



Vlaanderen
is wetenschap



00_119_12
WL rapporten

Stormperiode Zeescheldebekken 11-14 januari 2017

Factual data

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Stormperiode Zeescheldebekken 11-14 januari 2017

Factual data

Boeckx, L.; Coen, L.; Hertoghs, R.; Deschamps, M.; 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/2017/3241/85

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Boeckx, L.; Coen, L.; Hertoghs, R.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Stormperiode Zeescheldebekken 11-14 januari 2017: Factual data. Versie 2.0. WL Rapporten, 00_119_12. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2017R00_119_12
Keywords (3-5):	stormtij, factual data, voorspellingen, hindcast 1D model		
Tekst (p.):	42	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Boeckx, L.; Coen, L.; Hertoghs, R.; Deschamps, M.
------------	---

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Coen, L.	
Projectleider:	Boeckx, L.	

Goedkeuring

Coördinator onderzoeksgroep:	Verwaest, T.	
Verantwoordelijke (Steunpunt) HIC:	Deschamps, M.	
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	

Abstract

Tussen 11 en 14 januari 2017 zorgde stormweer voor verhoogde waterstanden in het tijgebied van de Schelde en langs de kust. Uit de voorspellingen bleek geruime tijd op voorhand dat in deze periode hoge hoogwaters zouden optreden. In Antwerpen werd de drempel voor Stormtij in het Zeescheldebekken (waakdrempel, +6,60 m TAW) twee keer bereikt. Op 13 januari 2017 rond 3:30 werd in Antwerpen een peil van +6,74 m TAW gemeten. In de ochtend van 14 januari 2017 rond 4:30 werd een peil van +6,65 m TAW gemeten.

Voorafgaandelijke gaven de voorspellingen aan dat het hoogwater in de namiddag van 13 januari 2017 het hoogste uit deze periode zou zijn. Uiteindelijk bleek de wind tijdens dat hoogwater minder krachtig en iets minder uit westelijke richtingen dan voorspeld. De wind tijdens het daaropvolgende laagwater zorgde wel voor een zeer sterk verhoogd laagwater, met een opzet van 1,92 m op het astronomische tij in Antwerpen.

Tijdens deze stormperiode viel in de nacht van 12 op 13 januari 2017 eveneens behoorlijk wat neerslag, met hoeveelheden tot bijna 40 mm in het westen van onze regio. Hoewel de opwaartse piekdebieten nergens een retourperiode van meer dan een jaar hadden, waren in panden in contact met het tijgebied de waterstanden wel zeer hoog door de bemoeilijkte afwatering.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Meteorologie.....	1
2 Relatie windmetingen en waterstanden Antwerpen	4
3 Waterstanden tijgebied.....	8
3.1 Antwerpen.....	8
3.2 Oostende-Vlissingen-Antwerpen	9
3.3 GOG-werking	11
4 Bovenafvoeren	27
4.1 Neerslag.....	27
4.2 Afvoeren en waterstanden.....	29
4.2.1 Rond Gent.....	30
4.2.2 IJzer.....	32
5 Voorspellingen en adviezen.....	33
5.1 Lange termijn.....	33
5.2 Korte termijn	35
5.2.1 Tijgebied	35
5.2.2 Rond Gent.....	37
6 Hindcast tijgebied.....	41
7 Referenties	42

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - Overzicht metingen hoogwaters Oostende-Vlissingen-Antwerpen 12-14 januari 2017.....	9
Tabel 2 – Overzicht GOG-werking storm 12-14 januari 2017	20
Tabel 3 - Piekafvoeren op belangrijkste waterwegen	29
Tabel 4 - Meting en hindcastmodelresultaat te Antwerpen op 12 en 13 januari.....	41

Lijst van de figuren

Figuur 1 - Weerkaart 11 januari 2017 13u (KNMI)	1
Figuur 2 - Weerkaart 13 januari 2017 01u (KNMI)	2
Figuur 3 - Weerkaart 13 januari 2017 13u (KNMI)	3
Figuur 4 - Gemeten windrichtingen tijdens de stormperiode 11-14 januari 2017	4
Figuur 5 - Gemeten windsnelheden tijdens de stormperiode 11-14 januari 2017	5
Figuur 6 - Waarneming (volle lijn) en voorspelling (stippelijjn) van de windrichting in Hansweert (13/01/2017)	6
Figuur 7 - Waarneming (volle lijn) en voorspelling (stippelijjn) van de windsnelheid in Hansweert (13/01/2017)	6
Figuur 8 - Opgetreden waterstanden in Antwerpen met aanduiding van drempelwaardes.....	8
Figuur 9 - Metingen in Oostende, Vlissingen en Antwerpen voor stormperiode 11-14 januari 2017	10
Figuur 10 – Gemeten waterpeilen in GOG Tielrodebroek en op de Durme ter hoogte van Tielrode voor stormperiode 11-14/01/2017	13
Figuur 11 – Situering meetposten en druksensoren GOG Tielrodebroek.....	13
Figuur 12 – Gemeten waterpeilen in GOG Scheldebreek en op de Zeeschelde ter hoogte van Dendermonde en Schoonaarde voor stormperiode 11-14/01/2017	14
Figuur 13 – Situering meetposten en druksensoren GOG Scheldebreek.....	14
Figuur 14 – Gemeten waterpeilen in GOG-GGG Bergenmeersen en op de Zeeschelde ter hoogte van GOG-GGG Bergenmeersen en Schoonaarde voor stormperiode 11-14/01/2017	15
Figuur 15 – Situering meetposten en druksensoren GOG Bergenmeersen	15
Figuur 16 – Gemeten waterpeilen in GOG Potpolder I en op de Durme ter hoogte van Tielrode (+10 cm) voor stormperiode 11-14/01/2017	16
Figuur 17 – Situering meetposten en druksensoren GOG Potpolder I.....	16
Figuur 18 – Gemeten waterpeilen in GOG Bovenzanden en op de Rupel ter hoogte van Walem voor stormperiode 11-14/01/2017	17
Figuur 19 – Situering meetpost en druksensor GOG Bovenzanden.....	17
Figuur 20 – Gemeten waterpeilen in GOG Polder van Lier en op de Benedennete ter hoogte van Duffel-sluis en Lier Molbrug voor stormperiode 11-14/01/2017.....	18
Figuur 21 – Situering meetposten en druksensoren GOG Polder van Lier	18
Figuur 22 – Gemeten waterpeilen in GOG Anderstadt opwaarts en op de Benedennete ter hoogte van Duffel-sluis en Lier Molbrug voor stormperiode 11-14/01/2017.....	19
Figuur 23 – Situering meetposten en druksensoren GOG Anderstadt opwaarts	19
Figuur 24 - Lengteprofiel Westerschelde – Zeeschelde met maximale waterpeilen ter hoogte van de meetposten tijdens de storm van 12-14 januari 2017, en situering GOG's met hoogte drempelpeil overlooppdijk.....	23

Figuur 25 - Lengteprofiel Durme met maximale waterpeilen ter hoogte van de meetposten tijdens de storm van 12-14 januari 2017, en situering GOG's met hoogte drempelpeil overloopdijk	24
Figuur 26 - Lengteprofiel Rupel en Grote Nete met maximale waterpeilen ter hoogte van de meetposten tijdens de storm van 12-14 januari 2017, en situering GOG's met hoogte drempelpeil overloopdijk	25
Figuur 27 - Cumulatieve neerslag HIC-pluviografen 11-15 januari 2017.....	27
Figuur 28 - Ruimtelijke verdeling neerslag 12 januari 2017 13u tot 13 januari 2017 13u	28
Figuur 29 - Piekafvoeren op belangrijkste waterwegen.....	29
Figuur 30 - Waterstanden Merelbeke en Evergem (Zeeschelde en Ringvaart)	31
Figuur 31 - Waterstand op Kanaal Gent-Oostende in Oudenburg-Plassendale.....	31
Figuur 32 - Afwatering IJzer.....	32
Figuur 33 - Lange-termijnvoorspelling voor Antwerpen (bij HIC) van 09/01/2017.....	33
Figuur 34 - Lange-termijnvoorspelling voor Vlissingen (bij RWS- in cm NAP) van 08/01/2017 en 10/01/2017	34
Figuur 35 - Lange-termijnvoorspellingen van twee verschillende realtime berekeningsmethodes bij HIC (Nevla en Nevla Astrocorr)	35
Figuur 36 - Korte-termijnvoorspellingen van drie verschillende realtime berekeningsmethodes bij HIC (1D Sigma, Nevla en Nevla Astrocorr).....	36
Figuur 37 - Voorspellingen en metingen Antwerpen voor stormperiode 11-14 januari 2017.....	37
Figuur 38 - Voorspelde (rood) en gemeten (zwart) waterstanden op het kanaal Gent-Oostende te Varsenare	38
Figuur 39 - Voorspelde (rood) en gemeten (zwart) waterstanden op het kanaal Gent-Oostende te Brugge Steenbrugge	39
Figuur 40 - Voorspelde (rood) en gemeten (zwart) waterstanden op de Ringvaart te Evergem (opwaarts) .	40

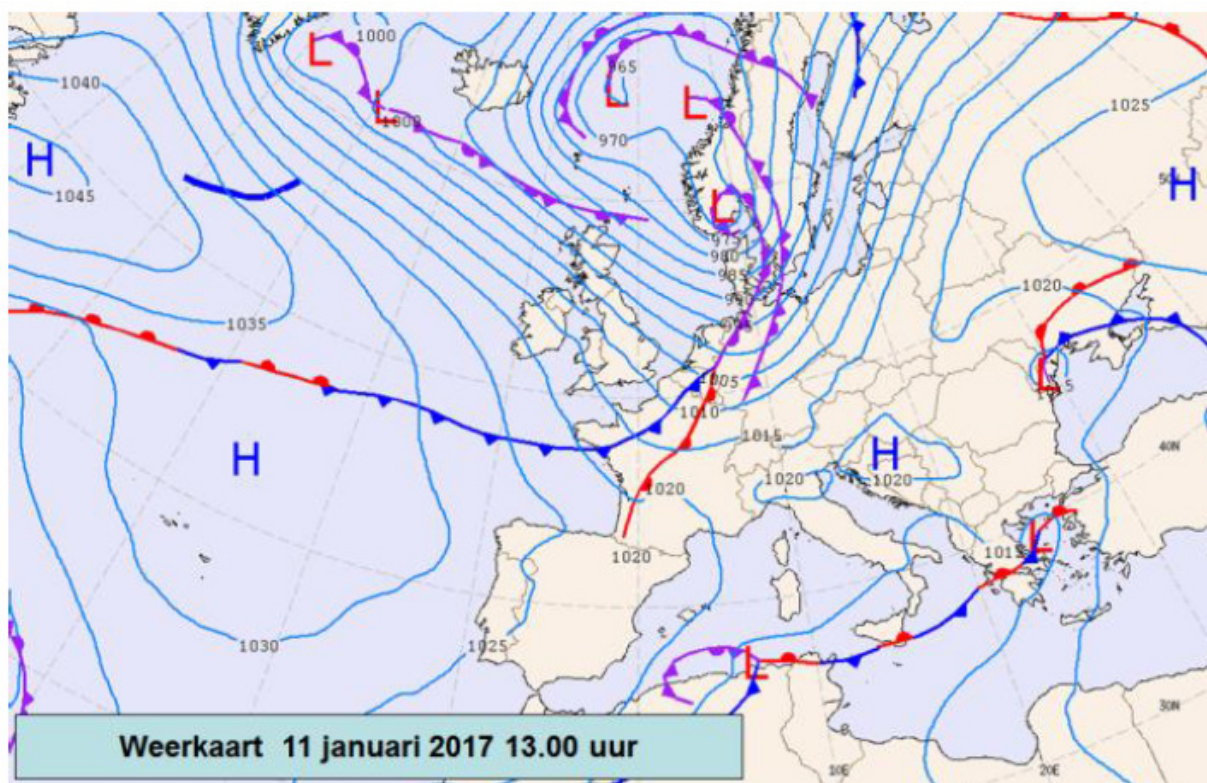
1 Meteorologie

Onderstaande tekst is gebaseerd op de landelijke Stormvloedflitsen van Rijkswaterstaat (RWS), met aanpassingen en uitbreidingen voor de Schelde en met windsnelheden zoals gemeten in de meetpost van Vlakte van de Raan op zee aan de Scheldemonding (Watermanagementcentrum, 2017).

Voor een beschrijving van de neerslag en de effecten op de bovenafvoeren wordt verwezen naar paragraaf 4.

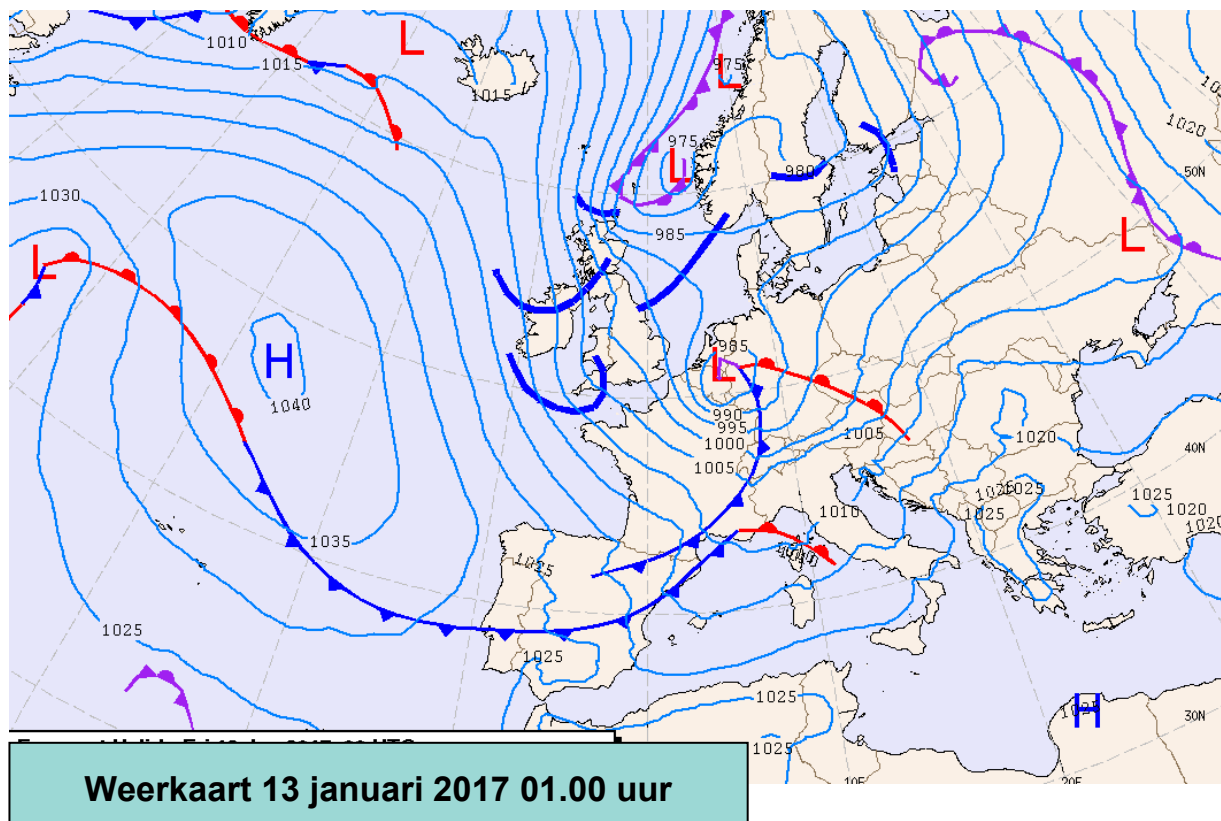
Op woensdag 11 januari 2017 trok een depressie met een kerndruk van 970 hPa over de noordelijke Noordzee van Schotland naar zuid Noorwegen (zie Figuur 1). Aan de zuid- en westzijde van de depressie had zich een stormveld ontwikkeld. In de loop van de ochtend nam de wind op de Noordzee ter hoogte van de Scheldemonding (Vlakte Van de Raan) toe tot 6 á 7 Bft. Verder noordelijk langs de Nederlandse kust waren de snelheden nog hoger (7 à 8 Bft). Rond de middag van 11 januari trok het koufront van de depressie over de Westerschelde. Na de passage van het koufront ruimde de wind van zuidwest naar west-noordwest. Deze wind bleef de hele verdere dag doorstaan en begon in de nacht en vroege ochtend van 12 januari langzaam af te nemen. Rond het middaguur van 12 januari was de wind aan de Scheldemonding afgenomen tot 4-5 Bft. Bij de nadering van de passage van de volgende depressie nam de wind in de loop van de middag verder af.

Figuur 1 - Weerkaart 11 januari 2017 13u (KNMI)



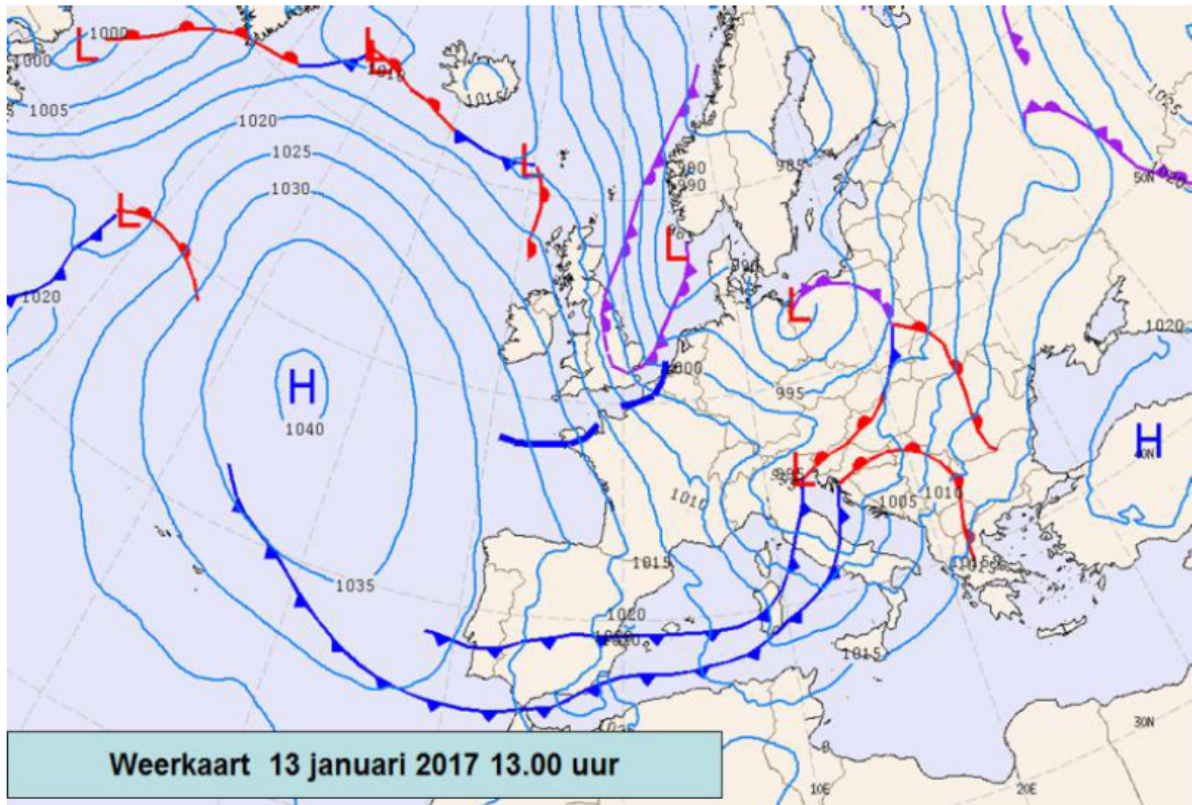
In de avond van donderdag 12 januari trok een kern van lagedruk van 980 hPa via het Kanaal over België. Voor de passage van de kern van lagedruk blies er een zuid tot zuidwestenwind (5 Bft) aan de Scheldemonding (Vlakte van de Raan). Rond 21 u ruimde de wind heel snel naar het noordwesten en nam toe tot 8 á 9 Bft net na middernacht (zie Figuur 2).

Figuur 2 - Weerkaart 13 januari 2017 01u (KNMI)



Een volgend sterk windveld kwam vrijdag 13 januari mee met een storing die van het zeegebied ten westen van Noorwegen langs de Noorse kust naar de grens van Nederland en Duitsland trok (zie Figuur 3). In de namiddag van vrijdag 13 januari blies de wind uit westelijke richting in plaats van de voorspelde noordwestelijke sector. De verwachte sterke wind uit noordwestelijke richting kwamen pas enkele uren later dan verwacht.

Figuur 3 - Weerkaart 13 januari 2017 13u (KNMI)



In de ochtend van 14 januari stond er een krachtige tot harde noordwestenwind op zee ter hoogte van de Scheldemonding (6 á 7 Bft). In het begin van de middag van 14 januari passeerde er nog een trog over de Scheldemonding die gedurende korte tijd voor wat meer geruimde wind zorgde. De wind ruimde van het noordwesten even naar het noorden. In de nacht van 15 januari nam de wind steeds verder af.

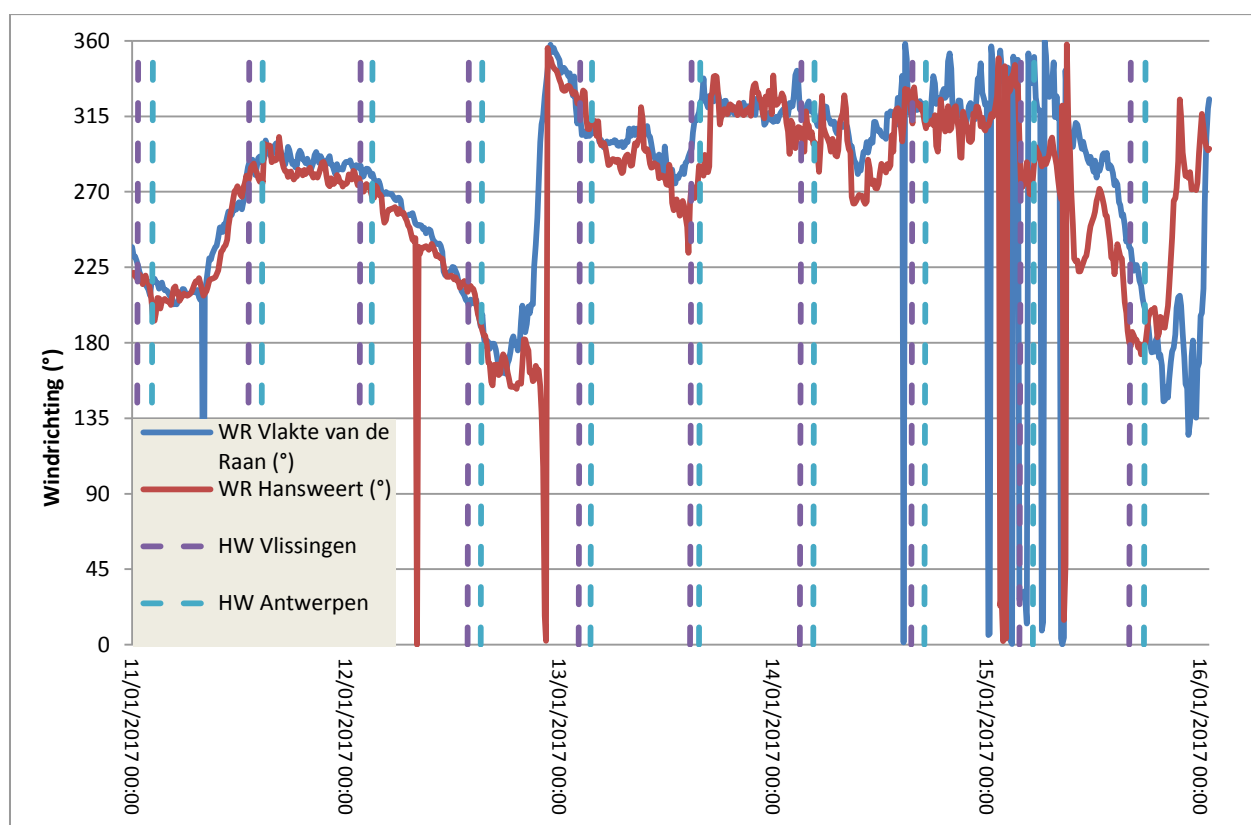
2 Relatie windmetingen en waterstanden Antwerpen

Voor de waterstanden langsheen de kust (Oostende, Vlissingen) is vooral de wind op volle zee bepalend. De meetpost van de Vlakte van de Raan is hiervoor indicatief.

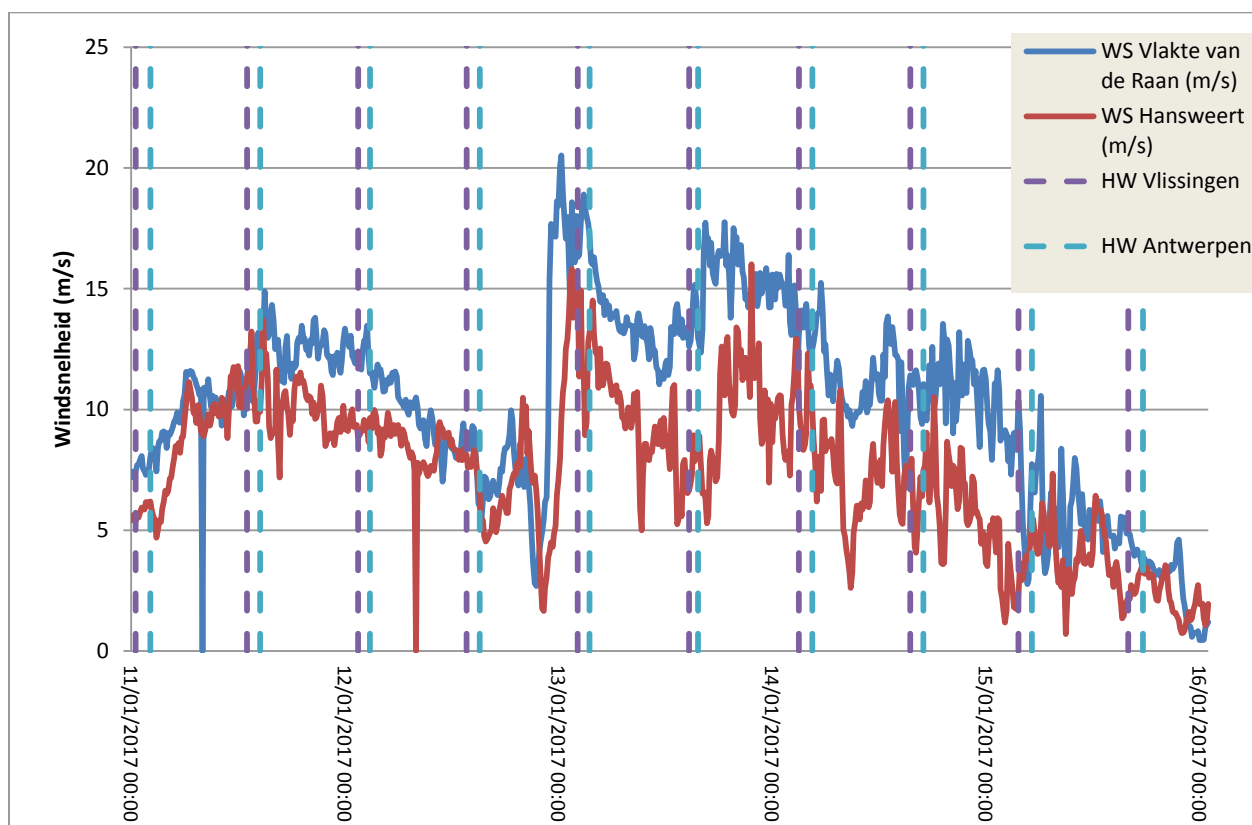
Voor de waterstanden in de Schelde (Antwerpen) is de waterstand te Vlissingen, gecombineerd met de snelheid waarmee de vloedgolf in de Westerschelde wordt gestuwd en de windvelden die nog spelen over de Westerschelde bepalend. Een betrouwbare windmeetpost voor de windvelden die over de Schelde waaien is de windmeetpost te Hansweert (Boeckx, 2016).

In onderstaande figuren wordt de **windrichting** en de **windsnelheid** (10 minuut gemiddeld) voor de Vlakte van de Raan en voor Hansweert weergegeven. Ook het tijdstip van het opgetreden hoogwater te Vlissingen en Antwerpen wordt meegegeven.

Figuur 4 - Gemeten windrichtingen tijdens de stormperiode 11-14 januari 2017

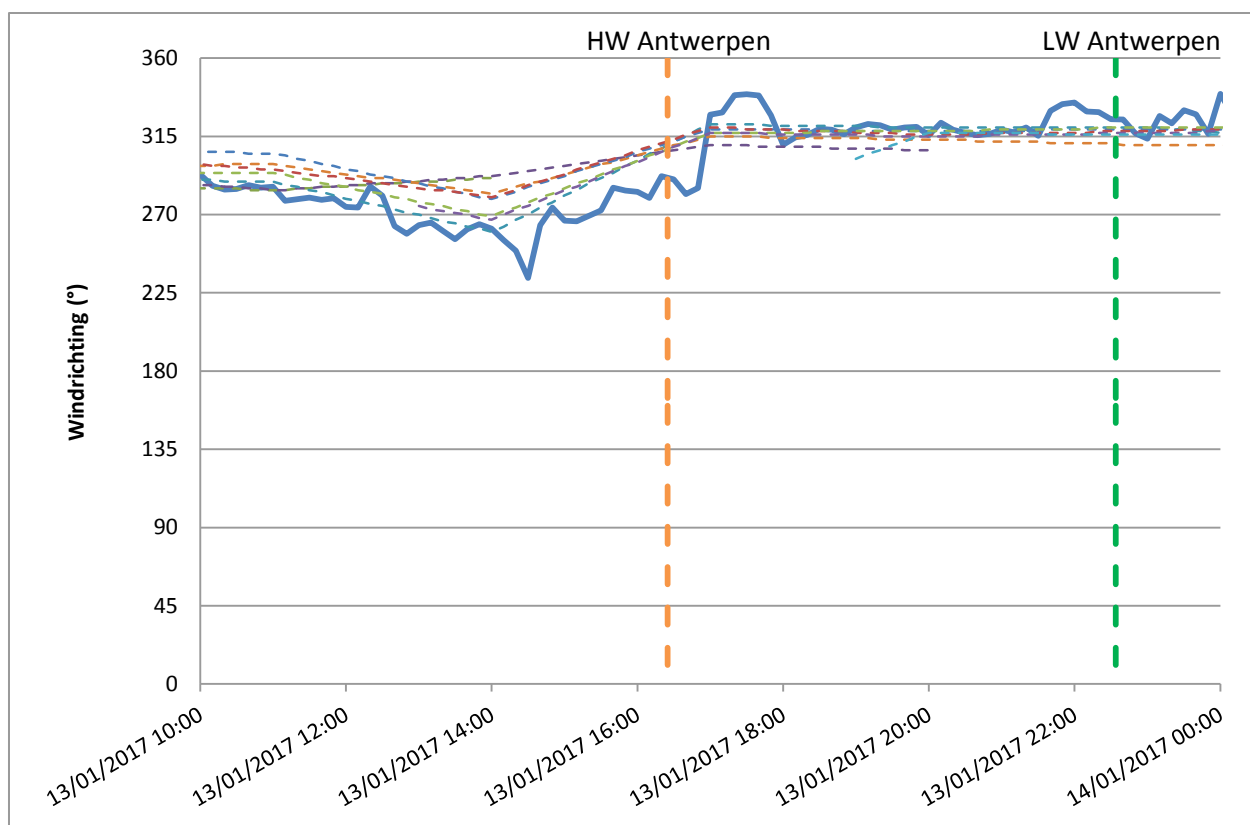


Figuur 5 - Gemeten windsnelheden tijdens de stormperiode 11-14 januari 2017

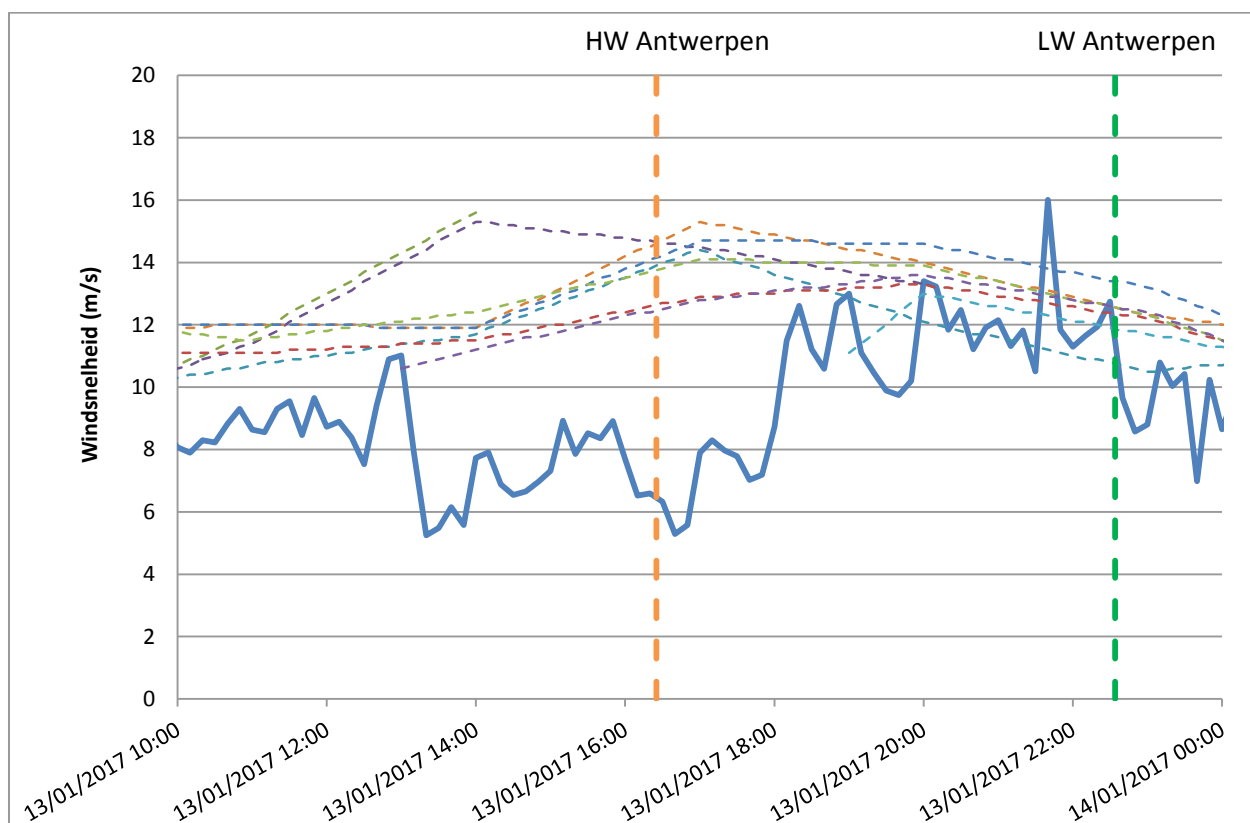


Het eerste hoogwater boven +6,00 m TAW in Antwerpen gedurende deze stormperiode werd gemeten op 12 januari rond 02:00 in Antwerpen (+6,48 m TAW) nadat de wind op 11 januari heel de dag met windkracht 5 á 6 Bft uit het westnoordwesten blies (zie Figuur 1, Figuur 4 en Figuur 5). Het stevig stormveld hing samen met een depressie met een kerndruk van 970 hPa dat zich boven zuid Noorwegen positioneerde. Het volgende hoogwater was iets minder uitgesproken (net boven +6,00 m TAW in Antwerpen). Dit kwam doordat wind in de voormiddag van 12 januari minder hard was en kromp naar het zuidwesten. In de nacht naar 13 januari trok een lagedrukgebied over ons land en ruimde wind terug naar het noordwesten. Alsook nam de wind sterk toe (naar 8 á 9 Bft aan de Scheldemonding). Dit zorgde voor het hoogste hoogwater in Antwerpen van deze stormperiode (+6,74 m TAW rond 02:30). Op 13 januari werd in de namiddag het hoogste hoogwater verwacht sinds het begin van de week. Op nadering van het tijdstip bleek dat de wind echter enkele uren later dan voorspeld pas ruimde naar het noordwesten en minder hard was dan voorspeld (Figuur 6 en Figuur 7). Hierdoor werden de verwachtingen voor het hoogwater in Antwerpen op vrijdagmiddag stelselmatig verlaagd van +7,25 m TAW tot +6,85 m TAW. Het water steeg echter niet hoger dan +6,47 m TAW in Antwerpen. Het verschil tussen de voorspelde en waargenomen windrichting en -snelheid in Hansweert is te zien in Figuur 6 en Figuur 7. Kort na dit hoogwater kwamen de waarnemingen wel overeen met de windvoorspellingen. De wind was krachtig (6 Bft) en blies pal uit het noordwesten. Dit zorgde ervoor dat het daaropvolgend laagwater uitzonderlijk hoog was (+1,62 m TAW). Mocht deze situatie zich iets vroeger hebben voorgedaan, zou de hoogte van het hoogwater van vrijdagmiddag meer in lijn gelegen hebben met de verwachtingen.

Figuur 6 - Waarneming (volle lijn) en voorspelling (stippellijn) van de windrichting in Hansweert (13/01/2017)



Figuur 7 - Waarneming (volle lijn) en voorspelling (stippellijn) van de windsnelheid in Hansweert (13/01/2017)



Het daaropvolgende hoogwater (14 januari rond 04:00 te Antwerpen) was terug hoger (+6,65 m TAW), omdat de wind terug iets harder (krachtig tot hard) en uit het noordwesten blies aan de Scheldemonding. Het laatste hoogwater dat significant boven +6,00 m TAW uitkwam was in de namiddag van 14 januari. De wind kwam nog uit een noordwestelijke sector, maar was al in kracht (5 á 6 Bft aan De Vlakte van de Raan) afgenomen. De volgende hoogwaters waren terug een stuk lager door een afnemende en krimpemde wind naar het zuidwesten.

3 Waterstanden tijgebied

3.1 Antwerpen

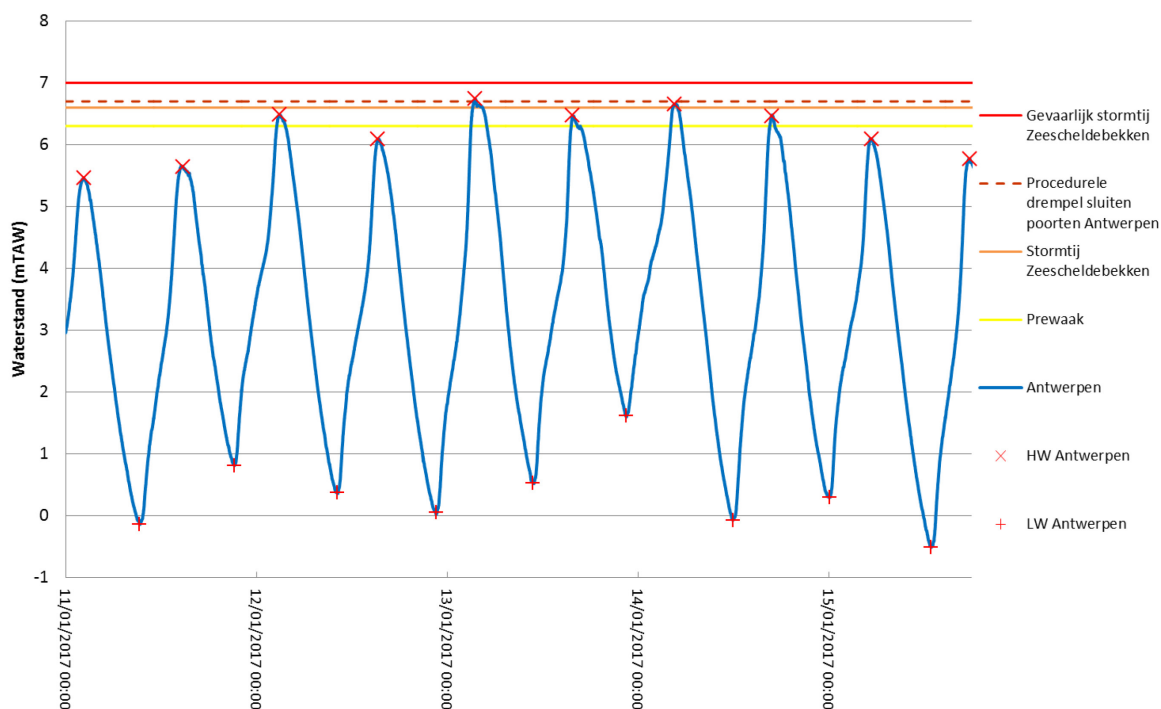
De stormperiode van 11 tot 14 januari 2017 viel in een springtijperiode. De astronomische hoogwaters waren echter niet extreem hoog van aard. Het hoogste astronomisch voorspelde hoogwater uit de hier beschouwde periode was +5,91 m TAW op zaterdagmiddag 14 januari.

In Figuur 8 wordt een overzicht gegeven van de uiteindelijke metingen op de Schelde in Antwerpen.

Tijdens de stormperiode van 11 tot 14 januari 2017 werd uiteindelijk vijf keer de prewaakdrempel van +6,30 m TAW overschreden. De drempel voor Stormtij in het Zeescheldebekken (+6,60 m TAW) werd twee keer bereikt. De procedurele drempel voor het sluiten van de poorten in Antwerpen (+6,70 m TAW) werd één keer effectief bereikt.

Naast de hoge hoogwaters, valt ook het zeer hoge laagwater van 13 januari rond 22:30 te Antwerpen op. De schuine opzet op dat laagwater bedroeg maar liefst 1,92 m bovenop het astronomisch voorspelde peil van -0,30 m TAW en zorgde zo voor een gemeten waterstand van +1,62 m TAW. Deze schuine opzet is de grootste uit de hele hier beschouwde stormperiode.

Figuur 8 - Opgetreden waterstanden in Antwerpen met aanduiding van drempelwaardes



3.2 Oostende-Vlissingen-Antwerpen

Zoals uitvoerig beschreven in het eerste deelrapport (Data-analyse) van 'Model-en data-analyse ten behoeve van betere tijverwachtingen' is er een onmiskenbaar verband tussen de hoogwaterstanden in Oostende, Vlissingen en Antwerpen (Boeckx, 2017). Om die reden wordt hier het overzicht van de drie locaties gegeven in Tabel 1 en Figuur 9. De verschillen tussen de hoogwaterstanden in Oostende en Antwerpen alsook die tussen Vlissingen in Antwerpen waren voor geen enkel hoogwater in de in dit rapport beschreven stormperiode uitzonderlijk.

Het grootste verschil tussen de hoogwaterstanden in Oostende en Antwerpen was die tijdens het hoogwater in de vroege ochtend van 13 januari, nl. 1,29 m. Het grootste verschil tussen de hoogwaterstanden in Vlissingen en Antwerpen was 1,10 m tijdens hetzelfde hoogwater. Het was eveneens voor hetzelfde hoogwater dat de hoogste hoogwaterstand voor Antwerpen tijdens de hier besproken stormperiode optrad, nl. +6,74 m TAW.

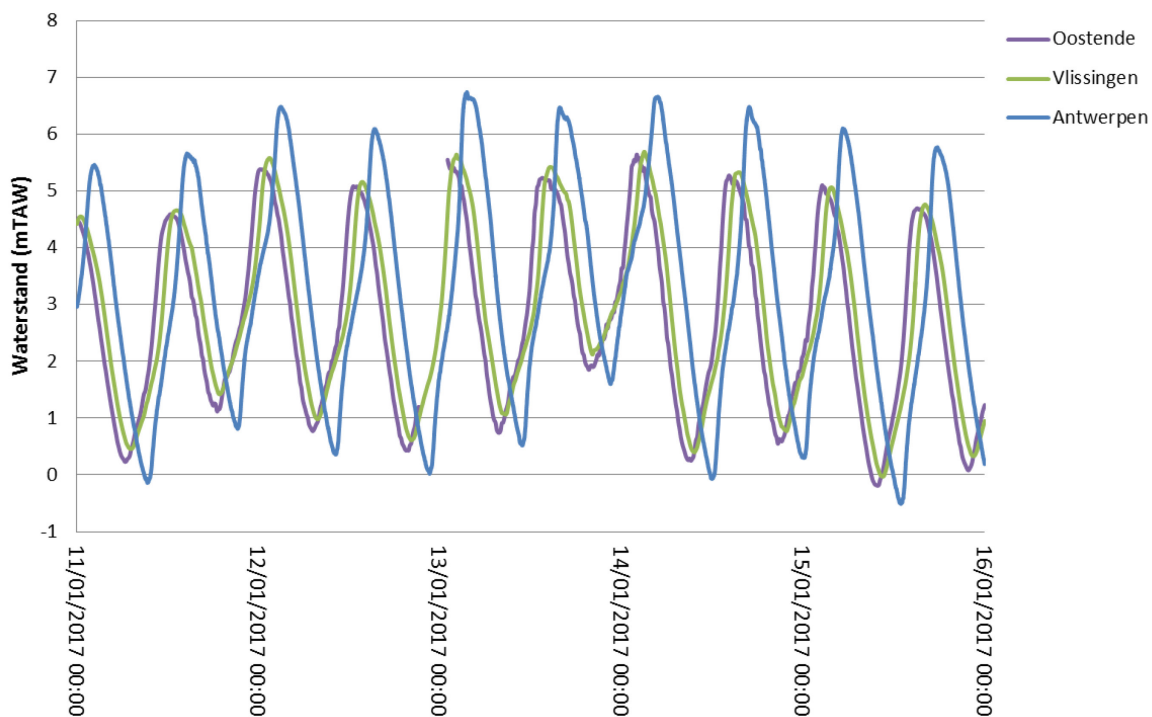
Tabel 1 - Overzicht metingen hoogwaters Oostende-Vlissingen-Antwerpen 12-14 januari 2017

Oostende				Vlissingen			
Tijdstip HW	Meting	Astro	Opzet	Tijdstip HW	Meting	Astro	Opzet
12/01/2017 0:10	5,38	4,52	0,86	12/01/2017 1:30	5,58	4,7	0,88
12/01/2017 12:30	5,1	4,7	0,4	12/01/2017 13:40	5,16	4,83	0,33
13/01/2017 1:10	5,45	4,63	0,82	13/01/2017 2:10	5,64	4,77	0,87
13/01/2017 13:25	5,23	4,81	0,42	13/01/2017 14:40	5,42	4,92	0,5
14/01/2017 1:55	5,65	4,71	0,94	14/01/2017 3:00	5,69	4,8	0,89
14/01/2017 14:10	5,29	4,87	0,42	14/01/2017 15:30	5,33	4,95	0,38

Antwerpen				OA	VA
Tijdstip HW	Meting	Astro	Opzet		
12/01/2017 2:56	6,48	5,66	0,82	1,1	0,9
12/01/2017 15:18	6,09	5,81	0,28	0,99	0,93
13/01/2017 3:32	6,74	5,72	1,02	1,29	1,1
13/01/2017 15:49	6,47	5,89	0,58	1,24	1,05
14/01/2017 4:34	6,65	5,73	0,92	1	0,96
14/01/2017 16:52	6,46	5,91	0,55	1,17	1,13

OA= Verschil tussen Oostende en Antwerpen; VA= Verschil tussen Vlissingen en Antwerpen

Figuur 9 - Metingen in Oostende, Vlissingen en Antwerpen voor stormperiode 11-14 januari 2017



3.3 GOG-werking

Tijdens de stormperiode van 11 tot 14 januari 2017 zijn verschillende GOG's in werking getreden. In enkele GOG's is de GOG-werking geregistreerd onder de vorm van stijgingen van het waterpeil, gemeten door druksensoren in het GOG. In volgende GOG's zijn metingen van druksensoren beschikbaar:

- Zeeschelde:
 - GOG Tielrodebroek
 - GOG Scheldebreek
 - GOG-GGG Bergenmeersen
- Durme:
 - GOG Potpolder I
- Rupel:
 - GOG Bovenzanden
- Beneden-Nete:
 - GOG Polder van Lier
 - GOG Anderstadt opwaarts.

Voor de overige GOG's wordt nagegaan of deze al dan niet GOG-werking gekend hebben aan de hand van waterpeilen ter hoogte van nabijgelegen tijpost. Hiervoor wordt het hoogwater ter hoogte van de tijpost vergeleken met het drempelpeil van de overlooptdijk. Dit drempelpeil is gelijk aan de gemiddelde hoogte van de overlooptdijk verhoogd met 5 cm. Wanneer het waterpeil in de rivier een gelijke hoogte heeft als de overlooptdijk zal er nog geen water in het gebied stromen. De overlooptdijken zijn begroeid met gras, wat de overtopping enigszins belemmert of vertraagt. Wanneer het waterpeil in de rivier 5 cm boven de overlooptdijk komt, kan verondersteld worden dat zowel het gras als de asfaltweg op de overlooptdijk overspoeld worden, en er (een beperkte hoeveelheid) water in het gebied stroomt (Coen, 2017).

Figuur 10 tot en met Figuur 23 geven voor de GOG's met druksensoren de gemeten waterpeilen weer in de GOG's en ter hoogte van de nabijgelegen tijpost(en). Daarbij wordt ook de ligging van de druksensoren en tijposten weergegeven.

Tabel 2 geeft een overzicht van GOG-werking in de verschillende GOG's. Hierbij wordt voor elk GOG het drempelpeil en de waterpeilen ter hoogte van de tijposten gegeven. Een '1' in het vakje GOG-werking geeft aan dat het GOG vermoedelijk GOG-vulling gekend heeft.

Figuur 24 tot en met Figuur 26 geven lengteprofielen van de Westerschelde-Zeeschelde, Durme en Rupel-Grote Nete met aanduiding van de maximum waterpeilen tijdens de stormhoogwaters. Ook de locaties van de GOG's zijn aangegeven op de hoogte van het drempelpeil van de overlooptdijk.

Het GOG Kruikeke-Bazel-Rupelmonde is tijdens de stormperiode niet in werking getreden. Het waterpeil ter hoogte van de tijpost te Hemiksem is gestegen tot +6,78 m TAW. Dit is enkele centimeters onder de top van de overlooptdijk.

Bij GOG Tielrodebroek (Figuur 10 en Figuur 11) is een duidelijke stijging van het waterpeil in het GOG te zien in de vroege ochtend van 13 en 14 januari 2017. De hoogwaters op de Zeeschelde zijn respectievelijk gestegen tot +6,95 m TAW en +6,92 m TAW, dus circa 20 cm boven het drempelpeil.

De GOG's Lippenbroek, Grote Wal en Uiterdijk hebben GOG-werking gekend tijdens de hoogwaters in de vroege ochtend van 13 en 14 januari 2017. Van GOG Uiterdijk is de juiste hoogte van de overlooptdijk of zomerdijk niet gekend. Mogelijk is dit gebied dus tijdens meer hoogwaters gevuld.

Bij GOG Scheldebreek (Figuur 12 en Figuur 13) is een stijging van het waterpeil in het GOG te zien tijdens de vier opeenvolgende hoogwaters op 13 en 14 januari 2017. Bij het derde hoogwater, in de

vroege ochtend van 14 januari 2017, is de stijging van het waterpeil in het GOG het grootst. Het GOG kon echter slechts beperkt uitwateren tijdens het hoge laagwater voorafgaand aan dit hoogwater. Tijdens het hoogwater in de namiddag van 14 januari 2017 is de stijging van het waterpeil in het GOG slechts beperkt. Het gemiddelde hoogwaterpeil tussen Dendermonde en Schoonaarde (+6,41 m TAW) is dan maar net hoger dan het drempelpeil.

GOG Paardeweide heeft, op basis van de gemeten waterpeilen ter hoogte van Schoonaarde, tijdens de vier opeenvolgende hoogwaters op 13 en 14 januari 2017 GOG-werking gekend.

Op basis van de meting van de druksensor langs Scheldezijde van de in- en uitwateringsconstructie van GOG-GGG Bergenmeersen (Figuur 14 en Figuur 15) wordt aangetoond dat dit gebied geen GOG-werking gekend heeft tijdens de storm. De gemeten hoogwaters ter hoogte van het GOG zijn circa 30 cm lager dan de hoogwaters ter hoogte van de tijpost van Schoonaarde. Deze daling kan verklaard worden door de GOG-werking van GOG Paardeweide en de GGG-werking van Bergenmeersen.

Het gemeten waterpeil in GOG Potpolder I wordt geplot met de meetreeks van de tijpost te Tielrode verhoogd met 10 cm (Figuur 16 en Figuur 17). Dit verschil is afgeleid op basis van modelresultaten. Hieruit kan afgeleid worden dat GOG Potpolder I reeds in de vroege ochtend van 12 januari 2017 GOG-werking gekend heeft. Ook tijdens de vier opeenvolgende hoogwaters van 13 en 14 januari 2017 is dit GOG in werking getreden, hetzij beperkt tijdens het tweede en het vierde hoogwater.

Volgens de gegevens van de collega's van W&Z, Afdeling Zeeschelde heeft GOG Potpolder IV geen GOG-werking gekend tijdens deze storm. Het water zou wel op de dijk gestaan hebben.

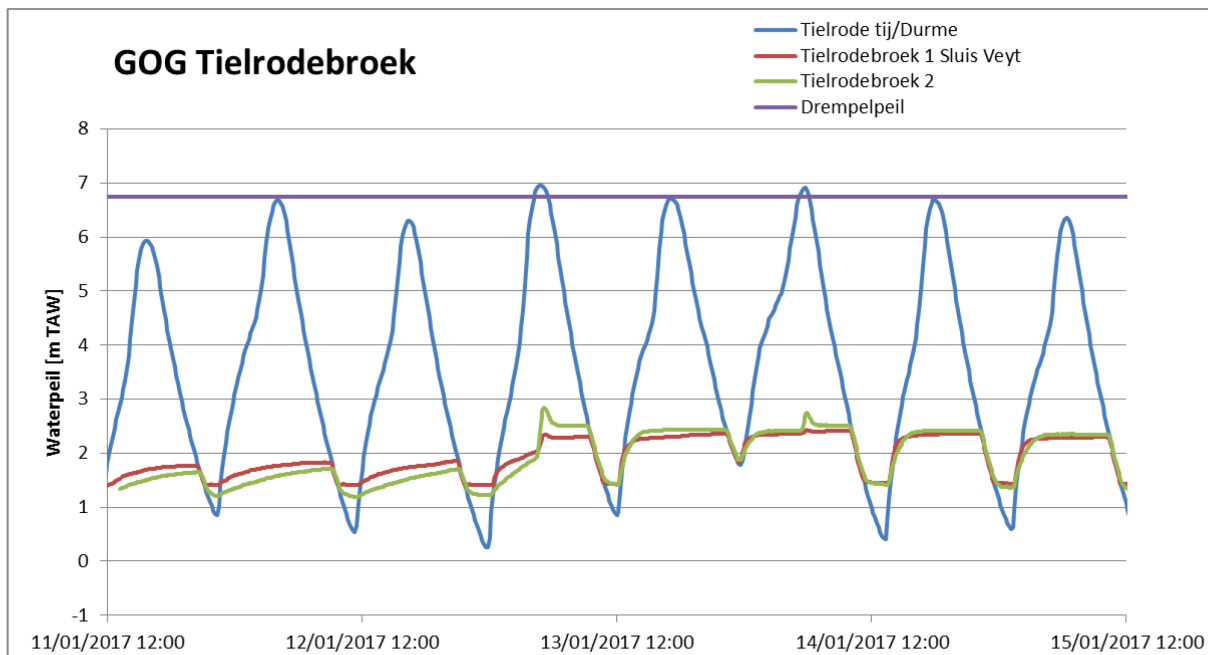
Bij GOG Bovenzanden (Figuur 18 en Figuur 19) is het waterpeil in het GOG tijdens de hoogwaters in de vroege ochtend van 13 en 14 januari 2017 gestegen, door GOG-werking. Het waterpeil in dit GOG kent bij elk getij een stijging en daling door afvoer van achterliggende gebieden. Tijdens de hoogwaters van 13 en 14 januari 2017 in de namiddag, en in de vroege ochtend van 15 januari 2017 is deze stijging groter omdat het GOG gedurende langere tijd niet kan uitwateren. Het waterpeil op de Rupel te Walem is hier echter niet boven het drempelpeil gestegen.

GOG-GGG Zennegat heeft, op basis van de gemeten waterpeilen ter hoogte van Walem, tijdens het hoogwater in de vroege ochtend van 12 januari 2017, en tijdens de vier opeenvolgende hoogwaters op 13 en 14 januari 2017 GOG-werking gekend.

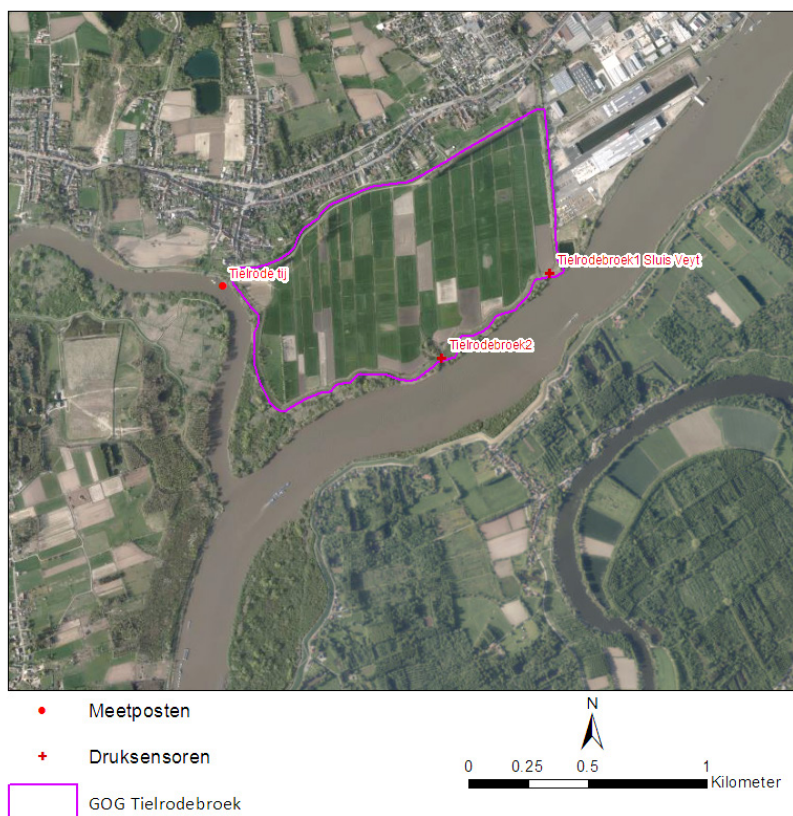
Ook GOG Anderstadt afwaarts heeft, op basis van de gemeten waterpeilen ter hoogte van Duffelsluis en Lier Molbrug, tijdens het hoogwater in de vroege ochtend van 12 januari 2017, en tijdens de vier opeenvolgende hoogwaters op 13 en 14 januari 2017 GOG-werking gekend.

Bij GOG Polder van Lier (Figuur 20 en Figuur 21) is een stijging van het waterpeil in het GOG te zien tijdens de hoogwaters in de vroege ochtend van 13 en 14 januari 2017. In GOG Anderstadt opwaarts (Figuur 22 en Figuur 23) is slechts een zeer beperkte stijging van het waterpeil te zien tijdens het hoogwater in de vroege ochtend van 14 januari 2017. De beperkte GOG-werking van deze gebieden wordt ook bevestigd door de collega's van W&Z, Afdeling Zeeschelde: "De Polder van Lier en de Polder van Anderstad II hebben gewerkt maar de vullingsgraad was niet meetbaar. Dit wil zeggen dat de overlooptdijk is nat geworden en de langsrachten vol stonden en niet veel meer."

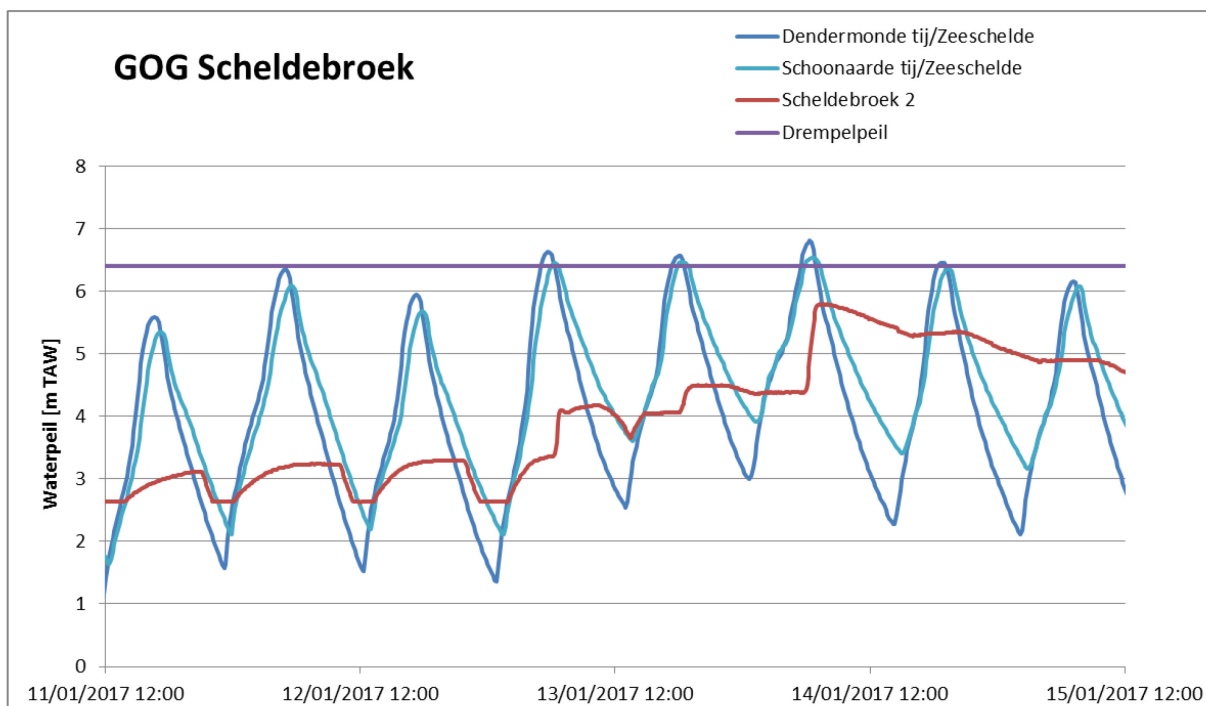
Figuur 10 – Gemeten waterpeilen in GOG Tielrodebroek en op de Durme ter hoogte van Tielrode voor stormperiode 11-14/01/2017



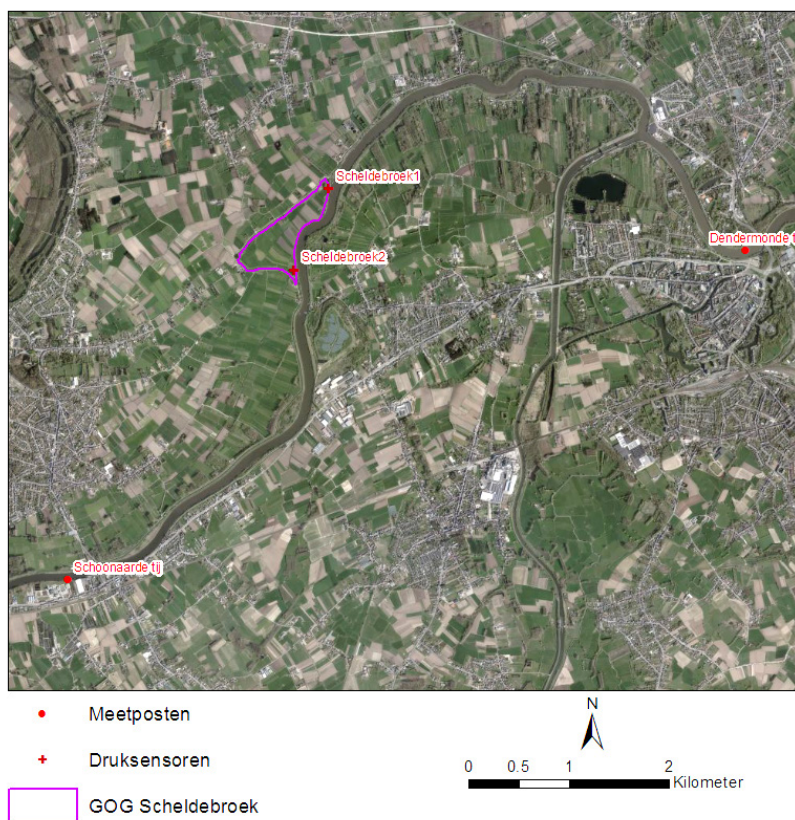
Figuur 11 – Situering meetposten en druksensoren GOG Tielrodebroek



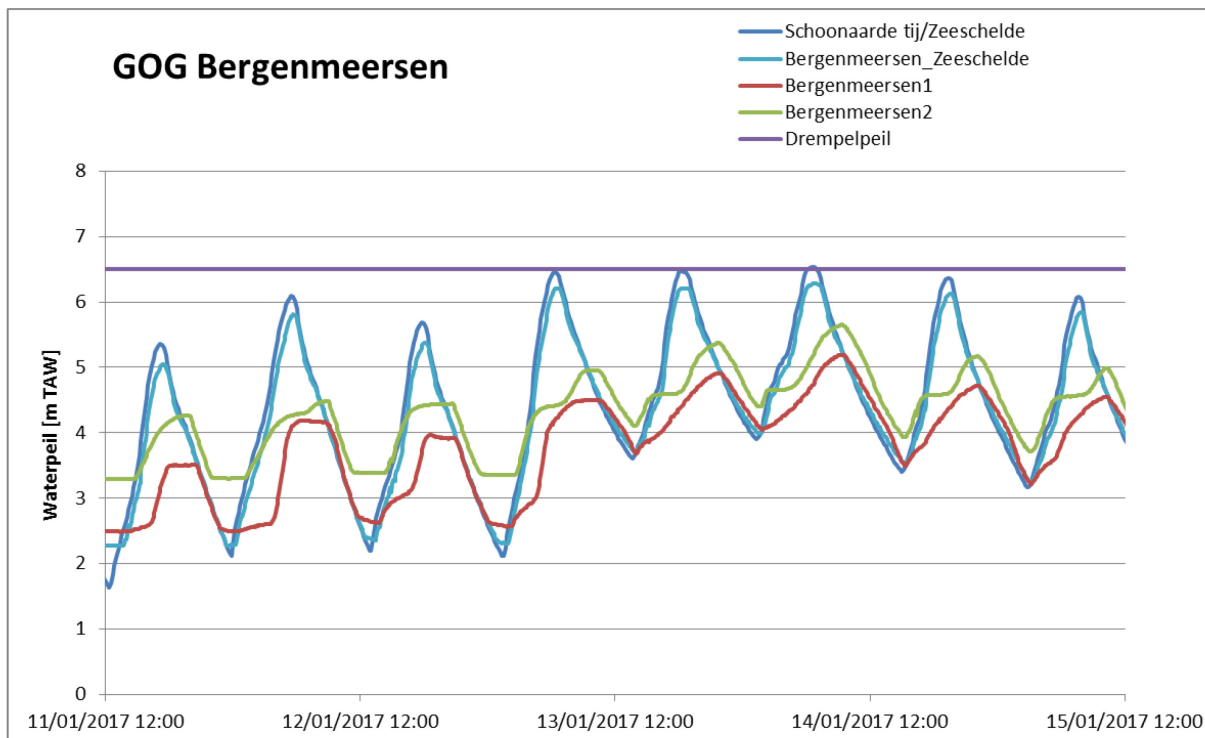
Figuur 12 – Gemeten waterpeilen in GOG Scheldebreek en op de Zeeschelde ter hoogte van Dendermonde en Schoonaarde voor stormperiode 11-14/01/2017



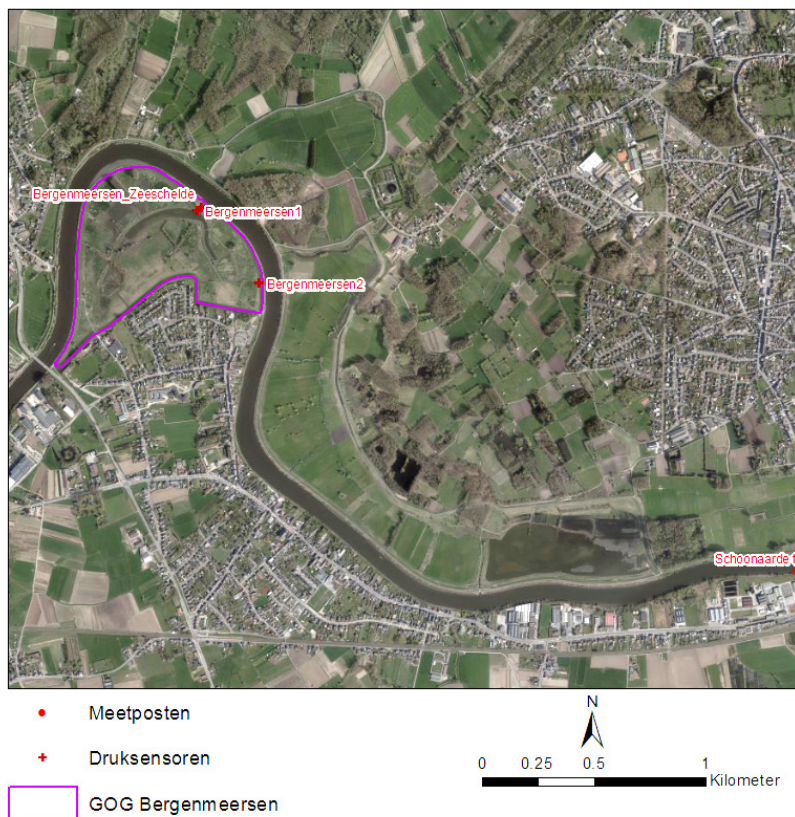
Figuur 13 – Situering meetposten en druksensoren GOG Scheldebreek



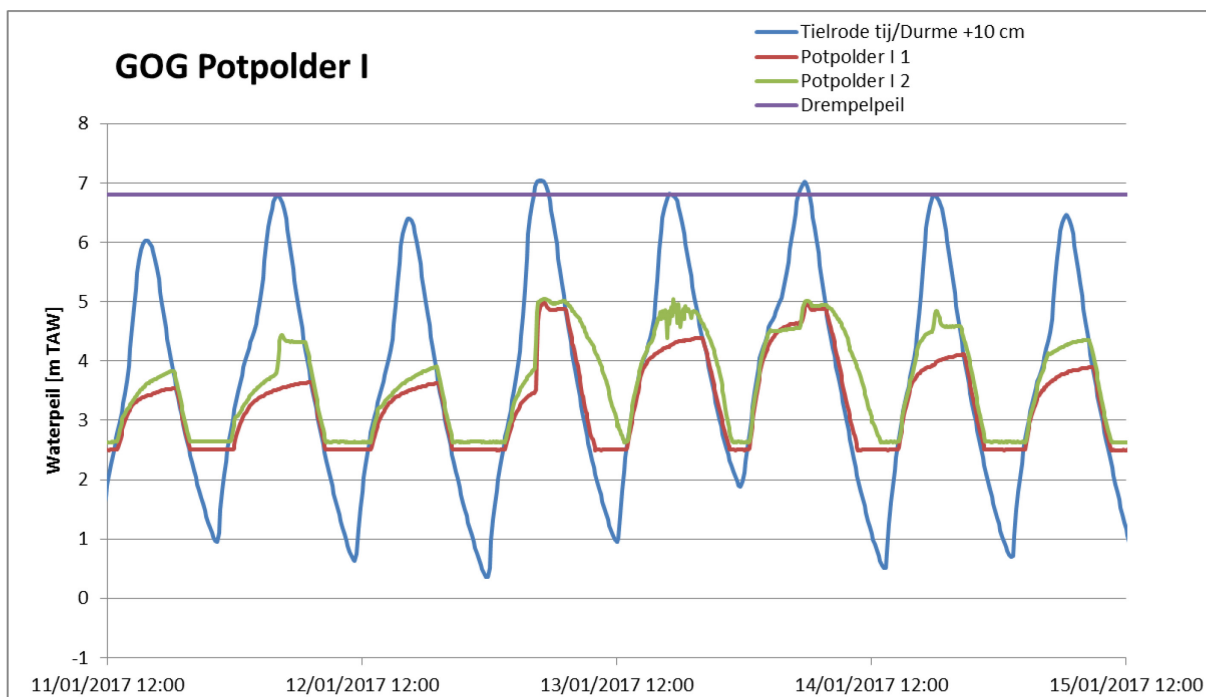
Figuur 14 – Gemeten waterpeilen in GOG-GGG Bergenmeersen en op de Zeeschelde ter hoogte van GOG-GGG Bergenmeersen en Schoonaarde voor stormperiode 11-14/01/2017



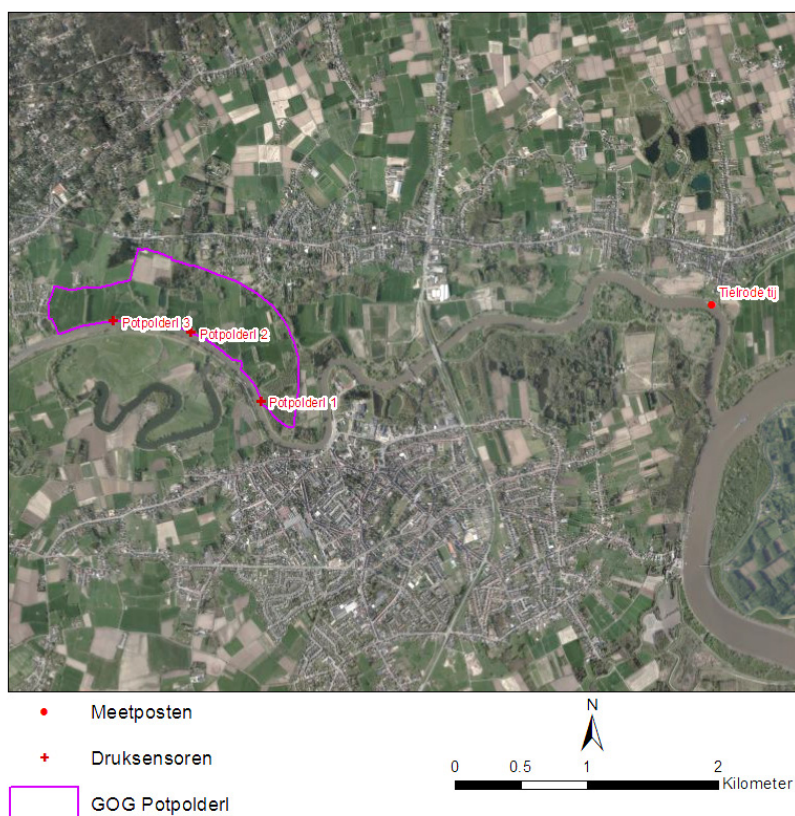
Figuur 15 – Situering meetposten en druksensoren GOG Bergenmeersen



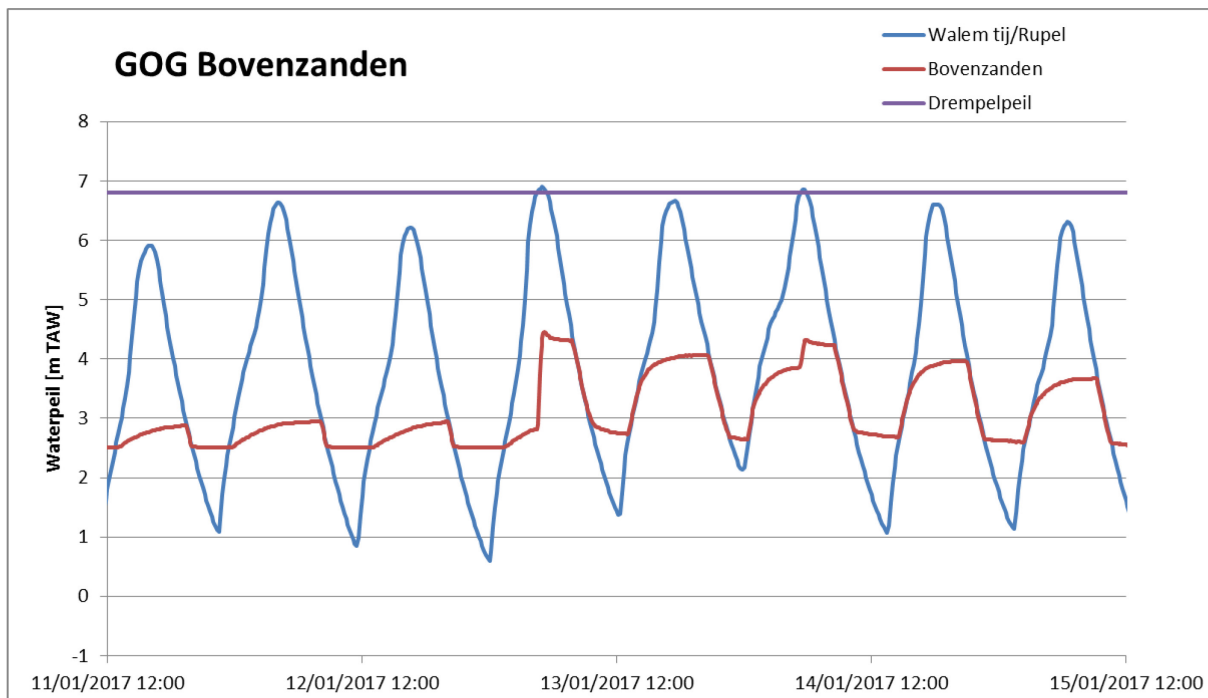
Figuur 16 – Gemeten waterpeilen in GOG Potpolder I en op de Durme ter hoogte van Tielrode (+10 cm) voor stormperiode 11-14/01/2017



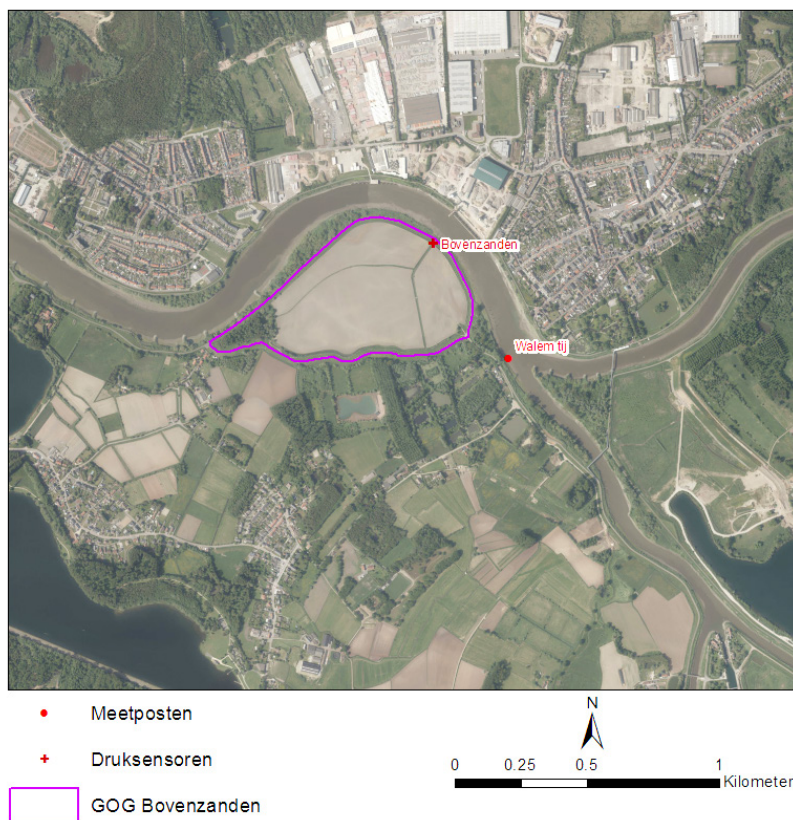
Figuur 17 – Situering meetposten en druksensoren GOG Potpolder I



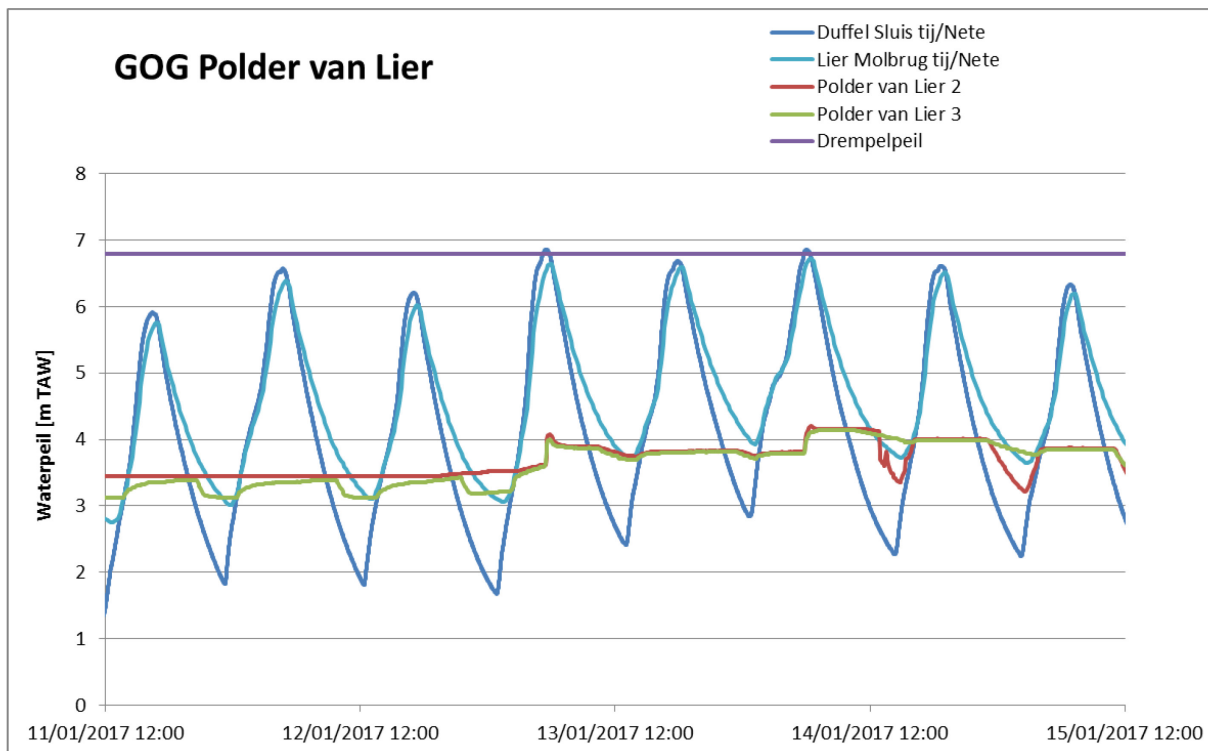
Figuur 18 – Gemeten waterpeilen in GOG Bovenzanden en op de Rupel ter hoogte van Walem voor stormperiode 11-14/01/2017



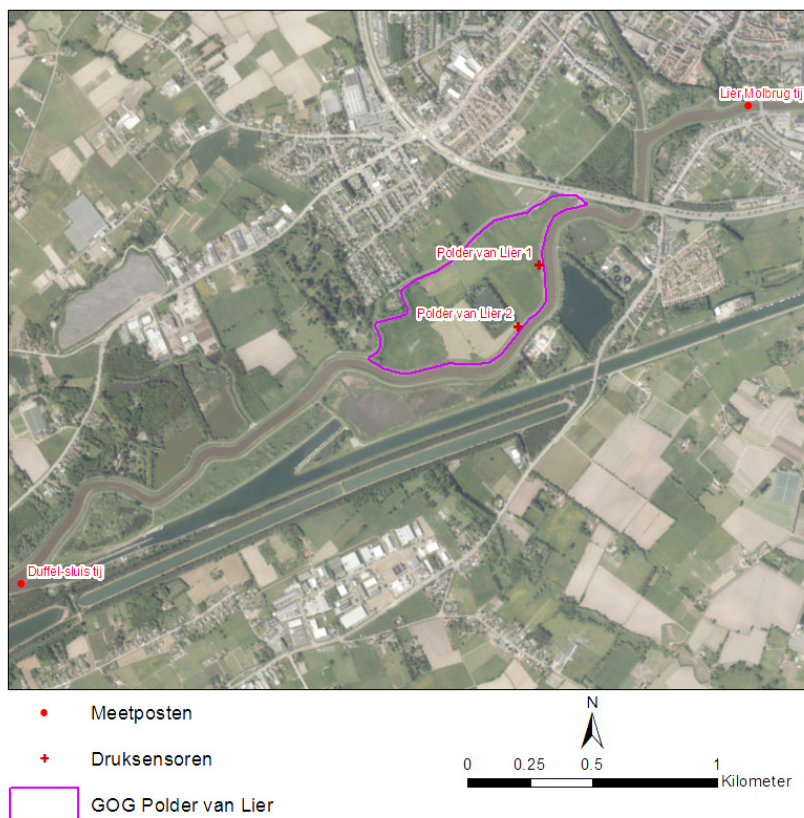
Figuur 19 – Situering meetpost en druksensor GOG Bovenzanden



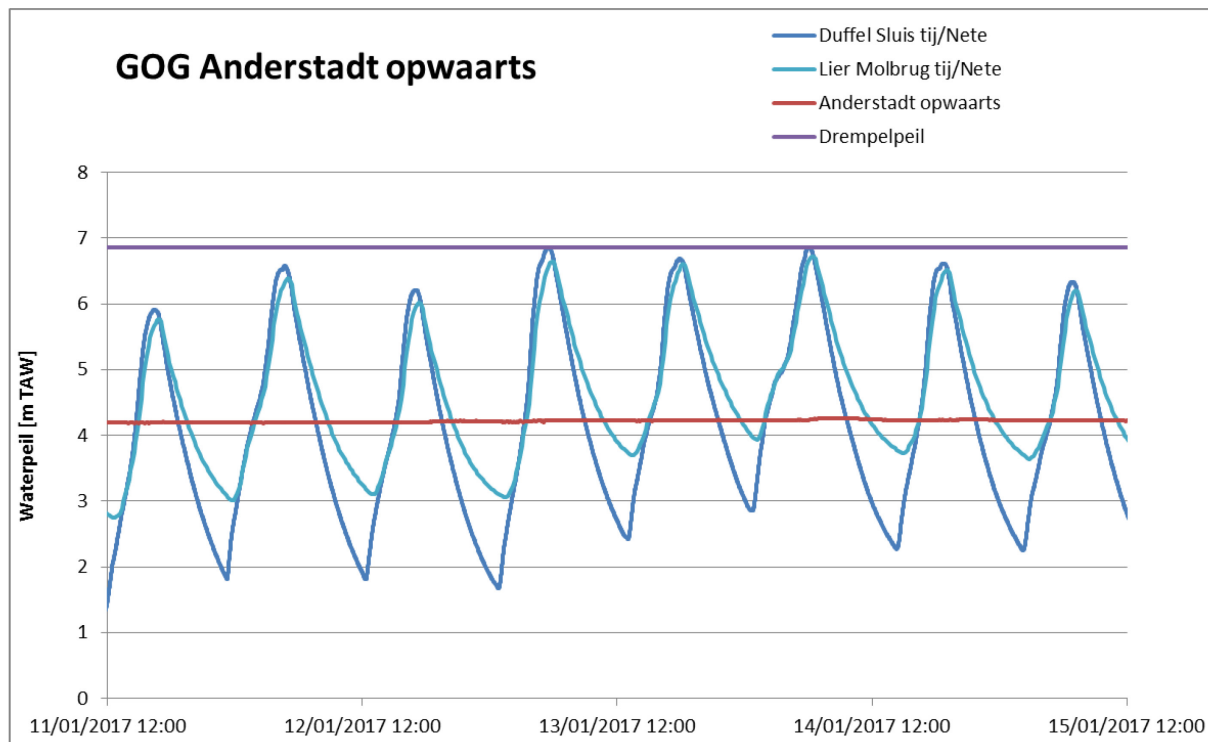
Figuur 20 – Gemeten waterpeilen in GOG Polder van Lier en op de Benedennete ter hoogte van Duffel-sluis en Lier Molbrug voor stormperiode 11-14/01/2017



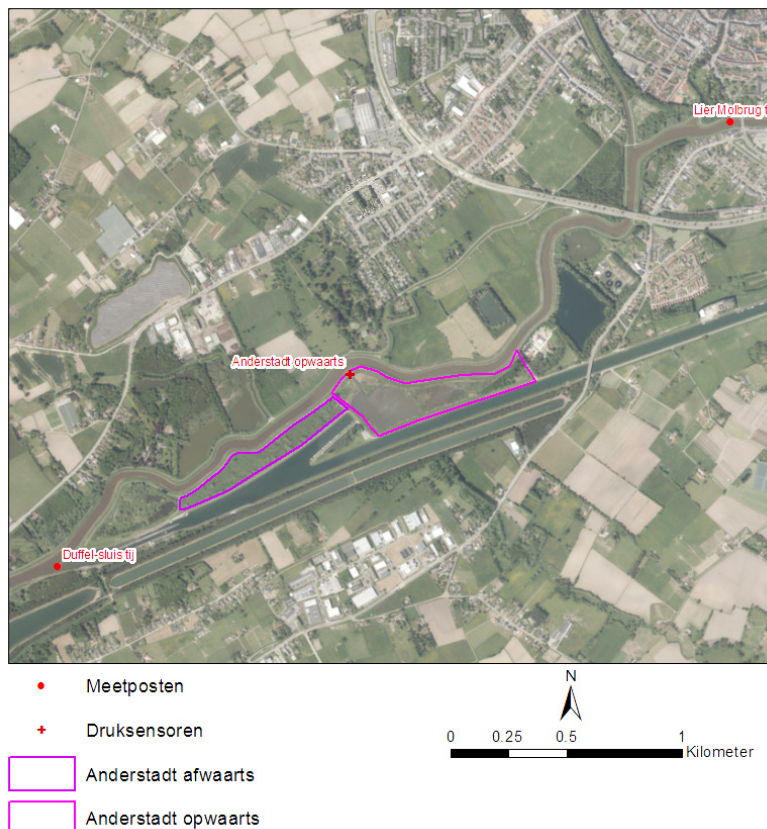
Figuur 21 – Situering meetposten en druksensoren GOG Polder van Lier



Figuur 22 – Gemeten waterpeilen in GOG Anderstadt opwaarts en op de Benedennete ter hoogte van Duffel-sluis en Lier Molbrug voor stormperiode 11-14/01/2017



Figuur 23 – Situering meetposten en druksensoren GOG Anderstadt opwaarts



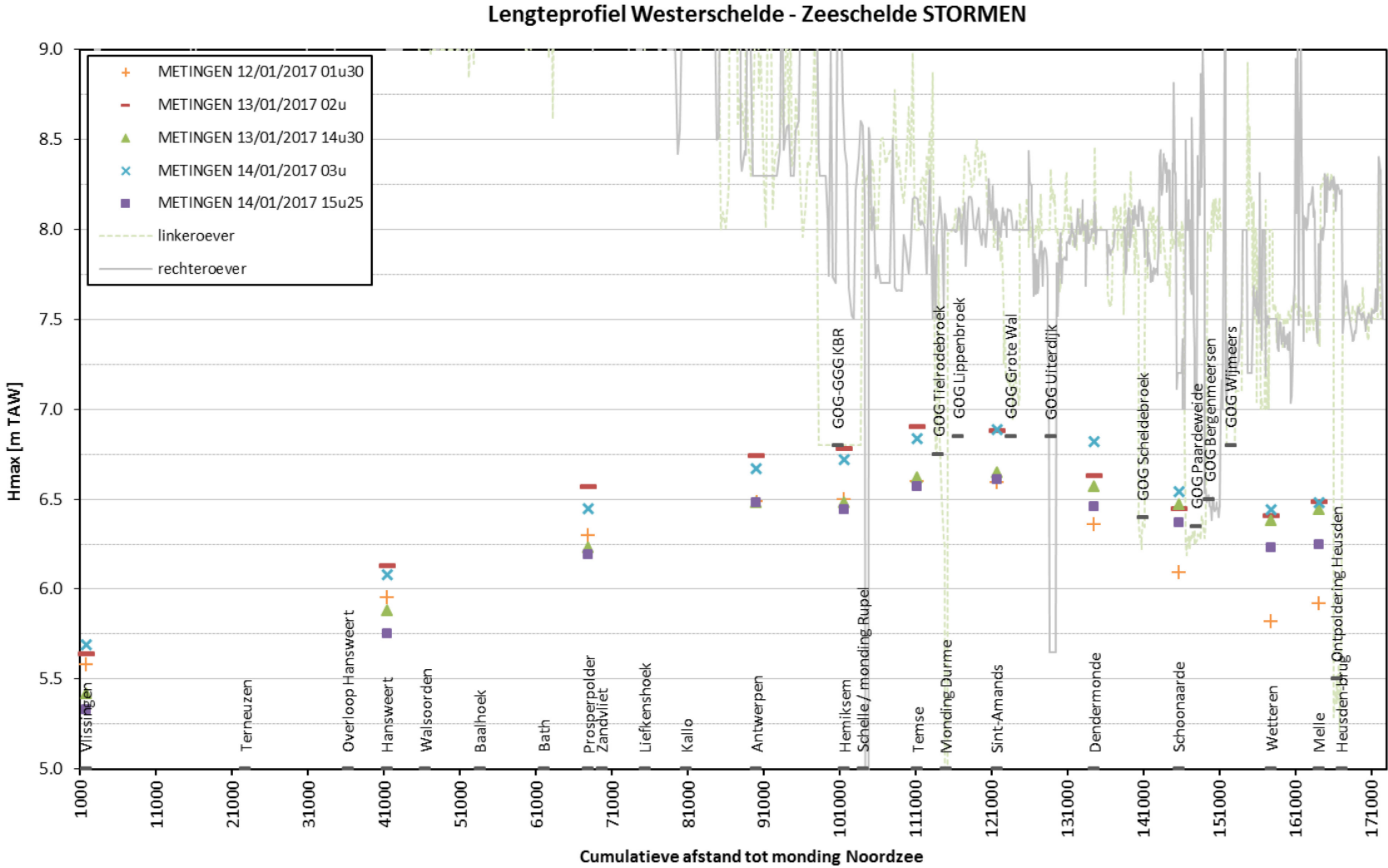
Tabel 2 – Overzicht GOG-werking storm 12-14 januari 2017

GOG	Drempelpeil overlooptdijk voor GOG-werking	Gelinkte tijpost in telemetrie	12/01/2017 nacht		13/01/2017 nacht		13/01/2017 NM		14/01/2017 nacht		14/01/2017 NM	
			HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking
KBR	TAW +6,85 m	Hemiksem tij/Zeeschelde (zes28a-1066)	6,50		6,78		6,48		6,72		6,44	
Tielrodebroek	TAW +6,75 m	Tielrode tij/Durme (dur01a-1066)	6,68		6,95	1	6,72		6,92	1	6,70	
Lippenbroek	TAW +6,85 m	Tielrode tij/Durme (dur01a-1066)	6,68		6,95		6,72		6,92		6,70	
		Sint-Amands tij/Zeeschelde (zes42a-1066)	6,59		6,88	1	6,65		6,89	1	6,61	
Grote Wal	TAW +6,85 m	Sint-Amands tij/Zeeschelde (zes42a-1066)	6,59		6,88	1	6,65		6,89	1	6,61	
Uiterdijk	TAW +6,85 m	Sint-Amands tij/Zeeschelde (zes42a-1066)	6,59		6,88	1	6,65		6,89	1	6,61	
Scheldebreek	TAW +6,40 m	Dendermonde tij/Zeeschelde (zes47a-1066)	6,36		6,63		6,57		6,82		6,46	
		Schoonaarde tij/Zeeschelde (zes49a-1066)	6,09		6,45	1	6,47	1	6,54	1	6,37	1

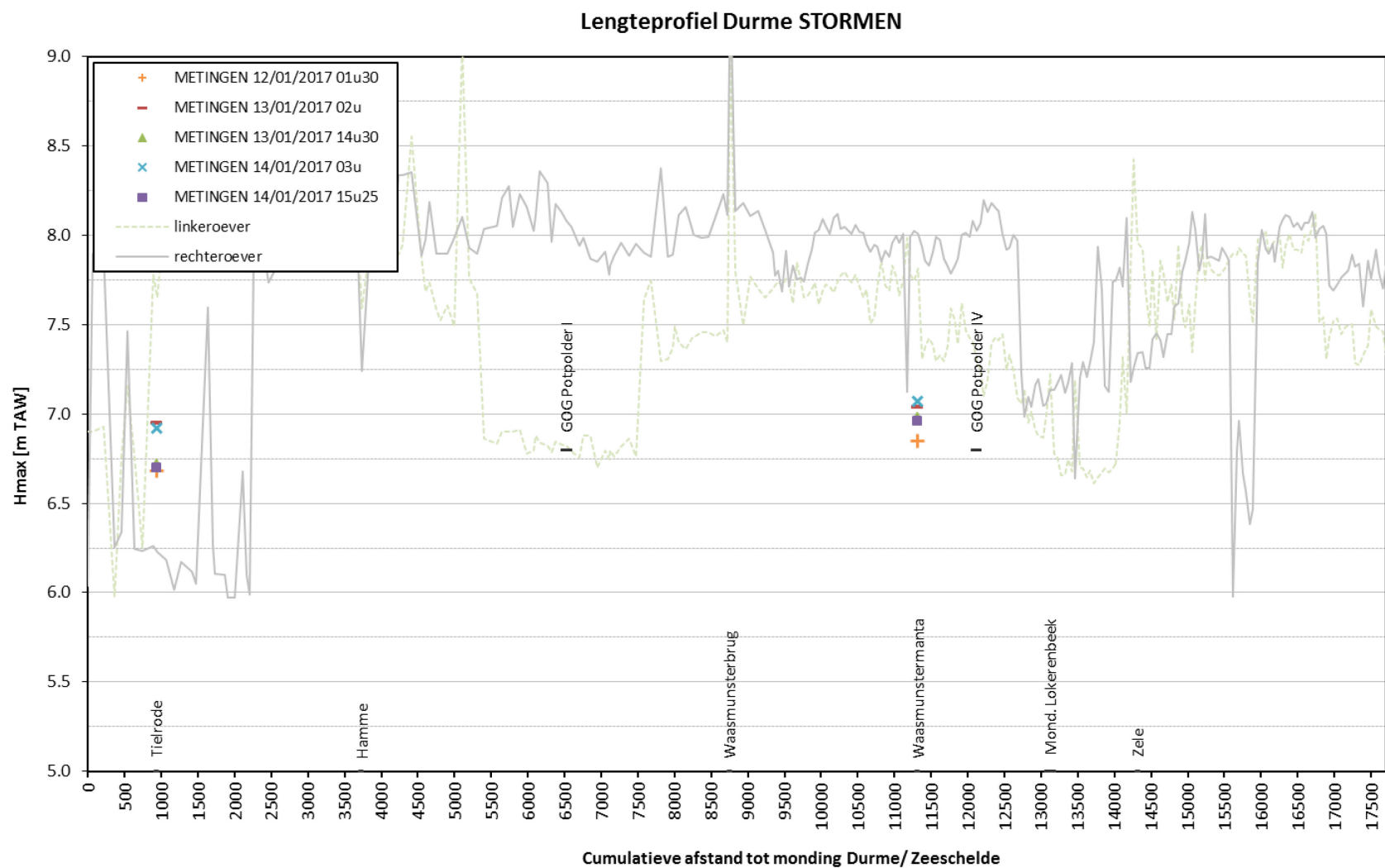
GOG	Drempelpeil overlooptdijk voor GOG- werking	Gelinkte tijpost in telemetrie	12/01/2017 nacht		13/01/2017 nacht		13/01/2017 NM		14/01/2017 nacht		14/01/2017 NM	
			HW tijpost	GOG- werking	HW tijpost	GOG- werking	HW tijpost	GOG- werking	HW tijpost	GOG- werking	HW tijpost	GOG- werking
Paardeweide	TAW +6,35 m	Schoonaarde tij/Zeeschelde (zes49a-1066)	6,09		6,45	1	6,47	1	6,54	1	6,37	1
Bergenmeersen	TAW +6,50 m	Schoonaarde tij/Zeeschelde (zes49a-1066)	6,09		6,45		6,47	?	6,54	?	6,37	
Wijmeers	Afwaarts: TAW +6,85 m	Schoonaarde tij/Zeeschelde (zes49a-1066)	6,09		6,45		6,48		6,54		6,37	
	Opwaarts: TAW +7,15 m	Wetteren tij/Zeeschelde (zes55a-1066)	5,82		6,41		6,38		6,44		6,23	
Potpolder I	TAW +6,80 m	Tielrode tij/Durme (dur01a-1066) +10 cm	6,78	1	7,05	1	6,82	1	7,02	1	6,80	1
Potpolder IV	TAW +6,80 m??	Waasmunster manta tij/Durme (dur05a-1066)	6,85	?	7,04	?	6,98	?	7,07	?	6,96	?
Bovenzanden	TAW +6,80 m	Walem tij/Rupel (rup03a-1066)	6,64		6,90	1	6,67		6,85	1	6,61	
Zennegat	TAW +6,55 m	Walem tij/Rupel (rup03a-1066)	6,64	1	6,9	1	6,67	1	6,85	1	6,61	1
Anderstadt afwaarts	TAW +6,20 m	Duffel-sluis tij/Nete (bnt03a-1074)	6,58	1	6,85	1	6,68	1	6,86	1	6,61	1
		Lier Molbrug tij/Nete (bnt07a-1066)	6,39		6,64		6,6		6,72		6,51	

GOG	Drempelpeil overloopdijk voor GOG-werking	Gelinkte tijpost in telemetrie	12/01/2017 nacht		13/01/2017 nacht		13/01/2017 NM		14/01/2017 nacht		14/01/2017 NM	
			HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking	HW tijpost	GOG-werking
Anderstadt opwaarts	TAW +6,85 m	Duffel-sluis tij/Nete (bnt03a-1074)	6,58		6,85		6,68		6,86	1	6,61	
		Lier Molbrug tij/Nete (bnt07a-1066)	6,39		6,64		6,6		6,72		6,51	
Polder van Lier	TAW +6,80 m	Duffel-sluis tij/Nete (bnt03a-1074)	6,58		6,85	1	6,68		6,86	1	6,61	
		Lier Molbrug tij/Nete (bnt07a-1066)	6,39		6,64		6,6		6,72		6,51	

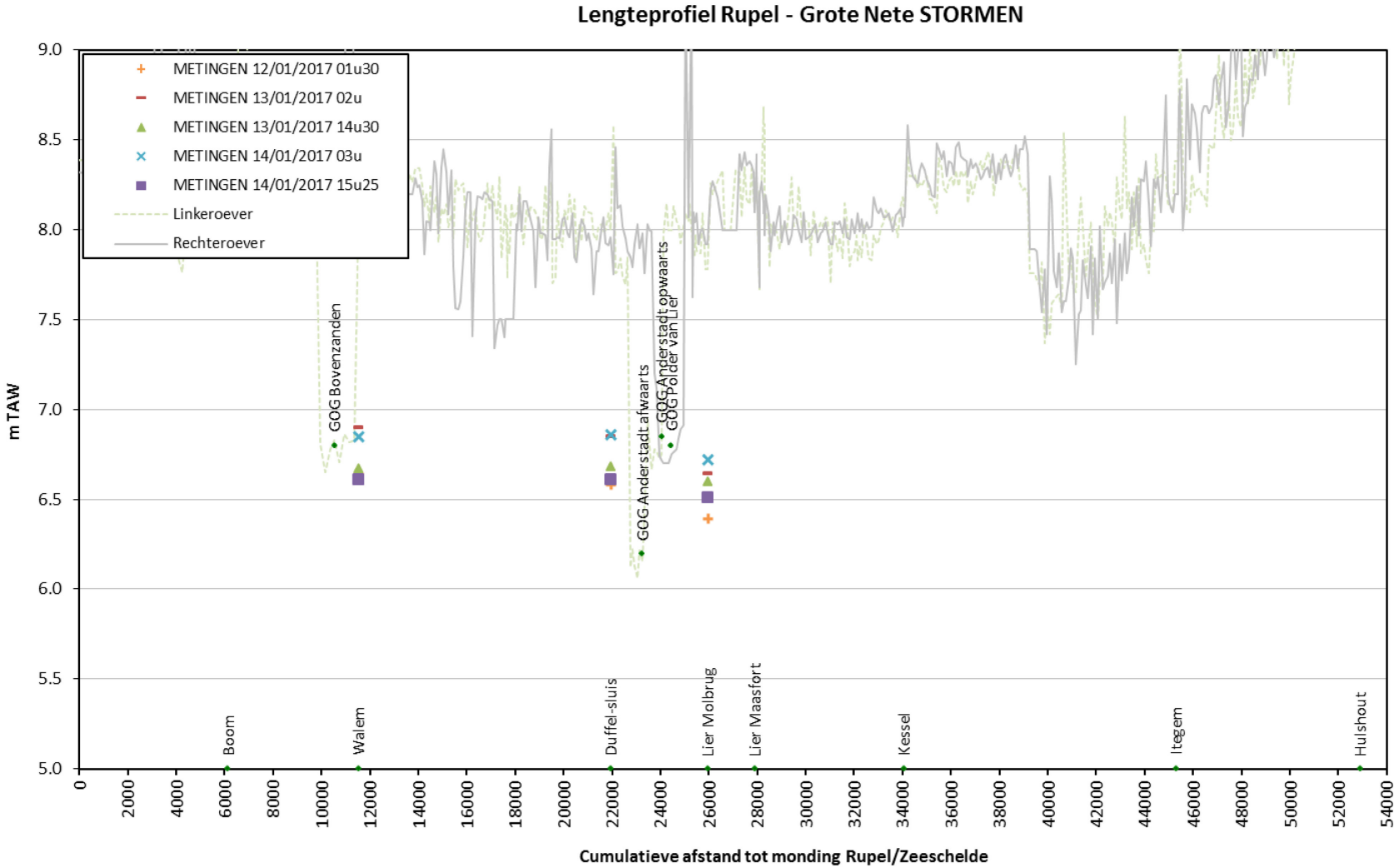
Figuur 24 - Lengteprofiel Westerschelde – Zeescheldebekken met maximale waterpeilen ter hoogte van de meetposten tijdens de storm van 12-14 januari 2017, en situering GOG's met hoogte drempelpeil overlooppdijk



Figuur 25 - Lengteprofiel Durme met maximale waterpeilen ter hoogte van de meetposten tijdens de storm van 12-14 januari 2017, en situering GOG's met hoogte drempelpeil overloopdijk



Figuur 26 - Lengteprofiel Rupel en Grote Nete met maximale waterpeilen ter hoogte van de meetposten tijdens de storm van 12-14 januari 2017, en situering GOG's met hoogte drempelpeil overloopdijk



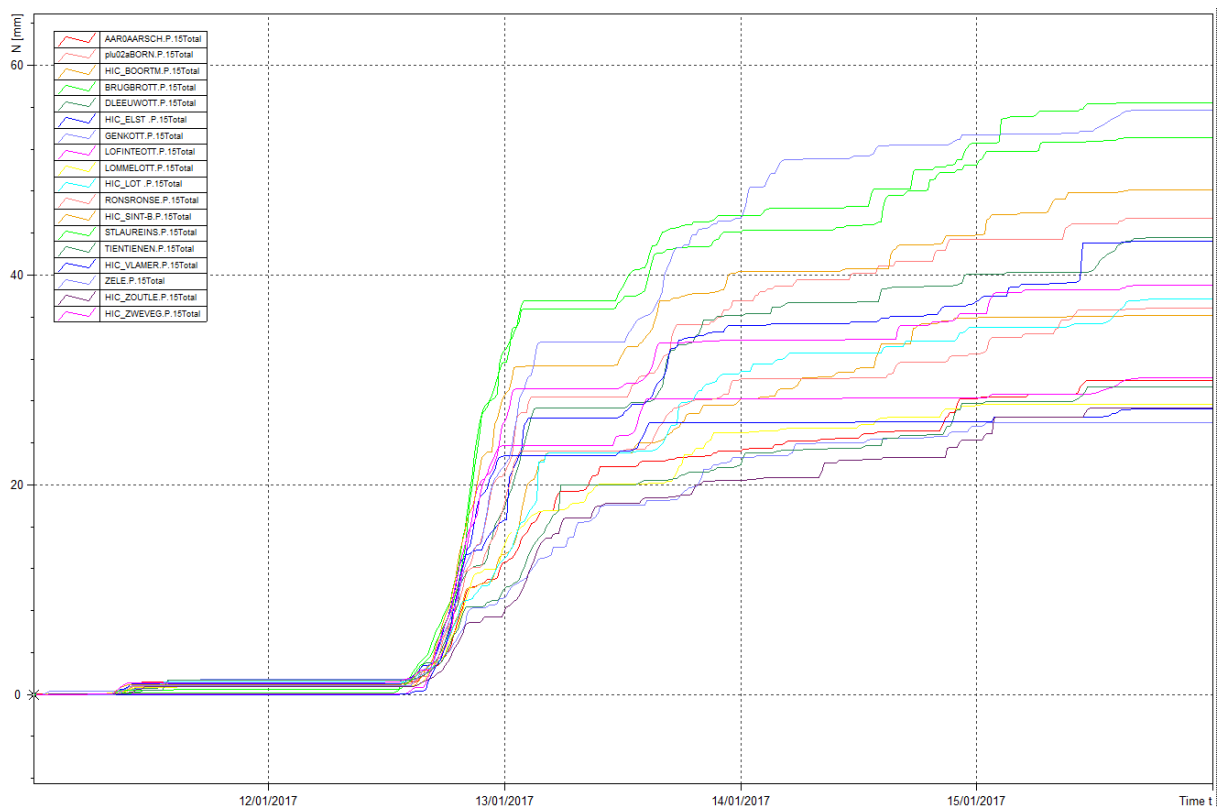
4 Bovenafvoeren

4.1 Neerslag

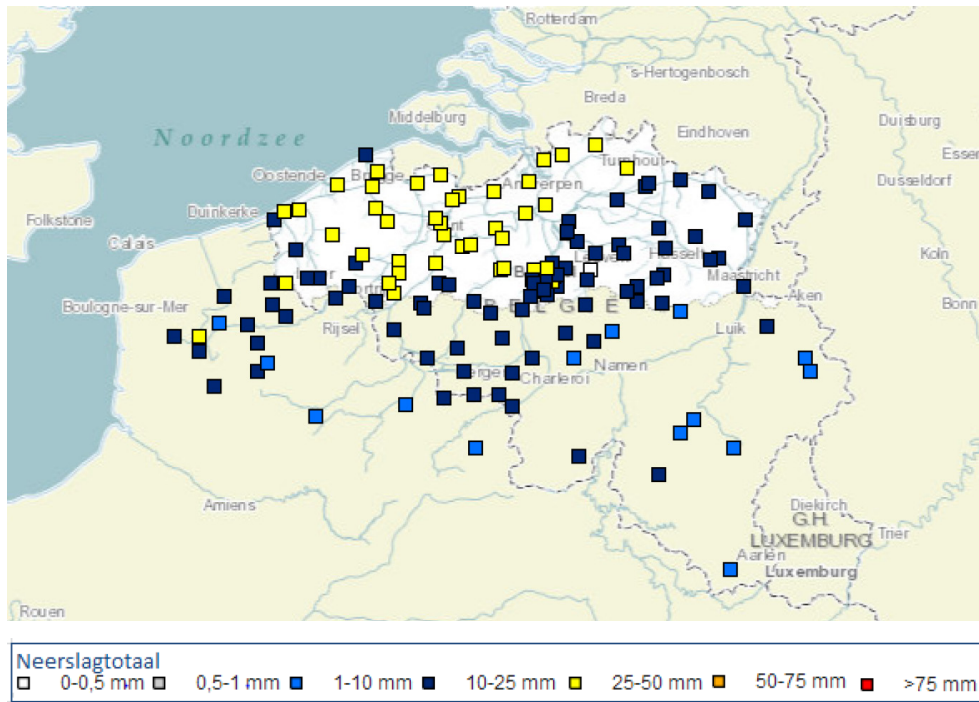
Tijdens de stormperiode van 11-14 januari 2017 viel ook een aanzienlijke hoeveelheid neerslag.

Tijdens de nacht van 12 op 13 januari viel in heel onze regio behoorlijk wat neerslag. In het noordwesten van ons land viel tot bijna 40 mm neerslag. Figuur 28 geeft de ruimtelijke verdeling van de neerslag weer. In Figuur 27 worden de cumulatieve neerslaghoeveelheden voor de HIC-pluviografen -verspreid in Vlaanderen- weergegeven.

Figuur 27 - Cumulatieve neerslag HIC-pluviografen 11-15 januari 2017



Figuur 28 - Ruimtelijke verdeling neerslag 12 januari 2017 13u tot 13 januari 2017 13u



4.2 Afvoeren en waterstanden

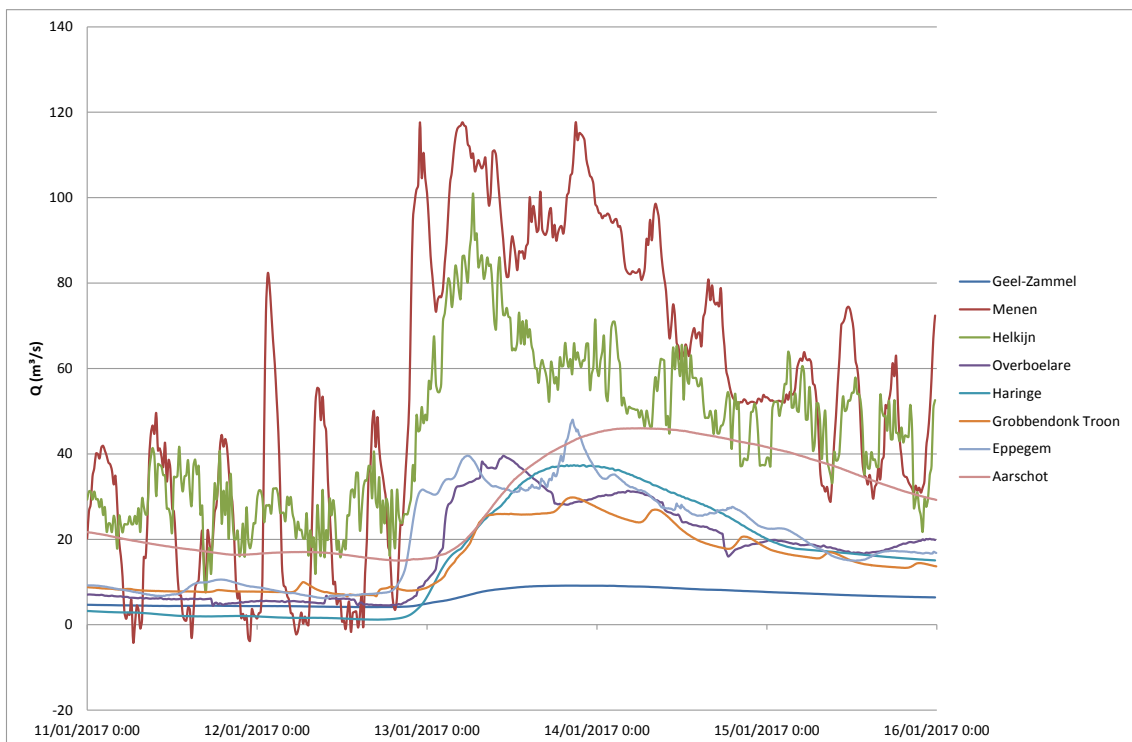
De neerslag die viel tijdens de nacht van 12 op 13 januari resulteerde in opwaartse afvoerpieken die niet extreem hoog waren. Voor een aantal kernstations op de belangrijkste waterwegen worden de piekafvoeren weergegeven in Tabel 3 en Figuur 29. Alle afvoeren hadden een terugkeerperiode van minder dan een jaar.

Tabel 3 - Piekafvoeren op belangrijkste waterwegen

Stationsnaam	Stationsnummer	Piekdebiet	
		Tijdstip	Waarde (m ³ /s)
Grobbendonk Troon/Kleine Nete	knt03a-1066	13/01/2017 20:45	29,8
Geel-Zammel/Grote Nete	gnt07a-1066	13/01/2017 19:45	9,2
Menen/Leie	lei11a-1066	13/01/2017 5:00	117,7
Helkijn/Bovenschelde	bos05m-1066	13/01/2017 6:30	100,9
Epegem/Zenne	zen03a-1066	13/01/2017 20:45	47,4
Aarschot/Demer	dem02a-1066	14/01/2017 4:15	46,0
Overboelaere/Dender	den12a-1066	13/01/2017 10:45	39,6
Haringe/Ijzer	ijz07a-1066	13/01/2017 19:45	37,4

Deze licht verhoogde bovenafvoeren hadden, in combinatie met het ongunstige getij (hoge hoogwaters en een zeer sterk verhoogd laagwater in de avond van 13/01), toch beduidende effecten. Dit dan vooral op de waterstanden in de tijgevoelige uitwateringen.

Figuur 29 - Piekafvoeren op belangrijkste waterwegen



4.2.1 Rond Gent

Een aantal preventieve maatregelen werden genomen door de waterwegbeheerder. De waterstanden in de panden grenzend aan de Noordzee en de Zeeschelde werden preventief verlaagd tot het minimumniveau waarop varen zonder dieptebeperking voor de scheepvaart mogelijk blijft. De keersluizen rond Gent werden gesloten vanaf 11 januari. In Schipdonk werd de stuw geopend om meer afvoer richting Heist via het Afleidingskanaal te realiseren en het Kanaal Gent-Terneuzen. Met de scheepsverkeersleiding in Terneuzen werden de nodige afspraken gemaakt voor extra waterafvoer via het kanaal Gent-Terneuzen. Een geringe buffer van -8 cm t.o.v. normaalpeil werd voorzien d.m.v. de spuicomputer van de Middensluis in Terneuzen.

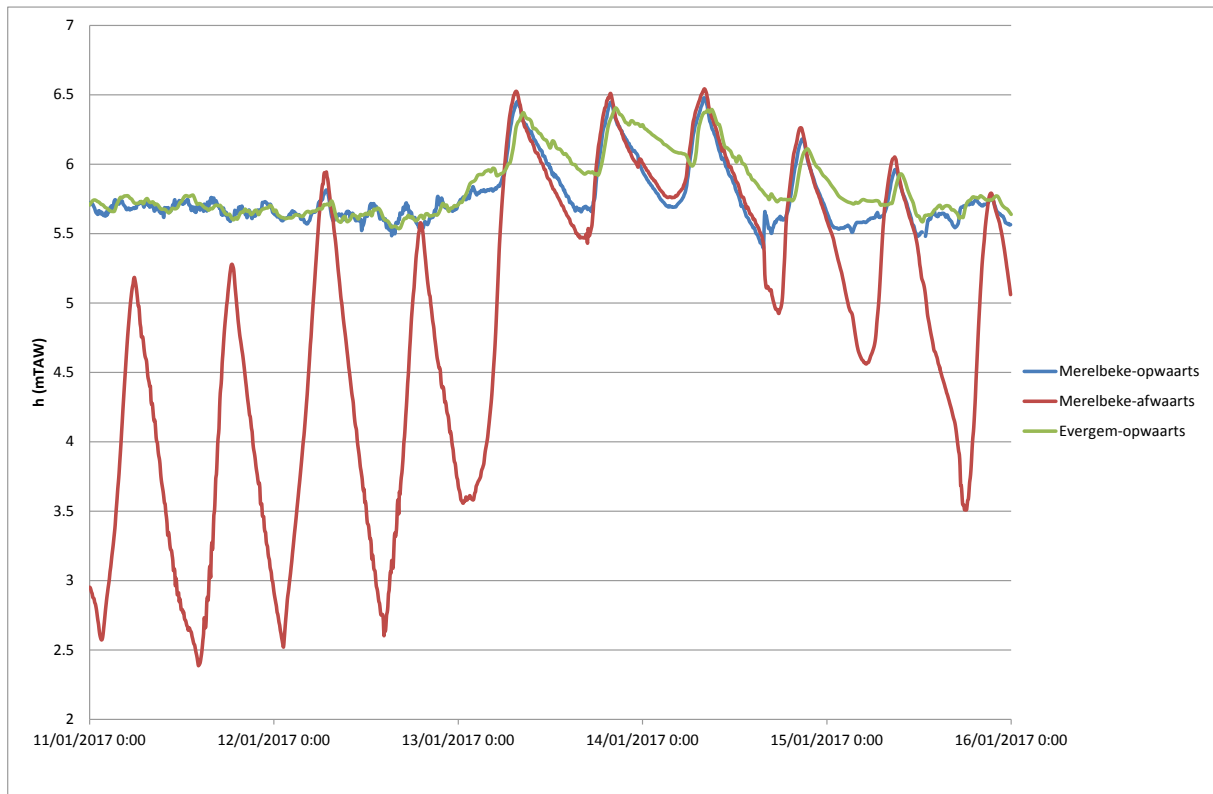
Op het **Kanaal Gent-Oostende** werd op 13 januari de keersluis in Beernem gesloten en werden in Schipdonk bijkomend de sifons gebruikt, en de Schipdonksluis geopend. Door het stormtij op zee liepen bij een constante doorvoer in Beernem en Brugge de peilen afwaarts Brugge ernstig op. Op 13 januari kon t.h.v. Brugge de doorvoer nog enigszins beperkt worden zonder kritieke peilstijging opwaarts Brugge. In het meest afwaartse pand werd desondanks de alarmdrempel twee maal overschreden. In Oudenburg-Plassendale (kgo02a-1066) werd het maximaal peil van +4,64 m TAW bereikt tijdens het hoogwater in de ochtend van 14 januari. In Brugge (WW017-1073, afwaarts peil) kwam het water tot +4,78 m TAW en overstroomde de brugmechaniek van verschillende draaibruggen. Op dat moment kon de doorvoer in Brugge niet meer beperkt worden zonder kritieke peilstijging opwaarts Brugge.

Door de hoge peilen op het **Kanaal Gent-Terneuzen**, te verklaren door een combinatie van bovenafvoer en stormtij op de Westerschelde, stegen ook de peilen op de **Moervaart** in Mendonk. Dit effect, aangevuld met de aanvoer van water uit de naburige polders deden het peil in Sinaai (moe03a-1066) tot boven de waakdrempel stijgen (maximaal peil +5,16 m TAW op 13/01/2017 23:00). Door die hoge peilen op het kanaal Gent-Terneuzen kon, op het moment waarbij de hoogste afvoer via Gent (stuw Evergem) noodzakelijk was, slechts 30 tot 60 m³/s afgevoerd worden.

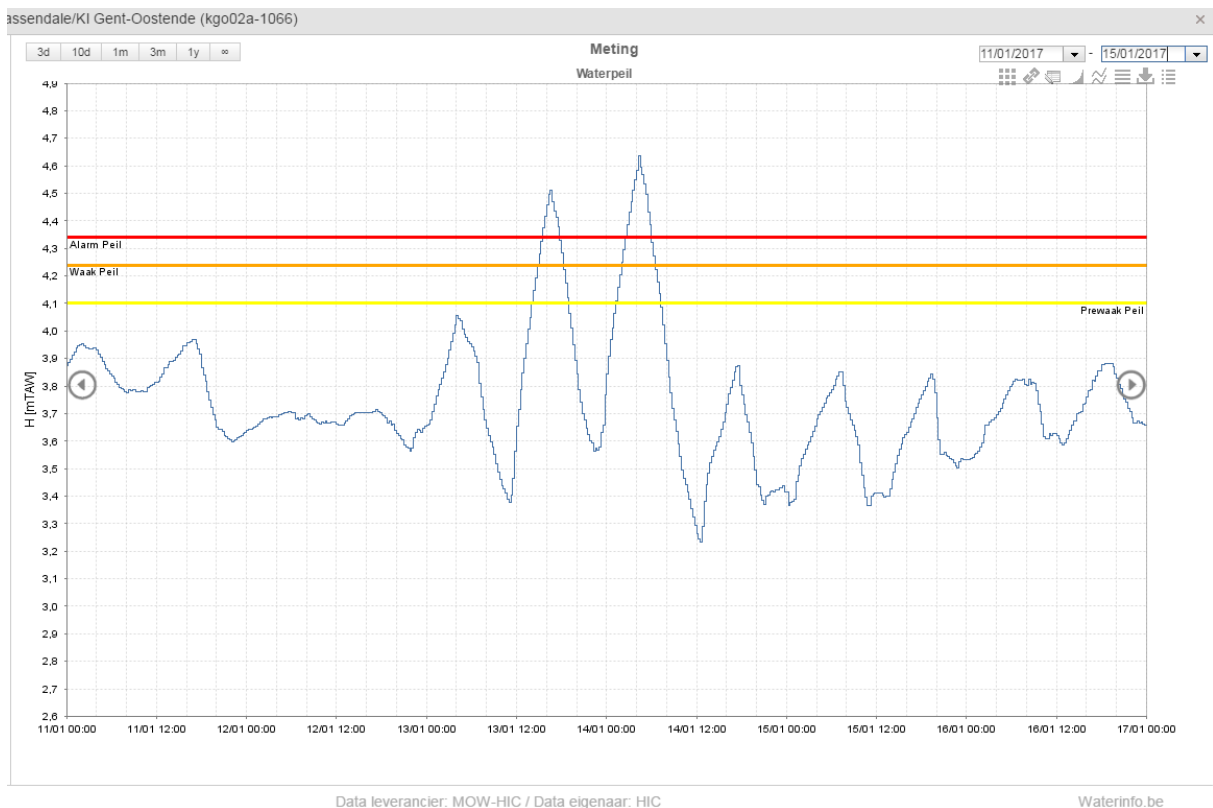
De combinatie van de neerslag en het getij leidde ook in het opwaarts deel van de **Durme** tot verhoogde waterstanden. Afwaarts Lokeren werd de waakdrempel (+6,80 m TAW) overschreden tijdens de hoogwaters van 13/01 en 14/01 en stond het water tot aan de rand van Potpolder IV (zie ook Tabel 2 – Overzicht GOG-werking storm 12-14 januari 2017).

Door de binnenkomende tijgolf over de Schelde richting Gent, kwam het getij via het complex van Merelbeke binnen op de **Ringvaart** tijdens drie opeenvolgende hoogwaters. De effecten hiervan zijn merkbaar in de hele Ringvaart om Gent (tot Evergem). Dit wordt weergegeven in Figuur 30. Bijkomende afvoercapaciteit werd op 13 januari gerealiseerd door het openen van de B4-stuw in Zwijnaarde op de tijarm en het openen van sluis 2 van het sluisencomplex in Merelbeke.

Figuur 30 - Waterstanden Merelbeke en Evergem (Zeeschelde en Ringvaart)



Figuur 31 - Waterstand op Kanaal Gent-Oostende in Oudenburg-Plassendale



Data leverancier: MOW-HIC / Data eigenaar: HIC

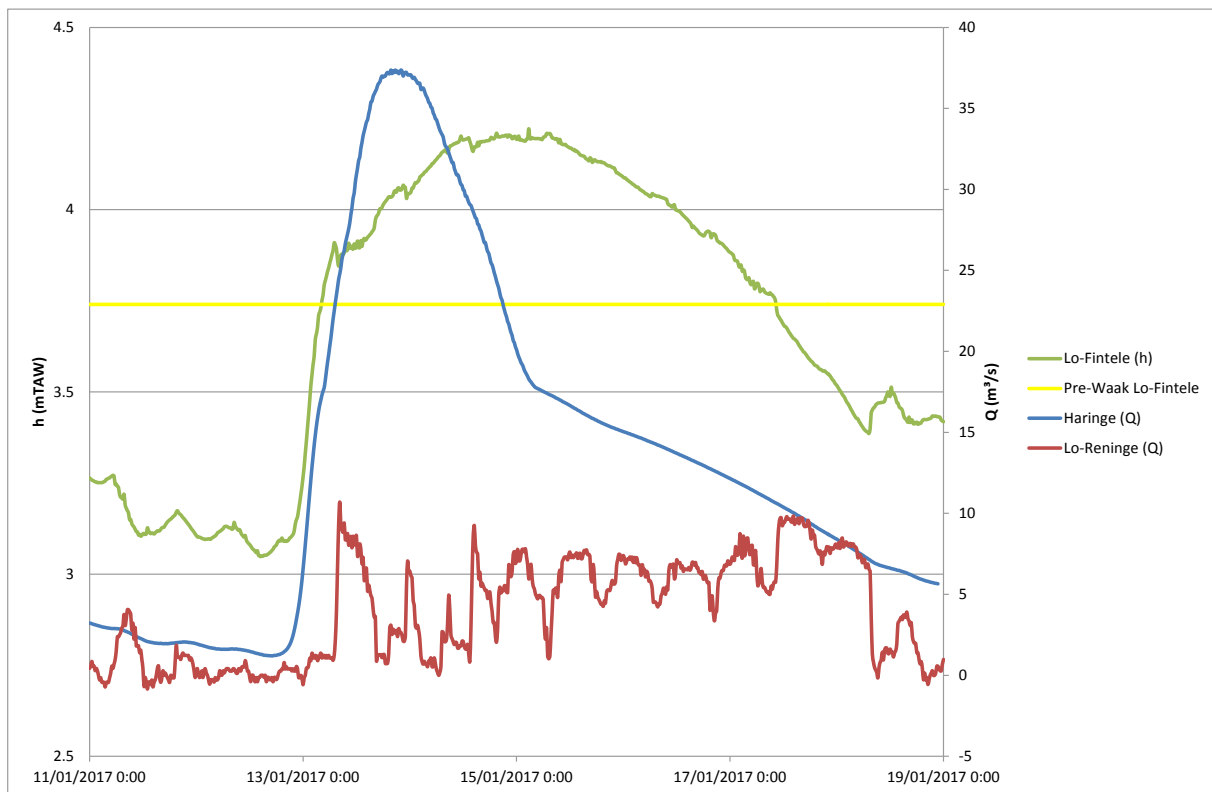
Waterinfo.be

4.2.2 IJzer

De afwatering van de IJzer na de neerslag van de nacht van 12 op 13 januari verliep moeizaam. De prewaakdrempel in Lo-Fintele (+3,74 m TAW) werd bereikt op 13/01/2017 rond 04:15. Vanaf de vroege ochtend van 13/01 werd ook het Lo-Kanaal ingezet om water van de IJzer af te voeren, maar door de beperkte afvoermogelijkheden verder afwaarts (ongunstig getij), werd de normale situatie op de IJzer weer pas bereikt op 17/01/2017. De buffercapaciteit van de IJzerbroeken opwaarts Diksmuide vermeden ernstige problemen.

In het Ganzenpootcomplex werden preventieve maatregelen genomen om de infrastructuur te beschermen tegen de verwachte hoge zeepeilen. De afvoer van het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort verliep niet op volle kracht via de Gravensluis door risico op schade aan de sluisdeuren. Er werd bijkomend gespuid via "De buis", via de Sint-Jorissluis

Figuur 32 - Afwatering IJzer



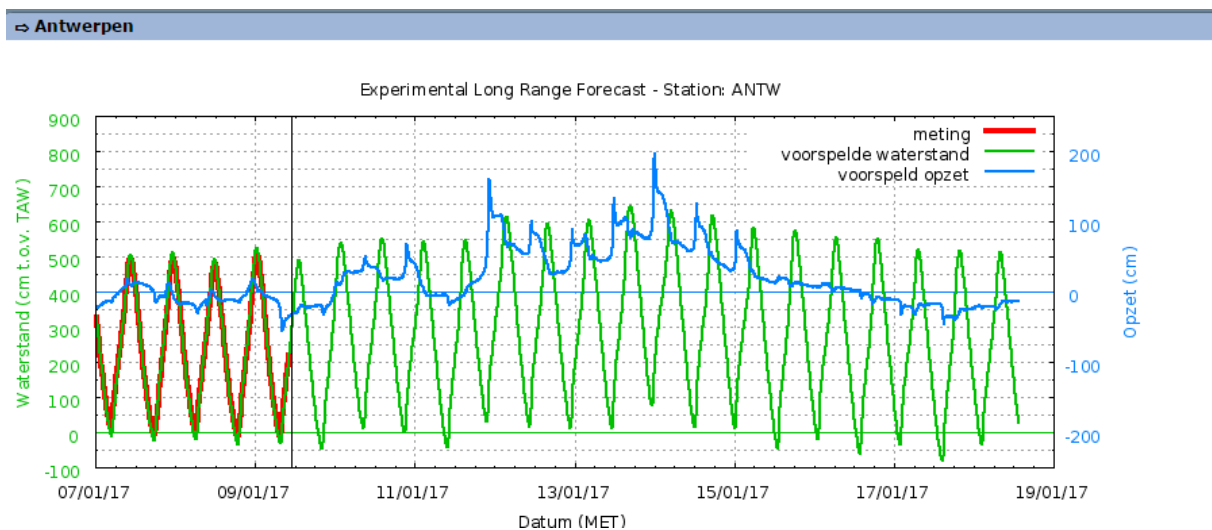
5 Voorspellingen en adviezen

5.1 Lange termijn

De lange-termijnvoorspellingen van de hydrodynamische rekenmodellen voor de Zeeschelde bij HIC gaven reeds vanaf 2 januari 2017 aan dat er in de periode vanaf 12 januari kans was op (zeer) hoge hoogwaterstanden in Oostende, Vlissingen en Antwerpen. Deze waterstandsvoorspellingen zijn gebaseerd op de 10-daagse ECMWF windvoorspellingen. Een voorbeeld van de output zoals deze nu bestaan binnen het netwerk van de Vlaamse Overheid en geproduceerd werd op 09 januari 2017 wordt gegeven in Figuur 33.

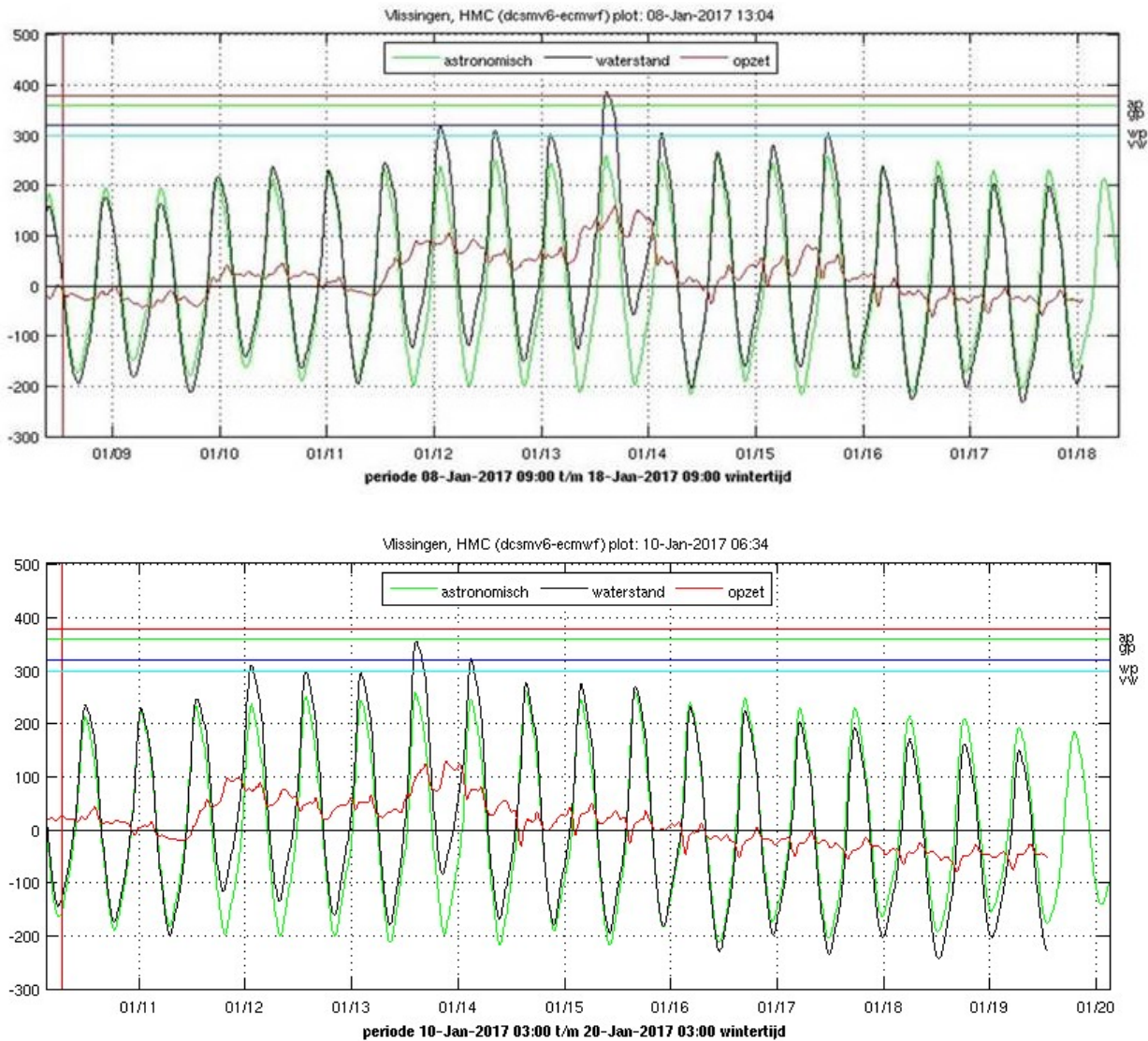
Deze voorspellingen bleven consequent in de zin dat er herhaaldelijk in de periode tussen 11 en 14 januari en voornamelijk op vrijdag en zaterdag overschrijdingen van +6,30 m TAW in Antwerpen tot zelfs een éénmalige voorspelling van meer dan +7 m TAW in Antwerpen werd aangegeven.

Figuur 33 - Lange-termijnvoorspelling voor Antwerpen (bij HIC) van 09/01/2017



Gelijkaardige hoogwatervoorspellingen werden berekend door de modellentrein van Rijkswaterstaat (RWS). Twee van deze voorspellingen worden weergegeven in Figuur 34.

Figuur 34 - Lange-termijnvoorspelling voor Vlissingen (bij RWS- in cm NAP) van 08/01/2017 en 10/01/2017

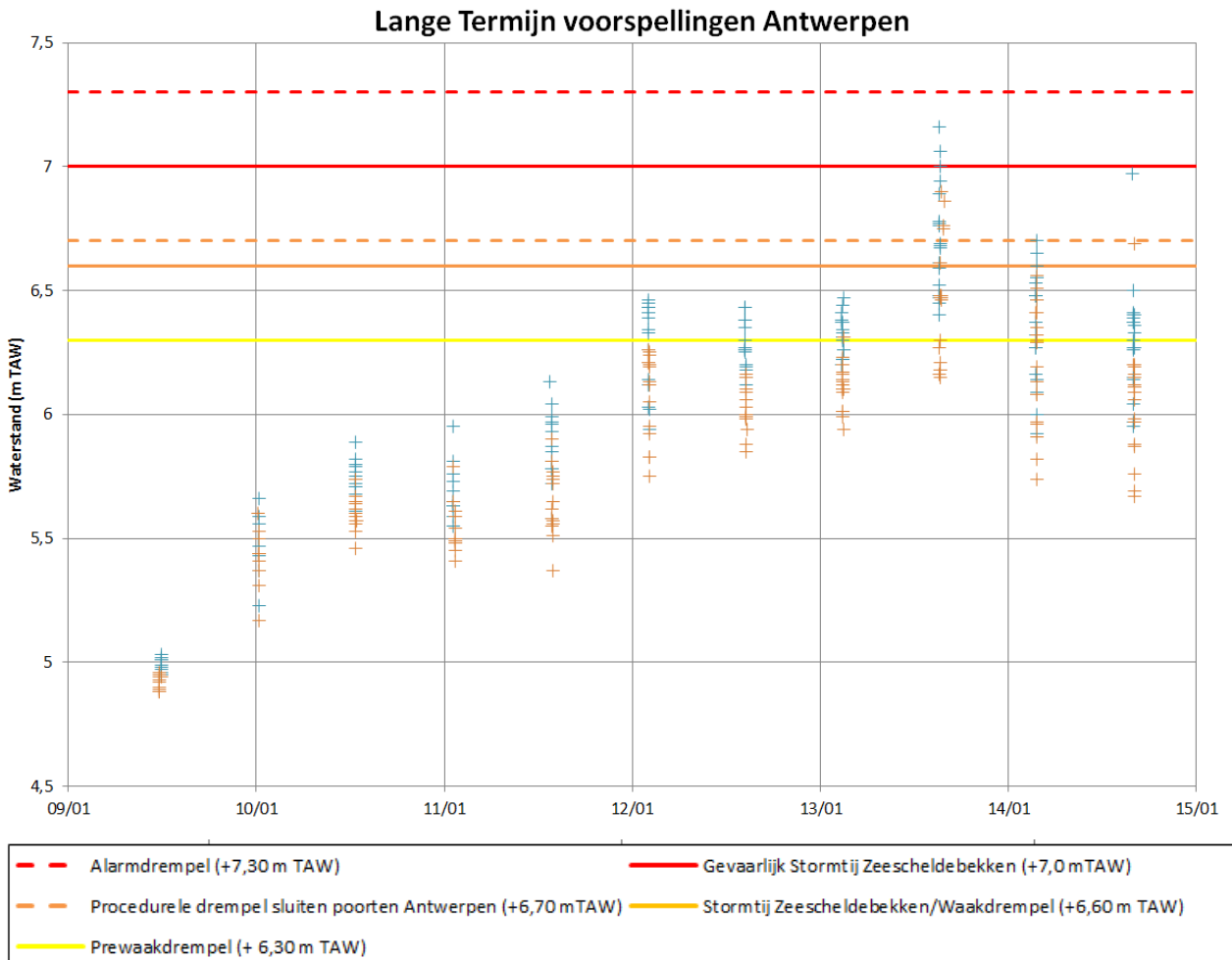


(via https://waterberichtgeving.rws.nl/nl/water-en-weer_verwachtingen-water_kust_noordzee.htm)

Op basis van de hoger besproken lange-termijnvoorspellingen werd op maandag 9 januari Afdeling Zeeschelde op de hoogte gebracht van sterk verhoogde hoogwaters in het gebied vanaf woensdag 12 januari tot zaterdag 14 januari.

Uit de wispelturigheid van de langetermijnvoorspellingen, die zowel in waterhoogte als tijdstip varieerden, kon al worden aangenomen dat de weersfenomenen niet gemakkelijk voorspelbaar zouden zijn. De langetermijnvoorspellingen voor deze periode van de modellentrein bij HIC worden weergegeven in Figuur 35. De brede band op vrijdagmiddag 13 januari is zeer duidelijk zichtbaar.

Figuur 35 - Lange-termijnvoorspellingen van twee verschillende realtime berekeningsmethodes bij HIC (Nevla en Nevla Astrocorr)



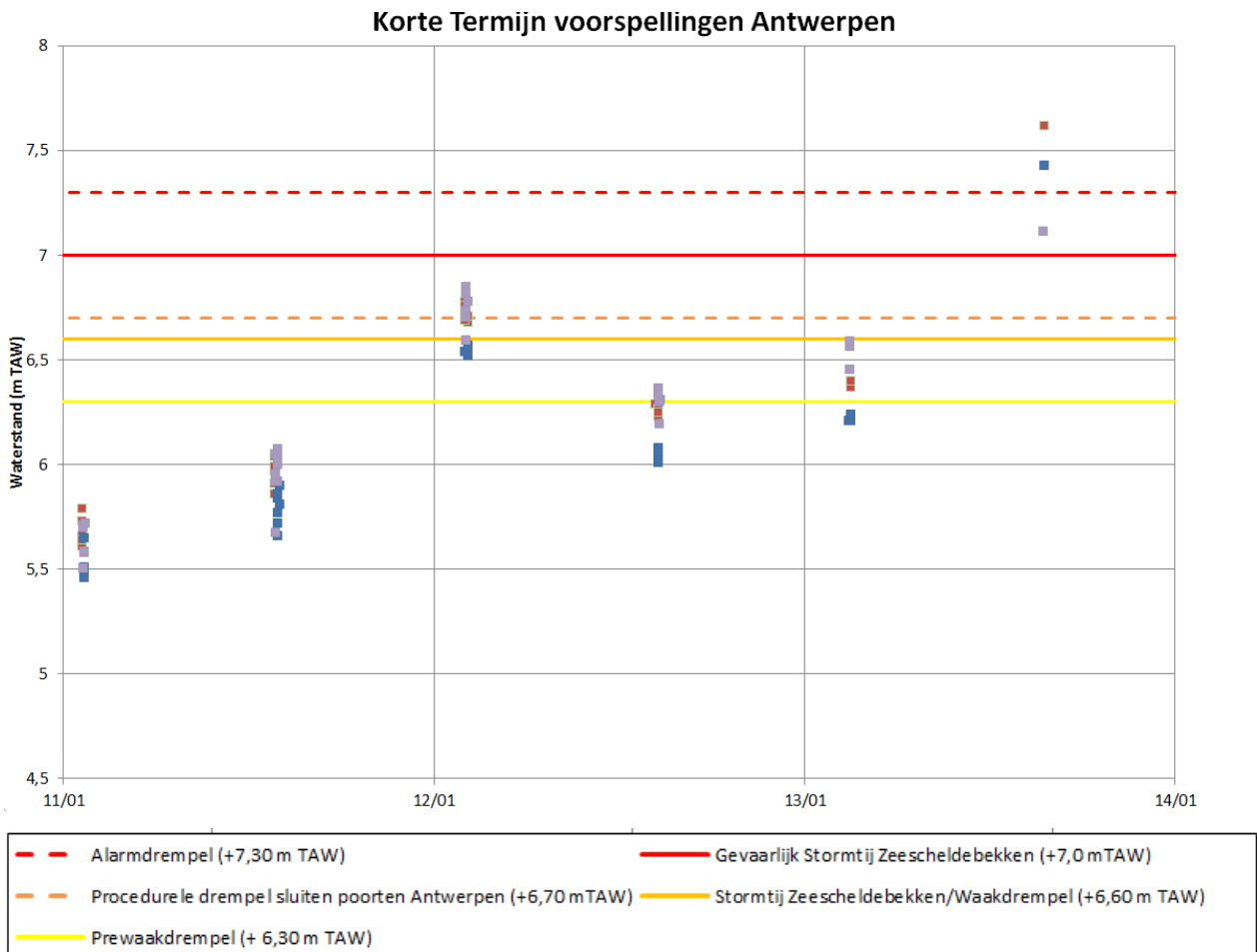
5.2 Korte termijn

5.2.1 Tijgebied

Voor de hier beschreven stormperiode bleven ook de korte-termijn voorspellingen (48 uur vooruit) wispelturig omwille van wijzigende windvoorspellingen (met cruciale richtings-en snelheidsveranderingen op moment van hoogwater).

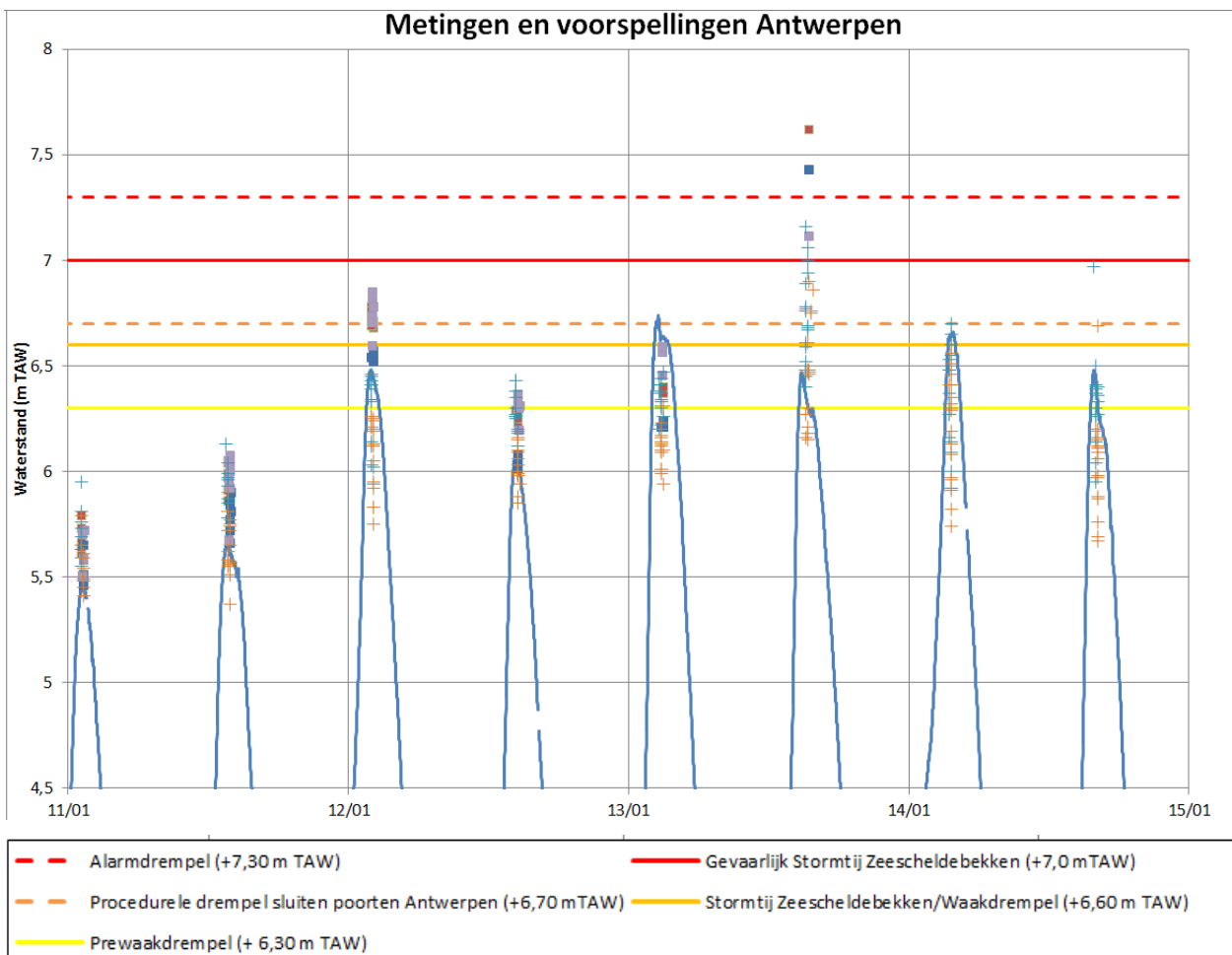
Op basis van de korte-termijnvoorspellingen (zoals weergegeven in Figuur 36) en overleg met de voorspellingsdiensten OMS (voor Oostende) en RWS (voor Vlissingen) gaf HIC woensdagochtend 11 januari 2017 het advies om de waterkeringspoorten in Antwerpen te sluiten en de procedure Stormtij Zeescheldebekken af te kondigen voor het hoogwater in de vroege ochtend van 12 januari. Voor het hoogwater van vrijdag 13 januari in de namiddag werd het advies gegeven de procedure Gevaarlijk Stormtij te starten. De waterkeringspoorten in Antwerpen bleven dicht tot de vroege ochtend van zaterdag 14 januari 2017.

Figuur 36 - Korte-termijnvoorspellingen van drie verschillende realtime berekeningsmethodes bij HIC
(1D Sigma, Nevla en Nevla Astrocorr)



In onderstaande figuur wordt naast de modelvoorspellingen ook de uiteindelijke meting weergegeven. De voorspellingen en verwachtingen weken individueel soms behoorlijk af van de uiteindelijke metingen. Een belangrijke oorzaak hiervan zijn de wijzigende windvoorspellingen. Dat is dus tegelijk ook een aanduiding dat er een flinke onzekerheid was op deze voorspellingen. Voor het getij kan een kleine afwijking in tijd (net niet, net wel op tijdstip hoogwater), richting en snelheid van de wind een groot effect hebben op de tijvoorspellingen. Een tweede belangrijke oorzaak is de modelkwaliteit. Deze wordt binnen HIC doorlopend verder verfijnd en bijgestuurd. Na de stormperiode werd het 1D-voorspellingsmodel getest met de effectief opgetreden metingen aan de randen. Deze hindcastrun wordt besproken in Hoofdstuk 6.

Figuur 37 - Voorspellingen en metingen Antwerpen voor stormperiode 11-14 januari 2017

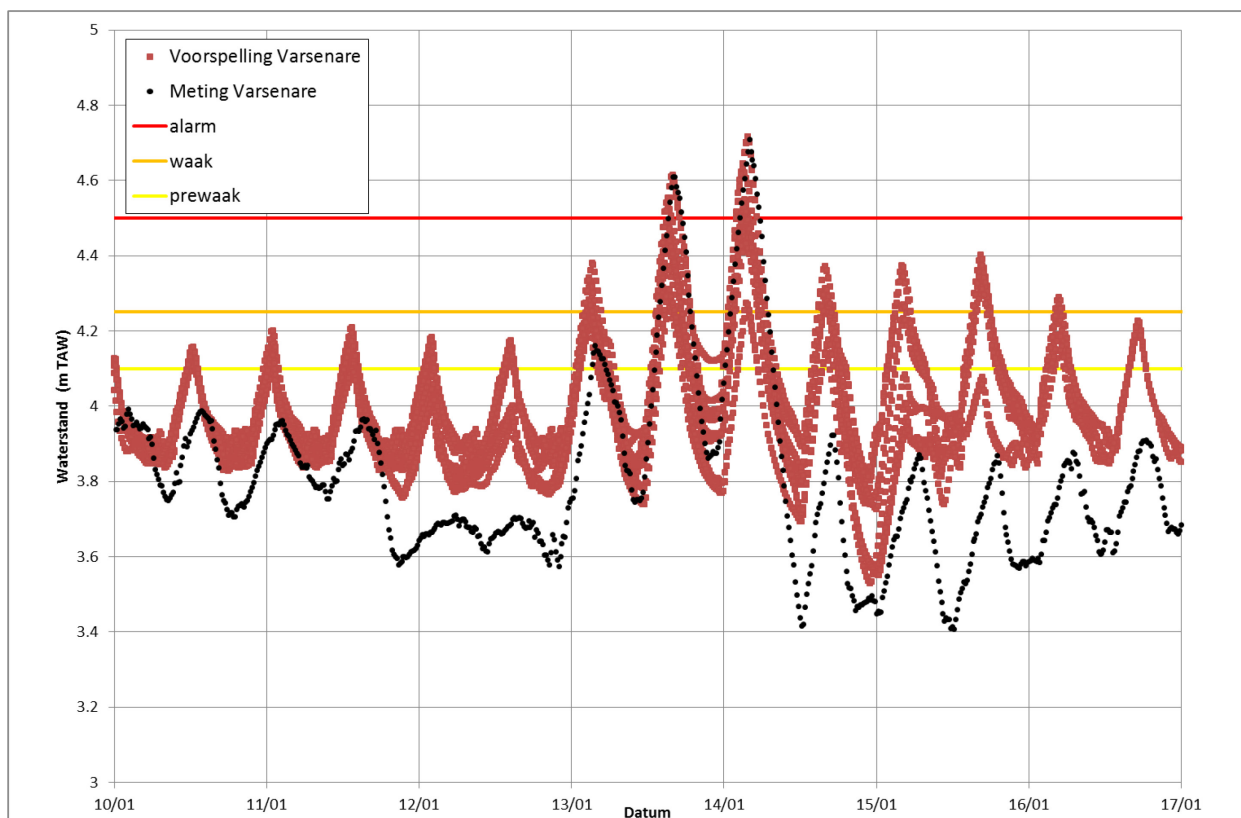


5.2.2 Rond Gent

Hieronder worden voor een aantal locaties de voorspellingen en metingen weergegeven voor de periode 10 januari tot 17 januari 2017. De problematiek die zich hier stelde werd reeds in het Hoofdstuk 4 geschetst. Samengevat zorgde de combinatie van verhoogde bovenafvoeren en verhoogde waterstanden in het gebied (zowel op de Noordzee als in het gebied van de Schelde) voor een verminderde afvoercapaciteit. Deze verminderde afvoercapaciteit vertaalde zich in verhoogde waterstanden op de gevoelige kanalen. In dit hoofdstuk wordt het Kanaal Gent-Oostende en de Ringvaart besproken.

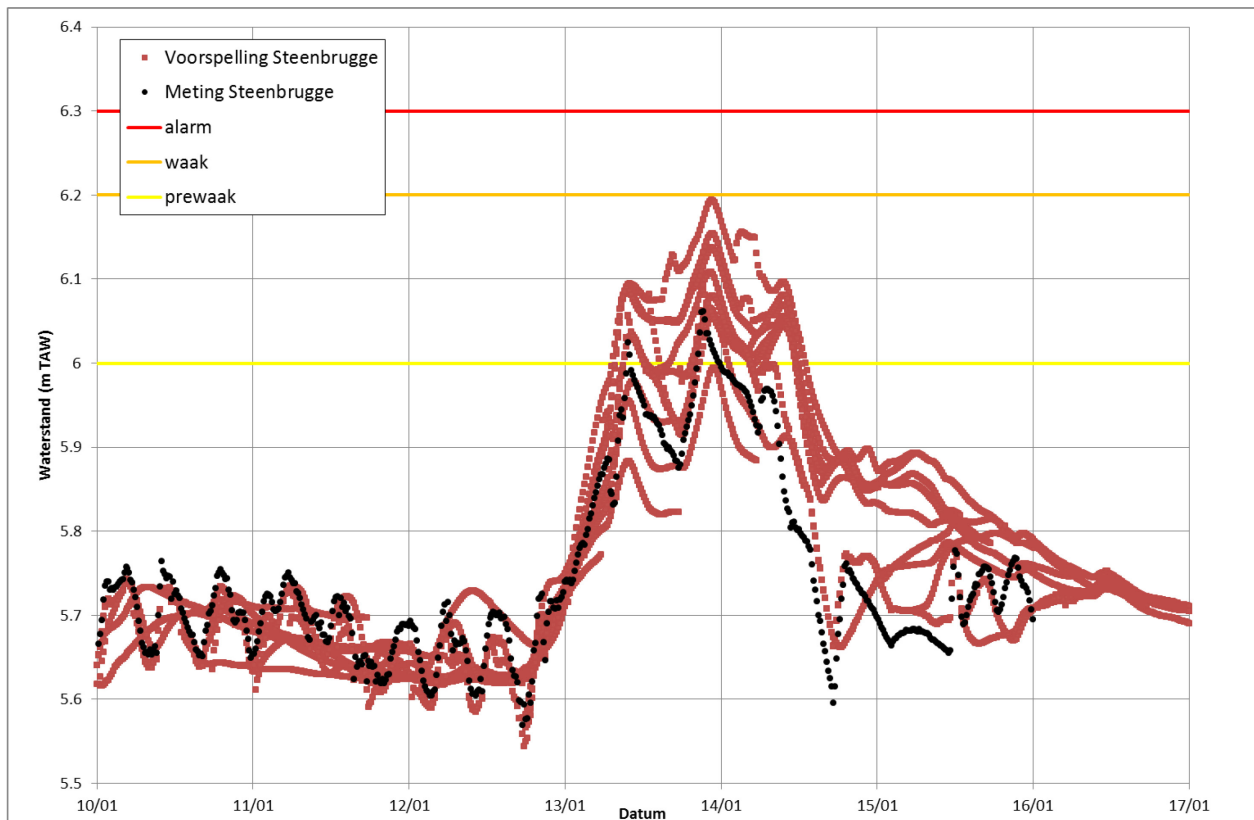
In Figuur 38 worden de voorspelde en gemeten waterstanden op het Kanaal Gent-Oostende te Varsenare weergegeven. Er worden vier voorspellingen per dag gemaakt, waardoor er voor hetzelfde tijdstip meerdere voorspellingen bestaan. In Figuur 38 worden alle voorspellingen samen weergegeven. In de figuur is te zien dat de preventieve verlaging van het kanaal vanaf de avond van 11 januari niet door het model werd meegenomen. Daarnaast is te zien dat de voorspellingen de verhoogde waterstanden op 13 en 14 januari goed weergeven. De lagere waterstanden na het bereiken van de alarmdrempels worden door het model opnieuw overschat. Dit omdat deze tijdelijke afwijking van het normaalpeil niet in het model werd ingevoerd.

Figuur 38 - Voorspelde (rood) en gemeten (zwart) waterstanden op het kanaal Gent-Oostende te Varsenare



In Figuur 39 worden de voorspelde en gemeten waterstanden op het Kanaal Gent-Oostende te Brugge Steenbrugge weergegeven. De voorspellingen gaan gezwind boven de prewaakdrempel. Deze werd in realiteit ook overschreden. De voorspellingen gaan echter nog een stuk hoger dan wat in realiteit werd gemeten. Dit is voor een stuk veroorzaakt door de maatregelen die werden genomen om de situatie in het laatste pand beter te beheersen, waaronder het sluiten van de keersluis te Beernem. In het model was dit niet het geval.

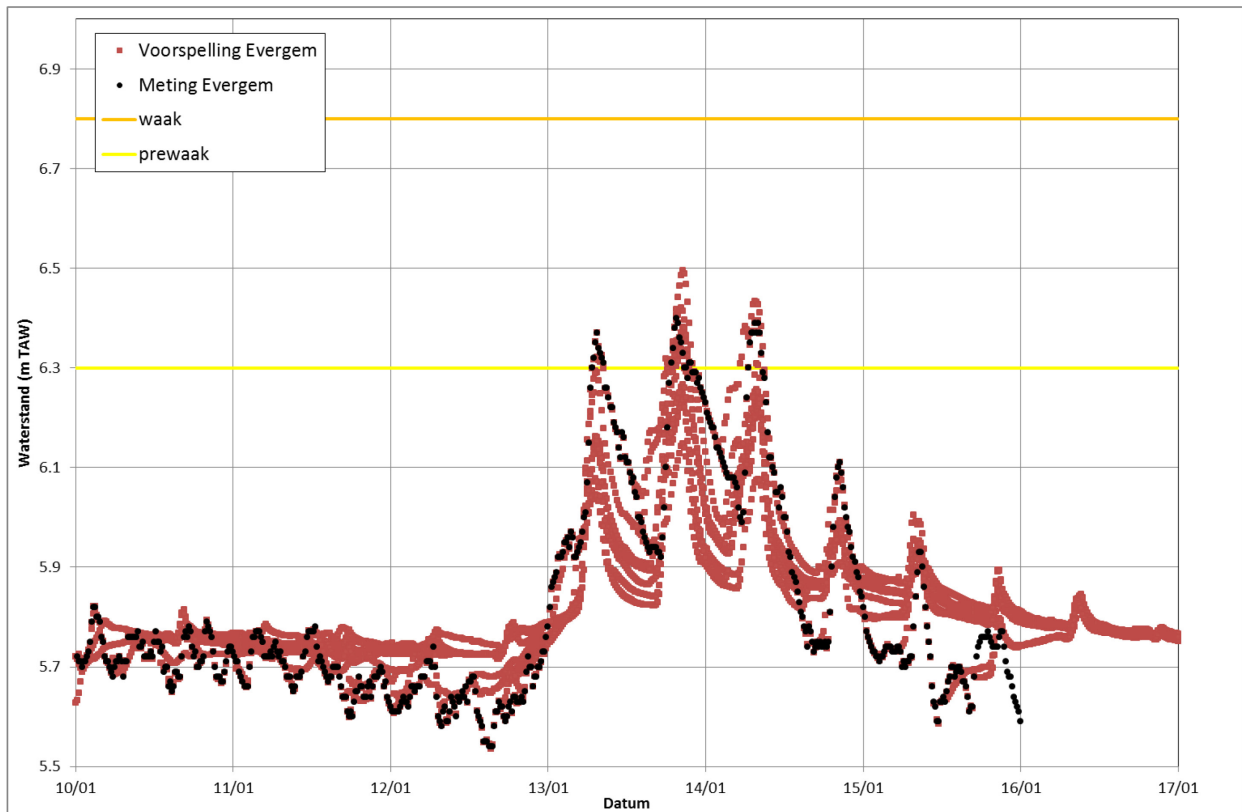
Figuur 39 - Voorspelde (rood) en gemeten (zwart) waterstanden op het kanaal Gent-Oostende te Brugge Steenbrugge



Tot slot worden ook de voorspelde en gemeten waterstanden op de Ringvaart te Evergem weergegeven (Figuur 40). Ook hier werd het peil preventief wat verlaagd en niet opgenomen in de modelvoorspelling. Het verschil is echter niet zo groot. De voorspellingen van de verhoogde waterstanden op 13 en 14 januari komen goed overeen met de metingen.

Conclusie van deze vergelijking is dat het model de gemeten situatie vrij goed weergeeft, dit ondanks het niet inbrengen van enkele preventieve en operationele waterbeheersingsmaatregelen (gebruik keersluis Beernem, preventief verlagen van waterstanden). Dit wordt een aandachtspunt voor toekomstige events.

Figuur 40 - Voorspelde (rood) en gemeten (zwart) waterstanden op de Ringvaart te Evergem (opwaarts)



6 Hindcast tijdgebied

Om te controleren wat de kwaliteit van het 1D model is, werd een hindcastrun uitgevoerd. Dit wil zeggen dat er zoveel mogelijk metingen worden gebruikt waarmee het model opnieuw wordt gedraaid. Concreet werden volgende metingen gebruikt:

- Waterstand Vlissingen (afwaartse rand van het model (bron: RWS))
- Bovenafvoeren (bron: HIC):
 - Ringvaart via meting Melle (daggemiddelde afvoer)
 - Dender Dendermonde
 - Demer Aarschot
 - Grote Nete Geel-Zammel
 - Kleine Nete Grobbendonk
 - Dijle Wilsele-Wijgmaal
- Windsnelheid en –richting te Hansweert (bron: RWS)

Hieronder worden de resultaten weergegeven voor Antwerpen:

Tabel 4 - Meting en hindcastmodelresultaat te Antwerpen op 12 en 13 januari

TIJDSTIP	METING (mTAW)	Model Hindcast (mTAW)	Vershil (cm)
12/01/2017 2:56	6,48	6,62	14
12/01/2017 15:18	6,09	6,21	12
13/01/2017 3:32	6,74	6,75	1
13/01/2017 16:52	6,47	6,48	1

Bij de meting wordt aangeduid of deze hoger was dan de prewaak (geel) of waak/Stormtij (oranje) drempel in Antwerpen. Bij het verschil tussen meting en gehindcaste waarde wordt aangegeven of deze kleiner (groen) of groter (oranje) dan 10 cm is.

Het is duidelijk dat het hoogste hoogwater (+6,74 m TAW) door het model goed kan gemodelleerd worden. Ook het andere hoogwater op 13 januari kon goed gemodelleerd worden. Voor de hoogwaters van donderdag 12 januari blijkt het model minder goed in staat op de gemeten waterstanden te modelleren. De verschillende windcondities spelen hier zeker een rol. Het toont ook aan dat een model verschillende performantie kan hebben bij nochtans dezelfde gemeten waterstanden. Dit is ongetwijfeld naast de ogenblikkelijke wind ook gelinkt aan morfologie, hoe de waterstanden voordien waren, hoe de wind toeneemt of afneemt of draait (ruimt of krimpt), enz...

7 Referenties

Boeckx, L.; Coen, L.; Deschamps, M.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Stormperiode 28-30 november 2015. Versie 3.0, WL Rapporten, 00_119, Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.

Boeckx, L.; D'Haeseleer, E.; Meire, D.; Nossent, J.; Vanderkimpfen, P.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Model-en data-analyse ten behoeve van betere tij-verwachtingen: Deelrapport 1 – Data-analyse. Versie 2.0. WL Rapporten, 16_016_1, Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.

Coen, L.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Model-en data-analyse ten behoeve van betere tij-verwachtingen: Deelrapport 2 – GOG-werking langs de Zeeschelde. Versie 7.0. WL Rapporten, 16_016_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Watermanagementcentrum Nederland (2017). Stormvloedflits 2017-02 van 11 en 12 januari 2017. Rijkswaterstaat: [s.l.]. 3 pp

Watermanagementcentrum Nederland (2017). Stormvloedflits 2017-03 van 13 en 14 januari 2017. Rijkswaterstaat: [s.l.]. 5 pp

https://waterberichtgeving.rws.nl/nl/water-en-weer_verwachtingen-water_kust_noordzee.htm
(figuren van 08/01/2017 en 10/01/2017)

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