

Notitie

Project: Hoogwaterbescherming Gulpdal
Onderwerp: Nadere uitwerking scenario 2
Documentcode: 17M3012.RAP001
Datum: 31 mei 2017
Contactpersonen: Peter Karssemeijer, LieveenseCSO
Gert Jan Meulepas, RHDHV

1. Aanleiding

Waterschap Limburg, Gemeente Gulpen-Wittern, Provincie Limburg en Staatsbosbeheer hebben in 2016 op bestuurlijk niveau een (project-)stuurgroep opgericht om te komen tot een maatregelenpakket ter voorkoming van toekomstige wateroverlast te Slenaken zoals in 2012 is opgetreden.

Deze stuurgroep heeft het voornemen om toekomstige overstromingen in het Gulpdal te voorkomen vanuit de volgende uitgangspunten:

1. het voorkomen van een flashflood zoals in 2012;
2. met fysieke maatregelen die uiterlijk binnen 5 jaar uitvoerbaar zijn;
3. met een benadering van de oplossingen op stroomgebiedsniveau die geen afwenteling van de wateroverlast benedenstrooms van Slenaken veroorzaken;
4. en rekening houden met zoveel mogelijk belangen en daarmee kunnen rekenen op voldoende draagvlak vanuit de omgeving.

In de periode september – december 2016 zijn door Waterschap Limburg, Gemeente Gulpen-Wittern, Provincie Limburg, Staatsbosbeheer én de streek een drietal scenario's (*documentcode 16M3039.RAP001*) opgesteld als alternatief voor de dam uit het Projectplan Waterwet. Op 13 december 2016 zijn deze scenario's voorgelegd aan de besturen van de vier betrokken overheden.

Uit dit bestuurlijk overleg is naar voren gekomen dat gekozen wordt voor het 2^e scenario 'Veiligheid 2012', maar dat nadere uitwerking van dit scenario noodzakelijk is. De concrete acties die in dit kader noodzakelijk zijn, betreffen:

- Verkleining bandbreedte effectiviteit maatregelen;
- Onderzoeken mogelijkheid kades Waterstraat;
- Ligging en vormgeving van retentie bovenstrooms van Slenaken bepalen;
- Financiële consequenties inzichtelijk maken.

Deze notitie bevat de uitkomsten van deze nadere uitwerking van het scenario 'Veiligheid 2012' die door het Waterschap Limburg, Gemeente Gulpen-Wittem, Provincie Limburg, Staatsbosbeheer is doorlopen.

Er zijn drie workshops georganiseerd met omwonenden. Op 20 en 25 oktober 2016 hebben een 25-tal bewoners meegedacht met de door de werkgroep voorgestelde mogelijke keuzerichtingen (3 scenario's). Ook werden er veel 'losse' suggesties gegeven die beoordeeld zijn op hun haalbaarheid en voor zover mogelijk binnen de scenario's zijn opgenomen en in een tabel verwerkt zijn. Een groep omwonenden diende daarnaast een 4^e scenario in. Dat scenario viel echter buiten de scope van de opdracht en kon vanwege organisatorische redenen niet binnen die meedenkavonden een plaats krijgen. Op 27 maart 2017 vond de laatste meedenkavond plaats voor omwonenden, met een lage opkomst. Het besluit van de stuurgroep voor scenario 2 is hier voorgelegd met discussie over:

- correctheid van de inundatiekaarten bij 8-10-12-14 m³/sec;
- bovenstroomse maatregelen versus benedenstroomse maatregelen;
- mogelijke locatie van retentiemaatregel bovenstrooms van Slenaken.

2. Basispakket 'Veiligheid 2012'

Om te komen tot een voorkeursvariant is het noodzakelijk om terug te grijpen naar het door de bestuurders gekozen maatregelpakket 'Veiligheid 2012'. Dit basispakket bestaat uit een serie maatregelen in het Gulpdal (*documentcode 17M3012.BIJL001*). Maatregel 1 en 2 vinden plaats op Belgisch grondgebied, de overige maatregelen bevinden zich allen op Nederlands grondgebied.

In

Tabel 1 zijn de maatregelen uit het scenario 'Veiligheid 2012' beoordeeld op hun effectiviteit voor het oplossen van de wateroverlast ten gevolge van een flash flood vergelijkbaar met 2012. De grijs gemarkeerde maatregelen dragen niet direct bij aan deze doelstelling omdat deze:

- Benedenstrooms van Pesaken gelegen zijn en daar geen overlast is geweest als gevolg van de flash flood 2012;
- Op de dalhellingen gelegen zijn en het daar tijdens die specifieke gebeurtenis nauwelijks geregend heeft.

Tabel 1: concept Maatregelpakket Veiligheid 2012 (december 2016).

Maatregelpakket 'Veiligheid 2012' uit Bestuurlijk overleg	
<u>Belgisch grondgebied</u>	
1. Buffering Remersdaal	X
2. Verruwing dalhelling Hombourg	X
<u>Bovenstrooms van Slenaken</u>	
3. Verruwing dalhelling Slenaken	X
4. Verruwing dalhelling Roebelsbosch	X
5. Verruwing dalhelling Heijenratherweg	X
6. Afleiden water Loorberg/Heijenratherweg	X
7. Verwijderen bosschages brug	X
8. Cascadesysteem Slenaken	Keuze
9. Omvormen hoogstamboomgaard	X
17. Dam Slenaken	Keuze
23. Aanvullende berging tussen dam en brug	Onderzoek
27. Afleiden water vanaf Dorpstraat	X
<u>Benedenstrooms van Slenaken</u>	
10. Maaiveldverlaging Pesakerweg	X
11. Cascadesysteem Pesaken	X
12. Maaiveldverlaging Molenbeeklandschap	X
13. Maaiveldverlaging Karsveld	X
14. Berging Karsveld	X
15. Berging Beutenaken (Groote Bosch)	X
19. Maaiveldverlaging particulier terrein	Onderzoek
20. Berging percelen Neuburg	Onderzoek
21. Berging vijver Neuburg	Onderzoek
22. Onderhoud rondom de brug	X
24. Haakse bochten verwijderen	Onderzoek
25. Herstel oude overloop (vistrap)	Onderzoek
26. Aanpak voorde	X
28. Berging forelvijver	X

"X" : Maatregelen aangeduid met 'X' maken onderdeel uit van het pakket.

"Keuze" : Op basis van aanvullend onderzoek moet een keuze tussen een dam of een cascadesysteem bovenstrooms van Slenaken worden gemaakt.

"onderzoek": Voor deze maatregelen die bij de bewonersparticipatie in oktober naar voren zijn gebracht wordt onderzocht of deze effectief en op korte termijn haalbaar zijn.

3. Uitwerking voorkeursvariant scenario 2

Door de bestuurders van de vier betrokken overheden is gevraagd om scenario 2 (maatregelpakket 'Veiligheid 2012') verder uit te werken tot een voorkeursvariant. Dit scenario omvat alle onderdelen uit scenario 1 (scenario 'nationaal landschap') met aanvullend onderzoek naar maatregelen bij de brug, zoals kades rond de Waterstraat, in combinatie met een lagere dam of cascades bovenstrooms van Slenaken. Ook hierbij staan de 4 algemene uitgangspunten (zie paragraaf 1.1) centraal.

Bij deze uitwerking is nader gekeken naar maatregelen die in het Belgisch deel van het Gulpdal genomen kunnen worden. Daarnaast is gekeken naar optimalisatiemogelijkheden voor de retentie bovenstrooms van Slenaken in combinatie met de maatregelen bij Slenaken en benedenstrooms.

3.1 Belgische maatregelen

In het Gulpdal is de afgelopen jaren herhaaldelijk forse wateroverlast opgetreden in zowel Wallonië, Vlaanderen als Nederland. Op 28 november 2016 is door een aantal betrokken bestuurders de intentie uitgesproken om gezamenlijk te zoeken naar oplossingen voor het vertragen van de afstroming en het vasthouden van water in natuur- en landbouwgebieden in het stroomgebied van de Gulp.

Naar aanleiding van dit gezamenlijk streven heeft verschillende malen ambtelijk (24 februari 2017 / 21 maart 2017) en bestuurlijk overleg plaatsgevonden tussen een delegatie van Nederlandse- (o.a. Provincie Limburg) en Belgische overheden (o.a. Provincie Limburg B., gemeente Voeren) en natuurorganisaties (o.a. Staatsbosbeheer en Stichting ARK) over de aanpak van waterproblematiek in het Gulpdal.

De intensieve afstemming heeft recentelijk geleid tot een grensoverschrijdend Plan van Aanpak voor watermaatregelen in het Gulpdal. Deze samenwerking biedt op langere termijn veel perspectief om wateroverlast in het Gulpdal te voorkomen en een oplossing te bieden voor de grote klimaatopgave voor de toekomst. Op korte termijn is in Vlaanderen en Wallonië weinig zicht op realisatie van concrete maatregelen die een significante bijdrage leveren aan het beperken van een flash flood 2012. De maatregelen voor deze korte termijnopgave zullen dan ook in het Nederlands deel van het Gulpdal gerealiseerd moeten worden. Voor de langere termijn is het streven van de partners erop gericht om met extra maatregelen de toenemende afvoer door klimaatverandering "bij te houden", zodat de piekgolf op de grens niet toeneemt ten opzichte van de golf van 2012.

We hanteren daarom het uitgangspunt dat onder gelijke omstandigheden als in 2012 een hoogwatergolf van dezelfde omvang als in 2012 de grens zal passeren. Deze piekgolf van circa 18 m³/sec (bij de grens) zal naar verwachting niet af- of toenemen door maatregelen die in de komende vijf jaar aan Belgische zijde gerealiseerd worden. Om deze reden lijkt een cascade bovenstrooms van Slenaken onvoldoende om de beoogde veiligheid te kunnen bieden.

3.2 Optimalisatie retentiemaatregelen bovenstrooms Slenaken

Om tot een voorkeursvariant te komen is gezocht naar een balans tussen de doorvoercapaciteit van de Gulp bij Slenaken en de effecten benedenstrooms op natuur en landschap en de bebouwde omgeving. Doel hiervan is om de kans op een overstroming zoals in 2012 te voorkomen zonder belangen en functies van de niet bebouwde omgeving sterk te schaden. Voor een kleine doorvoercapaciteit (kleine doorlaatopening) is een grote bergingscapaciteit (hoge dam) noodzakelijk. Hiermee kan inundatie benedenstrooms zonder aanvullende maatregelen worden voorkomen. Bij een geringere afvoercapaciteit (kleinere doorlaatopening) met een geringere bergingscapaciteit (lagere dam) zal een groter deel van het Gulpdal inunderen en kan op de laagste delen overlast gaan ontstaan waardoor aanvullende beschermende maatregelen voor bebouwd gebied nodig zijn.

Om het scenario 2 te optimaliseren is voor een viertal afvoeren het effect in beeld gebracht. Hiertoe zijn voor de piekgolf van 2012 berekeningen uitgevoerd met toevoeging van een knijpconstructie van 8, 10, 12 en 14 m³/s bovenstrooms van Slenaken (*documentcode WATRC_BF2902-100_N0002_901878_f1.0*). De knijpconstructie zorgt ervoor dat water vanaf een bepaalde afvoer wordt vastgehouden en vertraagd terugvloeit in de Gulp. Door deze vertraagde afstroom via de Gulp, wordt de hoogwatergolf afgevlakt en wateroverlast benedenstrooms voorkomen.

3.2.1 Knijpconstructie en bergingscapaciteit retentiemaatregel

Voor de inpassing, vormgeving en technische invulling van de retentie is gekeken naar verschillende facetten. De afwegingsfactoren die hierbij een rol hebben gespeeld zijn onder meer: robuustheid, dynamiek en impact op natuur en omgeving.

Technische uitwerking knijpconstructie

Om bij een piekgolf als in 2012 water tijdelijk te kunnen bergen en vertraagd in benedenstroomse richting af te voeren is het noodzakelijk om bovenstrooms van Slenaken een knijpconstructie aan te leggen. Deze retentiemaatregel zorgt ervoor dat water vertraagd kan terugvloeien in de Gulp waardoor de hoogwatergolf wordt afgevlakt en benedenstrooms geen wateroverlast ontstaat.

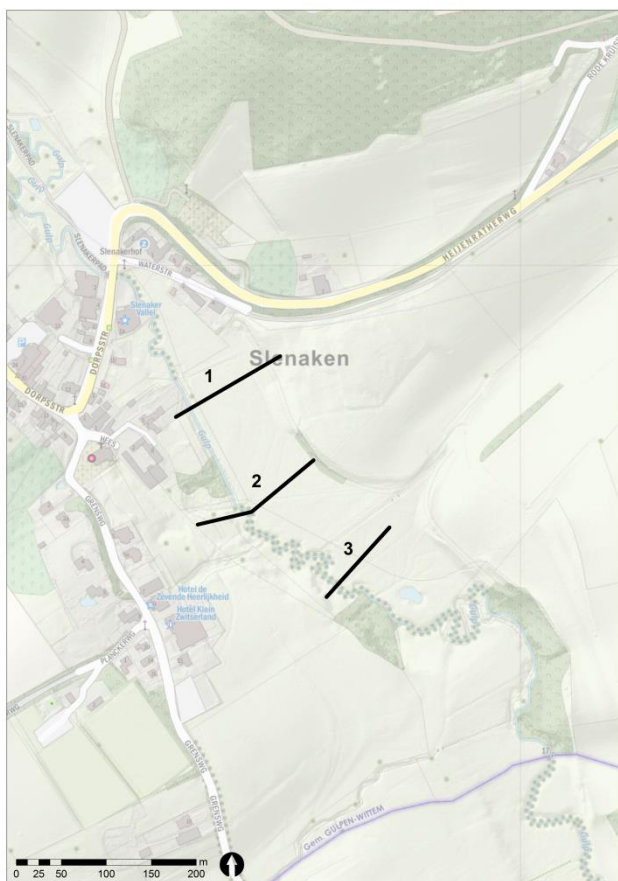
Bij de vormgeving van de retentiemaatregel wordt rekening gehouden met zowel robuustheid als natuurlijk karakter van het beekstelsel. Bij de dimensionering van de knijpconstructie is het van belang om in te spelen op toekomstige veranderingen (klimaatopgave) en rekening te houden met onzekerheden in het stelsel. Daarnaast moet er oog zijn voor dynamiek van het beekstelsel, aangezien de Gulp een bijzondere status (KRW) heeft.

Als gevolg van de aanleg van de retentiemaatregel met knijpconstructie verandert de inundatieduur en het inundatiepatroon bij hoge afvoeren. Om de dynamiek van het beekstelsel zo min mogelijk te beïnvloeden, en derhalve effecten op KRW-doelen te beperken, wordt de knijpconstructie voorzien van een automatische schuif. De vormgeving van deze rechthoekige betonnen koker (4,5 x 2,0 m) met geautomatiseerde schuif zorgt

ervoor dat effecten op natuur worden geminimaliseerd doordat alleen bij hoge afvoeren water wordt geborgen.

Locatiekeuze retentiemaatregel

Bij de keuze voor de meest geschikte locatie voor de retentiemaatregel zijn een tweetal factoren van belang, dit betreft: inpasbaarheid in de omgeving (zichtlijnen) en effecten op natuur. De twee potentiële locaties voor de dam zijn: 'oude' locatie uit het Projectplan Waterwet (locatie 2), noordelijker locatie dichtbij het dorp Slenaken (locatie 1), zuidelijker locatie dichtbij de grens (locatie 3). In Figuur 1 zijn de drie mogelijke locaties voor de aanleg van de retentie weergegeven.



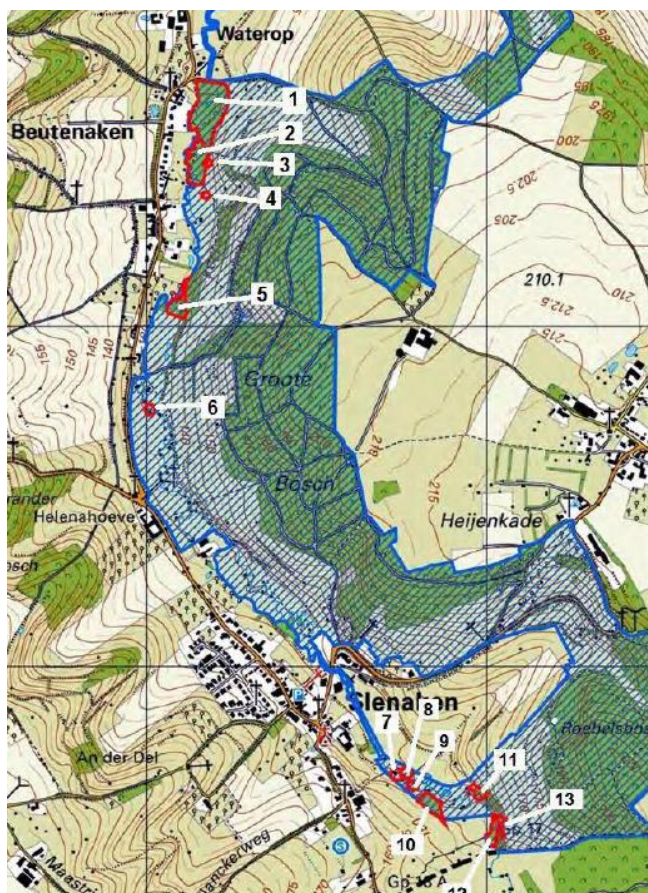
Figuur 1: Potentiële locaties voor aanleg van de retentiemaatregel

Om de effecten op natuur zoveel mogelijk te beperken is naast het optimaliseren van de technische uitwerking van de knijpconstructie ook de locatiekeuze van belang. Belangrijk uitgangspunt in dit verband is dat als gevolg van de aanleg van de retentiemaatregel geen significante wijziging in het inundatiepatroon optreedt ter plaatse van het bovenstrooms gelegen alluviaal bos (habitattype H91E0C). Daarnaast is het ook van belang om de effecten op bronbeken te beperken. Een keuze voor locatie 1, dichtbij het dorp Slenaken, is in dit verband het meest optimaal aangezien hier de afstand tot en dus invloed op kwetsbare natuur in de vorm van bronbeken en broekbossen het meest beperkt blijft

(Figuur 2). Bij locatie 3 moet daarentegen nadrukkelijk rekening worden gehouden met verschillende beschermde soorten (vb. kamsalamander) en habitats die in dit deel van het N2000-gebied voorkomen. Bij locatie 2 bevindt zich aan de oostzijde een dassenburcht met verschillende in- en uitgangen ter hoogte van de aansluiting voor een retentie. Het is niet uit te sluiten dat de dassen op termijn de burcht ondergronds uitbreiden tot in het grondlichaam van de dam.

Bijkomend voordeel van locatie 1 is dat vanwege het vlakkere dal op deze locatie de retentiemaatregel mogelijk iets lager (ordegrootte 10 cm) kan worden gemaakt. Andere voordelen voor deze locatie zijn dat sprake is van een drogere bodem waardoor er minder risico op piping bestaat en dat de locatie beter bereikbaar is voor zowel aanleg als onderhoud. Daarnaast bestaat, vanwege de geringere afstand tot de Slenakerbrug, minder risico op verstoppingen met drijfhout uit het tussenliggende bosrijke gebied bij de brug.

Een verschuiving van de dam richting het noorden (locatie 1) zorgt voor een grotere robuustheid omdat de onzekerheid in de effectiviteit van de retentiemaatregel bij verschillende omstandigheden afneemt. Hoe kleiner de afstand van de retentiemaatregel tot aan het dorp, hoe kleiner de kans dat er tussen de maatregel en bebouwd gebied extra water bijkomt, bijvoorbeeld in de vorm van neerslag.



Figuur 2: Ligging alluviaal bos (H91E0C). Rood gearceerd gebied

Doorlaatcapaciteit knijpconstructie

Om een aanbeveling te doen voor de doorlaatcapaciteit van de retentie is het van belang om inzicht te hebben in het functioneren van de knijpconstructie en de gevolgen voor het inundatiepatroon. De knijpconstructie is bedoeld om de hoogwaterpiek af te vlakken, waarbij het principe geldt dat een sterkere knijpconstructie een grotere bergingscapaciteit vereist en resulteert in een meer afgevlakte hoogwatergolf.

Onderstaand is het resultaat van de uitgevoerde modelberekeningen (*documentcode WATRC_BF2902-100_N0002_901878_f1.0*) opgenomen. In deze inundatieberekeningen is inzichtelijk gemaakt op welke locaties, bij welke afvoeren wateroverlast te verwachten is.

Overlast bij Slenaken

Om inzicht te krijgen bij welke waterhoogten problemen te verwachten zijn voor de aanwezige bebouwing is gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2). Op basis van de hoogtecontouren is gekeken wat ter plaatse van de bebouwing het instroompunt is. In Figuur 3 is deze 'drempelwaarde' blauw cursief weergegeven. Voor het hotel Slenaker Vallei op de linkeroever ligt het laagste punt rond 138,4 m +NAP. Op de rechteroever ligt het laagste punt op circa 138,8 m +NAP. Indien de waterstand boven de hierboven genoemde drempelwaarden komt, dan is voor de aanwezige bebouwing wateroverlast te verwachten.

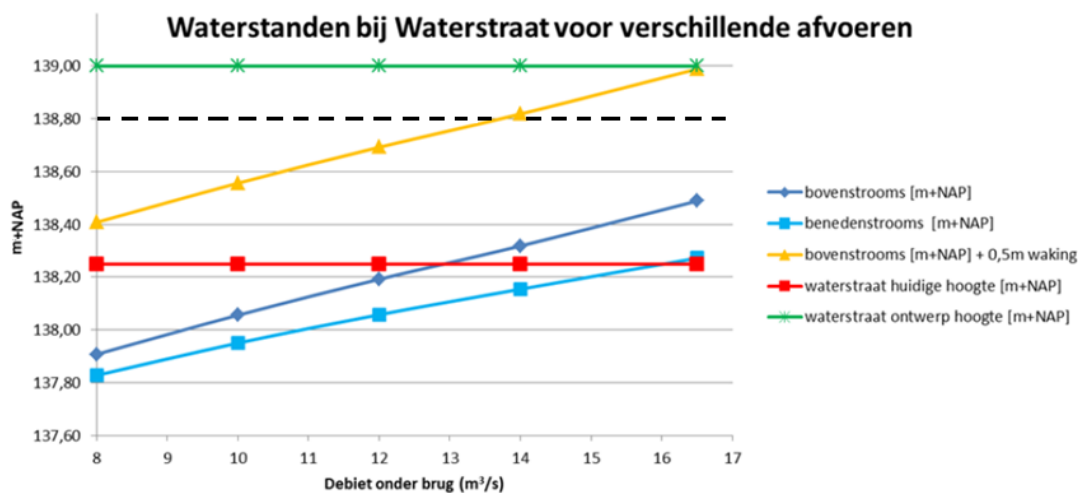
Voor Hotel Slenakerhof en De Boswachter ligt deze drempelwaarde rond 138,8 m +NAP. Bij hogere waterstanden stroomt het water over de Waterstraat heen richting hotel. In 2012 is een waterstand van circa 139 m +NAP opgetreden.

Uit de modelberekeningen komt naar voren dat vanaf een afvoer van ca 13 m³/s het laagste punt van de Waterstraat (138,25 m + NAP) wordt bereikt. Vanwege onzekerheden in de modelberekeningen in deze fase en de doorlaatcapaciteit van de brug wordt een extra "waakhoogte" gehanteerd. Bij een afvoer van 14 m³/s wordt zeker niet meer voldaan aan deze veiligheidsmarge. Bij een afvoer van 10 m³/s is er op basis van het huidige model wel voldoende veiligheidsmarge.

Uit aanvullende hoogtemetingen (dd 1 juni 2017) is echter gebleken dat het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) op een aantal plekken significant afwijkt van de werkelijke hoogte. Uit de uitgevoerde metingen blijkt dat er ook bij een doorvoer van 10 m³/s bovenstrooms van de brug wateroverlast kan optreden. Hierdoor zijn maatwerkoplossingen nodig bij hotel Slenakervallei (hotel linkeroever) en de woning Waterstraat nr 2 nodig. Voor beide locaties geldt dat de exacte ligging en hoogte van de aanvullende maatregel nog bepaald moet worden. In de volgende fase wordt het hoogtemodel nader gedetailleerd en de onzekerheden verkleind t.b.v. het definitief ontwerp en het Projectplan Waterwet. Op basis daarvan worden de maatregelen ontworpen, in overleg met de betrokken eigenaren.



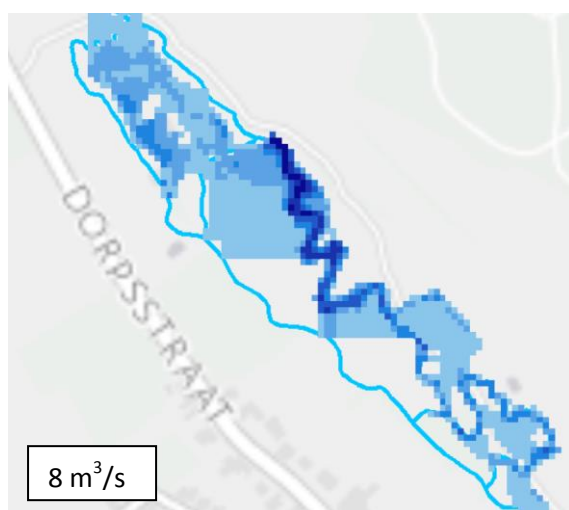
Figuur 3: Drempelhoogten (laagste punt cf AHN2) voor de aanwezige bebouwing rondom de Slenakerbrug



Figuur 4: Waterstanden rondom de Slenakerbrug bij een doorlaat van 8, 10, 12 en 14 m^3/s

Overlast tussen Slenaken tot Beutenaken (benedenstrooms)

Bij de Broekermolen treedt vanaf afvoeren van 8 m^3/s al wateroverlast op. In onderstaand figuur (Figuur 5) is het bijbehorende inundatiebeeld vanaf de brug bij Slenaken te zien. In alle scenario's met afvoeren van 8, 10, 12 of 14 m^3/s zullen daarom rondom de Broekermolen aanvullende maatregelen genomen moeten worden om wateroverlast bij een flash flood als in 2012 te voorkomen.



Figuur 5: inundatiebeeld rondom de Broekermolen

Overlast tussen Beutenaken en Gulpen

Uit de inundatieberekeningen rondom Beutenaken komt naar voren dat tot aan Gulpen alleen rondom de woning van mevrouw Reijke nog wateroverlast optreedt. Deze wateroverlast treedt op bij afvoeren vanaf 10 m^3/s , zie inundatiepatroon in Figuur 6. Bij

dergelijke afvoeren moet een maatwerkoplossing rondom de betreffende woning genomen worden om wateroverlast in de woning bij een flash flood als in 2012 te voorkomen.



Figuur 6: inundatiebeeld rondom de woning van mevrouw Reijke bij 8 m³/s en 10 m³/s

Benedenstroomse knelpunten

Uit de modelberekeningen (documentcode WATRC_BF2902-100_N0001_901878_f1.0) komt naar voren dat er bij het doorlaten van meer dan 8 m³/s slechts op een beperkt aantal locaties wateroverlast kan optreden. Deze potentiële knelpunten betreffen:

- Woning mevr. Reijke: vanaf scenario met doorlaat van 10 m³/s een knelpunt
- Broekermolen (mr. de Haan): in alle scenario's een knelpunt
- De Boswachter /Hotel Slenakerhof: vanaf scenario met doorlaat van 14 m³/s een knelpunt

Bergingscapaciteit en dimensionering retentie

Het benodigd bergingsvolume en de hoogte van de retentiemaatregel is voor de verschillende doorlaatcapaciteiten weergegeven in Tabel 2. De scenario's worden gekenmerkt door bergingsvolumes variërend van 55.000 m³ (bij 8 m³/s) tot circa 20.500 m³ (bij 14 m³/s). De hoogte van de retentiemaatregel varieert voor locatie 2 van 142,5 m +NAP tot 141,2 m +NAP, beiden zijn 0,65 respectievelijk 1,9 meter lager dan de voorgenomen dam uit het projectplan Waterwet. Oorspronkelijk was de dam (uit Projectplan) gedimensioneerd op een bergingsvolume van 75.000 m³, d.w.z. een hoogte van 143,15 m +NAP. Door uitvoering van de retentie met een geautomatiseerde schuif is bij 8 m³/s doorlaat het benodigde bergingsvolume gereduceerd tot 55.000 m³/s.

Tabel 2: Benodigde bergingsvolumes en waterstanden bij de afvoergolf van 2012 (flash flood) voor de verschillende knijpconstructies

Doorlaat	Max. waterstand buffer golf 2012 (m +NAP)	Benodigd bergings- volume golf 2012 (m ³)	Hoogte retentie inclusief 0,25 m waking (m +NAP) (locatie 2)	Maximale hoogte t.o.v. maaienveld (m) (locatie 2)
8 m ³ /s	142,24	55.000	142,49	3,2
10 m ³ /s	141,79	39.154	142,04	2,8
12 m ³ /s	141,37	28.234	141,62	2,4
14 m ³ /s	140,98	20.531	141,23	2,0

Bij de locatie 1, dicht bij de kern van Slenaken, zal de hoogte van de dam ten opzichte van maaiveld mogelijk iets beperkter zijn, doordat het dal breder wordt. Deze hoogte is nog niet exact bepaald.

Buiten de hoogte en bergingscapaciteit van de retentie is het ook van belang hoeveel water op verschillende locaties langs de Gulp langskomt. Uit Tabel 3 komt naar voren dat, afhankelijk van de gekozen knijpconstructie voor de retentie, in Gulpen tussen de 8,00 en 13,21 m³/s langskomt.

Tabel 3: Maximale afvoeren voor de verschillende scenario's op diverse locaties langs de Gulp. De genoemde getallen betreffen modelresultaten en representeren niet de werkelijk opgetreden debieten. Het model is gecalibreerd middels aanpassing van de ruwheden, zodat berekend waterstanden, afvoeren en inundatiepatroon zoveel mogelijk overeenkomt met de werkelijk opgetreden situatie in 2012.

Situatie	Maximaal Debiet (m ³ /s)					
	Gulpen	Pesaken	Keulenvoetpad	Slenakerbrug	Dam	Grens
Referentie 2012	14,69	15,17	15,93	16,64	n.v.t.	18,30
Knijpconstructie 8 m ³ /s	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	18,30
Knijpconstructie 10 m ³ /s	9,90	9,96	9,97	10,00	10,00	18,30
Knijpconstructie 12 m ³ /s	11,88	11,94	11,97	12,00	12,00	18,30
Knijpconstructie 14 m ³ /s	13,21	13,44	13,77	13,92	14,00	18,30

3.2.2 Advies keuze doorlaatcapaciteit

Om een afweging te maken in de keuze voor de maximaal toelaatbare doorlaatcapaciteit bovenstrooms van Slenaken moet gekeken worden naar de effecten van de verschillende afvoeren op natuur (ecologie), landschap, vergunbaarheid, kosten, draagvlak, robuustheid (korte termijn), toekomstvastheid ('no regret') en uitvoerbaarheid.

Ecologische effecten

De ecologische effecten zijn voor alle doorlaatcapaciteiten een aanzienlijke verbetering ten opzichte van de dam uit het Projectplan. De regelbare doorlaat zorgt ervoor dat effecten op ecologie beperkt zijn. De dynamiek benedenstrooms blijft hierdoor voor normale afvoeren intact. De retentiemaatregel fungeert alleen bij hoge afvoeren als buffer en beïnvloedt alleen bij deze afvoeren de dynamiek van het systeem.

De ecologische effecten zijn bij alle knijpconstructies beperkt in omvang, maar bij 14 m³/s het kleinst. Een doorlaat van 14 m³/s resulteert namelijk in een beperkter ruimtebeslag voor de retentie en zorgt tevens voor minder beïnvloeding van de dynamiek van het riviersysteem.

Inpassing

Voor de inpasbaarheid in het landschap geldt hoe lager, hoe beter. Voor de beoordeling is de grens gelegd bij 3 meter hoogte. Bij een doorlaat van 8 m³/s heeft de retentie een hoogte van ca. 3,2 meter. In de overige scenario's varieert de hoogte van circa 2 tot 2,8 meter. In alle scenario's zal de retentie worden uitgevoerd als een 'groene' kade in het landschap.

Vanwege inpasbaarheid heeft het de voorkeur om de retentie dichtbij Slenaken aan te leggen. De retentie kan door de breedte van het beekdal lager worden ontwerpen dan wanneer deze verder bovenstrooms wordt verplaatst.

Vergunbaarheid

Ten aanzien van de projectlocaties nemen de ecologische effecten toe naarmate de retentie dicht bij de grens wordt geprojecteerd (bij locatie 3) en af naarmate de retentie dicht bij het dorp komt te liggen (bij locatie 1). De aanleg van de retentie bovenstrooms van Slenaken is in alle scenario's vergunbaar. Ten opzichte van de oude dam uit het Projectplan is de geautomatiseerde doorlaat een aanzienlijke verbetering (lagere dam en minder ecologische effecten).

Kosten

De kosten van een dam met een regelbare doorlaat is duurder doordat de doorlaatconstructie groter wordt en een beweegbare regelwerk moet worden geïnstalleerd. De doorlaat van 12 m³/s heeft dimensies van 2 x 4,5 meter. Een regelwerk met een doorlaat van 8 m³/s is iets kleiner (2 x 3 meter). Een regelwerk met dergelijke dimensies is maatwerk. De kosten liggen naar verwachting € 300.000,- hoger dan bij de oorspronkelijke variant met de vaste doorlaat.

Draagvlak

In de streek zijn verschillende beelden over de optimale dimensionering van de retentie. Dit tweeledige karakter heeft te maken met twee 'stromingen'. Enerzijds behoud van het natuurlijke karakter van het Gulpdal, anderzijds het garanderen van veiligheid (ten allen tijde voorkomen wateroverlast) voor lokale bewoners. Vanwege het gebrek aan consensus binnen de streek over de optimale dimensionering van de retentie zijn de meest extreme varianten als 'negatief' beoordeeld en de scenario's met 10 en 12 m³/s doorlaat als 'neutraal'. Bij deze varianten worden geen aanvullende maatregelen (kades) bovenstrooms van de brug aangelegd.

Robuustheid

Alle scenario's voldoen aan de projectopdracht, d.w.z. het voorkomen van de gevolgen van een flash flood vergelijkbaar met 2012. Bij een knijpconstructie van 14 m³/s wordt weliswaar voldaan aan het vereiste veiligheidsniveau en wordt het natuurlijk bergend vermogen van het beekdal maximaal benut, maar is de veiligheidsmarge beperkt.

Toekomstvastheid

Naast aanleg van de retentie wordt een heel pakket aan maatregelen genomen die weliswaar niet bijdragen aan het voorkomen van de gevolgen van de flash flood 2012 ter hoogte van Slenaken, maar deze maatregelen zijn wel nuttig voor het verder afvlakken van een piekgolf stroomafwaarts van Slenaken ('additionele veiligheid'). Zeker in geval een wolkbreuk (clusterbuien) boven het Nederlandse Gulpdal losbarsten.

Uitvoerbaarheid

Alle scenario's zijn op korte termijn uitvoerbaar. De particuliere maatregelen in het pakket 'Veiligheid 2012' zijn wel geschrapt omdat deze vermoedelijk niet binnen 4-5 jaar realiseerbaar zijn.

Conclusie

Op basis van de uitgevoerde modelberekeningen en expert judgement wordt voor de retentiemaatregel een maximale doorlaatcapaciteit van 12 m³/s aanbevolen. Geadviseerd wordt om een variabele schuif te creëren die het mogelijk maakt om de doorlaatcapaciteit te variëren tussen 10 tot 12 m³/s. Het retentievolume wordt daarom gebaseerd op een doorvoer van 10 m³/s. Dit maakt het mogelijk om afhankelijk van de omstandigheden meer of minder water door te laten en het systeem robuust te houden. Een variabele schuif zorgt er tevens voor dat de bebouwde omgeving rondom de brug ook richting de toekomst beschermd is voor een dergelijke hoge piekafvoer. Vanuit natuurlijk oogpunt is hierbij het streven om daar waar mogelijk, en geen wateroverlast benedenstrooms optreedt, zo min mogelijk te 'knippen' en derhalve het beekstelsysteem zo natuurlijk mogelijk te houden.

3.3. Uitwerking aanvullende maatregelen

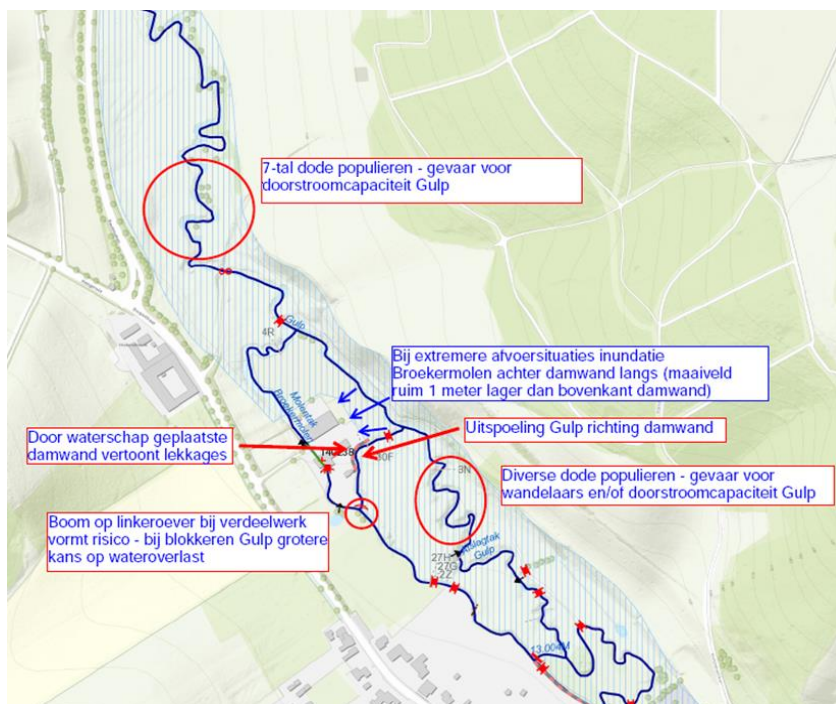
Bij een afvoer tot 12 m³/s treedt alleen mogelijk wateroverlast op bij de Broekermolen, net benedenstrooms van Slenaken, en tussen Beutenaken en Waterop. Door op deze locaties beperkte aanvullende maatregelen te nemen kan wateroverlast ook op deze locaties worden voorkomen. Onderstaand zijn de voorgestelde maatwerkoplossingen opgenomen om wateroverlast voor de aanwezige bebouwing bij een afvoer van 12 m³/s te voorkomen. Deze maatwerkoplossingen worden opgenomen in het maatregelpakket voor het voorkeursalternatief van het scenario 'Veiligheid 2012'.

Tabel 4: Aanvullende maatregelen voor VKA

Aanvullende maatregelen	
29. Kade Broekermolen	X
30. Doorsteek Beutenaken	X

Maatregel 29: Maatwerk rondom Broekermolen

Rondom de Broekermolen ontstaat bij hoge afvoeren wateroverlast. Door het Waterschap Limburg is een damwand geplaatst die ruim 1 meter hoger ligt dan omliggend maaiveld. Deze damwand is echter lek en bij hoge afvoer inundeert de Broekermolen achter deze damwand langs. In Figuur 7 is de bestaande situatie rondom de Broekermolen weergegeven.



Figuur 7: Bestaande situatie rondom de Broekermolen

Door rondom de molen een lage kade (of stapelwerk) van ca. 1 meter hoog aan te brengen wordt wateroverlast voorkomen. De kade wordt dusdanig gedimensioneerd dat deze bescherming biedt voor afvoeren tot $14 \text{ m}^3/\text{s}$. De aanleg van deze kade wordt gecombineerd met regulier onderhoudswerk rondom de beek, o.a. verwijdering dode bomen, om te voorkomen dat tijdens hoge afvoeren blokkades ontstaan.

Maatregel 30: Maatwerk Beutrenaken

Bij Beutrenaken treedt bij afvoeren vanaf $10 \text{ m}^3/\text{s}$ reeds wateroverlast op. Bij hoge afvoeren schiet het water uit de bocht en stroomt over de Slenakerweg langs en vervolgens achterlangs weer terug richting de woning van mevrouw Reijke. In onderstaand figuur is met zwarte pijlen aangegeven hoe het water bij hoge afvoeren.



Figuur 8: Stromingspatroon (zwarte pijlen) rondom de woning van mevrouw Reijke bij afvoeren vanaf $10 \text{ m}^3/\text{s}$. In rechterfiguur zijn in rood locaties voor mogelijke oplossingen aangegeven om het water beter te geleiden en wateroverlast ter plaatse van de woning te voorkomen.

Te nemen maatregelen:

- Optie 1: betreft het creëren van een doorsteek middels het verlagen (ca. 1 meter) van de aanwezige muur en weiland. Dit betreft een particulier agrarisch perceel (gemeente Gulpen, sectie G, nummer 291) wat het mogelijk lastig maakt deze maatregel op korte termijn te realiseren.
- Optie 2: betreft het creëren van een doorsteek middels het verlagen (ca. 1 meter) van het aanwezige bosperceel. Dit betreft perceel (gemeente Wittem, sectie E, nummer 83). Delen van dit perceel kwalificeren in het aanwijzingsbesluit voor het Natura 2000-gebied Geuldal als beekbegeleidend bos (H91E0C). Voor dit habitatype is als instandhoudingsdoelstelling behoud van oppervlakte en verbetering van kwaliteit geformuleerd. De verwachting is dat met een doordacht inrichtingsplan en passende vormgeving kan de “bypass” een bijdrage geleverd kan worden aan het ten behoeve van alluviale bossen verbeteren van de hydrologie ter plaatse. Gezien de spontane ontwikkeling van dit bostype in “Geuldal” is niet uitgesloten dat een beperkte lokale -tijdelijke- afname geen afbreuk doet aan de geformuleerde uitbreidingsdoelstelling.

4. Conclusie Veiligheid 2012

Het voorkeursalternatief voor het scenario 'Veiligheid 2012' is opgebouwd uit 19 concrete maatregelen. Een drietal maatregelen heeft daadwerkelijk effect op het voorkomen van wateroverlast in het Gulpdal ten gevolge van een flash flood vergelijkbaar met 2012. Dit betreft de aanleg van een retentiemaatregel bovenstrooms van Slenaken met automatisch regelbare een doorlaat van maximaal $12 \text{ m}^3/\text{s}$, verwijdering van bosschages voor en andere onderhoudswerkzaamheden (o.a sedimentbeheer) rondom de brug. Daarnaast zijn twee maatregelen voorzien ter voorkoming van lokale wateroverlast ter plaatse van de Broekermolen (mr. de Haan) en bij mevrouw Reijke. De overige maatregelen zijn bedoeld om extra robuustheid voor de lange termijn te creëren en worden niet meegeteld in de af te vlakken afvoergolf van 2012.

In onderstaande tabel is een inschatting gemaakt van de effectiviteit van de verschillende maatregelen uit de voorkeursvariant. De effectiviteit is uitgedrukt in een bergend volume (m^3). Voor een aantal maatregelen is duidelijk dat deze een bijdrage leveren aan het afvlakken van een hoogwatergolf, vertraging van de afvoergolf, maar is de effectiviteit niet 1-op-1 uit te drukken in een bergend volume. In onderstaande tabel is dit bij de betreffende maatregelen opgenomen.

Tabel 5: Maatregelen voorkeursalternatief scenario 'Veiligheid 2012'

Voorkeursalternatief scenario 'Veiligheid 2012'	Bijdrage in berging (m^3)
<u>Belgisch grondgebied</u>	
1. Buffering Remersdaal	Niet 1-op-1 te vertalen in kubieke meters
2. Verruwing dalhelling Hombourg	342
<u>Bovenstrooms van Slenaken</u>	
3. Verruwing dalhelling Slenaken & 9. Omvormen hoogstamboomgaard	269
4. Verruwing dalhelling Roebelsbosch	148
5. Verruwing dalhelling Heijenratherweg	262
6. Afleiden water Loorberg/Heijenratherweg	Niet 1-op-1 te vertalen in kubieke meters (afleiden ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$)
7. Verwijderen bosschages brug	n.v.t.
17. Retentie Slenaken, variant 3 met regelbare doorlaat $12 \text{ m}^3/\text{s}$	28.234
27. Afleiden water vanaf Dorpstraat	Niet 1-op-1 te vertalen in kubieke meters (afleiden ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$)
<u>Benedenstrooms van Slenaken</u>	
10. Maaiveldverlaging Pesakerweg	5.911
11. Cascadesysteem Pesaken	Niet 1-op-1 te vertalen in kubieke meters
12. Maaiveldverlaging Molenbeeklandschap	4.841
13. Maaiveldverlaging Karsveld	2.928
14. Berging Karsveld	Niet 1-op-1 te vertalen in kubieke meters
15. Berging Beutenaken (Groote Bosch)	Niet 1-op-1 te vertalen in kubieke meters
22. Onderhoud rondom de brug	n.v.t.

26. Aanpak voorde	n.v.t.
29. Kade Broekermolen (mr. De Haan)	n.v.t.
30. Doorsteek mevr. Reijke, variant 2	n.v.t.

5. Doorkijk lange termijn

Het nu voorliggende maatregelenpakket is een belangrijke eerste stap om met respect voor landschap en natuur op korte termijn meer veiligheid te kunnen bieden aan de inwoners van het Nederlandse Gulpdal.

Door de aanleg van een fysieke retentiemaatregel voor piekafvlakking stroomopwaarts van Slenaken wordt de reactietijd bij een hoogwatergolf verlengd na een uitzonderlijke situatie met clusterbuien/wolkbreuken vanuit België. Hierdoor kunnen bewoners van Slenaken, Beutenaken en Pesaken de gevolgen van wateroverlast mogelijk verder beperken, al dan niet in samenwerking met waterschap en hulpdiensten. De bewoners van het Gulpdal dienen zich in ieder geval te realiseren dat er altijd een restrisico blijft bestaan. Mogelijk is een kleiner restrisico aanvullend te verzekeren.

Om, mede met het oog op klimaatverandering, naar een duurzaam niveau van bescherming tegen wateroverlast te gaan adviseren we nu tevens te investeren in:

1. Maatregelen in Vlaanderen/Wallonië:
Via structurele samenwerking met België met een gezamenlijk Plan van Aanpak:
 - In het Vlaamse Gulpdal vooral met erosiebestrijding en natuurlijke retentie;
 - In het Waalse Gulpdal met verbetering waterkwaliteit Gulp en beperken lokale wateroverlast (haarvaten);
 - In het Nederlandse deel met:
2. Maatregelen op particuliere gronden door op structurele basis de samenwerking van betrokken overheden voort te zetten vanuit het programma “Water in Balans” met focus op:
 - a. Aanbevelingen uit het zogenaamde 4e scenario van de omwonenden Grensweg Slenaken (scenario meerlaagse veiligheid) zo mogelijk toe te passen;
 - b. Erosiebestrijding Gulpdalbreed in zilvergroeene en bronsgroene gebieden met natuurlijke infiltratie en waterberging, te stimuleren via bijvoorbeeld aanleg voedselbossen, ontwikkeling landgoederen, voorkomen scheuren grasland, versterking hoogstamboomgaarden. Herontwikkelen van ideeën Nationaal Landschap in relatie tot natuur én water.
3. Maatregelen in Staatsbosbeheer terreinen:
 - Goedkeuren aanvraag PIO-project Gulpdal (ingediend nov. 2016), met name de maatregelen I t/m XII op Staatsbosbeheer terrein benedenstrooms van Slenaken (documentcode WATBF2902N001F0.1);
 - Nemen van PAS-maatregelen o.a. tegen instroom landbouwwater vanaf plateau's naar N2000 Gulpdal.

6. Referenties

- Hoendervoogt R., Possen B.J.H.M., Mutsaers A. (2016). Scenario's hoogwaterbescherming Slenaken. Documentcode 16M3039.RAP001. Versie 12 december 2016.
- Waart, M. van de (2017). Inundatieberekeningen Slenaken. Documentcode WATRC_BF2902-100_N0002_901878_f1.0. Versie 19 april 2017.
- Mantz B. en omwonenden Grensweg Slenaken (2016). Scenario 1+ 'Meerlaagsveiligheid'. Ingediend 31-10-2016.