

## RAPPORT

# Hydrologische maatregelen, effecten en modelontwikkeling Natura2000- gebied Leudal

Klant: Provincie Limburg

Referentie: BH1296WATRP2101281618

Status: Definitief/P01

Datum: 22-1-2021

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond en probleemstelling	1
1.2	Doelstellingen	2
1.3	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>Gebiedsbeschrijving</b>	<b>4</b>
2.1	Inleiding	4
2.2	Algemene gebiedsbeschrijving	4
2.3	Geologie, reliëf en bodem	5
2.4	Grondwater	9
2.5	Oppervlaktewater	10
2.6	Landgebruik	13
<b>3</b>	<b>Oppervlaktewatermodellering</b>	<b>14</b>
3.1	Aanpak	14
3.2	Opzet model	14
3.3	Validatie oppervlaktewatermodel	18
3.4	Berekende waterstanden in de huidige situatie	21
<b>4</b>	<b>Grondwatermodellering</b>	<b>23</b>
4.1	Aanpak	23
4.2	Opzet model	23
4.2.1	Modelbegrenzing en rekennetwerk	23
4.2.2	Lagenschematisatie	23
4.2.3	Grondwateraanvulling en Maaspeilen	25
4.2.4	Oppervlaktewater	26
4.2.5	Tertiaire watergangen, buisdrainage en overlandflow	26
4.2.6	Onttrekkingen	26
4.2.7	Beregingen	26
4.3	Stationaire ijking	27
4.3.1	Aanpak	27
4.3.2	Optimalisatie weerstand van Formatie van Bortel	27
4.3.3	Optimalisatie schematisatie beken	29
4.3.4	Kalibratieresultaat	30
4.4	Tijdsafhankelijke ijking	32
<b>5</b>	<b>Bepaling ecologisch doelbereik</b>	<b>40</b>
5.1	Verfijning kartering grondwaterafhankelijke habitattypen	40
5.2	Ecologisch beoordelingskader	41

<b>6</b>	<b>Effectbepaling berekening uit grondwater</b>	<b>43</b>
6.1	Aanpak	43
6.2	Vergelijking berekende beregeningshoeveelheden met geregistreerde hoeveelheden	43
6.3	Effecten huidige beregeningsonttrekkingen op instandhoudingsdoelen Natura2000-gebied Leudal	44
<b>7</b>	<b>Herstelmaatregelen Natura2000-gebied Leudal</b>	<b>55</b>
7.1	Aanpak	55
7.2	Ecologisch doelbereik in de huidige situatie	55
7.3	Verkenning individuele maatregelen	58
7.3.1	Algemeen	58
7.3.2	Verkenkende maatregel 1: Bosvorming	58
7.3.3	Verkenkende maatregel 2: Verwijderen van detailontwatering	62
7.3.4	Verkenkende maatregel 3a: Verhoging van de beekbodem	67
7.3.5	Verkenkende maatregel 3b: Peilopzet bij de watermolens	73
7.4	Afgewogen maatregelenpakket	77
7.4.1	Afweging verkennende maatregelen	77
7.4.2	Effecten op peilen in de beken	79
7.4.3	Effecten op grondwaterstanden en kwel	81
7.4.4	Effecten op doelbereik grondwaterafhankelijke habitattypen	85
7.4.5	Effecten bij hoogwater	94
7.4.6	Overige effecten	98
<b>8</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>102</b>
8.1	Algemeen	102
8.2	Conclusies	102
8.3	Aanbevelingen	104
<b>9</b>	<b>Referenties</b>	<b>106</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond en probleemstelling

Het Natura2000-gebied Leudal is gelegen in Midden-Limburg in de gemeente Leudal, tussen de dorpen Haelen, Nunhem, Roggel en Heythuysen (zie Figuur 1-1). Het heeft een oppervlakte van ca. 340 ha en maakt deel uit van het grotere natuurgebied het Leudal.



Figuur 1-1 Begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal

In november 2018 is het ontwerp Natura 2000-beheerplan Leudal 2018-2024 vastgesteld (Provincie Limburg, 2018). Het gebied is onder meer aangewezen voor de grondwaterafhankelijke habitattypen H91E0\_C, Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) en H6410, Blauwgrasland. De overige habitattypen (H9160\_A Eiken-haagbeukenbossen, H9190 Oude eikenbossen en H9120 Beuken-eikenbossen met hulst) komen voor in de hogere en drogere delen van het Natura2000-gebied en zijn niet grondwaterafhankelijk.

Van beide grondwaterafhankelijke habitattypen is Vochtige alluviale bossen (H91E0\_C) het overheersende type. In de huidige situatie komt dit type voor over een oppervlakte van 21,39 ha voor, met een matige tot goede staat van instandhouding. Doel is verdere kwaliteitsverbetering en uitbreiding van het areaal. Het areaal Blauwgrasland (H6410) is veel kleiner (0,14 ha), de huidige staat van instandhouding is goed en het doel is handhaven van het bestaande areaal en de bestaande kwaliteit.

Om de doelen voor het prioritaire grondwaterafhankelijke habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0\_C) te realiseren, zijn in het ontwerp-beheerplan de volgende waterhuishoudkundige maatregelen voorgesteld:

1. Bosvorming van naaldbos naar loofbos of heide, zowel binnen het Natura2000-gebied zelf als in het gehele natuurgebied Leudal.
2. Zoveel mogelijk opheffen van de detailontwatering in het gebied: dempen of verondiepen van sloten, greppels en rabatten.
3. Structurele verhoging van de beekpeilen door:
  - a. Verhoging van de beekbodem;
  - b. Peilopzet bij de watermolens (Sint Elisabethsmolen en de Ursulamolen).

Verder dient te worden beoordeeld in hoeverre de grondwateronttrekkingen ten behoeve van de drinkwatervoorziening en beregening van de landbouw in de omgeving van het Leudal significant negatieve effecten hebben op de staat van instandhouding van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Leudal (Vochtige alluviale bossen en Blauwgrasland). Als significant negatieve effecten -ook na realisatie van de genoemde hydrologische herstelmaatregelen- niet zijn uit te sluiten, kunnen deze grondwateronttrekkingen niet worden aangemerkt als bestaand gebruik en geldt er geen vrijstelling van de vergunningplicht voor wat betreft de Natuurbeschermingswet.

Uitvoering van de hydrologische herstelmaatregelen en eventuele regulering of aanpassing van de grondwateronttrekkingen dienen plaats te vinden gedurende de eerste beheerplanperiode (2018-2024).

Om de effecten van deze hydrologische maatregelen op de instandhoudingsdoelen voor het Natura2000-gebied Leudal te kunnen bepalen, heeft Sweco een hydrologische systeemanalyse uitgevoerd en een grondwatermodel opgezet en gekalibreerd (Van der Hauw, 2018). Omdat de modellering alleen betrekking had op het grondwater (en niet het oppervlaktewater in de beken) en stationair is uitgevoerd, is dit grondwatermodel nog niet geschikt voor de nadere uitwerking en onderbouwing van de hydrologische herstelmaatregelen.

## 1.2 Doelstellingen

Op basis van de bovenstaande probleemstelling heeft de Provincie Limburg aan Royal HaskoningDHV opdracht gegeven voor het voorliggend hydrologisch onderzoek. De concrete doelstellingen van het hydrologisch onderzoek waren:

1. Doorontwikkeling van het bestaande grondwatermodel naar een hydrologisch modelinstrumentarium, waarmee de beoogde hydrologische herstelmaatregelen en de effecten als gevolg van de grondwateronttrekkingen in en rond Leudal kunnen worden doorgerekend en geanalyseerd met de nauwkeurigheid die vereist is vanuit de Natura2000-wetgeving. Dit betekent in ieder geval dat met het grondwatermodel behalve stationaire berekeningen ook tijdsafhankelijke berekeningen zijn uit te voeren. Aanvullend op de grondwatermodellering is ook modellering van het oppervlaktewaterregime in de beken noodzakelijk.
2. Kwantificeren van de effecten van de huidige beregeningsonttrekkingen voor de landbouw op het grondwaterregime en het doelbereik ter plaatse van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal.
3. Gebiedsgerichte uitwerking, dimensionering en (eco)hydrologische onderbouwing van de bovengenoemde hydrologische herstelmaatregelen uit het Natura2000 beheerplan Leudal. De uitwerking en onderbouwing dient plaats te vinden in samenspraak met de betrokken partijen in het gebied: Provincie Limburg, Waterschap Limburg en Staatsbosbeheer.

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport volgt een beschrijving van het gebied Leudal. Deze is grotendeels ontleend aan de eerder door Sweco uitgevoerde hydrologische systeemanalyse (Sweco, 2018) en het ontwerp-Beheerplan Natura2000 Leudal (Provincie Limburg, 2018).

Hoofdstukken 3 tot en met 5 gaan in op het hydrologisch modelinstrumentarium. Hoofdstuk 3 gaat in op de opzet en validatie van het oppervlaktewatermodel. De opzet en de stationaire en tijdsafhankelijke ijking van het grondwatermodel is beschreven in hoofdstuk 4. De aanpak voor de bepaling van het ecologisch doelbereik wordt toegelicht in hoofdstuk 5.

De berekening en analyse van de effecten van de huidige beregeningsonttrekkingen op het grondwaterregime en het doelbereik ter plaatse van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen Leudal worden gepresenteerd en toegelicht in hoofdstuk 6.

In hoofdstuk 7 volgt de gebiedsgerichte uitwerking, dimensionering en onderbouwing van de hydrologische herstelmaatregelen binnen Leudal. Na doorrekening en analyse van verkennende maatregelen is een afgewogen en geoptimaliseerd maatregelenpakket uitgewerkt, doorgerekend en geanalyseerd.

Tot slot volgen in hoofdstuk 8 de conclusies en aanbevelingen.

In hoofdstukken 5 tot en met 7 is een groot aantal figuren opgenomen met berekende effecten op onder meer grondwaterstanden, kwel en ecologisch doelbereik. Deze kaarten zijn in groter formaat (A4-liggend) opgenomen in Bijlage 2 van deze rapportage.

## 2 Gebiedsbeschrijving

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk volgt een beknopte beschrijving van het gebied Leudal. Deze is grotendeels ontleend aan de hydrologische systeemanalyse, die eerder door Sweco is opgesteld (Van der Hauw, 2018) en het ontwerp-Beheerplan Natura2000 Leudal (Provincie Limburg, 2018). Hieronder volgen achtereenvolgens een algemene gebiedsbeschrijving (paragraaf 2.2), een toelichting op de geologie, bodem en reliëf (paragraaf 2.3), een beschrijving van het grondwater (paragraaf 2.4), het oppervlaktewater (paragraaf 2.5) en het landgebruik (paragraaf 2.6). In paragraaf 2.5 (oppervlaktewater) beschrijven we de ligging en eigenschappen van de beken. Aanvullend gaan we ook in op de waterkwaliteit van de beken, waarbij met name ook ingegaan wordt op de belasting van de Tungelroyse Beek met zware metalen, in de huidige situatie en de ontwikkelingen die zich daarin de laatste decennia hebben voorgedaan.

### 2.2 Algemene gebiedsbeschrijving

Het Leudal is een bijzonder beekdallandschap, gelegen ten noordwesten van Roermond, aan de westzijde van de Maas. Door het Leudal stromen twee beken die vanuit de Roerdalslenk naar het dal van de Maas stromen (zie Figuur 1-1): de Leubeek, die meer naar het westen de Tungelroyse Beek wordt genoemd en ten noorden van de Leubeek ligt de Zelsterbeek, die meer naar het westen de Roggelsche Beek wordt genoemd. De Zelsterbeek loopt aan de oostzijde van het Leudal, over in de Leubeek. Wat verder naar het oosten, net buiten de begrenzing, komt ook de Haelense Beek erbij, vanuit het zuiden. Vanaf dit punt wordt de beek de Nierbeek genoemd, die uitmondt in de Maas.



Figuur 2-1: Specifieke locaties binnen Natura2000-gebied Leudal

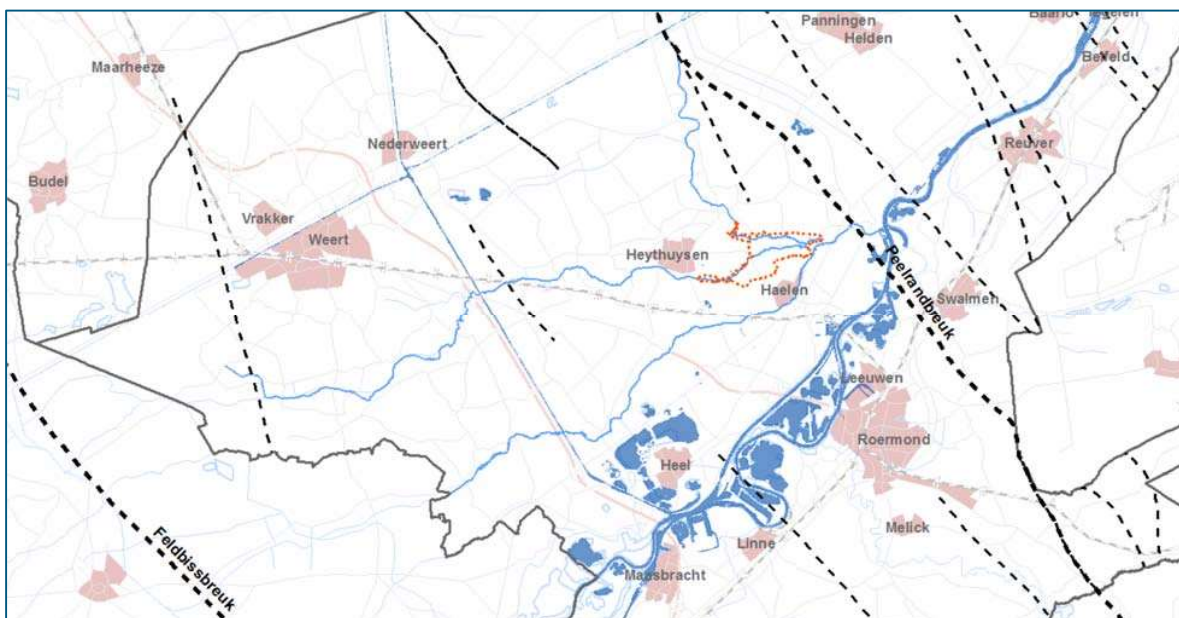
Het Leudal is bijzonder vanwege de beide diep ingesneden beekdalen met snel stromend water en tevens door de hoogteverschillen in het gebied. De Zelsterbeek is voor een groot deel aan kanalisatie ontkomen, ditzelfde geldt voor het stroomafwaartse deel van de Leubeek. De genormaliseerde trajecten van beide beken buiten de N2000-begrenzing, zijn tussen 2007 en 2010 weer meanderend gemaakt.

In de Leubeek komen twee watermolens voor (zie Figuur 2-1): de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen (ook wel Leumolen genoemd). Stroomafwaarts van de Sint Elisabethsmolen is op een voormalige vloeiveide een blauwgrasland ontstaan.

## 2.3 Geologie, reliëf en bodem

### Geologie

Het Leudal ligt in een geologisch dalingsgebied, de Roerdalslenk, zie Figuur 2-2. Deze slenk is opgevuld met dikke lagen zand, klei en grind en wordt aan de noordoostzijde begrensd door de Peelrandbreuk en aan de zuidzijde door de Feldbissbreuk. De Peelrandbreuk ligt slechts 1 à 2 km ten noordoosten van het Leudal. Oostelijk van de Peelrandbreuk ligt de hoger gelegen Peelhorst. De geologie aan beide zijden van de Peelrandbreuk is verschillend, zie Figuur 2-3.



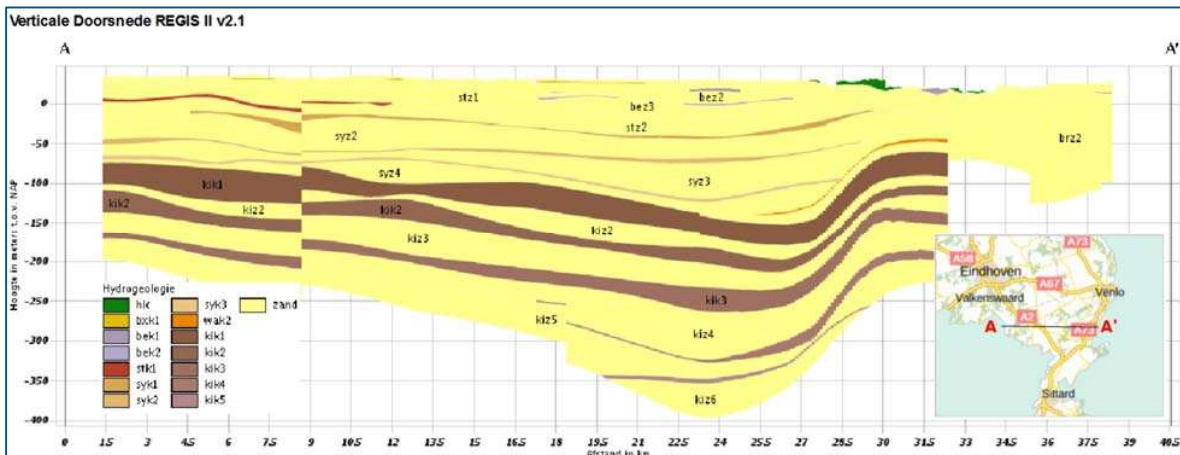
Figuur 2-2: Ligging breuken

De hydrologische basis van de Roerdalslenk wordt gevormd door de fijnzandige, mariene afzettingen van de Formatie van Breda (als wit weergegeven in Figuur 2-3). In de Roerdalslenk ligt deze in het algemeen dieper dan 200 m onder NAP; op de Peelhorst veel ondieper, veelal tussen 50 en 100 m onder NAP. De doorlatendheid van de Formatie van Breda is zeer gering en is verwaarloosbaar ten opzichte van de watervoerende lagen erboven. Om deze reden wordt de Formatie van Breda vaak als hydrologische basis verondersteld. Boven de Formatie van Breda bevinden zich de zand- en kleipakketten die gerekend worden tot de Kiezeloöliet Formatie. In Figuren 2-3 en 2-4 zijn deze lagen aangeduid met de afkortingen Kiz en Kik.

Boven de Kiezeloöliet Formatie bevinden zich de Pleistocene rivierafzettingen van de Formatie van Waalre. Deze bestaat uit een afwisseling van zanden en kleien.



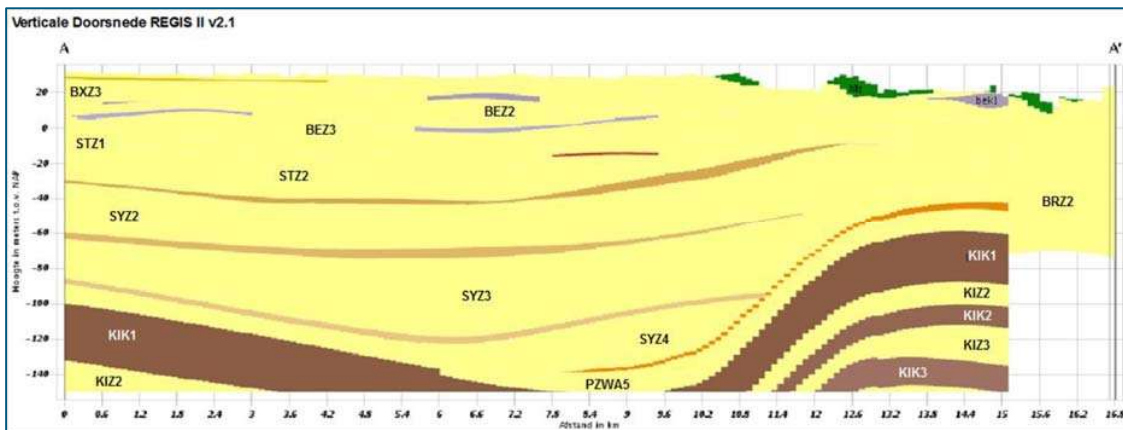
Bovenop de afzettingen van de Formatie van Waalre liggen afzettingen die tot de Formatie van Stramproy worden gerekend, voornamelijk windafzettingen, over het algemeen matig fijn tot grof zand en in mindere mate klei. Aan de oostzijde van het Leudal ontbreken deze, maar naar het zuidwesten komen volgens REGIS nog kleipakketten voor uit deze Formatie, die in dikte variëren van minder dan één meter tot enkele meters.



Figuur 2-3: Dwarsdoorsnede van west naar oost door de Roerdalslenk ter hoogte van het Leudal (bron: DINOloket)

Boven de Formatie van Stramproy liggen de afzettingen van de Formatie van Sterksel te vinden, voornamelijk matig grof tot zeer grof grindhoudend zand. In de omgeving van het Leudal zijn deze ongeveer 15 m dik, met voorkomen van een dunne kleilaag, zie ook Figuur 2-4.

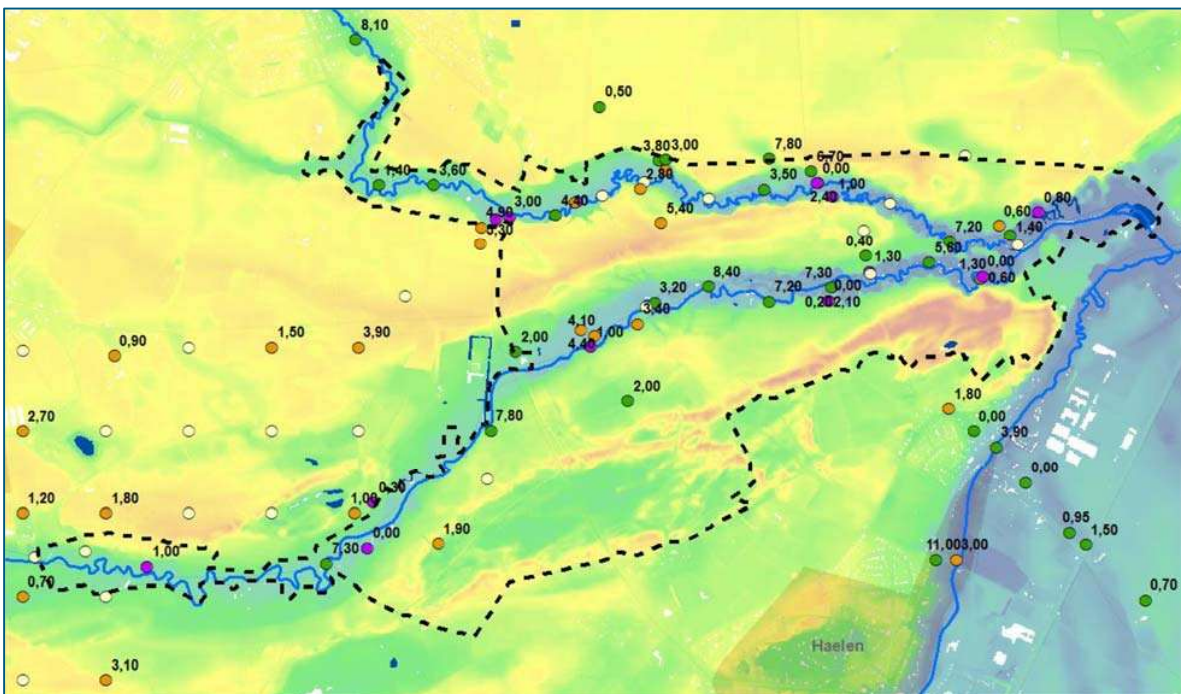
Tegenwoordig ligt de Maas ten oosten van het Leudal, maar heeft in het verleden ook veel verder westelijk gestroomd en grote grindpakketten en grof zand afgezet, maar ook leem achter gelaten tijdens overstromingen en in binnenbochten. Tegelijk heeft de Maas eigen afzettingen en andere afzettingen doorsneden en verspoeld. Deze afzettingen worden gerekend tot de Formatie van Beegden en zijn in de ondergrond aanwezig tussen ongeveer 20 en 5 m +NAP tot ongeveer 5 m -mv. De huidige Maas ligt in het zogenaamde Laagterras dat relatief diep is ingesneden ten opzichte van de omgeving. Het Leudal bevindt zich op het Middenterras en ondervindt een significante drainerende invloed van de Maas. De hoogte ten noordwesten van de Zelsterbeek wordt verondersteld een Maasterras te zijn.



Figuur 2-4: Dwarsdoorsnede van west naar oost door het Leudal (bron: DINOloket). In geel zijn de goed doorlatende en in donkere kleuren de slecht doorlatende afzettingen weergegeven.

Figuur 2-4 geeft een dwarsdoorsnede met meer detail weer van de geologie van west naar oost door het Leudal. Daarin is, op een diepte variërend van ongeveer 60 tot 140 m -NAP, de dikke scheidende kleilaag uit de Kiezeloöliet Formatie duidelijk zichtbaar. Deze heeft hier in de Roerdalslenk een sterk dempende werking naar de diepere ondergrond. Daarboven bevinden zich nog in delen van het gebied dunnere slecht doorlatende lagen van enkele meters dikte van de Formaties van Waalre, Stramproy, Beegden en in mindere mate de Formatie van Boxtel en Holocene afzettingen.

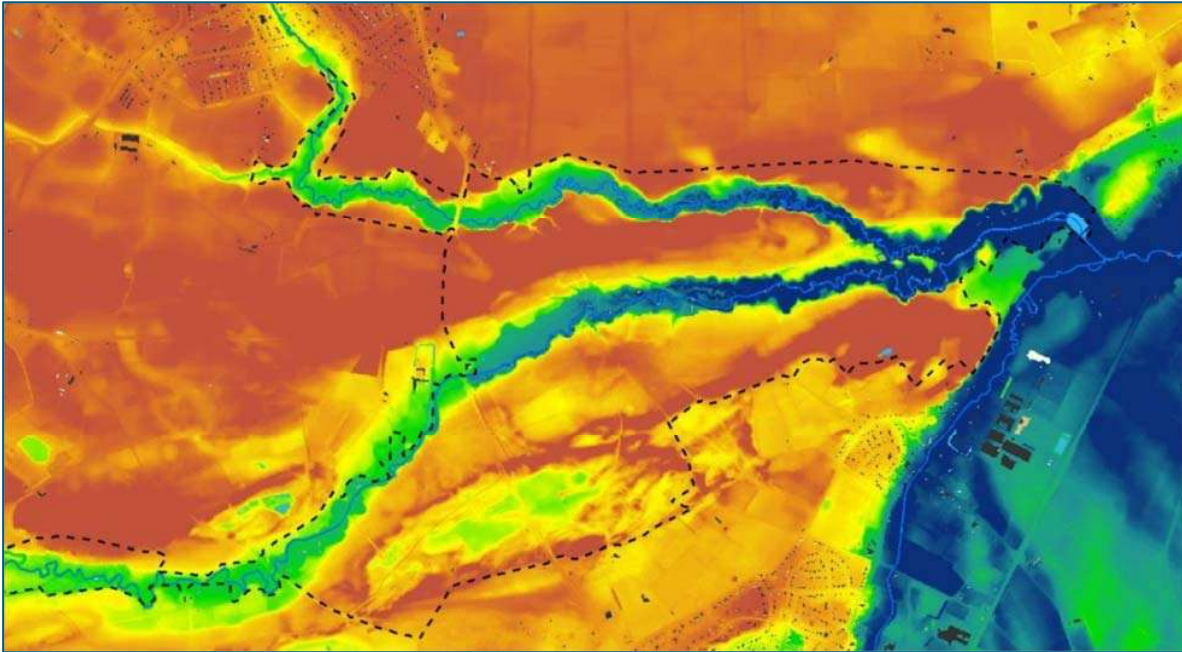
Direct onder maaiveld bevinden zich Pleistocene (dekzand) afzettingen van de Formatie van Boxtel met wisselende lithologie, afhankelijk van de afzettingwijze. De Formatie van Boxtel bestaat uit fijne, vaak leemhoudende zanden met tussenliggende slecht doorlatende leem- en kleilagen, waaronder Brabantleem. Lokaal in de beekdalen komen ook Holocene afzettingen voor (zand, leem en klei afgezet door de beken en veen). Figuur 2-5 geeft voor het Leudal een overzicht van de aard en diepte (ten opzichte van maaiveld) van ondiepe slecht doorlatende lagen. De informatie is gebaseerd op de beschikbare ondiepe boringen. Detailinformatie over de laagopbouw binnen de Formatie van Boxtel en het Holocene is opgenomen in GeoTOP. De GeoTOP informatie is gebruikt voor de ijking van het grondwatermodel, zie hoofdstuk 3.



Figuur 2-5: Aanwezigheid slecht doorlatende grondsoorten op basis van beschikbare boringen. Het label geeft de bovenkant van de grootste aangetroffen slecht doorlatende laag in de boring ten opzichte van maaiveld (m-mv)

### Reliëf

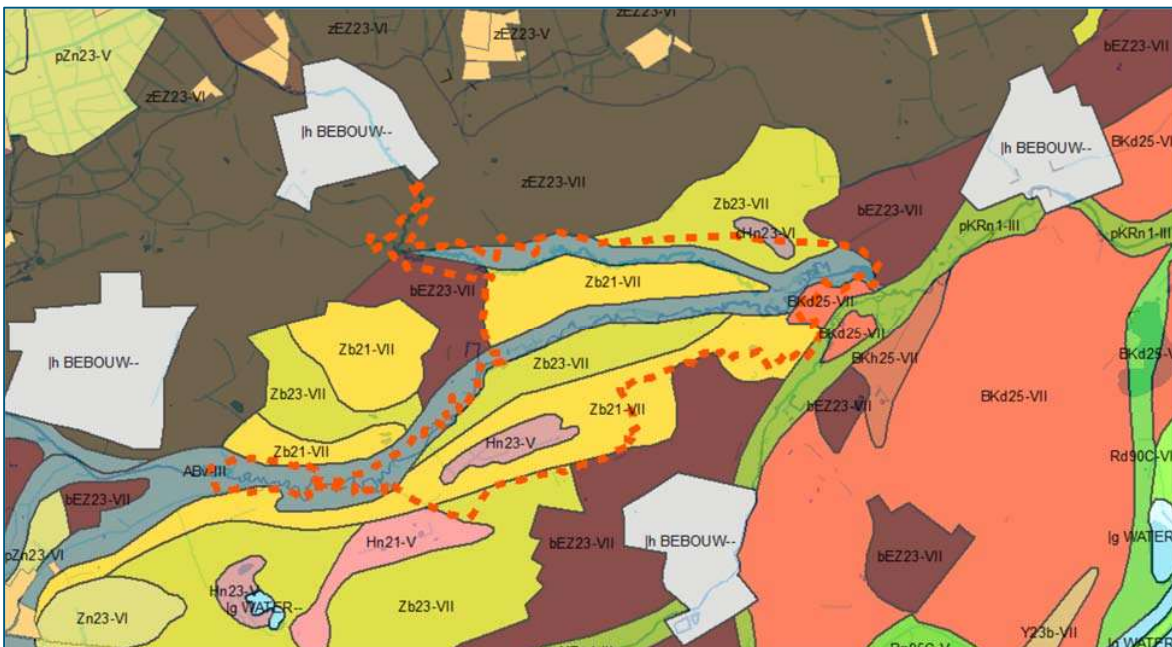
De huidige vormen van het landschap van het Leudal en omgeving zijn ontstaan in de laatste ijstijd. Door zandstormen tijdens de ijstijden zijn dikke lagen dekzand afgezet en zijn hoge dekzandruggen en duinen ontstaan. Bekken hebben vervolgens beekdalen diep uitgesneden, met relatief grote hoogteverschillen die karakteristiek zijn voor het Leudal. De hoogteverschillen in het Leudal bedragen ruim 10 m. Het maaiveldreliëf wordt sterk bepaald door dekzandruggen en in het landschap insnijdende en meanderende beken. In de uitgestoven laagten zijn vennen ontstaan. Figuur 2-6 geeft voor het Leudal het maaiveldverloop weer, met daarin duidelijk herkenbaar de beekdalen van de Leubeek en de Zelsterbeek.



Figuur 2-6: Maaiveldhoogte (bruinrood: hoog, groenblauw: laag) ter plaatse van het Leudal (zwarte streeplijn) (bron: AHN2).

### Bodem

De ondiepe bodem bestaat op de hogere delen voornamelijk uit zeer fijnzandige afzettingen, die sterk lemig zijn, zie de bodemkaart in Figuur 2-7. Deze bodem is goed consistent en daarmee bestand tegen erosie: dit maakt het voorkomen van de steilranden in het gebied mogelijk. In het gebied komen lokaal ijzeroerbanken voor (ca 2 m -mv). In de beekdalen hebben de meanderende beken hun sporen achtergelaten; lokaal worden veenachtige afzettingen aangetroffen.



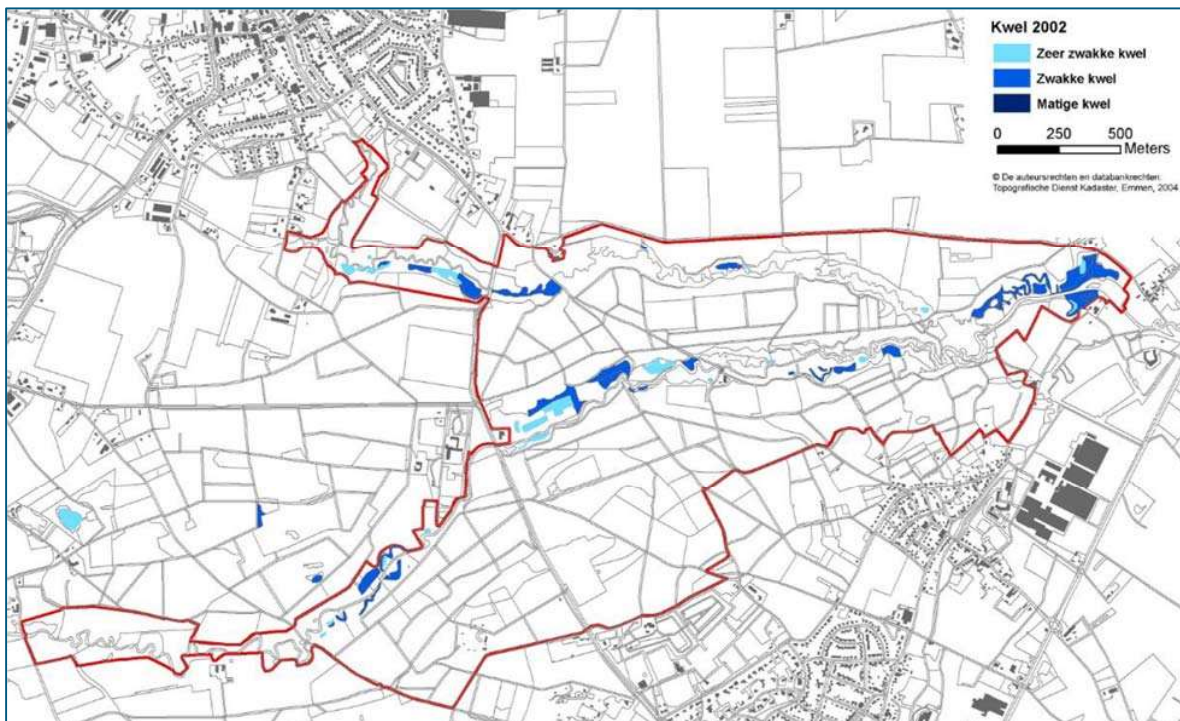
Figuur 2-7: Bodemkaart 1:50.000. De code Z.21 staat voor leemarm tot zwak lemig en Z.23 voor zwak lemig tot zeer sterk lemig

## 2.4 Grondwater

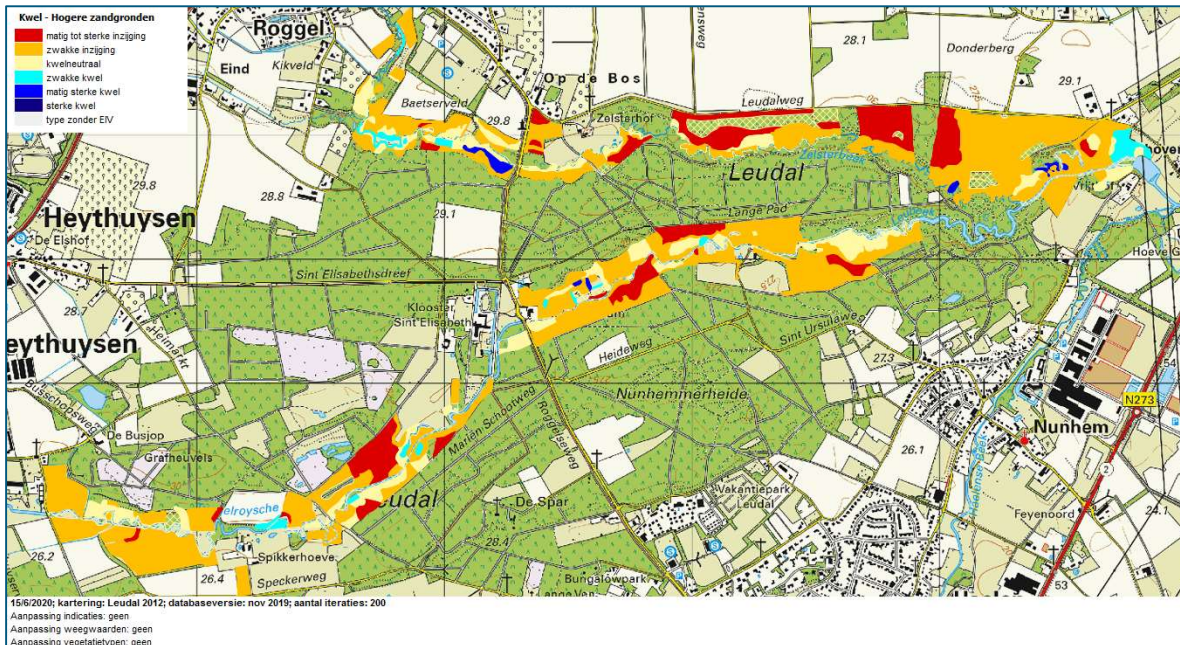
De regionale grondwaterstroming gaat van (noord)west naar (zuid)oost richting de Maas. De beken hebben een oriëntatie van west naar oost, globaal in dezelfde richting als de regionale grondwaterstroming. De beken en beekdalen trekken vooral ondiep grondwater aan (freatisch, lokaal infiltrerend grondwater). De richting van deze lokale grondwaterstroming is meer noord-zuid. Vermoedelijk snijden de beken lokaal ook het eerste watervoerende pakket (Formatie van Beegden) aan.

In de beekdalen is op verschillende plaatsen kwel te verwachten, vooral lokale kwel vanuit de aanliggende infiltratiegebieden. Op enkele plaatsen treedt mogelijk ook diepe kwel uit. Dit zal vooral het geval zijn op plaatsen waar Bostel-formatie dun is of de beken insnijden tot in het eerste watervoerende pakket (Formatie van Beegden). In het kader van de hydrologische systeemanalyse door Sweco (Van der Hauw, 2018) hebben veldinventarisaties plaatsgevonden en op verschillende locaties beoordeeld of de beekbodem insnijdt tot in het eerste watervoerende pakket. Deze situatie is nergens aangetroffen.

Staatsbosbeheer heeft in 2002 en 2012 met het programma Iteratio op basis van vegetatiekarteringen berekend waar waarschijnlijk kwel optreedt. De resultaten van deze analyses zijn weergegeven in Figuur 2-8 (berekening 2002) en 2-9 (berekening 2012). Opvallend is dat de Iteratio-berekening uit 2002 (Figuur 2-8) resulteerde in een aanzienlijk grotere oppervlakte met kwel dan de Iteratio-berekening uit 2012 (Figuur 2-9). Onduidelijk is of dit komt door verschillen in de vegetatiekarteringen tussen 2002 en 2012 of door veranderingen in de rekenmethodiek.



Figuur 2-8: Locaties met kwel, berekend met Iteratio op basis van vegetatiekarteringen (berekening 2002)



Figuur 2-9: Locaties met kwel, berekend met Iteratio op basis van vegetatiekarteringen (berekening 2012)

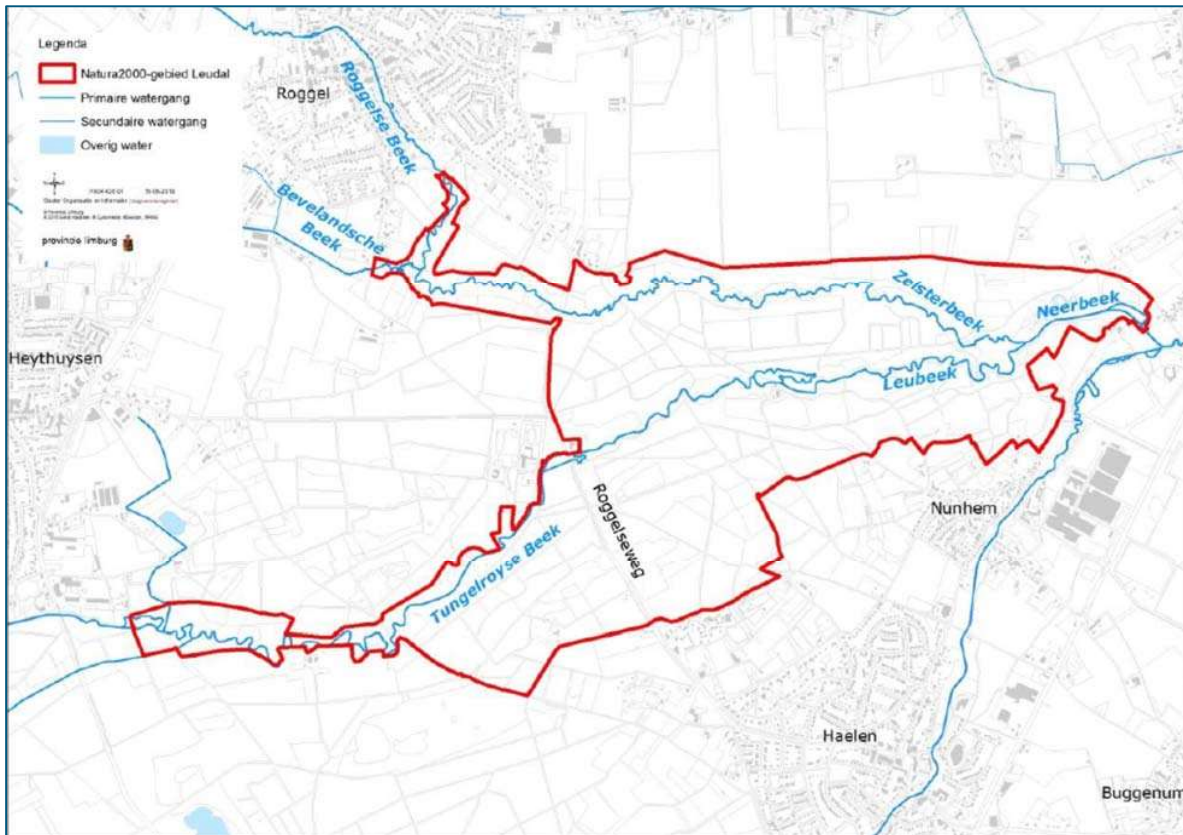
De kwel in de dalvlakte van de Leubeek heeft de samenstelling van kalkrijke, regionale kwel. Bij het Goorbos is de kwel juist opvallend oligotroof. Daar groeit gagel, nu verdroogd. Mogelijk is er hier een ondoorlatende laag, waarop regenwater blijft staan en waar grondwater afkomstig uit hoger gelegen landbouw gebied onderdoor stroomt. Uit mondelinge informatie van gebiedskundigen blijkt dat er ten zuidwesten van het Leudal een verdroogd kwelsysteem ligt. Ten noordwesten van het Leudal, binnen de bebouwde kom van Roggel, stroomt kwelwater uit de oevers. Bij de Weierse brug is een kwelzone, waar kwelindicerende Dotterbloemen voorkomen.

## 2.5 Oppervlaktewater

### Ligging en eigenschappen beken en watergangen

De Tungalroysebeek begint in België ten westen van het Kanaal Wessen-Nederweert. Het stroomgebied van deze beek heeft een oppervlakte van 30.000 ha. Daarvan ligt 3.000 ha op Belgisch grondgebied op het Kempisch Plateau. De Roggelsebeek, die zijn oorsprong vindt in het zuidelijk Peelgebied, wordt zo genoemd vanaf het punt waar deze waterloop ten zuidoosten van de Noordervaart verder loopt. Na de samenvloeiing van de Roggelsebeek en de Tungalroysebeek ontstaat de Neerbeek. Deze mondt, inmiddels ook aangevuld door de Haelensebeek, bij Klein Hanssum uit in de Maas.

Figuur 2-10 geeft een overzicht van het watersysteem met de belangrijkste beken in het gebied. De beeklopen van de Zelsterbeek en de Leubeek verzorgen van oudsher een deel van de afwatering van het gebied van de Peelvenen in het noordwesten en van de kwelgebieden op de flanken van het Kempisch Plateau in het zuidwesten. De insnijding in het zandpakket heeft geleid tot diepe en smalle beekdalen. Het Leudal ligt in de overgangszone tussen het midden- en het laagterras van de Maas. Het verval van de beken (van de stroomopwaartse begrenzing tot aan de benedenstroomse begrenzing) is daardoor relatief groot, tot ongeveer 4 m.



Figuur 2-10: Overzichtskartaal beken en watergangen in het gebied Leudal

De beken meanderen vrij door het gebied: de bodemhoogte in het gebied zal dus ook enigszins van jaar tot jaar verschillen, doordat het water steile buitenbochten uitschuurt en vlakke binnenbochten vormt waar sediment wordt afgezet.

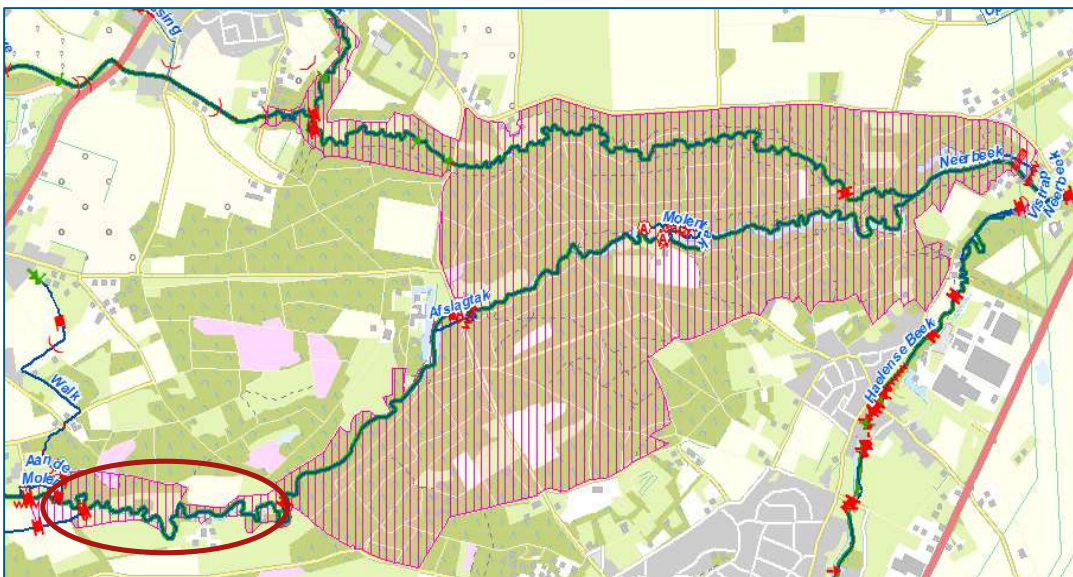
In de Leubeek komen twee watermolens voor: de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen (ofwel Leumolen), zie ook Figuur 2-1. Bij beide molens is een vistrap gerealiseerd. De huidige stuwpeilen van deze watermolens bedragen 23,08 m +NAP voor de Sint Elisabethsmolen en 21,10 m +NAP voor de Sint Ursulamolen. Ten behoeve van de werking van de molens en de vismigratie wordt het stuwpeil van de molens tijdelijk aangepast. Tot enkele jaren terug werd bij de Ursulamolen ieder jaar het stuwpeil één tot anderhalve maand omlaag gezet, ongeveer vanaf begin april, omdat vissen anders niet meer de duiker net bovenstrooms de vistrap kunnen passeren. Sinds 2018 wordt dit niet meer gedaan, waardoor de vismigratie problematisch is geworden. Ongeveer eenmaal per maand wordt het stuwpeil bij de Ursulamolen twee dagen opgezet om voldoende hoogte te hebben voor de molen om olie te slaan. Vermoedelijk geeft dit maar een beperkte stijging van de grondwaterstand.

### Oppervlaktewaterkwaliteit

De Tungalroyse Beek vindt zijn oorsprong in het systeem van de Ringselvennen, ten zuiden van Budel. De beek vangt aan op de rand van het Kempisch Plateau als Hamonterbeek. Deze Hamonterbeek doorstroomt de Loozerheide en mondt vervolgens uit in de westzijde van het vennensysteem van de Ringselvennen. Aan de oostelijke zijde van de Ringselvennen stroomt een watergang uit, die na de kruising met de Zuid-Willemsvaart aangeduid wordt als de Tungalroyse Beek.

Aan het einde van de negentiende eeuw vestigden de gebroeders Dor uit Wallonië aan de noordzijde van de Ringselvennen een zinkfabriek. Deze bestaat nog steeds, in de vorm van het huidige Nyrstar. Tot in de jaren '80 van de twintigste eeuw werden de Ringselvennen -en daarmee de Tungelroyse Beek- vanuit deze zinkfabriek zwaar belast met zware metalen, onder meer Zink en Cadmium. Dit heeft in de Tungelroyse Beek tot ernstig -met zware metalen- verontreinigde waterbodems. Sinds het einde van de jaren '80 is de belasting met zware metalen zeer sterk verminderd, onder meer door aanpassing van het productieproces, sanering van bodem en grondwater op het terrein van Nyrstar en een waterzuiveringsinstallatie van het effluent uit de fabriek.

Vanaf 2007 is begonnen met beekherstel en sanering van de waterbodem. De gehele Tungelroyse Beek en Neerbeek zijn aangepakt, met uitzondering van stukken in het Leudal. Bij de sanering is de vervuilde beekbodem uit de beek geschept en zijn het verontreinigde slib en zand afgevoerd. Tevens werden oude meanders weer in gebruik genomen. Binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal is alleen het stuk tussen “Aan de Molen” en de Spickerbrug aangepakt, het rood omcirkelde traject in Figuur 2-11. De overige delen van de Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal zijn niet gesaneerd. Vermoedelijk is de verontreinigde waterbodem hier bedekt met schoner sediment. Aan de benedenstroomse kant van de Neerbeek, bij de benedenstroomse begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal, is een zandvang aangelegd. Deze dient mede om het zinkhoudende slib vanuit het Leudal op te vangen en te voorkomen dat het stroomafwaarts gelegen gesaneerde traject opnieuw verontreinigd raakt.

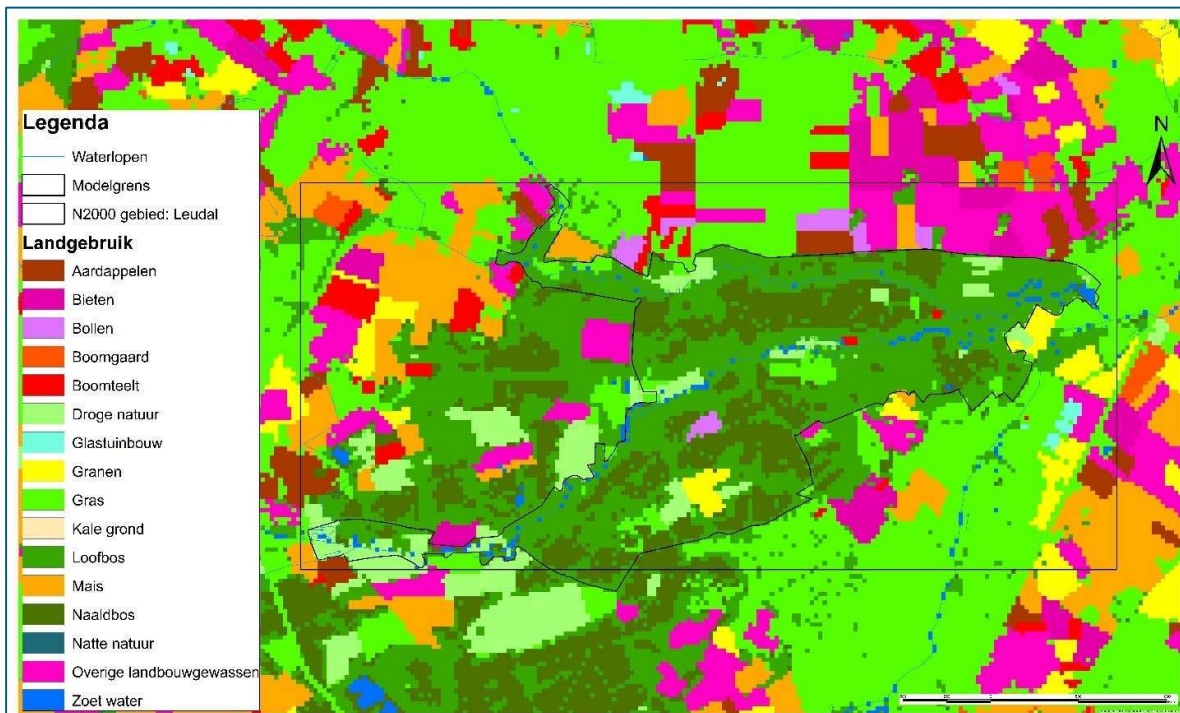


Figuur 2-11: Gesaneerd deel Tungelroyse Beek binnen begrenzing Natura2000-gebied Leudal (rood omcirkeld)

Uit waterkwaliteitsonderzoek (KWR/B-ware, 2018) blijkt dat de beekwaterkwaliteit beïnvloed wordt door het stroomopwaarts en hoger gelegen agrarisch gebied. De twee beken, Zelsterbeek / Roggelse Beek en Tungelroyse Beek / Leubeek, verschillen onderling sterk in waterkwaliteit. Het water in de Zelsterbeek / Roggelse Beek wordt gekenmerkt door zeer hoge concentraties kalium en fosfor. In de Tungelroysebeek / Leubeek worden zeer hoge concentraties natrium, chloride, bromide en magnesium gemeten. Beide beken zijn gebufferd en hebben een vrij hoge concentratie nitraat en een lage concentratie ammonium. In een groot deel van de Tungelroysebeek / Leubeek heeft het oppervlaktewater een erg lage zuurstofverzadiging. Eén van de oorzaken hiervoor kan het uittreden van anaeroob kwelwater op dit traject zijn. Een andere oorzaak zou organische belasting kunnen zijn.

## 2.6 Landgebruik

Figuur 2-12 geeft het landgebruik in en rondom het Leudal weer. Het Natura2000-gebied Leudal zelf bestaat voor het overgrote deel uit bossen: grotendeels droge bossen en in de beekdalen lokaal vochtige beekbegeleidende bossen. Buiten de Natura2000-begrenzing ligt naar het zuidwesten en westen nog een groot, aaneengesloten gebied met bos en heide. Alleen ten zuidwesten van Spickerbrug grenst nog een aanzienlijk areaal agrarisch gebied aan het Natura2000-gebied. Naar het zuidoosten gaat het Natura2000-gebied vrij snel over in een agrarisch gebied met afwisselend grasland en bouwland. Nog verder naar het zuidoosten liggen de bebouwde kernen Haelen en Nunhem. Aan de noordwestzijde grenst het Natura2000-gebied aan de bebouwde kom van Roggel. Aan de noordzijde gaat het Natura2000-gebied direct over in een open, agrarisch gebied, met hooggelegen en intensief gebruikte akkerbouwpercelen.



Figuur 2-12: Landgebruik in en rondom Natura2000-gebied Leudal (bron: LGN-7)



### 3 Oppervlaktewatermodellering

#### 3.1 Aanpak

Voor de onderbouwing van het pakket hydrologische herstelmaatregelen voor het Natura2000-gebied Leudal is aanvullend op het grondwatermodel (zie hoofdstuk 4 van dit rapport) een oppervlaktewatermodel opgezet, gevalideerd en toegepast. In het oppervlaktewatermodel zijn de trajecten van de Tungelroyse Beek / Leubeek, Roggelse Beek / Zelsterbeek en Neerbeek binnen het projectgebied gemodelleerd. De oppervlaktewatermodellering heeft de volgende doelen:

- Berekenen van de huidige waterstanden in de beken bij seizoensgemiddelde afvoeren (wintergemiddeld en zomergemiddeld), als op te geven randvoorwaarde voor het grondwatermodel. In het eerder door Sweco opgezette grondwatermodel zijn de waterstanden in de beken ingeschat door te interpoleren tussen de waterstanden op de meetpunten. Met het oppervlaktewatermodel worden de waterstanden berekend op basis van de daadwerkelijke geometrie (bodemverhang, dwarsprofielen) en stromingseigenschappen (bodemruwheid, mate van meandering) van de beken.
- Berekenen van de effecten van bodemverhoging en aanpassing van de stuwpeilen op het waterstandsverloop in de beken. Eén van de herstelmaatregelen, genoemd in het ontwerp-Beheerplan Natura2000 Leudal is verhoging van de waterstanden in de beken, door bodemverhoging en/of verhoging van de stuwpeilen van de watermolens. Met het oppervlaktewatermodel worden de effecten van bodemverhoging en/of aanpassing van de stuwpeilen bij de watermolens op het waterstandsverloop bij seizoensgemiddelde afvoeren (wintergemiddeld en zomergemiddeld) berekend.
- Berekenen van de effecten van herstelmaatregelen in geval van piekafvoeren. Met het oppervlaktewatermodel berekenen we de effecten van het pakket herstelmaatregelen op de piekwaterstanden bij hoogwatersituaties die gemiddeld eens per jaar ( $T=1$ ) en eens per 10 jaar ( $T=10$ ) voorkomen. Op basis daarvan beoordelen we het risico van eventuele extra overstroming van de grondwaterafhankelijke habitattypen (Vochtig alluviaal bos en Blauwgrasland) met voedselrijk beekwater.

Hieronder volgt een toelichting op de opzet van het oppervlaktewatermodel (paragraaf 3.2) en de validatie van het oppervlaktewatermodel (paragraaf 3.3). In paragraaf 3.4 presenteren we de berekende waterstanden in de huidige situatie.

#### 3.2 Opzet model

Basis voor het oppervlaktewatermodel voor de beken in het Leudal-gebied is het regionale SOBEK-model van Waterschap Limburg voor de stroomgebieden van de Roggelse Beek, de Tungelroyse Beek en de Neerbeek (NBOqhBOS.lit). Dit model is aangeleverd SOBEK versie 2.16.003 en is opgezet in de module SOBEK-CF (1D-flow rural). Van het regionale model zijn de volgende afvoersituaties beschikbaar:

- Stationaire berekening bij gemiddelde winterafvoer;
- Stationaire berekening bij gemiddelde zomerafvoer;
- Stationaire berekening bij maatgevende afvoer (gemiddeld maximale afvoer per jaar);
- Tijdsafhankelijke berekening bij piekafvoer  $T=10$ .

Vanuit het regionale SOBEK-model is een uitsnedemodel gemaakt voor de trajecten van de Tungelroyse Beek / Leubeek, Roggelse Beek / Zelsterbeek en Neerbeek binnen het projectgebied. Figuur 3-1 geeft het deelmodel weer. Op de weergegeven punten 1 t/m 4 zijn aan het deelmodel boven- en benedenstroomse randvoorwaarden opgelegd.

Op de bovenstroomse randen (punten 1 t/m 3) is als randvoorwaarde een vast debiet opgelegd. Dit debiet is bepaald als de som van alle bovenstreams (in het regionale model) gelegen laterale instroompunten. De locaties van de bovenstroomse randen zijn als volgt:

1. Rijdtbeek, direct bovenstreams van stuw L\_PST\_KIE\_RIJ\_0002;
2. Tungelroyse Beek, direct stroomafwaarts van de instroom van de watergang Belenbroek in de Tungelroyse Beek.
3. Roggelse Beek, ter plaatse van de brug B\_NEE-8175 (ter hoogte van de straat Strubben).

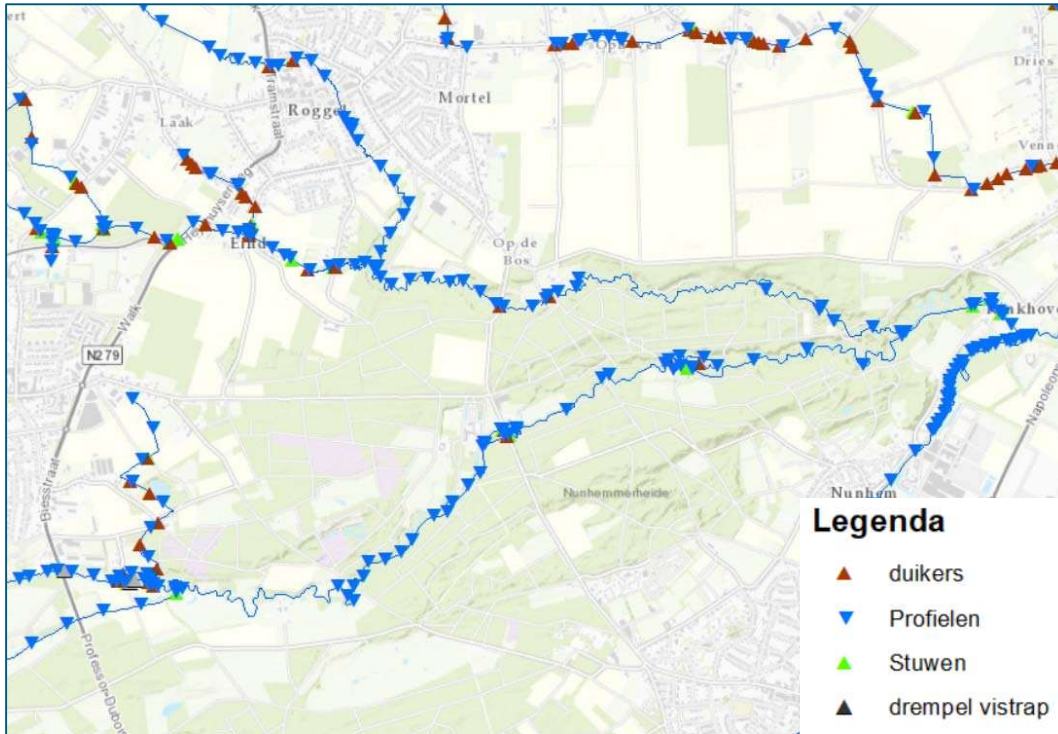
De benedenstroomse rand (punt 4) is gekozen ter plaatse van de samenkomst van de Neerbeek en de Haelense Beek. Hier is als randvoorwaarde een vaste waterstand opgelegd.



Figuur 3-1: Overzicht deelmodel oppervlaktewater Leudal

Figuur 3-2 geeft de schematisatie van het deelmodel weer. In de figuur zijn de locaties weergegeven met opgegeven dwarsprofielen, duikers, stuwen en drempels in vistrappen. De schematisatie is grotendeels overgenomen uit het regionale model. Voor de trajecten rondom de Sint-Elisabethsmolen en Sint Ursulamolen (inclusief de vistrappen) is verfijning aangebracht, zie Figuren 3-3 en 3-4.

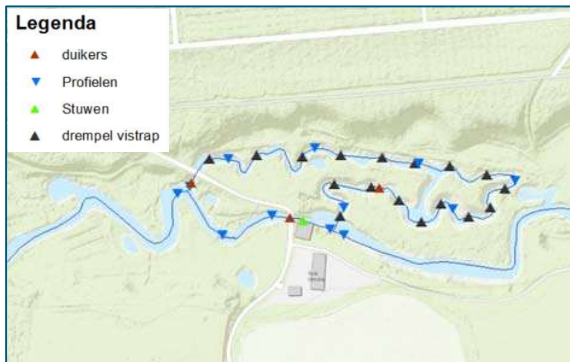
Ter plaatse van de watermolens zijn de meest recent bekende stuwpeilen aan het model opgelegd. De huidige stuwpeilen zijn 23,08 m +NAP voor de Sint Elisabethsmolen en 21,10 m +NAP voor de Sint Ursulamolen.



Figuur 3-2: Schematisatie deelmodel Leudal



Figuur 3-3: Modelschematisatie rondom Sint Elisabethmolen en vistrap

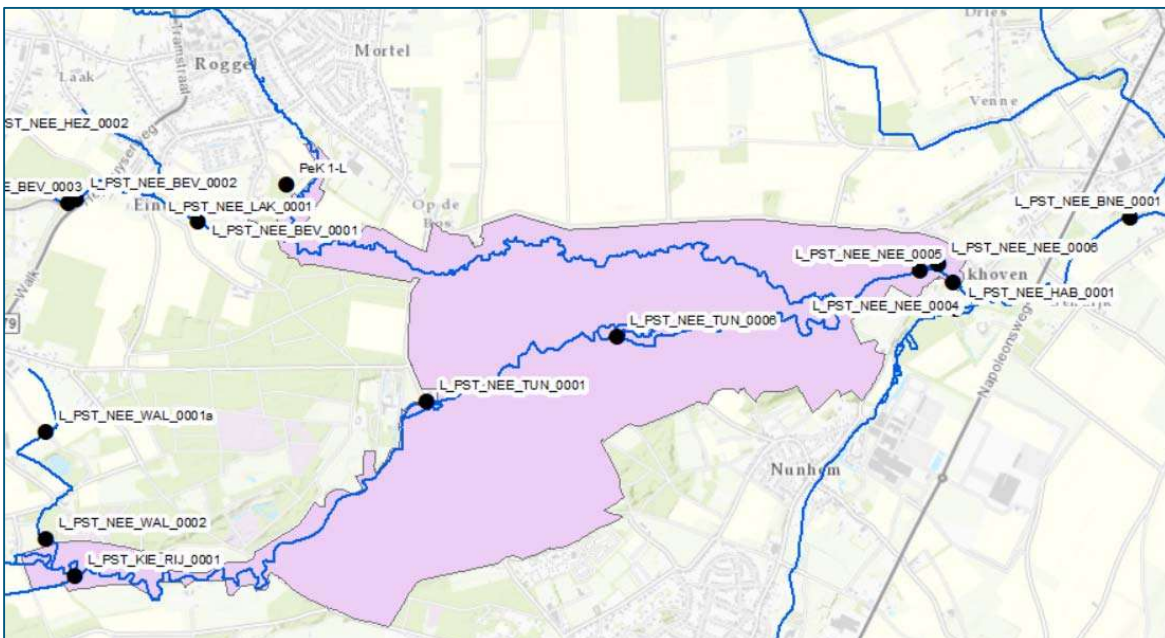


Figuur 3-4: Modelschematisatie rondom Sint Ursulamolen en vistrap

De instellingen van de belangrijkste kunstwerken binnen het deelmodel zijn aanvullend geverifieerd. Dit betreft de volgende kunstwerken (zie ook Figuur 3-5):

- L\_PST\_KIE\_RIJ\_0001
- L\_PST\_NEE\_TUN\_0001
- L\_PST\_NEE\_TUN\_0006
- L\_PST\_NEE\_NEE\_0004
- L\_PST\_NEE\_NEE\_0005
- L\_PST\_NEE\_NEE\_0006
- L\_PST\_NEE\_BNE\_0001

Voor deze stuwen is de stuwstand in het model gecontroleerd aan de hand van de laagst en hoogst mogelijke fysieke stuwstand (informatie aangeleverd door A. Soetens, Waterschap Limburg).



Figuur 3-5: Belangrijkste kunstwerken in het deelmodel Leudal

De neerslagafvoer-debieten zijn overgenomen uit het regionale model. Er is alleen rekening gehouden met afvoer vanuit landelijk gebied. Er is niet gerekend met stedelijke afvoer. Deze stedelijke afvoer is voor het studiegebied ook van ondergeschikt belang, enerzijds vanwege de geringe oppervlakte bebouwd gebied, anderzijds omdat de pieken vanuit stedelijk gebied een andere timing hebben. Afvoerpieken vanuit landelijk gebied treden vooral op na langdurige natte perioden in de winter, als grote delen van het beekdal verzadigd zijn (grondwaterstand aan of direct onder maaiveld). Afvoerpieken vanuit bebouwd gebied treden juist op na hevige stortbuien, vooral in de zomerperiode.

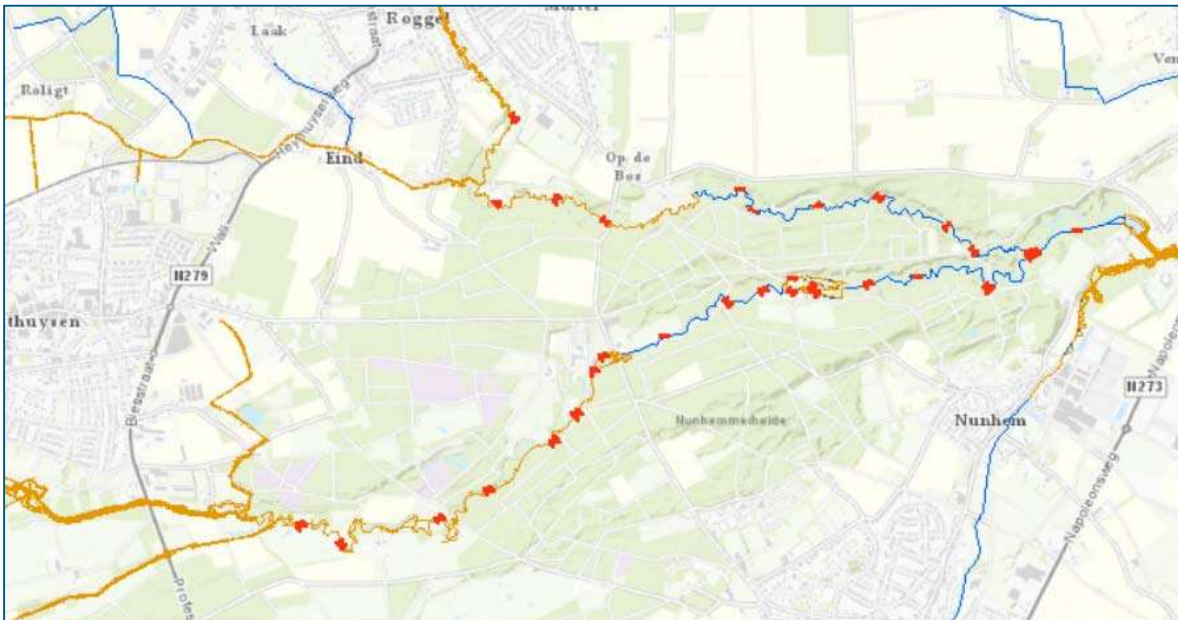
De gemiddelde zomer- en winterafvoer en de maatgevende afvoer (de gemiddeld maximale afvoer per jaar) zijn afgeleid uit de debietmeetreeks van Neerbeek Hammermolen. De onderstaande tabel 3-1 geeft voor de drie genoemde afvoersituaties de afvoer weer op 3 locaties in het deelmodel.

Tabel 3-1: Gemiddelde zomer-, winter- en maatgevende afvoer (in m<sup>3</sup>/s) op 3 locaties in het deelmodel

Afvoersituatie	Sint Elisabethsmolen	Zelsterbeek bij Roggel	Neerbeek Hammermolen
Gemiddelde zomerafvoer (m <sup>3</sup> /s)	0,7	0,5	1,2
Gemiddelde winterafvoer (m <sup>3</sup> /s)	1,9	0,8	2,7
Maatgevende afvoer (m <sup>3</sup> /s)	5,2	2,3	7,8

### 3.3 Validatie oppervlaktewatermodel

Het regionale model voor de stroomgebieden van de Tungelroyse Beek en de Roggelse Beek -en daarmee ook de basisversie van het deelmodel Leudal- is gebaseerd op inmetingen van dwarsprofielen uit 2006. Ter validatie van het model zijn in april 2020 nieuwe inmetingen uitgevoerd van de dwarsprofielen in het projectgebied, zowel in de Leubeek als de Zelsterbeek. Figuur 3-6 geeft de locaties van de nieuw ingemeten dwarsprofielen weer.



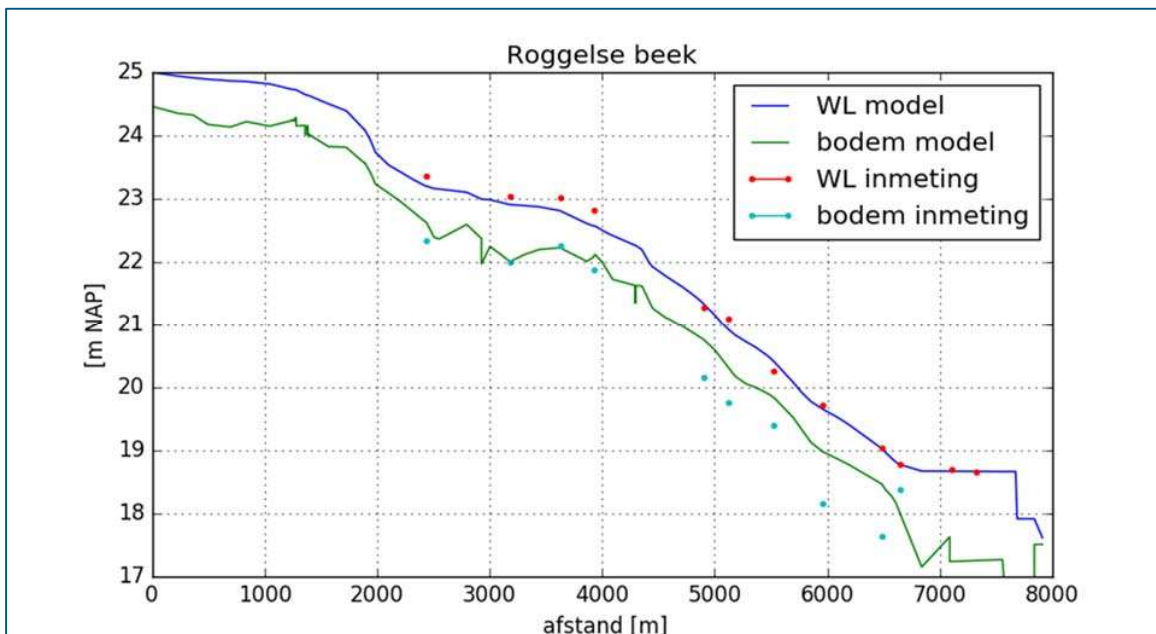
Figuur 3-6: Locaties nieuw ingemeten dwarsprofielen (april 2020)

Op de weergegeven locaties zijn de dwarsprofielen opnieuw ingemeten, waarbij onderscheid is gemaakt naar de bodemhoogte inclusief sliblaag en de hoogte van de vaste bodem onder de sliblaag. In de snel stromende delen was de dikte van de sliblaag beperkt. In trajecten met minder stroomsnelheid, bijvoorbeeld stroomopwaarts van de Sint Ursulamolen, is juist sprake van een aanzienlijk dikke sliblaag (tot bijna één meter).

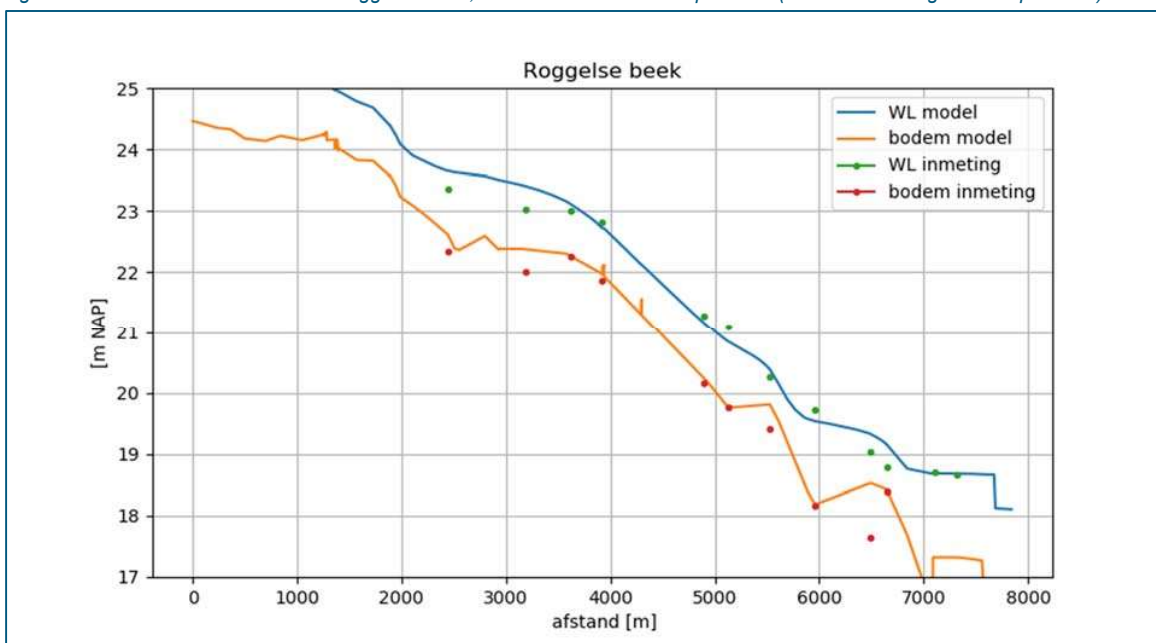
Tijdens de inmeting van de dwarsprofielen, medio april 2020, zijn ook de momentane waterstanden ingemeten. Deze gemeten waterstanden zijn gebruikt om het oppervlaktewatermodel voor Leudal te valideren. De nieuw ingemeten dwarsprofielen zijn in het model verwerkt. Daarbij is uitgegaan van de dwarsprofielen met sliblaag. Vervolgens is het model stationair doorgerekend voor de gemeten afvoer ten tijde van de inmetingen van de dwarsprofielen (omstreeks 15 april 2020).

Figuren 3-7 en 3-8 geven voor de Roggelse Beek / Zelsterbeek de resultaten weer voor het oorspronkelijke model en het gevalideerde model.

Figuur 3-7 laat zien dat het oorspronkelijke model de gemeten waterstanden vrij goed reproduceert. De figuur laat echter ook zien dat het in het oorspronkelijke model aangenomen bodemniveau (groene lijn in Figuur 3-7) vooral in het benedenstroomse deel van de Zelsterbeek, fors afwijkt van de ingemeten bodemhoogtes (blauwgroene punten).



Figuur 3-7: Berekende waterstanden Roggelse Beek, basismodel. Afvoer 15 april 2020 (moment inmetingen dwarsprofielen)

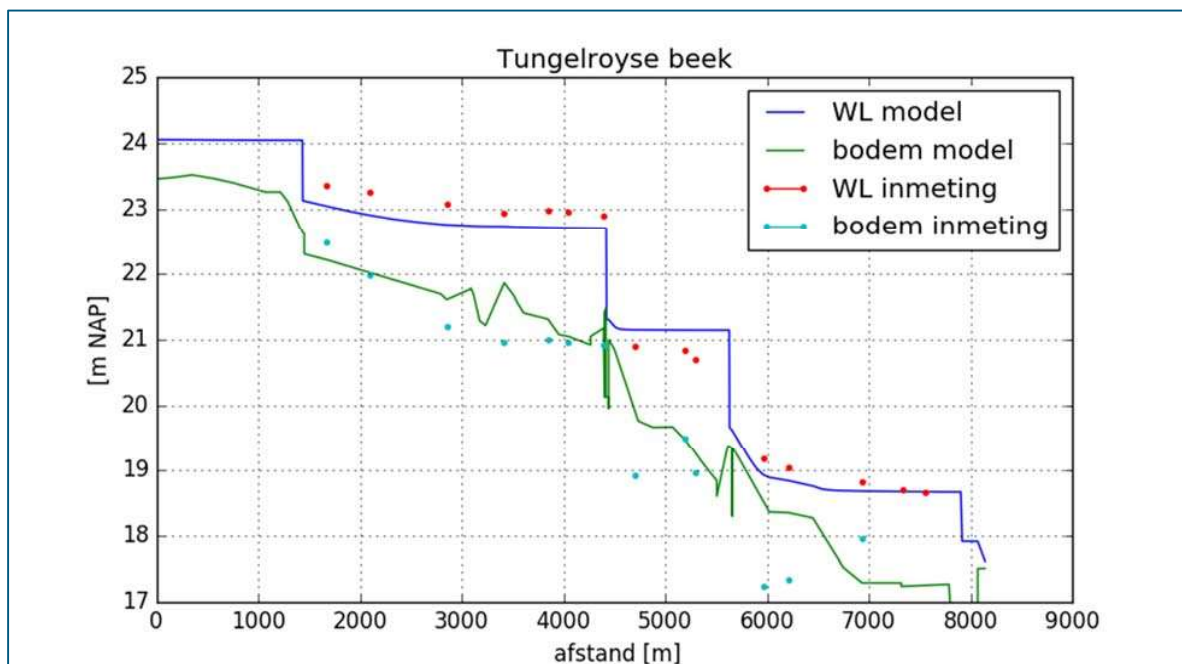


Figuur 3-8: Berekende waterstanden Roggelse Beek, gevalideerd model op basis van nieuw ingemeten dwarsprofielen. Afvoer 15 april 2020 (moment inmetingen dwarsprofielen)

Figuur 3-8 geeft de resultaten voor de Roggelse Beek / Zelsterbeek weer voor het gevalideerde model. De oranje lijn geeft de bodemhoogte van de nieuwe inmetingen weer (inclusief sliblaag). De rode punten geven de ingemeten hoogte van de vaste waterbodem weer. Op een aantal punten is sprake van een flinke sliblaag (onder rond 3200 m en 6500 m). De berekende waterstanden komen goed overeen met de gemeten waterstanden. Hiervoor is de ruwheid in het model verhoogd: het gevalideerde model gaat uit van een Stricker-ruwheid van  $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Deze waarde is representatief voor een niet-onderhouden, sterk begroeide beek. Dit stemt overeen met de huidige situatie, waar geen onderhoud wordt gepleegd en waar lokaal flinke weerstand ontstaat door in de beek gevallen dode bomen en takken.

Figuren 3-9 en 3-10 geven voor de Tungelroyse Beek / Leubeek de resultaten weer voor het oorspronkelijke model en het gevalideerde model.

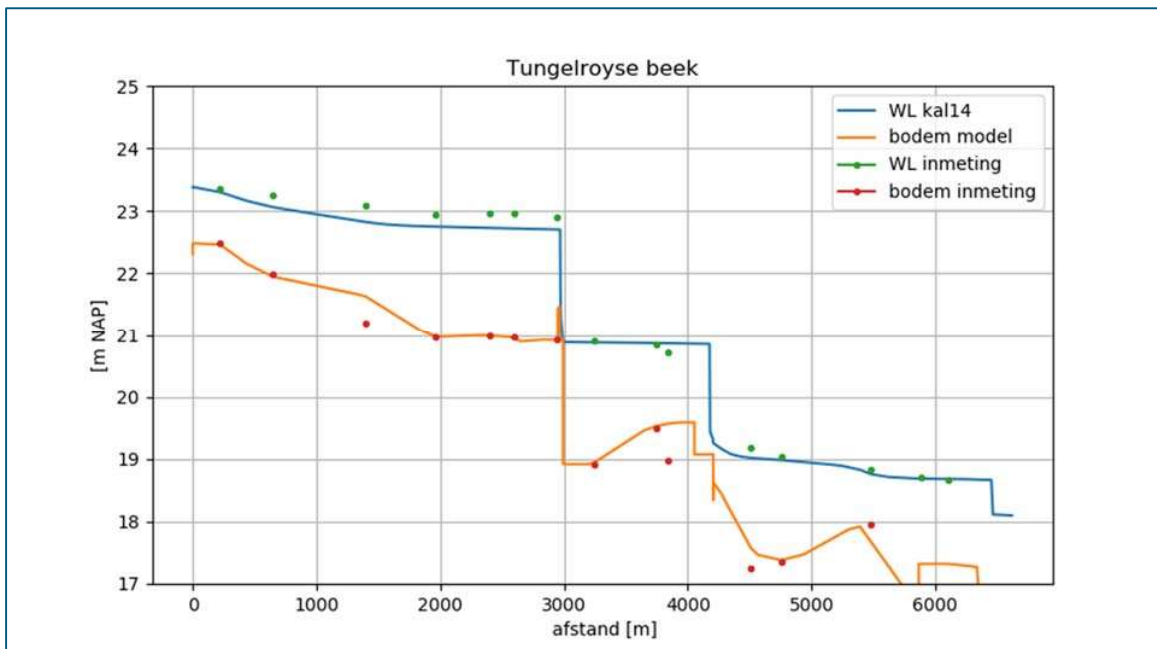
Figuur 3-9 laat zien dat het oorspronkelijke model de gemeten waterstanden redelijk reproduceert. De figuur laat echter ook zien dat het in het oorspronkelijke model aangenomen bodemniveau (groene lijn in Figuur 3-9) over een groot deel van het traject hoger ligt dan de ingemeten bodemhoogtes (blauwgroene punten).



Figuur 3-9: Berekende waterstanden Tungelroyse Beek, basismodel. Afvoer 15 april 2020 (moment inmetingen dwarsprofielen)

Figuur 3-10 geeft de resultaten voor de Tungelroyse Beek / Leubeek weer voor het gevalideerde model. De oranje lijn geeft de bodemhoogte van de nieuwe inmetingen weer (inclusief sliblaag). De rode punten geven de ingemeten hoogte van de vaste waterbodem weer. Vooral stroomopwaarts van de Sint Ursulamolen is sprake van een flink dikke sliblaag (tot ongeveer 50 cm dik).

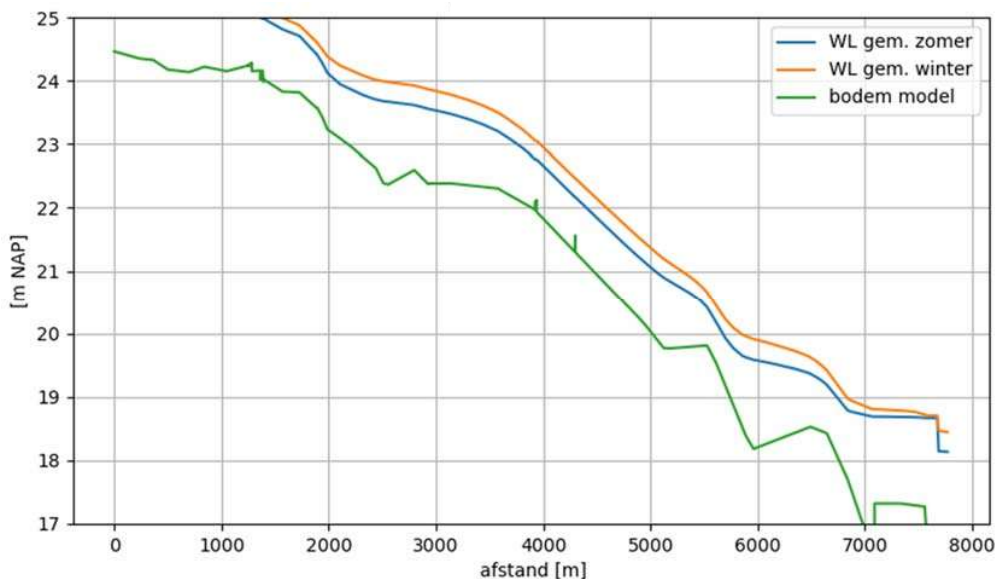
De berekende waterstanden komen goed overeen met de gemeten waterstanden. Evenals in het traject van de Roggelse Beek / Zelsterbeek is de ruwheid in het model verhoogd: het gevalideerde model gaat uit van een Stricker-ruwheid van  $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Deze waarde is representatief voor een niet-onderhouden, sterk begroeide beek. Dit stemt overeen met de huidige situatie, waar geen onderhoud wordt gepleegd en waar lokaal flinke weerstand ontstaat door in de beek gevallen dode bomen en takken.



Figuur 3-10: Berekende waterstanden Tungelroyse Beek / Leubeek , gevalideerd model op basis van nieuw ingemeten dwarsprofielen. Afvoer 15 april 2020 (moment inmetingen dwarsprofielen)

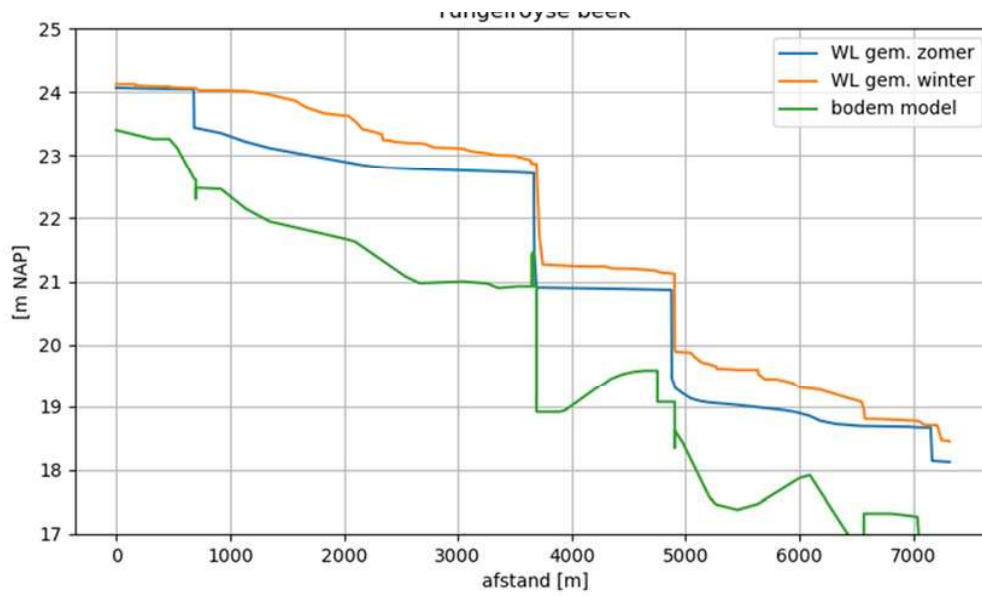
### 3.4 Berekende waterstanden in de huidige situatie

Figuren 3-11 en 3-12 geven de -met het gevalideerde model- berekende waterstanden weer voor de gemiddelde wintersituatie en de gemiddelde zomersituatie. Figuur 3-11 geeft de waterstanden weer voor de Roggelse Beek / Zelsterbeek, tot aan de samenkomst met de Leubeek. Figuur 3-12 geeft de waterstanden weer voor de Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek, tot aan de samenkomst met de Haelense Beek (benedenstroomse modelgrens). Deze waterstanden zijn als randvoorwaarde opgelegd aan het grondwatermodel.



Figuur 3-11: Berekende waterstanden in de Roggelse Beek / Zelsterbeek. Gemiddelde winterafvoer en gemiddelde zomerafvoer





Figuur 3-12: Berekende waterstanden in de Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek. Gemiddelde winterafvoer en gemiddelde zomerafvoer

## 4 Grondwatermodellering

### 4.1 Aanpak

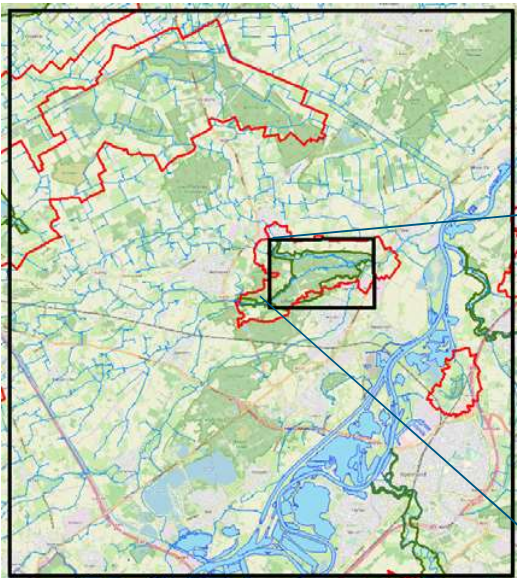
Om te komen tot een hydrologisch modelinstrumentarium, dat geschikt is voor de onderbouwing van het pakket hydrologische herstelmaatregelen voor het Natura2000-gebied Leudal, is een tijdsafhankelijk grondwatermodel opgezet en gekalibreerd. Het eerder door Sweco ontwikkelde grondwatermodel (Van der Hauw, 2018) is doorontwikkeld tot een tijdsafhankelijk grondwatermodel. De waterstanden in de beken, zoals berekend door het oppervlaktewatermodel Leudal (zie hoofdstuk 3), vormen de randvoorwaarden voor dit tijdsafhankelijke grondwatermodel.

Hieronder volgt een toelichting op de opzet van het grondwatermodel (paragraaf 4.2) en de stationaire en tijdsafhankelijke ijking van het grondwatermodel (paragrafen 4.3 en 4.4).

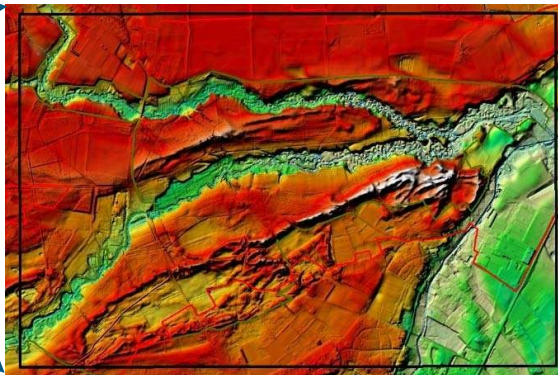
### 4.2 Opzet model

#### 4.2.1 Modelbegrenzing en rekennetwerk

De begrenzing van het grondwatermodel is weergegeven in Figuur 4-1 en komt overeen met die van het eerder door Sweco ontwikkelde grondwatermodel (Van der Hauw, 2018). De gridgrootte bedraagt 25x25 m. Voor het kerngebied (het Natura2000-gebied met directe omgeving) is tevens een modelgrid gemaakt op 5x5 m, zie Figuur 4-2. Het detailmodel voor het kerngebied wordt alleen doorgerekend voor het definitieve maatregelenpakket. De modelijking en de verkennende berekeningen worden uitgevoerd met het volledige 25x25 m model.



Figuur 4-1: Modelgebied en kerngebied



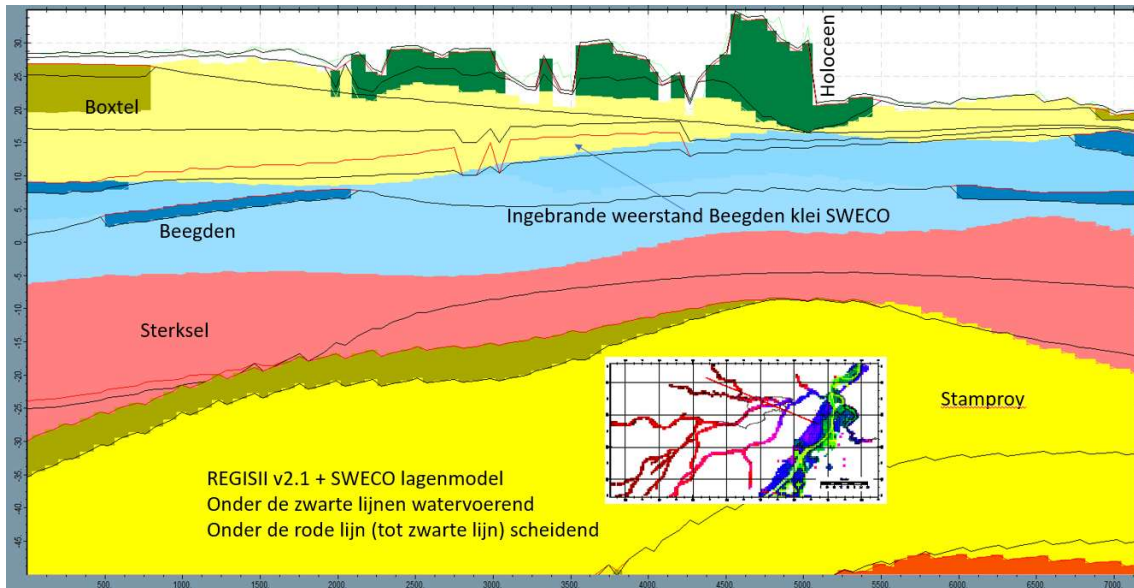
Figuur 4-2: Kerngebied (op 5x5 m)

#### 4.2.2 Lagenschematisatie

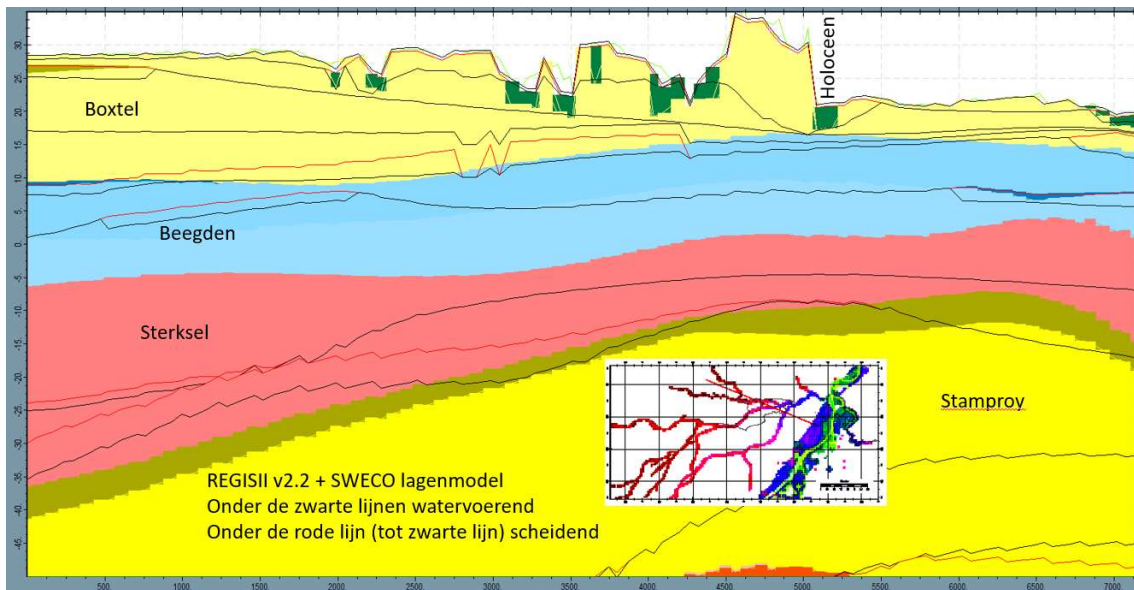
##### Verwerking REGIS II v2.2 en GEOTOP

Het grondwatermodel, dat eerder is ontwikkeld door Sweco (Van der Hauw, 2018), is gebaseerd op

REGIS II v2.1. Sindsdien zijn REGIS II v2.2 en GeoTOP beschikbaar gekomen. Figuren 4-3 en 4-4 geven voor het gebied Leudal een vergelijking tussen REGIS II v2.1 (Figuur 4-3) en REGIS II v2.2 (Figuur 4-4).



Figuur 4-3: Originele lagenmodel model Sweco, gebaseerd op REGIS II v2.1

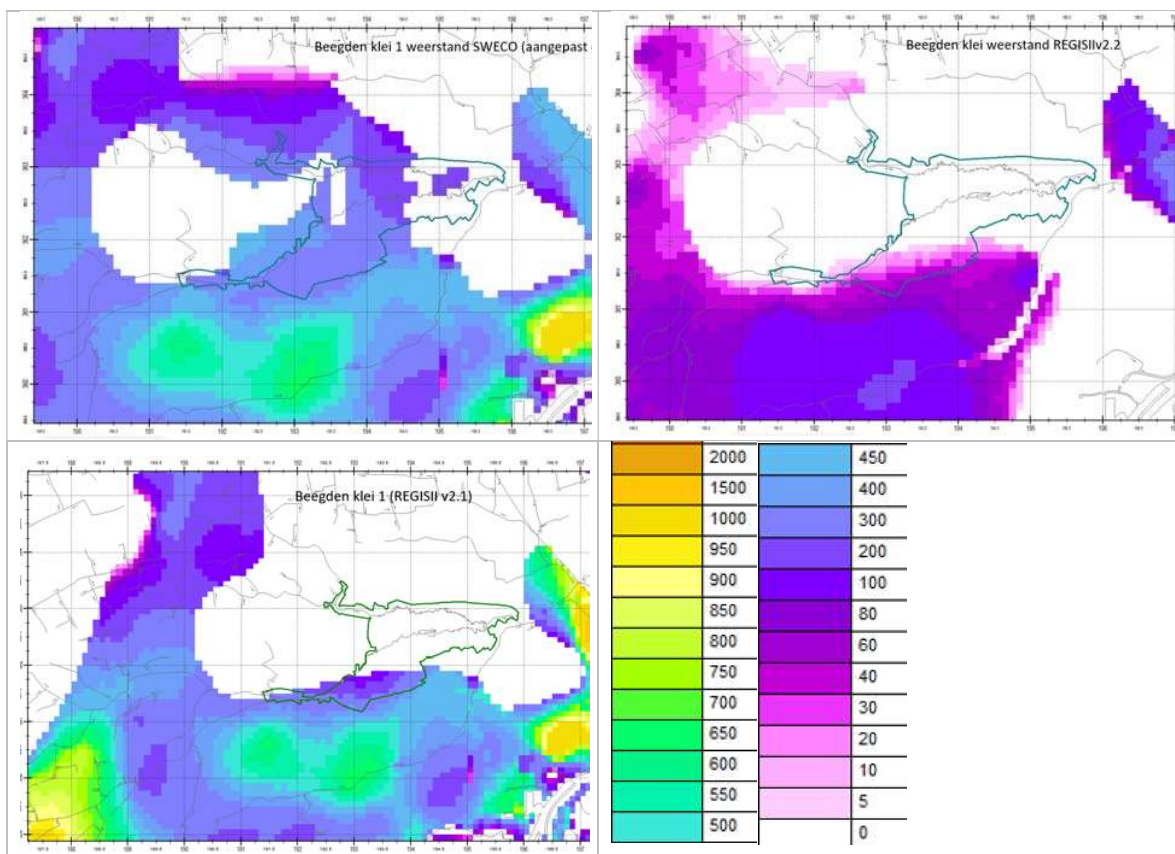


Figuur 4-4: Originele lagenmodel Sweco, met REGIS II v2.2

Het grootste verschil tussen REGISII v2.1 en REGISII v2.2 is de locatie van het Holoceen. In REGIS II v2.1 komen binnen Leudal de Holoceen afzettingen vooral voor op de hogere gebieden tussen de beekdalen en juist niet in de beekdalen. Dit is niet plausibel: in de beekdalen komen beekafzettingen van leem en zand voor en is gedurende het Holoceen lokaal veen ontstaan. De hogere ruggen zijn voornamelijk zandig van opbouw.

In REGIS II v2.2 (Figuur 4-4) zijn de ruggen onderdeel van de Boxtel formatie en ligt het Holoceen juist in de beekdalen. Dit komt aanzienlijk beter overeen met de werkelijkheid. In het model voor Leudal is daarom uitgegaan van de locaties van het Holoceen zoals opgenomen in REGIS II v2.2. Ter plaatse van het Holoceen is de verticale weerstand overgenomen uit GeoTOP.

De Beegden-formatie ligt in REGIS II v.2.1 en REGIS II v.2.2 op vrijwel dezelfde diepte (zie Figuur 4-5). Uit de door Sweco uitgevoerde kalibratie is gebleken dat de hydraulische weerstand tussen de deklaag en het eerste watervoerend pakket te laag is in het gebied ten noordwesten van het Leudal. Om deze reden is hier in het lagenmodel van Sweco een extra weerstand aangebracht. Dit resulteerde in realistischere berekende stijghoogten in de Formatie van Beegden. Besloten is om deze, in het Sweco-model aangebrachte, extra weerstandslaag over te nemen in het grondwatermodel Leudal.



Figuur 1-5: Ligging en weerstandswaarde aan de bovenzijde van de Beegden-formatie, in REGIS II v2.1, REGIS II v2.2 en het Sweco-model (Van der Hauw, 2018)

### 4.2.3 Grondwateraanvulling en Maaspeilen

De grondwateraanvulling wordt tijdsafhankelijk op dagbasis berekend met MetaSWAP, op basis van de gemeten neerslag en verdamping over de periode van 2007 tot en met 2019. In de stationaire berekeningen wordt uitgegaan van het gemiddelde van de (door MetaSWAP berekende) grondwateraanvulling over de periode 2007 tot en met 2019.

De Maaspeilen zijn op dagbasis afgeleid uit gemeten Maasafvoeren bij Sint Pieter en betrekkinglijnen en vervolgens aan het grondwatermodel opgelegd. Betrekkinglijnen zijn stationaire verhanglijnen van de Maas, van Maastricht tot aan Grave, die met het SOBEK-model voor de Maas zijn berekend voor een hele

reeks afvoeren (van 10 m<sup>3</sup>/s tot 1000 m<sup>3</sup>/s). Deze afvoeren zijn aan het model opgelegd ter plaatse van het meetpunt Sint Pieter, direct ten zuiden van Maastricht. Door per tijdstap op basis van de gemeten Maasafvoer bij Sint Pieter te interpoleren tussen deze verhanglijnen (betrekkingslijnen), kan op de gewenste locatie het (stationaire) waterstandsverloop worden bepaald. Afgezien van hoogwatersituaties (waarbij er een niet-stationaire hoogwatergolf door de Maas gaat), geeft deze aanpak een goede benadering van het verloop van de Maaswaterstanden. Voor de tijdsafhankelijke berekeningen met het grondwatermodel voor Leudal is per tijdstap het verloop van de Maaspeilen (van het traject van de Maas binnen de begrenzing van het grondwatermodel) op deze wijze bepaald, voor de rekenperiode van 2007 tot en met 2019. In de stationaire berekeningen is uitgegaan van de mediaanwaarde van de berekende Maaspeilen over de periode 2007 tot en met 2019.

#### 4.2.4 Oppervlaktewater

De peilen van de primaire en secundaire watergangen (beken en overige leggerwatergangen) zijn berekend met het oppervlaktewatermodel (zie hoofdstuk 3). In het tijdsafhankelijke grondwatermodel zijn voor de primaire en secundaire watergangen de (met het oppervlaktewatermodel) berekende peilen voor de gemiddelde wintersituatie en de gemiddelde zomersituatie opgelegd. Voor de periode 1 oktober tot 1 april is uitgegaan van de wintersituatie en voor de periode 1 april tot 1 oktober is uitgegaan van de zomersituatie. In het stationaire model is uitgegaan van het gemiddelde van de berekende peilen voor de winter- en zomersituatie.

#### 4.2.5 Tertiaire watergangen, buisdrainage en overlandflow

De schematisatie van de tertiaire watergangen (sloten en greppels) is overgenomen uit IBRAHYM v2.1N. Aanpassingen die in het Sweco-model zijn gedaan op deze schematisatie, zijn eveneens overgenomen. Voor de tertiaire watergangen is uitgegaan van een vaste drainagediepte.

De schematisatie van de buisdrainage is overgenomen uit de AGOR2019-berekening uit de Limburgse Integrale Watersysteemanalyse, LIWA (Waterschap Limburg en Provincie Limburg, 2020). Daarin is onderscheid gemaakt naar peilgestuurde drainage en niet-peilgestuurde drainage.

De schematisatie van de overlandflow is overgenomen uit IBRAHYM v2.1N.

#### 4.2.6 Onttrekkingen

De grondwateronttrekkingen (drink- en industriewaterwinningen) zijn overgenomen uit het IBRAHYM v2.1N model. De onttrekkingsgegevens in IBRAHYM v2.1N liepen tot en met 2011. De reeksen van de drinkwaterwinningen van WML zijn verlengd met gegevens die al beschikbaar waren op de IBRAHYM-server tot eind 2017. De reeksen voor de pompstations Beegden en Heel zijn vervolgens verlengd tot en met eind 2019. De reeksen van de industriële winningen zijn verlengd tot eind 2019 op basis van gegevens die zijn aangeleverd door Waterschap Limburg.

#### 4.2.7 Beregeningen

De beregeningslocaties (de locaties van de putten en de percelen waarvoor is aangenomen dat beregening plaatsvindt) zijn overgenomen uit IBRAHYM v2.1N. De beregeningshoeveelheden worden per tijdstap berekend door MetaSWAP. In de ijking van het grondwatermodel zijn de -door MetaSWAP berekende- beregeningshoeveelheden met 1/3 vermindert (n.b. deze reductie is alleen toegepast op de berekende beregeningshoeveelheden, niet op de grondwateraanvulling). De berekende beregeningshoeveelheden worden als extra grondwateraanvulling aan het model opgelegd, ter plaatse van de percelen, waarvoor is aangenomen dat beregening plaatsvindt.

De benodigde grondwateronttrekkingen worden in het grondwatermodel gesimuleerd als onttrekkingen uit de beregeningsputten. Deze aanpak is eerder ook in LIWA en het Sweco-model gevolgd.

Voor de bepaling van de effecten van beregening op het grondwaterregime en het doelbereik binnen het Natura2000-gebied Leudal (zie hoofdstuk 6), heeft een nadere analyse plaatsgevonden van de beregeningshoeveelheden. Op basis daarvan is gekozen voor een worst-case benadering.

## 4.3 Stationaire ijking

### 4.3.1 Aanpak

Het initiële model gaf vooral afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in de Boxtel-formatie. De afwijkingen in de diepere pakketten (Formatie van Beegden en dieper) waren relatief klein. Om deze reden is ervoor gekozen om de stationaire ijking van het grondwatermodel voornamelijk te richten op de Formatie van Boxtel. In de stationaire ijking zijn de volgende twee stappen doorlopen:

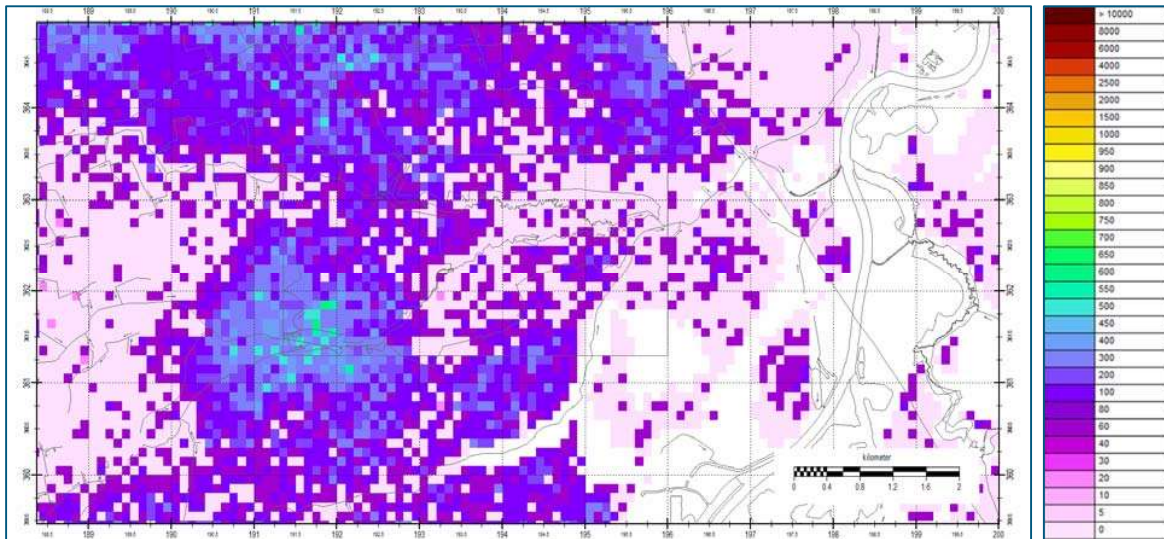
- a. Optimalisatie van de weerstand van de Formatie van Boxtel;
- b. Optimalisatie van de schematisatie van de beken.

Stap a. wordt verder beschreven in paragraaf 4.3.2. Paragraaf 4.3.3 gaat in op stap b.

Tot slot wordt in paragraaf 4.3.4 het eindresultaat van de stationaire kalibratie gepresenteerd en toegelicht.

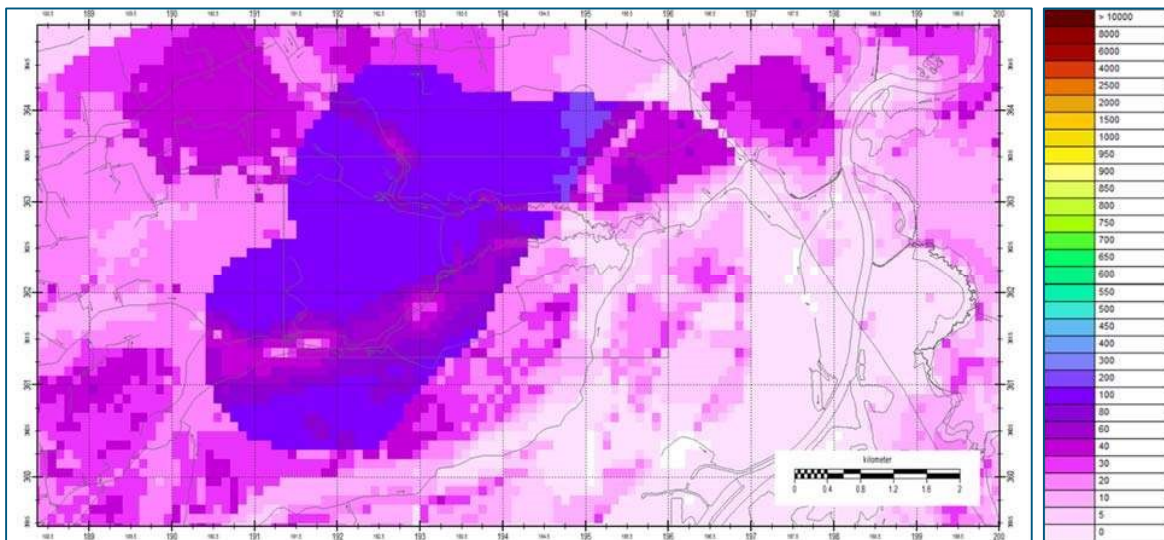
### 4.3.2 Optimalisatie weerstand van Formatie van Boxtel

Als eerste stap is de weerstand van de Formatie van Boxtel berekend op basis van de laagdiktes en verticale doorlatendheden ( $k_v$ ) zoals opgenomen in GeoTOP. Dit resulteerde in weerstandswaarden voor de Formatie van Boxtel die ongeveer een factor 10 hoger liggen dan de waarden in REGIS II v2.1. De op deze manier berekende weerstand van de Formatie van Boxtel vormt een flinke overschatting. In de Formatie van Boxtel komt de leem voornamelijk voor in de vorm van leemlenzen en niet in aaneengesloten lagen. Door het simpelweg sommeren van de verticale weerstand van de leemlagen (leemlenzen) wordt geen rekening gehouden met de omloopsheid van de storende lagen. In het grondwatermodel voor Leudal is daarom de op basis van GeoTOP berekende weerstandswaarde van de Formatie van Boxtel weer gereduceerd met een factor 10, dit om in orde grootte uit te komen op de waarden die eerder in REGIS II v2.1 zijn opgenomen. Figuur 4-6 geeft de verticale weerstand van de Formatie van Boxtel weer (berekend op basis van GeoTOP en vervolgens gereduceerd met een factor 10).



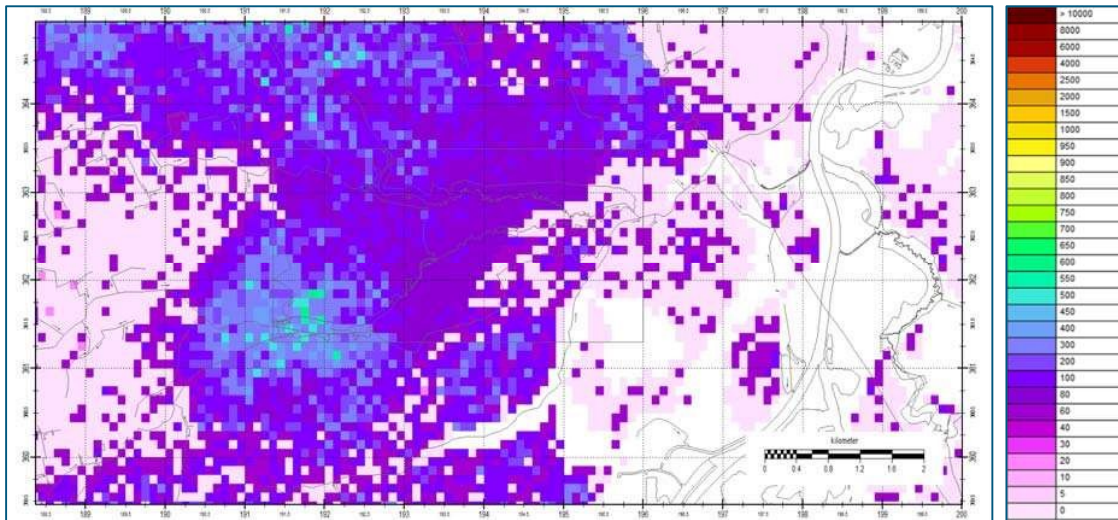
Figuur 4-6: Verticale weerstand Boxtel formatie, berekend uit GeoTOP (berekend op basis van diktes en  $k_v$ , vervolgens gereduceerd met factor 10)

De weerstandsverdeling zoals weergegeven in Figuur 4-6 resulteerde vooral in het westelijke deel van Leudal en het dal van de Zelsterbeek in te laag berekende grondwaterstanden. In het kalibratie van het model van Sweco (Van der Hauw, 2018) is dit probleem opgelost door de weerstand van de Boxtel-formatie lokaal te verhogen, zie Figuur 4-7.



Figuur 4-7: Gekalibreerde weerstand Boxtel-formatie (modellering Sweco), met verhoging van de weerstand in het westelijk deel van Leudal

Vervolgens is deze lokale verhoging van de weerstand van de Boxtel-formatie ook in het nieuwe grondwatermodel voor Leudal verwerkt. Daar, waar binnen de zone met verhoogde weerstand van de Boxtel-formatie (op basis van model Sweco) op basis van GeoTOP geen of slechts geringe weerstand werd berekend, is uitgegaan van een minimale verticale weerstand van 100 dagen. Na verdere optimalisatie resulteerde dit in de verdeling zoals weergegeven in onderstaande figuur 4-8.

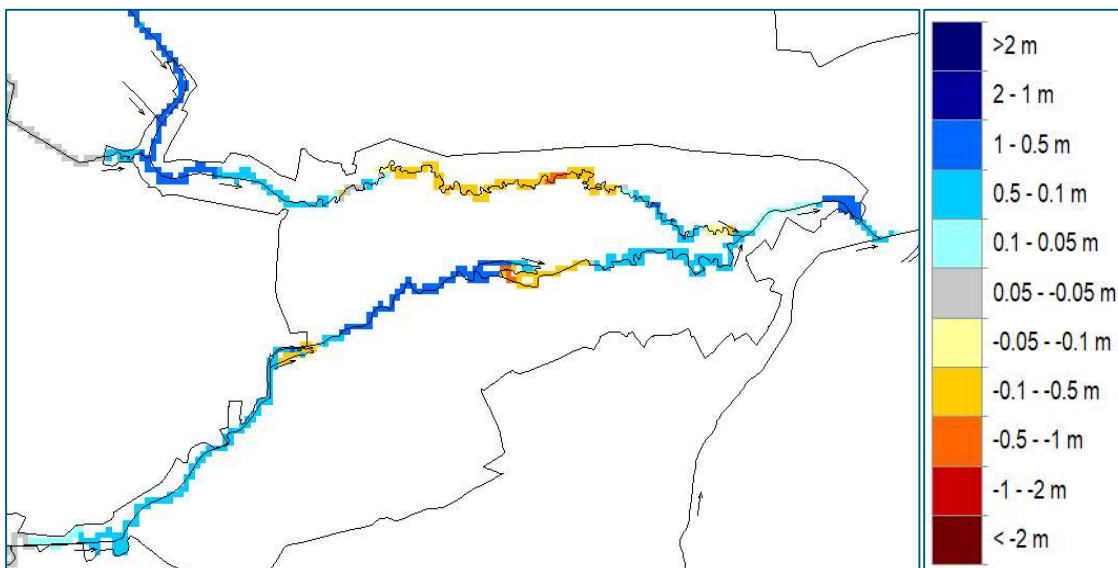


Figuur 4-8: Geoptimaliseerde weerstand Formatie van Baxtel: weerstand afgeleid uit GeoTOP. Binnen zone met verhoogde weerstand Baxtel is uitgegaan van een minimale verticale weerstand van de Baxtel-formatie van 100 dagen

### 4.3.3 Optimalisatie schematisatie beken

In de kalibratie van het grondwatermodel van Sweco (Van der Hauw, 2018) zijn ook de peilen van de beken geoptimaliseerd. In de huidige modelopzet worden de beekpeilen berekend met het gevalideerde oppervlaktewatermodel (zie hoofdstuk 3) en vervolgens opgelegd aan het grondwatermodel. Aangezien het oppervlaktewatermodel al gevalideerd is, is het niet reëel om de beekpeilen in het grondwatermodel alsnog verder “af te tunen”.

Figuur 4-9 geeft de verschillen weer tussen de beekpeilen zoals berekend met het gevalideerde oppervlaktewatermodel en de beekpeilen die zijn opgelegd aan het grondwatermodel van Sweco.



Figuur 4-9: verschillen tussen beekpeilen berekend met het gevalideerde oppervlaktewatermodel en de beekpeilen die zijn opgelegd aan het grondwatermodel van Sweco (Van der Hauw, 2018). Positief: beekpeilen oppervlaktewatermodel hoger dan in grondwatermodel Sweco, negatief: beekpeilen oppervlaktewatermodel lager dan in grondwatermodel Sweco

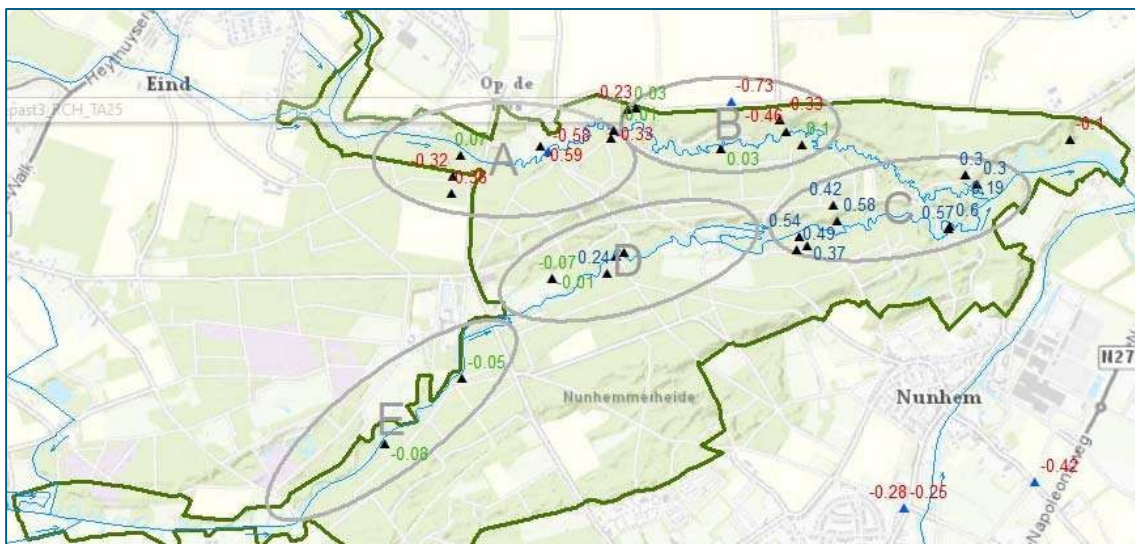


Het gevalideerde oppervlaktewatermodel geeft over de meeste beektrajecten hogere waterstanden in de beken dan de peilen die eerder zijn opgelegd aan het grondwatermodel van Sweco. Dit is het geval voor vrijwel het gehele traject van de Tungalroyse Beek / Leubeek en de Neerbeek, met uitzondering van de vistrap bij de Sint Elisabethsmolen en een deeltraject net stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen. In de Zelsterbeek / Roggelse Beek is het beeld wat evenwichtiger. Over delen geeft het oppervlaktewatermodel juist lagere waterstanden dan die in het grondwatermodel van Sweco en vice versa.

Als laatste stap in de stationaire ijking heeft optimalisatie plaatsgevonden van de bodemweerstand van de beken. De bodemweerstand van de beken is gevarieerd tussen 0,1 en 3 dagen, op basis van de verticale weerstand van de Boxtel-formatie. Deze aanpak is ook gekozen in het grondwatermodel van Sweco (Van der Hauw, 2018).

#### 4.3.4 Kalibratieresultaat

Figuur 4-10 geeft het resultaat weer van de stationaire ijking van het grondwatermodel Leudal. De zwarte markers zijn peilbuizen in het freatische pakket. De blauwe markers zijn peilbuizen met een filter in het eerste watervoerende pakket (Formatie van Beegden). In de directe nabijheid van het Natura2000-gebied Leudal zijn dit er slechts 3. Ter vergelijking geeft Figuur 4-11 het kalibratieresultaat weer van het grondwatermodel van Sweco (Van der Hauw, 2018).



Figuur 4-10: Stationair ijkingsresultaat grondwatermodel Leudal (alleen Natura2000-gebied en directe omgeving). Zwarte markers: freatische peilbuizen, blauwe markers: filters in eerste watervoerend pakket

Hieronder volgt een korte toelichting op het kalibratieresultaat voor de 5 zones, die zijn weergegeven in Figuur 4-10.

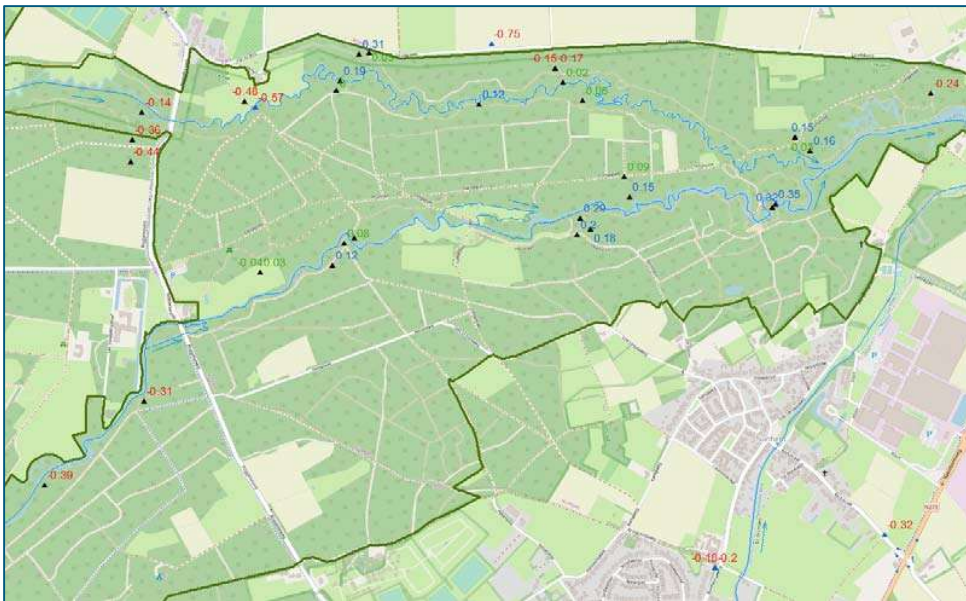
In zone A (bovenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek) worden de grondwaterstanden over het algemeen enkele decimeters te laag berekend. Het ijkresultaat is vergelijkbaar met dat van het grondwatermodel van Sweco (zie Figuur 4-11).

In zone B (benedenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek) worden de grondwaterstanden in de peilbuizen dichtbij de beek goed gereproduceerd. Enkele peilbuizen wat verder van de beek geven wat grotere afwijkingen. Het ijkresultaat is vergelijkbaar met dat van het grondwatermodel van Sweco (zie Figuur 4-11).

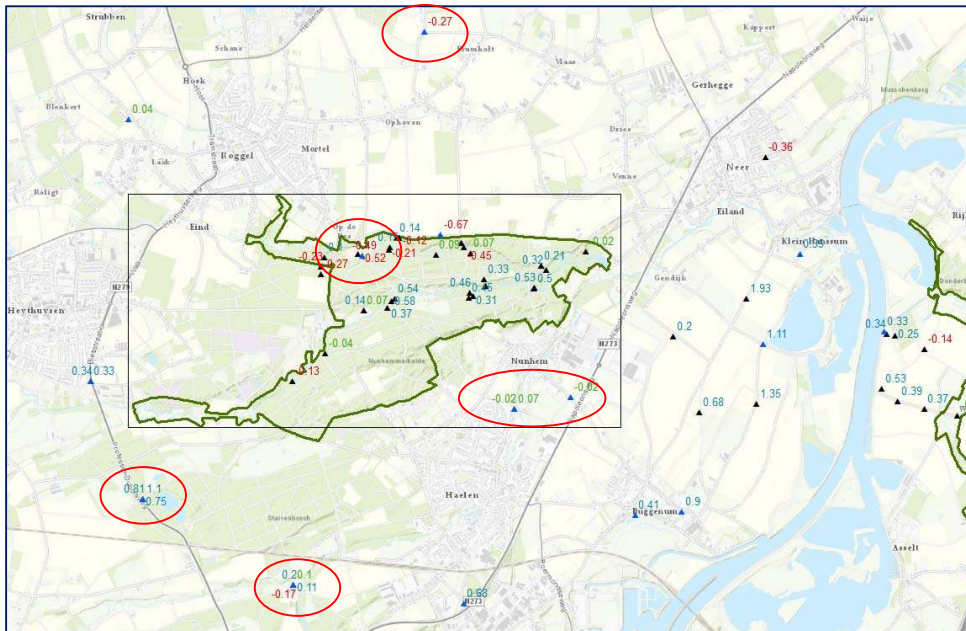
In zone C berekent het model te hoge grondwaterstanden (enkele decimeters te hoog). De weerstand in de Boxtel is hier laag (sommige plekken kleiner dan 1 dag weerstand). De grondwaterstanden worden hier sterk bepaald door de waterstanden in de beken. Deze worden op hun beurt vooral bepaald door de stuwstanden van de benedenstrooms gelegen stuw (Neerbeek-Hammermolen). Het grondwatermodel van Sweco gaf in deze zone een beter ijkresultaat (zie Figuur 4-11). Dit was vooral het gevolg van de lagere beekpeilen in het model van Sweco. Door Sweco heeft optimalisatie van de beekpeilen plaatsgevonden. In het huidige model zijn de waterstanden in de beken berekend door een gevalideerd oppervlaktewatermodel (zie hoofdstuk 3). In het oppervlaktewatermodel is uitgegaan van de -door het Waterschap en beheerders van de watermolens- opgegeven stuwstanden. Mogelijk worden deze (streef) stuwstanden in de praktijk niet gerealiseerd of gehandhaafd. Bij de Sint Ursulamolen is dit zeker het geval; hier ligt het daadwerkelijke bovenstroomse peil meestal enkele decimeters lager dan het opgegeven molenpeil van 21,10 m + NAP waarschijnlijk als gevolg van de vistrap. De stuw Neerbeek-Hammermolen is een vaste stuw met een hoogte van 16,69 m +NAP. Er is hier ook een vispassage, die net iets hoger stuwt.

Het ijkresultaat in zone D (het traject tussen de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen) is goed. Het ijkresultaat is vergelijkbaar met dat van het grondwatermodel van Sweco (zie Figuur 4-11).

In zone E (het traject bovenstrooms van de Sint Elisabethsmolen) is het ijkresultaat zeer goed. Het ijkresultaat van het model van Sweco was hier duidelijk minder (zie Figuur 4-11).



Figuur 4-11: Stationair ijkingsresultaat grondwatermodel Sweco (Van der Hauw, 2018)



Figuur 4-12: Stationair ijkresultaat grondwatermodel Leudal in groter deel modelgebied. Zwarte markers: freatische peilbuizen, blauwe markers: filters in eerste watervoerend pakket

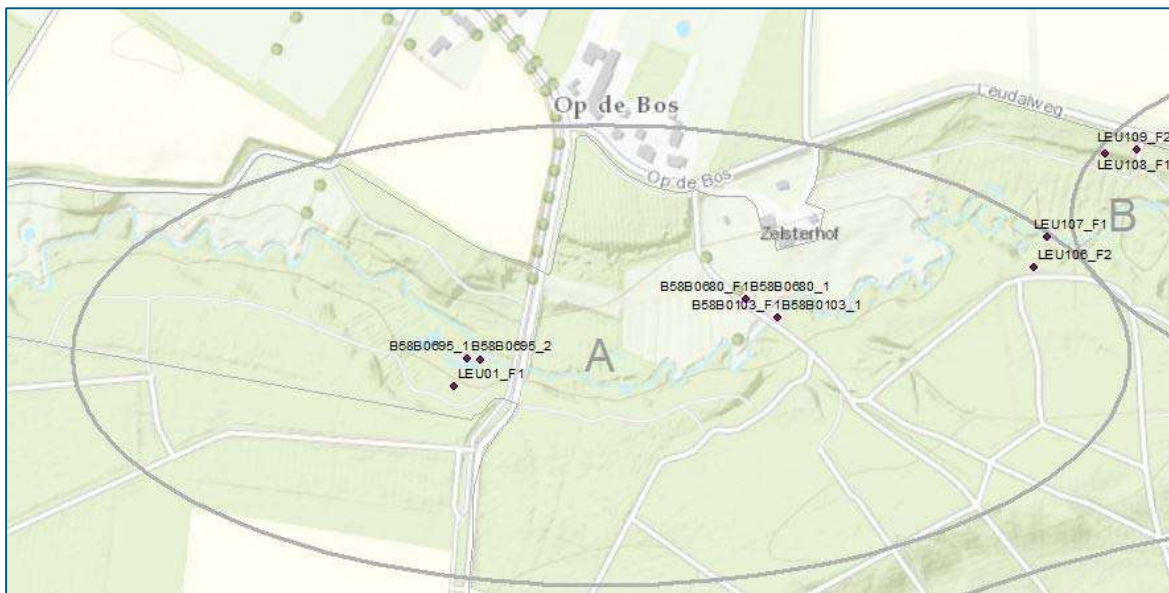
Figuur 4-12 geeft het stationaire kalibratieresultaat weer voor een groter deel van het modelgebied. De peilbuizen met filters in het eerste watervoerend pakket zijn rood omcirkeld. De stijghoogten in het eerste watervoerende pakket (Formatie van Beegden) worden door het model vrij goed gereproduceerd. Alleen ten zuidwesten van het Leudal ligt een paar filters met wat grotere afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten. Om deze reden is de stationaire ijking voornamelijk uitgevoerd voor de (freatische) peilbuizen in de Formatie van Bostel.

#### 4.4 Tijdsafhankelijke ijking

De tijdsafhankelijke ijking is uitgevoerd voor de periode van 1 januari 2016 tot en met 31 december 2019. Hieronder volgt voor de eerder onderscheiden zones een toelichting op de resultaten van de tijdsafhankelijke ijking.

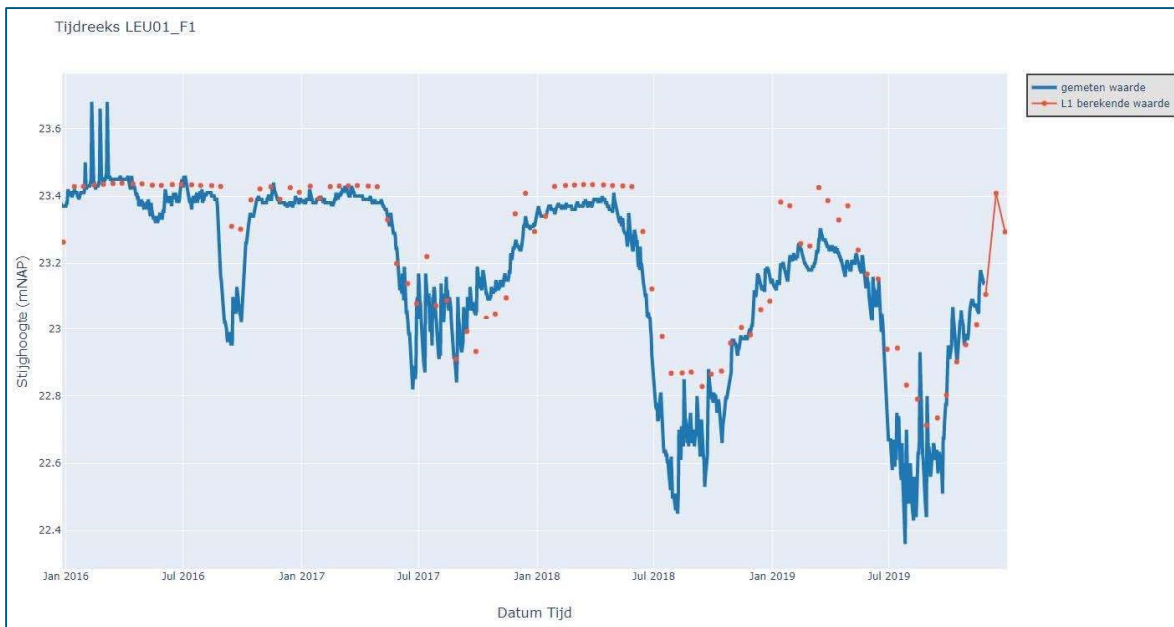
##### **Zone A: Bovenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek**

Figuur 4-13 geeft een overzicht van de peilbuizen binnen deze zone.

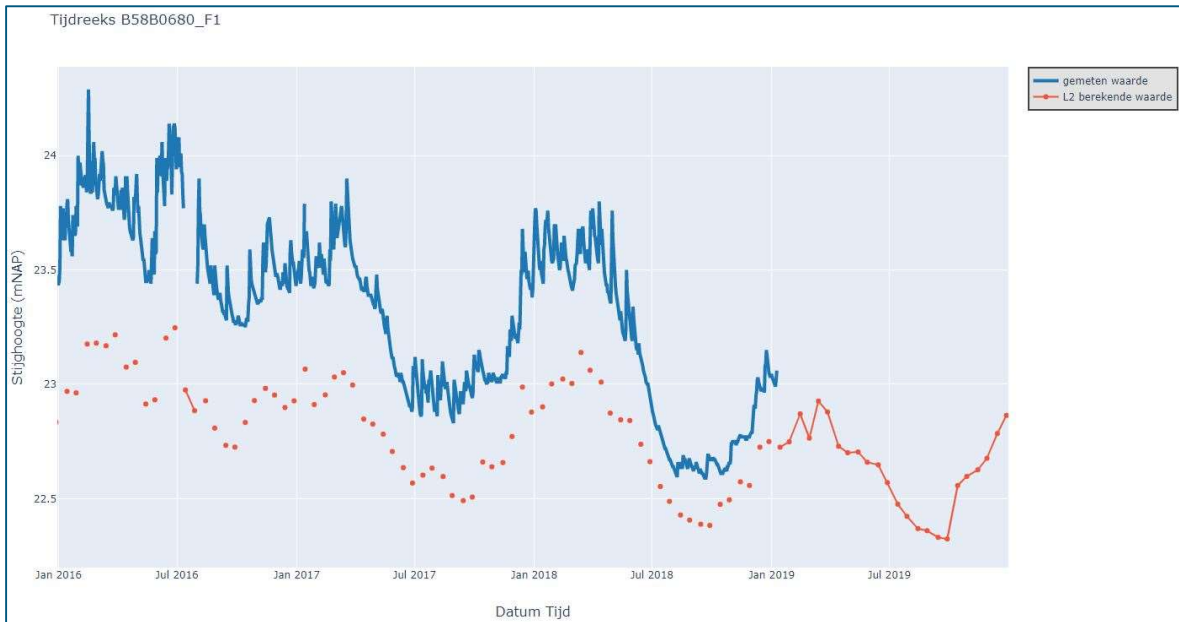


Figuur 4-13: Overzicht peilbuizen zone A, bovenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek

Figuren 4-14 en 4-15 geven de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen weer van peilbuizen LEU01\_F1 en B58B0680\_F1. De tijdstijghoogtelijnen van de overige peilbuizen in deze zone zijn opgenomen in Bijlage 1 van deze rapportage. Peilbuis LEU01\_F1 laat zien dat het model grondwaterstanden berekent die nagenoeg overeenkomen met de gemeten waarden in de peilbuis. Ter plaatse van peilbuis B58B0680\_F1 berekent het model lagere grondwaterstanden dan de metingen. Het verschil is gemiddeld 15 cm.



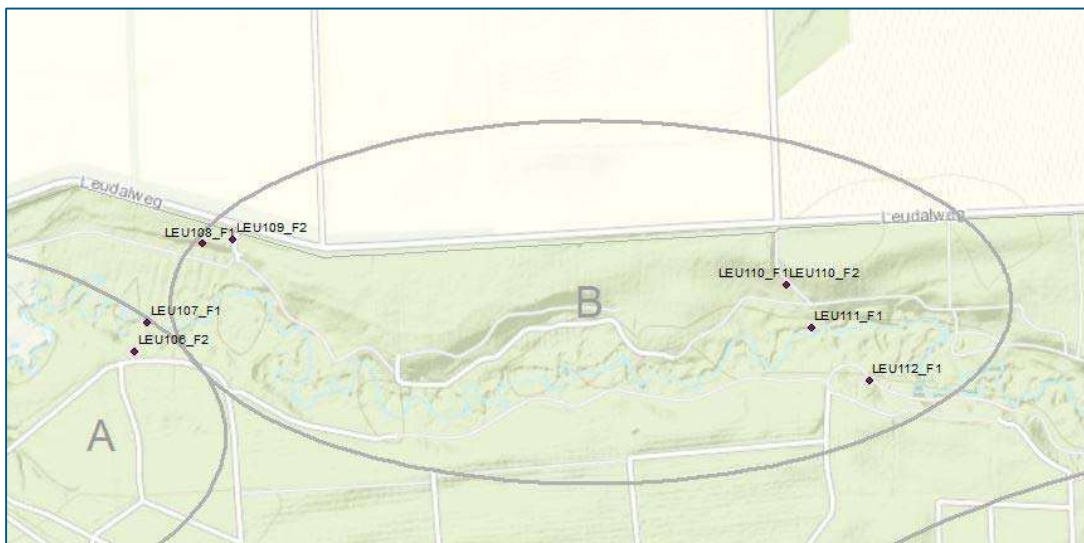
Figuur 4-14: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU01\_F1



Figuur 4-15: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis B58B0680\_F1

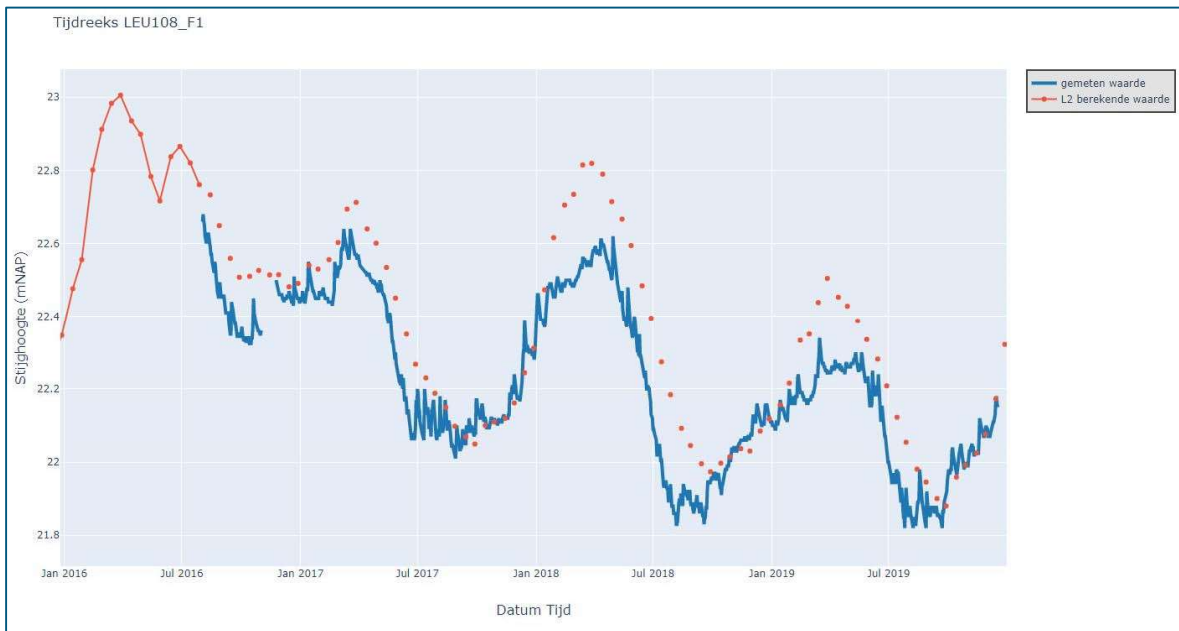
#### Zone B: Benedenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek

Figuur 4-16 geeft een overzicht van de peilbuizen binnen deze zone.

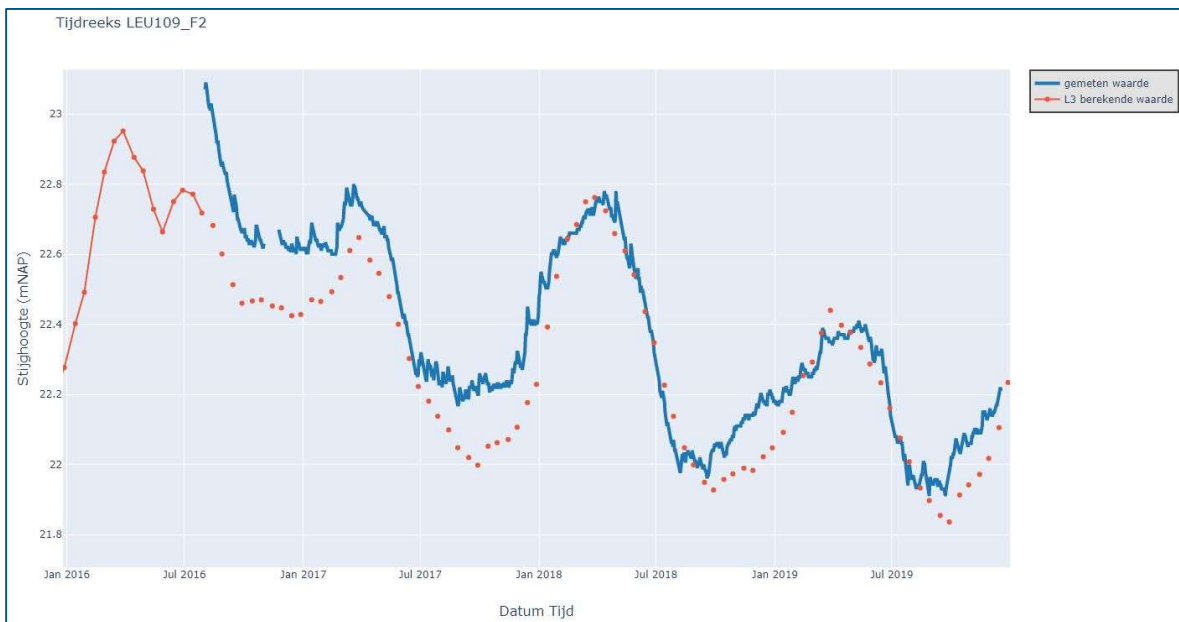


Figuur 4-16: Overzicht peilbuizen zone B, benedenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek

Figuren 4-17 en 4-18 geven de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen weer van peilbuizen LEU108\_F1 en LEU109\_F2. De tijdstijghoogtelijnen van de overige peilbuizen in deze zone zijn opgenomen in Bijlage 1 van deze rapportage. De berekende grondwaterstanden LEU108\_F1 en LEU109\_F2 volgen dezelfde jaarlijkse fluctuatie zoals gemeten wordt in de peilbuizen. In de peilbuis LEU108\_F1 worden in het voorjaar 20 cm hogere grondwaterstanden berekend dan gemeten. In de peilbuis LEU109\_F2 zakt de berekende grondwaterstand juist 20 cm dieper weg dan de metingen laten zien.



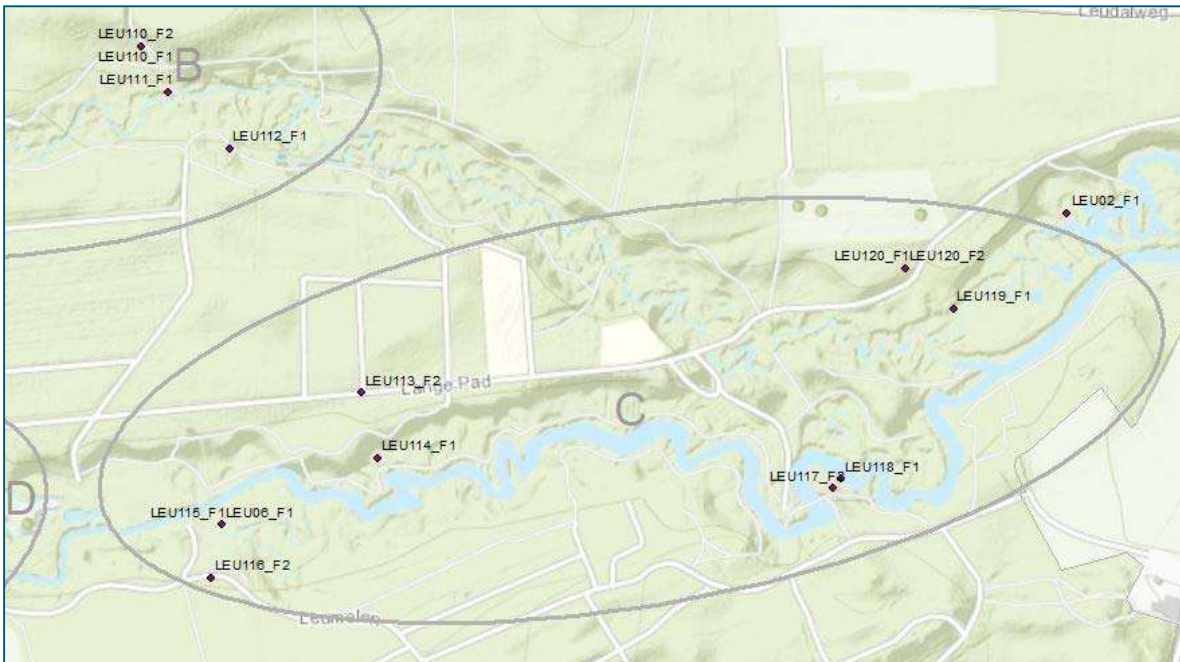
Figuur 4-17: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU108\_F1



Figuur 4-18: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU109\_F2

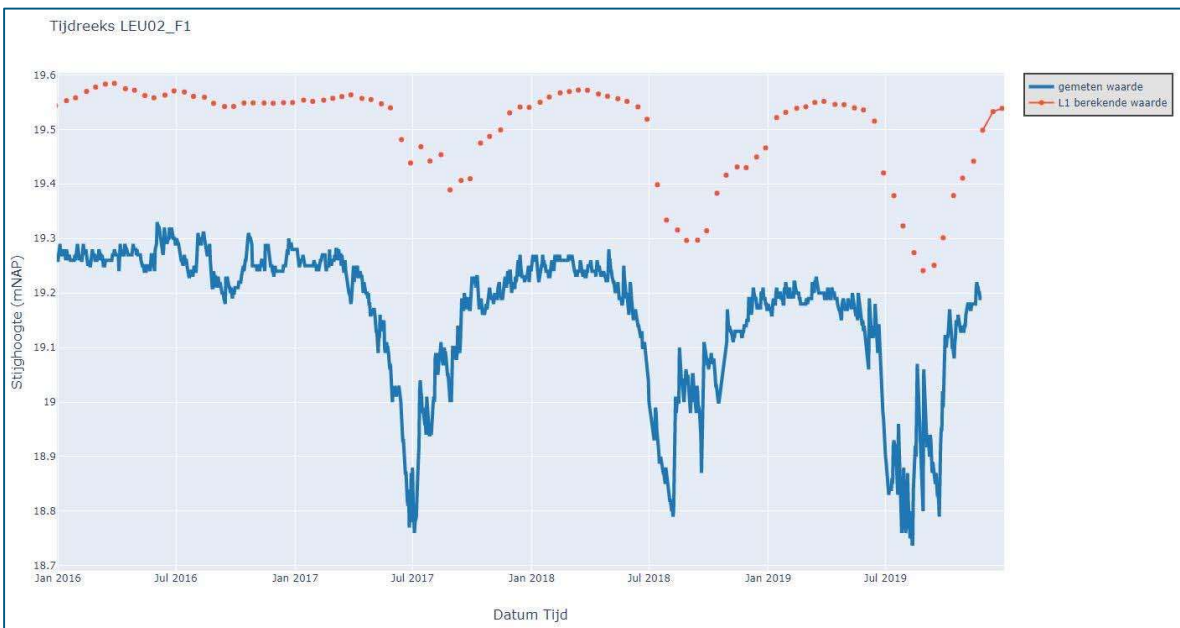
**Zone C: Benedenstrooms deel Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek**

Figuur 4-19 geeft een overzicht van de peilbuizen binnen deze zone.

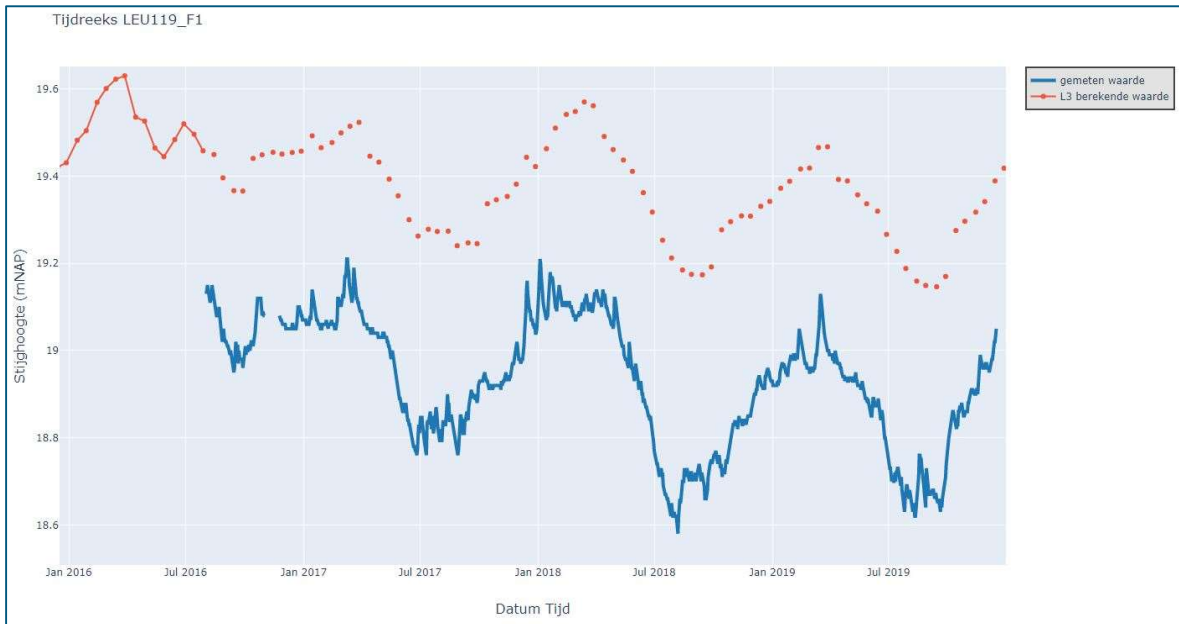


Figuur 4-19: Overzicht peilbuizen zone C, benedenstrooms deel Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek

Figuren 4-20 en 4-21 geven de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen weer van peilbuizen LEU02\_F1 en LEU119\_F1. De tijdstijghoogtelijnen van de overige peilbuizen in deze zone zijn opgenomen in Bijlage 1 van deze rapportage. De peilbuizen LEU02\_F1 en LEU119\_F1 laten dezelfde jaarlijkse fluctuatie zien als de gemeten grondwaterstanden, maar de berekende grondwaterstanden liggen gemiddeld 30 resp. 40 cm hoger dan de gemeten grondwaterstanden.



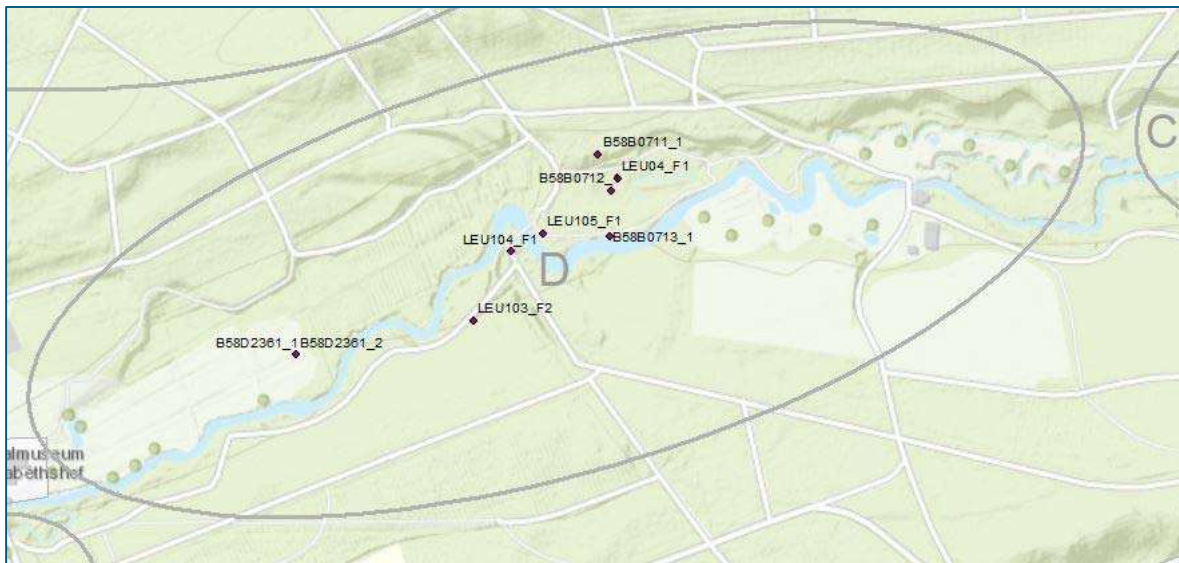
Figuur 4-20: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU02\_F1



Figuur 4-21: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU119\_F1

**Zone D: Tungelroyse Beek / Leubeek tussen Sint Elisabethsmolen en Sint Ursulamolen**

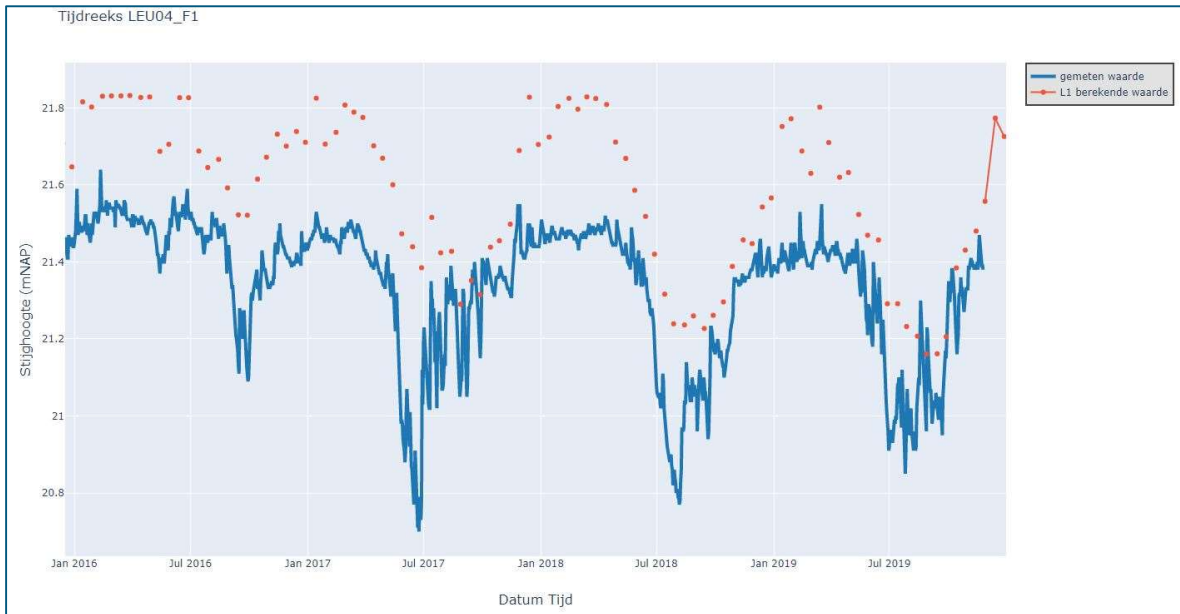
Figuur 4-22 geeft een overzicht van de peilbuizen binnen deze zone.



Figuur 4-22: Overzicht peilbuizen zone D, Tungelroyse Beek / Leubeek tussen beide watermolens

Figuren 4-23 geeft de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijn weer van peilbuis LEU04\_F1. De tijdstijghoogtelijnen van de overige peilbuizen in deze zone zijn opgenomen in Bijlage 1 van deze rapportage. In Peilbuis LEU04\_F1 worden in het voorjaar gemiddeld 30 cm hogere grondwaterstanden berekend dan gemeten. Het lijkt dat de gemeten grondwaterstanden in het voorjaar en zomer afgetopt worden op 21.5 m NAP, wat mogelijk veroorzaakt wordt door het molenpeil.

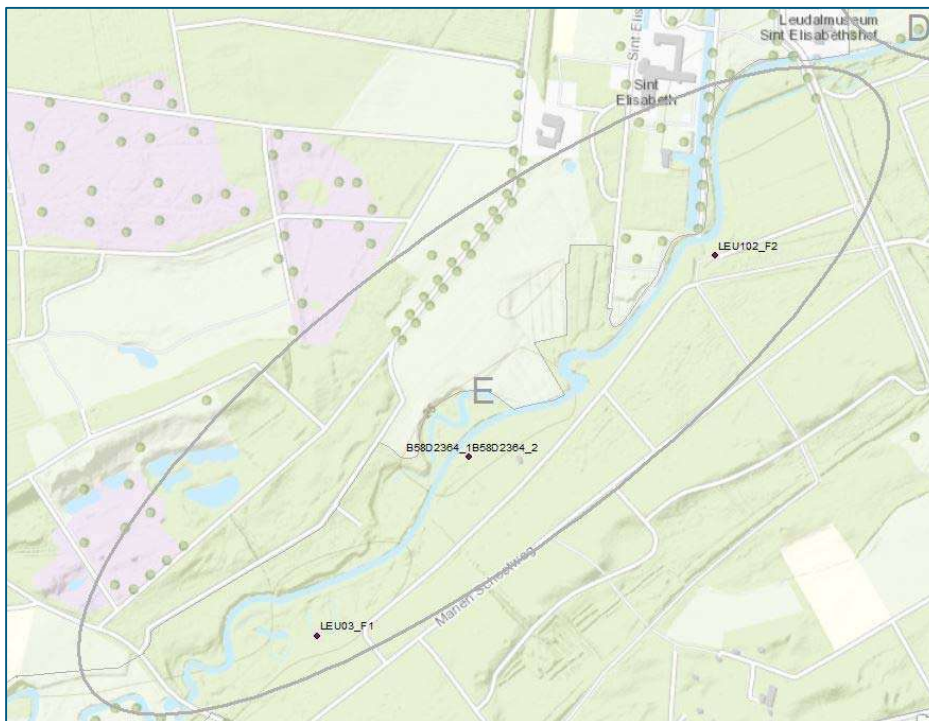




Figuur 4-23: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU04\_F1

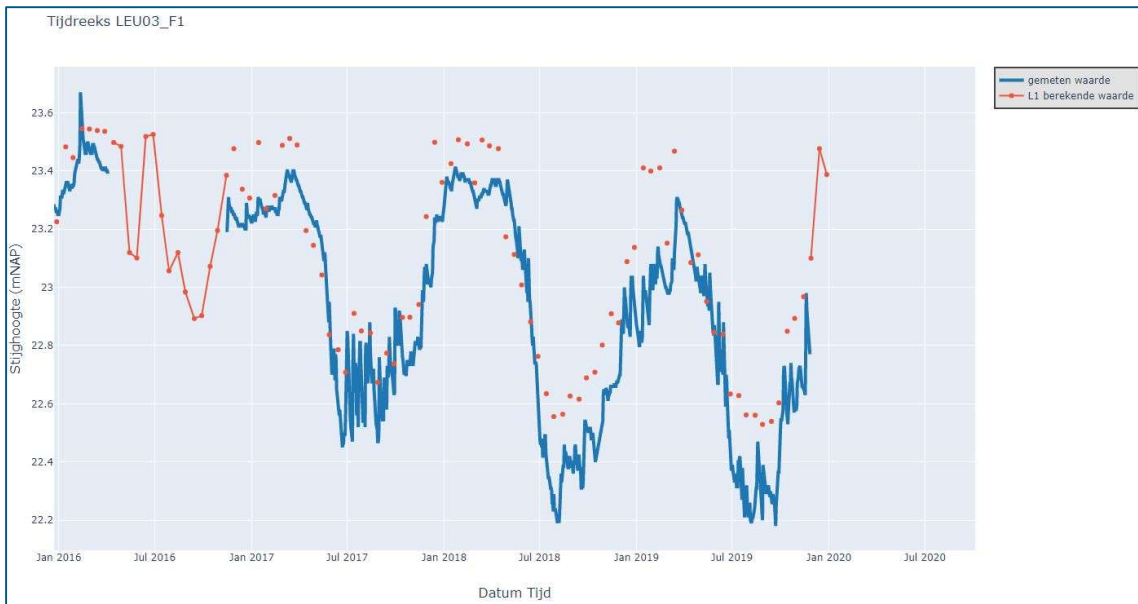
**Zone E: Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van Sint Elisabethsmolen**

Figuur 4-24 geeft een overzicht van de peilbuizen binnen deze zone.



Figuur 4-24: Overzicht peilbuizen zone E, Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van Sint Elisabethsmolen

Figuren 4-25 geeft de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijn weer van peilbuis LEU03\_F1. De tijdstijghoogtelijnen van de overige peilbuizen in deze zone zijn opgenomen in Bijlage 1 van deze rapportage.



Figuur 4-25: Berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen peilbuis LEU03\_F1

## 5 Bepaling ecologisch doelbereik

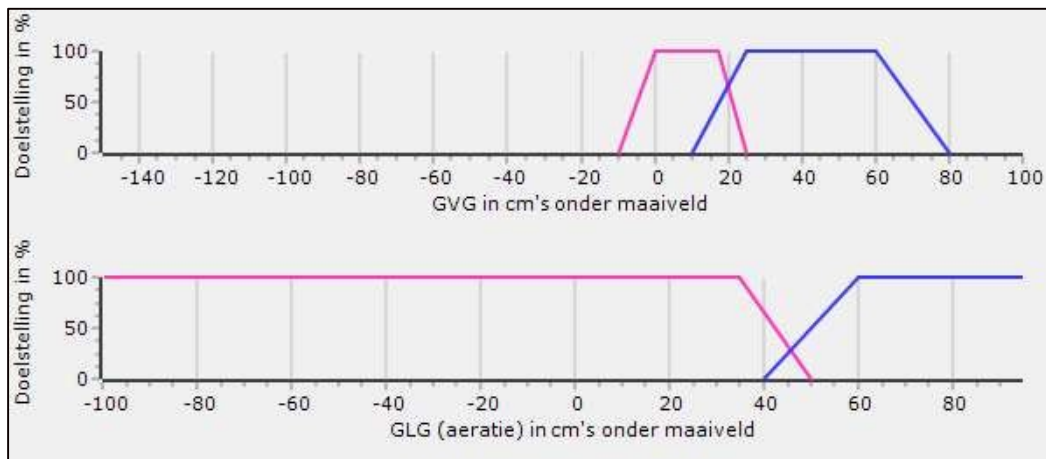
### 5.1 Verfijning kartering grondwaterafhankelijke habitattypen

Het Natura2000-gebied Leudal is aangewezen voor de grondwaterafhankelijke habitattypen H91E0\_C, Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) en H6410, Blauwgrasland. De overige habitattypen (H9160\_A Eiken-haagbeukenbossen, H9190 Oude eikenbossen en H9120 Beuken-eikenbossen met hulst) komen voor in de hogere en drogere delen van het Natura2000-gebied en zijn niet grondwaterafhankelijk.

Van beide grondwaterafhankelijke habitattypen is Vochtige alluviale bossen (H91E0\_C) het overheersende type. In de huidige situatie komt dit type voor over een oppervlakte van 21,39 ha voor, met een matige tot goede staat van instandhouding. Doel is verdere kwaliteitsverbetering en uitbreiding van het areaal. Het areaal Blauwgrasland (H6410) is veel kleiner (0,14 ha), de huidige staat van instandhouding is goed en het doel is handhaven van het bestaande areaal en de bestaande kwaliteit.

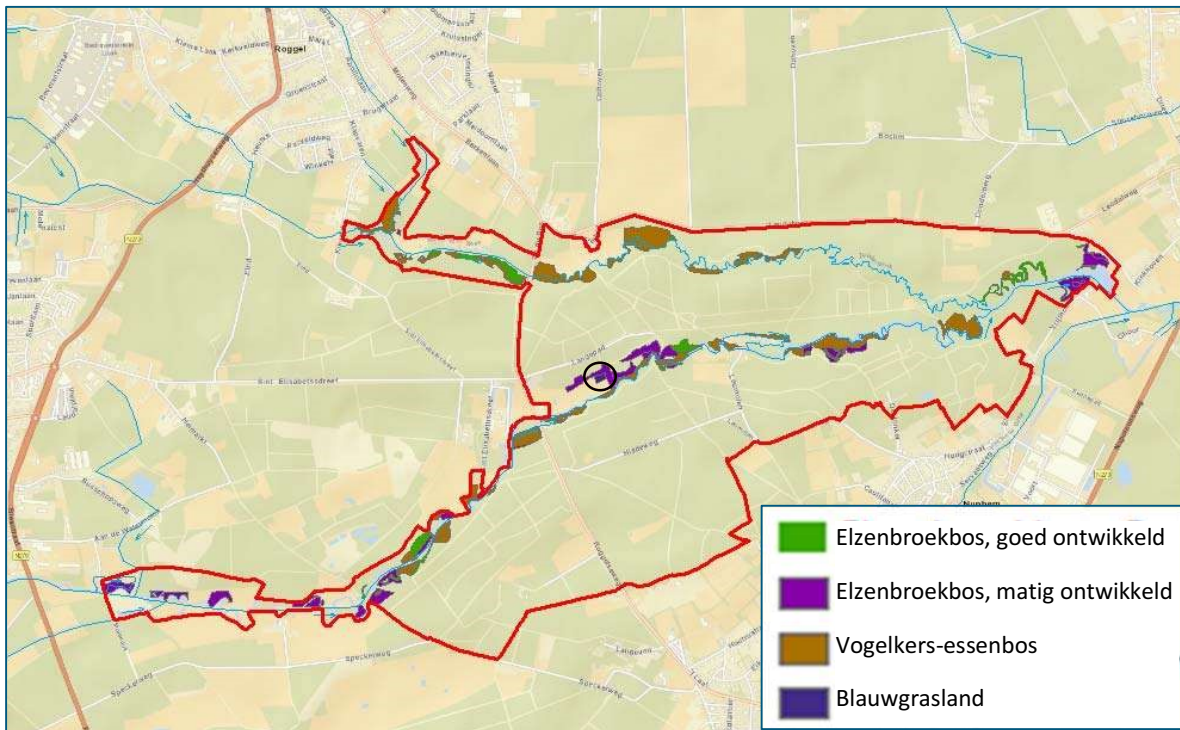
Het habitatype Vochtige alluviale bossen (H91E0\_C) staat voor beekbegeleidende bossen, die zowel in de natte delen van de beekdalvlakte kunnen voorkomen maar ook op de veel drogere flanken van de beekdalen. In het Natura2000-gebied Leudal bestaan de aangewezen Vochtige Alluviale Bossen feitelijk uit twee vegetatietypen (bostypen): Elzenbroekbos in de lage delen van de beekdalvlaktes en Vogelkers-Essenbos op de hogere delen van de beekdalvlaktes en met name de flanken van de beekdalen. Beide bostypen stellen volledig verschillende eisen aan het grondwaterregime. De eisen ten aanzien van de Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) zijn voor beide typen wezenlijk verschillend.

Figuur 5-1 hieronder geeft het optimale bereik weer voor wat betreft de GVG en de GLG voor Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos. De roze lijnen geven de vereisten weer voor Elzenbroekbos; het optimale bereik van de GVG is tussen 0 en 18 cm onder maaiveld, de GLG is optimaal zolang deze niet dieper is dan 35 cm onder maaiveld. De blauwe lijnen geven de vereisten weer voor Vogelkers-Essenbos; de GVG is optimaal als deze tussen 25 en 60 cm onder maaiveld ligt, de GLG moet dieper liggen dan 60 cm onder maaiveld. Figuur 5-1 laat zien dat de vereisten van Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos voor wat betreft GVG en GLG volledig verschillend zijn; de optimale bandbreedtes overlappen elkaar zelfs niet. Ook de eisen ten aanzien van kwel zijn verschillend. Voor de ontwikkeling van Elzenbroekbos (in de vorm van beekbegeleidend bos) is kwel nodig. Vogelkers-Essenbossen stellen geen eisen ten aanzien van kwel.



Figuur 5-1: Optimaal bereik GVG en GLG voor Elzenbroekbos (roze lijnen) resp. Vogelkers-Essenbos (blauwe lijnen)

Om de beoordeling van het ecologisch doelbereik goed te kunnen uitvoeren (met name voor de Vochtige alluviale bossen), is de bestaande habitatkartering verfijnd. Het resultaat is weergegeven in Figuur 5-2.



Figuur 5-2: Verfijning kartering grondwaterafhankelijke habitattypen Natura2000-gebied Leudal

Op basis van de beschikbare vegetatiekarteringen is in de kaart het areaal Vochtig alluviaal bos opgesplitst in de volgende drie klassen:

- Elzenbroekbos, goed ontwikkeld (G)
- Elzenbroekbos, matig ontwikkeld (M)
- Vogelkers-Essenbos

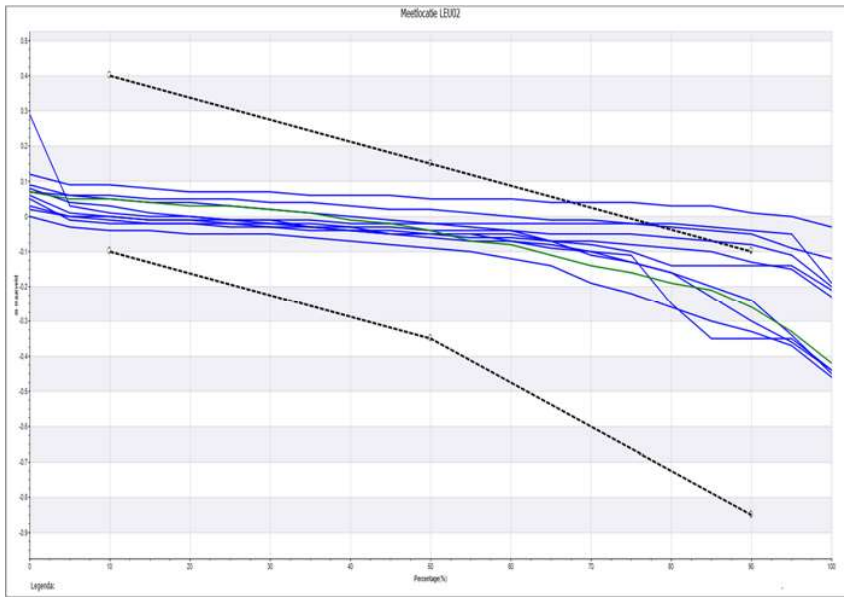
Verder is het (beperkte) areaal Blauwgrasland weergegeven (omcirkeld in Figuur 5-2).

## 5.2 Ecologisch beoordelingskader

Het ecologisch doelbereik van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen Leudal is beoordeeld op basis van:

- Het doelgat GVG en GLG berekend met de Waterwijzer Natuur (STOWA, 2018). Het doelgat is gedefinieerd als het verschil tussen de daadwerkelijke GVG of GLG en het optimale bereik van het betreffende habitatype / vegetatietype. In de berekeningen met de Waterwijzer Natuur is onderscheid gemaakt naar de bostypen Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos.
- De berekende verandering van de kwel. Deze is alleen van belang voor de beoordeling van het doelbereik voor Elzenbroekbos en Blauwgrasland.
- De veranderingen van de duurlijnen ter plaatse van de 4 OGOR-peilbuizen in het Natura2000-gebied Leudal. In het provinciale OGOR-meetnet Limburg zijn binnen het Natura2000-gebied Leudal 4 representatieve peilbuizen opgenomen (zogenoemde OGOR-buizen). Door de berekende duurlijnen ter plaatse van deze OGOR-buizen te toetsen aan de vereiste bandbreedte, kan het ecologisch doelbereik worden getoetst voor het areaal grondwaterafhankelijke habitattypen, waarvoor de

betreffende OGOR-buis representatief is. Figuur 5-3 geeft er illustratie de berekende grondwaterduurlijnen weer voor de binnen Leudal gelegen OGOR-buis LEU04. Deze ligt direct bovenstrooms van de Sint Ursulamolen. Het ecologisch doelbereik is op orde als de duurlijnen binnen de bandbreedte tussen beide gestippelde lijnen liggen.



*Figuur 5-3: Beoordeling ecologisch doelbereik op basis van berekende duurlijnen. OGOR-peilbuis LEU004 (direct bovenstrooms van de Sint Ursulamolen)*

Tot slot zijn de mogelijke areaaluitbreidingen voor Vochtig alluviaal bos beoordeeld door voor de volledige dalvlaktes van de beken het doelgat GVG en GLG te bepalen voor het subtype Elzenbroekbos. De deelgebieden waar het doelgat voor zowel GVG als GLG kleiner is dan 10 cm én waar in de huidige situatie nog geen Elzenbroekbos voorkomt, zijn aan te merken als potentiële uitbreidingslocaties.

## 6 Effectbepaling berekening uit grondwater

### 6.1 Aanpak

De tweede doelstelling van deze studie was om met het ontwikkelde hydrologische modelinstrumentarium de effecten van de huidige beregeningsonttrekkingen voor de landbouw op het grondwaterregime en het ecologisch doelbereik ter plaatse van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal te kwantificeren.

Als eerste stap heeft een vergelijking plaatsgevonden van de door het model berekende beregeningshoeveelheden met de (door Waterschap Limburg) geregistreerde beregeningshoeveelheden. Op basis daarvan is een uitgangspunt gekozen voor de effectbepaling. Paragraaf 6.2 gaat hier verder op in.

Paragraaf 6.3 gaat in op de effectbepaling. Met het grondwatermodel zijn de effecten berekend van de huidige berekening uit grondwater. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de berekende effecten op de GVG en de GLG, de veranderingen van het doelgat GVG en GLG, de verandering van de kwel en veranderingen in de duurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen binnen het Natura2000-gebied Leudal.

### 6.2 Vergelijking berekende beregeningshoeveelheden met geregistreerde hoeveelheden

#### Registratie beregeningshoeveelheden

Waterschap Limburg registreert voor het gehele beheergebied de jaarlijkse grondwateronttrekkingshoeveelheden voor berekening. Alle agrariërs die beregenen uit grondwater hebben een meldingsplicht, die het volgende omvat:

1. Locatie en maximale pompcapaciteit van de beregeningsinstallatie (eenmalig).
2. Locaties van de putten (eenmalig).
3. Totale onttrekking per jaar (jaarlijks op te geven).

De onttrekkingshoeveelheden worden opgegeven per beregeningsinstallatie. Meestal maakt één installatie gebruik van meerdere putten en worden vanuit één installatie meerdere percelen beregend. De onttrekkingshoeveelheden per put worden niet geregistreerd. Ook vindt er geen registratie plaats van de beregende percelen en de beregeningsduur en -hoeveelheden per perceel.

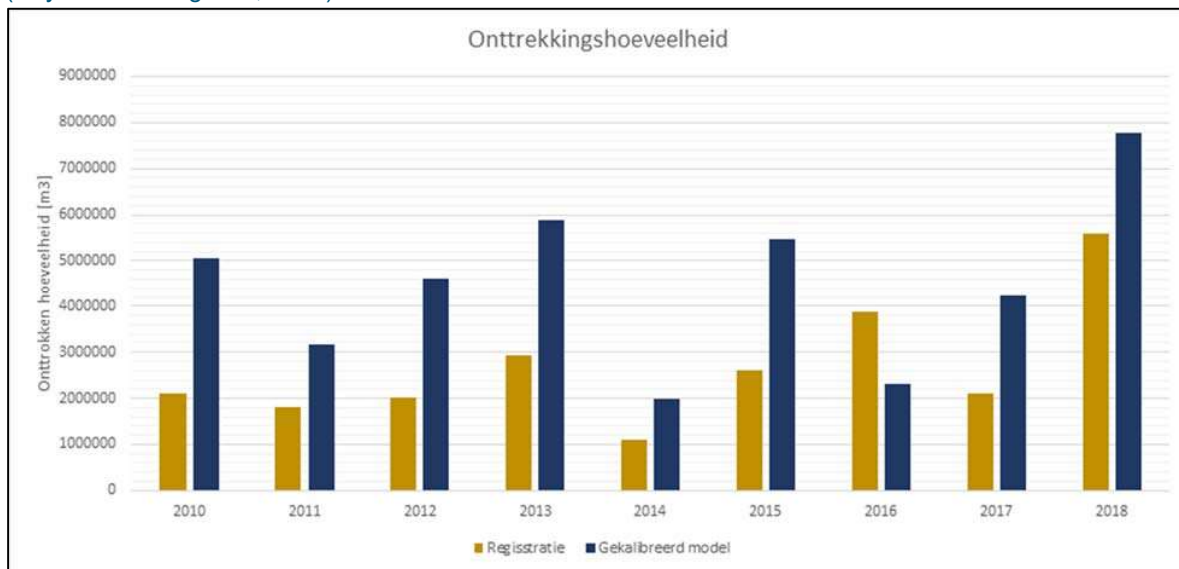
#### Modellering berekening

De beregeningshoeveelheden worden berekend met MetaSWAP. Voor percelen waar berekening mogelijk is, wordt per tijdstap op basis van het opgegeven gewastype en het berekende vochttekort een eventuele beregeningsgift bepaald. Om t.b.v. de modellering te bepalen welke percelen beregend worden en de onttrekking per put te kunnen berekenen, zijn de volgende aannames gedaan:

1. Per put is ingeschat welke landbouwpercelen vanuit de put kunnen worden beregend. Deze inschatting is gebaseerd op expert judgement door Alterra (Wageningen Environmental Research, WEnR).
2. Per type landgebruik is de frequentie van berekening ingeschat (bijvoorbeeld eenmaal per week).
3. De beregeningsonttrekking per put wordt berekend op basis van de aangenomen beregeningsfrequentie en het berekende vochttekort van de percelen die zijn gekoppeld aan de put.

### Vergelijking

Voor het modelgebied van het grondwatermodel Leudal (zie Figuur 4-1) zijn de totaal berekende onttrekkingshoeveelheden vergeleken met de geregistreerde onttrekkingshoeveelheden. De analyse is uitgevoerd voor de periode van 2007 tot en met 2018. Figuur 6-1 geeft de resultaten van deze vergelijking weer. De met het model berekende hoeveelheden zijn, met uitzondering van 2016, hoger dan de door Waterschap Limburg geregistreerde onttrekkingshoeveelheden. Dit beeld komt goed overeen met de resultaten van de analyse van beregeningshoeveelheden, die recentelijk voor heel Limburg is uitgevoerd (Royal HaskoningDHV, 2020).



Figuur 6-1: Vergelijking berekende en geregistreerde onttrekkingshoeveelheden voor beregening, modelgebied Leudal

Op basis van deze vergelijking is niet te concluderen dat het model de beregeningshoeveelheden te hoog berekent. Ook in de registratie van de beregeningshoeveelheden zit namelijk een aantal onzekerheden:

- Niet alle agrariërs voldoen aan de meldingsplicht, waardoor de werkelijke onttrekkingshoeveelheid hoger kan liggen. Volgens informatie van Waterschap Limburg heeft in haar gehele beheergebied in de jaren 2014 en 2015 99% van de geregistreerde onttrekkers ook daadwerkelijk opgave van onttrekkingen gedaan. In de jaren 2016 t/m 2018 waren de percentages duidelijk lager, gemiddeld 85% (Royal HaskoningDHV, 2020).
- De onttrekkingshoeveelheden worden door de agrariërs zelf bepaald of ingeschat en opgegeven. Er zijn geen voorschriften ten aanzien van bemeting. De werkelijke onttrekkingshoeveelheden kunnen dus hoger of lager liggen dan de opgegeven hoeveelheden.

Geredeneerd vanuit het voorzorgbeginsel zijn de effecten van beregening op de instandhoudingsdoelen van het Natura2000-gebied Leudal berekend op basis van de door het model (MetaSWAP) berekende hoeveelheden. Op basis van de uitgevoerde vergelijking voor het modelgebied Leudal (zie Figuur 6-1) lijkt dit een veilige (worst case) aanname.

### 6.3 Effecten huidige beregeningsonttrekkingen op instandhoudingsdoelen Natura2000-gebied Leudal

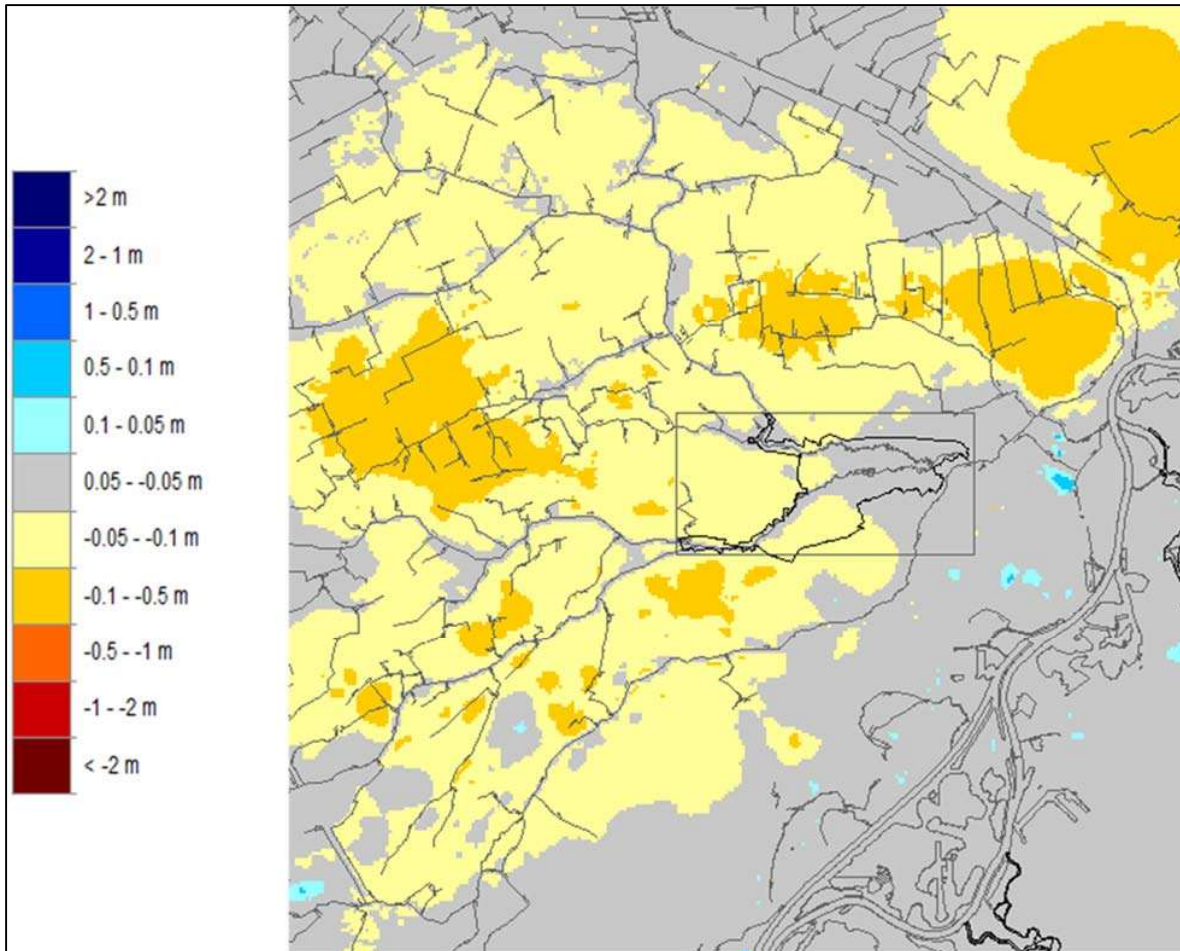
Met het grondwatermodel zijn de effecten berekend van de huidige beregening uit grondwater. De huidige situatie met beregening is vergeleken met de situatie zonder beregening uit grondwater.

Achtereenvolgens wordt ingegaan op de berekende effecten op de GVG en de GLG, de veranderingen

van het doelgat GVG en GLG, de verandering van de kwel en veranderingen in de duurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen binnen het Natura2000-gebied Leudal.

### Effecten op GVG en GLG

Figuren 6-2 en 6-3 geven de berekende veranderingen van de GVG respectievelijk GLG weer als gevolg van de huidige hoeveelheid beregening uit grondwater.



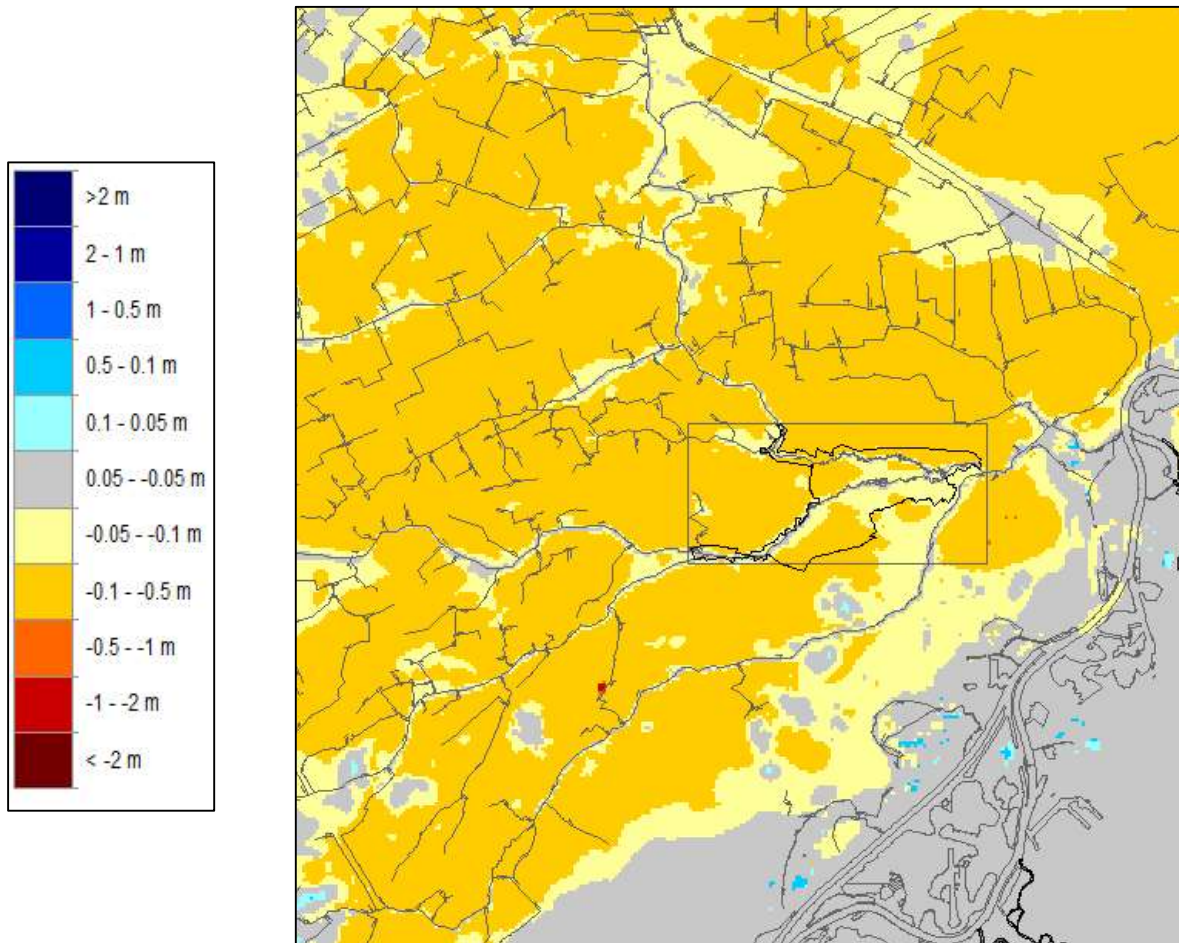
Figuur 6-2: Berekend effect op GVG als gevolg van beregening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder beregening)

De huidige hoeveelheid beregening uit grondwater zorgt (ten opzichte van de situatie zonder beregening) voor een verlaging van de GVG tussen 0 en ruim 20 cm. In het Natura2000-gebied Leudal liggen de verlagingen tussen de 0 en 10 cm. De sterkste verlagingen treden op in de hooggelegen infiltratiegebieden tussen de beekdalen. In de beekdalen zelf worden de effecten gedempt door de invloed van de beken.

De effecten op de GLG zijn aanzienlijk groter dan die op de GVG. De huidige hoeveelheid beregening uit grondwater zorgt (ten opzichte van de situatie zonder beregening) over het grootste deel van het modelgebied tot een verlaging van de GLG van 10 tot meer dan 30 cm. In het Natura2000-gebied Leudal liggen de verlagingen tussen de 0 en 20 cm. De sterkste verlagingen treden op in de hooggelegen infiltratiegebieden tussen de beekdalen. In de beekdalen zelf worden de effecten gedempt door de invloed

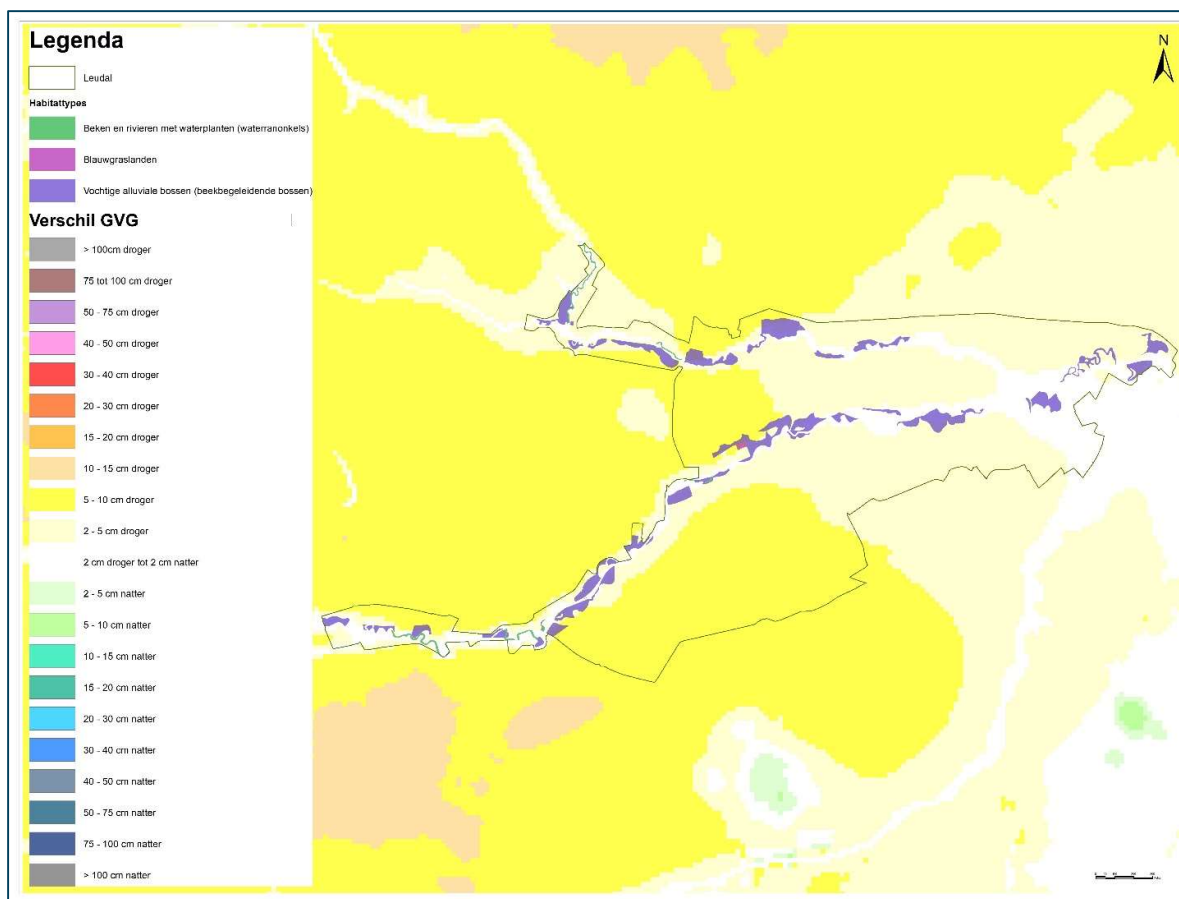


van de beken. Op de flanken van de beekdalen bedragen de GLG-verlagingen over het algemeen tussen de 5 en 10 cm. Alleen in een smalle strook langs de beken zijn de verlagingen minder dan 5 cm.

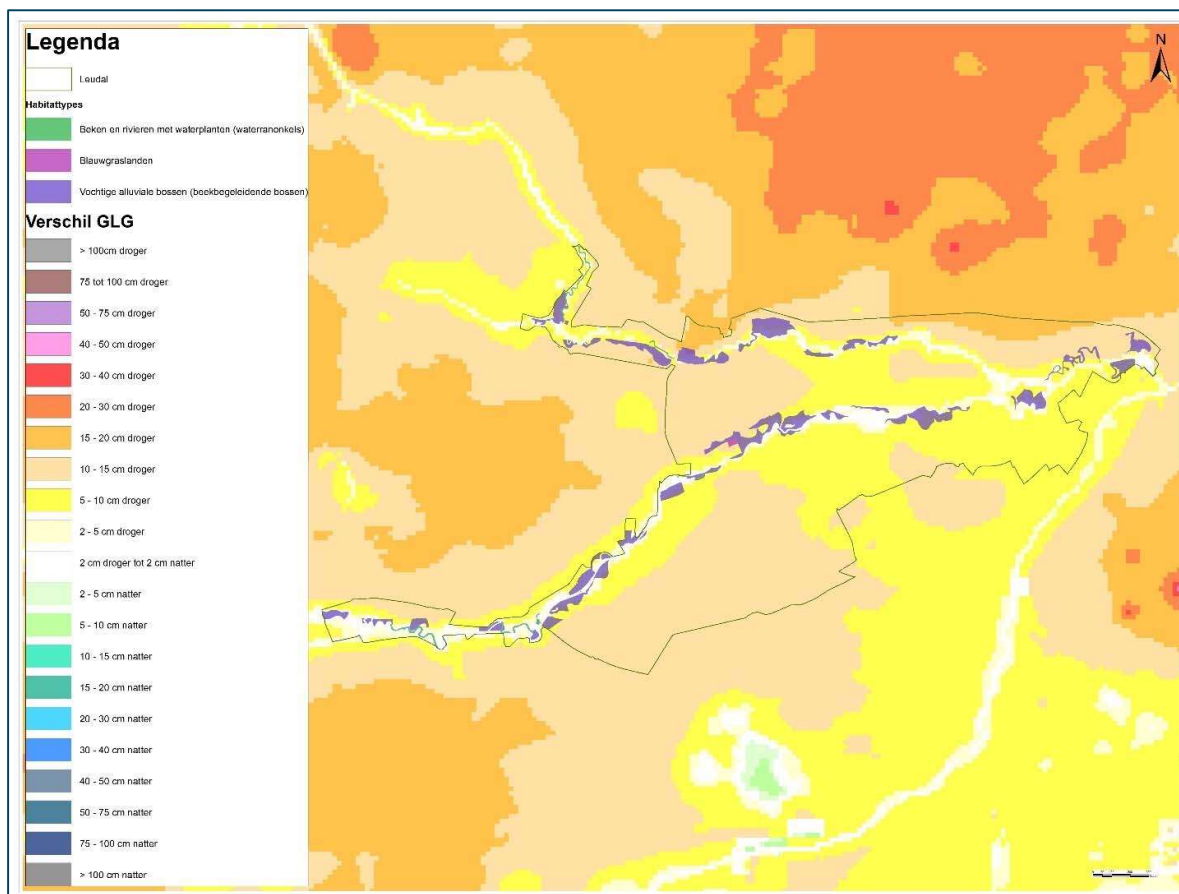


Figuur 6-3: Berekend effect op GLG als gevolg van berekening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder berekening)

Figuren 6-4 en 6-5 geven de effecten op de GVG en GLG in meer detail weer voor het Natura2000-gebied Leudal. In de figuren zijn tevens de grondwaterafhankelijke habitattypen weergegeven. Binnen de grondwaterafhankelijke habitattypen bedragen de berekende verlagingen van de GVG maximaal 10 cm. De verlagingen van de GLG bedragen maximaal 15 à 20 cm.



Figuur 6-4: Berekend effect op GVG als gevolg van berekening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder berekening). Natura2000-gebied Leudal inclusief grondwaterafhankelijke habitattypen



Figuur 6-5: Berekend effect op GLG als gevolg van berekening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder berekening). Natura2000-gebied Leudal inclusief grondwaterafhankelijke habitattypen

### Verandering doelgat GVG en GLG

Met de Waterwijzer Natuur zijn de veranderingen in het doelgat GVG en GLG berekend. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabellen 6-1 en 6-2. Tabel 6-1 geeft voor de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal de arealen weer met bepaalde veranderingen van het doelgat GVG. Tabel 6-2 geeft hetzelfde weer, maar dan voor het doelgat GLG.

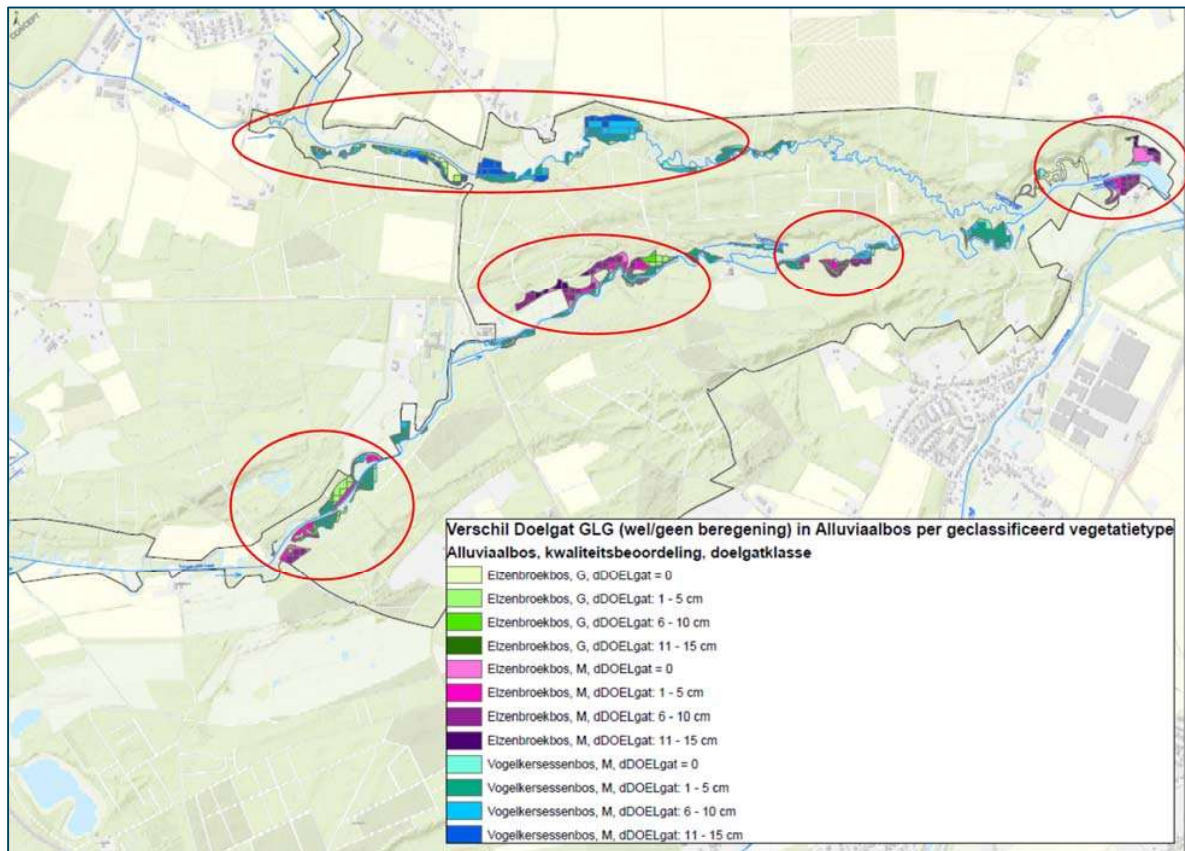
Tabel 6-1: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GVG

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Geen verandering doelgat GVG (ha)	Toename doelgat GVG 0-5 cm (ha)	Toename doelgat GVG 5-10 cm (ha)	Toename doelgat GVG 10-15 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,64	1,06	1,55	0,03	0,00
Elzenbroekbos	Matig	4,80	0,67	4,02	0,10	0,00
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	9,40	2,24	7,09	0,06	0,00

Tabel 6-2: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GLG

Habitatype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Geen verandering doelgat GLG (ha)	Toename doelgat GLG 0-5 cm (ha)	Toename doelgat GLG 5-10 cm (ha)	Toename doelgat GLG 10-15 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,64	0,85	1,14	0,55	0,10
Elzenbroekbos	Matig	4,80	0,73	1,31	2,26	0,50
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	9,40	1,30	5,03	1,80	1,27

De berekening uit grondwater zorgt in de huidige situatie voor het grootste deel van het areaal grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal voor een toename van het doelgat GVG en GLG. Het doelgat GVG neemt over het algemeen 0-5 cm toe ten opzichte van de situatie zonder berekening. Voor de GLG worden ook toenames van het doelgat van meer dan 5 cm berekend.



Figuur 6-6: Berekende effect doelgat GLG als gevolg van berekening uit grondwater in de huidige situatie, voor de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal

Figuur 6-6 geeft de veranderingen van het doelgat GLG als gevolg van de huidige berekening weer, voor de verschillende grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal. De deelgebieden met de sterkste effecten zijn omcirkeld:

- Bovenloop Zelsterbeek / Roggelse Beek: hier zorgt berekening vooral voor een toename van het doelgat GLG voor Vogelkers-Essenbos.

- Tungalroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen: hier zorgt berekening voor een toename van het doelgat GLG voor Elzenbroekbos (zowel goed als matig ontwikkeld) en Vogelkers-Essenbos.
- Tungalroyse Beek / Leubeek tussen beide watermolens: hier zorgt berekening voor een toename van het doelgat GLG voor matig ontwikkeld Elzenbroekbos. Ook een klein areaal Elzenbroekbos in goede staat van ontwikkeling wordt negatief beïnvloed.
- Tungalroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen: hier zorgt berekening voor een toename van het doelgat GLG voor matig ontwikkeld Elzenbroekbos.
- Neerbeek: hier zorgt berekening voor een toename van het doelgat GLG voor matig ontwikkeld Elzenbroekbos.

### Verandering kwel

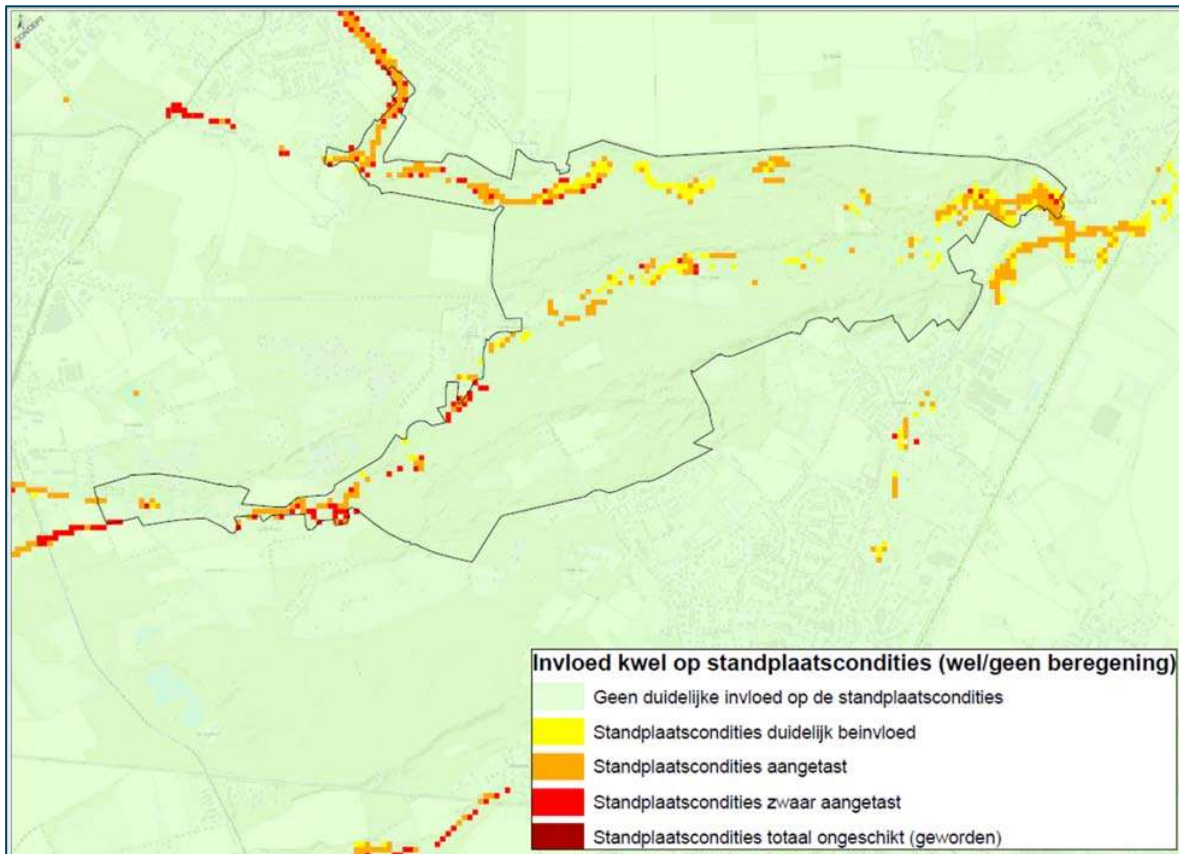
De effecten op het doelbereik voor kwel ter plaatse van de grondwaterafhankelijke habitattypen zijn beoordeeld aan de hand van de onderstaande kruistabel (Figuur 6-7). Afhankelijk van de berekende kwel in de huidige situatie en de berekende afname van de kwel als gevolg van berekening uit grondwater is een kwalitatieve score toegekend met het verwachte effect voor de standplaatscondities.

	<i>Afname kwel</i>				
	<0,1 mm	0,1-0,5	0,5-1 mm	1-2 mm	2-5 mm
<b>Actuele kwel</b>					
<0,5 mm	0	---	---	X	X
0,5 - 1 mm	0	--	---	X	X
1 - 2 mm	0	--	--	---	X
2 - 5 mm	0	-	--	--	---
>5 mm	0	0	-	-	--

X = standplaatscondities totaal ongeschikt (geworden)  
 --- = standplaatscondities zwaar aangetast  
 -- = standplaatscondities aangetast  
 - = standplaatscondities duidelijk beïnvloed

Figuur 6-7: Effectbeoordeling doelbereik kwel als gevolg van berekende kwelafname

Figuur 6-8 geeft de effectbeoordeling weer voor de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal. Voor een groot deel van het areaal grondwaterafhankelijke habitattypen binnen Leudal zorgt de kwelvermindering als gevolg van de huidige berekening uit grondwater voor een substantiële aantasting van de standplaatscondities.



Figuur 6-8: Effecten grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal als gevolg van kwelafname door berekening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van situatie zonder berekening)

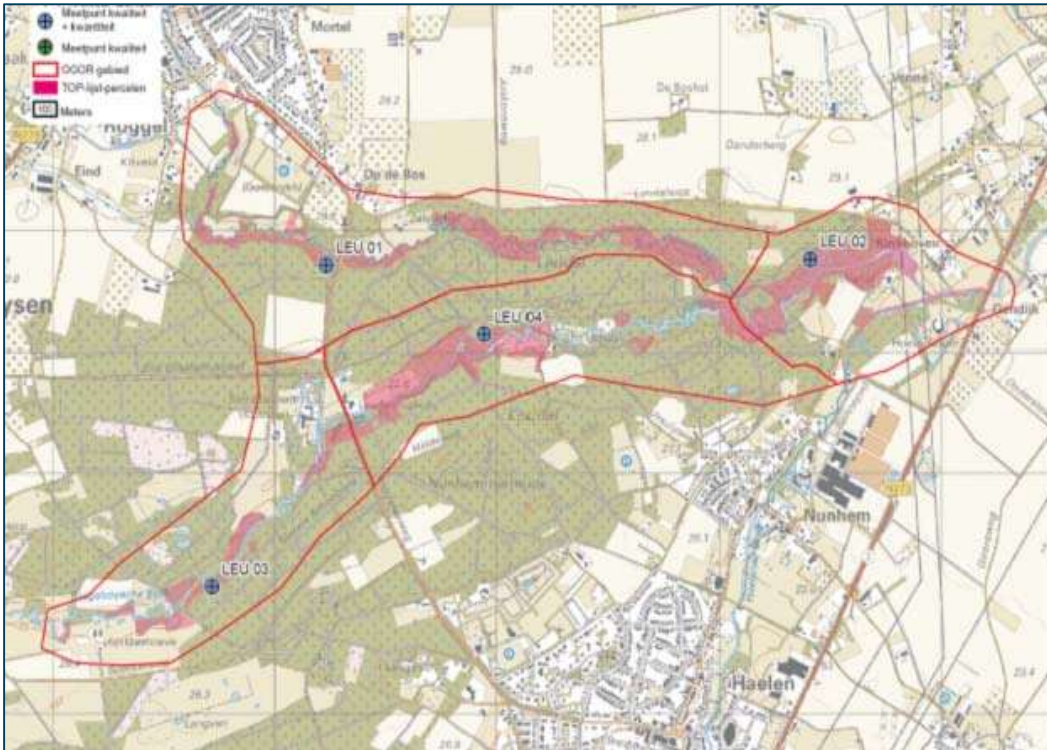
#### Effecten op duurlijnen ter plaatse van OGOR-peilbuizen

Als laatste stap zijn de veranderingen van de duurlijnen ter plaatse van de OGOR-peilbuizen in het Natura2000-gebied Leudal beoordeeld. In het provinciale OGOR-meetnet Limburg zijn binnen het Natura2000-gebied Leudal 4 representatieve peilbuizen opgenomen (zogenoemde OGOR-buizen), zie figuur 6-9.

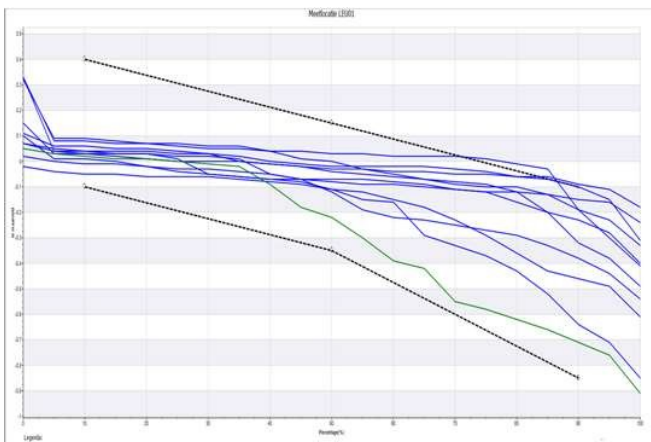
Figuren 6-10 tot en met 6-13 geven de gemeten duurlijnen weer voor de periode 2007 tot en met 2018, voor de huidige situatie inclusief berekening.

Figuur 6-10 geeft de gemeten duurlijnen weer voor de OGOR-peilbuis Leu 01, gelegen in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek, nabij de Weierse brug. Alle duurlijnen liggen binnen de vereiste bandbreedte, hetgeen betekent dat ook in de huidige situatie met berekening wordt voldaan aan de hydrologische standplaatseisen.

Figuur 6-11 geeft de gemeten duurlijnen weer voor de OGOR-peilbuis Leu 02, gelegen in het kwelgebied Kinkhoven, ten noorden van de Neerbeek. Alle duurlijnen liggen binnen de vereiste bandbreedte, hetgeen betekent dat ook in de huidige situatie met berekening wordt voldaan aan de hydrologische standplaatseisen.

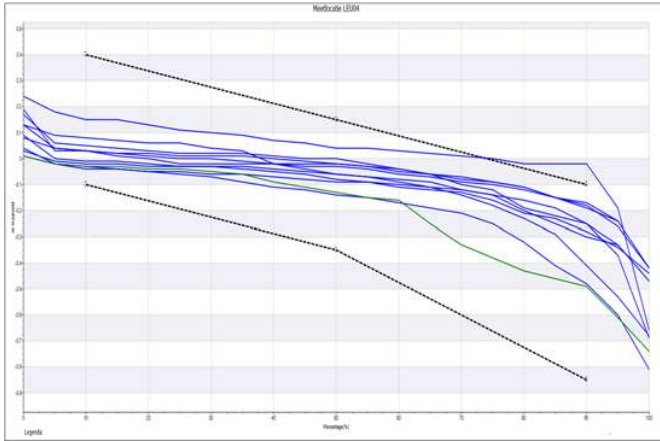


Figuur 6-9: OGOR-peilbuizen binnen Natura2000-gebied Leudal

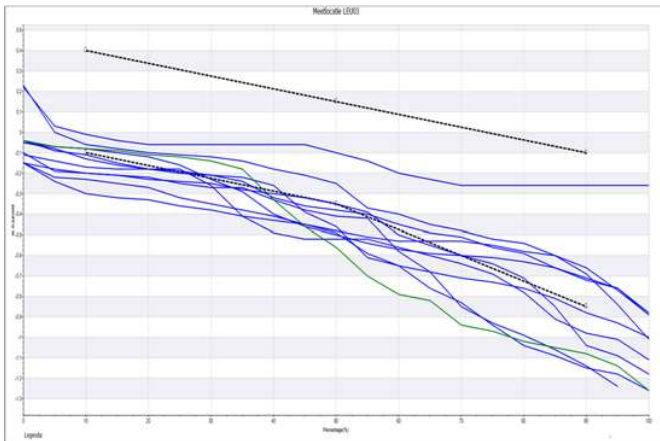


Figuur 6-10: Gemeten duurlijnen 2007 tot en met 2018, OGOR-peilbuis Leu01 (bovenloop Zelsterbeek, Weierse brug)

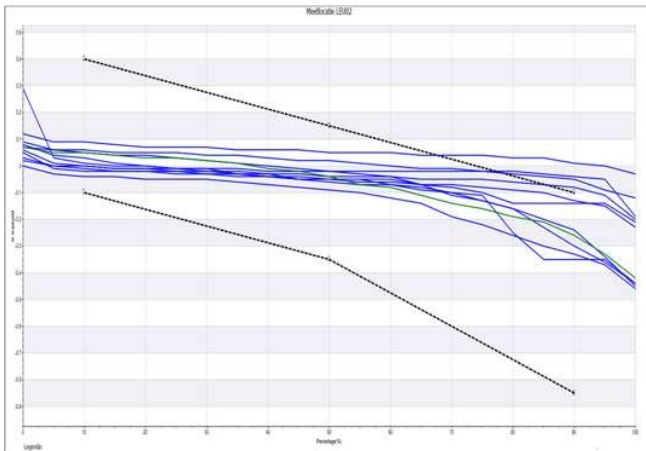
Figuur 6-12 geeft de gemeten duurlijnen weer voor de OGOR-peilbuis Leu 03, gelegen in het dal van de Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen, nabij Spickerbrug. Meer dan de helft van de duurlijnen ligt onder de vereiste bandbreedte. Dit betekent dat in de huidige situatie niet wordt voldaan aan de hydrologische standplaatseisen. Figuren 6-4 en 6-5 laten zien dat de huidige berekening uit grondwater op deze locatie zorgt voor een grondwaterstandsverlaging van ongeveer 5 tot 10 cm (ten opzichte van de situatie zonder berekening). De gemeten duurlijnen liggen tot 40 à 50 cm onder de ondergrens ten aanzien van het grondwaterregime. Dit betekent dat ook zonder berekening uit grondwater op deze locatie niet wordt voldaan aan de hydrologische standplaatseisen.



*Figuur 6-11: Gemeten duurlijnen 2007 tot en met 2018, OGOR-peilbuis Leu02 (kwelgebied Kinkhoven ten noorden van Neerbeek)*



*Figuur 6-12: Gemeten duurlijnen 2007 tot en met 2018, OGOR-peilbuis Leu03 (Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen, nabij Spickerbrug)*



*Figuur 6-13: Gemeten duurlijnen 2007 tot en met 2018, OGOR-peilbuis Leu04 (Leubeek stroomopwaarts van Sint Ursulamolen)*



Figuur 6-13 geeft de gemeten duurlijnen weer voor de OGOR-peilbuis Leu 04, gelegen in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek direct bovenstrooms van de Sint Ursulamolen. Alle duurlijnen liggen binnen de vereiste bandbreedte, zelfs aan de bovenzijde ervan. Dit betekent dat ook in de huidige situatie met beregening (ruimschoots) wordt voldaan aan de hydrologische standplaatseisen.

### **Conclusie**

Uit de analyse van het doelgat GVG, het doelgat GLG en de berekende kwel blijkt dat de beregening uit grondwater in de huidige situatie de instandhoudingsdoelen van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal in negatieve zin beïnvloedt. Uit de beoordeling van de gegevens uit het Provinciale OGOR-meetnet blijkt dit voor 3 van de 4 OGOR-peilbuizen niet het geval. Overigens is het niet vreemd dat de toetsing aan de hand van het OGOR-meetnet positiever uitvalt dan die op basis van het berekende doelgat GVG en GLG. De OGOR-buizen zijn namelijk doorgaans geplaatst in de best ontwikkelde delen van het terrein, waar het grondwaterregime meestal ook beter op orde zal zijn.

In vervolgonderzoek dient te worden onderzocht of deze negatieve beïnvloeding voldoende wordt weggenomen door de hydrologische herstelmaatregelen. Als dit niet of onvoldoende het geval blijkt (zie verder in hoofdstuk 7), dient aanvullend te worden onderzocht waar en onder welke voorwaarden beregening uit grondwater wel mogelijk is binnen de eisen die worden gesteld vanuit Natura2000. Gedacht kan worden aan een zonering en/of voorwaarden of beperkingen aan het grondwaterverbruik voor beregening.

## 7 Herstelmaatregelen Natura2000-gebied Leudal

### 7.1 Aanpak

Dit hoofdstuk gaat in op de gebiedsgerichte uitwerking, dimensionering en (eco)hydrologische onderbouwing van de hydrologische herstelmaatregelen ten behoeve van het Natura2000-gebied Leudal.

Eerst gaan we in paragraaf 7.2 op het ecologisch doelbereik in de huidige situatie, aan de hand van het berekende doelgat GVG en GLG in de huidige situatie.

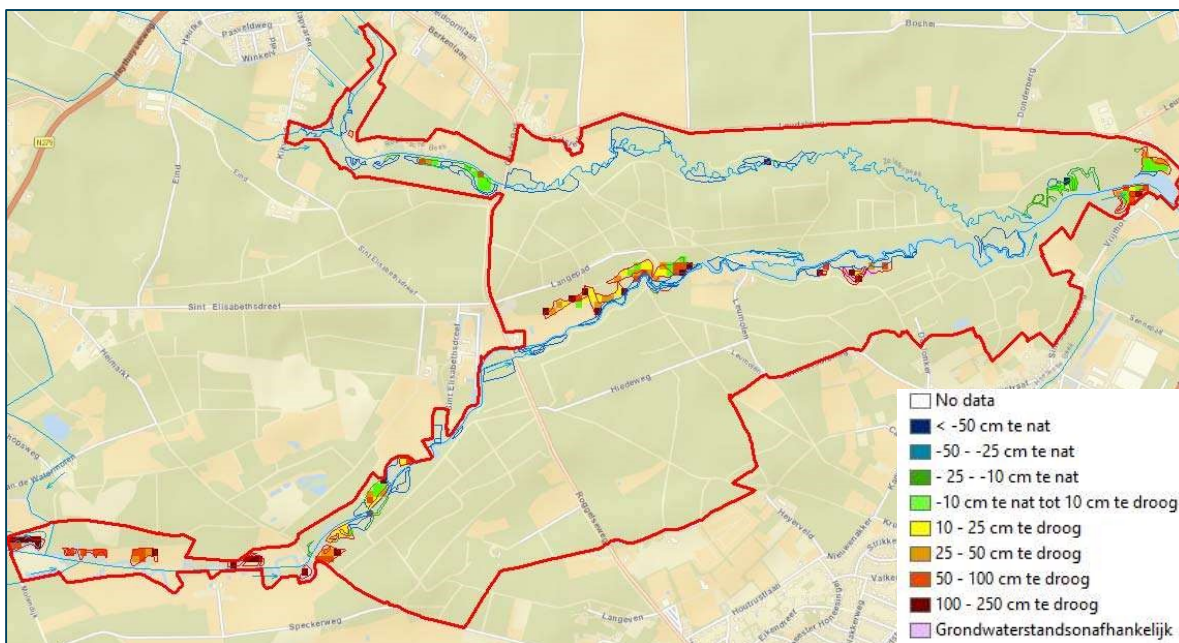
Vervolgens is het effect van de -in het ontwerp-Natura2000 beheerplan Leudal benoemde- herstelmaatregelen op generieke wijze berekend met het hydrologisch modelinstrumentarium. Paragraaf 7.3 gaat in op deze verkennende berekeningen.

Op basis van de verkennende berekeningen voor de afzonderlijke herstelmaatregelen is in samenspraak met de betrokken partijen in het gebied (Provincie Limburg, Waterschap Limburg en Staatsbosbeheer) een afgewogen maatregelenpakket vastgesteld. Dit afgewogen maatregelenpakket is vervolgens doorgerekend met het hydrologisch modelinstrumentarium. Op basis van de berekende effecten op het grond- en oppervlaktewaterregime zijn ook eventuele gevolgen voor andere functies in beeld gebracht. De uitwerking en onderbouwing van het afgewogen maatregelenpakket is beschreven in paragraaf 7.4.

### 7.2 Ecologisch doelbereik in de huidige situatie

#### Doelgat GVG

Figuur 7-1 geeft het berekende doelgat GVG weer voor de huidige situatie. In de kaart zijn alleen de vlakken met Elzenbroekbos (goed en matig ontwikkeld) en Blauwgrasland weergegeven. Voor wat betreft het Vogelkers-Essenbos wordt in de huidige situatie al voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG.



Figuur 7-1: Doelgat GVG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie

In het dal van de Zelsterbeek / Roggelse Beek wordt in de huidige situatie over het algemeen voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG. Het berekende doelgat GVG ligt over het algemeen in de klasse tussen -10 en +10 cm. Slechts op enkele plekken ligt de GVG in de huidige situatie tot circa 50 cm te diep.

In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen ligt de GVG in de huidige situatie veelal te laag. Over grote delen bedraagt het doelgat GVG 25 tot 50 cm. Lokaal loopt dit op tot 50 cm tot zelfs meer dan 100 cm. Slechts in een enkel gebied wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG (doelgat GVG tussen -10 en +10 cm).

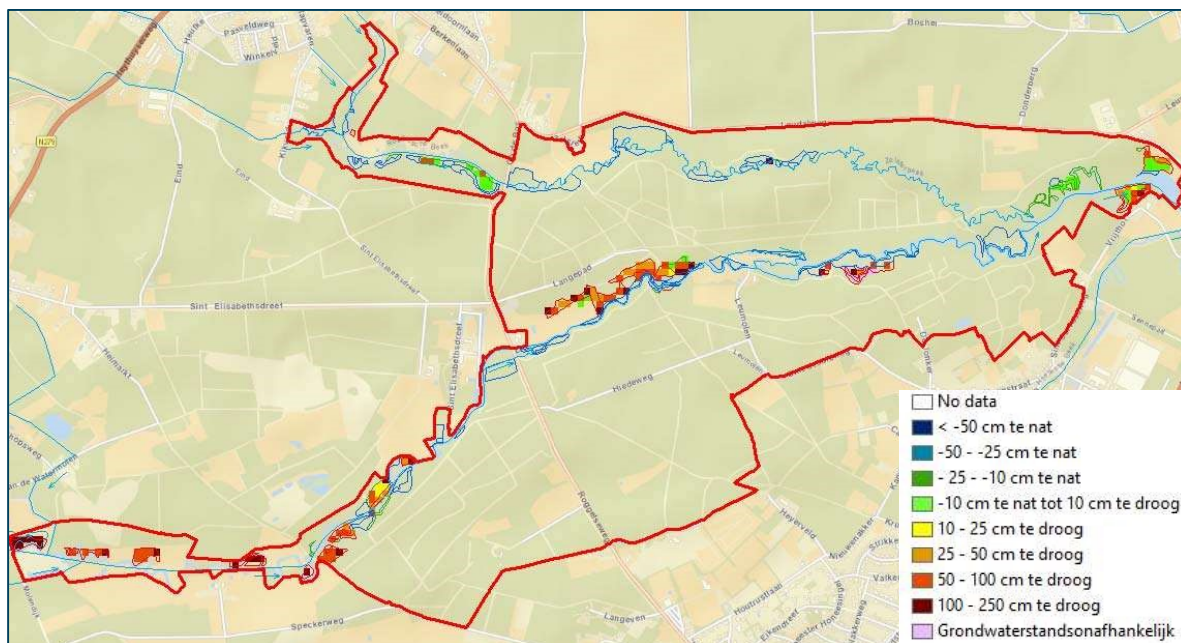
In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek tussen beide watermolens is het beeld wisselend. Over ongeveer 20 à 30 % van het areaal wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG (doelgat GVG tussen -10 en +10 cm). Op andere plaatsen ligt de GVG duidelijk te laag en varieert het doelgat GVG in het algemeen tussen 10 en 50 cm. Op enkele plekken bedraagt het berekende doelgat GVG zelfs meer dan 100 cm.

In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen ligt de GVG in de huidige situatie veelal te laag. Het doelgat GVG varieert hier tussen 25 cm en lokaal zelfs meer dan 100 cm.

In het dal van de Neerbeek wordt in de huidige situatie over ongeveer 70 tot 80% van het areaal voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG. Het berekende doelgat GVG ligt hier in de klasse tussen -10 en +10 cm. Verder van de beek af loopt het doelgat GVG op, tot maximaal ongeveer 50 cm.

### Doelgat GLG

Figuur 7-2 geeft het berekende doelgat GLG weer voor de huidige situatie. In de kaart zijn alleen de vlakken met Elzenbroekbos (goed en matig ontwikkeld) en Blauwgrasland weergegeven. Voor wat betreft het Vogelkers-Essenbos gelden geen eisen ten aanzien van de GLG.



Figuur 7-2: Doelgat GLG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie

In het dal van de Zelsterbeek / Roggelse Beek wordt in de huidige situatie over het algemeen voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG. Het berekende doelgat GLG ligt over het algemeen in de klasse tussen -10 en +10 cm. Slechts op enkele plekken ligt de GLG in de huidige situatie tot circa 50 cm te diep.

In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen ligt de GLG in de huidige situatie veelal te laag. Over grote delen bedraagt het doelgat GLG 50 tot 100 cm. Lokaal loopt dit zelfs op tot meer dan 100 cm.

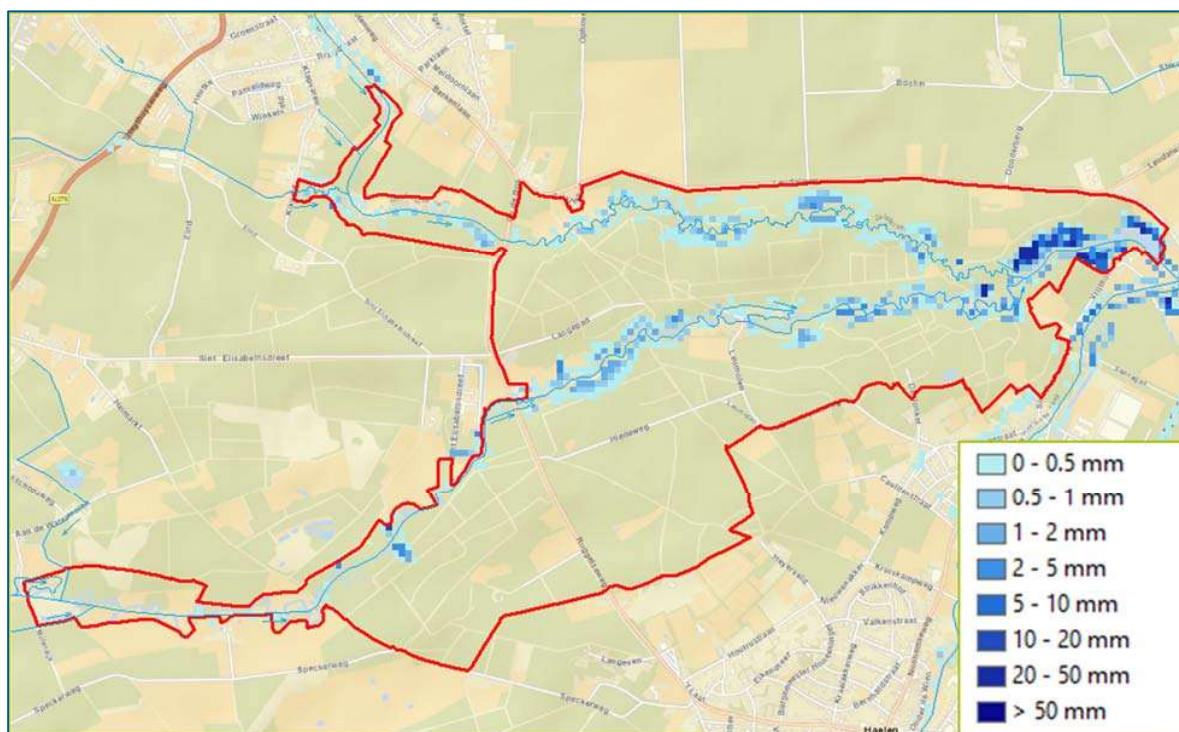
Ook in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek tussen beide watermolens ligt de GLG in de huidige situatie meestal te laag. Over het grootste deel van dit gebied ligt het doelgat GLG tussen de 25 en 50 cm. Lokaal loopt dit zelfs op tot meer dan 100 cm. Slechts op een enkele plek wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG (doelgat GLG tussen -10 en +10 cm).

In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen ligt de GLG in de huidige situatie veelal te laag. Het doelgat GLG varieert hier tussen 50 cm en lokaal zelfs meer dan 100 cm.

In het dal van de Neerbeek wordt in de huidige situatie over ongeveer 70 % van het areaal voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG. Het berekende doelgat GLG ligt hier in de klasse tussen -10 en +10 cm. Verder van de beek af loopt het doelgat GLG op, tot maximaal ongeveer 50 cm.

#### Kwel

Figuur 7-3 geeft voor de huidige situatie de berekende kwel weer (in mm per etmaal). Deze is vlakdekkend weergegeven (niet alleen binnen de habitattypen).



Figuur 7-3: Berekende kwel (jaargemiddeld, in mm per etmaal) in de huidige situatie

In grote delen van de beekdalen wordt kwel berekend. In de kwelzone Kinkhoven, ten noorden van de Neerbeek, is deze zelfs extreem: lokaal meer dan 10-20 mm per etmaal. Dit wordt veroorzaakt door de grote gradiënten in stijghoogten (het beekdal is hier het diepst ingesneden) in combinatie met het (vrijwel) ontbreken van een deklaagweerstand (zie Figuur 4-8). Daarentegen wordt in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek weinig kwel berekend. Ook in het beekdal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen wordt weinig kwel berekend; deze blijft in het algemeen ook beperkt tot de zone direct grenzend aan de beek. Verder heeft het gebied direct bovenstrooms van de Sint Ursulamolen minder kwel dan de andere gebieden. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het opstuwende effect van de watermolen.

## 7.3 Verkenning individuele maatregelen

### 7.3.1 Algemeen

Om de doelen voor het prioritaire grondwaterafhankelijke habitatype Vochtige alluviale bossen (H91E0\_C) te realiseren, zijn in het ontwerp-Beheerplan Natura2000 Leudal de volgende waterhuishoudkundige maatregelen voorgesteld:

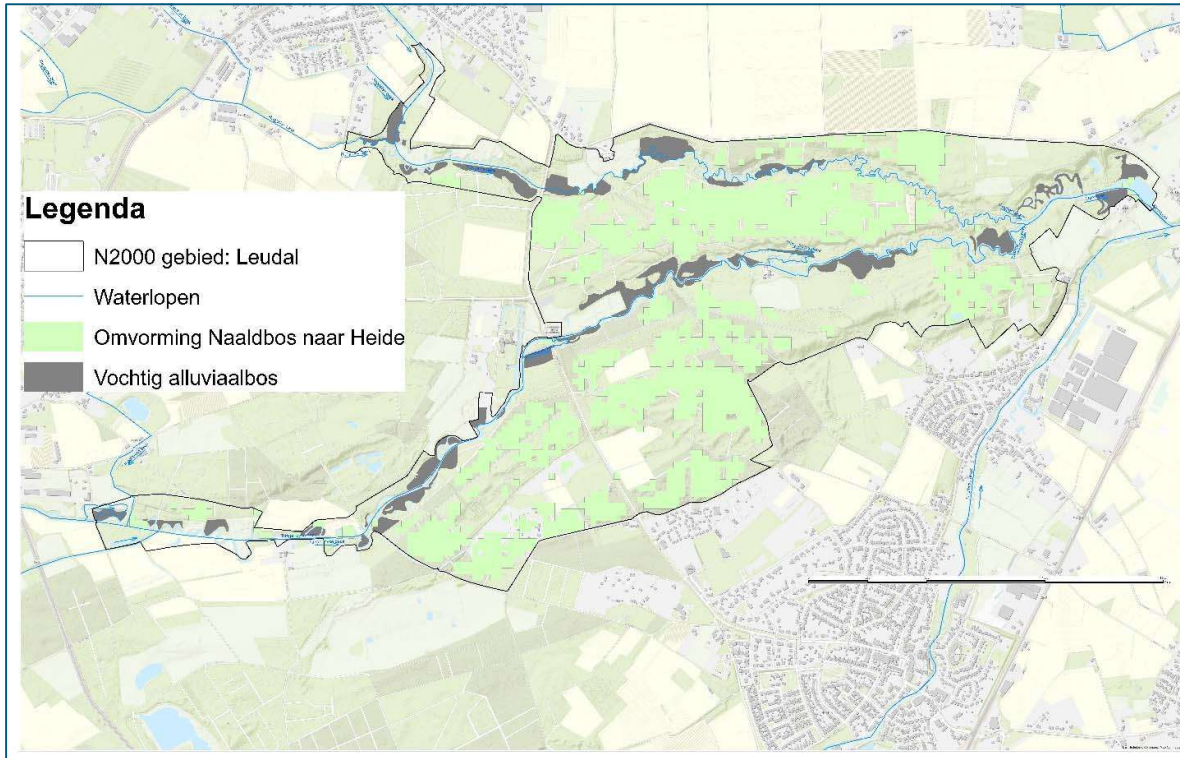
1. Omvorming van naaldbos naar loofbos of heide, zowel binnen het Natura2000-gebied zelf als in het gehele natuurgebied Leudal.
2. Zoveel mogelijk opheffen van de detailontwatering in het gebied: dempen of verondiepen van sloten, greppels en rabatten.
3. Structurele verhoging van de beekpeilen door:
  - a. Verhoging van de beekbodem;
  - b. Peilopzet bij de watermolens (Sint Elisabethsmolen en de Ursulamolen).

Deze individuele maatregelen zijn afzonderlijk doorgerekend met het hydrologisch modelinstrumentarium. De aanpak en resultaten van deze berekeningen worden toegelicht in de paragrafen hieronder.

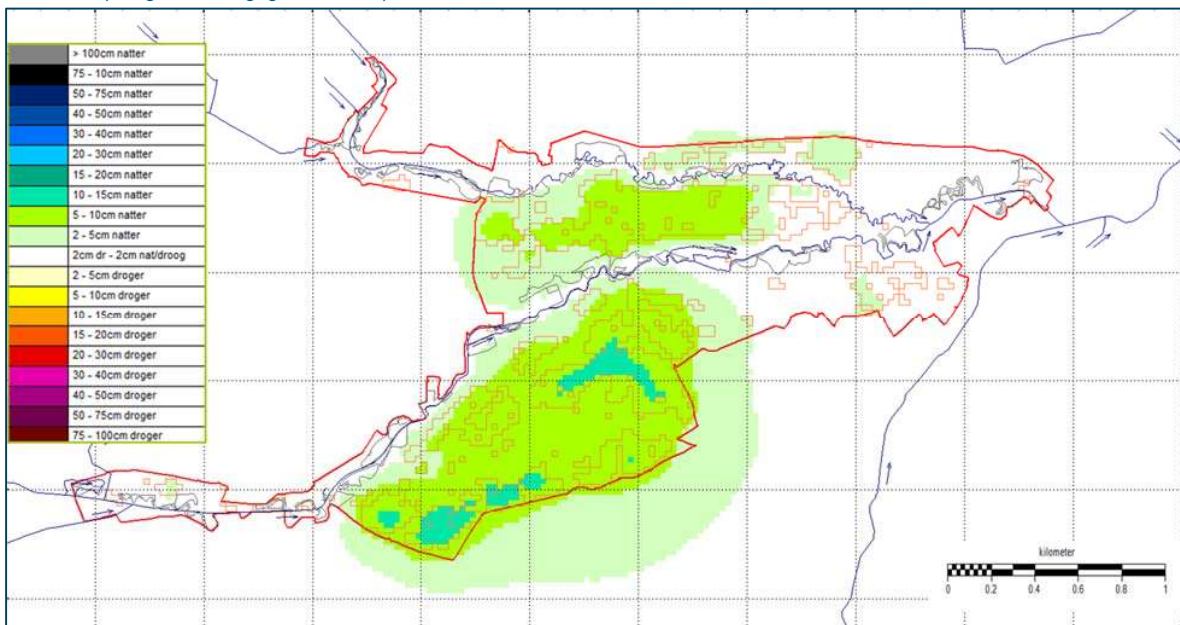
### 7.3.2 Verkennende maatregel 1: Bosomvorming

In deze verkennende berekening is uitgegaan van omvorming van al het naaldbos naar heide binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal. Het om te vormen areaal is weergegeven in Figuur 7-4 (lichtgroen weergegeven). De maatregel is gemodelleerd door in MetaSWAP het bestaande naaldbos (landgebruiksklassen 12 en 19, licht respectievelijk donker naaldbos) om te zetten naar de landgebruiksklasse 14 (droge natuur). Dit resulteert in een afname van de werkelijke verdamping en daardoor in hogere grondwaterstanden. Globaal genomen bedraagt de werkelijke verdamping op jaarbasis ca. 640 mm voor licht naaldbos en ca. 720 mm voor donker naaldbos. Droge natuur / droge heide heeft op jaarbasis een werkelijke verdamping in de orde van 460 mm (zie Van Walsum & Veldhuizen, 2011, tabel B9).

Figuur 7-5 geeft de berekende verandering van de GVG weer. De omvorming van het naaldbos naar heide zorgt voor verhogingen van de GVG van 5 tot maximaal 15 cm. De verhogingen treden vooral op in de hogere infiltratiegebieden tussen de beekdalen. In de beekdalvlaktes zelf zijn de GVG-verhogingen zeer beperkt, over het algemeen minder dan 5 cm.

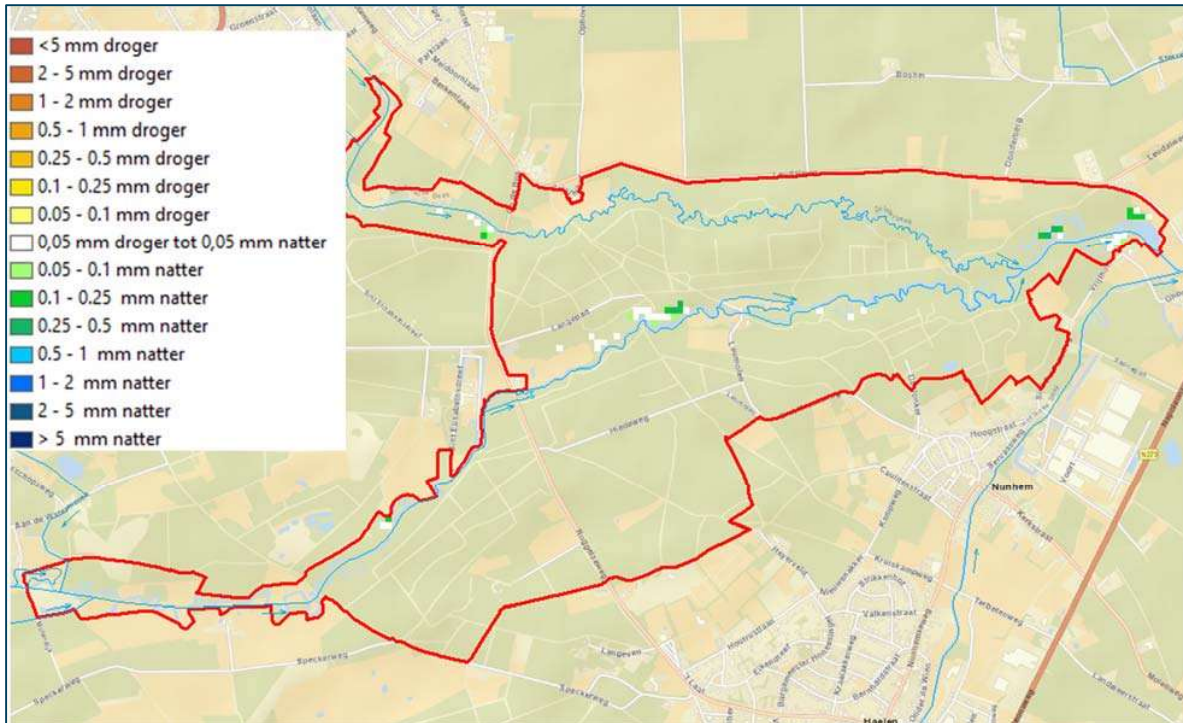


Figuur 7-4: Verkennende maatregel 1: omvorming van al het naaldbos binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal naar heide (lichtgroen weergegeven areaal)

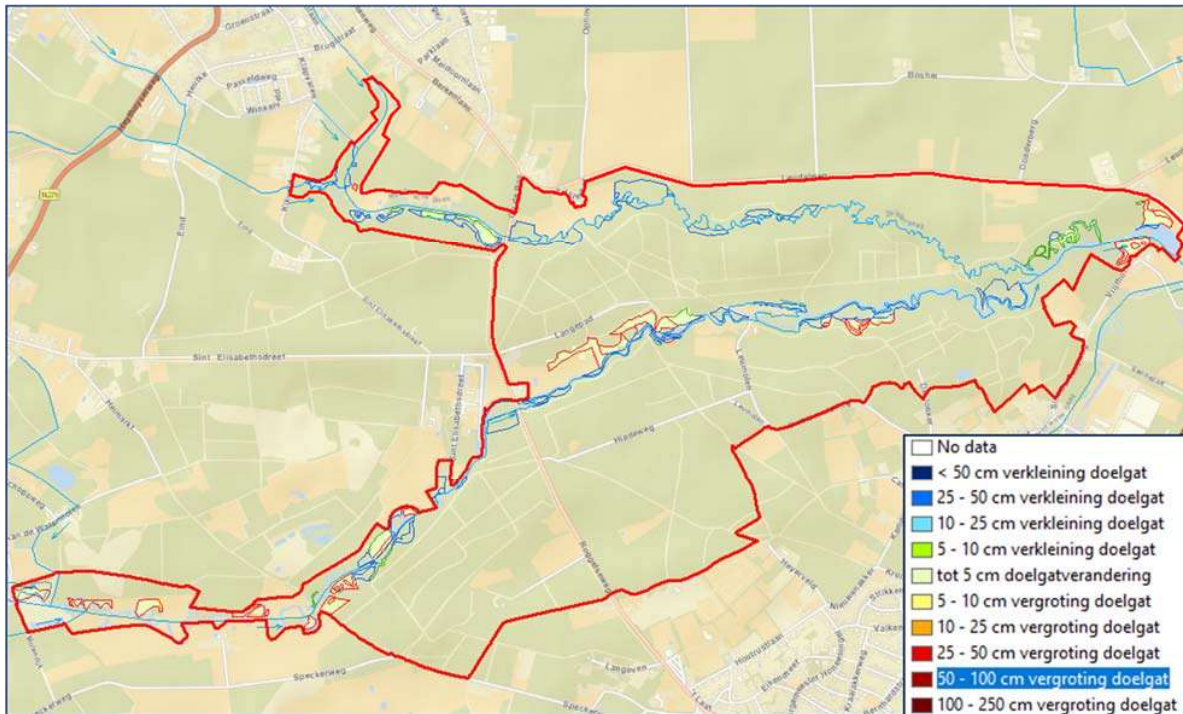


Figuur 7-5: Verkennende maatregel 1: verandering GVG als gevolg van omvorming naaldbos naar heide binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal

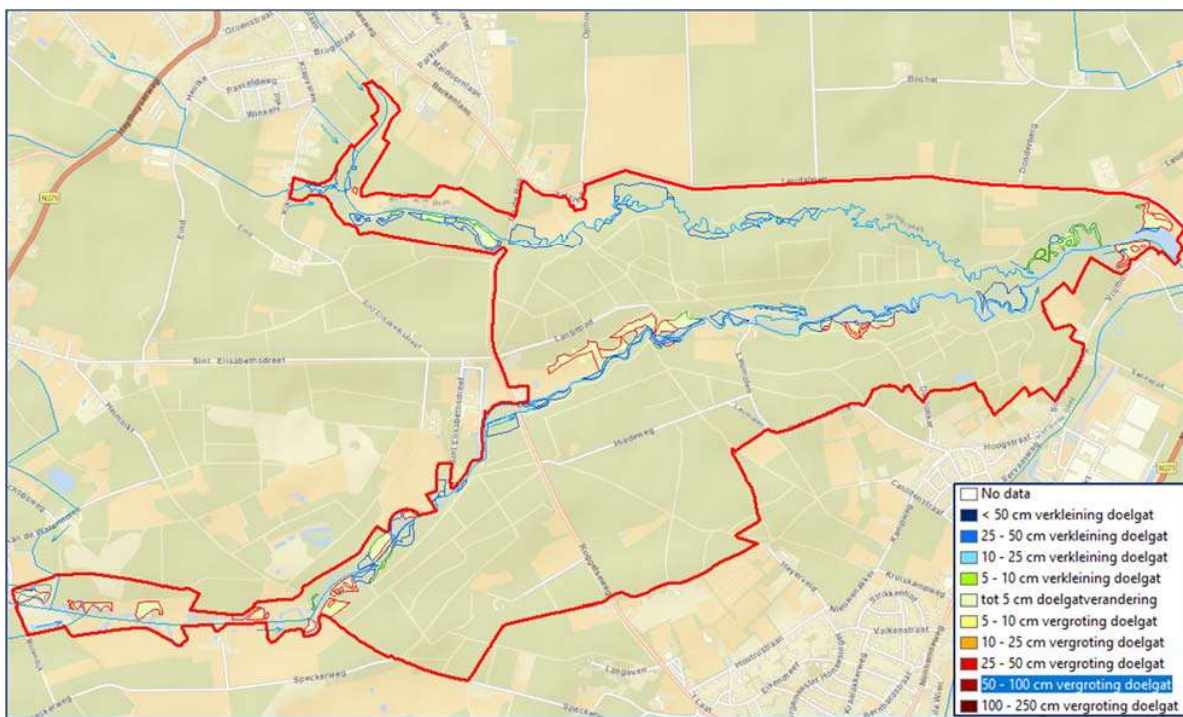
Figuur 7-6 geeft de berekende veranderingen van de kwel weer als gevolg van verkennende maatregel 1. Deze zijn zeer beperkt. Slechts zeer lokaal in de beekdalen neemt de kwel toe, met enkele tienden millimeters per etmaal. Deze toename is verwaarloosbaar ten opzichte van de totale hoeveelheid kwel (zie Figuur 7-3).



Figuur 7-6: Verkennende maatregel 1: verandering kwel als gevolg van omvorming naaldbos naar heide binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal



Figuur 7-7: Verkennende maatregel 1: verandering doelgat GVG als gevolg van omvorming naaldbos naar heide



Figuur 7-8: Verkennende maatregel 1: verandering doelgat GLG als gevolg van omvorming naaldbos naar heide



Figuren 7-7 en 7-8 geven de berekende veranderingen in het doelgat GVG respectievelijk GLG weer binnen de grondwaterafhankelijke habitattypen. De afnames van het doelgat GVG en GLG blijven overal beperkt tot minder dan 5 cm. Het doelgat GVG en GLG blijft vrijwel onveranderd ten opzichte van de huidige situatie (zie Figuren 7-1 en 7-2).

Tabellen 7-1 en 7-2 geven de areaalverdelingen weer van de berekende veranderingen van het doelgat GVG en GHG. Ook deze tabellen laten zien dat het doelgat GVG en GLG als gevolg van maatregel 1 minimaal verandert.

Tabel 7-1: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GVG als gevolg van maatregel 1, omvorming naaldbos naar heide

Habitatype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GVG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GVG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GVG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GVG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,00	2,69	0,00	0,00
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,06	6,41	0,00	0,00
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,67	11,04	0,00	0,00
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00

Tabel 7-2: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GLG als gevolg van maatregel 1, omvorming van naaldbos naar heide

Habitatype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GLG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GLG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GLG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GLG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,00	2,69	0,00	0,00
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,00	6,47	0,00	0,00
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,00	11,71	0,00	0,00
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00

#### Samenvattend:

Verkennde maatregel 1, de omvorming van naaldbos naar heide binnen de begrenzing van Natura2000-gebied Leudal geeft geen noemenswaardige verbetering van het ecologisch doelbereik. De impact van de maatregel staat niet in verhouding tot het beperkte effect. Mogelijk is het een no-regret maatregel voor de langere termijn, maar binnen de planperiode van Natura2000 is het lastig realiseerbaar en geeft het nauwelijks bijdrage aan het ecologisch doelbereik.

### 7.3.3 Verkennende maatregel 2: Verwijderen van detailontwatering

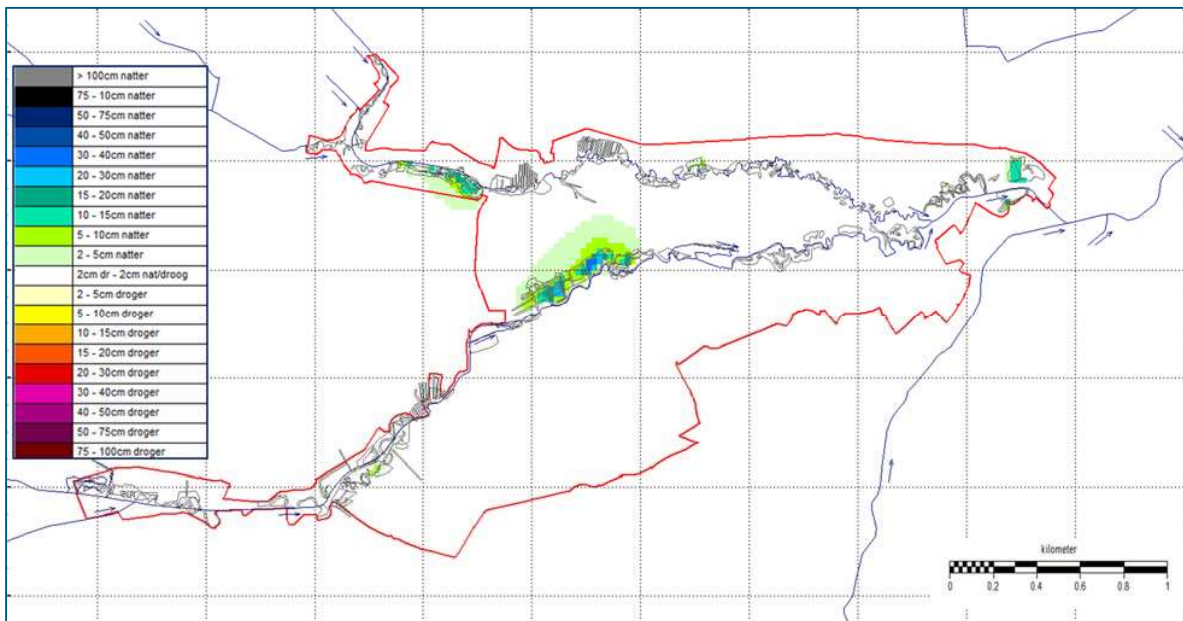
In deze verkennende berekening is er van uit gegaan dat alle aanwezige detailontwatering (sloten, greppels, rabatten) binnen het Natura2000-gebied Leudal wordt gedempt. Hiervoor zijn we uitgegaan van de inventarisatie van de detailontwatering, die de Bosgroep Zuid-Nederland heeft uitgevoerd in opdracht

van de Provincie Limburg (Bosgroep Zuid-Nederland, 2018). De binnen het Natura2000-gebied Leudal aanwezige detailontwatering is weergegeven in Figuur 7-9. De figuur geeft tevens de gemeten diepte van de sloten, greppels en rabatten weer (in centimeters).



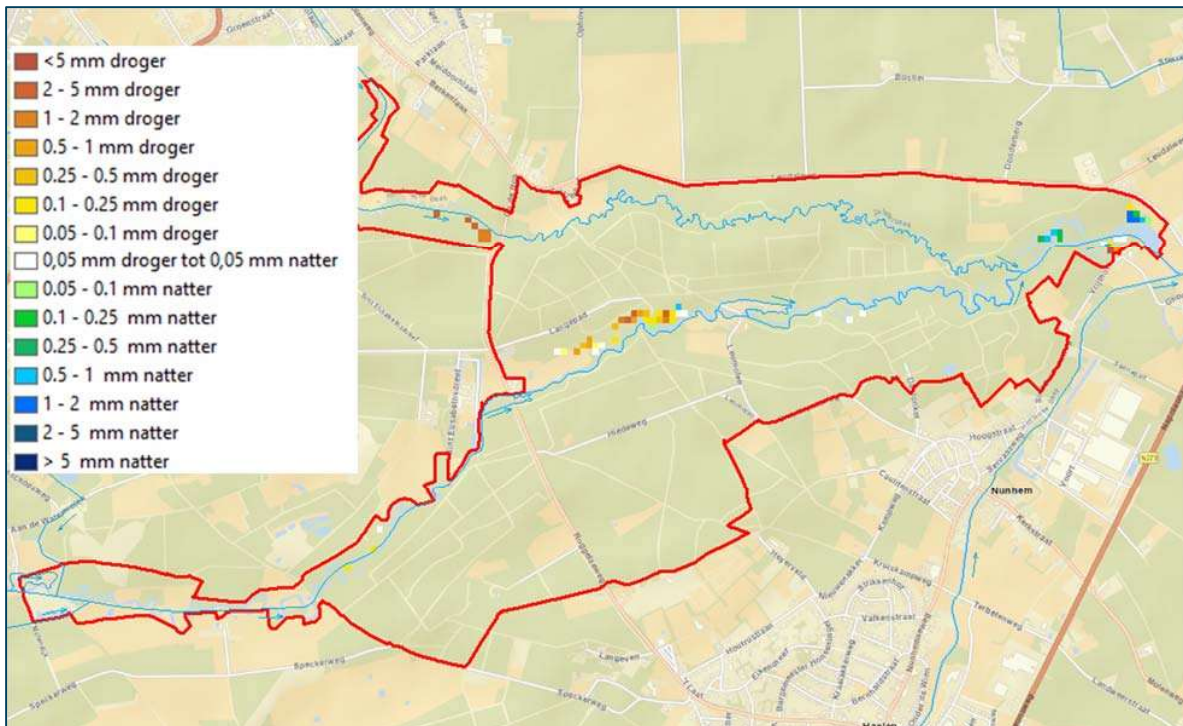
Figuur 7-9: Verkennende maatregel 2: dempen van alle, binnen het Natura2000-gebied Leudal aanwezige detailontwatering

Figuur 7-10 geeft de berekende verandering van de GVG weer. Het dempen van de detailontwatering heeft vooral effecten in het gebied tussen de watermolens, het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek en lokaal ten noorden van de Neerbeek. De verhogingen van de GVG variëren tussen de 5 en 40 cm.

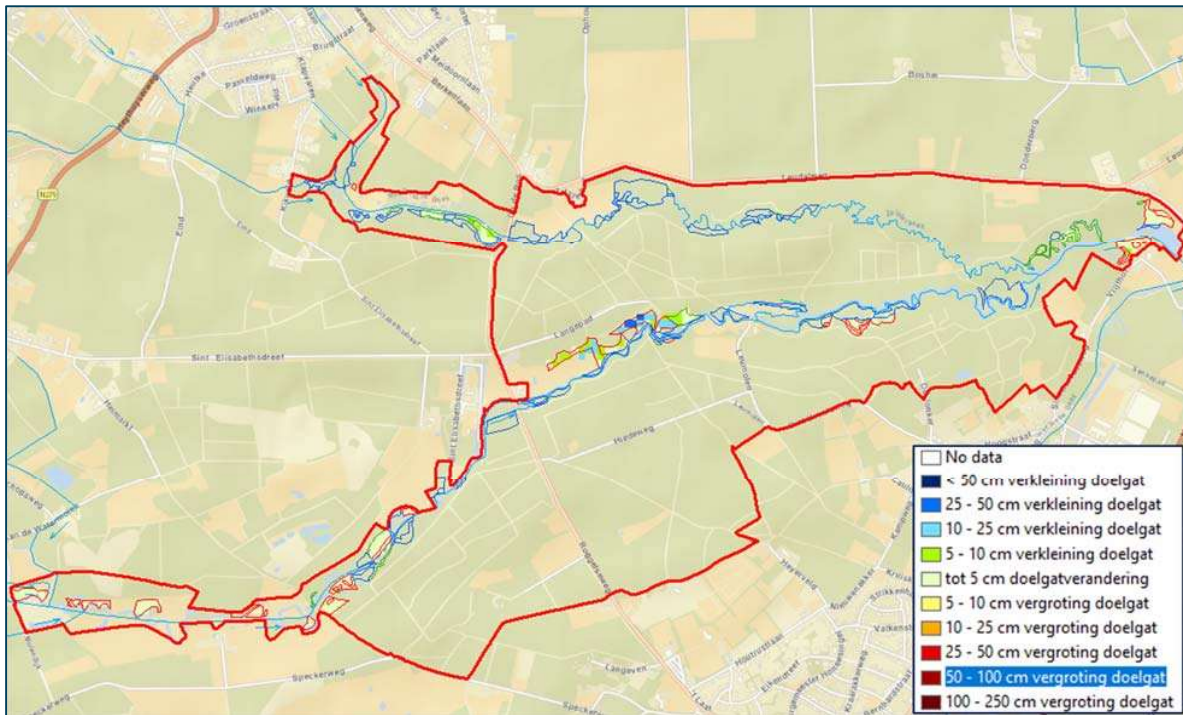


Figuur 7-10: Verkennende maatregel 2: verandering GVG als gevolg van dempen van alle detailontwatering binnen Natura2000-gebied Leudal

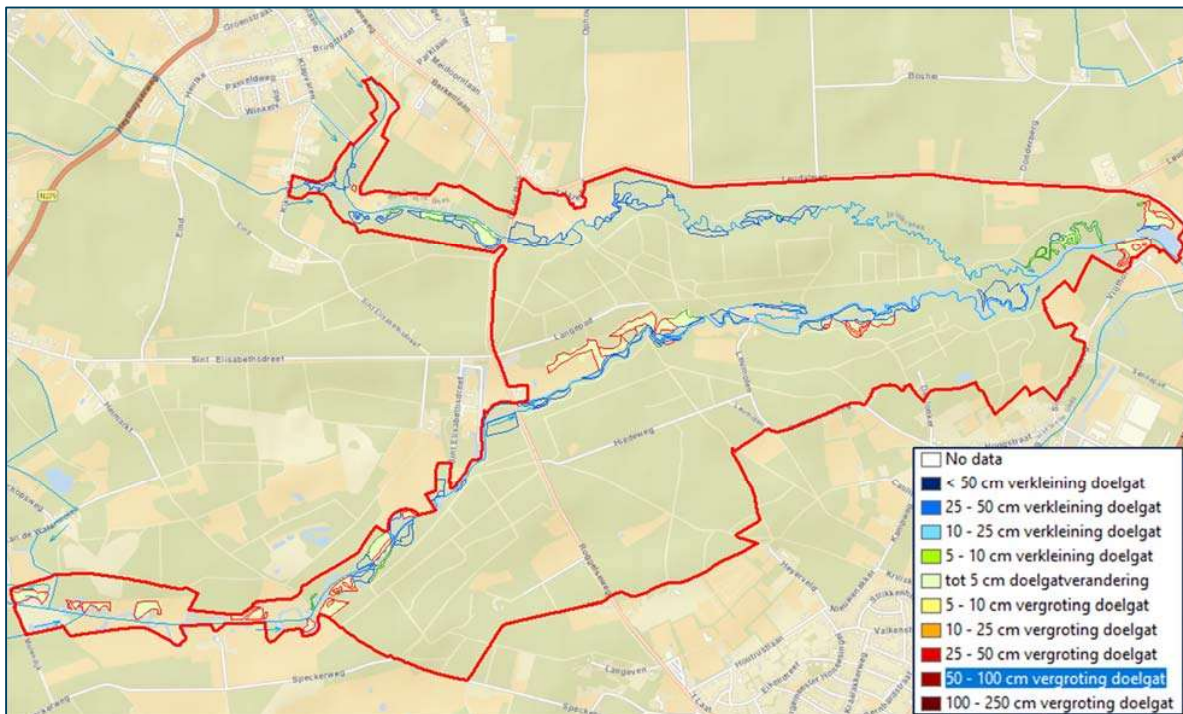
Figuur 7-11 geeft de berekende veranderingen van de kwel weer als gevolg van verkennende maatregel 2. Lokaal zijn forse verminderingen van de kwel te verwachten. Deze effecten treden met name op in de gebieden, waar eveneens GVG-verhogingen worden berekend: het gebied tussen de watermolens en het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek.



Figuur 7-11: Verkennende maatregel 2: verandering kwel als gevolg van dempen van alle detailontwatering binnen Natura2000-gebied Leudal



Figuur 7-12: Verkennende maatregel 2: verandering doelgat GVG als gevolg van dempen alle detailontwatering



Figuur 7-13: Verkennende maatregel 2: verandering doelgat GLG als gevolg van dempen alle detailontwatering

Figuren 7-12 en 7-13 geven de berekende veranderingen in het doelgat GVG respectievelijk GLG weer binnen de grondwaterafhankelijke habitattypen. Het doelgat GVG neemt lokaal fors af, met name in het gebied tussen de watermolens en het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek. Het doelgat GLG wordt niet beïnvloed. Dit is logisch, omdat de detailontwatering in de zomer vrijwel geen drainerend effect heeft.

Tabellen 7-3 en 7-4 geven de areaalverdelingen weer van de berekende veranderingen van het doelgat GVG en GHG.

Tabel 7-3: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GVG als gevolg van maatregel 2, dempen van alle detailontwatering

Habitatype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GVG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GVG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GVG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GVG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,00	2,29	0,40	0,00
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,00	4,99	1,24	0,24
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,00	11,34	0,37	0,00
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00

Tabel 7-4: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GLG als gevolg van maatregel 2, dempen van alle detailontwatering

Habitatype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GLG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GLG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GLG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GLG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,00	2,69	0,00	0,00
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,00	6,47	0,00	0,00
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,00	11,71	0,00	0,00
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00

Tabel 7-3 laat zien dat het dempen van alle detailontwatering met name voor het matig ontwikkelde Elzenbroekbos zorgt voor een vermindering van het doelgat GVG. De effecten op het doelgat GVG voor het goed ontwikkelde Elzenbroekbos zijn minder. Voor het Vogelkers-Essenbos zijn de effecten minimaal en voor het areaal Blauwgrasland is geen vermindering van het doelgat GVG te verwachten. Het doelgat GLG (tabel 7-4) wordt door het dempen van de detailontwatering niet verminderd.

#### Samenvattend:

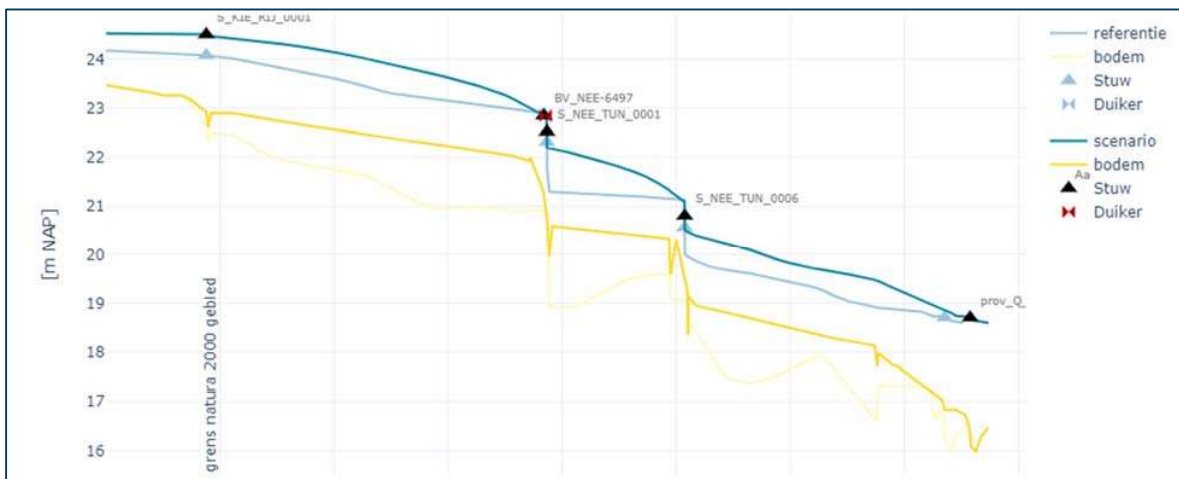
Verkennde maatregel 2, het dempen van alle detailontwatering binnen de begrenzing van Natura2000-gebied Leudal geeft lokaal verbetering van het ecologisch doelbereik. In het beekdal van de Tungelroyse Beek / Leubeek tussen de beide watermolens en (in mindere mate) het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek neemt het doelgat GVG af. Het doelgat GLG wordt niet beïnvloed. Aandachtspunt is wel de vermindering van de kwel, juist op de plaatsen waar het dempen effectief is voor de GVG. Hier bestaat risico op het ontstaan van neerslaglenzen, met als gevolg verzuring van de standplaats. Het ontstaan van neerslaglenzen is te voorkomen door de detailontwatering niet volledig te

dempen, maar sterk te verondiepen. De overblijvende ondiepe greppels zorgen dan voor afvoer van het overtollige neerslagwater.

### 7.3.4 Verkennende maatregel 3a: Verhoging van de beekbodem

In deze verkennende maatregel is uitgegaan van forse verondieping van zowel de Tungelroyse Beek / Leubeek als de Zelsterbeek / Roggelse Beek. In deze maatregel is ook het aantakken van een oude meander ten zuiden van de Neerbeek meegenomen.

Voor de Tungelroyse Beek / Leubeek is uitgegaan van verondieping van de beek met enkele decimeters tot lokaal meer dan één meter. Het oorspronkelijke en nieuwe bodemniveau is weergegeven in Figuren 7-14 en 7-15. Figuur 7-14 en 7-15 geven tevens de berekende veranderingen van de waterstanden in de wintersituatie respectievelijk zomersituatie weer.

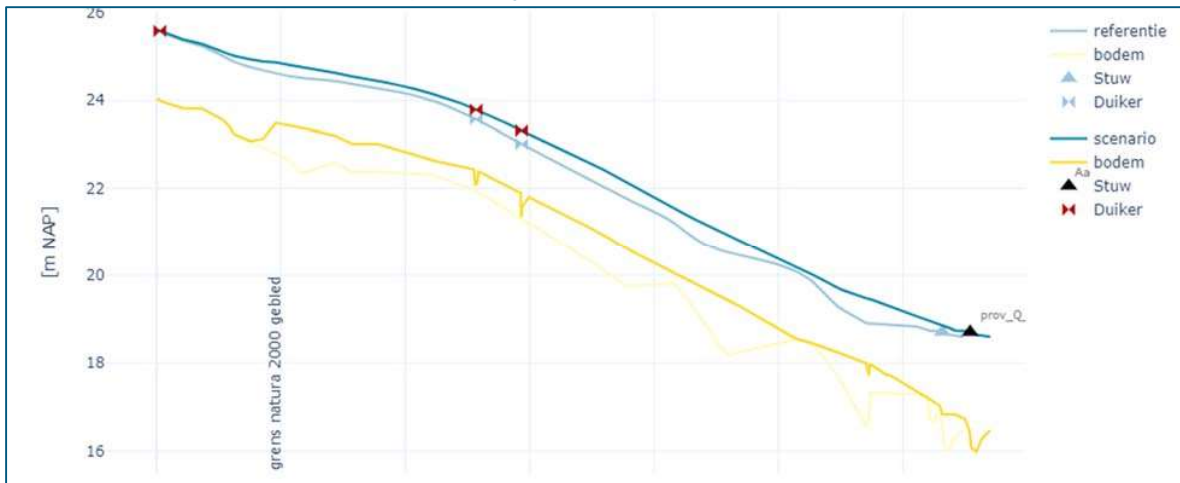


Figuur 7-14: Verkennende maatregel 3a: bodemverhoging Tungelroyse Beek / Leubeek en verandering waterstanden in de wintersituatie

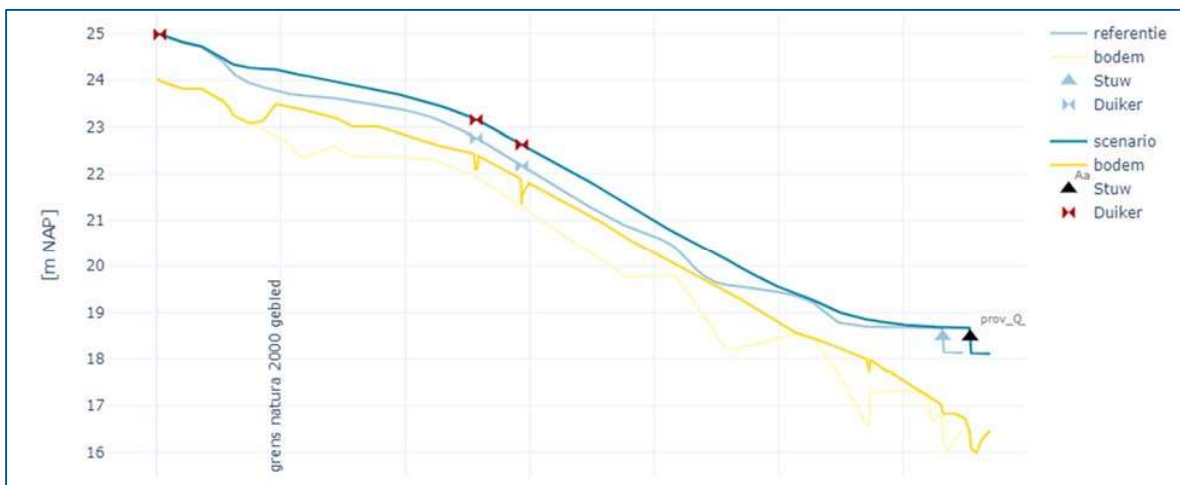


Figuur 7-15: Verkennende maatregel 3a: bodemverhoging Tungelroyse Beek / Leubeek en verandering waterstanden in de zomersituatie

Voor de Zelsterbeek / Roggelse Beek is uitgegaan van verondieping van de beek van gemiddeld 50 à 60 cm, tot lokaal meer dan één meter. Het oorspronkelijke en nieuwe bodemniveau is weergegeven in Figuren 7-16 en 7-17. Figuur 7-16 en 7-17 geven tevens de berekende veranderingen van de waterstanden in de wintersituatie respectievelijk zomersituatie weer.



Figuur 7-16: Verkennende maatregel 3a: bodemverhoging Zelsterbeek / Roggelse Beek en verandering waterstanden in de wintersituatie

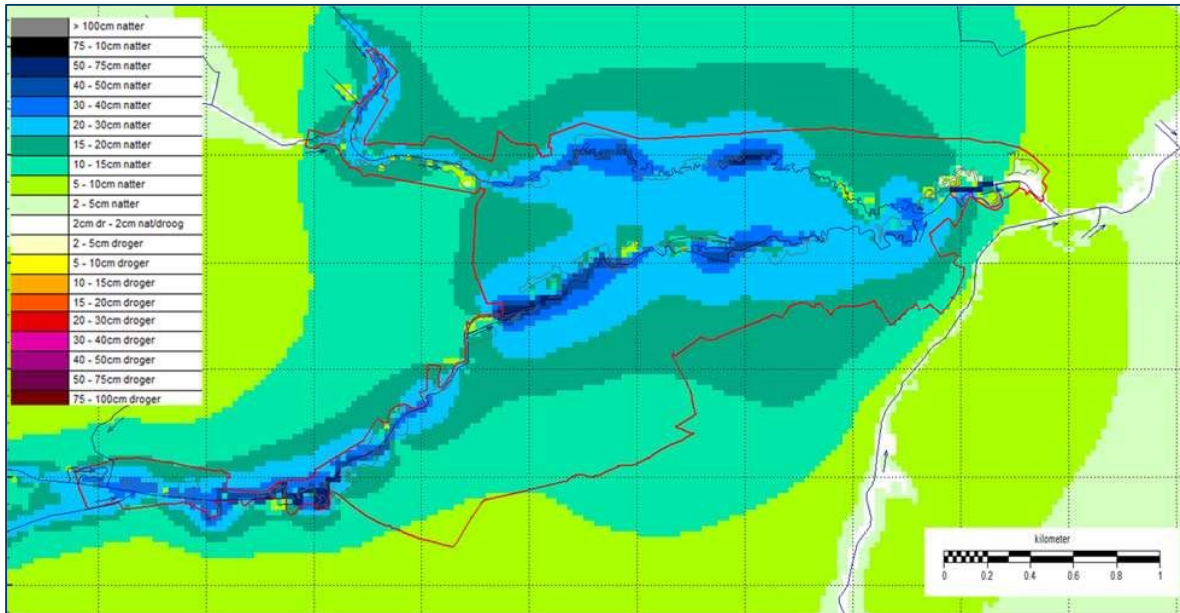


Figuur 7-17: Verkennende maatregel 3a: bodemverhoging Zelsterbeek / Roggelse Beek en verandering waterstanden in de zomersituatie

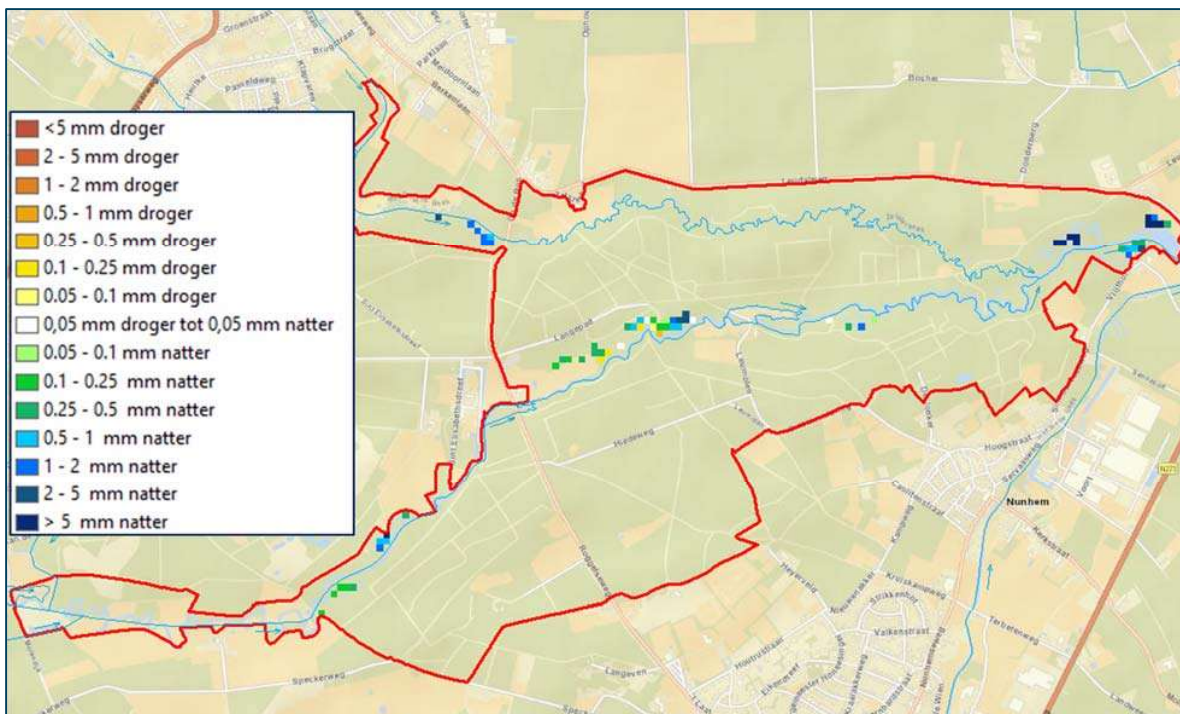
Figuur 7-18 geeft de berekende verandering van de GVG weer. Het verhogen van de beekbodems leidt in het gehele Natura2000-gebied tot verhogingen van de GVG. In de hogere delen varieert de GVG-stijging tussen 5 en 30 cm. In de beekdalvlaktes bedraagt de gemiddelde stijging 30 à 40 cm, lokaal oplopend tot meer dan 75 cm.

Figuur 7-19 geeft de berekende veranderingen van de kwel weer als gevolg van de verhoging van de beekbodems. Lokaal zijn toenames van de kwel te verwachten. Door de hogere peilen in de beken wordt minder kwel afgevangen door de beken zelf en wordt de kwel meer naar andere delen van de beekdalen gedrukt. Toenames van kwel zijn vooral te verwachten in de zone ten noorden van de Leubeek, tussen beide watermolens, het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek en lokaal in de

kwelzones ten noorden van de Neerbeek. Dit zijn juist ook de delen van de beekdalen waar in de huidige situatie veel detailontwatering voorkomt (zie Figuur 7-9).



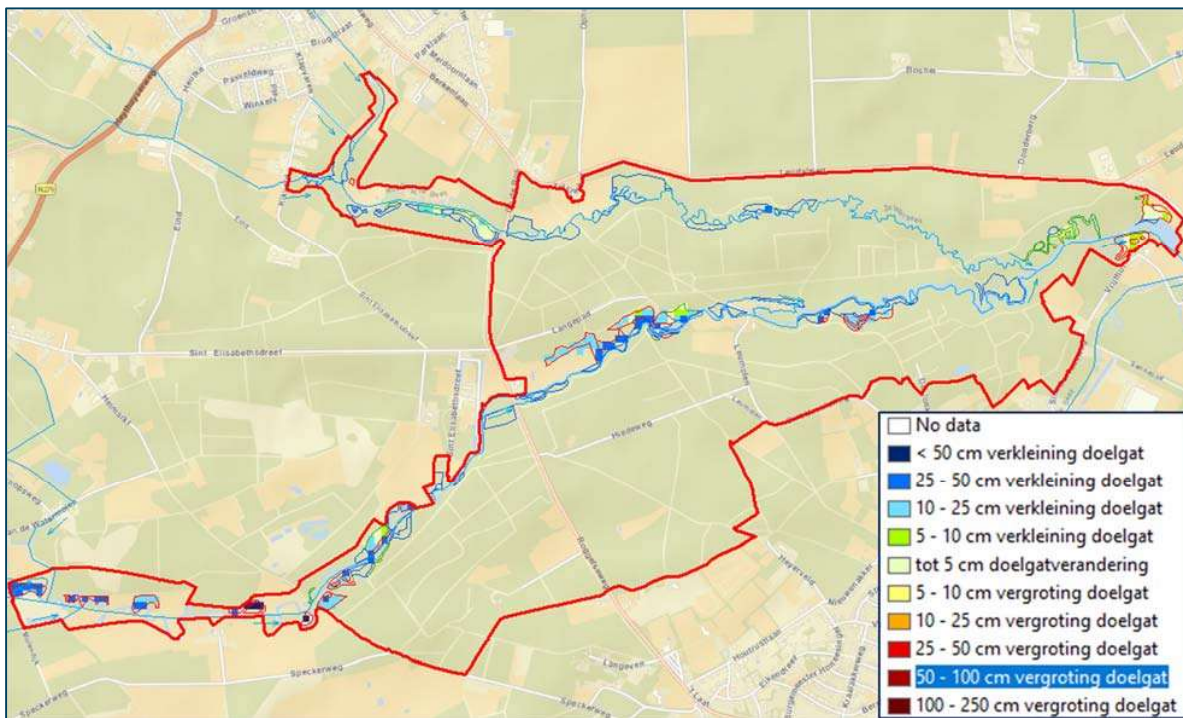
Figuur 7-18: Verkennende maatregel 3a: verandering GVG als gevolg van bodemverhoging van de beken binnen Natura2000-gebied Leudal



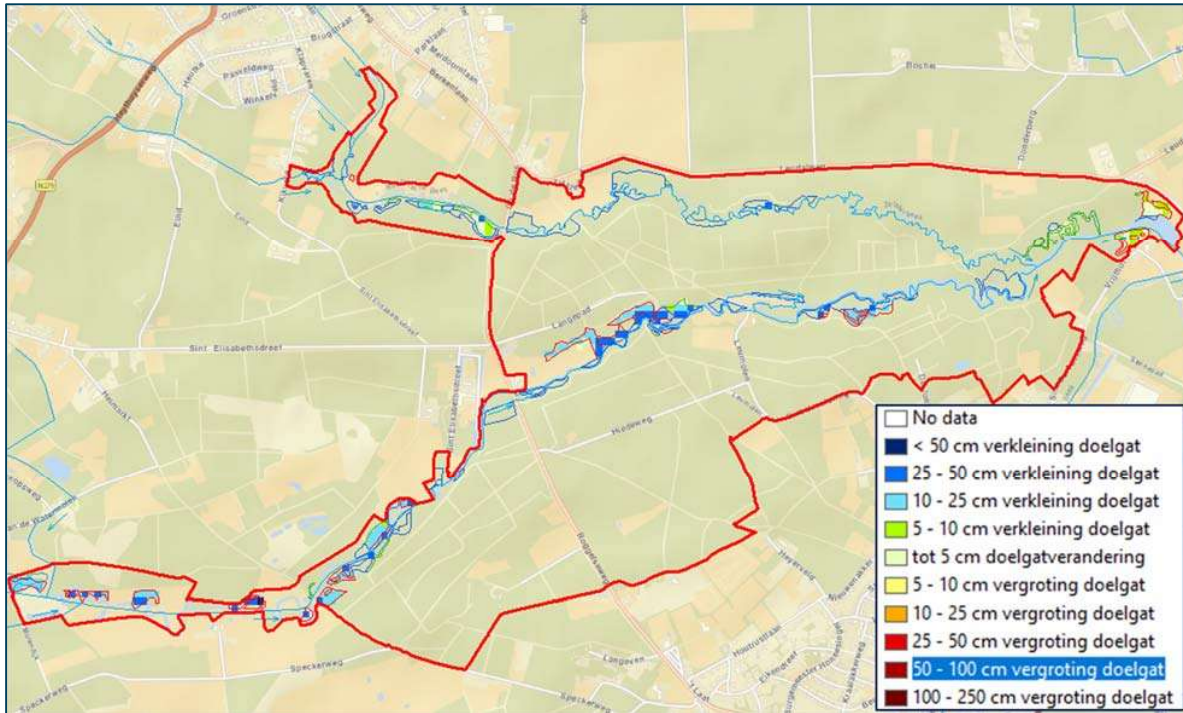
Figuur 7-19: Verkennende maatregel 3a: verandering kwel als gevolg van bodemverhoging van de beken binnen Natura2000-gebied Leudal



Figuren 7-20 en 7-21 geven de berekende veranderingen in het doelgat GVG respectievelijk GLG weer binnen de grondwaterafhankelijke habitattypen. Het doelgat GVG neemt lokaal fors af, met name in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van de Sint Elisabethsmolen, het gebied tussen de watermolens, het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen en het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek. Op dezelfde locaties neemt ook het doelgat GLG fors af, zie Figuur 7-21.

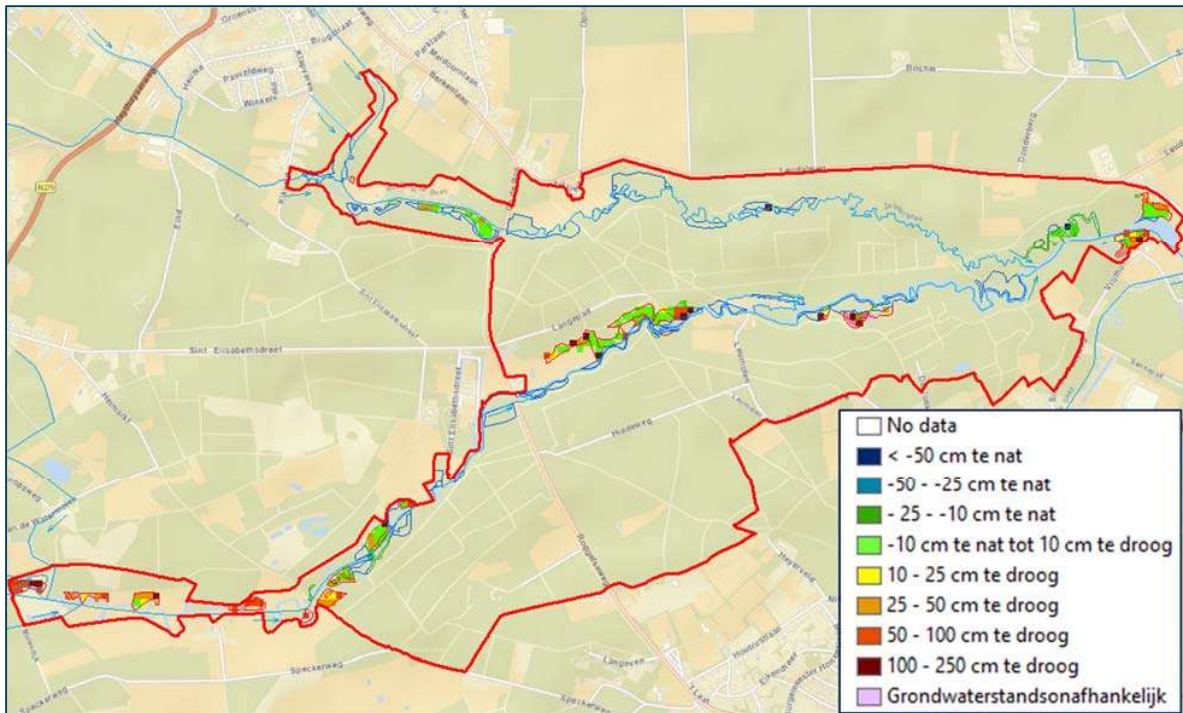


Figuur 7-20: Verkennende maatregel 3a: verandering doelgat GVG als gevolg van bodemverhoging van de beken

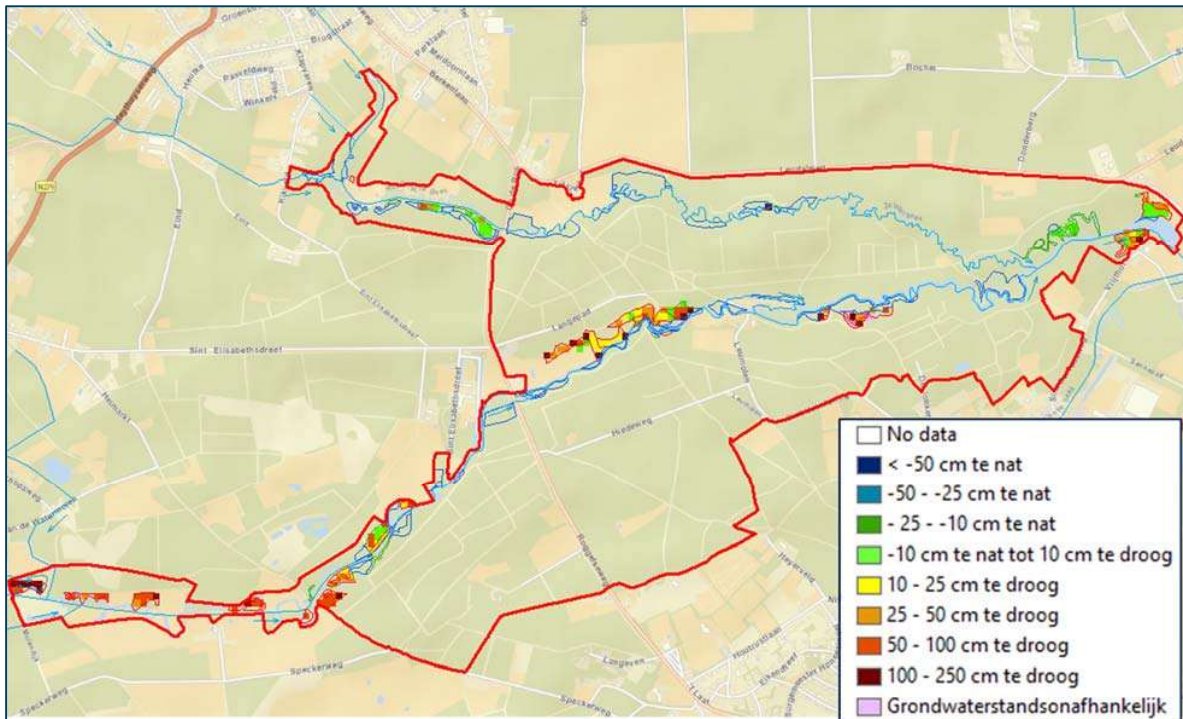


Figuur 7-21: Verkennende maatregel 3a: verandering doelgat GLG als gevolg van bodemverhoging van de beken

Figuren 7-22 en 7-23 geven het berekende doelgat GVG respectievelijk GLG weer na beekbodemverhoging.



Figuur 7-22: Verkennende maatregel 3a: doelgat GVG na bodemverhoging van de beken



Figuur 7-23: Verkennende maatregel 3a: doelgat GLG na bodemverhoging van de beken

Door de beekbodemverhoging neemt het doelgat GVG zeer sterk af ten opzichte van de huidige situatie (vergelijk figuur 7-22 met figuur 7-1). Hetzelfde geldt voor het doelgat GLG (vergelijk figuur 7-23 met figuur 7-2).

Tabellen 7-5 en 7-6 geven de areaalverdelingen weer van de berekende veranderingen van het doelgat GVG en GHG.

Tabel 7-5: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GVG als gevolg van maatregel 3a, bodemverhoging van de beken

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GVG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GVG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GVG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GVG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	<b>2,69</b>	0,08	1,09	1,23	0,29
Elzenbroekbos	Matig	<b>6,47</b>	0,00	0,98	3,16	2,33
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	<b>11,71</b>	0,00	1,15	5,48	5,07
Blauwgrasland	Goed/matig	<b>0,14</b>	0,00	0,03	0,11	0,00

Tabel 7-5 laat zien dat de beekbodemverhoging voor alle grondwaterafhankelijke habitattypen zorgt voor aanzienlijke vermindering van het doelgat GVG. Relatief gezien zijn de sterkste verminderingen van het doelgat GVG te verwachten voor het Vogelkers-Essenbos, gevolgd door het matig ontwikkelde Elzenbroekbos en het Blauwgrasland. Voor het goed ontwikkelde Elzenbroekbos wordt relatief gezien de geringste vermindering van het doelgat GVG berekend.

Tabel 7-6: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GLG als gevolg van maatregel 3a, bodemverhoging van de beken

Habitatype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GLG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GLG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GLG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GLG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,00	0,93	1,35	0,40
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,00	0,79	3,62	2,05
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,00	1,02	5,64	5,04
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,11	0,03	0,00

De effecten op het doelgat GLG (tabel 7-6) komen sterk overeen met de effecten op het doelgat GVG. Ook voor het doelgat GLG wordt een aanzienlijke vermindering berekend. Relatief gezien zijn de sterkste verminderingen van het doelgat GLG te verwachten voor het Vogelkers-Essenbos, gevolgd door het matig ontwikkelde Elzenbroekbos en het Blauwgrasland. Voor het goed ontwikkelde Elzenbroekbos wordt relatief gezien de geringste vermindering van het doelgat GLG berekend.

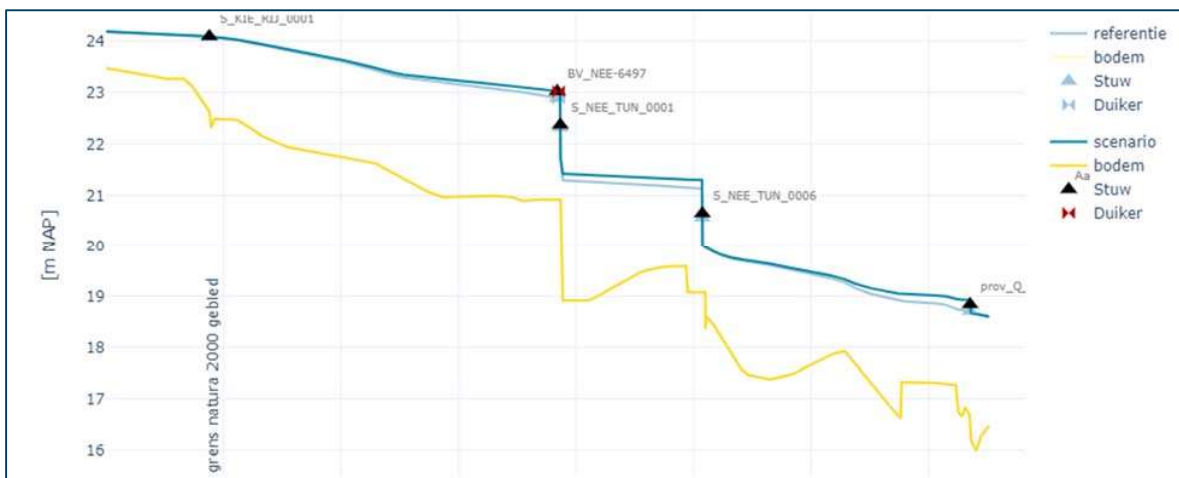
#### Samenvattend:

Verkennde maatregel 3a, het verhogen van de beekbodems van alle beken binnen de begrenzing van Natura2000-gebied Leudal, geeft een zeer aanzienlijke verbetering van het ecologisch doelbereik. Met name in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van de Sint Elisabethsmolen, het gebied tussen de watermolens, het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen en het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek nemen het doelgat GVG en GLG fors af. Door de hogere peilen in de beken neemt lokaal in de beekdalen ook de kwel toe. Dit lijkt met name het geval in de gebieden waar in de huidige situatie veel detailontwatering aanwezig is.

### 7.3.5 Verkennende maatregel 3b: Peilopzet bij de watermolens

In deze verkennende maatregel is uitgegaan van verhoging van de stuwpeilen bij de Sint Elisabethsmolen, de Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm in de wintersituatie. De stuwpeilen in de zomersituatie zijn niet verhoogd. Dit laatste zou geen reële maatregel zijn, omdat het in de huidige situatie al lastig blijkt om de bestaande stuwpeilen te handhaven bij lage zomerafvoeren.

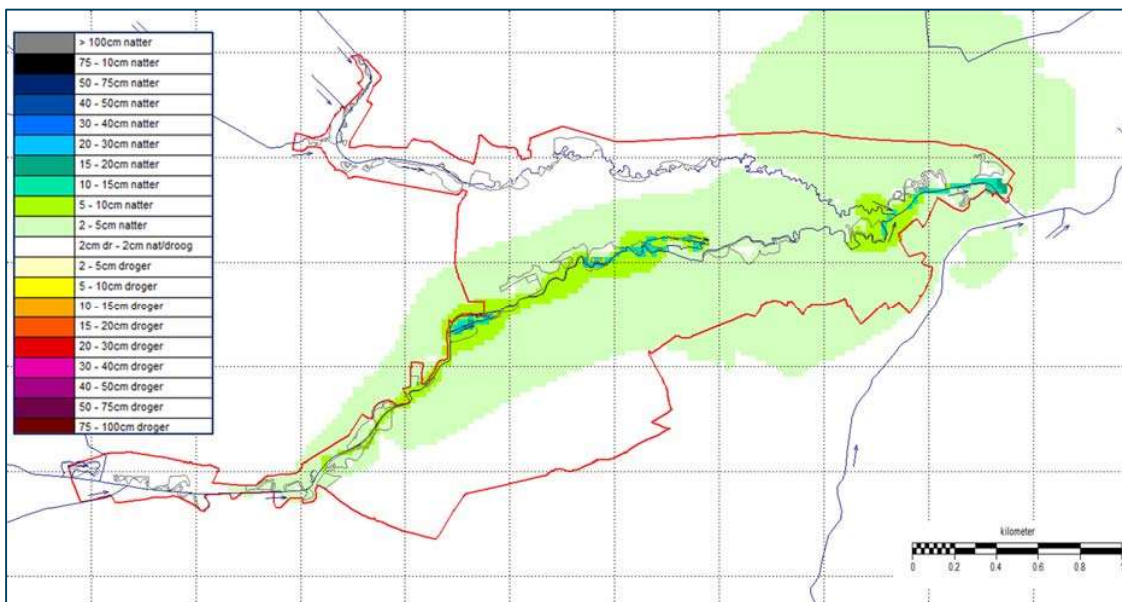
Figuur 7-24 geeft de berekende veranderingen van de waterstanden in de wintersituatie weer voor de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek. De peilen in de Zelsterbeek / Roggelse Beek zijn niet verhoogd. Hetzelfde geldt voor de peilen in de zomersituatie.



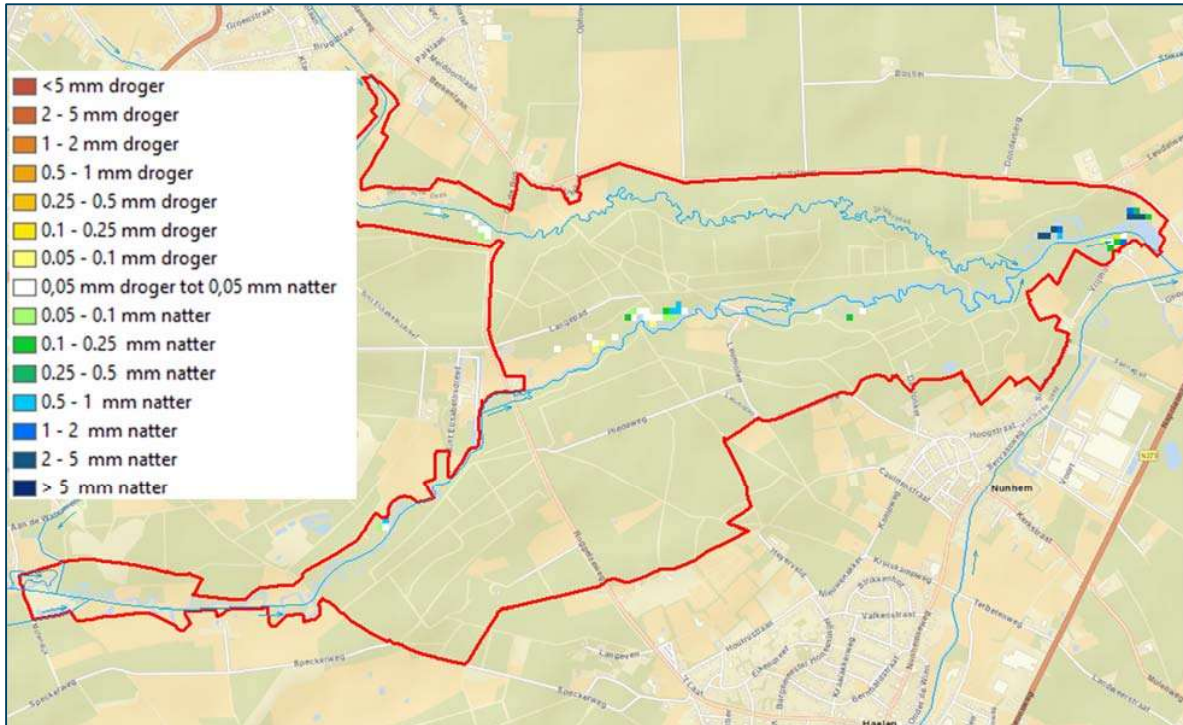
Figuur 7-24: Verkennende maatregel 3b: verandering waterstanden in de wintersituatie als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm

Figuur 7-25 geeft de berekende verandering van de GVG weer. Het verhogen van de stuwpeilen zorgt in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek voor stijging van de GVG van 5 tot lokaal iets meer dan 15 cm. Aangezien de verhoging van de stuwpeilen alleen in de winter wordt doorgevoerd, zijn de effecten op de GLG minimaal.

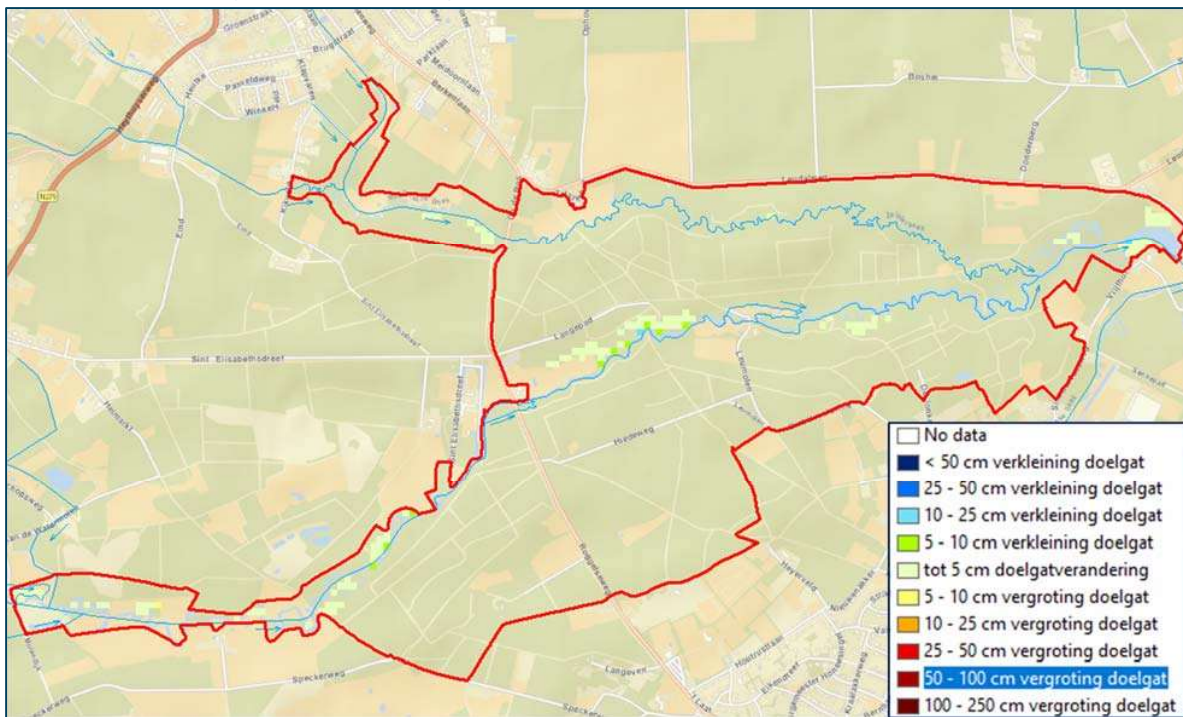
Figuur 7-26 geeft de berekende veranderingen van de kwel weer als gevolg van de verhoging van de beekbodems. Lokaal zijn beperkte toenames van de kwel te verwachten. Door de hogere peilen in de beken wordt minder kwel afgevangen door de beken zelf en wordt de kwel meer naar andere delen van de beekdalen gedrukt. Toenames van kwel zijn vooral te verwachten in de zone ten noorden van de Leubeek, tussen beide watermolens en lokaal in de kwelzones ten noorden van de Neerbeek. Dit zijn juist ook de delen van de beekdalen waar in de huidige situatie veel detailontwatering voorkomt (Figuur 7-9).



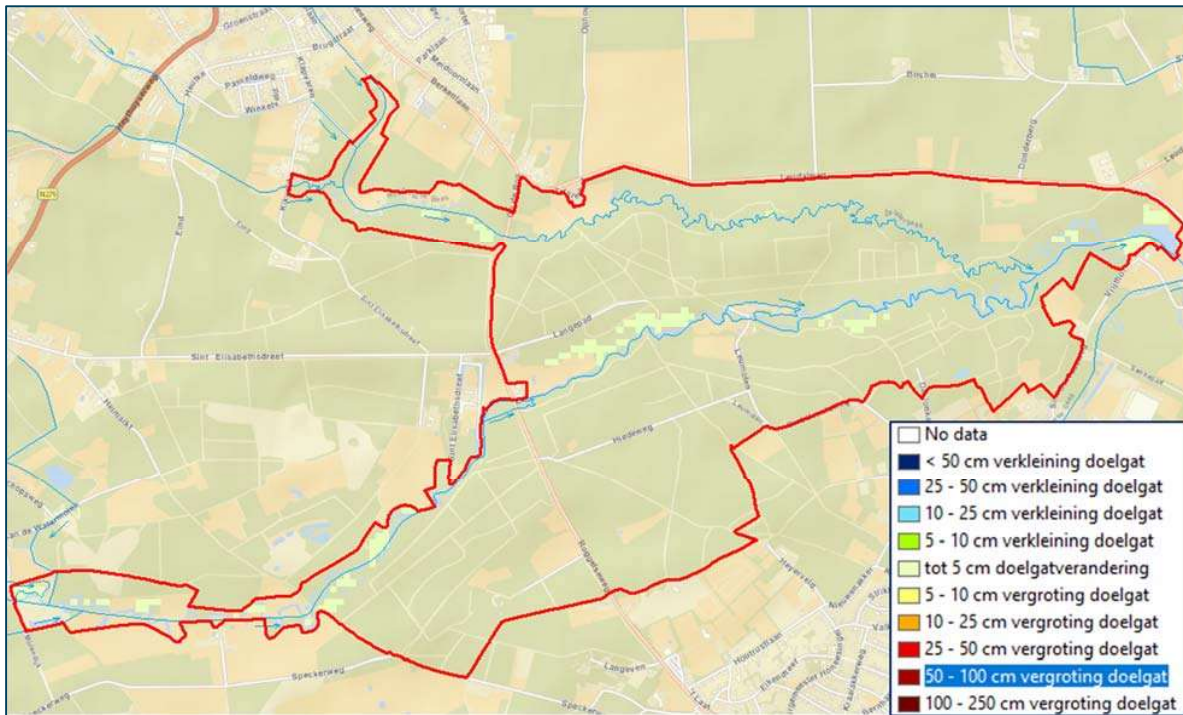
Figuur 7-25: Verkennende maatregel 3b: verandering GVG als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter



Figuur 7-26: Verkennende maatregel 3b: verandering kwel als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter



Figuur 7-27: Verkennende maatregel 3b: verandering doelgat GVG als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter



Figuur 7-28: Verkennende maatregel 3b: verandering doelgat GLG als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter

Figuren 7-27 en 7-28 geven de berekende veranderingen in het doelgat GVG respectievelijk GLG weer binnen de grondwaterafhankelijke habitattypen. Het doelgat GVG neemt lokaal in het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek / Neerbeek af, maximaal iets meer dan 10 cm. De afnames van het doelgat GLG (Figuur 7-28) blijven overal beperkt tot minder dan 5 cm.

Tabellen 7-7 en 7-8 geven de areaalverdelingen weer van de berekende veranderingen van het doelgat GVG en GHG.

Tabel 7-7: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GVG als gevolg van maatregel 3b, verhoging stuwpeilen watermolens gedurende de winterperiode met 20 cm

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GVG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GVG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GVG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GVG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,02	2,55	0,12	0,00
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,06	5,95	0,47	0,00
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,85	8,44	2,42	0,00
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00

Tabel 7-8: Arealen grondwaterafhankelijke habitattypen met verandering doelgat GLG als gevolg van maatregel 3b, verhoging stuwpeilen watermolens gedurende de winterperiode met 20 cm

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Toename doelgat GLG > 5 cm (ha)	Geen verandering doelgat GLG -5 - +5 cm (ha)	Afname doelgat GLG 5-25 cm (ha)	Afname doelgat GLG meer dan 25 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,69	0,00	2,69	0,00	0,00
Elzenbroekbos	Matig	6,47	0,00	6,47	0,00	0,00
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,71	0,00	11,71	0,00	0,00
Blauwgrasland	Goed/matig	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00

Tabel 7-7 laat zien dat verhogen van het stuwpeil van de watermolens met name voor een deel van het Vogelkers-Essenbos voor een vermindering van het doelgat GVG zorgt. De effecten op het doelgat GVG voor het matig ontwikkelde Elzenbroekbos zijn minder en voor het goed ontwikkelde Elzenbroekbos zeer gering. Voor het areaal Blauwgrasland is geen vermindering van het doelgat GVG te verwachten. Aangezien de peilverhoging alleen in de winter wordt doorgevoerd, is geen vermindering van het doelgat GLG te verwachten (tabel 7-8).

#### Samenvattend:

Verkennde maatregel 3b, het verhogen van de stuwpeilen bij de Sint Elisabethsmolen, de Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm in de wintersituatie, geeft een beperkte verbetering van het ecologisch doelbereik. Lokaal in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek neemt het doelgat GVG af, maximaal iets meer dan 10 cm. De effecten op het doelgat GLG zijn beperkt. Door de hogere peilen in de beken neemt lokaal in de beekdalen ook de kwel iets toe. Dit lijkt met name het geval in de gebieden waar in de huidige situatie veel detailontwatering aanwezig is.

## 7.4 Afgewogen maatregelenpakket

### 7.4.1 Afweging verkennende maatregelen

Tabel 7-9 geeft een samenvatting van de effecten van de geanalyseerde verkennende maatregelen. Per verkennende maatregel en per traject is een kwalitatieve score toegekend voor het effect op het doelgat GVG, het doelgat GLG en het effect op de kwel. Daarbij zijn de volgende scores gehanteerd:

- ++ verbetering en doelgat opgelost
- + verbetering maar doelgat nog niet opgelost
- 0 geen effect
- verslechtering



Tabel 7-9: Afweging verkennende maatregelen

	Maatregel 1: Omvorming naaldbos naar heide binnen begrenzing N2000 Leudal	Maatregel 2: Dempen detailontwatering binnen begrenzing N2000 Leudal	Maatregel 3a: Verhogen beekbodems alle beken binnen begrenzing N2000 Leudal	Maatregel 3b: Verhoging stuwpeil winter met 20 cm bij watermolens en dam bij Kinkhoven
<b>A. Leubeek bovenstrooms Elisabethmolen</b>				
Effect doelgat GVG	0	0	+	+
Effect doelgat GLG	0	0	+	0
Effect op kwel	0	0	+	0
<b>B. Leubeek Elisabethmolen - Leumolen</b>				
Effect doelgat GVG	0	+	++	+
Effect doelgat GLG	0	0	+	0
Effect op kwel	+	-	++	+
<b>C. Leubeek benedenstrooms Leumolen</b>				
Effect doelgat GVG	0	0	+	0
Effect doelgat GLG	0	0	+	0
Effect op kwel	0	0	++	0
<b>D. Zelsterbeek</b>				
Effect doelgat GVG	0	+	++	0
Effect doelgat GLG	0	0	++	0
Effect op kwel	+	-	++	0
<b>E. Neerbeek benedenstrooms samenkomst</b>				
Effect doelgat GVG	0	0	0	0
Effect doelgat GLG	0	0	0	0
Effect op kwel	+	- / +	++	++
<b>Voorstel voor afgewogen maatregelenpakket</b>	Omzetting naaldbos naar heide alleen effectief voor kwel in trajecten B, D en E. Omzetting naaldbos naar loofbos of heide niet opnemen in het maatregelenpakket. Wel no-regret maatregel voor langere termijn maar binnen planperiode niet realiseerbaar.	Advies Bosgroep overnemen. Alleen verondiepen waar volgens dat onderzoek geen natuurschade optreedt. Niet volledig dempen, maar verondiepen tot max. 20 cm - mv, zodat kwel in takt blijft en neerslaglenzen worden voorkomen.	Traject A: opnemen cf. maatregel 3a Traject B: opnemen cf. maatregel 3a Traject C: 20 cm meer bodem- verhoging als in maatregel 3a Traject D: bovenstrooms deel opnemen cf. maatregel 3a Traject E: geen beekbodem- verhoging	Traject A: opnemen cf. maatregel 3b Traject B: opnemen cf. maatregel 3b Traject C: geen peilverhoging Traject D: geen peilverhoging Traject E: geen peilverhoging

Maatregel 1, de omzetting van naaldbos naar heide, geeft geen noemenswaardige verbetering van het ecologisch doelbereik. De effecten op het doelgat GVG en GLG zijn zeer gering. Lokaal leidt de maatregel tot enige toename van kwel, maar deze toenames zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de totale hoeveelheid kwel. De impact van de maatregel staat niet in verhouding tot het beperkte effect. Om deze reden is de maatregel niet opgenomen in het afgewogen maatregelenpakket. Mogelijk is het wel een no-regret maatregel voor de langere termijn.

Maatregel 2, het dempen van de detailontwatering binnen de begrenzing van Natura2000-gebied Leudal, geeft lokaal verbetering van het ecologisch doelbereik. Risico is wel dat de kwel wordt weggedrukt en dat er lokaal neerslaglenzen ontstaan, wat kan leiden tot verzuring van de standplaats. Bovendien blijkt uit de eerder door de Bosgroep uitgevoerde inventarisatie dat er lokaal ook natuurwaarden aanwezig zijn in de greppels en rabatten (Bosgroep Zuid-Nederland, 2018). Demping zou leiden tot vernietiging van deze natuurwaarden. In het afgewogen maatregelenpakket wordt alleen de detailontwatering aangepakt, waar dit volgens het onderzoek van de Bosgroep niet leidt tot natuurschade. In plaats van volledig dempen wordt voorgesteld om de sloten, greppels en rabatten te verondiepen tot maximaal 20 cm onder maaiveld, zodat de kwel in takt blijft en het ontstaan van neerslaglenzen wordt voorkomen.

Maatregel 3a, het verhogen van de beekbodems van alle beken binnen de begrenzing van Natura2000-gebied Leudal, geeft een zeer forse verbetering van het ecologisch doelbereik. De maatregel is als volgt opgenomen in het afgewogen maatregelenpakket:

- Traject A, Leubeek bovenstrooms van Sint-Elisabethmolen: verhogen beekbodem conform maatregel 3a.
- Traject B, Leubeek tussen beide watermolens: verhogen beekbodem conform maatregel 3a.

- Traject C, Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen: 20 cm extra verhoging van de beekbodem ten opzichte van maatregel 3a.
- Traject D, Zelsterbeek: verhogen beekbodem conform maatregel 3a, alleen in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek.
- Traject E, Neerbeek benedenstrooms van samenkomst: geen beekbodemverhoging. Aantakking oude meander ten zuiden van de Neerbeek wel meegenomen.

Maatregel 3b, het verhogen van de stuwpeilen van de watermolens en de dam bij Kinkhoven met 20 cm in de wintersituatie, zorgt voor een beperkte verbetering van het ecologisch doelbereik in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van de Sint Elisabethsmolen en tussen de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen. De maatregel wordt daarom alleen voorgesteld voor de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen.

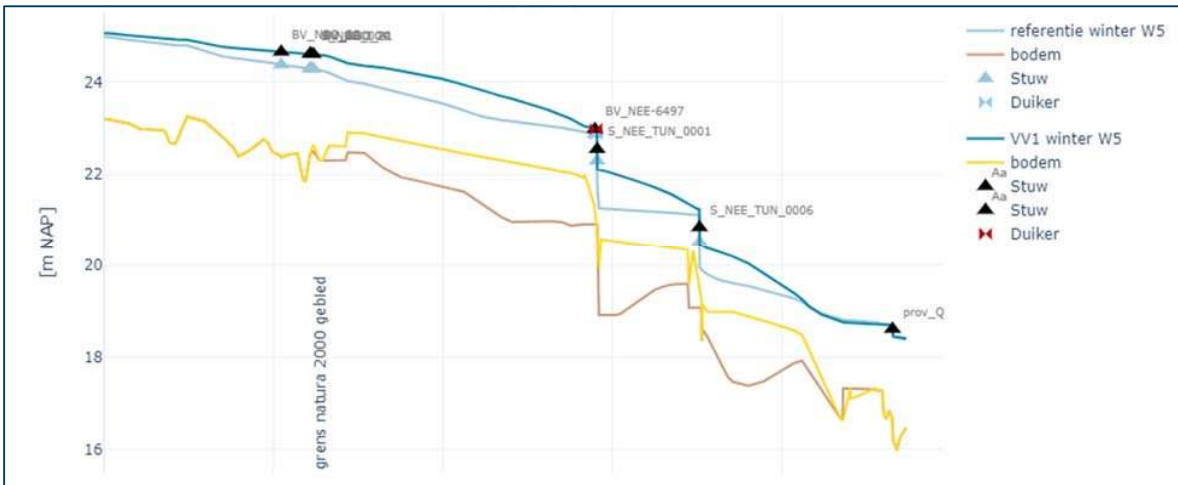
Samenvattend omvat het afgewogen maatregelenpakket de volgende maatregelen:

- Verhogen beekbodem:
  - Traject A, Leubeek bovenstrooms van Sint-Elisabethsmolen: conform maatregel 3a.
  - Traject B, Leubeek tussen beide watermolens: conform maatregel 3a.
  - Traject C, Leubeek stroomafwaarts Sint Ursulamolen: 20 cm extra verhoging van de beekbodem ten opzichte van maatregel 3a.
  - Traject D, Zelsterbeek: alleen in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek verhogen beekbodem conform maatregel 3a. Benedenstroomse deel geen beekbodemverhoging.
  - Traject E, Neerbeek benedenstrooms van samenkomst: geen beekbodemverhoging.
- Verhoging stuwpeil Sint Elisabethsmolen en Sint Ursulamolen 20 cm gedurende de winterperiode.
- Verondiepen detailontwatering binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied tot maximaal 20 cm onder maaiveld. Alleen de sloten, greppels en rabatten waar volgens onderzoek van de Bosgroep (Bosgroep Zuid Nederland, 2018) geen natuurschade is te verwachten.

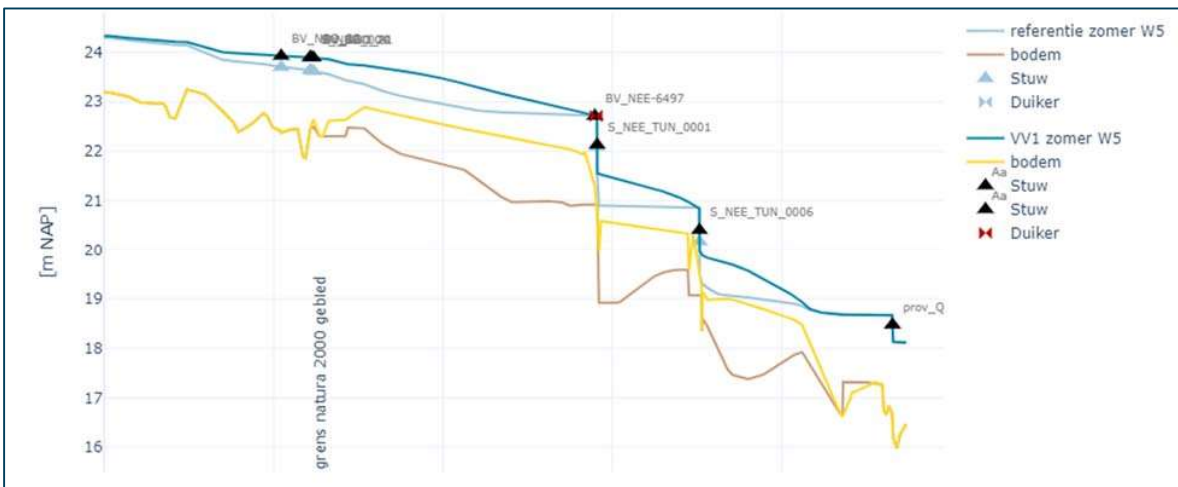
#### 7.4.2 Effecten op peilen in de beken

Met het gevalideerde oppervlaktewatermodel voor Leudal zijn de effecten van het afgewogen maatregelenpakket berekend op de waterstanden in de gemiddelde winter- en zomersituatie. De resultaten zijn weergegeven in de Figuren 7-29 tot en met 7-32.

Figuren 7-29 en 7-30 geven voor de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek de berekende veranderingen van de waterstanden in de wintersituatie respectievelijk zomersituatie weer. In de figuren is tevens het huidige en aangepaste bodemniveau weergegeven.



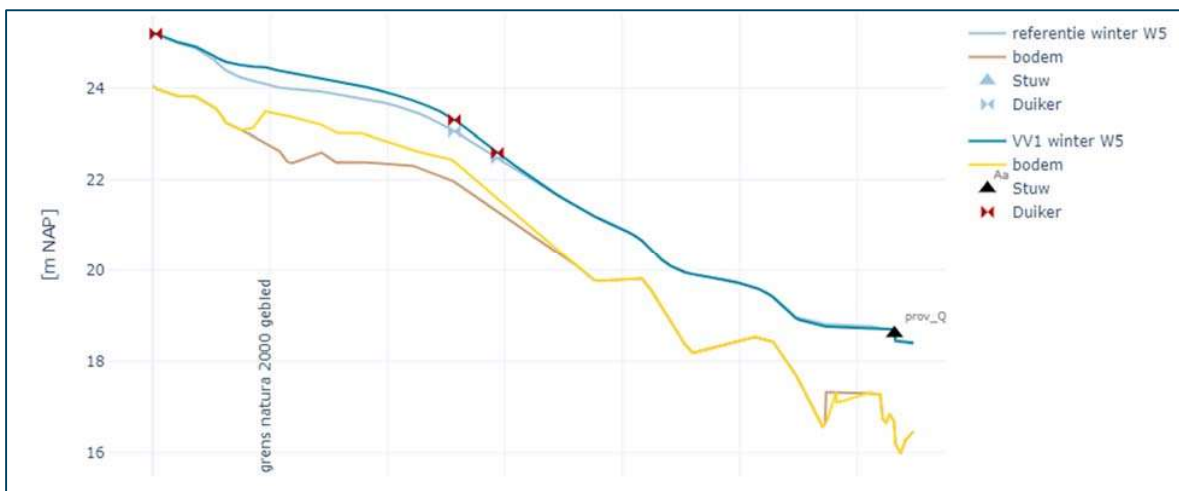
Figuur 7-29: Afgewogen maatregelenpakket: verandering waterstanden in de wintersituatie voor de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek



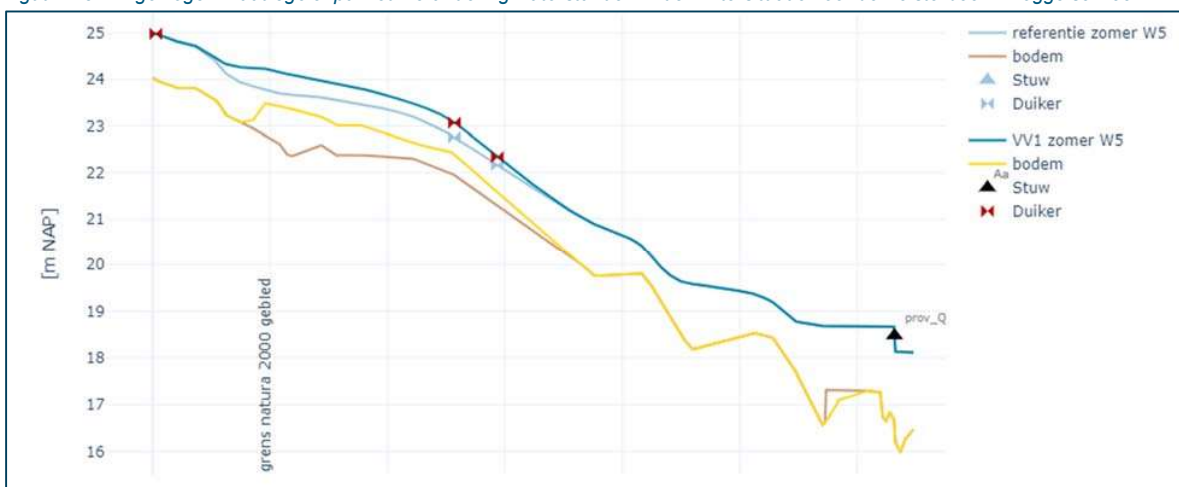
Figuur 7-30: Afgewogen maatregelenpakket: verandering waterstanden in de zomersituatie voor de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek

In de berekende waterstanden voor de wintersituatie is het effect van de beekboderverhoging en de stuwpeilverhoging bij de watermolens zichtbaar. De effecten op de waterstanden tijdens de zomerperiode zijn uitsluitend het gevolg van de beekboderverhoging.

Figuren 7-31 en 7-32 geven voor de Zelsterbeek / Roggelse Beek de berekende veranderingen van de waterstanden in de wintersituatie respectievelijk zomersituatie weer. In de figuren is tevens het huidige en aangepaste bodemniveau weergegeven.



Figuur 7-31: Afgewogen maatregelenpakket: verandering waterstanden in de wintersituatie voor de Zelsterbeek / Roggelse Beek



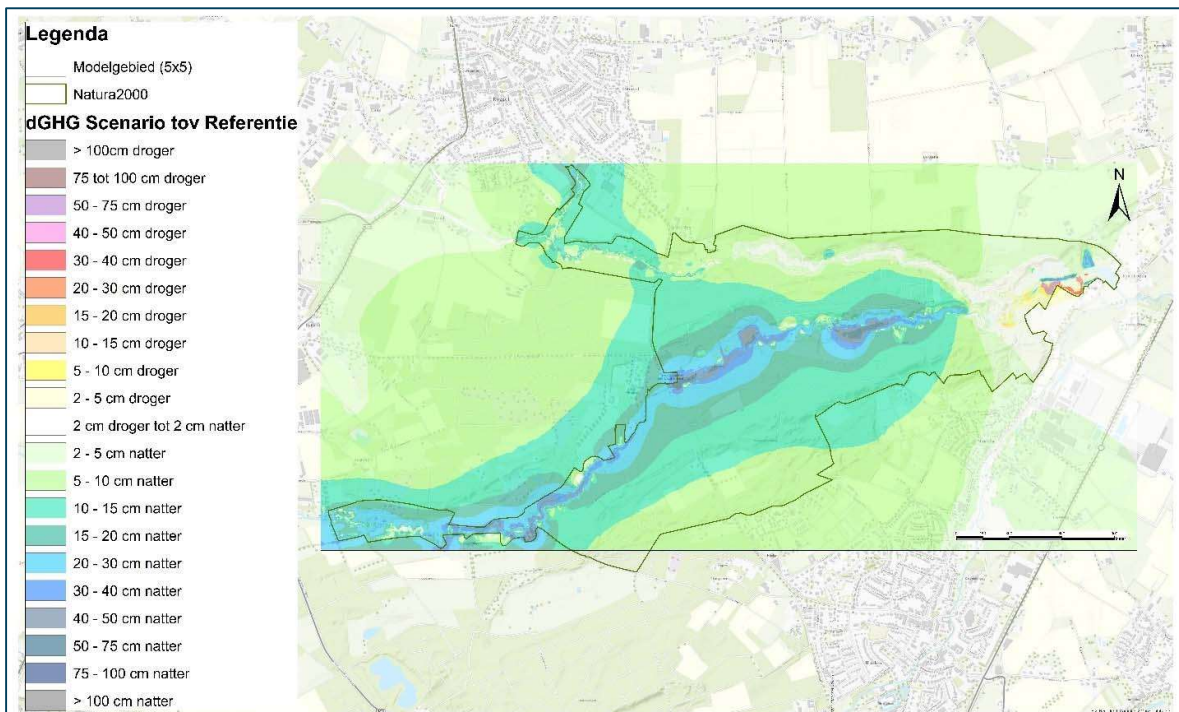
Figuur 7-32: Afgewogen maatregelenpakket: verandering waterstanden in de zomersituatie voor de Zelsterbeek / Roggelse Beek

In de berekende waterstanden is het effect van de beekboderverhoging in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek zichtbaar. Voor het benedenstroomse deel is geen verhoging van de beekbodem voorzien. Hier zijn dus ook geen waterstandsverhogingen berekend.

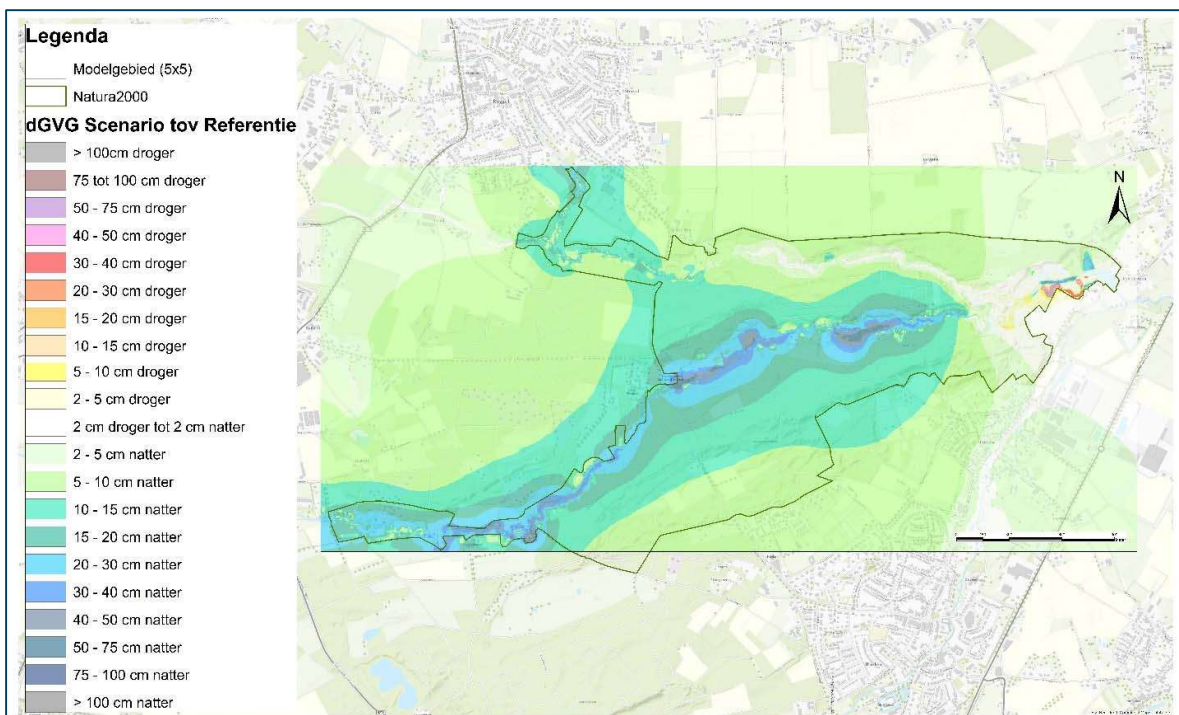
### 7.4.3 Effecten op grondwaterstanden en kwel

De grondwatereffecten als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket zijn doorgerekend met een verfijnde versie van het grondwatermodel. Voor het kerngebied (globaal de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal) is het modelgrid verfijnd van 25x25 m naar 5x5 m resolutie (zie ook paragraaf 4.2.1).

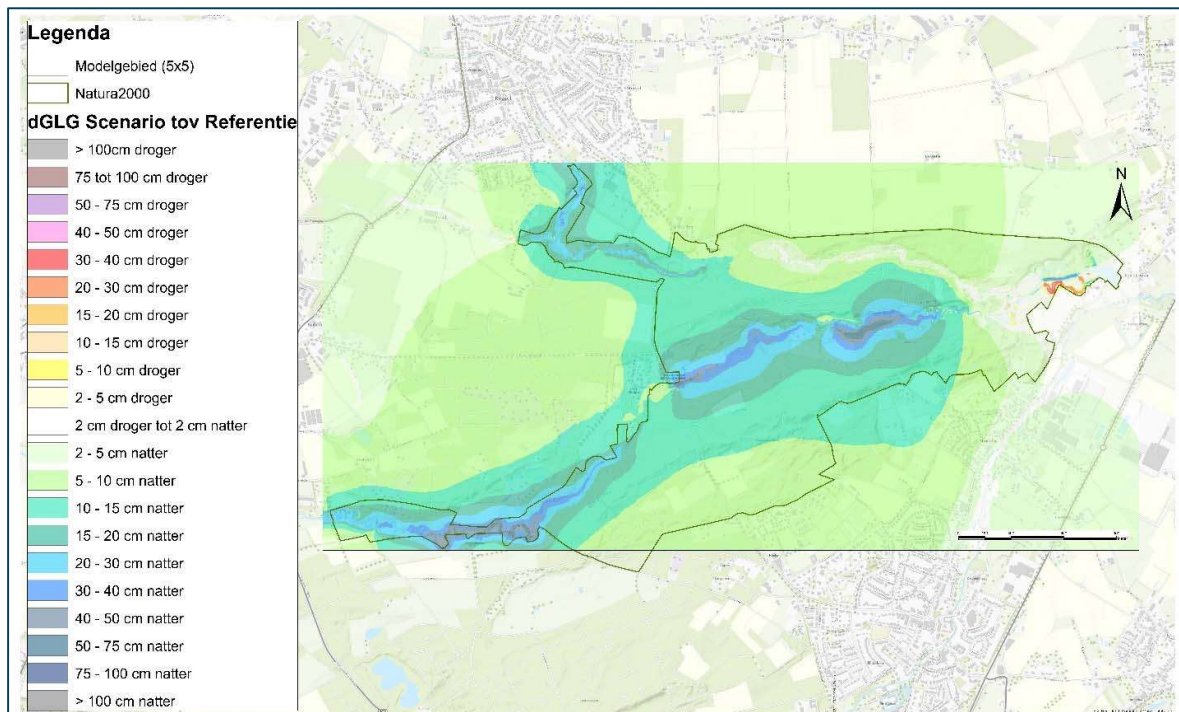
Figuren 7-33 tot en met 7-35 geven de berekende veranderingen weer in GHG, GVG en GLG, als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 7-33: Berekende verandering GHG. Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie



Figuur 7-34: Berekende verandering GVG. Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie

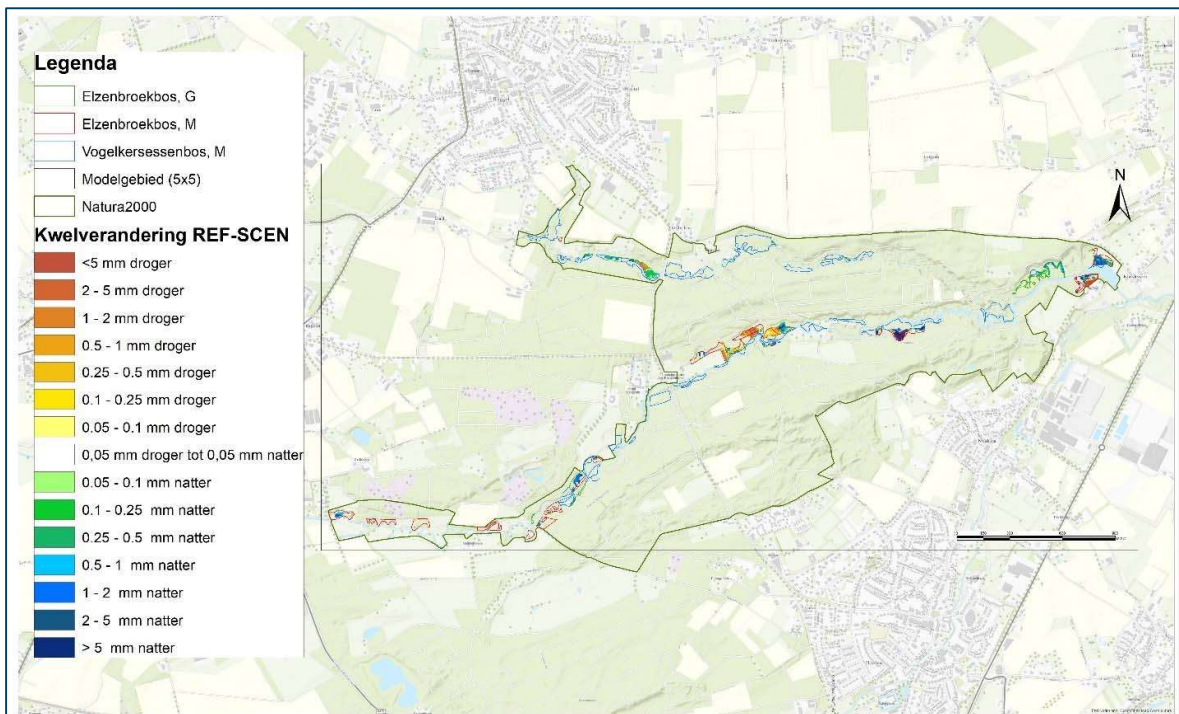


Figuur 7-35: Berekende verandering GLG. Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie

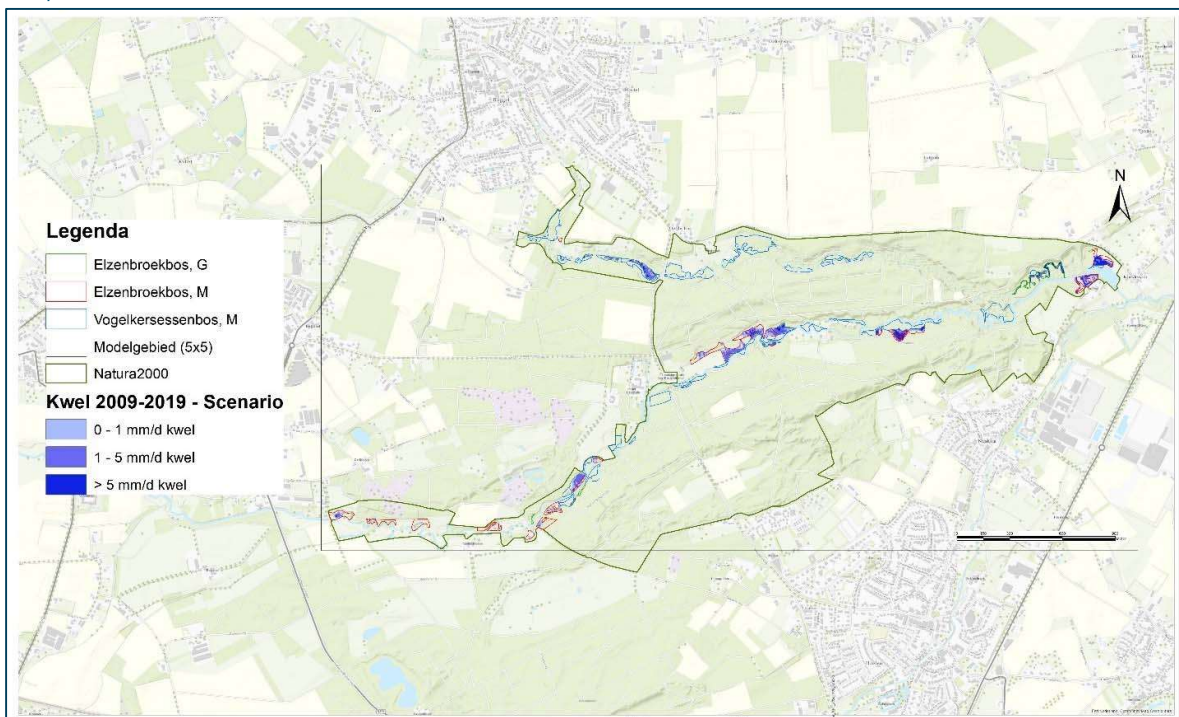
Verhogingen van de GHG, GVG en GLG zijn vooral te verwachten in het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek en het bovenstroomse deel van de Roggelse Beek / Zelsterbeek. Hier zijn verhogingen van de GHG, GVG en GLG te verwachten van 5 cm tot lokaal meer dan 75 cm. In het benedenstroomse deel van de Roggelse Beek / Zelsterbeek en het dal van de Neerbeek zijn de verhogingen beperkt (met uitzondering van het deel ten westen van de Roggelseweg). In het traject van de Neerbeek zorgt de aantakking van een oude meander ten zuiden van de huidige loop lokaal voor enige grondwaterstandsverlaging.

Figuur 7-36 geeft de berekende veranderingen van de kwel weer, als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten zijn alleen weergegeven binnen de begrenzingen van de grondwaterafhankelijke habitattypen. Door het verondiepen van de detailontwatering is lokaal enige afname van kwel te verwachten. Dit is met name het geval in het dal van de Leubeek tussen de Sint Elisabethsmolen en de samenkomst met de Zelsterbeek en lokaal in de bovenloop van de Zelsterbeek. Lokaal zorgt de beekbodemverhoging ook voor toename van de kwel. Dit effect treedt vooral op in het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen en het bovenstroomse deel van het dal van de Zelsterbeek.

Figuur 7-37 geeft de berekende kwel weer na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket. De berekende kwelveranderingen zijn betrekkelijk gering in verhouding tot de nu aanwezige kwel. Ook na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket is op veel plaatsen in de beekdalen nog sprake van aanzienlijke kwel. Het beeld na realisatie van het maatregelenpakket wijkt niet veel af van dat in de huidige situatie (vergelijk figuur 7-37 met figuur 7-3). Mogelijke oorzaak hiervoor is dat de effecten van de afzonderlijke maatregelen op de kwel tegengesteld zijn. Beekbodemverhoging zorgt voor toename van kwel. Peilverhoging van de watermolens en het verondiepen van de greppels leidt tot enige afname van kwel. Daardoor vallen in het afgewogen maatregelenpakket de effecten gedeeltelijk tegen elkaar weg.



Figuur 7-36: Berekende verandering kwel (binnen habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland). Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie



Figuur 7-37: Berekende kwel na realisatie afgewogen maatregelenpakket (binnen habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland)

#### 7.4.4 Effecten op doelbereik grondwaterafhankelijke habitattypen

##### Instandhoudingsdoelen

Figuren 7-38 en 7-39 geven het doelgat GVG weer voor de huidige situatie en de situatie na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket. In de kaarten zijn alleen de vlakken met Elzenbroekbos (goed en matig ontwikkeld) en Blauwgrasland weergegeven.

Tabellen 7-10 en 7-11 geven de areaalverdelingen weer van de berekende doelgat GVG, voor de referentiesituatie en het afgewogen maatregelenpakket.

Tabel 7-10: Arealverdeling doelgat GVG voor de referentiesituatie, met onderscheid naar habitattypen

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Geen doelgat GVG -10 tot +10 cm of te nat (ha)	Doelgat GVG 10 - 25 cm (ha)	Doelgat GVG 25-50 cm (ha)	Doelgat GVG meer dan 50 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,65	1,47	0,57	0,32	0,29
Elzenbroekbos	Matig	6,18	1,20	0,71	2,12	2,16
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,24	2,09	1,43	2,63	5,09
Blauwgrasland	Goed/matig	0,13	0,02	0,03	0,08	0,01

Tabel 7-11: Arealverdeling doelgat GVG na realisatie afgewogen maatregelenpakket, met onderscheid naar habitattypen

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Geen doelgat GVG -10 tot +10 cm of te nat (ha)	Doelgat GVG 10 - 25 cm (ha)	Doelgat GVG 25-50 cm (ha)	Doelgat GVG meer dan 50 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,65	2,06	0,22	0,16	0,22
Elzenbroekbos	Matig	6,18	2,70	1,29	1,11	1,08
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,24	3,86	1,33	2,18	3,86
Blauwgrasland	Goed/matig	0,13	0,09	0,03	0,01	0,00

Tabellen 7-10 en 7-11 laten zien dat door het afgewogen maatregelenpakket het doelgat GVG voor alle grondwaterafhankelijke habitattypen minder wordt. Over een substantieel deel van het areaal blijft ook na maatregelen een doelgat GVG bestaan. Opvallend is dat de totale oppervlaktes per habitattype afwijken van die in tabellen 7-1 tot en met 7-8. Dit komt door de verfijning van het modelgrid van 25x25 m naar 5x5 m.

In het dal van de Zelsterbeek / Roggelse Beek wordt in de huidige situatie over het algemeen voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG. Het berekende doelgat GVG ligt over het algemeen in de klasse tussen -10 en +10 cm. Slechts op enkele plekken ligt de GVG in de huidige situatie tot circa 25 cm te diep. Na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket ligt het doelgat GVG hier vrijwel overal tussen -10 en +10 cm en wordt dus volledig voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG.

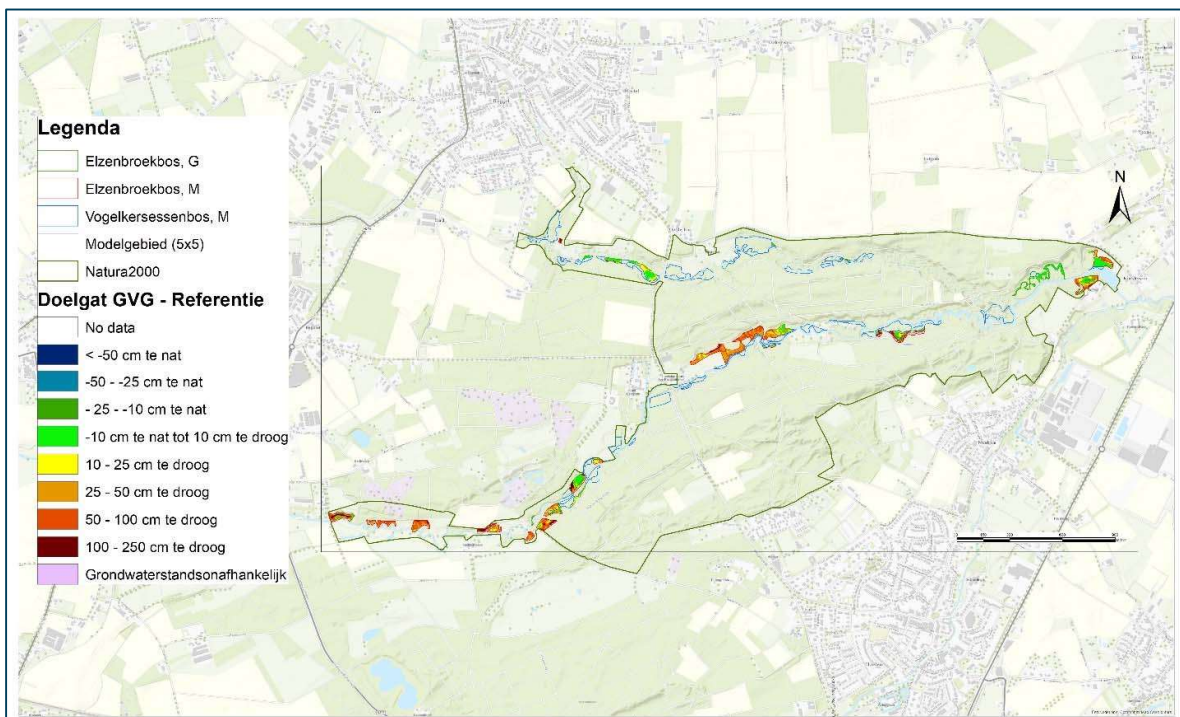
In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen ligt de GVG in de huidige situatie veelal te laag. Over grote delen bedraagt het doelgat GVG 25 tot 50 cm. Lokaal loopt dit op tot 50 cm tot zelfs meer dan 100 cm. Slechts in een enkel gebied wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG (doelgat GVG tussen -10 en +10 cm). Het afgewogen



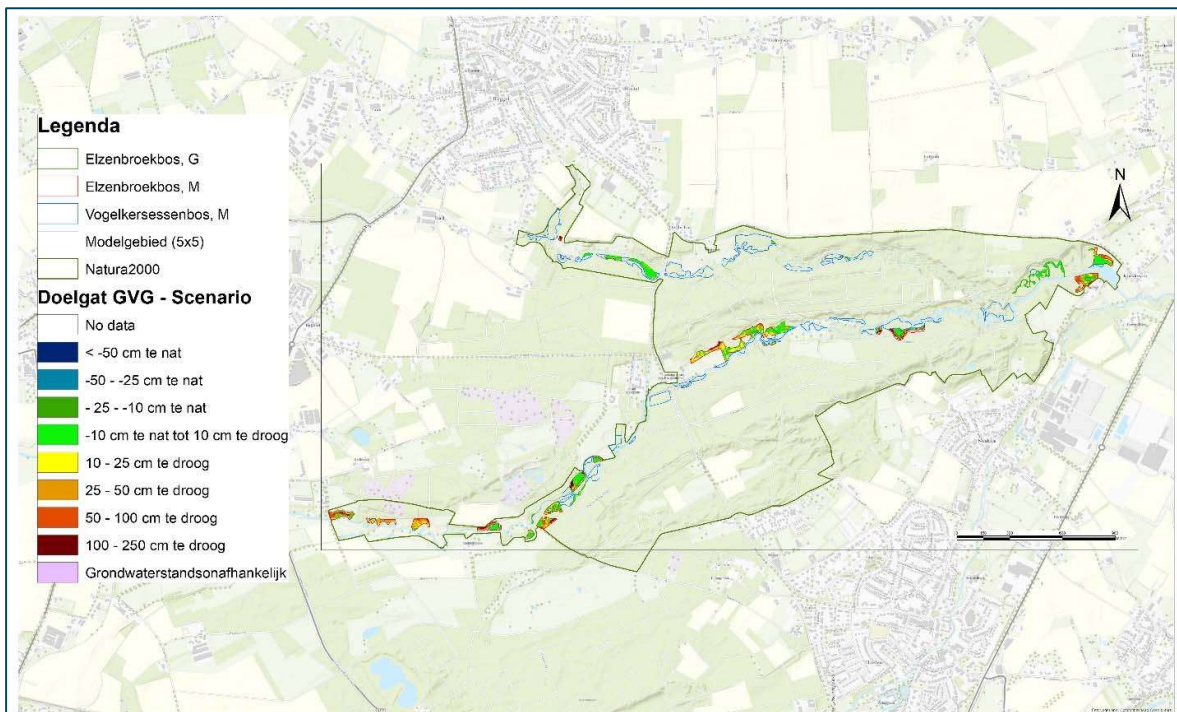
maatregelenpakket zorgt hier voor een flinke verbetering. Ongeveer de helft van het areaal voldoet aan de eisen ten aanzien van de GVG. Het resterende deel van het areaal heeft ook na maatregelen nog een doelgat GVG, maar dit is aanzienlijk kleiner dan het doelgat in de huidige situatie.

In het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Elisabethsmolen is het beeld in de huidige situatie wisselend. Over ongeveer 20 % van het areaal wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG (doelgat GVG tussen -10 en +10 cm). Op andere plaatsen ligt de GVG duidelijk te laag en varieert het doelgat GVG in het algemeen tussen 10 en 50 cm. Op enkele plekken bedraagt het berekende doelgat GVG zelfs meer dan 100 cm. Het afgewogen maatregelenpakket zorgt hier voor een flinke verbetering. Na maatregelen voldoet ongeveer 60% van het areaal aan de eisen ten aanzien van de GVG. Het resterende deel van het areaal heeft ook na maatregelen nog een doelgat GVG, maar dit is aanzienlijk kleiner dan het doelgat in de huidige situatie.

In het dal van de Neerbeek wordt in de huidige situatie over ongeveer 70 tot 80% van het areaal voldaan aan de eisen ten aanzien van de GVG. Het berekende doelgat GVG ligt hier in de klasse tussen -10 en +10 cm. Verder van de beek af loopt het doelgat GVG op, tot maximaal ongeveer 50 cm. Na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket blijft dit beeld grotendeels gelijk.



*Figuur 7-38: Doelgat GVG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie*



Figuur 7-39: Doelgat GVG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, situatie na realisatie afgewogen maatregelenpakket

Figuren 7-40 en 7-41 geven het doelgat GLG weer voor de huidige situatie en de situatie na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket. In de kaarten zijn alleen de vlakken met Elzenbroekbos (goed en matig ontwikkeld) en Blauwgrasland weergegeven. Voor wat betreft het Vogelkers-Essenbos gelden geen eisen ten aanzien van de GLG.

Tabellen 7-12 en 7-13 geven de areaalverdelingen weer van de berekende doelgat GVG, voor de referentiesituatie en het afgewogen maatregelenpakket.

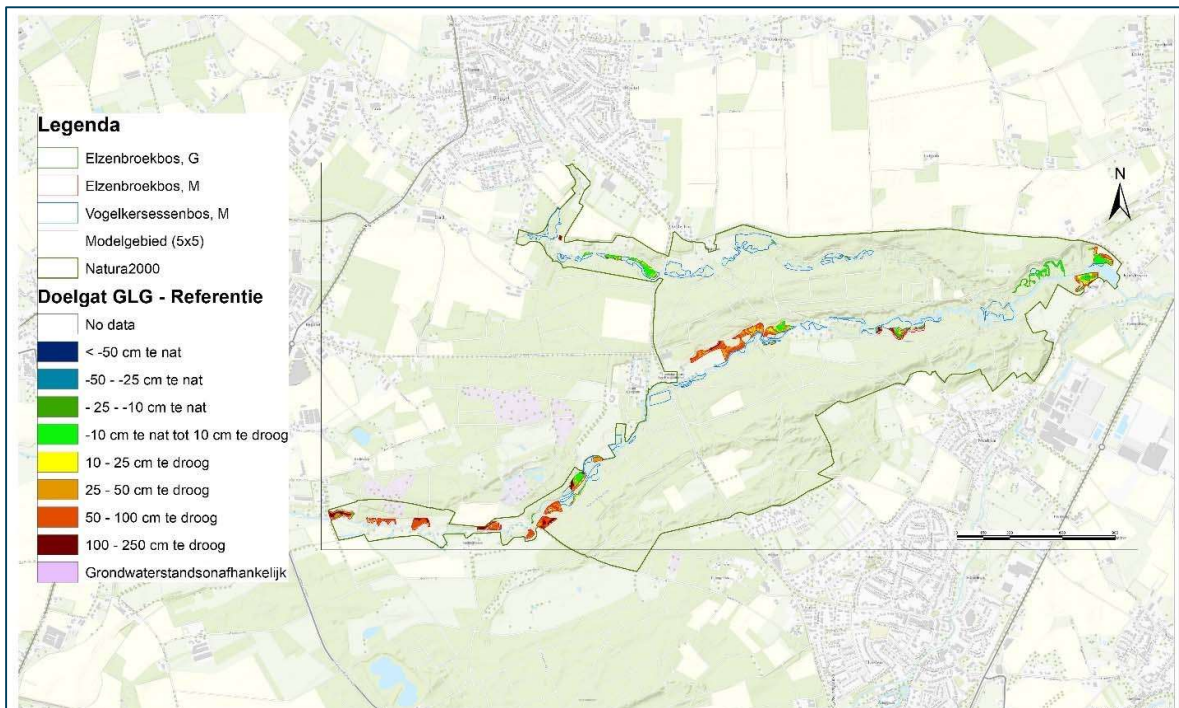
Tabel 7-12: Arealverdeling doelgat GLG voor de referentiesituatie, met onderscheid naar habitattypen

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Geen doelgat GLG -10 tot +10 cm of te nat (ha)	Doelgat GLG 10 - 25 cm (ha)	Doelgat GLG 25-50 cm (ha)	Doelgat GLG meer dan 50 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,65	1,54	0,32	0,39	0,40
Elzenbroekbos	Matig	6,18	1,07	0,52	1,41	3,19
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,24	1,67	1,13	2,50	5,96
Blauwgrasland	Goed/matig	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00

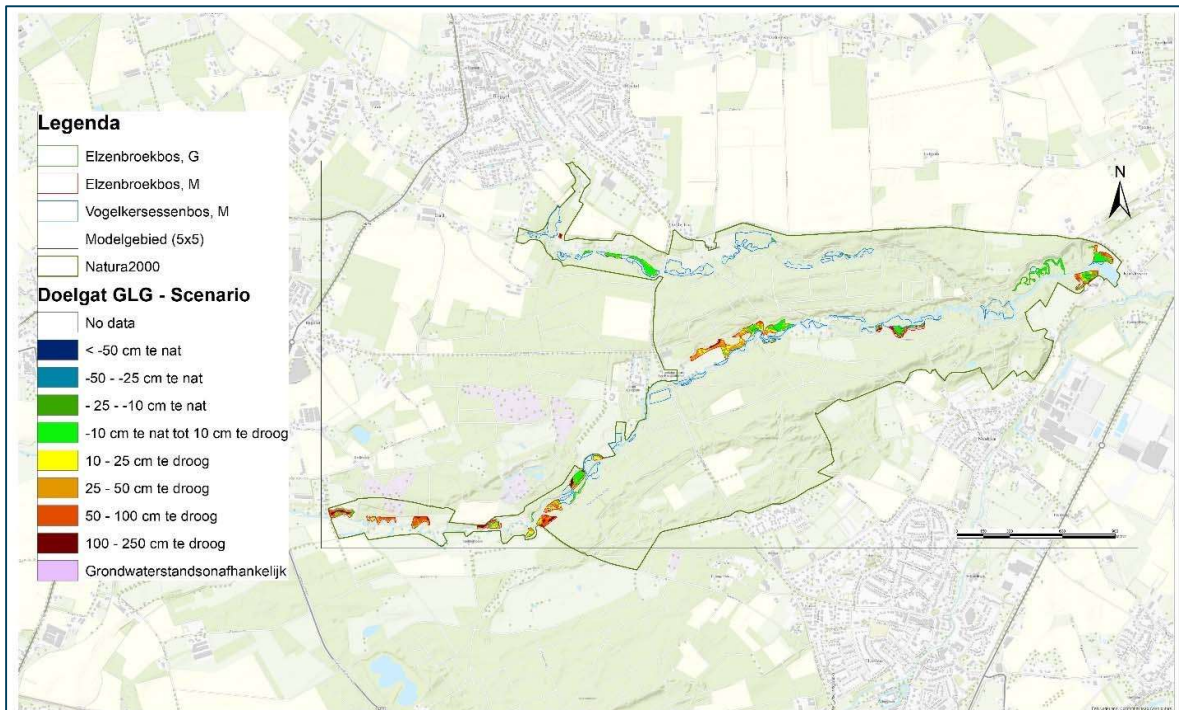
Tabel 7-13: Areaalverdeling doelgat GLG na realisatie afgewogen maatregelenpakket, met onderscheid naar habitattypen

Habitattype	Kwaliteit	Totale oppervlakte (ha)	Geen doelgat GLG -10 tot +10 cm of te nat (ha)	Doelgat GLG 10 - 25 cm (ha)	Doelgat GLG 25-50 cm (ha)	Doelgat GLG meer dan 50 cm (ha)
Elzenbroekbos	Goed	2,65	1,99	0,22	0,20	0,24
Elzenbroekbos	Matig	6,18	1,88	1,10	1,64	1,56
Vogelkers-Essenbos	Goed/matig	11,24	3,26	1,47	2,03	4,49
Blauwgrasland	Goed/matig	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00

Tabellen 7-12 en 7-13 laten zien dat door het afgewogen maatregelenpakket het doelgat GLG voor de habitattypen Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos minder wordt. Voor Blauwgrasland is in de referentiesituatie al geen sprake van een doelgat GLG. Na maatregelen blijft dit zo. Over een substantieel deel van het areaal Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos blijft ook na maatregelen een doelgat GLG bestaan. Opvallend is dat de totale oppervlaktes per habitattype afwijken van die in tabellen 7-1 tot en met 7-8. Dit komt door de verfijning van het modelgrid van 25x25 m naar 5x5 m.



Figuur 7-40: Doelgat GLG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie



*Figuur 7-41: Doelgat GLG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, situatie na realisatie afgewogen maatregelenpakket*

In het dal van de Zelsterbeek / Roggelse Beek wordt in de huidige situatie over het algemeen voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG. Het berekende doelgat GLG ligt over het algemeen in de klasse tussen -10 en +10 cm. Slechts op enkele plekken ligt de GLG in de huidige situatie tot circa 25 cm te diep. Na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket ligt het doelgat GLG hier vrijwel overal tussen -10 en +10 cm en wordt dus vrijwel volledig voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG.

In het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen ligt de GLG in de huidige situatie veelal te laag. Over grote delen bedraagt het doelgat GLG 50 tot 100 cm. Lokaal loopt dit zelfs op tot meer dan 100 cm. Slechts in een enkel gebied wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG (doelgat GVG tussen -10 en +10 cm). Het afgewogen maatregelenpakket zorgt hier voor enige verbetering. Na realisatie van de maatregelen voldoet ongeveer 20 à 30% van het areaal aan de eisen ten aanzien van de GLG. Het resterende deel van het areaal heeft ook na maatregelen nog een doelgat GLG, maar dit is aanzienlijk kleiner dan het doelgat in de huidige situatie.

Ook in het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek stroomafwaarts van de Sint Elisabethsmolen ligt de GLG in de huidige situatie meestal te laag. Over het grootste deel van dit gebied ligt het doelgat GLG tussen de 25 en 50 cm. Lokaal loopt dit zelfs op tot meer dan 100 cm. Slechts op een enkele plek wordt in de huidige situatie voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG (doelgat GLG tussen -10 en +10 cm). Het afgewogen maatregelenpakket zorgt hier voor duidelijke verbetering. Na realisatie van de maatregelen voldoet ongeveer 30% van het areaal aan de eisen ten aanzien van de GLG. Het resterende deel van het areaal heeft ook na maatregelen nog een doelgat GLG, maar dit is aanzienlijk kleiner dan het doelgat in de huidige situatie.

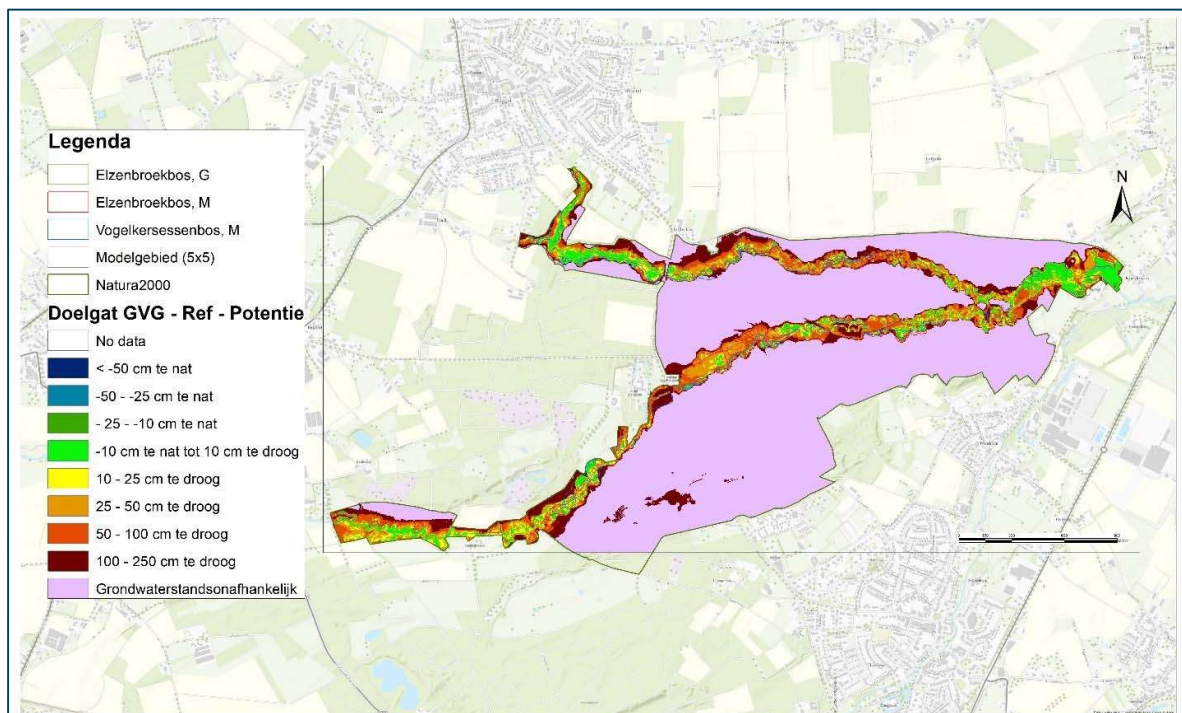
In het dal van de Neerbeek wordt in de huidige situatie over ongeveer 70 % van het areaal voldaan aan de eisen ten aanzien van de GLG. Het berekende doelgat GLG ligt hier in de klasse tussen -10 en +10 cm. Verder van de beek af loopt het doelgat GLG op, tot maximaal ongeveer 50 cm. Na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket blijft dit beeld grotendeels gelijk.

### Kansen voor uitbreiding

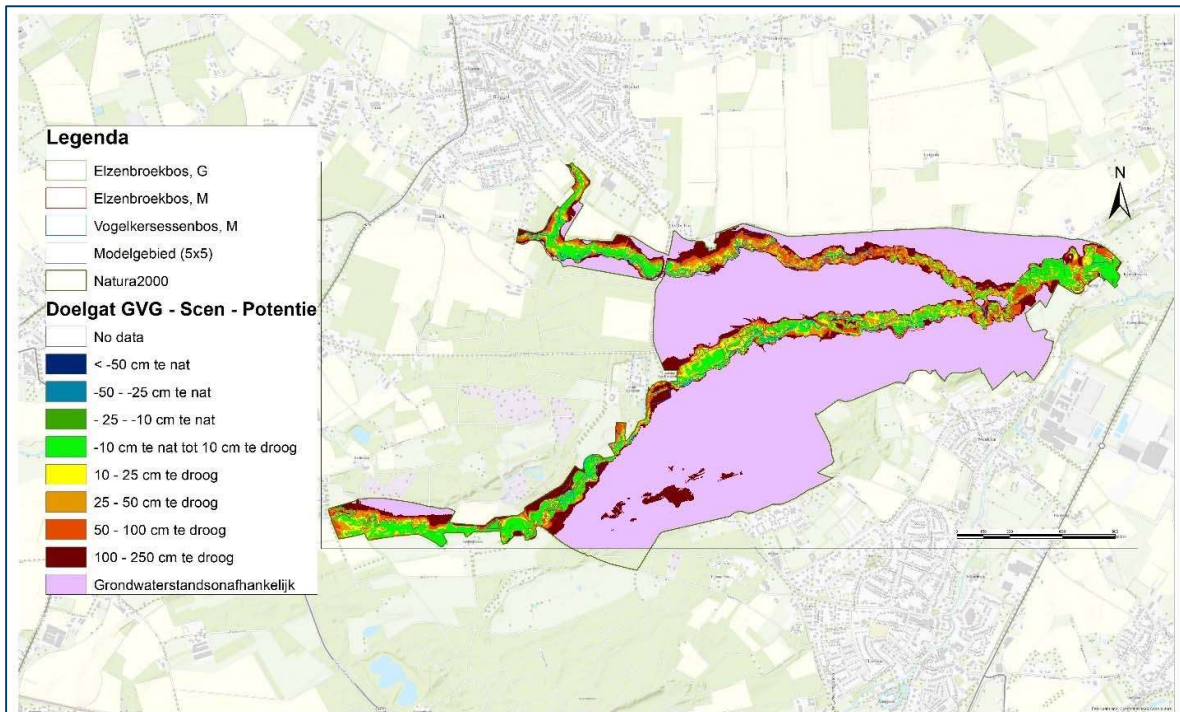
Voor het habitattype Vochtig alluviaal bos geldt in het Natura2000-gebied Leudal een doelstelling ten aanzien van uitbreiding van het areaal. Om de kansen voor areaaluitbreiding te beoordelen is voor alle beekdalen binnen de Natura2000-begrenzing beoordeeld waar in de huidige situatie al wordt voldaan aan de eisen van het type Elzenbroekbos ten aanzien van de GVG en de GLG en hoe dit zich ontwikkelt als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in Figuren 7-42 tot en met 7-45.

Figuur 7-42 geeft voor alle beekdalen binnen de Natura2000-begrenzing het doelgat GVG voor de huidige situatie weer, uitgaande van de eisen van het type Elzenbroekbos (ongeacht of het habitattype aanwezig is of niet). In de huidige situatie zijn vooral het bovenstroomse deel van het dal van de Zelsterbeek en de Neerbeek (voor wat betreft de GVG) geschikt voor Elzenbroekbos. In mindere mate geldt dit ook voor de Leubeek stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen. Kennelijk ligt het bestaande areaal Elzenbroekbos hier juist in de gebieden met diepere grondwaterstanden.

Figuur 7-43 geeft, op dezelfde wijze als figuur 7-42, het doelgat GVG na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket weer. Ook in deze figuur is het doelgat GVG bepaald op basis van de eisen van het type Elzenbroekbos (ongeacht of het habitattype aanwezig is of niet). Als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket neemt de geschiktheid voor Elzenbroekbos (voor wat betreft de GVG) vooral toe in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek, zowel bovenstrooms als benedenstrooms van de Sint Elisabethsmolen.

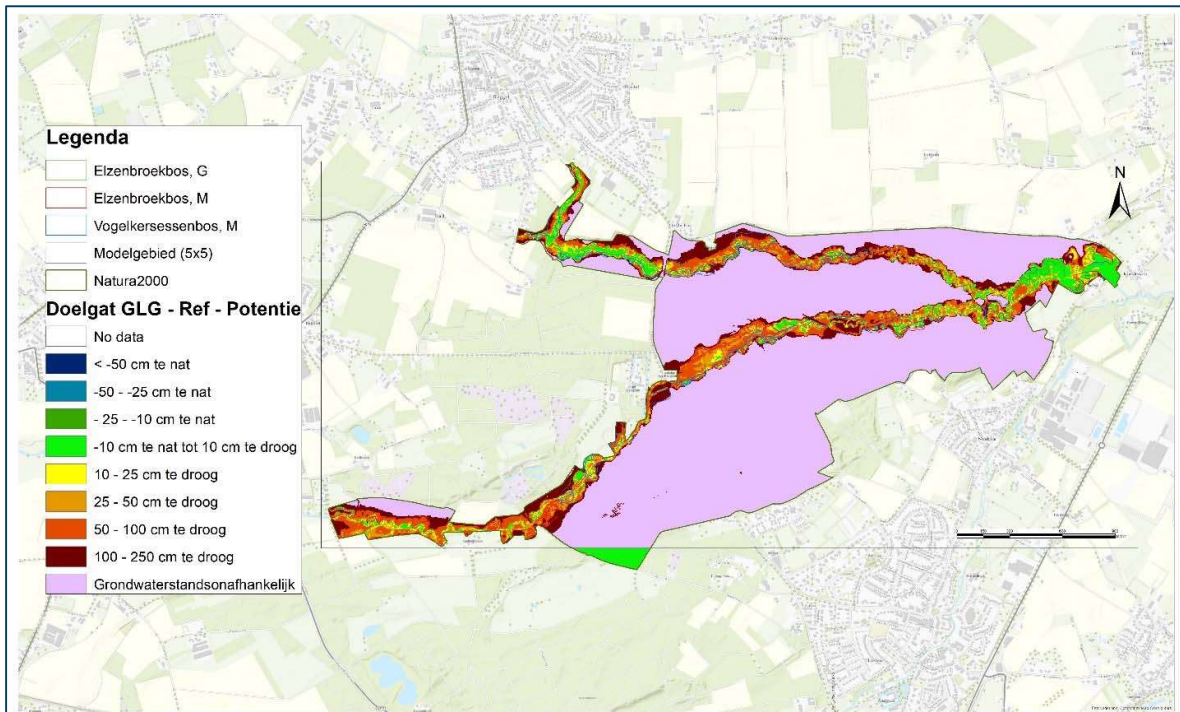


Figuur 7-42: Toetsing berekende GVG huidige situatie aan hydrologische eisen Elzenbroekbos

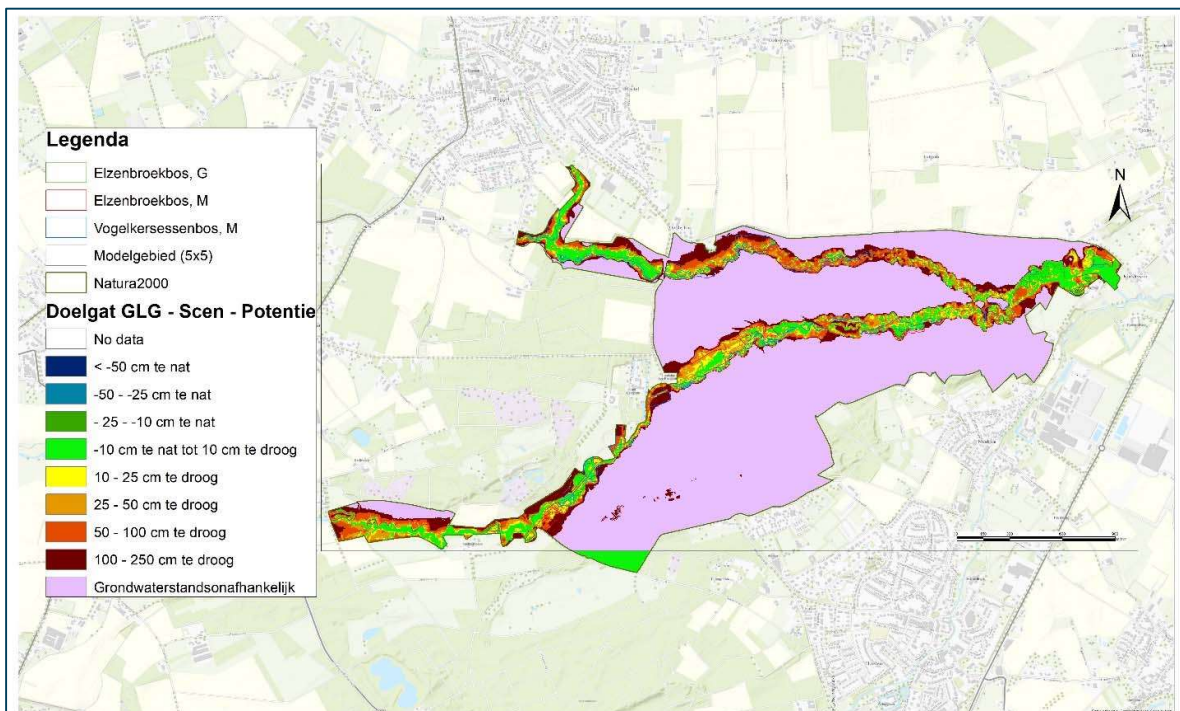


Figuur 7-43: Toetsing berekende GVG na realisatie afgewogen maatregelenpakket aan hydrologische eisen Elzenbroekbos

Dezelfde analyse is uitgevoerd voor de GLG. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 7-44 en Figuur 7-45. Ook voor de GLG geldt dat door het afgewogen maatregelenpakket de geschiktheid voor Elzenbroekbos vooral toeneemt in het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek, zowel bovenstrooms als benedenstrooms van de Sint Elisabethsmolen.



Figuur 7-44: Toetsing berekende GLG huidige situatie aan hydrologische eisen Elzenbroekbos



Figuur 7-45: Toetsing berekende GLG na realisatie afgewogen maatregelenpakket aan hydrologische eisen Elzenbroekbos

### Effecten voor overige waterafhankelijke habitattypen en -soorten

Binnen het Natura2000-gebied komt tevens het habitatype H3260\_A, Beken en rivieren met waterplanten (waterranonkels) voor. Dit habitatype komt uitsluitend in de beken voor, meer specifiek in een aantal trajecten van de Tungelroyse Beek bovenstrooms van de Sint Elisabethsmolen en in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek. Over beide trajecten is in het afgewogen maatregelenpakket verondieping van de beekbodem voorzien. Als deze beekbodemverhoging te snel wordt gerealiseerd, zonder rekening te houden met de voorkomens van de waterranonkels, is er groot risico op vernietiging van dit habitatype. Het is dan ook van belang dat de beekbodemverhoging gefaseerd wordt uitgevoerd en op een zodanige wijze dat vernietiging van het habitatype H3260\_A (Waterranonkels) wordt voorkomen.

In de beken binnen het Leudal vormen tevens het leefgebied voor de habitatoorten Kleine Modderkruiper, Bittervoorn en Rivierdonderpad. Ook voor deze beschermde vissoorten is het van belang dat de beekbodemverhoging gefaseerd wordt uitgevoerd, op een zodanige wijze dat verslechtering of vernietiging van de leefgebieden van deze soorten wordt voorkomen.

### Samenvattend

- Het afgewogen maatregelenpakket zorgt voor een aanzienlijke verbetering van het ecologisch doelbereik voor de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal (Vochtige Alluviale Bossen en Blauwgrasland).
- In het dal van de Zelsterbeek en het dal van de Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen en de Neerbeek zijn het doelgat GVG en GLG na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket vrijwel overal verwaarloosbaar (-10 tot +10 cm). Er zijn hier wel pixels en smalle stroken, waar nog steeds een aanzienlijk doelgat GVG/GLG wordt berekend, maar deze zijn te verklaren uit het reliëf in combinatie met mogelijke kaartonzuiverheden in de habitattypenkaart. Voor dit deel van het N2000-gebied resulteert het afgewogen pakket herstelmaatregelen -voor wat betreft hydrologie en ecohydrologie- in het bereiken van de duurzame staat van instandhouding.
- Stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen en in een aantal percelen tussen de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen blijft na maatregelen over grotere oppervlaktes een doelgat GVG en/of GLG bestaan. Deze zijn niet te verklaren uit reliëf en/of kaartonzuiverheden in de habitattypenkaart. De duurzame staat van instandhouding wordt hier -voor wat betreft hydrologie en ecohydrologie- nog niet bereikt. Verdere optimalisatie is hier onder meer mogelijk door aanpassing van de grondwater-onttrekkingen voor beregening en drinkwaterwinning. Juist in dit (zuid)westelijke deel van het Natura2000-gebied heeft het graven van het Lateraalkanaal begin jaren '70 een sterk verdrogend effect gehad (zie effectberekeningen in het rapport van Sweco, 2018). Mogelijk vormt deze ingreep in dit deel van het Natura2000-gebied een belemmering voor het realiseren van de duurzame staat van instandhouding.
- De maatregelen zorgen in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek, vanaf de bovenstroomse Natura2000-begrenzing tot aan de instroom van de Zelsterbeek / Roggelse Beek, voor een aanzienlijke toename van het areaal dat -voor wat betreft GVG en GLG- geschikt is voor de ontwikkeling van Elzenbroekbos. Hier liggen potenties voor aanzienlijke uitbreiding van het areaal Vochtig Alluviaal Bos. Uiteraard is hier aanvullend ook aankoop, inrichting en aanpassing van het beheer voor nodig.
- Om verslechtering of vernietiging van het leefgebied van het habitatype H3260\_A (Waterranonkels) en de habitatoorten Kleine Modderkruiper, Bittervoorn en Rivierdonderpad te voorkomen, is het van belang dat de verondieping van de beekbodem gefaseerd wordt uitgevoerd. Tijdens de verdere planmatige uitwerking dient een protocol te worden uitgewerkt, waarmee verslechtering, verstoring of vernietiging van de leefgebieden van dit habitatype en genoemde habitatoorten wordt voorkomen.



### 7.4.5 Effecten bij hoogwater

Met het gevalideerde oppervlaktewatermodel voor Leudal zijn de effecten van het afgewogen maatregelenpakket ook doorgerekend voor de volgende hoogwatersituaties:

- T=1: de maatgevende afvoer, ofwel de maximale afvoer die gemiddeld eens per jaar voorkomt.
- T=10: de afvoer, die gemiddeld eens per 10 jaar wordt overschreden.
- T=100: de afvoer, die gemiddeld eens per 100 jaar wordt overschreden.

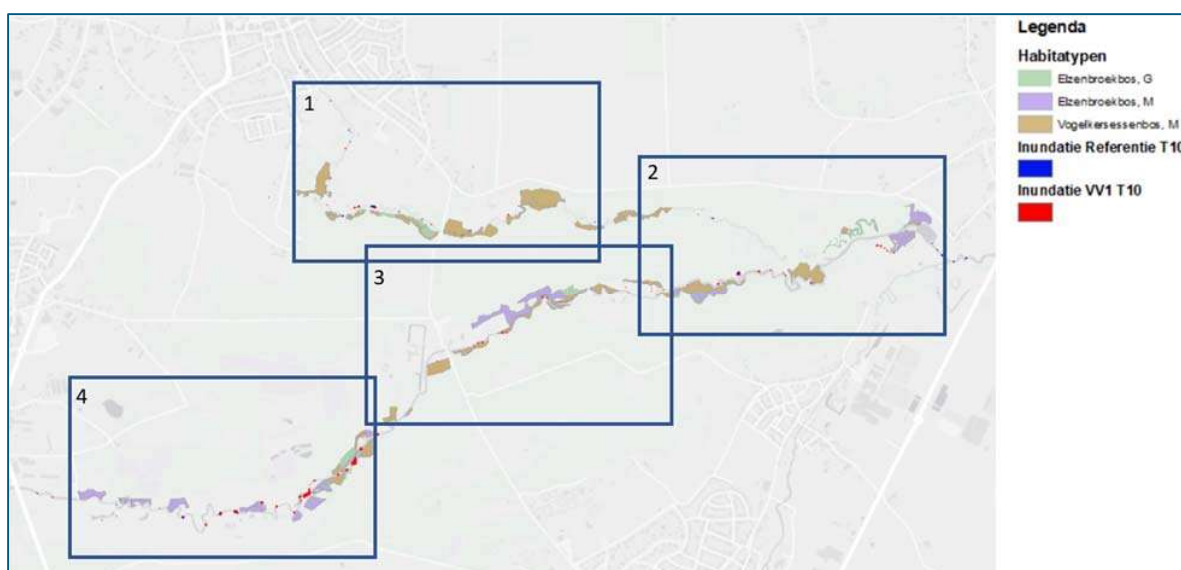
#### Ongewenste overstroming grondwaterafhankelijke habitattypen

Hoewel de waterkwaliteit van de Tungelroyse Beek en de Roggelse Beek de laatste decennia aanzienlijk verbeterd is, worden in beide beken nog steeds vrij hoge concentraties nitraat en fosfor aangetroffen (dit laatste vooral in de Roggelse Beek). In de Tungelroyse Beek is bovendien sprake van hoge concentraties natrium, chloride, bromide en magnesium. Het water van de Zelsterbeek / Roggelse Beek bevat ook zeer hoge concentraties kalium. Tot het einde van de jaren '80 was het water van de Tungelroyse Beek ook sterk belast met zware metalen vanuit de zinkfabriek in Budel. Deze situatie hoort echter tot het verleden.

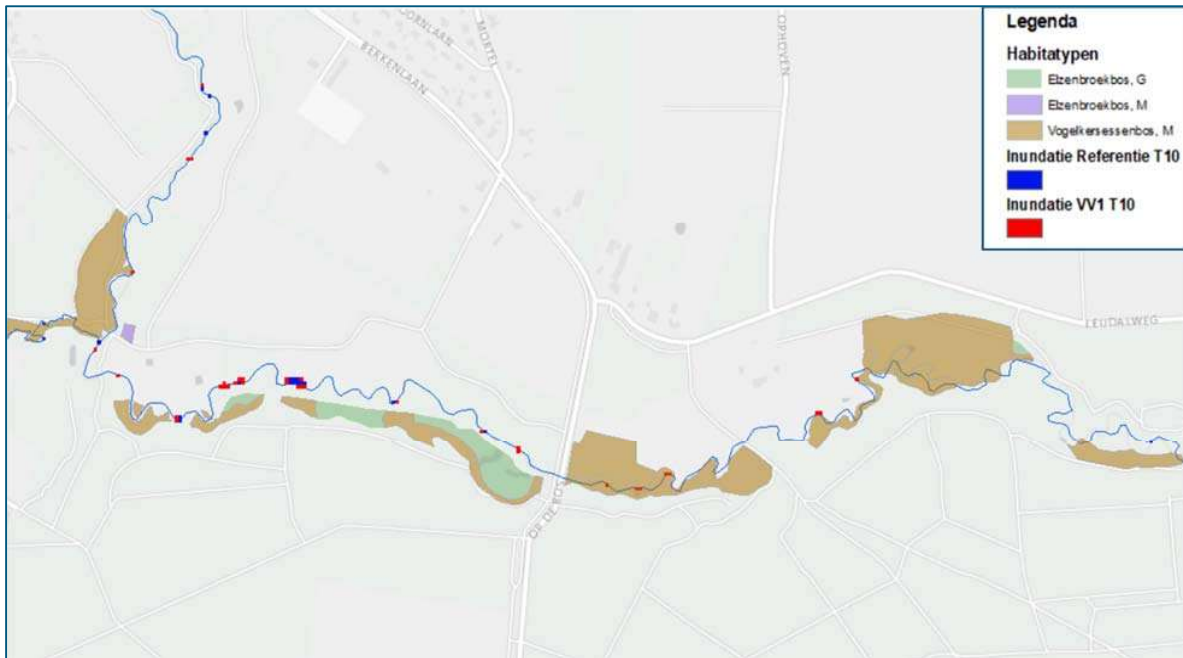
Ook met de huidige waterkwaliteit zorgt overstroming met beekwater voor een risico op verzuuring en eutrofiëring van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal.

Om deze reden zijn met het oppervlaktewatermodel de inundaties berekend in geval van een T=10 hoogwatersituatie. Daarbij is onderscheid gemaakt naar de huidige situatie en de situatie na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in de onderstaande figuren 7-46 tot en met 7-50.

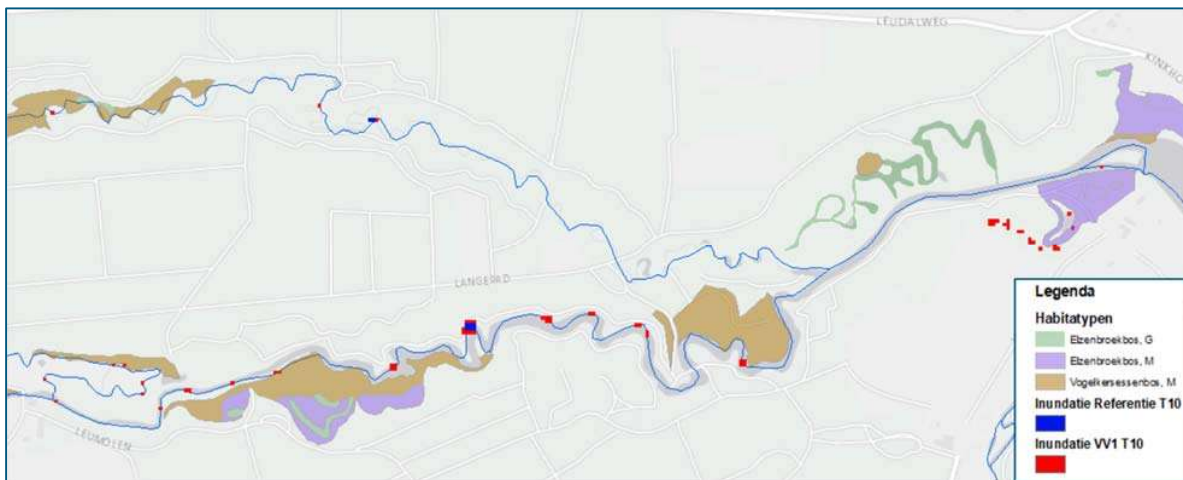
Figuur 7-46 geeft de berekende inundaties bij een T=10 hoogwatersituatie weer, voor de huidige situatie (blauw) en de extra inundatie als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket (rood). Figuren 7-47 tot en met 7-50 geven de resultaten van de analyse in meer detail weer voor de deelgebieden 1 tot en met 4.



Figuur 7-46: Berekende inundatie bij T=10 hoogwatersituatie. Inundatie in de huidige situatie (blauw) en extra inundatie als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket (rood)



Figuur 7-47: Detailkaart deelgebied 1, bovenloop Zelsterbeek. Berekende inundatie bij T=10 hoogwatersituatie. Inundatie in de huidige situatie (blauw) en extra inundatie als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket (rood)



Figuur 7-48: Detailkaart deelgebied 2, Neerbeek. Berekende inundatie bij T=10 hoogwatersituatie. Inundatie in de huidige situatie (blauw) en extra inundatie als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket (rood)



Figuur 7-49: Detailkaart deelgebied 3, Leubeeck tussen de watermolens. Berekende inundatie bij T=10 hoogwatersituatie. Inundatie in de huidige situatie (blauw) en extra inundatie als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket (rood)



Figuur 7-50: Detailkaart deelgebied 4, Leubeeck stroomopwaarts van Elisabethsmolen. Berekende inundatie bij T=10 hoogwatersituatie. Inundatie in de huidige situatie (blauw) en extra inundatie als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket (rood)

Voor alle deelgebieden geldt dat de extra inundatie bij een T=10 hoogwater als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket minimaal is. Extra inundatie treedt bovendien voornamelijk op in de oeverzones van de beken, voor het overgrote deel buiten de begrenzings van de gekarteerde grondwaterafhankelijke habitattypen. De extra inundaties in geval van een T=1 hoogwatersituatie zijn nog veel geringer dan die bij een T=10 hoogwatersituatie.

Op basis van de uitgevoerde analyse kan worden geconcludeerd dat het afgewogen maatregelenpakket nauwelijks tot extra inundatie van de grondwaterafhankelijke habitattypen leidt. Het risico op verzuivering en eutrofiëring is daardoor zeer gering.

### Risico overstrooming bebouwing

Aan de hand van de berekende waterstanden bij een T=100 hoogwatersituatie is beoordeeld of er als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket extra risico op overstrooming van bebouwing ontstaat. Figuren 7-51 en 7-52 geven de berekende inundaties weer in Roggel en Heythuysen, na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket.

Beide figuren laten zien dat de overstrooming beperkt blijft tot de niet bebouwde delen (tuinen, openbare ruimte). Om risico's uit te sluiten, zijn in de planfase wellicht aanvullende hoogtemetingen nodig. Ook buiten de bebouwde kernen Roggel en Heythuysen zorgt het afgewogen maatregelenpakket in geval van een T=100 hoogwatersituatie niet tot extra inundatie van bebouwing.

In praktijk treedt in de huidige situatie wateroverlast op rondom de Spickerhoeve. Aangezien de hoogwaterstanden bij T=1, T=10 en T=100 hier door het afgewogen maatregelenpakket (met name door de beekbodempluiging) met enkele decimeters stijgen, neemt deze problematiek mogelijk verder toe.



Figuur 7-51: Berekende inundaties bebouwde kern Roggel. T=100 hoogwatersituatie. Na uitvoering van het afgewogen maatregelenpakket. NB: stroomopwaarts van de dikke zwarte lijn zijn door de maatregelen geen waterstandsverhogingen te verwachten



Figuur 7-52: Berekende inundaties bebouwde kern Heythuysen. T=100 hoogwatersituatie. Na uitvoering van het afgewogen maatregelenpakket

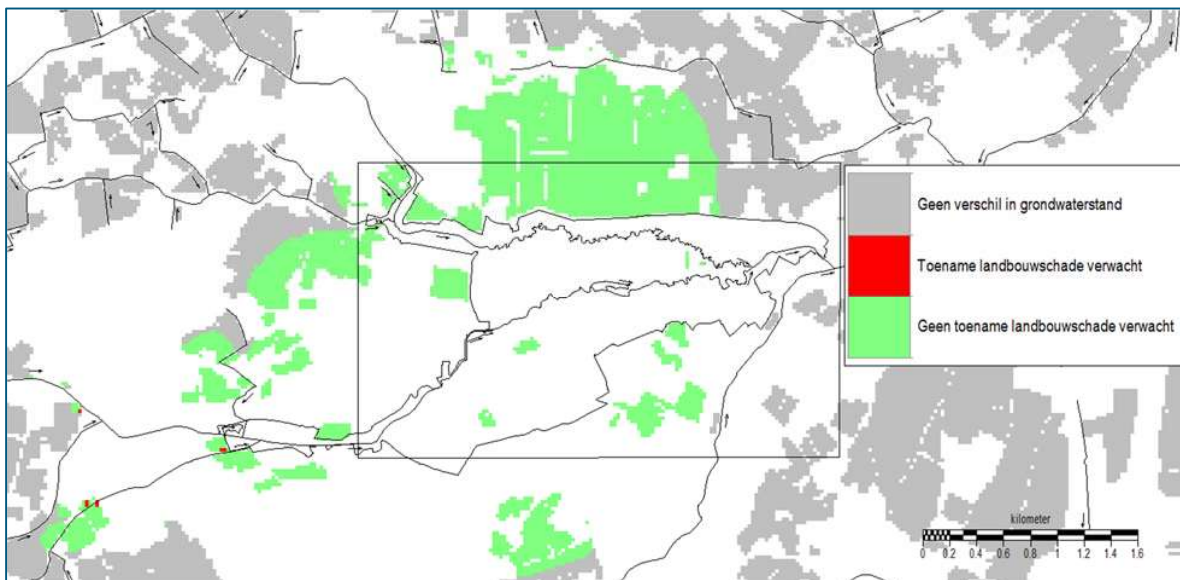
#### 7.4.6 Overige effecten

##### Landbouw

Op basis van de berekende GHG voor de huidige situatie en na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket is beoordeeld waar mogelijk natschade aan landbouw is te verwachten. Hiervoor is een selectie gemaakt van alle percelen met:

- Functie landbouw;
- Een berekende verhoging van de GHG ten opzichte van de huidige situatie meer dan 5 cm;
- Een GHG na uitvoering van het afgewogen maatregelenpakket ondieper dan 50 cm.

Als deze voorwaarden niet van toepassing zijn, is het risico op natschade als verwaarloosbaar te beschouwen.



Figuur 7-53: Analyse risico natschade als gevolg van afgewogen maatregelenpakket

Figuur 7-53 geeft de resultaten van deze analyse weer. In groen zijn alle landbouwpercelen in en rond het Natura2000-gebied Leudal weergegeven met een GHG-stijging van meer dan 5 cm. In rood zijn de landbouwpercelen weergegeven waar de GHG na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket ondieper is dan 50 cm beneden maaiveld. Voor deze percelen is toename van natschade niet uit te sluiten.

Op basis van deze analyse kan worden geconcludeerd dat het afgewogen maatregelenpakket nauwelijks tot extra natschade op landbouwpercelen leidt.

##### Doelbereik Kaderrichtlijn Water

Voor het realiseren van de doelstellingen vanuit de Kaderrichtlijn Water is de stroomsnelheid van de beken gedurende de zomerperiode een sleutelfactor. Voor het behalen van de KRW-doelen is het van belang dat het afgewogen maatregelenpakket niet leidt tot structurele afname van de stroomsnelheden in de beken gedurende de zomerperiode.

Figuren 7-54 en 7-55 geven voor de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek respectievelijk Zelsterbeek / Roggelse Beek de berekende stroomsnelheid voor de zomerperiode weer, voor de huidige situatie en de situatie na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket.

De figuren laten zien dat het afgewogen maatregelenpakket niet leidt tot structurele verlaging van de stroomsnelheden gedurende de zomerperiode. Over de meeste trajecten is zelfs sprake van enige toename van de stroomsnelheden.

Als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket zijn daarom geen negatieve effecten te verwachten met betrekking tot het doelbereik voor de Kaderrichtlijn Water.



Figuur 7-54: Berekende stroomsnelheid gedurende de zomerperiode in de Tungelroyse Beek / Leubeek / Neerbeek. Huidige situatie (lichtblauw) en situatie na realisatie afgewogen maatregelenpakket (donkerblauw)



Figuur 7-55: Berekende stroomsnelheid gedurende de zomerperiode in de Roggelse Beek / Zelsterbeek. Huidige situatie (lichtblauw) en situatie na realisatie afgewogen maatregelenpakket (donkerblauw)

### Functioneren watermolens

Het afgewogen maatregelenpakket zorgt -als gevolg van de voorgestelde beekbodemverhoging en verhoging van het stuwpeil gedurende de winterperiode- voor vermindering van het verval over de molens. Tabel 7-13 geeft voor beide watermolens het boven- en benedenstroomse waterpeil in de winter-respectievelijk zomersituatie weer, in de referentiesituatie en de situatie na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket.

Tabel 7-14: Boven- en benedenstroomse peilen watermolens, winter- en zomersituatie, referentiesituatie en situatie na realisatie afgewogen maatregelenpakket

	Elisabethsmolen bovenstrooms (m + NAP)	Elisabethsmolen benedenstrooms (m+ NAP)	Ursulamolen bovenstrooms (m + NAP)	Ursulamolen benedenstrooms (m + NAP)
Referentiesituatie- winter	22,87	21,27	21,12	19,89
Maatregelenpakket - winter	22,98	22,10	21,25	20,43
Referentiesituatie- zomer	22,71	20,90	20,85	19,37
Maatregelenpakket - zomer	22,72	21,54	20,86	19,90

Tabel 7-14 laat zien dat door het afgewogen maatregelenpakket en dan met name door de beekbodemverhoging de benedenstroomse waterstand bij de molens flink hoger wordt. Als gevolg van de hogere afvoeren in de winter is dit effect het sterkst in de wintersituatie. Deze waterstandsverhogingen, en dan met name de benedenstroomse waterstandsverhogingen in de wintersituatie, hebben mogelijk consequenties voor het functioneren van de watermolens. Aan de hand van de nu beschikbare gegevens is het niet mogelijk om deze consequenties goed in beeld te brengen.

In de verdere planmatige uitwerking van de maatregelen is het van belang om een grondige inventarisatie te maken van de hoogtes en constructie van beide watermolens, met name voor wat betreft het waterrad. Op basis daarvan dienen eventuele consequenties voor de bedrijfsvoering en het beheer en onderhoud van beide watermolens verder te worden beoordeeld.



## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Algemeen

De doelstellingen van het hydrologisch onderzoek Leudal waren:

1. Doorontwikkeling van het bestaande grondwatermodel naar een hydrologisch modelinstrumentarium dat geschikt is voor de onderbouwing van de Natura2000 herstelmaatregelen.
2. Kwantificeren van de effecten van de huidige beregeningsonttrekkingen op het grondwaterregime en het doelbereik ter plaatse van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen Leudal.
3. Gebiedsgerichte uitwerking, dimensionering en (eco)hydrologische onderbouwing van de bovengenoemde hydrologische herstelmaatregelen uit het Natura2000 beheerplan Leudal.

### 8.2 Conclusies

Ten aanzien van deze doelstellingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

#### Ontwikkeling hydrologisch modelinstrumentarium

Het eerder door Sweco ontwikkelde stationaire grondwatermodel voor het Natura2000-gebied Leudal is op de volgende punten uitgebreid:

- De beken binnen het Natura2000-gebied (Leubeek, Zelsterbeek en Neerbeek) zijn geschematiseerd in een oppervlaktewatermodel. Dit oppervlaktewatermodel is opgezet op basis van nieuw ingemeten dwarsprofielen (opname april 2020) en gevalideerd aan de hand van momentaan gemeten waterstanden. Het oppervlaktewatermodel levert de hydrologische randvoorwaarden voor het grondwatermodel. Verder is het gebruikt voor de beoordeling van eventuele inundaties en de toetsing aan randvoorwaarden vanuit de KRW.
- De invoer voor het grondwatermodel is geüpdatet aan de hand van nieuw beschikbaar gekomen basisdata, waaronder REGIS II v2.2 en GeoTOP.
- Het grondwatermodel is tijdsafhankelijk opgezet, waarbij informatie m.b.t. de beekpeilen wordt overgenomen uit het oppervlaktewatermodel en de grondwateraanvulling en freatische berging wordt berekend met de rekenmodule MetaSWAP.
- Het grondwatermodel is zowel stationair als tijdsafhankelijk gekalibreerd.

In overleg met de projectgroep is geconcludeerd dat het hydrologisch modelinstrumentarium voldoende betrouwbaar is voor de onderbouwing van de effecten van herstelmaatregelen in het kader van Natura2000.

#### Effecten huidige beregeningsonttrekkingen voor de landbouw

Met het hydrologische modelinstrumentarium zijn de effecten van de huidige beregeningsonttrekkingen voor de landbouw op het grondwaterregime en het ecologisch doelbereik ter plaatse van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal gekwantificeerd.

- Uit de analyse van het doelgat GVG, het doelgat GLG en de berekende kwel blijkt dat de berekening uit grondwater in de huidige situatie de instandhoudingsdoelen van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal in negatieve zin beïnvloedt. Uit de beoordeling van de gegevens uit het Provinciale OGOR-meetnet blijkt dit niet.
- In vervolgonderzoek dient te worden onderzocht of deze negatieve beïnvloeding voldoende wordt weggenomen door de hydrologische herstelmaatregelen. Als dit niet of onvoldoende het geval blijkt, dient aanvullend te worden onderzocht waar en onder welke voorwaarden beregening uit grondwater wel mogelijk is binnen de eisen die worden gesteld vanuit Natura2000. Gedacht kan worden aan een zonering en/of voorwaarden of beperkingen aan het grondwaterverbruik voor beregening.

### **Uitwerking hydrologische herstelmaatregelen Natura2000-gebied Leudal**

Met het ontwikkelde en geijkte hydrologisch modelinstrumentarium zijn de volgende verkennende maatregelen doorgerekend en geanalyseerd:

1. Omvorming van naaldbos naar heide binnen de Natura2000-begrenzing
2. Dempden van alle detailontwatering (sloten, greppels, rabatten) binnen de Natura2000-begrenzing
- 3a. Verhoging van de beekbodem van alle beken binnen de Natura2000-begrenzing
- 3b. Verhoging van de stuwpeilen van de Sint Elisabethsmolen, de Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winterperiode.

Op basis van deze analyse is in overleg met de projectgroep een afgewogen maatregelenpakket vastgesteld, bestaande uit de volgende maatregelen:

- Verhogen beekbodem in de Tungelroyse Beek / Leubeek van de bovenstroomse Natura2000-begrenzing tot aan de instroom van de Zelsterbeek / Roggelse Beek;
- Verhogen beekbodem in het bovenstroomse deel van de Zelsterbeek / Roggelse Beek;
- Verhoging stuwpeil Sint Elisabethsmolen en Sint Ursulamolen met 20 cm gedurende de winterperiode;
- Verondiepen detailontwatering binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied tot maximaal 20 cm onder maaiveld. Alleen de sloten, greppels en rabatten waar volgens onderzoek van de Bosgroep (Bosgroep Zuid Nederland, 2018) geen natuurschade is te verwachten.

Omvorming van naaldbos naar heide is niet opgenomen in het afgewogen maatregelenpakket, omdat het geen noemenswaardige verbetering van het ecologisch doelbereik oplevert. Mogelijk is het wel een no-regret maatregel voor de langere termijn.

Op basis van berekeningen met het hydrologisch modelinstrumentarium en aanvullende analyses zijn de volgende conclusies en aanbevelingen geformuleerd ten aanzien van de effecten van het afgewogen maatregelenpakket.

- Het afgewogen maatregelenpakket zorgt voor een aanzienlijke verbetering van het ecologisch doelbereik voor de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal (Vochtige Alluviale Bossen en Blauwgrasland).
- In het dal van de Zelsterbeek en het dal van de Leubeek stroomafwaarts van de Sint Ursulamolen en de Neerbeek resulteert het afgewogen pakket herstelmaatregelen -voor wat betreft hydrologie en ecohydrologie- in het bereiken van de duurzame staat van instandhouding. Het doelgat GVG en GLG zijn hier na realisatie van het afgewogen maatregelenpakket vrijwel overal verwaarloosbaar (-10 tot +10 cm). Er zijn hier wel pixels en smalle stroken, waar nog steeds een aanzienlijk doelgat wordt berekend, maar deze zijn te verklaren uit het reliëf in combinatie met mogelijke kaartonzuiverheden in de habitattypenkaart.
- Stroomopwaarts van de Sint Elisabethsmolen en in een aantal percelen tussen de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen wordt de duurzame staat van instandhouding -voor wat betreft hydrologie en ecohydrologie- nog niet bereikt. Verdere optimalisatie is hier onder meer mogelijk door aanpassing van de grondwateronttrekkingen voor beregening en drinkwaterwinning. In dit deel van het gebied heeft het graven van het Lateraalkanaal begin jaren '70 een sterk verdrogend effect gehad. Mogelijk vormt deze ingreep in dit deel van het Natura2000-gebied een belemmering voor het realiseren van de duurzame staat van instandhouding.
- De maatregelen zorgen in het dal van de Tungelroyse Beek / Leubeek, vanaf de bovenstroomse Natura2000-begrenzing tot aan de instroom van de Zelsterbeek / Roggelse Beek, voor een aanzienlijke toename van het areaal dat -voor wat betreft GVG en GLG- geschikt is voor de ontwikkeling van Elzenbroekbos. Hier liggen potenties voor aanzienlijke uitbreiding van het areaal Vochtig Alluviaal Bos. Uiteraard is hier aanvullend ook aankoop, inrichting en aanpassing van het beheer voor nodig.

- Om verslechtering of vernietiging van het leefgebied van het habitatype H3260\_A (Waterranonkels) en de habitatoorten Kleine Modderkruiper, Bittervoorn en Rivierdonderpad te voorkomen, is het van belang dat de verondieping van de beekbodem gefaseerd wordt uitgevoerd. Tijdens de verdere planmatige uitwerking dient een protocol te worden uitgewerkt, waarmee verslechtering, verstoring of vernietiging van de leefgebieden van dit habitatype en genoemde habitatoorten wordt voorkomen.
- Het afgewogen maatregelenpakket leidt nauwelijks tot extra inundatie van de grondwaterafhankelijke habitattypen. Het risico op verzuivering en eutrofiëring is daarom zeer gering.
- Het afgewogen maatregelenpakket leidt niet tot extra overstrooming van bebouwing. In Roggel en Heythuysen blijven de inundaties bij T=100 beperkt tot alleen tuinen en openbare ruimte. Om inundatierisico's van gebouwen uit te sluiten, zijn in de planfase wellicht aanvullende hoogtemetingen nodig. Een mogelijke uitzondering is de nu reeds optredende wateroverlast bij de Spickerhoeve. Deze neemt door het afgewogen maatregelenpakket mogelijk toe.
- Het afgewogen maatregelenpakket leidt nauwelijks tot extra natschade op landbouwpercelen.
- Als gevolg van het afgewogen maatregelenpakket zijn geen negatieve effecten te verwachten met betrekking tot het doelbereik voor de Kaderrichtlijn Water.
- Het afgewogen maatregelenpakket zorgt -als gevolg van de voorgestelde beekbodemverhoging en verhoging van het stuwpeil gedurende de winterperiode- voor vermindering van het verval over de molens. Vooral de benedenstroomse waterstanden worden hoger, met name in de wintersituatie. Deze waterstandsverhogingen hebben mogelijk consequenties voor het functioneren van de watermolens. Aan de hand van de nu beschikbare gegevens is het niet mogelijk om deze consequenties goed in beeld te brengen.

### 8.3 Aanbevelingen

Ten behoeve van de definitieve habitattoetsing en de verdere planmatige uitwerking van de herstelmaatregelen bevelen we het volgende aan.

- Onderzoek met het ontwikkelde hydrologische modelinstrumentarium in hoeverre het ecologisch doelbereik in het zuidwestelijke deel van het Natura2000-gebied Leudal kan worden verbeterd door aanpassing / beperking van de grondwateronttrekkingen voor drinkwater en beregening. Het gaat hierbij om het dal van de Tungalroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van de Sint Elisabethsmolen en tussen de Sint Elisabethsmolen en de Sint Ursulamolen. Kwantificeer de effecten van verschillende scenario's voor beperking en/of zonerings van onttrekkingen op het doelgat GVG en GLG en kwel en beoordeel in hoeverre door deze scenario's de duurzame staat van instandhouding voor de grondwaterafhankelijke habitattypen alsnog wordt bereikt. Kwantificeer hierbij ook de (als onomkeerbaar te beschouwen) effecten van het graven van het Lateraalkanaal en beoordeel de consequenties hiervan voor het behalen van de duurzame staat van instandhouding.
- Werk op basis van deze aanvullende hydrologische analyse, in samenspraak met de gebiedspartners (landbouw, WML, natuurbeheerders), een concreet beleidsvoorstel uit voor beperking en/of zonerings van grondwateronttrekkingen rondom het Leudal.
- In dit hydrologisch onderzoek zijn locaties binnen het Natura2000-gebied Leudal bepaald, die na maatregelen voor wat betreft het grond- en oppervlaktewaterregime voldoen voor uitbreiding van het areaal Vochtig Alluviaal Bos. Aanbevolen wordt om voor deze potentiële uitbreidingslocaties een nadere beoordeling van de geschiktheid uit te voeren, op basis van onder meer bodemopbouw, bodemkwaliteit, positionering ten opzichte van reeds bestaande habitats, grondeigendom, et cetera.
- Werk een protocol uit, op basis waarvan de beekbodemverhoging zodanig kan worden uitgevoerd, dat:
  - Verslechtering, verstoring of vernietiging van het habitatype H3260\_A (Waterranonkels) en de leefgebieden van de habitatoorten Kleine Modderkruiper, Bittervoorn en Rivierdonderpad worden voorkomen.

- Verslechtering van het doelbereik voor de Kaderrichtlijn Water, met name voor wat betreft macrofauna, wordt voorkomen.

Dit is onder meer mogelijk door de beekbodemverhoging gefaseerd uit te voeren met een voldoende lange doorlooptijd en door de werkzaamheden bij voorkeur in de winter uit te voeren, als de natuur in rust is.

- Combineer verdere planuitwerking met andere opgaven (bijvoorbeeld KRW) en herinrichtingsmaatregelen buiten het N2000-gebied (bijvoorbeeld beekdalbrede inrichting Tungelroyse Beek stroomopwaarts van N2000-gebied Leudal). Wellicht bieden maatregelen buiten de Natura2000-begrenzing, zoals de beekdalbrede inrichting van het bovenstrooms gelegen traject, kansen om tot verder ecologisch doelbereik van de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied te komen of tot een gunstiger afvoerregime van de beek, hetgeen gunstig is voor de waterplanten (bijvoorbeeld Waterranonkel) en vissen (waaronder de habitatsoorten Kleine Modderkruiper, Bittervoorn en Rivierdonderpad).
- Beoordeel het risico op ongewenste erosie en sedimentatie als van de verondiepte beektrajecten binnen Leudal. Onderzoek in hoeverre dit risico is te verminderen door de planuitwerking te combineren met beekdalbrede inrichting in het dal van de Tungelroyse Beek stroomopwaarts van het Natura2000-gebied Leudal.
- Ontwerp de nieuwe, verondiepte beekprofielen zodanig dat de beek enerzijds voldoende kans krijgt om zich ecologisch verder te ontwikkelen, anderzijds dat de vereiste verondieping van de beek duurzaam behouden blijft. Het is daarbij met name van belang om de gevolgen van de detailontwerpvarianten voor de stroomsnelheden bij verschillende afvoersituaties te berekenen en op basis van de berekende stroomsnelheden de verwachte mate van erosie in te schatten.
- Onderzoek de technische en juridische (on)mogelijkheden van het afdekken van verontreinigde waterbodems door schoon sediment.
- Voer hoogtemetingen uit van bebouwing binnen het Natura2000-gebied (o.m. Spickerhoeve) en in de kernen Heythuysen en Roggel en voer op basis daarvan een nadere beoordeling uit van het risico op inundatie in geval van een T=100 situatie (zowel de huidige situatie als de situatie na maatregelen). Gebruik de in deze studie berekende inundaties als zoekgebied voor de hoogtemetingen (zie Figuren 7-51 en 7-52).
- Beoordeel bij de verdere uitwerking van het ontwerp van de hydrologische herstelmaatregelen ook de mogelijkheden voor vismigratie en de effecten voor macrofauna.
- Voer een nader onderzoek uit naar de gevolgen van de voorgestelde beekbodemverhogingen voor de bouwkundige staat en de bedrijfsvoering van de watermolens. Beoordeel daarbij tevens eventuele consequenties in de vorm van extra slijtage en/of toename kosten voor beheer en onderhoud.
- Beoordeel de juridische haalbaarheid van het uitvoeren van beekbodemverhoging als uitwerking van de Natura2000-opgave en beoordeel hoe deze zich verhoudt tot de molenrechten en tot diverse bepalingen in de Monumentenwet.

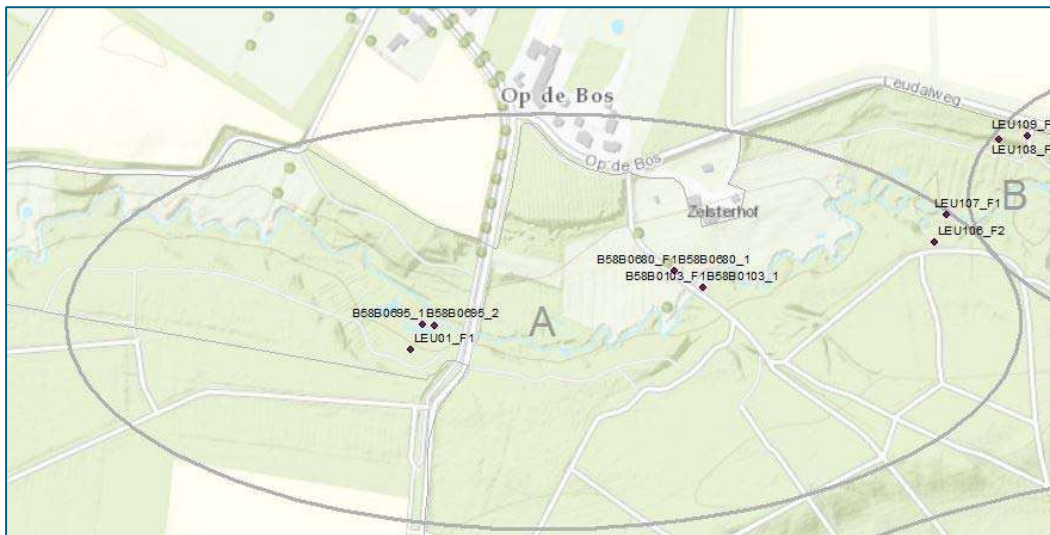
## 9 Referenties

- Bosgroep Zuid-Nederland, 2018. Onderzoek detailontwatering N2000 Leudal Provincie Limburg. Heeze, december 2018.
- Provincie Limburg, Natura2000-plan Leudal 2018-2024, Maastricht, november 2018.
- Royal HaskoningDHV, 2020. Analyse beregeningshoeveelheden Limburg en Oost-Brabant. Royal HaskoningDHV-rapport BH1296WATRP2101281618. 16 oktober 2020.
- STOWA, 2018. De Waterwijzer Natuur. Instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op terrestrische natuur. STOWA-rapport 2018-44.
- Van der Hauw, Koen, 2018. Modellerings Leudal en Omgeving - verbetering hydrologisch model. Sweco-rapport SWNL0222023. 6 maart 2018.
- Van Walsum, P.E.V & A.A. Veldhuizen, 2011. MetaSWAP\_V7\_2\_0. Rapportage van activiteiten ten behoeve van certificering met Status A. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 276.
- Waterschap Limburg en Provincie Limburg, 2020. Limburgse Integrale Watersysteemanalyse (LIWA). Sweco en Royal HaskoningDHV in opdracht van Waterschap Limburg. I-Report <http://rhk.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d8498eea245436c969686fd41aba93c>



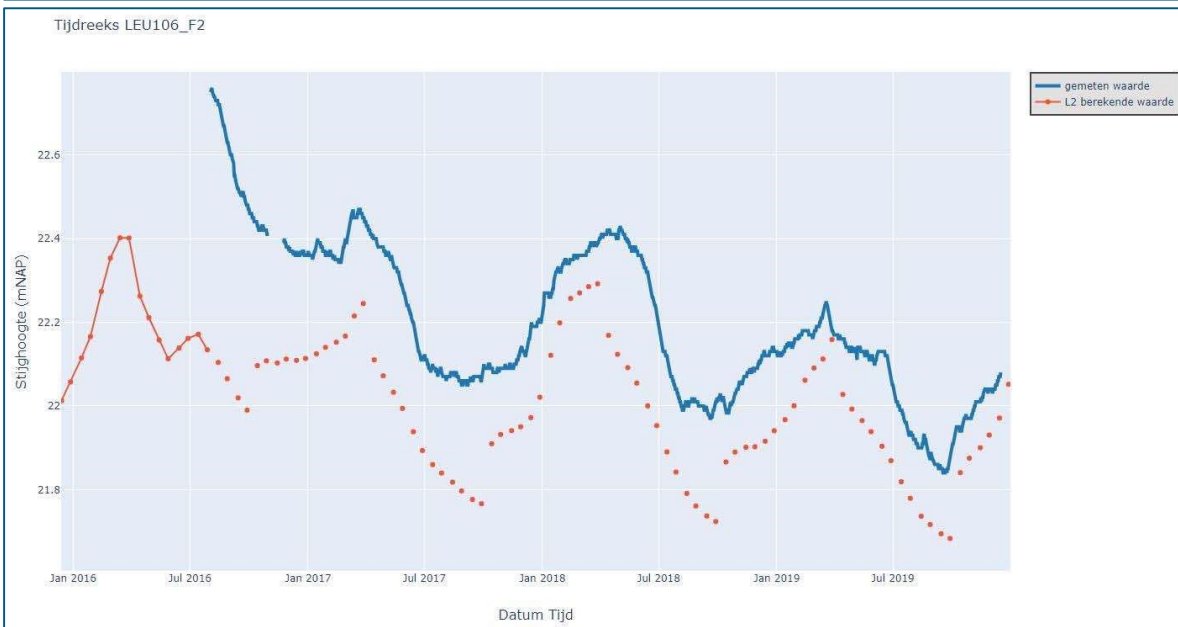
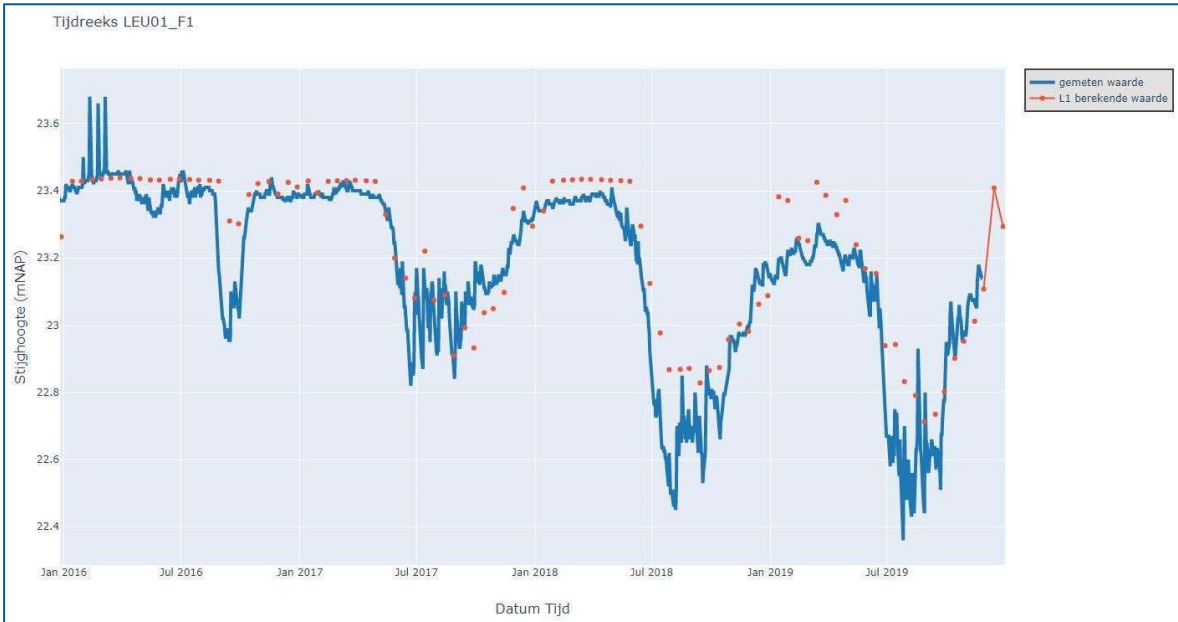
## **Bijlage 1: Resultaten tijdsafhankelijke ijking grondwatermodel**

**Zone A: Bovenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek**

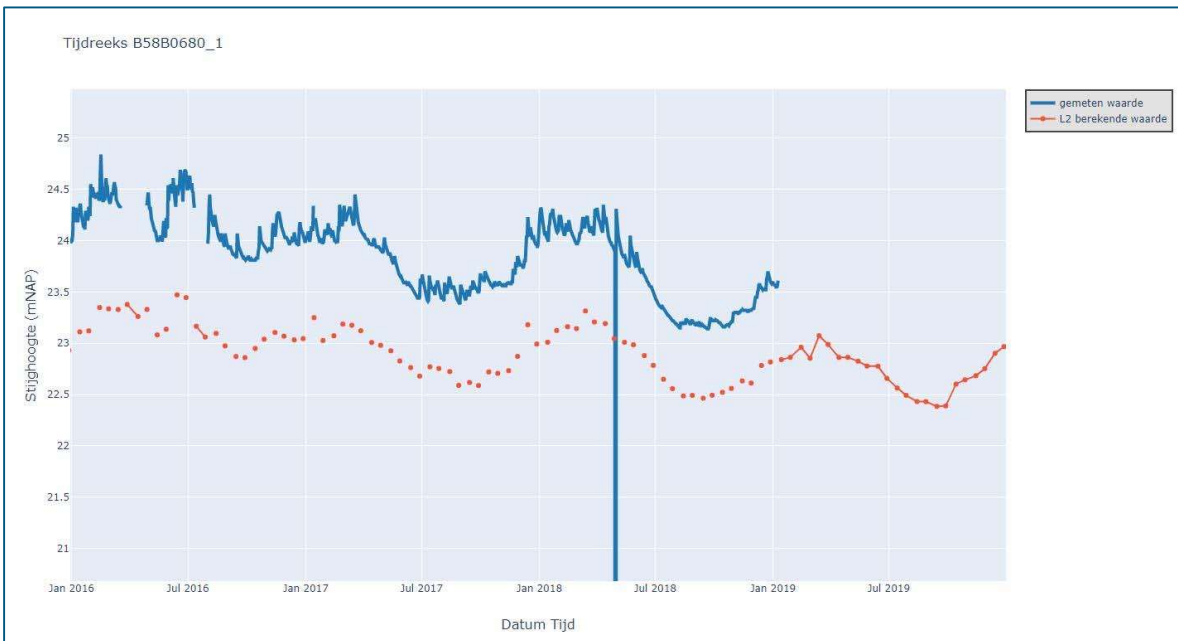
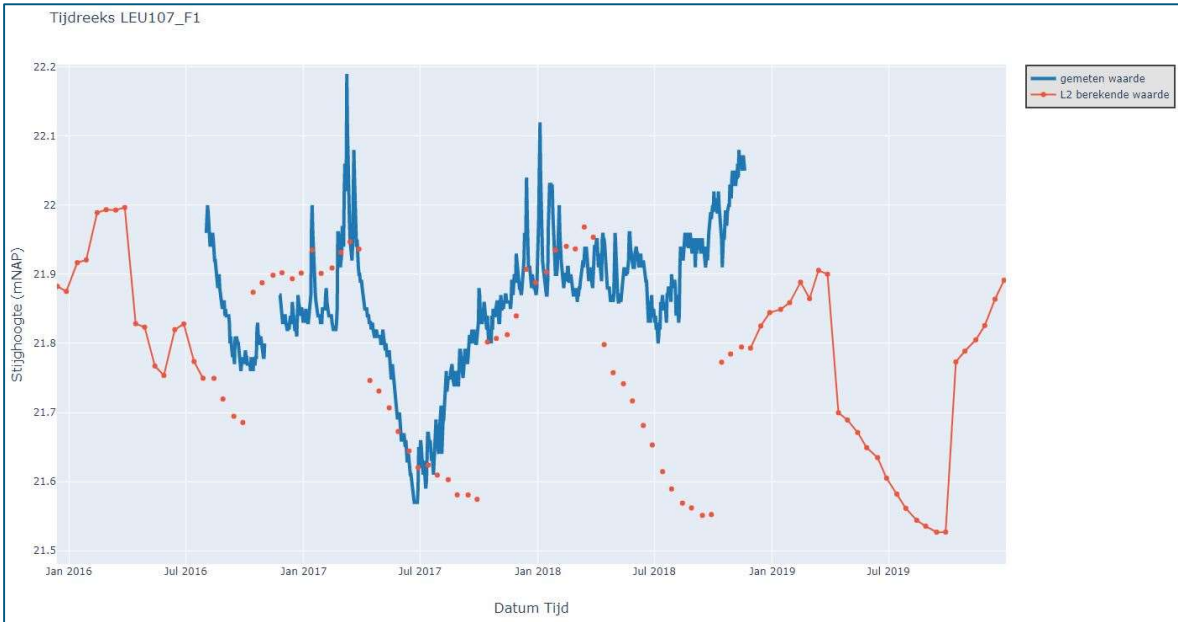


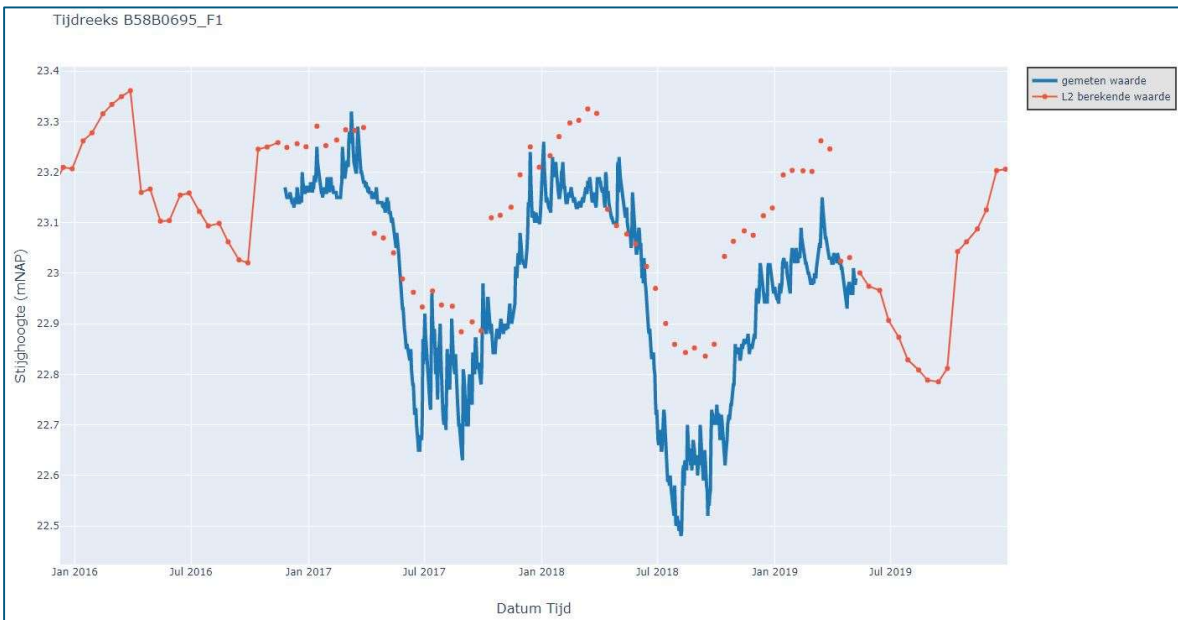
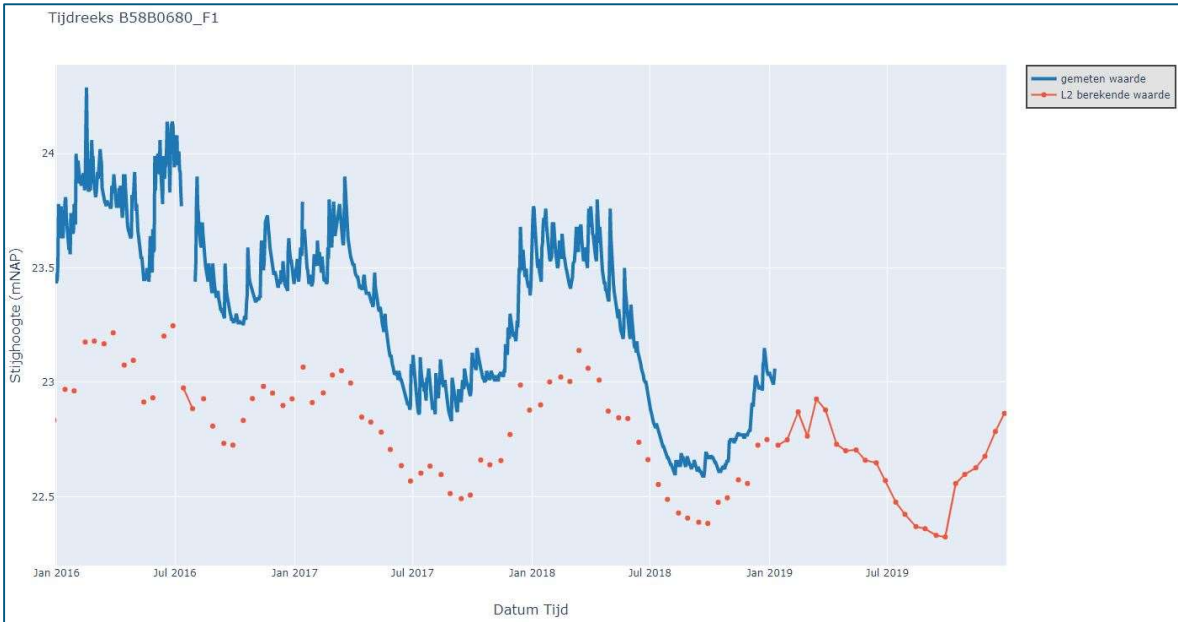
Kaart B1.1: Overzicht peilbuizen zone A, bovenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek

Zone	Peilbuis	Opmerking
A	B58B0103_1_L5 (Beegden)	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 50 cm lager.
A	B58B0103_F1_L5 (Beegden)	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 40 cm lager.
A	B58B0680_1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 60 cm lager.
A	B58B0680_F1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 50 cm lager.
A	B58B0695_1_L2	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
A	B58B0695_2_L3	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
A	B58B0695_F1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 15cm hoger.
A	LEU01_F1_L1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand is ongeveer gelijk als de gemeten jaarlijkse grondwaterstand fluctuatie
A	LEU106_F2_L2	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 20 cm lager dan gemeten.
A	LEU107_F1_L2	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. Gemiddelde waardes zijn lastig te bepalen omdat de jaarlijkse fluctuatie mist in de berekende grondwaterstanden

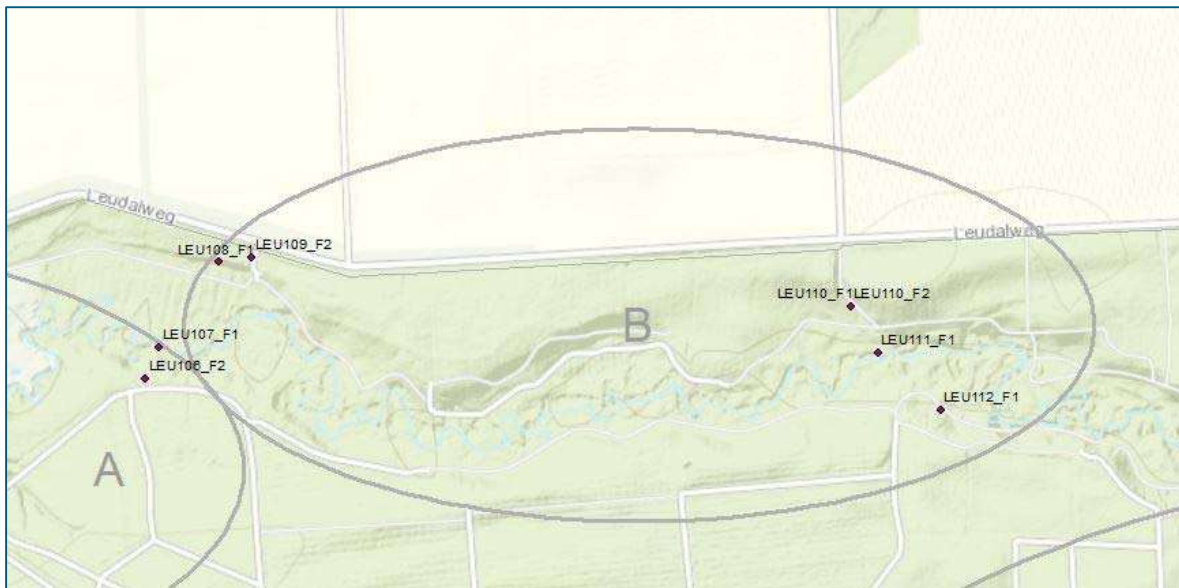






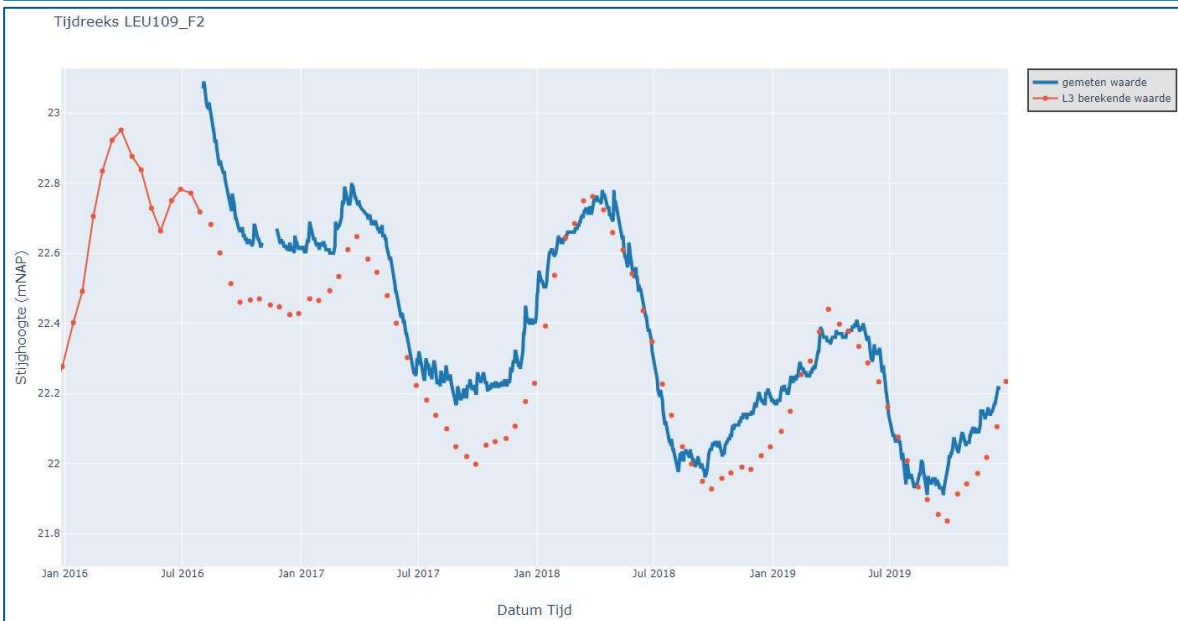
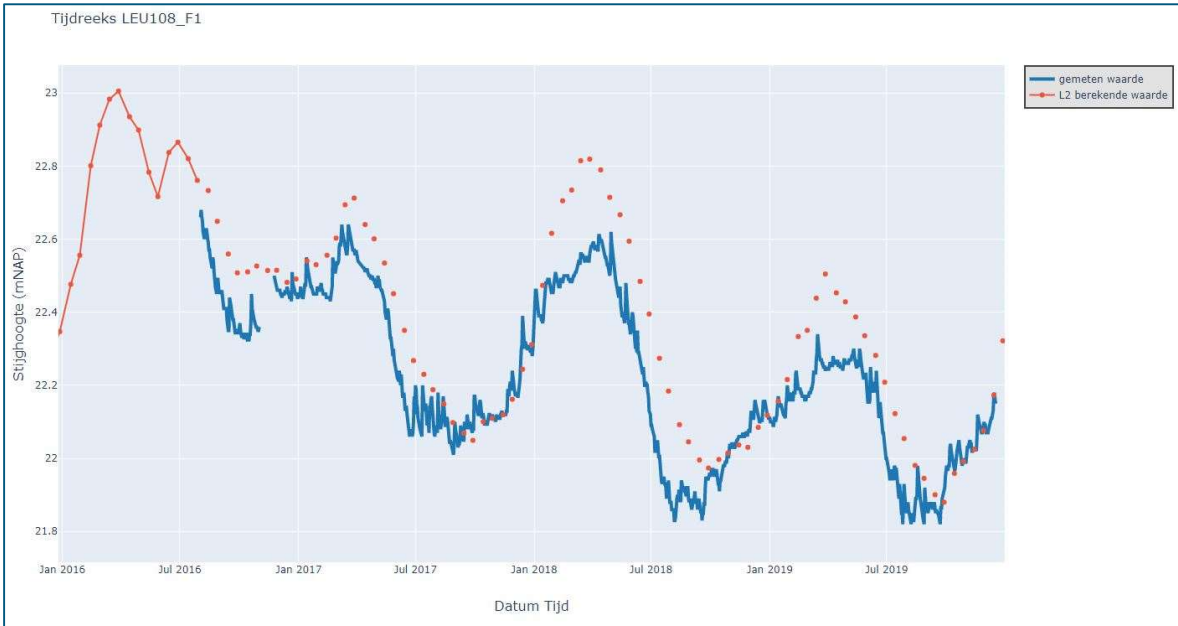


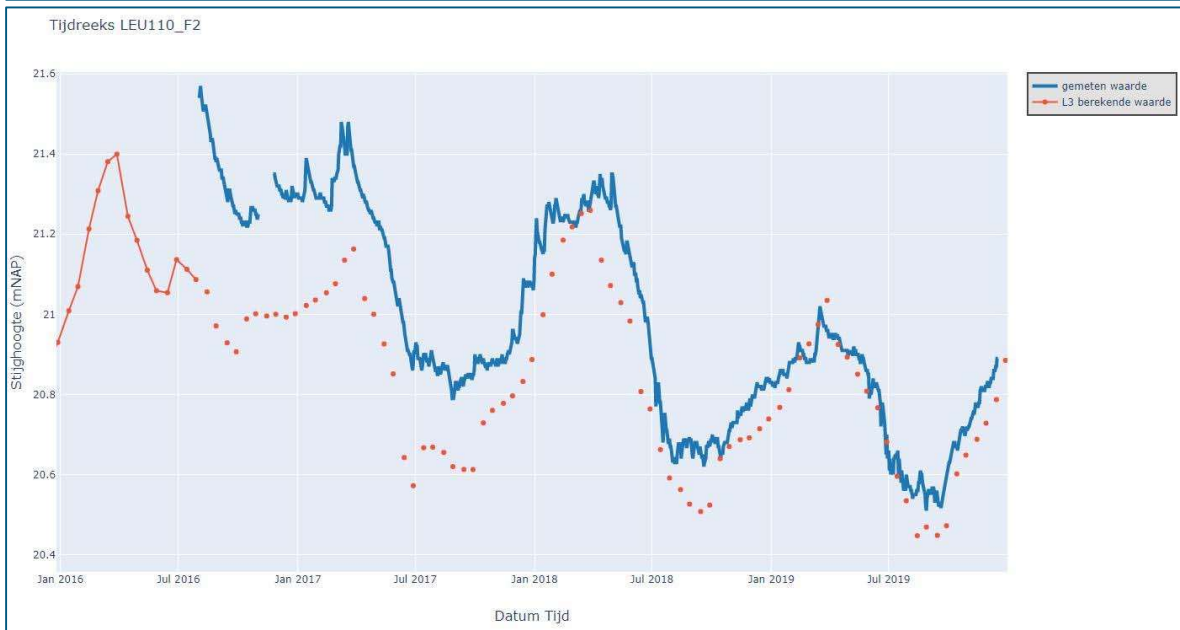
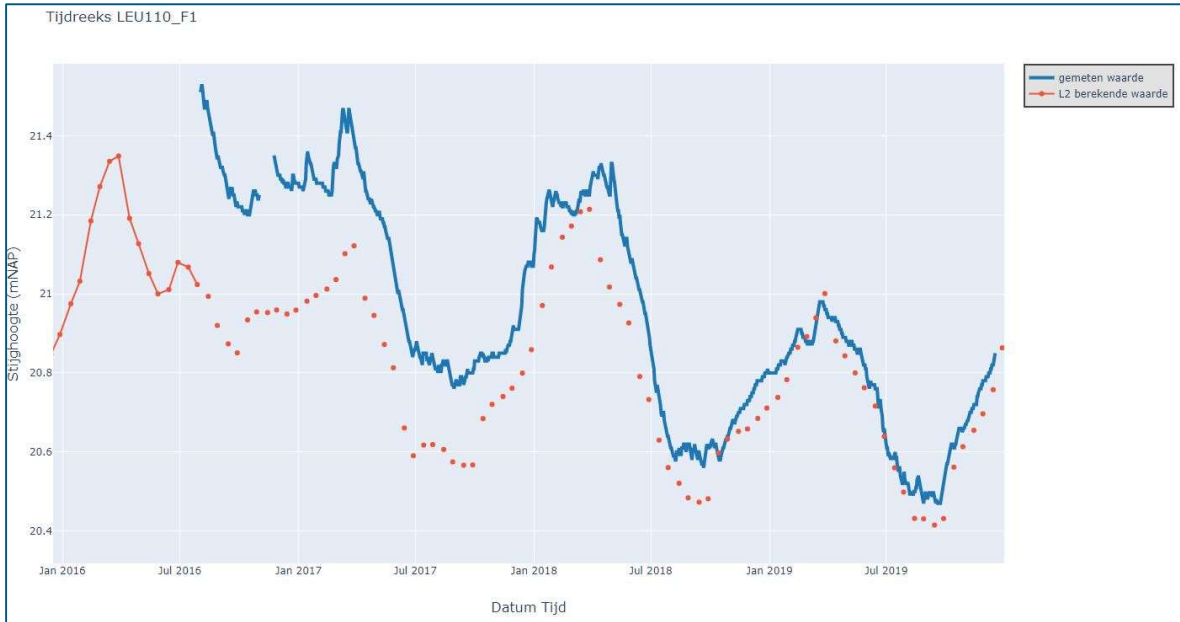
**Zone B: Benedenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek**

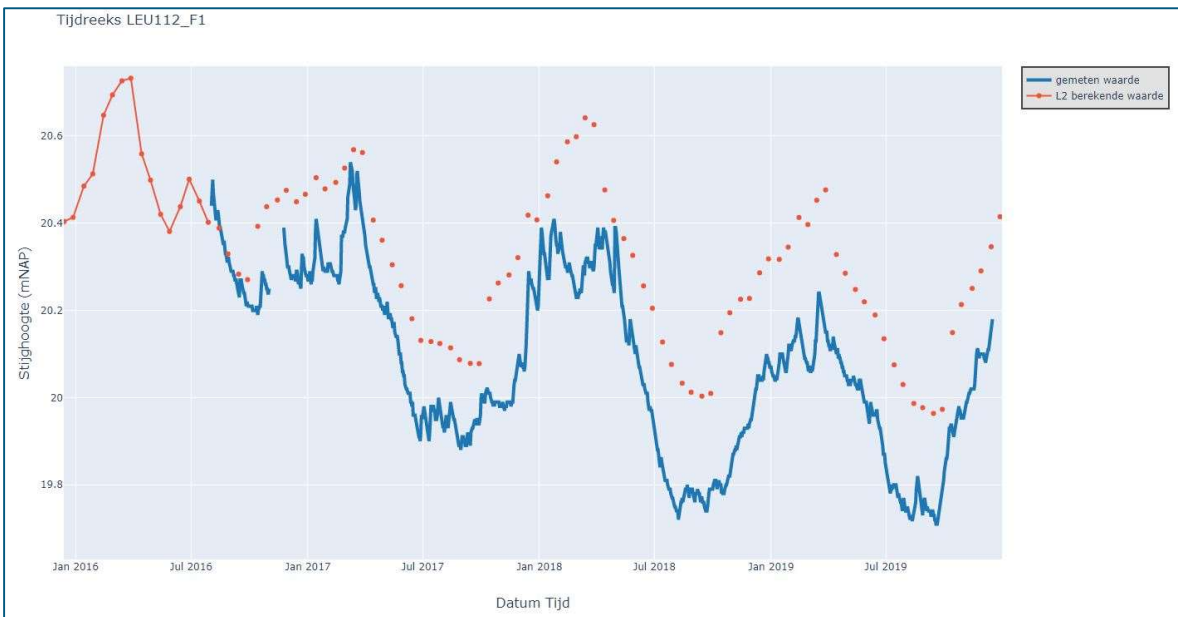
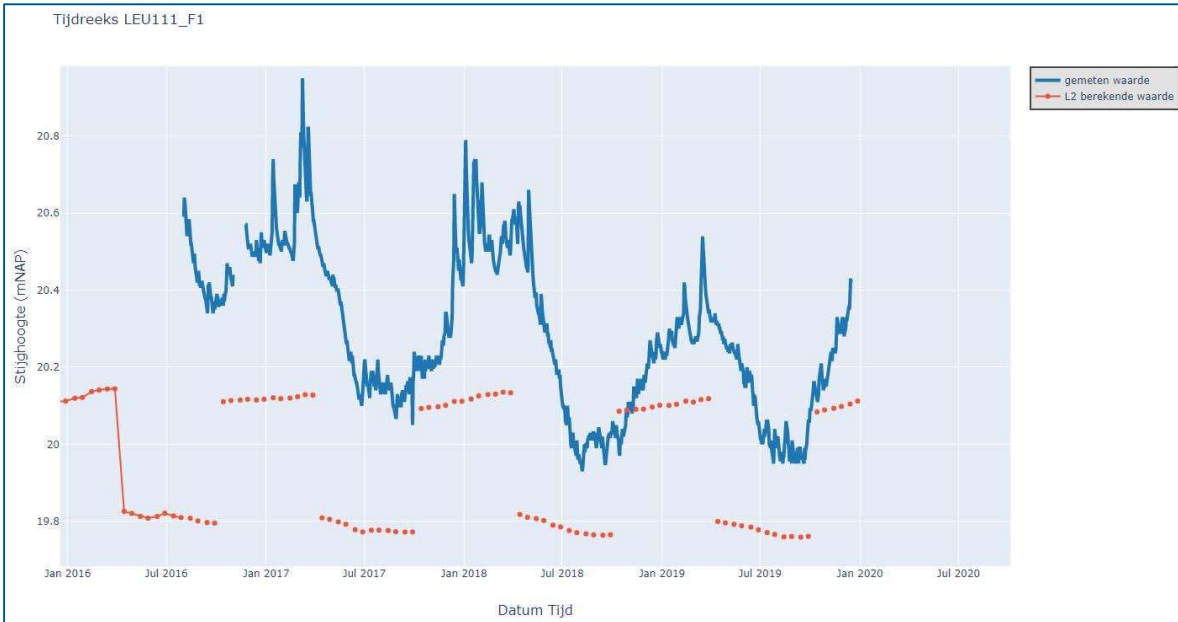


Figuur B1.2: Overzicht peilbuizen zone B, benedenstrooms deel Zelsterbeek / Roggelse Beek

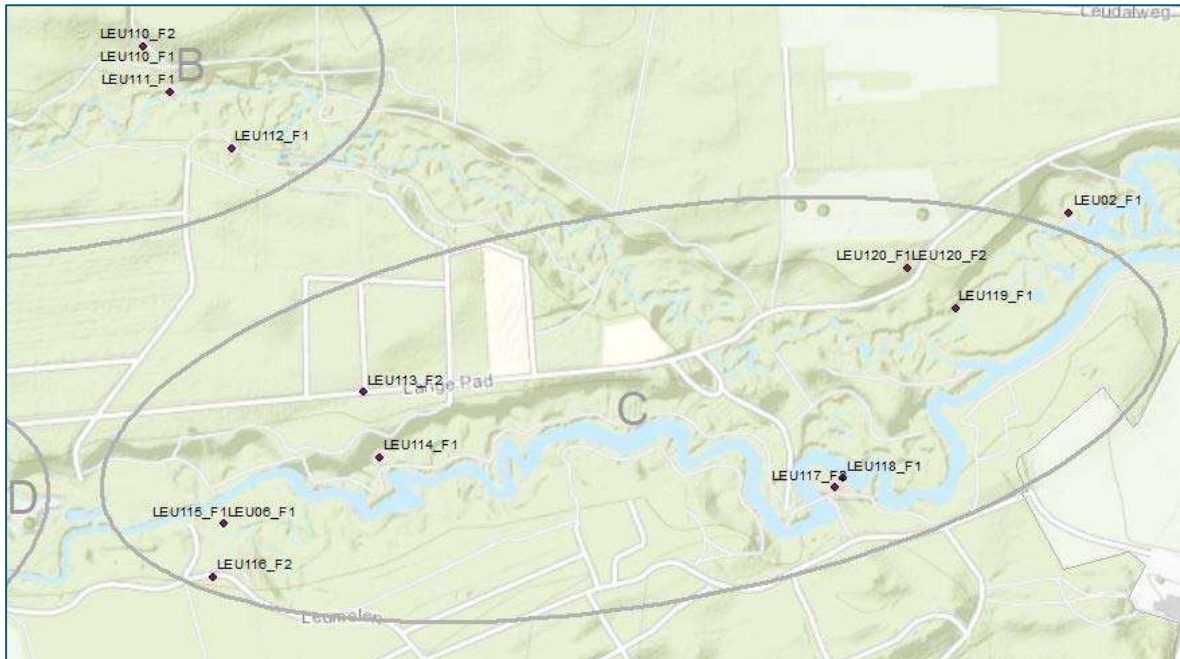
Zone	Peilbuis	Opmerking
B	LEU108_F1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie. In het voorjaar wordt gemiddeld 20cm hogere grondwaterstanden berekend dan gemeten.
B	LEU109_F2_L3	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie. In het najaar wordt gemiddeld 20cm lagere grondwaterstanden berekend dan gemeten.
B	LEU110_F1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 10 cm lager.
B	LEU110_F2_L3	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 10 cm lager.
B	LEU111_F1_L2	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. Gemiddelde waarden zijn lastig te bepalen omdat de jaarlijkse fluctuatie mist in de berekende grondwaterstanden
B	LEU112_F1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 20 cm hoger.







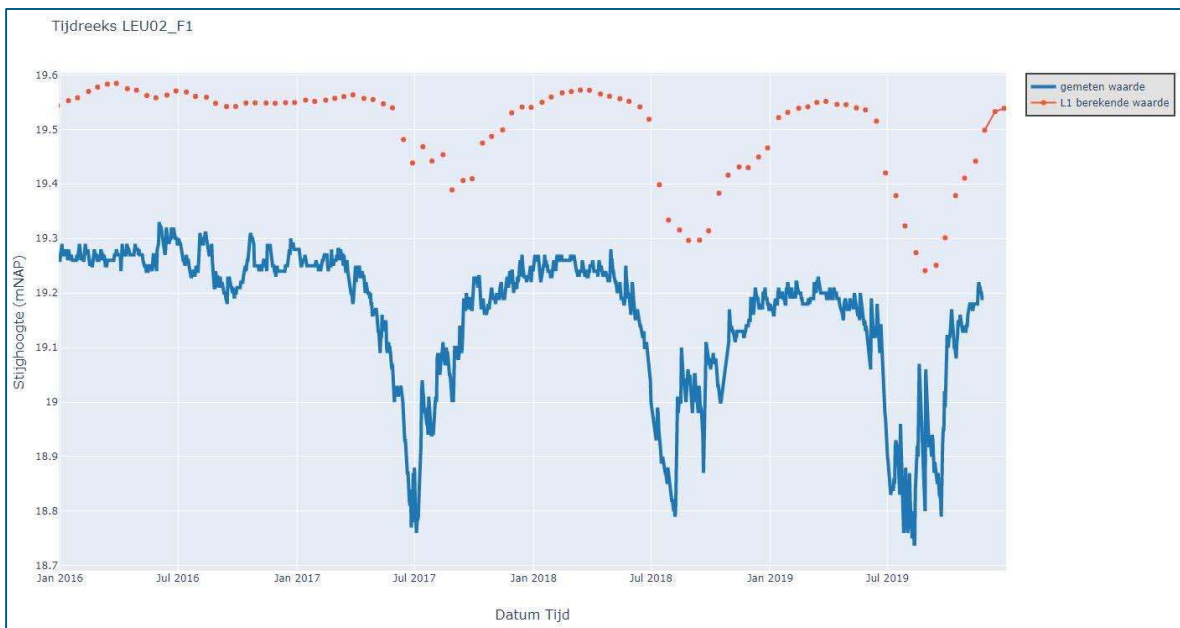
**Zone C: Benedenstrooms deel Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek**



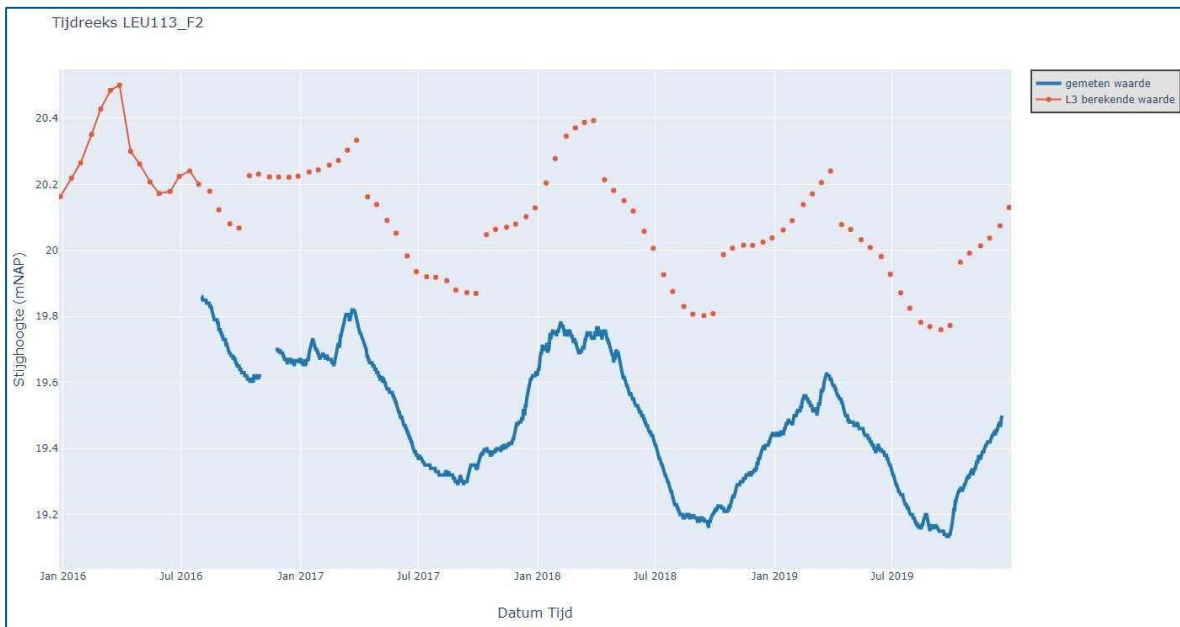
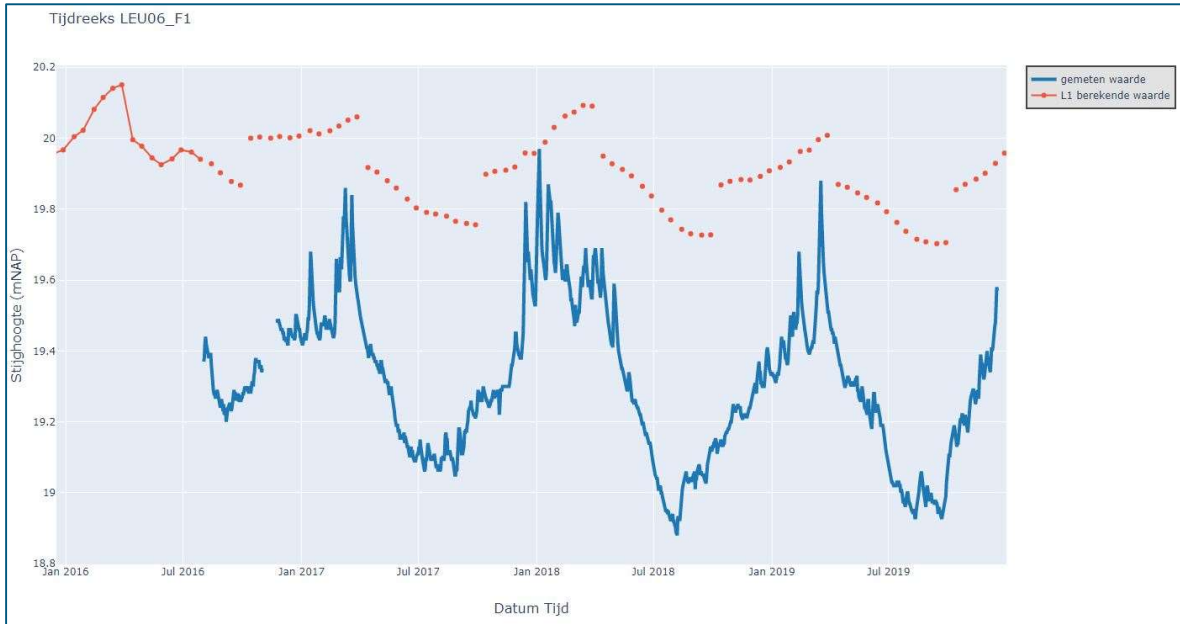
Figuur B1.3: Overzicht peilbuizen zone C, benedenstrooms deel Tungelroyse Beek / Leubeek en Neerbeek

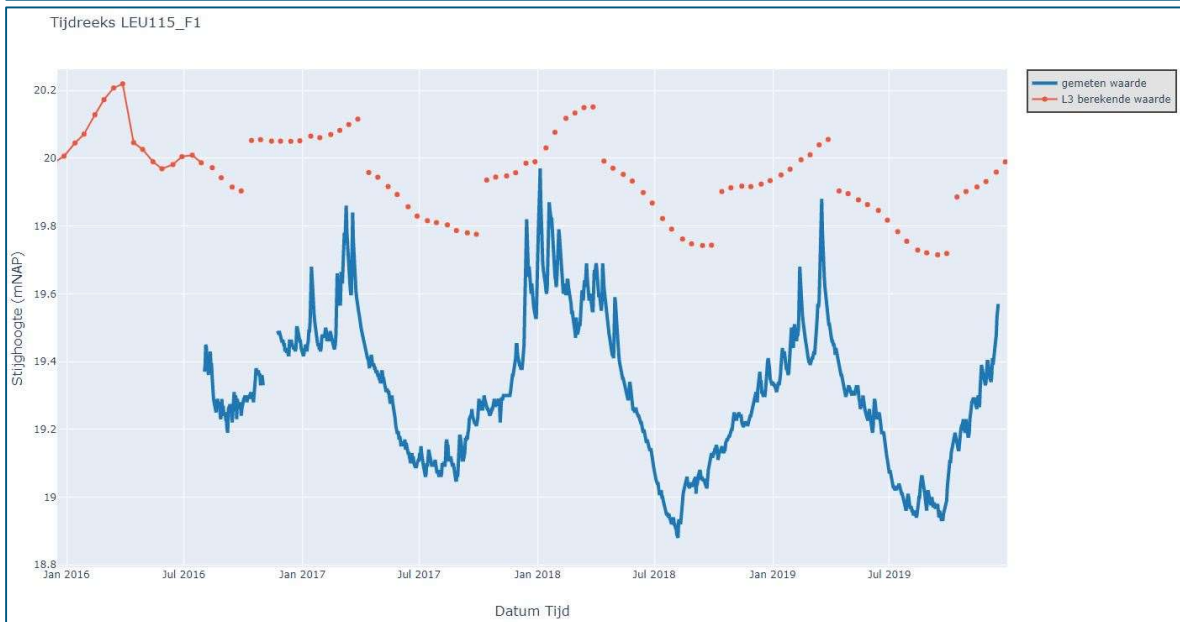
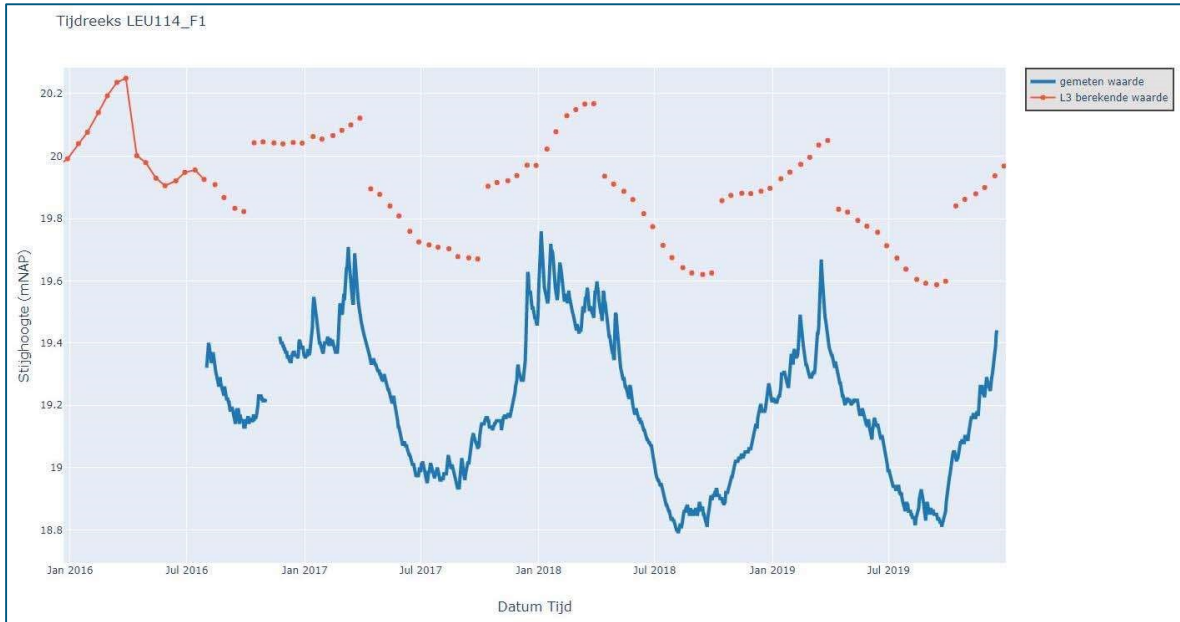
Zone	Peilbuis	Opmerking
C	LEU02_F1_L1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 30 cm hoger.
C	LEU06_F1_L1	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 40 cm hoger dan gemeten.
C	LEU113_F2_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 60 cm hoger dan gemeten.
C	LEU114_F1_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 40 cm hoger dan gemeten.
C	LEU115_F1_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 50 cm hoger dan gemeten.
C	LEU116_F2_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 60 cm hoger dan gemeten.
C	LEU117_F2_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 40 cm hoger dan gemeten.

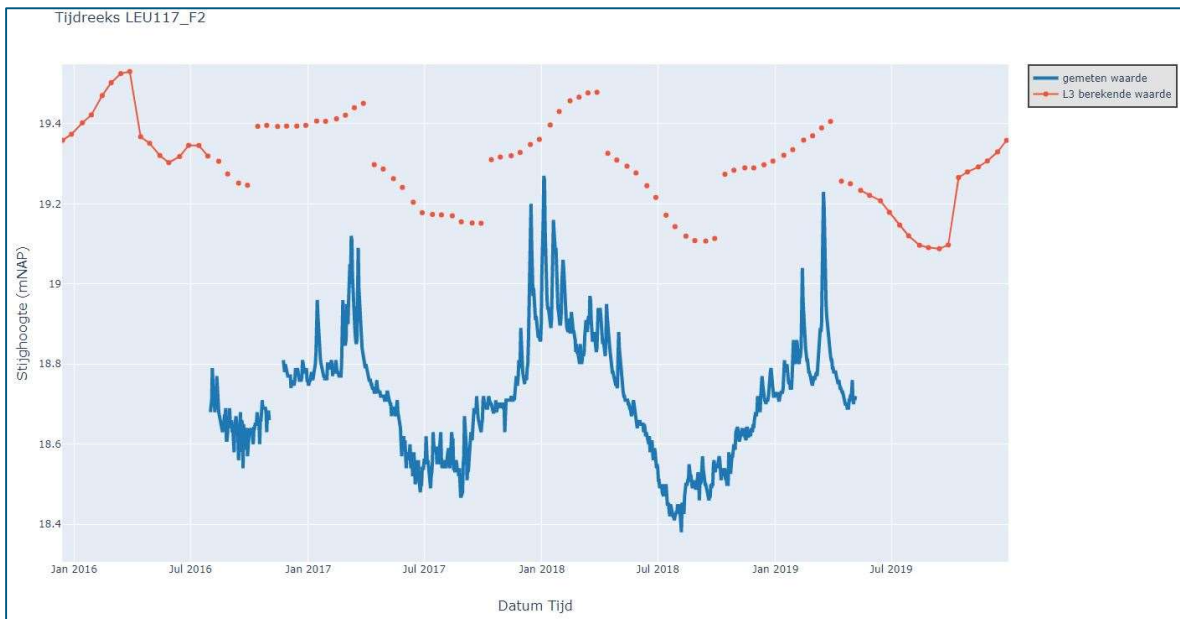
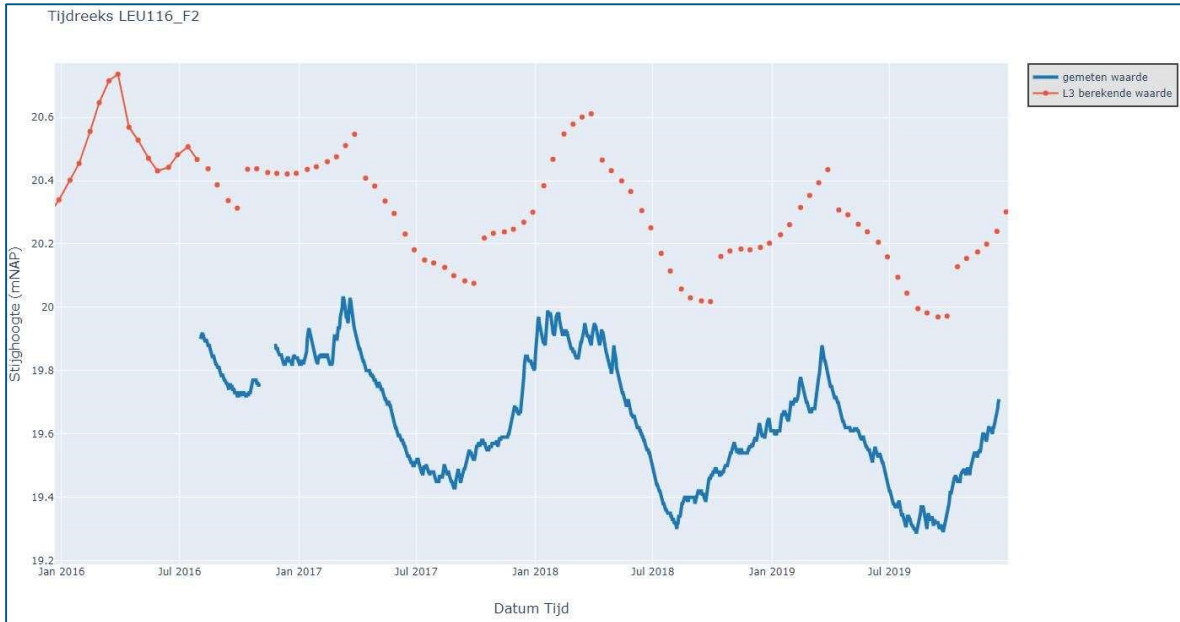
C	LEU118_F1_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert. De gemiddelde berekende grondwaterstand ligt 50 cm hoger dan gemeten.
C	LEU119_F1_L3	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 40 cm hoger.
C	LEU120_F1_L2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 50 cm hoger.
C	LEU120_F2_L3	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 50 cm hoger.

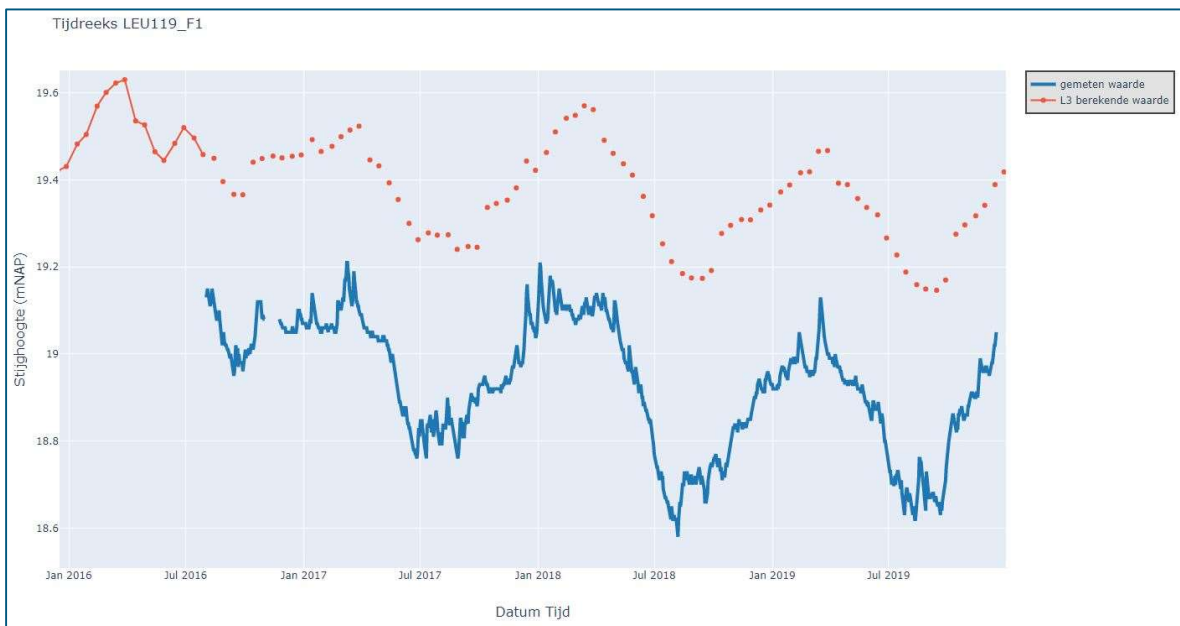
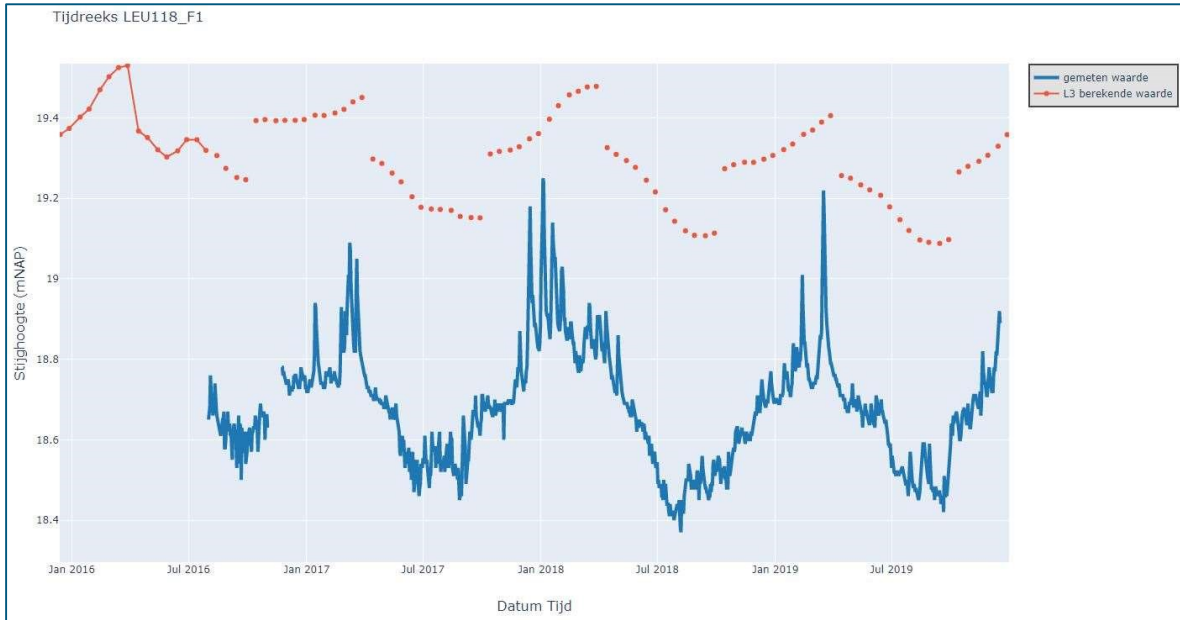


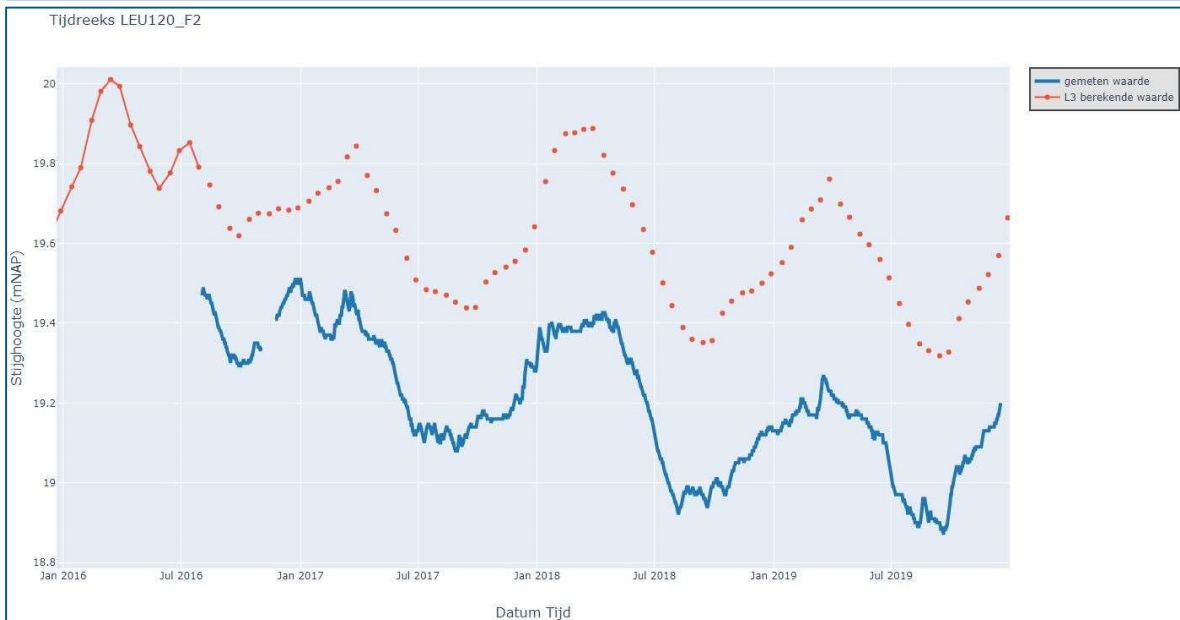
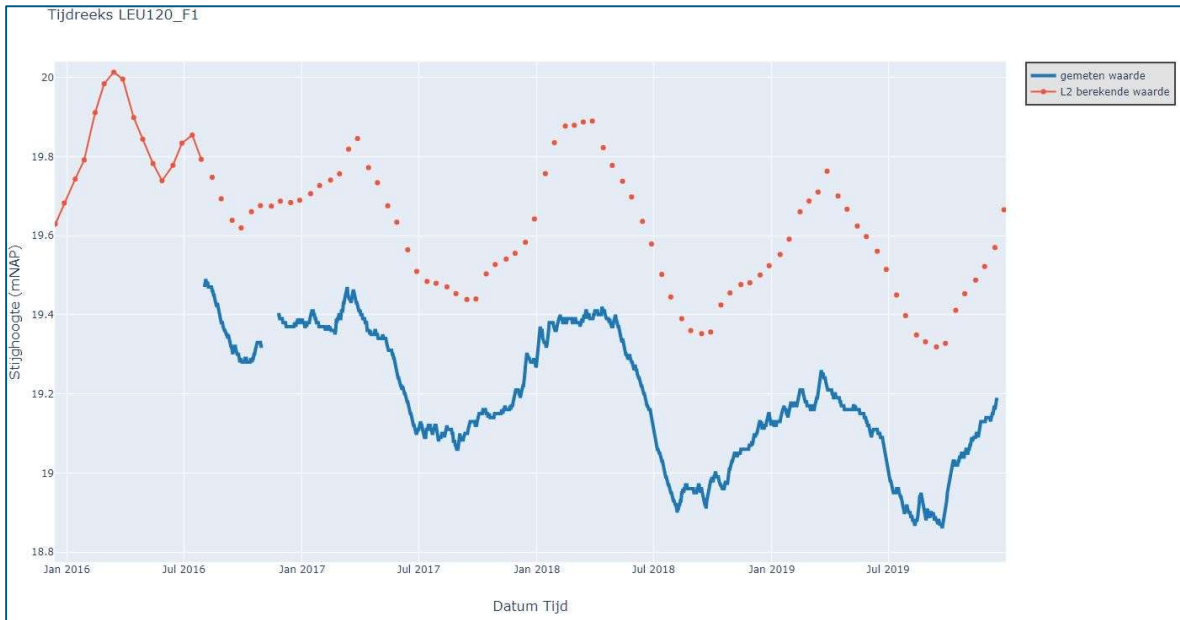




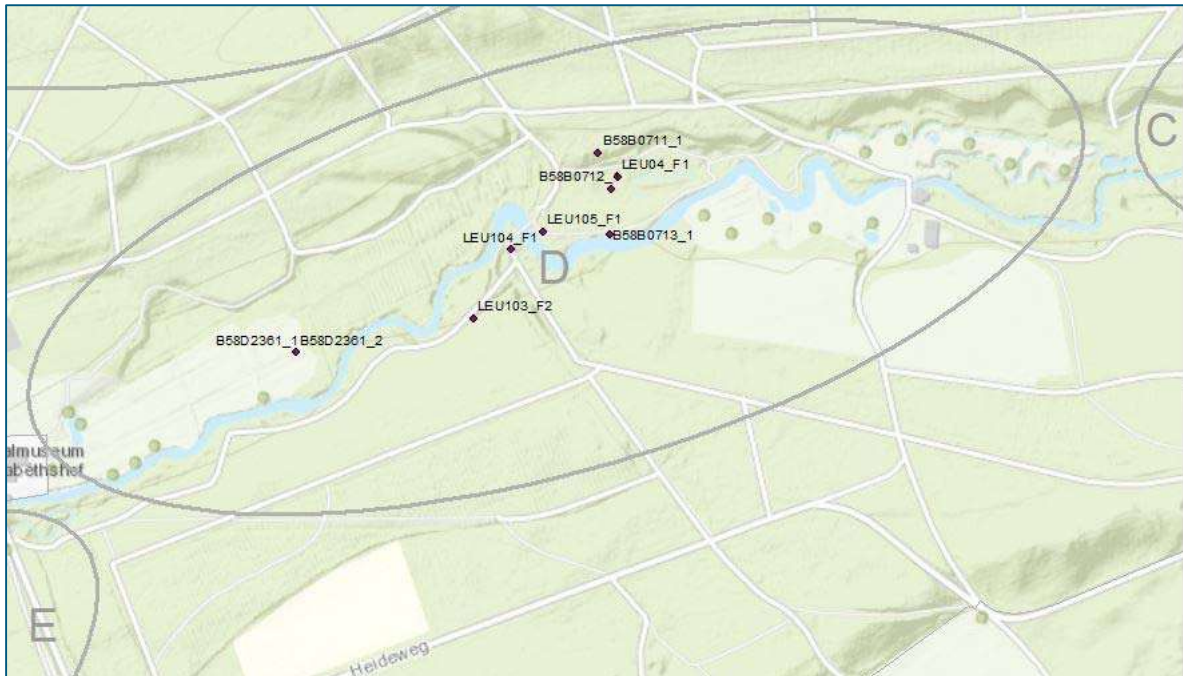






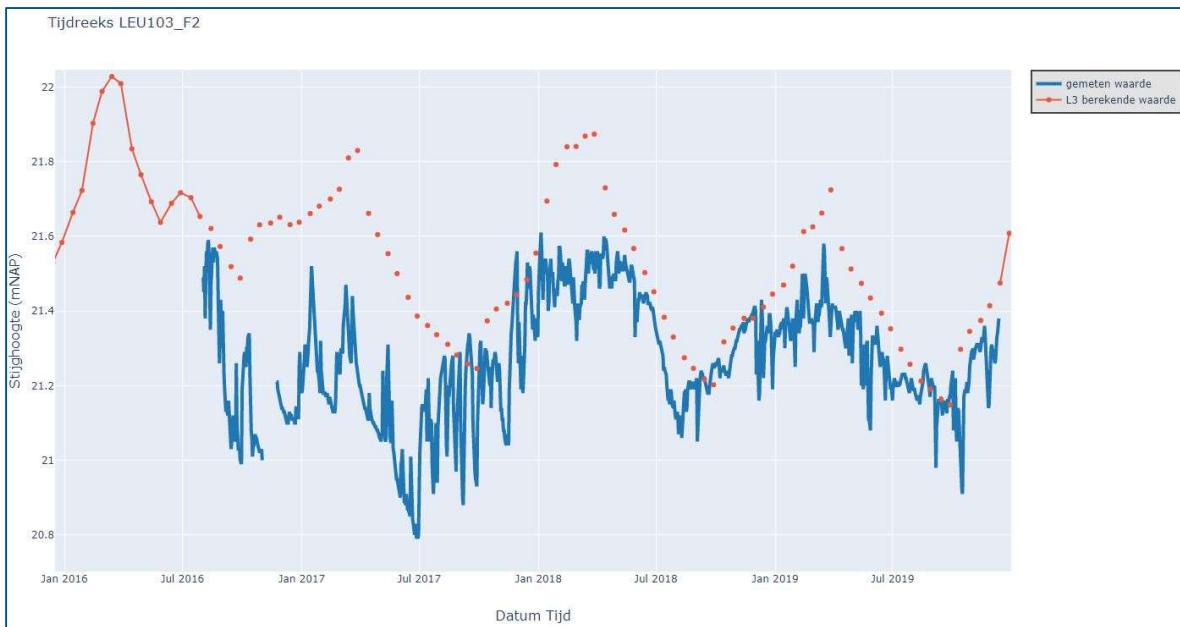
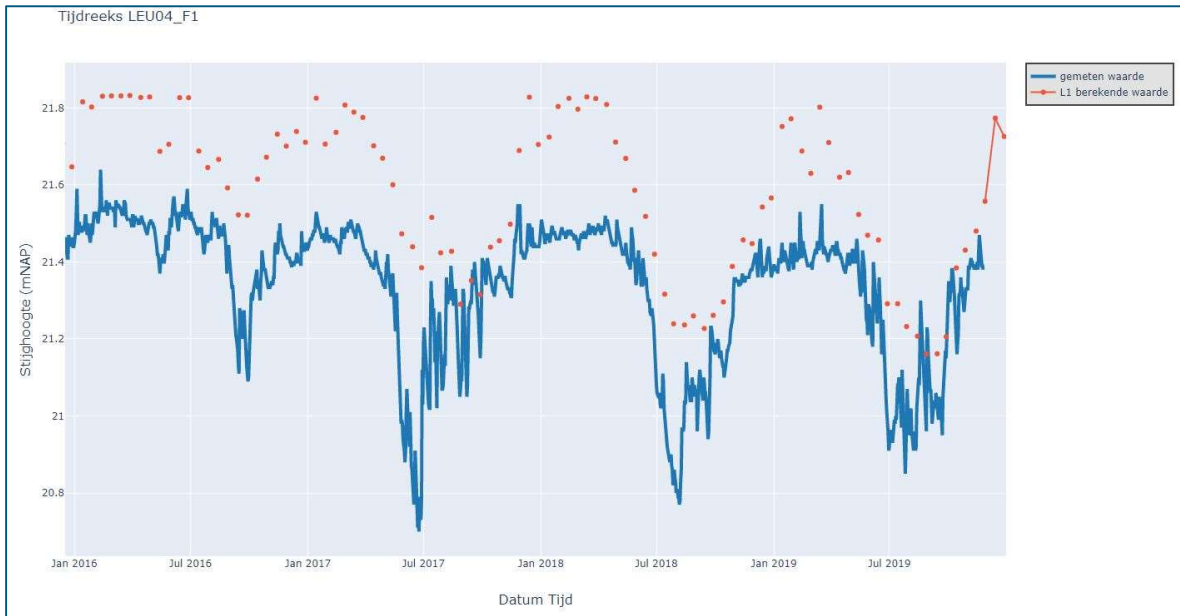


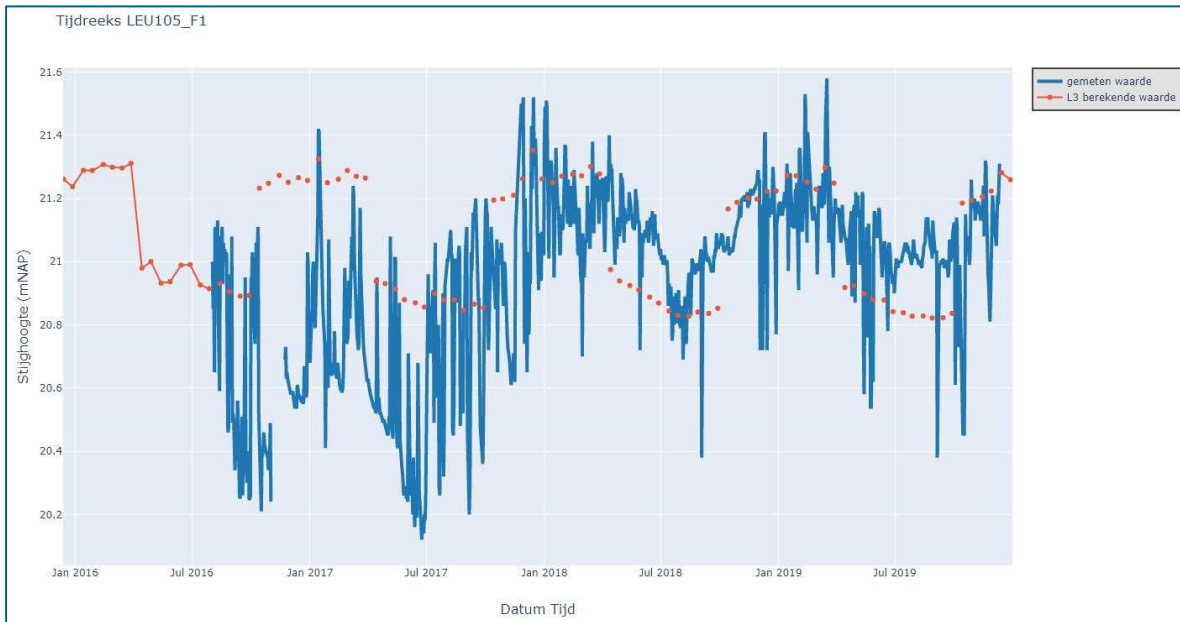
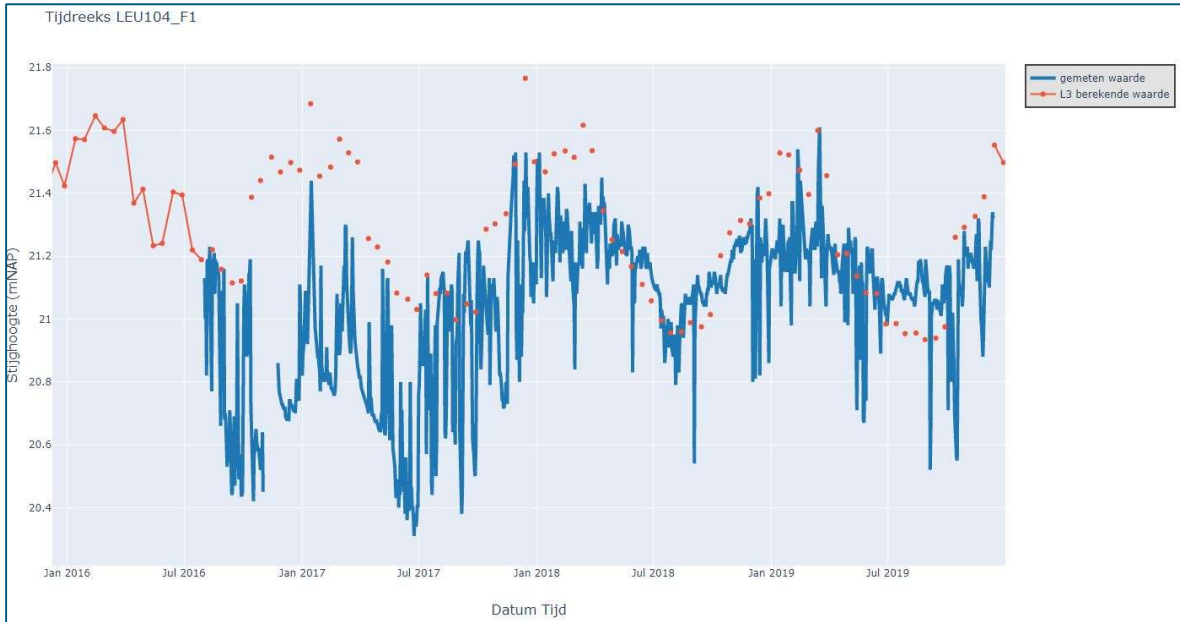
**Zone D: Tungelroyse Beek / Leubeek tussen Sint Elisabethsmolen en Sint Ursulamolen**



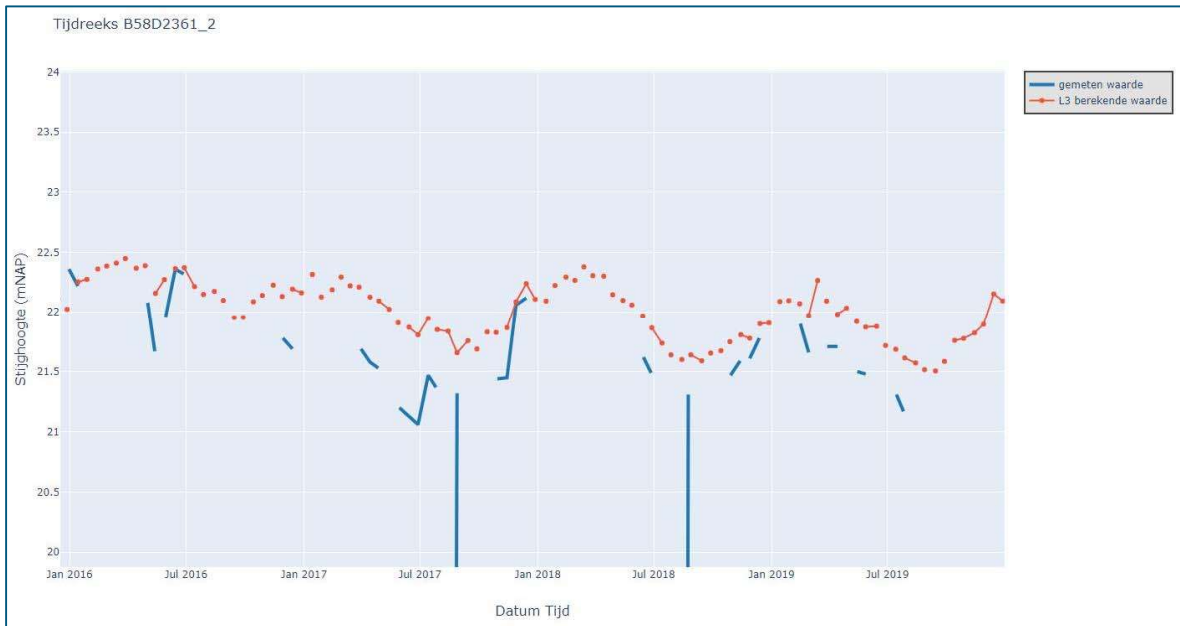
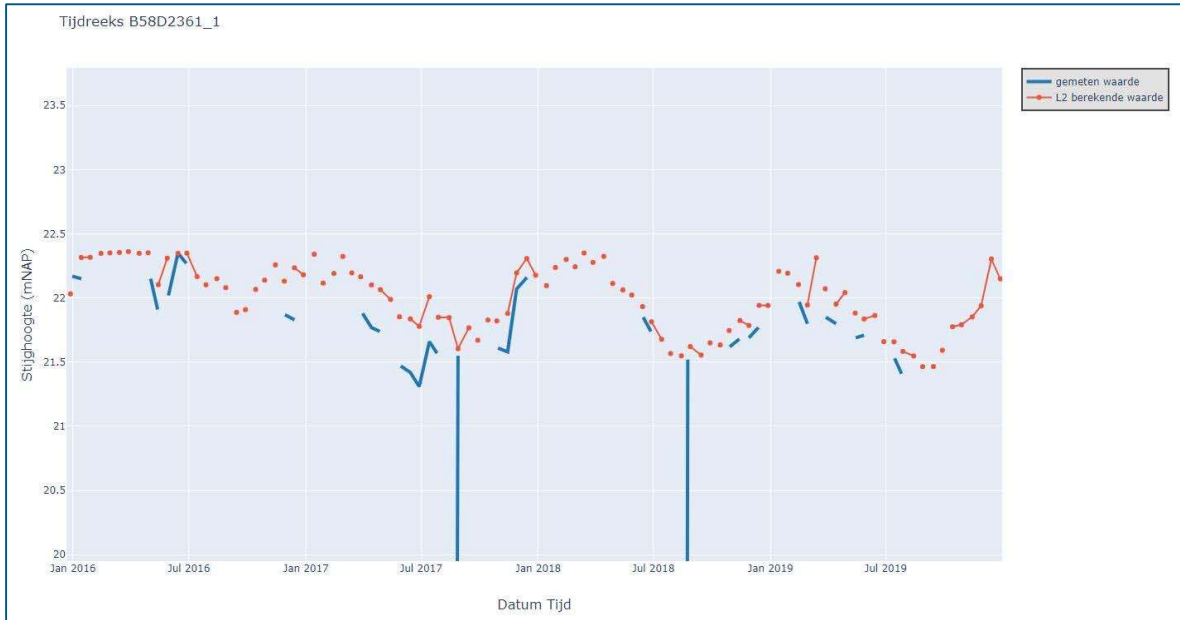
Figuur B1.4: Overzicht peilbuizen zone D, Tungelroyse Beek / Leubeek tussen beide watermolens

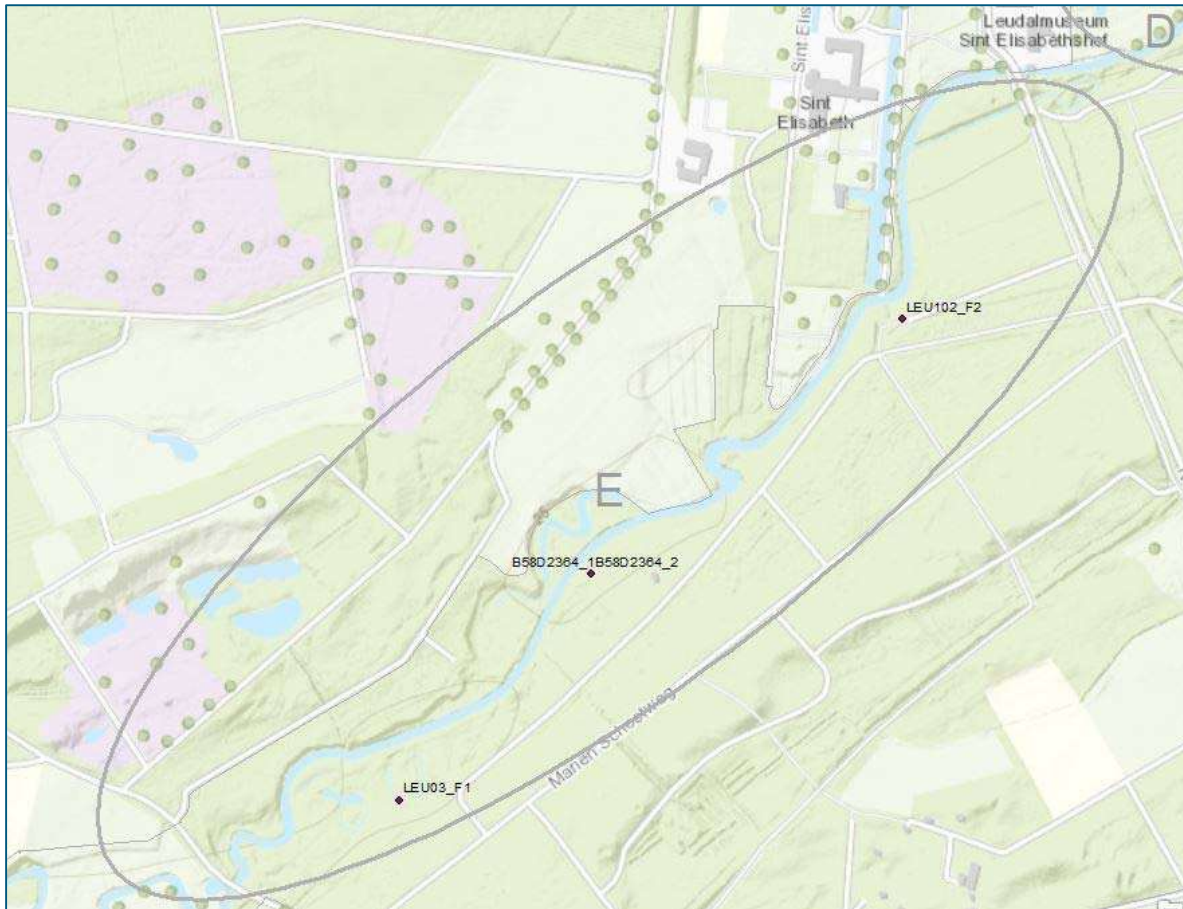
Zone	Peilbuis	Opmerking
D	B58B0711_1_L2	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
D	B58B0712_1_L2	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
D	B58B0713_1_L2	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
D	B58B0713_1_L3	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
D	B58D2361_1_L2	Weinig meetgegevens. De berekende grondwaterstand ligt gemiddeld 10 cm hoger, maar volgt de jaarlijkse fluctuatie
D	B58D2361_2_L3	Weinig meetgegevens. De berekende grondwaterstand ligt gemiddeld 30 cm hoger, maar volgt de jaarlijkse fluctuatie
D	LEU04_F1_L1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 20 cm hoger.
D	LEU103_F2_L3	Sterk afhankelijk van molenpeil (zomer en winter) resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert.
D	LEU104_F1_L3	Sterk afhankelijk van molenpeil (zomer en winter) resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert.
D	LEU105_F1_L3	Sterk afhankelijk van molenpeil (zomer en winter) resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert.





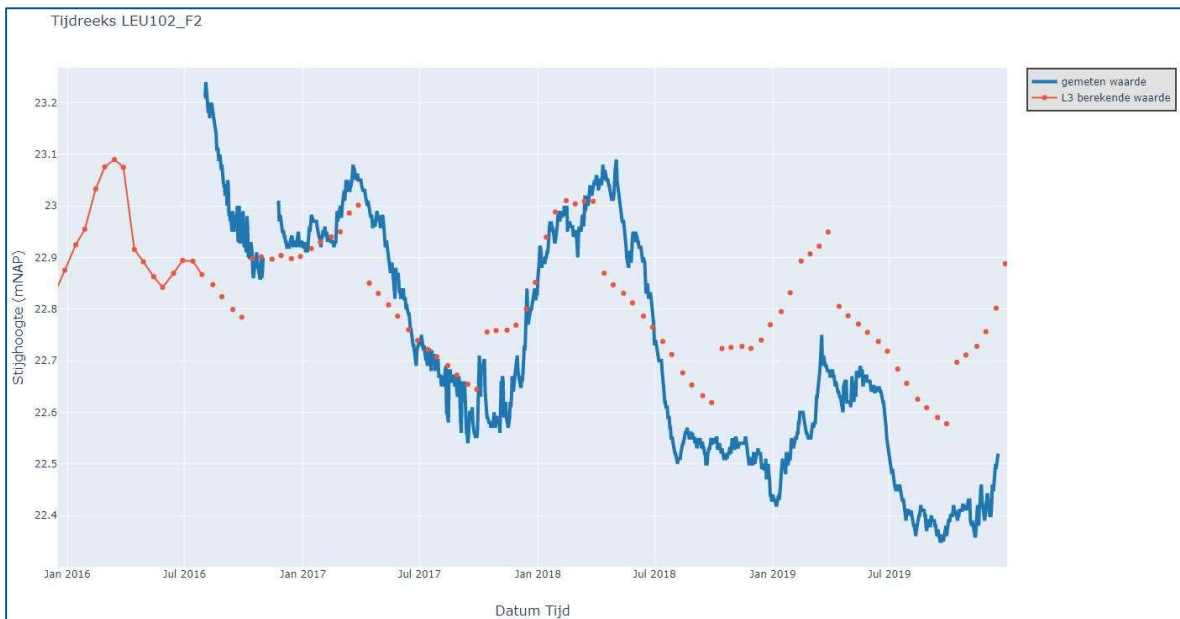
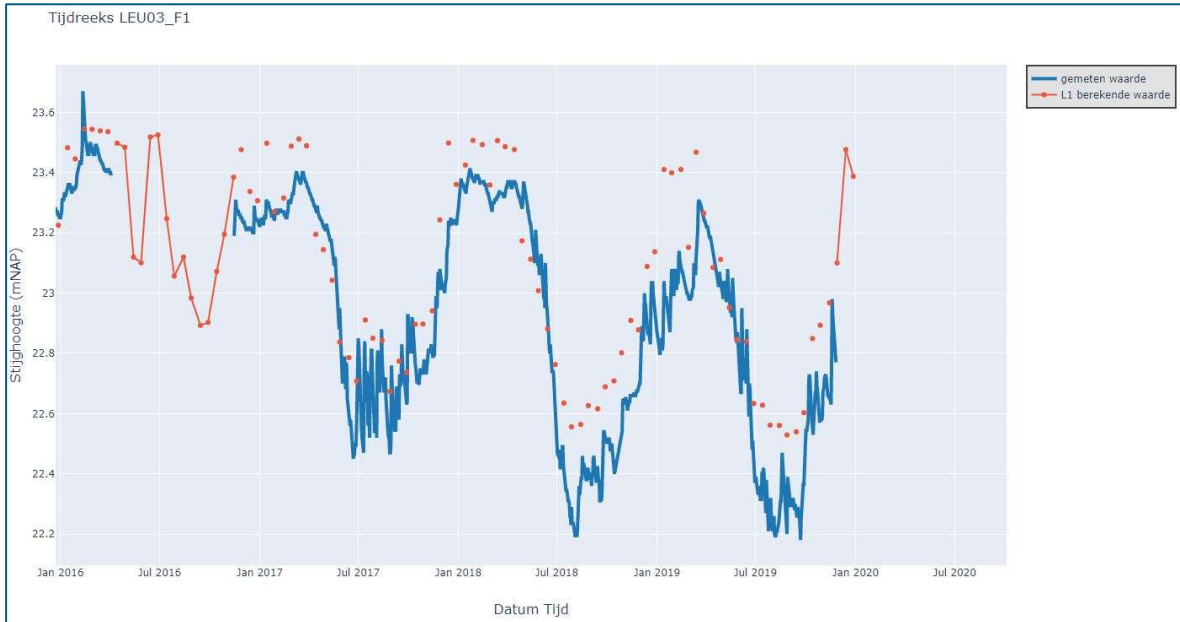




**Zone E: Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van Sint Elisabethsmolen**


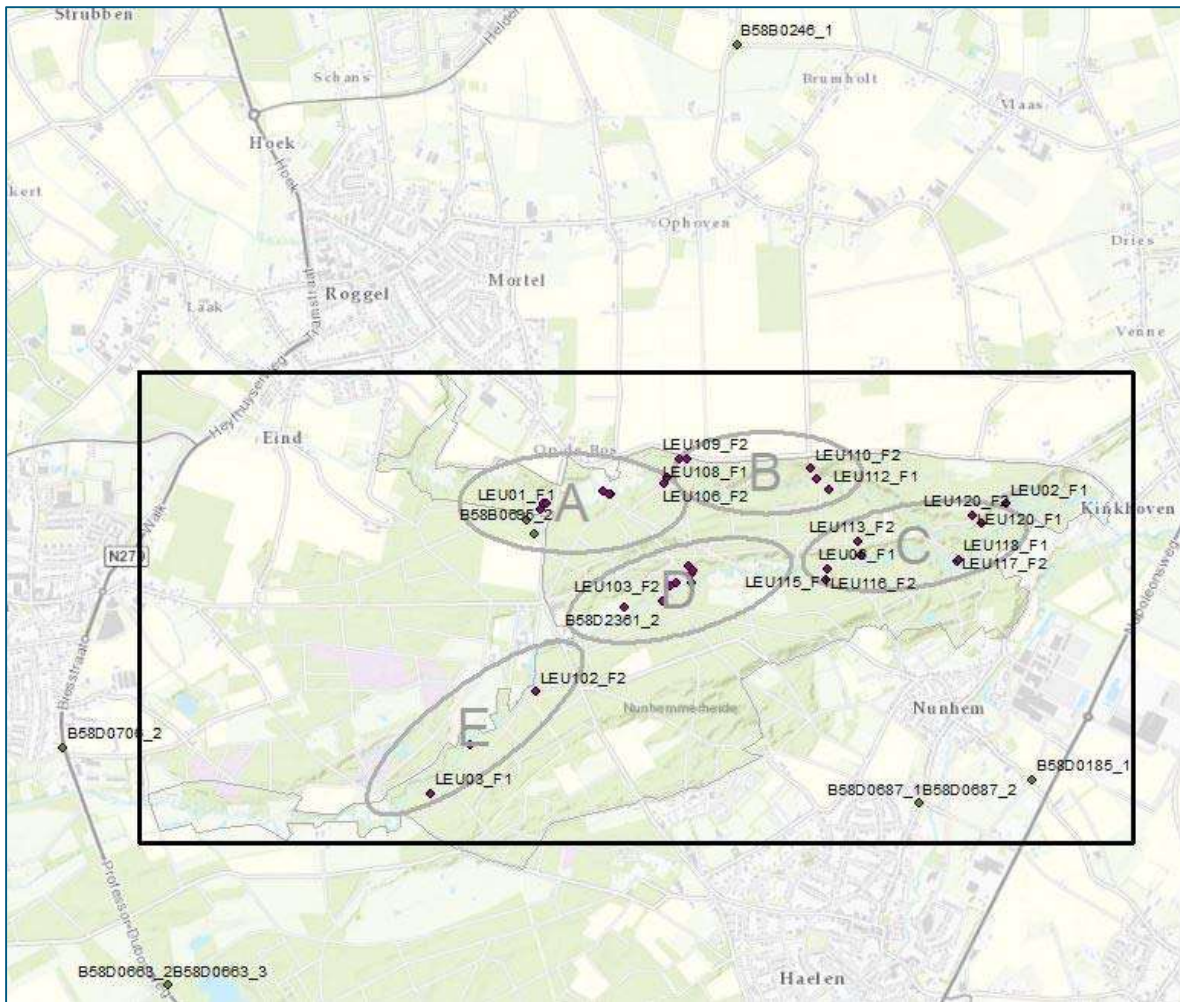
Figuur B1.5: Overzicht peilbuizen zone E, Tungelroyse Beek / Leubeek bovenstrooms van Sint Elisabethsmolen

Zone	Peilbuis	Opmerking
E	B58D2364_1_L1	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
E	B58D2364_2_L3	Geen tijdreeks in tijdsperiode (niet opgenomen)
E	LEU03_F1_L1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 10 cm hoger.
E	LEU102_F2_L3	Sterk afhankelijk van zomer/winterpeil van de beek resulteert in bijzondere sprongen op de momenten dat in het model het peil verandert.



**Zone F: Diepere peilbuizen in de Formatie van Beegden**

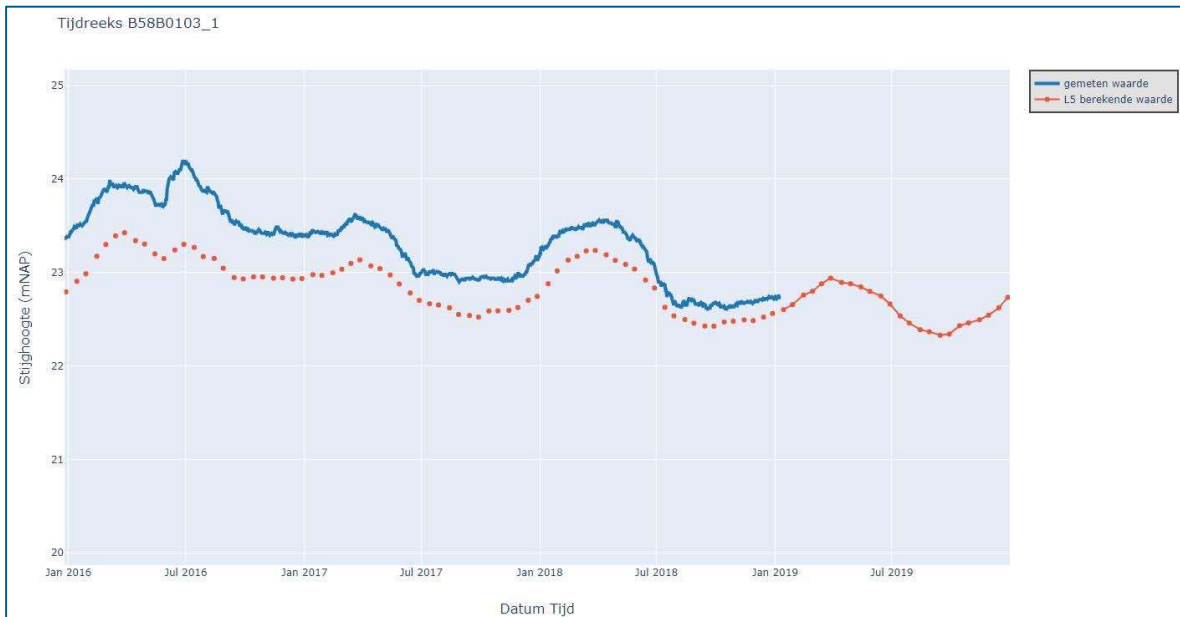
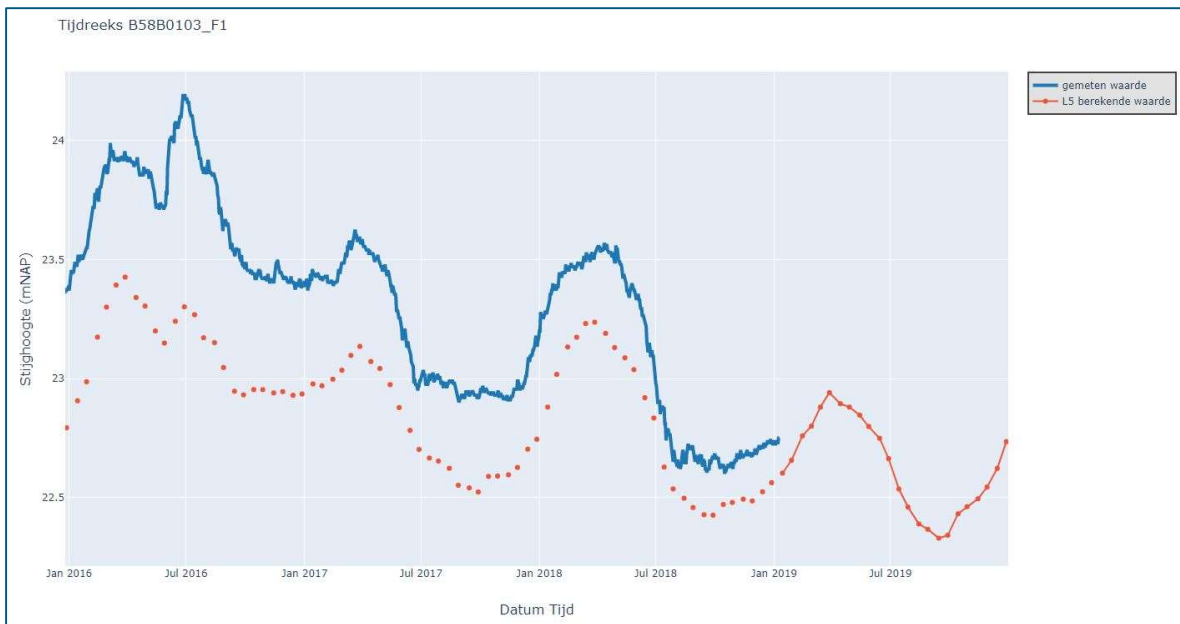
Peilbuizen B58B0103\_1 en B58B0103\_F1 liggen in zone A. De andere peilbuizen liggen niet in het Leudal.

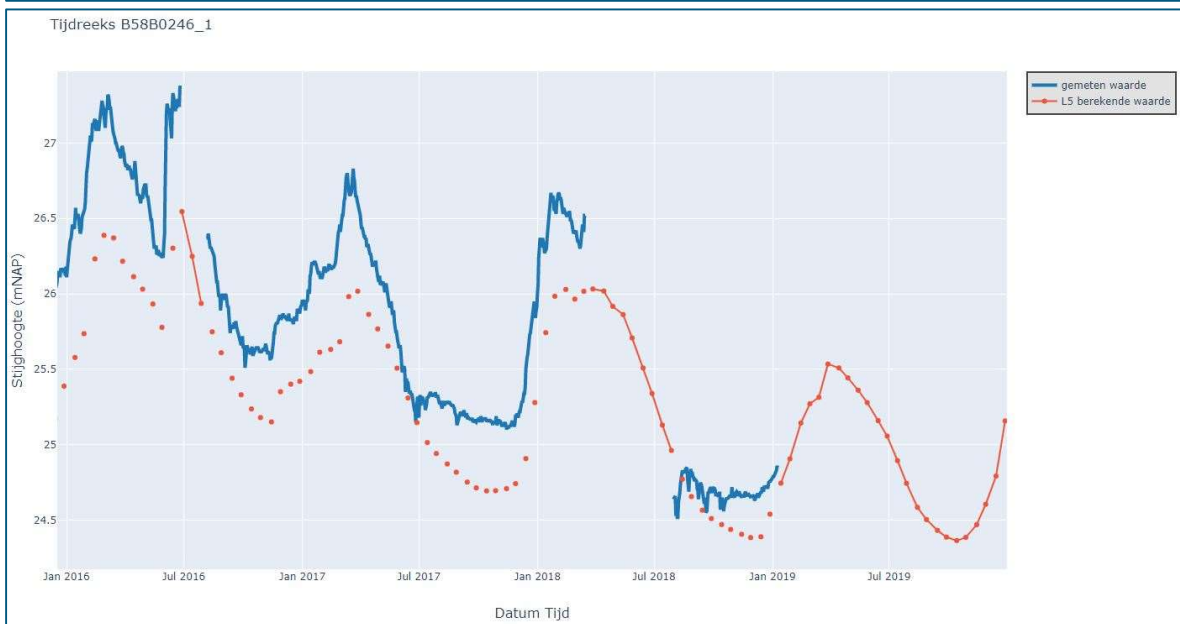
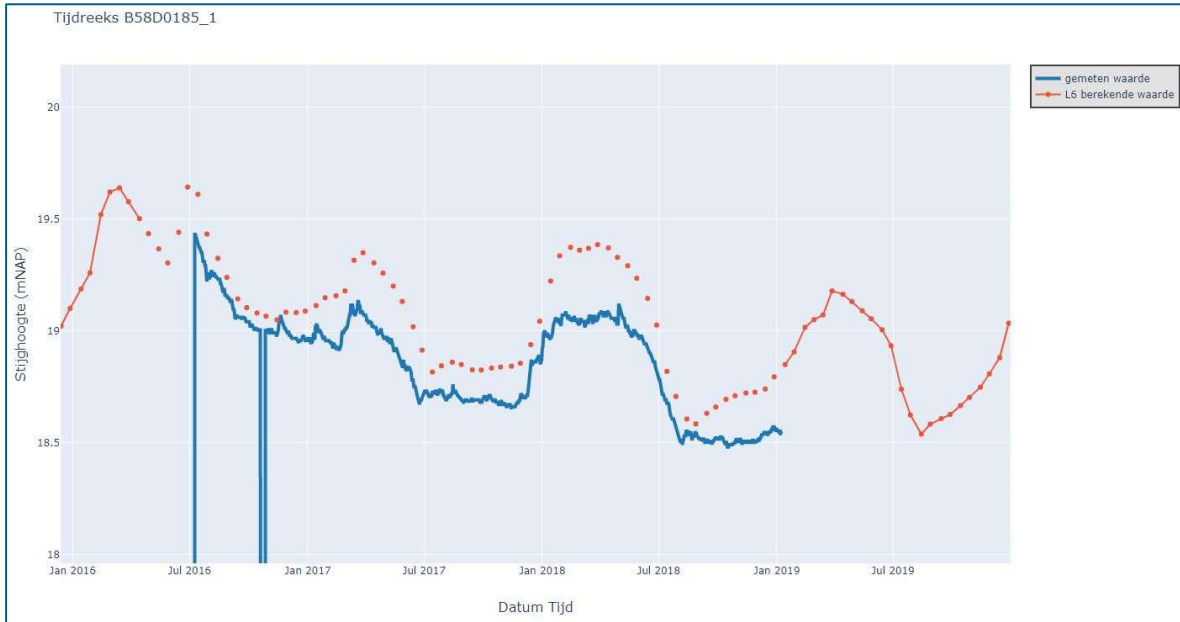


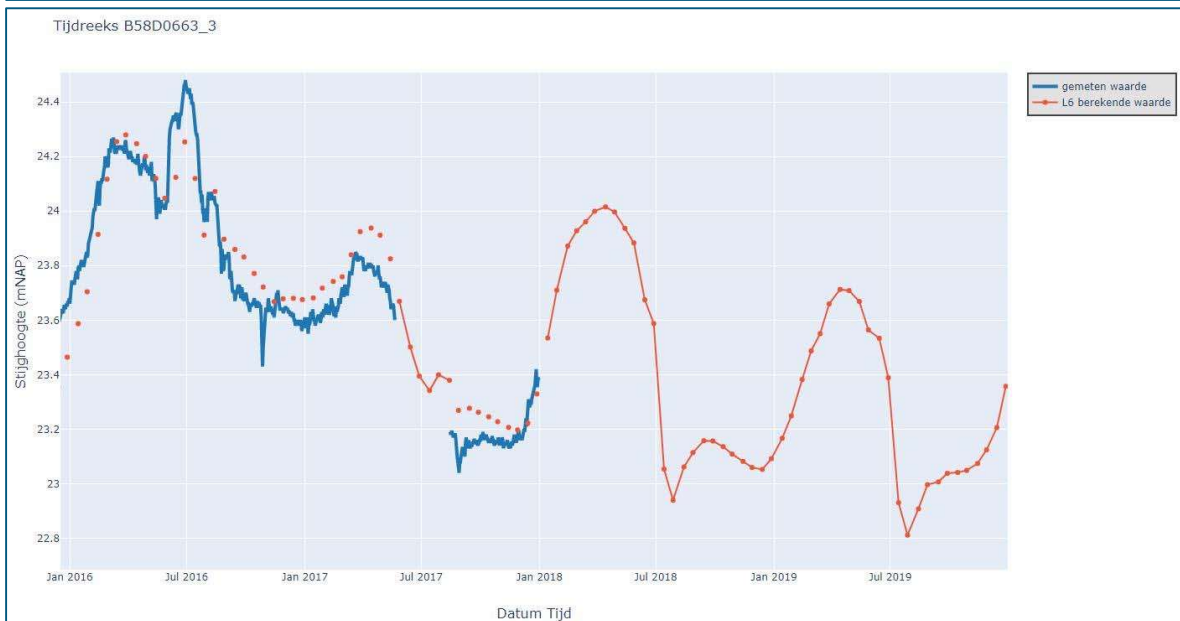
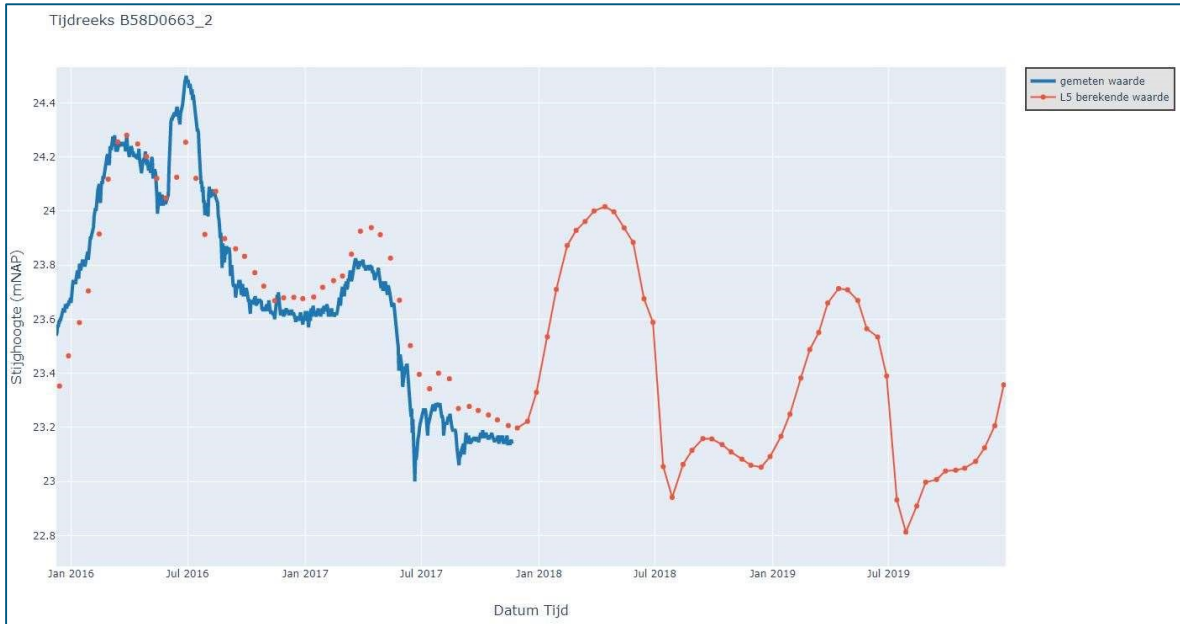
Figuur B1.6: Overzicht peilbuizen zone F, Peilbuizen in de Formatie van Beegden

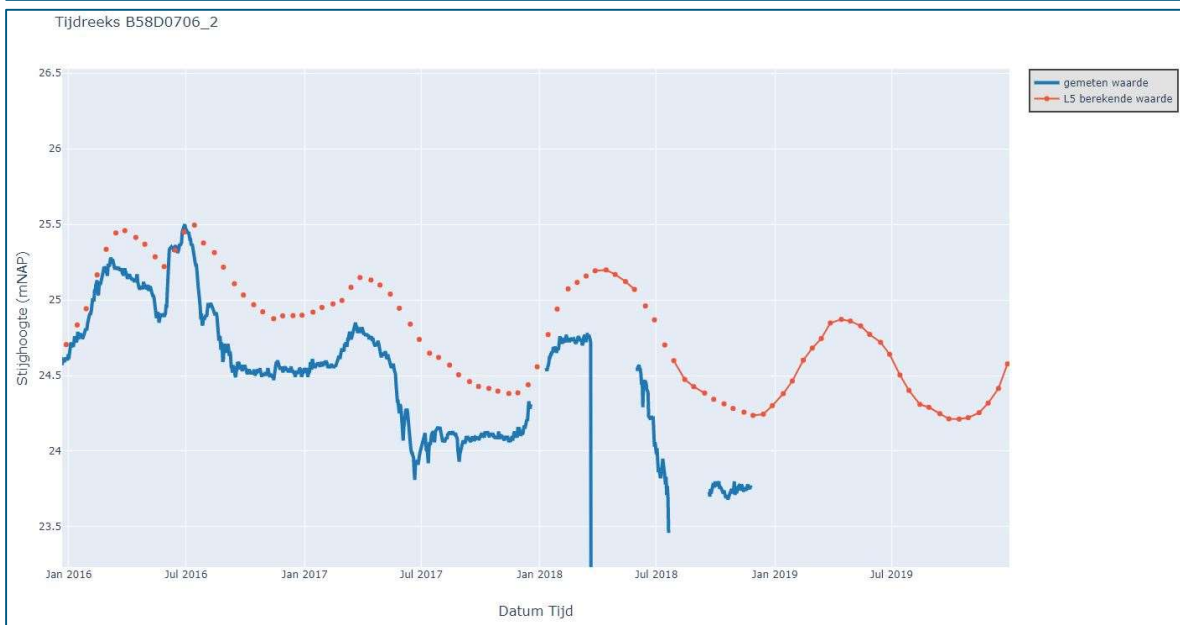
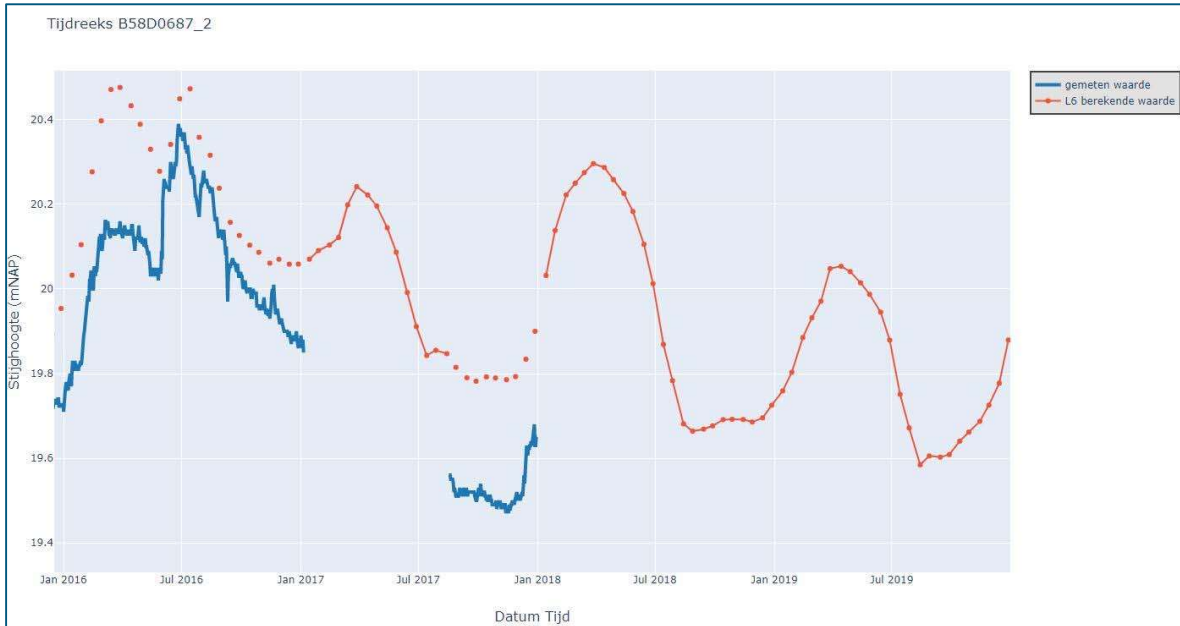
Zone	Peilbuis	Opmerking
F	B58D0185_1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 20 cm hoger.
F	B58D0246_1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 40 cm lager.
F	B58D0663_2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 5 cm hoger.
F	B58D0663_3	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 10 cm hoger.

F	B58D0687_1	Gemeten grondwaterstand is foutief (niet opgenomen)
F	B58D0687_2	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 30 cm hoger.
F	B58D0706_1	De berekende jaarlijkse fluctuatie van de grondwaterstand volgt de gemeten jaarlijkse fluctuatie, maar ligt gemiddeld 40 cm hoger.





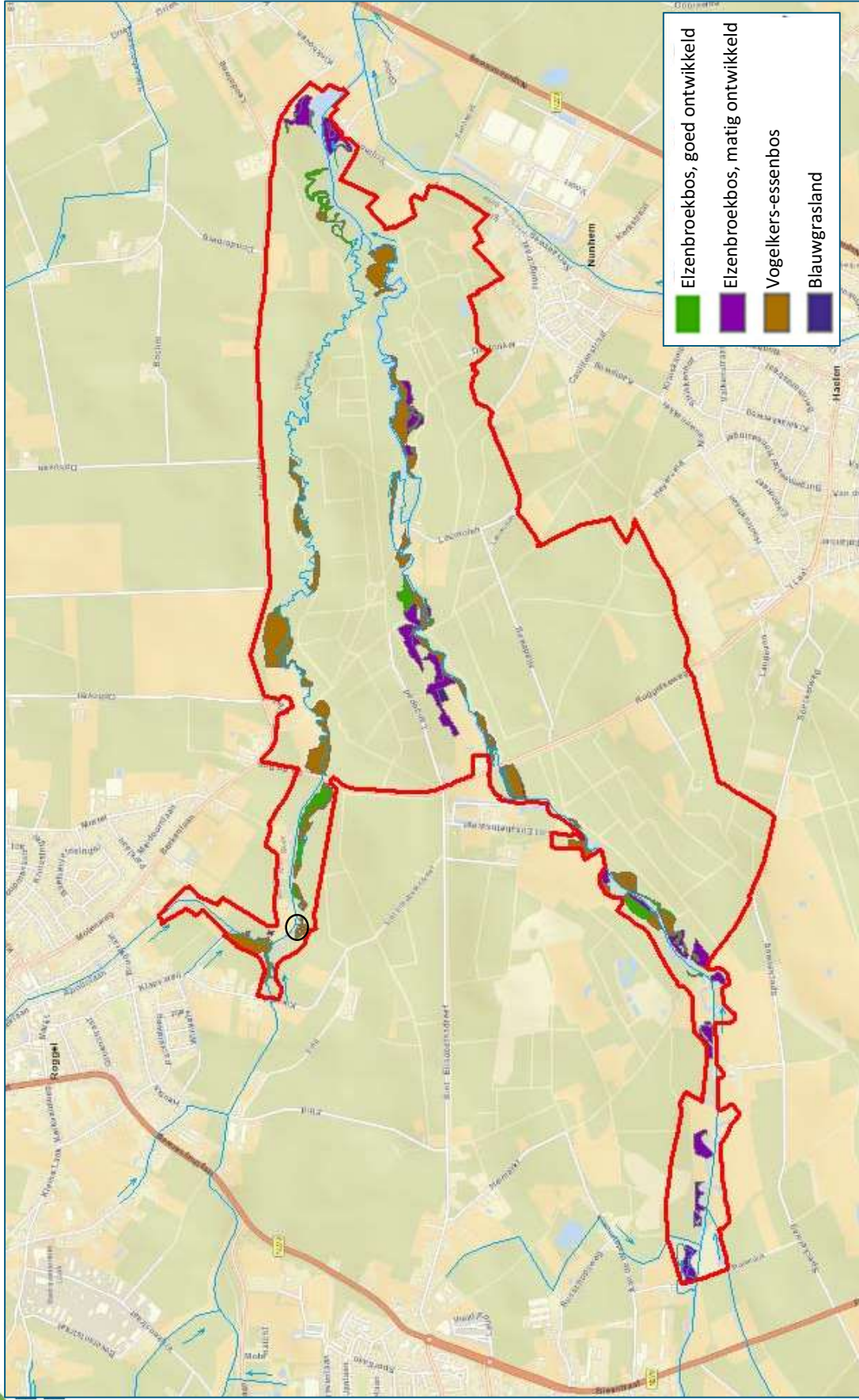




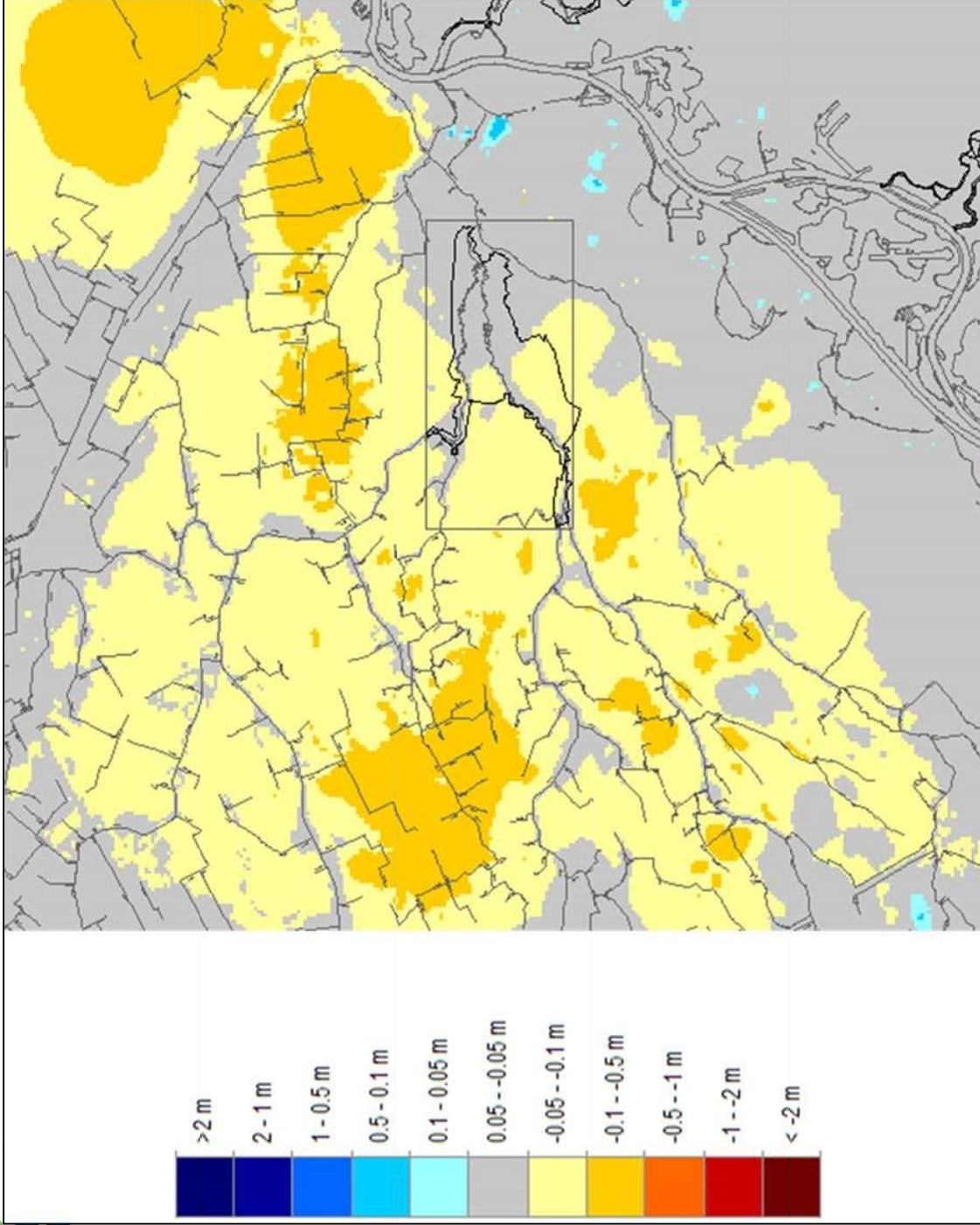




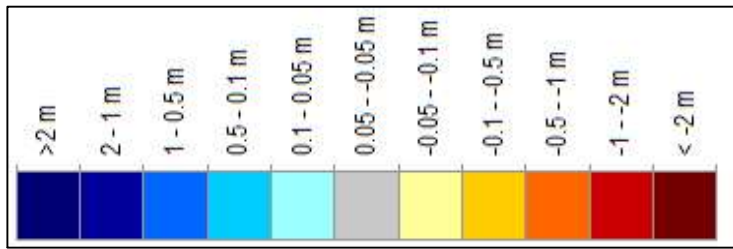
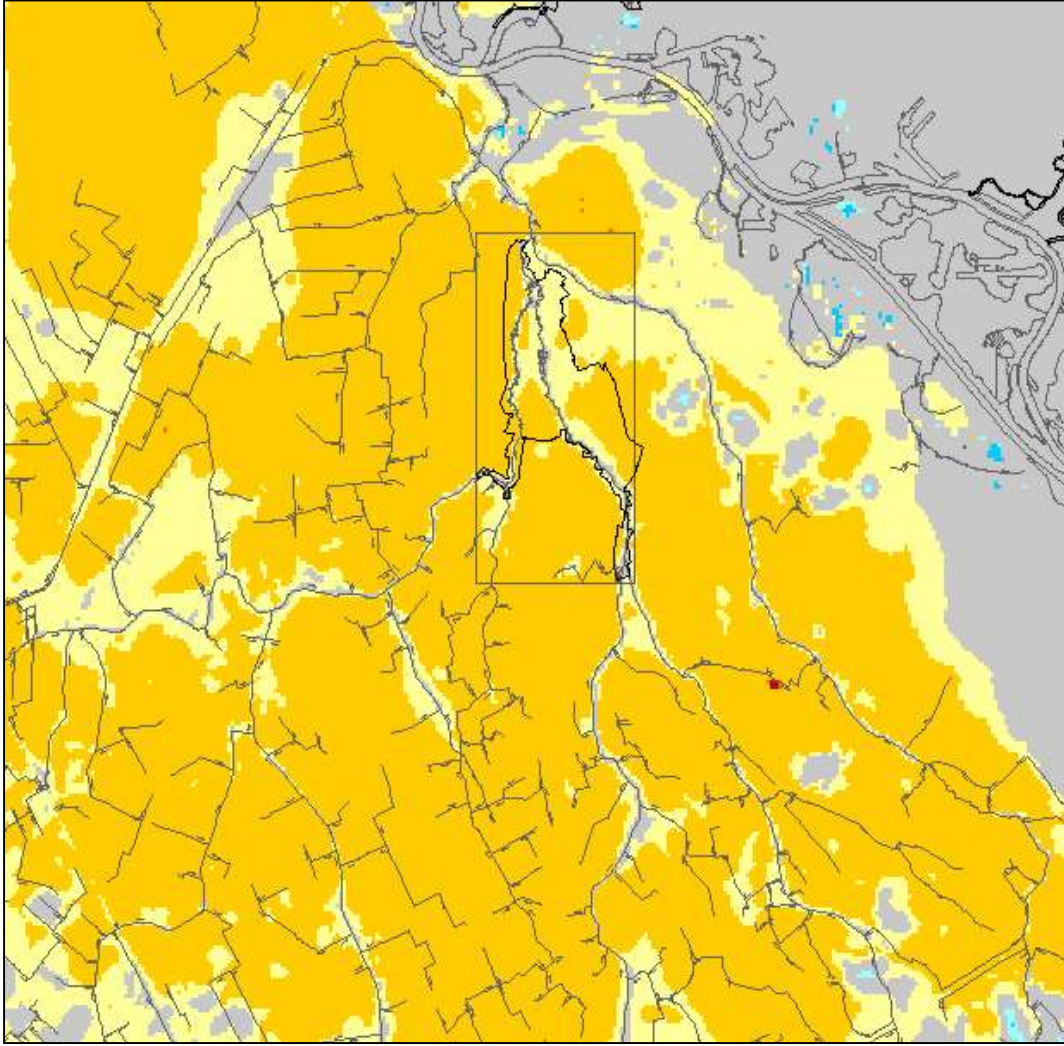
## Bijlage 2: Effectkaarten



Figuur 5-2: Verfijning kartering grondwaterafhankelijke habitattypen Natura 2000-gebied Leudal



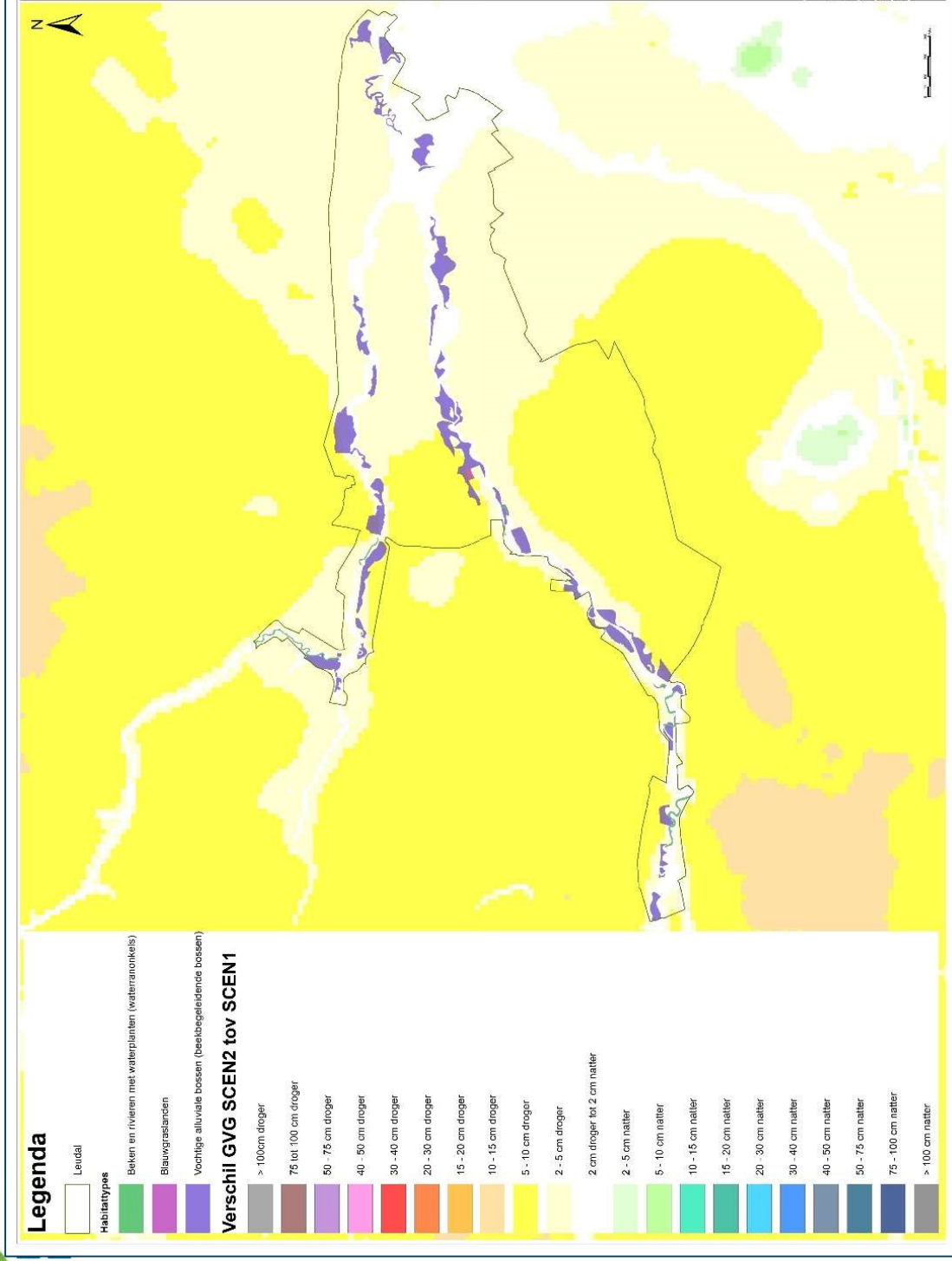
Figuur 6-2: Berekend effect op GVG als gevolg van beregning uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de huidige situatie zonder beregning)



Figuur 6-3: Berekend effect op GLG als gevolg van beregning uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder beregning)



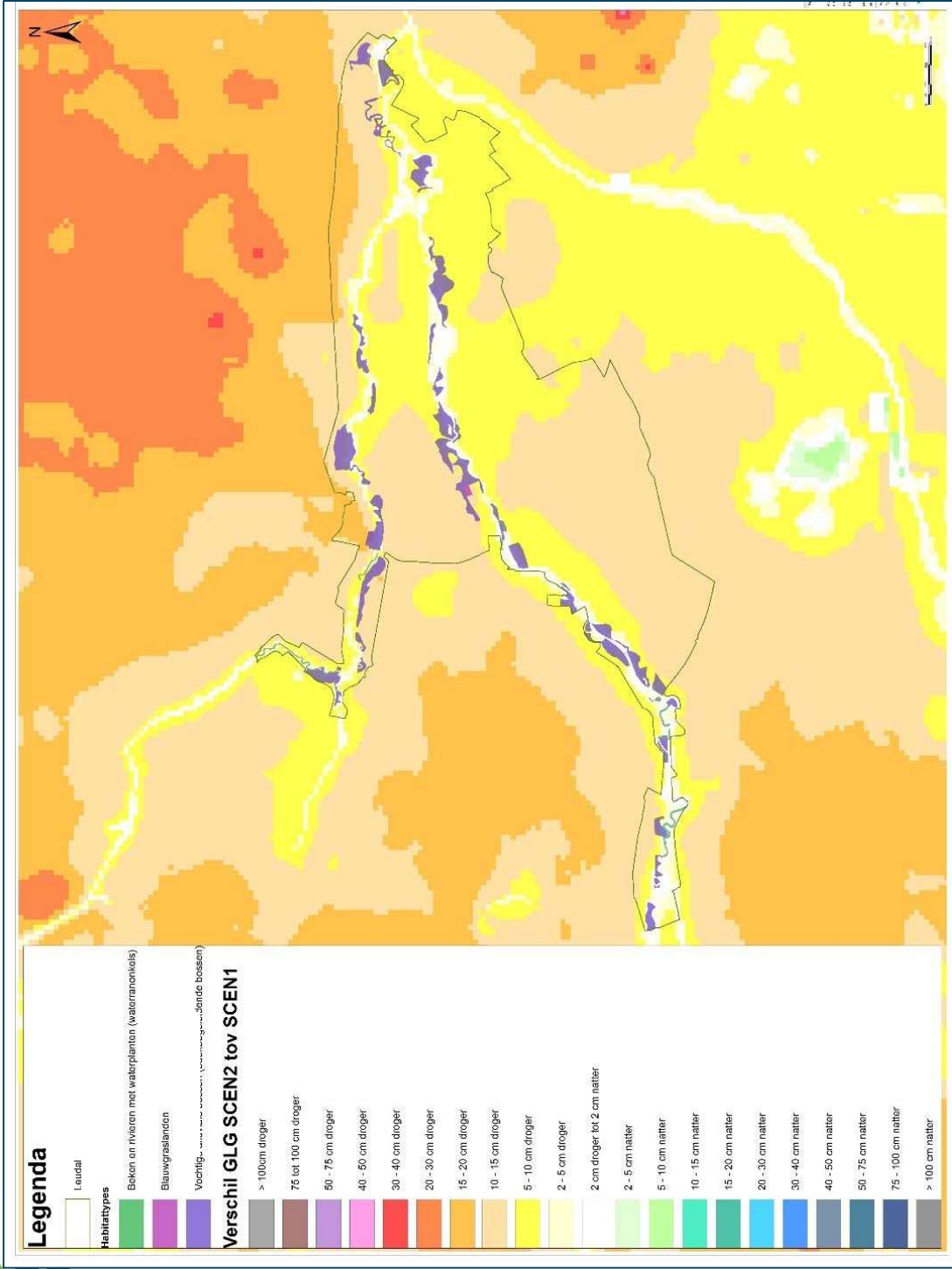
## Projectgerelateerd



Figuur 6-4: Berekend effect op GVG als gevolg van beregening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder beregening). Natura2000-gebied Leudal inclusief grondwaterafhankelijke habitattypen



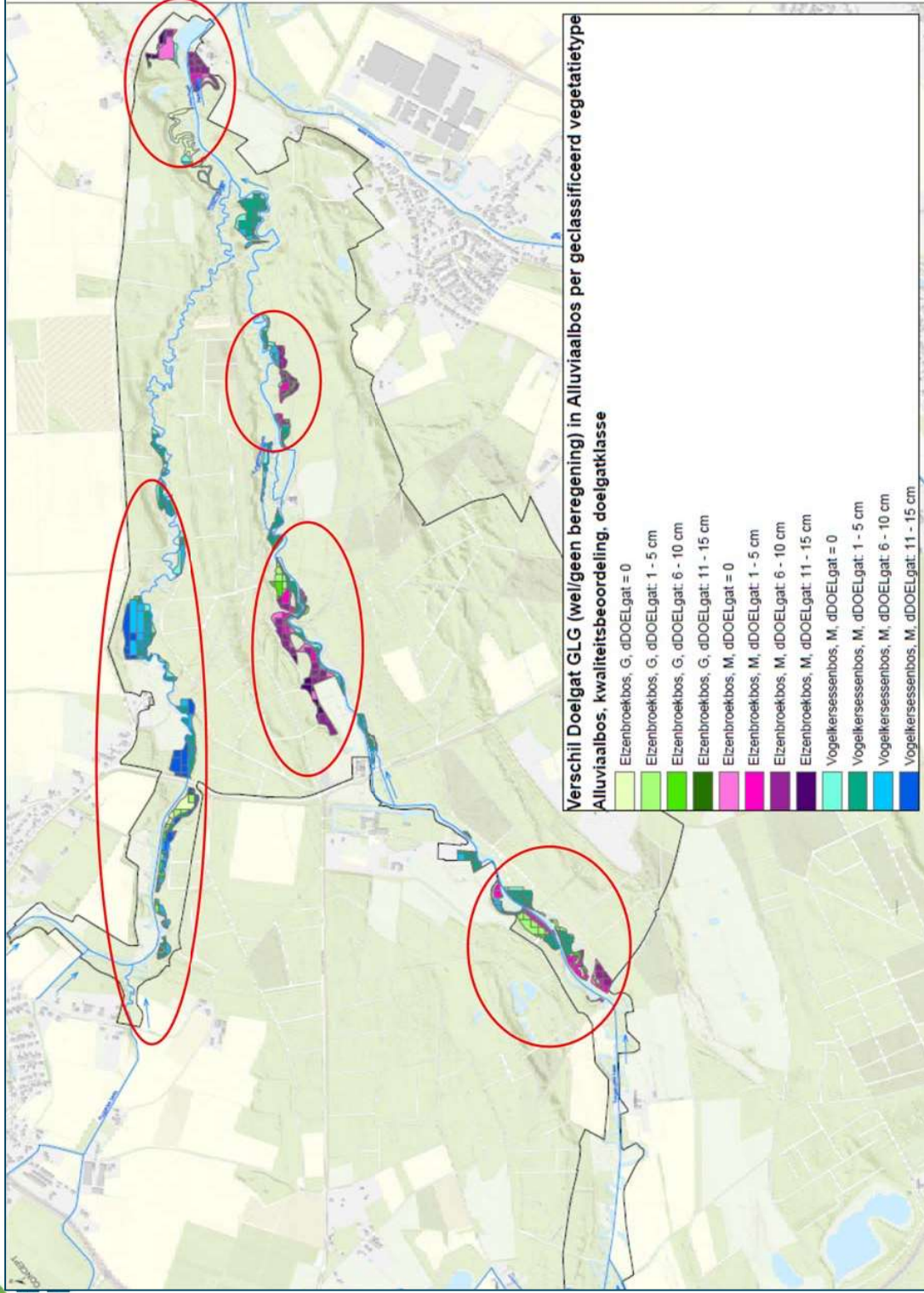
## Projectgerelateerd



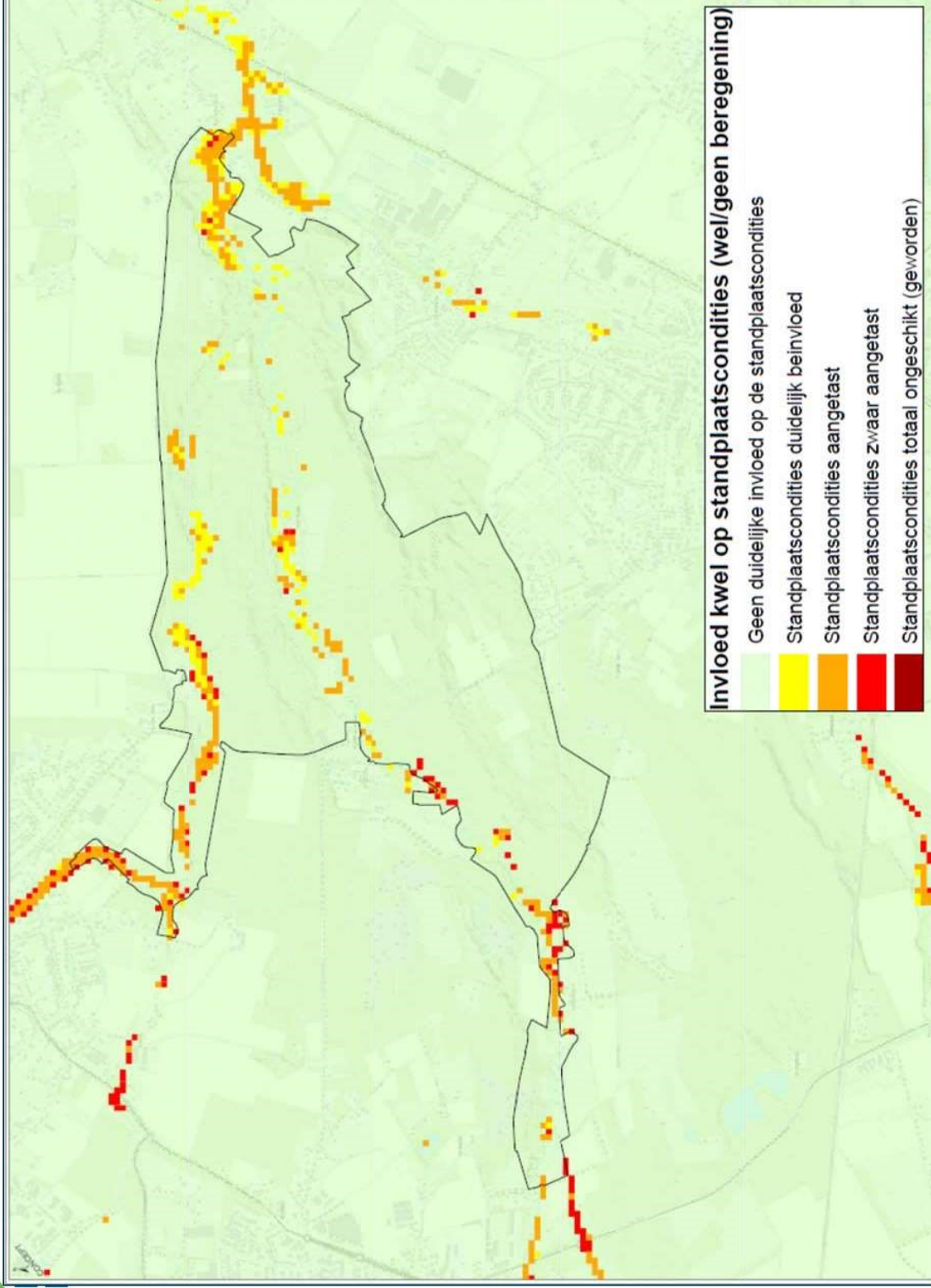
Figuur 6-5: Berekend effect op GLG als gevolg van beregening uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van de situatie zonder beregening). Natura2000-gebied Leudal inclusief grondwaterafhankelijke habitattypen



## Projectgerelateerd

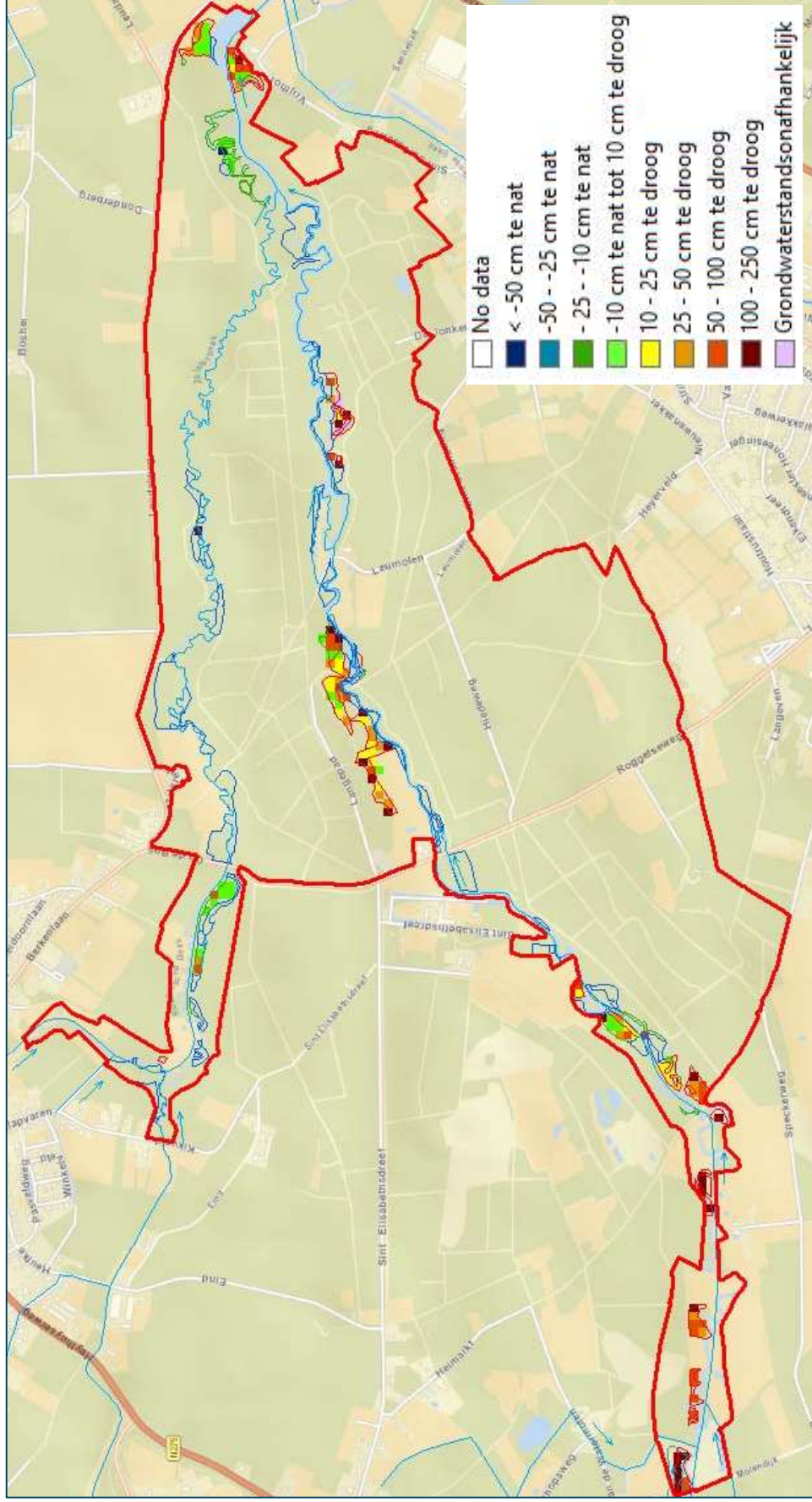


Figuur 6-6: Berekende effect doelgat GLG als gevolg van beregning uit grondwater in de huidige situatie, voor de grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal

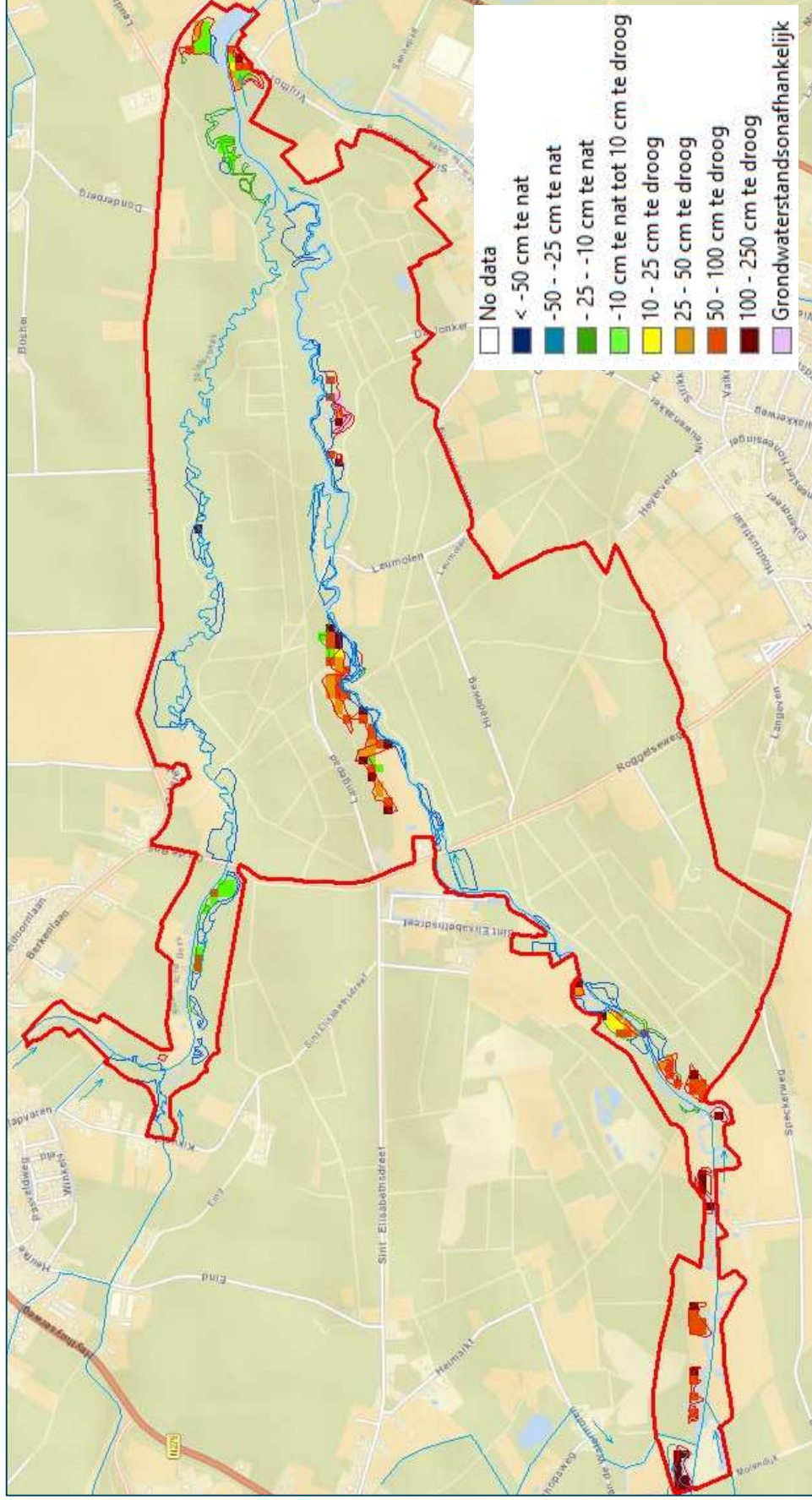


Figuur 6-8: Effecten grondwaterafhankelijke habitattypen binnen het Natura2000-gebied Leudal als gevolg van kwelname door beregning uit grondwater in de huidige situatie (ten opzichte van situatie zonder beregning)

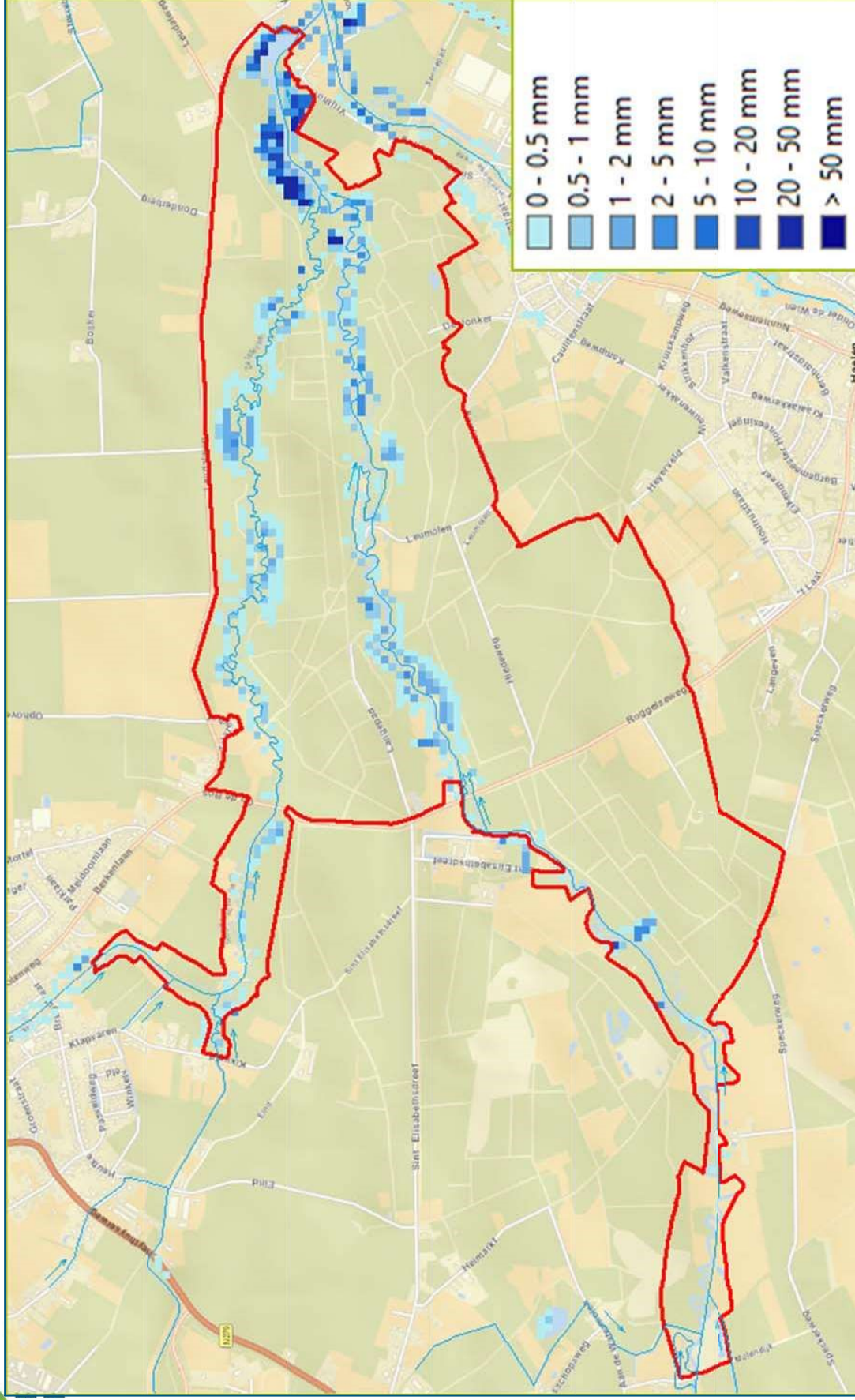




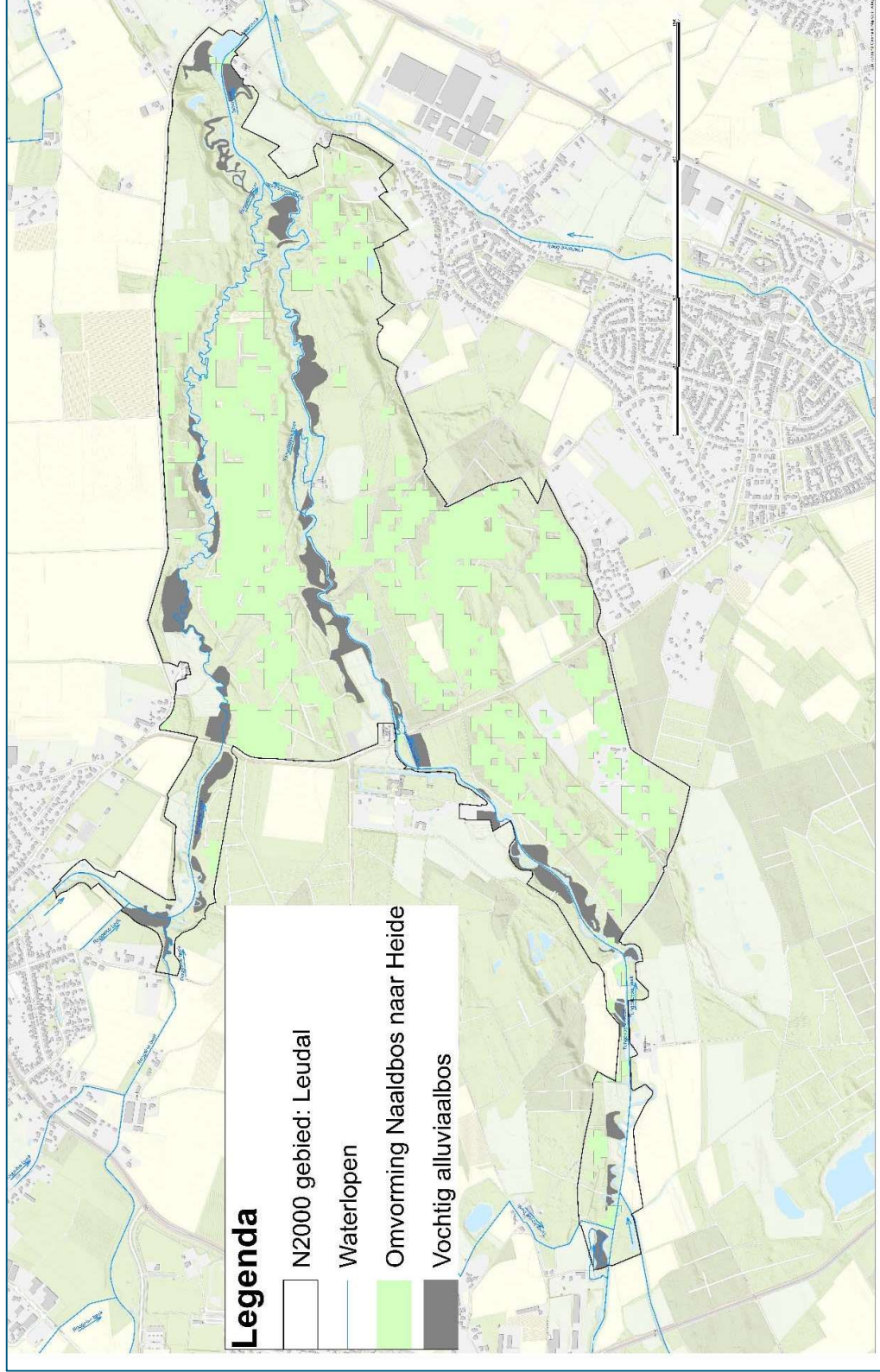
Figuur 7-1: Doelgat GYG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Eizenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie



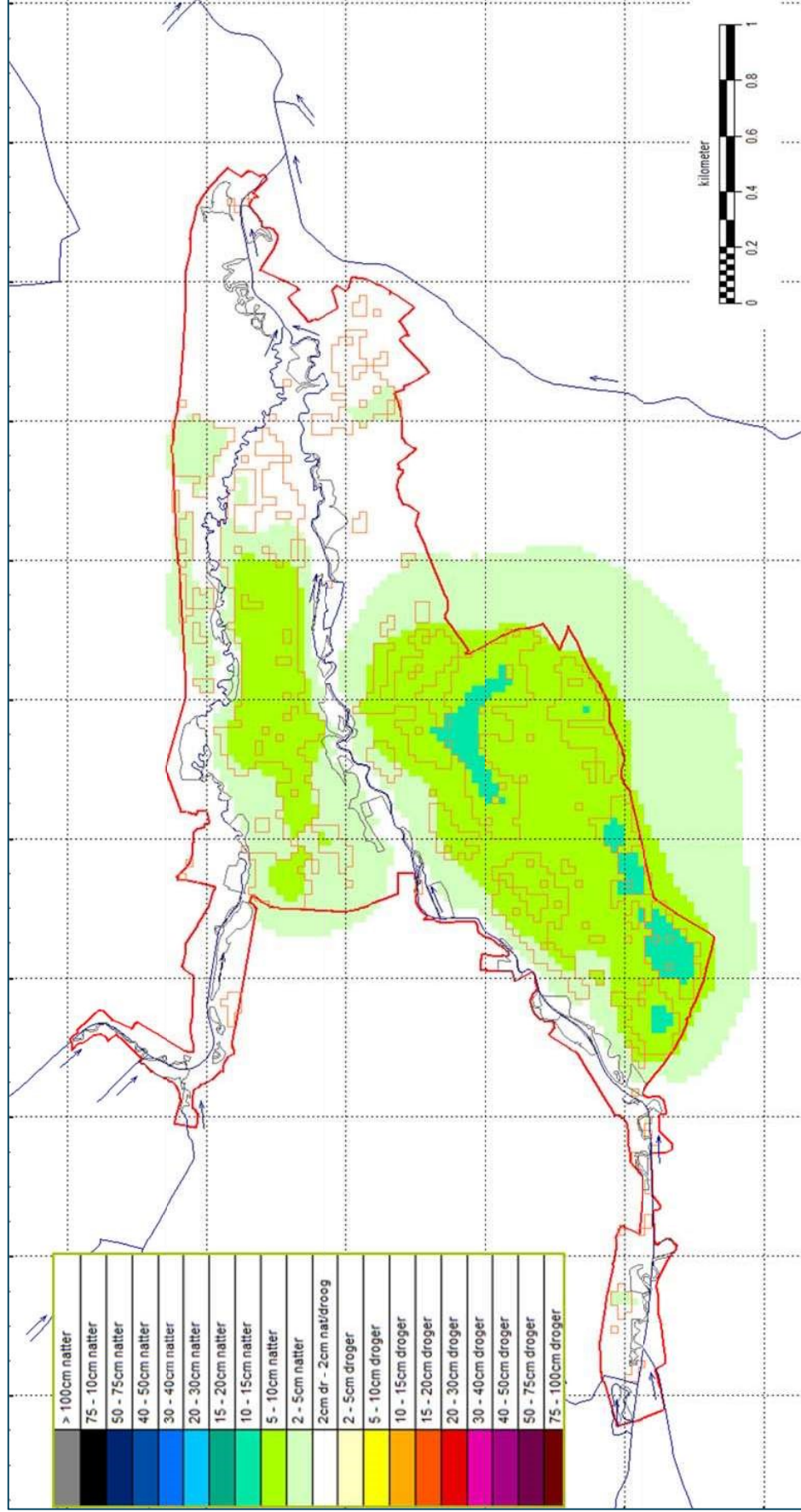
Figuur 7-2: Doelgat GLG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Eizenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie



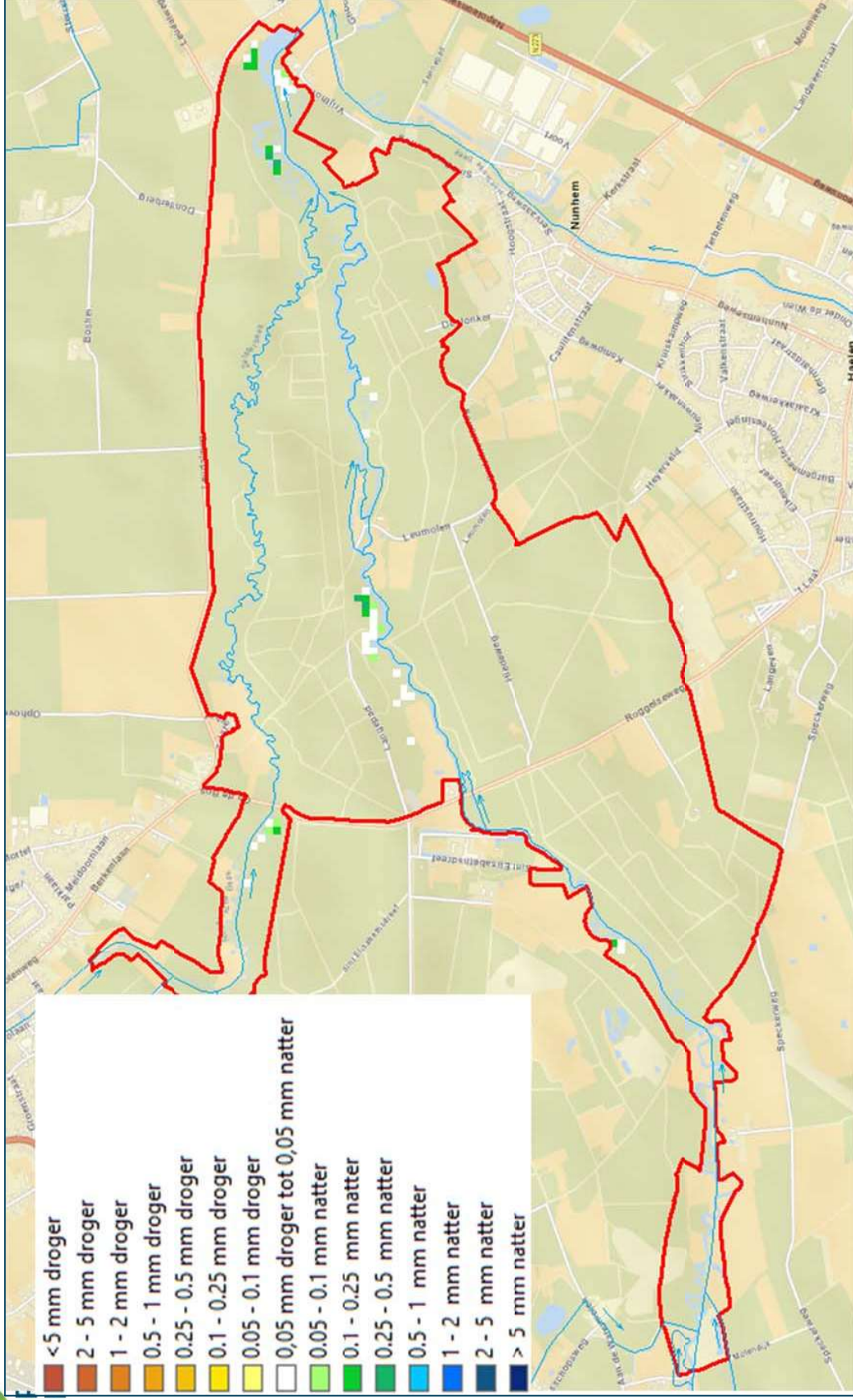
Figuur 7-3: Berekende kwel (jaargemiddeld, in mm per etmaal) in de huidige situatie



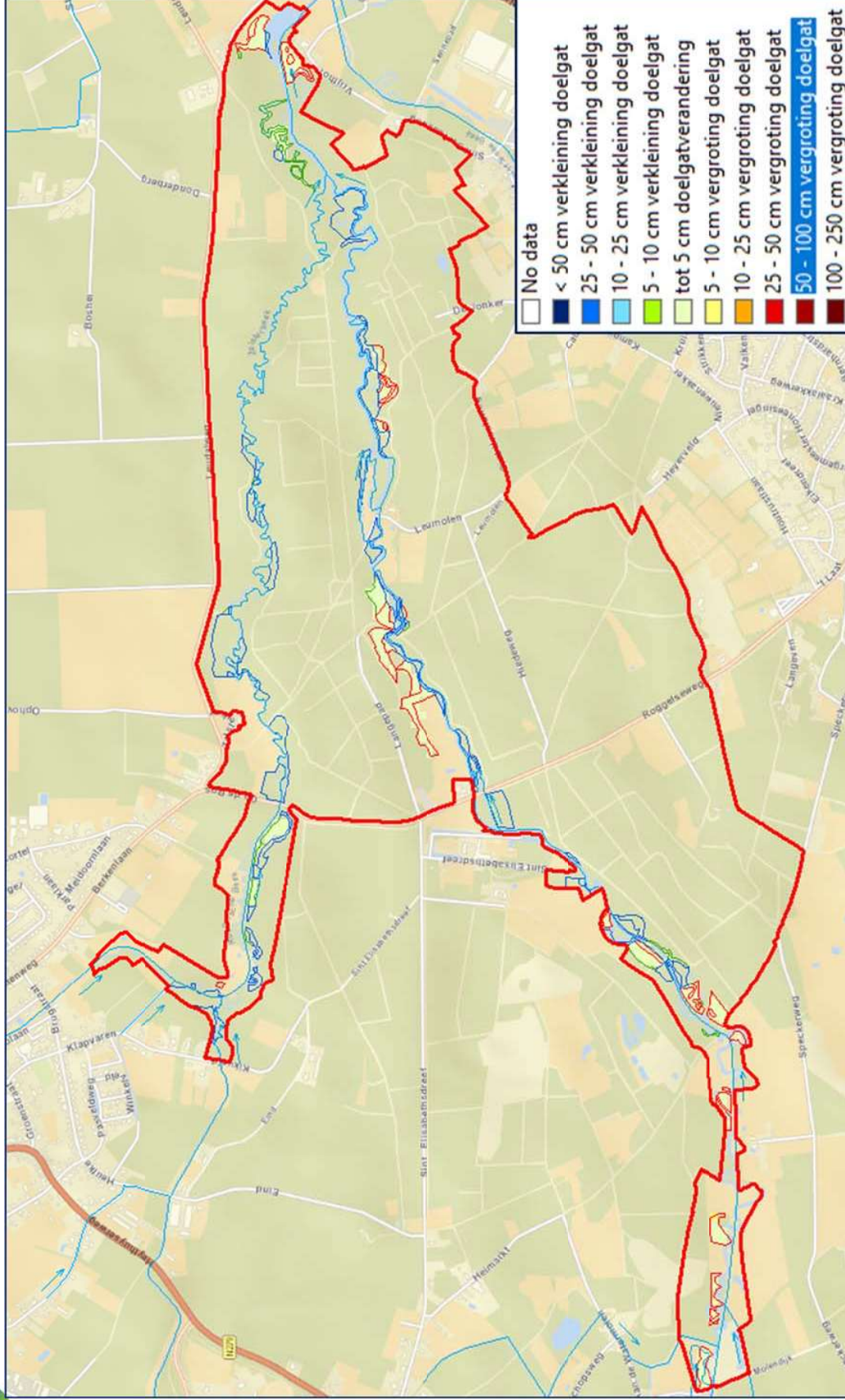
Figuur 7-4: Verkennende maatregel 1: omvorming van al het naaldbos binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal naar heide (lichtgroen weergegeven areaal)



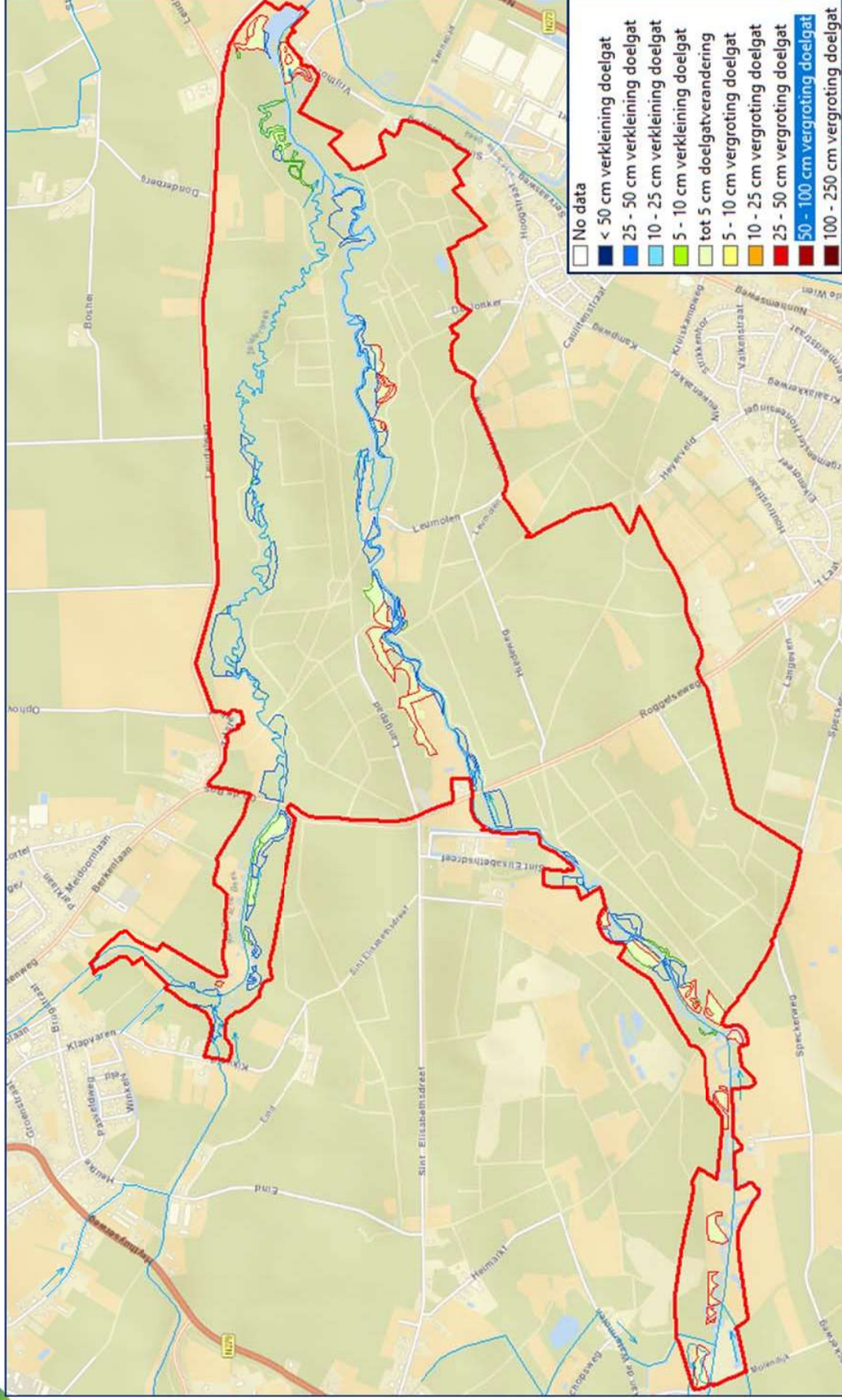
Figuur 7-5: Verkennde maatregel 1: verandering GVG als gevolg van omvorming naaldbos naar heide binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal



Figuur 7-6: Verkennende maatregel 1: verandering kwel als gevolg van omvorming naaldbos naar heide binnen de begrenzing van het Natura2000-gebied Leudal



Figuur 7-7: Verkennende maatregel 1: verandering doelgat GVG als gevolg van omvorming naaldbos naar heide

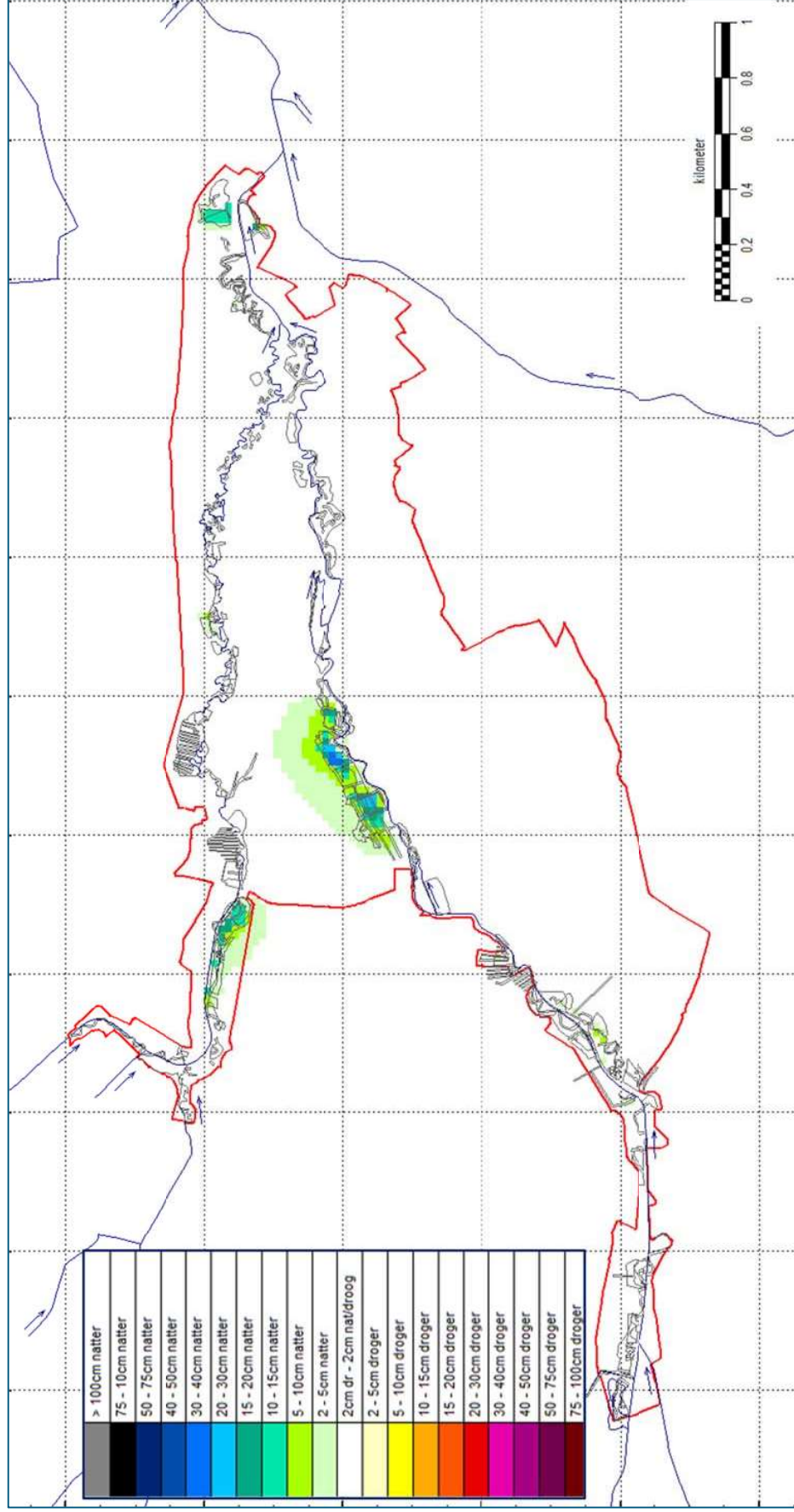


Figuur 7-8: Verkennende maatregel 1: verandering doelgat GLG als gevolg van omvorming naaldbos naar heide

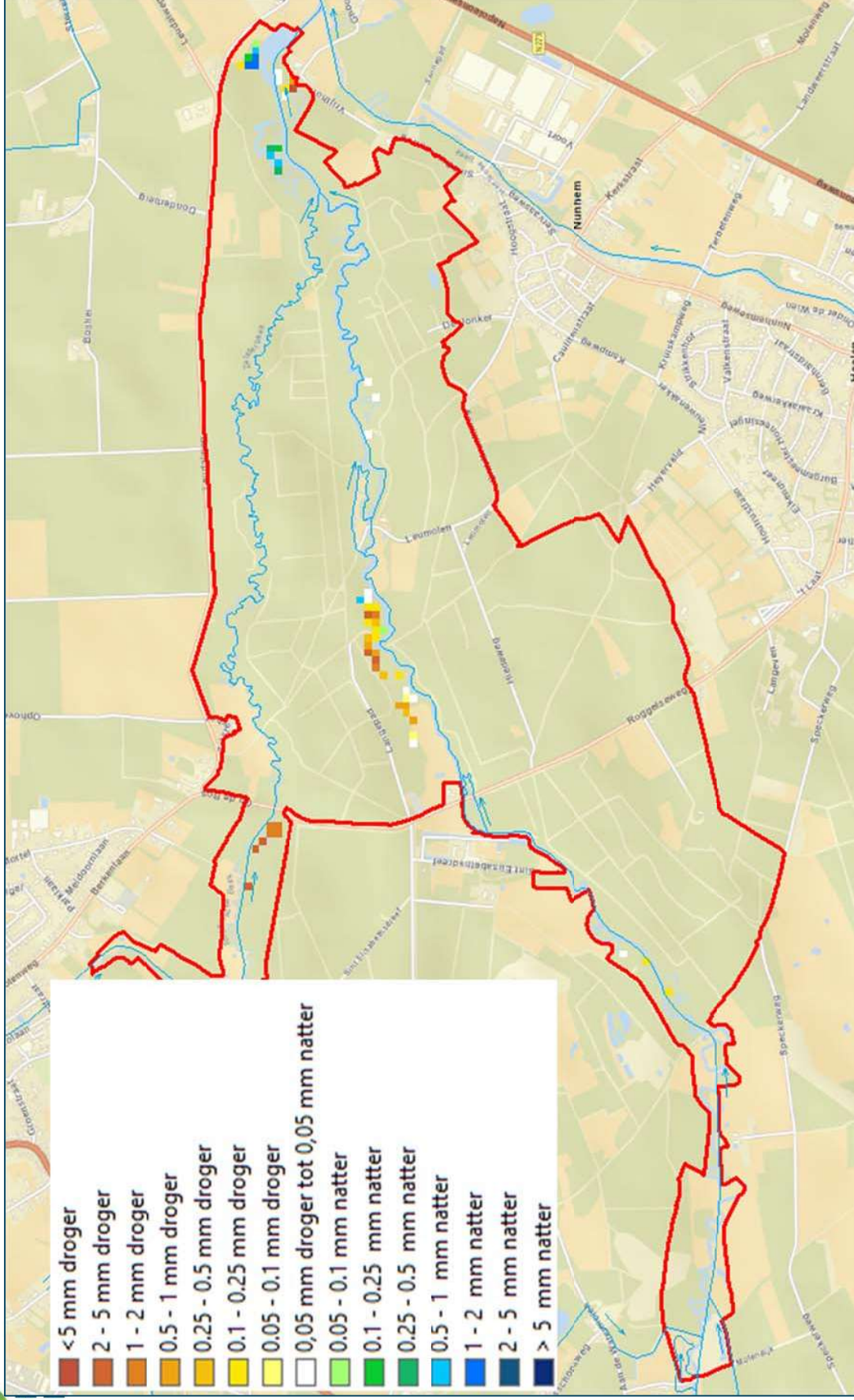




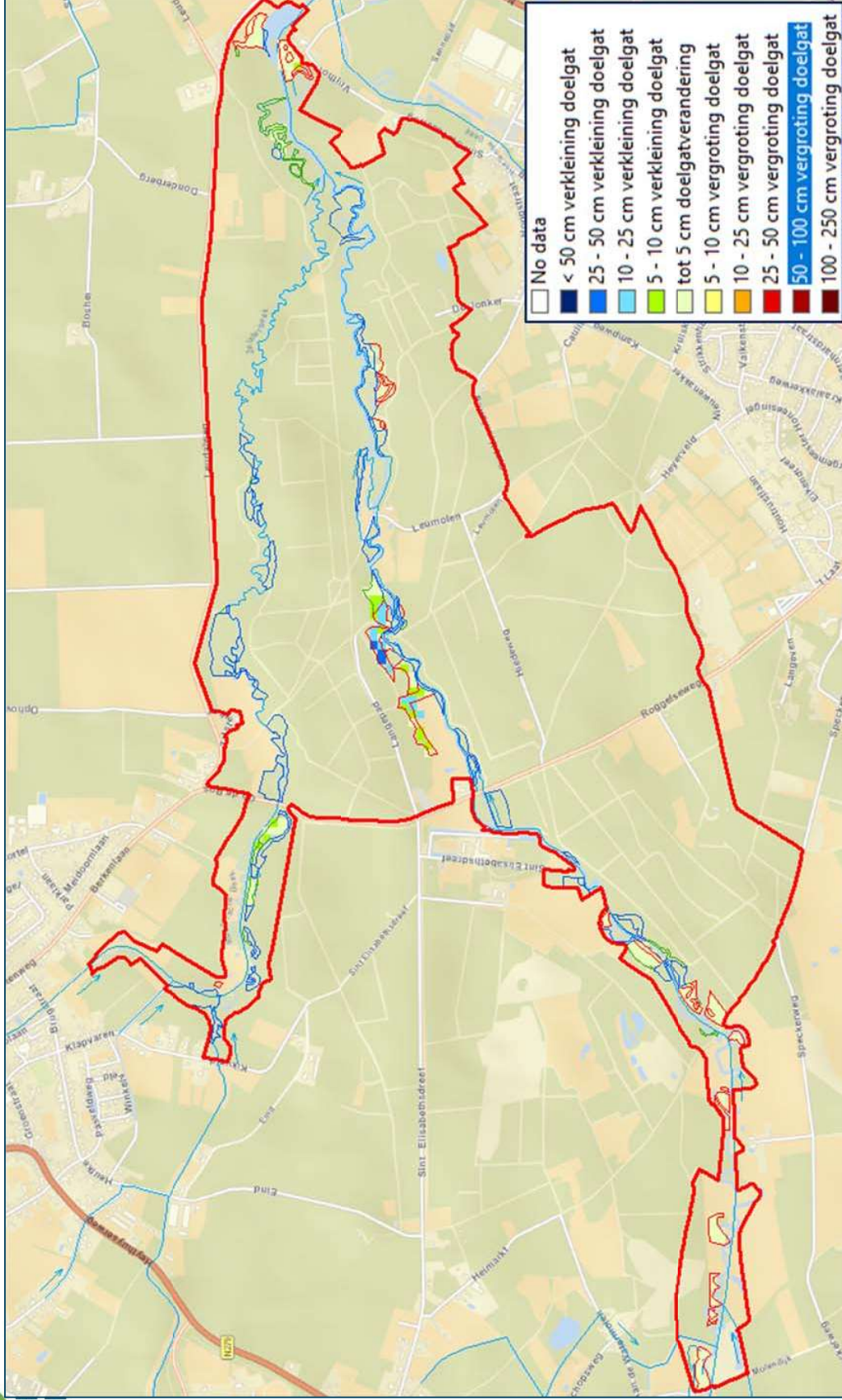
Figuur 7-9: Verkennende maatregel 2: dempen van alle, binnen het Natura2000-gebied Leudal aanwezige detailontwatering



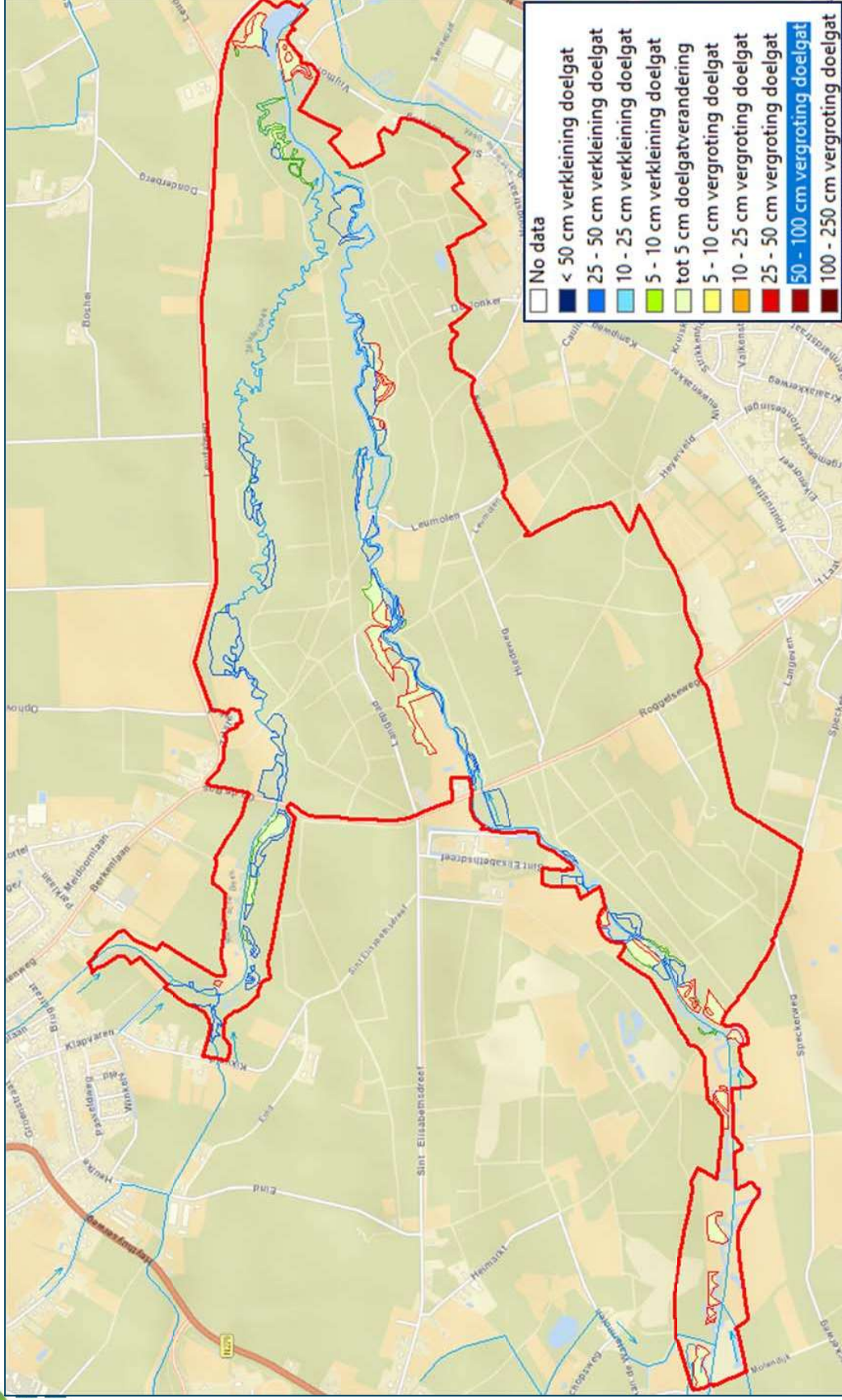
Figuur 7-10: Verkennde maatregel 2: verandering GVG als gevolg van dempen van alle detailontwatering binnen Natura2000-gebied Leudal



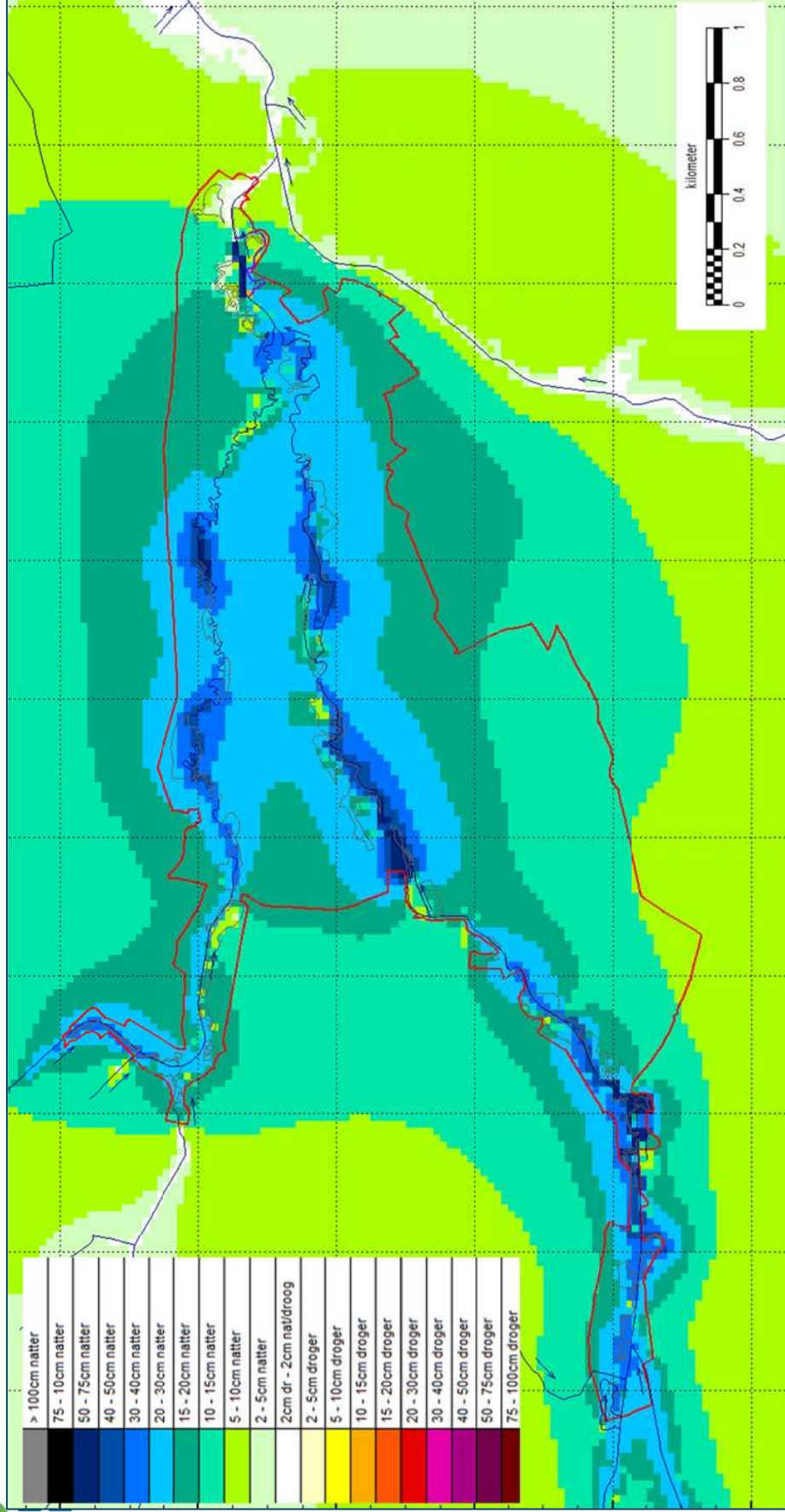
Figuur 7-11: Verkennende maatregel 2: verandering kwel als gevolg van dempen van alle detailontwatering binnen Natura2000-gebied Leudal



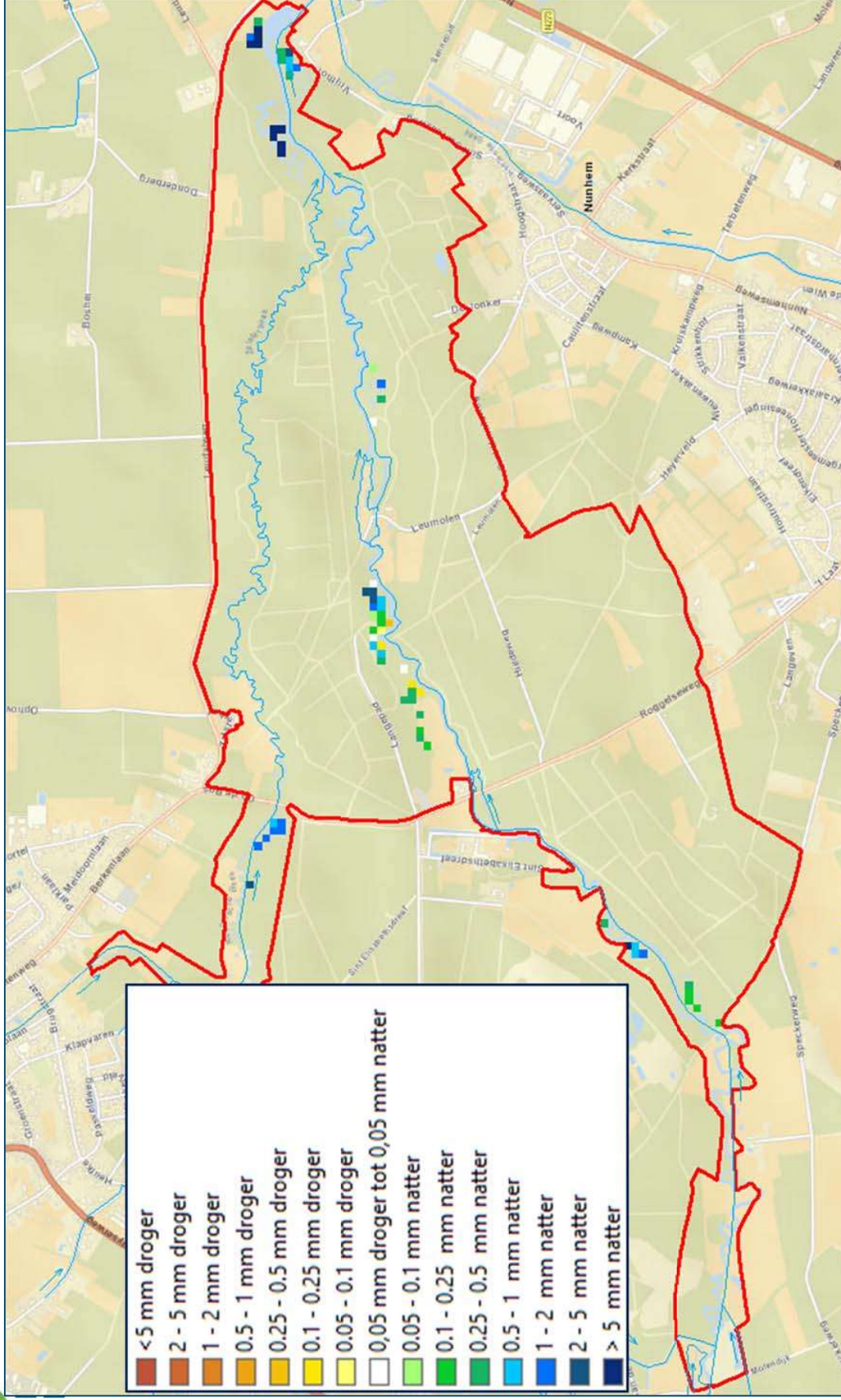
Figuur 7-12: Verkennende maatregel 2: verandering doelgat GVG als gevolg van dempen alle detailontwatering



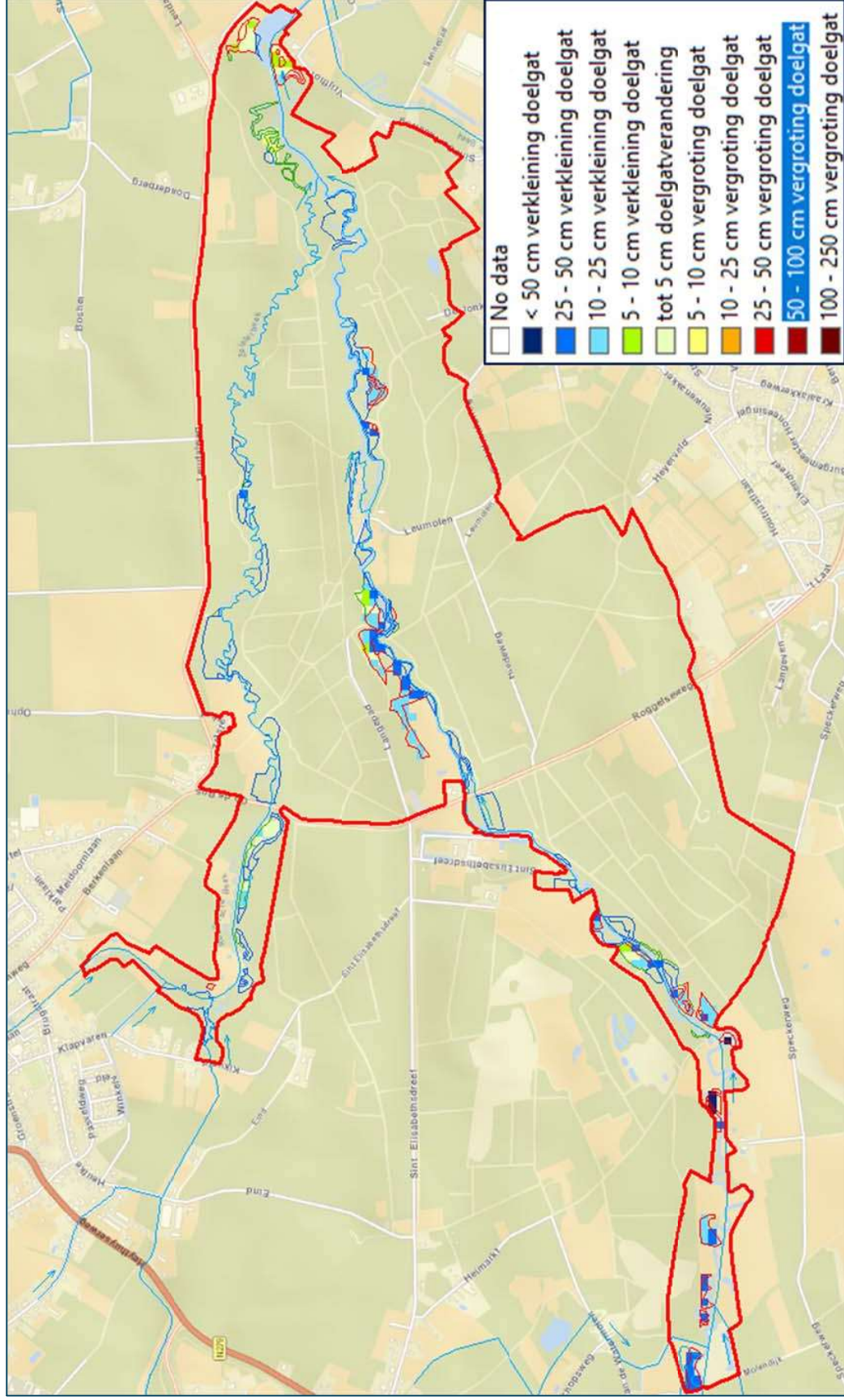
Figuur 7-13: Verkennende maatregel 2: verandering doelgat GLG als gevolg van dempen alle detailontwatering



Figuur 7-18: Verkennende maatregel 3a: verandering GVG als gevolg van bodemverhoging van de beken binnen Natura2000-gebied Leudal

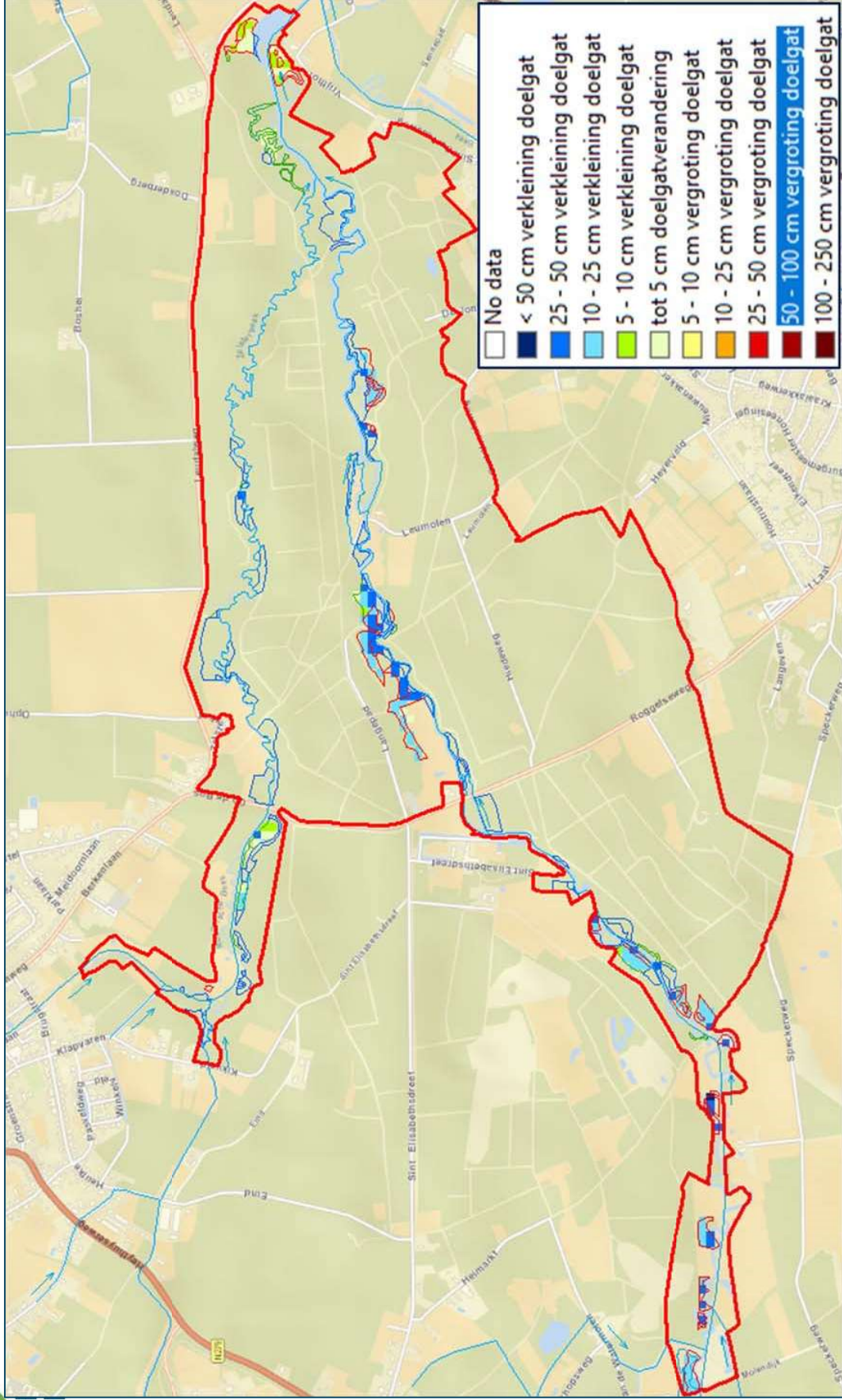


Figuur 7-19: Verkennende maatregel 3a: verandering kwel als gevolg van bodemverhoging van de beken binnen Natura2000-gebied Leudal

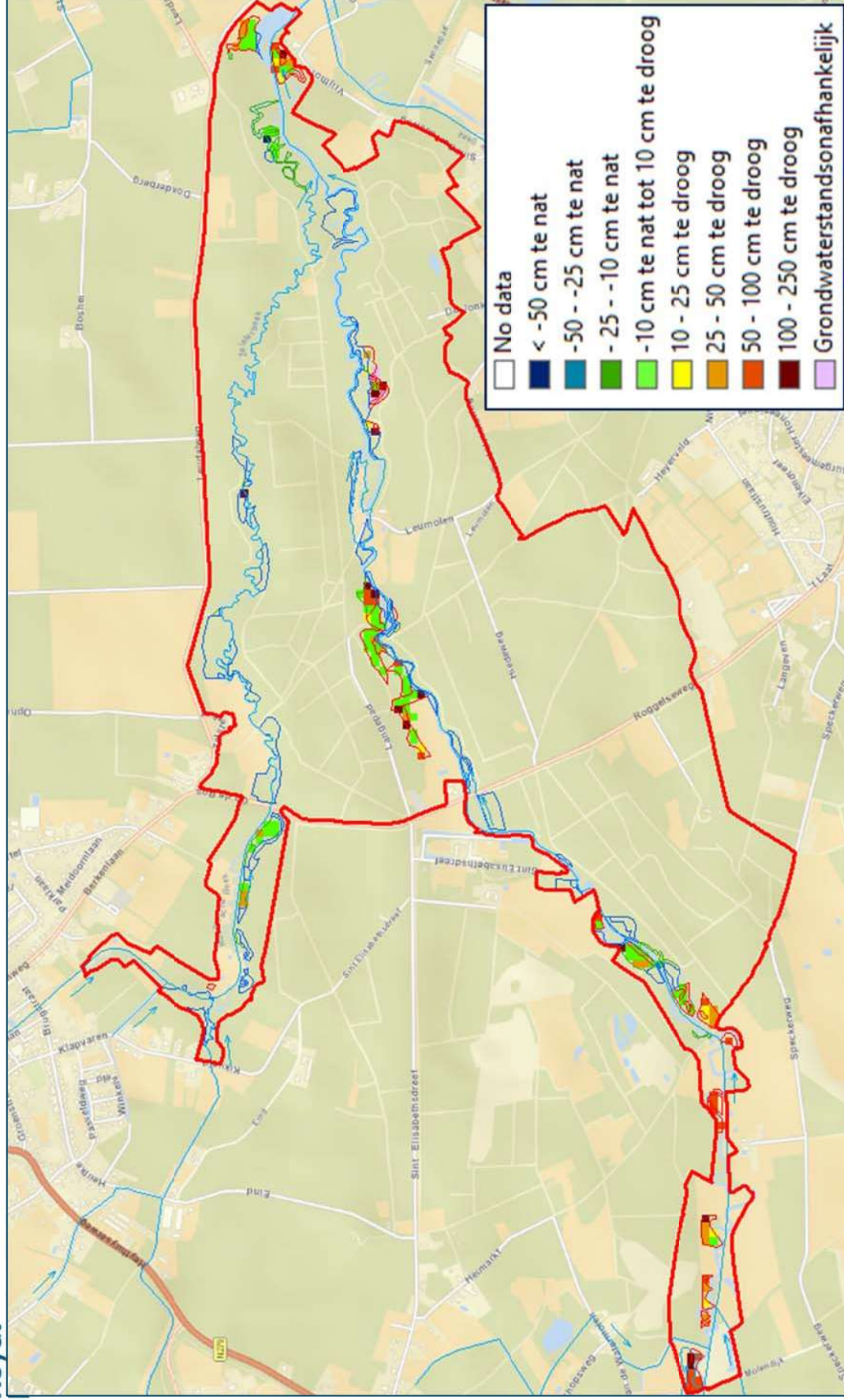


Figuur 7-20: Verkennende maatregel 3a: verandering doelgat GVG als gevolg van bodemverhoging van de beken

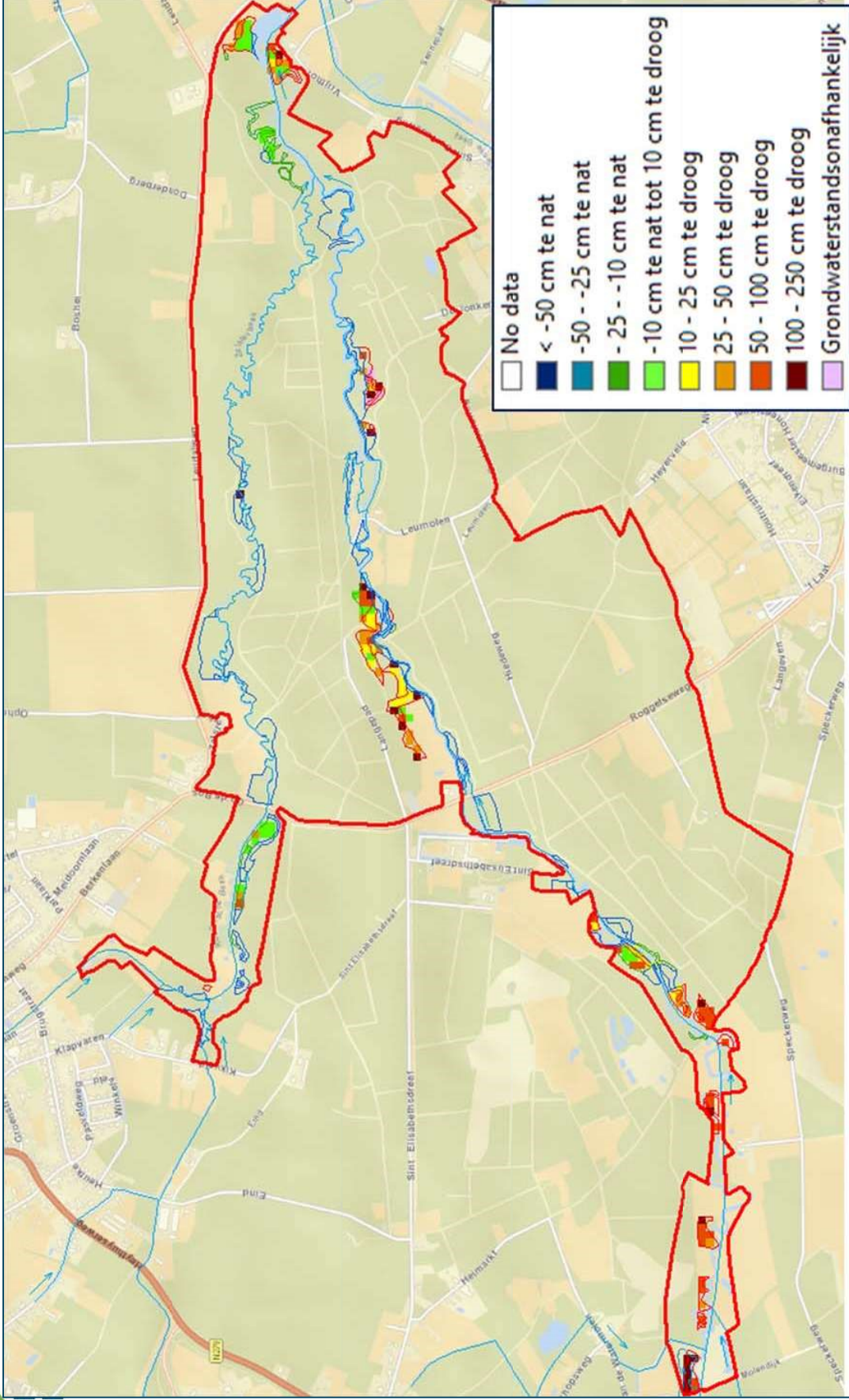




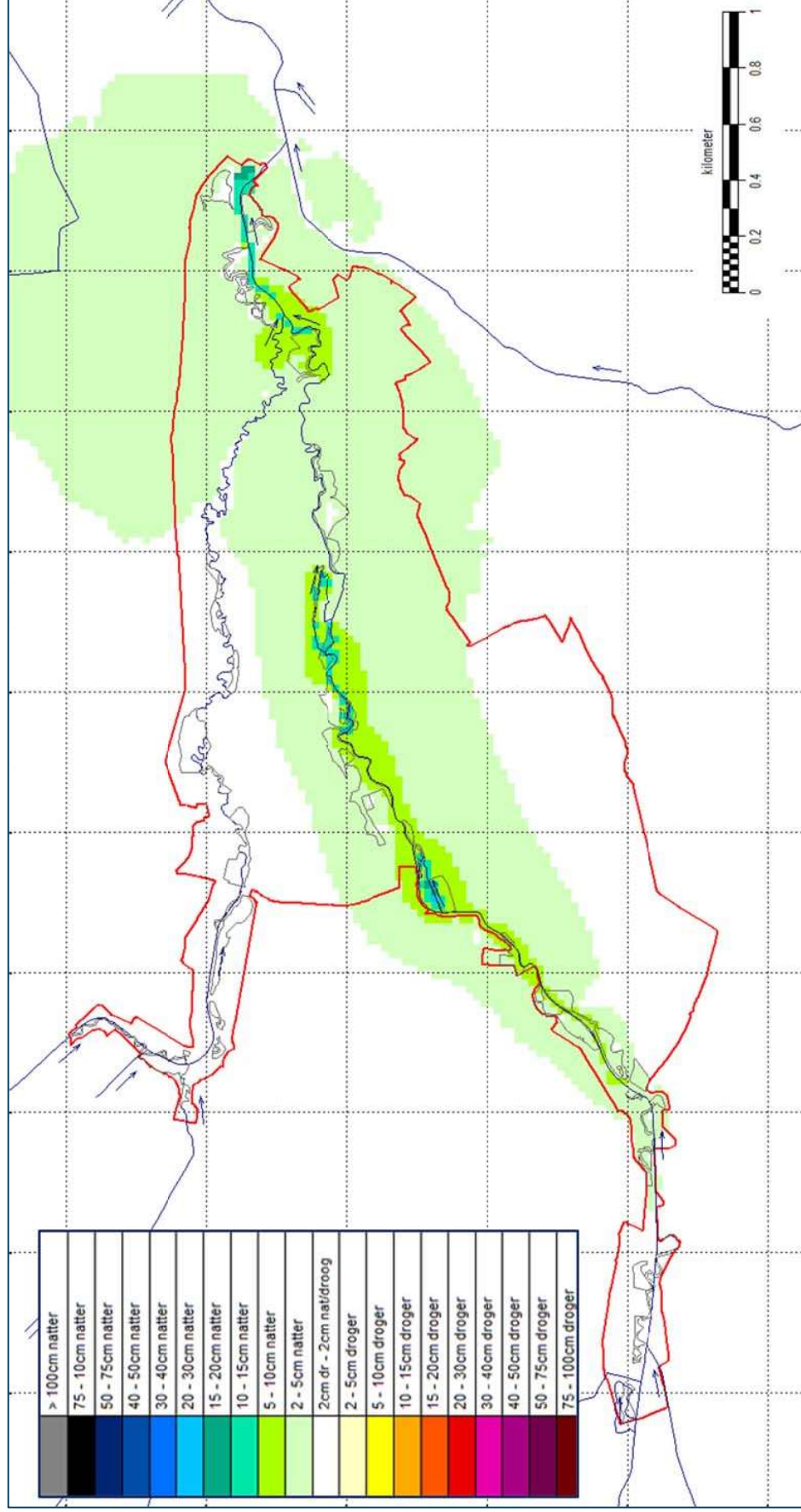
Figuur 7-21: Verkennende maatregel 3a: verandering doelgat GLG als gevolg van bodemverhoging van de beken



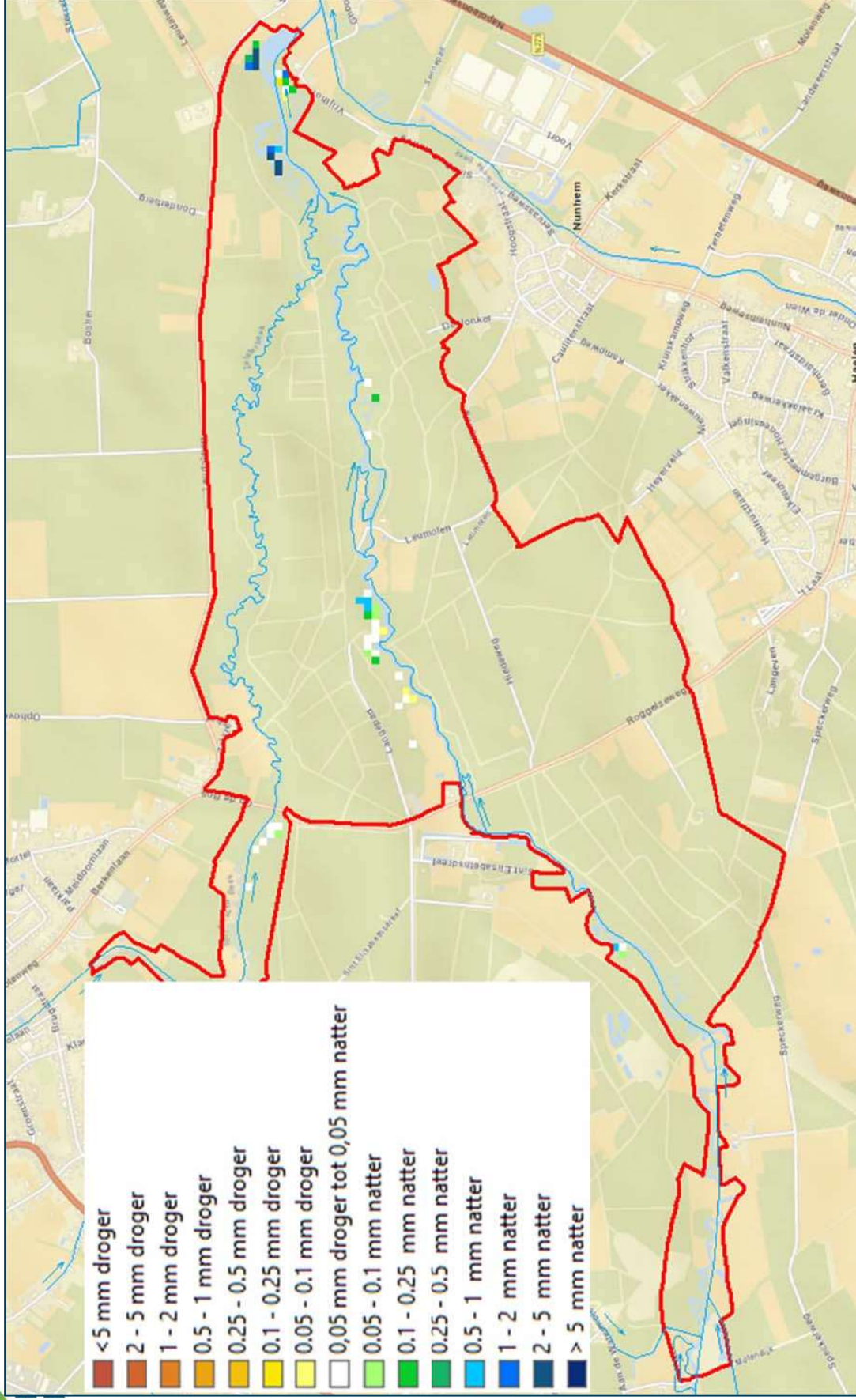
Figuur 7-22: Verkennende maatregel 3a: doelgat GVG na bodemverhoging van de beken



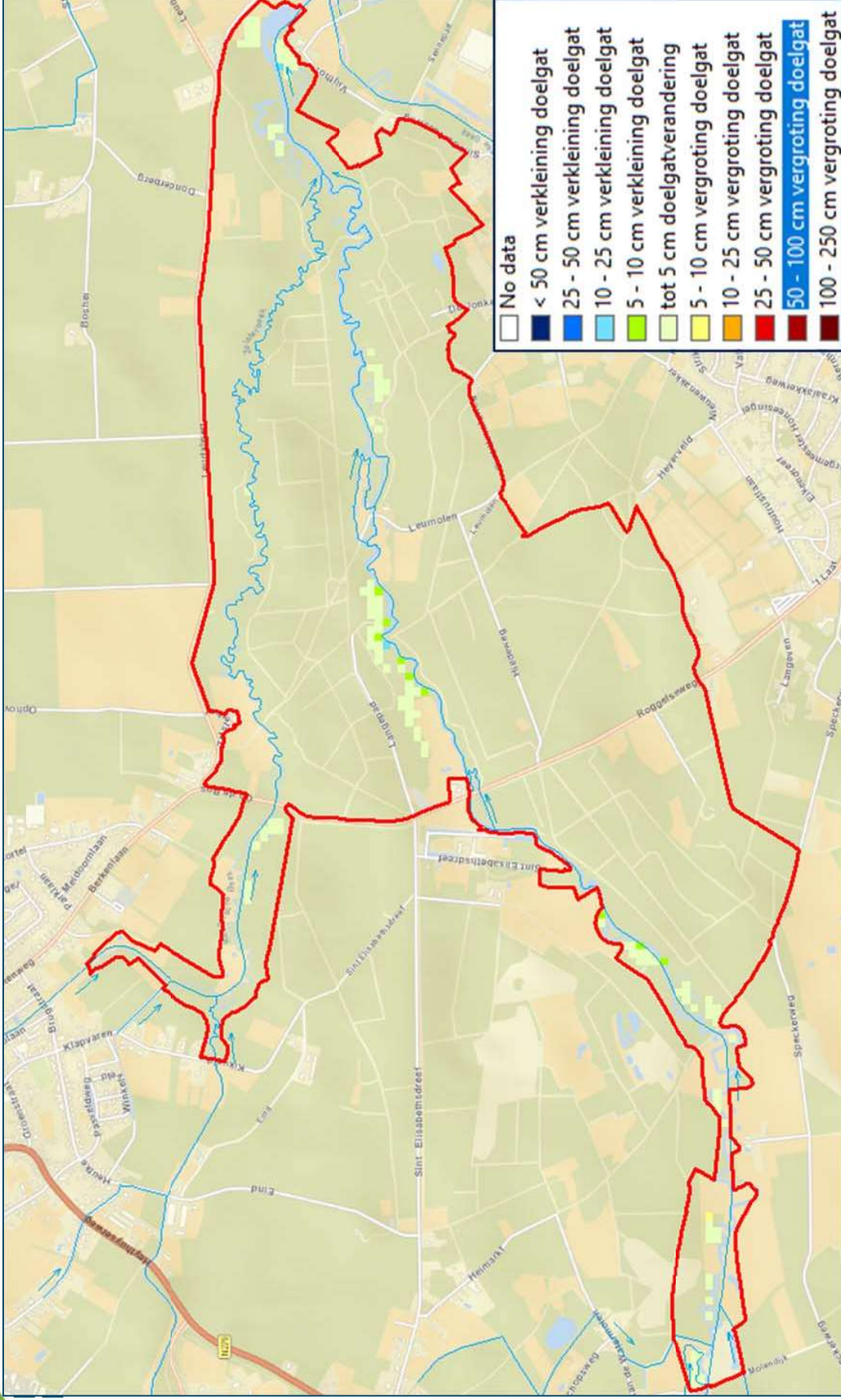
Figuur 7-23: Verkennende maatregel 3a: doelgat GLG na bodemverhoging van de beken



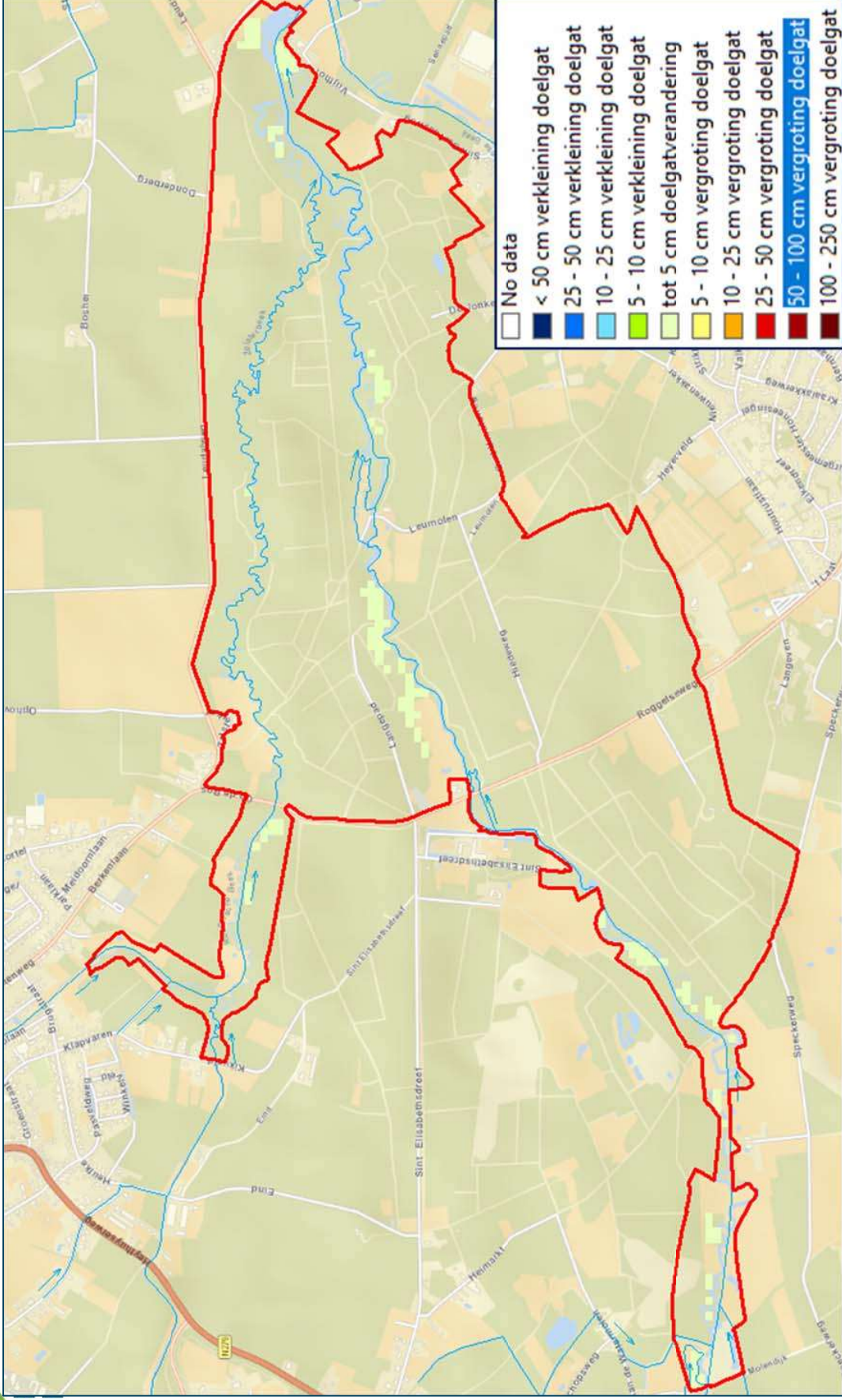
Figuur 7-25: Verkennde maatregel 3b: verandering GVG als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter



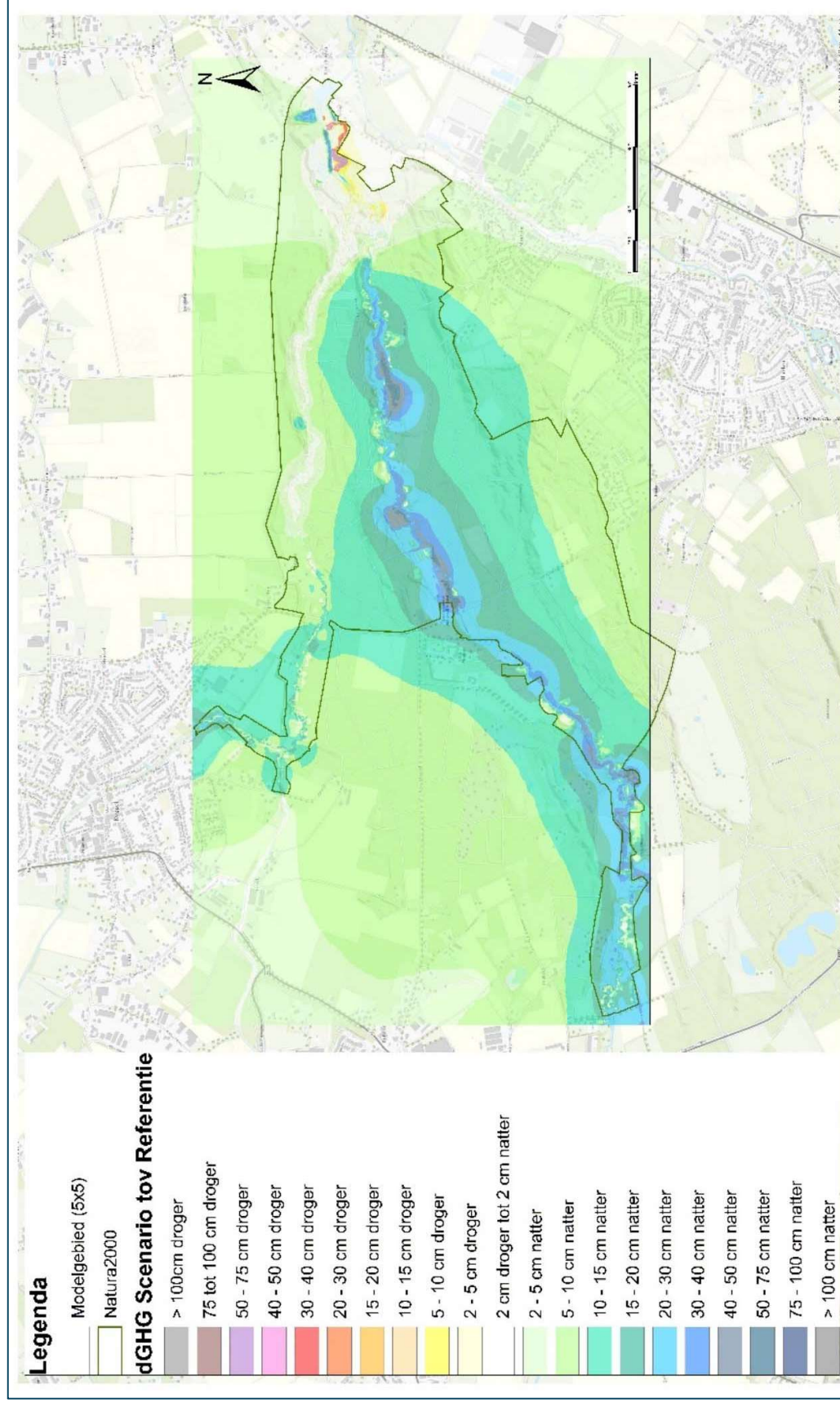
Figuur 7-26: Verkennende maatregel 3b: verandering kwel als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter



Figuur 7-27: Verkennende maatregel 3b: verandering doelgat GVG als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Ursulamolens, Sint Elisabethsmolens, Sint Ursulamolens en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter

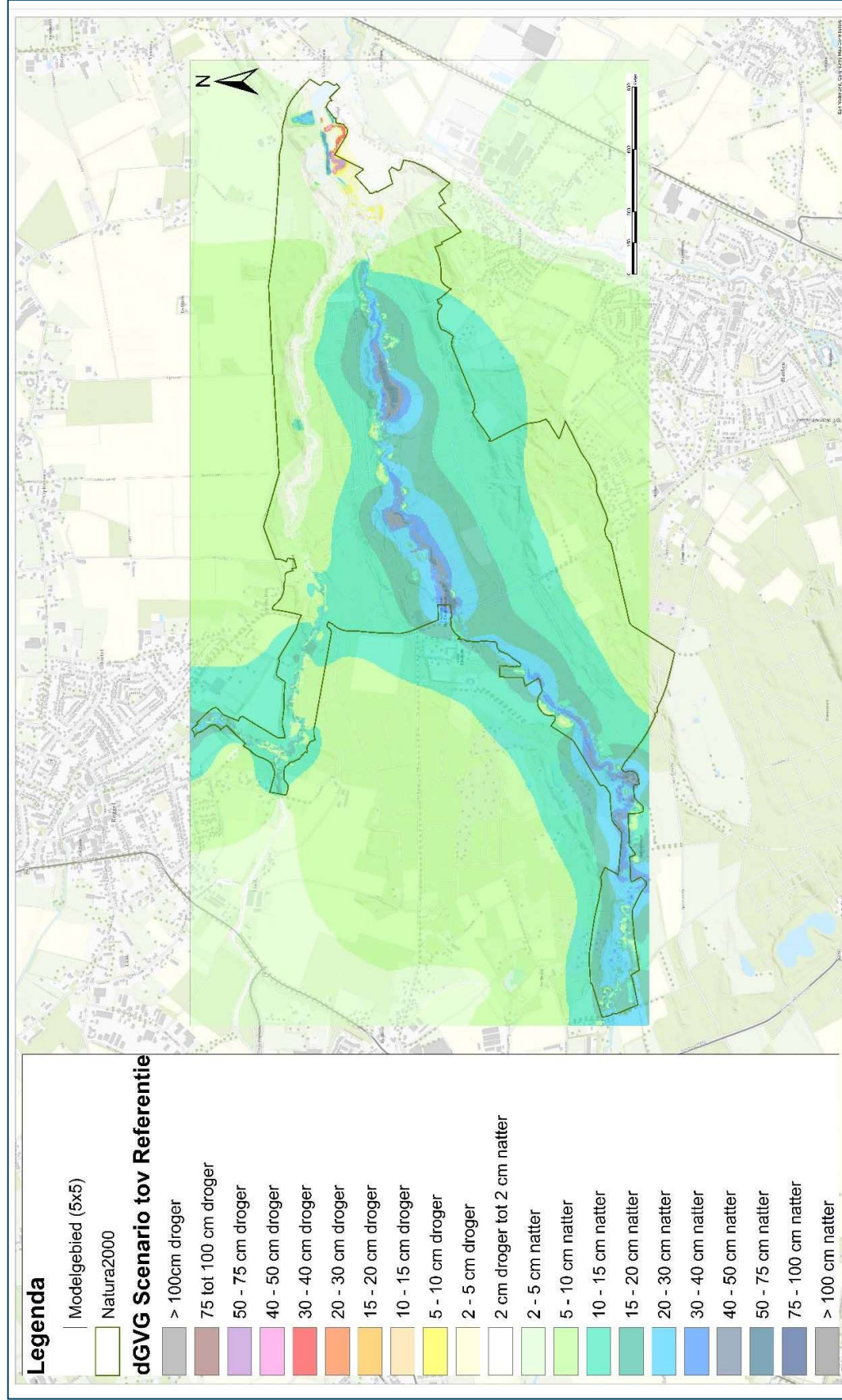


Figuur 7-28: Verkennende maatregel 3b: verandering doelgat GLG als gevolg van verhoging stuwpeilen Sint Elisabethsmolen, Sint Ursulamolen en de dam bij Kinkhoven met 20 cm gedurende de winter

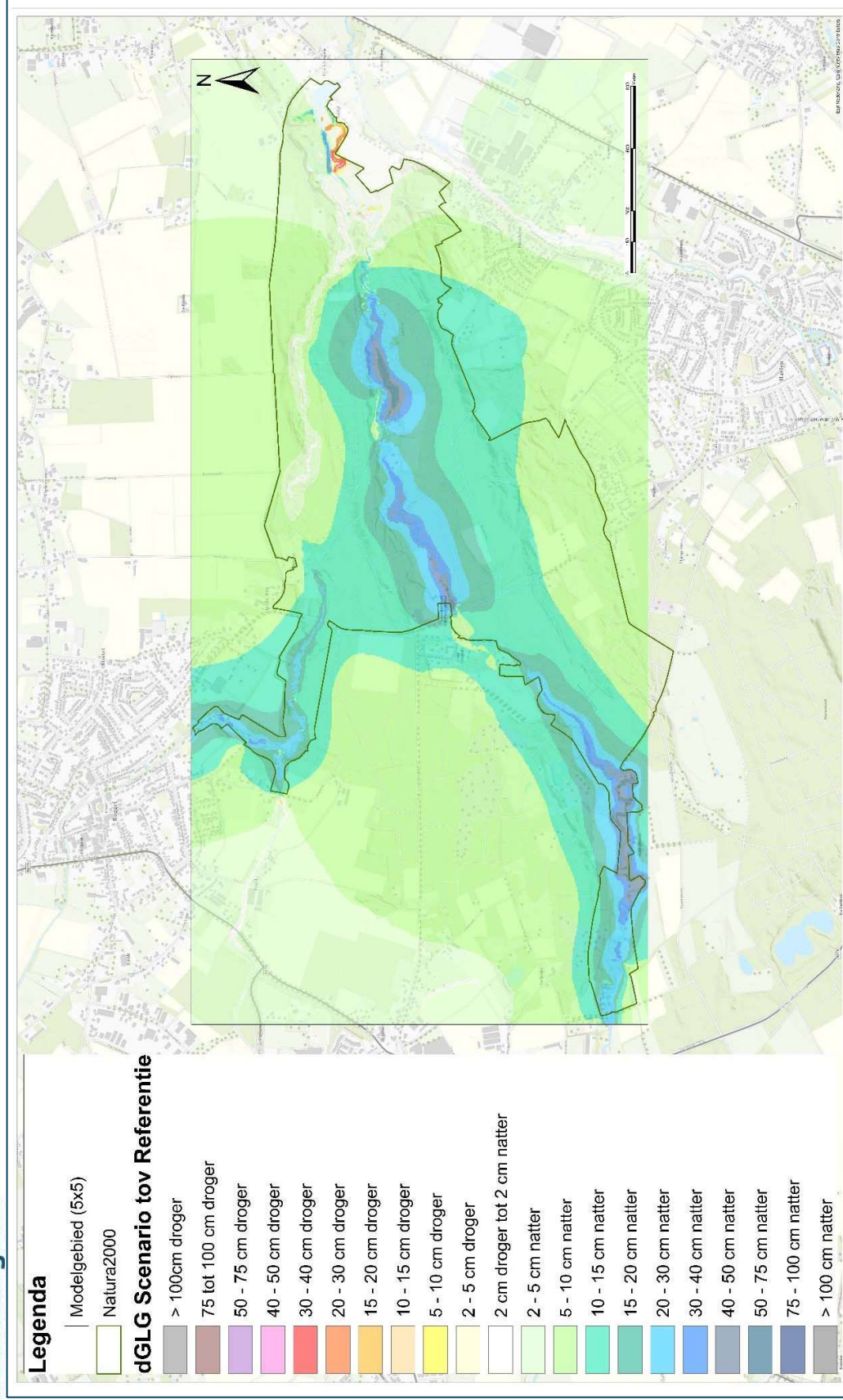


Figuur 7-33: Berekende verandering GHG. Afgevoegen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie

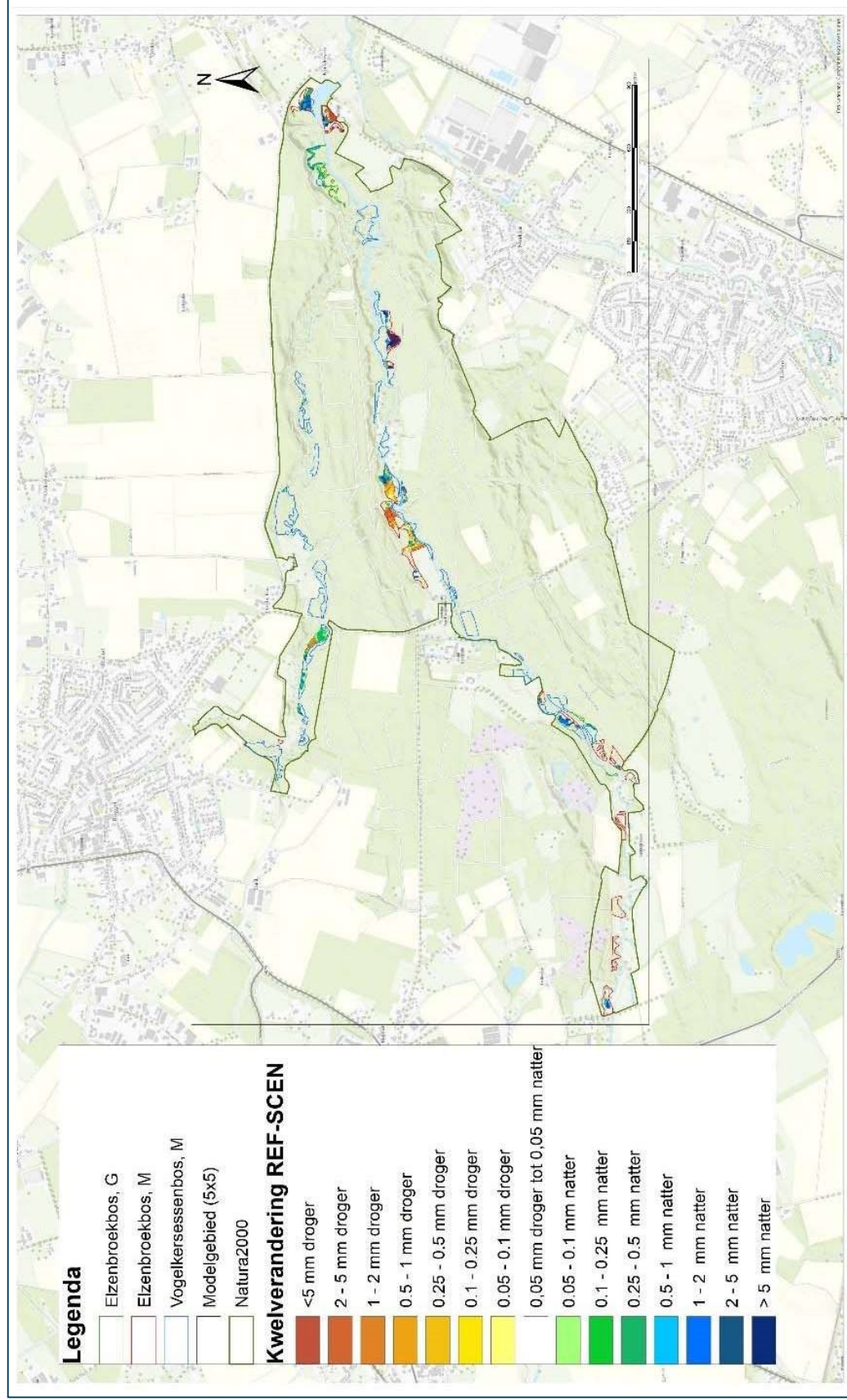




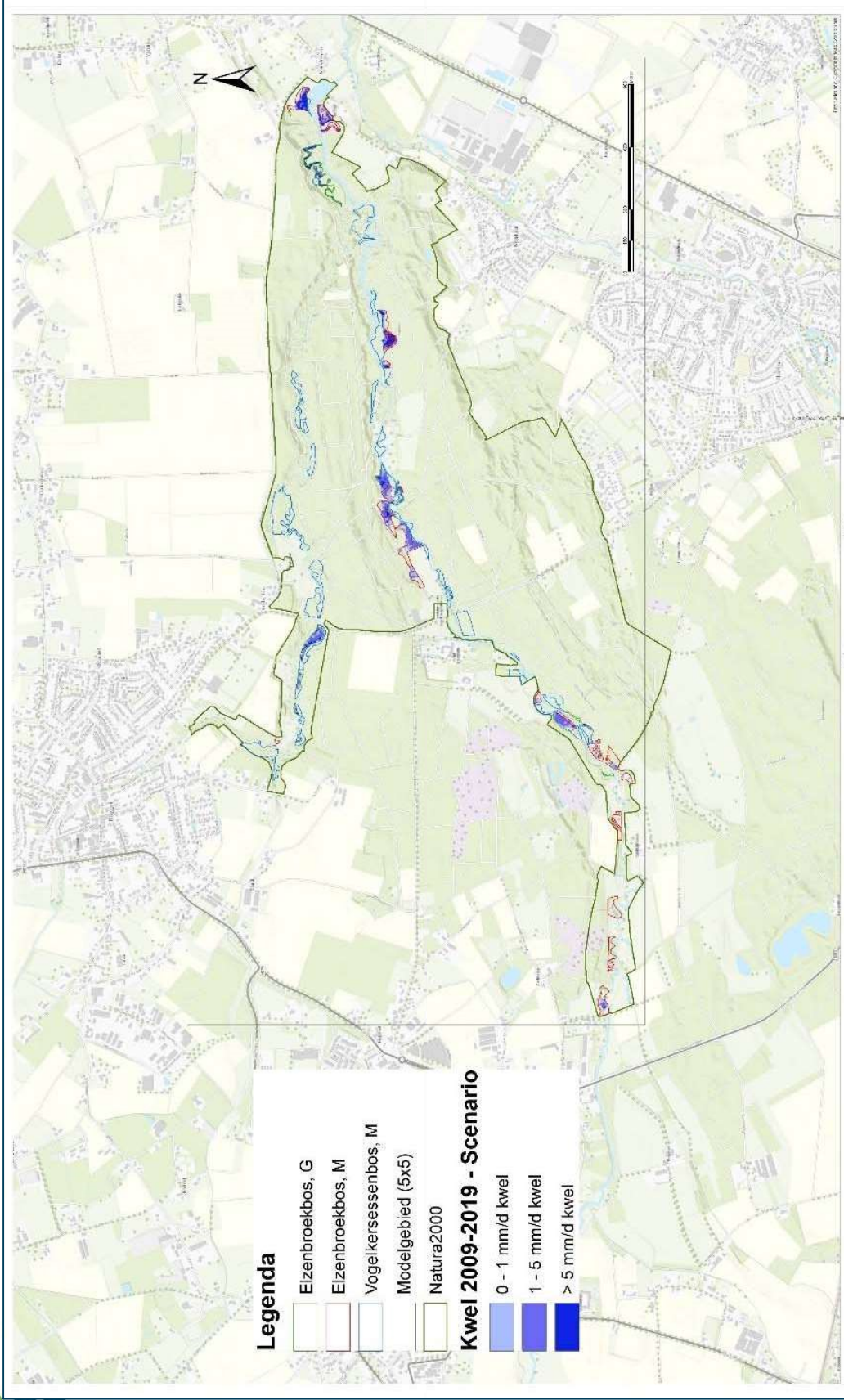
Figuur 7-34: Berekende verandering GVG. Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie



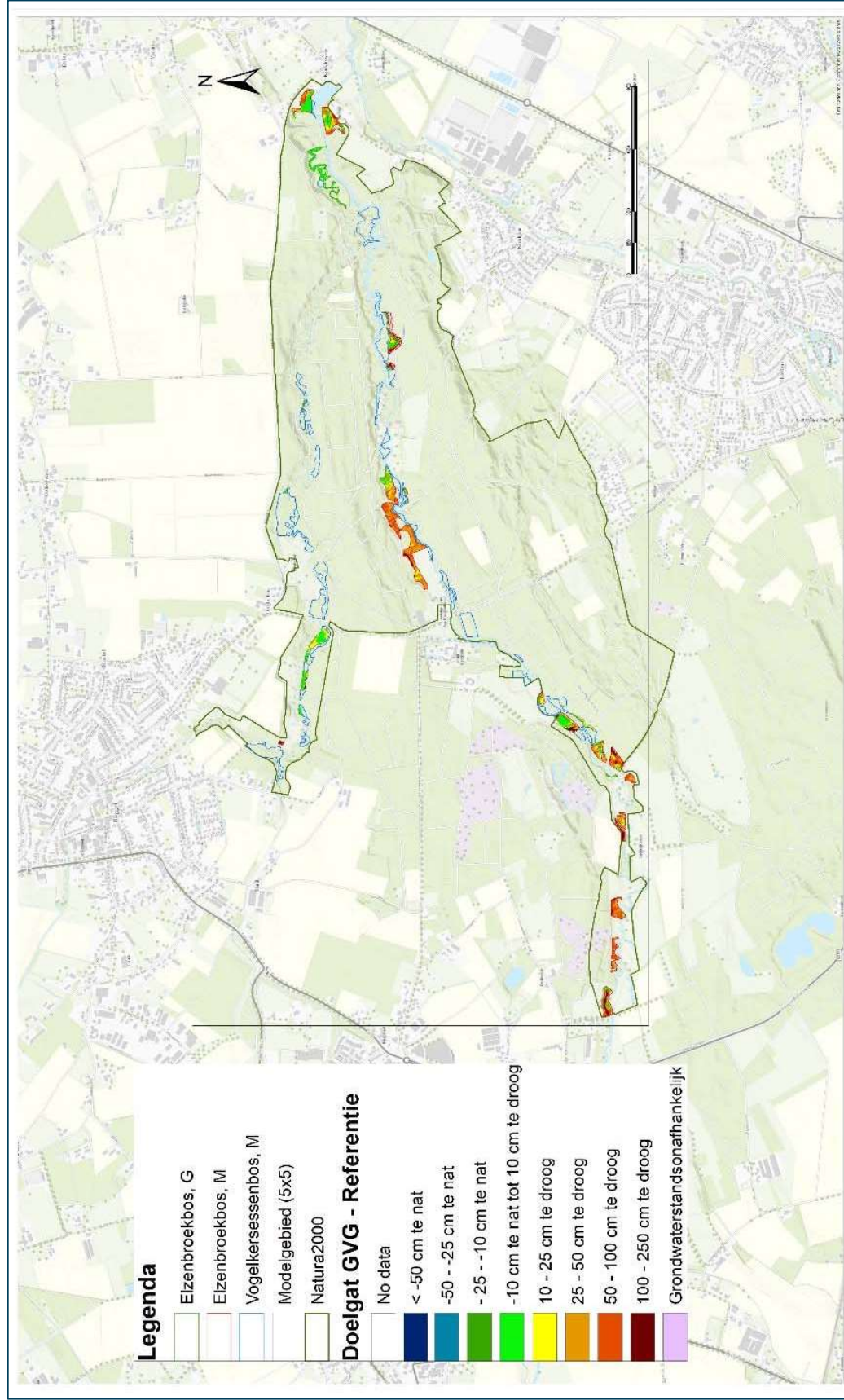
Figuur 7-35: Berekende verandering GLG. Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie



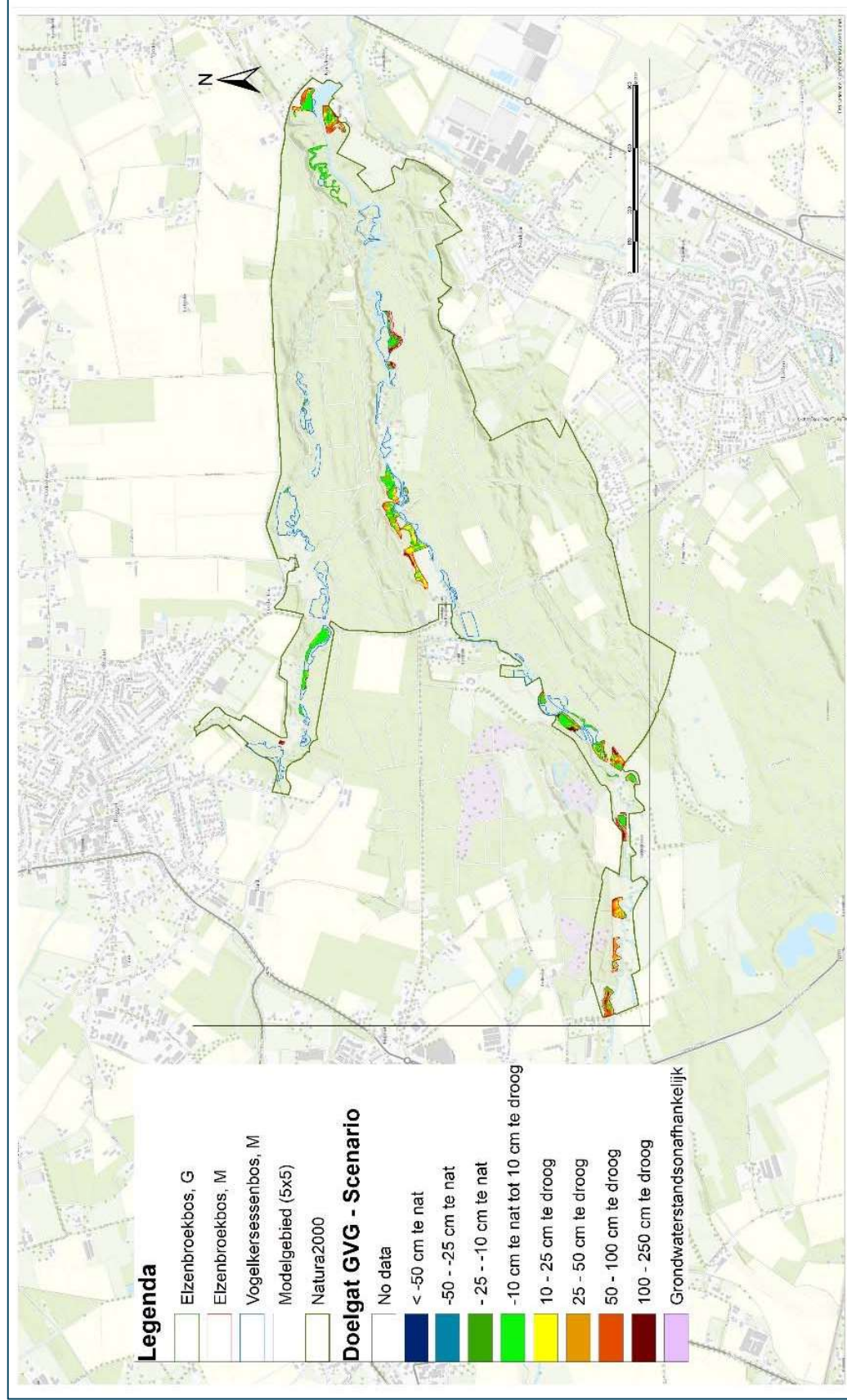
Figuur 7-36: Berekende verandering kwel (binnen habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland). Afgewogen maatregelenpakket ten opzichte van referentiesituatie



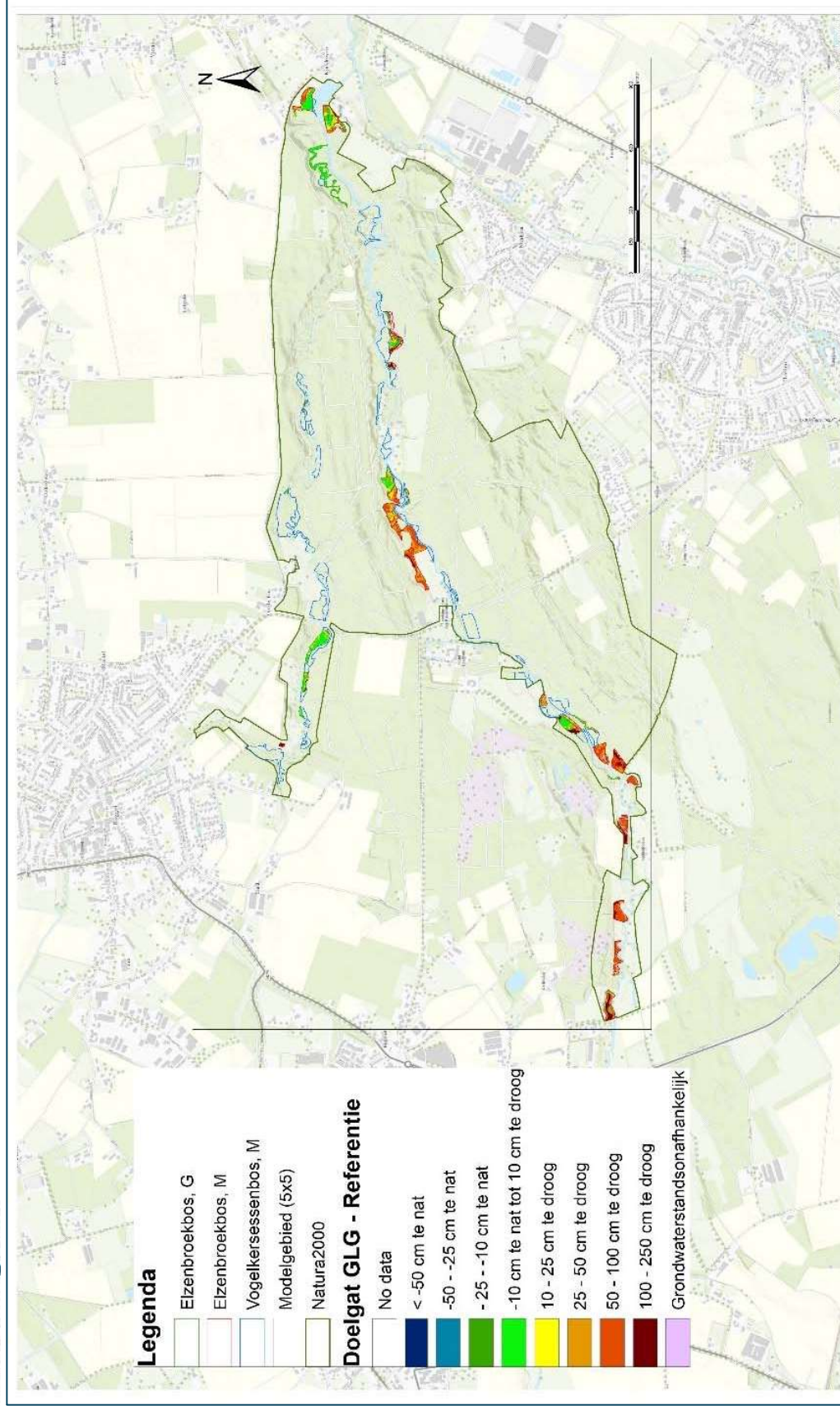
Figuur 7-37: Berekende kwel na realisatie afgewogen maatregelenpakket (binnen habitattypen Eizenbroekbos en Blauwgrasland)



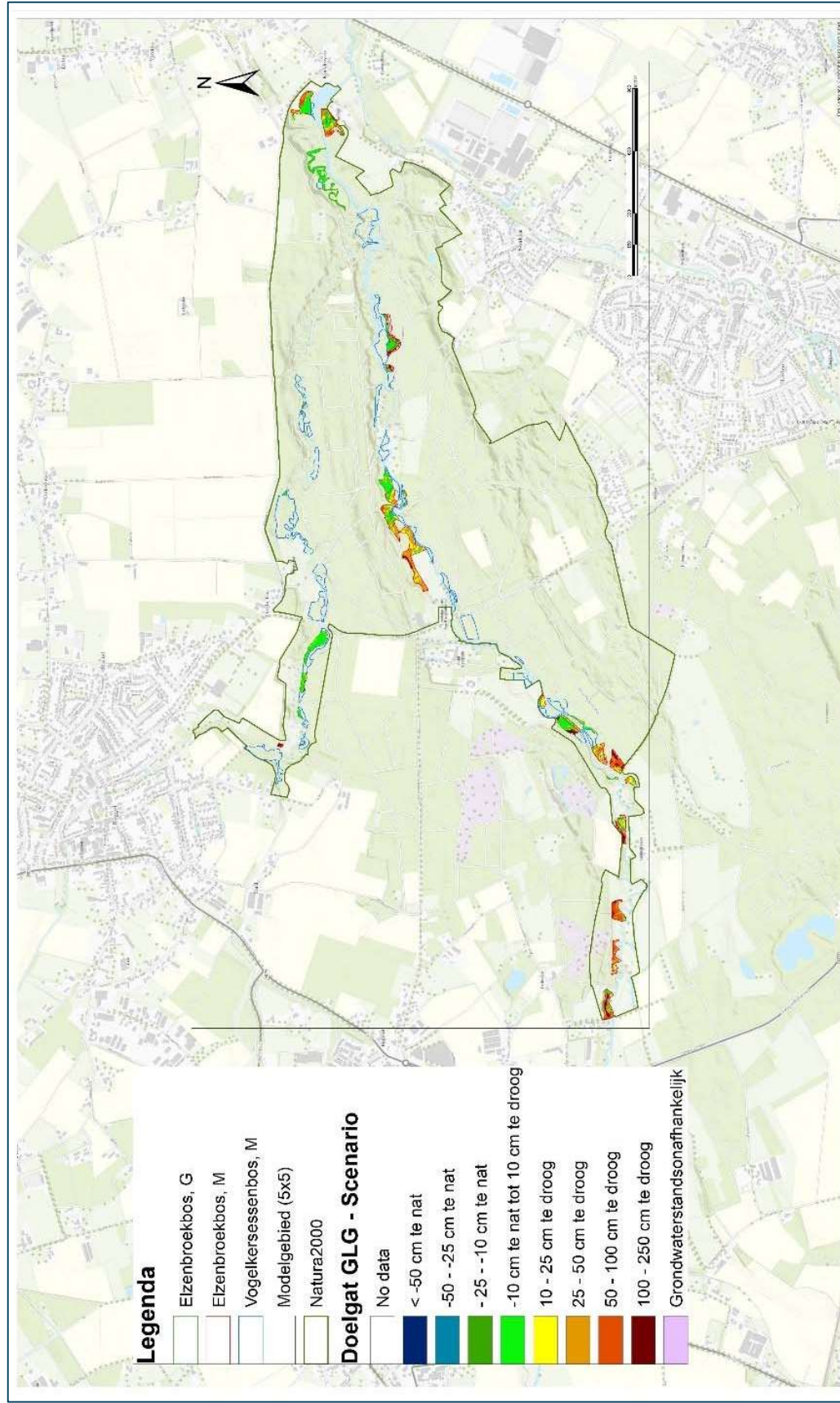
Figuur 7-38: Doelgat GVG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudal, huidige situatie



Figuur 7-39: Doelgat GVG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Eizenbroekbos en Blauwgrasland binnen Natura2000-gebied Leudal, situatie na afgewogen maatregelenpakket

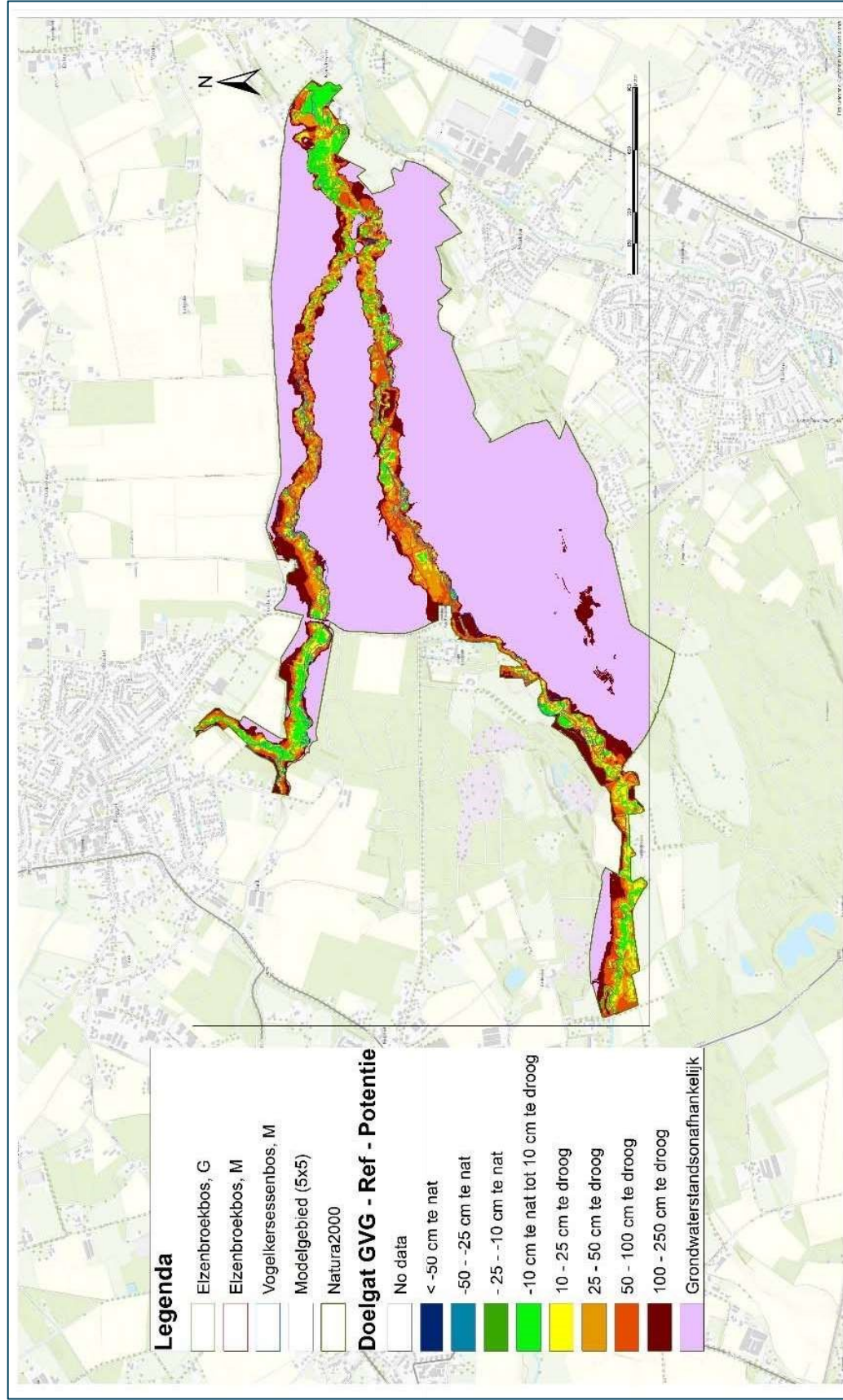


Figuur 7-40: Doelgat GLG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen het Natura2000-gebied Leudelal, huidige situatie

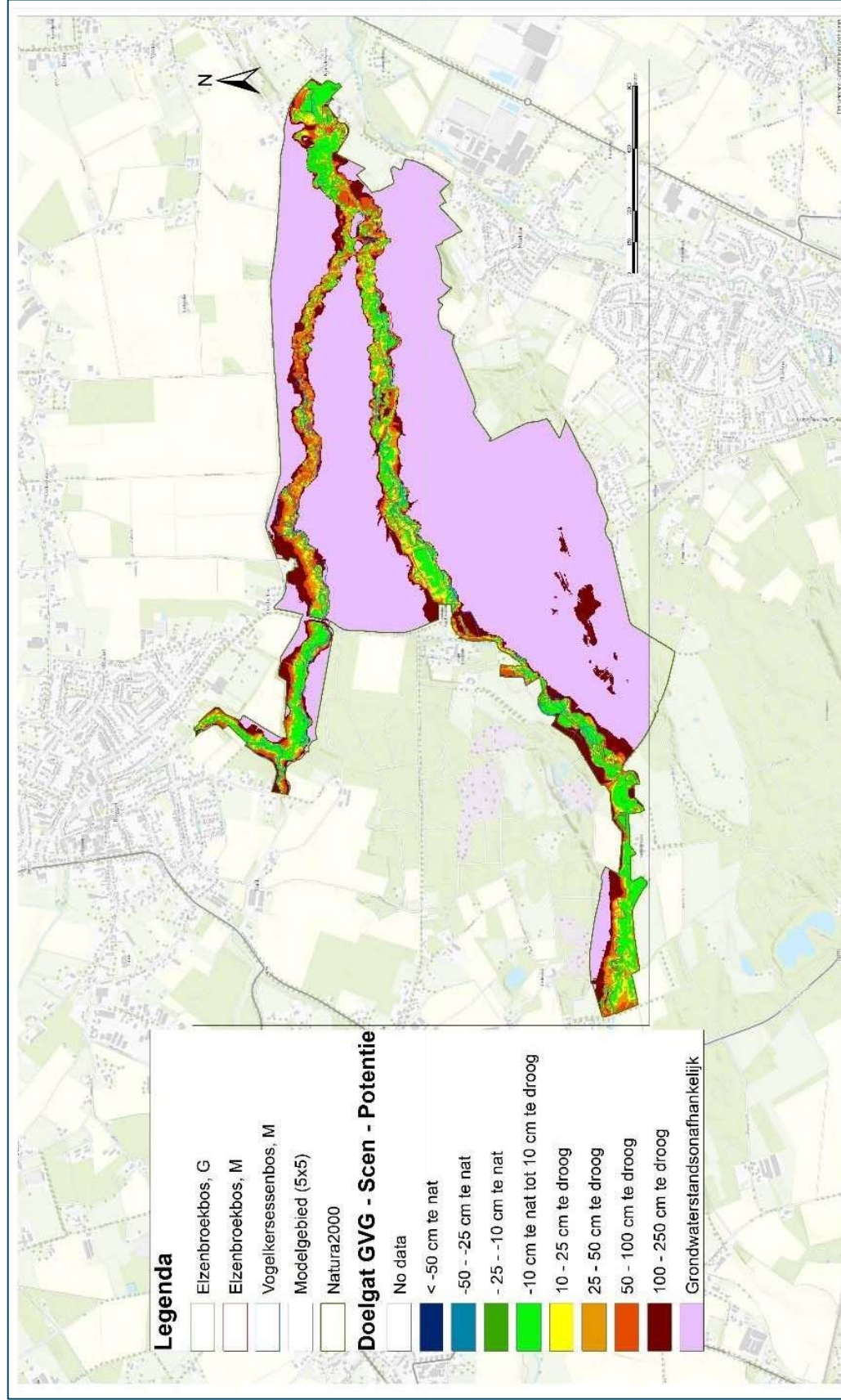


Figuur 7-41: Doelgat GLG voor de grondwaterafhankelijke habitattypen Elzenbroekbos en Blauwgrasland binnen Natura2000-gebied Leudal, na realisatie afgewogen maatregelenpakket

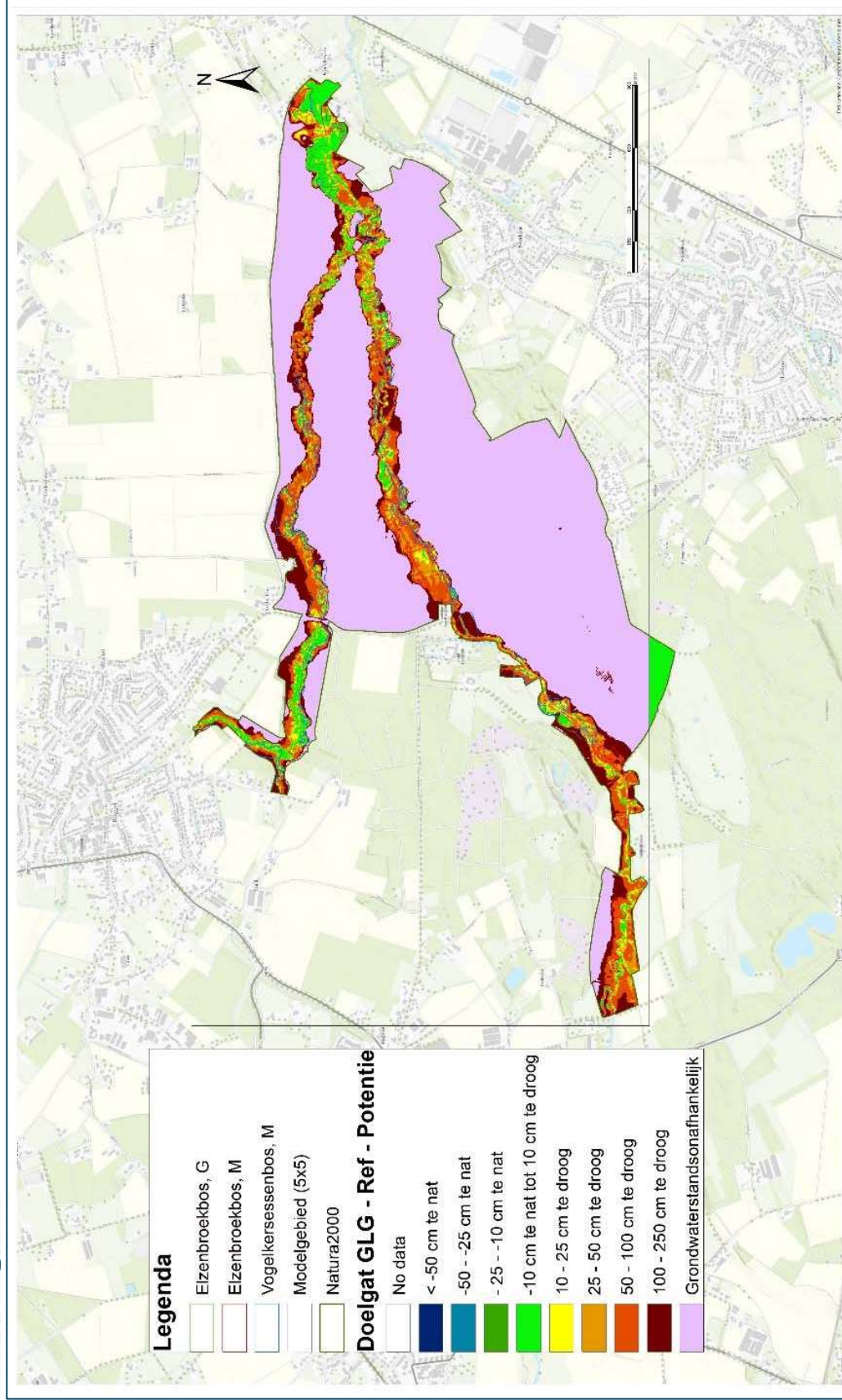




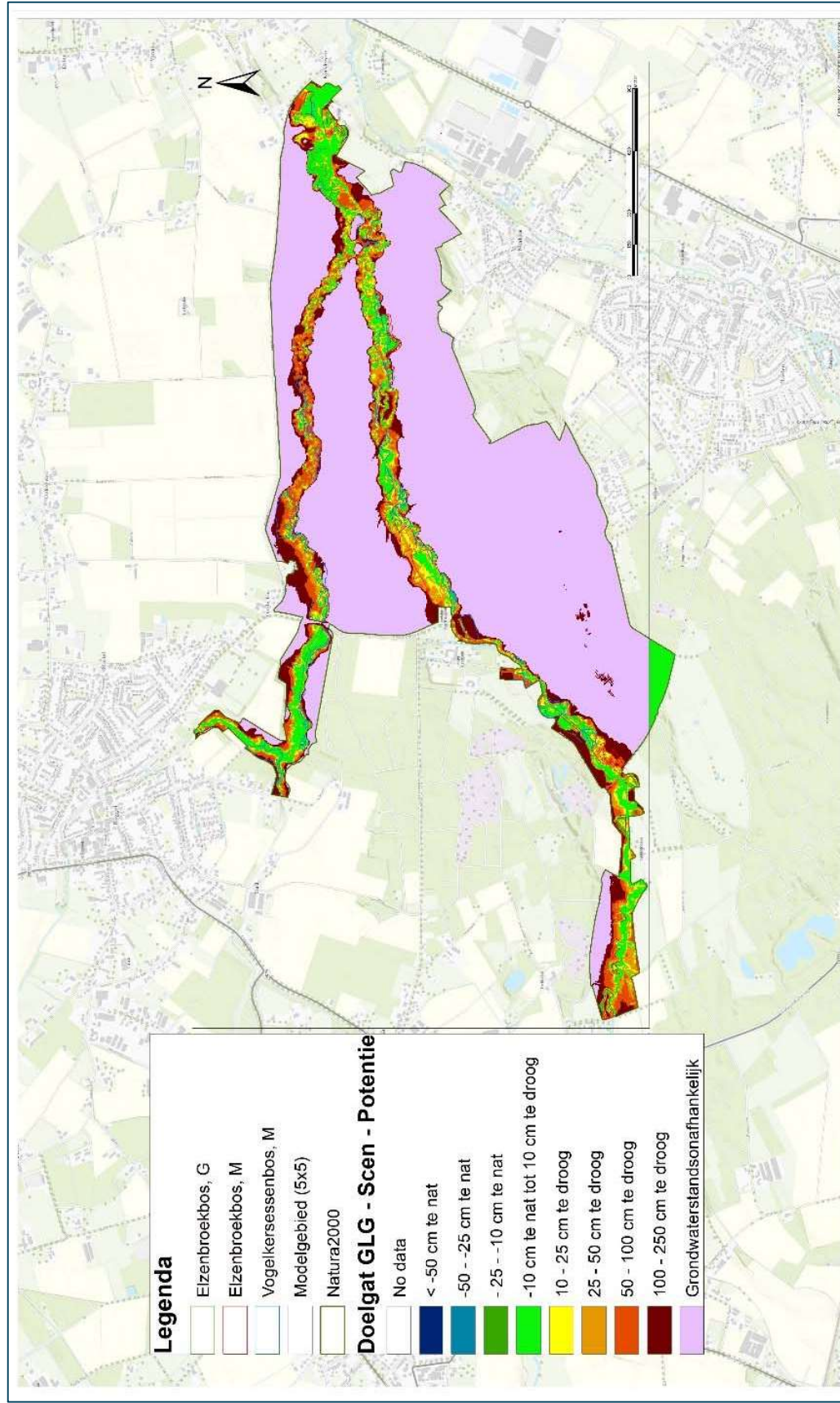
Figuur 7-42: Toetsing berekende GVG huidige situatie aan hydrologische eisen Eizenbroekbos



Figuur 7-43: Toetsing berekende GVG na realisatie afgewogen maatregelenpakket aan hydrologische eisen Elzenbroekbos



Figuur 7-44: Toetsing berekende GLG huidige situatie aan hydrologische eisen Eizenbroekbos



Figuur 7-45: Toetsing berekende GLG na realisatie afgewogen maatregelenpakket aan hydrologische eisen Eizenbroekbos