

Juli 2021 overstrooming en wateroverlast in Zuid-Limburg

Eerste bevindingen voor Valkenburg, Geulmonding, Roermonding en Eygelshoven



Juli 2021 overstrooming en wateroverlast in Zuid-Limburg

Eerste bevindingen voor Valkenburg, Geulmonding, Roermonding en Eyselshoven

Auteur(s)

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

Voorkant: Overstroming in Brommelen met op de achtergrond Bunde (foto: Waterschap Limburg)

Juli 2021 overstrooming en wateroverlast in Zuid-Limburg

Eerste bevindingen voor Valkenburg, Geulmonding, Roermonding en Eygelshoven

Opdrachtgever	Waterschap Limburg
Contactpersoon	[REDACTED]
Referenties	-
Trefwoorden	Overstromingen, wateroverlast, Zuid-Limburg, Geul, Valkenburg, Meerssen, Roer, Roermond, Eygelshoven

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	26-04-2022
Projectnummer	11207700-000
Document ID	11207700-000-ZWS-0019
Pagina's	41
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
0.1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED] b.a.	

Samenvatting

Overstromingen juli 2021 aanleiding voor een watersysteemevaluatie

In juli 2021 zijn grote delen van Limburg getroffen door hevige regenval. Dit leidde op verschillende plaatsen tot overstromingen en daarmee tot schade aan huizen en bedrijven. Ook delen van België en Duitsland overstroonden met zeer veel schade en verlies aan mensenlevens tot gevolg. Het hoogwater riep veel vragen op, zowel bij bewoners als bij instanties zoals gemeenten, het waterschap en de provincie. Om antwoord te kunnen geven op deze vragen wordt door Deltares, in opdracht van waterschap en provincie Limburg een zogenaamde watersysteemevaluatie uitgevoerd. Hierbij wordt eerst onderzocht hoe het watersysteem in Zuid-Limburg functioneert. (Hoe stroomt het regenwater af naar de beken? Waar bevinden zich knelpunten?) Daarna worden mogelijke maatregelen verkend die genomen zouden kunnen worden om de kans op en/of de gevolgen van een overstroming te verkleinen.

Leren van casestudies

De aankomende watersysteemevaluatie zal betrekking hebben op heel Zuid-Limburg. Voorafgaand aan deze brede evaluatie is gestart met analyses voor vier 'casestudies'. Dit rapport gaat over deze analyses. De casestudies bestaan uit vier gebieden (Valkenburg, Geulmonding, Roermonding en Eygelshoven) waar, net als op veel andere locaties in Zuid-Limburg, afgelopen zomer sprake was van wateroverlast of van grootschalige overstromingen. De casestudies zijn niet 'belangrijker' dan andere locaties in Zuid-Limburg waar sprake was van overstromingen. Aan de hand van beschikbare metingen (neerslaghoeveelheden, afvoeren en waterstanden in beken) en modelberekeningen, zijn de gebeurtenissen van afgelopen zomer voor de vier casestudies in kaart gebracht. Ook is een eerste verkenning van mogelijke maatregelen uitgevoerd. De analyses voor de casestudies zijn vooral bedoeld om van te leren en ervaring op te doen voor de brede systeemevaluatie die in april 2022 van start zal gaan. Dit rapport geeft een overzicht van de belangrijkste bevindingen voor de vier casestudies.

Bevindingen casestudies op hoofdlijnen

In juli viel in Zuid-Limburg lokaal meer dan 160 mm neerslag in 48 uur. In de Ardennen en de Eifel viel op een aantal locaties zelfs meer dan 250 mm in 48 uur. De herhalingstijd van deze extreme neerslaggebeurtenis wordt voor de Geul geschat op ongeveer 500 jaar. Ook op 29 juni was sprake van een extreme neerslagsituatie. In het gebied nabij Eygelshoven (aan de oostkant van Zuid-Limburg) viel die avond lokaal maximaal 90 mm in twee uur. De extreme neerslaghoeveelheden leidden in alle vier de casestudiegebieden tot wateroverlast en overstromingen. De aard van de overstromingen was echter verschillend.

In Valkenburg was sprake van grootschalige overstromingen, omdat de Geul de grote hoeveelheid water niet goed af kon voeren en buiten haar oevers trad. Verkennende maatregelen, waaronder de aanleg van een tunnel, waterkeringen en het vergroten van het doorstroomprofiel van de Geul in Valkenburg zijn lokaal effectief, maar omvangrijk. Bovendien hebben sommige maatregelen een grote invloed op het centrum van Valkenburg.

Ook bij de Geulmonding (ten westen van Meerssen) was sprake van grootschalige overstromingen, doordat de Geul buiten haar oevers trad. Echter, hier speelden de afvoer via een sifon onder het Julianakanaal en het samenvallen met het hoogwater op de Maas een grote rol. Uit de analyses blijkt dat de capaciteit van de sifon te klein was om al het water van de Geul af te voeren naar de Maas. Door het hoogwater op de Maas nam de capaciteit nog verder af. Dit heeft de overstromingen verergerd. Datzelfde geldt, in iets mindere mate, voor de mogelijke blokkades van de sifon door drijfhout en sediment.

De kans op overstroming van het gebied ten oosten van het Julianakanaal kan worden verkleind door dijken aan te leggen langs de Geul en door de capaciteit van de sifon te vergroten (door de aanleg van een extra buis en het verwijderen van drijfvuil en hout). Via een hevel zou water kunnen worden afgevoerd naar het Julianakanaal. Waterberging kan eveneens bijdragen aan het verkleinen van de kans op overstromen.

Bij de Roermonding was de vraag of waterstanden op de Roer lager zouden zijn geweest wanneer de Roer-overlaat (een bypass, ook wel Groene Rivier genoemd), zou zijn ingezet. Uit modelberekeningen blijkt dat de Roer-overlaat de waterstanden in de Roerdelta met maximaal 20 cm had kunnen verlagen, maar dat dit niet tot minder schade had geleid (de hockeyvelden zouden nog steeds zijn overstromd). Er zouden wel extra kosten zijn gemaakt in verband met herstelwerkzaamheden aan afgegraven dijkjes in de Roer-overlaat.

Bij Eyselshoven stonden op 29 juni huizen onder water doordat grote hoeveelheden neerslag oppervlakkig afstroomden. Om de kans op wateroverlast in de toekomst te verkleinen heeft de gemeente een aantal maatregelen gepland (en deels al uitgevoerd) die er op gericht zijn om regenwater ten noorden van het spoor in oostelijke richting af te leiden. Er stroomt dan minder water naar het centrum. Naast de al geplande en uitgevoerde maatregelen lijkt vergroting van drie duikers (onderdoorgangen) in de Anselderbeek effectief om schade bij een bui zoals gevallen op 29 juni 2021 te beperken.

Vervolg

De bevindingen uit de casestudies worden meegenomen in de systeembrede evaluatie die tot eind 2022 doorloopt. In deze evaluatie zal voor de hele Geul, de Geleenbeek en de Roer worden onderzocht hoe deze watersystemen werken onder extreem natte omstandigheden. Ook zullen maatregelen worden verkend. Uit de analyse voor de casestudies is gebleken dat het lastig, zo niet onmogelijk is, om overstromingen tijdens een neerslaggebeurtenis zoals in juli 2021 volledig te voorkomen. Tijdens de systeembrede evaluatie zal daarom op systeemniveau gezocht worden naar combinaties van maatregelen die de risico's kunnen verkleinen. Dat kunnen fysieke ingrepen zijn in het watersysteem, maar ook aanpassingen in de ruimtelijke ordening of verbetering van het waarschuwingssysteem. Bij het beoordelen van deze maatregelen zal ook rekening worden gehouden met effecten op het Limburgse landschap en het gewenste beschermingsniveau tegen overstroming en wateroverlast .

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Hoogwater in juli 2021 aanleiding voor een watersysteemevaluatie	8
1.2	Leren van casestudies	8
1.3	Dit rapport	10
2	Extreem veel neerslag	11
2.1	In juli lokaal meer dan 160 mm neerslag in 48 uur	11
2.2	Herhalingstijd gevallen neerslag varieert ruimtelijk van 10 tot meer dan 1000 jaar	13
2.3	Ook extreme neerslag op 29 juni 2021	14
3	Valkenburg	15
3.1	Historisch centrum met bebouwing grenzend aan het water	15
3.2	Overstromingen juli 2021	16
3.2.1	Piekafvoer 30 keer hoger dan gemiddeld	16
3.2.2	Herhalingstijd geschat op meer dan 100 jaar	17
3.2.3	Grootschalige overstromingen langs de hele Geul	17
3.3	Mogelijke maatregelen	18
4	Geulmonding (Meerssen, Bunde, Brommelen en Westbroek)	20
4.1	Via een sifon wordt water uit de Geul afgevoerd naar de Maas	20
4.2	Overstromingen juli 2021	22
4.2.1	Ongunstige samenloop van hoogwater op de Geul en de Maas	22
4.2.2	Grootschalige overstromingen vanuit de Geul	23
4.2.3	Waarschijnlijk beperkte bijdrage grondwater	25
4.3	Mogelijke maatregelen	25
5	Roermonding	27
5.1	Een Roer-overlaat om water van de Roer efficiënter af te kunnen voeren naar de Maas	27
5.2	Hoogwater juli 2021	29
5.2.1	Hoogwater op de Maas leidt tot hoge waterstanden in de Roermonding	29
5.2.2	Effect Roer-overlaat	31
5.2.3	Sluiting van de sluisdeuren in Roermond heeft geen effect op waterstanden in Duitsland	32
6	Eygelshoven	33
6.1	Punt waar meerdere beken samenkomen	33
6.2	Wateroverlast vooral bij zeer intense buien zoals op 29 juni 2021	34
6.2.1	Hoge neerslagintensiteit 29 juni leidt tot oppervlakkige afstroming	34
6.2.2	Geen problemen in juli 2021	35

6.2.3	Analyses met 'standaard' buien	35
6.3	Mogelijke maatregelen	35
6.3.1	Afleiding van water ten noorden van het spoor	35
6.3.2	Mogelijk aanvullende maatregelen	36
7	Conclusies	37
	Referenties	40

1 Inleiding

1.1 Hoogwater in juli 2021 aanleiding voor een watersysteemevaluatie

In juli 2021 zijn grote delen van Limburg getroffen door hevige regenval. In korte tijd steeg het water in de Limburgse beken tot recordhoogte. Dit leidde op verschillende plaatsen tot overstromingen en daarmee tot schade aan huizen en bedrijven. Ook delen van België en Duitsland overstromden met zeer veel schade en verlies aan mensenlevens tot gevolg. De neerslag en de daarmee gepaard gaande hoogwaters op rivieren en beken, betrof een extreme en unieke gebeurtenis met enorme impact.

Het hoogwater riep, zowel bij bewoners als bij instanties zoals gemeenten, het waterschap en de provincie, veel vragen op. Hoe uitzonderlijk of extreem was deze neerslaggebeurtenis? Waarom konden de beken het water niet goed afvoeren? Waarom zorgde dit in zo veel dorpen en steden voor wateroverlast of zelfs voor grootschalige overstromingen? En wat voor maatregelen zouden er getroffen kunnen worden om de kans op overstromingen en de omvang van de schade in de toekomst te verkleinen?

Om antwoord te kunnen geven op deze vragen, wordt een zogenaamde watersysteemevaluatie uitgevoerd. Hierbij wordt eerst onderzocht hoe het watersysteem in Zuid-Limburg functioneert. Hoe stroomt het regenwater af naar de beken? Waar bevinden zich knelpunten? Daarna worden mogelijke maatregelen verkend die genomen zouden kunnen worden om de overstromingsrisico's te verkleinen.

Met behulp van waarnemingen van bewoners, beschikbare metingen (gevallen neerslag, afvoeren en waterstanden in beken) en modelberekeningen proberen we in de watersysteemevaluatie antwoord te geven op de volgende vragen:

- 1 **Wat is er gebeurd in juli 2021?** Hoeveel neerslag is toen gevallen? Hoeveel water werd er afgevoerd door de verschillende beken? Waar en waarom leidde dit tot gevaarlijke situaties of overstromingen?
- 2 **Wat zou er gebeurd zijn als er een andere hevige bui was gevallen?** Bijvoorbeeld, hoe groot zouden de problemen zijn geweest wanneer de neerslag die nu in de Ardennen viel boven Zuid-Limburg zou zijn gevallen?
- 3 **Welke maatregelen zouden bij kunnen dragen aan het verkleinen van de kans op een overstroming of aan het beperken van de schade?** Is het mogelijk om water bovenstrooms beter vast te houden, bijvoorbeeld door er voor te zorgen dat het water beter in de bodem kan wegzakken, of door regenwaterbuffers aan te leggen? Wat kunnen we doen om te zorgen dat de beken deze grote hoeveelheden water beter af kunnen voeren, zonder dat ze overstromen? Of kunnen we gebieden anders inrichten, zodat er minder schade is wanneer de beken buiten hun oevers treden?

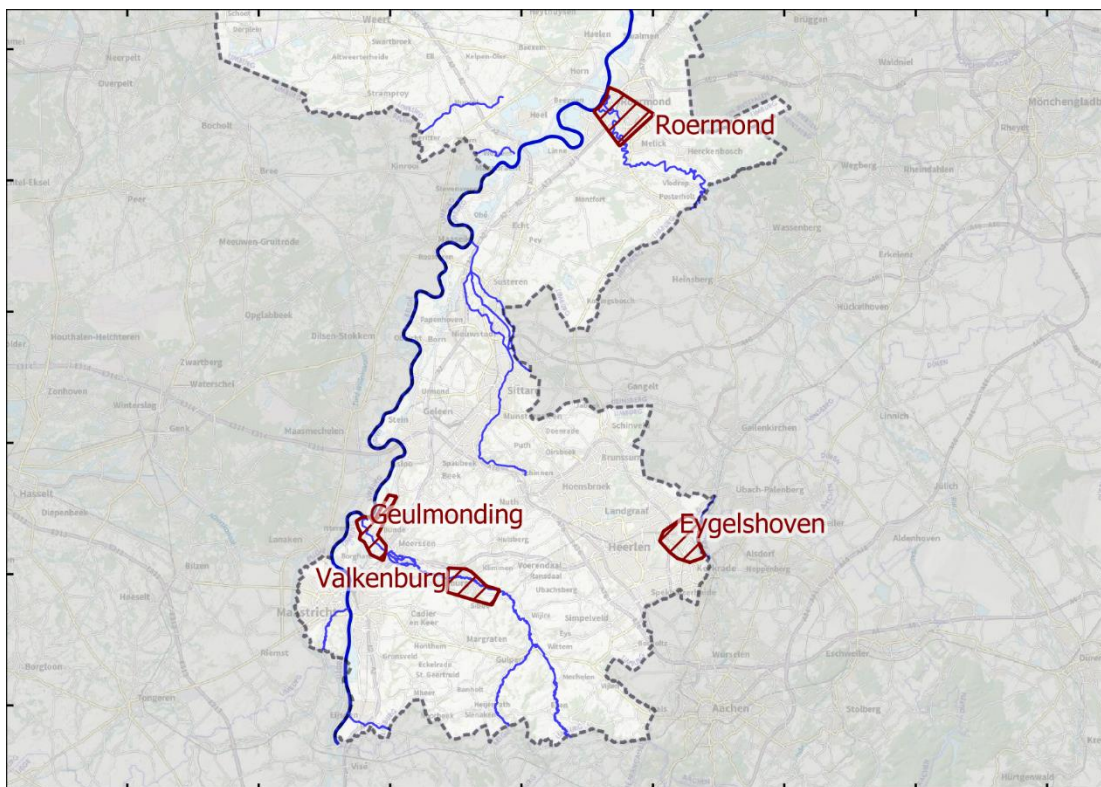
1.2 Leren van casestudies

De watersysteemevaluatie heeft betrekking op heel Zuid-Limburg. Voorafgaand aan deze brede evaluatie is gestart met analyses voor vier 'casestudies'. Dit rapport heeft betrekking op de analyses die zijn uitgevoerd voor deze casestudies.

De casestudies bestaan uit vier gebieden waar, net als op veel andere locaties in Zuid-Limburg, afgelopen zomer sprake was van wateroverlast of van grootschalige overstromingen. De casestudies zijn niet 'belangrijker' dan andere locaties in Zuid-Limburg waar sprake was van overstromingen. De analyses voor de casestudies waren vooral bedoeld om van te leren. Het belangrijkste doel was om ervaring op te doen voor de brede systeemevaluatie die in april van start zal gaan. Bij deze brede systeemevaluatie wordt naar alle beken, dorpen en steden gekeken waar afgelopen zomer schade is opgetreden en zullen integrale oplossingen over grotere gebieden worden verkend. Zo willen we op zoek gaan naar maatregelen die voor meerdere locaties de risico's verkleinen en willen we voorkomen dat maatregelen getroffen worden die een positief effect hebben op één locatie, maar negatief uitpakken voor andere locaties boven- of benedenstrooms. De lessen van deze casestudies kunnen daarbij helpen.

Om zoveel mogelijk te leren over de oorzaken van wateroverlast en overstromingen in Zuid-Limburg zijn vier gebieden (casestudies) geselecteerd waar zich afgelopen zomer problemen hebben voor gedaan, maar waar de aard van de problemen anders is (Figuur 1.1):

- In **Valkenburg** was sprake van grootschalige overstromingen omdat de Geul de grote hoeveelheid water niet goed af kon voeren en buiten haar oevers trad.
- Dit gold ook voor de **Geulmonding**, maar hier speelde het samenvallen met het hoogwater op de Maas een grote rol. Als de waterstanden op de Maas lager waren geweest, dan hadden zich in dit gebied mogelijk veel minder problemen voor gedaan.
- Bij de **Roermonding** was de vraag of waterstanden op de Roer lager zouden zijn geweest wanneer de bypass, de Roer-overlaat (ook wel Groene Rivier genoemd), zou zijn ingezet. Deze bypass is ontworpen om de Roermondse binnenstad te beschermen bij hoogwater in de Roer én de Maas. Het is dan een soort extra tak waardoor het water van de Roer naar de Maas kan worden afgevoerd.
- Bij **Eygelshoven** stonden op 29 juni huizen onder water doordat grote hoeveelheden neerslag oppervlakkig afstroonden. Er viel zo veel water in zo'n korte tijd, dat het water niet snel genoeg in de grond kon wegzakken. Ook de regenwaterbuffers zaten al snel vol. Daardoor stroomde het regenwater over akkers, weilanden en straten naar het centrum van Eygelshoven.



Figuur 1.1 Ligging van de casestudies

Voor iedere casestudie is geprobeerd om antwoord te geven op de drie eerder genoemde vragen. Er is gestart met een aanscherping van de *fact finding* om een goed beeld te krijgen van wat er in juli 2021 is gebeurd. Er is gekeken naar het functioneren van het watersysteem en er is gekeken welke oplossingen mogelijk zouden zijn (we noemen dat ook wel handelingsperspectief). Omdat de analyses binnen 4 maanden gereed moesten zijn, zijn de analyses vooral kwalitatief of gebaseerd op berekeningen met eenvoudige modellen. Meer gedetailleerdere analyses maken deel uit van de brede systeemevaluatie die in april 2022 start.

1.3 Dit rapport

Voor iedere casestudie zijn de uitgevoerde werkzaamheden en de resultaten beschreven in een technisch-inhoudelijk rapport (zie het overzicht in het laatste hoofdstuk). In het voorliggende rapport geven we voor iedere casestudie een overzicht van de belangrijkste 'lessen' die we hebben geleerd. Dit rapport is dus 'overkoepelend' en technisch minder diepgaand dan de onderliggende rapporten.

Voordat we ingaan op de belangrijkste bevindingen uit de casestudies, geven we in hoofdstuk 2 een overzicht van de neerslag die gevallen is in juli 2021. We gaan in dat hoofdstuk ook in op de vraag hoe extreem deze neerslag was. De belangrijkste lessen voor de casestudies Valkenburg, Geulmonding, Roermond en Eygelshoven staan beschreven in hoofdstukken 3 t/m 6. In hoofdstuk 7 beschrijven we hoe we verder gaan met de lessen uit de casestudies. Dit hoofdstuk geeft ook een beeld van de context waarin de watersysteemevaluatie wordt uitgevoerd en aan welke andere lopende projecten en programma's het bijdraagt.

2 Extreem veel neerslag

2.1 In juli lokaal meer dan 160 mm neerslag in 48 uur

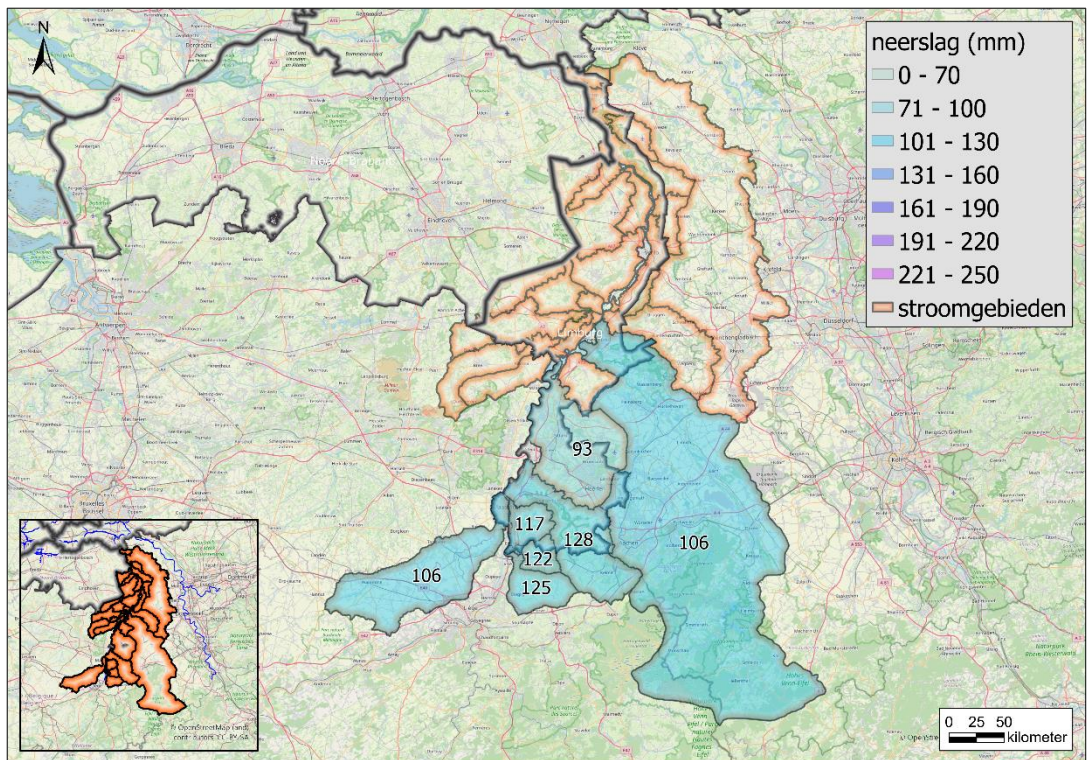
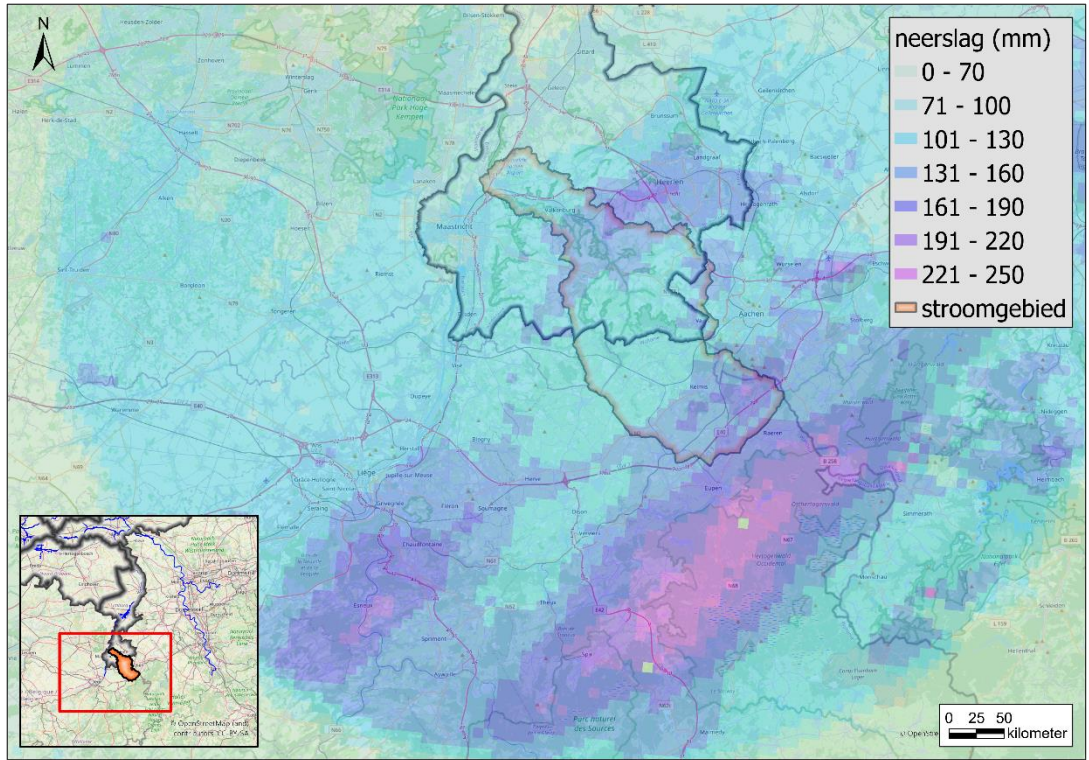
Tussen 13 en 15 juli 2021 is in het zuiden van Limburg, in de Ardennen en in de Eifel enorm veel neerslag gevallen. Radarbeelden zoals te zien in Figuur 2.1 vormen de belangrijkste bron om te komen tot een gedetailleerd en gebiedsdekkend beeld van de gevallen neerslag.



Figuur 2.1 Radarbeeld van woensdag 14 juli 2021, 20:15 uur (bron: <https://www.weeronline.nl/nieuws/neerslag-en-noodweer>)

Omdat radarbeelden de gevallen neerslag meestal onderschatten, heeft het KNMI de radarbeelden gecorrigeerd. Hierbij is gebruik gemaakt van (op de grond) gemeten neerslaghoeveelheden van verschillende Nederlandse, Belgische en Duitse organisaties.

De gecorrigeerde radarbeelden zijn vervolgens gebruikt om de urneerslag per km² te bepalen. De urneerslagen zijn gebruikt om de neerslag per dag te berekenen (de zogenaamde 'dagsommen'). Ook is de totale hoeveelheid neerslag bepaald die tussen 13 juli 10:00 uur en 15 juli 10:00 uur is gevallen (de 48-uursom). De 48-uursom is te zien in Figuur 2.2). De bovenste figuur toont de neerslag per km². Daaruit blijkt dat de meeste neerslag is gevallen in de Ardennen, in het stroomgebied van de Vesdre. Ook in het zuidelijk Waalse deel van het stroomgebied van de Geul is veel neerslag gevallen (lokaal meer dan 160 mm). Deze hoeveelheden zijn ook gemeten ten zuidwesten van Heerlen. De onderste figuur toont de gemiddelde neerslag per beekstelsysteem. In de Geul viel gemiddeld 128 mm neerslag. Er viel gemiddeld 93 mm in het stroomgebied van de Geleenbeek en in het stroomgebied van de Roer viel gemiddeld 106 mm neerslag. Ter vergelijking: gemiddeld valt er in Zuid-Limburg in de *hele* maand juli ongeveer 80 mm neerslag.

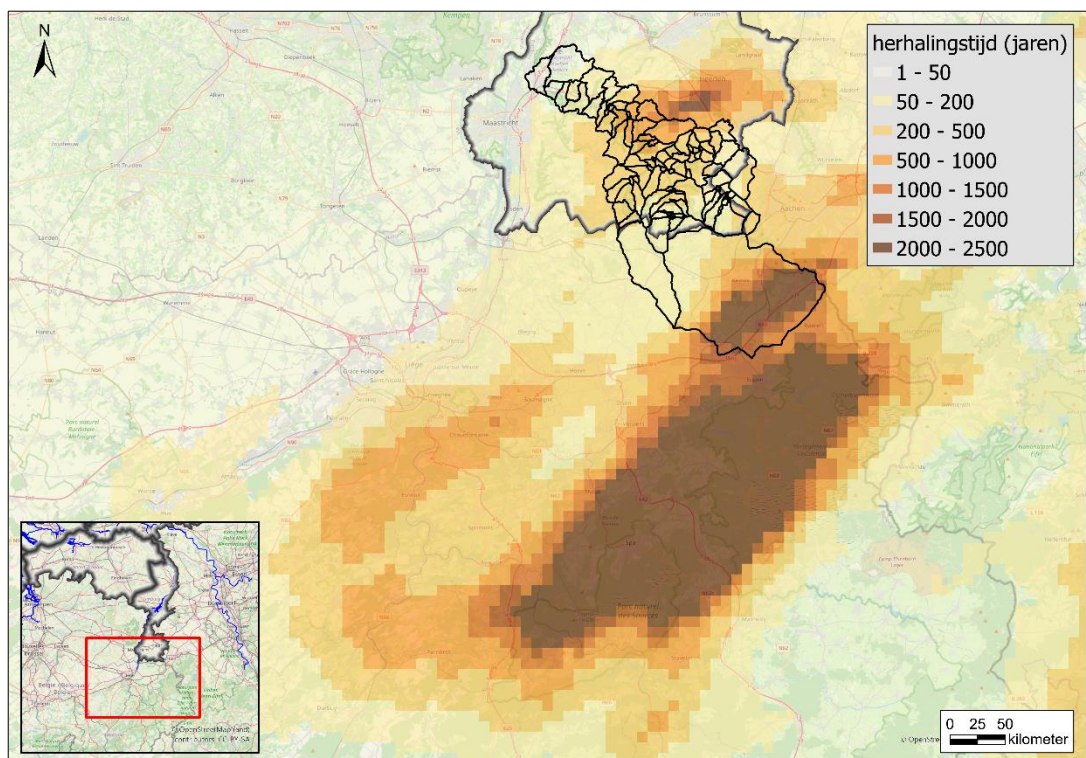


Figuur 2.2 Ruimtelijke verdeling van de tussen 13 juli 10:00 en 15 juli 10:00 gevallen neerslag. De bovenste figuur toont de neerslag per km² (de Nederlandse grens en de het stroomgebied van de Geul zijn aangegeven ter oriëntatie). De onderste figuur toont de gemiddeld neerslag per beeksysteem (128 mm in de Geul, 93 mm in de Geleenbeek en 106 mm in het stroomgebied van de Roer)

2.2 Herhalingstijd gevallen neerslag varieert ruimtelijk van 10 tot meer dan 1000 jaar

Om aan te geven hoe extreem de neerslaggebeurtenis in juli 2021 was, moet een beeld worden verkregen van de verwachte herhalingstijd (kans van voorkomen). Het KNMI heeft kaarten gemaakt met voor ieder km² vakje de regen die in 48 uur is gevallen. Voor elk van die hoeveelheden is de herhalingstijd bepaald waarbij gebruik is gemaakt van de gemiddelde neerslagstatistiek voor heel Nederland. Omdat de kans op zware neerslag in de heuvels in het stroomgebied van de Geul groter is dan in vlakke gebieden in de rest van Nederland, kan de berekende herhalingstijd hier zijn overschat. Dit geldt ook voor de herhalingstijden die zijn berekend voor de neerslag in de Ardennen en de Eifel. In de hogere delen van Zuid-Limburg kan de overschatting een factor 2 bedragen (een herhalingstijd van 1000 jaar wordt dan 500 jaar). In de Ardennen en de Eifel kan de overschatting nog groter zijn. Dat neemt niet weg dat de kaarten wel een bruikbare eerste indruk geven.

Het kaartje met de geschatte herhalingstijden is te zien in Figuur 2.3. De herhalingstijd voor verschillende km² vakjes in de Ardennen wordt geschat op meer dan 2500 jaar. In Nederland was de neerslag minder extreem, maar ook daar zijn gebiedjes waar de herhalingstijd meer dan 500 jaar bedroeg. Bij Valkenburg is de herhalingstijd van de lokaal gevallen neerslag ongeveer 350 jaar, maar er waren ook locaties waar de neerslag veel minder extreem was. Zo wordt de herhalingstijd van de neerslag die in Beek is gemeten (ten zuiden van Geleen) geschat op ongeveer 17 jaar. Wat deze neerslaggebeurtenis zo bijzonder maakte, was dat de neerslag viel in een zeer groot gebied en dat het twee dagen na elkaar hard regende. De neerslaghoeveelheden die zijn gevallen op de afzonderlijke dagen waren veel minder uitzonderlijk.



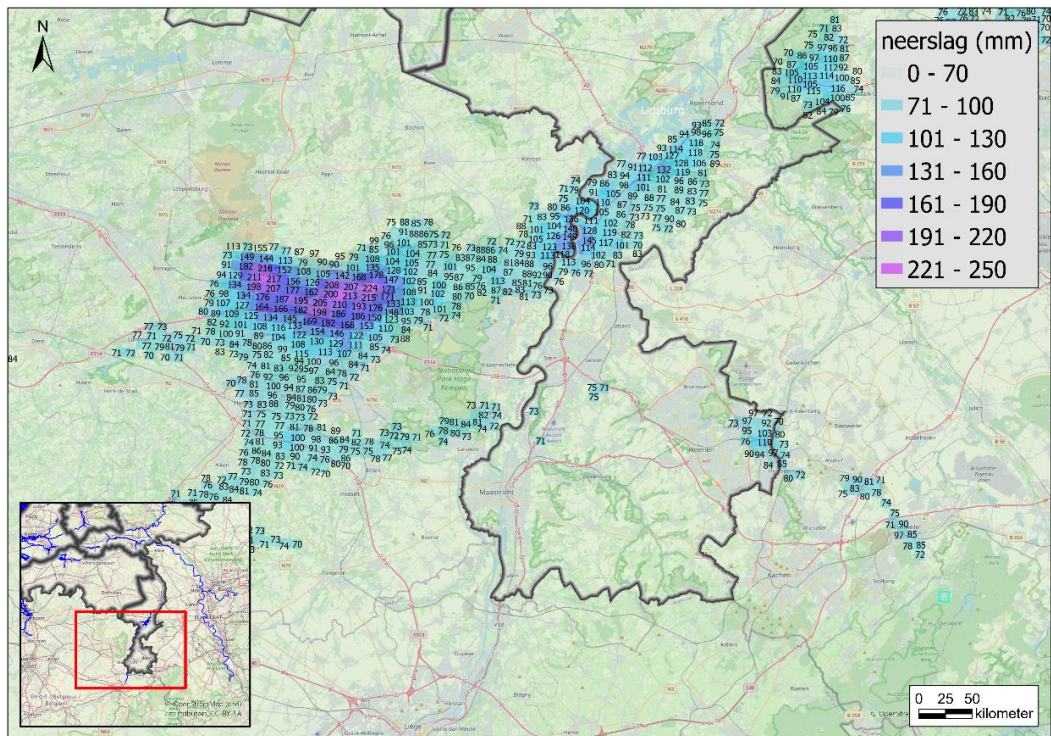
Figuur 2.3 Geschatte herhalingstijd van de tussen 13 juli 10:00 en 15 juli 10:00 gevallen neerslag. De Nederlandse grens en de het stroomgebied van de Geul zijn aangegeven ter oriëntatie

De neerslag die is gevallen in het stroomgebied van de Geul als geheel heeft een geschatte herhalingsperiode van 900 jaar. Echter, omdat niet is gecorrigeerd voor zogenaamde orografische effecten (een grotere kans op grote hoeveelheden neerslag in heuvelachtige gebieden), is deze schatting mogelijk tot een factor twee te groot. De herhalingsperiode zou in dat geval ongeveer 500 jaar bedragen. Door klimaatverandering kan een bui zoals gevallen in juli 2021 nog vaker (gaan) voorkomen. In 2050 kan dat drie keer vaker zijn en in 2085 kan dat zelfs wel zes keer vaker zijn dan nu.

2.3 Ook extreme neerslag op 29 juni 2021

De neerslagintensiteit (uitgedrukt in het aantal mm neerslag dat per uur gevallen is) was in juli niet extreem hoog. Wat de neerslag in juli 2021 zo bijzonder maakte, was dat het 48 uur lang gestaag door bleef regenen, wat resulteerde in een extreem grote 48-uursom. Op 29 juni 2021 deed zich een andere situatie voor. Er viel toen lokaal een grote hoeveelheid neerslag in slechts twee uur tijd. In Zuid-Limburg viel op die dag vooral veel neerslag in Eygelshoven (het oostelijke puntje tegen de Duitse grens) en in Bunde (ten noorden van Maastricht). In Eygelshoven viel lokaal tot maximaal 140 mm in 24 uur. In de ochtend viel een bui van ongeveer 30 mm. De zwaarste bui viel in de avond. Er viel toen ongeveer 90 mm in twee uur tijd. Later in de nacht is nog eens 20 mm neerslag gevallen. Gemiddeld viel er in Eygelshoven ongeveer 100 mm in 24 uur (Figuur 2.4), waarvan verreweg het grootste deel in twee uur tijd in de avond. Ter vergelijking: tussen 13 en 15 juli 2021 viel in Eygelshoven ook ruim 140 mm neerslag. De neerslag viel toen echter verspreid over 2 dagen, waardoor de neerslagintensiteit veel lager was.

Deze bui heeft een geschatte herhalingsperiode van circa 350 jaar. Het KNMI geeft aan dat de kans op dit soort buien door klimaatverandering sterk toe kan nemen. Voor 2050 zou de herhalingsperiode daardoor af kunnen nemen tot 175 jaar.

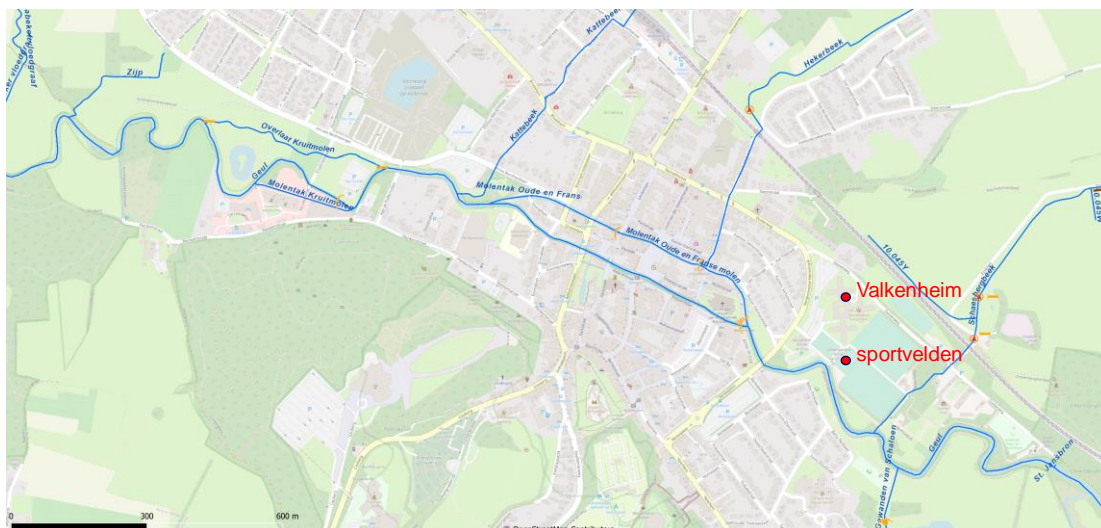


Figuur 2.4 Ruimtelijk beeld van de gevallen neerslag op 29 juni 2021, gebaseerd op gecorrigeerde radarbeelden van het KNMI

3 Valkenburg

3.1 Historisch centrum met bebouwing grenzend aan het water

Valkenburg ligt aan de Geul, ongeveer 10 km bovenstrooms van de monding in de Maas. De Geul komt aan de oostkant Valkenburg binnen (zie Figuur 3.1). Na het passeren van de sportvelden en verpleeghuis Valkenheim splitst de Geul zich bij de Walramstuw in twee takken: links naar de Geul en rechts naar de Molentak.



Figuur 3.1 Situatie van de Geul rond Valkenburg

Het doorstroomprofiel van zowel de Geul als de Molentak is krap en wordt begrensd door kademuren en bebouwing (zie Figuur 3.2). De kademuren en de huizen zijn niet ontworpen om water tegen te houden. Benedenstrooms (ten westen) van Valkenburg is recent Overlaat Kruitmolen aangelegd (zie Figuur 3.1). Deze 'extra tak' stroomt alleen bij hoge afvoeren mee en zorgt ervoor dat de waterstanden minder sterk stijgen.



Figuur 3.2 De Geul in het centrum van Valkenburg (foto N. Asselman)

Voor Valkenburg geldt een beschermingsnorm tegen wateroverlast van 1:25 per jaar. Dat betekent dat het watersysteem zo moet zijn ingericht dat het een hoogwater met een herhalingsperiode van 25 jaar veilig af kan voeren. Onder extremere omstandigheden, zoals in juli 2021, kunnen delen van de stad onder water lopen.

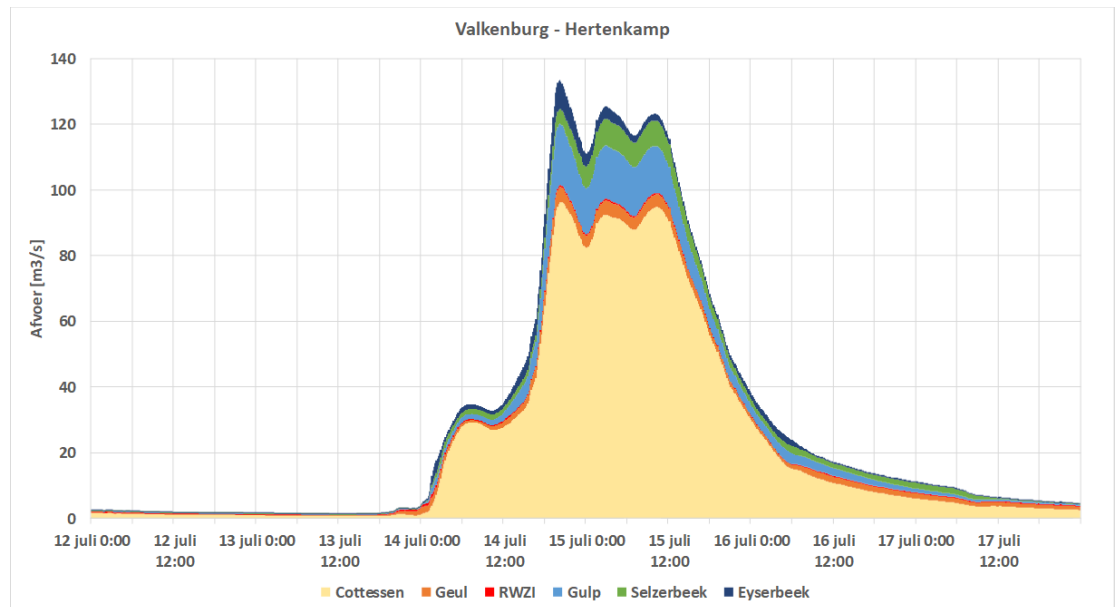
3.2 Overstromingen juli 2021

3.2.1 Piekafvoer 30 keer hoger dan gemiddeld

In het stroomgebied van de Geul viel tussen 13 en 15 juli 2021 gemiddeld 128 mm neerslag. Zoals te zien was op de neerslagkaartjes in Figuur 2.3 viel de meeste neerslag in België. Dit had tot gevolg dat grote hoeveelheden water uit België via de Geul naar Nederland werden afgevoerd. In Nederland nam de afvoer nog verder toe. Dit leidde in meerdere steden en dorpen langs de Geul tot overstromingen.

Met een model zijn de gebeurtenissen van juli 2021 nagebootst. Op basis van de gecorrigeerde radarbeelden van het KNMI is berekend hoeveel water er is afgestroomd en door de Geul is afgevoerd. Bij Valkenburg werd het afvoerverloop berekend dat is te zien in Figuur 3.3. De bovenste lijn toont de berekende afvoer net bovenstrooms van het centrum van Valkenburg. De berekende afvoer bedroeg daar maximaal ongeveer 135 m³/s. Ter vergelijking, de gemiddelde afvoer van de Geul is ongeveer 4 m³/s. In juli was de afvoer dus ruim 30 keer groter dan gemiddeld!

De kleuren in Figuur 3.3 geven aan waar het water vandaan kwam. Het meeste water, bijna 90 m³/s van de 135 m³/s kwam uit België, bovenstrooms van Cottessen (gele kleur). Vanuit de Gulp werd ongeveer 20 m³/s aangevoerd (blauwe vlak). De Selzerbeek en de Eyserbeek leverden tijdens de piekafvoer samen iets minder dan 20 m³/s.



Figuur 3.3 Berekende afvoer aan de oostkant van het centrum van Valkenburg. De herkomst van het water uit de verschillende deelstroomgebieden is met kleur aan gegeven

De modelberekeningen laten zien dat tijdens het hoogwater van juli 2021 ongeveer 1/3 deel van de neerslag die is gevallen in het stroomgebied van de Geul is afgestroomd naar de monding van de Geul. Voor het Belgische deel van het stroomgebied lag dit aandeel veel hoger. Daar is bijna 60% van de gevallen neerslag via de Geul afgevoerd. Dit verschil komt deels door de grotere hoeveelheid neerslag, maar waarschijnlijk ook doordat de bodems in

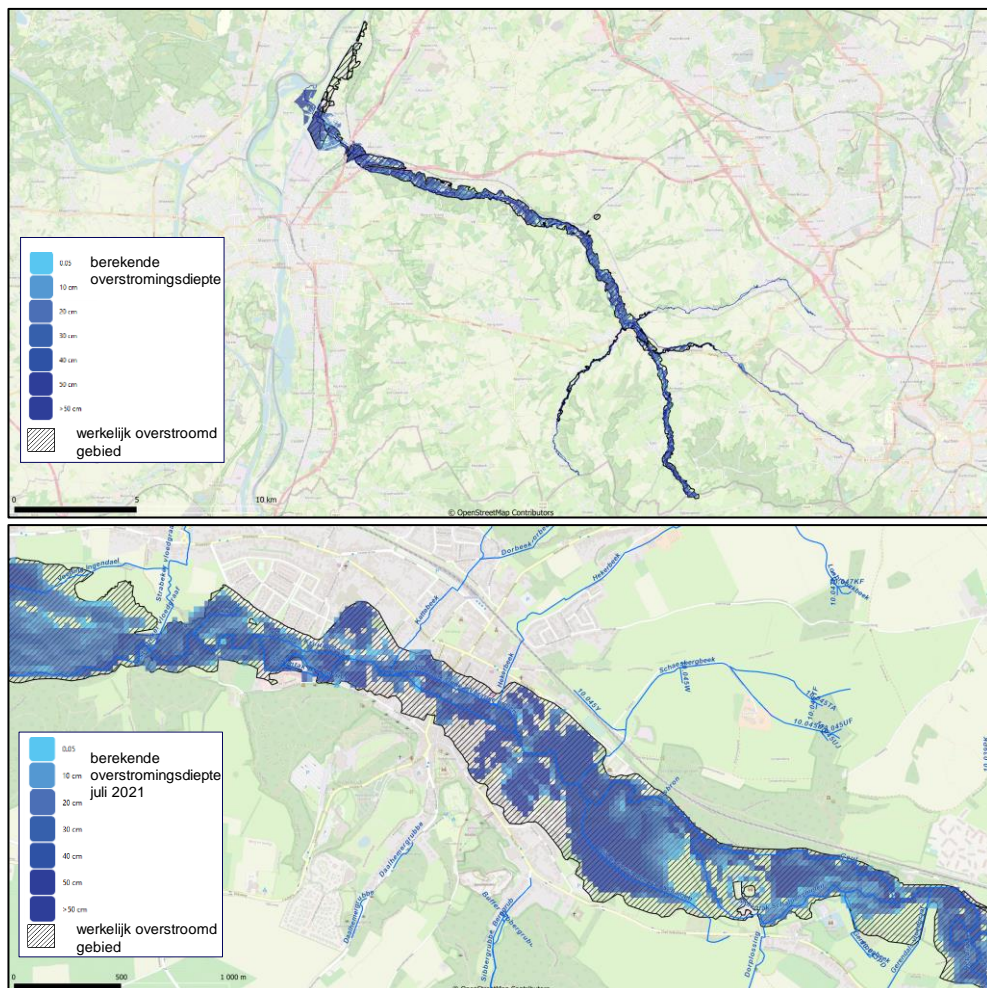
België dun zijn en liggen op slecht doorlatend gesteente. Het Nederlandse deel van het stroomgebied wordt gekenmerkt door dikkere bodems, waarin meer water kan infiltreren.

3.2.2 Herhalingstijd geschat op meer dan 100 jaar

De herhalingstijd van de afvoer bij Valkenburg wordt, op basis van de afvoerstatistiek van het waterschap, geschat op minstens 100 jaar. Gezien de geschatte herhalingstijd van de neerslaggebeurtenis (500 jaar), lijkt dit weinig. Een ~500 jaar bui, hoeft echter niet altijd te resulteren in een ~500 jaar afvoer. Zo maakt het veel uit hoe het stroomgebied er bij ligt voordat de neerslag valt. Wanneer er veel neerslag valt, maar het de dagen daarvoor droog is geweest, dan kan er meer water geborgen worden in de bodem. Ook zullen de regenwaterbuffers leeg zijn. Er stroomt dan minder regenwater af naar de beken. Omgekeerd kan een minder extreme bui die valt op een natte ondergrond (of smeltende sneeuw) tot relatief veel meer afvoer leiden.

3.2.3 Grootschalige overstromingen langs de hele Geul

De hoge afvoer leidde op veel plaatsen langs de Geul tot overstromingen. Figuur 3.4 toont de berekende overstromingen langs de hele Geul en in meer detail voor de omgeving van Valkenburg. De gearceerde vlakken tonen het werkelijk overstromde gebied, zoals dat is bepaald op basis van onder meer luchtfoto's.



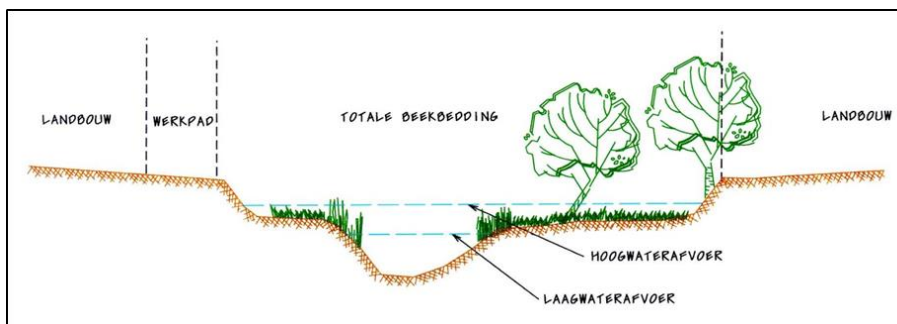
Figuur 3.4 Berekende overstromingen vanuit de Geul voor het hele Nederlandse deel van het stroomgebied (boven) en nabij Valkenburg (onder). De gearceerde vlakken tonen het werkelijk overstromde gebied, zoals dat is bepaald op basis van onder meer luchtfoto's, de blauwe kleuren zijn waterdieptes berekend met een model

Figuur 3.4 laat duidelijk zien dat de overstromingen niet beperkt waren tot Valkenburg, maar dat ook andere steden en dorpen langs de Geul te kampen hadden met overstromingen en wateroverlast. In het centrum van Valkenburg zijn waterdieptes gemeten van circa 1,25 m. In veel straten gingen de overstromingen bovendien gepaard met hoge stroomsnelheden. Ook de bruggen over de Geul hadden het zwaar te verduren: bij de Emmalaan is de brug over de Geul ingestort.

3.3 Mogelijke maatregelen

Het model is vervolgens gebruikt om het effect van mogelijke maatregelen te verkennen. Dit leverde het volgende beeld op:

- De aanleg van een tunnel onder Valkenburg om een deel van het water af te voeren heeft een zeer groot effect op de overstromingen in het centrum van Valkenburg. Wanneer de tunnel bestaat uit twee buizen met ieder een diameter van 3,5 m, dan kan maximaal 40 m³/s door deze buizen worden afgevoerd. Dat zou overstroming van het centrum van Valkenburg sterk verminderen en misschien zelfs hebben voorkomen, maar is geen oplossing voor overstromingen boven- of benedenstrooms van Valkenburg. Wanneer ook op andere plaatsen tunnels worden aangelegd, dan kan dat zelfs tot hogere waterstanden benedenstrooms leiden (we noemen dat 'afwentelen'). Bij de aanleg van één tunnel, lijkt de mate van afwentelen mee te vallen (waterstanden benedenstrooms nemen slechts met een paar cm toe).
- Overstroming van het centrum van Valkenburg kan ook worden voorkomen door de kademuren langs de Geul 3 m hoog te maken (ongeveer 2 m hoger dan nu het geval is), doorgangen bij bruggen af te sluiten en de huizen die direct aan het water grenzen waterkerend te maken. Deze maatregel heeft daarmee een groot effect op de inrichting en beleving van het centrum van Valkenburg. Ook de realisatie van de maatregel kan problemen opleveren. Bescherming van Valkenburg met kademuren leidt bovendien tot veel hogere waterstanden, die ook bovenstrooms merkbaar zijn (opstuwning). Om te voorkomen dat de Geul bovenstrooms buiten haar oevers treedt en het water achterlangs naar Valkenburg stroomt, moeten dijken worden aangelegd tot 2,5 km bovenstrooms van Valkenburg.
- Uit de modelberekeningen bleek dat de bruggen in Valkenburg ieder voor 10 tot 30 cm opstuwning zorgen. Wanneer deze bruggen tijdens hoogwater zouden kunnen worden opgetrokken, dan leidt dat tot lagere waterstanden. Het effect op de waterstanden is niet in detail onderzocht, maar is te weinig om overstroming van het centrum, in situaties zoals juli 2021, volledig te voorkomen.
- Als vierde maatregel is gekeken naar herinrichting van de zones langs de Geul in het centrum van Valkenburg. Daarbij is aangenomen dat de oevers langs de Geul over een breedte van 40 m worden verlaagd. Dit vergroot het doorstroomoppervlak van de Geul. Zo'n getrappt profiel wordt een accoladeprofiel genoemd. Een voorbeeld van zo'n profiel is te zien in Figuur 3.5. In dit voorbeeld zijn de lager gelegen zones langs de beek ingericht als natuurgebied. Wanneer geen sprake is van hoge afvoeren op de Geul, kunnen de gecreëerde lager gelegen zones langs de Geul in Valkenburg gebruikt worden voor terrassen. Deze maatregel is zeer ingrijpend voor het centrum van Valkenburg (een deel van de bestaande bebouwing langs de Geul moet worden verwijderd) en leidt alleen tot een afname van de overstromingen in het centrum van Valkenburg. In andere delen van Valkenburg en boven- of benedenstrooms van de stad verandert er bijna niets.



Figuur 3.5 Een voorbeeld van een accoladeprofiel, waarbij de lager gelegen zones langs de beek zijn ingericht als natuur (figuur overgenomen van <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR406842>)

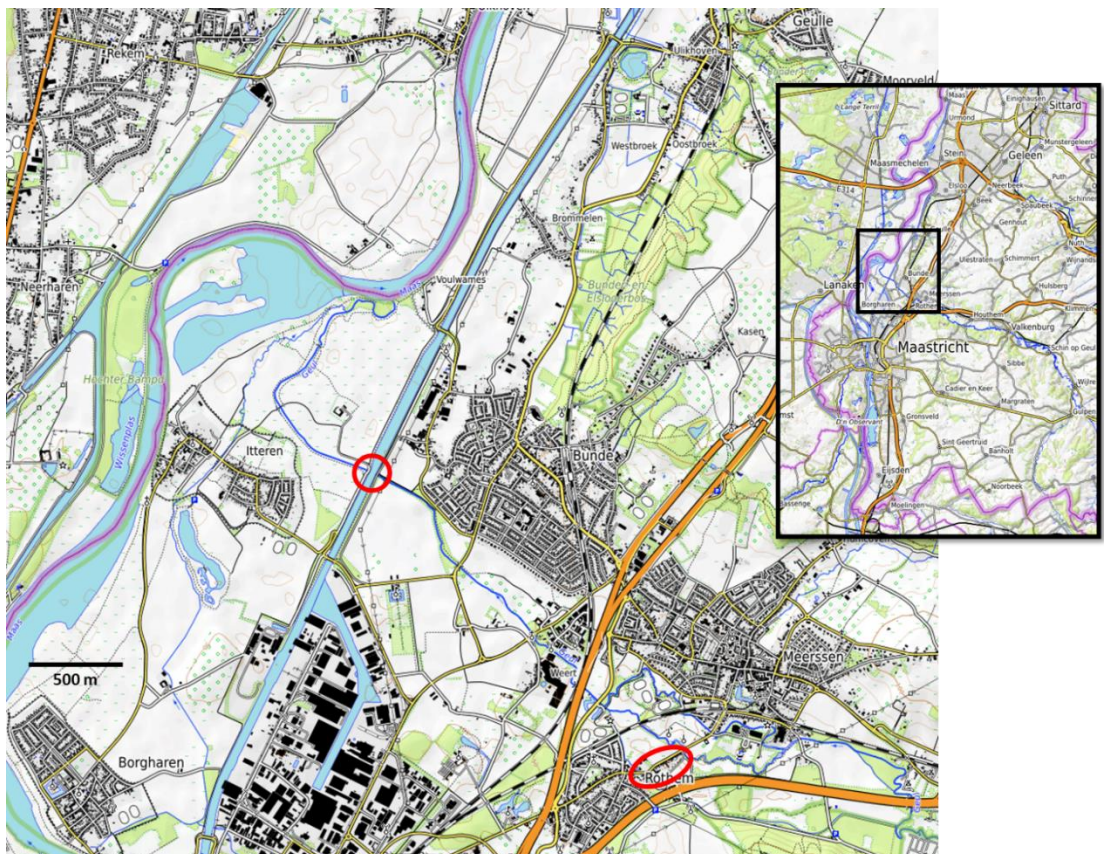
- De aanleg van extra waterbuffers bovenstrooms van Valkenburg zou ook bij kunnen dragen aan het verminderen van de overstromingen in Valkenburg. Om overstromingen in Valkenburg bij een situatie zoals in juli 2021 te voorkomen zou minimaal 6 tot 10 miljoen m³ water geborgen moeten worden. Ter illustratie: hiervoor is een oppervlakte nodig van circa 1400 voetbalvelden, aangenomen dat deze 1 meter diep onder water komen te staan. Regenwaterbuffers hebben wel als voordeel dat alle benedenstrooms gelegen gebieden, langs de hele Geul, er baat bij hebben.

4 Geulmonding (Meerssen, Bunde, Brommelen en Westbroek)

4.1 Via een sifon wordt water uit de Geul afgevoerd naar de Maas

De casestudie Geulmonding betreft het gebied tussen Meerssen en Westbroek/Geulle en gaat in op de overstromingen die zich daar hebben voor gedaan (zowel bij Meerssen 'Tussen de Bruggen' als aan de oostkant van het Julianakanaal tussen Bunde en Westbroek/Geulle). De focus bij deze casestudie lag op het functioneren van de sifon onder het Julianakanaal. De belangrijkste vraag was of blokkades van dit sifon de overstromingen ten oosten van het Julianakanaal zouden hebben kunnen verergerd.

Figuur 4.1 toont het gebied nabij de monding van de Geul, ten noorden van Maastricht. In het oosten van Meerssen splitst de Geul zich in drie takken: de Geul (in het noorden), de Klein Geul (in het midden) en het Geulke (in het zuiden) (Figuur 4.1). Benedenstrooms komen deze takken weer samen. De Geul wordt dan via bruggen onder de A2 en een aantal lokale wegen door geleid, waarna het water uit de Geul via een sifon onder het Julianakanaal doorgaat en ten noorden van Itteren uitstroomt in de Maas. De sifon is 76 m lang en bestaat uit 5 parallelle buizen die ieder 2,5 m breed zijn. Aan de bovenzijde (oostkant) van de sifon zijn schuiven geplaatst. Deze worden gebruikt wanneer onderhoud gepleegd wordt en er geen water door mag stromen. Een foto van de sifon is te zien in Figuur 4.2.

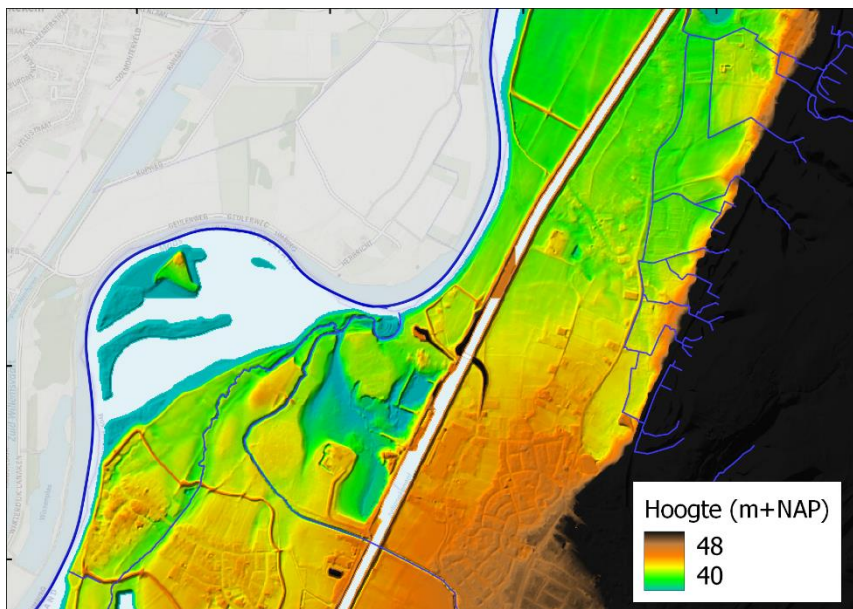


Figuur 4.1 Monding van de Geul nabij Meerssen en Bunde (bron: OpenTopoMap). Rode cirkel rechtsonder: Tussen de Bruggen, rode cirkel in het midden: sifon onder het Julianakanaal



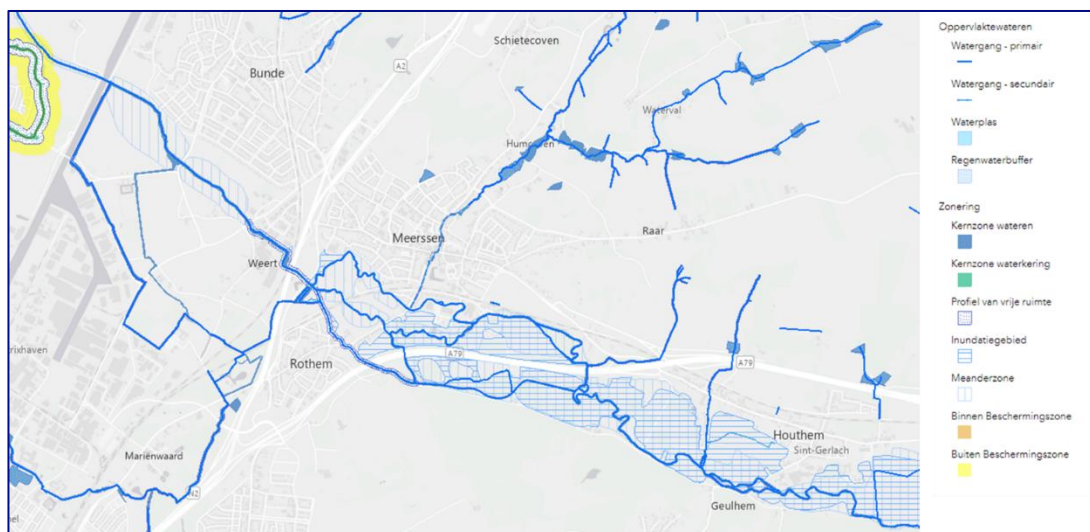
Figuur 4.2 Foto van de sifon onder het Julianakanaal, gezien vanaf de oostzijde tijdens lage afvoercondities (foto 4 februari 2022, N. Asselman)

Het gebied van de monding van de Geul helt af naar het westen (richting de Maas), maar ook naar het noorden. Een kaartje met de hoogteligging van dit gebied is te zien in Figuur 4.3. Het hoger gelegen Maasterras in het oosten ligt op meer dan NAP+100 m. In westelijke richting neemt de hoogteligging snel af. Nabij de sifon onder het Julianakanaal bedraagt de hoogteligging ongeveer NAP+44,7 m. Langs het Julianakanaal neemt de hoogte in noordelijke richting geleidelijk af tot minder dan NAP+41 m ten noordwesten van Geulle. Doordat het gebied niet alleen van oost naar west afloopt, maar ook van zuid naar noord, en het bovendien is begrensd is door de dijk van het Julianakanaal, ontstaat hier een ingesloten gebied ('badkuip'). Onder normale omstandigheden stroomt water uit dit gebied via lokale beken en duikers onder het Julianakanaal door naar de Maas. Bij hoogwater op de Maas wordt het water met tijdelijke pompen weg gepompt.



Figuur 4.3 Hoogtemodel met reliëf rondom de Geulmonding (bron: AHN3, eerste kwartaal 2018)

Meerssen heeft, net als Valkenburg, grotendeels een beschermingsnorm van 1:25 per jaar. Dat betekent dat de Geul een hoogwater met een herhalingstijd van ongeveer 25 jaar veilig moet kunnen afvoeren. Het waterschap heeft echter ook gebieden aangewezen die vaker mogen overstromen. Dit zijn de zogenaamde inundatiegebieden (horizontaal gearceerde gebieden in Figuur 4.4).



Figuur 4.4 Uitsnede van de legger van Waterschap Limburg ter hoogte van de Geul bij Meerssen. Horizontaal gearceerde gebieden zijn inundatiegebieden
(bron: <https://www.waterschaplimburg.nl/uwbuurt/kaarten-meetgegevens/leggerkaart/>)

4.2 Overstromingen juli 2021

4.2.1 Ongunstige samenloop van hoogwater op de Geul en de Maas

Tegelijkertijd met het hoogwater op de Geul was ook sprake van hoogwater op de Maas. De maximum afvoer op de Maas bedroeg ruim 3300 m³/s. De bijbehorende herhalingstijd van deze afvoer is ongeveer 100 jaar. Op basis van waterstandsmetingen en modelberekeningen is bepaald dat de maximale waterstand van de Maas nabij de monding van de Geul ongeveer NAP+44,1 m is geweest.

Helaas zijn geen goede metingen beschikbaar voor de afvoer van de Geul bij Meerssen. Een meetpunt bij Bunde registreerde gedurende langere tijd een afvoer van 55 m³/s, maar er zijn twijfels over de nauwkeurigheid van deze metingen. Door het waterschap werd de afvoer bij Meerssen geschat op 85 à 100 m³/s. Volgens het model dat ook gebruikt is voor de berekeningen bij Valkenburg, bedroeg de piekafvoer bij Valkenburg nog 135 m³/s, maar nam de afvoer vervolgens af tot 110 m³/s bij Meerssen. Deze afname is waarschijnlijk veroorzaakt doordat grote gebieden in het Geuldal zijn overstroomd. Een deel van het water is hier dus tijdelijk 'gebufferd'.

De kans dat een hoogwater op de Geul, zoals afgelopen zomer, samenvalt met een hoogwater op de Maas is niet bekend, maar is in ieder geval veel kleiner dan 1:100 per jaar. Zo was er in 1993 en 1995 sprake van hoogwater op de Maas, maar bleef de afvoer op de Geul beperkt tot respectievelijk 26 m³/s en 32 m³/s. In juli 2021 was dus sprake van een zeer ongunstige samenloop van hoogwater op de Geul en de Maas.

De hoge afvoer op de Geul en de opstuwning van de waterstanden vanaf de Maas zorgden voor hoge waterstanden in het mondingsgebied van de Geul. De herhalingstijd behorend bij deze waterstanden wordt geschat tussen de 100 en 1000 jaar.

4.2.2 Grootschalige overstromingen vanuit de Geul

De hoge waterstand op de Maas, in combinatie met de hoge afvoer op de Geul, heeft bij de sifon onder het Julianakanaal gezorgd voor opstuwung. Uit modelberekeningen blijkt dat de sifon een afvoercapaciteit heeft van ongeveer 85 m³/s. Dat betekent dat overstromingen op kunnen treden wanneer de afvoer op Geul meer is dan 85 m³/s. In juli 2021 werd ter plaatse maximaal ongeveer 110 m³/s water door de Geul aangevoerd. Dat is meer dan de sifon in een ideale situatie (zonder drijfvuil bovenstrooms van de sifon en met lage waterstanden op de Maas) af kan voeren.

Wanneer de uiterwaarden langs de Maas overstromen, dan neemt de capaciteit van de sifon af. Als de waterstand op de Maas NAP+44 m bedraagt (zoals afgelopen zomer), dan neemt de afvoercapaciteit af tot ongeveer 55 m³/s. Dit is ongeveer de helft van de afvoer van de Geul in juli 2021.

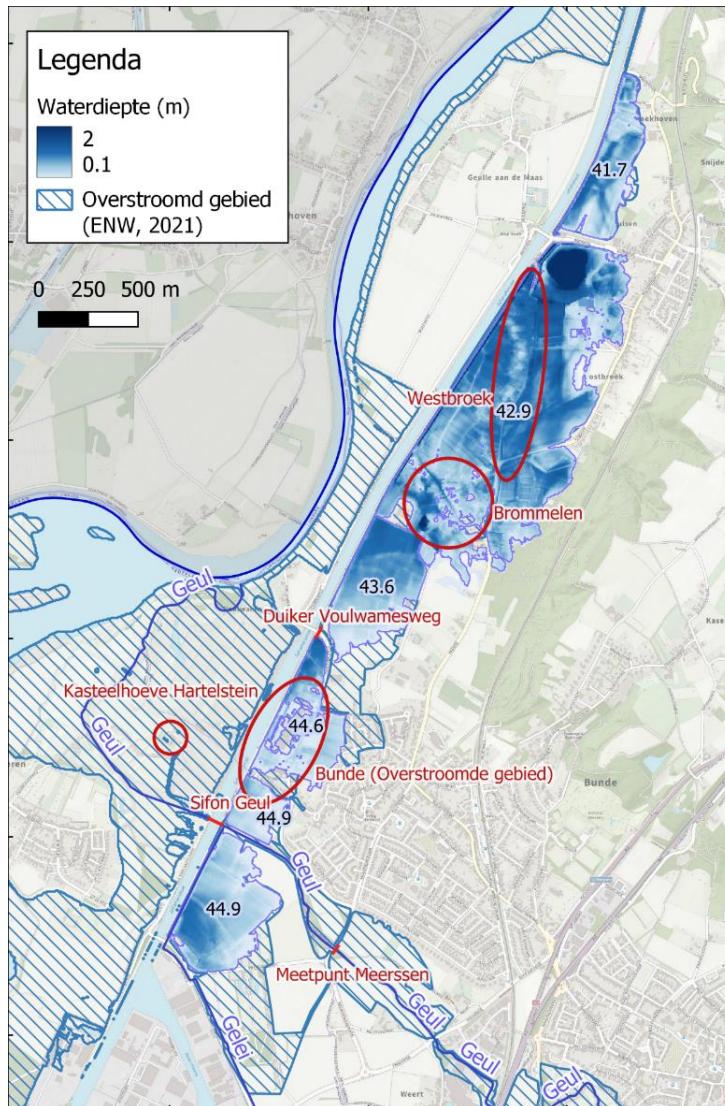
Zoals te zien is in Figuur 4.5 (linker foto) verzamelde zich tijdens het hoogwater veel drijfvuil (hout) voor de sifon. Na het hoogwater heeft Rijkswaterstaat ook grote hoeveelheden slib uit de sifon verwijderd. Dit doet vermoeden dat de afvoercapaciteit van de sifon nog verder was afgenomen. Uit een video die is gemaakt van de stroming uit de sifon (rechts in Figuur 4.5) blijkt ook dat twee buizen niet goed mee stroomden.



Figuur 4.5 Links: drijfvuil bij de inlaat van de sifon na afloop van het hoogwater van juli 2021 (Foto ontvangen van Waterschap Limburg). Rechts: beeld uit een video van de uitlaat van de sifon op 14 juli. Met pijlen is aangegeven welke openingen duidelijk water afvoer (grote pijlen) en bij welke openingen dit niet zichtbaar is (kleine pijlen)

De gedeeltelijke verstopping van de sifon met sediment en drijfvuil heeft de opstuwung bovenstrooms van de sifon verergerd. Volgens waarnemingsverslagen leidde dit tot waterstanden van ongeveer NAP+45 m. Omdat de omringende gebieden lager liggen, stroomde de Geul buiten haar oevers, waarna het water aan de oostkant van het Julianakanaal naar het noorden afstroomde. Dit heeft geleid tot grootschalige overstromingen langs het Julianakanaal bij Bunde, Brommelen, Westbroek en Broekhoven (Figuur 4.6). Lokaal werden waterdieptes van meer dan 2 m bereikt. Zonder verstopping van de sifon zou ook sprake zijn geweest van grootschalige overstromingen in dit gebied, maar zouden waterdieptes mogelijk iets kleiner zijn gebleven.

Gebieden ver ten noorden van de Geul konden overstroomd doordat het gebied in noordelijke richting afloopt. Bij wegen en brugoplopen werd het water geremd, maar kon het uiteindelijk over de weg en via duikers toch steeds verder naar het noorden stromen. De stroming door de duiker bij de Voulwamesweg heeft tijdens het hoogwater tot verwarring geleid. Men was bang dat het water dat hier uit de grond kwam afkomstig was uit de Maas of het Julianakanaal en dat de dijk langs het kanaal hierdoor zou kunnen bezwijken. Het bleek echter te gaan om stroming door een duiker in de kwelsloot parallel aan het kanaal, waarvan de aanwezigheid niet bekend was.



Figuur 4.6 Berekende waterstanden en overstromingsdieptes voor de 'badkuipen' bij Bunde, Brommelen en Westbroek. De gearceerde vlakken tonen het werkelijk overstroomde gebied, zoals dat is bepaald op basis van onder meer luchtfoto's

De overstromingen bij 'Tussen de Bruggen' in Meerssen werden veroorzaakt door het hoogwater op de Geul zelf. De waterstanden op de Maas en de werking van de sifon hebben hier geen invloed.

4.2.3 Waarschijnlijk beperkte bijdrage grondwater

Grondwaterstanden in de omgeving van Bunde reageren sterk op de waterstanden op de Maas: als de waterstand op de Maas flink omhoog gaat, dan is dat 1 dag later terug te zien in de grondwaterstanden. De vraag die voorligt is of de hoge grondwaterstanden kunnen hebben bijgedragen aan de overstromingen. Voor het hoogwater van afgelopen zomer geldt dat het water vooral afkomstig was uit de Geul. Dat wil echter niet zeggen dat dat altijd zo is. Zo was op 29 juni 2021 ook sprake van wateroverlast in Bunde. Daarbij kwam onder meer het treinstation onder water te staan. Die wateroverlast had niets te maken met hoogwater op de Geul, maar vooral met oppervlakkige afstroming van overtollig regenwater (er viel daar op die dag ruim 70 mm neerslag, waarvan het merendeel 's avonds tijdens een bui van 2 uur). Om de bijdrage van hoogwater uit de Geul, grondwater en oppervlakkige afstroming vanaf de Maasterrassen beter te kunnen kwantificeren is een veel uitgebreidere en gedetailleerde modelstudie nodig dan haalbaar was binnen deze casestudie-analyse.

4.3 Mogelijke maatregelen

De hoge waterstanden op de Maas in combinatie met de hoge afvoer op de Geul hebben geleid tot hoge waterstanden ten oosten van het Julianakanaal. In het kader van deze casestudie-analyse is een aantal mogelijke maatregelen verkend:

- Bedijking van de benedenloop van de Geul verkleint de kans op overstromingen van het gebied aan de oostkant van het Julianakanaal. Overstroming zal dan pas gebeuren wanneer de waterstand bij de Geulmonding hoger wordt dan de hoogte van de aangelegde dijk. Deze hogere waterstanden vergroten daarnaast ook de afvoercapaciteit van de sifon. Bedijking kent echter ook nadelen: het leidt tot lokaal hogere waterstanden, waardoor het gebied ten zuiden van de Geul (wanneer hier geen dijk wordt neergelegd) meer zal overstromen. Ook bovenstreams zullen de waterstanden toenemen (opstuwning). Bedijking kan worden gerealiseerd als permanente maatregel (een waterkering gemaakt van grond), maar ook als tijdelijke (nood)maatregel met *big bags*.
- Water kan tijdelijk worden geborgen in een buffer of retentiegebied. Wanneer men op die manier de overstromingen van afgelopen zomer had willen voorkomen, dan had veel meer dan 1 miljoen m³ geborgen moeten worden. Daarvoor is een retentiegebied met een zeer groot oppervlak nodig. Het volume van een retentiegebied kan worden vergroot door het gebied af te graven, maar dan moet men wel zien te voorkomen dat het al vol (grond)water staat voordat de afvoerpiek op de Geul zich aandient. Uit metingen blijkt namelijk dat het grondwater afgelopen zomer zeer snel reageerde op de gevallen neerslag en de hoge waterstanden op de Geul en de Maas.
- De afvoercapaciteit van de sifon zou kunnen worden vergroot door een extra buis aan te leggen. Bij één extra buis neemt de afvoercapaciteit met 20% toe.
- Via een hevel¹ zou water kunnen worden afgevoerd naar het Julianakanaal. De eerste verkenning laat zien dat het Julianakanaal een lozing van 20 m³/s veilig af zou moeten kunnen voeren. Wanneer de waterstand op het Julianakanaal tijdelijk wordt verlaagd, dan kan al bij lagere waterstanden op de Geul water via een hevel worden afgevoerd.
- Omdat de afvoercapaciteit van de sifon fors afneemt als 1 of meer buizen geblokkeerd zijn, lijkt het goed om drijfvuil en hout bovenstreams af te vangen of bij de ingang van de sifon weg te scheppen. Dit zou mogelijk op een manier kunnen die vergelijkbaar is met de krooshekken bij gemalen.

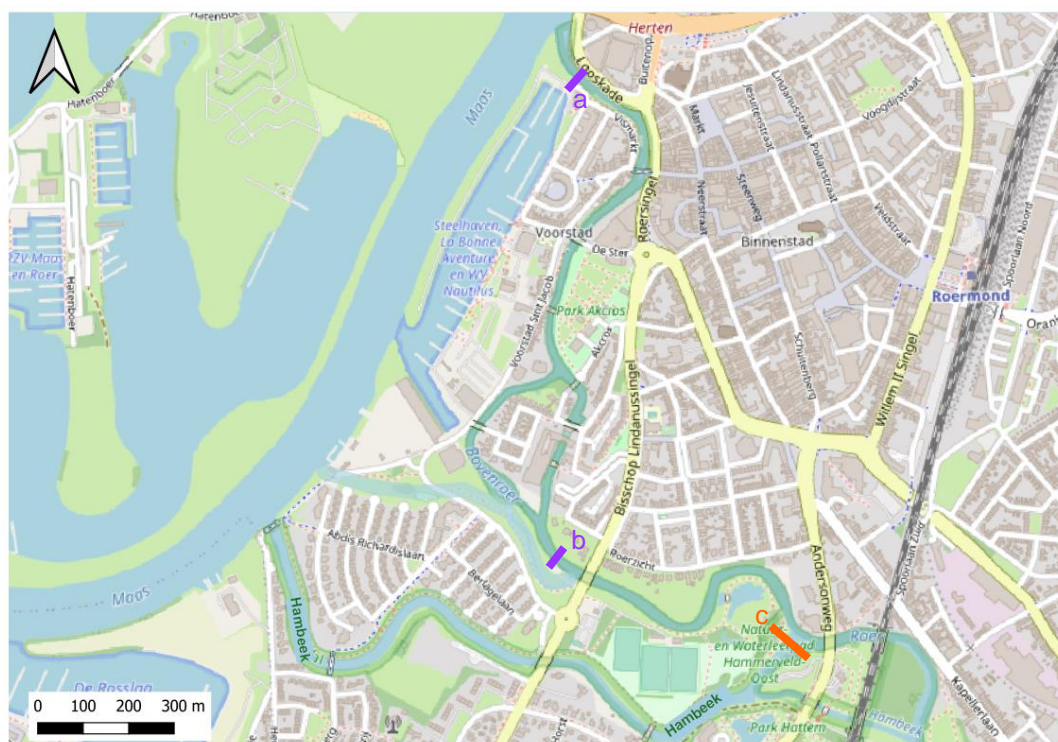
¹ De werking van een hevel is vergelijkbaar met het slangetje waarmee men bijvoorbeeld een aquarium leeg kan laten lopen in een lager staande emmer. De slang hangt in het aquarium, nadat men even aan het andere uiteinde van de slang heeft gezogen begint het water vanzelf te stromen. Dit gaat net zo lang door totdat het aquarium leeg is, of totdat de waterstand in het aquarium gelijk is aan de waterstand in de emmer. Wanneer de waterstand op de Geul hoger is dan de waterstand op het Julianakanaal (NAP+41,1 m) kan met de hevel water op het Julianakanaal worden geloosd. De stroming moet alleen met een pomp op gang worden gebracht.

- Overstroming van woningen aan de zuidkant van de straat Tussen de Bruggen kan mogelijk worden voorkomen door een permanente of tijdelijke waterkering tussen de woningen en het inundatiegebied. In hoeverre dit op andere plaatsen tot hogere waterstanden kan leiden is niet onderzocht. Tijdens zeer extreme hoogwaters (zoals in juli 2021) zal het echter ook nodig zijn om maatregelen te treffen aan de voorkant van de woningen.

5 Roermond

5.1 Een Roer-overlaat om water van de Roer efficiënter af te kunnen voeren naar de Maas

Bij de stad Roermond stroomt de Roer uit in de Maas. De Roer nadert de stad vanuit het zuiden. Ten zuiden van het centrum splitst de Roer zich in de Roer, die verder gaat in noordwestelijke richting, en de Hambeek die via een iets zuidelijkere loop naar de Maas stroomt (zie Figuur 5.1). Om te voorkomen dat de voorstad van Roermond bij hoge waterstanden op de Maas onder water loopt, zijn op twee plaatsen keersluizen gebouwd (locatie a en b in Figuur 5.1). Deze deuren sluiten bij hoge Maaswaterstanden. Een foto van de noordelijke keersluizen is te zien in Figuur 5.2.



Figuur 5.1 Kaart van de monding van de Roer in de Maas. De paarse lijnen tonen de locaties van de keersluizen (a=noordelijke keersluis, b= zuidelijke keersluis). De oranje lijn (c) toont stuw Hoge Bat die het water verdeelt tussen Roer en Hambeek



Figuur 5.2 Foto van het centrum van Roermond, tijdens het hoogwater van juli 2021. De foto is genomen vanaf de Maas kijkend naar het centrum van Roermond. De gesloten sluisdeuren, met links daarvan de gesloten coupures op de Looskade, zijn duidelijk zichtbaar. Het water op de Maas stond maximaal ongeveer 1,5 m hoger dan het water op de Roer in de binnenstad van Roermond

Als de deuren in de keersluizen gesloten worden, moet al het water uit de Roer worden afgevoerd via de Hambeek. Omdat dit tot hoge waterstanden kan leiden op de Hambeek en op de Roer bovenstrooms van de zuidelijke keersluis, is een bypass aangelegd. Deze bypass is beter bekend als de Roer-overlaat, soms ook Groene Rivier genoemd.

Onder normale omstandigheden stroomt er geen water door de Roer-overlaat, maar bij hoge waterstanden op de Maas in combinatie met een hoge afvoer op de Roer kan de overlaat worden ingezet door de inlaatdrempel af te graven. Ook de drempel halverwege de overlaat (Burgemeester Hoppenerlaan) en bij het uitstroompunt in de Maas (Voorstad Sint Jacob) moeten worden afgegraven. De locaties waar gegraven moet worden zijn te zien in Figuur 5.3. Een deel van de Roerafvoer kan dan via de overlaat naar de Maas stromen.



Figuur 5.3 Locaties waar graafwerk uitgevoerd moet worden bij inzet van de groene rivier (groene stippellijnen) en de locatie van de gesimuleerde dijkdoorbraak (rode lijn). De zuidelijke keersluis ligt bij het paarse lijntje (b)

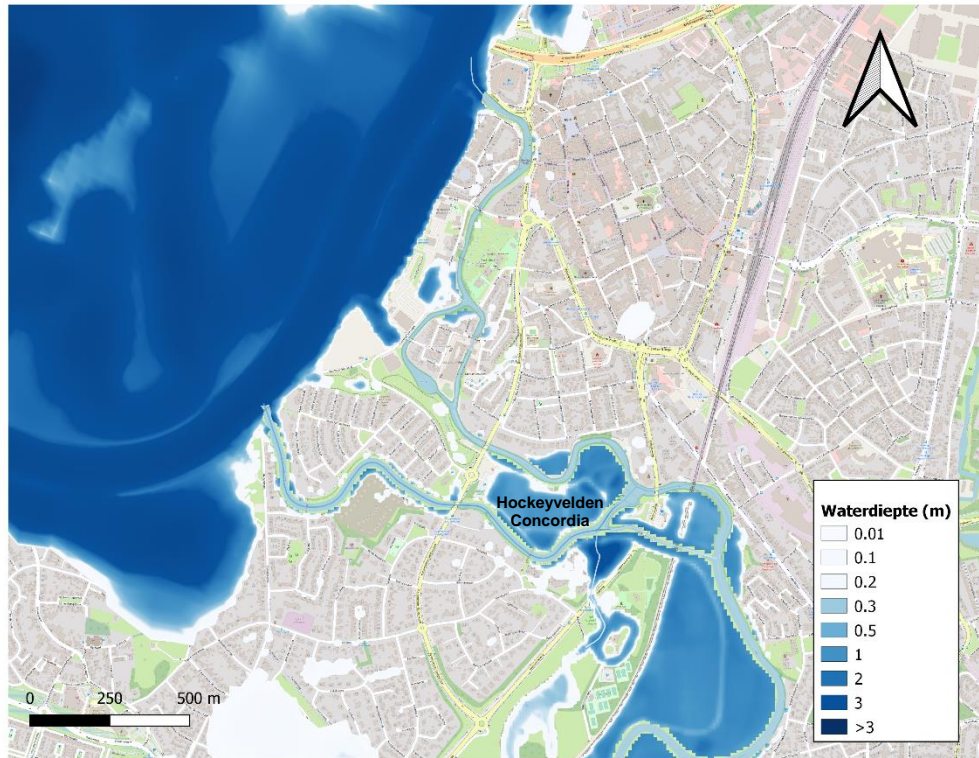
Tijdens het hoogwater van juli 2021 is de Roer-overlaat niet ingezet, omdat de waterkeringen langs de overlaat mogelijk niet sterk genoeg zouden zijn om het water te keren²². Vooral wanneer de waterkering aan de noordkant van de Roer-overlaat zou bezwijken (de rode lijn in Figuur 5.3), zou dat grote gevolgen kunnen hebben voor de binnenstad van Roermond. De binnenstad zou dan alsnog gedeeltelijk kunnen overstromen.

5.2 Hoogwater juli 2021

5.2.1 Hoogwater op de Maas leidt tot hoge waterstanden in de Roermond

Tijdens het hoogwater van juli 2021 was sprake van zowel een hoge afvoer op de Roer (waarschijnlijk tussen de 220 en 260 m³/s) als een hoge afvoer op de Maas (ruim 3300 m³/s bij Borgharen). Dit leidde tot zeer hoge waterstanden in de Roermond. Zo werd bij stuw Hoge Bat (bij de splitsing van de Roer en de Hambeek) een piekwaterstand van ongeveer NAP+21,5 m gemeten. Deze waterstand was zo hoog dat de hockeyvelden van hockeyclub Concordia zijn overstroomd (Figuur 5.4) en bewoners langs de Hambeek uit voorzorg zijn geëvacueerd.

²² Bij de laatste beoordeling van de waterkeringen door het waterschap zijn deze dijken afgekeurd.



Figuur 5.4 Berekende overstromde gebieden en waterdieptes langs de Roer en Hambeek bij Roermond. De gebieden aan de oostkant van het spoor zijn inundatiegebieden, deze behoren onder water te lopen bij hoge waterstanden op de Roer en de Maas

Met behulp van modelsimulaties is vastgesteld dat de hoge waterstanden in de Roermonding vooral het gevolg zijn van hoge waterstanden op de Maas. Wanneer de afvoer op de Maas 250 m³/s bedraagt dan wordt de waterstand bij stuw Hoge Bat bij een hoge afvoer op de Roer van 220 m³/s maar ongeveer NAP+20 m. Tabel 5.1 laat zien welke waterstanden berekend worden in de Roermonding bij verschillende combinaties van Roer- en Maasafvoer. Bij de hoogste doorgerekende afvoer op de Maas worden de waterstanden op de Maas zo hoog dat grote delen van de Roermonding overstromen.

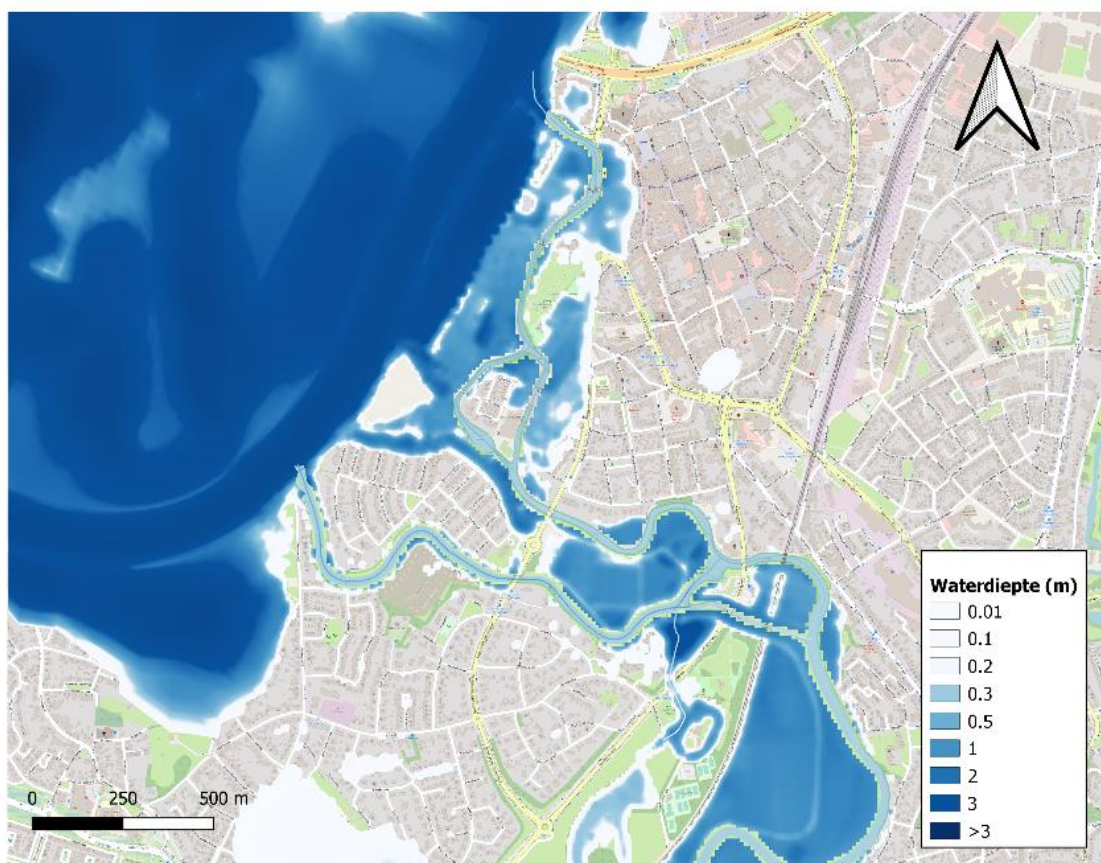
Tabel 5.1 Maximale waterstanden berekend bij de balgstuw Hoge Bat (splitsing Roer en Hambeek) bij verschillende Maas- en Roerafvoeren. De getallen tussen haakjes geven de waterstandsverlaging weer bij het inzetten van de Roer-overlaat

Waterstanden Hoge Bat (m + NAP)		Maasafvoer bij Borgharen (m ³ /s)				
		4810	3260	2300	1500	250
Roerafvoer bij Stah (m ³ /s)	220	22,40 (0,06)	21,51 (0,20)	20,91 (0,08)	20,10 (-)	20,07 (-)
	195	22,25 (0,02)	21,31 (0,14)	20,54 (-)	19,91 (-)	19,89 (-)
	120	22,23 (0,02)	21,04 (0,06)	20,20 (-)	19,66 (-)	19,66 (-)
	85	22,20 (0,01)	20,93 (0,04)	20,04 (-)	19,59 (-)	19,60 (-)

5.2.2 Gevolgen van inzet Roer-overlaat

Wanneer de Roer-overlaat wordt ingezet, dan leidt dat tot lagere waterstanden op de Roer en de Hambeek. De waterstandsdeling die is berekend met het model bij de splitsing tussen de Roer en de Hambeek staat tussen haakjes in Tabel 5.1. Bij het hoogwater van afgelopen zomer had inzet van de groene overlaat kunnen leiden tot maximaal 20 cm lagere waterstanden. Bij lage afvoeren op de Maas heeft de Roer-overlaat geen effect omdat de waterstanden in de Roermondning dan te laag blijven. De overlaat stroomt dan niet goed in. Bij zeer hoge afvoeren op de Maas neemt de effectiviteit ook af omdat grote delen van de Roermondning dan sowieso overstromen. De overlaat is dus het meest effectief bij hoge afvoer op de Roer in combinatie met een hoogwater op de Maas zoals zich dat afgelopen zomer voordeed.

Hoewel inzet van de Roer-overlaat tot 20 cm lagere waterstanden had kunnen leiden, zou de schade in de Roermondning niet of nauwelijks minder zijn geweest. Zo zouden de hockeyvelden ook bij die waterstand zijn overstromd. Inzet van de Roer-overlaat zou wel tot extra kosten hebben geleid, omdat de afgegraven drempels en dijkjes na het hoogwater zouden moeten worden hersteld. Bovendien had het geleid tot grotere risico's voor de binnenstad van Roermond. Wanneer de noordelijke dijk langs de overlaat zou zijn doorgebroken, dan had dat geleid tot overstroming van de Voorstad en delen van het centrum van Roermond (Figuur 5.5).



Figuur 5.5 Berekende waterdieptes en overstromde gebieden die op zouden treden wanneer de Roer-overlaat zou zijn ingezet en de noordelijke dijk langs de overlaat zou zijn bezweken (de doorbraaklocatie die is aangenomen in het model is te zien in Figuur 5.3)

Geconcludeerd wordt dat inzet van de Roer-overlaat de waterstanden met 20 cm had kunnen verlagen, maar dat dit niet tot minder schade had geleid (de hockeyvelden zouden nog steeds zijn overstroomd). Er zouden wel extra kosten zijn gemaakt in verband met herstelwerkzaamheden aan afgegraven dijkjes in de Roer-overlaat. Ook had inzet van de overlaat geleid tot een toename van het overstromingsrisico in het centrum van Roermond.

5.2.3 Sluiting van de sluisdeuren in Roermond heeft geen effect op waterstanden in Duitsland

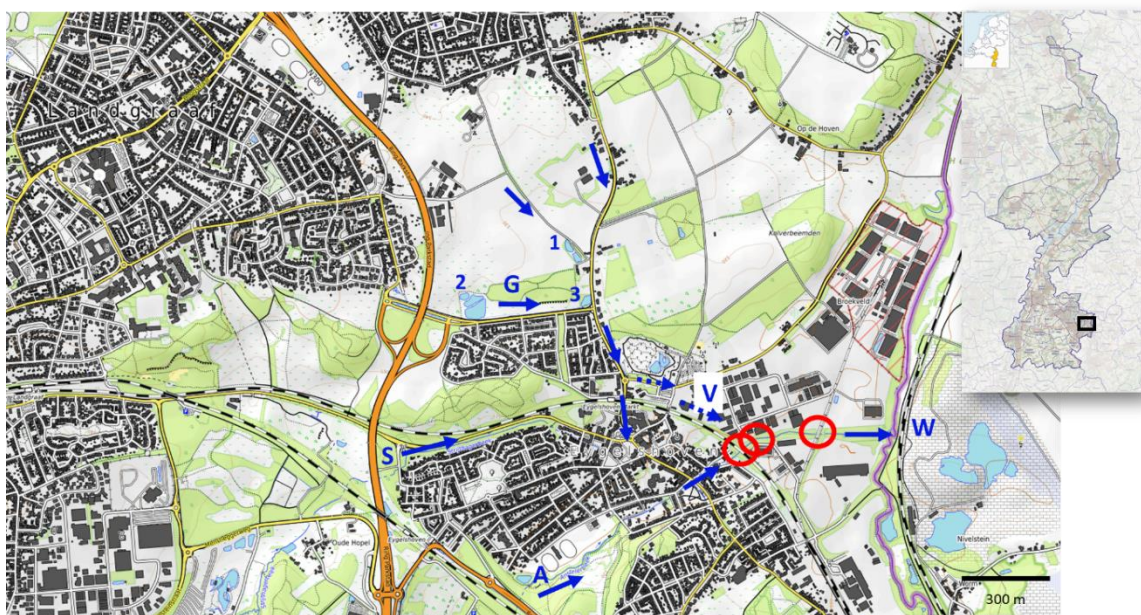
Het hoogwater op de Maas leidt tot opstuwung en hoge waterstanden in de Roerdelta. Door het sluiten van de keersluizen, nemen de waterstanden bovenstrooms van de zuidelijke keersluis nog iets verder toe. Uit modelberekeningen blijkt dat deze extra opstuwung direct bovenstrooms van de zuidelijke keersluis afgelopen zomer ongeveer 17 cm bedroeg. Nabij St. Odiliënberg (8 km bovenstrooms) was de opstuwung afgenomen tot minder dan een centimeter. Aangezien de Duitse grens zich op een afstand van ongeveer 19 rivierkilometers bevindt, concluderen we dat het sluiten van de keersluizen geen effect heeft gehad op de optredende waterhoogtes in Duitsland.

6 Eyselshoven

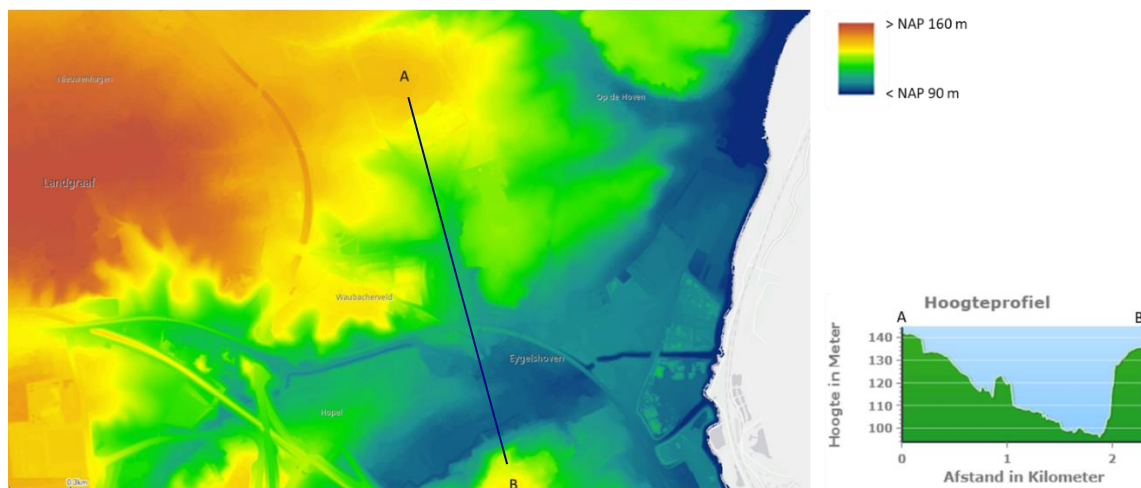
6.1 Punt waar meerdere beken samenkomen

Eyselshoven is een dorp met ruim 2000 inwoners dat behoort tot de gemeente Kerkrade in het zuidoosten van Zuid-Limburg (Figuur 6.1). De kern van het dorp ligt in een dal op een hoogte van circa NAP+100m (Figuur 6.2). Ten noorden, westen en zuiden van het dorp liggen hoger gelegen gebieden. Het reliëf heeft veel effect op de afstroming van water. Vanuit het zuidwesten wordt water aangevoerd via de Anselderbeek. De Strijthagerbeek komt vanuit het westen. In het centrum van Eyselshoven komt dit water samen. Het moet vervolgens worden afgevoerd via de Anselderbeek naar de Worm (Figuur 6.1). Aan de noordkant van de spoorlijn vindt de afwatering plaats door de Gravenweglossing en de Vlootsgraaf (G en V in Figuur 6.1). Om de aanvoer van water vanuit het noorden te beperken, is een aantal regenwaterbuffers aangelegd. Dit zijn de Groenstergracht, Gravenweg west en Gravenweg oost (nummers 1 t/m 3 in Figuur 6.1).

Eyselshoven heeft een beschermingsnorm tegen wateroverlast van 1:25 per jaar. Dat betekent dat het watersysteem zo moet zijn ingericht dat het een hoogwater met een herhalingstijd van ongeveer 25 jaar veilig moet kunnen worden afgevoerd naar de Worm, zonder dat dit tot schade leidt.



Figuur 6.1 Overzichtskartaal van omgeving Eyselshoven. Blauwe pijlen tonen de afstroomrichting. A=Anselderbeek, S=Strijthagerbeek, G=Gravenweglossing, V=Vlootsgraaf, W= Worm. Bestaande regenwaterbuffers: 1=Groenstergracht, 2=Gravenweg west en 3=Gravenweg oost. Belangrijke duikers in de Anselderbeek zijn aangegeven met een rode cirkel



Figuur 6.2 Hoogteligging van het gebied nabij Eygelshoven. Het hoogteprofiel ligt tussen punt A en B

6.2 Wateroverlast vooral bij zeer intense buien zoals op 29 juni 2021

6.2.1 Hoge neerslagintensiteit 29 juni leidt tot oppervlakkige afstroming

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 viel er op 29 juni 2021 in Eygelshoven extreem veel neerslag. De zwaarste bui viel in de avond: lokaal viel in 2 uur tijd tot maximaal 90 mm neerslag. Omdat het water niet snel genoeg in de grond weg kon zakken, stroomde een groot deel van de neerslag over de weilanden, akkers en wegen naar beneden richting Eygelshoven. Omdat er 's morgens ook al een forse bui was gevallen (lokaal ongeveer 30 mm), waren de regenwaterbuffers nog gedeeltelijk met water gevuld. Echter, ook als de buffers leeg waren geweest, dan zou de capaciteit onvoldoende zijn geweest om de regen die in de avond viel te bufferen.

Het water kwam niet alleen vanuit het noorden. Om een beeld te krijgen van de hoeveelheid water die via straten en beken naar Eygelshoven werd afgevoerd zijn modelberekeningen uitgevoerd. Uit deze berekeningen blijkt dat er in het totaal ruim 78.000 m³ water naar Eygelshoven stroomde. Dat is vergelijkbaar met de hoeveelheid water uit 20 olympische zwembaden. 1/3 deel van dit water kwam uit het noorden, 1/3 werd aangevoerd door de Anselderbeek en Strijthagerbeek en nog eens 1/3 kwam uit het zuiden.

De meeste schade werd veroorzaakt door het water dat vanuit het noorden, onder het spoor door naar Eygelshoven stroomde. Het water zorgde voor schade aan woningen en winkels. De hoge stroomsnelheden waarmee dit gepaard ging zorgden voor schade aan wegen.

In het centrum van Eygelshoven moest dit water samen met het water dat vanuit andere richting aan kwam stromen, via de Anselderbeek worden afgevoerd. Uit de modelberekeningen bleek dat de Anselderbeek hier niet op berekend was. Met name een aantal duikers (zie Figuur 6.1) was te klein en zorgde voor opstuwing. Hierdoor liep de waterdiepte in straten in het oosten van Eygelshoven, grenzend aan de Anselderbeek, op tot wel 60 cm.

6.2.2 Geen problemen in juli 2021

In de periode van 13 tot 15 juli 2021 viel een vergelijkbare hoeveelheid neerslag als op 29 juni 2021. Omdat de neerslagintensiteit veel geringer was, kon meer water in de grond wegzakken en stroomde er minder water over akkers, weilanden en straten. Alleen op 14 juli rond 16 uur werd het korte tijd spannend. Het regende toen zo hard dat er water op straat kwam te staan, maar voordat dit tot problemen kon leiden nam de neerslagintensiteit weer af.

Uit de vergelijking van de situatie in juni en in juli blijkt hoe gevoelig het watersysteem in Eyselshoven is voor verschillen in neerslagintensiteit. Wanneer de neerslagintensiteit onder een bepaalde kritieke waarde blijft kan de meeste regen infiltreren of tijdelijk worden geborgen. Als de neerslagintensiteit verder toeneemt, dan stroomt steeds meer regenwater over het oppervlak af richting Eyselshoven.

6.2.3 Analyses met 'standaard' buien

Om nog meer te leren over de werking van het watersysteem, is een extra berekening uitgevoerd met een standaard bui die gemiddeld eens in de 100 jaar voorkomt. We noemen dit een T100 bui. Bij deze bui valt over het hele gebied, in 2 uur tijd ruim 60 mm neerslag. De belangrijkste verschillen met de situatie op 29 juni zijn (1) het verschil in hoeveelheid neerslag (61 mm in plaats van lokaal maximaal 90 mm in 2 uur tijd) en (2) de voorgeschiedenis. Bij de standaardbui is aangenomen dat de aanwezige regenwaterbuffers leeg zijn, terwijl deze op 29 juni nog gedeeltelijk gevuld waren door de regen die in de ochtend was gevallen. Deze verschillen leiden tot een groot verschil in de hoeveelheid water die over en via weilanden, akkers, straten en beken wordt afgevoerd naar Eyselshoven. Volgens de modelberekeningen was dat op 29 juni ruim 78.000 m³ water. Bij deze standaardbui bleef het beperkt tot 10.400 m³. In juni viel lokaal dus maximaal 50% meer neerslag, maar stroomde er (volgens het model) 7,5 keer (700%) meer water af. Deze analyse laat nogmaals zien hoe gevoelig het watersysteem is voor verschillen in neerslagintensiteit.

Doordat er bij de T100 bui veel minder water via het oppervlak afstroomt, zijn de problemen in Eyselshoven minder groot. Daar komt bij dat het water dat uit eindelijk afstroomt naar de Anseldebeek veilig kan worden afgevoerd naar de Worm. De duikers in de Anseldebeek vormden bij deze bui geen knelpunt.

6.3 Mogelijke maatregelen

6.3.1 Afleiding van water ten noorden van het spoor

Om te voorkomen dat er bij een volgende zware regenbui veel water vanuit het noorden onder het spoor door naar het centrum van Eyselshoven stroomt, heeft de gemeente een aantal maatregelen gepland (en deels al uitgevoerd). Zo bevindt zich net ten noorden van het spoor een rotonde. Deze is nu schuin aangelegd, zodat het water makkelijker naar het oosten stroomt in plaats van naar het zuiden. Ook zijn werkzaamheden voorzien aan de weg ten noorden van het spoor die afwatering in deze richting nog verder moet verbeteren. Er stroomt dan meer water via de gestippelde pijlen in Figuur 6.1 naar de Vlootsgraaf en minder naar het centrum van Eyselshoven. Modelberekeningen laten zien dat de waterdieptes in het centrum daardoor soms meer dan 10 cm kleiner worden.

6.3.2 Mogelijk aanvullende maatregelen

Naast de effectbepaling van de reeds geplande maatregelen is voor Eygelshoven een aantal mogelijk aanvullende maatregelen globaal verkend. De verkenning van mogelijke aanvullende maatregelen leverde de volgende inzichten op:

- Bronmaatregelen zijn alle maatregelen die water vasthouden bij de bron en zo voorkomen dat de neerslag tot afstroming komt, of de afstroming vermindert. In bebouwd gebied kan dit bijvoorbeeld door water op te slaan in regentonnen, infiltratie te bevorderen en het afkoppelen of verwijdering van verhard oppervlak (ontstenen/vergroenen). In landelijk gebied zijn diverse maatregelen mogelijk in de agrarische bedrijfsvoering en op natuurterreinen om water vast te houden en meer te laten infiltreren. Wanneer wordt aangenomen dat over het hele stroomgebied bij Eygelshoven 10 mm neerslag extra zou kunnen infiltreren of tijdelijk zou kunnen worden vastgehouden, dan levert dat tot wel 25 cm lagere waterstanden op in de Anselderbeek. Het effect van deze maatregelen is dus heel groot. Daarbij moet worden opgemerkt dat 10 mm ook een grote hoeveelheid neerslag is. Alleen al in de bebouwde kom van Eygelshoven komt dit neer op 12.000 m³ water die geborgen of geïnfiltreerd moet worden. Voor een huis met een beganegronddoppervlak van 50m² (een gemiddeld rijtjeshuis), zijn dan al snel 2 grote regentonnen nodig, die aan het begin van de bui ook nog helemaal leeg moeten zijn.
- De aanleg van extra waterbuffers kan effectief zijn bij de T100 bui omdat hier de totale afstroming beperkt was. Bij een bui zoals gevallen op 29 juni zouden zeer veel buffers nodig zijn om al het water te bergen.
- Het vergroten van de duikers in de Anselderbeek zodat ze minimaal 5 m breed en 4 m hoog zijn, leidt (bij de bui van 29 juni) tot een halvering van de waterdieptes in het oostelijke deel van het centrum van Eygelshoven (in de straten die grenzen aan de Anselderbeek). Bij de T100 bui heeft deze maatregel nauwelijks een effect omdat de duikers bij deze standaard bui groot genoeg zijn om het water af te voeren.

7 Conclusies

De eerste analyses die zijn uitgevoerd in het kader van de watersysteemevaluatie Zuid-Limburg laten zien dat in de zomer van 2021 sprake was van een aantal extreme neerslagsituaties die hebben geleid tot wateroverlast en grootschalige overstromingen. Met modelberekeningen is een aantal maatregelen verkend die het overstromingsrisico zouden kunnen beperken. Sommige maatregelen hebben een grote invloed op het landschap. Geen van de onderzochte maatregelen is in staat om wateroverlast tijdens een neerslaggebeurtenis zoals in juli 2021 volledig te voorkomen. Tijdens de systeembrede evaluatie, die tot het einde van dit jaar loopt, zal daarom op systeemniveau gezocht worden naar combinaties van maatregelen die de risico's kunnen verkleinen. Daarbij zal ook rekening worden gehouden met eventuele effecten op het Limburgse landschap. Op basis van de eerste analyses voor de vier casestudies worden de volgende conclusies getrokken.

Extreem veel neerslag

In juli viel in Zuid-Limburg lokaal meer dan 160 mm neerslag in 48 uur. In de Ardennen viel op een aantal locaties zelfs meer dan 250 mm in 48 uur. In het stroomgebied van de Geul viel gemiddeld 128 mm neerslag. De meeste neerslag viel in het Belgische deel van het stroomgebied. De herhalingstijd van deze extreme neerslaggebeurtenis wordt voor de Geul geschat op 900 jaar. Bij het afleiden van die herhalingstijd is echter gebruik gemaakt van de gemiddelde Nederlandse statistiek, waarbij geen rekening is gehouden met orografische effecten (de kans op grote hoeveelheden neerslag is groter in het heuvelland dan in vlakke gebieden). Daardoor kan deze herhalingstijd met een factor 2 zijn overschat. Rekening houdend met orografische effecten zou de herhalingstijd ongeveer 500 jaar zijn. Door klimaatverandering kan een bui zoals gevallen in juli 2021 nog vaker voorkomen. In 2050 kan dat 3 keer vaker zijn en in 2085 kan dat zelfs wel 6 keer zo vaak zijn als nu.

Ook op 29 juni was sprake van een extreme neerslagsituatie. Het gebied nabij Eyselshoven (aan de oostkant van Zuid-Limburg) viel die dag tot maximaal 140 mm in 24 uur. De zwaarste bui viel in de vroege avond: lokaal maximaal 90 mm in 2 uur. De herhalingstijd van deze bui is geschat op ongeveer 350 jaar. Tot 2050 kan de herhalingstijd afnemen tot 175 jaar.

Hoge afvoeren op de Geul en overstromingen bij Valkenburg

De extreme hoeveelheid neerslag in juli 2021 leidde tot zeer hoge afvoeren op de Geul en de Roer. Modelberekeningen laten zien dat de piekafvoer van de Geul bij Valkenburg ongeveer 135 m³/s was. Dat is ruim 30 keer meer dan de gemiddelde afvoer op de Geul! Het meeste water (ongeveer 90 m³/s) kwam uit België. In België kwam bijna 60% van de gevallen neerslag tot afstroming. Voor het *hele* stroomgebied van de Geul geldt dat ruim 30% van de gevallen neerslag naar de Maas is afgevoerd. Een groot deel van de gevallen neerslag is dus 'gebufferd', onder meer in de bodem en in de overstroomde gebieden langs de Geul.

De hoge afvoer op de Geul heeft geleid tot grootschalige overstromingen langs de hele Geul. Ook het centrum van Valkenburg liep onder water. Gemeten waterdieptes bedroegen daar ongeveer 1,25 m.

Verkenning mogelijke maatregelen Valkenburg

Om overstromingen in het centrum van Valkenburg te verminderen of te voorkomen kan gedacht worden aan de aanleg van een tunnel of waterkeringen. Deze maatregelen zijn lokaal zeer effectief, maar hebben geen (of een negatief) effect op boven- en benedenstrooms gelegen gebieden. Waterkeringen hebben als bijkomend nadeel dat ze een enorme invloed hebben op de beleving van het oude stadscentrum. Om een hoogwater zoals dat van afgelopen zomer te kunnen keren zouden ze namelijk 3 meter hoog moeten zijn. Een andere effectieve maar ingrijpende maatregel is het verlagen van de oeverzone langs de Geul, in het centrum van de stad. Aanpassing van de bruggen kan lokale opstuwing verminderen, maar heeft te weinig effect om overstroming van het centrum te voorkomen. Een maatregel die niet alleen effect heeft op de overstromingen in Valkenburg, maar op de overstromingen over grotere gebieden langs de Geul, is de aanleg van waterbuffers. Om overstromingen van afgelopen zomer in Valkenburg te voorkomen zou 6 tot 10 miljoen m³ water gebufferd moeten worden. Dat is een zeer grote hoeveelheid (ruim 1400 voetbalvelden, 1m diep onder water).

Ook hoge afvoeren op de Geul bij Meerssen

Door grootschalige overstromingen langs de Geul is de piekafvoer van de Geul bij Meerssen lager dan bij Valkenburg. Volgens modelberekeningen bedroeg de piekafvoer daar ongeveer 110 m³/s. Ondanks de lagere piekafvoeren hebben ook bij Meerssen grootschalige overstromingen plaats gevonden. Dit heeft onder meer geleid tot schade aan huizen bij 'Tussen de bruggen'.

Overstromingen aan de oostkant van het Julianakanaal

Ook bij de monding van de Geul was sprake van grootschalige overstromingen. Bovenstrooms van de sifon onder het Julianakanaal stroomde de Geul buiten haar oevers. Het water stroomde in noordelijke richting en leidde tot overstromingen in onder meer Bunde, Brommelen en Westbroek. Volgens de uitgevoerde analyses zijn deze overstromingen het gevolg van een beperkte afvoercapaciteit van de sifon (maximaal ongeveer 85 m³/s). Doordat in juli ook sprake was van een extreem hoogwater op de Maas, werd het water op de Geul opgestuwd en nam de capaciteit van de sifon af tot ongeveer 55 m³/s. Door blokkades met drijfhout en door accumulatie van sediment lijkt de capaciteit nog iets verder te zijn afgenomen. Geconcludeerd wordt dat de overstromingen aan de oostkant van het Julianakanaal ook zouden zijn opgetreden wanneer geen sprake was van hoogwater op de Maas en de sifon optimaal zou hebben gefunctioneerd. Het hoogwater op de Maas heeft de overstromingen verergerd. Dat zelfde geldt ook voor de mogelijke blokkades van de sifon.

Maatregelen bij de sifon onder het Julianakanaal

De kans op overstroming van het gebied ten oosten van het Julianakanaal kan worden verkleind door dijken aan te leggen langs de Geul. Omdat dit leidt tot hogere waterstanden, moeten de dijken wel ver genoeg bovenstrooms worden door getrokken. Dit geldt ook voor 'Tussen de Bruggen'. De afvoercapaciteit van de sifon kan worden vergroot door de aanleg van een extra buis. Het verwijderen van drijfvuil en hout kan voorkomen dat de afvoercapaciteit tijdens een hoogwater afneemt. Via een hevel zou water kunnen worden afgevoerd naar het Julianakanaal. Waterberging kan eveneens bijdragen aan het verkleinen van de kans op overstromen. Om de overstromingen van juli 2021 te voorkomen zou echter een retentiegebied met een extreem groot oppervlak nodig zijn geweest. In theorie kan het volume van een retentiegebied worden vergroot door het gebied af te graven, maar dan moet men zien te voorkomen dat het al vol (grond)water staat voordat de afvoerpiek op de Geul zich aandient.

Hoge waterstanden in de Roermonding

Ook op de Roer was sprake van een extreem hoge afvoer. Een handmatig uitgevoerde meting bij Stah kwam uit op een piekafvoer van ongeveer 260 m³/s. Overstromingen langs de Roer hebben er waarschijnlijk voor gezorgd dat de afvoer bij Roermond aanzienlijk lager is geweest. Een exacte waarde is niet bekend.

De hoge waterstanden in de Roermonding (het gebied nabij Roermond) werden vooral veroorzaakt doordat het hoogwater op de Roer samenviel met het hoogwater op de Maas. De hoge waterstanden hebben geleid tot overstroming van de hockeyvelden bij hockeyclub Concordia.

Gevolgen van inzet Roer-overlaat

Om waterstanden in de Roermonding te verlagen is in het verleden een overlaat aangelegd. Deze extra riviertak stroomt alleen mee wanneer de waterstanden in de Roermonding voldoende hoog zijn en wanneer een aantal dijkes wordt afgegraven. Tijdens het hoogwater van juli 2021 is de Roer-overlaat niet ingezet, omdat men verwachtte dat de dijken langs de overlaat onvoldoende sterk zouden zijn. Het vermoeden bestond dat bij een doorbraak delen van het centrum van Roermond zouden kunnen overstromen.

Uit modelberekeningen blijkt dat inzet van de Roer-overlaat de waterstanden met 20 cm had kunnen verlagen, maar dat dit niet tot minder schade had geleid (de hockeyvelden zouden nog steeds zijn overstroomd). Er zouden wel extra kosten zijn gemaakt in verband met herstelwerkzaamheden aan afgegraven dijkes in de Roer-overlaat. Ook had inzet van de overlaat geleid tot een toename van het overstromingsrisico in het centrum van Roermond, omdat een doorbraak aan de noordkant van de overlaat leidt tot overstromingen in het centrum van Roermond.

Uit de modelberekeningen is ook gebleken dat inzet van de Roer-overlaat alleen effectief is bij zowel een hoogwater op de Roer als op de Maas. Wanneer alleen de Roer een hoge afvoer heeft, dan zijn de waterstanden in de Roermonding te laag om de overlaat effectief in te laten stromen.

Regenwater stroomt naar het centrum van Eygelshoven

In Eygelshoven deden zich in juli 2021 geen grote problemen voor. Hier liepen echter op 29 juni 2021 straten onder water doordat grote hoeveelheden regenwater over akkers, weilanden en wegen afstroomden naar het centrum. De bui op 29 juni was korter en had een veel hogere intensiteit dan de bui in juli. De meeste schade werd veroorzaakt door het water dat vanuit het noorden (vanaf Landgraaf), onder het spoor door naar Eygelshoven stroomde. In het oosten van Eygelshoven liep de waterdiepte op tot wel 60 cm.

Maatregelen in Eygelshoven

Om de kans op wateroverlast in de toekomst te verkleinen heeft de gemeente een aantal maatregelen gepland (en deels al uitgevoerd) die er op gericht zijn om regenwater ten noorden van het spoor in oostelijke richting af te leiden. Er stroomt dan minder water naar het centrum.

Naast de al geplande en uitgevoerde maatregelen lijkt vergroting van drie duikers (onderdoorgangen) in de Anselderbeek effectief om schade bij een bui zoals gevallen op 29 juni 2021 te beperken. De aanleg van extra waterbuffers of bronmaatregelen die er voor zorgen dat minder regenwater af kan stromen, kan ook effectief zijn.

Referenties

█ (2022) Analyse overstromingen Geulmonding - Watersysteemevaluatie Waterschap Limburg. Deltares rapport 11207700-000-ZWS-0013.

█ (2022) Analyse hoogwater Roermonding - Watersysteemevaluatie Waterschap Limburg. Deltares rapport 11207700-000-ZWS-0020.

V █ (2022) Analyse wateroverlast Eyselshoven - Watersysteemevaluatie Waterschap Limburg. Deltares rapport 11207700-000-ZWS-0010.

█ (2022) Analyse overstroming Valkenburg - Watersysteemevaluatie Waterschap Limburg. Deltares rapport 11207700-000-ZWS-0014.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl