



Vlaanderen
is wetenschap

00_119_11
WL rapporten

Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016

Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind
in het getijgebied... geeft werk

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be



Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016

Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind in het getijgebied... geeft werk

Boeckx, L.; Coen, L.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Maart 2016

WL2016R00_119_11

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Boeckx, L.; Coen, L.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016: Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind in het getijgebied... geeft werk. Versie 3.0. WL Rapporten, 00_119. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.



DEPARTEMENT **MOBILITEIT EN 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

mow.vlaanderen.be

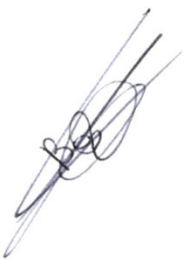





waterbouwkundiglaboratorium.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welk andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Documentidentificatie

Titel:	Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016: Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind in het getijgebied... geeft werk		
Opdrachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2016R00_119_11
Keywords (3-5):	Stormtij, bovenafvoeren, permanentiewerking, drempeloverschrijdingen		
Tekst (p.):	25	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input type="checkbox"/> Ja	Uitzondering:	<input type="checkbox"/> Opdrachtgever
			<input type="checkbox"/> Intern
			<input type="checkbox"/> Vlaamse overheid
	Vrijgegeven vanaf: /		
	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Goedkeuring

Auteur	Revisor	Projectleider	Coördinator Studie & Advies	Afdelingshoofd
Boeckx, L.	Coen, L.	Boeckx, L.	Verwaest, T.	Mostaert, F.
			 Verantwoordelijke (Steunpunt) HIC Deschamps, M.	
				

Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur(s)
1.0	22/03/2016	Conceptversie	Boeckx, L.
2.0	22/03/2016	Inhoudelijke revisie	Coen, L.
3.0	30/03/2016	Definitieve versie	Boeckx, L.

Abstract

De eerste twee maanden van 2016 waren abnormaal nat. Ook in de eerste helft van maart 2016 viel nog veel neerslag. De waterwegen raakten langzaam verzadigd en reageerden fel op een tiental neerslagevents met drempeloverschrijdingen tot gevolg. In het tijgebied van de Schelde traden in dezelfde periode een aantal zeer hoge tijen op, gevolgd door een periode met zeer lage tijen.

De gebeurtenissen langs de bevaarbare waterlopen waren niet uitzonderlijk, maar eerder een typisch winterfenomeen, waarbij voor de traag reagerende waterlopen na verloop van tijd de verzadigde bodem een duidelijke rol speelt.

In de periode 9-11 februari 2016 waren de afvoeren het hoogst. De retourperiodes waren niet extreem- ongeveer 2 jaar. In die periode werd ook de stormtijprocedure voor het Zeescheldebekken afgekondigd.

De hele periode was er een verhoogde waakzaamheid bij de permanentie van het Hydrologisch InformatieCentrum. Een constante opvolging van neerslag- en windverwachtingen en de gemeten peilen en afvoeren resulteerde in 67 actieve berichten voor de beheerders van de bevaarbare waterlopen.

Er kwamen in de periode die in dit rapport beschouwd wordt, 1/1/2016-15/3/2016, geen kritieke overstromingen voor langs de bevaarbare waterlopen.

De uitzonderlijkheid van het eerste trimester van 2016 zit niet zozeer in het optreden van extreem hoge afvoeren (niet-tijgebonden waterwegen) of peilen (tijgebied van de Schelde). Het feit dat de events elkaar zeer kort opvolgden en periodes van hoge bovenafvoeren werden doorkruist door stormtijden, maakt dat 2016 voor de permanentiewerking van het HIC een boeiende jaarstart kende.

We gingen van neerslag (Hoofdstuk 1)...naar afvoer (Hoofdstuk 2)....bij een stevige wind in het tijgebied (Hoofdstuk 3)....en dat gaf werk voor de permanentie van het HIC (Hoofdstuk 4).

INHOUDSTAFEL

Inhoudstafel.....	I
Lijst van de tabellen.....	II
lijst van de figuren	III
1 Van neerslag.....	1
2 ...naar afvoer.....	4
2.1 Overzicht afvoeren	4
2.2 Ijzer	5
2.3 Leie en Boven-Schelde.....	6
2.4 Dender	8
2.5 Zenne	10
2.6 Demer	11
2.7 Netes.....	12
3bij een stevige wind in het tijgebied....	14
3.1 Storm 15 januari 2016	14
3.2 Stormperiode 9-11 februari 2016.....	14
3.2.1 Waterstanden	14
3.2.2 Wind	16
3.2.3 Bovenafvoeren naar het tijgebied	18
3.2.4 GOG-werking in het Zeescheldebekken	19
3.3 Lage laagwaters	21
4 ...geeft werk voor de Permanentie van het HIC.	23
5 Referenties	25

LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel 1: Neerslagtotalen Ukkel en karakterisering voor hydrologische winter 2015-2016 (Bron:KMI).....	1
Tabel 2: Geselecteerde meetlocaties en pluviografen per hydrologisch stelsel. Cumulatieve neerslagen 1/1/2016 tot en met 15/3/2016.....	2
Tabel 3: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de IJzer te Haringe voor 1/1/2016-15/3/2016	5
Tabel 4: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Leie te Menen voor 1/1/2016-15/3/2016	7
Tabel 5: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Boven-Schelde te Menen voor 1/1/2016-15/3/2016	7
Tabel 6: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Dender te Overboelare voor 1/1/2016-15/3/2016	8
Tabel 7: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Zenne te Epegem voor 1/1/2016-15/3/2016	10
Tabel 8: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Demer te Aarschot voor 1/1/2016-15/3/2016	11
Tabel 9: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Kleine Nete te Grobbendonk voor 1/1/2016-15/3/2016.....	13
Tabel 10: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Grote Nete te Geel-Zammel voor 1/1/2016-15/3/2016	13
Tabel 11: Hoogwaters in Antwerpen (en Vlissingen) tijdens de stormperiode 9-11 februari 2016	15
Tabel 12: De lagedrukkern boven Scandinavië was op 10 februari al aan het opvullen en had 975 hPa in de kern op 9/2/16 en 980 hPa in de kern op 10/2/16 (Bron weerkaarten: KNMI)	17
Tabel 13: Overzicht van de GOG's die (beperkt) gewerkt hebben tijdens de storm van 9-11 februari met de hoogste (ongevalideerde) gemeten waterstand aan de gelinkte tijpost	19
Tabel 14: Gemeten laagwaterstanden (lager dan -0.75 mTAW) in Antwerpen tijdens de periode 9-11 maart 2016.....	21
Tabel 15: Overzicht van lage laagwaters in Antwerpen 2001-2010 (Vanlierde et al., 2016)	22
Tabel 16: Overzicht actief verstuurd hoogwaterberichten vanuit het HIC in de eerste drie maanden van 2016 (VW = voorwaarschuwing)	24

LIJST VAN DE FIGUREN

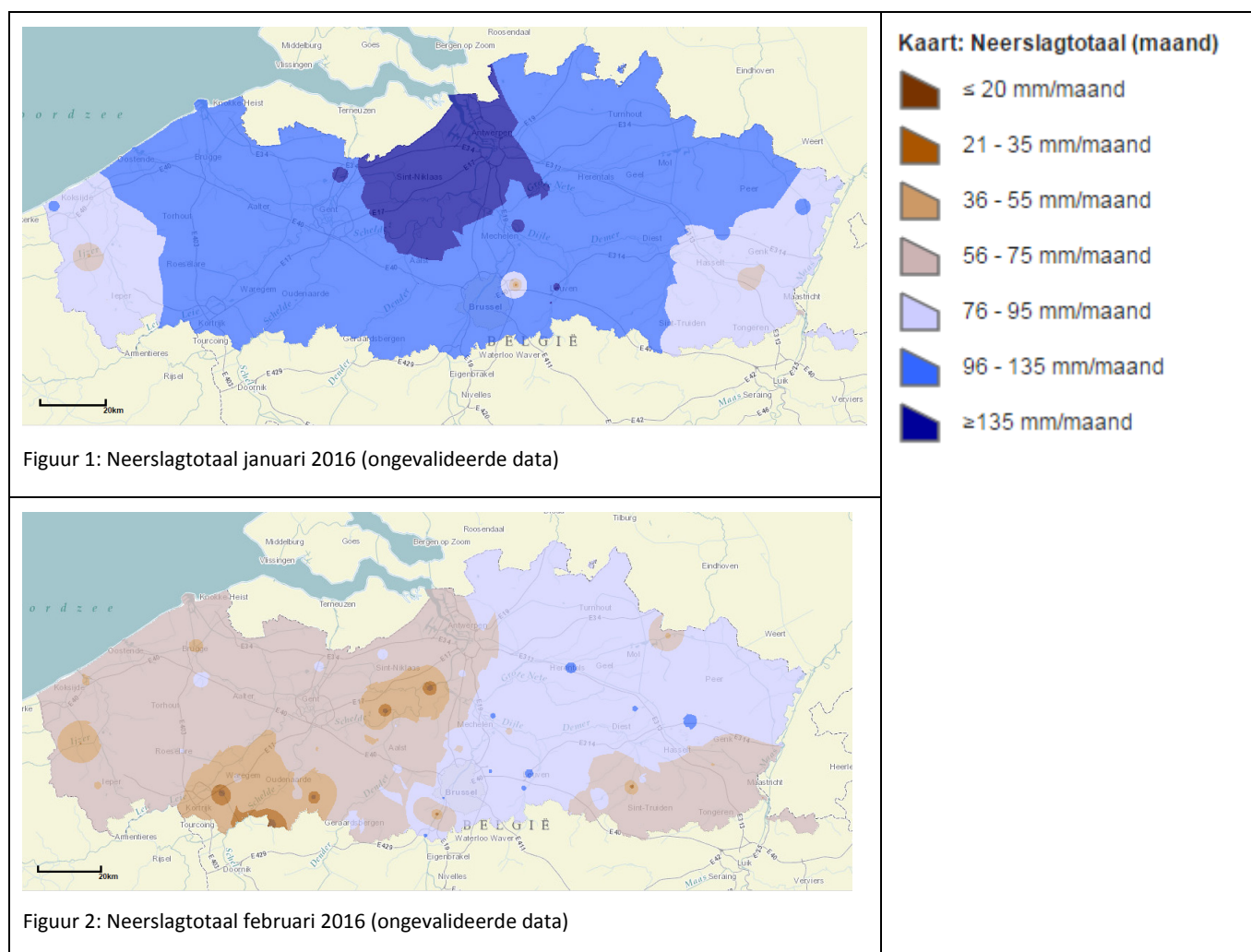
Figuur 1: Neerslagtotaal januari 2016 (ongevalideerde data)	1
Figuur 2: Neerslagtotaal februari 2016 (ongevalideerde data).....	1
Figuur 3: Gecumuleerde neerslagen in Vlaanderen voor 1/1/2016-15/3/2016 met aanduiding van de 10 belangrijkste neerslagevents.....	3
Figuur 4: Afvoeren in alle hydrologische systemen in Vlaanderen reageren duidelijk op elk neerslagevent tijdens de eerste maanden van 2016	4
Figuur 5: Afvoer op de IJzer te Haringe en neerslag te Lo-Fintele voor 1/1/2016-15/3/2016.....	5
Figuur 6: Afvoer op de Leie te Menen/Boven-Schelde te Helkijn en neerslag te Zwevegem/Ronse voor 1/1/2016-15/3/2016	6
Figuur 7: Afvoer op de Dender te Overboelare en neerslag te Denderleeuw voor 1/1/2016-15/3/2016	8
Figuur 8: De toename van het debiet op de Dender te Overboelare per gevallen millimeter neerslag, werd groter doorheen de eerste drie maanden van 2016.....	9
Figuur 9: Afvoer op de Zenne te Epepegem en neerslag te Lot voor 1/1/2016-15/3/2016	10
Figuur 10: Afvoer op de Demer te Aarschot en neerslag te Aarschot voor 1/1/2016-15/3/2016.....	11
Figuur 11: Afvoer op de Grote Nete/Geel-Zammel en Kleine Nete/Grobbendonk en neerslag te Retie voor 1/1/2016-15/3/2016	12
Figuur 12: Hoogwaters in Antwerpen tijdens de stormperiode 9-11 februari 2016	15
Figuur 13: Windmetingen Hansweert tijdens de stormperiode 9-11 februari 2016	16
Figuur 14: Op 10 februari 2016 was er stormtij afgekondigd in het Zeescheldebekken en waren de afvoeren naar het tijgebied hoog	18
Figuur 15: Overzicht van de operationele GOG's in het tijgebied van de Schelde (situatie december 2015).....	20
Figuur 16: Laagwaters in Antwerpen tijdens de periode 9-11 maart 2016	21
Figuur 17: Grafische weergave van de waarschuwingen vanuit het HIC voor zowel hoge bovenafvoeren als gebeurtenissen in het tijgebied tijdens de eerste drie maanden van 2016.....	23

1 VAN NEERSLAG.....

De meteorologische winter van 2016 (december 2015-februari 2016) was abnormaal nat. Een neerslagtotaal van 301,3 mm in Ukkel wordt door het KMI zo geklasseerd ten opzichte van de normaal (220,5 mm). De grootste neerslaghoeveelheden vielen in januari en februari. Die maanden waren beiden abnormaal nat in Ukkel.

Tabel 1: Neerslagtotalen Ukkel en karakterisering voor hydrologische winter 2015-2016 (Bron:KMI)

	Neerslagtotaal	Normaal	Karakterisering
Oktober 2015	40,9	74,5	Abnormaal weinig
November 2015	103,7	76,4	Abnormaal veel
December 2015	54,0	81,0	Normaal
Januari 2016	134,6	76,1	Abnormaal veel
Februari 2016	112,7	63,1	Abnormaal veel
Maart 2016	70,0 (tem 15 maart)	70,0	(nog niet bepaald)



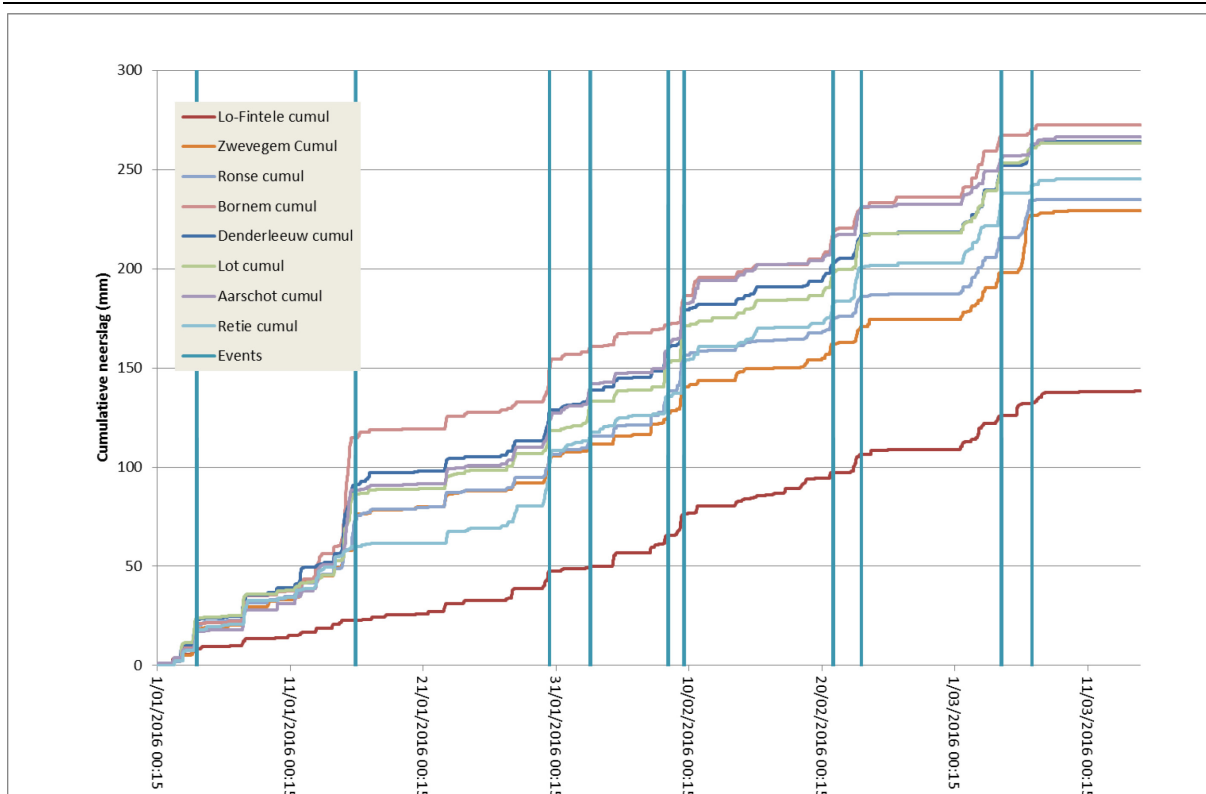
Geografisch viel in januari het meeste neerslag in het centrum van het land. Vooral de (ruime) driehoek Antwerpen-Gent-Mechelen kreeg veel neerslag te verwerken, in de periode 14-15 januari 2016 (Nossent et al., 2016). In februari waren de neerslaghoeveelheden het grootst in het oosten.

In dit rapport wordt voor de belangrijkste waterwegsystemen in Vlaanderen een selectie gemaakt van de belangrijkste opwaartse meetlocaties en een bijhorende pluviograaf. Deze worden in Tabel 2 gerangschikt van west naar oost, waardoor het duidelijk is dat in het centrum het meeste neerslag viel. Dit beeld komt overeen met de kaartbeelden uit bovenstaande figuur.

Tabel 2: Geselecteerde meetlocaties en pluviografen per hydrologisch stelsel. Cumulatieve neerslagen 1/1/2016 tot en met 15/3/2016.

Hydrologisch stelsel	Meetlocatie Q	Pluviograaf	Cumulatieve neerslag (mm) 1/1/2016 tot 15/3/2016
Ijzer	Haringe	Lo-Fintele	138,54
Leie, Boven-Schelde en afwaterende kanalen	Menen	Zwevegem	229,14
Leie, Boven-Schelde en afwaterende kanalen	Helkijn	Ronse	235,04
Moervaart/Durme		Bornem	272,58
Dender	Overboelare	Denderleeuw	264,07
Zenne	Epegem	Lot	263,38
Demer	Aarschot	Aarschot	266,5
Kleine Nete	Grobbendonk	Retie	245,1
Grote Nete	Geel-Zammel	Retie	245,1

Uit de grafiek met de geselecteerde pluviografen (Figuur 3) is het duidelijk dat tijdens de in dit rapport beschouwde periode (1/1/2016-15/3/2016) op nagenoeg alle locaties een 10-tal aanzienlijke neerslagevents werden geregistreerd. Een uitzondering hierop is Lo-Fintele, helemaal in het westen.



Figuur 3: Gecumuleerde neerslagen in Vlaanderen voor 1/1/2016-15/3/2016 met aanduiding van de 10 belangrijkste neerslagevents.

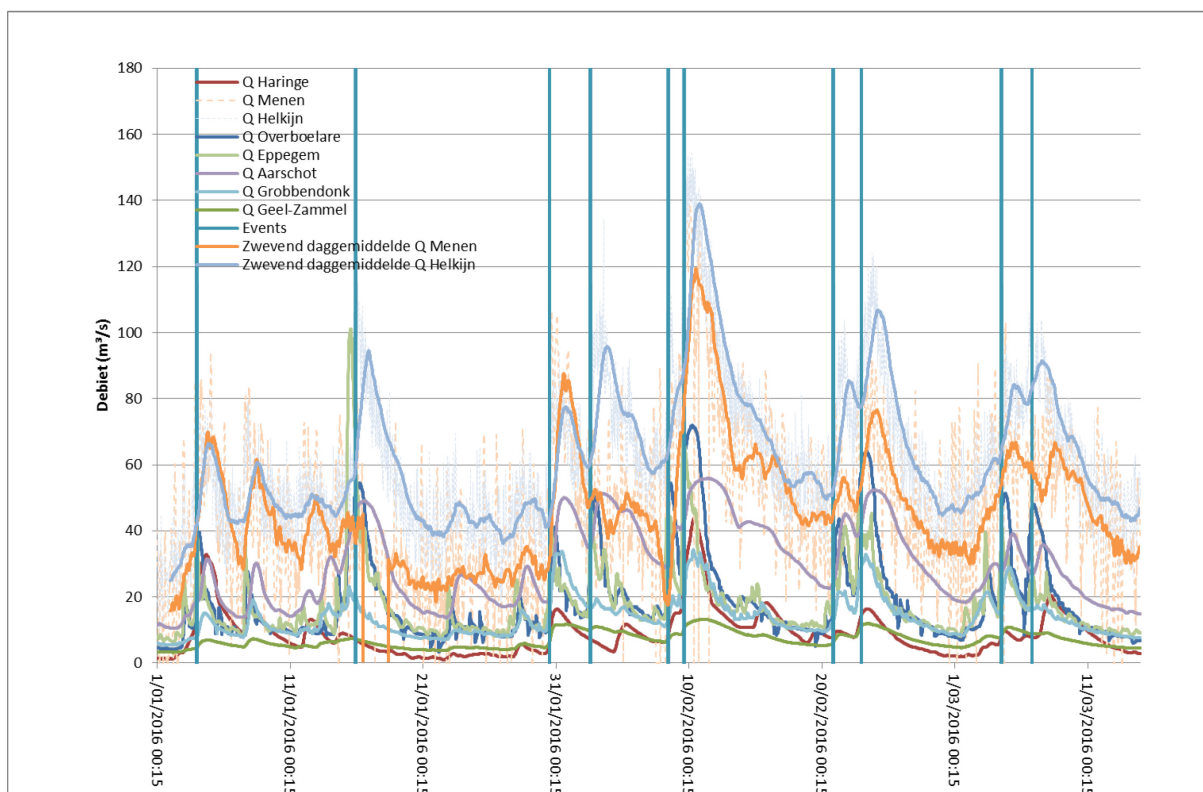
Het eerste (3-4 januari) en -in belangrijkere mate- het tweede event (14-15 januari 2016) kunnen beschouwd worden als de aanzet op korte termijn voor een verzadigde bodem. De pluviograaf in Bornem registreerde bijna 60 mm neerslag in 24 uur. Tijdens het neerslagevent van 14-15 januari woedde trouwens gelijktijdig een storm in het tijgebied van de Schelde. Een uitgebreide bespreking van die gebeurtenissen werd gemaakt door Nossent et al. (Nossent et al, 2016).

2 ...NAAR AFVOER....

2.1 Overzicht afvoeren

Vanaf eind januari reageerden de waterwegen in het centrum en het oosten betekenisvol op, zelfs eerder kleine, neerslaghoeveelheden tijdens de neerslagevents die hoger werden aangegeven. In de grote systemen in het centrum en het oosten werden verschillende keren hoge afvoeren bereikt. De weerhouden stations uit Tabel 2 geven een goede indicatie voor de afvoeren langs de belangrijkste waterwegen. Deze worden weergegeven in Figuur 4. De trends zijn overal quasi gelijk.

De verschillende neerslagevents gaven op de trager reagerende waterlopen zelfs aanleiding tot niet-onafhankelijke afvoerevents, waardoor een groot deel van de beschouwde periode (1/1/2016-15/3/2016) als één periode van hoge afvoeren kan beschouwd worden. Voor alle beschouwde meetstations, behalve de Zenne in Epepegem, zijn de hoogste afvoerpieken bereikt na het zesde neerslagevent (9-10 februari 2016). De retourperiodes waren nergens extreem (ongeveer 2 jaar-zie verder bij bespreking per gebied).

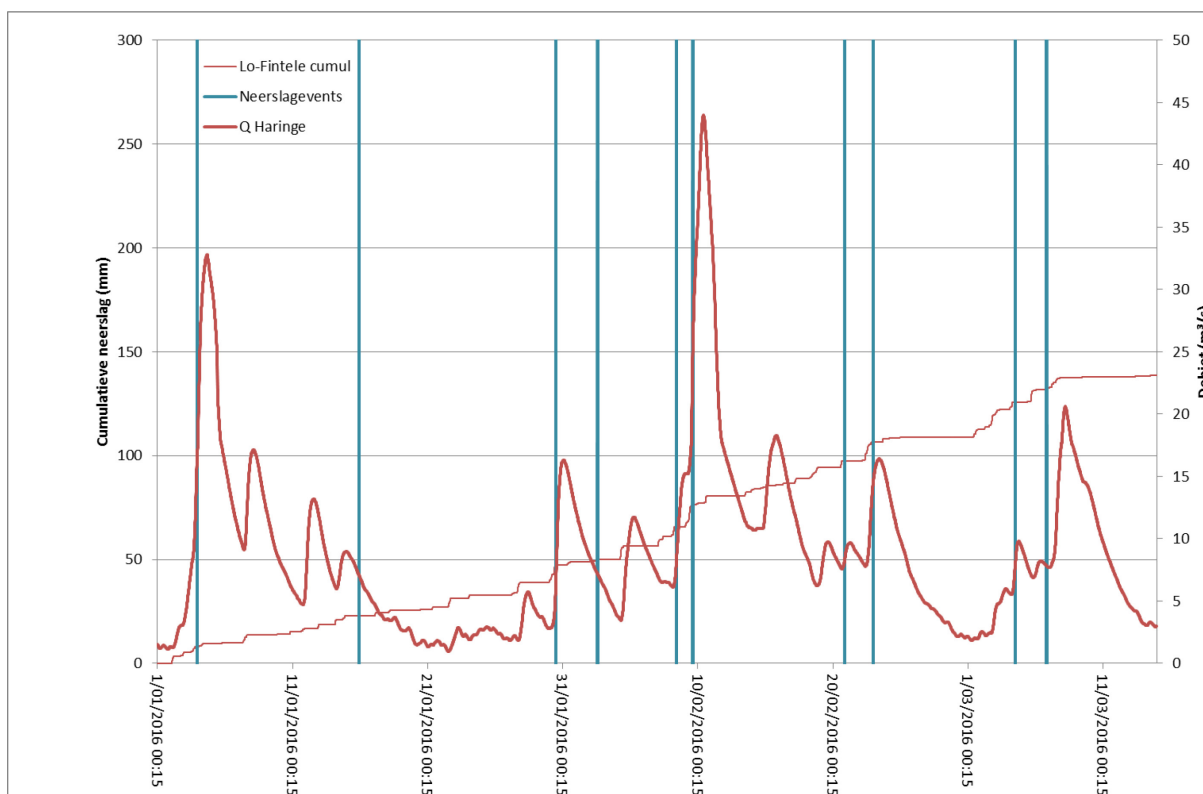


Figuur 4: Afvoeren in alle hydrologische systemen in Vlaanderen reageren duidelijk op elk neerslagevent tijdens de eerste maanden van 2016

De verschillende locaties worden in de volgende paragrafen meer in detail besproken. Voor de afvoeren volgend op elke van de hoger geselecteerde neerslagevents worden de retourperiodes aangegeven op basis van het uurlijks gemiddelde debiet (Analyses uit Bogman et al, 2014).

2.2 IJzer

Voor het hydrologisch systeem van de IJzer werd de debietsmeetpost te Haringe weerhouden. Zoals te verwachten op basis van de gevallen neerslag in dit westelijke bekken (pluviograaf Lo-Fintele), kwamen hier geen extreme afvoerevents voor in de eerste maanden van 2016. Het event van 9-10 februari (event nummer 6) benaderde een afvoer met een terugkeerperiode van 1 jaar.



Figuur 5: Afvoer op de IJzer te Haringe en neerslag te Lo-Fintele voor 1/1/2016-15/3/2016

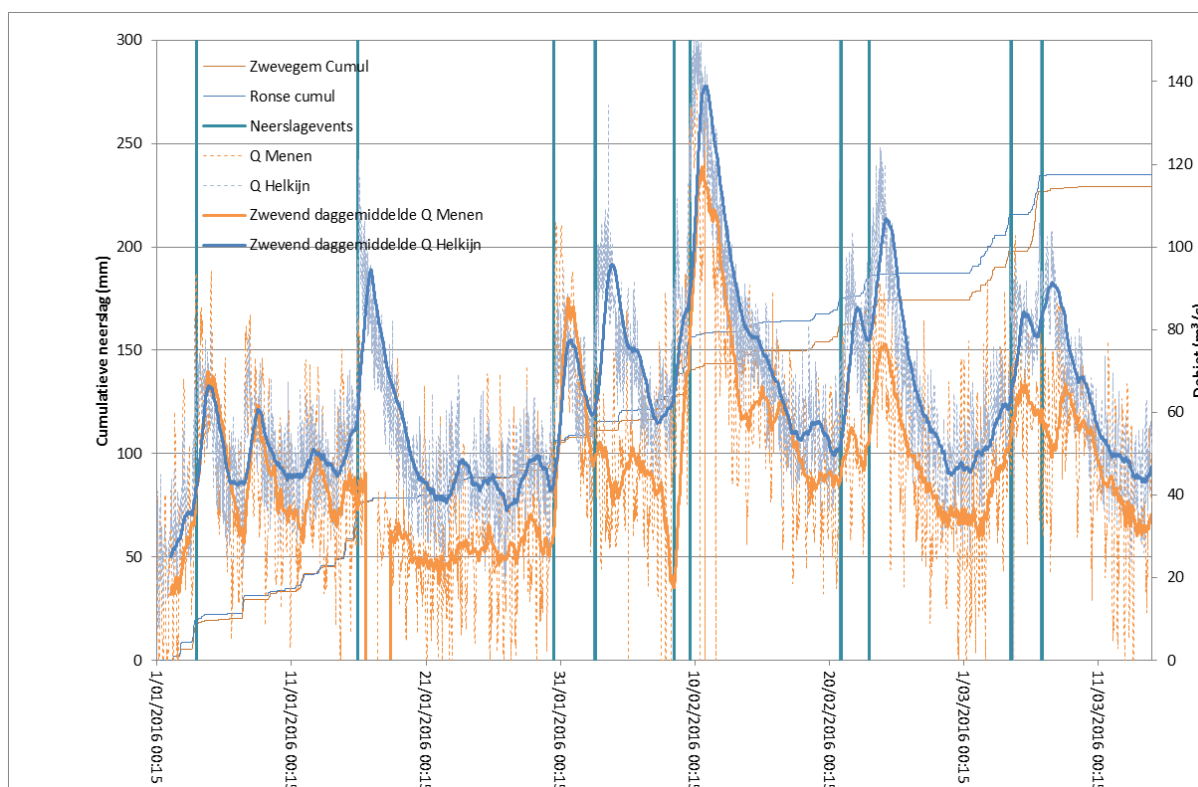
Tabel 3: Piekfvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de IJzer te Haringe voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekfvoer Haringe			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	16:00	32,8	<1
2	15/01/2016	0:00	9,0	<1
3	31/01/2016	2:00	16,3	<1
4	/			
5	10/02/2016	11:00	44,0	~1
6				
7	/			
8	23/02/2016	11:00	16,4	<1
9	4/03/2016	19:00	9,8	<1
10	8/03/2016	5:00	20,6	<1

2.3 Leie en Boven-Schelde

Voor het hydrologisch systeem van Leie en Boven-Schelde werden respectievelijk de debietsmeetposten te Menen en Helkijn weerhouden. Omdat voor beide waterwegen de kwartierlijkse fluctuaties aanzienlijk zijn als gevolg van stuwwerking, werd ook het zwevend daggemiddelde aan de grafiek toegevoegd. De pluviografen te Zwevegem (Leie) en Ronse (Boven-Schelde) geven al een eerste indicatie dat de piekafvoeren op de Leie minder extreem waren dan deze op de Boven-Schelde. Het vierde neerslagevent (3 februari) ging aan de Leie voorbij en voor de andere neerslagevents viel er steeds iets minder neerslag boven het meer westelijk gelegen Leiebekken dan in het Boven-Scheldebekken.

Voor zowel Menen als Helkijn heeft het event van 9-10 februari (event nummer 6) de grootste afvoer. De gemeten afvoeren op 10 februari hebben een terugkeerperiode van ongeveer een jaar.



Figuur 6: Afvoer op de Leie te Menen/Boven-Schelde te Helkijn en neerslag te Zwevegem/Ronse voor 1/1/2016-15/3/2016

Tabel 4: Piekfvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Leie te Menen voor 1/1/2016-15/3/2016

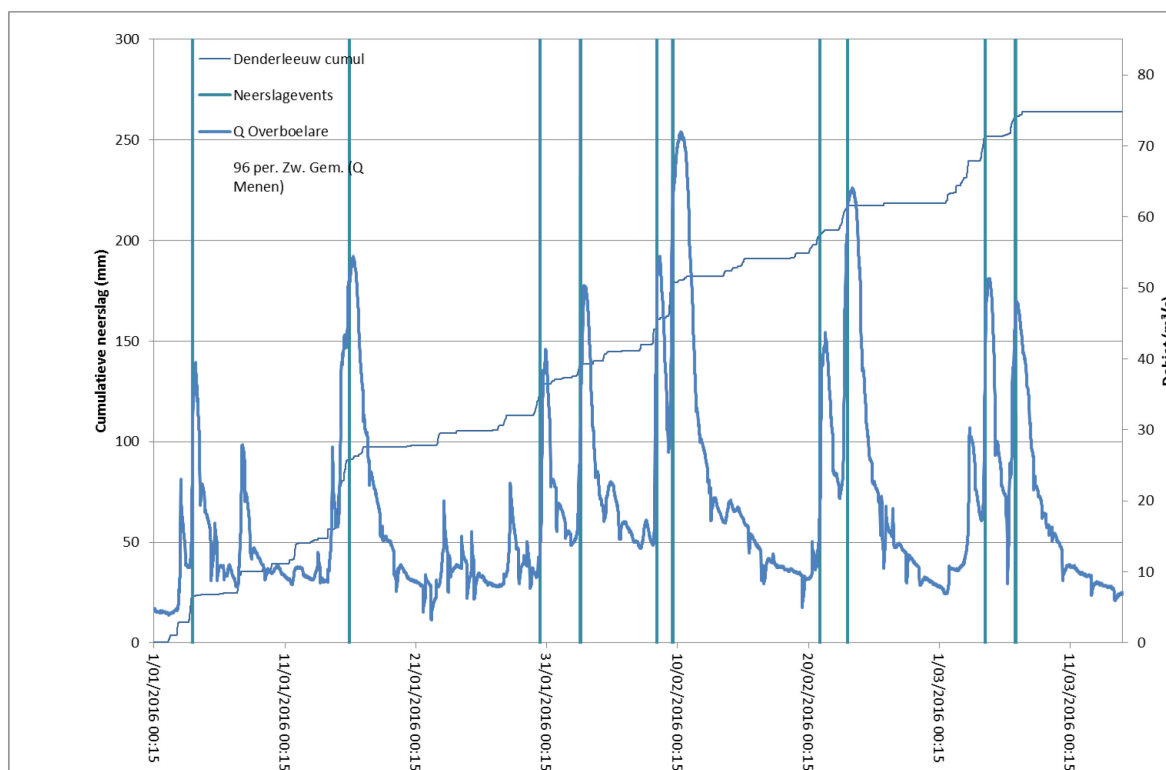
Neerslagevent	Piekafvoer Menen			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	3/01/2016	23:00	93,51	<1
2	Missing data			
3	30/01/2016	17:00	105,17	<1
4	/			
5	10/02/2016	2:00	137,7	~1
6				
7	21/02/2016	1:00	76,24	<1
8	23/02/2016	19:00	90,7	<1
9	4/03/2016	20:00	99,48	<1
10	8/03/2016	5:00	86,83	<1

Tabel 5: Piekfvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Boven-Schelde te Menen voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekafvoer Helkijn			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	4:00:00	72,9	<1
2	16/01/2016	1:00:00	114,0	<1
3	30/01/2016	21:00:00	84,1	<1
4	3/02/2016	14:00:00	107,0	<1
5	8/02/2016	16:00:00	102,0	<1
6	10/02/2016	3:00:00	148,0	~1
7	21/02/2016	18:00:00	97,2	<1
8	23/02/2016	22:00:00	119,0	<1
9	4/03/2016	18:00:00	92,0	<1
10	6/03/2016	15:00:00	102,0	<1

2.4 Dender

Voor de debieten op de Dender werd de meetpost te Overboelare in detail bekeken. De Dender reageerde in de eerste drie maanden van 2016 fel op de neerslag. De hoogste afvoer werd, net zoals voor de al hoger besproken stations, geregistreerd als gevolg van het neerslagevent van 9-10 februari (event nummer 6). De terugkeerperiode van het toen gemeten piekdebiet is ongeveer 2 jaar.



Figuur 7: Afvoer op de Dender te Overboelare en neerslag te Denderleeuw voor 1/1/2016-15/3/2016

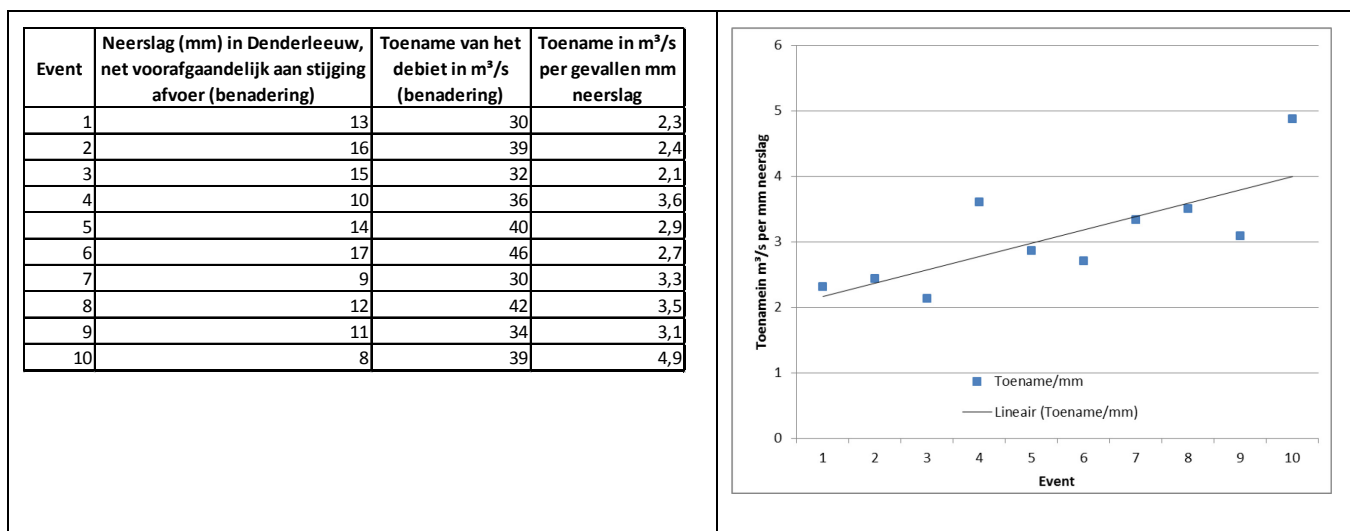
Tabel 6: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Dender te Overboelare voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekafvoer Overboelare			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	5:00	39,1	<1
2	16/01/2016	6:00	54,4	~1
3	30/01/2016	23:00	41,2	<1
4	2/02/2016	21:00	50,3	<1
5	8/02/2016	16:00	54,3	~1
6	10/02/2016	7:00	71,9	~2
7	21/02/2016	8:00	43,1	<1
8	23/02/2016	9:00	63,9	~2
9	4/03/2016	21:00	51,1	<1
10	6/03/2016	23:00	48,0	<1

Met een kleine vingeroefening wordt aangetoond dat de Dender tijdens de eerste drie maanden van 2016 steeds feller reageerde op de neerslag. Naargelang de bodem meer verzadigd werd, stroomde

steeds meer water direct af naar de Dender, wat zorgde voor een steeds snellere toename van de afvoer.

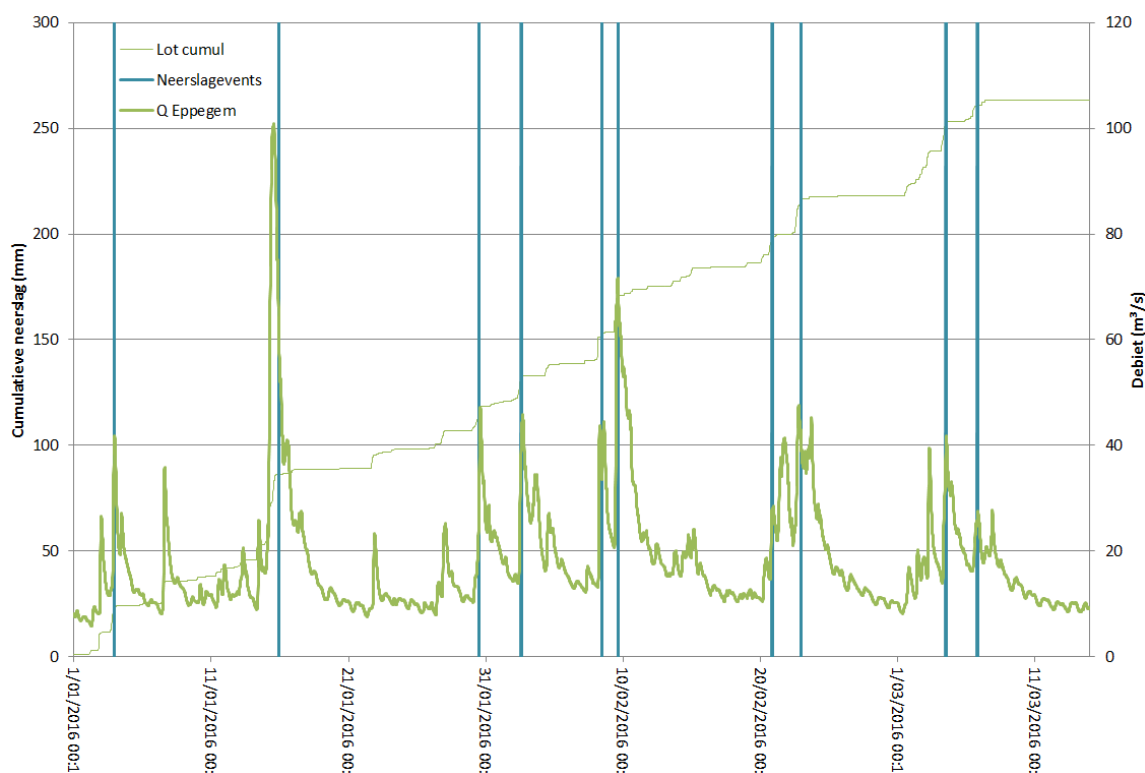
Uit onderstaande Figuur 8 zou kunnen geconcludeerd worden dat voor elke millimeter neerslag het debiet te Overboelare tijdens de eerste neerslagevents met 'slechts' 2 m³/s toenam, waar dit begin maart al met 4 m³/s toenam per gevallen millimeter neerslag. Deze manier van analyseren werd ook tijdens de eerste drie maanden van 2016 met succes toegepast door het permanentieteam van het HIC om uitspraken te doen over het verwachte debiet bij een bepaalde hoeveelheid voorspelde neerslag.



Figuur 8: De toename van het debiet op de Dender te Overboelare per gevallen millimeter neerslag, werd groter doorheen de eerste drie maanden van 2016

2.5 Zenne

De debietsmeter op de Zenne te Epepegem is indicatief voor de afvoeren op de bevaarbare Zenne. De hoogste afvoer werd hier gemeten tijdens het event van 14-15 januari (event nummer 2). De neerslag die toen viel in het afwaartse Dijle- en Zennebekken, en de regio die uitmondt in de Zeeschelde, had een terugkeerperiode van om en bij de 20 jaar (Nossent et al., 2016). Het hoeft dan ook niet verbazen dat voor Epepegem de afvoer volgend op het tweede neerslagevent de grootste retourperiode had (ongeveer 2 jaar).



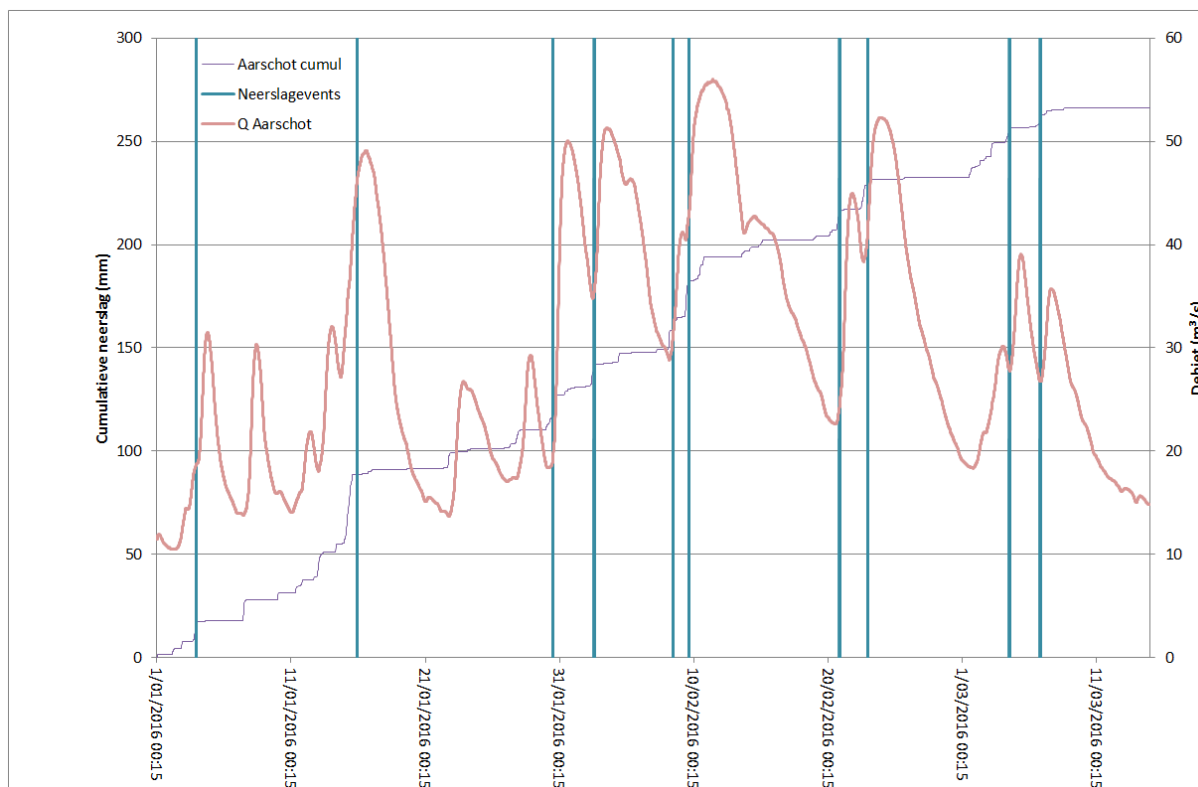
Figuur 9: Afvoer op de Zenne te Epepegem en neerslag te Lot voor 1/1/2016-15/3/2016

Tabel 7: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Zenne te Epepegem voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekafvoer Epepegem			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	0:00	41,4	<1
2	15/01/2016	14:00	100,5	~2
3	30/01/2016	15:00	46,7	<1
4	2/02/2016	17:00	45,6	<1
5	8/02/2016	15:00	43,6	<1
6	9/02/2016	15:00	71,1	<1
7	21/02/2016	19:00	41,1	<1
8	22/02/2016	19:00	47,1	<1
9	4/03/2016	14:00	41,3	<1
10	6/03/2016	21:00	26,2	<1

2.6 Demer

De Demer te Aarschot reageert langzamer op neerslag in vergelijking met systemen als de Dender en de Zenne omwille van de bodemeigenschappen van het afstroomgebied. De pieken op de Demer komen dan ook steeds iets verder in de tijd na het neerslagevent. De hoogste piekafvoer, als gevolg van het neerslagevent van 9-10 februari (event nummer 6) werd dan ook pas op 11 februari gemeten. De afvoer van 56 m³/s heeft een terugkeerperiode van ongeveer 2 jaar.



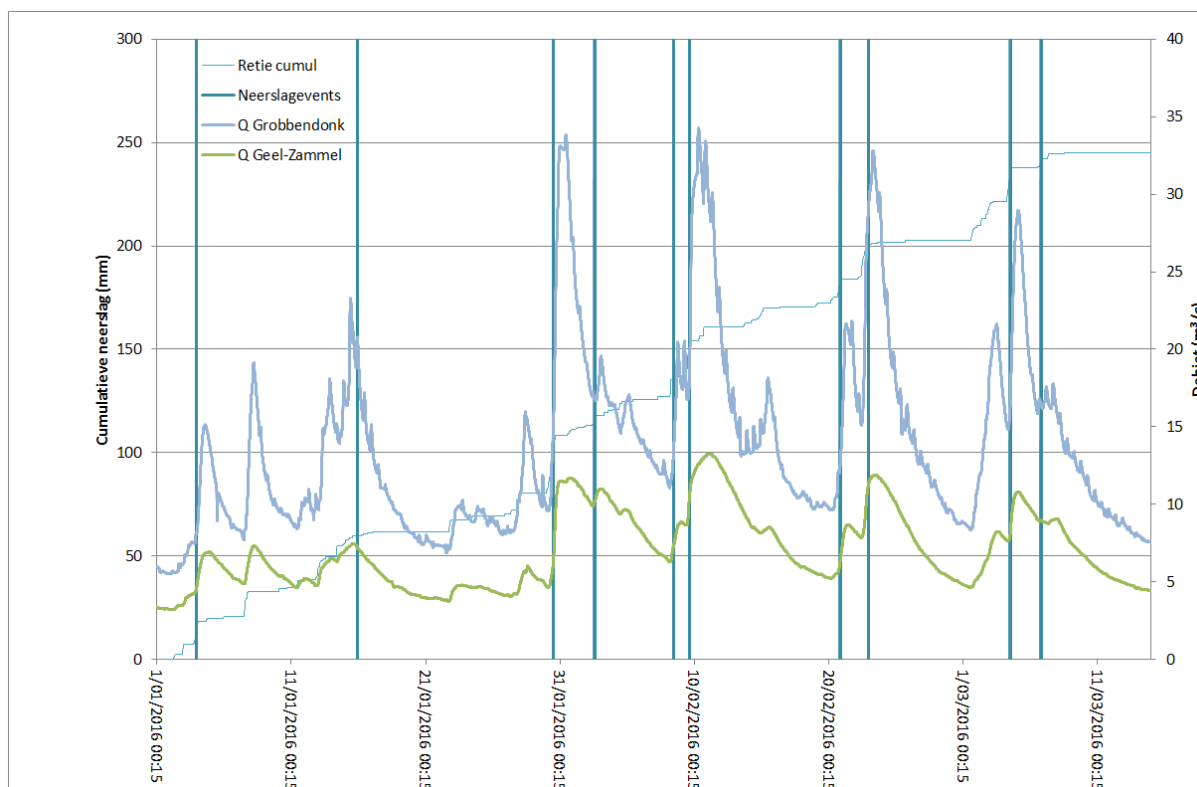
Figuur 10: Afvoer op de Demer te Aarschot en neerslag te Aarschot voor 1/1/2016-15/3/2016

Tabel 8: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Demer te Aarschot voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekafvoer Aarschot			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	19:00	31,5	<1
2	16/01/2016	15:00	49,1	<1
3	31/01/2016	15:00	50,1	<1
4	3/02/2016	14:00	51,2	<1
5	11/02/2016	10:00	56,0	~2
6				
7	21/02/2016	19:00	45,0	<1
8	23/02/2016	22:00	52,3	~1
9	5/03/2016	10:00	39,0	<1
10	7/03/2016	16:00	35,7	<1

2.7 Netes

Door de neerslag die in het oosten van Vlaanderen viel, werden ook op de Kleine en de Grote Nete gedurende een lange periode hoge afvoeren gemeten. Zowel op de Kleine Nete te Grobbendonk als op de Grote Nete te Geel-Zammel werden de hoogste afvoeren gemeten na het neerslagevent van 9-10 februari (neerslagevent nummer 6). Voor de Grote Nete te Geel-Zammel komt de afvoer van 13,2 m³/s overeen met een terugkeerperiode van ongeveer 2 jaar. Op de Kleine Nete te Grobbendonk werden in de eerste drie maanden van 2016 een aantal keer afvoeren gemeten met een retourperiode van ongeveer een jaar. De hoogste piek viel net als op alle andere beschouwde posten (behalve Zenne te Epegem) na het zesde weerhouden neerslagevent in onze regio (9-10 februari 2016).



Figuur 11: Afvoer op de Grote Nete/Geel-Zammel en Kleine Nete/Grobbendonk en neerslag te Retie voor 1/1/2016-15/3/2016

Tabel 9: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Kleine Nete te Grobbendonk voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekafvoer Grobbendonk			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	15:00	15,1	<1
2	15/01/2016	11:00	23,1	<1
3	31/01/2016	11:00	33,8	~1
4	/			
5	/			
6	10/02/2016	8:00	34,2	~1
7	21/02/2016	18:00	21,8	<1
8	23/02/2016	8:00	32,8	~1
9	5/03/2016	3:00	29,0	<1
10	/			

Tabel 10: Piekafvoeren met hun benaderende retourperiode na neerslagevents op de Grote Nete te Geel-Zammel voor 1/1/2016-15/3/2016

Neerslagevent	Piekafvoer Geel-Zammel			
	Datum	Tijdstip	Q (m ³ /s)	Retourperiode (jaar)
1	4/01/2016	23:00	6,9	<1
2	15/01/2016	14:00	7,4	<1
3	31/01/2016	18:00	11,7	<1
4	3/02/2016	1:00	11,0	<1
5	11/02/2016	5:00	13,2	~2
6				
7	21/02/2016	10:00	8,7	<1
8	23/02/2016	11:00	11,9	~1
9	5/03/2016	2:00	10,8	<1
10	8/03/2016	0:00	9,1	<1

3BIJ EEN STEVIGE WIND IN HET TIJGEBIED....

Bovenop het feit dat het eerste trimester van 2016 abnormaal nat was, kwamen in het tijgebied van de Schelde ook twee stormperiodes en een periode met zeer lage laagwaters voor.

3.1 Storm 15 januari 2016

Een eerste stormevent viel min of meer samen met het tweede neerslagevent dat hierboven weerhouden werd. Bij dat neerslagevent viel tussen 14 en 15 januari ongeveer 60 mm neerslag in het gebied dat afwatert naar het tijgebied van de Schelde. Enkele dagen na de springtijperiode van 11 tot 13 januari 2016 trad onder invloed van een noordwesterstorm een stormtij op in het Zeescheldebekken tijdens de ochtend van 15 januari 2016. Er werd een waterstand van 6,72 mTAW in Antwerpen gemeten. Dat event werd reeds in een apart rapport in detail beschreven (Nossent et al, 2016).

3.2 Stormperiode 9-11 februari 2016

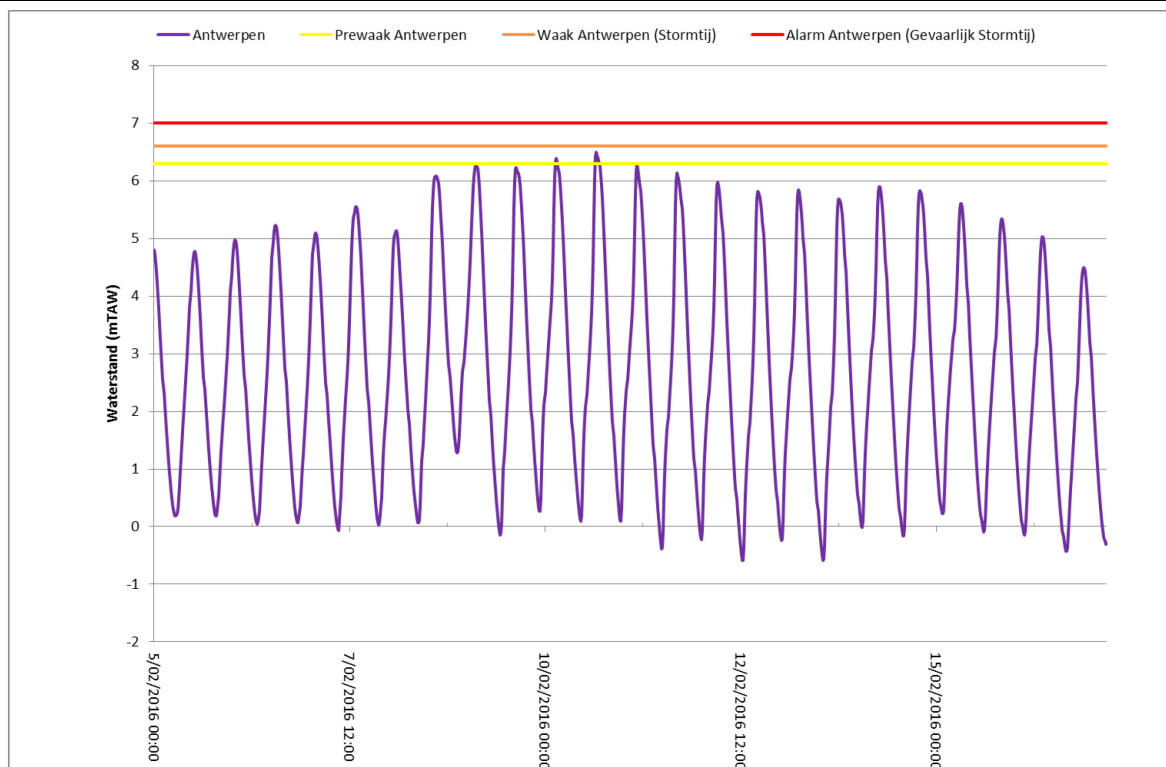
3.2.1 Waterstanden

Tijdens de periode beschouwd in dit rapport (1/1/2016-15/3/2016) waren de tijen tijdens en net na het zesde neerslagevent (9-10 februari) sterk verhoogd door het samenvallen van springtij en stormachtige condities op zee.

Tussen 9 en 11 februari 2016 werd de prewaakdrempel voor Antwerpen (6,30 mTAW) 5 keer overschreden of benaderd. De hoogste waterstand werd gemeten op 10 februari en bedroeg 6,50 mTAW. De verwachtingen voor dat hoogwater lagen tussen 6,50 mTAW en 6,70 mTAW zodat de stormtijprocedure door Afdeling Zeeschelde werd afgekondigd. De poorten langs de kaaien in Antwerpen werden niet gesloten.¹

¹ De poorten langs de kaaien te Antwerpen worden gesloten bij een verwachte waterstand van 6.70 mTAW voor Antwerpen.

Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016:
Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind in het getijgebied... geeft werk



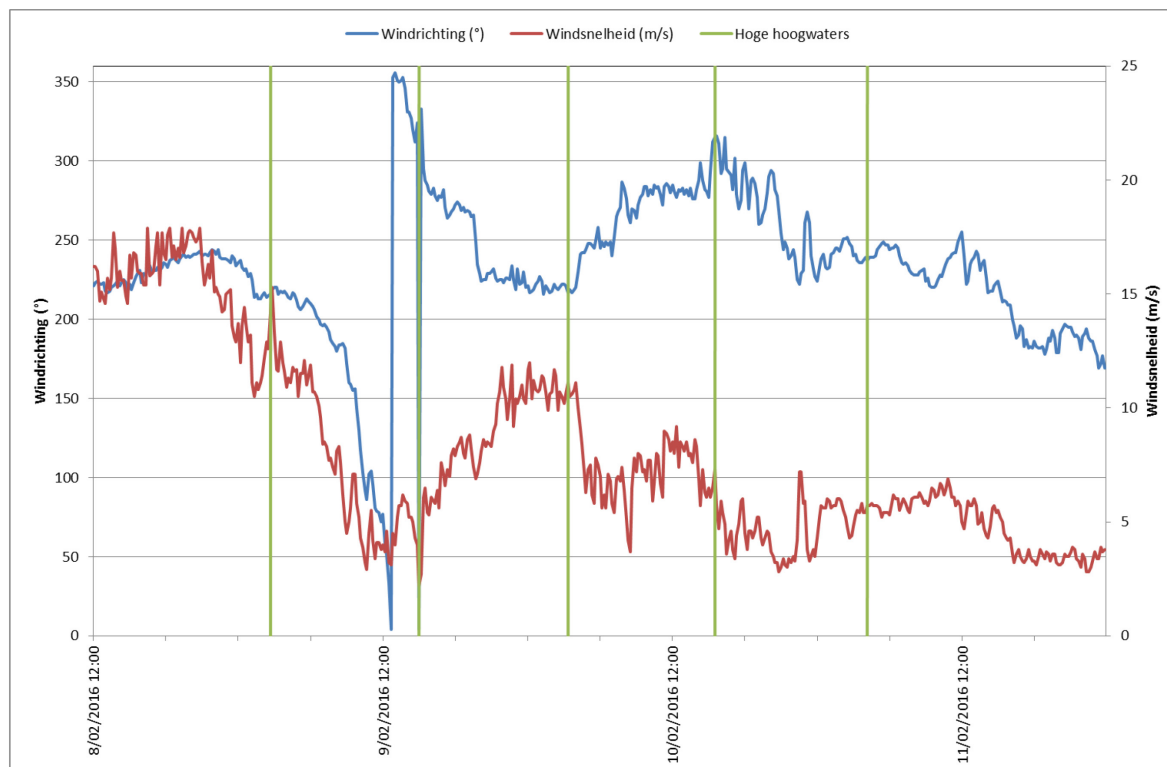
Figuur 12: Hoogwaters in Antwerpen tijdens de stormperiode 9-11 februari 2016

Tabel 11: Hoogwaters in Antwerpen (en Vlissingen) tijdens de stormperiode 9-11 februari 2016

Vlissingen		Antwerpen	
Tijdstip	Gemeten waterstand (mTAW)	Tijdstip	Gemeten waterstand (mTAW)
09/02/2016 02:10	5,35	09/02/2016 03:47	6,27
09/02/2016 14:30	5,22	09/02/2016 16:04	6,23
10/02/2016 02:50	5,39	10/02/2016 04:22	6,40
10/02/2016 15:10	5,46	10/02/2016 16:38	6,50
11/02/2016 3:40	5,25	11/02/2016 5:10	6,28

3.2.2 Wind

De windmetingen in Hansweert tonen aan dat de wind over de Schelde tijdens de 5 hoge hoogwaters hoofdzakelijk uit noordwestelijke richting kwam. De grootste variatie in de wind gebeurde reeds in de namiddag van 9 februari en was gekoppeld aan het doortrekken van een complex dat op 8 en 9 februari zorgde voor een zuidwesterstorm ter hoogte van de Nederlandse Waddeneilanden (Watermanagementcentrum Nederland, 2016). De hoogste astronomische tijen vielen echter pas op 10 februari.

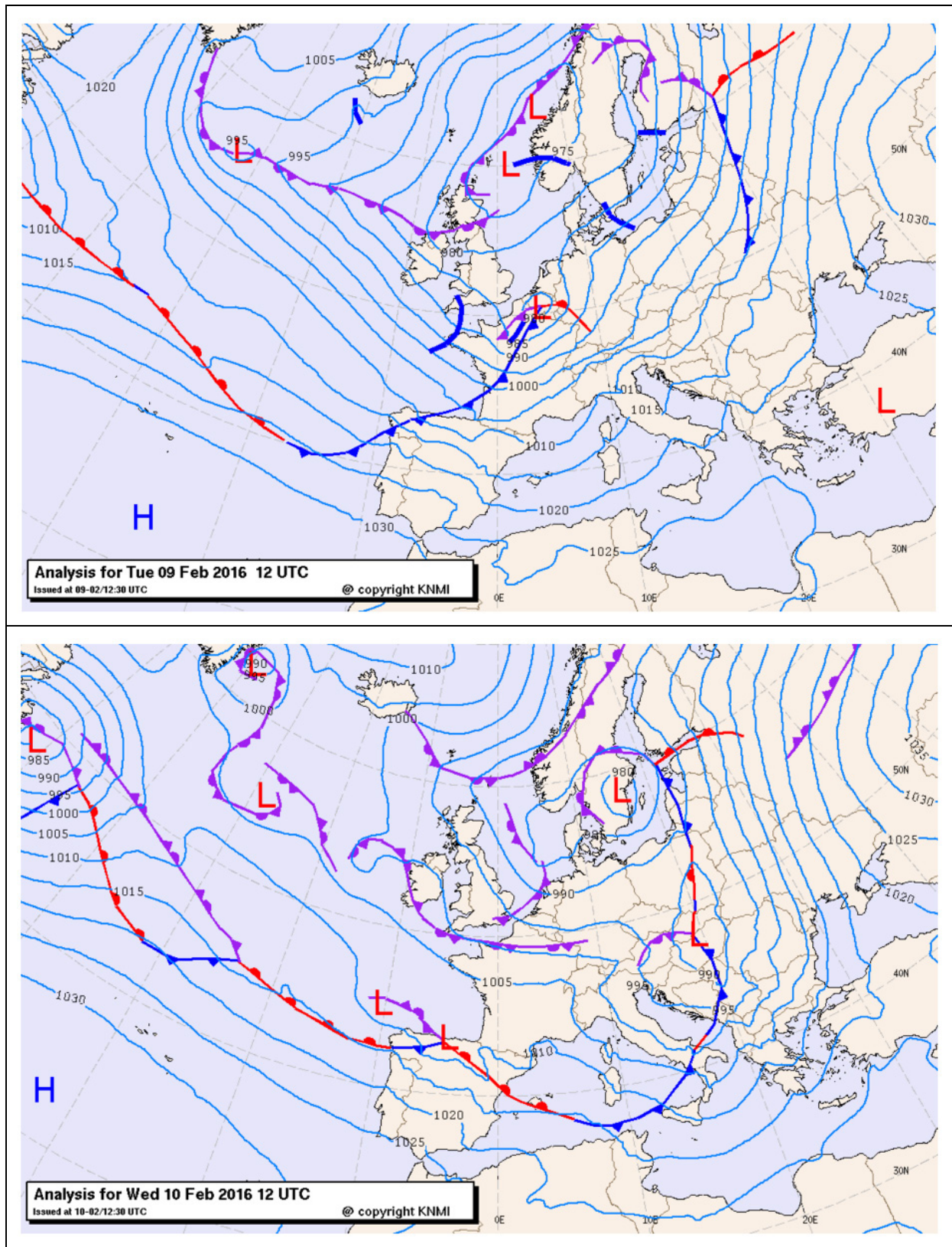


Figuur 13: Windmetingen Hansweert tijdens de stormperiode 9-11 februari 2016

Op het moment van hoogwater in de namiddag van 10 februari (= hoogste hoogwater van hier beschouwde stormperiode, 4^{de} hoog hoogwater uit de rij) nam de windsnelheid reeds af in kracht. Het lagedruksysteem boven Scandinavië was reeds aan het opvullen.

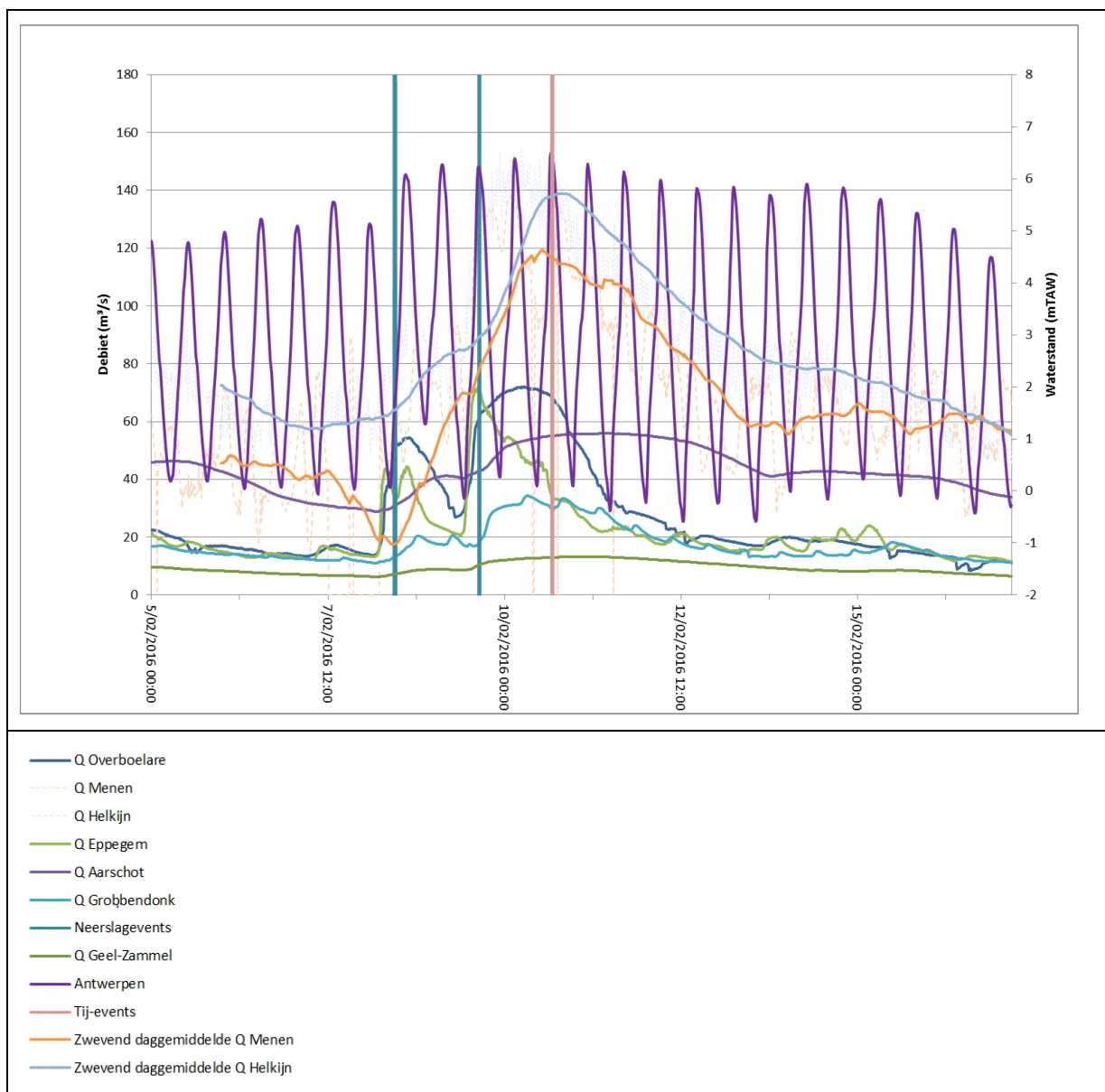
Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016:
Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind in het getijgebied... geeft werk

Tabel 12: De lagedrukkern boven Scandinavië was op 10 februari al aan het opvullen en had 975 hPa in de kern op 9/2/16 en 980 hPa in de kern op 10/2/16 (Bron weerkaarten: KNMI)



3.2.3 Bovenafvoeren naar het tijgebied

Zoals hoger reeds duidelijk werd, waren de bovenafvoeren op de meeste waterwegen in Vlaanderen tijdens het eerste trimester van 2016 het hoogst na het neerslagevent van 9-10 februari 2016. Het tijgebied van de Schelde kreeg dus op 10 februari 2016 af te rekenen met een gevaar dat van twee kanten kwam: storm en bovenafvoer.



Figuur 14: Op 10 februari 2016 was er stormtij afgekondigd in het Zeescheldebekken en waren de afvoeren naar het tijgebied hoog

Door combinatie van beide fenomenen, werkten heel wat GOG's op 10 februari 2016. De GOG's deden echter hun werk en er traden nergens kritieke overstromingen op.

3.2.4 GOG-werking in het Zeescheldebekken

Een eerste inschatting van de werking van de bestaande GOG's in het tijgebied van de Schelde in de namiddag van 10/2/2016 werd gemaakt op basis van de gemeten (niet-gevalideerde) hoogwaters ter hoogte van de tijmeetposten die zo goed mogelijk de waterstanden ter hoogte van de GOG's aangeven (Coen et al., 2010). De ligging van zowel de GOG's als de tijmeetposten, wordt weergegeven in Figuur 15.

Op basis van deze gegevens kan aangenomen worden dat onderstaande GOG's gewerkt hebben (op sommige plaatsen mogelijk beperkt) tijdens het event van 10 februari 2016.

Langs de Zeeschelde:

- GOG Tielrodebroek
- GOG Lippenbroek
- GOG Grote Wal
- GOG Scheldebreek
- GOG Paardeweide

Langs de Durme

- GOG Potpolder I
- GOG Potpolder IV

Langs de Rupel:

- GOG Bovenzanden

Langs de Benedennete

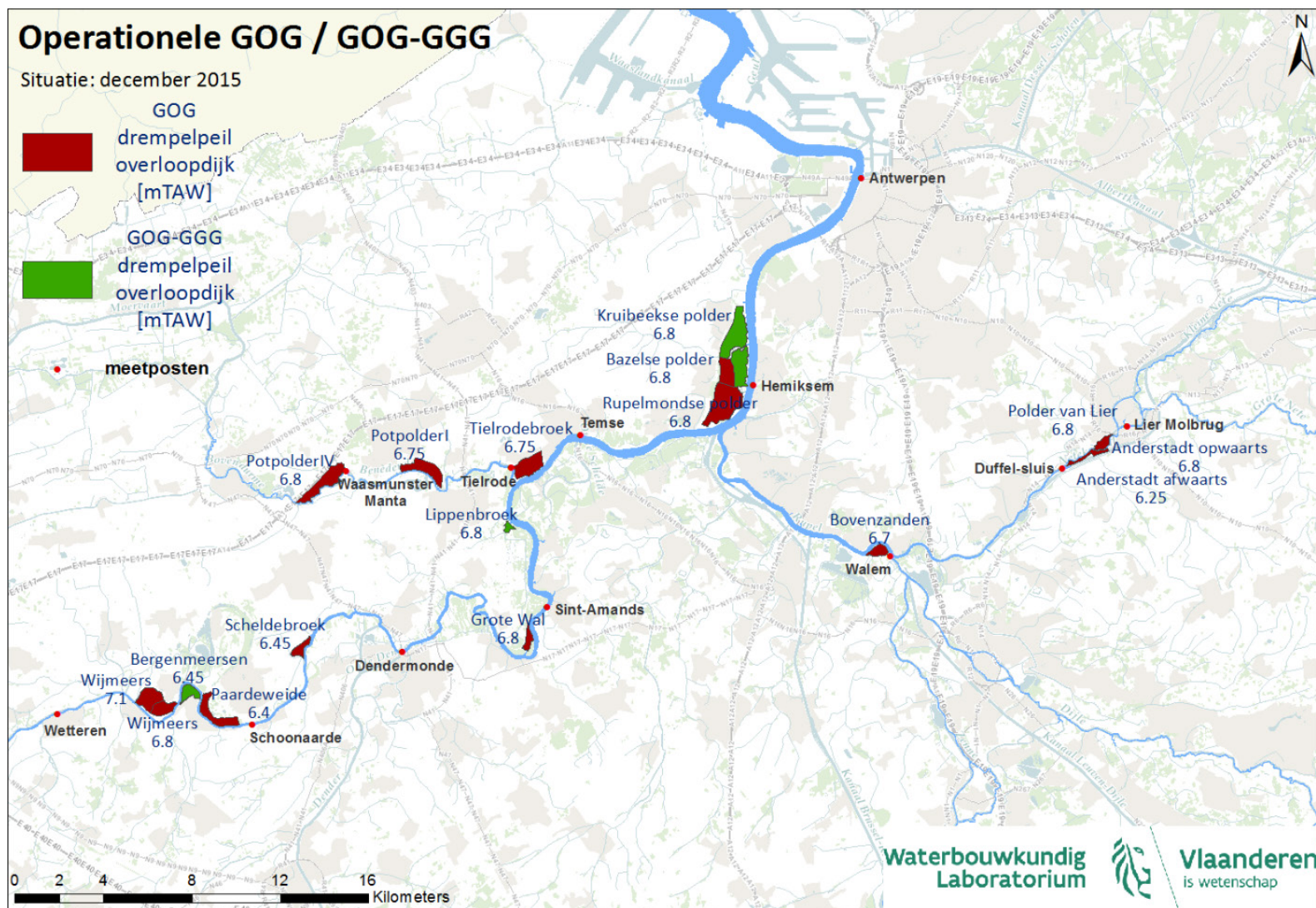
- GOG Anderstadt afwaarts
- GOG Anderstadt opwaarts
- GOG Polder van Lier

Aan de meetpost te Hemiksem werd een maximum waterpeil van 6,57 mTAW gemeten. De overloopdijken van KBR (6,80 mTAW) werden dus niet overtopt.

De GOG's van Wijmeers en Bergenmeersen traden eveneens niet in werking.

Tabel 13: Overzicht van de GOG's die (beperkt) gewerkt hebben tijdens de storm van 9-11 februari met de hoogste (ongevalideerde) gemeten waterstand aan de gelinkte tijpost

GOG	Hoogte overloopdijk (mTAW)	Gelinkte Tijpost	Tijdstip hoogste waterstand (UTC+1)	Hoogste waterstand tijpost
Paardeweide	6,2-6,6	Schoonaarde	10/02/2016 18:50	6,50
Scheldebreek	6,2-6,6	Dendermonde	10/02/2016 18:36	6,68
Grote Wal	6,6-7,2	Sint-Amands	10/02/2016 18:07	6,80
Lippenbroek	6,8	(Lippenbroek)	10/02/2016 17:50	6,82
Tielrodebroek	6,6-7,0	Tielrode	10/02/2016 17:45	6,82
Potpolder I	6,6-7,0	Tielrode	10/02/2016 17:45	6,82
Potpolder IV	6,4-7,5	Waasmunster	10/02/2016 17:50	7,00
Polder van Lier	6,6-7,0	Duffel-sluis -10cm	10/02/2016 18:28	6,87
Anderstadt opwaarts	6,7-7,0	Duffel-sluis -10cm	10/02/2016 18:28	6,87
Anderstadt afwaarts	6,0-6,6	Duffel-sluis -10cm	10/02/2016 18:28	6,87
Bovenzanden	6,6-6,9	Walem	10/02/2016 18:02	6,84

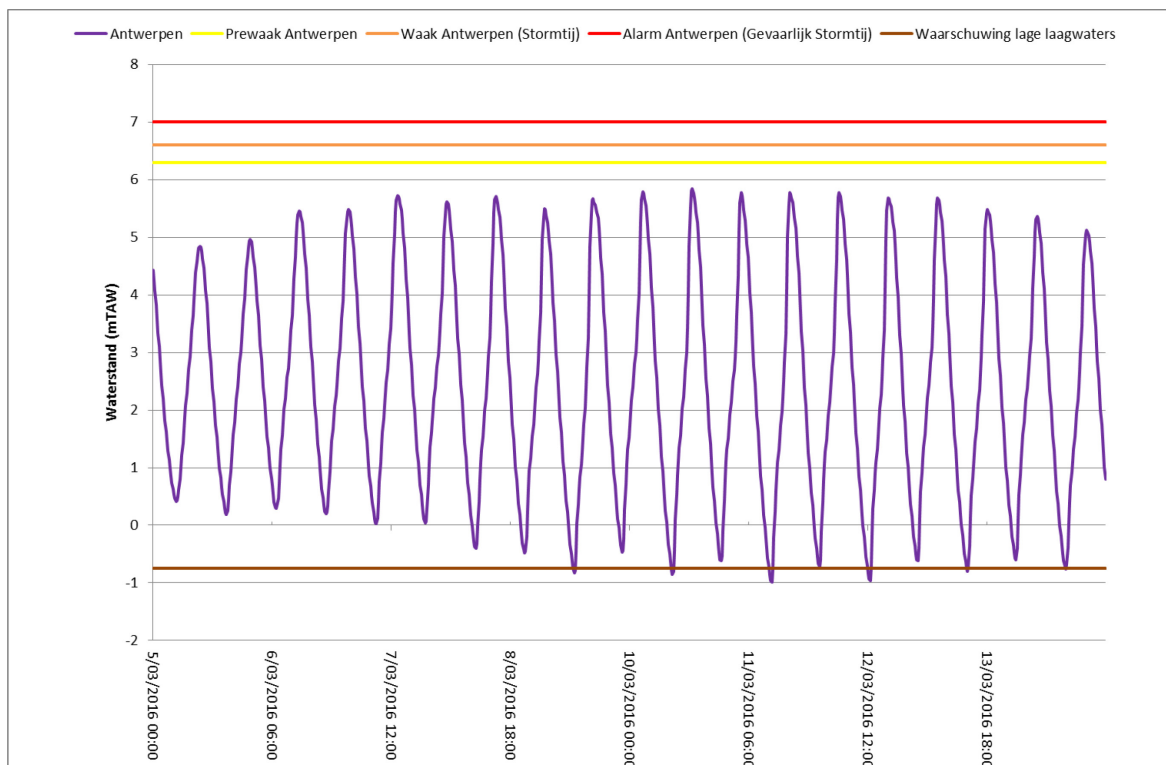


Figuur 15: Overzicht van de operationele GOG's in het tijgebied van de Schelde (situatie december 2015)

3.3 Lage laagwaters

Naast de twee stormperiodes voor het tijgebied van de Schelde, werd het eerste trimester van 2016 afgesloten met een springtijperiode waarin door een strakke noordoostenwind enkele zeer lage laagwaters voorkwamen.

In de springtijperiode van 9 tot 11 maart 2016 waren 5 laagwaters in Antwerpen lager dan -0.75 mTAW. Ook in deze omstandigheden is voorzichtigheid geboden.²



Figuur 16: Laagwaters in Antwerpen tijdens de periode 9-11 maart 2016

Tabel 14: Gemeten laagwaterstanden (lager dan -0.75 mTAW) in Antwerpen tijdens de periode 9-11 maart 2016

Antwerpen	
Tijdstip	Gemeten waterstand (mTAW)
09/03/2016 11:01	-0.84
10/03/2016 11:47	-0.86
12/03/2016 13:22	-0.97
13/03/2016 13:58	-0.81
14/03/2016 14:42	-0.77

² Gevaarlijke omstandigheden kunnen onder andere ontstaan voor diepliggende schepen en in het geval van (te korte) loopbruggen naar schepen en drijvende pontons.

Een beeld van de uitzonderlijkheid van de laagwaterstanden half maart kan geschetst worden door vergelijking met de extreemste laagwaterstanden per jaar uit het Tienjarig overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken: Decennium 2001-2010 (Vanlierde et al., 2016).

Tabel 15: Overzicht van lage laagwaters in Antwerpen 2001-2010 (Vanlierde et al., 2016)

Periode	Waterstand (mTAW)	Tijd (UTC)	1 ^e p
2001	-0,96	11/02/2001 12:23	-0,6
2002	-0,91	8/10/2002 23:38	-0,69
2003	-0,78	19/02/2003 11:41	-0,67
2004	-0,79	20/02/2004 9:50	-0,6
2005	-0,86	12/01/2005 11:25	-0,66
2006	-0,83	15/07/2006 0:38	-0,72
2007	-0,69	19/04/2007 11:02	-0,63
2008	-1,24	13/12/2008 10:16	-0,63
2009	-0,79	24/08/2009 0:20	-0,68
2010	-0,83	16/07/2010 0:47	-0,63
2001-2010	-1,24	13/12/2008 10:16	-0,66

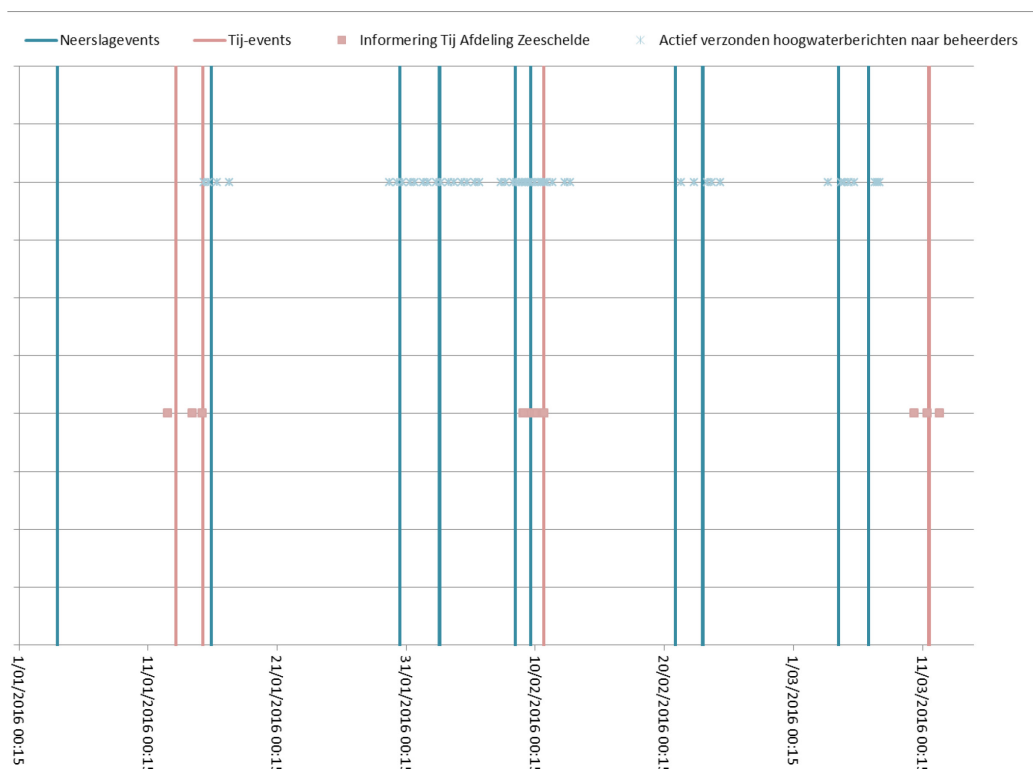
4 ...GEEFT WERK VOOR DE PERMANENTIE VAN HET HIC.

De neerslag en tij-events die in bovenstaande hoofdstukken beschreven werden, zorgden voor een drukke tijd bij het permanentieteam van het Hydrologisch InformatieCentrum.

De berichtgeving van het HIC over de omstandigheden op de bevaarbare waterlopen is in normale omstandigheden twee keer per dag beschikbaar via www.waterinfo.be, om 8 uur en om 17 uur.

Wanneer drempeloverschrijdingen langs de bevaarbare waterlopen verwacht worden, wordt er frequent overleg gepleegd met de beheerders (Waterwegen en Zeekanaal NV en NV De Scheepvaart). De hoogwaterberichten worden frequenter opgesteld en per e-mail verspreid naar de beheerders en hun RIS – Afdeling (River Information Services). Het RIS staat in voor verdere verspreiding naar crisiscellen, hulpdiensten, media en andere.

In de periode 1/1/2016-15/3/2016 werden 52 hoogwaterberichten actief verspreid door het HIC, waaronder 5 waarschuwingsberichten (zie Figuur 17 en Tabel 16). In een waarschuwing wordt de verwachting van drempeloverschrijdingen meegedeeld. Daarnaast werd voor de gebeurtenissen in het tijgebied 15 keer een update verzonden naar Afdeling Zeeschelde. Van 9 tot 11 februari 2016 werd een 24/7 bezetting in de lokalen van het Waterbouwkundig Laboratorium georganiseerd.



Figuur 17: Grafische weergave van de waarschuwingen vanuit het HIC voor zowel hoge bovenafvoeren als gebeurtenissen in het tijgebied tijdens de eerste drie maanden van 2016

Hydrologie en getij bevaarbare waterlopen in de eerste maanden van 2016:
 Van neerslag... naar afvoer... bij een stevige wind in het getijgebied... geeft werk

Tabel 16: Overzicht actief verstuurde hoogwaterberichten vanuit het HIC in de eerste drie maanden van 2016
 (VW = voorwaarschuwing)

Neerslagevent	Datum	5u	8u	13u	17u	23u
2	12/jan			VW		
2	15/jan		x		x	
2	16/jan		x			
2	17/jan		x			
3+4	29/jan				VW	
3+4	30/jan		x		x	
3+4	31/jan		x		x	
3+4	1/feb		x		x	
3+4	2/feb		x		x	
3+4	3/feb		x		x	
3+4	4/feb		x		x	
3+4	5/feb		x		x	
5+6	7/feb		VW		x	
5+6	8/feb		x	x	x	x
5+6	9/feb	x	x	x	x	x
5+6	10/feb		x	x	x	x
5+6	11/feb		x			
5+6	12/feb		x		x	
7+8	21/feb		x			
7+8	22/feb		VW			
7+8	23/feb		x		x	
7+8	24/feb		x			
9+10	3/mrt				VW	
9+10	4/mrt				x	x
9+10	5/mrt		x		x	
9+10	7/mrt		x	x	x	
Totaal per tijdstip		1	22	5	20	4
Totaal in periode 1/1/2016-15/3/2016		52				

5 REFERENTIES

- Bogman, P.; Leyssen, G.; Boeckx, L.; Pereira, F.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2014). Statistiek niet tij-posten voor Portaalsite: Versie 2.0. WL Rapporten, 00_118. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC, Antwerpen, België.
- Coen, L.; Taverniers, E.; Peeters, P.; Mostaert, F. (2010). Inschatting GOG-werking langs Zeeschelde en tijgebonden zijrivieren: Periode 1981-2005. Versie 2_0. WL Rapporten, 713_15d. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Nossent, J.; Viaene, P.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Peeters, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Stormrapport: Hoogwaterperiode januari 2016. Versie 1.0. WL Rapporten, 00_119. Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen, België.
- Vanlierde, E.; Michielsen, S.; Vereycken, K.; Hertoghs, R.; Meire, D.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Tienjarig overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken: Decennium 2001-2010. Versie 5.0. WL Rapporten, 12_071. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Watermanagementcentrum Nederland (2016). Stormvloedflits 2016-04 van 8 en 9 februari 2016. Rijkswaterstaat: [s.l.]. 3 pp.
- Weerkaarten KNMI via http://www.knmi.nl/waarschuwingen_en_verwachtingen/weerkaarten.php

DEPARTEMENT MOBILITEIT EN 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
mow.vlaanderen.be
waterbouwkundiglaboratorium.be



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