

Jaarsom 2018 Rijn-Maasmonding



Jaarsom 2018 Rijn-Maasmonding

Auteur(s)

Eveline van der Deijl

Remi van der Wijk

Jaarsom 2018 Rijn-Maasmonding

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	
Referenties	
Trefwoorden	Jaarsom 2018, Validatie SOBEK-RE, SOBEK3, Rijn-Maasmonding, SOBEK-RE BOS, Toolbox Jaarsom

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	23-01-2020
Projectnummer	11203714-006
Document ID	11203714-006-ZWS-0016
Pagina's	103
Status	Definitief

Auteurs(s)

	Eveline van der Deijl	
	Remi van der Wijk	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
0.1	Eveline van der Deijl <i>EV</i>	Theo van der Kaaij <i>TK</i>	Gerard Blom <i>GB</i>	
	Remi van der Wijk			

Samenvatting

Op verzoek van RWS West Nederland Zuid en RWS-Water Verkeer en Leefomgeving heeft Deltares de afgelopen jaren onderzocht in hoeverre drie veel gebruikte SOBEK modellen van de Rijn-Maasmonding (voorheen genaamd Noordelijk Deltabekken) in staat zijn om de gemeten waterstanden over de periodes januari tot en met december van het voorgaande jaar te reproduceren. Het doel hiervan is om jaarlijks te analyseren of de berekende waterstanden in dit gebied met drie veel gebruikte modellen nog steeds voldoen aan de gestelde nauwkeurigheidscriteria. De huidige analyse betreft de jaarsom over 2018 met de SOBEK-RE modellen **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** en **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en het SOBEK3 model **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2**.

Er is dit jaar besloten meer de nadruk te leggen op de methodiek en het automatiseren van de jaarsom analyse. Hiervoor is een stap gezet in het automatisch selecteren van de bijzondere condities van hoog of laag water door hoge rivier afvoeren en of sterke wind. Hierdoor wordt op basis van objectieve criteria een statistische analyse uitgevoerd die jaarlijks is te herhalen. De gemaakte toolbox wordt op nog nader te bepalen wijze ontsloten voor externen.

Omdat het BOS van de stormvloedkering Nieuwe Waterweg in haar beslissingsproces kijkt naar de waterstanden bij Dordrecht en Rotterdam, is het van belang dat de waterstanden hier door het onderliggende SOBEK-RE model (**sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000**) nauwkeurig voorspeld worden. Ten opzichte van de resultaten van de kalibratie in 1998 is de bias voor de gehele reeks toegenomen, maar zowel bij Rotterdam als bij Dordrecht is deze nog ruim lager dan 5 cm. De RMSE voor de gehele reeks is ongeveer gelijk gebleven maar lijkt in de laatste jaren iets toe te nemen. Zoals eerder opgemerkt hebben de berekende waterstanden bij Rotterdam tijdens perioden van hoogwater zowel een hoge bias als een hoge RMSE. De RMSE van hoogwaterstanden is dit jaar exact 7 cm en is dus iets afgenomen ten opzichte van vorige jaar (7,7 cm). Het **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** voldoet hiermee nog steeds aan de gestelde acceptatiecriteria.

Alle SOBEK-modellen hebben een grotere afwijking bij de bovenstroomse randen (Gouda, Hagestein, Tiel en Lith). De RMSE is meestal hoger dan 10 centimeter bij deze stations. Verder valt te concluderen dat de afwijking groter wordt landinwaarts bij alle modellen. De toename in RMSE is tussen de 3 tot 10 centimeter per riviertak. Het **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** model heeft over het algemeen de kleinste afwijking ten opzichte van de metingen. Verder is opvallend dat de RMSE in het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model bij Hoek van Holland 1 centimeter hoger is ten opzichte van de twee SOBEK-RE modellen. De hier geïntroduceerde fout zal in het model propageren en zichzelf ook versterken.

Zowel **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** als **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** onderschatten de zoutconcentraties ten opzichte van de metingen. Over het algemeen duurt het langer voor verzilting optreedt in de modellen ten opzichte van de metingen. De uitzondering hierop zijn de stations op de Oude Maas in SOBEK-RE, waar een overschatting van de zoutconcentratie optreedt.

Op de stations in het Haringvliet en Spui na zijn de modellen redelijk in staat om de trends in zoutconcentratie weer te geven maar zijn de absolute waarden in beperkte mate een reproductie van de werkelijkheid. Dit betekent dat het gebruik van overschrijdingsduren op basis van SOBEK-modellen, waar een absolute reproductie van de zoutconcentratie voor is vereist, niet aan te raden is zonder een combinatie met andere data bronnen.

Over Deltares

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme innovaties, oplossingen en toepassingen voor mens, milieu en maatschappij. We richten ons voornamelijk op delta's, kustregio's en riviergebieden. Omdat het beheer van deze dichtbevolkte en kwetsbare gebieden complex is, werken we nauw samen met overheden, ondernemingen, kennisinstellingen en universiteiten in binnen- en buitenland. Ons motto is 'Enabling Delta Life'.

Als toegepast kennisinstituut zijn we succesvol wanneer onze kennis wordt verzilverd in en voor de samenleving. We stellen hoge eisen aan de kwaliteit van onze kennis en adviezen, rekening houdend met nieuwe wetenschappelijke inzichten, maar ook met de gevolgen die onze adviezen hebben voor milieu en samenleving.

Al onze opdrachten en projecten leveren een bijdrage aan het verstevigen van de kennisbasis. We kijken vanuit een lange termijn perspectief, naar bijdragen voor de oplossingen voor nu. Wij hechten zeer aan openheid en transparantie. Die houding is onder meer terug te zien in het vrij toegankelijk maken van de door Deltares ontwikkelde software en modellen. Open source werkt, is onze vaste overtuiging. Deltares heeft ruim 800 medewerkers en is gevestigd in Delft en Utrecht.

www.deltares.nl

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding en vraagstelling	8
1.2	Globale aanpak en opbouw	8
2	Methode	10
2.1	Jaarsommen	10
2.2	Jaarlijkse analyse van waterstanden	10
2.3	Vuistregels voor risico op verzilting	10
2.4	Extra analyse van bijzondere condities	11
2.4.1	Hoge waterstanden	11
2.4.2	Lage waterstanden	12
2.5	Analyse van zoutindringing	12
3	Karakteristieken 2018	14
4	Validatie	16
4.1	Gehele reeks	16
4.2	Bijzondere condities	18
4.2.1	Hoge afvoer	18
4.2.2	Lage afvoer	18
4.2.3	Lage waterstanden als gevolg van oostenwind	18
4.3	Vuistregels en zoutmodellering	22
5	Samenvatting resultaten Dordrecht en Rotterdam	27
6	Conclusies	30
6.1	Tool box analyse jaarsom	30
6.2	Jaarsom resultaten 2018	30
6.2.1	Conclusies Rotterdam en Dordrecht sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000	30
6.2.2	Conclusies SOBEK-modellen	30
6.2.3	Zoutconcentraties en vuistregels	31
7	Referenties	32
A	Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (hele periode)	33
A.1	Gehele reeks	34
A.2	Hoogwater standen	35
A.3	Laagwater standen	36
A.4	Hoogwater tijden	37
A.5	Laagwater tijden	38
A.6	Vuistregels	39
A.7	Zoutmodellering – tijdreeks	40
A.8	Zoutmodellering – percentielen	54
A.9	Zoutmodellering – percentielen hoog waterstanden	61
A.10	Zoutmodellering – percentielen laag waterstanden	68
B	Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (hoge afvoer)	75

B.1	Gehele reeks	76
B.2	Hoogwater standen	77
B.3	Laagwater standen	78
B.4	Hoogwater tijden	79
B.5	Laagwater tijden	80
C	Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (lage afvoer)	81
C.1	Gehele reeks	82
C.2	Hoogwater standen	83
C.3	Laagwater standen	84
C.4	Hoogwater tijden	85
C.5	Laagwater tijden	86
C.6	Zoutmodellering – percentielen	87
D	Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (lage afvoer)	94
D.1	Gehele reeks	95
D.2	Hoogwater standen	96
D.3	Laagwater standen	97
D.4	Hoogwater tijden	98
D.5	Laagwater tijden	99
E	Stappenplan jaarsom analyse	100
E.1	Vorbereiding van analyse	100
E.1.1	Opvragen van meetgegevens voor de validatie	100
E.1.2	Verwerken van de meetgegevens naar 1 dataset	101
E.2	Initiële reader bestanden invullen	101
E.3	Start de analyse	102
E.4	Visualisatie van resultaten in Excel	102
E.5	Aanbevelingen voor verbetering van de tool box	102

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en vraagstelling

Op verzoek van RWS West Nederland Zuid (district Noord) en RWS-Water Verkeer en Leefomgeving heeft Deltares de afgelopen jaren onderzocht in hoeverre drie veel gebruikte SOBEK modellen van de Rijn-Maasmonding (voorheen genaamd Noordelijk Deltabekken) in staat zijn om de gemeten waterstanden over de periodes januari tot en met december van het voorgaande jaar te reproduceren. Het doel hiervan is om jaarlijks te analyseren of de berekende waterstanden in dit gebied met drie veel gebruikte modellen nog steeds voldoen aan de gestelde nauwkeurigheidscriteria.

De huidige analyse betreft de jaarsom over 2018 met de SOBEK-RE modellen **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** en **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en het SOBEK3 model **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2**. In de toekomst zullen de operationele SOBEK-RE modellen vervangen worden door SOBEK3.

Vanwege de jaarlijks terugkerende analyse is dit jaar besloten meer de nadruk te leggen op de methodiek en het automatiseren van de jaarsom analyse. Een nieuw onderdeel bij de uitvoering van de jaarsom is nu het automatisch selecteren van de bijzondere condities van hoog of laag water door hoge rivier afvoeren en of sterke wind.

1.2 Globale aanpak en opbouw

In lijn met voorgaande jaren wordt de BIAS, RMSE, maximale en minimale verschil bepaald voor de waterstanden van de gehele reeks, laag water en hoog water. Daarnaast wordt ook gekeken naar de bias, RMSE, maximale en minimale verschil in timing van het getij. De 22 observatiestations waarop de berekende waterstanden worden vergeleken met gemeten waarden, zijn weergegeven in Tabel 1.1 en de resultaten staan beschreven in paragraaf 4.1. In tegenstelling tot voorgaande jaren zal dit jaar de nadruk worden gelegd op het opstellen van enkele regels (paragraaf 2.4) en een tool box, om ook voor bijzondere condities (stormen, hoge afvoer, lage waterstanden) geautomatiseerd de genoemde statistische kentallen af te leiden.

Door Rijkswaterstaat WNZ worden er een aantal vuistregels gebruikt om aan de hand van het verschil in waterstand tussen Hoek van Holland en Moerdijk en Hoek van Holland en Krimpen aan de Lek het risico / de kans op achterwaartse verzilting te bepalen voor een paar locaties in het Benedenrivieren gebied. Om deze reden worden dit jaar ook bovenstaande vuistregels toegepast en wordt de BIAS en RMSE ook voor de gemeten en gemodelleerde verschillen in waterstand tussen bovengenoemde locaties bepaald (paragraaf 4.3).

Voor de jaarsom van 2017 is er voor het eerst gekeken naar de reproductie van zoutconcentratie door **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2**. Dit is toegevoegd omdat 1D modellen steeds vaker worden gebruikt om zoutindringing over een lange periode te simuleren en er daardoor ook behoefte is om indicatie te krijgen van de zoutreproductie in deze modellen. Doordat 1D-modellen zijn opgezet om de trends, maar niet het exacte verloop, in zoutconcentratie te reproduceren, is ervoor gekozen om voor de validatie van zout niet te werken met statistische kentallen in een tabel. In plaats daarvan wordt er gebruik gemaakt van percentiefiguren die de variatie en trends in zoutconcentratie voor zowel modellen als metingen weergeven. Deze analyse is in 2018 ook uitgevoerd (paragraaf 4.3) om een lange reeks aan resultaten op te bouwen, vergelijkbaar met de andere onderdelen van de jaarsom.

Het BOS van de Stormvloedkering Nieuwe Waterweg kijkt in haar beslissingsproces alleen naar de waterstanden bij Dordrecht en Rotterdam. Het is daarom van belang om jaarlijks te analyseren of de nauwkeurigheid van de berekende waterstanden op deze twee locaties met het model **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** nog steeds voldoet.

Een ander onderdeel van de beoordeling van de geschiktheid van de SOBEK-RE modellen van het BOS van de Stormvloedkering Nieuwe Waterweg, is de vraag in hoeverre het model **sobekre-ndb-1_0_0_12okt2000** de kentering “ter plaatse van de Maeslantkering” juist voorspelt. Dit is van belang in het geval van een zogenaamde kenteringsluiting van de Stormvloedkering Nieuwe Waterweg. Hiervoor worden sinds 2015 specifiek de hoog en laag watertijdstippen bij Maassluis, Hoek van Holland en Spijkenisse bepaald. De resultaten worden behandeld in hoofdstuk 5.

Tabel 1.1 De 22 te gebruiken LMW-meetstations van Rijkswaterstaat, met bijbehorende riviertak en gebiedsclassificatie

Naam	Riviertak	Gebied met vergelijkbare karakteristieken
Hoek van Holland	Nieuwe Waterweg	Noordrand
Maassluis	Nieuwe Maas	“
Vlaardingen	Nieuwe Maas	“
Rotterdam	Nieuwe Maas	“
Krimpen a/d IJssel	Hollandse IJssel	Lek en Hollandse IJssel
Brug bij Gouda	Hollandse IJssel	“
Hagestein Beneden	Lek	“
Schoonhoven	Lek	“
Krimpen a/d Lek	Lek	“
Dordrecht	Oude Maas	Middengebied
Spijkenisse	Oude Maas	“
Goedschalxoord	Oude Maas	“
Moerdijk	Hollands Diep	Zuidrand
Rak Noord	Hollands Diep	“
Hellevoetsluis	Haringvliet	“
Lith Dorp	Maas	Maas en Waal
Heesbeen	Maas	“
Keizersveer	Maas	“
Zaltbommel	Waal	“
Vuren	Waal	“
Tiel	Waal	“
Werkendam Buiten	Boven-Merwede	“

2 Methode

2.1 Jaarsommen

De model randvoorwaarden voor 2018 zijn aangeleverd door RWS-WNZ. De berekeningen voor de jaarsom 2018 zijn uitgevoerd met SOBEK-RE software 2.52.009a voor de modellen **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** en **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** (voorheen **sobekre-ndb1_1_0**). Dit zijn respectievelijk het SOBEK-RE model zoals deze in het BOS (=Beslis en Ondersteunend Systeem) Stormvloedkering Nieuwe Waterweg zit en het SOBEK-RE model zoals deze door RWS wordt gebruikt voor operationele verwachtingen in de Rijn-Maasmonding (RWsOS-RMM). Voor de SOBEK-3 berekeningen in deze rapportage is gebruik gemaakt van SOBEK (3.7.16.42543).

Dit jaar is er een opzet gemaakt voor een automatische analyse van de jaarsommen met behulp van een script. Uit dit script volgt zowel de jaarlijkse analyse (paragraaf 2.2) als de analyse voor bijzondere condities (paragraaf 2.4). De toolbox voor de analyse zal op een nog nader in te vullen manier worden ontsloten voor externen. Het stappenplan voor de analyse is opgenomen in Appendix E.

2.2 Jaarlijkse analyse van waterstanden

Zowel de BIAS, de RMSE, het maximale verschil en het minimale verschil tussen de gemodelleerde en gemeten waterstanden en afvoeren bij 22 Rijkswaterstaat meetstations (Tabel 1.1) wordt bepaald voor de gehele periode en specifiek voor hoog- en laagwaterstanden. *Hoogwaterstanden* is gedefinieerd als de hoogste gemeten waterstand in iedere (dubbel daagse) getijcyclus, en *laagwaterstanden* als de laagste waterstand binnen iedere getijcyclus. De BIAS en RMSE worden voor elke locatie gegeven en de jaarlijkse ontwikkeling hiervan wordt geplot in grafieken.

Dezelfde kentallen worden bepaald voor het verschil (in minuten) tussen de gemeten en gemodelleerde timing van het getij (het moment van de hoog- en laagwatertijdstippen) voor de meetstations van Rijkswaterstaat in het benedenrivieren gebied.

2.3 Vuistregels voor risico op verzilting

Door Rijkswaterstaat WNZ worden er een aantal vuistregels gebruikt om aan de hand van het verschil in waterstand tussen Hoek van Holland en Moerdijk het risico / de kans op achterwaartse verzilting te bepalen voor een paar locaties in het Beneden rivieren gebied. Deze vuistregels staan in Tabel 2.1.

Het waterstandsverschil wordt op 2 manieren bepaald. Voor de huidige methode die door Rijkswaterstaat WNZ wordt gebruikt worden de berekende waterstandsverschillen gemiddeld over de 2 voorgaande getijen, waarbij het gemiddelde waterstandsverschil van het voorgaande getij een weging heeft van 2 en het verschil van het getij daarvoor een weging van 1.

Recentelijk is er een aangepaste regel afgeleid (Huismans et al., 2019). In deze regel wordt er gebruik gemaakt van het 1,5 getijgemiddelde waterstandsverschil tussen Hoek van Holland en Moerdijk. Deze regel wordt 1,5-GGV genoemd wat staat voor "Getij Gemiddeld Verhang". Voor deze aangepaste regel zijn geen nieuwe criteria opgesteld voor het bepalen van de achterwaartse verzilting. Daarom worden ook voor deze methode de criteria/vuistregels van Tabel 2.1 toegepast.

Tabel 2.1 Vuistregels voor de kans op achterwaartse verzilting, bepaald a.h.v. het waterstandsverschil tussen Hoek van Holland en Moerdijk

Waterstand verschil Hoek van Holland – Moerdijk	
Geen verhoogde risico op achterwaartse verzilting	< -90 cm
Verhoogde risico op verzilting Beerenplaat	≥ -90 cm < 0 cm
Verhoogde risico op verzilting Bernisse	≥ 0 cm < 75cm
Verhoogde risico op verzilting inloop Spui	≥ 75 cm

Het risico op verzilting van de Lek en Hollandsche IJssel wordt op gelijke manier bepaald, maar dan door het waterstandsverschil tussen Hoek van Holland en Krimpen aan de Lek te wegen met de twee hierboven beschreven methodes. De risico grenzen zijn gespecificeerd in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Vuistregel kans op achterwaartse verzilting van de Lek en Hollandsche IJssel, bepaald a.h.v. het waterstandsverschil tussen Hoek van Holland en Krimpen aan de Lek

Waterstand verschil Hoek van Holland – Krimpen aan de Lek	
Geen verhoogde risico op achterwaartse verzilting	< -40 cm
Aanhoudend voor twee getijden of langer: verhoogde risico op verzilting Krimpen a/d IJssel	≥ -40 cm
Verhoogde risico op verzilting Kinderdijk	< -35 cm ≥ -35 cm

Vanwege het dagelijks gebruik van deze vuistregels voor het risico op verzilting wordt ook de bias en RMSE berekend voor het verschil tussen gemeten en gemodelleerde waterstandsverschillen tussen de locaties Hoek van Holland en Moerdijk en Hoek van Holland en Krimpen aan de Lek. Hierbij wordt zowel de middeling over 2 als over 1,5 getijden toegepast. De kentallen van de 2 en 1,5 getijmiddeling worden zowel voor het gehele jaar, als voor condities met lage rivier afvoeren (afvoer van Lobith < 1000 m³/s) bepaald.

2.4 Extra analyse van bijzondere condities

2.4.1 Hoge waterstanden

Hoge waterstanden vinden in het gebied plaats door hoge rivierafvoeren (bovenstreams) of door stormopzet (benedenstreams). Beide condities worden apart geselecteerd en geanalyseerd. De condities met verhoogde waterstanden door verhoogde rivierafvoeren worden geselecteerd, wanneer de afvoer bij Lobith (Rijn) of Megen (Maas), de verhoogde afvoer grenswaarde van Rijkswaterstaat voor deze locatie overschrijdt (≥ 4300 m³/s voor Lobith, ≥ 1800 m³/s voor Megen, zie Tabel 2.3, blauwe waarden).

Tabel 2.3 Grenswaarden voor de afvoer op de Rijkswaterstaat meetstations van Lobith (Rijn) en Megen (Maas)

	Lobith	Megen
Verlaagde afvoer	< 1000 m ³ /s	< 25 m ³ /s
Normale afvoer	≥ 1000 m ³ /s < 4300 m ³ /s	≥ 25 m ³ /s < 1800 m ³ /s
Verhoogde afvoer	≥ 4300 m ³ /s < 8000 m ³ /s	≥ 1800 m ³ /s < 2300 m ³ /s
Hoge afvoer	≥ 8000 m ³ /s < 11670 m ³ /s	≥ 2300 m ³ /s < 2800 m ³ /s
Extreme afvoer	≥ 11670 m ³ /s	≥ 2800 m ³ /s

Hoge waterstanden door windopzet worden geselecteerd aan de hand van de gemeten windsnelheden en waterstanden bij Hoek van Holland.

Een periode met windopzet door storm wordt geselecteerd als windsnelheden boven 17.2m/s (windkracht 8, zie Tabel 2.4 blauwe waarden) zich voordoen voor een periode langer dan 1 uur en als tijdens die getijde cyclus de gemeten waterstanden de Rijkswaterstaat grenswaarde van een verhoogde waterstand overschrijden (≥ 220 cm NAP, Tabel 2.5 blauwe waarden).

Tabel 2.4 Grenswaarden voor de wind bij het KNMI meetstation Hoek van Holland

Hoek van Holland	
stil, zwak, matig (normaal)	< 5 Bft (< 8 m/s)
Vrij krachtig, krachtig, hard	5 - 8 Bft (8.0 - 17.2 m/s)
Stormachtig, storm	8 - 10 Bft (17.2 - 24.5 m/s)
Zware storm, zeer zware storm, orkaan	≥10 Bft (≥ 24.5 m/s)

Tabel 2.5 Grenswaarden voor de waterstand het Rijkswaterstaat meetstation Hoek van Holland

Hoek van Holland	
Laagwater	< -92 cm NAP
Normaal	≥ -92 < 220 cm NAP
Verhoogde waterstand	≥ 220 cm NAP < 280 cm NAP
Stormvloed	≥ 280 cm NAP < 365 cm NAP
Extreem hoogwater	≥ 365 cm NAP

2.4.2 Lage waterstanden

Lage waterstanden vinden in het gebied plaats door getij/wind benedenstreams of lage afvoeren bovenstreams. Momenten met een lage waterstand door lage rivier afvoer worden geselecteerd als de gemeten rivier afvoer lager is dan de grenswaarde voor verlaagde afvoer op minimaal 1 van de bovenstroomse model randen (<1200 m³/s voor Lobith, <25 m³/s Megen, Tabel 2.3 groene waarden).

Lage waterstanden door wind worden geselecteerd aan de hand van de gemeten en astronomische waterstanden bij Hoek van Holland. Een periode met verlaagde waterstanden door wind wordt geselecteerd als gemeten waterstanden lager zijn dan de astronomische waterstanden (verkregen uit Waterinfo) en de minimale waterstand tijdens de 2daagse getijde cyclus onder de grenswaarde van laagwater komt (-92cm NAP, Tabel 2.5 groene waarden).

2.5 Analyse van zoutindringing

1D modellen worden steeds vaker gebruikt om zoutindringing over een lange periode te simuleren en er is daardoor ook behoefte aan een indicatie van de zoutreproductie in deze modellen. Zoutconcentratiemetingen in de Rijn-Maasmonding worden op verschillende dieptes genomen. Een 1D model geeft logischerwijs alleen een breedte- en dieptegemiddelde waarde. Binnen de herkalibratie is een methodiek opgezet om op basis van de metingen een dieptegemiddelde zoutconcentratie te generen (Buschman et al., 2018).

Rijkswaterstaat heeft de gemeten chlorideconcentraties voor 2018 aangeleverd in mg/l. De modellen produceren saliniteit in kg/m³. Vandaar dat al de modelresultaten zijn vermenigvuldigd met 1,80655 (de omrekenfactor van saliniteit naar chloride) voor de vergelijking van de resultaten in mg/l chloride.

Doordat 1D-modellen zijn opgezet om de trends, maar niet het exacte verloop, in chlorideconcentratie te reproduceren, is ervoor gekozen om voor de validatie van zout niet te werken met statistische kentallen als BIAS en RMSE.

In plaats daarvan wordt er gebruik gemaakt van percentielen die de variatie en trends in chlorideconcentratie voor zowel modellen als metingen kan weergeven. Op basis van de beschikbare meetdata zijn voor elke locatie de bijbehorende model resultaten geselecteerd. Voor deze selectie binnen de tijdreeksen zijn zogenaamde percentielen afgeleid. Percentielen geven aan welk percentage van de data zich onder een bepaalde waarde bevinden. Een percentiel van 0,7 betekent dus dat 70% van de berekende of gemeten tijdreeks op die locatie een **lagere** zoutconcentratie heeft dan de bijbehorende zoutconcentratie op die locatie. In de figuren worden de meest extreme zoutconcentratiewaarden niet weergegeven, omdat zowel de laagste als de hoogste percentielen de leesbaarheid van de figuren niet ten goede komt.

De metingen en modelresultaten zullen worden vergeleken aan de hand van percentiel figuren van de dieptegemiddelde chlorideconcentratie voor elke meetlocatie van zowel de metingen als de modelresultaten voor de volgende condities:

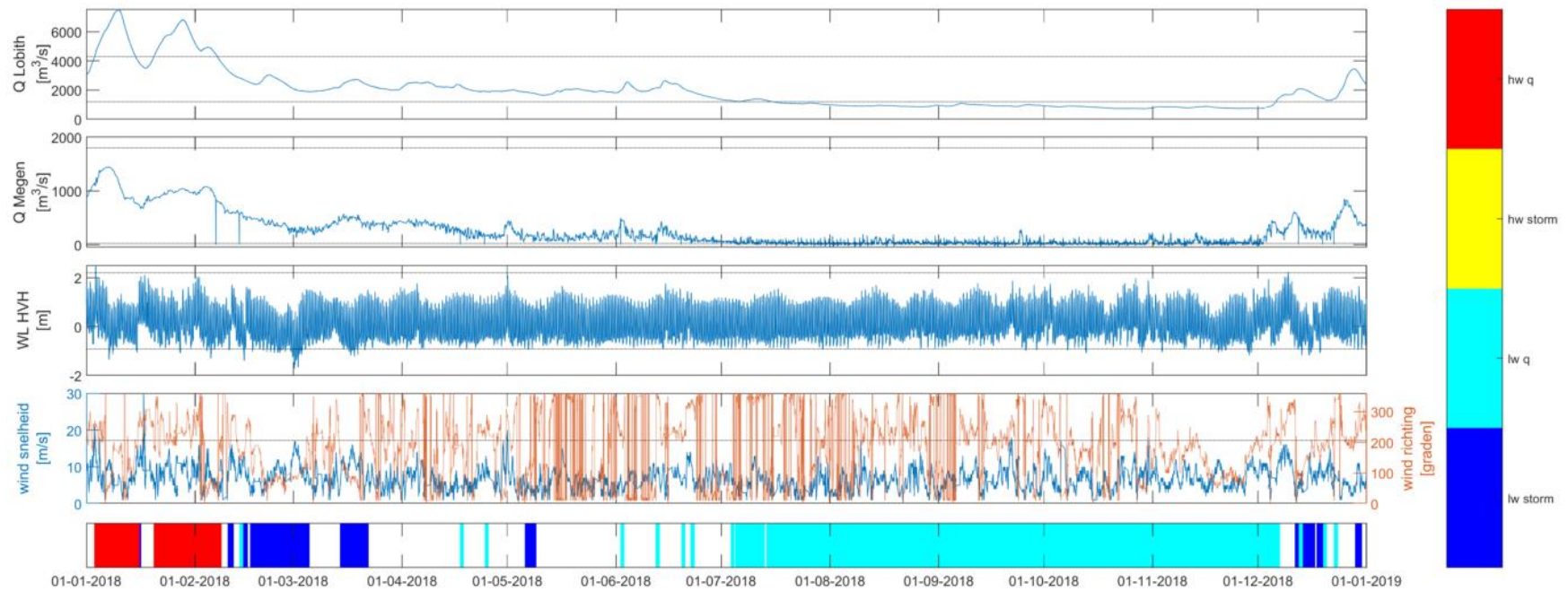
- 1 Gehele jaar
- 2 Hoge waterstanden (vloed)
- 3 Lage waterstanden (eb)
- 4 Lage afvoeren ($Q_{\text{lobith}} < 1000 \text{ m}^3/\text{s}$)
- 5 Hoogwater condities door stormopzet

Deze figuren zullen identificeren of de modelresultaten de chlorideconcentraties over- of onderschatten. Wanneer de sprongen in concentraties in de percentielen gelijktijdig plaatsvinden is het model in staat om de timing van de variatie in de zoutindringing goed weer te geven. Er hoeft dan geen verdere analyse plaats te vinden in de jaarsom. Door het opsplitsen van de condities in hoge waterstanden, lage waterstanden en de bijzondere condities zal duidelijker worden onder welke condities de modellen de chlorideconcentraties wel of juist niet goed kunnen voorspellen. Hoogwater condities door hoge rivierafvoeren worden niet meegenomen in de analyse, aangezien we verwachten dat de zoutindringing dan klein is.

3 Karakteristieken 2018

Dit hoofdstuk beschrijft kort de hydrologische karakteristieken van 2018. Figuur 3.1 laat de rivierafvoer zien bij LMW locaties Lobith en Megen. Over het grootste deel van 2018 was de afvoer op de bovenrivieren lager dan gemiddeld tot gemiddeld, met rivierafvoeren op de Rijn tussen $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en $2500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Met deze afvoeren is de zoutindringing beperkt en vindt er dus geen verzilting van de Lek en Hollandsche IJssel plaats. Hogere afvoeren traden op in januari en februari. De afvoerpieken bedroegen ongeveer 7750 en $6840 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ bij Lobith. Afvoeren in de Maas bleven gemiddeld tijdens deze periode. De periodes met hoge rivierafvoeren (boven de grenswaarden van 4300 en $1800 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ bij Lobith of Megen) zijn weergegeven met de rode kleuren. Een lange periode met lage rivierafvoeren trad op van juli tot en met december. De periodes met lage rivierafvoeren zijn lichtblauw weergegeven in de figuur.

Figuur 3.1 geeft ook de gemeten waterstand en windsnelheid bij Hoek van Holland weer. Windsnelheden hoger dan 17.2 m s^{-1} kwamen voor aan het begin van en halverwege januari, begin mei en in september en oktober. De langere periode met hoge windsnelheid in januari is terug te zien in de verhoogde waterstand bij Hoek van Holland, maar deze periode valt toevallig ook gelijk met periode met hoge rivierafvoer en is daarom niet geselecteerd als de conditie hoogwater door storm. Verlaagde waterstanden door wind worden geselecteerd aan de hand van de gemeten en astronomische waterstanden bij Hoek van Holland. Een periode met verlaagde waterstanden door wind wordt geselecteerd als gemeten waterstanden lager zijn dan de astronomische waterstanden (verkregen uit Waterinfo) en de minimale waterstand tijdens de 2daagse getijde cyclus onder de grenswaarde van laagwater komt (-92 cm NAP). Deze condities vinden relatief vaak plaats in 2018, terwijl windsnelheden in dit geval niet altijd hoog zijn, maar de wind wel altijd uit oostelijke richting komt.



Figuur 3.1 De rivier afvoer voor de Rijn (Lobith) en Maas (Megen), de waterstand bij Hoek van Holland en de windsnelheid zoals gemeten in het jaar 2018. Deze meet reeksen zijn samen met de genoemde grenswaarden van hoofdstuk 2.4 gebruikt voor de indeling van het jaar in hoog en laag water perioden door storm en rivier afvoer.

4 Validatie

In dit hoofdstuk worden kort de resultaten van de jaarsom (Appendix A) voor de verschillende condities besproken. Hierbij zal gekeken worden naar de ruimtelijke patronen in de resultaten en het verschil tussen de SOBEK-modellen. Het eerste deel van dit hoofdstuk kijkt naar de uitkomsten van de gehele reeks, daarna worden de resultaten van de bijzondere meteorologische condities besproken (Appendix B, C en D). Als laatste wordt er gekeken naar de uitkomsten voor de vuistregel en zoutmodellering.

Er is al eerder gekeken naar enkele bijzondere meteorologische situaties uit januari 2018 in de Rijn-Maasmonding. Deze zijn apart geanalyseerd aansluitend aan de jaarsom van 2017¹ en is gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 8 van deze rapportage.

4.1 Gehele reeks

In alle SOBEK-modellen (Tabel 4.1) neemt de RMSE en bias toe stroomopwaarts de bovenstroomse randen (Gouda, Hagestein, Tiel en Lith). De RMSE is vaak hoger dan 10 centimeter bij deze stations. Verder valt te concluderen dat de afwijking groter wordt landinwaarts bij alle modellen. De toename in RMSE is tussen de 3 tot 10 centimeter per riviertak. Op het Haringvliet is de afwijking ten opzichte van de observaties in het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model 1-2 centimeter hoger dan de andere SOBEK-modellen. Het **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** model heeft over het algemeen de kleinste afwijking ten opzichte van de metingen en voldoet nog steeds aan de eerder gestelde acceptatiecriteria. Verder is opvallend dat de RMSE in het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model bij Hoek van Holland 1 centimeter hoger is ten opzichte van de SOBEK-RE modellen. De hier geïntroduceerde fout zal in het model propageren en zichzelf ook versterken.

¹ Deltares 2019, Jaarsom 2017, 11202220-006-ZWS-0006, Versie 5.2, 17 april 2019, definitief

Tabel 4.1 Statistische kentallen voor de gehele reeks voor de drie SOBEK-modellen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWSoS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.003	0.036	-0.224	0.198	-0.007	0.023	-0.227	0.267	-0.007	0.023	-0.229	0.278
Maassluis	0.004	0.04	-0.469	0.213	0.001	0.027	-0.57	0.185	-0.005	0.032	-0.573	0.169
Vlaardingen	-0.007	0.037	-0.148	0.14	-0.018	0.032	-0.197	0.124	-0.025	0.045	-0.213	0.103
Rotterdam	-0.001	0.041	-0.174	0.148	0.03	0.05	-0.2	0.189	0.024	0.054	-0.24	0.181
Krimpen ad IJssel	-0.005	0.05	-0.223	0.344	0.028	0.052	-0.241	0.358	0.026	0.052	-0.285	0.329
Gouda brug	-0.018	0.078	-0.711	0.728	0.021	0.102	-0.469	0.879	0.02	0.095	-0.508	0.914
Krimpen ad Lek	-0.03	0.065	-0.25	0.195	0.005	0.061	-0.182	0.212	0.006	0.058	-0.255	0.193
Schoonhoven	-0.027	0.052	-0.223	0.257	0.059	0.106	-0.167	0.398	0.019	0.073	-0.32	0.363
Hagestein Beneden	0.048	0.127	-0.283	0.57	0.145	0.232	-0.309	0.729	0.099	0.15	-0.393	0.454
Spijkensisse	-0.002	0.038	-0.162	0.157	0.034	0.119	-0.382	0.339	-0.033	0.054	-0.25	0.101
Goidschalxoord	-0.013	0.049	-0.209	0.146	0.006	0.042	-0.186	0.168	-0.014	0.052	-0.193	0.132
Dordrecht	-0.023	0.062	-0.282	0.155	0.012	0.046	-0.172	0.178	-0.012	0.057	-0.225	0.152
Werkendam	-0.061	0.08	-0.442	0.13	0.037	0.053	-0.326	0.239	0.02	0.043	-0.346	0.209
Vuren	-0.057	0.109	-0.437	0.178	0.006	0.084	-0.304	0.26	0.009	0.08	-0.377	0.238
Zaltbommel	-0.139	0.19	-0.456	0.178	-0.118	0.221	-0.54	0.266	-0.069	0.188	-0.57	0.326
Tiel	0.049	0.132	-0.232	0.388	-0.008	0.172	-0.35	0.401	0.029	0.182	-0.298	0.459
Hellevoetsluis	-0.033	0.067	-0.278	0.155	0.023	0.049	-0.172	0.221	-0.008	0.053	-0.223	0.217
Rak Noord	-0.03	0.064	-0.253	0.15	0.025	0.047	-0.148	0.151	-0.004	0.051	-0.231	0.156
Moerdijk	-0.03	0.061	-0.229	0.22	0.023	0.044	-0.166	0.277	-0.005	0.049	-0.266	0.224
Keizersveer	-0.035	0.06	-0.327	0.17	0.039	0.056	-0.165	0.251	0.001	0.048	-0.265	0.164
Heesbeen	-0.047	0.071	-0.385	0.216	0.046	0.069	-0.197	0.28	0.023	0.056	-0.247	0.308
Lith Dorp	-0.074	0.107	-0.487	0.25	0	0.078	-0.424	0.289	0.051	0.115	-0.483	0.633
Mean_stations	-0.024	0.073	-0.313	0.24	0.018	0.08	-0.277	0.303	0.007	0.073	-0.318	0.286

4.2 Bijzondere condities

4.2.1 Hoge afvoer

De afwijking, zowel bias als RMSE, neemt toe landinwaarts in alle SOBEK-modellen (Tabel 4.2). Met name de stations op de Waal en Maas laten hogere afwijkingen (bias en RMSE) zien ten opzichte van de metingen. In de **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2**, **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** modellen is de afwijking rond of boven de 10 centimeter op deze riviertakken. Verder onderschat het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model de waterstand op bijna alle stations. De afwijking is bij de andere modellen meer gevarieerd met zowel over- als onderschattingen van de waterstand.

Het **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** reproduceert de waterstanden over het algemeen 2-3 centimeter beter dan de andere modellen, op het Haringvliet is de afwijking 3-4 centimeter lager. Het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** reproduceert de waterstanden op de Lek (met als uitzondering Krimpen a/d Lek) significant beter dan de andere modellen.

De RMSE is 2 centimeter lager bij hoogwater ten opzichte van laagwater. Dit verschil in hoog- en laagwater is ook te zien in de statistische kentallen van hoog- en laagwatertijden.

4.2.2 Lage afvoer

Net als voor de gehele reeks en het hoogwater presteren de modellen minder goed landinwaarts (Tabel 4.3). De toename in RMSE en bias is minder groot ten opzichte van de andere condities (2-4 centimeter). De RMSE en bias blijft bij alle modellen hoog bij Hagestein en Tiel.

Het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model heeft een 1-2 centimeter lagere RMSE ten opzichte van **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000**. De verschillen in bias en RMSE zijn met name zichtbaar op het Haringvliet, Lek, Waal en Hollandsche IJssel.

Alle modellen reproduceren de waterstand beter bij laagwater ten opzichte van hoogwater. Deze verschillen in hoog- en laagwater zijn ook zichtbaar in de tijdstippen van het getij.

4.2.3 Lage waterstanden als gevolg van oostenwind

De ruimtelijke toename van de bias en RMSE landinwaarts is ook bij deze conditie zichtbaar (Tabel 4.4). Net als bij de hoge afvoer onderschat het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model de waterstand op bijna alle stations. De resultaten zijn vergelijkbaar tussen de SOBEK-modellen, het **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** model heeft over het algemeen de kleinste afwijking ten opzichte van de metingen. Uit paragraaf 3 blijkt dat de lage waterstanden nog relatief vaak voorkomen. Het kan aan te raden zijn om de gehanteerde drempelwaarden te herzien om een specifiek beeld te krijgen van een bijzondere conditie.

Tabel 4.2 Statistische kentallen voor de hoge afvoer periode (zowel hoog- als laagwater) voor de drie SOBEK-modellen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWSoS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.006	0.04	-0.224	0.198	-0.016	0.03	-0.227	0.267	-0.016	0.031	-0.229	0.278
Maassluis	-0.018	0.045	-0.179	0.116	0.002	0.036	-0.274	0.163	-0.017	0.036	-0.305	0.092
Vlaardingen	-0.035	0.052	-0.148	0.07	-0.034	0.047	-0.197	0.079	-0.058	0.073	-0.213	0.081
Rotterdam	-0.044	0.061	-0.174	0.104	-0.002	0.038	-0.2	0.111	-0.023	0.055	-0.24	0.112
Krimpen ad IJssel	-0.054	0.069	-0.203	0.202	-0.008	0.041	-0.241	0.162	-0.024	0.052	-0.285	0.146
Gouda brug	-0.078	0.114	-0.711	0.151	-0.005	0.115	-0.395	0.879	-0.021	0.115	-0.479	0.888
Krimpen ad Lek	-0.086	0.101	-0.25	0.099	-0.039	0.07	-0.182	0.15	-0.055	0.083	-0.255	0.139
Schoonhoven	-0.008	0.05	-0.223	0.139	0.14	0.152	-0.11	0.398	0.098	0.125	-0.275	0.363
Hagestein Beneden	-0.027	0.064	-0.283	0.139	0.073	0.095	-0.187	0.254	0.006	0.075	-0.393	0.176
Spijkenisse	-0.031	0.05	-0.162	0.084	0.041	0.132	-0.372	0.265	-0.069	0.086	-0.25	0.073
Goidschalxoord	-0.066	0.076	-0.209	0.082	-0.011	0.05	-0.165	0.168	-0.061	0.084	-0.192	0.132
Dordrecht	-0.077	0.088	-0.282	0.035	-0.034	0.052	-0.172	0.105	-0.079	0.102	-0.225	0.099
Werkendam	-0.137	0.141	-0.315	-0.049	0.092	0.11	-0.127	0.239	0.072	0.102	-0.214	0.209
Vuren	-0.28	0.287	-0.437	-0.1	-0.17	0.179	-0.304	-0.006	-0.152	0.176	-0.377	0.076
Zaltbommel	-0.097	0.127	-0.38	0.026	-0.108	0.139	-0.412	0.109	-0.104	0.113	-0.311	-0.013
Tiel	0.077	0.099	-0.163	0.194	0.174	0.2	-0.172	0.401	-0.014	0.058	-0.153	0.106
Hellevoetsluis	-0.082	0.093	-0.209	0.059	0.023	0.056	-0.115	0.196	-0.067	0.085	-0.223	0.089
Rak Noord	-0.078	0.089	-0.212	0.046	0.012	0.041	-0.11	0.139	-0.077	0.09	-0.231	0.062
Moerdijk	-0.079	0.088	-0.229	0.019	0.002	0.037	-0.157	0.094	-0.085	0.097	-0.266	0.064
Keizersveer	-0.088	0.099	-0.327	0.004	0.055	0.08	-0.165	0.251	-0.063	0.083	-0.265	0.095
Heesbeen	-0.111	0.123	-0.385	-0.008	0.113	0.134	-0.116	0.262	0.102	0.131	-0.148	0.308
Lith Dorp	-0.125	0.137	-0.27	0.023	-0.106	0.113	-0.272	0.062	0.306	0.34	0.06	0.633
Mean_stations	-0.07	0.095	-0.272	0.074	0.009	0.089	-0.212	0.216	-0.018	0.1	-0.249	0.191

Tabel 4.3 Statistische kentallen voor de lage afvoer periode (zowel hoog- als laagwater) voor de drie SOBEK-modellen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWSoS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.001	0.035	-0.164	0.192	0.001	0.019	-0.091	0.16	0.001	0.02	-0.09	0.164
Maassluis	0.016	0.04	-0.469	0.213	0.006	0.025	-0.57	0.121	0.003	0.03	-0.573	0.151
Vlaardingen	0.009	0.031	-0.106	0.14	-0.009	0.025	-0.168	0.096	-0.013	0.033	-0.146	0.103
Rotterdam	0.022	0.04	-0.114	0.148	0.048	0.058	-0.06	0.182	0.046	0.06	-0.096	0.181
Krimpen ad IJssel	0.022	0.05	-0.198	0.344	0.05	0.06	-0.076	0.358	0.051	0.059	-0.088	0.329
Gouda brug	0.013	0.071	-0.243	0.245	0.044	0.099	-0.343	0.341	0.046	0.091	-0.314	0.349
Krimpen ad Lek	0.003	0.047	-0.184	0.195	0.033	0.058	-0.118	0.212	0.037	0.055	-0.126	0.193
Schoonhoven	-0.003	0.035	-0.123	0.257	0.066	0.11	-0.131	0.31	0.021	0.065	-0.208	0.223
Hagestein Beneden	0.138	0.17	-0.174	0.57	0.234	0.301	-0.229	0.729	0.177	0.201	-0.155	0.454
Spijkenisse	0.014	0.036	-0.102	0.157	0.034	0.116	-0.335	0.305	-0.019	0.038	-0.136	0.089
Goidschalxoord	0.02	0.039	-0.12	0.146	0.027	0.04	-0.104	0.119	0.013	0.036	-0.121	0.127
Dordrecht	0.011	0.053	-0.157	0.155	0.042	0.051	-0.107	0.178	0.024	0.042	-0.13	0.152
Werkendam	-0.023	0.042	-0.173	0.13	0.044	0.05	-0.078	0.206	0.026	0.036	-0.086	0.151
Vuren	0	0.054	-0.385	0.178	0.069	0.078	-0.262	0.26	0.061	0.073	-0.328	0.238
Zaltbommel	-0.032	0.079	-0.367	0.178	0.047	0.104	-0.493	0.266	0.084	0.12	-0.427	0.303
Tiel	0.152	0.172	-0.144	0.388	0.117	0.155	-0.286	0.387	0.195	0.223	-0.215	0.459
Hellevoetsluis	0.01	0.039	-0.165	0.155	0.049	0.057	-0.079	0.162	0.029	0.044	-0.134	0.161
Rak Noord	0.014	0.039	-0.168	0.15	0.053	0.059	-0.057	0.151	0.034	0.045	-0.117	0.156
Moerdijk	0.013	0.035	-0.136	0.145	0.052	0.057	-0.062	0.142	0.033	0.042	-0.133	0.141
Keizersveer	0.003	0.031	-0.138	0.17	0.061	0.066	-0.051	0.204	0.037	0.046	-0.112	0.164
Heesbeen	-0.012	0.042	-0.244	0.216	0.066	0.073	-0.197	0.28	0.038	0.047	-0.247	0.22
Lith Dorp	-0.021	0.061	-0.487	0.25	0.059	0.075	-0.424	0.289	0.037	0.058	-0.483	0.279
Mean_stations	0.017	0.056	-0.207	0.215	0.054	0.079	-0.196	0.248	0.044	0.066	-0.203	0.218

Tabel 4.4 Statistische kentallen voor de lage waterstandsperiode (zowel hoog- als laagwater) voor de drie SOBEK-modellen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWSoS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.003	0.036	-0.224	0.198	-0.007	0.023	-0.227	0.267	-0.006	0.023	-0.229	0.278
Maassluis	0.004	0.04	-0.469	0.213	0.001	0.027	-0.57	0.185	-0.005	0.032	-0.573	0.169
Vlaardingen	-0.006	0.037	-0.148	0.14	-0.017	0.032	-0.197	0.124	-0.025	0.045	-0.213	0.103
Rotterdam	-0.001	0.041	-0.174	0.148	0.03	0.05	-0.2	0.189	0.024	0.054	-0.24	0.181
Krimpen ad IJssel	-0.005	0.049	-0.203	0.344	0.028	0.052	-0.226	0.358	0.027	0.052	-0.285	0.329
Gouda brug	-0.016	0.076	-0.711	0.245	0.02	0.1	-0.436	0.341	0.02	0.093	-0.479	0.349
Krimpen ad Lek	-0.029	0.064	-0.249	0.189	0.005	0.06	-0.182	0.2	0.007	0.057	-0.255	0.193
Schoonhoven	-0.027	0.051	-0.223	0.216	0.058	0.106	-0.167	0.398	0.019	0.073	-0.32	0.363
Hagestein Beneden	0.051	0.128	-0.283	0.47	0.148	0.235	-0.285	0.729	0.101	0.151	-0.393	0.366
Spijkenisse	-0.002	0.038	-0.162	0.157	0.034	0.118	-0.382	0.339	-0.033	0.053	-0.25	0.101
Goidschalxoord	-0.013	0.049	-0.209	0.146	0.006	0.042	-0.186	0.16	-0.013	0.051	-0.193	0.127
Dordrecht	-0.022	0.062	-0.282	0.136	0.013	0.045	-0.172	0.152	-0.01	0.055	-0.225	0.152
Werkendam	-0.06	0.079	-0.442	0.117	0.037	0.052	-0.326	0.239	0.021	0.042	-0.346	0.209
Vuren	-0.055	0.107	-0.437	0.159	0.007	0.083	-0.304	0.246	0.01	0.079	-0.377	0.233
Zaltbommel	-0.139	0.19	-0.456	0.168	-0.117	0.222	-0.54	0.266	-0.071	0.19	-0.57	0.272
Tiel	0.049	0.131	-0.232	0.369	-0.009	0.172	-0.35	0.401	0.029	0.183	-0.298	0.446
Hellevoetsluis	-0.032	0.065	-0.278	0.155	0.023	0.049	-0.172	0.196	-0.007	0.051	-0.219	0.161
Rak Noord	-0.029	0.063	-0.253	0.15	0.025	0.047	-0.148	0.151	-0.003	0.049	-0.219	0.148
Moerdijk	-0.029	0.059	-0.229	0.125	0.024	0.044	-0.166	0.141	-0.004	0.047	-0.237	0.138
Keizersveer	-0.034	0.058	-0.327	0.124	0.039	0.055	-0.165	0.251	0.003	0.046	-0.265	0.148
Heesbeen	-0.045	0.068	-0.385	0.136	0.045	0.067	-0.197	0.266	0.022	0.053	-0.247	0.308
Lith Dorp	-0.073	0.106	-0.487	0.169	0.003	0.076	-0.424	0.24	0.046	0.106	-0.483	0.633
Mean_stations	-0.023	0.073	-0.312	0.194	0.018	0.08	-0.274	0.265	0.007	0.072	-0.314	0.246

4.3 Vuistregels en zoutmodellering

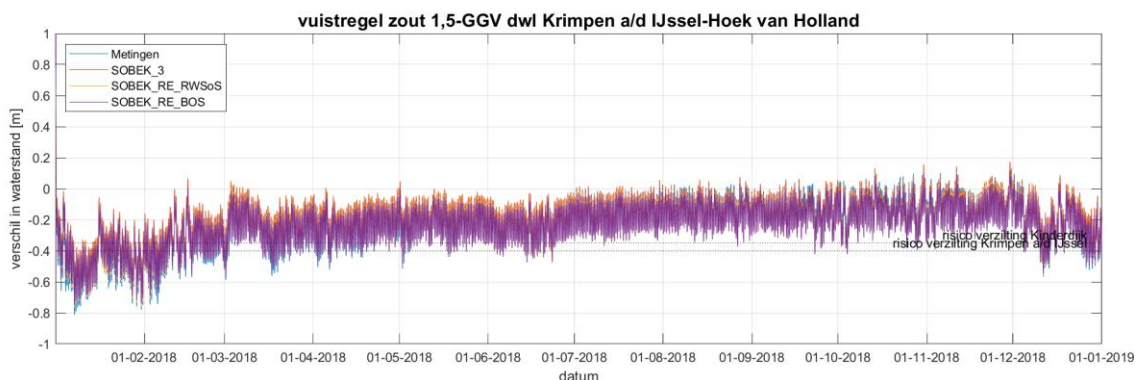
In Tabel 4.5 zijn de statistische kentallen te vinden voor de reproductie van de vuistregels voor kans op verzilting. Hier is te zien, net als bij de waterstanden van de lage afvoer, dat het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model bij lage afvoeren de waterstandsverschillen beter reproduceert dan de SOBEK-RE modellen.

In Figuur 4.1 en Figuur 4.2 is te zien dat voor een groot deel van het jaar er een verhoogd risico was op verzilting. Met name voor de monding van de Lek en Hollandsche IJssel is door de lage afvoer vanaf juni de risico op verzilting aanzienlijk. De modellen reproduceren vergelijkbare resultaten en zijn in staat om de grootschalige trends in waterstandsverschillen te reproduceren.

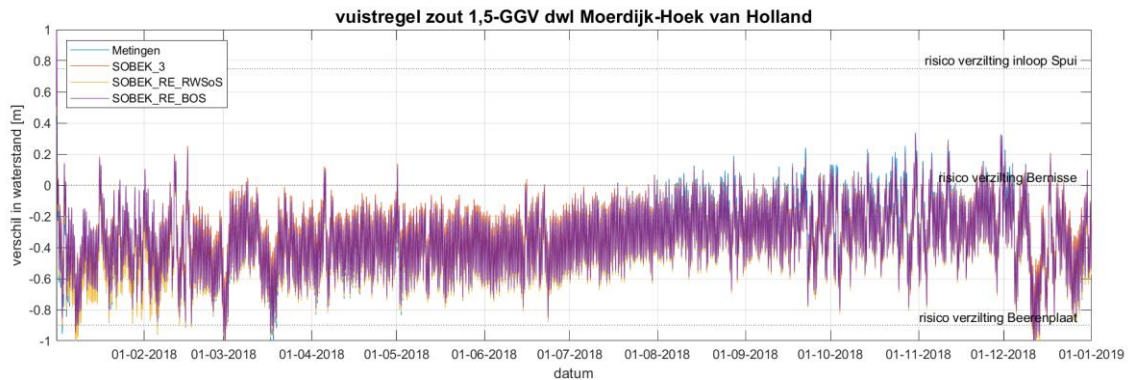
Voor het vervolg is het aan te raden om een percentage te koppelen aan de overschrijding van drempelwaarden, vergelijkbaar met de methodiek voor de percentiefiguren. Hierdoor is beter te zien of de modellen in staat zijn om de duur van risico op verzilting te reproduceren.

Tabel 4.5 BIAS en RMSE voor de vuistregels 1,5 GGV

	Lage afvoer		Hele Periode	
	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
Krimpen-HVH				
SOBEK_3	-0.002	0.017	0.027	0.043
SOBEK_RE_RWSoS	-0.033	0.036	-0.012	0.028
SOBEK_RE_BOS	-0.036	0.039	-0.013	0.032
Moerdijk-HVH				
SOBEK_3	-0.012	0.031	0.027	0.054
SOBEK_RE_RWSoS	-0.052	0.055	-0.031	0.042
SOBEK_RE_BOS	-0.031	0.038	-0.001	0.04



Figuur 4.1 Vuistregel zout tussen Krimpen a/d IJssel en Hoek van Holland



Figuur 4.2 Vuistregel zout tussen Moerdijk en Hoek van Holland

Voor de meetlocaties Brienoordbrug, Krimpen aan de IJssel en Kinderdijk waren weinig hiaten in de meetgegevens (zie Bijlage A7). Figuur 4.3 t/m Figuur 4.5 bevatten de percentielen voor de meetlocaties voor de twee SOBEK-modellen en de metingen, die dus representatief zijn voor het gehele jaar. In de percentiel figuren is te zien dat er in lijn met de vuistregels inderdaad een relatief groot deel van het jaar verzilting van de Hollandse IJssel en Lek heeft plaatsgevonden. De chloride concentratie bij Krimpen aan de IJssel was gedurende 40 procent van het jaar groter dan 0.15 g/l en bij Kinderdijk zo'n 20% van het jaar.

In Figuur 4.3 t/m Figuur 4.5 is ook zichtbaar dat voor de meetlocaties Brienoordbrug, Krimpen aan de IJssel en Kinderdijk de modelresultaten consequent lager zijn dan de metingen. Er is dus sprake van onderschatting van de chloride concentraties op deze locaties, zowel tijdens een verziltingsevent maar ook tijdens normale condities. In lijn met eerdere observaties is te zien in de tijdreeks (Bijlage A7) dat het begin van de verziltingsperiode door de modellen wordt onderschat. Het duurt dus langer voor het zout in de modellen deze stations bereikt. Over het algemeen reproduceert SOBEK-RE de absolute zoutconcentraties beter dan SOBEK3. De uitzondering hierop zijn de stations op de Oude Maas waar SOBEK-RE een stelselmatige overschatting heeft (Figuur 4.6). De meetstations op het Spui zijn daarentegen in SOBEK-RE weer beter in het reproduceren van de zoutconcentraties, hoewel beide modellen slechts in beperkte mate de verzilting weten te modelleren op het Spui en Haringvliet.

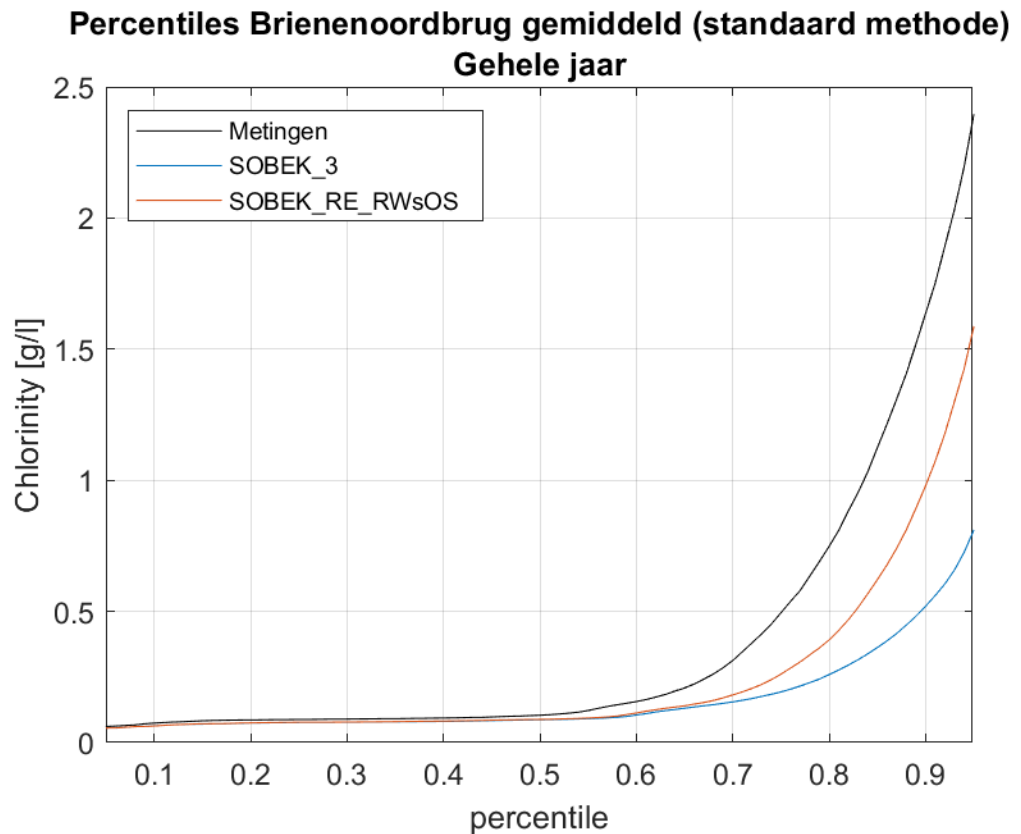
Beide 1D-modellen zijn in staat om de grootschalige processen in zoutindringing te reproduceren. De absolute reproductie van de zoutconcentraties is niet mogelijk met de 1D-modellen en wijken behoorlijk af van de metingen, vooral voor de condities met hoge concentraties. In zoutverspreidingsstudies wordt vaak gekeken naar overschrijdingsduren van bepaalde drempelwaarden. Doordat de absolute reproductie van zoutconcentraties afwijkt in de modellen is een berekende overschrijdingsduur vaak niet vergelijkbaar met de werkelijkheid. Hier dient rekening mee gehouden te worden in studies, zoals ook al eerder opgemerkt bij de herkalibratie (Buschman et al., 2018).

De overige figuren met percentielen voor alle zoutmeetlocaties zijn te vinden in de bijlages A8, A9, A10 en C6.

Hier valt nog op dat SOBEK-RE niet alleen de absolute zoutconcentraties beter reproduceert dan SOBEK3, maar dat ook de timing van de variatie in de zoutindringing events beter wordt gereproduceerd door SOBEK-RE. Dit wordt afgeleid uit het feit dat de timing en scherpte van de sprongen in de percentielen van SOBEK-RE beter overeenkomen met die van de metingen. Na vergelijking van de verschillende condities is ook zichtbaar dat het absolute verschil tussen model resultaten en metingen kleiner is tijdens laag water standen (eb) dan tijdens hoog water standen (vloed). Daarbij moet echter wel worden opgemerkt dat ook de waarden van de concentraties lager zijn tijdens laagwaterstanden.

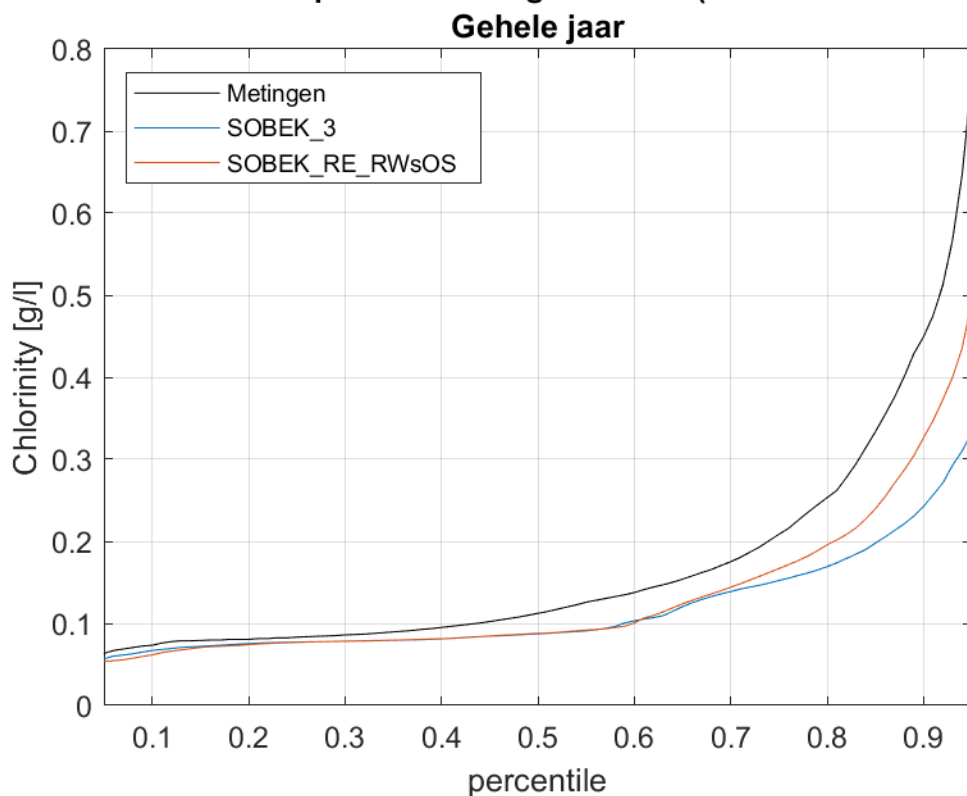
Verder is te zien dat regelmatig de sprongen in de zoutconcentratie van de percentielen beter overeen komen tijdens de laagwaterstanden dan tijdens hoogwaterstanden. De resultaten van het SOBEK3 model komen voor locatie Spijkenisse echter juist tijdens hoogwaterstanden beter overeen met de metingen.

Bij Hoek van Holland worden de daadwerkelijke concentraties tot zo'n 11 g/l en 13 g/l voor respectievelijk de SOBEK3 en SOBEK_RE_RWsOS modellen overschat. Daarna vindt een onderschatting plaats. De onderschatting vindt plaats tijdens hoogwaterstanden en lage rivierafvoeren. Tijdens laagwaterstanden vindt altijd overschatting plaats. Echter moet worden opgemerkt dat voor 2018 er een groot hiaat was in de meetreeks voor de locaties Hoek van Holland en Lekhaven, om te gebruiken. De percentiel figuren zijn gebaseerd op de tijdstippen waarop er zowel metingen als model resultaten beschikbaar waren, dit betekent dat de percentiefiguren van deze locaties niet representatief zijn voor alle condities en het gehele jaar.



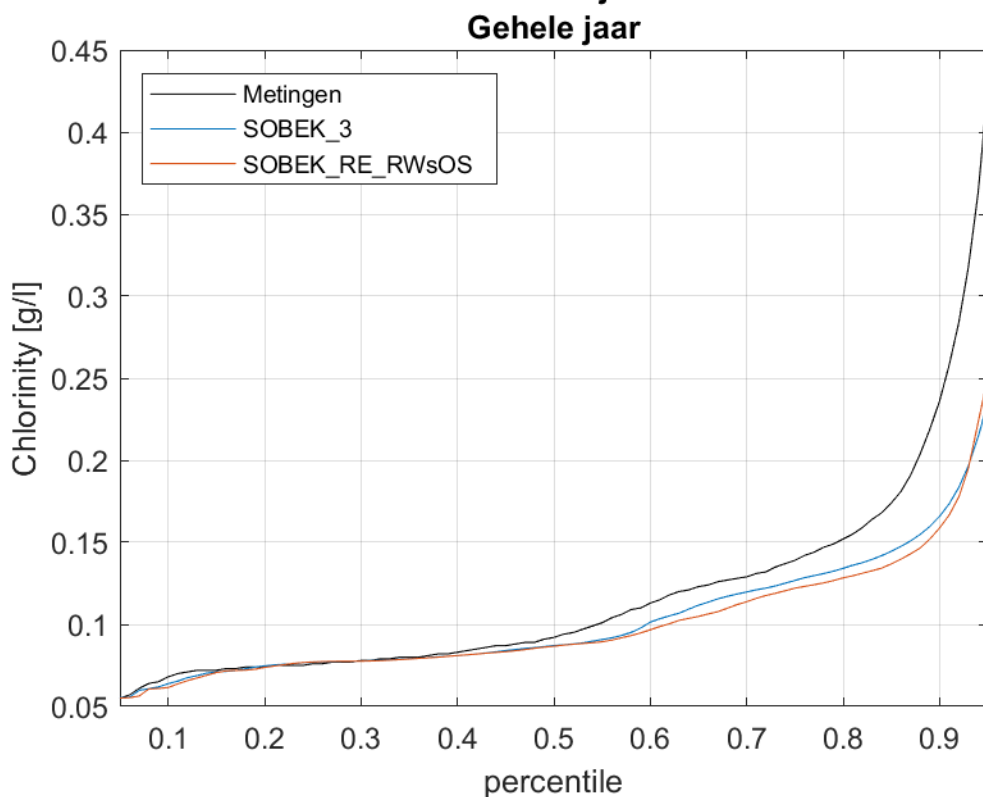
Figuur 4.3 Percentielen zoutconcentratie Brienoordbrug (gemiddeld via de standaard methode) voor 2018 voor twee SOBEK-modellen en de meting

Percentiles Krimpen ad IJssel gemiddeld (standaard methode)



Figuur 4.4 Percentielen zoutconcentratie Krimpen aan de IJssel (gemiddeld via de standaard methode) voor 2018 voor twee SOBEK-modellen en de meting

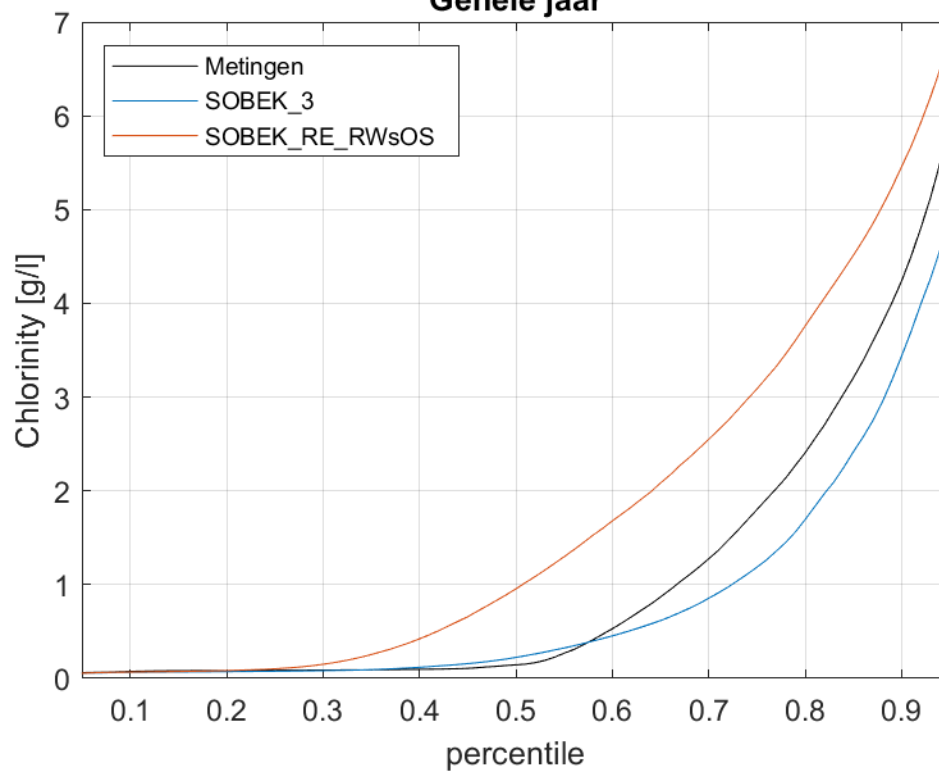
Percentiles Kinderdijk Linkeroever



Figuur 4.5 Percentielen zoutconcentratie Kinderdijk voor 2018 voor twee SOBEK-modellen en de meting

Percentiles Spijkenisse gemiddeld (standaard methode)

Gehele jaar



Figuur 4.6 Percentielen zoutconcentratie Spijkenisse voor 2018 voor twee SOBEK-modellen en de meting

5 Samenvatting resultaten Dordrecht en Rotterdam

Omdat het BOS van de Stormvloedkering Nieuwe Waterweg in haar beslissingsproces naar de waterstanden bij Dordrecht en Rotterdam kijkt, is in onderliggend onderzoek voor de **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** schematisatie specifiek een samenvatting opgenomen van de statistische kentallen voor de locaties Dordrecht en Rotterdam.

Tabel 5.1 en Tabel 5.2 geven hiervan een overzicht.

Ten opzichte van de resultaten van de kalibratie in 1998 is de bias voor de gehele reeks toegenomen, maar zowel bij Rotterdam als bij Dordrecht is deze nog ruim lager dan 5 cm. De RMSE voor de gehele reeks is ongeveer gelijk gebleven maar lijkt in de laatste jaren iets toe te nemen. Zoals eerder opgemerkt hebben de berekende waterstanden bij Rotterdam tijdens perioden van hoogwater zowel een hoge bias als een hoge RMSE. De RMSE van hoogwaterstanden is dit jaar exact 7 cm en is dus iets afgenomen ten opzichte van vorige jaar.

Tabel 5.1 Overzicht van de BIAS per jaar van het SOBEK-BOS model uitgesplitst naar de gehele meetreeks van dat jaar (GR) en de hoog- (HW) en laagwater (LW) standen voor drie belangrijke locaties in de Rijn-Maasmonding

BIAS [m]	1998	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hoek van Holland GR	-0,013	-0,005	-0,010	-0,013	-0,010	-0,008	-0,010	-0,007	-0,007
Rotterdam GR	-0,003	0,039	0,015	0,011	0,021	0,023	0,016	0,024	0,024
Dordrecht GR	-0,001	0,009	-0,021	-0,026	-0,023	-0,021	-0,030	-0,017	-0,012
Hoek van Holland HW	0,008	0,015	0,029	0,022	0,025	0,022	0,020	0,025	0,027
Rotterdam HW	0,014	0,066	0,043	0,035	0,045	0,043	0,039	0,073	0,066
Dordrecht HW	0,014	0,044	0,026	0,023	0,019	0,021	0,015	0,032	0,035
Hoek van Holland LW	-0,029	-0,020	-0,023	-0,022	-0,017	-0,016	-0,022	-0,017	-0,018
Rotterdam LW	-0,031	0,012	-0,006	-0,011	0,004	0,002	-0,008	0,000	-0,001
Dordrecht LW	-0,015	-0,009	-0,039	-0,044	-0,042	-0,042	-0,055	-0,042	-0,038

Tabel 5.2 Overzicht van de RMSE per jaar van het SOBEK-BOS model uitgesplitst naar de gehele meetreeks van dat jaar (GR) en de hoog- (HW) en laagwater (LW) standen voor drie belangrijke locaties in de Rijn-Maasmonding

RMSE [m]		1998	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hoek van Holland GR		0,030	0,024	0,029	0,026	0,025	0,023	0,024	0,022	0,023
Rotterdam GR		0,055	0,064	0,045	0,040	0,045	0,049	0,047	0,053	0,054
Dordrecht GR		0,046	0,039	0,046	0,049	0,047	0,050	0,058	0,050	0,057
Hoek van Holland HW		0,024	0,025	0,038	0,030	0,033	0,030	0,029	0,033	0,035
Rotterdam HW		0,040	0,070	0,048	0,040	0,050	0,050	0,052	0,077	0,070
Dordrecht HW		0,037	0,051	0,033	0,030	0,030	0,031	0,036	0,041	0,047
Hoek van Holland LW		0,037	0,027	0,030	0,026	0,021	0,022	0,026	0,023	0,024
Rotterdam LW		0,046	0,033	0,030	0,030	0,026	0,031	0,031	0,033	0,039
Dordrecht LW		0,036	0,027	0,046	0,049	0,048	0,054	0,065	0,055	0,061

Voor de beoordeling van de geschiktheid van de SOBEK-RE modellen van het BOS van de Stormvloedkering Nieuwe Waterweg, is de vraag in hoeverre het model **sobekre-ndb-1_0_0_12okt2000** de kentering “ter plaatse van de Maeslantkering” juist voorspelt. Hiervoor worden op verzoek van RWS-WNZ sinds 2015 specifiek de hoog en laag watertijdstippen bij Maassluis, Hoek van Holland en Spijkenisse bepaald. Deze resultaten zijn te zien in Tabel 5.3 en Tabel 5.4. De BIAS en RMSE van hoog- en laagwatertijdstippen zijn vergelijkbaar met voorgaande jaren.

Tabel 5.3 Overzicht van BIAS per jaar voor hoog- en laagwatertijdstippen voor drie belangrijke locaties in de Rijn-Maasmonding

BIAS [min]		1998	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Maassluis HW		-1.699	0.738	4.597	-7.163	-8.043	-8.397	-10.877	-12.17	-8.598
HoekvHolland HW		-1.311	-1.007	-0.226	0.652	0.751	0.000	-0.410	-0.738	-0.822
Spijkenisse HW		0.243	0.270	5.926	5.560	5.716	4.616	3.858	3.504	3.739
Maassluis LW		-3.168	-1.370	-0.893	0.734	0.459	2.032	-0.611	1.519	1.004
HoekvHolland LW		5.121	2.593	3.684	2.869	3.718	3.153	2.713	3.566	4.148
Spijkenisse LW		-6.150	-2.216	-1.783	-1.033	-0.574	-0.286	-1.113	1.090	0.172

Tabel 5.4 Overzicht van RMSE per jaar voor hoog- en laagwatertijdstippen voor drie belangrijke locaties in de Rijn-Maasmonding

RMSE [min]	1998	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Maassluis HW	18.102	15.492	16.449	18.554	20.673	21.003	21.318	23.29	23.191
HoekvHolland HW	8.674	8.920	9.258	6.391	6.080	6.414	6.076	6.545	7.001
Spijkenisse HW	12.366	10.071	10.577	9.468	8.889	9.022	8.405	8.104	8.142
Maassluis LW	21.503	20.114	20.026	18.298	18.490	17.845	19.861	18.36	19.747
HoekvHolland LW	15.354	15.580	15.782	13.045	13.156	12.658	13.521	13.53	13.229
Spijkenisse LW	18.960	17.048	16.528	15.405	14.112	14.433	15.407	14.92	14.882

6 Conclusies

Deltares heeft in 2019 in opdracht van RWS-WNZ en RWS-WVL onderzocht in hoeverre de SOBEK modellen **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000**, **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** in staat zijn om de gemeten waterstanden te reproduceren tussen 1 januari 2018 en 31 december 2018. Dit jaar is er een poging gedaan om de werkzaamheden van de jaarsom zoveel mogelijk te automatiseren. Naast de gebruikelijke analyse voor het gehele jaar, opgesplitst in hoog- en laagwater, is ook een automatische selectie op bijzondere condities opgenomen. Tevens is de analyse op zoutconcentraties ten opzichte van vorig jaar uitgebreid met een analyse van de vuistregels die door de regio worden gebruikt om het risico op verzilting te bepalen.

6.1 Tool box analyse jaarsom

In paragraaf 2 zijn de uitgangspunten voor de tool box beschreven. De tool box maakt het mogelijk om op een uniforme wijze modelresultaten te vergelijken met de metingen en de uitvoer op te splitsen in verschillende condities. De resultaten van analyse worden samengevat met behulp van statistische kentallen die zijn op te nemen in Excel en gevisualiseerd kunnen worden met conditionele regels op basis van de acceptatiecriteria.

6.2 Jaarsom resultaten 2018

6.2.1 Conclusies Rotterdam en Dordrecht **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000**

Omdat het BOS van de Stormvloedkering Nieuwe Waterweg in haar beslissingsproces naar de waterstanden bij Dordrecht en Rotterdam kijkt, is voor de **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** schematisatie specifiek gekeken naar de statistische kentallen voor de locaties Dordrecht en Rotterdam.

Ten opzichte van de resultaten van de kalibratie in 1998 is de bias voor de gehele reeks toegenomen, maar zowel bij Rotterdam als bij Dordrecht is deze nog ruim lager dan 5 cm. De RMSE voor de gehele reeks is ongeveer gelijk gebleven maar lijkt in de laatste jaren iets toe te nemen. Zoals eerder opgemerkt hebben de berekende waterstanden bij Rotterdam tijdens perioden van hoogwater zowel een hoge bias als een hoge RMSE. De RMSE van hoogwaterstanden is dit jaar exact 7 cm en is dus iets afgenomen ten opzichte van vorige jaar (7,7 cm). Het **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** voldoet nog steeds aan de gestelde acceptatiecriteria.

6.2.2 Conclusies SOBEK-modellen

Gehele reeks

Alle SOBEK-modellen hebben een grotere afwijking bij de bovenstroomse randen (Gouda, Hagestein, Tiel en Lith). De RMSE is meestal hoger dan 10 centimeter bij deze stations. Verder valt te concluderen dat de afwijking groter wordt landinwaarts bij alle modellen. De toename in RMSE is tussen de 3 tot 10 centimeter per riviertak.

Het **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** model heeft over het algemeen de kleinste afwijking ten opzichte van de metingen. Verder is opvallend dat de RMSE in het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model bij Hoek van Holland 1 centimeter hoger is ten opzichte van de SOBEK-RE modellen. De hier geïntroduceerde fout zal in het model propageren en zichzelf ook versterken.

Hoge afvoer

Bij hoge afvoeren is afwijking bij de stations op de Waal en Maas hoger ten opzichte van de metingen in vergelijking met de hele reeks. In de **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2**, **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000** modellen is de afwijking rond of boven de 10 centimeter op deze riviertakken. Verder onderschat het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model de waterstand op bijna alle stations. De afwijking is bij de andere modellen meer gevarieerd met zowel over- als onderschattingen van de waterstand.

Het **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** reproduceert de waterstanden over het algemeen 2-3 centimeter beter dan de andere modellen, op het Haringvliet is de afwijking 3-4 centimeter lager. Het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** reproduceert de waterstanden op de Lek (met als uitzondering Krimpen a/d Lek) significant beter dan de andere modellen.

Lage afvoer

Het **sobek-rmm_vozo-j15_5-v2** model heeft een 1-2 centimeter lagere RMSE ten opzichte van **sobekre-ndb-j15_rwsos-v1** en **sobekre-ndb-bos1_0_0_12okt2000**. De verschillen in bias en RMSE zijn met name zichtbaar op het Haringvliet, Lek, Waal en Hollandsche IJssel.

6.2.3 Zoutconcentraties en vuistregels

Beide SOBEK-modellen onderschatten de zoutconcentraties ten opzichte van de metingen. Over het algemeen duurt het langer voor verzilting optreedt in de modellen ten opzichte van de metingen. De uitzondering hierop zijn de stations op de Oude Maas in SOBEK-RE, waar een overschatting van de zoutconcentratie optreedt. Zowel in de reproductie van de absolute concentraties, als in de reproductie van de timing van de zoutindringing is het SOBEK-RE model over het algemeen beter dan SOBEK3. SOBEK3 scoort alleen beter op de reproductie van de absolute concentraties voor de locaties Hoek van Holland, Zuidland en Beerenplaat. Op deze locaties overschat SOBEK-RE de zoutconcentraties in plaats van de gebruikelijke onderschatting van de zoutconcentraties.. Op de stations in het Haringvliet en Spui na zijn de modellen redelijk in staat om de trends in zoutconcentratie weer te geven maar zijn de absolute waarden in beperkte mate een reproductie van de werkelijkheid. Dit betekent dat het gebruik van overschrijdingsduren op basis van SOBEK-modellen, waar een absolute reproductie van de zoutconcentratie voor is vereist, niet aan te raden is zonder een combinatie met andere data bronnen.

Gedurende 2018 was er een groot deel van het jaar een verhoogd risico op verzilting door de lage rivierafvoer. Dit is ook te zien in de resultaten van de vuistregel, vanaf juni is het risico op verzilting bij de monding van de Lek en Hollandsche IJssel aanzienlijk. De resultaten van de vuistregel op basis van modelresultaten laten hetzelfde patroon zien. Voor een toekomstige vergelijking is het aan te raden om te werken met percentages overschrijding van drempelwaarden om de modelresultaten eenvoudiger te kunnen vergelijken met de observaties.

7 Referenties

- Berends, K. (2015). SOBEK 3 model van de Rijn-Maasmonding - Modelbouw, kalibratie en verificatie,. Delft: Deltares.
- Buschman, F., Fujisaki, A., Huismans, Y., van der Wijk, R. (2018) Aanpassing, herkalibratie en verificatie SOBEK 3 model van de Rijn-Maasmonding. Deltares rapport: 11202220-006-0001.
- Fujisaki, A. (2015). SOBEK 3-model of Rijnmaasmonding 2015, Jaarlijkse actualisatie modellen Rijnmaasmonding 2015. Delft: Deltares.
- Kerkhoven, D. (2014). Jaarsommen 2012 en 2013 voor schematisatie sobekre-ndb-1_0_0_12okt2000 versus sobekre-ndb-1_1_0. Deltares kenmerk 1209449-004-ZWS-0007. Delft: Deltares.
- Van der Linden, M., & van Zetten, J. (2001). Een SOBEK-model van het Noordelijk Deltabekken: bouw, kalibratie en verificatie. Dordrecht: RIZA.

A Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (hele periode)

A.1 Gehele reeks

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.003	0.036	-0.224	0.198	-0.007	0.023	-0.227	0.267	-0.007	0.023	-0.229	0.278
Maassluis	0.004	0.04	-0.469	0.213	0.001	0.027	-0.57	0.185	-0.005	0.032	-0.573	0.169
Vlaardingen	-0.007	0.037	-0.148	0.14	-0.018	0.032	-0.197	0.124	-0.025	0.045	-0.213	0.103
Rotterdam	-0.001	0.041	-0.174	0.148	0.03	0.05	-0.2	0.189	0.024	0.054	-0.24	0.181
Krimpen ad IJssel	-0.005	0.05	-0.223	0.344	0.028	0.052	-0.241	0.358	0.026	0.052	-0.285	0.329
Gouda brug	-0.018	0.078	-0.711	0.728	0.021	0.102	-0.469	0.879	0.02	0.095	-0.508	0.914
Krimpen ad Lek	-0.03	0.065	-0.25	0.195	0.005	0.061	-0.182	0.212	0.006	0.058	-0.255	0.193
Schoonhoven	-0.027	0.052	-0.223	0.257	0.059	0.106	-0.167	0.398	0.019	0.073	-0.32	0.363
Hagestein Beneden	0.048	0.127	-0.283	0.57	0.145	0.232	-0.309	0.729	0.099	0.15	-0.393	0.454
Spijkensisse	-0.002	0.038	-0.162	0.157	0.034	0.119	-0.382	0.339	-0.033	0.054	-0.25	0.101
Goidschalxoord	-0.013	0.049	-0.209	0.146	0.006	0.042	-0.186	0.168	-0.014	0.052	-0.193	0.132
Dordrecht	-0.023	0.062	-0.282	0.155	0.012	0.046	-0.172	0.178	-0.012	0.057	-0.225	0.152
Werkendam	-0.061	0.08	-0.442	0.13	0.037	0.053	-0.326	0.239	0.02	0.043	-0.346	0.209
Vuren	-0.057	0.109	-0.437	0.178	0.006	0.084	-0.304	0.26	0.009	0.08	-0.377	0.238
Zaltbommel	-0.139	0.19	-0.456	0.178	-0.118	0.221	-0.54	0.266	-0.069	0.188	-0.57	0.326
Tiel	0.049	0.132	-0.232	0.388	-0.008	0.172	-0.35	0.401	0.029	0.182	-0.298	0.459
Hellevoetsluis	-0.033	0.067	-0.278	0.155	0.023	0.049	-0.172	0.221	-0.008	0.053	-0.223	0.217
Rak Noord	-0.03	0.064	-0.253	0.15	0.025	0.047	-0.148	0.151	-0.004	0.051	-0.231	0.156
Moerdijk	-0.03	0.061	-0.229	0.22	0.023	0.044	-0.166	0.277	-0.005	0.049	-0.266	0.224
Keizersveer	-0.035	0.06	-0.327	0.17	0.039	0.056	-0.165	0.251	0.001	0.048	-0.265	0.164
Heesbeen	-0.047	0.071	-0.385	0.216	0.046	0.069	-0.197	0.28	0.023	0.056	-0.247	0.308
Lith Dorp	-0.074	0.107	-0.487	0.25	0	0.078	-0.424	0.289	0.051	0.115	-0.483	0.633
Mean_stations	-0.024	0.073	-0.313	0.24	0.018	0.08	-0.277	0.303	0.007	0.073	-0.318	0.286

A.2 Hoogwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.072	0.085	-0.035	0.182	0.025	0.035	-0.039	0.217	0.027	0.035	-0.039	0.228
Maassluis	0.031	0.04	-0.063	0.109	-0.018	0.028	-0.108	0.049	-0.004	0.021	-0.091	0.052
Vlaardingen	0.017	0.029	-0.111	0.101	-0.037	0.048	-0.169	0.053	-0.027	0.039	-0.156	0.056
Rotterdam	-0.002	0.028	-0.132	0.085	0.052	0.057	-0.036	0.128	0.066	0.07	-0.031	0.152
Krimpen ad IJssel	-0.046	0.058	-0.203	0.053	0.023	0.033	-0.069	0.098	0.042	0.048	-0.047	0.108
Gouda brug	-0.063	0.083	-0.699	0.051	0.03	0.049	-0.217	0.239	0.073	0.082	-0.234	0.259
Krimpen ad Lek	-0.053	0.065	-0.217	0.063	0.018	0.029	-0.068	0.087	0.034	0.042	-0.05	0.1
Schoonhoven	-0.039	0.05	-0.165	0.071	0.162	0.168	-0.017	0.261	0.019	0.036	-0.157	0.09
Hagestein Beneden	0.028	0.131	-0.249	0.26	0.269	0.305	-0.088	0.533	0.108	0.167	-0.186	0.311
Spijkensisse	0.045	0.054	-0.095	0.139	-0.114	0.123	-0.279	0.03	-0.008	0.021	-0.12	0.049
Goidschalxoord	0.042	0.055	-0.081	0.139	0.019	0.029	-0.063	0.098	0.013	0.028	-0.088	0.103
Dordrecht	-0.069	0.08	-0.25	0.078	0.036	0.045	-0.095	0.135	0.035	0.047	-0.129	0.14
Werkendam	-0.083	0.094	-0.252	0.07	0.045	0.055	-0.063	0.192	0.028	0.044	-0.128	0.187
Vuren	-0.103	0.122	-0.353	0.058	0.002	0.067	-0.225	0.134	0.006	0.06	-0.253	0.142
Zaltbommel	-0.148	0.186	-0.449	0.041	-0.099	0.202	-0.503	0.152	-0.047	0.165	-0.508	0.209
Tiel	0.023	0.12	-0.193	0.323	-0.039	0.174	-0.322	0.328	0.021	0.185	-0.296	0.414
Hellevoetsluis	-0.001	0.045	-0.144	0.117	0.047	0.058	-0.079	0.124	0.019	0.044	-0.116	0.13
Rak Noord	-0.005	0.048	-0.152	0.132	0.035	0.048	-0.086	0.131	0.014	0.042	-0.111	0.133
Moerdijk	-0.008	0.048	-0.171	0.136	0.026	0.043	-0.121	0.124	0.006	0.041	-0.184	0.128
Keizersveer	-0.021	0.05	-0.264	0.114	0.027	0.045	-0.14	0.139	0.016	0.048	-0.24	0.134
Heesbeen	-0.053	0.068	-0.27	0.08	0.04	0.063	-0.093	0.213	0.026	0.048	-0.177	0.256
Lith Dorp	-0.098	0.113	-0.332	0.075	0.001	0.068	-0.247	0.165	0.043	0.084	-0.183	0.553
Mean_stations	-0.024	0.075	-0.222	0.113	0.025	0.08	-0.142	0.165	0.023	0.064	-0.16	0.179

A.3 Laagwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.017	0.025	-0.086	0.039	-0.017	0.023	-0.071	0.034	-0.018	0.024	-0.075	0.035
Maassluis	0.005	0.025	-0.08	0.073	0.014	0.03	-0.067	0.111	-0.011	0.027	-0.084	0.062
Vlaardingen	0.013	0.031	-0.06	0.101	-0.025	0.033	-0.095	0.047	-0.051	0.06	-0.178	0.04
Rotterdam	0.019	0.046	-0.093	0.126	0.016	0.036	-0.074	0.108	-0.001	0.039	-0.132	0.088
Krimpen ad IJssel	0.021	0.054	-0.13	0.132	0.015	0.038	-0.084	0.105	0.021	0.045	-0.121	0.116
Gouda brug	0.032	0.065	-0.193	0.158	0.001	0.054	-0.228	0.43	0.006	0.057	-0.213	0.45
Krimpen ad Lek	-0.024	0.052	-0.184	0.071	-0.031	0.047	-0.148	0.045	-0.017	0.044	-0.186	0.054
Schoonhoven	-0.013	0.047	-0.163	0.111	0.004	0.066	-0.157	0.235	0.023	0.061	-0.109	0.251
Hagestein Beneden	0.069	0.134	-0.184	0.29	0.067	0.121	-0.227	0.316	0.095	0.139	-0.209	0.29
Spijkensisse	0.024	0.041	-0.051	0.13	0.124	0.129	0.004	0.273	-0.066	0.075	-0.241	0.006
Goidschalxoord	-0.014	0.056	-0.158	0.097	-0.007	0.04	-0.122	0.066	-0.037	0.06	-0.182	0.053
Dordrecht	-0.006	0.048	-0.158	0.128	0.001	0.037	-0.132	0.081	-0.038	0.061	-0.21	0.06
Werkendam	-0.066	0.083	-0.267	0.122	0.03	0.048	-0.09	0.216	0.01	0.039	-0.169	0.194
Vuren	-0.038	0.099	-0.423	0.17	0.01	0.087	-0.292	0.258	0.01	0.081	-0.354	0.235
Zaltbommel	-0.109	0.168	-0.413	0.176	-0.091	0.21	-0.498	0.221	-0.046	0.193	-0.525	0.301
Tiel	0.068	0.135	-0.161	0.316	0	0.162	-0.315	0.312	0.048	0.187	-0.259	0.381
Hellevoetsluis	-0.065	0.085	-0.238	0.091	0.007	0.042	-0.147	0.142	-0.031	0.061	-0.189	0.15
Rak Noord	-0.055	0.075	-0.223	0.09	0.015	0.041	-0.122	0.13	-0.021	0.058	-0.202	0.115
Moerdijk	-0.054	0.074	-0.218	0.074	0.013	0.04	-0.117	0.109	-0.021	0.059	-0.22	0.093
Keizersveer	-0.043	0.068	-0.272	0.127	0.046	0.059	-0.113	0.235	-0.006	0.051	-0.217	0.151
Heesbeen	-0.035	0.072	-0.27	0.195	0.048	0.068	-0.098	0.245	0.018	0.055	-0.117	0.264
Lith Dorp	-0.046	0.095	-0.272	0.238	0.013	0.073	-0.225	0.235	0.026	0.085	-0.155	0.554
Mean_stations	-0.015	0.072	-0.195	0.139	0.012	0.067	-0.155	0.18	-0.005	0.071	-0.198	0.179

A.4 Hoogwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-1.0	7.4	-40.0	30.0	-0.8	7.1	-30.0	80.0	-0.8	7.0	-30.0	80.0
Maassluis	-17.8	27.7	-70.0	70.0	-4.6	21.0	-60.0	70.0	-8.6	23.2	-70.0	70.0
Vlaardingen	-4.7	8.3	-30.0	20.0	1.7	7.1	-30.0	20.0	2.3	7.3	-30.0	20.0
Rotterdam	-1.6	6.1	-20.0	30.0	-1.9	6.2	-20.0	20.0	-1.1	5.8	-20.0	20.0
Krimpen ad IJssel	-6.9	10.4	-30.0	30.0	2.4	8.3	-20.0	50.0	1.6	7.8	-20.0	50.0
Gouda brug	-3.6	8.4	-20.0	80.0	10.7	12.9	-40.0	50.0	8.7	11.1	-40.0	40.0
Krimpen ad Lek	-8.9	14.9	-40.0	70.0	3.4	11.9	-20.0	80.0	-0.9	8.6	-30.0	60.0
Schoonhoven	11.3	24.4	-30.0	80.0	31.0	35.9	-20.0	70.0	40.6	44.5	0.0	80.0
Hagestein Beneden	6.1	19.6	-80.0	80.0	-20.5	32.3	-80.0	80.0	20.4	25.4	-10.0	80.0
Spijkensisse	0.3	7.3	-20.0	30.0	14.9	17.6	-10.0	60.0	3.7	8.1	-20.0	40.0
Goischalxoord	0.0	9.9	-60.0	30.0	7.1	12.3	-30.0	60.0	9.6	14.4	-30.0	50.0
Dordrecht	-8.5	21.6	-80.0	80.0	6.6	17.9	-80.0	80.0	7.2	18.4	-80.0	80.0
Werkendam	15.0	24.4	-50.0	70.0	10.4	20.1	-60.0	80.0	15.3	22.9	-40.0	80.0
Vuren	28.9	35.3	-80.0	80.0	18.0	27.1	-60.0	80.0	28.5	33.9	-30.0	80.0
Zaltbommel	31.1	43.2	-80.0	80.0	20.4	35.0	-80.0	80.0	32.2	44.6	-80.0	80.0
Tiel	1.7	49.2	-80.0	80.0	-2.5	53.7	-80.0	80.0	-2.0	56.3	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	15.4	26.0	-50.0	70.0	17.3	25.8	-40.0	80.0	11.0	23.0	-50.0	80.0
Rak Noord	7.9	19.4	-40.0	80.0	18.6	25.2	-30.0	80.0	18.6	25.4	-30.0	80.0
Moerdijk	13.7	20.0	-50.0	80.0	23.7	28.2	-70.0	80.0	25.0	29.7	-80.0	80.0
Keizersveer	15.5	26.1	-60.0	80.0	23.9	30.6	-40.0	80.0	9.1	25.5	-60.0	80.0
Heesbeen	23.1	41.0	-80.0	80.0	35.2	46.4	-80.0	80.0	28.7	42.6	-80.0	80.0
Lith Dorp	11.9	41.6	-80.0	80.0	1.7	40.7	-80.0	80.0	7.0	42.2	-80.0	80.0
Mean_stations	5.9	22.4	-53.2	64.1	9.8	23.8	-48.2	69.1	11.6	24.0	-45.0	66.8

A.5 Laagwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	5.2	15.9	-80.0	50.0	4.5	12.7	-70.0	70.0	4.1	13.2	-80.0	70.0
Maassluis	0.4	20.8	-80.0	80.0	2.1	21.6	-80.0	80.0	1.0	19.7	-80.0	80.0
Vlaardingen	6.4	16.0	-60.0	80.0	2.5	13.8	-70.0	80.0	-0.4	13.9	-80.0	80.0
Rotterdam	6.3	14.6	-70.0	80.0	4.1	13.6	-80.0	80.0	1.3	12.3	-70.0	70.0
Krimpen ad IJssel	8.3	18.7	-80.0	80.0	7.6	17.7	-80.0	80.0	5.4	17.6	-80.0	80.0
Gouda brug	-6.5	17.7	-70.0	80.0	1.4	17.2	-80.0	80.0	-2.4	18.6	-60.0	80.0
Krimpen ad Lek	14.9	23.7	-70.0	80.0	5.8	19.3	-80.0	80.0	9.7	21.9	-80.0	80.0
Schoonhoven	8.7	21.7	-70.0	70.0	-7.4	27.3	-80.0	80.0	14.3	25.5	-80.0	80.0
Hagestein Beneden	-0.4	25.3	-80.0	80.0	-25.4	37.9	-80.0	80.0	-1.4	27.9	-80.0	80.0
Spijkensisse	7.5	16.8	-80.0	80.0	24.4	28.1	-70.0	80.0	0.2	14.9	-80.0	60.0
Goidschalxoord	13.2	22.1	-70.0	80.0	13.5	21.2	-60.0	80.0	12.0	21.4	-70.0	80.0
Dordrecht	24.5	31.2	-40.0	80.0	21.4	28.3	-30.0	80.0	21.1	28.2	-30.0	80.0
Werkendam	9.1	18.8	-80.0	80.0	20.5	26.7	-80.0	80.0	20.3	26.5	-50.0	80.0
Vuren	14.6	24.4	-80.0	80.0	14.9	23.9	-60.0	80.0	22.4	28.7	-50.0	80.0
Zaltbommel	18.6	33.0	-80.0	80.0	19.0	32.6	-80.0	80.0	30.4	40.2	-80.0	80.0
Tiel	9.6	56.4	-80.0	80.0	13.8	57.7	-80.0	80.0	14.9	58.8	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	18.7	26.8	-40.0	80.0	29.8	35.6	-50.0	80.0	28.1	34.1	-50.0	80.0
Rak Noord	22.6	33.3	-80.0	80.0	22.8	30.4	-70.0	80.0	23.2	30.7	-70.0	80.0
Moerdijk	10.3	16.3	-20.0	60.0	17.4	21.4	-30.0	70.0	16.2	20.5	-20.0	60.0
Keizersveer	8.4	16.9	-40.0	70.0	24.8	28.6	-20.0	80.0	10.1	17.6	-30.0	70.0
Heesbeen	6.8	18.0	-70.0	70.0	29.4	33.8	-50.0	80.0	14.3	21.6	-40.0	70.0
Lith Dorp	-0.6	34.0	-80.0	80.0	7.6	33.7	-80.0	80.0	3.0	35.9	-80.0	80.0
Mean_stations	9.4	23.7	-68.2	76.4	11.6	26.5	-66.4	79.1	11.3	25.0	-64.5	76.4

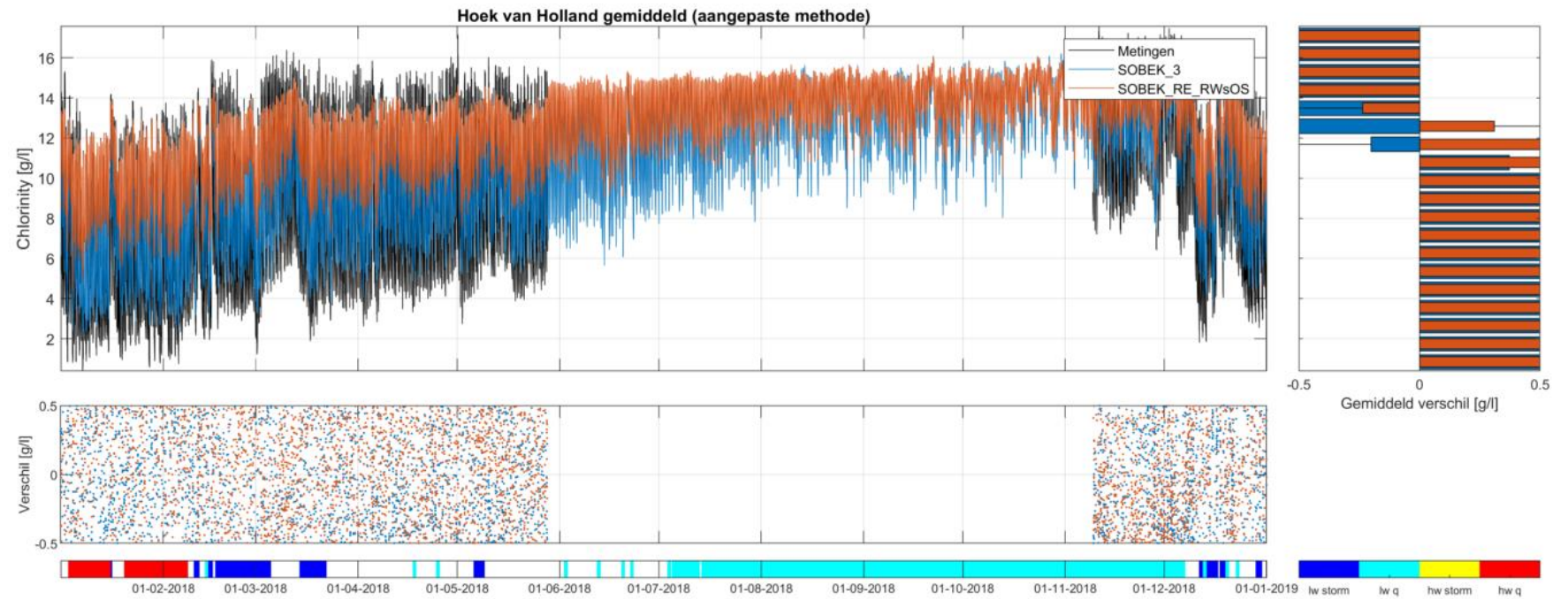
A.6 Vuistregels

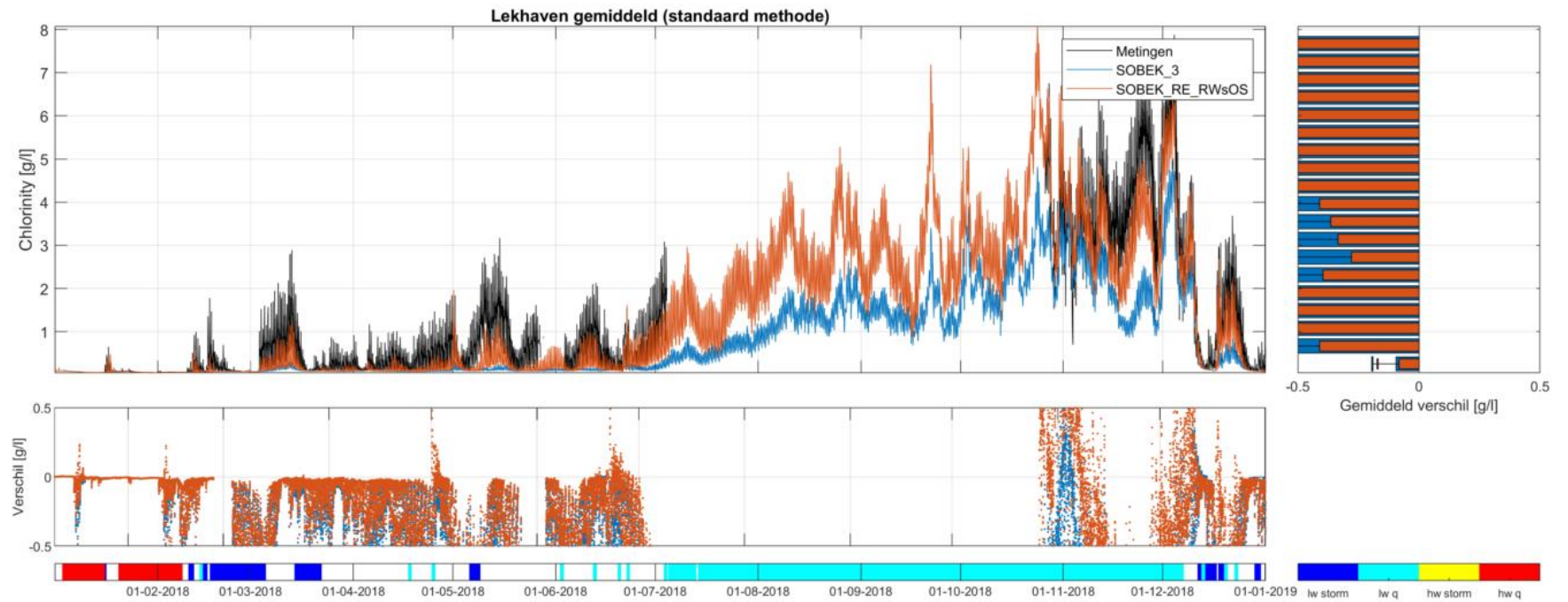
Krimpen-HVH		Lage afvoer		Hele Periode	
methode voor middeling	simulation	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
huidige middeling	SOBEK_3	-0.002	0.017	0.027	0.043
huidige middeling	SOBEK_RE_RW _s OS	-0.033	0.036	-0.012	0.028
huidige middeling	SOBEK_RE_BOS	-0.036	0.039	-0.013	0.032
1,5-GGV	SOBEK_3	-0.002	0.017	0.027	0.043
1,5-GGV	SOBEK_RE_RW _s OS	-0.033	0.036	-0.012	0.03
1,5-GGV	SOBEK_RE_BOS	-0.036	0.039	-0.013	0.032

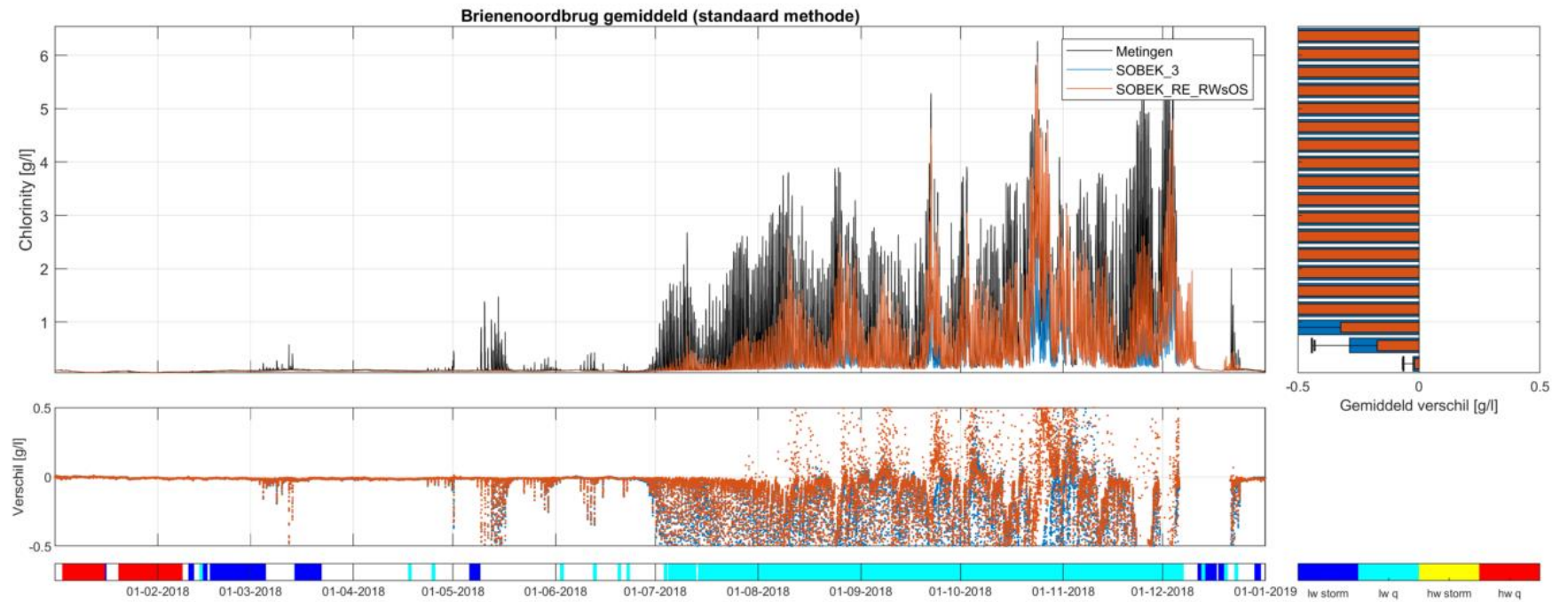
Moerdijk-HVH		Lage afvoer		Hele Periode	
methode voor middeling	simulation	BIAS	RMSE	BIAS	RMSE
huidige middeling	SOBEK_3	-0.012	0.031	0.027	0.054
huidige middeling	SOBEK_RE_RW _s OS	-0.052	0.055	-0.031	0.042
huidige middeling	SOBEK_RE_BOS	-0.031	0.038	-0.001	0.04
1,5-GGV	SOBEK_3	-0.012	0.031	0.027	0.054
1,5-GGV	SOBEK_RE_RW _s OS	-0.052	0.055	-0.031	0.042
1,5-GGV	SOBEK_RE_BOS	-0.031	0.038	-0.001	0.04

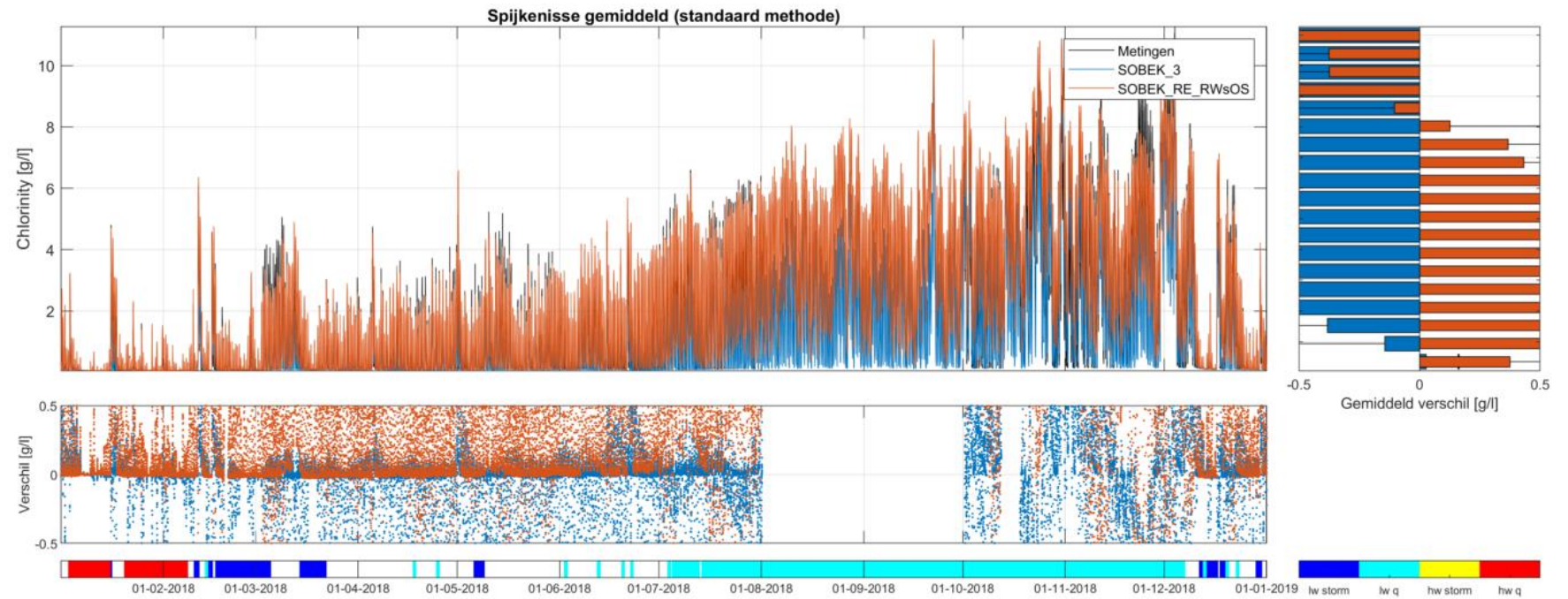
A.7 Zoutmodellering – tijdreeks

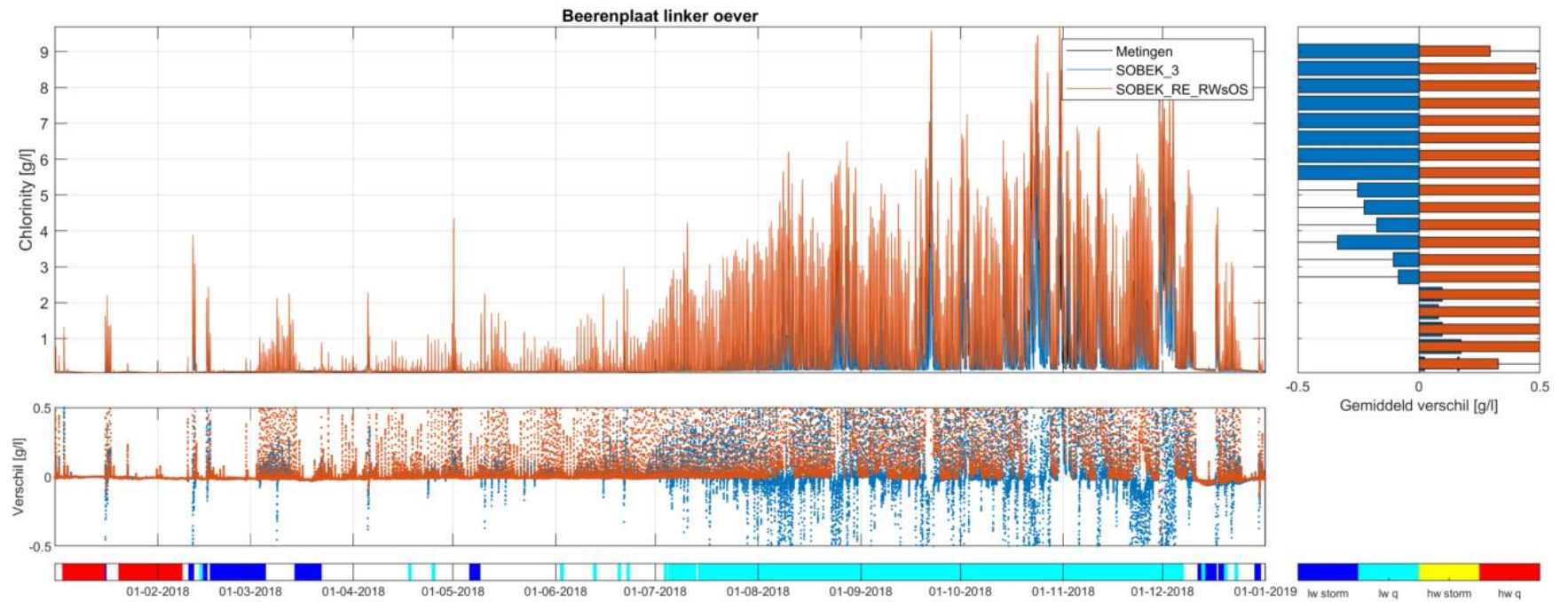
	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland gemiddeld (aangepaste methode)	8.70	9.07	0.78	15.98	11.94	12.11	4.16	17.92
Lekhaven gemiddeld (standaard methode)	-0.17	0.81	-4.51	3.67	0.39	1.26	-2.36	7.68
Brienoordbrug gemiddeld (standaard methode)	-0.13	0.49	-3.81	2.34	0.10	0.52	-2.53	5.97
Spijkenisse gemiddeld (standaard methode)	0.57	1.42	-2.89	12.06	2.19	3.22	0.01	11.96
Beerenplaat linker oever	0.34	0.88	-1.62	9.41	1.32	2.50	0.00	10.98
Zuidland	0.07	0.17	-1.97	3.34	0.12	0.44	0.01	7.51
Inloop Spui 100	0.05	0.07	-0.42	1.49	0.06	0.06	-0.28	0.28
Inloop Spui 500	0.05	0.07	-0.54	1.49	0.06	0.06	-0.40	0.26
Middelharnis Meetboei 200	0.04	0.04	-0.02	0.12	0.05	0.05	0.00	0.12
Middelharnis Meetboei 800	0.04	0.04	-0.03	0.12	0.05	0.05	-0.03	0.12
Middelharnis Meetboei 1500	0.03	0.04	-0.07	0.12	0.05	0.05	-0.06	0.12
Krimpen ad IJssel gemiddeld (standaard methode)	0.02	0.17	-2.20	0.67	0.09	0.25	-1.93	2.80
Kinderdijk Linkeroever	0.05	0.15	-1.94	0.79	0.07	0.18	-1.73	2.89
Mean_stations	0.74	1.03	-1.48	3.97	1.27	1.60	-0.40	5.28
RMS_stations	2.42	2.57	2.14	6.36	3.39	3.57	1.67	7.61

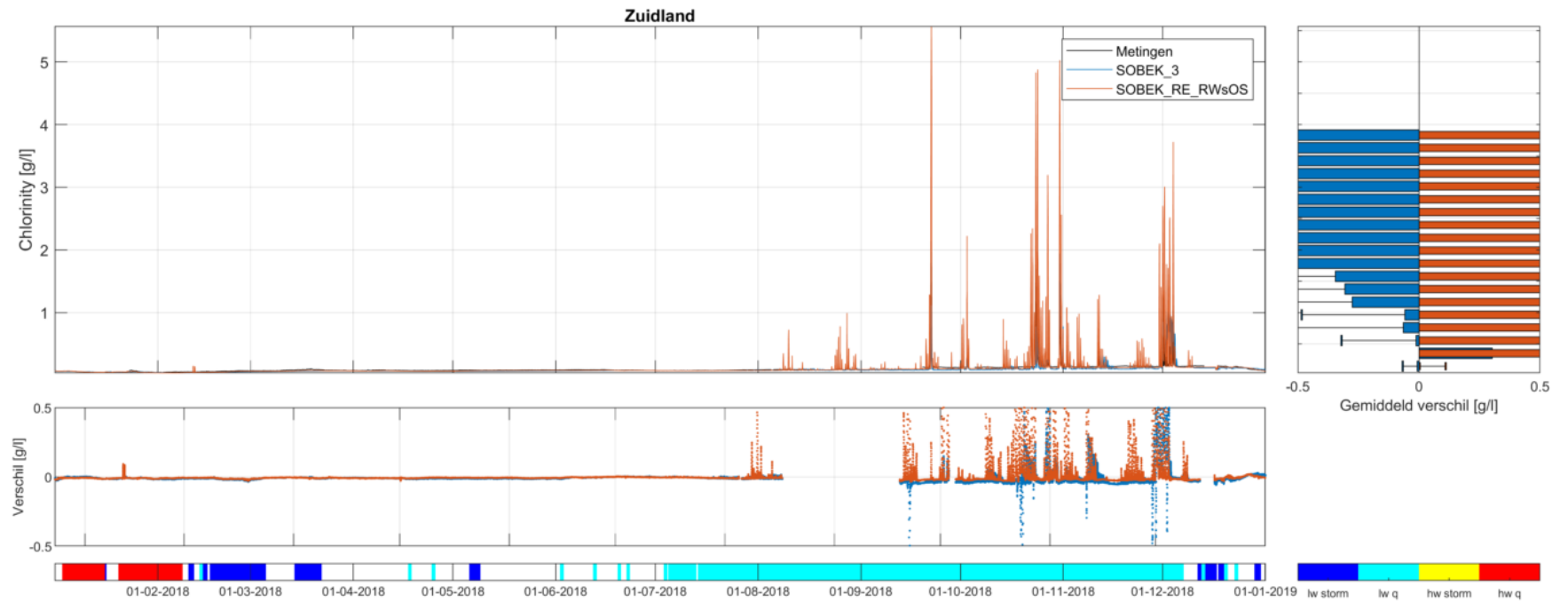


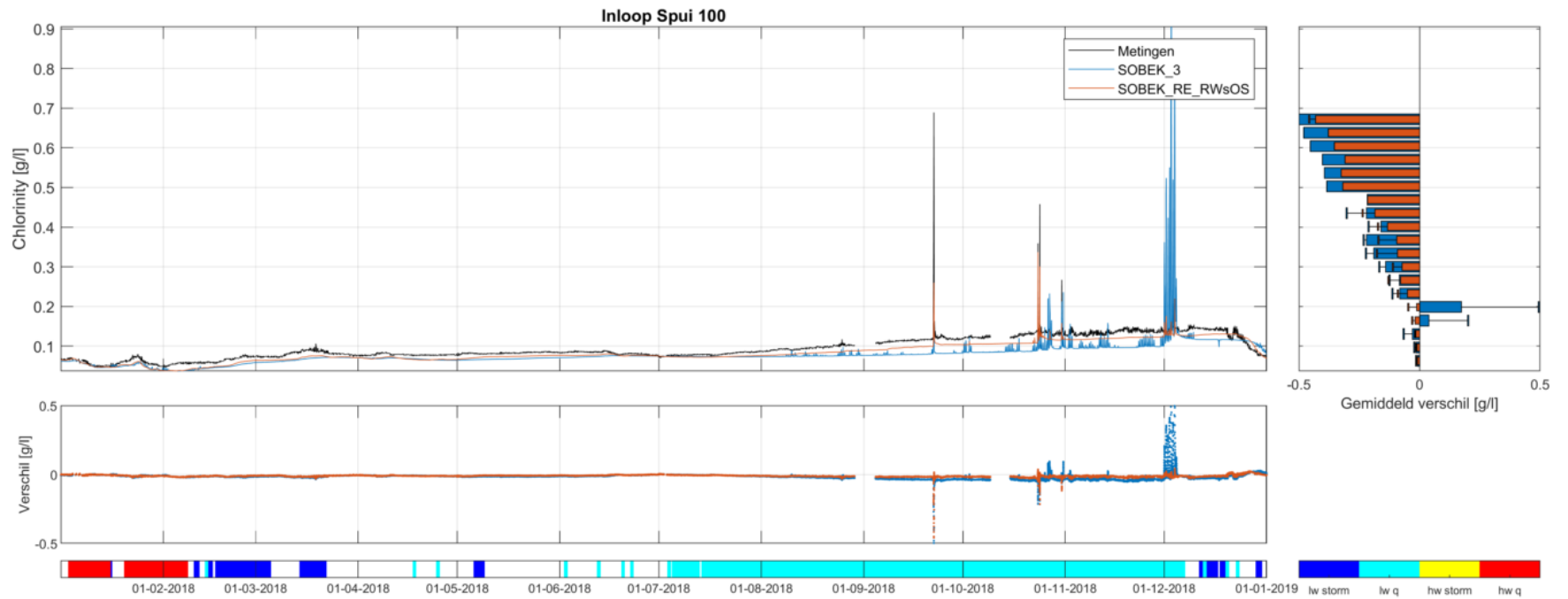


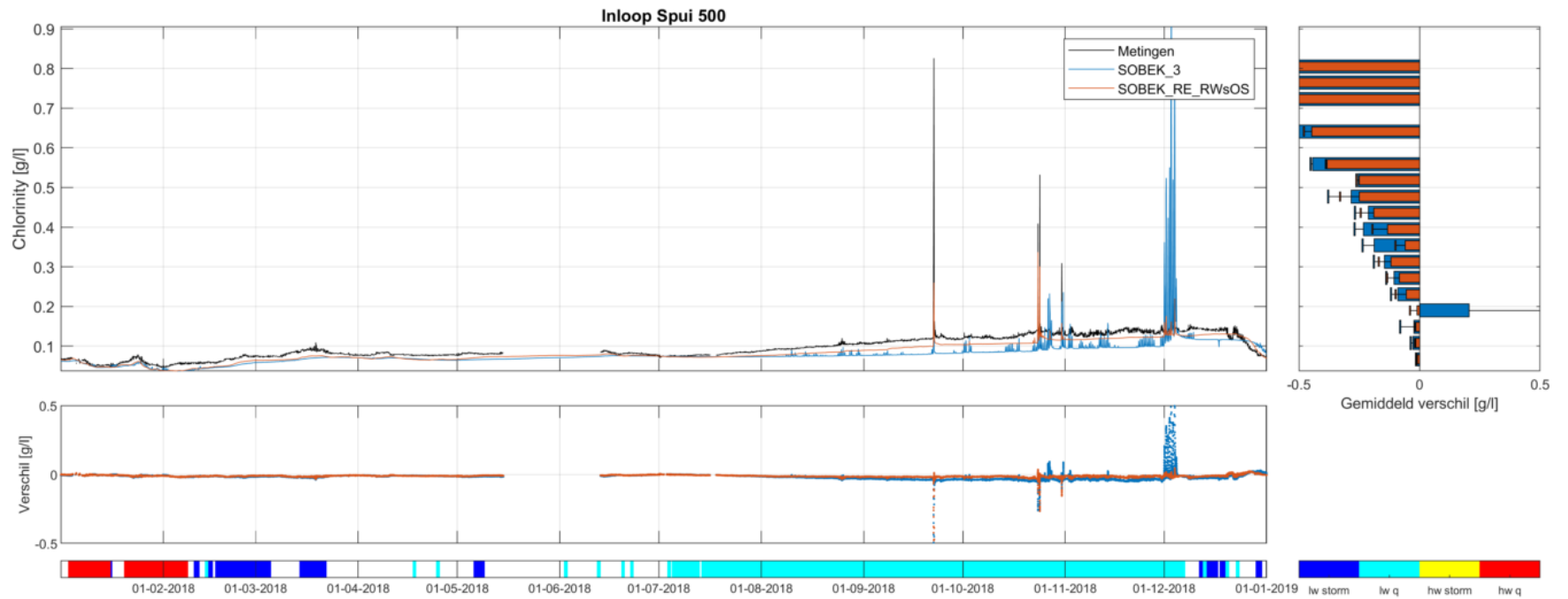


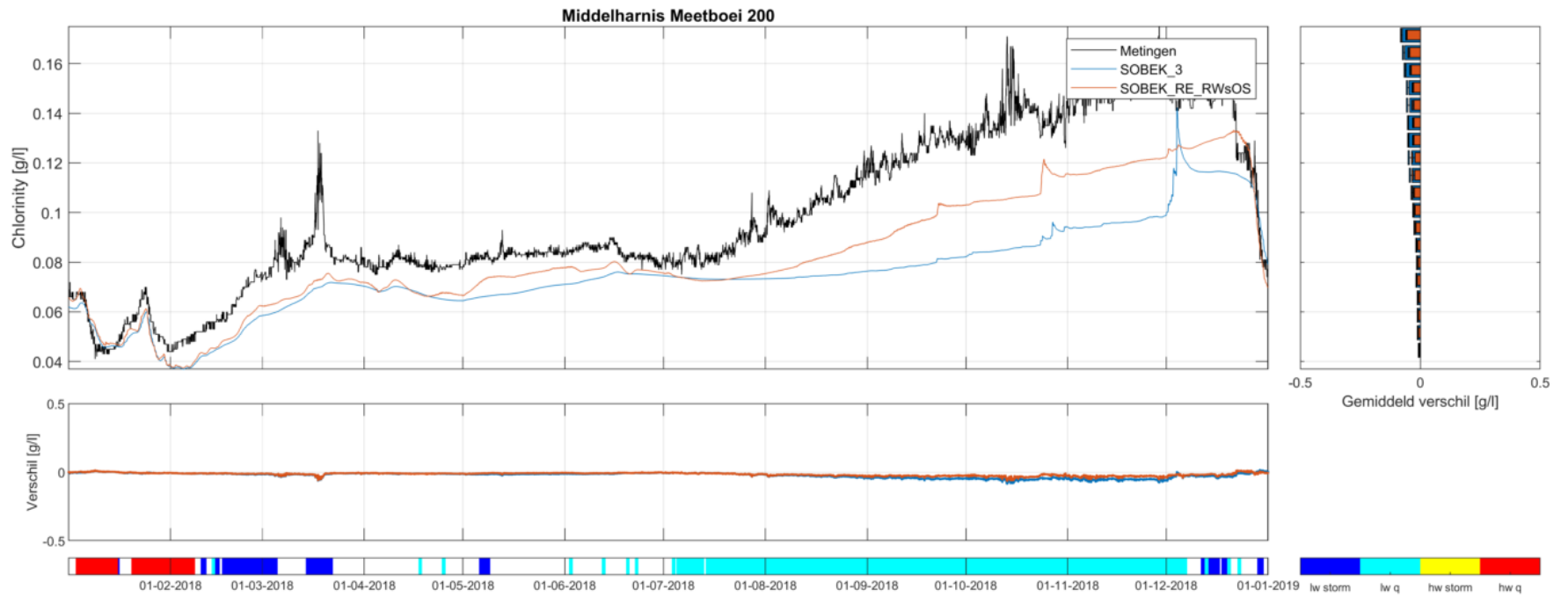


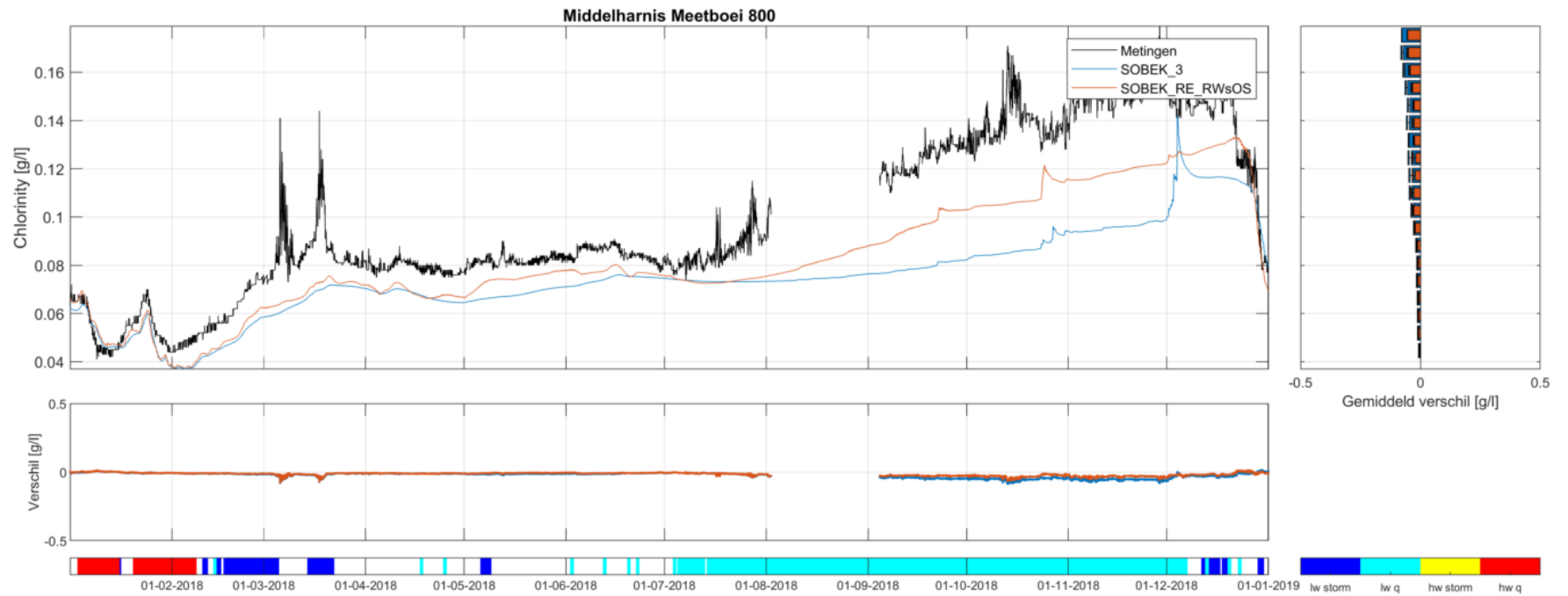


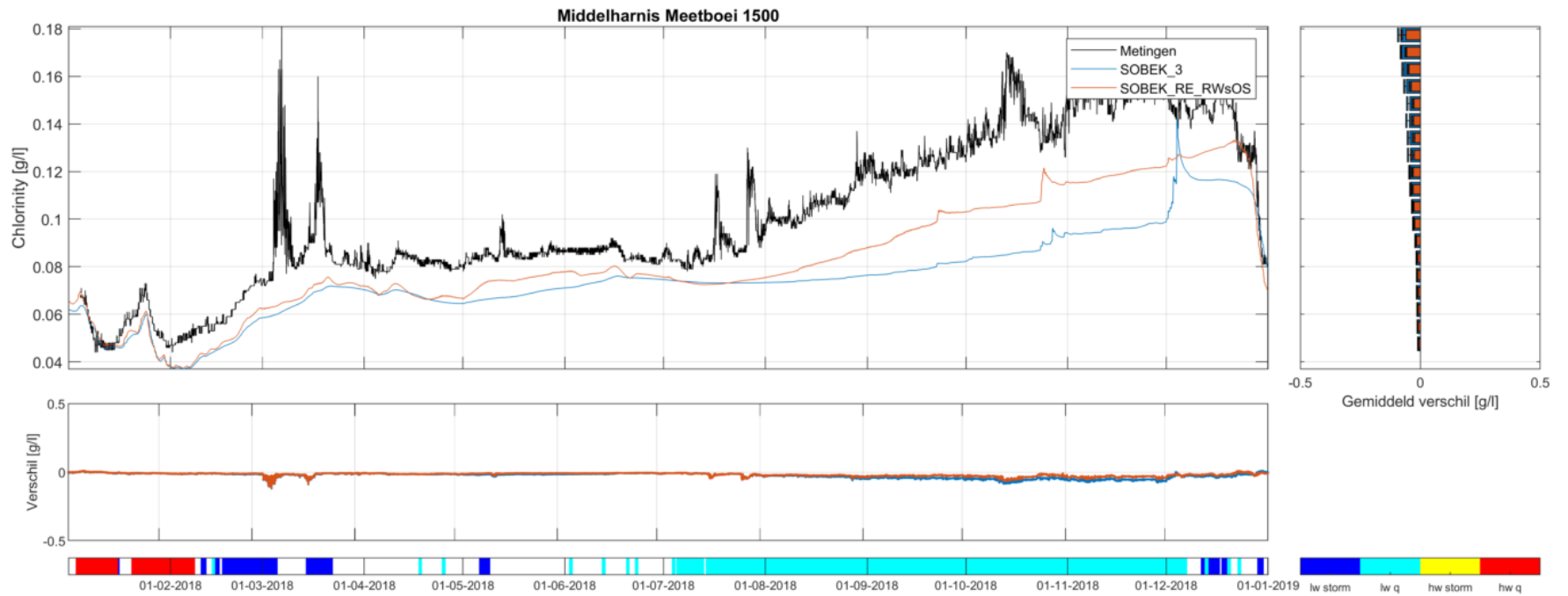


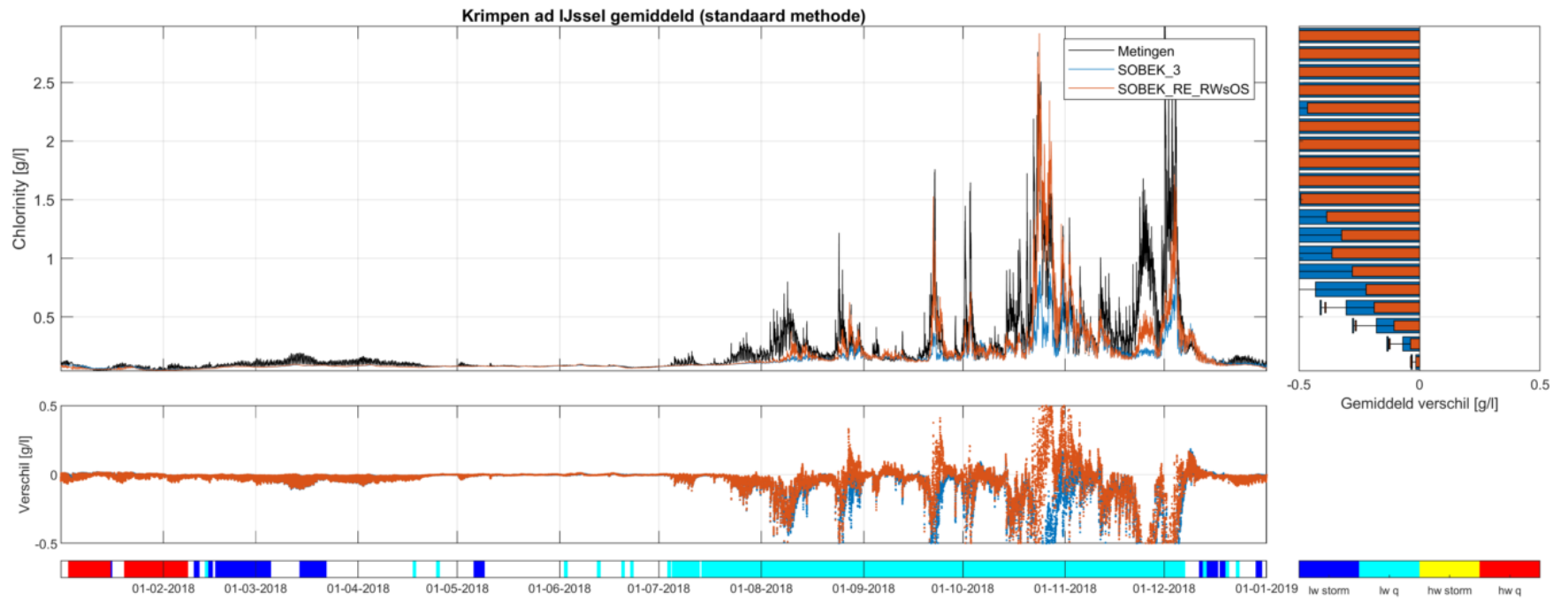


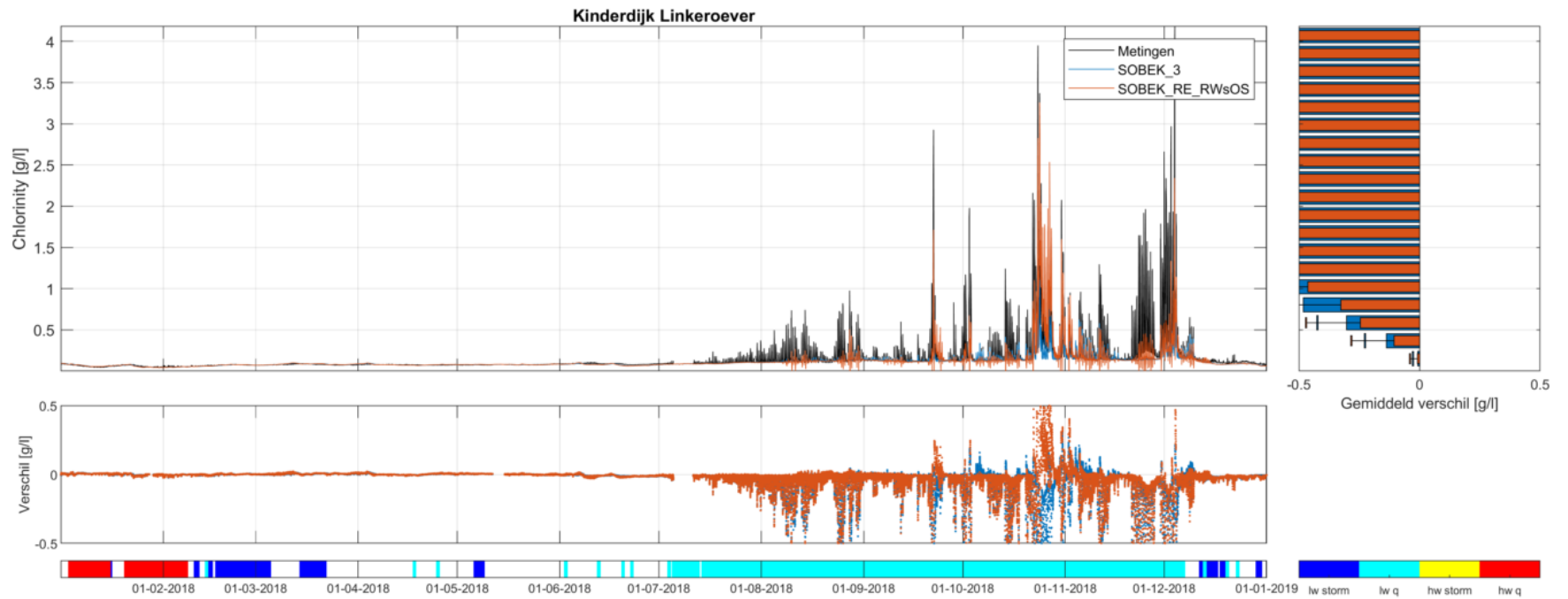






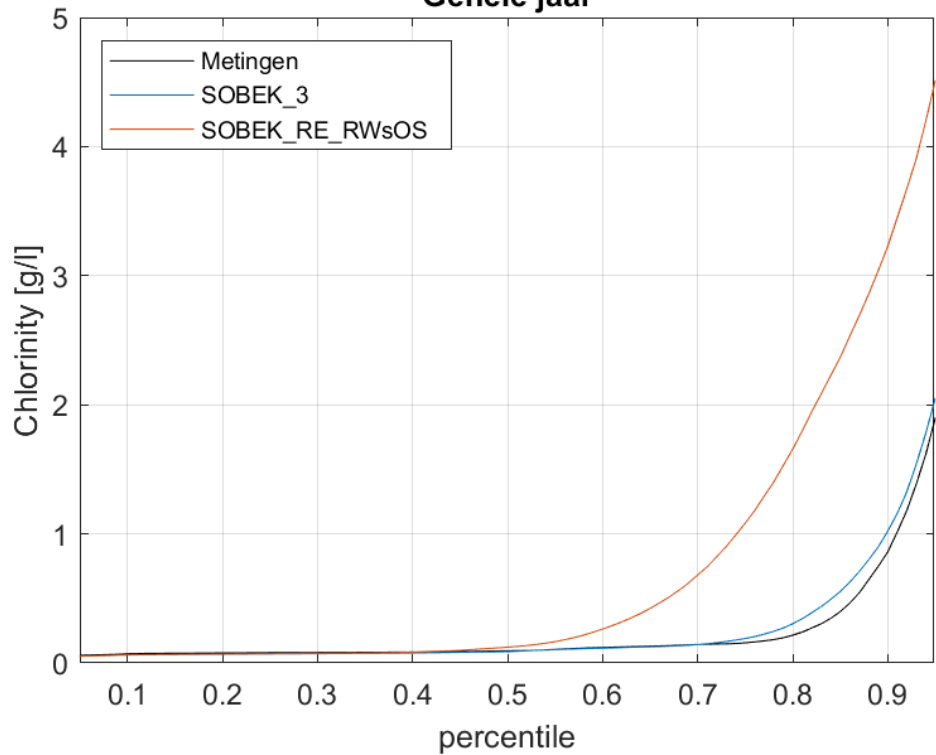




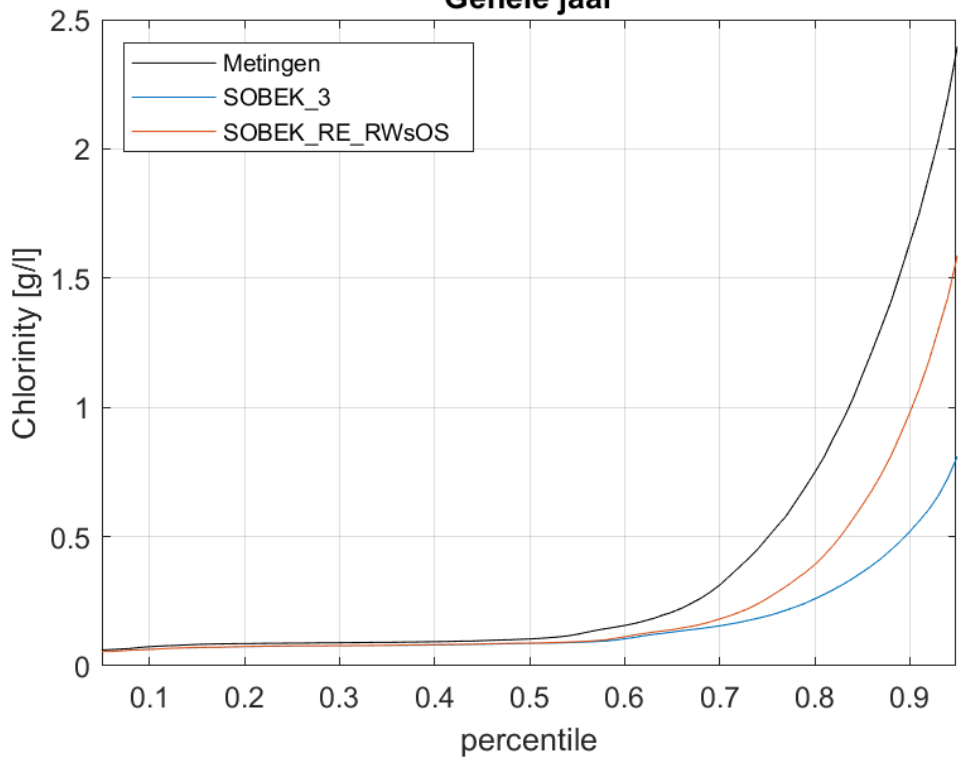


A.8 Zoutmodellering – percentielen

**Percentiles Beerenplaat linker oever
Gehele jaar**

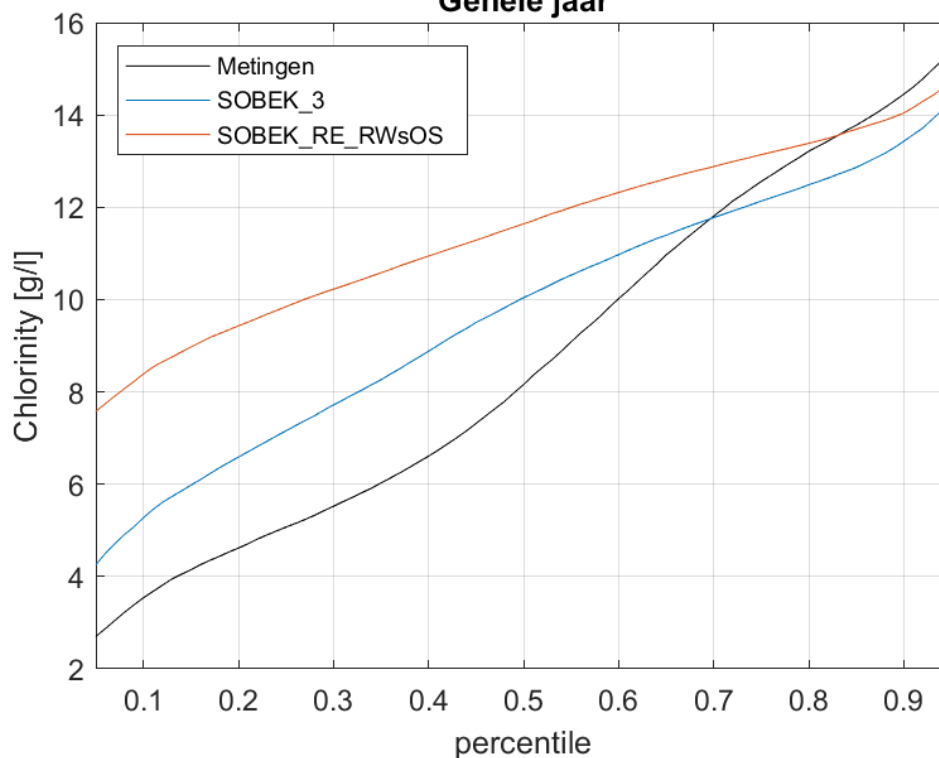


**Percentiles Brienoordbrug gemiddeld (standaard methode)
Gehele jaar**



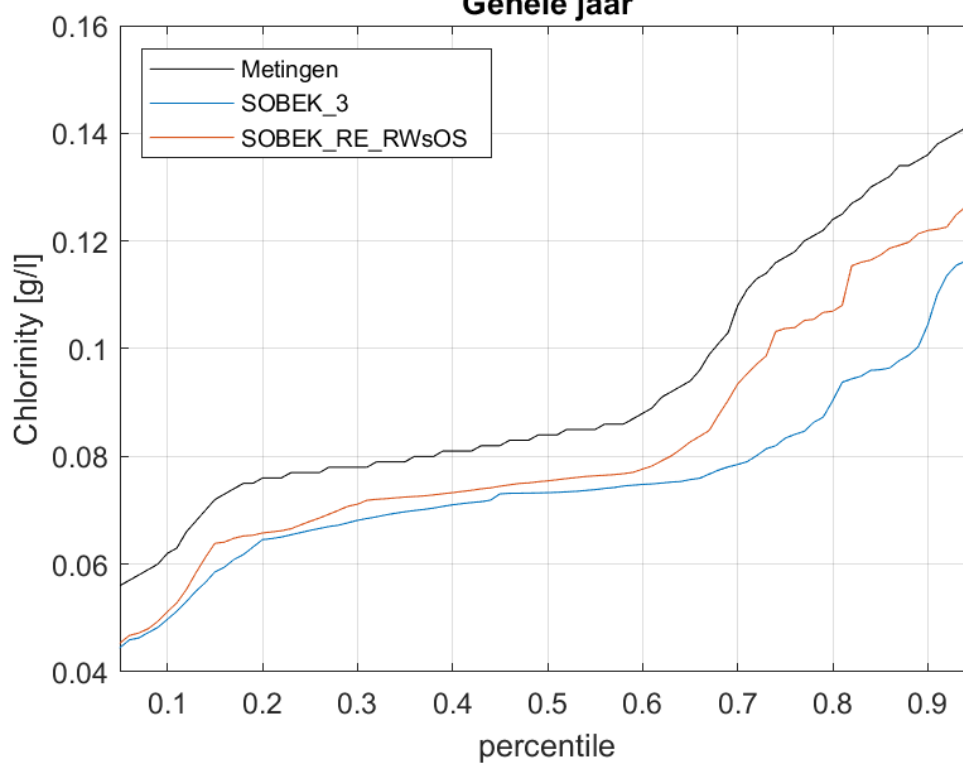
Percentiles Hoek van Holland gemiddeld (aangepaste methode)

Gehele jaar

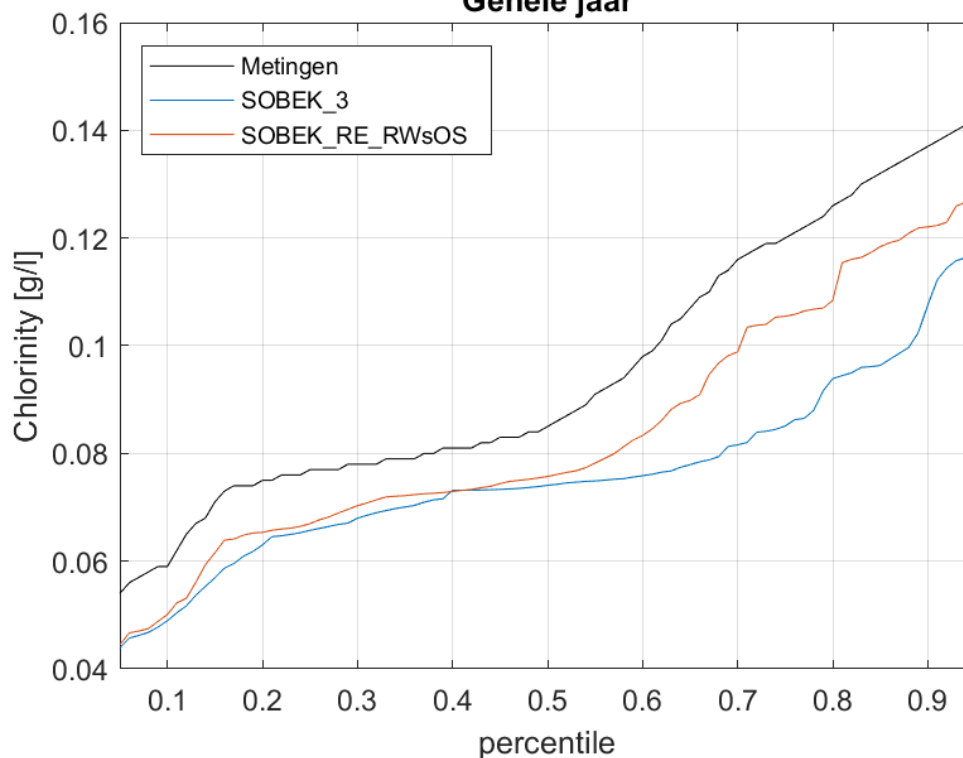


Percentiles Inloop Spui 100

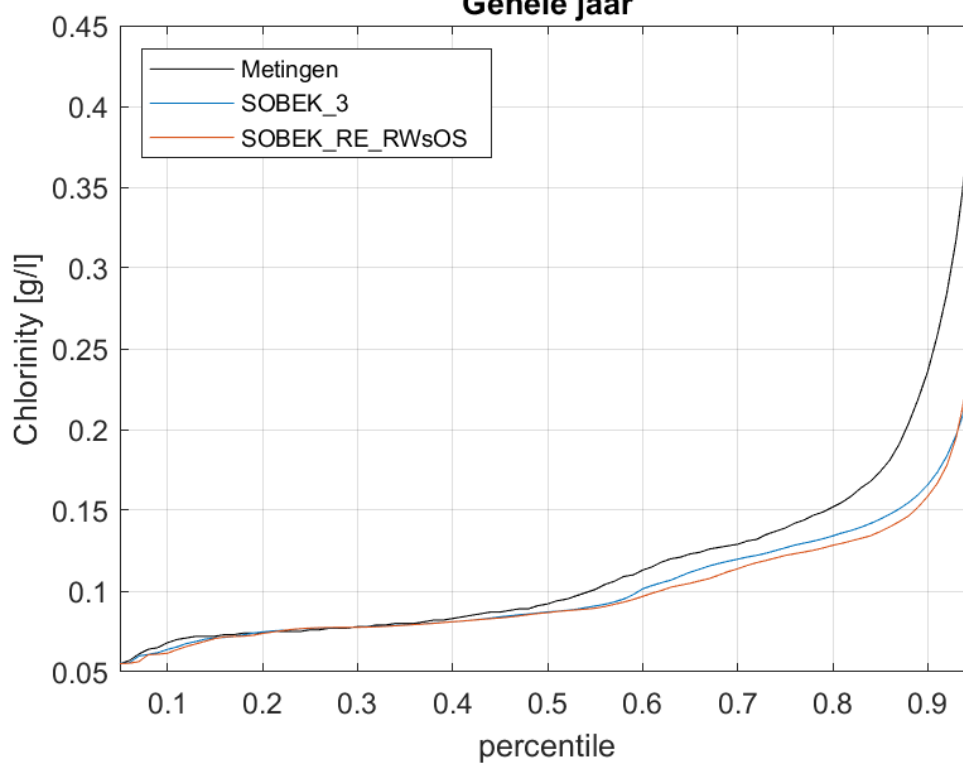
Gehele jaar



Percentiles Inloop Spui 500 Gehele jaar

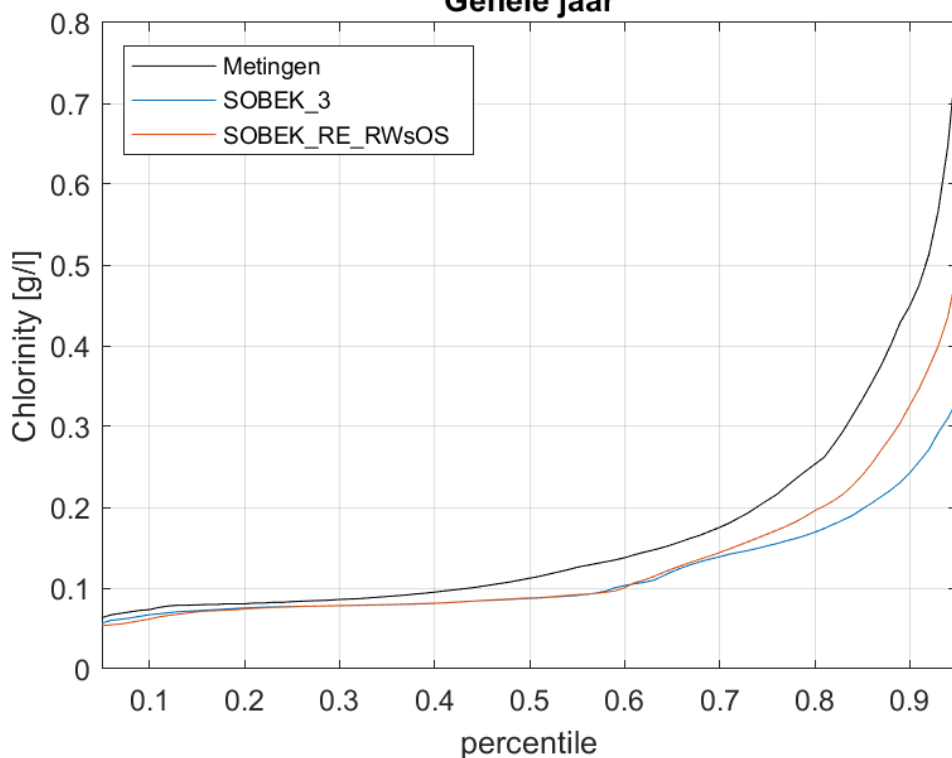


Percentiles Kinderdijk Linkeroever Gehele jaar



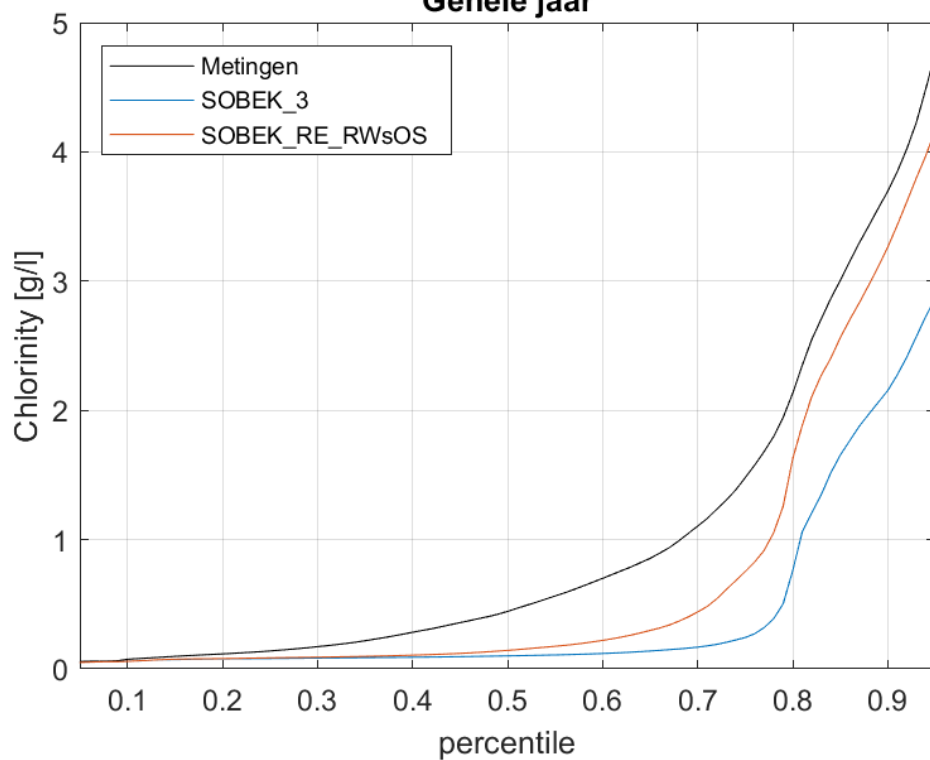
Percentiles Krimpen ad IJssel gemiddeld (standaard methode)

Gehele jaar



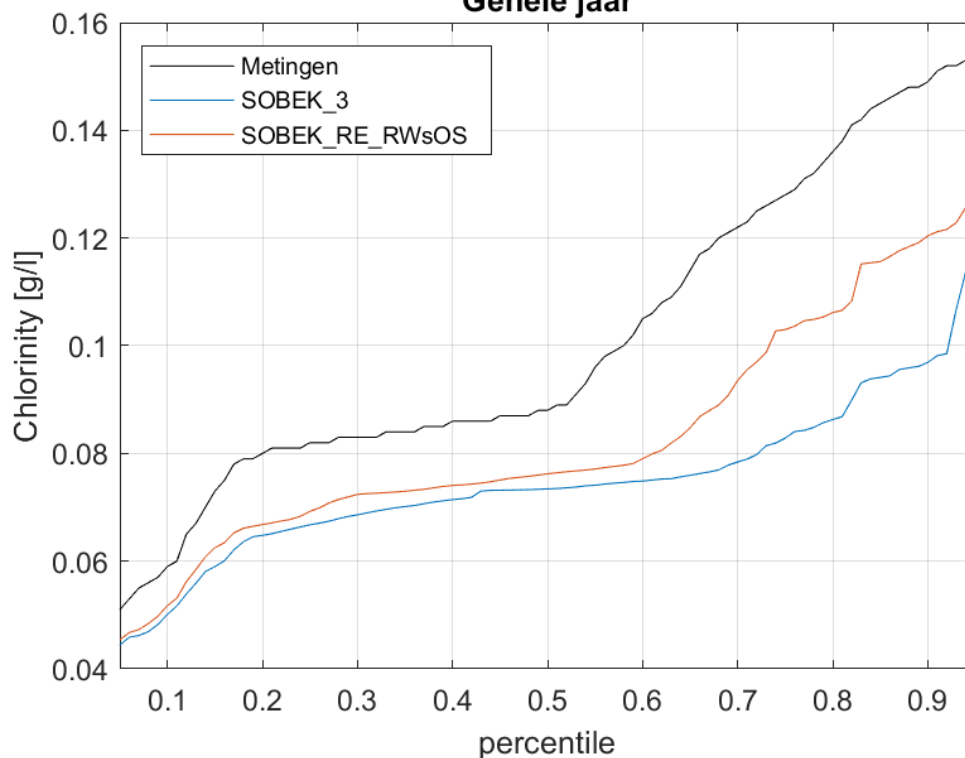
Percentiles Lekhaven gemiddeld (standaard methode)

Gehele jaar



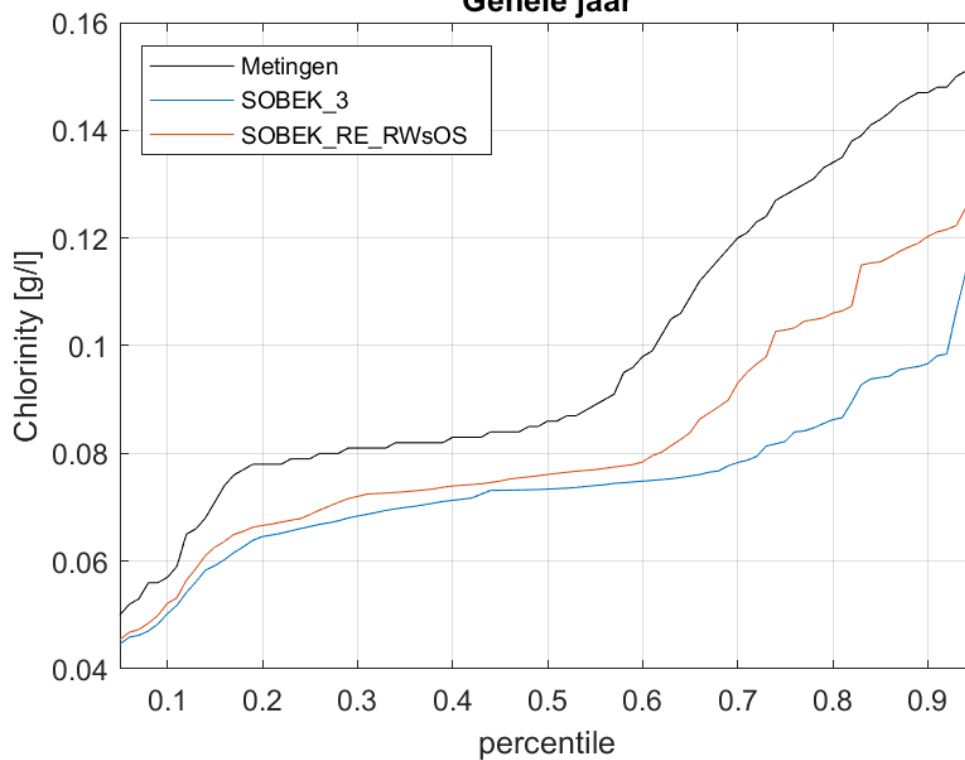
Percentiles Middelharnis Meetboei 1500

Gehele jaar



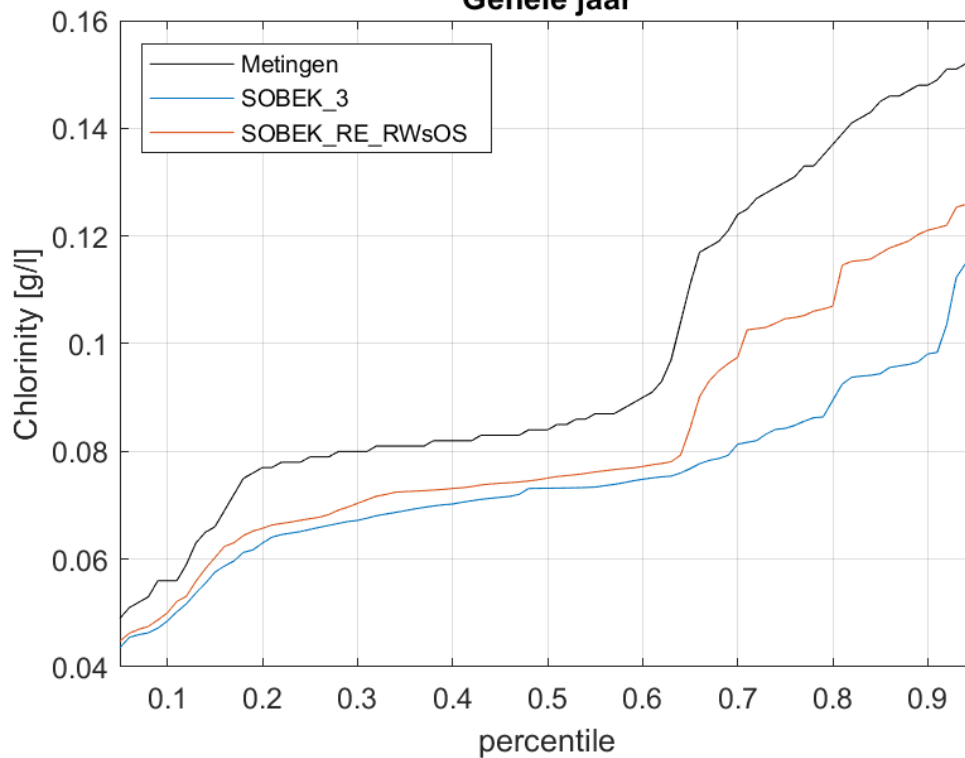
Percentiles Middelharnis Meetboei 200

Gehele jaar



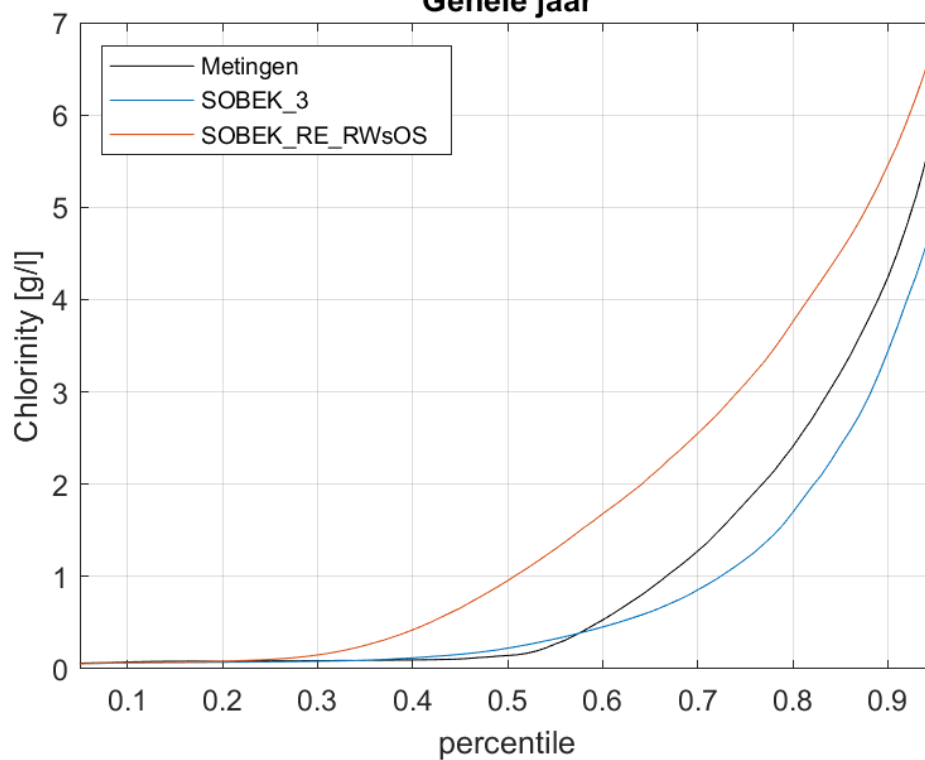
Percentiles Middelharnis Meetboei 800

Gehele jaar

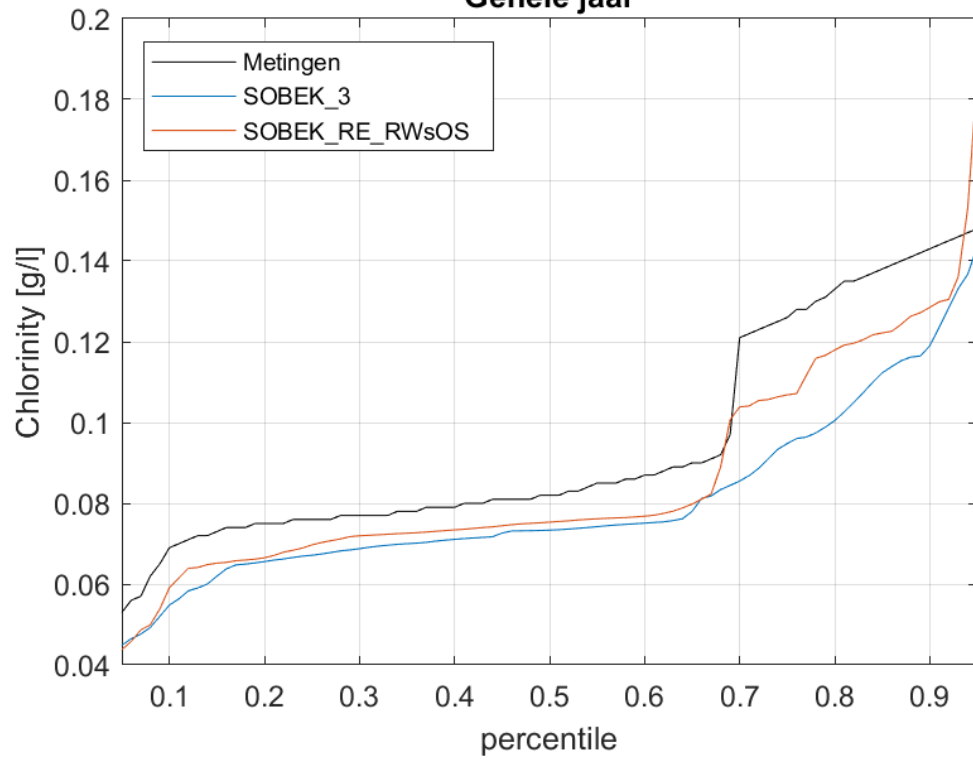


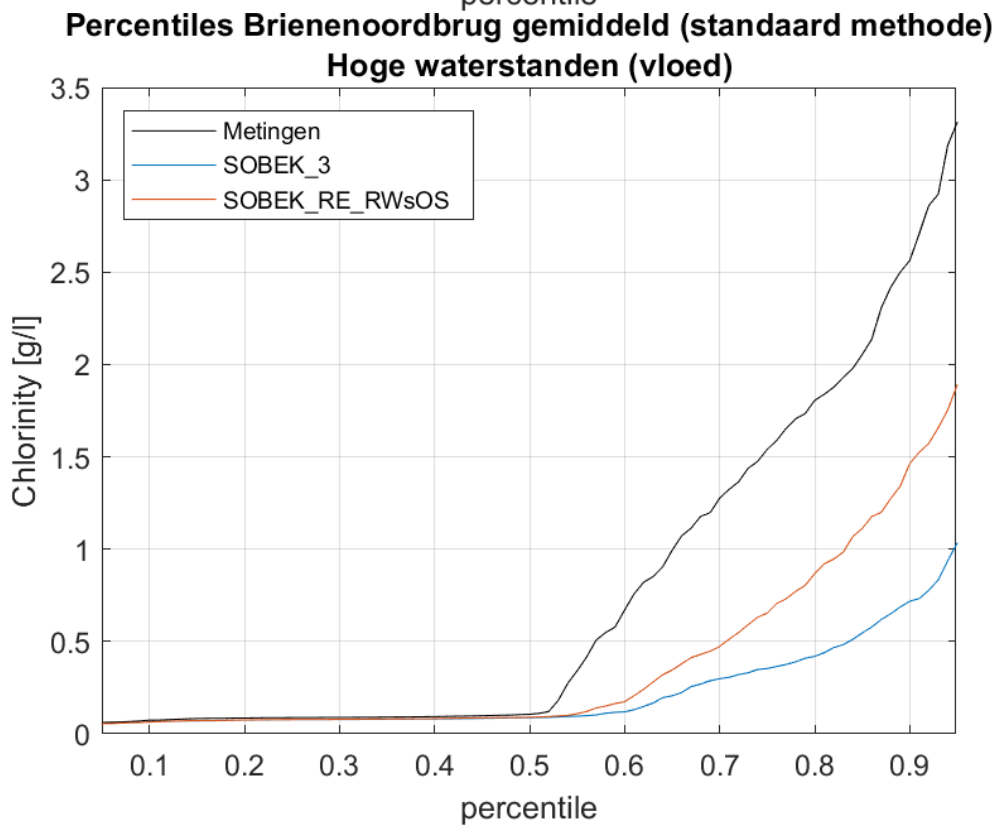
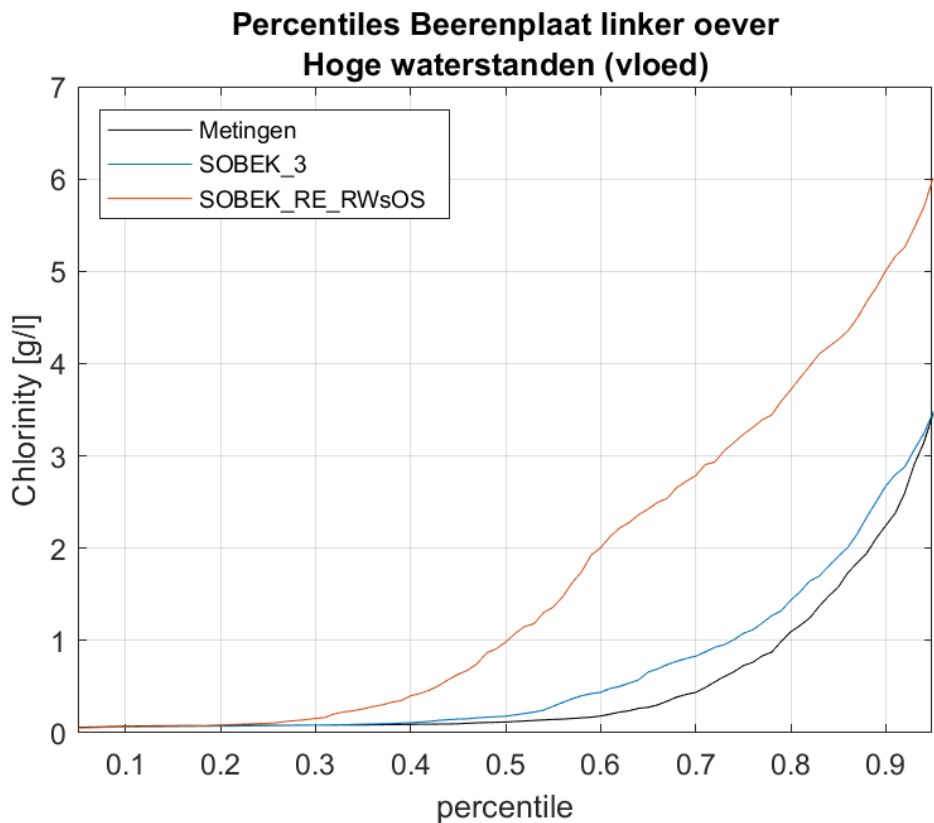
Percentiles Spijkenisse gemiddeld (standaard methode)

Gehele jaar

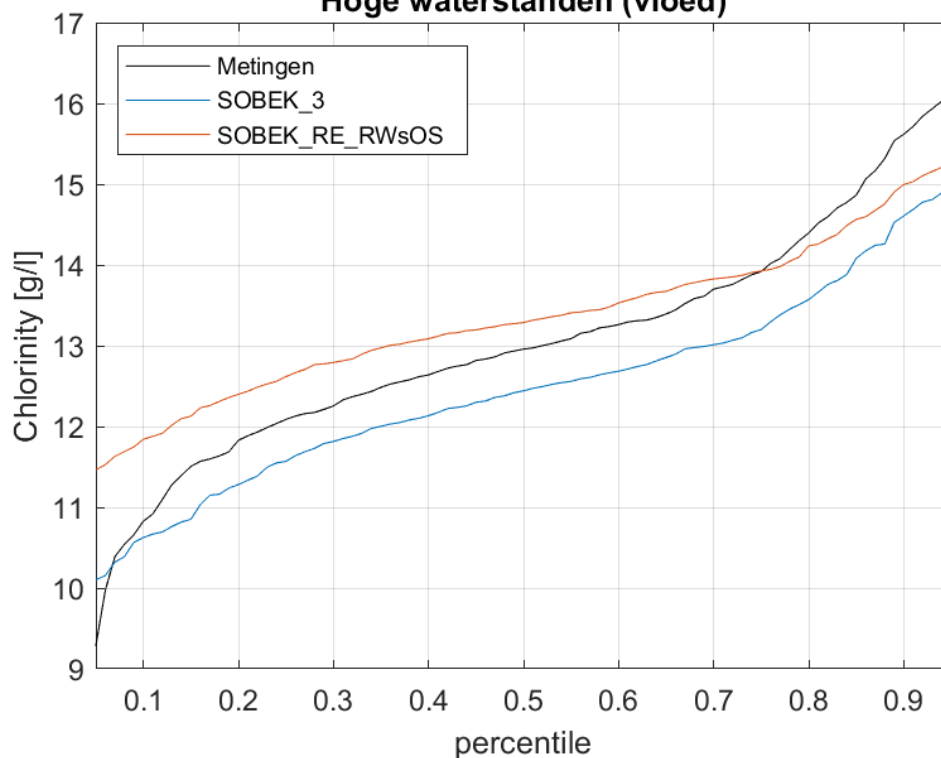


Percentiles Zuidland Gehele jaar

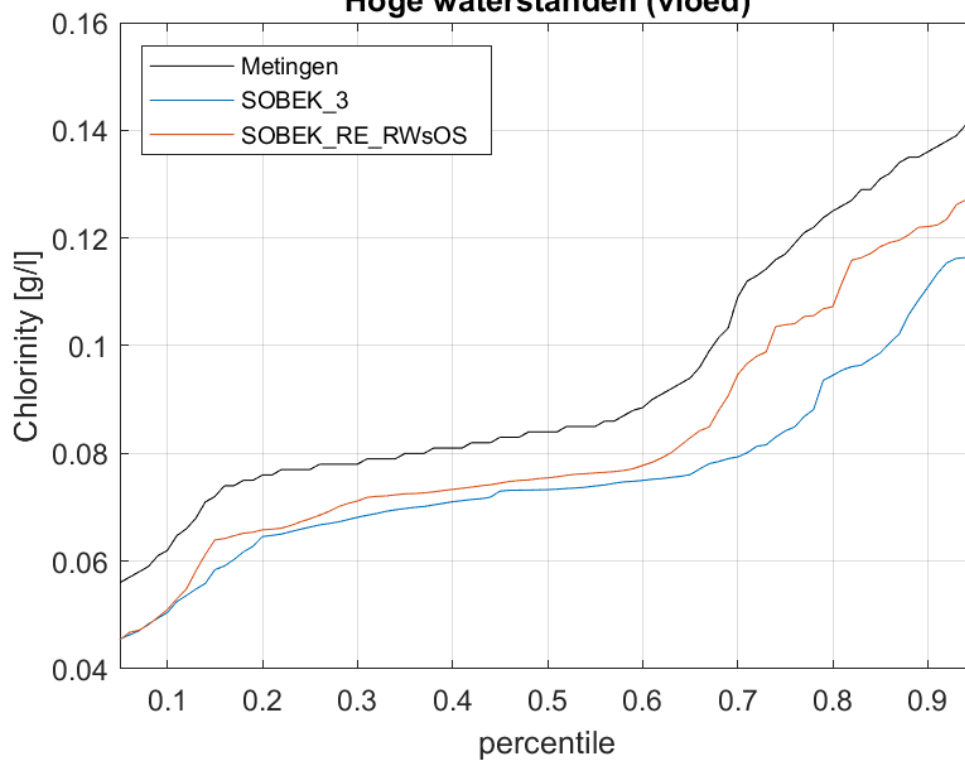




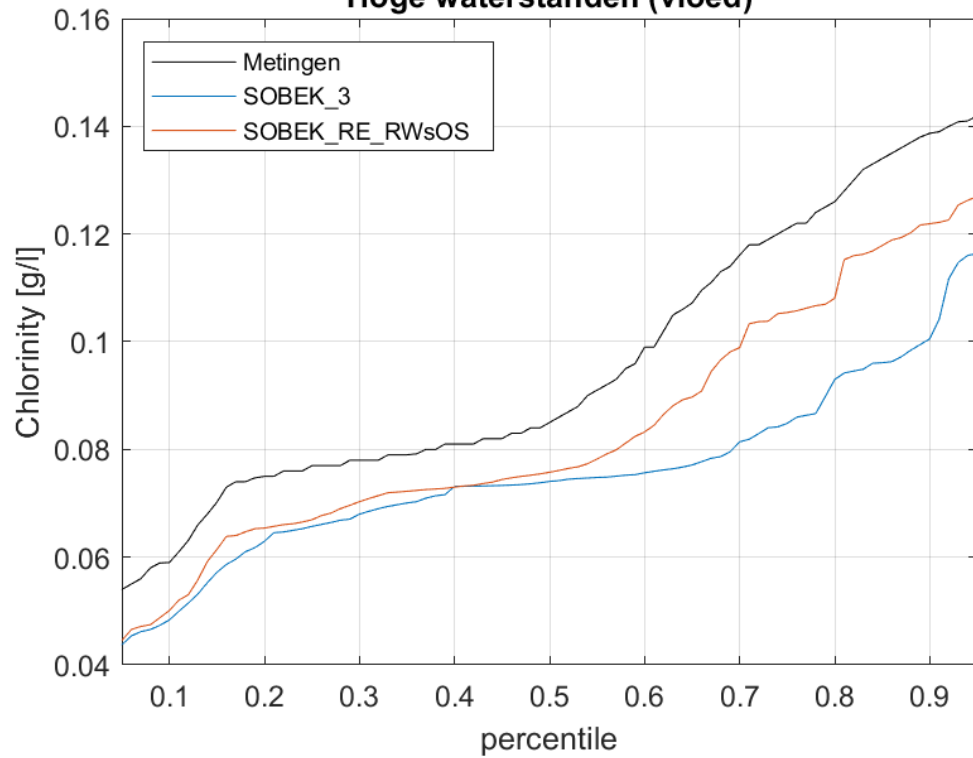
Percentiles Hoek van Holland gemiddeld (aangepaste methode) Hoge waterstanden (vloed)



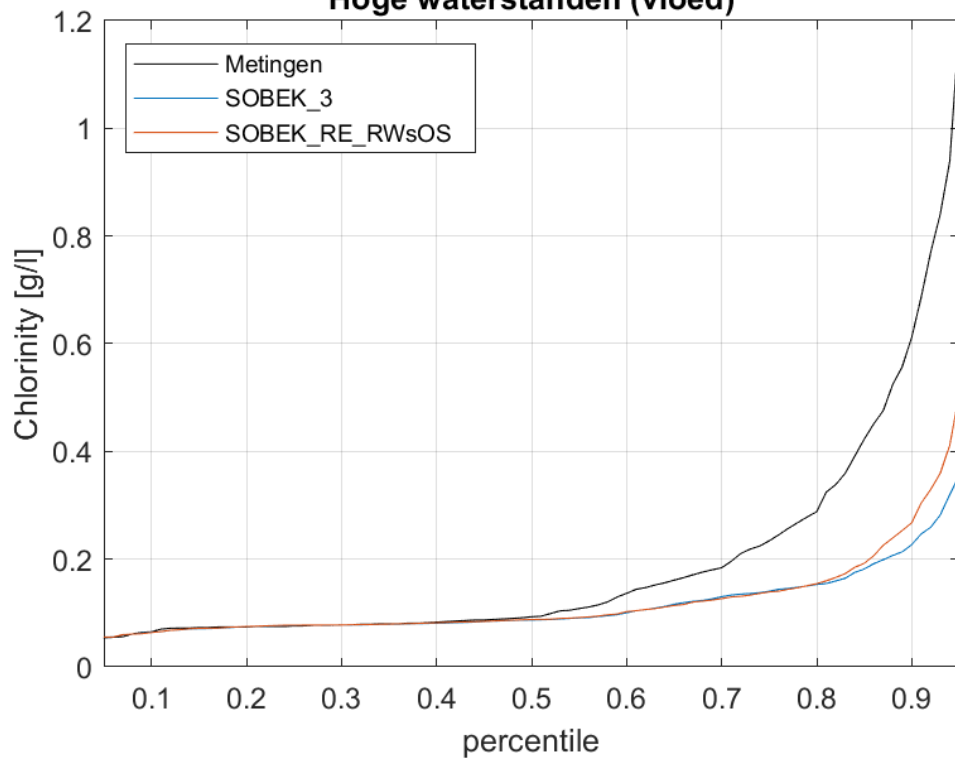
Percentiles Inloop Spui 100 Hoge waterstanden (vloed)



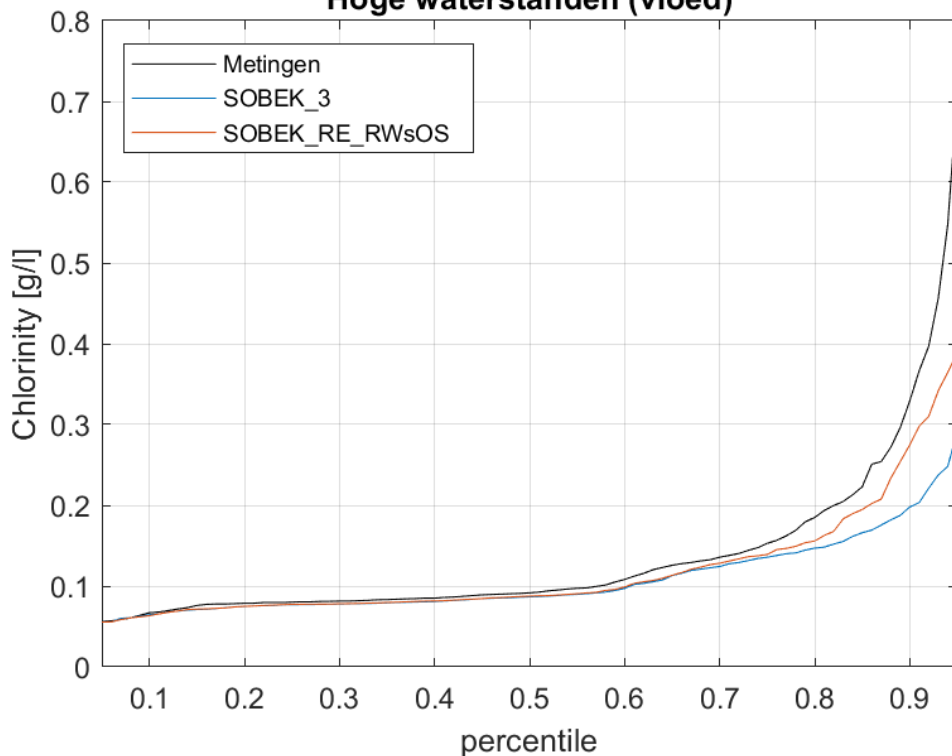
Percentiles Inloop Spui 500 Hoge waterstanden (vloed)



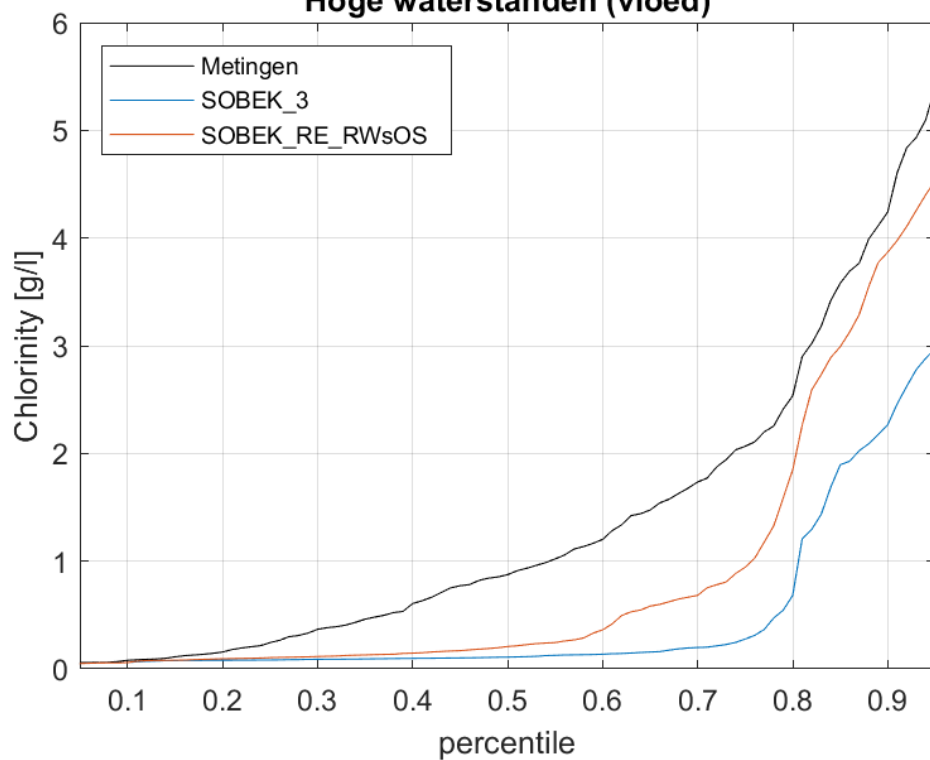
Percentiles Kinderdijk Linkeroever Hoge waterstanden (vloed)



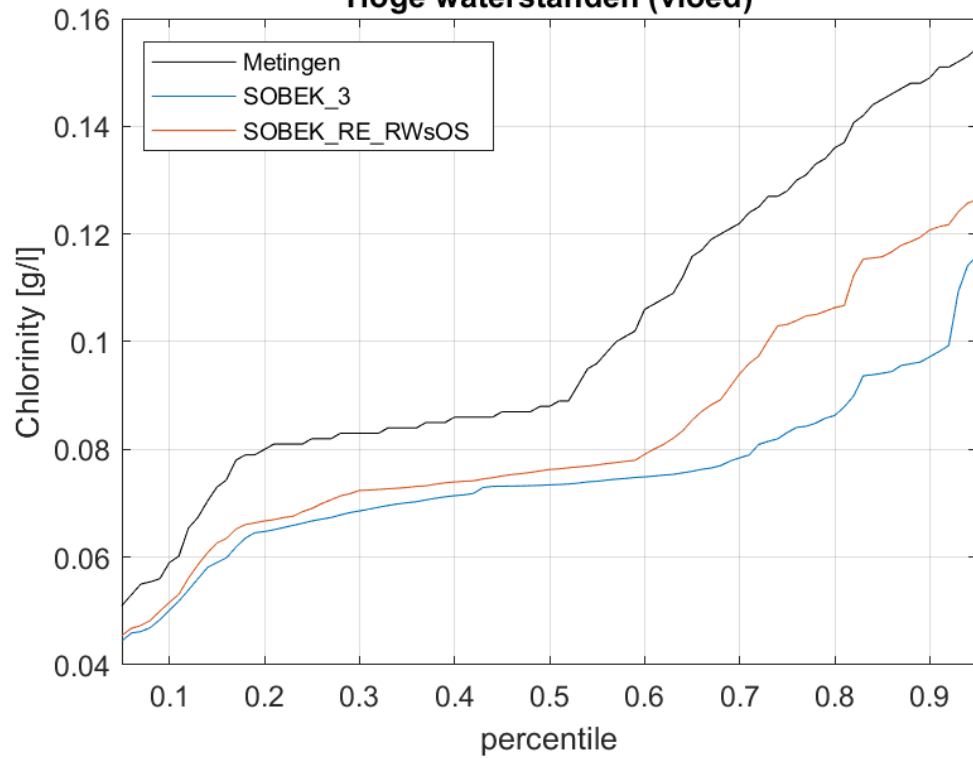
Percentiles Krimpen ad IJssel gemiddeld (standaard methode) Hoge waterstanden (vloed)



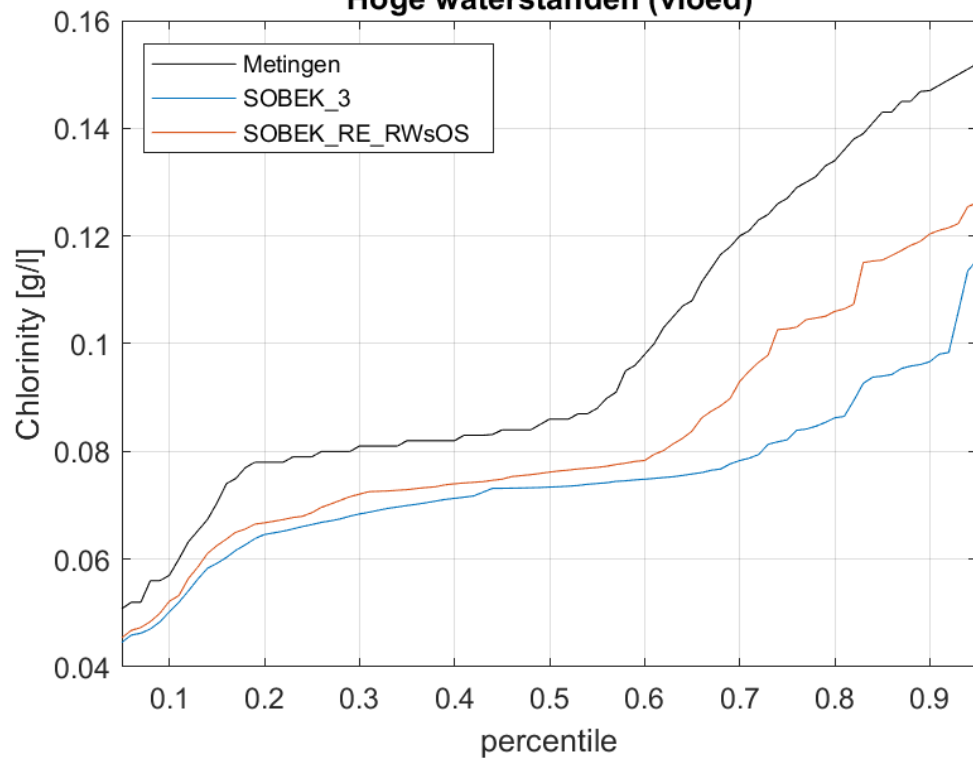
Percentiles Lekhaven gemiddeld (standaard methode) Hoge waterstanden (vloed)



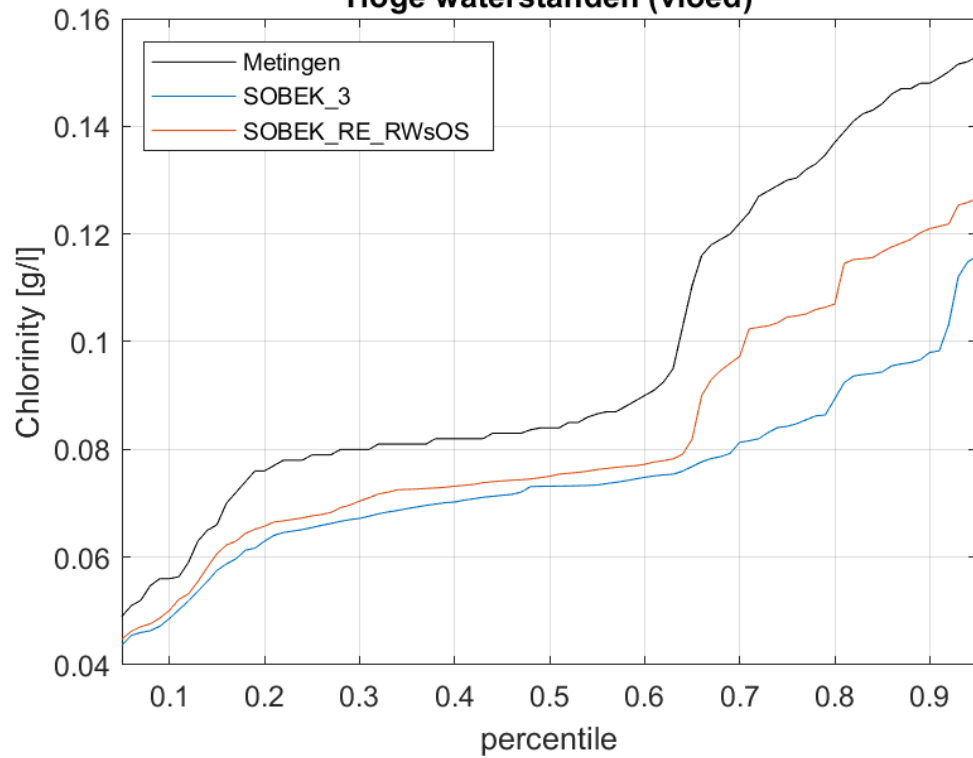
Percentiles Middelharnis Meetboei 1500 Hoge waterstanden (vloed)



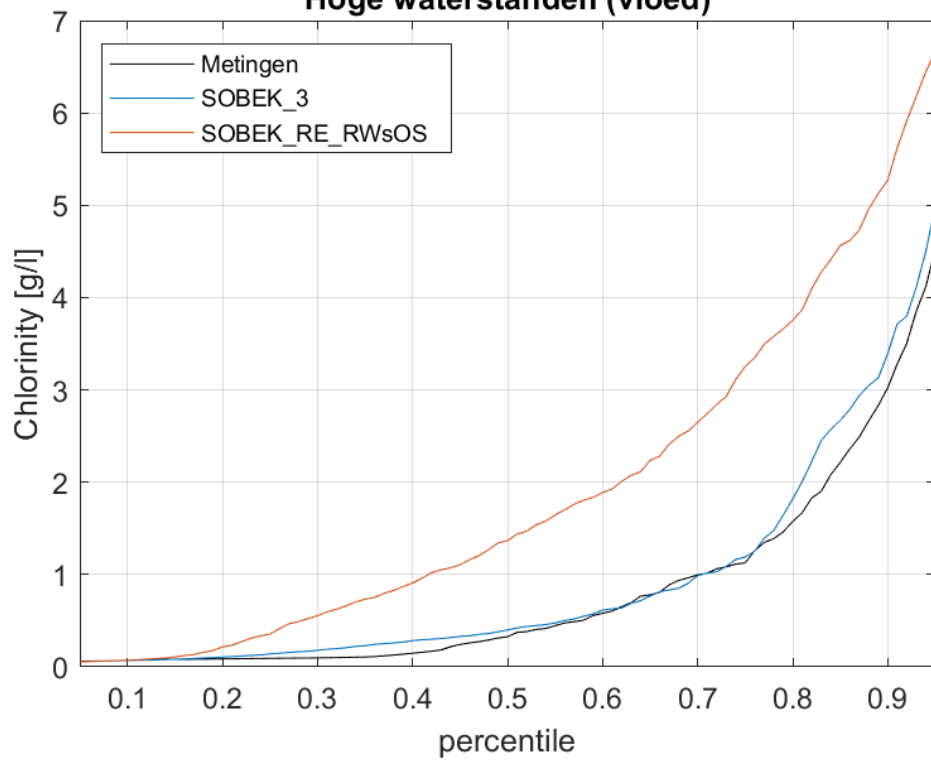
Percentiles Middelharnis Meetboei 200 Hoge waterstanden (vloed)



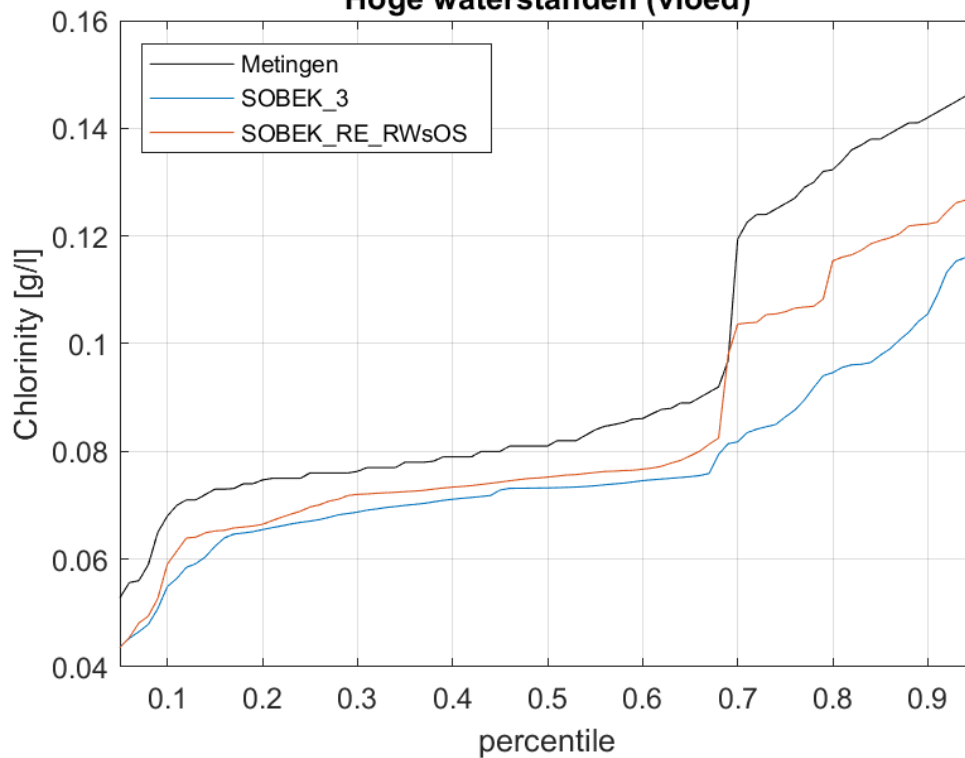
Percentiles Middelharnis Meetboei 800 Hoge waterstanden (vloed)

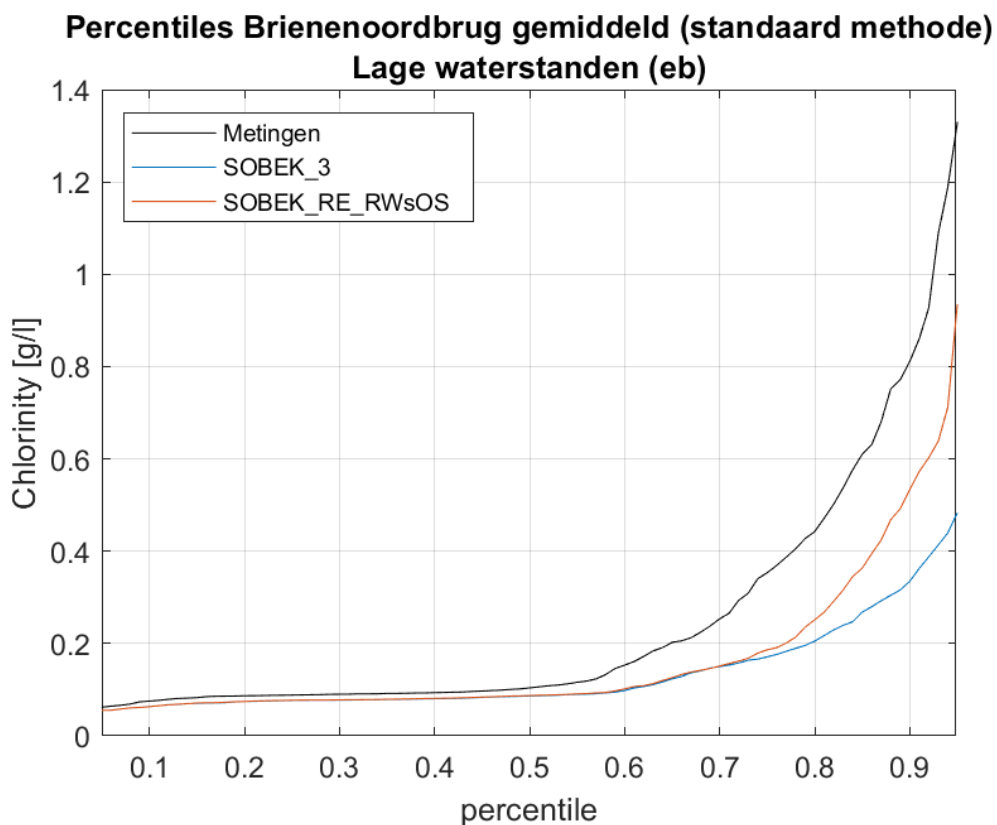
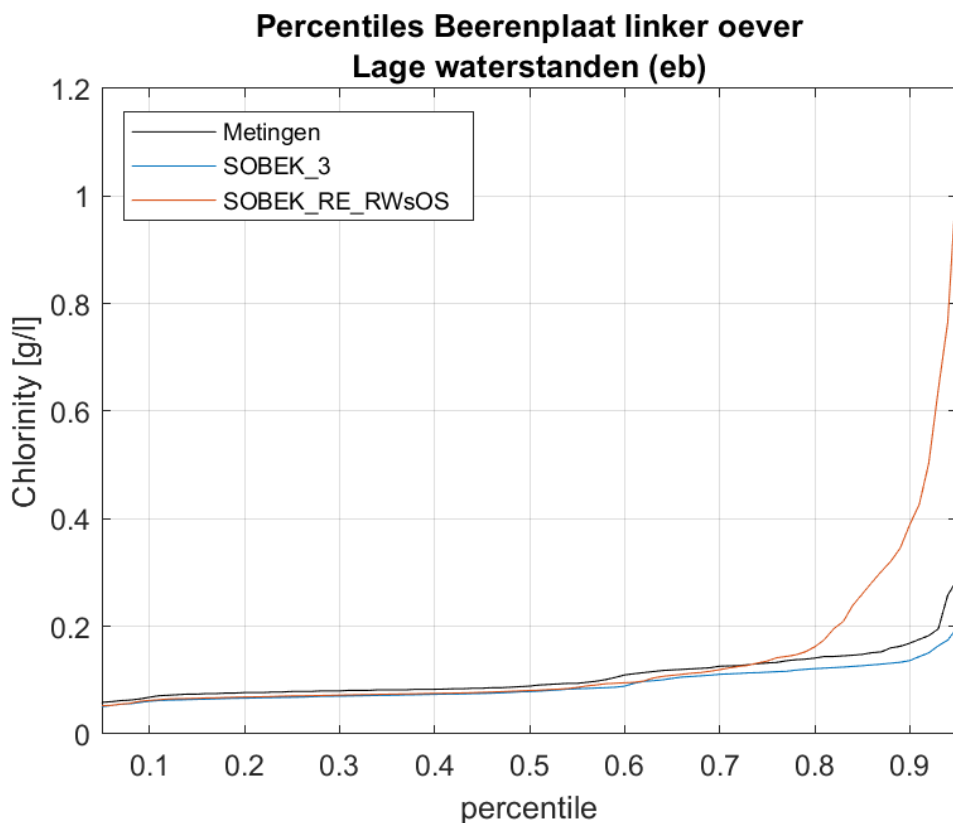


Percentiles Spijkenisse gemiddeld (standaard methode) Hoge waterstanden (vloed)

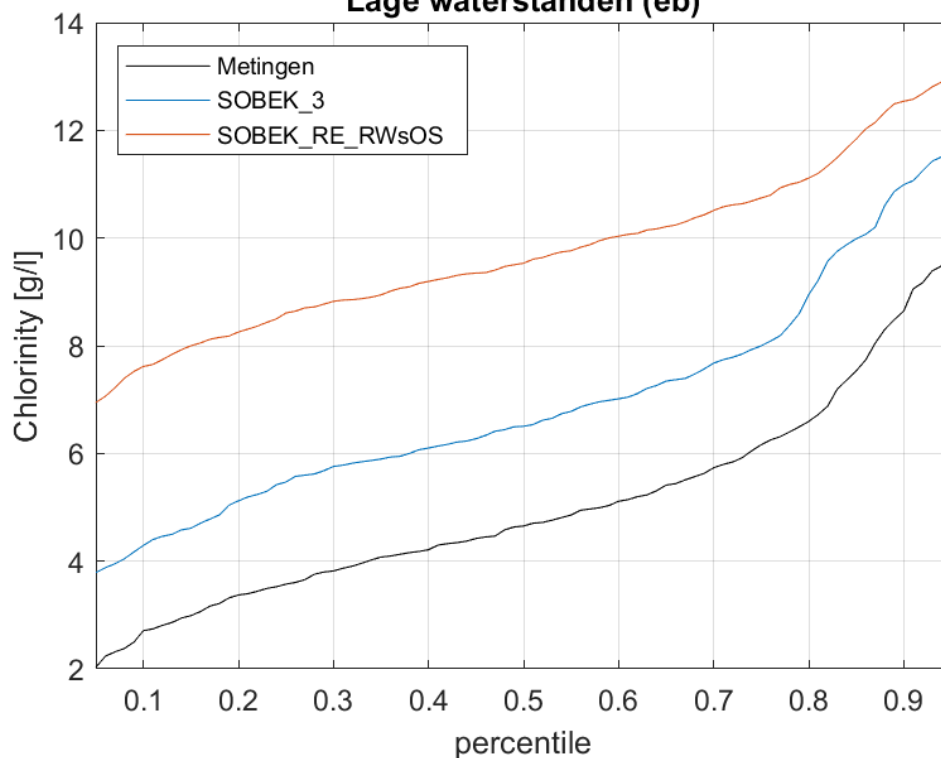


Percentiles Zuidland Hoge waterstanden (vloed)

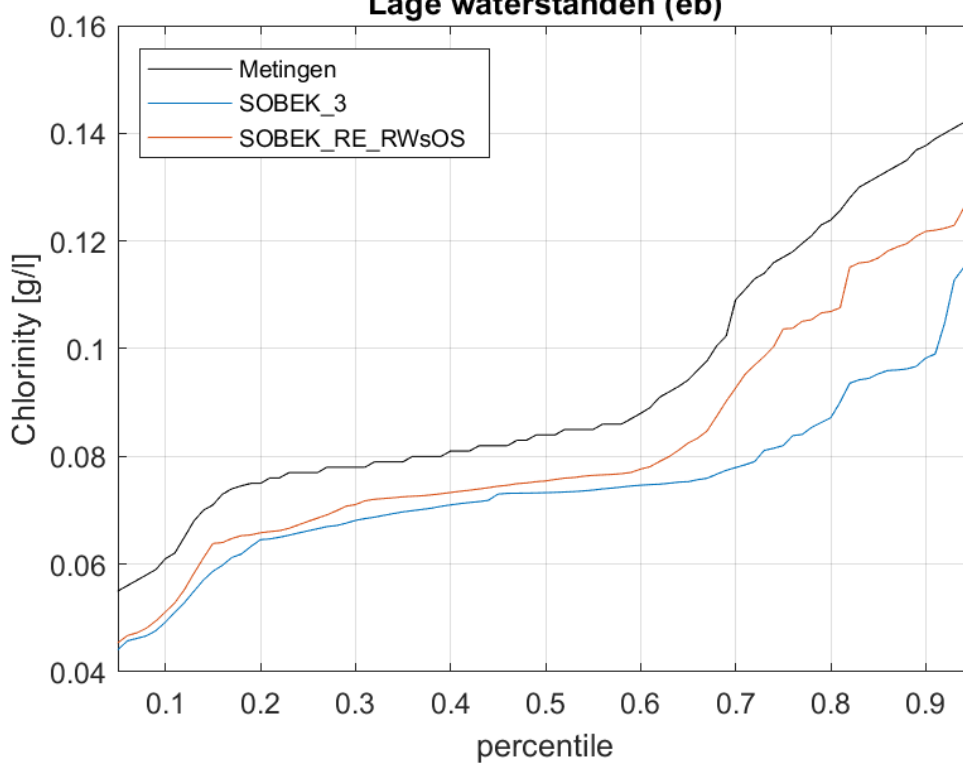




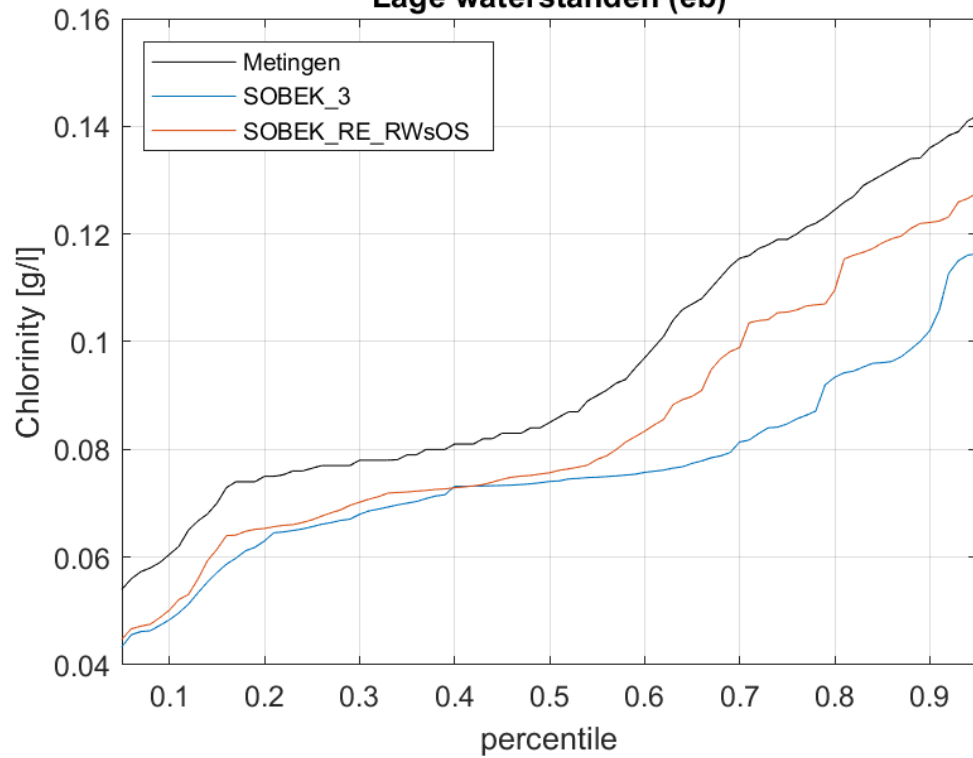
Percentiles Hoek van Holland gemiddeld (aangepaste methode)
Lage waterstanden (eb)



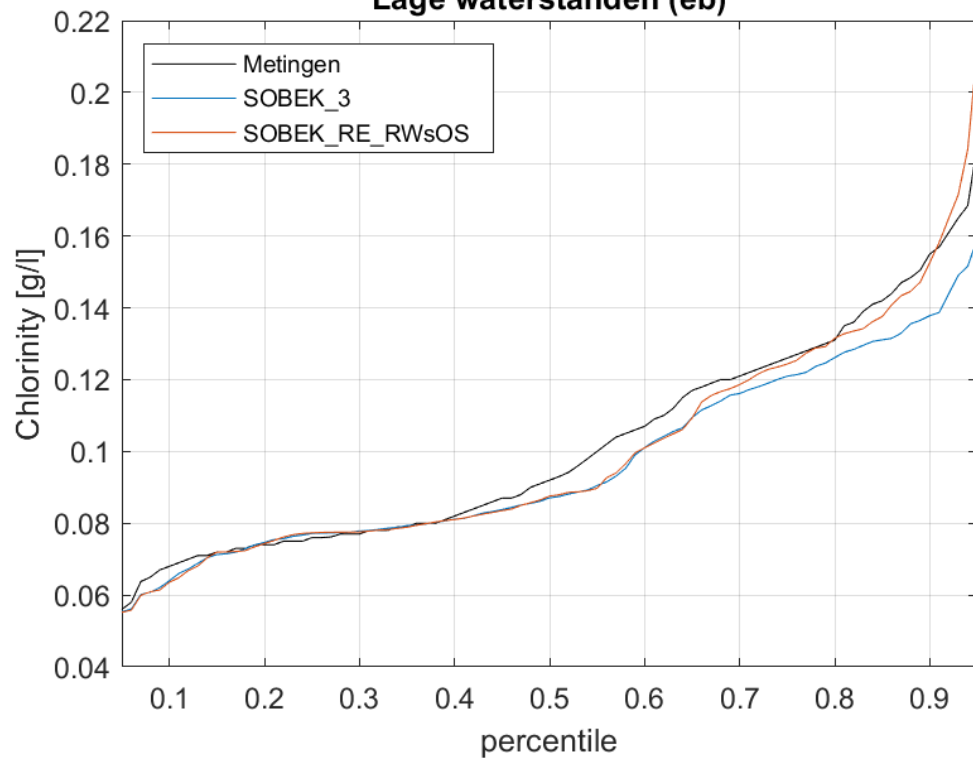
Percentiles Inloop Spui 100
Lage waterstanden (eb)



Percentiles Inloop Spui 500 Lage waterstanden (eb)

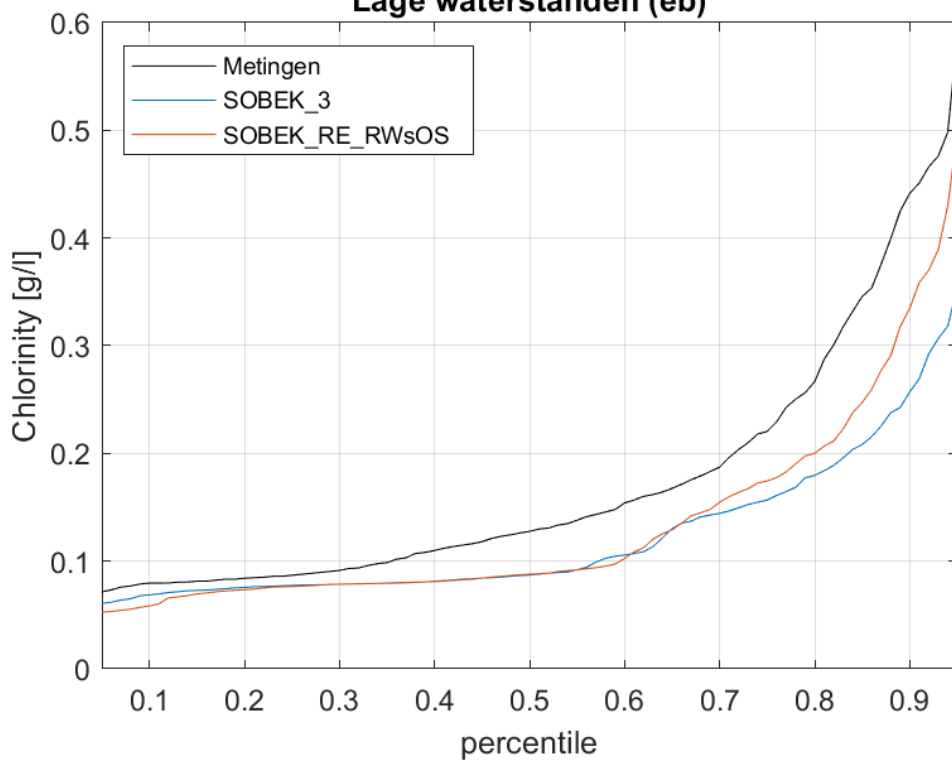


Percentiles Kinderdijk Linkeroever Lage waterstanden (eb)



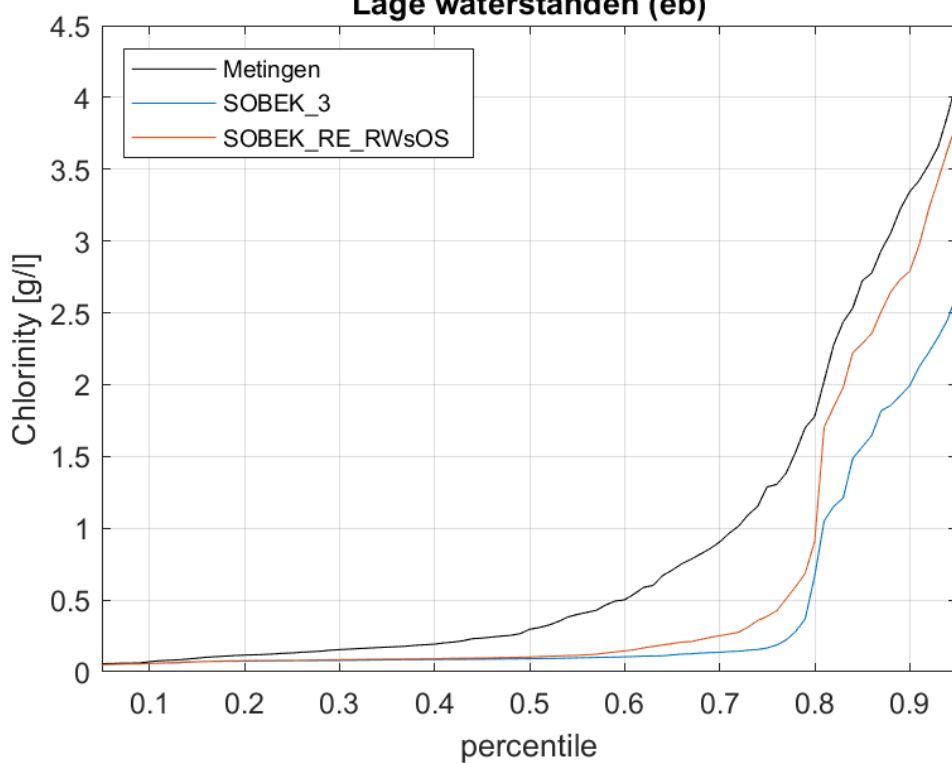
Percentiles Krimpen ad IJssel gemiddeld (standaard methode)

Lage waterstanden (eb)



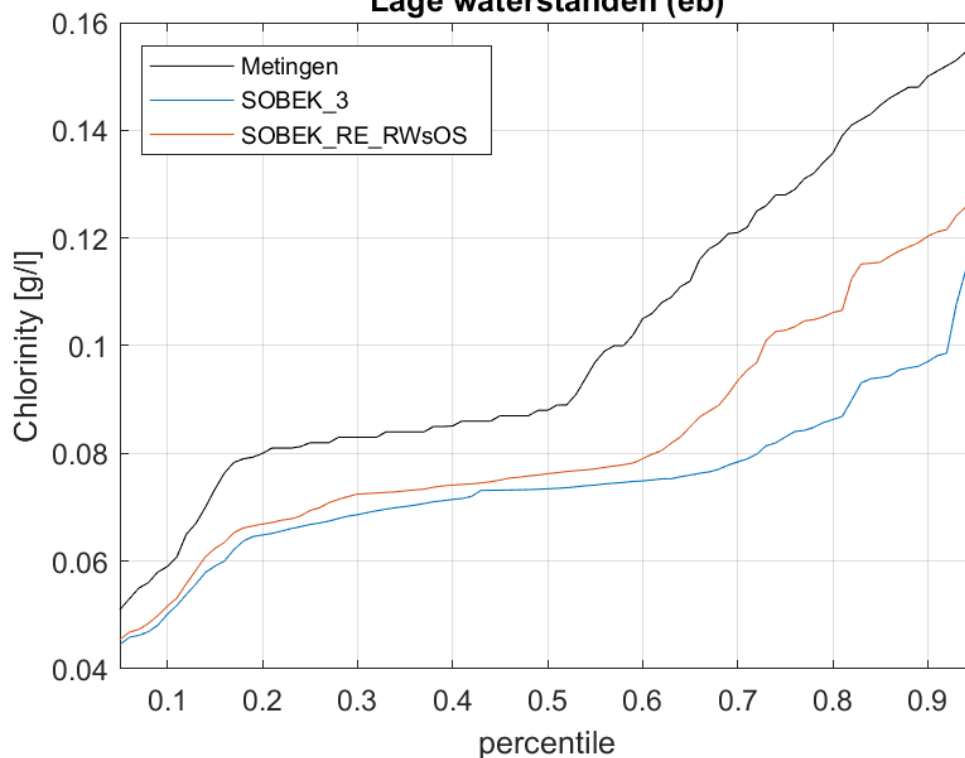
Percentiles Lekhaven gemiddeld (standaard methode)

Lage waterstanden (eb)



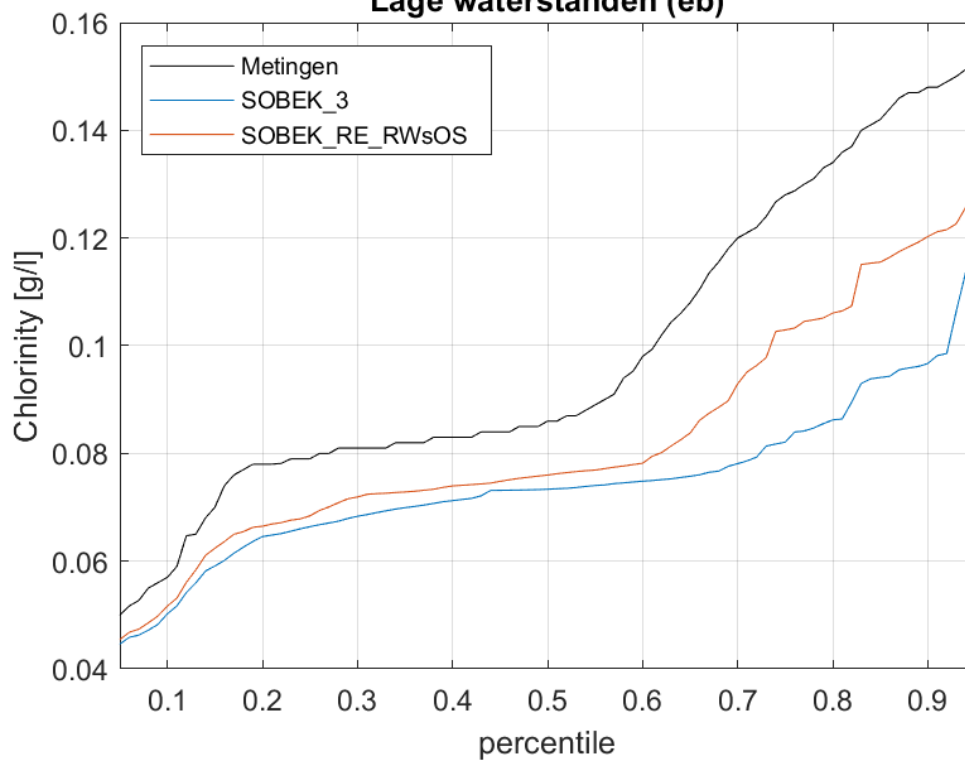
Percentiles Middelharnis Meetboei 1500

Lage waterstanden (eb)



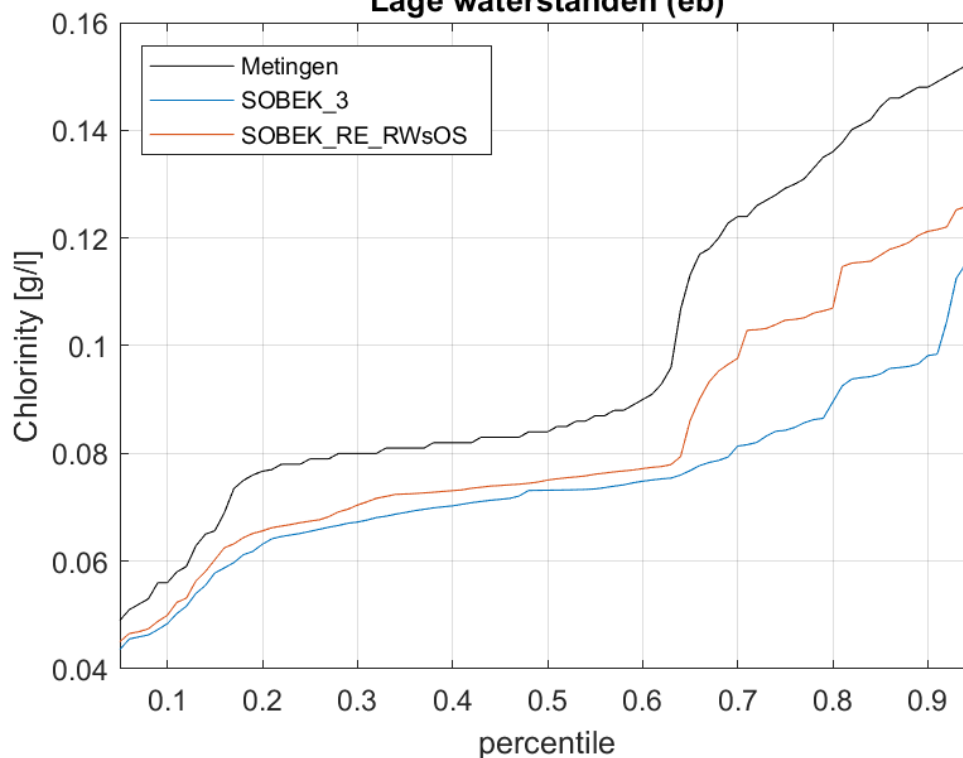
Percentiles Middelharnis Meetboei 200

Lage waterstanden (eb)



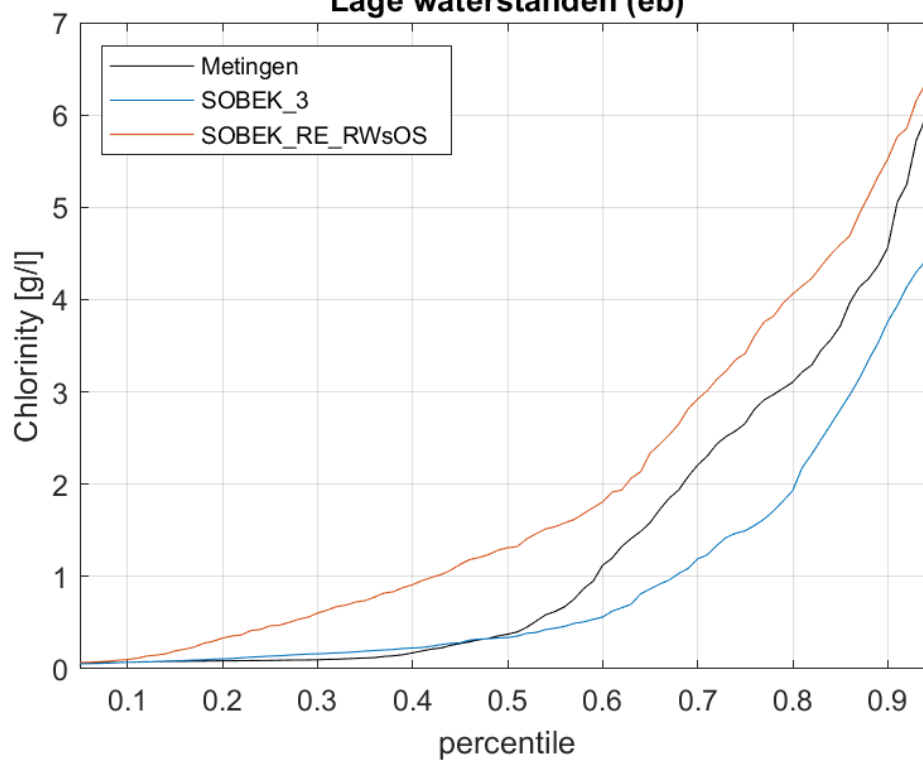
Percentiles Middelharnis Meetboei 800

Lage waterstanden (eb)

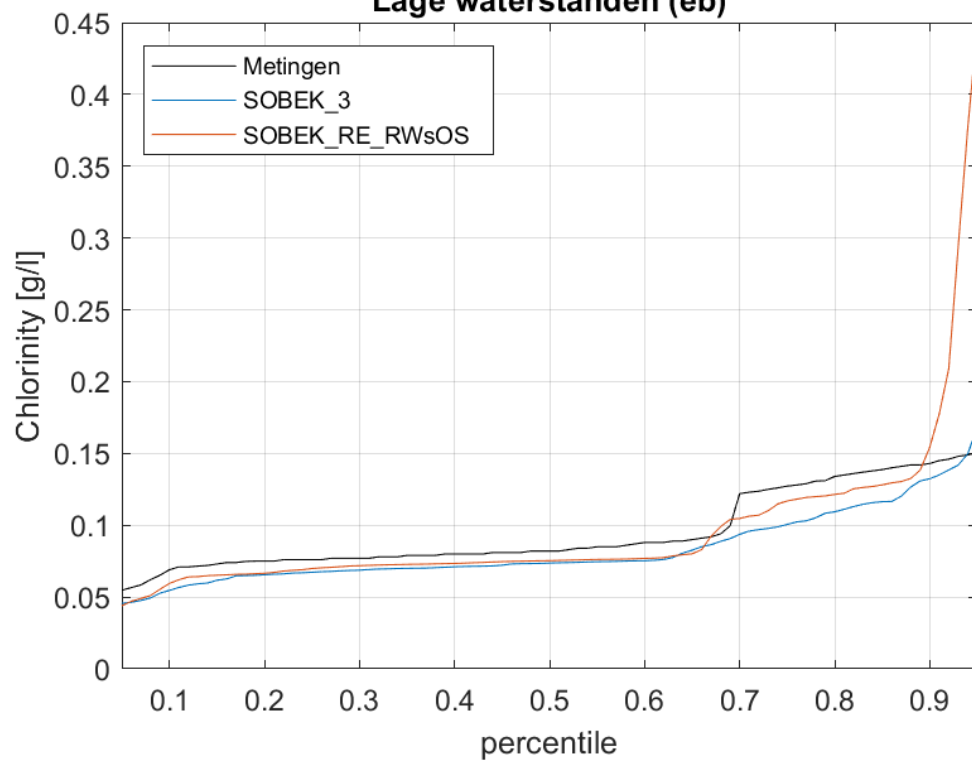


Percentiles Spijkenisse gemiddeld (standaard methode)

Lage waterstanden (eb)



Percentiles Zuidland Lage waterstanden (eb)



B Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (hoge afvoer)

B.1 Gehele reeks

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.006	0.04	-0.224	0.198	-0.016	0.03	-0.227	0.267	-0.016	0.031	-0.229	0.278
Maassluis	-0.018	0.045	-0.179	0.116	0.002	0.036	-0.274	0.163	-0.017	0.036	-0.305	0.092
Vlaardingen	-0.035	0.052	-0.148	0.07	-0.034	0.047	-0.197	0.079	-0.058	0.073	-0.213	0.081
Rotterdam	-0.044	0.061	-0.174	0.104	-0.002	0.038	-0.2	0.111	-0.023	0.055	-0.24	0.112
Krimpen ad IJssel	-0.054	0.069	-0.203	0.202	-0.008	0.041	-0.241	0.162	-0.024	0.052	-0.285	0.146
Gouda brug	-0.078	0.114	-0.711	0.151	-0.005	0.115	-0.395	0.879	-0.021	0.115	-0.479	0.888
Krimpen ad Lek	-0.086	0.101	-0.25	0.099	-0.039	0.07	-0.182	0.15	-0.055	0.083	-0.255	0.139
Schoonhoven	-0.008	0.05	-0.223	0.139	0.14	0.152	-0.11	0.398	0.098	0.125	-0.275	0.363
Hagestein Beneden	-0.027	0.064	-0.283	0.139	0.073	0.095	-0.187	0.254	0.006	0.075	-0.393	0.176
Spijkensisse	-0.031	0.05	-0.162	0.084	0.041	0.132	-0.372	0.265	-0.069	0.086	-0.25	0.073
Goidschalxoord	-0.066	0.076	-0.209	0.082	-0.011	0.05	-0.165	0.168	-0.061	0.084	-0.192	0.132
Dordrecht	-0.077	0.088	-0.282	0.035	-0.034	0.052	-0.172	0.105	-0.079	0.102	-0.225	0.099
Werkendam	-0.137	0.141	-0.315	-0.049	0.092	0.11	-0.127	0.239	0.072	0.102	-0.214	0.209
Vuren	-0.28	0.287	-0.437	-0.1	-0.17	0.179	-0.304	-0.006	-0.152	0.176	-0.377	0.076
Zaltbommel	-0.097	0.127	-0.38	0.026	-0.108	0.139	-0.412	0.109	-0.104	0.113	-0.311	-0.013
Tiel	0.077	0.099	-0.163	0.194	0.174	0.2	-0.172	0.401	-0.014	0.058	-0.153	0.106
Hellevoetsluis	-0.082	0.093	-0.209	0.059	0.023	0.056	-0.115	0.196	-0.067	0.085	-0.223	0.089
Rak Noord	-0.078	0.089	-0.212	0.046	0.012	0.041	-0.11	0.139	-0.077	0.09	-0.231	0.062
Moerdijk	-0.079	0.088	-0.229	0.019	0.002	0.037	-0.157	0.094	-0.085	0.097	-0.266	0.064
Keizersveer	-0.088	0.099	-0.327	0.004	0.055	0.08	-0.165	0.251	-0.063	0.083	-0.265	0.095
Heesbeen	-0.111	0.123	-0.385	-0.008	0.113	0.134	-0.116	0.262	0.102	0.131	-0.148	0.308
Lith Dorp	-0.125	0.137	-0.27	0.023	-0.106	0.113	-0.272	0.062	0.306	0.34	0.06	0.633
Mean_stations	-0.07	0.095	-0.272	0.074	0.009	0.089	-0.212	0.216	-0.018	0.1	-0.249	0.191

B.2 Hoogwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.082	0.092	-0.009	0.166	0.035	0.049	-0.021	0.217	0.036	0.051	-0.019	0.228
Maassluis	0.004	0.017	-0.027	0.044	-0.016	0.03	-0.073	0.049	-0.015	0.028	-0.068	0.04
Vlaardingen	-0.009	0.021	-0.056	0.037	-0.029	0.045	-0.136	0.02	-0.037	0.051	-0.145	0.015
Rotterdam	0.006	0.023	-0.053	0.047	0.05	0.054	0.004	0.085	0.043	0.048	-0.011	0.081
Krimpen ad IJssel	-0.028	0.043	-0.14	0.027	0.026	0.032	-0.026	0.073	0.019	0.026	-0.021	0.058
Gouda brug	-0.044	0.075	-0.403	0.028	0.033	0.067	-0.28	0.239	0.046	0.076	-0.314	0.259
Krimpen ad Lek	-0.045	0.06	-0.194	0.019	0.03	0.035	-0.037	0.069	0.01	0.02	-0.05	0.052
Schoonhoven	-0.028	0.054	-0.165	0.043	0.086	0.093	-0.017	0.159	0.018	0.045	-0.157	0.08
Hagestein Beneden	-0.036	0.064	-0.249	0.068	0.121	0.131	-0.088	0.193	0.006	0.061	-0.186	0.068
Spijkensisse	0.008	0.021	-0.036	0.051	-0.097	0.111	-0.279	-0.012	-0.03	0.038	-0.12	0.009
Goidschalxoord	-0.005	0.021	-0.081	0.031	0.015	0.026	-0.063	0.051	-0.018	0.031	-0.088	0.037
Dordrecht	-0.076	0.09	-0.25	0.009	0.014	0.026	-0.095	0.041	0.008	0.033	-0.129	0.045
Werkendam	-0.128	0.132	-0.218	-0.079	0.078	0.092	-0.04	0.192	0.06	0.089	-0.103	0.187
Vuren	-0.266	0.27	-0.353	-0.136	-0.147	0.155	-0.225	-0.03	-0.148	0.161	-0.249	-0.004
Zaltbommel	-0.119	0.132	-0.17	-0.037	-0.102	0.11	-0.139	-0.039	-0.106	0.106	-0.122	-0.085
Tiel	0.077	0.091	0.014	0.182	0.168	0.184	-0.001	0.322	-0.007	0.057	-0.088	0.096
Hellevoetsluis	-0.061	0.066	-0.134	0.01	0.033	0.043	-0.027	0.093	-0.035	0.042	-0.109	0.003
Rak Noord	-0.061	0.066	-0.108	0.007	0.015	0.026	-0.048	0.057	-0.035	0.043	-0.078	0.019
Moerdijk	-0.051	0.057	-0.105	0.01	-0.001	0.022	-0.046	0.038	-0.054	0.06	-0.12	0.011
Keizersveer	-0.061	0.071	-0.163	-0.001	0.03	0.048	-0.058	0.139	-0.032	0.049	-0.128	0.045
Heesbeen	-0.098	0.105	-0.174	-0.008	0.056	0.073	-0.017	0.213	0.061	0.08	-0.02	0.256
Lith Dorp	-0.127	0.137	-0.193	-0.01	-0.11	0.115	-0.169	-0.036	0.266	0.287	0.101	0.553
Mean_stations	-0.05	0.08	-0.15	0.02	0.01	0.07	-0.09	0.10	0.00	0.07	-0.10	0.09

B.3 Laagwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.015	0.023	-0.058	0.022	-0.027	0.032	-0.071	0.025	-0.028	0.033	-0.075	0.023
Maassluis	-0.005	0.029	-0.139	0.063	0.036	0.049	-0.112	0.111	-0.007	0.025	-0.134	0.052
Vlaardingen	-0.015	0.03	-0.067	0.058	-0.045	0.052	-0.095	0.012	-0.094	0.101	-0.178	-0.026
Rotterdam	-0.045	0.053	-0.12	0.025	-0.019	0.034	-0.097	0.028	-0.062	0.071	-0.132	0.002
Krimpen ad IJssel	-0.06	0.066	-0.13	0	-0.013	0.031	-0.084	0.039	-0.036	0.047	-0.121	0.013
Gouda brug	-0.053	0.066	-0.193	0.006	-0.013	0.079	-0.186	0.43	-0.046	0.095	-0.191	0.45
Krimpen ad Lek	-0.097	0.1	-0.184	-0.052	-0.061	0.067	-0.148	-0.016	-0.08	0.085	-0.186	-0.038
Schoonhoven	0.032	0.053	-0.147	0.111	0.171	0.18	-0.056	0.235	0.162	0.172	-0.109	0.251
Hagestein Beneden	-0.049	0.067	-0.184	0.045	0.039	0.065	-0.139	0.148	-0.007	0.082	-0.209	0.123
Spijkensisse	-0.013	0.027	-0.051	0.058	0.116	0.121	0.052	0.179	-0.115	0.123	-0.241	-0.031
Goidschalxoord	-0.093	0.096	-0.14	-0.04	-0.037	0.045	-0.101	0.009	-0.101	0.106	-0.182	-0.03
Dordrecht	-0.092	0.094	-0.158	-0.041	-0.046	0.051	-0.132	-0.007	-0.124	0.127	-0.21	-0.082
Werkendam	-0.159	0.161	-0.267	-0.109	0.103	0.119	-0.09	0.216	0.077	0.105	-0.169	0.194
Vuren	-0.335	0.338	-0.423	-0.252	-0.217	0.221	-0.292	-0.122	-0.239	0.248	-0.354	-0.114
Zaltbommel	-0.173	0.174	-0.187	-0.159	-0.113	0.118	-0.146	-0.054	-0.096	0.101	-0.137	-0.035
Tiel	0.1	0.103	0.057	0.133	0.189	0.198	0.059	0.27	-0.015	0.049	-0.103	0.07
Hellevoetsluis	-0.104	0.109	-0.193	-0.045	0.011	0.029	-0.068	0.058	-0.098	0.101	-0.182	-0.018
Rak Noord	-0.1	0.105	-0.18	-0.047	-0.007	0.026	-0.065	0.04	-0.12	0.123	-0.202	-0.059
Moerdijk	-0.108	0.113	-0.196	-0.048	-0.023	0.035	-0.117	0.028	-0.133	0.137	-0.22	-0.068
Keizersveer	-0.103	0.111	-0.189	-0.035	0.071	0.096	-0.173	0.235	-0.091	0.108	-0.277	0.054
Heesbeen	-0.119	0.132	-0.346	-0.02	0.131	0.14	0.023	0.212	0.114	0.137	-0.116	0.264
Lith Dorp	-0.134	0.147	-0.26	0.007	-0.112	0.122	-0.261	0.021	0.292	0.323	0.105	0.551
Mean_stations	-0.08	0.10	-0.17	-0.01	0.01	0.09	-0.10	0.10	-0.04	0.11	-0.16	0.07

B.4 Hoogwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-1.3	8.0	-20.0	10.0	1.2	11.9	-10.0	80.0	0.8	11.8	-10.0	80.0
Maassluis	-2.5	13.4	-40.0	30.0	-6.2	14.4	-40.0	20.0	-7.9	14.8	-40.0	20.0
Vlaardingen	0.3	5.4	-10.0	10.0	2.0	6.3	-10.0	20.0	2.1	6.4	-10.0	20.0
Rotterdam	-0.2	6.7	-10.0	20.0	0.0	6.8	-10.0	20.0	1.0	7.0	-10.0	20.0
Krimpen ad IJssel	-0.2	8.0	-10.0	30.0	6.1	10.3	-10.0	50.0	5.1	10.0	-10.0	50.0
Gouda brug	-1.5	11.2	-20.0	70.0	12.3	16.5	-40.0	30.0	11.7	15.4	-40.0	30.0
Krimpen ad Lek	3.8	11.1	-10.0	60.0	4.4	9.5	-10.0	50.0	3.0	11.7	-20.0	60.0
Schoonhoven	2.7	10.4	-20.0	30.0	11.5	14.6	-10.0	30.0	12.4	15.2	0.0	30.0
Hagestein Beneden	43.5	56.8	-80.0	80.0	41.2	56.9	-80.0	80.0	63.3	65.7	40.0	80.0
Spijkensisse	3.6	7.9	-20.0	20.0	22.0	25.4	0.0	60.0	4.9	9.9	-10.0	40.0
Goidschalxoord	4.4	9.5	-20.0	30.0	12.0	15.5	-10.0	40.0	17.5	20.7	-10.0	40.0
Dordrecht	10.8	25.2	-20.0	80.0	17.9	20.8	0.0	50.0	21.3	23.6	0.0	50.0
Werkendam	-0.7	17.3	-30.0	50.0	5.7	20.5	-30.0	60.0	26.2	34.2	-20.0	70.0
Vuren	42.1	57.9	-80.0	80.0	35.1	51.7	-60.0	80.0	42.5	53.0	-30.0	80.0
Zaltbommel	12.9	42.6	-60.0	60.0	25.7	43.4	-10.0	80.0	30.0	52.0	-40.0	80.0
Tiel	5.8	64.6	-80.0	80.0	16.8	66.3	-80.0	80.0	2.4	67.8	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	9.4	19.7	-40.0	60.0	25.3	37.0	-20.0	80.0	27.0	35.6	-20.0	80.0
Rak Noord	15.4	24.8	-10.0	80.0	25.5	29.5	0.0	70.0	30.2	33.0	0.0	80.0
Moerdijk	9.8	15.7	-10.0	70.0	20.7	23.7	0.0	70.0	29.5	31.8	10.0	70.0
Keizersveer	17.7	20.7	-10.0	40.0	31.8	34.1	0.0	60.0	26.8	30.5	-10.0	60.0
Heesbeen	33.0	43.0	-50.0	80.0	53.3	61.0	-30.0	80.0	42.5	53.1	-60.0	80.0
Lith Dorp	5.5	53.9	-80.0	80.0	-9.4	57.2	-80.0	80.0	6.3	58.5	-80.0	80.0
Mean_stations	9.7	24.3	-33.2	52.3	16.1	28.8	-24.5	57.7	18.1	30.1	-20.5	58.2

B.5 Laagwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	4.8	17.4	-80.0	30.0	4.2	13.7	-50.0	30.0	2.4	16.0	-70.0	30.0
Maassluis	6.2	21.3	-60.0	80.0	9.7	25.1	-70.0	80.0	4.8	25.3	-80.0	80.0
Vlaardingen	14.2	22.8	-20.0	80.0	5.0	15.6	-30.0	70.0	1.9	16.3	-60.0	70.0
Rotterdam	10.0	18.1	-40.0	80.0	4.7	16.3	-40.0	70.0	0.5	17.6	-70.0	70.0
Krimpen ad IJssel	15.5	23.6	-70.0	70.0	12.7	21.8	-80.0	50.0	8.7	24.8	-80.0	50.0
Gouda brug	-5.5	15.3	-70.0	30.0	4.8	19.1	-50.0	50.0	5.6	20.0	-50.0	50.0
Krimpen ad Lek	20.5	26.0	-10.0	60.0	9.2	22.8	-80.0	50.0	11.1	23.0	-80.0	60.0
Schoonhoven	18.3	25.9	-20.0	70.0	22.5	28.3	-10.0	70.0	35.4	39.6	0.0	80.0
Hagestein Beneden	27.8	42.5	-60.0	80.0	16.5	39.0	-60.0	80.0	50.0	61.5	-60.0	80.0
Spijkensisse	14.6	18.6	-10.0	40.0	30.9	33.6	10.0	70.0	2.6	15.9	-50.0	40.0
Goidschalxoord	14.4	19.3	-30.0	40.0	13.2	18.0	-30.0	50.0	11.9	18.9	-40.0	50.0
Dordrecht	19.4	25.4	-20.0	70.0	17.7	22.1	-10.0	50.0	15.8	19.5	-10.0	40.0
Werkendam	14.7	23.0	-40.0	60.0	36.5	40.4	-10.0	80.0	36.9	40.8	-10.0	80.0
Vuren	26.5	44.1	-80.0	80.0	32.1	46.4	-60.0	80.0	33.7	42.8	-50.0	80.0
Zaltbommel	-20.0	24.5	-40.0	-10.0	0.0	15.8	-20.0	20.0	3.3	42.8	-80.0	40.0
Tiel	-12.9	58.9	-80.0	70.0	-25.7	56.6	-80.0	70.0	-24.1	62.8	-80.0	70.0
Hellevoetsluis	7.3	14.7	-40.0	50.0	19.0	25.1	-40.0	70.0	17.1	22.8	-50.0	60.0
Rak Noord	3.9	16.5	-20.0	60.0	18.2	22.7	-10.0	70.0	16.3	21.7	-10.0	70.0
Moerdijk	7.3	14.2	-20.0	40.0	20.6	24.8	-10.0	70.0	16.6	20.6	-10.0	60.0
Keizersveer	9.5	16.5	-20.0	50.0	27.6	33.5	-70.0	70.0	6.1	18.5	-80.0	50.0
Heesbeen	17.5	26.3	-50.0	70.0	52.0	54.4	-10.0	80.0	23.6	31.0	-50.0	70.0
Lith Dorp	18.8	54.9	-80.0	80.0	25.3	58.0	-80.0	80.0	35.9	61.5	-80.0	80.0
Mean_stations	10.6	25.9	-43.6	58.2	16.2	29.7	-40.5	64.1	14.4	30.2	-52.3	61.8

C Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (lage afvoer)

C.1 Gehele reeks

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.001	0.035	-0.164	0.192	0.001	0.019	-0.091	0.16	0.001	0.02	-0.09	0.164
Maassluis	0.016	0.04	-0.469	0.213	0.006	0.025	-0.57	0.121	0.003	0.03	-0.573	0.151
Vlaardingen	0.009	0.031	-0.106	0.14	-0.009	0.025	-0.168	0.096	-0.013	0.033	-0.146	0.103
Rotterdam	0.022	0.04	-0.114	0.148	0.048	0.058	-0.06	0.182	0.046	0.06	-0.096	0.181
Krimpen ad IJssel	0.022	0.05	-0.198	0.344	0.05	0.06	-0.076	0.358	0.051	0.059	-0.088	0.329
Gouda brug	0.013	0.071	-0.243	0.245	0.044	0.099	-0.343	0.341	0.046	0.091	-0.314	0.349
Krimpen ad Lek	0.003	0.047	-0.184	0.195	0.033	0.058	-0.118	0.212	0.037	0.055	-0.126	0.193
Schoonhoven	-0.003	0.035	-0.123	0.257	0.066	0.11	-0.131	0.31	0.021	0.065	-0.208	0.223
Hagestein Beneden	0.138	0.17	-0.174	0.57	0.234	0.301	-0.229	0.729	0.177	0.201	-0.155	0.454
Spijkensisse	0.014	0.036	-0.102	0.157	0.034	0.116	-0.335	0.305	-0.019	0.038	-0.136	0.089
Goidschalxoord	0.02	0.039	-0.12	0.146	0.027	0.04	-0.104	0.119	0.013	0.036	-0.121	0.127
Dordrecht	0.011	0.053	-0.157	0.155	0.042	0.051	-0.107	0.178	0.024	0.042	-0.13	0.152
Werkendam	-0.023	0.042	-0.173	0.13	0.044	0.05	-0.078	0.206	0.026	0.036	-0.086	0.151
Vuren	0	0.054	-0.385	0.178	0.069	0.078	-0.262	0.26	0.061	0.073	-0.328	0.238
Zaltbommel	-0.032	0.079	-0.367	0.178	0.047	0.104	-0.493	0.266	0.084	0.12	-0.427	0.303
Tiel	0.152	0.172	-0.144	0.388	0.117	0.155	-0.286	0.387	0.195	0.223	-0.215	0.459
Hellevoetsluis	0.01	0.039	-0.165	0.155	0.049	0.057	-0.079	0.162	0.029	0.044	-0.134	0.161
Rak Noord	0.014	0.039	-0.168	0.15	0.053	0.059	-0.057	0.151	0.034	0.045	-0.117	0.156
Moerdijk	0.013	0.035	-0.136	0.145	0.052	0.057	-0.062	0.142	0.033	0.042	-0.133	0.141
Keizersveer	0.003	0.031	-0.138	0.17	0.061	0.066	-0.051	0.204	0.037	0.046	-0.112	0.164
Heesbeen	-0.012	0.042	-0.244	0.216	0.066	0.073	-0.197	0.28	0.038	0.047	-0.247	0.22
Lith Dorp	-0.021	0.061	-0.487	0.25	0.059	0.075	-0.424	0.289	0.037	0.058	-0.483	0.279
Mean_stations	0.017	0.056	-0.207	0.215	0.054	0.079	-0.196	0.248	0.044	0.066	-0.203	0.218

C.2 Hoogwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.068	0.08	-0.032	0.182	0.025	0.032	-0.017	0.15	0.026	0.033	-0.016	0.154
Maassluis	0.036	0.044	-0.057	0.109	-0.016	0.028	-0.108	0.033	-0.001	0.021	-0.091	0.052
Vlaardingen	0.03	0.041	-0.041	0.366	-0.036	0.049	-0.168	0.34	-0.022	0.038	-0.142	0.345
Rotterdam	0.001	0.031	-0.097	0.305	0.055	0.062	-0.022	0.376	0.075	0.079	-0.005	0.387
Krimpen ad IJssel	-0.044	0.055	-0.191	0.053	0.03	0.037	-0.041	0.098	0.053	0.056	-0.02	0.108
Gouda brug	-0.065	0.079	-0.192	0.051	0.032	0.048	-0.124	0.141	0.08	0.086	-0.049	0.17
Krimpen ad Lek	-0.043	0.057	-0.171	0.063	0.026	0.033	-0.053	0.087	0.05	0.053	-0.023	0.1
Schoonhoven	-0.024	0.034	-0.108	0.071	0.182	0.184	0.069	0.261	0.023	0.032	-0.056	0.084
Hagestein Beneden	0.132	0.165	-0.128	0.26	0.388	0.401	0.103	0.533	0.206	0.226	-0.07	0.311
Spijkensisse	0.063	0.068	0.004	0.28	-0.115	0.124	-0.261	0.196	-0.003	0.022	-0.073	0.255
Goidschalxoord	0.068	0.073	-0.06	0.139	0.029	0.036	-0.047	0.098	0.028	0.035	-0.101	0.103
Dordrecht	-0.044	0.056	-0.154	0.078	0.055	0.059	-0.026	0.135	0.057	0.061	-0.051	0.14
Werkendam	-0.05	0.059	-0.159	0.07	0.056	0.06	-0.027	0.136	0.038	0.043	-0.023	0.133
Vuren	-0.057	0.069	-0.311	0.058	0.053	0.062	-0.173	0.134	0.047	0.055	-0.198	0.142
Zaltbommel	-0.067	0.088	-0.312	0.041	0.037	0.09	-0.464	0.152	0.071	0.097	-0.317	0.173
Tiel	0.124	0.154	-0.127	0.323	0.097	0.155	-0.262	0.328	0.179	0.216	-0.193	0.414
Hellevoetsluis	0.034	0.043	-0.074	0.117	0.07	0.073	-0.025	0.124	0.048	0.054	-0.053	0.13
Rak Noord	0.035	0.046	-0.089	0.132	0.061	0.064	-0.018	0.131	0.045	0.051	-0.049	0.133
Moerdijk	0.033	0.044	-0.093	0.136	0.054	0.058	-0.025	0.124	0.039	0.046	-0.055	0.128
Keizersveer	0.012	0.03	-0.112	0.114	0.049	0.054	-0.038	0.137	0.049	0.055	-0.046	0.134
Heesbeen	-0.028	0.041	-0.115	0.08	0.075	0.08	-0.035	0.178	0.048	0.053	-0.045	0.134
Lith Dorp	-0.071	0.083	-0.235	0.075	0.044	0.06	-0.148	0.165	0.044	0.058	-0.095	0.244
Mean_stations	0.006	0.065	-0.13	0.141	0.057	0.084	-0.087	0.185	0.054	0.067	-0.081	0.181

C.3 Laagwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.013	0.025	-0.086	0.039	-0.009	0.014	-0.044	0.027	-0.01	0.016	-0.049	0.028
Maassluis	0.012	0.028	-0.049	0.073	0.012	0.026	-0.037	0.081	-0.01	0.027	-0.07	0.058
Vlaardingen	0.024	0.036	-0.122	0.101	-0.018	0.027	-0.134	0.047	-0.039	0.047	-0.154	0.04
Rotterdam	0.048	0.056	-0.058	0.126	0.036	0.044	-0.049	0.108	0.025	0.037	-0.086	0.088
Krimpen ad IJssel	0.06	0.068	-0.058	0.132	0.041	0.047	-0.041	0.097	0.05	0.057	-0.054	0.116
Gouda brug	0.072	0.081	-0.061	0.158	0.024	0.045	-0.094	0.14	0.032	0.054	-0.109	0.173
Krimpen ad Lek	0.015	0.03	-0.076	0.071	-0.003	0.02	-0.078	0.04	0.015	0.026	-0.065	0.054
Schoonhoven	0.015	0.03	-0.076	0.085	0	0.03	-0.086	0.196	0.02	0.032	-0.047	0.204
Hagestein Beneden	0.162	0.184	-0.059	0.29	0.135	0.161	-0.08	0.316	0.159	0.179	-0.067	0.29
Spijkensisse	0.042	0.051	-0.036	0.13	0.13	0.137	0.036	0.252	-0.048	0.054	-0.188	0.004
Goidschalxoord	0.034	0.046	-0.095	0.097	0.026	0.034	-0.078	0.066	0.002	0.027	-0.116	0.053
Dordrecht	0.035	0.043	-0.095	0.128	0.032	0.038	-0.043	0.081	0	0.025	-0.097	0.06
Werkendam	-0.028	0.038	-0.154	0.122	0.027	0.036	-0.069	0.204	0.007	0.022	-0.071	0.149
Vuren	0.012	0.041	-0.374	0.17	0.07	0.08	-0.222	0.258	0.057	0.069	-0.27	0.235
Zaltbommel	-0.012	0.062	-0.295	0.176	0.057	0.098	-0.382	0.221	0.092	0.12	-0.346	0.301
Tiel	0.159	0.176	-0.086	0.316	0.111	0.154	-0.248	0.312	0.188	0.221	-0.204	0.381
Hellevoetsluis	-0.021	0.039	-0.165	0.091	0.034	0.044	-0.055	0.136	0.009	0.033	-0.109	0.119
Rak Noord	-0.011	0.033	-0.158	0.09	0.044	0.05	-0.037	0.13	0.021	0.035	-0.102	0.115
Moerdijk	-0.008	0.029	-0.13	0.074	0.045	0.05	-0.048	0.109	0.024	0.035	-0.111	0.093
Keizersveer	0	0.029	-0.121	0.127	0.065	0.069	-0.011	0.192	0.032	0.041	-0.1	0.151
Heesbeen	0.015	0.036	-0.143	0.195	0.068	0.072	-0.023	0.245	0.031	0.041	-0.062	0.204
Lith Dorp	0.016	0.053	-0.436	0.238	0.064	0.075	-0.324	0.235	0.015	0.05	-0.433	0.209
Mean_stations	0.029	0.055	-0.133	0.138	0.045	0.061	-0.098	0.159	0.031	0.057	-0.132	0.142

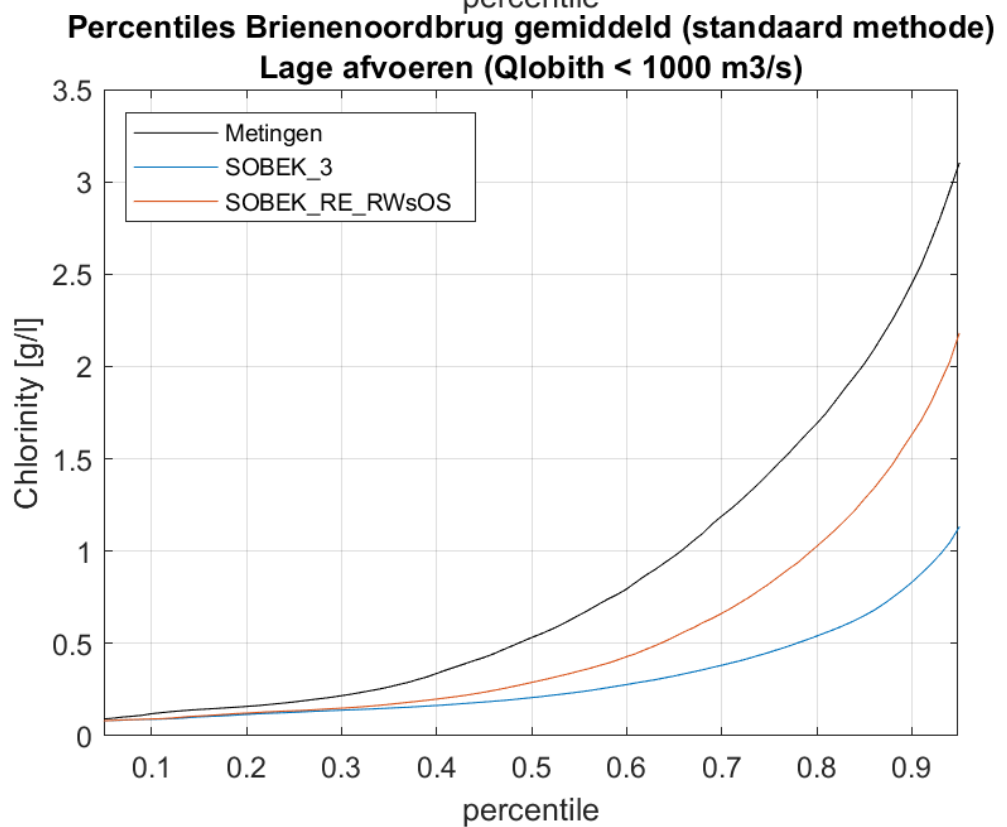
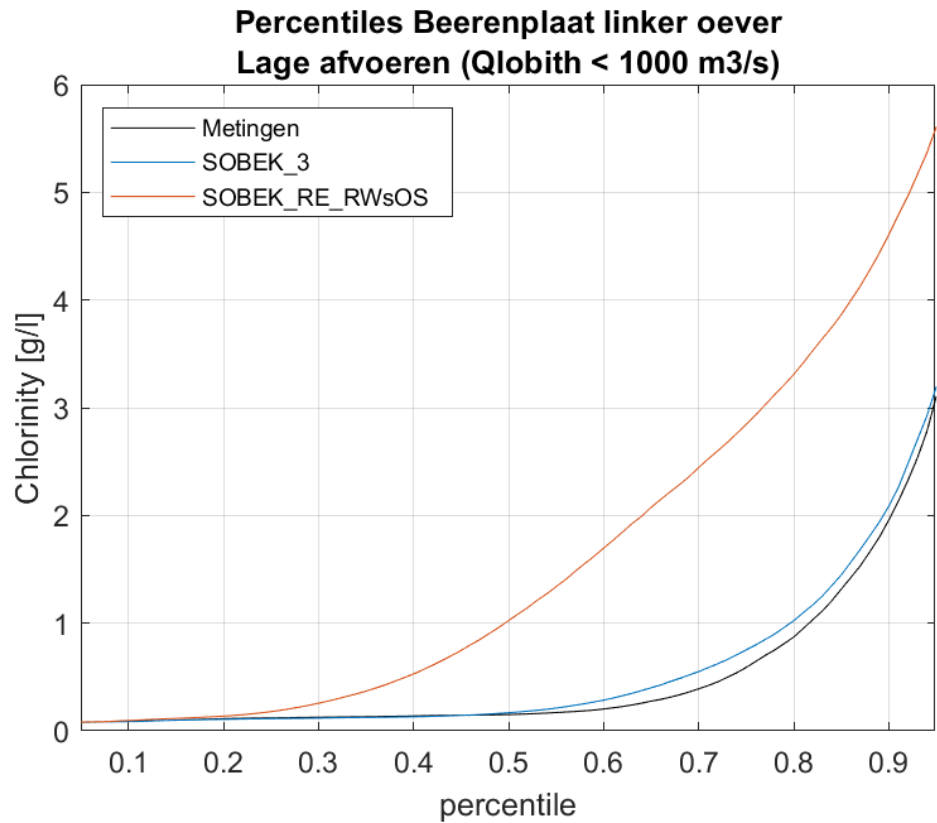
C.4 Hoogwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.6	6.6	-20.0	30.0	-0.8	6.6	-20.0	40.0	-0.8	6.6	-20.0	40.0
Maassluis	-23.0	32.5	-70.0	30.0	-3.2	23.4	-60.0	70.0	-7.3	26.3	-70.0	70.0
Vlaardingen	-5.3	9.4	-80.0	20.0	1.5	8.1	-70.0	20.0	2.3	8.3	-70.0	20.0
Rotterdam	-1.9	7.5	-70.0	30.0	-2.6	7.4	-70.0	10.0	-1.6	7.1	-70.0	20.0
Krimpen ad IJssel	-7.7	10.7	-30.0	20.0	1.2	7.7	-20.0	30.0	0.6	7.1	-20.0	30.0
Gouda brug	-4.6	8.8	-70.0	30.0	10.2	12.3	-10.0	40.0	8.2	10.5	-10.0	40.0
Krimpen ad Lek	-11.1	15.5	-70.0	30.0	3.2	12.0	-20.0	60.0	-1.4	8.4	-30.0	40.0
Schoonhoven	8.6	21.0	-30.0	80.0	33.9	36.8	0.0	70.0	44.0	45.8	10.0	80.0
Hagestein Beneden	3.9	11.9	-20.0	40.0	-32.2	34.4	-60.0	40.0	15.8	19.2	-10.0	70.0
Spijkensisse	-1.5	8.4	-70.0	20.0	14.1	17.1	-60.0	50.0	3.4	9.0	-70.0	20.0
Goidschalxoord	-2.9	10.7	-40.0	20.0	4.8	11.4	-30.0	40.0	7.7	13.6	-30.0	50.0
Dordrecht	-15.0	24.2	-80.0	80.0	2.0	18.7	-80.0	80.0	1.8	18.4	-80.0	80.0
Werkendam	22.2	29.3	-50.0	70.0	15.9	22.9	-60.0	60.0	17.1	23.9	-40.0	70.0
Vuren	29.8	34.9	-10.0	80.0	23.0	28.7	-20.0	80.0	29.3	33.9	-20.0	80.0
Zaltbommel	31.1	37.5	-70.0	80.0	23.5	30.4	-60.0	80.0	38.5	43.3	-70.0	80.0
Tiel	7.7	51.5	-80.0	80.0	-0.6	57.5	-80.0	80.0	-0.5	56.3	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	9.1	21.8	-50.0	70.0	13.7	22.1	-40.0	70.0	7.7	20.3	-50.0	60.0
Rak Noord	4.3	15.1	-30.0	50.0	19.3	24.9	-20.0	60.0	19.3	24.8	-20.0	80.0
Moerdijk	16.0	21.9	-40.0	80.0	22.4	28.5	-70.0	80.0	22.1	28.3	-80.0	60.0
Keizersveer	12.8	23.1	-60.0	80.0	20.6	27.8	-40.0	70.0	0.1	20.3	-50.0	80.0
Heesbeen	24.7	45.2	-80.0	80.0	30.1	43.6	-80.0	80.0	24.7	42.1	-80.0	80.0
Lith Dorp	20.0	39.9	-80.0	80.0	1.5	36.6	-80.0	80.0	10.9	39.3	-80.0	80.0
Mean_stations	5.3	22.2	-54.5	53.6	9.2	23.6	-47.7	58.6	11.0	23.3	-47.3	59.5

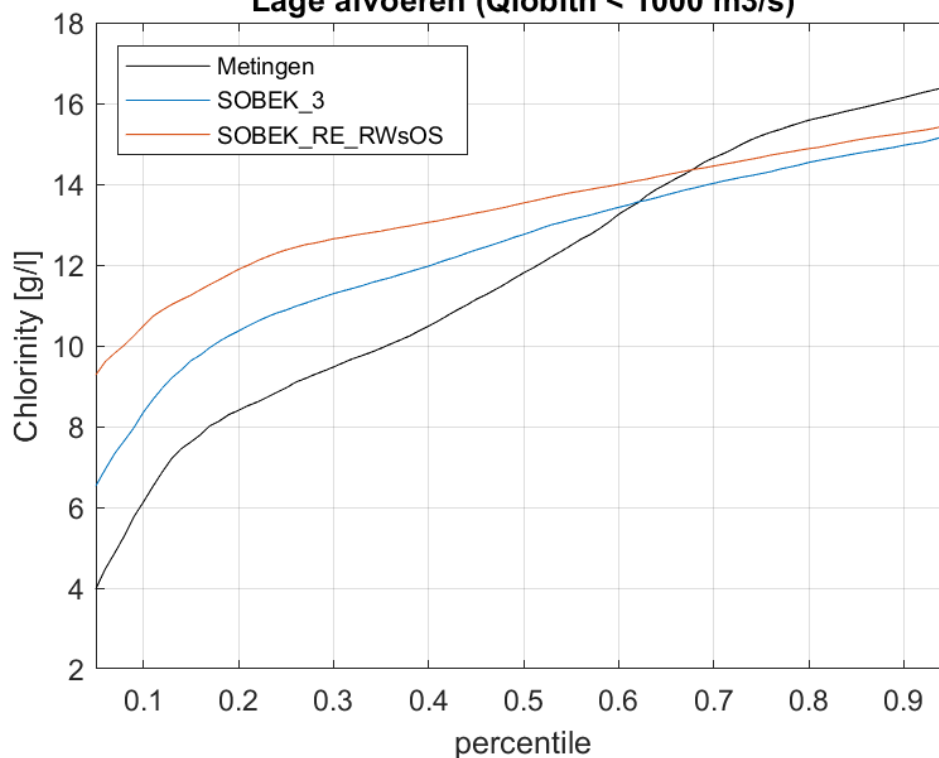
C.5 Laagwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	5.4	15.9	-60.0	50.0	4.9	13.4	-70.0	50.0	4.3	14.1	-80.0	50.0
Maassluis	-0.2	19.7	-80.0	60.0	1.7	21.5	-80.0	50.0	0.9	19.2	-80.0	60.0
Vlaardingen	5.6	15.8	-60.0	80.0	3.2	13.5	-70.0	70.0	-0.5	14.1	-80.0	70.0
Rotterdam	6.2	15.8	-70.0	80.0	4.9	13.4	-80.0	70.0	1.9	11.8	-60.0	40.0
Krimpen ad IJssel	6.2	15.8	-70.0	70.0	8.4	17.2	-80.0	80.0	4.7	16.6	-80.0	70.0
Gouda brug	-5.5	17.1	-70.0	80.0	5.0	15.9	-50.0	80.0	-1.0	17.6	-60.0	70.0
Krimpen ad Lek	13.3	22.1	-70.0	80.0	7.5	17.0	-70.0	80.0	11.1	20.0	-50.0	80.0
Schoonhoven	4.7	22.6	-70.0	70.0	-18.8	31.4	-80.0	80.0	7.5	23.0	-80.0	70.0
Hagestein Beneden	-6.8	25.7	-80.0	70.0	-34.3	41.5	-80.0	30.0	-8.8	26.8	-80.0	60.0
Spijkensisse	5.1	15.6	-80.0	60.0	23.0	26.7	-70.0	80.0	-0.1	14.0	-80.0	70.0
Goidschalxoord	13.9	23.2	-70.0	80.0	16.0	22.1	-60.0	80.0	14.4	22.5	-70.0	80.0
Dordrecht	23.9	30.8	-40.0	80.0	22.1	28.5	-30.0	80.0	22.9	29.3	-30.0	80.0
Werkendam	9.3	17.6	-40.0	80.0	18.5	23.6	-20.0	80.0	17.8	23.0	-20.0	80.0
Vuren	11.3	20.2	-30.0	60.0	13.4	21.2	-30.0	60.0	19.9	25.8	-20.0	70.0
Zaltbommel	13.2	25.0	-60.0	80.0	14.6	25.0	-50.0	80.0	28.3	35.7	-80.0	80.0
Tiel	18.0	54.5	-80.0	80.0	21.4	54.7	-80.0	80.0	24.9	56.9	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	23.9	31.6	-40.0	80.0	34.0	39.7	-50.0	80.0	32.8	38.5	-50.0	80.0
Rak Noord	19.9	27.0	-80.0	80.0	21.5	26.8	-50.0	80.0	22.4	27.7	-40.0	80.0
Moerdijk	11.5	16.8	-20.0	60.0	17.1	20.8	-10.0	60.0	16.1	20.1	-10.0	50.0
Keizersveer	7.0	15.6	-40.0	70.0	24.5	28.1	-20.0	80.0	10.8	17.5	-30.0	60.0
Heesbeen	1.0	13.9	-70.0	40.0	24.2	28.0	-50.0	80.0	10.2	17.7	-30.0	80.0
Lith Dorp	-8.3	27.3	-70.0	80.0	1.8	25.8	-60.0	80.0	-7.5	29.3	-80.0	80.0
Mean_stations	8.1	22.3	-61.4	71.4	10.7	25.3	-56.4	72.3	10.6	23.7	-57.7	70.0

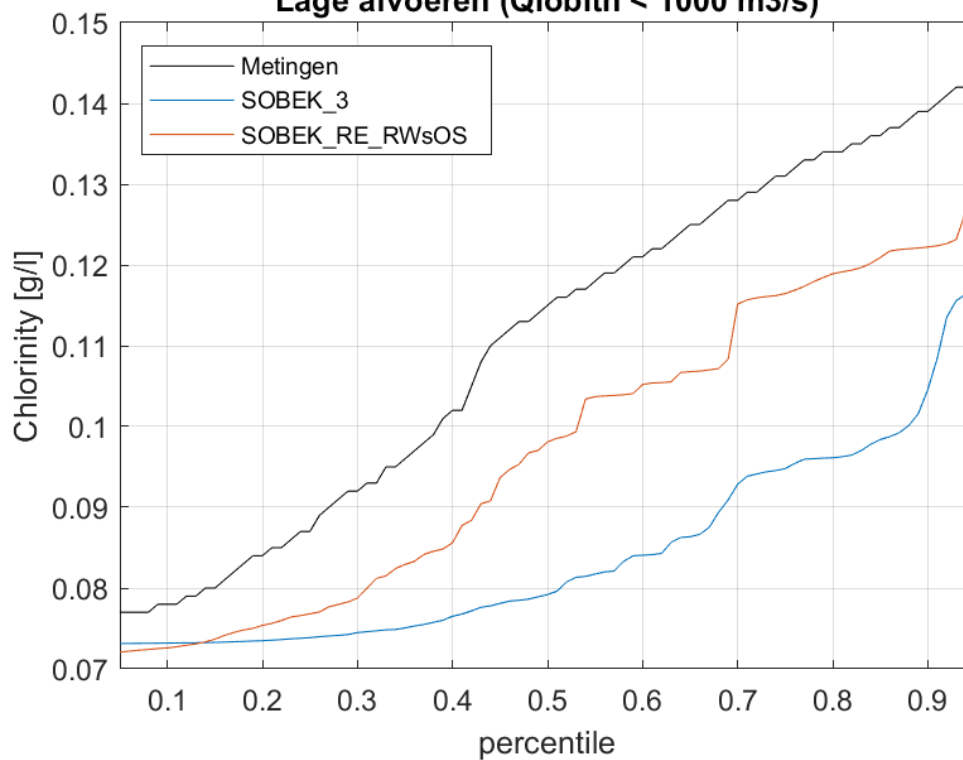
C.6 Zoutmodellering – percentielen



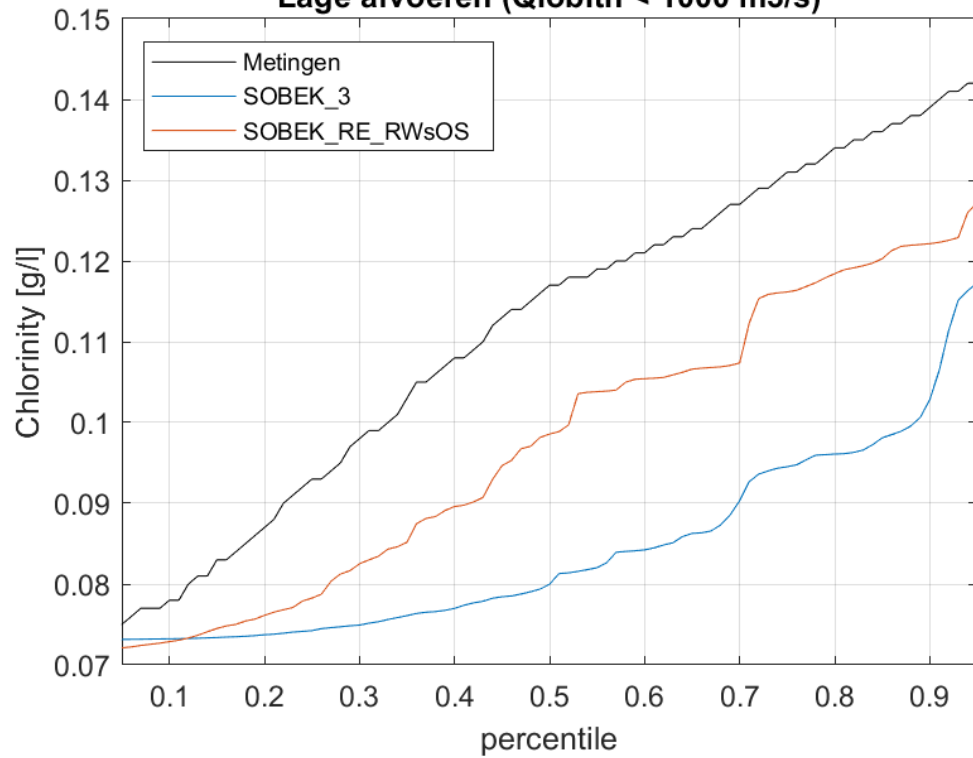
Percentiles Hoek van Holland gemiddeld (aangepaste methode)
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



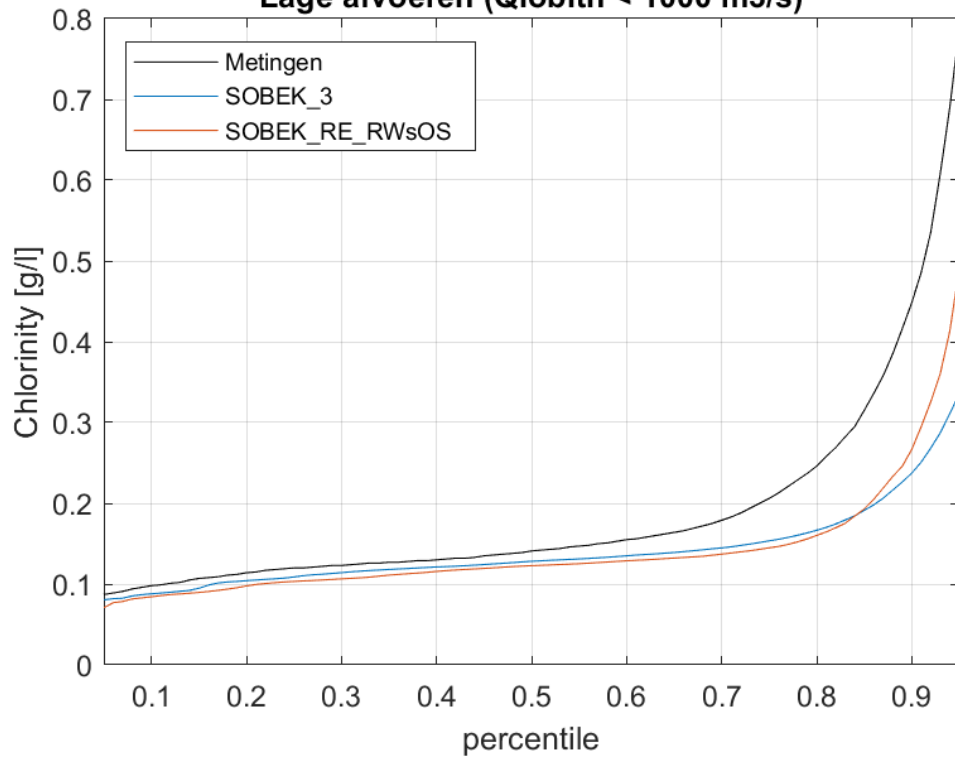
Percentiles Inloop Spui 100
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



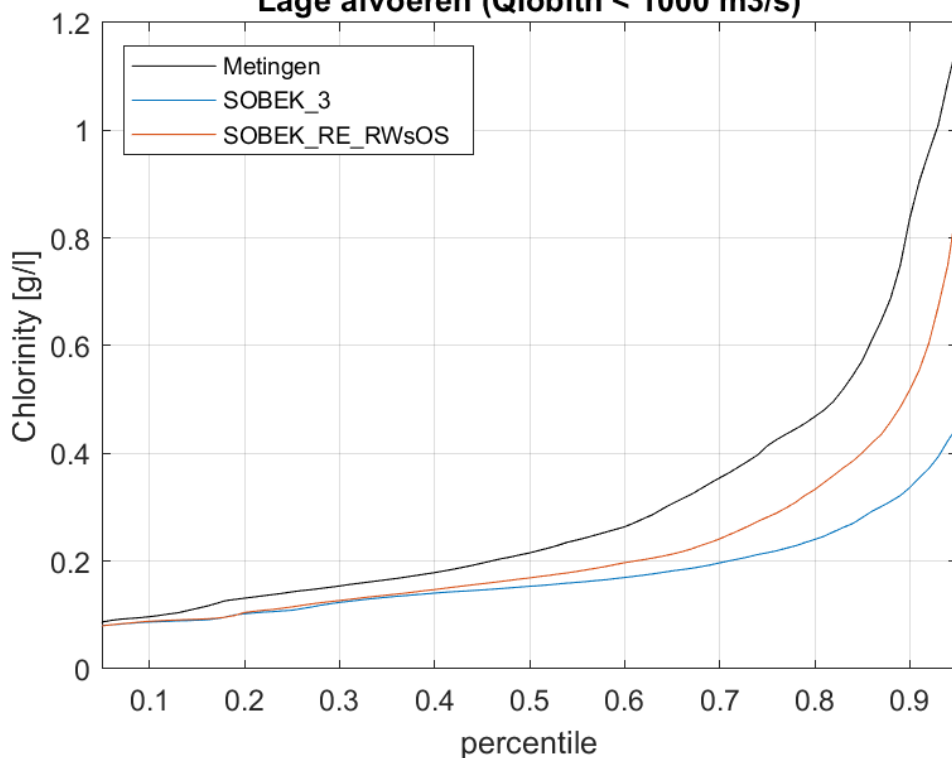
Percentiles Inloop Spui 500
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



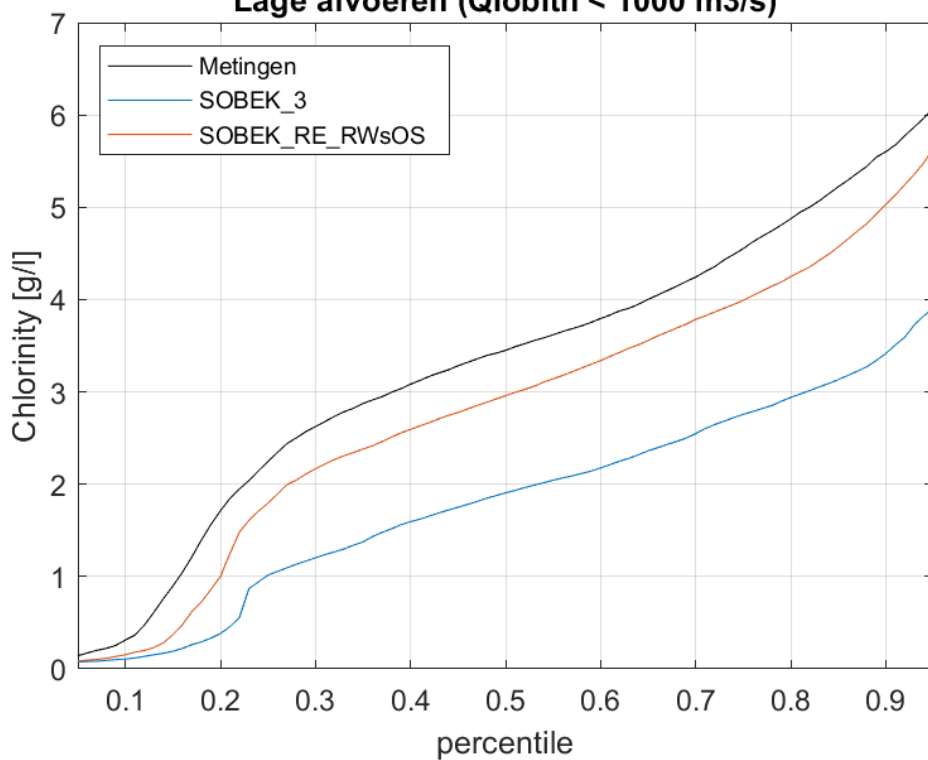
Percentiles Kinderdijk Linkeroever
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



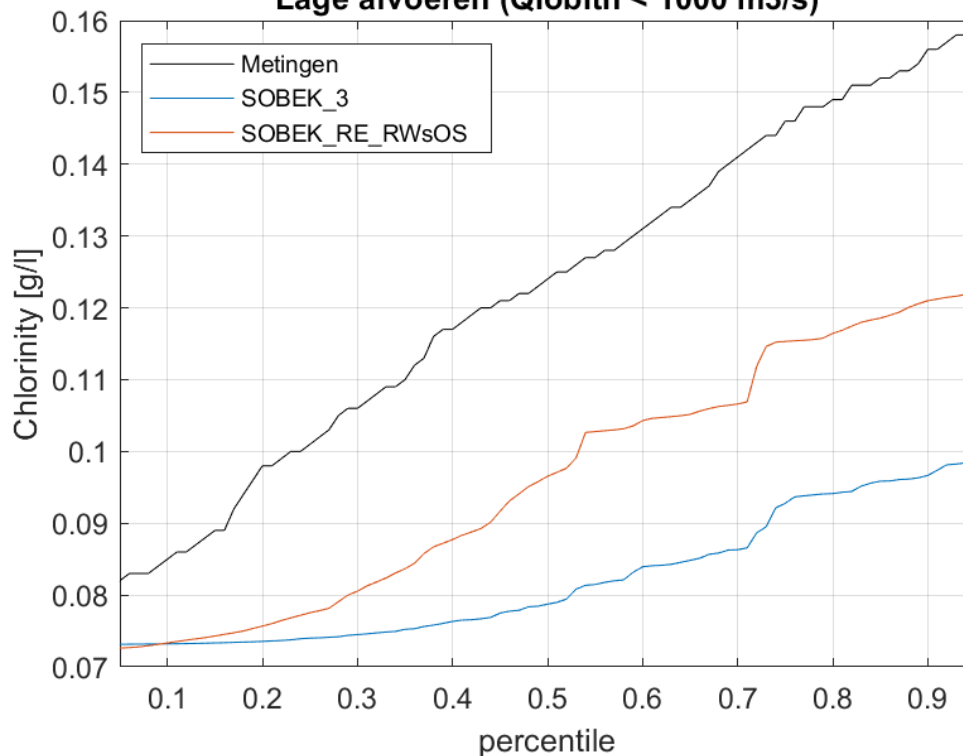
Percentiles Krimpen ad IJssel gemiddeld (standaard methode)
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



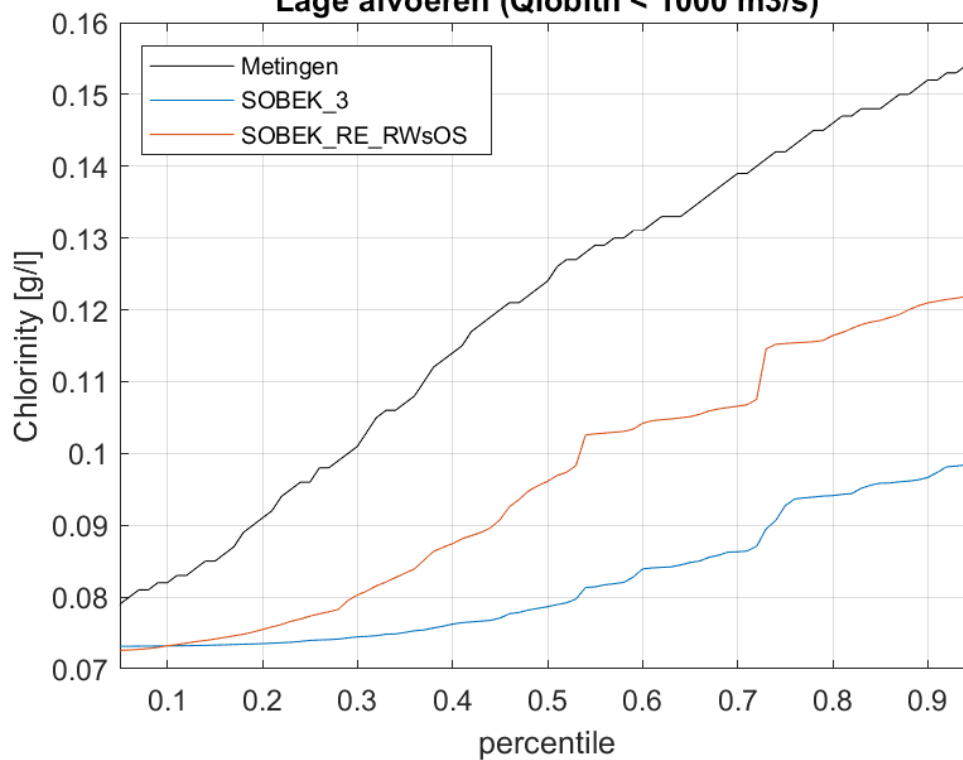
Percentiles Lekhaven gemiddeld (standaard methode)
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



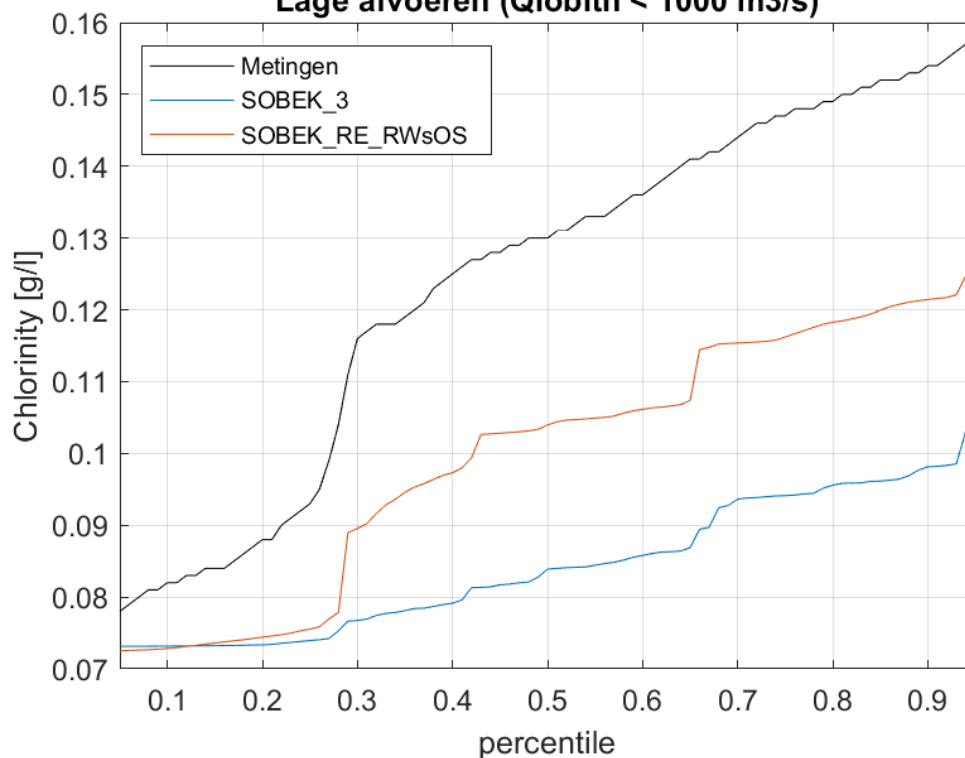
Percentiles Middelharnis Meetboei 1500 Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



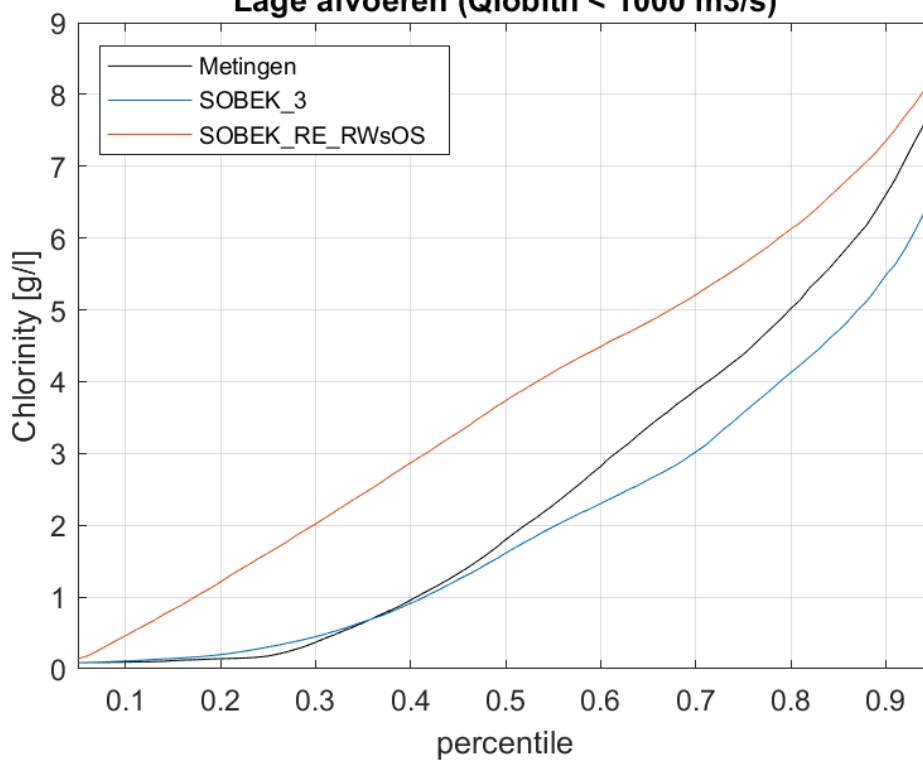
Percentiles Middelharnis Meetboei 200 Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



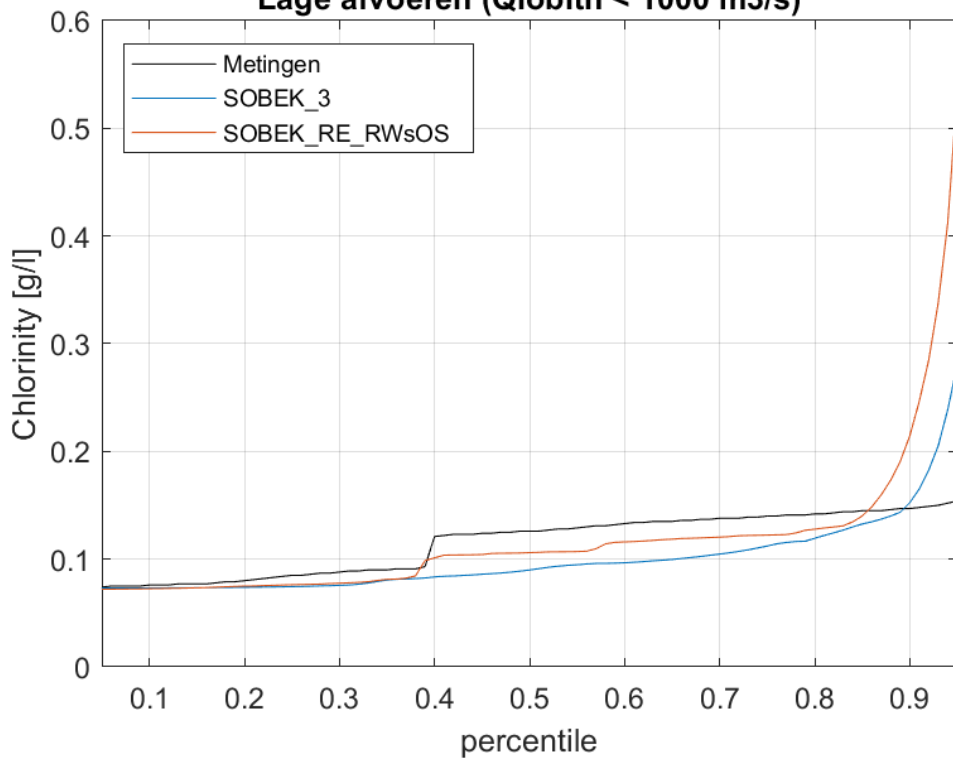
**Percentiles Middelharnis Meetboei 800
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)**



**Percentiles Spijkenisse gemiddeld (standaard methode)
Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)**



Percentiles Zuidland Lage afvoeren (Qlobith < 1000 m3/s)



D Resultaten SOBEK-RE en SOBEK3 2018 (lage afvoer)

D.1 Gehele reeks

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.001	0.035	-0.164	0.192	0.001	0.019	-0.091	0.16	0.001	0.02	-0.09	0.164
Maassluis	0.016	0.04	-0.469	0.213	0.006	0.025	-0.57	0.121	0.003	0.03	-0.573	0.151
Vlaardingen	0.009	0.031	-0.106	0.14	-0.009	0.025	-0.168	0.096	-0.013	0.033	-0.146	0.103
Rotterdam	0.022	0.04	-0.114	0.148	0.048	0.058	-0.06	0.182	0.046	0.06	-0.096	0.181
Krimpen ad IJssel	0.022	0.05	-0.198	0.344	0.05	0.06	-0.076	0.358	0.051	0.059	-0.088	0.329
Gouda brug	0.013	0.071	-0.243	0.245	0.044	0.099	-0.343	0.341	0.046	0.091	-0.314	0.349
Krimpen ad Lek	0.003	0.047	-0.184	0.195	0.033	0.058	-0.118	0.212	0.037	0.055	-0.126	0.193
Schoonhoven	-0.003	0.035	-0.123	0.257	0.066	0.11	-0.131	0.31	0.021	0.065	-0.208	0.223
Hagestein Beneden	0.138	0.17	-0.174	0.57	0.234	0.301	-0.229	0.729	0.177	0.201	-0.155	0.454
Spijkensisse	0.014	0.036	-0.102	0.157	0.034	0.116	-0.335	0.305	-0.019	0.038	-0.136	0.089
Goidschalxoord	0.02	0.039	-0.12	0.146	0.027	0.04	-0.104	0.119	0.013	0.036	-0.121	0.127
Dordrecht	0.011	0.053	-0.157	0.155	0.042	0.051	-0.107	0.178	0.024	0.042	-0.13	0.152
Werkendam	-0.023	0.042	-0.173	0.13	0.044	0.05	-0.078	0.206	0.026	0.036	-0.086	0.151
Vuren	0	0.054	-0.385	0.178	0.069	0.078	-0.262	0.26	0.061	0.073	-0.328	0.238
Zaltbommel	-0.032	0.079	-0.367	0.178	0.047	0.104	-0.493	0.266	0.084	0.12	-0.427	0.303
Tiel	0.152	0.172	-0.144	0.388	0.117	0.155	-0.286	0.387	0.195	0.223	-0.215	0.459
Hellevoetsluis	0.01	0.039	-0.165	0.155	0.049	0.057	-0.079	0.162	0.029	0.044	-0.134	0.161
Rak Noord	0.014	0.039	-0.168	0.15	0.053	0.059	-0.057	0.151	0.034	0.045	-0.117	0.156
Moerdijk	0.013	0.035	-0.136	0.145	0.052	0.057	-0.062	0.142	0.033	0.042	-0.133	0.141
Keizersveer	0.003	0.031	-0.138	0.17	0.061	0.066	-0.051	0.204	0.037	0.046	-0.112	0.164
Heesbeen	-0.012	0.042	-0.244	0.216	0.066	0.073	-0.197	0.28	0.038	0.047	-0.247	0.22
Lith Dorp	-0.021	0.061	-0.487	0.25	0.059	0.075	-0.424	0.289	0.037	0.058	-0.483	0.279
Mean_stations	0.017	0.056	-0.207	0.215	0.054	0.079	-0.196	0.248	0.044	0.066	-0.203	0.218

D.2 Hoogwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	0.068	0.08	-0.032	0.182	0.025	0.032	-0.017	0.15	0.026	0.033	-0.016	0.154
Maassluis	0.036	0.044	-0.057	0.109	-0.016	0.028	-0.108	0.033	-0.001	0.021	-0.091	0.052
Vlaardingen	0.03	0.041	-0.041	0.366	-0.036	0.049	-0.168	0.34	-0.022	0.038	-0.142	0.345
Rotterdam	0.001	0.031	-0.097	0.305	0.055	0.062	-0.022	0.376	0.075	0.079	-0.005	0.387
Krimpen ad IJssel	-0.044	0.055	-0.191	0.053	0.03	0.037	-0.041	0.098	0.053	0.056	-0.02	0.108
Gouda brug	-0.065	0.079	-0.192	0.051	0.032	0.048	-0.124	0.141	0.08	0.086	-0.049	0.17
Krimpen ad Lek	-0.043	0.057	-0.171	0.063	0.026	0.033	-0.053	0.087	0.05	0.053	-0.023	0.1
Schoonhoven	-0.024	0.034	-0.108	0.071	0.182	0.184	0.069	0.261	0.023	0.032	-0.056	0.084
Hagestein Beneden	0.132	0.165	-0.128	0.26	0.388	0.401	0.103	0.533	0.206	0.226	-0.07	0.311
Spijkensisse	0.063	0.068	0.004	0.28	-0.115	0.124	-0.261	0.196	-0.003	0.022	-0.073	0.255
Goidschalxoord	0.068	0.073	-0.06	0.139	0.029	0.036	-0.047	0.098	0.028	0.035	-0.101	0.103
Dordrecht	-0.044	0.056	-0.154	0.078	0.055	0.059	-0.026	0.135	0.057	0.061	-0.051	0.14
Werkendam	-0.05	0.059	-0.159	0.07	0.056	0.06	-0.027	0.136	0.038	0.043	-0.023	0.133
Vuren	-0.057	0.069	-0.311	0.058	0.053	0.062	-0.173	0.134	0.047	0.055	-0.198	0.142
Zaltbommel	-0.067	0.088	-0.312	0.041	0.037	0.09	-0.464	0.152	0.071	0.097	-0.317	0.173
Tiel	0.124	0.154	-0.127	0.323	0.097	0.155	-0.262	0.328	0.179	0.216	-0.193	0.414
Hellevoetsluis	0.034	0.043	-0.074	0.117	0.07	0.073	-0.025	0.124	0.048	0.054	-0.053	0.13
Rak Noord	0.035	0.046	-0.089	0.132	0.061	0.064	-0.018	0.131	0.045	0.051	-0.049	0.133
Moerdijk	0.033	0.044	-0.093	0.136	0.054	0.058	-0.025	0.124	0.039	0.046	-0.055	0.128
Keizersveer	0.012	0.03	-0.112	0.114	0.049	0.054	-0.038	0.137	0.049	0.055	-0.046	0.134
Heesbeen	-0.028	0.041	-0.115	0.08	0.075	0.08	-0.035	0.178	0.048	0.053	-0.045	0.134
Lith Dorp	-0.071	0.083	-0.235	0.075	0.044	0.06	-0.148	0.165	0.044	0.058	-0.095	0.244
Mean_stations	0.006	0.065	-0.13	0.141	0.057	0.084	-0.087	0.185	0.054	0.067	-0.081	0.181

D.3 Laagwater standen

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.013	0.025	-0.086	0.039	-0.009	0.014	-0.044	0.027	-0.01	0.016	-0.049	0.028
Maassluis	0.012	0.028	-0.049	0.073	0.012	0.026	-0.037	0.081	-0.01	0.027	-0.07	0.058
Vlaardingen	0.024	0.036	-0.122	0.101	-0.018	0.027	-0.134	0.047	-0.039	0.047	-0.154	0.04
Rotterdam	0.048	0.056	-0.058	0.126	0.036	0.044	-0.049	0.108	0.025	0.037	-0.086	0.088
Krimpen ad IJssel	0.06	0.068	-0.058	0.132	0.041	0.047	-0.041	0.097	0.05	0.057	-0.054	0.116
Gouda brug	0.072	0.081	-0.061	0.158	0.024	0.045	-0.094	0.14	0.032	0.054	-0.109	0.173
Krimpen ad Lek	0.015	0.03	-0.076	0.071	-0.003	0.02	-0.078	0.04	0.015	0.026	-0.065	0.054
Schoonhoven	0.015	0.03	-0.076	0.085	0	0.03	-0.086	0.196	0.02	0.032	-0.047	0.204
Hagestein Beneden	0.162	0.184	-0.059	0.29	0.135	0.161	-0.08	0.316	0.159	0.179	-0.067	0.29
Spijkensisse	0.042	0.051	-0.036	0.13	0.13	0.137	0.036	0.252	-0.048	0.054	-0.188	0.004
Goidschalxoord	0.034	0.046	-0.095	0.097	0.026	0.034	-0.078	0.066	0.002	0.027	-0.116	0.053
Dordrecht	0.035	0.043	-0.095	0.128	0.032	0.038	-0.043	0.081	0	0.025	-0.097	0.06
Werkendam	-0.028	0.038	-0.154	0.122	0.027	0.036	-0.069	0.204	0.007	0.022	-0.071	0.149
Vuren	0.012	0.041	-0.374	0.17	0.07	0.08	-0.222	0.258	0.057	0.069	-0.27	0.235
Zaltbommel	-0.012	0.062	-0.295	0.176	0.057	0.098	-0.382	0.221	0.092	0.12	-0.346	0.301
Tiel	0.159	0.176	-0.086	0.316	0.111	0.154	-0.248	0.312	0.188	0.221	-0.204	0.381
Hellevoetsluis	-0.021	0.039	-0.165	0.091	0.034	0.044	-0.055	0.136	0.009	0.033	-0.109	0.119
Rak Noord	-0.011	0.033	-0.158	0.09	0.044	0.05	-0.037	0.13	0.021	0.035	-0.102	0.115
Moerdijk	-0.008	0.029	-0.13	0.074	0.045	0.05	-0.048	0.109	0.024	0.035	-0.111	0.093
Keizersveer	0	0.029	-0.121	0.127	0.065	0.069	-0.011	0.192	0.032	0.041	-0.1	0.151
Heesbeen	0.015	0.036	-0.143	0.195	0.068	0.072	-0.023	0.245	0.031	0.041	-0.062	0.204
Lith Dorp	0.016	0.053	-0.436	0.238	0.064	0.075	-0.324	0.235	0.015	0.05	-0.433	0.209
Mean_stations	0.029	0.055	-0.133	0.138	0.045	0.061	-0.098	0.159	0.031	0.057	-0.132	0.142

D.4 Hoogwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	-0.6	6.6	-20.0	30.0	-0.8	6.6	-20.0	40.0	-0.8	6.6	-20.0	40.0
Maassluis	-23.0	32.5	-70.0	30.0	-3.2	23.4	-60.0	70.0	-7.3	26.3	-70.0	70.0
Vlaardingen	-5.3	9.4	-80.0	20.0	1.5	8.1	-70.0	20.0	2.3	8.3	-70.0	20.0
Rotterdam	-1.9	7.5	-70.0	30.0	-2.6	7.4	-70.0	10.0	-1.6	7.1	-70.0	20.0
Krimpen ad IJssel	-7.7	10.7	-30.0	20.0	1.2	7.7	-20.0	30.0	0.6	7.1	-20.0	30.0
Gouda brug	-4.6	8.8	-70.0	30.0	10.2	12.3	-10.0	40.0	8.2	10.5	-10.0	40.0
Krimpen ad Lek	-11.1	15.5	-70.0	30.0	3.2	12.0	-20.0	60.0	-1.4	8.4	-30.0	40.0
Schoonhoven	8.6	21.0	-30.0	80.0	33.9	36.8	0.0	70.0	44.0	45.8	10.0	80.0
Hagestein Beneden	3.9	11.9	-20.0	40.0	-32.2	34.4	-60.0	40.0	15.8	19.2	-10.0	70.0
Spijkensisse	-1.5	8.4	-70.0	20.0	14.1	17.1	-60.0	50.0	3.4	9.0	-70.0	20.0
Goidschalxoord	-2.9	10.7	-40.0	20.0	4.8	11.4	-30.0	40.0	7.7	13.6	-30.0	50.0
Dordrecht	-15.0	24.2	-80.0	80.0	2.0	18.7	-80.0	80.0	1.8	18.4	-80.0	80.0
Werkendam	22.2	29.3	-50.0	70.0	15.9	22.9	-60.0	60.0	17.1	23.9	-40.0	70.0
Vuren	29.8	34.9	-10.0	80.0	23.0	28.7	-20.0	80.0	29.3	33.9	-20.0	80.0
Zaltbommel	31.1	37.5	-70.0	80.0	23.5	30.4	-60.0	80.0	38.5	43.3	-70.0	80.0
Tiel	7.7	51.5	-80.0	80.0	-0.6	57.5	-80.0	80.0	-0.5	56.3	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	9.1	21.8	-50.0	70.0	13.7	22.1	-40.0	70.0	7.7	20.3	-50.0	60.0
Rak Noord	4.3	15.1	-30.0	50.0	19.3	24.9	-20.0	60.0	19.3	24.8	-20.0	80.0
Moerdijk	16.0	21.9	-40.0	80.0	22.4	28.5	-70.0	80.0	22.1	28.3	-80.0	60.0
Keizersveer	12.8	23.1	-60.0	80.0	20.6	27.8	-40.0	70.0	0.1	20.3	-50.0	80.0
Heesbeen	24.7	45.2	-80.0	80.0	30.1	43.6	-80.0	80.0	24.7	42.1	-80.0	80.0
Lith Dorp	20.0	39.9	-80.0	80.0	1.5	36.6	-80.0	80.0	10.9	39.3	-80.0	80.0
Mean_stations	5.3	22.2	-54.5	53.6	9.2	23.6	-47.7	58.6	11.0	23.3	-47.3	59.5

D.5 Laagwater tijden

	SOBEK-3-minus-Metingen				SOBEK-RE-RWsOS-minus-Metingen				SOBEK-RE-BOS-minus-Metingen			
	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff	B	RMSE	mindiff	maxdiff
Hoek van Holland	5.4	15.9	-60.0	50.0	4.9	13.4	-70.0	50.0	4.3	14.1	-80.0	50.0
Maassluis	-0.2	19.7	-80.0	60.0	1.7	21.5	-80.0	50.0	0.9	19.2	-80.0	60.0
Vlaardingen	5.6	15.8	-60.0	80.0	3.2	13.5	-70.0	70.0	-0.5	14.1	-80.0	70.0
Rotterdam	6.2	15.8	-70.0	80.0	4.9	13.4	-80.0	70.0	1.9	11.8	-60.0	40.0
Krimpen ad IJssel	6.2	15.8	-70.0	70.0	8.4	17.2	-80.0	80.0	4.7	16.6	-80.0	70.0
Gouda brug	-5.5	17.1	-70.0	80.0	5.0	15.9	-50.0	80.0	-1.0	17.6	-60.0	70.0
Krimpen ad Lek	13.3	22.1	-70.0	80.0	7.5	17.0	-70.0	80.0	11.1	20.0	-50.0	80.0
Schoonhoven	4.7	22.6	-70.0	70.0	-18.8	31.4	-80.0	80.0	7.5	23.0	-80.0	70.0
Hagestein Beneden	-6.8	25.7	-80.0	70.0	-34.3	41.5	-80.0	30.0	-8.8	26.8	-80.0	60.0
Spijkensisse	5.1	15.6	-80.0	60.0	23.0	26.7	-70.0	80.0	-0.1	14.0	-80.0	70.0
Goidschalxoord	13.9	23.2	-70.0	80.0	16.0	22.1	-60.0	80.0	14.4	22.5	-70.0	80.0
Dordrecht	23.9	30.8	-40.0	80.0	22.1	28.5	-30.0	80.0	22.9	29.3	-30.0	80.0
Werkendam	9.3	17.6	-40.0	80.0	18.5	23.6	-20.0	80.0	17.8	23.0	-20.0	80.0
Vuren	11.3	20.2	-30.0	60.0	13.4	21.2	-30.0	60.0	19.9	25.8	-20.0	70.0
Zaltbommel	13.2	25.0	-60.0	80.0	14.6	25.0	-50.0	80.0	28.3	35.7	-80.0	80.0
Tiel	18.0	54.5	-80.0	80.0	21.4	54.7	-80.0	80.0	24.9	56.9	-80.0	80.0
Hellevoetsluis	23.9	31.6	-40.0	80.0	34.0	39.7	-50.0	80.0	32.8	38.5	-50.0	80.0
Rak Noord	19.9	27.0	-80.0	80.0	21.5	26.8	-50.0	80.0	22.4	27.7	-40.0	80.0
Moerdijk	11.5	16.8	-20.0	60.0	17.1	20.8	-10.0	60.0	16.1	20.1	-10.0	50.0
Keizersveer	7.0	15.6	-40.0	70.0	24.5	28.1	-20.0	80.0	10.8	17.5	-30.0	60.0
Heesbeen	1.0	13.9	-70.0	40.0	24.2	28.0	-50.0	80.0	10.2	17.7	-30.0	80.0
Lith Dorp	-8.3	27.3	-70.0	80.0	1.8	25.8	-60.0	80.0	-7.5	29.3	-80.0	80.0
Mean_stations	8.1	22.3	-61.4	71.4	10.7	25.3	-56.4	72.3	10.6	23.7	-57.7	70.0

E Stappenplan jaarsom analyse

De huidige versie van de tool box omvat de folder 'Jaarsom_toolbox'. Hieronder staat een korte omschrijving van de onderdelen:

- folder voorbereiden meetgegevens: deze folder bevat de benodigde scripts voor het combineren van meetgegevens voor de locaties die geanalyseerd moet en worden (zie E.1.2)
- folder scripts: alle benodigde scripts, deze kunnen individueel worden gebruikt en aangeroepen
- compare_simulations_wl.ini : tekst bestand waarin alle initiële bestanden worden gespecificeerd voor de analyse van de waterstanden (zie E.2)
- compare_simulations_salt.ini : tekst bestand waarin alle initiële bestanden worden gespecificeerd voor de analyse van de zoutconcentraties (zie E.2)
- start_jaarsom_analyse.m : hoofd script dat compare_simulations_wl.ini en compare_simulations_salt.ini inleest en daarna alle losse scripts/ analyse stappen aanroept.

Bovenstaande onderdelen worden in deze bijlage a.h.v. het onderstaande stappenplan voor de analyse van de jaarsom beschreven:

- 1 Voorbereiding analyse:
 - Opvragen van meetgegevens voor de validatie
 - Verwerken van de meetgegevens naar 1 dataset
- 2 Initiële reader bestanden invullen
- 3 Draai het script start_jaarsom_analyse.m
- 4 Importeer de resultaten in Excel met behulp van Visual Basic script (readData.xlsm)
- 5 Visualiseer de gegevens met behulp van een voorbeeld Excel (inclusief conditionele regels voor kleurschalen)

E.1 Voorbereiding van analyse

E.1.1 Opvragen van meetgegevens voor de validatie

Voor de statistische analyse wordt gebruik gemaakt van metingen van waterstanden en Chloride voor LMW-locaties. Verder wordt er voor de selectie van de condities gebruik gemaakt van afvoeren, de astronomische waterstand bij Hoek van Holland en de uur gegevens van wind. De bron, de eigenschappen, namen, en omschrijvingen van de type meetgegevens die voor het jaar 2018 zijn gebruikt staan in Tabel E.1 en Tabel E.2.

Tabel E.1 De bron, en locatie van alle type metingen zoals gebruikt voor de jaarsom analyse.

Metingen	locatie	Aangeleverd door
Waterstanden	Zie Tabel 1.1	Zaid Bashir - RWS-WNZ (DONAR)
Afvoeren	Lobith, Megen	https://waterinfo.rws.nl/#!/kaart/waterafvoer/
Wind uur-gegevens	330 Hoek van Holland	https://projects.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens/selectie.cgi
Astronomische waterstand	Hoek van Holland	https://waterinfo.rws.nl/#!/kaart/astronomische-getii/
Chloride	Zie Tabel E.2	Zaid Bashir - RWS-WNZ (DONAR)

Tabel E.2 De locatie omschrijving, bestandnaam en diepte van de beschikbare Chloride metingen

Hoek van Holland	Beschikbaar bij DONAR / gecontroleerd HvH_Ch4 HvH_Ch5 HvH_Ch6	Diepte: -900 cm -450 cm -250 cm
Rotterdam	geen Rotterdam, maar Lekhaven rechter oever 1005.2 Lekhaven01 Lekhaven02 Lekhaven03	Diepte: -700 cm -500 cm -250 cm gecontroleerd, ontbrekende gegevens
Krimpen a/d IJssel	Krimpen a/d IJssel linker oever (km 18.0) KIJssel3 KIJssel4	Diepte: -550 cm -400 cm gecontroleerd
Krimpen a/d Lek	geen Krimpen, maar aan overkant Kinderdijk a/d Lek Kinderd2	Diepte: -500 cm gecontroleerd
Spijkenisse	Spijkenissebrug westelijke doorvaart in DONAR Spijken4 Spijken5 Spijken6	Diepte: -900 cm -450 cm -250 cm gecontroleerd
Brienoordbrug rechter oever	BRIENOBRTOVR_G_250 BRIENOBRTOVR_G_650	Diepte: -250 cm -650 cm
Beerenplaat linker oever	BEERPLKOVR_G	
Zuidland	ZUIDLD2	
Inloop Spui	InloopS3 InloopS4	Diepte: -500cm -100 cm
Middelharnis Meetboei	MIDDHNS4 MIDDHNS5 MIDDHNS6	Diepte: -1500cm -800 cm -200 cm
Haringvliet West	HVS311 HVS312	Diepte: -800cm -200 cm

E.1.2 Verwerken van de meetgegevens naar 1 dataset

De tool box roept voor de analyse van de waterstanden en zoutconcentraties 2 .CSV bestanden aan met daarin respectievelijk de waterstanden en zoutconcentraties voor alle meetlocaties waarop de analyse moet plaatsvinden. Voor het combineren en middelen van de losse meetreeksen die per locatie zijn aangeleverd, kunnen de volgende python scripts worden gebruikt:

- combine_CL_data_RWS.py
- combine_WL_data_RWS.py

Deze scripts zijn binnen de Jaarsom tool box in de folder 'voorbereiden meetgegevens' te vinden. De uitvoer van deze scripts is een .CSV bestand met Chloriniteit in mg/l voor de in Tabel E.2 genoemde locaties.

E.2 Initiële reader bestanden invullen

In de huidige versie van de tool box is er een tweetal initiële reader bestanden dat moet worden ingevuld. Deze bestanden specificeren o.a. de locaties, eenheden en type meetreeksen (meting of model namen):

- compare_simulations_wl.ini : tekst bestand waarin alle initiële bestanden worden gespecificeerd voor de analyse van de waterstanden (zie E.2)
- compare_simulations_salt.ini : tekst bestand waarin alle initiële bestanden worden gespecificeerd voor de analyse van de zoutconcentraties (zie E.2)

Daarnaast moet in het bestand `compare_simulations_wl.ini` ook de locatie van de afvoeren, astronomische waterstand en uur gegevens van het KNMI worden aangegeven welke gebruikt worden voor het selecteren van de bijzondere condities.

E.3 Start de analyse

Met behulp van het script `start_jaarsom_analyse.m` kan de volledige jaarsom analyse worden uitgevoerd. Het script leest `compare_simulations_wl.ini` en `compare_simulations_salt.ini` in en roept vervolgens alle losse scripts/ analyse stappen aan. Alle resultaten worden vervolgens weggeschreven naar de map `results` (of volgende versies hiervan zoals `results_v2`) met daarin onderliggende mappen voor de analyse van de waterstanden, vuistregels en zoutconcentraties. De map `results` wordt in dezelfde map als het script `start_jaarsom_analyse.m` staat aangemaakt door de scripts.

E.4 Visualisatie van resultaten in Excel

De resultaten van het script worden weggeschreven naar CSV bestanden. Per condities zijn er 5 CSV bestanden die onderdelen van deze conditie beschrijven. Met behulp van een macro in Excel kunnen meerdere CSV bestanden worden ingelezen en naar verschillende tabbladen worden geschreven. Van te voren is het aan te raden om delen van bestandsnaam die repetitief zijn te verwijderen met behulp van een Multi rename tool. In het geval van 2018 was dat het deel "2018_statistics_". Het resultaat van dit script is een Excel met 5 tabbladen die als het goed is al zijn geplaatst in cellen. Met behulp van een voorbeeld bestand is de opmaak te kopiëren naar elk tabblad. Dit is in dit stadium nog niet geautomatiseerd. Als laatste is er een kolom toegevoegd met een volgorde van stations (zee → landinwaarts). Ook deze stap is in dit stadium nog niet geautomatiseerd.

E.5 Aanbevelingen voor verbetering van de tool box

De tool box is nu opgezet als eerste poging tot het meer automatiseren/generaliseren van de jaarlijks terugkerende analyse van de jaarsom resultaten. De tool box, en dan met name de invoer van de initiële condities en setting voor het selecteren van de bijzondere condities tijdens het jaar zijn echter nog niet optimaal. Verder is de tool box nog niet opgezet om ook de jaarsom resultaten van een vorig jaar in te lezen en te combineren met de huidige resultaten. Om deze reden worden de volgende wijzigingen in de tool box aanbevolen voor de analyse van het komende jaar:

- Checken van alle figuur labels. Deze zijn nu niet consequent in 1 taal. Een deel is in Engels en een deel in Nederlands. Hier 1 taal kiezen en deze overall toepassen.
- Combineren van de twee initiële reader bestanden `compare_simulations_wl.ini` en `compare_simulations_salt.ini` in 1 bestand.
- Toevoegen van de vergelijking van de resultaten van het huidige jaar, met de resultaten van voorgaande jaren.
- Condities met hoge waterstanden door stormopzet, waarbij de stormvloedkering is gesloten kunnen apart worden geselecteerd aan de hand van de invoer van de Maeslant/Hartelkering. Als de Hollandse IJsselkering sluit is het interessant om tijdens deze condities de locaties van Krimpen a/d IJssel en Gouda te bekijken.
- Opdelen van de meetlocaties voor zout in 2 categorieën (aan te geven in de initiële reader bestanden). Voor de ene categorie worden dan resultaten weergegeven in ppt met de daarbij behorende interessante limieten. Voor de andere categorie worden de resultaten weergegeven in g/l of mg/l.
- De modelresultaten geven voor elke tijdstap een zoutconcentratie, aangezien er gebruik wordt gemaakt van een constante zoutconcentratie met toepassing van de Thatcher - Harleman time lag methode op de beneden randen van de modellen en complete tijdseries op de bovenstroomse randen. Dit betekent dat er ook model resultaten beschikbaar zijn voor de periodes waar hiaten in de meetreeksen zitten. De procentielfiguren zijn echter gebaseerd op

alleen de tijdstippen dat er daadwerkelijk metingen beschikbaar zijn. Doordat de statistische licentie van MATLAB niet vrij beschikbaar is, is het dit jaar nog niet gelukt om op basis van de Kolmogorov Smirnov toets voor 2 steekproeven te bepalen of deze percentielen dan representatief zijn voor het gehele jaar. Aanbevolen wordt om deze toets nog zelf te schrijven in een script om zo toch te kunnen toepassen binnen de jaarsom. Dit jaar is namelijk alleen visueel op basis van de gehele meetreeks bepaald of de percentiel figuren voor een locatie representatief zijn. Deze figuren bevatten echter veel informatie met grote spreiding waardoor ze moeilijk te lezen zijn. We adviseren om ook te kijken naar een andere presentatie van de gehele meetreeksen voor zout.

- Niet achteraf handmatig, maar direct in het script de bias en RMSE en percentielen (met eigen opmaak en limiet voor verzilting) van de locaties die apart worden bekeken in de resultaten wegschrijven:
 - Waterstanden: Dordrecht, Rotterdam,
 - Hoog en laagwatertijden en standen : Maassluis, Hoek van Holland en Spijkenisse,
 - Percentielen: Kinderdijk, Krimpen ad IJssel.
- De resultaten van het script worden weggeschreven naar CSV bestanden en achteraf geopend en gecombineerd in excel bestanden. Aanbevolen wordt om naast het wegschrijven naar .csv de 5 onderdelen van elke conditie ook direct naar een Excel met verschillende tabbladen te schrijven.
- Verdere automatisering van de resultaten in Excel of een ander programma.
- Automatische sortering van stations op riviertak.
- Windgegevens van de randvoorwaarden voor SOBEK gebruiken in plaats van de KNMI gegevens.