

## Addendum hydrologisch rapport Gebiedspilot Eckeltsebeek

---

Onderwerp: Addendum hydrologisch rapport Gebiedspilot Eckeltsebeek

Projectnummer: 264202

Referentienummer: Addendum hydrologisch rapport v2

Datum: 13-05-2020

---

### 1 Inleiding

Gedurende de “Gebiedspilot Eckeltsebeek”, een project onder het programma “Water in Balans” van Waterschap Limburg, zijn maatregelen uitgewerkt. De maatregelen hebben tot doel om de Eckeltsebeek en haar zijtakken beter te laten functioneren, met name onder nattere omstandigheden, zonder daarbij het gebied te verdrogen. De maatregelen zijn tot stand gekomen in samenwerking met de streek.

Het ontwerpproces en gebiedsproces is beschreven in het Rapport “Gebiedspilot Eckeltsebeek, met de omgeving voor de omgeving”<sup>1</sup>. Dit rapport is met de streek vastgesteld op 24 juli 2018 en dient als hydrologische onderbouwing voor het Projectplan Waterwet voor de uitvoering van het maatregelenpakket. In november zijn enkele paragrafen toegevoegd met betrekking tot verdroging en de aanleg van droogtestuwen, het gewijzigde rapport is daarna nog voorgelegd aan de streek en gebiedspartners en vastgesteld tijdens de streekbijeenkomst van 3 juli 2019.

Door diverse redenen is de uitvoering uitgesteld. Zo werd de aanvraag van de Natuurwetvergunning vertraagd door de PAS-crisis en het bodemonderzoek door de PFAS-crisis. Daarnaast stelde het bevoegd gezag voor de Natura2000 gebieden ook nog nadere vragen bij de verdrogende effecten van de maatregelen. Ook is er blijvende aandacht voor (extreem) hogere afvoeren vanuit Duitsland, waarbij met name het gebied rond de Lackbar-Cereslossing onder de loep ligt.

Dit heeft er toe geleid dat naast het maatregelenpakket dat is omschreven in het eerder genoemde rapport, een aantal maatregelen wordt toegevoegd om het beekstelsysteem verder klimaatrobust in te richten. In dit addendum worden deze maatregelen toegelicht en waar nodig met berekeningen onderbouwd.

---

<sup>1</sup> “Gebiedspilot Eckeltsebeek, met de omgeving voor de omgeving”, Sweco, versie november 2018, ref.nr. SWNL0234585

## 2 Aanpassing van de maatregel in de hoogwatergeul bij de alluviale bossen

### 2.1 Inleiding

De maatregelen uit het hydrologisch rapport “Gebiedspilot Eckeltsebeek” zijn met name gericht op het voorkomen van wateroverlast. Door ruimte te geven aan de beek en de afvoercapaciteit te verbeteren. Hierbij is getracht zoveel mogelijk binnen bestaande kadastrale eigendommen van het waterschap te blijven en daarbinnen het beekprofiel te optimaliseren. In heringerichte deel van de beek is voldoende ruimte beschikbaar om met name in de breedte meer afvoercapaciteit te realiseren. Op een aantal plekken is het echter noodzakelijk geweest de beek ook te verdiepen. Dit leidt tot verdroging, omdat de drainagebasis van het beekdal hiermee wordt verdiept.

Deze effecten zijn inzichtelijk gemaakt middels een grondwaterberekening en opgenomen in pagina 36 van het hydrologisch rapport. De Provincie Limburg heeft op basis van deze berekening gevraagd om mitigerende maatregelen te treffen ten einde de verdroging nabij de Hoogwatergeul en oude loop van de Eckeltsebeek te voorkomen. Hier ligt een waardevol, grondwaterafhankelijk natuurdoeltype: alluviaal bos.

### 2.2 Effecten maatregelenpakket op grondwaterstanden

Onderstaand is een uitsnede van het effect van het maatregelenpakket op de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) weergegeven. De GLG is een belangrijke maat voor grondwaterafhankelijke natuurtypen.



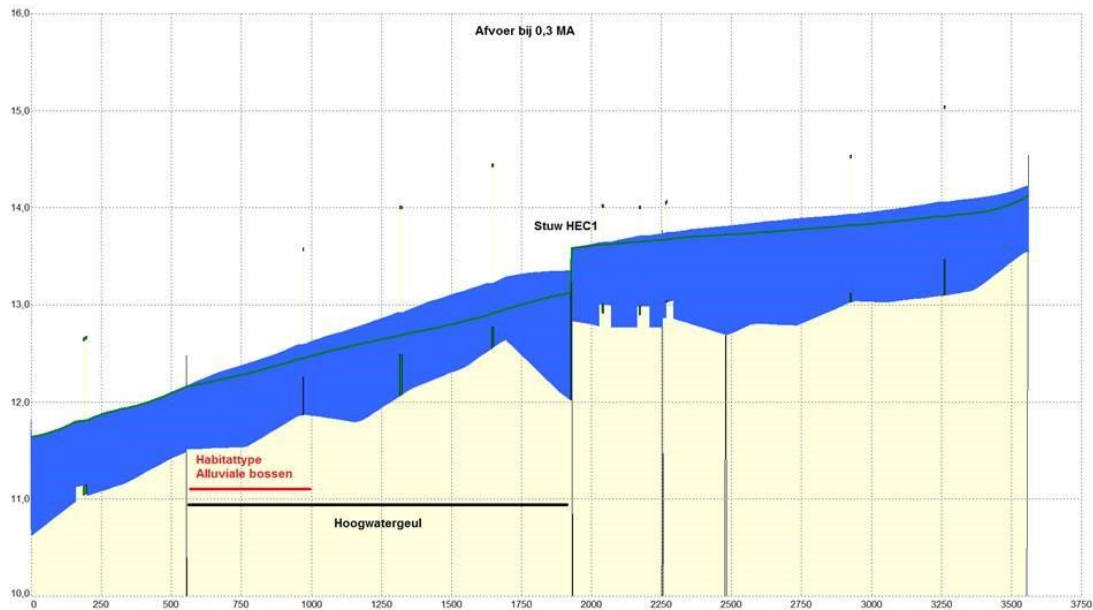
*Figuur 2-1. Uitsnede berekend effect van het maatregelenpakket op de GLG. Geel: minder dan 5 cm verlaging, licht oranje: 5-10 cm verlaging en donkeroranje: 10-25 cm verlaging.*

De maatregelen in de Hoogwatergeul hebben effect op grondwater in de omgeving. Benedenstrooms van de Hoogwatergeul worden geen maatregelen getroffen, op dit punt daalt of stijgt de (grond)waterstand dan ook niet (dat punt bevindt zich op de rand het plaatje). Ook in de oude loop van de Eckeltsebeek worden geen maatregelen getroffen. Dat is de reden dat naar het noorden toe geen uitstralingseffecten te zien zijn. Er is dus wel enig effect aan de zuidzijde en tussen de Hoogwatergeul en de oude loop Eckeltsebeek.

### 2.3 Evaluatie maatregelenpakket

Het maatregelenpakket zorgt voor een verbeterde afvoercapaciteit van de stuw bij kasteelruïne Bleyenbeek tot aan de samenkomst van de Hoogwatergeul en de oude loop van de Eckeltsebeek.

Onderstaand is het effect van het maatregelenpakket weergegeven voor een afvoersituatie van 30% van de maatgevende afvoer. Dit is een vrij hoge, zomerse afvoersituatie.



Figuur 2-2. Effect maatregelenpakket op oppervlaktewaterstand. Links samenkomst Hoogwatergeul en Eckeltsebeek, midden stuw HEC\_0001. In blauw: waterstand huidig, groene lijn: waterstand na maatregelen.

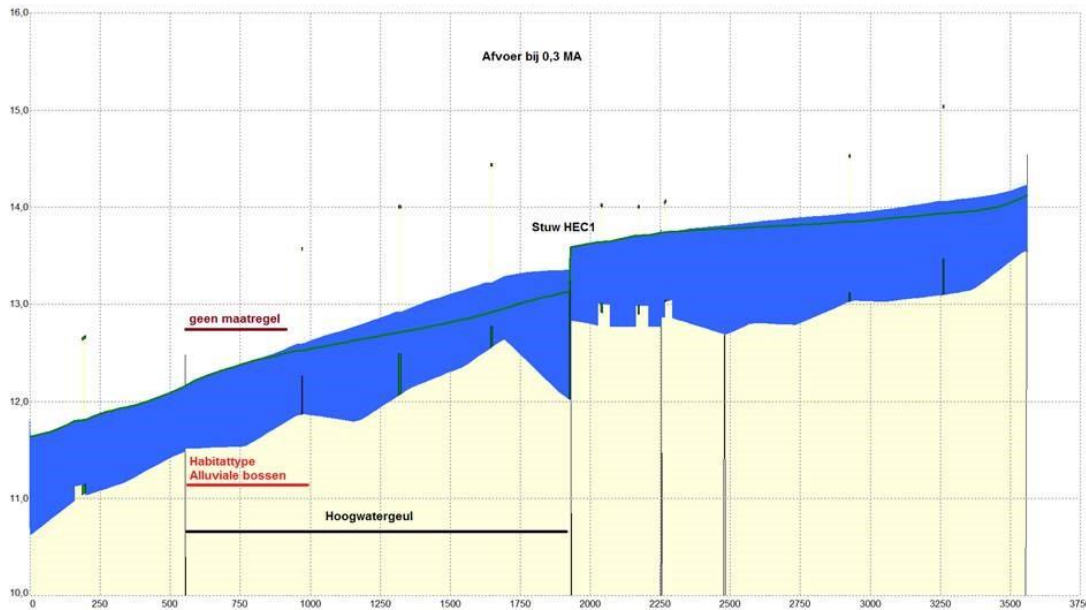
Te zien is dat het effect van de maatregelen is uitgewerkt bij de stuw. Ook is te zien dat ter plaatse van de alluviale bossen de waterstand 0 tot 20 cm zakt. Deze waterstandsverlaging heeft de in de vorige paragraaf beschreven effecten op de grondwaterstanden. Om het effect te niet te doen zijn twee opties overwogen:

- Een (kunstmatige) drempel in de benedenloop van de Hoogwatergeul.
- Het profiel gedeeltelijk niet verdiepen, over de eerste 300 m van de Hoogwatergeul.

De eerste oplossing is niet gekozen. Het is vrij onlogisch om eerst het profiel te verruimen om de afvoer vervolgens weer af te knippen met een constructie. Een constructie moet dan ook vispasseerbaar worden vanwege de KRW-status van de Eckeltsebeek. Daarom is gekozen om de tweede maatregel uit te werken.

### 2.4 Uitwerking mitigerende maatregel

In eerste instantie is gekozen om de maatregel over de laatste 300-400 meter (benedenstrooms) niet uit te voeren. Dit bleek al voldoende effect te sorteren, doordat de waterstand ter hoogte van de alluviale bossen niet wijzigt t.o.v. de huidige situatie.

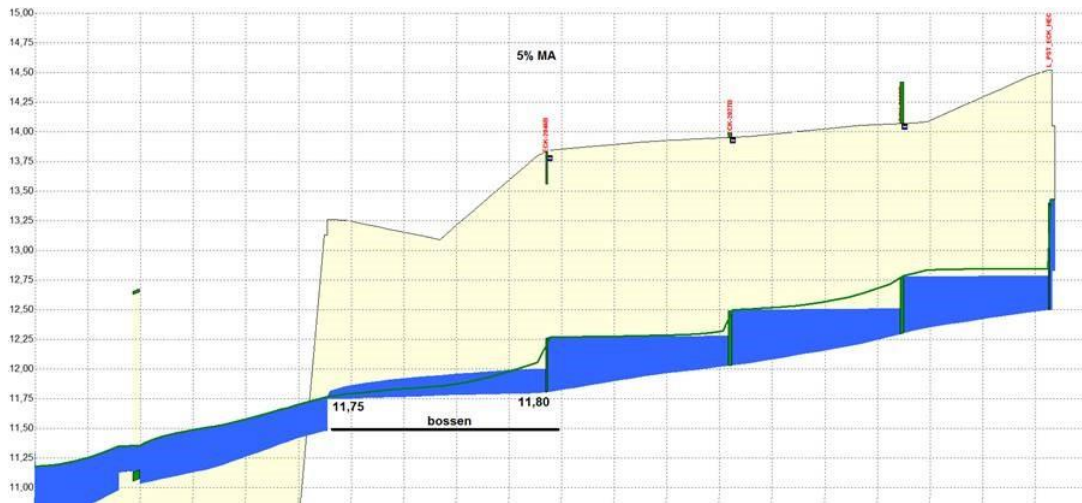


*Figuur 2-3. Effect maatregelenpakket op oppervlaktewaterstand, waarbij de laatste 300 m het oude profiel van de hoogwatergeul is laten zitten. In blauw: waterstand huidig, groene lijn: waterstand met gewijzigde maatregel.*

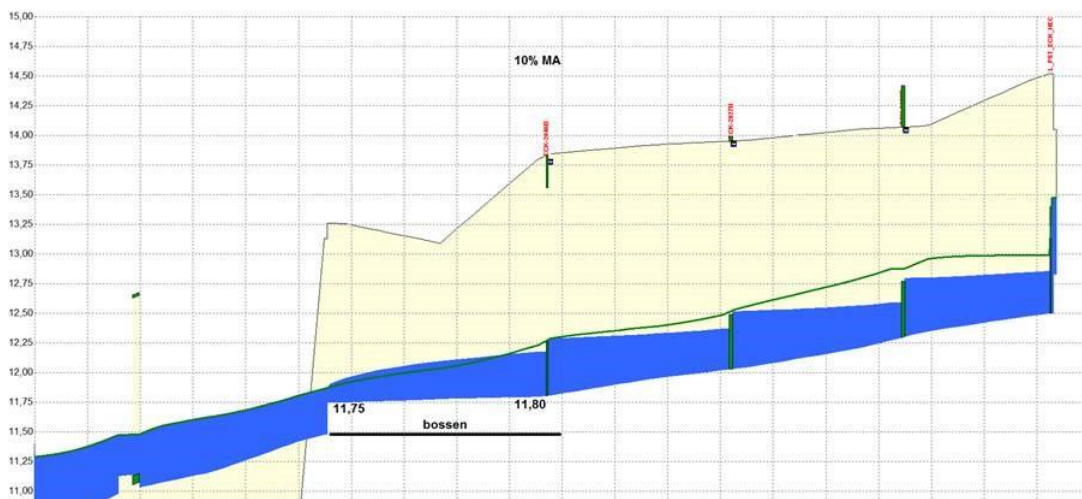
Te zien is dat de waterstand ter hoogte van de alluviale bossen niet zakt. Dus het niet uitvoeren van de profielvergroting over de laatste 300-400 meter van de hoogwatergeul zorgt er voor dat er geen veranderingen optreden in de waterstanden ter plaatse van de alluviale bossen. Dit betekent dat ter plaatse ook de grondwaterstanden niet zullen wijzigen. Echter, dan neemt de afvoercapaciteit dus niet toe, wat wel de bedoeling was.

## 2.5 Optimalisatie en definitieve maatregel

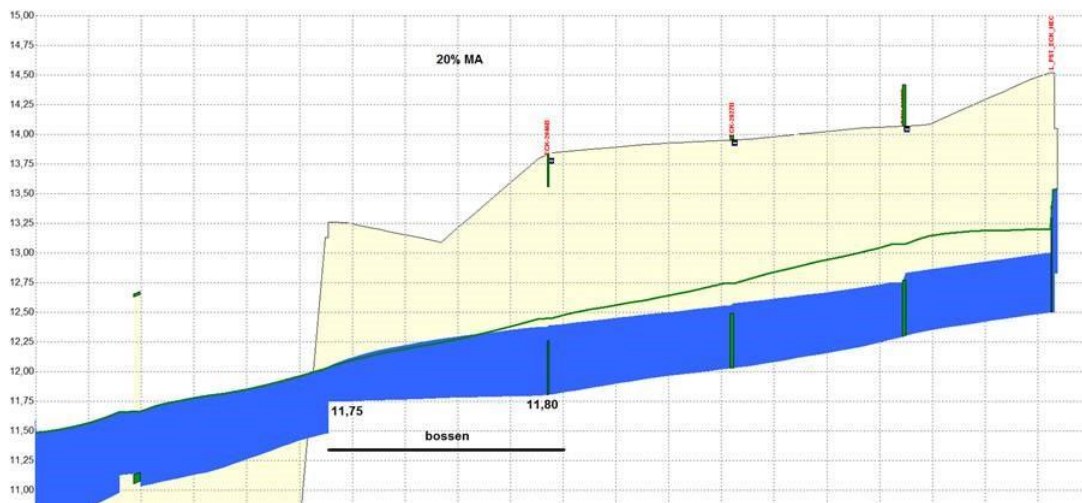
Vervolgens is gekeken wat er gebeurt wanneer het dwarsprofiel over de laatste 300-400 meter van Hoogwatergeul wel verbreed wordt, maar niet verdiept. De resultaten van deze berekening zijn in onderstaande figuren weergegeven, voor een 5%, 10%, 20% en 30% van de maatgevende afvoer. Dit is de normale range van de afvoer in de zomermaanden, die leidend zijn voor de hoogte van de GLG.



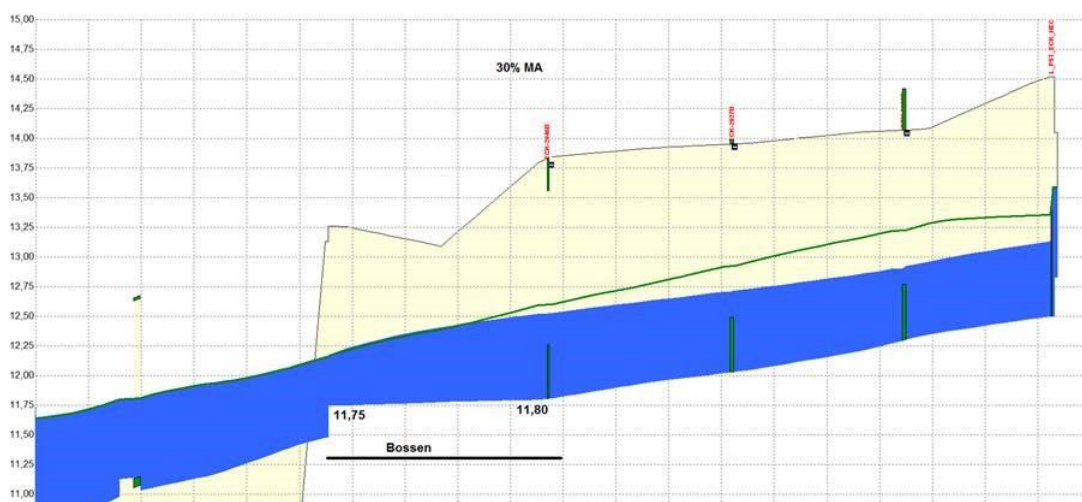
Figuur 2-4. Effect maatregelenpakket op oppervlaktewaterstand, waarbij de laatste 300 m het profiel van de hoogwatergeul alleen is verbreed. Afvoersituatie 5% van de maatgevende afvoer. In blauw: waterstand met gewijzigde maatregel, groene lijn: waterstand huidige.



Figuur 2-5. Effect maatregelenpakket op oppervlaktewaterstand, waarbij de laatste 300 m het profiel van de hoogwatergeul alleen is verbreed. Afvoersituatie 10% van de maatgevende afvoer. In blauw: waterstand met gewijzigde maatregel, groene lijn: waterstand huidige.



Figuur 2-6. Effect maatregelenpakket op oppervlaktewaterstand, waarbij de laatste 300 m het profiel van de hoogwatergeul alleen is verbreed. Afvoersituatie 20% van de maatgevende afvoer. In blauw: waterstand met gewijzigde maatregel, groene lijn: waterstand huidige.



Figuur 2-7. Effect maatregelenpakket op oppervlaktewaterstand, waarbij de laatste 300 m het profiel van de hoogwatergeul alleen is verbreed. Afvoersituatie 30% van de maatgevende afvoer. In blauw: waterstand met gewijzigde maatregel, groene lijn: waterstand huidige.

De berekening waarbij het profiel minder diep wordt aangelegd, geeft het gewenste effect. Te zien is dat er in de droge periode een verbetering optreedt. Bij 20% MA is het gelijk en pas vanaf 30% MA (dat is minder dan de helft van de tijd, de nattere periode) is er een lichte peilverlaging in het bovenste deel van de alluviale bossen te zien. In nog nattere periode zet deze peilverlaging door, zoals beoogd met de maatregelen.

## 2.6 Aangepast ontwerp

De hele hoogwatergeul krijgt een bodembreedte van 4 m en taluds 1:2 conform het eerste ontwerp. Over het deel waar de alluviale bossen zich bevinden is de bodemhoogte op NAP +11,75 m doorgevoerd, waar dit eerder nog NAP +11,50 m was. Dit betekent mogelijk wel dat laatste stukje de bodem zelfs iets moet worden opgehoogd t.o.v. huidige profielen en goed moet worden aangesloten op het bestaande deel van de Eckeltsebeek. Men moet beducht zijn op uitslijting van het profiel, dit gebeurt in de huidige praktijk namelijk ook al.

### 3 Droogtestuwen

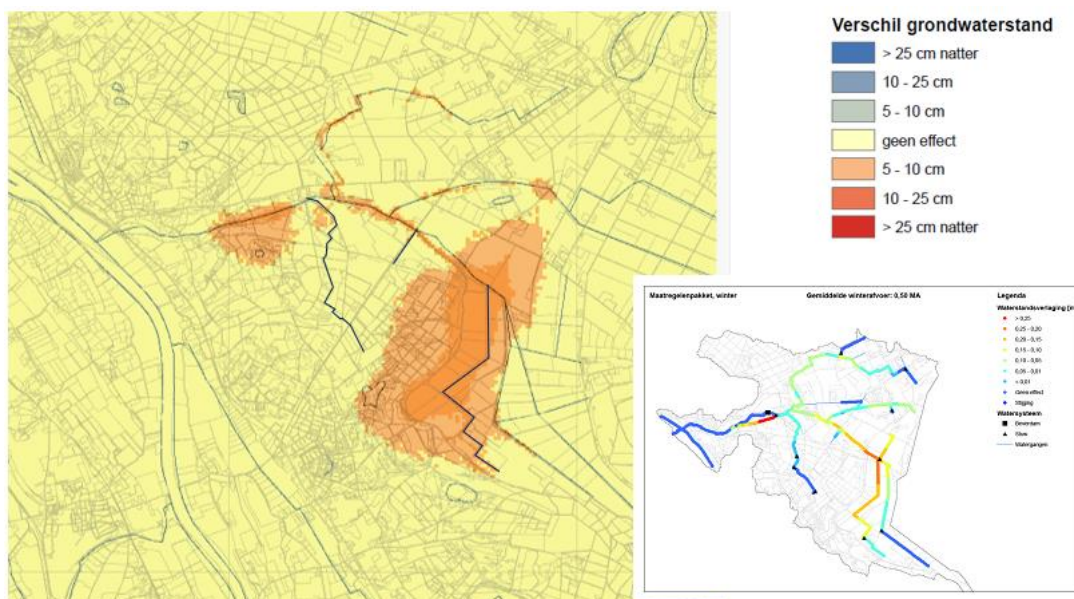
#### 3.1 Aanleiding

De maatregelen uit het hydrologisch rapport “Gebiedspilot Eckeltsebeek” zijn met name gericht op het voorkomen van wateroverlast. Door ruimte te geven aan de beek en de afvoercapaciteit te verbeteren. Hierbij is getracht zoveel mogelijk binnen bestaande kadastrale eigendommen van het waterschap te blijven en daarbinnen het beekprofiel te optimaliseren. In heringerichte deel van de beek is voldoende ruimte beschikbaar om met name in de breedte meer afvoercapaciteit te realiseren. Op een aantal plekken is het echter noodzakelijk geweest de beek ook te verdiepen. Dit leidt tot verdroging, omdat de drainagebasis van het beekdal hiermee wordt verdiept.

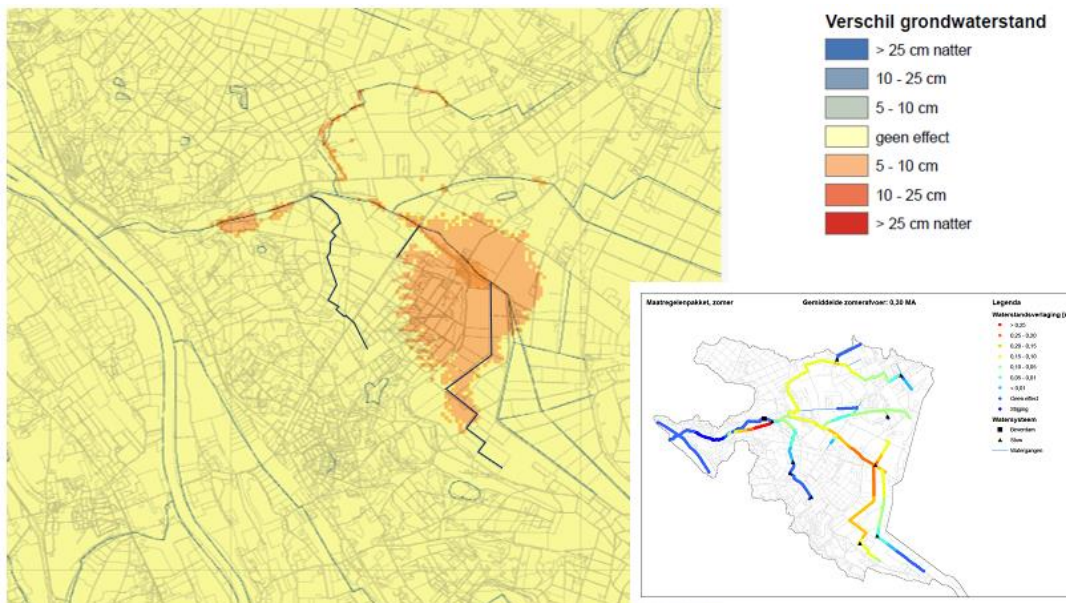
Deze effecten zijn inzichtelijk gemaakt middels een grondwaterberekening en opgenomen in pagina 36 van het hydrologisch rapport. Hierbij is geconstateerd dat er verdrogende effecten optreden in het Natura2000-gebied de Maasduinen. De Provincie Limburg heeft op basis van deze berekening gevraagd om mitigerende maatregelen te treffen voor het N2000-gebied de Maasduinen.

#### 3.2 Grondwatereffecten

De grondwaterstandsverlagingen zoals die met het maatregelenpakket Eckeltsebeek zijn berekend zijn in de onderstaande figuren weergegeven voor respectievelijk de zomer- en de wintersituatie.



Figuur 3-1. Effecten tijdens een wintersituatie (inzet: effect oppervlaktewater). Geel: minder dan 5 cm verlaging, licht oranje: 5-10 cm verlaging en donkeroranje: 10-25 cm verlaging.



Figuur 3-2. Effecten tijdens een zomersituatie (inzet: effect oppervlaktewater). Geel: minder dan 5 cm verlagings, licht oranje: 5-10 cm verlagings en donkeroranje: 10-25 cm verlagings.

Uit de figuren blijkt dat het maatregelenpakket een grote invloed heeft op zowel de GHG als de GLG in het stroomgebied. De grondwaterstanden worden verlaagd, waarbij met name de verandering van de GLG in de Maasduinen als problematisch wordt gezien.

Een mogelijkheid om deze grondwaterstandsverlagings te mitigeren is het plaatsen van droogtestuwen in de Eckeltsebeek en Lackbar-Cereslossing (LCL), die bij lagere afvoeren de oppervlaktewaterstanden verhoogd. Verwacht wordt dat deze maatregel met name effect zal hebben op de jaarrond voorkomende lagere grondwaterstanden.

De keuze voor droogtestuwen staat haaks op het beleid waarbij wordt gestreefd barrières in Natuurbeken op te heffen. De keuze wordt gerechtvaardigd doordat op de beoogde locaties en bovenstrooms de Eckeltsebeek geen functie heeft als Natuurbeek. Het hoofddoel hier is het verzorgen van een goede ont- en afwateringssituatie voor de aanwezige functie(s): in hoofdzaak (gras)landbouw.

### 3.3 Doel

Het doel van deze notitie is om te bepalen of het toepassen van droogtestuwen effect heeft op de jaarrond voorkomende laagste grondwaterstanden. Hiermee kunnen de negatieve effecten van het maatregelenpakket op het Natura 2000-gebied Maasduinen gemitigeerd worden. Gestreefd wordt om zo weinig mogelijk stuwen toe te passen en de stuwen alleen toe te passen in beken met een functie als agrarisch water en een Algemeen Ecologische Functie.



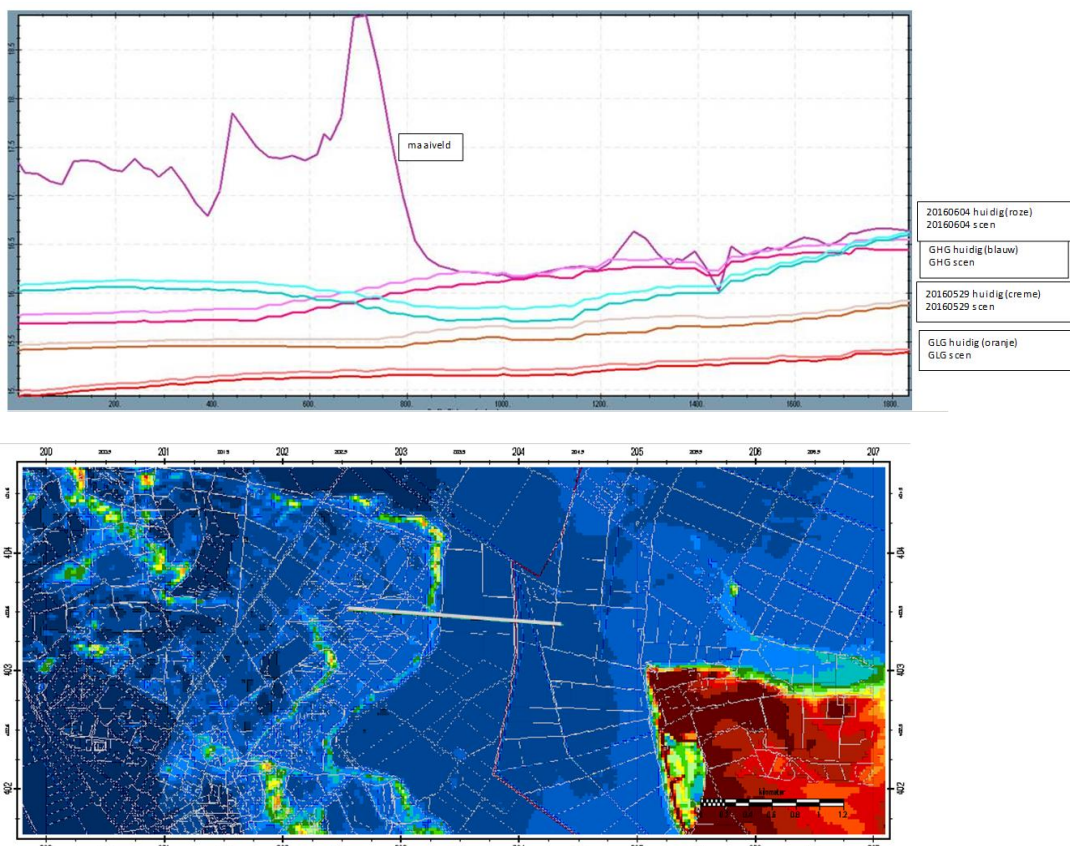
### 3.4 Hydrologische onderbouwing

#### 3.4.1 Werking van het grondwatersysteem

De onderstaande figuur toont een dwarsdoorsnede met de GLG en de GHG. Deze laten zien dat in de winter de grondwaterstanden in de Maasduinen stijgen en deze in de zomer weer uitzakken. Opvallend is dat dan een stroming van grondwater van de Maasduinen richting de LCL optreedt. Gedurende de zomer zakt de grondwaterstand uit en keert de stromingsrichting om (!). Ter plaatse van de Maasduinen zijn de grondwaterstanden in een GHG situatie relatief laag (gemiddeld circa 1 m onder maaiveld). Tevens zijn de berekende grondwaterstanden op 29 mei en 4 juni 2016 weergegeven. Het uitstralen van de effecten van de peilverlaging in de LCL heeft te maken met de afwezigheid van ontwateringsmiddelen ter plaats van de Maasduinen. Daardoor worden effecten over relatief grote afstand gevoeld.

*Een indicatie van de effecten is verkregen met behulp van de rekenresultaten van het integrale niet-stationaire model. Hierbij is op basis van de grondwaterstanden van 2014 en 2015 een drogere zomersituatie en een nattere wintersituatie berekend (een GLG en GHG-situatie). Voor deze situaties is het effect van de maatregelen in de beken doorgerekend.” Dus een GxG-berekening op twee jaar als benadering.*

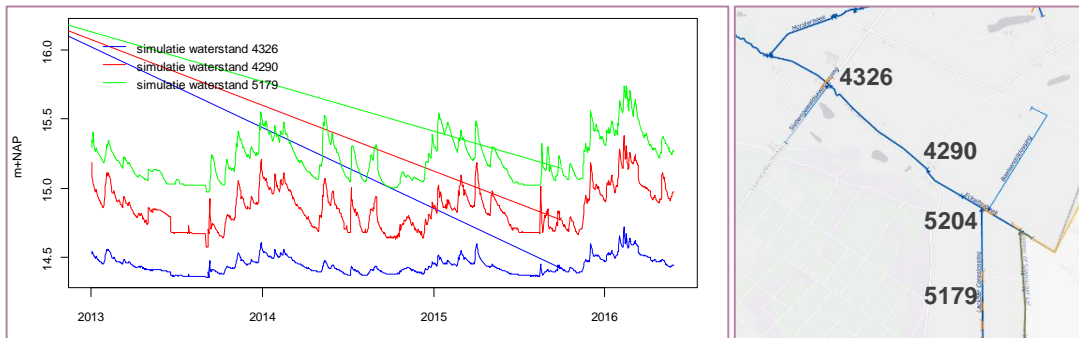
Opmerking: als in de Maasduinen schijngrondwaterspiegels voorkomen waardoor de GHG lokaal boven maaiveld komt dan zullen de effecten daar (veel of aanzienlijk) kleiner zijn.



Figuur 3-3. Dwarsdoorsnede over Maasduinen en LCL voor verschillende geohydrologische situaties.

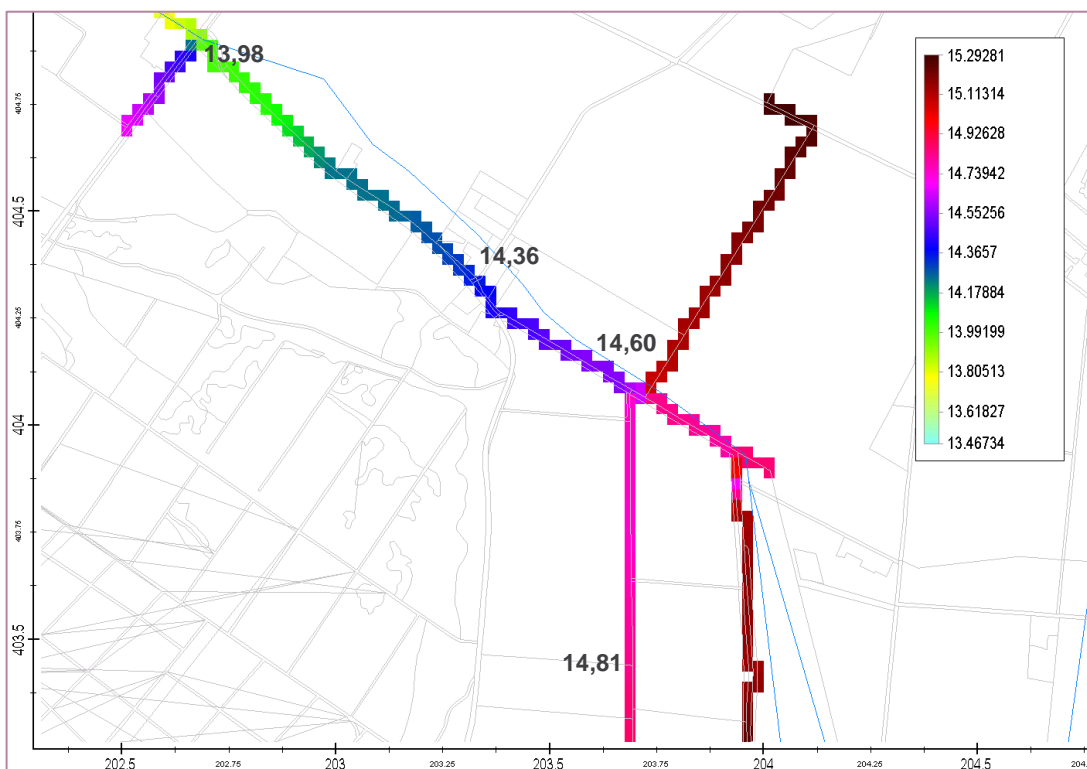
### 3.4.2 Werking oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem kent ter plaatse een groot verhang. Dit verhang treedt zowel bij lage als bij hoge afvoeren op en is te wijten aan het grote verhang van de waterbodem. In figuur 2 is de gesimuleerde waterstandsverloop op de Eckeltsebeek en Lackbar-Cereslossing weergegeven.



Figuur 3-4. Locaties oppervlaktewaterstanden en waterstandsverloop (swnr).

Uit de bovenstaande figuur met oppervlaktewaterstanden blijkt dat er een behoorlijk verhang in het oppervlaktewaterpeil aanwezig is (figuur 2). Dit heeft te maken met de bodemhoogte waar ongeveer hetzelfde verhang in aanwezig is (zie figuur 3).



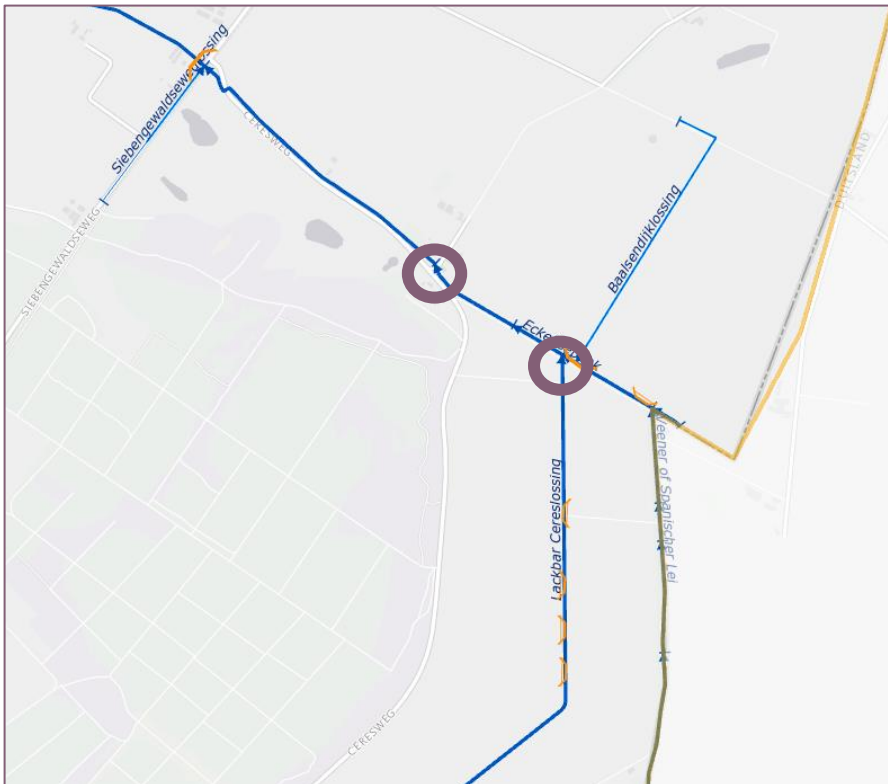
Figuur 3-5. Bodemhoogte (globaal).

### 3.5 Effectberekening in grondwatermodel

#### 3.5.1 Uitwerking in grondwatermodel

Uit het grote verhang in oppervlaktewaterstanden en in de bodem zal het plaatsen van een enkele droogtestuw ook bij lage afvoeren tot waarschijnlijk enkele honderden meters de oppervlaktewaterstand beïnvloeden. Verwacht wordt dat de stuw daarom geplaatst moet worden op de locatie waar de effecten op het grondwater het grootst zijn.

In een eerste variant is alleen op de meest benedenstroomse locatie een stuw geplaatst. In een tweede variant is ook bij de aansluiting van de LCL op de Eckeltsebeek een stuw geplaatst. Tijdens normale of extreme afvoeren moet de stuw conform de huidige peilen ingesteld moeten kunnen worden. Om de effecten met het model af te tasten wordt de stuw in het model gedurende de hele zomerperiode met 20 cm verhoogd.



Figuur 3-6. Oppervlaktewatersysteem met stuwen.

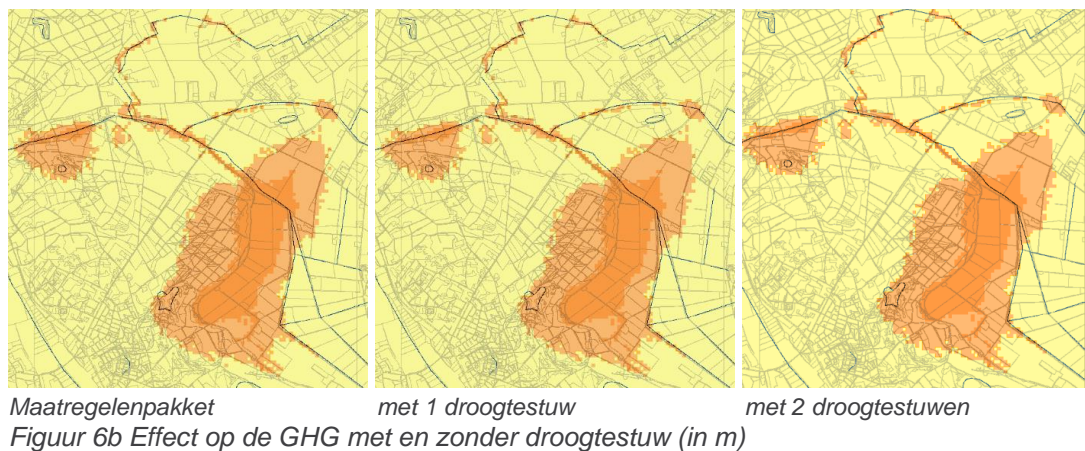
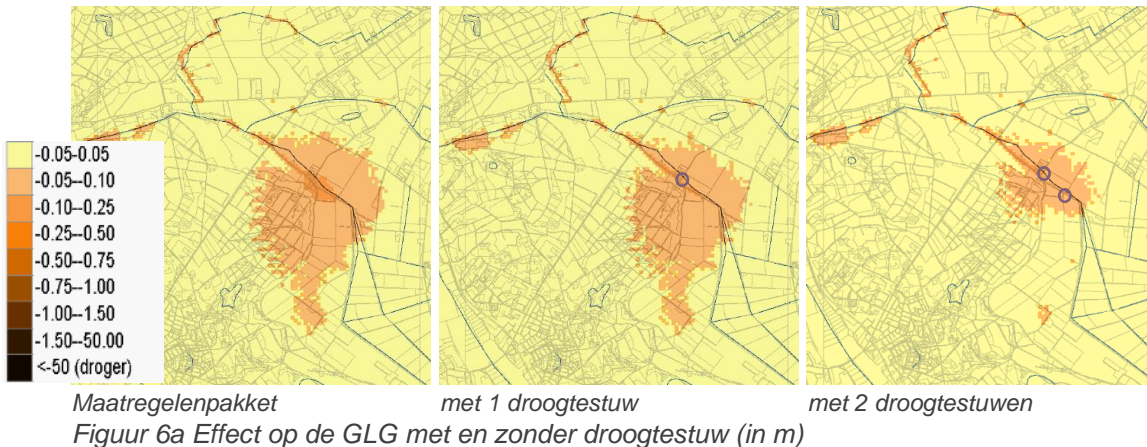
Inhoudelijke achtergronden:

- alle waterlopen in SIMGRO hebben een weirlevel meegekregen (ioma=2 in mana\_sim.inp), dat betekent dat in de goto\_sim.inp de zomerpeilen aangepast moeten worden;
- op 2 plaatsen (swnr. 4290 en 5204) zoals aangegeven in de figuur 5 wordt het stuwpeil met 0,2 m verhoogt. SIMGRO berekent dan zelf de opstuwing in de bovenstroomse trajecten.

Er worden twee varianten doorgerekend: met 1 stuw in de Eckeltsebeek of 2 stuwen: een in de Eckeltsebeek en 1 in de Lackbar-Cereslossing.

### 3.5.2 Berekende effecten

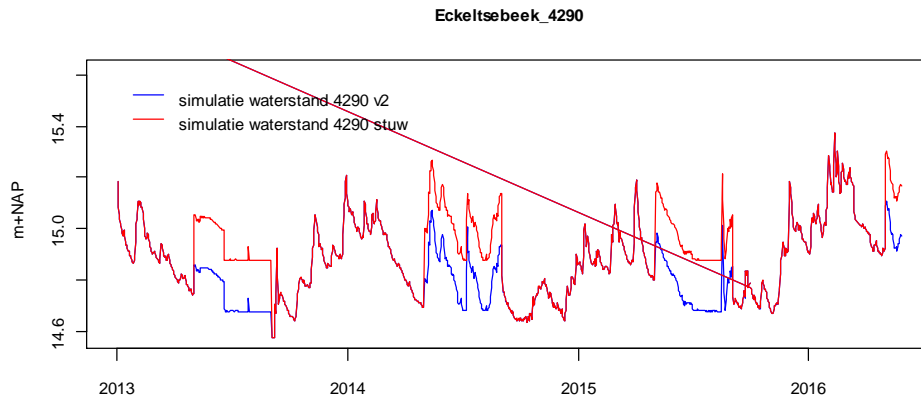
Het effect op de GLG is te zien in figuur 6a. Bij één droogtestuw in de Eckeltsebeek reduceert de verlaging van de GLG vooral in de directe omgeving van de watergang (variant 1). De invloedsafstand neemt in beperkte mate af. Bij eveneens een droogtestuw in de LCL (variant 2) nemen de effecten voor de GLG aanzienlijk af: er is dan alleen nog een verlaging (>5cm) rond de Eckeltsebeek te zien. Figuur 6b toont het effect op de GHG. De droogtestuwen hebben geen invloed op het effect op de GHG.



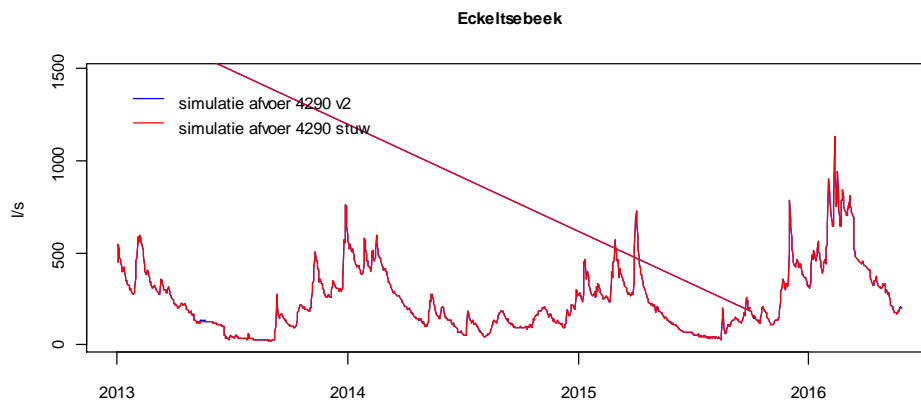
#### *Variant 1 stuw in Eckeltsebeek*

De vraag is nu hoe het komt dat bij de ene droogtestuw zo goed als geen effect op de GLG (>5cm) heeft? Heeft dit mogelijk te maken met weinig water in de Eckeltsebeek gedurende de zomerperiode? Figuur 7 en 8 tonen de peilen en de afvoer voor het maatregelenpakket met en zonder de droogtestuw. De peilen zijn gedurende de zomerperiode duidelijk verhoogd als een droogtestuw wordt geplaatst. De afvoeren zijn in beide situaties zo goed als gelijk aan elkaar. De oppervlaktewaterstanden worden dus wel beïnvloed maar slechts tot een beperkte afstand bovenstrooms.

Het effect op de grondwaterstanden is zeker op grotere afstanden beperkt. Dit is een gevolg van het na-ijlen van de effecten die tijdens de winter optreden: het geheugen van het grondwatersysteem ter plaatse van de Maasduinen is relatief groot door het ontbreken van drainagemiddelen (afvoerend oppervlaktewater of drains).

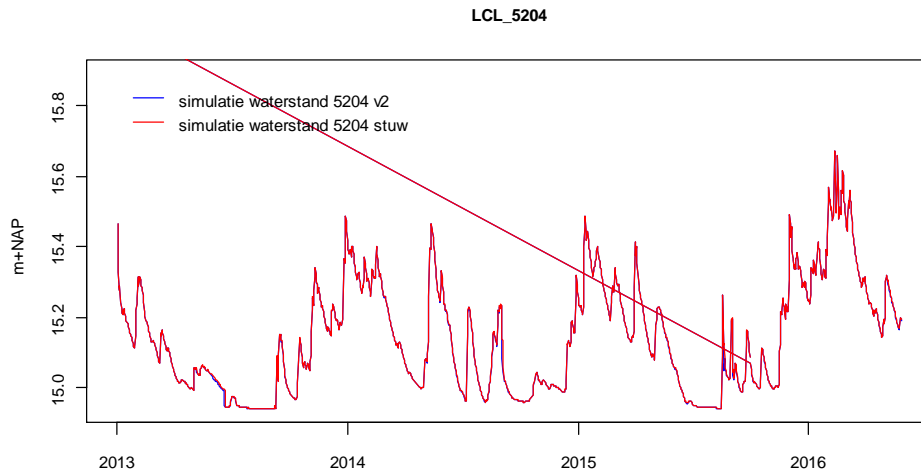


*Figuur 3-7. Effect op de waterstanden voor de stuw bij het maatregelenpakket met en zonder droogtestuw.*



*Figuur 3-8. Effect op de afvoer voor de stuw bij het maatregelenpakket met en zonder droogtestuw.*

Hoe ver strekt de invloed van de stuw zich uit op de bovenstroomse oppervlaktewaterstanden? In figuur 9 is de waterstand in de LCL op het instroompunt in de Eckeltsebek weergegeven (met droogtestuw). Hieruit blijkt dat het effect van de droogtestuw daar al is uitgewerkt. Dit is een gevolg van het aanzienlijke verhang in de watergang.



Figuur 3-9. Effect op de waterstanden in de Lackbar-Cereslossing bij het instroompunt in de Eckeltsebeek bij het maatregelenpakket met en zonder droogtestuw.

*Variant 2: stuw in Eckeltsebeek plus stuw in Lackbar-Cereslossing*

In dit geval is het effect op het 5 cm-beïnvloedingsgebied aanzienlijk groter. Dit is het gevolg van een flauwer bodemverhang in de Lackbar-Cereslossing, waardoor de opstuwing verder bovenstrooms doorwerkt. Wel blijft er rond de Eckeltsebeek een gebied met een grotere beïnvloeding van de GLG van 5cm.

3.5.3 Conclusies effectberekening

Het gebruik van zogenaamde droogtestuwen heeft een groot effect op de gemiddeld jaarrond voorkomende lagere grondwaterstanden. Op de hogere (winterse) grondwaterstanden is het effect nihil. Het inzetten van droogtestuwen draagt dus bij aan het tegengaan van verdroging die door de voorgestelde bodemverlaging wordt geïntroduceerd.

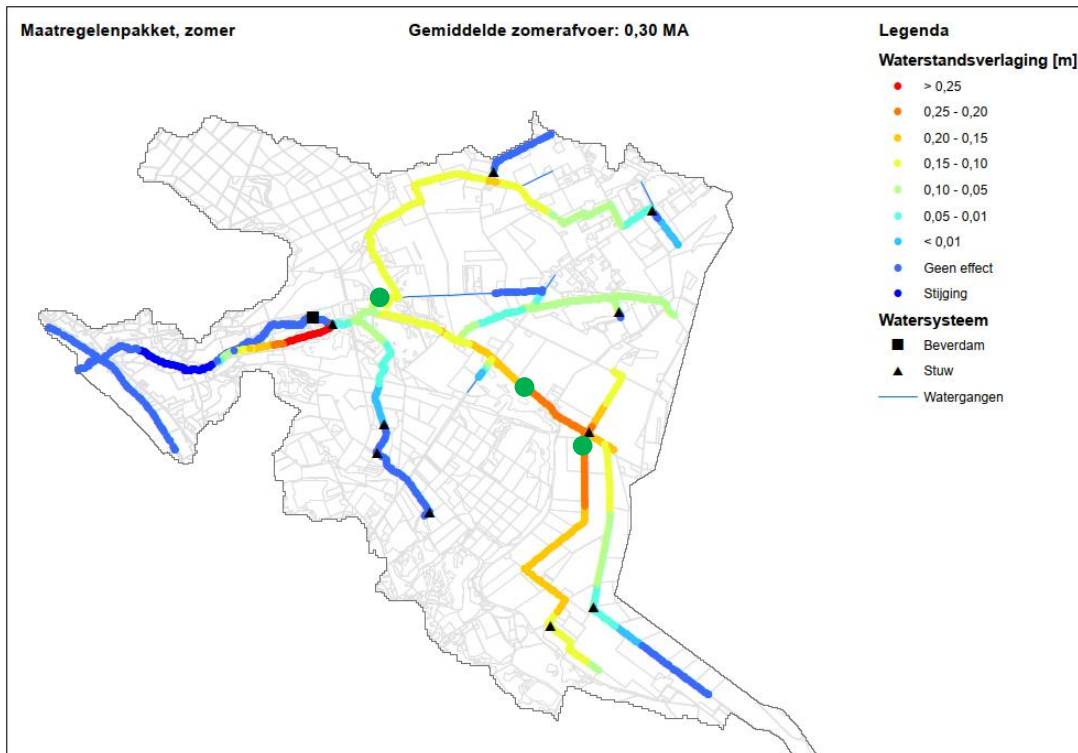
Wel moet men erop bedacht zijn dat het mitigerende effect van de droogtestuwen alleen geldt in situaties dat er water beschikbaar blijft. Uiteraard zullen de droogtestuwen wel bijdragen aan het langer vasthouden van water in het gebied, dan wanneer deze niet worden toegepast. Het principe van droogtestuwen is dezelfde als peilgestuurde drainage en boerenstuwen, maatregelen die bijdragen aan waterconserving. Het moment dat de Lackbar-Cereslossing dus droog komt te staan wordt uitgesteld. Bij extreme droogte zoals die van zomer 2018, waarbij waterlopen droog komen te staan hebben droogtestuwen dus een minder, maar nog steeds wel positief effect om de geïntroduceerde verdroging te mitigeren.

Om optimaal te profiteren van de droogtestuwen zal ook aanvoer via/vanaf de Lackbar-Cereslossing zo lang mogelijk in stand gehouden moeten worden. Gedacht kan worden aan het verbinden van de Lackbar-Cereslossing met de Spanischer Ley zodat water vanuit Duitsland ook via de Lackbar-Cereslossing kan worden geleid. En eventueel het toepassen van een derde droogtestuw in de Spanischer Ley.

### 3.6 Ontwerp droogtestuwen

#### 3.6.1 Locaties droogtestuwen

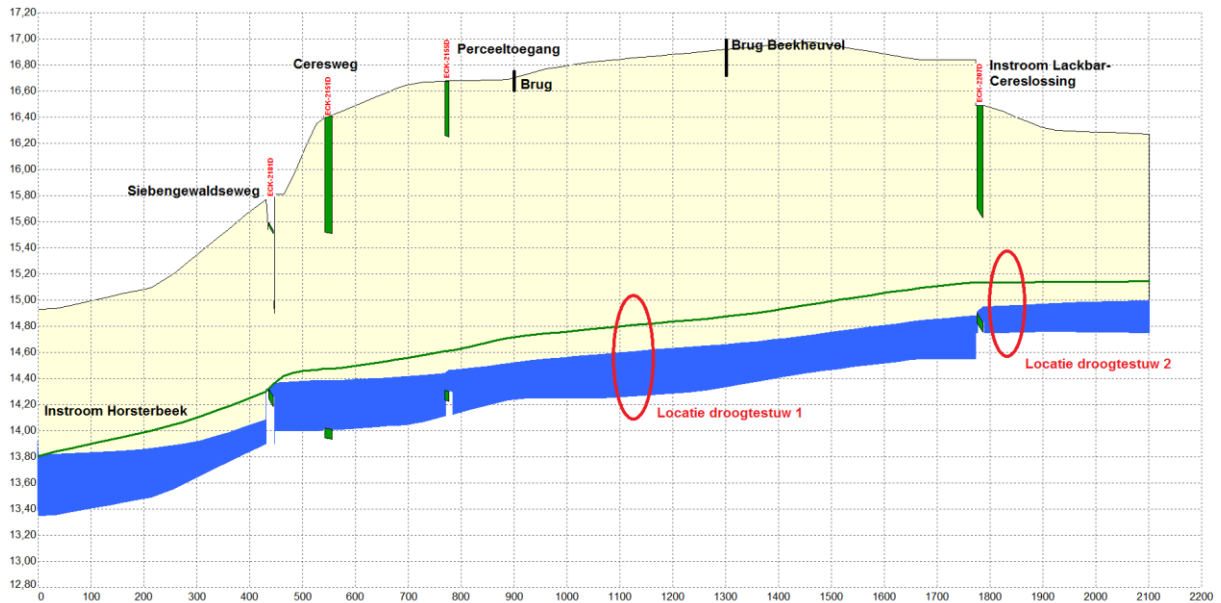
Er zijn in totaal een drietal droogtestuwen beoogt. De eerste in de Eckeltsebeek, ter hoogte van, of iets bovenstrooms van de kruising met de Siebengewaldseweg. De tweede in de benedenloop van de Lackbar-Cereslossing en de derde in de benedenloop van de Lakeyse Leigraaf.



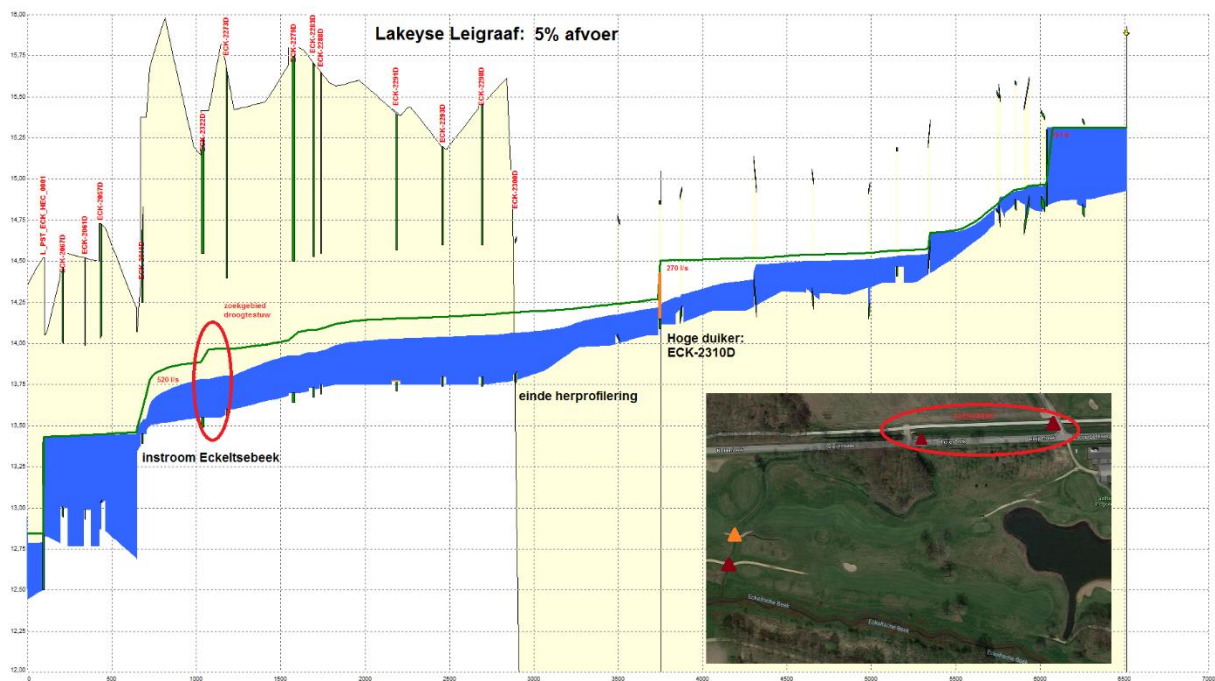
*Figuur 3-10. Effect van het maatregelenpakket in de zomer, bij 30% van de maatgevende afvoer. Daarbij aangegeven de locaties van de droogtestuwen (groene bollen).*

De eerste twee zijn beoogd om de negatieve effecten van de beekverruiming (met name de beekverdieping) op de grondwaterstanden te mitigeren (zoals geschetst in de vorige paragrafen). De derde is bedoeld om ook meer water vast te kunnen houden in droge perioden in de Lakeyse Leigraaf. Op dit moment fungeren daar hooggelegen, niet verstelbare duikers als “primitieve droogtestuw”. Omdat de duikers hier worden aangepakt in het kader van verminderen van de kans op wateroverlast, verdwijnt deze nevenfunctie als droogtestuw. Daarom wordt ook hier een regelbare constructie toegepast.

Onderstaand de locaties van de droogtestuwen in een langsdoorsnede.



Figuur 3-11. Lengteprofiel Eckeltsebeek: vanaf in stroom Horsterbeek tot Lackbar-Cereslossing. Waterstanden bij 5% van de maatgevende afvoer. Groen: huidig. Blauw: na maatregelen (zonder droogtestuwen). Waterstandsverschil is ca. 20 cm.



Figuur 3-12. Lengteprofiel Lakeyse Leigraaf. Waterstanden bij 5% van de maatgevende afvoer. Groen: huidig. Blauw: na maatregelen (zonder droogtestuwen). Waterstandsverschil is ca. 20 cm.

Van belang bij de droogtestuwen is dat deze in natte perioden niet leiden tot een extra obstakel voor de waterafvoer en daarmee dus een contraproductieve bijdrage leveren aan



het maatregelenpakket van het Projectplan Eckeltsebeek. In droge perioden / bij lage afvoeren moet water vastgehouden kunnen worden en het peil gestuurd blijven.

### 3.6.2 Peilen bij de droogtestuwen

De stuwpeilen worden gebaseerd op de gangbare wijze bij het Waterschap. Dit betekent dat voor de stuwen. De volgende stuwpeilen, op basis van het laagste maaiveld en de droogleggingseisen van het waterschap zijn:

**Tabel 3-1. Stuwpeilen droogtestuwen**

Stuw	Laagste maaiveld [m +NAP]	Landgebruik	Stuwpeil zomer [m +NAP]	Stuwpeil winter [m +NAP]
Eckeltsebeek	15,90	Akkerbouw	15,40	15,10
Lackbar-Cereslossing	15,90	Akkerbouw	15,50	15,20
Lakeyse Leigraaf	14,95	Akkerbouw	14,45	14,15

De stuwen moeten tot ca. 20% van de maatgevende afvoer het oorspronkelijke peil vast houden. Dan wordt zo'n 65% van de tijd het oorspronkelijke peil bereikt. Dit is ruim voldoende om negatieve effecten op de laagste grondwaterstanden te voorkomen.

Automatische stuwen worden voorzien van peil (druk)opnemers. Geadviseerd wordt in ieder geval de stuw in de Eckeltsebeek (stuw 1) te automatiseren. Worden de stuwen niet geautomatiseerd, dan kunnen ook peilregistraties van de huidige meetpunten worden gebruikt als indicator voor de noodzaak de droogte stuwen bij te stellen. Stuw 1 kan gebruik maken van de registraties bij de Lackbar-Cereslossing. Voor stuw 2 de registraties bovenstreams op de Lackbar-Cereslossing en voor stuw 3 de registraties bovenstreams op de Lakeyse Leigraaf.

### 3.6.3 Ontwerp droogtestuwen

In tabel 2-2 zijn de eigenschappen van de stuwen weergegeven.

**Tabel 3-2. Ontwerpparameters droogtestuwen**

Stuw	Type stuw [-]	Kruinbreedte [m]	Drempelhoogte [m +NAP]	Maximale hoogte [m +NAP]
Eckeltsebeek	Kantelstuw, geautomatiseerd	2,00	14,30	15,60
Lackbar-Cereslossing	Verstelbare klepstuw in put	1,00	14,75	15,60
Lakeyse Leigraaf	Verstelbare klepstuw in put	1,00	13,60	14,60

## 4 Aanvullende maatregelen bij de Lackbar-Cereslossing

### 4.1 Inleiding

De waterstand in de Eckeltsebeek is leidend voor de peilen op de Lackbar-Cereslossing. De waterstand in de Eckeltsebeek wordt op zijn beurt grotendeels bepaald door de afvoer vanuit Duitsland. Deze kan flink oplopen, omdat in Duitsland weinig maatregelen worden getroffen om een afvoerpiek af te vlakken. Dit is een van de conclusies uit het hydrologisch rapport “Gebiedspilot Eckeltsebeek”.

In het vroege voorjaar van 2020 is er wederom een grote afvoerpiek door de Eckeltsebeek gelopen, veroorzaakt door een langdurige natte periode met een grote neerslagsom. Deze situatie is geanalyseerd en weergegeven in bijlage 1. De meetreeksen in bijlage 1 onderschrijven de reeds gedane constatering dat de afvoercapaciteit van de Lackbar-Cereslossing afhankelijk is van (of beter: compleet bepaald wordt door) het peil op de Eckeltsebeek. Juist de grote afhankelijkheid van het peil op de Eckeltsebeek baart zorgen voor agrariërs met gronden langs de Lackbar-Cereslossing.

### 4.2 Gewijzigd ontwerp

De maatregelen uit de Gebiedspilot zijn erop gericht dit peil onder maatgevende omstandigheden naar beneden te brengen. In principe zijn deze maatregelen afdoende om het peil voldoende te verlagen. Toch kan het nog voorkomen dat het peil op de Eckeltsebeek hoog op loopt en de afvoer vanaf de Lackbar-Cereslossing stagneert. Twee aanvullende maatregelen worden daarom uitgevoerd:

- De droogtestuw bij de duiker bij de instroom van de Lackbar-Cereslossing wordt zodanig uitgevoerd dat deze ook als afsluiter kan dienen. Hiermee wordt voorkomen dat water vanuit de Eckeltsebeek het gebied in loopt en daar overlast veroorzaakt. Te meer omdat het maaiveld rond de Lackbar-Cereslossing ook lager is dan bij het instroompunt. Met kleine aanpassingen aan de reeds geplande droogtestuw is dit te realiseren.
- Het inrichten van een pomp-opstelplaats bij het instroompunt. Hiermee kan ook water worden afgevoerd wanneer het peil op de Eckeltsebeek nog hoger is dan op de Lackbar-Cereslossing. De stagnerende afvoer wordt hiermee opgelost, zodat wateroverlast verder kan worden voorkomen. Dit is alleen voor extreme omstandigheden, die hooguit jaarlijks of minder vaak voorkomen. Daarom wordt niet een vaste pomp (gemaal) geplaatst, maar is gekozen om een pomp-opstelplaats in te richten.

## 5 Automatiseren stuw bij de kasteelruïne

Het automatiseren van de stuw bij de kasteelruïne (HEC\_0001) is in de gebiedspilot als een van de mogelijk maatregelen onderzocht. Er is gebleken dat het automatiseren weinig invloed heeft op de grootste knelpuntlocaties uit het gebied (Lakeyse Leigraaf en de Lackbar-Cereslossing). Wel is er enige invloed in het gebied tussen de kasteelruïne en het instroompunt van de Horsterbeek in de Eckeltsebeek. Ook draagt de stuw bij aan het verkorten van de afvoerpiek, wanneer de stuw tijdig wordt verlaagd. Op dit moment is de stuw handmatig verstelbaar. In de praktijk wordt de stuw weinig versteld. De reden om deze stuw toch te automatiseren is dat hiermee de reactietijd op een afvoerpiek aanzienlijk wordt verkort, omdat men niet meer afhankelijk is van de gebiedsbeheerders.

**Tabel 5-1. Stuwpeilen bij stuw Hoogwatergeul (HEC\_0001)**

Stuw	Laagste maaiveld [m +NAP]	Landgebruik	Stuwpeil zomer [m +NAP]	Stuwpeil winter [m +NAP]
Hoogwatergeul	14,20	Golfbaan	13,70	13,30
	13,90	Grasland	13,60	13,30

In de praktijk wordt nu veelal gestuurd op een peil van NAP +13,30 tot NAP +13,40 m. Dit ligt binnen de range die op basis van landgebruik wordt afgeleid. In overleg met gebiedsbeheerders en beheerders van de golfbaan moet worden bekeken of het verstandig is om hoger te stuwen in de zomer. Omdat de stuw geautomatiseerd wordt, kan tijdig worden ingegrepen en het stuwpeil worden verlaagd.

Anderzijds kan ook gebruik worden gemaakt van de peilregistraties bij de Horsterbeek of het meetpunt bij de Siebengewaldseweg. Wanneer hier te hoge peilen worden waargenomen, kan de stuw HEC\_0001 uit voorzorg al in de winterstand worden gezet.

## Verantwoording

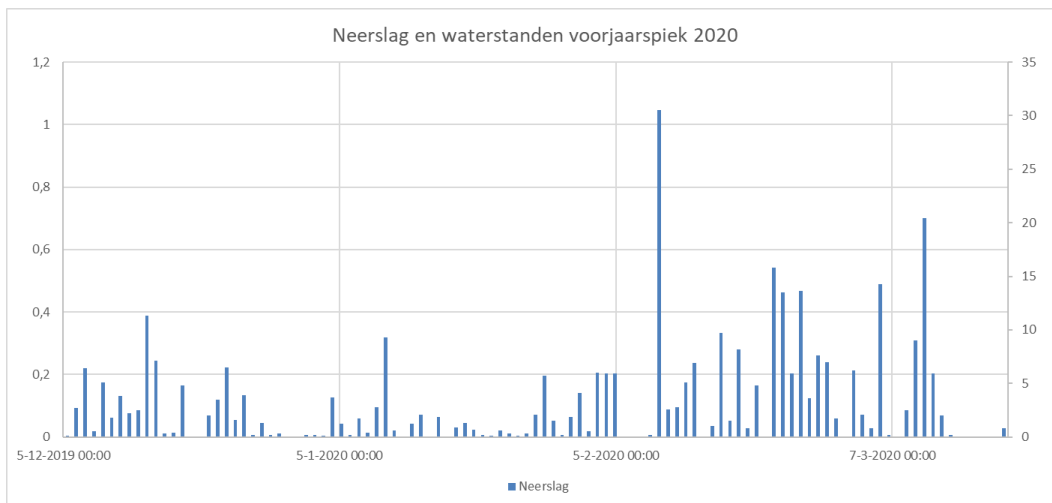
Titel	Addendum hydrologisch rapport Gebiedspilot Eckeltsebeek
Projectnummer	264202
Referentienummer	Addendum hydrologisch rapport v2
Revisie	Revisie
Datum	14-05-2020
Auteur	Jan Willem Bronkhorst
E-mailadres	janwillem.bronkhorst@sweco.nl
Gecontroleerd door	Bart Mens
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Ron Buitelaar
Paraaf goedgekeurd	

## Bijlage 1 Beschrijving afvoerpiek voorjaar 2020

Februari 2020 was een zeer natte maand. Daardoor is opnieuw overlast ervaren nabij de Lackbar-Cereslossing. In de navolgende paragrafen wordt ingegaan op de neerslag en de opgetreden peilen, tot slot worden enkele conclusies uit de gegevens getrokken en de relatie met de maatregelen uit de Gebiedspilot gelegd.

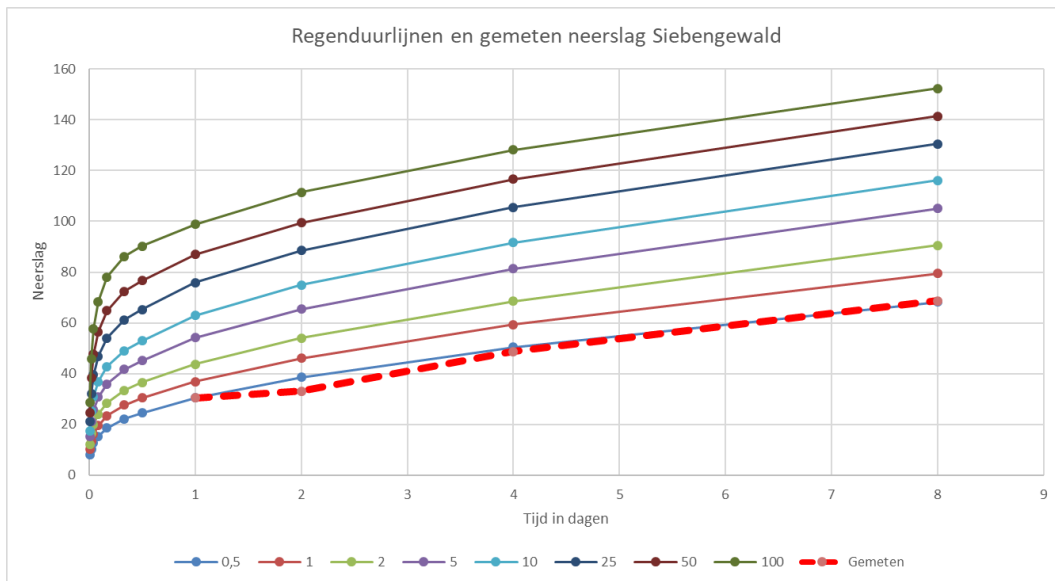
### B1.1 Neerslag

In onderstaand figuur zijn de neerslaggegevens weergegeven. Vanaf 10 februari is er veel neerslag gevallen, veel meer dan in de maanden ervoor en vele malen meer dan gewoon is voor de periode.



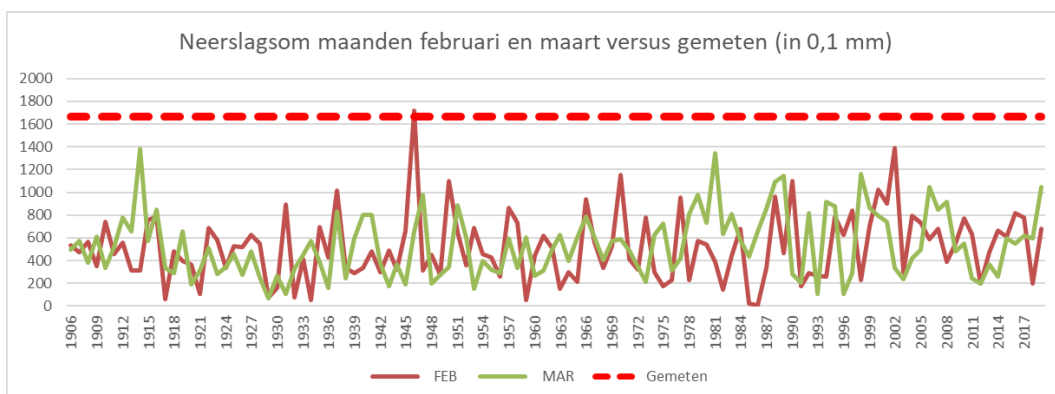
Figuur B1-5-1. Neerslaggegevens voor de periode 5 december 2019 tot en met 20 maart 2020 in mm/dag (rechteras).

De neerslag reeks is eerst vergeleken met de regenduurlijnen voor extreme gebeurtenissen, zoals het KNMI en Waterschappen deze doorgaans hanteren voor het ontwerp en toetsing van watersystemen en voorzieningen. In relatie tot deze neerslagstatistiek met een lengte van 1 tot 8 dagen, zijn februari en maart 2020 niet dermate extreem. In onderstaande figuur zijn de regenduurlijnen van 1 tot 8 dagen geplott, tezamen met de maximaal gemeten regenval in diezelfde tijdsduur. Te zien is dat de rode stippellijn, de meting, samenvalt met de regenduurlijn van 0,5 x per jaar. Oftewel, een periode als deze komt gemiddeld 2x per jaar voor, als wordt gekeken naar een periode van 1 tot 8 dagen.



Figuur B1-5-2. Regenduurlijnen in relatie tot de gemeten neerslagintensiteit. De meetwaarden zijn weergegeven met de rode stippellijn.

Wordt er gekeken naar een langere termijn, dan geldt er een ander verhaal. Maandelijks valt er in gemiddeld zo'n 55-65 mm neerslag in de maanden februari en maart. Het ene jaar is het wat droger, het andere jaar iets natter. Echter in de periode 9 februari tot en met 7 maart (28 dagen) is 166,4 mm neerslag gevallen een factor 3 zoveel. Dit is te zien in onderstaande figuur. De grafieken geven de maandsommen van februari en maart vanaf 1906 tot en met 2019, de rode stippellijn de maximale 28 daagse neerslag van voorjaar 2020.

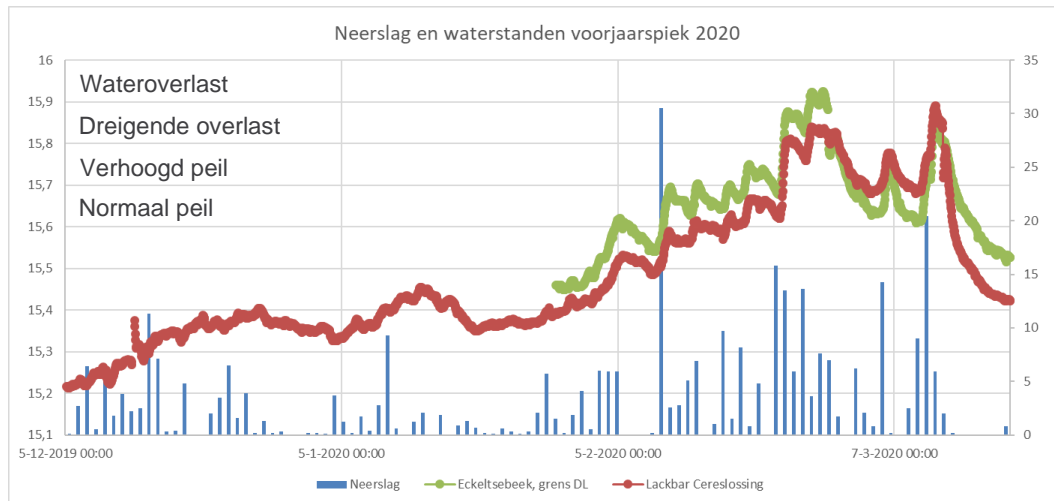


Figuur B1-5-3. Maandsommen voor februari en maart voor neerslagstation Siebengewald (Bron: KNMI). Stippellijn: maximale 28-daagse neerslagsom in vroege voorjaar van 2020.

Deze vergelijking is niet 100% eerlijk, vanwege het vergelijken van een maandsom (vast ijkpunt) met het maximum van 28 dagen (verschuivend ijkpunt), maar geeft wel een redelijk beeld van hoe extreem de periode is. De conclusie dat een dergelijke periode maar eens per 100 jaar voorkomt, is dus niet te trekken. De herhalingsperiode van een natte periode zoals deze ligt naar schatting rond de eens per 10 jaar.

## B1.2 Peil

De neerslag van februari en maart heeft een hoge afvoer en hoge peilen tot gevolg gehad. In onderstaande figuur is het peil vanaf 5 december 2019 tot en met 20 maart 2020 weergegeven voor de Eckeltsebeek (grens Duitsland) en op de Lackbar-Cereslossing. Daarbij zijn ook de zones weergegeven wanneer van verhoogd peil of (dreigende) wateroverlast wordt gesproken (Bron: waterstanden app WL). Ter volledigheid is ook de neerslag in die periode weergegeven.



Figuur B1-5-4. Peil op de Eckeltsebeek en Lackbar-Cereslossing.

### Schatting van de herhalingsstijd van het peil

De opgetreden peilen hebben een herhalingsstijd van ca. eens per jaar tot eens per 10 jaar, gebaseerd op de modelberekeningen in het kader van de Gebiedspilot Eckeltsebeek. De meetreeks van het vaste meetpunt bij de Duitse grens is te kort om deze op meetwaarde te baseren. Hoe hoog het peil wordt bij een dergelijke gebeurtenis en afvoer, hangt mede af van de onderhoudsstaat van het watersysteem. Het feit dat de peilen al zo hoog oplopen direct na de winter, waarbij nog weinig begroeiing aanwezig is in het systeem, is bijzonder. De herhalingsstijd van het peil ligt daarom dichterbij de 10 jaar, dan bij een jaarlijkse omstandigheid.

### Verloop van de piek

De flink regenbui van 10 februari heeft een snelle stijging van het peil tot gevolg, waarschijnlijk doordat de matige regenval van de weken ervoor de bergingscapaciteit in de bodem ook al verminderd heeft. Er is al een langere stijging van het peil in de voorgaande weken te zien. In de weken volgend op 10 februari blijft het flink doorregenen, vanaf 23 februari zit het systeem echt vol en stijgt het peil verder. Op dat moment komt ook de afvoer vanuit Duitsland flink op gang, met een flinke stijging als gevolg. Dit volgt ook uit de debietregistraties van het meetpunt bij de Siebengewaldseweg.

Tot het eind van de eerste piek (eind februari) is peil op de Eckeltsebeek hoger dan op de Lackbar-Cereslossing. Mogelijk dat dus water vanaf de Eckeltsebeek het gebied rond de Cereslossing instroomt. Pas aan het einde van de eerste piek kantelt dit en kan de Lackbar-Cereslossing gaan afvoeren. Het peil staat dan al een week erg hoog.

Na een korte periode van een herstel van de peilen volgen nog een paar flinke buien begin maart, die een tweede piek tot gevolg heeft. Daarna herstellen de peilen zich weer. Het

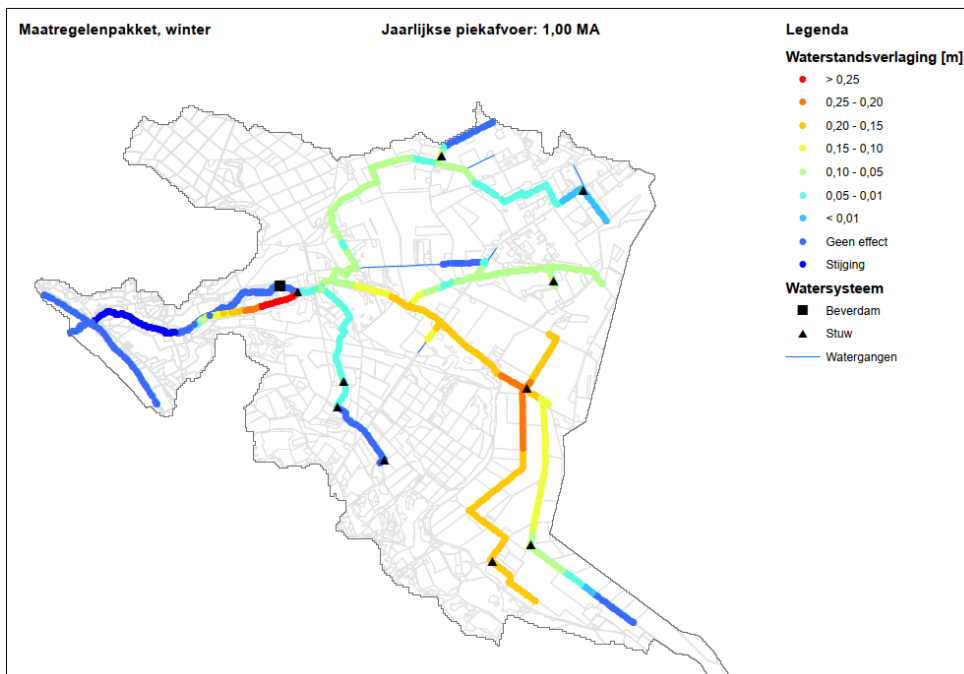
hoge peil op de Eckeltsebeek voorkomt dat het gebied rond de Lackbar-Cereslossing kan afwateren.

**B1.3 Relatie tot maatregelen uit de Gebiedspilot**

De systeemwerking is in de Gebiedspilot Eckeltsebeek uitgebreid onderzocht. Uit dit onderzoek komt het gebied bij de Lackbar-Cereslossing ook als aandachtspunt naar voren. Toen is ook al onderschreven dat het peil op de Eckeltsebeek bij de instroom van de Lackbar-Cereslossing bepalend is voor het peil op de gehele Lackbar-Cereslossing en ook bepalend is voor het feit dat het gebied slecht afwatert in natte perioden. Dit blijkt ook nu weer uit de peilregistraties.

De maatregelen uit de Gebiedspilot zijn dan ook grotendeels gericht op een verbetering van de waterhuishouding juist in dit gebied. De maatregelen betreffen een verbetering van het winterbed in de heringerichte delen van de Eckeltsebeek en een verdieping van de bovenloop van de Eckeltsebeek. De Lackbar-Cereslossing zelf wordt geherprofileerd, de duiker naar de Eckeltsebeek wordt vergroot en voorzien van een droogtestuw. Daarnaast wordt een stuw in de Eckeltsebeek ca. 500 meter benedenstrooms geplaatst. Deze stuwen hebben tot doel om water vast te houden in drogere perioden.

Het effect van deze maatregelen voor verschillende omstandigheden is weergegeven in de diverse kaarten bij het rapport. In onderstaande figuur is de kaart weergegeven, waarin het effect van het maatregelenpakket is omschreven bij de omstandigheid die het beste aansluit bij februari en maart 2020. De peilen hadden na het uitvoeren van deze maatregelen 20 tot 25 centimeter lager geweest en derhalve niet meer tot problemen geleid.



*Figuur B1-5-5. Berekende effect van het maatregelenpakket voor vergelijkbare omstandigheden als februari en maart 2020.*

Aanvullende maatregelen worden daarom niet noodzakelijk geacht, maar kunnen voor een robuuste systeeminstelling, wel wenselijk zijn. Geadviseerd wordt alleen aanvullende maatregelen toe te passen wanneer deze goedkoop en efficiënt zijn.