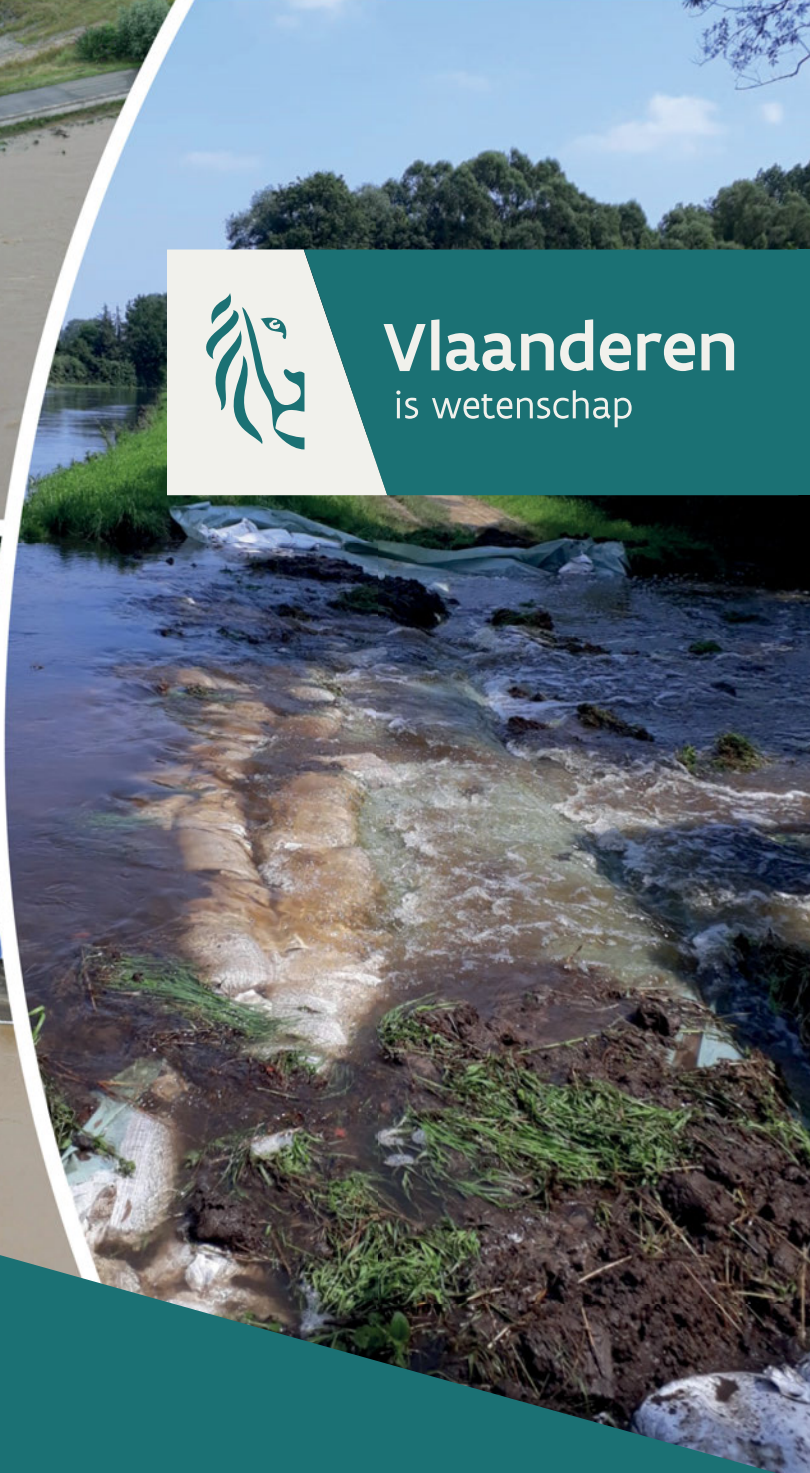




Vlaanderen
is wetenschap



PA008_1
WL rapporten

Gebeurtenissen Waterwegen Vlaanderen juli 2021

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Gebeurtenissen Waterwegen Vlaanderen

juli 2021

Hydrologisch Informatie Centrum; De Vlaamse Waterweg nv.

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 2021
D/2021/3241/292

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Hydrologisch Informatie Centrum; De Vlaamse Waterweg nv. (2021). Gebeurtenissen Waterwegen Vlaanderen juli 2021: Versie 1.0. WL Rapporten, PA008_01. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	De Vlaamse Waterweg nv	Ref.:	WL2021RPA008_1
Trefwoorden (3-5):	Overstroming zomer – Maas- Demer- Piekafvoeren – Feiten op het terrein		
Kennisdomeinen:	Waterbeheer > Permanentie > Hoogwater Waterbeheer > Voorspellingen > Wassen Waterbeheer > Voorspellingen > Voorspellingsmodellen		
Tekst (p.):	76	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Boeckx, L. (editor WL); Van Steenberghe, N. (editor DVW)
------------	--

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Van Steenberghe, N. (editor DVW) Boeckx, L.; Vandenbruwaene, W. (interne revisie)	Niels Van Steenberghe (Signature) Digitaal ondertekend door Niels Van Steenberghe (Signature) Datum: 2021.11.30 10:31:02 +01'00' Getekend door: Leen Boeckx (Signature) Getekend op: 2021-11-30 14:02:07 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed Getekend door: Wouter Vandenbruwaene Getekend op: 2021-11-30 14:10:15 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Leen Boeckx</i> <i>Wouter Vandenbruwaene</i>
Projectleider:	Boeckx, Leen (editor WL)	Getekend door: Leen Boeckx (Signature) Getekend op: 2021-11-30 14:03:41 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Leen Boeckx</i>

Goedkeuring

Verantwoordelijke HIC:	Deschamps, M.	Getekend door: Maarten Deschamps (Sig) Getekend op: 2021-11-30 14:16:36 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Maarten Deschamps</i>
Afdelingshoofd:	Bellafkih, A.	Getekend door: Abdelkarim Bellafkih (Sign) Getekend op: 2021-11-30 21:41:29 +01:0 Reden: Ik keur dit document goed <i>Abdelkarim Bellafkih</i>



Abstract

Dit rapport beschrijft de gebeurtenissen langs de waterwegen in Vlaanderen tijdens de overstromingen van juli 2021. De grootste schade trad op in Wallonië, maar ook in Vlaanderen werden op de Maas, Demer en in het systeem Zenne- Zeekanaal hoge piekafvoeren opgetekend. De piekafvoeren op de Maas waren de hoogste sinds het begin van de metingen in 1911. In het opwaartse deel van de bevaarbare Demer was de retourperiode van de afvoer ongeveer 34 jaar en werden noodmaatregelen uitgevoerd bij het bereiken van de maximale bergingscapaciteit van de opwaartse wachtbekkens. Gedurende de gebeurtenissen zorgde het HIC voor metingen, voorspellingen en interpretaties via de hoogwaterberichtgeving en op waterinfo.be. De Vlaamse Waterweg nam alle mogelijk maatregelen om het water zo vlot mogelijk af te voeren. In dit rapport worden de belangrijkste metingen, voorspellingen en maatregelen op het terrein op een rijtje gezet. De inspanningen die de afgelopen jaren al geleverd werden om de schade door overstromingen langs de Vlaamse waterwegen in kaart te brengen (meetnet HIC, voorspellingsmodellen HIC) en te minimaliseren (bv. Maaswerken, Sigmaplan) wierpen hun vruchten af. Deze inspanning moet volgehouden worden om ook in de toekomst- en dus rekening houdende met klimaatverandering- de schade bij natuurrampen zo minimaal mogelijk te houden.

Dit rapport kon worden samengesteld dankzij de gewaardeerde inspanningen van vele collega's bij het Waterbouwkundig Laboratorium en De Vlaamse Waterweg nv.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VII
Lijst van de figuren	VIII
1 Neerslag.....	1
1.1 Algemeen.....	1
1.2 Neerslag per getroffen bekken.....	3
1.2.1 Maasbekken.....	3
1.2.2 Demerbekken	5
1.2.3 Dijle-en Zennebekken.....	6
2 Maas en Albertkanaal.....	7
2.1 Afvoeren	7
2.1.1 Over de gebruikte cijfers in dit rapport.....	7
2.1.2 Maas	7
2.1.3 Albertkanaal.....	9
2.1.4 Vergelijking met eerdere historische wassen.....	9
2.2 Waterstanden.....	11
2.2.1 Maas	11
2.2.2 Vergelijking met eerdere historische wassen.....	12
2.2.3 Albertkanaal.....	13
2.3 Gebeurtenissen op het terrein	15
2.3.1 Genomen maatregelen.....	15
2.3.2 Schade	16
3 Demer	21
3.1 Afvoeren	21
3.2 Waterstanden.....	22
3.3 Gebeurtenissen op het terrein	28
3.3.1 Overzicht.....	28
3.3.2 Gebeurtenissen en maatregelen	30
3.3.3 Impact beheersmaatregelen	54
3.3.4 Schade	55

4	Dijle-en Zennebekken.....	56
4.1	Systeem van Zenne / Kanaal naar Charleroi/Kanaal Brussel-Schelde	56
4.1.1	Algemeen.....	56
4.1.2	Opwaarts Brussel: sluizen Kanaal naar Charleroi en werking Overstort van Lembeek.....	56
4.1.3	Afwaarts Brussel	58
4.2	Dijle en Kanaal Leuven-Dijle	59
4.3	Gebeurtenissen op het terrein	60
4.3.1	Genomen maatregelen.....	60
4.3.2	Schade	60
5	Voorspellingen en waarschuwingen.....	61
5.1	Maas	61
5.1.1	Internationale samenwerking	61
5.1.2	Modelvoorspellingen en verwachtingen.....	61
5.2	Voorspellingen Demer	63
5.2.1	Beschrijving operationeel model (tijdens gebeurtenissen juli 2021).....	63
5.2.2	Modelresultaten	63
5.3	Voorspellingen Zenne en Zeekanaal.....	68
5.3.1	Beschrijving operationeel model (tijdens gebeurtenissen juli 2021).....	68
5.3.2	Modelresultaten	68
6	Werking HIC.....	73
6.1	Algemeen.....	73
6.2	Juli 2021.....	74
7	Conclusies	75
8	Referenties	76

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – IJkingsmetingen HIC uitgevoerd in Maaseik op 16 juli 2021	8
Tabel 2 – Piekdebieten langsheen de Maas en Ourthe (Beschikbare waardes SPW/RWS/HIC).....	8
Tabel 3 – Historische piekdebieten langs de Gemeenschappelijke Maas.....	9
Tabel 4 – Piekwaterstanden langsheen de Gemeenschappelijke Maas	11
Tabel 5 – Historische piekwaterstanden langs de Maas (1993 en 1995: Heylen, 1998).....	12
Tabel 6 – Piekwaterstanden langsheen het Albertkanaal	13
Tabel 7 – Kenmerken debiet op de bevaarbare Demer	21
Tabel 8 – Kenmerken waterstanden op bevaarbare Demer	22
Tabel 9 – Kwaliteit voorspellingen waterstand Model Demer (ZT = Zichttijd).....	66
Tabel 10 – Kwaliteit voorspellingen waterstand Model Zenne-Zeekanaal – Zenne	70
Tabel 11 – Kwaliteit voorspellingen waterstand Model Zenne-Zeekanaal – Zeekanaal	71
Tabel 12 – Voorspelde bekkenneerslagen in het operationele model van systeem Zenne-Zeekanaal	72

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Voorlopige kaarten met de neerslaghoeveelheden geregistreerd tussen 14 en 15 juli 8u lokale tijd.	2
Figuur 2 – Voorlopige kaarten met de neerslaghoeveelheden geregistreerd tussen 15 en 16 juli 8u lokale tijd.	2
Figuur 3 – Pluviografen met neerslagmetingen (azuurblauwe bollen) en aanduiding van de opwaartse bekkens waarvoor gebiedsneerslagen berekend worden in het voorspellingssysteem bij HIC.	3
Figuur 4 – Gemiddelde gebiedsneerslag in het Maasstroomgebied opwaarts Sint-Pieter (dikke blauwe lijn) aangevuld met registraties in verschillende pluviografen in het Maasstroomgebied.	4
Figuur 5 – Gemiddelde gebiedsneerslag in het Demerstroomgebied opwaarts Aarschot (dikke blauwe lijn) aangevuld met registraties in verschillende pluviografen in het Demerbekken.	5
Figuur 6 – Gemiddelde gebiedsneerslag in het Dijle-en Zennebekken opwaarts Eppegem (dikke blauwe lijn) aangevuld met registraties in verschillende pluviografen in het gebied.	6
Figuur 7 – Verloop van het debiet op de Maas	8
Figuur 8 – Vergelijking van de hydrogrammen van historische wassen op de Maas.	10
Figuur 9 – Evolutie van waterstanden langsheen de Maas, relatief t.o.v. de waterstand om 14/07/21 middernacht	12
Figuur 10 – Meetpost HIC – Maaseik 16 juli 2021	13
Figuur 11 – Waterstanden langsheen het Albertkanaal (t.o.v. streefpeil)	14
Figuur 12 – Heppeneert (16 juli 2021).	15
Figuur 13 – Verzameling van afval uit het winterbed van de Maas t.h.v. Rotem	17
Figuur 14 – Beeld Maasmechelen (Sint-Antoniusstraat) 16 juli 2021	18
Figuur 15 – Fiets- en voetveer Rotem-Grevenbicht (16 juli 2021)	18
Figuur 16 – grindwinning Elerweerd (16 juli 2021)	19
Figuur 17 – Heppeneert (16 juli 2021).	19
Figuur 18 – Heppeneert 16 juli 2021	20
Figuur 19 – Verloop debiet op bevaarbare Demer.	21
Figuur 20 – Verloop waterstanden op bevaarbare Demer	22
Figuur 21 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Zichem	24
Figuur 22 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Testelt	24
Figuur 23 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Aarschot (opwaarts).	25
Figuur 24 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Aarschot (afwaarts).	25
Figuur 25 – Verloop van de waterstand in het wachtbekken van Schulen,	26
Figuur 26 – Verloop van de waterstand in het wachtbekken van Webbekom,	27
Figuur 27 – Overzicht gebeurtenissen en maatregelen in Zichem en Testelt	28
Figuur 28 – Overzicht gebeurtenissen en maatregelen te Langdorp	29

Figuur 29 – Overzicht gebeurtenissen en maatregelen te Aarschot.....	29
Figuur 30 – Zandzakjes op de rechteroever van de Oude Demer te Zichem (20/07/2021).	30
Figuur 31 – Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) onmiddellijk na de aanleg, nog geen overtopping (17/07/2021)	32
Figuur 32 – Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) met begin van overtopping (18/07/2021).....	32
Figuur 33 – Opgekist beverhol op de linkeroever te Langdorp (18/07/2021)	33
Figuur 34 – Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) in werking (19/07/2021).....	34
Figuur 35 – Dijkverlaging 2 (Kloosterbeemden) tijdens de aanleg met dijkverlaging 1 in werking op de achtergrond (19/07/2021)	34
Figuur 36 – Overstroming van de rechteroever van de Demer ter hoogte van het Molenstedeboek (20/07/2021)	35
Figuur 37 – Afgesloten doorgang onder de oude buurtspoorweg te Zichem (19/07/2021)	37
Figuur 38 – Dijkverlaging 3 (Molenstedeboek) in werking (19/07/2021).....	38
Figuur 39 – Overstroming op de linkeroever van de Demer net opwaarts Testelt (19/07/2021)	39
Figuur 40 – Overstroming van de inlaat van de Laarbeek (20/07/2021)	39
Figuur 41 – Afgesloten brug over de Demer te Testelt (24/07/2021).....	40
Figuur 42 – Overstroming van de vallei van de Weerdelaak ter hoogte van de duiker onder de Mottestraat te Aarschot (20/07/2021)	40
Figuur 43 – Overstroming van het fietspad naast het Molenstedeboek richting Diest (20/07/2021).	41
Figuur 44 – Overstroming van het fietspad naast het Molenstedeboek richting Zichem (20/07/2021).....	41
Figuur 45 – Overstroming van de E. Claesstraat te Zichem (20/07/2021) (bron: gemeente Scherpenheuvel-Zichem).	42
Figuur 46 – Overstroomd stuwteje op de Zwarte Beek net voor de monding in de Demer te Testelt (20/07/2021)	43
Figuur 47 – Dijkverlaging 4 (Doodbroek) in werking (20/07/2021).....	44
Figuur 48 – Dijkverlaging 3 (Molenstedeboek) half afgesloten (20/07/2021).....	46
Figuur 49 – Dijkverlaging 2 (Kloosterbeemden) 85% afgesloten (20/07/21).....	47
Figuur 50 – Dijkverlaging 4 (Doodbroek) afgesloten (21/07/2021)	48
Figuur 51 – Dijkverlaging 3 (Molenstedeboek) enkele dagen na volledige sluiting (27/07/2021)	49
Figuur 52 – Stroming vanuit de Demerbroeken naar de Demer (21/07/2021)	49
Figuur 53 – Overstroming van de linkeroever van de Demer nabij het Doodbroek (21/07/2012)	50
Figuur 54 – Afdamming van de overstroming op de linkeroever van de Demer nabij het Doodbroek (23/07/2012)	52
Figuur 55 – Drijfvuil aan 'sHertogenmolens te Aarschot (23/07/2021)	53
Figuur 56 – Impact van de gecontroleerde dijkverlagingen op de waterstand te Zichem (boven) en te Testelt (onder)	54
Figuur 57 – peilmetingen op de Zenne op-en afwaarts van de radiaalschuif ter hoogte van de overstort van Lembeek.	56
Figuur 58: Peilen Zenne Epegem juli 2021	58

Figuur 59 – peil Grimbergen Willemsbrug (Kanaal Brussel-Schelde, opwaarts Hevels van Eppegem): bleef onder controle.....	58
Figuur 60 – Vulpeil en % vulling van Egenhoven in juli 2021	59
Figuur 61 – Peilmeting De Hondt Afwaarts – peilverlaging om meer water via Kanaal Leuven-Dijle af te voeren (15-20 juli).....	59
Figuur 62 – Deterministische lange-termijn voorspellingen voor Sint-Pieter.l	62
Figuur 63 – Vrijboordkaart Maas op waterinfo.be (15 juli 2021).....	62
Figuur 64 – KT-det voorspellingen Sint Pieter in WISKI.....	63
Figuur 65 – Waterstandsvoorspellingen op de Demer te Zichem. Zwart= meting.	64
Figuur 66 – Waterstandsvoorspellingen op de Demer te Aarschot Afwaarts.....	65
Figuur 67 – Waterstandsvoorspellingen op de Zenne te Eppegem	69
Figuur 68 – Waterstandsvoorspellingen op het Zeekanaal Brussel-Schelde te Zemst (opwaarts sluis)	69
Figuur 69 – Berichtgeving HIC op waterinfo.be.....	73

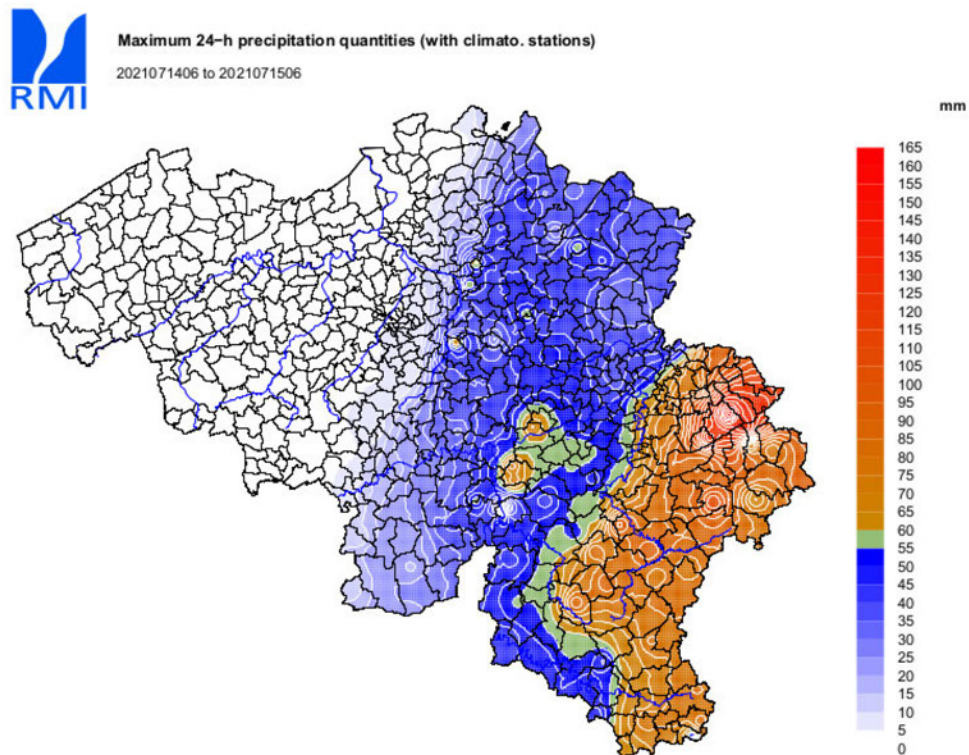
1 Neerslag

1.1 Algemeen

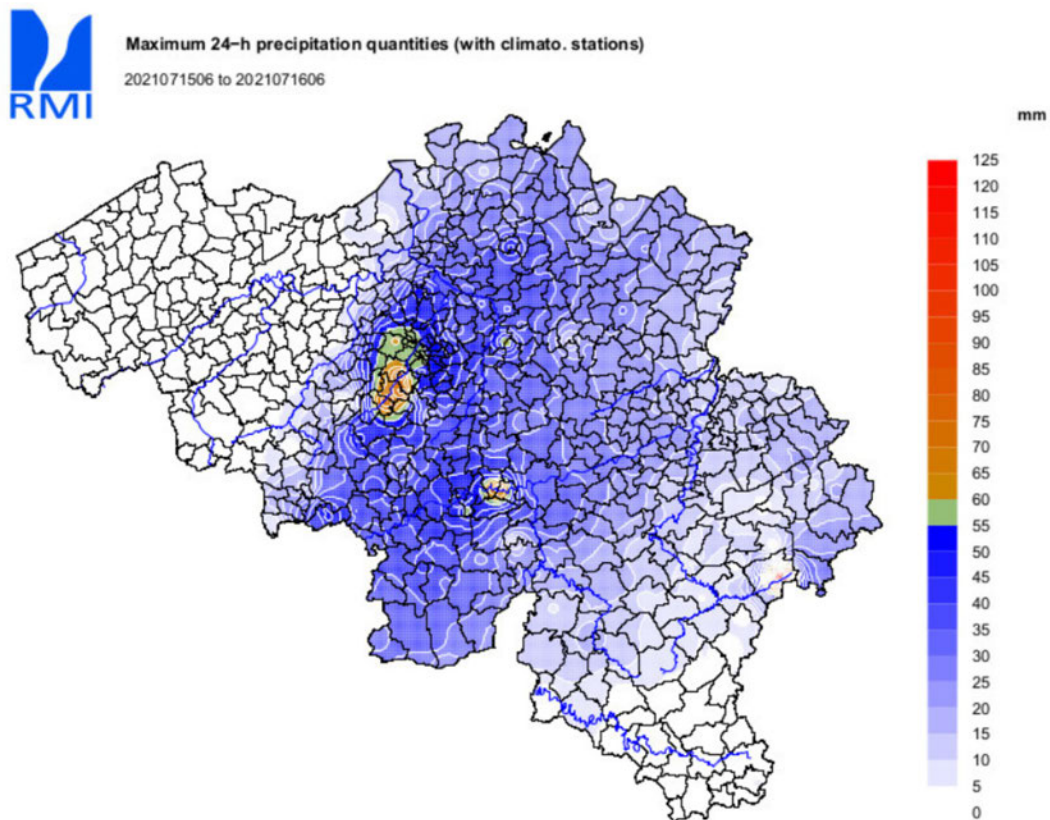
Op woensdag 14 juli en donderdag 15 juli situeerde zich een stationaire depressie boven Duitsland met als gevolg heel hevige neerslag in het oosten van België. Deze gebeurtenis kwam na een zeer nat einde van de maand juni 2021. In de derde decade van juni 2021 viel 69,9 mm neerslag (normaal: 17,4 mm) en dat was al een nieuw record voor de huidige klimatologische referentieperiode. Deze natte periode hield verder aan begin juli. (KMI, 2021)

De waargenomen neerslaghoeveelheden tussen 13 en 16 juli waren ongezien. De neerslagtotalen worden weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2. Het KMI zorgde hier al voor [een toelichting](#)¹. De gemeten neerslagsommen van meer dan 250 mm in 2 dagen tijd in de Ardennen zijn historisch hoog, met **terugkeerperiodes hoger dan 100 jaar**. Een normale neerslag voor de ganse maand juli is (in Ukkel) slechts 76,9 mm. Ook de neerslag die vanaf 15 juli volgde en meer centraal viel (ten zuiden van Brussel het meest) was heel hoog met **terugkeerperiodes van tenminste 30 jaar**.

¹ <https://www.meteo.be/nl/info/nieuwsoverzicht/eerste-cijfers-en-duiding-bij-de-hevige-neerslag-van-14-en-15-juli>



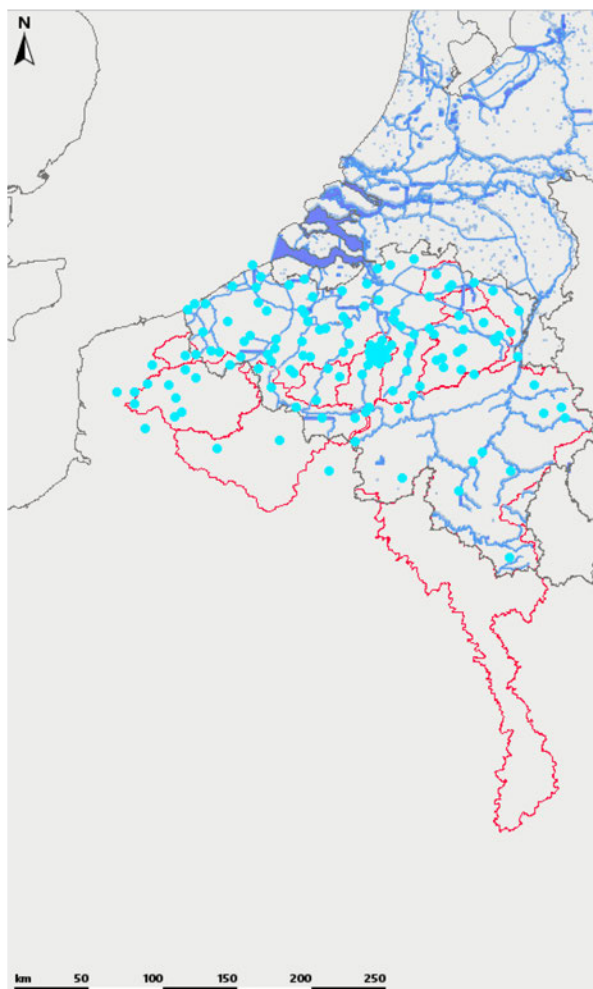
Figuur 1 – Voorlopige kaarten met de neerslaghoeveelheden geregistreerd tussen 14 en 15 juli 8u lokale tijd. (Bron: KMI)



Figuur 2 – Voorlopige kaarten met de neerslaghoeveelheden geregistreerd tussen 15 en 16 juli 8u lokale tijd. (Bron: KMI)

1.2 Neerslag per getroffen bekken

Bij het HIC zijn voor de operationele voorspellingsmodellen gegevens van pluviografen voor de hele hydrologische regio beschikbaar alsook radarneerslag via het KMI. Gebiedsneerslagen worden voor de verschillende opwaartse locaties van de voorspellingsmodellen op basis hiervan berekend. In Figuur 3 wordt de ligging van deze pluviografen en bekkens weergegeven. Verder in dit hoofdstuk worden deze voor de getroffen gebieden in detail besproken.

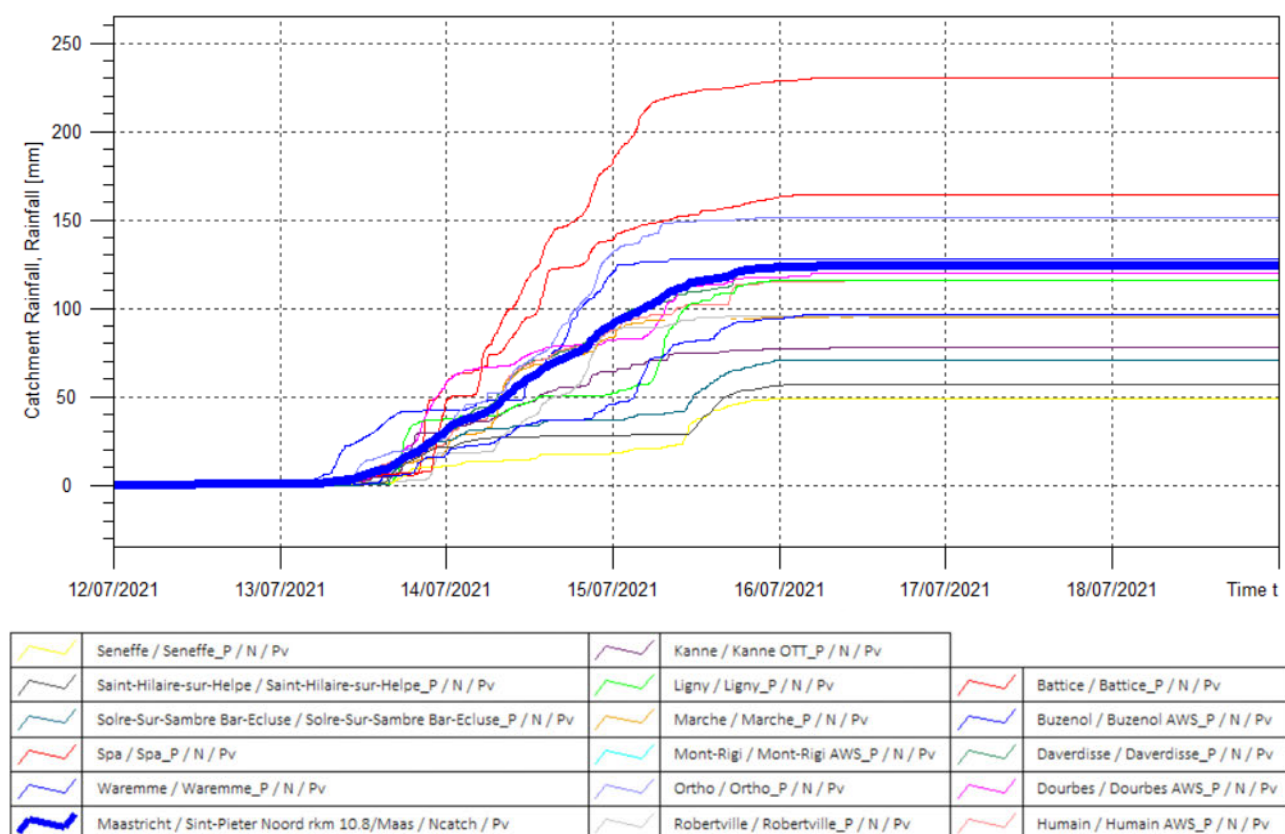


Figuur 3 – Pluviografen met neerslagmetingen (azuurblauwe bollen) en aanduiding van de opwaartse bekkens waarvoor gebiedsneerslagen berekend worden in het voorspellingssysteem bij HIC.

1.2.1 Maasbekken

Juli 2021

Het HIC kan in real-time beschikken over 16 pluviografen in het Maasbekken, aangevuld met radarneerslag van het KMI. Op basis van al deze inputs wordt automatisch een gemiddelde bekkenneerslag van het Maasstroomgebied opwaarts Sint-Pieter berekend. Deze **gemiddelde gebiedsneerslag** berekend in het ganse stroomgebied van de Maas opwaarts Sint-Pieter tussen 13 juli 2021, 7u00 en 16 juli 2021, 7u00 is ongeveer **125 mm**. Lokaal waren deze hoeveelheden nog aanzienlijk groter. De pluviograaf in Spa registreerde 231 mm neerslag, gevolgd door metingen in Battice (165 mm) en Ortho (152 mm). Het KMI spreekt zelfs over lokaal meer dan 250 mm in 2 dagen tijd (271 mm in Jalhay op 13-14 juli).



Figuur 4 – Gemiddelde gebiedsneerslag in het Maasstroomgebied opwaarts Sint-Pieter (dikke blauwe lijn) aangevuld met registraties in verschillende pluviografen in het Maasstroomgebied.

Historische vergelijkingen

Verderop in dit rapport zal de situatie op de Maas in juli 2021 vergeleken worden met de situaties in december 1993 (3120 m³/s) en januari 1995 (2872 m³/s). Tijdens die twee periodes werden de hoogste Maasafvoeren in het recente verleden opgetekend. De neerslag die toen direct aanleiding gaf tot de piekafvoeren op de Maas viel in winterse omstandigheden. Hier wordt alvast de neerslag voorafgaand aan de piekafvoeren kort vergeleken.

In **december 1993** viel tussen 10 en 19 december gemiddeld 6 mm neerslag per dag in het Maasstroomgebied. Op 19 december viel dan 18 mm neerslag en op 20 december 32 mm neerslag. (Bleichrodt, G.; Ensink E., 1994). In totaal viel dus ongeveer 104 mm neerslag op 10 dagen in het ganse Maasstroomgebied.

De piekafvoer op de Maas in **januari 1995** werd niet alleen bereikt door net-voorafgaandelijke neerslag. Er lag toen immers ook nog een flink pak sneeuw, dat mede onder invloed van de neerslag in de laatste 10 dagen van januari 1995 smolt. Tussen 20 en 30 januari 1995 viel er in het Maasstroomgebied gemiddeld 150 mm neerslag (De Wit, 1995; KNMI).

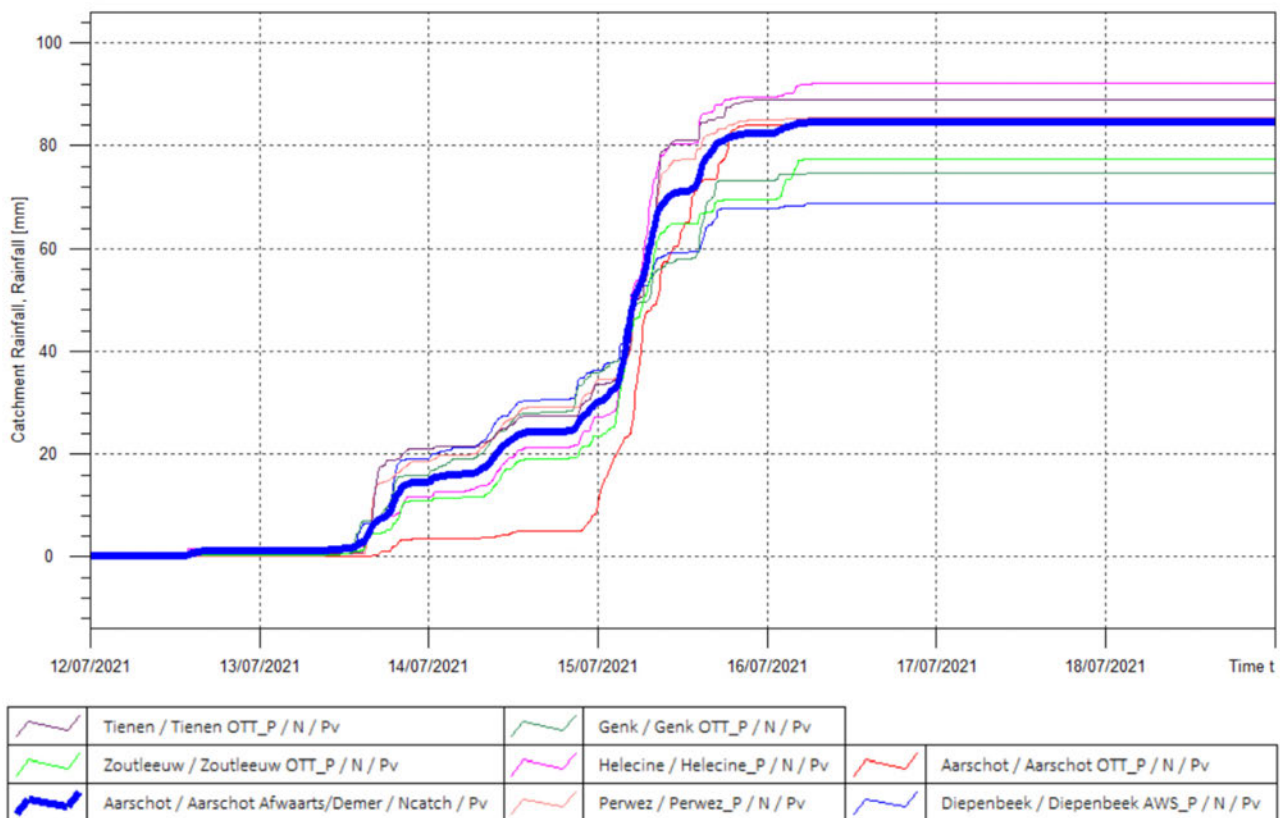
Zowel in 1993 als in 1995 werd de piekafvoer op de Maas dus veroorzaakt door neerslag (in een winterse situatie) die over een langere periode viel. Voor de gebeurtenis van 2021 lag er geen sneeuw meer in het Maasstroomgebied, en vielen de intense neerslag op veel kortere tijd (2-3 dagen).

Piekafvoeren op de Maas van meer dan 2000 m³/s in de zomer zijn zeldzaam. In het recente verleden kunnen we voor een piekafvoer van 2120 m³/s terugblikken naar **juli 1980**. Toen viel er 245 mm neerslag gedurende 5 weken vanaf eind juni. Het hoogtepunt werd bereikt tussen 18 en 20 juli 1980, waarin 70-80 mm neerslag in het Maasstroomgebied gemeten werd. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Limburg, 1982).

1.2.2 Demerbekken

Juli 2021

Het HIC heeft 4 realtime pluviografen in het Demerbekken, aangevuld met radarneerslag van het KMI en pluviograafgegevens van KMI, SPW en VMM. Op basis van al deze inputs wordt automatisch een gemiddelde bekkenneerslag van het Demerstroombekken opwaarts Aarschot berekend. Deze **gemiddelde gebiedsneerslag** berekend in het stroomgebied van de Demer opwaarts Aarschot tussen 13 juli 2021, 11u30 en 16 juli 2021, 7u30 is ongeveer **86 mm**. Lokaal waren deze hoeveelheden nog aanzienlijk groter. De pluviograaf van VMM in Niel-bij-Sint-Truiden registreerde 105 mm neerslag, gevolgd door metingen in Helecine (92 mm) en Tienen (91 mm).



Figuur 5 – Gemiddelde gebiedsneerslag in het Demerstroombekken opwaarts Aarschot (dikke blauwe lijn) aangevuld met registraties in verschillende pluviografen in het Demerbekken.

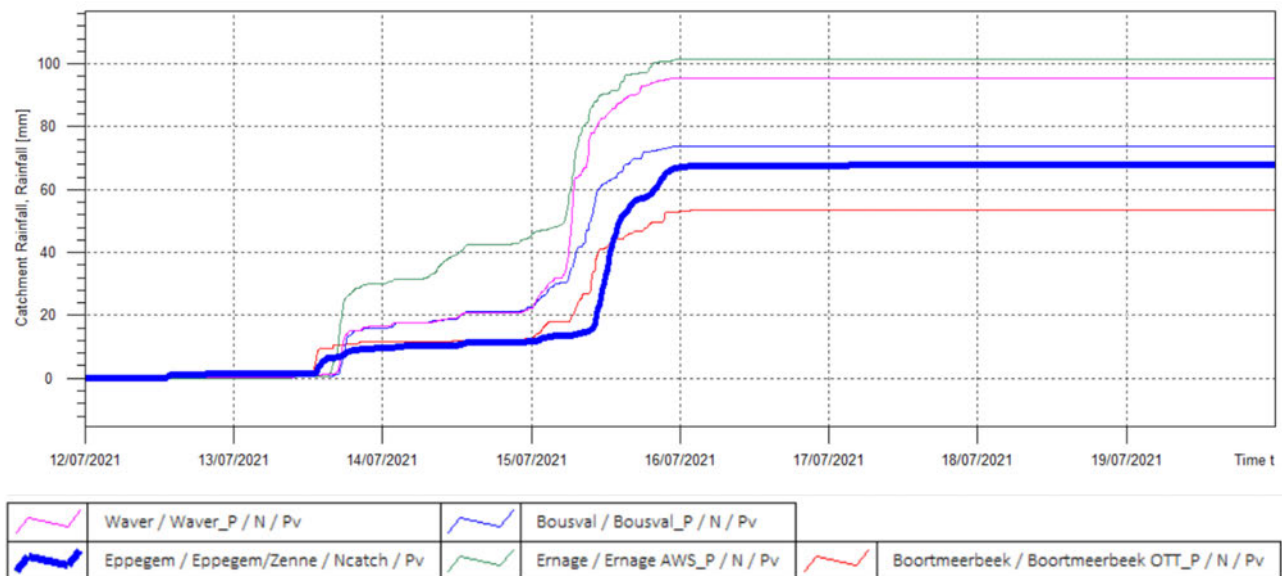
Vergelijking met september 1998

Voor een vorige recordafvoer op de Demer, kan teruggekeken worden naar september 1998. Tussen 14 en 20 september traden zware overstromingen op in het hele Demerbekken. Op 13 en 14 september 1998 viel zeer veel neerslag in de provincies Antwerpen en Luik, in het zuidwesten van Limburg, het noordoosten van Vlaams-Brabant alsmede in het land van Waas. Over een relatief groot gebied van de provincies Antwerpen en Vlaams-Brabant viel er **op 24 uren tot ca. 120 mm neerslag**. (Heylen, 1999).

1.2.3 Dijle-en Zennebekken

Juli 2021

Vooraf op 15 juli vielen nog grote neerslaghoeveelheden die afstroomden naar het systeem van Zenne-Zeekanaal en de Dijle. Deze vielen hoofdzakelijk ten zuidoosten van Brussel. In Ernage werd tussen de namiddag van 13 juli en de vroege ochtend van 16 juli meer dan 100 mm neerslag geregistreerd in iets minder dan 60 uren.



Figuur 6 – Gemiddelde gebiedsneerslag in het Dijle-en Zennebekken opwaarts Eppegem (dikke blauwe lijn) aangevuld met registraties in verschillende pluviografen in het gebied.

Vergelijking met november 2010

Voor een voorgaande kritieke situatie op het systeem van Zenne en Zeekanaal, kan teruggekeken worden naar november 2010. Toen viel in de **4 dagen voor 14 november 2010 92,7 mm** neerslag opwaarts Tubize, op een toen al natte bodem en over het ganse stroomgebied. De bodem was toen reeds verzadigd door de antecedente neerslag waarbij in de laatste 2 decades van augustus 2010 en begin september 2010 uitzonderlijk hoge neerslaghoeveelheden vielen. (Boeckx, 2011).

2 Maas en Albertkanaal

2.1 Afvoeren

2.1.1 Over de gebruikte cijfers in dit rapport

De afvoeren verder in dit rapport vermeld, zijn die zoals ze beschikbaar waren in oktober 2021. Door de grote schade die het Waalse hydrografisch netwerk tijdens de overstromingen opliep, vertonen de meetreeksen vaak onderbrekingen of zijn de afvoeren slechts inschattingen. In Vlaanderen en Nederland kunnen verdere inzichten, modelmatige narecalculaties en verwerking van ijkingsmetingen nog leiden tot licht aangepaste cijfers.

2.1.2 Maas

De neerslag die over het Maasbekken viel tussen 13 juli 2021 en 16 juli 2021, resulteerde in een sterke toename van het debiet van de Gemeenschappelijke Maas. Reeds op 13 en 14 juli verschenen er berichten van sterk toegenomen debieten langsheen de Berwijn en de Voer. De respectievelijke piekafvoeren op de VMM-meetlocaties waren 99 m³/s op 14 juli rond 22u voor Moelingen/Berwijn (geschatte waarde- VMM) en 7,78 m³/s op 14 juli rond 19u voor 's Gravenvoeren/Voer. In verhouding tot de hoge afvoeren van de Maas, zijn deze afvoeren richting Maas slechts van secundair belang. Daar bovenop kwam de piek van de Maasafvoer in Vlaanderen pas op 16 juli.

Het HIC waarschuwt op 13 juli echter wel reeds voor de grote hoeveelheid neerslag die nog voorspeld wordt voor het Maasbekken (en ook het centrum van het land) en geeft hierbij de verwachting dat de prewaakdrempel (1500 m³/s) te St. Pieter bereikt kan worden tegen de avond van 14 juli. De sterk toenemende aanvoer vanuit de Ourthe (incl. Vesder en Amblève) (Figuur 7: "Angleur") en de Maas zelf (Figuur 7: "Amay") leiden effectief tot een overschrijding van de prewaakdrempel in de vooravond van 14 juli (17u-18u). Op basis van de gevallen en nog verwachte neerslag en de sterk toenemende debieten opwaarts, was het wel duidelijk dat ook te St. Pieter het debiet nog verder zou doorstijgen. De waak- (2100 m³/s) en alarmdrempel (2500 m³/s) werden dan ook in de loop van de ochtend van 15 juli overschreden.

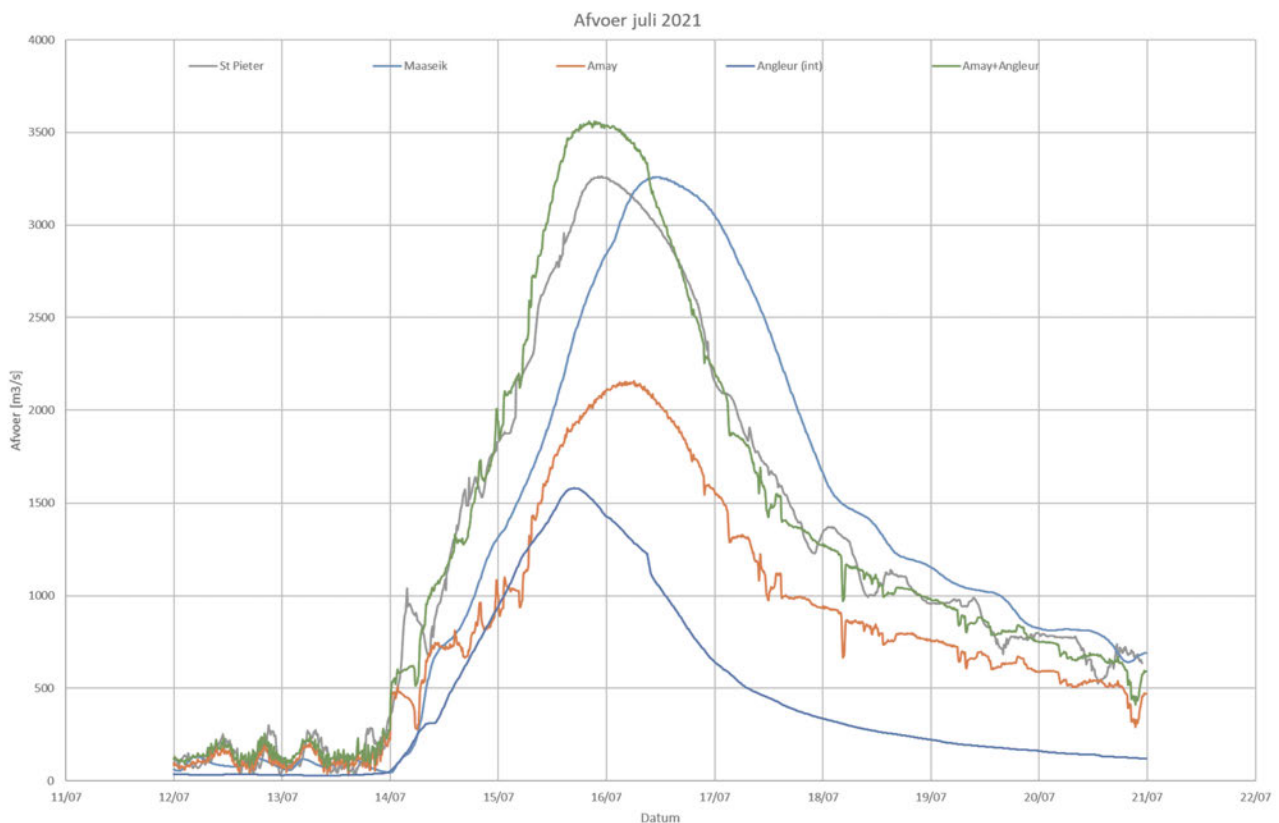
Het debiet begon tijdens de avond van 15 juli af te toppen nabij Luik net boven 3500 m³/s (Figuur 7: benaderd door Amay+Angleur), nadat in de vooravond het debiet op de Ourthe reeds het maximum bereikt had (Tabel 2). Net voor middernacht bereikte ook het debiet van de Maas te Sint-Pieter een maximum van ongeveer 3260 m³/s. Deze waarde werd vlak na de gebeurtenissen geschat door Rijkswaterstaat (RWS) na technische issues met de meting in Sint-Pieter op het moment van de piek en zal nog verder verfijnd worden. Deze afvoer is de hoogst waargenomen afvoer te St. Pieter sinds het begin van de metingen in 1911. De bijhorende terugkeerperiode wordt geschat op 125 jaar. De piek verplaatste zich daarna verder stroomafwaarts in de loop van de ochtend van 16 juli en bereikte Maaseik rond de middag. De steilheid van de afvoergolf onder invloed van de korte, maar zeer intense neerslag, zorgt ervoor dat de golf snel afvlakt tijdens de voortplanting langsheen de Maas. De terreinploeg van het HIC kon een aantal ijkingsmetingen uitvoeren op 16 juli tussen 16u en 17u, dus kort na het bereiken van de piekwaterstand in Maaseik (zie Tabel 1). Gezien de uitzonderlijkheid van de afvoeren, konden deze ijkingsmetingen gebruikt worden om het QH-verband voor Maaseik door HIC opgesteld verder te optimaliseren. Met de ijkingsmetingen uitgevoerd door HIC wordt momenteel uitgegaan van een piekdebiet op 16 juli rond 12:00 van ongeveer 3258 m³/s in Maaseik. Ook de collega's van Rijkswaterstaat voerden tijdens de wasperiode in juli ijkingsmetingen uit in Maaseik die door RWS nog verder verwerkt worden. Een (beperkte) aanpassing van het ijkverband en dus bijhorend piekdebiet in Maaseik kan in de loop van de komende maanden nog volgen.

Tabel 1 – IJkingsmetingen HIC uitgevoerd in Maaseik op 16 juli 2021

Starttijdstip ijking	Eindtijdstip Ijking	Geijkt debiet (m ³ /s)
16:00:31	16:10:19	3282,44
16:10:28	16:20:20	3239,95
16:20:28	16:29:41	3124,24
16:38:55	16:46:53	3337,60
16:47:00	16:55:08	3111,88

Tabel 2 – Piekdebieten langsheen de Maas en Ourthe (Beschikbare waardes SPW/RWS/HIC)

Meetpost	Tijdstip	Piekdebiet (m ³ /s)
Angleur (Ourthe)	15/07 17u00	1580
Amay (Maas)	16/07 4u35	2165
Amay + Angleur	15/07 20u10	3560
Sint-Pieter (Maas)	15/07 23u10	3260 (voorlopig cijfer- eerste schatting onmiddellijk na was)
Maaseik (Maas)	16/07 12u35	3258 (voorlopig cijfer- met verwerking ijkingen HIC, zonder verwerking ijkingen RWS)



Figuur 7 – Verloop van het debiet op de Maas

2.1.3 Albertkanaal

Een gedeelte van het debiet uit Luik wordt nabij Monsin richting het Albertkanaal gevoerd. Door het grote debiet op de Maas op 15 en 16 juli in combinatie met de beperkte afvoercapaciteit ten gevolge van de werken aan de stuw van Monsin, werd er ook meer water dan normaal naar het Albertkanaal gevoerd. Waar de gemiddelde dagafvoer ter hoogte van de meetpost in Kanne sinds 1998 op ongeveer 19,5 m³/s ligt, bedroeg het dagdebiet op 15 juli maar liefst 46 m³/s, de hoogste waarde sinds 1998. Iets verder opwaarts, bij Luik, werd op het Albertkanaal in Haccourt een afvoer van bij 250 m³/s geregistreerd in de vroege ochtend van 16 juli (niet gevalideerde waarde- SPW). Echter tussen de vroege avond van 15 juli en de vroege ochtend van 16 juli zijn er voor Haccourt (nog) geen (geschatte) metingen beschikbaar door technische issues als gevolg van de hoge afvoeren. Er kan vanuit gegaan worden dat ook de afvoeren op het Albertkanaal in Wallonië ongezien hoog waren, met alle gevolgen vandien voor de waterstanden en met schade aan het sluiscomplex in Genk tot gevolg. Dit wordt verder beschreven in 2.2.3 en 2.3.2.

2.1.4 Vergelijking met eerdere historische wassen

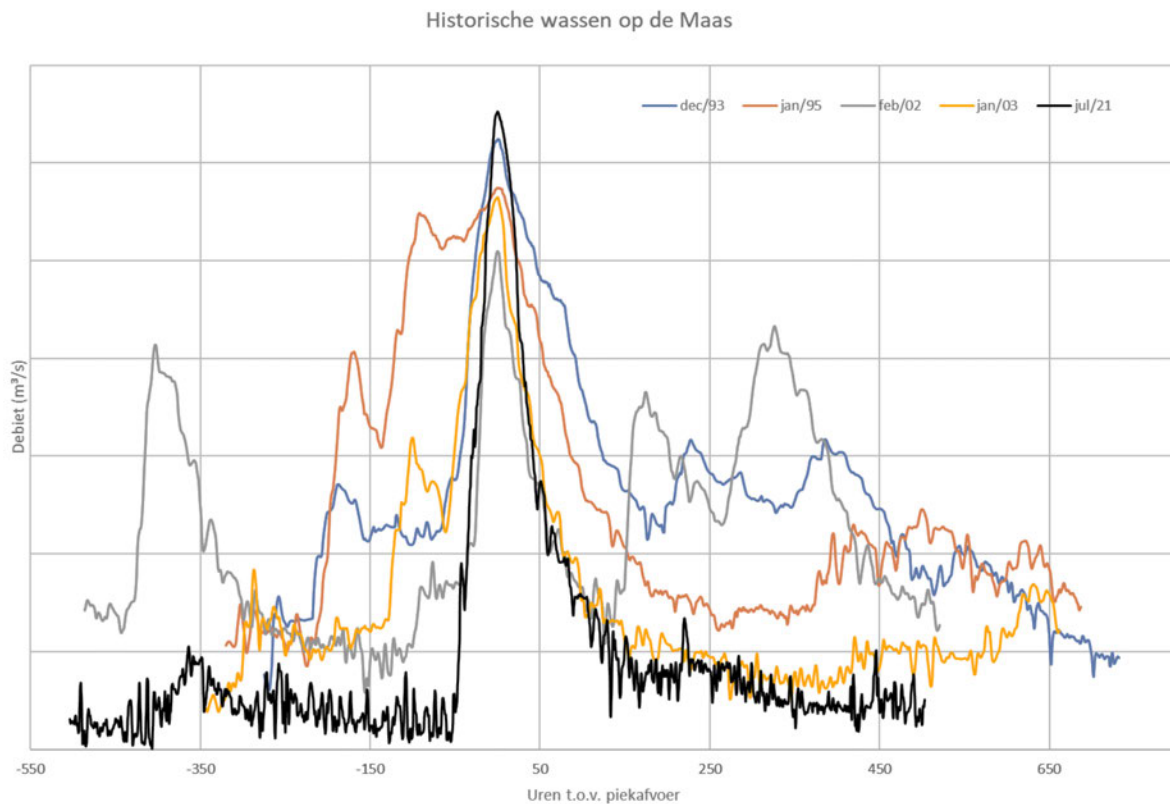
In januari 1926 werd een debiet van ongeveer 3000 m³/s waargenomen nabij St. Pieter. Meer recent echter, traden ook grote wassen op in december 1993, januari-februari 1995, februari 2002 en januari 2003 (Tabel 3). Een belangrijk verschilpunt met deze historische gebeurtenissen is dus het tijdstip waarop deze op traden: waar deze allemaal optraden tijdens de wintermaanden, was dit voor deze was in het midden van de zomer.

Dit heeft ook belangrijke gevolgen voor de vorm van de afvoergolf (Figuur 8). Waar deze in juli 2021 zeer steil en kortstondig was, met voorafgaandelijke en nadien lage afvoeren, is de basisafvoer bij de winterpieken een stuk hoger (met soms meerdere pieken) en de piek zelf een stuk breder/langduriger. De achterliggende reden is natuurlijk het kortstondige en zeer intense karakter van de neerslag die in juli 2021 viel, terwijl de neerslag tijdens de wintermaanden eerder langdurig valt. In 1995 werd de hoge afvoer bovendien mede veroorzaakt door sneeuwsmeelt, wat ook de zeer brede afvoergolf kan verklaren.

Tabel 3 – Historische piekdebieten langs de Gemeenschappelijke Maas

Periode	Piekdebiet (m ³ /s)
Juli 2021 ^{***}	3260 (voorlopige waarde)
December 1993 [*]	3120
Januari 1926 ^{**}	3000
Januari 1995 [*]	2872
Januari 2003 [*]	2825
Februari 2002 [*]	2549

^{*}Meetpunt Lanaken; ^{**}Meetpunt Borgharen Dorp, ^{***} Meetpunt Sint-Pieter



Figuur 8 – Vergelijking van de hydrogrammen van historische wassen op de Maas

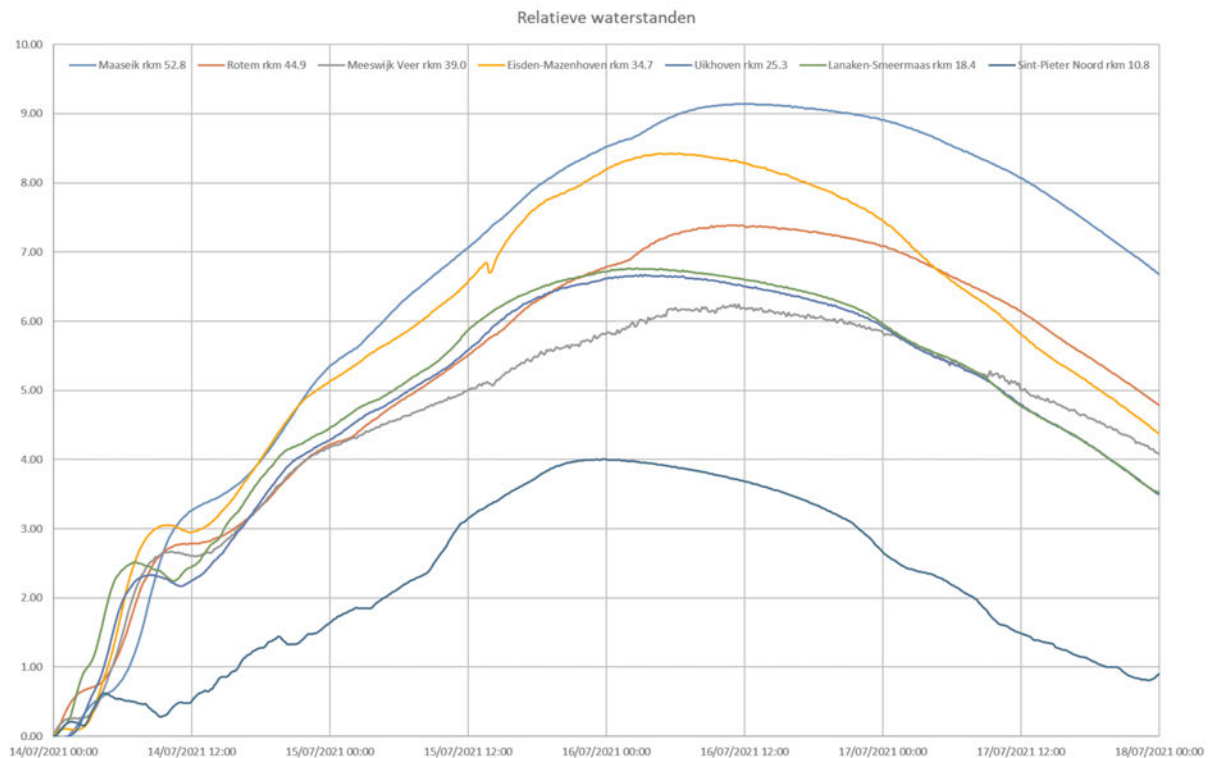
2.2 Waterstanden

2.2.1 Maas

De afvoergolf langs de Gemeenschappelijke Maas zorgde natuurlijk ook voor verhoogde waterstanden. Het winterbed werd grotendeels ingenomen en op een aantal plaatsen traden kritieke waterstanden op. Een overzicht van de maximale peilen en het bijhorende tijdstip wordt gegeven in Tabel 4. De piek van de afvoergolf verplaatst zich vanaf Eijsden tot Stevensweert gedurende een periode van ongeveer 18 uur (voor net geen 60 km). De pieken zijn afwaarts breder dan bij opwaartse locaties (Figuur 9). Dit laatste is voornamelijk zichtbaar door het grotere verschil van de waterstand op het einde van de getoonde periode (18/07/21 middernacht) met de gemeten waterstand op 14/07/21 middernacht (in Figuur 9 aangegeven als “relatieve” waterstand). In het smalste gedeelte (Meeswijk) was de Maas ongeveer 150 m breed. In de gebieden waar reeds rivierverruiming is uitgevoerd is er meer ruimte voor de rivier en nam het water een breedte van 500-1000 m in.

Tabel 4 – Piekwaterstanden langsheen de Gemeenschappelijke Maas

Meetpost	Tijdstip	Piekwaterstand (mTAW)
Eijsden (rkm 2.0)	15/07 22u00	52,97
St Pieter (rkm 10.8)	15/07 23u40	50,43
Lanaken-Smeermaas (rkm 18.4)	16/07 02u40	46,89
Uikhoven (rkm 25.3)	16/07 03u00	44,94
Elsloo (rkm 29.4)	16/07 03u15	43,29
Eisden-Mazenhoven (rkm 34.7)	16/07 05u40	40,10
Meeswijk Veer (rkm 39.0)	16/07 11u10	36,40
Negenoord (rkm 42.5)	16/07 10u50	35,15
Rotem (rkm 44.9)	16/07 11u00	34,75
Maaseik (rkm 52.8)	16/07 10u55 - 16/07 12u55	32,50
Stevensweert (rkm 61.6)	16/07 16u00	27,94



Figuur 9 – Evolutie van waterstanden langs de Maas, relatief t.o.v. de waterstand om 14/07/21 middernacht

2.2.2 Vergelijking met eerdere historische wassen

Tabel 5 toont een overzicht van de topwaterstanden voor de wassen van 1993 en 1995, in vergelijking met de maximale waterstand van 2021. De hogere afvoer in 2021 zorgde niet voor hogere waterstanden in Lanaken-Smeermaas en Rotem. Dit is een rechtstreeks gevolg van de reeds uitgevoerde rivierverruimingswerken. Op de locaties Elsloo, Maaseik en Stevensweert zijn er nog geen grootschalige rivierverruimingswerken uitgevoerd, waardoor de waterstanden ook hoger liggen dan in 1993 en 1995.

Tabel 5 – Historische piekwaterstanden langs de Maas (1993 en 1995: Heylen, 1998)

Meetpost	Piekwaterstand 1993 (mTAW)	Verskil tussen 2021 en 1993 (m)	Piekwaterstand 1995 (mTAW)	Verskil tussen 2021 en 1995 (m)	Piekwaterstand 2021 (mTAW)
Lanaken-Smeermaas (rkm 18.4)	47,30	-0,41	47,12	-0,23	46,89
Elsloo (rkm 29.4)	42,82	0,47	42,55	0,74	43,29
Rotem (rkm 44.9)*	35,12	-0,37	35,05	-0,30	34,75
Maaseik (rkm 52.8)	31,83	0,67	31,77	0,73	32,50
Stevensweert (rkm 61.6)	27,68	0,26	27,62	0,30	27,94

*Hiervoor werd de Nederlandse post Grevenbicht gebruikt op basis van rkm



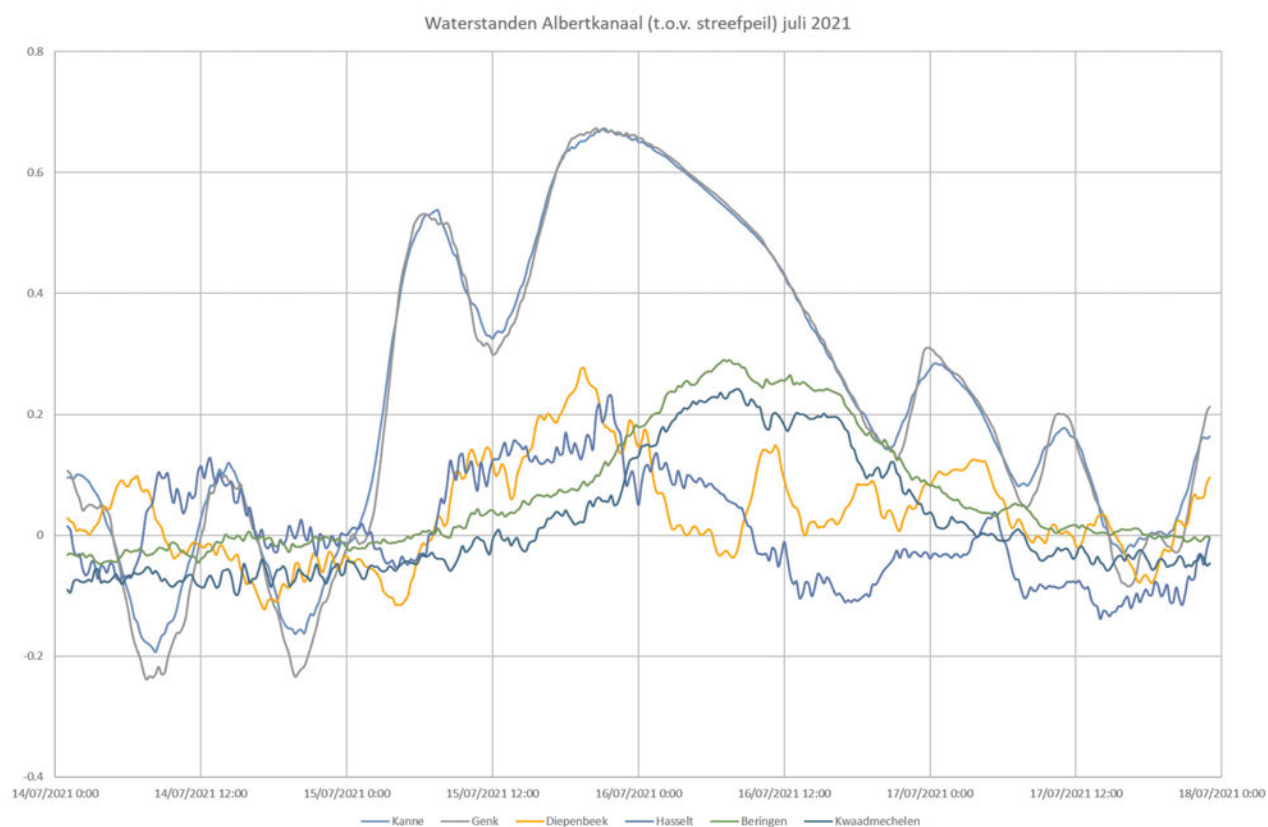
Figuur 10 – Meetpost HIC – Maaseik 16 juli 2021

2.2.3 Albertkanaal

De grotere aanvoer van debiet naar het Albertkanaal ten gevolge van de beperkte afvoercapaciteit van de stuw van Monsin (zie 2.1.3) zorgde ook voor verhoogde waterpeilen op het Albertkanaal. Vooral het pand opwaarts Genk kende sterk verhoogde waterstanden t.o.v. het normaalpeil, waarbij zelfs water over de sluisdeur van Genk stroomde. De afvoergolf verplaatste zich daarna verder richting Hasselt en Kwaadmechelen, waarbij de piek duidelijk gedempt werd.

Tabel 6 – Piekwaterstanden langsheen het Albertkanaal

Meetpost	Tijdstip	Piekwaterstand (mTAW)
Kanne	15/07 19u35	60,74
Genk	15/07 18u45	60,76
Diepenbeek	15/07 23u25	50,20
Hasselt	15/07 21u30	40,17
Beringen	16/07 11u30	30,09
Kwaadmechelen	16/07 11u55	30,03



Figuur 11 – Waterstanden langs het Albertkanaal (t.o.v. streefpeil)

2.3 Gebeurtenissen op het terrein

2.3.1 Genomen maatregelen

Maas

Het bijzonder nood- en interventieplan voor de Maas werd in werking gesteld, waardoor onder meer volgende maatregelen werden genomen:

- ✓ Verwittigen van het opkomend hoogwater van alle stakeholders in het winterbed en de omliggende gebieden
- ✓ Afzetten van lokale wegenis, in samenwerking met de gemeentes
- ✓ Controle van de werking van de waterbeheersingsinfrastructuur, zoals pompstations, kleppen,...
- ✓ Sluiten van de kleppen van de beekdoorgangen doorheen de winterdijk van de Maas
- ✓ Sluiten van de kleppen van de beekdoorgangen doorheen de winterdijk van de Maas
- ✓ Dichtzetten van de dijkopeningen in de winterdijk van de Gemeenschappelijke Maas met schotbalken
- ✓ Permanente bewaking van de winterdijken en oevers. Waar en wanneer nodig, hebben gebiedsverantwoordelijken van De Vlaamse Waterweg 24/7 inspecties uitgevoerd.

De meest precare situatie ontstond in Heppeneert (Maaseik) waar het waterpeil op een bepaald moment tot aan bovenzijde van de waterkeringsmuur reikte en water door de keermuur sijpelde. Zandzakjes en extra belastingsmateriaal (big bags) zorgden er voor dat het risico op overstroming werd ingeperkt.



Figuur 12 – Heppeneert (16 juli 2021)

Door de hoogwatersituatie besliste het crisiscomité om op een aantal plaatsen op 15 juli de bewoners in overstromingsgevoelige gebieden aan te raden om te evacueren naar familie of vrienden. De mensen die in deze gebieden wonen werden via BE-Alert verwittigd. Uit veiligheidsoverwegingen werd de Pater Sangersbrug over de Maas in Maaseik volledig afgesloten. Na een visuele inspectie werd de brug op 20 juli terug vrijgegeven voor fietsers, voetgangers en personenwagens; en na een grondige inspectie op 27 juli voor alle verkeer.

Albertkanaal

Het waterpeil van het opwaartse kanaalpand Luik-Genk van het Albertkanaal wordt in Luik geregeld via de stuw van Monsin. Door onderhoudswerken was de capaciteit van de stuw van Monsin beperkt (slechts 2 van de 6 schuiven operationeel), wat voor gevolg had dat het waterpeil geleidelijk aan steeg. Daar waar het normale waterpeil 60,00 mTAW bedraagt steeg het op een bepaald moment tot 60,76 mTAW. Het bovenpeil van de dijken van het Albertkanaal bedraagt 61,50 mTAW.

Gelet op de onvoorspelbaarheid van een verdere stijging van het waterpeil werden de gemeenten langs het Albertkanaal gevraagd om alert te zijn voor een mogelijke overstroming die gelukkig uitbleef. Het extreme waterpeil maakte dat het water over de bovenduren van de sluisen van Genk liep waardoor de opvarende scheepvaart van 15 juli om 18 u tot 17 juli om 10u30 diende gestremd te worden.

Om ook overloop over de bovenduren van de sluis van Lanaken op het kanaal Briegden-Neerharen te vermijden, alsook een afvoergolf op de Zuid-Willemsvaart, werden zandzakjes op deze sluis geplaatst. Sluis Lanaken was hierdoor ook gestremd van 15 juli 18u tot 19 juli 10u00.

2.3.2 Schade

De onderstaande schade is op basis van de kennis in oktober 2021 en bevat enkel de belangrijkste elementen.

- **Schade Sluizen**

Ingevolge het uitzonderlijke hoge waterpeil in het kanaalpand Luik-Genk van het Albertkanaal liep de machinekamer van de duwvaartsluis in Genk onder water, waardoor schade optrad en de duwvaartsluis één week uit dienst geweest is.

- **Schade Bruggen**

De Pater Sangersbrug is de brug over de Maas in Maaseik in beheer van AWW. De brug heeft 2 pijlers die in de Maas staan en die tijdens het hoogwater aan de sterke stroming onderhevig waren. Het inspectieverslag zal uitwijzen welke herstellingen aan de orde zijn.

- **Veerponten Gemeenschappelijke Maas**

De 3 veerponten voor fietsers en voetgangers in Uikhoven, Rotem en Ophoven zijn intact gebleven, maar de veersteigers en veersteopen moesten volledig gereinigd worden. De steiger van Rotem werd licht beschadigd en vergde een beperkte herstelling. Het veer Rotem-Grevenbicht zal niet meer in dienst zijn tot (minstens) eind 2021 als gevolg van het hoogwater in juli 2021.

Het autoveer Berg-Meeswijk ondervond aanzienlijke schade. Het veerpont (gemeenschappelijke eigendom van De Vlaamse Waterweg en Rijkswaterstaat) zelf kwam tijdens het hoogwater los, maar kon gelukkig weer worden vastgelegd. De ravage aan de aanrij- en afmeerhelling op de Vlaamse oever bleek enorm. Niet alleen werd de betonnen constructie volledig vernield, ook de damplankfundering onder water werd vernield. De herstelling vergt een volledige heropbouw van fundering en infrastructuur en werd kortelings na het hoogwater aangevat.

- **Oevers en -dijken**

Langs de Gemeenschappelijke Maas trad op het eerste zicht geen noemenswaardige schade op aan de winterdijken. De dijken en waterkeringen waren evenwel lokaal aan uitzonderlijke waterdruk onderhevig en een grondige inspectie zal moeten uitwijzen of de stabiliteit ervan verzekerd blijft. De inspecties van de meest kritische dijken langs de Maas werden uitgevoerd tegen 13/8. Uit de eerste vaststellingen blijkt dat de zomerdijk tussen rkm² 36,0 en rkm 37,5 wel zwaar beschadigd is.

² Locaties langs de Maas worden aangegeven in 'rkm' (riverkilometers). Rkm 0 komt overeen met de plaats waar de Maas Nederland binnenkomt.

- **Maasbodem**

Na de hoogwatersituatie werden in samenwerking met Rijkswaterstaat peilingen van de waterbodem uitgevoerd die erop wijzen dat lokaal aanzienlijke bodemuitspoelingen hebben plaatsgevonden - tot 12 m onder het normale bodempeil. In de zone tussen rkm 36 en rkm 39 ligt een zandlaag onder het grind. Waar de grindbodem doorbroken werd, is het zand beginnen uitspoelen. Het zand is wat verder stroomafwaarts afgezet op de oevers en deels ook in de rivier. Op de oevers is hierdoor een nieuw fenomeen ontstaan: zandduinen langs de Gemeenschappelijke Maas in het natuurgebied Negenoord.

Een kritieke uitspoeling vond plaats langs de Nederlandse oever ter hoogte van de dwarsende PALL-leiding. Hierdoor werd de leiding onderspoeld en geraakte deze beschadigd. De leiding vervoert nafta vanaf de Antwerpse haven naar de chemische site van Chemelot in Nederland en werd onmiddellijk uit gebruik genomen. In overleg tussen de leidingbeheerders, Rijkswaterstaat en De Vlaamse Waterweg werd een actieplan ontwikkeld om de leiding zo snel mogelijk terug operationeel te krijgen. Op donderdag 5/8 werd succesvol een nieuwe leiding door middel van een boring onder de Maas aangebracht. In overleg met Rijkswaterstaat zal de noodzaak tot aanvulling van de overige uitspoelingen worden onderzocht.

- **Afval in winterbed**

Doordat er heel wat opwaartse (bewoonde) gebieden overstroomd werden, was er ook een grote afvalvracht aanwezig in de waterloop die achterblijft in de overstromingsgebieden.

Langs de Maas werden op initiatief van de provincie Limburg verschillende opruimacties met vrijwilligers georganiseerd. De Vlaamse Waterweg stelde een aantal grote afvalcontainers ter beschikking voor het grof vuil dat in deze gebieden werd verzameld.



Figuur 13 – Verzameling van afval uit het winterbed van de Maas t.h.v. Rotem



Figuur 14 – Beeld Maasmechelen (Sint-Antoniusstraat) 16 juli 2021



Figuur 15 – Fiets- en voetveer Rotem-Grevenbicht (16 juli 2021)



Figuur 16 – grindwinning Elerweerd (16 juli 2021)



Figuur 17 – Heppeneert (16 juli 2021)

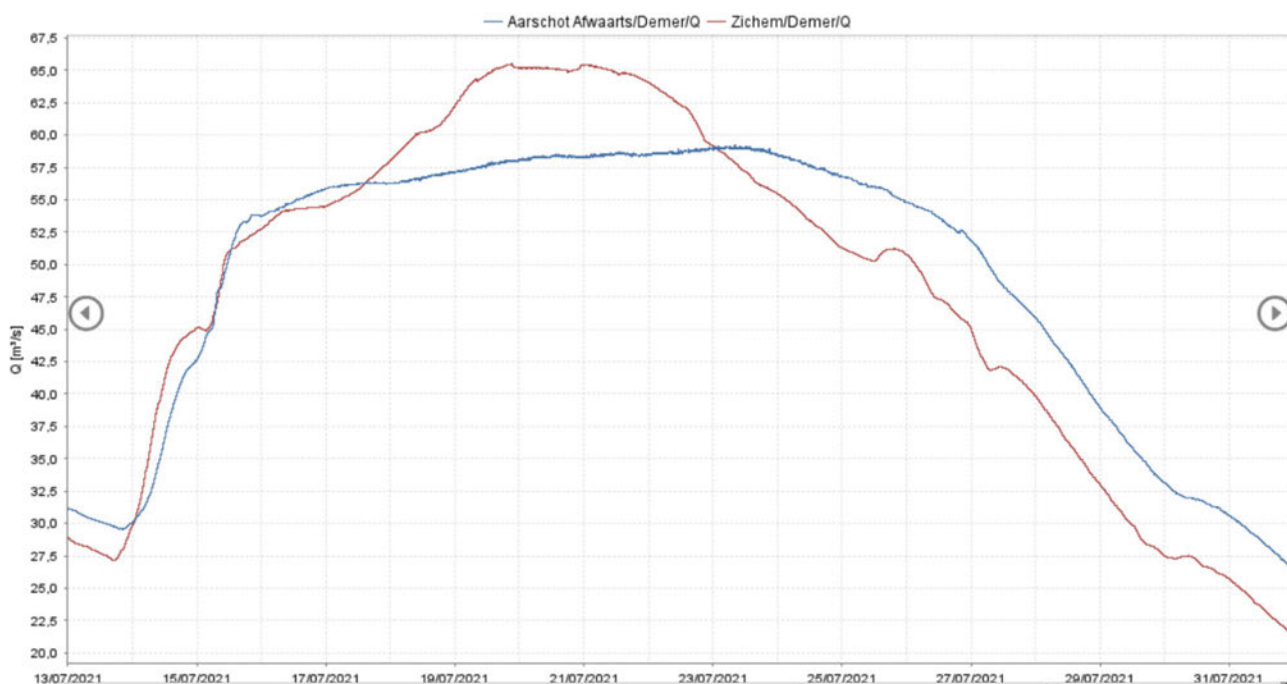


Figuur 18 – Heppeneert 16 juli 2021

3 Demer

3.1 Afvoeren

Het verloop van de afvoer op de bevaarbare Demer wordt getoond in Figuur 19. De kenmerken worden samengevat in Tabel 7. Voor de piekafvoer in Zichem kan gesteld worden dat deze benaderend is, aangezien op het moment van de piek er water over de dijken liep en op deze manier de meetpost (QH-verband) passeerde langs de vallei. Tijdens het hoogwater werd in Aarschot een ijkingsmeting uitgevoerd, waardoor de afvoer daar als betrouwbaar beschouwd kan worden.



Figuur 19 – Verloop debiet op bevaarbare Demer

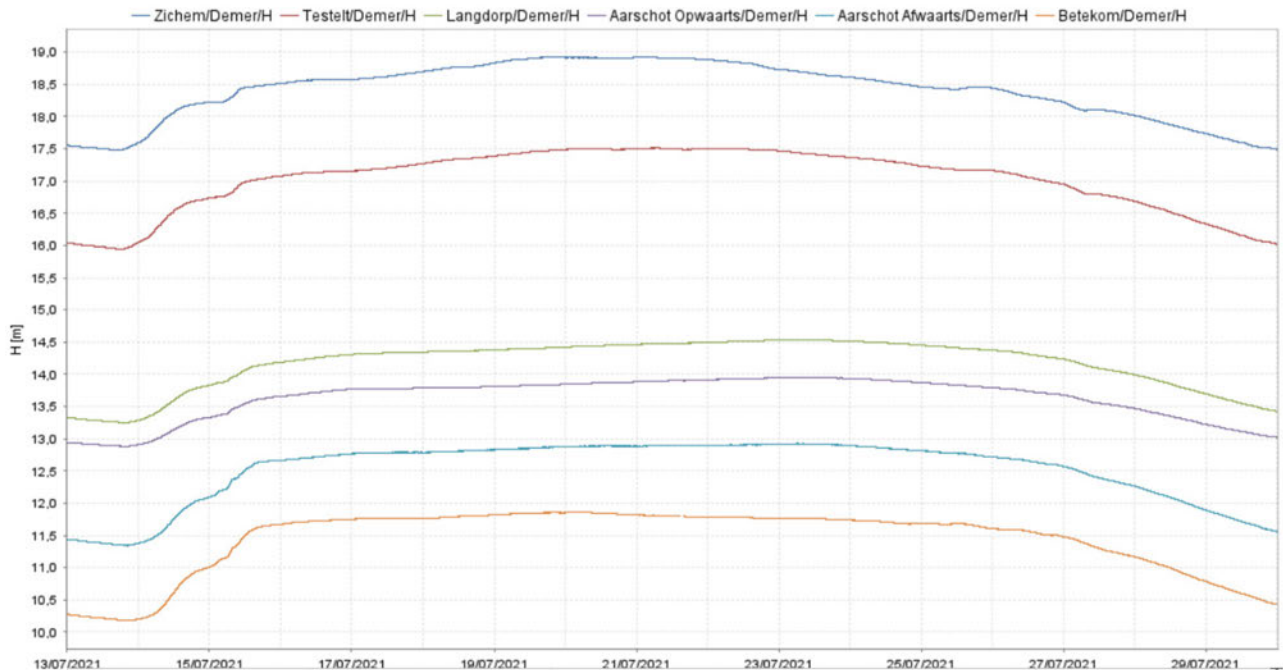
Tabel 7 – Kenmerken debiet op de bevaarbare Demer

Meetpost	Piekdebiet juli 2021 (m³/s)	Terugkeerperiode (jaar)	Historisch maximum (m³/s)	Tijdstip historisch maximum
Zichem	65,52	34	67,15	September '98
Aarschot - afwaarts	59,18	3	73,16	Januari '03

In Zichem was de piekafvoer bijna even hoog als het historisch maximum. In Aarschot, daarentegen, bleef de piekafvoer ver onder het historisch maximum.

3.2 Waterstanden

Het verloop van de waterstanden op de bevaarbare Demer te Zichem en te Aarschot wordt getoond in Figuur 20. De kenmerken worden samengevat in Tabel 8.



Figuur 20 – Verloop waterstanden op bevaarbare Demer

Tabel 8 – Kenmerken waterstanden op bevaarbare Demer

Meetpost (start meetreeks)	Piekwaterpeil juli 2021 (mTAW)	Historisch maximum (mTAW)	Tijdstip historisch maximum
Zichem (1972)	18,93	19,10	9/98
Testelt (2004)	17,51	17,51	7/21
Langdorp (2020)	14,54	nvt	nvt
Aarschot – opwaarts (2004)	13,96	13,96	7/21
Aarschot – afwaarts (1969)	12,93	13,33	9/98
Betekom (2020)	11,86	nvt	nvt

De metingen in Testelt en Aarschot (opwaarts) zijn de hoogste sinds de start van de metingen in 2004. De metingen in Langdorp en Betekom werden pas in 2020 opgestart, waardoor significante historische referentiewaarden ontbreken.

Figuur 21 t.e.m. Figuur 24 tonen het verloop van de waterstand in Zichem, Testelt en Aarschot t.o.v. de operationele drempelwaarden in juli 2021³. In Zichem en Testelt werd de alarmdrempel langdurig overschreden. In Aarschot (opwaarts en afwaarts) werden de waakdrempels overschreden, maar de alarmdrempels niet.

De wachtbekkens van Schulen en Webbekom zijn beiden gelegen langsheen de onbevaarbare Demer (opwaarts Diest) en vallen onder het beheer van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Omdat de vullingsgraad van deze wachtbekkens een belangrijke invloed had op de afvoeren en waterstanden in de bevaarbare Demer (afwaarts Diest), wordt de toestand van deze bekkens weergegeven in Figuur 25 en Figuur 26.

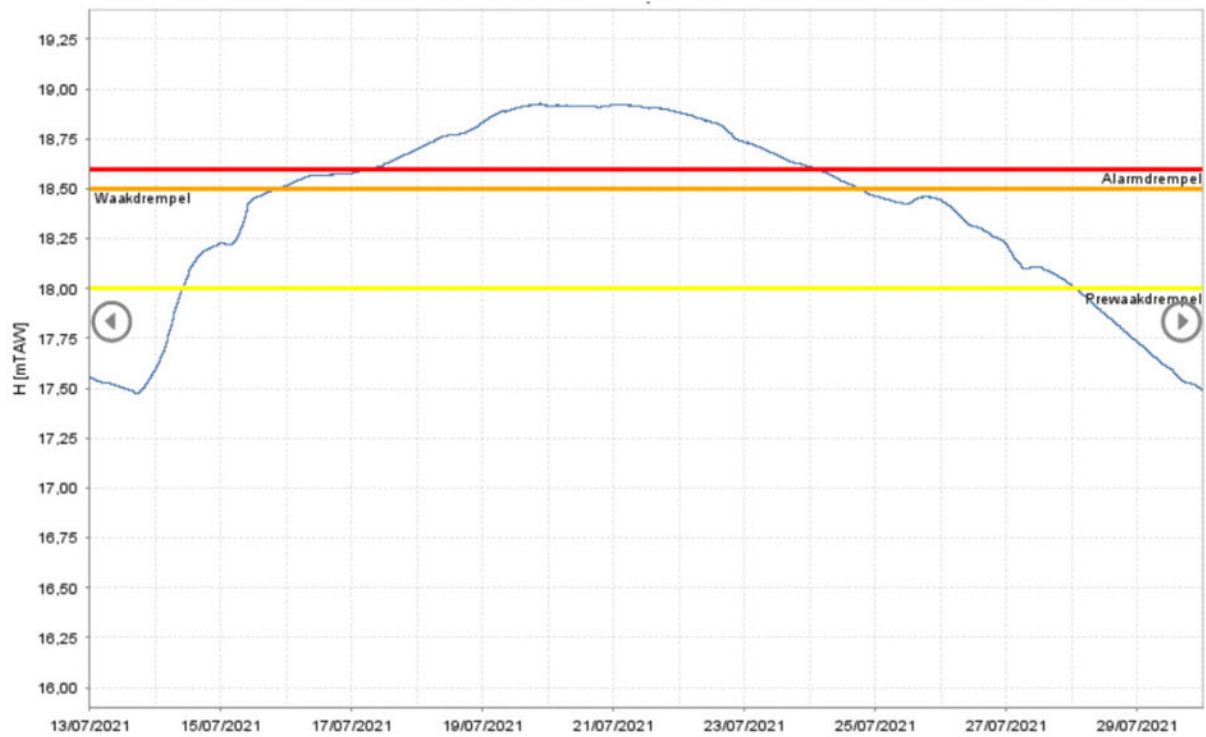
Het binnen- en het buitenbekken van Schulen kunnen gevuld worden tot 23,0 mTAW. Het binnenbekken van Webbekom kan gevuld worden tot 22,5 mTAW en het buitenbekken tot 22,0 mTAW. Uit de figuren blijkt dat beide wachtbekkens volledig benut werden.

Het binnenbekken van Schulen was reeds gedeeltelijk gevuld bij de aanvang van de neerslag op 13 juli en was volledig gevuld tegen de avond van 17 juli. In de ochtend van 18 juli was ook het buitenbekken volledig vol. Na de piek van de was begon het buitenbekken meteen weer leeg te lopen. In het binnenbekken werd het water nog vastgehouden tot de middag van 25 juli.

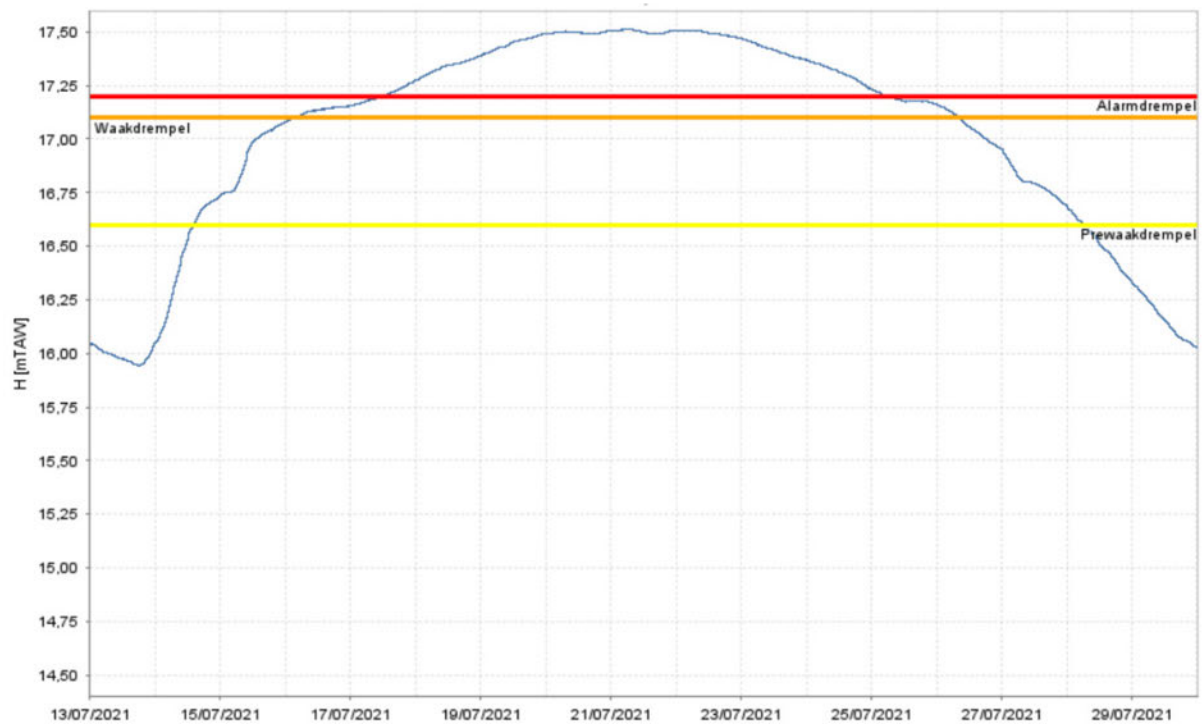
Het wachtbekken van Webbekom was leeg bij de aanvang van de neerslag op 13 juli. Vanaf 15 juli werden zowel het binnenbekken als het buitenbekken gevuld. Tegen de avond van 18 juli was het buitenbekken volledig gevuld. Het binnenbekken werd nog verder gevuld tot de ochtend van 19 juli. Na de piek van de was werd eerst het binnenbekken geledigd tot op het niveau van het buitenbekken. Tussen 22 juli en 24 juli werd enkel het buitenbekken geledigd. Vanaf 24 juli werd de lediging van het binnenbekken hervat. Na 25 juli liepen beide bekkens samen leeg.

Uit de vergelijking van Figuur 21 en Figuur 22 met Figuur 25 en Figuur 26 blijkt de interactie tussen de vulling van de wachtbekkens opwaarts Diest en de waterstanden afwaarts Diest. Tot de ochtend van 17 juli was er voldoende restcapaciteit in de wachtbekkens om de waterstanden afwaarts Diest onder de alarmdrempels te houden. Vanaf 17 juli werd de vulling van de wachtbekkens vertraagd en trad er een gecontroleerde stijging van de waterpeilen in Zichem en Testelt op. Tegen de ochtend van 19 juli was alle beschikbare bergingscapaciteit opgebruikt. Vanaf dan bleven de waterpeilen in Zichem en Testelt op ongecontroleerde wijze stijgen. Vanaf 19 juli worden de waterpeilen in Zichem en Testelt vooral beïnvloed door lokale beheersmaatregelen. Deze interactie wordt besproken in paragraaf 3.3.

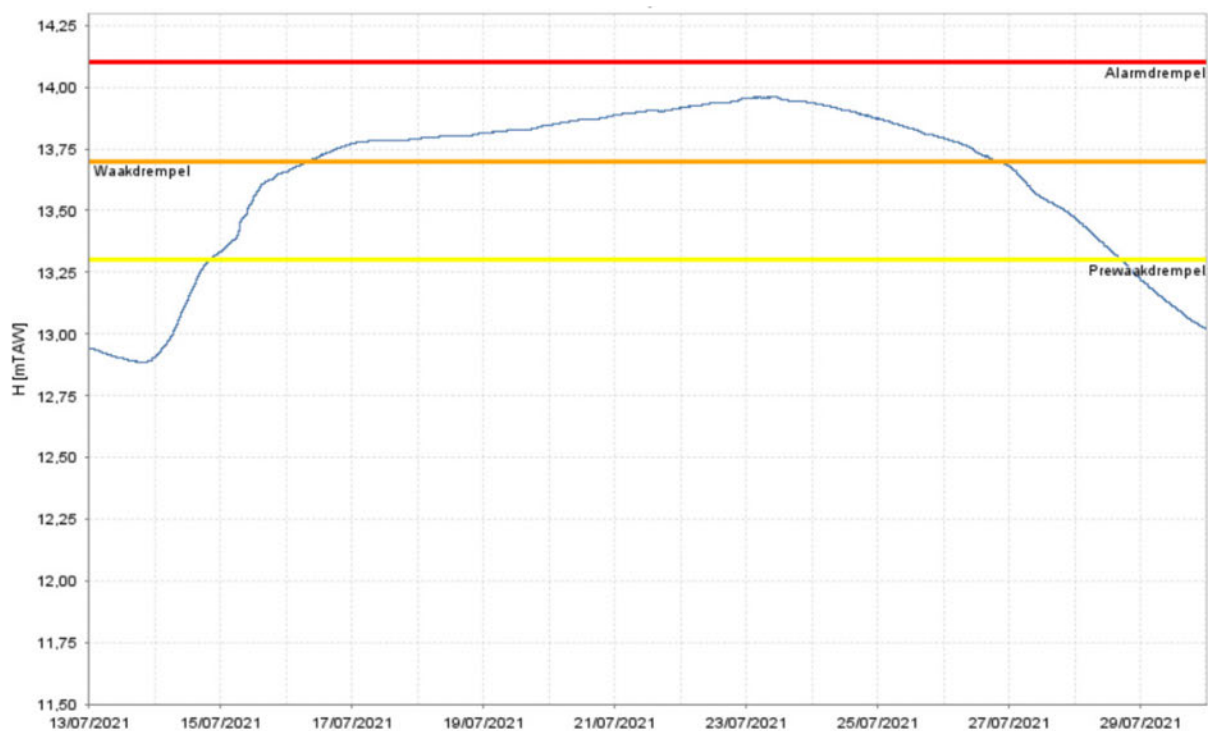
³ De gebeurtenissen en vaststellingen op het terrein in juli 2021 laten toe deze drempelwaardes verder te verfijnen en aan te passen.



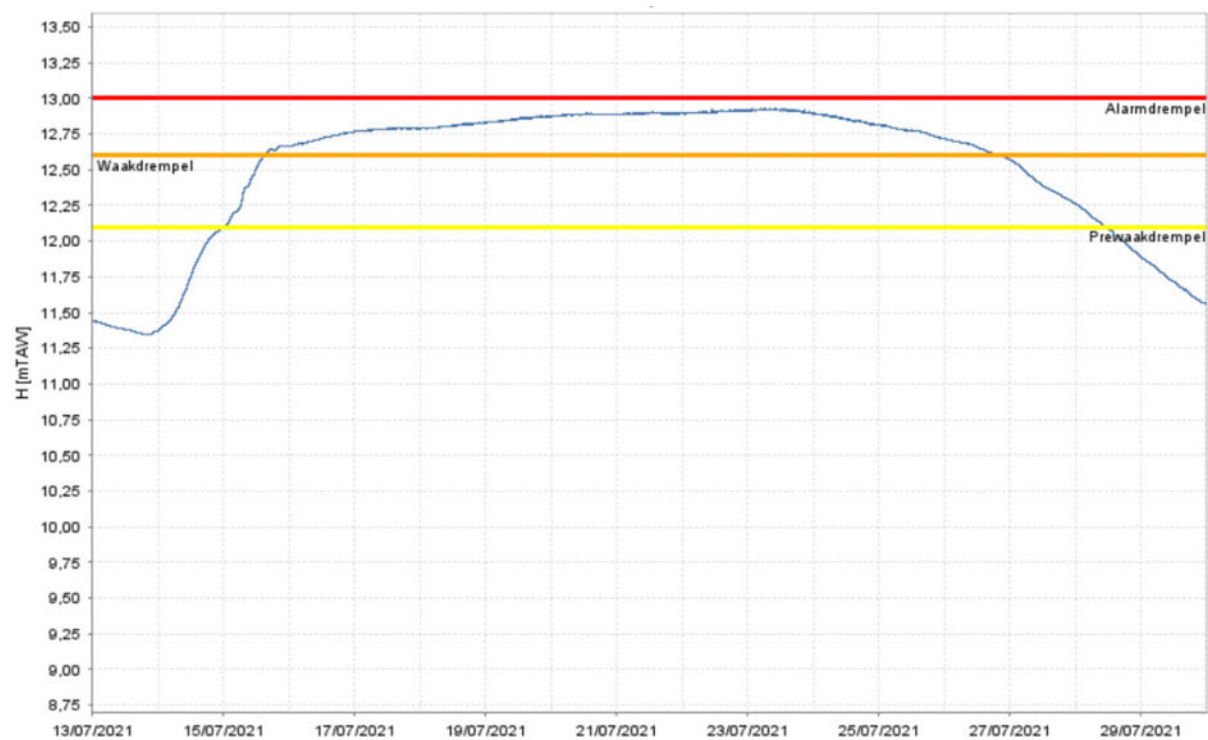
Figuur 21 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Zichem



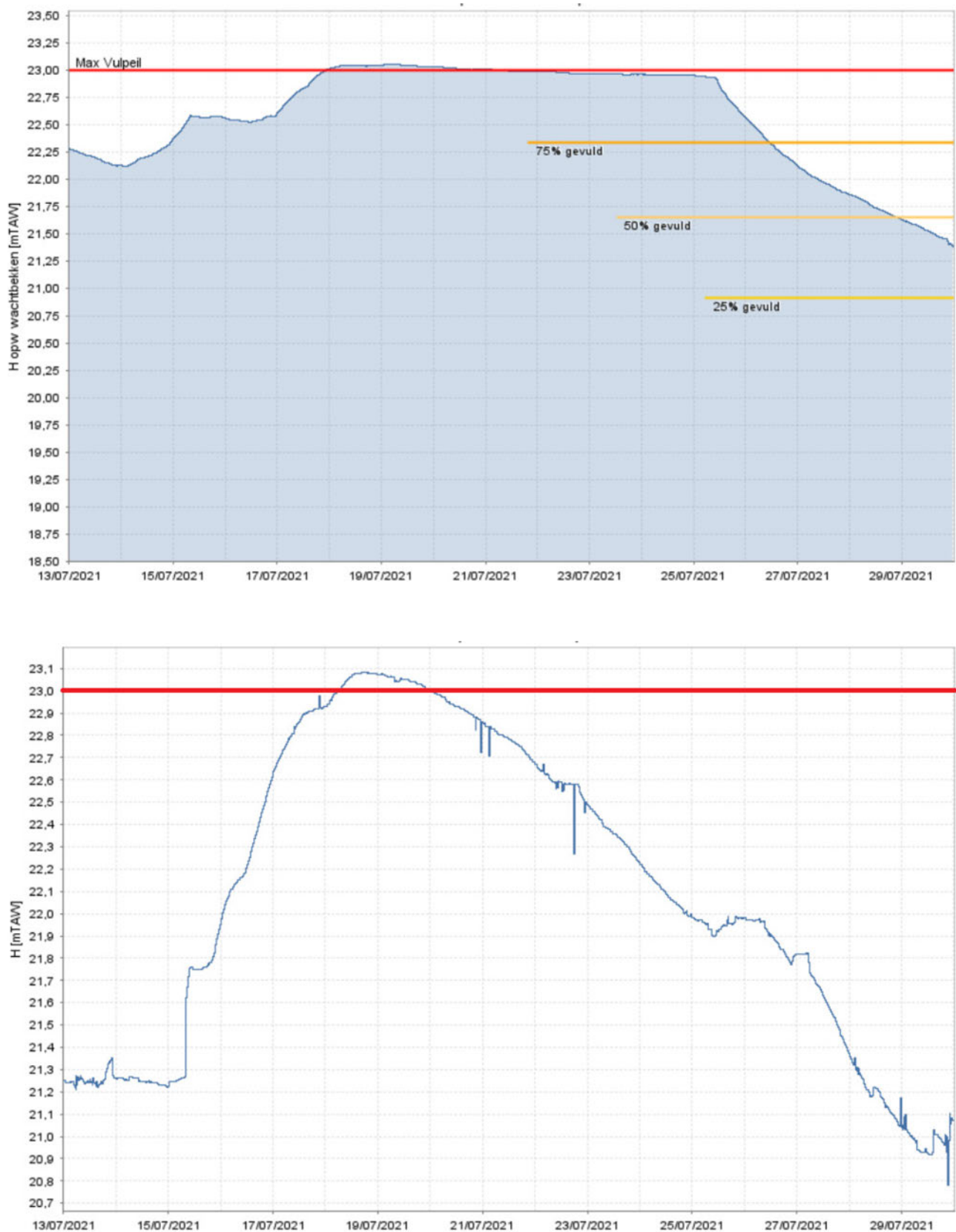
Figuur 22 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Testelt



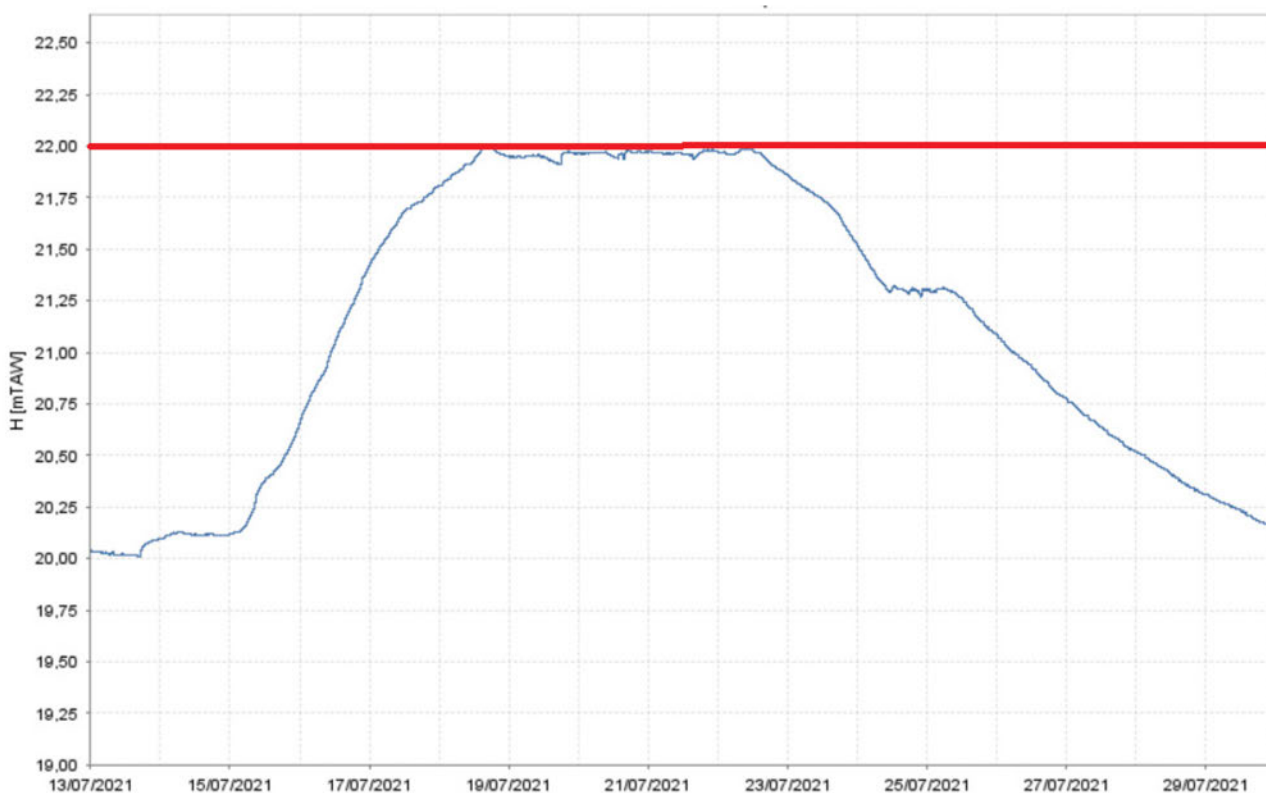
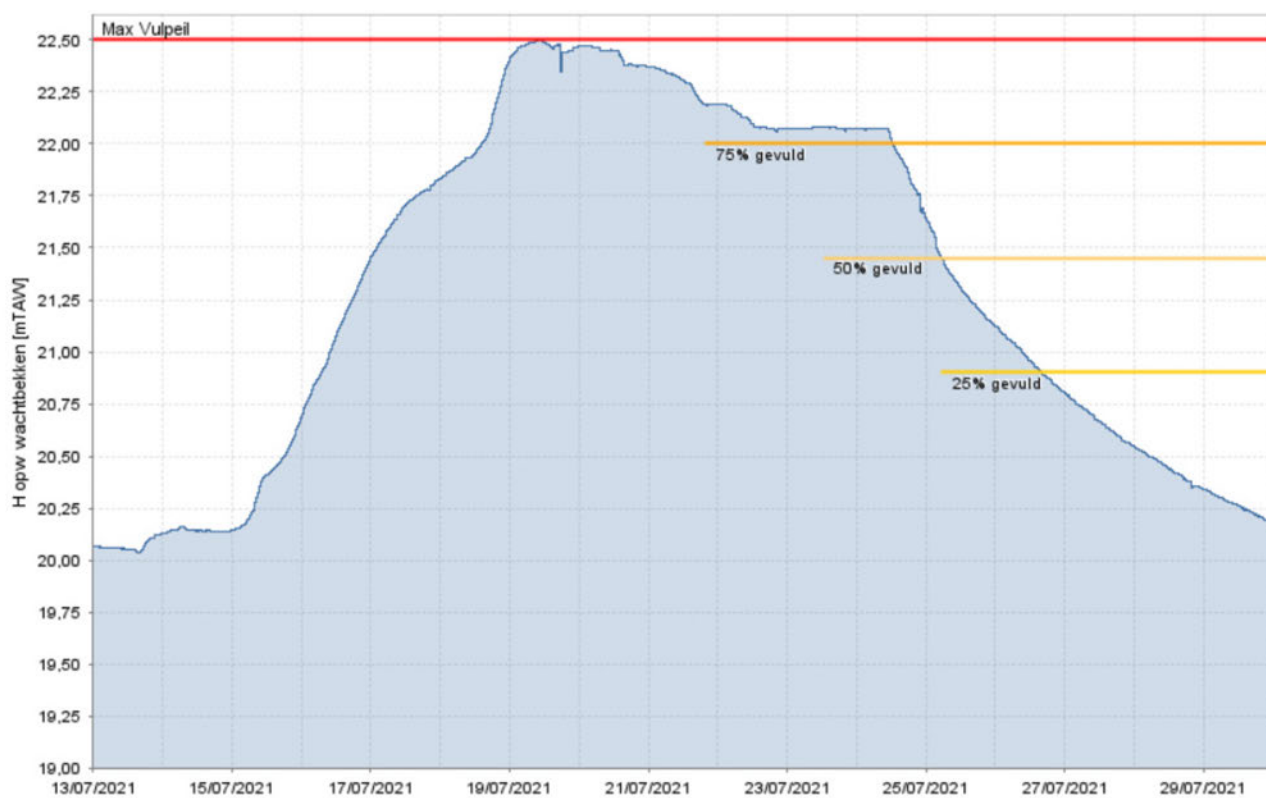
Figuur 23 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Aarschot (opwaarts)



Figuur 24 – Verloop waterstand op bevaarbare Demer te Aarschot (afwaarts)



Figuur 25 – Verloop van de waterstand in het wachtbekken van Schulen,
 boven = binnen bekken (opwaarts doorlaat D), onder = buitenbekken (opwaarts uitlaat E)

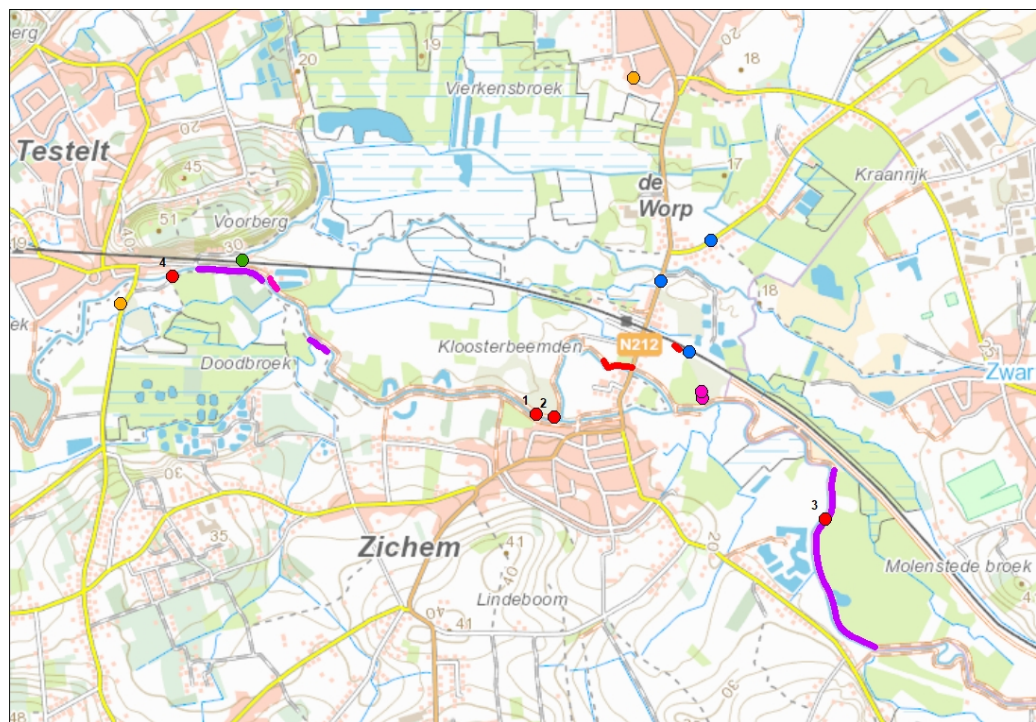


Figuur 26 – Verloop van de waterstand in het wachtbekken van Webbekom, boven = binnen bekken (opwaarts K30), onder = buitenbekken (afwaarts K30)

3.3 Gebeurtenissen op het terrein

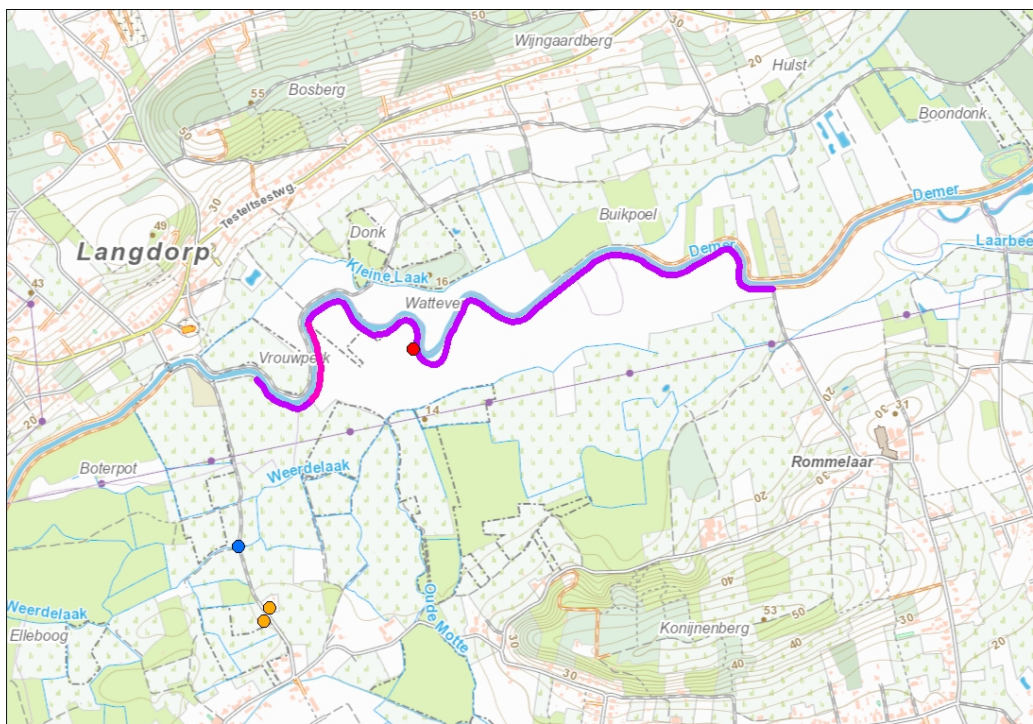
3.3.1 Overzicht

Figuur 27, Figuur 28 en Figuur 29 geven een overzicht van de gebeurtenissen en maatregelen langs de bevaarbare Demer in respectievelijk Zichem en Testelt, Langdorp en Aarschot. Deze figuren zijn bedoeld als referentie bij het lezen van paragraaf 3.3.2.



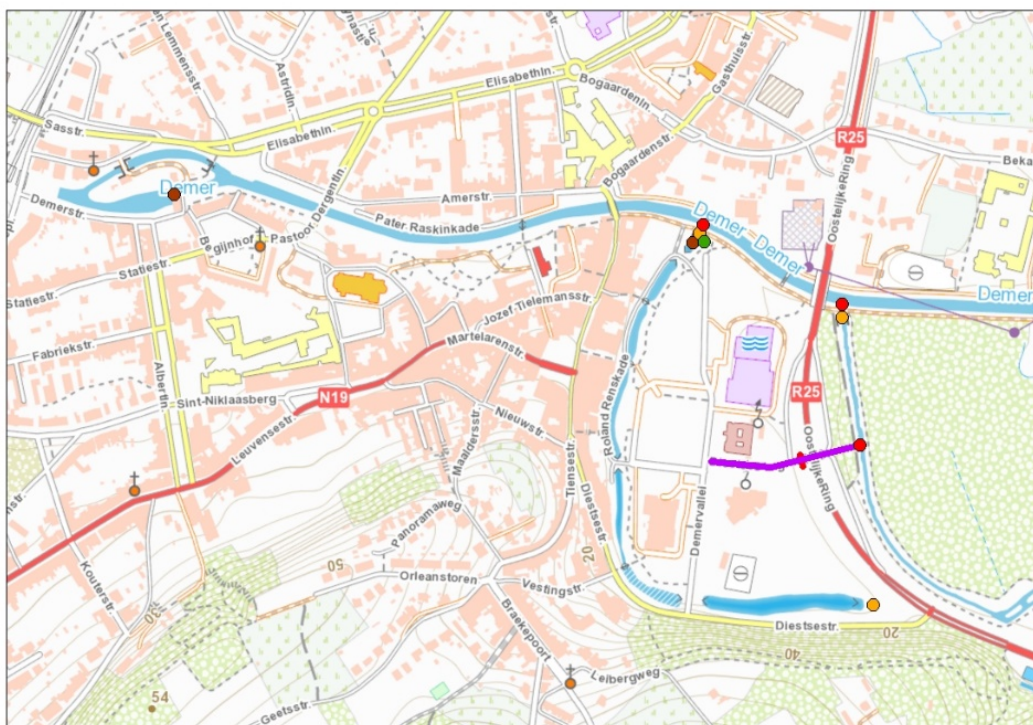
(● = dijkverlaging; ● = afgesloten doorgang; ● = stuwtje; ● = water op straat; ● = bedreigde woning;
 --- = zandzakjes; --- = uitstroming; --- = instroming)

Figuur 27 – Overzicht gebeurtenissen en maatregelen in Zichem en Testelt



(● = beverhol; ● = water op straat; ● = bedreigde woning; --- = uitstroming; --- = instroming)

Figuur 28 – Overzicht gebeurtenissen en maatregelen te Langdorp



(● = terugslagklep; ● = afsluiter; ● = pompstation; ● = drijfvuil; --- = riolering onder druk; --- = zandzakjes)

Figuur 29 – Overzicht gebeurtenissen en maatregelen te Aarschot

3.3.2 Gebeurtenissen en maatregelen

Deze paragraaf geeft een overzicht van de gebeurtenissen en maatregelen langs de bevaarbare Demer (afwaarts Diest) tijdens de periode van woensdag 14 juli tot en met maandag 28 juli. Dit overzicht behandelt enkel de was zelf. De waterkwaliteitsproblemen die optraden in de nasleep van de was (zuurstoftekort en daaropvolgende vissterfte) vallen buiten de scope van dit rapport en worden enkel kort aangehaald bij de 'Schade' (zie paragraaf 3.3.4)

14-15 juli 2021

Na de initiële neerslag op dinsdag 13 juli en woensdag 14 juli, overschreed de Demer te Zichem in de ochtend van 14 juli de prewaak drempel. Rond de middag gebeurde dat ook in Testelt en rond middernacht ook op- en afwaarts Aarschot. Als gevolg van de bijkomende neerslag op donderdag 15 juli werd in de loop van de namiddag zowel in Zichem als afwaarts Aarschot de waakdrempel overschreden. Rond middernacht gebeurde hetzelfde in Testelt en de volgende ochtend tenslotte ook opwaarts Aarschot.

16 juli 2021

In de ochtend van vrijdag 16 juli leek het erop dat het waterpeil te Zichem zou kunnen doorstijgen naar het alarmpeil. De beheerder van de bevaarbare Demer (DVW) begon dan ook met voorbereidingen om, naar analogie met eerdere extreme wassen, op een aantal strategische locaties gecontroleerde bressen te slaan om woonkernen tegen wateroverlast te beschermen.

Rond de middag vond een samenkomst van een crisisteam plaats, bestaande uit vertegenwoordigers van de waterbeheerders DVW en VMM, het WL en de provincies Limburg en Vlaams-Brabant. Daar werd beslist om voorlopig nog niet in te grijpen. Het leek er toen immers nog op dat de wachtbekkens opwaarts Diest (beheerd door provincies en VMM) voldoende capaciteit hadden om de afvoer vanuit de opwaartse delen van het Demerbekken te bergen.

In de vroege namiddag meldde VMM dat de capaciteit van de wachtbekkens van Schulte en Webbekom misschien toch niet zou volstaan. Om de resterende bergingscapaciteit te sparen, werd de vulling van het wachtbekken van Webbekom vertraagd. Als gevolg daarvan nam de afvoer afwaarts Diest licht toe en zou in Zichem de alarmdrempel overschreden kunnen worden. Uit voorzorg werden er door DVW dan ook zandzakjes gelegd langs de laagste delen van de Demerdijken te Zichem. Deze bevinden zich op de rechteroever van de Oude Demer, tussen de brug van de E. Claesstraat en de nieuwe wandelbrug (zie Figuur 27 en Figuur 30).



Figuur 30 – Zandzakjes op de rechteroever van de Oude Demer te Zichem (20/07/2021).

17 juli 2021

In de vroege ochtend van zaterdag 17 juli werd in Zichem de alarmdrempel daadwerkelijk overschreden. Er waren echter nog geen meldingen van wateroverlast. Dit leek erop te wijzen dat de alarmdrempel te conservatief gekozen was of misschien niet meer actueel was. Er was geen wateroverlast in de Testeltsebaan (het meest kritieke punt volgens de beschikbare informatie) en daar werden ook nog geen zandzakjes gelegd. In Aarschot werden nog geen problemen met wateroverlast gemeld. In Rotselaar was er wel wateroverlast langsheen een aantal zijlopen van de Demer (Winge en Grote Losting).

Uit overleg met VMM in de voormiddag bleek dat het waterpeil in het wachtbekken van Schulen gestegen was tot ongeveer 22,8 mTAW. Een aantal tuinhuisen was reeds ondergelopen. Wanneer het waterpeil zou doorstijgen tot 23,0 mTAW, dan zouden er ook woningen onder water kunnen komen. Het wachtbekken van Webbekom was reeds voor 2/3 gevuld en zou bij ongewijzigde instellingen na ongeveer 10-uur volledig gevuld zijn. Er werd afgesproken om de Demer opwaarts Diest nog een 10-tal cm verder op te stuwen om de vulling van de wachtbekkens te vertragen en de impact van de verhoogde doorvoer op de Demer afwaarts Diest in de late namiddag te evalueren.

Tijdens een overleg tussen DVW en WL werden de mogelijkheden voor het aanbrengen van gecontroleerde bressen opnieuw onderzocht en werden drie mogelijke locaties geselecteerd. De meest voor de hand liggende locatie bevond zich op de rechteroever net afwaarts Zichem. Op die locatie was de Demerdijk reeds verzadigd, zodat ook ongecontroleerde bresvorming niet uitgesloten kon worden.

Tijdens een samenkomst van het hogervermelde crisisteam in de late namiddag meldde VMM dat het wachtbekken van Schulen bijna vol was (22,9 mTAW). Dankzij de bijsturing eerder op de dag was de vulling wel vertraagd. Tijdens een tweede samenkomst van het crisisteam 17 juli 's avonds meldde VMM dat de toestand in de zijlopen van de Demer begon te stabiliseren. Er werd dan ook afgesproken om nog geen bressen te slaan.

In een daaropvolgend overleg tussen DVW en WL werd beslist om nog dezelfde avond wel reeds een eerste gecontroleerde dijkverlaging uit te voeren. De tuimeldijk op de rechteroever van de Demer nabij de Kloosterbeemden (zie Figuur 27) werd met enkele dm verlaagd en met een folie bedekt. De verlaagde kruin bevond zich ongeveer 15 cm onder het waterpeil (zie Figuur 31). Indien het waterpeil tijdens de nacht verder zou stijgen dan verwacht, dan zou de Demer op een vooraf gekozen plaats en in gecontroleerde omstandigheden kunnen overstromen.

18 juli 2021

In de vroege ochtend van zondag 18 juli vond nog een samenkomst van het crisisteam plaats. VMM meldde dat het wachtbekken van Schulen vol was en dat het wachtbekken van Webbekom terug sterker aangesproken zou worden. De gecontroleerde dijkverlaging aan de Kloosterbeemden was in werking getreden, maar het debiet was erg beperkt (zie Figuur 32). In Testelt raakte het water de onderkant van de brug over de Demer. Nabij Langdorp (waar in het verleden geen dijken aangelegd werden) trad er spontane overtopping van de oeverwallen van de Demer op (zie Figuur 28). Op de linkeroever werd ook stroming door een beverhol vastgesteld (zie Figuur 28).

In de vroege namiddag vond een tweede samenkomst van het crisisteam plaats. Het wachtbekken van Schulen was nog steeds volledig vol en dat van Webbekom was reeds $\frac{3}{4}$ vol. Het waterpeil in Molenstede was ook reeds gestabiliseerd, maar verder afwaarts stegen de waterpeilen nog steeds. Indien de aanvoer vanuit de boven- en zijlopen van de Demer voldoende zou dalen voor het wachtbekken van Webbekom vol zou zijn, dan zou de toestand afwaarts Diest onder controle kunnen blijven. Het was echter niet duidelijk hoe lang het nog zou duren voor het wachtbekken van Webbekom volledig vol zou zijn. DVW liet het beverhol in Langdorp opkisten om uitspoeling en bresvorming te voorkomen (zie Figuur 33).



Figuur 31 – Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) onmiddellijk na de aanleg, nog geen overtopping (17/07/2021)



Figuur 32 – Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) met begin van overtopping (18/07/2021)



Figuur 33 – Opgekist beverhol op de linkeroever te Langdorp (18/07/2021)

In Zichem was het water reeds gestegen tot 5 à 10 cm onder de zandzakjes op de rechteroever van de Oude Demer. Er stroomde slechts weinig water over de gecontroleerde dijkverlaging afwaarts Zichem (zie Figuur 34: Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) in werking (19/07/2021)), maar de Kloosterbeemden hadden nog heel wat bergingscapaciteit beschikbaar. Daarom werd beslist om de volgende ochtend een tweede gecontroleerde dijkverlaging aan te brengen naast de eerste. Deze tweede dijkverlaging zou lager moeten zijn (tot op het niveau van het jaagpad). Een derde gecontroleerde dijkverlaging aan het Molenstedebroek opwaarts Zichem werd overwogen, maar kon slechts uitgevoerd worden nadat de doorgangen onder bedding van de oude buurtspoorweg tussen de E. Claesstraat en de Leigracht afgesloten waren.

In Aarschot dreigde er instroming vanuit de Motte naar het politiekantoor via de riolering (zie Figuur 29). Mogelijk sloot de terugslagklep op de monding van de riolering in de Motte (zie Figuur 29) niet goed af. De stad Aarschot verzwaarde de deksels van de riolering en sloot de straatkolken af. De afsluiter tussen de Motte en de oude Demerarm (zie Figuur 29) stond nog steeds open om gravitaire afwatering van de oude Demerarm naar de Motte mogelijk te maken. Daarnaast werd ook water overgepompt vanuit de oude Demerarm naar de Demer door middel van een klein pompstation (zie Figuur 29).

19 juli 2021

In de ochtend van maandag 19 juli vond een nieuwe samenkomst van het crisisteam plaats. De situatie op de Demer was nog steeds niet stabiel, maar het wachtbekken van Webbekom was reeds volledig gevuld. De bekkens op de zijlopen van de Demer zaten ook boordevol, maar werden nog niet geledigd om de Demer niet extra te belasten. Op de Demer in Molenstede steeg het waterpeil opnieuw.

In Zichem stond het water nu tot aan de zandzakjes langs de Oude Demer en er werden zandzakjes bijgelegd. Afwaarts Zichem werd die ochtend een tweede gecontroleerde dijkverlaging nabij de Kloosterbeemden uitgevoerd (zie Figuur 27 en Figuur 35). Deze ingreep resulteerde in een tijdelijke pauze in de stijging van het waterpeil te Zichem, maar de stijging hervatte snel. Bijkomende maatregelen waren dus nodig. Opwaarts Zichem werden de eerste overstromingen vanuit de Demer naar het Molenstedebroek opgemerkt (zie Figuur 27 en Figuur 36).

In Langdorp gingen de overstromingen nog steeds door. Er stroomde nog steeds water vanuit de Weerdelaak naar de Demer en er leek geen uitwisseling te zijn tussen de Schoonhovebeek en de Demer.



Figuur 34 – Dijkverlaging 1 (Kloosterbeemden) in werking (19/07/2021)



Figuur 35 – Dijkverlaging 2 (Kloosterbeemden) tijdens de aanleg met dijkverlaging 1 in werking op de achtergrond (19/07/2021)



Figuur 36 – Overstroming van de rechteroever van de Demer ter hoogte van het Molenstedeboek (20/07/2021)

In Aarschot waren de terugslagkleppen aan de monding van de Motte en de oude Demerarm gesloten. De problemen met de afwatering van de omgeving van het politiekantoor bleven aanhouden. De riolering naar de Motte stond onder druk. De doorgang onder de oostelijke ring (R25) werd reeds gesloten voor het verkeer en zou nu ook afgesloten worden met zandzakjes (zie Figuur 29).

In de late namiddag kwam het crisisteam opnieuw samen. Als gevolg van de bediening van een aantal kunstwerken was het waterpeil in het wachtbekken van Webbekom iets gezakt en het waterpeil op de Demer iets gestegen. Het binnenbekken zou terug aangevuld worden. De waterstand op de Demer te Molenstede begon af te vlakken. De waterstanden op de Demer te Zichem en te Testelt vertoonden een kentering in de stijging, maar de stijging ging wel door. De waterstand te Aarschot bleef ongeveer constant.

In Zichem stond nu ongeveer 5 cm water tegen de zandzakjes langs de Oude Demer. Het water stond ook 5 à 10 cm boven de onderkant van de bruggen over de Demer. Over de tweede gecontroleerde dijkverlaging stroomde nu 30 à 40 cm water de Kloosterbeemden in. Bij een aantal huizen aan de westzijde van de E. Claesstraat (ten noorden van de spoorweg, nabij de kleine Leigracht) liep er water in de kelder. Rond een aantal woningen aan het Vierkensbroek (waaronder Heidedijk nr 9, bovenaan op Figuur 27) stond het water een 20-tal cm onder de drempel van de achterzijde van de woning. Ter hoogte van het Molenstedebeek liep het water op 9 plaatsen vanuit de Demer naar het broek. De openingen in de bedding van de oude buurtspoorweg ten oosten van Zichem werden reeds dichtgemaakt (zie Figuur 27 en Figuur 37). Na overleg met alle betrokkenen, werd 's avonds laat een derde gecontroleerde dijkverlaging op de rechteroever van de Demer aan het Molenstedenbeek uitgevoerd (zie Figuur 27 en Figuur 38). Dit gebeurde op één van de plaatsen waar reeds spontane overstromingen optraden.

In Langdorp was de situatie stabiel. Er liep nog steeds water over de oeverwallen van de Demer, maar er was ook nog steeds uitstroming van de Weerdelaak naar de Demer. Het peil van de Weerdelaak ter hoogte van de duiker onder de Mottestraat bleef stabiel. In de Schoonhovenbeek was nog steeds geen stroming merkbaar.

In Aarschot was de situatie eveneens stabiel. Het peil van de Motte bleef constant. Er waren geen nieuwe ontwikkelingen.

20 juli 2021

In de ochtend van dinsdag 20 juli kwam het crisisteam nogmaals samen. In de wachtbekkens van Schulen en Webbekom was het waterpeil nog steeds zeer hoog. VMM meldde dat zij de wachtbekkens pas opnieuw actief zou kunnen sturen wanneer het waterpeil terug wat gezakt zou zijn. Dat zou vermoedelijk pas vanaf donderdag 22 juli het geval zijn. De wachtbekkens op de zijlopen van de Demer werden reeds zeer geleidelijk geleidigd. Op de Demer te Halen was het waterpeil een 10-tal cm gezakt. Op de Demer te Molenstede was het waterpeil licht gezakt. In Zichem en Testelt bleef het peil van de Demer min of meer constant. In Langdorp was het nog licht gestegen. In Aarschot bleef het eveneens constant.

In Zichem was het Molenstedebeek reeds goed gevuld en het waterpeil in het broek was gestegen tot aan de doorgang van het fietspad doorheen de oude buurtspoorweg. Op die plaats werden dan ook zandzakjes aangebracht om overloop naar de nabijgelegen woningen te vermijden (zie Figuur 27). Verder afwaarts dreigde de E. Claesstraat onder te lopen. In het Vierkensbroek was het waterpeil met ongeveer 10 cm gestegen. Ter hoogte van Heidedijk nr 9 stond het water op 7 à 8 cm onder de drempel van de achterzijde van de woning. Volgens de brandweer steeg het water er met 0,5 cm per uur. In die omgeving werden dan ook zandzakjes klaargelegd. Er liep nog steeds water via de monding van de Leigracht in de Kloosterbeemden en de Hulpe waterde nog steeds af naar de Demer. Beide observaties waren onzeker. Aangezien de rechteroever van de Demer moeilijk toegankelijk was, werden ze gedaan vanop de linkeroever. Op de linkeroever werd er een overstroming vanuit de Demer naar het Doodbeek vastgesteld (zie Figuur 28 en Figuur 39).



Figuur 37 – Afgesloten doorgang onder de oude buurtspoorweg te Zichem (19/07/2021)



Figuur 38 – Dijkverlaging 3 (Molenstedebeek) in werking (19/07/2021)



Figuur 39 – Overstroming op de linkeroever van de Demer net opwaarts Testelt (19/07/2021)
(bron: gemeente Scherpenheuvel-Zichem)

Opwaarts Testelt liep er ter hoogte van de inlaat van de Laarbeek water over het jaagpad naar het Doodbroek (zie Figuur 27 en Figuur 40). In Testelt was de brug over de Demer afgesloten voor het verkeer (Figuur 41).



Figuur 40 – Overstroming van de inlaat van de Laarbeek (20/07/2021)



Figuur 41 – Aangesloten brug over de Demer te Testelt (24/07/2021)



Figuur 42 – Overstroming van de vallei van de Weerdelaak ter hoogte van de duiker onder de Mottestraat te Aarschot (20/07/2021)
(bron: stad Aarschot).

In Langdorp werden de oeverwallen van de Demer nog steeds overstroomd. De Weerdelaak waterde nog steeds af naar de Demer. Ter hoogte van de duiker onder de Mottestraat was het water nu wel enkele cm gestegen. De trage weg door het natuurgebied stond reeds onder water (zie Figuur 28 en Figuur 42). Het water stond er op enkele tientallen m van de eerste woningen (zie Figuur 28). Er werden preventief zandzakjes aangevoerd om deze woningen te beschermen, indien nodig.

In Aarschot bleef het peil van de Motte ongeveer constant. Van de drie terugslagkleppen tussen de Motte en de Demer (rechtsboven op Figuur 29) waren er twee gesloten en stond er één open. De terugslagkleppen tussen de oude Demerarm en de Demer (linksboven op Figuur 29) waren allemaal gesloten. Het pompstation op de oude Demerarm was nog steeds in werking.



Figuur 43 – Overstroming van het fietspad naast het Molenstedebeek richting Diest (20/07/2021).



Figuur 44 – Overstroming van het fietspad naast het Molenstedebeek richting Zichem (20/07/2021)



Figuur 45 – Overstroming van de E. Claesstraat te Zichem (20/07/2021) (bron: gemeente Scherpenheuvel-Zichem).

In de late namiddag vond een tweede samenkomst van het crisisteam plaats. Op de Demer te Halen versnelde de daling van het waterpeil. De meetreeks vertoonde wel een aantal vreemde sprongen. Deze waren het gevolg van drijfvuil onder de waterpeilsensor. In Molenstede daalde het waterpeil ook, maar veel minder sterk.

In Zichem stroomde er heel wat water door de derde gecontroleerde dijkverlaging naar het Molenstedebroek. Ook de overstromingen op de overige 8 locaties gingen nog door. Het fietspad langs het Molenstedebroek was ondergelopen (zie Figuur 27, Figuur 43 en Figuur 44). De E. Claesstraat was ter hoogte van de duiker van de Zwarte Beek voor de helft ondergelopen (zie Figuur 27 en Figuur 45). Ook ter hoogte van Hoornblaas (zie Figuur 27) stond er water op de rijweg. Aan beide zijden van de E. Claesstraat, net ten noorden van de Oude Demer, steeg het waterpeil ook. Dit was mogelijk het gevolg van terugstroming vanuit de Kloosterbeemden via de doorgang van de Leigracht onder de nieuwe compartimenteringsdijk ten westen van de E. Claesstraat (slecht werkende terugslagklep?), maar waarschijnlijk vooral van problemen met de riolering. De zandzakjes langs de Oude Demer leken stand te houden en het water stond ongeveer halverwege de zandzakjes.

Het stuwte op de monding van de Zwarte Beek (zie Figuur 27) werd geïnspecteerd. Het stuwte was volledig omgeven door water en moeilijk bereikbaar (zie Figuur 46). Er was heel wat drijfvuil en de constructie veroorzaakte een opstuwing van ongeveer 10 cm.



Figuur 46 – Overstroomd stuwte op de Zwarte Beek net voor de monding in de Demer te Testelt (20/07/2021)
(bron: Watering van de 8 beken)

Net opwaarts van de brug van Testelt werd een vierde gecontroleerde dijkverlaging op de linkeroever van de Demer uitgevoerd (zie Figuur 27 en Figuur 47). Deze dijkverlaging was wel smaller en minder diep dan op andere locaties. Door deze dijkverlaging stroomde dan ook slechts een beperkte hoeveelheid water naar het Doodbroek. De spontane overstroming van de linkeroever van de Demer nabij de inlaat van de Laarbeek ging nog steeds door. Het debiet van de Laarbeek was niet opvallend toegenomen. In de afwaartse delen van de Vossekothol stonden er wel aanzienlijke oppervlakten onder water.

In Langdorp was er nog steeds stroming van de Weerdelaak naar de Demer. Ze leek zelfs toe te nemen.



Figuur 47 – Dijkverlaging 4 (Doodbroek) in werking (20/07/2021)

In Aarschot steeg het waterpeil van de Motte. Het werd door de brandweer geschat op 13,9 mTAW. De geopende terugslagklep op de monding van de Motte werd terug gesloten. Uit een terreincontrole bleek dat de drie afsluiters net opwaarts van de terugslagkleppen (rechtsboven op Figuur 29) gesloten waren. De middelste afsluiter werd meteen geopend. Het rooster voor het pompstation op de oude Demerarm was verstopt met drijfvuil (zie Figuur 29) en werd vrijgemaakt. De afsluiter tussen de oude Demerarm en de Motte (zie Figuur 29) werd rond de middag gesloten.

Na overleg van het crisisteam werd de derde gecontroleerde dijkverlaging aan het Molenstedeboek voor ongeveer de helft afgesloten (zie Figuur 48). De tweede gecontroleerde dijkverlaging aan de Kloosterbeemden werd laat op de avond voor 85% afgesloten (zie Figuur 49).

21-22 juli 2021

Tijdens de voormiddag van woensdag 21 juli werd het resterende deel van de tweede gecontroleerde dijkverlaging aan de Kloosterbeemden afgesloten. In de late namiddag ontving DVW de melding dat in Testelt een woning (Dijk 6, links op Figuur 27) nabij de vierde gecontroleerde dijkverlaging aan het Doodbroek stilaan door water bedreigd werd. Aangezien de toestand in Testelt leek te stabiliseren en de vierde gecontroleerde dijkverlaging beperkt was in omvang werd besloten ze terug af te sluiten (zie Figuur 50).

In de voormiddag van donderdag 22 juli kwam het crisisteam nogmaals samen. Opwaarts Diest was er overal een daling van de waterpeilen op de zijlopen van de Demer. De meest opwaartse provinciale wachtbekkens waren reeds leeg. De wachtbekkens op de zijlopen van de Demer waren reeds voor meer dan de helft geleegd. In Schulen stond het binnenbekken nog vol en liep het buitenbekken op natuurlijke, ongestuurde wijze leeg. In Webbekom daalde het waterpeil in het binnenbekken. Binnen afzienbare tijd zouden de wachtbekkens van Schulen en Webbekom weer gestuurd kunnen worden. In Molenstede was het waterpeil van de Demer reeds met 20 cm gedaald. In Zichem en Testelt was het waterpeil stationair. In Langdorp steeg het nog licht.

In Zichem leek de situatie onder controle. De natuurlijke overstromingen van de rechteroever bij het Molenstedeboek waren gestopt. Het waterpeil in het Vierkensbroek was enkele cm gezakt. Ook bij Hoornblaas daalde het waterpeil. De eerste gecontroleerde dijkverlaging bij de Kloosterbeemden werd die ochtend ook afgesloten (Figuur 51). Net voorbij de monding van de Hulpe stroomde er nu wel water vanuit de Demerbroeken over de dijk naar de Demer (zie Figuur 27 en Figuur 52). Een aantal huizen aan de Beemdenstraat had nog last van een moeilijke afwatering.

In Testelt was de woning in het Doodbroek niet langer bedreigd en het water in de tuin zakte. Er was nog steeds natuurlijke overstroming van de Demerdijk op de linkeroever, zowel ter hoogte van de inlaat van de Laarbeek als verder afwaarts (zie Figuur 53). Langsheen de Laarbeek waren er geen problemen. Ook verder afwaarts was er nog geen overstroming vanuit de Laarbeek naar de vallei van de Weerdelaak (via Rommelaar). De brug van Testelt was nog steeds gesloten.

In Langdorp bleef het peil van de Demer stijgen. Er stroomde er nog steeds water over de oeverwallen van de Demer naar de valleigebieden. Er stroomde ook nog steeds water vanuit de Weerdelaak naar de Demer. In de valleien langsheen beide oevers werden nog geen problemen gemeld.

In Aarschot werden de buitenste afsluiters aan de monding van de Motte (rechts boven op Figuur 29) geopend. De afsluiters aan de monding van de oude Demerarm (linksboven op Figuur 29) werden gecontroleerd. Ze stonden half open en konden niet verder geopend worden. Dat leek echter geen probleem te vormen. Het waterpeil op de oude Demerarm was gezakt en het water op de laagste delen van de parking Demervallei was weg. Ook de riolering tussen het politiekantoor en de Motte stond niet langer onder druk.

Het bleef wel belangrijk om alert te blijven voor de stabiliteit van de reeds dagenlang verzadigde dijken, zeker op plaatsen waar natuurlijke overstroming optrad.



Figuur 48 – Dijkverlaging 3 (Molenstedeboek) half afgesloten (20/07/2021)



Figuur 49 – Dijkverlaging 2 (Kloosterbeemden) 85% afgesloten (20/07/21)



Figuur 50 – Dijkverlaging 4 (Doodbroek) afgesloten (21/07/2021)



Figuur 51 – Dijkverlaging 3 (Molenstedeboek) enkele dagen na volledige sluiting (27/07/2021)



Figuur 52 – Strooming vanuit de Demerbroeken naar de Demer (21/07/2021)



Figuur 53 – Overstroming van de linkeroever van de Demer nabij het Doodbroek (21/07/2012)

23 juli 2021

In de ochtend van vrijdag 23 juli kwam het crisisteam een laatste maal samen. De situatie opwaarts Diest was min of meer dezelfde gebleven. De waterpeilen daalden er ongeveer 20 cm per dag. De bekkens op de zijlopen van de Demer waren zo goed als leeg. In Schulen liep het buitenbekken leeg. Het water in het binnenbekken werd nog vastgehouden. Ook in Webbekom was het binnenbekken al voor een deel geledigd en liep nu ook het buitenbekken leeg. Het waterpeil in Molenstede bleef zakken, op een korte opleving na. De waterstanden in Zichem en Testelt bleven dalen. Het waterpeil in Langdorp was sedert middernacht gestabiliseerd. Ook in Aarschot leek het waterpeil af te vlakken. In Betekom daalde het reeds.

In Zichem was het water weggetrokken uit de E. Claesstraat en Hoornblaas. Het overstromingsgevaar leek voorlopig geweken. In het Vierkensbroek stond het water nabij Heidedijk nog steeds hoog.

In Testelt was er nog steeds overstroming van de Demerdijk nabij de inlaat van de Laarbeek. De tweede overstroming verder afwaarts werd gestopt met zandzakken en perkoenpalen omdat de tuimeldijk dreigde te bezwijken (zie Figuur 54). Op de rechteroever stroomde er nog steeds water vanuit de Demerbroeken naar de Demer. In de Laarbeek stond het water nog steeds zeer hoog. Aan de Kerkendijk in Messelbroek steeg het waterpeil nog steeds.

In Langdorp waren er nog steeds overstromingen over de oeverwallen van de Demer. Het water in de Demer stond ongeveer 20 cm hoger dan in de omringende vallei. Verder afwaarts stroomde er nog steeds water vanuit de Weerdelaak naar de Demer.

In Aarschot stond het waterpeil in de Motte nu hoger dan het waterpeil in de oude Demerarm. De verbinding tussen de oude Demerarm en de Motte was reeds gesloten. Een van de drie terugslagkleppen tussen de Motte en de Demer stond terug open. Ter hoogte van s'Hertogenmolens was er een ophoping van drijfvuil (zie Figuur 55). Dit werd meteen verwijderd.

De gecontroleerde lediging van de wachtbekkens opwaarts Diest vertraagde de daling van de waterpeilen afwaarts Diest. Ze was echter noodzakelijk omdat er tijdens het weekeinde nieuwe neerslag verwacht werd. Achteraf zou die nieuwe neerslag zeer beperkt blijken te zijn.

Tijdens de nacht naar zaterdag 24 juli zakte het waterpeil in de Demer te Zichem terug onder de alarmdrempel. Tegen de avond zakte het peil zelfs onder de waakdrempel. In Testelt daalde het peil in de ochtend van zondag 25 juli onder de alarmdrempel en op de ochtend van maandag 26 juli onder de waakdrempel. In Aarschot gebeurde dat pas tegen de avond. In de loop van woensdag 28 juli zakten de waterpeilen langsheen de bevaarbare Demer overal onder de prewaakdrempel.



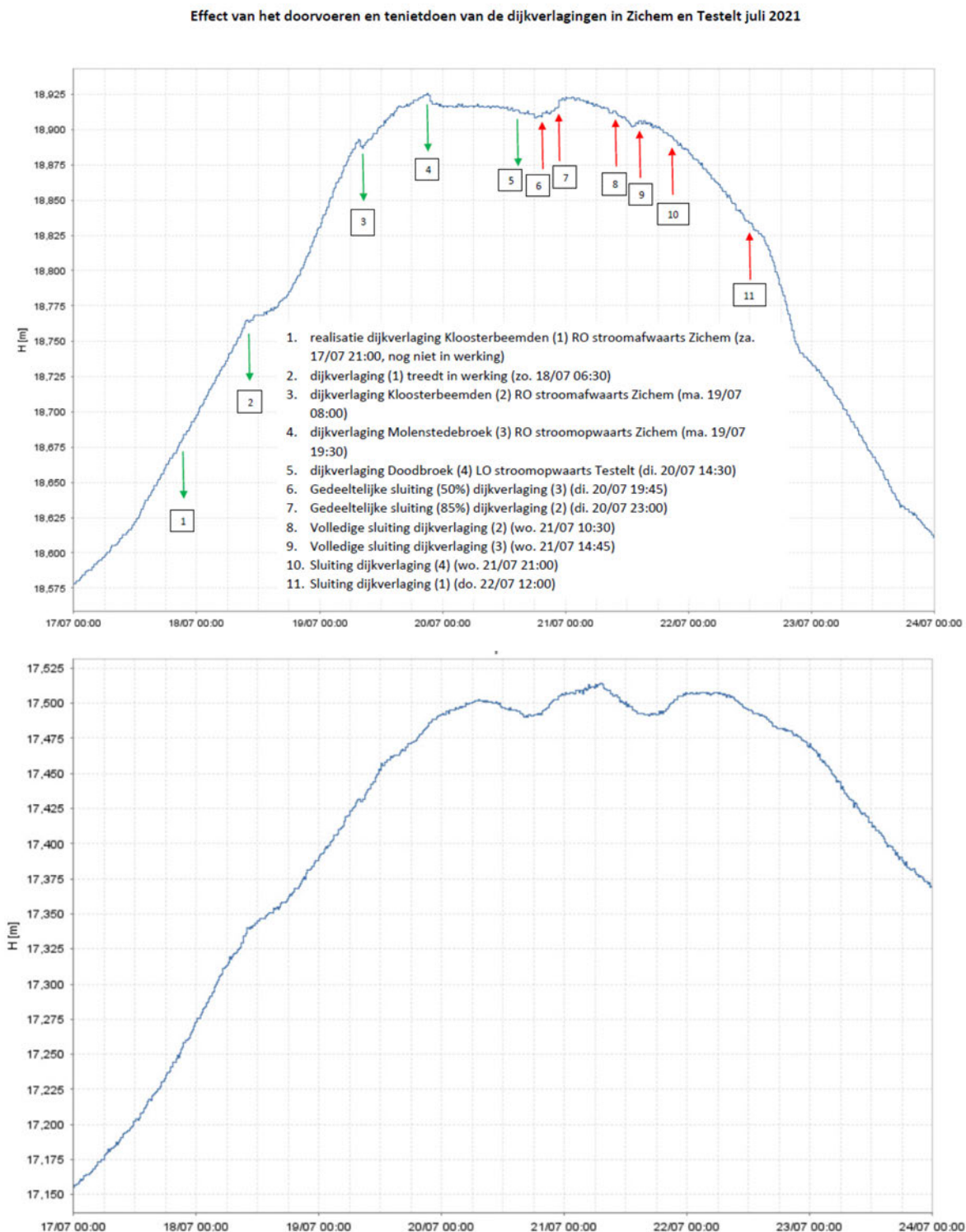
Figuur 54 – Afdamming van de overstroming op de linkeroever van de Demer nabij het Doodbroek (23/07/2012)



Figuur 55 – Drijfvuil aan 'sHertogenmolens te Aarschot (23/07/2021)

3.3.3 Impact beheersmaatregelen

De beheersmaatregelen die door de beheerder van de bevaarbare Demer (DVW) genomen werden, zowel op het vlak van waterkwantiteit als waterkwaliteit, worden uitgebreid beschreven in het rapport “Watersnood Demerbekken juli-augustus 2021” (De Vlaamse Waterweg, 2021). Figuur 56, overgenomen uit dat rapport, geeft de precieze chronologie van de gecontroleerde dijkverlagingen weer en illustreert de impact op de waterstand te Zichem.



Figuur 56 – Impact van de gecontroleerde dijkverlagingen op de waterstand te Zichem (boven) en te Testelt (onder)

3.3.4 Schade

- **Oevers en -dijken**

Langs de Demer trad op het eerste zicht, en op een aantal afkalvingen na, geen noemenswaardige schade op aan de dijken. De 4 dijkverlagingen langs de Demer in Zichem waren doelbewust uitgevoerd en zijn weer hersteld.

De dijken en waterkeringen waren evenwel aan uitzonderlijke waterdruk onderhevig en een grondige inspectie zal moeten uitwijzen of de stabiliteit ervan verzekerd blijft.

- **Vissterfte Demer**

In de Demer is aanzienlijke ecologische schade opgetreden, waarvan het herstel nog meerdere jaren in beslag zal nemen. In de Demer werd massale vissterfte vastgesteld door zuurstofgebrek in het water. De vissterfte was het gevolg van de overvloedige aanwezigheid van organisch materiaal in de Demer, waardoor het zelfzuiverend vermogen vernietigd is. Twee elementen zorgden voor een hoge toevoer van organisch materiaal :

- ✓ door de hevige neerslag van 14 en 15 juli en de onweders van 24 juli, zijn in gans het Demerbekken, ook stroomopwaarts Diest de (gemengde) rioolstelsels “gespoeld”. Het rioolslib wordt daarbij omgewoeld, en komt via de riooloverstorten rechtstreeks in de waterlopen terecht. De collectoren kunnen traditioneel gemiddeld immers maar vijfmaal de “droogweerafvoer” naar een rioolwaterzuiveringsstation (RWZI) sturen, de rest wordt “overgestort”;
- ✓ doordat het overtollige water van de Demer en haar zijwaterlopen gedurende meerdere dagen geborgen werd in de wachtbekkens stroomopwaarts Diest (vooral in het Schulensmeer en Webbekombroek) en in de Demerbroeken tussen Diest en Aarschot stierf de vegetatie daar af en kwamen voedingsstoffen vrij, waardoor extra organische vuilvracht terecht kwam in de Demer. De bacteriën in het water breken die organische belasting af, en verbruiken daarbij zoveel zuurstof dat er onvoldoende zuurstof overblijft voor andere organismen. De microscopische algen die voor zuurstof moeten zorgen, worden dan weer beperkt doordat het zonlicht niet meer zo diep in het sterk vertroebelde water kan binnendringen.

Een samenwerking tussen de provincies Limburg, Vlaams-Brabant, Antwerpen, steden en gemeenten, hulpverleningszones, VMM, ANB, Aquafin en DVW werd opgezet om de problematiek te verhelpen door het plaatsen van pompen, beluchters en installaties van Air Liquide om het zuurstofgehalte in de Demer trachten te herstellen. De laatste installatie van Air Liquide in Diest werd pas begin september ontmanteld.

4 Dijle-en Zennebekken

4.1 Systeem van Zenne / Kanaal naar Charleroi/Kanaal Brussel-Schelde

4.1.1 Algemeen

Het Kanaal naar Charleroi en het Zeekanaal Brussel-Schelde vormen de verbinding tussen Charleroi, Brussel en de Zeeschelde. Deze twee aaneensluitende kanalen doorsnijden met hun 102 km het hydrografische bekken van de Zenne en interageren er op verschillende plaatsen mee. Voor een volledige systeembeschrijving met bespreking van de belangrijkste interacties wordt verwezen naar het rapport van de Wasgebeurtenissen 11-16 november 2010 (Boeckx, 2011, Hoofdstuk 4).

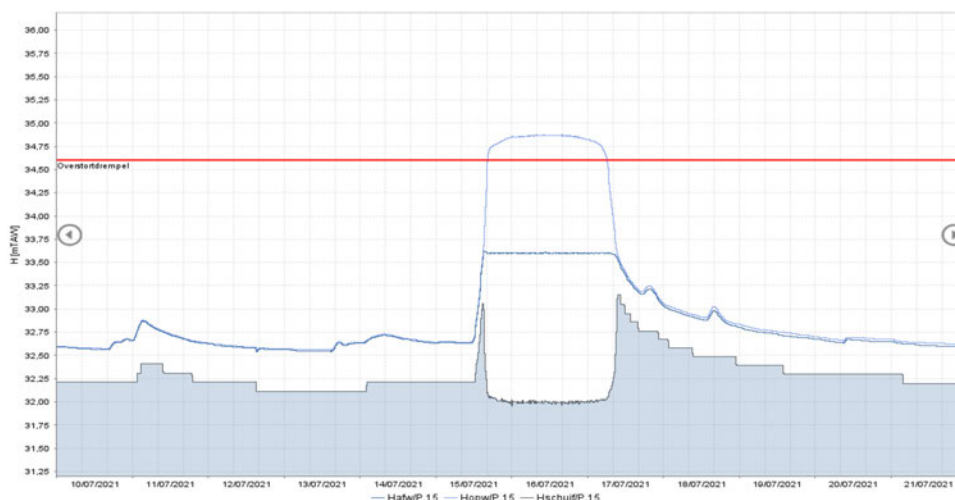
4.1.2 Opwaarts Brussel: sluisen Kanaal naar Charleroi en werking Overstort van Lembeek

Op 15 juli nam de aanvoer van water vanuit Wallonië zodanig toe dat aan de sluis van Lembeek op het Kanaal naar Charleroi valse schuttingen moesten uitgevoerd worden. Omdat dit niet volstond, werd overgegaan tot noodbediening waarbij de schuiven sneller opengaan. De sluisbedienaars konden zo het bovenpand nipt bijhouden.

Een kleine kilometer afwaarts het sluiscomplex van Lembeek staat de Overstort van Lembeek. Aan deze structuur kan water van de Zenne overstorten in het Kanaal Brussel-Charleroi via een betonnen structuur van 154 m lengte en op een hoogte van 34,60 mTAW. De overstort is dus in werking zodra het Zennepeil hoger komt dan 34,60 mTAW. Deze werking is voorzien om te vermijden dat de waterstanden in de Zenne door Brussel te hoog zouden komen. Hiervoor is net afwaarts de overstort een structuur (radiaalschuif) geplaatst, waardoor slechts een beperkte hoeveelheid water via de Zenne door Brussel stroomt.

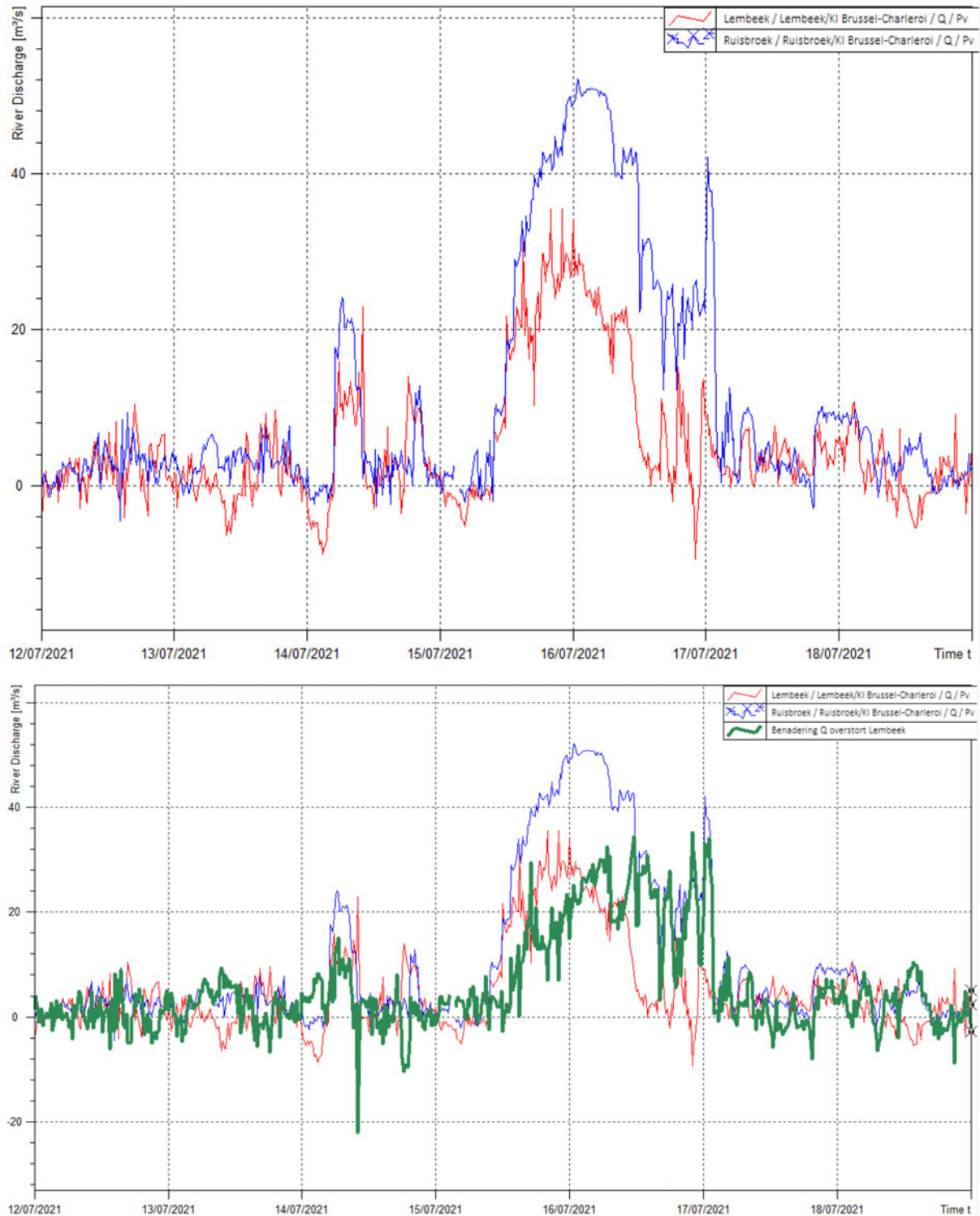
Tussen 15 juli 2021 (16u45) en 17 juli 2021 (6u00) was de overstort van Lembeek gedurende meer dan 37 uur in werking. Dit wordt duidelijk uit Figuur 57. Er werd op de Zenne een maximaal **peil** bereikt van 34,87 mTAW. De situatie in november 2010 blijft de absolute recordhouder (maximaal peil: 35,35 mTAW), maar de waarde van juli 2021 ligt binnen de top 5, na december 1994/januari 1995 (34,89 mTAW) en februari 2002 (34,89 mTAW).

Wanneer de duur van het overstort-event beschouwd wordt, kan vastgesteld worden dat het van het februari 2016 (zeer nat voorjaar) geleden was dat de overstort zo lang in werking was. In februari 2016 traden trouwens meerdere overstortevents na elkaar op. Het maximaal bereikt peil op de Zenne was toen wel lager (34,78 mTAW).



Figuur 57 – peilmetingen op de Zenne op-en afwaarts van de radiaalschuif ter hoogte van de overstort van Lembeek.

Het overgestort volume kan afgeleid worden via de debietsmeters op het Kanaal naar Charleroi in Lembeek (opwaarts de overstort) en Ruisbroek (afwaarts de overstort). Het verschil tussen beide is een benadering voor het overgestort volume. Er kan van uit gegaan worden dat er gemiddeld $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de Zenne naar het Kanaal stroomde tussen 15 juli 2021 (16u45) en 17 juli 2021 (6u00). Deze waarde sluit aan bij het ontwerpdebiet van de overlaat ($66 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een maximaal peil van $35 \text{ m}^3/\text{s}$).

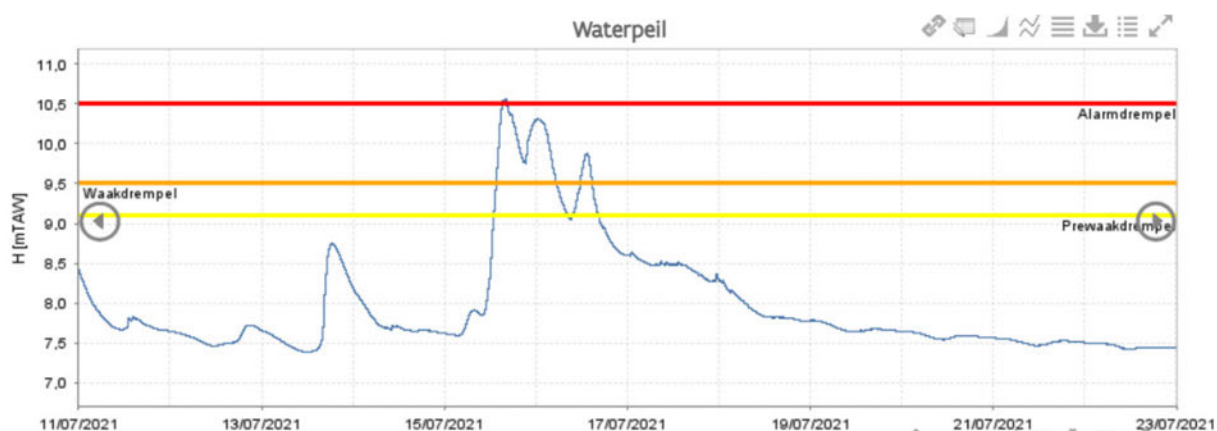


De combinatie van het grote debiet dat vanuit Wallonië via het Kanaal naar Charleroi werd afgevoerd, en de overstorting van de Zenne naar het kanaal, maakt dat ook het debiet aan de sluis van Ruisbroek van dien aard was dat daar valse schuttingen moesten uitgevoerd worden en uiteindelijk naar noodbediening werd overgegaan, waarbij zowel de opwaartse als afwaartse verlaten van de sluis geopend werden.

4.1.3 Afwaarts Brussel

Het extra toegevoerde water vanuit de Zenne naar het Kanaal Brussel-Charleroi kan afwaarts Brussel voor een deel terug naar de Zenne stromen via de Hevels van Eppegem. Het resterende water van het Kanaal Brussel-Schelde wordt uiteindelijk via de sluizen van Zemst en Wintam afgevoerd naar de Zeeschelde.

In Eppegem werd op 15 juli rond 16u10 een maximale waterstand van 10,55 mTAW gemeten en de alarmdrempel (10,50 mTAW) werd hiermee bereikt. De brug over de Zenne in Eppegem moest uiteindelijk net niet afgesloten worden. Het piekdebiet van 107,4 m³/s heeft een retourperiode van ongeveer 5 jaar.



Figuur 58: Peilen Zenne Eppegem juli 2021



Figuur 59 – peil Grimbergen Willemsbrug (Kanaal Brussel-Schelde, opwaarts Hevels van Eppegem): bleef onder controle

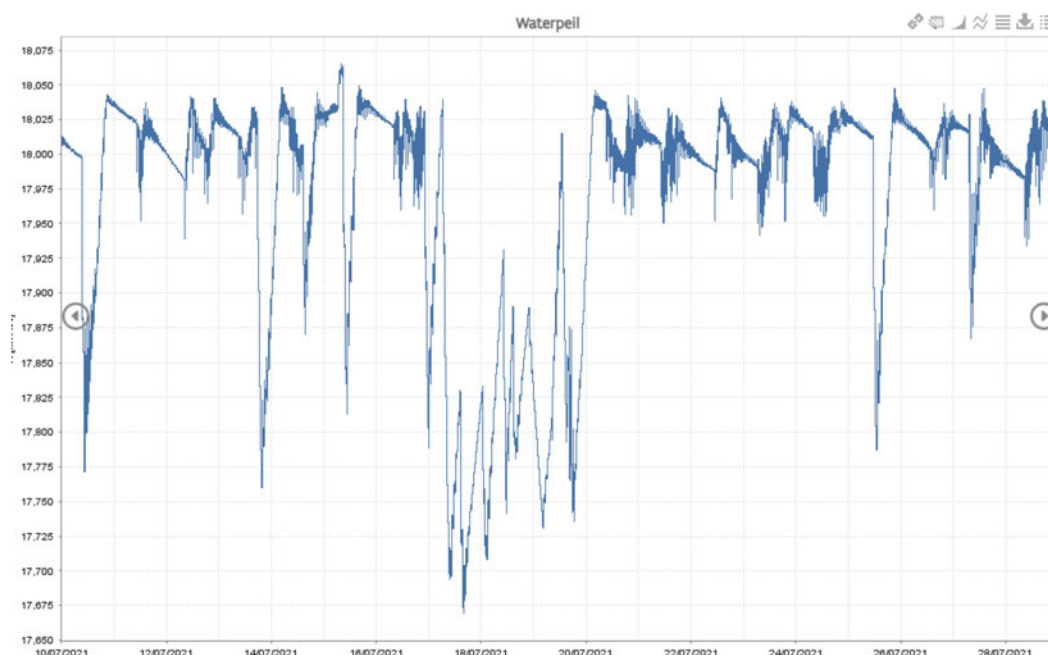
4.2 Dijle en Kanaal Leuven-Dijle

Op de Dijle opwaarts Leuven (waterloop 1^{ste} categorie- beheer VMM) werd in de periode 15-20 juli 2021 het wachtbekken van Egenhoven opwaarts Leuven volledig gevuld en dreigden kritieke situaties. In de nacht van 17-18 juli werd het maximale vulpeil in het wachtbekken van Egenhoven bereikt en overstroomde de parking van de E40 (richting Brussel) lokaal. Voor een gedetailleerde bespreking hiervan wordt verwezen naar de beheerder (VMM).



Figuur 60 – Vulpeil en % vulling van Egenhoven in juli 2021

Het Kanaal Leuven-Dijle werd door De Vlaamse Waterweg mee ingezet om het water van de Dijle mee af te voeren. Via het kunstwerk van De Hondt in het noorden van Leuven werd extra water ingenomen (zichtbaar in peilverlaging van het Kanaal Leuven-Dijle) om via de 4 sluizen op kanaal Leuven-Dijle in Mechelen (Zennegat) opnieuw naar de Dijle te laten stromen. Het maximaal evacueren via het kanaal werd in stand gehouden tot maandag 19 juli, waarna de scheepvaart kon hernomen worden.



Figuur 61 – Peilmeting De Hondt Afwaarts – peilverlaging om meer water via Kanaal Leuven-Dijle af te voeren (15-20 juli)

4.3 Gebeurtenissen op het terrein

4.3.1 Genomen maatregelen

Zennebekken

Op 15 juli 2021 was de aanvoer van water vanuit Wallonië zodanig aan het toenemen dat aan de sluis van Lembeek valse schuttingen moesten uitgevoerd worden. Omdat dit niet volstond, werd overgegaan tot noodbediening waarbij de schuiven sneller opengaan. De sluisbedienaars konden zo het bovenpand nipt bijhouden.

De combinatie van het grote debiet dat vanuit Wallonië via het Kanaal naar Charleroi werd afgevoerd, en de overstorting van de Zenne naar het kanaal, maakt dat ook het debiet aan de sluis van Ruisbroek van dien aard was dat daar valse schuttingen moesten uitgevoerd worden en uiteindelijk naar noodbediening werd overgegaan, waarbij zowel de opwaartse als afwaartse verlaten van de sluis geopend werden.

Om wateroverlast langs de Zenne zo veel mogelijk te vermijden diende maximaal water geloosd te worden via het Kanaal naar Charleroi en het Zeekanaal Brussel-Schelde via de sluis van Zemst en de zeesluis van Wintam (via de omloopriolen en het uitvoeren van valse schuttingen), dit in functie van het getij op de Schelde. Tijdens deze periodes diende het scheepvaartverkeer tijdelijk te worden gestremd. Op het Kanaal naar Charleroi was de watertoevoer vanuit Wallonië verlaagd door werken aldaar. Dit heeft ertoe bijgedragen dat er net geen kritieke situaties op het Kanaal naar Charleroi zijn ontstaan.

Op 17 juli was de situatie gestabiliseerd.

Dijlebekken

Zie hoger, 4.2 Dijle en Kanaal Leuven-Dijle

4.3.2 Schade

Dankzij de genomen maatregelen en het proactief handelen van alle betrokkenen, trad er geen schade op langs of vanuit de waterwegen in het Dijle-en Zennebekken.

5 Voorspellingen en waarschuwingen

5.1 Maas

5.1.1 Internationale samenwerking

Sinds 2011 wordt de samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland voor de waterkwantiteitsmodellen voor de Gemeenschappelijke Maas geregeld in een memorandum. Het is van belang dat de communicatie over modelresultaten en verwachtingen voor de Gemeenschappelijke Maas éénduidig is. In de praktijk werkt het HIC mee aan de Jaarlijkse Actualisatiecyclus van de Maasmodellen (JAM), draaien de operationele Maasmodellen bij RWS en worden de resultaten hiervan in realtime weer aan HIC bezorgd, die er dan de zogenaamde 'Vrijboordkaarten' mee genereert. Als de vrijboordkaarten rood kleuren, is het hoogst voorspelde peil hoger dan de dijk (en voorspellen de modellen dus een overstroming). Ze zijn- voor Vlaamse zijde- ook beschikbaar op waterinfo.be. In Nederland interpreteert Rijkswaterstaat de modelresultaten voor verwachte afvoer in Sint-Pieter. Deze verwachtingen worden voor Vlaanderen overgenomen in de HIC-hoogwaterberichtgeving.

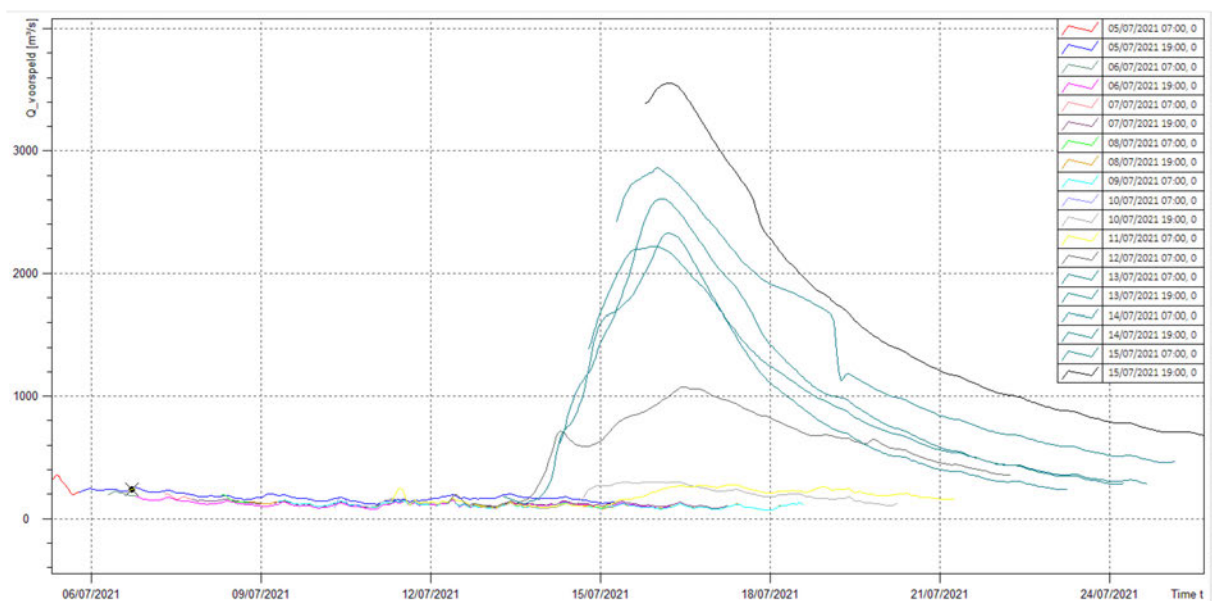
Ook in Wallonië worden operationeel voorspellingen voor de Maas gemaakt. Deze resultaten zijn ook ter beschikking van Vlaanderen en Nederland. De drie partijen overlopen de modelresultaten en wisselen realtime metingen voor input in de modellen uit in het operationele Trilaterale Maasoverleg.

Naast de voorspellingen, worden ook de metingen langs de Maas in realtime uitgewisseld tussen Vlaanderen, Nederland en Wallonië. Voor de metingen langs de Gemeenschappelijke Maas wordt het werk verdeeld tussen Vlaanderen en Nederland om samen tot een goede spreiding van de meetpunten langs de hele Gemeenschappelijke Maas te komen.

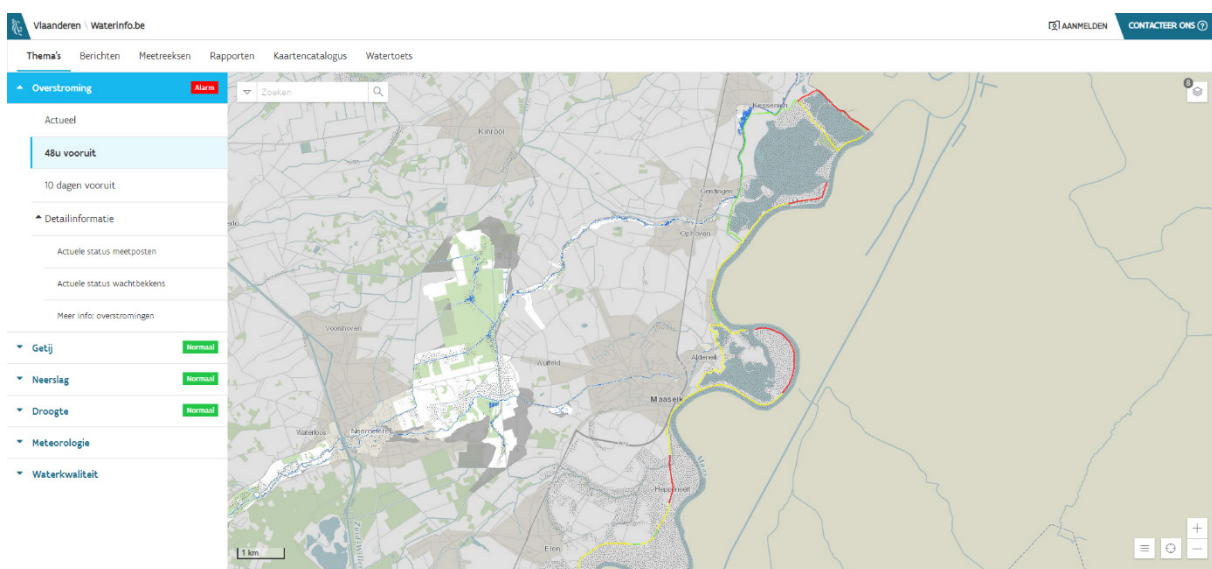
5.1.2 Modelvoorspellingen en verwachtingen

In de modellen, ook die voor de lange termijn (10 dagen vooruit), werd pas in de ochtend van 13 juli duidelijk dat de afvoer in Sint-Pieter mogelijk tot meer dan 2500 m³/s (alarmdrempel Vlaanderen voor Sint-Pieter) zou kunnen stijgen. Rijkswaterstaat voorziet nog een volledige analyse van de modelresultaten.

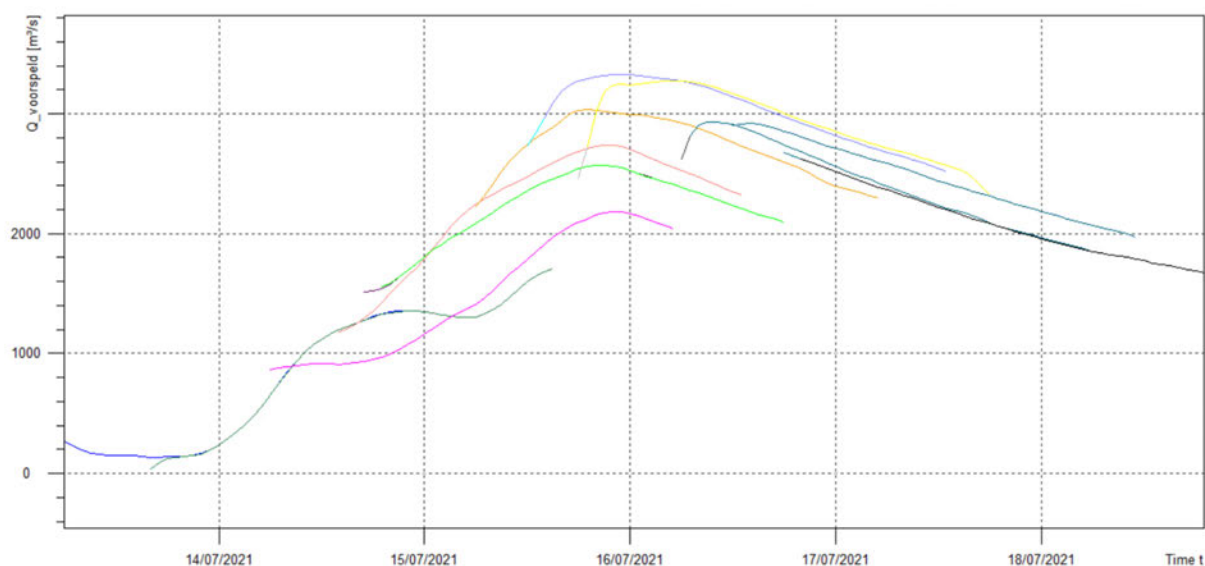
Op de middag van 13 juli werd door HIC een eerste hoogwaterbericht actief verstuurd als voorwaarschuwing. In de ochtend van 15 juli gaven de vrijboordkaarten duidelijk aan dat de situatie in Maaseik (Heppeneert) kritiek zou kunnen worden. Er werd overdag uitgegaan van een scenario waarbij in Sint-Pieter de piekafvoer 3050 m³/s zou bedragen in de vroege ochtend van 16 juli. In de late namiddag werd deze verwachte waarde nog verhoogd tot 3375 m³/s (met een mogelijk maximum van 3700 m³/s).



Figuur 62 – Deterministische lange-termijn voorspellingen voor Sint-Pieter.I
(2* per dag – 10 dagen vooruit- meteorologie van ECMWF).



Figuur 63 – Vrijboordkaart Maas op waterinfo.be (15 juli 2021)



Figuur 64 – KT-det voorspellingen Sint Pieter in WISKI
(4* per dag-2 dagen vooruit- meteorologie van Harmony CY40 model van KNMI)

5.2 Voorspellingen Demer

5.2.1 Beschrijving operationeel model (tijdens gebeurtenissen juli 2021)

Binnen het operationeel voorspellingssysteem van het HIC - FEWS Vlaanderen - draait een model van de Demer. De laatste versie van dit hydrodynamische model wordt beschreven in Deelrapport 2 van de Verbetering voorspellingssysteem HIC (Bogman, 2021).

Hydrologische modellen zijn beschikbaar voor het hele Demerbekken. Deze hydrologische modellen leveren afvoer aan het hydrodynamische model via de omzetting van (gemeten en voorspelde) neerslag. Het hydrodynamisch model van de Demer start in Hasselt en eindigt in de Dijle (Rijmenam). Hydrodynamisch zijn de belangrijkste zijlopen (Getes, Herk, Mangelbeek, Velpe, Hulpe, Motte, Winge) geschematiseerd tot de meest afwaartse debietsmeting. Het huidige operationele hydrodynamisch model bevat de recentste wijzigingen in de bevaarbare Demer (aanleg meanders M1 Vinkenbergh, M13 14 15 16 Betekom-Omgeving Kasteel van Nieuwland, M23 Afwaarts Betekom) en een update van de bathymetrie. Opwaarts zijn de belangrijkste opvangbekkens geschematiseerd (o.a. Webbekomsbroek en Schulensmeer).

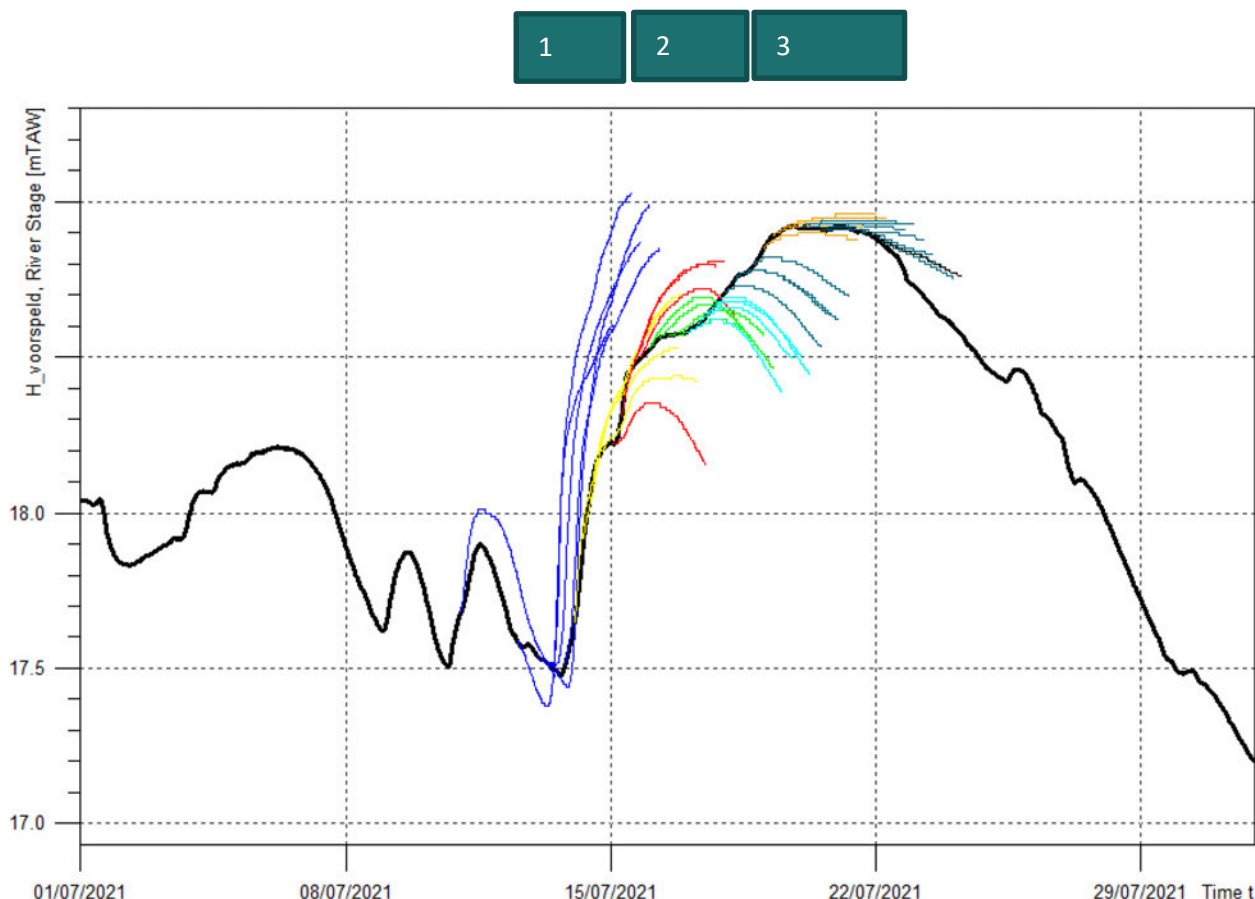
5.2.2 Modelresultaten

Figuur 65 en Figuur 66 geven de modelvoorspellingen voor Zichem en Aarschot weer die met het Demermodel in FEWS Vlaanderen werden berekend. De berekeningen lopen 4 keer per dag. De gebruikte neerslaggegevens zijn een combinatie van de meest recente gemeten neerslag (via gebiedsmiddeling van lokale neerslagmetingen (pluviografen)) én voorspelde neerslag van het Alaro-model (aangeleverd door KMI).

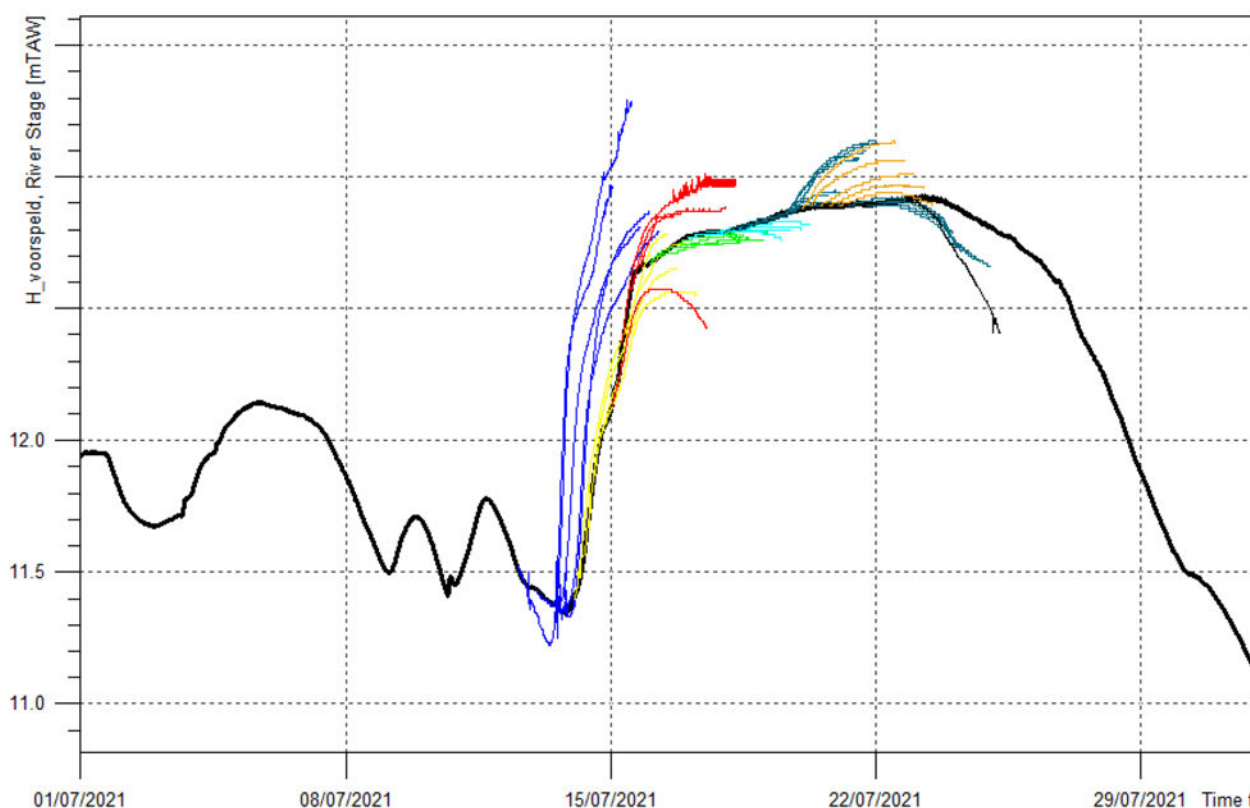
Kwalitatief kan vastgesteld worden dat de initiële voorspellingen, opgemaakt op maandag 12 juli en dinsdag 13 juli, een heel sterke stijging van het waterpeil van de Demer voorspelden (blok1 – blauwe lijnen). Een stijging die feller was dan wat in realiteit gebeurde. Naarmate de neerslag viel en de Demer begon te stijgen werden de voorspellingen bijgesteld (iets lager (blok 2 – rode/gele/groene lijnen)) en werd de meting beter benaderd. Tijdens blok 3 viel er geen neerslag meer maar bleef het waterpeil op de Demer stijgen door de situatie opwaarts. Op de avond van 18 juli was de volledige capaciteit van het binnen-en buitenbekken van Schulen en het wachtbekken van Webbekom bereikt (zie ook 3.2) en kon opwaarts geen water meer

geborgen worden. In de dagen nadien werden ook in meer opwaarts gelegen (kleinere) wachtbekkens in meer of mindere mate buffercapaciteit vrijgemaakt voor nieuwe neerslag en bleef de afvoer naar de bevaarbare Demer dus (zeer) hoog. Bovendien werden lokaal heel wat (nood-)maatregelen genomen die niet in het model werden opgenomen (zie ook 3.3). Het model verwacht initieel een daling van de waterstand van de Demer. Dit wordt door de modelcorrectie procedure 'data-assimilatie' (correctie van model aan meting) gecorrigeerd, waardoor voorspelling na voorspelling de daling evolueert naar een afplattung/lichte stijging (oranje lijnen) én dichter komt te liggen bij wat gemeten werd.

De hierboven beschreven evolutie is gelijkaardig voor Zichem en Aarschot. Enkel in blok 3 was er een tijdelijke overschatting te Aarschot die stap per stap werd gecorrigeerd/verbeterd door de data-assimilatie-routine.



Figuur 65 – Waterstandsvoorspellingen op de Demer te Zichem. Zwart= meting.

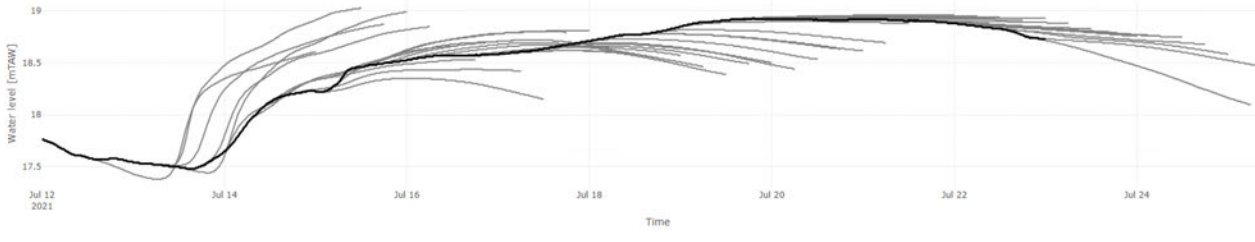
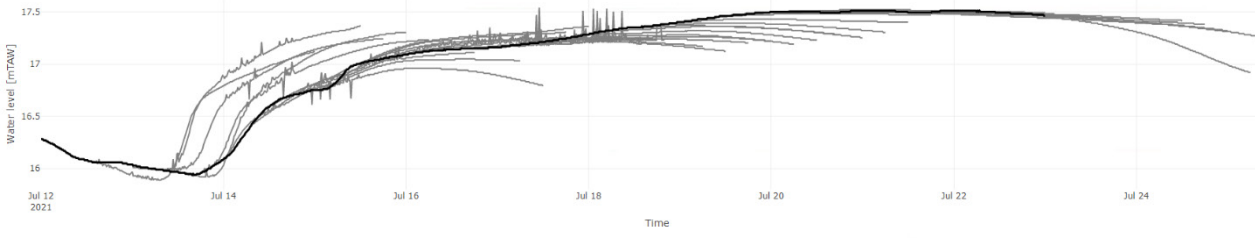
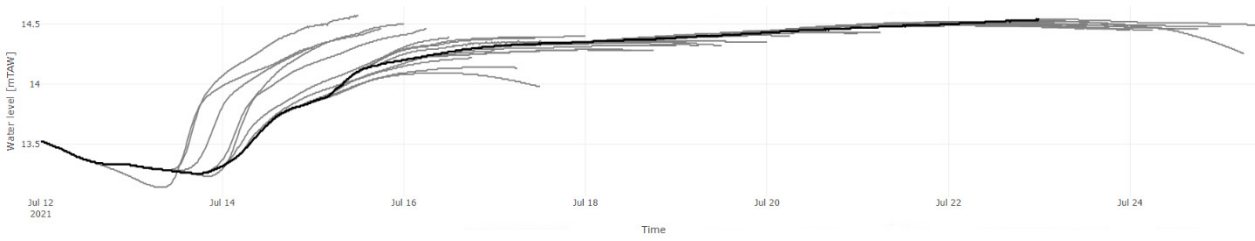


Figuur 66 – Waterstandsvoorspellingen op de Demer te Aarschot Afwaarts. Zwart= meting.

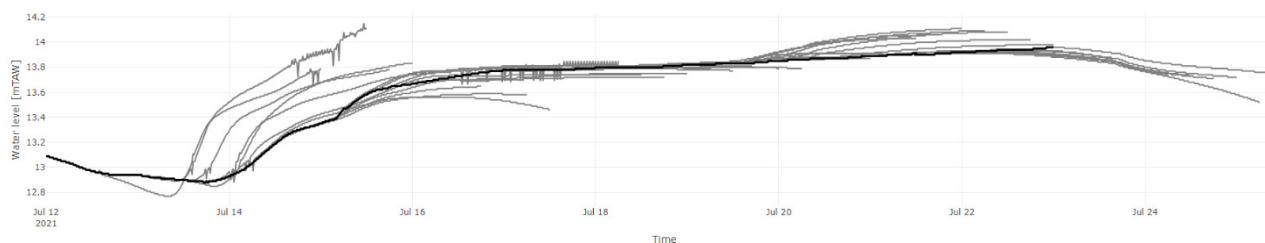
Een **kwantitatieve** kwaliteitscontrole wordt hieronder weergegeven voor de waterstandsvoorspellingen in Zichem, Testelt, Langdorp, Aarschot opwaarts, Aarschot afwaarts en Betekom voor de periode 12 juli 2021 tot 23 juli 2021. Opgemerkt moet worden dat het aantal voorspellingen vrij beperkt is (48 voorspellingstijdstippen), dus dat geen algemene conclusies rond de kwaliteit van het model kunnen getrokken worden. Daarom wordt ook het aantal gebruikte waarden (voorspellingen) mee opgenomen in de tabel. Ook werd een figuur met meting en voorspelling toegevoegd in de tabel.

In deze kwaliteitscontrole wordt per tijdstap de voorspelling met de meting vergeleken (het verschil gemaakt) [meting – model [verschil positief: te lage voorspellingen (onderschatting meting) / verschil negatief: te hoge voorspellingen (overschatting meting)]]]. Deze verschillen worden berekend ivv een aantal zichttijdklassen en ook ivv een aantal waardeklassen. Dit aantal kan gekozen worden, hier werd slechts 1 waardeklasse gebruikt omdat anders sommige combinaties van zichttijd en waardeklasse geen resultaten bevatten. Voor de zichttijd werden 3 klassen gebruikt (opdeling per 20u).

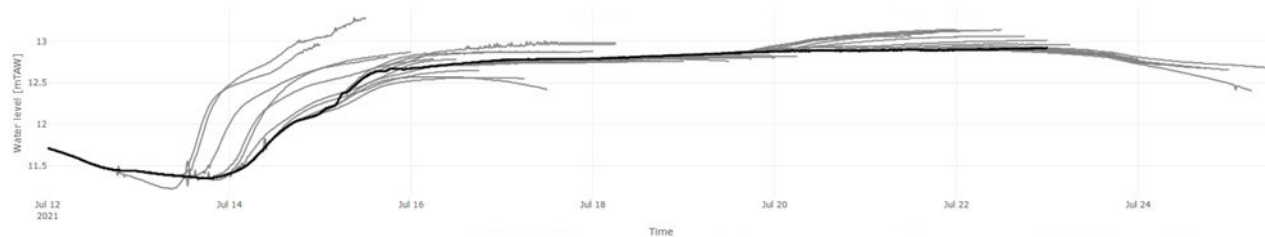
Tabel 9 – Kwaliteit voorspellingen waterstand Model Demer (ZT = Zichttijd)

Locatie	Parameter	ZT (0u-20u)	ZT (20u-40u)	ZT (40u-60u)
Zichem	Aantal waarden	3360	3216	2979
	Mediane afwijking (m)	0	-0,03	-0,04
	20% percentiel (m)	-0,04	-0,12	-0,16
	80% percentiel (m)	0,02	0,11	0,25
				
Testelt	Aantal waarden	3360	3216	2979
	Mediane afwijking (m)	0	0,01	0,01
	20% percentiel (m)	-0,02	-0,06	-0,07
	80% percentiel (m)	0,03	0,09	0,18
				
Langdorp	Aantal waarden	3360	3216	2979
	Mediane afwijking (m)	0	0	0,02
	20% percentiel (m)	-0,01	-0,04	-0,05
	80% percentiel (m)	0,01	0,04	0,06
				

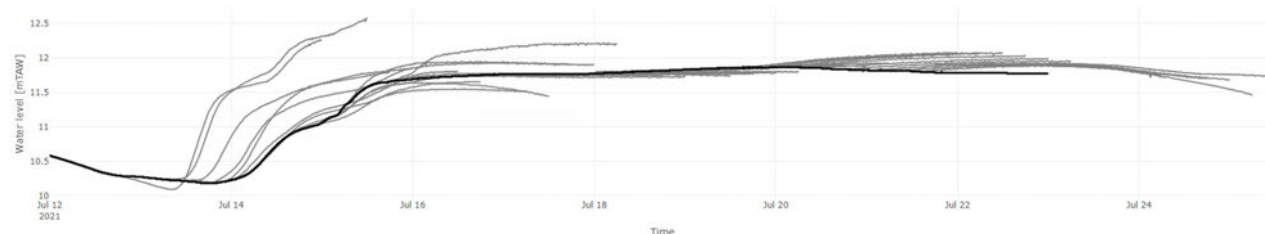
Aarschot Opwaarts	Aantal waarden	3360	3216	2979
	Mediane afwijking (m)	0	-0,01	-0,01
	20% percentiel (m)	-0,03	-0,12	-0,14
	80% percentiel (m)	0,01	0,06	0,07



Aarschot Afwaarts	Aantal waarden	3360	3216	2979
	Mediane afwijking (m)	0	-0,01	-0,02
	20% percentiel (m)	-0,05	-0,16	-0,18
	80% percentiel (m)	0,01	0,05	0,06



Betekom	Aantal waarden	3360	3216	2979
	Mediane afwijking (m)	-0,02	-0,1	-0,08
	20% percentiel (m)	-0,12	-0,19	-0,22
	80% percentiel (m)	0,01	0,03	0,06



5.3 Voorspellingen Zenne en Zeekanaal

5.3.1 Beschrijving operationeel model (tijdens gebeurtenissen juli 2021)

Binnen het operationeel voorspellingssysteem van het HIC - FEWS Vlaanderen - draait een model van het systeem Zenne-Zeekanaal. De laatste versie van dit hydrodynamische model wordt beschreven in Deelrapport 2 van de Verbetering voorspellingssysteem HIC (Bogman, 2021). Voor een volledige systeembeschrijving met bespreking van de belangrijkste interacties wordt verwezen naar het rapport van de Wasgebeurtenissen 11-16 november 2010 (Boeckx, 2011, Hoofdstuk 4).

De laatste wijziging die aan dit model werd uitgevoerd is een update van de bathymetrie van de Zenne. In dit model zijn de belangrijkste interacties tussen de Zenne en het Zeekanaal gemodelleerd (overlaat in Lembeek, overlaat van de Aa, overlaat Ninooofse poort in Brussel en de hevels van Vilvoorde). Alle bekkens zijn hydrologisch gemodelleerd en gekoppeld met het hydrodynamisch model.

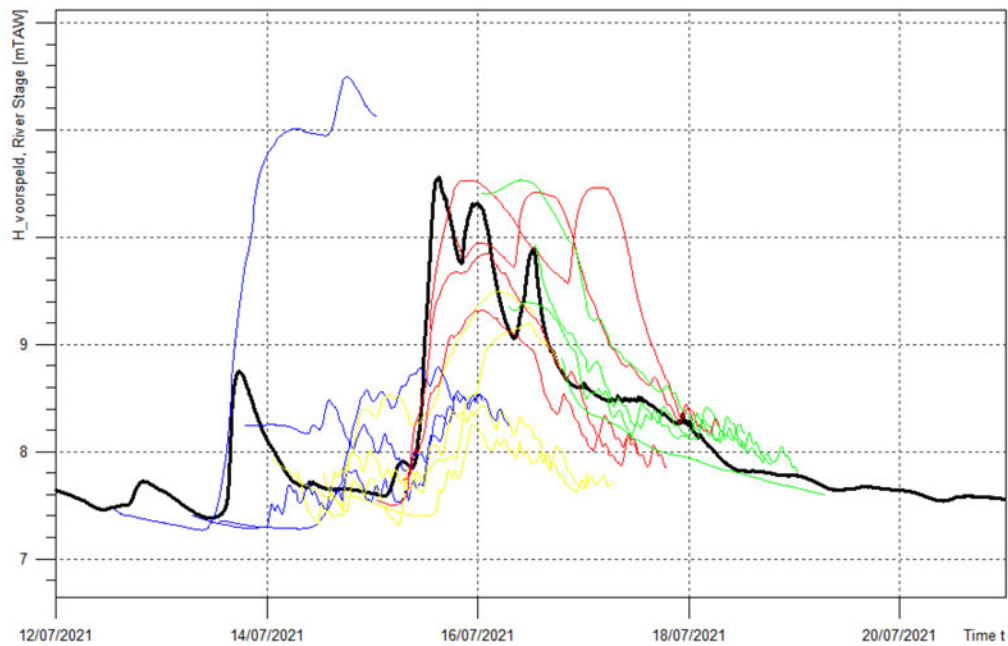
5.3.2 Modelresultaten

Voor de Zenne wordt de voorspelde waterstand in Eppegem **kwalitatief** besproken. Voor het Zeekanaal de voorspelde waterstand op het Zeekanaal te Zemst, opwaarts de sluis.

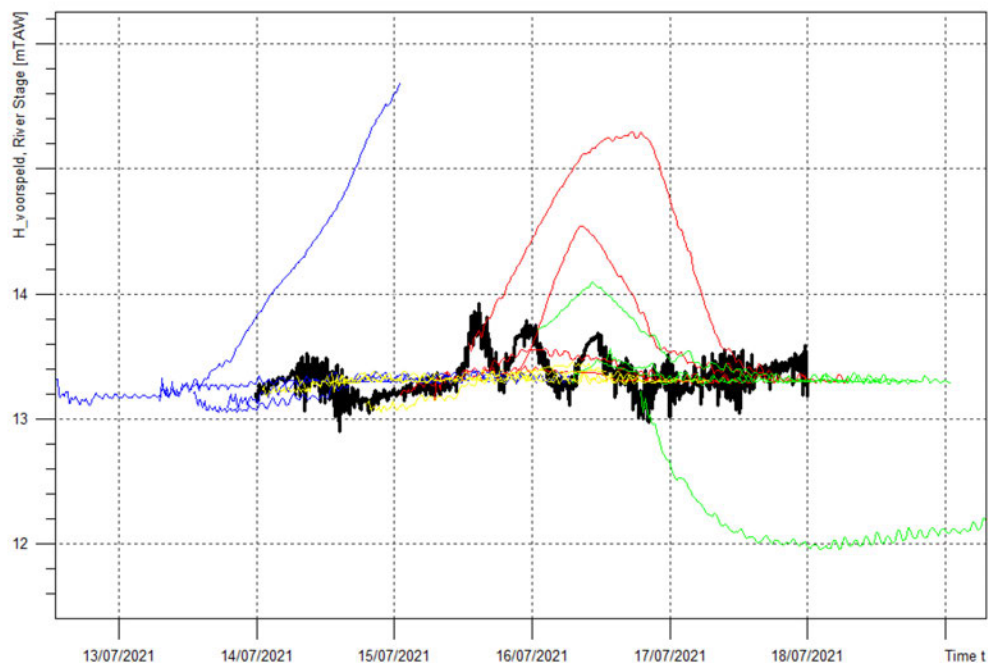
In onderstaande figuur worden de korte termijn voorspellingen te Eppegem weergegeven. Al op 12 juli werden zeer hoge neerslaghoeveelheden voorspeld -tot 450mm (!!)- voor de komende 60u. Dit was initieel wel meer gelokaliseerd in het centrum van het land, getuige de hoge voorspelling (tot 11,5 mTAW) die dag (zie blauwe lijn). In de dagen die volgden (13-14 juli) waren de voorspellingen een pak lager maar kwam al een afvoerpiek rond 15-16 juli naar voren (blauwe en gele lijnen). Finaal werden hoge waterstanden voorspeld vanaf 15 juli (rode lijnen). Synchroon met het vallen van de (grote) neerslaghoeveelheden werden de voorspellingen ook steeds hoger.

We kunnen dus spreken van een onderschatting van de gemeten waterstanden door het model. Dankzij de correctie-procedure werden de voorspellingen wel bijgesteld op 15 juli. De gespitste vorm van de meting wordt echter niet voorspeld. Mogelijk is deze te verklaren via de analyse van de gemeten/voorspelde waterstanden op het Zeekanaal.

In Figuur 68 zien we de gemeten en voorspelde waterstanden op het Zeekanaal Brussel-Schelde opwaarts de sluis in Zemst. Het is duidelijk dat op 12 juli ook de hoge voorspellingen, zoals vastgesteld op de Zenne te Eppegem, voorkomen. Daarnaast zien we dat er vanaf 15 juli 's middags (gemeten) peilstijgingen zijn die parallel lopen met de peilstijgingen op de Zenne. Het pand Sluis-Molenbeek – Sluis-Zemst kan immers vrij overstorten (via de hevels te Vilvoorde) in de Zenne als een bepaalde drempel wordt overschreden (13,3 m TAW). De voorspellingen zijn echter een pak hoger dan hetgeen gemeten werd (rode lijnen). De oorzaak is dat er ten eerste een hele hoge aanvoer van debiet werd berekend op het kanaal, afkomstig van zowel het kanaal zelf (opwaarts Lembeek) als via toegevoegd debiet van de overstorten van de Zenne (Lembeek/Aa). Ten tweede is de afvoer van het kanaal in het model enkel mogelijk via de hevels en geplafonneerd op 75 m³/s. De aanvoer was echter hoger (tot 90m³/s) wat leidde tot de significante voorspelde peilverhogingen in het pand Zemst-Molenbeek. In realiteit is er echter water afgevoerd via Zemst (omloopriolen en valse schuttingen- zie ook 4.3.1), een praktijk die in het model niet wordt toegepast. De combinatie van verschil tussen beheer op het terrein en werking van structuren in het model heeft dus geleid tot deze bij momenten grote verschillen. De lage voorspelling (groene lijn) tot 12 mTAW werd veroorzaakt door de correctie-module (data-assimilatie).



Figuur 67 – Waterstandsvoorspellingen op de Zenne te Eppegem



Figuur 68 – Waterstandsvoorspellingen op het Zeekanaal Brussel-Schelde te Zemst (opwaarts sluis)

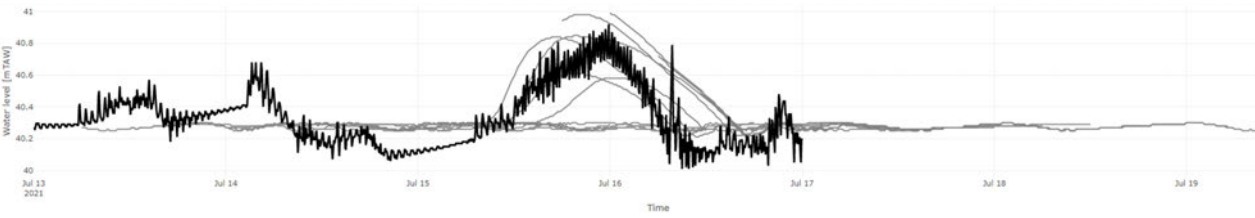
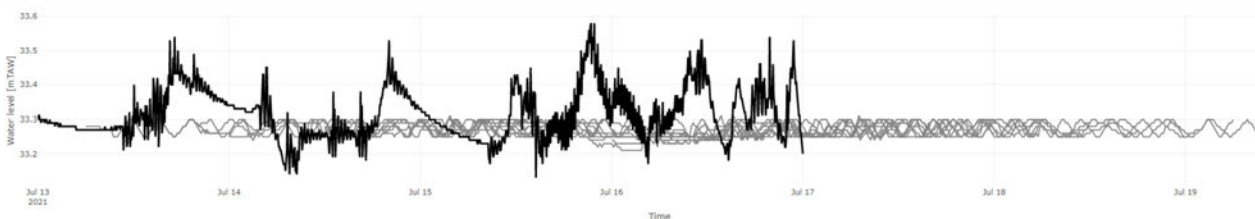
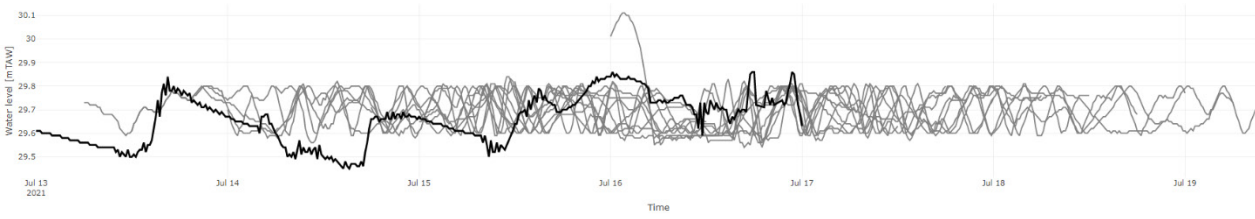
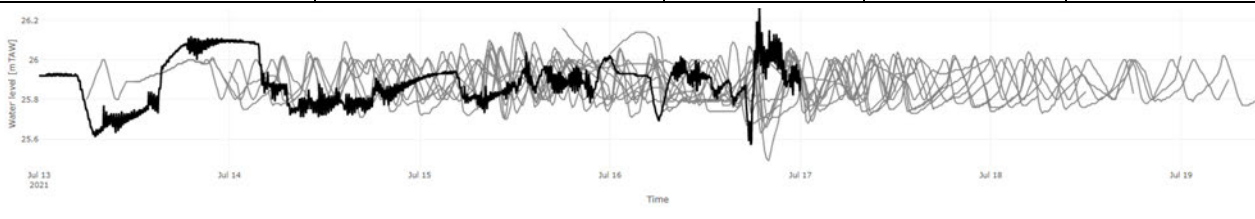
Ook voor de waterstandsvoorspellingen van het model Zenne-Zeekanaal wordt een **kwantitatieve** kwaliteitscontrole uitgevoerd. Door de aard van het systeem (snellere reactie op neerslag) is de periode voor de controle kort (13 tot 17 juli 2021) in vergelijking met de Demer hierboven. Het aantal voorspellingen is beperkter (28 voorspellingstijdstippen), waardoor ook hier geen algemene conclusies rond de kwaliteit van het model mogen getrokken. Daarom wordt ook het aantal gebruikte waarden (voorspellingen) mee opgenomen in de tabel. Ook werd een figuur met meting en voorspelling toegevoegd in de tabel. Algemeen

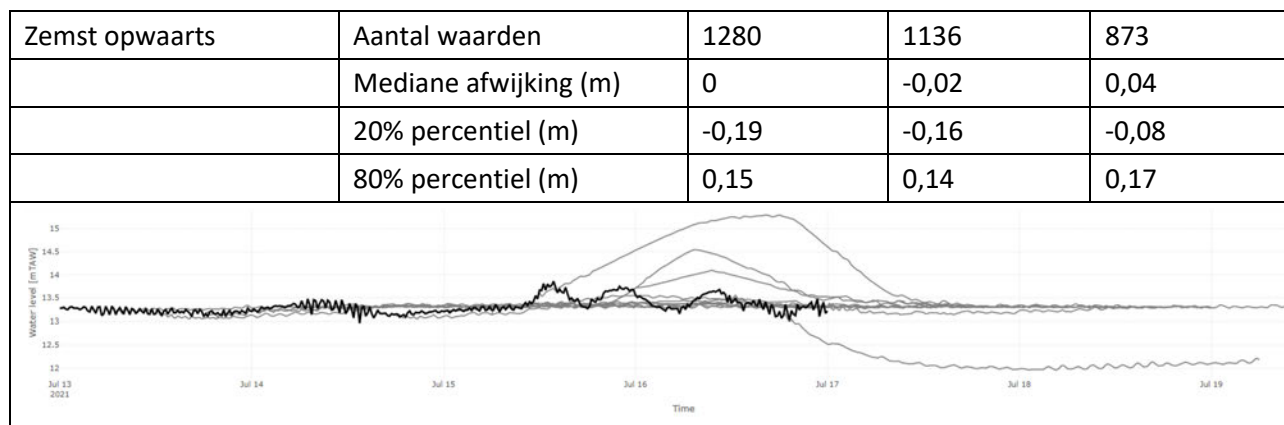
kunnen we stellen dat de piekwaterstanden onderschat worden door het model. Er waren een aantal hogere voorspellingen, maar deze waren vooral na de eerste piek op 15 juli rond 16u. De range van de voorspelde en gemeten waardes is hier groter dan bij de Demer, waardoor voor de Zenne met 2 waardeklassen kon gewerkt worden. Hieronder worden de resultaten weergegeven in 2 tabellen, 1 voor de Zenne en 1 voor het Zeekanaal. Voor het Zeekanaal wordt maar 1 waardeklasse toegepast omdat de peilfluctuaties klein zijn.

Tabel 10 – Kwaliteit voorspellingen waterstand Model Zenne-Zeekanaal – Zenne (ZT = Zichttijd)

Locatie	Parameter	Waardeklasse	ZT (0u-20u)	ZT (20u-40u)	ZT (40u-60u)
Vilvoorde	Aantal waarden	< 10,05 mTAW	432	276	174
	Aantal waarden	> 10,05 mTAW	848	860	699
	Mediane afwijking (m)	< 10,05 mTAW	0,35	0,19	0,86
	Mediane afwijking (m)	> 10,05 mTAW	0,76	0,87	1,46
	20% percentiel (m)	< 10,05 mTAW	-0,01	-0,33	0,26
	20% percentiel (m)	> 10,05 mTAW	0,62	0,54	0,82
	80% percentiel (m)	< 10,05 mTAW	1,14	0,97	1,47
	80% percentiel (m)	> 10,05 mTAW	1,23	2,46	2,41
Locatie	Parameter	Waardeklasse	ZT (0u-20u)	ZT (20u-40u)	ZT (40u-60u)
Eppegem	Aantal waarden	< 8,9 mTAW	421	316	190
	Aantal waarden	> 8,9 mTAW	859	820	683
	Mediane afwijking (m)	< 8,9 mTAW	-0,33	-0,56	0,1
	Mediane afwijking (m)	> 8,9 mTAW	0,11	0,14	0,6
	20% percentiel (m)	< 8,9 mTAW	-0,8	-1,26	-0,66
	20% percentiel (m)	> 8,9 mTAW	-0,11	-0,33	-0,03
	80% percentiel (m)	< 8,9 mTAW	0,46	0,16	0,74
	80% percentiel (m)	> 8,9 mTAW	0,35	1,5	1,51

Tabel 11 – Kwaliteit voorspellingen waterstand Model Zenne-Zeekanaal – Zeekanaal (ZT = Zichttijd)

Locatie	Parameter	ZT (0u-20u)	ZT (20u-40u)	ZT (40u-60u)
Lembeek opwaarts	Aantal waarden	1280	1136	873
	Mediane afwijking (m)	-0,06	0,01	0,1
	20% percentiel (m)	-0,16	-0,13	-0,12
	80% percentiel (m)	0,11	0,18	0,23
				
Halle opwaarts	Aantal waarden	1280	1136	873
	Mediane afwijking (m)	0,03	0,02	0,01
	20% percentiel (m)	-0,03	-0,04	-0,04
	80% percentiel (m)	0,11	0,1	0,1
				
Lot opwaarts	Aantal waarden	1199	1044	791
	Mediane afwijking (m)	-0,03	-0,02	-0,01
	20% percentiel (m)	-0,14	-0,14	-0,1
	80% percentiel (m)	0,08	0,09	0,08
				
Ruisbroek opwaarts	Aantal waarden	1280	1136	873
	Mediane afwijking (m)	0	-0,01	-0,01
	20% percentiel (m)	-0,12	-0,12	-0,1
	80% percentiel (m)	0,1	0,09	0,09
				



Tot slot wordt de voorspelde neerslaghoeveelheid per TOF (Time of Forecast/Tijdstip voorspelling) in onderstaande tabel weergegeven voor de hydrologische modellen van het Zeekanaal. Uiteraard was de variatie in deze voorspelde neerslaghoeveelheden ook voor een groot stuk verantwoordelijk voor de (sterk) wijzigende waterstands- en afvoervoorspellingen. De uiteindelijk gevallen neerslaghoeveelheden zijn hoger besproken in paragraaf 1.2.3. en Figuur 6.

Tabel 12 – Voorspelde bekkenneerslagen in het operationele model van systeem Zenne-Zeekanaal

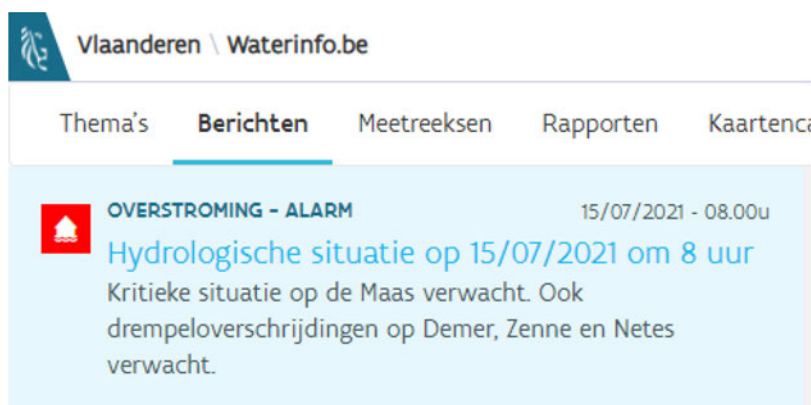
Tijdstip voorspelling	Gemiddeld voorspelde bekkenneerslag (mm)	Standaarddeviatie voorspelde bekkenneerslagen (mm)
12/07 6u	279	39
12/07 12u	450	55
12/07 18u	--- model vastgelopen	
13/07 0u	232	53
13/07 6u	20	20
13/07 12u	54	21
13/07 18u	54	33
14/07 0u	105	38
14/07 6u	101	31
14/07 12u	54	28
14/07 18u	37	21
15/07 0u	132	44

6 Werking HIC

6.1 Algemeen

In wat volgt wordt de werking van de permanentiedienst van het HIC (Hydrologisch InformatieCentrum) van het Waterbouwkundig Laboratorium beschreven. Het HIC is ondermeer verantwoordelijk voor het meten en voorspellen op de bevaarbare waterlopen in Vlaanderen. Bij gebeurtenissen zoals in juli 2021 is de permanentiedienst verantwoordelijk voor het aanleveren van correcte informatie en geïnterpreteerde verwachtingen.

Voor de buitenwereld zijn de metingen, voorspellingen en berichtgeving van HIC op waterinfo.be het meest zichtbare. Het HIC beschikt over een eigen meetnet op de Vlaamse waterwegen, heeft een eigen voorspellingssysteem (FEWS Vlaanderen) en databanken voor opslag en ontsluiting van deze informatie. Al deze informatie wordt geïnterpreteerd en samengebracht in de HIC-berichtgeving op waterinfo.be. Om correcte interpretaties te kunnen maken, heeft het HIC nauwe contacten en realtime data-uitwisselingen met een aantal andere instanties (*Meteorologie: KMI, KNMI, Météo-France, onbevaarbare waterlopen Vlaanderen: VMM, waterwegen Nederland: RWS, waterwegen Wallonië: SPW-DGO2/DGO3, Brussel: BMWB,...*)



Figuur 69 – Berichtgeving HIC op waterinfo.be

Tijdens crisissituaties zoals in juli 2021 ondersteunt het HIC achter de schermen de beheerder De Vlaamse Waterweg met advisering rond mogelijk (nood-)maatregelen. De Vlaamse Waterweg NV is verantwoordelijk voor de verspreiding van (crisis-) berichtgeving. De afspraken hierrond tussen HIC (Departement Mobiliteit en Openbare Werken) en De Vlaamse Waterweg staan beschreven in de Richtlijn Aanpak en melding crisissituaties waterwegen.

6.2 Juli 2021

De verschillende neerslagvoorspellingen en modelresultaten waren op 13 juli 2021 van die aard dat HIC de actieve berichtgeving met een voorwaarschuwing opstartte om 13u. In de periode daarna- tot 26 juli 2021- werden door het HIC 43 hoogwaterberichten opgemaakt. Dagelijks werden er berichten om 8u en 17u opgemaakt. In functie van de hydrometeorologische verwachtingen werden er extra berichten opgemaakt om 5u (3 keer), 13u (9 keer) en 23u (5 keer). Alle achterliggende (IT-technische) systemen konden de periode stabiel doorstaan en er traden geen noemenswaardige problemen op met het HIC-meetnet. Daarnaast was het HIC ook betrokken bij een aantal (nood-) maatregelen rond Maas, Demer en Kanaal Brussel-Schelde.⁴ Op 16 juli werd een helikoptervlucht over de Gemeenschappelijke Maas georganiseerd en op 22 juli een vlucht over het Demerbekken. HIC werd ook betrokken bij de federale crisisvergaderingen.

⁴ De waterkwaliteitsproblemen in de Demer vanaf 25 juli 2021 vallen buiten het werkterrein van HIC.

7 Conclusies

De afvoeren en peilen langs de Maas en de Demer in juli 2021 waren historisch hoog en bovendien ongewoon voor een zomerperiode. HIC startte de hoogwaterberichtgeving actief op 13 juli met voorwaarschuwing. De actieve hoogwaterberichtgeving liep uiteindelijk door tot 26 juli. Er traden geen noemenswaardige problemen op met meetnet, voorspellingssystemen en andere (IT-technische) ondersteunende infrastructuur.

De piekafvoer van de **Maas** in Sint-Pieter die bij een eerste schatting vlak na de feiten rond 3260 m³/s ligt op 16 juli heeft een retourperiode van meer dan 125 jaar. In Vlaanderen raakten herinrichtingsplannen langs de Maas na de overstromingen van 1993 en 1995 in een stroomversnelling. Door deze grootschalige rivierverruimingswerken langs Vlaamse en Nederlandse zijde van de Maas traden er (net) geen overstromingen op buiten het winterbed van de Maas. De gekende knelpunten werden weliswaar zichtbaar.

Voor de afvoer op de (bevaarbare) **Demer** ligt de retourperiode in Zichem op 34 jaar. Door het nemen van noodmaatregelen, waarbij op verschillende plaatsen door DVW in samenwerking met de lokale diensten gecontroleerde dijkverlagingen werden uitgevoerd, kon overstroming van huizen en de dorpskernen van Scherpenheuvel-Zichem en Aarschot vermeden worden. Deze gecontroleerde dijkverlagingen waren geïnspireerd op het Sigmaplan Demer dat in uitvoering is.

Op de (bevaarbare) Demer waren de afvoeren onder controle tot het moment dat de opwaartse wachtbekkens van Schulen en Webbekom hun maximale capaciteit bereikten. Een verdere uitwerking van mogelijkheden om opwaarts nog meer water te bergen in combinatie met het verder uitvoeren van het Sigmaplan Demer kan in de toekomst meer bescherming tegen natuurgeweld bieden. Verdere uitvoering van deze plannen is dus essentieel.

Ook in het **Dijle-en Zennebekken** werden hoge afvoeren en peilen waargenomen, weliswaar met lagere retourperiodes dan op de Maas en de Demer. De situatie op de waterwegen in dit bekken kon onder controle gehouden worden.

In Vlaanderen waren de gevolgen dus minder catastrofaal dan in Wallonië. In Wallonië vielen de grootste neerslaghoeveelheden en is het inherent aan de geografie (grotere hellingsgraden, ingesneden rivierdalen) dat waterpeilen (zeer) snel kunnen stijgen. Naast de hydrometeorologie en de geografie, is ook het beheer van de waterwegen en het gebruik van de ruimte langs de waterwegen van belang. Op deze punten werden en worden in Vlaanderen belangrijke stappen gezet. Bij het event van juli 2021 konden een aantal van deze punten hun nut (weer) bewijzen (*Sigmaplan, werken Gemeenschappelijke Maas*), maar moeten deze nog verder uitgevoerd worden. Met de mogelijkheid van gelijkaardige neerslagevents in andere regio's moet ook rekening gehouden worden. Een heel aantal plannen staan hiervoor in de startblokken:

- de vernieuwing van de stuwen op de Dender
- de vernieuwing van de sluizen op het kanaal naar Charleroi
- de opmaak en uitvoering van het strategisch plan 'Ruimte voor Water Dendervallei'
- het verzekeren van de waterafvoer naar zee via kanaal Gent-Oostende, Afleidingskanaal van de Leie en Leopoldkanaal
- de uitvoering van de watersysteemstrategie Leie, Bovenschelde en verbonden kanalen
- het uitvoeren van baggerwerken om het waterafvoerend vermogen van onze waterwegen te vrijwaren

Bovenstaande opsomming van maatregelen zorgen niet enkel voor een verdere bescherming tegen overstromingen, maar reduceren ook de impact van waterschaarste op onze waterwegen.

8 Referenties

Bleichrodt, G.; Ensink, E.; (1994). De Maas slaat toe. Verslag hoogwater Maas dec. 1993. Rijkswaterstaat. Directie Limburg: Maastricht. 33pp

Boeckx, L.; Franken, T.; 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, België

Bogman, P.; Zoeter, F.; Deschamps, M.; Mostaert, F. (2021). Verbetering voorspellingssysteem HIC: deelrapport 2. Aanpassingen operationele modellen. Versie 1.0. WL Rapporten, 18_091_2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. VII, 12 pp

De Maas hoogwater januari/februari 1995,(1995) . Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. Directie Limburg: Maastricht. i, 51 plates pp

De Vlaamse Waterweg (2021). Watersnood Demerbekken juli-augustus 2021.

De Wit, MJM; Buishand, TA (2008). Extreme afvoeren voor Rijn en Maas gebundeld in GRADE Journal: H2O, Volume: 41, Year: 2008, First page: 8, Last page: 9

Goudriaan, J. (1995). De Maas slaat weer toe...: verslag hoogwater Maas januari/februari 1995. Rijkswaterstaat. Directie Limburg: Maastricht. 31 pp

Heylen, J. (1999). De overvloedige neerslag van september 1998 t.e.m. februari 1999 en zijn invloed op de debieten van Leie en Demer. Waterbouwkundig laboratorium en Hydrologisch onderzoek. Dienst Hydrologisch Onderzoek: Brussel. 14 pp.

Jilderda, R.; van Meijgaard, E.; de Rooy, W. (1995). Neerslag in het stroomgebied van de Maas in januari 1995: waarnemingen en verificatie van modelprognoses. Technische rapporten. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, TR-178. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI): De Bilt. ISBN 90-369-2084-1. 29 pp.

KMI. (2021). <https://www.meteo.be/nl/info/nieuwsoverzicht/eerste-cijfers-en-duiding-bij-de-hevige-neerslag-van-14-en-15-juli> (geraadpleegd op 19 juli 2021)

KMI. (2021). Klimatologisch maandoverzicht juni 2021. https://www.meteo.be/resources/climatology/pdf/klimatologisch_maandoverzicht_202106.pdf (geraadpleegd 5 oktober 2021).

KNMI. (2020) <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/hogwater-rijn-en-maas-1995> (geraadpleegd op 3 augustus 2021)

Raymaekers, F.; Devroede-Van Der Linden, M.P.; Heirman, J.P. (1998). Overstromingen van 14-20 september 1998: urgentiebeleid inzake de onbevaarbare waterlopen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Afdeling Water: [s.l.]. 36 pp.

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