



Vlaanderen
is wetenschap

PA008_3
WL rapporten

Wasrapport IJzer-Afwatering Gent

Januari 2023

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Wasrapport IJzer-Afwatering Gent

Januari 2023

Boeckx, L.; Deschamps, M.; Coen, L.

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 2023
D/2023/3241/072

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Boeckx, L.; Deschamps, M.; Coen, L. (2023). Wasrapport IJzer-Afwatering Gent: Januari 2023. Versie 2.0. WL Rapporten, PA008_3. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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

Documentidentificatie

Oprachtgever:	Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2023RPA008_3
Trefwoorden (3-5):	Hoge afvoeren IJzer en hoge peilen omgeving Gent januari 2023		
Kennisdomeinen:	Waterbeheer > Permanentie > Hoogwater Waterbeheer > Voorspellingen > Wassen Waterbeheer > Voorspellingen > Voorspellingsmodellen		
Tekst (p.):	33	Bijlagen (p.):	2
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Boeckx, L., Deschamps, M.
------------	---------------------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Coen, L.	Getekend door: Leen Coen (Signature) Getekend op: 2023-03-17 11:19:19 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Leen Coen</i>
Projectleider:	Boeckx, L.	Getekend door: Leen Boeckx (Signature) Getekend op: 2023-03-17 16:01:47 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Leen Boeckx</i>

Goedkeuring

Verantwoordelijke HIC:	Deschamps, M.	Getekend door: Maarten Deschamps (Sig) Getekend op: 2023-03-21 09:53:39 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Maarten Deschamps</i>
Afdelingshoofd:	Bellafkih, K.	Getekend door: Abdelkarim Bellafkih (Sig) Getekend op: 2023-03-17 10:15:28 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Abdelkarim Bellafkih</i>



Abstract

Dit rapport bespreekt de hydrologische gebeurtenissen op de waterwegen in het westen van Vlaanderen tussen 12 en 21 januari 2023.

Tussen 12 en 16 januari 2023 zorgden een aantal opeenvolgende neerslagevents voor hoge waterstanden in het westen van Vlaanderen. De neerslag had een maximale retourperiode van rond de 2 jaar in Vlaanderen. In het bekken van de **IJzer** werd op 16 januari een afvoer bereikt die in de top 10 sinds het begin van de metingen valt. Peildrempels werden overschreden, maar er traden geen kritieke overstromingen op vanuit de bevaarbare waterlopen in het IJzerbekken.

Voor de **omgeving rond Gent**, waar op 12 januari veel lokale neerslag viel, traden op de Ringvaart, Kanaal Gent-Terneuzen en Moervaart-Durme hoge peilen op. Afwaarts de dam van Lokeren was er overloop vanuit de Benedendurme naar het Molsbroek en opwaarts de dam van Lokeren bewees de waterkeringsmuur in het centrum zijn nut. Het is eerder uitzonderlijk (niet eerder voorgekomen in metingen) dat waterstanden rond Gent zo hoog zijn met een aanvoer van 210-230 m³/s (retourperiode kleiner dan 1 jaar) vanuit Leie en Bovenschelde. De afvoer rond Gent verloopt momenteel aangepast door de bouw van de Nieuwe Sluis Terneuzen (Middensluis niet beschikbaar als spuimiddel) en de gevolgen van een dijkdoorbraak tussen het Afleidingskanaal en Leopoldkanaal in de eindejaarsperiode van 2018. Tussen 10 en 20 januari 2023 was in Terneuzen de Oostsluis gedurende 15 laagwaters gestremd, de Westsluis werd tussen 13 en 19 januari 11 keer gestremd.

Over de verschillende neerslagevents heen, viel in Vlaanderen het meeste neerslag in de omgeving van Brugge. Op het **kanaal Gent-Oostende afwaarts Brugge en op het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort** traden dan ook hoge waterstanden op, in functie van het getij. Er traden geen kritieke overstromingen op vanuit de kanalen. Een gebeurtenis zoals die tijdens de periode waarover dit rapport handelt, is een goede aanleiding om de drempels zoals gehanteerd op waterinfo.be en gebruikt in hoogwaterberichtgeving WL-HIC, door DVW verspreid richting noodplanning, te evalueren.

De vaststellingen die gemaakt worden bij de bespreking van de voorspellingen van zowel de afvoer als de waterpeilen geven aan dat niet alleen doorlopend aandacht nodig is voor verbeteringen aan hydrologische en hydrodynamische modellen, maar geven ook de kansen aan die gebruik van reële (en dus ontsloten en beschikbare) kunstwerkstanden van het terrein zouden kunnen bieden.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Neerslag - Algemeen.....	1
1.1 Voorgeschiedenis	1
1.2 Drie neerslagevents 12-16 januari 2023.....	2
2 IJzer.....	4
2.1 Neerslag.....	4
2.2 Hydrologische metingen.....	6
2.2.1 IJzer-Lokanaal-Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke	6
3 Omgeving Gent.....	9
3.1 Neerslag Leie-Bovenschede-Gentse Kanalen-Brugse Polders.....	9
3.2 Aanvoer Leie en Boven-Schelde	10
3.3 Debietsverdeling rond Gent	12
3.3.1 Debietsverdeling rond Gent	12
3.3.2 Afvoer via Evergem naar Terneuzen	15
3.4 Gemeten peilen	16
3.4.1 Ringvaart.....	16
3.4.2 Kanaal Gent-Terneuzen	17
3.4.3 Omgeving Lokeren.....	18
3.4.4 Peilen afwaarts Brugge.....	20
4 Voorspellingen.....	25
4.1 Neerslagvoorspellingen	25
4.2 Afvoervoorspellingen	27
4.3 Waterstandsvoorspellingen.....	28
5 Werking permanentie HIC	31
6 Conclusie.....	32
7 Referenties	33
Bijlage Peilen KGO/KPN afwaarts Brugge na hoogwater Kust	B1
Kanaal Gent-Oostende	B1
Kanaal Plassendale-Nieuwpoort.....	B2

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Top 20 Piekafvoeren (gebaseerd op hoogresolute reeks) Haringe/IJzer sinds 1987.....	7
Tabel 2 – Gemeten piekpeilen januari 2023 met rang sinds begin metingen.....	8
Tabel 3 – Dagdebieten (m ³ /s) in januari 2023 aan de meetposten relevant voor een begrip van de debietsverdeling rond Gent.....	14
Tabel 4 – Procentuele bijdrage van afvoeroptie vanuit Groot Pand bij events met meer dan 100 m ³ /s naar Gent.....	14
Tabel 5 – Drie hoogste peilen Ringvaart (Evergem Opwaarts) periode 11/1/2023-20/1/2023.....	16
Tabel 6 – Drie hoogste peilen Kanaal Gent-Terneuzen (Zelzate) periode 11/1/2023-20/1/2023.....	17

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Waterbalans (SPEI-3) voor ons land geeft begin januari 2023 net geen ‘droge’ situatie aan.....	1
Figuur 2 – Berekende gebiedsneerslagen opwaartse debietsmeetposten 10-18 januari 2023 met 3 events..	2
Figuur 3 – Ligging van de gebieden (rood) waarin de gebiedsneerslagen uit voorgaande figuur berekend werden.....	3
Figuur 4 – Beeld gevallen neerslag afgelopen 24u, waterinfo.be, 12/01/2023, 16u met grootste neerslaghoeveelheden in Vlaanderen zelf (Event 1).....	3
Figuur 5 – Puntneerslagen in het IJzerbekken en berekende gebiedsneerslag opwaarts Haringe 10/01/2023 - 18/01/2023.....	4
Figuur 6 – Puntneerslagen in het IJzerbekken en berekende gebiedsneerslag opwaarts Haringe 15/01/2023 - 18/01/23 (event 3)	5
Figuur 7 – Gebiedsneerslag opwaarts Haringe en afvoer in Haringe 10/01/23-21/01/23 (QH verband in herziening).....	6
Figuur 8 – Puntneerslagen in bekkens Gentse Kanalen en Brugse Polders 10/01/2023 -18/01/2023	9
Figuur 9 – Puntneerslagen in bekkens Gentse Kanalen en Brugse Polders (Vet), Leiebekken (onderbroken lijn) en Boven-Scheldebekken (dunne volle lijn) 10/01/2023 -18/01/2023.....	10
Figuur 10 – Leie: Gebiedsneerslag opwaarts Menen en afvoer in Menen 11/01/23-19/01/23	11
Figuur 11 – Boven-Schelde: Gebiedsneerslag opwaarts Helkijn en afvoer in Helkijn 11/01/23-19/01/23	11
Figuur 12 – Schematische weergave Groot Pand rond Gent (Donkerblauw) met betrokken kunstwerken (Rode driehoeken) en debietsmeters (Groene punten)	13
Figuur 13 – Gemeten afvoer op Kanaal Gent-Terneuzen in Evergem met waterpeil op de Westerschelde in Terneuzen.....	15
Figuur 14 – Waterpeil in Terneuzen (Westerschelde) met aanduiding van de stremmingen op de Oostsluis en Westsluis.....	15
Figuur 15 – Afvoer Evergem in combinatie met peil Ringvaart (Evergem Opwaarts).....	16
Figuur 16 – Afvoer Evergem in combinatie met peilen Kanaal Gent-Terneuzen en Westerschelde Terneuzen	17
Figuur 17 – Peilmetingen op het Kanaal Gent-Terneuzen, Moervaart en Boven-Durme	18
Figuur 18 – Beeld Centrum Lokeren rond maximaal peil Pompstation Opwaarts (nacht 12-13 januari 2023)	19
Figuur 19 – Overloop thv het Molsbroek (Pompstation Lokeren Afwaarts/Durme) in de nacht van 12-13 januari 2023.....	19
Figuur 20 – Beeld van op de dam van Lokeren met meetpost Lokeren Pompstation Afwaarts/Durme op 14/1/2023 rond 15u15. Peil ongeveer 7.20 mTAW	20
Figuur 21 – Bericht aan de schipperij ivm verlaagde peilen in het afwaarts deel van Kanaal Gent-Oostende omwille van verhoogde bovenafvoeren.....	20
Figuur 22 – Peil Kanaal Gent-Oostende net opwaarts Sas Slijkens.	21
Figuur 23 – Gemeten peilen Kanaal Gent-Oostende.....	22

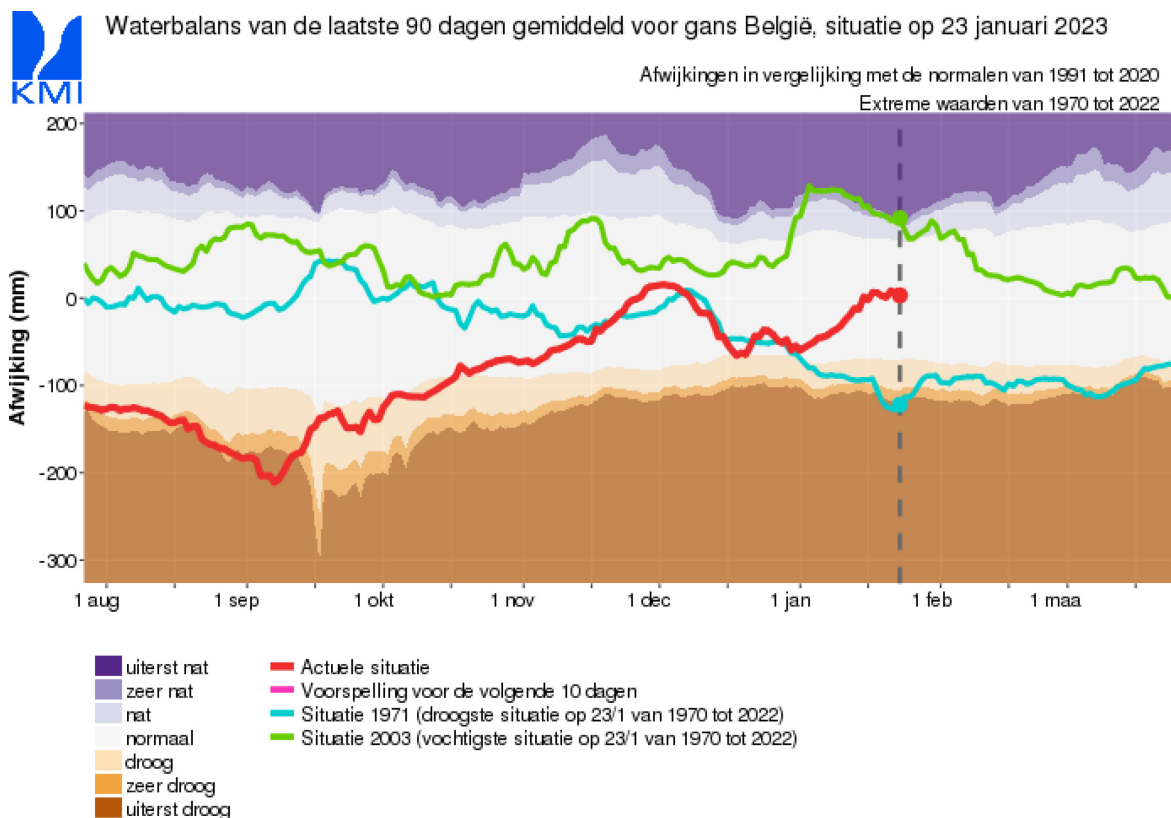
Figuur 24 – Ligging meetposten (groene bolletjes) met drempeloverschrijdingen afwaarts deel kanaal Gent-Oostende en kanaal Nieuwpoort-Duinkerke met besproken potentieel bedreigde infrastructuur (rode sterretjes)	23
Figuur 25 – Waterstanden Kanaal Nieuwpoort-Plassendale, Kanaal Gent-Oostende en Nieuwpoort.....	24
Figuur 26 – Ligging hydrologisch deelstroomgebied ‘opwaartse bekkenneerslag Roesbrugge’ (links) en gebruikte pluviografen voor berekening gebiedsneerslag (rechts)	25
Figuur 27 – Voorspelde (ALARO, grijs) en gemeten bekkenneerslag voor Roesbrugge (zwart)	26
Figuur 28 – Voorspelde (ECMWF, grijs)) en gemeten bekkenneerslag voor Roesbrugge (zwart)	26
Figuur 29 – Voorspelde en gemeten afvoer te Haringe (IJzer) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen	27
Figuur 30 – Voorspelde en gemeten afvoer te Keiem (IJzer) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen...	27
Figuur 31 – Voorspelde en gemeten afvoer te Lo-Reninge (Lokanaal) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen	28
Figuur 32 – Voorspelde en gemeten waterstanden op de IJzer te Roesbrugge, Lo-Fintele en Woumen op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen	29
Figuur 33 – Voorspelde en gemeten waterstanden te Lo-Reninge (Lokanaal) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen	30
Figuur 34 – Voorspelde en gemeten waterstanden te Adinkerke (Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort)	30
Figuur 36 – Voorspelde en gemeten waterstanden te Veurne afwaarts (Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort)....	30

1 Neerslag - Algemeen

1.1 Voorgeschiedenis

De zomer van 2022 staat gekend als een droge zomer, waarbij tot en met november 2022 waterbesparende maatregelen van kracht waren (Boeckx, L., 2023). In de droge en koude eerste maandhelft van december 2022 viel niet veel neerslag (Klimatologisch overzicht KMI, December 2022).

In de tweede helft van december kende vooral het westen van onze hydrologische regio een tweetal betekenisvolle neerslagevents, met name tijdens het kerstweekend en tijdens het nieuwjaarsweekend. Voor ons land als geheel was de situatie begin januari net niet meer 'droog' als de SPEI-3 beschouwd wordt. De SPEI (Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index) is een indicator die rekening houdt met de neerslag in een bepaalde periode, maar ook met de evapotranspiratie, en dus de temperatuur. De SPEI-3 indicator over de laatste 3 maanden – de periode die algemeen als relevant beschouwd wordt voor bodemwaterbeschikbaarheid in de bovenste bodemlagen voor bv. de landbouw – wordt weergegeven in onderstaande figuur.



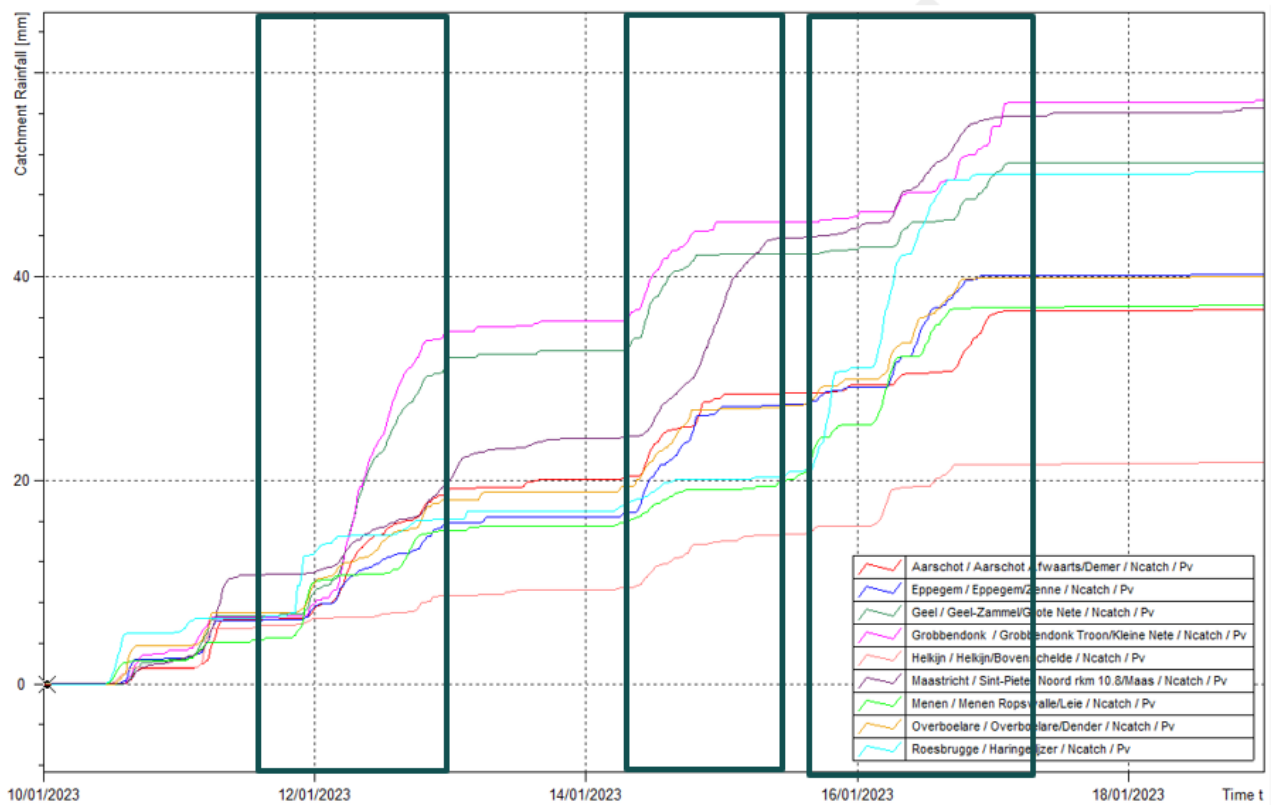
Figuur 1 – Waterbalans (SPEI-3) voor ons land geeft begin januari 2023 net geen 'droge' situatie aan (bron: KMI)

1.2 Drie neerslagevents 12-16 januari 2023

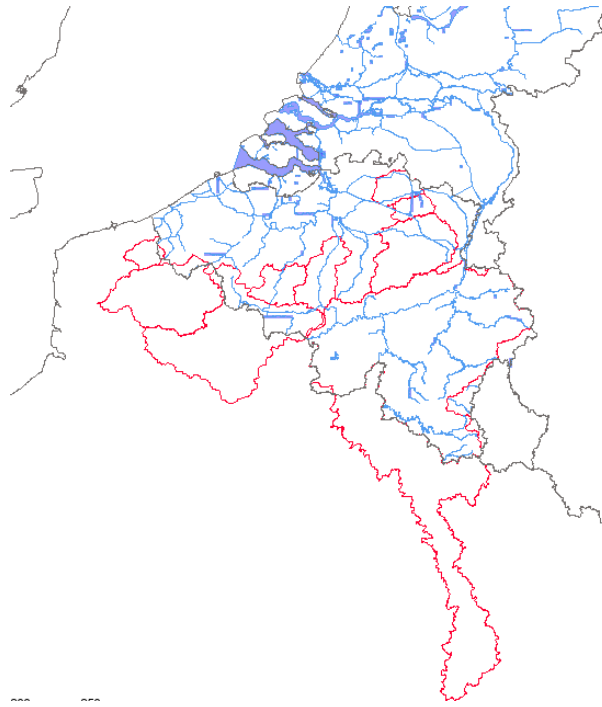
In de eerste helft van januari viel (enkel) in het Maasbekken doorlopend neerslag, met een zwaartepunt in de **periode 12-16 januari**. Tijdens deze periode bracht het KMI neerslagwaarschuwingen uit voor 3 events, die ook in Vlaanderen en vooral het westen van onze hydrologische regio aanleiding gaven tot sterk verhoogde afvoeren, nl.:

- Event 1: 12-13 januari 2023
- Event 2: 14-15 januari 2023
- Event 3: 16-17 januari 2023

In Figuur 2 wordt de **berekende gevallen gebiedsneerslag bovenstrooms van een aantal belangrijke debietsmeetposten opwaarts de waterwegen in Vlaanderen** weergegeven. De gebieden waarvoor de gebiedsneerslag berekend wordt, worden weergegeven in Figuur 3. Geen van deze berekende opwaartse debietsneerslagen is zeer extreem, met waardes tussen 22 mm (*Helkijn/Boven-Schelde*) en 57 mm (*Maas/Sint-Pieter Noord en Grobbendonk/Kleine Nete*). Verderop wordt voor het westen van Vlaanderen verder ingegaan op de neerslag.

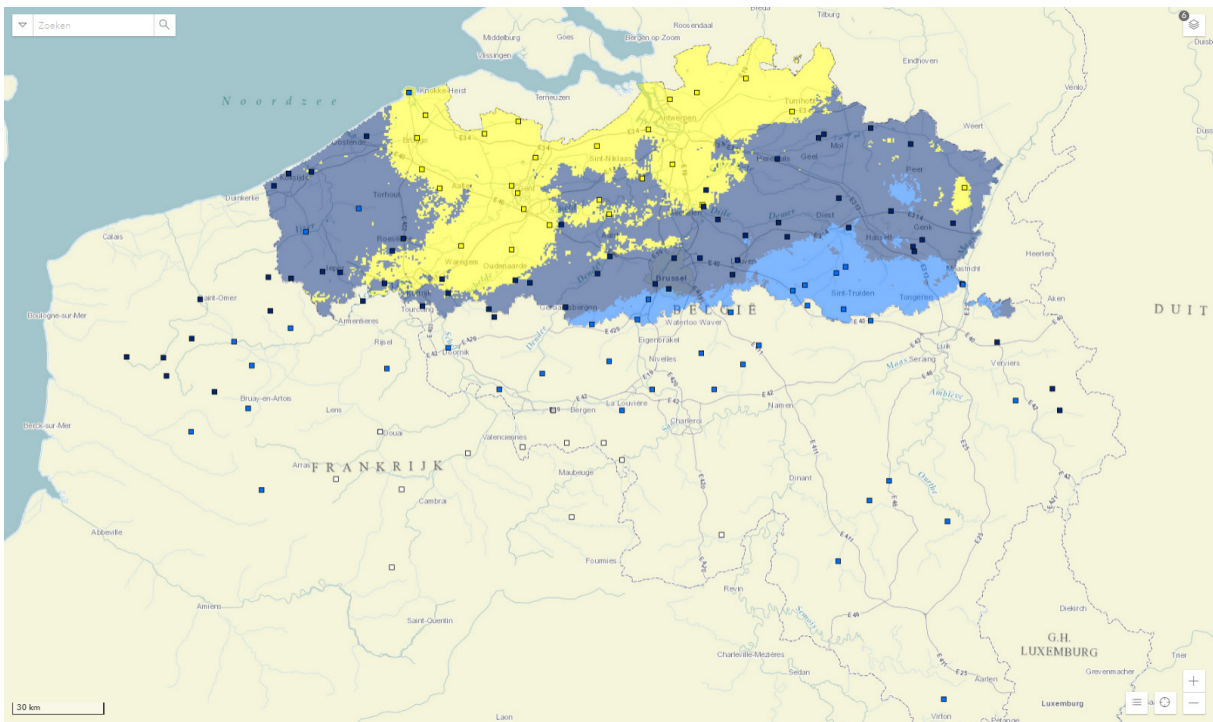


Figuur 2 – Berekende gebiedsneerslagen opwaartse debietsmeetposten 10-18 januari 2023 met 3 events



Figuur 3 – Ligging van de gebieden (rood) waarin de gebiedsneerslagen uit voorgaande figuur berekend werden

Ondanks deze eerder beperkte opwaartse gebiedsneerslagen, waren toch in de omgeving van Gent, vooral na event 1, en op de IJzer, na event 3, de peilen zeer hoog en werden waarschuwingdrempels overschreden. Voor omgeving Gent is dit mee te verklaren door het feit dat op 12 januari 2023 de neerslag vooral boven Vlaanderen zelf viel, en niet zozeer in de opwaartse delen van Leie en Boven-Schelde. Over de drie events heen, viel het meeste neerslag in Vlaanderen in de omgeving van Brugge.



Figuur 4 – Beeld gevallen neerslag afgelopen 24u, waterinfo.be, 12/01/2023, 16u met grootste neerslaghoeveelheden in Vlaanderen zelf (Event 1)

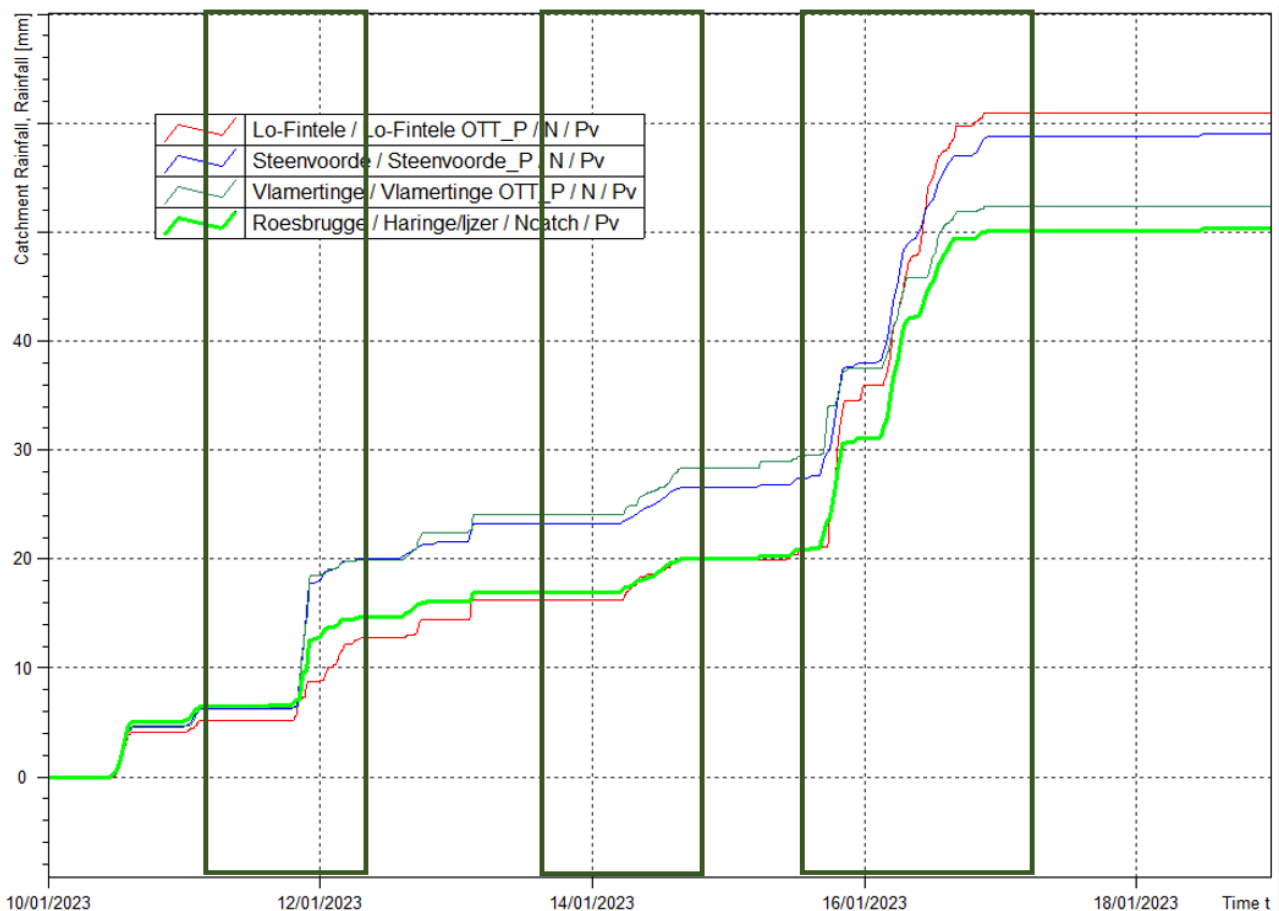
2 IJzer

2.1 Neerslag

Figuur 5 geeft een naast de berekende gebiedsneerslag voor de IJzer opwaarts Haringe ook een aantal gemeten puntneerslagen in het IJzerbekken voor de drie events tussen 12 en 16 januari 2023. De berekende gevallen gebiedsneerslag voor de IJzer opwaarts wordt operationeel bepaald op basis van gemeten puntneerslagen (zie 4.1). Individuele pluviografen in Vlaanderen en van Météo-France¹ registreerden in de periode 10-18 januari, 50-60 mm neerslag.

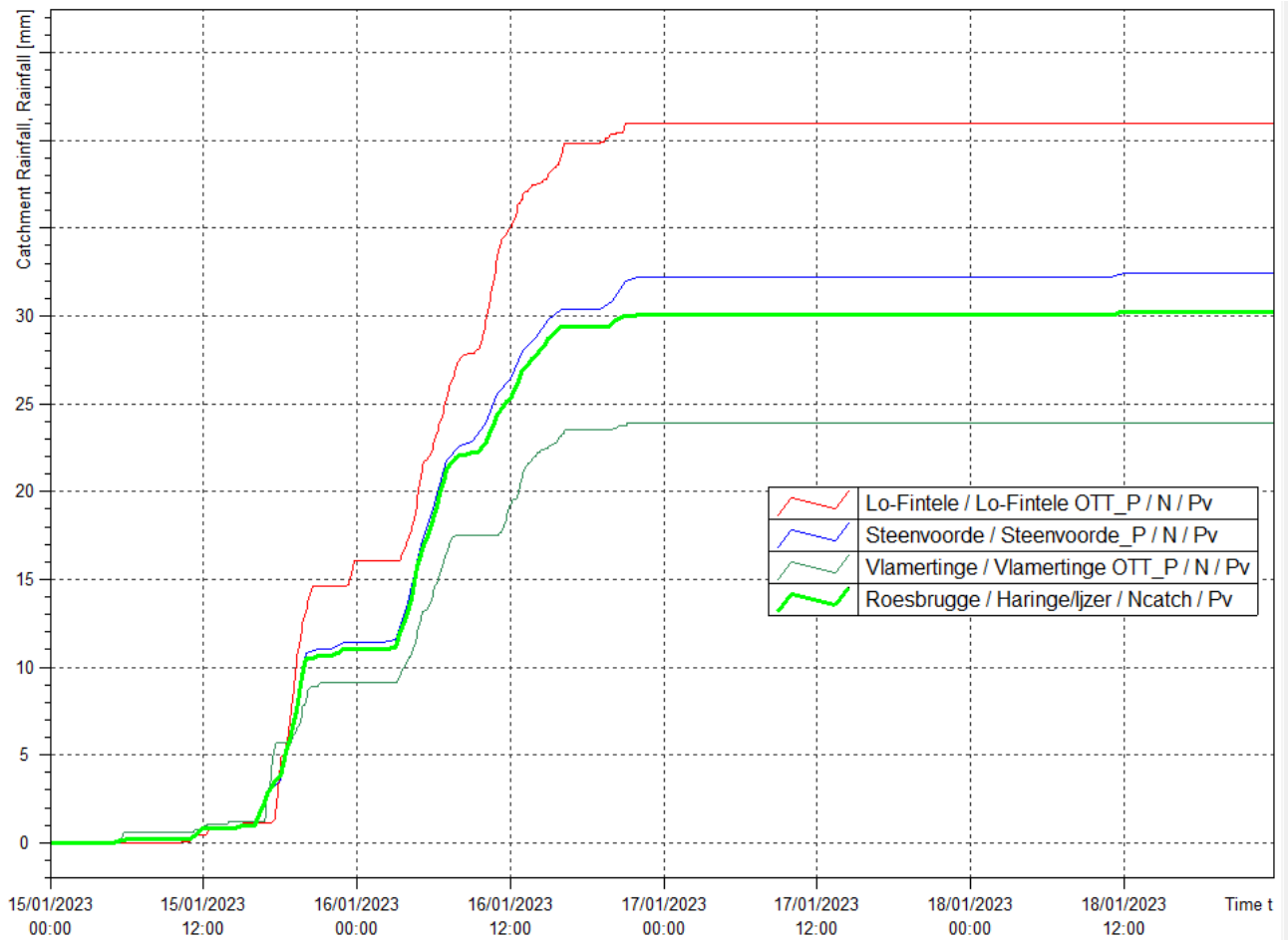
Merk op dat (enkel) in het IJzerbekken ook op de avond van 15 januari 2023 al een betekenisvolle neerslaghoeveelheid (ongeveer 10 mm) viel. Voor event 3 (15-16 januari 2023) werd in de pluviograaf van Lo-Fintele iets meer dan 50 mm gemeten van 15/1-18u tot 16/1-21u. **Deze neerslag heeft, wanneer gebruikt gemaakt wordt van de IDF curves voor Ukkel Van de Vyver (2016), een retourperiode van 2 – 5 jaar. (Van de Vyver, H. (2016)).**

In het wasrapport IJzer-Dender november-december 2021 (Boeckx, 2022) kunnen deze vergeleken worden met neerslaghoeveelheden die in het verleden aanleiding gaven tot de hoogste piekafvoeren in Haringe.



Figuur 5 – Puntneerslagen in het IJzerbekken en berekende gebiedsneerslag opwaarts Haringe 10/01/2023 -18/01/2023

¹ De realtime beschikbare pluviografen van DREAL in Noord-Frankrijk worden in dit rapport niet beschouwd. De data zijn immers niet altijd betrouwbaar.



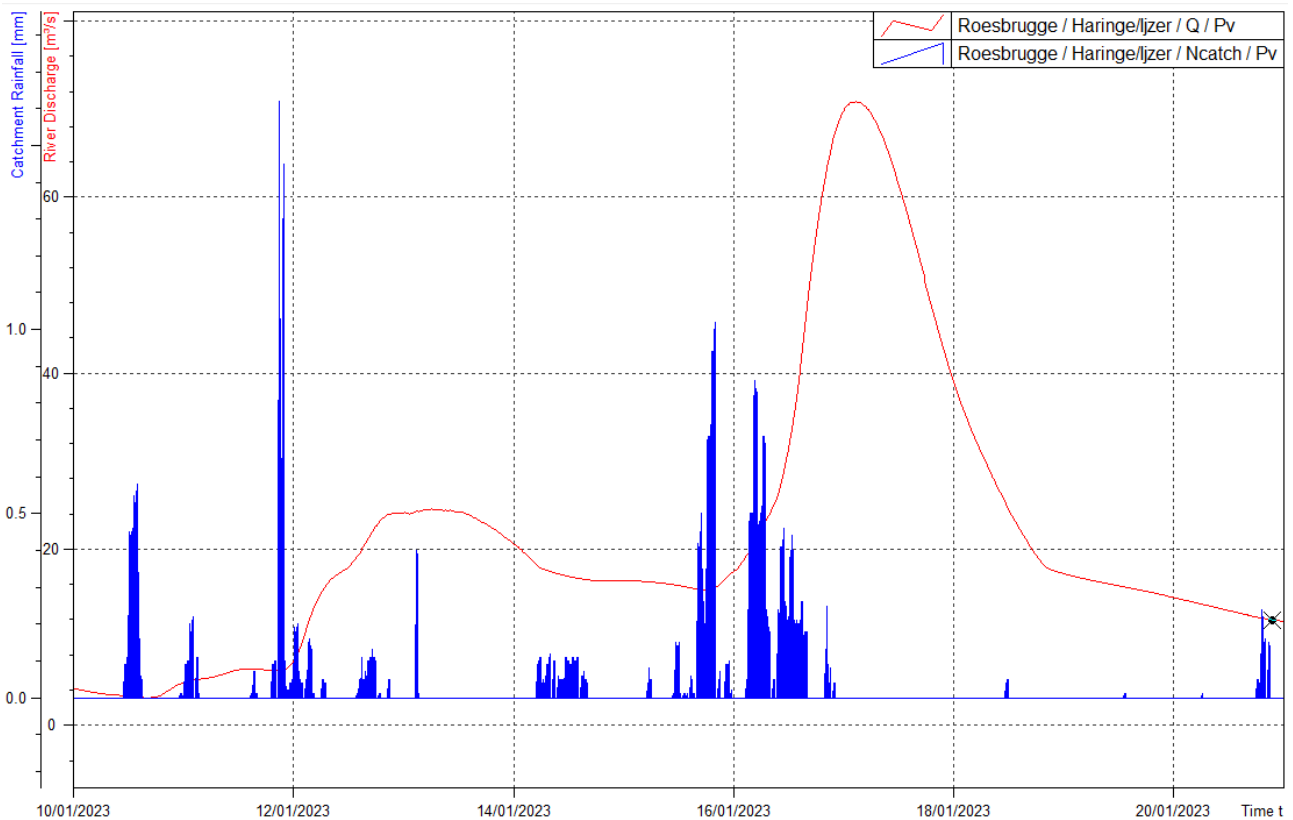
Figuur 6 – Puntneerslagen in het IJzerbekken en berekende gebiedsneerslag opwaarts Haringe 15/01/2023 -18/01/23 (event 3)

2.2 Hydrologische metingen

2.2.1 IJzer-Lokanaal-Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke

In Figuur 7 wordt de gemeten afvoer in Haringe weergegeven met de berekende gebiedsneerslag. Het is duidelijk dat het tweede neerslagevent enkel een vertraagde daling van de afvoer met zich meebracht. De neerslag tijdens het derde neerslagevent daarentegen zorgde voor een aanzienlijke toename van de afvoer.

In de vroege ochtend van 17 januari 2023 werd voor de IJzer te Haringe een afvoer van iets meer dan 70 m³/s geschat. Hiermee komt deze waarde op de 8^{ste} plaats sinds het begin van de registraties in 1987 (Zie Tabel 1). Er wordt bij deze cijfers wel uitdrukkelijk meegegeven dat de achterliggende ijkingsformule (QH-relatie) bij HIC momenteel in herziening is.



Figuur 7 – Gebiedsneerslag opwaarts Haringe en afvoer in Haringe 10/01/23-21/01/23 (QH verband in herziening)

In het rapport rond de overstromingen van eind 2021 (*Boeckx, 2022*) worden voor de 4 grootste afvoeren ook de bijhorende peilen op een heel aantal meetposten op de IJzer, Lokanaal en Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke opgelijst. Voor het event van januari 2023 zijn de peilen in het opwaartse gedeelte van de IJzer (omgeving Haringe-Roesbrugge) relatief gezien hoger dan verder afwaarts (richting Lo-Fintele). De peilen in het opwaartse gedeelte staan dus hoger in de ranglijst met hoogste waterstanden. De toppelen op het Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (deel Veurne-Duinkerke) halen de top 4 sinds het begin van de metingen. Een nieuw afsprakenkader over de afvoer daar is in opmaak tussen Vlaanderen en Frankrijk. Op de IJzer, het Lokanaal en het Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke werden geen alarmdrempels overschreden tijdens de wasperiode van januari 2023.

Tabel 1 – Top 20 Piekafvoeren (gebaseerd op hoogresolute reeks) Haringe/IJzer sinds 1987 (QH verband in herziening)

Rang	Datum	Tijdstip	Afvoer (m ³ /s)
1	29/11/2021	8:15	110.13
2	6/03/2012	8:15	106.57
3	19/11/2016	19:30	97.9
4	28/11/2009	17:30	83.18
5	14/12/2017	11:15	76.68
6	1/03/2002	20:00	72.82
7	3/11/2012	4:00	72.79
8	17/01/2023	2:45	70.9
9	28/11/2005	10:30	69.79
10	21/09/2001	12:00	69.77
11	23/12/2012	12:15	66.16
12	20/11/1991	9:00	65.21
13	6/03/2020	14:15	65.12
14	27/12/1999	10:00	64.67
15	24/12/1993	17:00	64.27
16	6/02/1988	18:00	57.89
17	14/11/2010	20:15	57.88
18	24/06/2016	14:00	57.7
19	15/01/2021	8:45	56.88
20	11/12/2021	5:00	55.61

Tabel 2 – Gemeten piekpeilen januari 2023 met rang sinds begin metingen (meting november 2021 ter referentie)

Stationsnr.	Stationsnaam	Waterweg	Max. peil november '21 (mTAW)	Tijdstip piek januari '23	Max. peil januari '23 (mTAW)	Rang	Metingen vanaf
ijz07a-1066	Haringe/IJzer	IJzer	6.45	17/01/2023 1:15	6.09	6	1987
ijz06a-1066	Roesbrugge/IJzer	IJzer	6.1	17/01/2023 1:30	5.78	3	2014
ijz05m-1066	Stavele/IJzer	IJzer	/	17/01/2023 8:30	5.08	1	2022
ijz05e-1066	Lo-Fintele/IJzer	IJzer	4.89	17/01/2023 16:30	4.62	10	1987
ijz03a-1066	Diksmuide/IJzer	IJzer	4.18	18/01/2023 12:15	4.05	13	1987
ijz01d-1066	Nieuwpoort/IJzer	IJzer	3.96	18/01/2023 11:15	3.78	9	1997
kdn05a-1066	Adinkerke/KI Nieuwpoort-Duinkerke	KI Nieuwpoort-Duinkerke	3.09	16/01/2023 11:45	2.95	2*	2014
kdn04a-1066	Veurne/KI Nieuwpoort-Duinkerke	KI Nieuwpoort-Duinkerke	3.1	17/01/2023 0:15	2.95	2*	2013
kdn03c-1066	Veurne Opwaarts/KI Nieuwpoort-Duinkerke	KI Nieuwpoort-Duinkerke	3.11	17/01/2023 0:15	2.94	4*	1998
kdn03a-1066	Veurne Afwaarts/KI Nieuwpoort-Duinkerke	KI Nieuwpoort-Duinkerke	3.41	16/01/2023 23:15	3.21	11	2014
kdn02a-1066	Nieuwpoort/KI Nieuwpoort-Duinkerke	KI Nieuwpoort-Duinkerke	3.4	16/01/2023 22:45	3.2	10	2014
lok03c-1066	Lo-Fintele/Lokl	Lokl	3.68	17/01/2023 0:30	3.32	<20	1997
lok02a-1066	Lo-Reninge/Lokl	Lokl	3.62	17/01/2023 0:15	3.29	<20	2005

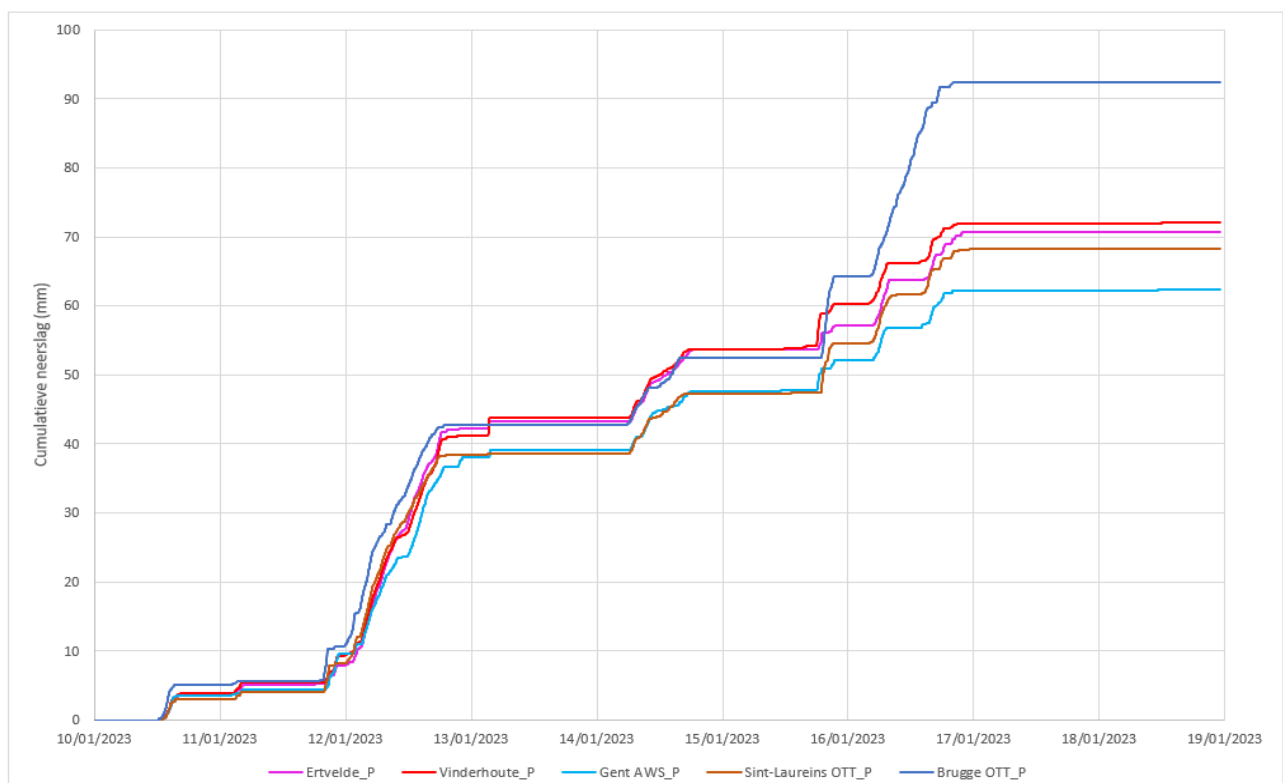
* zelfde waarde als maart 2020

3 Omgeving Gent

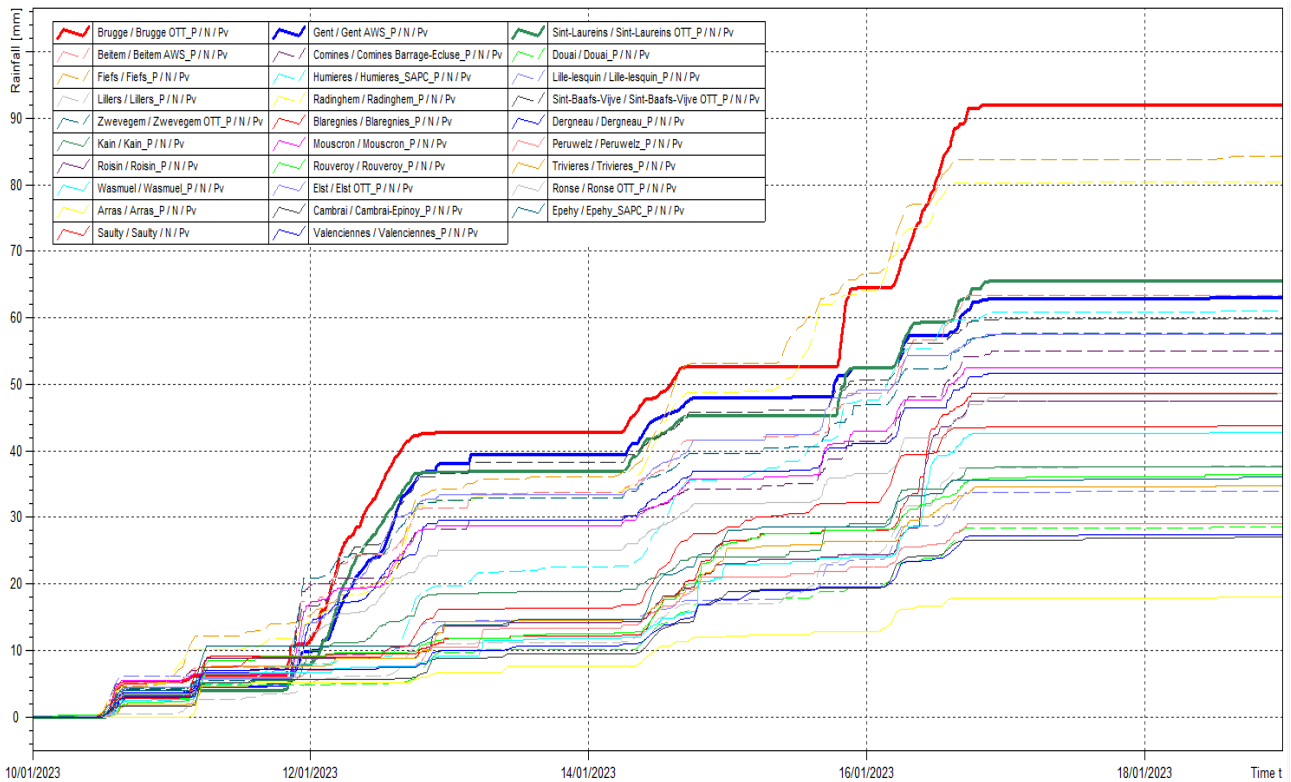
3.1 Neerslag Leie-Bovenschedde-Gentse Kanalen-Brugse Polders

Zoals al hoger aangegeven in Hoofdstuk 1 viel tijdens de hier beschouwde periode, en dan vooral tijdens het eerste neerslagevent van 12 januari 2023, de neerslag vooral boven Vlaanderen zelf, en niet zozeer in de opwaartse delen van Leie en Boven-Schelde. In Figuur 8 worden de puntneerslagen in Vlaanderen voor het Bekken van de Gentse Kanalen en de Brugse Polders weergegeven. Voor het eerste neerslagevent zijn de neerslagregistraties voor Ertvelde, Vinderhoute en Brugge zeer gelijklopend. Voor het derde event (16 januari) viel er vooral neerslag in het uiterste westen (IJzer en omgeving Brugge). Voor omgeving Gent viel er tussen 10 en 16 januari 2023 ongeveer 60-70 mm neerslag, met een zwaartepunt op 12 januari (Brugge, Ertvelde, Vinderhoute: 37 mm tussen 11/1/2023 19u en 12/1/2023 19u). **Deze neerslag van het eerste neerslagevent heeft, met IDF-curves voor Ukkel, een retourperiode van net iets minder dan 2 jaar (Van de Vyver, H. (2016).**

Merk op dat, over de volledige periode (12-16 januari 2023) de grootste neerslaghoeveelheden in de regio van Brugge vielen.



Figuur 8 – Puntneerslagen in bekken Gentse Kanalen en Brugse Polders 10/01/2023 -18/01/2023



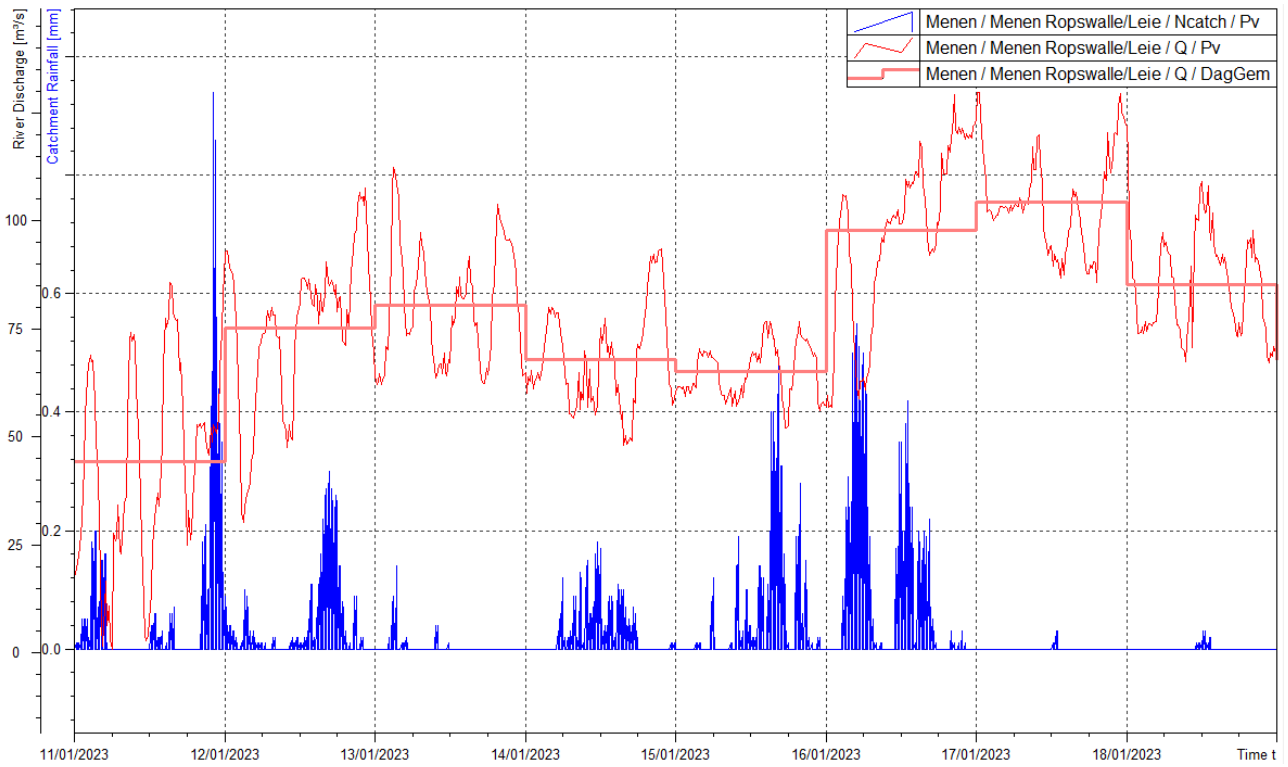
Figuur 9 – Puntneerslagen in bekken Gentse Kanalen en Brugse Polders (Vet), Leiebekken (onderbroken lijn) en Boven-Scheldebekken (dunne volle lijn) 10/01/2023 -18/01/2023

3.2 Aanvoer Leie en Boven-Schelde

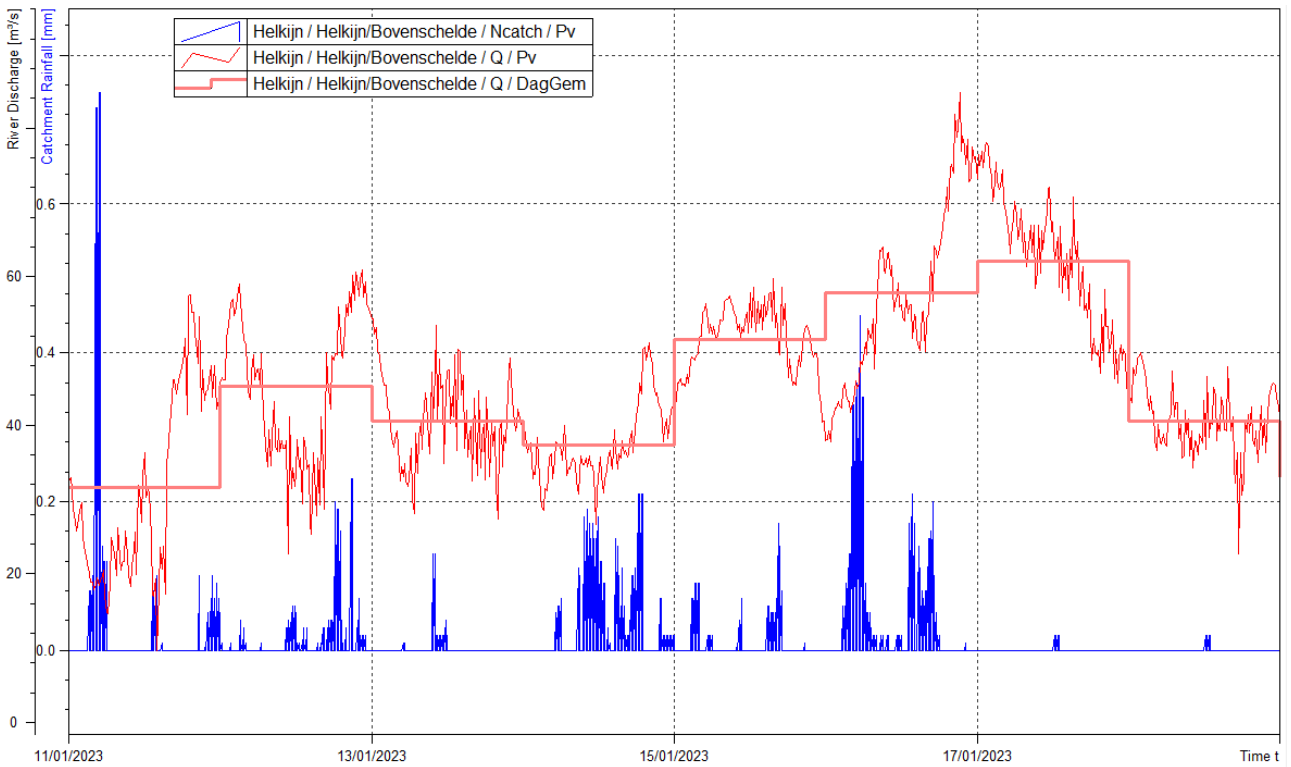
Uit de vorige paragraaf blijkt dat de neerslaghoeveelheden opwaarts de Leie en Boven-Schelde niet als extreem beschouwd kunnen worden. Voor de **meest opwaartse debietsmeetposten** in Vlaanderen (Menen voor de Leie en Helkijn voor de Boven-Schelde) zijn dan ook slechts **afvoeren met een retourperiode van minder dan een jaar** geregistreerd.

De piekafvoer (kwartierlijkse waardes) op de Leie in Menen was 129.76 m³/s op 17/1/2023 om 00:30u (Figuur 10). De maximale dagafvoer (17/1/2023) was 104 m³/s. Dit komt meermaals per jaar voor en heeft een retourperiode kleiner dan een jaar (Hertoghs, R., 2017). Hetzelfde geldt voor de debietsregistraties in Helkijn (Boven-Schelde): op 16/1/2023 om 21:15 was de kortstondige piekafvoer 85 m³/s (Figuur 11). De maximale dagafvoer (17/1/2023) was 62 m³/s.

Ook de bijkomende toevoer via de zijwaterlopen tussen de Vlaamse grens en het Groot Pand rond Gent was nog beperkt. De debieten in Machelen (Leie, net opwaarts Groot Pand) en Gavere (Boven-Schelde, net opwaarts Groot Pand) bleven in de eerste helft van januari 2023 ook ruimschoots onder de waardes van de jaarlijkse retourperiodes.



Figuur 10 – Leie: Gebiedsneerslag opwaarts Menen en afvoer in Menen 11/01/23-19/01/23



Figuur 11 – Boven-Schelde: Gebiedsneerslag opwaarts Helkijn en afvoer in Helkijn 11/01/23-19/01/23

3.3 Debietsverdeling rond Gent

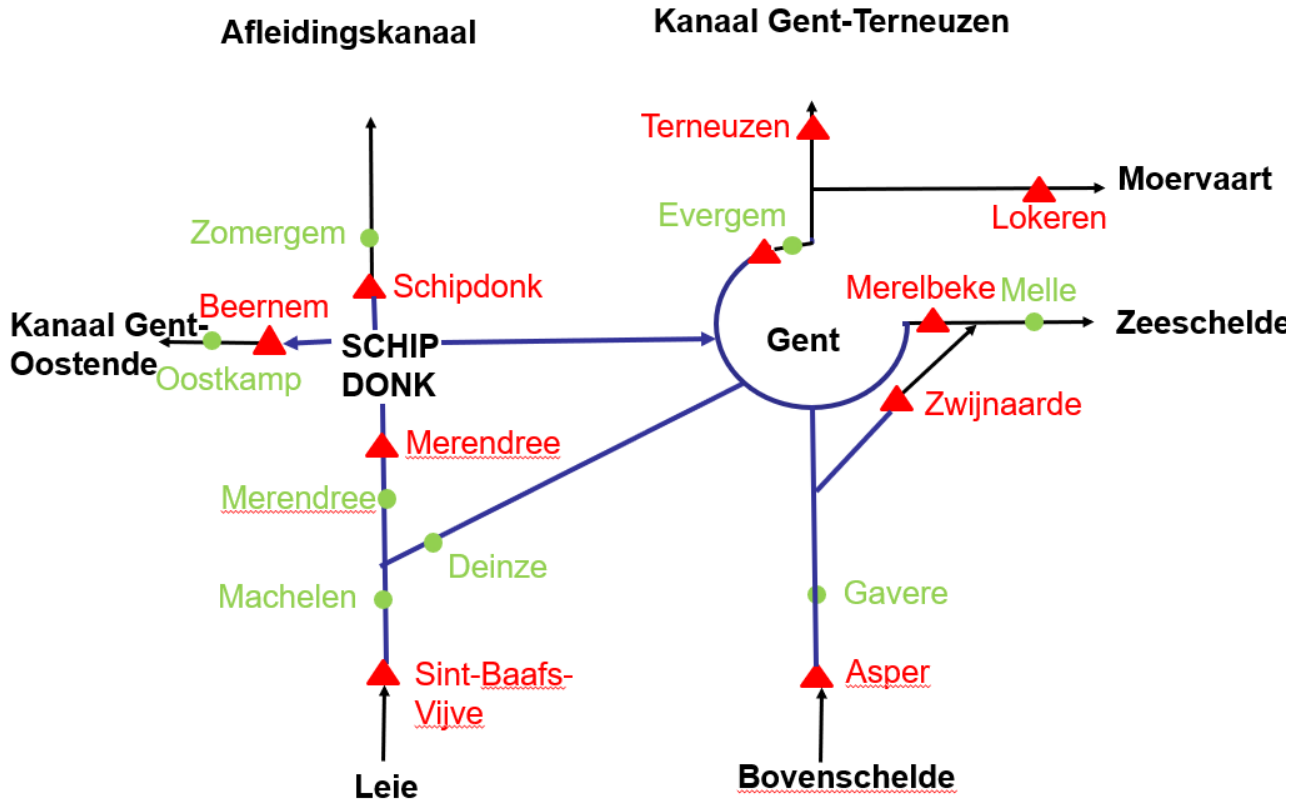
3.3.1 Debietsverdeling rond Gent

De Ringvaart rond Gent vormt de basis van het Groot Pand en zorgt voor de verdeling van de opwaartse debieten van Leie en Schelde over een aantal waterwegen: de Zeeschelde (via Merelbeke en Zwijnaarde), het Kanaal Gent-Oostende (via Dammepoortsluis en Keizerinnestuw in Brugge en Sas Slijkens in Oostende), het Afleidingskanaal van de Leie (via Schipdonk) en het kanaal Gent-Terneuzen (via Evergem). Het Normaal Peil op het Westervak van de Ringvaart en de erop aansluitende kanaal- en rivierpanden bedraagt officieel 5.61 mTAW. In de praktijk wordt 5.70 mTAW nagestreefd om een zekere reserve te behouden bij waterschaarste en om de diepgang op het kanaal Gent-Oostende lichtjes te vergroten. Vanaf een peil van 7.0 mTAW bestaat een reëel gevaar op overstromingen, in eerste instantie in de regio Deinze (Toeristische Leie). Te **Schipdonk** kruist het Afleidingskanaal van de Leie het kanaal Gent-Oostende, dat in verbinding staat met de Ringvaart om Gent. De stuwsluizen van Evergem en Merelbeke regelen het verdere verloop van het debiet in normaal regime. Om te verhinderen dat ook het kanaal Gent-Oostende niet al te veel boven het normaalpeil van 5.70 mTAW uitstijgt, zal men ook de stuw van Schipdonk, die de verbinding vormt met het afwaartse pand van het Afleidingskanaal van de Leie, openen. Wanneer de stuwen en sifons in Schipdonk-Merendree volledig geopend zijn, voeren zij tussen de 50 en 60 m³/s af. Echter, sinds in de nacht van 29-30 december 2018 de middendijk tussen het Afleidingskanaal en het Leopoldkanaal over een lengte van ongeveer 30 m volledig doorbrak ter hoogte van Oostkerke/Damme (thv de Knoksebaan, 100 m stroomopwaarts van Zelzatebrug), wordt het Afleidingskanaal van de Leie niet meer op de volle capaciteit van de stuwen en sifons te Schipdonk ingezet, omwille van de kans op nieuwe averijen aan de dijk (DVW, 2018).

Om wateroverlast te Brugge te vermijden wordt, zodra bij Brugge een peil van 6.00 mTAW bereikt dreigt te worden, de **Keersluis te Beernem** (gebouwd in 1998) gesloten. Dan wordt de segmentstuw naast de keersluis te Beernem zodanig geregeld dat via het Kanaal Gent-Oostende maximaal 30 m³/s in de richting van Brugge wordt afgevoerd. **Het toevoerdebiet van het Afleidingskanaal dat niet via de stuw te Schipdonk afgevoerd kan worden richting Heist en dat niet via de keersluis van Beernem kan afgevoerd worden in de richting van Brugge, loopt dus noodgedwongen naar de Ringvaart rond Gent.** Om scheepvaart op dit kanaal mogelijk te houden mag het debiet er echter niet al te veel stijgen. Bij nog grotere debieten kan men de debiettoevoer naar het kanaal Gent-Terneuzen via de stuw van Evergem nog opdrijven. Echter, hiervoor is overleg nodig met de Regioverkeersleiding in Terneuzen. In Terneuzen wordt momenteel gewerkt aan de Nieuwe Sluis Terneuzen. **Het sluisencomplex van Terneuzen bestaat tijdens de wasperiode waarover dit rapport handelt uit 2 sluisen en een nieuwe sluis in aanbouw: de Oostsluis (1968), de Westsluis (1968) en de Nieuwe Sluis (opening gepland in 2023).** De voormalige Middensluis is buiten bedrijf en wordt gesloopt. Sinds 26 september 2022 kan de Middensluis niet meer als spuimiddel gebruikt worden. Om wateroverlast op het kanaal van Gent naar Terneuzen te voorkomen, neemt de Oostsluis de spuifunctie voor maximaal zes maanden over (RWS, 2022). Tijdelijk kan scheepvaart op het kanaal onmogelijk worden door het spuien via de sluisen (ook los van de werken voor Nieuwe Sluis Terneuzen). Bij te hoge waterstanden op het Kanaal Gent-Terneuzen, kan ook het Nederlandse Sas van Gent onder water komen en de omgeving van de stad Lokeren doordat deze via de Moervaart in verbinding staat met het kanaal.

Bovenstaande tekst is gebaseerd op de beschrijving van de waterverdeling rond Gent in het rapport over de was van maart 2012 (Deschamps, 2012). De besproken kunstwerken worden, samen met de aanwezige continuë debietmeters van het HIC, weergegeven in Figuur 12.

Schematisatie kunstwerken en debietsmeters waterverdeling rond Gent



Figuur 12 – Schematische weergave Groot Pand rond Gent (Donkerblauw) met betrokken kunstwerken (Rode driehoeken) en debietsmeters (Groene punten)

De gemeten dagdebieten tijdens de wasperiode 11-21 januari 2023 zijn opgenomen in Tabel 3. De som van de debieten in Machelen en Gavere kunnen samen beschouwd worden als de aanvoer naar het Groot Pand rond Gent (Q_{in}). De debieten gemeten in Oostkamp, Zomergem, Evergem en Melle kunnen samen beschouwd worden als de totale afvoer vanuit het Groot Pand (Q_{uit}). Q_{in} is niet volledig gelijk aan Q_{uit} , met andere woorden: de waterbalans sluit niet 100%. Dit heeft meerdere oorzaken: Ten eerste is er nog bijkomende afvoer (bijkomende volumes) van lokaal gevallen neerslag en van kleinere zijwaterlopen die gravitair of via pomp gemalen naar het Groot Pand lozen. Ten tweede worden de reële tijdsverschuivingen in deze versimpelde tabelvorm niet mee in rekening gebracht. Ten derde hebben alle debietsmetingen een onzekerheid in zich.

Het Afleidingskanaal van de Leie (zie meting Zomergem) werd ingezet vanaf 12 januari rond de middag. Op dezelfde dag werd 's avonds (voor de eerste keer) de Keersluis van Beernem gesloten om de afvoer richting Brugge te beperken. Tussen 11 en 21 januari 2023 werd 71% van de afvoer via de Zeeschelde (Melle) gerealiseerd, 14% via Evergem, 4% via het Afleidingskanaal van de Leie en 11% via (de stuw van) Beernem.

Tabel 3 – Dagdebieten (m³/s) in januari 2023 aan de meetposten relevant voor een begrip van de debietsverdeling rond Gent

	Machelen/ Leie	Gavere/ Bovenschedde	Gent IN calc/ LeieBovenschedde	Oostkamp/ KI Gent- Oostende	Zomergem/ Akl van de Leie	Evergem/ Ringvaart	Melle tij/ Zeeschedde	Q _{uit}	verschil
11/1	57.3	37.6	94.9	13.1	0.0	21.0	69.9	103.9	-9.0
12/1	131.2	81.7	212.9	28.3	13.2	25.0	163.6	230.1	-17.2
13/1	135.9	67.0	202.9	30.8	15.0	39.7	183.1	268.7	-65.8
14/1	101.9	52.7	154.6	28.0	7.6	25.7	159.0	220.2	-65.7
15/1	98.1	65.6	163.6	25.0	7.2	34.8	144.4	211.4	-47.8
16/1	143.2	85.0	228.1	22.5	8.4	29.2	195.2	255.3	-27.2
17/1	157.3	85.4	242.7	30.9	10.7	36.4	237.1	315.1	-72.4
18/1	115.5	50.7	166.2	28.6	7.5	25.7	157.3	219.1	-53.0
19/1	83.2	39.8	122.9	19.6	6.7	22.6	109.5	158.4	-35.5
20/1	62.8	38.5	101.3	12.4	6.5	22.5	80.6	122.0	-20.7
21/1	58.9	37.3	96.2	10.7	6.5	22.4	74.2	113.7	-17.5
Gem	104.1	58.3	162.4	22.7	8.1	27.7	143.1	201.6	-39.2

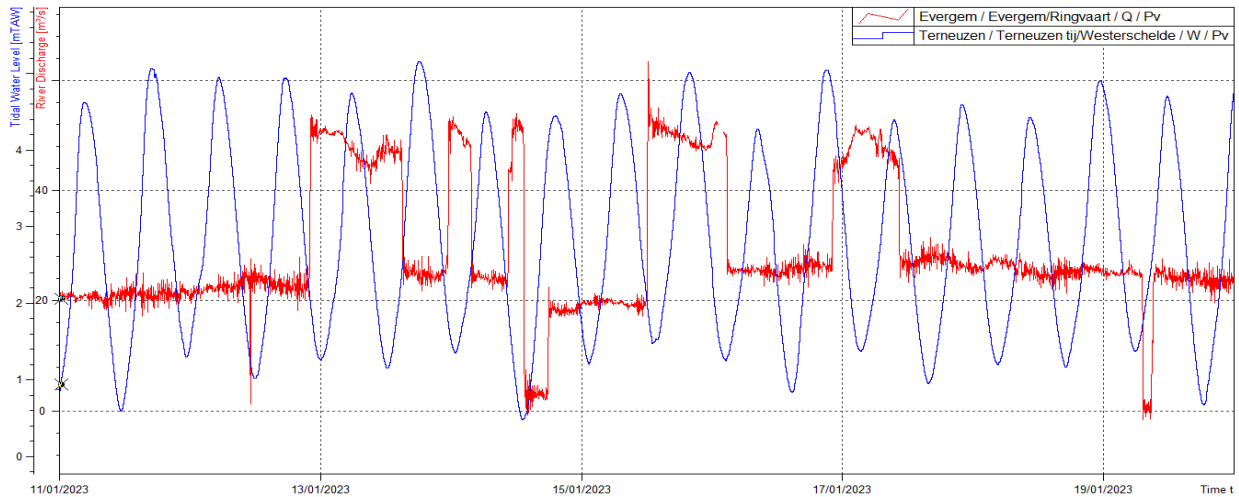
Uit een vergelijking van de gerealiseerde debietsverdeling tijdens deze was met die in het verleden, is duidelijk een (tijdelijk) gewijzigde aanpak zichtbaar. Door de wens om zo weinig mogelijk scheepvaartstremmingen in Terneuzen te hebben (cfr. werken voor Nieuwe Sluis Terneuzen), gebeurt weinig afvoer via het Kanaal Gent-Terneuzen. Gezien de risico's verbonden met (te) hoge afvoer via Beernem (overstromingsproblematieken Brugge) en het Afleidingskanaal van de Leie (cfr. dijkdoorbraak eind 2018 hoger besproken) wordt er procentueel gezien aanzienlijk meer water richting Zeeschedde gestuurd. Een analyse van periodes met hoge afvoeren richting Gent (Gent IN calc daggemiddeld >100 m³/s) leert dat voor alle events (na 2010) en voor de onbeschikbaarheid van de Middensluis in Terneuzen als spuumiddel (= voor 26/9/2022) gemiddeld 56% van de afvoer via de Zeeschedde (Melle), 26% via Evergem, 12% via het Afleidingskanaal van de Leie en 6% via (de stuw van) Beernem gerealiseerd werd. Door deze aanpak wordt water langer opgehouden in hetzij het Groot Pand, hetzij het Kanaal Gent-Terneuzen. De vergelijking van de afvoer tussen 11 en 21 januari 2023 met de periode 2010-september 2022 wordt weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 – Procentuele bijdrage van afvoeroptie vanuit Groot Pand bij events met meer dan 100 m³/s naar Gent

	2010-sept. 2022	11-21 jan. 2023
Zeeschedde (Melle)	56%	71%
KGT (Evergem)	26%	14%
AKL (Zomergem)	12%	4%
KGO (Oostkamp/Beernem)	6%	11%

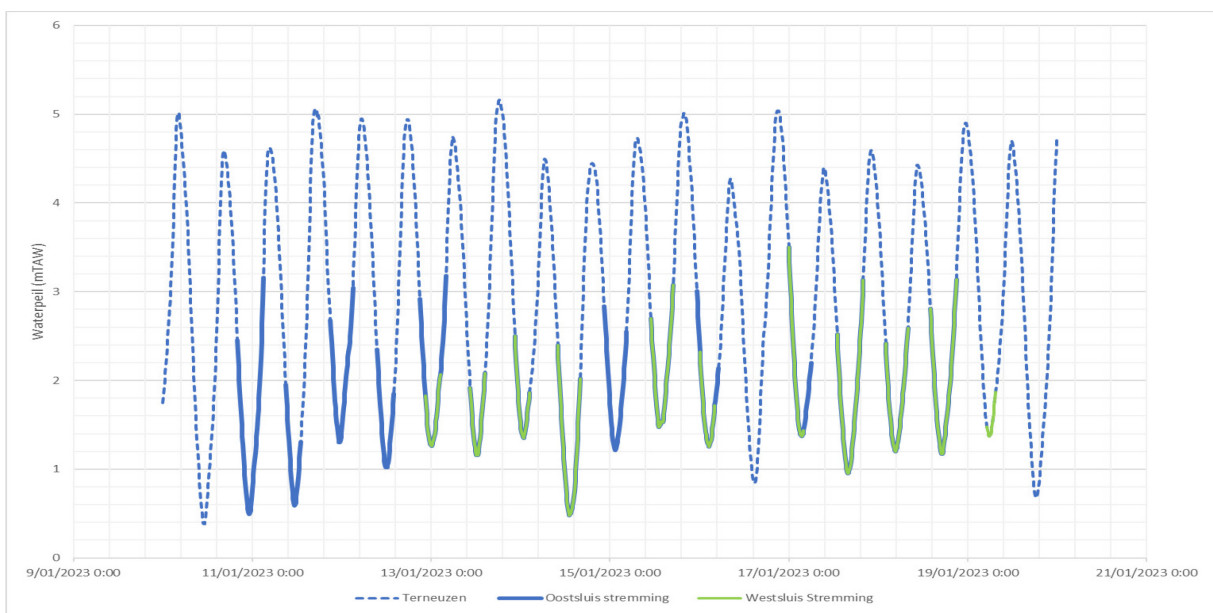
3.3.2 Afvoer via Evergem naar Terneuzen

Voor de afvoer via de stuw van Evergem wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met het moment van laagwater op de Westerschelde in Terneuzen,. In Figuur 13 wordt de gemeten afvoer in Evergem in combinatie met de waterstand op de Westerschelde in Terneuzen weergegeven. Op 13 januari en 15 januari werd ook tijdens hoogwater op de Westerschelde in Evergem ongeveer 45 m³/s afgevoerd. Zoals verder zal blijken, werden op deze dagen dan zowel de Oostsluis als de Westsluis gestremd.



Figuur 13 – Gemeten afvoer op Kanaal Gent-Terneuzen in Evergem met waterpeil op de Westerschelde in Terneuzen

Zoals hoger besproken, is door de bouw van de Nieuwe Sluis Terneuzen, de Middensluis in Terneuzen niet beschikbaar als spuimiddel en zijn er stremmingen noodzakelijk om grote volumes richting Westerschelde te lozen. Deze stremmingen worden door de Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit aangekondigd in de BABS-berichten (Bericht aan Belanghebbende Scheldegebied), ook raadpleegbaar op <https://www.vts-scheldt.net/>. De stremmingen gebeuren bij laagwater op de Westerschelde, en meestal wordt eerst de Oostsluis en pas in de tweede instantie de Westsluis gestremd. Tussen 10 en 20 januari 2023 was de Oostsluis gedurende 15 laagwaters gestremd, de Westsluis werd tussen 13 en 19 januari 11 keer gestremd. Dit is visueel aangegeven in Figuur 14.



Figuur 14 – Waterpeil in Terneuzen (Westerschelde) met aanduiding van de stremmingen op de Oostsluis en Westsluis

3.4 Gemeten peilen

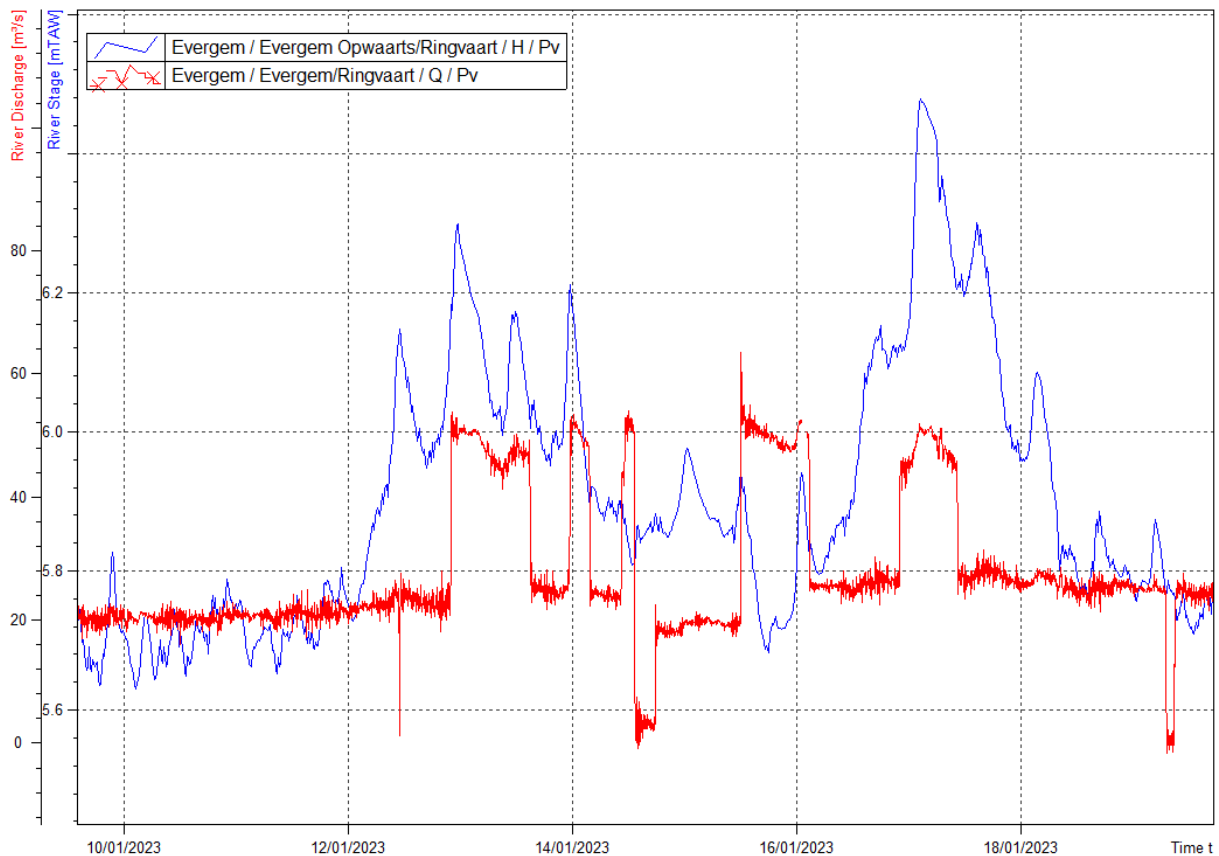
3.4.1 Ringvaart

Tabel 5 – Drie hoogste peilen Ringvaart (Evergem Opwaarts) periode 11/1/2023-20/1/2023

Max peil Ringvaart (Evergem Opwaarts/Ringvaart)	
17/01/2023 02:30	6.48
12/01/2023 23:30	6.30
17/01/2023 14:30	6.30

De peilen op de Ringvaart waren hoog voor een aanvoer naar Gent met een retourperiode kleiner dan een jaar. Tabel 5 bevat de drie hoogste bereikte peilen op de Ringvaart tijdens de wasperiode in dit rapport besproken. Het maximaal bereikte peil van 6.48 mTAW kwam in de laatste 5 jaar slechts bij drie events voor. In december 2017 (Q_{in} naar Gent: $358 \text{ m}^3/\text{s}$), maart 2020 (met een Q_{in} naar Gent van $380 \text{ m}^3/\text{s}$ op 11/3/2020 en $415 \text{ m}^3/\text{s}$ op 6/3/2020) en eind januari-begin februari 2021 (met een Q_{in} naar Gent van $414 \text{ m}^3/\text{s}$ op 29/1/2021 en $397 \text{ m}^3/\text{s}$ op 4/2/2021). Merk op dat tijdens de hier besproken wasperiode de maximale Q_{in} naar Gent slechts $228 \text{ m}^3/\text{s}$ was op 16/1/2023 (zie Tabel 3).

Het peil van 6.48 mTAW op 17/1/2023 is nog ver onder het maximaal gemeten peil sinds 1987. Op 31/12/2002 werd op deze locatie een maximaal peil gemeten van 7.24 mTAW.



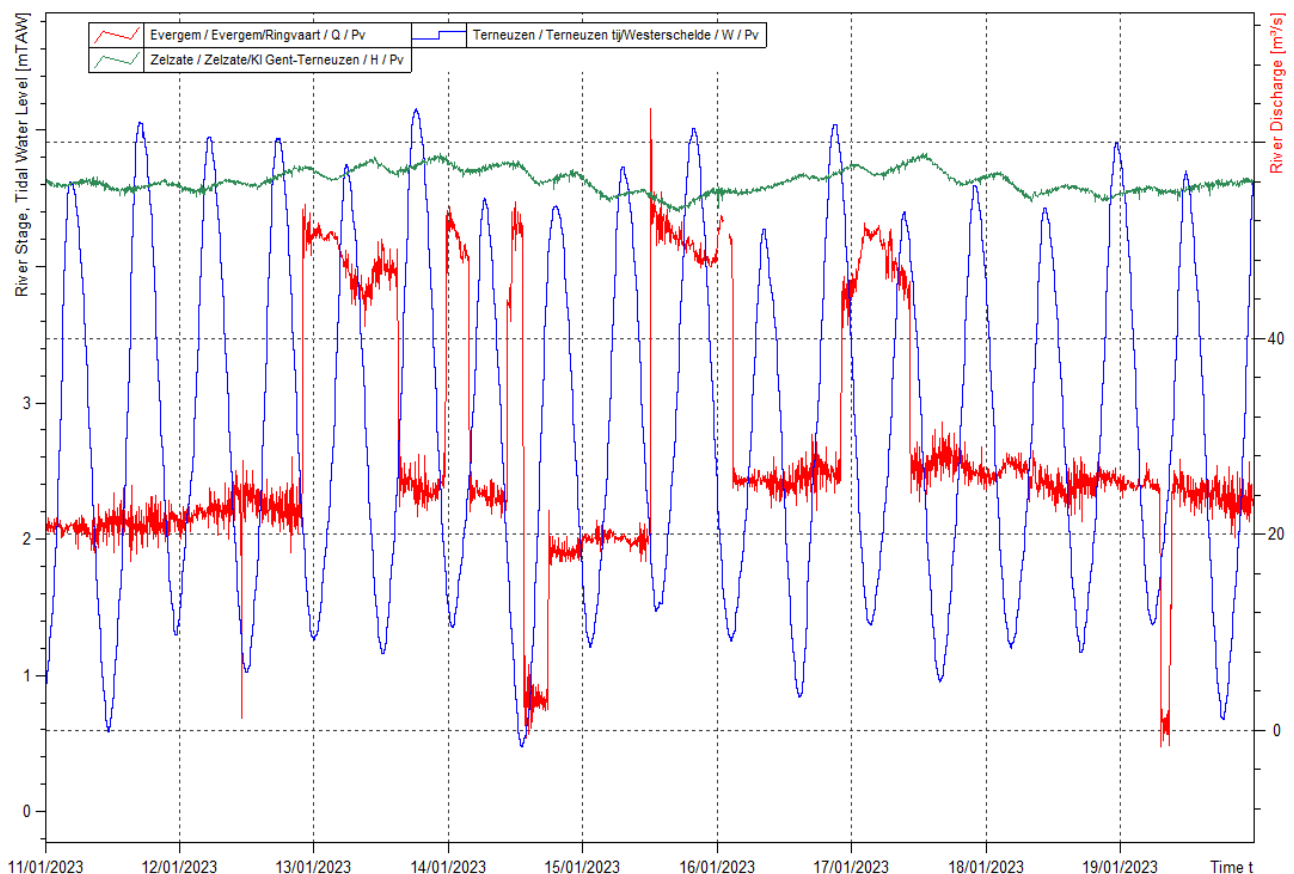
Figuur 15 – Afvoer Evergem in combinatie met peil Ringvaart (Evergem Opwaarts)

3.4.2 Kanaal Gent-Terneuzen

De afvoer via Evergem en verderop in Terneuzen bepalen voor een aanzienlijk deel de peilen op het Kanaal Gent-Terneuzen en de Moervaart, die in open verbinding staat met het Kanaal Gent-Terneuzen. De hoogst gemeten peilen op het Kanaal Gent-Terneuzen, op de grens in Zelzate traden op op 13 januari en 17 januari, ongeveer 4-5 uur na optreden van hoogwater in Terneuzen en met stremming van zowel Oost- als Westsluis tijdens het laagwater daaraan voorafgaand. Merk op dat het peil van het Kanaal Gent-Terneuzen voorafgaandelijk aan de hier besproken gebeurtenissen al 5-10 cm hoger was dan het streefpeil van 4.45 mTAW (*Visuris, 2023*).

Tabel 6 – Drie hoogste peilen Kanaal Gent-Terneuzen (Zelzate) periode 11/1/2023-20/1/2023

HW Westerschelde Terneuzen		Max peil KGT Zelzate	
13/01/2023 18:20	5.16	13/01/2023 22:30	4.83
17/01/2023 9:30	4.4	17/01/2023 12:50	4.83
13/01/2023 5:50	4.75	13/01/2023 10:50	4.8



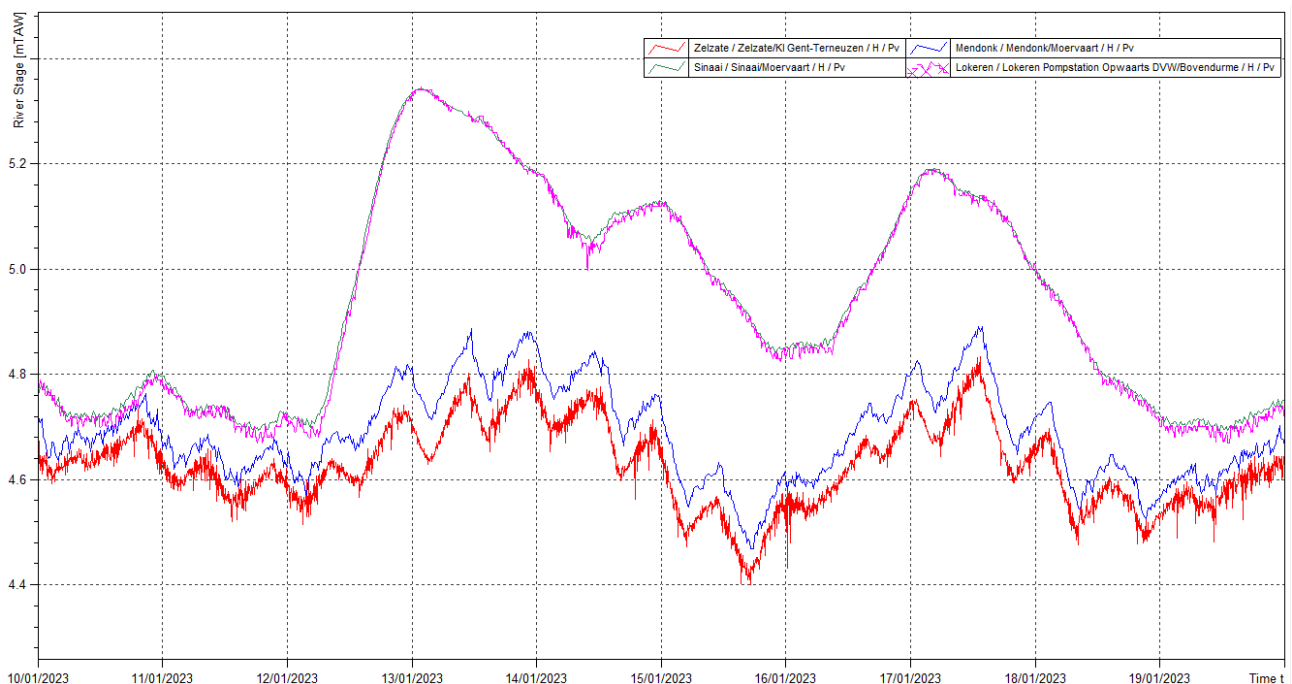
Figuur 16 – Afvoer Evergem in combinatie met peilen Kanaal Gent-Terneuzen en Westerschelde Terneuzen

Peilen op het Kanaal Gent-Terneuzen van meer dan 4.80 mTAW, zoals tijdens deze wasperiode drie keer het geval was, kwamen de afgelopen 5 jaar slechts drie keer eerder voor. In de meetreeks van Zelzate, sinds augustus 2017, kwam dit eerder enkel voor tijdens de wasperiodes van maart 2020 (met een Q_{in} naar Gent

van 380 m³/s op 11/3/2020 en 415 m³/s op 6/3/2020), eind januari-begin februari 2021 (met een Q_{in} naar Gent van 414 m³/s op 29/1/2021 en 397 m³/s op 4/2/2021) en januari 2022 (met een Q_{in} naar Gent van 356 m³/s op 9/1/2022). Merk op dat tijdens de hier besproken wasperiode de maximale Q_{in} naar Gent slechts 228 m³/s was op 16/1/2023 (zie Tabel 3).

3.4.3 Omgeving Lokeren

Het Kanaal Gent-Terneuzen staat in open verbinding met de Moervaart. In het meest westelijke stuk van de Moervaart zijn de peilen zeer gelijklopend met die van het Kanaal. In Figuur 17 is dat duidelijk voor de peilen van Zelzate (Kanaal Gent-Terneuzen) en Mendonk. In Mendonk werden op dezelfde momenten als Zelzate de maxima tijdens de hier besproken was bereikt (zie 3.4.2). Verder oostwaarts is in de meetpost van Sinaai duidelijk een ander peilverloop merkbaar. Er zijn immers een heel aantal pompstations aanwezig tussen Mendonk en Sinaai. De maxima in Sinaai en Lokeren werden bereikt in de nacht van 12 op 13 januari 2023. Opwaarts de dam van Lokeren was het maximaal peil 5.35 mTAW (13/01/23 om 01:45, meetpost Lokeren Pompstation Opwaarts DVW/Bovendurme). Een visuele inschatting (Figuur 18) aan de Markt van Lokeren gaf aan dat er nog een speling van ongeveer 10 cm was vooraleer er een aanzienlijke hoeveelheid water door de waterkeermuur in het centrum zou sijpelen. De alarmpiegel voor mogelijk kritieke overstromingen voor Lokeren Pompstation Opwaarts DVW/Bovendurme is 5.44 mTAW.



Figuur 17 – Peilmetingen op het Kanaal Gent-Terneuzen, Moervaart en Boven-Durme



Figuur 18 – Beeld Centrum Lokeren rond maximaal peil Pompstation Opwaarts (nacht 12-13 januari 2023) (bron: DVW)

Op de dam te Lokeren is een pompgemaal geïnstalleerd (theoretisch: 1 vijzel van 2,5 m³/s en 1 vijzel van 5 m³/s) om water van de Bovendurme af te voeren naar de Benedendurme. De sturing van dit pompgemaal gebeurt automatisch op basis van de waterstanden in zowel de Bovendurme en Benedendurme (Meire, 2019). Een geïnstalleerde debietsmeter opwaarts aan de Oude Bruglaan is tot op heden nog niet voldoende afgeijkt.

Afwaarts de dam van Lokeren werd een maximaal peil van 7.35 mTAW gemeten op 12/1/2023 om 23:20. Hierbij trad er (beperkte) overloop richting het Molsbroek op.



Figuur 19 – Overloop thv het Molsbroek (Pompstation Lokeren Afwaarts/Durme) in de nacht van 12-13 januari 2023 (Beelden: DVW)



Figuur 20 – Beeld van op de dam van Lokeren met meetpost Lokeren Pompstation Afwaarts/Durme op 14/1/2023 rond 15u15. Peil ongeveer 7.20 mTAW (15 cm lager dan maximale stand in nacht van 12-13 januari 2023)

3.4.4 Peilen afwaarts Brugge

Het normaalpeil van het Kanaal Gent-Oostende in het pand Oostende-Brugge is 3.94 mTAW en watert uit naar zee via Sas Slijkens. Bij hoge afvoeren kan er tijdelijk meer water afgevoerd worden, waarbij het kanaal onder peil getrokken wordt en zo buffercapaciteit voor het volgende hoogwater wordt voorzien. Tot een (laag) peil van 3.54 mTAW is dit in principe geen probleem voor de scheepvaart. Wanneer, door (nog) hogere verwachte bovenafvoeren beslist wordt om het kanaal (nog) verder onder peil te trekken om extra buffercapaciteit te creëren, wordt de scheepvaart hiervan op de hoogte gebracht en is dit zichtbaar in de metingen van de meetpost opwaarts Sas Slijkens. Dit was geval in de periode 11-19 januari 2023 (zie Figuur 21 en Figuur 22), waarbij dus duidelijk is dat in het beheer vanaf 11 januari geanticipeerd werd op de verwachte verhoogde bovenafvoeren, net zoals bij de periodes met verhoogde bovenafvoer tijdens het kerst- en eindejaarsweekend van 2022.

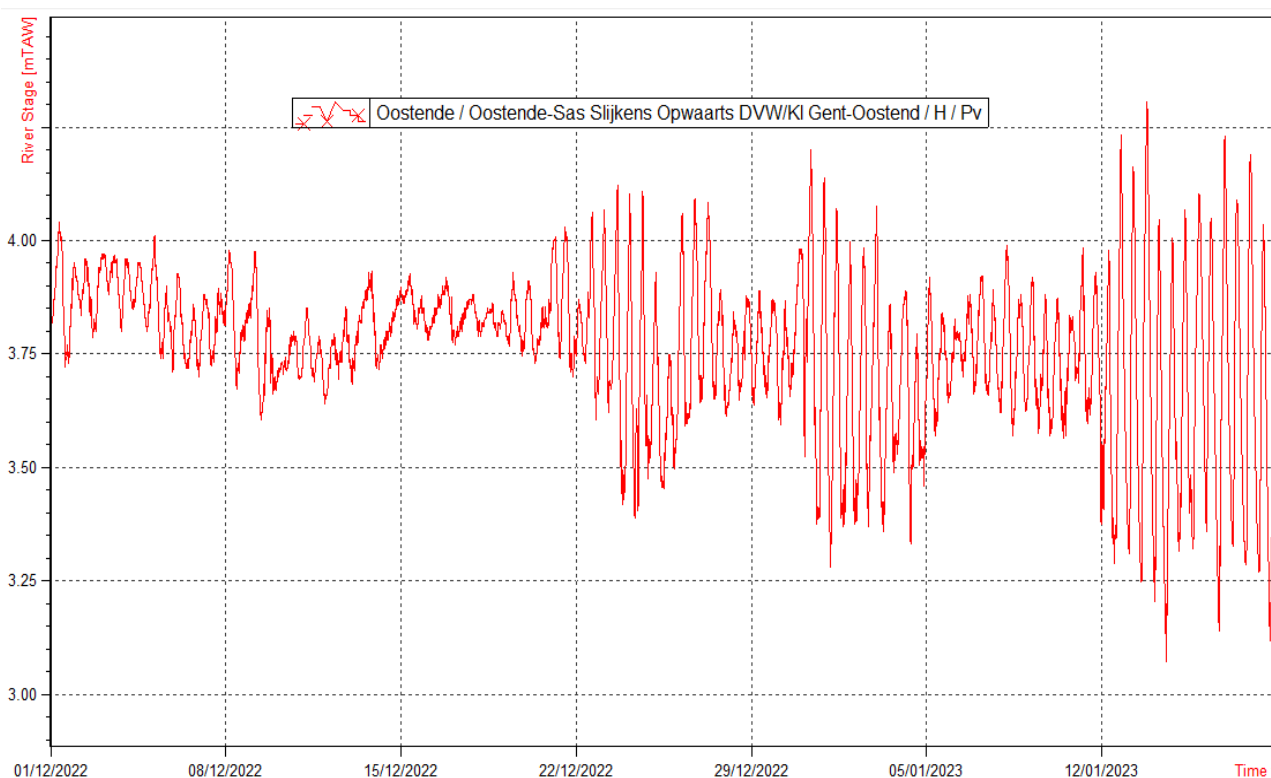
Geldig van 11/01/2023 tot en met 19/01/2023

Voor vaarweg Kanaal Gent-Oostende van Dammepoortsluis, km 45,5 tot Nieuwe grote Plassendalebrug km 62,5 geldt van 11/01/2023 18:00 uur tot en met 19/01/2023 14:48 uur volgende beperking: **beschikbare waterdiepte, variabel**

Aanvullende inlichtingen (Nederlands):

Omwille van verhoogde waterafvoeren op het kanaal Gent-Oostende, wordt het waterpeil verlaagd met meer dan 40cm.

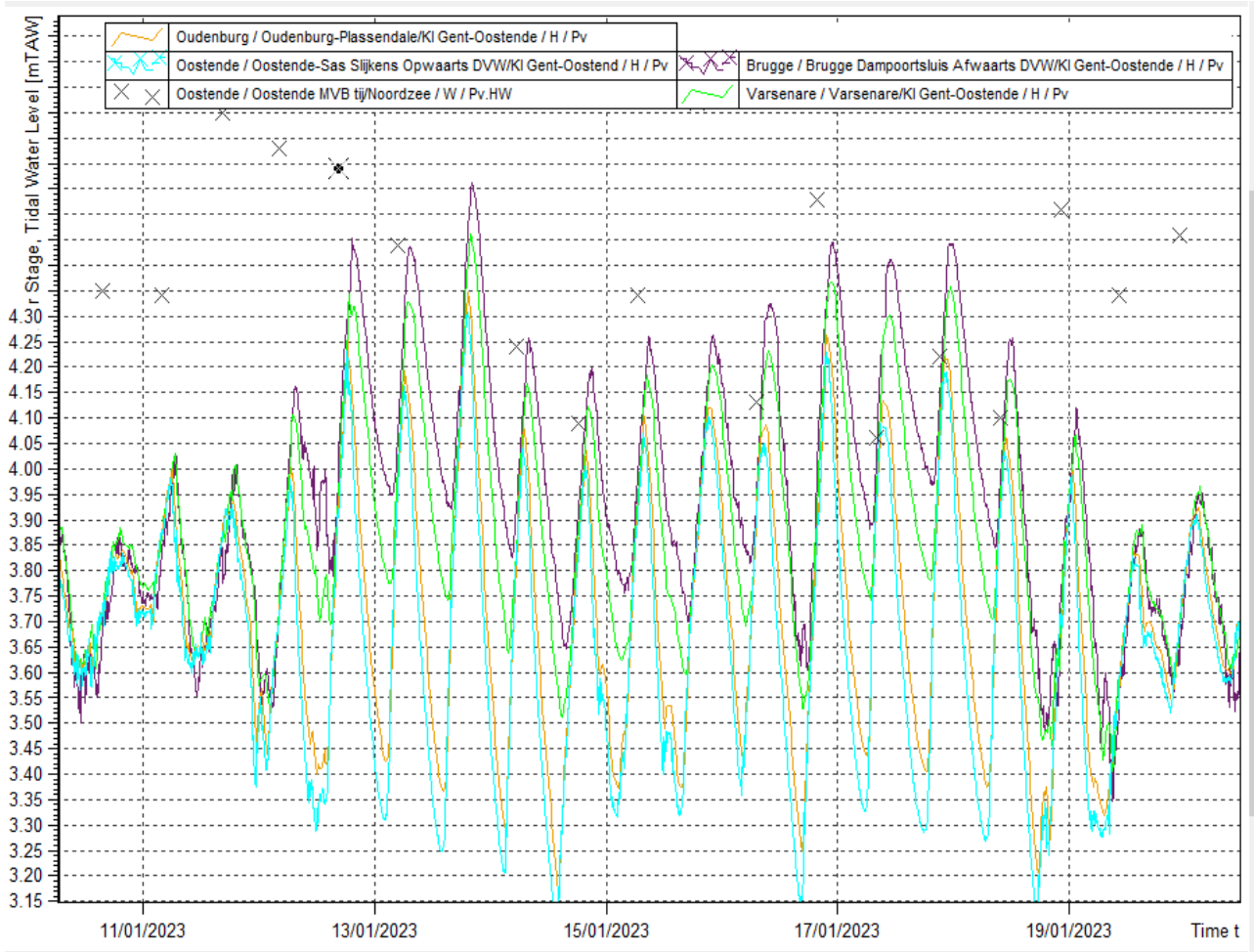
Figuur 21 – Bericht aan de schipperij ivm verlaagde peilen in het afwaarts deel van Kanaal Gent-Oostende omwille van verhoogde bovenafvoeren (Bron: Visuris.be)



Figuur 22 – Peil Kanaal Gent-Oostende net opwaarts Sas Slijkens.
 Normaalpeil van 3.94 mTAW werd vanaf 11/1/2023, en eerder tijdens het kerst-en eindejaarsweekend van 2022, verlaagd tot minder dan 3.54 mTAW omwille van verhoogde (verwachte) bovenafvoer.

Ondanks het anticiperend beheer, werden op het Kanaal Gent-Oostende, volgend op hoogwater in Oostende, tussen 12 en 17 januari 2023 meermaals drempelwaardes overschreden op de meetposten van Oostende-Sas Slijkens DVW, Oudenburg-Plassendale, Varsenare en Brugge Dampoortsluis Afwaarts DVW.² De ligging van deze meetposten is aangeduid in Figuur 24. Deze overschrijdingen volgen telkens op het hoogwater in Oostende langs de kust. Dit is duidelijk uit Figuur 23. Alle hoogwaterstanden zijn opgenomen in Bijlage 1 Peilen KGO/KPN afwaarts Brugge na hoogwater Kust. De hoogste bereikte waterstand tijdens de in dit rapport beschouwde periode staat in Figuur 24.

² Aan het pompstation van Kwetshage-Paddegat voor het Zuidgeleed, is eveneens een meting beschikbaar op het Kanaal Gent-Oostende. Het pompstation is in beheer bij VMM en er zijn (voor publiek en noodplanning beschikbaar op waterinfo.be) geen drempels op het kunstwerk gedefinieerd op waterinfo.be.



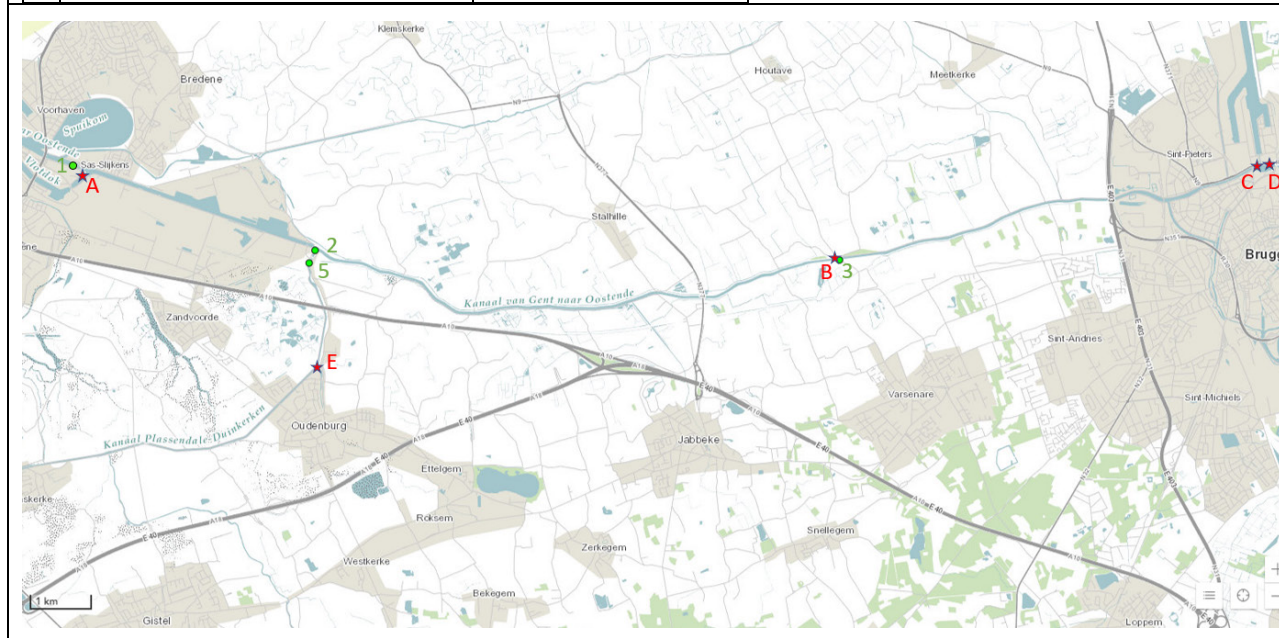
Figuur 23 – Gemeten peilen Kanaal Gent-Oostende.
 Maxima worden bereikt na hoogwater Oostende (aangeduid met grijze kruisjes).
 Detail hoogwaterstanden in Bijlage 1 Peilen KGO/KPN afwaarts Brugge na hoogwater Kust

Een gebeurtenis zoals die tijdens de periode waarover dit rapport handelt, is een goede aanleiding om de drempels zoals gehanteerd op waterinfo.be en gebruikt in hoogwaterberichtgeving WL-HIC, door DVW verspreid richting noodplanning, te evalueren. Via de verantwoordelijken van wacht bij De Vlaamse Waterweg en via het betrokken werkhuis van DVW werden geen meldingen gemaakt van schade aan infrastructuur bij de hoge waterstanden van januari 2023.

Meetposten						
	Stationsnummer	Stationsnaam	Max	Prewaak*	Waak*	Alarm*
1	Oostende-Sas Slijkens Opwaarts DVW/KI Gent-Oostend	WW020-OPW-1073	13/01 19:15 - 4.31	4.1	4.24	4.3
2	Oudenburg-Plassendale/KI Gent- Oostende	kgo02a-1066	13/01 19:15 - 4.35	4.1	4.24	4.3
3	Varsenare/KI Gent-Oostende	kgo03a-1066	13/01 19:45 - 4.46	4.2	4.25	4.3
4	Brugge Dampoortsluis Afwaarts DVW/KI Gent-Oostende	WW017-AFW-1073	13/01 20:05 - 4.56	4.2	4.25	4.3
5	Oudenburg-Plassendale/KI Nieuwpoort Plassendale	kpn04a-1066	16/01 22:30 - 4.29	4.08	4.14	4.25

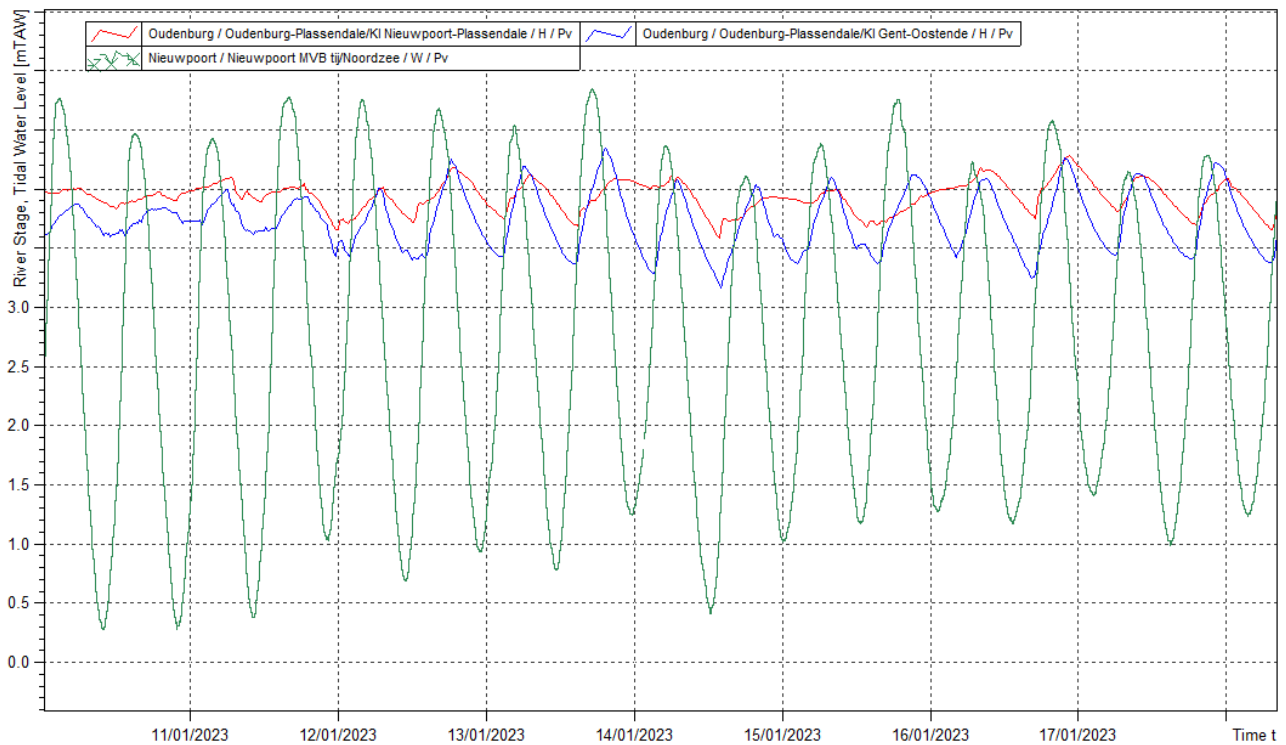
* (externe) drempels (waterinfo) tijdens event. Aanpasbaar in functie van vaststellingen tijdens events

Besproken potentieel bedreigde infrastructuur	
Infrastructuur	Opgemeten peil infrastructuur
A Doksluis Oostende (vloer technische ruimte aandrijving)	4.3
B KGO, Jabbeke, Nieuweghebrug	4.24
C KGO, Brugge, Krakelebrug	4.34
D KGO, Brugge, Warandeburg	4.26
E KPN, Oudenburg, kruispunt Vaartstraat, Geneverpiete	4.25



Figuur 24 – Ligging meetposten (groene bolletjes) met drempeloverschrijdingen afwaarts deel kanaal Gent-Oostende en kanaal Nieuwpoort-Duinkerke met besproken potentieel bedreigde infrastructuur (rode sterretjes)

Ook op het kanaal Nieuwpoort-Plassendale, via de sluis Plassendale verbonden met het kanaal Gent-Oostende, werden drempels overschreden. De afwatering van het kanaal Nieuwpoort-Plassendale verloopt – in functie van de waterstanden en de scheepvaart- via Nieuwpoort (Ganzepoot) of via Sluis Plassendale/Kanaal Gent-Oostende (manueel). Hierdoor kunnen hoge waterstanden op het Kanaal Nieuwpoort-Plassendale te wijten zijn aan hoge bovenafvoeren rond Gent, maar ook aan hoge bovenafvoeren vanuit de IJzervlakte richting Nieuwpoort en uiteraard ook aan het getij langsheen de kust. Er werden geen overstromingen vanuit het Kanaal Nieuwpoort-Plassendale vastgesteld, wel langsheen zijwaterlopen (lagere categorieën).

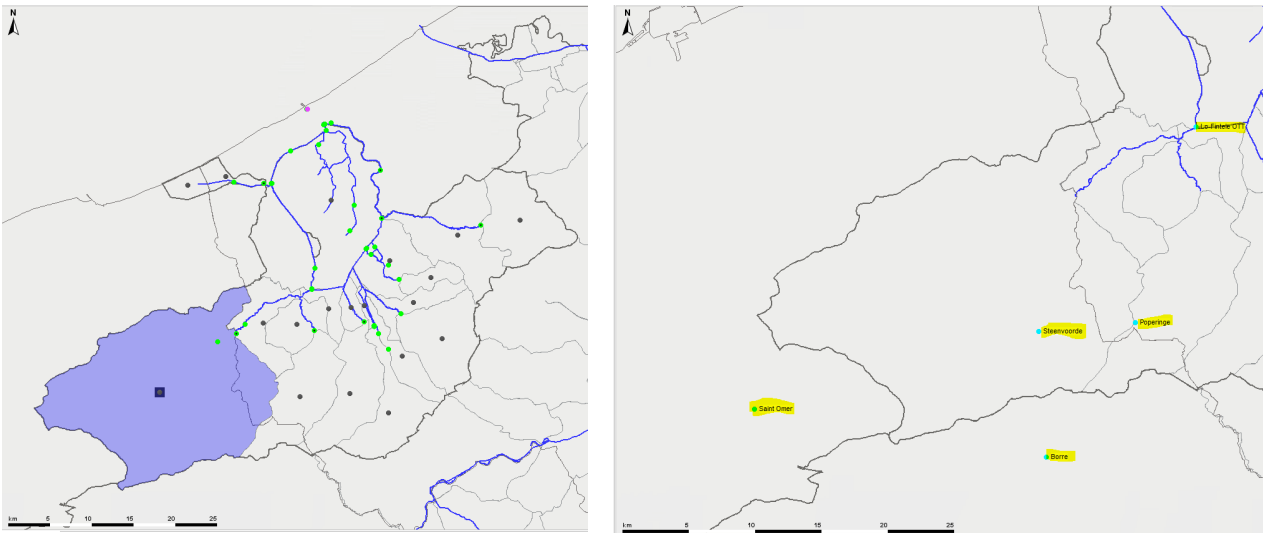


Figuur 25 – Waterstanden Kanaal Nieuwpoort-Plassendale, Kanaal Gent-Oostende en Nieuwpoort

4 Voorspellingen

4.1 Neerslagvoorspellingen

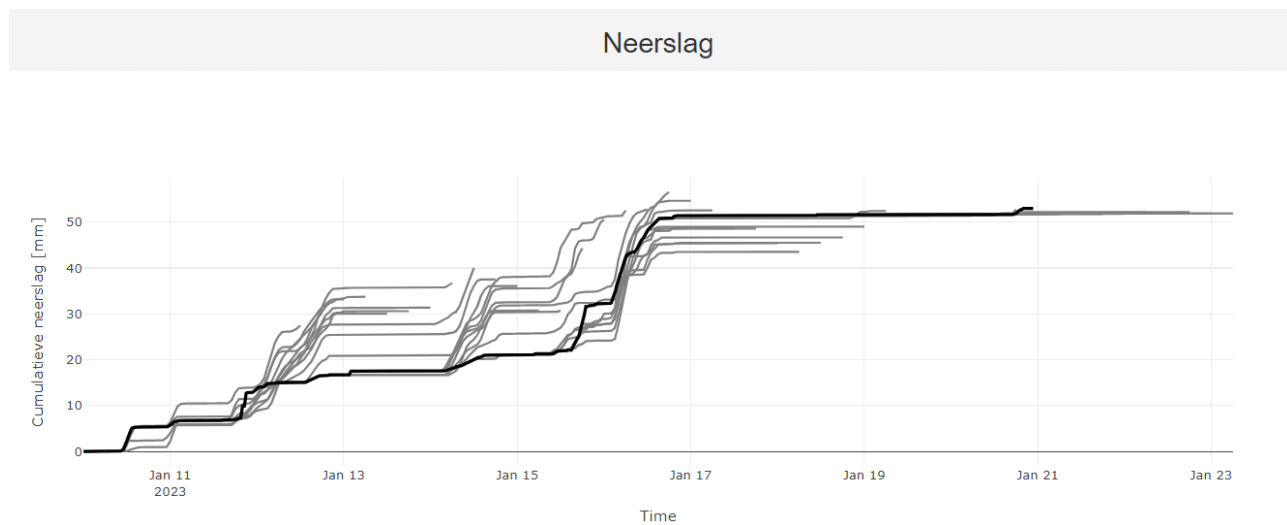
Eén van de cruciale inputparameters in de operationele modellen is de voorspelde neerslag. Daarvoor worden verschillende bronnen ontvangen: de ALARO neerslagvoorspellingen met een voorspelhorizon van 60u, de ICON neerslagvoorspellingen met een voorspelhorizon van 5 dagen en de ECMWF neerslagvoorspellingen met een voorspelhorizon van 10 dagen. De voorspelde neerslag van de “opwaartse bekken” wordt opgeslagen in de databank als “bekkenneerslag” voor de bronnen ALARO en ECMWF. Voor de IJzer is dit het bekken opwaarts Roesbrugge. Dit wordt in onderstaande kaart weergegeven (zie ook Figuur 3, met de ligging van de opwaartse bekkenneerslagen van de verschillende operationele modellen bij HIC). Voor het bekken opwaarts Roesbrugge wordt de gemeten bekkenneerslag bepaald op basis van gemeten puntneerslagen in of dichtbij dit bekken waarvan de data wordt geïnterpoleerd op basis van Thiessenpolygonen.



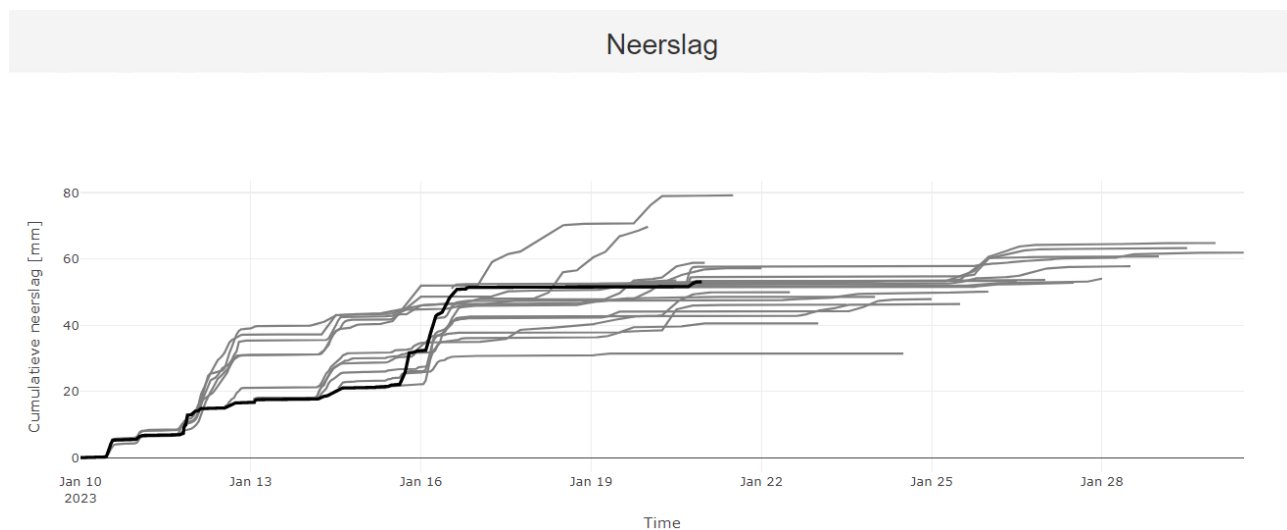
Figuur 26 – Ligging hydrologisch deelstroomgebied ‘opwaartse bekkenneerslag Roesbrugge’ (links) en gebruikte pluviografen voor berekening gebiedsneerslag (rechts)

In onderstaande grafieken wordt voor ALARO en ECMWF de gemeten bekkenneerslag vergeleken met de voorspelde bekkenneerslag voor de periode 10/1/2023 tot 20/1/2023.

Als we terug de 3 “neerslagevents” bekijken zoals hoger beschreven (event 11-12/1, event 14/1, event 16/1) zien we in de neerslagvoorspellingen een (sterke) overschatting van de gemeten neerslag in de eerste 2 events (zowel ALARO als ECMWF), de neerslag van het derde event werd veeleer onderschat, maar een pak minder onderschat dan de overschatting van de gemeten neerslag in de eerste 2 events.



Figuur 27 – Voorspelde (ALARO, grijs) en gemeten bekkenneerslag voor Roesbrugge (zwart)

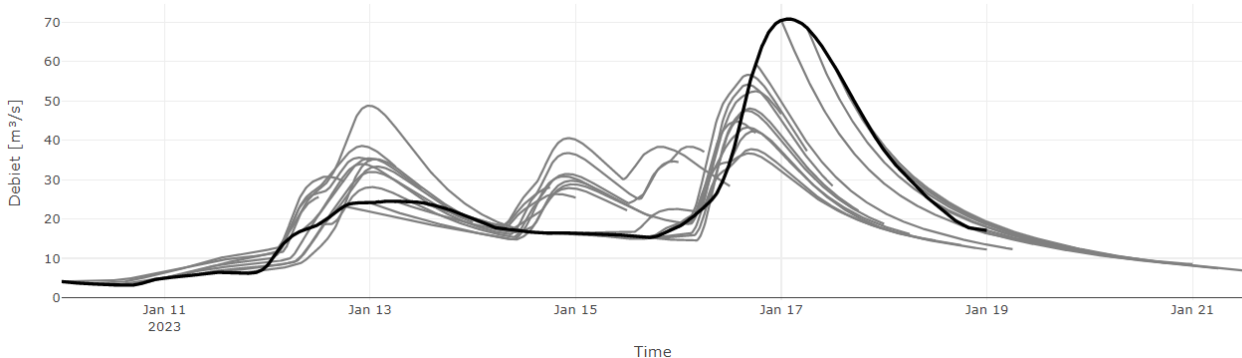


Figuur 28 – Voorspelde (ECMWF, grijs) en gemeten bekkenneerslag voor Roesbrugge (zwart)

4.2 Afvoervoorstellingen

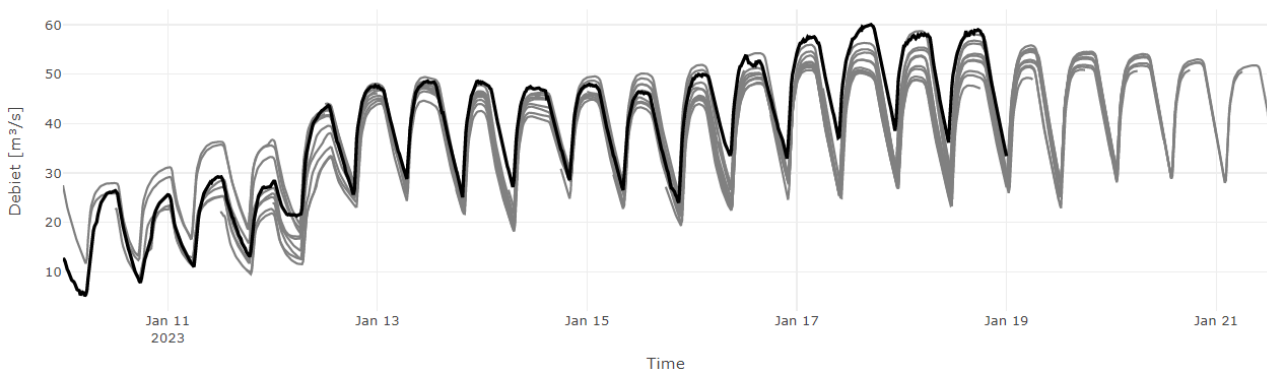
Via hydrologische modellen wordt de voorspelde (bekken-)neerslag omgezet in voorspelde afvoeren, bv. voor het opwaartse deelstroomgebied. Verder stroomafwaarts in het hydrodynamisch model worden ook afvoervoorstellingen gegenereerd, bv. in Lo-Reninge (Lokanaal) en Keiem (IJzer), waarbij het verschil tussen gemodelleerd en in de praktijk toegepast stuwbeheer een belangrijke rol heeft in de kwaliteit van de afvoervoorstellingen.

Figuur 29 geeft de afvoervoorstellingen op de **IJzer** te **Haringe** weer op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen. In lijn met de overschatte neerslagvoorspellingen overschatten de afvoervoorstellingen de gemeten afvoer bij de eerste 2 events. In het eerste event werd een afvoerpiek van ongeveer 25 m³/s gemeten, de voorspellingen varieerden tussen 30 en 50 m³/s, en vooral rond 35 m³/s. Een tweede piek was er niet bij neerslagevent 2. Bij neerslagevent 3 variëren de afvoervoorstellingen tussen 35 en 55 m³/s en werd finaal een 2^{de} afvoerpiek van 70 m³/s gemeten. Dit is een onderschatting van ruim 20 m³/s. De onderschatte voorspelde neerslag is hier de belangrijkste oorzaak maar verwacht wordt dat met een ideale neerslagvoorspelling de afvoerpiek nog (licht) zou onderschat worden. Dit zal worden nagerekend, maar is nu nog niet beschikbaar. Eventueel zal ook een herkalibratie van het hydrologisch model voor het bekken opwaarts Roesbrugge-Haringe moeten worden uitgevoerd.



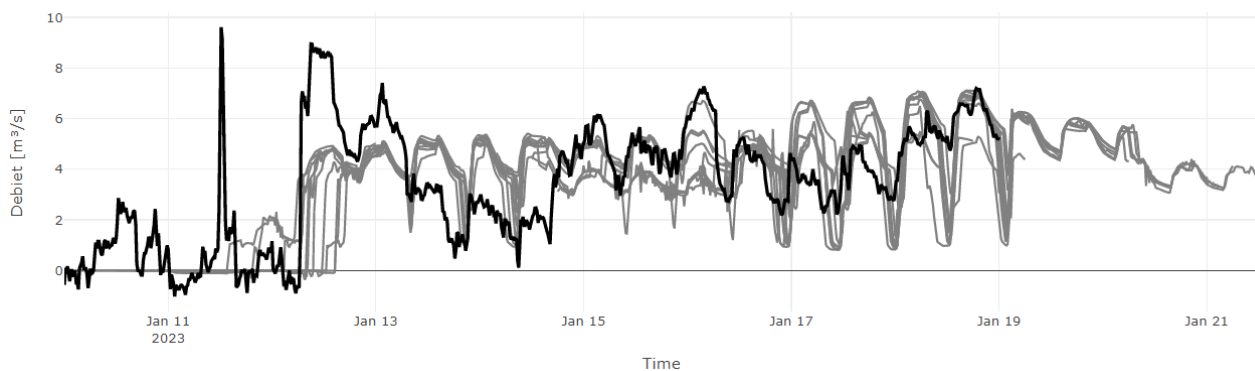
Figuur 29 – Voorspelde en gemeten afvoer te Haringe (IJzer) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen

Afwaarts op de IJzer is er ook een afvoervoorstelling te **Keiem** beschikbaar. Deze wordt weergegeven in Figuur 30. De voorspelde en gemeten afvoer volgen hetzelfde patroon in functie van het getij op de Noordzee/Ganzepoot. Algemeen kan gesteld worden dat de voorspelde en gemeten afvoer bij het eerste event sterker uit elkaar liggen, dan vanaf 13/1 tot 16/1 goed in elkaars buurt liggen en dat bij de 2^{de} afvoerpiek te Haringe ook de gemeten afvoer te Keiem algemeen onderschat wordt.



Figuur 30 – Voorspelde en gemeten afvoer te Keiem (IJzer) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen

Tot slot is er ook de afvoervoorspelling op het **Lokanaal te Lo-Reninge**. Deze afvoer wordt bepaald door het gebruik van de schuiven te Lo-Fintele. Deze schuiven werken in het model op basis van algemene regels, bepaald door waterstand op de IJzer te Lo-Fintele, de waterstanden in het Lokanaal en in de Ganzepoot, die in realiteit anders kunnen beheerd worden. Hieronder wordt de gemeten en voorspelde afvoer te Lo-Reninge weergegeven. De range van de afvoervoorspellingen komt in de buurt van wat gemeten wordt, maar toch zijn er af en toe grote verschillen met de meting, bv. op 12 januari wordt een afvoer van bijna 9 m³/s gemeten waar de voorspellingen aftoppen op net geen 5 m³/s. Omgekeerd zijn de afvoervoorspellingen soms een stuk hoger dan wat er wordt gemeten (bv. op 14/1, 17/1 en 18/1). Het gebruik van gemeten stuwstanden zou hier de kwaliteit van de afvoervoorspelling een pak kunnen verbeteren. Daarnaast is er ook de impact van de afvoer van het pand Duinkerke-Veurne op het Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke die ook richting Vlaanderen moet gebeuren. Om deze afvoer te realiseren moet immers de afvoer vanuit Lo-Fintele beperkt worden via de Fintelestuw zodat de waterstanden op het Lokanaal/Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort afwaarts Veurne kunnen dalen. Zo kan water afgevoerd worden van opwaarts Veurne. De pomp te Veurne kan hierbij ook helpen en vermindert de noodzaak tot verlagen van het waterpeil Lokanaal/KDN-afw Veurne.



Figuur 31 – Voorspelde en gemeten afvoer te Lo-Reninge (Lokanaal) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen

4.3 Waterstandsvoorspellingen

Tot slot bespreken we de waterstandsvoorspellingen, deze zijn een gevolg van de afvoervoorspellingen die op hun beurt afhangen van de neerslagvoorspellingen. Ook de gemodelleerde stuwstanden, op basis van algemene regels, in het hydrodynamisch model hebben een grote impact op de waterstandsvoorspellingen.

Hieronder zullen de waterstandsvoorspellingen op de IJzer, op het Lokanaal en op het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort besproken worden.

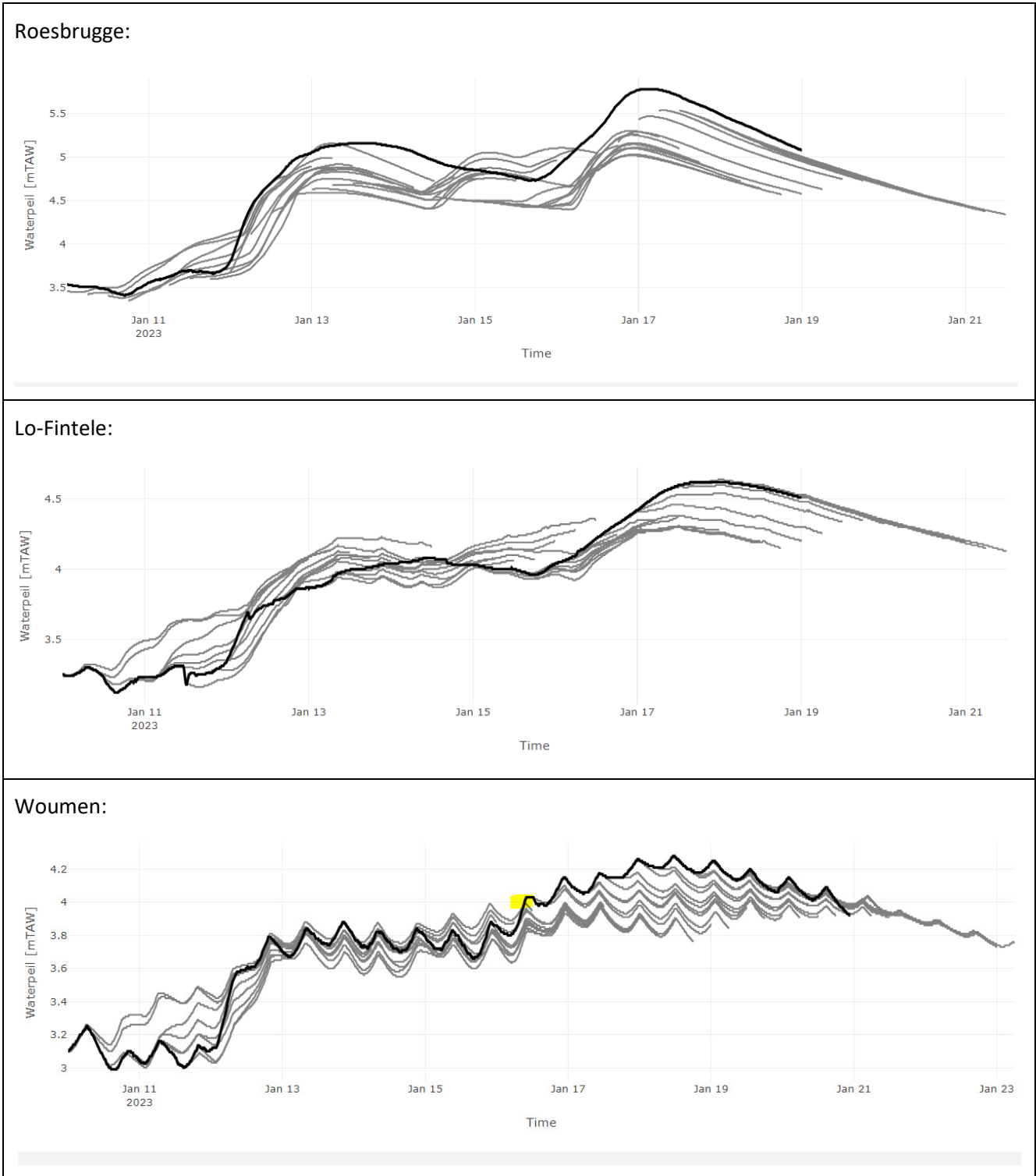
Op de **IJzer** zijn er waterstandsvoorspellingen beschikbaar te Haringe, Roesbrugge, Lo-Fintele, Woumen, Diksmuide, Keiem en Nieuwpoort. Enkel deze te Roesbrugge, Lo-Fintele en Woumen worden hieronder weergegeven.

Te **Roesbrugge** zien we, ondanks de overschatte gemeten afvoer tijdens het 1^{ste} neerslagevent) te Haringe (zie hoger), toch een onderschatting van de waterstanden. Deze onderschatting is (nog) groter bij de 2^{de} (gemeten) afvoerpiek, wat logisch is aangezien de gemeten afvoer in het 2^{de} event ook al werd onderschat. Deze vaststelling duidt op een noodzaak tot verbetering van het hydrologisch model én het hydrodynamisch model. Daarnaast is er in het operationeel model ook de mogelijkheid om de modelresultaten te corrigeren met de metingen. Dit proces heet data-assimilatie. Data-assimilatie gebeurt al met de afvoer te Haringe. Deze data-assimilatie zal ook geactiveerd worden op de waterstand van de IJzer te Roesbrugge.

Verder afwaarts op de IJzer te **Lo-Fintele** zien we dat de waterstanden in het eerste event wat overschat worden door de voorspellingen. In het 2^{de} event worden de gemeten waterstanden onderschat door het voorspellingsmodel. Dit laatste is uiteraard gelinkt aan de onderschatte afvoeren.

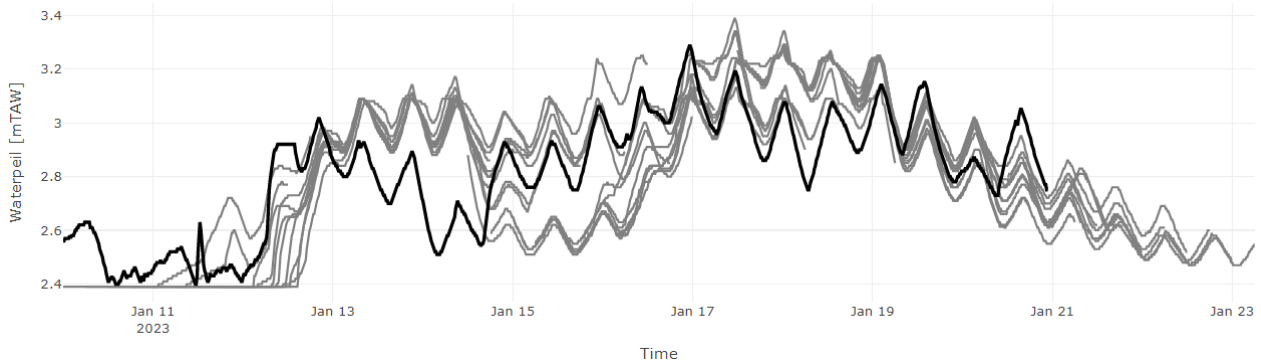
Te **Woumen** tenslotte zien we dat de waterstandsvoorspellingen gedurende de eerste afvoerpiek vrij goed in lijn liggen met de metingen. Bij de tweede afvoerpiek zien we een onderschatting van de gemeten waterstanden. Vanaf 4 mTAW stroomt het water van de IJzer in het Blankaartbekken.

Te Lo-Fintele en Woumen wordt data-assimilatie toegepast op de waterstanden.



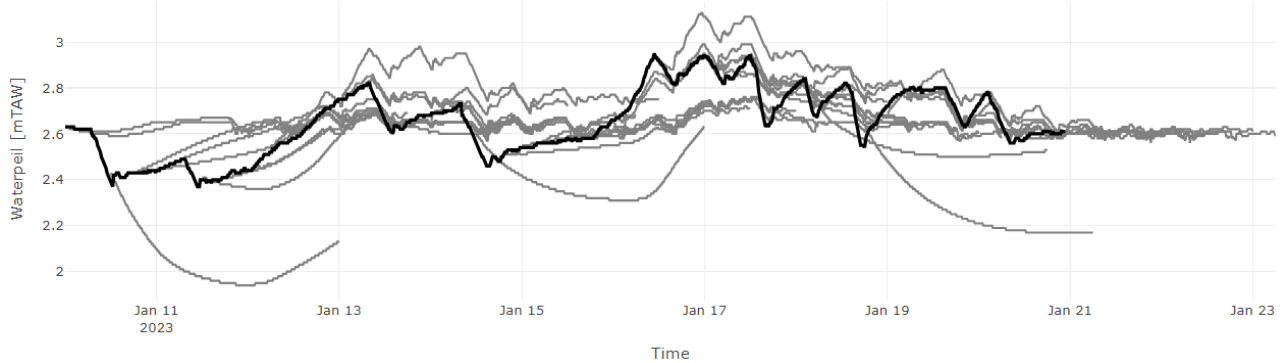
Figuur 32 – Voorspelde en gemeten waterstanden op de IJzer te Roesbrugge, Lo-Fintele en Woumen op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen

Hieronder worden de voorspellingen van de waterstand op het **Lokanaal** te **Lo-Reninge** weergegeven. De voorspellingen volgen niet altijd de gemeten waterstanden even goed. Dit is uiteraard gelinkt aan verschillend stuwbeheer in Fintele, tussen model en werkelijkheid.

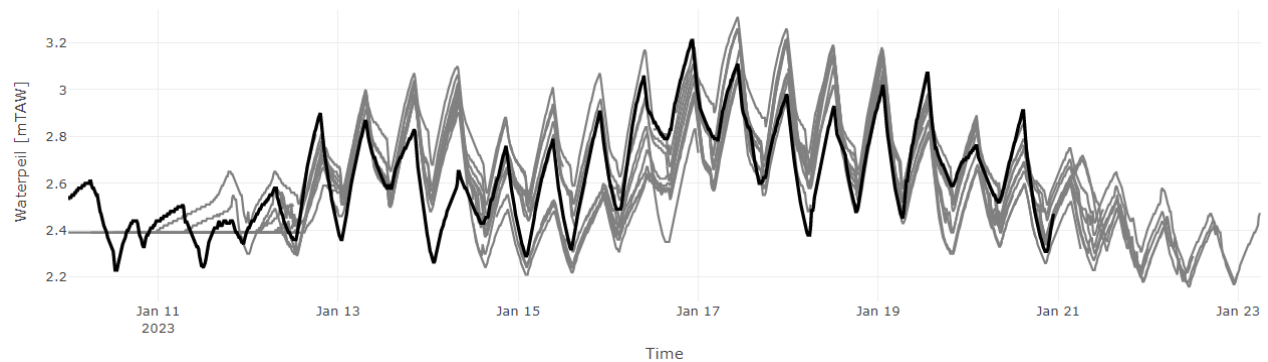


Figuur 33 – Voorspelde en gemeten waterstanden te Lo-Reninge (Lokanaal) op basis van ALARO-neerslagvoorspellingen

Op het **kanaal Duinkerke-Nieuwpoort**, bestaande uit 2 panden, zijn er waterstandsvoorspellingen te Adinkerke, Veurne, Veurne Sluis opwaarts & afwaarts, Oostduinkerke-Wulpen en te Nieuwpoort. Hieronder worden de voorspellingen te Adinkerke, in het opwaartse pand en te Veurne afwaarts, in het afwaartse pand weergegeven. Te **Adinkerke** zien we een 4-tal vreemde voorspellingen, mogelijks gelinkt aan een foute regeling te Veurne (pomp/sluischuiten) of de impact van data-assimilatie. Dit zal worden nagekeken. Daarnaast zien we bij de 2^{de} afvoerpiek (3^e neerslagevent) waterstandsvoorspellingen tot iets boven 3 mTAW. De metingen gingen echter niet zo hoog. De waterstandsvoorspellingen in het afwaartse pand (**Veurne afwaarts**) liggen vaak in de buurt van wat werd gemeten en soms zijn er verschillen tot 30 cm, bv. op 14 januari. Veelal is het verschil tussen meting en voorspelling kleiner dan 20 cm.



Figuur 34 – Voorspelde en gemeten waterstanden te Adinkerke (Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort)



Figuur 35 – Voorspelde en gemeten waterstanden te Veurne afwaarts (Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort)

5 Werking permanentie HIC

Vanuit de permanentiedienst van het HIC werden een eerste telefonisch overleg met de verantwoordelijken waterbeheersing bij De Vlaamse Waterweg gehouden op 10 januari 2023.

HIC stuurde in totaal 13 berichten actief uit tussen 11/01/2023 (8u) en 17/01/2023 (17u). De meeste berichten werden dagelijks opgemaakt om 8u en 17u.

Er was meermaals overleg met de verantwoordelijken bij DVW binnen en buiten de diensturen, bv. op de avond van 12 januari met hoge waterstanden in Lokeren en op het Kanaal Gent-Oostende en op de avond van 16 januari met hoge afvoeren op de IJzer.

6 Conclusie

Tussen 12 en 16 januari 2023 zorgden een aantal opeenvolgende neerslagevents voor hoge waterstanden in het westen van Vlaanderen. De neerslag had een maximale retourperiode van rond de 2 jaar in Vlaanderen. In het bekken van de **IJzer** werd op 16 januari een afvoer bereikt die in de top 10 sinds het begin van de metingen valt. Peildrempels werden overschreden, maar er traden geen kritieke overstromingen op vanuit de bevaarbare waterlopen in het IJzerbekken.

Voor de **omgeving rond Gent**, waar op 12 januari veel lokale neerslag viel, traden op de Ringvaart, Kanaal Gent-Terneuzen en Moervaart-Durme hoge peilen op. Afwaarts de dam van Lokeren was er overloop vanuit de Benedendurme naar het Molsbroek en opwaarts de dam van Lokeren bewees de waterkeringsmuur in het centrum zijn nut. Het is eerder uitzonderlijk (niet voorgekomen in metingen) dat waterstanden rond Gent zo hoog zijn met een aanvoer van 210-230 m³/s (retourperiode kleiner dan 1 jaar) vanuit Leie en Bovenschelde. De afvoer rond Gent verloopt momenteel anders dan normaal door de bouw van de Nieuwe Sluis Terneuzen (Middensluis niet beschikbaar als spuimiddel) en de gevolgen van een dijkdoorbraak tussen het Afleidingskanaal en Leopoldkanaal in de eindejaarsperiode van 2018. Tussen 10 en 20 januari 2023 was in Terneuzen de Oostsluis gedurende 15 laagwaters gestremd, de Westsluis werd tussen 13 en 19 januari 11 keer gestremd.

Over de verschillende neerslagevents heen, viel in Vlaanderen het meeste neerslag in de omgeving van Brugge. Op het **kanaal Gent-Oostende afwaarts Brugge en op het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort** traden dan ook hoge waterstanden op, in functie van het getij. Er traden geen kritieke overstromingen op vanuit de kanalen. Een gebeurtenis zoals die tijdens de periode waarover dit rapport handelt, is een goede aanleiding om de drempels zoals gehanteerd op waterinfo.be en gebruikt in hoogwaterberichtgeving WL-HIC, door DVW verspreid richting noodplanning, te evalueren.

De vaststellingen die gemaakt worden bij de bespreking van de voorspellingen van zowel de afvoer als de waterpeilen geven aan dat niet alleen doorlopend aandacht nodig is voor verbeteringen aan hydrologische en hydrodynamische modellen, maar geven ook de kansen aan die gebruik van reële (en dus ontsloten en beschikbare) kunstwerkstanden van het terrein zouden kunnen bieden.

7 Referenties

Boeckx, L.; Deschamps, M.; D'Haeseleer, E.; Vanneuville, W.; Viaene, P.; Van Eerdenbrugh, K.; Mostaert, F. (2011). Wasgebeurtenissen 11-16 november 2010: beschrijving hydrologische gebeurtenissen. Versie 2.0. WL Rapporten, 738_03. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. VIII, 87 + 13 p. Appendices

Boeckx, L.; Meire, D.; Deschamps, M. (2022). Wasrapport IJzer-Dender november-december 2021: Beschrijving hydrologische gebeurtenissen. Versie 3.0. WL Rapporten, PA008_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Boeckx, L.; Deschamps, M. (2023). Laagwaterseizoen 2022: Samenvatting seizoen en gepubliceerde laagwaterberichten waterwegen. Versie 0.1. WL Rapporten, PA006_12. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen (IN OPMAAK)

Deschamps M.; Van Steenberghe N.; Boeckx L.; Mostaert F. (2012). Was maart 2012: Beschrijving meteorologische en hydrologische gebeurtenissen . Versie 2_0. WL Rapporten, 00_119. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

Hertoghs, R.; Nossent, J.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2017). Statistiek niet tijposten meetnet HIC: Herberekening 2016. Versie 4.0. WL Rapporten, 16_048_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Meire, D.; Claeys, S.; Vereecken, H.; Mostaert, F. (2021). Debietmeting Lokeren: Deelrapport 2 – Factual data rapport. Versie 3-0. WL Rapporten, 19_016_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Van de Vyver, H. (2016). Extreme precipitation in Uccle: New IDF statistics based on long term rainfall series (1898-2007), Royal Meteorological Institute of Belgium

[Dijkbreuk tussen Leopoldkanaal en Afleidingskanaal \(Damme\) | De Vlaamse Waterweg nv](#), nieuwsbericht De Vlaamse Waterweg, 30/12/2018, geraadpleegd op 6/2/2023 via <https://www.vlaamsewaterweg.be/nieuws/dijkbreuk-tussen-leopoldkanaal-en-afleidingskanaal-damme>

[Sluizencomplex Terneuzen | Rijkswaterstaat:](#)

<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/dammen-sluizen-en-stuwen/sluizencomplex-terneuzen> geraadpleegd op 6/2/2023

Visuris, <https://www.visuris.be/default.aspx?path=Actueel/Waterbeheer%20-%20Streefpeilen>, geraadpleegd op 10/3/2023

Bijlage Peilen KGO/KPN afwaarts Brugge na hoogwater Kust

Kanaal Gent-Oostende

Hoogwaterpeilen januari 2023 uit Figuur 23 in tabelvorm

OST-1069			WW020-OPW-1073			kgo02a-1066			kgo03a-1066			WW017-AFW-1073		
Oostende MVB tij/Noordzee			Oostende-Sas Slijkens Opwaarts DVW/KI Gent-Oostend			Oudenburg-Plassendale/KI Gent-Oostende			Varsenare/KI Gent-Oostende			Brugge Dampoortsluis Afwaarts DVW/KI Gent-Oostende		
12/01	16:20	4.59	12/01	18:05	4.23	12/01	18:15	4.25	12/01	18:45	4.34	12/01	19:10	4.45
13/01	4:37	4.44	13/01	6:05	4.15	13/01	6:00	4.19	13/01	6:45	4.33	13/01/	7:15	4.44
13/01	17:27	4.77	13/01	19:15	4.31	13/01	19:15	4.35	13/01	19:45	4.46	13/01	20:05	4.56
14/01	5:15	4.24	14/01	6:40	4.05	14/01	7:00	4.08	14/01	7:30	4.17	14/01	7:55	4.26
14/01	18:10	4.09	14/01	19:35	4.01	14/01	19:45	4.04	14/01	20:15	4.12	14/01	21:00	4.2
15/01	6:25	4.34	15/01	7:45	4.07	15/01	8:00	4.1	15/01	8:30	4.18	15/01	8:50	4.26
15/01	18:55	4.72	15/01	21:00	4.1	15/01	21:15	4.12	15/01	21:30	4.2	15/01	22:05	4.26
16/01	7:05	4.13	16/01	8:35	4.05	16/01	9:00	4.09	16/01	9:30	4.23	16/01	9:35	4.32
16/01	19:47	4.53	16/01	21:45	4.23	16/01	21:45	4.26	16/01	22:30	4.37	16/01	22:50	4.45
17/01	8:05	4.06	/*	/*	/*	17/01	9:30	4.13	17/01	10:15	4.3	17/01	10:40	4.41
17/01	21:02	4.22	17/01	22:05	4.19	17/01	22:15	4.22	17/01	23:15	4.36	17/01	23:00	4.44

* ontbrekende waarde in metingen

Kanaal Plassendale-Nieuwpoort

kpn04a-1066		
Oudenburg-Plassendale/KI Nieuwpoort-Plassendale		
12/01/2023	18:30	4.18
13/01/2023	7:00	4.12
13/01/2023	20:45	4.09
14/01/2023	7:00	4.1
14/01/2023	22:15	3.94
15/01/2023	8:45	4
/**	/**	/**
16/01/2023	9:15	4.16
16/01/2023	22:30	4.29
17/01/2023	10:15	4.11
17/01/2023	23:45	4.08

** geen piek bereikt, peil doorlopend
stijgend

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