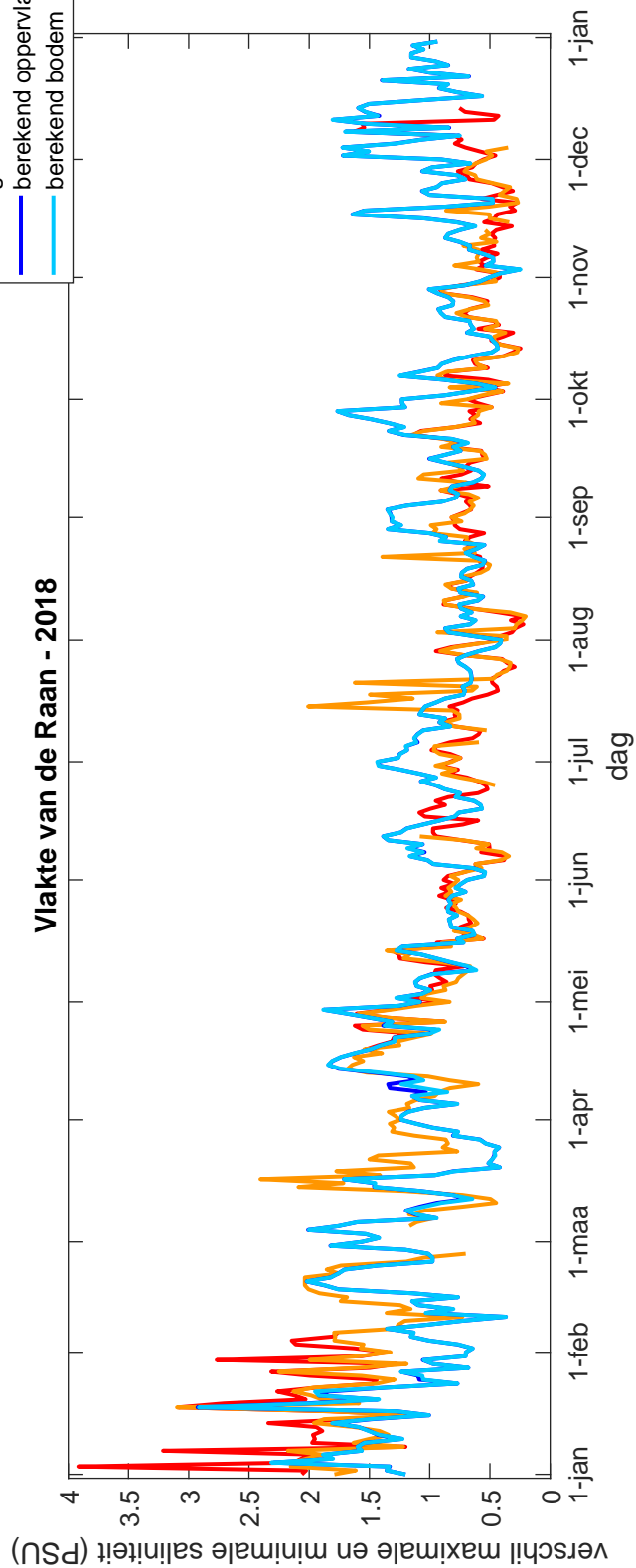


Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Oosterschelde 4

Vlakte van de Raan - 2018

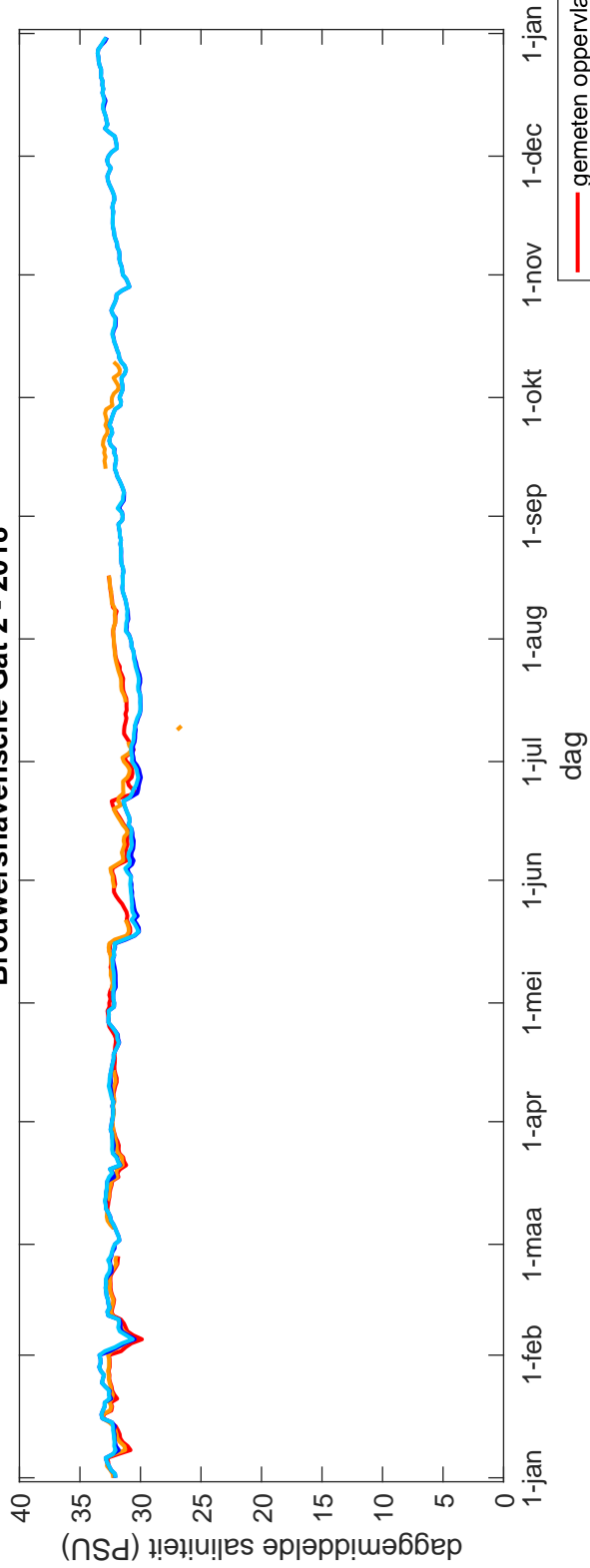


Vlakte van de Raan - 2018

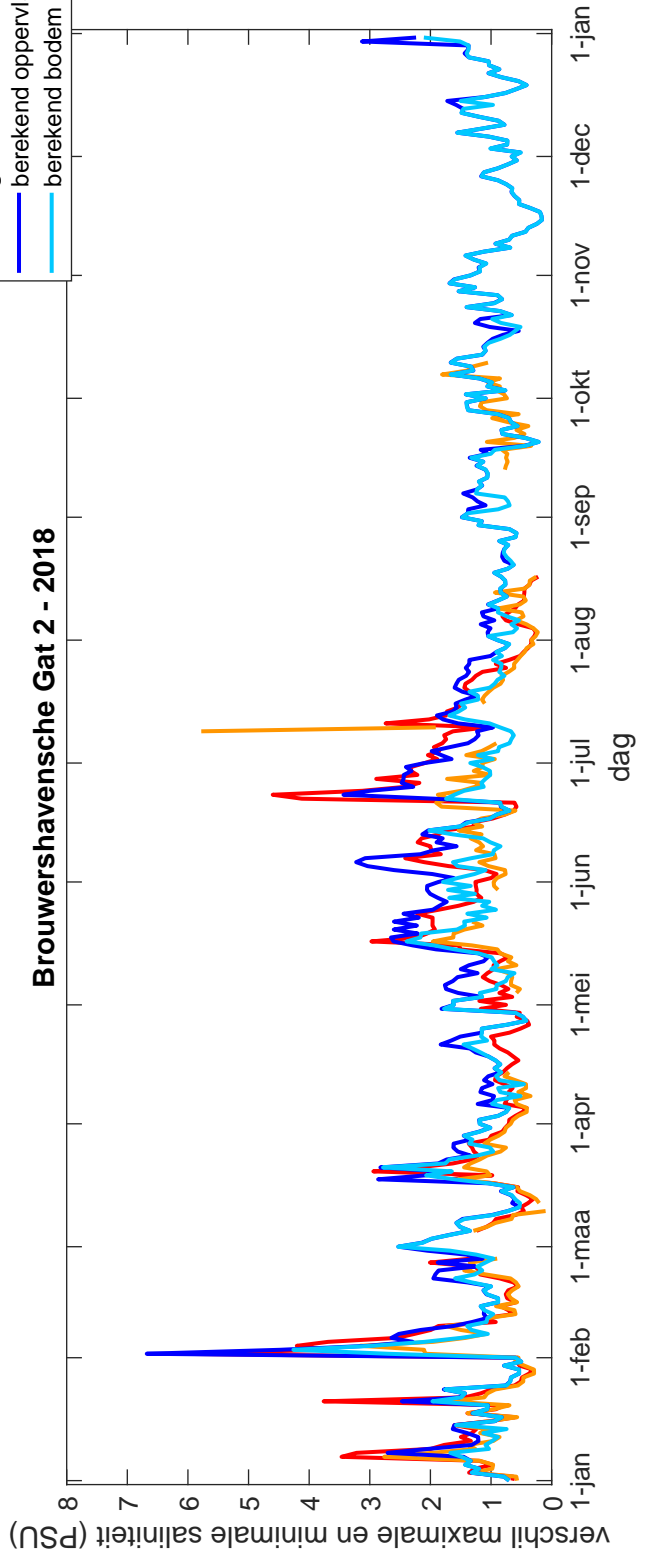


Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Vlakte van de Raan

Brouwershavensche Gat 2 - 2018

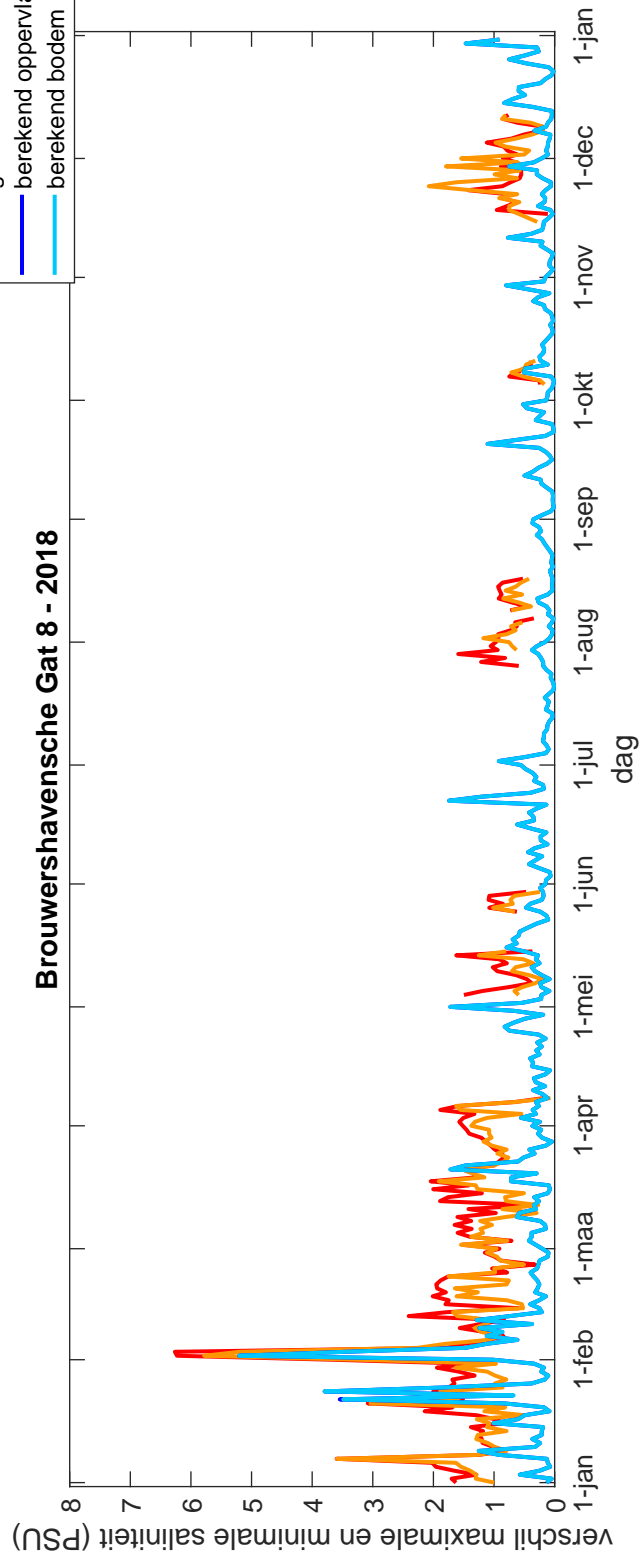
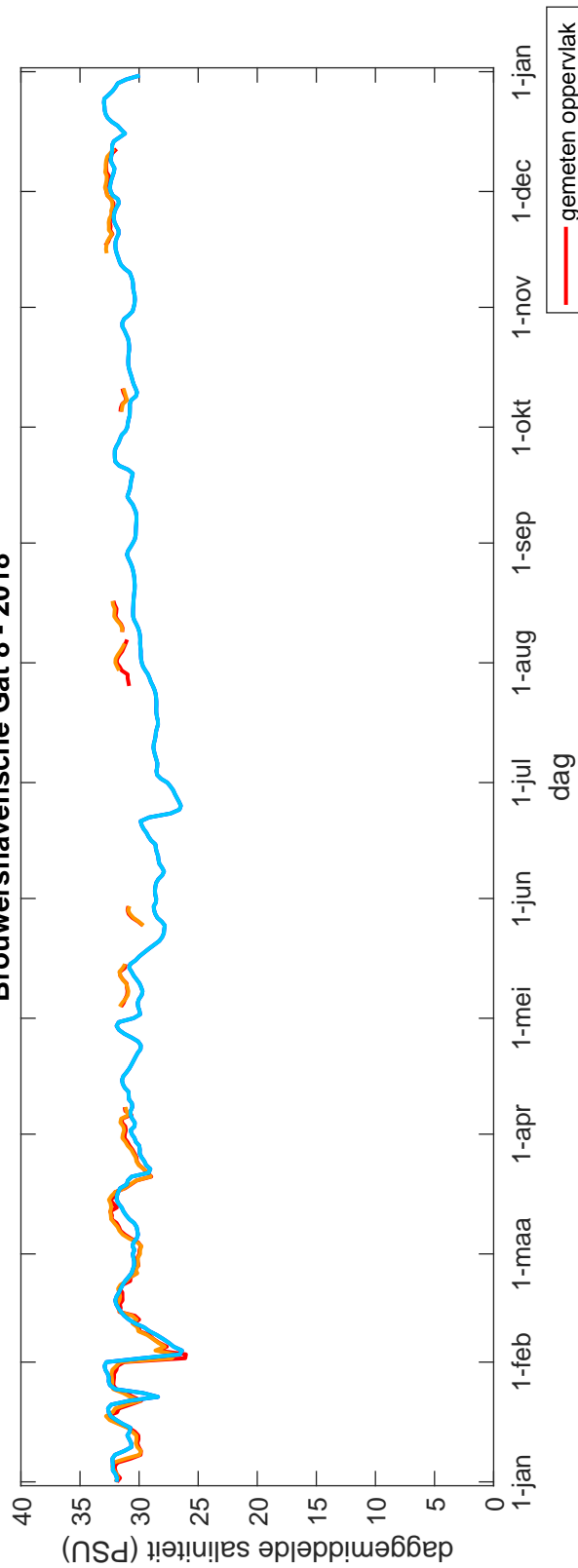


Brouwershavensche Gat 2 - 2018

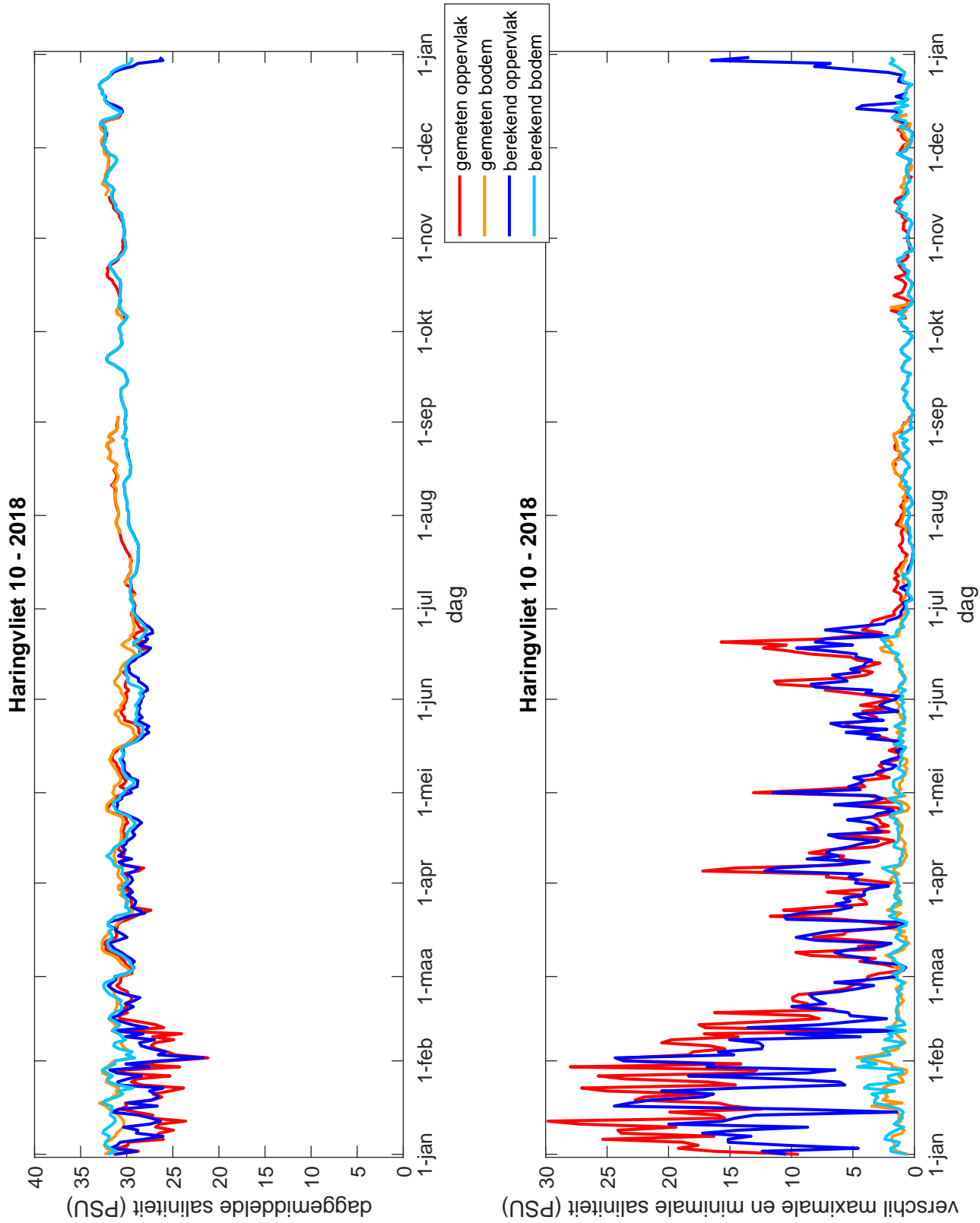


Dag-analyse van de saliniteit, vergelijking van gemiddelde en variatie per dag tussen meting en berekening in station Brouwershavensche Gat 2

Brouwershavensche Gat 8 - 2018



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

BIJLAGE C AANVULLENDE TABELLEN VOOR ANALYSE SIMULATIES 2004 – 2018

Tabel C.1 Analyse van de bodemsaliniteit binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							29.97	30.59	31.37	30.82	31.62	32.28
2005	28.55	30.55	31.72	29.07	29.93	30.42	30.11	30.55	30.90	29.98	30.71	31.88
2006	30.23	31.07	32.03	29.30	30.45	31.19	29.64	30.42	30.98	30.35	31.19	31.92
2007	31.64	32.42	33.07	28.60	30.02	32.59	29.43	31.26	32.40	29.11	30.13	30.92
2008	30.16	31.83	33.24	30.06	31.43	32.46	30.16	31.75	33.08	32.48	32.98	33.38
2009	31.57	32.35	32.99	31.01	31.49	31.88	30.78	31.64	32.45	31.24	32.04	33.01
2010	30.85	32.12	33.36	29.58	30.68	31.48	28.32	29.98	31.05	30.77	31.47	32.01
2011	28.10	30.09	31.82	30.27	31.18	31.87	30.91	31.64	32.23	31.82	32.66	33.05
2012	31.33	32.41	33.29	30.37	31.19	32.09	30.40	31.98	32.85	32.28	32.70	33.06
2013	31.23	32.42	33.29	29.60	30.85	31.83	28.30	29.99	30.94	30.66	31.52	32.99
2014	30.36	32.31	33.41	31.53	32.58	33.48	30.79	31.55	32.52	30.81	31.85	32.67
2015	30.49	31.96	33.00	29.94	31.04	31.81	31.07	31.81	32.39	31.04	31.88	32.92
2016	31.42	32.71	33.41	29.66	31.15	32.23	27.82	30.74	32.42	31.81	32.32	32.61
2017	31.03	31.56	32.03	30.14	31.22	32.21	30.45	31.58	32.25	31.15	32.00	32.55
2018	30.49	31.40	32.15	30.14	31.36	31.84	29.39	30.07	30.83	30.67	31.14	31.52

Tabel C.2 Analyse van de bodemsaliniteit binnen de polygoon Grevelingen. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							26.51	27.74	29.35	26.89	28.74	30.21
2005	22.51	27.21	29.87	24.51	26.78	28.25	26.08	27.34	28.34	26.18	28.01	29.85
2006	26.43	28.24	30.14	24.46	26.98	28.93	24.84	26.87	28.43	26.57	28.52	30.08
2007	27.75	29.93	31.09	22.99	26.34	30.54	25.45	28.16	30.14	24.38	26.74	28.22
2008	26.46	29.49	31.40	23.60	27.87	30.74	25.48	29.13	31.30	28.62	30.65	31.71
2009	26.96	29.23	30.66	26.15	27.98	29.72	26.79	28.60	30.11	28.35	29.69	31.18
2010	26.73	29.02	31.57	25.79	27.37	29.39	23.84	26.71	28.50	26.82	28.71	30.04
2011	22.51	26.59	29.06	27.15	28.44	29.87	26.97	28.82	30.09	29.08	30.33	31.28
2012	24.63	28.79	31.28	25.97	27.79	29.42	26.57	29.25	30.68	28.58	30.12	31.15
2013	25.83	28.86	31.04	23.97	27.30	29.28	23.04	26.51	28.14	26.18	28.35	30.95
2014	25.81	30.14	31.73	27.77	29.53	31.36	26.86	28.20	29.88	26.81	29.01	30.73
2015	25.42	28.55	30.95	25.88	27.56	29.12	27.16	28.71	29.93	27.49	28.83	30.22
2016	26.48	29.82	31.34	24.24	27.17	29.19	23.30	27.48	29.84	28.47	29.37	30.27
2017	27.39	28.43	29.75	26.38	27.69	29.66	27.23	28.42	29.48	26.56	28.58	30.20
2018	25.02	27.87	29.81	26.21	27.93	29.13	25.51	26.96	28.23	27.75	28.49	29.39

Tabel C.3 Analyse van de oppervlaktetemperatuur binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.82	17.75	20.27	9.14	13.74	18.93
2005	4.32	6.16	8.66	3.47	7.25	11.70	12.61	15.95	17.57	9.65	14.68	18.60
2006	3.66	5.40	8.08	3.35	7.03	11.62	11.65	16.67	19.56	10.28	14.84	18.04
2007	5.95	7.72	9.84	6.83	9.75	13.35	14.34	16.81	18.47	8.84	13.74	17.36
2008	5.30	6.66	8.13	5.97	8.72	12.98	13.97	16.79	18.44	8.36	13.39	17.06
2009	3.51	4.89	7.47	4.59	8.83	13.59	14.15	17.34	19.34	10.89	14.20	17.65
2010	2.82	5.29	9.78	3.35	7.36	11.81	13.20	17.00	19.58	8.56	13.27	16.85
2011	3.90	4.70	5.96	4.50	9.16	14.52	15.40	17.02	18.12	10.24	14.05	17.14
2012	3.32	6.16	8.72	5.08	8.41	13.06	13.26	16.93	19.61	8.79	13.28	18.33
2013	3.86	5.67	7.66	3.12	6.53	10.52	11.43	16.02	19.47	9.25	14.02	19.00
2014	5.68	7.10	8.64	7.24	10.54	14.20	15.17	17.69	19.89	10.63	14.98	18.24
2015	5.13	6.58	9.11	5.36	8.62	12.72	13.92	16.76	18.54	9.74	13.72	17.25
2016	6.23	7.79	9.34	5.88	8.84	12.40	13.41	16.98	19.21	8.78	14.82	19.75
2017	4.22	6.17	8.41	5.72	9.03	13.55	15.02	17.69	18.98	9.42	14.15	18.68
2018	4.20	5.78	8.23	2.93	7.54	12.88	13.88	17.59	20.74	8.59	14.25	18.70

Tabel C.4 Analyse van de oppervlaktetemperatuur binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.73	17.20	19.28	7.87	12.58	18.28
2005	3.31	5.35	7.82	3.03	8.46	12.70	12.83	15.68	17.60	7.76	13.46	17.96
2006	3.25	4.64	6.97	3.43	7.87	12.66	13.76	16.49	18.99	9.26	13.72	17.45
2007	5.67	7.05	8.82	6.71	10.12	14.03	14.73	16.69	18.15	7.91	12.69	16.51
2008	4.81	6.04	7.44	5.87	8.97	13.08	14.55	16.48	18.00	7.19	12.19	15.95
2009	3.15	4.57	6.47	5.05	9.55	13.95	13.49	16.90	18.99	9.62	13.10	16.52
2010	2.79	4.67	8.39	3.67	7.96	12.23	13.35	17.09	19.53	7.42	12.28	16.30
2011	3.06	4.50	5.71	4.86	9.74	14.86	15.11	16.61	18.04	9.27	13.14	16.68
2012	3.64	5.72	7.61	5.43	8.83	13.45	12.79	16.84	19.33	8.10	12.27	17.62
2013	3.27	5.15	6.93	3.68	7.44	12.46	13.24	16.66	19.25	8.27	12.96	18.28
2014	5.24	6.29	7.20	7.24	10.51	14.32	14.77	17.25	19.50	9.99	13.92	17.66
2015	4.90	6.17	8.43	5.88	9.43	13.80	13.46	16.31	18.25	8.41	12.68	15.88
2016	5.44	7.04	8.97	5.96	9.68	14.13	15.69	17.33	18.83	8.29	13.68	18.84
2017	4.01	6.04	7.86	6.35	9.98	14.56	15.01	17.36	19.11	8.23	13.05	17.34
2018	4.19	5.71	7.68	3.02	8.97	14.85	14.41	17.49	20.69	8.03	13.14	17.58

Tabel C.5 Analyse van de bodemtemperatuur binnen de polygoon Oosterschelde. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.81	17.72	20.23	9.16	13.75	18.93
2005	4.35	6.17	8.69	3.48	7.23	11.68	12.59	15.92	17.53	9.67	14.68	18.58
2006	3.66	5.41	8.09	3.36	7.01	11.61	11.56	16.62	19.52	10.28	14.84	18.02
2007	5.95	7.73	9.85	6.83	9.73	13.29	14.28	16.78	18.43	8.85	13.75	17.36
2008	5.30	6.67	8.13	5.97	8.70	12.95	13.97	16.77	18.42	8.39	13.39	17.05
2009	3.52	4.90	7.48	4.59	8.81	13.54	14.10	17.31	19.31	10.90	14.21	17.64
2010	2.83	5.30	9.79	3.35	7.33	11.79	13.15	16.95	19.53	8.59	13.27	16.85
2011	3.91	4.71	5.99	4.51	9.13	14.51	15.36	16.99	18.07	10.25	14.05	17.12
2012	3.35	6.17	8.72	5.08	8.39	12.96	13.22	16.89	19.60	8.80	13.28	18.30
2013	3.87	5.68	7.67	3.12	6.52	10.50	11.37	15.98	19.43	9.27	14.02	18.98
2014	5.68	7.12	8.65	7.24	10.53	14.15	15.12	17.66	19.86	10.64	14.98	18.20
2015	5.13	6.59	9.14	5.35	8.60	12.66	13.87	16.73	18.50	9.75	13.73	17.26
2016	6.24	7.80	9.35	5.89	8.83	12.36	13.39	16.95	19.18	8.80	14.82	19.72
2017	4.23	6.17	8.43	5.72	9.00	13.50	14.99	17.66	18.95	9.43	14.16	18.67
2018	4.22	5.79	8.24	2.95	7.52	12.84	13.84	17.55	20.68	8.60	14.26	18.69

Tabel C.6 Analyse van de bodemtemperatuur binnen de polygoon Haringvliet. Per jaar en per seizoen zijn de 5-percentiel (5-pct), het gemiddelde (gem) en de 95-percentiel (95-pct) waarde gegeven.

jaar	winter			voorjaar			zomer			najaar		
	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct	5-pct	gem	95-pct
2004							13.37	16.96	19.01	8.13	12.66	18.29
2005	3.83	5.53	8.03	3.11	7.83	12.10	12.45	15.41	17.16	7.81	13.41	17.53
2006	3.35	4.74	7.01	3.47	7.41	12.24	12.56	16.00	18.62	9.32	13.74	17.30
2007	5.70	7.09	8.86	6.70	9.70	13.25	13.94	16.28	17.57	7.98	12.76	16.39
2008	4.83	6.21	7.51	5.95	8.61	12.50	14.12	16.25	17.69	7.29	12.25	15.89
2009	3.29	4.67	6.52	4.90	9.05	13.46	13.32	16.62	18.67	9.63	13.10	16.50
2010	3.06	5.03	8.57	3.59	7.68	11.88	12.99	16.60	18.84	8.02	12.40	16.26
2011	3.56	4.67	5.76	4.87	9.61	14.75	15.06	16.42	17.68	9.28	13.13	16.58
2012	3.83	5.83	7.61	5.41	8.58	12.76	12.69	16.47	18.88	8.21	12.30	17.50
2013	3.68	5.43	6.83	3.69	7.04	11.48	12.00	15.99	18.84	8.87	13.10	18.21
2014	5.23	6.38	7.28	7.22	10.37	13.97	14.62	16.90	18.71	10.39	13.96	17.39
2015	5.08	6.31	8.56	5.82	9.04	13.01	13.29	16.07	17.99	8.53	12.69	15.84
2016	5.98	7.20	8.96	6.11	9.26	12.99	14.63	16.68	18.38	8.47	13.70	18.68
2017	4.16	6.08	7.90	6.25	9.71	14.16	14.91	17.19	18.65	8.39	13.09	17.35
2018	4.34	5.89	8.06	3.06	8.48	13.92	13.97	17.23	20.39	8.05	13.13	17.55

COLOFON

DATARAPPORT PMR-NCV PERCEEL ABIOTIEK
SIMULATIES 2018 EN ANALYSE MONITORINGSPERIODE 2004-2018

KLANT

Wageningen Marine Research/Deltares

AUTEUR

Jeroen Adema

PROJECTNUMMER

C03041.002127

ONZE REFERENTIE

084022067 0.1

DATUM

31 oktober 2019

STATUS

Definitief

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com