



Vlaanderen
is wetenschap



14.176.1
WL rapporten

Integraal plan Boven-Zeeschelde Veiligheidstoets B-&C-alternatieven

Deelrapport 1 – Kalibratie Zeescheldemodel

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

INTEGRAAL PLAN BOVEN-ZEESCHELDE – VEILIGHEIDSTOETS B-&C- ALTERNATIEVEN

Deelrapport 1 – Kalibratie Zeescheldemodel

Coen, L.; Vanderkimpen, P.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2017
D/2017/3241/19

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Coen, L.; Vanderkimpfen, P.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Integraal plan Boven-Zeeschelde – Veiligheidstoets B-&C-alternatieven: Deelrapport 1 – Kalibratie Zeescheldemodel. Versie 5.0. WL Rapporten, 14_176_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

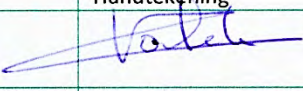
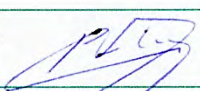
Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

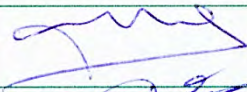
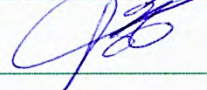
Opdrachtgever:	Waterwegen&Zeekanaal, Afdeling Zeeschelde	Ref.:	WL2017R14_176_1
Keywords (3-5):	Zeeschelde, numeriek model, 1D, kalibratie		
Tekst (p.):	54	Bijlagen (p.):	199
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Coen, L.
------------	----------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vanlede, J. Vanderkimpfen, P.	 
Projectleider:	Coen, L.	

Goedkeuring

Coördinator onderzoeksgroep:	Verwaest, T.	
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	



Abstract

In het kader van project 'Onderhoud MIKE11 modellen' werd het 1D numeriek model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren geactualiseerd. Na deze actualisatie diende het model opnieuw gekalibreerd te worden. De ruwheid van de rivierbedding is gebruikt als kalibratieparameter. De resultaten van de modelberekeningen zijn vergeleken met gemeten waterpeilen voor drie kalibratieperioden, waaronder één periode met gemiddeld getij en twee stormperioden. Bijkomend is een validatie van de gemodelleerde waterpeilen uitgevoerd voor drie validatieperioden, waaronder één periode met verhoogde bovenafvoer en twee stormperioden. De debieten tijdens de kalibratieperiode met gemiddeld getij langs de Zeeschelde en Rupel zijn vergeleken met gemeten debieten. De kwaliteit van het gekalibreerde model wordt beschreven aan de hand van RMSE- en bias-waarden van de tijdreeksen van de waterpeilen, hoogwaters en laagwaters, het verschil in M2 amplitude en het vectorieel verschil op basis van de harmonische componenten tussen gesimuleerde en gemeten waterpeilen. De bekomen resultaten worden vergeleken met resultaten van 2D- en 3D-modellen van de Zeeschelde.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VIII
Lijst van de figuren	IX
Lijst van de tabellen in BIJLAGE A.....	X
Lijst van de figuren in BIJLAGE A.....	X
Lijst van de tabellen in BIJLAGE B	XIII
Lijst van de figuren in BIJLAGE B.....	XIII
Lijst van de tabellen in BIJLAGE C	XVI
Lijst van de figuren in BIJLAGE C.....	XVI
Lijst van de tabellen in BIJLAGE D.....	XIX
Lijst van de figuren in BIJLAGE D	XIX
Lijst van de tabellen in BIJLAGE E	XXII
Lijst van de figuren in BIJLAGE E.....	XXII
Lijst van de tabellen in BIJLAGE F	XXV
Lijst van de figuren in BIJLAGE F	XXV
1 Inleiding	1
1.1 Kader.....	1
1.2 Opbouw van het rapport.....	1
2 Modelopbouw	2
2.1 Algemeen.....	2
2.2 Gebruikte software.....	4
2.3 Geografische referentie en tijdszone	4
2.4 Randvoorwaarden	4
2.4.1 Opwaartse en zijdelingse randvoorwaarden.....	4
2.4.2 Afwaartse randvoorwaarden.....	6
2.4.3 Wind	6
3 Beschikbare meetgegevens	7
3.1 Waterpeilen 2010-2016.....	7
3.2 Debieten	10
4 Kalibratie.....	12
4.1 Overzicht kalibratie- en validatieperiodes.....	12

4.1.1	Juni 2014.....	13
4.1.2	Oktober 2014.....	15
4.1.3	December 2013	17
4.1.4	November 2010	19
4.1.5	November 2015	21
4.1.6	Januari 2016.....	23
4.2	Methode kalibratie	25
4.2.1	Statistische analyse.....	25
4.2.2	Harmonische analyse.....	26
4.2.3	Kostenfunctie.....	26
4.2.4	Kalibratieresultaten	28
5	Kwaliteit van het gekalibreerde model	32
5.1	Jun2014 – gemiddeld getij.....	32
5.1.1	Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters	32
5.1.2	Harmonische analyse.....	33
5.1.3	Debieten	34
5.2	Okt2014 - storm.....	36
5.2.1	Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters	36
5.2.2	Harmonische analyse.....	37
5.3	Dec2013 - Sinterklaasstorm.....	38
5.3.1	Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters	38
5.3.2	Harmonische analyse.....	39
5.4	Nov2010 – verhoogde bovenafvoer	40
5.4.1	Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters	40
5.4.2	Harmonische analyse.....	41
5.5	Nov2015 - storm	42
5.5.1	Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters	42
5.5.2	Harmonische analyse.....	43
5.6	Jan2016 - storm	44
5.6.1	Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters	44
5.6.2	Harmonische analyse.....	45
5.7	Samenvatting.....	46
5.8	Vergelijking met 2D- en 3D-modellen Zeeschelde	48
5.8.1	Operationeel 2D NEVLA-model	48
5.8.2	3D NEVLA-model	49
5.8.3	3D Scaldis model.....	50

6	Conclusies en aanbevelingen	52
6.1	Conclusies	52
6.2	Aanbevelingen	53
7	Referenties	54
BIJLAGE A	Modelresultaten jun2014 - gemiddeld getij	B1
	Tijdreeksen	B1
	Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW	B8
	Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil	B22
	Tijdreeksen debieten	B32
BIJLAGE B	Modelresultaten okt2014 - storm	B46
	Tijdreeksen	B46
	Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW	B53
	Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil	B67
BIJLAGE C	Modelresultaten dec2013 - storm	B76
	Tijdreeksen	B76
	Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW	B83
	Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil	B97
BIJLAGE D	Modelresultaten nov2010 - verhoogde bovenafvoer	B107
	Tijdreeksen	B107
	Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW	B114
	Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil	B128
BIJLAGE E	Modelresultaten nov2015 - storm	B138
	Tijdreeksen	B138
	Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW	B145
	Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil	B159
BIJLAGE F	Modelresultaten jan2016 - storm	B169
	Tijdreeksen	B169
	Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW	B176
	Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil	B190

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Overzicht van de verschillende takken in het quasi-2D hydrodynamisch model van de Westerschelde	3
Tabel 2 – Opgelegde (gemeten) debietreeksen aan opwaartse randen van het model.....	5
Tabel 3 – Herschaalde debietreeksen opgelegd aan opwaartse randen van het model	6
Tabel 4 – Overzicht waterstandsreeksen kalibratie en validatie.....	7
Tabel 5 – Beschikbare debietsmetingen.....	10
Tabel 6 – Overzicht kalibratieperiodes.....	12
Tabel 7 – Overzicht validatieperiodes	12
Tabel 8 – Overzicht parameters, gewichten en drempelwaarden kostenfunctie	27
Tabel 9 – Overzicht referentiegetijden ‘comparable tide’	34
Tabel 10– Statistische parameters voor debieten tijdens één getij.....	35
Tabel 11 – Overzicht RMSE-waarden kalibratie- en validatieperiodes.....	46
Tabel 12 – Overzicht absolute waarde bias kalibratie- en validatieperiodes	47
Tabel 13 – Overzicht verschil M2 amplitude Run285 versus metingen – kalibratie- en validatie periodes...	47
Tabel 14 – Absolute waarden bias voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – NEVLA_B7storm – Westerschelde, Zeeschelde en Durme.....	49
Tabel 15 – RMSE-waarden voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – 3D NEVLA-model sim G141b & simG146 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme.....	49
Tabel 16 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – kalibratieperiode en stormperiode Scaldis 3D – Westerschelde en Zeeschelde	51

Lijst van de figuren

Figuur 1 - Overzicht meetposten waterpeilen Westerschelde en Zeescheldebekken.....	9
Figuur 2 – Overzicht locaties beschikbare Q-metingen.....	11
Figuur 3 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens kalibratieperiode jun2014.....	14
Figuur 4 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens kalibratieperiode jun2014	14
Figuur 5 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm okt2014.....	16
Figuur 6 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm okt2014	16
Figuur 7 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm dec2013	18
Figuur 8 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm dec2013.....	18
Figuur 9 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen en daggemiddeld debiet te Melle tijdens was nov2010	20
Figuur 10 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens was nov2010.....	20
Figuur 11 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm nov2015	22
Figuur 12 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm nov2015	22
Figuur 13 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm jan2016	24
Figuur 14 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm jan2016	24
Figuur 15 – Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014 – run100 tem run169	28
Figuur 16 - Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014 – run200 tem run230	29
Figuur 17 - Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014, okt2014 en dec2013 – run230 tem run269	29
Figuur 18 - Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014 en okt2014 – run269 tem run285	30
Figuur 19 – Lengteprofiel ruwheid langsheen Westerschelde (boven) en Zeeschelde (onder)	31
Figuur 20 – M2 amplitude Run285 versus metingen – jun2014 – Westerschelde en Zeeschelde	33
Figuur 21 – M2 amplitude Run285 versus metingen – okt2014 – Westerschelde en Zeeschelde	37
Figuur 22 – M2 amplitude Run285 versus metingen – dec2013 – Westerschelde en Zeeschelde.....	39
Figuur 23 – M2 amplitude Run285 versus metingen – nov2010 – Westerschelde en Zeeschelde	41
Figuur 24 – M2 amplitude Run285 versus metingen – nov2015 – Westerschelde en Zeeschelde	43
Figuur 25 – M2 amplitude Run285 versus metingen – jan2016 – Westerschelde en Zeeschelde	45
Figuur 26 – Vergelijking van het originele NEVLA grid en het aangepaste grid in het operationeel 2D NEVLA-model.....	48

Lijst van de tabellen in BIJLAGE A

Tabel A 1 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters –jun2014- Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B8
Tabel A 2 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – jun2014 – Rupelbekken	B9
Tabel A 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil - jun2014 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B22
Tabel A 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – jun2014 – Rupelbekken	B23

Lijst van de figuren in BIJLAGE A

Figuur A 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Vlissingen	B1
Figuur A 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Terneuzen	B1
Figuur A 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Hansweert	B1
Figuur A 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Bath	B1
Figuur A 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Prosperpolder	B2
Figuur A 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Zandvliet	B2
Figuur A 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Liefkenshoek	B2
Figuur A 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Kallo	B2
Figuur A 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Antwerpen	B2
Figuur A 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Hemiksem	B2
Figuur A 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Temse	B3
Figuur A 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 –Sint-Amands	B3
Figuur A 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Dendermonde	B3
Figuur A 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Schoonaarde	B3
Figuur A 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Wetteren	B3
Figuur A 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Melle	B3
Figuur A 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Tielrode	B4
Figuur A 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Waasmunster Manta	B4
Figuur A 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Boom	B4
Figuur A 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Walem	B4
Figuur A 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Hombeek	B4

Figuur A 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Zemst.....	B4
Figuur A 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Eppegem	B5
Figuur A 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Mechelen-Benedensluis	B5
Figuur A 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Mechelen opwaarts stuw	B5
Figuur A 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Rijmenam	B5
Figuur A 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Rotselaar opwaarts stuw	B5
Figuur A 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Wilsele.....	B5
Figuur A 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Aarschot	B6
Figuur A 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Duffel-sluis.....	B6
Figuur A 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Lier Molbrug	B6
Figuur A 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Emblem	B6
Figuur A 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Grobbendonk	B6
Figuur A 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Lier Maasfort	B6
Figuur A 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Kessel	B7
Figuur A 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Hulshout.....	B7
Figuur A 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 – Geel-Zammel	B7
Figuur A 38 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Westerschelde	B10
Figuur A 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Westerschelde	B10
Figuur A 40 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde	B11
Figuur A 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde.....	B11
Figuur A 42 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde	B12
Figuur A 43 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde	B12
Figuur A 44 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde.....	B13
Figuur A 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde.....	B13
Figuur A 46 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde.....	B14
Figuur A 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde	B14
Figuur A 48 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde	B15
Figuur A 49 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde.....	B15
Figuur A 50 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme	B16
Figuur A 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme	B16
Figuur A 52 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme	B17
Figuur A 53 - - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme	B17
Figuur A 54 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme.....	B18
Figuur A 55 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme.....	B18
Figuur A 56 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken	B19
Figuur A 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken	B19

Figuur A 58 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken.....	B20
Figuur A 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken.....	B20
Figuur A 60 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken	B21
Figuur A 61 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken	B21
Figuur A 62 - M2 amplitude – jun2014 - Westerschelde.....	B24
Figuur A 63 – Vectorieel verschil – jun2014 - Westerschelde	B24
Figuur A 64 - M2 amplitude – jun2014 – Beneden-Zeeschelde	B25
Figuur A 65 – Vectorieel verschil – jun2014 - Beneden-Zeeschelde	B25
Figuur A 66 - M2 amplitude – jun2014 - Boven-Zeeschelde	B26
Figuur A 67 – Vectorieel verschil – jun2014 - Boven-Zeeschelde	B26
Figuur A 68 - M2 amplitude – jun2014 - Durme.....	B27
Figuur A 69 – Vectorieel verschil – jun2014 - Durme.....	B27
Figuur A 70 - M2 amplitude – jun2014 – Rupel-Dijle-Demer	B28
Figuur A 71 – Vectorieel verschil – jun2014 - Rupel-Dijle-Demer	B28
Figuur A 72 - M2 amplitude – jun2014 – Zenne	B29
Figuur A 73 – Vectorieel verschil – jun2014 - Zenne	B29
Figuur A 74 - M2 amplitude – jun2014 – Kleine Nete	B30
Figuur A 75 – Vectorieel verschil – jun2014 – Kleine Nete.....	B30
Figuur A 76 - M2 amplitude – jun2014 – Grote Nete.....	B31
Figuur A 77 – Vectorieel verschil – jun2014 – Grote Nete	B31
Figuur A 78 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Liefkenshoek – jun2014 – meetcampagne 20090527.....	B32
Figuur A 79 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Liefkenshoek – jun2014 – meetcampagne 20100430.....	B33
Figuur A 80 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Liefkenshoek – jun2014 – meetcampagne 20130625.....	B34
Figuur A 81 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Kruibeke – jun2014 – meetcampagne 20090526.....	B35
Figuur A 82 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Kruibeke – jun2014 – meetcampagne 20100414.....	B36
Figuur A 83 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Kruibeke – jun2014 – meetcampagne 20130530.....	B37
Figuur A 84 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Driegoten – jun2014 – meetcampagne 20090623.....	B38
Figuur A 85 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Driegoten – jun2014 – meetcampagne 20100415.....	B39
Figuur A 86 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Driegoten – jun2014 – meetcampagne 20130612.....	B40
Figuur A 87 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Schoonaarde – jun2014 – meetcampagne 20090625.....	B41
Figuur A 88 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Schoonaarde – jun2014 – meetcampagne 20100414.....	B42
Figuur A 89 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Schoonaarde – jun2014 – meetcampagne 20130527.....	B43
Figuur A 90 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Boom – jun2014 – meetcampagne 20090622	B44
Figuur A 91 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Boom – jun2014 – meetcampagne 20100427	B45

Lijst van de tabellen in BIJLAGE B

Tabel B 1– Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – okt2014 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B53
Tabel B 2– Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – okt2014 – Rupelbekken	B54
Tabel B 3 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – okt2014 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B67
Tabel B 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – okt2014 – Rupelbekken	B68

Lijst van de figuren in BIJLAGE B

Figuur B 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 - Vlissingen.....	B46
Figuur B 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 -Terneuzen.....	B46
Figuur B 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Hansweert	B46
Figuur B 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Bath.....	B46
Figuur B 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Prosperpolder	B47
Figuur B 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Zandvliet	B47
Figuur B 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Liefkenshoek.....	B47
Figuur B 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Kallo	B47
Figuur B 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Antwerpen	B47
Figuur B 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Hemiksem	B47
Figuur B 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Temse	B48
Figuur B 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Sint-Amands	B48
Figuur B 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Dendermonde.....	B48
Figuur B 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Schoonaarde.....	B48
Figuur B 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Wetteren	B48
Figuur B 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Melle.....	B48
Figuur B 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Tielrode.....	B49
Figuur B 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Waasmunster Manta.....	B49
Figuur B 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Boom	B49
Figuur B 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Walem.....	B49

Figuur B 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Hombeek	B49
Figuur B 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Zemst	B49
Figuur B 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Eppegem	B50
Figuur B 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Mechelen-Benedensluis	B50
Figuur B 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Mechelen opwaarts stuw	B50
Figuur B 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Rijmenam.....	B50
Figuur B 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Rotselaar opwaarts stuw	B50
Figuur B 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Wilsele	B50
Figuur B 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Aarschot.....	B51
Figuur B 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Duffel-sluis	B51
Figuur B 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Lier Molbrug	B51
Figuur B 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Emblem.....	B51
Figuur B 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Grobbendonk.....	B51
Figuur B 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Lier Maasfort	B51
Figuur B 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Kessel	B52
Figuur B 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 –	B52
Figuur B 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – okt2014 – Geel-Zammel	B52
Figuur B 38– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Westerschelde.....	B55
Figuur B 39– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Westerschelde.....	B55
Figuur B 40 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde	B56
Figuur B 41 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde	B56
Figuur B 42 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde.....	B57
Figuur B 43 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde	B57
Figuur B 44– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde	B58
Figuur B 45– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde	B58
Figuur B 46 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde.....	B59
Figuur B 47 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde.....	B59
Figuur B 48 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde	B60
Figuur B 49 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde	B60
Figuur B 50– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme	B61
Figuur B 51– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B61
Figuur B 52 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B62
Figuur B 53 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme	B62
Figuur B 54 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme	B63
Figuur B 55 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B63
Figuur B 56– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken	B64

Figuur B 57 – RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken	B64
Figuur B 58 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken	B65
Figuur B 59 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken	B65
Figuur B 60 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken	B66
Figuur B 61 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken	B66
Figuur B 62 – M2 amplitude – okt2014 - Westerschelde	B69
Figuur B 63 - Vectorieel verschil – okt2014 - Westerschelde	B69
Figuur B 64 - M2 amplitude – okt2014 – Beneden-Zeeschelde	B70
Figuur B 65 - Vectorieel verschil – okt2014 - Beneden-Zeeschelde	B70
Figuur B 66 - M2 amplitude – okt2014 – Boven-Zeeschelde	B71
Figuur B 67 - Vectorieel verschil – okt2014 - Boven-Zeeschelde	B71
Figuur B 68 - M2 amplitude – okt2014 – Rupel-Dijle-Demer	B72
Figuur B 69 - Vectorieel verschil – okt2014 - Rupel-Dijle-Demer	B72
Figuur B 70 - M2 amplitude – okt2014 – Zenne	B73
Figuur B 71 - Vectorieel verschil – okt2014 - Zenne	B73
Figuur B 72 - M2 amplitude – okt2014 – Kleine Nete	B74
Figuur B 73 - Vectorieel verschil – okt2014 - Kleine Nete	B74
Figuur B 74 - M2 amplitude – okt2014 – Grote Nete	B75
Figuur B 75 - Vectorieel verschil – okt2014 - Grote Nete	B75

Lijst van de tabellen in BIJLAGE C

Tabel C 1 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – dec2013 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B83
Tabel C 2 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – dec2013 – Rupelbekken	B84
Tabel C 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – dec2013 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B97
Tabel C 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – dec2013 – Rupelbekken	B98

Lijst van de figuren in BIJLAGE C

Figuur C 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Vlissingen	B76
Figuur C 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Terneuzen	B76
Figuur C 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Hansweert	B76
Figuur C 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Bath	B76
Figuur C 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Prosperpolder	B77
Figuur C 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Zandvliet	B77
Figuur C 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Liefkenshoek	B77
Figuur C 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Kallo	B77
Figuur C 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Antwerpen	B77
Figuur C 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Hemiksem	B77
Figuur C 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Temse	B78
Figuur C 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Sint-Amands	B78
Figuur C 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Dendermonde	B78
Figuur C 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Schoonaarde	B78
Figuur C 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Wetteren	B78
Figuur C 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Melle	B78
Figuur C 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Tielrode	B79
Figuur C 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Waasmunster Manta	B79
Figuur C 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Boom	B79
Figuur C 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Walem	B79

Figuur C 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Hombeek.....	B79
Figuur C 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Zemst	B79
Figuur C 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Eppegem	B80
Figuur C 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Mechelen-Benedensluis.....	B80
Figuur C 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Mechelen opwaarts stuw.....	B80
Figuur C 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Rijmenam	B80
Figuur C 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Rotselaar opwaarts stuw.....	B80
Figuur C 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Wilsele.....	B80
Figuur C 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Aarschot	B81
Figuur C 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Duffel-sluis	B81
Figuur C 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Lier Molbrug.....	B81
Figuur C 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Emblem	B81
Figuur C 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Grobbendonk	B81
Figuur C 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Lier Maasfort.....	B81
Figuur C 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Kessel	B82
Figuur C 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 - Hulshout.....	B82
Figuur C 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – dec2013 – Geel-Zammel	B82
Figuur C 38 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 - Westerschelde	B85
Figuur C 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 - Westerschelde	B85
Figuur C 40 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde.....	B86
Figuur C 41 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde.....	B86
Figuur C 42– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde	B87
Figuur C 43 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde	B87
Figuur C 44 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde.....	B88
Figuur C 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde.....	B88
Figuur C 46 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde	B89
Figuur C 47 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde	B89
Figuur C 48– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde.....	B90
Figuur C 49 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde.....	B90
Figuur C 50 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B91
Figuur C 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme	B91
Figuur C 52 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme	B92
Figuur C 53 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B92
Figuur C 54– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B93
Figuur C 55 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme	B93
Figuur C 56 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken	B94

Figuur C 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken	B94
Figuur C 58 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken	B95
Figuur C 59 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken	B95
Figuur C 60– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken	B96
Figuur C 61 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken.....	B96
Figuur C 62 - M2 amplitude – dec2013 - Westerschelde	B99
Figuur C 63 - Vectorieel verschil – dec2013 – Westerschelde	B99
Figuur C 64 - M2 amplitude – dec2013 - Beneden-Zeeschelde.....	B100
Figuur C 65 - Vectorieel verschil – dec2013 - Beneden-Zeeschelde.....	B100
Figuur C 66 - M2 amplitude – dec2013 - Boven-Zeeschelde	B101
Figuur C 67 - Vectorieel verschil – dec2013 - Boven-Zeeschelde.....	B101
Figuur C 68 - M2 amplitude – dec2013 - Durme	B102
Figuur C 69 - Vectorieel verschil – dec2013 - Durme	B102
Figuur C 70 - M2 amplitude – dec2013 - Rupel-Dijle-Demer	B103
Figuur C 71 - Vectorieel verschil – dec2013 - Rupel-Dijle-Demer	B103
Figuur C 72 - M2 amplitude – dec2013 - Zenne	B104
Figuur C 73 - Vectorieel verschil – dec2013 - Zenne	B104
Figuur C 74 - M2 amplitude – dec2013 - Kleine Nete.....	B105
Figuur C 75 - Vectorieel verschil – dec2013 - Kleine Nete.....	B105
Figuur C 76 - M2 amplitude – dec2013 - Grote Nete	B106
Figuur C 77 - Vectorieel verschil – dec2013 - Grote Nete	B106

Lijst van de tabellen in BIJLAGE D

Tabel D 1 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2010 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B114
Tabel D 2 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2010 – Rupelbekken	B115
Tabel D 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2010 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B128
Tabel D 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2010 – Rupelbekken	B129

Lijst van de figuren in BIJLAGE D

Figuur D 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 - Vlissingen.....	B107
Figuur D 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 - Terneuzen.....	B107
Figuur D 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 - Hansweert	B107
Figuur D 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 - Bath	B107
Figuur D 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Prosperpolder	B108
Figuur D 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Zandvliet	B108
Figuur D 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Liefkenshoek.....	B108
Figuur D 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Kallo	B108
Figuur D 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Antwerpen.....	B108
Figuur D 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Hemiksem	B108
Figuur D 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Temse	B109
Figuur D 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Sint-Amands	B109
Figuur D 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Dendermonde.....	B109
Figuur D 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Schoonaarde	B109
Figuur D 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Wetteren	B109
Figuur D 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Melle.....	B109
Figuur D 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Tielrode.....	B110
Figuur D 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Waasmunster Manta	B110
Figuur D 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Boom	B110
Figuur D 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Walem	B110

Figuur D 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Hombeek	B110
Figuur D 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Zemst	B110
Figuur D 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Eppegem	B111
Figuur D 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Mechelen-Benedensluis	B111
Figuur D 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Mechelen opwaarts stuw	B111
Figuur D 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Rijmenam	B111
Figuur D 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Rotselaar opwaarts stuw	B111
Figuur D 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Wilsele	B111
Figuur D 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Aarschot	B112
Figuur D 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Duffel-sluis	B112
Figuur D 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Lier Molbrug	B112
Figuur D 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Emblem	B112
Figuur D 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Grobbendonk	B112
Figuur D 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Lier Maasfort	B112
Figuur D 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Kessel	B113
Figuur D 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Hulshout	B113
Figuur D 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Geel-Zammel	B113
Figuur D 38 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 - Westerschelde	B116
Figuur D 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 - Westerschelde	B116
Figuur D 40 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde	B117
Figuur D 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde	B117
Figuur D 42 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde	B118
Figuur D 43 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde	B118
Figuur D 44 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B119
Figuur D 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B119
Figuur D 46 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B120
Figuur D 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B120
Figuur D 48 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B121
Figuur D 49 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B121
Figuur D 50 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme	B122
Figuur D 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme	B122
Figuur D 52 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme	B123
Figuur D 53 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme	B123
Figuur D 54 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme	B124
Figuur D 55 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme	B124
Figuur D 56 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken	B125

Figuur D 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken	B125
Figuur D 58 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken	B126
Figuur D 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken	B126
Figuur D 60 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken.....	B127
Figuur D 61 – RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken	B127
Figuur D 62 - M2 amplitude – nov2010 – Westerschelde	B130
Figuur D 63 – Vectorieel verschil – nov2010 – Westerschelde	B130
Figuur D 64 - M2 amplitude – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B131
Figuur D 65 – Vectorieel verschil – nov2010 – Beneden-Zeeschelde	B131
Figuur D 66 - M2 amplitude – nov2010 – Boven-Zeeschelde.....	B132
Figuur D 67 – Vectorieel verschil – nov2010 – Boven-Zeeschelde.....	B132
Figuur D 68 - M2 amplitude – nov2010 – Durme	B133
Figuur D 69 – Vectorieel verschil – nov2010 – Durme	B133
Figuur D 70 - M2 amplitude – nov2010 – Rupel-Dijle-Demer	B134
Figuur D 71 – Vectorieel verschil – nov2010 – Rupel-Dijle-Demer	B134
Figuur D 72 - M2 amplitude – nov2010 – Zenne	B135
Figuur D 73 – Vectorieel verschil – nov2010 – Zenne	B135
Figuur D 74 - M2 amplitude – nov2010 – Kleine Nete	B136
Figuur D 75 – Vectorieel verschil – nov2010 – Kleine Nete.....	B136
Figuur D 76 - M2 amplitude – nov2010 – Grote Nete.....	B137
Figuur D 77 – Vectorieel verschil – nov2010 – Grote Nete	B137

Lijst van de tabellen in BIJLAGE E

Tabel E 1 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2015 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B145
Tabel E 2 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2015 – Rupelbekken	B146
Tabel E 3 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2015 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B159
Tabel E 4 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2015 – Rupelbekken	B160

Lijst van de figuren in BIJLAGE E

Figuur E 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Vlissingen	B138
Figuur E 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Terneuzen	B138
Figuur E 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hansweert.....	B138
Figuur E 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Bath.....	B138
Figuur E 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Prosperpolder	B139
Figuur E 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Zandvliet	B139
Figuur E 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Liefkenshoek	B139
Figuur E 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Kallo	B139
Figuur E 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Antwerpen	B139
Figuur E 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hemiksem	B139
Figuur E 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Temse.....	B140
Figuur E 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Sint-Amands	B140
Figuur E 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Dendermonde.....	B140
Figuur E 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Schoonaarde	B140
Figuur E 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Wetteren.....	B140
Figuur E 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Melle	B140
Figuur E 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Tielrode	B141
Figuur E 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Waasmunster Manta	B141
Figuur E 19 - Gemodelleerde waterpeilen – nov2015 - Boom	B141
Figuur E 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Walem.....	B141

Figuur E 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hombeek.....	B141
Figuur E 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Zemst	B141
Figuur E 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Eppegem	B142
Figuur E 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Mechelen-Benedensluis.....	B142
Figuur E 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Mechelen opwaarts stuw.....	B142
Figuur E 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Rijmenam.....	B142
Figuur E 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Rotselaar opwaarts stuw.....	B142
Figuur E 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Wilsele.....	B142
Figuur E 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Aarschot.....	B143
Figuur E 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Duffel-sluis	B143
Figuur E 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Lier Molbrug.....	B143
Figuur E 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Emblem.....	B143
Figuur E 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Grobbendonk.....	B143
Figuur E 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Lier Maastfort.....	B143
Figuur E 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Kessel	B144
Figuur E 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hulshout.....	B144
Figuur E 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Geel-Zammel.....	B144
Figuur E 38 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 - Westerschelde	B147
Figuur E 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 - Westerschelde	B147
Figuur E 40 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Westerschelde	B148
Figuur E 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Westerschelde.....	B148
Figuur E 42 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Westerschelde	B149
Figuur E 43 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 - Westerschelde	B149
Figuur E 44 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde.....	B150
Figuur E 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde.....	B150
Figuur E 46 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde.....	B151
Figuur E 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde	B151
Figuur E 48 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde	B152
Figuur E 49 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde	B152
Figuur E 50 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B153
Figuur E 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme	B153
Figuur E 52 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme	B154
Figuur E 53 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme	B154
Figuur E 54 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B155
Figuur E 55 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B155
Figuur E 56 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken	B156

Figuur E 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken	B156
Figuur E 58 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken.....	B157
Figuur E 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken.....	B157
Figuur E 60 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken	B158
Figuur E 61 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 - Rupelbekken	B158
Figuur E 62 - M2 amplitude – nov2015 – Westerschelde	B161
Figuur E 63 - Vectorieel verschil – nov2015 – Westerschelde	B161
Figuur E 64 - M2 amplitude – nov2015 – Beneden-Zeeschelde.....	B162
Figuur E 65 - Vectorieel verschil – nov2015 – Beneden-Zeeschelde.....	B162
Figuur E 66 - M2 amplitude – nov2015 – Boven-Zeeschelde	B163
Figuur E 67 - Vectorieel verschil – nov2015 – Boven-Zeeschelde	B163
Figuur E 68 - M2 amplitude – nov2015 – Durme	B164
Figuur E 69 - Vectorieel verschil – nov2015 – Durme	B164
Figuur E 70 - M2 amplitude – nov2015 – Rupel-Dijle-Demer.....	B165
Figuur E 71 - Vectorieel verschil – nov2015 – Rupel-Dijle-Demer.....	B165
Figuur E 72 - M2 amplitude – nov2015 – Zenne	B166
Figuur E 73 - Vectorieel verschil – nov2015 – Zenne.....	B166
Figuur E 74 - M2 amplitude – nov2015 – Kleine Nete.....	B167
Figuur E 75 - Vectorieel verschil – nov2015 – Kleine Nete.....	B167
Figuur E 76 - M2 amplitude – nov2015 – Grote Nete	B168
Figuur E 77 - Vectorieel verschil – nov2015 – Grote Nete	B168

Lijst van de tabellen in BIJLAGE F

Tabel F 1 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – jan2016 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B176
Tabel F 2 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – dec2013 – Rupelbekken	B177
Tabel F 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – jan2016 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme	B190
Tabel F 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en Vectorieel verschil – jan2016 – Rupelbekken	B191

Lijst van de figuren in BIJLAGE F

Figuur F 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Vlissingen	B169
Figuur F 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Terneuzen	B169
Figuur F 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Hansweert	B169
Figuur F 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Bath	B169
Figuur F 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Prosperpolder	B170
Figuur F 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Zandvliet	B170
Figuur F 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Liefkenshoek	B170
Figuur F 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Kallo	B170
Figuur F 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Antwerpen	B170
Figuur F 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Hemiksem	B170
Figuur F 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Temse	B171
Figuur F 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Sint-Amands	B171
Figuur F 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Dendermonde	B171
Figuur F 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Schoonaarde	B171
Figuur F 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Wetteren	B171
Figuur F 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Melle	B171
Figuur F 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Tielrode	B172
Figuur F 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Waasmunster Manta	B172
Figuur F 19 - Gemodelleerde waterpeilen – jan2016 - Boom	B172
Figuur F 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Walem	B172

Figuur F 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Hombeek.....	B172
Figuur F 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Zemst.....	B172
Figuur F 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Eppegem	B173
Figuur F 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Mechelen-Benedensluis.....	B173
Figuur F 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Mechelen opwaarts stuw.....	B173
Figuur F 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Rijmenam	B173
Figuur F 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Rotselaar opwaarts stuw.....	B173
Figuur F 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Wilsele.....	B173
Figuur F 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Aarschot	B174
Figuur F 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Duffel-sluis.....	B174
Figuur F 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Lier Molbrug.....	B174
Figuur F 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Emblem	B174
Figuur F 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Grobbendonk	B174
Figuur F 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Lier Maasfort.....	B174
Figuur F 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Kessel	B175
Figuur F 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 - Hulshout.....	B175
Figuur F 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016 – Geel-Zammel	B175
Figuur F 38 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Westerschelde	B178
Figuur F 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 - Westerschelde	B178
Figuur F 40 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde.....	B179
Figuur F 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde.....	B179
Figuur F 42 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde	B180
Figuur F 43 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde	B180
Figuur F 44 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde.....	B181
Figuur F 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde.....	B181
Figuur F 46 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde	B182
Figuur F 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde	B182
Figuur F 48 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde.....	B183
Figuur F 49 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde.....	B183
Figuur F 50 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme	B184
Figuur F 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme	B184
Figuur F 52 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme	B185
Figuur F 53 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme	B185
Figuur F 54 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme.....	B186
Figuur F 55 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme	B186
Figuur F 56 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken	B187

Figuur F 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken.....	B187
Figuur F 58 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken.....	B188
Figuur F 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken.....	B188
Figuur F 60 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken	B189
Figuur F 61 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 - Rupelbekken	B189
Figuur F 62 - M2 amplitude – jan2016 – Westerschelde.....	B192
Figuur F 63 - Vectorieel verschil – jan2016 – Westerschelde.....	B192
Figuur F 64 - M2 amplitude – jan2016 – Beneden-Zeeschelde	B193
Figuur F 65 - Vectorieel verschil – jan2016 – Beneden-Zeeschelde	B193
Figuur F 66 - M2 amplitude – jan2016 – Boven-Zeeschelde	B194
Figuur F 67 - Vectorieel verschil – jan2016 – Boven-Zeeschelde	B194
Figuur F 68 - M2 amplitude – jan2016 – Durme.....	B195
Figuur F 69 - Vectorieel verschil – jan2016 – Durme.....	B195
Figuur F 70 - M2 amplitude – jan2016 – Rupel-Dijle-Demer.....	B196
Figuur F 71 - Vectorieel verschil – jan2016 – Rupel-Dijle-Demer.....	B196
Figuur F 72 - M2 amplitude – jan2016 – Zenne.....	B197
Figuur F 73 - Vectorieel verschil – jan2016 – Zenne.....	B197
Figuur F 74 - M2 amplitude – jan2016 – Kleine Nete	B198
Figuur F 75 - Vectorieel verschil – jan2016 – Kleine Nete	B198
Figuur F 76 - M2 amplitude – jan2016 – Grote Nete.....	B199
Figuur F 77 - Vectorieel verschil – jan2016 – Grote Nete.....	B199

1 Inleiding

1.1 Kader

In het kader van het project “Zeeschelde en Zuidelijk vak ringvaart. Studie en Technische Ontwerpen. Integraal plan Boven-Zeeschelde” wordt door het WL studiewerk uitgevoerd in opdracht van W&Z Afdeling Zeeschelde. Dit studiewerk wordt uitgevoerd in project 13_131.

In aanvulling van project 13_131 wordt door de klant gevraagd de B- en C-alternatieven die in deze studie worden bestudeerd, af te toetsen naar veiligheid volgens de Sigma-methodiek. De alternatieven zullen doorgerekend worden met een 1D hydraulisch model van het Zeescheldebekken.

In het kader van project ‘Onderhoud MIKE11 modellen’ werd het model van de Zeeschelde en getijgebonden zijrivieren geactualiseerd. Bij deze actualisatie werd het model enerzijds aangepast volgens opgestelde richtlijnen betreffende naamgeving en dergelijke. Anderzijds werd de meest recente versie van de bathymetrie van verschillende waterlopen waaronder de Westerschelde, de Zeeschelde en de Durme geïmplementeerd, en werd ook een herschematisatie van de overstromingsgebieden van verschillende waterlopen zoals de Zeeschelde en de Rupel uitgevoerd. Na deze actualisatie dient het model opnieuw gekalibreerd te worden.

Het doel van de kalibratie is het model te verbeteren, met nadruk op het opwaarts gedeelte van het estuarium, de Boven-Zeeschelde.

1.2 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt de opbouw van het numeriek 1D-model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren besproken.

In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de beschikbare meetgegevens voor de kalibratie en validatie.

De methode van de kalibratie wordt weergegeven in hoofdstuk 4.

Hoofdstuk 5 bespreekt de kwaliteit van het model aan de hand van modelresultaten van de kalibratie- en validatieperioden.

Hoofdstuk 6 besluit met de conclusies.

2 Modelopbouw

Een uitgebreide beschrijving van de modelopbouw van het numeriek 1D-model van de Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren wordt gegeven in (Coen *et al.*, 2017).

2.1 Algemeen

Het model omvat de volledige Westerschelde en Zeeschelde, de oude arm van de Schelde in Gent afwaarts Gentbrugge, het Zuidervak van de Ringvaart rond Gent en de tijarm tot in Zwijnaarde.

Het hele traject van de Westerschelde en Zeeschelde vanaf de monding in de Noordzee (Vlissingen) tot in Liefkenshoek is voorgesteld volgens een quasi-2D-model, waarbij de vloedscharen en ebgeulen als afzonderlijke takken gemodelleerd zijn. Deze zijn onderling verbonden met zogenaamde 'link channels', die de dwarse geultjes voorstellen die (via de zandplaten) de verschillende geulen onderling verbinden. Door deze quasi-2D-aanpak kan expliciet rekening gehouden worden met de verschillende fenomenen die spelen bij eb en vloed, waarbij de scharen en geulen niet in dezelfde mate worden aangesproken.

De ebgeul tussen Vlissingen en de Nederlands-Belgische grens is als één volledige tak, met de naam Westerschelde, in het model ingebouwd. De ebgeul in België heeft de naam Zeeschelde. De vloedscharen zijn elk als een aparte tak gedefinieerd. Deze vloedscharen zijn van afwaarts naar opwaarts: de Schare van de Spijkerplaat, Everingen, Schaar van Waarde, Schaar van de Noord, Appenzak en Schaar van Ouden Doel.

Ook een groot aantal kleinere geulen (Springergeul, Thomasgeul, ...) en geultjes aanwezig in platen (Baarlandplaat, Brouwerplaat, ...) zijn expliciet als aparte tak in het model ingebracht.

Het Verdrongen Land van Saefthinge bestaat uit drie hoofdgeulen die als aparte tak gemodelleerd zijn: Speelmansgat, Kleinendijk en Saeftinger Ee. Ook de belangrijkste nevengeulen zijn expliciet in het model opgenomen: Kleinendijk-Oost, Kleinendijk-West en Kleinendijk-Zuid.

De havens langs de Westerschelde, de havens van Vlissingen, Braakman en Terneuzen, zijn mee opgenomen in het model. Vooral de haven van Vlissingen Oost kan een belangrijke hoeveelheid water bergen. Deze haven staat in open verbinding met de Westerschelde en heeft een diepgang van -16 m.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende takken die opgenomen zijn in het quasi-2D-model van de Westerschelde.

De Durme is in het model ingebouwd vanaf de dam te Lokeren tot de monding in de Zeeschelde.

In de bekkens van de Dijle, Nete en Demer zijn alle waterlopen in het model opgenomen, die geklasseerd zijn als 'bevaarbaar'. Hiernaast zijn enkele (delen van) waterlopen van 1^{ste} categorie opgenomen.

De Dijle is in het model opgenomen tot aan de limnigraaf te Wilsele. Het deel opwaarts van de monding van de Demer is een waterloop van de 1^{ste} categorie. Dit deel is opgenomen in het model om de afvoer van het gemeten of berekende hydrogram te Wilsele correct in het model op te nemen. In het valleigebied van de Dijle zijn enkele zijrivieren of beken expliciet opgenomen om de afvoer van het water uit het valleigebied van de Dijle correcter te simuleren. Volgende riviertakken zijn toegevoegd: Vrouwvliet, Grote Laakbeek, Barebeek, Weesbeek, Leibeek-Lipsebeek en Binnenbeek. De Binnendijle te Mechelen is eveneens opgenomen in het model, in de riviertak 'Dijle'.

De Demer is toegevoegd tot aan de limnigraaf te Aarschot. Deze waterloop is toegevoegd om de afvoer van het gemeten of berekende hydrogram te Aarschot naar de Dijle te implementeren. In de vallei van de Demer zijn de zijlopen Winge en Losting opgenomen als riviertakken.

De Kleine Nete is in het model opgenomen tot aan de limnigraaf te Grobbendonk Troon. In de vallei van de Kleine Nete werd de Bollaak of Molenbeek opgenomen door middel van 'slots' in parallelle takken van de Kleine Nete. De opwaartse rand van de Bollaak ligt ter hoogte van de limnigraaf te Pulle 062.

Het bovenbekken van de Grote Nete te Geel-Zammel is bij de hydrologische modellering opgesplitst in de deelbekkens van de Grote Laak en de Grote Nete. Hiertoe werd het hydrodynamisch model naar opwaarts uitgebreid met de Grote Laak tot de limnigraaf in Vorst en de Grote Nete tot de kruising met het Albertkanaal. Beide waterloopgedeeltes zijn van 1^{ste} categorie.

Het Netekanaal is niet in het hydrodynamisch model opgenomen. Het Netekanaal mondt uit in de Benedennete in Duffel. Op de lekverliezen van de sluis te Duffel na, is er geen toevoer vanuit het Netekanaal naar de Benedennete. Al het water dat vanuit het Albertkanaal aangevoerd wordt, wordt opgeslagen in de spaarbekkens van AWW en later gebruikt voor drinkwatervoorziening. Bij de modelschematisatie van de overstromingsgebieden langs de Kleine Nete is uiteraard wel rekening gehouden met de aanwezigheid van het kanaal.

De Zenne is in het model opgenomen tot aan de limnigraaf te Vilvoorde. In de vallei van de Zenne zijn ook de Zenneafleiding, Oude Zenne en Tangebeek opgenomen in het model. Deze laatste waterloop mondt uit in de Oude Zenne.

Tabel 1 – Overzicht van de verschillende takken in het quasi-2D hydrodynamisch model van de Westerschelde

Modeltak	Lengte (km)	Modeltak	Lengte (km)
Westerschelde	63.2	Spijkerplaat	2.8
Schaar-Spijkerplaat	6.9	Springergeul	1.1
Vaarwater-Hoofdplaat-Zuid	4.4	Thomaesgeul	0.8
Everingen	12.6	Geul-Spijkerplaat	0.8
Oost-Everingen	2.5	Zuid-Everingen	2.7
Schaar-Waarde	7.8	Zuidoost-Everingen	0.9
Gat-Borssele	5.1	Straatje-vanWillem	0.8
Appelzak	4.8	Brouwerplaat	2.7
Schaar-Ouden-Doel	2.7	Rug-Baarlandplaat	1.4
Ballastplaat	3.0	Schaar-Ossenisse	3.0
Zandvlietsluis	0.9	Kleinendijk	5.1
Speelmansgat	6.1	Saftinger-Ee	5.2
Saftinger-Zuid	3.3	Schaapskooi	1.3
Vaarwater-Hoofdplaat	7.6	Schaar-Noord	1.8
Vaarwater-Paulina-Polder	5.4	Kleinendijk-West	1.8
Baarlandplaat	3.8	Kleinendijk-Zuid	2.0
Pass-Van Baarland	3.6	Kleinendijk-Oost	3.3
Middelgat	10.5	Havenvlissingen-Oost2	2.6
Geul-Zimmerman	3.8	Havenvlissingen-Oost	4.0
Braakman	1.4	Buitenhaven-Vlissingen	1.3
Terneuzen	1.4	Zuid-Beveland	1.7

2.2 Gebruikte software

De software gebruikt voor de 1D-hydrodynamische berekeningen is Mike11, versie 2012 SP3 (DHI, 2012).

Voor de verwerking van de gegevens in GIS wordt gebruik gemaakt van ArcMAP 10.1 SP1 (ESRI, 2012).

2.3 Geografische referentie en tijdszone

Het verticaal referentievlak is TAW, en als coördinatenstelsel wordt voor het 1D-model Lambert 1972 gebruikt.

De gebruikte tijdsreferentie is GMT+1 (winteruur).

2.4 Randvoorwaarden

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen opwaartse randvoorwaarden (inclusief de zijdelingse instroomdebieten) en afwaartse randvoorwaarden.

2.4.1 Opwaartse en zijdelingse randvoorwaarden

Aan de opwaartse en zijdelingse randen van het model worden debieten opgelegd. Indien beschikbaar wordt gebruik gemaakt van gemeten reeksen voor deelstroomgebieden die door limnigrafen bemeten worden. Een aantal opwaartse en zijdelingse randen zijn niet bemeten of er zijn ontbrekende perioden in de meetreeksen. Hiervoor worden de debietreeksen berekend door middel van herschaling van debietreeksen van naburige bemeten deelstroomgebieden.

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de opwaartse randen waarvoor een gemeten debietreeks beschikbaar is. Tabel 3 geeft een overzicht van de opwaartse randen met herschaalde debietreeksen.

Tabel 2 – Opgelegde (gemeten) debietreeksen aan opwaartse randen van het model

Opwaartse rand	Naam waterloop	Chainage	Meetpost gemeten debietreeks
Barbierbeek, Bazel	Barbierbeek	11910	008 – Bazel/Barbierbeek
Barebeek, Elewijt	Barebeek	0	111 – Elewijt/Barebeek
Bollaak, Pulle	FB_bollaak_1	0	062 – Pulle/Molenbeek
Demer, Aarschot	Demer	49141	122 – Aarschot/Demer
Dijle, Wilsele	Dijle	0	093 – Wilsele/Dijle
Durme, Lokeren	Durme	17700	***
Grote Molenbeek, Malderen	Molen_vliet	10	037 – Malderen/Grote Molenbeek
Kleine Molenbeek, Liezele	Molen_vliet	10	036 – Liezele/Kleine Molenbeek
Kleine Nete, Grobbendonk	Kleine Nete	0	052 – Grobbendonk/Kleine Nete
Losting, Wezemaal	Losting	0	143 – Wezemaal/Losting
Tijarm Zwijnaarde, Zwijnaarde	tijarmZA		*
Vunt, Wilsele	Dijle	564	114 – Wilsele/Vunt
Weesbeek, Boortmeerbeek	Weesbeek	0	110 – Boortmeerbeek/Weesbeek
Wimp, Wiekevorst	Wimp	0	082 – Wiekevorst/Wimp
Winge, Rotselaar	Winge	0	141 – Rotselaar/Winge
Zenne, Vilvoorde	Zenne	0	175 – Vilvoorde/Zenne
Zeeschelde, Dendermonde	Zeeschelde	71400	261 – Dendermonde/Dender**
Zeeschelde, Merelbeke	Ringvaart	103298	*

*Aan de opwaartse rand van de Zeeschelde dienen debieten opgelegd te worden aan de stuwen te Merelbeke en Zwijnaarde. Er zijn 2 mogelijke manieren om deze debieten te bepalen:

- Enerzijds op basis van de standen van de hef en wip van de stuwen;
- Anderzijds op basis van het gemeten debiet te Melle

Het debiet aan de stuwen in Merelbeke en Zwijnaarde kan berekend worden op basis van de stuwstanden en de waterstanden op- en afwaarts van de stuwen. De formules die hiervoor gebruikt worden zijn afgeleid van een schaalmodel van de stuw te Merelbeke (Verbist & Sterling, 1971). De kwartierlijkse gegevens van de stuwen te Merelbeke en Zwijnaarde werden verkregen vanuit het ABBA-meetnet.

Bij te hoge debieten zijn bovenstaande formules niet geldig. In dit geval, of wanneer de gegevens van de stuwen niet beschikbaar zijn, worden daggemiddelde debieten van Melle opgelegd aan de opwaartse rand te Merelbeke. Aan de opwaartse rand te Zwijnaarde wordt dan een constant debiet van 1 m³/s opgelegd.

Aan de stuw in Gentbrugge wordt een debiet van 1 m³/s opgelegd.

****De Dender** wordt niet als een aparte waterloop meegenomen in het model. Het daggemiddelde debiet van de Dender wordt wel als een randvoorwaarde opgelegd aan de Schelde in Dendermonde.

*****Als opwaartse randvoorwaarde van de Durme** wordt een constant debiet van 0,78 m³/s opgelegd. Dit is het gemiddeld maximale debiet van het afvalwaterzuiveringsstation te Lokeren.

Tabel 3 – Herschaalde debietreeksen opgelegd aan opwaartse randen van het model

Opwaartse rand	Naam waterloop	Chainage	Meetpost herschaalde debietreeks
Barebeek, Elewijt	Barebeek	0	110 – Boortmeerbeek/Weesbeek
Grote Laak, Vorst	GroteLaak	0	087 – Grote Laak/Tessengerlo
Grote Nete, Albertkanaal	Grotenete	0	076 – Grote Nete/Geel-Zammel
Vunt, Wilsele	Dijle	564	093 – Dijle/Wilsele
Zenne, hevels Eppegem	Zenne	6101	171 – Zenne/Eppegem

2.4.2 Afwaartse randvoorwaarden

Aan de afwaartse rand, te Vlissingen, wordt het gemeten waterpeil te Vlissingen opgelegd. Deze metingen zijn beschikbaar via de website van Rijkswaterstaat. De waterpeilen zijn gerefereerd aan het Nederlandse referentievlak (NAP) en worden omgerekend naar equivalente waarden t.o.v. het Belgische referentievlak (TAW) door toevoeging van 2,35 m.

2.4.3 Wind

Voor de windrandvoorwaarde op de Westerschelde wordt gebruik gemaakt van de berekende windsnelheid en gemeten windrichting te Vlissingen. De gebruikte gegevens zijn afkomstig van het KNMI. Het betreft uurlijkse gegevens van gemiddelde potentiële windsnelheden, over land en op 10 m hoogte, en van windrichtingen te Vlissingen. Ten behoeve van de simulaties worden de uurlijkse waarden voor windsnelheid en windrichting uitgemiddeld over een periode van 6 uur. De waarden voor windsnelheid zijn omgerekend van waarden over land naar waarden over water.

3 Beschikbare meetgegevens

3.1 Waterpeilen 2010-2016

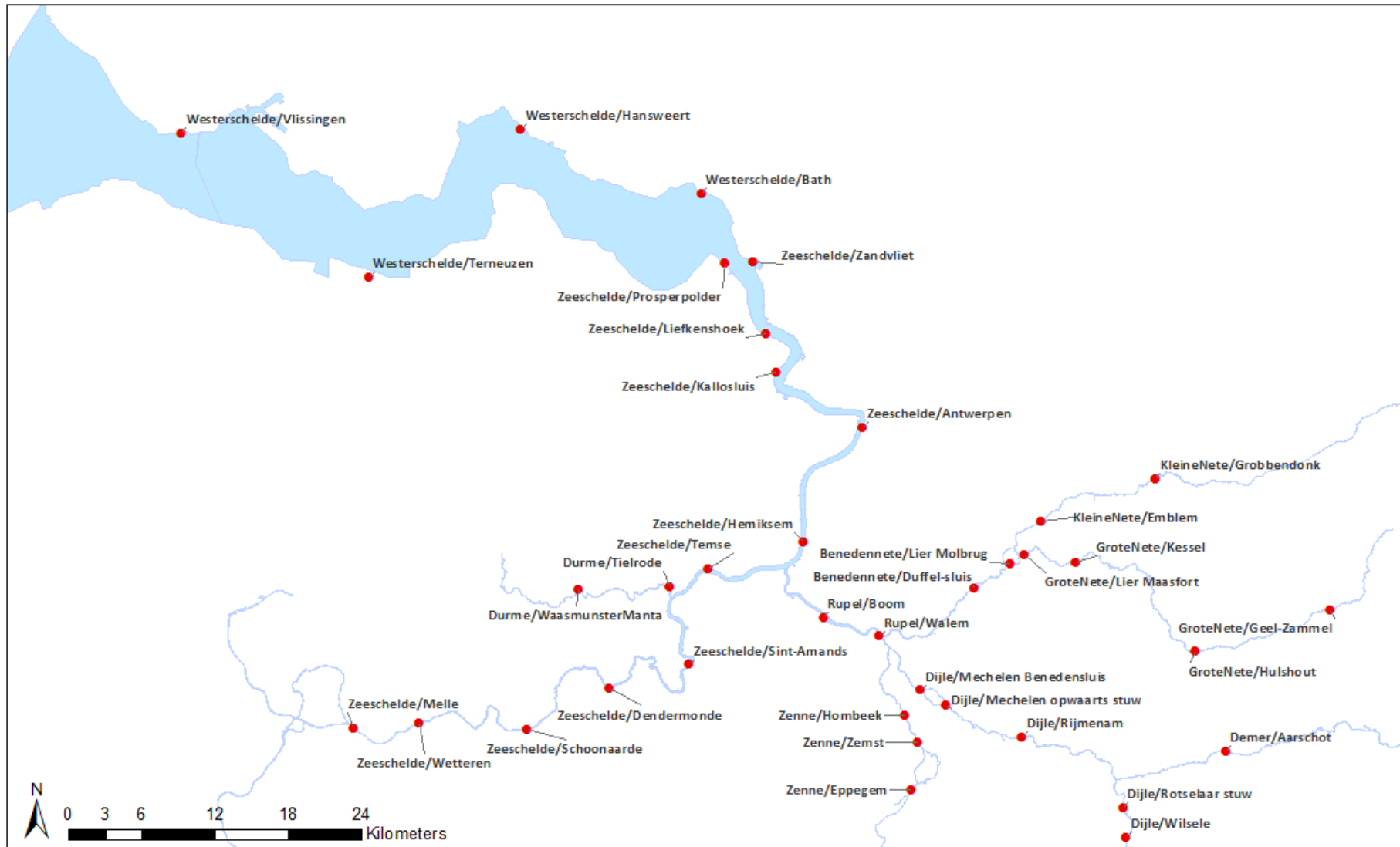
Voor de kalibratie en validatie worden waterstandsreeksen van meetposten langs de verschillende waterlopen gebruikt (zie Tabel 4 en Figuur 1). De data van meetposten langs de Westerschelde en enkele meetposten over de Belgische grens zijn afkomstig van de Hydro Meteo Centrum Zeeland database (HMCZ, www.hmcz.nl). De data van meetposten langs de Zeeschelde en zijrivieren zijn afkomstig van het HIC, uitgezonderd deze van Rotselaar en Wilssele, welke beheerd worden door VMM.

Tabel 4 – Overzicht waterstandsreeksen kalibratie en validatie

Waterloop	Meetpost	Beheerder
Westerschelde	Vlissingen	HMCZ
	Terneuzen	
	Hansweert	
	Bath	
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	HMCZ, HIC
	Zandvliet	
	Liefkenshoek	
	Kallo	
	Antwerpen	
	Hemiksem	
Boven-Zeeschelde	Temse	HIC
	Sint-Amands	
	Dendermonde	
	Schoonaarde	
	Wetteren	
	Melle	
Durme	Tielrode	HIC
	Waasmunster Manta	
Rupel	Boom	HIC
	Walem	
Zenne	Hombeek	HIC
	Zemst	
	Eppegem	
Dijle	Mechelen-Benedensluis	HIC
	Mechelen-stuw	

Waterloop	Meetpost	Beheerder
Dijle	Rijmenam	VMM
	Rotselaar-stuw	
	Wilsele	
Demer	Aarschot	HIC
Benedennete	Duffel-sluis	HIC
	Lier Molbrug	
Kleine Nete	Emblem	HIC
	Grobbendonk	
Grote Nete	Lier Maasfort	HIC
	Kessel	
	Hulshout	
	Geel-Zammel	

Figuur 1 – Overzicht meetposten waterpeilen Westerschelde en Zeescheldebekken



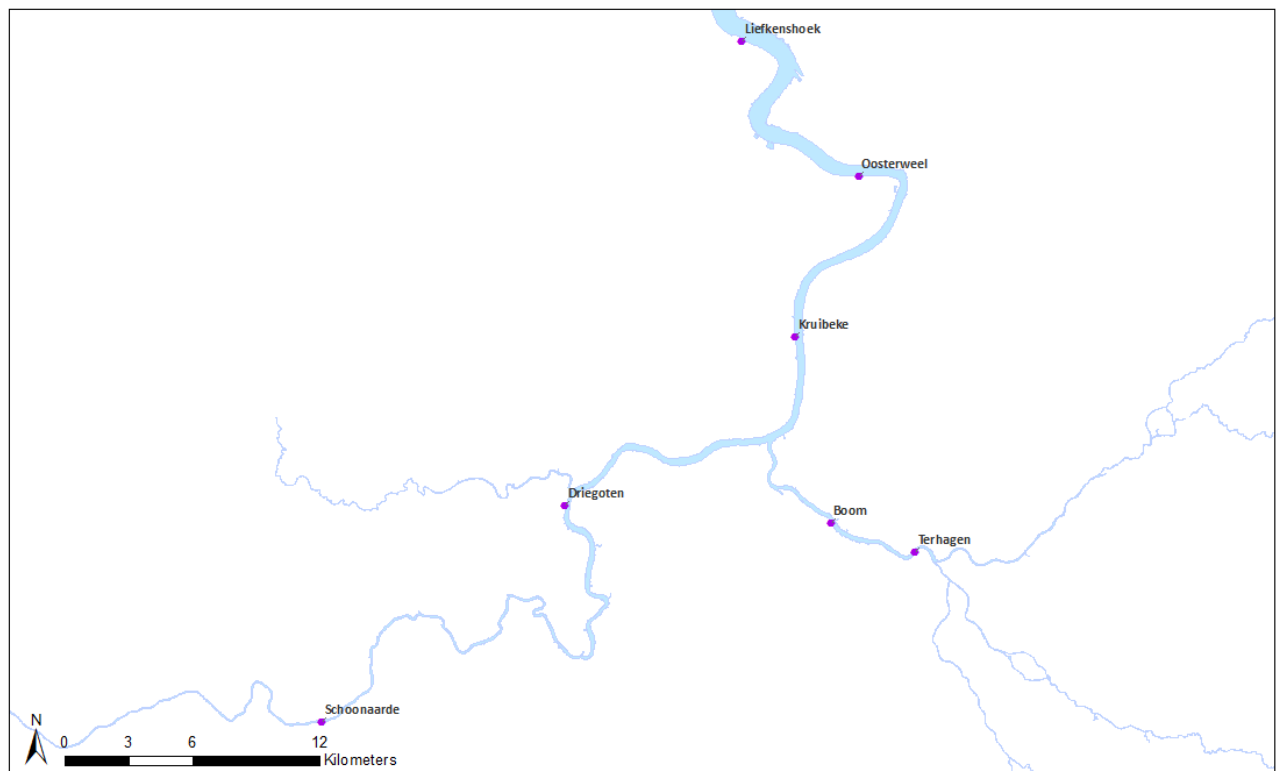
3.2 Debieten

Tabel 5 geeft een overzicht van de debietsmetingen langs de Zeeschelde en Rupel die gebruikt kunnen worden voor kalibratie van het model. De locaties van de debietsmetingen zijn weergegeven in Figuur 2.

Tabel 5 – Beschikbare debietsmetingen

Raai	Datum
Beneden-Zeeschelde	
Liefkenshoek	27/05/2009
	30/04/2010
	25/06/2013
Oosterweel	29/05/2009
	29/04/2010
	27/06/2013
Kruibeke	26/05/2009
	14/04/2010
	30/05/2013
Boven-Zeeschelde	
Driegoten	23/06/2009
	15/04/2010
	12/06/2013
Schoonaarde	25/06/2009
	14/04/2010
	27/05/2013
Rupel	
Boom	22/06/2009
	27/04/2010
Terhagen	29/05/2013

Figuur 2 – Overzicht locaties beschikbare Q-metingen



4 Kalibratie

4.1 Overzicht kalibratie- en validatieperiodes

Het model is gekalibreerd voor drie verschillende periodes, weergegeven in volgende tabel:

Tabel 6 – Overzicht kalibratieperiodes

Naam	Type	Begin	Eind	Opmerking
Jun2014	Gemiddeld getij	01/06/2014 10:00	30/06/2014 23:00	Twee tijcycli
Okt2014	Storm	18/10/2014 16:30	24/10/2014	Storm Zeeschelde
Dec2013	Storm	04/12/2013 11:00	08/12/2013	Sinterklaasstorm

Het model werd gevalideerd voor een periode met sterk verhoogde bovenafvoer, met name november 2010. Als extra validatieperiodes zijn de twee meest recente stormen in het Schelde-estuarium met maximum waterpeil te Antwerpen hoger dan TAW +6,70 m doorgerekend, met name deze van november 2015 en januari 2016. Bijkomend werd het model gevalideerd op basis van debieten in de Zeeschelde en Rupel voor de periode van juni 2014. De modelresultaten en metingen worden vergeleken met behulp van ‘comparable tide’ zoals verder beschreven in §5.1.3.

Volgende tabel geeft een overzicht van de validatieperiodes:

Tabel 7 – Overzicht validatieperiodes

Naam	Type	Begin	Eind	Opmerking
Nov2010	Was	07/11/2010 8:30	23/11/2010	Verhoogde bovenafvoer
Nov2015	Storm	26/11/2015 20:40	02/12/2015	Storm Zeeschelde
Jan2016	Storm	11/01/2016 09:00	17/01/2016	Storm Zeeschelde
Jun2014	Gemiddeld getij	01/06/2014 10:00	30/06/2014 23:00	Debieten Zeeschelde en Rupel

In volgende paragrafen worden de kalibratie- en validatieperiodes kort besproken. Voor elke periode wordt het gemeten waterpeil te Antwerpen, en de opgelegde windrichting en windsnelheid te Vlissingen weergegeven.

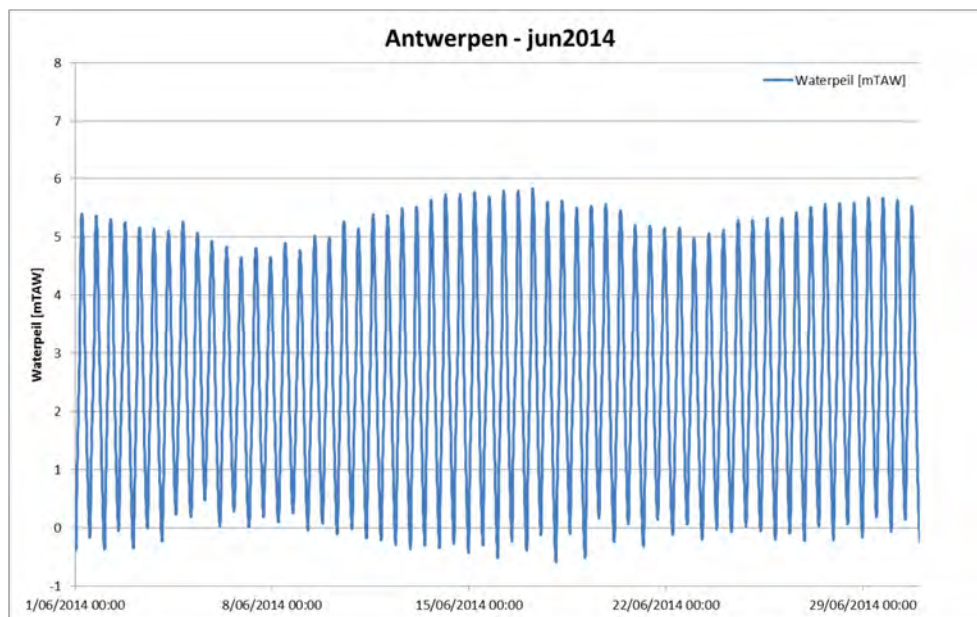
4.1.1 Juni 2014

De kalibratieperiode van jun2014 heeft een duur van circa twee getijcycli. Tijdens deze periode is er geen verhoogde bovenafvoer of stormopzet. Figuur 3 en Figuur 4 tonen respectievelijk de gemeten waterpeilen te Antwerpen, en de opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen voor deze periode.

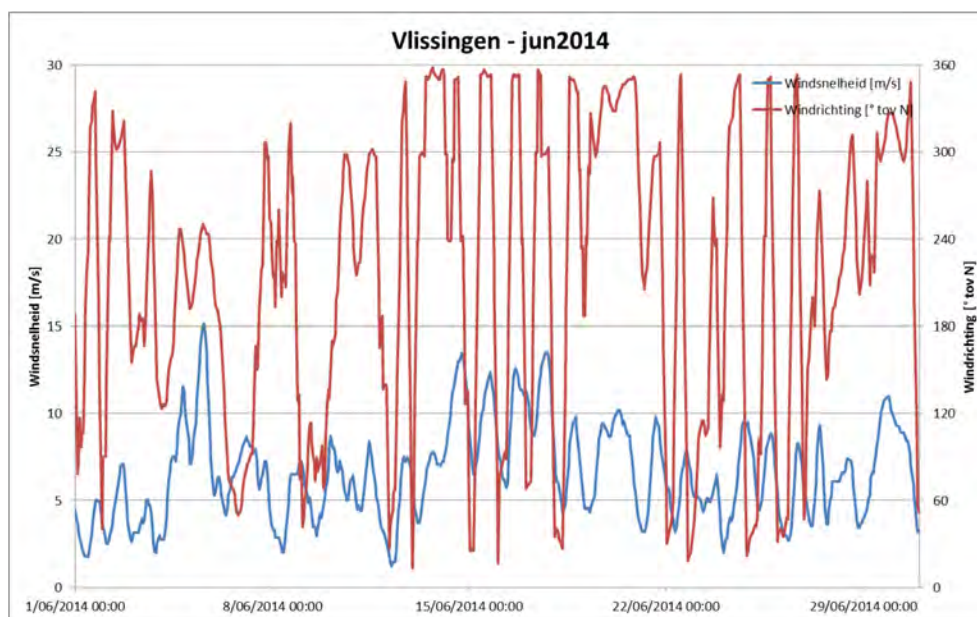
Voor de simulatie voor de periode van jun2014 werd aan de stuwen te Merelbeke en Zwijnaarde een debiet opgelegd berekend op basis van de standen van de hef en wip van de stuwen.

Tijdens de simulatieperiode van jun2014 werd de stuw te Mechelen gedurende meerdere getijden opgetrokken. In de simulatie werd de automatische regeling voor zowel de boven- als de benedenschuif uitgeschakeld en werden geschatte tijdreeksen van de stuwstanden opgelegd. De werkelijke stuwstanden zijn niet gekend. Aan de stuw te Rotselaar wordt omwille van watertekort soms een lager stuwpeil aangehouden. Dit werd ook gedaan tijdens de periode van jun2014. De automatische regeling in het model werd bijgestuurd naar een stuwpeil van TAW +12,23 m.

Figuur 3 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens kalibratieperiode jun2014



Figuur 4 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens kalibratieperiode jun2014



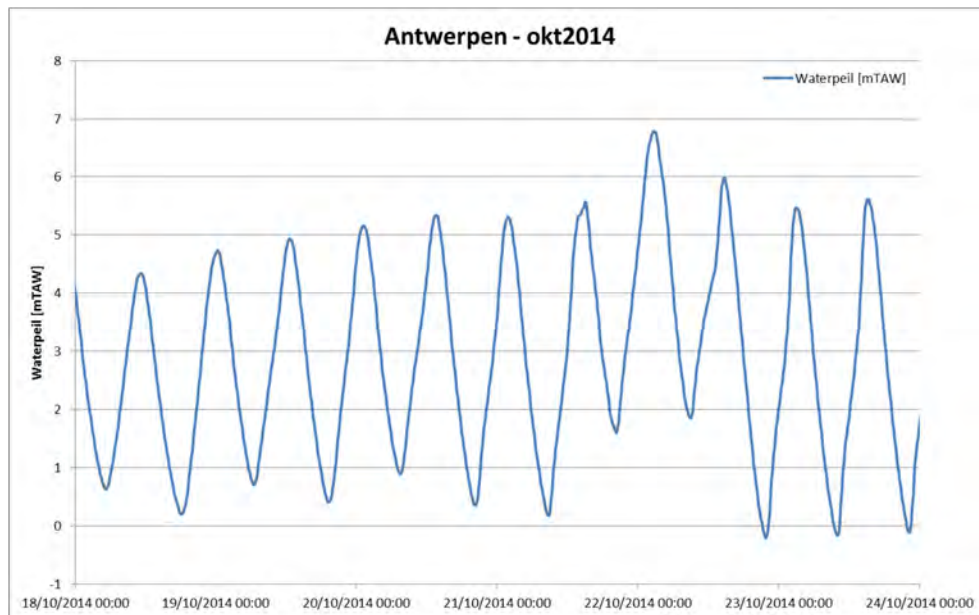
4.1.2 Oktober 2014

Tijdens de simulatieperiode van okt2014 werd het waakpeil te Antwerpen (TAW +6,70 m) tijdens één getij overtopt. Het maximum waterpeil bedroeg TAW +6,77 m (zie Figuur 5). In Figuur 6 wordt de opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens deze storm weergegeven.

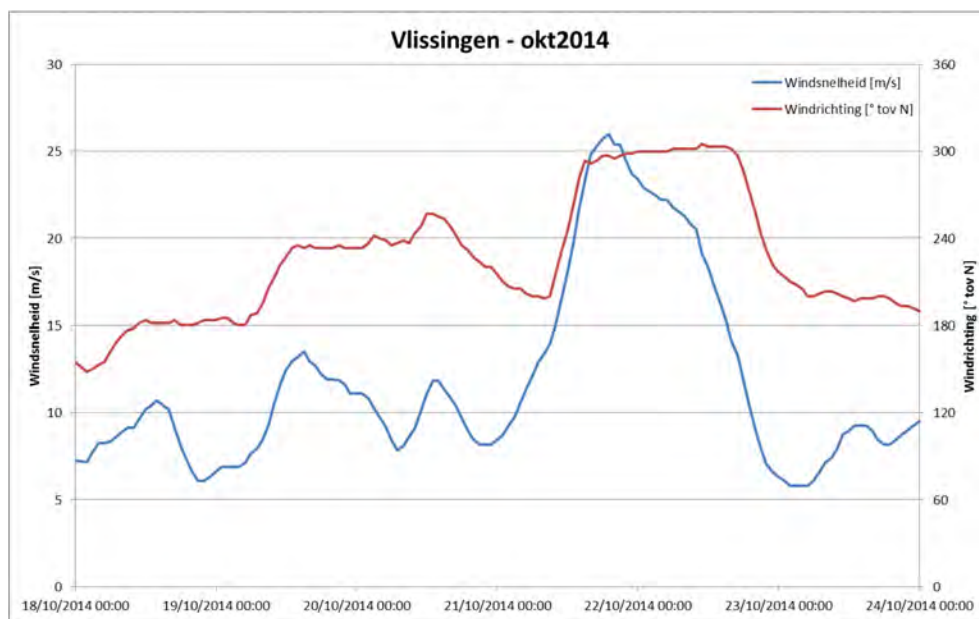
Voor de simulatie voor de periode van okt2014 werd aan de stuwen te Merelbeke en Zwijnaarde een debiet opgelegd berekend op basis van de standen van de hef en wip van de stuwen.

Tijdens de simulatieperiode van okt2014 werd de stuw te Mechelen gedurende meerdere getijden opgetrokken. In de simulatie werd de automatische regeling voor zowel de boven- als de benedenschuif uitgeschakeld en werden geschatte tijdreeksen van de stuwstanden opgelegd. De werkelijke stuwstanden zijn niet gekend. Aan de stuw te Rotselaar werd de automatische regeling in het model behouden, met een stuwpeil van TAW +12,36 m.

Figuur 5 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm okt2014



Figuur 6 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm okt2014



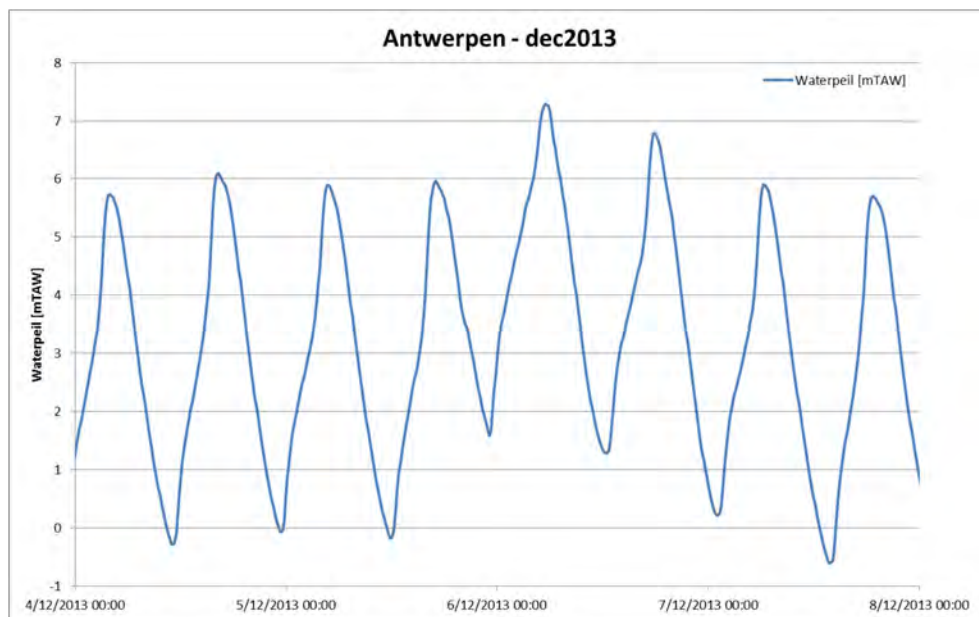
4.1.3 December 2013

Tijdens de Sinterklaasstorm van december 2013 werd ter hoogte van Antwerpen tijdens twee opeenvolgende getijden het waakpeil (TAW +6,70 m) overschreden. De maximale hoogwaterpeilen bedroegen TAW +7,27 m en TAW +6,77 m (zie Figuur 7). In Figuur 8 wordt de opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens deze storm weergegeven.

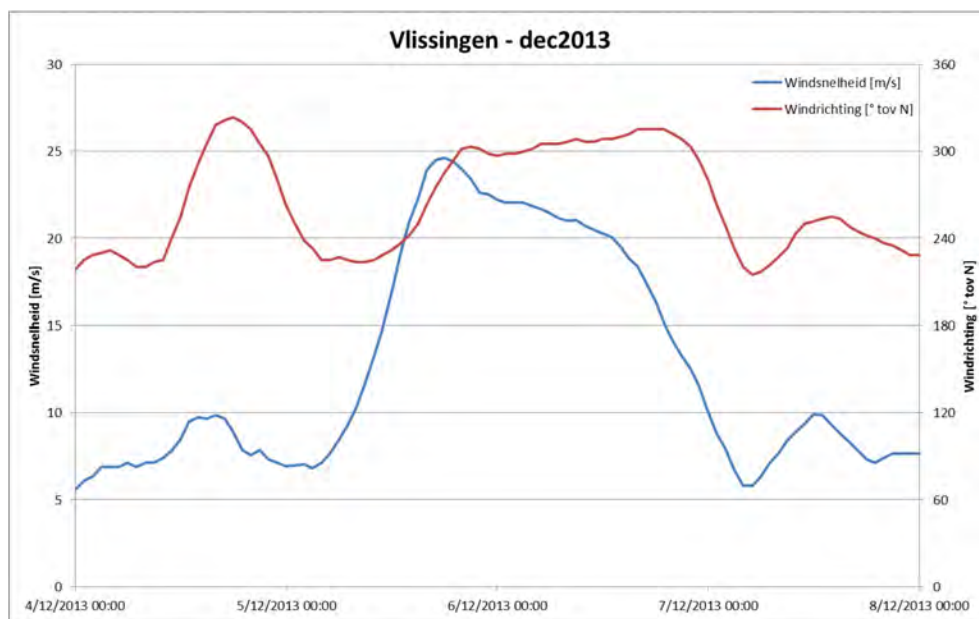
Voor de simulatie voor de periode van dec2013 werd aan de stuwen te Merelbeke en Zwijnaarde een debiet opgelegd berekend op basis van de standen van de hef en wip van de stuwen.

Tijdens de simulatieperiode van dec2013 werd voor de stuw te Mechelen de automatische regeling in het model behouden. De stuw werd tijdens deze periode niet opgetrokken. Aan de stuw te Rotselaar werd de automatische regeling in het model behouden, met een aangepast stuwpeil van TAW +12,32 m.

Figuur 7 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm dec2013



Figuur 8 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm dec2013



4.1.4 November 2010

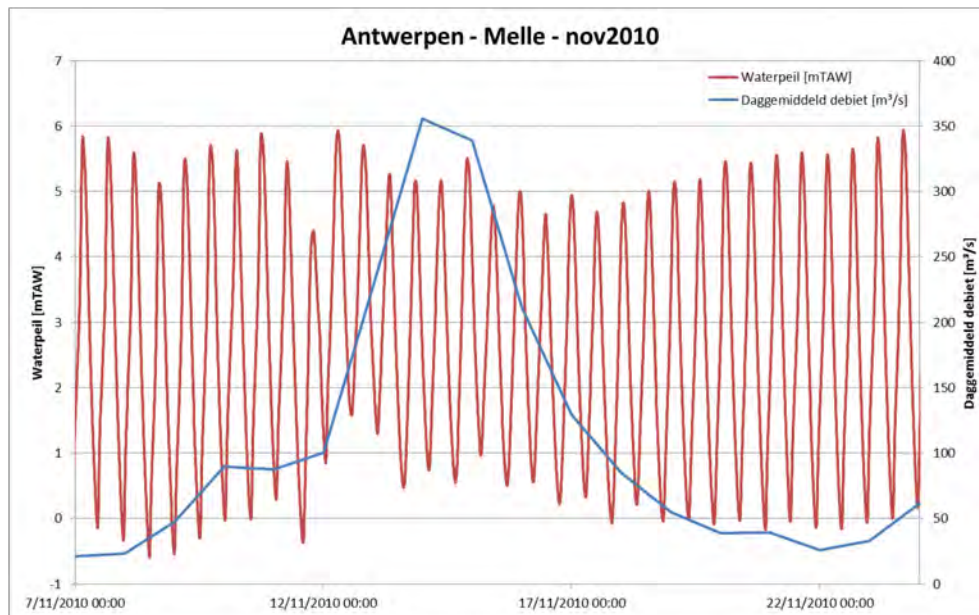
De kalibratieperiode van nov2010 heeft een duur van twee weken. Tijdens deze periode is er een verhoogde bovenafvoer op de Zeeschelde en langs de zijrivieren. Figuur 9 en Figuur 10 tonen respectievelijk de gemeten waterpeilen te Antwerpen en de daggemiddelde debieten te Melle, en de opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen voor deze periode.

Voor de simulatie voor de periode van nov2010 werd aan de stuw te Merelbeke het daggemiddelde debiet van Melle opgelegd. Aan de stuw te Zwijnaarde werd een constant debiet van $1 \text{ m}^3/\text{s}$ opgelegd.

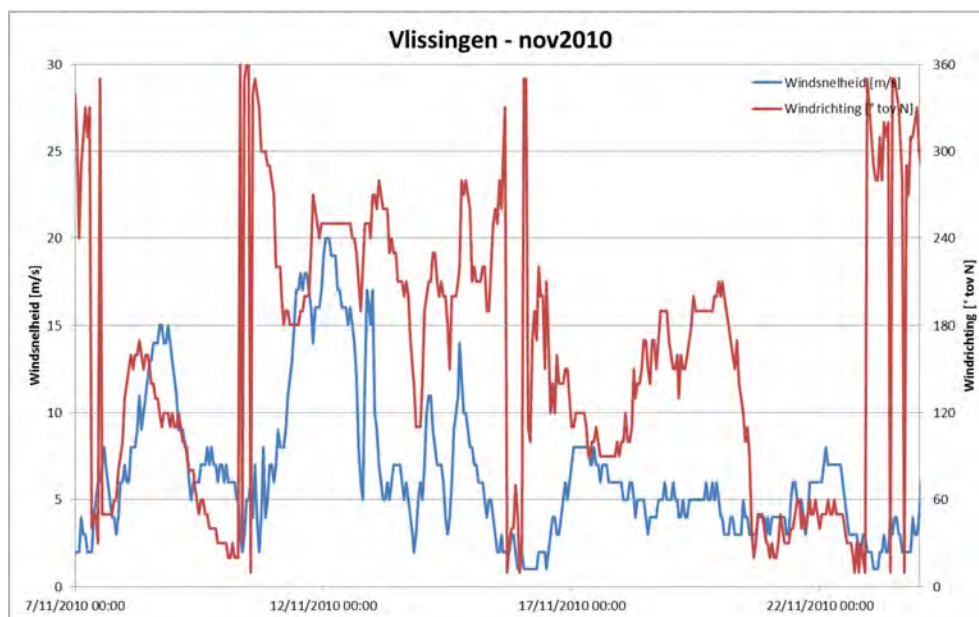
Tijdens de simulatieperiode van nov2010 werd de stuw te Mechelen gedurende meerdere getijden opgetrokken. In de simulatie werd de automatische regeling voor zowel de boven- als de benedenschuif uitgeschakeld en werden geschatte tijdreeksen van de stuwstanden opgelegd. De werkelijke stuwstanden zijn niet gekend. Aan de stuw te Rotselaar werd de automatische regeling in het model behouden, met een stuwpeil van TAW +12,36 m.

Bijkomend dienden enkele aanpassingen in het model uitgevoerd te worden rekening houdend met Sigmagebieden die nog niet aangelegd waren in november 2010. Het betreft hier ontpoldering Lillo, ontpoldering Burchtse Weel en GGG Bergenmeersen. Bij deze gebieden werden ofwel de 'link channels' ter hoogte van de bressen in de overloopdijk verhoogd, ofwel de inwateringskokers gesloten.

Figuur 9 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen en daggemiddeld debiet te Melle tijdens was nov2010



Figuur 10 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens was nov2010



4.1.5 November 2015

Tijdens de simulatieperiode van nov2015 werd het waakpeil te Antwerpen (TAW +6,70 m) tijdens één getij overtopt. Het maximum waterpeil bedroeg TAW +6,76 m (zie Figuur 11). In Figuur 12 wordt de opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens deze storm weergegeven.

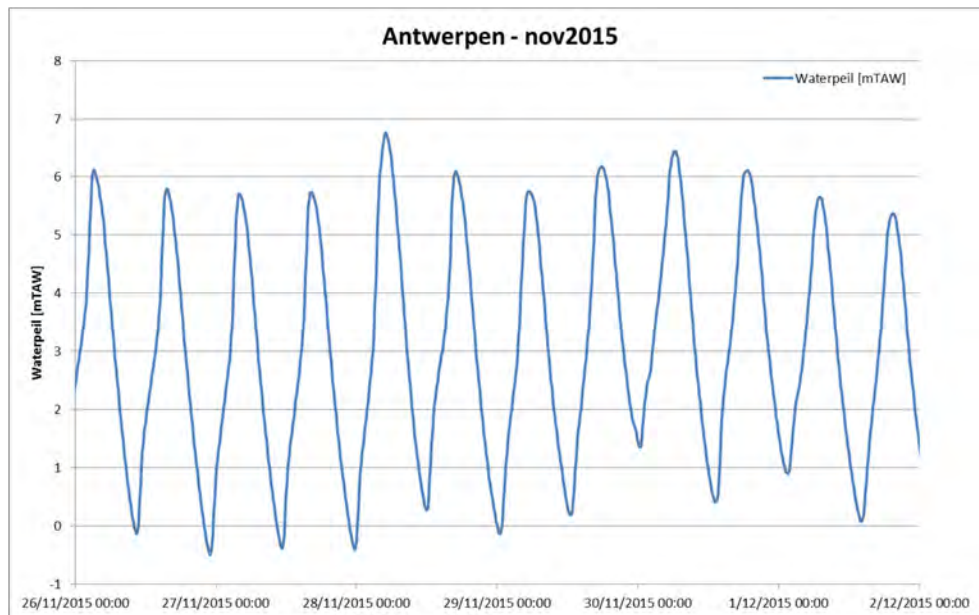
Voor de simulatie voor de periode van nov2015 werd aan de stuw te Merelbeke het daggemiddelde debiet van Melle opgelegd. Aan de stuw te Zwijnaarde werd een constant debiet van $1\text{m}^3/\text{s}$ opgelegd.

Tijdens de simulatieperiode van nov2015 werd de stuw te Mechelen gedurende meerdere getijden opgetrokken. In de simulatie werd de automatische regeling voor zowel de boven- als de benedenschuif uitgeschakeld en werden geschatte tijdreeksen van de stuwstanden opgelegd. De werkelijke stuwstanden zijn niet gekend. Aan de stuw te Rotselaar werd de automatische regeling in het model behouden, met een aangepast stuwpeil van TAW +12,40 m.

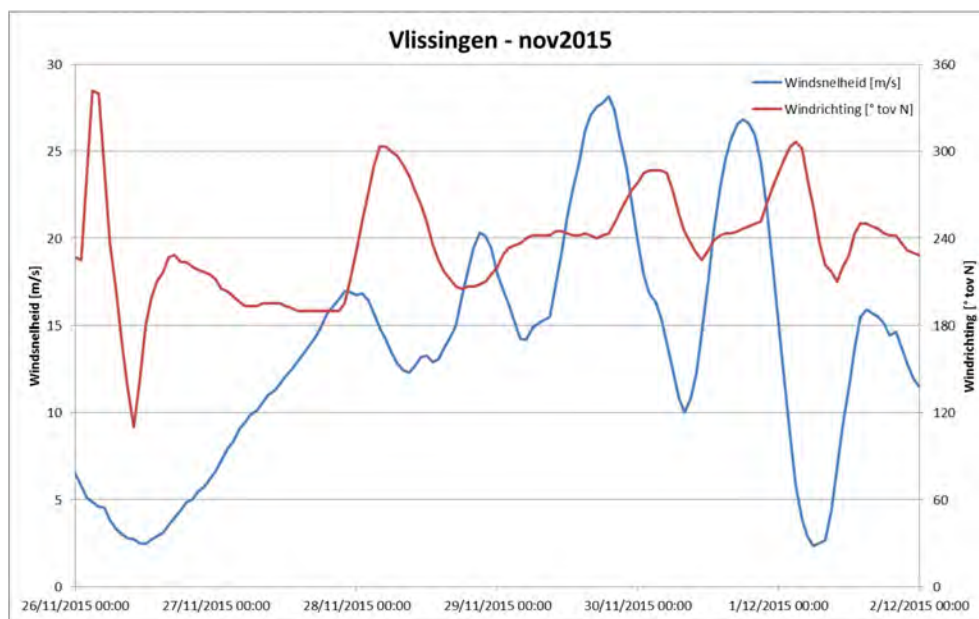
In het najaar van 2015 werd de ontpoldering van Wijmeers gerealiseerd. Hierdoor werd ook GOG Wijmeers in werking gesteld. De ontpoldering is aangetakt door middel van een bres in de rivier op TAW +4,0 m. Bij de aanleg had deze bres een breedte van 20 m. De overloopdijk van het GOG Wijmeers ligt in het afwaartse gedeelte op TAW +6,80 m en in het opwaartse gedeelte op TAW +7,10 m.

Sinds oktober 2015 is ook GOG-GGG Kruibeke-Bazel-Rupelmonde (KBR) grotendeels in werking. De overloopdijken van dit gebied hebben een hoogte van TAW +6,80 m. Deze werden echter niet overtopt tijdens de storm van nov2015. Sinds oktober 2015 is er beperkte GGG-werking door één inwateringskoker in GGG Kruibeke, één inwateringskoker in het noorden van GGG Bazel en vier inwateringskokers in het zuiden van GGG Bazel.

Figuur 11 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm nov2015



Figuur 12 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm nov2015



4.1.6 Januari 2016

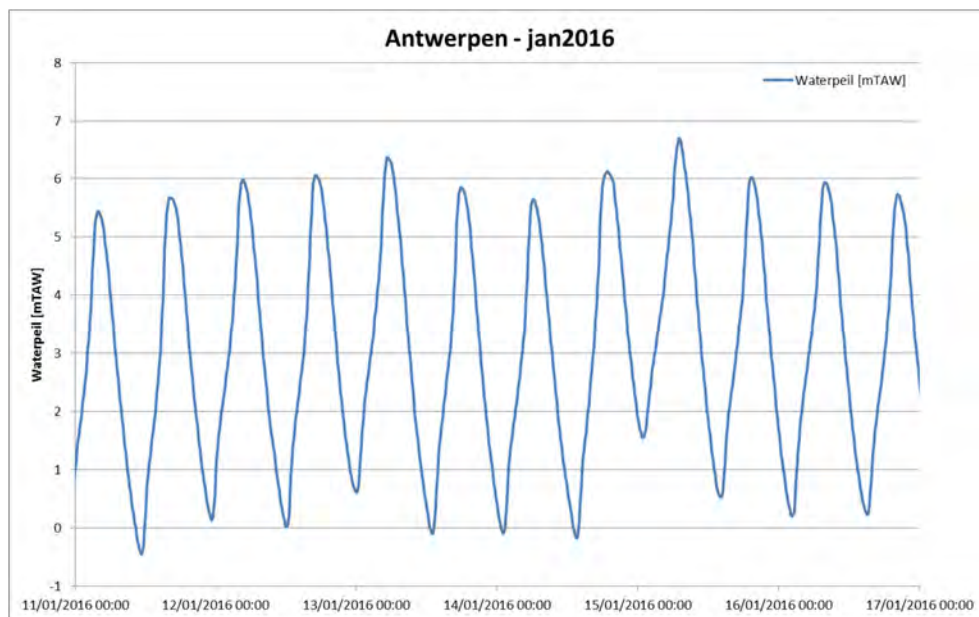
Tijdens de simulatieperiode van jan2016 bereikte het stormhoogwater net het waakpeil te Antwerpen van TAW +6,70 m. Het maximum waterpeil bedroeg TAW +6,76 m (zie Figuur 13). In Figuur 14 wordt de opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens deze storm weergegeven.

Voor de simulatie voor de periode van jan2016 werd aan de stuw te Merelbeke het daggemiddelde debiet van Melle opgelegd. Aan de stuw te Zwijnaarde werd een constant debiet van 1 m³/s opgelegd.

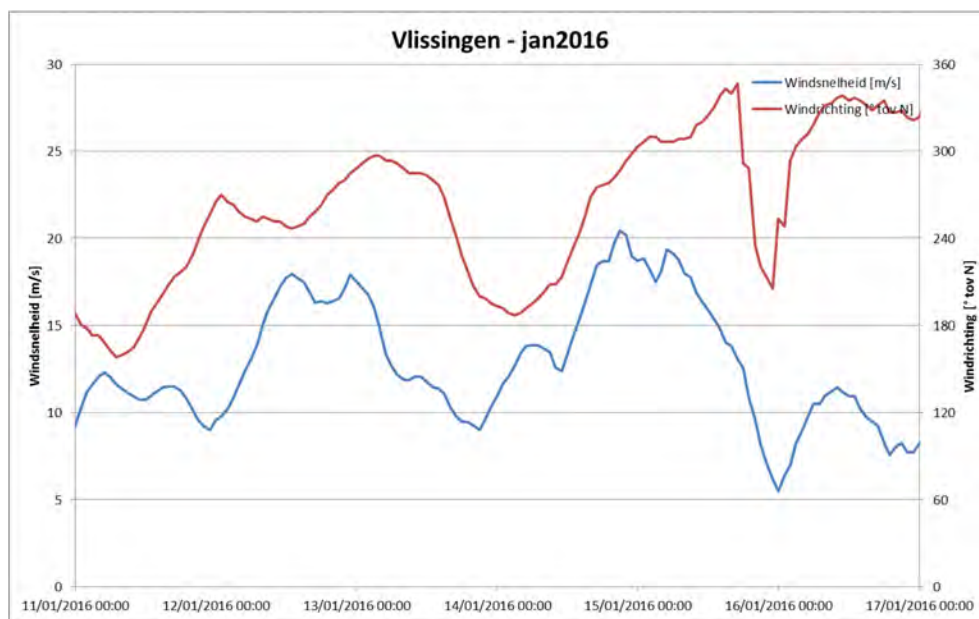
Tijdens de simulatieperiode van jan2016 werd voor de stuw te Mechelen de automatische regeling opgelegd. Uit de waterpeilen te Mechelen opwaarts van de stuw lijkt echter dat het stuwpeil, tot en met 13 januari 2016 verlaagd werd, en na 15 januari 2016 verhoogd werd. De exacte stuwstanden zijn niet gekend. Ook aan de stuw te Rotselaar werd tijdens deze periode afgeweken van de automatische regeling. Er werd een tijdreeks met de gemeten stuwstand opgelegd (bron: www.waterinfo.be).

In de eindejaarsperiode van 2015 werd de overlooppdijk van GOG Uiterdijk afgegraven tot een hoogte van TAW +5,65 m. De 'link channels' voor deze overlooppdijk zijn in het model verlaagd en de uitwateringsstructuur werd afgesloten.

Figuur 13 – Gemeten waterpeilen Zeeschelde te Antwerpen tijdens storm jan2016



Figuur 14 – Opgelegde windsnelheid en windrichting te Vlissingen tijdens storm jan2016



4.2 Methode kalibratie

Het voornaamste doel van de kalibratie is de nauwkeurigheid van het model te verbeteren, met nadruk op het opwaarts gedeelte van het estuarium, de Boven-Zeeschelde. De ruwheid van de rivierbedding is gebruikt als kalibratieparameter. De resultaten van de modelberekeningen zijn vergeleken met gemeten waterpeilen.

4.2.1 Statistische analyse

Voor de statistische analyse van de gesimuleerde versus de gemeten waterpeilen wordt gebruik gemaakt van VIMM. VIMM staat voor Visualisatie Model en Metingen, en is een Matlab Toolbox ontwikkeld door het WL om op een gestandaardiseerde manier een hydraulisch model (waterbeweging) te vergelijken met een set meetgegevens.

De VIMM functionaliteiten met betrekking tot waterstand zijn:

- Plots van tijdreeksen
- Rechte analyse (Statistiek op volledige tijdreeksen)
- Scheve analyse (statistiek op HW/LW)
- Harmonische analyse
- Vectorieel verschil
- Omgaan met modellen en metingen in TAW en NAP

Bij de statistische analyse van de tijdreeksen worden de bias, RMSE en $RMSE_0$ berekend. Voor debieten wordt de RRMSE berekend. Deze parameters worden als volgt gedefinieerd:

- Laat x de referentiereeks zijn, met waarden x_i en y de de testen reeks met waarden y_i .
- De *bias* is het verschil tussen de gemiddelden van de beschouwde tijdreeksen. Hoe kleiner de bias, hoe groter de overeenkomst tussen de beschouwde tijdreeksen.

$$bias = \bar{y} - \bar{x} \quad \text{met} \quad \begin{aligned} \bar{x} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \\ \bar{y} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \end{aligned} \quad \text{waarbij } N \text{ de lengte van de tijdreeksen is.}$$

- De RMSE wordt als volgt gedefinieerd: $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}{N}}$

Tijdreeksen die sterk overeenkomen, zullen resulteren in kleine RMSE-waarden.

- De $RMSE_0$ of unbiased RMSE is de RMSE gecorrigeerd voor bias. Indien de referentiereeks een constante bias vertoont ten opzichte van de te testen reeks, zal de $RMSE_0$ gelijk zijn aan nul. Indien x en y tijdreeksen zijn van een tidaal signaal, wil een $RMSE_0$ zeggen dat de amplitude en fase van beide signalen gelijk zijn, maar dat er misschien een bias zit tussen beide signalen.

$$RMSE_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(x_i - y_i) - (\bar{x} - \bar{y})]^2}{N}}$$

- Bij de debieten wordt een RMSE-waarde berekend relatief aan de gemeten waarden, de RRMSE:

$$RRMSE = \frac{RMSE}{\bar{y}}$$

4.2.2 Harmonische analyse

Met behulp van T-TIDE worden de harmonische componenten van het getij in de beschouwde tijdreeksen berekend. T-TIDE is een functie die de harmonische analyse van een tijdreeks berekent. Een beschrijving van de theoretische achtergrond van de analyse en enkele details van de implementatie kunnen teruggevonden worden in (Pawlowicz *et al.*, 2002).

Voor deze studie worden de harmonische component M2 en het vectorieel verschil beschouwd. Bij de harmonische component M2 wordt naast de waarde van de amplitude steeds een waarde voor de fout op de berekende amplitude weergegeven. Deze wordt gedefinieerd als het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Het vectorieel verschil is een foutenstatistiek die binnen VIMM wordt berekend na een harmonische analyse van zowel het gemeten als het gemodelleerde signaal. Het vectorieel verschil is een manier om één foutenstatistiek te genereren over alle geanalyseerde componenten heen. Deze geeft de nauwkeurigheid van de harmonische componenten in het model weer. De methode die in VIMM is geïmplementeerd, is gebaseerd op de inphase-quadrature plane distance zoals die is gedefinieerd in (Janekovic & Powell, 2012). In de VIMM functie `vimm_harmonic_error_vector_differences.m` zit volgende formule geïmplementeerd:

$$D_i = \sqrt{[A_0 \cos(f_0) - A_m \cos(f_m)]^2 + [A_0 \sin(f_0) - A_m \sin(f_m)]^2}$$

$$D = \text{sum}(D_i)$$

Met	D_i	:	de inphase-quadrature plane distance voor component i
	D	:	de total inphase-quadrature plane distance gesommeerd over alle componenten
	A_0, f_0	:	waargenomen amplitude en fasecomponent i
	A_m, f_m	:	gemodelleerde amplitude en fasecomponent i

4.2.3 Kostenfunctie

Om uiteindelijk de beste kalibratierun te selecteren wordt een kostenfunctie berekend voor elke simulatie. De kostenfunctie is zodanig gedefinieerd dat één objectieve factor aangeeft of de modelresultaten de werkelijkheid beter of minder goed benaderen. De kostenfunctie wordt uitgedrukt in functie van een referentierun, zodat een waarde kleiner dan 1 een verbetering aangeeft [Vanlede *et al.*, 2015].

$$Kost = \sum \frac{\max(Factor_i, drempelwaarde)}{\max(Factor_{i,ref}, drempelwaarde)} * Gewicht_i$$

Volgende parameters zijn geselecteerd als factoren voor de berekening van de kostenfunctie:

- RMSE van de tijdreeksen van de waterpeilen
- RMSE van de hoogwaters
- Delta M2 amplitude
- Vectorieel verschil van harmonische componenten

Voor de verschillende factoren dient een te verwachten meetfout in rekening gebracht te worden, om de nauwkeurigheid van het referentiemodel met betrekking tot een vooraf gedefinieerde doelstelling te benaderen (Vos *et al.*, 2000). Bijvoorbeeld voor de M2 amplitude wordt een drempelwaarde van 2 cm beschouwd. Dit betekent dat wanneer het verschil in M2 amplitude in 2 runs kleiner is dan 2 cm, de kost van deze factor gelijk zal blijven. Deze methode helpt om te vermijden dat er teveel gewicht gegeven wordt aan een kleine verbetering of verslechtering van een parameter binnen de meetfout.

De drempelwaarde van de M2 amplitude werd aangenomen op basis van de foutenbalken in de VIMM output voor harmonische componenten. De drempelwaarde van de RMSE van de waterpeilen is 3 cm¹, overeenkomstig met de nauwkeurigheid op de meting van de waterpeilen.

De kostenfunctie wordt apart berekend voor de Westerschelde, Beneden-Zeeschelde, Boven-Zeeschelde en Rupel. Bij de Boven-Zeeschelde wordt eveneens de Durme beschouwd. Voor de Rupel worden zowel de Rupel zelf als de bovenstroomse rivieren in het model beschouwd, de Netes, de Dijle, de Demer en de Zenne.

De aangenomen gewichten en drempelwaarden worden weergegeven in Tabel 8. Er wordt een groter gewicht toegekend aan de Zeeschelde, omdat het voornaamste doel van de kalibratie het verhogen van de nauwkeurigheid in deze zone is.

Tabel 8 – Overzicht parameters, gewichten en drempelwaarden kostenfunctie

Parameter		Totaal gewicht (%)	Gewicht (%)	Drempelwaarde verschil [cm]
Westerschelde	RMSE TS	10.00	2.50	3
	RMSE HW		2.50	3
	Vectorieel verschil		2.50	0
	delta M2 amplitude		2.50	2
Beneden-Zeeschelde	RMSE TS	36.00	9.00	3
	RMSE HW		9.00	3
	Vectorieel verschil		9.00	0
	delta M2 amplitude		9.00	2
Boven-Zeeschelde	RMSE TS	36.00	9.00	3
	RMSE HW		9.00	3
	Vectorieel verschil		9.00	0
	delta M2 amplitude		9.00	2
Rupel	RMSE TS	18.00	4.50	3
	RMSE HW		4.50	3
	Vectorieel verschil		4.50	0
	delta M2 amplitude		4.50	2

¹ Persoonlijke communicatie Elin Vanlierde, beheerder datavalidatie

4.2.4 Kalibratieresultaten

In een eerste stap is de kalibratie uitgevoerd voor de periode met een gemiddeld getij, jun2014.

De kalibratie is systematisch uitgevoerd van afwaarts naar opwaarts, beginnende met de Westerschelde en de Zeeschelde. Zoals aangegeven in §4.2.3 wordt gebruik gemaakt van een kostenfunctie om een objectieve inschatting te maken van de nauwkeurigheid van de modelresultaten. De modelrun met de beste resultaten heeft de laagste waarde. De kostenfunctie is telkens berekend voor het volledige model, per kalibratieperiode. Figuur 15 geeft het verloop van de kostenfunctie voor de kalibratieperiode jun2014 bij kalibratie van de Westerschelde en Zeeschelde, met run100 als referentierun.

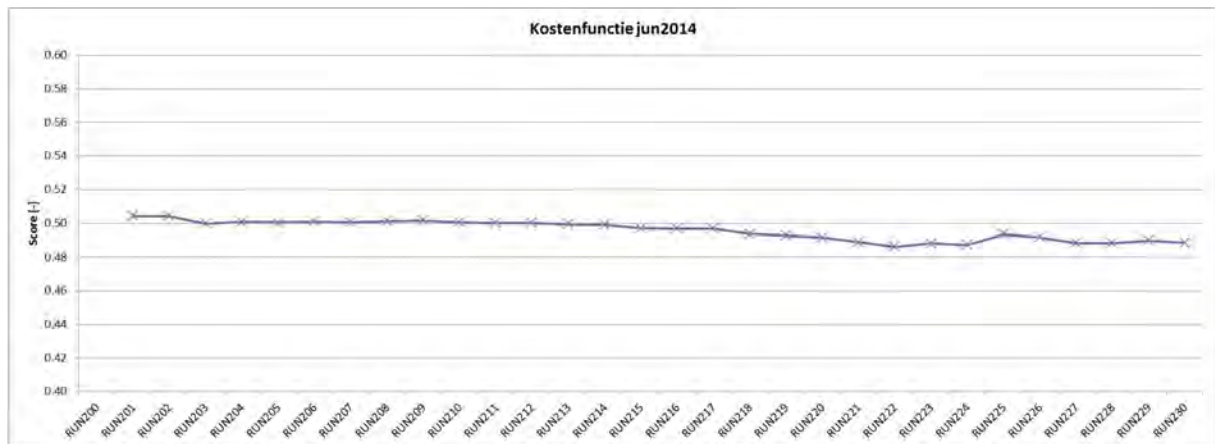
Figuur 15 – Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014 – run100 tem run169



Na de eerste fase van de kalibratie van de Zeeschelde (Run169) zijn nog enkele ingrepen in het model uitgevoerd. Hierbij is de topobathymetrie van de Rupel, Zenne en Demer aangepast, en de topografie van de Polder van Lier. De meest recente gegevens werden geïmplementeerd in het model. Deze ingrepen hebben echter quasi geen invloed gehad op de waterstanden in het gekalibreerde deel van het model.

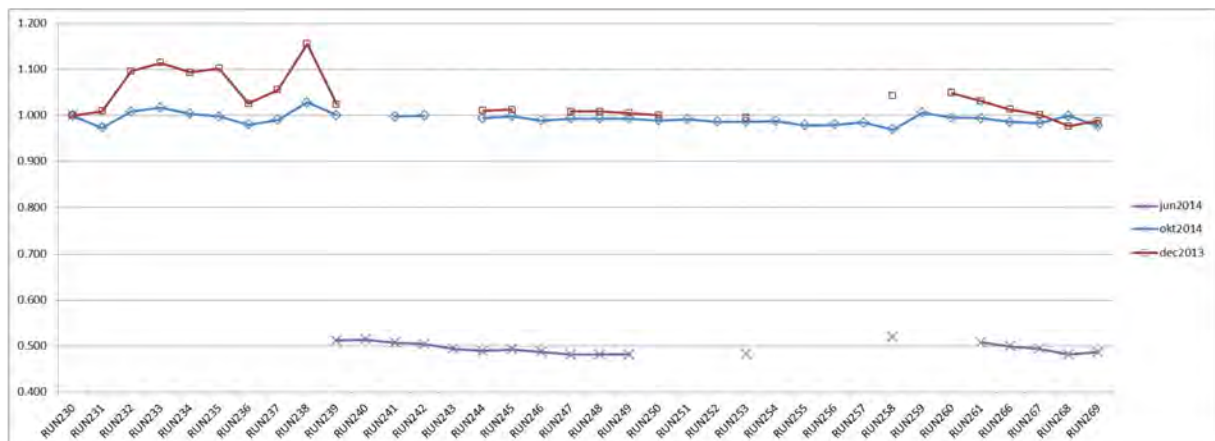
In een volgende fase werd een kalibratie uitgevoerd voor de Rupel en opwaartse waterlopen voor de periode jun2014. Ook hierbij werd de score van de kostenfunctie verkleind (zie Figuur 16).

Figuur 16 - Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014 – run200 tem run230



Run230 werd eveneens gerekend voor de twee overige kalibratieperioden, okt2014 en dec2013. Vanuit deze run werd vertrokken voor bijkomende kalibratie voor de stormen. In eerste instantie werd voornamelijk gekalibreerd voor de periode okt2014. Figuur 17 toont het verloop van de kostenfunctie voor de verschillende kalibratieperiodes. Run253 had na een eerste fase de laagste score. Echter in deze modelrun werd gerekend met te hoge ruwheden van de schorren in de Zeeschelde, en eveneens voor het Land van Saeftinghe (manning's $n = 0,1$). De ruwheid van deze riviertakken werd aangepast naar een waarde van 0,045 en de kalibratie werd nog verdergezet. Bij Run269 werd gekomen tot gelijkaardige resultaten ten opzichte van Run253.

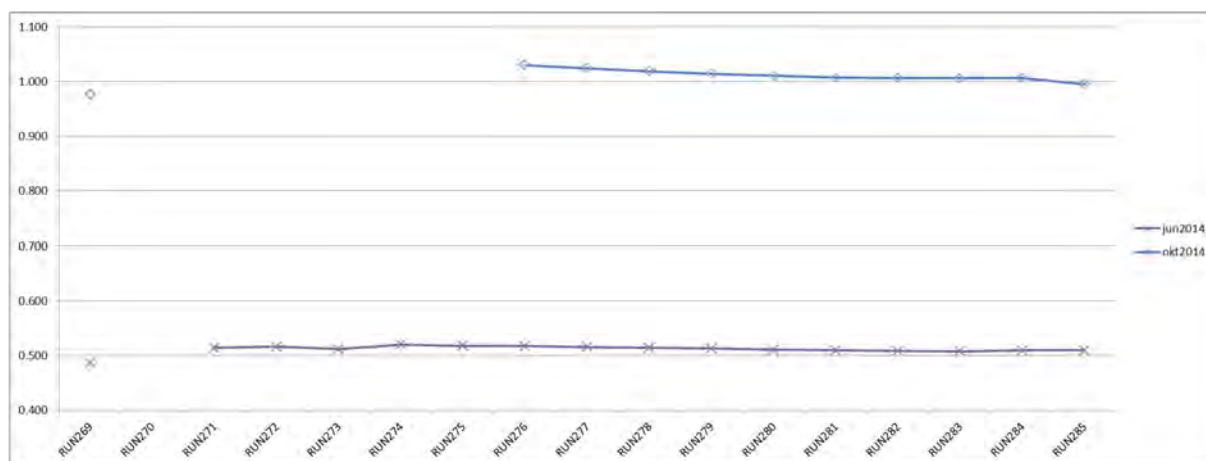
Figuur 17 - Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014, okt2014 en dec2013 – run230 tem run269



Na afronding van de kalibratie van de Westerschelde en Zeeschelde werd de bathymetrie van de Durme aangepast met de meest recente opmetingen, tussen Mirabrug en Waasmunster brug. Deze dateren van de periode maart-juli 2014. Na de implementatie van deze bathymetrie werd de Durme opnieuw gekalibreerd voor de perioden jun2014 en okt2014. In juni 2015 werd een kort stuk bathymetrie opgemeten opwaarts van Waasmunster brug, en afwaarts van Waasmunster Manta. Na implementatie van dit stukje bathymetrie werd het model gevalideerd voor de perioden nov2015 en jan2016. De ruwheid van de Zeeschelde werd hierbij niet meer gewijzigd. Figuur 18 toont de kostenfunctie voor het volledige model voor de kalibratieperioden jun2014 en okt2014 ten opzichte van Run269. Het effect van de wijziging van de bathymetrie op de waterpeilen in de

Durme is slechts beperkt, ook ter hoogte van Waasmunster Manta. De ruwheid van de Durme is sterk verlaagd tot een nog aanvaardbare waarde. Desondanks worden de laagwaters ter hoogte van deze meetpost nog te hoog gesimuleerd.

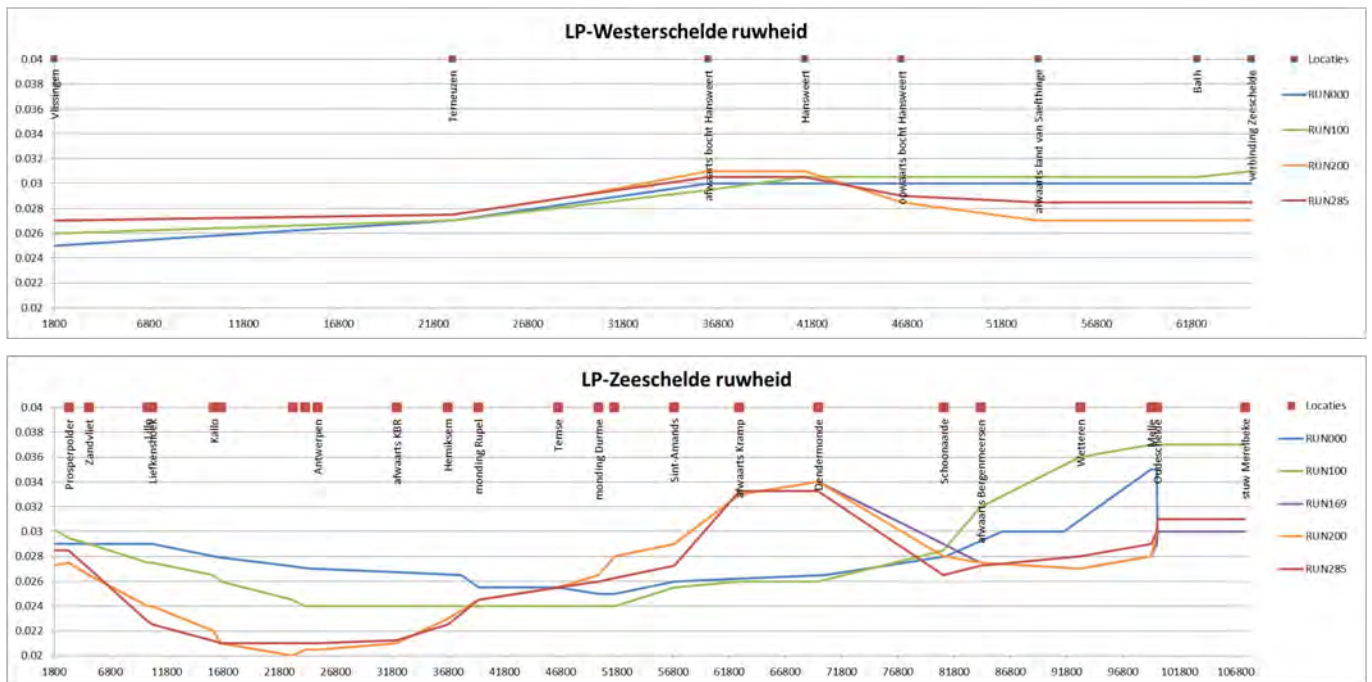
Figuur 18 - Kostenfunctie voor het volledige model – kalibratieperiode jun2014 en okt2014 – run269 tem run285



In Figuur 19 wordt een lengteprofiel met het verloop van de ruwheid langs de Westerschelde en de Zeeschelde weergegeven. Bij het begin van de kalibratie werd voornamelijk de tij-amplitude langs de Beneden-Zeeschelde te klein gesimuleerd. Hiervoor werd de ruwheid tussen de Belgische grens en Antwerpen sterk verlaagd. Dit zorgde echter voor een te grote tijamplitude ter hoogte van Dendermonde waardoor daar de ruwheid verhoogd diende te worden. Nadien werd getracht de grote verschillen in ruwheid te beperken en te komen tot een lengteprofiel met minder extreme waarden voor de ruwheid. Door de ruwheid rondom Antwerpen beperkt te verhogen, was het mogelijk de ruwheid ter hoogte van Dendermonde te verlagen zonder de kalibratieresultaten te verslechteren. De finale modelrun is Run285.

Langs de Westerschelde kent de ruwheid een lichte stijging bij de bocht en de drempel van Hansweert. Deze zijn niet expliciet in het model opgenomen, wat gecompenseerd wordt door het verhogen van de ruwheid. Vanaf de Belgische grens neemt de Schelde de vorm aan van een rivier die tussen twee min of meer evenwijdige dijken loopt en is daar ongeveer 2500 m breed. De daling in de ruwheid tussen Prosperpolder en Antwerpen komt overeen met de overgang van een meergeulenstelsel in de Westerschelde naar één geul in de Zeeschelde. De breedte van de rivier is nog slechts 400 m voor Antwerpen. Voorbij Antwerpen neemt de breedte van de rivier verder af. Ter hoogte van de monding van de Rupel, 15 km opwaarts van Antwerpen, is de Schelde nog 300 m breed. De rivierbreedte is aan de Durme nog 250 m, te Sint-Amands 150 m, te Dendermonde 100 m, en neemt dan geleidelijk af tot 50 m te Wetteren. Deze breedte blijft praktisch behouden tot Gentbrugge. Voorbij de monding van de Rupel komen ook meer bochten voor in de rivier, met als meest gekende en scherpste bocht 'De Kramp', gelegen tussen Sint-Amands en Dendermonde. De stijging van de ruwheid tussen de monding van de Rupel en Dendermonde kan dus verklaard worden door de afname van de breedte van de rivier en de toename van het aantal bochten in de rivier. Voorbij Dendermonde neemt het aantal en de scherpste van de bochten opnieuw af, wat zich vertaalt in een dalende ruwheid tussen Dendermonde en Schoonaarde. Aan de bocht van Bergenmeersen kent de ruwheid opnieuw een lichte stijging. Ook verder naar Wetteren en Melle waar de rivier het minst breed is, stijgt de ruwheid nog licht.

Figuur 19 – Lengteprofiel ruwheid langsheen Westerschelde (boven) en Zeeschelde (onder)



5 Kwaliteit van het gekalibreerde model

De kwaliteit van het gekalibreerde model wordt bekeken aan de hand van de gesimuleerde waterpeilen ten opzichte van de gemeten waterpeilen. De tijdreeksen van de gesimuleerde waterpeilen, evenals de gesimuleerde hoog- en laagwaters worden vergeleken met de gemeten waarden. Bijkomend worden ook enkele parameters van de harmonische analyse van de gesimuleerde waterpeilen vergeleken met deze van de gemeten waarden (zie §4.2.2). Deze vergelijking wordt beschreven voor de drie kalibratieperiodes en drie validatieperiodes. De tabellen en figuren worden weergegeven in de bijlagen van dit rapport.

5.1 Jun2014 – gemiddeld getij

5.1.1 Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters

In BIJLAGE A worden de gemeten en gesimuleerde tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten weergegeven. Tabel A 1 geeft de statistische parameters voor de tijdreeksen van de waterpeilen, de hoogwaters en de laagwaters voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme voor kalibratieperiode jun2014. Tabel A 2 geeft deze parameters voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. Figuur A 38 tot en met Figuur A 61 in BIJLAGE A geven een grafisch overzicht van de statistische parameters.

De RMSE-waarde van de volledige tijdreeks bedraagt minder dan 10 cm in de Westerschelde, 9 tot 18 cm in de Beneden-Zeeschelde, 17 tot 20 cm in de Boven-Zeeschelde en 3 tot 21 cm in het Rupelbekken. De absolute waarde van de bias is kleiner dan 10 cm bij de meeste meetposten.

De RMSE-waarde van de hoogwaters bedraagt maximaal 5 cm in de Westerschelde, 3 tot 5 cm in de Beneden-Zeeschelde, 4 tot 14 cm in de Boven-Zeeschelde, 5 tot 7 cm in de Durme, en 3 tot 11 cm in het Rupelbekken. De absolute waarde van de bias van de hoogwaters bedraagt maximaal 5 cm langs de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde en is kleiner dan 10 cm in de meeste van de overige stations.

De RMSE-waarde van de laagwaters bedraagt minder dan 10 cm in de Westerschelde, 3 tot 10 cm in de Beneden-Zeeschelde, 7 tot 16 cm in de Boven-Zeeschelde en Durme, en 1 tot 14 cm in het Rupelbekken. De absolute waarde van de bias van de laagwaters bedraagt maximaal 14 cm, en minder dan 10 cm in de meeste stations.

De waarden van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten langs de Zenne worden buiten beschouwing gelaten omwille van onzekerheid van juiste meting van de laagwaters. De meetposten op de Zenne te Hombeek en Zemst zijn geplaatst in de bedding van de rivier, op de schuine oeverkant. Bij laagwater daalt het waterpeil onder het laagste meetpunt van de meetpost. De laagwaters van de meetposten op de Zenne worden daarom niet verder meegenomen in de bespreking. De RMSE- en bias-waarden aan de meetpost langs de Zenne te Eppegem zijn sterk afwijkend ten opzichte van de andere meetposten. Dit heeft te maken met de oude bathymetrie van het opwaartse gedeelte van de Zenne. De bathymetrie in het opwaartse gedeelte van de Zenne dateert van 2000-2001. In 2002 werden echter baggerwerken uitgevoerd in de Zenne opwaarts Eppegem. Er is echter geen recentere bathymetrie beschikbaar. Deze meetpost zal daarom bij volgende besprekingen buiten beschouwing gelaten worden. De meetposten langs de Zenne werden wel in beschouwing genomen bij de berekening van de kostenfunctie, daar de gemeten waarden van de hoogwaters te Hombeek en Zemst wel betrouwbaar zijn. De gesimuleerde waarden van de laagwaters in de Zenne veranderen nauwelijks in de verschillende modelruns waardoor deze weinig of geen invloed zullen gehad hebben op het resultaat van de kostenfunctie.

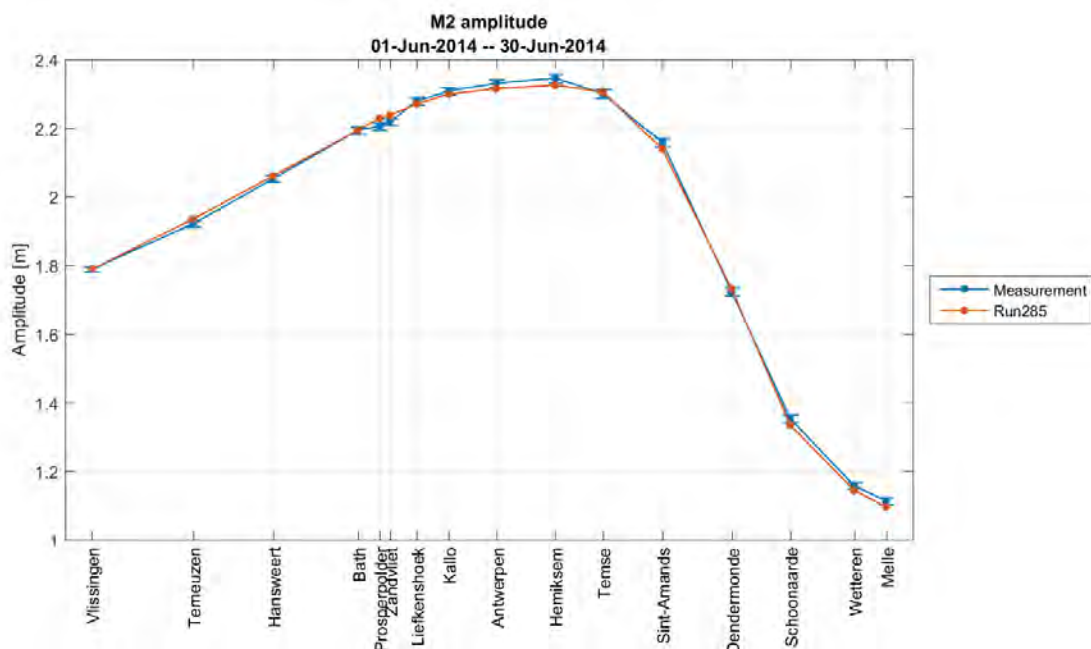
Langs de Zeeschelde worden de RMSE-waarden groter naar opwaarts toe, waar de waterpeilen meer beïnvloed worden door het bovendebiet.

Algemeen zijn de RMSE-waarden in het Rupelbekken vergelijkbaar met deze langs de Boven-Zeeschelde. De waterpeilen zijn hier ook afhankelijk van de zijdelingse afvoer en bovenafvoer. Mogelijk speelt ook de bathymetrie van de rivieren in het Rupelbekken hier een rol in. Voornamelijk in de opwaartse gedeelten dateert de bathymetrie nog van voor 2003.

5.1.2 Harmonische analyse

De M2 amplitude en het vectorieel verschil van de harmonische analyse van de waterpeilen wordt voor kalibratieperiode jun2014 weergegeven in Tabel A 3 voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, en in Tabel A 4 voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. De M2 amplitude en het vectorieel verschil voor alle meetposten is grafisch weergegeven in Figuur A 62 tot en met Figuur A 77 in BIJLAGE A. In Figuur 20 wordt de M2 amplitude in de Westerschelde en Zeeschelde voor deze kalibratieperiode weergegeven.

Figuur 20 – M2 amplitude Run285 versus metingen – jun2014 – Westerschelde en Zeeschelde



De M2-amplitude is het grootst ter hoogte van Hemiksem, in de zone met de grootste gemiddelde getijamplitude. Het absolute verschil in M2-amplitude tussen de gemodelleerde en gemeten waarde bedraagt maximaal 3 cm langs de Westerschelde en Zeeschelde. In het Rupelbekken bedraagt het verschil maximum 8 cm.

Het vectorieel verschil op basis van de getijcomponenten langs de Westerschelde en Zeeschelde wordt groter naar opwaarts toe en bedraagt 43 cm te Melle. In het Rupelbekken lijken de waarden af te nemen vanaf de Rupel naar de zijrivieren, van 48 tot 1 cm.

5.1.3 Debieten

Een bijkomende validatie van het model wordt uitgevoerd voor debieten op de Zeeschelde en Rupel, tijdens de simulatieperiode jun2014. De modelresultaten en metingen worden vergeleken met behulp van 'comparable tide'. Met behulp van een VIMM script wordt in gegevens van vooraf opgegeven meetcampagnes gezocht naar getijden die vergelijkbaar zijn met getijden in de periode van de simulatie. Deze getijden worden vergeleken op basis van de metingen van de waterpeilen. Voor elke meetcampagne wordt één getij gekozen met de beste overeenkomst, of kleinste RMSE-waarde. Tabel 9 geeft een overzicht van de referentiegetijden voor de gekozen meetcampagnes. Voor de gekozen perioden wordt het gemodelleerde debiet vergeleken met het gemeten debiet.

Tabel 10 geeft de statistische parameters bij de vergelijking van de gemodelleerde en gemeten debieten. De figuren in BIJLAGE A geven het verloop van het gemeten en gemodelleerde debiet, evenals het verloop van het waterpeil tijdens de vergeleken getijden.

Het verloop van het gemodelleerde debiet komt vrij goed overeen met het verloop van het gemeten debiet voor de beschouwde meetposten. De RMSE-waarde van tijdreeksen ligt tussen 5 en 11% van het maximum debiet op een bepaalde locatie.

De RRMSE-waarde is de RMSE-waarde relatief ten opzichte van de meting (zie §4.2.1). Deze is eveneens berekend voor elke locatie en meetcampagne. Deze waarde varieert tussen 0,1 en 0,2. De modelresultaten en metingen zijn geanalyseerd op basis van 'comparable tides'. Verschillen tussen de gemodelleerde debieten en gemeten debieten kunnen verwacht worden wanneer de overeenkomst tussen het gemodelleerde en gemeten getij niet voldoende is.

Tabel 9 – Overzicht referentiegetijden 'comparable tide'

Meetcampagne debiet	Referentiegetij simulatieperiode	Referentiegetij meetcampagne	RMSE [m]
Liefkenshoek_20090527	17-Jun-2014 13:10	27-mei-2009 12:00	0.14
Liefkenshoek_20100430	29-Jun-2014 23:50	30-apr-2010 11:20	0.15
Liefkenshoek_20130625	13-Jun-2014 10:00	25-jun-2013 11:20	0.12
Kruikebe_20090526	16-Jun-2014 13:10	26-mei-2009 11:30	0.18
Kruikebe_20100414	12-Jun-2014 22:20	14-apr-2010 10:30	0.09
Kruikebe_20130530	30-Jun-2014 12:40	30-mei-2013 14:20	0.10
Driegoten_20090623	12-Jun-2014 10:50	23-jun-2009 12:00	0.06
Driegoten_20100415	26-Jun-2014 23:40	15-apr-2010 12:30	0.10
Driegoten_20130612	03-Jun-2014 14:50	12-jun-2013 13:40	0.08
Schoonaarde_20090625	15-Jun-2014 14:40	25-jun-2009 15:10	0.07
Schoonaarde_20100414	26-Jun-2014 00:30	14-apr-2010 13:40	0.08
Schoonaarde_20130527	30-Jun-2014 03:00	27-mei-2013 13:50	0.07
Boom_20090622	25-Jun-2014 09:50	22-jun-2009 10:30	0.08
Boom_20100427	18-Jun-2014 03:20	27-apr-2010 10:40	0.08

Tabel 10– Statistische parameters voor debieten tijdens één getij

Jun2014							
Rivier	Meetpost	Meetcampagne	bias TS	RMSE TS	RMSE TS	Qmax	RRMSE TS
			[m³/s]	[m³/s]	% Qmax	[m³/s]	[-]
Beneden-Zeeschelde	Liefkenshoek	20090527	-199.7	1147.2	10	12000	0.17
	Liefkenshoek	20100430	-461.1	931.4	8	12000	0.14
	Liefkenshoek	20130625	105.3	693.9	6	12000	0.11
	Kruikeke	20090526	-130.3	705.4	11	6500	0.2
	Kruikeke	20100414	-34.4	447.7	7	6500	0.13
	Kruikeke	20130530	-47.6	585.2	9	6500	0.17
Boven-Zeeschelde	Driegoten	20090623	5	194.3	10	2000	0.19
	Driegoten	20100415	-16.1	153.8	8	2000	0.15
	Driegoten	20130612	-23.7	134.7	7	1800	0.14
	Schoonaarde	20090625	3.7	48.5	10	500	0.2
	Schoonaarde	20100414	-6.5	44.5	10	450	0.19
	Schoonaarde	20130527	-3.8	26.2	5	500	0.1
Rupel	Boom	20090622	-4.1	67	6	1100	0.11
	Boom	20100427	11.5	89.2	7	1200	0.14

5.2 Okt2014 - storm

5.2.1 Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters

In BIJLAGE B worden de gemeten en gesimuleerde tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten weergegeven. Tabel B 1 geeft de statistische parameters voor de tijdreeksen van de waterpeilen, de hoogwaters en de laagwaters voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme voor kalibratieperiode okt2014. Tabel B 2 geeft deze parameters voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. Figuur B 38 tot en met Figuur B 61 in BIJLAGE B geven een grafisch overzicht van de statistische parameters.

Voor de volledige tijdreeks bedraagt de RMSE-waarde maximum 6 cm langs de Westerschelde, 7 tot 13 cm langs de Beneden-Zeeschelde, 11 tot 13 cm langs de Boven-Zeeschelde, en 4 tot 19 cm in het Rupelbekken. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 3 cm langs de Westerschelde, 1 tot 8 cm langs de Beneden-Zeeschelde, en maximum 8 cm langs de Boven-Zeeschelde en in het Rupelbekken (uitgezonderd Hulshout en Rijmenam).

De RMSE-waarde voor de hoogwaters bedraagt eveneens maximum 6 cm langs de Westerschelde, 4 tot 10 cm langs de Beneden-Zeeschelde, 3 tot 9 cm langs de Boven-Zeeschelde, en 1 tot 18 cm in het Rupelbekken. De absolute waarde van de bias voor de hoogwaters bedraagt voor alle meetposten minder dan 10 cm, uitgezonderd Hulshout.

Voor de laagwaters bedraagt de RMSE-waarde langs de Westerschelde maximum 5 cm, langs de Beneden-Zeeschelde 4 tot 9 cm, langs de Boven-Zeeschelde 5 tot 14 cm, en in het Rupelbekken 1 tot 20 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt minder dan 10 cm langs de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde, en minder dan 15 cm langs de Boven-Zeeschelde en in het Rupelbekken, met uitzondering van Hulshout.

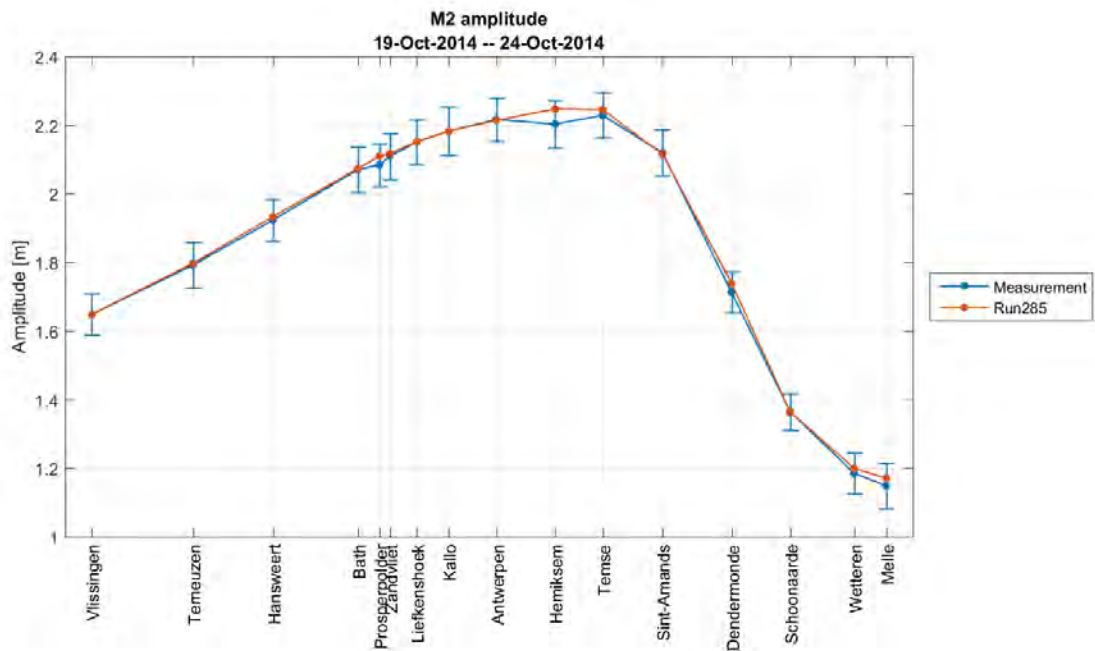
De afwijkende waarden ter hoogte van Hulshout zijn mogelijk te wijten aan een gewijzigd waterpeil tengevolge van de aan- of afwezigheid van plantengroei in de rivier. De Manningwaarde werd hiervoor niet aangepast.

Ondanks de aangepaste bathymetrie van de Durme zijn de gesimuleerde laagwaterpeilen ter hoogte van Waasmunster Manta nog steeds te hoog. De bathymetrie werd echter enkel aangepast in het gedeelte waar gebaggerd werd, afwaarts van Waasmunster Manta. Mogelijk hebben de baggerwerken ook invloed gehad op de bathymetrie in het opwaarts gedeelte van de Durme, welke ongewijzigd is in het model.

5.2.2 Harmonische analyse

De M2 amplitude en het vectorieel verschil van de harmonische analyse van de waterpeilen wordt voor kalibratieperiode okt2014 weergegeven in Tabel B 3 voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, en in Tabel B 4 voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. De M2 amplitude en het vectorieel verschil voor alle meetposten is grafisch weergegeven in Figuur B 62 tot en met Figuur B 75 in BIJLAGE B. In Figuur 21 wordt de M2 amplitude in de Westerschelde en Zeeschelde voor deze simulatieperiode weergegeven.

Figuur 21 – M2 amplitude Run285 versus metingen – okt2014 – Westerschelde en Zeeschelde



De grootste waarde van de M2-amplitude komt voor ter hoogte van Hemiksem en Temse. Het verschil in M2-amplitude van de gemodelleerde en gemeten waterpeilen bedraagt maximaal 4 cm over de beschouwde meetposten.

Het vectorieel verschil berekend op basis van het verschil van de harmonische componenten tussen de simulatie en de metingen neemt toe naar opwaarts toe, en bedraagt maximum 27 cm op de Zeeschelde. In het Rupelbekken lijkt deze waarde weerom af te nemen naar opwaarts toe met een maximum van 25 cm op de Rupel en minimum 5 cm op de Demer te Aarschot.

5.3 Dec2013 - Sinterklaasstorm

5.3.1 Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters

In BIJLAGE C worden de gemeten en gesimuleerde tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten weergegeven. Tabel C 1 geeft de statistische parameters voor de tijdreeksen van de waterpeilen, de hoogwaters en de laagwaters voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme voor kalibratieperiode dec2013. Tabel C 2 geeft deze parameters voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. Figuur C 38 tot en met Figuur C 61 in BIJLAGE C geven een grafisch overzicht van de statistische parameters.

De RMSE-waarde van de volledige tijdreeks bedraagt maximum 8 cm voor de meetposten langs de Westerschelde. Langs de Beneden-Zeeschelde bedraagt deze waarde 8 tot 16 cm, langs de Boven-Zeeschelde en Durme 12 tot 16 cm en in het Rupelbekken 2 tot 14 cm. De RMSE-waarde stijgt langs de Westerschelde en Zeeschelde naar opwaarts toe, met een maximale waarde van 16 cm ter hoogte van Hemiksem en Melle. In het Rupelbekken daalt deze waarde van de Rupel naar opwaarts op de zijrivieren. De absolute waarde van de bias bedraagt minder dan 10 cm voor de meeste meetposten.

Op de Grote Nete treden weerom afwijkende waarden op ter hoogte van Hulshout. Deze zijn mogelijk te wijten aan een gewijzigd waterpeil tengevolge van de aan- of afwezigheid van plantengroei in de rivier. De Manningwaarde werd hiervoor niet aangepast.

Voor de hoogwaters bedraagt de RMSE-waarde maximum 5 cm langs de Westerschelde, 3 tot 10 cm langs de Beneden-Zeeschelde, 4 tot 9 cm langs de Boven-Zeeschelde, 4 tot 22 cm langs de Durme, en 2 tot 15 cm in het Rupelbekken. De absolute waarde van de bias van de hoogwaters bedraagt minder dan 10 cm langs de Westerschelde en Zeeschelde, en maximum 15 cm in het Rupelbekken.

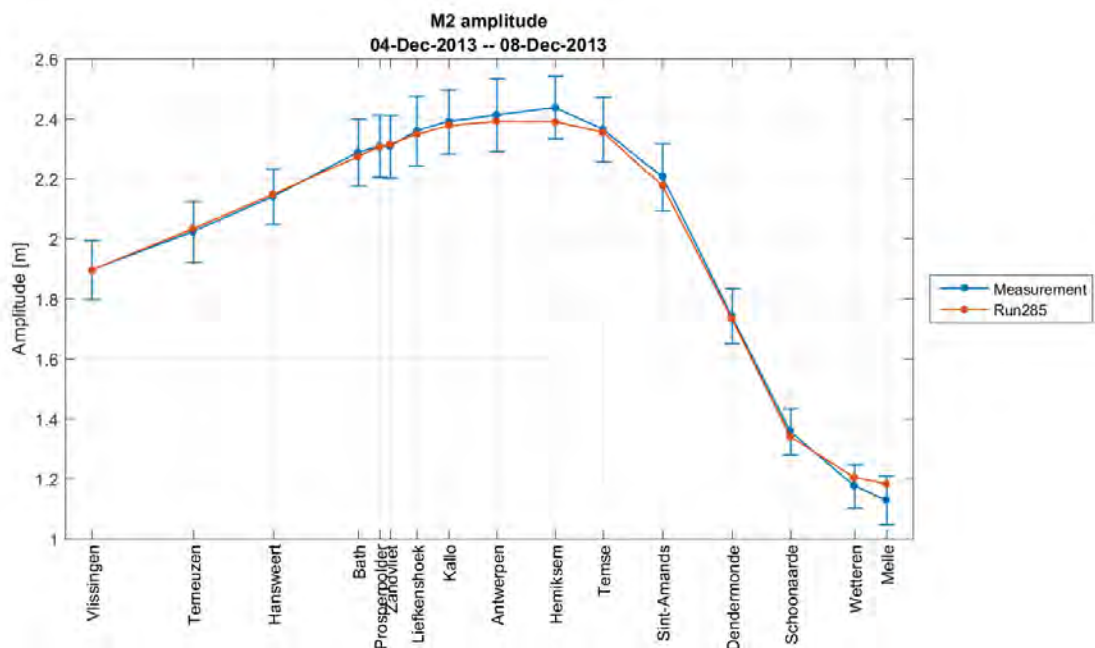
Het maximum hoogwaterpeil ter hoogte van Waasmunster Manta langs de Durme wordt te laag gesimuleerd. De getijdoordringing lijkt hier in het model niet sterk genoeg, gezien het maximum hoogwater in Tielrode wel goed benaderd wordt door de simulatie. Dit kan mogelijk te wijten zijn aan een onaangepaste bathymetrie in het opwaartse deel van de Durme, na de baggerwerken in het gedeelte tussen de Mirabrug en Waasmunster brug en net opwaarts Waasmunster brug.

Voor de laagwaters bedraagt de RMSE-waarde langs de Westerschelde maximum 8 cm, langs de Beneden-Zeeschelde 2 tot 10 cm, langs de Boven-Zeeschelde en Durme 7 tot 23 cm, en in het Rupelbekken 3 tot 12 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 20 cm, en voor de meeste meetposten minder dan 10 cm.

5.3.2 Harmonische analyse

De M2 amplitude en het vectorieel verschil van de harmonische analyse van de waterpeilen wordt voor kalibratieperiode dec2013 weergegeven in Tabel C 3 voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, en in Tabel C 4 voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. De M2 amplitude en het vectorieel verschil voor alle meetposten is grafisch weergegeven in Figuur C 62 tot en met Figuur C 77 in BIJLAGE C. In Figuur 22 wordt de M2 amplitude in de Westerschelde en Zeeschelde voor deze simulatieperiode weergegeven.

Figuur 22 – M2 amplitude Run285 versus metingen – dec2013 – Westerschelde en Zeeschelde



De M2 amplitude is groter dan voor de perioden van juni 2014 en oktober 2014. De waarde stijgt van Vlissingen naar opwaarts toe, met een maximale waarde ter hoogte van Hemiksem. Dit verschil bedraagt maximum 2 cm langs de Westerschelde, 1 tot 5 cm langs de Beneden-Zeeschelde en de Boven-Zeeschelde en maximum 9 cm in het Rupelbekken. De foutenmarge op de waarde is groter dan bij de vorige kalibratieperiodes.

Het vectorieel verschil stijgt van 2 cm in Vlissingen, tot een maximale waarde van 29 cm te Kallo, en daalt verder langs de Boven-Zeeschelde en in het Rupelbekken.

5.4 Nov2010 – verhoogde bovenafvoer

5.4.1 Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters

In BIJLAGE D worden de gemeten en gesimuleerde tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten weergegeven. Tabel D 1 geeft de statistische parameters voor de tijdreeksen van de waterpeilen, de hoogwaters en de laagwaters voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme voor validatieperiode nov2010. Tabel D 2 geeft deze parameters voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. Figuur D 38 tot en met Figuur D 61 in BIJLAGE D geven een grafisch overzicht van de statistische parameters.

Ter hoogte van de meetposten langs de Westerschelde zijn de RMSE-waarden voor deze periode vergelijkbaar met deze van de kalibratieperiodes. Voor de volledige tijdreeks bedraagt de RMSE-waarde maximum 7 cm, voor de hoogwaters maximum 4 cm en voor de laagwaters maximum 10 cm. De absolute waarde van de bias is steeds kleiner dan 10 cm.

Ook langs de Beneden-Zeeschelde zijn de RMSE-waarden voor deze periode vergelijkbaar met deze van de kalibratieperiodes. Voor de volledige tijdreeks bedraagt de RMSE-waarde 7 tot 16 cm, voor de hoogwaters 5 tot 8 cm en voor de laagwaters 9 tot 13 cm. De absolute waarde van de bias is kleiner dan 10 cm, uitgezonderd voor het laagwater te Antwerpen.

Langs de Boven-Zeeschelde zijn de RMSE-waarden voor deze periode, vooral in het opwaartse gedeelte, hoger dan deze van de kalibratieperiodes. Voor de volledige tijdreeks bedraagt de RMSE-waarde 18 tot 29 cm, voor de hoogwaters 6 tot 23 cm en voor de laagwaters 16 tot 34 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt voor de volledige meetreeksen maximum 16 cm, voor de hoogwaters maximum 9 cm en voor de laagwaters maximum 25 cm. De grotere afwijking van het model ten opzichte van de metingen is mogelijk te wijten aan het gebruik van daggemiddelde debieten als opwaartse randvoorwaarde te Melle. Hierdoor wordt het verloop van het getij minder beïnvloed door de variatie van het bovendebiet.

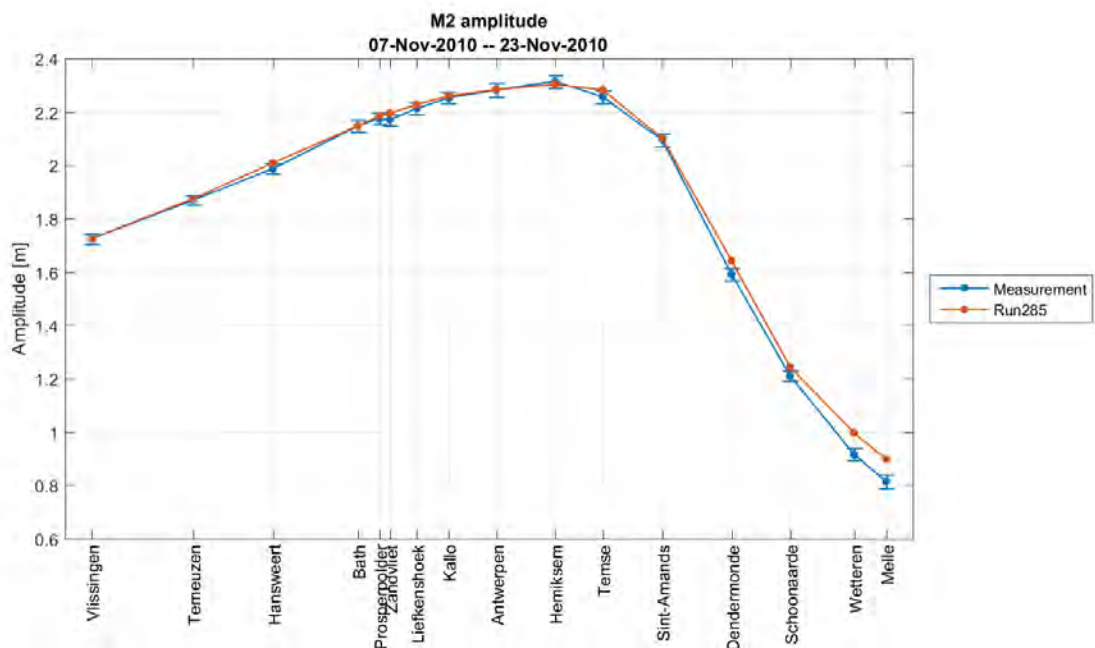
Ook langs de Durme zijn de RMSE-waarden voor de periode nov2010 hoger dan deze van de kalibratieperiodes. Voor de volledige tijdreeks bedraagt de RMSE-waarde 21 tot 25 cm, voor de hoogwaters 9 tot 15 cm en voor de laagwaters 24 tot 29 cm. Deze afwijkende waarden zijn te wijten aan het gebruik van de bathymetrie van 2013 voor de simulatie van deze periode.

In het Rupelbekken bedragen de RMSE-waarden voor de volledige tijdreeks voor deze periode 6 tot 26 cm, voor de hoogwaters 1 tot 26 cm, en 35 cm te Hulshout, en voor de laagwaters 6 tot 28 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt voor de volledige meetreeksen maximum 25 cm, voor de hoogwaters maximum 35 cm en voor de laagwaters maximum 30 cm, met uitzondering van de waarden voor de meetposten langs de Zenne. De sterk afwijkende waarden op de Zenne zijn te wijten aan de verouderde bathymetrie opwaarts Zemst. De afwijkende waarden ter hoogte van Emblem, Kessel en Hulshout zijn mogelijk te wijten aan een gewijzigd waterpeil tengevolge van de aan- of afwezigheid van plantengroei in de rivier. De Manningwaarde werd hiervoor niet aangepast. Ter hoogte van Rotselaar wordt het waterpeil beïnvloed door de stuwregeling die in deze periode deels afwijkt van de automatische regeling die opgelegd werd.

5.4.2 Harmonische analyse

De M2 amplitude en het vectorieel verschil van de harmonische analyse van de waterpeilen wordt voor validatieperiode nov2010 weergegeven in Tabel D 3 voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, en in Tabel D 4 voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. De M2 amplitude en het vectorieel verschil voor alle meetposten is grafisch weergegeven in Figuur D 62 tot en met Figuur D 77 in BIJLAGE D. In Figuur 23 wordt de M2 amplitude in de Westerschelde en Zeeschelde voor deze validatieperiode weergegeven.

Figuur 23 – M2 amplitude Run285 versus metingen – nov2010 – Westerschelde en Zeeschelde



Het verschil tussen de M2 amplitude van de gemodelleerde versus de gemeten waterpeilen bedraagt maximum 3 cm in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde, 1 tot 8 cm in de Boven-Zeeschelde en 1 tot 6 cm in het Rupelbekken. Deze waarden zijn voor de Boven-Zeeschelde weerom groter dan deze voor de kalibratieperioden van jun2014 en okt2014, al blijft het verschil beperkt. Zowel bij de gesimuleerde als de gemeten waarden komt de grootste M2 amplitude voor ter hoogte van Hemiksem. De afwijking tussen de gemeten en gesimuleerde waarden wordt groter naar opwaarts toe waar de waterpeilen meer beïnvloed worden door de bovenafvoer.

5.5 Nov2015 - storm

5.5.1 Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters

In BIJLAGE E worden de gemeten en gesimuleerde tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten weergegeven. Tabel E 1 geeft de statistische parameters voor de tijdreeksen van de waterpeilen, de hoogwaters en de laagwaters voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme voor validatieperiode nov2015. Tabel E 2 geeft deze parameters voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. Figuur E 38 tot en met Figuur E 61 in BIJLAGE E geven een grafisch overzicht van de statistische parameters.

Voor de Westerschelde bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks maximum 9 cm, voor de hoogwaters maximum 13 cm en voor de laagwaters maximum 6 cm. De absolute waarde van de bias is steeds kleiner dan 10 cm.

Voor de Beneden-Zeeschelde bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks 10 tot 19 cm, voor de hoogwaters 13 tot 16 cm en voor de laagwaters 6 tot 10 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 5 cm voor de volledige reeksen, maximum 13 cm voor de hoogwaters en maximum 9 cm voor de laagwaters.

Voor de Boven-Zeeschelde bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks 16 tot 20 cm, voor de hoogwaters 10 tot 18 cm en voor de laagwaters 6 tot 26 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 18 cm. Voornamelijk de RMSE-waarde voor de laagwaters te Melle is afwijkend (26 cm). Dit is mogelijk te wijten aan het gebruik van daggemiddelde debieten als opwaartse randvoorwaarde te Melle. Hierdoor wordt het verloop van het getij in het model minder beïnvloed door de variatie van het bovendebiet.

De RMSE- en bias-waarde van de hoogwaters te Waasmunster Manta is gelijk aan 2 cm (Figuur E 18). De gesimuleerde waarden zijn afwisselend over de getijden te hoog of te laag, waardoor de gemiddelde fout klein is. Het verschil tussen de gemodelleerde en gemeten laagwaters ter hoogte van Waasmunster Manta kan toegeschreven worden aan de gebruikte bathymetrie in het model. In 2014 werden baggerwerken uitgevoerd in de Durme tussen de Mirabrug en Waasmunster brug, en in 2015 nog een kilometer opwaarts Waasmunster brug, dus afwaarts Waasmunster Manta. De bathymetrie van het gebaggerde gedeelte werd na de baggerwerken opgemeten en is geïmplementeerd in het model. Mogelijk werd door baggerwerken echter ook de bathymetrie in het opwaartse gedeelte beïnvloed. Deze werd echter niet opgemeten waardoor dit effect niet meegenomen is in het model.

Voor het Rupelbekken bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks 1 tot 22 cm, voor de hoogwaters 1 tot 21 cm en voor de laagwaters 2 tot 18 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 20 cm. De RMSE-waarden worden kleiner naar opwaarts toe, waar het effect van de wind minder belangrijk is.

Op de Grote Nete te Kessel en Hulshout en de Kleine Nete te Emblem treden meer afwijkende waarden op. Deze zijn mogelijk te wijten aan een gewijzigd waterpeil tengevolge van de aan- of afwezigheid van plantengroei in de rivier. De Manningwaarde werd hiervoor echter niet aangepast.

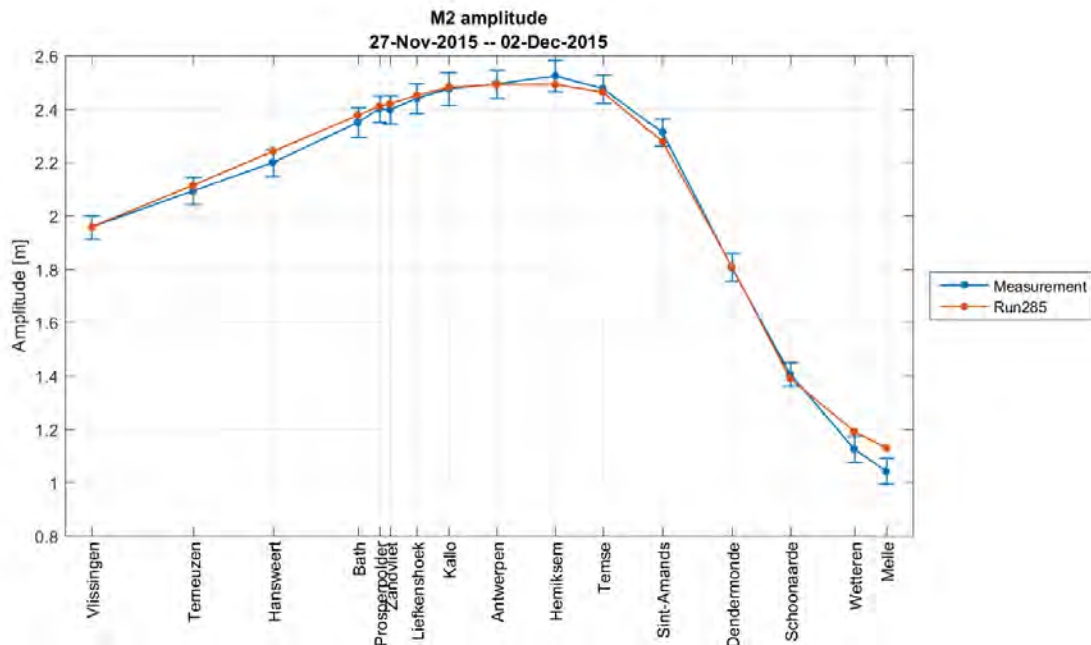
De RMSE-waarden voor deze periode liggen algemeen wat hoger dan de RMSE-waarden voor de kalibratieperioden. Wanneer gekeken wordt naar het verloop van de tijdreeksen tijdens de storm is duidelijk te zien dat de hoogwaters van 29-30 november 2015 overschat worden door het model. Tijdens deze hoogwaters bedraagt de windsnelheid meer dan 25 m/s (zie Figuur 12). Bij de stormen van okt2014 en dec2013 is de maximale windsnelheid kleiner. Ook de richting van de wind tijdens en na deze maximale snelheden is verschillend bij de storm van nov2015 ten opzichte van de stormen van okt2014 en dec2013.

In okt2014 en dec2013 valt de maximale windsnelheid ongeveer samen met een windrichting van 300° ten opzichte van het noorden, of noordwestenwind. Bij de storm van nov2015 draait wind tweemaal pas na het voorkomen van de maximale windsnelheid naar het noordwesten, en waait er gelijktijdig met de maximale windsnelheid een westenwind. Mogelijk wordt hierdoor het effect van de wind te sterk meegenomen in het model.

5.5.2 Harmonische analyse

De M2 amplitude en het vectorieel verschil van de harmonische analyse van de waterpeilen wordt voor validatieperiode nov2015 weergegeven in Tabel E 3 voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, en in Tabel E 4 voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. De M2 amplitude en het vectorieel verschil voor alle meetposten is grafisch weergegeven in Figuur E 38 tot en met Figuur E 77, in BIJLAGE E. In Figuur 24 wordt de M2 amplitude in de Westerschelde en Zeeschelde voor deze validatieperiode weergegeven.

Figuur 24 – M2 amplitude Run285 versus metingen – nov2015 – Westerschelde en Zeeschelde



De M2 amplitude voor de storm van nov2015 is langs de Beneden-Zeeschelde groter dan voor de storm van dec2013. De grootste waarde komt voor ter hoogte van Hemiksem. Het verschil tussen de gemodelleerde en berekende waarde van de M2 amplitude is echter vergelijkbaar met het verschil voor de stormen van dec2013 en okt2014. De maximale waarden van respectievelijk 7 en 9 cm ter hoogte van Wetteren en Melle zijn te verklaren door het opleggen van het daggemiddelde debiet te Melle.

5.6 Jan2016 - storm

5.6.1 Tijdreeksen waterpeilen, hoog- en laagwaters

In BIJLAGE F worden de gemeten en gesimuleerde tijdreeksen van de waterpeilen ter hoogte van de meetposten weergegeven. Tabel F 1 geeft de statistische parameters voor de tijdreeksen van de waterpeilen, de hoogwaters en de laagwaters voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme voor validatieperiode jan2016. Tabel F 2 geeft deze parameters voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. Figuur F 38 tot en met Figuur F 61 in BIJLAGE F geven een grafisch overzicht van de statistische parameters.

Voor de periode van jan2016 zijn voor de Westerschelde voornamelijk de RMSE-waarden voor de laagwaters enkele centimeters hoger ten opzichte van de kalibratieperioden. De RMSE-waarde voor de volledige tijdreeksen langs de Westerschelde bedraagt maximum 10 cm, voor de hoogwaters maximum 7 cm en voor de laagwaters maximum 13 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt voor de volledige tijdreeks en de hoogwaters maximum 8 cm, en voor de laagwaters maximum 11 cm.

Langs de Beneden-Zeeschelde bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks 9 tot 17 cm, voor de hoogwaters 7 tot 11 cm, en voor de laagwaters 8 tot 15 cm. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 10 cm.

Langs de Boven-Zeeschelde bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks 17 tot 28 cm, voor de hoogwaters 7 tot 20 cm, en voor de laagwaters 14 tot 40 cm in Melle. Deze grote RMSE-waarde is voornamelijk te wijten aan het sterk onderschatten van de twee laatste laagwaters tijdens de simulatieperiode (zie Figuur F 16). Dit is mogelijk te wijten aan het gebruik van daggemiddelde debieten als opwaartse randvoorwaarde te Merelbeke. Hierdoor wordt het verloop van het getij in het model minder beïnvloed door het bovendebiet. De absolute waarde van de bias bedraagt maximum 13 cm voor de volledige tijdreeksen en de hoogwaters, en maximum 27 cm voor de laagwaters.

In het Rupelbekken bedraagt de RMSE-waarde voor de volledige tijdreeks 5 tot 34 cm, voor de hoogwaters maximum 29 cm en voor de laagwaters maximum 28 cm, met uitzondering van Kessel. De aangepaste stuwstand ten opzichte van de automatische regeling te Mechelen, tijdens de eerste vier en laatste drie getijden van de simulatieperiode, heeft een effect op de Dijle tot in Rijmenam en Rotselaar (zie Figuur F 25 tot en met Figuur F 27). In het model werd echter gerekend met de automatische regeling.

De afwijkende waarden ter hoogte van Kessel zijn mogelijk te wijten aan een gewijzigd waterpeil tengevolge van de aan- of afwezigheid van plantengroei in de rivier. De Manningwaarde werd hiervoor niet aangepast. Voor Hulshout is de RMSE-waarde voor de hoog- en laagwaters gelijk aan nul. Door de grote invloed van de bovenafvoer is hier echter geen getij zichtbaar waardoor het niet mogelijk is waarden te berekenen voor de hoog- en laagwaters. Dit is eveneens zo voor Geel-Zammel.

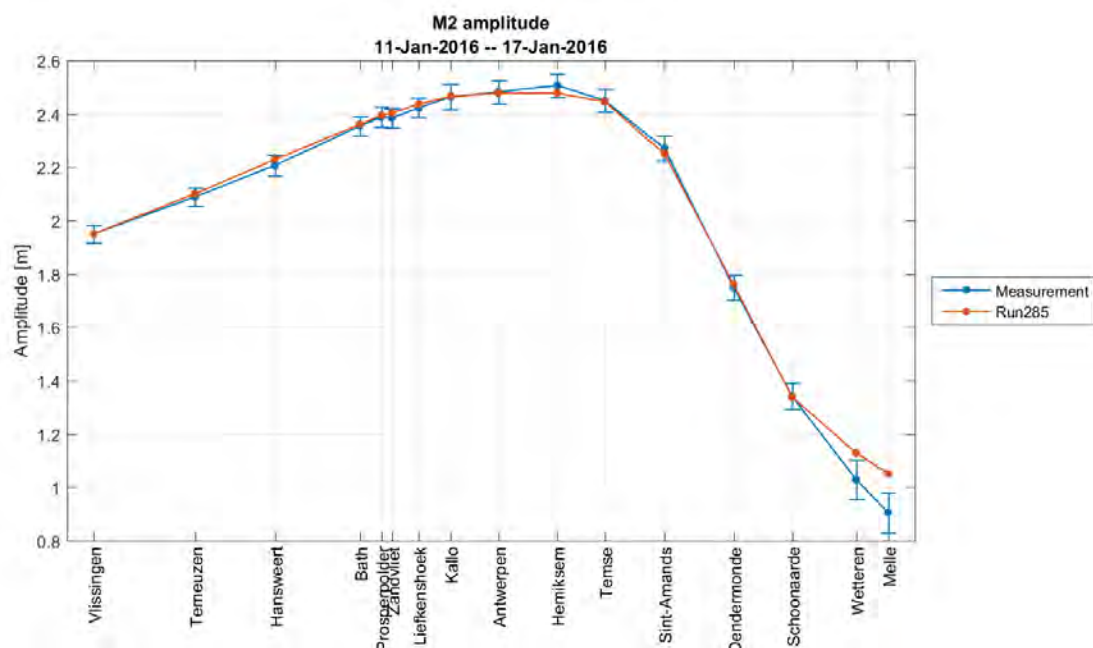
Ook bij deze storm valt de maximale windsnelheid niet samen met een constante wind uit het noordwesten (zie Figuur 14). Na het voorkomen van de maximale windsnelheid, in de nacht van 14 op 15 januari 2016, draait de wind verder naar het noorden. In de nacht van 15 op 16 januari 2016 kent de windsnelheid een sterke daling, en draait de wind terug naar het westen tot zuidwesten. Voornamelijk tijdens de periode, wanneer de windsnelheid lager is dan 15 m/s, worden de laagwaters onderschat door de gemodelleerde waarden. Deze periode valt echter ook samen met de onderschatte laagwaters opwaarts die mogelijk te wijten zijn aan het opleggen van de daggemiddelde debieten te Merelbeke.

5.6.2 Harmonische analyse

De M2 amplitude en het vectorieel verschil van de harmonische analyse van de waterpeilen wordt voor validatieperiode jan2016 weergegeven in Tabel F 3 voor de meetposten langs de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, en in Tabel F 4 voor de meetposten langs de waterlopen in het Rupelbekken. De M2 amplitude en het vectorieel verschil voor alle meetposten is grafisch weergegeven in Figuur F 62 tot en met Figuur F 77 in BIJLAGE F. In Figuur 25 wordt de M2 amplitude in de Westerschelde en Zeeschelde voor deze validatieperiode weergegeven.

Het verschil in M2 amplitude van de gemodelleerde en gemeten waterpeilen is het grootst te Wetteren en Melle, met respectievelijk 15 en 10 cm. Voor de andere meetposten langs de Westerschelde en Zeeschelde bedraagt deze waarde maximum 3 cm. In het Rupelbekken bedraagt deze waarde maximum 6 cm.

Figuur 25 – M2 amplitude Run285 versus metingen – jan2016 – Westerschelde en Zeeschelde



5.7 Samenvatting

In Tabel 11 en Tabel 12 wordt een overzicht gegeven van respectievelijk de RMSE- en bias-waarden van de kalibratie- en validatieperioden. Hieruit blijkt dat de RMSE-waarden voor de verschillende kalibratieperioden in dezelfde grootte-orde liggen. De RMSE-waarden voor de validatieperioden zijn vooral voor de Boven-Zeeschelde en Durme, en in het Rupelbekken wat groter. De grootste RMSE-waarden komen telkens voor in de Boven-Zeeschelde. Tabel 13 geeft een overzicht van het verschil in M2 amplitude tussen Run285 en de metingen voor de verschillende kalibratie- en validatieperioden. Op enkele afwijkende waarden na is dit verschil steeds kleiner dan 10 cm.

Tabel 11 – Overzicht RMSE-waarden kalibratie- en validatieperioden

RMSE [cm]	Westerschelde			Beneden-Zeeschelde			Boven-Zeeschelde & Durme			Rupel		
	TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW
Jun2014	2-9	2-5	2-9	9-18	3-5	3-10	17-20	4-14	7-16	3-21	3-11	1-14
Okt2014	2-6	2-6	2-5	7-13	4-10	4-9	11-13	3-9	5-14	4-19	1-18	1-20
Dec2013	2-8	2-5	2-8	8-16	3-10	2-10	12-16	4-9 (22)	7-23	2-14	2-15	3-12
Nov2010	2-7	2-4	2-10	7-16	5-8	9-13	18-29	6-23	16-34	6-26	1-26 (35)	6-28
Nov2015	2-9	2-13	2-6	10-19	13-16	6-10	16-20	10-18	6-26	1-22	1-21	2-18
Jan2016	0-10	0-5	0-13	9-17	7-11	8-15	17-28	7-20	14-40	5-34	2-29	1-28

(Afwijkende waarden van één meetpost worden tussen haakjes aangegeven)

Tabel 12 – Overzicht absolute waarde bias kalibratie- en validatieperioden

Absolute waarde bias [cm]	Westerschelde			Beneden-Zeeschelde			Boven-Zeeschelde & Durme			Rupel		
	TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW
Jun2014	2-6	2-5	2-8	1-7	0-5	2-10	6-15	2-13	6-16	2-11	2-11	2-13
Okt2014	1-2	2-5	1-3	0-3	1-9	0-8	1-10	1-9	3-12	0-12 (19)	1-6 (18)	1-15 (20)
Dec2013	2-5	2-5	1-4	0-5	1-9	1-8	2-10	0-6	0-10 (20)	2-13	1-13	1-12
Nov2010	2-5	1-2	2-9	3-8	1-6	9-13	8-16	0-9	14-25	1-25	1-19 (35)	2-20 (26) (30)
Nov2015	1-2	0-9	2-5	1-5	7-13	2-9	0-8	2-14	1-9 (18)	1-14 (21)	3-20	1-16
Jan2016	0-8	0-6	0-11	1-6	4-10	4-13	4-11	5-12	10-19 (27)	5-19 (26) (29)	3-17	5-24

(Afwijkende waarden van één meetpost worden tussen haakjes aangegeven)

Tabel 13 – Overzicht verschil M2 amplitude Run285 versus metingen – kalibratie- en validatie perioden

Verskil M2 amplitude Run285-meting [cm]	Westerschelde	Beneden-Zeeschelde	Boven-Zeeschelde & Durme	Rupel
Jun2014	≤1	≤2	≤3	≤8
Okt2014	≤1	≤4	≤3	≤3
Dec2013	≤1	≤5	≤5 (9)	≤4
Nov2010	≤1	≤3	≤8	≤6
Nov2015	≤4	≤6	≤9	≤3
Jan2016	≤1	≤3	≤3 (10)(15)	≤6

(Afwijkende waarden van één meetpost worden tussen haakjes aangegeven)

5.8 Vergelijking met 2D- en 3D-modellen Zeeschelde

Recent werden verschillende 2D- en 3D-modellen van het Schelde-estuarium gekalibreerd. De resultaten van deze kalibraties worden vergeleken met de resultaten van de kalibratie van het 1D-model van de Zeeschelde.

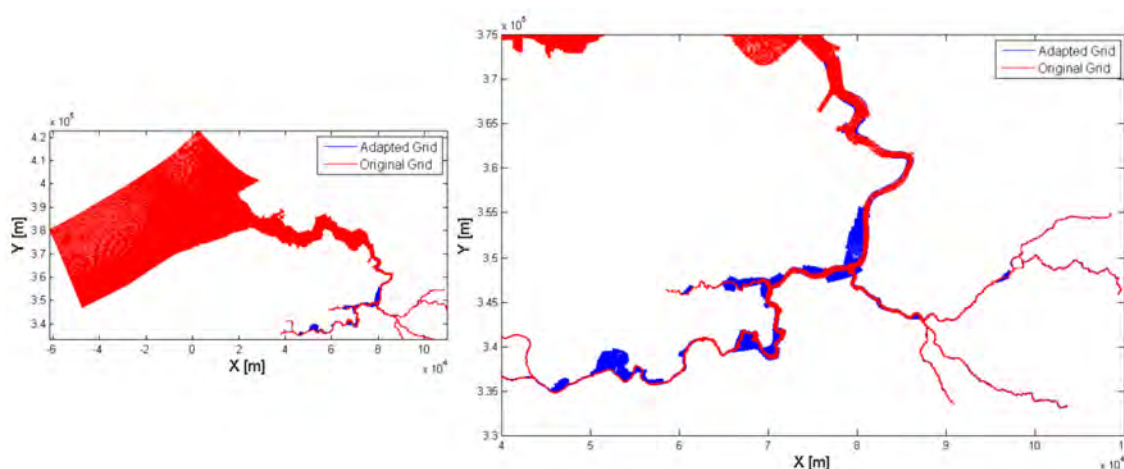
5.8.1 Operationeel 2D NEVLA-model

Door het Waterbouwkundig Laboratorium werd in 2004 een hydrodynamisch model – NEVLA – gebouwd van het Schelde-estuarium en alle, via de Zeeschelde, aangesloten getij-afhankelijke zijrivieren. Het oorspronkelijke NEVLA model wordt besproken in (Hartsuiker & van Banning, 2004). Het model werd opgebouwd in de SIMONA-software (Rijkswaterstaat, Nederland) en omvat een ruim zeegebied evenals alle Vlaamse getijrivieren: Schelde, Durme, Rupel, Nete (Beneden, Grote en Kleine), Dijle en Zenne. Deze rivieren zijn allen tot aan hun getijgrens opgenomen in het model. Zouteffecten worden eveneens beschouwd in het model. In 2009 werd een actualisatie uitgevoerd van het bestaande instrumentarium van 2D modellen van de Westerschelde, Zeeschelde en bovenlopen met tijwerking (cf. NEVLA-model)(Vanlede *et al.*, 2009). In 2012 werd het NEVLA-model ingebouwd in de operationele modeltrein van het hydrodynamisch voorspellingssysteem voor Kust en Schelde (VSSKS) (Jespers *et al.*, 2014).

Het operationeel 2D NEVLA-model werd de bathymetrie van het model aangepast en werd het model uitgebreid met GOG- en GGG-functionaliteit (Chu *et al.*, 2016). Zowel voor de Westerschelde als voor de Zeeschelde werd de bathymetrie van 2013 geïmplementeerd in het model. Het grid van het NEVLA-model werd uitgebreid met de gecontroleerde overstromingsgebieden en gereduceerde getijgebieden van zoals voorzien in het Sigmaplan. Figuur 26 toont het originele en het aangepaste grid van dit model.

De kalibratie van het model met overstromingsgebieden werd uitgevoerd voor een periode met gemiddelde getij van 20 september 2013 tot 4 oktober 2013. In een validatierun werd het model met overstromingsgebieden doorgerekend voor een periode met de Sinterklaasstorm, van 30 november tot 13 december 2013. De bias-waarden voor de Westerschelde, Zeeschelde en Durme, voor deze run met de Sinterklaasstorm, met naam NEVLA_B7storm, worden weergegeven Tabel 14. Algemeen zijn de bias-waarden hoger dan deze voor de run van het 1D-model met de Sinterklaasstorm. Het NEVLA-model onderschat de waarden van het hoogwater langs het Schelde-estuarium, tijdens deze stormperiode. Het model werd echter niet gekalibreerd voor deze periode.

Figuur 26 – Vergelijking van het originele NEVLA grid en het aangepaste grid in het operationeel 2D NEVLA-model



(Chu *et al.*, 2016)

Tabel 14 – Absolute waarden bias voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – NEVLA_B7storm – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

NEVLA_B7storm vs metingen	Westerschelde			Beneden-Zeeschelde			Boven-Zeeschelde & Durme		
	TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW
Absolute waarde bias [cm]	/	3-14	4-5	/	10-18	2-30	/	13-25	40-90

5.8.2 3D NEVLA-model

Het 3D-NEVLA-model is gebaseerd op het 2D NEVLA-model model zoals beschreven in vorige paragraaf. Het 3D NEVLA-model heeft zes lagen met een verschillende dikte. In dit model wordt bijkomend gerekend met saliniteit. Dit model heeft hetzelfde grid als het originele 2D NEVLA-model.

In het 3D NEVLA-model werden verschillende verbeteringen aangebracht waaronder de implementatie van een nieuwe bathymetrie, gebaseerd op bathymetrische data van 2009 voor de Westerschelde en Zeeschelde, en van 2010 voor het Rupelbekken (Vanlede *et al.*, 2015) . Het model werd gekalibreerd in twee fasen. In de eerste fase van de kalibratie lag de focus voornamelijk op de harmonische voortplanting van de getijgolf doorheen het Schelde-estuarium. Hierbij werd rekening gehouden met het effect op de waterpeilen, snelheid en debieten. In deze eerste fase werd het model gekalibreerd voor een periode van 24 mei 2009 tot 26 juni 2009. De finale modelrun van de eerste fase van de kalibratie is simG141b.

In de tweede fase van de kalibratie werd voornamelijk gefocust op de snelheden in de ondiepe en intertidale gebieden. Na deze kalibratie werd het model gevalideerd voor het jaar 2009, in run simG146.

De RMSE-waarden voor de volledige tijdreeksen van de waterpeilen, hoogwaters en laagwaters voor de kalibratierun sim G141b en validatierun simG146, worden weergegeven in Tabel 15. Deze waarden zijn hoger dan de RMSE-waarden voor het 1D-model voor de kalibratieperiode jun2014 met gemiddeld getij.

Tabel 15 – RMSE-waarden voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – 3D NEVLA-model sim G141b & simG146 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

NEVLA 3D sim vs metingen	Kalibratie-/ validatie- periode	Westerschelde			Beneden-Zeeschelde			Boven-Zeeschelde & Durme		
		TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW
G141b RMSE [cm]	Kalibratie 24/05/2009 – 26/06/2009	11-15	11-14	8-9	15-20	15-18	9-15	22-33	11-18	8-29
G146 RMSE [cm]	Validatie 04/01/2009 – 01/10/2010	12-15	11-14	11-12	16-21	12-16	12-16	21-24 (39)	12-19 (24)	9-27

(Afwijkende waarden van één meetpost worden tussen haakjes aangegeven) (Vanlede *et al.*, 2015)

5.8.3 3D Scaldis model

Het 3D SCALDIS model is ontwikkeld in TELEMAC software voor de getijgebonden Schelde. Het ongestructureerd grid laat toe om een groot modelgebied te combineren met een hoge resolutie in de opwaartse gebieden (Smolders *et al.*, 2016). Het modeldomein omvat de volledige Belgische kustzone, de Westerschelde, Zeeschelde en getijgebonden zijrivieren. In verticale richting telt het model vijf lagen. Alle GOG-gebieden, die reeds actief zijn, gepland of beslist zijn in het kader van het Sigmaplan, zijn opgenomen in het Scaldis model. De gebieden die nog niet in werking zijn, zijn ook in het model nog niet actief.

Het model werd gekalibreerd voor een periode van 20 dagen van 13/09/2013 tot 03/10/2013. Deze periode omvat een periode met verhoogde bovenafvoer gevolgd door een tijcyclus met gemiddeld getij. Nadien werd een periode van 5 dagen doorgerekend met de Sinterklaasstorm, van 03/12/2013 tot 09/12/2013. Een overzicht van de RMSE- en bias-waarden wordt gegeven in Tabel 16. De RMSE- en bias-waarden voor de volledige tijdreeksen voor de kalibratieperiode zijn vergelijkbaar met de RMSE- en bias-waarden voor het 1D-model, voor de periode met gemiddeld getij. De RMSE-waarden voor de stormperiode zijn vooral voor de Zeeschelde groter dan de RMSE-waarden voor het 1D-model voor de kalibratieperiode dec2013. Het 3D SCALDIS model is echter niet gekalibreerd voor deze periode.

Tabel 16 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – kalibratieperiode en stormperiode Scaldis 3D – Westerschelde en Zeeschelde

SCALDIS 3D vs metingen		Westerschelde			Beneden-Zeeschelde			Boven-Zeeschelde			Rupelbekken		
		TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW	TS	HW	LW
Kalibratie- periode sept- okt2013	RMSE [cm]	9-11	8-10	7-8	12-15	11-13	8-11	12-18	11-15	7-19	12-24	10-29	4-16 (34)
	Absolute waarde bias [cm]	0-2	2-5	1-3	4-8	5-9	3-8	1-10	2-9	1-11	1-12	1-29	1-15 (33)
Storm- periode dec2013	RMSE [cm]	19-21	12-15	19-25	23-27	15-19	21-24	17-25	14-17	7-19	14-27	10-23	10-18 (31)
	Absolute waarde bias [cm]	4-9	3-7	13-21	7-12	1-3	12-19	4-10	1-8	2-16	2-11	2-19	5-17 (29)

(Afwijkende waarden van één meetpost worden tussen haakjes aangegeven)

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Voorliggend rapport beschrijft de kalibratie van het 1D numeriek model van de Zeeschelde en de getijgebonden zijrivieren. Het model werd gekalibreerd op basis van de ruwheid van de rivierbodem, voor drie kalibratieperioden, waaronder één periode met gemiddeld getij en twee perioden met stormtij. De kwaliteit van het gekalibreerde model is beschreven aan de hand van de RMSE- en bias-waarden van de gemodelleerde waterpeilen ten opzichte van de gemeten waterpeilen, zowel voor volledige tijdreeksen als voor hoog- en laagwaters. Voor deze kalibratieperioden bedraagt de RMSE-waarde voor de Westerschelde maximum 10 cm, voor de Beneden-Zeeschelde 3 tot 18 cm, voor de Boven-Zeeschelde 3 tot 23 cm en voor het Rupelbekken 1 tot 21 cm. De bias-waarde varieert voor de Westerschelde tussen -8 en 8 cm, voor de Beneden-Zeeschelde tussen -10 en 13 cm, voor de Boven-Zeeschelde tussen -15 en 12 cm en voor de Rupel tussen -15 en 15 cm. Bijkomend werd het verschil in de amplitude van de harmonische M2 component beschouwd van de finale modelrun ten opzichte van de metingen. Dit verschil is voor de periode met gemiddeld getij kleiner dan 3 cm langs de Westerschelde en Zeeschelde, en kleiner dan 8 cm in het Rupelbekken.

Voor de validatie van het model werden drie extra simulatieperioden in beschouwing genomen en werden ook de debieten langs de Zeeschelde en Rupel voor de periode met gemiddeld getij geanalyseerd. De drie validatieperioden betreffen een periode met verhoogde bovenafvoer en twee stormperioden met maximum hoogwater in Antwerpen boven TAW +6,70 m. Tijdens de periode met verhoogde bovenafvoer liggen de RMSE-waarden voor de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde binnen dezelfde orde van grootte als bij de kalibratieperioden. De RMSE-waarden voor de Boven-Zeeschelde en het Rupelbekken zijn iets groter. Tijdens de stormperioden zijn de RMSE-waarden verhoogd ten opzichte van de kalibratieperioden. Voornamelijk tijdens het stormtij zijn de afwijkingen het grootst. Dit is mogelijk te wijten aan de implementatie van de wind in het model. Deze werd tijdens de huidige kalibratie niet gewijzigd. De windsnelheid en windrichting zijn tijdens de stormen gebruikt bij de kalibratie vrij gelijkaardig. Bij de stormen gebruikt bij de validatie is de windsnelheid hoger of lager, en is de variatie van de windrichting tijdens de storm groter. Dit gaat gepaard met een sterkere afwijking van de gemodelleerde versus de gemeten waarden. Voor de validatieperiodes met de twee stormen bedraagt de RMSE-waarde voor de Westerschelde maximum 13 cm, voor de Beneden-Zeeschelde 6 tot 19 cm, voor de Boven-Zeeschelde 6 tot 28 cm, tot lokaal 40 cm, en voor het Rupelbekken 2 tot 30 cm, tot lokaal 45 cm. Lokaal grotere afwijkingen zijn mogelijk te wijten aan invloeden van plantengroei, zoals opwaarts op de Grote en Kleine Nete, of aan het opleggen van een daggemiddeld debiet te Merelbeke. Vergelijking met 2D- en 3D-modellen toont aan dat deze RMSE-waarden vergelijkbaar of kleiner zijn, dan de RMSE-waarden die bekomen zijn na kalibratie van de 2D- of 3D-modellen van het Schelde-estuarium.

Het gemodelleerde debiet werd met behulp van 'comparable tides' vergeleken met het verloop van gemeten debieten tijdens verschillende meetcampagnes op de Zeeschelde en de Rupel. Het verloop van het gemodelleerde debiet benadert het verloop de gemeten debieten goed. De RMSE-waarde van de tijdreeksen van de debieten bedraagt 5 tot 11% van het maximum debiet op een bepaalde locatie.

Het gekalibreerde model zal gebruikt worden voor de analyse van verschillende scenario's en alternatieven binnen het project 'Integraal plan Boven-Zeeschelde', evenals binnen projecten met betrekking tot inrichtingsstudies in het kader van het Sigmaplan en andere diverse projecten.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van de validatie van het model blijkt dat het effect van de wind minder goed wordt benaderd door het model bij windsnelheden hoger dan 25 m/s of windrichtingen afwijkend van noordwesten. De parameters voor de windmodule in MIKE11 werden afgeijkt bij de opzet van het oorspronkelijke model van de Zeeschelde (International Marine and Dredging Consultants *et al.*, 2003). Mogelijk vraagt een actualisatie en herkalibratie van het model een bijkomende kalibratie van de windparameters. Aanbevolen wordt om een gevoeligheidsanalyse van de windparameters uit te voeren, waarna deze opnieuw gekalibreerd kunnen worden op basis van meerdere recente stormen.

In de Durme zijn de vorige jaren verschillende baggerwerken uitgevoerd, en worden nog baggerwerken gepland. De meest recente bathymetrische gegevens zijn afkomstig van de locaties waar de baggerwerken uitgevoerd werden. Deze baggerwerken zullen echter ook de bathymetrie in het meer opwaartse gedeelte van de Durme beïnvloeden. Ter verbetering van de modelresultaten zou ook de bathymetrie van de overige gedeeltes van de Durme opnieuw moeten geïmplementeerd worden in het model, als deze beschikbaar is.

Aan de opwaartse zijde van de Durme werd een pompstation gebouwd, op de dam te Lokeren. Dit pompstation zal bij te hoge waterpeilen op de Moervaart, water overpompen van de Moervaart naar de Durme, met een maximum debiet van 7,5 m³/s, en tot een bepaald waterpeil in de Durme bereikt wordt. Dit pompstation zou reeds gewerkt hebben tijdens de storm van januari 2016. Bij de simulatie van toekomstige stormen dient nagegaan te worden of dit pompstation gewerkt heeft en dient mogelijk bijkomend een opwaarts debiet op de Durme opgelegd te worden.

De waterpeilen op de Zeeschelde aan de opwaartse rand van het model worden sterk beïnvloed door het opgelegde debiet te Merelbeke en Zwijnaarde. Wanneer het niet mogelijk is de debieten over de stuwen te berekenen op basis van de stuwstanden, wordt aan de opwaartse rand te Merelbeke het daggemiddelde debiet van Melle opgelegd. Beter zou zijn om gemeten debieten ter hoogte van Merelbeke en Zwijnaarde op te leggen. Hiervoor is het echter noodzakelijk de debieten over of afwaarts van de stuwen te meten.

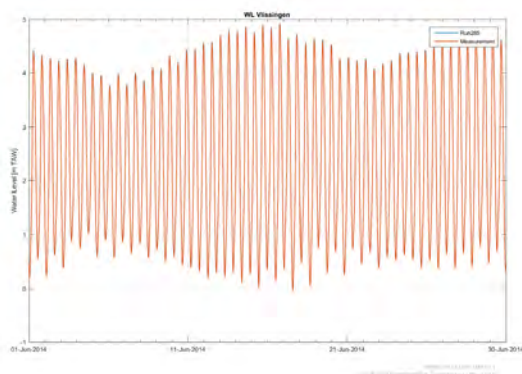
7 Referenties

- Chu, K.; Buitrago, S.; Depreiter, D.; Deschamps, M.** (2016). Ondersteuning en verbetering operationeel voorspellingscluster VSSKS - Uitbreiding van het operationeel 2D Nevla model met GOG en GGG functionaliteit. Versie 1.0. *WL Rapporten*, 13_133_1. Waterbouwkundig Laboratorium/IMDC: Antwerpen
- Coen, L.; Deschamps, M.; Vanlede, J.; Vanderkimpfen, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017). Mike11 model Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren - Beschrijving versie 2015. Versie 1.0. in opmaak. *WL Rapporten*, 14_106_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Hartsuiker, G.; van Banning, G.K.F.M.** (2004). 2Dh Nevla-Scheldemodel (SCALWEST 2000 met verbeterde Belgische roosterschematisatie): bouw en afregeling stromingsmodel. Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek: Antwerpen
- International Marine and Dredging Consultants; Belgroma; Soresma; HAECON; Analysis, R.; Technum.** (2003). Actualisatie van het Sigmaplan. Integrale verkenning Scheldebekken. Integrale verkenning Rupelbekken. Planstudie rivierherstelproject Durme: deelopdracht 3. Hydrologische en hydraulische modellen: volume 1a. Statistiek Scheldebekken. Versie 2.0. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Afdeling Zeeschelde: Antwerpen. VIII, 110 + cd-rom
- Janekovic, I.; Powell, B.** (2012). Analysis of imposing tidal dynamics to nested numerical models. *Cont. Shelf Res.* 34: 30–40. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2011.11.017>
- Jaspers, N.; Depreiter, D.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2014). Ondersteuning en verbetering voorspellingscluster: deelrapport 3. Kwaliteitscontrole Nevla 2D voorspellingen op VSSKS. *WL Rapporten*, 00_044. Waterbouwkundig Laboratorium/IMDC: Antwerpen
- Pawlowicz, R.; Beardsley, B.; Lentz, S.** (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Comput. Geosci.* 28(8): 929–937
- Smolders, S.; Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Integraal plan Bovenzeeschelde: Subreport 1. SCALDIS: a 3D Hydrodynamic model for the Scheldt Estuary. *WL Rapporten*, 13_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp
- Vanlede, J.; De Clercq, B.; Decrop, B.; Ides, S.; van Holland, G.; De Mulder, T.; Mostaert, F.** (2009). Verbetering randvoorwaardenmodel: deelrapport 2. Afregelen van het 2D Scheldemodel. *WL Rapporten*, 753_09. Waterbouwkundig Laboratorium/IMDC: Antwerpen
- Vanlede, J.; Delecluyse, K.; Primo, B.; Verheyen, B.; Leyssen, G.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Verbetering randvoorwaardenmodel: subreport 7. Calibration of NEVLA 3D. *WL Rapporten*, 00_018. Flanders Hydraulics Research: Antwerpen
- Verbist, F.; Sterling, A.** (1971). Ijking van de stuwen B2 en B4 op de Schelde te Gent. *WL Rapporten*, 278. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen
- Vos, R.J.; ten Brummelhuis, P.G.J.; Gerritsen, H.** (2000). Integrated data-modelling approach for suspended sediment transport on a regional scale 41(1–3): 177–200

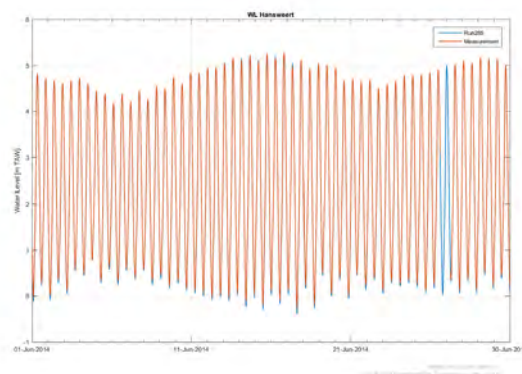
BIJLAGE A MODELRESULTATEN JUN2014 - GEMIDDELD GETIJ

Tijdreeksen

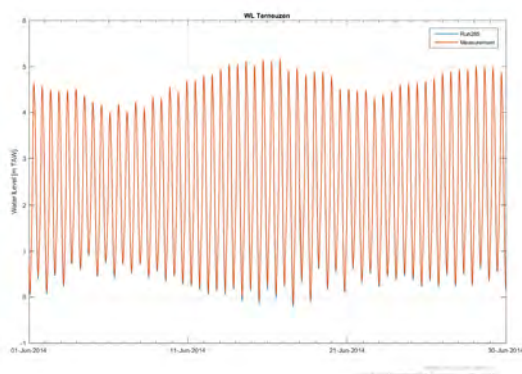
Figuur A 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Vlissingen



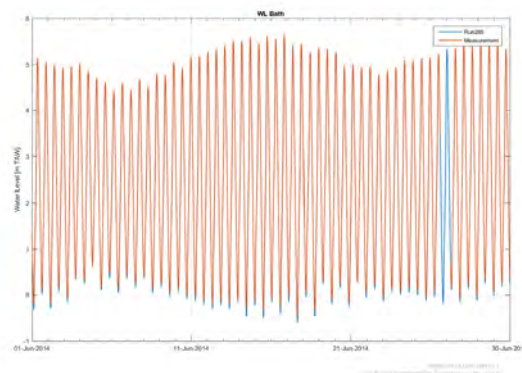
Figuur A 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Hansweert



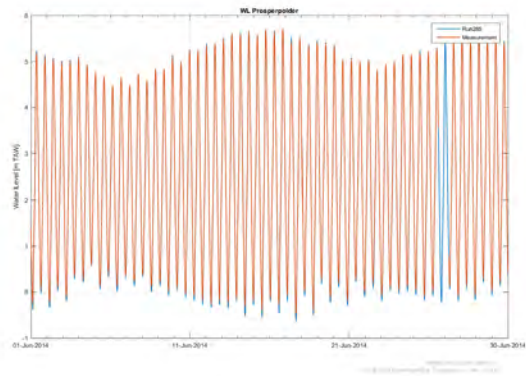
Figuur A 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Terneuzen



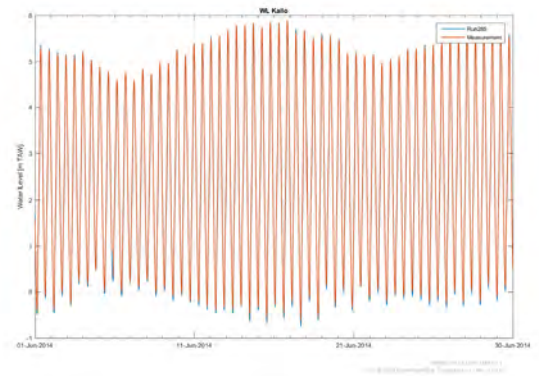
Figuur A 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Bath



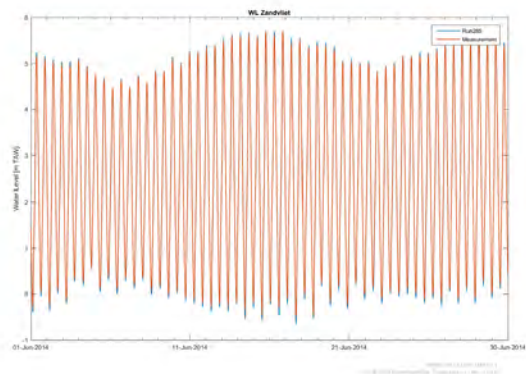
Figuur A 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Prosperpolder



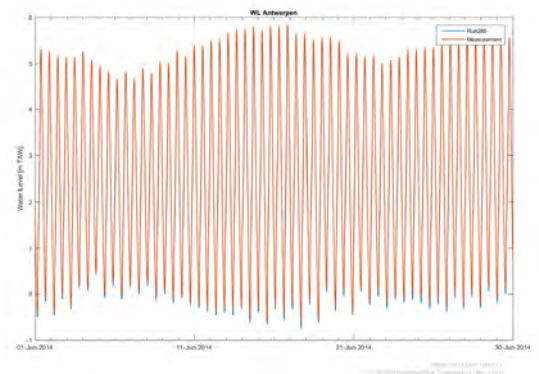
Figuur A 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Kallo



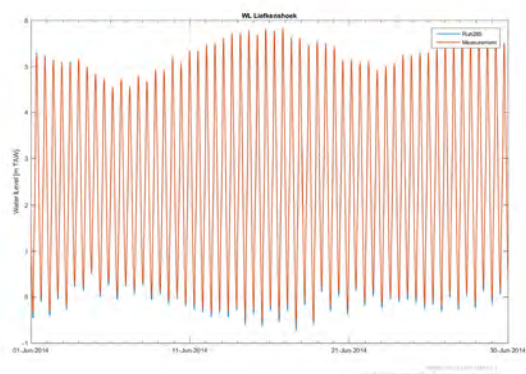
Figuur A 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Zandvliet



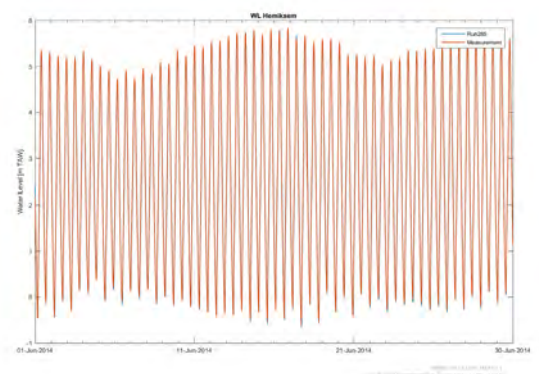
Figuur A 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Antwerpen



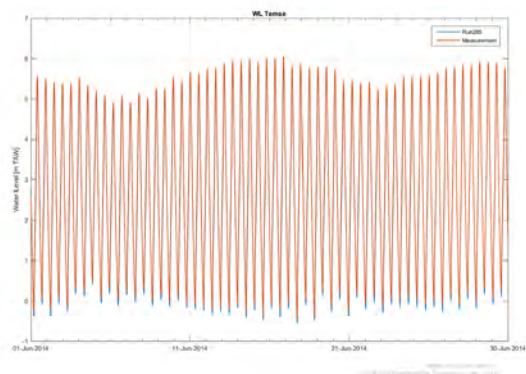
Figuur A 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014
- Liefkenshoek



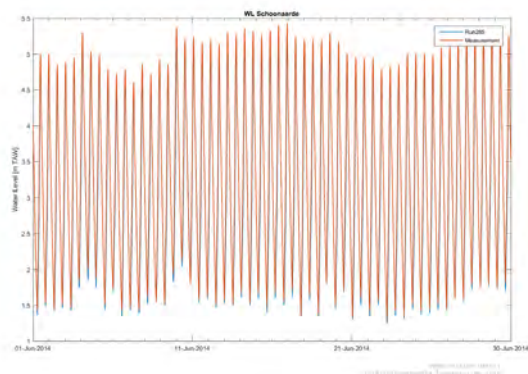
Figuur A 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Hemiksem



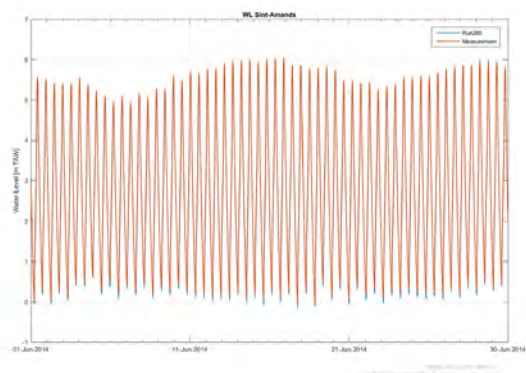
Figuur A 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Temse



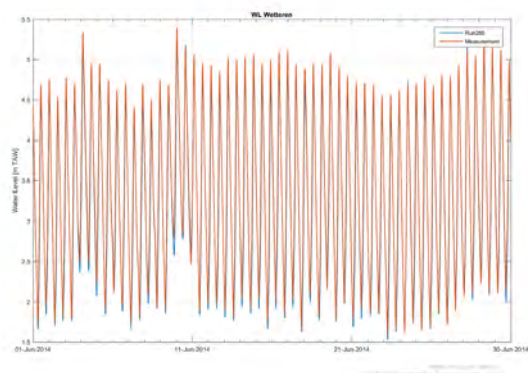
Figuur A 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Schoonaarde



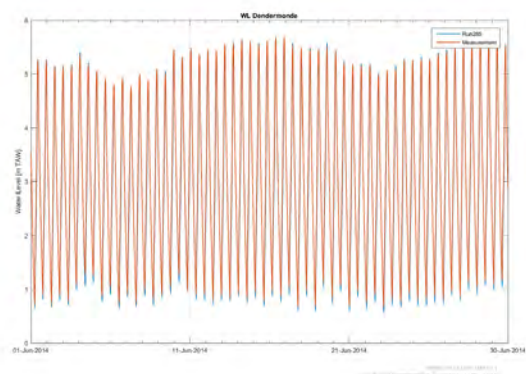
Figuur A 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 –Sint-Amands



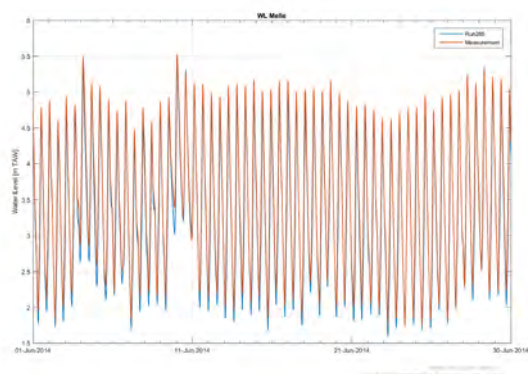
Figuur A 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Wetteren



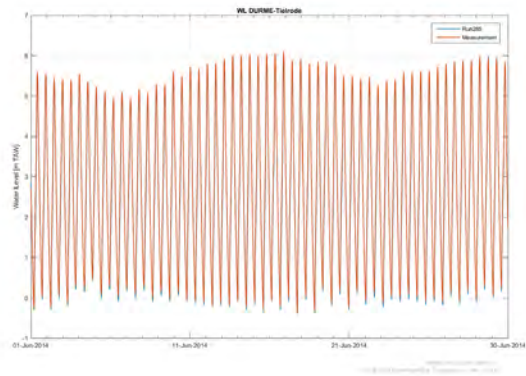
Figuur A 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Dendermonde



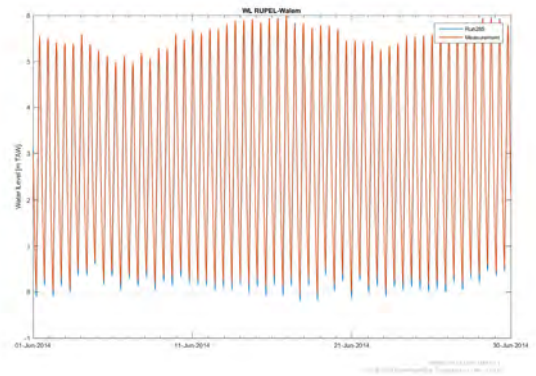
Figuur A 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen - jun2014 - Melle



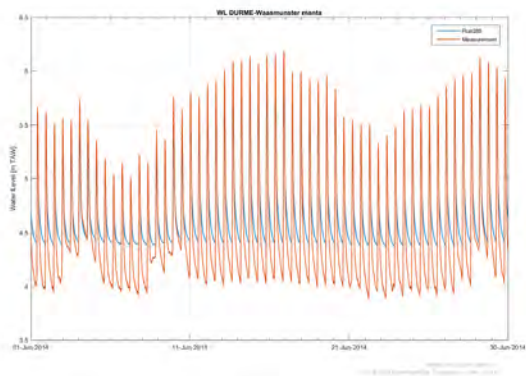
Figuur A 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Tielrode



Figuur A 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Walem



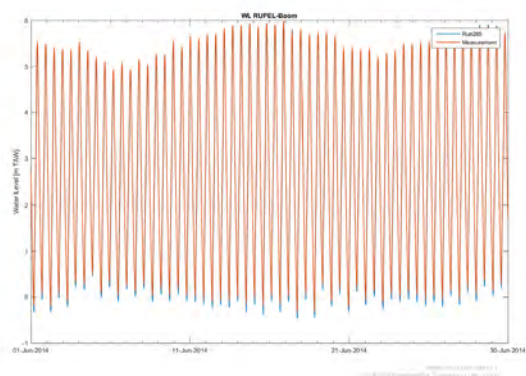
Figuur A 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Waasmunster Manta



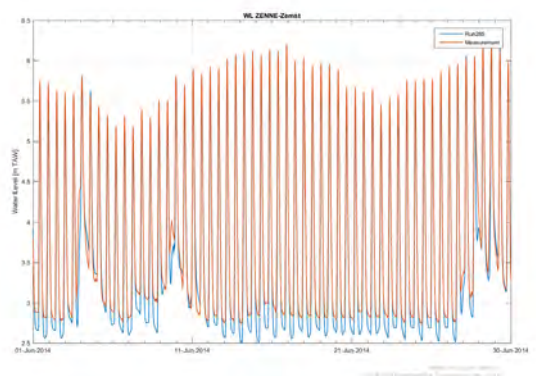
Figuur A 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Hombeek



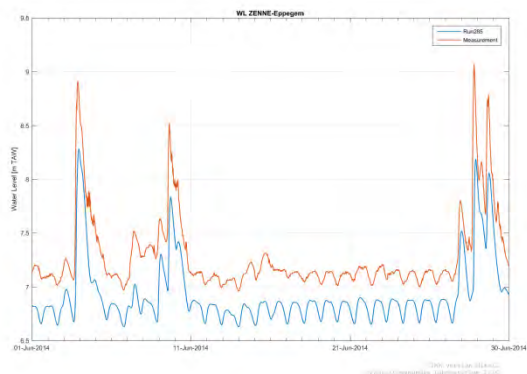
Figuur A 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Boom



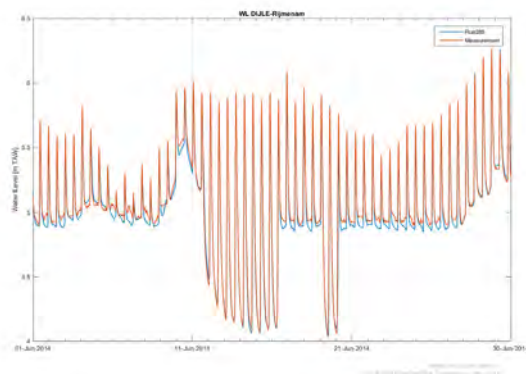
Figuur A 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Zemst



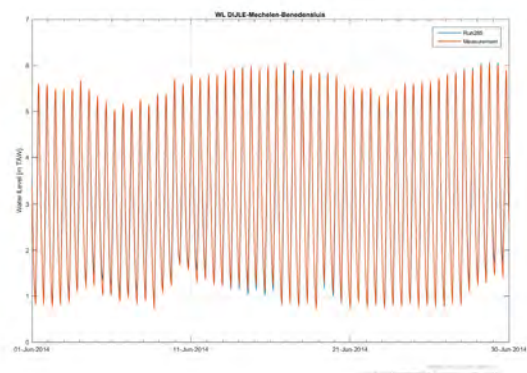
Figuur A 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Eppegem



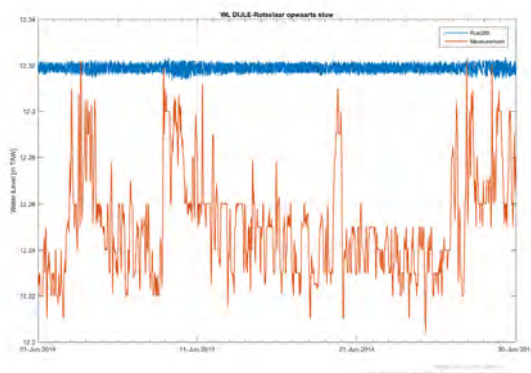
Figuur A 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Rijnmenam



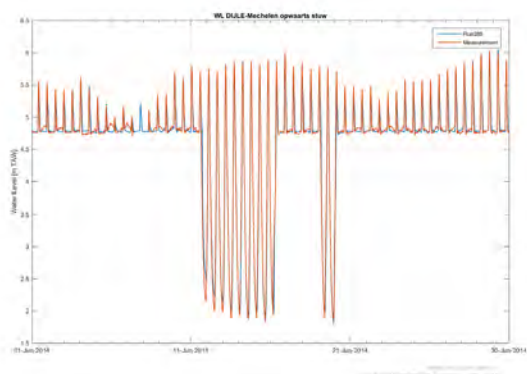
Figuur A 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Mechelen-Benedensluis



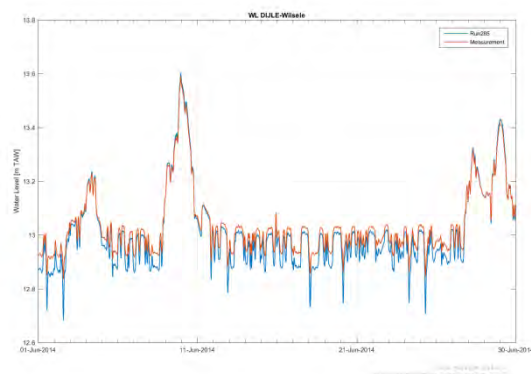
Figuur A 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Rotselaar opwaarts stuw



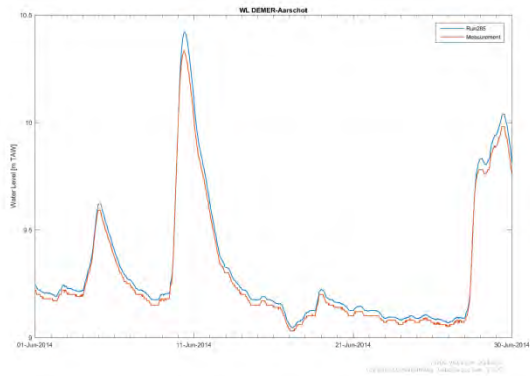
Figuur A 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Mechelen opwaarts stuw



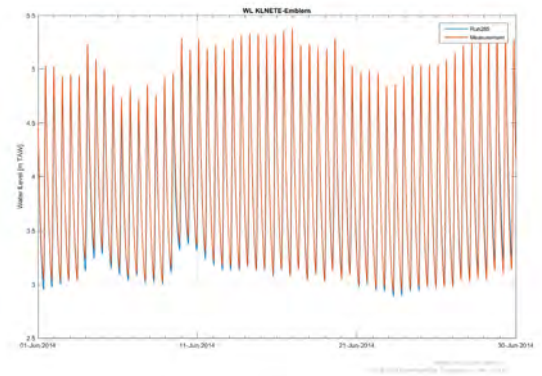
Figuur A 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Wilsele



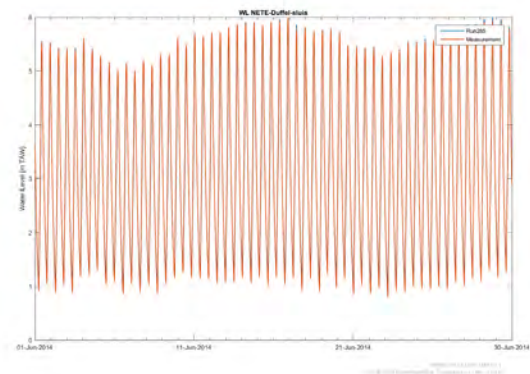
Figuur A 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Aarschot



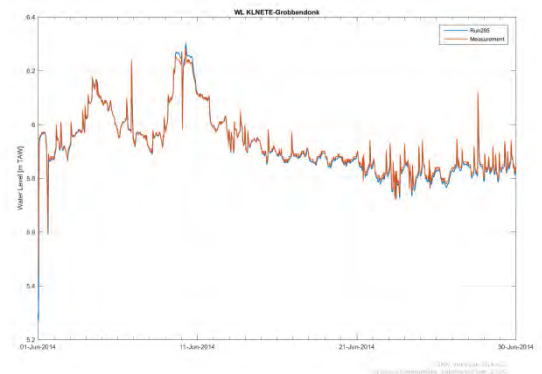
Figuur A 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Emblem



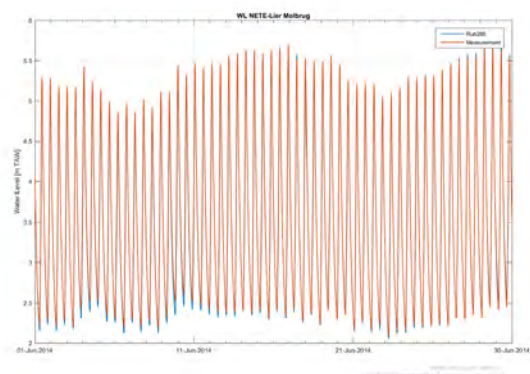
Figuur A 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Duffel-sluis



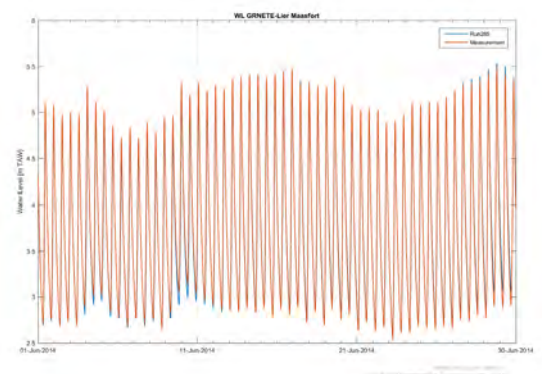
Figuur A 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Grobbendonk



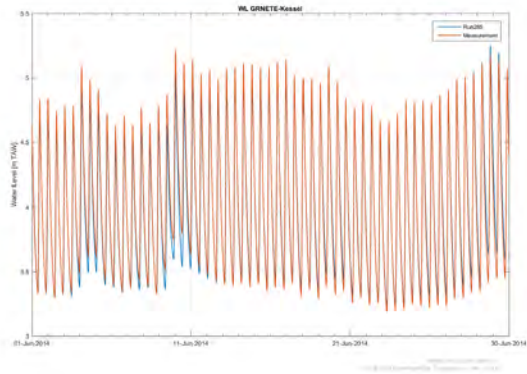
Figuur A 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Lier Molbrug



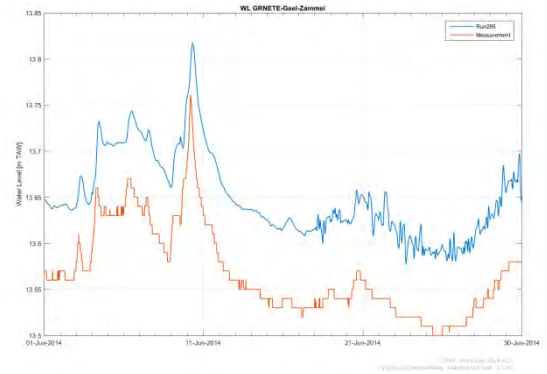
Figuur A 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Lier Maasfort



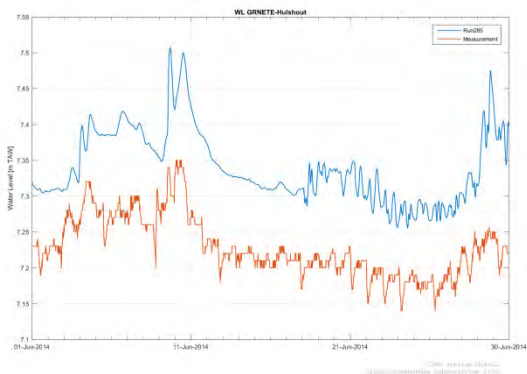
Figuur A 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Kessel



Figuur A 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 – Geel-Zammel



Figuur A 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen -
jun2014 - Hulshout



Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW

Tabel A 1 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters –jun2014- Westerschelde, Zeeschelde en Durme

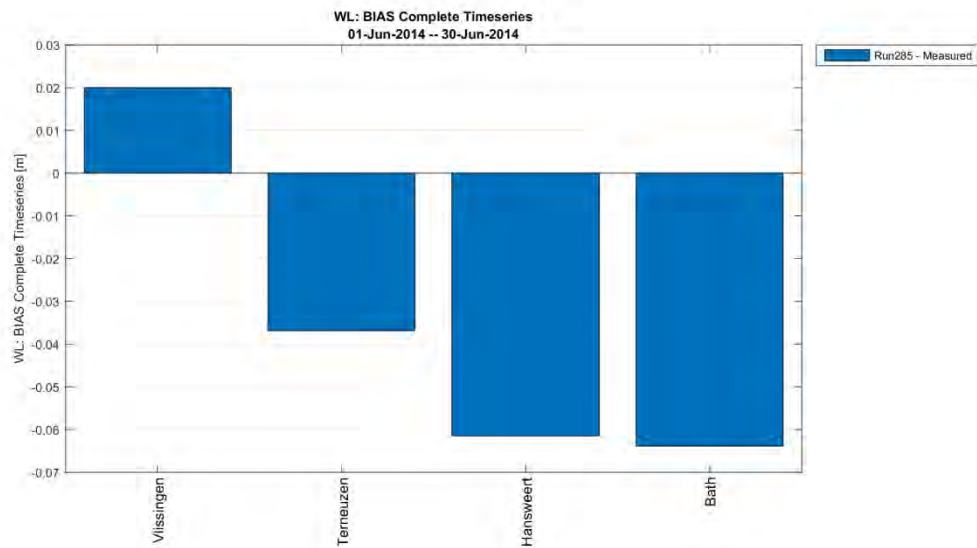
Jun2014							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Terneuzen	-0.04	0.07	-0.05	0.05	-0.04	0.04
	Hansweert	-0.06	0.08	-0.02	0.03	-0.07	0.07
	Bath	-0.06	0.09	-0.01	0.03	-0.08	0.09
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	-0.04	0.09	0.02	0.03	-0.10	0.10
	Zandvliet	-0.04	0.09	0.05	0.05	-0.09	0.09
	Liefkenshoek	-0.05	0.12	0.00	0.03	-0.08	0.09
	Kallo	-0.05	0.14	0.01	0.03	-0.08	0.08
	Antwerpen	-0.07	0.16	-0.02	0.04	-0.09	0.09
	Hemiksem	-0.01	0.18	-0.01	0.03	-0.02	0.03
Boven-Zeeschelde	Temse	-0.09	0.19	-0.06	0.07	-0.12	0.13
	Sint-Amands	-0.06	0.20	-0.02	0.04	-0.08	0.09
	Dendermonde	-0.08	0.17	0.02	0.05	-0.10	0.10
	Schoonaarde	-0.10	0.19	-0.06	0.08	-0.05	0.06
	Wetteren	-0.10	0.17	-0.07	0.09	-0.05	0.08
	Melle	-0.15	0.20	-0.13	0.14	-0.14	0.16
Durme	Tielrode	-0.08	0.21	-0.04	0.05	-0.07	0.07
	Waasmunster Manta	0.20	0.27	-0.05	0.07	0.36	0.38

Tabel A 2 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – jun2014 – Rupelbekken

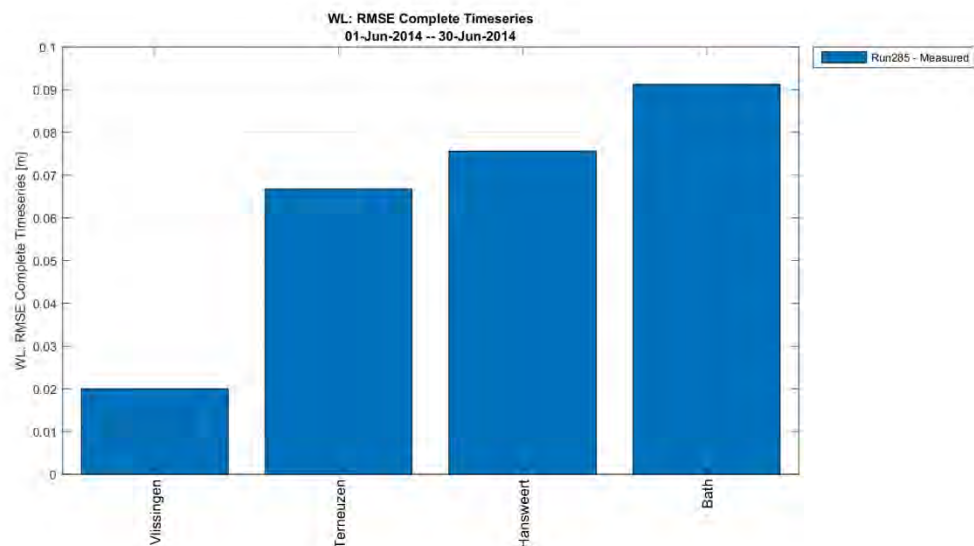
Jun2014							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Rupel	Boom	-0.09	0.16	-0.04	0.06	-0.12	0.13
	Walem	-0.09	0.21	-0.03	0.04	-0.13	0.13
Zenne	Hombeek	*	*	-0.01	0.04	*	*
	Zemst	*	*	-0.06	0.08	*	*
	Eppegem	*	*	-0.40*	0.44*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	-0.07	0.18	-0.03	0.04	0.09	0.14
	Mechelen opwaarts stuw	-0.03	0.23	-0.02	0.03	0.13	0.16
	Rijmenam	-0.03	0.08	-0.05	0.05	0.01	0.03
	Rotselaar opwaarts stuw	0.07	0.07	0.06	0.06	0.08	0.08
	Wilsele	-0.03	0.04	-0.02	0.03	-0.05	0.06
Demer	Aarschot	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03
Benedennete	Duffel-sluis	-0.03	0.12	0.00	0.04	0.16	0.16
	Lier Molbrug	-0.06	0.10	-0.02	0.04	-0.04	0.06
Kleine Nete	Emblem	-0.05	0.10	-0.06	0.07	-0.02	0.05
	Grobbendonk	0.00	0.02	-0.01	0.02	0.00	0.01
Grote Nete	Lier Maasfort	-0.02	0.09	-0.04	0.06	0.02	0.07
	Kessel	-0.02	0.09	-0.08	0.08	0.02	0.08
	Hulshout	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13
	Geel-Zammel	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.09

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.
~~xx*~~ : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille van verouderde bathymetrie in het model.

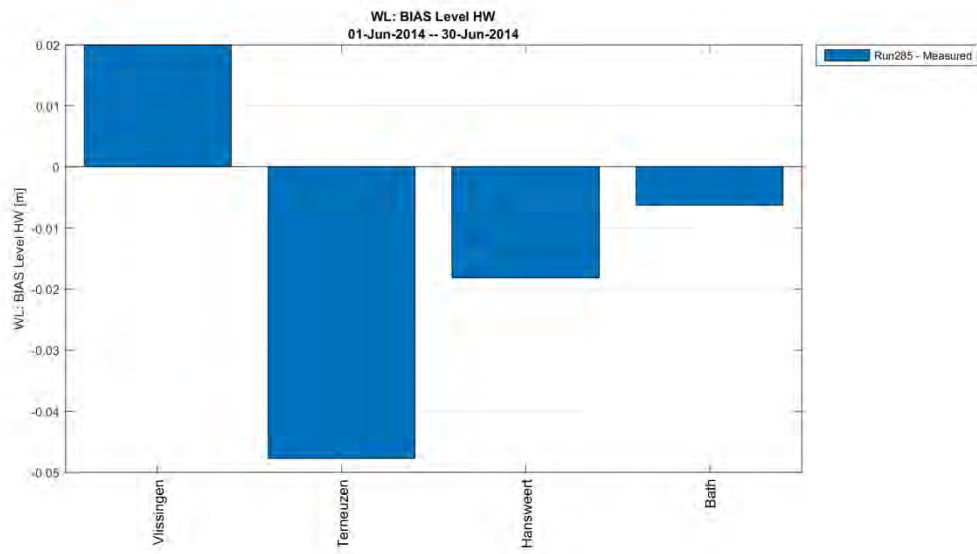
Figuur A 38 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Westerschelde



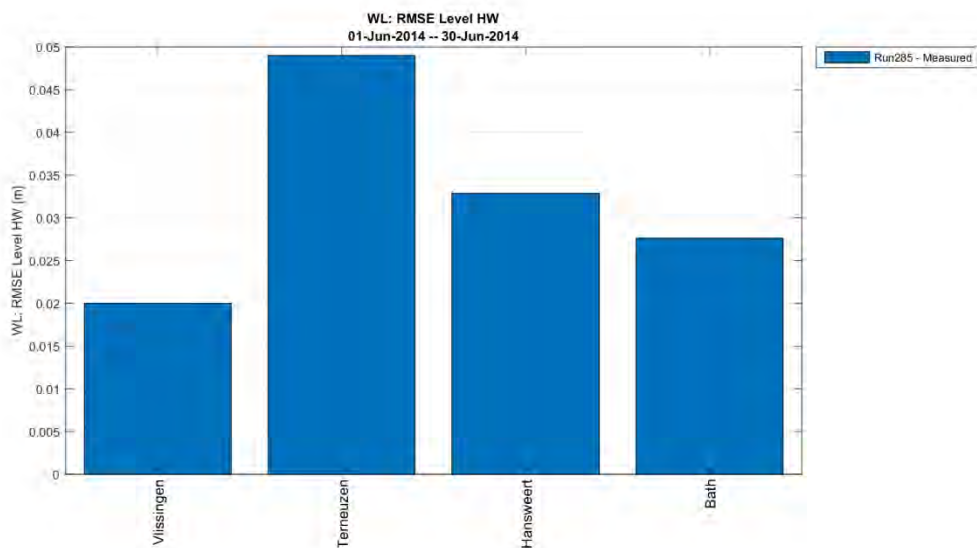
Figuur A 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Westerschelde



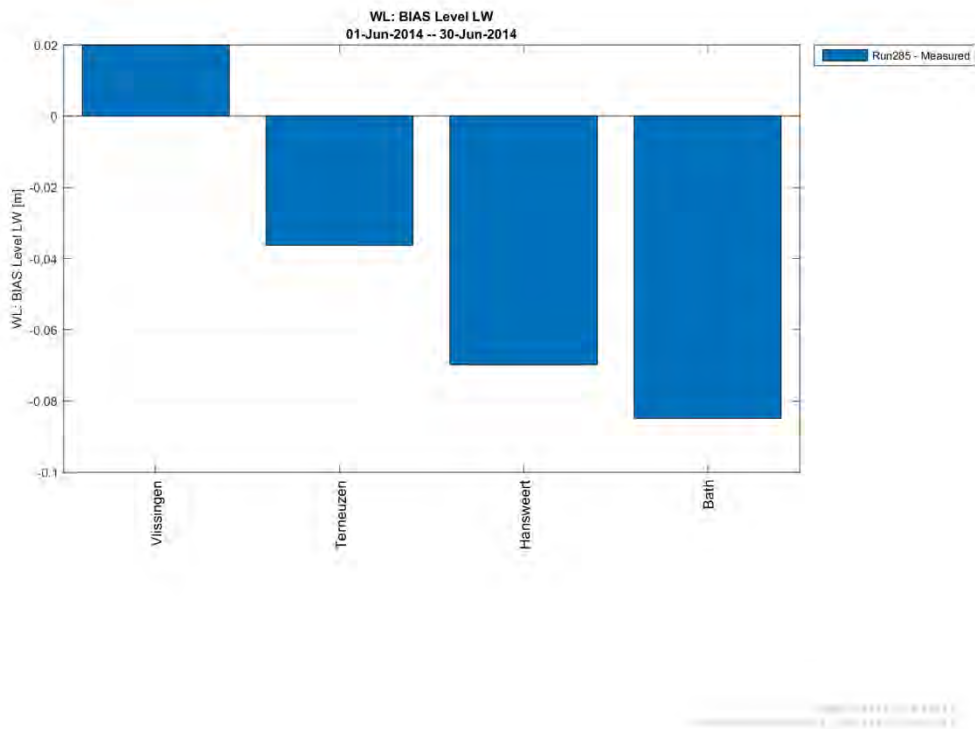
Figuur A 40 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde



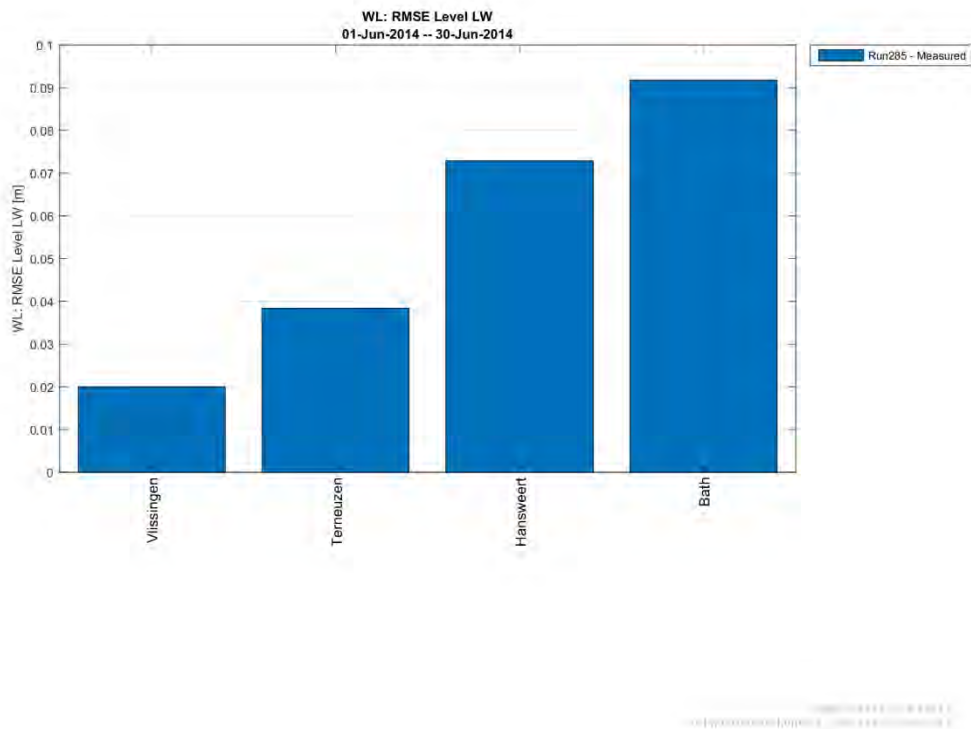
Figuur A 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde



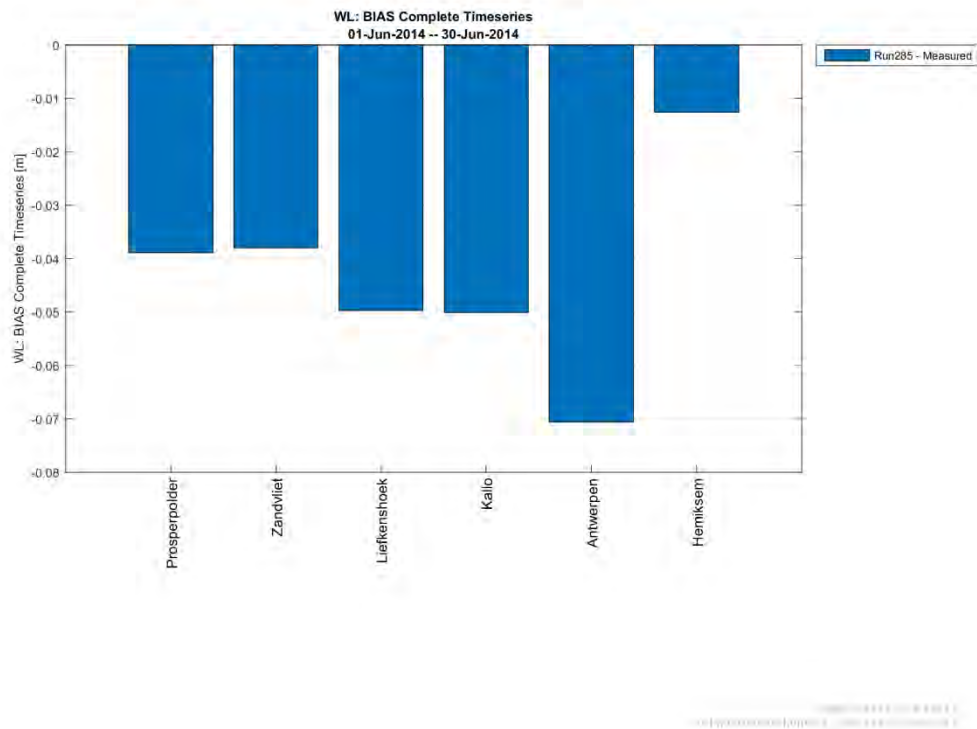
Figuur A 42 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde



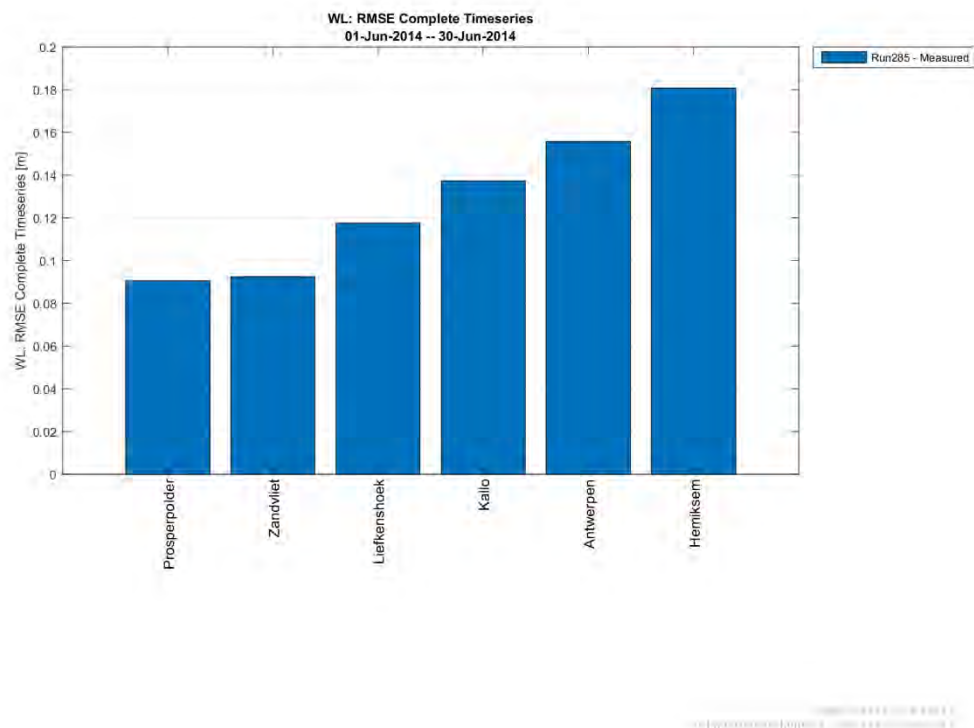
Figuur A 43 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Westerschelde



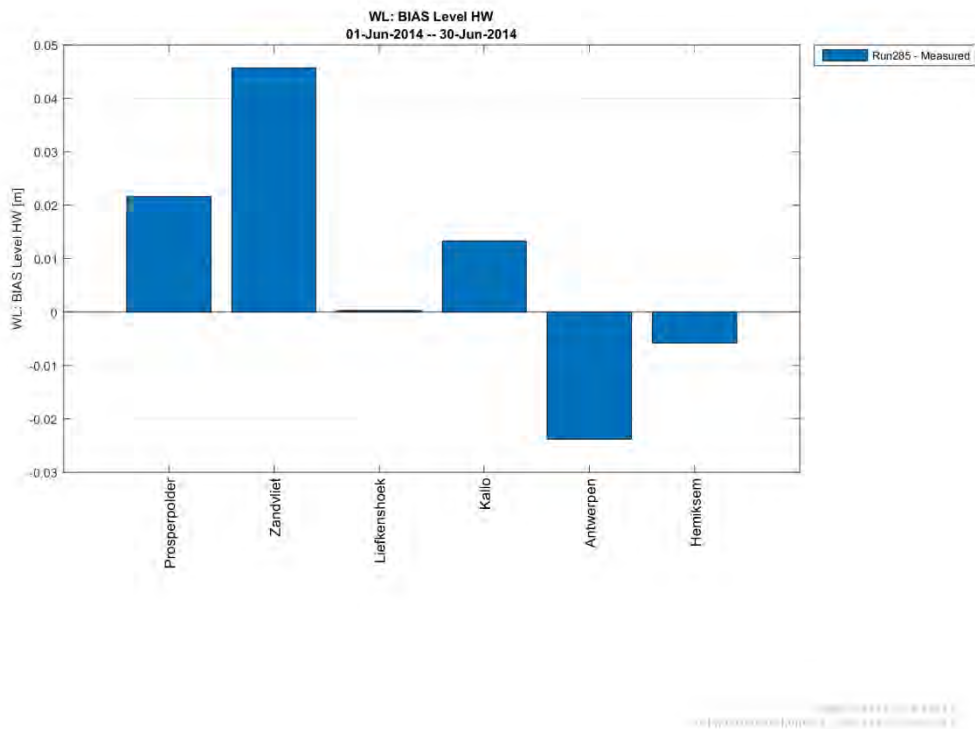
Figuur A 44 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde



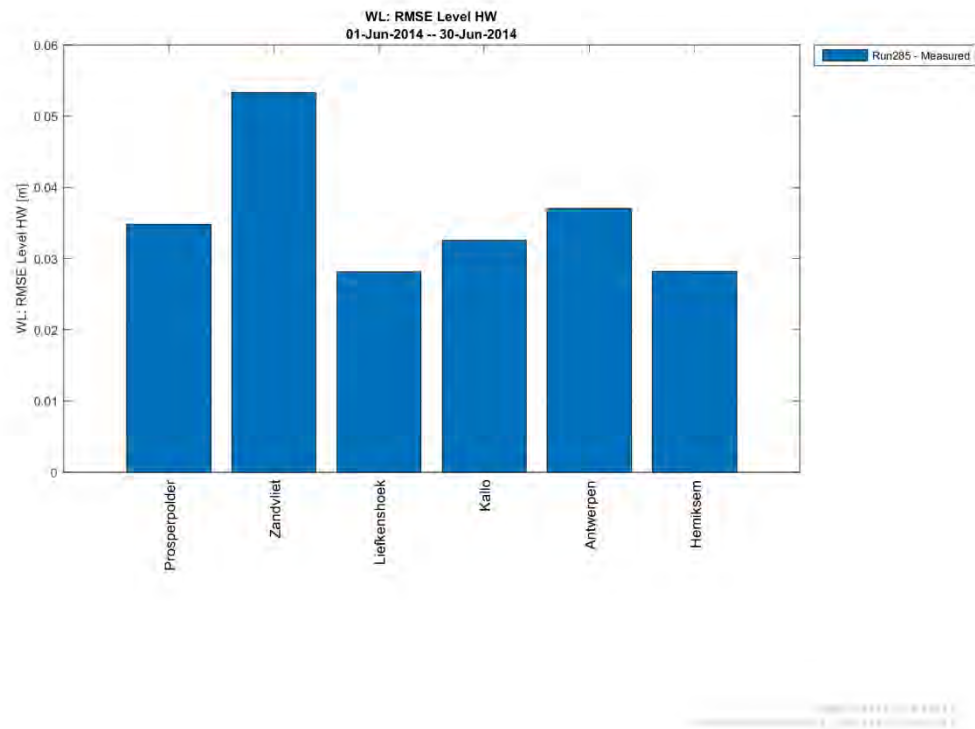
Figuur A 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde



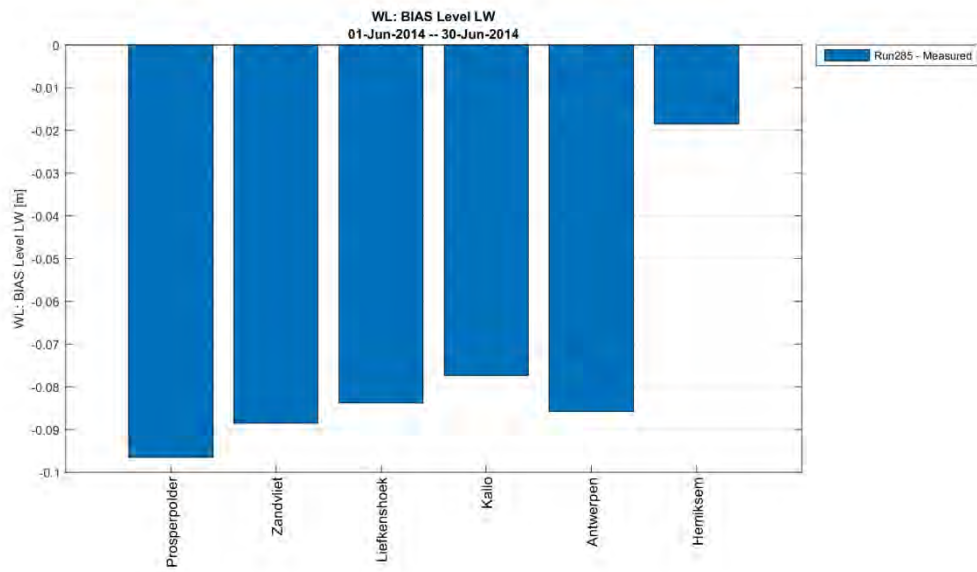
Figuur A 46 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde



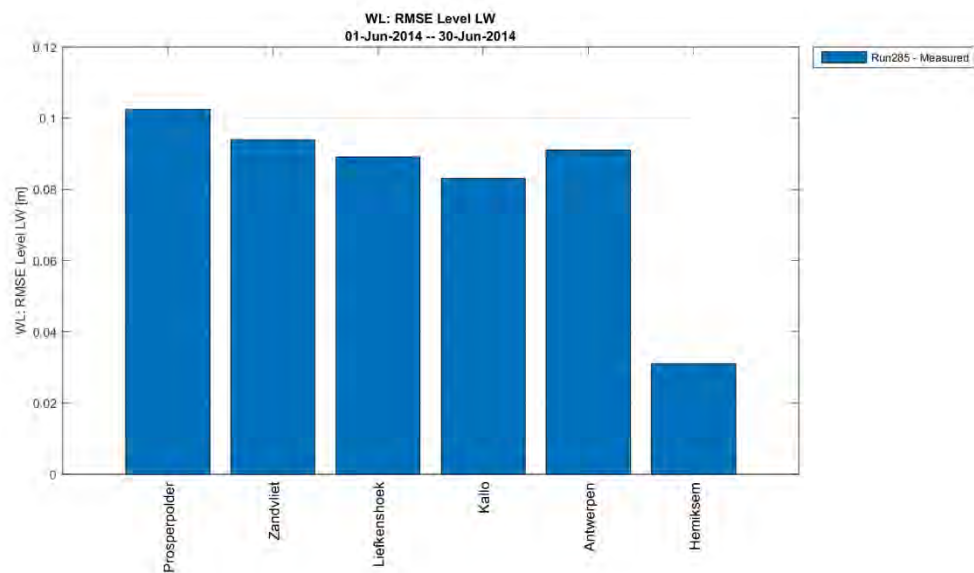
Figuur A 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde



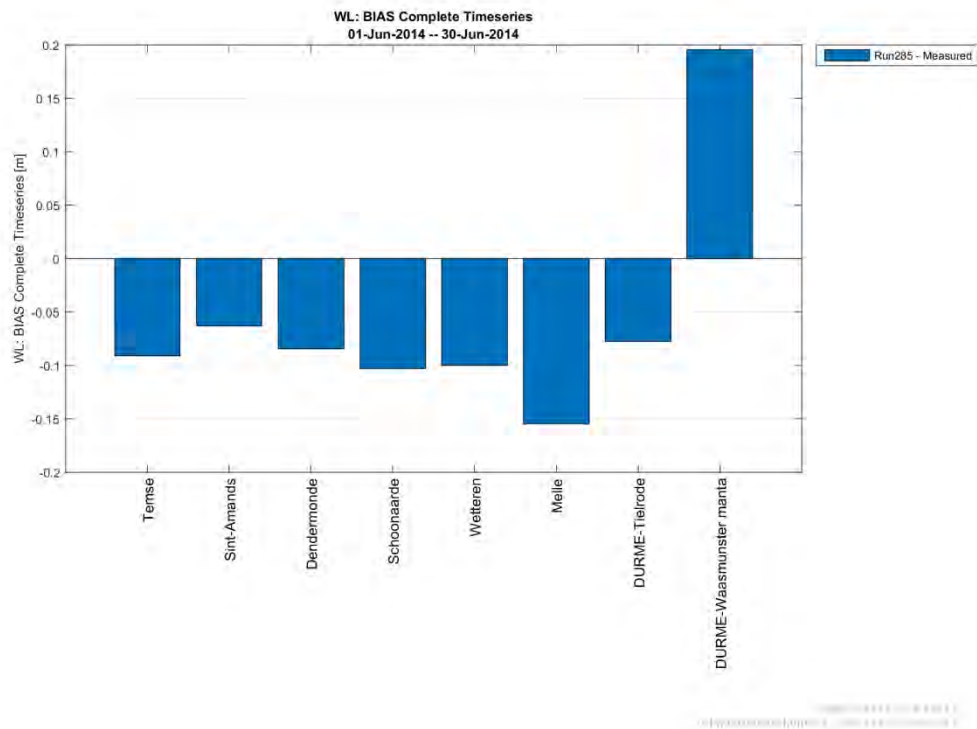
Figuur A 48 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde



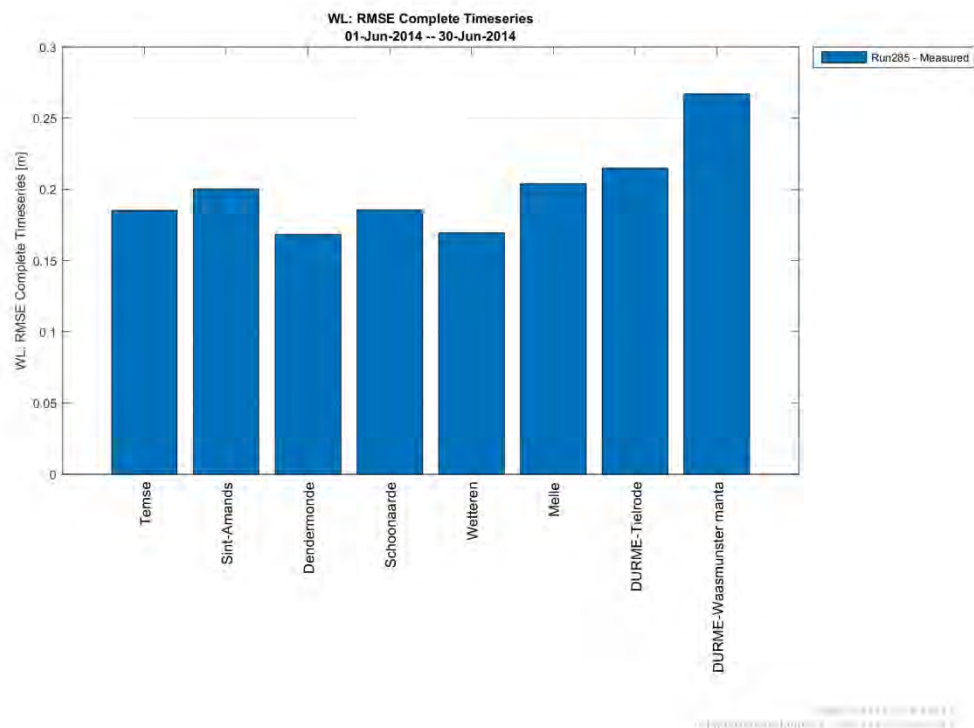
Figuur A 49 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Beneden-Zeeschelde



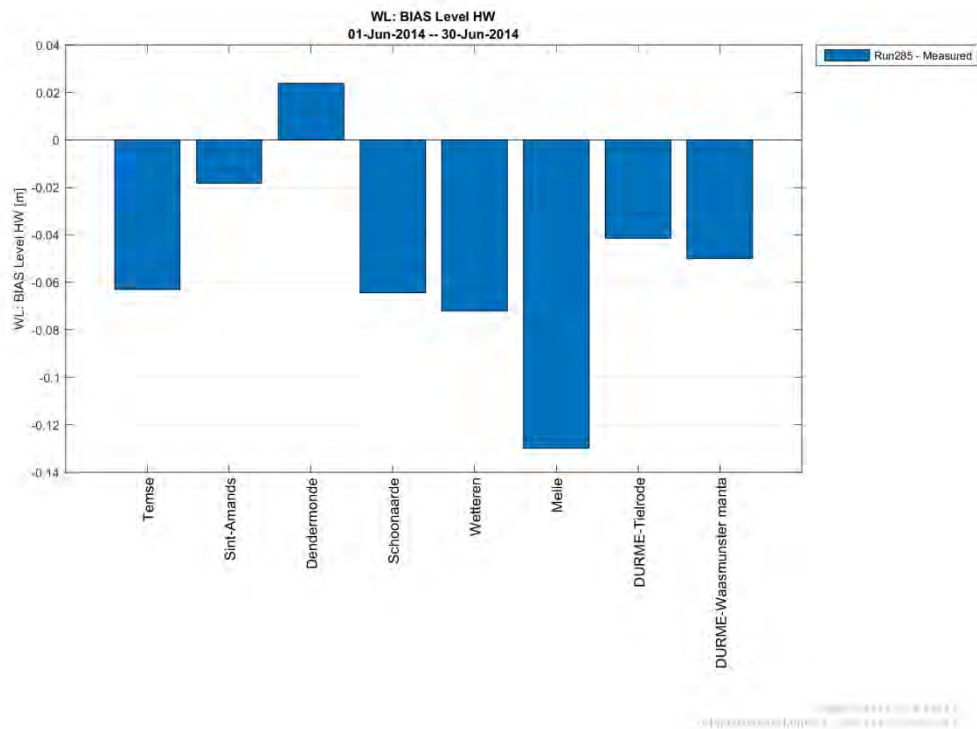
Figuur A 50 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme



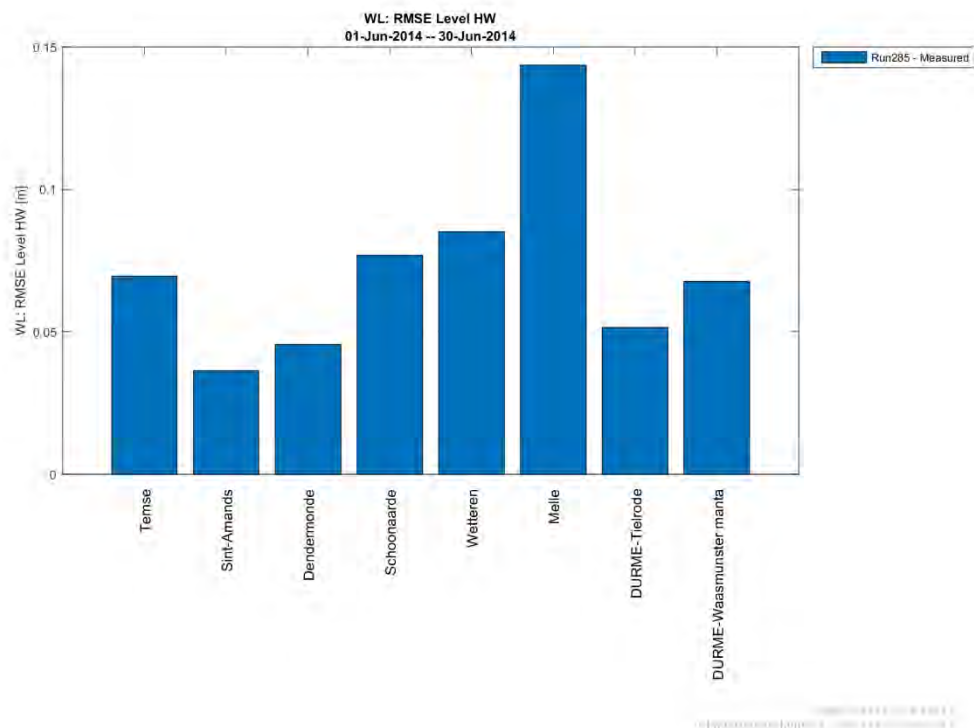
Figuur A 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme



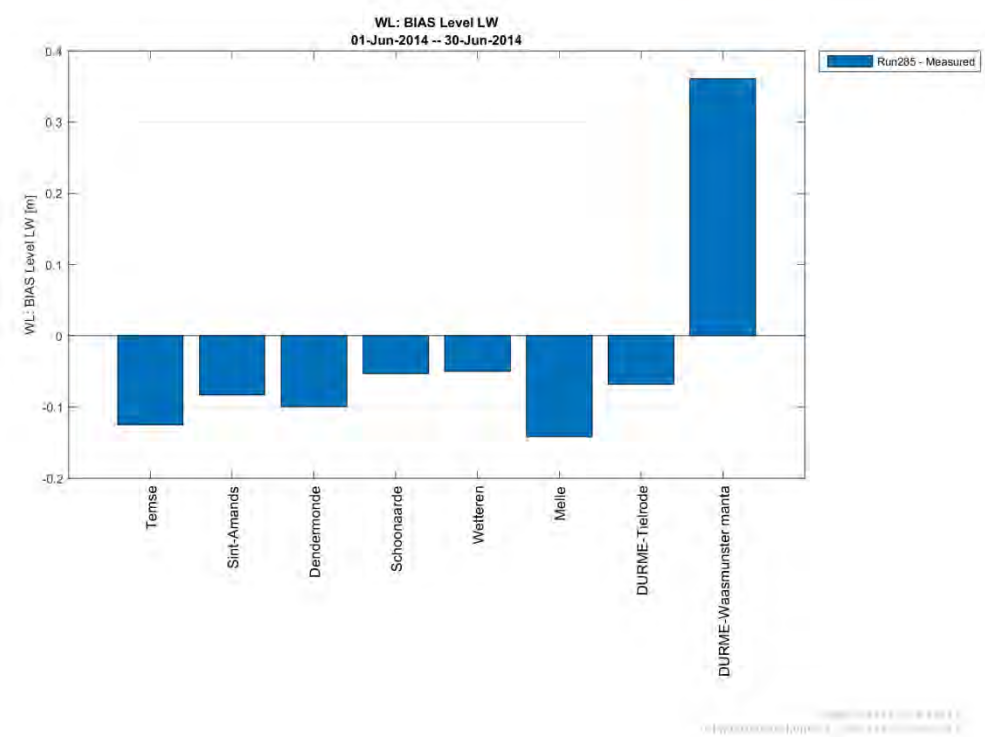
Figuur A 52 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme



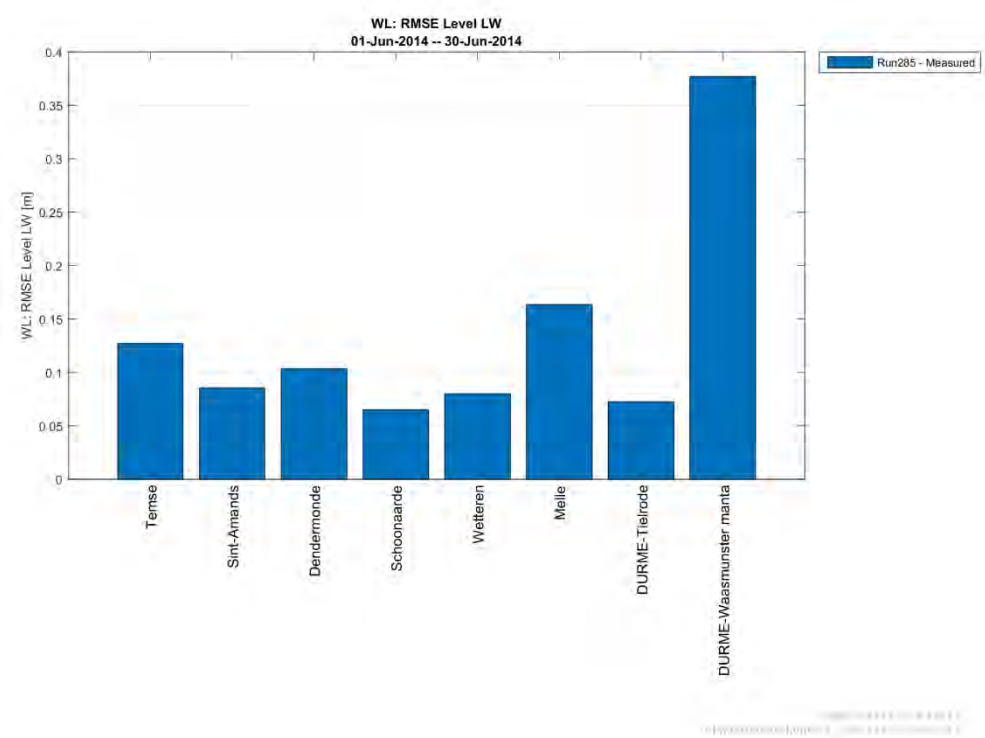
Figuur A 53 - - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme



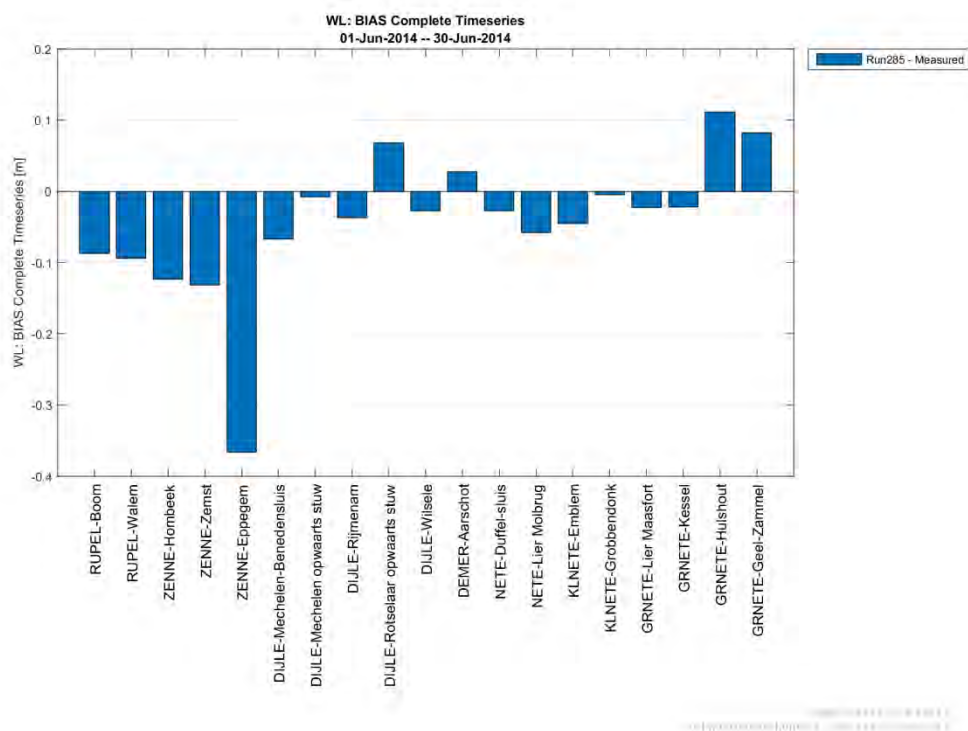
Figuur A 54 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme



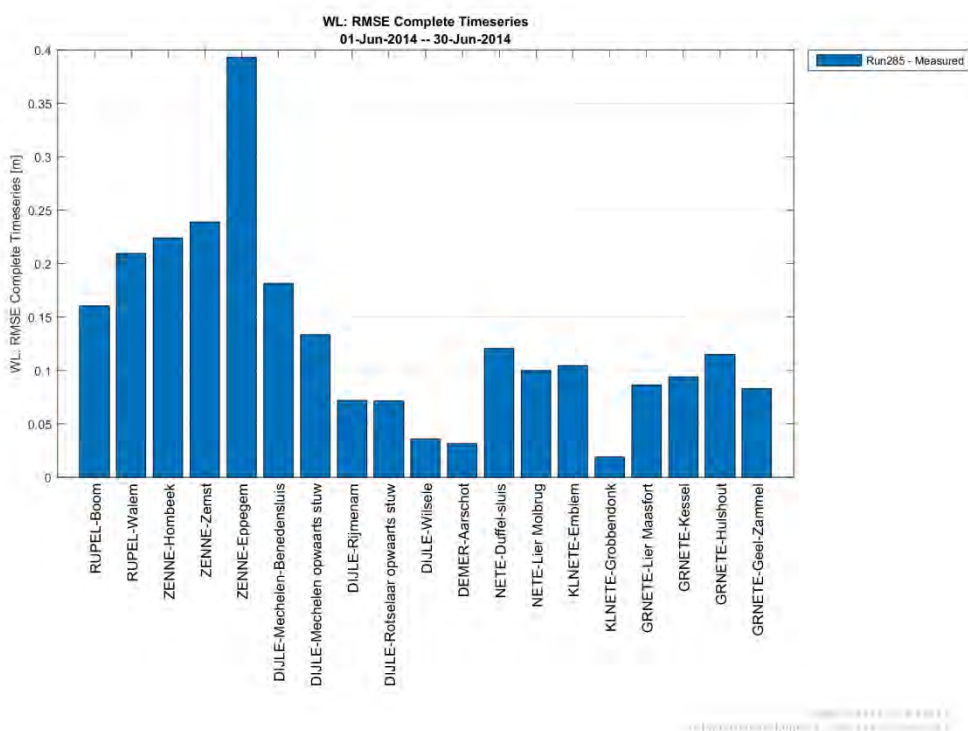
Figuur A 55 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Boven-Zeeschelde en Durme



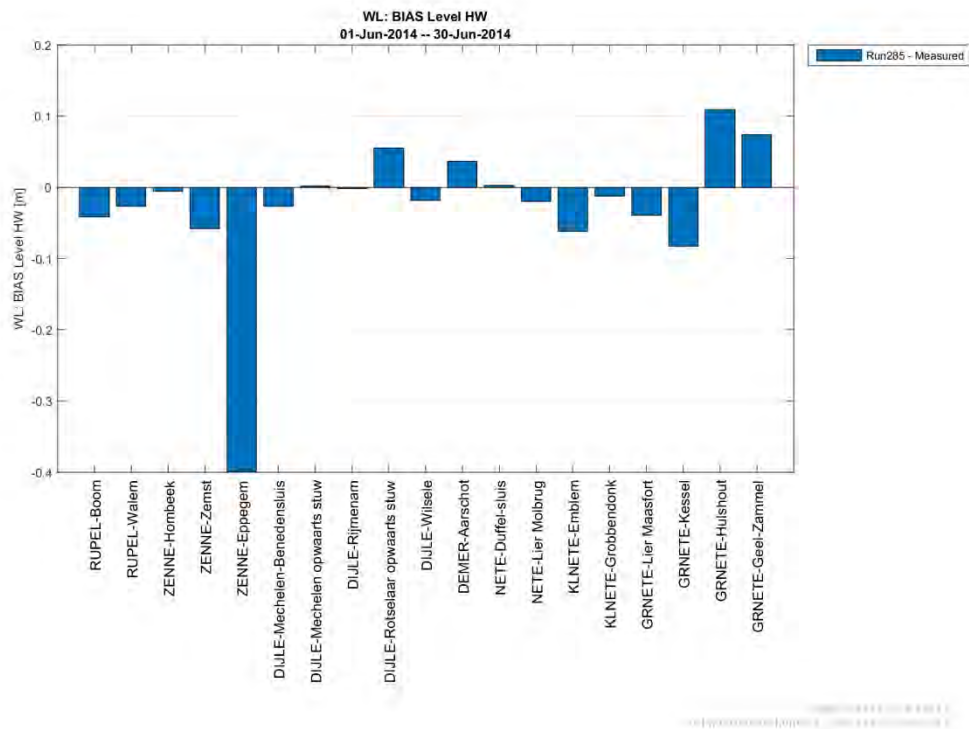
Figuur A 56 - bias waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken



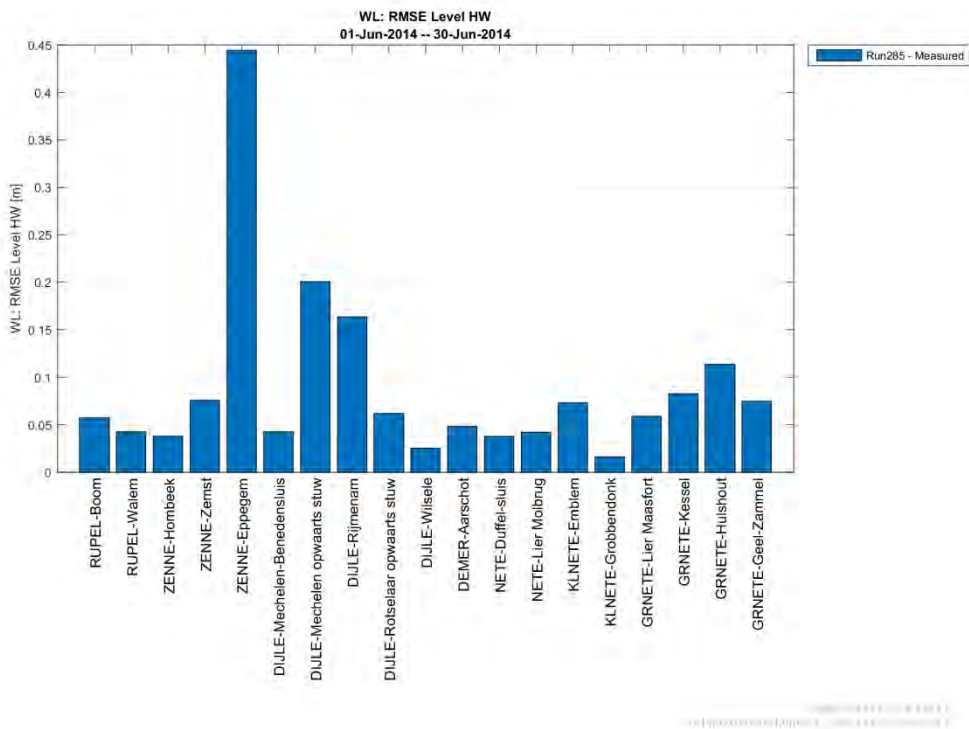
Figuur A 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken



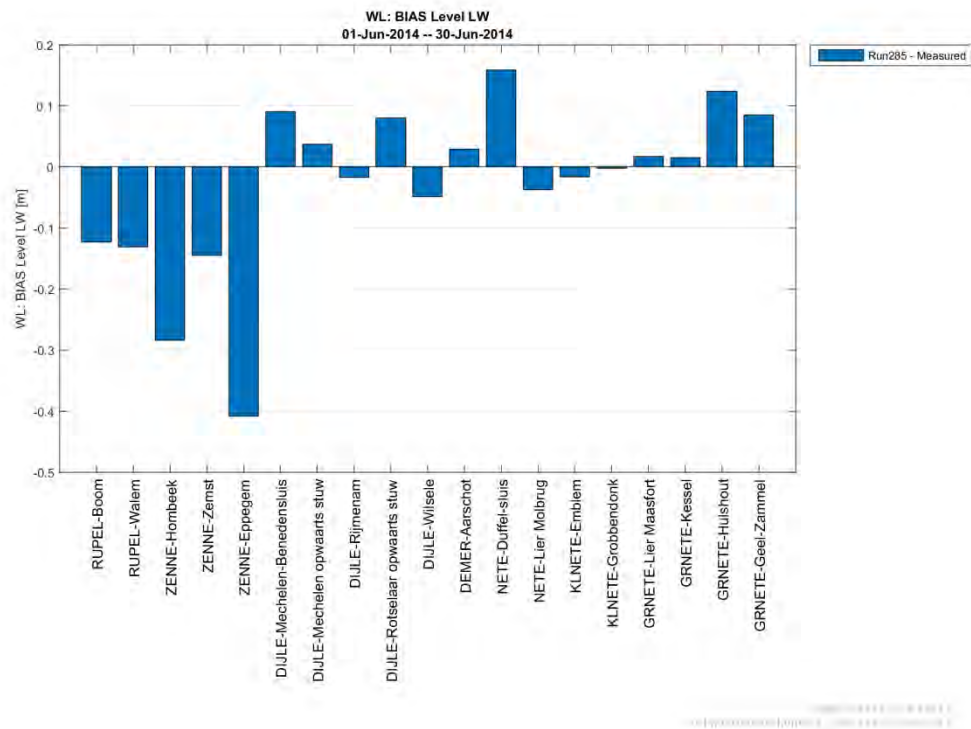
Figuur A 58 - bias hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken



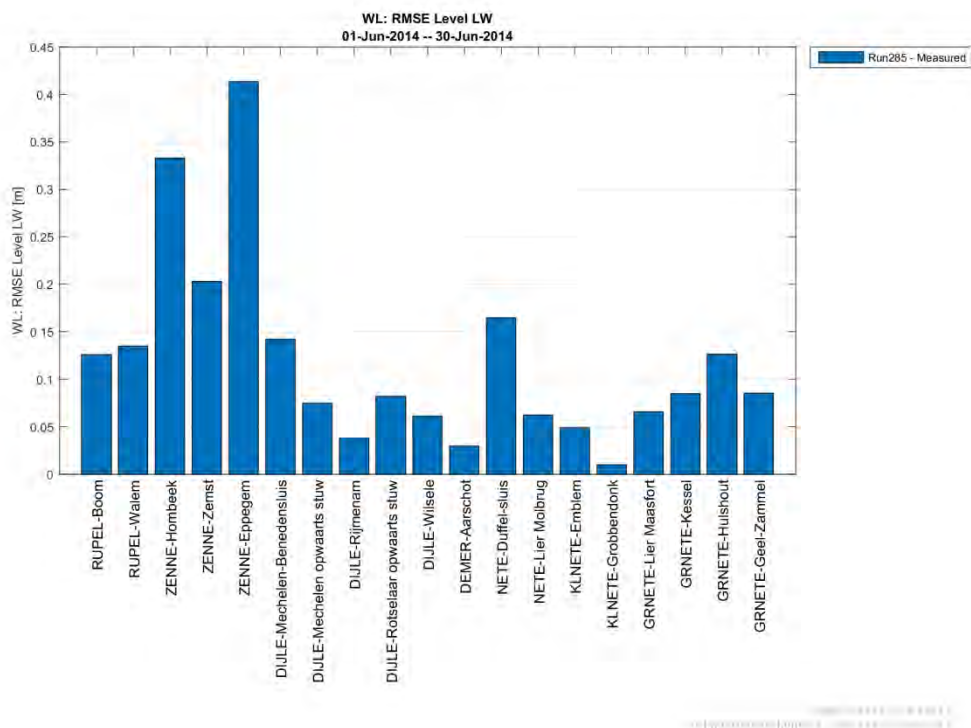
Figuur A 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken



Figuur A 60 - bias laagwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken



Figuur A 61 - RMSE laagwaters (model-meting) - jun2014 - Rupelbekken



Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil

Tabel A 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil - jun2014 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

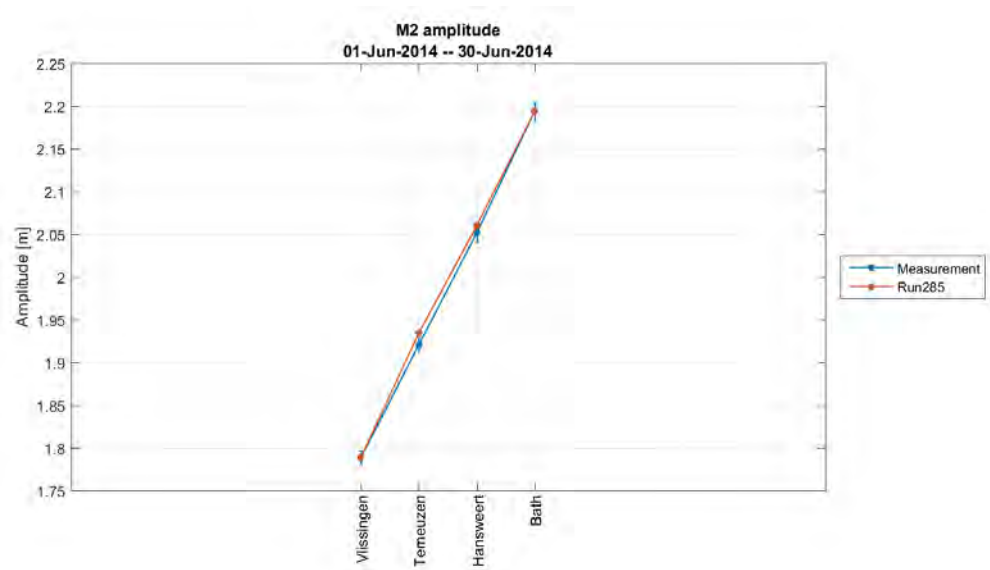
Jun2014							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	1.79	0.01	1.79	0.01	0.00	0.02
	Terneuzen	1.92	0.01	1.93	0.01	0.01	0.17
	Hansweert	2.05	0.01	2.06	0.01	0.01	0.18
	Bath	2.19	0.01	2.19	0.01	0.00	0.23
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	2.20	0.01	2.23	0.01	0.02	0.24
	Zandvliet	2.22	0.01	2.24	0.01	0.02	0.23
	Liefkenshoek	2.28	0.01	2.27	0.01	0.01	0.28
	Kallo	2.31	0.01	2.30	0.01	0.01	0.32
	Antwerpen	2.33	0.01	2.31	0.01	0.02	0.34
	Hemiksem	2.35	0.01	2.32	0.01	0.02	0.38
Boven-Zeeschelde	Temse	2.30	0.01	2.30	0.01	0.00	0.43
	Sint-Amands	2.16	0.01	2.14	0.01	0.02	0.46
	Dendermonde	1.72	0.01	1.73	0.01	0.01	0.39
	Schoonaarde	1.35	0.01	1.33	0.01	0.02	0.43
	Wetteren	1.16	0.01	1.14	0.01	0.01	0.40
	Melle	1.11	0.01	1.10	0.01	0.02	0.43
Durme	Tielrode	2.29	0.01	2.26	0.01	0.03	0.50
	Waasmunster Manta	0.48	0.01	0.32	0.01	0.16	0.56

Tabel A 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – jun2014 – Rupelbekken

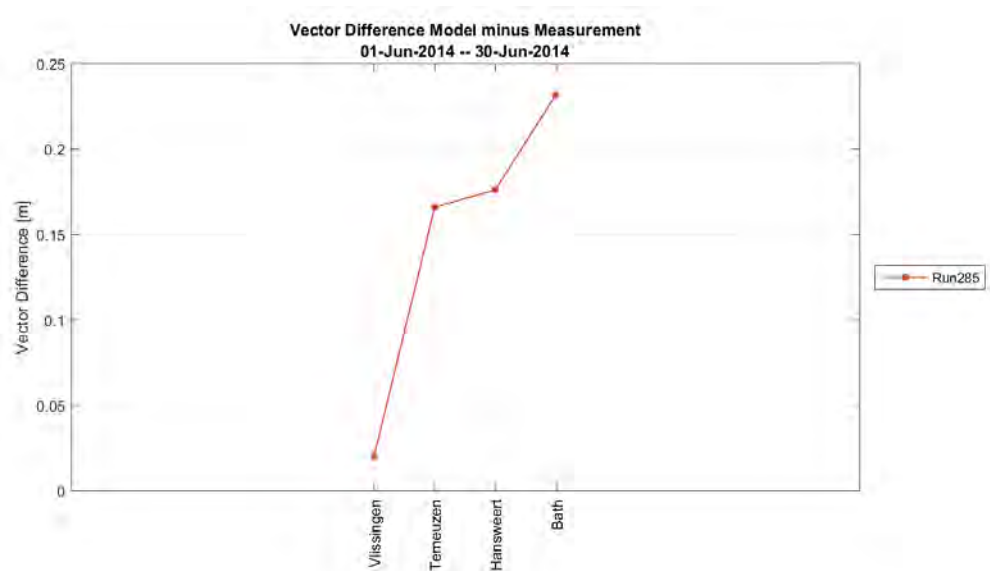
Jun2014							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Verskil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	
Rupel	Boom	2.29	0.01	2.29	0.01	0.00	0.36
	Walem	2.18	0.01	2.19	0.01	0.01	0.48
Zenne	Hombeek	*	*	*	*	*	*
	Zemst	*	*	*	*	*	*
	Eppegem	*	*	*	*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	1.95	0.02	1.88	0.01	0.07	0.37
	Mechelen opwaarts stuw	0.49	0.02	0.49	0.03	0.00	0.27
	Rijmenam	0.29	0.01	0.28	0.01	0.01	0.15
	Rotselaar opwaarts stuw	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
	Wilsele	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04
Demer	Aarschot	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03
Beneden-nete	Duffel-sluys	1.81	0.01	1.74	0.01	0.08	0.28
	Lier Molbrug	1.19	0.01	1.16	0.01	0.02	0.23
Kleine Nete	Emblem	0.74	0.01	0.71	0.01	0.04	0.25
	Grobbendonk	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Grote Nete	Lier Maasfort	0.89	0.01	0.86	0.01	0.03	0.20
	Kessel	0.58	0.01	0.55	0.00	0.03	0.17
	Hulshout	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
	Geel-Zammel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

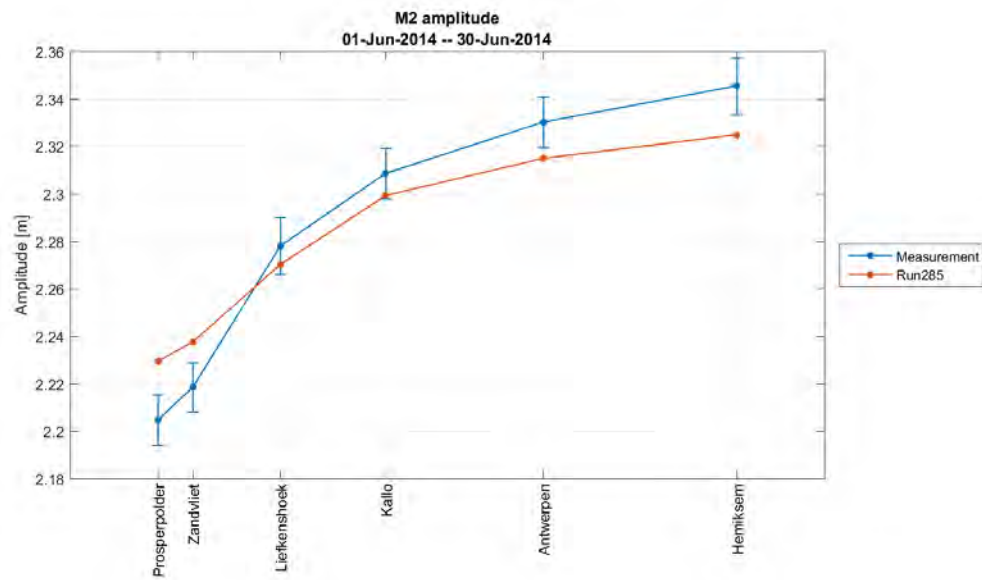
Figuur A 62 - M2 amplitude – jun2014 - Westerschelde



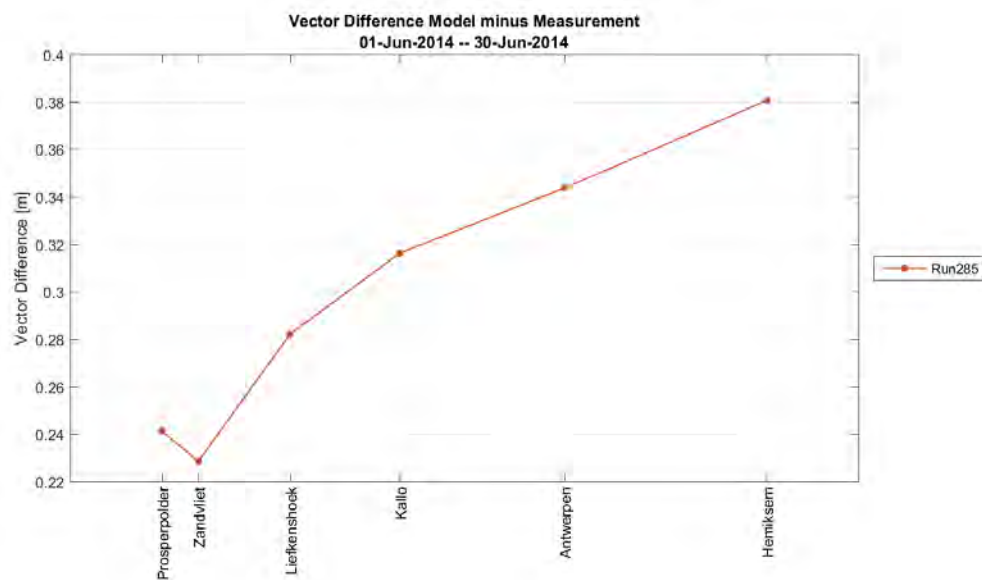
Figuur A 63 – Vectorieel verschil – jun2014 - Westerschelde



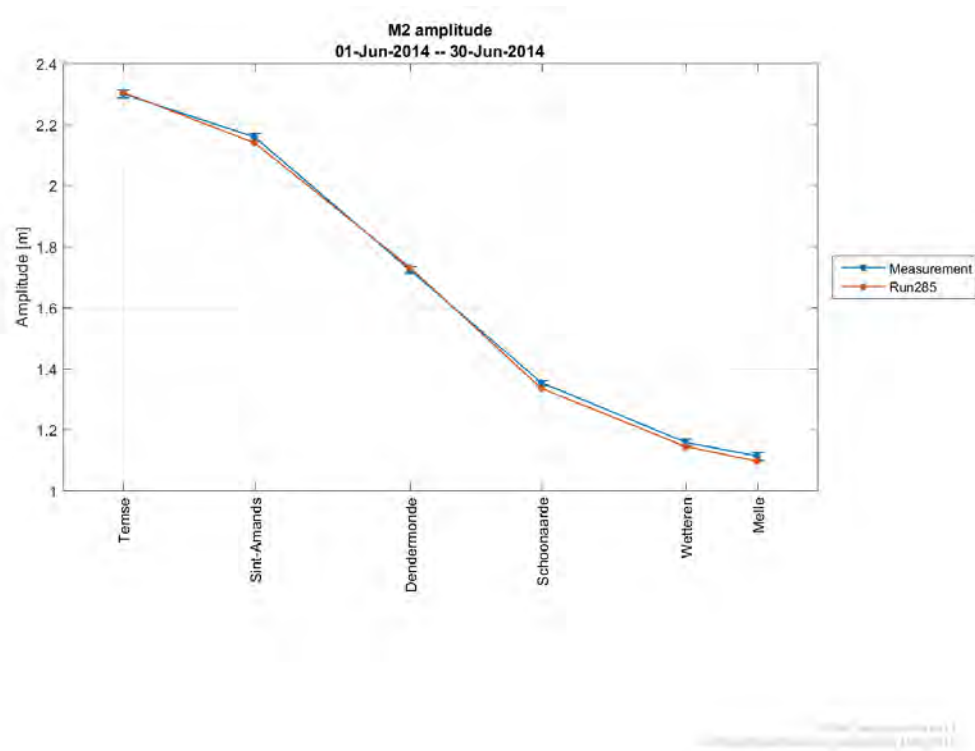
Figuur A 64 - M2 amplitude – jun2014 – Beneden-Zeeschelde



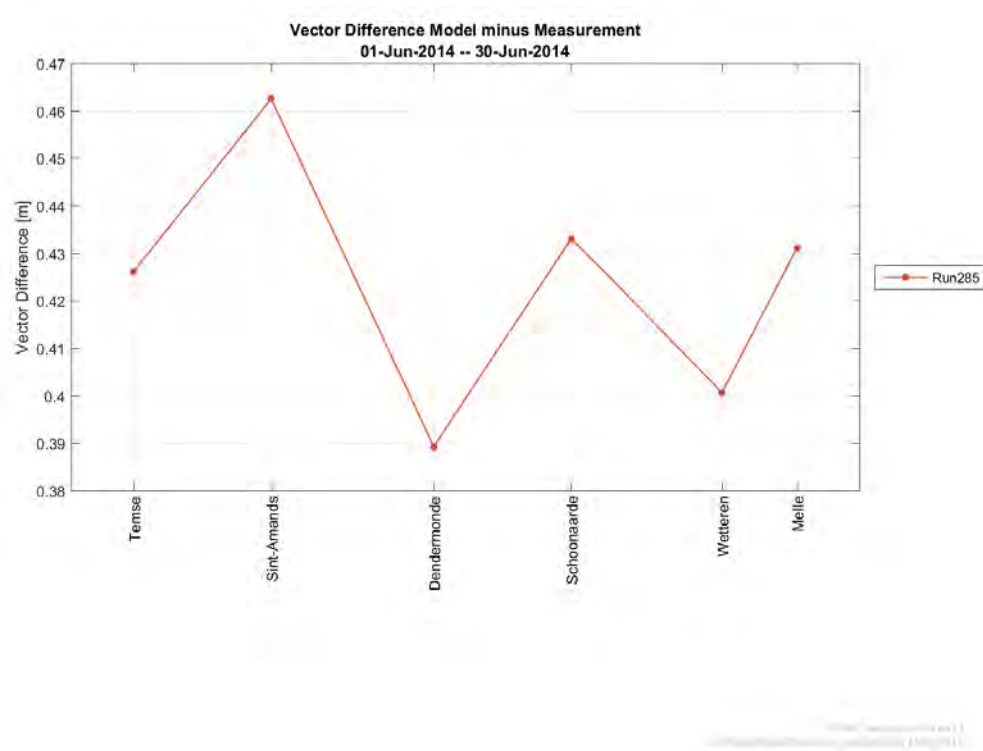
Figuur A 65 – Vectorieel verschil – jun2014 - Beneden-Zeeschelde



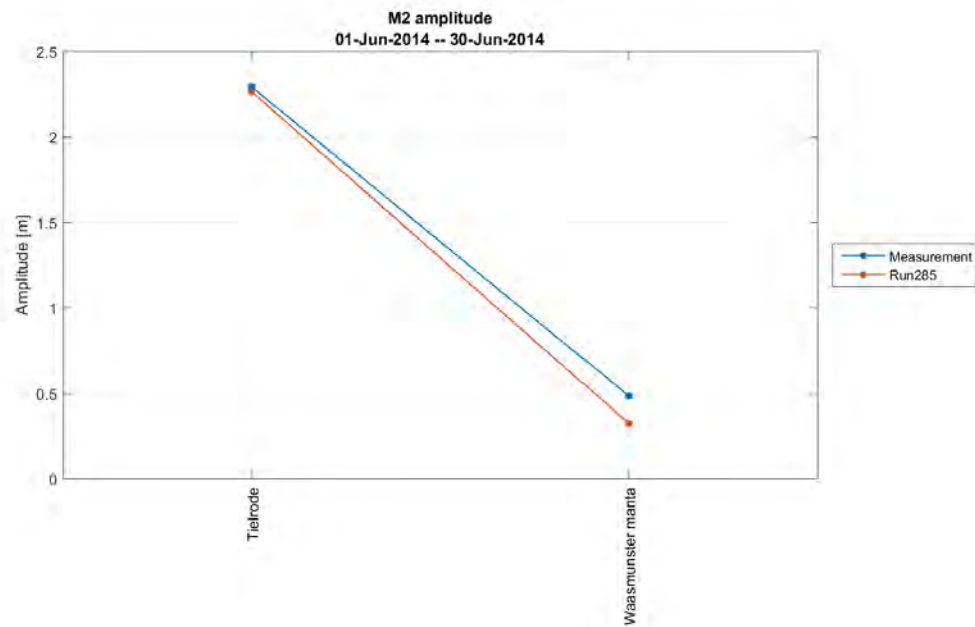
Figuur A 66 - M2 amplitude – jun2014 - Boven-Zeeschelde



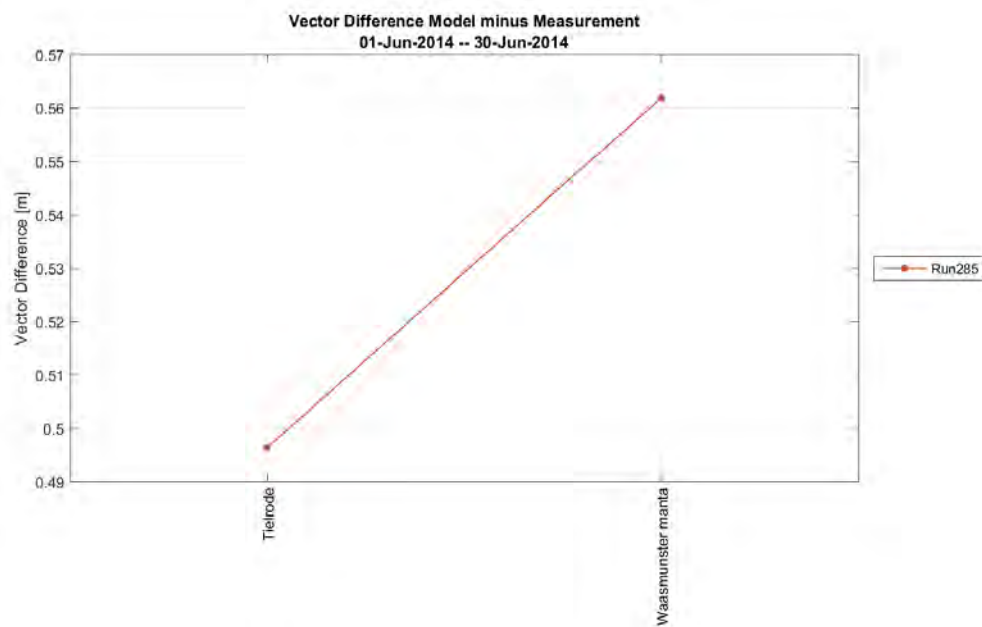
Figuur A 67 – Vectorieel verschil – jun2014 - Boven-Zeeschelde



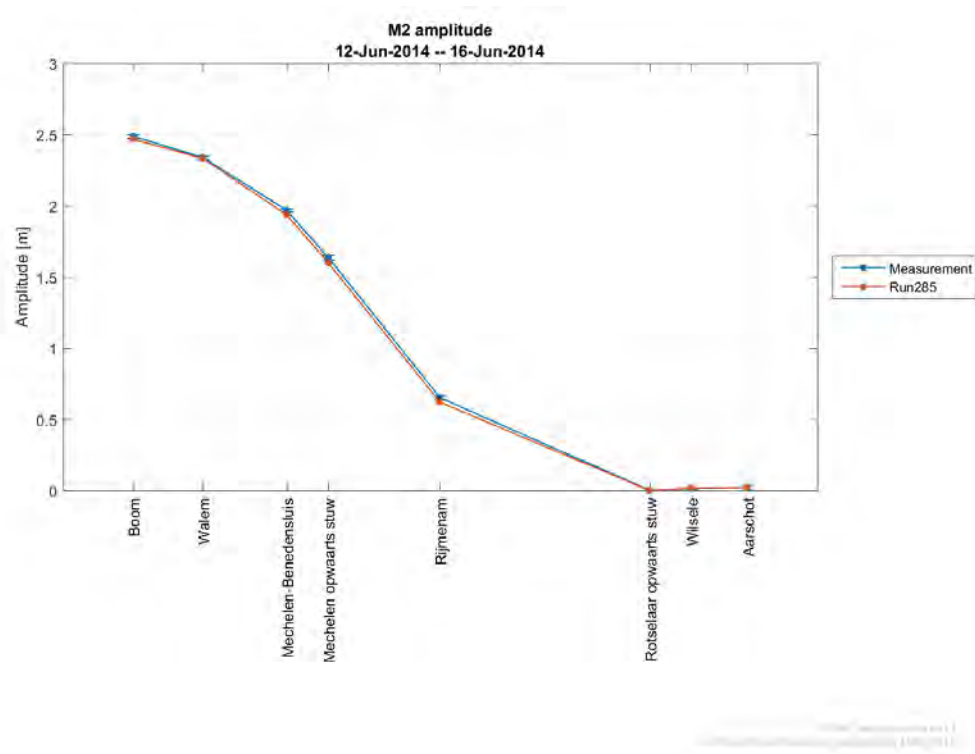
Figuur A 68 - M2 amplitude – jun2014 - Durme



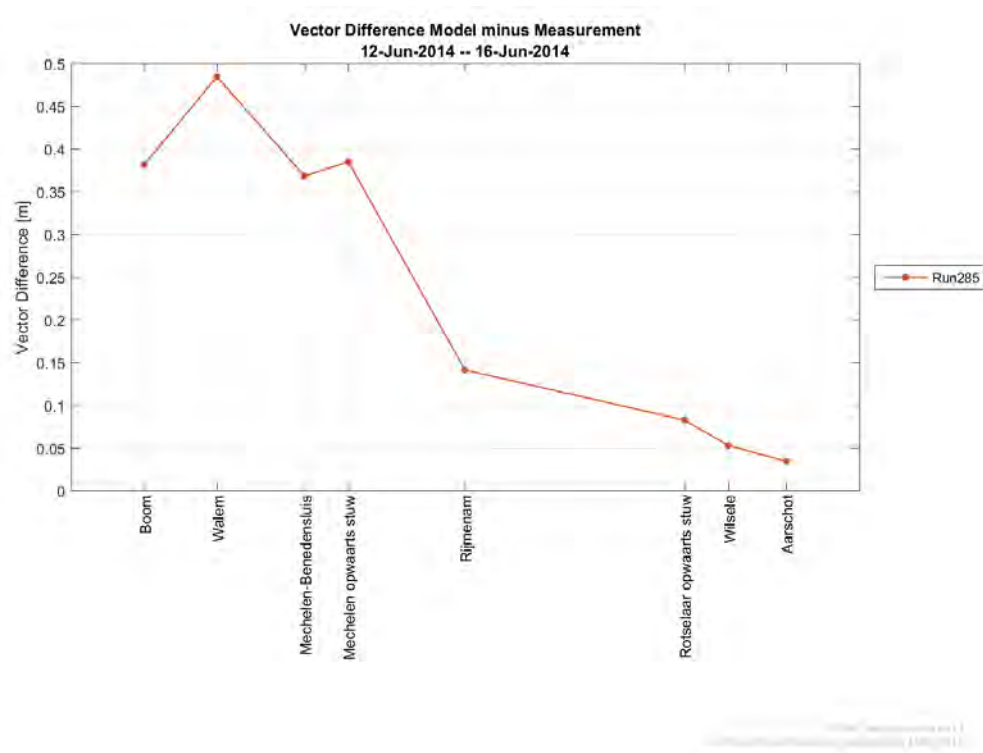
Figuur A 69 – Vectorieel verschil – jun2014 - Durme



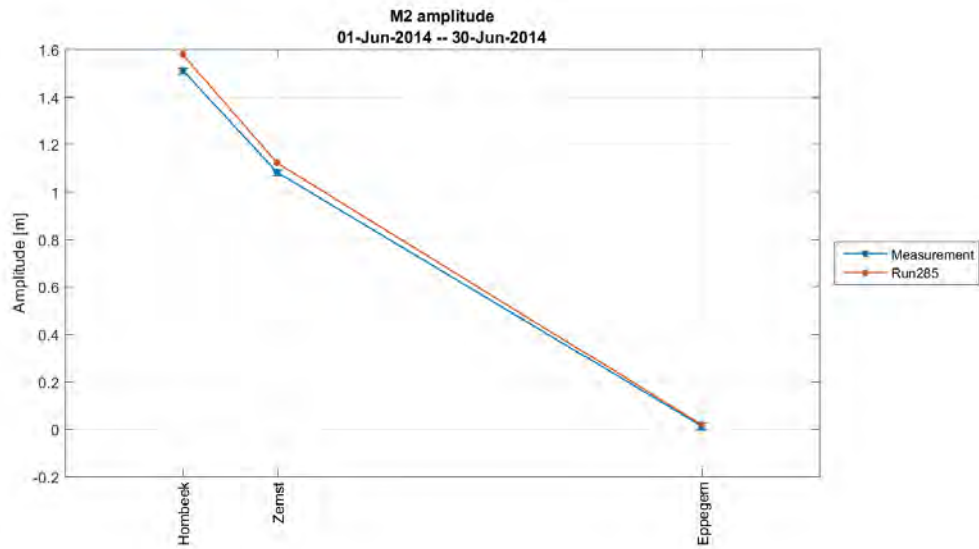
Figuur A 70 - M2 amplitude – jun2014 – Rupel-Dijle-Demer



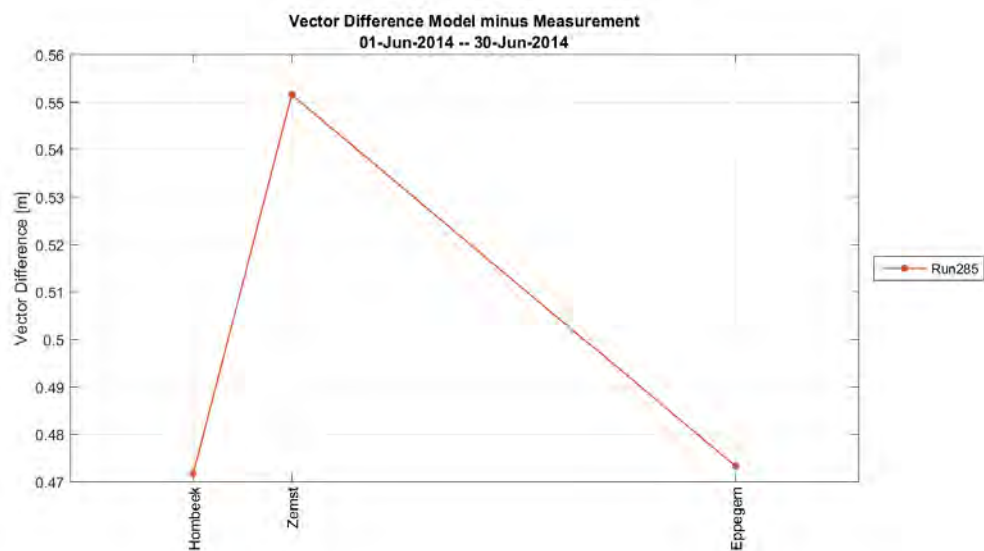
Figuur A 71 – Vectorieel verschil – jun2014 - Rupel-Dijle-Demer



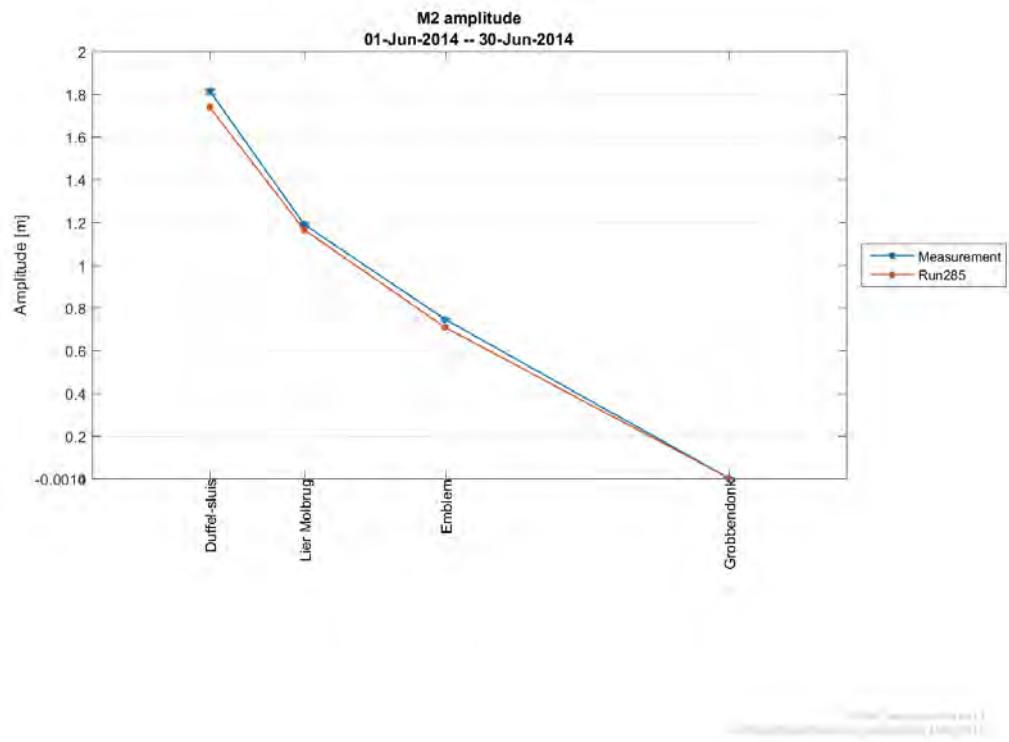
Figuur A 72 - M2 amplitude – jun2014 – Zenne



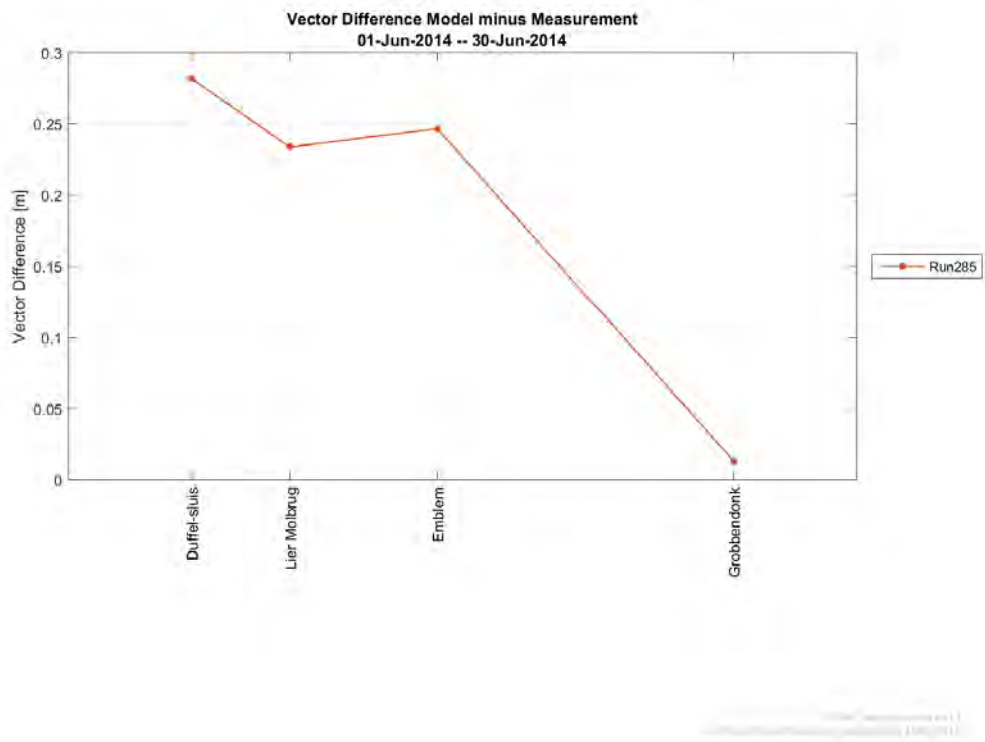
Figuur A 73 – Vectorieel verschil – jun2014 - Zenne



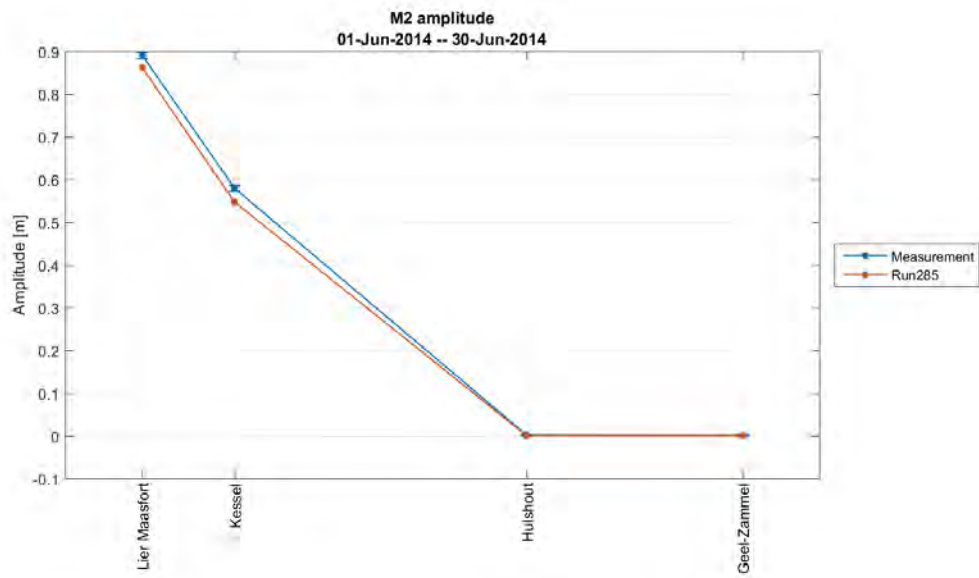
Figuur A 74 - M2 amplitude – jun2014 – Kleine Nete



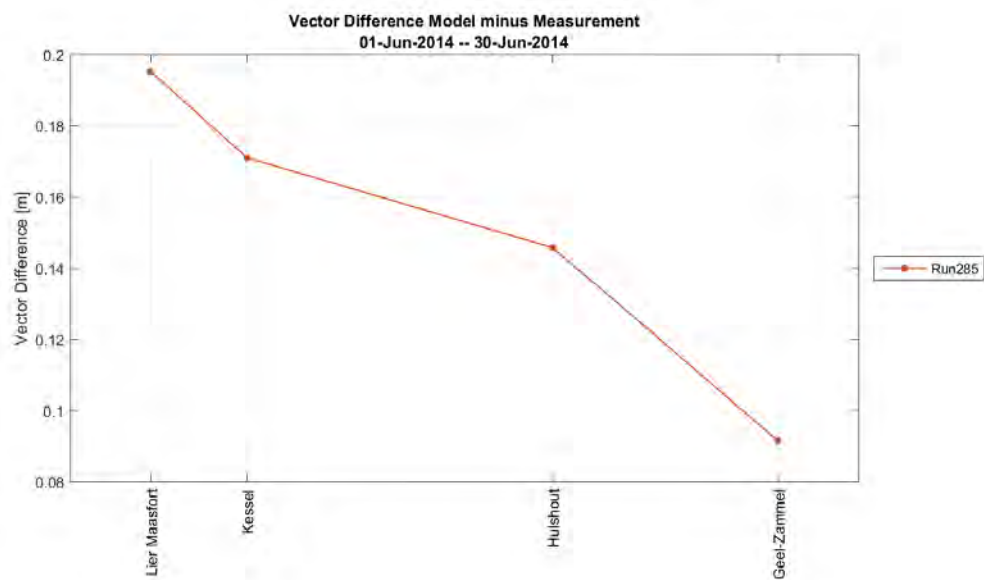
Figuur A 75 – Vectorieel verschil – jun2014 – Kleine Nete



Figuur A 76 - M2 amplitude – jun2014 – Grote Nete

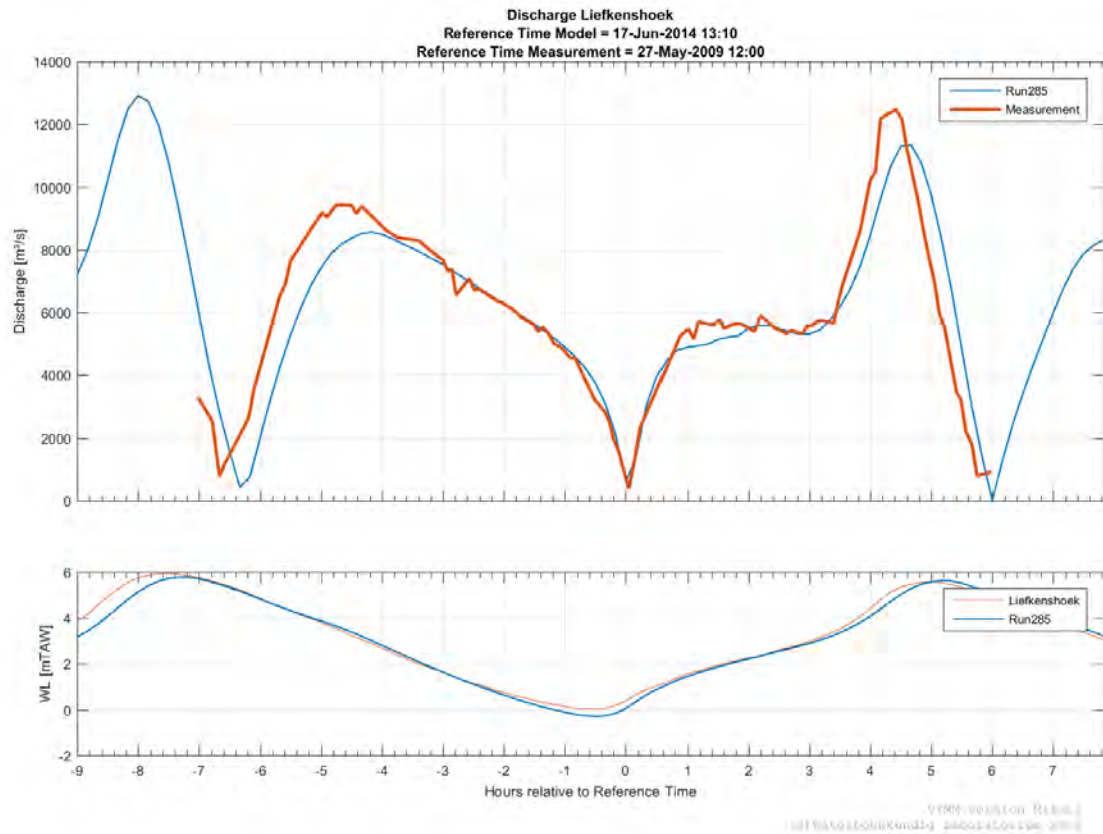


Figuur A 77 – Vectorieel verschil – jun2014 – Grote Nete

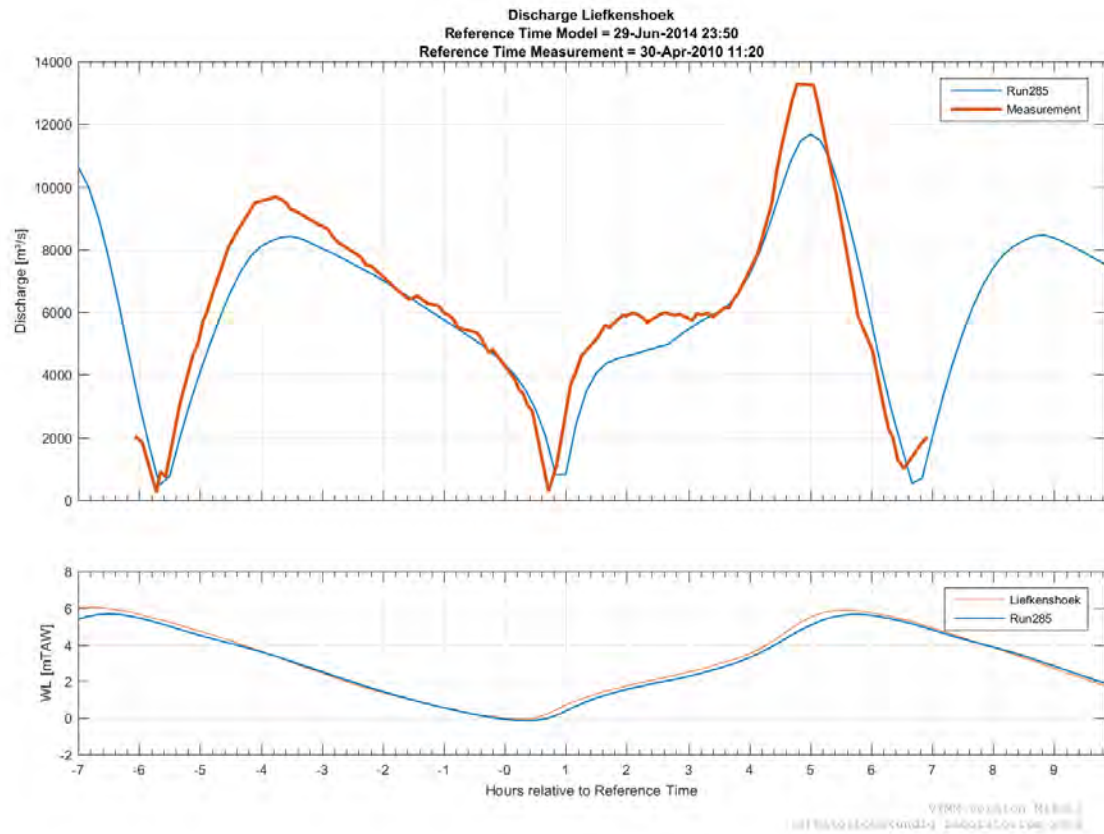


Tijdreeksen debieten

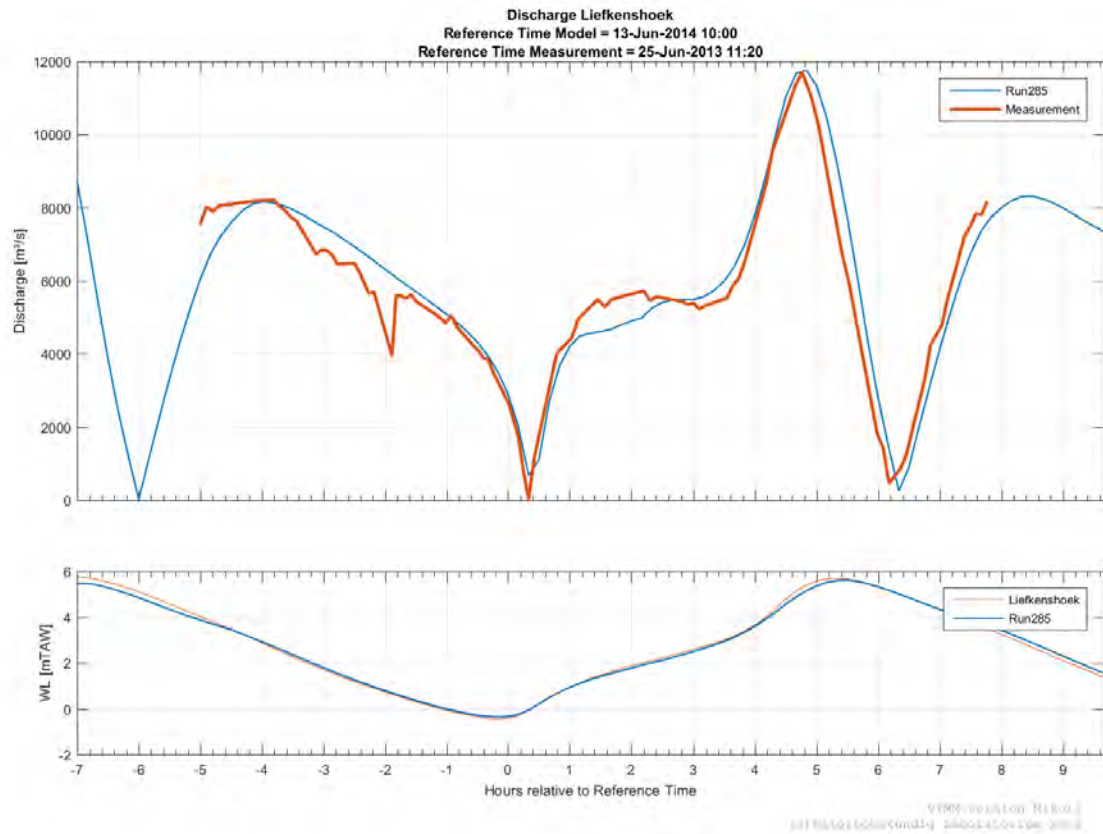
Figuur A 78 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Liefkenshoek – jun2014 – meetcampagne 20090527



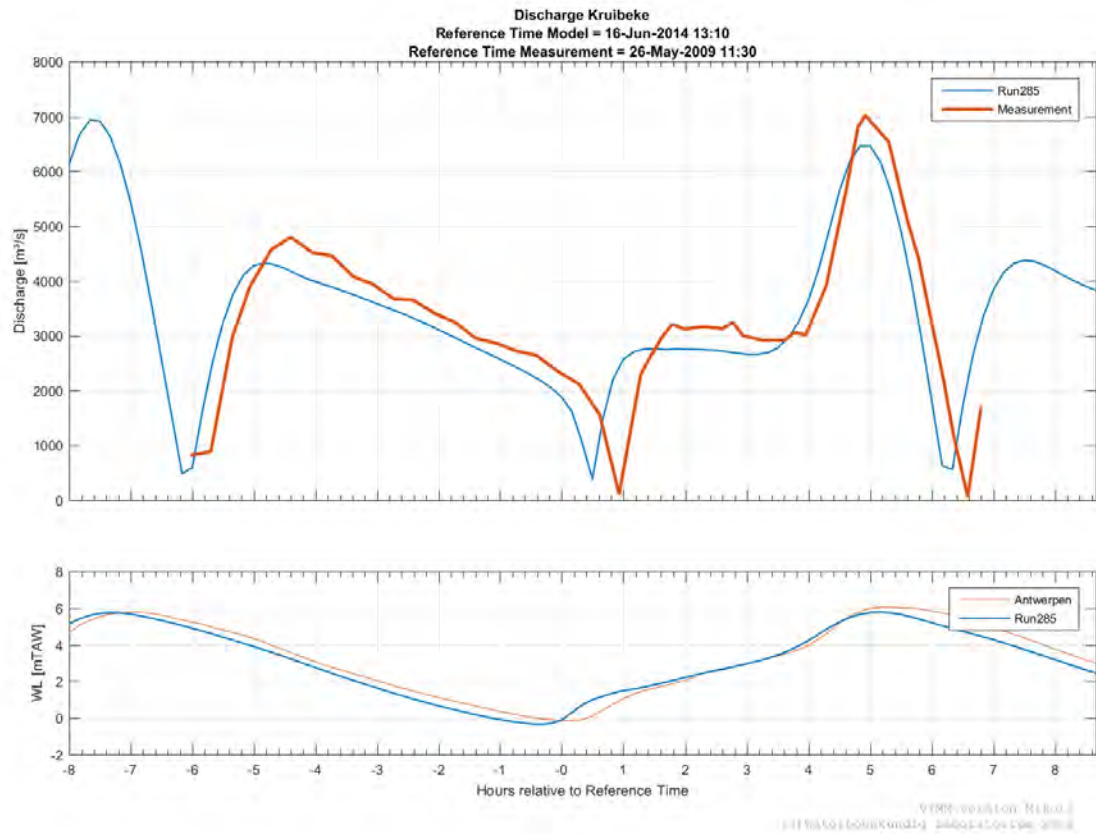
Figuur A 79 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Liefkenshoek – jun2014 – meetcampagne 20100430

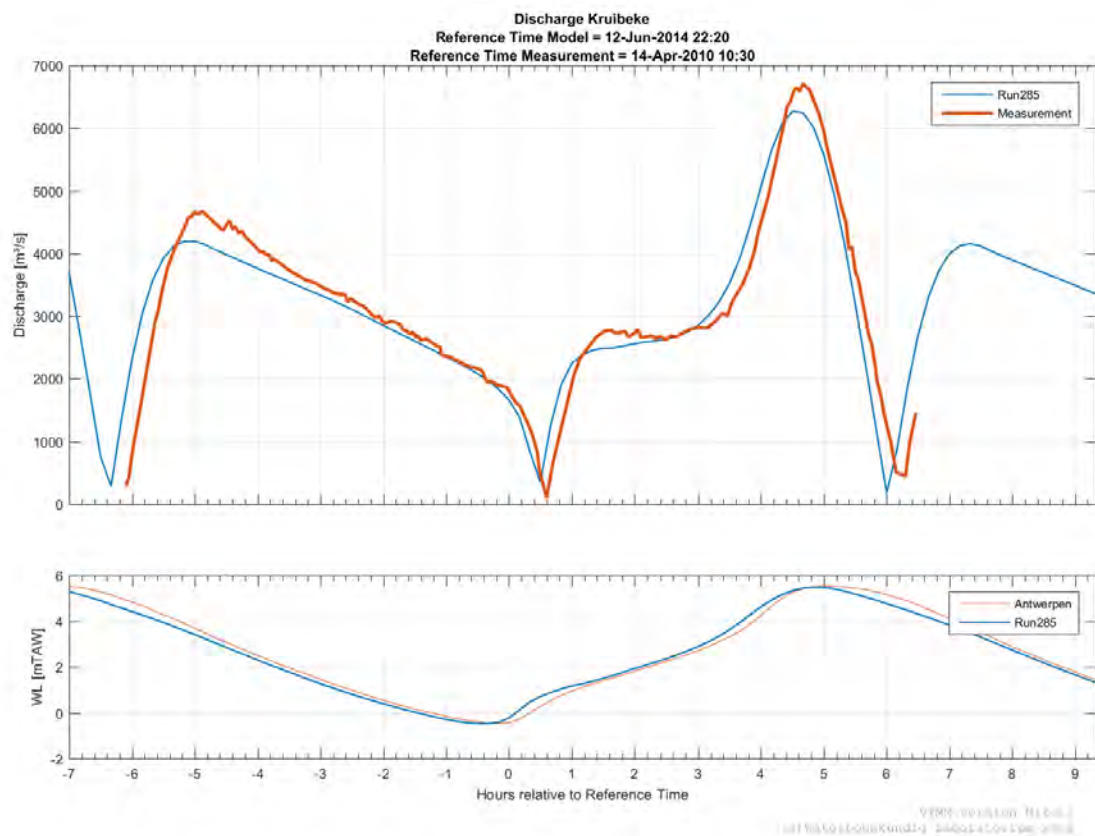


Figuur A 80 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Liefkenshoek – jun2014 – meetcampagne 20130625

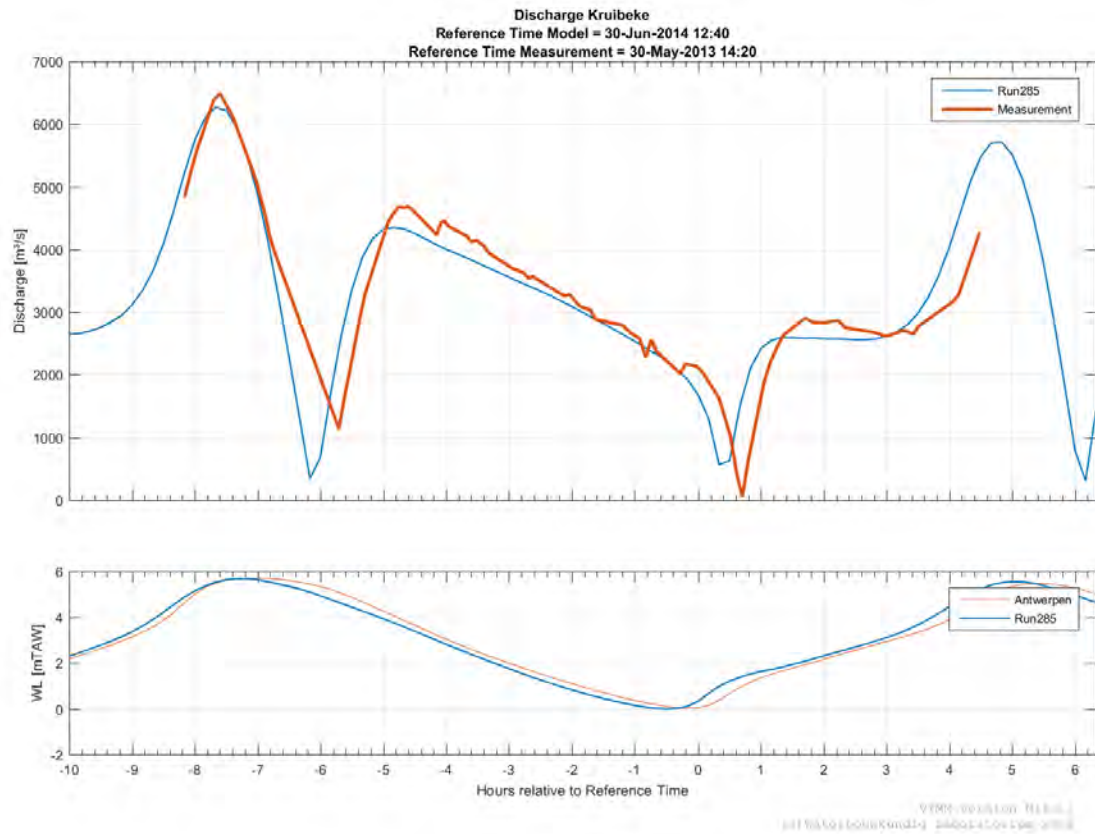


Figuur A 81 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Kruibeke – jun2014 – meetcampagne 20090526

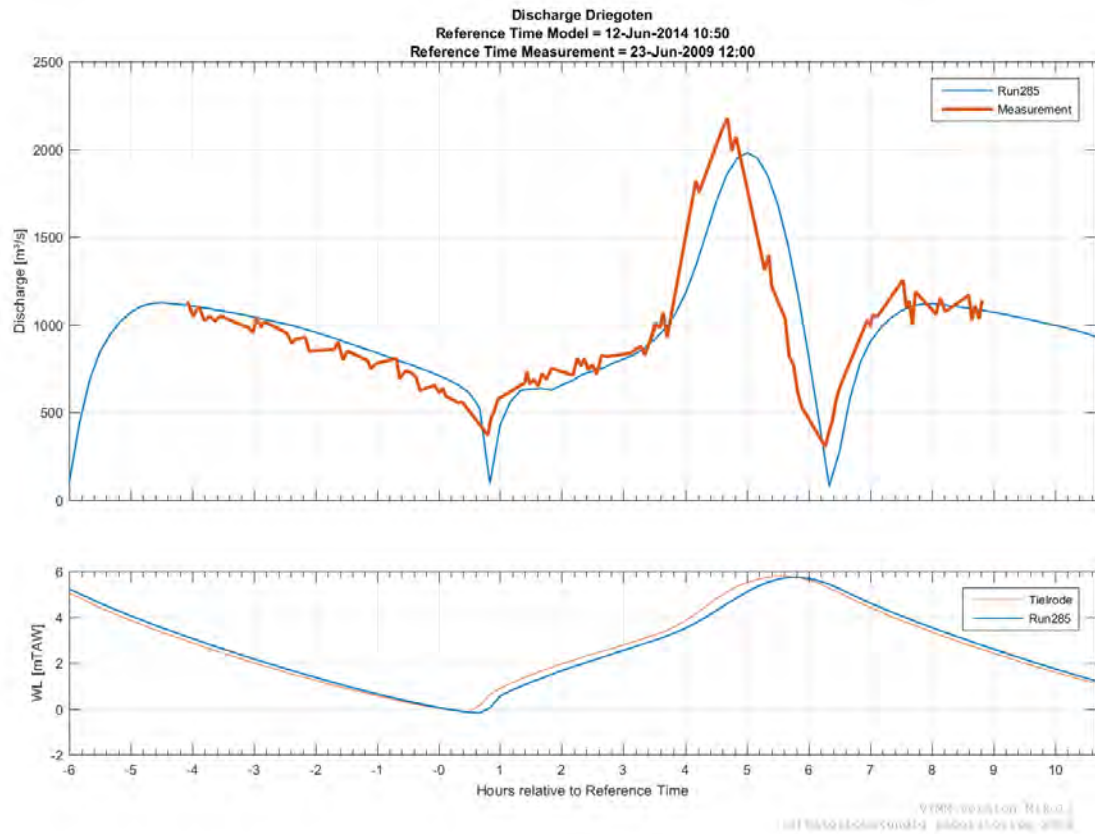




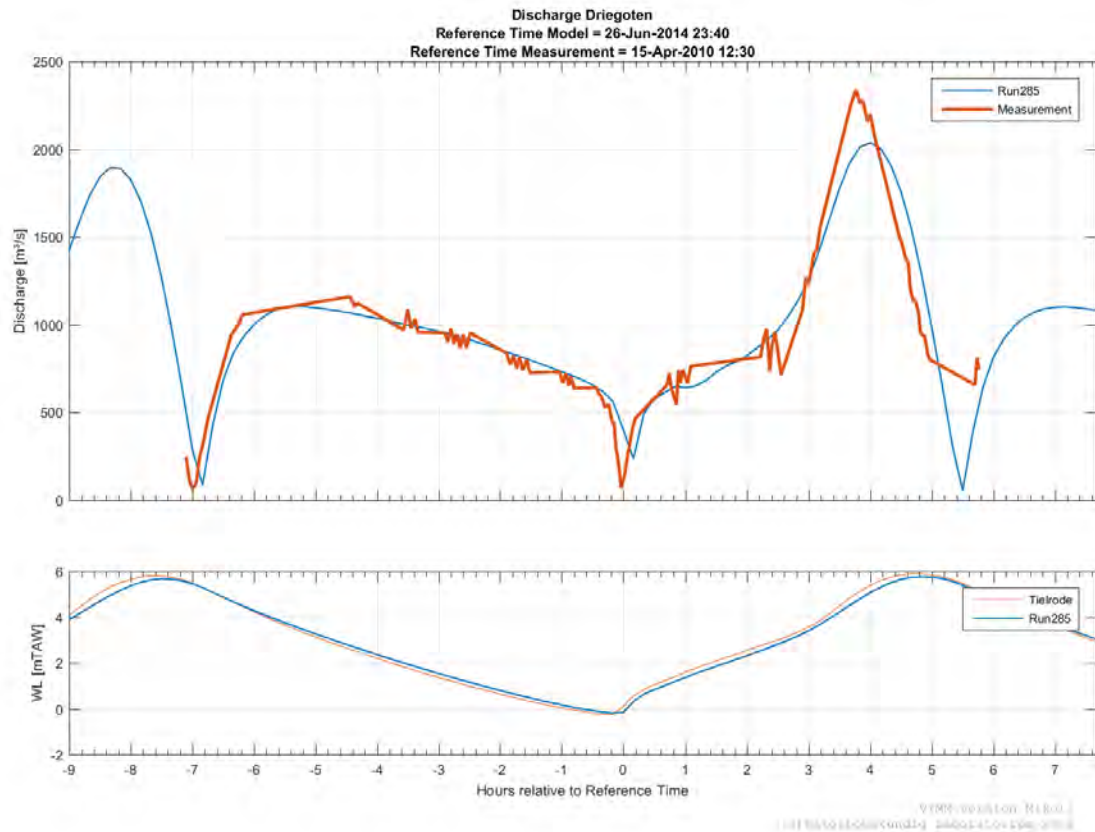
Figuur A 83 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Kruibeke – jun2014 – meetcampagne 20130530



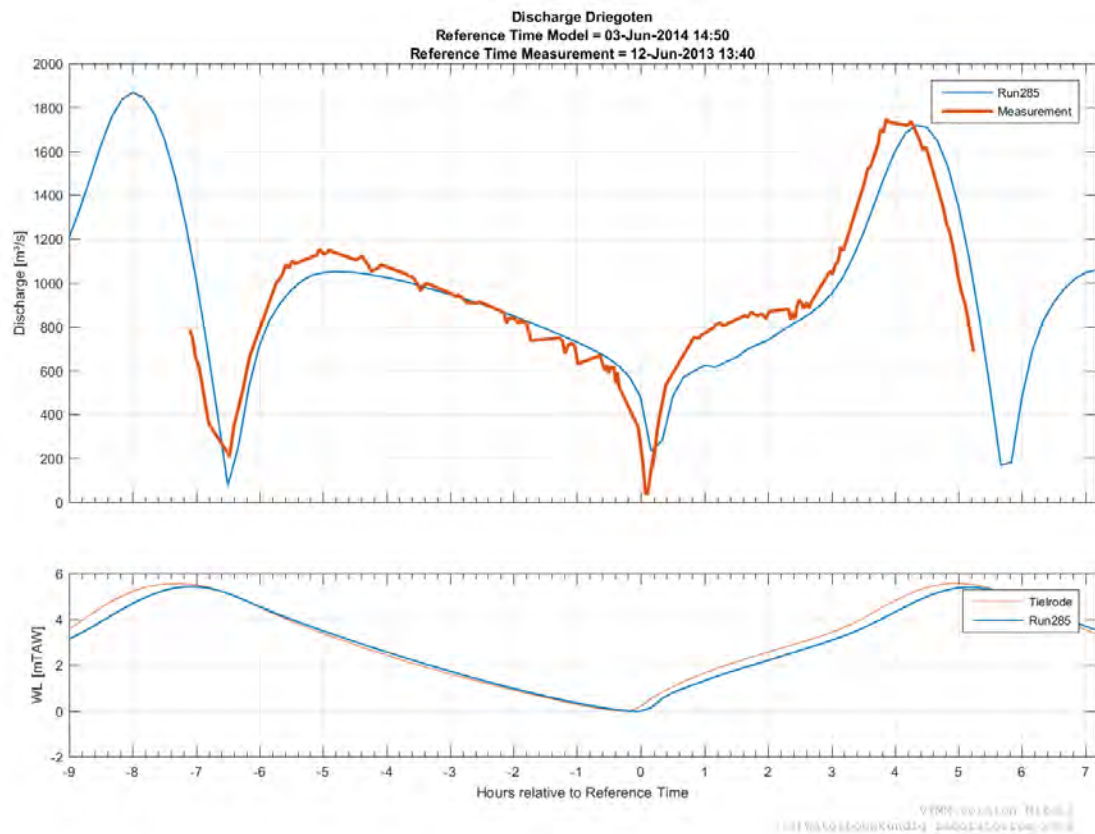
Figuur A 84 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Driegoten – jun2014 – meetcampagne 20090623



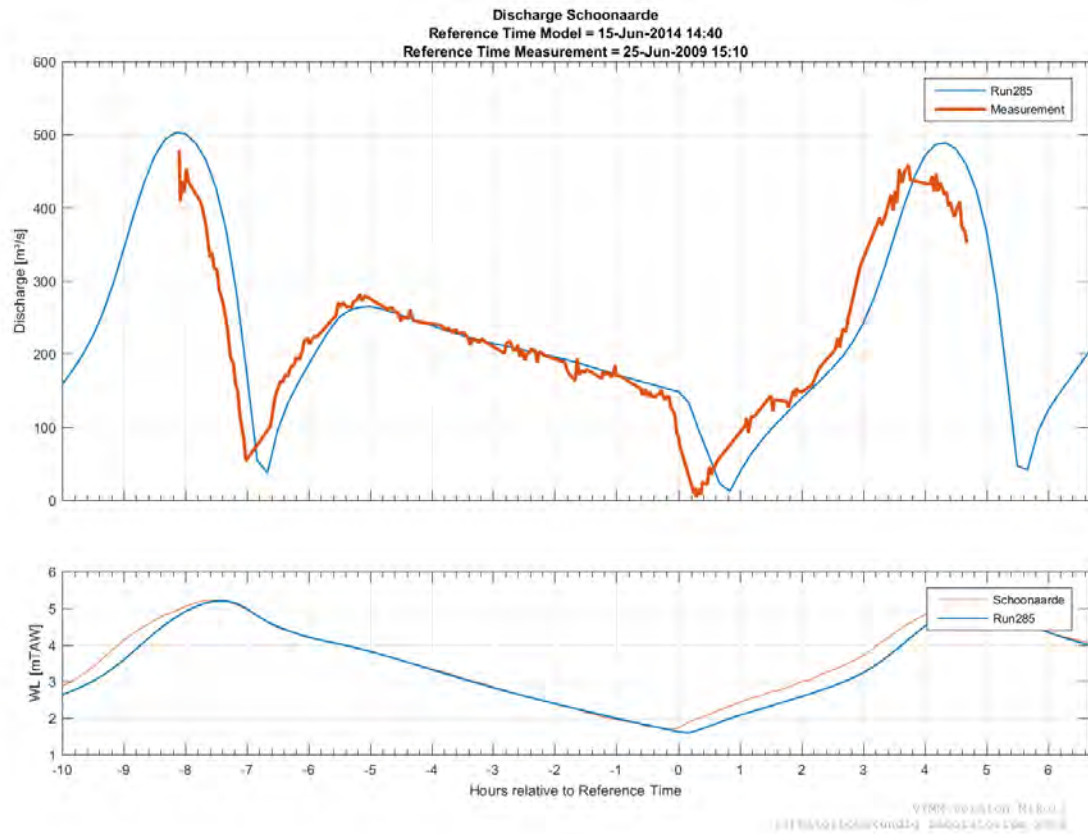
Figuur A 85 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Driegoten – jun2014 – meetcampagne 20100415



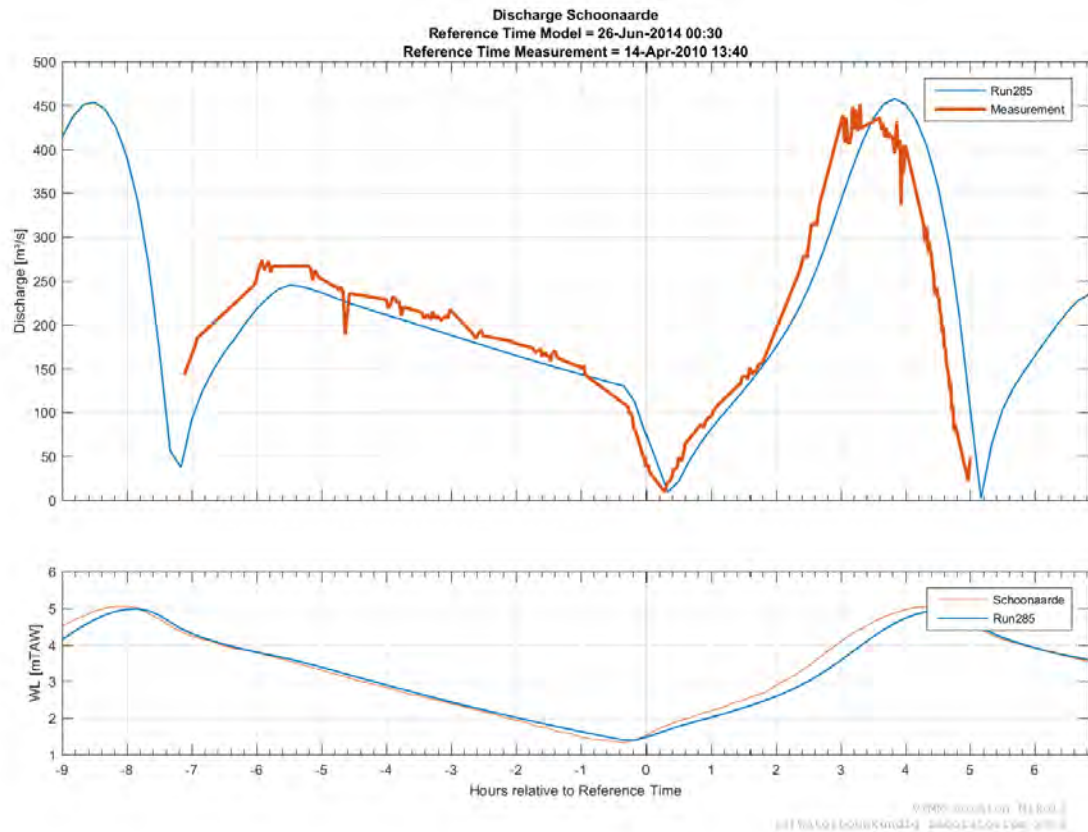
Figuur A 86 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Driegoten – jun2014 – meetcampagne 20130612



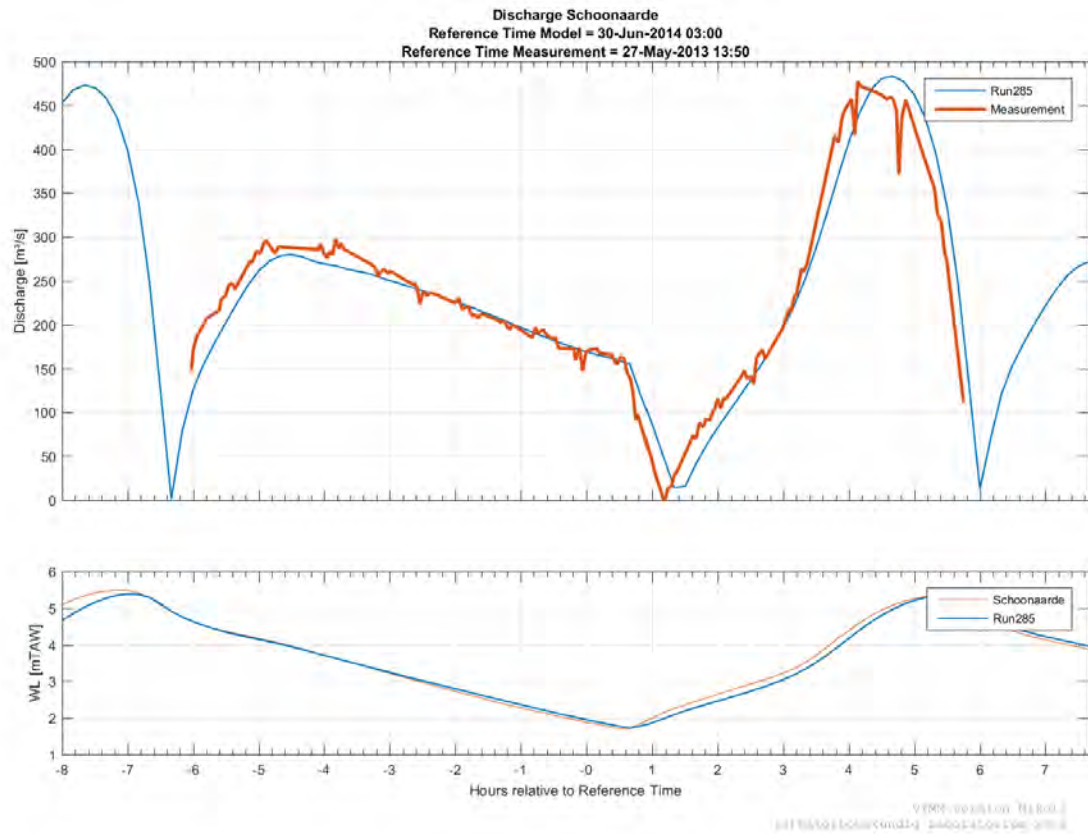
Figuur A 87 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Schoonaarde – jun2014 – meetcampagne 20090625



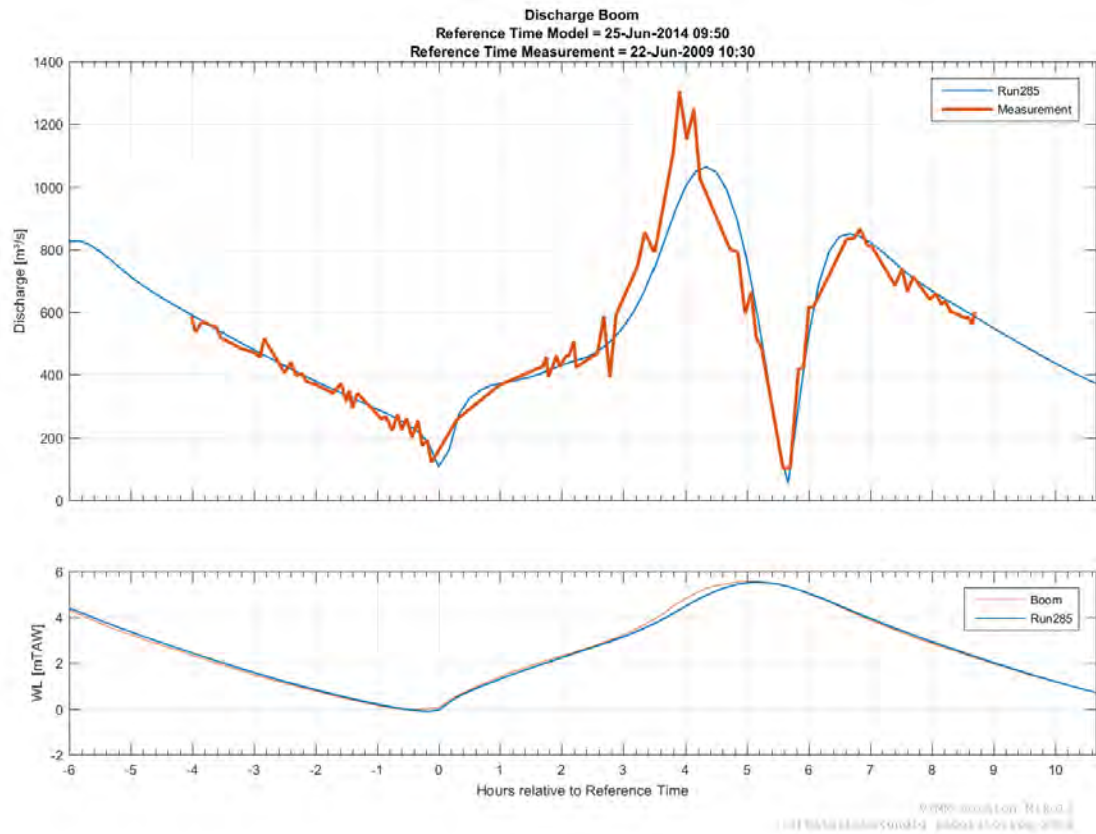
Figuur A 88 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Schoonaarde – jun2014 – meetcampagne 20100414



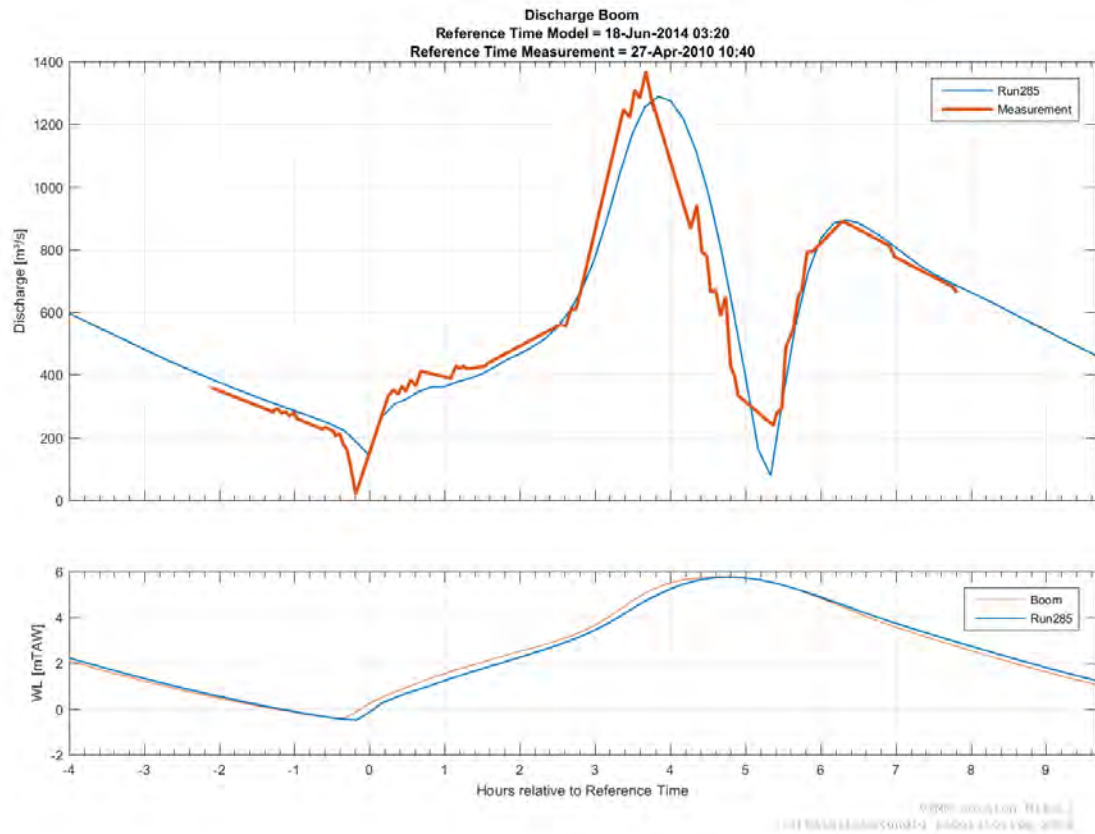
Figuur A 89 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Schoonaarde – jun2014 – meetcampagne 20130527



Figuur A 90 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Boom – jun2014 – meetcampagne 20090622



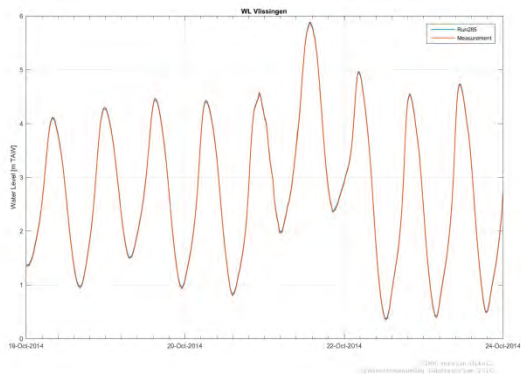
Figuur A 91 - Gemodelleerd en gemeten debiet – Boom – jun2014 – meetcampagne 20100427



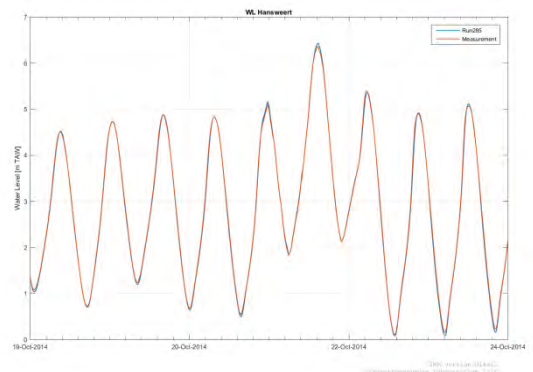
BIJLAGE B MODELRESULTATEN OKT2014 - STORM

Tijdreeksen

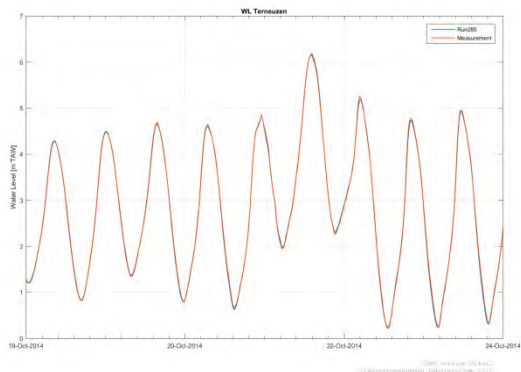
Figuur B 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 - Vlissingen



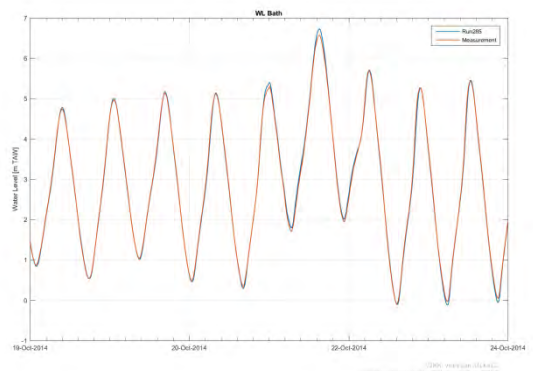
Figuur B 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Hansweert



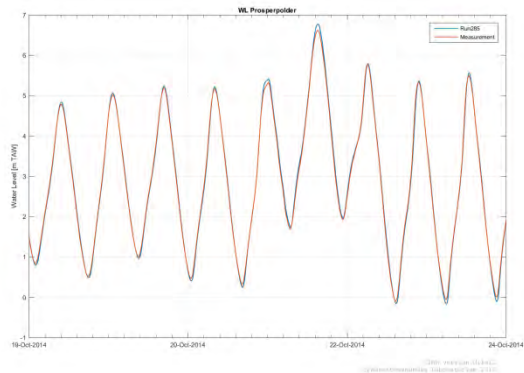
Figuur B 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 -Terneuzen



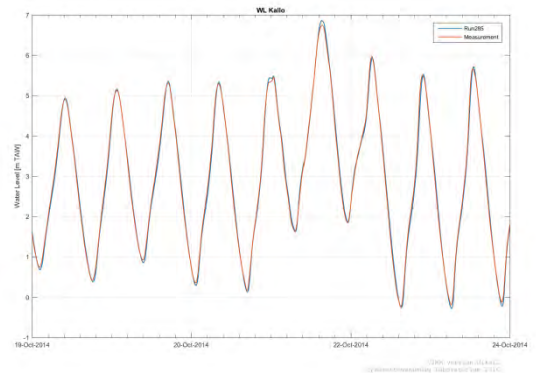
Figuur B 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Bath



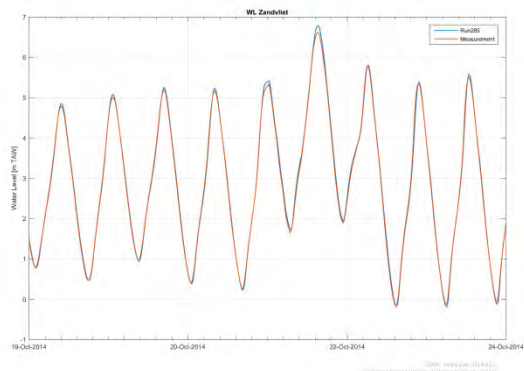
Figuur B 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Prosperpolder



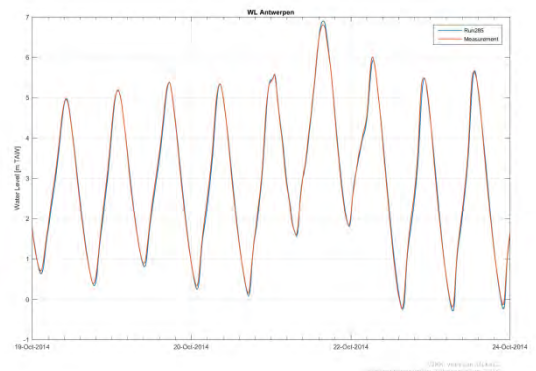
Figuur B 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Kallo



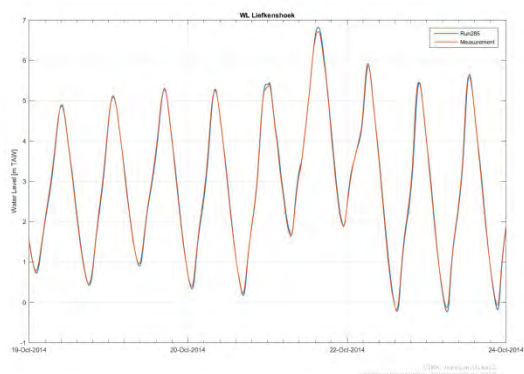
Figuur B 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Zandvliet



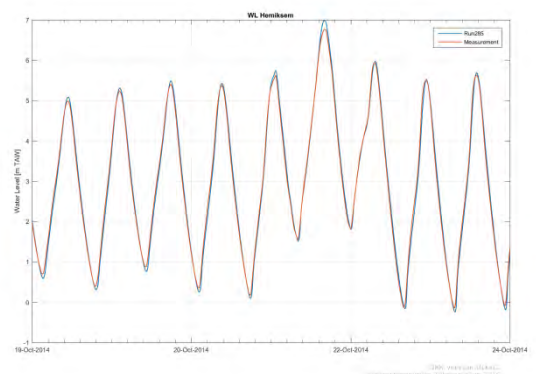
Figuur B 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Antwerpen



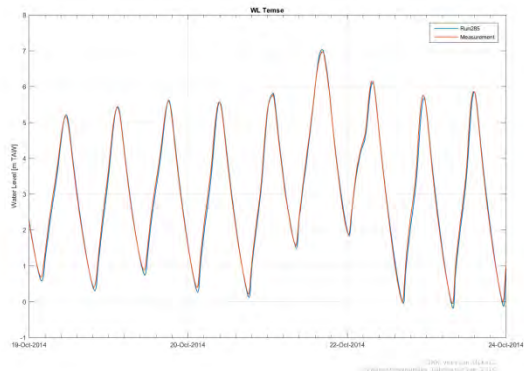
Figuur B 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Liefkenshoek



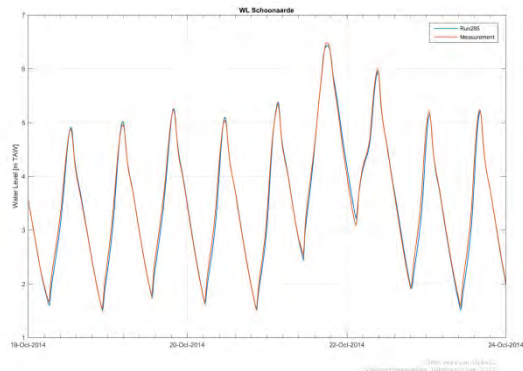
Figuur B 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Hemiksem



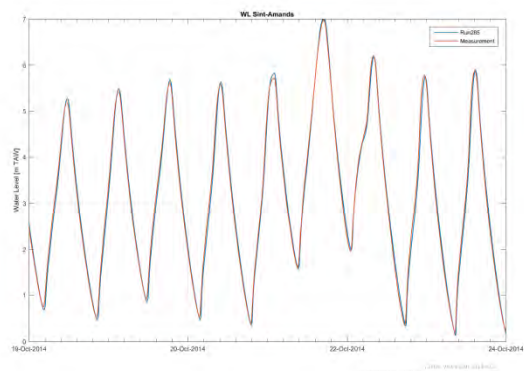
Figuur B 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Temse



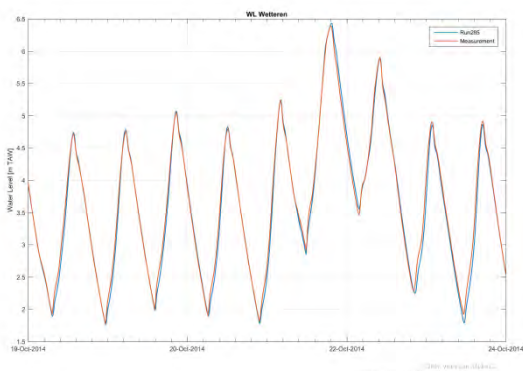
Figuur B 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Schoonaarde



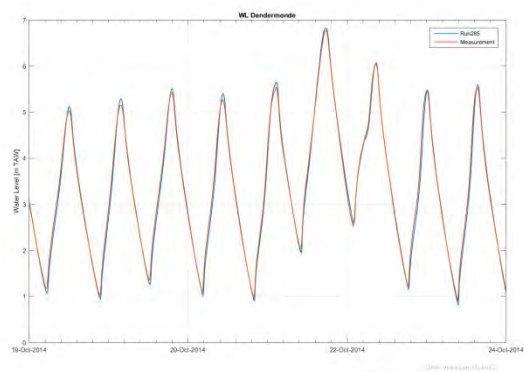
Figuur B 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Sint-Amands



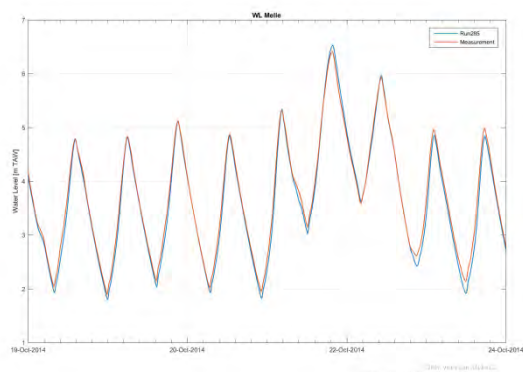
Figuur B 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Wetteren



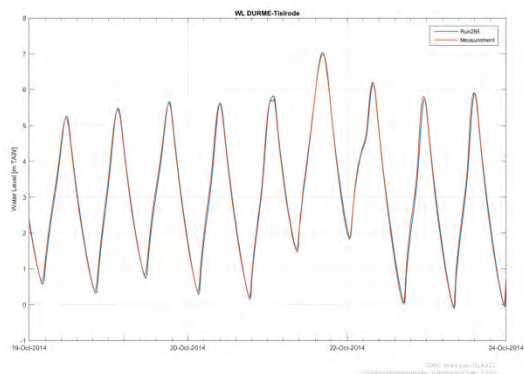
Figuur B 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Dendermonde



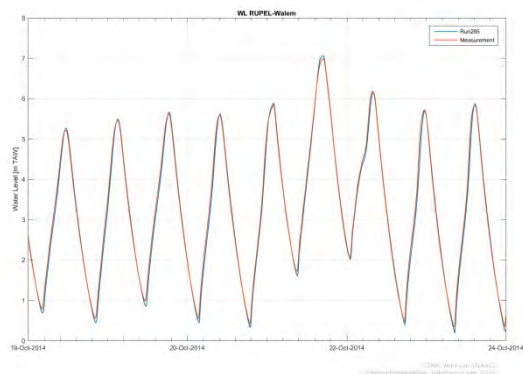
Figuur B 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Melle



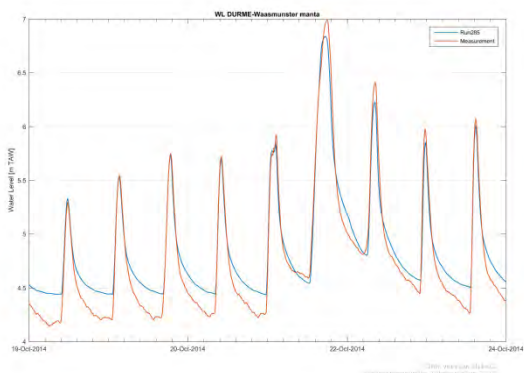
Figuur B 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Tielrode



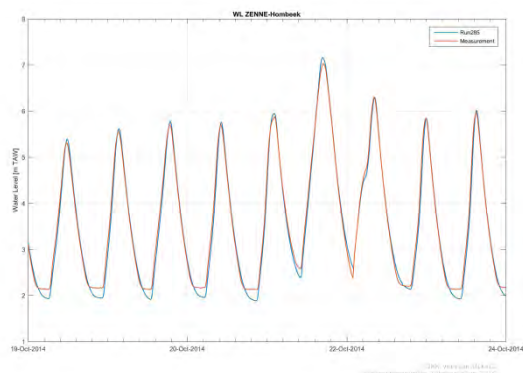
Figuur B 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Walem



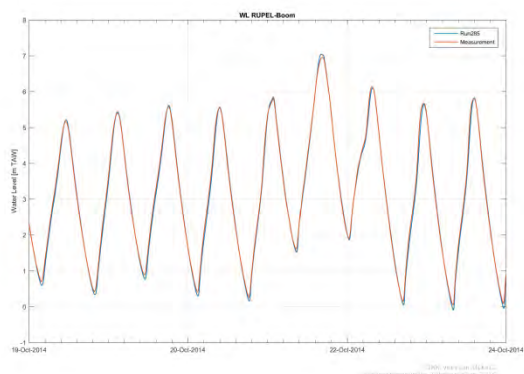
Figuur B 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Waasmunster Manta



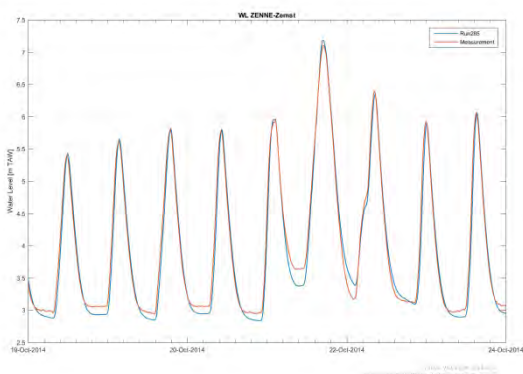
Figuur B 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Hombeek



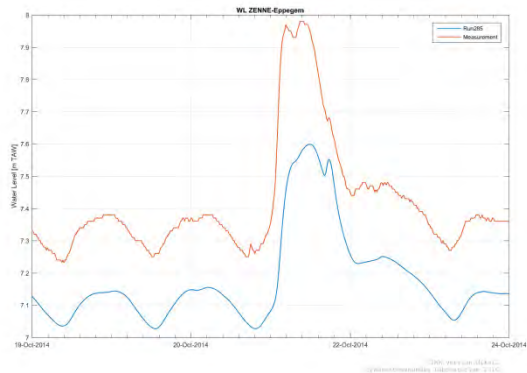
Figuur B 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Boom



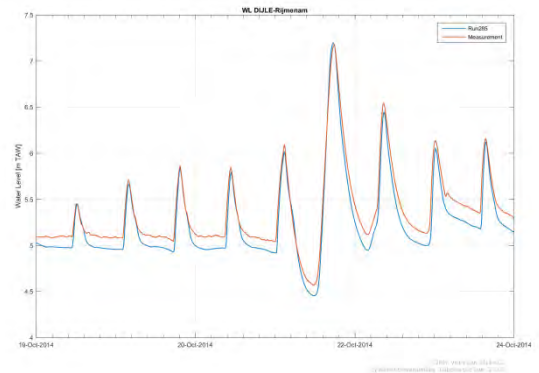
Figuur B 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Zemst



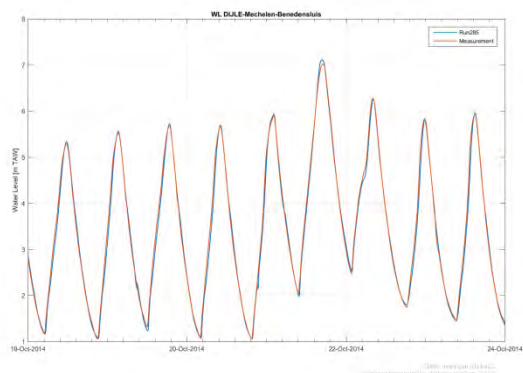
Figuur B 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Eppegem



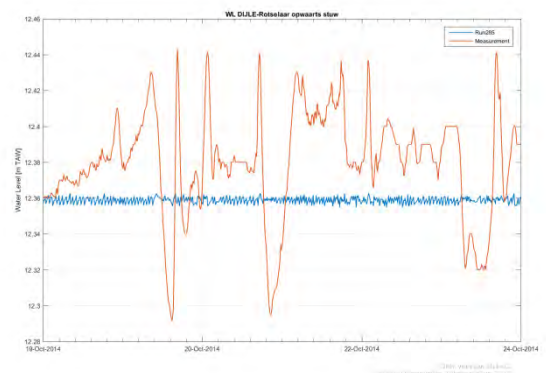
Figuur B 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Rijenam



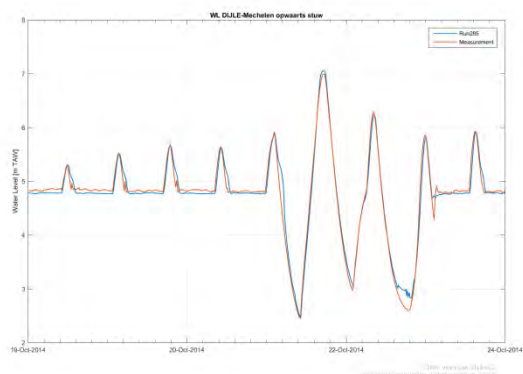
Figuur B 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Mechelen-Benedensluis



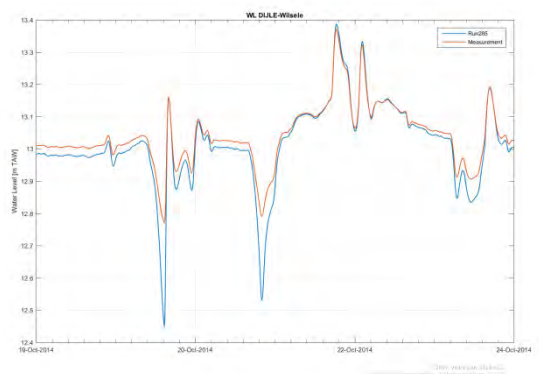
Figuur B 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Rotselaar opwaarts stuw



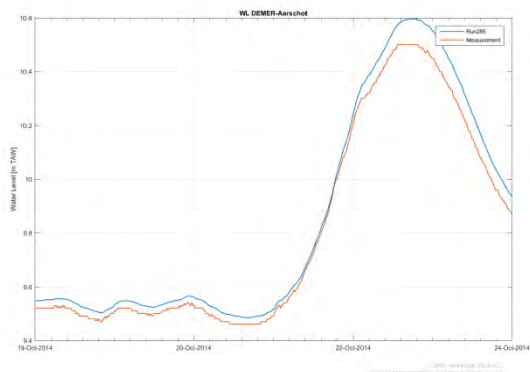
Figuur B 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Mechelen opwaarts stuw



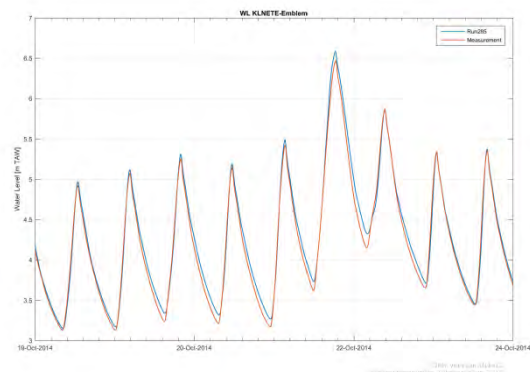
Figuur B 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Wilsele



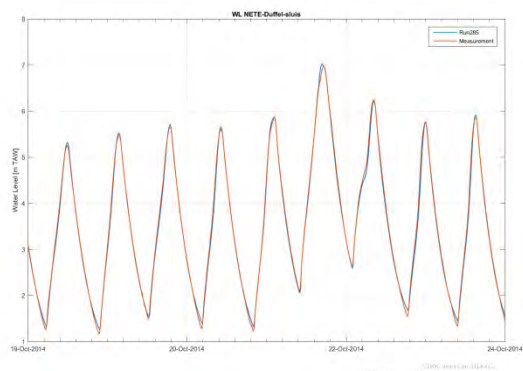
Figuur B 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Aarschot



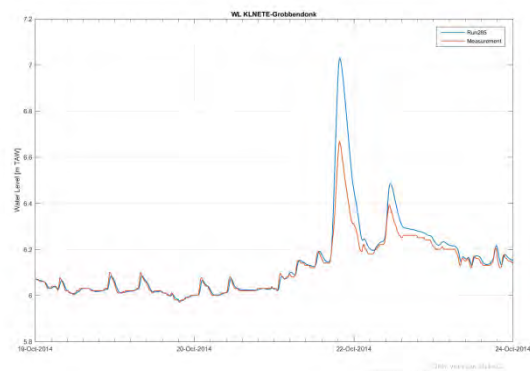
Figuur B 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Emblem



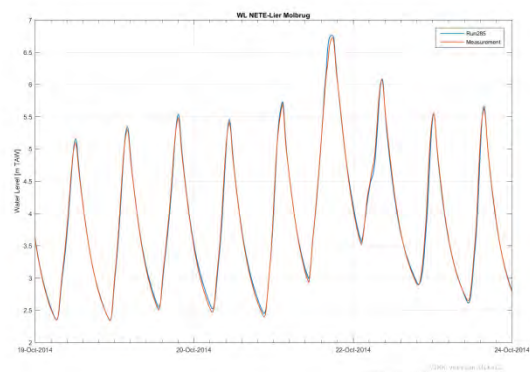
Figuur B 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Duffel-sluits



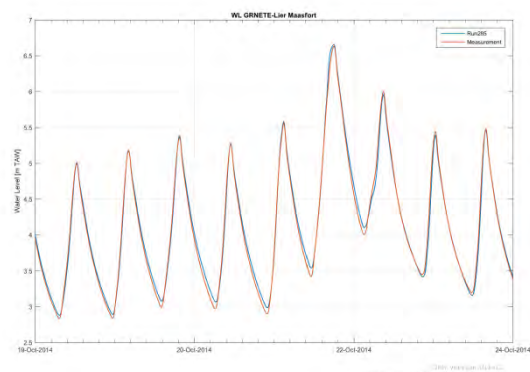
Figuur B 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Grobbendonk



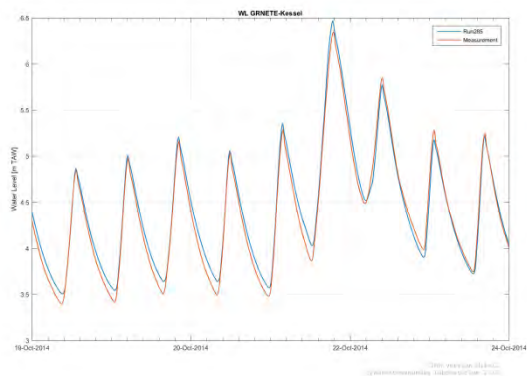
Figuur B 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Lier Molbrug



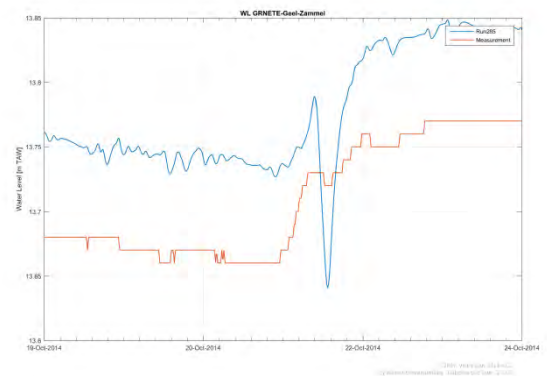
Figuur B 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Lier Maasfort



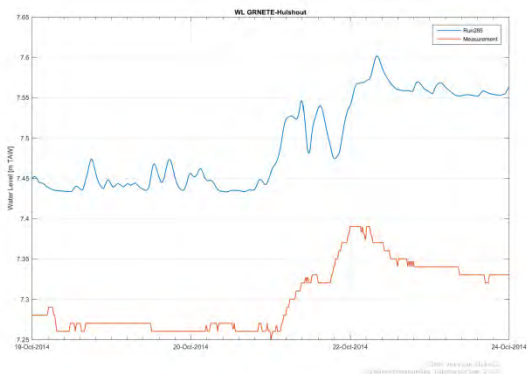
Figuur B 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Kessel



Figuur B 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 – Geel-Zammel



Figuur B 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
okt2014 –



Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW

Tabel B 1– Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – okt2014 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Okt2014							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Terneuzen	-0.02	0.04	-0.03	0.04	-0.01	0.03
	Hansweert	-0.03	0.05	0.02	0.04	-0.03	0.04
	Bath	-0.01	0.06	0.05	0.06	-0.01	0.05
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	0.01	0.07	0.06	0.07	-0.04	0.06
	Zandvliet	0.02	0.07	0.07	0.08	0.00	0.04
	Liefkenshoek	-0.01	0.08	0.03	0.05	-0.04	0.05
	Kallo	-0.01	0.10	0.04	0.05	-0.04	0.05
	Antwerpen	-0.03	0.11	0.01	0.04	-0.06	0.07
	Hemiksem	0.00	0.13	0.09	0.10	-0.08	0.09
Boven-Zeeschelde	Temse	-0.05	0.13	0.01	0.05	-0.09	0.10
	Sint-Amands	-0.01	0.14	0.04	0.06	-0.04	0.05
	Dendermonde	-0.03	0.11	0.08	0.09	-0.07	0.09
	Schoonaarde	-0.04	0.12	0.01	0.05	-0.03	0.07
	Wetteren	-0.04	0.11	0.01	0.03	-0.03	0.07
	Melle	-0.08	0.12	-0.02	0.07	-0.12	0.14
Durme	Tielrode	-0.03	0.15	0.02	0.05	-0.04	0.06
	Waasmunster Manta	0.10	0.16	-0.09	0.10	0.20	0.22

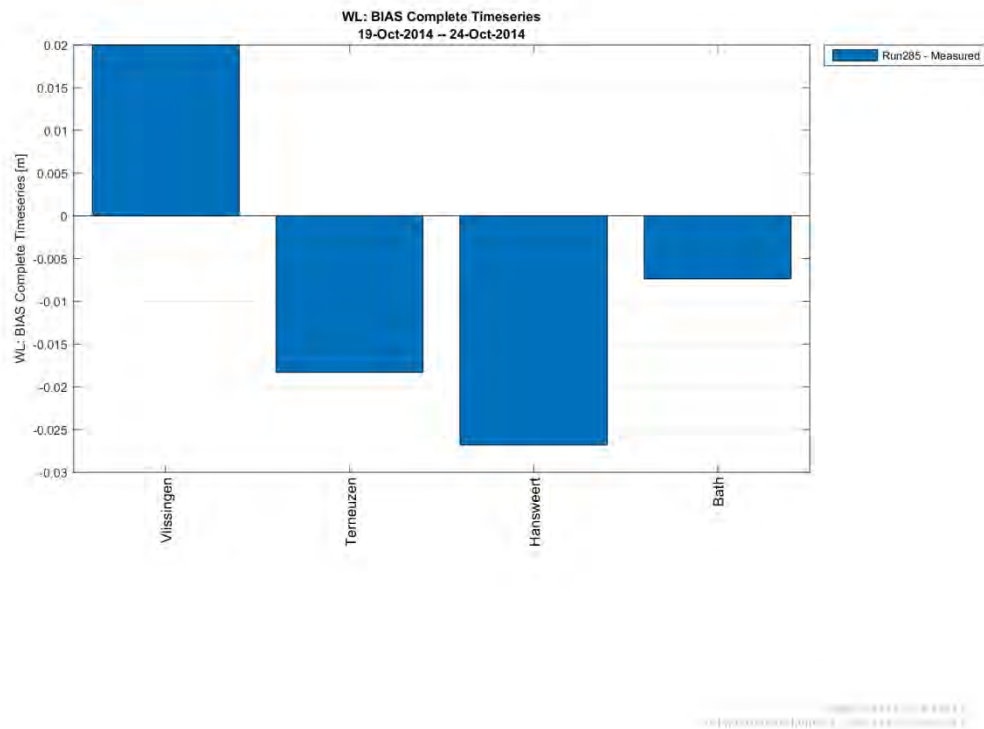
Tabel B 2– Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – okt2014 – Rupelbekken

Okt2014							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Rupel	Boom	-0.05	0.10	0.03	0.05	-0.10	0.10
	Walem	-0.05	0.13	0.02	0.04	-0.10	0.11
Zenne	Hombeek	*	*	0.06	0.07	*	*
	Zemst	*	*	0.02	0.04	*	*
	Eppegem	*	*	-0.23*	0.23*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	-0.05	0.12	0.03	0.05	-0.01	0.04
	Mechelen opwaarts stuw	0.00	0.13	-0.01	0.05	0.09	0.15
	Rijmenam	-0.12	0.13	-0.04	0.06	-0.15	0.15
	Rotselaar opwaarts stuw	-0.02	0.04	-0.04	0.06	0.01	0.04
	Wilsele	-0.03	0.05	-0.01	0.01	-0.14	0.19
Demer	Aarschot	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
Benedennete	Duffel-sluis	-0.03	0.08	0.03	0.05	0.07	0.10
	Lier Molbrug	0.00	0.06	0.04	0.05	0.02	0.03
Kleine Nete	Emblem	0.05	0.09	0.06	0.06	0.07	0.09
	Grobbendonk	0.02	0.07	0.01	0.04	0.01	0.01
Grote Nete	Lier Maasfort	0.02	0.07	0.01	0.02	0.05	0.07
	Kessel	0.05	0.09	0.03	0.08	0.07	0.10
	Hulshout	0.19	0.19	0.18	0.18	0.20	0.20
	Geel-Zammel	0.07	0.07	0.06	0.06	0.00	0.00

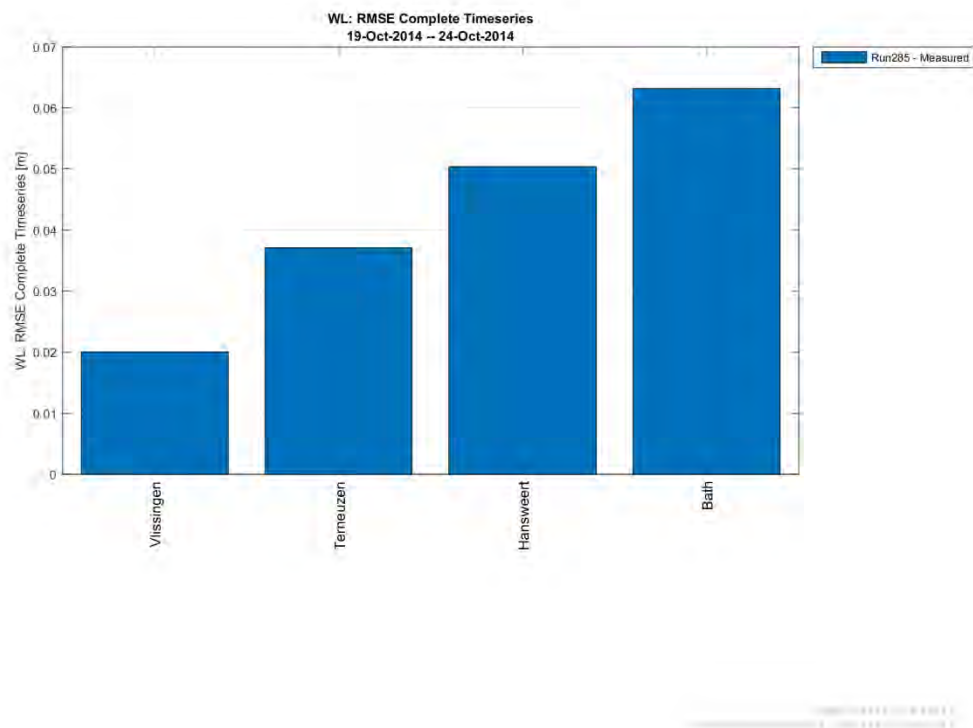
*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

~~**~~ : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille verouderde bathymetrie in het model.

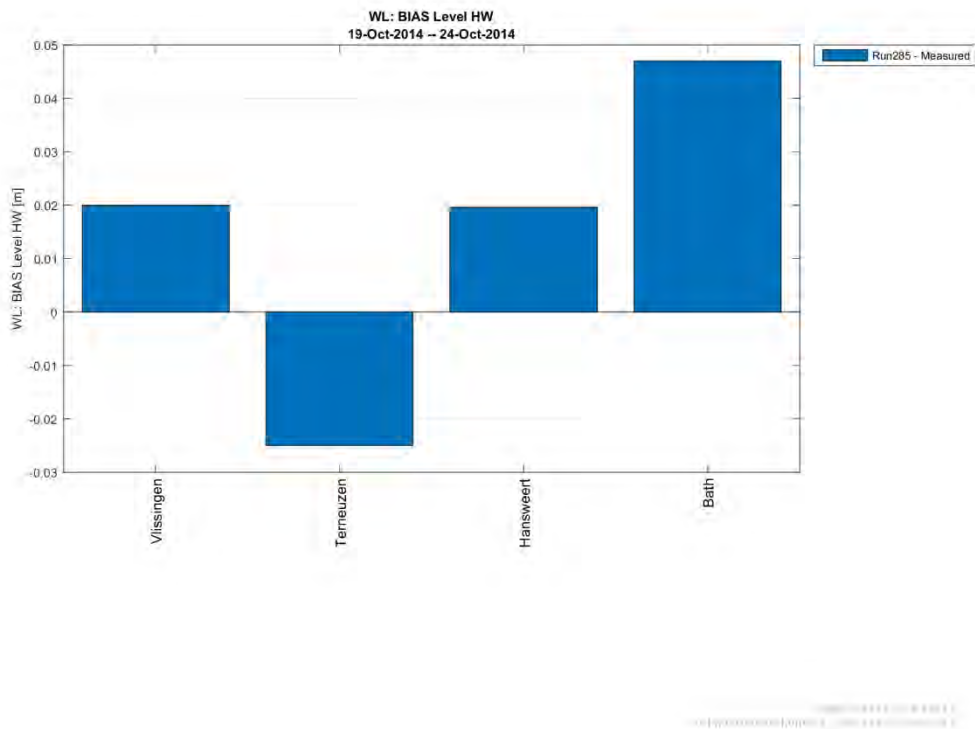
Figuur B 38– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Westerschelde



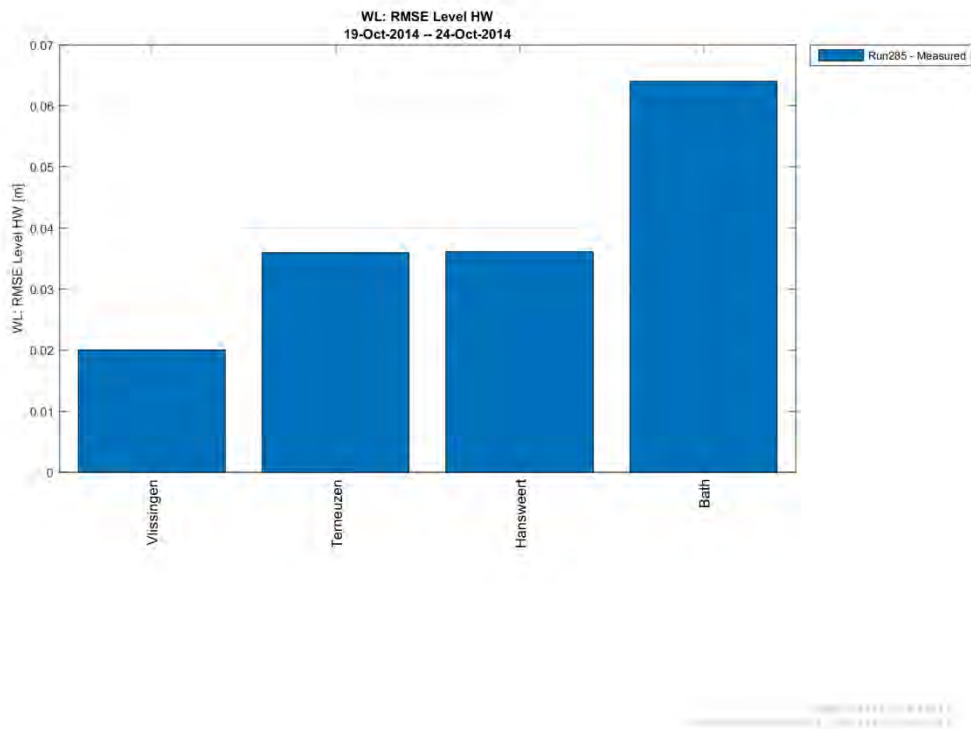
Figuur B 39– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Westerschelde



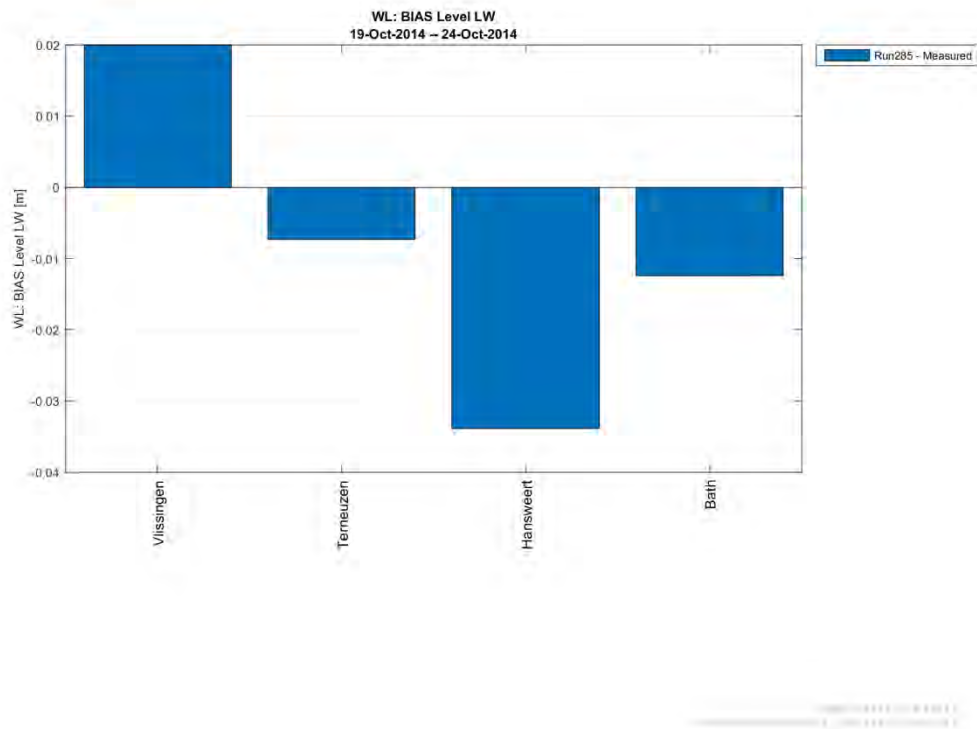
Figuur B 40 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde



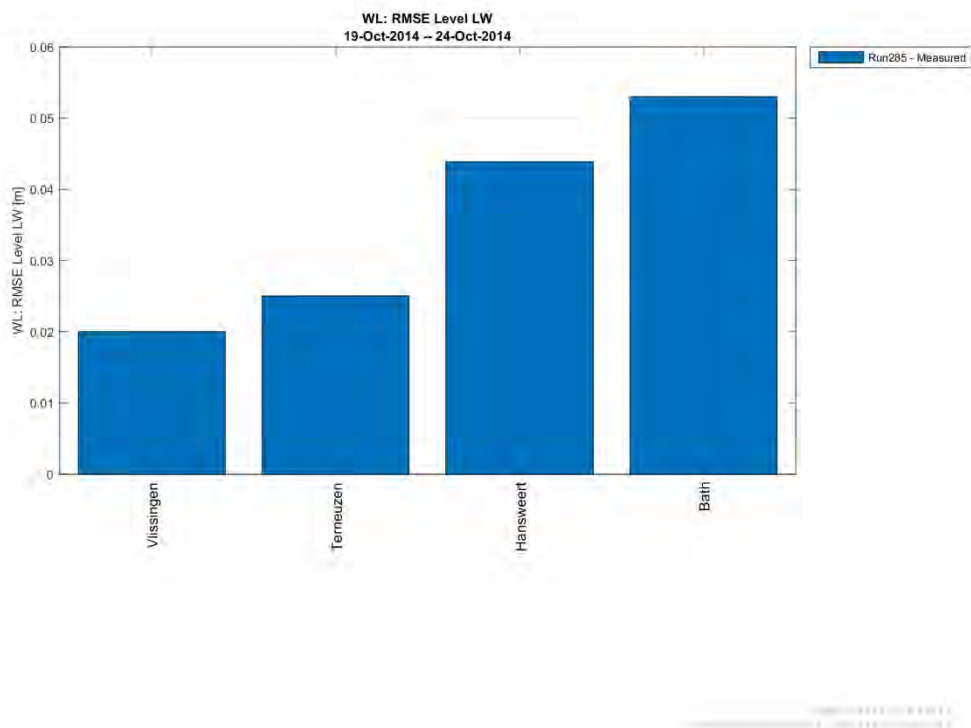
Figuur B 41 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde



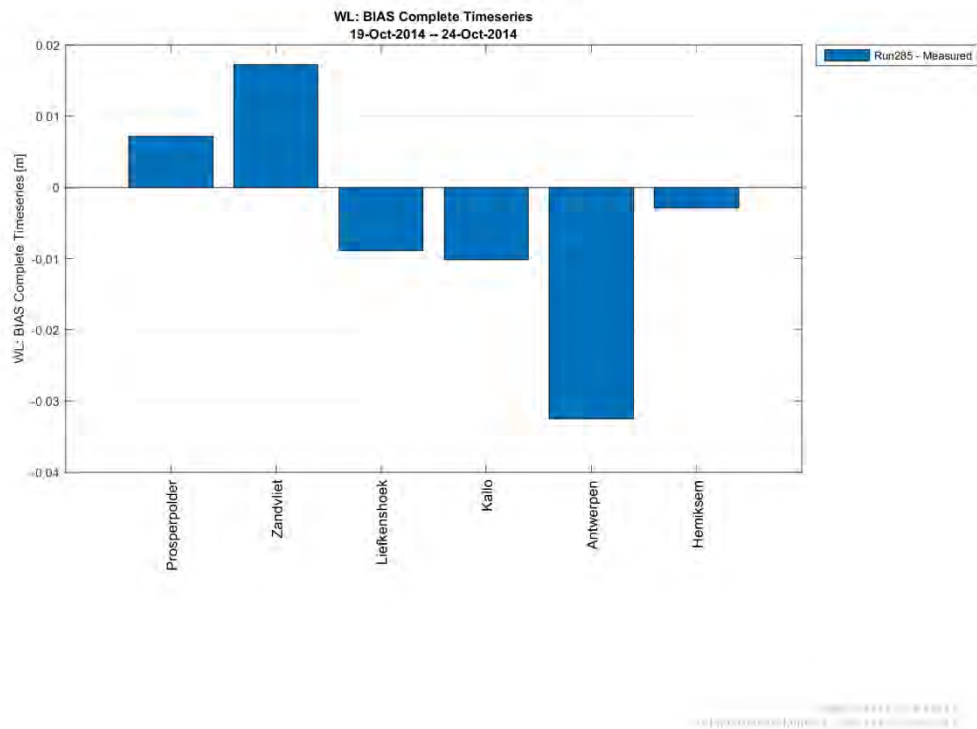
Figuur B 42 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde



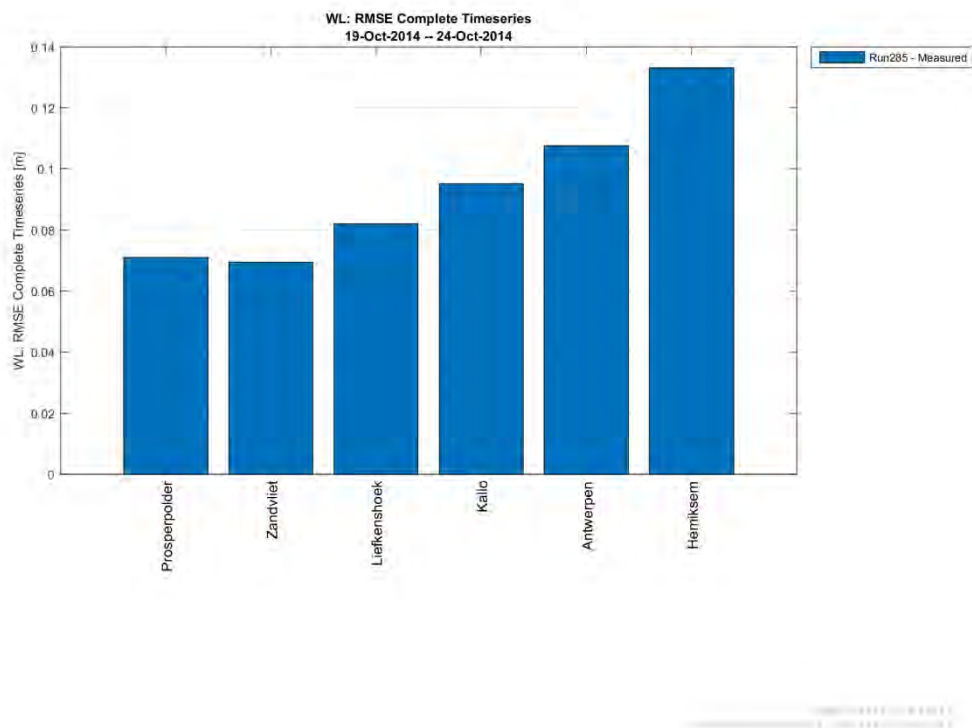
Figuur B 43 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Westerschelde



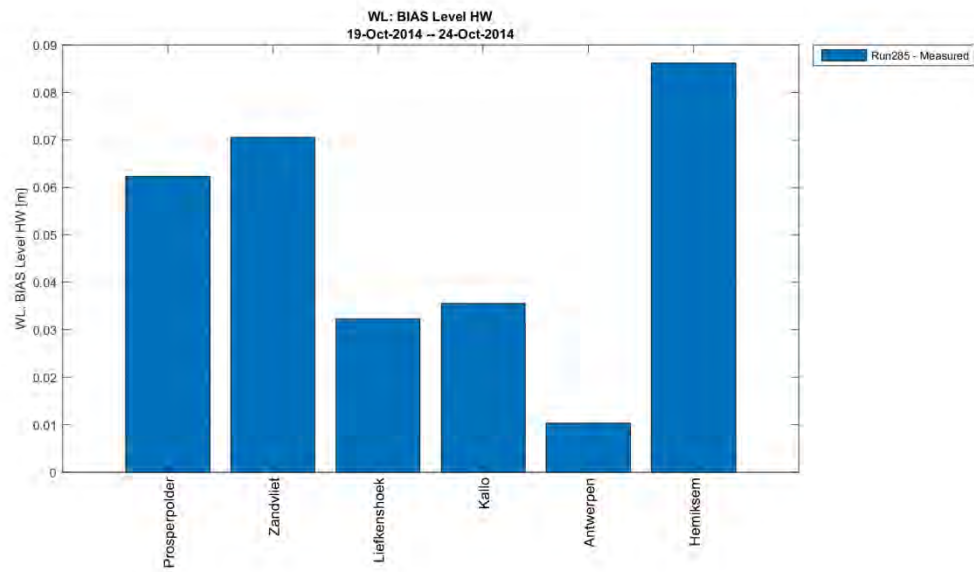
Figuur B 44– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



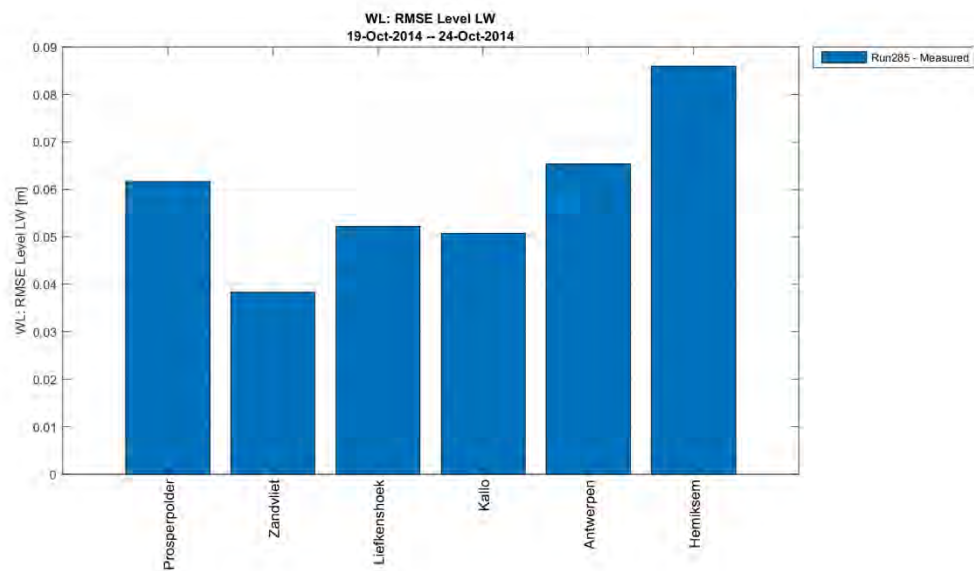
Figuur B 45– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



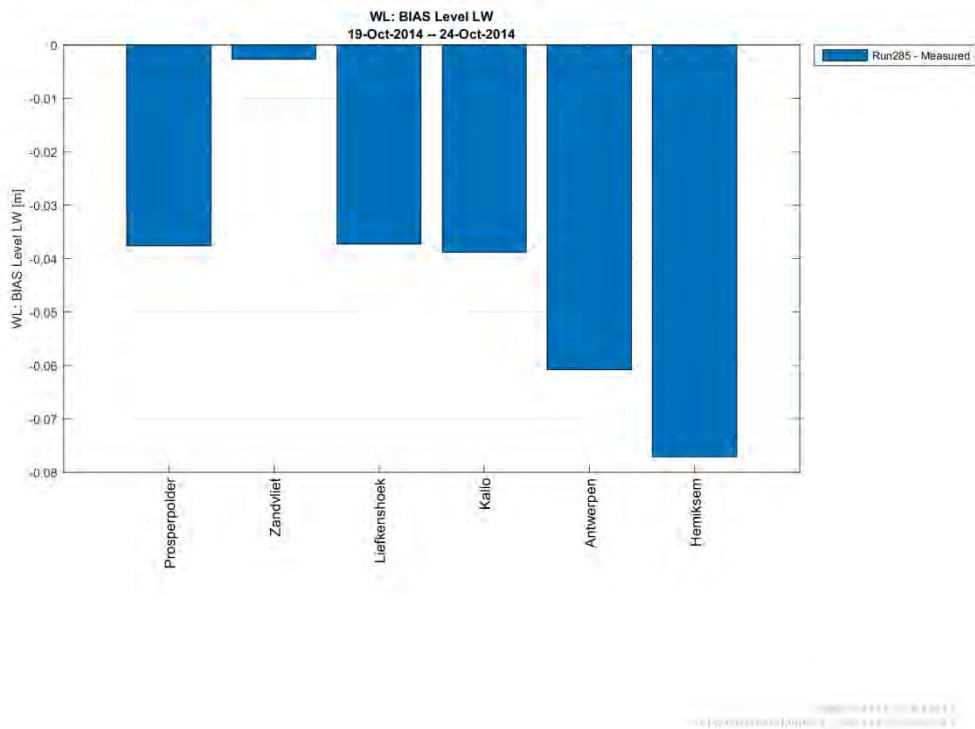
Figuur B 46 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



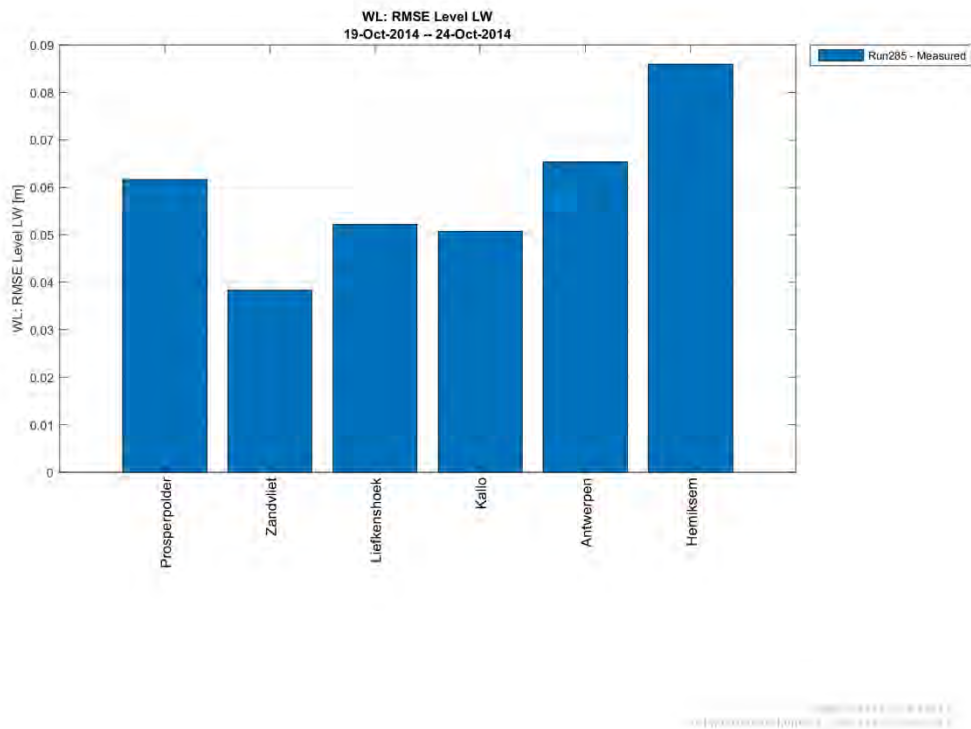
Figuur B 47 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



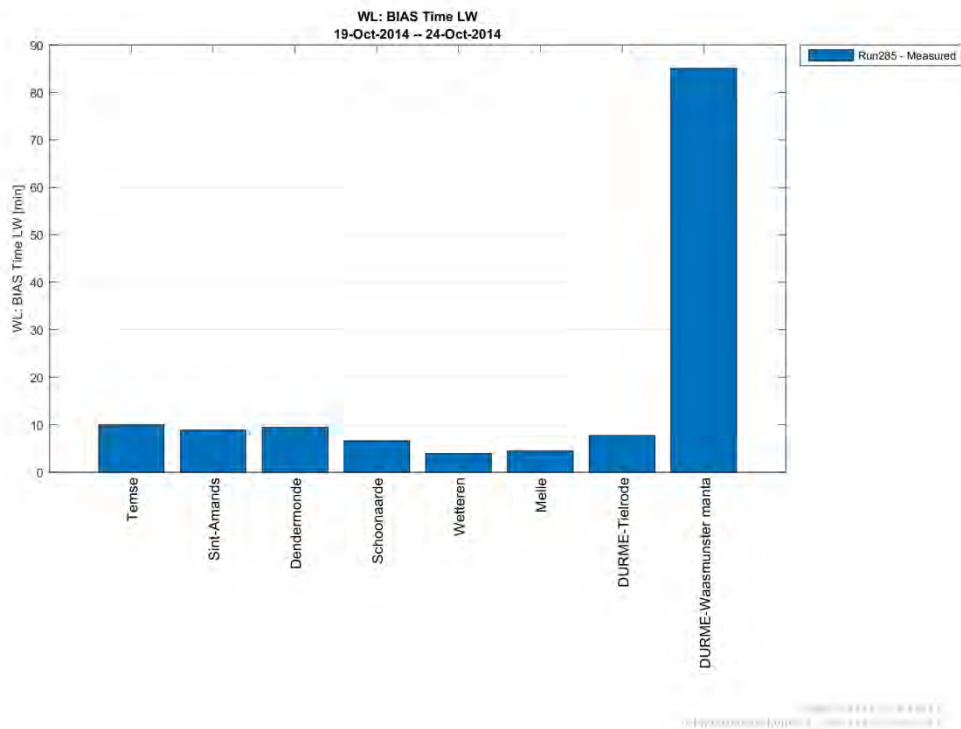
Figuur B 48 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



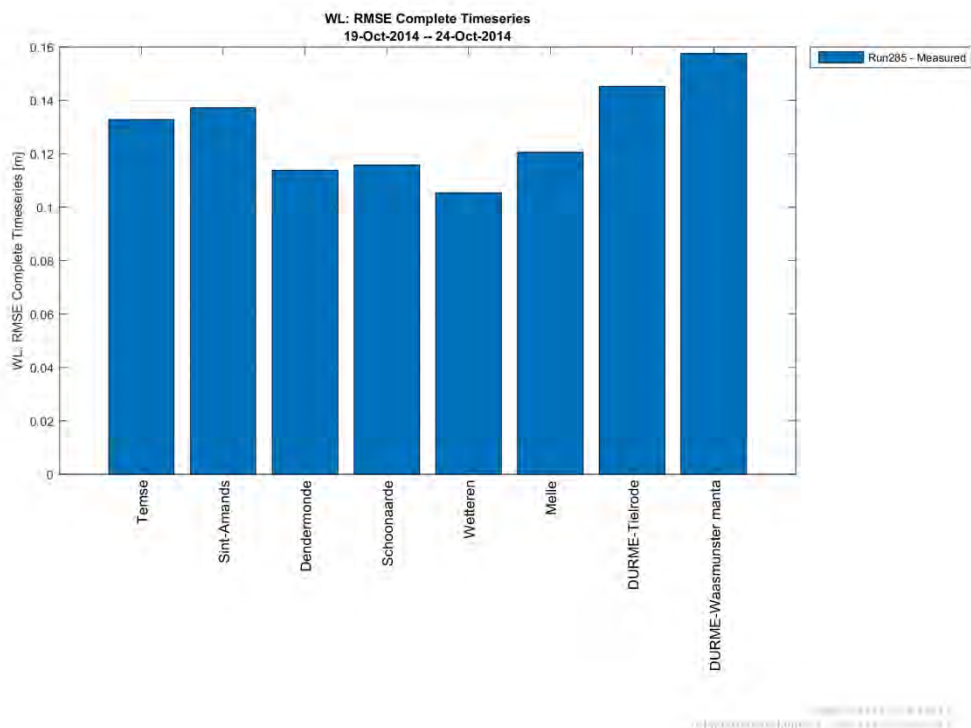
Figuur B 49 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



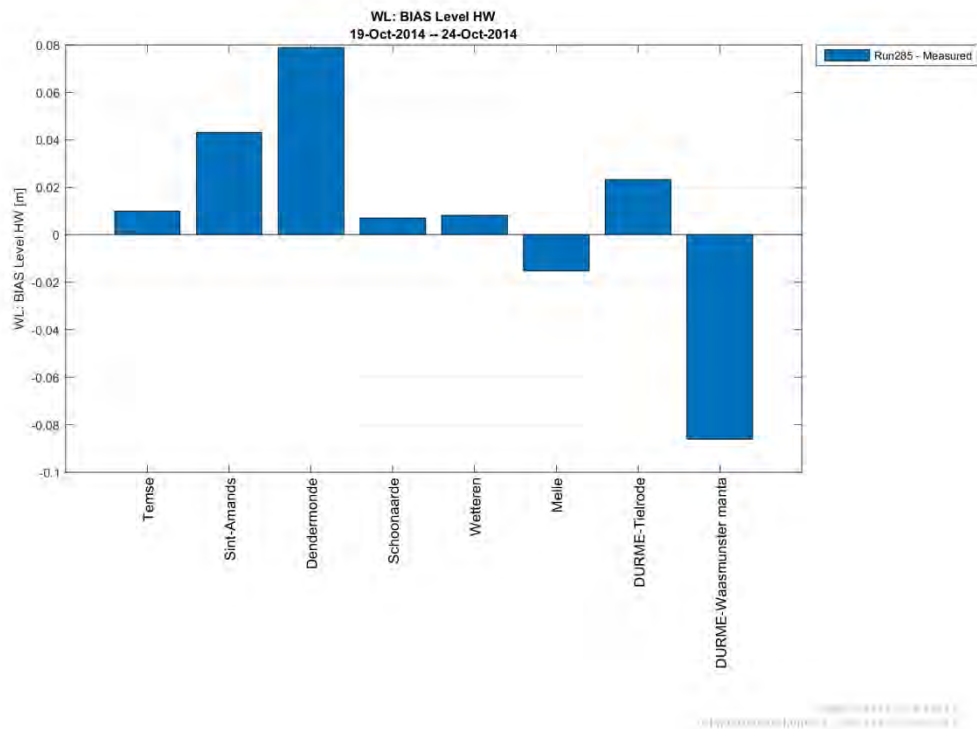
Figuur B 50– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme



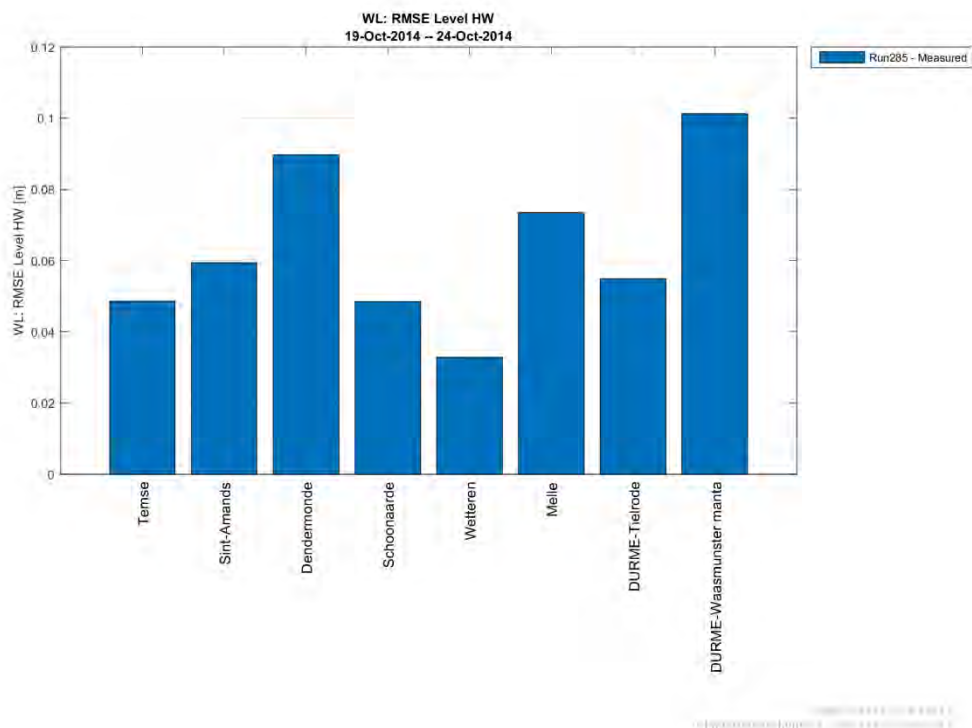
Figuur B 51– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme



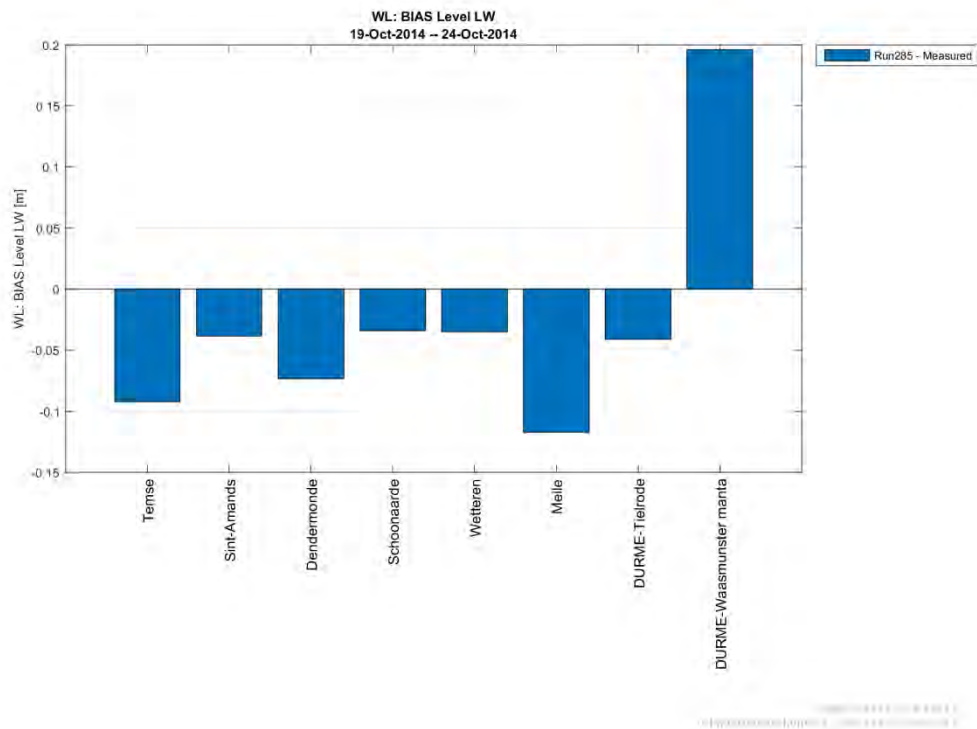
Figuur B 52 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme



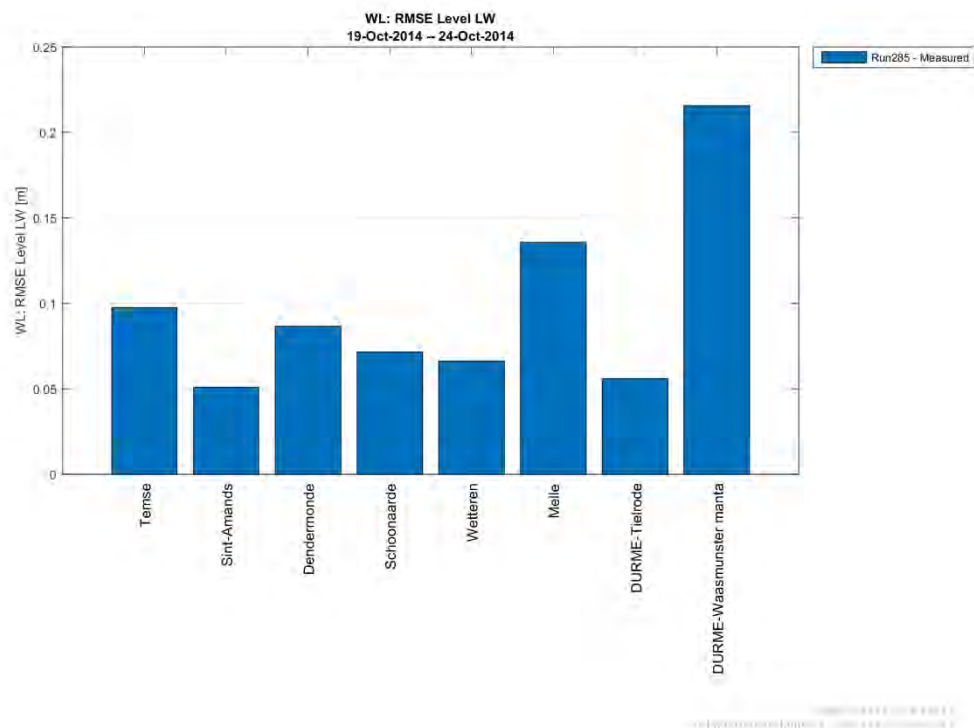
Figuur B 53 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme



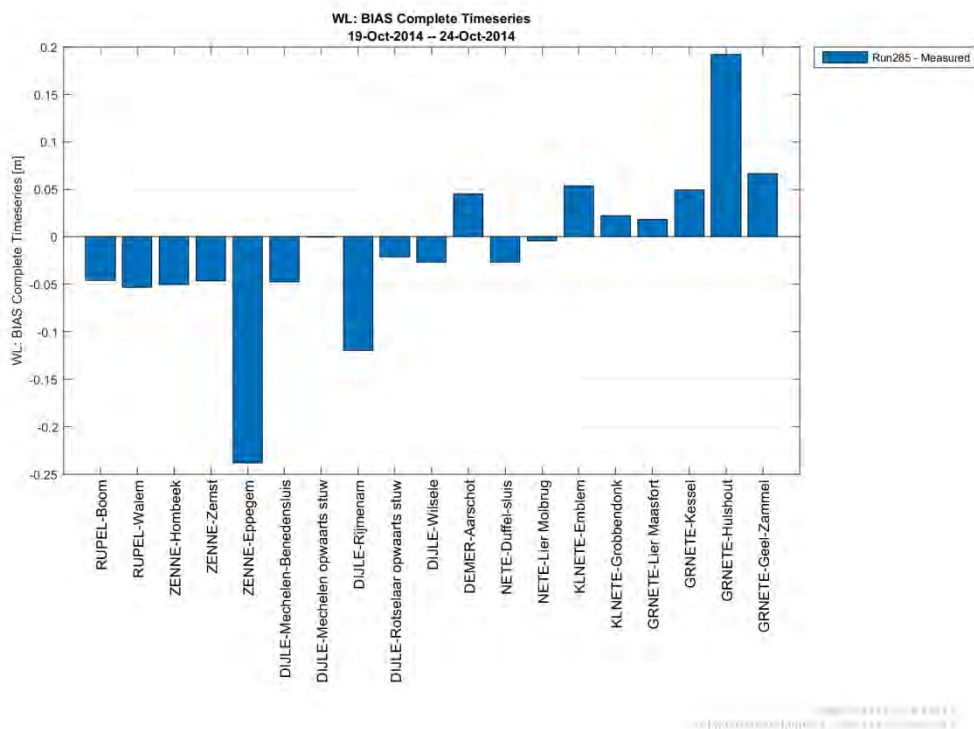
Figuur B 54 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme



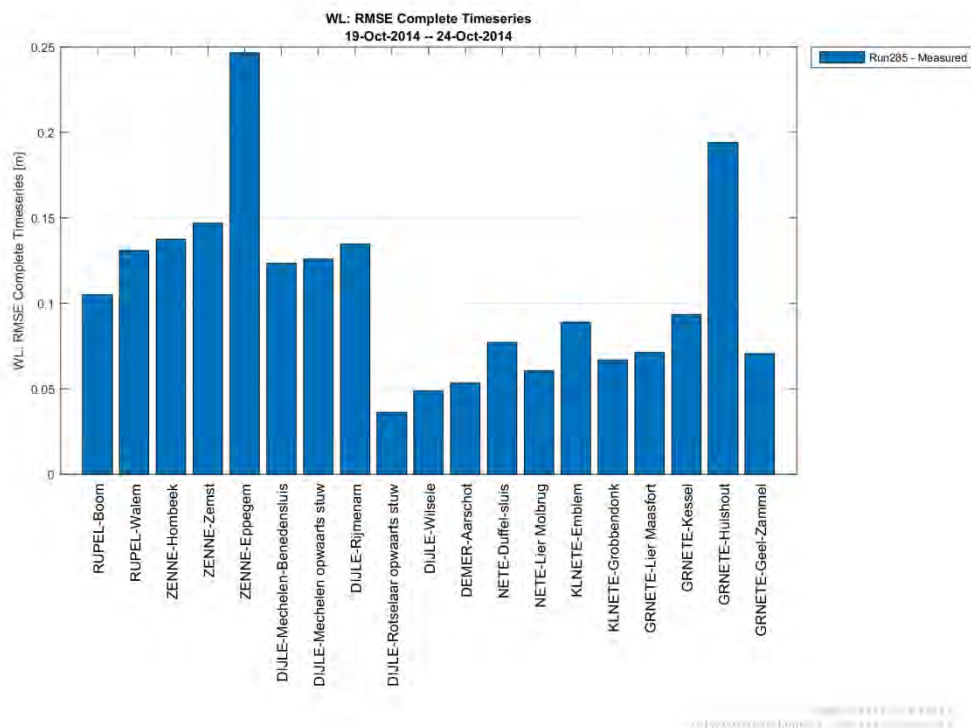
Figuur B 55 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Boven-Zeeschelde en Durme



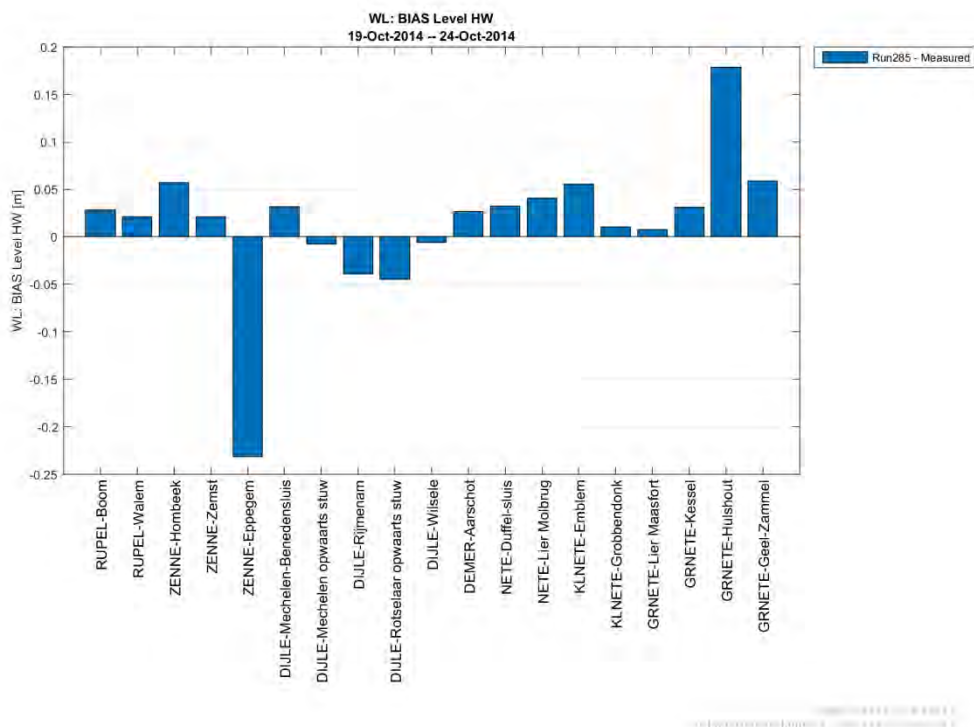
Figuur B 56– bias tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken



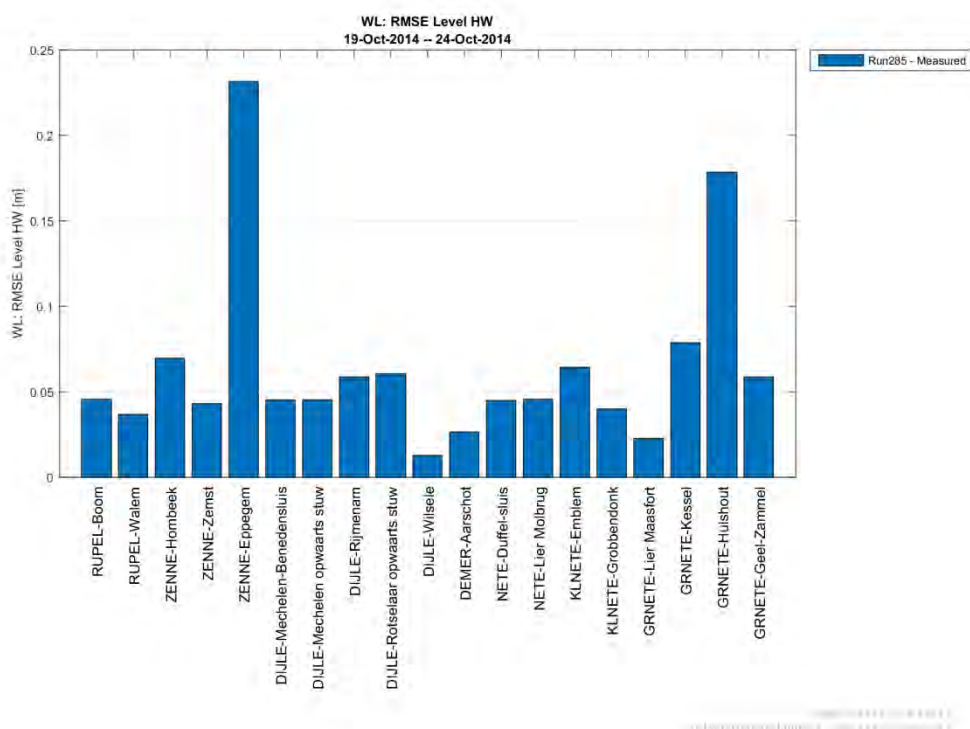
Figuur B 57– RMSE tijdreeksen waterpeilen (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken



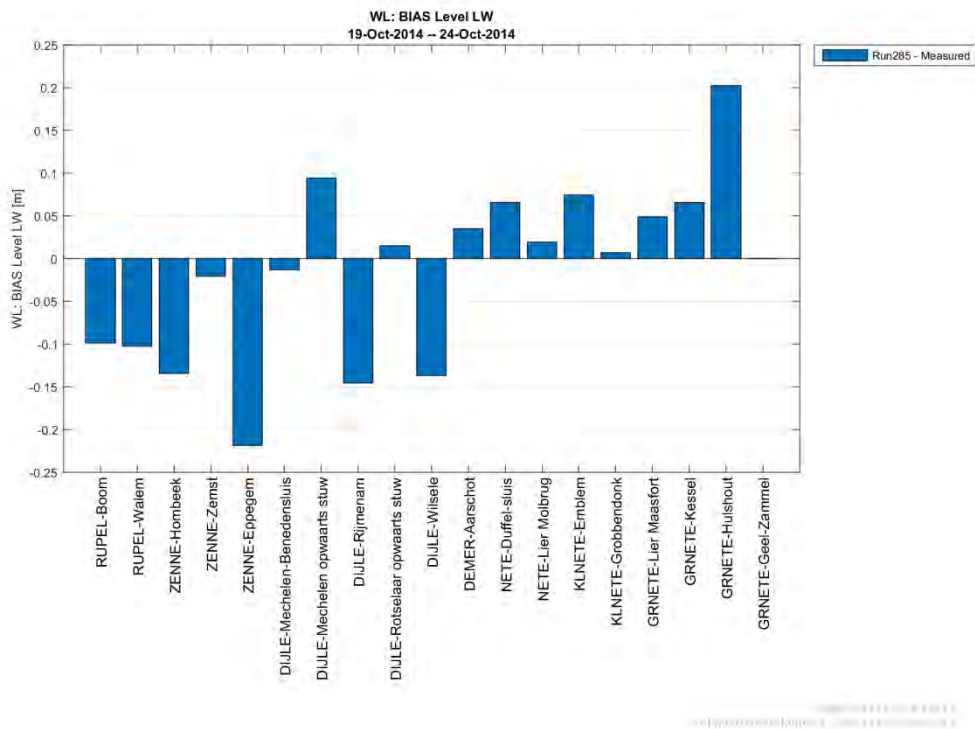
Figuur B 58 – bias hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken



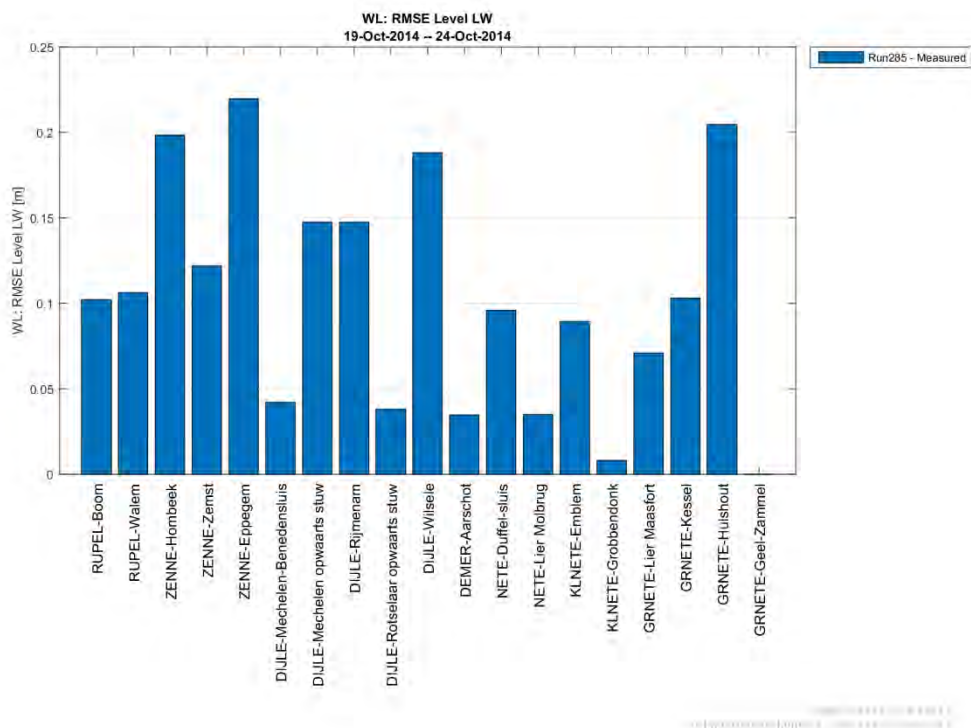
Figuur B 59 – RMSE hoogwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken



Figuur B 60 – bias laagwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken



Figuur B 61 – RMSE laagwaters (model-meting) – okt2014 – Rupelbekken



Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil

Tabel B 3 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – okt2014 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

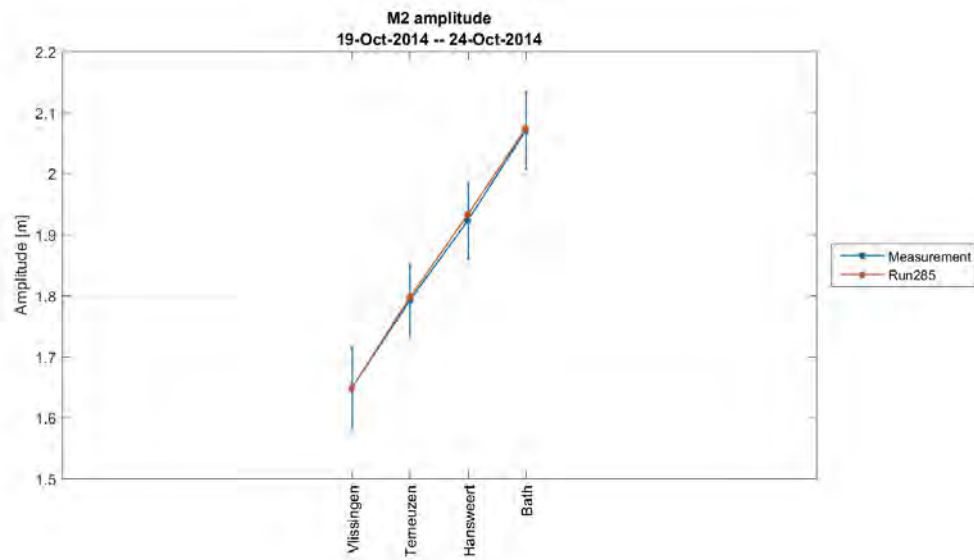
Okt2014							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	
Westerschelde	Vlissingen	1.65	0.07	1.65	0.07	0.00	0.02
	Terneuzen	1.79	0.06	1.80	0.07	0.00	0.06
	Hansweert	1.92	0.06	1.93	0.07	0.01	0.09
	Bath	2.07	0.06	2.07	0.07	0.00	0.08
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	2.08	0.06	2.11	0.07	0.02	0.10
	Zandvliet	2.11	0.07	2.12	0.07	0.01	0.12
	Liefkenshoek	2.15	0.06	2.15	0.07	0.00	0.14
	Kallo	2.18	0.06	2.18	0.07	0.00	0.16
	Antwerpen	2.22	0.06	2.21	0.08	0.00	0.19
	Hemiksem	2.20	0.07	2.25	0.07	0.04	0.20
Boven-Zeeschelde	Temse	2.23	0.07	2.24	0.07	0.02	0.25
	Sint-Amands	2.12	0.06	2.12	0.06	0.00	0.24
	Dendermonde	1.71	0.07	1.74	0.07	0.03	0.22
	Schoonaarde	1.36	0.06	1.36	0.06	0.00	0.21
	Wetteren	1.19	0.06	1.20	0.07	0.01	0.19
	Melle	1.15	0.06	1.17	0.07	0.02	0.21
Durme	Tielrode	2.23	0.07	2.22	0.06	0.01	0.27
	Waasmunster Manta	0.53	0.04	0.43	0.04	0.10	0.30

Tabel B 4 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – okt2014 – Rupelbekken

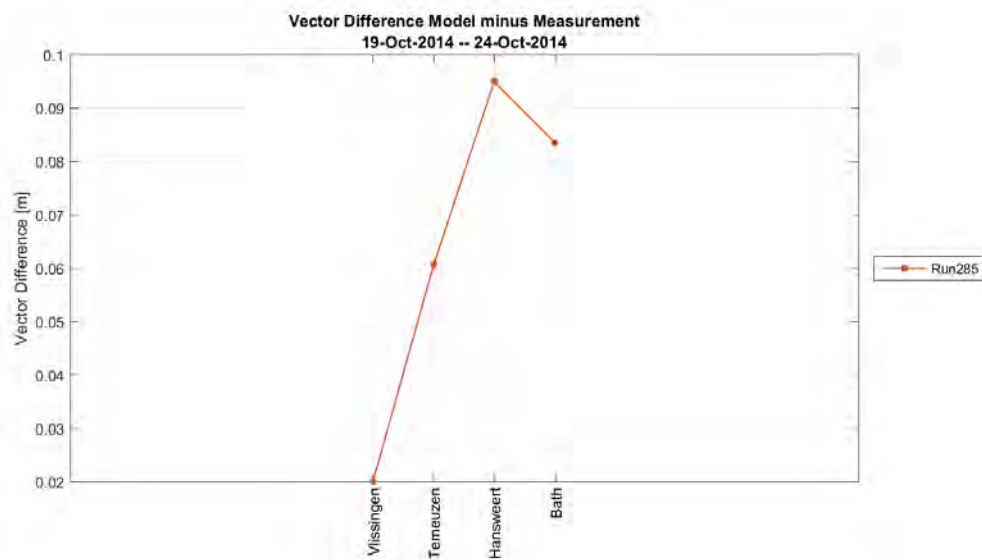
Okt2014							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Verskil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Rupel	Boom	2.21	0.07	2.23	0.06	0.02	0.19
	Walem	2.13	0.06	2.15	0.07	0.02	0.25
Zenne	Hombeek	*	*	*	*	*	*
	Zemst	*	*	*	*	*	*
	Eppegem	*	*	*	*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	1.91	0.06	1.90	0.07	0.01	0.23
	Mechelen opwaarts stuw	0.65	0.06	0.66	0.07	0.01	0.18
	Rijmenam	0.37	0.03	0.40	0.03	0.03	0.19
	Rotselaar opwaarts stuw	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06
	Wilsele	0.03	0.01	0.05	0.01	0.02	0.08
Demer	Aarschot	0.01	0.03	0.01	0.03	0.00	0.05
Beneden-nete	Duffel-sluys	1.78	0.06	1.75	0.06	0.03	0.13
	Lier Molbrug	1.22	0.05	1.20	0.06	0.02	0.11
Kleine Nete	Emblem	0.78	0.04	0.76	0.05	0.02	0.17
	Grobbendonk	0.03	0.01	0.05	0.02	0.02	0.09
Grote Nete	Lier Maasfort	0.94	0.05	0.91	0.06	0.03	0.12
	Kessel	0.63	0.05	0.61	0.04	0.02	0.13
	Hulshout	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
	Geel-Zammel	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.09

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

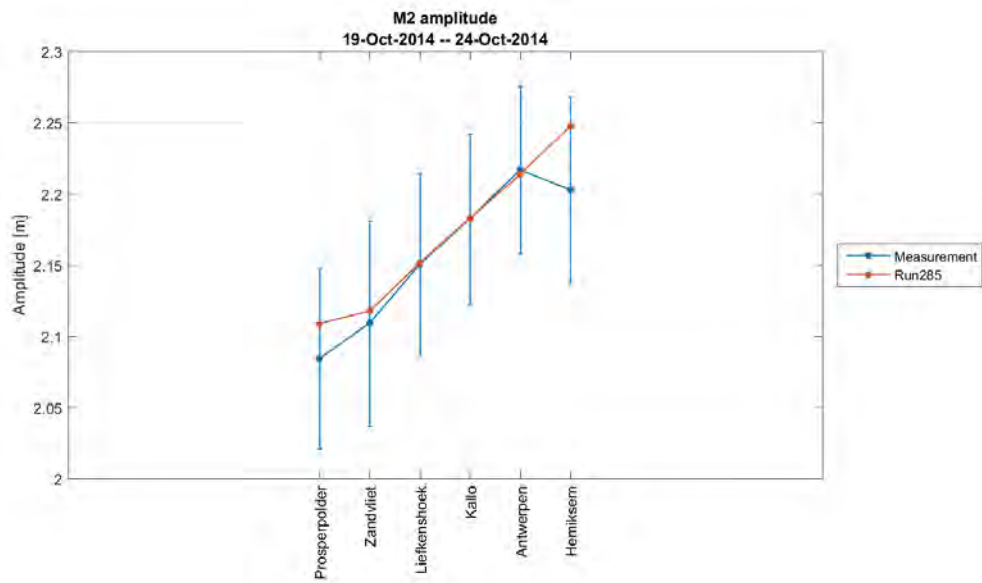
Figuur B 62 – M2 amplitude – okt2014 - Westerschelde



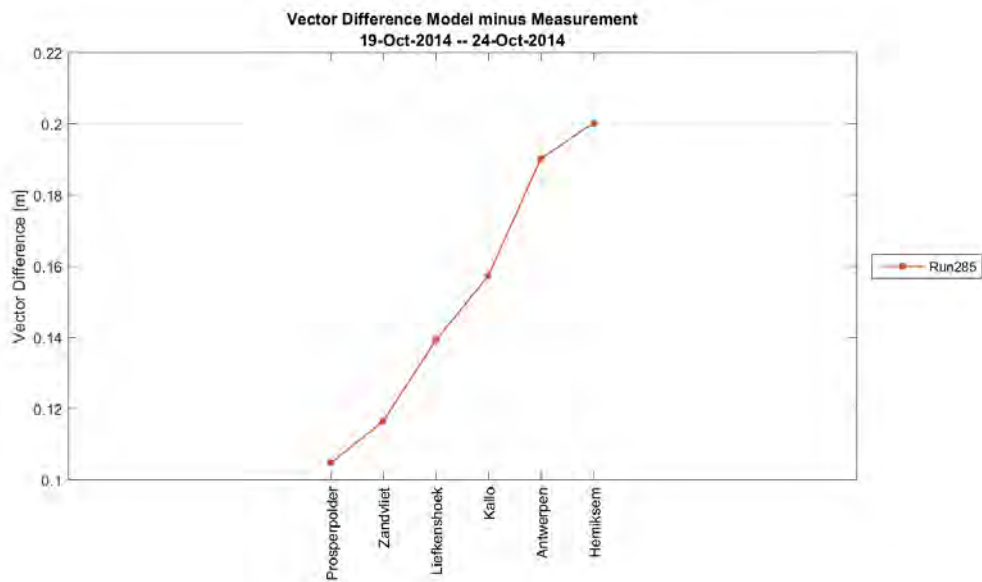
Figuur B 63 - Vectorieel verschil – okt2014 - Westerschelde



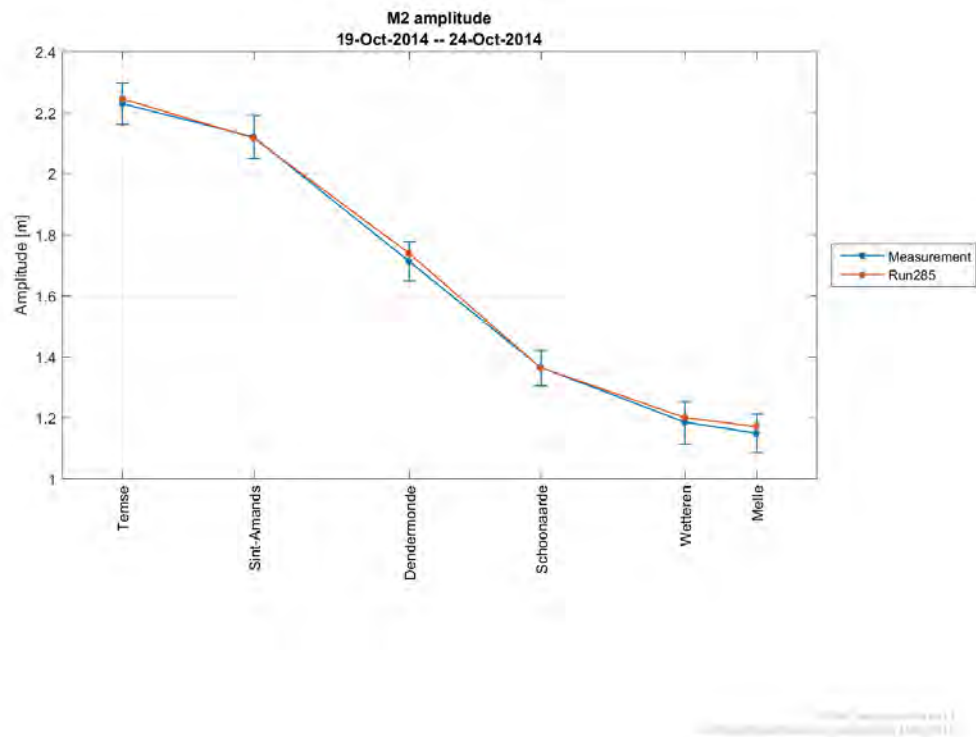
Figuur B 64 - M2 amplitude – okt2014 – Beneden-Zeeschelde



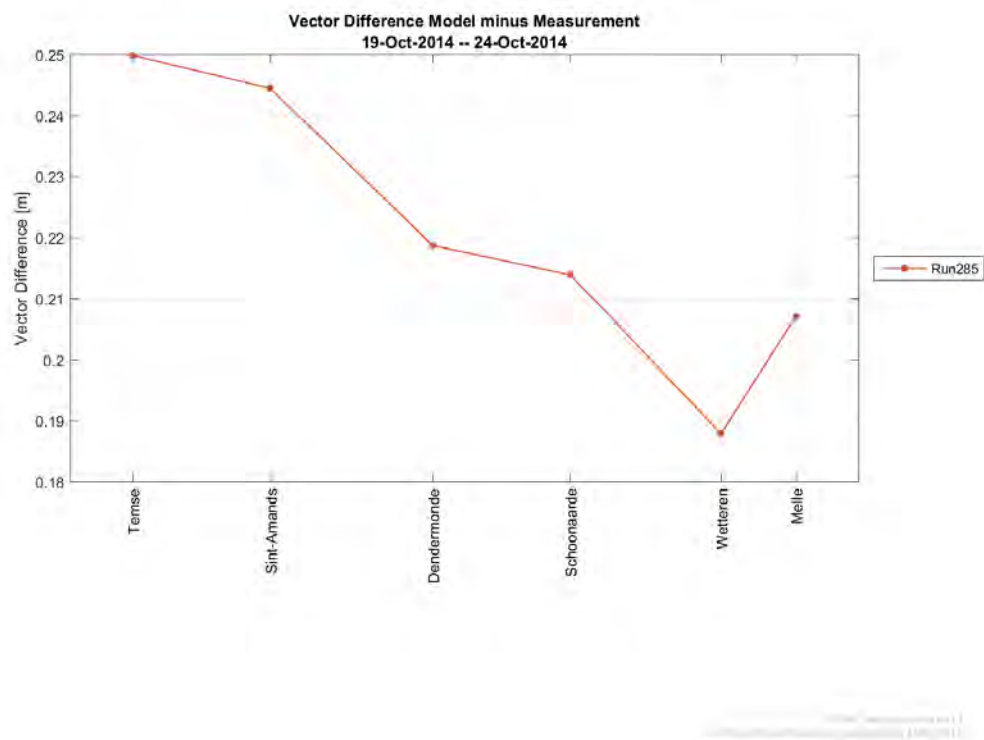
Figuur B 65 - Vectorieel verschil – okt2014 - Beneden-Zeeschelde



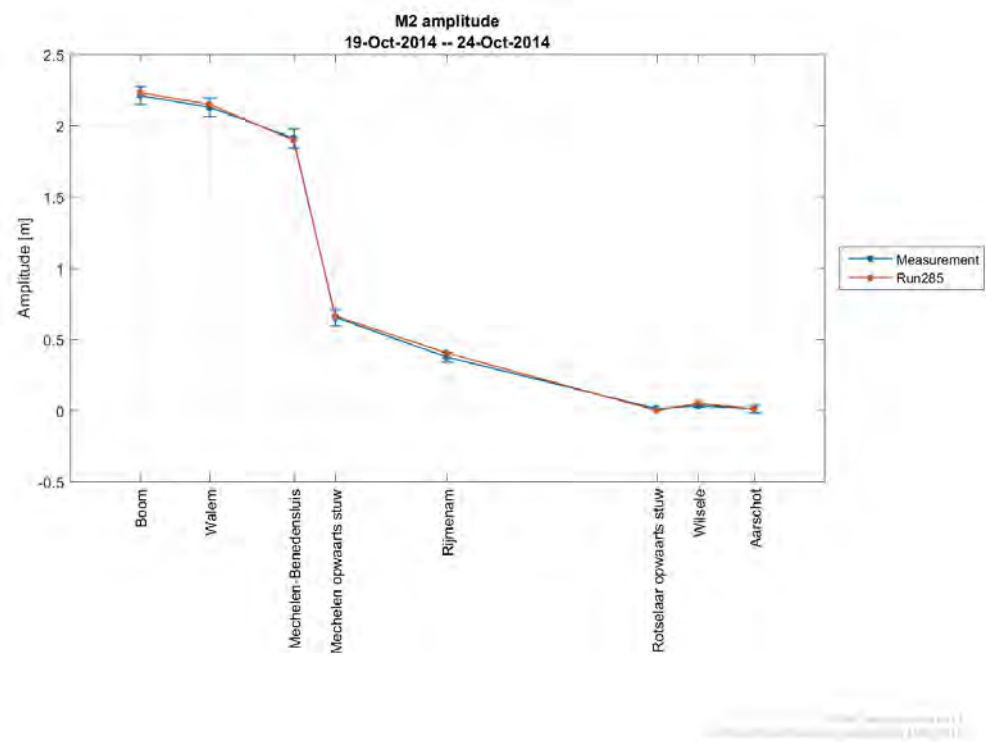
Figuur B 66 - M2 amplitude – okt2014 – Boven-Zeeschelde



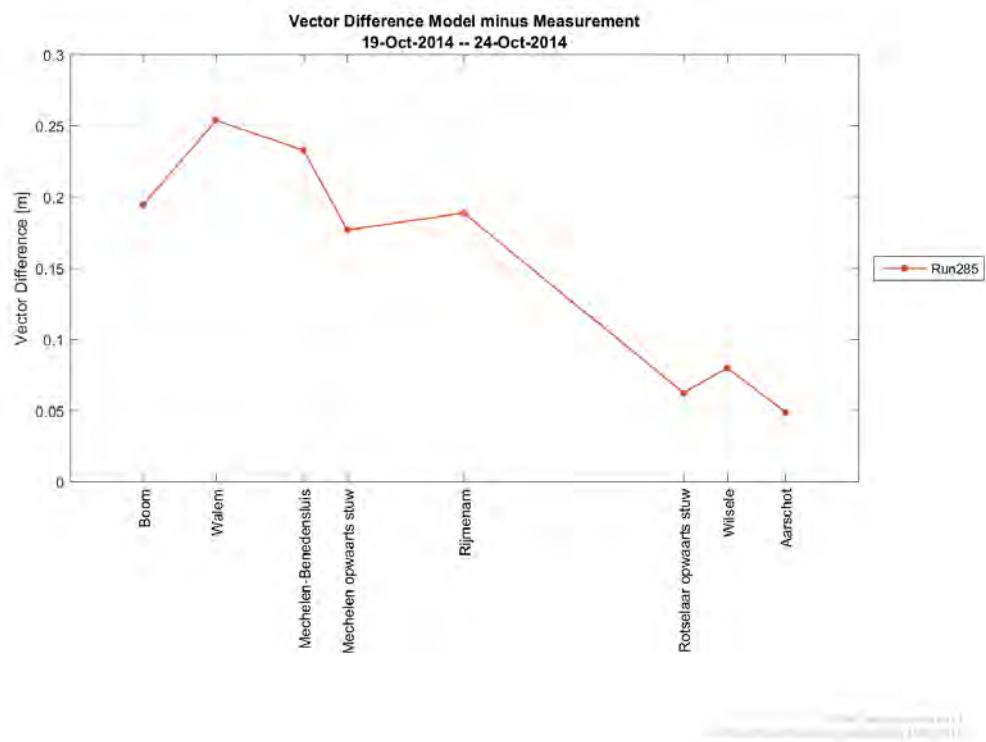
Figuur B 67 - Vectorieel verschil – okt2014 - Boven-Zeeschelde



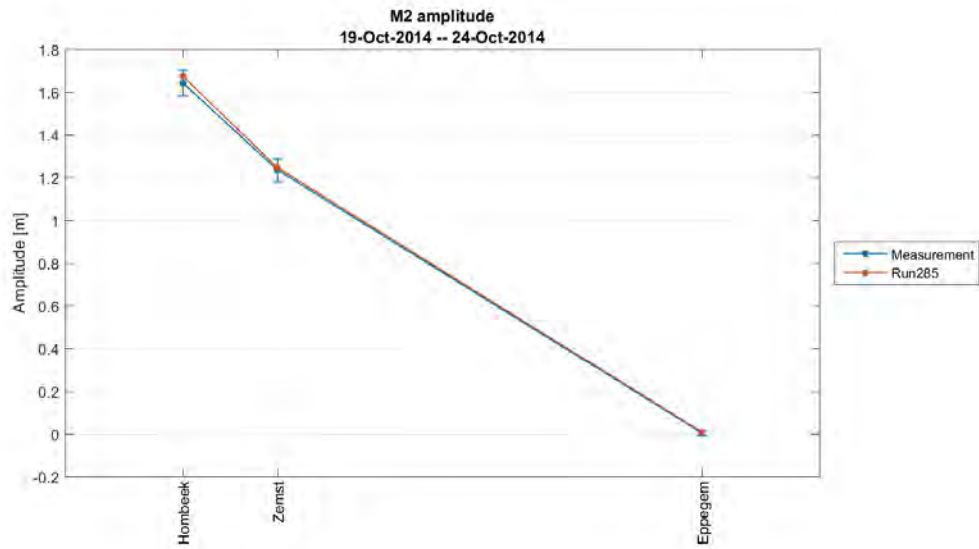
Figuur B 68 - M2 amplitude – okt2014 – Rupel-Dijle-Demer



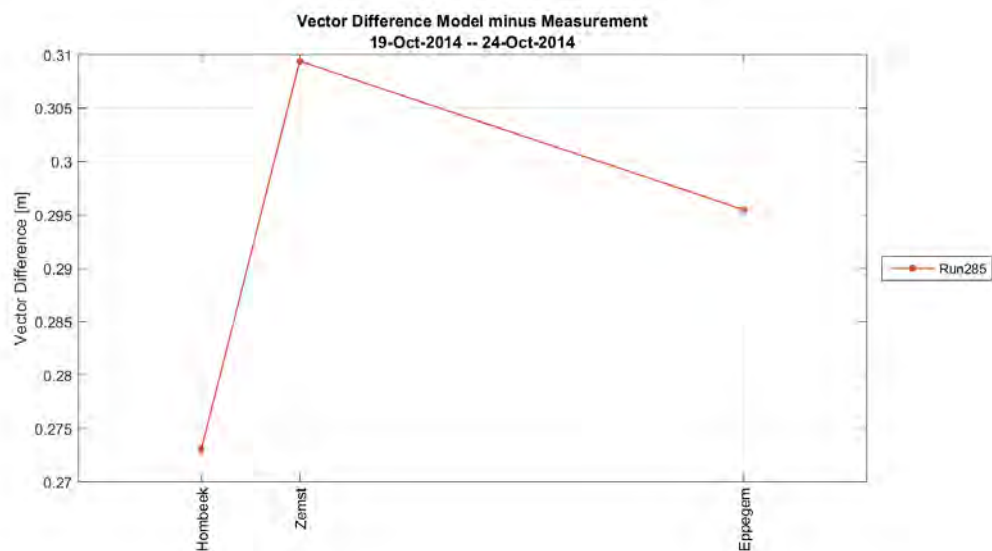
Figuur B 69 - Vectorieel verschil – okt2014 - Rupel-Dijle-Demer



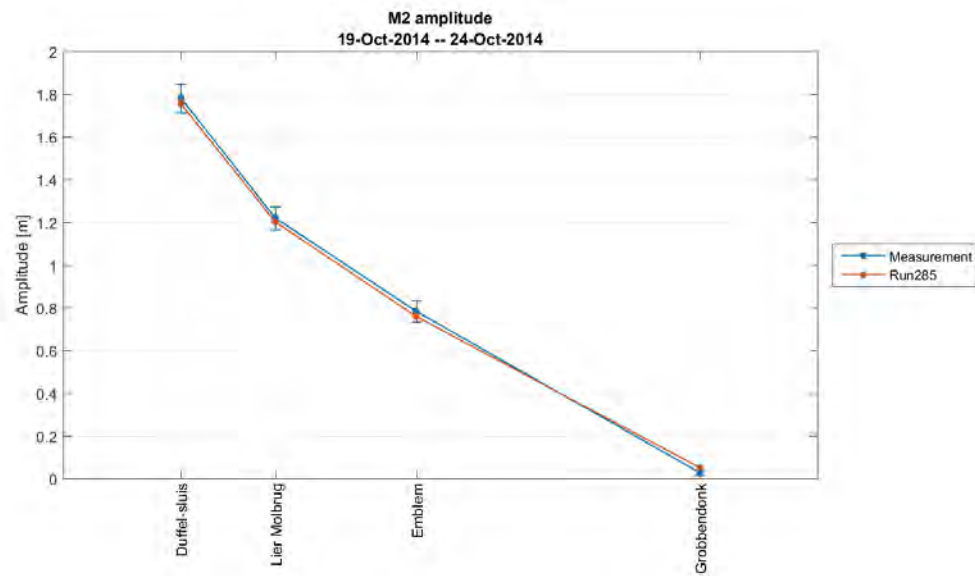
Figuur B 70 - M2 amplitude – okt2014 – Zenne



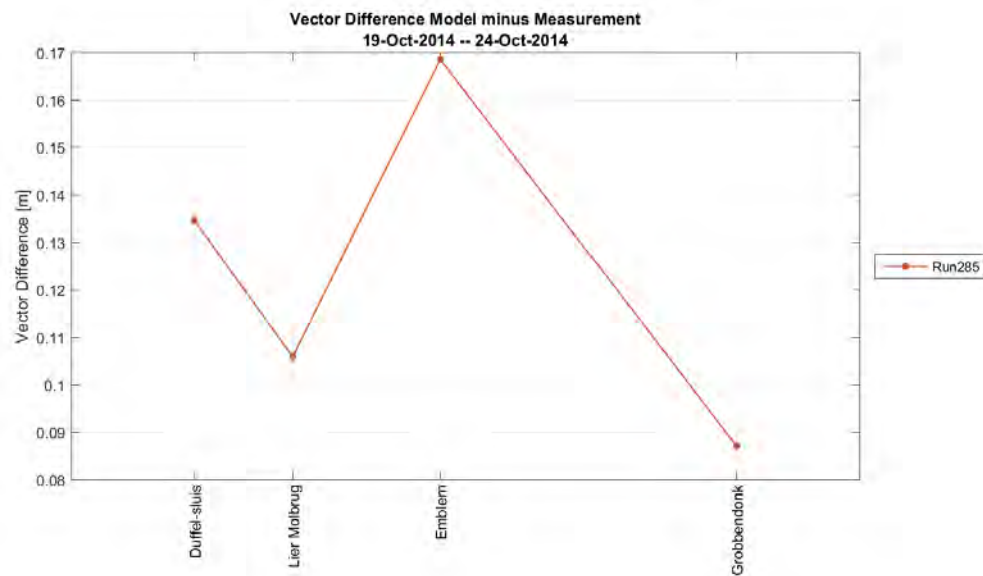
Figuur B 71 - Vectorieel verschil – okt2014 - Zenne



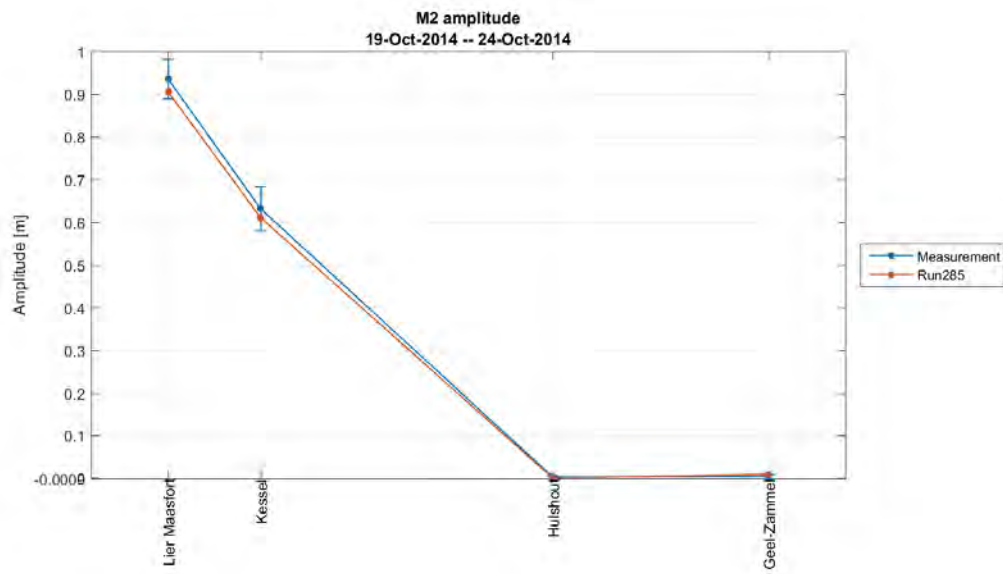
Figuur B 72 - M2 amplitude – okt2014 – Kleine Nete



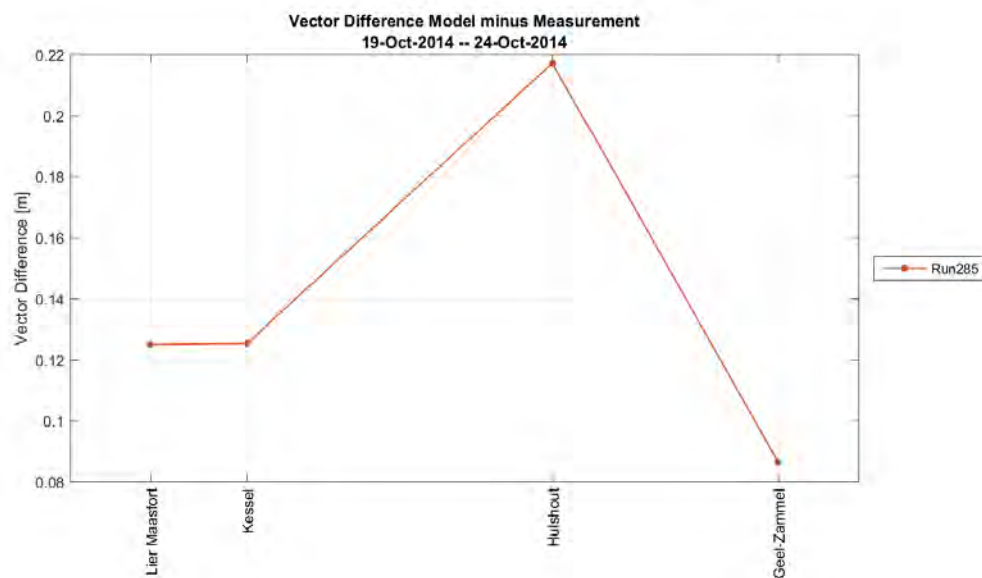
Figuur B 73 - Vectorieel verschil – okt2014 - Kleine Nete



Figuur B 74 - M2 amplitude – okt2014 – Grote Nete



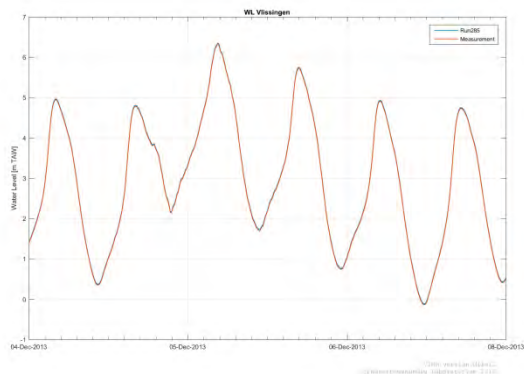
Figuur B 75 - Vectorieel verschil – okt2014 - Grote Nete



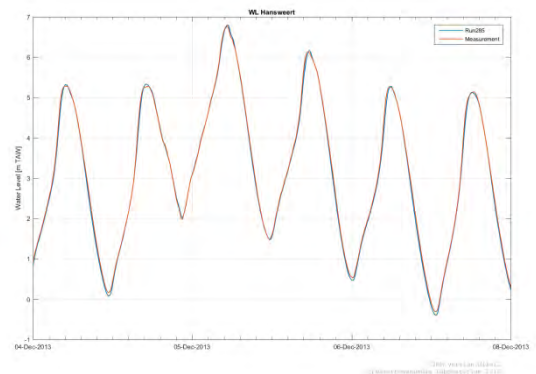
BIJLAGE C MODELRESULTATEN DEC2013 - STORM

Tijdreeksen

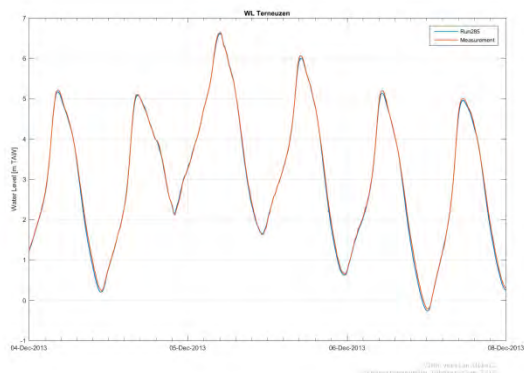
Figuur C 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Vlissingen



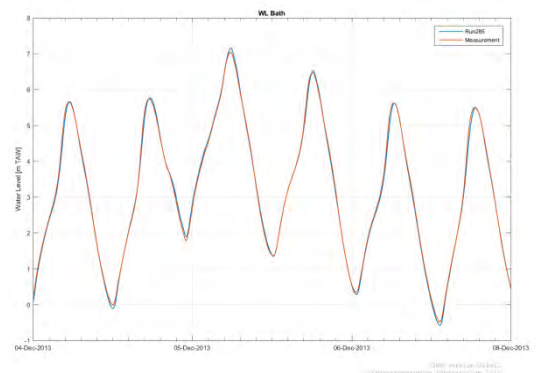
Figuur C 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Hansweert



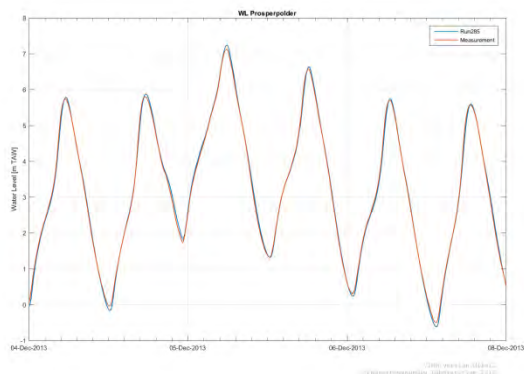
Figuur C 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Terneuzen



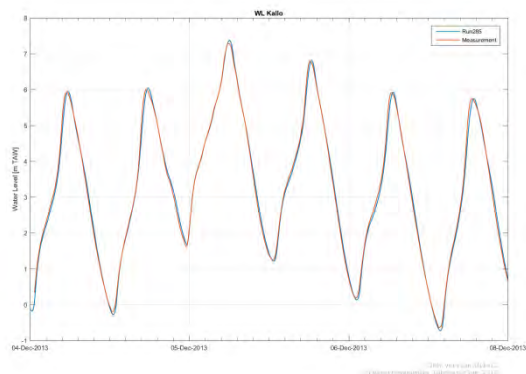
Figuur C 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Bath



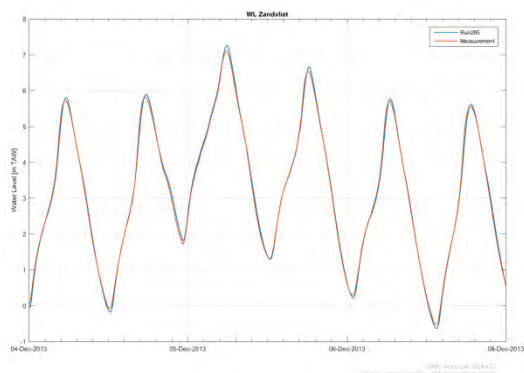
Figuur C 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Prosperpolder



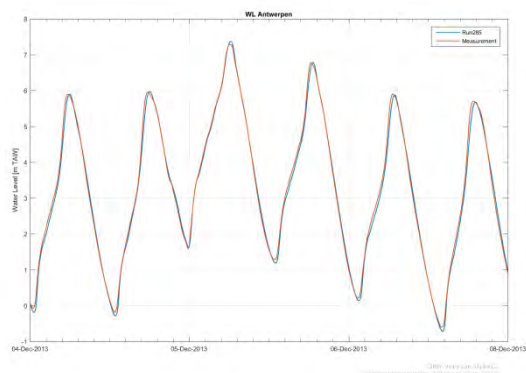
Figuur C 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Kallo



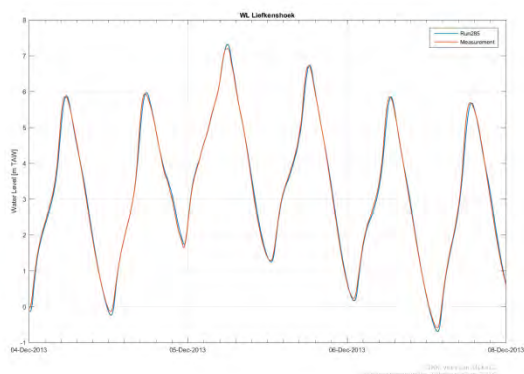
Figuur C 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Zandvliet



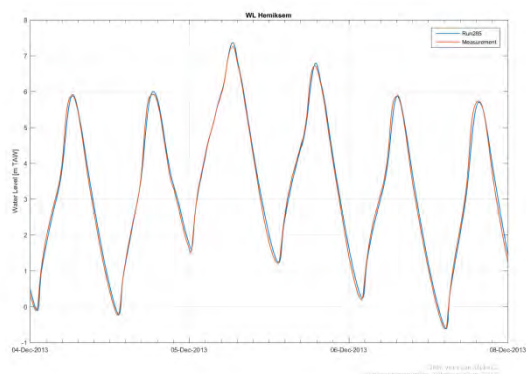
Figuur C 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Antwerpen



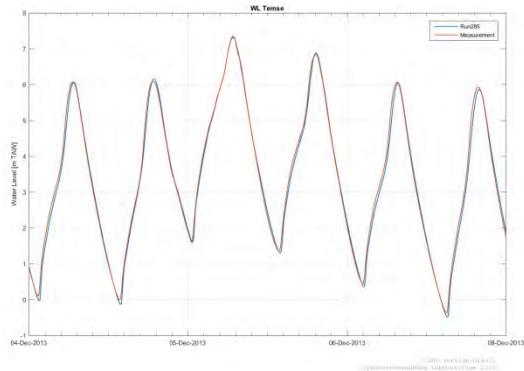
Figuur C 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Liefkenshoek



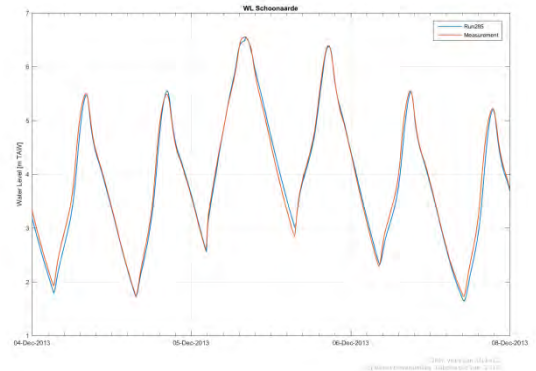
Figuur C 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Hemiksem



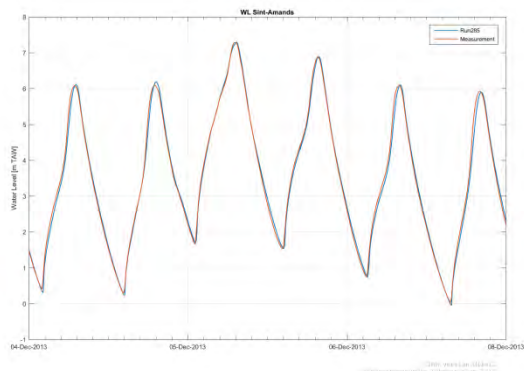
Figuur C 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Temse



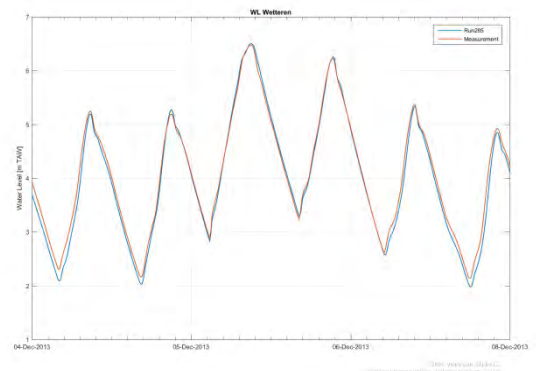
Figuur C 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Schoonaarde



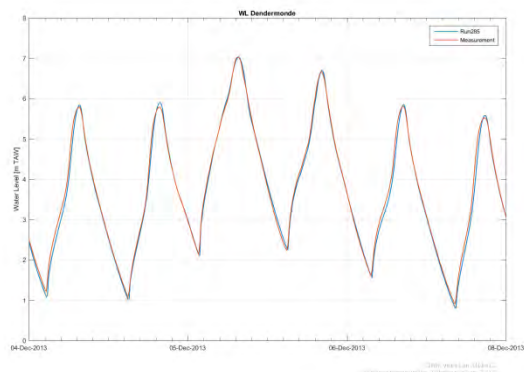
Figuur C 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Sint-Amands



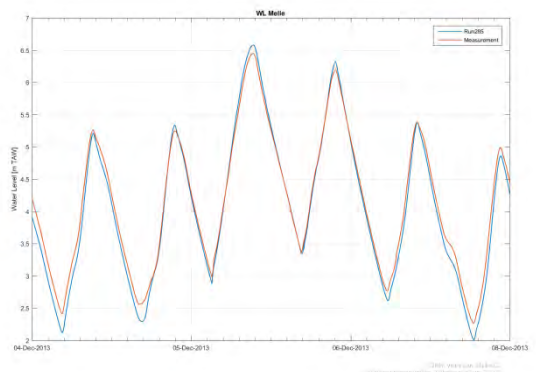
Figuur C 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Wetteren



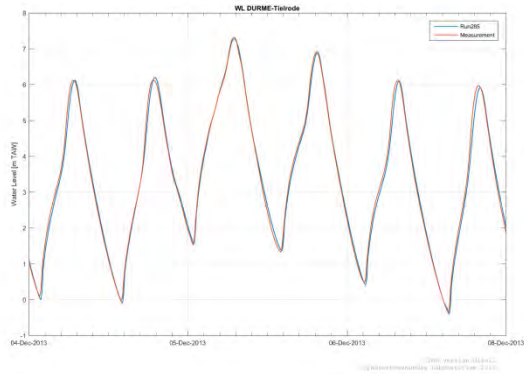
Figuur C 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Dendermonde



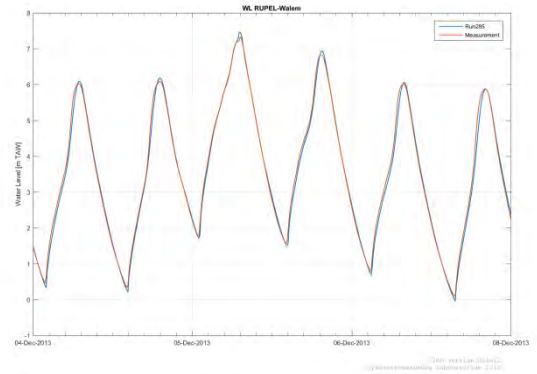
Figuur C 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Melle



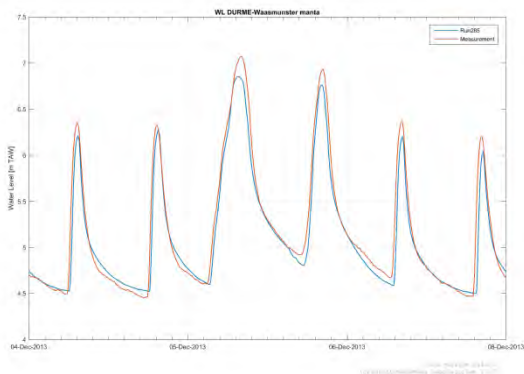
Figuur C 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Tielrode



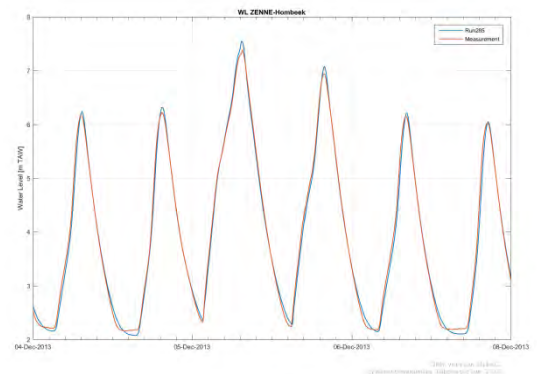
Figuur C 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Walem



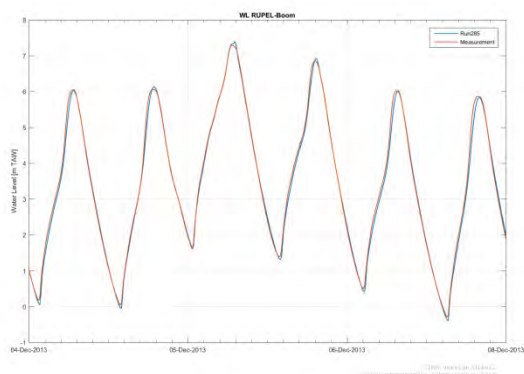
Figuur C 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Waasmunster Manta



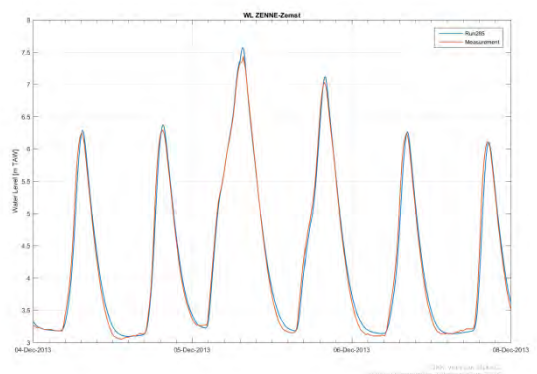
Figuur C 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Hombeek



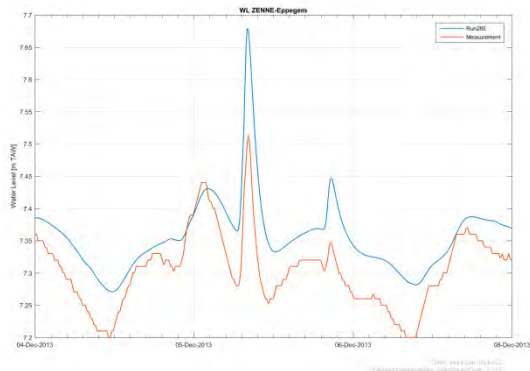
Figuur C 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Boom



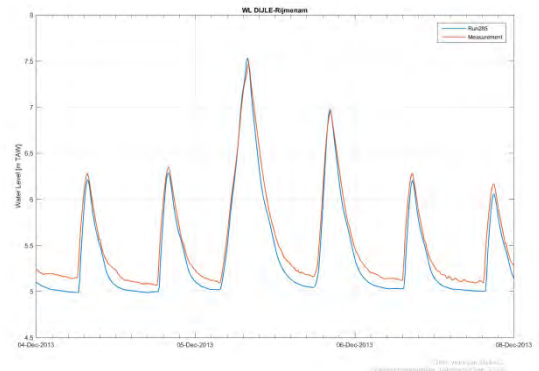
Figuur C 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Zemst



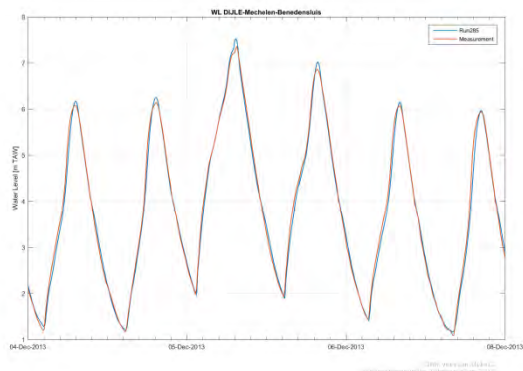
Figuur C 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Eppegem



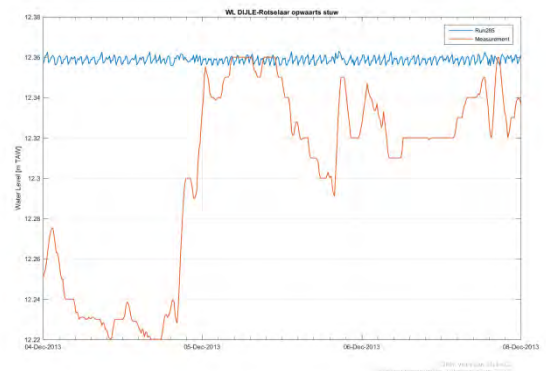
Figuur C 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Rijmenam



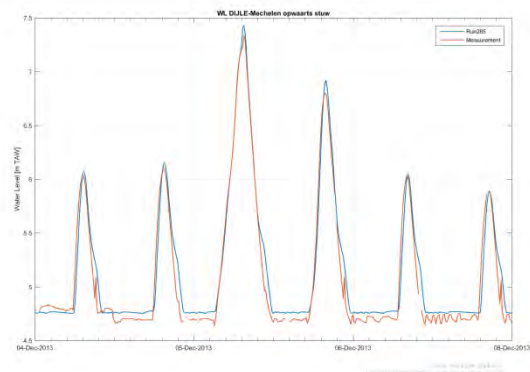
Figuur C 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Mechelen-Benedensluis



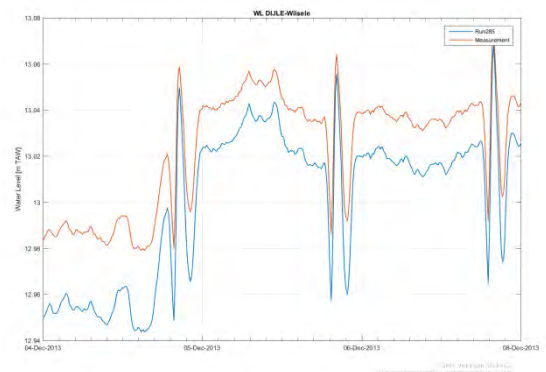
Figuur C 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Rotselaar opwaarts stuw



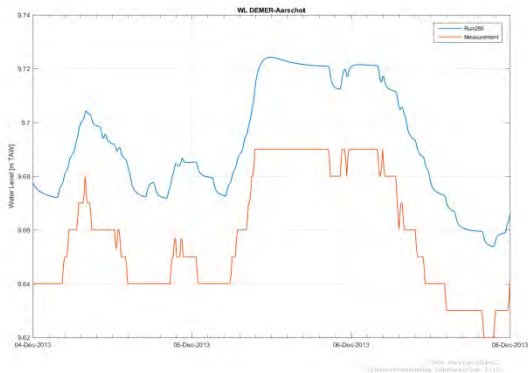
Figuur C 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Mechelen opwaarts stuw



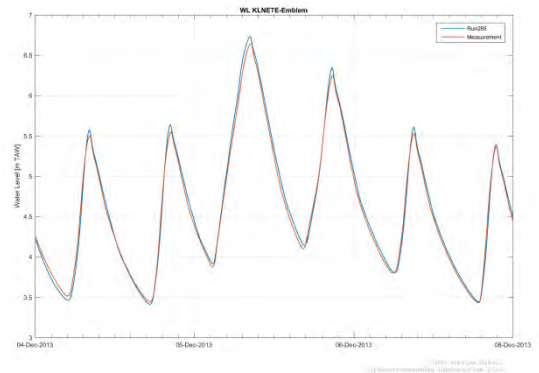
Figuur C 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Wilsele



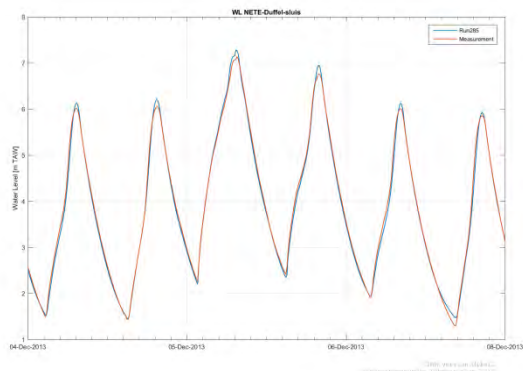
Figuur C 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Aarschot



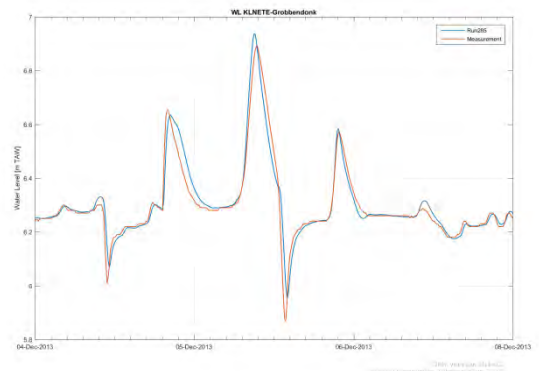
Figuur C 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Emblem



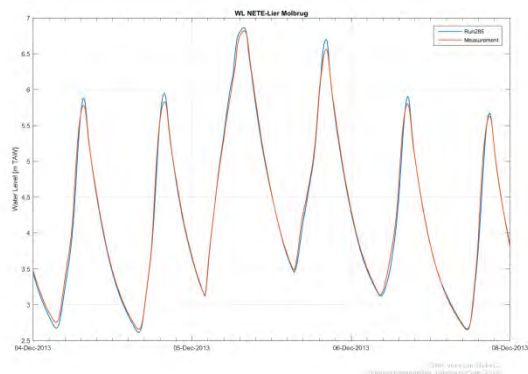
Figuur C 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Duffel-sluis



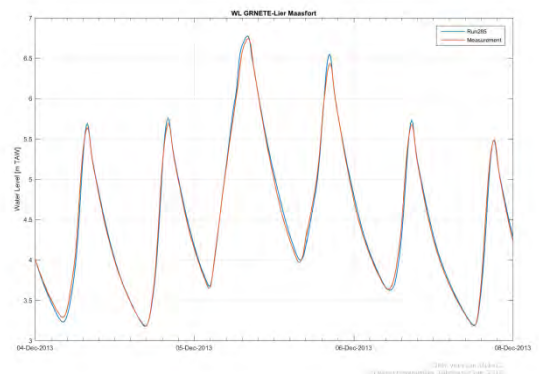
Figuur C 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Grobbendonk



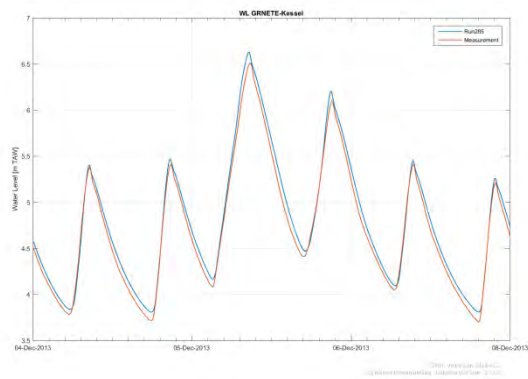
Figuur C 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Lier Molbrug



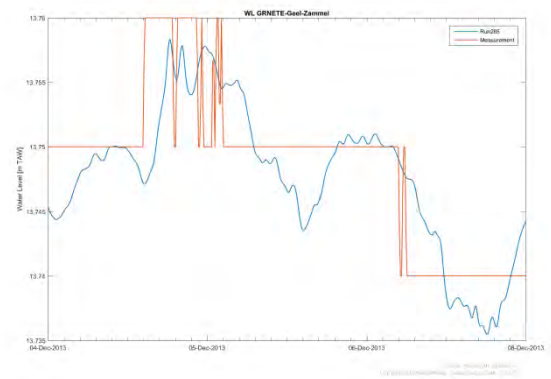
Figuur C 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Lier Maasfort



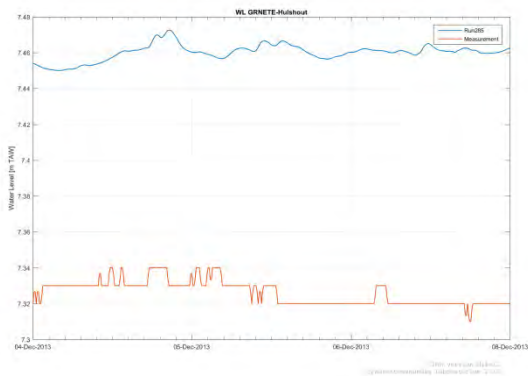
Figuur C 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Kessel



Figuur C 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 – Geel-Zammel



Figuur C 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
dec2013 - Hulshout



Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW

Tabel C 1 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – dec2013 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

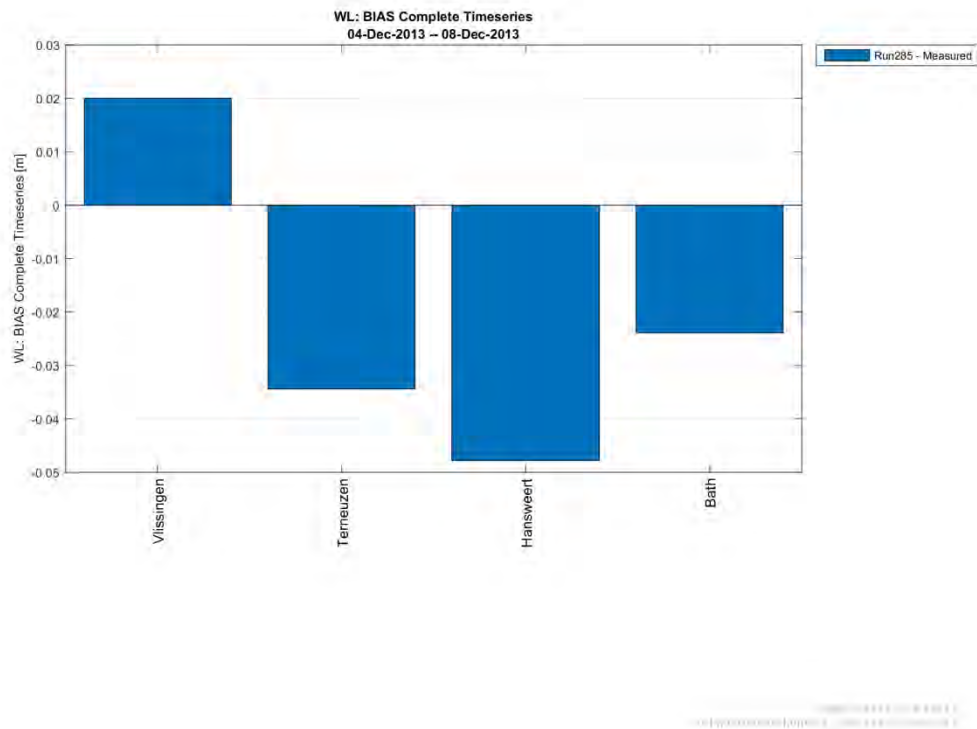
Dec2013							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Terneuzen	-0.03	0.06	-0.05	0.05	-0.01	0.03
	Hansweert	-0.05	0.08	0.03	0.04	-0.04	0.06
	Bath	-0.02	0.08	0.03	0.05	-0.02	0.08
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	0.00	0.08	0.06	0.07	-0.04	0.10
	Zandvliet	0.01	0.09	0.09	0.10	-0.04	0.08
	Liefkenshoek	-0.02	0.10	0.03	0.05	-0.04	0.08
	Kallo	-0.02	0.12	0.03	0.04	-0.04	0.07
	Antwerpen	-0.05	0.13	0.01	0.03	-0.08	0.10
	Hemiksem	0.02	0.16	0.05	0.07	0.01	0.02
Boven-Zeeschelde	Temse	-0.05	0.15	0.02	0.04	-0.10	0.11
	Sint-Amands	-0.02	0.14	0.04	0.05	-0.05	0.06
	Dendermonde	-0.06	0.12	0.05	0.06	-0.07	0.09
	Schoonaarde	-0.05	0.13	0.00	0.04	0.00	0.10
	Wetteren	-0.08	0.13	0.01	0.05	-0.10	0.14
	Melle	-0.10	0.16	0.06	0.09	-0.20	0.23
Durme	Tielrode	-0.03	0.15	0.00	0.04	-0.05	0.07
	Waasmunster Manta	-0.07	0.16	-0.22	0.22	-0.01	0.08

Tabel C 2 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – dec2013 – Rupelbekken

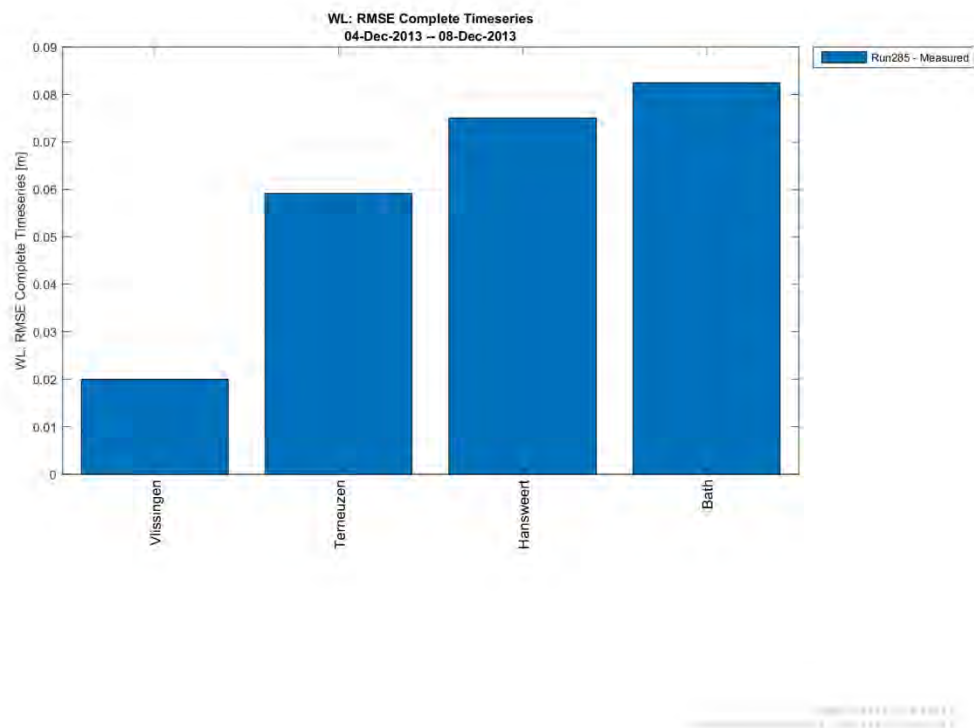
Dec2013							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Rupel	Boom	-0.05	0.13	0.05	0.06	-0.10	0.10
	Walem	-0.05	0.14	0.09	0.09	-0.11	0.12
Zenne	Hombeek	*	*	0.11	0.11	*	*
	Zemst	*	*	0.09	0.09	*	*
	Eppegem	*	*	0.07	0.10	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	-0.04	0.13	0.12	0.13	0.02	0.05
	Mechelen opwaarts stuw	0.05	0.13	0.05	0.06	0.05	0.08
	Rijmenam	-0.12	0.13	-0.01	0.06	-0.12	0.12
	Rotselaar opwaarts stuw	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09
	Wilsele	-0.02	0.02	-0.02	0.02	-0.03	0.03
Demer	Aarschot	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Benedennete	Duffel-sluis	-0.04	0.09	0.15	0.15	0.03	0.09
	Lier Molbrug	-0.02	0.07	0.10	0.10	-0.03	0.04
Kleine Nete	Emblem	0.02	0.06	0.09	0.09	0.00	0.03
	Grobbendonk	0.00	0.04	0.01	0.03	0.05	0.06
Grote Nete	Lier Maasfort	0.00	0.06	0.07	0.07	-0.01	0.03
	Kessel	0.07	0.09	0.11	0.11	0.07	0.08
	Hulshout	0.13	0.13	0.13	0.13	0.00	0.00
	Geel-Zammel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.
~~**~~ : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille verouderde bathymetrie in het model.

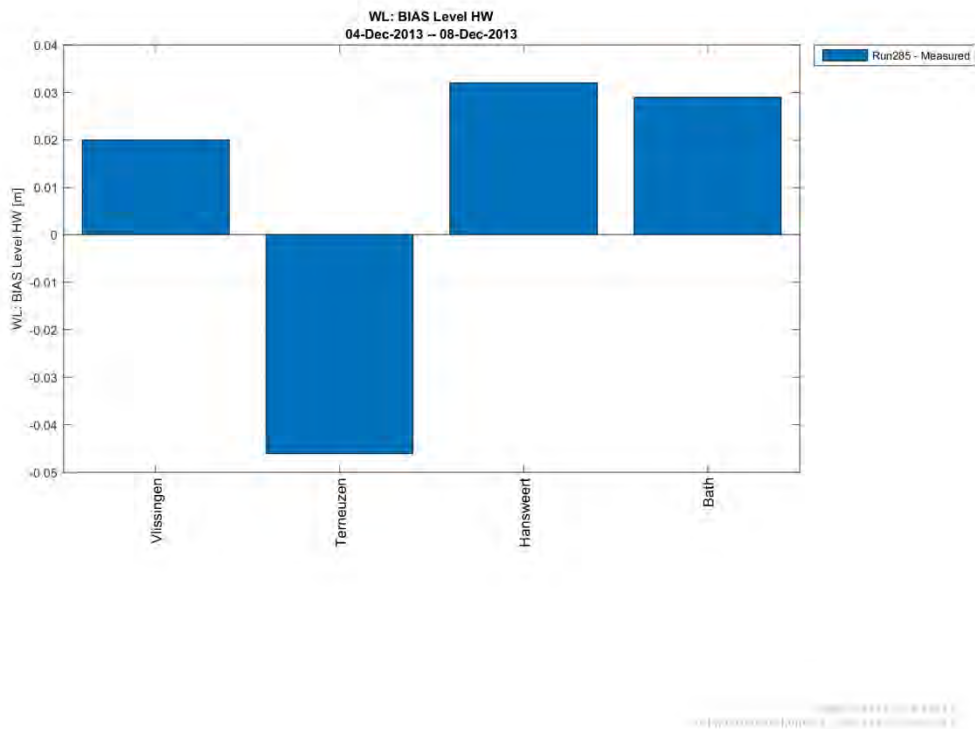
Figuur C 38 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 - Westerschelde



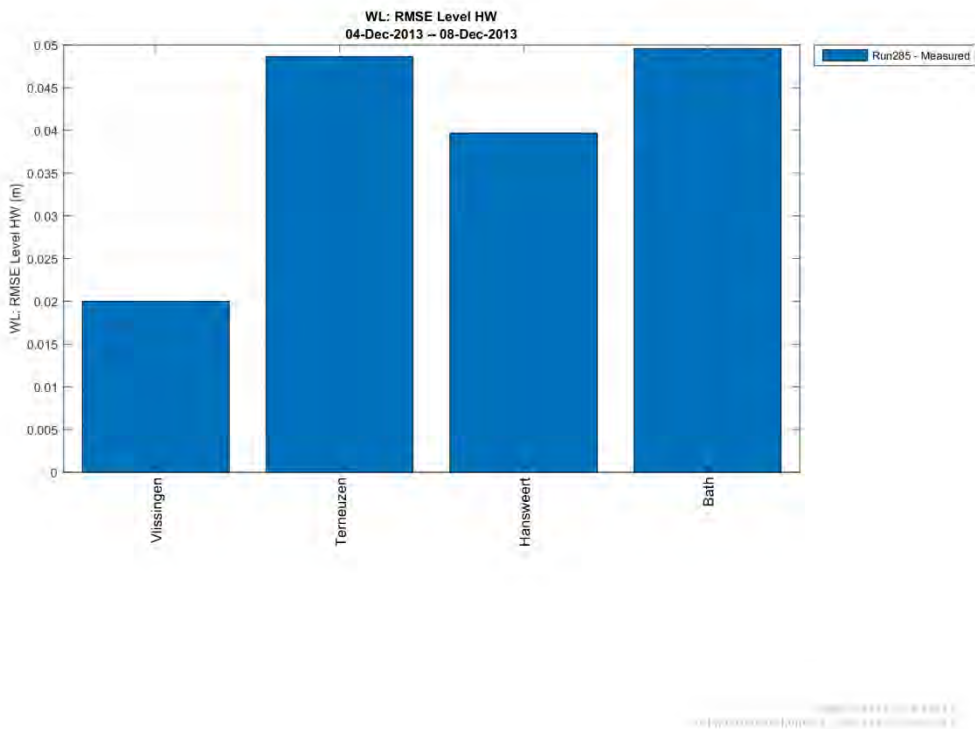
Figuur C 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 - Westerschelde



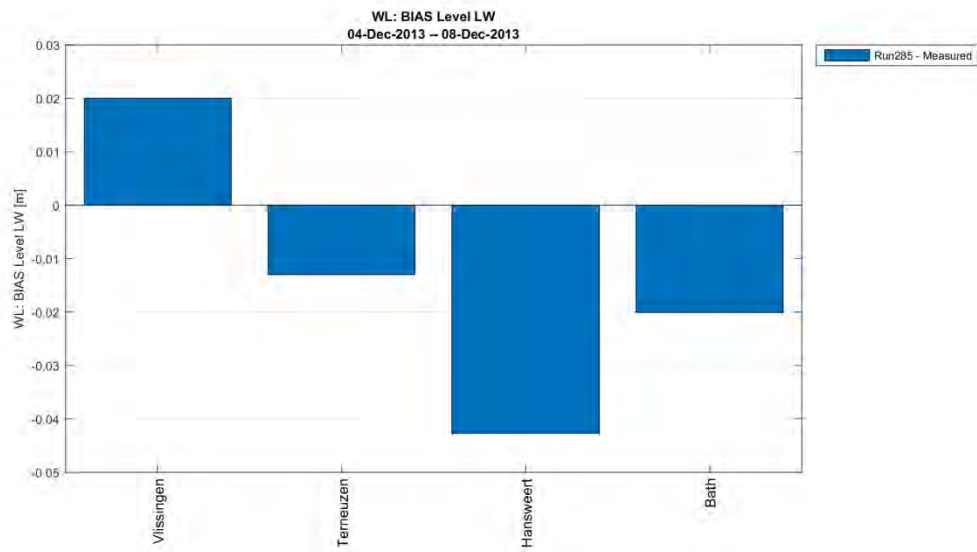
Figuur C 40 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde



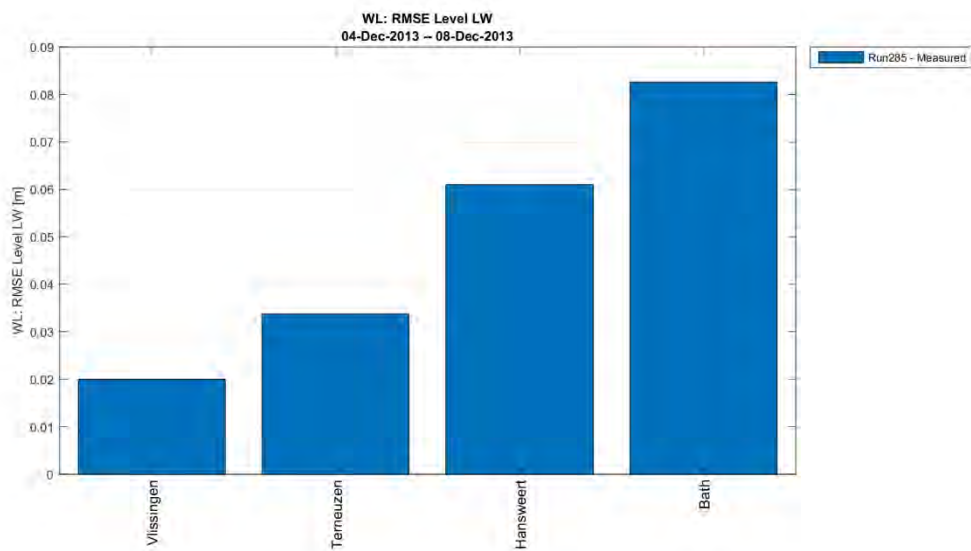
Figuur C 41 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde



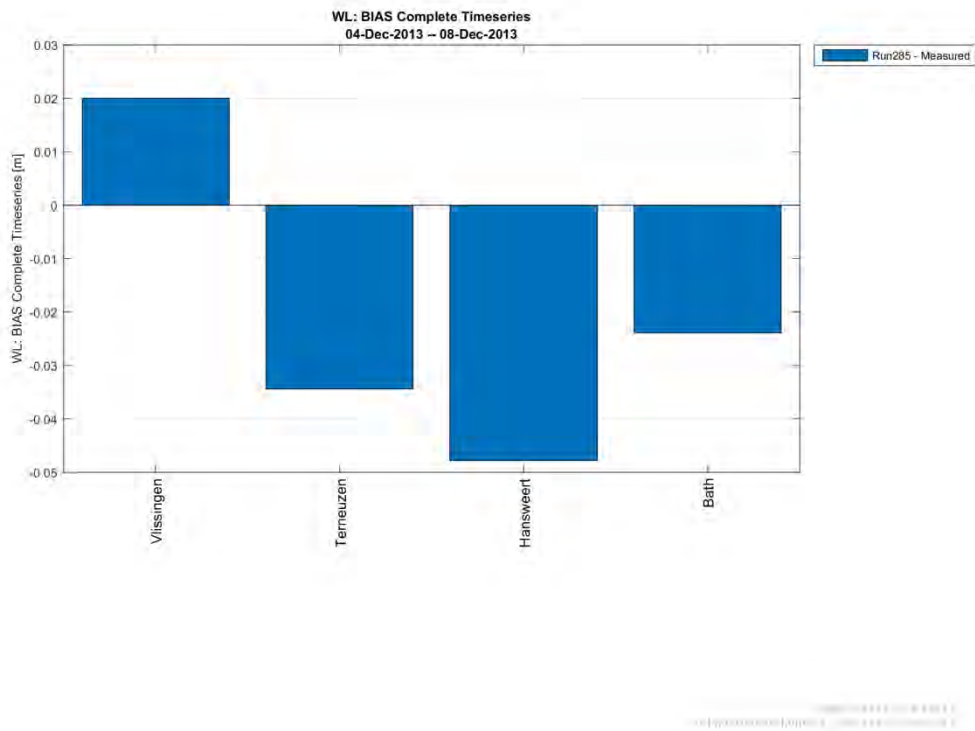
Figuur C 42– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde



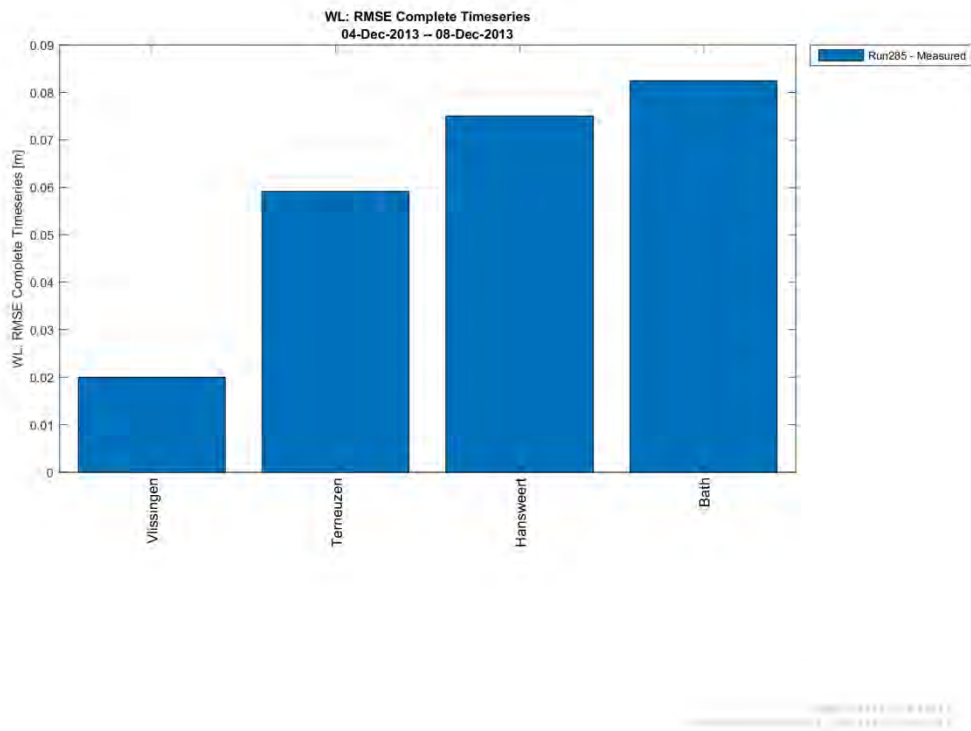
Figuur C 43 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Westerschelde



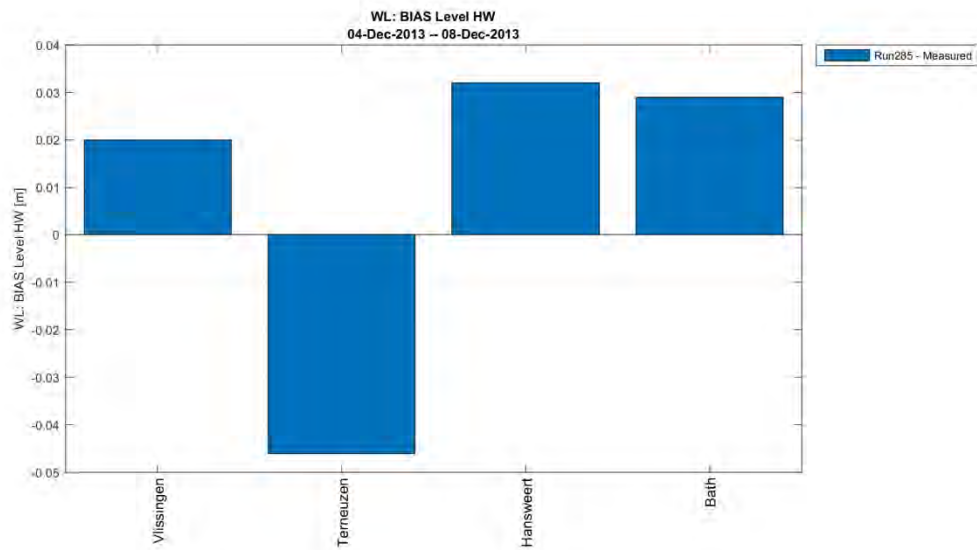
Figuur C 44 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde



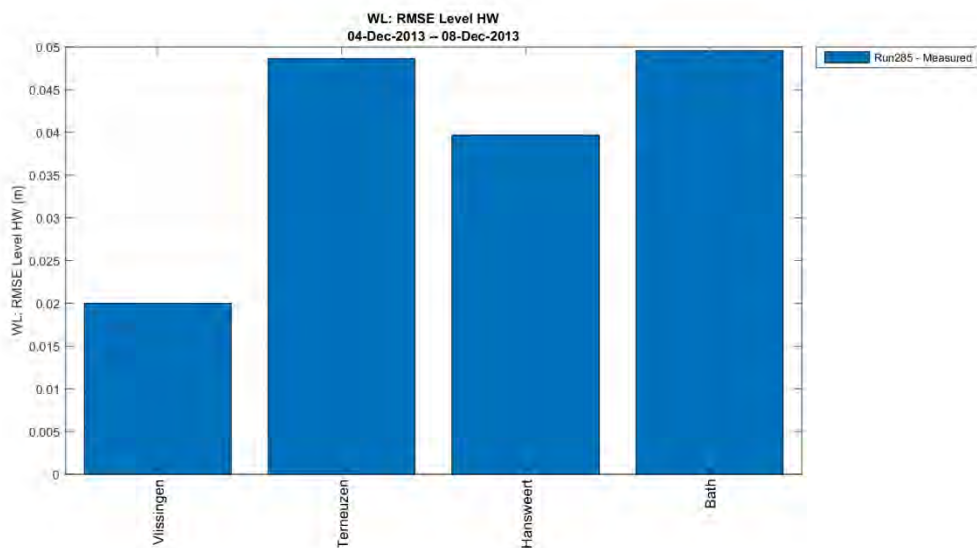
Figuur C 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde



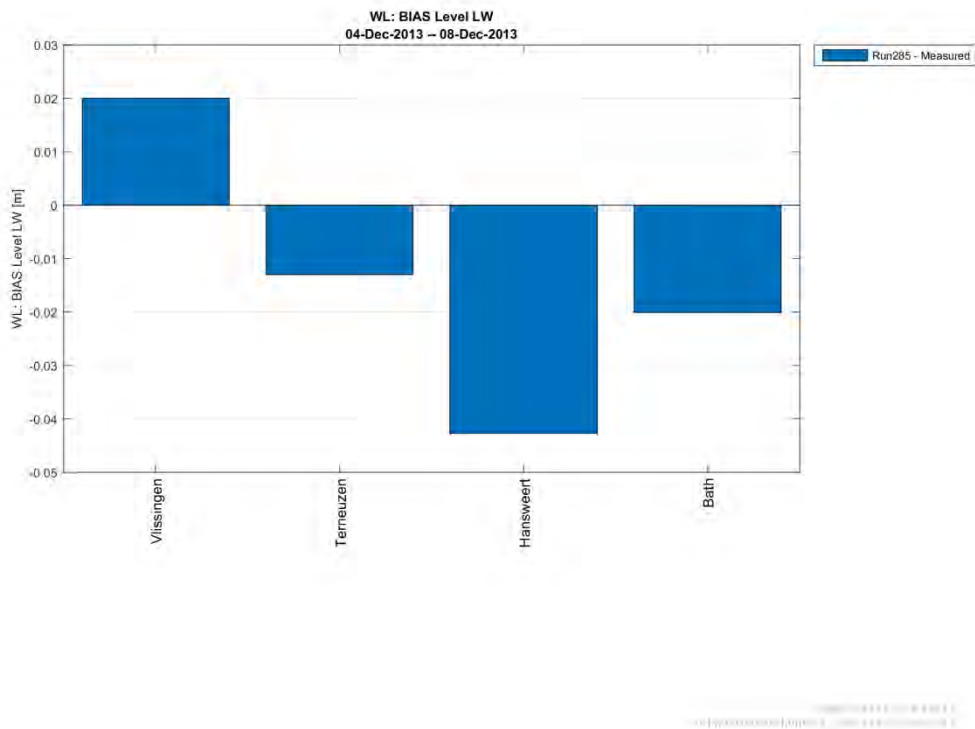
Figuur C 46 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde



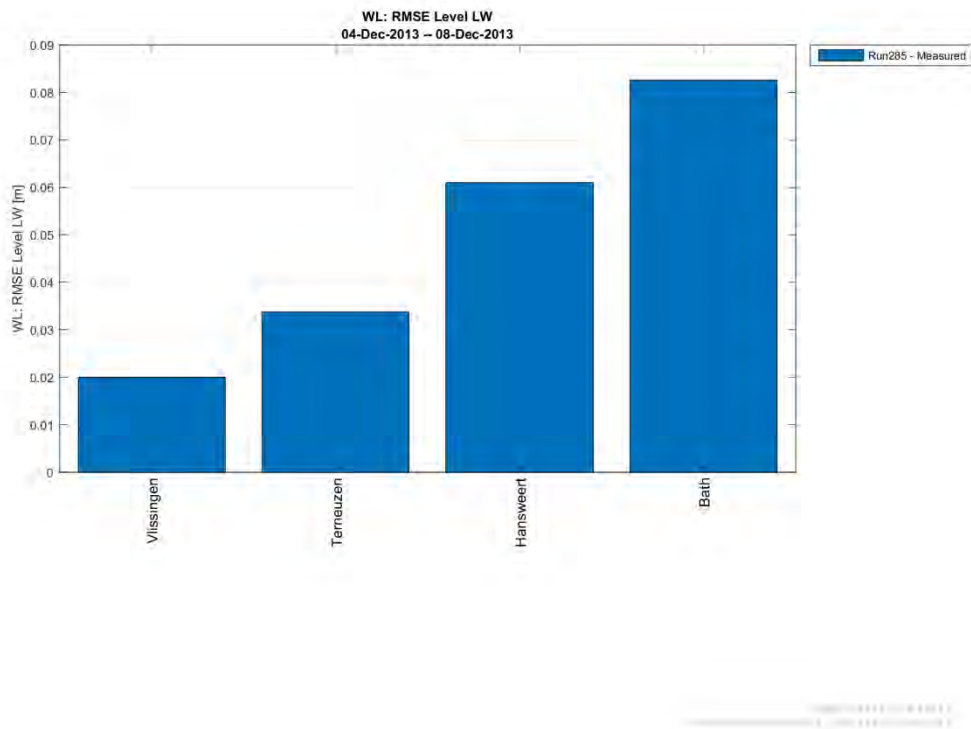
Figuur C 47 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde



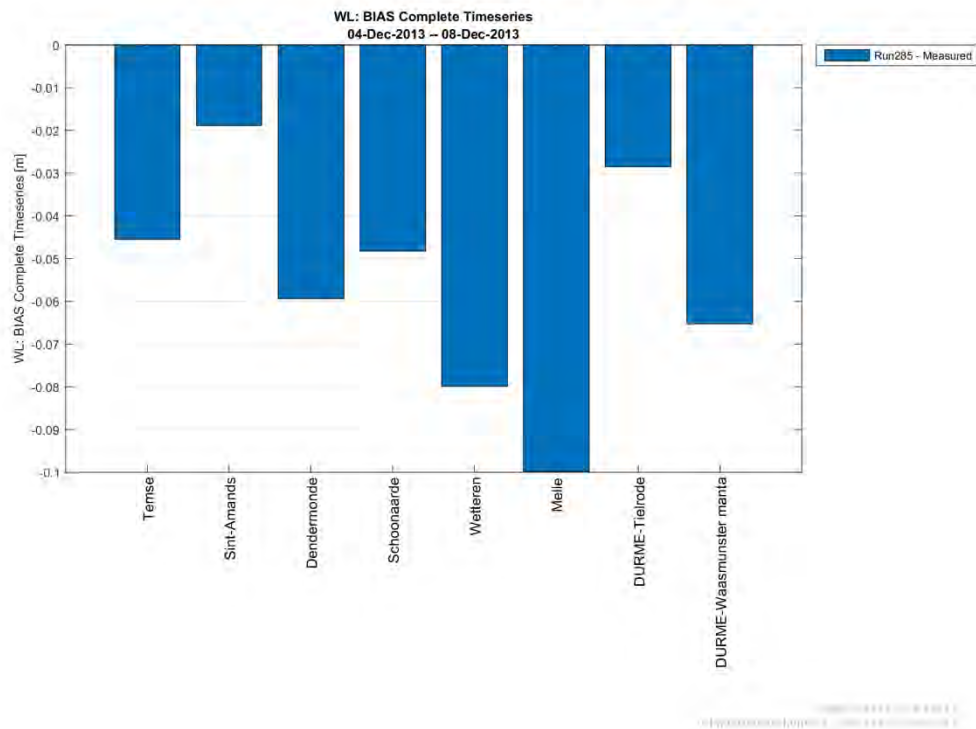
Figuur C 48– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde



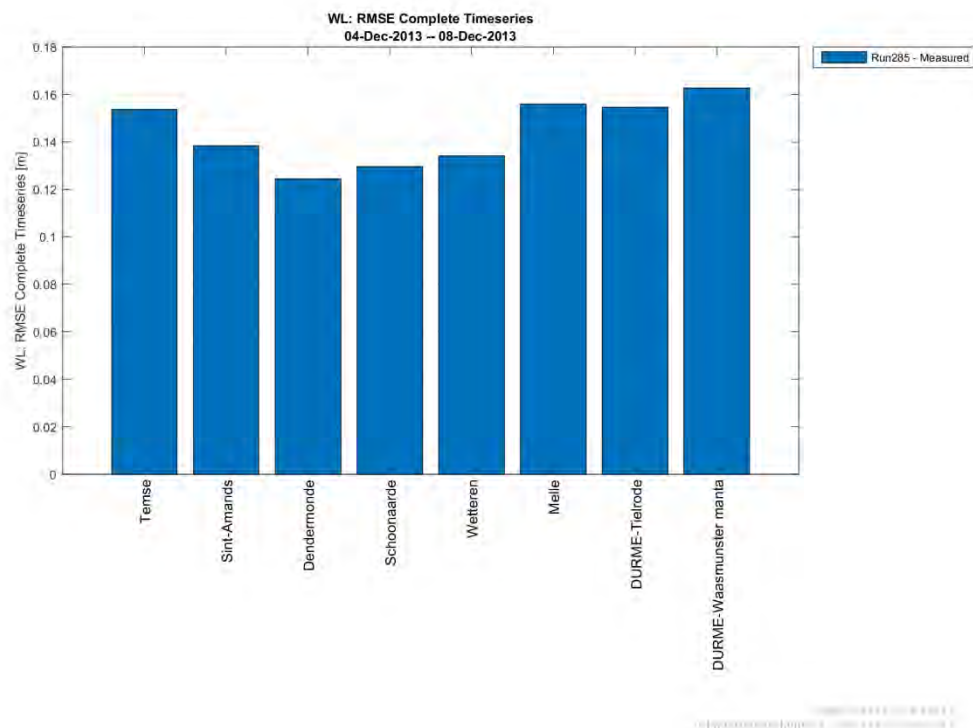
Figuur C 49 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Beneden-Zeeschelde



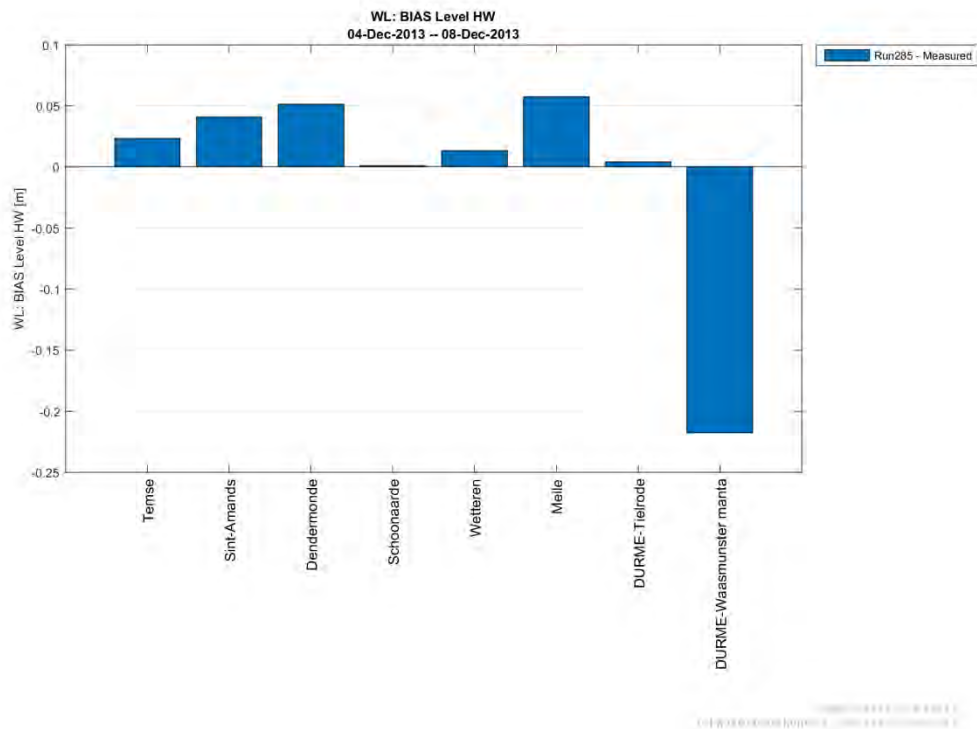
Figuur C 50 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme



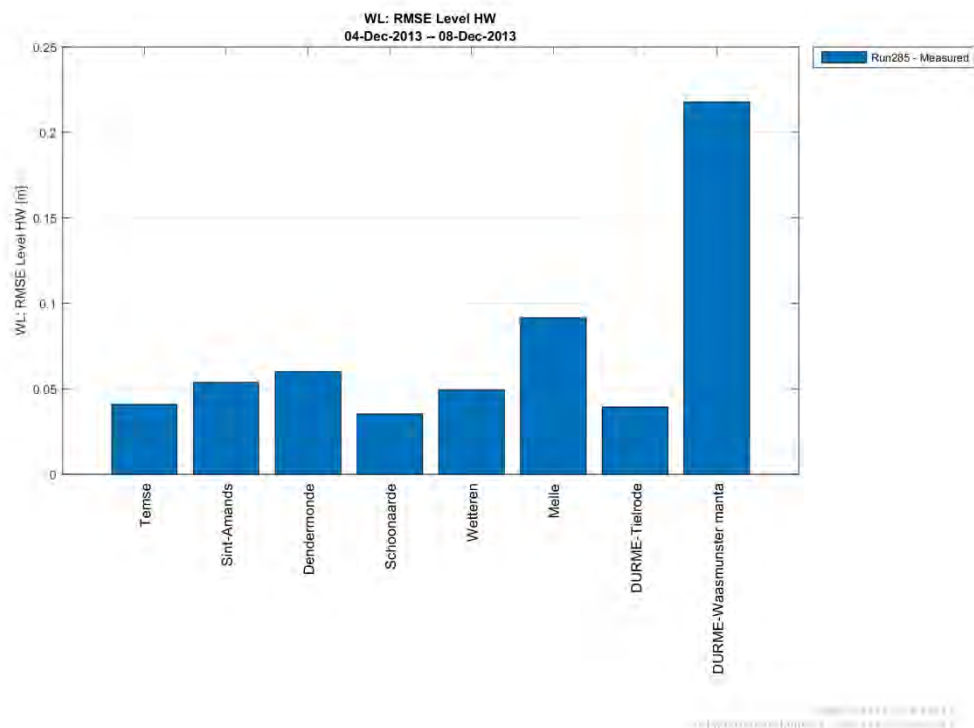
Figuur C 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme



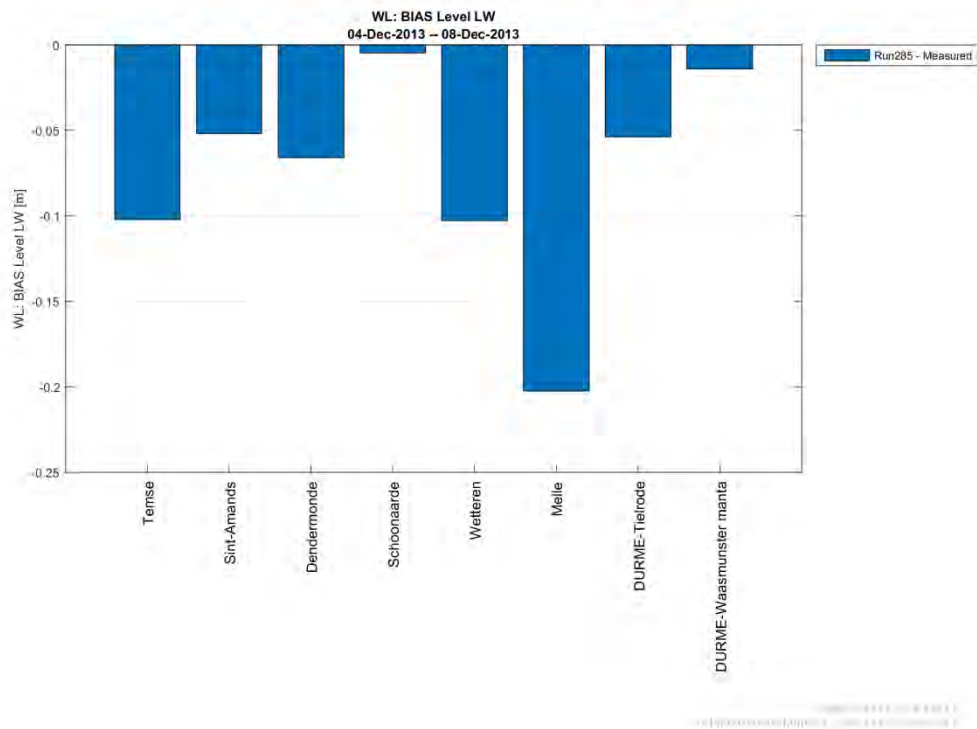
Figuur C 52 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme



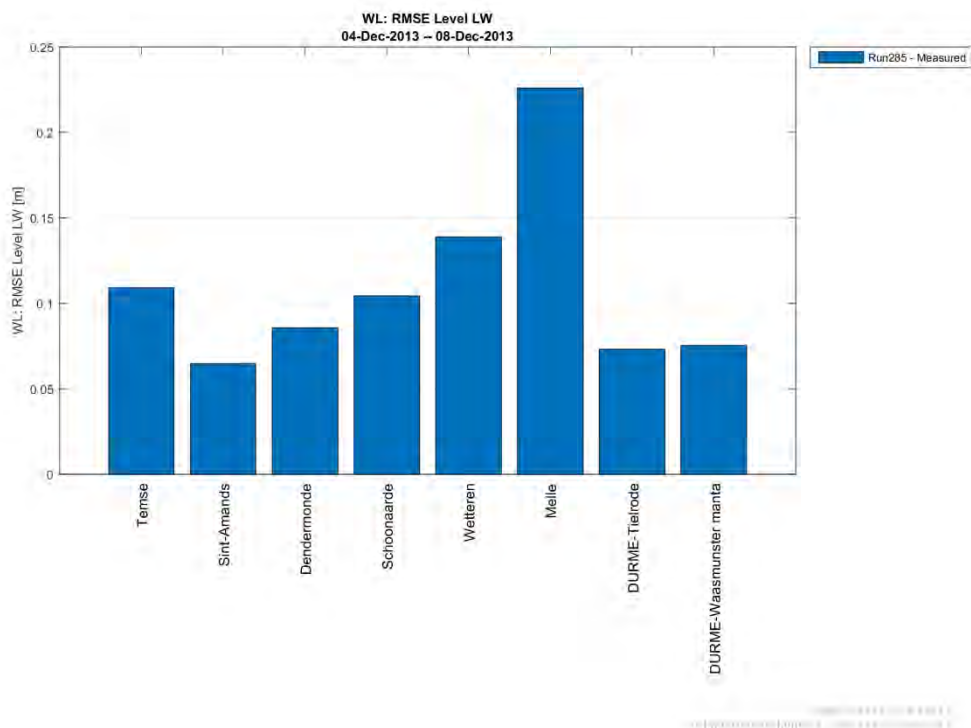
Figuur C 53 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme



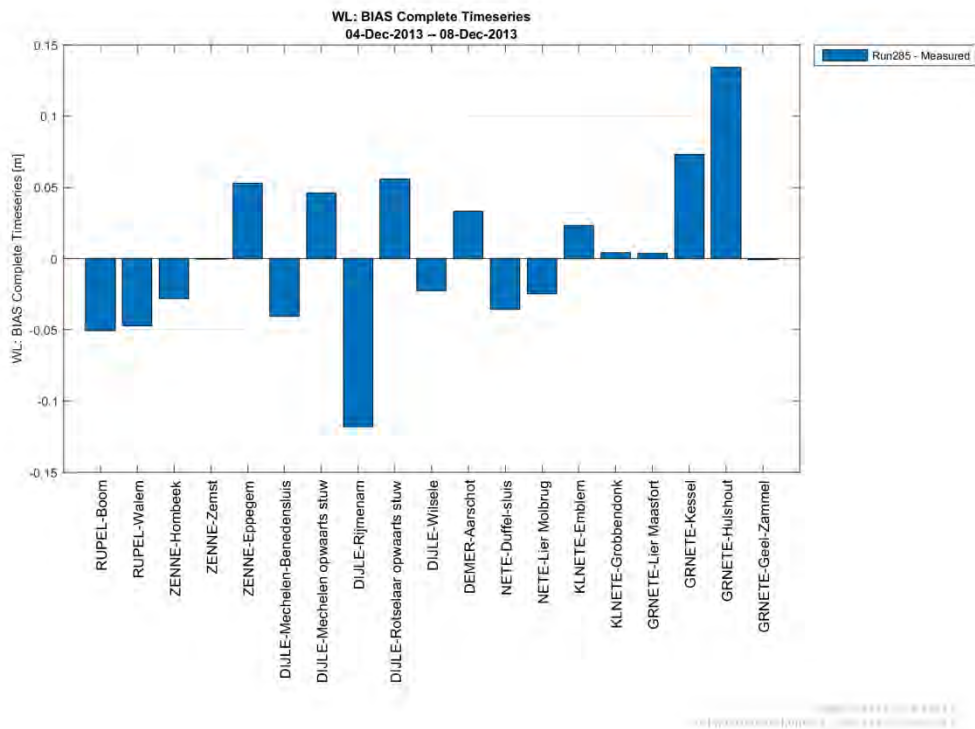
Figuur C 54– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme



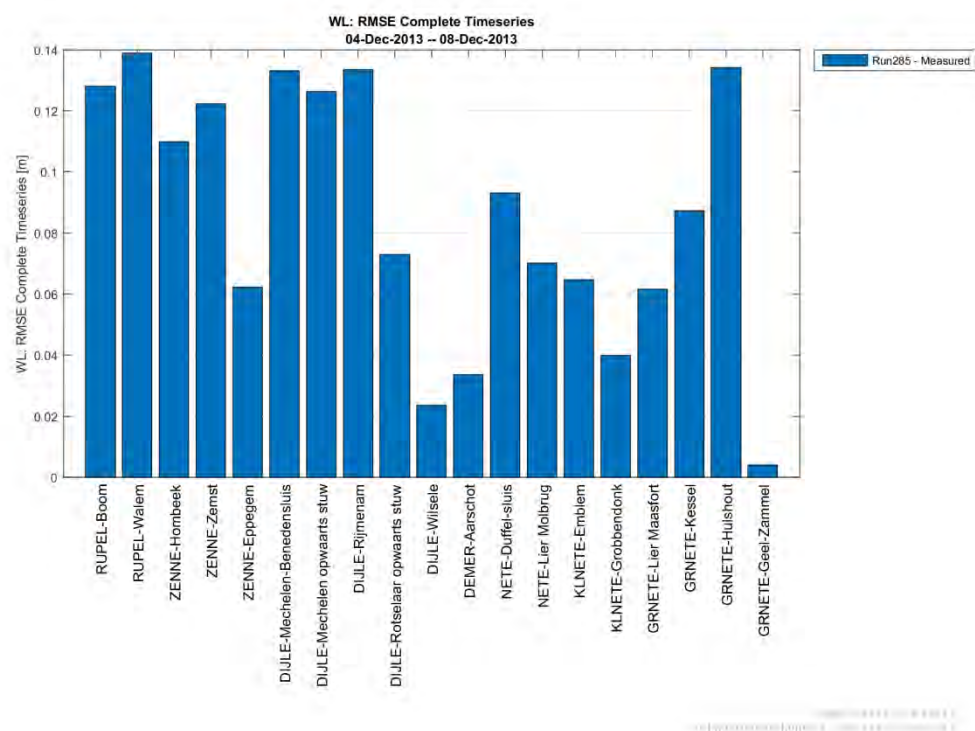
Figuur C 55 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Boven-Zeeschelde en Durme



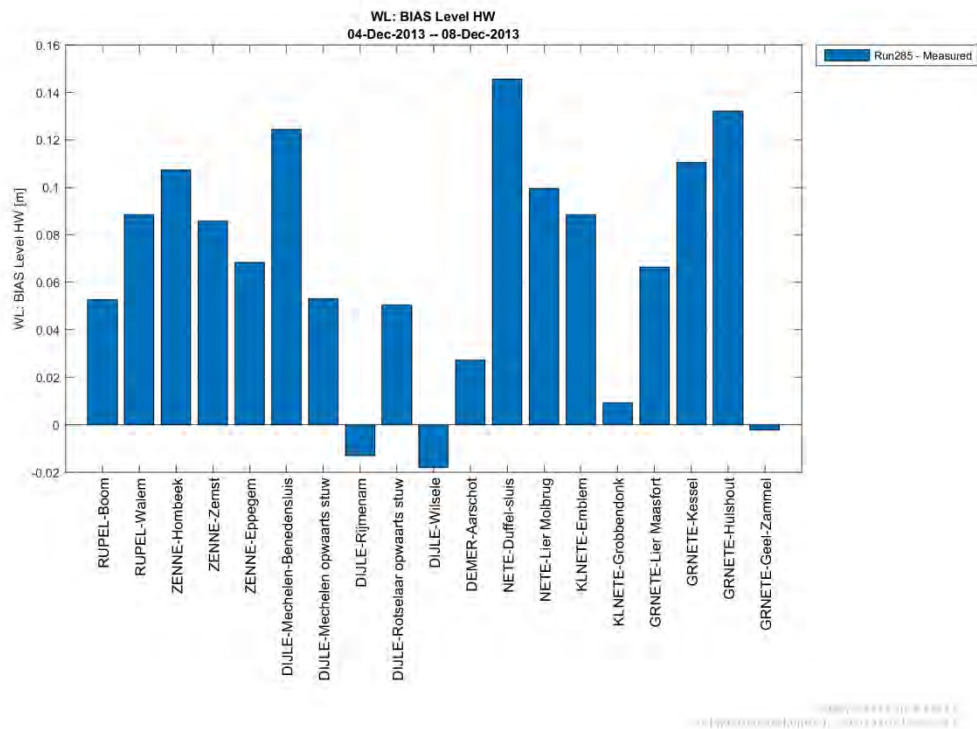
Figuur C 56 - bias waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken



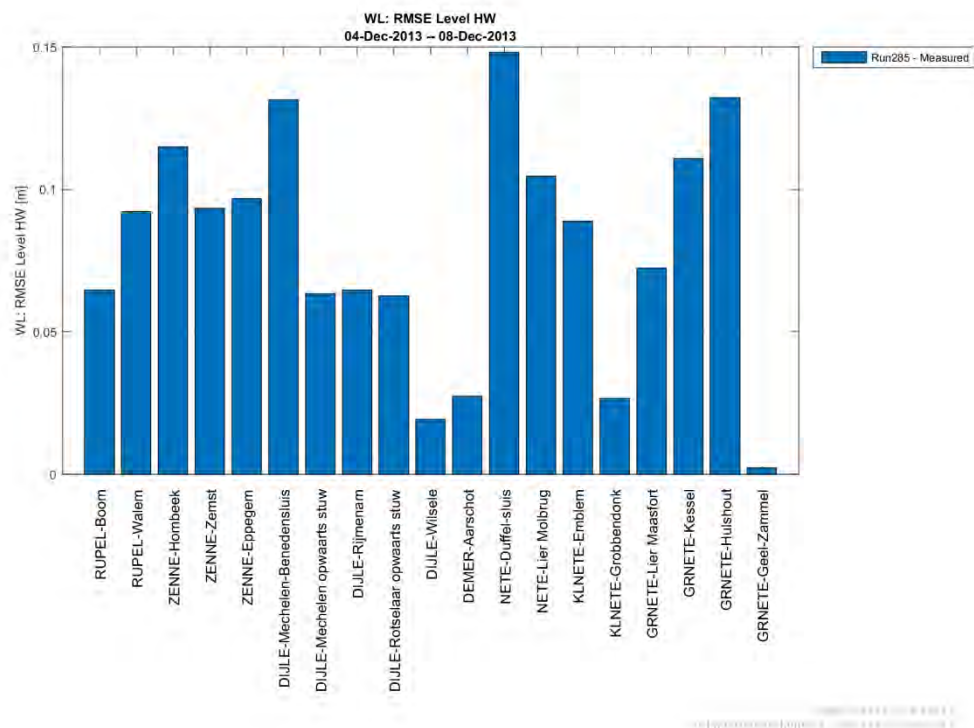
Figuur C 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken



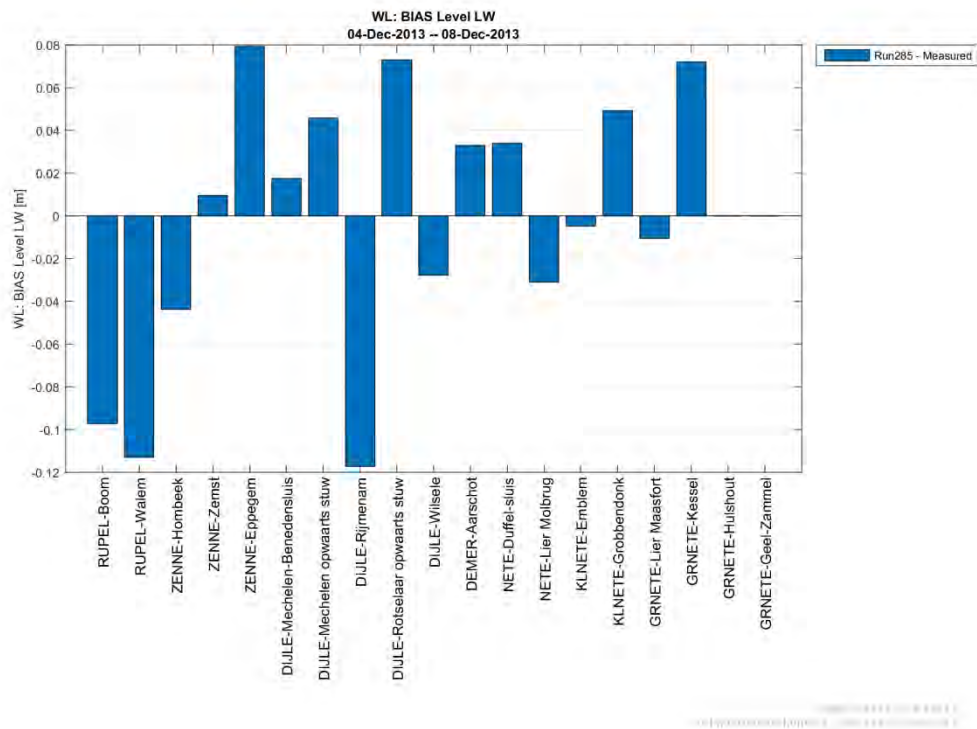
Figuur C 58 – bias hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken



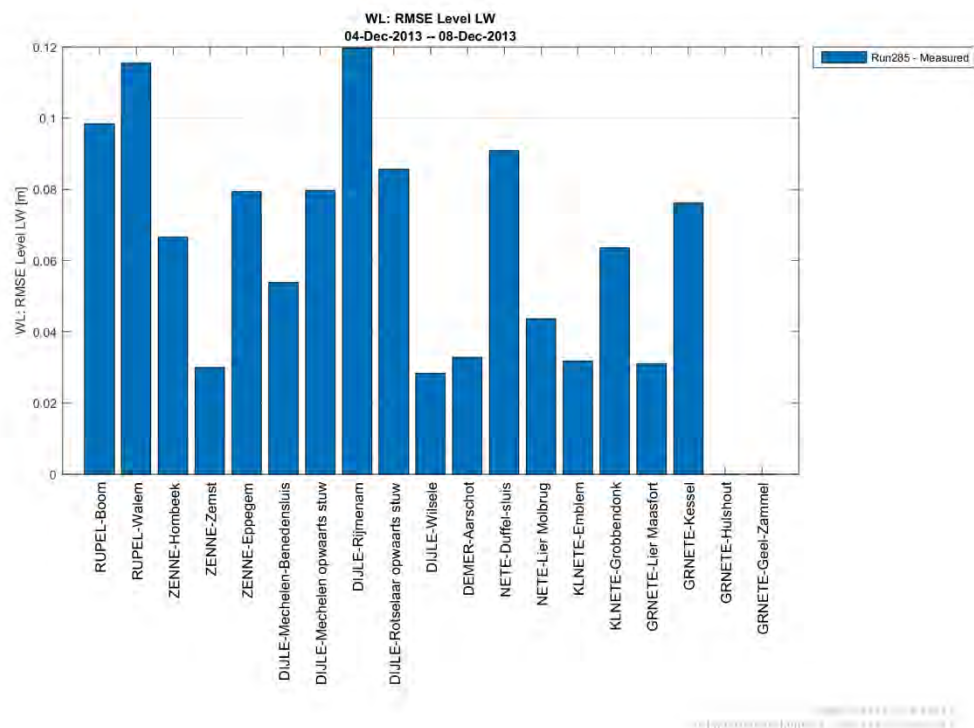
Figuur C 59 – RMSE hoogwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken



Figuur C 60– bias laagwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken



Figuur C 61 – RMSE laagwaters (model-meting) – dec2013 – Rupelbekken



Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil

Tabel C 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – dec2013 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

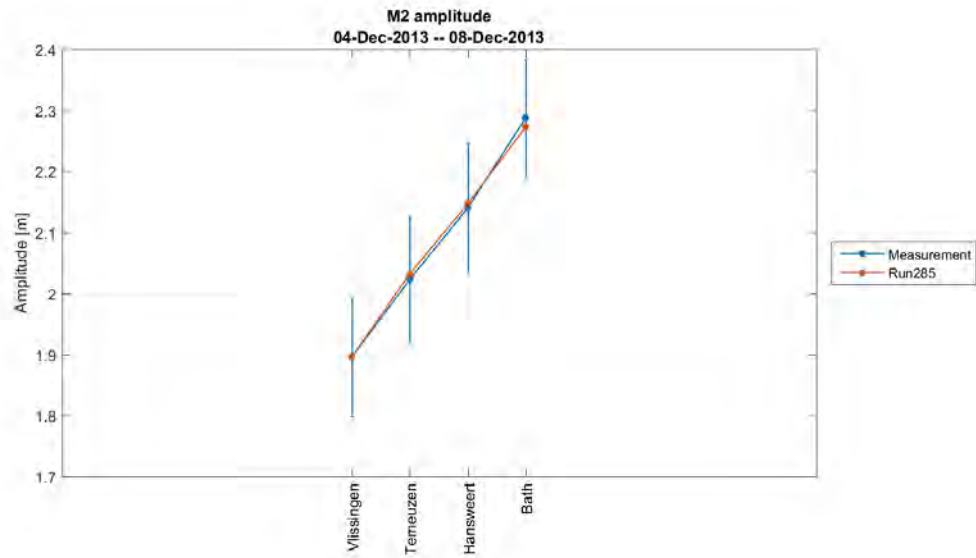
Dec2013							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	1.90	0.10	1.90	0.09	0.00	0.02
	Terneuzen	2.02	0.10	2.03	0.10	0.01	0.12
	Hansweert	2.14	0.09	2.15	0.11	0.01	0.14
	Bath	2.29	0.11	2.27	0.11	0.02	0.13
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	2.31	0.10	2.31	0.12	0.00	0.13
	Zandvliet	2.31	0.10	2.31	0.12	0.01	0.15
	Liefkenshoek	2.36	0.12	2.35	0.12	0.01	0.19
	Kallo	2.39	0.11	2.38	0.10	0.01	0.29
	Antwerpen	2.41	0.12	2.39	0.12	0.02	0.24
	Hemiksem	2.44	0.10	2.39	0.09	0.05	0.27
Boven-Zeeschelde	Temse	2.36	0.11	2.35	0.12	0.01	0.27
	Sint-Amands	2.21	0.11	2.18	0.12	0.03	0.23
	Dendermonde	1.74	0.09	1.73	0.09	0.01	0.22
	Schoonaarde	1.36	0.08	1.34	0.09	0.02	0.22
	Wetteren	1.18	0.07	1.20	0.09	0.03	0.20
	Melle	1.13	0.08	1.18	0.09	0.05	0.20
Durme	Tielrode	2.35	0.10	2.32	0.12	0.03	0.26
	Waasmunster Manta	0.62	0.06	0.53	0.05	0.09	0.28

Tabel C 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – dec2013 – Rupelbekken

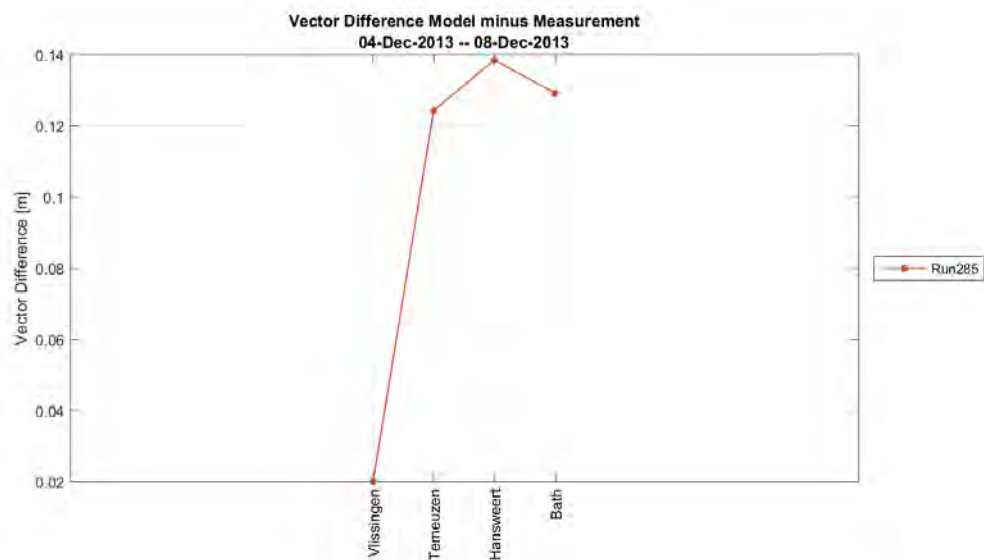
Dec2013							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Rupel	Boom	2.36	0.10	2.34	0.10	0.02	0.22
	Walem	2.23	0.12	2.23	0.10	0.00	0.25
Zenne	Hombeek	*	*	*	*	*	*
	Zemst	*	*	*	*	*	*
	Eppegem	*	*	*	*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	2.02	0.09	1.98	0.10	0.04	0.20
	Mechelen opwaarts stuw	0.60	0.05	0.58	0.05	0.02	0.25
	Rijmenam	0.52	0.04	0.53	0.04	0.01	0.15
	Rotselaar opwaarts stuw	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.08
	Wilsele	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Demer	Aarschot	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Beneden-nete	Duffel-sluys	1.77	0.09	1.77	0.09	0.00	0.12
	Lier Molbrug	1.20	0.08	1.21	0.08	0.01	0.09
Kleine Nete	Emblem	0.80	0.06	0.82	0.07	0.02	0.10
	Grobbendonk	0.10	0.02	0.10	0.02	0.01	0.03
Grote Nete	Lier Maasfort	0.93	0.07	0.93	0.08	0.00	0.08
	Kessel	0.64	0.06	0.65	0.06	0.00	0.13
	Hulshout	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
	Geel-Zammel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

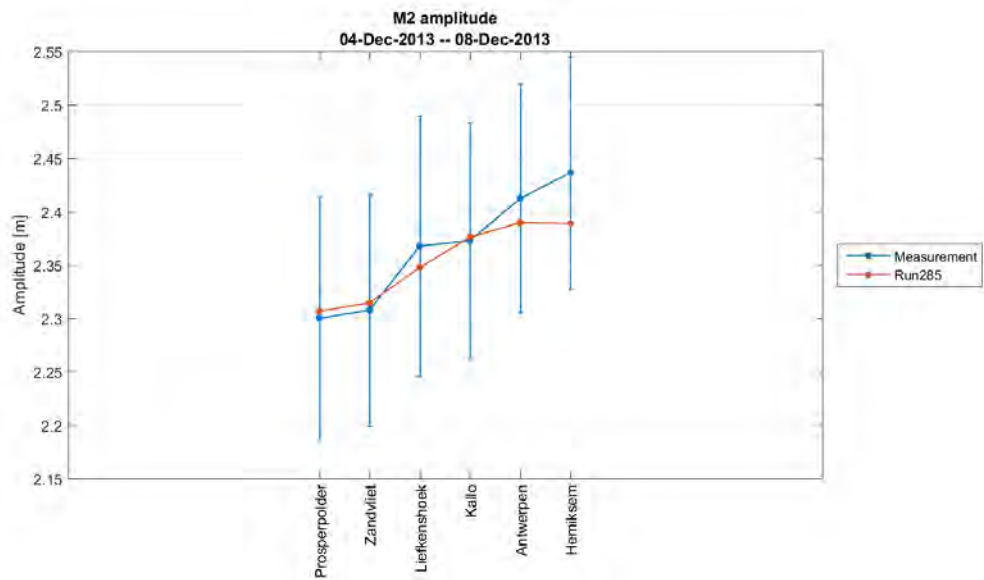
Figuur C 62 - M2 amplitude – dec2013 - Westerschelde



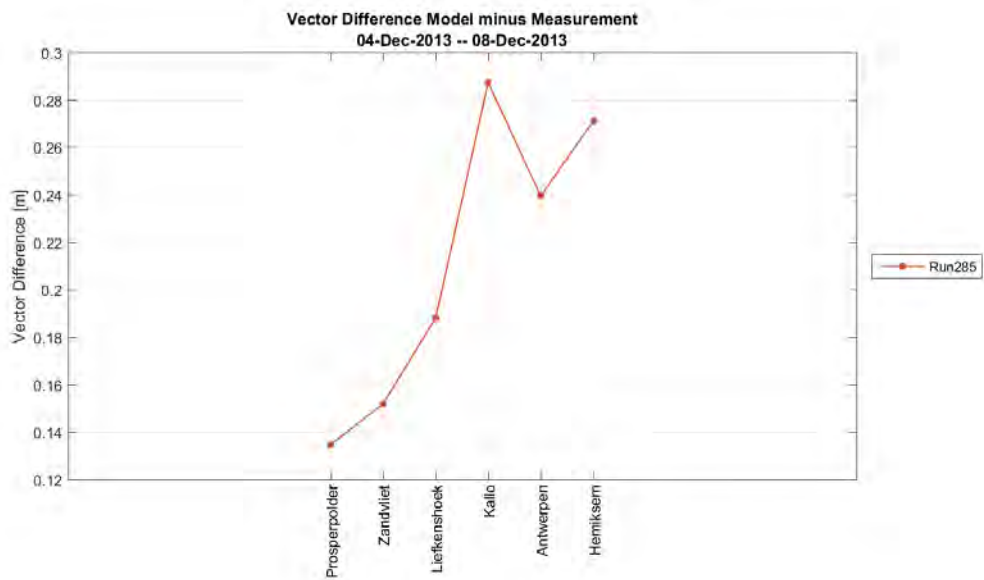
Figuur C 63 - Vectorieel verschil – dec2013 – Westerschelde



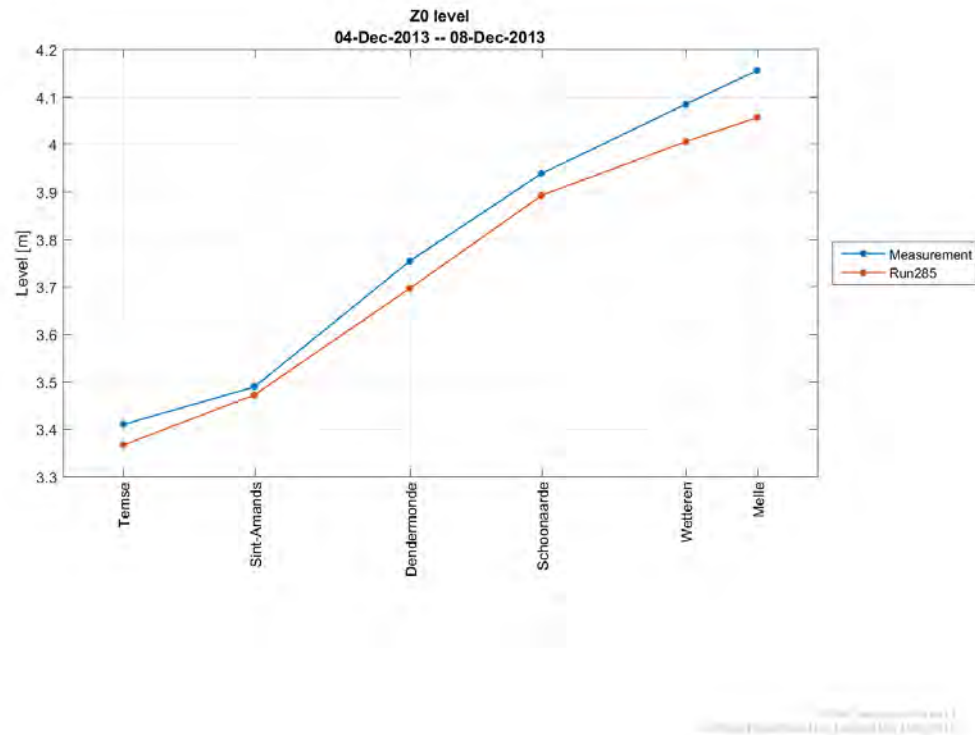
Figuur C 64 - M2 amplitude – dec2013 - Beneden-Zeeschelde



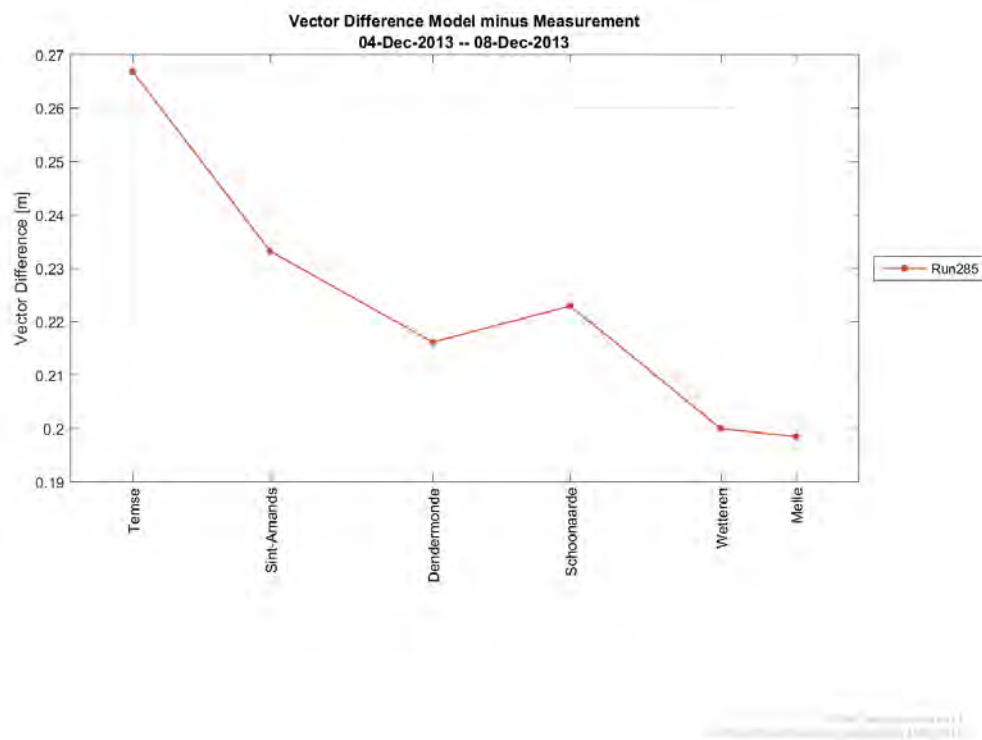
Figuur C 65 - Vectorieel verschil – dec2013 - Beneden-Zeeschelde



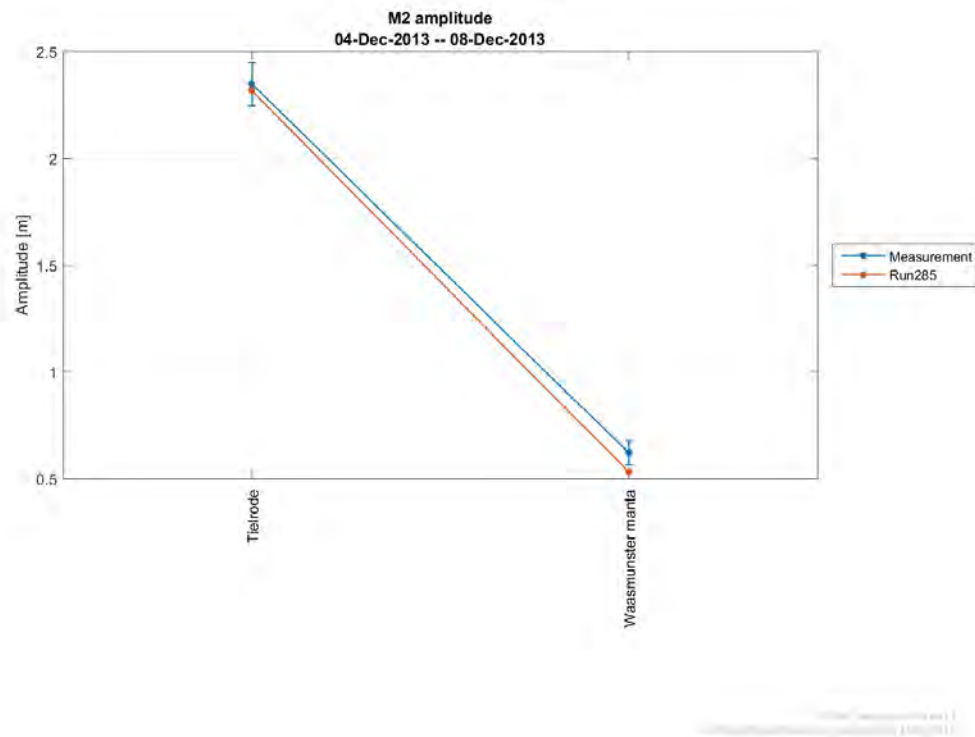
Figuur C 66 - M2 amplitude – dec2013 - Boven-Zeeschelde



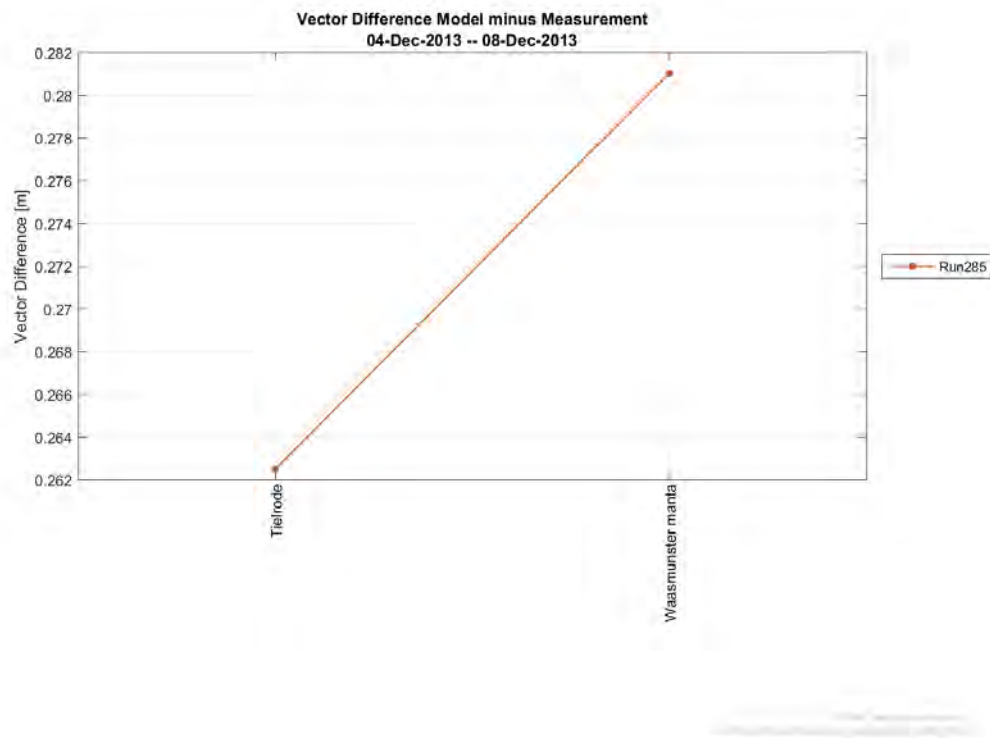
Figuur C 67 - Vectorieel verschil – dec2013 - Boven-Zeeschelde



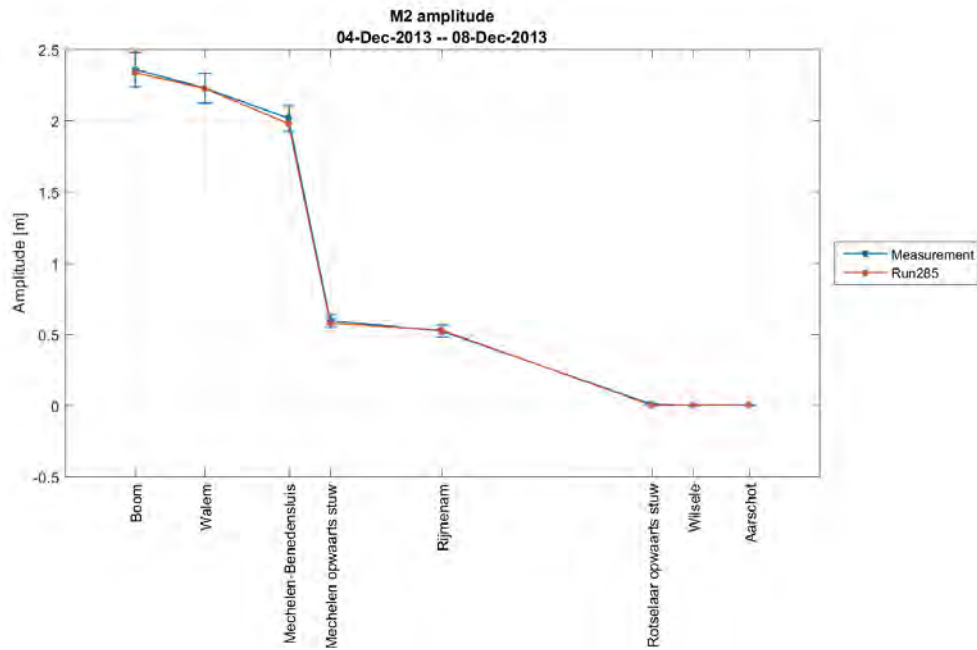
Figuur C 68 - M2 amplitude – dec2013 - Durme



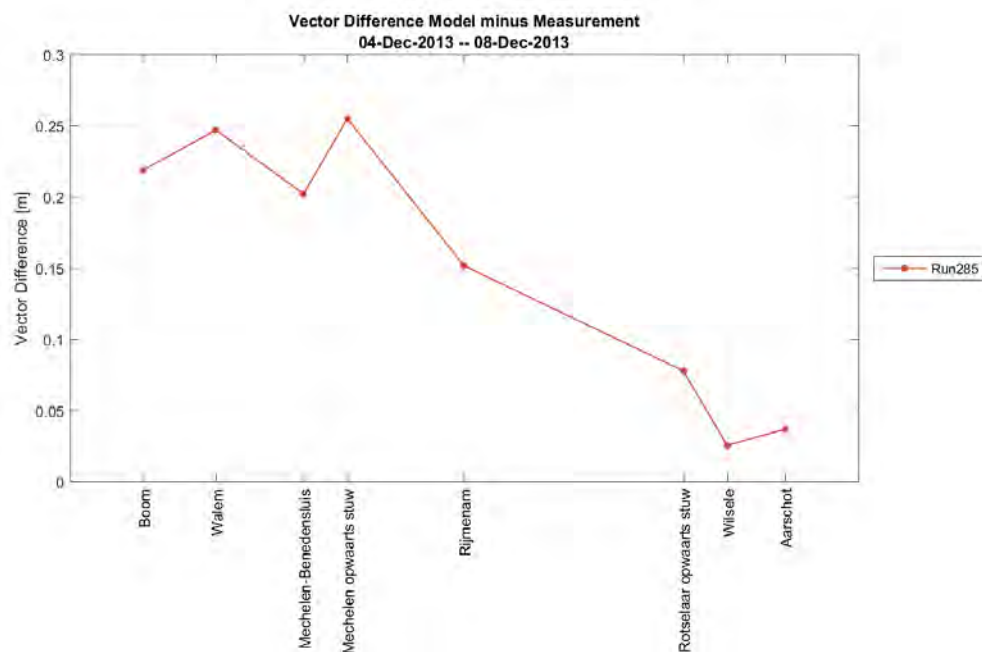
Figuur C 69 - Vectorieel verschil – dec2013 - Durme



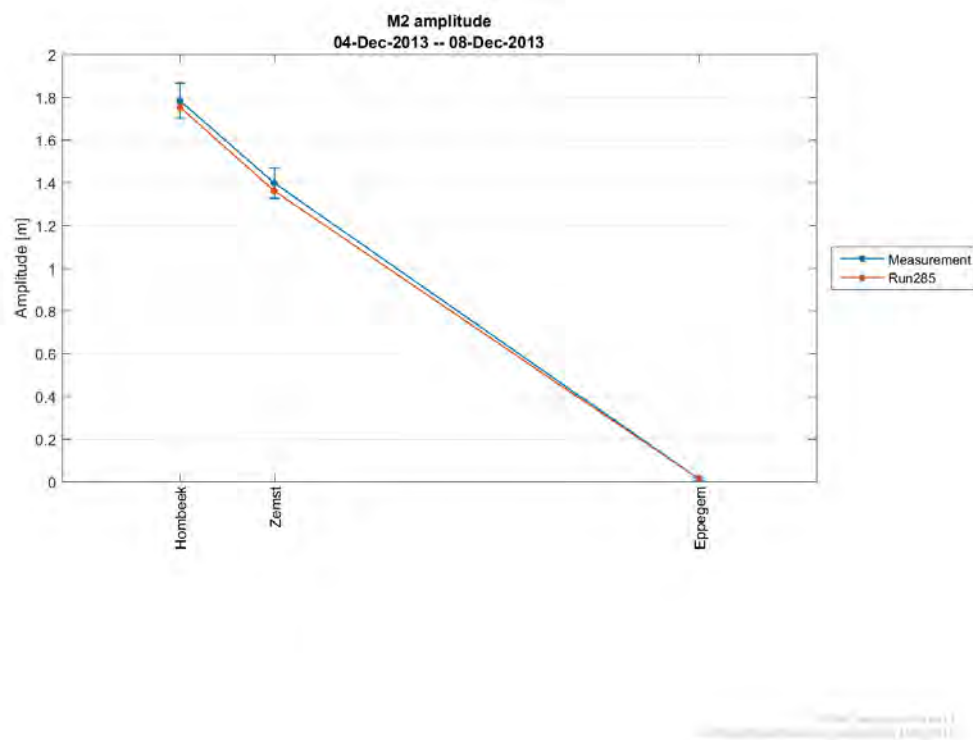
Figuur C 70 - M2 amplitude – dec2013 - Rupel-Dijle-Demer



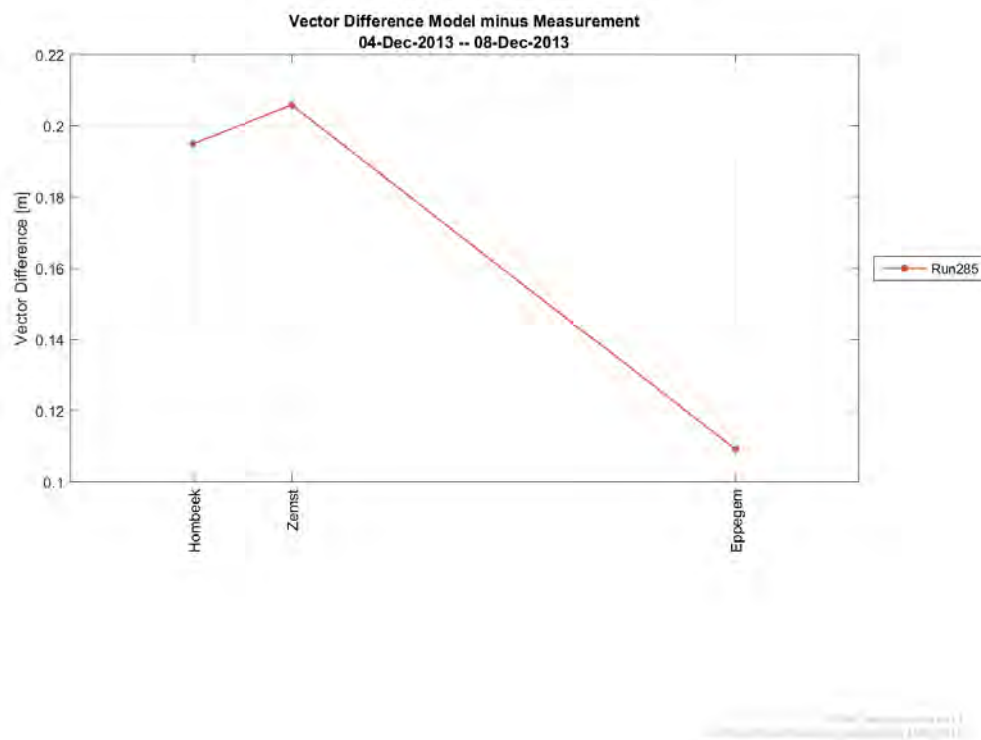
Figuur C 71 - Vectorieel verschil – dec2013 - Rupel-Dijle-Demer



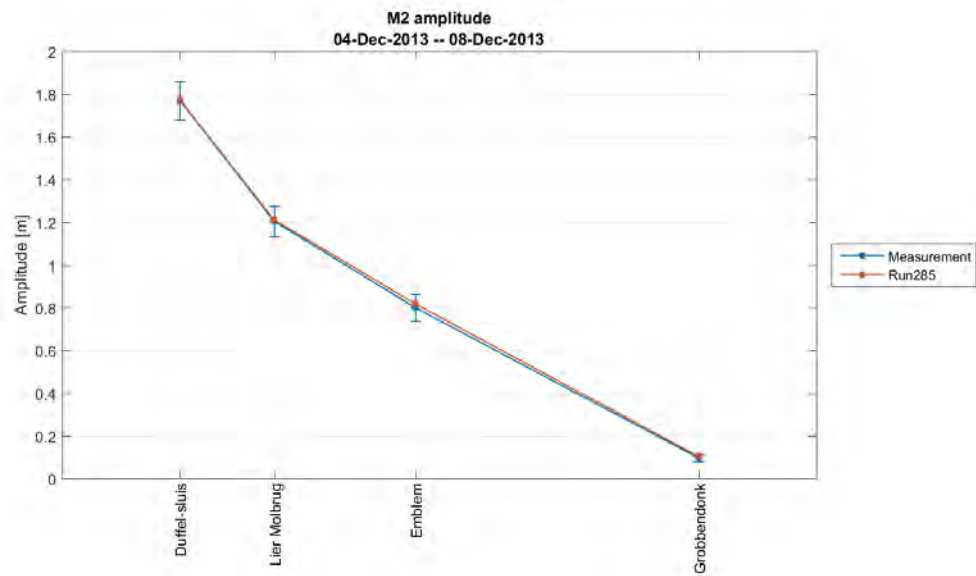
Figuur C 72 - M2 amplitude – dec2013 - Zenne



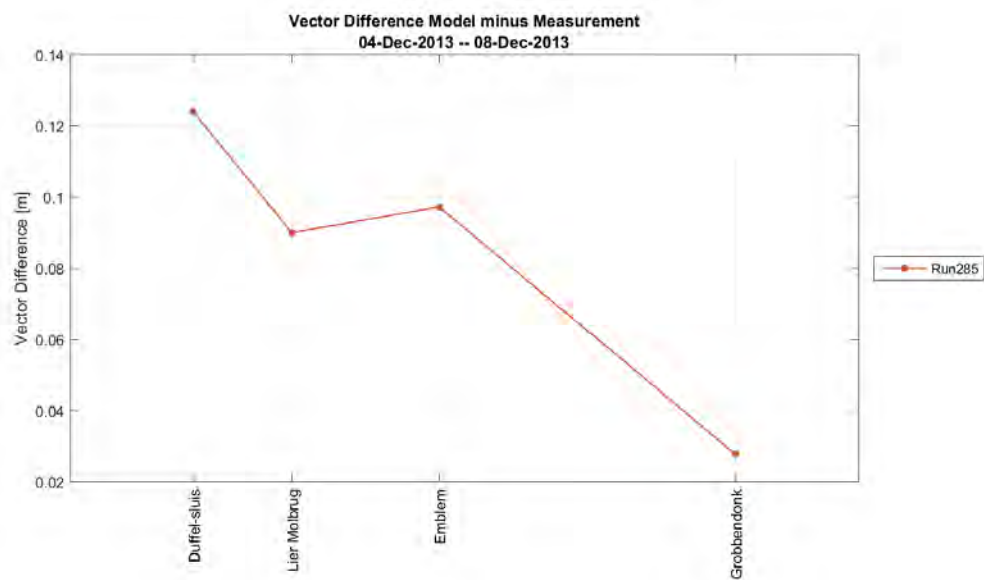
Figuur C 73 - Vectorieel verschil – dec2013 - Zenne



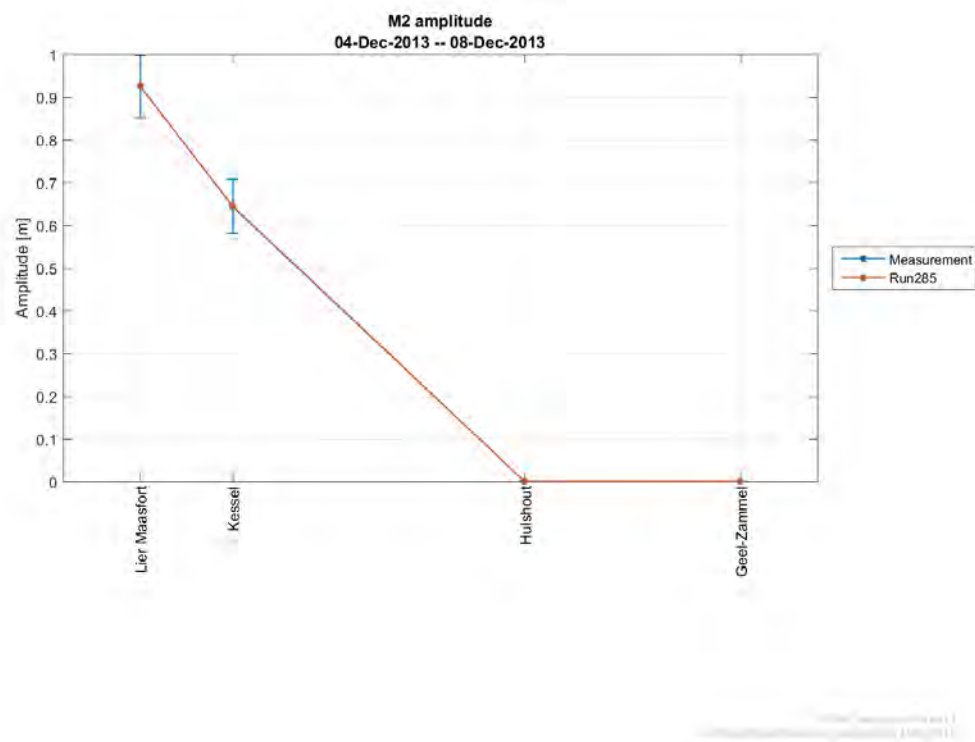
Figuur C 74 - M2 amplitude – dec2013 - Kleine Nete



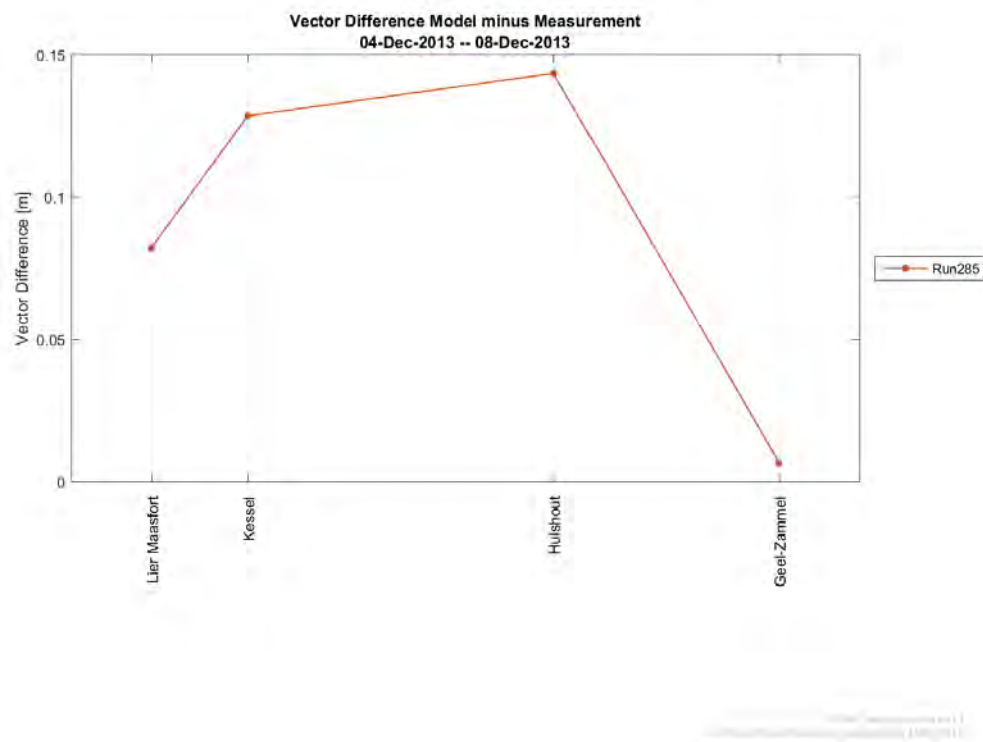
Figuur C 75 - Vectorieel verschil – dec2013 - Kleine Nete



Figuur C 76 - M2 amplitude – dec2013 - Grote Nete



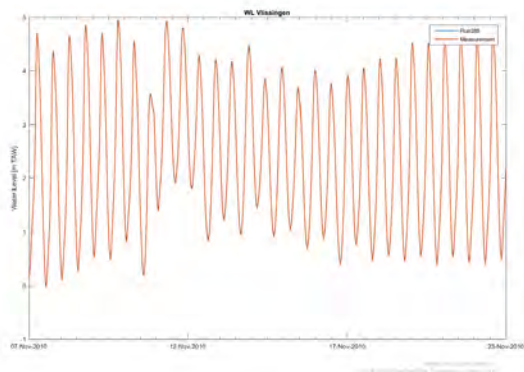
Figuur C 77 - Vectorieel verschil – dec2013 - Grote Nete



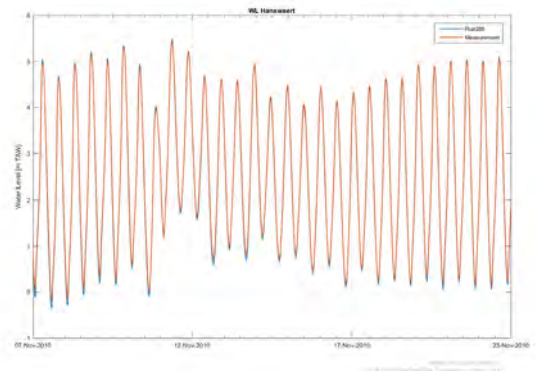
BIJLAGE D MODELRESULTATEN NOV2010 - VERHOOGDE BOVENAFVOER

Tijdreeksen

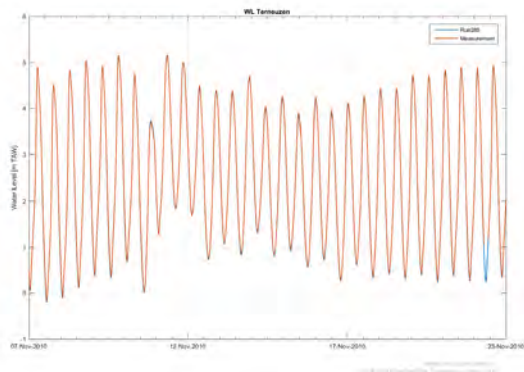
Figuur D 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 - Vlissingen



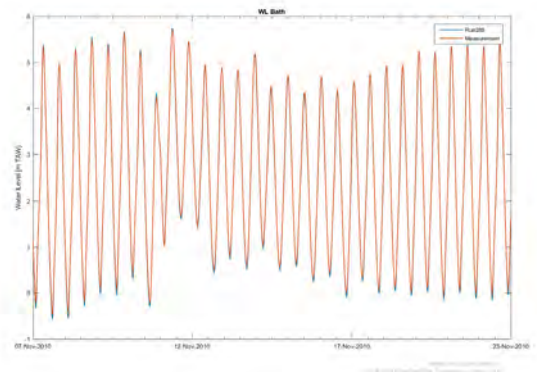
Figuur D 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 - Hansweert



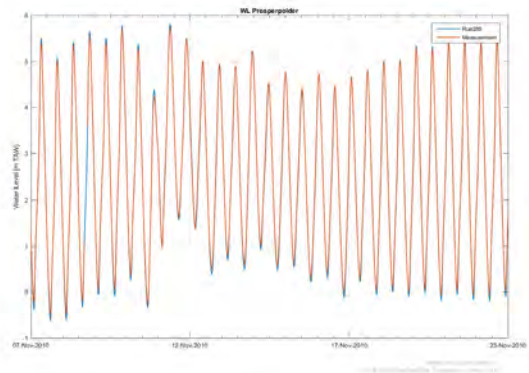
Figuur D 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 - Terneuzen



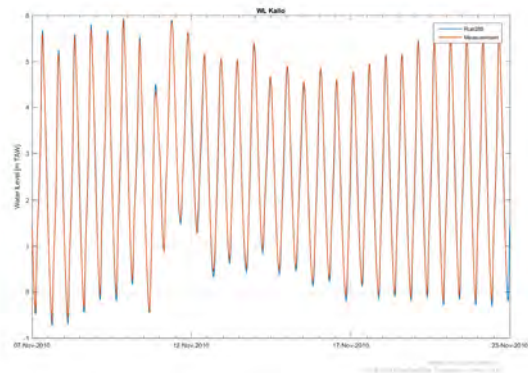
Figuur D 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 - Bath



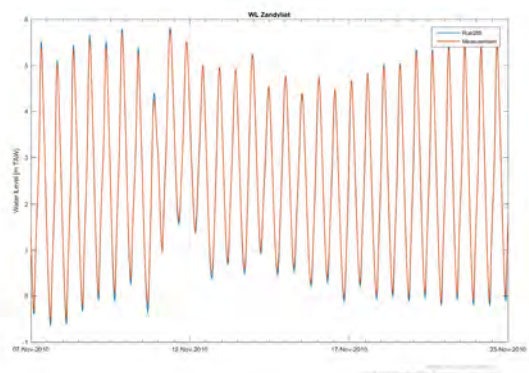
Figuur D 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Prosperpolder



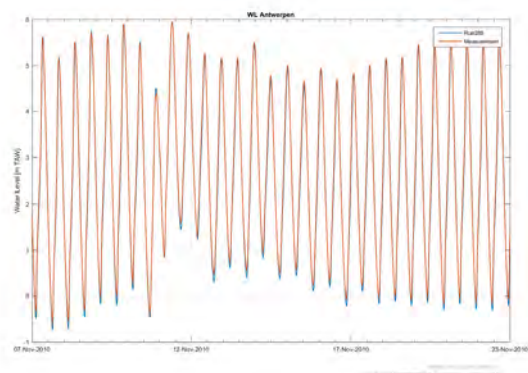
Figuur D 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Kallo



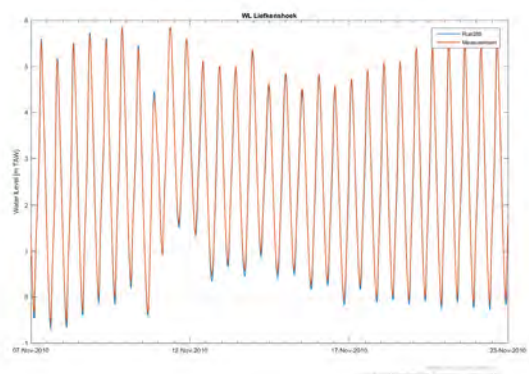
Figuur D 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Zandvliet



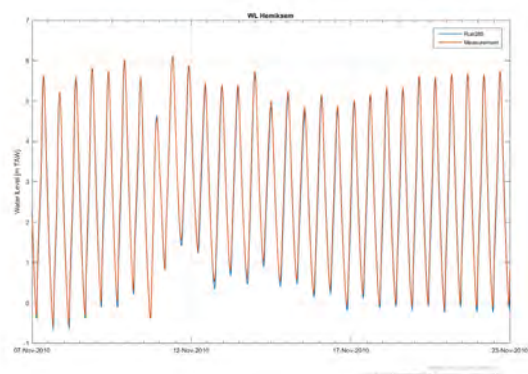
Figuur D 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Antwerpen



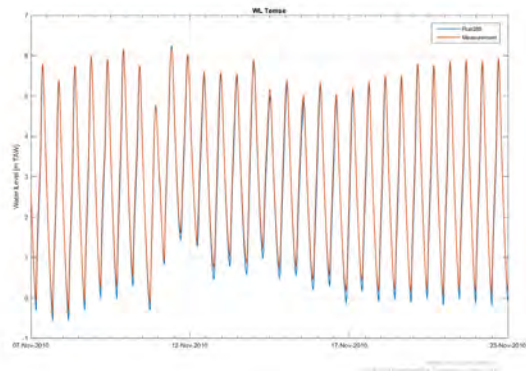
Figuur D 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Liefkenshoek



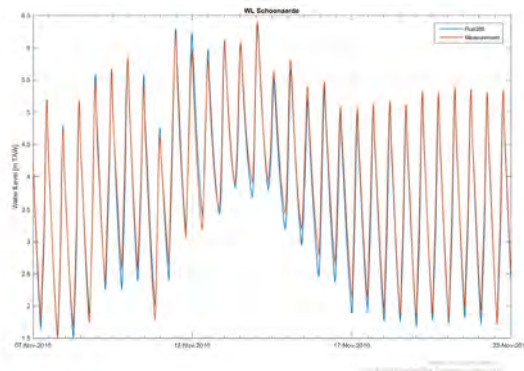
Figuur D 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Hemiksem



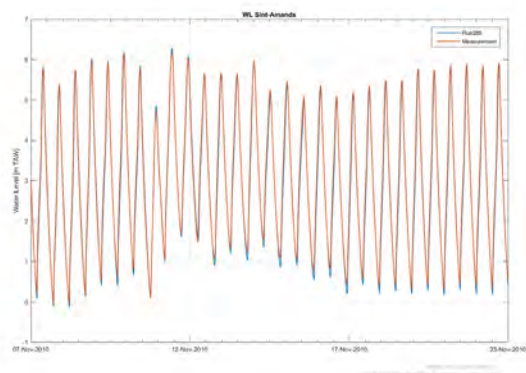
Figuur D 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Temse



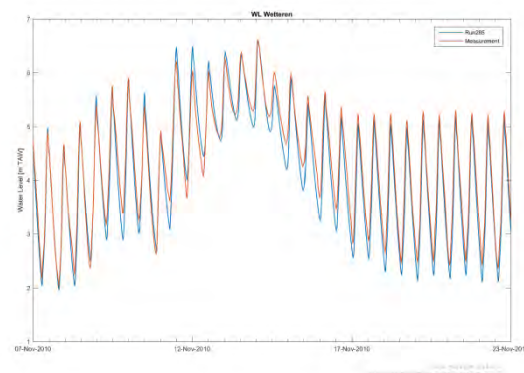
Figuur D 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Schoonaarde



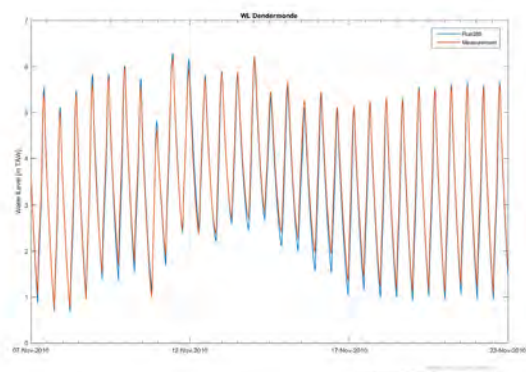
Figuur D 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Sint-Amands



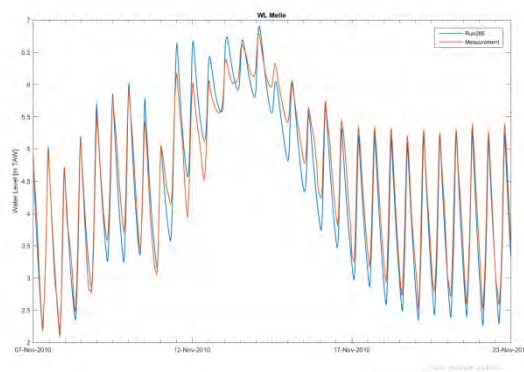
Figuur D 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Wetteren



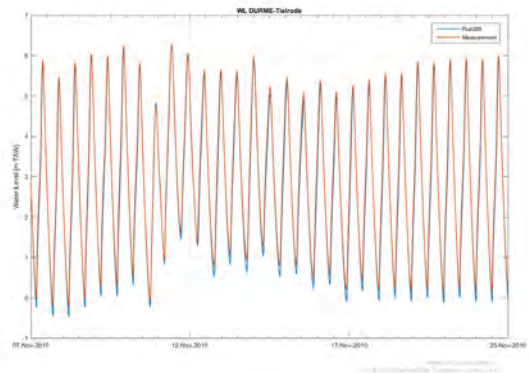
Figuur D 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Dendermonde



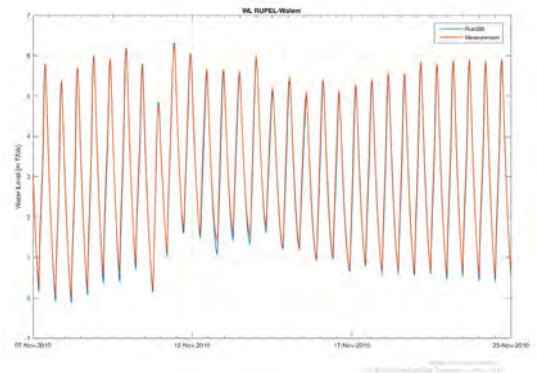
Figuur D 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2010 – Melle



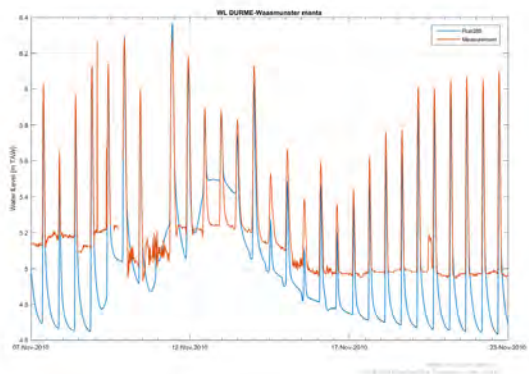
Figuur D 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Tielrode



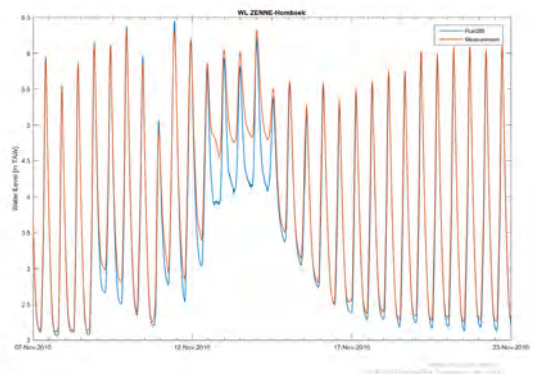
Figuur D 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Walem



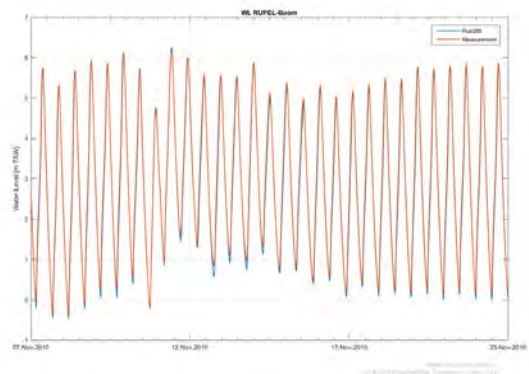
Figuur D 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Waasmunster Manta



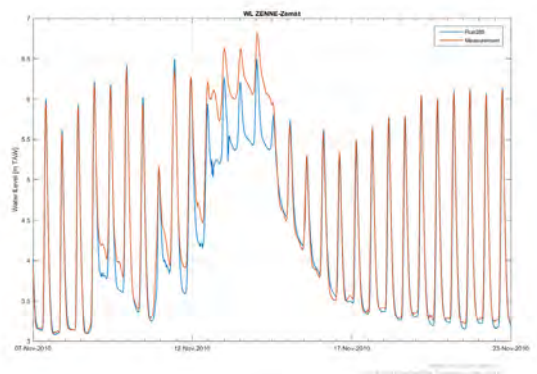
Figuur D 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Hombeek



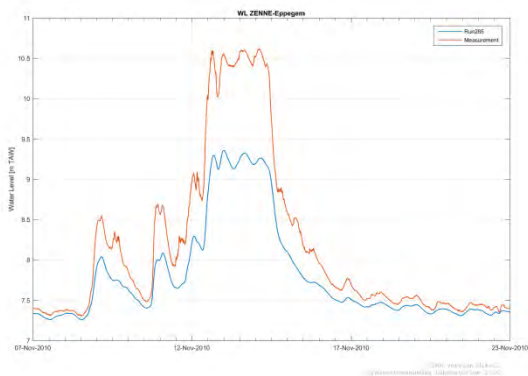
Figuur D 19 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Boom



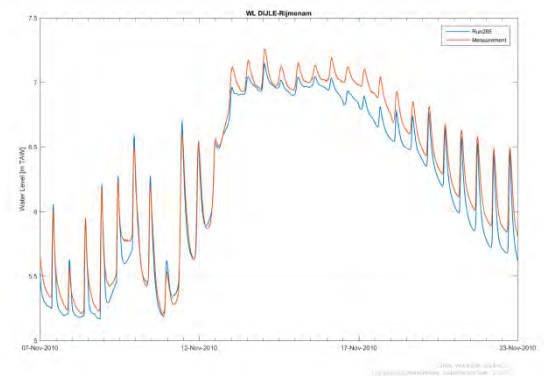
Figuur D 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Zemst



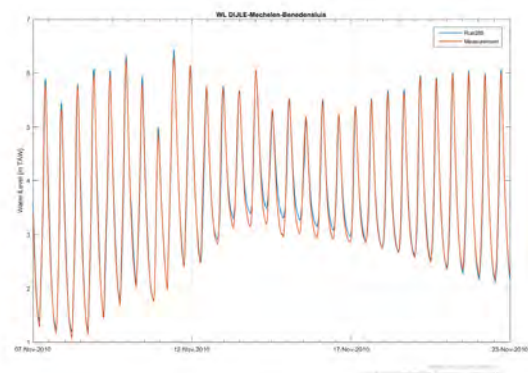
Figuur D 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Eppegem



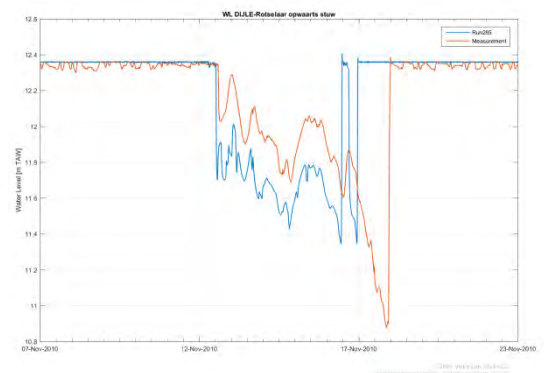
Figuur D 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Rijmenam



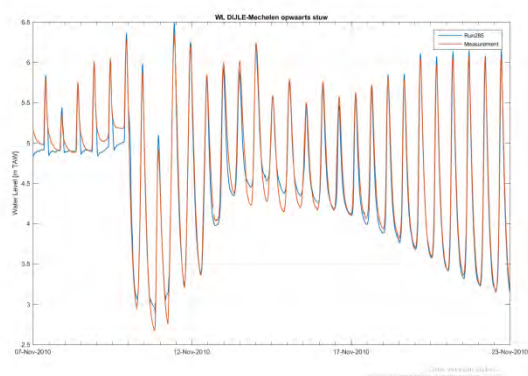
Figuur D 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Mechelen-Benedensluis



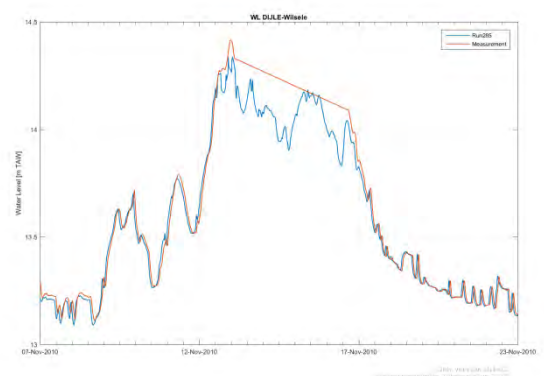
Figuur D 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Rotselaar opwaarts stuw



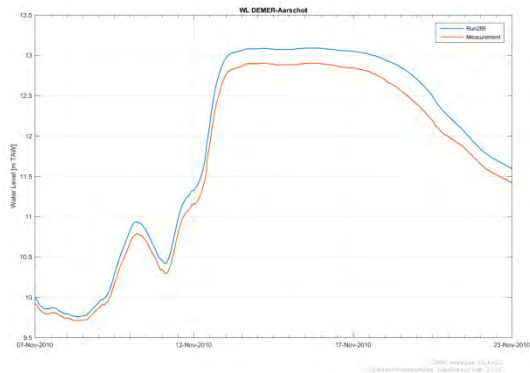
Figuur D 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Mechelen opwaarts stuw



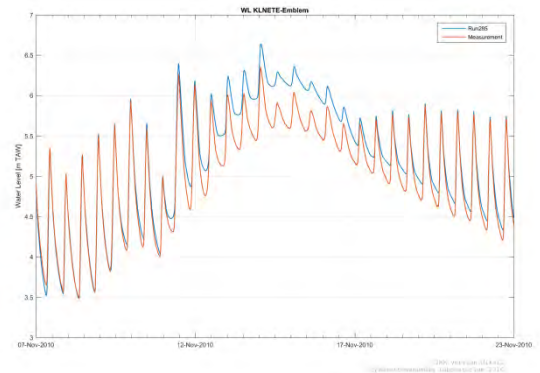
Figuur D 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Wilsele



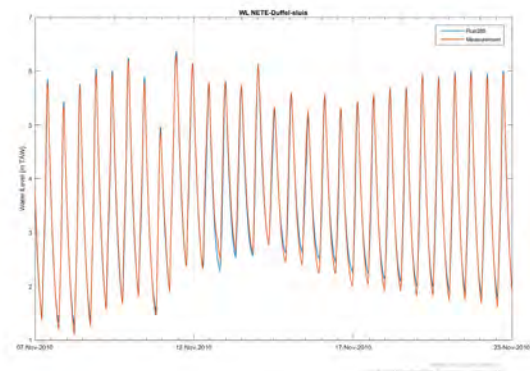
Figuur D 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Aarschot



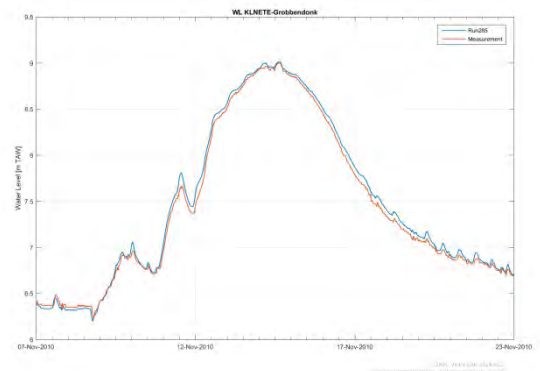
Figuur D 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Emblem



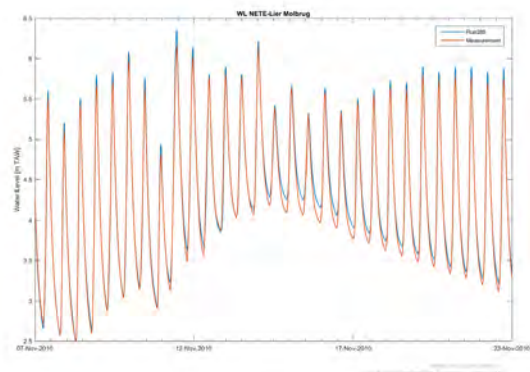
Figuur D 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Duffel-sluis



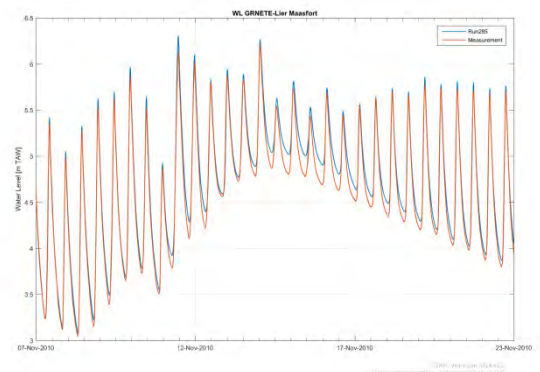
Figuur D 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Grobbendonk



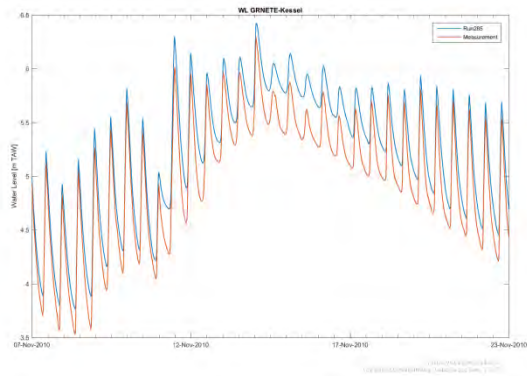
Figuur D 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Lier Molbrug



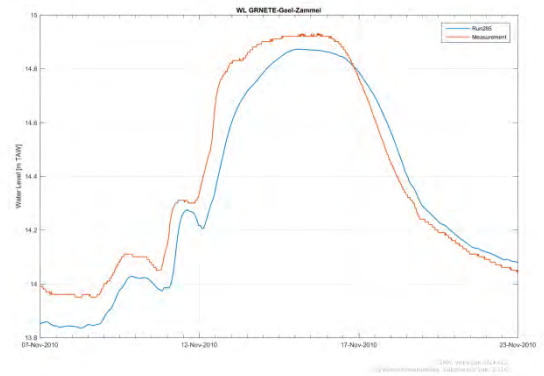
Figuur D 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Lier Maasfort



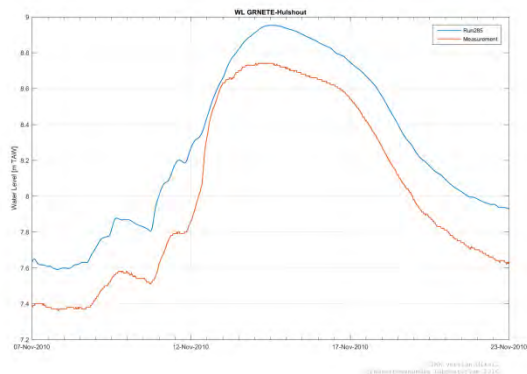
Figuur D 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Kessel



Figuur D 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Geel-Zammel



Figuur D 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2010 – Hulshout



Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW

Tabel D 1 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2010 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Nov2010							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Terneuzen	-0.03	0.04	-0.02	0.03	-0.03	0.04
	Hansweert	-0.05	0.07	0.01	0.04	-0.09	0.10
	Bath	-0.05	0.07	0.01	0.04	-0.08	0.09
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	-0.03	0.08	0.05	0.07	-0.10	0.11
	Zandvliet	-0.03	0.07	0.06	0.08	-0.09	0.09
	Liefkenshoek	-0.05	0.10	0.01	0.05	-0.10	0.11
	Kallo	-0.04	0.11	0.02	0.06	-0.09	0.10
	Antwerpen	-0.08	0.13	-0.01	0.05	-0.13	0.13
	Hemiksem	-0.07	0.16	-0.06	0.07	-0.10	0.11
Boven-Zeeschelde	Temse	-0.15	0.20	-0.07	0.09	-0.25	0.26
	Sint-Amands	-0.08	0.18	0.01	0.06	-0.14	0.16
	Dendermonde	-0.12	0.19	0.04	0.11	-0.19	0.23
	Schoonaarde	-0.10	0.19	0.00	0.10	-0.12	0.20
	Wetteren	-0.16	0.26	-0.03	0.17	-0.21	0.30
	Melle	-0.12	0.29	0.09	0.23	-0.18	0.34
Durme	Tielrode	-0.16	0.21	-0.07	0.09	-0.24	0.24
	Waasmunster Manta	-0.17*	0.25*	-0.06	0.15	-0.22*	0.29*

~~xx*~~ : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille van onaangepaste bathymetrie in het model.

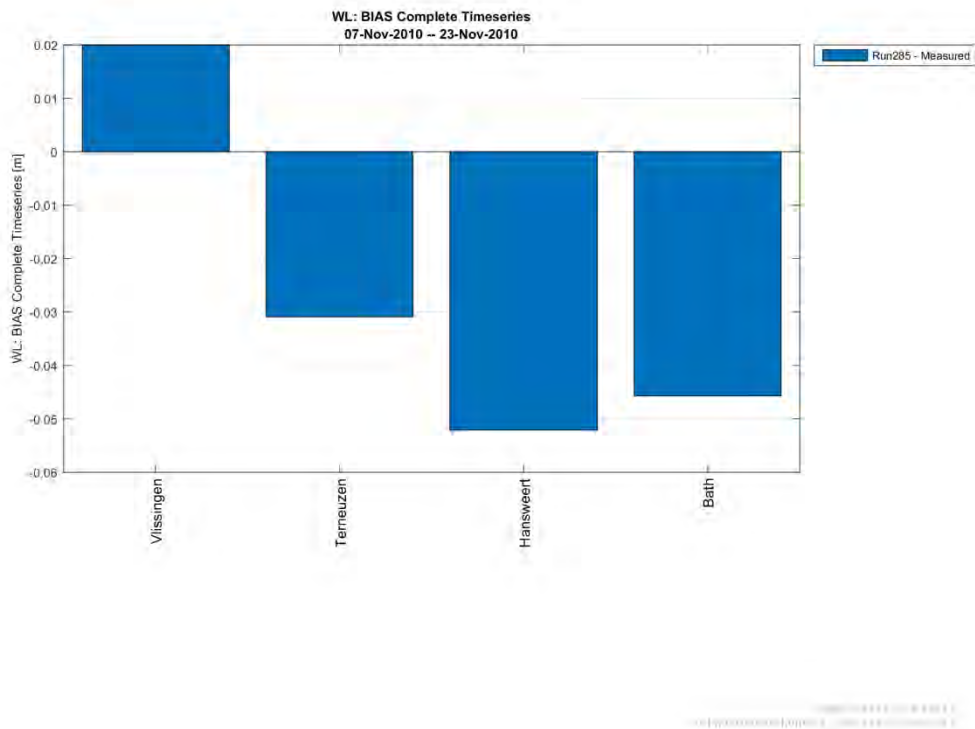
Tabel D 2 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2010 – Rupelbekken

Nov2010							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Rupel	Boom	-0.09	0.17	-0.03	0.06	-0.12	0.14
	Walem	-0.08	0.16	-0.01	0.05	-0.13	0.15
Zenne	Hombeek	*	*	-0.02	0.08	*	*
	Zemst	*	*	-0.03	0.16	*	*
	Eppegem	*	*	-0.58*	0.77*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	0.01	0.14	0.05	0.07	0.10	0.14
	Mechelen opwaarts stuw	-0.06	0.14	0.02	0.08	0.04	0.11
	Rijmenam	-0.09	0.12	-0.04	0.10	-0.09	0.12
	Rotselaar opwaarts stuw	0.02	0.34	-0.07	0.26	-0.12	0.19
	Wilsele	-0.04	0.09	0.00	0.01	-0.02	0.03
Demer	Aarschot	0.18	0.19	0.15	0.15	0.13	0.14
Benedennete	Duffel-sluis	-0.04	0.13	0.03	0.06	0.11	0.16
	Lier Molbrug	0.04	0.08	0.10	0.11	0.08	0.10
Kleine Nete	Emblem	0.17	0.24	0.18	0.22	0.21	0.28
	Grobbendonk	0.04	0.06	0.04	0.08	0.04	0.06
Grote Nete	Lier Maasfort	0.07	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12
	Kessel	0.23	0.25	0.19	0.21	0.26	0.27
	Hulshout	0.25	0.26	0.35	0.35	0.30	0.30
	Geel-Zammel	-0.06	0.11	0.00	0.00	-0.08	0.08

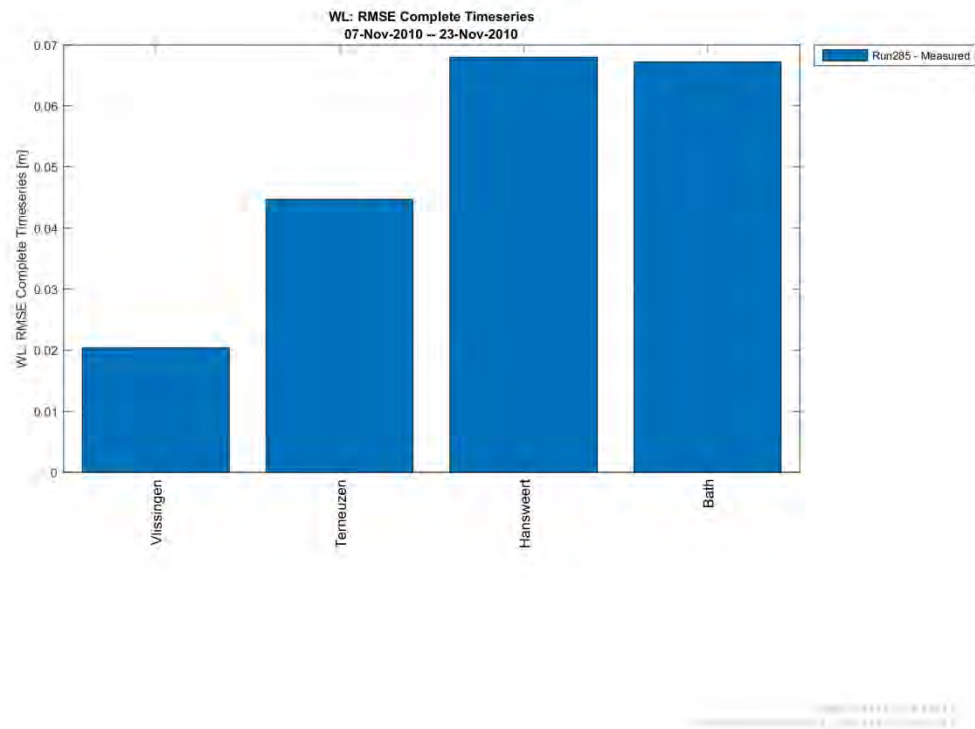
*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

~~xx~~* : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille verouderde bathymetrie in het model.

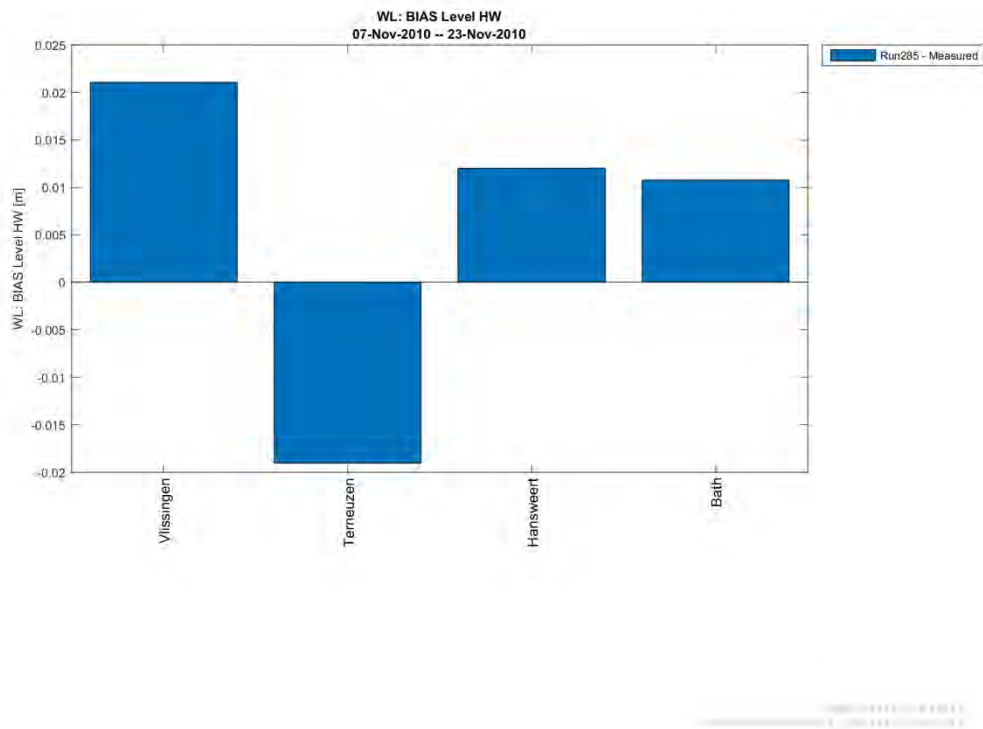
Figuur D 38 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 - Westerschelde



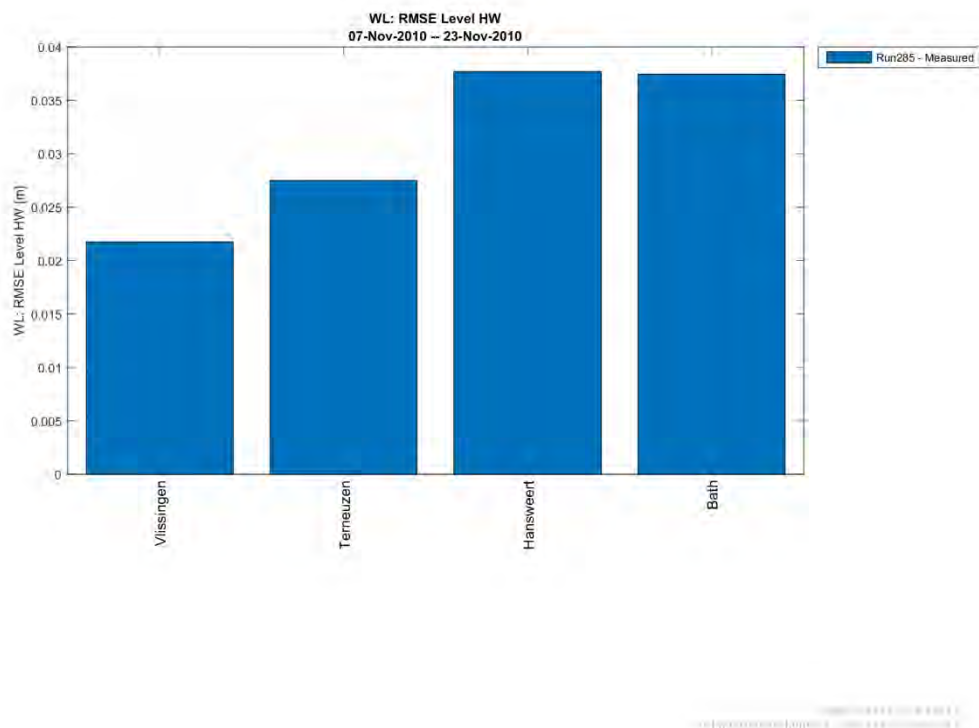
Figuur D 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 - Westerschelde



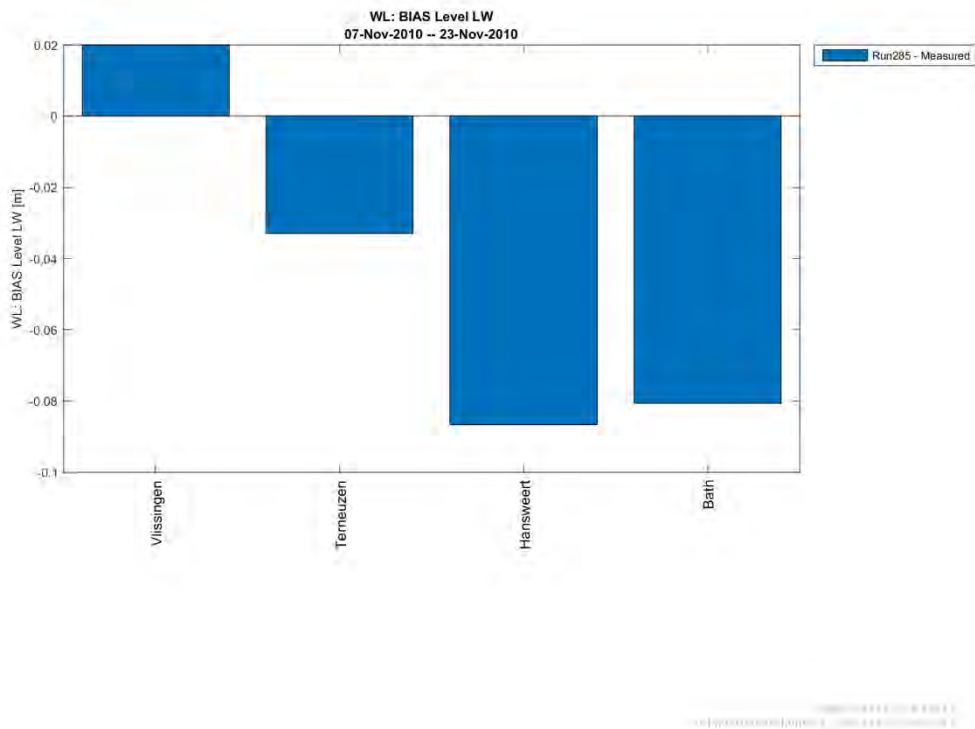
Figuur D 40 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde



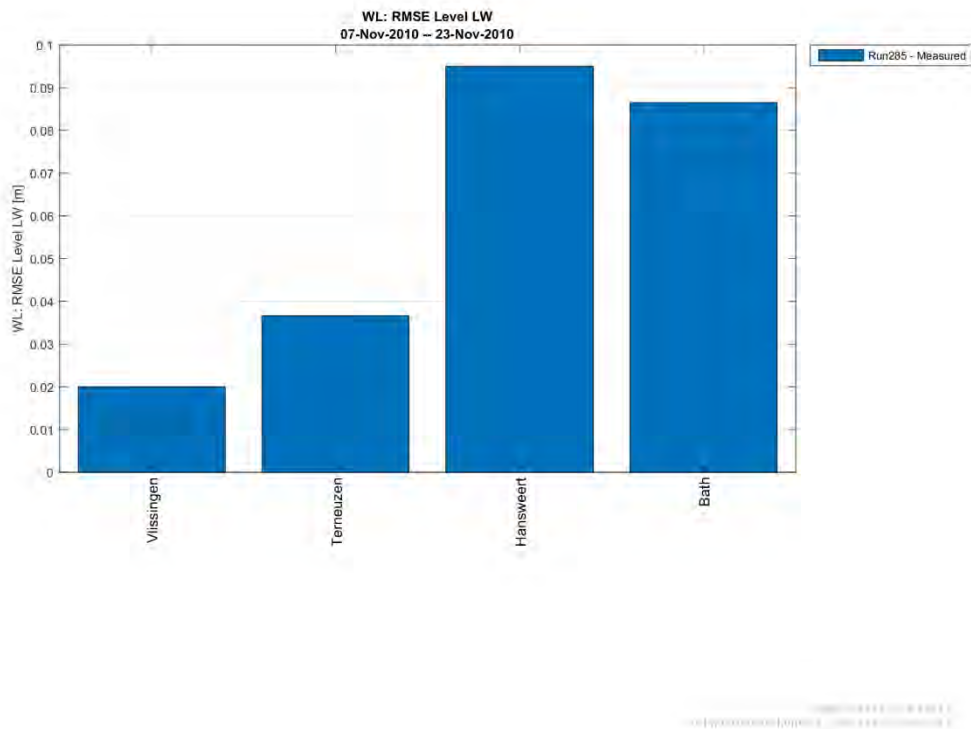
Figuur D 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde



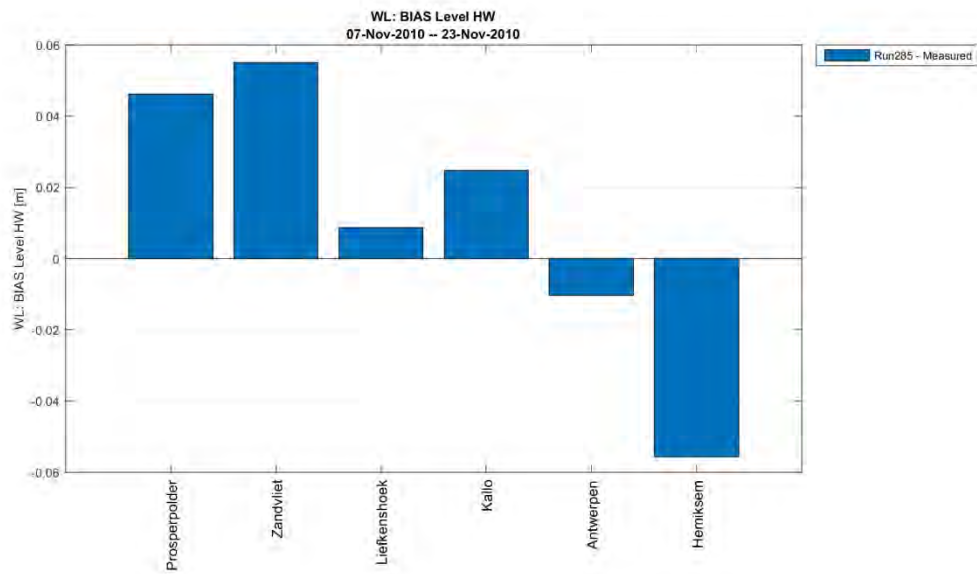
Figuur D 42 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde



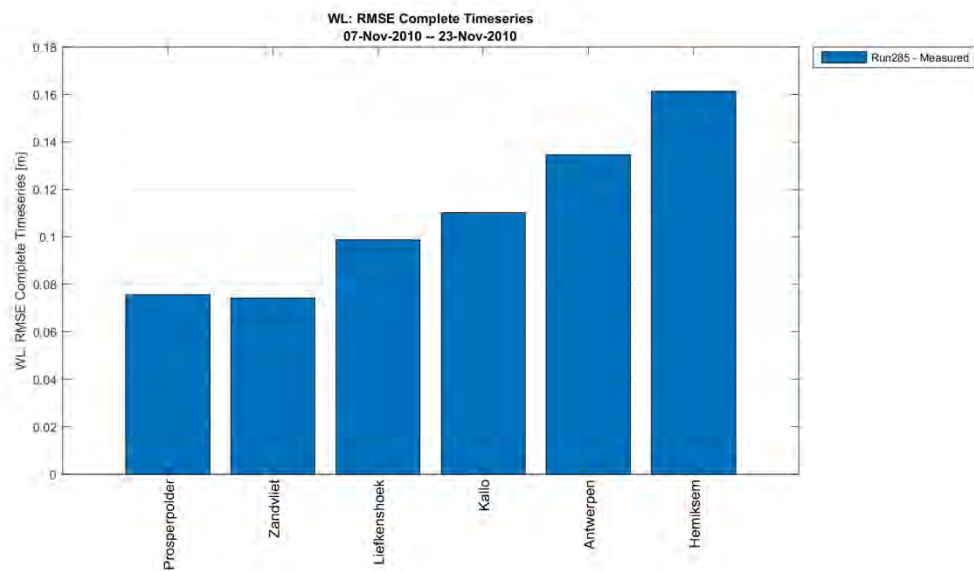
Figuur D 43 – RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 - Westerschelde



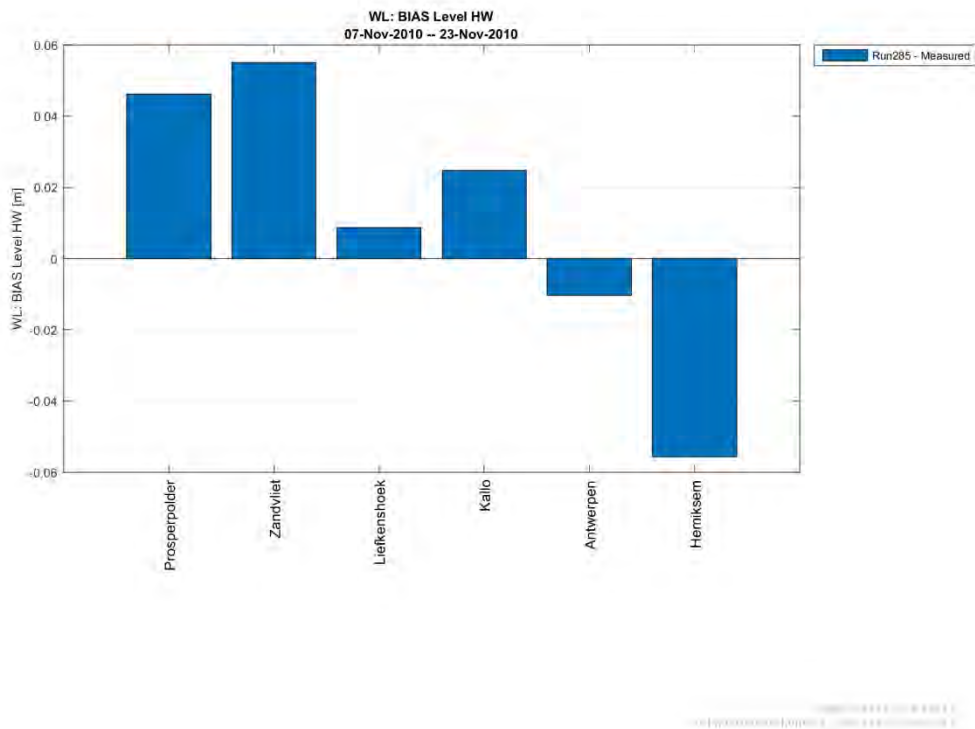
Figuur D 44 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



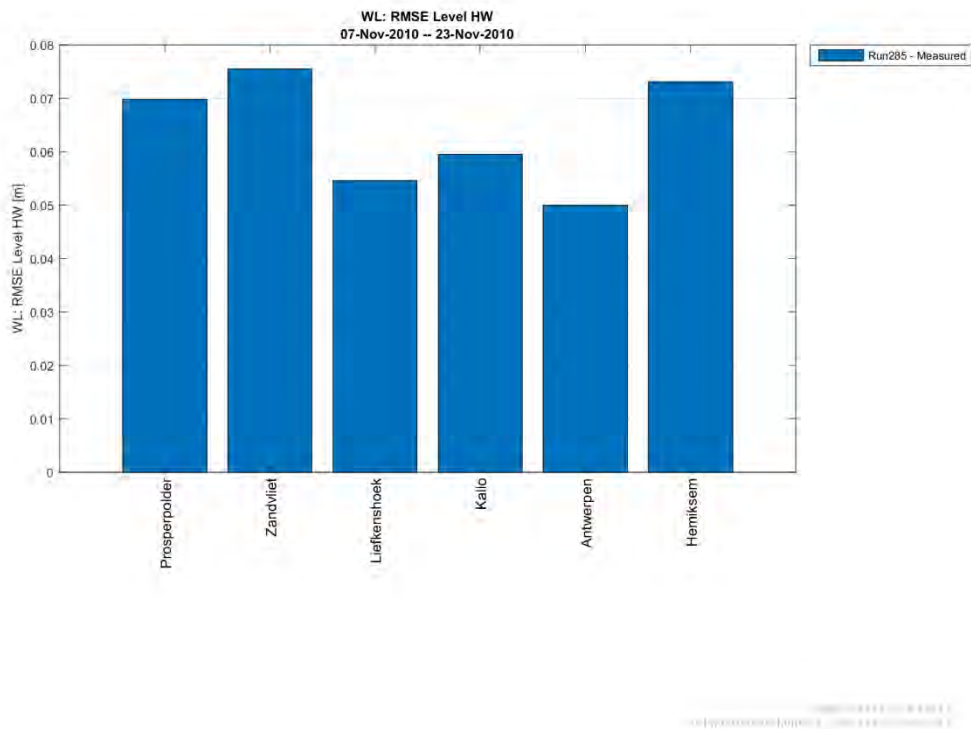
Figuur D 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



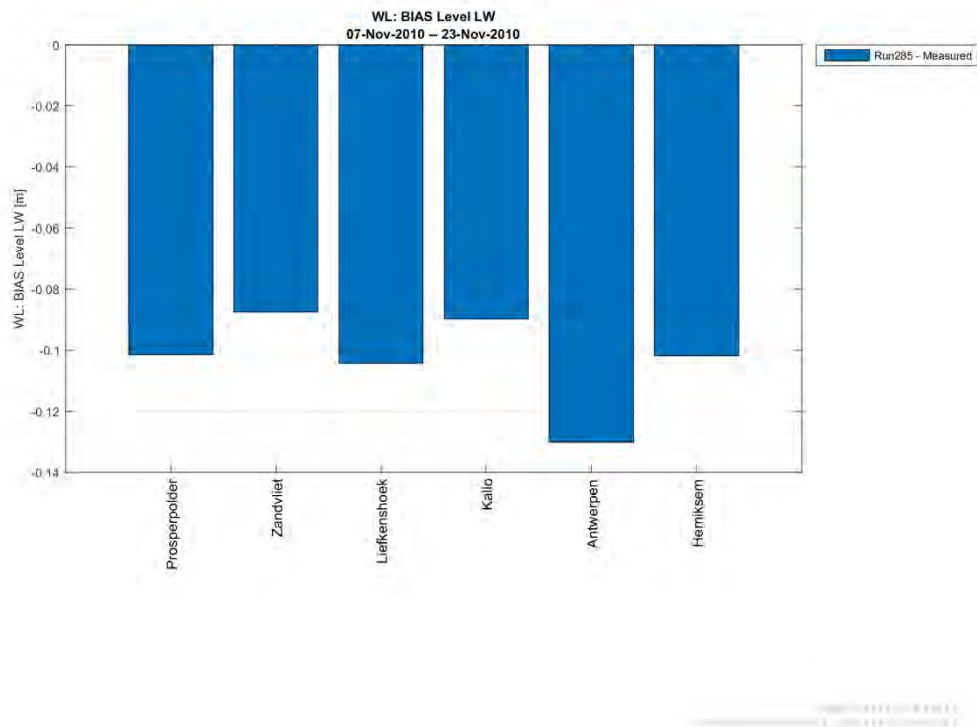
Figuur D 46 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



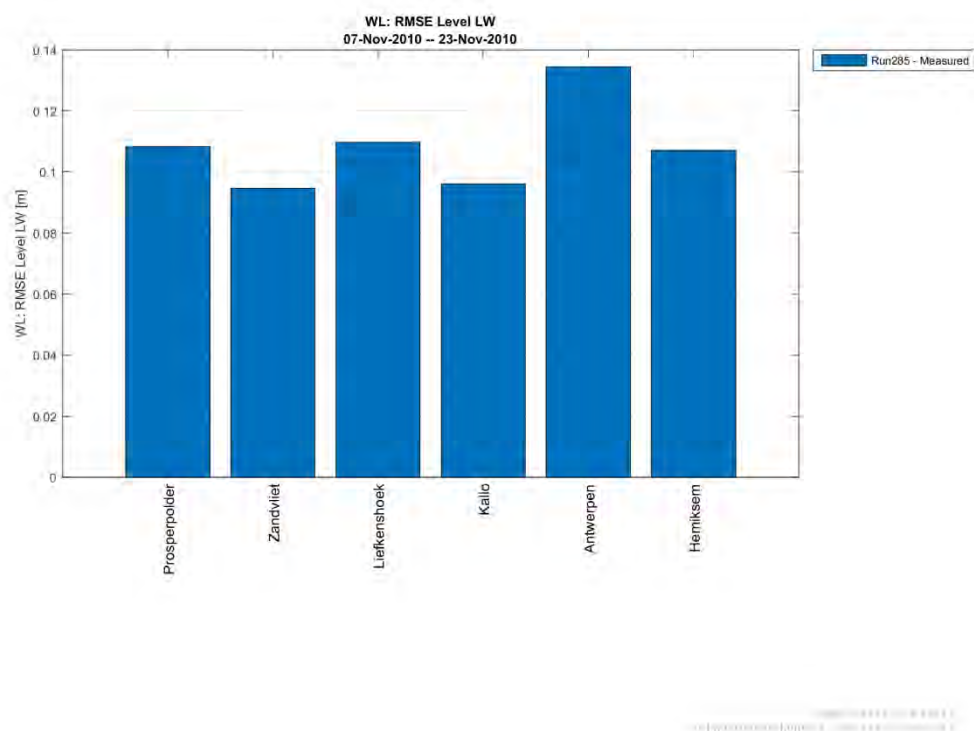
Figuur D 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



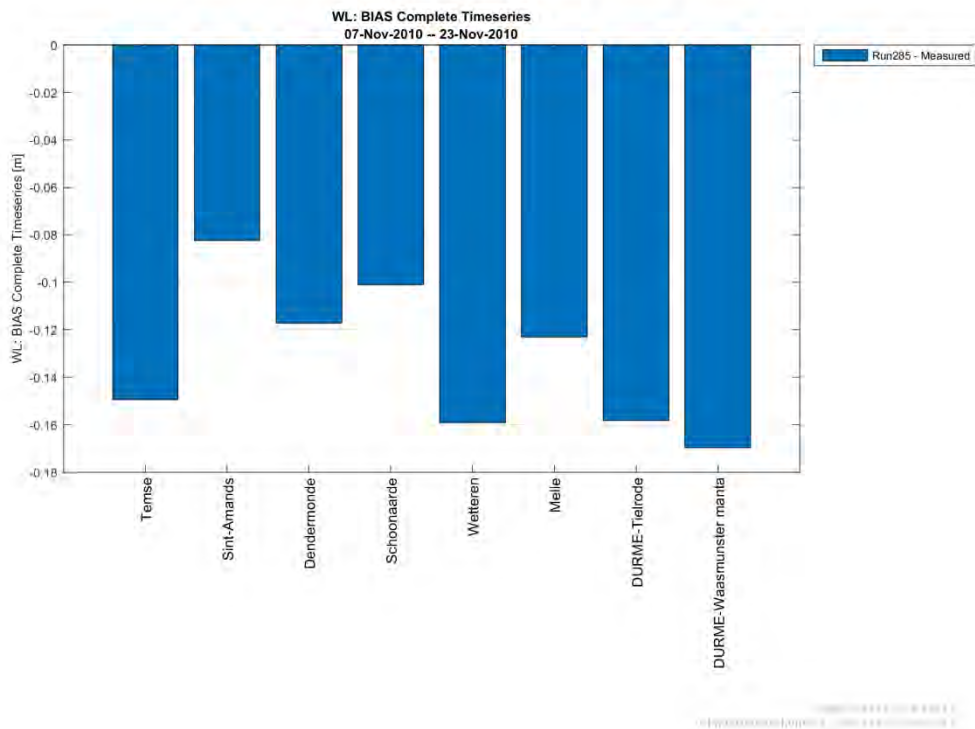
Figuur D 48 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



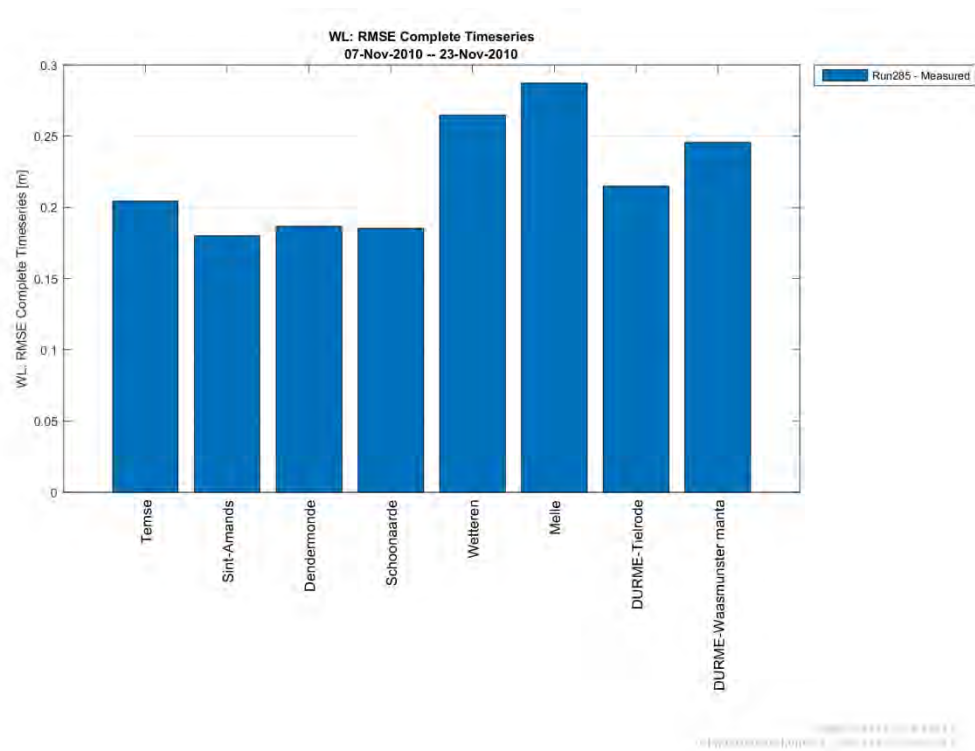
Figuur D 49 – RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



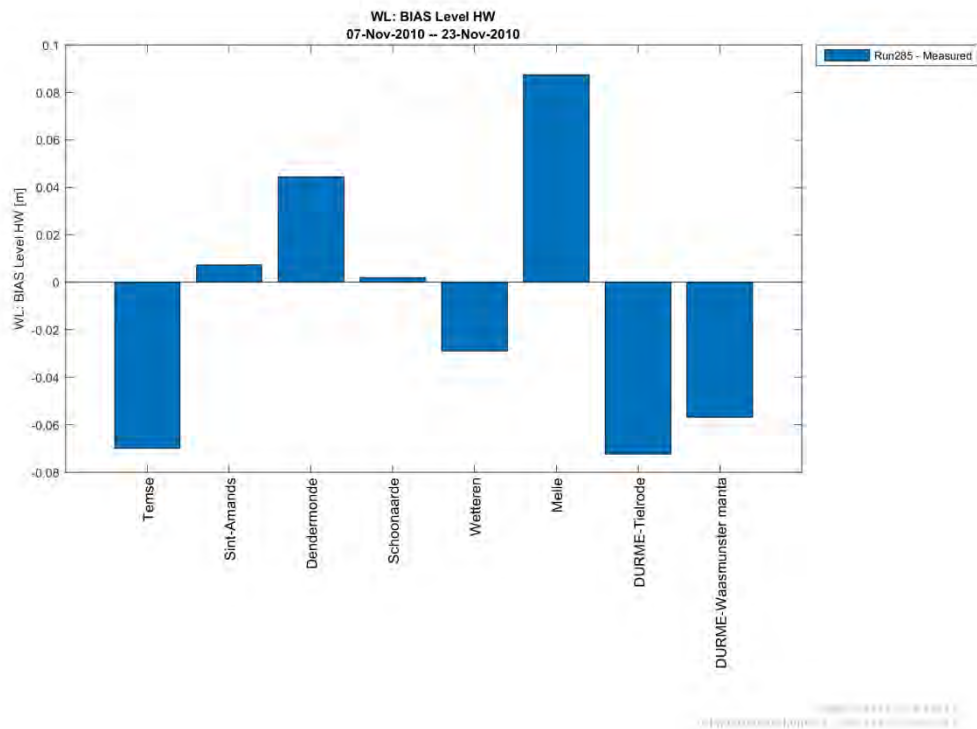
Figuur D 50 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme



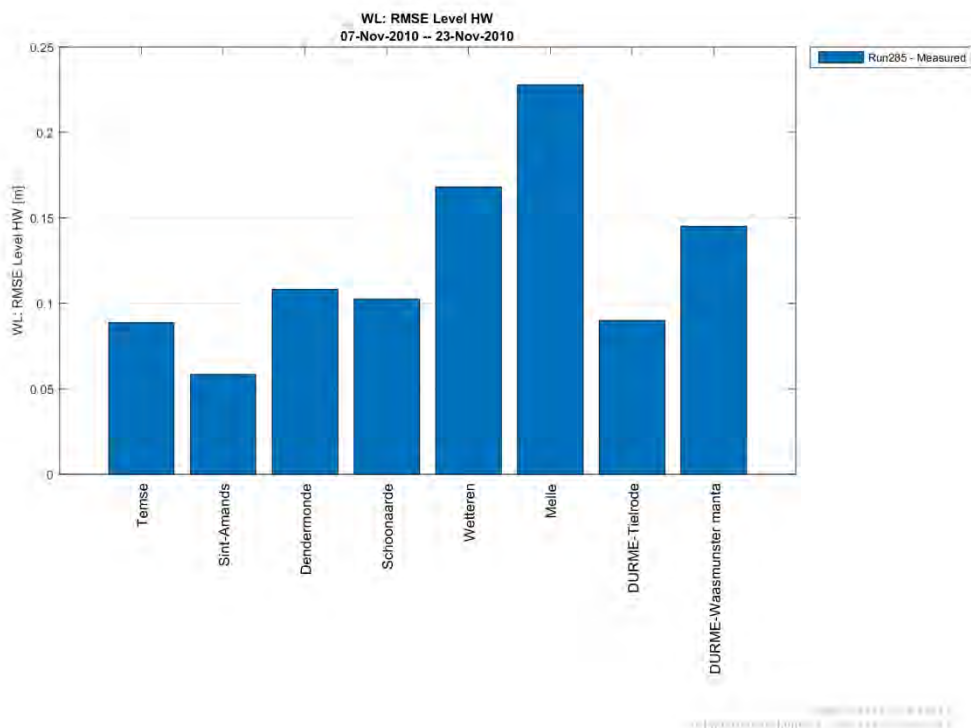
Figuur D 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme



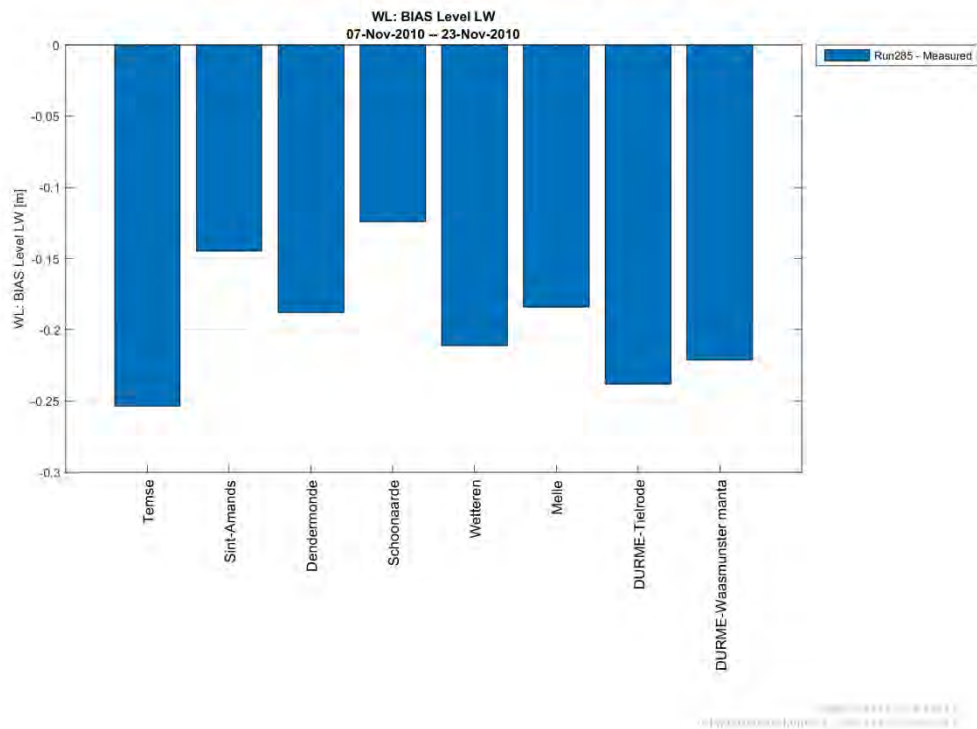
Figuur D 52 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme



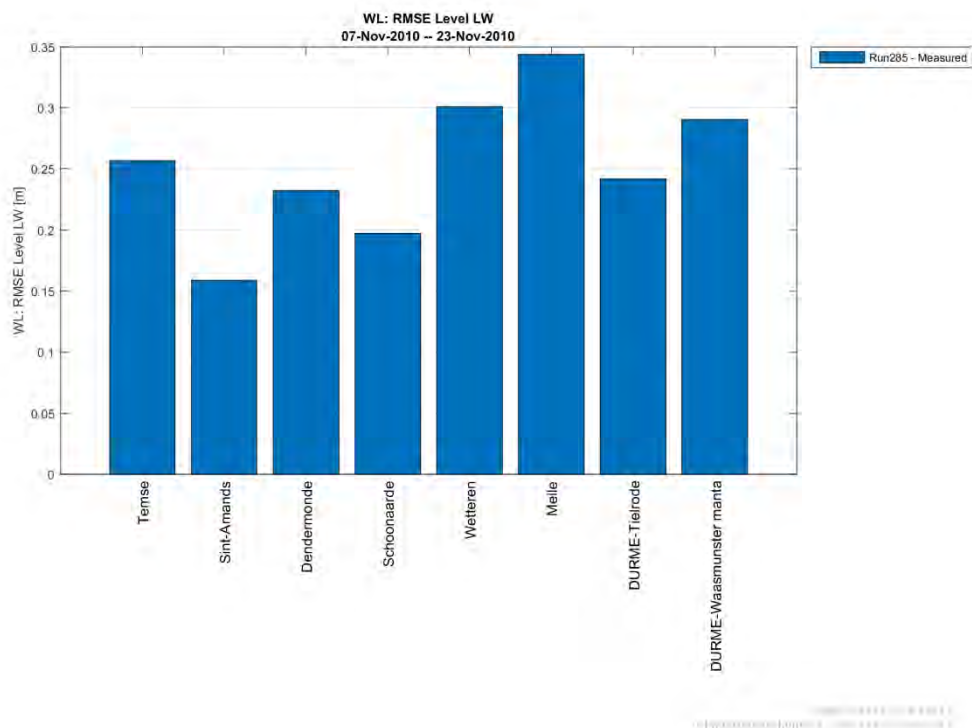
Figuur D 53 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme



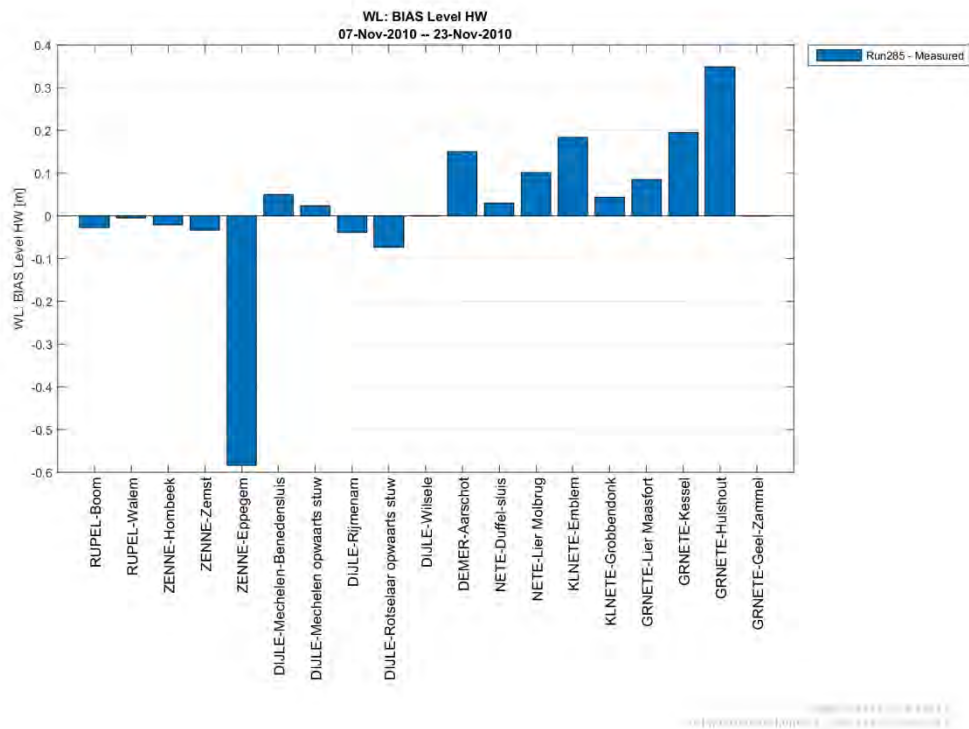
Figuur D 54 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme



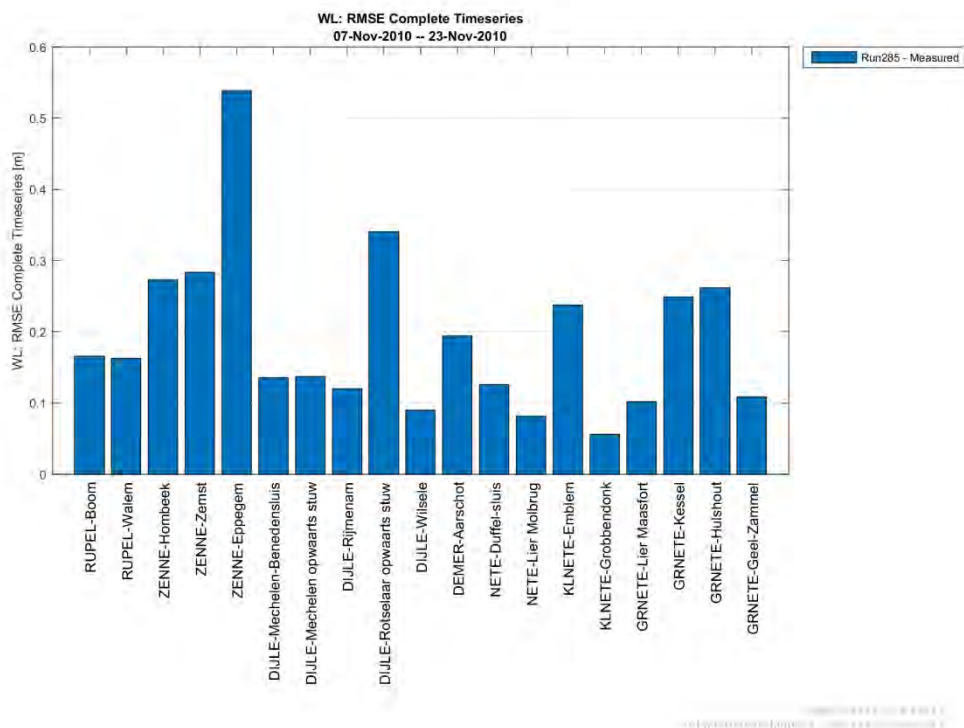
Figuur D 55 – RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 – Boven-Zeeschelde en Durme



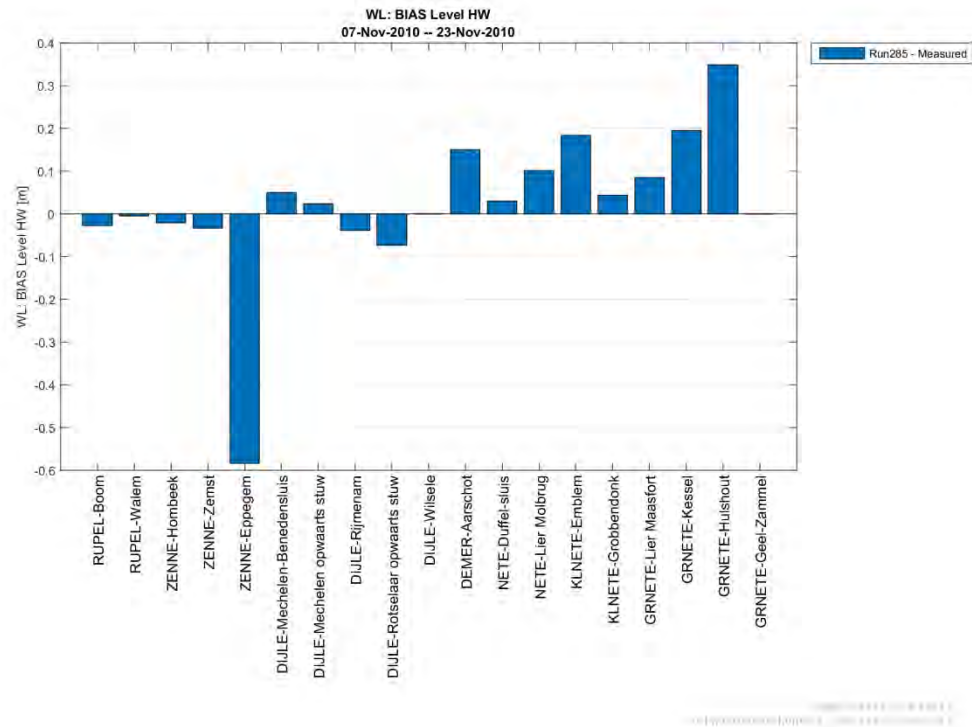
Figuur D 56 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken



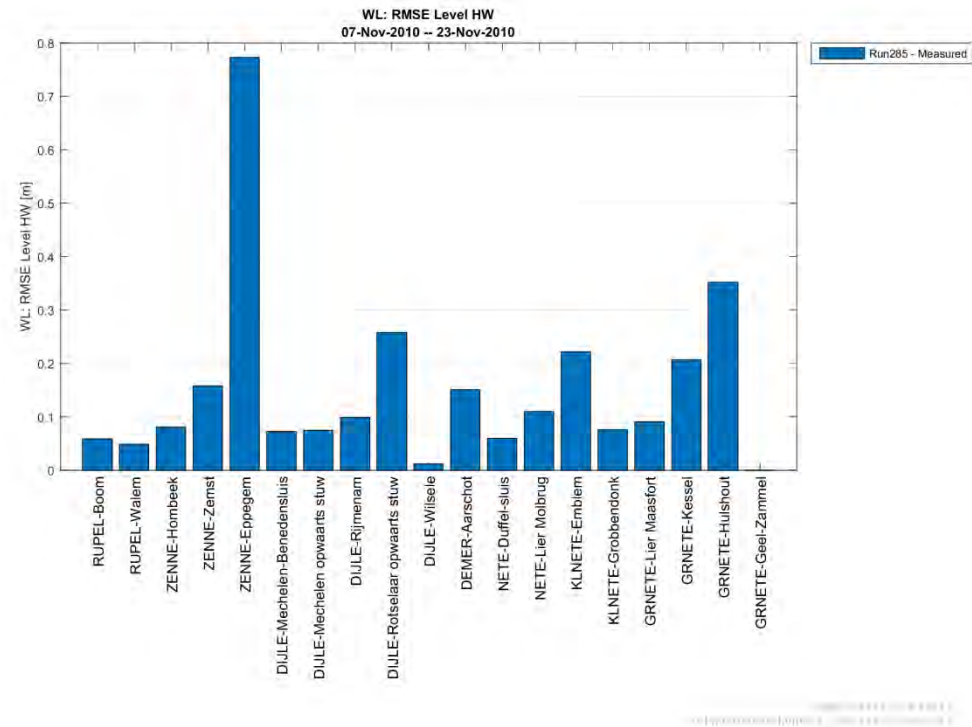
Figuur D 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken



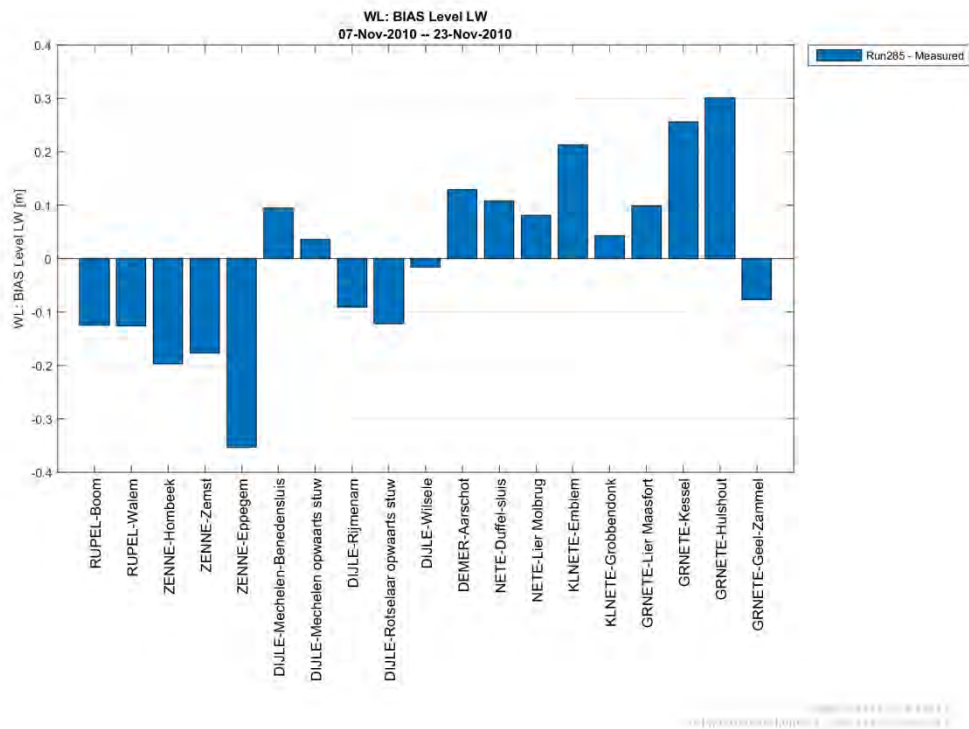
Figuur D 58 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken



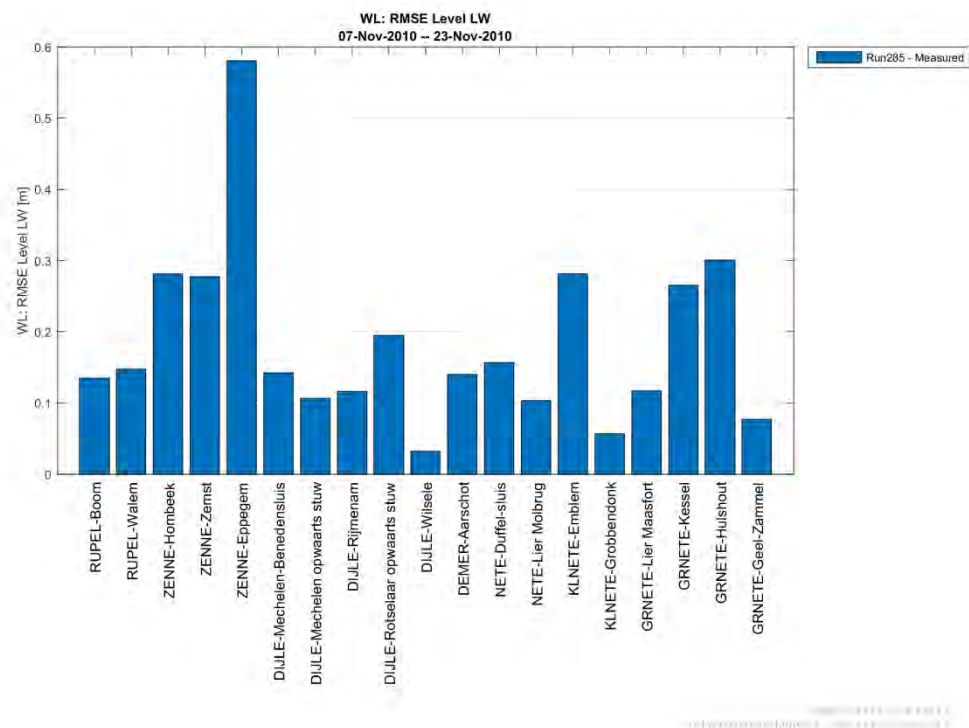
Figuur D 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken



Figuur D 60 - bias laagwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken



Figuur D 61 – RMSE laagwaters (model-meting) – nov2010 – Rupelbekken



Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil

Tabel D 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2010 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Nov2010							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	1.72	0.02	1.72	0.02	0.00	0.02
	Terneuzen	1.87	0.02	1.87	0.02	0.01	0.09
	Hansweert	1.99	0.02	2.01	0.02	0.02	0.14
	Bath	2.15	0.02	2.15	0.02	0.00	0.14
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	2.15	0.02	2.18	0.02	0.03	0.18
	Zandvliet	2.17	0.02	2.19	0.02	0.02	0.17
	Liefkenshoek	2.22	0.02	2.23	0.02	0.00	0.23
	Kallo	2.27	0.03	2.26	0.02	0.01	0.24
	Antwerpen	2.28	0.02	2.28	0.02	0.00	0.29
	Hemiksem	2.31	0.02	2.30	0.02	0.01	0.32
Boven-Zeeschelde	Temse	2.26	0.02	2.28	0.02	0.03	0.41
	Sint-Amands	2.09	0.02	2.10	0.03	0.01	0.38
	Dendermonde	1.59	0.02	1.64	0.02	0.05	0.34
	Schoonaarde	1.21	0.02	1.24	0.02	0.03	0.32
	Wetteren	0.92	0.02	1.00	0.02	0.08	0.41
	Melle	0.82	0.03	0.90	0.03	0.08	0.38
Durme	Tielrode	2.23	0.02	2.25	0.03	0.02	0.43
	Waasmunster Manta	0.20*	0.01*	0.22*	0.01*	0.02*	0.39*

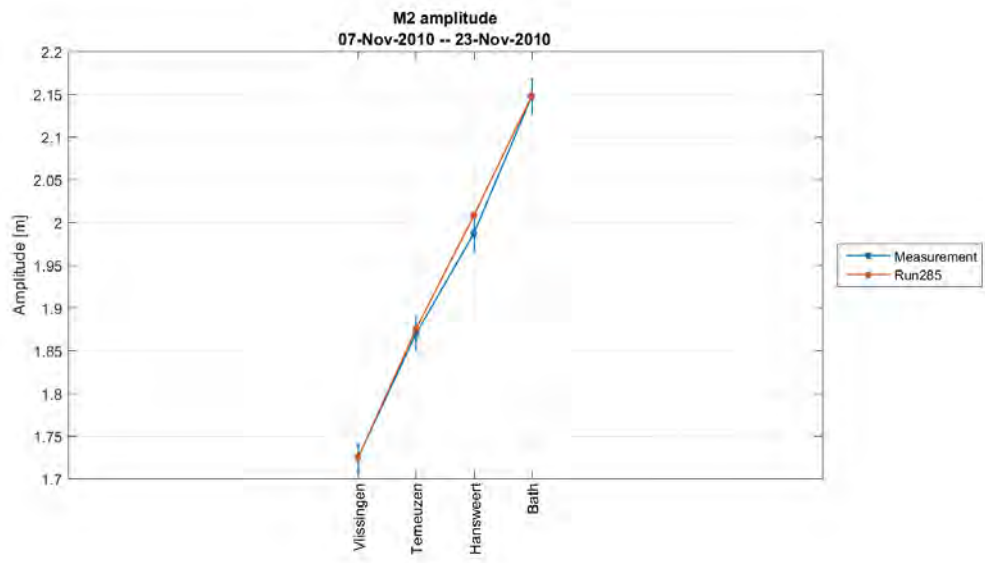
* : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille van onaangepaste bathymetrie in het model.

Tabel D 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2010 – Rupelbekken

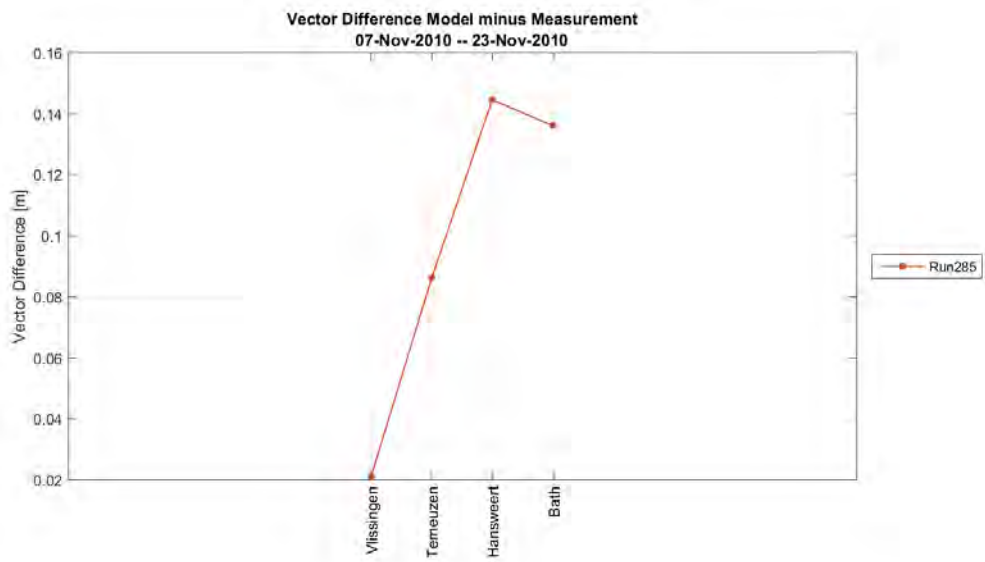
Nov2010							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	
Rupel	Boom	2.24	0.02	2.23	0.03	0.01	0.35
	Walem	2.06	0.02	2.07	0.02	0.00	0.36
Zenne	Hombeek	*	*	*	*	*	*
	Zemst	*	*	*	*	*	*
	Eppegem	*	*	*	*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	1.46	0.02	1.40	0.02	0.06	0.26
	Mechelen opwaarts stuw	0.80	0.03	0.74	0.03	0.06	0.25
	Rijmenam	0.18	0.01	0.16	0.01	0.01	0.16
	Rotselaar opwaarts stuw	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.16
	Wilsele	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.08
Demer	Aarschot	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.19
Beneden-nete	Duffel-sluis	1.59	0.02	1.53	0.02	0.06	0.25
	Lier Molbrug	0.90	0.02	0.87	0.02	0.03	0.15
Kleine Nete	Emblem	0.43	0.01	0.37	0.02	0.06	0.30
	Grobbendonk	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.07
Grote Nete	Lier Maasfort	0.61	0.02	0.58	0.02	0.03	0.17
	Kessel	0.40	0.01	0.36	0.01	0.03	0.34
	Hulshout	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.27
	Geel-Zammel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

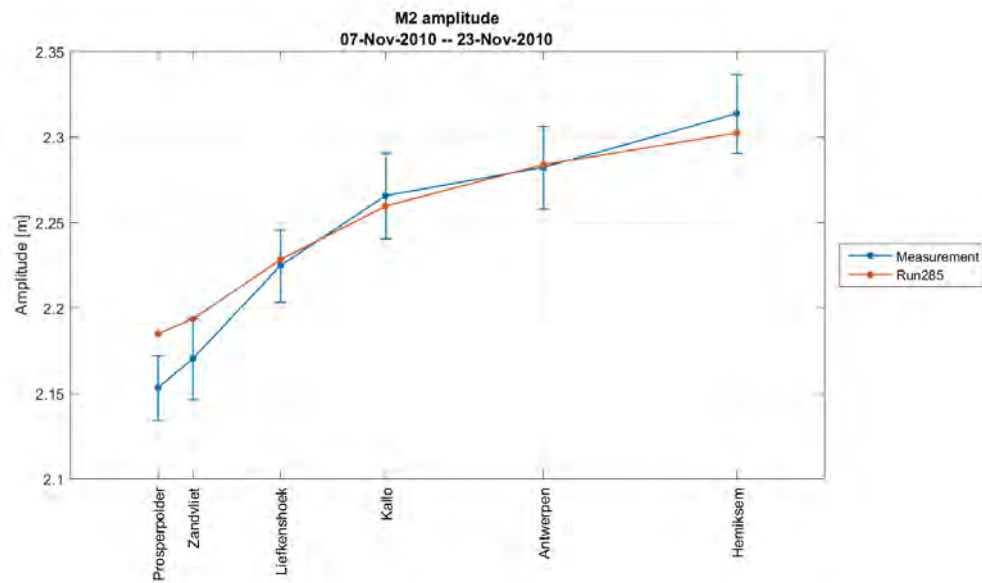
Figuur D 62 - M2 amplitude – nov2010 – Westerschelde



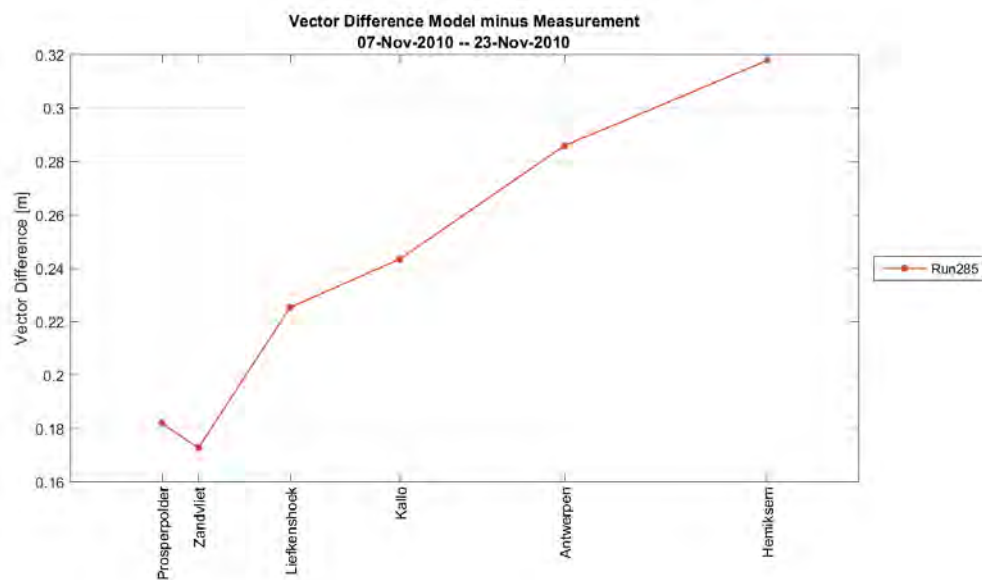
Figuur D 63 – Vectorieel verschil – nov2010 – Westerschelde



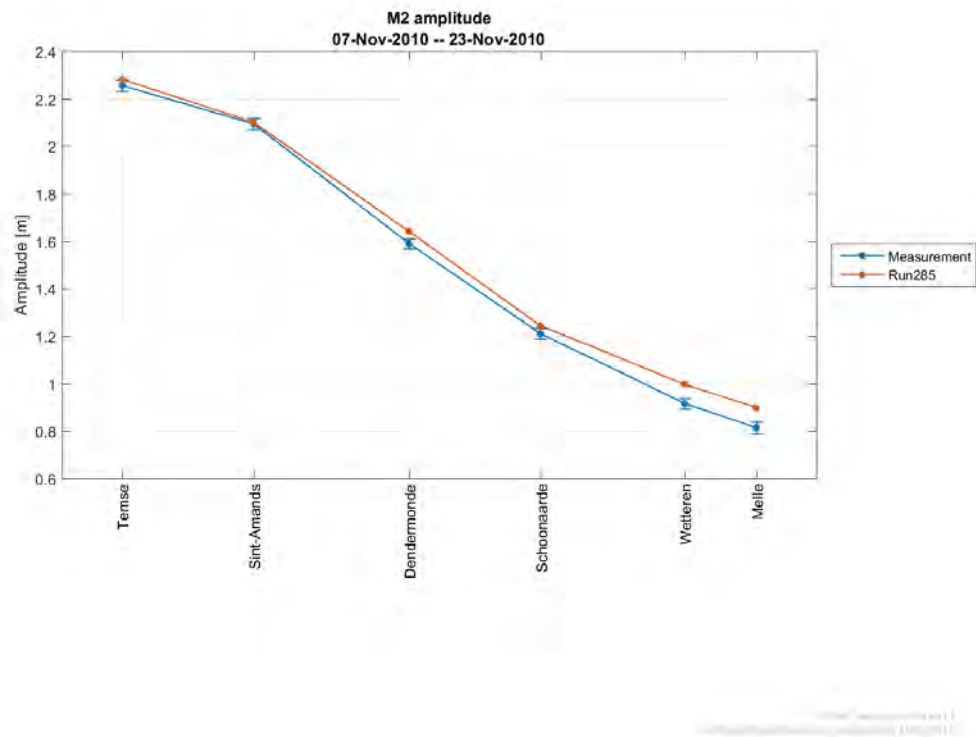
Figuur D 64 - M2 amplitude – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



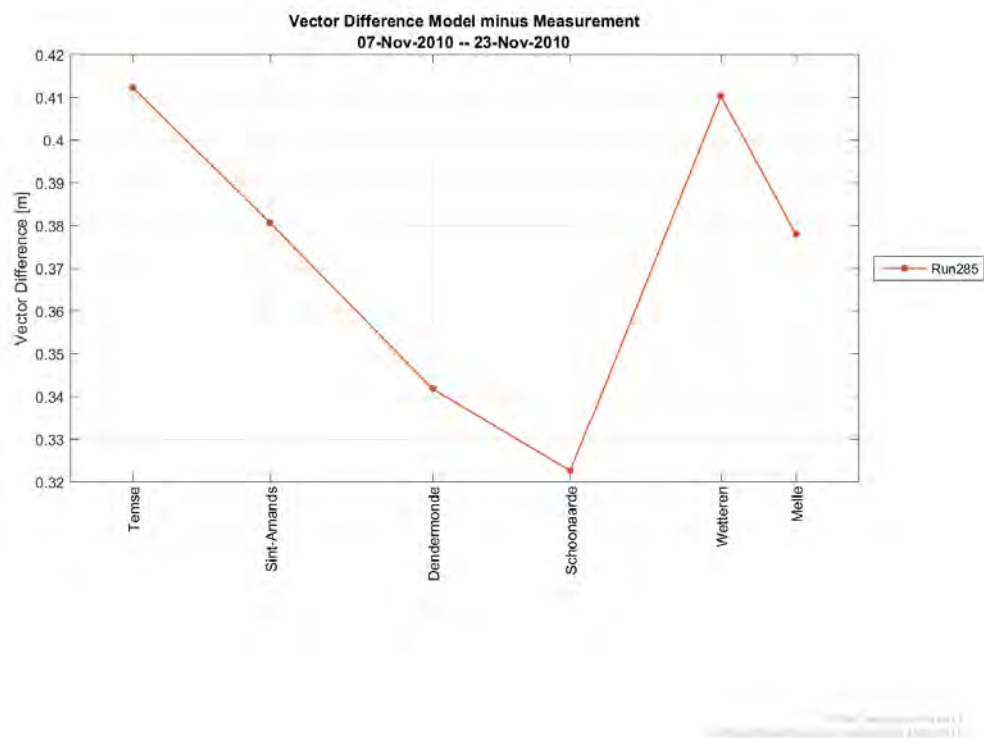
Figuur D 65 – Vectorieel verschil – nov2010 – Beneden-Zeeschelde



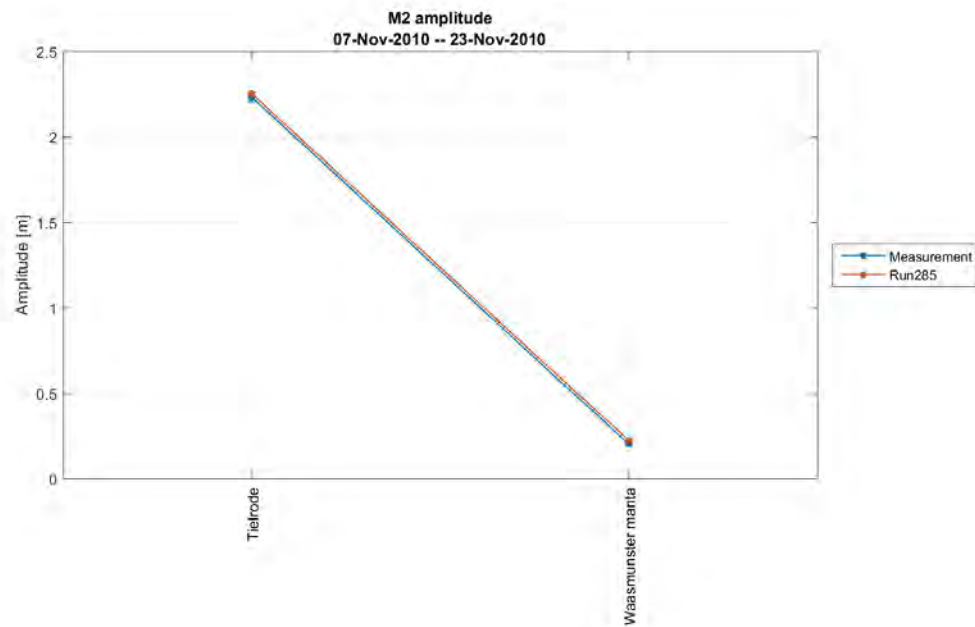
Figuur D 66 - M2 amplitude – nov2010 – Boven-Zeeschelde



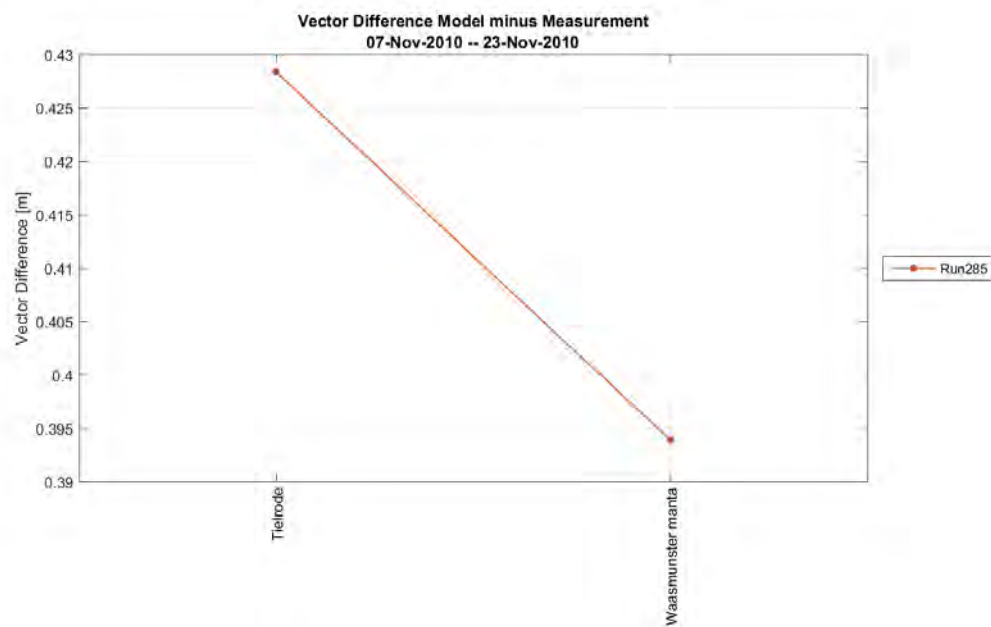
Figuur D 67 – Vectorieel verschil – nov2010 – Boven-Zeeschelde



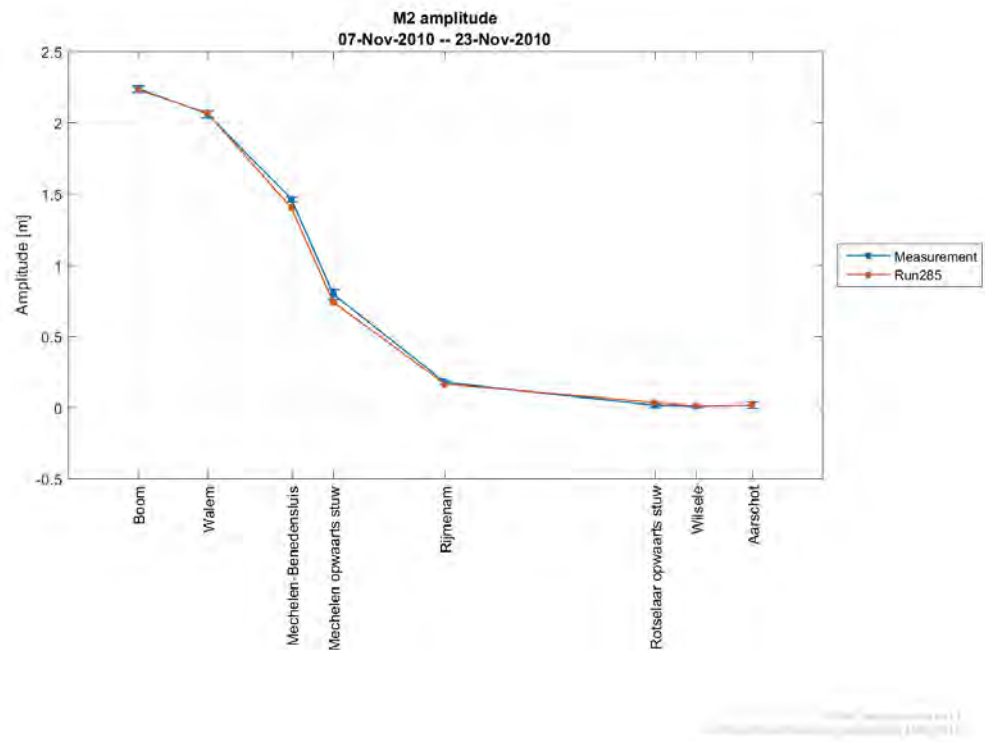
Figuur D 68 - M2 amplitude – nov2010 – Durme



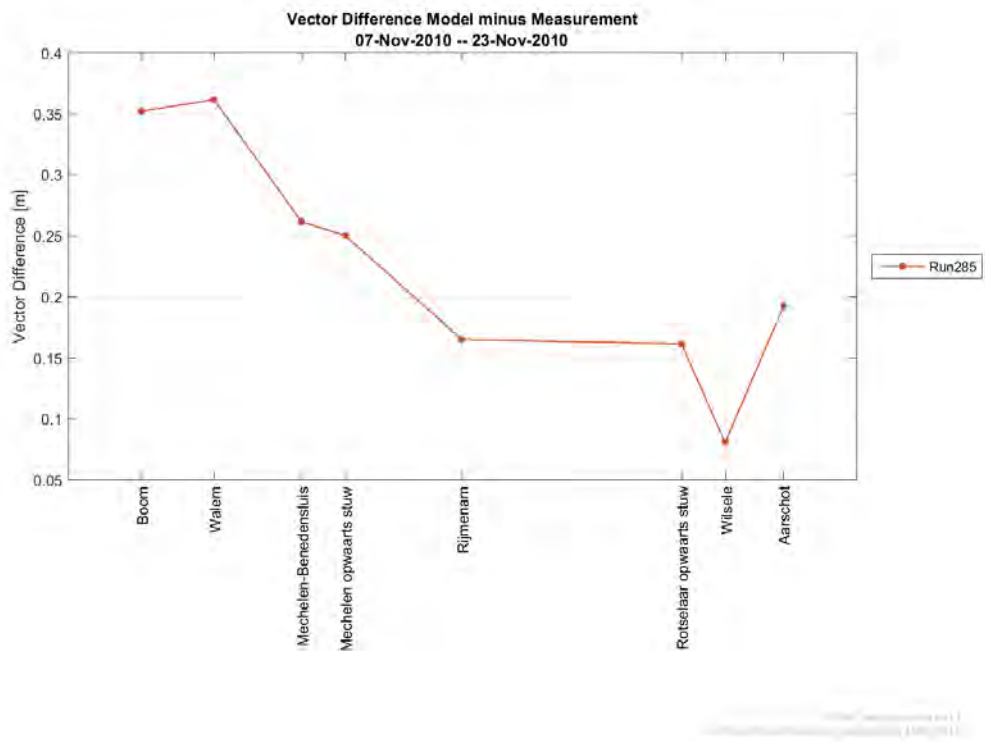
Figuur D 69 – Vectorieel verschil – nov2010 – Durme



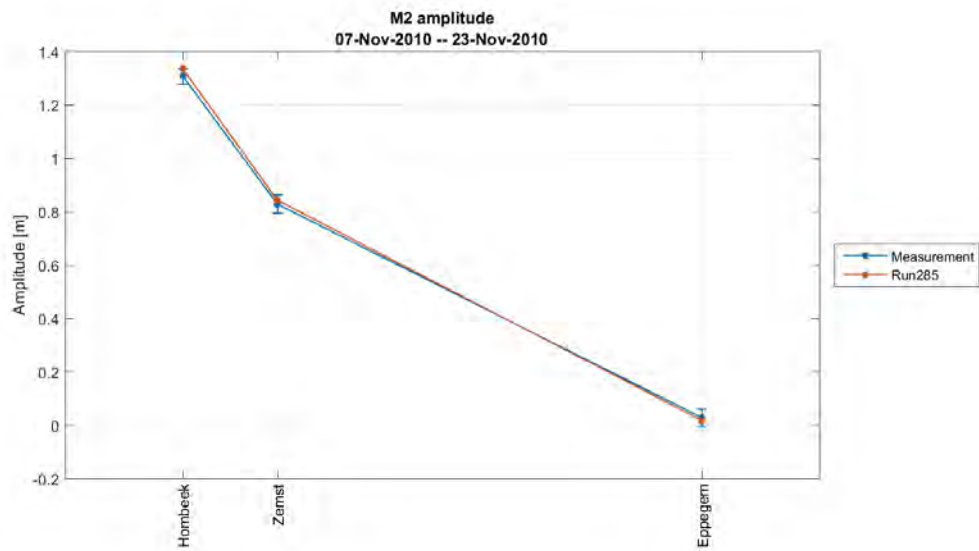
Figuur D 70 - M2 amplitude – nov2010 – Rupel-Dijle-Demer



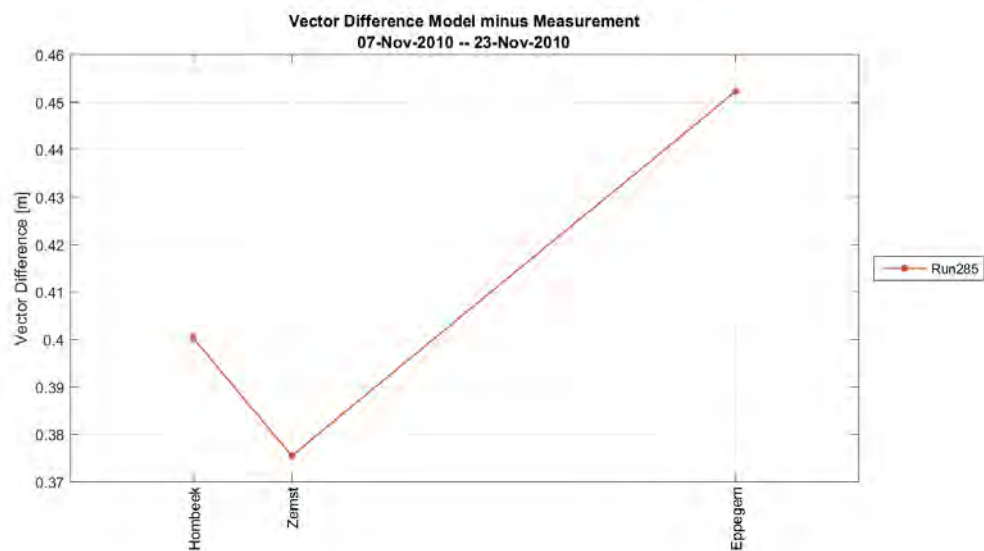
Figuur D 71 – Vectorieel verschil – nov2010 – Rupel-Dijle-Demer



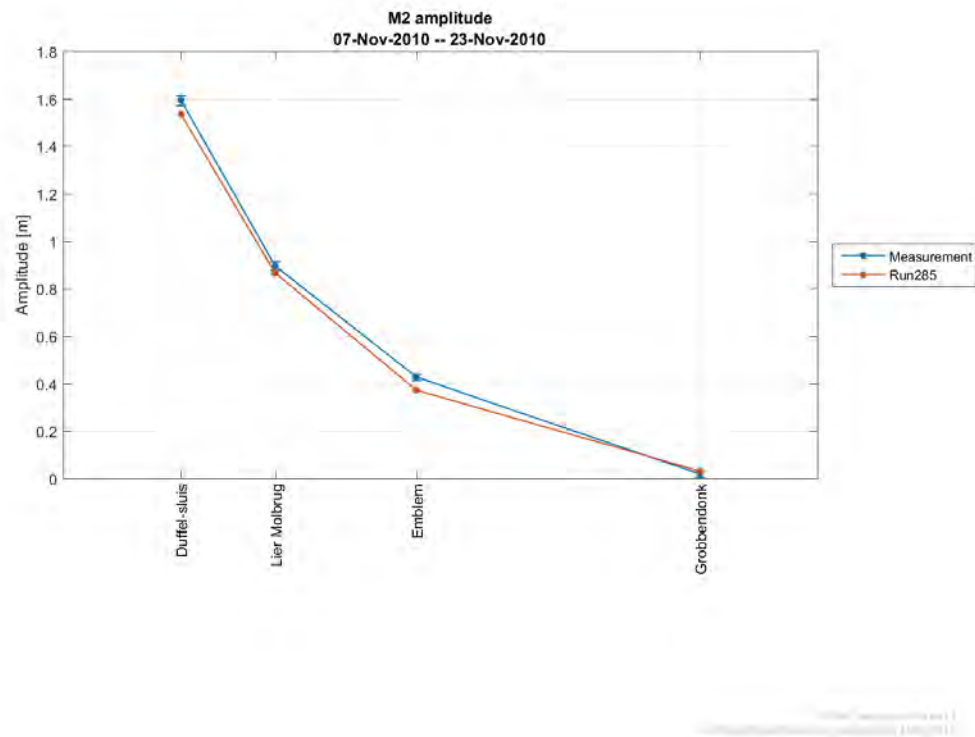
Figuur D 72 - M2 amplitude – nov2010 – Zenne



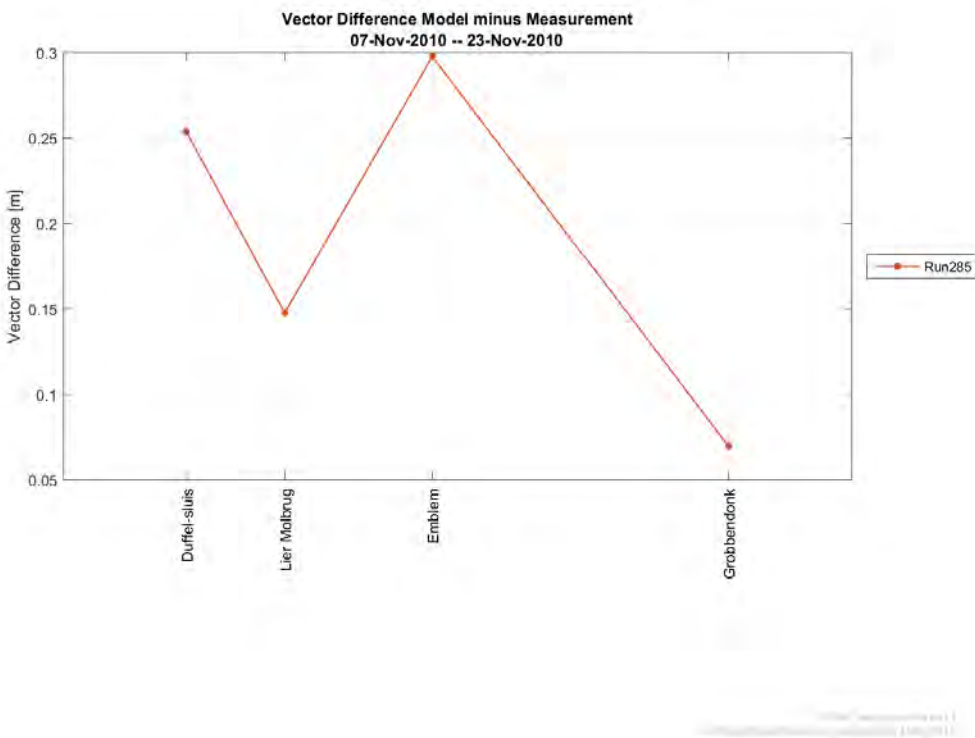
Figuur D 73 – Vectorieel verschil – nov2010 – Zenne



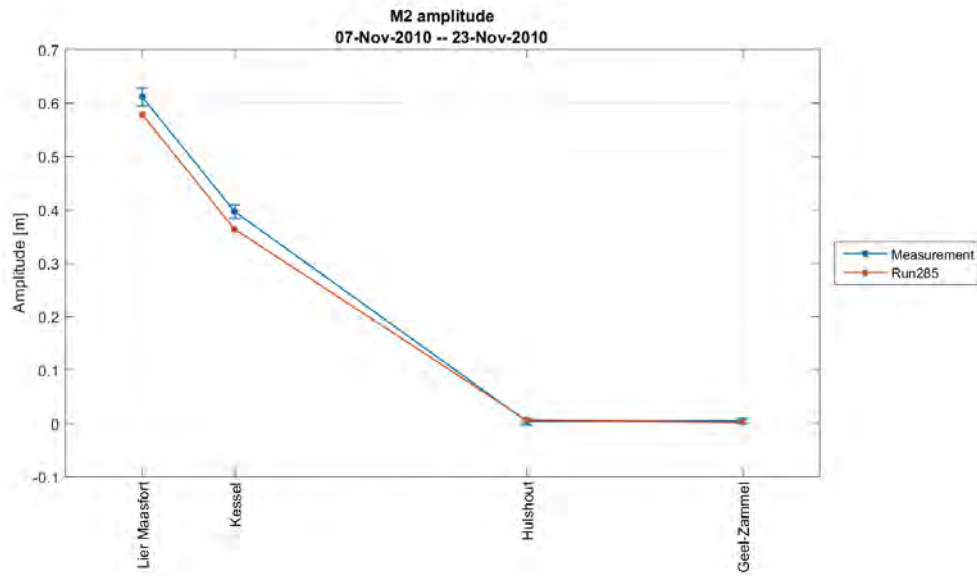
Figuur D 74 - M2 amplitude – nov2010 – Kleine Nete



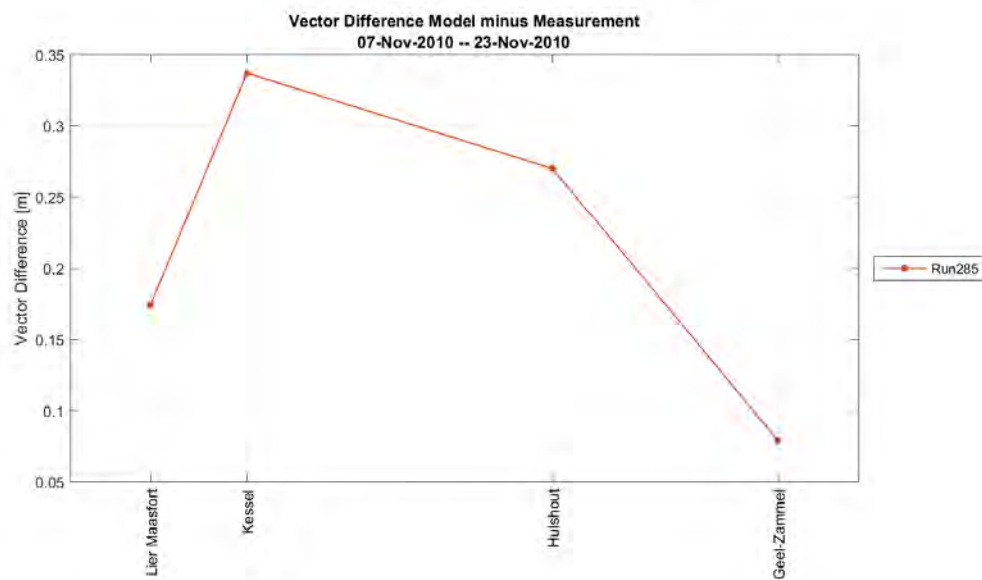
Figuur D 75 – Vectorieel verschil – nov2010 – Kleine Nete



Figuur D 76 - M2 amplitude – nov2010 – Grote Nete



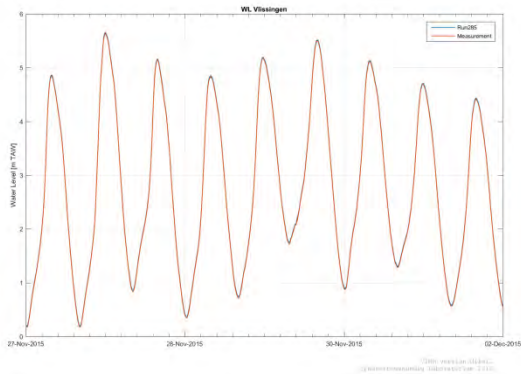
Figuur D 77 – Vectorieel verschil – nov2010 – Grote Nete



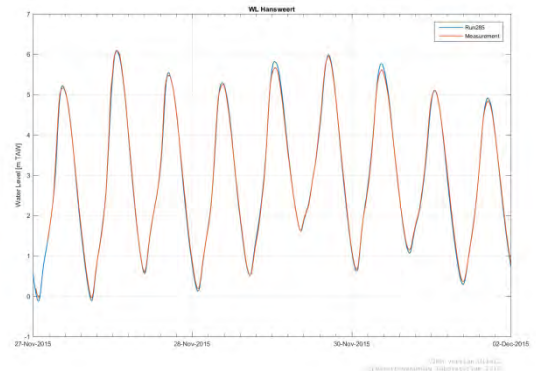
BIJLAGE E MODELRESULTATEN NOV2015 - STORM

Tijdreeksen

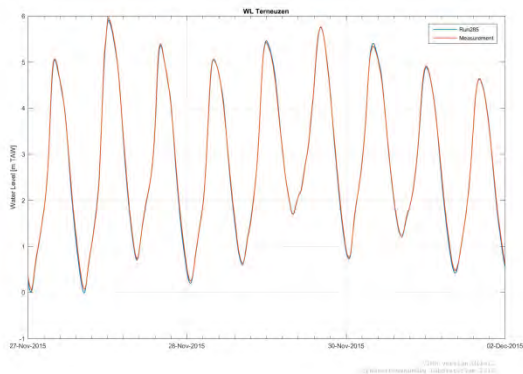
Figuur E 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Vlissingen



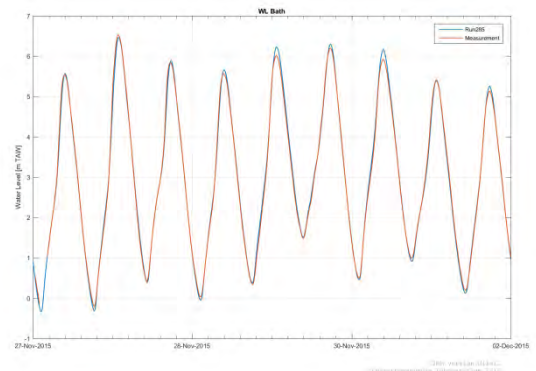
Figuur E 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hansweert



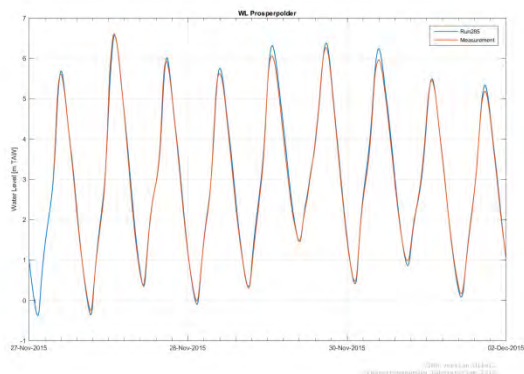
Figuur E 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Terneuzen



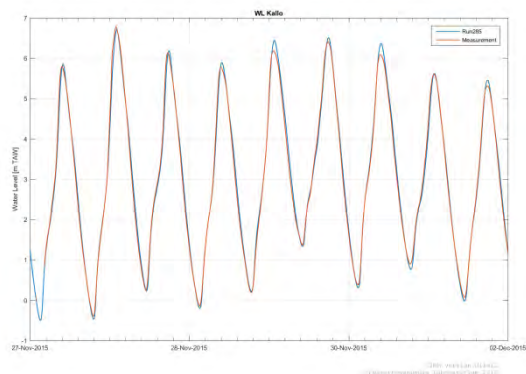
Figuur E 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Bath



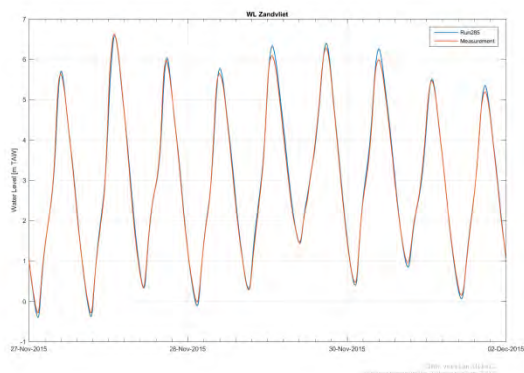
Figuur E 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Prosperpolder



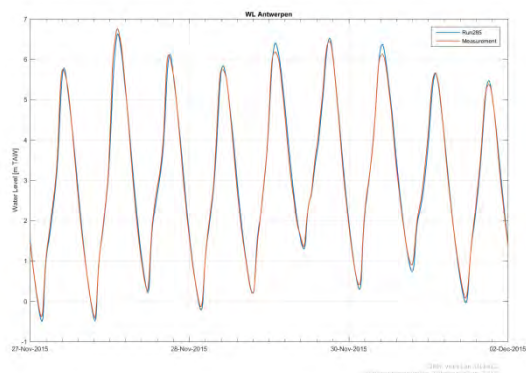
Figuur E 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Kallo



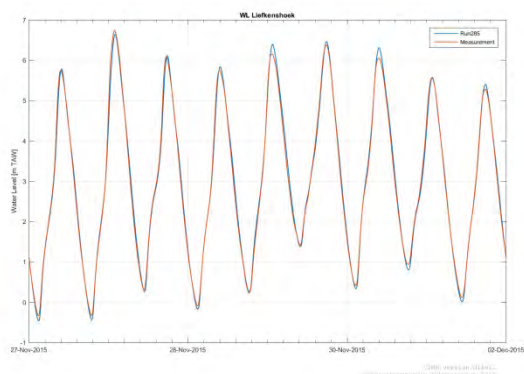
Figuur E 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Zandvliet



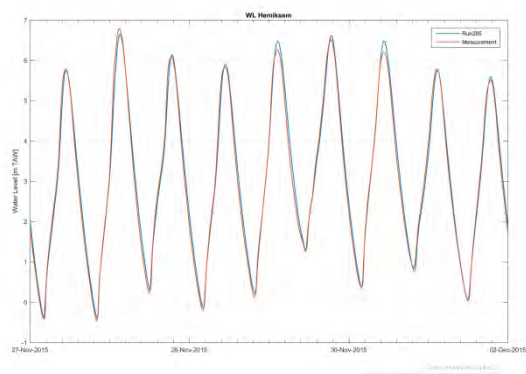
Figuur E 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Antwerpen



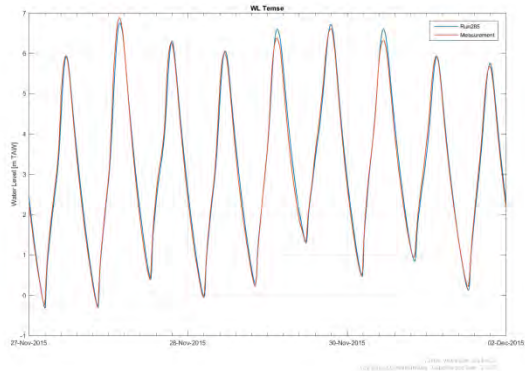
Figuur E 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Liefkenshoek



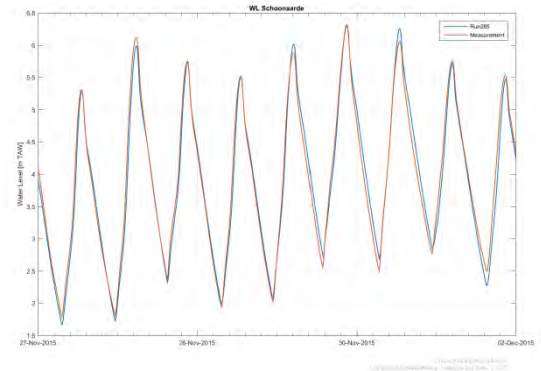
Figuur E 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hemiksem



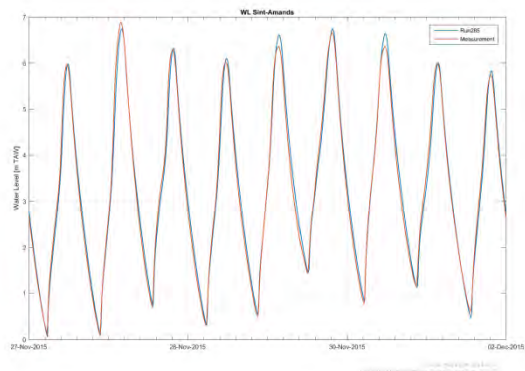
Figuur E 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Temse



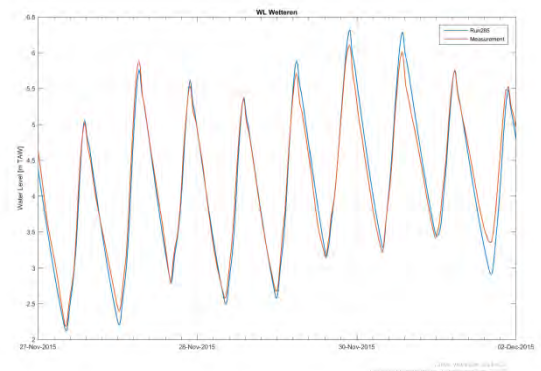
Figuur E 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Schoonaarde



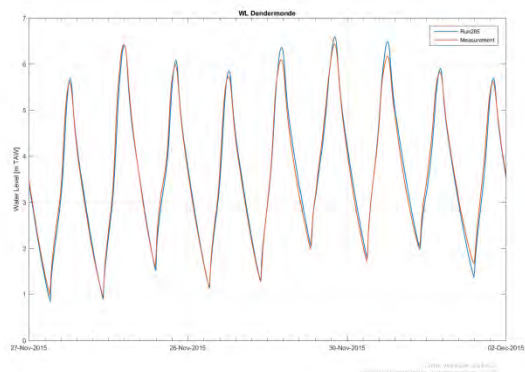
Figuur E 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 – Sint-Amands



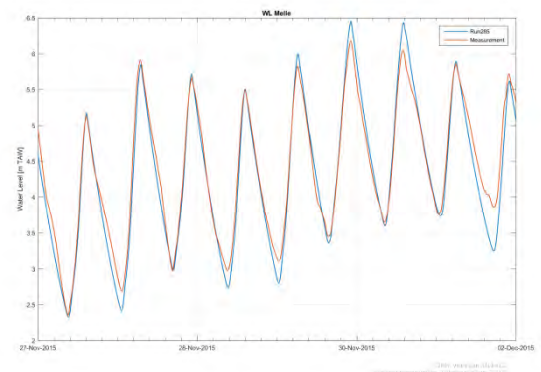
Figuur E 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Wetteren



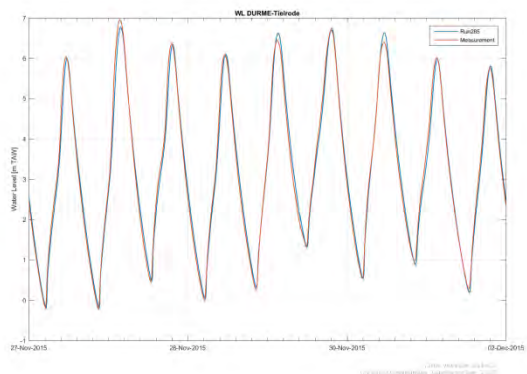
Figuur E 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Dendermonde



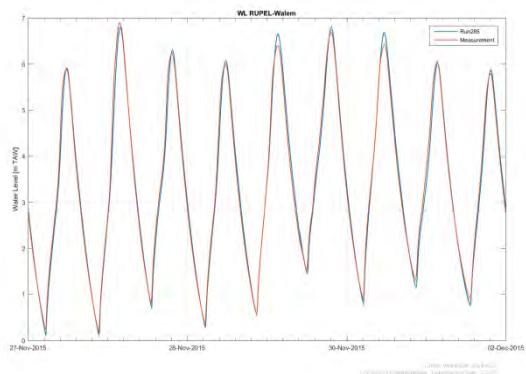
Figuur E 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Melle



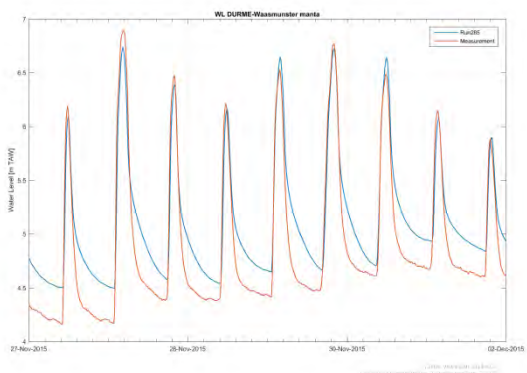
Figuur E 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Tielrode



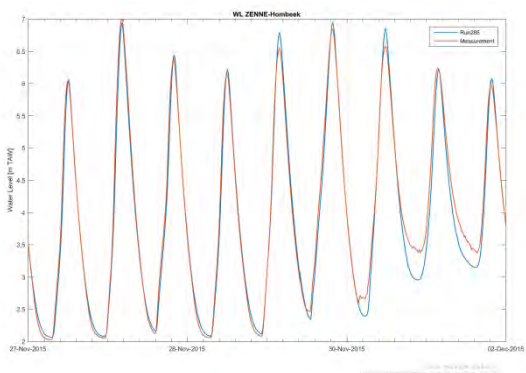
Figuur E 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Walem



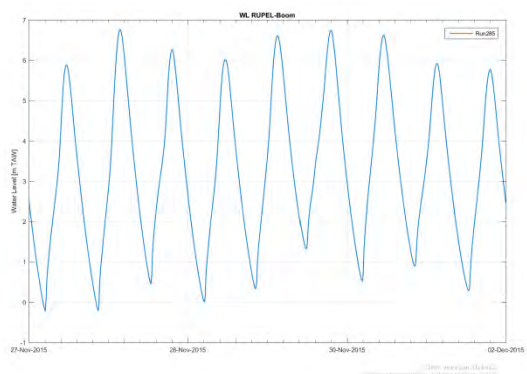
Figuur E 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 – Waasmunster Manta



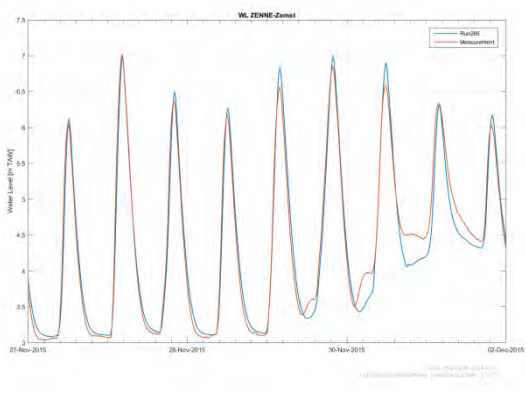
Figuur E 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Hombeek



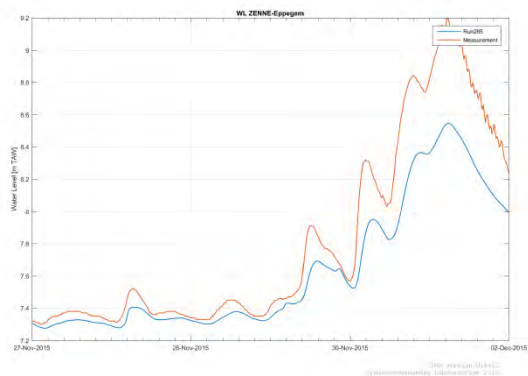
Figuur E 19 - Gemodelleerde waterpeilen – nov2015 - Boom



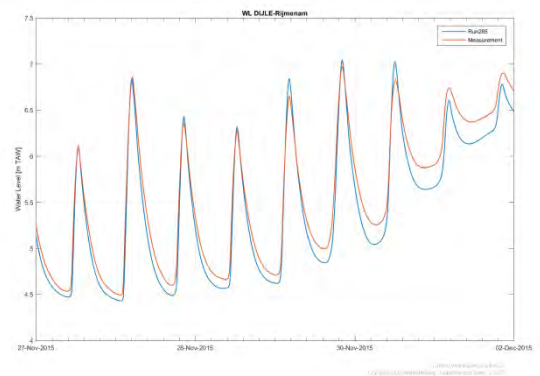
Figuur E 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – nov2015 - Zemst



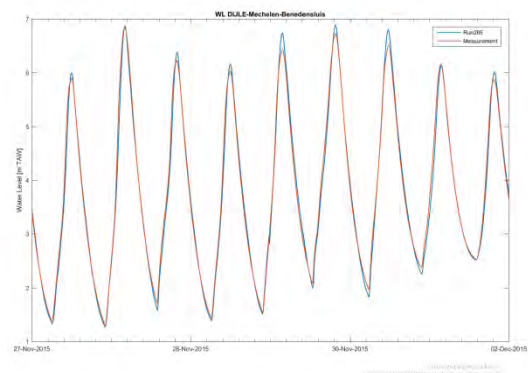
Figuur E 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Eppegem



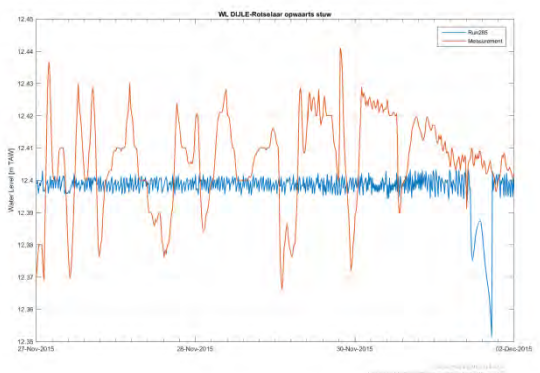
Figuur E 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Rijenam



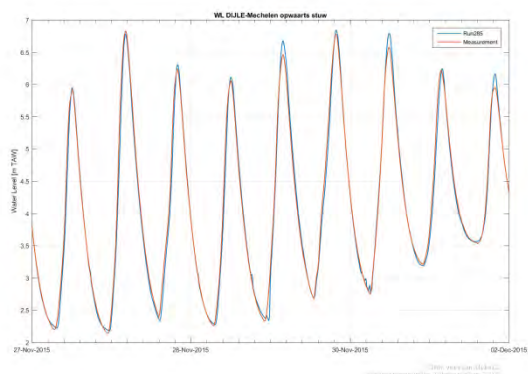
Figuur E 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 – Mechelen-Benedensluis



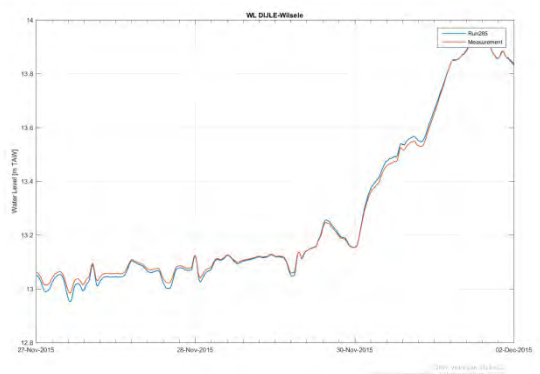
Figuur E 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 – Rotselaar opwaarts stuw



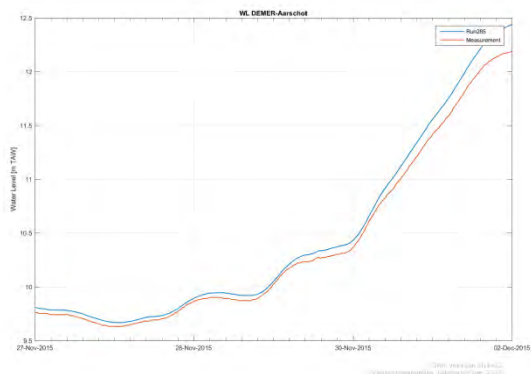
Figuur E 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 – Mechelen opwaarts stuw



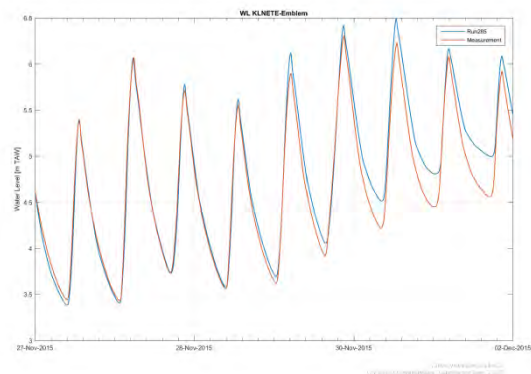
Figuur E 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Wilsele



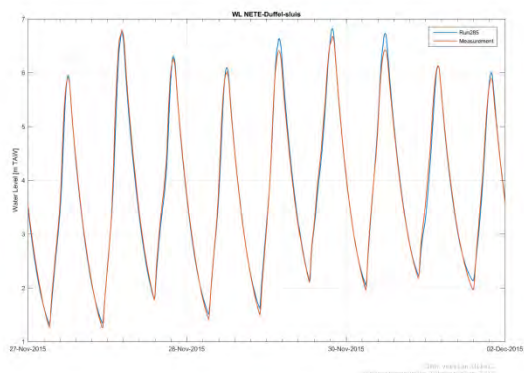
Figuur E 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Aarschot



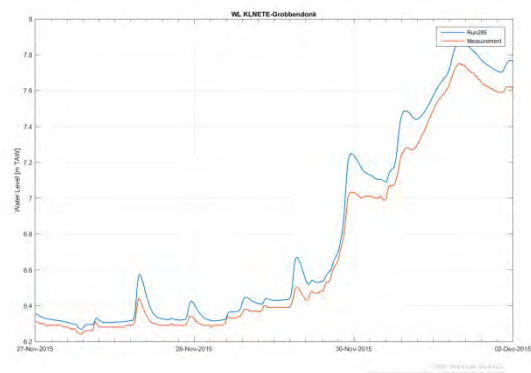
Figuur E 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Emblem



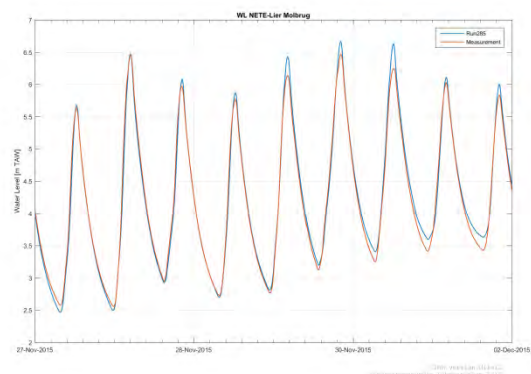
Figuur E 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Duffel-sluis



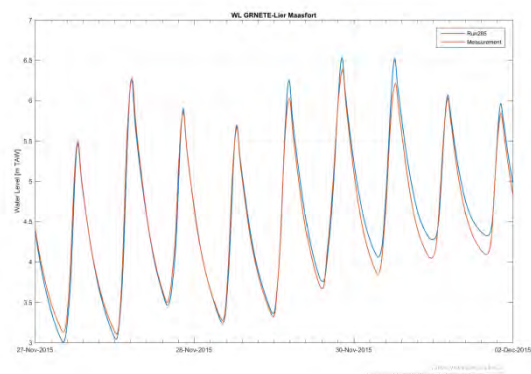
Figuur E 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Grobbendonk



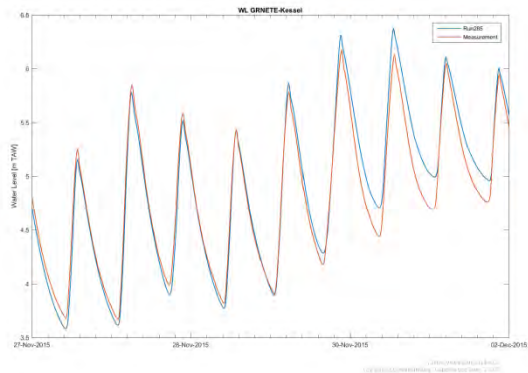
Figuur E 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Lier Molbrug



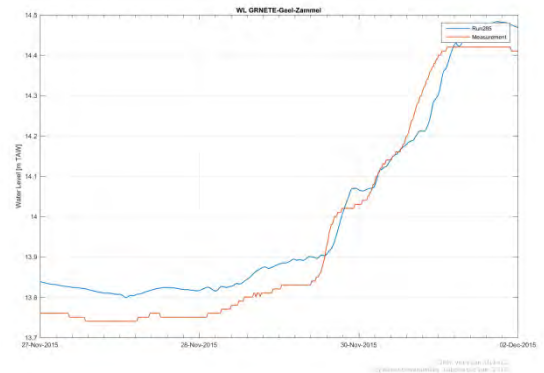
Figuur E 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Lier Maastfort



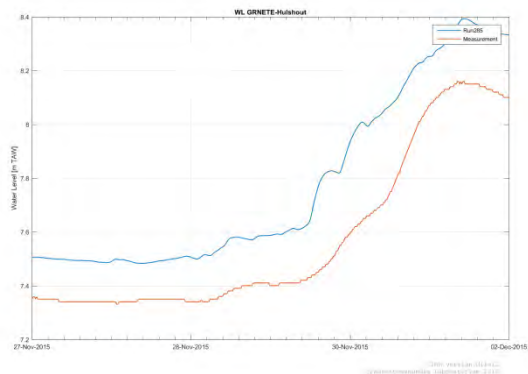
Figuur E 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Kessel



Figuur E 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 – Geel-Zammel



Figuur E 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
nov2015 - Hulshout



Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW

Tabel E 1 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2015 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Nov2015							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Terneuzen	-0.02	0.05	0.00	0.03	-0.03	0.04
	Hansweert	-0.02	0.07	0.07	0.08	-0.05	0.06
	Bath	0.01	0.09	0.09	0.13	-0.04	0.06
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	0.04	0.11	0.13	0.16	-0.05	0.07
	Zandvliet	0.02	0.10	0.12	0.15	-0.06	0.08
	Liefkenshoek	0.01	0.12	0.09	0.14	-0.08	0.09
	Kallo	0.02	0.13	0.11	0.15	-0.06	0.07
	Antwerpen	-0.02	0.14	0.07	0.13	-0.09	0.10
	Hemiksem	0.05	0.19	0.07	0.13	0.02	0.06
Boven-Zeeschelde	Temse	0.02	0.18	0.07	0.14	-0.03	0.06
	Sint-Amands	0.02	0.19	0.08	0.15	-0.02	0.06
	Dendermonde	-0.01	0.16	0.14	0.17	-0.06	0.12
	Schoonaarde	-0.02	0.17	0.02	0.10	0.00	0.13
	Wetteren	-0.02	0.17	0.09	0.15	-0.09	0.17
	Melle	-0.08	0.20	0.12	0.18	-0.18	0.26
Durme	Tielrode	0.00	0.20	0.03	0.12	-0.01	0.05
	Waasmunster Manta	0.22	0.29	0.02	0.02	0.23	0.24

Tabel E 2 – Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – nov2015 – Rupelbekken

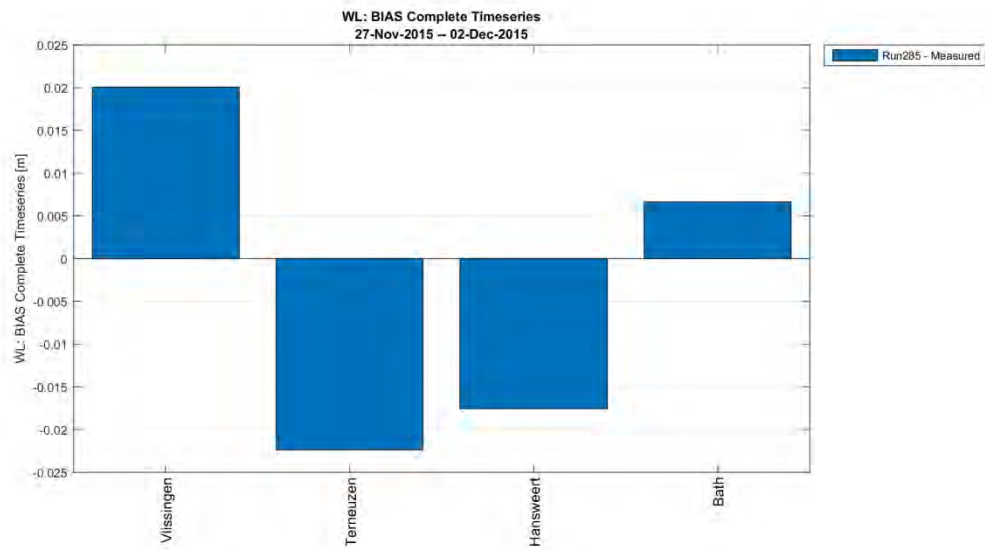
Nov2015							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Rupel	Boom	**	**	**	**	**	**
	Walem	-0.02	0.17	0.08	0.14	-0.10	0.11
Zenne	Hombeek	*	*	0.08	0.14	*	*
	Zemst	*	*	0.14	0.17	*	*
	Eppegem	*	*	-0.22*	0.27*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	-0.03	0.14	0.15	0.18	-0.07	0.09
	Mechelen opwaarts stuw	-0.03	0.13	0.08	0.12	0.01	0.03
	Rijmenam	-0.14	0.16	0.04	0.14	-0.11	0.12
	Rotselaar opwaarts stuw	-0.01	0.02	-0.03	0.03	0.00	0.02
	Wilsele	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.02
Demer	Aarschot	0.08	0.10	0.04	0.04	0.04	0.04
Benedennete	Duffel-sluis	-0.02	0.11	0.11	0.15	0.08	0.09
	Lier Molbrug	0.02	0.11	0.15	0.19	0.05	0.12
Kleine Nete	Emblem	0.10	0.18	0.20	0.21	0.14	0.22
	Grobbendonk	0.08	0.09	0.12	0.14	0.07	0.08
Grote Nete	Lier Maasfort	0.04	0.13	0.10	0.15	0.06	0.14
	Kessel	0.05	0.15	0.16	0.18	0.06	0.16
	Hulshout	0.21	0.22	0.19	0.19	0.16	0.16
	Geel-Zammel	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

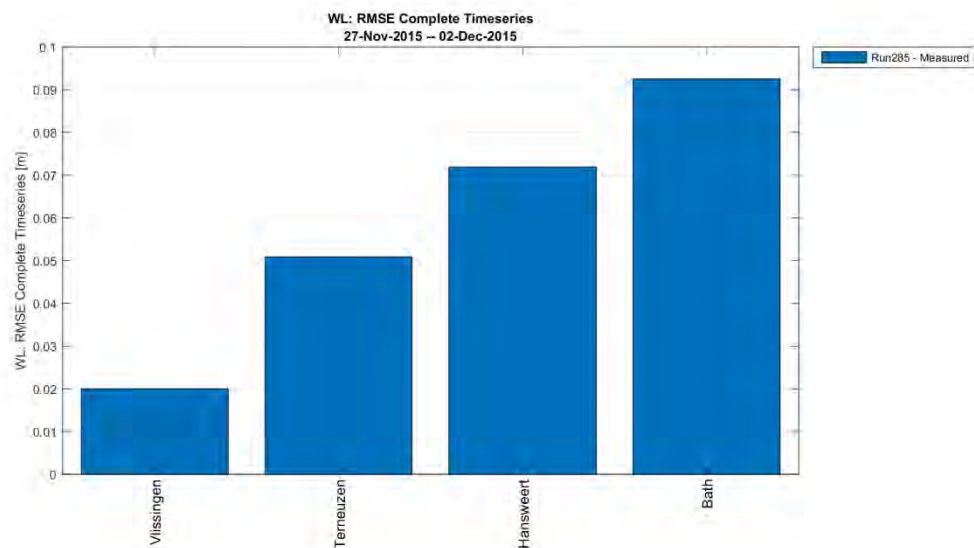
~~xx~~* : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille verouderde bathymetrie in het model.

**Gemeten waterpeilen in Boom ontbreken voor nov2015

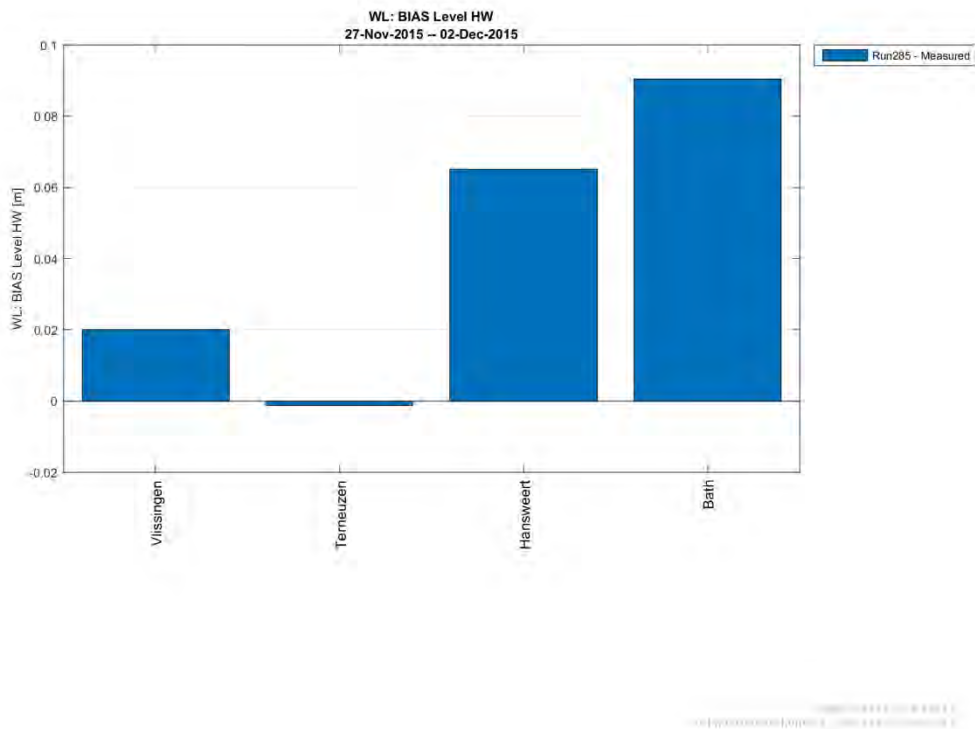
Figuur E 38 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 - Westerschelde



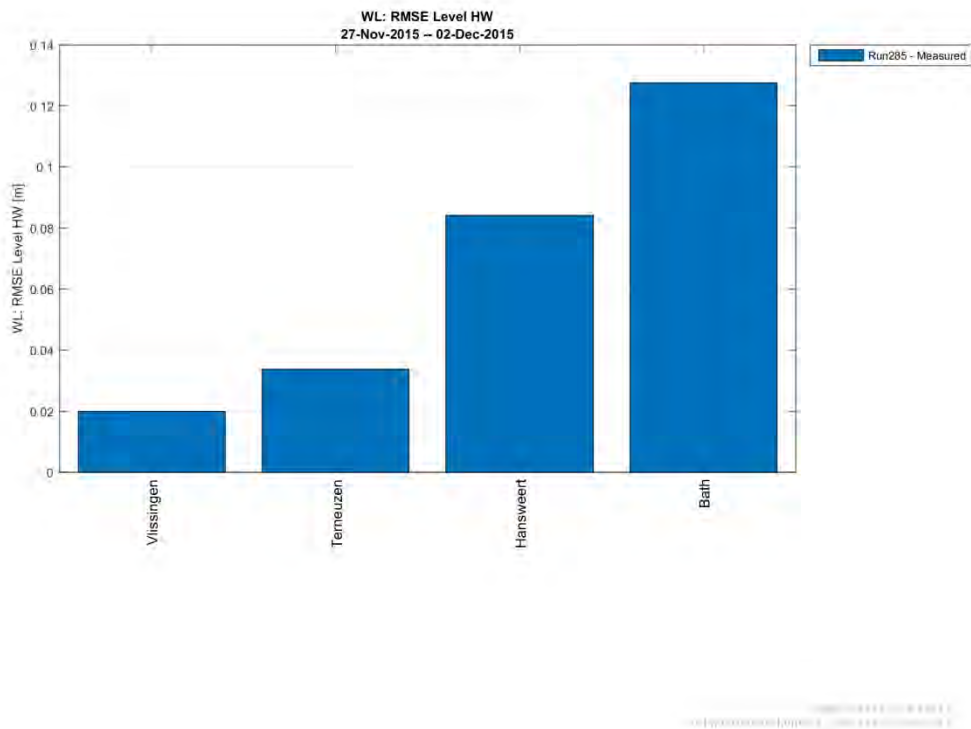
Figuur E 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 - Westerschelde



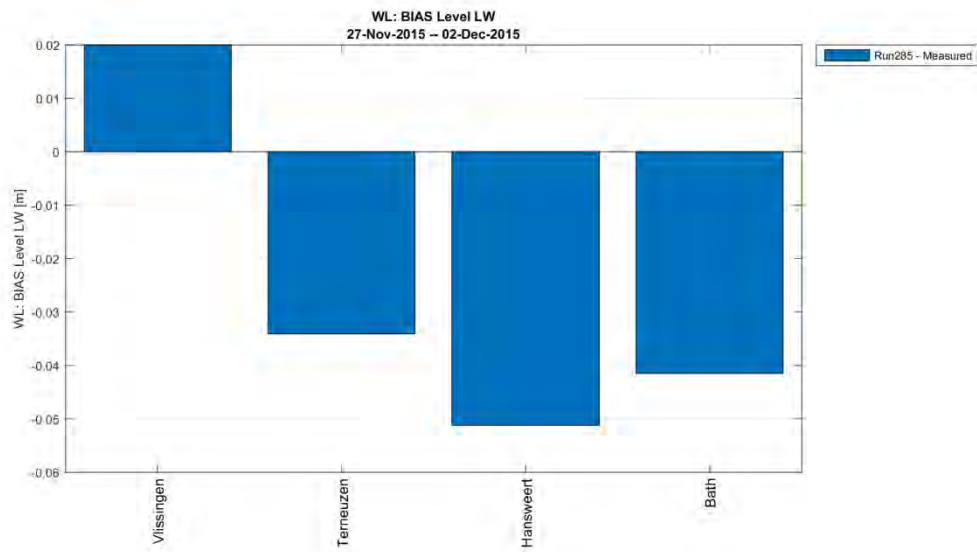
Figuur E 40 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Westerschelde



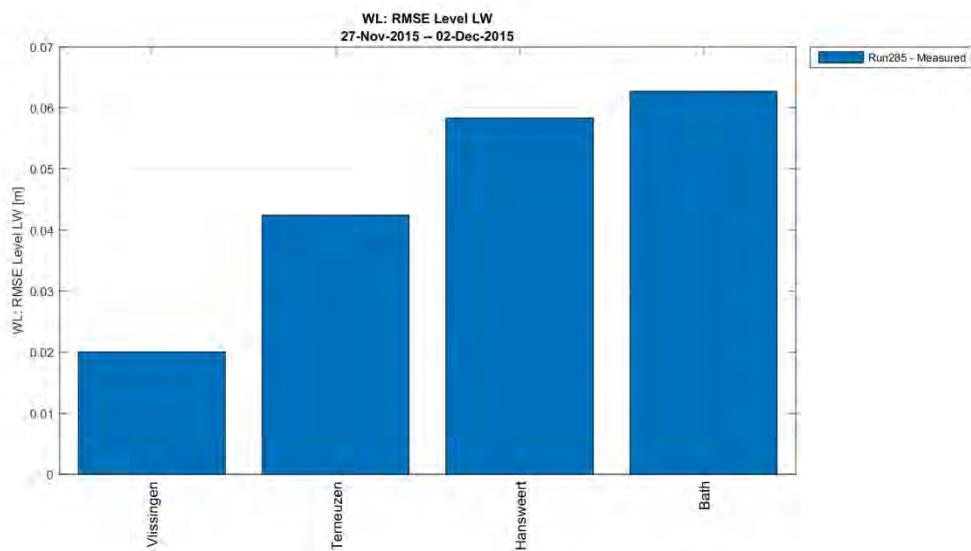
Figuur E 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Westerschelde



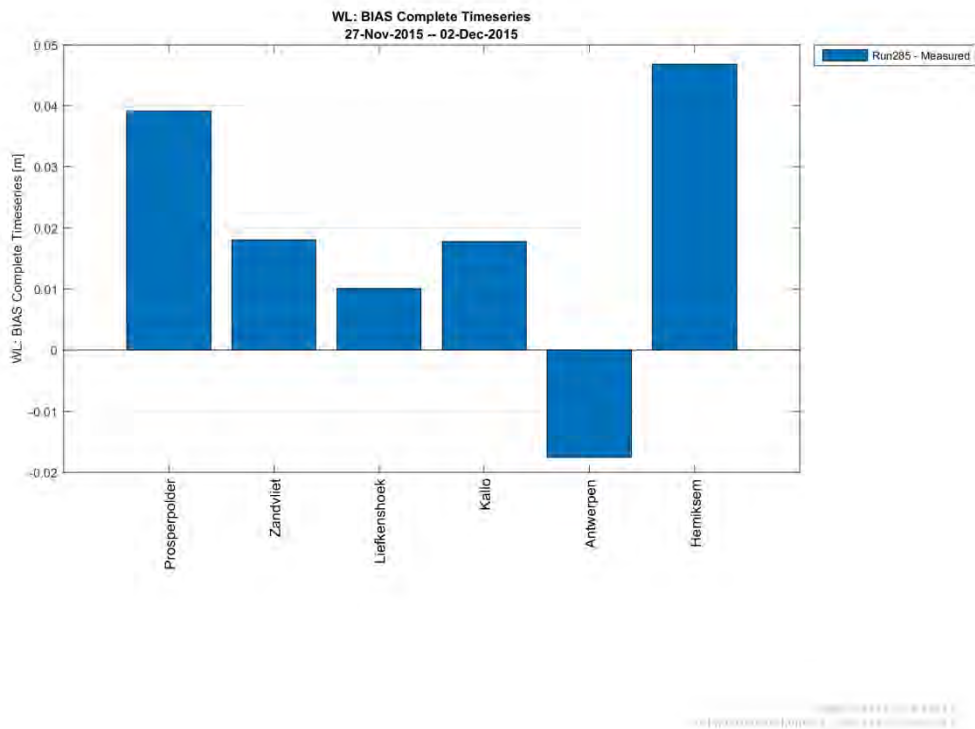
Figuur E 42 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Westerschelde



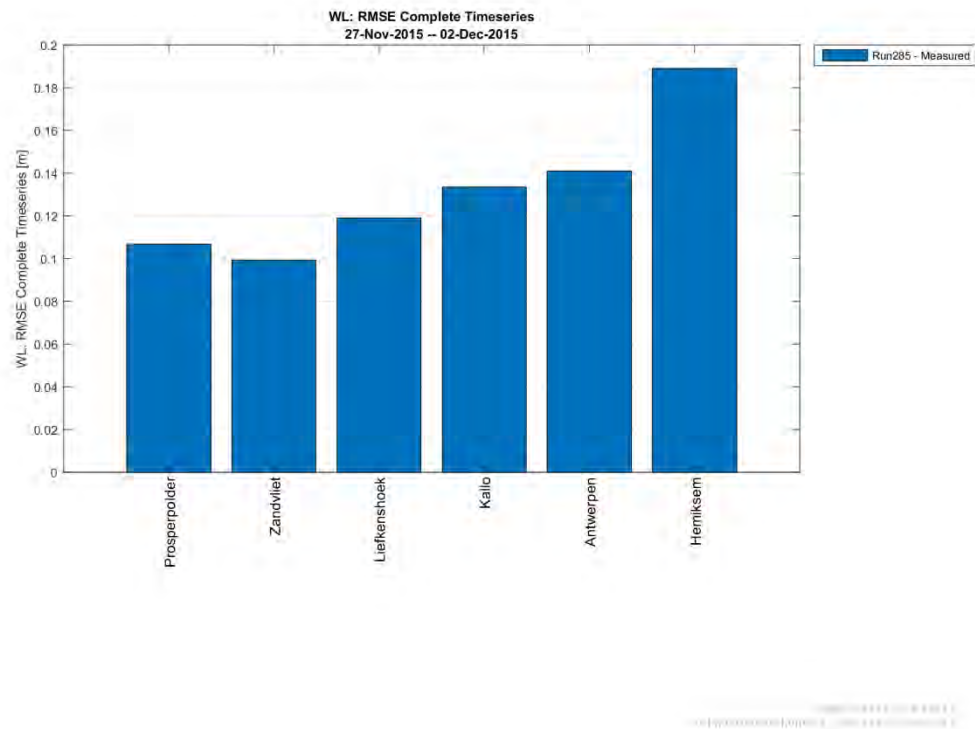
Figuur E 43 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 - Westerschelde



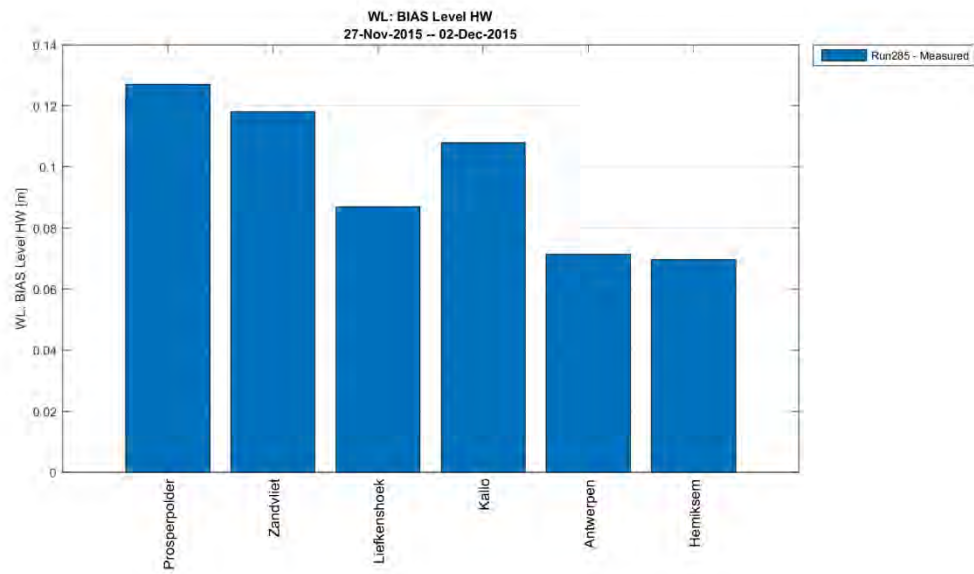
Figuur E 44 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



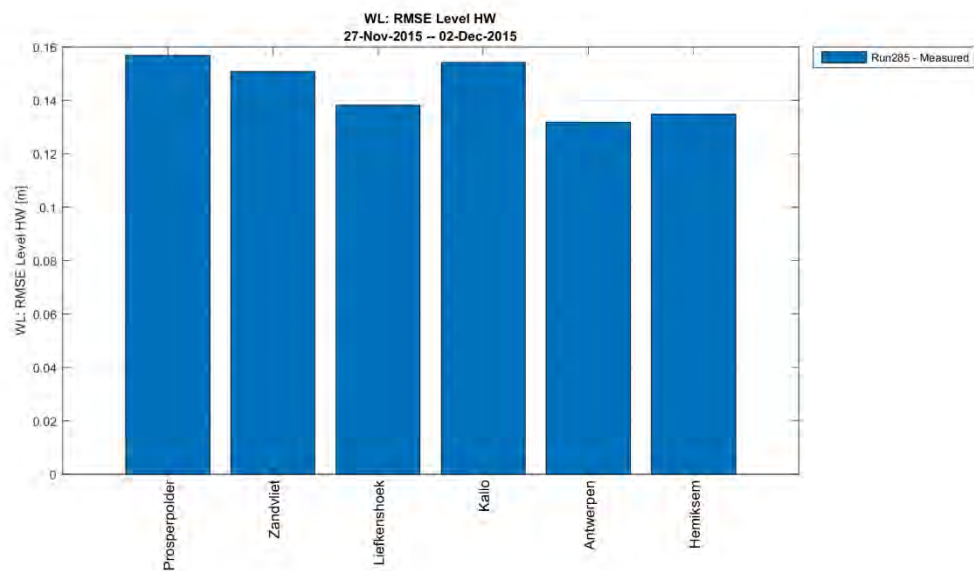
Figuur E 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



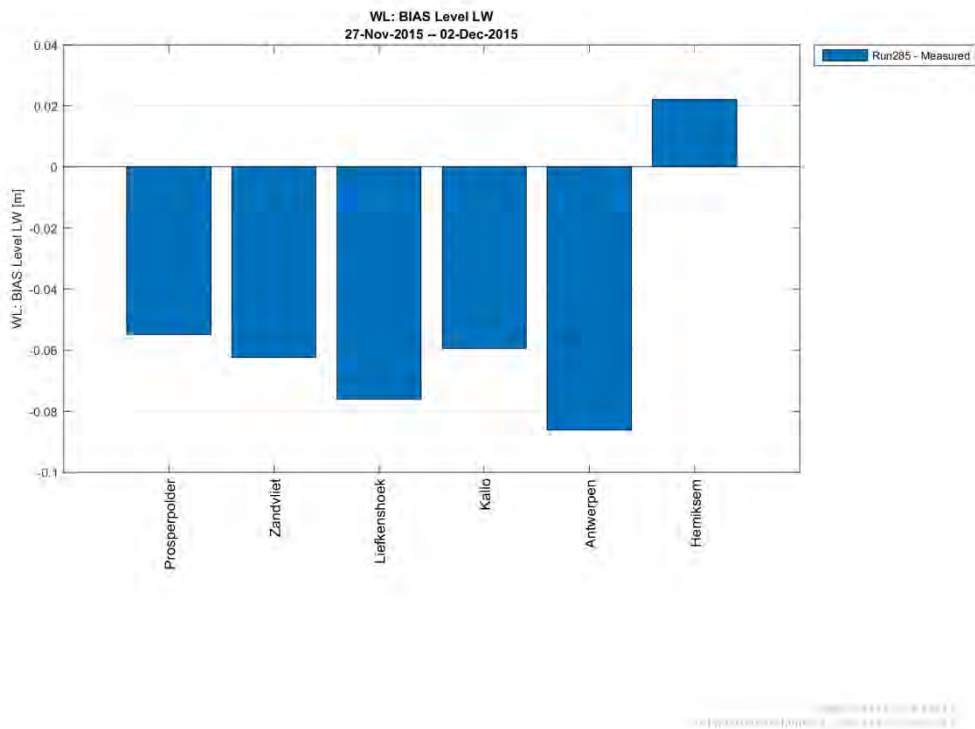
Figuur E 46 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



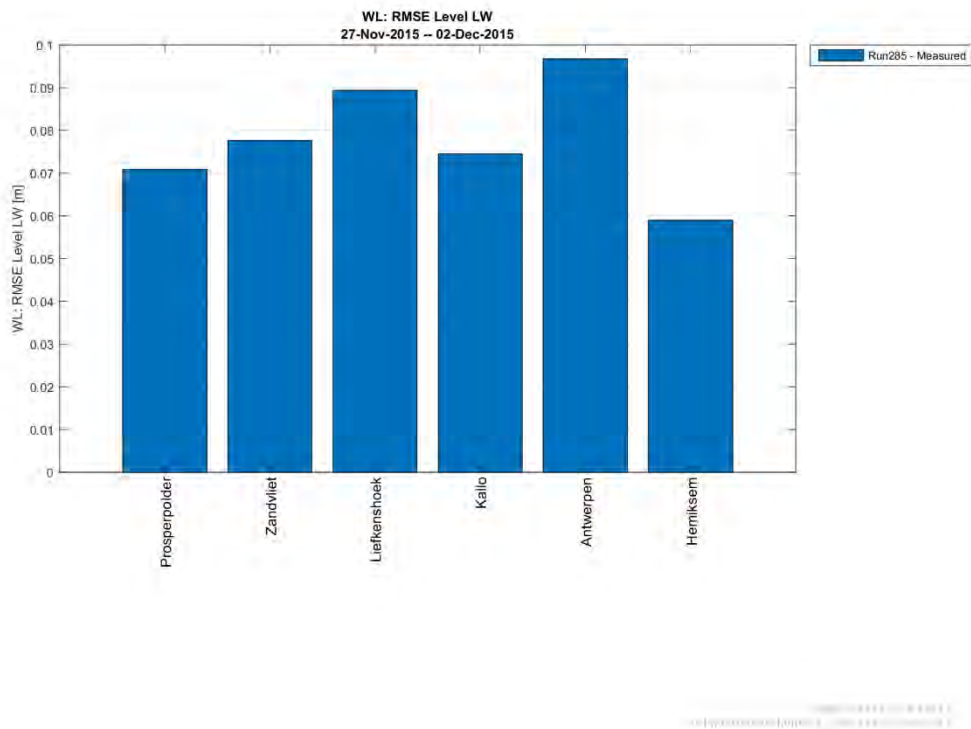
Figuur E 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



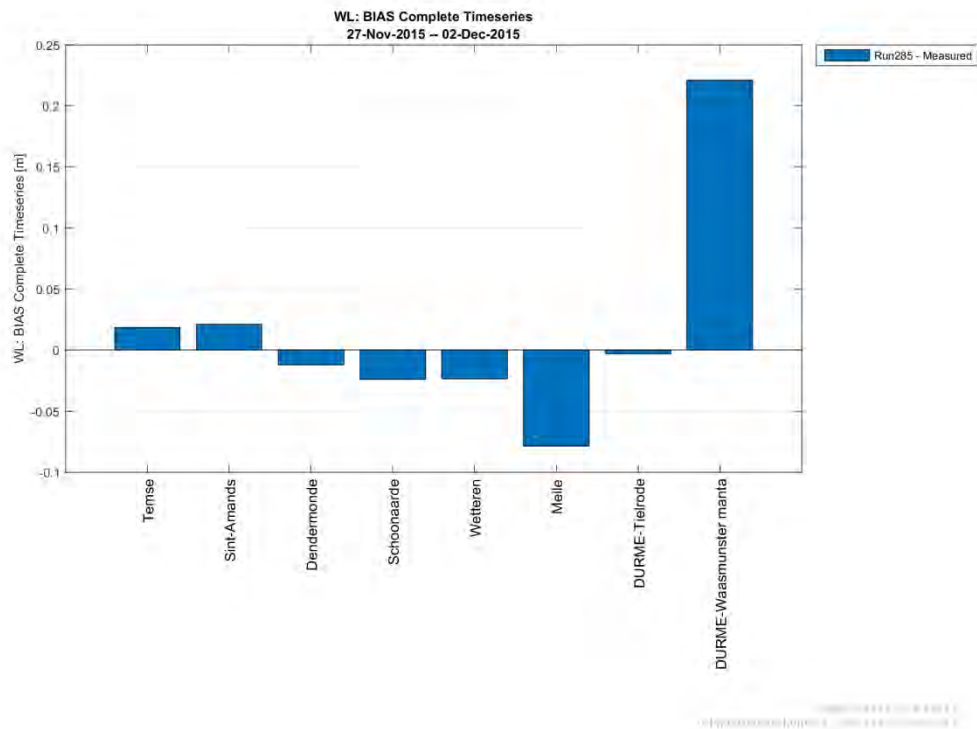
Figuur E 48 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



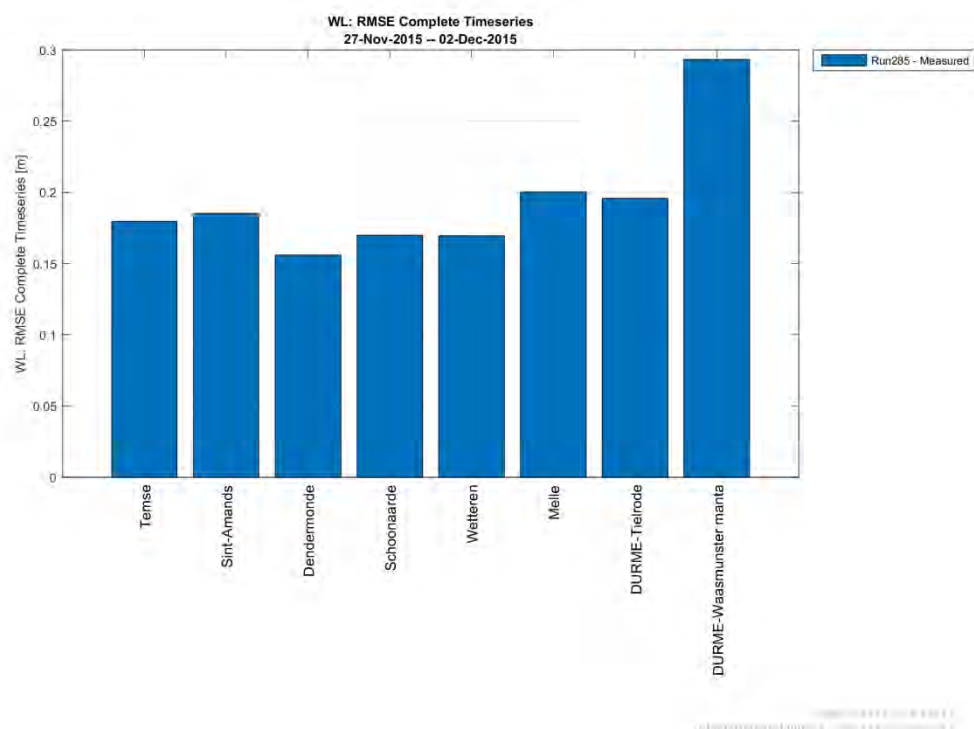
Figuur E 49 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



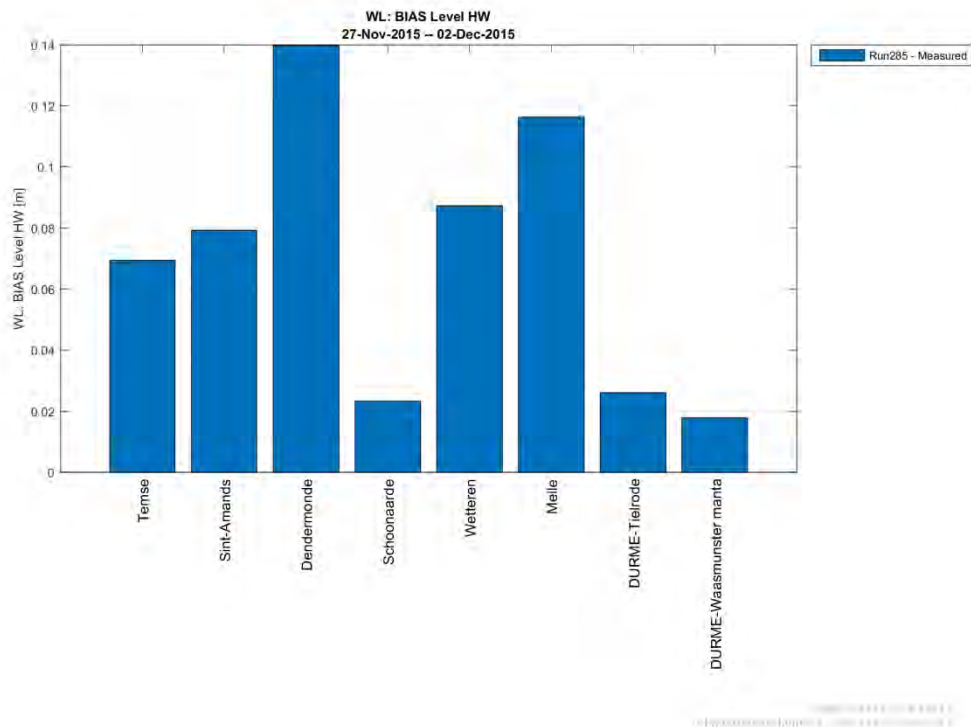
Figuur E 50 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme



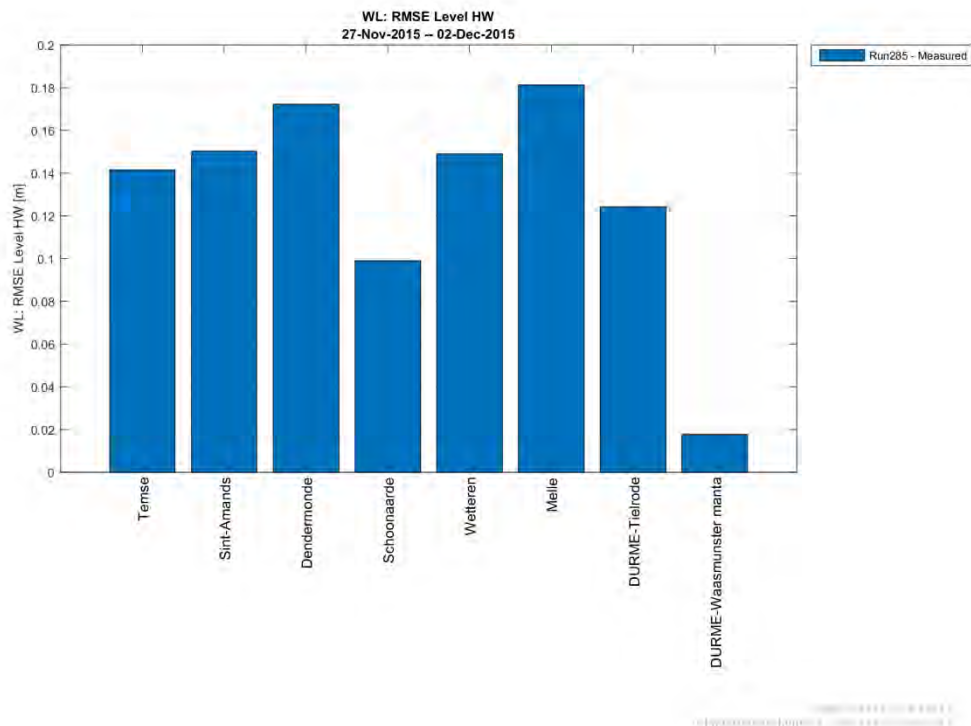
Figuur E 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme



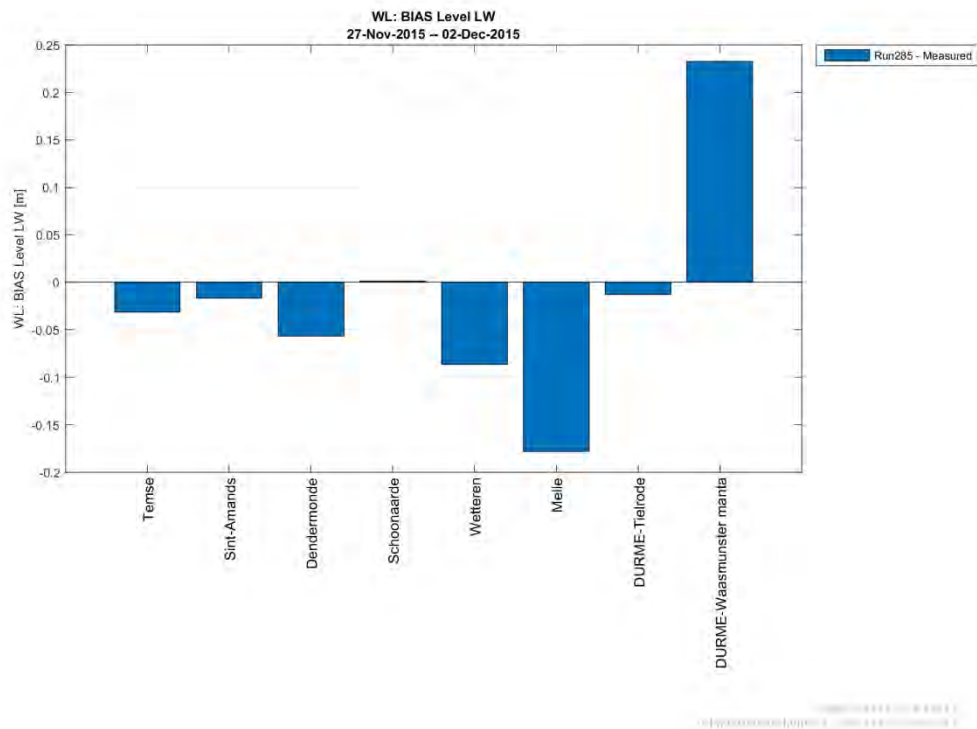
Figuur E 52 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme



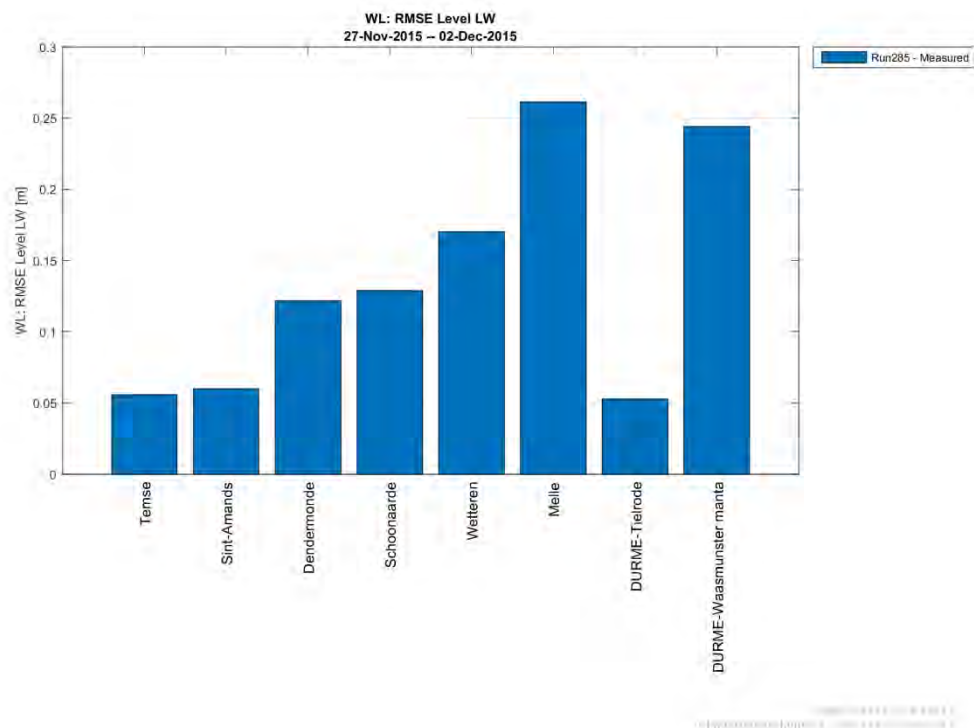
Figuur E 53 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme



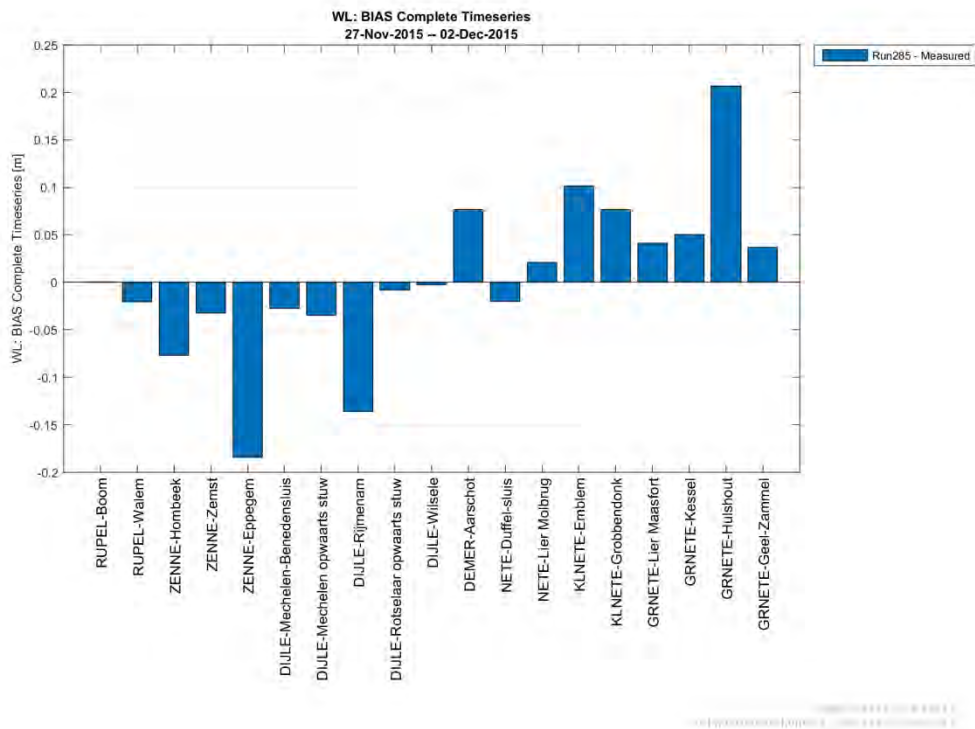
Figuur E 54 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme



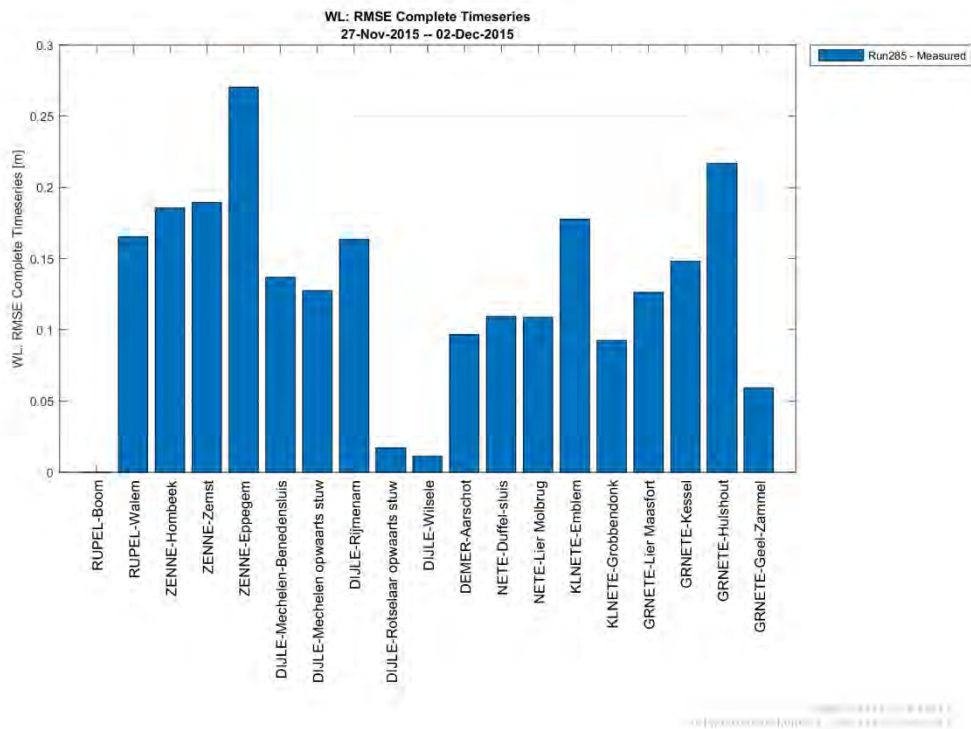
Figuur E 55 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 – Boven-Zeeschelde en Durme



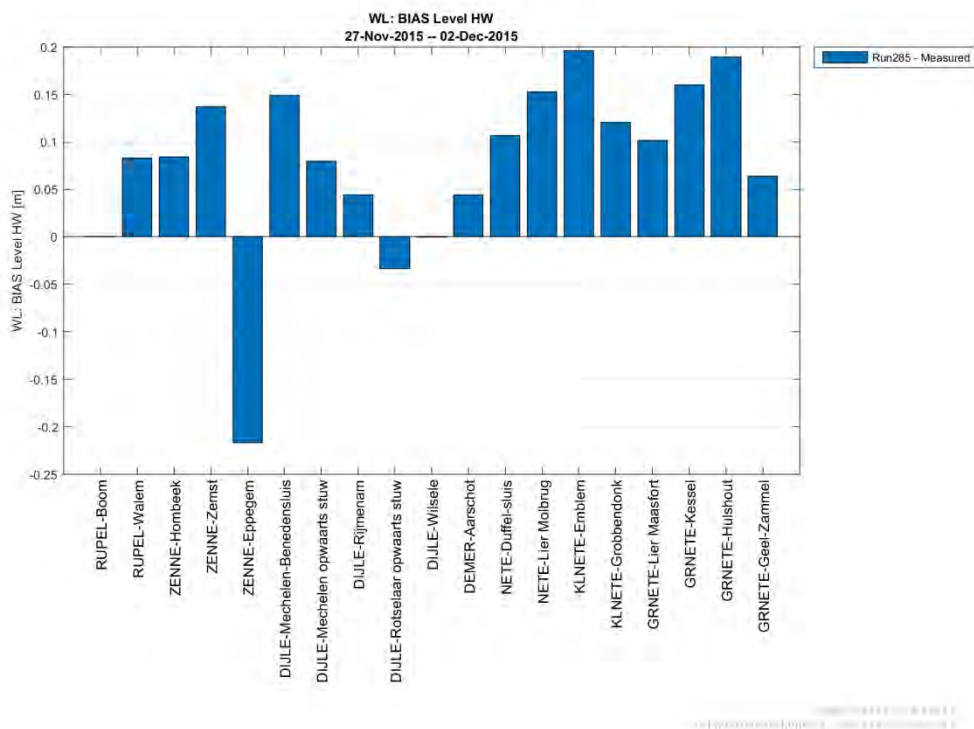
Figuur E 56 - bias waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken



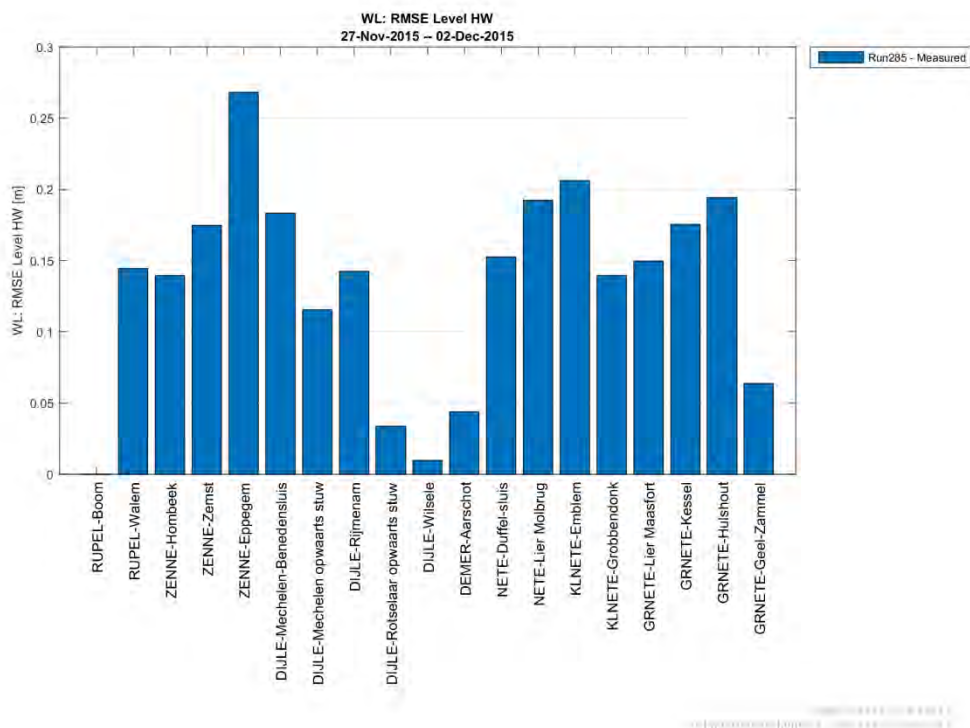
Figuur E 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken



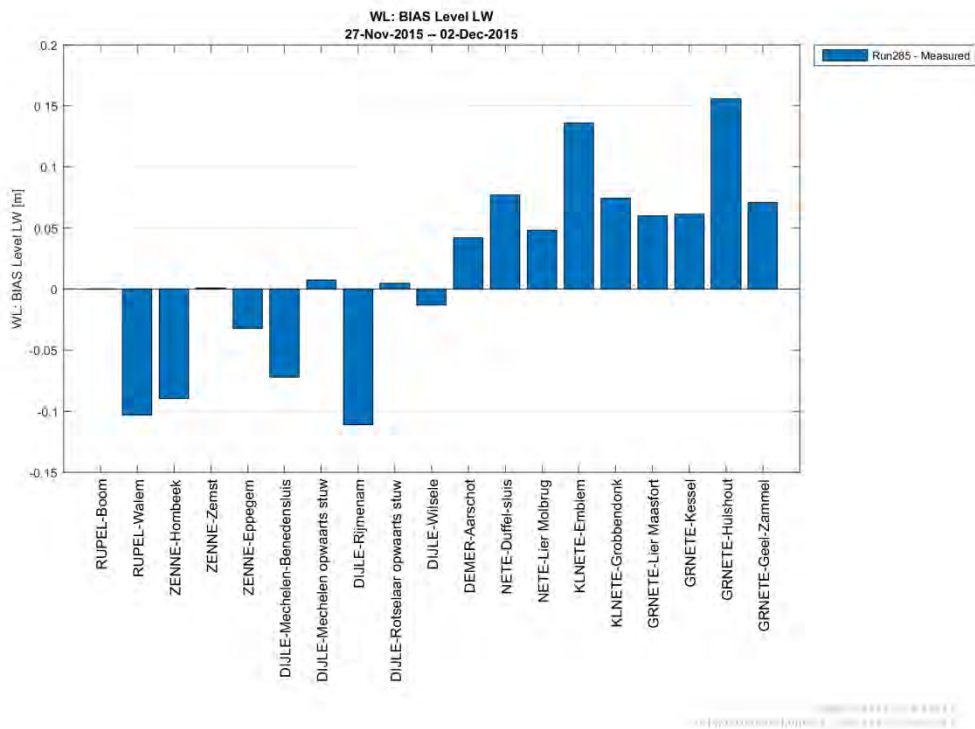
Figuur E 58 - bias hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken



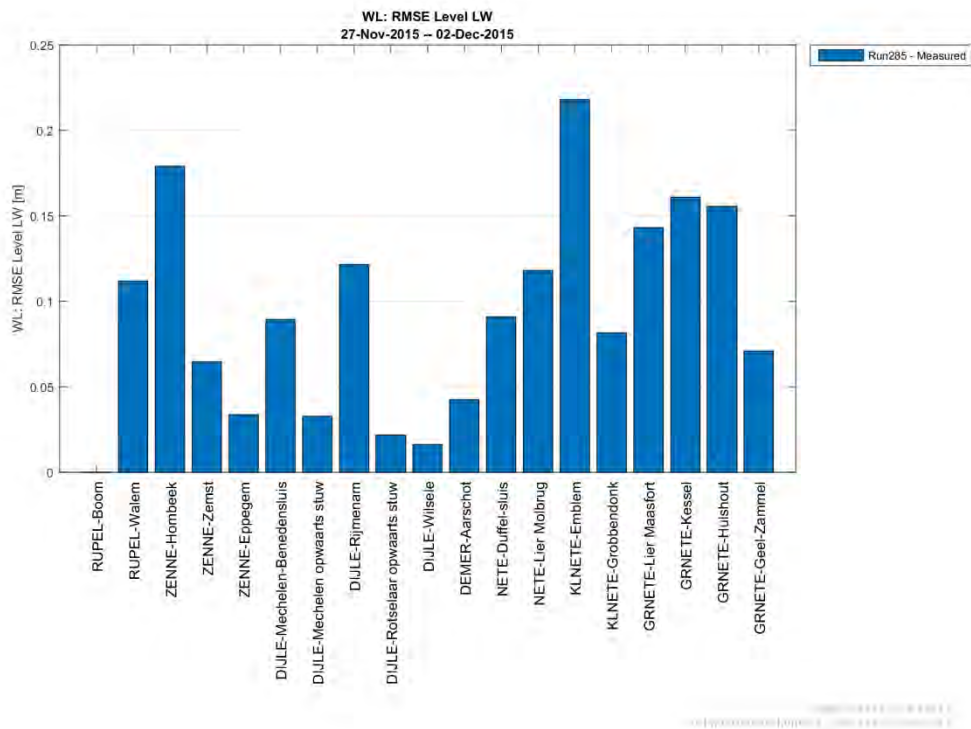
Figuur E 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken



Figuur E 60 - bias laagwaters (model-meting) – nov2015 – Rupelbekken



Figuur E 61 - RMSE laagwaters (model-meting) – nov2015 - Rupelbekken



Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil

Tabel E 3 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2015 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Nov2015							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	
Westerschelde	Vlissingen	1.96	0.04	1.96	0.04	0.00	0.02
	Terneuzen	2.09	0.05	2.11	0.05	0.02	0.10
	Hansweert	2.20	0.05	2.24	0.05	0.04	0.17
	Bath	2.35	0.05	2.38	0.05	0.03	0.16
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	2.36	0.05	2.41	0.06	0.06	0.23
	Zandvliet	2.40	0.05	2.42	0.06	0.02	0.17
	Liefkenshoek	2.45	0.05	2.45	0.05	0.00	0.22
	Kallo	2.46	0.06	2.48	0.06	0.02	0.27
	Antwerpen	2.49	0.06	2.49	0.06	0.00	0.26
	Hemiksem	2.52	0.06	2.49	0.06	0.03	0.35
Boven-Zeeschelde	Temse	2.48	0.05	2.46	0.06	0.01	0.32
	Sint-Amands	2.31	0.05	2.28	0.05	0.03	0.35
	Dendermonde	1.81	0.05	1.81	0.05	0.00	0.28
	Schoonaarde	1.41	0.04	1.39	0.05	0.02	0.28
	Wetteren	1.13	0.05	1.19	0.05	0.07	0.23
	Melle	1.04	0.05	1.13	0.05	0.09	0.25
Durme	Tielrode	2.47	0.05	2.42	0.05	0.05	0.35
	Waasmunster Manta	0.66	0.03	0.53	0.03	0.13	0.59

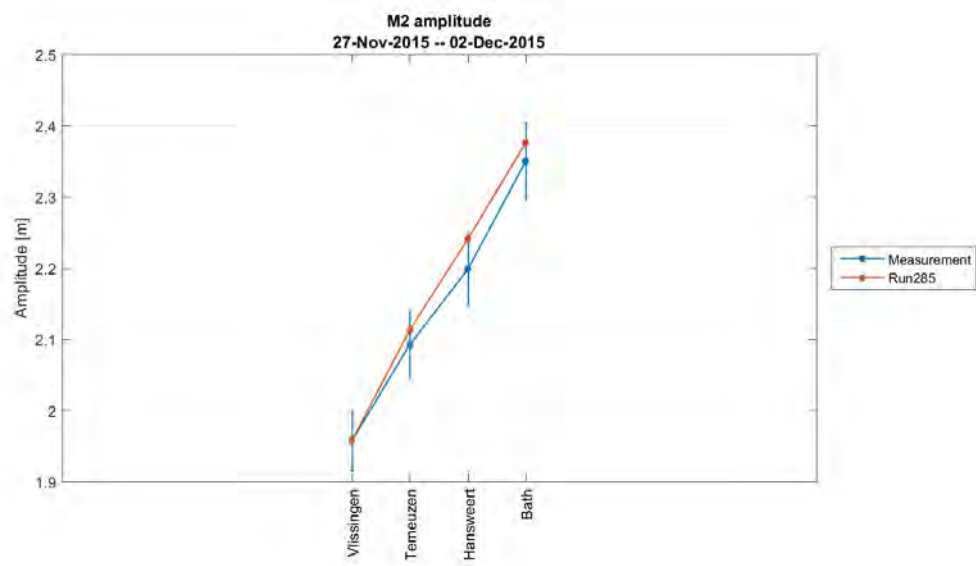
Tabel E 4 – Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – nov2015 – Rupelbekken

Nov2015							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Rupel	Boom	**	**	2.44	0.05	**	**
	Walem	2.30	0.05	2.31	0.05	0.01	0.32
Zenne	Hombeek	*	*	*	*	*	*
	Zemst	*	*	*	*	*	*
	Eppegem	*	*	*	*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	1.89	0.05	1.92	0.05	0.03	0.27
	Mechelen opwaarts stuw	1.58	0.05	1.59	0.05	0.00	0.27
	Rijmenam	0.63	0.05	0.66	0.05	0.03	0.27
	Rotselaar opwaarts stuw	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	Wilsele	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.01
Demer	Aarschot	0.08	0.09	0.08	0.08	0.01	0.10
Beneden-nete	Duffel-sluiss	1.86	0.05	1.85	0.05	0.01	0.20
	Lier Molbrug	1.26	0.04	1.26	0.04	0.00	0.17
Kleine Nete	Emblem	0.79	0.04	0.78	0.05	0.02	0.25
	Grobbendonk	0.05	0.04	0.08	0.05	0.02	0.14
Grote Nete	Lier Maasfort	0.96	0.04	0.95	0.05	0.01	0.19
	Kessel	0.66	0.04	0.65	0.05	0.01	0.15
	Hulshout	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.22
	Geel-Zammel	0.03	0.03	0.03	0.02	0.00	0.08

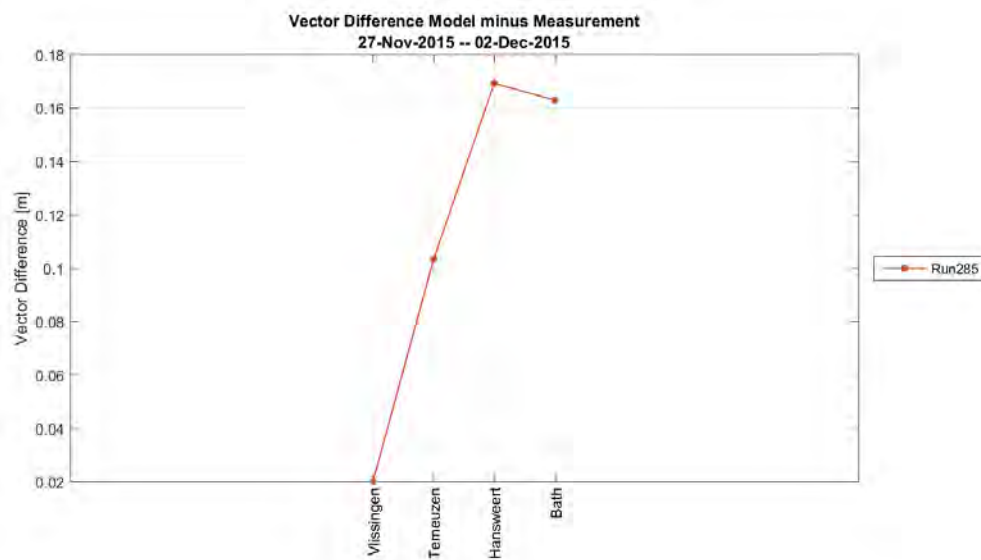
*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

**Gemeten waterpeilen in Boom ontbreken voor nov2015

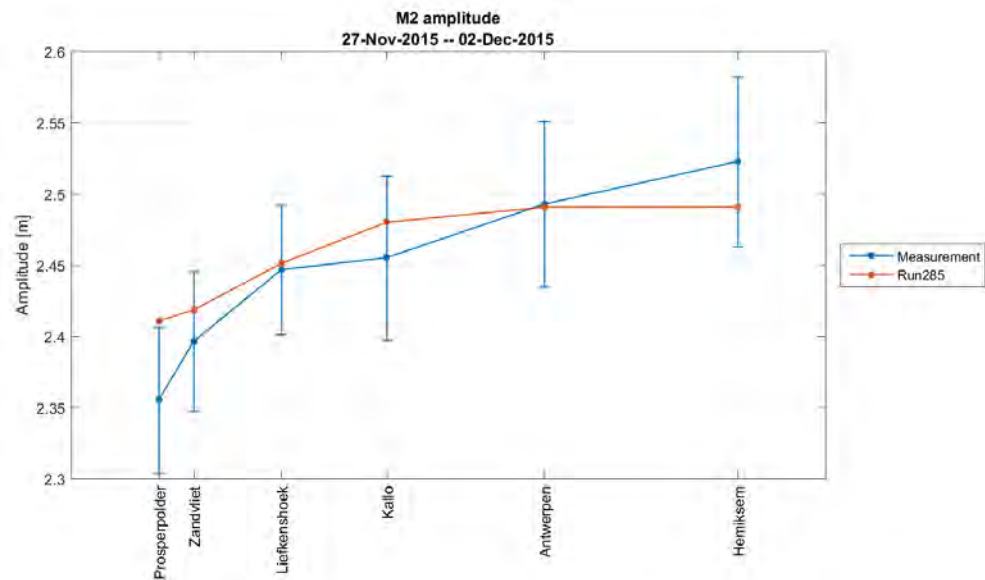
Figuur E 62 - M2 amplitude – nov2015 – Westerschelde



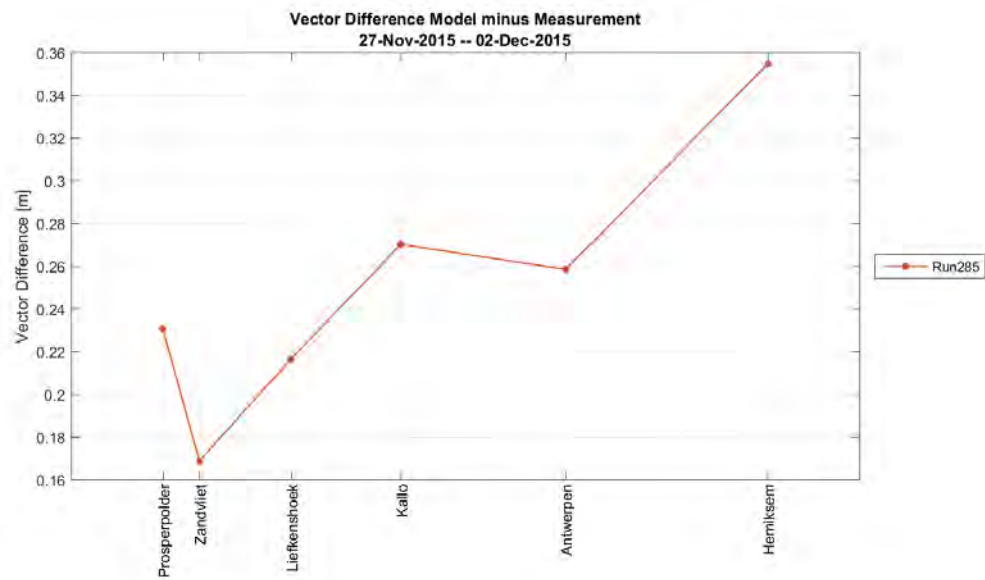
Figuur E 63 - Vectorieel verschil – nov2015 – Westerschelde



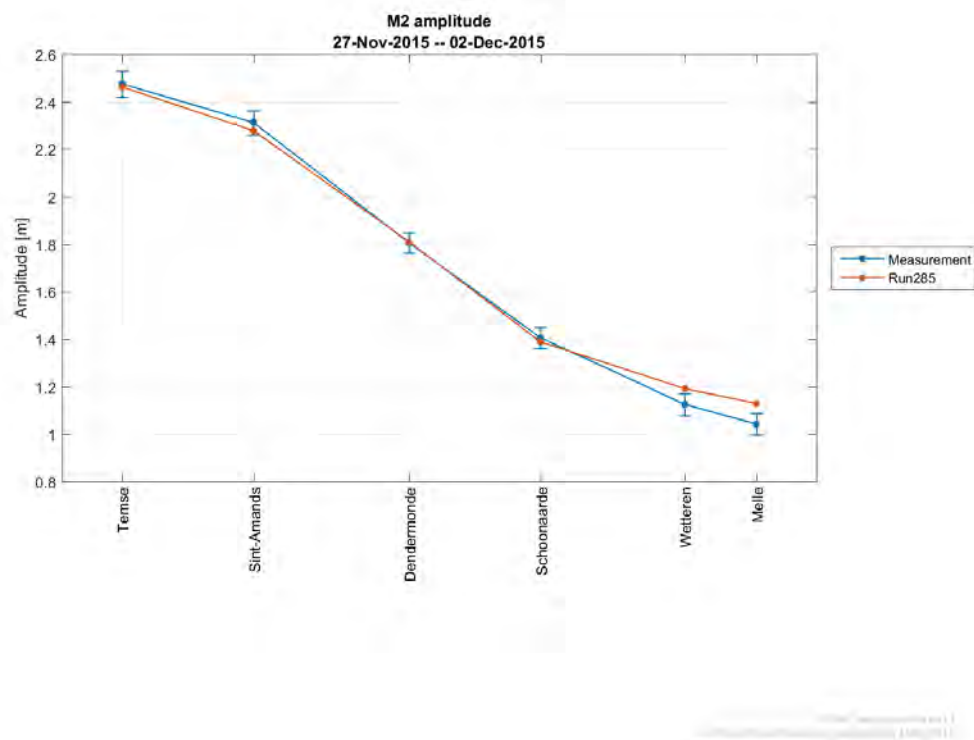
Figuur E 64 - M2 amplitude – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



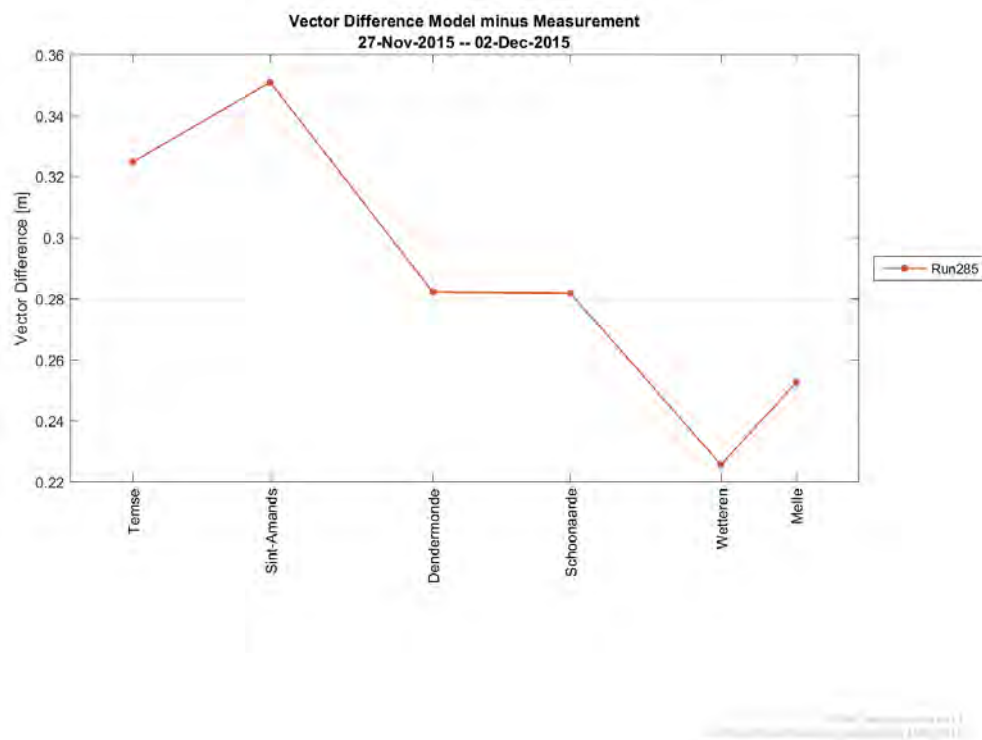
Figuur E 65 - Vectorieel verschil – nov2015 – Beneden-Zeeschelde



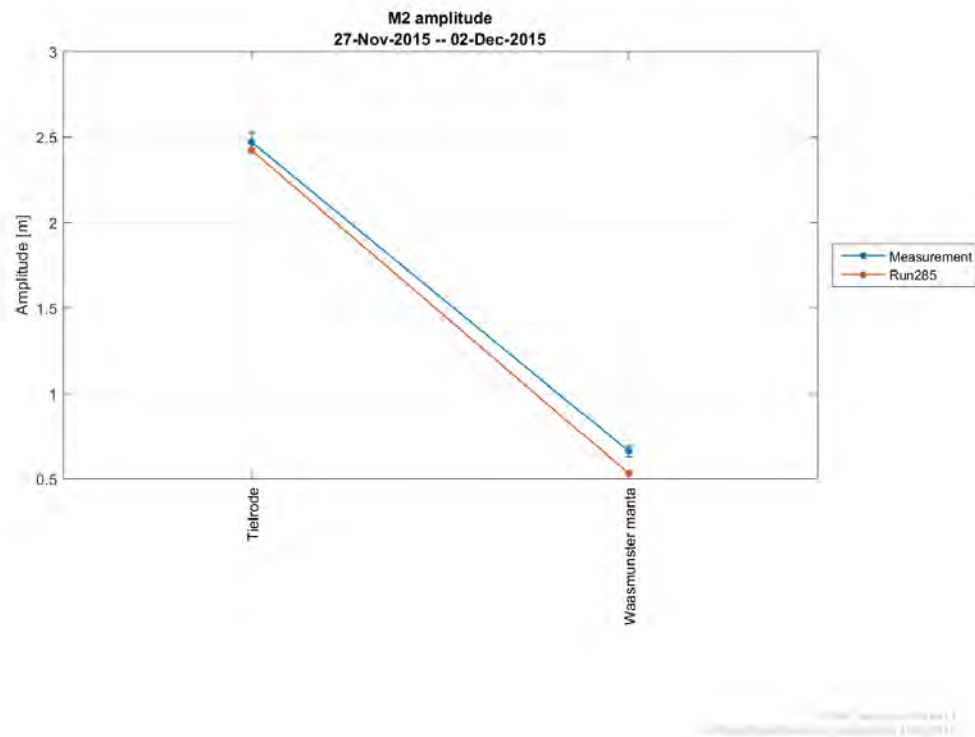
Figuur E 66 - M2 amplitude – nov2015 – Boven-Zeeschelde



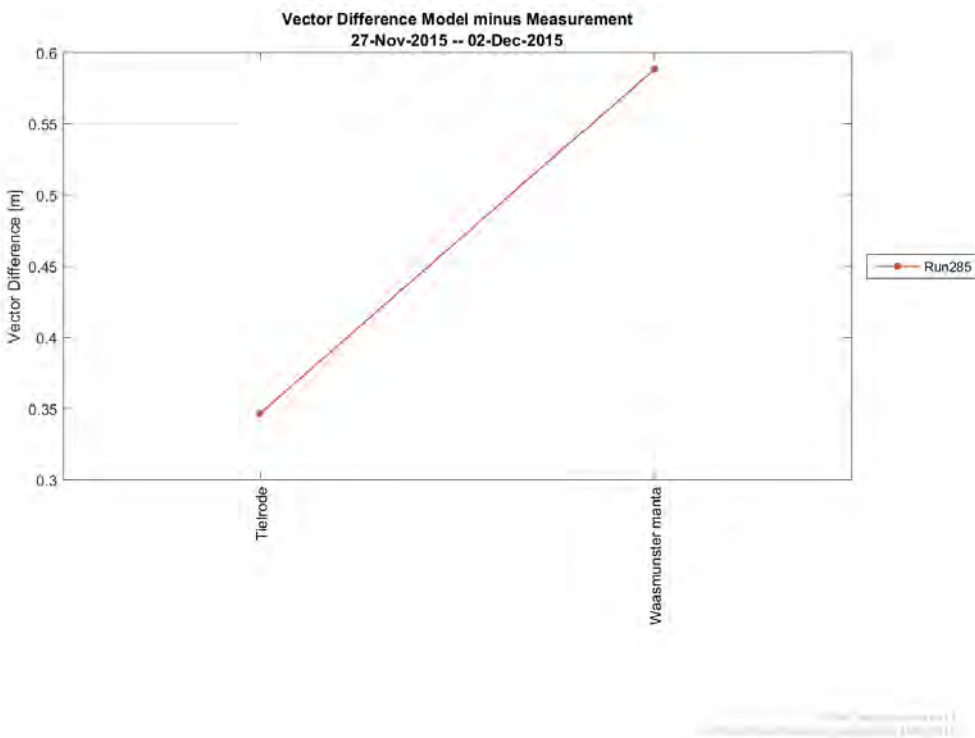
Figuur E 67 - Vectorieel verschil – nov2015 – Boven-Zeeschelde



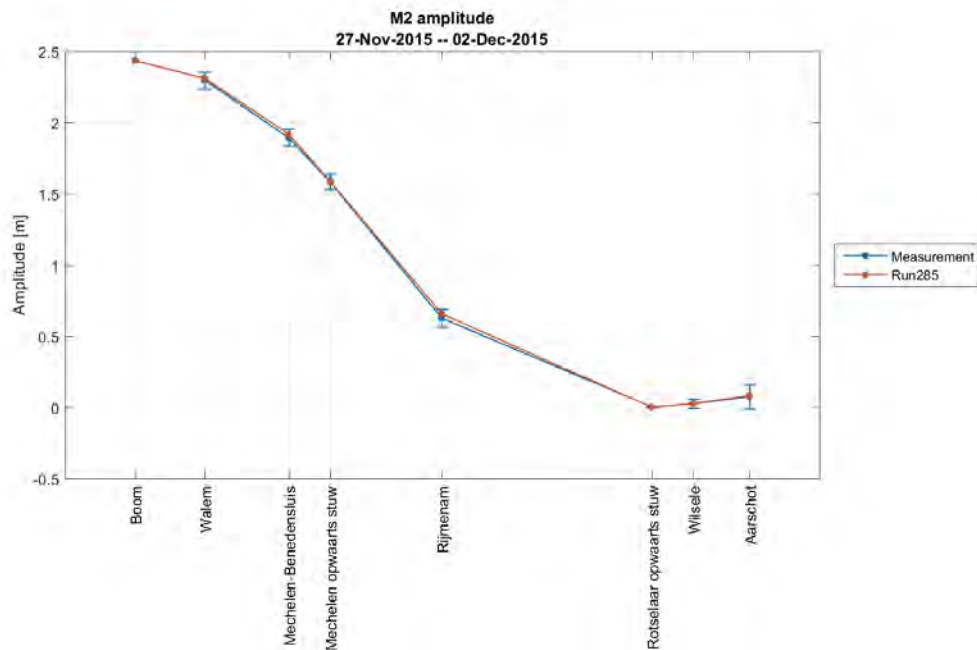
Figuur E 68 - M2 amplitude – nov2015 – Durme



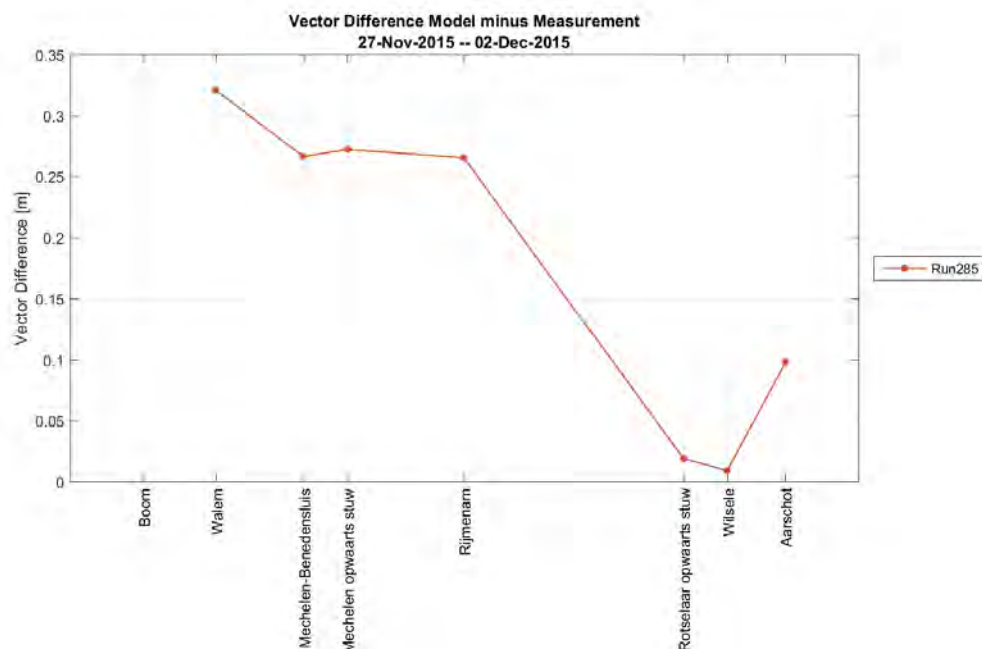
Figuur E 69 - Vectorieel verschil – nov2015 – Durme



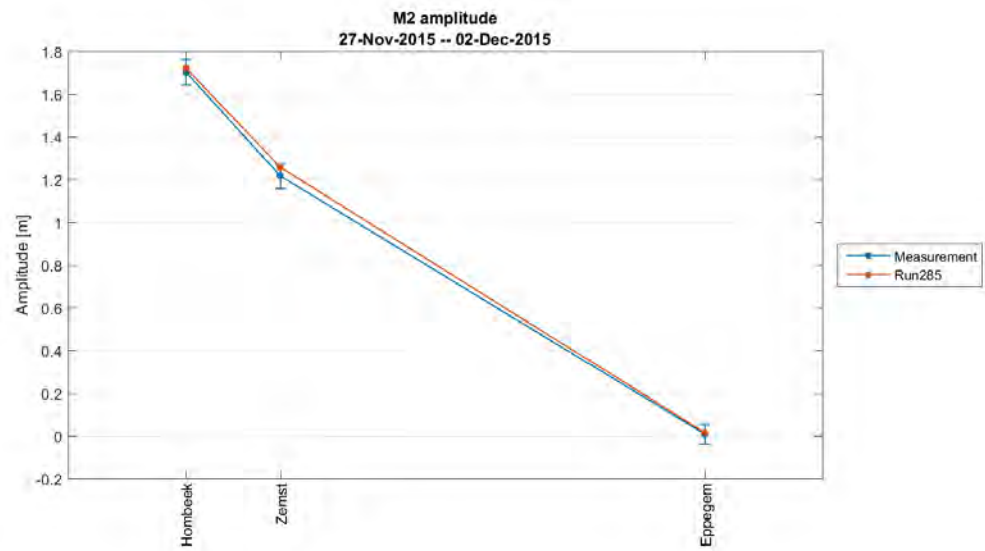
Figuur E 70 - M2 amplitude – nov2015 – Rupel-Dijle-Demer



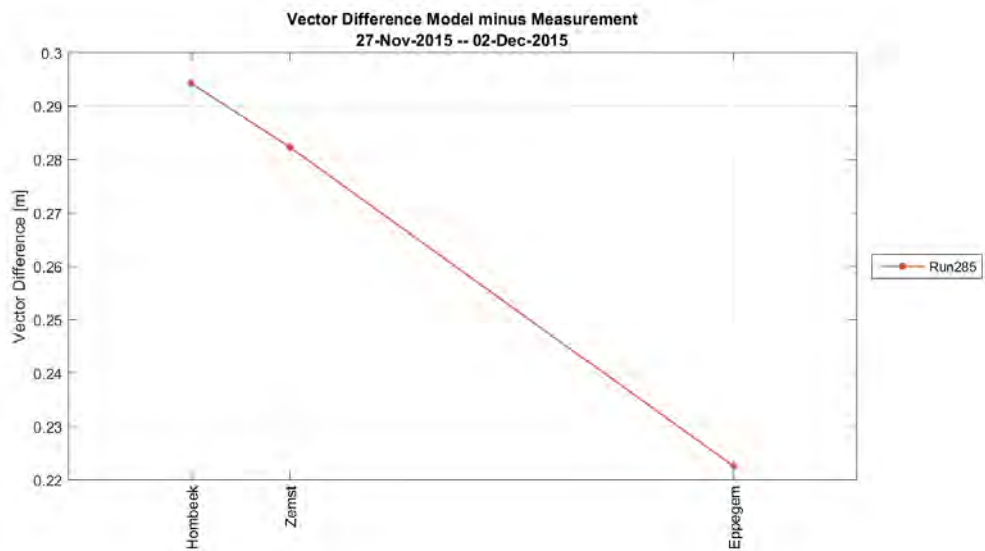
Figuur E 71 - Vectorieel verschil – nov2015 – Rupel-Dijle-Demer



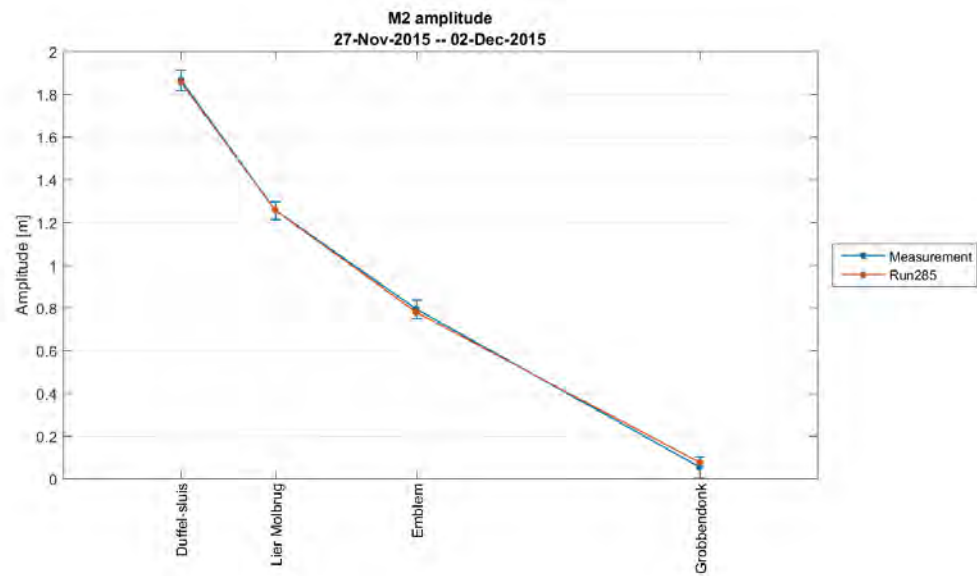
Figuur E 72 - M2 amplitude – nov2015 – Zenne



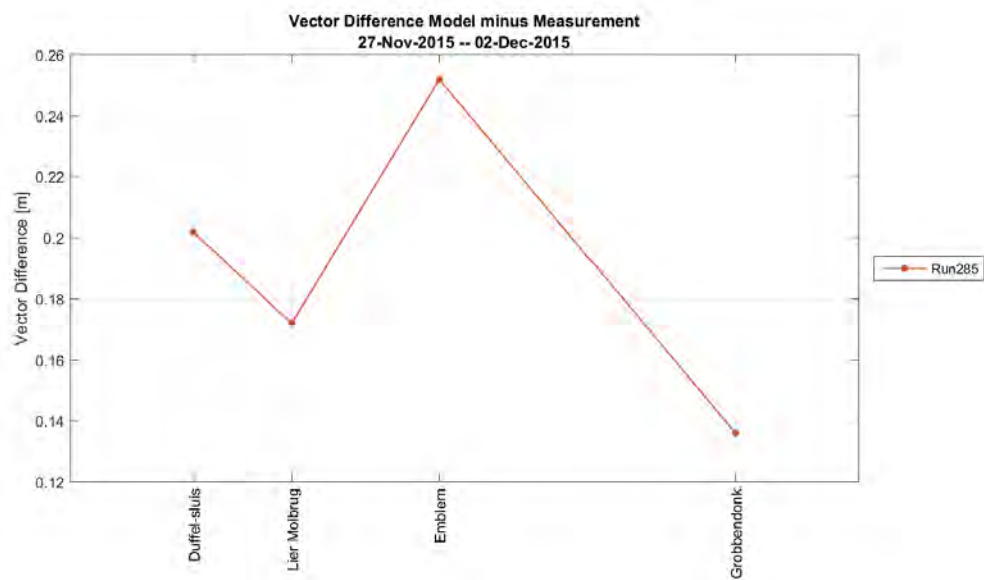
Figuur E 73 - Vectorieel verschil – nov2015 – Zenne



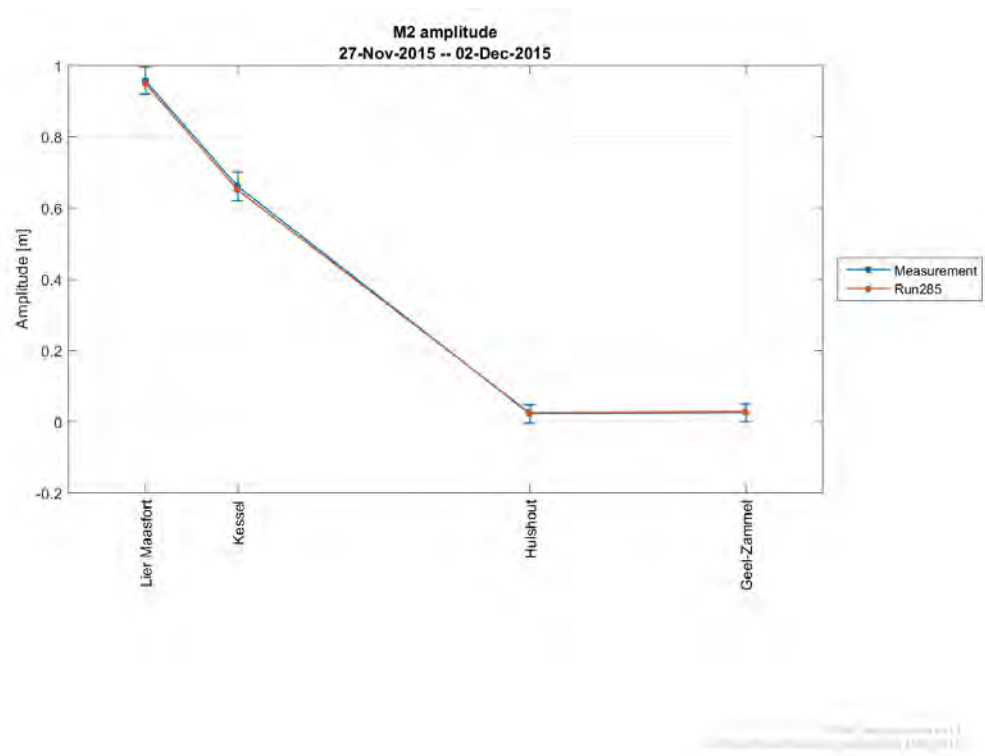
Figuur E 74 - M2 amplitude – nov2015 – Kleine Nete



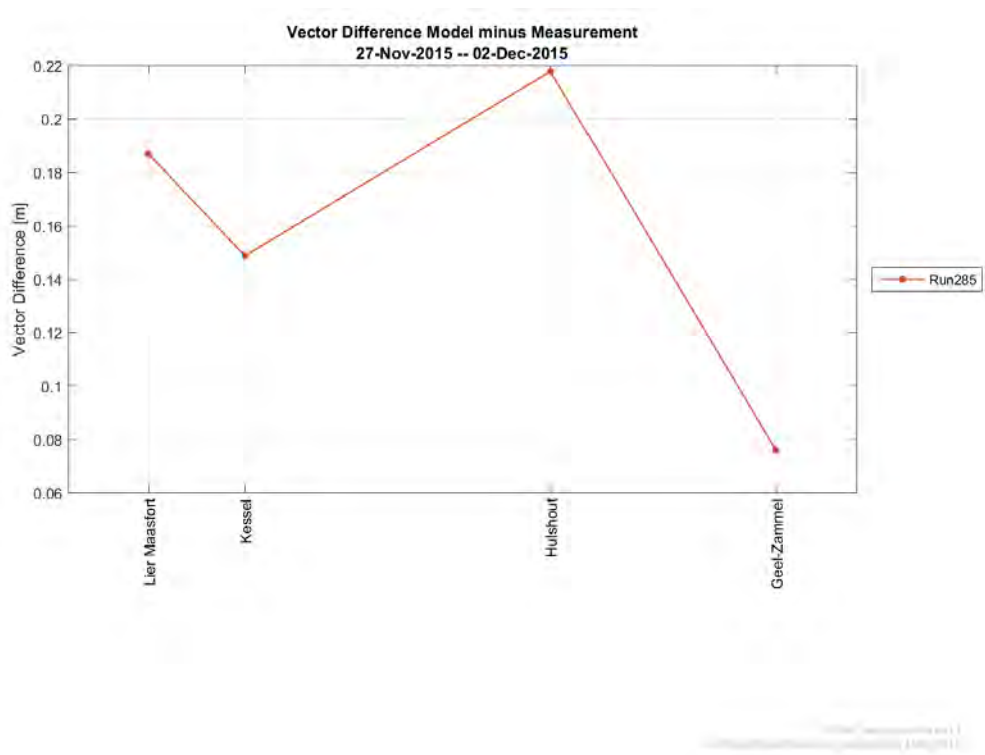
Figuur E 75 - Vectorieel verschil – nov2015 – Kleine Nete



Figuur E 76 - M2 amplitude – nov2015 – Grote Nete



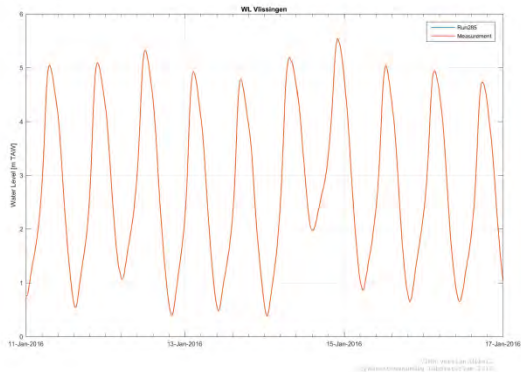
Figuur E 77 - Vectorieel verschil – nov2015 – Grote Nete



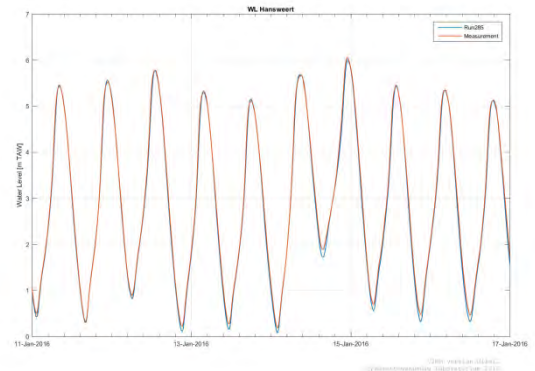
BIJLAGE F MODELRESULTATEN JAN2016 - STORM

Tijdreeksen

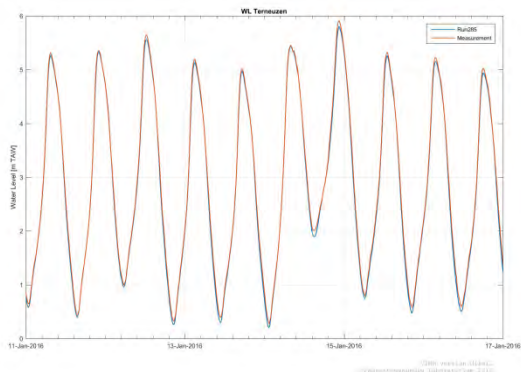
Figuur F 1 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Vlissingen



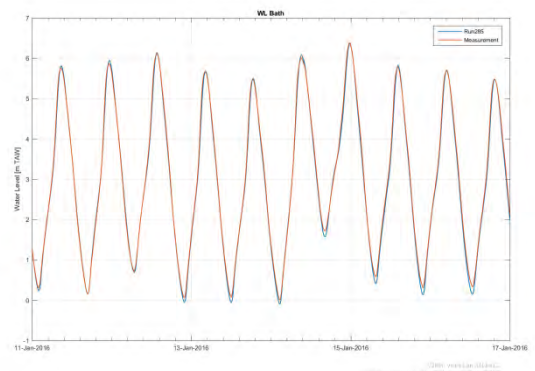
Figuur F 3 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Hansweert



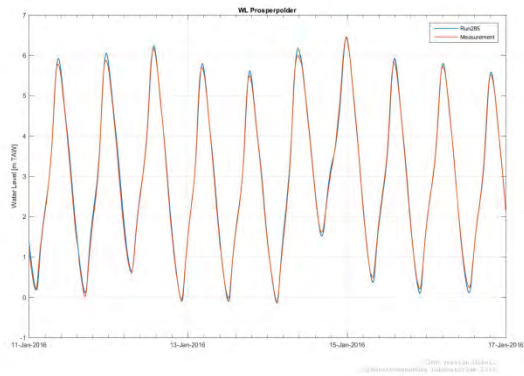
Figuur F 2 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Terneuzen



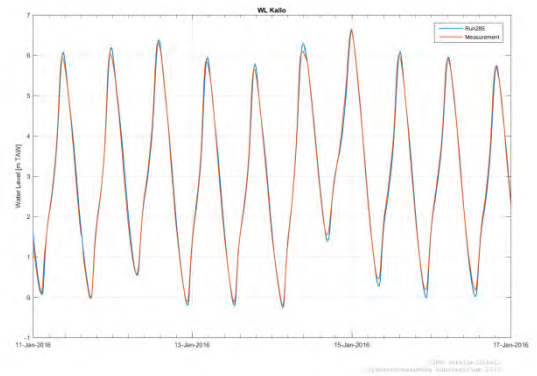
Figuur F 4 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Bath



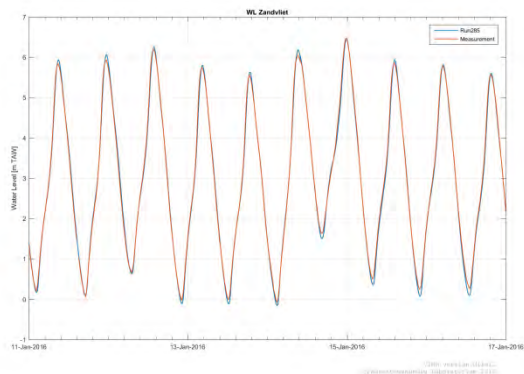
Figuur F 5 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Prosperpolder



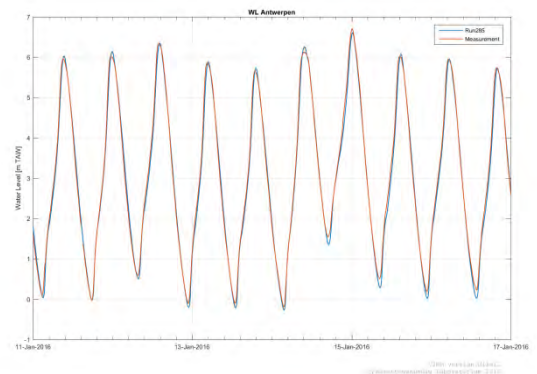
Figuur F 8 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Kallo



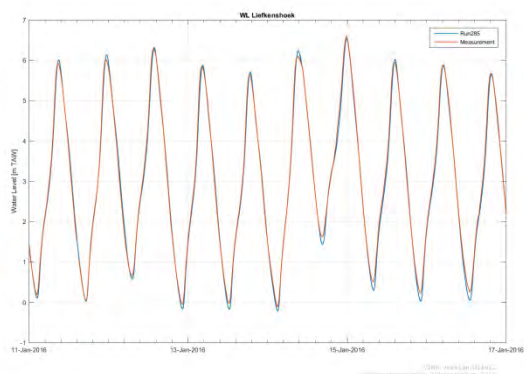
Figuur F 6 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Zandvliet



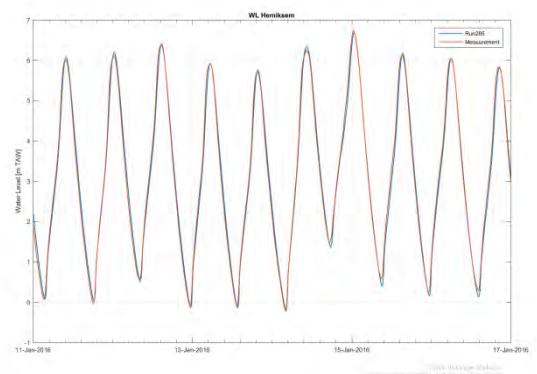
Figuur F 9 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Antwerpen



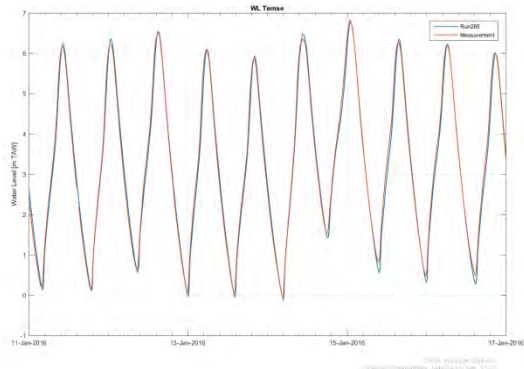
Figuur F 7 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen – jan2016
- Liefkenshoek



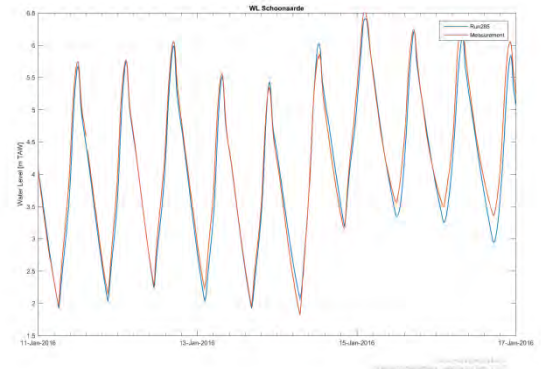
Figuur F 10 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Hemiksem



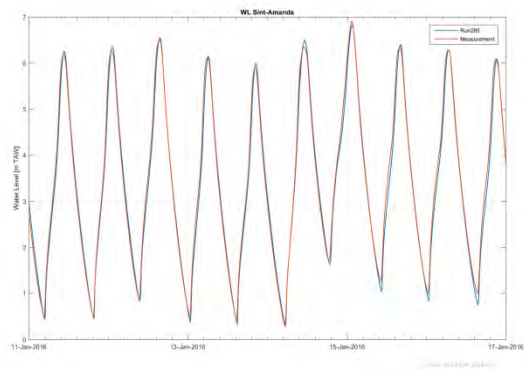
Figuur F 11 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Temse



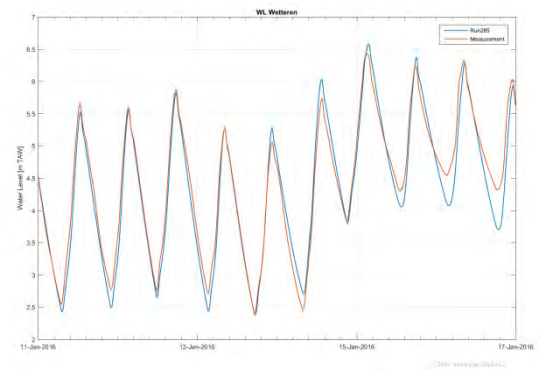
Figuur F 14 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Schoonaarde



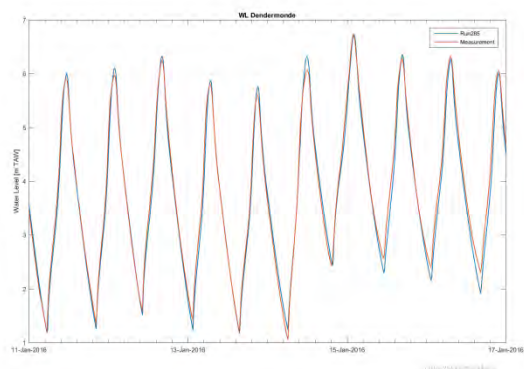
Figuur F 12 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Sint-Amands



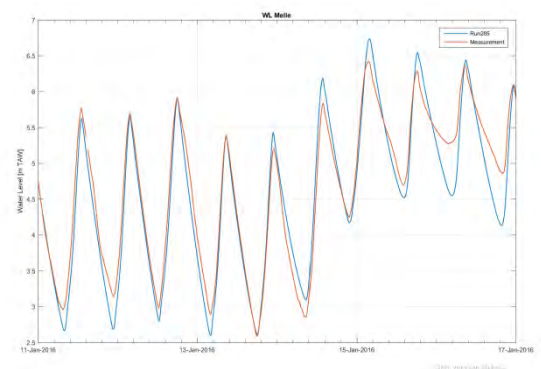
Figuur F 15 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 -Wetteren



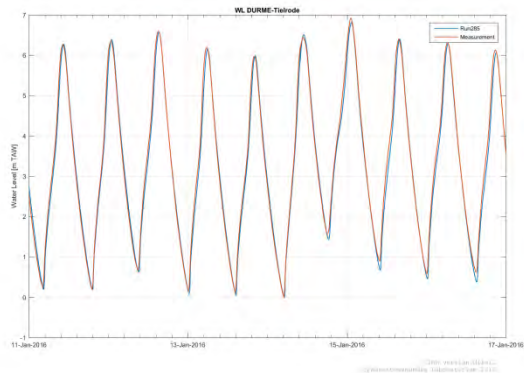
Figuur F 13 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Dendermonde



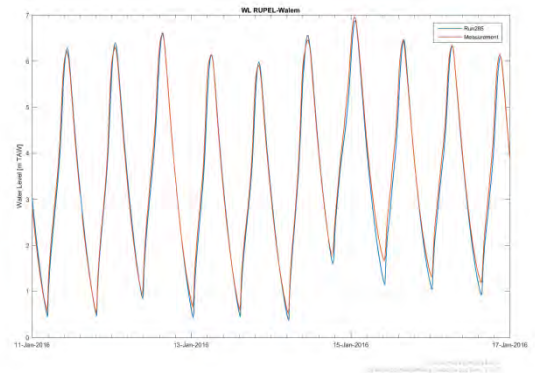
Figuur F 16 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Melle



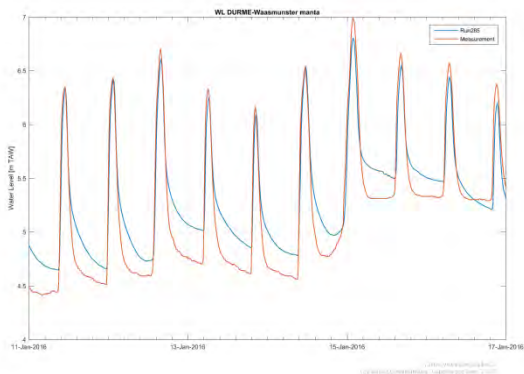
Figuur F 17 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Tielrode



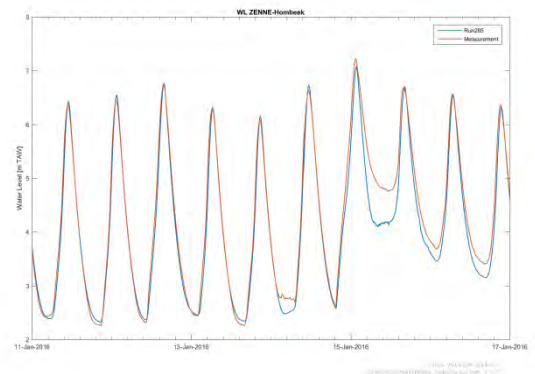
Figuur F 20 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Walem



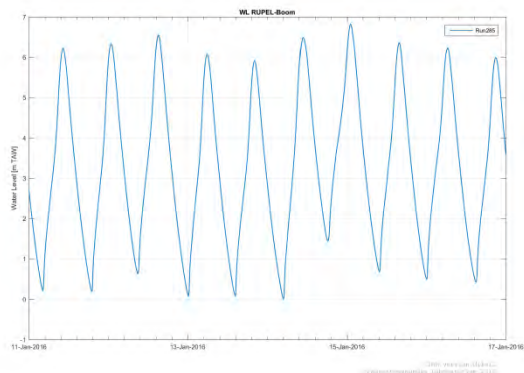
Figuur F 18 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Waasmunster Manta



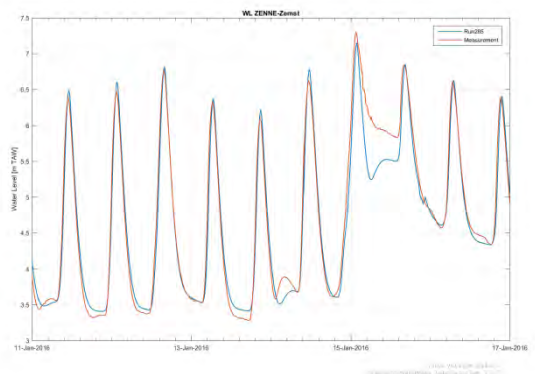
Figuur F 21 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Hombeek



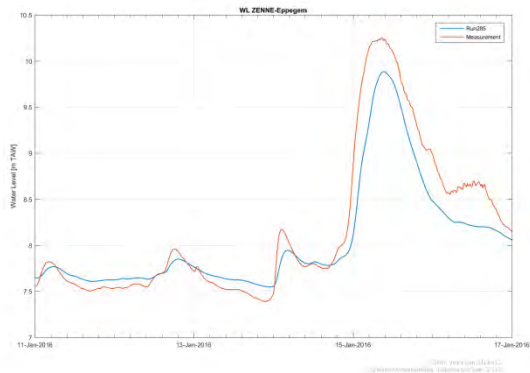
Figuur F 19 - Gemodelleerde waterpeilen – jan2016 - Boom



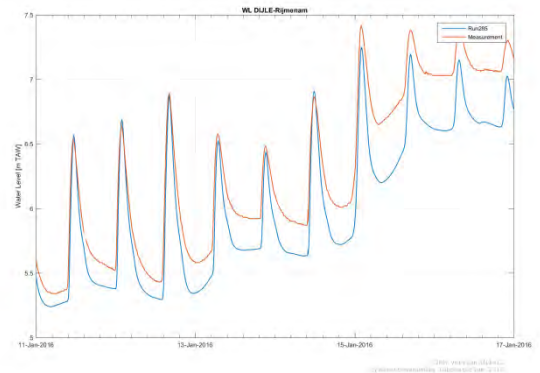
Figuur F 22 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Zemst



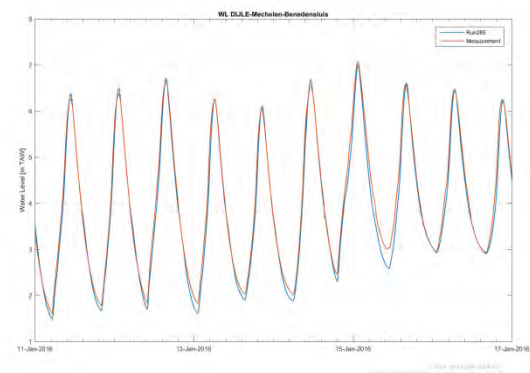
Figuur F 23 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Eppegem



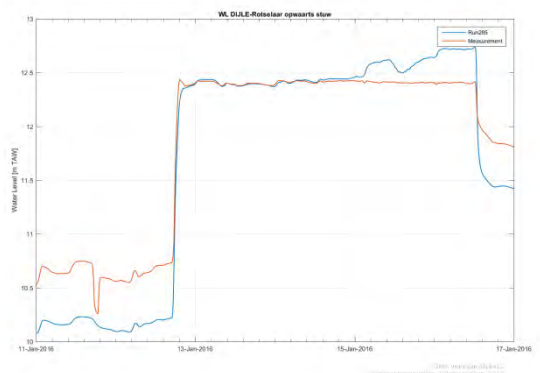
Figuur F 26 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Rijmenam



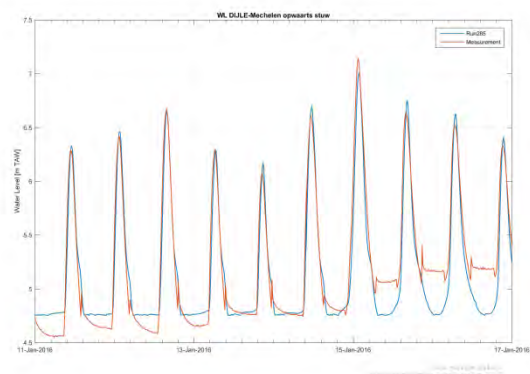
Figuur F 24 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Mechelen-Benedensluis



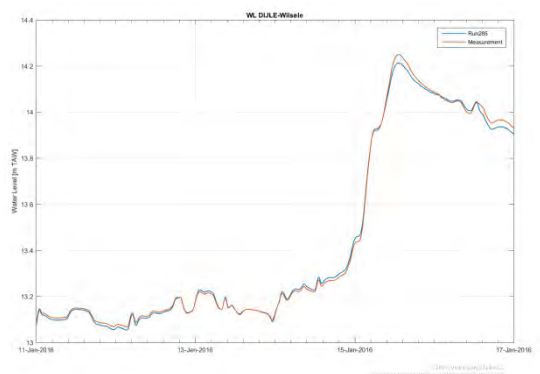
Figuur F 27 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Rotselaar opwaarts stuw



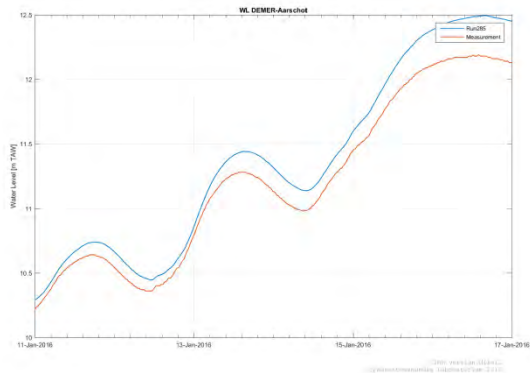
Figuur F 25 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Mechelen opwaarts stuw



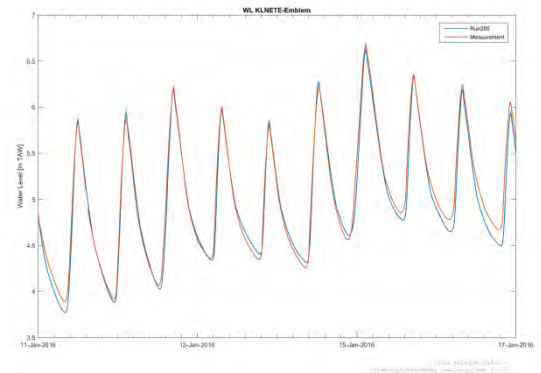
Figuur F 28 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Wilsele



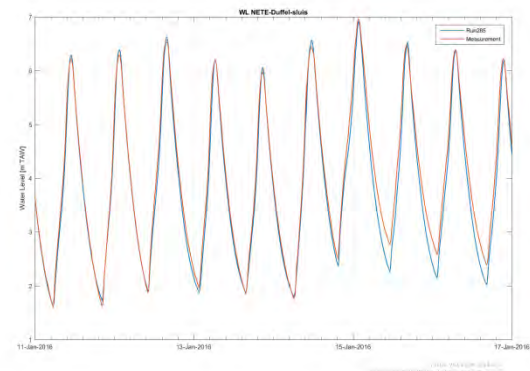
Figuur F 29 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Aarschot



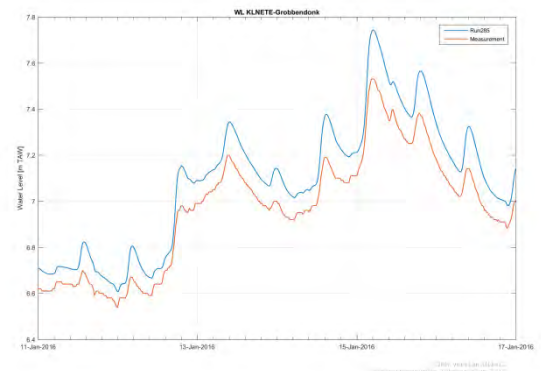
Figuur F 32 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Emblem



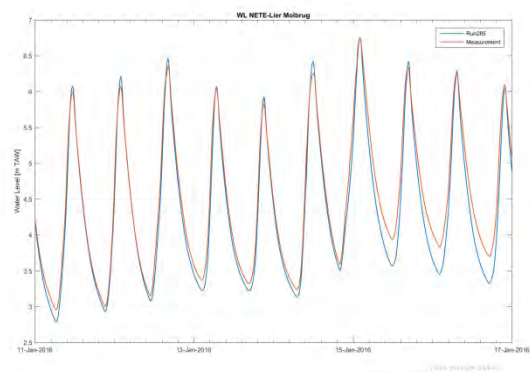
Figuur F 30 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Duffel-sluis



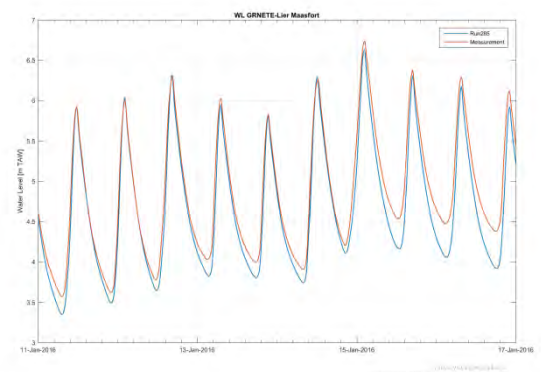
Figuur F 33 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Grobbendonk



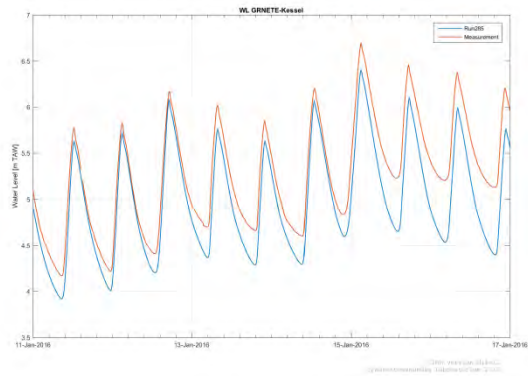
Figuur F 31 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Lier Molbrug



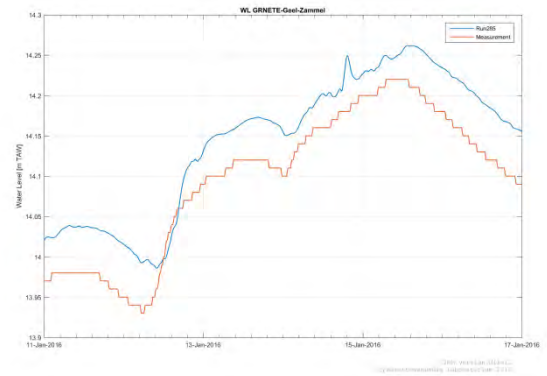
Figuur F 34 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Lier Maasfort



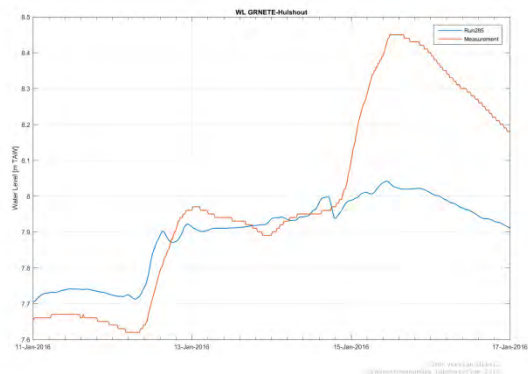
Figuur F 35 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Kessel



Figuur F 37 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 – Geel-Zammel



Figuur F 36 - Gemodelleerde en gemeten waterpeilen –
jan2016 - Hulshout



Statistische parameters tijdreeksen (TS), HW en LW

Tabel F 1 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – jan2016 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Jan2016							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Westerschelde	Vlissingen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Terneuzen	-0.07	0.08	-0.06	0.07	-0.07	0.08
	Hansweert	-0.08	0.10	0.01	0.03	-0.11	0.12
	Bath	-0.06	0.10	0.03	0.05	-0.11	0.13
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	0.02	0.09	0.10	0.11	-0.04	0.08
	Zandvliet	-0.03	0.09	0.07	0.08	-0.10	0.12
	Liefkenshoek	-0.05	0.11	0.05	0.07	-0.13	0.15
	Kallo	-0.01	0.13	0.09	0.11	-0.10	0.12
	Antwerpen	-0.06	0.15	0.04	0.08	-0.13	0.14
	Hemiksem	-0.01	0.17	0.04	0.06	-0.05	0.10
Boven-Zeeschelde	Temse	-0.04	0.17	0.05	0.07	-0.11	0.14
	Sint-Amands	-0.06	0.18	0.05	0.08	-0.10	0.13
	Dendermonde	-0.08	0.17	0.09	0.13	-0.12	0.20
	Schoonaarde	-0.10	0.20	-0.03	0.11	-0.11	0.20
	Wetteren	-0.08	0.23	0.06	0.15	-0.19	0.30
	Melle	-0.11	0.28	0.12	0.20	-0.27	0.40
Durme	Tielrode	-0.08	0.19	-0.01	0.05	-0.10	0.13
	Waasmunster Manta	0.13	0.23	-0.11	0.13	0.16	0.21

Tabel F 2 - Statistische parameters voor tijdreeksen waterpeilen, hoogwaters en laagwaters – dec2013 – Rupelbekken

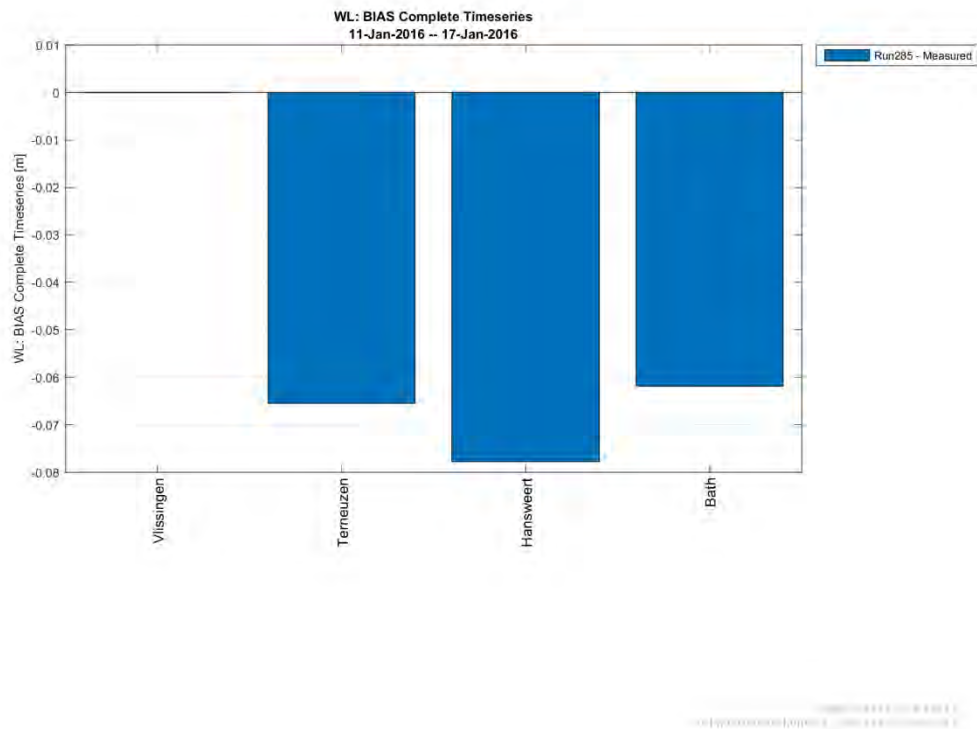
Jan2016							
Rivier	Meetpost	bias TS	RMSE TS	bias HW	RMSE HW	bias LW	RMSE LW
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Rupel	Boom	**	**	**	**	**	**
	Walem	-0.11	0.20	0.04	0.07	-0.21	0.24
Zenne	Hombeek	*	*	0.03*	0.08*	*	*
	Zemst	*	*	0.05*	0.12*	*	*
	Eppegem	*	*	-0.19*	0.22*	*	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	-0.13	0.19	0.06	0.08	-0.15	0.19
	Mechelen opwaarts stuw	-0.05	0.19	0.04	0.09	0.05	0.15
	Rijmenam	-0.26	0.29	-0.11	0.14	-0.24	0.27
	Rotselaar opwaarts stuw	-0.12	0.30	-0.17	0.29	-0.16	0.27
	Wilsele	0.00	0.01	-0.01	0.02	-0.01	0.01
Demer	Aarschot	0.16	0.18	0.19	0.21	0.12	0.13
Benedennete	Duffel-sluis	-0.16	0.22	0.06	0.08	-0.14	0.26
	Lier Molbrug	-0.16	0.20	0.08	0.10	-0.20	0.24
Kleine Nete	Emblem	-0.04	0.10	-0.03	0.04	-0.06	0.09
	Grobbendonk	0.12	0.12	0.15	0.16	0.10	0.10
Grote Nete	Lier Maasfort	-0.19	0.22	-0.03	0.07	-0.26	0.28
	Kessel	-0.29	0.34	-0.17	0.19	-0.41	0.45
	Hulshout	-0.09	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
	Geel-Zammel	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05

*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

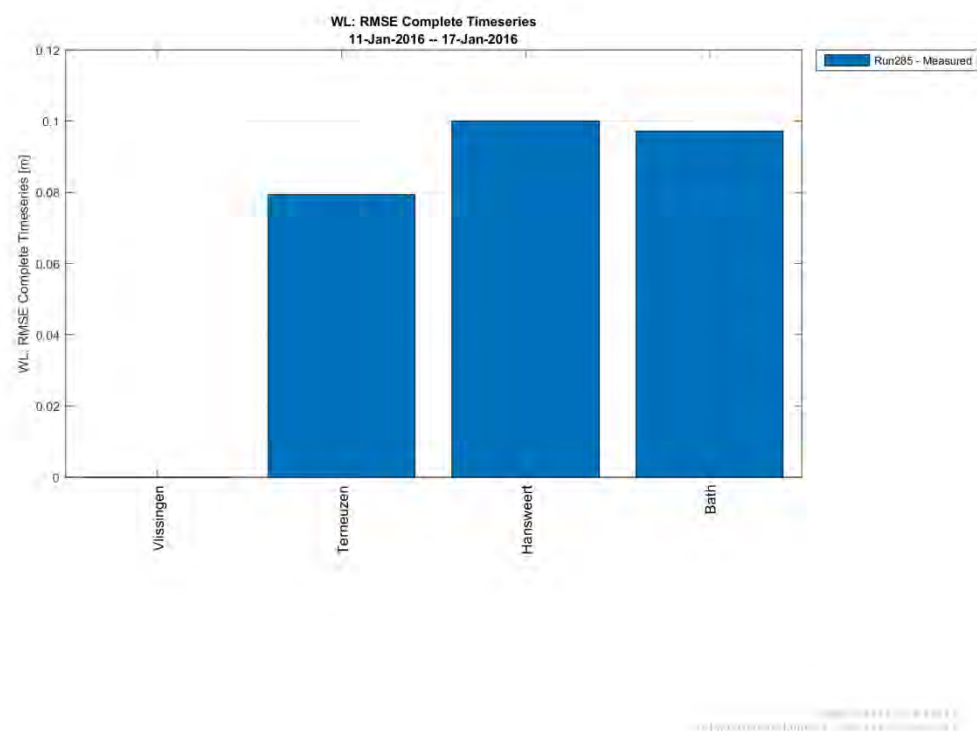
~~xx*~~ : waarden niet beschouwd bij analyse kalibratie omwille van verouderde bathymetrie in het model.

**Gemeten waterpeilen in Boom ontbreken voor jan2016

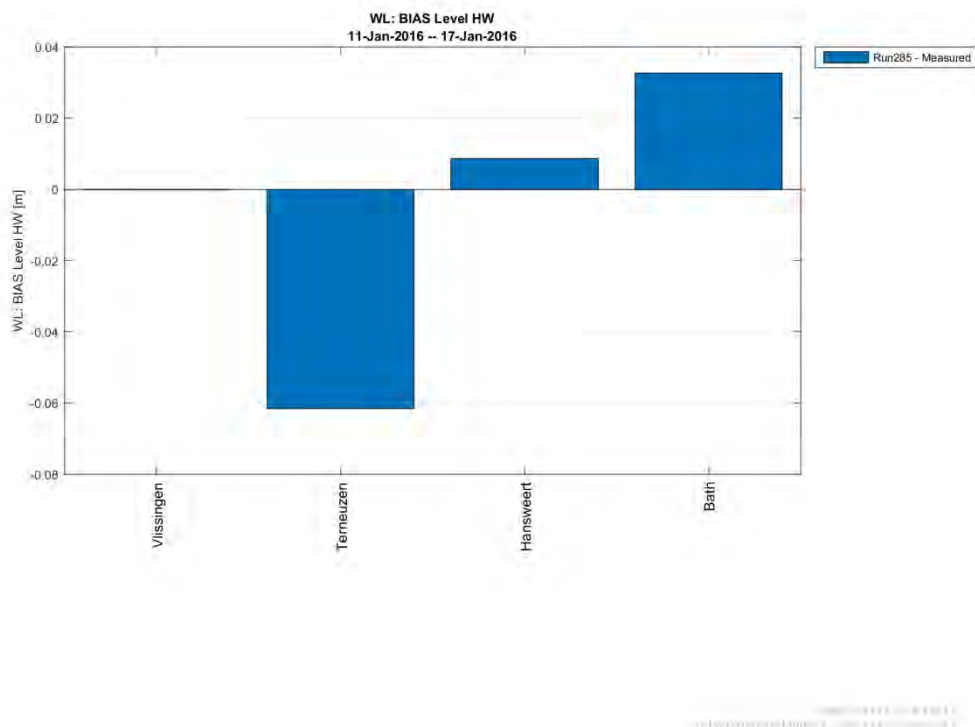
Figuur F 38 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Westerschelde



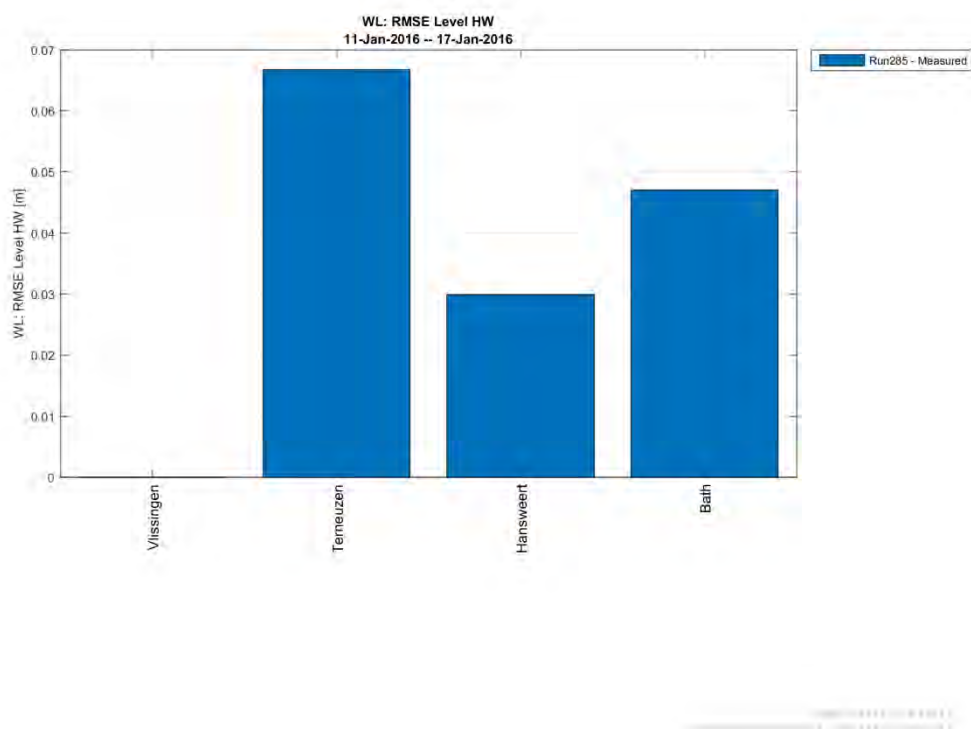
Figuur F 39 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 - Westerschelde



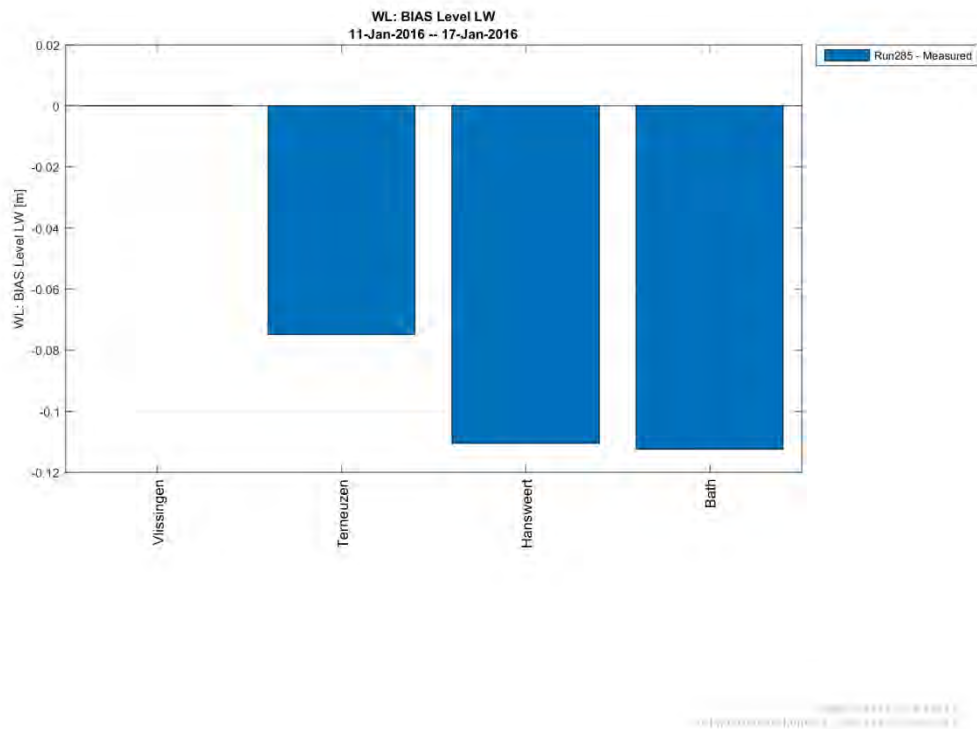
Figuur F 40 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde



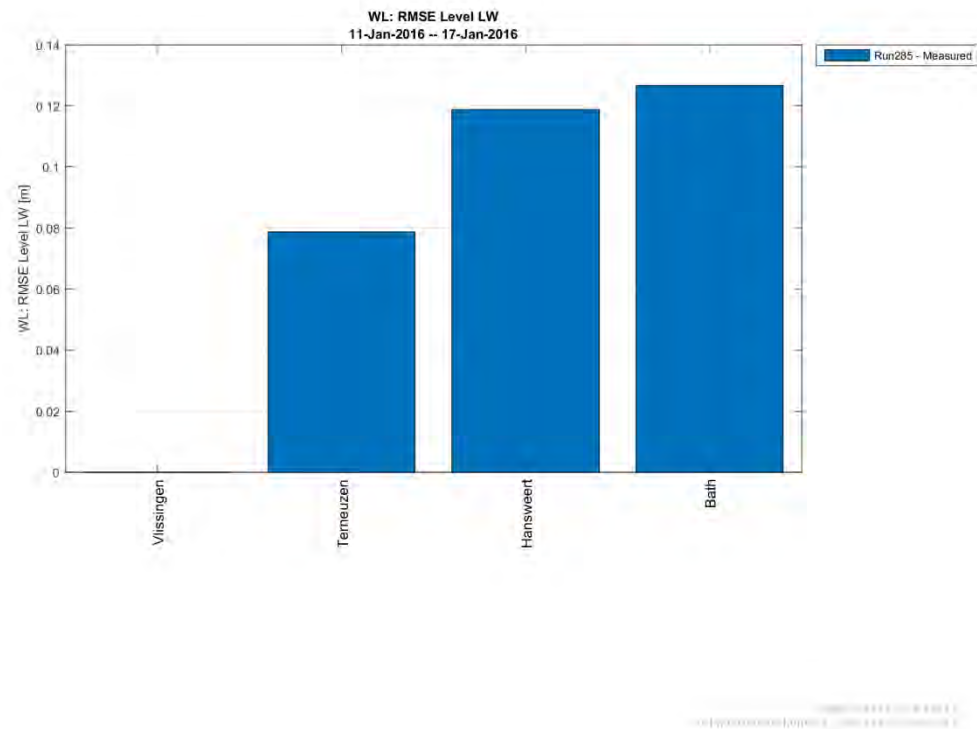
Figuur F 41 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde



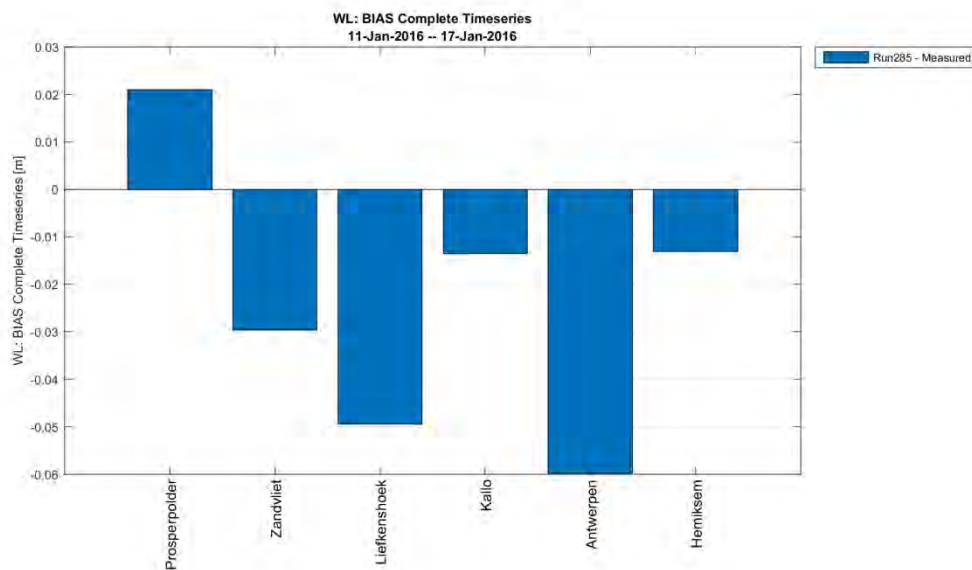
Figuur F 42 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde



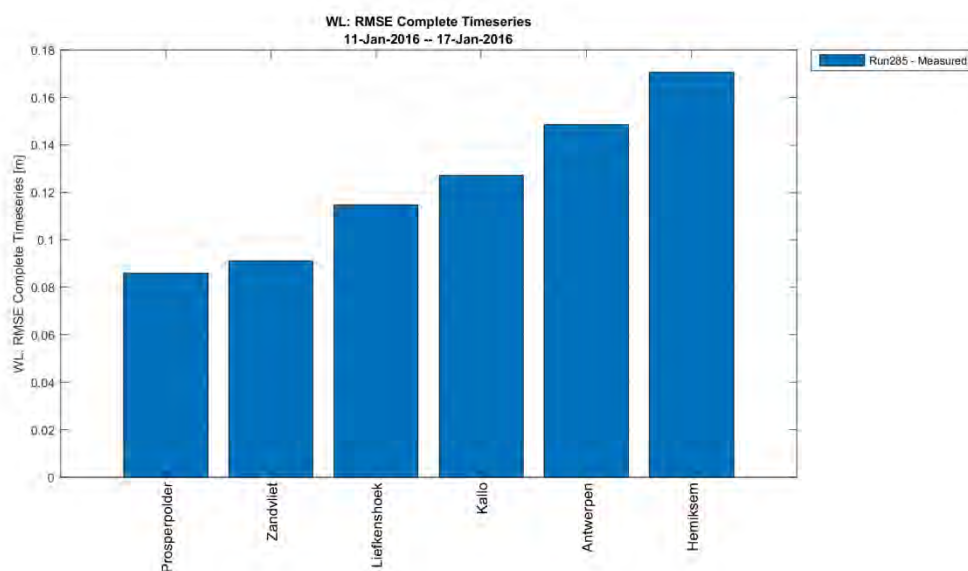
Figuur F 43 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 – Westerschelde



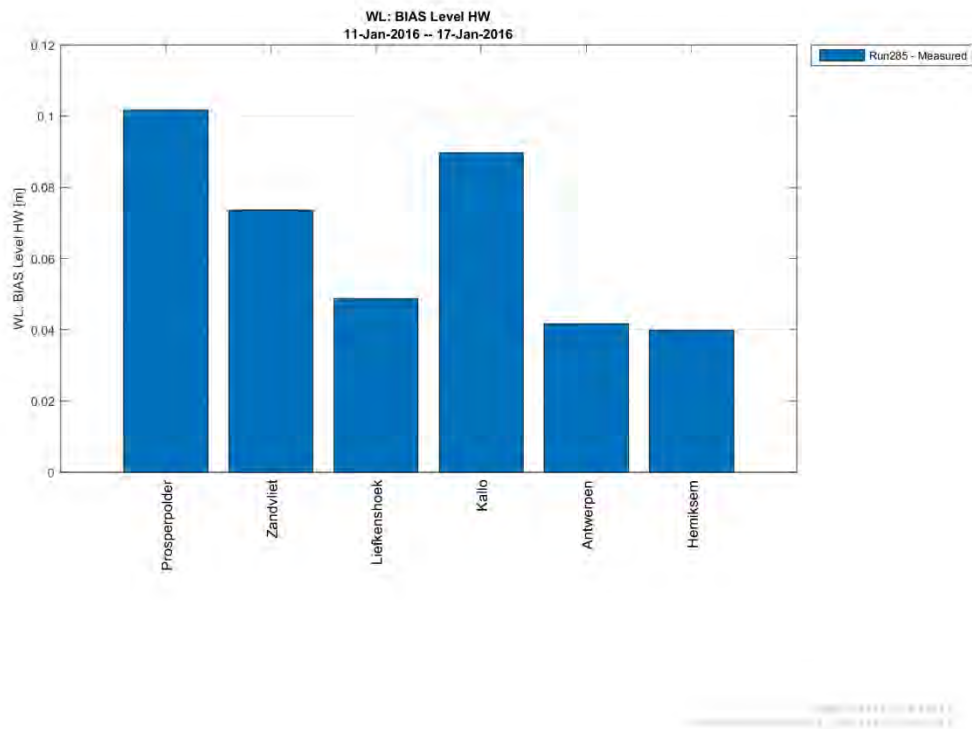
Figuur F 44 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



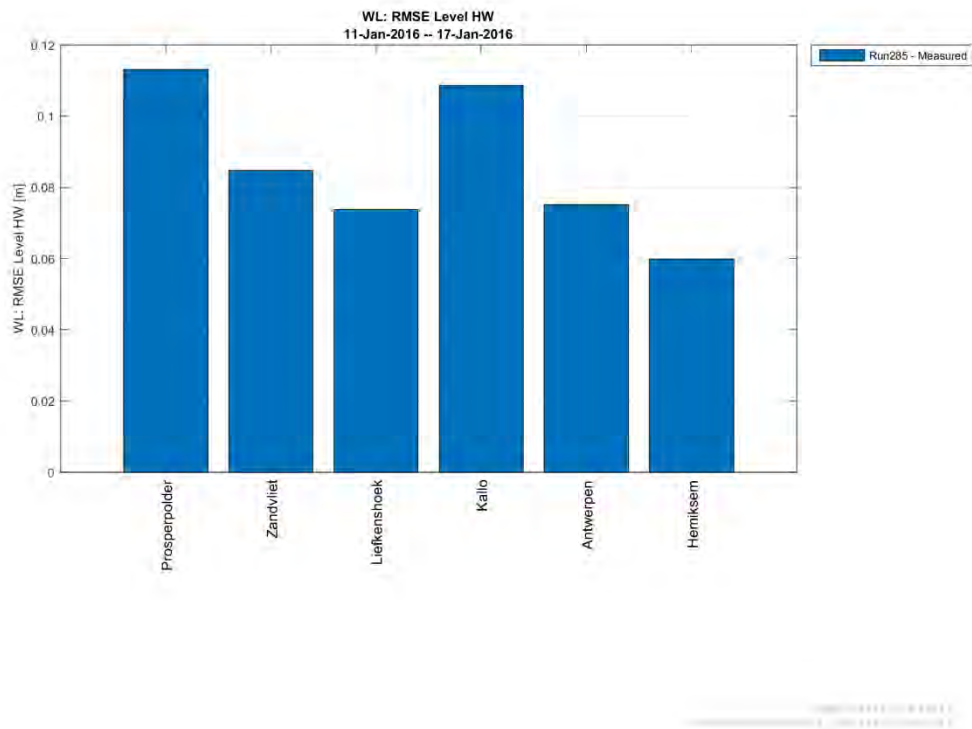
Figuur F 45 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



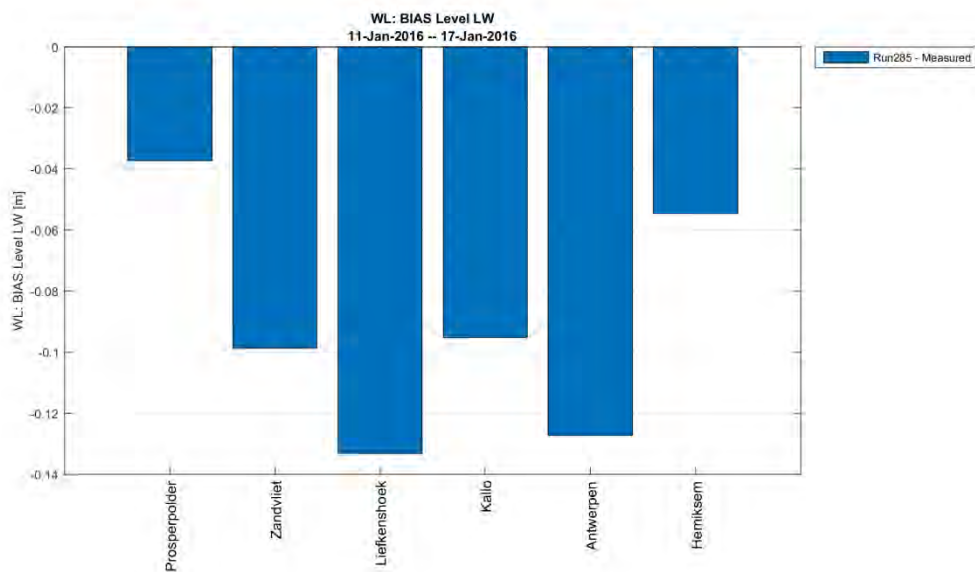
Figuur F 46 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



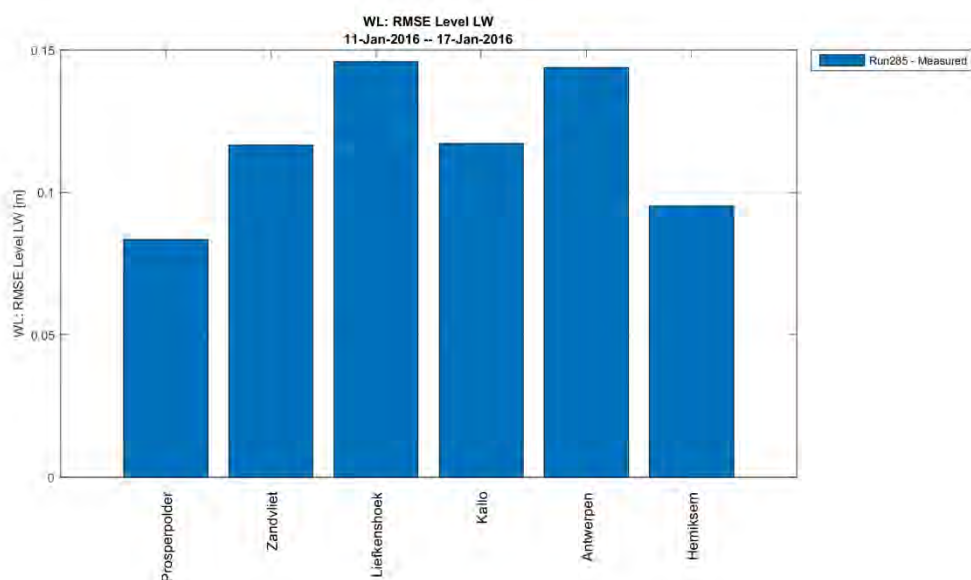
Figuur F 47 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



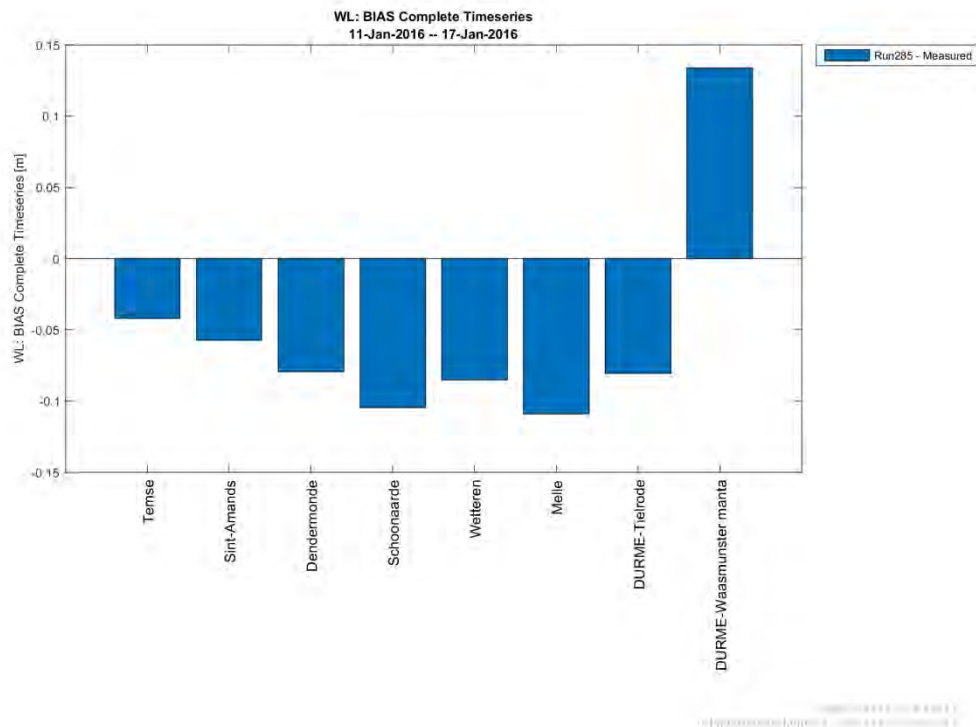
Figuur F 48 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



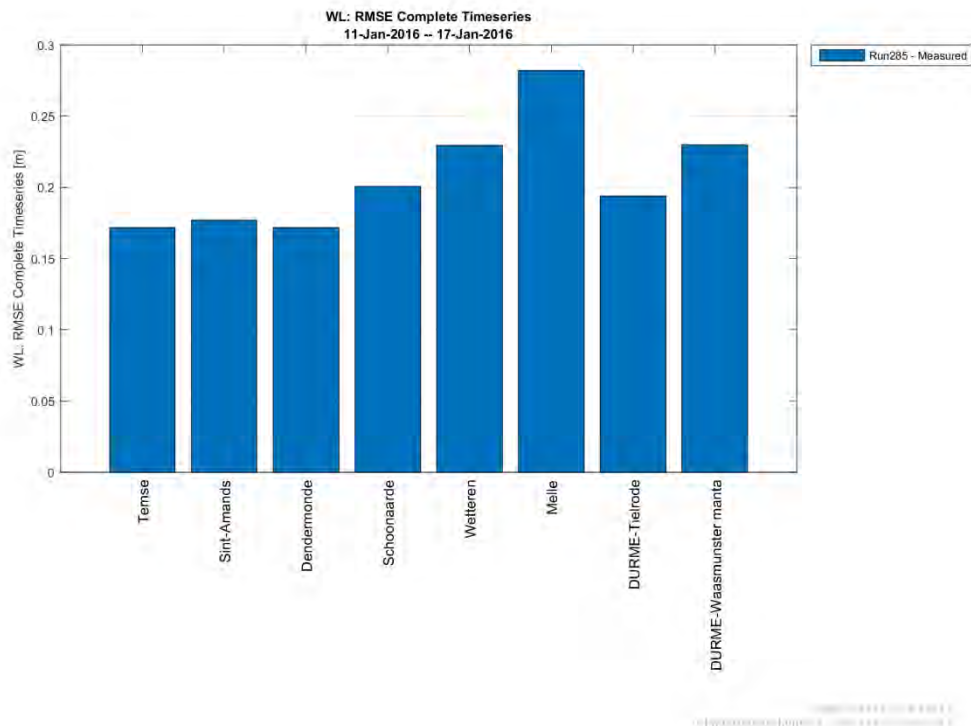
Figuur F 49 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



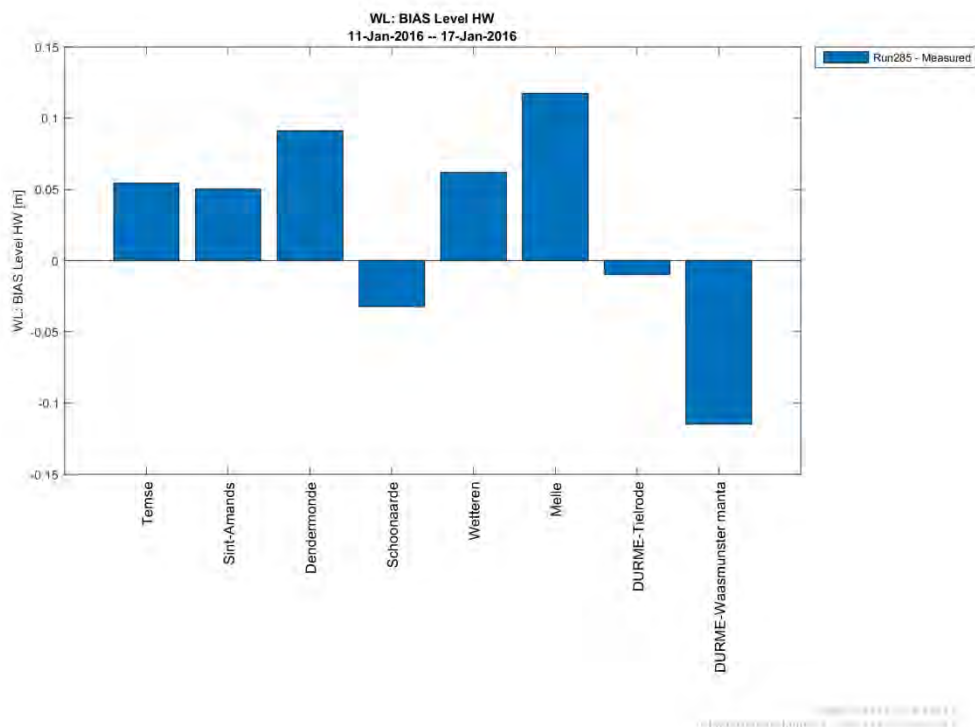
Figuur F 50 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme



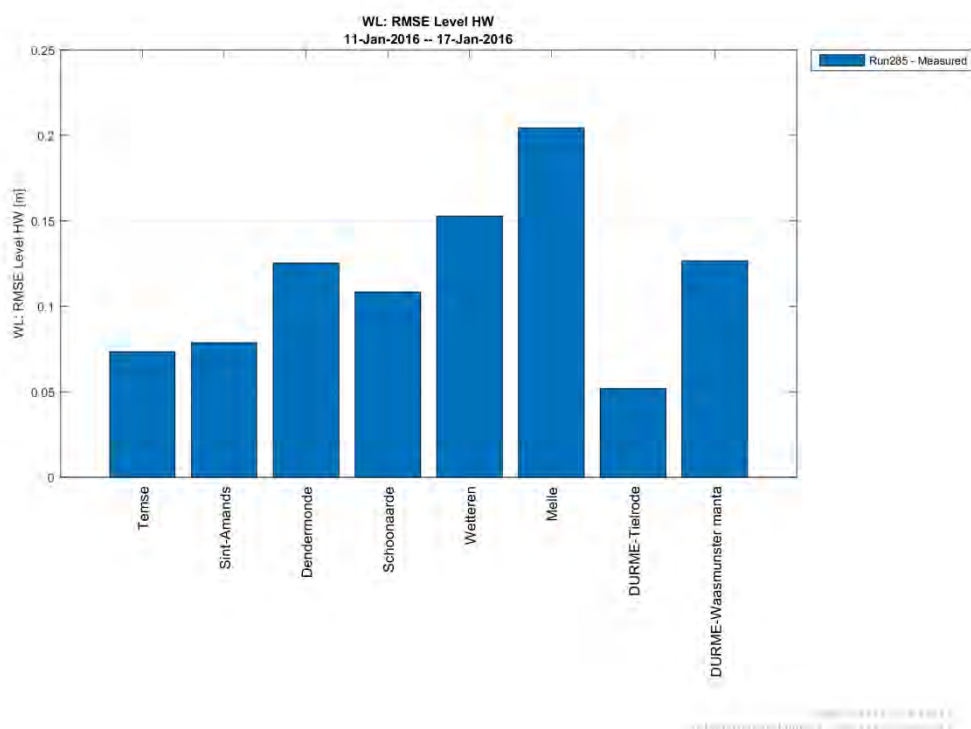
Figuur F 51 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme



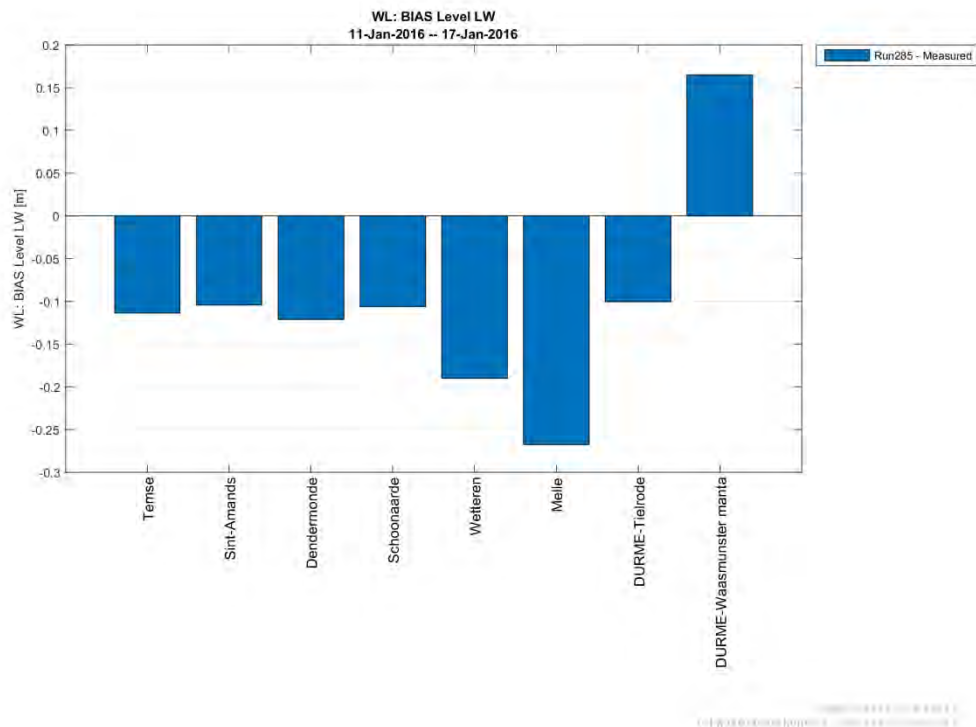
Figuur F 52 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme



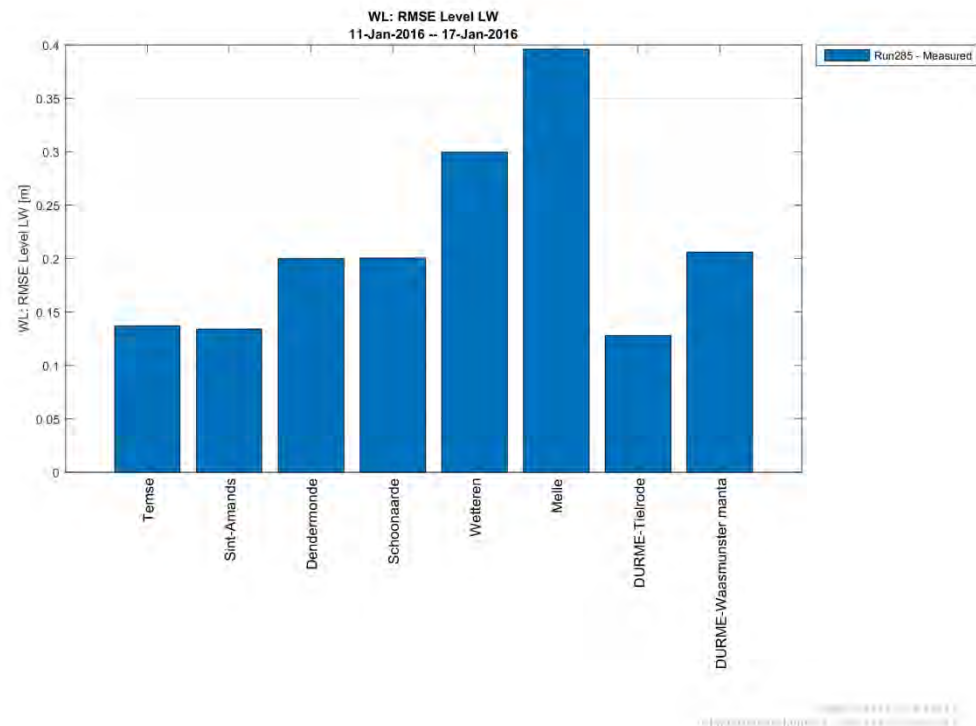
Figuur F 53 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme



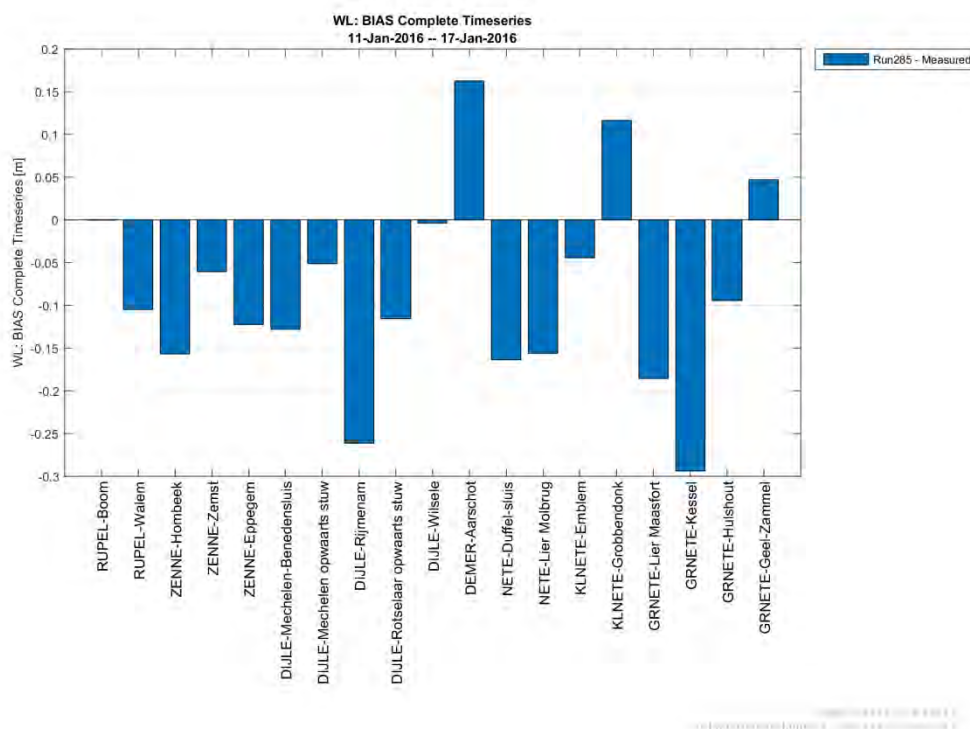
Figuur F 54 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme



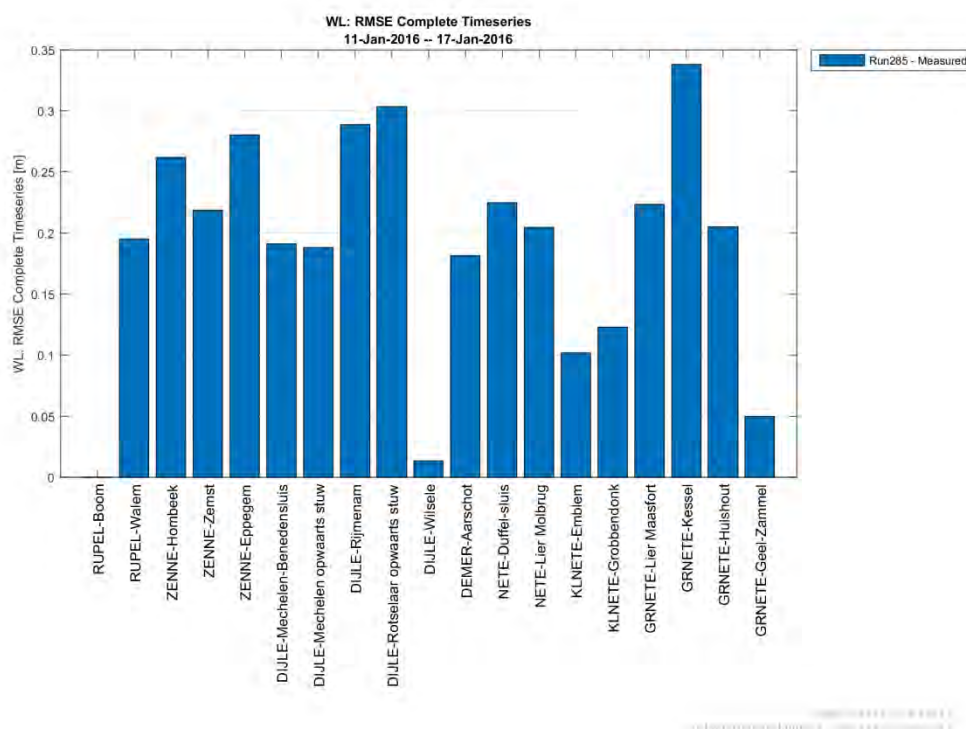
Figuur F 55 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 – Boven-Zeeschelde en Durme



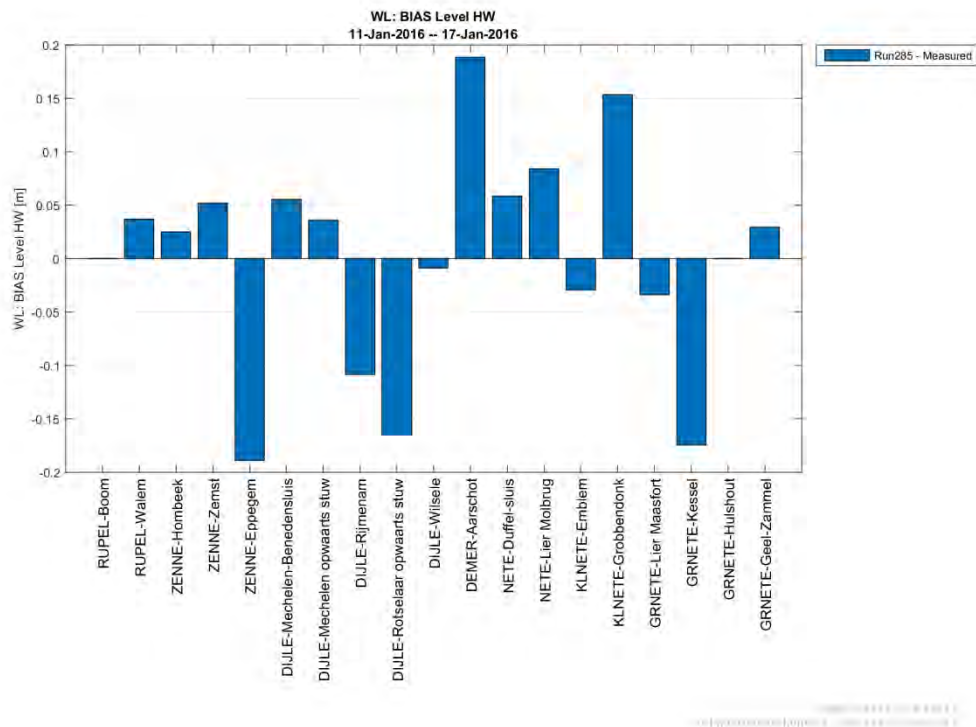
Figuur F 56 - bias waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken



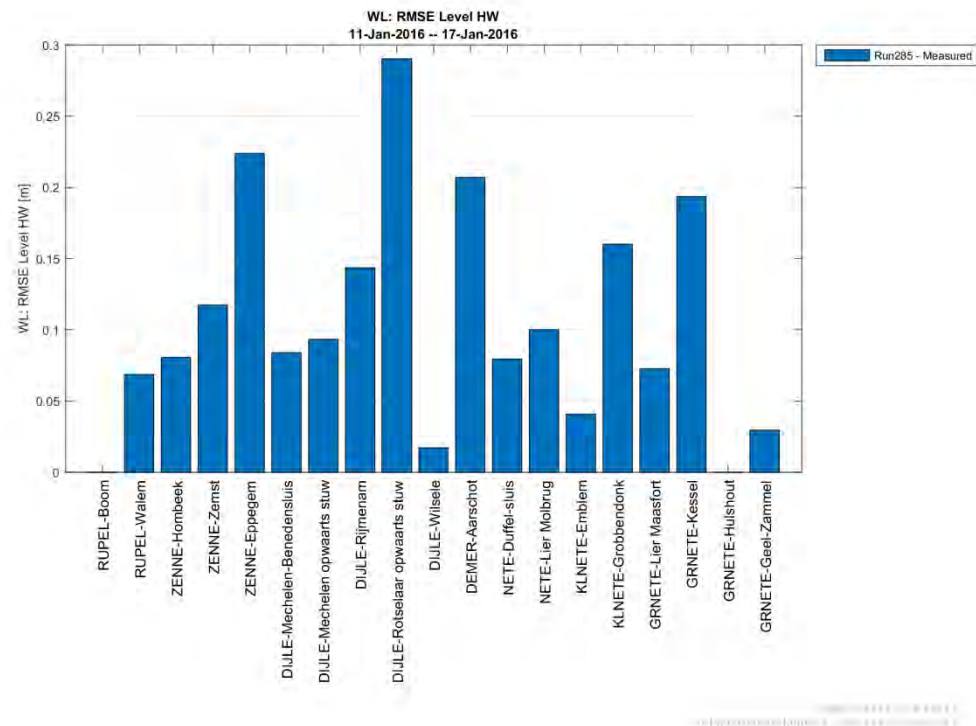
Figuur F 57 - RMSE waterpeilen (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken



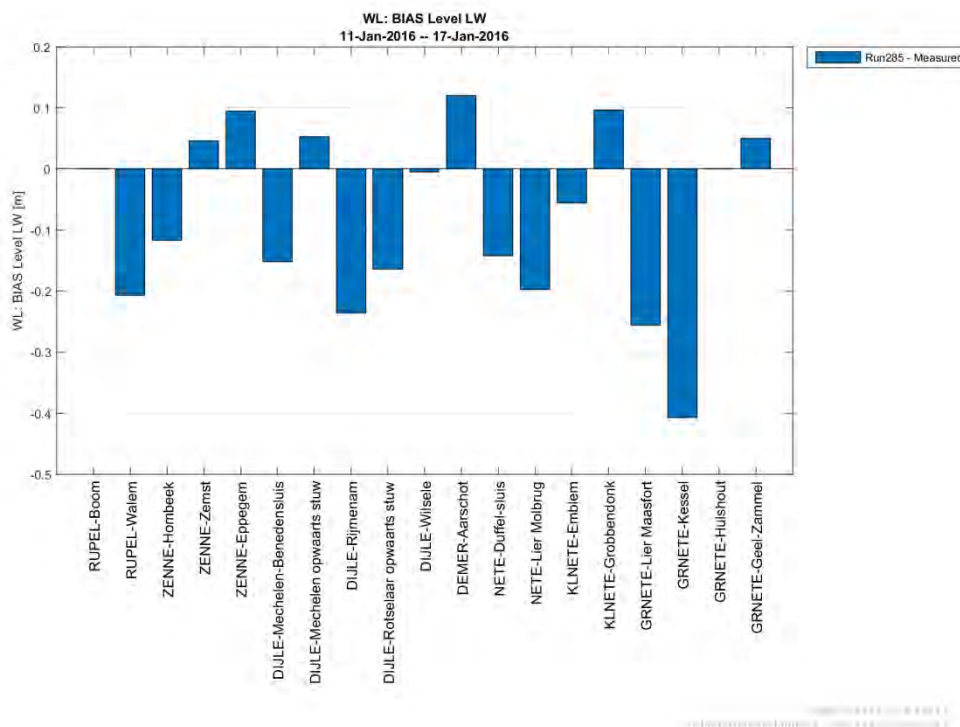
Figuur F 58 - bias hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken



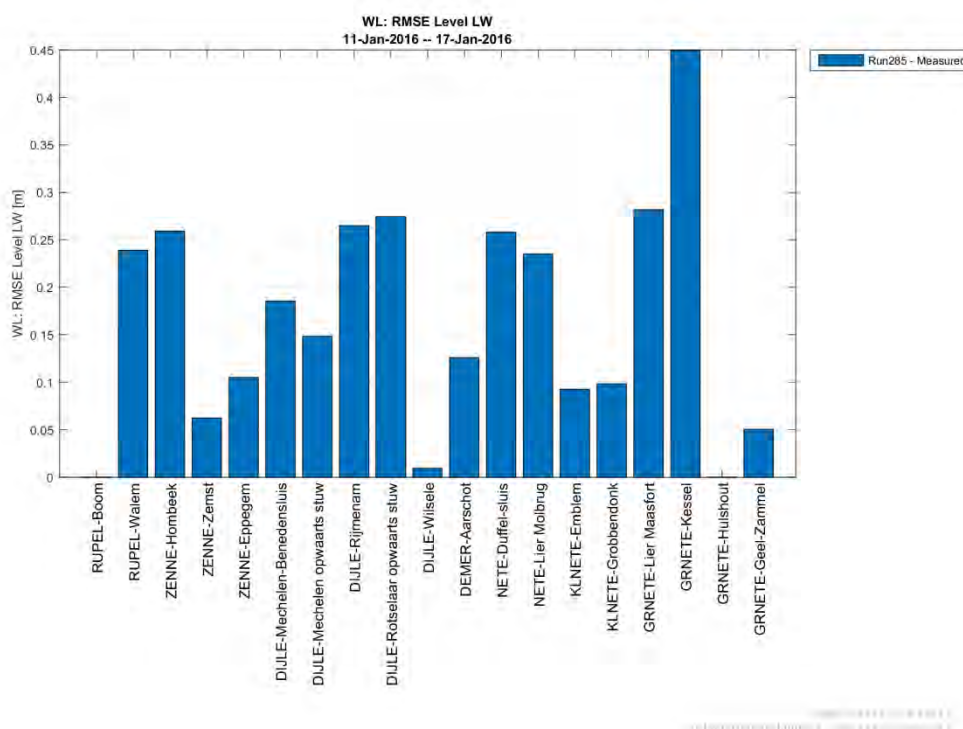
Figuur F 59 - RMSE hoogwaters (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken



Figuur F 60 - bias laagwaters (model-meting) – jan2016 – Rupelbekken



Figuur F 61 - RMSE laagwaters (model-meting) – jan2016 - Rupelbekken



Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil

Tabel F 3 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en vectorieel verschil – jan2016 – Westerschelde, Zeeschelde en Durme

Jan2016							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	
Westerschelde	Vlissingen	2.39	0.04	2.40	0.04	0.00	0.13
	Terneuzen	2.39	0.05	2.40	0.04	0.01	0.16
	Hansweert	2.42	0.04	2.44	0.04	0.02	0.22
	Bath	2.46	0.04	2.47	0.04	0.01	0.21
Beneden-Zeeschelde	Prosperpolder	2.48	0.05	2.48	0.04	0.01	0.27
	Zandvliet	2.51	0.05	2.48	0.04	0.02	0.28
	Liefkenshoek	2.45	0.04	2.45	0.03	0.01	0.32
	Kallo	2.27	0.04	2.25	0.04	0.00	0.34
	Antwerpen	1.75	0.04	1.76	0.04	0.00	0.32
	Hemiksem	1.34	0.05	1.34	0.05	0.03	0.34
Boven-Zeeschelde	Temse	1.03	0.07	1.13	0.07	0.00	0.34
	Sint-Amands	0.91	0.07	1.05	0.06	0.02	0.39
	Dendermonde	2.43	0.04	2.40	0.04	0.01	0.38
	Schoonaarde	0.57	0.03	0.43	0.03	0.00	0.44
	Wetteren	2.39	0.04	2.40	0.04	0.10	0.13
	Melle	2.39	0.05	2.40	0.04	0.15	0.16
Durme	Tielrode	2.42	0.04	2.44	0.04	0.03	0.22
	Waasmunster Manta	2.46	0.04	2.47	0.04	0.14	0.21

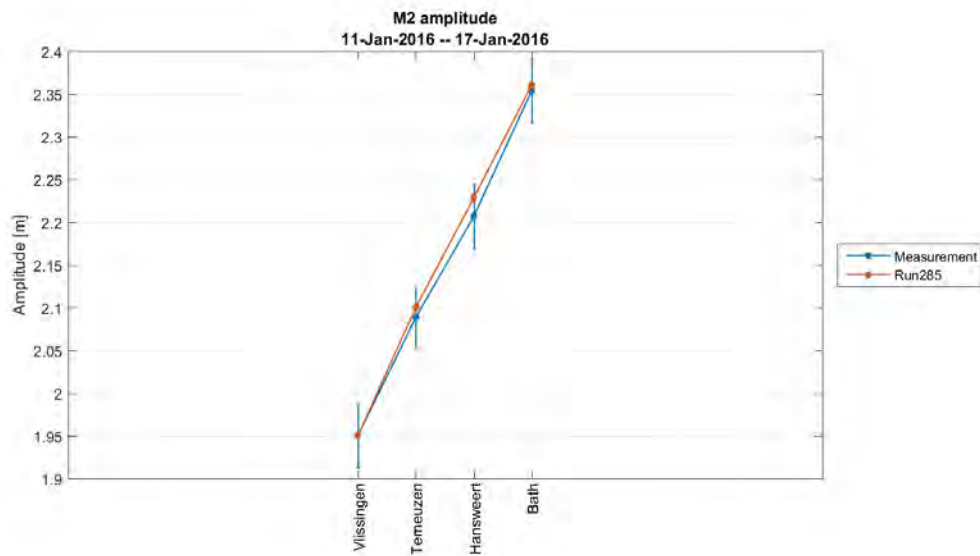
Tabel F 4 - Harmonische analyse: Amplitude M2 en Vectorieel verschil – jan2016 – Rupelbekken

Jan2016							
		Amplitude M2				Vectorieel verschil	
Rivier	Meetpost	Meting		Run285		Vershil Run285-meting	Run285 vs meting
		Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	Fout [m]	Waarde [m]	[m]
Rupel	Boom	**	**	2.41	0.04	**	**
	Walem	2.25	0.04	2.27	0.04	0.03	0.40
Zenne	Hombeek	*	*	*	*	0.00	*
	Zemst	*	*	*	*	0.01	*
	Eppegem	*	*	*	*	0.02	*
Dijle	Mechelen-Benedensluis	1.82	0.04	1.82	0.04	0.01	0.38
	Mechelen opwaarts stuw	0.61	0.02	0.61	0.02	0.01	0.21
	Rijmenam	0.34	0.06	0.37	0.05	0.03	0.39
	Rotselaar opwaarts stuw	0.04	0.07	0.07	0.08	0.02	0.25
	Wilsele	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.02
Demer	Aarschot	0.06	0.06	0.07	0.07	0.01	0.20
Beneden-nete	Duffel-sluys	1.77	0.04	1.80	0.03	0.03	0.36
	Lier Molbrug	1.15	0.03	1.20	0.03	0.05	0.34
Kleine Nete	Emblem	0.70	0.03	0.70	0.03	0.00	0.16
	Grobbendonk	0.06	0.03	0.09	0.03	0.03	0.18
Grote Nete	Lier Maasfort	0.86	0.03	0.90	0.03	0.04	0.35
	Kessel	0.58	0.03	0.64	0.03	0.06	0.46
	Hulshout	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.17
	Geel-Zammel	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.06

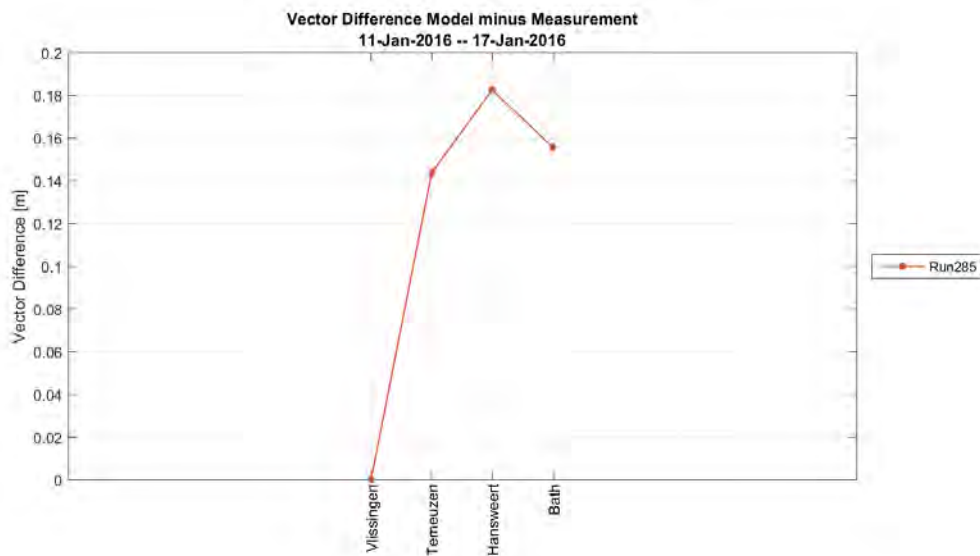
*Laagwaterpeilen langs de Zenne worden niet correct gemeten omwille van de plaatsing van de meetpost in de rivierbedding.

**Gemeten waterpeilen in Boom ontbreken voor jan2016

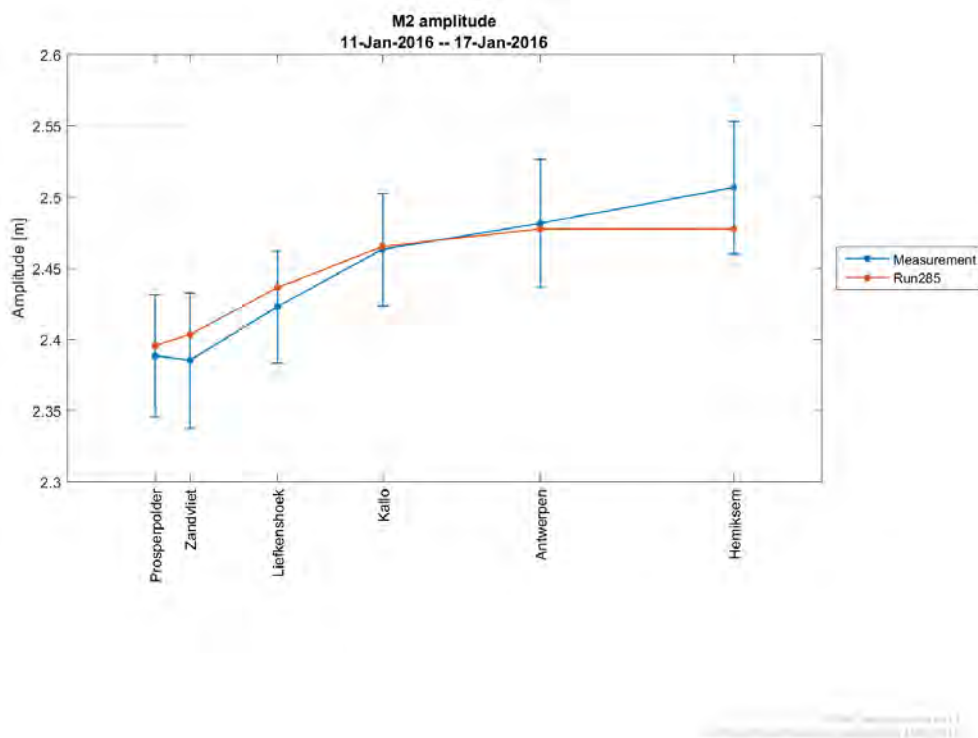
Figuur F 62 - M2 amplitude – jan2016 – Westerschelde



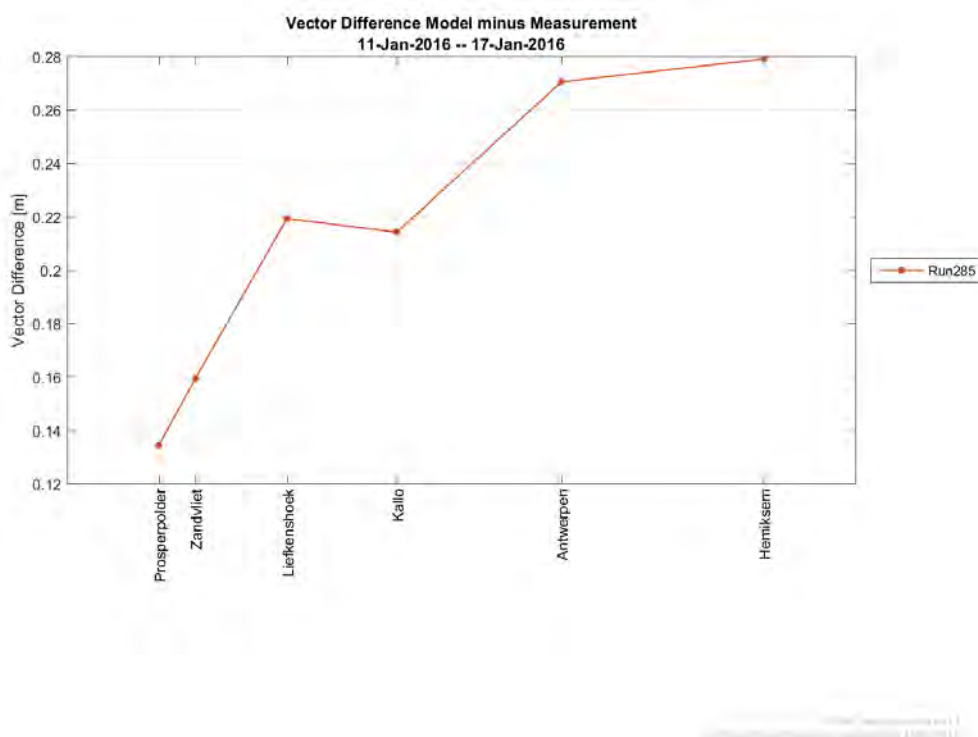
Figuur F 63 - Vectorieel verschil – jan2016 – Westerschelde



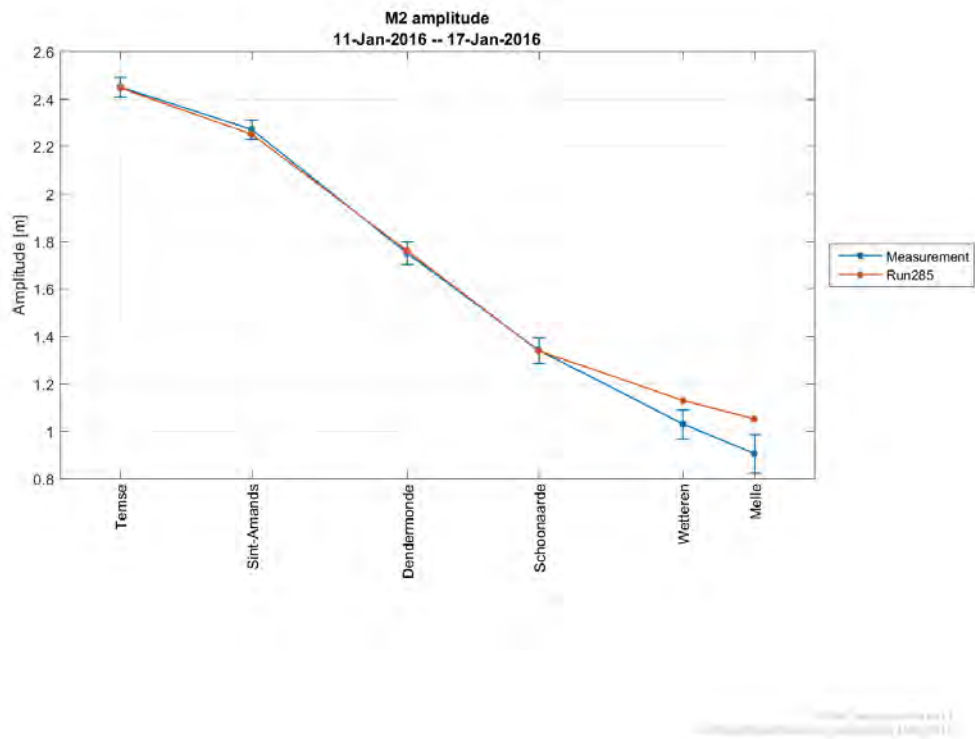
Figuur F 64 - M2 amplitude – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



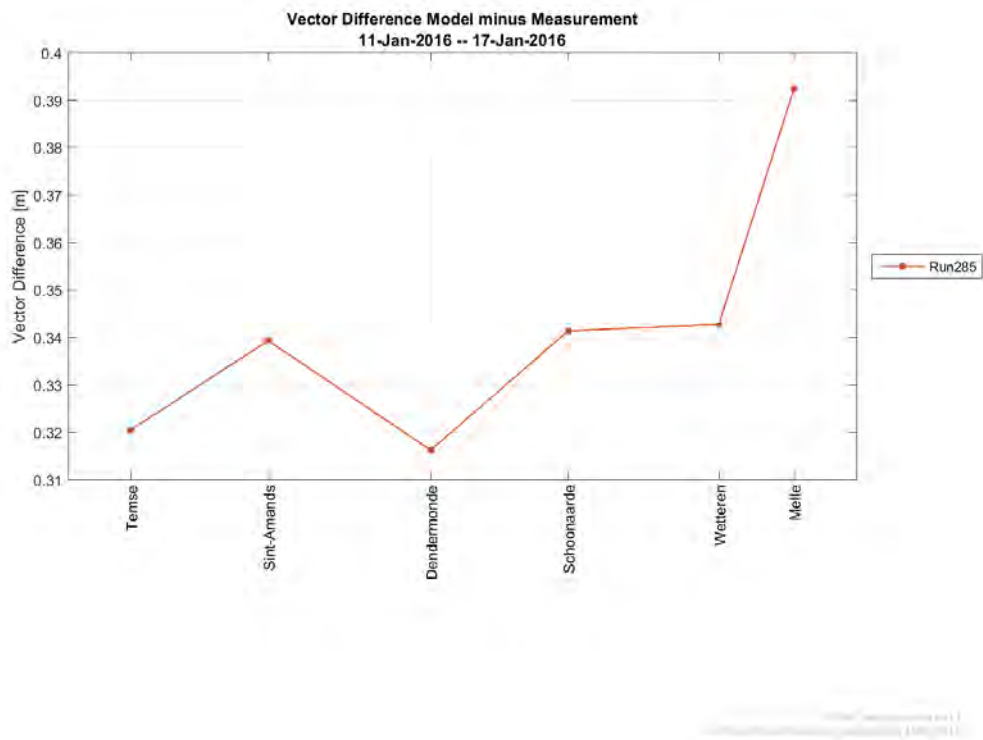
Figuur F 65 - Vectorieel verschil – jan2016 – Beneden-Zeeschelde



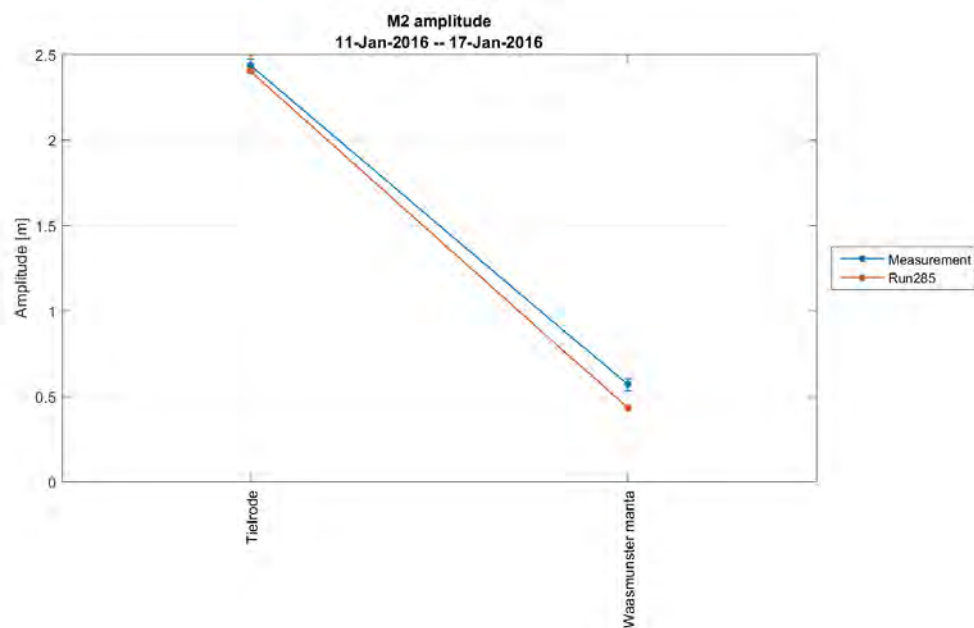
Figuur F 66 - M2 amplitude – jan2016 – Boven-Zeeschelde



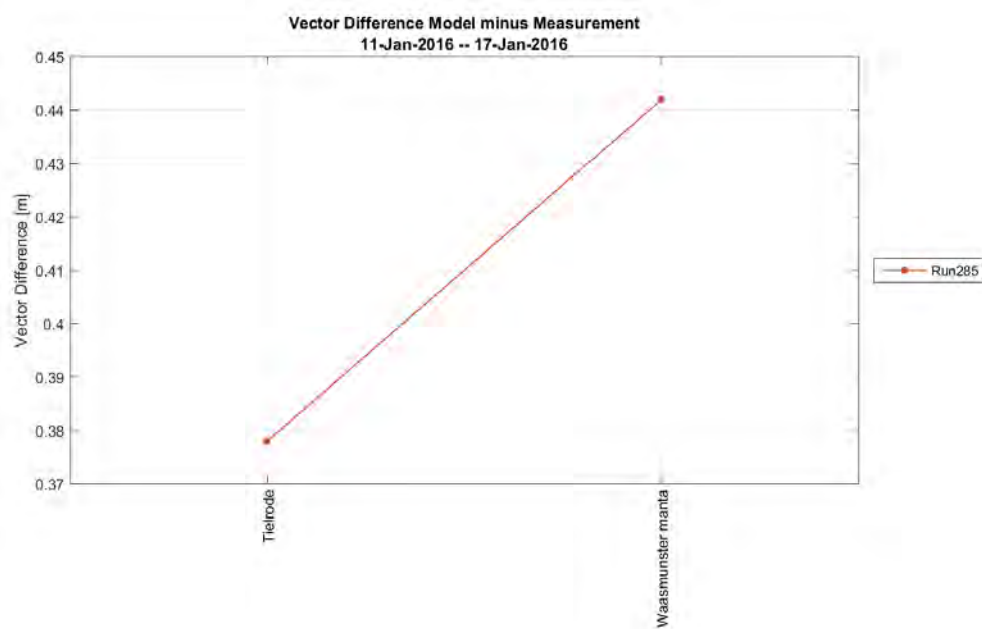
Figuur F 67 - Vectorieel verschil – jan2016 – Boven-Zeeschelde



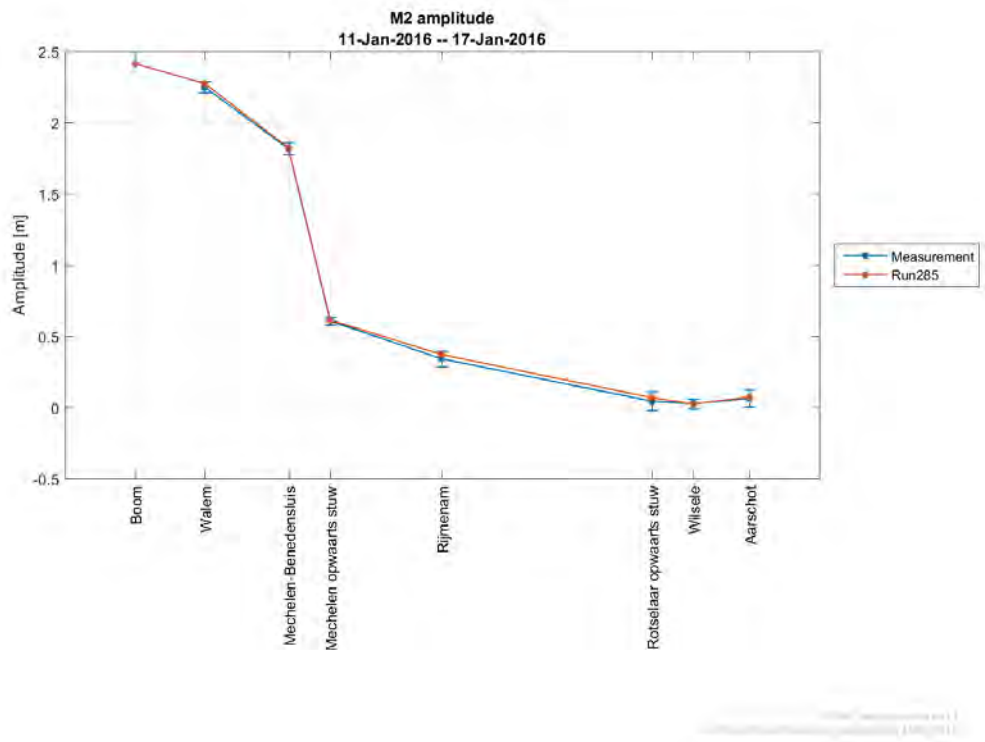
Figuur F 68 - M2 amplitude – jan2016 – Durme



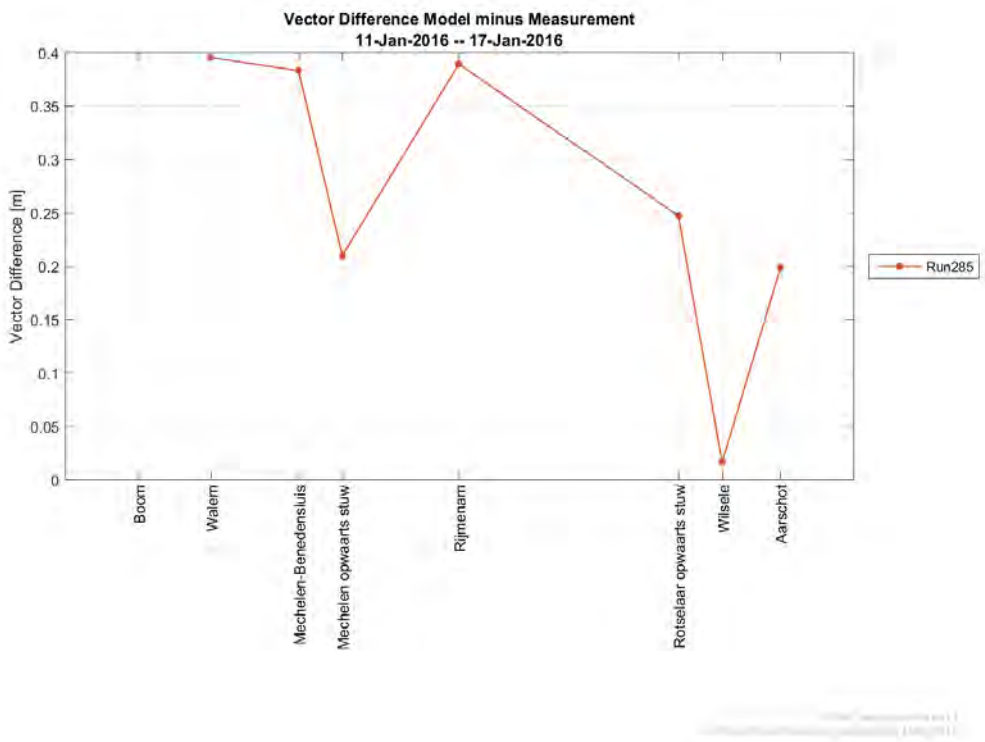
Figuur F 69 - Vectorieel verschil – jan2016 – Durme



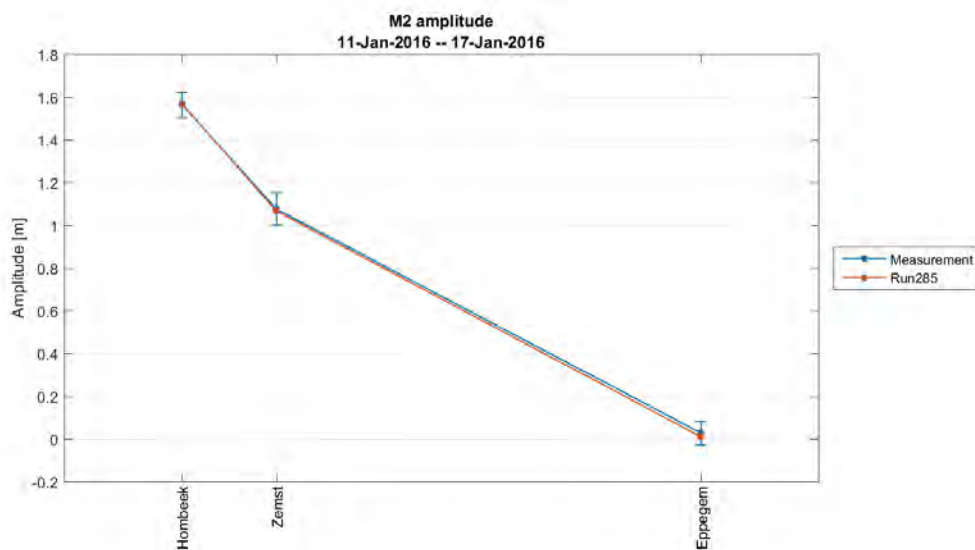
Figuur F 70 - M2 amplitude – jan2016 – Rupel-Dijle-Demer



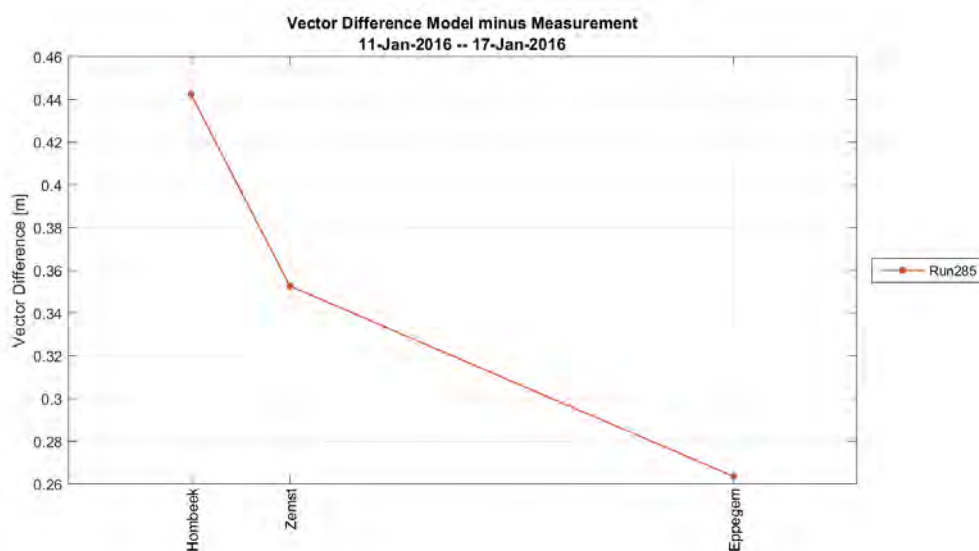
Figuur F 71 - Vectorieel verschil – jan2016 – Rupel-Dijle-Demer



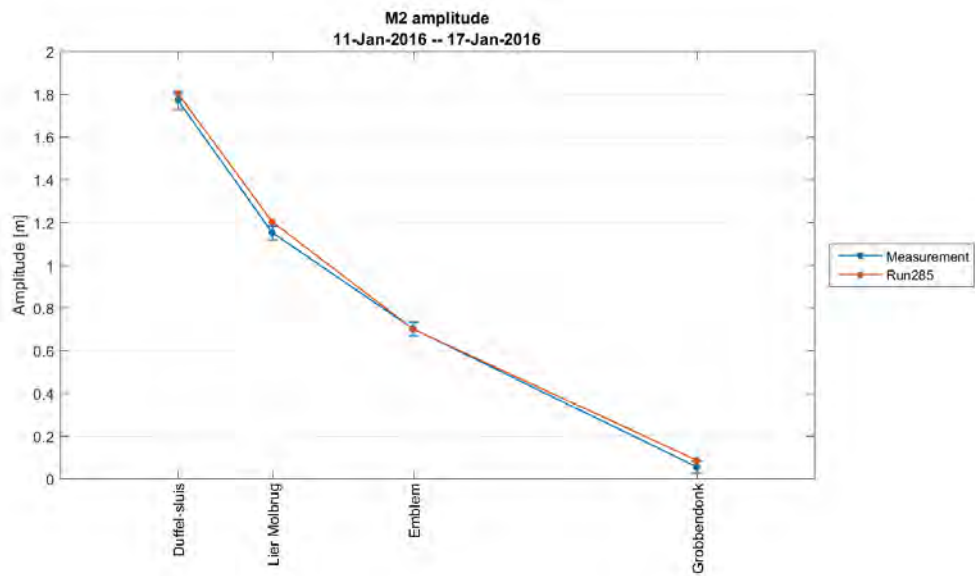
Figuur F 72 - M2 amplitude – jan2016 – Zenne



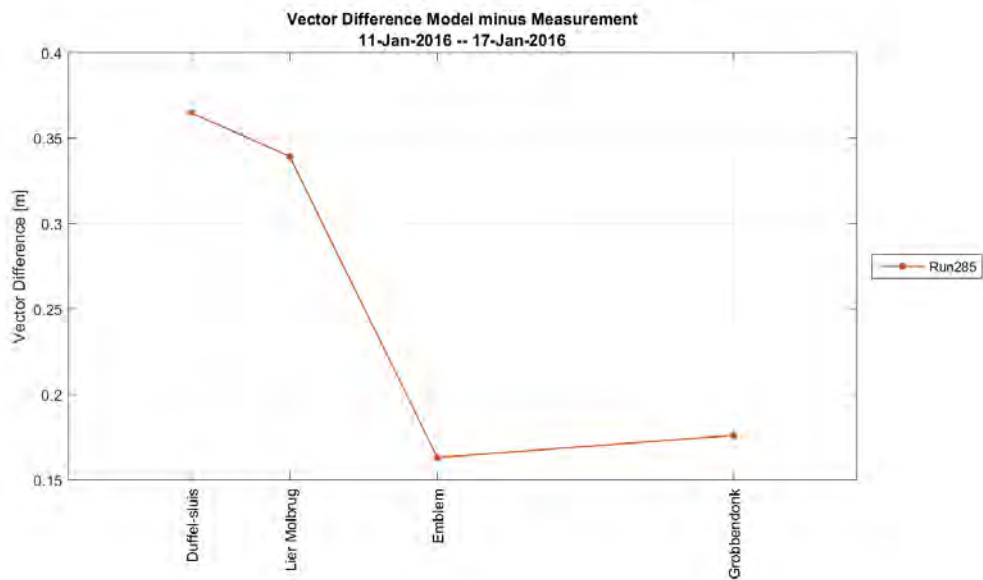
Figuur F 73 - Vectorieel verschil – jan2016 – Zenne



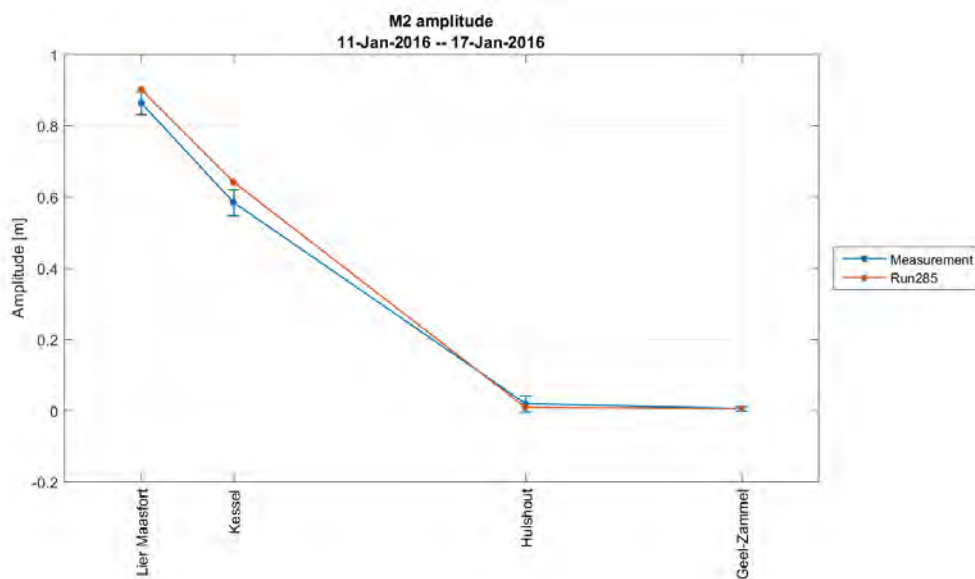
Figuur F 74 - M2 amplitude – jan2016 – Kleine Nete



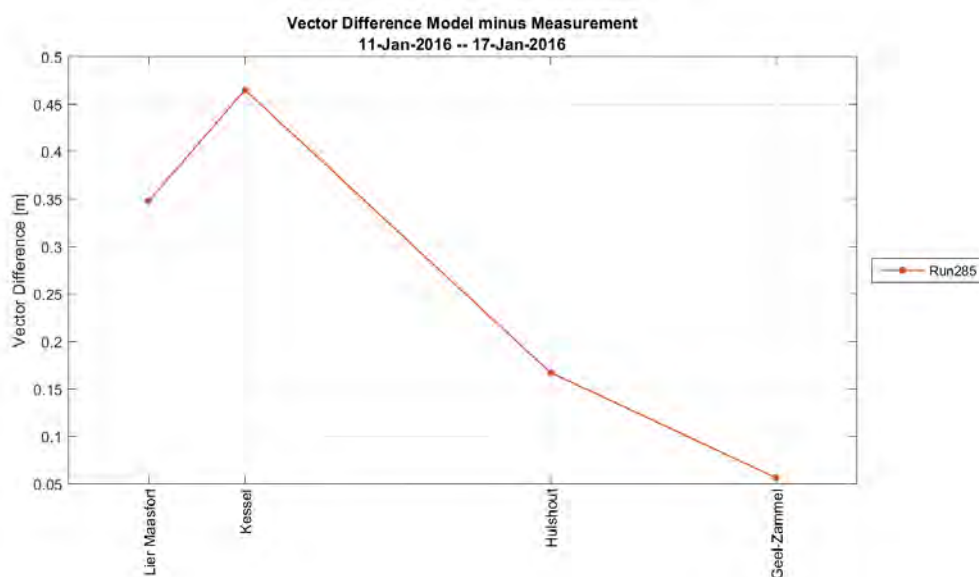
Figuur F 75 - Vectorieel verschil – jan2016 – Kleine Nete



Figuur F 76 - M2 amplitude – jan2016 – Grote Nete



Figuur F 77 - Vectorieel verschil – jan2016 – Grote Nete



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be