Eelerwoude

Natuurmonumenten

Provincie Noord-Brabant

Eco-hydrologisch onderzoek Dommeldal

Potentie herstel en ontwikkeling mesotrofe natuur op basis van kwel- en nutriëntenonderzoek

Eelerwoude werkt

met passie aan een mooi

en groen Nederland

Opdrachtgever:
Vereniging Natuurmonumenten
[redacted]
Postbus 9955
1243 ZS 's-Graveland

Dit onderzoeksrapport kwam tot stand met financiële steun van de provincie Noord-Brabant

Uitgevoerd in samenwerking met Waterschap de Dommel

Opdrachtnemer:
Eelerwoude
Onze vestigingen
088-1471100
info@eelerwoude.nl
www.eelerwoude.nl

In samenwerking met:
Onderzoekcentrum B-WARE
Toernooiveld 1, Mercator III gebouw
6525 ED Nijmegen
www.b-ware.eu

Projectgegevens:

Projectnummer:	[redacted]
Projectnummer NM:	[redacted]
Datum:	1-7-2020
Projectleider:	[redacted]
Opgesteld:	[redacted]
Gecontroleerd:	[redacted]
Status:	Definitief
Versie:	05

© 2020 Eelerwoude

Dit rapport is enkelzijdig opgemaakt.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding 5
1.2 Kernvraag 6
1.3 Onderzoeksvragen 6
1.4 Leeswijzer 7

2 Methode 8

2.1 Globale landschaps-ecologische systeemanalyse 8
2.2 Bodemchemisch onderzoek in referentiegebieden 9
2.3 Bodemchemisch veldonderzoek 10
2.4 Hydrologisch onderzoek naar samenstelling kwelwater 12
2.5 Invloed overstroming met Dommelwater 13
2.6 Modelresultaten waterschap en opstelling kansenkaarten 14

3 Globale landschapsecologische systeemanalyse 16

3.1 Indeling in deelgebieden 16
3.2 Geologie 17
3.3 Grondwaterstroming 19
3.4 Geomorfologie en hoogteligging 21
3.5 Bodemvorming 22
3.6 Historische ontwikkeling van het landschap 24
3.7 Huidige waterhuishouding 25
3.8 Grondwaterstand 26
3.9 Kwel 26
3.10 Vegetatie & fosfaathuishouding 27

4 Resultaten referentielocaties 32

4.1 Welke bodemomstandigheden moeten worden gewijzigd? 32

5 Resultaten bodemchemisch veldonderzoek 41

5.1 Totaal fosfor 41
5.2 Invloed van ijzer 42
5.3 Plantbeschikbaar fosfaat (P-Olsen) 44

6 Resultaten veldonderzoek kwel 47

6.1 Kwaliteit van het kwelwater 47
6.2 Classificatie van de kwaliteit van het kwelwater 48

7 Invloed van overstroming met Dommelwater 50

7.1 Overstroming en beeksedimenten 50
7.2 Waterkwaliteit Dommelwater 53

8 Kansen 56

8.1 Koppeling van bodemmonsters aan kwelmonsters 56
8.2 Beslisschema 57
8.3 Modelberekeningen Dommel-Keersop-model 58
8.4 Kansentabel 61

9 Herstelkansen per locatie 64

9.1 Deelgebied 1: Dommeldal op Kempens plateau 64
9.2 Deelgebied 2: De Malpie 68
9.3 Deelgebied 3: Dommels broek 73
9.4 Deelgebied 4: Dommelbeemden tussen Dommelen en de Loonse molen 74
9.5 Deelgebied 5: Elshouters en ’t Heike 74

9.6 Deelgebied 6: het Dommeldal in de Centrale slenk 82
10 Herstelkansen per deelgebied 87
10.1 Ontwikkelingsmogelijkheden 87
10.2 Benodigde condities 88
10.3 Waar bevinden zich de beste kansen? 89
10.4 Afgraven van de bovengrond 96
11 Conclusies en aanbevelingen 97
11.1 Kansen op herstel van mesotrofe natuur 97
11.2 Kansen per deelgebied 100
11.3 Vervolgstappen op dit onderzoek 101

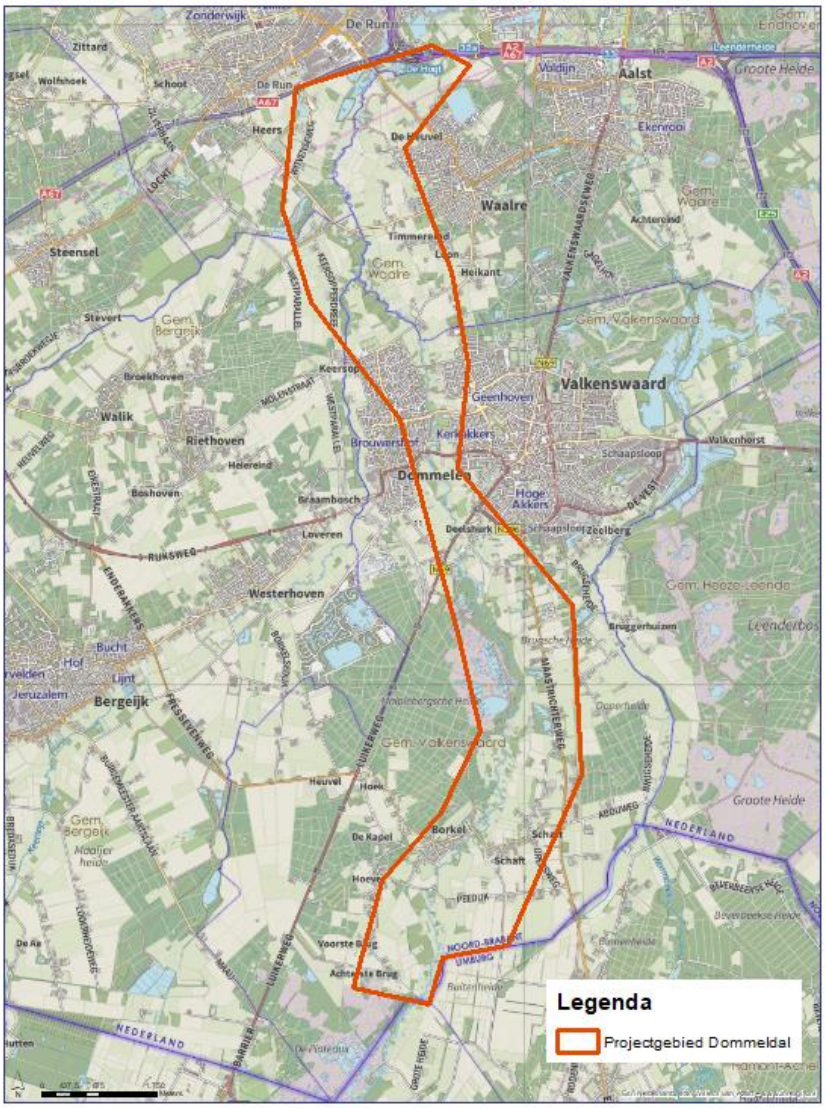
Bijlagen

Bzijlage 1: Geologie, watermolens en deelgebieden 109
Bijlage 2: AHN3 hoogtekaart met breuken, watermolens en deelgebieden 111
Bijlage 3: Berekende stroombanen naar kwellocaties in het Dommeldal 113
Bijlage 4: Geomorfologische kaart 117
Bijlage 5: AHN hoogtekaarten van de deelgebieden 125
Bijlage 6: Bodemkaart 1:50.000 (bron: Stiboka, 1985) 133
Bijlage 7: Historische kaart begin 19de eeuw 141
Bijlage 8: Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters (bron: Waterschap de Dommel, 2020) 149
Bijlage 9: Huidige GVG in de deelgebieden (bron: Waterschap de Dommel, 2020) 157
Bijlage 10: Verandering van de GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in Dommeldal tot maaiveld in scenario 3 (bron: waterschap de Dommel, 2020) 165
Bijlage 11: Huidige GLG in de deelgebieden (bron: waterschap de Dommel,2020) 173
Bijlage 12: Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld 181
Bijlage 13: Huidige kwel in de deelgebieden (bron: Waterschap de Dommel, 2020) 189
Bijlage 14: Verandering van de kwel in de deelgebieden na peilverhoging van A-watergangen en Dommel tot maaiveld in scenario S3 (bron: waterschap de Dommel) 197
Bijlage 15: Locaties monsterpunten bodemchemisch en kwelonderzoek 205
Bijlage 16: Analyse-resultaten bodemchemisch onderzoek 213
Bijlage 17: Ruimtelijke verdeling kwaliteit kwelwater (ijzer, nitraat en sulfaat) 217
Bijlage 18: Inundatiekaarten concept (bron: Waterschap de Dommel, datum onbekend) 222
Bijlage 19: Streefhoogte Dommel en Keersop en A-watergangen in scenario 3 en 4 227
Bijlage 20: Kansenkaarten deelgebieden in de huidige situatie en na hydrologisch herstel volgens scenario 3 (verhoging Dommelpeilen en A-watergangen in beekdalbodem tot maaveld) 235

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Natuurmonumenten heeft de ambitie om de komende jaren samen met Waterschap de Dommel en Provincie Noord Brabant en andere partners de kwaliteit van de bestaande natuurgebieden in het stroomgebied van de Dommel te verbeteren en door inrichting van nieuwe natuurgebieden het areaal natuur te vergroten. Er ligt een forse hydrologische herstelopgave die de komende jaren tot uitvoering wordt gebracht. Het gaat om het stroomgebied van de Dommel vanaf de noordkant van de Plateaux tot natuurgebied de Hogt ten zuiden van Eindhoven. Het onderzoek betreft de gebieden die zijn aangewezen als N2000 gebied en/of liggen binnen de begrenzing van het Natuurnetwerk Brabant. Voor de globale ligging van het onderzoeksgebied wordt verwezen naar Figuur 1.



Figuur 1: Ligging projectgebied Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal

1.2 Kernvraag

De vraag die daarbij speelt is ***waar*** het het meest loont om te gaan investeren in het verbeteren en ontwikkelen van de meer kwetsbare beheertypen zoals alluviaal bos (beek begeleidend bos), vochtig hooiland, nat schraalland en zeggenmoeras en ***welke maatregelen*** (in termen van inrichting en beheer) nodig zijn om de beoogde natuur tot ontwikkeling te laten komen.

Belangrijke beperkende factoren op dit moment zijn de hoge nutriëntenlast in de bodem (fosfaatverzadiging) en de verdroging van het beekdal. Omwille van de gave morfologie, de ligging van de gronden in het beekdal en de zware metalen belasting zijn grootschalige graafwerkzaamheden maar beperkt uitvoerbaar. Wellicht zijn er wel enkele kansrijke locaties waar met ondiep afplaggen de juiste omstandigheden kunnen worden gecreëerd voor voedselarme natuur.

De belangrijkste strategie die Natuurmonumenten nu in gedachte heeft is het terugbrengen van kwel in het maaiveld, waarmee naar verwachting de fosfaatbeschikbaarheid wordt beperkt en de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de kwetsbare beheer- en habitattypen geborgd wordt. Deze veronderstelling is onderwerp van het eco-hydrologisch onderzoek: *klopt deze aanname en hoe/waar geven we invulling aan deze strategie?*

Aansluiting met grondwater- en oppervlaktewatermodel waterschap de Dommel:
De ambitie van Natuurmonumenten is in lijn met het overheidsbeleid, zoals de PAS aanpak, de realisatie van het Natuurnetwerk Brabant, het Natte natuurparelbeleid etc. Natuurmonumenten werkt daarom samen met het Waterschap om dit vraagstuk scherp te krijgen.

Bij de opstellen van de offerteaanvraag was de verwachting dat het Waterschap de Dommel een nieuw grond- en oppervlaktewatermodel zou opstellen. Hiermee zou een gekalibreerde huidige situatie worden doorgerekend. Vervolgens zou in overleg met de opstellers van het Eco-hydrologisch onderzoek (Eelerwoude en B-WARE), Natuurmomenten en Provincie een aantal oriënterende scenario-berekeningen worden uitgevoerd om zicht te krijgen op de benodigde hydrologische herstelmaatregelen voor het Dommeldal. In de loop van de onderzoekperiode van het Ecohydrologische onderzoek zag het Waterschap er echter van af om een nieuw model te bouwen en is teruggevallen op een ouder bestaand model: het Dommel/Keersopmodel 2014. Met is de huidige situatie + 4 scenario's doorgerekend.

Een aantal van ten behoeve van het Ecohydrologisch onderzoek gewenste gegevens zoals inundatiekaarten en drooglegginsgkaarten van het Dommeldal konden door dit model niet worden gemaakt. Ook zijn de modelresultaten van de huidige situatie niet gevalideerd en gekalibreerd aan meetreeksen van de grondwaterstand in het Dommeldal en is de gridgrootte in bepaalde delen van het modelgebied relatief groot, waardoor geen gedetailleerde en betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan over de effecten van de doorgerekende maatregelen.

1.3 Onderzoeksvragen

In het offerteverzoek zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

Vraag 1. Wat zijn de ontwikkelingsmogelijkheden voor de betreffende beheer/habitattypen in zowel bestaande als nieuw te ontwikkelen natuur in het stroomgebied? Meer specifiek is de vraag of de fosfaatlast uit het landbouwkundig verleden en door aanvoer van voedselrijk beekslib voldoende kan worden geneutraliseerd door herstel van kwel, hoge grondwaterstanden en het juiste beheer.

Vraag 2. Welke condities moeten daarvoor gerealiseerd worden? Met name betreffende kwantiteit en kwaliteit kwel, inundatieduur & frequentie.

Vraag 3. Waar in het gebied zijn de ontwikkelmogelijkheden voor mesotrofe graslanden en broekbossen het grootst en welke maatregelen zijn daarvoor nodig? Waar de hoogste potenties liggen streeft Natuurmonumenten naar vochtig hooiland/schraalland. Onder iets voedselrijkere omstandigheden zijn wellicht alluviale bossen, zeggemoeras of rietmoeras haalbaar. Aspecten die hierin worden meegenomen zijn het vrijkomen van voedingsstoffen uit de verdroogde en gemineraliseerde veenbodem na vernatting en het effect van overstromingen op de beschikbaarheid van voedingsstoffen.

Vraag 4. Welke inrichtingsmaatregelen zijn nodig? Te denken valt aan plaggen, chopperen, bekalken, steenmeel, bokashi, doeltype maaisel of plaggen enten, hydrologische maatregelen. En is fasering aan te bevelen? Zo ja, welke? In de situatie dat er hydrologisch herstel optreedt, maar dat er niet afgegraven kan worden en er voedselrijke condities resteren hoe kan daar dan het beste mee worden omgegaan?

Vraag 5. Welk beheer is nodig, zowel direct na de ingreep als op de wat langere termijn?

Met de resultaten van dit onderzoek wil Natuurmonumenten meer zicht krijgen op de kansrijke deelgebieden en brengt het de belangrijkste herstelmaatregelen in beeld. Het onderzoek dient als voorbereiding op de uitvoering van hydrologisch herstel en inrichting voortvloeiend uit N2000/Natte Natuurparel/NNB beleid. Door de opname van gedetailleerde themakaarten van 6 deelgebieden is het rapport ook bruikbaar als makkelijk toegankelijk naslagwerk voor hydrologische herstelmaatregelen in kansrijke delen van het Dommeldal.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de gebruikte onderzoeksmethode toegelicht.
In hoofdstuk 3 wordt de beknopte Landschaps-Ecologische Systeemanalyse gepresenteerd.
In hoofdstuk 4 worden de resultaten van het veldonderzoek in de referentiegebieden gepresenteerd, waar getracht is om door hydrologische herstel (zonder afgraven van de bovengrond) mesotrofe natuur te herstellen.
In hoofdstuk 5 worden de uitkomsten van het bodemchemisch onderzoek in de 25 onderzochte locaties in het Dommeldal toegelicht.
In hoofdstuk 6 worden de resultaten van het veldonderzoek naar de samenstelling van het kwelwater toegelicht.
In hoofdstuk 7 worden de resultaten gepresenteerd van het literatuuronderzoek en het bodemchemisch onderzoek in de 25 locaties in het Dommeldal naar de effecten van inundatie.

In hoofdstuk 8 komen de resultaten van de verschillende onderzoeken samen in een kansentabel. In deze tabel wordt voor elk van de 25 onderzochte locaties in het Dommeldal de kans ingeschat om mesotrofe natuur te herstellen door herstel van de hydrologie. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de 4 scenarioberekeningen die het waterschap de Dommel heeft uitgevoerd met behulp van het Dommel-Keersop-model.

In hoofdstuk 9 worden de herstelkansen in de huidige situatie en in de verschillende hydrologische scenario's op basis van de kansentabel per locatie toegelicht.
In hoofdstuk 10 worden de herstelkansen voor mesotrofe natuur bij de verschillende hydrologische scenario's toegelicht per deelgebied.
In hoofdstuk 11 wordt het rapport afgesloten met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

2 Methode

Gezien de grootte van het projectgebied, is het praktisch gezien niet mogelijk om de gestelde onderzoeksvragen op standplaatsniveau of perceelniveau te beantwoorden. Op verzoek van de opdrachtgever is er daarom voor gekozen om de gestelde vragen te beantwoorden voor 25 locaties in het onderzoeksgebied. De verkregen antwoorden voor de 25 locaties zijn vervolgens geëxtrapoleerd naar antwoorden voor een 6-tal deelgebieden, op basis van resultaten van:

1. een globale landschaps-ecologische systeem analyse van het Dommeldal,
2. een bodemchemisch onderzoek in referentielocaties (deels) buiten het Dommeldal,
3. een hydrologisch veldonderzoek naar kwelwatersamenstelling in het Dommeldal,
4. de modelresultaten van het grond- en oppervlaktewatermodel van waterschap de Dommel.

2.1 Globale landschaps-ecologische systeemanalyse

Het bureauonderzoek start met een landschaps-ecologische analyse op het niveau van het Dommeldal. Onderstaande gegevens zijn opgevraagd en voor zover noodzakelijk verwerkt in GIS-kaarten, grafieken en tabellen. De onderstaande gegevens vormen de basis van de globale landschaps-ecologische analyse.

- Geomorfologische kaart van Nederland,
- AHN3 hoogtekaart,
- Bodemopbouw en ligging breuklijnen (REGIS II-model),
- Bodemtype (1:50.000, Stiboka),
- Landschapsontwikkeling aan de hand van historische kaarten,
- Indicatorsoorten vegetatietypen en kwel,
- Meetreeksen grond- en oppervlaktewaterstanden (Dinoloket en Hydronet),
- Meetreeksen Dommelpeilen bij stuwen en watermolens (waterschap de Dommel),
- Globale stromingsrichting grondwater (TNO Isohypsenkaarten),
- Relevante grondwaterwinningen (Wateratlas Noord-Brabant),
- GxG in deelgebieden huidige situatie (modelering waterschap de Dommel),
- Kwel in deelgebieden huidige situatie (modelering waterschap de Dommel),
- Ligging A-watergangen en gemalen en duikers,
- Beleidsdoelen (Provincie Noord-Brabant)
- De eigendommen Natuurmonumenten,
- Standplaatseisen beheertypen (Waternood).

De resultaten van de globale LESA zijn weergegeven in hoofdstuk 3 en Bijlage 1 tot en met Bijlage 14.

Op basis van de verzamelde gegevens in de globale LESA is het beekdal ingedeeld in 6 deelgebieden. Deze indeling en hieraan ten grondslag liggende landschaps-ecologische kenmerken zijn toegelicht in paragraaf 3.1.

2.2 Bodemchemisch onderzoek in referentiegebieden

In het Dommeldal ten zuiden van Eindhoven is het de bedoeling om het grootste oppervlak van de recent in natuurbeheer gekomen landbouwgronden om te vormen naar soortenrijke natuur zonder de bouwvoor af te graven. Omdat het vooral gaat om voormalig natte en door hoge grondwaterstanden beïnvloede bodems is herstel van de hydrologie hiervoor een potentieel mechanisme. Echter, er zijn vele voorbeelden van voormalige landbouwgronden waar na vernatting sterke verruiging of grasdominantie optreden als gevolg van een veel te hoge fosfaatbeschikbaarheid. In het algemeen is wel bekend dat grondwatertoevoer de ontwikkeling richting bloemrijke graslanden kan stimuleren. Maar welke mechanismen hieraan ten grondslag liggen en hoe dit voor specifieke situaties uitpakt is nu nog grotendeels onbekend. Er is voor gekozen om een beperkt onderzoek uit te voeren op locaties die zo veel mogelijk overeenkomst vertonen met de situatie in het Dommeldal. Dit om elementen in de bodemsamenstelling en de hydrologie op te kunnen sporen die invloed hebben op de mate waarin graslanden zich ontwikkelen naar bloemrijke situaties. In het bijzonder wordt hierbij gedacht aan vastlegging van fosfaat aan ijzer en/of calcium, en betere afvoer van stikstof c.q. minder vrijkomen van stikstof uit afbraak van organisch materiaal bij hogere waterstanden. Voor deze studie is een aantal situaties bekeken waar veelbelovende ontwikkelingen richting de gewenste doelvegetaties optreden en is vervolgens geprobeerd om de achterliggende mechanismen te identificeren. Vervolgens is gekeken in hoeverre deze mechanismen ook toegepast zouden kunnen worden in het Dommeldal. De resultaten worden besproken in hoofdstuk 4.

De volgende percelen zijn bekeken:

- De Leukerbeek is ter hoogte van het natuurgebied de Roukespeel ongeveer 6 jaar geleden sterk opgestuwd waardoor in de naastgelegen graslanden weer kwel optreedt. Er is een zeer nat deel bekeken, waar opnieuw veenvorming optreedt en zich moerasvegetaties ontwikkelen, en een grazig deel dat veel kortstondiger onder invloed van grondwater staat.
- In de buurt van de volmolen bij Waalre is een graslandperceel bekeken waar de grondwaterinvloed ongeveer 10 jaar geleden hersteld is. Er is een natte slenk en een iets drogere rug bekeken.
- Het natuurgebied de Moorselaar is ongeveer 20 jaar geleden ontstaan door vernatting van landbouwgronden. Ook hier is grondwaterinvloed hersteld. Lokaal zijn kalkafzettingen aanwezig.
- Bovenstrooms van de Collse molen (Urkhoven, Kleine Dommel) zijn twee graslandperceeltjes bekeken waar de grondwaterinvloed ongeveer 5 jaar geleden hersteld is door een naastgelegen ontwateringssloot op te stuwen.
- Bij het Kaldenbroek (Grubbenvorst) zijn graslandpercelen bekeken die zich door vernatting (10-15 jaar geleden) van de percelen en het aangrenzende broekbos goed ontwikkelen. Er is een nat perceel en een iets droger perceel bekeken.
- Bij het Straelens broek (Arcen) is een ontwateringssloot door een slenk in 2010 en 2011 gedempt. Op de flank ontwikkelen zich grondwater gevoede vegetaties op een voormalige maisakker.
- In het rivierengebied bij Heteren is ongeveer 10 jaar geleden een wetering gegraven door een landbouwperceel. Op de vrijwel onvergraven oevers ontwikkelt zich een vrij soortenrijke vegetatie van nat grasland.
- In het voormalige Beekbergerwoud is de grondwaterinvloed op voormalige landbouwgronden ongeveer 10 jaar geleden sterk vergroot door ontwateringssloten te dempen. Een deel ontwikkelt zich naar grasland, een ander deel richting bos.

Tijdens een veldbezoek in de zomer van 2018 zijn op 20 locaties vegetatie-opnamen gemaakt en bodemmonsters verzameld. Aan deze bodems zijn drie verschillende extracties verricht. Via een extractie met geconcentreerd salpeterzuur (een destructie) zijn de gehalten aan potentieel verweerbare elementen bepaald, onder meer het totaal fosfor gehalte. Een extractie met natriumbicarbonaat (Olsen-P extract) geeft een maat voor de hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat. Tenslotte is ook een extractie met natriumchloride (zout-extract) uitgevoerd om de opgeloste en makkelijk uitwisselbare fractie van onder meer fosfaat te bepalen. Aan de 20 locaties zijn later 4 locaties toegevoegd waar eerder op soortgelijke wijze gegevens verzameld zijn. Het betreft 2 locaties van een vernatte kop van een beekdal bij het Roverts ven (Hilvarenbeek) en twee locaties van een vernat traject langs het Riels Laag (Regte heide, Hilvarenbeek).

De locaties zijn op basis van de vegetatiesamenstelling ingedeeld in de mate waarin er ontwikkeling richting meest mesotrafente doelvegetaties heeft plaatsgevonden. Dit is gebeurd door onderscheid te maken tussen

eutrafente plantensoorten (18 soorten) en doelsoorten uit dotterbloemgraslanden, zuurdere schraallanden en blauwgraslanden (47 soorten). Per opname is de bedekking en het aantal van beide categorieën soorten genoteerd. Deze zijn vermenigvuldigd voor zowel de eutrafente soorten als de doelsoorten. Vervolgens is een verschralingsindicatie berekend: de verhouding eutrafente soorten/doelsoorten. In een formule is dat als volgt: Verschralingsindicatie = (som bedekking eutrafente soorten * aantal eutrafente soorten)/(som bedekking doelsoorten * aantal dooelsoorten).
Op basis van dit getal zijn 4 categorieën onderscheiden:

- Schraal (verschralingsindicator < 0,32)
- Vrij schraal (verschralingsindicator 0,39-0,82)
- Vrij rijk (verschralingsindicator 2,3-11,6)
- Voedselrijk (16,8-241)

Deze categorieën zijn vervolgens gebruikt om te zoeken naar verschillen in bodemsamenstelling en met name beschikbaarheid van voedingsstoffen.

2.3 Bodemchemisch veldonderzoek

In de ideale situatie kan er voor elke locatie een betrouwbare inschatting worden gemaakt van de ontwikkelingsmogelijkheden richting de gewenste doelvegetaties. Dit zowel voor de bestaande natuur als voor de nieuw verworven gronden. Onderdeel van zo'n inschatting is voldoende kennis van de bodemeigenschappen, zoals voedselrijkdom en mate van buffering. Echter, deze informatie is slechts voor een enkele locatie aanwezig en het verzamelen hiervan is buitenproportioneel veel werk en valt buiten de kaders van dit project.

In plaats daarvan is in het Eco-hydrologisch onderzoek geprobeerd een praktische benadering te kiezen, waarbij een groot deel van de benodigde informatie voor de gebiedsontwikkeling kan worden verzameld binnen de kaders van het project. Op basis van deze informatie, en de informatie verzameld in het beperkte referentie-onderzoek, moet het vervolgens mogelijk zijn om voor grotere clusters van locaties (deelgebieden of ecologisch overeenkomende locaties) een betrouwbare inschatting te kunnen maken van de ontwikkelingskansen van de gewenste doeltypen. Dit moet een belangrijke ondersteuning zijn in de keuze van de terreinbeheerder voor kansrijke locaties waar extra middelen worden ingezet.

Op basis van de globale landschaps-ecologische systeemanalyse en veldkennis van de medewerkers van Natuurmonumenten zijn in het Dommeldal 25 representatieve locaties geselecteerd, die min of meer representatief zijn voor de verschillende deelgebieden in het Dommeldal. Het merendeel betreft graslanden die al in beheer zijn bij Natuurmonumenten of al aangekocht zijn om als natuur te gaan beheren. Een kleiner deel betreft beekbegeleidende bossen.

Foto 1: Bodemkundig onderzoek op kruidenrijk grasland aan de oostoever van de Dommel in de Elshouters (locatie B9)

In de graslanden is de bodem op drie diepten bemonsterd; 0-20 cm, 20-30 cm en 30-40 cm. In de bossen zijn twee lagen bemonsterd; een toplaag van meest 5 tot 15 cm dik die wat meer organisch materiaal bevat en de bovenste 10-15 cm van het moedermateriaal daaronder.

Per locatie is een mengmonster van 5 steken gemaakt voor elke diepte. Aan de monsters is het volgende gemeten:

- Gehalte organisch stof. Wordt gemeten als gewichtsverlies na verbranding bij 550 graden Celsius.
- Extractie met geconcentreerd salpeterzuur. Hiermee worden alle macro-ionen vrijgemaakt die verweerbaar zijn, dat wil zeggen die op langere termijn vrij kunnen komen: aluminium, ijzer, calcium, magnesium, kalium, zwavel, fosfor, silicium en zink.
- Eventuele slibafzetting door de beek is gemeten door op drie locaties met slibafzet monsters te verzamelen en eveneens te extraheren met geconcentreerd salpeterzuur. Via onderlinge correlaties tussen o.a. aluminium, kalium en zink kan vervolgens voor alle locaties een schatting worden gemaakt van de mate van slibafzetting.

Verder is alleen aan de toplaag ook de hoeveelheid plant-beschikbaar fosfaat gemeten middels een Olsen-extractie, een extractie met natriumbicarbonaat. De fosfaatbeschikbaarheid in de toplaag bepaalt in hoge mate de vegetatie-ontwikkeling.

Op de meetlocaties is de makkelijk oplosbare fractie voedingsstoffen niet gemeten. De beschikbaarheid op langere termijn wordt veel meer bepaald door de totale verweerbare fractie die hierboven al bepaald wordt. Ook is geen zuurgraad gemeten, omdat deze naar verwachting nog gaat wijzigen na hydrologisch herstel. Op referentielocaties zijn beide factoren wel gemeten.

Van de locatie is een boorbeschrijving gemaakt met hierin een beschrijving van de textuur en grondsoort en inschatting van de GHG en GLG op basis van hydromorfe kenmerken. Op basis van deze gegevens is ingeschat of het een potentiële kwellocatie is.

Uitgangspunt van het Ecohydrologisch onderzoek is om de mogelijkheden te onderzoeken van herstel van mesotrofe natuur door herstel van de oorspronkelijke hydrologische toestand. Mogelijk is hydrologisch herstel op sommige locaties niet voldoende, maar kan door een combinatie van herstel van hydrologie + ondiep afgraven van de bovengrond wel mesotrofe natuur worden hersteld. Daarom zijn twee onderliggende bodemlagen ook bemonsterd, te weten: 20-30 cm en 30-40 cm onder maaiveld.

De resultaten van het bodemchemisch onderzoek op de 25 gekozen locaties worden toegelicht in hoofdstuk 5.

2.4 Hydrologisch onderzoek naar samenstelling kwelwater

Voor de berekeningen met het bodemkwaliteitsmodel is de inschatting van de hoeveelheid en kwaliteit van de kwel na hydrologisch herstel van belang om in te schatten hoeveel ijzer zal worden aangevoerd via het grondwater en hoeveel fosfaat zal worden vastgelegd of eventueel afgevoerd.

In kaart brengen kwelgebieden:
Potentiele kwelgebieden kunnen met modellen in beeld worden gebracht, maar zijn in het veld bijna altijd goed te herkennen aan kwelindicaties (roestverschijnselen, bacterievliezen) en kwel indicerende plantensoorten. Om een beter beeld te krijgen van de aanwezigheid en grootte van de kwel in het onderzoeksgebied zijn in het onderzoeksgebied sloten nagelopen en gecontroleerd op de volgende kwelverschijnselen:

- Bacterievliezen
- Bruine ijzervlokken
- Opvallend hoge afvoer ten opzichte van de grootte van het infiltratiegebied. Het debiet van de sloot is ingeschat met behulp van de zogenaamde “Sinasappelmethode”.
- Kwelindicatoren zoals Veldrus, Bosbies, Holpijp, Veenstaartje en zeggesoorten.

Door de grootte van het projectgebied is het niet mogelijk om de kwelsloten vlakdekkend te inventariseren. Er is daarom in drie velddagen door steekproefsgewijs geïnventariseerd. De nadruk lag daarbij op de meest kansrijke gebieden, zoals die uit de LESA naar voren zijn gekomen. De Dommel volgt over enige afstand de ondergrondse breuk tussen de Centrale slenk en de Kempenhorst. Speciale aandacht is gegeven aan locaties waar de Dommel of watergangen de breuken kruisen.

Bemonstering kwelwater:
Een goed beeld van de samenstelling van het toestromende grondwater is van groot belang voor de beantwoording van de onderzoeksvraag. Er zijn daarom op 28 locaties monsters van het grondwater verzameld. De kwelwatermonsters zijn met behulp van een poreuze cup bemonsterd op een diepte van ca. 0,5 – 1,5 m. onder de slootbodem van een sloot of de Dommel zelf, die op dat moment kwelwater ontvangt (zie Foto 2). Deze methode is gekozen omdat het grondwater in de percelen op veel plaatsen vooral bestaat uit een mengsel van geïnfiltreerd regenwater en (lokaal) toestromend grondwater. Voor de onderzoeksvraag is het van belang om de kwaliteit van het kwelwater te kennen dat nu door diepe sloten wordt afgevoerd, maar dat na hydrologisch herstel naar de bovengrond en indien mogelijk naar maaiveld dient te stromen.

De resultaten van het veldonderzoek naar de kwelverschijnselen en hydro-chemisch onderzoek van het kwelwater zijn toegelicht in hoofdstuk 6.

Foto 2: Bemonstering kwelwater in de Dommeloever met poreuze cups. De poreuze cup is bevestigd op een pvc buis met een lengte van 1,2 meter en middels een slangetje verbonden met een injectiespuit. Door de injectiespuit uit te trekken wordt het kwelwatermonster uit de bodem opgezogen.

2.5 Invloed overstroming met Dommelwater

Periodieke overstroming met beekwater is een natuurlijk onderdeel van vrijwel alle levensgemeenschappen in beekdalen. Enerzijds zorgen deze overstromingen ervoor dat een grote groep planten en dieren die hiervoor gevoelig zijn niet voor kunnen komen. Anderzijds zorgt overstroming zowel via het gebufferde en wat voedselrijkere water als via het meekomende slib, voor een betere buffering en voor iets voedselrijkere omstandigheden.

Door menselijke invloeden is de impact van overstroming op de natuur in het Dommeldal sterk gewijzigd. De snelle waterafvoer in het stroomgebied heeft geleid tot hogere en meer onvoorspelbare pieken in de waterstand, die in toenemende mate ook in de zomer optreden. Dit aspect is verder geen onderdeel van deze studie. Wel wordt er gekeken naar het sterk toegenomen vermestende effect van overstromingen.
Het vermestende effect van winterinundaties is op veel plekken beperkt omdat de overstroomde bodem veelal rijker is aan voedingsstoffen dan het bovenstaande water; de diffusie van voedingsstoffen is vaak gering. De indringing is bovendien kleiner naarmate de kweldruk groter is, dus op percelen met kweldruk is het vermestende effect van beekwater vermoedelijk klein.

Een veel grotere vermesting kan optreden door het afzetten van voedselrijk zand en slib tijdens inundaties, zoals momenteel op vrij grote schaal zichtbaar in de alluviale bossen ten noorden van de Malpiebeemden. Door het afremmen van de stroomsnelheid, zijn met name de bossen gevoelig voor vermesting door slibafzet. De samenstelling van het slib wordt in het bodemchemisch onderzoek meegenomen. Zowel uit het oogpunt van milieuhygiëne (zware metalen) als natuur (voedingsstoffen) is afzetting van sediment momenteel niet wenselijk. Aan de andere kant is de waterkwaliteit de afgelopen 20 jaar sterk verbeterd, met name de gehalten aan fosfaat en zware metalen zijn afgenomen. Dit heeft zeer waarschijnlijk ook een positief effect gehad op de kwaliteit van het beeksediment.

In deze studie zullen twee aspecten worden bekeken. Ten eerste wordt de kwaliteit van de in het verleden afgezette beeksedimenten bepaald. Dit gebeurt door de 25 locaties voor de bodembemonstering zo te kiezen dat er ook een aantal locaties met afzetting van beeksediment aanwezig zijn. Ten tweede zal er gebruik worden gemaakt van de monitoringsgegevens van de waterkwaliteit van de Dommel, die beschikbaar zijn gesteld door Waterschap de Dommel. Dit om in beeld te brengen in hoeverre de waterkwaliteit van de Dommel in de laatste 20 jaar is verbeterd. Daarmee kan een inschatting worden gemaakt van de positieve effecten van overstroming op de bodemkwaliteit, zoals aanvoer van bufferstoffen en ijzerdeeltjes, en de negatieve effecten zoals aanvoer van fosfor, stikstof, zwavel en zware metalen. Dit kan vervolgens de beslissing ondersteunen waar overstroming wel en niet wenselijk wordt geacht.

De resultaten van het onderdeel overstroming wordt toegelicht in hoofdstuk 7.

2.6 Modelresultaten waterschap en opstelling kansenkaarten

Om een beeld te krijgen van de mate waarin de bodem na hydrologisch herstel zal worden gevoed door kwelwater, heeft het waterschap de Dommel in nauw overleg met Natuurmonumenten met behulp van het gecombineerde grond- en oppervlaktewater model de huidige GxG, kwel en stroombanen van het grondwater berekend. Daarnaast heeft het Waterschap een viertal scenario-berekeningen uitgevoerd van verschillende hydrologische herstelmaatregelen in het Dommeldal.

De eerste twee scenario-berekeningen zijn uitgevoerd voor de berekening van een gedeeltelijk herstel van de hydrologische toestand in het Dommeldal:

Scenario 1. Verhogen waterpeil van alle A-watergangen in het modelgebied (inclusief de Dommel en Keersop) met 20 cm inclusief stopzetten van de onderbemalingen.

Scenario 2. Verhogen waterpeil van alle A-watergangen in het modelgebied (inclusief de Dommel en Keersop) + alle zijwatergangen met 20 cm en dempen van de detail ontwatering binnen het NNB.

Vervolgens zijn twee scenario-berekeningen uitgevoerd voor de berekening van maatregelen voor een verdergaand hydrologisch herstel van het Dommeldal:

Verhogen waterpeil van de meeste A-watergangen in het Dommeldal (inclusief de Dommel) tot aan de representatieve maaiveldhoogte[1] van de kern van het Dommeldal + het stopzetten van de onderbemalingen. De in peil verhoogde watergangen en bijbehorende streefpeilen zijn weergegeven in

[1] In de winter heeft het model gerekend met een Dommelpeil dat ca. 1 dm hoger staat dan de laagste delen van de beekdalbodem. In voorjaar en herfst is gerekend met peilen gelijk aan het maaiveld van de laagste delen van het beekdal en in de zomer is uitgegaan van een waterpeil dat ca. 2 dm onder het maaiveld van de laagste delen staat. Hiermee is getracht het peilverloop in een natuurlijk beekdal te simuleren, zoals dat bijvoorbeeld in delen Drentse Aa is hersteld.

Scenario 3. Bijlage 20. Deze streefpeilen zijn aanzienlijk hoger dan de 20 cm peilverhoging waar in scenario 2 mee is gerekend.

Scenario 4. Verhogen waterpeil van alle A-watergangen in het Dommeldal (exclusief de Dommel) tot aan de representatieve maaiveldhoogte van de kern van het Dommeldal + het stopzetten van de onderbemalingen.

Met het gebruikte modelinstrumentarium van het Waterschap kan alleen een globaal beeld worden verkregen van het effect van de hydrologische herstelmaatregelen op de GxG en kwel. Hierdoor kan het model niet worden gebruikt voor uitspraken op het niveau van de 25 locaties. Doordat per deelgebied meerdere locaties worden behandeld, worden onnauwkeurigheden van de model-resultaten “weggemiddeld”. Wanneer de resultaten van een heel deelgebied worden beschouwd, kunnen meer onderbouwde uitspraken worden gedaan voor het hele deelgebied.

Voor de bepaling van de kansen die ontstaan na uitvoering van hydrologische herstelmaatregelen op perceel niveau zijn zowel meer nauwkeurige modelberekeningen door het Waterschap noodzakelijk als meer gedetailleerd bodemchemisch en ecohydrologische veldonderzoek. Voor meer nauwkeurig modelonderzoek dient het waterschap een nieuwe gekalibreerd model op te bouwen.

Kwalitatieve inschatting van de kansrijkdom met het bodemkwaliteitsmodel:
De verzamelde veld- en literatuurgegevens van bodem en kwelwater en output van de modellering door het Waterschap (Huidige situatie en verkennende scenario’s) zijn gebruikt voor de uitvoering van een kwalitatieve inschatting van de kansen op herstel van mesotrofe natuur. Het ontwikkelde beslisschema stelt ons in staat om de afname van de totale hoeveelheid fosfaat en de hoeveelheid beschikbaar stikstof en fosfaat na hydrologisch herstel in te schatten. Alleen de belangrijkste factoren die de voedselrijkdom bepalen zijn in dit model opgenomen en van de onderliggende processen zijn nog niet alle details opgehelderd. De uitkomsten zijn daarmee niet spijkerhard. Wel kunnen grenzen worden aangegeven waaronder met redelijke zekerheid de gestelde doeltypen worden gehaald en waarboven deze waarschijnlijk ook op langere termijn niet worden gehaald. De uitkomsten zijn daarom per locatie in de volgende categorieën gepresenteerd: kansrijk, matig kansrijk, vrij kansarm en kansarm.

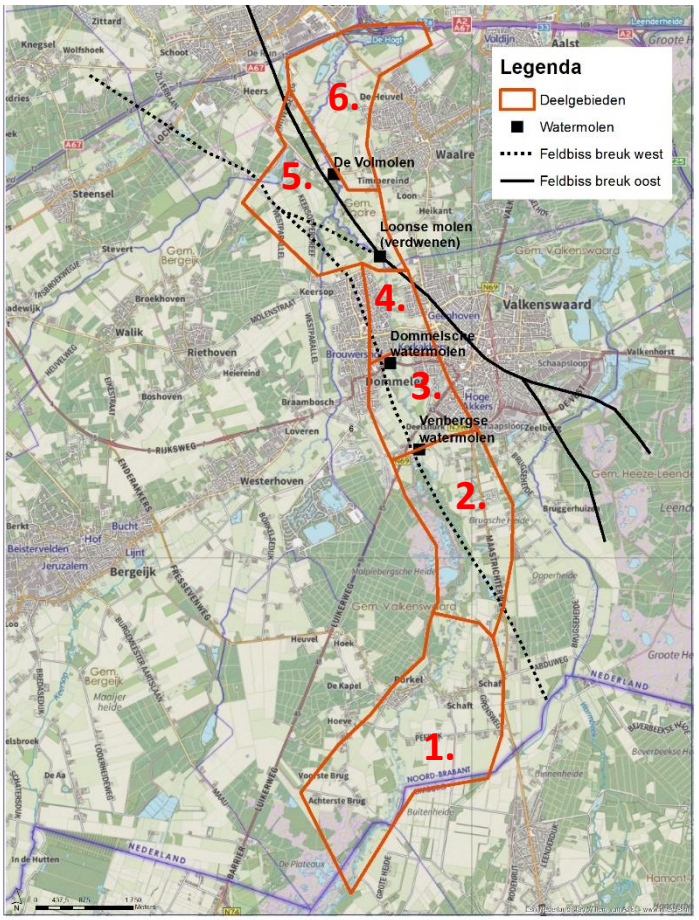
Kansenkaarten:
De bovengenoemde resultaten zijn gepresenteerd in de vorm van kansenkaarten. Op deze kaarten is te zien waar er op de 25 in het veldonderzoek onderzochte locaties mesotrofe/schrale natuur mogelijk is met de combinatie van hoge grondwaterstanden en kwel met de gemeten bodemkwaliteit en eventueel aanvullend verschralingsbeheer. De kansenkaarten zijn in hoofdstuk 9 per locatie kort toegelicht.

Herstelstrategie:
Op basis van het beeld uit de kansenkaarten is in hoofdstuk 10 per deelgebied een globale herstelstrategie beschreven in termen als “verhoging van het Dommelpeil”, dempen of verondiepen parallelsloten en/of detail-afwateringsloten, maaien en afvoeren, uitmijnen. Er wordt ook een type doelvegetatie gekozen en dit zal van grote invloed zijn op de herstelstrategie. Het eindproduct van het eco-hydrologisch onderzoek is geen exacte uitwerking van wat hydrologisch herstel inhoudt, maar er wordt wel globaal aangegeven wat er nodig is (kwel aan maaiveld, globaal peil van de Dommel, wat te doen met ontwaterings-middelen, etc), en in welke volgorde.

3 Globale landschapsecologische systeemanalyse

3.1 Indeling in deelgebieden

De in de onderstaande paragrafen beschreven Landschaps-ecologische systeemanalyse heeft geleid tot een opdeling van het Dommeldal in 6 deelgebieden (zie Figuur 2.



Figuur 2: Indeling van het Dommeldal in 6 deelgebieden op basis van aanwezigheid breuken en aanwezigheid watermolens (zie ook Bijlage 1)

In de eerste plaats is het Dommeldal op basis van de geologische opbouw opgedeeld in drie zones:

- Deelgebied 1: beekdal bevindt zich op Kempens plateau,
- Deelgebieden 2 t/m 5: beekdal bevindt zich op overgang van Kempens plateau naar Centrale slenk,
- Deelgebied 6: beekdal bevindt zich in de Centrale slenk.

De Dommel heeft in deelgebieden 2 t/m 5, op de overgang van het Kempens plateau naar de lager gelegen Centrale slenk, een relatief groot verhang. Het is niet toevallig dat juist in de deel van het Dommeldal 4 watermolens zijn gebouwd, die bovenstrooms van de watermolen voor een sterke opstuwing van de Dommel

en vernatting van het beekdal zorgen. Op basis van de vernattende invloed van de watermolens is deze zone daarom opgesplitst in de volgende deelgebieden.

- Deelgebied 2: Dommeldal beïnvloed opstuwing door Venbergse watermolen (De Malpie),
- Deelgebied 3: Dommeldal beïnvloed opstuwing door Dommelse watermolen,
- Deelgebied 4: Dommeldal beïnvloed opstuwing door vroegere Loonse watermolen (nu vistrappen),
- Deelgebied 5: Dommeldal beïnvloed opstuwing door de Volmolen.

De grondwaterstroming wordt in het Dommeldal in deelgebieden 2 en 3 sterk beïnvloed door de oostelijke Feldbiss-breuk, die hier vrijwel van noord naar zuid door het hart van de beekdalbodem loopt.
De grondwaterstroming wordt in deelgebied 4 niet door breuken beïnvloed.
De grondwaterstroming wordt in deelgebied 5 door maar liefst drie breuken beïnvloed: de westelijke Feldbiss-breuk, de oostelijke Feldbiss-breuk en een kleinere tussenbreuk[2].

In de onderstaande paragrafen wordt de Landschaps-ecologische samenhang van de 6 deelgebieden nader geanalyseerd. In het kader van dit onderzoek is gekozen voor een globale systeembeschrijving op hoofdlijnen, die relevant zijn voor de centrale onderzoeksvraag: “Kan mesotrofe natuur worden hersteld door herstel van de hydrologie?”. Om die reden is de beschrijving van de verschillende onderdelen van de LESA zo beknopt mogelijk gehouden en is alleen de informatie beschreven op basis waarvan in hoofdstukken 9 en 10 de herstelkansen per deelgebied zijn bepaald.

3.2 Geologie

Het Dommeldal tussen de Belgische grens en de Hogt bevindt zich op de overgang van het hoger gelegen opheffingsgebied van het Kempens plateau naar het lager gelegen dalingsgebied van de Centrale slenk (zie Bijlage 1). De overgang tussen het Kempens plateau naar de Centrale slenk wordt gemarkeerd door het voorkomen van de Feldbiss-breuken.

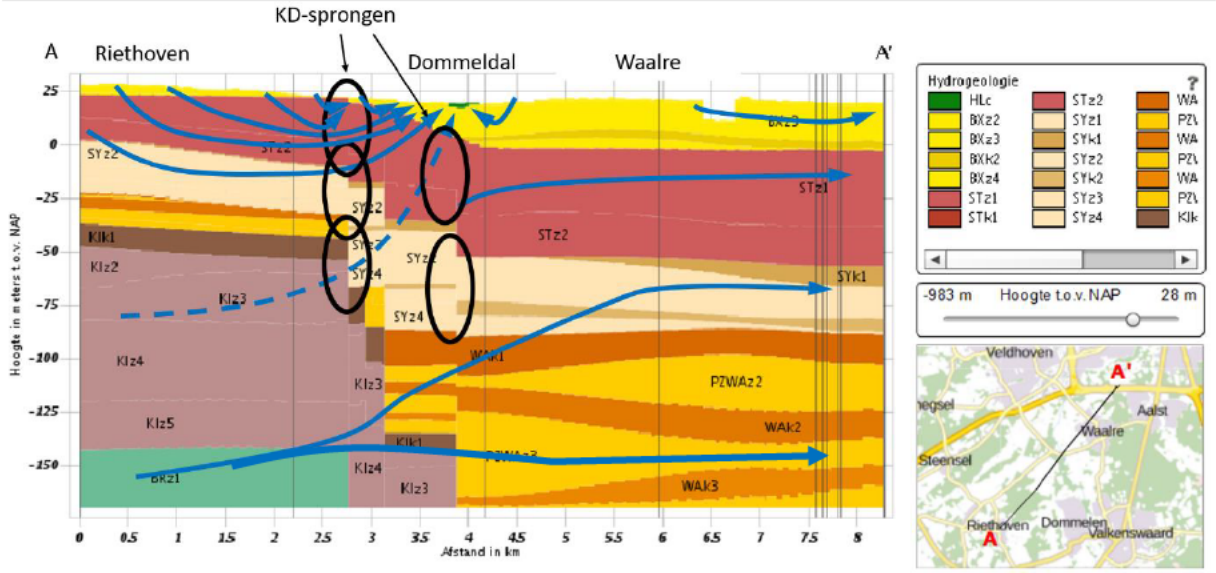
Het hoogteverschil tussen het Kempens plateau en de lager gelegen Centrale slenk is enigszins zichtbaar op de AHN3-hoogtekaart (zie Bijlage 2). De hoogteverschillen tussen beide gebieden zijn verder geaccentueerd door uitsnijding van de zandige bodem door de Run, de Keersop, de Dommel en de Tongelreep.

Door de opheffing en daling van de bodem zijn de bodemlagen aan beide zijden van de Feldbiss-breuk verticaal verschoven. Dit is te zien in de schematische REGIS-dwarsdoorsneden A-A’, B-B’ en C-C’ door de ondergrond (zie Figuur 2 t/m Figuur 4).

In Figuur 2 is te zien dat de zeer goed doorlatende zandlagen van de Sterksel (legenda-eenheid STz1 en STz2; rode kleur) in het Kempens plateau hoger liggen dan in de Centrale slenk. Ook is te zien dat de matig tot goed doorlatende deklaag van de formatie van Boxtel (BXz3; gele kleur) op het Kempens plateau slechts enige meters dun is, terwijl deze in de Centrale slenk een dikte van ca. 20 m. heeft.

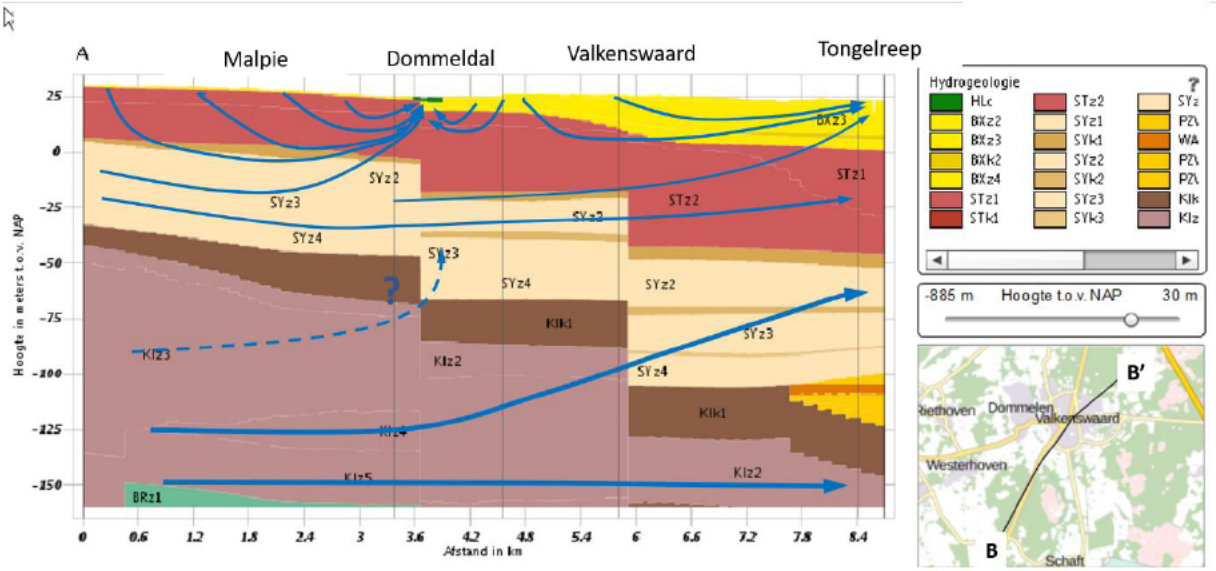
[2] *De ligging van de breuken is gebaseerd op de REGIS bestanden (bron: Dino-loket). Ter hoogte van de Broekhovense weg en het landbouwgebied ten zuiden hiervan is de ligging van de Feldbiss-breuk aangepast op basis van boringen door Stuurman et al. 2013.*

Dwarsdoorsnede A-A

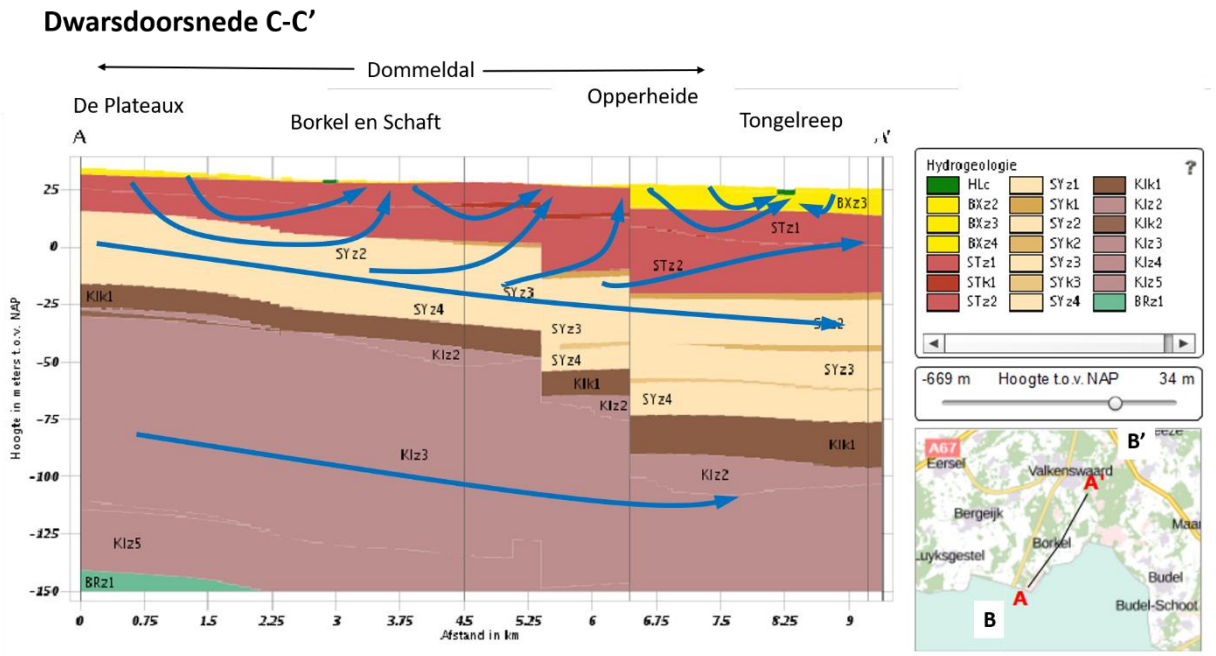


Figuur 3: Geohydrologische dwarsdoorsnede A-A' vanaf het Kempens plateau bij Riethoven via het Dommeldal bij de Volmolen naar de A2/A67 bij Eindhoven (bron: Dinoloket-REGIS II v2.2)

Dwarsdoorsnede B-B'



Figuur 4: Geohydrologische dwarsdoorsnede B-B' vanaf het Kempens plateau bij de Malpische heide via het Dommeldal bij de Venbergse watermolen naar Landgoed Gagelhof ten noordoosten van Valkenswaard (bron: Dinoloket-REGIS II v2.2)



Figuur 5: Geohydrologische dwarsdoorsnede C-C' vanaf het Kempens plateau bij de Plateaux via het Dommeldal bij Borkel en Schaft naar het beekdal van de Tongelreep bij Bruggerhuizen (bron: Dinoloket-REGIS II v2.2)

3.3 Grondwaterstroming

Het regionale grondwater stroomt in het onderzoeksgebied globaal van zuid-zuidwest naar noord-noordoost.

KD-sprongen:
De stroombanen van het water dat in het Dommeldal opwelt zijn op basis van expert-judgement met blauwe stroompijlen aangegeven in Figuur 2 t/m Figuur 4. Op deze dwarsdoorsneden is te zien dat de stroombanen ter hoogte van de breuken naar boven worden afgebogen en er ter hoogte van de breuken sprake is van extra veel kwel. Dit verschijnsel kan worden verklaard door het optreden van *KD-sprongen*. Ter hoogte van de breuken sluiten sommige watervoerende pakketten aan weerzijden van de breuklijnen niet goed op elkaar aan. Hierdoor vindt ter plaatse van de breuk een versmalling van het watervoerende pakket plaats. De mate van doorlatendheid van een watervoerend pakket wordt uitgedrukt als het product van de doorlatendheid van het zand (k-waarde in m/dag) en dikte van het watervoerende pakket (D in m.). Deze zogenaamde KD-waarde neemt door de verschuiving van de watervoerende pakketten plaatselijk sterk af. Dit verschijnsel staat bekend als *de* KD-sprong. In Figuur 2 zijn op basis van de verschuiving van watervoerende pakketten met zwarte ovalen een aantal KD-sprongen aangegeven.

Ook kan er door de wrijving van de tegen elkaar schuivende bodemlagen sprake zijn van versmering. Hierdoor worden breuken in sommige modellen gemodelleerd als niet doorlatend. Het effect van breuken is echter niet zo makkelijk te modeleren. Voor elke breukzone is het wenselijk om de invloed van de breuk op basis van modelcalibratie te bepalen. Ook kan de locatie en breedte van de kwelzone beter worden bepaald door kartering van veldkenmerken zoals een toename van slootdebiet, inzakkende sloottaluds en kwelindicerende planten (o.a. waterviolier, veldbies en holpijp).

In Figuur 2 is tevens te zien dat door de verschuiving ter hoogte van de westelijke Feldbiss-breuk op 70 -90 m. diepte een opening ontstaan tussen de zanden van de Kiezeloöliet formatie (KIz3) en de zanden van de Stramproy formatie (SYz3), waardoor water uit deze diepere zandlaag in principe naar de hoger gelegen zandlaag kan stromen. Over het algemeen is in de centrale slenk de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket lager dan in het eerste watervoerende pakket, zodat niet met zekerheid kan worden gesteld dat deze opwaartse grondwaterstroming daadwerkelijk plaatsvindt. Ook wordt bij Dommelen grondwater gewonnen ten behoeve van de bereiding van Dommels bier.

Breuken en kwel:
Door de aanwezigheid van de KD-sprongen is het aannemelijk dat er ter hoogte van de breuken sprake is van een toename van de kwel en er relatief diepe kwelbanen aan het oppervlak komen. De samenhang tussen breuken en kwel is door Stuurman en Kiden (2013) op meerdere plaatsen aangetoond voor de westelijke Feldbiss-breuk in deelgebied 5. Bijvoorbeeld op de plaats waar A-watergang DL50 in het Broekhovense veld de Feldbiss breuk kruist, is er door de sterke aanvoer van kwelwater sprake van een toename van de slootafvoer, ijzervlokken en -vliezen en een instabiele slootoever. Deze locatie is in het kader van het veldonderzoek bezocht (zie hoofdstuk 6).

Berekende stroombanen:
Het waterschap de Dommel heeft met behulp van het *"Dommel/Keersop2014- grondwatermodel"* de stroombanen berekend van het water dat in het beekdal op verschillende locaties opwelt in sloten, Dommel en aan maaiveld (zie Bijlage 3). De door het waterschap berekende stroombanen bevestigen het beeld geschetst door de stroompeilen in de dwarsdoorsneden in Figuur 2 t/m Figuur 4.

Op de eerste kaart in Bijlage 3 zijn de stroombanen getekend van het water dat in deelgebieden 1 t/m 3 in het Dommeldal opwelt in de Dommel, sloten en maaiveld. Op de tweede kaart zijn de stroombanen getekend van het water dat in deelgebieden 4 t/m 6 opwelt.

Ondiepe en lokale kwelstromen:
De blauwe en gele kleur van de stroombanen wijst er op dat relatief ondiepe bodemlagen worden doorstroomd (formatie van Boxtel en Sterksel). De verblijftijd van dit grondwater varieert van tientallen tot 10.000 dagen. Dit kwelwater staat bekend als ondiepe of lokale kwel. De kaarten van de kwelbanen geven een enigszins vertekend beeld. Het aantal kwelbanen is zo groot dat veel kwelbanen over andere kwelbanen zijn getekend. Hierdoor vallen met name de kortere lokale kwelstromen weg. De derde meer gedetailleerde kaart van Bijlage 3, geeft een accurater beeld van de stroombanen die in het Heide aan het oppervlak komen. De korte zwarte lijnen tonen de zeer lokale stroombanen met een verblijftijd van het water tussen de 1 en 100 dagen. De rode en gele lijnen tonen de stroombanen met een verblijftijd van 100 dagen tot drie jaar. Op de kaart is te zien dat de meeste kwelplekken worden gevoed door dit lokale grondwater. Op deze figuur is tevens te zien dat veel grondwater opwelt ter hoogte van de hier gelegen Feldbiss-breuk.

Diepe kwelstromen:
De rode kleur geeft aan dat het kwelwater dat via deze stroombanen wordt aangevoerd afkomstig is uit diepere modellagen. De verblijftijd van deze stroombanen is in de orde van grootte van 10.000 tot 100.000 dagen. Dit kwelwater wordt aangeduid als "*diepe of regionale kwel*". De verblijftijd van dit grondwater varieert van ca. 100 tot meer dan 100.000 jaren. Door de beperkte rekentijd van het model zijn de diepe stroombanen niet doorgerekend.

Infiltratiegebieden:
In de schematische dwarsdoorsneden in Figuur 3 t/m Figuur 5 is te zien dat het kwelwater dat in het zuidelijk deel van het Dommeldal in deelgebieden 1 t/m 3 uit de bodem in sloten en kwelgebieden opwelt afkomstig is van infiltratiegebieden op het Kempens plateau ten zuiden en zuid-zuidoosten van het Dommeldal. Deze infiltratie bestaan grotendeels uit bos- en landbouwgronden en in de Malpie voor een klein deel uit heide (Malpieheide).

Het kwelwater dat in watergangen en kwelgebieden in deelgebieden 4 t/m 6 opwelt is deels afkomstig van de hoger gelegen gronden op het Kempens plateau ten westen van het Dommeldal. Kwel in deelgebied 6 is voor een deel ook afkomstig van een smalle strook aan de oostoever van de Dommel.

Kwel kwantitatief:
In paragraaf 3.9 wordt nader ingegaan op de door het Waterschap berekende ligging van de kwelgebieden en de grootte van de kwel in mm/dag.

Kwel kwalitatief:
Door de relatief korte verblijftijd van het kwelwater in de lokale stroombanen kunnen meststoffen vanuit bemeste infiltratiegebieden of in bossen ingevangen stikstof via het grondwater richting het Dommeldal

worden aangevoerd en hier de kwaliteit van het kwelwater beïnvloeden. Hier wordt in hoofdstuk 6 (Veldonderzoek kwelwater) nader op ingegaan.

3.4 Geomorfologie en hoogteligging

De geomorfologie en hoogteligging van het projectgebied en de omgeving hiervan worden getoond in Bijlage 4 en Bijlage 5.

Op de geomorfologische kaart is te zien dat de Dommel over de gehele lengte van het projectgebied een dalvormige beekdalbodem heeft gevormd, waarin door permanent natte omstandigheden veen is gevormd (2R4 en 2R5). Ten noorden van de Venbergsche watermolen (deelgebieden 3 t/m 6) wordt de oostoever gevormd door een wat hoger gelegen beekdalbodem waar geen veen is gevormd (2R6). De meeste veenvorming vond plaats ten zuiden van de Venbergse watermolen (deelgebieden 1 en 2).

Deelgebied 1:
De overgang naar de hoger gelegen gronden bestaat in deelgebied 1 uit relatief laag gelegen terrasafzettingsvlakten (2M20a) en vlakten van deels verspoelde dekzanden (2M9), waardoor hier een relatief brede lage kom is ontstaan.

Deelgebied 2:
Aan de zuidzijde van deelgebied 2 is het met veen gevulde beekdal relatief breed. Hier volgt de Dommel een tracé langs de westrand van de beekdalbodem. De oostflank van de beekdalbodem wordt door een A-watergang ontwaterd.
Ten noorden van de boring B15 is het met veen gevulde beekdal relatief smal. Het maaiveld loopt aan beide kanten van het beekdal vrij snel op naar hoger gelegen zandgronden. De dekzandgronden zijn aan de westzijde grotendeels verstoven waarop de heide en naaldbossen van de Malpie zijn ontstaan (4L8). In dit gebied zijn enige grote laagten uitgestoven waarin vennen zijn ontstaan (3N4).

Aan de oostzijde van de beekdalbodem (2R4) gaat het beekdal vrij abrupt over in hoger gelegen gebied met dekzandruggen (3L5). Deze zijn bij het Meelbergsven verstoven. De hoger gelegen dekzandruggen worden door een A-watergang ontwaterd, die benedenstrooms van de Venbergse watermolen in de Dommel uitstroomt.

Deelgebied 3:
In deelgebied 3 grenst de met veen gevulde beekdalbodem aan de westzijde aan een brede lage terrasafzettingsvlakte (2M20a). Hierdoor is (evenals in het centrum van deelgebied 1) ten zuiden van Dommelen een brede natte kom ontstaan. Opvallend is dat de Dommel hier over een relatief lang tracé langs de hoge oostrand van de beekdalbodem is geleid. De Dommel wordt hier hoog opgestuwd door de Dommelse watermolen. Door het hoge stuwpeil van de Dommel, kon het lage centrum van de kom niet door de Dommel worden ontwaterd. De met veen gevulde beekdalbodem wordt daarom door een A-watergang ontwaterd, die via een boog door de bebouwde kom benedenstrooms van de Dommelse watermolen op de Dommel uitstroomt.

Vanaf deelgebied 3 is het oostelijk deel van de beekdalbodem hoger gelegen (2R6). In deze hoger delen van het beekdal is geen veen gevormd.

Deelgebied 4:
In deelgebied is de met veen gevulde beekdalbodem relatief smal. Het wordt aan weerzijden begrensd door hoger gelegen dekzandgronden waarop het dorp Dommelen is gebouwd. De Dommel werd in het verleden opgestuwd door de inmiddels verdwenen Loonse molen. In plaats van de Loonse Molen heeft het Waterschap de Dommel hier vistrappen geplaatst, waardoor de Dommel in dit deelgebied toch nog wordt gestuwd.

Deelgebieden 5 en 6:
In deelgebied 5 en 6 bij de Elshouters en Heike verbreedt het beekdalbodem zich. De oostelijke zijde van de beekdalbodem (2R6) ligt hier opvallend hoger dan de westelijke beekdalbodem (2R5). Volgens de

geomorfologische kaart is hier geen veen afgezet[3]. Uit de bodemkaart en veldonderzoek komt naar voren dat in het westelijke deel juist sprake is van dikke veenpakketten (zie bijvoorbeeld boring B4). Uit het veldonderzoek bij dit punt bleek dat de bodemopbouw hier zeer heterogeen is. De veendikte kan op 5 m. afstand variëren van 20 tot 120 cm.

3.5 Bodemvorming

3.5.1 Beekdalbodem

In deelgebieden 1 en 2 hebben zich onder invloed van de toestroming van grondwater en stagnatie van Dommelwater op de beekdalbodem op grote schaal veengronden gevormd (zie Bijlage 6). Deze veengronden zijn op de bodemkaart 1:50.000 aangegeven als zeer natte venige beekdalgronden (ABv) met grondwatertrap II. Voor de indeling van de grondwatertrappen wordt verwezen naar Tabel 1.

Tabel 1: Indeling grondwatertrappen op de bodemkaart 1:50.000

Grondwatertrap	GHG cm -mv	GLG cm -mv
I	< 20	<50
II	< 25	50-80
II*	25-40	50-80
III	< 25	80-120
III*	25-40	80-120
IV	>40	80-120
V	< 25	> 120
V*	25-40	> 120
VI	40-80	> 120
VII	>80	> 120
VIII	>140	> 160

In deelgebieden 3 t/m 5, tussen de Venbergse watermolen en Volmolen, zijn onder invloed van toestroming van grondwater in de beekdalbodem over het algemeen vrij natte Lage zwarte enkeerdgronden (zEZg23) ontstaan met een grondwatertrap III. Waarschijnlijk is het hier aanwezige veen deels afgegraven door lokale boeren en door de ondergrond gemengd. De resulterende humeuze bodem wordt als enkeerdgrond gekarteerd. De Dommel heeft hier plaatselijk leem afgezet dat sterk is vermengd met veen en zand. De zwarte sterk humeuze zandige en zwak lemige bovengrond heeft een dikte van 50-70 cm.

In deelgebied 5 is er ten noorden van de Loonse molen aan de westoever van de Dommel weer sprake van een klein gebied met een moerige beekdalbodem. De bodem is hier gekarteerd als een moerige eerdgrond met een moerige bovengrond op zand (vWz) en grondwatertrap III (bij boring B10). De veenlaag is hier te dun om tot een veengrond te worden gerekend.

In deelgebied 5 en 6 zijn onder invloed van een sterke aanvoer van ijzerhoudend kwelwater aan de westzijde van de beekdalbodem roestige natte beekeerdgronden op lemig zand ontstaan (pZg23) met een grondwatertrap III*. Dit deel van het Dommeldal bevindt zich in de Centrale slenk. De ondergrond van de zandgronden bestaat daarom plaatselijk uit Brabantse leem. Plaatselijk is er wel sprake van veenvorming (zie boorpunt B04). Ten noorden van boorpunt B04 is de beekdalbodem breed en worden de gronden aan beide zijden van de Dommel tot natte beekeerdgronden gerekend.

[3] Geomorfologische kaart is opgesteld in jaren 70-80 van de vorige eeuw. Inmiddels is duidelijk dat in vrijwel alle beekdalen veen is gegroeid [redacted]). De veenvorming is opgetreden in het holoceen, met name in de periode 4500-2000 jaar geleden.

3.5.2 Hoge gronden grenzend aan de beekdalbodem

De lage (venige) beekdalgronden gaan over het algemeen aan de randen vrij abrupt over naar hoger gelegen zandgronden, waarin zich onder invloed van infiltrerend regenwater veldpodzolen (Hn21) hebben gevormd. In de jaren “60 en “80 zijn door Stiboka over het algemeen in de uitgestrekte veldpodzolgronden grondwatertrappen V,VI en VII gekarteerd. Op de hoogste delen van de dekzandruggen zijn door infiltrerend regenwater Haarpodzolen met gt VII gevormd. Waar de dekzanden in het verleden zijn verstoven hebben zich, met name bij de Malpie, Duinvaaggronden (Zd21) gevormd met grondwatertrappen VII.

De veldpodzolen zijn plaatselijk door de lokale boeren met plaggen opgehoogd, waardoor hoge en droge zwarte Enkeerdgronden zijn ontstaan (zEZ21). Dit is het geval rondom kleine groepen boerderijen, zoals bij de Voorste brug (in deelgebied 1), Timmereind en Loon (bij Waalre) of bij grotere dorpen zoals Borkel, Schaft, Valkenswaard, Dommelen en Waalre.

3.5.3 Beekdalflanken

Op sommige plaatsen is de overgang tussen de venige beekdalbodems en de aangrenzende hoge zandgronden meer geleidelijk: de zogenaamde *beekdalflanken*. Op de wat hoger gelegen beekdalflanken was het te droog voor de vorming van veen. Door toestroming van wat zuurder lokaal grondwater hebben zich hier gooreerdgronden (pZn21) gevormd.

Deze beekdalflanken zijn over het algemeen in gebruik als intensief gebruikte graslanden en zijn daarom sterk ontwaterd. Door hun lage ligging heeft de ontwatering van deze beekdalflanken een grote ontwaterende invloed op de venige beekdalbodems. Deze sterk ontwaterde laaggelegen gronden vlak naast de beekdalbodem zijn bijzonder relevant voor herstel van de hydrologie van de beekdalen.

Natte beekdalflank ten westen van de Horsten en De Putten:
Een voorbeeld van een laaggelegen gebied met Gooreerdgronden (pZn21) bevindt zich in deelgebied 1 ten westen van de venige beekdalbodem bij de broekbossen De Horsten en De Putten. Dit natte lage gebied met graslanden grenst aan de westzijde aan de opvallen hoger gelegen hoge zwarte enkeerdgronden bij de Hoeversteeg. Dit lage gebied is intensief ontwaterd, hetgeen een sterk ontwaterende invloed heeft op de aangrenzende natte veengronden.

Natte beekdalflank ten oosten van de Dommel bij Schaft:
Een tweede voorbeeld van een natte ontwaterde beekdalflank met Gooreerdgrond bevindt zich in deelgebied 1 ten noorden van Schaft aan de oostoever. Dit relatief laaggelegen gebied wordt diep ontwaterd door verschillende A-watergangen en een gemaal, hetgeen sterk doorwerkt in de aangrenzende veengronden. De meest zuidelijke watergang is recent door het waterschap verondiept. De achterliggende gronden worden nog steeds met een pomp ontwaterd.

Natte beekdalflank ten zuidoosten van de Venbergswatermolen:
In deelgebied 2 bevindt zich een uitgestrekt gebied met Gooreerdgronden aan de oostoever van de Dommel bovenstrooms de Venbergse watermolen. Deze voorheen natte gronden worden ontwaterd door A-watergangen die benedenstrooms van de Venbergse watermolen afwateren.

Kom ten zuiden van Dommelen:
In deelgebied 3 is er ook sprake van een laaggelegen strook gooreerdgrond ten westen van het broekbos bij boring B12.

Brede beekdalflanken ten noorden van de Volmolen:
In deelgebieden 5 en 6 is de beekdalbodem relatief breed en bevinden zich aan beide zijden van de beekdalbodem brede stroken met vrij natte door lokale kwelstromen gevoede gooreerdgrond (pZn21) met grondwatertrap II*. De overgang van de vlakke beekdalbodems naar de wat hoger gelegen intensief agrarisch

gebruikte gooreerdgronden is in het landschap duidelijk zichtbaar en wordt vaak gemarkeerd door een watergang en een weg.

Broekhovensche veld en Platbroek:
Heel opvallend is de grote zuidwest gerichte lob met gooreerdgronden ten zuidwesten van het Heike: het Broekhoevensche veld en Platbroek. Deze wat hoger gelegen beekdalflank wordt gevoed door kwelwater dat hier ter plaatse van de breukzones opwelt. De natte gooreerdgronden worden nu gebruikt als goed ontwaterde agrarische graslanden. De watergangen onttrekken veel kwelwater, waardoor dit sterk ontwaterde gebied een nadelige invloed uitoefend op de aangrenzende natuurgebieden in de beekdalbodem: het Heike en de Elshouters.

3.6 Historische ontwikkeling van het landschap

In deze paragraaf wordt de historische ontwikkeling van het beekdal landschap geschetst op basis van de Chromo-Topografische kaart uit 1888-1912 (zie Bijlage 7).

Deelgebied 1:
Op de historische kaart uit het begin van 19de eeuw is te zien dat de venige beekdalbodem voor een deel is ontgonnen door de aanleg van zeer kleinschalige zeer natte hooilandjes. Delen van de beekdalbodem waren nog niet omgezet naar hooiland en staan als moeras of broekbos aangegeven. Opvallend is dat de beekdalflank ten westen van de Horsten ook als moeras is ingetekend. Deze lage beekdalflank is blijkbaar pas later in de 19de eeuw omgezet naar grasland. De hoge enkeerdgronden rondom De Voorste en Achterste brug, Borkel en Schaft waren in gebruik als bouwland en of bos. Slechts plaatselijk zijn de veldpodzolgronden in gebruik genomen als grasland. De meeste bestonden uit woeste gronden: de Schaftse heide, de Buitenheide, Malpiebergsche heide en Borkelse heide of bosaanplant. De heidegronden zijn met uitzondering van de heide bij de Plateaux ontgonnen en ontwaterd ten behoeve van gras- en vanaf de jaren “70 van de vorige maisland.

Opvallend is verder dat op deze kaart een aantal inmiddels drooggelegde vennen zijn aangegeven waaronder: het grote Biestven ten westen van Schaft en kleinere vennen ten zuiden van Schaft zoals het Slichters ven, Putse ven, Kleine Peeven en Groot Peeven.

Deelgebied 2:
De venige beekdalbodem was in die periode nog vrijwel geheel in gebruik als zeer kleinschalige hooilandjes: de Malpiebeemden. De kleine percelen werden door kleine slootjes ontwaterd richting de Dommel en zullen in de winter regelmatig zijn overstroomd door de Dommel. De perceelranden waren De Malpiebeemden grensden aan beide zijden van de beekdalbodem direct aan de hoger gelegen onontgonnen heidegronden. De heidegronden aan de oostzijde zijn in de 19de eeuw ontgonnen, ontwaterd en in gebruik genomen als gras- en maisland. De deels verstoven heidegronden aan de oostzijde van de Dommelbeemden zijn deels bebost met overwegend naaldhout. Rondom het Malpieven en Vaarvennen is een belangrijk deel van de Malpieheide bewaard gebleven.

Aan de oostoever bevond zich aan het begin van de 19de eeuw nog een inmiddels volledig drooggelegd ven: het Eereven. In dit lage ven heeft zich inmiddels een waardevol schraal grasland ontwikkeld. Noordelijk van het Eereven bevonden zich het Meelbergven, Oomsven en Boomven. Het Meelbergven bestaat nog steeds. Aan de zuidzijde is door zandwinning een tweede ven ontstaan (Hanhart en Brouwer, 2018). Het Boomven is drooggelegd en omgezet in grasland.

Aan de westoever bevinden zich nog steeds de Malpievennen, Vaarvennen en Molenven.

Deelgebied 3:
In deelgebied 3 waren de lage natte enkeerdgronden geheel in gebruik als natte hooilandjes. De lage kom ten westen van de Dommel was nog niet ontgonnen. Dit gebied wordt aangeduid als “Broek”. Het oostelijke deel van het Broek bestaat uit een intensief begreppeld nat broekbos. Het westelijke deel van de laagte is in gebruik als grasland. Het Broek is ondanks de intensieve ontwatering nog steeds erg nat.

De hoge enkeerdgronden rondom Dommelen en Valkenswaard waren in gebruik als akkerland en zijn nu vrijwel geheel bebouwd.

3.7 Huidige waterhuishouding

De huidige waterhuishouding wordt getoond in de deelkaarten in Bijlage 8.

A-watergangen:
Op de kaarten is te zien dat de huidige A-watergangen zich evenals de oude sloten veelal op de rand van de beekdalbodem bevinden, op de overgang naar de beekdalflanken. Waar de Dommel dicht aan de rand van de relatief vlakke beekdalbodem stroomt, wordt de beekdalrand aan de andere zijde van de beekdalbodem meestal door een A-watergang ontwaterd: de zogenaamde "*Parallel-sloten*". Een voorbeeld hiervan wordt gevormd door watergang DL-22AA, die langs de oostrand van het beekdal stroomt, terwijl de Dommel hier langs de scherpe beekdalrand aan de westzijde stroomt (zie ook de gedetailleerde hoogtekaarten in Bijlage 5).

Waar watermolens het waterpeil van de Dommel opstuwen, wateren de parallelsloten benedenstrooms van de watermolen af op de Dommel. Hierdoor kunnen de bovenstrooms gelegen landbouwpercelen effectief worden ontwaterd, wanneer de molens het beekwater ten behoeve van de aandrijving van de watermolens hoog opstuwden. Voorbeelden van benedenstrooms van een watermolen afwaterende watergangen zijn:

- De DL26 en DL-27 die in deelgebied 2 de relatief laaggelegen gooreerdgronden op de relatief lage beekdalflank aan de oostzijde van de Dommel ontwateren en benedenstrooms van de Venbergs watermolen in de Dommel uitstromen.
- De DL30, die in deelgebied 3 de lage beekdal bodem ten zuiden van Dommelen ontwatert en benedenstrooms van de Dommelse watermolen uitstroomt in de Dommel.
- De DL43 die in deelgebied 6 de lage gronden aan de oostzijde van de Elshouters ontwatert en benedenstrooms van de Volmolen uitstroomt.

Stuwen:
Over het hele Dommeldal worden A-watergangen gestuwd met kleine stuwen. Door het relatief grote hoogteverhang van de A-watergangen is de opstuwing door de meeste stuwen vrij beperkt.

Gemalen:
In deelgebied 1 bevinden zich vier gemalen.

DL5-gm1:
Het meest invloedrijke gemaal bevindt zich in watergang DL-5 aan de westoever van de Dommel bij de Sportparkdreef in Borkel. Dit gemaal onttrekt slootwater uit de diepe A-watergang DL-5 tot aan broekbos De Putten. Daarnaast onttrekt die gemaal ook water uit de DL-7, die via een syphon onder de Dommel in verbinding staat met dit gemaal. Hierdoor ontwatert dit gemaal ook de sloten aan de oostzijde van de Dommel. De laatste drie jaren heeft dit gemaal vrijwel geen water afgepompt (mondelinge medeling Waterschap de Dommel). Mogelijk is dit deelgebied de afgelopen jaren dermate verdroogd, dat het gemaal niet hoefde te worden ingeschakeld. In de gemodelleerde periode van 1995-2007 (in het model huidige situatie) heeft het gemaal waarschijnlijk wel veel gedraaid (mondelinge mededeling Michel Hendrik, Natuurmonumenten).

DL-12-TV-gm1:
Een tweede belangrijk gemaal bevindt zich in de A-watergang ten noorden van Schaft die hier de oostelijke rand van de beekdalbodem en het oostelijk hiervan gelegen landbouwgebied ontwatert. De DL-12 is onlangs door het waterschap zeer sterk verondiept. Door de werking van het gemaal worden de gronden ten oosten van de DL-12 nog steeds diep ontwaterd.

DL15-gm1:
Watergang DL15 bevindt zich noordelijk van het bovengenoemde gemaal aan de oostzijde van de beekdalbodem en ontwatert sloot DL15 met de hieraan verbonden zijsloten. De door deze watergang ontwaterde sloten hebben voor het grootste deel een natuurbestemming of staan in de plannen aangegeven als om te vormen naar natuur.

DL-18-gm1:
Het gemaal DL-18 ontwatert de laagte van het vroegere Biestven aan de noordzijde van het dorp Borkel.

Terugslagkleppen:
Parallelwatergangen die niet benedenstrooms van een watermolen op een lager Dommeldal kunnen afwateren of die niet door een gemaal worden ontwaterd, zijn in een aantal gevallen voorzien van een terugslagklep. Hierdoor kunnen de landbouwgronden bij hoge Dommelpeilen niet via de watergangen door Dommelwater worden overstroomd. Een voorbeeld hiervan is de uitstroming van de DL-12 en DL-13 in de Dommelbeemden ten noorden van Schaft.

3.8 Grondwaterstand

GVG:
De door het Waterschap berekende GVG in de huidige situatie wordt getoond in Bijlage 9. De door het model berekende verandering van de GVG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld wordt getoond in Bijlage 10.

Op de kaarten is te zien dat de grondwaterstand sterk wordt beïnvloed door de aanwezigheid van de breuken. Zo is er een opvallende afname te zien van de grondwaterstand in deelgebied 5 over de Feldbiss-breuk richting het noordoosten.

Voor de uitgangspunten van de 4 door het waterschap doorgerekende scenario's wordt verwezen naar paragraaf 2.7.

GLG:
De door het Waterschap berekende GLG in de huidige situatie wordt getoond in Bijlage 11. De door het model berekende verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld wordt getoond in Bijlage 11.

Uit de modelberekeningen komt naar voren dat de grootste veranderingen plaatsvinden in deelgebied 6. Dit is logisch aangezien de Dommel hier in de huidige situatie een zeer laag peil heeft ten opzichte van het maaiveld.

3.9 Kwel

Huidige situatie:
De door het waterschap berekende kwel in de huidige situatie wordt getoond in Bijlage 12. Opvallend op de kaarten is dat veel kwel optreedt in de A-watergangen en de Dommel. Dit komt overeen met de waarnemingen in het veld dat grote delen van de beekdalbodem en beekdalflanken niet door kwelwater worden gevoed, omdat dit kwelwater door diepe A-watergangen en de Dommel zelf wordt afgevoerd.

De modelberekeningen tonen tevens de invloed van de breuken op de kwel. In deelgebied 2, waar de oostelijke Feldbiss-breuk vermoedelijk net ten westen van de beekdalbodem ligt, wordt een sterke kwel aan de bovenstroomse kant van de breuk berekend. Ook in deelgebied 5 is ter hoogte van de oostelijke en de westelijke Feldbiss-breuk een opvallende verhoging van de kwel te zien.

Toename van de kwel in scenario 3:
In Bijlage 13 wordt de verandering van de kwel in het meest extreme scenario 3 getoond. In de verschillende deelgebieden is te zien dat de kwel naar de A-watergangen is afgenomen, terwijl de beekdalbodem en beekdalflanken veel sterker worden gevoed door kwelwater.

3.10 Vegetatie & fosfaathuishouding

In paragraaf 3.10.1 wordt eerst nagegaan welke vegetatietypen er in de oorspronkelijke toestand van pakweg de 19e eeuw voorkwamen in het Dommeldal. Vervolgens wordt in paragraaf 3.10.2 gekeken wat daarvan nog behouden is gebleven en wat er kan worden hersteld.

Daarna wordt in paragraaf 3.10.3 gekeken in hoeverre de huidige trofie-toestand, en in het bijzonder de fosfaathuishouding, afwijkt van de toestand die hoort bij de te herstellen natuurdoelen. Vervolgens wordt in deze paragraaf met een model aangegeven hoe de fosfaathuishouding in het Dommeldal functioneert en welke stuurknoppen er aanwezig zijn om de gewenste veranderingen te realiseren.

3.10.1 Oorspronkelijke vegetatie en bijbehorende trofietoestand

Centraal in de studie staat de inschatting in hoeverre er door herstel van de hydrologie ontwikkeling van graslanden, moerasvegetaties en alluviale bossen mogelijk is op voormalige landbouwgrond en in mindere mate beekafzettingen van wisselende samenstelling. In het bijzonder is daarbij de vraag in hoeverre het mogelijk is om de biodiversiteit van het oorspronkelijke, half natuurlijke beekdallandschap zo veel mogelijk te behouden of zelfs te herstellen.

De plantengroei in het Dommeldal ten zuiden van Eindhoven en de zijbeken zoals de Run en de Keersop, is van een uitzonderlijke kwaliteit geweest, die wij ons nu niet meer voor kunnen stellen (Spronk e.a., 2005). Toch is het goed om hier een grof beeld van te schetsen. Hieronder is het beekdallandschap verdeeld in een aantal zones van hoge zandgrond tot aan de beek. In deze vermoedelijke zonering zijn de soorten geplaatst die hier tussen ongeveer 1900 en 1950 zijn waargenomen; de exacte standplaats is in de meeste gevallen onbekend (van Kessel, 2011).

1. Op de omringende zandgronden was heide aanwezig, met enkele vennen. Deze gronden waren te arm voor graslanden en door het gebruik als weidegrond kwam hier nauwelijks bos voor. Vegetatiekundig was hier sprake van droge heide (met Struikhei (*Calluna vulgaris*) en o.a. Stekelbrem (*Genista anglica*)), vochtige heide (met Dophei (*Erica tetralix*) en o.a. Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en Bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*), hoogveen (met o.a. Lavendelheide (*Andromeda polifolia*) en Kleine veenbes (*Vaccinium oxycoccus*) en gebufferde vennen (met o.a. Oeverkruid (*Littorella uniflora*), Waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) en Moerassmele (*Deschampsia setacea*)).
2. De heide strekte zich uit tot op de flanken van de beekdalen. Deze was hier meest soortenrijker omdat iets minder arme zandbodems voorkwamen of lemige lagen werden aangesneden. Op vochtige delen waren onder meer Heidekartelblad (*Pedicularis sylvatica*), Liggende vleugeltjesbloem (*Polygala serpyllifolia*), Dwergvlas (*Radiola linoides*), Blauwe knoop (*Succisa pratensis*), Klein glidkruid (*Scutellaria minor*) en Blauwe zegge (*Carex panicea*) te vinden. Plaatselijk ontstonden hier hydrologisch zeer interessante situaties doordat in de winter grote hoeveelheden oppervlakkig grondwater afstroomde uit de heidevelden en er het hele jaar sprake was van grondwaterinvloed van het daaronder gelegen systeem met meer gebufferd water. Op plekken met afstromend heidewater ontstonden gagelmoerassen, drijftillen en licht door grondwater beïnvloede hoogvenen met op de zure plekken Veenmoszegge (*Carex limosa*), Veenbloembies (*Scheuchzeria palustris*), Lange zonnedauw (*Drosera longifolia*), Waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*), Beenbreek (*Narthecium ossifragum*), Veldrus (*Juncus acutiflorus*) en Draadzegge (*Carex lasiocarpa*). Met toenemende invloed van gebufferd grondwater traden steeds andere kensoorten naar voren: Veenmosorchis (*Malaxis paludosa*), Zomerschroeforchis (*Spiranthes aestivalis*), Welriekende nachtorchis (*Platanthera bifolia*), Gevlekte orchis (*Dactylorhiza maculata*), Armbloemige waterbies (*Eleocharis quinqueflora*), Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), Teer guichelheil (*Anagallis tenella*), Ronde zegge (*Carex diandra*), Parnassia (*Parnassia palustris*), Vetblad (*Pinguicula vulgaris*), Honingorchis (*Herminium monorchis*), Tweehuizige zegge (*Carex dioica*), Gele zegge (*Carex flava*), Knopbies (*Schoenus nigricans*) en op de meest kalkrijke kwelplekken Breed wollegras (*Eriophorum latifolium*) en Grote muggenorchis (*Gymnadenia conopsea*).
3. In het beekdal zelf werden de voedselrijkere, laag gelegen beekdalafzettingen benut als grasland. Vermoedelijk bestond de vegetatie vooral uit dotterbloemhooiland, met o.a. Dotterbloem (*Caltha palustris*), Echte koekoeksbloem (*Lychns flos-cuculi*), Grote ratelaar (*Rhinanthus angustifolius*),

Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*) en Brede orchis (*Dactylorhiza majalis*). Plaatselijk ontstond ook een moerasvegetatie, met o.a. Bosbies (*Scirpus sylvaticus*), Blaaszegge (*Carex vesicaria*), Holpijp (*Equisetum fluviatile*), Grote boterbloem (*Ranunculus lingua*) en Gewone engelwortel (*Angelica sylvestris*), of zelfs beekbegeleidend bos met veel Zwarte els (*Alnus glutinosa*) en o.a. Slanke sleutelbloem (*Primula elatior*), Eenbes (*Paris quadrifolia*), Slangewortel (*Calla palustris*) en Bosanemoon (*Anemone nemorosa*).

4. Hier en daar waren ook hogere koppen in het beekdal aanwezig, deels als dekzandopduikingen en deels als zandige oeverwalafzettingen. Hierdoor ontstond nog extra variatie met in de graslanden Knolsteenbreek (*Saxifraga granulata*), Draadzegge (*Juncus filiformis*), Harlekijn-orchis (*Orchis morio*), in bloemrijke ruigten Lange ereprijs (*Veronica longifolia*)en in de bossen Dalkruid (*Maianthemum bifolium*), Gele dovenetel (*Lamium galeobdolon*), Bleke zegge (*Carex pallescens*) en Veelbloemige salomonszegel (*Polygonatum multiflorum*)
5. In poelen, watergangen en de beek zelf kwam een reeks van bijzondere waterplanten voor. Veel duiden er op toestroom van zwak gebufferd grondwater: Duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), Vlottende bies (*Scirpus fluitans*), Witbloemige waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*), Kleinste egelskop (*Sparganium natans*) en Waterviolier (*Hottonia palustris*). Maar ook Kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*), een soort van sterk gebufferd grondwater, werd vermeld, evenals een echte bronsoort als Verspreidbladig goudveil (*Chrysosplenium alternifolium*). In de beek tenslotte kwam Vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) voor.

3.10.2 Huidige fosfaathuishouding

Wat kan er van deze ongelofelijke rijkdom nog behouden blijven of worden hersteld? De meest bijzondere situaties, zoals bij de Hogt en de Klotputten/Laareind, kwamen voort uit de complexe interactie tussen vrij zuur grondwater uit het oppervlakkig grondwatersysteem en gebufferd grondwater uit het hieronder liggende systeem. Dit diepe systeem is nog aanwezig, het is wel dieper weggezakt en de kwaliteit is teruggelopen. Echter, het systeem met ondiep afstromend heidewater lijkt nagenoeg verdwenen. De heidevelden zijn ontgonnen en vervangen door sterk gedraineerde land- of stedenbouw, of door veel water verdampende bossen. Hiermee wordt het onmogelijk om de hierboven onder punt 2 genoemde gradiënt deels of geheel te herstellen. Aangezien de hogere gronden en de oppervlaktewateren, genoemd onder punt 1 en 5, buiten deze studie vallen zal eventueel herstel zich richten op de punten 3 en 4. In Tabel 2 zijn enkele verschralingsreeksen weergegeven die zich kunnen voordoen bij het ontwikkelen van graslanden, moerassen en bossen uit de momenteel aanwezige landbouwgronden.

				Hypertroof	Eutroof	Mesotroof
Landbouwperceel	Grasland	Nat	Basisch	RG Holcus lanatus/Lolium perenne	RG Holcus/Lychnis	Calthion palustris
			Zuur	RG Juncus effusus	Juncus acutiflorus	Carici curtae-Agrostietum caninae
		Vochtig	Basisch	RG Holcus lanatus/Lolium perenne	Rg Festuca rubra/Lotus uliginosus	Lolio-Cynosuretum lotetosum
			Zuur	RG Juncus effusus		RG Carex nigra/Agrostis canina
	Ruigte	Nat	Basisch	Rg Glyceria maxima, RG Typha latifolia	RG Equisetum fluviatile/RG Carex acutiformis	Caricion gracilis
			Zuur	RG Juncus effusus	RG Calamagrostis canescens	Caricetum elatae
		Vochtig	Basisch	RG Phalaris		Valeriano-Filipenduletum
			Zuur	RG Juncus effusus	Juncus effusus/Cirsium palustre	
	Bos	Nat	Basisch	Alnus/Glyceria fluitans	Rg Carex acutiformis (Alnetea)	Alnion
			Zuur	Betula/Juncus effusus	RG Molina caerulea	Carici curtae-Betuletum
		Vochtig	Basisch	RG Urtica dioica-Alnus glutinosa	Alnus/Salix Phalaris	Pruno-Fraxinetum
			Zuur	RG Urtica dioica	RG Molinia caerulea	Betulo-Quercetum molinietosum

Tabel 2: Theoretische verschralingsreeksen van landbouwpercelen in het Dommeldal naar overwegend mesotrofe doelvegetaties. Indeling zo veel mogelijk naar de Vegetatie van Nederland, inclusief revisie (Schaminée e.a., 2017). RG = Rompgemeenschap

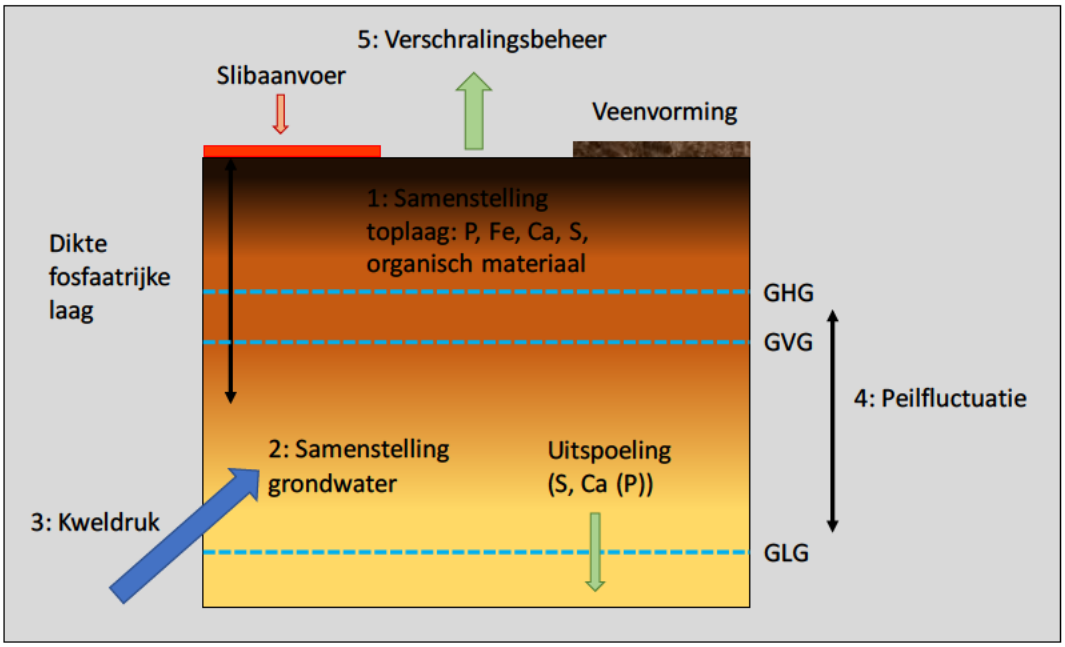
In het noord- en middendeel van het studiegebied is de kwel tamelijk basenrijk, en kan bij voldoende grondwaterinvloed een ontwikkeling richting allerlei basenminnende vegetatiegemeenschappen worden ingezet. In het zuidelijk deel is het grondwater overwegend basenarm en zullen zich ook bij voldoende grondwaterinvloed tamelijk zuurminnende vegetatiegemeenschappen ontwikkelen. Daarnaast is er onderscheid gemaakt tussen natte en vochtige standplaatsen. De natte standplaatsen staan een groot deel van het jaar onder invloed van grondwater, de vochtige standplaatsen alleen gedurende enkele maanden in de winter en het vroege voorjaar.

3.10.3 Hydrologisch herstel en fosfaatbeschikbaarheid

Als de hydrologie kan worden hersteld, is de door bemesting of afzetting van fosfaatrijk sediment opgebouwde fosfaatvoorraad het grootste knelpunt: de genoemde doelvegetaties ontwikkelen zich alleen goed bij een veel lagere fosfaatbeschikbaarheid. Bij afgraven wordt het overtollige fosfaat verwijderd. Maar als afgraven niet mogelijk of wenselijk is, blijven de volgende opties mogelijk:

- geleidelijke afvoer via verschralingsbeheer,
- vastlegging aan ijzer of calcium,
- geleidelijke vastlegging in organisch materiaal (veenvorming).

De belangrijkste mechanismen die hierbij een rol spelen, zijn weergegeven in Figuur 5. Op kortere termijn spelen een aantal mechanismen slechts een beperkte rol in de fosforbalans. Op veel plekken is vrijwel geen sprake meer van slibaanvoer of van veenvorming. Verschralingsbeheer heeft vooral op langere termijn een effect. En uitspoeling van fosfor vindt nauwelijks plaats. Zonder fosfaatrijke grond te verwijderen lijkt de belangrijkste stuurknop op de kortere termijn dus gelegen in de waterhuishouding; de mate van grondwateraanvoer, de samenstelling hiervan en de grondwaterstanden. In het onderzoek op de referentielocaties is gekeken wat er op een termijn van ongeveer 10 jaar haalbaar is indien deze waterhuishouding wordt geoptimaliseerd.



Figuur 6: Model voor de vastlegging in, en verwijdering van fosfaat uit gronden waar de kweldruk kan worden hersteld. Zie tekst voor de punten 1 t/m 5.

In de meeste situaties zijn 5 factoren sterk bepalend voor de fosfaatbeschikbaarheid:

1) In de toplaag van de bodem heeft zich fosfaat opgehoopt. In de graslanden in het Dommeldal met een agrarisch verleden of heden gaat het vermoedelijk om de bovenste 25- 40 cm. Over de dikte van recente, fosfaatrijke beekafzettingen is minder bekend. In de oorspronkelijke situatie zal er 2 tot 10 millimol/liter fosfaat in de bodemaanwezig zijn geweest, maar door bemesting is dit doorgaans opgelopen tot 15-40 millimol/liter. Ook voedselrijk beeksediment kan zulke fosfaatgehalten hebben; ter hoogte van het Groot Malpieven is in vochtig bos 32 millimol/liter gemeten. De mate waarin dit fosfaat op de langere termijn beschikbaar is, wordt mede bepaald door binding aan calcium (Ca) en IJzer (Fe). Zwavel (S) kan de fosfaat bindende werking van ijzer weer sterk remmen. De afbraak van organisch materiaal kan grote hoeveelheden fosfaat en stikstof naleveren aan de bodem.

2) Met grondwater kunnen calcium, ijzer en zwavel worden aangevoerd, wat invloed heeft op de beschikbaarheid van fosfaat. Kwel van ijzerarm grondwater dat in de winter doordringt tot aan maaiveld en over maaiveld afstroomt richting greppels of de Dommel, zal er vooral toe leiden dat een deel van het oplosbare fosfaat met het uittredende grondwater wordt afgevoerd. Kwel van ijzerrijk grondwater naar de wortelzone heeft een groter effect: het ijzer slaat neer in de bovenste bodemlaag waar contact met zuurstof optreedt. Bij het neerslaan wordt ook fosfaat gebonden. Ook in de bodem aanwezige ijzerhydroxiden kunnen in natte perioden onder zuurstofloze condities alsnog oplossen en in drogere perioden weer neerslaan met fosfaat. In dit proces speelt de redox-potentiaal een grote rol, die vooral gestuurd wordt door de peilfluctuatie en het gehalte organisch materiaal.

3) Om een inschatting te kunnen maken van de hoeveelheid waarin calcium, ijzer en zwavel worden aangevoerd, is kennis van de mate van grondwateraanvoer (kwelflux in mm/dag en kwelduur in maanden per jaar) nodig.

4) De redoxpotentiaal van de bodem is van grote invloed op de beschikbaarheid van fosfaat. Bij een afwisseling van natte (gereduceerde) en droge (geoxideerde) condities is de binding van fosfaat aan ijzer optimaal, evenals de afvoer van stikstof naar de lucht. Verder heeft het grondwaterpeil grote invloed op de afbraak van organisch materiaal, en eventuele veenvorming.

5) Via afvoer van maaisel wordt fosfaat afgevoerd, en deze afvoer kan nog worden versterkt door bijmesting met andere voedingsstoffen (uitmijnen).

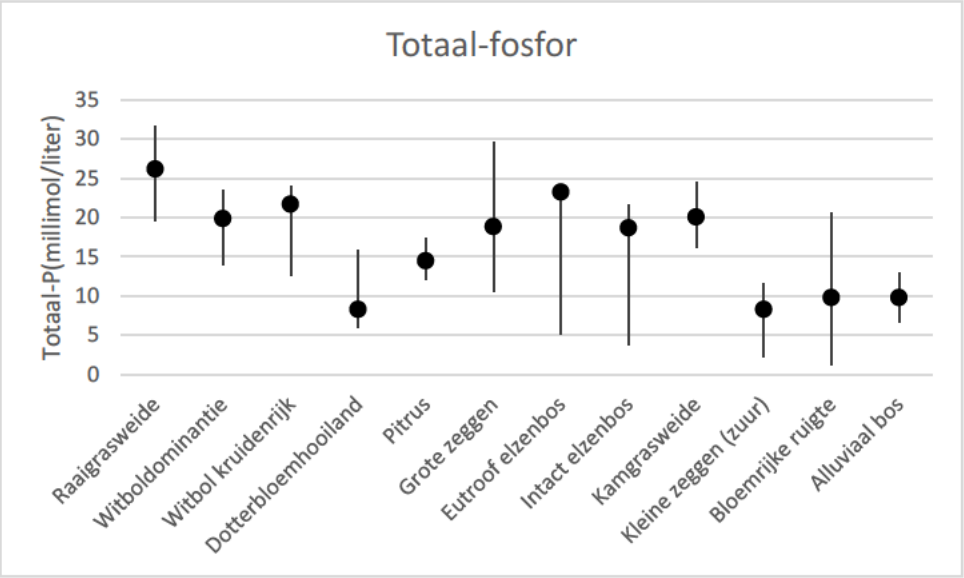
De vijf genoemde factoren worden in het onderzoek allen meegenomen, waarmee het dus mogelijk wordt om een globale, maar gefundeerde inschatting te maken van de kansrijkdom voor de gewenste doelvegetaties na hydrologisch herstel.

4 Resultaten referentielocaties

4.1 Welke bodemomstandigheden moeten worden gewijzigd?

Voor een groot aantal vegetatie-eenheden heeft onderzoekcentrum B-WARE inmiddels gegevens verzameld over de bodemsamenstelling van de standplaats. De in Tabel 2 genoemde vegetatie-eenheden kunnen hiermee voor een deel vertaald worden naar standplaatseigenschappen die betrekking hebben op de voedselrijkdom. In deze studie wordt met name gekeken naar de mogelijkheden om alleen via herstel van de hydrologie de doelvegetaties te kunnen bereiken. Dit zal het beste werken op de natte locaties, met langdurige grondwaterinvloed. Voor de basenrijke situatie is nagegaan welke bodemomstandigheden daarvoor moeten worden bereikt (Figuur 6 t/m Figuur 10).

4.1.1 Totaal fosfor



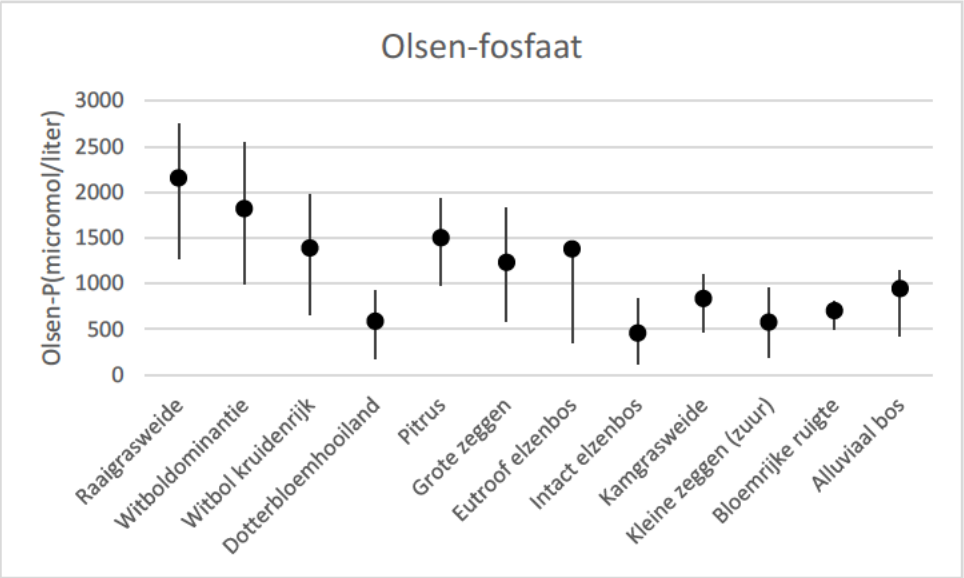
Figuur 7: Gemiddelde gemeten waarden (stip) en 25-75% percentiel (lijn) van het totale fosforgehalte in 12 vegetatie-eenheden. Data uit de GRIP-database van B-WARE.*

Het totale fosforgehalte is een zeer stabiele factor in een grasland. Dit kan alleen geleidelijk worden verhoogd door aanvoer van voedingsstoffen. Vervolgens bindt het sterk aan de bovenste bodemlaag en vindt alleen een duidelijke afname plaats door een langdurig verschralingsbeheer.

Het totale fosforgehalte is met ruim 26 millimol per liter gemiddeld het hoogste in een raaigrasweide. In een dotterbloemgrasland is dit slechts ongeveer een kwart en er is geen overlap met de 25-75 percentielen van een raaigrasweide. Dit zou betekenen dat het heel moeilijk is om een dotterbloemgrasland te realiseren zonder langdurig verschralingsbeheer. Echter, er is wel een grote overlap aanwezig met graslanden die zich al tamelijk ver hebben ontwikkeld richting een kruidenrijk grasland. Dit geldt ook voor de moerassituatie, waar een grote overlap is met grote zeggen gemeenschappen. De overlap met het fosforgehalte in intact elzenbos is weer wat

minder. Opvallend is verder dat zowel het zuurdere doel (kleine zeggen vegetaties) als de minder natte doeltypen (bloemrijke ruigte, alluviaal bos) ook heel weinig overlap in totaal fosfor gehalte hebben. Ook Aggenbach et al (2017) geven vergelijkbare waarden op voor de kleine zeggen vegetaties.

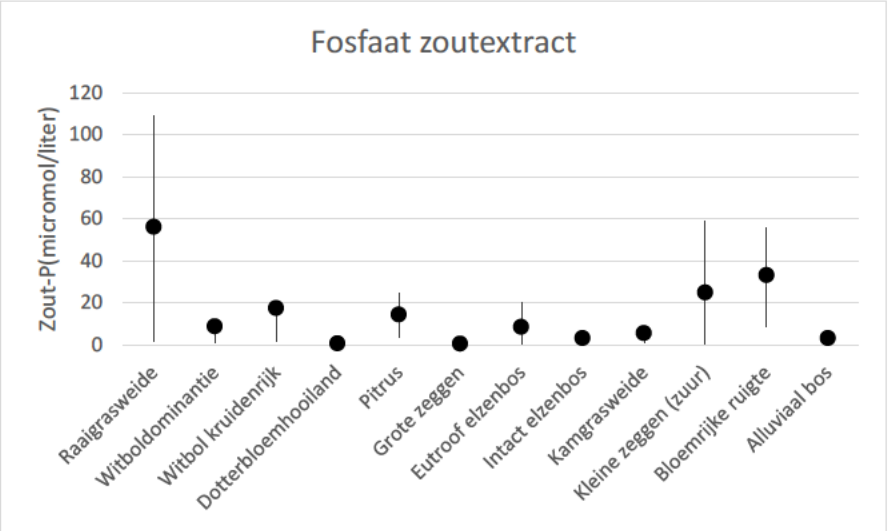
4.1.2 Plant beschikbaar fosfaat (P-Olsen)



Figuur 8: Gemiddelde gemeten waarden (stip) en 25-75% percentiel (lijn) van de hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat in 12 vegetatie-eenheden. Data uit de GRIP-database van B-WARE.*

De hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat is een maat die de hoeveelheid fosfaat benaderd die een plant uit de bodem kan mobiliseren. Dit kan makkelijk oplosbaar fosfaat zijn, maar vaak is dat aan organisch stof, ijzer of calcium gebonden fosfaat dat planten deels kunnen losweken met enzymen en zuren. De hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat is het hoogst in de raaigrasweide en met vrijwel geen enkele doelvegetatie is er een duidelijke overlap aanwezig in de 25-75percentielen. Alleen de grote zeggen gemeenschappen, en de al kruidenrijke witbolstadia, vertonen een zekere overlap. Voor het realiseren van de doelvegetaties lijkt het dus noodzakelijk om de hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat te verlagen.

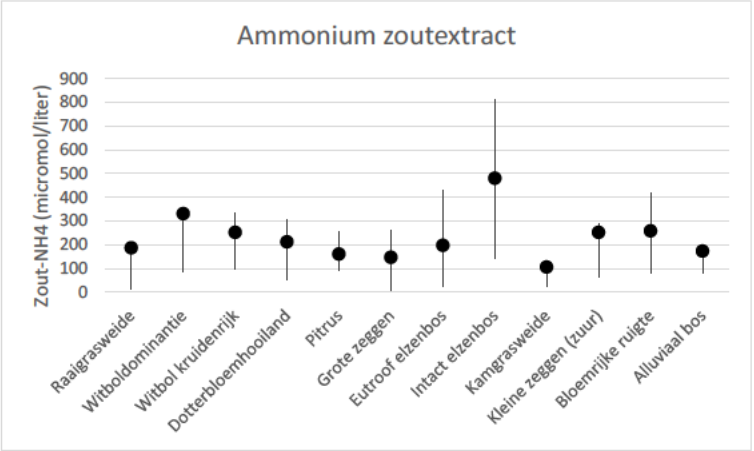
4.1.3 Makkelijk oplosbaar fosfaat (P-zout)



Figuur 9: Gemiddelde gemeten waarden (stip) en 25-75% percentiel (lijn) van het makkelijk oplosbaar fosfaatgehalte in 12 vegetatie-eenheden. Data uit de GRIP-database van B-WARE.*

Als maat voor de makkelijk oplosbare fosfaatfractie is het fosfaatgehalte in het zoutextract genomen. Dit is de fractie die al in het bodemvocht is opgelost, en alles dat aan de bodem gebonden is maar uitwisselt met andere anionen (chloride, in het geval van een zoutextract). De verschillen tussen raaigrasweiden en doelvegetaties zijn opvallend groot. Het gemiddelde fosfaatgehalte in de raaigrasweide is ruim 55 micromol per liter, terwijl in de meeste einddoelen waarden worden gemeten tussen 0 en 5 micromol/liter. Ook de tussenliggende stadia (pitrus, witbol, kruidenrijke witbol, eutroof elzenbos) hebben al duidelijk minder makkelijk oplosbaar fosfaat dan een raaigrasweide.

4.1.4 Makkelijk oplosbaar ammonium (NH4-zout)

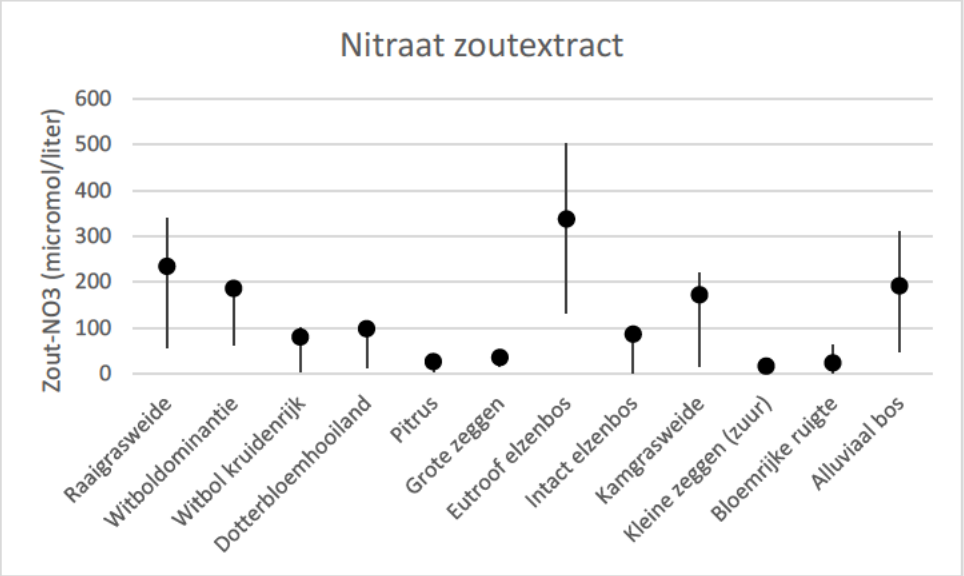


Figuur 10: Gemiddelde gemeten waarden (stip) en 25-75% percentiel (lijn) van het ammoniumgehalte in 12 vegetatie-eenheden. Data uit de GRIP-database van B-WARE.*

Ammonium bindt, net als alle kationen, goed aan de negatieve bodemdeeltjes (het kation-uitwisselingscompex), maar kan door uitwisseling met andere ionen ook makkelijk worden gemobiliseerd, in dit

geval natrium in het zoutextract. In de goed ontwaterde en goed gebufferde raaigrasweiden vindt een snelle nitrificatie van ammonium plaats. Dit is daarom niet meer aanwezig dan in de doelvegetaties. Dit blijkt bijvoorbeeld ook uit de waarden die worden opgegeven voor heiden en kleine zeggen gemeenschappen (Aggenbach e.a., 2017). Deze liggen tussen 200 en 1000 micromol per liter. Ammonium lijkt dan ook geen belangrijke hindernis bij het bereiken van de juiste trofietoestand voor doelvegetaties.

4.1.5 Makkelijk oplosbaar nitraat (NO3-zout)



Figuur 11: Gemiddelde gemeten waarden (stip) en 25-75% percentiel (lijn) van het nitraatgehalte in 12 vegetatie-eenheden. Data uit de GRIP-database van B-WARE.*

Ook nitraat is in het zoutextract gemeten. De raaigrasweide bevat gemiddeld meer nitraat dan de doelvegetaties, maar voor enkele doelen is veel overlap aanwezig. Dit geldt vooral voor het alluviaal bos, waar veel stikstof vrij komt uit afbrekend strooisel. Omdat dit bostype wat droger is dan de broekbossen, wordt nitraat hier minder snel gedénitrificeerd. Dit geldt nog sterker voor het eutroof elzenbos, dat deels bestaat uit braamrijk, verdrogend elzenbos op veen. Hier komt niet alleen veel stikstof vrij uit de elzenbladeren (een stikstoffixeerder!), maar ook uit afbrekend veen.

* B-WARE heeft een database waarin de locaties zijn verzameld waar zowel een vegetatie-opname is gemaakt, als diverse boedemparameters zijn gemeten. Deze heet GRIP (Gemeten Referentiewaarden In Plantengemeenschappen). Momenteel zitten daar zo'n 3500 locaties in verwerkt.

4.1.6 Samenvatting

Samenvattend wordt duidelijk dat de huidige landbouwbodems in het projectgebied te voedselrijk zijn als standplaats voor de gewenste doelvegetaties. Hieronder vallen de beheertypen beter ontwikkelde kruiden- en faunarijk graslanden (N12.020, vochtig hooiland (N10.02), nat schraalland (N10.01), Rivier- en beekbegeleidende bossen (N14.01) en het natura2000 habitattype Vochtige alluviale bossen (H91E0). De meest bijzondere doelen zijn in dit deel van het Dommeldal ook theoretisch niet meer haalbaar zen zijn dus buiten beschouwing gelaten. Dit zijn graslanden die onder het beheertype nat schraalland zouden vallen. Dit beheertype moet daarmee voor dit deel van het Dommeldal momenteel als onhaalbaar worden gezien. Toch lijkt nat schraalland op langere termijn wel haalbaar op plaatsen met een grote invloed van een goede kwaliteit kwelwater en een lang volgehouden verschralingsbeheer. Een aantal karakteristieke soorten zijn in of vlakbij het gebied wel aanwezig, met name sterzegge, draadrus, blauwe zegge, waterdrieblad, gevlekte orchis, rietorchis en moeraskartelblad.

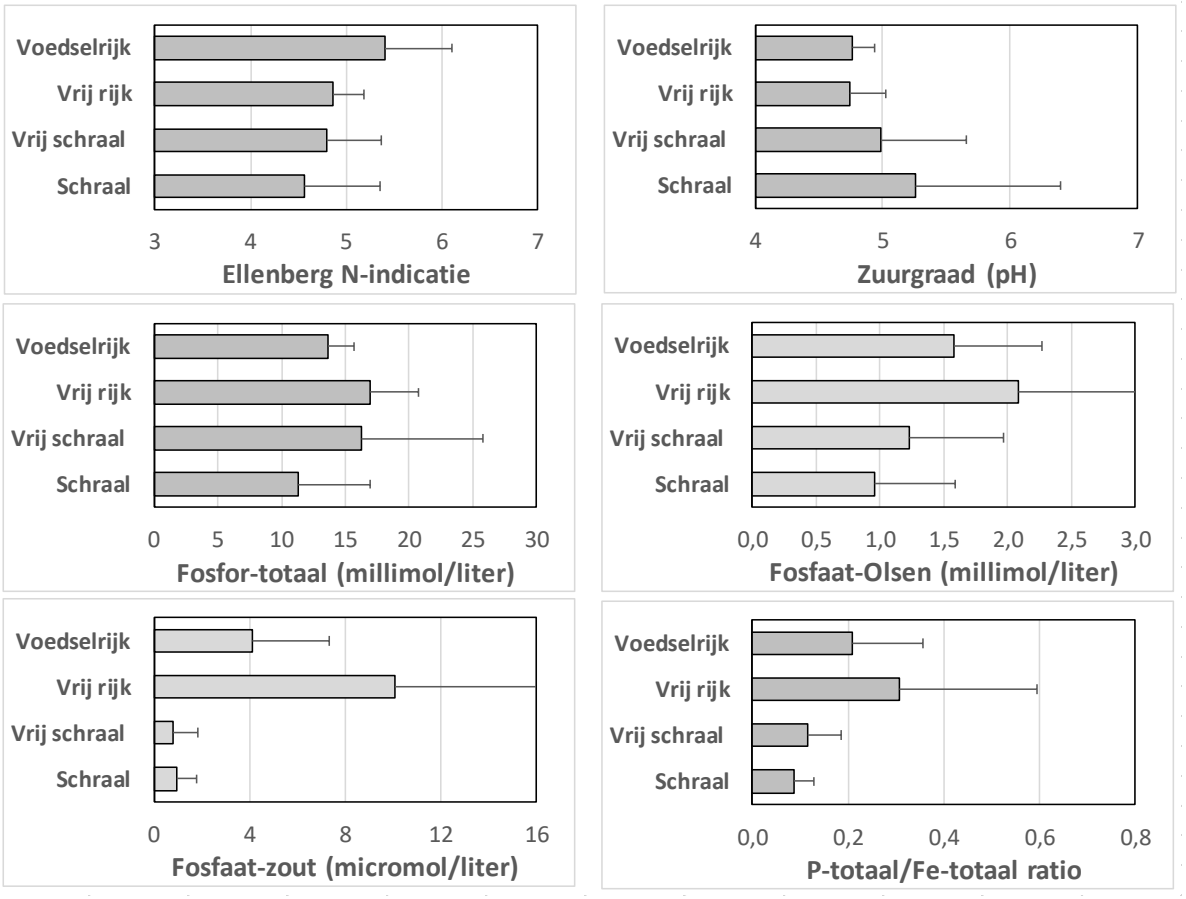
Hoopvol is dat er geen absolute grenzen te zijn tussen de totaal gehalten aan fosfor en de overige doelvegetaties: vochtig hooiland en alluviale bossen; er is een kleine tot vrij grote overlap in totaal gehalten. Dit zou betekenen dat behalen van deze doelen mogelijk moet zijn zonder langdurig verschralingsbeheer. Voor vochtig hooiland worden weinig doelsoorten genoemd onder de planten. Wel wordt aangegeven dat veldrusschraallanden en dotterbloemhooilanden hier onder vallen. Zowel op de referentielocaties als in het Dommeldal is al een vrij groot aantal kenmerkende soorten van deze plantengemeenschappen aanwezig. Van de alluviale bossen is op een aantal plaatsen bittere veldkers als karakteristieke soort al aanwezig.
De meest duidelijke indicatie voor een vervangende verschralende factor wordt gevormd door de hoeveelheid makkelijk oplosbaar fosfaat (P-zout). Deze is hoog in de raaigrasweide, maar vrijwel altijd laag in de doelvegetaties. De hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat (Olsen-P) en opgelost nitraat (NO3-zout) lijken ook een rol te spelen. Het ammoniumgehalte laat geen duidelijke verschillen zien. Het kaliumgehalte, tenslotte, is niet weergegeven. Dit varieert zeer sterk in de raaigrasweiden. Het is hier gemiddeld wel het hoogst, maar de overlap met veel doelvegetaties is tamelijk groot. Terugdringen van de kaliumbeschikbaarheid lijkt dus niet van doorslaggevend belang voor het bereiken van doelvegetaties.

De 24 referentielocaties zijn op basis van de vegetatie ingedeeld in 4 klassen, die lopen van voedselrijk en vrij voedselrijk naar vrij schraal en schraal (zie hoofdstuk methoden). Hiervoor is niet het Ellenberg indicatiegetal voor stikstof gebruikt omdat dit onvoldoende onderscheid toeliet. De Ellenberg-waarden bevinden zich in een vrij nauwe range van 4 tot 6 en de categorieën vertonen een grote overlap (Figuur 11, linksboven). Een grote overlap is ook aanwezig voor de zuurgraad.

De totaal fosfor gehalten in dotterbloemgraslanden liggen meest tussen 5 en 10 millimol per liter, en in grote zeggen vegetaties en elzenbroekbos tussen de 10 en 20 millimol per liter (zie hoofdstuk 3.10). Ook de referentielocaties bevinden zich in deze laatste range. Hiermee is het totaal-P gehalte nog te hoog voor ontwikkeling van dotterbloemgraslanden. Wel bevinden de best ontwikkelde vegetaties zich op gemiddeld al wat fosfor-armere bodem. Bijvoorbeeld het inmiddels goed ontwikkelde blauwgrasland in de Moorselaar. Hier was slechts 7 millimol totaal P aanwezig, en was de bodem kennelijk al vanaf het begin voldoende fosforarm. De overlap tussen de categorieën is echter groot. Een zelfde beeld komt naar voren uit de hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat (fosfaat-Olsen). Deze is te hoog voor doelvegetaties, maar komt bij de best ontwikkelde vegetaties wel al in de buurt van de streefwaarden. Ook hier is een grote spreiding aanwezig binnen de categorieën en daarmee een vrij grote overlap tussen de categorieën.

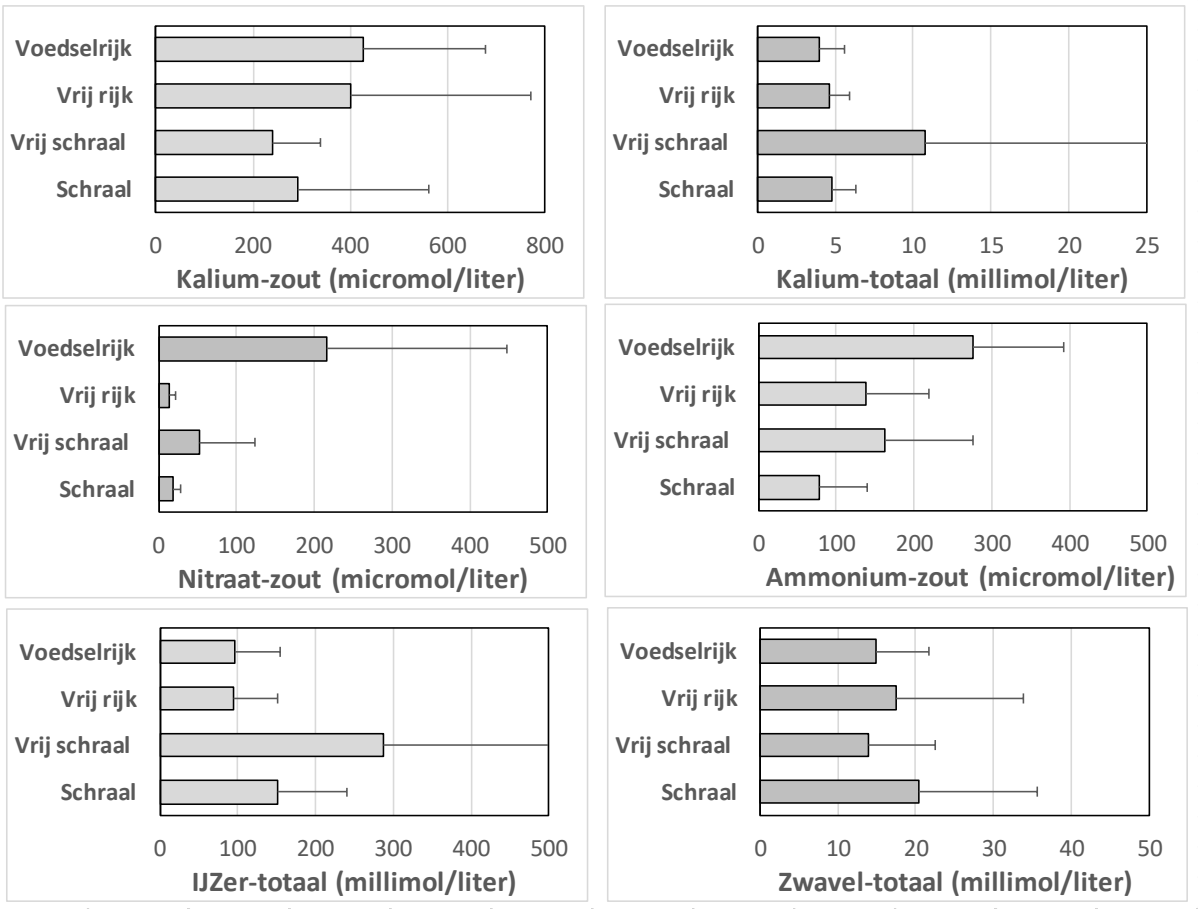
De hoeveelheid makkelijk beschikbaar fosfaat (zout-extract) laat een duidelijk verschil zien tussen de (vrij) voedselrijke vegetaties en de (vrij) schrale vegetaties. Bij de schrale categorieën zit de beschikbaarheid van fosfaat mooi in de range van de doelvegetaties, op de voedselrijkere locaties zit deze daar duidelijk boven. Een aanwijzing voor het achterliggende mechanisme wordt geleverd door de verhouding in de totale gehalten van fosfor en ijzer. Deze verhouding is vrij sterk gecorreleerd met de hoeveelheid makkelijk beschikbaar fosfaat (r^2=0,69). Wanneer er grofweg 10x meer ijzer dan fosfor aanwezig is, bindt ijzer zodanig aan fosfor dat het niet meer makkelijk beschikbaar is.

Dit is echter geen absolute grens. Factoren die hierop een grote invloed hebben zijn onder meer de totale fosforvoorraad (hoe groter, hoe moeilijker te binden), de vorm waarin ijzer aanwezig is (ingebouwd in makkelijk of moeilijk afbreekbare mineralen of als ijzerhydroxiden, ijzercarbonaten of organisch stof) en de aanwezigheid van andere stoffen die fosfor kunnen binden (calcium, carbonaten, aluminium, ..) of ijzer kunnen binden (m.n. zwavel). Maar binnen de gestelde grenzen van een beekdal in een zandlandschap lijkt een P-totaal/Fe-totaal ratio van 0,1 hanteerbaar.



Figuur 12: Enkele parameters van de bodemsamenstelling, ingedeeld naar de 4 trofieklassen die op basis van de vegetatie zijn onderscheiden. Ook is de Ellenberg-indicatiewaarde voor stikstof weergegeven per klasse, en de zuurgraad gemeten in het zoutextract.

Een groot risico bij vernatting is dat door de verminderde zuurstofvoorziening ijzer (uit ijzerhydroxiden) gereduceerd wordt tot tweewaardig ijzer, dat veel minder goed fosfaat bindt. De binding werkt dan alleen bij hoge ijzergehalten. Vernatting van min of meer ijzerarme bodems leidt dan snel tot fosfaatmobilisatie en bijvoorbeeld pitrusruigten. Dit effect is in enige mate zichtbaar: de categorie “vrij voedselrijk” bestaat gemiddeld uit ijzerarmere bodems dan de schrale categorieën en de fosfaatbeschikbaarheid verdubbelt hier ten opzichte van de categorie voedselrijk, die overwegend uit beter ontwaterde locaties bestaat.



Figuur 13: Enkele parameters van de bodemsamenstelling, ingedeeld naar de 4 trofieklassen die op basis van de vegetatie zijn onderscheiden.

Ook andere voedingsstoffen kunnen een belangrijke rol spelen in de trofietoestand van de bodem. Er is daarom ook gekeken naar het totale gehalte kalium en de hoeveelheid makkelijk beschikbaar kalium (Figuur 12). Beiden laten echter geen duidelijk trend zien. Ook is er een flinke overlap met de gehalten in doelvegetaties zoals gemeten in de B-WARE referentie-database. Het lijkt er op dat een eventueel teveel aan kalium geen grote rol speelt in een ongunstige trofietoestand van de gemeten referentielocaties.

Een grotere rol speelt de stikstofvoorziening, en in het bijzonder het nitraatgehalte. Dit is laag op alle referentielocaties, behalve op de locaties met nog een eutrafente vegetatie. Het verschil met de (vrij) schrale en zelfs vrij rijke plekken is ongeveer een factor 10! Verder valt op dat deze voedselrijke categorie zich van de overige klassen onderscheid door een minder natte bodem. Het gaat vaak om iets hogere terreindelen, die alleen in de winter nat zijn. Het lijkt er op dat bij voldoende vernatting al snel een goede (dé-)nitrificatie en dus stikstofvoer naar de lucht op gang komt. De natte, niet zure omstandigheden in de bodem zijn hiervoor gunstig. Dit zou kunnen leiden tot ammoniumophoping in permanent natte bodems, maar ook de ammoniumgehalten zijn het hoogst in de categorie voedselrijk.

Tenslotte is nagegaan of gunstige ontwikkelingen alleen optreden op ijzerrijke bodems met een laag zwavelgehalte. Zwavel bindt doorgaans beter met ijzer dan fosfor en kan zodoende de hoeveelheid ijzer die nog beschikbaar is om fosfor te binden sterk verlagen. De zwavelgehalten zijn in de geanalyseerde referentiemonsters echter overal veel lager dan de ijzergehalten, zodat overal voldoende vrij ijzer over blijft. Vervolgens is er gemiddeld wel meer vrij ijzer aanwezig op de locaties die het beste verschraald zijn, maar de overlap met de voedselrijkere klassen is vrij groot.

Tabel 3: Samenvatting met de belangrijkste differentiërende parameters voor voedingsstoffen tussen de 4 aangetroffen klassen (nitraat en fosfaat gemeten in zout-extract).

Indicatie vegetatie			Nitraat µmol/l	Fosfaat-zout µmol/l	P/Fe ratio (totaal)
		Schraal	<20	<1	<0,1
		Vrij schraal	20-50	1-2	0,1-0,15
		Vrij rijk	50-200	2-5	0,15-0,25
		Voedselrijk	>200	>5	>0,25
	Locatie	**Vegetatie**			
Schraal	Moorselaar centraal	blauwgras			
	Straelensbroek zuur	zure veldrus			
	Roukespeel nat	zeggenmoeras			
	Moorselaar centraal	blauwgras			
	Moorselaar vooraan	calthion achtig			
	Beekbergerwoud pq 14	elzenbosje vrij schraal			
Vrij schraal	Kaldenbroek Calthion	calthion			
	Roukespeel droger	calthion achtig			
	Collse Molen NW	moeraskartelblad			
	Zeegroene zegge Heteren	zeegroene zegge			
	Waalre Volmolen, kop sloot	moeraskartelblad			
Vrij rijk	Collse Molen ZO	draadrus			
	Straelensbroek	veldrus			
	Riels laag nat	Pitrus (moeraswederik)			
	Beekbergerwoud pq 15	vrij schrale opslag			
	Beekbergerwoud pq 17	wat riijkere opslag			
Voedselrijk	Riels laag midden	Grasland witbol			
	Beekbergerwoud pq 20	vrij ruige bovenrand slenk			
	Beekbergerwoud pq 10	Bloemruigte			
	Beekbergerwoud pq8	Holcus/els			
	Waalre Volmolen, rug	schrale holcus			
	Kaldenbroek droger	schrale holcus			
	Beekbergerwoud pq4	Holcus			

In Tabel 3 zijn de belangrijkste resultaten samengevat. Hierbij is de conclusie uit het voorgaande getrokken dat een gunstige vegetatie-ontwikkeling op voormalige landbouwbodem vooral het gevolg is van het terugdringen van de makkelijk beschikbare fractie fosfor (P-zout) en stikstof (nitraat) in de bodem. Het nitraatgehalte lijkt voldoende terug te lopen indien er voldoende vernat kan worden. De fosfaatbeschikbaarheid loopt voldoende terug als er binding van fosfaat aan ijzer plaatsvindt. Dit kan het gevolg zijn van een ijzerrijke bodem, maar mogelijk ook van de aanvoer van ijzerhoudend kwelwater.

Uit de kleuren van Tabel 3 valt onmiddellijk op dat er een trade-off kan optreden tussen de gemeten factoren. Dat wil zeggen, zeer gunstige condities voor de ene factor kunnen compenseren voor minder gunstige condities voor de andere factor. Dit maakt het onmogelijk om voor individuele parameters harde grenzen op te stellen. Niettemin lijken er bij benadering wel zulke grenzen te bestaan voor de hier onderzochte situatie, deze zijn in de tabel aangegeven.

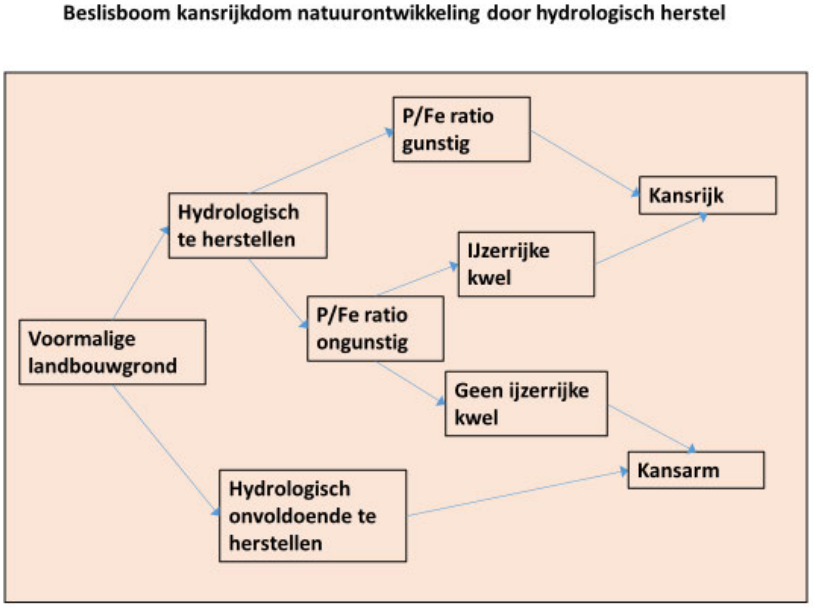
Samenvattend kunnen de volgende voorlopige conclusies worden getrokken uit dit onderzoek van beperkte omvang:

- Door grondwaterstanden te herstellen die horen bij dotterbloemgraslanden, grote zeggen vegetaties en elzenbroekbossen, wordt de afvoer van stikstof voldoende gestimuleerd om op het niveau van de doelvegetaties uit te komen
- Door deze vernatting is er wel een risico op fosfaatmobilisatie, de toename van makkelijk beschikbaar fosfaat. Op een deel van de locaties gebeurt dit ook. Echter, op een groot deel van de locaties daalt juist de hoeveelheid makkelijk beschikbaar fosfaat
- Indien de concentratie makkelijk beschikbaar fosfaat kan worden teruggebracht tot het niveau van de doelvegetaties, kan dit voor een deel compenseren voor de te hoge totaal fosfor gehalten. Gecombineerd met een juiste waterhuishouding voor voldoende stikstofafvoer kunnen zodoende tamelijk soortenrijke vegetaties worden ontwikkeld die lijken op matig tot vrij goed ontwikkelde doelvegetaties.
- De beschikbaarheid van fosfaat loopt voldoende terug indien de bodem een gunstige ijzer/fosfor ratio heeft, dat wil zeggen meer dan 10x zo veel ijzer als fosfor bevat. Een factor die vaak hiermee

samenhangt is de aanvoer van ijzer met ijzerhoudend grondwater. Indien deze kwel groot is, kunnen de beoogde ontwikkelingen waarschijnlijk ook bereikt worden op bodems die naar verhouding nog niet zo veel ijzer bevatten.

- Verdere ontwikkeling richting vegetaties van voedselarmere bodems, zoals blauwgraslanden, trilvenen, soortenrijke kleine zeggen gemeenschappen of heischrale graslanden, liggen niet voor de hand. Een goed ontwikkeld elzenbroekbos lijkt wel haalbaar. Maar vochtige beekbegeleidende bossen kenmerken zich mede door minder grondwaterinvloed; goed ontwikkelde bossen van dit type lijken minder makkelijk haalbaar met alleen hydrologisch herstel.

De conclusies kunnen worden samengevat in een beslisboom (Figuur 13).



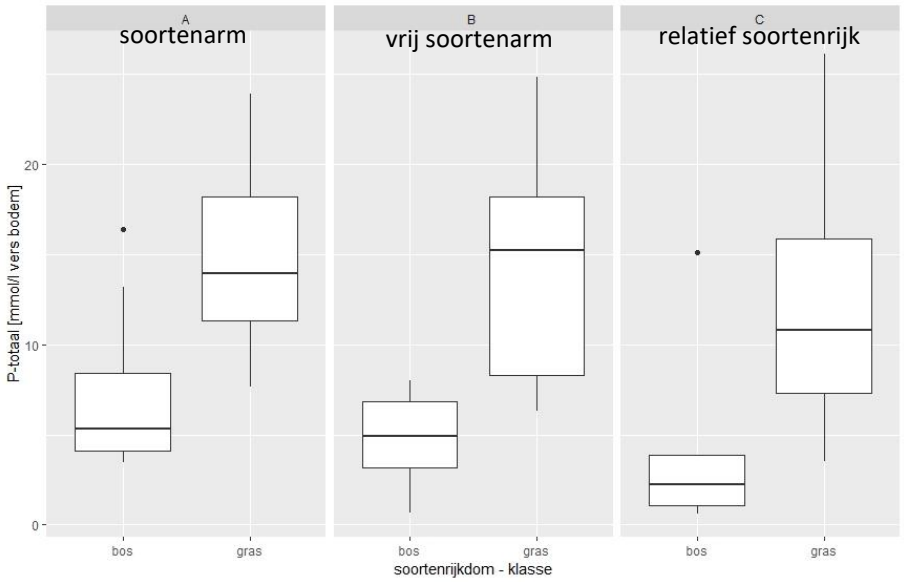
Figuur 14: Vereenvoudigd schema om de kansrijkdom te bepalen voor de ontwikkeling vanuit landbouwpercelen in beekdalen, van sommige grondwater afhankelijke vegetaties zoals dotterbloemgraslanden, grote zeggen vegetaties en elzenbroekbossen

5 Resultaten bodemchemisch veldonderzoek

Verspreid door het studiegebied zijn op 25 locaties bodems verzameld. Het betreft vooral graslanden, waar drie bodemlagen zijn meegenomen: 0-20 cm, 20-30 cm en 30-40 cm. Verder zijn ook bodems verzameld in beekbegeleidende bossen, waarin onderscheid is gemaakt tussen een tamelijk humeuze bovenlaag en de toplaag van het daaronder gelegen moedermateriaal. De analyseresultaten worden getoond in Bijlage 16.

5.1 Totaal fosfor

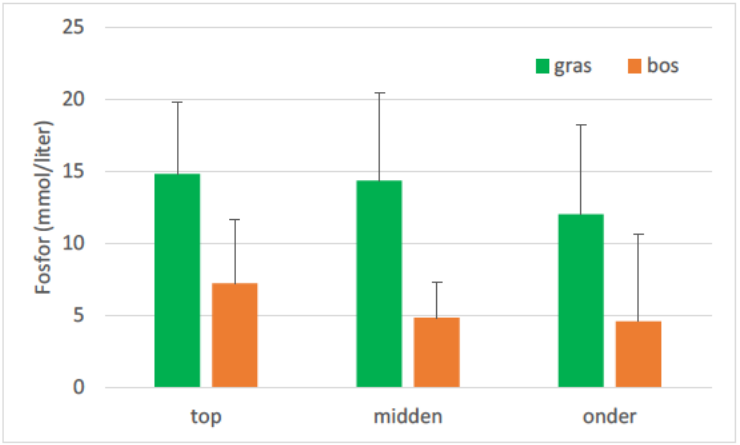
De bemonsterde graslanden vormen een mix van uiterst soortenarme graslanden in agrarische productie tot al vrij goed ontwikkelde schraallanden. Dit verschil is duidelijk terug te zien in het totaal fosfor gehalte van de bovenste bodemlaag (Figuur 15). In de soortenarme graslanden is het fosforgehalte 12-18 millimol per liter, terwijl het in de soortenrijkere graslanden die deels al voldoen aan het beheertype vochtig hooiland (N 10.02) 7-16 millimol per liter bedraagt. Uit de referentie database van B-WARE komen waarden van 5-15 millimol per liter voor vochtig hooiland. De soortenrijke graslanden zitten hier dus al dicht in de buurt. Voor nat schraalland (N10.01) zijn referentiewaarden van ongeveer 3-8 millimol per liter gebruikelijk, dit lijkt op vrijwel alle locaties ver buiten bereik. Opvallend is het verschil met de fosforgehalten in de beek begeleidende (N14.01) bossen. Met 4-8 mmol/l in de matig ontwikkelde bossen en 2-4 mmol/l in de goed ontwikkelde bossen hebben deze een fosforgehalte dat in de referentiesituaties gemiddeld zelfs hoger is.



Figuur 15: Totaal fosfor gehalte van de toplaag van de bodem in zeer soortenarme bossen en graslanden (A), vrij soortenarme bossen en graslanden (B) en relatief soortenrijke bossen en graslanden (C) in het Dommeldal.

Verder opvallend is het verloop in de diepte (Figuur 15). Normaal neemt dit vrij sterk af en zeker in vochtige graslanden is dit op 30-40 cm diepte al in de buurt van het onbemeste moedermateriaal. In het Dommeldal is dit niet zo en is een grote variatie aanwezig (Figuur 28 op bladzijde 54). In sommige profielen is een klassieke afname met de diepte te zien, maar er zijn ook profielen waarbij de toplaag juist minder fosfaatrijk is dan de

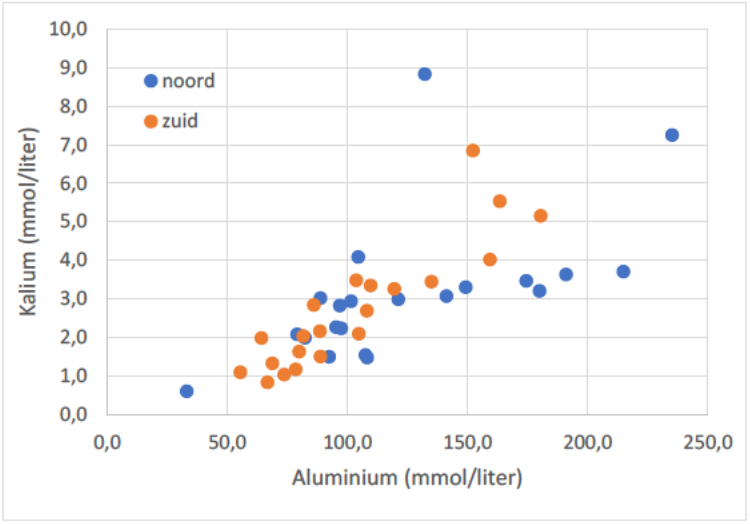
lagen er onder. Dit betekent dat in veel percelen verwijderen van een kleine toplaag van maximaal 20 cm weinig verschralend effect zal hebben.



Figuur 16: Totaal fosfor gehalte van de toplaag van de bodem (0-20 cm), de laag van 20-30 diepte en de laag van 30-40 cm diepte. In de bossen was de laagdikte variabel, maar ongeveer gelijk aan die van de graslanden.

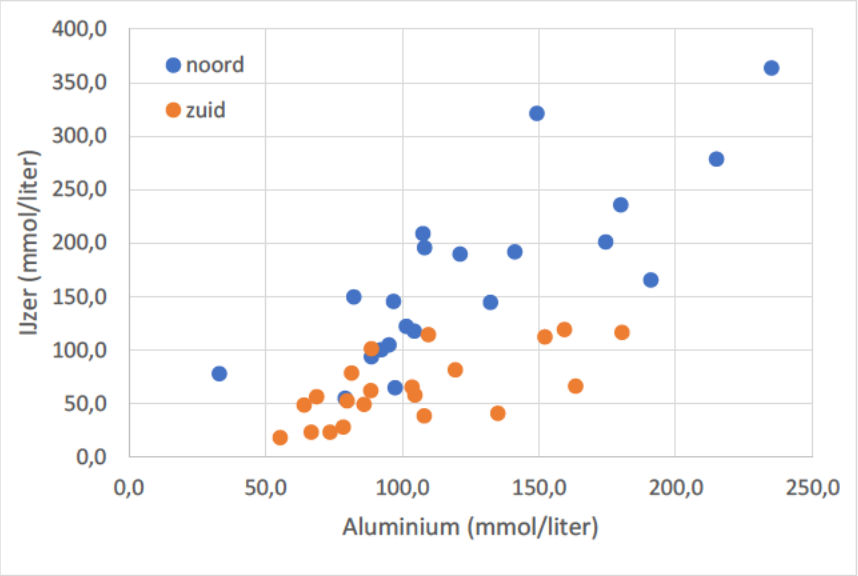
5.2 Invloed van ijzer

Het wisselende fosfaatprofiel kan te maken hebben met bodembewerking; wellicht zijn veel graslandpercelen in het verleden ooit geploegd of kortstondig als akker in beheer geweest. Maar er lijkt in dit geval ook een ander mechanisme een rol te spelen en daarvoor kijken we naar de herkomst van de gemeten elementen. Doorgaans het meest voorkomende element is aluminium. Het is een onderdeel van heel veel mineralen in gesteenten. Ook kalium is hierin vaak aanwezig, maar wel in kleinere hoeveelheden. Doordat vaak een vaste mineralensamenstelling in een gebied is afgezet, zijn er ook vaste verhoudingen tussen de elementen in deze mineralen aanwezig. Dit is weergegeven voor aluminium en kalium in Figuur 16. De vaste verhouding is hier herkenbaar als 100 millimol aluminium tegen ongeveer 3 millimol kalium. Er zijn enkele duidelijk kaliumrijkere monsters, maar dit zijn toplagen van zeer voedselrijke graslanden waar vermoedelijk extra kalium in zit uit bemesting.

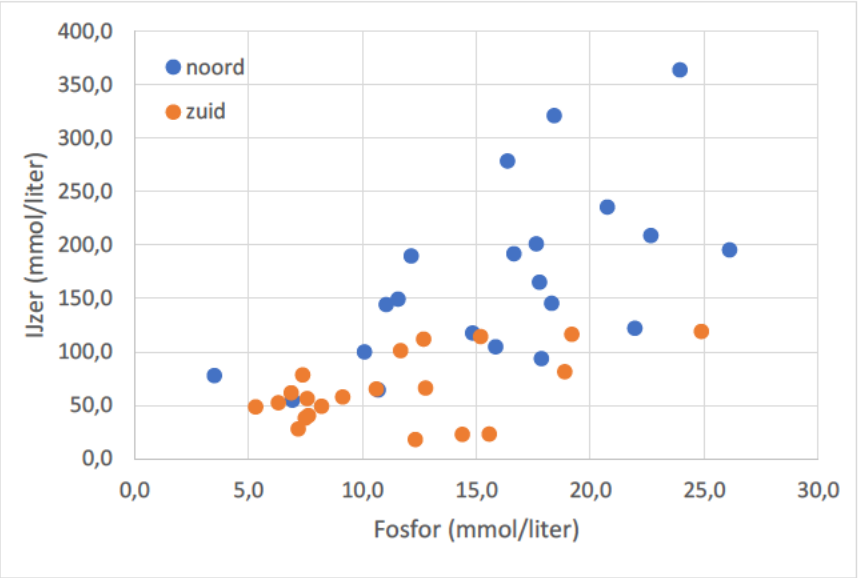


Figuur 17: Correlatie tussen de hoeveelheid aluminium in de bodem en de hoeveelheid kalium. Dit voor graslanden ten noorden van de Dommelse watermolen en vanaf de Malpiebeemden naar het zuiden.

Ook ijzer vertoont doorgaans zo'n vaste verhouding met aluminium. Echter dat is hier veel minder het geval (Figuur 17). Er is een duidelijke correlatie met aluminium, wat er op wijst dat veel ijzer ingebouwd zit in klei- of leemdeeltjes. Echter, in het noorden komen relatief ijzer-rijkere graslanden voor dan in het zuiden. Het lijkt er op dat er in het midden en/of noorden meer ijzer wordt aangevoerd met het grondwater. Dit ijzer slaat deels neer als ijzerhydroxide. Dit kan vervolgens weer fosfaat binden. Er is dan ook een vrij duidelijke correlatie aanwezig tussen ijzer en fosfor (Figuur 18). Hier is het nog duidelijker dat het noordelijk deel (deelgebieden 3 t/m 6) meer ijzer bevat dan het zuidelijk deel (deelgebieden 1 t/m 3), waardoor de bodem een gunstiger P/Fe ratio krijgt. Deze ijzerrijke lagen kunnen door bodembewerking boven in het profiel terecht gekomen zijn, maar dit kan ook onder (tijdelijk) natte omstandigheden gebeuren. Deze bevindingen worden bevestigd door de aanwezigheid van beekeerdgronden in het brede beekdal ten zuiden de Volmolen (deelgebieden 5 en 6). Deze zandige gronden worden gekarakteriseerd door het voorkomen van roest in de bovengrond.



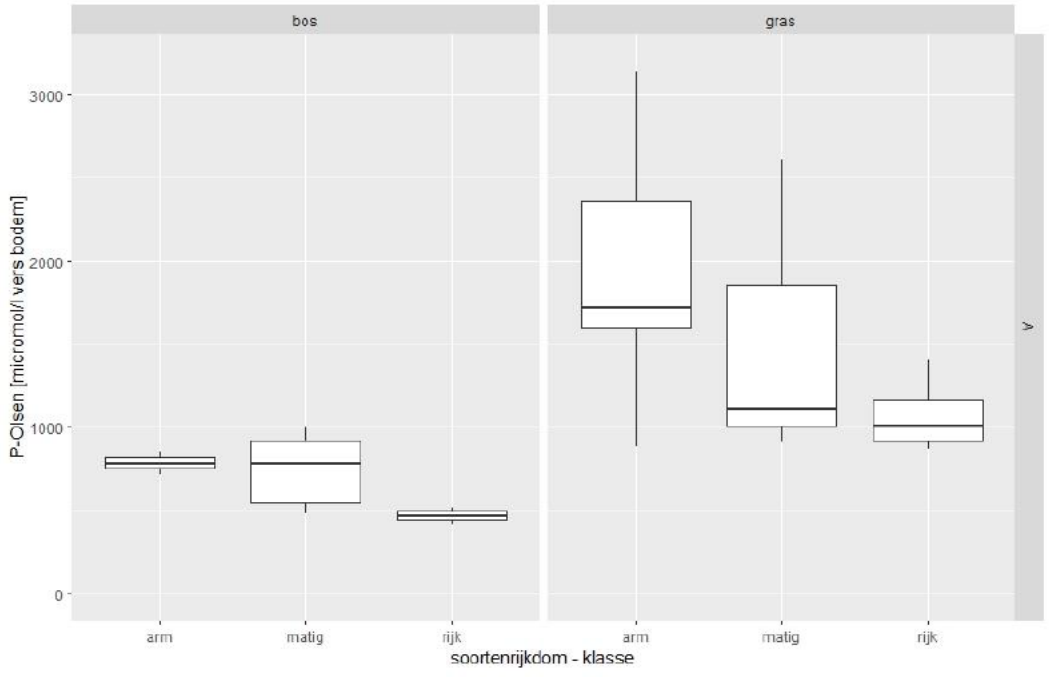
Figuur 18: Correlatie tussen de hoeveelheid aluminium in de bodem en de hoeveelheid ijzer. Dit voor graslanden ten noorden van de Dommelse watermolen en vanaf de Malpiebeemden naar het zuiden.



Figuur 19: Correlatie tussen de hoeveelheid fosfor in de bodem en de hoeveelheid ijzer. Dit voor graslanden ten zuiden van de Dommelse watermolen (deelgebieden 1 t/m 3) en vanaf de Dommelse watermolen naar het noorden (deelgebieden 4 t/m 6).

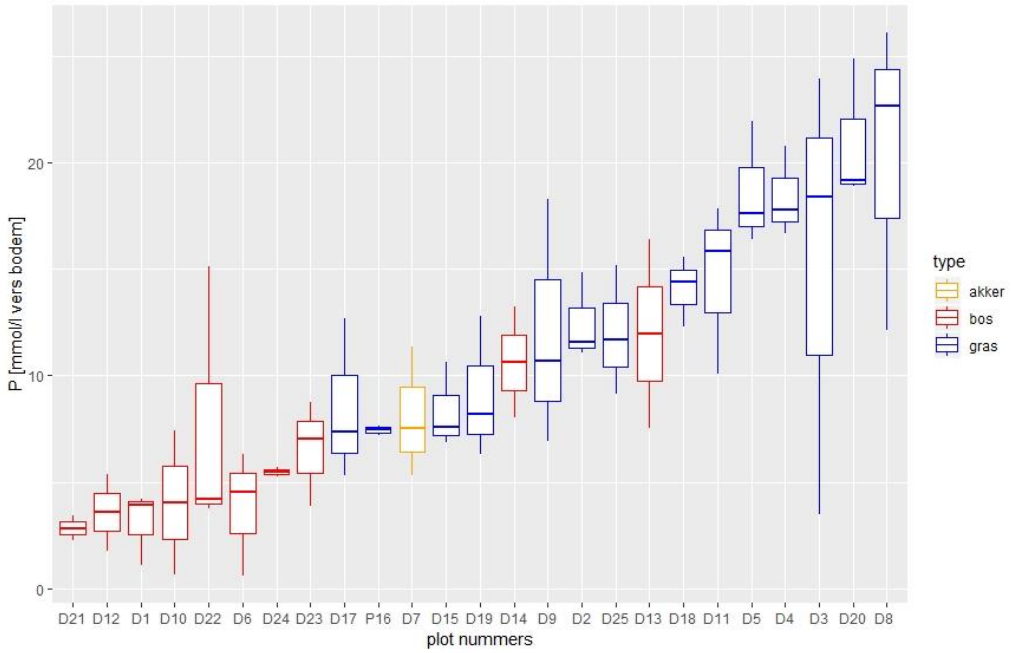
5.3 Plantbeschikbaar fosfaat (P-Olsen)

De hoeveelheid plant beschikbaar fosfaat laat een zelfde patroon zien als de totale fosforvoorraad (Figuur 20). Deze is hoog in de soortenarme graslanden en komt in de buurt van de referentiewaarden in goed ontwikkeld vochtig hooiland (N10.02) . Maar in tegenstelling tot de totale fosforvoorraad is er weinig overlap met de streefwaarden van vochtig hooiland. Vrijwel alle locaties zitten met 900-1200 micromol Olsen-P per liter net boven die van de referentiewaarden van maximaal 900 micromol/liter, en hiermee wel in het bereik van kruiden- en faunarijk grasland (N12.02). In de bossen is Olsen-P altijd lager en komt zeker in de soortenrijkere bossen op of zelfs onder de referentiewaarden voor rivier- en beekbegeleidende bossen (N 14.01) uit. De Olsen-P concentratie is alleen gemeten in de toplaag van de bodem.



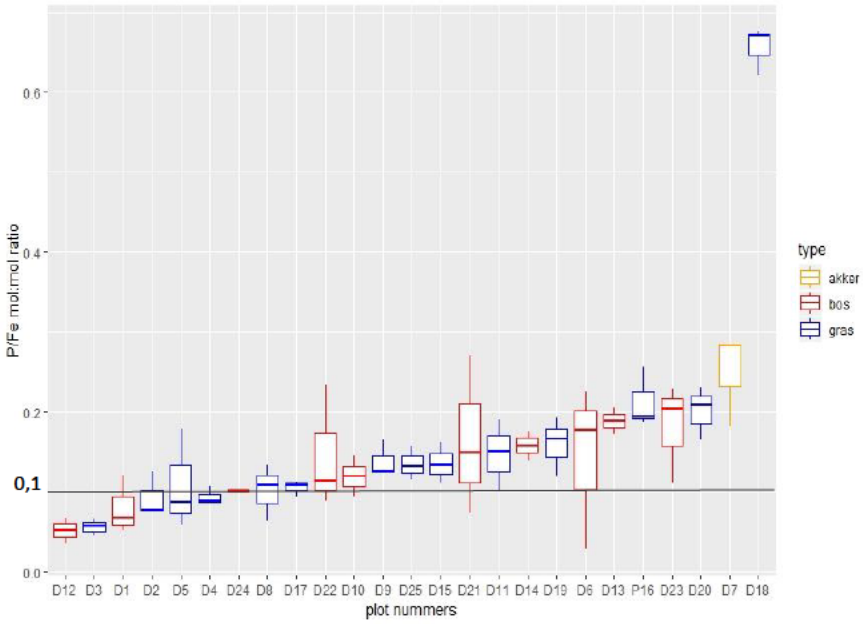
Figuur 20: Plant beschikbaar fosfaat (Olsen-P) van de toplaag van de bodem in relatief soortenrijke bossen en graslanden (rijk), vrij soortenarme bossen en graslanden (matig) en zeer soortenarme bossen en graslanden (arm) in het Dommeldal.

De grote variatie in het fosforgehalte wordt nog duidelijker wanneer de resultaten van de individuele plots worden weergegeven (Figuur 21). Opvallend is dat het zich in de lage delen gunstig ontwikkelende perceel bij de Volmolen (D8) de gemiddeld hoogste fosforgehalten heeft. Hier is echter een bodemmonster genomen op de hogere ruggen, die qua vegetatie eerder tot een kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) kunnen worden gerekend. De toplaag is hier wel vrij arm aan fosfor (12 millimol), maar de lagen daaronder zijn juist rijk aan fosfor. Mogelijk is fosfaatarmere grond die vrijgekomen is bij het graven van de aangrenzende poelen, over het perceel verspreid. Verder wordt ook hier duidelijk dat fosfaatarme bodems alleen in de bossen zijn aangetroffen. Dit geeft aan dat een groot deel van het fosfor in de graslanden uit bemesting afkomstig is en er in de onderzochte bossen meest weinig sprake is van fosfaatrijke beekafzettingen. Een uitzondering vormen grote delen van het smalle, met vochtig bos begroeide beekdal tussen het Groot Malpieven en de Venbergse molen. Hier zijn fosforgehalten gemeten van 10-16 millimol per liter bodem. Een eerdere meting uit 2017 nabij het Groot Malpieven komt zelfs op 32 millimol per liter uit, gekoppeld aan een zeer aanzienlijke zinkvervuiling. De onmiddellijke nabijheid van de beek, het smalle dal, de hoge begroeiing en de stuwing door de Venbergse molen hebben kennelijk tot optimale omstandigheden geleid voor afzetting van beeksedimenten.



Figuur 21: Box-plots met de totaal fosfor-gehalten per locatie. Het box-plot geeft het gemiddelde weer van de drie bodemdiepten (liggende streep), de 25 en 75% percentielen (balk) en de uiterste waarden (verticale lijn).

De fosfor/ijzer ratio is weinig door bemesting beïnvloed en is in de bossen ongeveer gelijk aan die in de graslanden (Figuur 21). Er zijn een aantal graslanden en bossen waar de ratio voldoet aan de eerder gestelde grens van maximaal 0,1. Hieronder bevinden zich vooral locaties in de noordelijke helft van het gebied, onder meer de locatie D8 bij de Volmolen.



Figuur 22: Box-plots met de ijzer/fosfor ratio's per locatie. Het box-plot geeft het gemiddelde weer van de drie bodemdiepten (liggende streep), de 25 en 75% percentielen (balk) en de uiterste waarden (verticale lijn).

6 Resultaten veldonderzoek kwel

Zo snel mogelijk na het opstarten van het project is gestart met het verzamelen van kwelmonsters. Op 30 mei 2018 kon op een aantal plekken nog een kwelmonster worden verzameld. Het bleek helaas het begin van een extreem droge zomer. Het verzamelen van de overige monsters (6 en 15-23) kon pas plaatsvinden op 19 februari 2019. Ondanks dat er op gelet is dat de monsters werden genomen onder watergangen op plekken met zichtbaar toestromend grondwater (roest, ijzervliezen, opwellend water, kwel indicerende plantensoorten), lijkt er op basis van de gemeten watersamenstelling op enkele plekken toch sprake van vrijwel stagnant bodemwater. Dit is vaak sterk zuurstofloos, waardoor stikstof vooral als ammonium voorkomt, ijzer goed oplost en als gevolg hiervan ook fosfaat oplost. Alle monsters waarbij de concentraties ammonium, fosfaat en ijzer gemiddeld meer dan 1,5x hoger waren dan in de overige monsters, zijn daarom uitgesloten. Het gaat dan om de monsters 17, 22, 23, 24 en 25 (zie Tabel 4). Dit zijn allen monsters die genomen zijn in de kleiwanden van de bedding van de Dommel.

6.1 Kwaliteit van het kwelwater

Het algemene patroon is dat de samenstelling van het kwelwater van plaats tot plaats sterk kan verschillen, ook als deze plaatsen vlak bij elkaar liggen. Het kwelwater is over het algemeen zwak tot matig gebufferd, alleen direct langs de Dommel is sterker gebufferd water aangetroffen. De zuurgraad is vrijwel overal rond de pH 6, een algemeen kenmerk van kwelwater. De neutrale pH is het gevolg van de aanwezigheid van veel kooldioxide. Gecombineerd met de vrij lage temperatuur van kwelwater zorgt de neutrale pH er voor dat er geen of weinig veenafbraak kan optreden op locaties met een sterke kwelinvloed.
In Tabel 4 zijn de kwelmonsters in ruimtelijke eenheden verdeeld. De kwaliteit wordt hieronder per eenheid besproken. De ruimtelijke verdeling van de kwelwaterkwaliteit van ijzer, nitraat en sulfaat is weergegeven in Bijlage 17.
Deelgebied 6:
De monsters 1 t/m 7 liggen min of meer in het meest noordelijke deelgebied 6. Deze onderscheiden zich als geheel niet duidelijk in watersamenstelling van de overige deelgebieden. Wel is er binnen het deelgebied een duidelijke tweedeling. De Dommel trekt op dit traject sterk gebufferd water aan dat rijk is aan ijzer, zink en fosfor (Tabel 4 en Bijlage 17). De belasting met zink duidt er op dat een deel van het kwelwater gegenereerd wordt door inzijging van regenwater op de beeksedimenten in de hier vrij brede beekdalvlakte. De overige kwelmonsters zijn uit meer zijdelings in het beekdal gelegen watergangen. Hier wordt slechts zwak gebufferd water afgevangen, dat gemiddeld minder ijzer bevat maar ook minder vervuild is met zink en fosfor.
Deelgebied 5:
Het tweede cluster (8, 9, 26 t/m 28) betreft de monsters die zijn genomen in deelgebied 5, rondom de samenvloeiing van Keersop en Dommel. De samenstelling van het kwelwater varieert hier sterk van plaats tot plaats, wat overigens ook over het geheel geldt. Wel lijkt hier overal slechts een geringe hoeveelheid fosfaat in het kwelwater aanwezig te zijn.
Deelgebieden 3 en 4:
In deelgebied 3 en 4 zijn in totaal slechts 2 monsters verzameld, waardoor geen clustering mogelijk was.
Deelgebied 2:
De monsters 11 t/m 14 zijn genomen in deelgebied 2. De wisselende verontreiniging met sulfaat die we in de noordelijke deelgebieden aantreffen wordt vanaf hier naar het zuiden een constante factor (Tabel 4 en Bijlage 17). Dit sulfaat komt vrij uit zwavel dat in veenlagen zit opgeslagen. Het vrijkomen kan veroorzaakt worden door verdroging of door aanvoer van nitraatrijk grondwater. Het fosfaatgehalte is ook hier constant vrij laag.

Tabel 4: De belangrijkste waterkwaliteits-parameters van de kwelmonsters op een rij. Zuurgraad uitgedrukt als pH, opgeloste stoffen in micromol per liter. De grijs gemaakte regels betreffen de monsters met vermoedelijk stagnant grondwater. De geel gemarkeerde delen worden besproken in de tekst.

Nr	Watergang	pH	CO2	HCO3	NH4	Na	K	Cl	Ca	Mg	P	Zn	Fe	NO3	S
1	Dommel bij de Hogt	6,92	1223	4262	79	758	99	1023	2692	294	2,5	12	168	1	70
6	Dommel ben str Volmolen	6,13	2111	1190	8	2771	285	2764	1144	193	11,3	5	112	59	738
7	Dommel bij Heuvelse Putten	6,48	800	1007	13	445	85	470	540	109	4,9	24	275	3	155
2	DL-55 bij de Hogt	5,63	777	136	49	846	40	1347	431	160	2,1	16	189	2	337
3	DL-55 bij Heuvelse Putten	5,84	854	244	9	860	162	943	1315	334	1,7	5	125	1	1364
4	RN-39 bij visvijvers	6,77	285	701	20	384	78	384	532	176	1,2	6	29	2	86
5	Rn-39 bij broekbos	6,51	391	521	1	238	24	183	257	50	3,8	7	18	1	62
8	DL-48 bij camping	6,52	446	610	14	315	50	276	300	64	1,3	5	87	4	41
9	Dommel bij instroming Keersop	6,16	1014	607	16	729	124	1185	654	128	1,4	8	393	2	221
26	Keersop bij broekbos	6,46	688	825	46	811	168	970	753	320	2,0	4	105	1	504
27	DL-43 bij Elshouters	6,67	684	1315	28	733	101	830	1256	205	1,2	4	47	4	599
28	kwelsloot bij Broekhovenseweg	6,17	596	362	7	878	96	1062	938	465	0,6	5	224	1	1211
11	DL-29 bij Luikerweg	5,66	777	149	0	399	62	568	317	166	0,8	2	10	1	321
12	DL-24 bij landgoed Venbergen	6,47	1214	1470	8	2582	528	1949	604	218	1,3	8	148	4	364
13	Dommel bov str Venbergs molen	6,44	492	557	4	2990	1034	2729	627	199	1,7	9	28	10	1001
14	DL-22 bij laagte Hemels	5,66	1455	273	20	808	78	1033	593	253	1,3	7	218	4	920
15	DL-18 bij Biesven	6,26	1112	832	6	1563	387	1609	477	221	3,2	3	35	48	402
16	DL-15 bij Schaft	6,55	873	1297	15	4580	1328	4543	910	305	3,0	7	53	61	1141
18	DL-7 bij Schaft	6,43	985	1098	10	713	121	503	537	157	3,7	8	4	102	279
19	DL-5 bij de Putten	6,09	1846	947	59	2590	705	3321	651	259	12,9	4	175	438	554
20	DL-3 bij de Horsten	6,05	1655	762	16	1424	252	1517	888	338	3,3	9	47	133	852
21	Dommel bij de Horsten	6,50	979	1291	20	1481	239	1848	821	271	3,7	3	2	76	378
10	DL-30 ten zuiden van Dommelen	5,94	1375	502	3	741	215	893	812	275	1,8	5	38	1	666
17	Dommel bij Schaft	6,51	1670	2217	183	1987	256	2386	796	228	7,1	2	772	67	283
22	Dommel bij De Plateaux	6,58	4237	6655	1276	1761	426	1842	1423	288	26,1	8	1177	115	166
23	Dommel bij Vaarvennen	6,41	2051	2193	109	5308	1265	6079	1129	290	35,8	7	321	7	768
24	Dommel bij Groot Malpieven	6,43	2555	2821	14	3958	574	4045	1081	191	10,2	8	1000	2	49
25	Dommel ten N van Dommelen	6,32	1242	1079	94	1271	162	1637	936	240	16,3	9	408	2	379

Deelgebied 1:

De monsters 15 t/m 21 komen uit deelgebied 1. Hier is overal sprake van zowel een sterke nitraat- als sulfaatbelasting van het grondwater (Tabel 4 en Bijlage 17). Het nitraat is zeer waarschijnlijk een gevolg van uitspoeling uit de landbouw. Ook de constant hoge kaliumgehalten zijn hier vermoedelijk uit afkomstig. Het nitraat zorgt voor mobilisatie van sulfaat in de veenrijke beekdalbodems. Ook slaat ijzer in de ondergrondse zandige stroombaan neer, als er veel nitraat in het grondwater zit. Op veel locaties is het ijzergehalte van het kwelwater daardoor laag. Het grondwater in dit deelgebied wordt dus sterk negatief beïnvloed door de landbouw.

6.2 Classificatie van de kwaliteit van het kwelwater

Voor herstel van mesotrofe natuur zijn verschillende aspecten van het kwelwater relevant. In de eerste plaats is dit het ijzergehalte, omdat door kwelwater aangevoerd ijzer fosfaat in de wortelzone van de vegetatie kan binden. Wanneer er naast ijzer ook fosfaat wordt aangevoerd door het kwelwater, wordt effect van ijzer deels weer teniet gedaan. Daarom is de verhouding fosfaat/ijzer in het kwelwater (evenals in de bodem) een tweede belangrijk aspect. Uit het onderzoek aan de referentielocaties in hoofdstuk 4 is naar voren gekomen dat het nitraatgehalte van de bodem eveneens een belangrijke rol speelt voor herstel van mesotrofe natuur. Wanneer het kwelwater is verrijkt met nitraat (veelal door landbouwinvloeden) is dit eveneens een belangrijk aspect. Tot slot is het sulfaatgehalte in het opwellende grondwater van belang. In stagnante condities kan ijzer bij hoge aanvoer van sulfaat vanuit het grondwater worden vastgelegd als ijzer-sulfide. Dit leidt tot vrijkomen van met ijzer vastgelegd fosfaat.

Op basis van bovengenoemde kwaliteit-aspecten van het kwelwater, dat na hydrologisch herstel naar de wortelzone kan toestromen is volgens onderstaande criteria een kwaliteitsgetal aan de bemonsterde kwelstromen toegekend. Hierbij geldt een maximale score van 8 punten zijn toegekend:

- Twee punten zijn toegekend aan water met meer dan 50 micromol ijzer, één punt aan water met meer dan 20 micromol ijzer
- Twee punten zijn toegekend aan water met een P/Fe ratio van <0,02, één punt bij een ratio van < 0,1

- Twee punten zijn toegekend aan water met <10 micromol nitraat en één punt aan water met < 25 micromol nitraat
- Twee punten zijn toegekend aan water met <200 micromol sulfaat en één punt aan water met minder dan 500 micromol sulfaat

Vervolgens is een verdeling gemaakt in kwelwater van goede kwaliteit (score 6, 7 of 8), kwelwater van matige kwaliteit (score 4 of 5) en van slechte kwaliteit (score 1, 2 of 3).

Tabel 5: Classificatie van de kwaliteit van kwelwater in het Dommeldal; voor toelichting op de parameters zie tekst in de rapportage.

Nr	Watergang	Fe(>20)	Fe(>50)	Fe/P (>10)	Fe/P (>50)	NO3 <100	NO3 < 25	S < 500	S < 200	Score
1	Dommel bij de Hogt	1	1	1	1	1	1	1	1	8
2	DL-55 bij de Hogt	1	1	1	1	1	1	1	0	7
3	DL-55 bij Heuvelse Putten	1	1	1	1	1	1	0	0	6
4	RN-39 bij visvijvers	1	0	1	0	1	1	1	1	6
5	Rn-39 bij broekbos	0	0	0	0	1	1	1	1	4
6	Dommel ben str Volmolen	1	1	0	0	1	0	0	0	3
7	Dommel bij Heuvelse Putten	1	1	1	1	1	1	1	1	8
8	DL-48 bij camping	1	1	1	1	1	1	1	1	8
9	Dommel bij instroming Keersop	1	1	1	1	1	1	1	0	7
10	DL-30 ten zuiden van Dommeler	1	0	1	0	1	1	0	0	4
11	DL-29 bij Luikerweg	0	0	1	0	1	1	1	0	4
12	DL-24 bij landgoed Venbergen	1	1	1	1	1	1	1	0	7
13	Dommel bov str Venbergs wate	1	0	1	0	1	1	0	0	4
14	DL-22 bij laagte Hemels	1	1	1	1	1	1	0	0	6
15	DL-18 bij Biesven	1	0	1	0	1	0	1	0	4
16	DL-15 bij Schaft	1	1	1	0	1	0	0	0	4
17	Dommel bij Schaft	1	1	1	1	1	0	1	0	6
18	DL-7 bij Schaft	0	0	0	0	0	0	1	0	1
19	DL-5 bij de Putten	1	1	1	0	0	0	0	0	3
20	DL-3 bij de Horsten	1	0	1	0	0	0	0	0	2
21	Dommel bij de Horsten	0	0	0	0	1	0	1	0	2
22	Dommel bij De Plateaux	1	1	1	0	0	0	1	1	5
23	Dommel bij Vaarvennen	1	1	0	0	1	1	0	0	4
24	Dommel bij Groot Malpieven	1	1	1	1	1	1	1	1	8
25	Dommel ten N van Dommelen	1	1	1	0	1	1	1	0	6
26	Keersop bij broekbos	1	1	1	1	1	1	0	0	6
27	DL-43 bij Elshouters	1	0	1	0	1	1	0	0	4
28	kwelsloot bij Broekhovenseweg	1	1	1	1	1	1	0	0	6

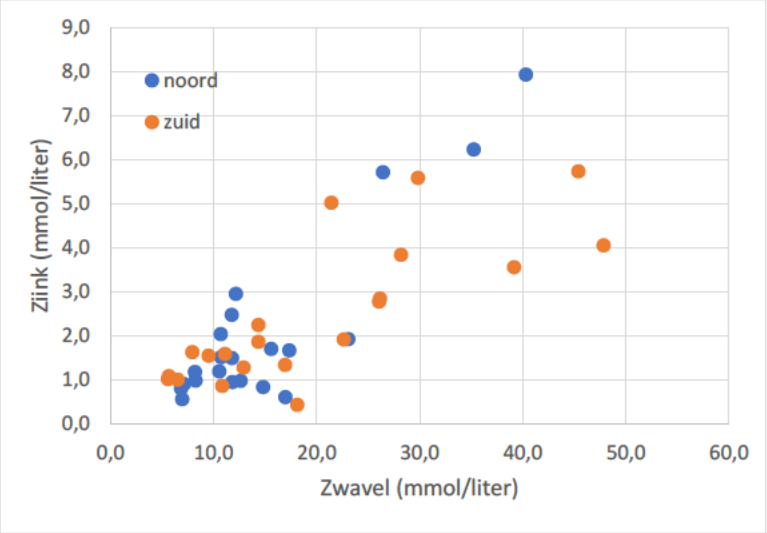
7 Invloed van overstroming met Dommelwater

Overstroming van het beekdal door de Dommel heeft op meerdere manieren effect op de vegetatie-ontwikkeling en waterkwaliteit. Meestal treden er perioden met hoog water op in de winterperiode en is de directe invloed op de vegetatie vrij gering. Echter, door de ingrepen in de hydrologie van het gebied en de langzaam doorzettende klimaatverandering is de duur en het aantal plotseling optredende overstromingen in het zomerseizoen ook toegenomen. In 2016 bijvoorbeeld, hebben delen van de dalen van de Dommel en de Keersop wekenlang onder water gestaan. Hierdoor zijn kenmerkende bomen en mossen (riempjesmos) van beekbegeleidende bossen afgestorven (Brouwer, 2017). De inundatiefrequentie voor de laagste delen ligt over het algemeen op 1x per jaar, grote delen worden met een frequentie van 1x/10 jaar overstroomd (van de Haterd e.a, 2009). De overstroomde gebieden bij T=1 worden getoond in een conceptkaart van het Waterschap de Dommel (zie Bijlage 18). Met het in 2020 ten behoeve van deze studie gebruikte Dommel/Keersopmodel bleek geen inundatieberekening te kunnen worden uitgevoerd.

Foto 3: Overstroming van het Dommeldal (bron: waterschap de Dommel, 2002)

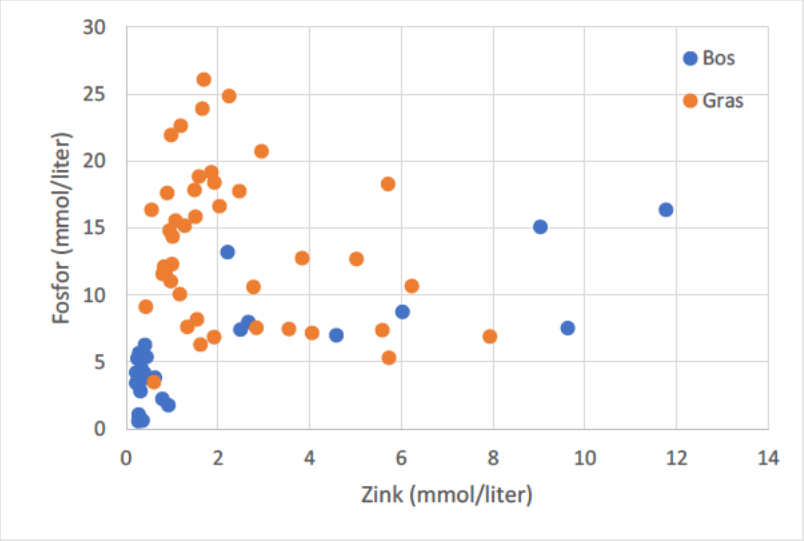
7.1 Overstroming en beeksedimenten

Op langere termijn zijn bij overstroming vooral de aanvoer van bufferstoffen, voedingsstoffen, zwavel en zware metalen van invloed op het systeem. In de bodems is een opvallende correlatie aangetroffen tussen de gehalten zwavel en zink (Figuur 22). Deze correlatie met zink is ook aanwezig voor cadmium en organisch stof. De gevonden correlaties corresponderen goed met de vermoedelijke mechanismen waarop zware metalen zich verspreiden. Voor cadmium en zink gebeurt dit vooral door binding aan het kation uitwisselingscomplex van kleimineralen, binding aan organisch stof en binding aan aluminium- en ijzeroxiden (Krikken & Verhagen, 2009). Daarnaast vindt ook binding plaats aan ijzersulfiden die gevormd worden. Ophoping van zware metalen vindt vooral plaats in de laagste delen van het beekdal. Hier kan organisch stof ophopen (veenvorming), hier kan met de beek aangevoerd zwavel worden gereduceerd tot sulfide en hier kan slib dat rijk is aan zware metalen bezinken. Vervolgens kunnen allerlei min of meer stabiele sulfideverbindingen ontstaan zoals pyriet, zink-sulfide en cadmiumsulfide. De verwachting is dat de vervuiling met zware metalen van het water van Dommel en Keersop nog tot zeker het jaar 2100 hoog zal blijven (Krikken & Verhagen, 2009).



Figuur 23: Correlatie tussen de hoeveelheid zwavel in de bodem en de hoeveelheid zink. Dit voor graslanden ten noorden van de Dommelse watermolen en vanaf de Malpiebeemden naar het zuiden.

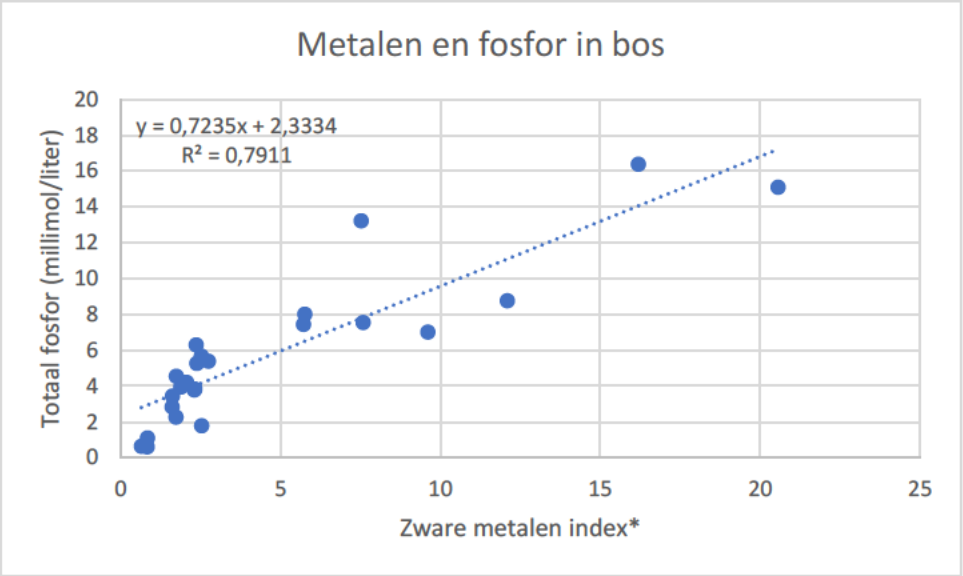
De concentraties zink en cadmium in de bodem lijken dus als een tracer gebruikt te kunnen worden voor de mate waarin een bodem beïnvloed is door recent met zwavel, metalen en fosfor vervuilde beeksedimenten. Echter, zink, zwavel en cadmium lijken alleen goede indicatoren voor de afzetting van fosfaatrijk beekslib in de bossen (Figuur 23). Hier is te zien dat veel bossen slechts een geringe belasting met fosfaat en zink hebben, dus dat er slechts weinig afzetting van fosfaatrijk beekslib heeft plaatsgevonden. Maar er zijn ook enkele duidelijk fosfaat- en zinkrijkere bossen. Het blijkt te gaan om de locaties 13, 14 en 22; allen laag gelegen locaties vlak bij de Dommel. In de graslanden is er geen correlatie tussen zware metalen en zink gevonden. Fosfor is hier voornamelijk aangevoerd door bemesting, niet met beeksediment. Ook zijn de wat hoger gelegen gronden intensiever agrarisch gebruikt en meer bemest. In figuur 23 is te zien dat juist de zinkarme bodems soms heel veel fosfor bevatten. Niettemin lijkt zowel voor de graslanden als de bossen te kunnen worden gesteld dat zinkgehalten van meer dan 2 millimol per liter er op duiden dat er sprake is geweest van de afzetting van met zink, zwavel en fosfor verontreinigd beekslib. Dit betreft ongeveer een derde van de bemonsterde punten.



Figuur 24: Correlatie tussen de hoeveelheid zink in de bodem en de hoeveelheid fosfor. Dit voor de graslanden en de bossen apart.

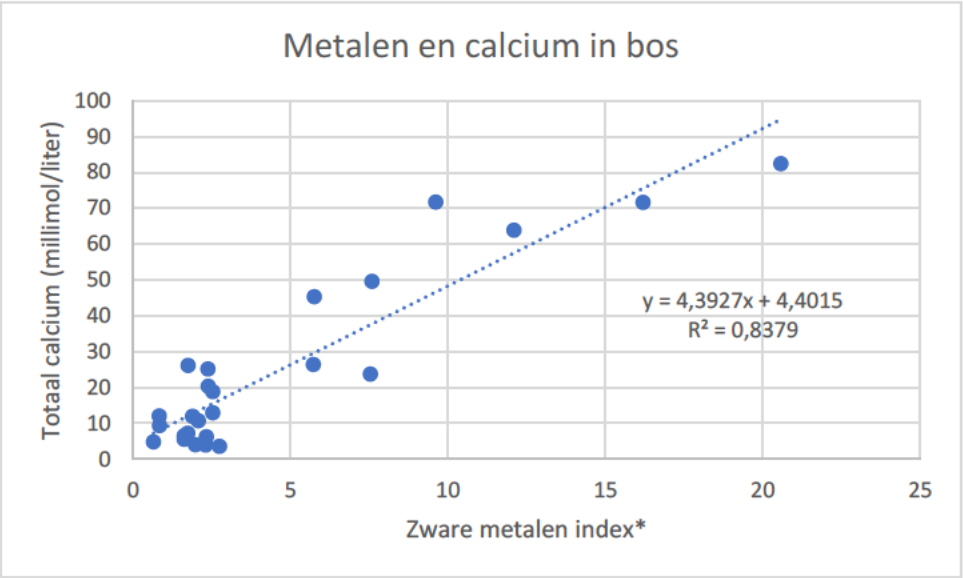
Wanneer we de bossen apart analyseren, blijkt er een zeer goede correlatie te bestaan tussen het fosforgehalte en de metalen arseen, kobalt, koper, nikkel en strontium. De correlatie met zink doet daar maar weinig voor

onder. Om een robuuste correlatie te maken, zijn de gehalten van de 5 eerst genoemde zware metalen geïndexeerd (d.w.z. gedeeld door de gemiddelde concentratie van dat metaal) en vervolgens per locatie opgeteld. Dit mandje van 5 metalen is vervolgens afgezet tegen de fosforconcentratie. Ook nu weer blijkt een goede correlatie met het fosforgehalte (Figuur 25).



*Figuur 25: Correlatie tussen het gehalte fosfor en het gehalte aan zware metalen in de bodems die zijn verzameld in de beek begeleidende bossen. * De zware metalen index bevat arseen, kobalt, koper, nikkel en strontium (zie tekst).*

Wanneer vervolgens deze zware metalen index wordt afgezet tegen het calciumgehalte blijkt eveneens een goede correlatie (Figuur 26). Kennelijk is niet alleen een groot deel van de fosforvooraad in de bosbodems afkomstig van beeksedimenten, maar ook een groot deel van de calciumvoorraad. Sommige metalen lijken zelfs bij voorkeur met calcium te worden afgezet, mogelijk omdat ze samen een neerslag vormen. Zo heeft de correlatie tussen calcium en strontium een r^2 van maar liefst 0,97.



*Figuur 26: Correlatie tussen het gehalte calcium en het gehalte aan zware metalen in de bodems die zijn verzameld in de beek begeleidende bossen. * De zware metalen index bevat arseen, kobalt, koper, nikkel en strontium (zie tekst).*

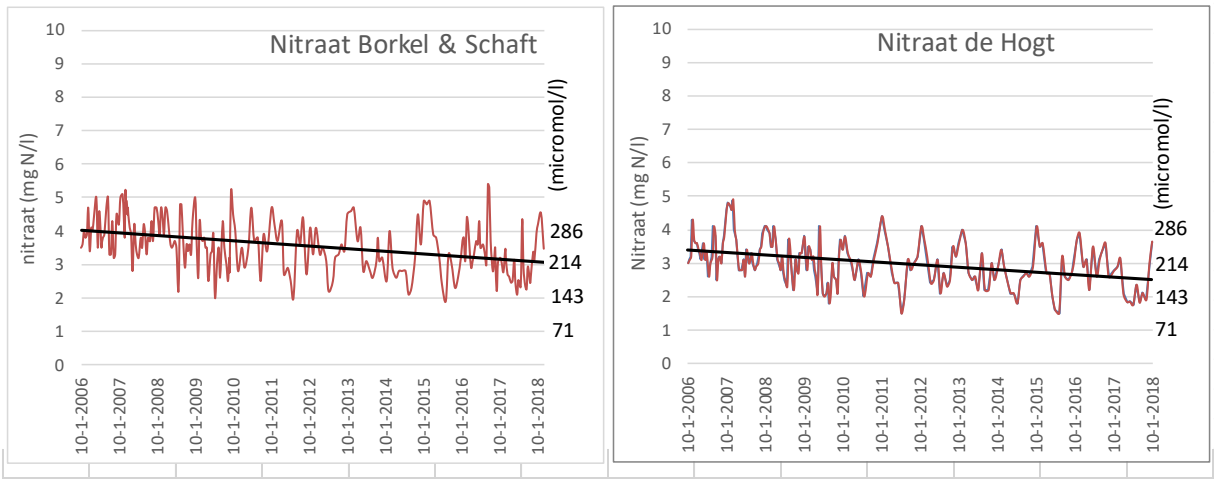
De conclusie is dat afzetting van recente beeksedimenten in bossen de belangrijkste bron is voor zowel fosfor als calcium, en dus in hoge mate leidt tot zowel vermesting als buffering. Op een deel van de locaties leidt dit tot fosforwaarden die boven de waarde ligt die hoort bij goed ontwikkelde beek begeleidende bossen. In graslanden treedt dit proces waarschijnlijk ook op, maar door bemesting en bekalking blijkt dit niet uit de data.

7.2 Waterkwaliteit Dommelwater

De slechte sedimentkwaliteit hangt in hoge mate samen met de slechte waterkwaliteit in de Dommel; opgeloste stoffen in het water binden in hoge mate aan kleimineralen, organisch stof en neergeslagen verbindingen. Zo komen met name zware metalen, fosfor, stikstof en zwavel in het beeksediment terecht. Echter, er is de afgelopen jaren door allerlei partijen fors geïnvesteerd in het verbeteren van de waterkwaliteit. Waarschijnlijk is hiermee ook de samenstelling van het beeksediment verbeterd. Om hier enig idee van te krijgen, zijn de recente ontwikkelingen in de waterkwaliteit bekeken, aan de hand van de monitoringsdata van Waterschap de Dommel.

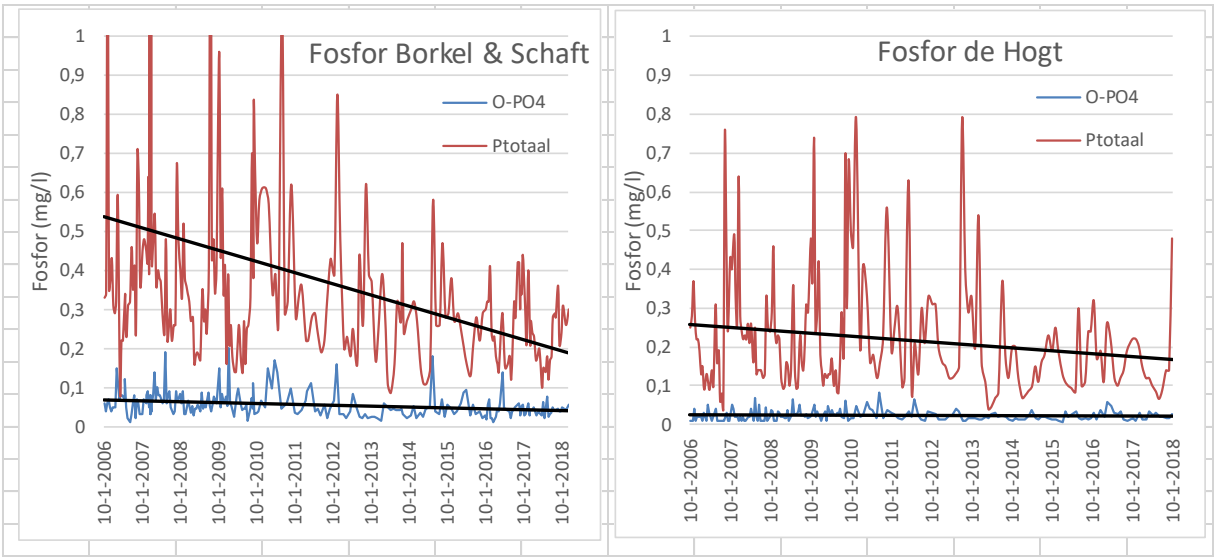
Data van twee punten in de Dommel zijn nader uitgewerkt; punt 240011 bevindt zich bij Borkel en Schaft en punt 240013 bevindt zich aan het benedenstroomse uiteinde van het studiegebied ter hoogte van de Hogt. In het algemeen valt op dat de waterkwaliteit van het inkomende water bij Borkel en Schaft over het algemeen slechter is dan van het uitgaande water. Het inkomende water bevat rond de 120 milligram sulfaat per liter, terwijl dat in het uitgaande water rond de 100 milligram is. Ook de nitraat- en fosfaatbelasting is bij Borkel & Schaft veel hoger. De kwaliteitsverbetering kan het gevolg zijn van verdunning van het beekwater met schoner grondwater dat via de zijlopen wordt aangevoerd. De Keersop is in veel aspecten niet schoner dan de Dommel en zal geen groot reinigend effect hebben.

Tussen 2006 en 2018 treedt er weinig verandering op in de zeer hoge sulfaatbelasting. De ijzerconcentratie piekt vooral in de winter, waarbij de hoogte van de pieken bij Borkel & Schaft wat afgenomen is. Bemoedigend is echter de daling van de nitraatconcentratie in het Dommelwater. Bij Borkel en Schaft daalt deze van gemiddeld 4 milligram/liter in 2006 naar 3 milligram/liter in 2018. Bij de Hogt zorgt dit voor een daling van ruim 3 naar 2,5 milligram/liter (Figuur 27).



Figuur 27: Verloop van de nitraatconcentratie in de periode 2006-2018, op twee meetpunten in de Dommel. Concentraties in milligram stikstof per liter (links), en in micromol per liter (rechts). Gegevens Waterschap de Dommel.

Nog duidelijker is de daling voor het fosforgehalte in de Dommel (Figuur 28). In 12 jaar tijd is de instroom van fosfor met meer dan een factor 2 afgenomen. Ook bij het benedenstrooms uiteinde leidt dat tot een zeer aanzienlijk daling van 0,25 mg/liter naar 0,17 mg/liter. De concentratie opgelost ortho-fosfaat was ook in 2006 al laag, waarschijnlijk doordat fosfaat zich snel bindt aan het ijzer dat in het beekwater aanwezig is.



Figuur 28: Verloop van de concentratie totaal fosfor (rode lijn) en de concentratie ortho-fosfaat (blauwe lijn) in de periode 2006-2018, op twee meetpunten in de Dommel. Gegevens Waterschap de Dommel.

De duidelijk daling van de stikstofbelasting in de periode 2006-2018 en de zeer duidelijke fosforbelasting, maken het aannemelijk dat de kwaliteit van het beeksediment dat tegenwoordig wordt afgezet beter is dan de sedimenten die in het kader van dit onderzoek zijn gemeten. De monsters die gemeten zijn, zijn monsters van de bovenste 20 centimeter van de bodem. Verondersteld mag worden dat deze zich over een vrij lange periode hebben afgezet en daarmee eerder een afspiegeling zijn van de waterkwaliteit over een periode die teruggaat tot ver voor 2006. Aangezien de Dommel al in de jaren zestig een slechte waterkwaliteit had, mag er vanuit worden gegaan dat de waargenomen verbetering in de periode 2006-2018 al ruim voor 2006 was ingezet. Hiermee wordt het zeer aannemelijk dat de tegenwoordige belasting met stikstof en vooral fosfor in het beeksediment aanzienlijk minder zal zijn. Wellicht valt de balans tussen buffering en vermesting tegenwoordig

een stuk gunstiger uit. Het vermestings-probleem is echter niet helemaal weg, met name de stikstofgehalten in de Dommel zijn nog veel te hoog. Om hierop meer zicht te krijgen wordt aanbevolen om de kwaliteit van de huidige afzettingen op een aantal plaatsen te meten.

8 Kansen

In het voorgaande is toegelicht dat de natuurdoelen in eerste instantie vooral gericht zijn op de ontwikkeling van de beter ontwikkelde kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02). ontwikkeling van vochtig hooiland (N10.02) en vochtige Rivier- en beekbegeleidende bossen N14.01). Op langere termijn behoort op enkele plekken ook een ontwikkeling van nat schraalland (N14.01) tot de mogelijkheden. De kansrijkdom voor het ontwikkelen van de gekozen natuurwaarden is afhankelijk van een groot aantal factoren. Deze zijn onmogelijk op een eenduidige, getalsmatige manier met elkaar te vergelijken. Voor sommige factoren zijn min of meer grenswaarden aanwezig voor de situatie in beekdalen, zoals voor de grondwaterstanden of het totaal fosfor gehalte. Andere factoren werken veel meer op een glijdende schaal, zoals het nitraatgehalte in het grondwater of de kweldruk. Dit betekent dat er voor het komen tot een inschatting van de kansrijkdom een aantal arbitraire stappen moeten worden gezet. Deze stappen worden in het onderstaande toegelicht.

8.1 Koppeling van bodemmonsters aan kwelmonsters

De eerste stap is het koppelen van de verzamelde gegevens over de kwaliteit van het kwelwater aan de locaties waarvan bodems zijn geanalyseerd. De aanname is dan, indien de hydrologische omstandigheden dit toelaten, er invloed van grondwater van deze kwaliteit zal plaatsvinden.

Tabel 6: Gemaakte koppeling tussen de bodemsamenstelling en het mogelijk toestromende grondwater, dat laatste op basis van de meest nabij genomen kwelwatermonsters.

DG	Nr	kwelmonsters	Fe(>20)	Fe(>50)	Fe/P (>10)	Fe/P (>50)	NO3 <100	NO3 < 25	S < 500	S < 200	Score
1	23	19, 20 en 21	1	1	0	0	0	0	0	0	2
1	22	19, 20 en 21	1	1	0	0	0	0	0	0	2
1	21	19, 20 en 21	1	1	0	0	0	0	0	0	2
1	20	18	0	0	0	0	0	0	1	0	1
1	19	15 en 16	1	0	1	0	1	0	0	0	3
1	18	14,15 en 16	1	1	1	1	1	0	0	0	5
2	17	14,15 en 16	1	1	1	1	1	0	0	0	5
2	16	14,15 en 16	1	1	1	1	1	0	0	0	5
2	15	14	1	1	1	1	1	1	0	0	6
2	14	11, 12, 13 en 14	1	1	1	1	1	1	0	0	6
2	13	12 en 13	1	1	1	1	1	1	0	0	6
3	12	10	1	0	1	0	1	1	0	0	4
4	25	10 en 26	1	1	1	0	1	1	0	0	5
5	11	9, 26 en 27	1	1	1	1	1	1	1	0	7
5	10	9, 26 en 27	1	1	1	1	1	1	1	0	7
5	24	26	1	1	1	1	1	1	0	0	6
5	9	9	1	1	1	1	1	1	1	0	7
5	8	8 en 28	1	1	1	1	1	1	0	0	6
5	7	8	1	1	1	1	1	1	1	1	8
5	6	5 en 8	1	1	1	0	1	1	1	1	7
6	5	5 en 6	1	1	0	0	1	0	1	0	4
6	4	4,5, 6 en 7	1	1	1	1	1	1	0	0	6
6	3	3, 4 en 7	1	1	1	1	1	1	0	0	6
6	2	1 en 2	1	1	1	1	1	1	1	0	7
6	1	1 en 2	1	1	1	1	1	1	1	0	7

Er zijn 28 monsters van kwelwater verzameld. Echter, er zijn aanwijzingen dat het voor een deel van deze monsters niet om kwelwater gaat maar eerder om stagnant grondwater (zie hoofdstuk 6). Dit is vaak sterk zuurstofloos, waardoor stikstof vooral als ammonium voorkomt, ijzer goed oplost en als gevolg hiervan ook fosfaat oplost. Alle monsters waarbij de concentraties ammonium, fosfaat en ijzer gemiddeld meer dan 1,5x hoger waren dan in de overige monsters, zijn daarom uitgesloten. Het gaat dan om de monsters 17, 22, 23, 24 en 25. Dit zijn allen monsters die genomen zijn in de kleiwanden van de bedding van de Dommel. Deze zijn in het vervolg niet meer gebruikt. Vervolgens is per bodemlocatie gekeken welke kwelwatermonsters representatief waren voor de locatie van het bodemmonster. Dit kan van een zeer nabij genomen kwelmonster zijn, of een gemiddelde van iets verder gelegen kwelmonsters. Deze koppeling is weergegeven in Tabel 6. Vervolgens is voor elke locatie met een bodemmonster de vermoedelijke kwaliteit van het toestromende grondwater, dat al of niet het maaiveld bereikt, berekend.

8.2 Beslisschema

De tweede stap bestond uit de opstelling en toepassing van een beslisschema voor de bepaling van de kansrijkdom voor herstel van mesotrofe natuur in het Dommeldal (Figuur 22).

<table>
<tr><td>Bodem voldoende fosfaatarm
Ptot < 5 mmol/l</td><td>4. kansrijk</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Bodem te fosfaatrijk
Ptot > 5 mmol/l</td><td rowspan="6">GVG voldoende</td><td rowspan="2">P/Fe < 0,1</td><td>Kweldruk
> 1mm/dag</td><td>4. kansrijk</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Kweldruk
<1 mm/dag</td><td>3. matig kansrijk</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="4">P/Fe > 0,1</td><td rowspan="3">Kweldruk
> 1mm/dag</td><td>Kwelwater kwaliteit goed
(6 - 8)</td><td>4. kansrijk</td></tr>
<tr><td></td><td>Kwelwater kwaliteit matig
(4, 5)</td><td>3. matig kansrijk</td></tr>
<tr><td></td><td>Kwelwater kwaliteit slecht
(1 - 3)</td><td>2. matig kansarm</td></tr>
<tr><td></td><td>Kweldruk
<1 mm/dag</td><td>1. kansarm</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>GVG te laag
>25 cm -mv</td><td>1. kansarm</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">Wanneer de GLG te laag is voor de grenswaarde wordt de kansrijkdom 1 categorie verlaagd.</td></tr>
</table>

Figuur 29: Beslisschema voor de bepaling van het effect van hydrologische maatregelen

Toelichting op het beslisschema:

Regel 1:
Voor bodems die al voldoende fosfaatarm waren is er van uitgegaan dat er, onafhankelijk van de hydrologie, goede ontwikkelmogelijkheden liggen: categorie 4 (kansrijk). Dit dus ook voor wat minder natte natuurdoelen. Deze bodems waren of fosfaatarm (< 5 mmol fosfor/liter bodem), of matig fosfaatarm (5-10 mmol fosfor/l) met voldoende ijzer (P/Fe < 0,1).

Regel 2:
Vervolgens is gekeken of deze bodems voldoende vernat konden worden. Is dat niet het geval, dan is de kansrijkdom ingeschat categorie 1 (kansarm).

Regel 3:
Als de fosfaatrijke bodems wel voldoende kunnen worden vernat, dan is gekeken of de bodems veel ijzer bevatten zodat tamelijk onafhankelijk van de kwel de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Wanneer er geen (< 1mmdag) dan wordt de kansrijkdom voor herstel van mesotrofe natuur ingeschat als categorie 3 (matig

kansrijk). Wanneer er wel sprake is van kwel (> 1 mm/dag), dan is de kansrijkdom ingeschat als categorie 4 (kansrijk).

Regel 4:
Als de fosfaatrijke bodem voldoende kunnen worden vernat, maar de bodem bevat weinig ijzer is de toestroming kwantitatief en kwalitatief voldoende kwelwater essentieel.

- Is er onvoldoende kwelwater, dan worden de kans laag ingeschat (categorie 1: kansarm).
- Is er voldoende kwelwater (>1 mm/dag) dan is de kwaliteit van het kwelwater bepalend voor de kans:
    - Is de kwaliteit van dit kwelwater goed, dan wordt verwacht dat de bodem zich kan opladen met ijzer en worden de kansen hoog ingeschat (categorie 4 (kansrijk).
    - Is de kwaliteit van het kwelwater matig, dan worden de kansen eveneens ingeschat als matig (categorie 3; matig kansrijk)
    - Is de kwaliteit van het kwelwater slecht, dan wordt de kansrijkdom ingeschat als categorie 2 (matig kansarm).

Regel 5:
Wanneer de GLG in een zandgrond niet voldoet aan de streefwaarde van 80 cm -mv is de locatie te droog voor een waardevolle mesotrofe natuur (nat schraalland, vochtig hooiland of vochtig rivier- of beekbegeleidend bos). Wanneer de GLG in een veengrond niet voldoet aan de streefwaarde van 40 cm -mv treedt in de zomer te veel veraarding op van het veen, waardoor nutriënten vrijkomen en het veen irreversibel inklinkt. In beide gevallen wordt de kansrijkdom één klasse verlaagd.

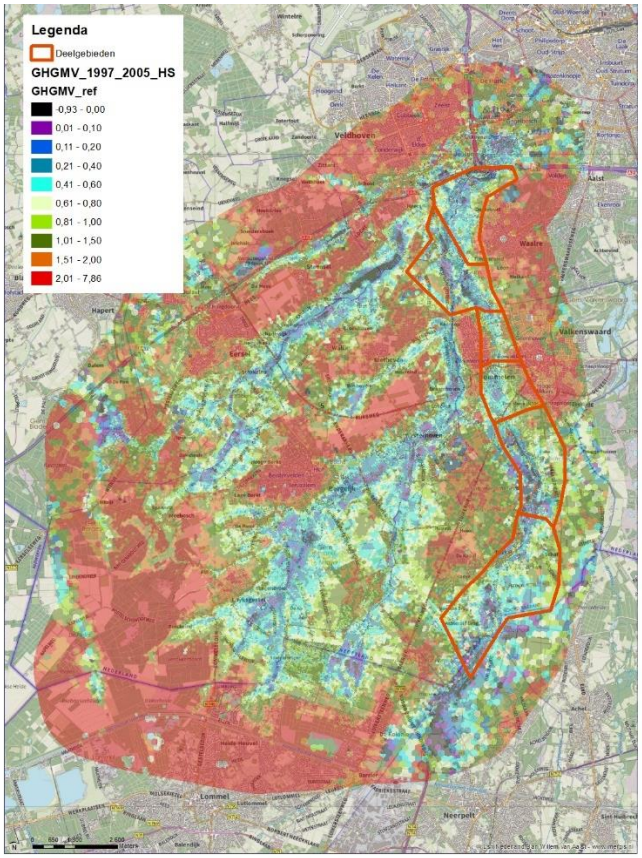
Categorieën voor de kans van herstel van mesotrofe natuur
De toepassing van het beslisschema beschreven in Figuur 22 resulteert in de volgende categorieën voor de kans op herstel van mesotrofe natuur (zie onderstaande Tabel 7).

Tabel 7: Categorieën voor de kans op herstel van mesotrofe natuur

Categorie	Kansrijkdom	Toelichting
1	Kansarm	Beoogde doeltypen worden zeer waarschijnlijk niet gehaald omdat de bodem te veel fosfaat en vaak ook stikstof bevat, en er onvoldoende vernat kan worden. Ook bodems waar wel vernat kan worden, maar stagnante situaties ontstaan zijn tot deze categorie gerekend. Hier wordt voldoende vernat om stikstofafvoer te versnellen, maar tevens is de kans op nog meer fosfaatmobilisatie groot. Mogelijk zijn er wel drogere percelen met weinig organisch stof, waar door stikstoflimitatie enige bloemrijkdom kan ontstaan. Dit wordt vaak begunstigd door bodembewerking (Eichhorn, e.a., 2020).
2	Matig kansarm	beoogde doeltypen worden waarschijnlijk niet gehaald. Er kan wel voldoende worden vernat en er is ook kwel mogelijk, maar deze is van zeer onvoldoende kwaliteit.
3	Matig kansrijk	beoogde doeltypen worden mogelijk gehaald, of de vegetatie ontwikkeld zich een heel eind in deze richting. De bodem is weliswaar te rijk aan fosfaat, maar dit wordt in grote mate gecompenseerd door voldoende natte omstandigheden te combineren met een ijzerrijke bodem of kwelwater van matige kwaliteit.
4	Kansrijk	De bodem is al voldoende fosfaatarm, of de juiste hydrologische omstandigheden kunnen worden gerealiseerd met kwelwater van goede kwaliteit.

8.3 Modelberekeningen Dommel-Keersop-model

Voor de bepaling van de kansrijkdom voor herstel van mesotrofe natuur is gebruik gemaakt van de resultaten van de scenario-berekeningen die door het waterschap de Dommel zijn uitgevoerd met behulp van het Dommel-Keersop model. Hoewel dit al een wat ouder model is, dat oorspronkelijk is gebouwd om indicatieve effecten van hydrologische scenario's in het Keersop-dal door te rekenen, is het in overleg met Natuurmonumenten en de Provincie Noord-Brabant ingezet om een indicatief beeld te krijgen van de effecten van een aantal hydrologische maatregelen op de GxG, kwel en stroombanen in het Dommeldal.



Figuur 30: Modelgebied Dommel-Keersopmodel in relatie tot het projectgebied – getoond wordt de berekende GHG t.o.v. maaiveld in de huidige situatie (1997-2005)

Beperkingen van het model:
De omvang van het modelgebied is weergegeven in Figuur 30. Hierop is te zien dat het in het kader van het ecohydrologisch onderzoek bestudeerde projectgebied in het Dommeldal zich dicht aan de rand van het modelgebied bevindt. Aangezien het model destijds is gebouwd om effecten in het stroomgebied van de Keersop te modeleren is de celgrootte in het Dommeldal met name aan de zuidzijde relatief groot. Doordat het Dommeldal op relatief korte afstand van de modelrand ligt, worden hydrologische effecten in het Dommeldal minder goed berekend, omdat de stijghoogte aan de modelrand op een vaste waarde zijn gesteld.

Een tweede belangrijke beperking van het model is het feit dat veranderingen van de grondwaterwinning in de omgeving van het modelgebied niet kunnen worden bepaald. De grote winningen bij Eindhoven (Klotputten, Aalsterweg en Groote heide vallen buiten het modelgebied waardoor er met het model geen winningsscenario's kunnen worden berekend.

Een derde beperking van het model is dat de winning van grondwater door beregening van landbouwgewassen door ondiepe winningen niet zijn ingebouwd in het model. Met name in de droge zomers van 2018 en 2019 is op grote schaal door de boeren beregend, wat ongetwijfeld heeft bijgedragen tot een significante daling van de grondwaterstand en afname van kwel richting het beekdal. Probleem hierbij is dat de locaties van de kleinschalige winningen t.b.v. beregening niet goed bekend zijn en belangrijker nog: de hoeveelheid onttrokken grondwater is ook niet bekend. Wellicht dat op basis van satelietbeelden en bekende pompcapaciteit van beregeningsinstallaties een inschatting kan worden gemaakt van deze bijdrage.

Een vierde beperking van het model is het feit dat er in het Dommeldal geen calibratie van de berekende grondwaterstanden aan de in peilbuizen gemeten grondwaterstanden heeft plaatsgevonden. Ook zijn berekende debieten niet gekalibreerd aan gemeten debieten.

Huidige situatie:
Met het model zijn ten behoeve van het eco-hydrologische onderzoek de GHG, GVG, GLG, kwel door de bovenste modellaag en een groot aantal stroombanen berekend. Deze zijn berekend voor de periode 1997-2005, die wordt beschouwd als de huidige situatie.

Scenario's:
De eerste twee scenario-berekeningen zijn uitgevoerd voor de berekening van een gedeeltelijk herstel van de hydrologische toestand in het Dommeldal:

Scenario 1. Verhogen waterpeil van alle A-watergangen in het modelgebied (inclusief de Dommel en Keersop) met 20 cm inclusief stopzetten van de onderbemalingen.
Scenario 2. Verhogen waterpeil van alle A-watergangen in het modelgebied (inclusief de Dommel en Keersop) + alle zijwatergangen met 20 cm en dempen van de detail ontwatering binnen het NNB.

De resultaten van deze scenario berekeningen geven (ondanks de genoemde beperkingen van het model) een eerste indruk van de gekozen maatregelen. Voor het eco-hydrologisch onderzoek zijn deze scenario's echter onvoldoende toegesneden op het Dommeldal. Daarom heeft Eelerwoude de streefpeilen van de Dommel en Keersop aangegeven. De streefpeilen zijn bepaald op basis van de maaiveldhoogte van het de beekdalbodem. Hierbij is niet gekozen voor de laagste plekke in het beekdal, aangezien die vaak lokaal zijn ontstaan door inklinking van de veenbodem en daarom afwijken van de oorspronkelijke min of meer natuurlijke maaiveldhoogte van de beekdal bodem. Het model maakt gebruikt van opgelegde Dommel- en Keersoppeilen in vier seizoenen. Bij de invoer van de streefpeilen heeft het Waterschap in overleg met Eelerwoude gerekend met de volgende relatief streefpeilen:

- Winter (december-februari): 1 dm boven maaiveld beekdal
- Voorjaar (maart – mei) en najaar (september – november): maaiveld beekdalbodem
- Zomer (juni – augustus): 2 dm onder maaiveld beekdalbodem

De gekozen streefpeilen zijn weergegeven in Bijlage 19.

Vervolgens zijn twee scenario-berekeningen uitgevoerd voor de berekening van maatregelen voor een verdergaand hydrologisch herstel van het Dommeldal:

Verhogen waterpeil van de meeste A-watergangen in het Dommeldal (inclusief de Dommel) tot aan de representatieve maaiveldhoogte[4] van de kern van het Dommeldal + het stopzetten van de onderbemalingen. De in peil verhoogde watergangen en bijbehorende streefpeilen zijn weergegeven in

[4] In de winter heeft het model gerekend met een Dommelpeil dat ca. 1 dm hoger staat dan de laagste delen van de beekdalbodem. In voorjaar en herfst is gerekend met peilen gelijk aan het maaiveld van de laagste delen van het beekdal en in de zomer is uitgegaan van een waterpeil dat ca. 2 dm onder het maaiveld van de laagste delen staat. Hiermee is getracht het peilverloop in een natuurlijk beekdal te simuleren, zoals dat bijvoorbeeld in delen Drentse Aa is hersteld.

Scenario 3. Bijlage 20. Deze streefpeilen zijn aanzienlijk hoger dan de 20 cm peilverhoging waar in scenario 2 mee is gerekend.

Scenario 4. Verhogen waterpeil van alle A-watergangen in het Dommeldal (exclusief de Dommel) tot aan de representatieve maaiveldhoogte van de kern van het Dommeldal + het stopzetten van de onderbemalingen.

Met het gebruikte modelinstrumentarium van het Waterschap kan alleen een globaal beeld worden verkregen van het effect van de hydrologische herstelmaatregelen op de GxG en kwel. Hierdoor kan het model niet worden gebruikt voor uitspraken op het niveau van de 25 locaties. Doordat per deelgebied meerdere locaties worden behandeld, worden onnauwkeurigheden van de model-resultaten “weggemiddeld”. Wanneer de resultaten van een heel deelgebied worden beschouwd, kunnen meer onderbouwde uitspraken worden gedaan voor het hele deelgebied.

Voor de bepaling van de kansen die ontstaan na uitvoering van hydrologische herstelmaatregelen op perceel niveau zijn zowel meer nauwkeurige modelberekeningen door het Waterschap noodzakelijk als meer gedetailleerd bodemchemisch en ecohydrologische veldonderzoek. Voor meer nauwkeurig modelonderzoek dient het waterschap een nieuwe gekalibreerd model op te bouwen.

8.4 Kansentabel

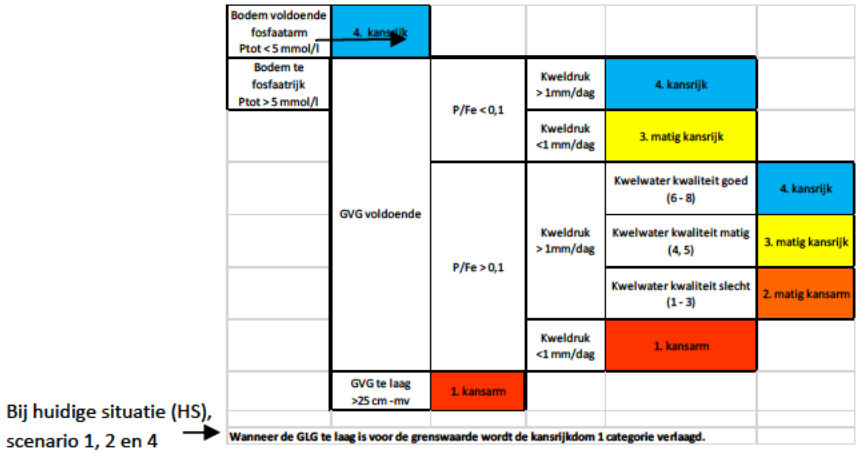
De resultaten van de toepassing van het beslisschema op de 25 monster locaties in het Dommeldal zijn weergegeven in onderstaande kansentabel.

Tabel 8: Inschatting van de kansrijkdom voor herstel van mesotrofe natuur door hydrologisch herstel in de 25 locaties in het Dommeldal. 1 = kansarm, 2 = matig kansarm, 3 = matig kansrijk, 4 = kansrijk. In de tabel worden de in het bodemonderzoek in de bovengrond gemeten waarden van P-totaal, P/Fe gepresenteerd. In de kolommen GVG, GLG en Kweldruk worden de door Waterschap de Dommel middels het Dommel-Keersop model berekende waarden voor de verschillende locaties gepresenteerd. De grenswaarden voor de parameters die in het beslisschema worden gebruikt zijn bovenin de tabel aangegeven. Wanneer deze parameters in de locatie voldoen aan deze streefwaarden, zijn de cellen blauw gearceerd. Voor de GLG worden twee grenswaarden gehanteerd, afhankelijk van het bodemtype: bij veengronden wordt een streefwaarde van 40 cm -mv gehanteerd en bij zandgronden een streefwaarde van 80 cm -mv. Voor de classificatie van kwelkwaliteit wordt verwezen naar paragraaf 6.2. HS = huidige situatie, S1: 20 cm peilverhoging A-watergangen; S2: 20 cm peilverhoging alle watergangen; S3: peilverhoging A-watergangen in beekdal van de Dommel tot aan maaiveld incl. Dommel; S4: als S3 maar zonder peilverhoging van de Dommel.

Nr.	type	bodem type	deel-gebied	omschrijving locatie	P-totaal mmol/l	GVG (m -mv) HS	1	2	3	4	P/Fe ratio	Kweldruk (mm/dag) HS	1	2	3	4	Kwel kwal.	GLG (m -mv) HS	1	2	3	4	Kansrijkdom HS	1	2	3	4
				grenswaarde	5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,8	0,1	1	1	1	1	1	3 6	0,4 0,8	0,4 0,8	0,4 0,8	0,4 0,8	0,4 0,8					
23	bos	veen	1	Broekbos bij Lage heide	9	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,23	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	2	0,56	0,48	0,46	0,56	0,56	1	1	1	1	1
22	bos	veen	1	Broekbos Horsten	4	0,18	0,15	0,14	0,05	0,12	0,09	-2,5	-2,4	-2,3	-1,1	-2,1	2	0,56	0,49	0,48	0,28	0,44	3	3	3	4	3
21	bos	veen	1	Broekbos de Putten bij Peebrug	3	-0,01	-0,03	-0,04	-0,07	-0,05	0,27	4,4	7,1	8,0	17,1	10,3	2	0,31	0,24	0,23	0,08	0,22	4	4	4	4	4
20	gras	veen	1	graslandje ten zuiden van Schaftse brug	19	0,22	0,15	0,06	0,03	0,18	0,23	-1,6	-1,4	-0,4	2,2	-1,4	1	0,52	0,38	0,32	0,27	0,49	1	1	1	2	1
19	gras	z/v	1	Dommelbeemd ten noorden van Schaftse brug	8	0,40	0,31	0,07	0,04	0,39	0,17	-2,1	-2,1	-1,2	0,7	-2,1	3	0,74	0,64	0,51	0,42	0,72	1	1	1	2	1
18	gras	zand	1	grasland NM op beekdalflank Malpiebeemden	12	0,54	0,45	0,40	0,40	0,46	0,68	-1,9	-2,0	-2,1	-2,1	-1,9	5	0,85	0,73	0,68	0,74	0,46	1	1	1	1	1
17	gras	veen	2	Grasland Malpiebeemden oostoever	13	0,14	0,04	-0,01	0,05	0,11	0,11	-2,1	-0,2	2,1	-0,9	-1,8	5	0,46	0,29	0,15	0,39	0,43	2	2	3	3	2
16	gras	z/v	2	Grasland Malpiebeemden westoever	8	0,00	-0,02	-0,03	-0,03	0,00	0,19	1,2	3,0	6,3	5,8	1,5	5	0,35	0,26	0,09	0,20	0,34	2	2	4	4	2
15	gras	veen	2	Grasland familie Hemels	11	0,21	0,19	0,12	0,19	0,20	0,16	1,4	1,6	2,5	1,7	1,5	6	0,49	0,45	0,34	0,45	0,48	3	3	4	4	3
14	bos	veen	2	Broekbos in de Malpiebeemden aan oostoever	13	0,35	0,31	0,11	0,06	0,17	0,18	-2,2	-2,4	-0,3	2,3	0,8	6	0,89	0,86	0,83	0,81	0,83	1	1	1	3	3
13	bos	veen	2	Broekbos westoever Malpie bij Venbergse WM	16	0,43	0,36	0,33	0,32	0,22	0,17	-1,8	-1,8	-1,9	-1,9	-1,8	6	1,13	1,10	1,06	1,07	1,09	1	1	1	1	1
12	bos	zand	3	Broekbos in het Dommels broek	5	0,41	0,40	0,32	0,19	0,22	0,07	-1,9	-1,8	-1,6	-1,4	-1,2	4	0,67	0,65	0,59	0,46	0,48	4	4	4	4	4
25	gras	veen	4	Graslandje tussen Dommelen en Valkenswaard	15	0,38	0,26	0,16	0,34	0,37	0,13	-1,6	-1,8	-1,8	-1,6	-1,6	5	0,65	0,54	0,50	0,59	0,64	1	1	1	1	1
11	gras	zand	5	Grasland aan de oostoever bij de Elshouters	18	0,56	0,39	0,07	0,38	0,46	0,19	3,6	2,6	2,6	2,9	3,3	7	0,73	0,60	0,46	0,65	0,70	1	1	4	4	1
10	bos	veen	5	Broekbos Elshouters westoever	7	0,02	0,00	-0,04	-0,01	0,01	0,15	7,4	8,8	10,1	10,7	7,9	7	0,17	0,13	0,01	0,09	0,16	4	4	4	4	4
24	bos	veen	5	Broekbos oostoever Keersop	5	0,24	0,16	0,11	0,04	0,22	0,10	1,5	1,2	2,1	2,1	1,6	6	0,55	0,47	0,41	0,39	0,54	3	4	4	4	4
9	gras	veen	5	Grasland oostoever in de Elshouters	18	0,02	0,00	-0,04	-0,01	0,01	0,13	-2,2	-2,2	-1,7	-1,0	-2,0	7	1.29	1.21	1,06	1,16	1,26	3	3	3	4	3
8	gras	z/v	5	Schraal grasland in de Elshouters/'t Heike	12	0,23	0,17	0,03	0,12	0,15	0,06	-0,7	-0,6	3,1	0,1	-0,3	6	0,53	0,46	0,39	0,43	0,47	3	3	4	3	3
7	akker	zand	5	Akker Broekhovense veld	8	0,26	0,22	0,16	0,20	0,22	0,28	0,7	0,4	0,8	0,5	0,4	8	0,52	0,46	0,42	0,48	0,49	1	2	2	2	2
6	bos	zand	5	Broekbos ten noordwesten van de Volmolen	5	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04	0,23	7,9	8,5	10,2	10,2	9,6	7	0,18	0,12	0,04	0,05	0,09	4	4	4	4	4
5	gras	zand	6	Oostoever Dommel eigendom Gemeente	22	0,36	0,29	0,09	0,03	0,34	0,18	-1,1	-0,7	0,0	2,8	-1,0	4	0,78	0,69	0,62	0,48	0,76	1	1	1	3	1
4	gras	z/v	6	Grasland westoever Dommel	17	0,48	0,35	0,21	0,10	0,39	0,09	-1,9	-2,1	-1,9	-1,0	-2,0	6	0,73	0,65	0,55	0,47	0,68	1	1	1	1	1
3	gras	veen	6	Grasland westoever Dommel	24	0,03	-0,02	-0,03	-0,15	-0,05	0,07	3,2	6,7	8,4	6,1	1,3	6	0,28	0,17	0,11	0,00	0,14	3	4	4	4	4
2	gras	zand	6	Grasland bij Onze Lieve Vrouwe brug	11	0,31	0,26	0,19	0,22	0,30	0,08	-2,1	-2,0	-1,9	-1,9	-2,0	7	0,58	0,52	0,45	0,49	0,57	1	1	3	3	1
1	bos	veen	6	Broekbos De Hogt laag	4	-0,02	-0,05	-0,05	-0,05	-0,04	0,12	5,1	10,8	11,7	11,2	9,7	7	0,08	0,02	0,01	0,03	0,04	4	4	4	4	4

Voorbeeld 1 - toepassing beslisschema bij locatie 22 (broekbos de Horsten):

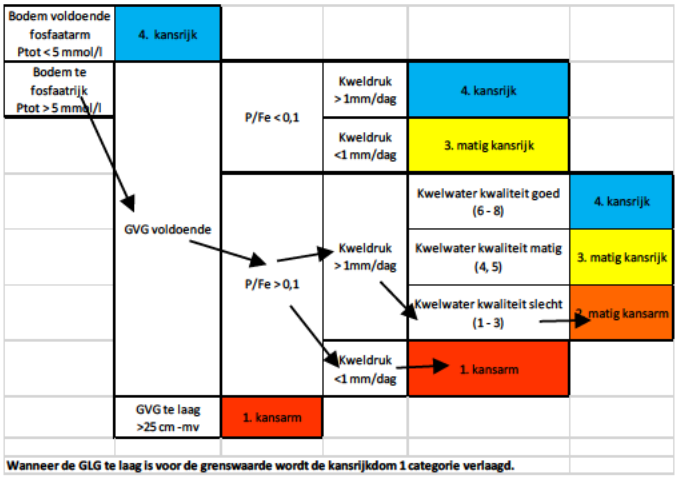
Als voorbeeld voor de toepassing van het beslisschema wordt hieronder de bepaling van de kansrijkdom in locatie 22 (broekbos de Horsten) toegelicht.



Figuur 31: Voorbeeld 1 - bepaling kansrijkdom bij locatie 22 (broekbos de Horsten)

- Het gehalte P-totaal bedraagt bij de Horsten 4 mmol/l. Dit P-gehalte voldoet aan de grenswaarde van 5 mmol/l. Hierdoor is de locatie direct **kansrijk** (zie eerste pijl).
- De bodem bestaat uit veen. De grenswaarde voor de GLG voor veen bedraagt 0,4 m. -mv. In de huidige situatie, scenario 1, 2 en 4 voldoet de GLG niet aan de grenswaarde. Daarom wordt de kansrijkdom voor herstel van een nat tot vochtig broekbos hier verlaagd tot **matig kansrijk** (zie tweede zwarte pijl).

Voorbeeld 2 – toepassing van het beslisschema bij locatie 20 (graslandje ten zuiden van Schaft):



- In deze locatie bedraagt het gehalte P-totaal in de bodem 19 mmol/l: dit voldoet niet aan de grenswaarde van 5 mmol/l (eerste pijl).
- De GVG voldoet in de huidige situatie en alle scenario's aan de streefwaarde van 0,25 m. -mv. De P/Fe-ratio van 0,23 voldoet niet aan de streefwaarde van 0,1 (tweede pijl). Het is dus nodig om met kwelwater ijzer naar de wortelzone te voeren.
- In scenario 3 is er sprake van voldoende kwel om dit water aan te voeren (derde pijl).
- Nu gaat het er om of het kwelwater voldoende ijzer bevat en verder niet te sterk is belast met nutriënten en sulfaat. Helaas is het kwelwater van een zeer slechte kwaliteit (vierde pijl). Wanneer het

gebied hydrologisch wordt hersteld conform scenario 3 is de verwachting daarom **kansarm** (vijfde pijl). De GLG voldoet in dit scenario, zodat de kansrijkdom niet met een categorie hoeft te worden verlaagd.
- In de huidige situatie, scenario 1, 2 en 4 geen sprake van kwel maar infiltratie (zesde pijl). In de kolom kansrijkdom wordt de kans voor herstel daarom in de huidige situatie, scenario 1, 2 en 4 ingeschat als **kansarm** (zevende pijl).

Ruimtelijke weergave kansen per deelgebied:
De ingeschatte kans op herstel van mesotrofe natuur in de verschillende meetpunten en deelgebieden is ruimtelijk weergegeven in de overzichtkaarten in Bijlage 18.

9 Herstelkansen per locatie

Op basis van de in de globale LESA en veldonderzoeken naar bodem, vegetatie en kwelwater en berekende GVG, GLG en kwel door het grondwatermodel van het waterschap de Dommel wordt in de onderstaande paragrafen de kansen per locatie toegelicht.

9.1 Deelgebied 1: Dommeldal op Kempens plateau

9.1.1 Broekbos in de Plateaux (locatie 23)

Het broekbos is op de bemonsterde locatie enigszins verdroogd en verruigd met o.a. brandnetel. De bodem bestaat uit 40 cm half verteerd veen op goed doorlatend scherp grindrijk zand.
Kansen in de huidige situatie:
Het fosfaatgehalte van de bodem is aan de hoge kant (9 mmol/l). De grondwaterstand is volgens het model in het voorjaar voldoende hoog, waardoor het mogelijk is om de bovengrond met ijzerhoudend grondwater te voeden (0,05 m. -mv). In de zomer is de grondwaterstand echter te laag. Hierdoor vindt teveel oxidatie plaats van het veen. De bodem is ijzerarm waardoor het nodig is om de bodem van extra ijzer te voorzien (P/Fe=0,23). Er is sprake van voldoende kwel (1,5 mm/dag), maar het kwelwater is van een slechte kwaliteit: het is enigszins ijzerhoudend, maar sterk verrijkt met nitraat en sulfaat. Hierdoor zijn de kansen op herstel van mesotrofe natuur in de huidige situatie inschat als "**Kansarm**".
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel zal de grondwaterstand volgens het model enige centimeters stijgen en de kwel iets toenemen. De kansen op herstel nemen hierdoor toe, maar niet genoeg om een categorie te stijgen. Volgens de gekozen methodiek valt de locatie ook na hydrologisch herstel in categorie "**Kansarm".** Voor verdere verbetering van de kansen voor herstel van mesotrofe natuur is het nodig dat de kwaliteit van het toestromende grondwater verbeterd, waarna de kansen stijgen tot "matig kansarm" tot "matig kansrijk". worden voor mesotrofe natuur. Naast hydrologisch herstel is dus ook vermindering van de uitspoeling van meststoffen naar het grondwater in de hoger gelegen infiltratie gebieden ten ZZW van de Plateaux in België erg belangrijk voor herstel van deze broekbossen.
Voorgestelde inrichting- en beheersmaatregelen:
Verhoging Dommelpeil op de Belgisch-Nederlandse grens is noodzakelijk om diep uitzakken van de zomergrondwaterstand te verminderen. Daarnaast verbetering van de kwaliteit van het kwelwater door vermindering van de bemesting in de infiltratiegebieden in België. Door de hogere waterpeilen in de Dommel zal het beekdal vaker inunderen. De kwaliteit van het slib lijkt echter beter dan in de tweede helft van de vorige eeuw, zodat de voordelen van hogere grondwaterstand lijken op te wegen tegen de nadelen van de vergrootte slibdepositie. Hiervoor is nader vergelijkend onderzoek naar oude en recente slibafzettingen nodig.
Discussie:
Het is de vraag of het effect van de hydrologische maatregelen door het model voldoende nauwkeurig worden berekend. De doorgerekende maatregelen zijn fors (bijvoorbeeld opstuwen van de Dommel tot aan maaiveld), waardoor een groter effect zou worden verwacht. Op de kaarten met het effect van de scenario's op de GVG en kwel in scenario 3 (Bijlage 10 en Bijlage 14) is te zien dat het model ten zuiden van de wegkruising de Achthoek bij de knik van de Belgisch-Nederlandse grens geen effecten meer berekend. Mogelijk is hier sprake van randinvloeden op de modelresultaten. Deze locatie bevindt zich namelijk vlak bij de modelrand. Zoals gezegd is het model gemaakt voor het Keersopdal en is het niet uitgebreid geijkt aan de gemeten grondwaterstanden in het Dommeldal. Verder is de Dommel in de modelinvoer in België onvoldoende in peil verhoogd.

9.1.2 Broekbos de Horsten (locatie 22)

De locatie bevindt zich op de venige beekdalbodem van het Dommeldal. De bodem bestaat uit 55 cm veraard veen op matig fijn en vanaf 110 cm grof grindrijk zand. De bemonsterde locatie in broekbos de Horsten is evenals in de Plateaux verdroogd en plaatselijk verruigd, met name daar waar veenbodems aan het afbreken zijn. Elzen worden verdrongen door berken en in lagere delen domineert rietgras. Op deze locatie is het zinkgehalte van de bodem verhoogd, hetgeen wijst op afzetting van Dommelslib (zie hoofdstuk 7). Zoals hieronder te lezen valt, heeft de afzetting van slib niet geleid tot hoge P-gehalten van de bovengrond. Het broekbos ligt blijkbaar te ver van de Dommel om nadelige effecten van slibafzetting te ondervinden.
Kansen in de huidige situatie:
De bodem is kwalitatief veel beter dan de locatie bij de Lage heide (Ptot = 4 mmol/l en P/Fe=0,09). De GVG is voldoende hoog, maar het model berekent op deze locatie geen kwel. Ook is de GLG in de huidige situatie te laag. Door de geringe fosforvoorraad in de bodem worden de kansen op mesotrofe natuur toch ingeschat als **matig kansrijk**.
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel zal de kwaliteit van de locatie verder toenemen. Met name in scenario 3 stijgt de GLG aanzienlijk, waardoor een eind komt aan de sterke veraarding van het veen. De kansrijkdom neemt in dit scenario toe tot **kansrijk**. Ook de kwel neemt in dit scenario significant toe. Dat is ook te verwachten, want in dit scenario worden de sterk ontwaterende A-watergangen DL-3 en DL-4 en zijsloten hiervan in de laagte ten westen van de Horsten tot aan maaiveld gedempt. De kwaliteit van het kwelwater is evenals bij de vorige locatie echter slecht (score 2) door te veel landbouwinvloeden (laag ijzer, teveel nitraat en zwavel). Dit betekent dat langdurige inundatie in het zomerhalfjaar moet worden voorkomen.
Inrichtings- en beheersmaatregelen:
Voor herstel van dit broekbos is het zowel noodzakelijk om het Dommelpeil en de A-watergangen ten westen van de Horsten (DL-3 en DL-4) sterk te verhogen tot ongeveer de maaiveldhoogte van laagste delen van de laagte bij de Horsten. Om langdurige stagnatie van water in de laagten te voorkomen dienen greppels te worden opengehouden, zodat stagnerend water richting de Dommel kan worden afgevoerd, wanneer het Dommelpeil weer zakt.
Discussie: Ook bij deze locatie is het de vraag of het model de huidige situatie voldoende nauwkeurig berekent. Het broekbos lijkt sterker verdroogd dan door het model wordt berekend. Bij de gekozen ingrepen in scenario 3 (Dommel en A-watergangen ten westen van de Horsten verondiepen tot aan maaiveld) zou men een groter effect verwachten. Voor een beter inzicht in de kansen is het van belang om dit gebied in meer detail en nader gekalibreerd te modeleren.

9.1.3 Broekbos de Putten (locatie 21)

Deze locatie bevindt zich in het hart van de venige beekdalbodem. Het veen is tot 35 cm half veraard en tot 40 cm onveraard en is afgezet op een 10 cm dik laagje sterk lemig zand, waardoor het veen enigszins wordt behoed voor verdroging. Onder dit lemige zandlaagje is het zand grof en grindrijk en dus zeer goed doorlatend. Hierdoor is de locatie alsnog erg gevoelig voor verdroging. Er groeien verschillende sphagnum palustre, sphagnum fallax en sphagnum dentriculatum onder een elzenbos met veel els en wilg.
Kansen in de huidige situatie:
Het P-totaal-gehalte van de bodem is opvallend laag. De GVG en GLG zijn volgens het hydrologisch model voldoende hoog en huidige kwel is volgens het model eveneens hoog. De herstelkansen van deze locatie zijn daarom in de huidige situatie beoordeeld als **kansrijk**. Gezien het relatief hoge zwavelgehalte in het kwelwater is het wel van belang dat te lange stagnatie in het broekbos wordt voorkomen.
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel zal de kwaliteit van de bodem naar verwachting verder toenemen: **kansrijk**. De P/Fe-ratio van de bodem is echter niet gunstig (0,27). Aanvoer van ijzer is daarom belangrijk om ook in de toekomst P-limitatie te houden. Met name in scenario 3 wordt een zeer sterke toename van de kwel berekend. De kwaliteit van het kwelwater is echter slecht. Hoewel er met het kwelwater ook nitraat en sulfaat worden

aangevoerd, bevat het kwelwater voldoende ijzer. Gezien de sterke kweldruk, zal de hoeveelheid aangevoerd ijzer groot zijn.
Inrichting- en beheermaatregelen:
De inrichtings-maatregelen uit scenario 3 geven veruit de beste resultaten. Het Dommelpeil dient aanzienlijk te worden verhoogd tot aan de maaiveldhoogte van de laagte van de Horsten om ontwatering van de bodem zo veel mogelijk te beperken. Het waterpeil van de DL-3, die langs de zuidzijde van de Horsten richting de Dommel stroomt, dient te worden verhoogd tot aan dezelfde maaiveldhoogte. A-Watergang DL-5 dient te worden gedempt tot aan de Peedijk. Vanaf dit punt dient het peil aanzienlijk te worden verhoogd. Ook dient de bemaling te worden gestopt. De vlotter van het gemaal dient zo te worden ingesteld dat alleen bij zeer hoge grondwaterstanden het gemaal wordt ingeschakeld.

9.1.4 Grasland ten zuiden van Schaft op oostoever (locatie 20)

Deze locatie bevindt zich aan de oostrand van de venige beekdalbodem (zie Bijlage 4). Het grasland bevindt zich dicht bij de Dommel die hier een relatief laag peil heeft. De bodem bestaat uit 60 cm veraard veen, dat in de bovenste 20 cm is bezand en geploegd. Het veen rust op 35 cm dikke zandige leemlaag, waardoor de locatie nog enigszins wordt behoed voor verdroging. Hieronder bevindt zich evenals in de Horsten grof grindrijk zand, wat de locatie juist gevoelig maakt voor verdroging. De graslandvegetatie bevindt zich in het Witbolstadium en is weinig kruidenrijk.
Kansen in de huidige situatie:
Het grasland is in het verleden bemest waardoor het gehalte totaal-P hoog is: 19m mmol/l en de P/Fe-ratio ongunstig (0,23). Volgens het model is er in het voorjaar nog sprake van een relatief hoge GVG van 0,22 m. -mv). De kwaliteit van het kwelwater, dat in grote hoeveelheden toestroomt naar de A-watergang ten noorden van dit perceel is ronduit slecht: het water is ijzerloos. Door de sterk ontwaterende werking van de Dommel, die hier een bijzonder laag peil heeft ten opzichte van het perceel is er in de huidige situatie geen sprake van kwel. De kansrijkdom van de locatie wordt daarom ingeschat als **kansarm**.
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Het effect van hydrologisch herstel is in scenario's 1, 2 en 4 relatief beperkt. Alleen in scenario 3, waarbij ook het lage Dommelpeil fors wordt verhoogd, is er sprake van relevante effecten: de GVG stijgt tot vlak onder maaiveld en in plaats van wegzijging is er nu sprake van kwel (2,2 mm/dag). Hierdoor is er in dit scenario wel sprake van aanvoer van ijzerhoudend grondwater. De kwaliteit van het kwelwater is echter slecht: het bevat weinig ijzer en veel nitraat en sulfaat. Door de toestroming van grondwater en stijging van de GLG tot binnen het bereik voor veengronden (<40 cm -mv) wordt de situatie in scenario 3 beoordeeld als **matig kansarm**.
Inrichting- en beheersmaatregelen:
Ook voor deze locatie scoort scenario 3 het beste: verhoging Dommelpeil + verhoging waterpeil DL-7 tot aan maaiveldhoogte van het laagste deel van het Dommeldal ter hoogte van deze locatie. Deze maatregel zal echter grote gevolgen hebben voor de ontwatering van het relatief laaggelegen landbouwgebied ten oosten van de Dommel. De winst in het zwaar bemeste grasland relatief gering. Het is daarom de vraag of ter hoogte van de DL-7 moet worden ingezet op dit scenario.

9.1.5 Dommelbeemd ten noorden van de Schaftse brug (locatie 19)

Dit grasland ligt in het hart van de venige beekdalbodem van de Dommelbeemden ten noorden van Schaft. De bodem bestaat uit 30 cm opgebracht vrij roestig zand op 50 cm half-veraard op onveraard veen (minimaal tot 120 cm -mv). Door het opgebrachte zand ligt het perceel wat hoger en droger dan de graslanden ten zuiden van dit grasland. Het perceel is kruidenrijk met o.a. reukgras en weinig witbol en pitrus.
Kansen in de huidige situatie:
Het fosfaatgehalte van de bodem is wat verhoogd, mogelijk door vroegere bemesting (P-totaal=8). De GVG en GLG zijn in de huidige situatie te laag voor een vochtig hooiland op veen. Om deze reden wordt de kansrijkdom voor mesotrofe natuur in de huidige situatie op basis van het P-gehalte en hydrologie ingeschat op "**kansarm".** Gezien de relatief goede vegetatieontwikkeling van dit perceel liggen hier wel los van de hydrologische situatie enige kansen voor herstel van drogere graslanden, bij voortgaande verschraling en indien verzuring kan worden

voorkomen. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat er maai- en afvoer-beheer plaatsvindt om dominantie van witbol te voorkomen.
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
In **scenario's 1** (natuur-min) en **scenario 4** (peilverhoging A-watergangen in beekdal excl. Dommel) is de peilstijging onvoldoende: de GVG en GLG zijn te laag en er is geen sprake van kwel. De locatie blijft in deze scenario's **kansarm**.
In **scenario 2** (alle watergangen in het modelgebied 20 cm peilstijging) stijgt de GVG naar een voldoende hoog niveau, maar de GLG is nog steeds te laag. Er is ook geen sprake van kwel, waardoor er onvoldoende aanvoer van ijzer naar de wortelzone zal plaatsvinden. Om deze reden blijft de locatie in scenario 2 in de categorie **kansarm** vallen.
In **scenario 3** (peilverhoging alle A-watergangen in het Dommeldal inclusief de Dommel tot aan maaiveld) stijgt de GVG naar een voldoende hoog niveau (0,04 m. -mv), de GLG voldoet vrijwel aan de streefwaarde van 40 cm -mv en neemt bovendien de kwel sterk toe. Blijkbaar is het voor herstel van de hydrologische randvoorwaarden in dit deel van het Dommeldal noodzakelijk om ook het Dommelpeil aanzienlijk te verhogen. De grootte van de kwel blijft echter net onder de grens van 1 mm/dag, waardoor de locatie in principe zou moeten worden worden geclassificeerd als kansarm. Uit het onderzoek in de referentielocaties is geconstateerd dat er trade-off tussen verschillende factoren kan optreden. Gezien de relatief lage P-totaal van de bodem en de indruk in het veld worden de kansen op herstel van de kwel toch ingeschat als **matig kansrijk**. De kwaliteit van het kwelwater is hier aanzienlijk beter dan ten zuiden van Borkel en Schaft. Mogelijk wordt de beekdalbodem ten noorden van Borkel en Schaft hier gevoed door dieper en daardoor schoner grondwater, dat door de nabijgelegen Feldbiss-breuk naar de bovengrond opwelt. Volgens de breukenkaart ligt de westelijke Feldbiss-ten oosten van deze locatie (zie o.a. Bijlage 4). De ligging van deze breuk is niet nauwkeurig bekend. Er kan echter evenals in de deelgebied 5 ook sprake zijn van een brede breuk gerelateerde kwelzone.
Inrichting- en beheermaatregelen:
In het best scorende scenario 3 wordt het Dommelpeil verhoogd tot aan de maaiveldhoogte van de laagste delen van het Dommeldal. De A-watergang ten oosten van de Dommelbeemd is al door het waterschap verondiept. Om langdurige zomerse inundatie van de ingeklonken veengronden te voorkomen, dient de afwatering via de greppels naar de Dommel te worden hersteld.

9.1.6 Grasland op beekdalflank Dommelbeemden (locatie 18)

Deze locatie bevindt zich op een landschappelijk gezien sterk afwijkende locatie, namelijk op de hoger gelegen oostelijke beekdalflank/dekzandvlakte (zie Bijlage 4). De bodem is hier van oudsher nat en gevoed door meer lokaal kwelwater (Gooreerdgrond). De humeuze bovengrond is relatief dik (50 cm) en vanaf 40 cm ijzerhoudend, waardoor de bodem niet als beekeerdgrond wordt geclassificeerd. De vegetatie wordt gedomineerd door Witbol en is matig kruidenrijk.

Kansen in de huidige situatie:
Door de vroegere bemesting is het P-gehalte van de bodem verhoogd (Ptot=12 mmol/l). De GVG is in de huidige situatie te laag voor een vochtig mesotroof grasland (0,54 m.-mv). Om deze reden wordt deze locatie geclassificeerd als "**kansarm**". Ook is de GLG te laag voor een zandgrond.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
In alle hydrologische herstelscenario's blijft de GVG onder de grens van 0,25 m. -mv. waardoor hooguit kansen aanwezig zijn voor drogere graslanden. De P/Fe ratio van 0,68 is echter zeer ongunstig waardoor het belangrijk is dat de bovengrond wordt aangerijkt met ijzer. Hoewel er wel sprake is van kwel, kan het kwelwater door de lage GVG de wortelzone onvoldoende beïnvloeden. De eindscore blijft na hydrologisch herstel: **kansarm.** Dit is jammer aangezien de kwaliteit van het kwelwater aanzienlijk beter is dan de kwaliteit van het kwelwater in de meer zuidelijke locaties. Het ijzergehalte is hoog en bevat nauwelijks fosfaat. Mindere punten zijn het relatief hoge stikstof en sulfaatgehalte. Dat laatste is minder bezwaarlijk aangezien er op deze beekdalflank geen risico is op stagnerend water. Afgraven van de bovengrond leidt niet tot een verbetering van de kansrijkdom: de bodem is tot een diepte van 40 cm sterk verrijkt met fosfaat.

Inrichting- en beheermaatregelen:
Door de relatief hoge ligging heeft hydrologisch herstel op deze locatie minder effect dan in de hierboven besproken scenario's. Dit wil niet zeggen dat de hydrologische herstelmaatregelen hier geen zin hebben. Voor lager gelegen terreindelen in de beekdalbodem zal hydrologisch herstel wel effect sorteren. Verbetering van de vegetatie zal hier vooral moeten plaatsvinden door beheer: maaien en afvoeren. Beweiding is minder effectief omdat geen nutriënten worden afgevoerd.

9.2 Deelgebied 2: De Malpie

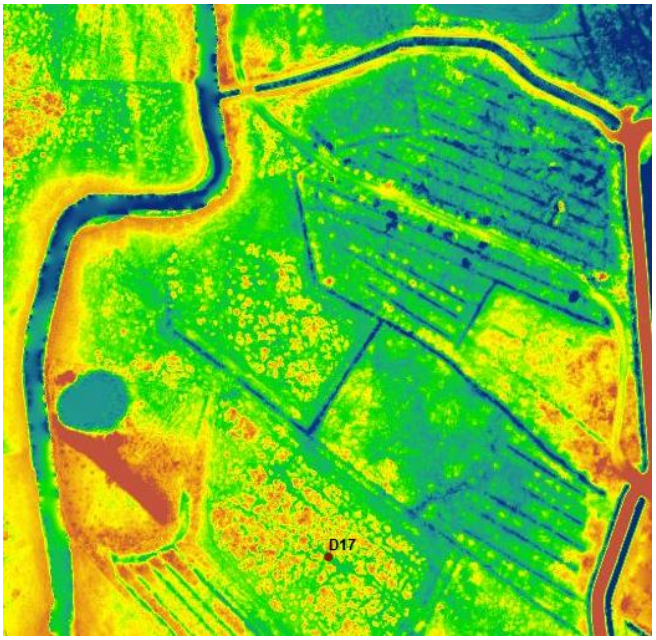
9.2.1 Grasland Malpiebeemden oostoever (locatie 17)

Het grasland in de Malpiebeemden bevindt zich evenals locatie 19 midden op de venige beekdalbodem. De bodem bestaat uit een 40 cm dikke laag veraard veen op grof grindrijk zand. Het ontbreken van een lemige zandlaag onder het veen, maakt de bodem hier gevoelig voor verdroging. Het perceel kent een vrij intensief agrarisch verleden: de bodem is tot 70 cm onder maaiveld gewoeld, mogelijk om zand naar boven te werken en het onderste slecht doorlatende deel van het veen te breken. Het grasland is vochtig en enigszins verruigd met scherpe zegge, pitrus, rietgras en kwelindicator bosbies. Het P-totaal gehalte neemt vanaf 20 cm diepte sterk af. Blijkbaar is de bemeste bovengrond slechts beperkt door de ondergrond gewoeld.

Kansen in de huidige situatie:
Door de bemesting uit het verleden is het fosfaatgehalte van de bodem verhoogd (Ptot = 13 mmol/l). Volgens de modelberekeningen is het perceel voldoende nat (GVG = 0,14 m. -mv) wat overeenkomt met de inschatting in het veld. De grondwaterstand zakt in de zomer echter iets te diep weg. De bodem is behoorlijk ijzerhoudend (P/Fe-ratio ongeveer 0,1). Het model berekent echter geen kwel op deze locatie. Dit is begrijpelijk gezien het relatief lage Dommelpeil, waardoor veel kwelwater richting de Dommel wordt afgevoerd. Hierdoor kan in de huidige situatie het ijzerhoudende grondwater niet richting maaiveld stromen en wordt fosfaat onvoldoende met ijzer vastgelegd. De kansrijkdom wordt daarom ingeschat als: **matig kansarm**. Door afgraven van de bovenste 20 cm van het veraarde veen, neemt de fosfaatbelasting van de bovengrond sterk af. Hierdoor zal de kansrijkdom sterk toenemen.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel van het gebied wordt de locatie natter, neemt de wegzijging af en is er in **scenario 2** (*alle A-watergangen in modelgebied 20 cm peilstijging*) sprake van voldoende kwel en zakt de grondwaterstand in de zomer niet langer te diep weg. Wanneer het gebied hydrologisch wordt hersteld conform scenario 2 wordt de kansrijkdom daarom hoger: **matig kansrijk**. In de overige scenario's neemt de kwel onvoldoende toe en blijft de locatie **kansarm**. Het relatief hoge zwavelgehalte van het kwelwater is wel een punt van aandacht: stagnatie dient te worden vermeden door oppervlakkige afstroming vanuit ingeklonken laagten richting de Dommel op de meeste plaatsen mogelijk te houden. Aangezien de Dommelbeemden plaatselijk dicht aan de Dommel liggen is afzetting van voedselrijk slib dicht bij de Dommel een risico. Het beekdal is hier echter breed, zodat de effecten naar verwachting beperkt blijven tot de "oeverwallen" vlak langs de Dommel.

Plaggen van de bovenste 20 cm van de 40 cm veraarde veenlaag is een optie. Hierdoor wordt echter het risico op stagnatie van water in de geplagde laagten sterk vergroot. Het heeft daarom de voorkeur om het herstel te laten plaatsvinden door herstel van de hydrologie.



Figuur 32: Hoogteligging locatie 17. Stagnatie van water na afgraven is een risico. De kwaliteit van het kwelwater is niet erg goed (sulfaatrijk). De Dommel stroomt hier langs de westelijke rand van de beekdalbodem en heeft een hoge oeverwal, waardoor afstroming van water vanuit de laagten wordt bemoeilijkt. Afvoer is alleen mogelijk via systeem van greppels ten noorden van D17, die nu niet in open verbinding staan met de Dommel.

Inrichting- en beheermaatregelen:
Peilverhoging van de Dommel en A-watergang DL-15 en stopzetten van de bemaling zijn van groot belang voor hydrologisch herstel. Daarnaast is maaien en afvoeren belangrijk voor de afvoer van nutriënten en het voorkomen van stagnatie op maaiveld door greppels richting de Dommel of DL-15 open te houden.

Discussie:
Het feit dat de kwel in scenario 3 onvoldoende wordt hersteld is waarschijnlijk een modelmatig punt. De peilstijging van de Dommel is in scenario 2 continu lijnvormig in het model ingevoerd en in scenario 3 discontinu lijnvormig. In dit scenario zijn om de ca. 100 m. waterpeilen ingevoerd op basis van de representatieve maaiveldhoogte van de beekdalbodem. De tussenliggende punten zijn geïnterpoleerd. Aangezien de peilstijgingen van de Dommel in beide scenario's vergelijkbaar zijn is in de tabel bij scenario 3 de kans eveneens ingeschat als **matig kansrijk**. De kwel neemt in scenario 4 (geen verhoging Dommelpeil) nauwelijks toe. Verhoging van het Dommelpeil is daarom een essentiële randvoorwaarde voor hydrologisch herstel.

9.2.2 Grasland Malpiebeemden westoever (locatie 16)

Dit grasland bevindt zich geomorfologisch gezien in een relatief hoog gelegen deel van de beekdalbodem, waar geen veenvorming heeft plaatsgevonden. Door de hogere ligging is de kwelaanvoer richting deze gronden beperkt, waardoor zich volgens de bodemkaart over het algemeen veldpodzolgronden hebben gevormd. De lokale situatie is echter genuanceerder. Op de bemonsterde locatie bestond de bodem tot 50 cm diepte uit onveraard zeggeveen. Dit veen is afgedekt met 30 cm dekzand, waarvan de oorsprong onduidelijk is. Waarschijnlijk is het veen overstoven met dekzand vanuit de stuifzandcomplexen ten westen van het beekdal. Het zand was tot aan het onveraarde veen geploegd, wat duidt op een vrij intensief agrarisch gebruik. De bodem was opvallend nat. Het grasland was soortenrijk met o.a. Kale jonker, Veldrus, weinig witbol, maar ook indicatoren voor verruiging zoals pitrus.

Kansen in de huidige situatie:

Het totaal-P gehalte van de bovengrond is met 8 mmol/l hoger dan de streefwaarde van 5 mmol/l. De door het model berekende grondwaterstanden zijn voldoende hoog voor een vochtig mesotroof grasland. De P/Fe-ratio is met 0,19 echter te hoog, waardoor relatief weinig fosfaat is vastgelegd aan ijzer. Volgens het model is er in de huidige situatie sprake van voldoende kwel van een matige kwaliteit (1,2 m/dag), waardoor aanvoer van ijzer naar de wortelzone mogelijk is. De locatie wordt daarom in de huidige situatie geclassificeerd als **matig kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
De hydrologische toestand van deze locatie verandert niet veel in scenario's 1 en 4. In scenario 2 en 3 neemt de kwelhoeveelheid zeer sterk toe. De totale hoeveelheid aangevoerd ijzer neemt hierdoor ook zeer sterk toe, waardoor de locatie wordt geclassificeerd als **kansrijk**. De hoeveelheid ijzer in het bemonsterde kwelwater in de sloot bij dit monsterpunt was niet heel hoog, maar bij een kwelstroming van 6 mm/dag! Is de aangevoerde hoeveelheid ijzer substantieel!

Inrichting- en beheermaatregelen:
Hierbij geldt evenals bij de Malpiebeemden de kanttekening dat moet worden gewaakt voor stagnatie: het zwavelgehalte. De in het perceel zichtbare verruiging kan hier mee in verband worden gebracht. Doordat het maaiveld hier niet zal stijgen door veen aangroei is oppervlakkige afvoer ook in de toekomst belangrijk.

9.2.3 Grasland familie Hemels (locatie 15)

Het driehoekige grasland dat in eigendom is van de familie Hemels bevindt zich geomorfologisch gezien op de plaats waar de venige beekdalbodem naar het noorden toe smaller wordt. Het grasland heeft daarom een driehoekige vorm met de punt richting het oosten. Dit perceel bevindt zich op een zeer laag punt van het Dommeldal. Net ten zuiden hiervan zijn in 2013 wateraardbei, geelgroene zegge, zwarte zegge en veel veldrus aangetroffen in een perceel van Natuurmonumenten. Dit duidt op kwel van zwak zuur, voedselarm water. Naast de huidige ontwatering is de mogelijke afzetting van voedselrijk beeksediment het grootste knelpunt. Het perceel wordt aan de westzijde begrensd door de Dommel en aan de oostzijde door A-watergang DL-22, die hier het grootste deel van het jaar helder kwelwater afvoert richting de Dommel. Met name in de kleine greppels zijn kwelverschijnselen aanwezig (kwelvliezen, ijzervlokken, waterviolier en blaaszegge). De bodem bestaat uit een 45 cm dikke laag veraard veen op grijsbruin matig fijn zand. Het bovenste deel van het veen is iets aangezand, mogelijk door opbrengen en inwerken van zand. Het perceel was net gemaaid, zodat de soortenrijkdom niet goed kon worden bepaald.

Kansen in de huidige situatie:
De bovengrond van de locatie is verrijkt met fosfor: 11 mmol/l). De GVG is volgens het model aan de lage kant met 0,21 m. -mv maar voldoet wel aan het criterium van 0,25 m. -mv. De GLG is net te laag voor de streefwaarde. De P/Fe ratio voldoet met 0,16 net niet aan de grens van 0,1; aanvoer van ijzer naar de bovengrond is dus wenselijk. In alle scenario's is er sprake van aanvoer van kwalitatief vrij goed kwelwater. De kansrijkdom wordt daarom in de huidige situatie ingeschat als **matig kansrijk**.

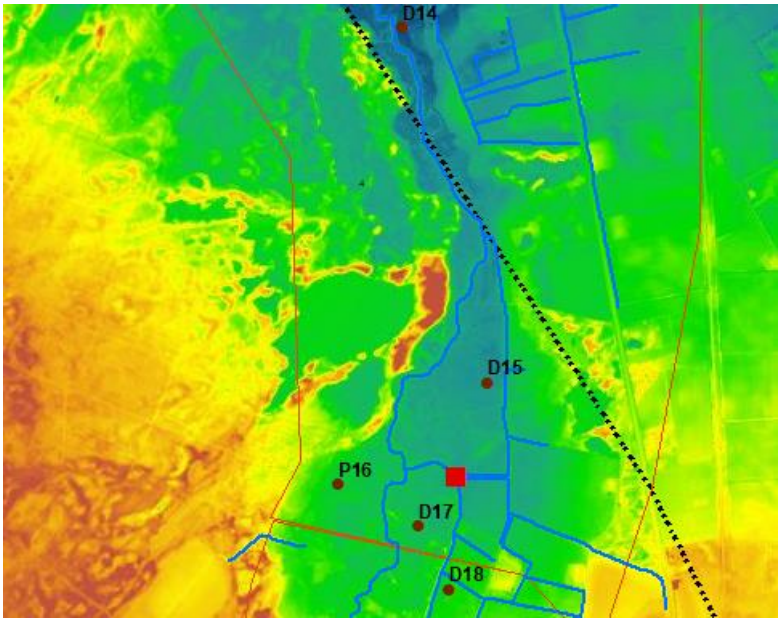
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
De kansen voor herstel van een soortenrijk mesotroof grasland neemt na hydrologisch herstel in alle scenario's verder toe: **kansrijk**. De GLG is net aan de lage kant, maar dit wordt gecompenseerd door de overige positieve factoren (trade-off).

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Scenario's 2 en 3 scoren het beste: verhogen Dommelpeil en peil van de diepe A-watergang DL-22 tot aan maaiveld. Stagnatie van water is gezien het hoge zwavelgehalte van het kwelwater wel een risico. Door de centrale sloot en zijgreppels te verondiepen en niet te dempen, kan het perceel blijven afvoeren op de Dommel, waardoor dit probleem kan worden voorkomen.

Beneden 20 cm diepte is de bodem fosfaatarm. Toch lijkt afgraven hier niet zo zinvol, omdat de kom al erg laag gelegen is en de risico's op stagnatie van water en aanvoer van voedselrijk beeksediment hiermee verder

worden vergroot. De toplaag is met 11 millimol/liter nu ook al voldoende schraal voor verdere ontwikkeling onder grondwaterinvloed.

Discussie:
De sterke en kwalitatief goede kwel hangt waarschijnlijk samen met de aanwezigheid van de westelijke Feldbiss-breuk, die hier ongeveer het hart van het beekdal volgt. Hierdoor wordt kwelwater met een relatief diepe stroombaan naar het oppervlakte gedwongen. Aan de randen van de beekdalvormige laagte zal ook sprake zijn van meer lokaal grondwater, wat de hoge zwavelgehalte van het kwelwater in de oostelijke A-watergang DL-22. De ligging van de breuk is mogelijk ook een verklaring voor de versmalling van het beekdal vanaf deze locatie. Door de sterke kwel is de vegetatie hier langdurig in standgebleven in het ijzige poolklimaat in het Weichseliën. Hierdoor kwamen op de kwelplekken hoge dekzanden tot afzetting. De Dommel is daar in het warmere Holoceen doorheen gebroken. Bovenstrooms van de doorbraak is hierdoor een relatief breed en nat beekdal ontstaan.



Figuur 33: Opvallende versmalling van het beekdal ten noorden van locatie 15. In het pleistoceen zijn mogelijk als gevolg van sterke kwel ter plaatse van de Feldbiss-breuk aan beide zijden van het beekdal hoge dekzanden afgezet. In het Holoceen is de Dommel door de dekzandruggen gebroken. Bovenstrooms van de doorbraak stagneerde het beekwater en is het beekdal opvallend breed. Ter hoogte van de vermoedelijke doorbraak heeft de Dommel een relatief smal en diep beekdal uitgesneden. De hoge ruggen aan de oostzijde van de Dommel zijn overigens in het Holoceen door verstuiving verder opgehoogd. De zwarte stippellijn geeft de vermoedelijke ligging van de Feldbiss-breuk aan.

9.2.4 Broekbos in de Malpiebeemden aan de oostoever (locatie 14)

Het broekbos bevindt zich in de venige beekdalbodem aan de oostzijde van de Dommel ter hoogte van de Brugse heide. Het beekdal vertoont hier een kleine verbreding richting het oosten. Het broekbos wordt aan de westzijde ontwaterd door de Dommel en aan de oostzijde door A-watergang DL-26 (zie Bijlage 8). Ten oosten van de locatie bevindt zich een laag grasland, waarin zich vroeger het Boomven bevond. De locatie zelf bestaat uit wilgenbos, de kwaliteit is matig maar er zijn wel enkele karakteristieke wilgen-begeleidende paddenstoelen gevonden. De verhoogde concentratie fosfaat en zink wijzen op deze locatie op beïnvloeding door overstroming met Dommelwater.
Kansen in de huidige situatie:
De hoeveelheid P in de bodem is relatief hoog (13 mmol/l), waarschijnlijk door aanvoer van fosfaatrijk Dommelsediment in het verleden. Met een GVG van 0,35 m. -mv en GLG van 0,89 m. -mv is de grondwaterstand te laag voor een goed ontwikkeld broekbos. Op basis hiervan is de locatie in de huidige situatie geclassificeerd als **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:

In **scenario 1** blijft de GVG en GLG ook na hydrologisch herstel te laag en treedt er wat dat betreft geen verbetering op. De locatie blijft in de categorie **kansarm** vallen, tenzij de fosfaatrijke bovenlaag wordt afgevoerd.

In scenario's 2, 3 en 4 wordt GVG voldoende verhoogd om aanvoer van kwelwater in de winter mogelijk te maken. De GLG blijft echter in alle scenario's te laag. De P/Fe ratio is met 0,18 te hoog.

- In **scenario 2** is er evenals in de huidige situatie geen sprake van kwel. Hierdoor zal er na een beperkt hydrologisch herstel volgens deze scenario's geen verbetering optreden en valt de locatie nog steeds in de categorie **kansarm**.
- In **scenario 3 en scenario 4**, waarin naast peilverhoging van A-watergang DL-26 ook het Dommelpeil wordt verhoogd is er wel sprake van herstel van de kwel (resp. 2,3 en 0,8 mm/dag). De locatie is blijkbaar erg gevoelig voor de peilverhoging in A-watergang DL-26. De kwaliteit van het kwelwater is op deze locatie vrij goed (klasse 6). Hierdoor wordt de locatie in scenario's 3 en 4 ingeschat als **matig kansrijk** (nog altijd te lage GLG).

Inrichting- en beheermaatregelen:
Verhoging Dommelpeil en peil van de DL-26. De hoge zwavelconcentratie is een risico wanneer er stagnante situaties gaan ontstaan. De zuid-noord gerichte oude greppel dient daarom te worden opengehouden om water richting de Dommel te kunnen aflaten. Verder kan peilverhoging van de Dommel tot regelmatiger inundaties leiden. De Dommel wordt hier al vrij hoog opgestuwd door de Venbergs watermolen. Verhoging van het stuwpeil hoeft hier daarom maar vrij beperkt te zijn (zie uitgangspunten in scenario 3). Veel belangrijker is het om de ontwaterende invloed van parallelsloot DL-26 zeer sterk te verminderen. Hierdoor zal de kwel richting het broekbos stromen en via de verondiepte perceelsloot naar de Dommel stromen. De hierdoor ontstane doorstroming met kwelwater is essentieel voor de ontwikkeling van dit broekbos. Verder is er een verschil met Dommelinundaties uit de tijd dat het rioolwater bovenstrooms van de Malpie vrij op de Dommel werd geloosd. In die tijd was het afgezette slib veel sterker verrijkt met nutriënten dan tegenwoordig nu alleen bij piekafvoeren riooloverstorten in België plaatsvinden. De bekende "putlucht" van het Dommelwater is hierdoor langzaam tot het verleden gaan behoren.

Discussie:
De celgrootte is in dit deel van het projectgebied vrij groot, waardoor verschillende cellen grote verschillen geven.

9.2.5 Broekbos aan de westoever van de Malpie bij de Venbergs watermolen (locatie 13)

Het broekbos bevindt zich in het hart van de venige beekdalbodem op ca. 70 m. vanaf de Dommel aan de westoever. De kwaliteit van dit broekbos wordt als matig beoordeeld. Dit meetpunt bevindt zich pal boven de Feldbiss-breuk, zoals deze indicatief is weergegeven op de breukenkaart van het REGIS model[5]. Het grondwatermodel berekent hierdoor in deze zone veel kwel. Dit is enigszins terug te zien aan de hoeveelheid bosbies op deze locatie.

Kansen in de huidige situatie:
Evenals de broekbos locatie aan de oostkant van de Dommel is het broekbos hier sterk beïnvloed door inundatie van Dommelwater: P-totaal = 16 mmol/l. Ook heeft de Dommel hier zink afgezet. Door het hoge P-gehalte in combinatie met lage grondwaterstanden wordt de kansrijkdom voor dit broekbos ingeschat als **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:

[5] *De ligging van de breuk is op basis van detail bodemboringen door Stuurman (2013) op de kaarten in dit rapport enige 10-tallen meters oostelijker getekend. Het grondwatermodel gaat uit van de oorspronkelijke ligging zoals aangegeven door het REGIS model.*

In de 4 scenario's wordt een geringe stijging van de GVG berekend, maar niet voldoende om te voldoen aan de grens van 25 cm -mv. Dit is mogelijk een modelmatig probleem. De berekende grondwaterstand wordt even ten westen van deze locatie in het grondwatermodel hoog ingeschat (bovenstrooms van de breukzone) en benedenstrooms van de breukzone laag. Aangezien niet duidelijk is waar de breukzone zich precies bevindt, zou het kunnen zijn dat de grondwaterstanden op deze locatie hoger zijn dan aangegeven in de kansentabel. Aan beide zijden van de breuk wordt in de huidige situatie geen kwel berekend. De hoeveelheid ijzer in de bodem is echter vrij gering: P/Fe=0,17. Aanvoer van ijzerhoudend kwelwater is daarom wenselijk. Het grondwatermodel berekent in dit deel van de Malpiebeemden echter geen kwel, niet bovenstrooms en niet benedenstrooms van de breuk. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk de relatief hoge opstuwing van het Dommelwater bovenstrooms de Venbergs watermolen in combinatie met de drainerende werking van de Dommel benedenstrooms van de watermolen. De kansrijkdom blijft daarom in alle scenario laag: **kansarm**.

Inrichting- en beheermaatregelen:
Hier is een behoedzame peilstijging van de Dommel wenselijk met name benedenstrooms van de Venbergs watermolen. Dit deel van de Dommel heeft een sterk ontwaterende invloed op de broekbossen bovenstrooms van de watermolen.

9.3 Deelgebied 3: Dommels broek

9.3.1 Broekbos in het Dommels broek (locatie 12)

Het broekbos bevindt zich in het midden van de beekdalbodem, die hier in tegenstelling tot de vorige locaties veel minder venig is. Ook hier loopt de Feldbiss-breuk door het hart van het beekdal. Doordat de bodem hier op rabatten is gelegd is het maaiveld aanzienlijk verhoogd. Het maaiveld in de gooreerdgronden in de laagten ten noordwesten van het broekbos is zelfs lager dan in het broekbos zelf. De A-watergang aan de oost- en westzijde van het broekbos (DL-30) hebben een sterk ontwaterende invloed op het broekbos. In deze A-watergangen en zijsloten hiervan zijn zeer veel kwelverschijnselen zichtbaar: kwelvliezen, ijzervlokken en een sterke toename van het debiet over relatief korte toestand. De kwaliteit van het broekbos is mede door het feit dat het op rabat is gezet vrij arm. De waarden zitten vooral in de rabatgreppels.

Kansen in de huidige situatie:
De bodem in het broekbos heeft een goede kwaliteit (P-totaal = 5 mmol/l). Ook de P/Fe ratio is gunstig. Ondanks het feit dat het broekbos door de ophoging met rabatten in het voorjaar eigenlijk te droog is voor een vochtig beekbegeleidend bos, wordt het vanwege de gunstige bodemeigenschappen geclassificeerd als **kansrijk**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel volgens scenario's 1 en 2 verandert er niet zoveel. De situatie blijft **kansrijk**. Wanneer volgens scenario 3 en 4 het waterpeil van de A-watergang rondom het broekbos (DL-30) tot aan maaiveld zou worden verhoogd zal de ontwaterende invloed van deze sloten sterk afnemen en de grondwaterstand stijgen. In dit opzicht is er weinig verschil tussen beide scenario's en blijft de kansrijkdom in de categorie **kansrijk**. De kwaliteit van het kwelwater is matig (4). De reden hiervoor is het relatief lage ijzergehalte van het kwelwater van 38 micromol per liter. Het water is nitraatarm maar wel zwavelhoudend. De verhouding ijzer/zwavel is niet gunstig. Neerslag van ijzer door zwavel zal bij stagnatie een ernstig probleem vormen. Bij verondieping van de A-watergangen is het hier extra van belang dat er geen sterke stagnatie optreedt in de laagte.

Discussie:
De conclusie na hydrologisch herstel volgens scenario 3 en 4 stemt niet overeen met de hogere verwachting op grond van de rondom het broekbos in het veld waargenomen kwelverschijnselen. Het is merkwaardig dat hydrologisch herstel niet leidt tot vergroting van de kwel in het broekbos. Deze modeluitkomst is daarom niet conform verwachting. Gezien het feit dat de A-watergangen zoveel kwelwater afvoeren, zou ook in het

broekbos een sterke toename van de kwel worden verwacht. In de laagte ten westen van het broekbos wordt in deze scenario's wel een aanzienlijke kwel berekend.
Gezien geconstateerde afwijking tussen veldwaarneming en modeluitkomst is het is wenselijk dat de situatie hier in meer detail en met kalibratie wordt gemodelleerd. Ook speelt hier mee dat er een groot peilverschil is tussen de greppels en de rabatten; een flinke kwelinvloed in de greppels heeft weinig invloed op de hoger gelegen rabatten. Wellicht moet hydrologisch herstel hier ook het dempen van de greppels bevatten.

9.4 Deelgebied 4: Dommelbeemden tussen Dommelen en de Loonse molen

9.4.1 Grasland aan de oostoever van de Dommel bovenstrooms de Loonse watermolen (locatie 25)

Dit grasland bevindt zich in het midden van de beekdalbodem, die in dit deelgebied voornamelijk veenloos is. Dit deelgebied verschilt van deelgebied 3 omdat de grondwaterstroming niet wordt beïnvloed door breuken. De bodem bestaat uit een lage enkeerdgrond, waar binnen 120 cm grind wordt aangetroffen. De enkeerdgronden zijn waarschijnlijk niet ontstaan door ophoging maar door een sterke bodemactiviteit, waardoor een relatief dikke humeuze bovengrond is ontstaan. Ook hier blijkt de bodemopbouw complexer dan aangegeven op de bodemkaart:: de bodem bestond tot 60 cm uit stevig zwart veraard veen en tot 105 cm -mv uit vrij slap veraard zwartveen. De bodem was niet verwerkt. De eerste 30 cm van de bodem was venig. De oostzijde van de beekdalbodem wordt diep ontwaterd door A-watergang en parallelsloot DL-36. Het grasland wordt gedomineerd door witbol en is kruidenarm.

Kansen in de huidige situatie:
Het P-totaal gehalte is door het landbouwverleden van het perceel hoog: 15 mmol/l. De berekende GVG was met 0,38 m. -mv en GLG van 0,65 m. -mv te laag voor een nat tot vochtig mesotroof grasland. De berekende GVG komt redelijk goed overeen met de in het veld geschatte GVG. De locatie wordt op basis van de hoge P-gehalten en ontbreken van mogelijkheden tot aanvoer van ijzer door de lage grondwaterstand geclassificeerd als **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel conform **scenario's 1, 3 en 4** verandert er niet veel en blijft de locatie geclassificeerd als **kansarm.**

In **scenario 2** wordt de bodem aanzienlijk natter en kan het kwelwater de wortelzone bereiken. De bodem is niet erg ijzerhoudend (P/Fe=0,13). De kwaliteit van het kwelwater is matig (zwavel!). In scenario 2 wordt echter geen kwel berekend, waardoor de locatie nog steeds wordt geclassificeerd als **kansarm**.

Inrichting- en beheermaatregelen:
In dit deel van het Dommeldal zijn hydrologische maatregelen door het ontbreken van kwel niet zinvol. Door maaien en afvoeren kunnen nutriënten geleidelijk worden verwijderd.

9.5 Deelgebied 5: Elshouters en 't Heike

9.5.1 Grasland aan de oostoever bij de Elshouters (locatie 11)

Dit grasland bevindt zich op de relatief laag gelegen beekdalbodem net ten westen van de beekdalglooing. Het monster is genomen op de rand van de beekdalbodem op de knik het maaiveld richting de beekdalglooing ten oosten van de beekdalbodem. De bodem bestaat tot 90 cm uit zwart venig zand. Helaas is het perceel ooit diep gewoeld, waardoor het onderliggende grijze zand deels door het venige zand is geploegd. Het grasland wordt

ontwatert door de parallelwatergang DL-43 die hier de oostelijke rand van de beekdalbodem ontwatert. Het P-totaal gehalte neemt vanaf 30 cm af tot een acceptabele waarde van 10 mmol/l. Het grasland bevindt zich op enige 10-tallen meters ten westen van de oostelijke Feldbiss-breuk, die hier de oostrand van het beekdal markeert. De kwaliteit van het kwelwater dat in de hier gelegen parallelsloot DL-43 is opvallend goed. Mogelijk is dit effect van de oostelijke Feldbissbreuk, die plaatselijk zorgt voor het opwellen van oud en schoon grondwater. Door bijmenging van meer lokaal grondwater vanaf de oostflank van het beekdal is dit water wel sulfaatrijk.

Kansen in de huidige situatie:

Door het landbouwverleden van dit perceel is het P-totaal gehalte sterk verhoogd: 18 mmol/l. De grondwaterstand is vrij laag voor een vochtig mesotroof grasland (GVG = 0,56 m. -mv) wat redelijk overeenkomt met de veldobservatie aan de hand van de hydromorfe bodemkenmerken. Op basis van het hoge P-gehalte en lage grondwaterstand wordt de kansrijkdom ingeschat als **kansarm.**

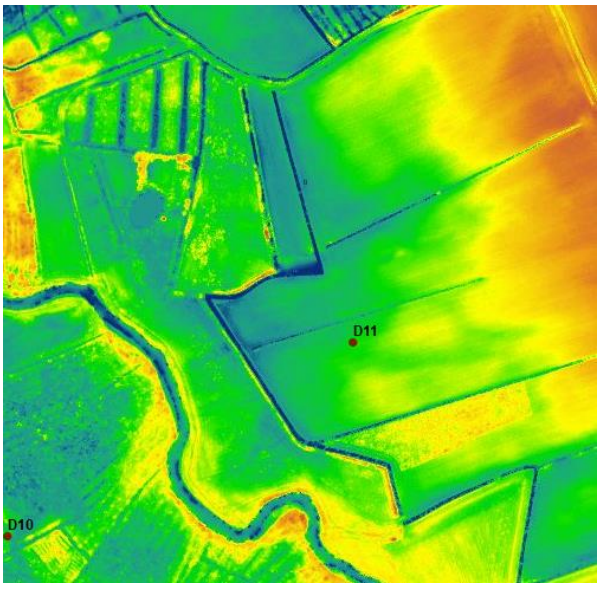
Kansen na herstel van de hydrologische situatie:

Bij scenario's 1, 3 en 4 stijgt de grondwaterstand weliswaar, maar nog niet binnen de grenswaarde van 0,25 m -mv. De locatie blijft te droog voor vochtige mesotrofe natuur en wordt nog steeds beschouwd als **kansarm.**
In scenario 2 stijgt de grondwaterstand wel tot binnen het gewenste bereik (0,07 m. -mv). De bodem is relatief ijzerarm (P/Fe=0,19). Het model berekent voor alle scenario's een sterke kwel met een goede kwaliteit, waardoor in scenario 2 aanrijking van de wortelzone met ijzer kan plaatsvinden. Na herstel van de hydrologie wordt de locatie beoordeeld als **kansrijk**.

Inrichting- en beheermaatregelen:

Voor herstel is het dus noodzakelijk dat met name de A-watergang DL-43 wordt verondiept dan wel gedempt. Met peilverhoging van de Dommel moet in dit deel van het Dommeldal behoedzaam worden omgegaan. Het hydrologisch herstel kan worden gecombineerd met afgraven waardoor de GVG verder stijgt en de kansen verder worden vergroot.

Afgraven van 30 cm van de bovengrond is op deze locatie is een optie omdat het totaal-P gehalte vanaf deze diepte aanzienlijk afneemt. Deze constatering is echter gebaseerd op slechts één locatie. Voor een verantwoord afgraafadvies dienen meer locaties te worden bemonsterd en dienen de hydrologische consequenties te worden beoordeeld (zie Figuur 34. Hiervoor kan een vergelijkbaar detailonderzoek worden uitgevoerd zoals in de Hogt (Hanhart en Brouwer, 2019).



Figuur 34: Maaiveldhoogte rondom locatie 11. Wanneer de bovengrond wordt afgegraven en de A-watergang wordt verondiept/gedempt/omgeleid dient te worden gecontroleerd in hoeverre water op maaiveld in de laagste terreindelen kan afstromen.

Discussie:
Ook op deze locatie is het verschil tussen scenario 2 en 3 opvallend. In scenario 3 zouden de effecten sterker moeten zijn dan in scenario 2, aangezien in scenario 3 het peil van de watergang sterker wordt verhoogd. Mogelijk heeft dit te maken met de discontinue invoer van waterpeilen in de DL-43. In de tabel is de kansrijkdom voor scenario 3 daarom aangepast tot **kansrijk**. Bij de interpretatie van de gegevens uit het model moet daarom behoedzaam worden omgegaan. Het Dommel-Keersop-model geeft een indicatie van de effecten. Voor meer exacte effectberekening op het niveau van een deelgebied dienen meer nauwkeurige berekeningen worden uitgevoerd. Hiervoor dient het waterschap een nieuw en meer gedetailleerd model op te stellen.
Deze vragen kunnen ook worden beantwoord door de uitvoering van een eco-hydrologisch veldonderzoek zoals is uitgevoerd bij de Hogt (Hanhart en Brouwer, 2019). Door uitvoering van bodemboringen in raaien van hoog naar laag en meting van de grondwaterstand en -kwaliteit kan de eco-hydrologische werking van het watersysteem in relatie tot de vegetatie worden opgehelderd.

9.5.2 Broekbos westoever van de Dommel bij Elshouters (locatie 10)

De bemonsterde locatie bestaat uit een vrij zuur en voedselrijk berken-wilgenbos en bevindt zich in een particulier broekbos aan de westoever van de Dommel. De locatie bevindt zich in de beekdalbodem. Volgens de REGIS bestanden bevindt de locatie zich ongeveer ter hoogte van een kleinere deelbreuk tussen de oostelijke en westelijke Feldbiss-breuk. De kwaliteit van het broekbos is matig.

Kansen in de huidige situatie:
Het gehalte aan P-totaal is iets verhoogd, maar in combinatie met de hoge grondwaterstanden en sterke kwel van een goede kwaliteit wordt de locatie in de huidige situatie ingeschat als **kansrijk**. Deze inschatting is waarschijnlijk te rooskleurig voor deze situatie. Het model berekent hier een hoge grondwaterstand en veel kwel, omdat de locatie zich volgens de REGIS gegevens precies ter hoogte van de tussenbreuk bevindt. Mogelijk bevindt de breuk zich niet op deze locatie of is er sprake van een meer diffuse breukzone. Ook kan het zijn dat zich in de ondergrond een slecht doorlatende leemlaag bevindt, waardoor het kwalitatief goede kwelwater het maaiveld niet kan bereiken. Gezien het relatief zure karakter van de locatie lijkt deze eerder te worden gevoed door lokale zure en vermeste kwel vanuit de landbouwgronden ten noorden van de bebouwde kom van Dommelen.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
In alle scenario's neemt de kwaliteit van het broekbos na hydrologisch herstel toe: de grondwaterstand stijgt enigszins en de hoeveelheid kwel neemt verder toe (met name in scenario's 2 en 3): **kansrijk**. Bij het hydrologisch herstel moet, net als bijna bij alle onderzochte locaties stagnatie en ijzervastlegging door het sulfaathoudende water worden voorkomen. Ook hier geldt de kanttekening dat het model de situatie te rooskleurig inschat.

Inrichting- en beheermaatregelen:
Behoedzame verhoging Dommel- en Keersoppeil. Afvoeren van water over maaiveld om stagnatie te voorkomen.

Discussie:
Gezien de discrepantie tussen waargenomen vegetatie en modelresultaten van het Dommel-Keersop model is het nodig om het model in dit deel van het Dommeldal te detailleren en kalibreren aan de huidige grondwaterstanden. Ook is nader onderzoek nodig naar het voorkomen van slecht doorlatende bodemlagen, die de aanvoer van kwelwater beïnvloeden + nader onderzoek naar de ligging en invloedzone van de breukzone.

9.5.3 Broekbos aan de oostoever van de Keersop (locatie 24)

De bemonsterde locatie bevindt zich in het hart van de relatief laaggelegen beekdalbodem van de Keersop. Deze locatie bevindt zich ongeveer ter hoogte van de westelijke Feldbiss-breuk. De kwaliteit van het opwellende water is ook hier goed, wat waarschijnlijk samenhangt met de opstuwing en uittreding van diep grondwater ten gevolge van de KD-sprong in de watervoerende pakketten. Ondanks de aanwezigheid van schoon kwelwater is de kwaliteit van het broekbos vrij laag.
Kansen in de huidige situatie:
Het P-totaal gehalte van het broekbos bevindt zich op de grenswaarde van 5 mmol/l. Ook de P/Fe ratio bevindt zich op de grenswaarde van 0,1. Om deze redenen wordt de locatie in de huidige situatie geclassificeerd als **matig kansrijk**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel wordt de situatie in alle scenario's beter: **kansrijk**. Scenario's 2 en vooral drie scoren het beste door een stijging van de grondwaterstand en toename van de aanrijking met ijzerhoudend vrij schoon grondwater (klasse 6).

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Voor herstel van het broekbos is een goede afstemming tussen Keersoppeil en afvoer van stagnant water op maaiveld essentieel. De Keersop snijdt erg diep in het dal in. Peilen mogen dus fors worden verhoogd. Mocht de kwaliteit van het broekbos slecht blijven, dient nader onderzoek plaats te vinden naar de hydrologische toestand.

Discussie:
Het is niet duidelijk wat de oorzaak is van de vrij lage kwaliteit van het broekbos. In het veld valt op de kwel hier vroeg in het jaar wegvalt. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een te diepe insnijding van de Keersop en is noodzakelijk om het Keersoppeil hier verder te verhogen. Ook kan winning van grondwater door beregening van landbouwpercelen een rol spelen. Tenslotte wordt er grondwater gewonnen in Dommelen voor de bereiding van het Dommels bier. Het model houdt hier rekening mee, maar mogelijk is het effect sterker dan uit de modelberekening naar voren komt.

9.5.4 Grasland aan de oostoever van de Dommel in de Elshouters (locatie 9)

De bemonsterde locatie bevindt zich in het centrum van de brede laaggelegen beekdalbodem waar de beekdalen van de Dommel en Keersop zich aaneensluiten. De bodem wordt gevormd door een 15 cm lemige en venige laag, die is aangerijkt met zand om de draagkracht te verbeteren. Hieronder bevindt zich een 25 cm dikke laag onveraard kleine zeggenveen op een 35 cm dikke laag onveraard rietveen. De locatie wordt vooral beïnvloed door de Dommel en Keersop die hier door de Volmolen relatief hoog worden opgestuwd. De locatie bevindt zich ongeveer tussen de oostelijke en kleine tussenbreuk en is daardoor niet direct geassocieerd met breuklijnen. Het grasland is soortenrijk met o.a. dotterbloem, veldrus, witbol en reukgras. Dit perceel maakt onderdeel uit van een complex van percelen waar veel van de bijzondere soorten uit het Dommeldal nog te vinden zijn. In 2013 zijn hier onder andere sterzegge, dotterbloem, bosbies, draadrus, schild-ereprijs, moeraskartelblad en veel veldrus aangetroffen (Albers, 2013). Uit de bodemgegevens blijkt dat de laag onveraard zeggenveen op 15 cm diepte en meer aanzienlijk fosfaatarmer is dan de opgebrachte bovenlaag. Wellicht kan deze laag, op vegetatiekundig minder interessante delen, plaatselijk worden verwijderd. Wel wordt het machinaal beheer dan wellicht een stuk lastiger, vanwege de weinig draagkrachtige veenbodem. Op lagere plagstroken, waar de venige/lemige deklaag is verwijderd, is de vegetatie minder goed ontwikkeld met vooral bosbies. Waarschijnlijk is in de geplagde delen sprake van stagnatie van water op maaiveld. Gezien de huidige kwaliteit van de vegetatie op de niet geplagde delen en problemen met stagnatie op de geplagde delen is afgraven hier niet nodig.

Kansen in de huidige situatie:

Het P-totaal gehalte van de bovengrond is op de bemonsterde locatie 18 mol/l. Dit onverwacht hoge gehalte P-totaal is niet geassocieerd met de afzetting van beeksedimenten en waarschijnlijk toch door een vroegere bemesting. Ondanks het hoge gehalte P-totaal is de verhouding P/Fe veel minder ongunstig: 0,13. Dit wijst er op dat vrijwel alle fosfaat is vastgelegd aan ijzer. Dit wordt bevestigd door het lage gehalte plantbeschikbaar fosfaat (P-Olsen van 874 micromol per liter) hetgeen niet ongebruikelijk is voor een goed ontwikkeld Dotterbloem hooiland. De GVG is hoog, de GLG laag. Ondanks het relatief hoge gehalte P-totaal wordt de locatie op basis van de aangetroffen vegetatie en sterke vastlegging van het fosfaat aan ijzer geclassificeerd als **matig kansrijk**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Het model berekent voor alle scenario's een licht stijging van de grondwaterstand, maar geen kwel. Ook in het meest effectieve scenario 3 is er nog steeds sprake van een lichte wegzijging. Dit ondanks het voorkomen van duidelijke kwelindicatoren als dotterbloem die vitaal in het perceel aanwezig zijn. Op basis van het feit dat de kwel het sterkst wordt beïnvloed door scenario 3 wordt hier de locatie voor dit scenario ingeschat als **kansrijk**, en blijft de locatie in de overige herstelscenario's **matig kansrijk**.

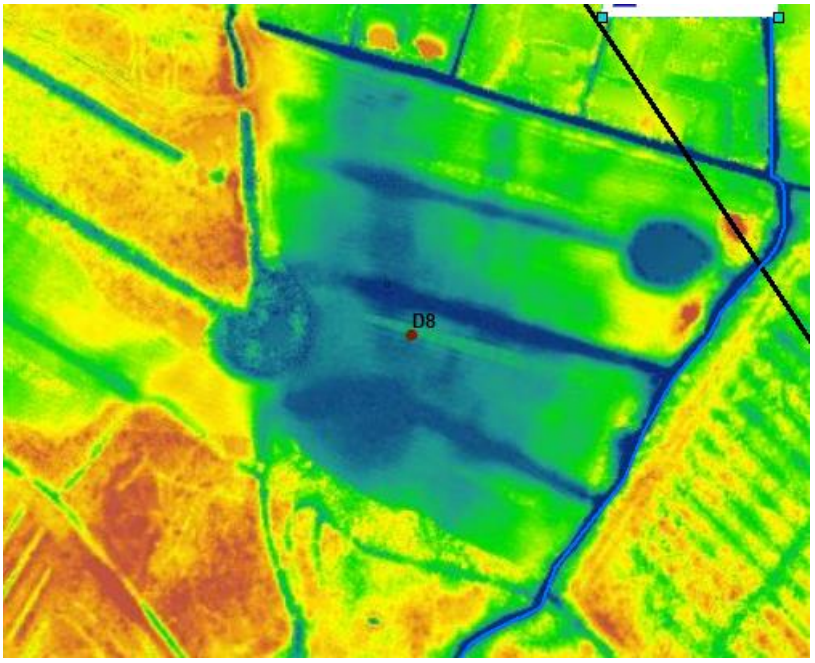
Inrichting en beheermaatregelen:
Cruciale herstelmaatregelen zijn een lichte verhoging van het Dommelpeil in combinatie met het open houden van slenken of greppels om stagnant water af te voeren.

Discussie:
De reden dat het model, ondanks de sterke kwelindicatoren, geen kwel op deze locatie berekent, heeft mogelijk te maken met het feit dat de kwel in het model sterk is geconcentreerd langs de breuklijnen. De precieze ligging van de breuklijnen zijn zeker in het beekdal zelf niet goed bekend. Er kan zelfs sprake zijn van meerdere parallel gelegen breuken. Het is daarom goed mogelijk dat de werkelijk optredende kwel in het model wordt onderschat.

9.5.5 Schraal grasland in de Elshouters (locatie 8)

Het schrale grasland in de Elshouters/'t Heike bevindt zich evenals het grasland bij locatie 9 in de laaggelegen beekdalbodem van het Dommeldal. De bodem bestaat uit een 30 cm dikke venige roestige zandlaag op 30 cm zandig veraard veen. Hieronder bevindt zich een 40 cm dikke menglaag die is ontstaan door diep ploegen of woelen, met als doel de slecht doorlatende veenbasis te scheuren en het onderliggende zand door het veen te werken. De locatie wordt ontwaterd door A-watergang DL-48 die hier landschappelijk fraai door het omringende bos stroomt. In de watergang treedt duidelijk kwelwater uit van een redelijk goede kwaliteit (klasse 6). De goede grondwaterkwaliteit wordt geassocieerd met de ligging van het grasland ter hoogte van de oostelijke Feldbiss-breuk, die hier waarschijnlijk door de KD-breuk voor opstuwing en aanvoer van diep en schoon kwelwater. Het verhoogde sulfaatgehalte van het kwelwater, dat onder de DL-48 is bemonsterd, wijst ook op zijdelingse instroming van water dat vanuit de westelijk gelegen intensief bemeste akkers en graslanden. De soortenrijkdom van het grasland is met name in de lagere ca. 20 cm geplagde delen hoog; er is o.a. moeraskartelblad aanwezig.

Kansen in de huidige situatie:
Het P-totaal gehalte van de bovengrond is met een waarde van 12 mmol/l relatief hoog. Het fosfaat is echter grotendeels vastgelegd met ijzer (P/Fe = 0,06). Dit resulteert in de plantbeschikbaar fosfaatgehalte (P-Olsen) van 1085 micromol/l. Dit is aan de hoge kant voor mesotrofe graslanden. Ook de berekende GVG zit aan de ondergrens van 0,23 m. -mv. Dit is te zien in het perceel: de hoge delen zijn beduidend slechter ontwikkeld dan de lagere geplagde delen. Het kwaliteitsverschil lijkt vooral veroorzaakt door de relatief hogere grondwaterstand in de geplagde stukken. Doordat de geplagde laagten via gedeeltelijk gedempte greppels verbonden zijn met de Dommel wordt stagnatie van water voorkomen (zie Figuur 35). De kansrijkdom voor ontwikkeling van schraal grasland is op basis van het hoge gehalte P-totaal, goede vastlegging van dit fosfaat aan ijzer en relatief lage grondwaterstand van de hogere delen van het perceel ingeschat als **matig kansrijk**.

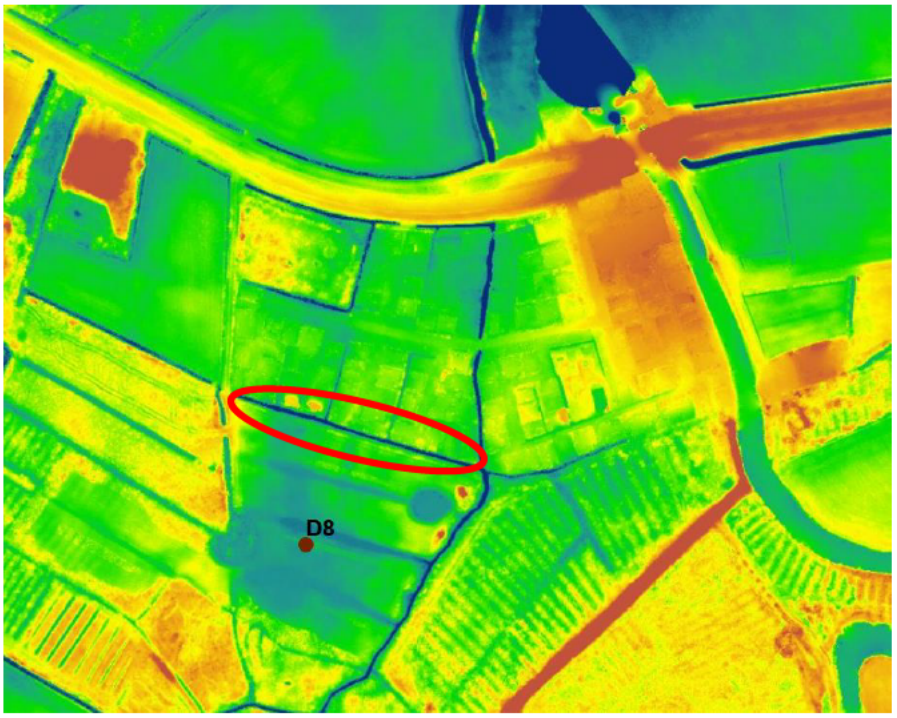


Figuur 35: AHN3 hoogtekaart van het schraal grasland in de Elshouters/'t Heike. De brede geplagde zones zijn duidelijk zichtbaar op de hoogtekaart. Stagnatie van water is voorkomen door de laagten aan de oostzijde via gedeeltelijk gedempte greppels te verbinden met de Dommel.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Hydrologisch herstel leidt in alle scenario's tot een stijging van de grondwaterstand en met name in scenario 2 tot een toename van de toestroming van kwalitatief goed kwelwater (wordt 3,0 mm/dag). Om die reden is de kansrijkdom voor mesotrofe natuur na herstel van de hydrologie in **scenario 2** ingeschat als kansrijk en in de overige scenario's als **matig kansrijk**. In scenario 2 is het waterpeil van de Dommel hoger ingesteld als in scenario 3, waar het Dommelpeil minder sterk is opgezet om ongewenste inundatie van de Elshouters te voorkomen. Blijkbaar was de 20 cm peilverhoging van scenario 2 effectiever.

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Lichte verhoging Dommelpeil + verhoging waterpeil DL-48 en DL-49 tot maaiveld. Sterke verhoging waterpeil van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen.

De ringsloot rondom de camping is verder een punt van aandacht. Deze watergang heeft een laag peil ten behoeve van de drooglegging van de camping, waardoor deze vrij brede sloot een verdrogende invloed heeft op het grasland en omringende verdroogde broekbos (zie Figuur 36). Ook voert de sloot kwelwater af. Het grondwatermodel is waarschijnlijk niet gedetailleerd genoeg om het ontwaterende effect van de camping te berekenen.



Figuur 36: Ligging sterk ontwaterende randsloot van de camping dicht bij schraal grasland bij locatie 8 (zie sloot binnen rode ovaal). Deze sloot verlaagt de grondwaterstand in het schraal grasland en voert bovendien kwelwater af.

9.5.6 Akker Broekhovense veld (locatie 7)

Dit monsterpunt is genomen op de intensief agrarisch gebruikte maisakker ten westen van het broekbos van de Elshouters. De monsterlocatie valt volgens de geomorfologisch kaart in het laaggelegen beekdal. Het maaiveld van dit perceel ligt zelfs nog wat lager dan het broekbos. In het Broekhovense veld wordt de bodem voor het grootste deel gevormd door gooreerdgronden die worden gevoed door meer lokaal en zuurder grondwater. Dit komt overeen met het aangetroffen bodemprofiel waar de bovengrond ca. 45 cm dik was en op een grijsbruine grove zandlaag met grind rust. Deze zandlaag is bijzonder goed doorlatend, wat de bodem zeer gevoelig maakt voor verdroging. De locatie wordt ontwaterd door kleine sloten en de diepere DL-48 op de rand van het broekbos en akker.

Kansen in de huidige situatie:
Ondanks het intensieve agrarische gebruik is het P-totaal gehalte niet heel hoog: 8 mmol/l. Het fosfaat is echter niet goed vastgelegd door ijzer (P/Fe = 0,28), waardoor het plantbeschikbaar fosfaat hoog is: 1786 micromol/l. GVG bevindt zich net op de grenswaarde (0,26 m. -mv. De locatie wordt op basis van hiervan in de huidige situatie geclassificeerd als **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel stijgt de grondwaterstand tot binnen de grenswaarde. De kwel richting de wortelzone is echter gering. Hoewel het kwelwater een goede kwaliteit heeft, zal het slechts mondjesmaat richting de wortelzone toestromen. De locatie wordt daarom na hydrologisch herstel geclassificeerd als **matig kansarm**. Volgens de kwelkaarten in Bijlage 13 en Bijlage 14 zal de kwel westelijker dan het monsterpunt sterker toenemen ter hoogte van de hiergelegen oostelijke breukzone. Hier zijn hogere kansen te verwachten.

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Peilverhoging van Dommel, DL-48 en DL-49 tot aan maaiveld. Doordat de akker regelmatig is geploegd neemt het P-gehalte op 20-30 en 30-40 cm -mv niet af: afgraven is daarom niet effectief op deze locatie[6].

[6] *Dit is gebaseerd op één locatie, voor het opstellen van een afgravingstrategie is meer bodemchemisch onderzoek nodig.*

9.5.7 Broekbos ten noordwesten van de Volmolen (locatie 6)

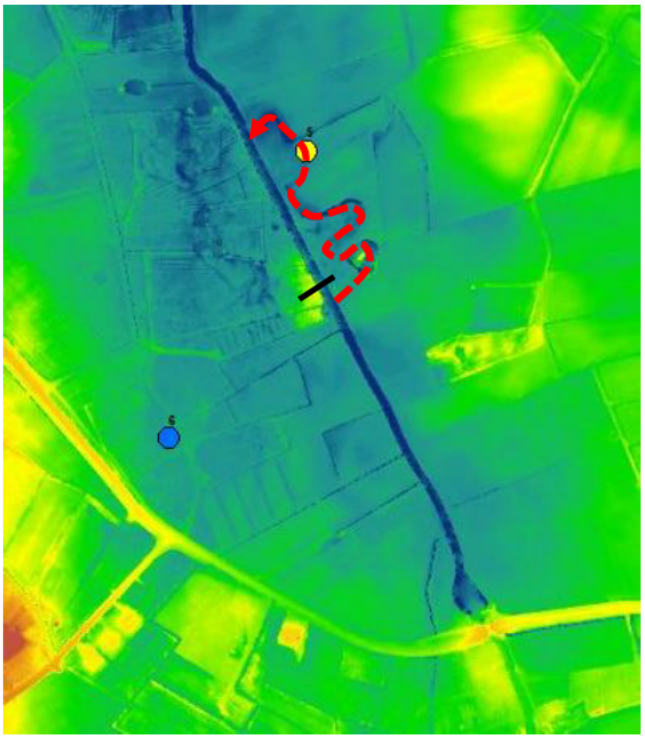
De bemonsterde locatie bevindt zich in de brede laaggelegen beekdalbodem ten noordwesten van de Volmolen. De bovengrond is tot 15 cm onder maaiveld sterk humeus. Daaronder is de bodem zandig. Het broekbos wordt ontwaterd door watergang BODO-0498 ten oosten van de locatie en de diepe bermsloot van de Nagelmekersweg ten noordwesten van het monsterpunt. Ook deze locatie bevindt zich ter hoogte van de oostelijke Feldbiss-breuk die door de KD-sprong wordt geassocieerd met diepe kwel. Dit wordt bevestigd door de kwaliteit van het kwelwater dat met een score van 7 (uit 8) het beste scoort van het hele projectgebied. De kwaliteit van de vegetatie wordt beoordeeld als matig; er is een berken-elzenbos aanwezig met brandnetel, maar ook veenmossen en zeggen.

Kansen in de huidige situatie:
Met een P-totaalgehalte van 5 mmol/l zit deze locatie op de grens van het gewenste P-bereik. Uit de P/Fe ratio van 0,23 blijkt dat het P niet sterk wordt gebonden door ijzer. De ijzerbinding leidt in combinatie met de vrij lage P-totaal waarde van de bodem tot een plantbeschikbaar fosfaat-waarde (P-Olsen) van 482 micromol/l wat een goede waarde is voor deze bodem. De GVG en GLG van de bodem voldoet aan de streefwaarde. De kans op herstel van mesotrofe natuur wordt daarom ingeschat als **kansrijk**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
De kansen nemen na hydrologisch herstel verder toe: de grondwaterstand stijgt enigszins en de kwel, die toch al hoog was, neemt verder toe. Ook zal waarschijnlijk de buffering toenemen omdat kwelwater beter in staat is om de regenwaterlens weg te duwen. De situatie na herstel wordt daarom ingeschat als **kansrijk**.

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Peilverhoging Dommel benedenstrooms van de Volmolen + DL-49 en DL-25 + dempen bermsloot Nagelmerkskeweg.

Het grondwater wordt in dit deel van het Dommeldal sterk beïnvloed door het lage waterpeil van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen. Helaas bevindt zich hier geen meetpunt, het peilverschil tussen de Dommel boven- en benedenstrooms van de stuk bedraagt ca. 1,5 – 2 m. Hoewel bij alle scenario's een verbetering wordt berekend, is het logisch om te veronderstellen dat verhoging van het Dommelpeil benedenstrooms van de Volmolen de belangrijkste sturende parameter is. Het waterpeil kan bijvoorbeeld worden verhoogd door het aantakken van de meander aan de oostoever van de Dommel, die een hogere bodemhoogte heeft dan de huidige loop.



Figuur 37: Mogelijke peilverhoging van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen door aantakking oude Dommelmeander in combinatie met het aanbrengen van een drempel in de huidige loop, waardoor de afvoer via de oude meander wordt geleid. Bij piekafvoeren kan het Dommelwater over de drempel via de huidige loop worden afgevoerd.

Ook hier geldt dat de sloot rondom de camping ontwaterend werkt op de broekbossen aan de noordzijde van de Volmolenweg. Het effect van deze sloot is niet meegenomen in het model. Om dit ongewenste effect in beeld te brengen is een meer gedetailleerd grond- en oppervlaktewatermodel nodig.

Discussie:
Het is de vraag waarom de kwaliteit van het broekbos ondanks alle gunstige bodemkundige en hydrologische randvoorwaarden toch te wensen overlaat. De reden is waarschijnlijk dat de grondwaterstand in dit deel van het gebied in de zomer te diep wegzakt door de ontwaterende invloed van de Dommel en dichtbij aanwezige A-watergangen.

9.6 Deelgebied 6: het Dommeldal in de Centrale slenk

9.6.1 Grasland aan de oostoever van de Dommel (locatie 5)

Dit grasland bevindt zich op de overgang van de laaggelegen beekdalbodem naar het hoger gelegen deel van de beekdalbodem. Dit is in het veld duidelijk te zien aan de knik in het maaiveld. De bodem is in dit perceel zandig. De graslandvegetatie wordt gedomineerd door witbol. Het perceel wordt sterk ontwatert door de Dommel, die benedenstrooms van de Volmolen een zeer laag peil heeft.

Kansen in de huidige situatie:
Het P-totaalgehalte van de bodem is hoog, wat duidt op een bemestingsverleden. Het fosfaat is onvoldoende vastgelegd door ijzer (P/Fe=0,18). De grondwaterstand is in de huidige situatie te laag voor vochtige mesotrofe graslanden (GVG: 0,36 m. -mv). De locatie wordt daarom geclassificeerd in de huidige situatie als **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:

Na hydrologisch herstel in scenario's 1 en 4, veranderd er niet veel. De situatie is nog steeds **kansarm**.
Bij scenario 2 stijgt de GVG tot binnen het doelbereik (0,09 m. -mv), maar neemt de kwel onvoldoende toe. Door het gebrek aan kwel wordt geen ijzer aangevoerd naar de wortelzone waardoor de locatie **kansarm** blijft.
In scenario 3 zijn de effecten veel groter: de GVG stijgt tot in het doelbereik (0,03 m. -mv) en de kwel neemt toe tot 2,8 mm/dag. Dankzij de goede aanvoer van kwalitatief matig kwelwater verandert de situatie hierdoor in **matig kansrijk**. Dit bevestigd de noodzaak voor het verhogen van het Dommelpeil voor deze graslanden. Wanneer de Dommel opnieuw door de oude meander wordt geleid zoals aangegeven in Figuur 37, zal de kansrijkdom voor herstel van dit grasland zeer sterk toenemen.

Inrichting en beheer:
Zie locatie 6.

9.6.2 Grasland op de westoever van de Dommel (locatie 4)

Locatie 4 bevindt zich in de vlakke laaggelegen beekdalbodem aan de westzijde van de Dommel. Hoewel de beekdalbodem volgens de Geomorfologische kaart niet venig is, is de situatie in detail anders. De bovengrond bestaat uit ca. 50 cm sterk humeus ietwat roesthoudend zand op 45 cm veraard bosveen. Uit het opvallende reliëf van het maaiveld kan worden afgeleid waar er veraard veen in de ondergrond aanwezig is. Hier is het maaiveld lager. In de hogere delen van het perceel ontbreekt het veen vrijwel geheel. In de omringende percelen is in 2013 veel veldrus aangetroffen (Albers, 2013). Wellicht zijn er op lage delen van het perceel toch kansen voor soorten van vochtig hooiland bij optimaal herstel van de hydrologie. De Fe/P ratio is hier iets beneden de 0,1 en daarmee zeker niet ongunstig.

Het grasland wordt sterk ontwaterd door de Dommel, die benedenstrooms van de Volmolen een zeer laag peil heeft. Daarnaast heeft ook de parallelsloot aan de westzijde van het grasland een sterk ontwaterende invloed. In het grasland domineert witbol. Behalve scherpe boterbloem is het perceel niet kruidenrijk.
Kansen in de huidige situatie:
Het hoge P-gehalte van de bovengrond van 17 mmol/l wijst op het bemestingsverleden. Dit P-gehalte neemt op 20-30 en 30-40 cm onder maaiveld niet af, waardoor afgraven niet zinvol is. Het fosfaat wordt wel effectief vastgelegd door ijzer, dat in het verleden op grote schaal toestroomde (P/Fe=0,09). De GVG is door de ontwaterende invloed van Dommel en A-watergang aan de westzijde van het perceel te laag (0,48 -mv). De kansrijkdom is in de huidige situatie daarom **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
De GVG blijft in scenario 1 en 4 te laag voor de grenswaarde van 0,25 m. -mv: **kansarm**. Het waterpeil van Dommel en A-watergangen worden blijkbaar onvoldoende verhoogd.
In **scenario 2 en 3** stijgt de GVG tot in het gewenste bereik. Blijkbaar is het nodig om de Dommel evenals de A-watergang fors in peil te verhogen. Het model berekent echter ook in dit scenario geen kwel. Ondanks het feit dat het kwelwater een goede kwaliteit heeft, kan het na hydrologisch herstel de bodem niet bereiken: **kansarm**. GLG is in alle scenario's te laag.

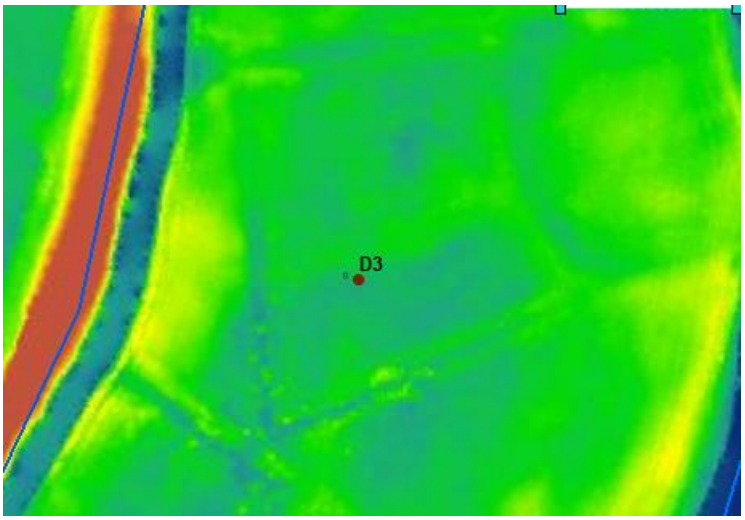
Inrichting en beheer:
Zie locatie 6.

Discussie:
Het is de vraag waarom er na het sterk verminderen van de drainerende invloed van de Dommel en diepe A-watergang nog steeds geen kwel wordt berekend. Kijkend naar de kwelkaart van de huidige situatie is dit waarschijnlijk veroorzaakt door de relatief hoge maaiveldligging van het bemonsterde punt (zie Bijlage 13 en Bijlage 14. Iets zuidelijker van dit punt wordt een veel hogere kwel gemeten, zowel in de huidige situatie als in scenario 3. De winning van grondwater bij Eindhoven speelt waarschijnlijk ook een rol. Door de winning wordt een groot deel van het diepe kwelwater afgepompt, waardoor er minder kwel overblijft richting het maaiveld.

Door de beperkte omvang van het model kon er geen scenario worden berekend waarin het effect van de grondwaterwinning bij Eindhoven kon worden doorgerekend. De modelgrens eindigt namelijk bij de Hogt.

9.6.3 Grasland oostoever van de Dommel (locatie 3)

Locatie 3 bevindt zich evenals locatie 4 aan in de laaggelegen beekdalbodem aan de westoever van de Dommel. De bodem wordt gevormd door 70 cm veraard bos- en rietveen dat bovenin roestig is. Op het hogere stuk 5 meter ten noorden van het monsterpunt ontbrak het veen vrijwel geheel en was de bodem zandig. Dit wijst er op dat de laagten in het perceel worden gevormd door ingeklonken veen (zie Figuur 38). Het perceel wordt sterk ontwaterd door de Dommel en de diepe A-watergang aan de westzijde van het perceel. Het perceel wordt gedomineerd door witbol en is kruidenarm. In de lagere en nattere delen domineert geknikte vossenstaart.



Figuur 38: AHN hoogtekaart van het grasland bij locatie 3. Opvallend is het hoogteverschil tussen met ingeklonken veen gevulde laagten en niet ingeklonken zandige hoge delen.

Kansen in de huidige situatie:
Door het bemestingsverleden is de bovengrond rijk aan P: 24 mmol/l. Het fosfaat wordt effectief gebonden door ijzer dat in het verleden opwelde tot aan het maaiveld (P/Fe = 0,07). Plantbeschikbaar P-Olsen bedraagt hierdoor 1496, hetgeen te hoog is voor mesotrofe natuur. De GVG valt met 0,03 ruim in het doelbereik. Op basis van het zeer hoge P-gehalte, dat niet geheel is vastgelegd door ijzer wordt de locatie geclassificeerd als **matig kansrijk**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
In alle scenario's stijgt de GVG en neemt de kwel sterk toe. Hierdoor zal naar verwachting de aanrijking van de wortelzone met ijzerhoudend kwelwater toenemen en fosfaat worden vastgelegd. Het sulfaatgehalte van het kwelwater is lager dan in de rest van het projectgebied. Desondanks moet bij hydrologisch herstel zorg worden gedragen dat er geen water stagneert in de lage door geknikte vossenstaart gedomineerde venige laagten. De locatie wordt na hydrologisch herstel geclassificeerd als **kansrijk**. Wanneer hydrologisch herstel niet mogelijk is, kan afgraven van 30 cm van de veraarde bovengrond een optie zijn. Deze constatering is echter gebaseerd op slechts één monsterpunt. Voor een onderbouwde afgravingsstrategie is het noodzakelijk om meer locaties te bemonsteren op hoge zandige delen en lage venige delen. Ook dient te worden gezorgd voor afvoermogelijkheden van stagnerend water op de afgegraven terreindelen.

Inrichting en beheer:

Verhoging Dommelpeil + RN-39. Het fosfaatgehalte is op een diepte van 30-40 cm opvallend fosfaatarm: 3,5 mmol/l. Door de bodem 30 cm af te graven zou in de huidige situatie ook een kansrijke situatie kunnen ontstaan.

9.6.4 Grasland bij Onze Lieve Vrouwebrug (locatie 2)

Deze locatie bevindt zich in de relatief hoog gelegen beekdalbodem aan de oostzijde van de Dommel. Dit grasland is in het verleden 30 cm opgehoogd en daarna doorgeploegd. De begraven zwarte bovengrond is roestig en heeft een dikte van 30 cm. Onder de begraven bovengrond bestaat de bodem uit zandige leem, waardoor de bodem relatief ongevoelig is voor verdroging. De leem is echter gediepwoeld en daardoor niet meer waterkerend. De bodem wordt ontwaterd door de Dommel en de A-watergang DL-55 aan de zuidzijde van het gebied. Het waterpeil van de Dommel is aanzienlijk lager dan van de DL-55 (Hanhart en Brouwer, 2019). De grasland vegetatie wordt gedomineerd door witbol en is kruidenarm.

Kansen in de huidige situatie:
Door de bemestingsgeschiedenis van het perceel is het fosfaatgehalte verhoogd: 11 mmol/l. Ook de diepere bodemlagen van 20-30 en 30-40 cm zijn fosfaatrijk, zodat afgraven van een deel van de bodem niet zinvol is. Het fosfaat is wel vastgelegd aan ijzer (P/Fe=0,08). Plantbeschikbaar fosfaat is daarom met 885 micromol/l in de range van een mesotroof grasland. De GVG voldoet echter niet aan de grenswaarde van 25 cm. Het perceel valt daarom in de huidige situatie in de klasse **kansarm**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel conform **scenario's 1 en 4** stijgt de GVG onvoldoende om te voldoen aan de grenswaarde, de locatie blijft **kansarm**.

Wanneer de locatie hydrologisch wordt hersteld conform **scenario's 2 en 3** neemt de GVG wel toe tot waarden binnen de grenswaarde. De hoeveelheid kwel blijft echter een probleem. Ook in deze scenario is de kwel echter niet voldoende om ijzerhoudend grondwater richting de wortelzone te voeren. De locatie blijft ook bij deze scenario's: **kansarm**.

Inrichting en beheer:
Verhoging Dommelpeil + RN-39. Het fosfaatgehalte is op een diepte van 30-40 cm opvallend fosfaatarm: 3,5 mmol/l.

Discussie:
Het is de vraag waarom de kwel ook na een forse peilverhoging van de Dommel en de A-watergang DL-55 niet wordt hersteld. Het antwoord ligt waarschijnlijk in het effect van de grondwaterwinning bij Eindhoven, waardoor dieper kwelwater niet langer naar het oppervlakte stroomt.

9.6.5 Broekbos de Hogt laag (locatie 1)

Deze locatie bevindt zich geomorfologisch gezien in de relatief hooggelegen beekdalbodem. Het maaiveld is echter lager dan bij het opgehoogde perceel van locatie 2. De bodem bestaat hier uit veraard veen op een zandbodem met leemlaagjes. Het broekbos wordt ontwatert door de vlakbij gelegen DL-55,DL-57 en BODO 0469. Het water wordt de laatste jaren hoog opgestuwd door de stuw in de DL-55 direct ten noorden de snelweg maximaal hoog te zetten. De sloten voeren echter nog steeds veel kwelwater af, wat zichtbaar is aan kwelvliezen en het voorkomen van waterviolier. De kwaliteit van het broekbos is op deze lage plek nog hoog met meerdere soorten veenmossen.

Kansen in de huidige situatie:
Het fosfaatgehalte van deze locatie is laag: 4 mmol/l. Het fosfaat is niet erg goed vastgelegd aan ijzer (P/Fe=0,12), maar door de geringe hoeveelheid fosfaat is het plantbeschikbaar P-Olsen niet erg hoog: 520 micromol per liter. De GVG is met -0,02 voldoende hoog. De locatie is daarom **kansrijk**.

Kansen na herstel van de hydrologische situatie:
Na hydrologisch herstel verdubbeld de kwel richting de wortelzone. Aangezien het onder de DL-55 bemonsterde water een goede kwaliteit heeft, wordt er door het toestromende ijzer meer fosfaat vastgelegd.

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Verondiepen en afleiden DL-55, peilverhoging Dommel, peilverhoging DL57 (zie inrichtingsplan de Hogt, Hanhart en Brouwer, 2019).

Ondanks het feit dat het sulfaatgehalte niet erg hoog is, bestaat ook hier een risico op het vrijkomen van fosfaat na stagnatie. Om die reden is in de herstelplannen de DL-55 gedempt tot aan maaiveld, maar kan het water nog vrij richting het noorden wegstromen. De DL-55 wordt bovenstrooms bovendien afgedamd, waardoor met nutriënten verrijkt landbouwwater niet langer in het waardevolle broekbos kan doordringen. De DL-55 wordt daarvoor langs de OLV-dijk richting de Dommel afgeleid en door een klepduiker met de Dommel verbonden.

10 Herstelkansen per deelgebied

In de onderstaande paragrafen wordt getracht om op basis van de verzamelde gegevens antwoord te geven op de in de inleiding gestelde onderzoeksvragen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een extrapolatie van de onderzoeksresultaten naar het hele projectgebied.

10.1 Ontwikkelingsmogelijkheden

10.1.1 Beek begeleidende bossen

In de beek begeleidende bossen zijn de perspectieven voor verdere ontwikkeling ingeschat als vrij gunstig, vooral omdat de bodems hier lage fosfaatgehalten hebben. De kansen voor herstel van mesotrofe natuur in de beek begeleidende bossen zijn ingeschat als **(matig) kansrijk**. Dit is waarschijnlijk wat aan de optimistische kant omdat veel van deze bossen in het verleden natter waren en veen hebben opgebouwd, dit waren broekbossen. De toplaag verdroogt nu, waardoor voedingsstoffen vrijkomen. Na herstel van de hydrologie drogen deze broekbossen in de zomer niet meer langdurig uit, neemt de kwel toe en wordt de nalevering van voedingsstoffen verder geremd. Een robuuste soort als bosbies is soms al aanwezig, verder hydrologisch herstel betekent ook weer meer kansen voor o.a. dotterbloem en elzenzegge. Op plekken met sterke kwel ook bittere veldkers. Wel kan bij lokaal sterke vernatting boomsterfte optreden.

Aan de andere kant zijn er ook beek begeleidende bossen die van nature slechts vochtig zijn, maar hier bouwt zich veel minder organisch materiaal op. Verdroging betekent hier vooral dat er in de winter geen gebufferd water meer tot in het maaiveld reikt, en er vervolgens verzuring en strooiselophoping gaat plaatsvinden. Dit kan weer leiden tot fosfaatmobilisatie. Hier is herstel van grondwaterinvloed in de winter gewenst. Dit herstelt de basenverzadiging, brengt de humusafbraak op gang en schept zo weer mogelijkheden voor soorten als bosanemoon, salomonszegel, grote keverorchis en bleke zegge.

Hydrologisch herstel is vooral het geval in scenario 3, waarbij het peil van alle A-watergangen in het beekdal inclusief de Dommel zodanig wordt verhoogd, dat het waterpeil tot aan maaiveld stijgt. Door deze peilstijging zal het aantal inundaties in de broekbossen naar verwachting toenemen. De grootste depositie van slib vindt over het algemeen dicht bij de Dommel plaats, vooral in de broekbossen, maar ook in de vochtige beek begeleidende bossen. Het is overigens te verwachten dat de kwaliteit van het slib dat wordt afgezet tegenwoordig beter is dan enkele tientallen jaren geleden, gezien de sterk verbeterde waterkwaliteit. Maar in welke mate zo'n verbetering is opgetreden, dient nog te worden onderzocht. Ook hoeft een toenemende inundatiefrequentie niet te lijden tot afzetting van meer beeksediment. Veel laag gelegen locaties worden nu al gemiddeld 1x/jaar overstroomd, waardoor wellicht al een maximale sedimentafzetting plaatsvindt.

De perspectieven voor ontwikkeling van broekbossen en vochtige bossen op de voormalige landbouwgronden zijn over het algemeen niet zo goed. De fosforvoorraad is hier groot, waardoor de kansen op dominantie van soorten als rietgras en grote brandnetel groot zijn. Ook is er weinig reliëf meer aanwezig in de landbouwgronden, wat de basis voor biodiversiteit erg smal maakt. Alleen op plekken met veel ijzerhoudende kwel kan worden verwacht dat de fosfaatbeschikbaarheid op afzienbare termijn zal teruglopen. Voor de mogelijkheden die ontstaan wanneer naast hydrologisch herstel ook een deel van de vermeste bouwvoor wordt afgegraven wordt verwezen naar paragraaf 10.4.

10.1.2 Graslanden

Het graslandbeheer richt zich primair op de ontwikkeling van verschillende typen goed ontwikkelde flora- en faunarijke graslanden (N12.02), vochtige hooilanden (N10.02) en op lange termijn wellicht op een enkele plek ook op ontwikkeling van nat schraalland (N10.01). De kansen voor de realisatie van vochtig hooiland zijn in de huidige situatie zeer dun gezaaid. Dit primair vanwege de grote fosforvoorraad, vaak tot zeker 40 cm diepte. Op

basis van de in het kader van deze studie uitgevoerde bemonsteringen in voormalige landbouwgronden is dit vrijwel overal het geval. Voor aan te kopen NNB gronden die nu nog in landbouwkundig gebruik zijn moet rekening worden gehouden met een grote fosfaatlast. Daarnaast is de bodem vaak ook niet heel ijzerrijk. De kansen beperken zich tot enkele plekken met voldoende kwel van ijzerhoudend grondwater. Bij een optimaal hydrologisch herstel (scenario 3) wordt het aantal locaties met kwel van goede kwaliteit en voldoende hoge grondwaterstanden een stuk groter. Ook zijn er locaties met een ijzerrijke bodem, die dan bij voldoende hoge grondwaterstanden geschikt worden voor ontwikkeling van vochtig hooiland. Voor de mogelijkheden die ontstaan wanneer naast hydrologisch herstel ook een deel van de vermeste bouwvoor wordt afgegraven wordt verwezen naar paragraaf 10.4.

In het bijzonder voor de graslanden geldt dat door inklinking en oxidatie van veen bodemdaling heeft plaatsgevonden en veel graslanden nu op de laagste plekken in het beekdal liggen. Dit betekent dat hier het meeste inundatie plaatsvindt en ook het meeste slib wordt afgezet. Langdurige inundatie met het sulfaatrijke beekwater betekent in de zomer kans op allerlei ongewenste processen. Het sulfaat wordt gereduceerd en als zwavel vastgelegd aan ijzer. Hierbij wordt organisch materiaal (veen) afgebroken, kan sulfide vrijkomen en wordt fosfaat gemobiliseerd. Langdurige inundatie van afvoerloze kommen moet dan ook worden voorkomen, vooral als hier venige bodems aanwezig zijn. Daarnaast kunnen in deze laagste delen grote hoeveelheden fosfaatrijk beeksediment worden afgezet. Het is niet bekend hoe fosfaatrijk dit momenteel is, maar waarschijnlijk minder fosfaatrijk dan de bemeste bouwvoor die nu aanwezig is.

Het beheer van de laatste goed ontwikkelde graslanden is van groot belang (Albers, 2013). Hier bevindt zich een waardevolle zaadbank. Maaisel van deze locaties kan als bronmateriaal dienen voor te herstellen graslanden. De laatste goed ontwikkelde graslanden dienen daarom een zorgvuldig maaibeheer te krijgen (maaien en afvoeren, geen beweiding) en stagnatie van water in laagten moet worden vermeden.

10.2 Benodigde condities

Voor herstel of instandhouding van schraal graslanden (N10.01), vochtige hooilanden (N10.02), de beter ontwikkelde flora- en faunarijke graslanden (N12.02) en beekbegeleidende bossen (N14.1) is in de eerste plaats een P-totaal van 5 mmol/l gewenst. Wanneer de GLG echter niet voldoet aan de grenswaarde van 80 cm, -mv (zandgronden) of 40 cm -mv (veengronden) kunnen hooguit drogere typen worden hersteld.

Wanneer het P-totaal gehalte hoger is, kunnen relatief goede condities worden verkregen door aanvoer van ijzerhoudend kwelwater, waardoor P wordt gebonden. De kwel treedt met name op in de winter en voorjaar. Wanneer de grondwaterstand in het voorjaar hoger is dan 0,25 m. onder maaiveld zal er meerdere maanden in winter en voorjaar sprake zijn van kwelwater.

Wanneer de bodem al ijzerrijk is (P/Fe-ratio > 0,1) wordt het meeste fosfaat al in de bodem gebonden. Wanneer er bovendien sprake is van kwel, is de situatie dermate gunstig dan de kansen op herstel van mesotrofe beekbegeleidende bossen als kansrijk kan worden ingeschat. Wanneer er betrekkelijk weinig kwel is (< 1mm per dag) wordt de kans op het ontwikkelen of instandhouden van mesotrofe beekbegeleidende bossen lager ingeschat (matig kansrijk).

Wanneer de bodem in de huidige situatie relatief ijzerarm is (P/Fe<0,1) is het van groter belang dat in de winter aanvoer van ijzerhoudend grondwater plaatsvindt, omdat anders onvoldoende ijzer in de bodem aanwezig is om de te hoge fosfaatvoorraad in de bodem te binden.

Wanneer er sprake is van voldoende kwel (> 1mm/dag) is de kwaliteit van het kwelwater bepalend. Bij een goede kwaliteit is de kans op herstel groot (kansrijk), bij een matige kwaliteit matig kansrijk en bij een slechte kwaliteit matig kansarm.
Wanneer er geen sprake is van kwel worden de kansen op waardevolle mesotrofe natuur laag ingeschat: kansarm.

Tenslotte is de GLG van belang. Wanneer deze niet voldoet aan de grenswaarde van 80 cm voor zandgrond daalt de beoordeling van de kansrijkdom één klasse. Voor veengrond geldt een grenswaarde van 40 cm omdat

anders te veel oxidatie van veen optreedt met als gevolg: inklinking en maaivelddaling en versnelde mineralisatie van het veen waarbij nutriënten vrijkomen.

Deze condities zijn niet hard. Uit het onderzoek naar de referentielocaties is gebleken dat er sprake is van trade-off tussen verschillende parameters. Als de ene parameter zeer gunstig is, kan dat compenseren voor een andere ongunstige factor.

10.3 Waar bevinden zich de beste kansen?

In onderstaande deelparagrafen worden de kansen voor de ontwikkeling van mesotrofe natuur en benodigde maatregelen om deze kansen te benutten toegelicht per deelgebied. Deze maatregelen zijn tevens noodzakelijk voor de goede staat van instandhouding van goed ontwikkelde mesotrofe natuur. Aan het eind van de paragraaf worden een zeer beperkt aantal locaties benoemd waar afgraven mogelijk tot vergroting van herstelkansen kan bijdragen.

10.3.1 Deelgebied 1: Dommeldal op Kempens plateau

De kans op herstel van mesotrofe natuur in het Dommeldal op het Kempens plateau is wisselend.

Broekbossen:
De beek begeleidende bossen in dit deelgebied staan onder invloed van kalkarm, tamelijk zuur grondwater afkomstig uit hoger gelegen veelal agrarisch gebruikte infiltratiegebieden. Voor de vochtige delen betekent dit dat er ook met voldoende grondwaterinvloed al enige verzuring en strooiselophoping plaatsvindt. Momenteel zijn ze door verdroging verder verzuurd. De kansen voor herstel na optimaal herstel van de hydrologie worden hier beperkt door de kwaliteit van het grondwater. Omdat het van nature al niet sterk gebufferd is, kan verzuring moeilijk ongedaan gemaakt worden. Daarnaast is het grondwater rijk aan zwavel en nitraat, wat de fosfaat-fixerende werking van ijzer sterk remt. Ook de eutrofiering zal hier dus maar met moeite ongedaan gemaakt kunnen worden.

De van oorsprong natte delen, de broekbossen de Horsten en De Putten in deelgebied 1, hebben nu vooral te lijden onder verzuring en vermesting door afbraak van de toplaag van de venige bodem. Hydrologisch herstel kan dit proces stoppen, waarmee een flinke verbetering kan worden bereikt.

Graslanden:
De kansen van de graslanden op herstel van mesotrofe natuur worden over het algemeen ingeschat als **kansarm**.

In deelgebied 1 is aan de zuidoostoever van de Dommel ten zuiden van Schaft bovendien de kwaliteit van het kwelwater dermate slecht dat herstel van de hydrologische toestand niet tot vermindering van de fosfaatbelasting van de bovengrond leidt. Meer naar het noorden nemen de kansen voor mesotrofe natuur toe. Na hydrologisch herstel voldoen de graslanden in de oostelijke Dommelbeemden ten noorden van Schaft net niet aan de randvoorwaarden. De (met ijzerhoudend zand opgehoogde) bodems zijn in deze Dommelbeemden niet of veel minder bemest en hebben een vrij gunstige fosfaattoestand. Met name in scenario 3 wordt de bodem voldoende vernat om aanvoer van kwalitatief aanzienlijk beter en ijzerhoudend water naar de wortelzone mogelijk te maken. De betere kwaliteit van het grondwater hangt mogelijk samen met de nabijheid van de Feldbiss-oost breuk, waardoor de beekdalbodem door dieper en schoner grondwater wordt gevoed. Het model berekent in dit scenario net te weinig kwel om in de categorie **matig kansrijk** te vallen. In 2006 en 2007 zijn hier enkele peilbuizen bemonsterd en bleek het grondwater zwak gebufferd en vrij ijzerrijk te zijn, maar ook rijk tot zeer rijk aan sulfaat (Jansen, 2007). Nadien zijn in dit gebied al wel hydrologische herstelmaatregelen genomen, met name het verondiepen van delen van de DL7, 12 en 15 (Kieskamp & van der Burg, 2016).

De graslanden op de beekdalflank aan de oostzijde van dit deelgebied hebben een sterk agrarisch verleden en dus sterk verhoogde P-gehalte en van nature weinig ijzer. Door hun hogere ligging zal ook na hydrologisch herstel naar verwachting onvoldoende ijzerhoudend kwelwater de wortelzone is het de vraag of na hydrologisch voldoende aanvoer van kwelwater kan optreden. Dat is jammer, aangezien de kwaliteit van het kwelwater in de beekdalflank behoorlijk goed scoort (5).

De graslanden in deelgebied 1 die momenteel al in beheer zijn van Natuurmonumenten hebben een floristische kwaliteit die hooguit matig is. Zo is veldrus, een indicator van grondwaterinvloed die op het merendeel van de natuurpercelen in het Dommeldal niet ontbreekt, vaak afwezig op de percelen in dit deelgebied (Albers, 2013). Het is daarom niet de verwachting dat de net verworden landbouwpercelen een hoge potentie hebben in de huidige situatie. De ontwatering en de slechte kwaliteit van het grondwater versterken dit beeld.

Voor een herstel van de broekbossen is het belangrijk dat de kwaliteit van het grondwater wordt verbeterd. Dit kan alleen door minder uitspoeling van met name nitraat in de infiltratiegebieden ten zuiden en zuidoosten van deelgebied 6.

Inrichting- en beheermaatregelen:
Voor herstel en goede staat van instandhouding van met name de broekbossen van de Plateaux, Horsten en Putten zijn de maatregelen omschreven in scenario 3 zijn wat dat betreft het meest kansrijk:

- Peilverhoging van de Dommel tot aan de maaiveldhoogte van de laagste delen van de beekdalbodem, waardoor de ontwaterende invloed van de Dommel sterk wordt verminderd.
- Peilverhoging en deels dempen van de A-watergangen in de beekdalbodem en lage delen van de beekdalflanken.
- Stoppen van onderbemaling.

De peilverhoging van de Dommel kan in dit tracé voor een deel door de watervegetatie niet langer te maaien met de maaiboot. Alleen als in de zomer te hoge Dommelpeilen zouden optreden is incidenteel maaien mogelijk. Door herhaaldelijk uitdiepen van de beekbodem is deze echter zo diep, dat alleen het stoppen van het maaibeheer waarschijnlijk niet voldoende is. Verondiepen van de bodem met zand is dan noodzakelijk.

Zeer effectief is het zeer sterk verondiepen van de A-watergangen ten westen van de broekbossen van de Horsten en de Putten: DL-4, DL-3 en DL-5 (dempen tot aan Peedijk) en stoppen van de bemaling van de DL-5.

Wel moet er voor gezorgd worden dat er geen langdurige stagnatie van water op maaiveld plaatsvindt. De hoge nitraat- en sulfaatgehalten leiden dan makkelijk tot fosfaatmobilisatie, veenafbraak en het vrijkomen van giftige sulfiden. Bij de herinrichting van de waterhuishouding moet langdurige inundatie worden voorkomen, bijvoorbeeld door zeer ondiepe slenken of greppels richting de Dommel open te houden. Wanneer eenmaal veenvorming op gang komt, zal het maaiveld weer gaan stijgen en kan verdere vernatting plaatsvinden. Bij een goede kwaliteit van het kwelwater kan dit snel gaan, een goed voorbeeld hiervan is te zien op de noordelijke oever van de Oude Leukerbeek in de Roukespeel (zie referentielocaties). Maar de hoge sulfaat- en nitraatgehalten zullen naar verwachting ook de veengroei sterk remmen. De broekbossen zullen naar verwachting weinig nadelige effecten van inundatie zullen ondervinden omdat ze ver van de Dommel liggen en dus weinig slib zullen ontvangen. De best gebufferde broekbossen liggen direct langs de beek, maar behalve buffering levert het afgezette beeksediment ook fosfaat. Wellicht leidt de combinatie van een waarschijnlijke afname van de fosfaatrijkdom van dit sediment, en aanvoer van meer ijzerrijk grondwater door hydrologisch herstel, tot voldoende fosfaatvastlegging en een soortenrijkere ondergroei.

10.3.2 Deelgebied 2: de Malpie

Kansen in de huidige situatie:
De kans op herstel van mesotrofe natuur in het Dommeldal ter hoogte van de Malpie is in de huidige situatie erg wisselend (kansarm tot matig kansrijk).
De situatie is in het zuidelijk en middendeel matig kansarm en ter hoogte van de versmalling van het beekdal bij het grasland van de familie Hemels matig kansrijk. De kwaliteit en hoeveelheid kwel is hier goed, wat

waarschijnlijk samenhangt met het feit dat de westelijke Feldbiss-breuk hier vrijwel het hart van het beekdal volgt. Hierdoor komen relatief schone en diepe kwelbanen aan het oppervlak, die slechts weinig worden bijgemengd met vervuild landbouwwater dat vanaf de oostflank toestroomt. Maar enkele honderden meters naar het noorden is in 2006-2007 een raai peilbuizen bemonsterd en bleek zeer zwak gebufferd, vrij ijzerarm en matig sulfaatrijk grondwater aanwezig te zijn in het smalle beekdal en aan de westzijde (Jansen, 2007, in Kieskamp & van der Burg, 2016). Aan de oostzijde neemt de buffering, maar ook het sulfaatgehalte toe. Echter, de graslanden aan de oostkant van de Dommel liggen hier erg laag, waardoor een grote inundatiefrequentie wordt berekend door het Waterschap. Problemen met zwavelrijk beekwater of fosfaatrijk sediment kunnen hier dus makkelijk optreden.

Verder benedenstrooms, dichter bij de Venbergs watermolen nemen de kansen geleidelijk af omdat hier in het verleden veel voedselrijk slib is afgezet en er vrijwel geen sprake is van kwel.

Kansen na hydrologisch herstel:
De situatie wordt na hydrologisch herstel volgens scenario's 2 en 3 sterk verbeterd. Door de verhoging van de grondwaterstand en toename van de vrij schone kwel naar de wortelzone wordt de aanvoer van ijzer naar wortelzone sterk vergroot. Het aangevoerde kwelwater vanaf de flanken is wel sulfaatrijk, zodat stagnatie van water op ingeklonken veenlaagten de eerste jaren moet worden vermeden. Wanneer veenherstel is opgetreden en het maaiveld stijgt, is het minder noodzakelijk om oppervlakkig water af te laten richting de Dommel. Het veenherstel aan de noordoever van de Leukerbeek bij Roukespeel is wat dat betreft een goed voorbeeld.

De hydrologische situatie wordt dichter bij de Venbergs watermolen in scenario 3 en 4 ook verbeterd bij het broekbos aan de oostoever van de Dommel (locatie 14). Door de peilverhoging van de hier gelegen drainerende parallelwatergang DL-26 neemt de aanvoer van betrekkelijk schoon kwelwater fors toe. De A-watergang ontwatert hier o.a. de laagte van het vroegere Boomven, waardoor hij fors in het grondwaterlichaam insnijdt. In dit deel van het beekdal is verhoging van het Dommelpeil slechts mondjesmaat nodig, omdat de Dommel al redelijk hoog wordt opgestuwd door de molenaar van de Venbergs watermolen. Te hoge peilverhoging zal tot meer inundaties leiden en ook zal de kans op stagnatie van water op maaiveld toenemen. Het peilbeheer moet echter wel worden afgestemd op de hoge natuurwaarden van de Malpie bovenstrooms van de molen en mogen niet te veel door de belangen van de zeer intensieve kanovaart worden beïnvloed. Overigens hebben de kano's ook een positief effect op de hydrologie. Door herhaalde botsen op de oevers worden de oevers geërodeerd, waardoor de bodem geleidelijk wordt verondiept.

In de broekbossen in deelgebied 2 is plaatselijk veel fosfaatrijk slib afgezet in het verleden Ook bij voldoende hydrologisch herstel zal dit zichtbaar blijven in de vorm van dominantie van bijvoorbeeld rietgras. Op andere plekken is nu al bijvoorbeeld veel bosbies aanwezig, en zullen karakteristieke broekbossoorten zich kunnen uitbreiden. Er is tamelijk veel reliëf aanwezig in de broekbossen, maar de hogere ruggen zijn nu veelal verdroogd en verzuurd. Versterking van de grondwaterinvloed kan deze verzuring tegengaan, wat de kansen voor soorten van vochtige, beek begeleidende soorten doet toenemen. Tenslotte is er op de overgang naar de Malpieheide ook sprake van lokale toestroom van zuur grondwater (Kieskamp & van der Burg, 2016). Hier staat nu veel Koningsvaren. Hydrologisch herstel zou hier de waterstanden stabiliseren waardoor de kansen voor ontwikkeling van berkenbroekbos toenemen. De nu al aanwezige gradiënten van de door zuur grondwater gevoede randen, de door gebufferd grondwater beïnvloede centrale delen en de sterk door inundatie beïnvloede delen langs de Dommel, kunnen door hydrologisch herstel worden versterkt.

In deelgebied 2 zijn veel percelen in de Malpiebeemden al enige tijd in beheer bij Natuurmonumenten. Vrijwel overal is veldrus als indicator van lokale, tijdelijke grondwaterbewegingen aanwezig. Als het grondwater vaker in maaiveld komt, ontwikkelt zich hier hooguit een zuurdere variant van vochtig hooiland, met bijvoorbeeld zwarte zegge, sterzegge, wateraardbei en Veelbloemige veldbies. De inundaties moeten dan zorgen voor wat meer buffering, maar zullen tevens vermesting veroorzaken.

Inrichting- en beheermaatregelen:

Voor herstel van mesotrofe broekbossen en graslanden en goede staat van instandhouding van de beter ontwikkelde delen is het in de eerste plaats nodig om het peil van de Dommel te worden verder te verhogen. De Dommel staat nu in een groot deel van het deelgebied al hoog, met name dicht bij de Venbergse watermolen. Hier moet de peilverhoging niet te sterk worden om te veel inundatie te voorkomen.

Een goede maatregel om te zorgen voor een hoger Dommelpeil is te zorgen voor een goede ontwikkeling van de watervegetatie. Dit kan voor een belangrijk deel worden gestuwd door aanpassing van het maaibeheer. Maaibeheer van de waterplanten met de maaiboot zou hooguit moeten plaatsvinden wanneer in de zomer regelmatig langdurig inundaties plaatsvinden. Afgelopen twee jaar is de watervegetatie opvallend genoeg vrijwel verdwenen. De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Het waterschap is hier een onderzoek naar gestart.

Een andere manier om het waterpeil van de Dommel te verhogen is zandsuppletie, waarbij de beek het zand zelf verplaatst. Deze manier van verondiepen is recentelijk met succes toegepast in de Hierdense beek op de noord-Veluwe.

Daarnaast is peilverhoging van parallelsloten belangrijk: DL-16, DL-26 en DL-24. DL-22 kan worden gedempt, evenals DL-29 ten zuiden van de Aalsterweg. Peilverhoging dient bij voorkeur plaats te vinden door het verondiepen van de watergangen.

Ook in dit deelgebied is afvoer van op maaiveld stagnerend water erg belangrijk. Door de jarenlange verdroging is veel veen ingeklonken, waardoor laagten zijn ontstaan. Na overstroming moet water dat op maaiveld blijft staan weer over maaiveld of via ondiepe slenken of greppels naar de Dommel worden afgevoerd. Wanneer de veengroei weer is hersteld en het maaiveld stijgt kunnen deze oppervlakkige wateraflaten geleidelijk uit onderhoud worden genomen, waardoor verdere vernatting kan plaatsvinden (zie Roukespeel).

10.3.3 Deelgebied 3: het Dommels Broek

Kansen in de huidige situatie:
In dit deelgebied is slechts één locatie bemonsterd, zodat uitspraken over het hele deelgebied beperkt geldig zijn. Door de gunstige bodemkwaliteit wordt de kans op de ontwikkeling van mesotrofe natuur hier hoog ingeschat. Ook is de verwachte inundatiefrequentie laag. Een probleem is de relatief lage grondwaterstand in het broekbos, door het feit dat het bos op hoge rabatten is gelegd. In de aangrenzende laagte aan de westzijde zijn de kansen wat dat betreft hoger. De bodemkwaliteit is hier echter niet bekend. De percelen lijken een intensieve agrarisch gebruik te kennen.

Kansen na hydrologisch herstel:
De kans op mesotrofe natuur neemt na hydrologisch herstel volgens scenario's 1 en 2 nauwelijks toe. In scenario 3 en 4 neemt de kans op herstel van mesotrofe natuur verder toe. In deze scenario's wordt een vernatting berekend door het model. Vreemd genoeg berekend het model in het broekbos geen toename van de kwel in deze scenario's, mogelijk doordat de kwel wordt afgevangen door de diepe greppels langs de hoge rabatten. Dit is wel het geval in de aangrenzende laagte met landbouwgronden.

Inrichting- en beheermaatregelen:
In de eerste plaats verhoging van het Dommelpeil door het hanteren van hogere stuwpeilen bij de Dommelse watermolen.

Daarnaast peilverhoging van de A-watergangen ten oosten van het broekbos: DL-29 en zijsloten en in mindere mate DL-29 en DL-31.

Punt van aandacht bij hydrologisch herstel is opnieuw de hoge zwavelbelasting van het kwelwater. Wanneer water zal stagneren in de lage kom, zal ijzer vastgelegd worden aan zwavel, waardoor fosfaat vrijkomt. Dit kan worden voorkomen door de A-watergang DL-zodanig te verondiepen, dat op maaiveld stagnerend water kan blijven afstromen. Het ideaalbeeld is dat het kwelwater in de winter en voorjaar uittreedt boven maaiveld en

vervolgens over maaiveld en de verondiepte slootbodem van de DL-29 richting de Dommel afstroomt. Voor het broekbos dient hydrologisch herstel gecombineerd te worden met het dempen, verondiepen of opstuwen van de diepe greppels langs de rabatten.

10.3.4 Deelgebied 4: Dommelbeemden tussen Dommelen en de Loonse molen

Dit deelgebied verschilt van het vorige deelgebied doordat het niet door breuken wordt beïnvloed. Daarnaast wordt de Dommel hier door het verval van de Loonse watermolen niet langer hoog opgestuwd. De ter hoogte van de vroegere watermolen aangebrachte vistrappen zorgen nog voor enige opstuwing. Doordat in dit deelgebied maar één locatie is bemonsterd, zijn de conclusies beperkt geldig. Op het oog lijkt het gebied echter vrij uniform met een dominant landbouwverleden.

Kansen in de huidige situatie:
De kansen voor herstel van mesotrofe natuur worden door het landbouwverleden en relatief droge omstandigheden (lage opstuwing Dommel) laag ingeschat (**kansarm)**.

Kansen na hydrologisch herstel:
Alleen bij scenario 2 (20 cm peilverhoging van alle watergangen in het modelgebied) vindt er een aanzienlijke vernatting plaats. Er wordt echter nog geen kwel berekend, waardoor de vernatting niet leidt tot een toename van de ijzerconcentratie in de bovengrond. De locatie en waarschijnlijk het hele deelgebied zijn daarom naar verwachting ook na herstel van de hydrologie **kansarm.** Bovendien is sterke vernatting hier moeilijk haalbaar vanwege de vele bebouwing op de beekdalflanken.

Inrichting- en beheer:
Door de geringe kansen is het niet zinvol om in dit deelgebied in te zetten op hydrologisch herstel. Wel is het kansrijk om bovenstrooms van de Loonse molen een bezinkingsbasin aan te leggen, waardoor de slibdepositie in het waardevolle deelgebied 5 zal afnemen.

10.3.5 Deelgebied 5: Dommeldal bij Elshouters en ’t Heike

Kansen in de huidige situatie:
De kansen voor herstel van mesotrofe natuur zijn in dit deel van het Dommeldal het grootst. De kansen zijn met name groot doordat het beekdal hier bijzonder breed is, mede door de samenkomst van de beekdalen van de Keersop en de Dommel. Frequente inundaties treden op ter weerszijden van de Dommel, net voor en ter hoogte van de samenvloeiing. Hier is ook een tamelijk verruigd broekbos aanwezig. De overige bossen hebben een gemiddeld veel betere kwaliteit. Daarnaast is het kwelwater van een goede kwaliteit dankzij het voorkomen van meerdere breuken. In dit deelgebied komen waterviolier, bosbies en bittere veldkers voor als kwelindicatoren in de beek begeleidende bossen (Den Ouden & Broekmeyer, 1998). Vrij recent zijn ook nog adderwortel, klein glidkruid en draadrus waargenomen, en er zijn graslanden aanwezig met dotterbloem, blauwe zegge en bosanemoon (van den Haterd e.a., 2009). Door het optreden van KD-sprongen wordt relatief diep en schoon kwelwater aangevoerd. Door de grote breedte van het beekdal is de instroming van met zwavel en nutriënten verrijkt grondwater in vergelijking met smallere delen van het beekdal (zoals deelgebieden 2 en 4) relatief gering. Alleen aan de randen van de beekdalbodem op intensief agrarisch gebruikte overgangen naar de beekdalflanken zijn de kansen klein (locaties 11 en 7). Ook in het verleden is een slechtere grondwaterkwaliteit gemeten aan de randen (van den Haterd e.a., 2009). De andere locaties zijn (matig) kansrijk. Momenteel is echter nog op veel plaatsen sprake van verdroging, wat met name in de broekbossen tot verdroging leidt (Den Ouden & Broekmeyer, 1998, van den Haterd e.a., 2009). De verdroging is voor een groot deel ook het gevolg van de diepe insnijding van de Dommel.

Kansen na hydrologisch herstel:

De kansen op herstel van mesotrofe natuur nemen na hydrologisch herstel in alle locaties toe. De grootste effecten worden berekend in scenario 2 (en in mindere mate scenario 3), waar alle watergangen in het modelgebied inclusief Dommel en Keersop 20 cm in peil worden verhoogd. Hierdoor voeren zij minder kwelwater af, wat ten goede komt aan de graslanden, broekbossen en vochtige bossen. Het sulfaatgehalte van het grondwater is helaas overal verhoogd, zodat er een risico is op vastlegging van ijzer door zwavel bij stagnante condities. Bij hydrologisch herstel moet daarom altijd worden gelet op de afvoer van stagnerend water op maaiveld. Een voorbeeld van hoe het wel moet zijn de laagten bij het schraal grasland in locatie 8. Door de greppels niet geheel te dempen maar te verondiepen tot de maaiveldhoogte van de laagten kan water vanuit de laagten richting de Dommel worden afgevoerd. Ook laagten in de huidige broekbossen hebben bij voorkeur een afvoer over maaiveld.

Deze hydrologische herstelmaatregelen zoals beschreven in scenario 2 en 3 zijn daarom ook nodig voor de goede staat van instandhouding van de goed ontwikkelde vegetaties.

Hoewel hier geen bodemmonsters zijn genomen kan op basis van de kwel- en grondwaterstandkaarten worden afgeleid dat er ook goede kansen op hydrologisch herstel liggen ter hoogte van de westelijke breukzone in het Broekhovense veld. De sloten voeren hier zeer veel kwalitatief goed kwelwater af. Zo is het ijzergehalte van dit water bijzonder hoog. Helaas is het zwavelgehalte eveneens groot, waardoor zorg moet worden gedragen dat er geen stagnatie van water op de bodem plaatsvindt.

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Voor herstel van mesotrofe broekbossen, graslanden en een goede staat van instandhouding van de beter ontwikkelde delen is in de eerste plaats is een lichte verhoging van het Dommelpeil wenselijk. Het peil is direct bovenstrooms van de Volmolen al hoog, hier moet zeer voorzichtig worden omgegaan met peilverhogingen. Op grotere afstand van de Volmolen is het Dommelpeil echter aanzienlijk lager dan de maaiveldhoogte van de lagere delen van de beekdalbodem en zijn peilverhogingen van 1 tot 3 dm wenselijk. Ook hier is de eenvoudigste manier van peilverhoging het aanpassen van het maaibeheer van de watervegetatie met de maaiboot. Alleen maaien bij herhaaldelijke langdurige zomerinundaties is waarschijnlijk de beste optie.

Met name in de Keersop en de Dommel bovenstrooms van de samenstroming met de Keersop is sturen van het waterpeil met het maaibeheer waarschijnlijk onvoldoende om tot de benodigde peilstijgingen te komen. Hier kan het waterpeil ook worden verhoogd door zandsuppletie zoals ook succesvol is toegepast in de Hierdense beek op de noord Veluwe. De Keersop snijdt relatief diep in het beekdal. Wanneer het waterpeil van de Keersop tot aan maaiveld van het beekdal wordt verhoogd, is een relatief grote peilverhoging noodzakelijk.

Aan de oostzijde is peilverhoging van parallelsloot DL-43 belangrijk. Deze watergang heeft sterk ontwaterende invloed op het oostelijke deel van de beekdalbodem. Het maaiveld loopt oostelijk van deze watergang sterk op, zodat effecten van de peilverhoging naar verwachting beperkt zijn.

Aan de noordwestzijde is peilverhoging van DL-48, DL-49 en DL25 belangrijk voor de meest waardevolle kern van deelgebied 5.

Ook is de ontwaterende zuidelijke sloot van de camping belangrijk, wanneer de DL-48 in peil wordt verhoogd dient ook het peil in deze campingsloot te worden verhoogd. Dit heeft nadelige consequenties voor de drooglegging van de camping. Gezien de sterk conflicterende waterwensen van camping en natuur zou verplaatsing van de camping naar een hoger gelegen locatie dicht bij het prachtige natuurgebied uiteindelijk de beste oplossing zijn, mocht hier voldoende draagvlak voor zijn. Op deze manier ontstaan ook kansen voor het bergen van water bij piekafvoeren in het achterliggende gebied.

Wanneer uit nader onderzoek (zie aanbeveling in hoofdstuk 11) zou blijken dat ook recente sliblagen sterk verhoogde nutriëntgehalten bevatten, zou kunnen worden overwogen om bovenstrooms de Loonse molen een slibopvangvijver aan te leggen. Hierdoor kan afzetting van slib in het waardevolle deelgebied 5 worden verminderd.

Tenslotte dient het waterpeil van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen te worden verhoogd. Het grondwater wordt in het meest waardevolle deel van deelgebied 5 sterk nadelig beïnvloed door het lage waterpeil van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen. Helaas bevindt zich hier geen meetpunt, het peilverschil tussen de Dommel boven- en benedenstrooms van de stuk bedraagt naar schatting 1,5 – 2 m. Het waterpeil benedenstrooms van de Volmolen kan bijvoorbeeld worden verhoogd door het aantakken van de meander aan de oostoever van de Dommel, die een hogere bodemhoogte heeft dan de huidige loop (zie Figuur 37 op bladzijde 82.

In dit deelgebied bevinden zich de best ontwikkelde graslanden van het projectgebied. Aangezien deze percelen brongebied voor streekeigen zaad voor de nieuw te ontwikkelen graslanden, dient bijzondere aandacht te worden gegeven aan het maaien en afvoeren van de vegetatie en voorkomen van stagnerend oppervlaktewater.

10.3.6 Deelgebied 6: Dommeldal in de Centrale slenk

Kansen in de huidige situatie:
De herstelkansen voor mesotrofe natuur zijn in de huidige situatie in deelgebied 6 wisselend. Door intensieve bemesting is de P-waarde in een aantal graslandlocaties zodanig verhoogd, dat de kansen op herstel in de huidige situatie klein zijn. Daarnaast is het beekdal diep ontwaterd door de Dommel en parallelsloten, met name aan de westoever. Het lage Dommelpeil wordt deels veroorzaakt doordat de Volmolen in het verleden een groot peilverschil nodig had. In de tegenwoordige tijd, kan de molen ook met een lager peilverschil functioneren, waarna een aanzienlijke peilstijging mogelijk wordt. In de huidige situatie bedraagt het peilverschil in veel afvoersituaties ca. 1,5 – 2 m. Voor het functioneren van het rad kan waarschijnlijk ook een lager peilverschil voldoende zijn. Dit zou in overleg met de watermolen kunnen worden onderzocht. Probleem hierbij is dat het waterschap de Dommel het waterpeil benedenstrooms van de Volmolen niet meet. Het verdient aanbeveling om hier ook een automatische peilmeter te plaatsen. Dit peil is namelijk zeer relevant voor het hydrologisch herstel van de kern van deelgebied 5 en de noordelijke helft van deelgebied 6.

Inundaties met Dommelwater lijken zich grotendeels te beperken tot de graslanden, die vaak lager liggen dan de broekbossen. Voor de broekbossen aan de zuidwestkant geldt nu een inundatiefrequentie van 1x/10 jaar (van den Haterd e.a., 2009). In het noorden van het gebied zijn de kwelindicatoren holpijp en adderwortel nog aanwezig.

Kansen na hydrologisch herstel:
Met uitzondering van het grasland op locatie 4 neemt de kans op mesotrofe natuur na hydrologisch herstel op alle locaties toe. Dit is met name het geval voor scenario 3, waarbij naast het Dommelpeil ook het waterpeil van de parallelsloten wordt verhoogd tot aan de representatieve maaiveldhoogte van de laaggelegen beekdalbodem. Nog hogere peilen zijn niet wenselijk wegens het risico op stagnatie en daarmee gepaard gaande vastlegging van ijzer en vrijkomen van fosfaten. De kweldruk in de bossen is nu al plaatselijk vrij hoog, maar zakt in de loop van het seizoen snel weg waardoor toch wat verzuring, verdroging en vermesting optreedt. Na hydrologisch herstel kunnen de huidige elzen-berkenbroekbossen zich richting goed ontwikkeld elzenbroek bewegen, terwijl de nu verdroogde en verzuurde , oorspronkelijk vochtig beek begeleidende bossen weer een betere buffering en strooiselafbraak kunnen krijgen. Een sterkere kwelinvloed betekent ook meer ijzeraanvoer, die kan compenseren voor de afzetting van beeksediment met een minder gunstige ijzer-fosfor ratio, iets wat bijvoorbeeld voor de lagere delen van de Hogt kan gelden.

Inrichting- en beheersmaatregelen:
Voor herstel van broekbossen en graslanden en instandhouding van de goede staat van de bestaande natuur is in de eerste plaats is verhoging van het Dommelpeil noodzakelijk. Het Dommelpeil bevindt zich zeer laag ten opzichte van de maaiveldhoogte van de laagste delen van de beekdalbodem. Ook hier is aanpassing van het

maaibeheer van de watervegetatie een eerste stap richting peilverhoging. Gezien de grote benodigde peilstijging is dit echter niet voldoende. Aantakking van de oude meander zoals beschreven in de vorige paragraaf kan tot een belangrijke stijging van het waterpeil in het zuidelijk deel leiden. In de rest van de Dommelloop is verondieping met zand noodzakelijk.

Aan de westzijde is peilverhoging van parallelsloot RN-39 belangrijk. Deze watergang draineert de westrand van de relatief vlakke beekdalbodem. Aan de oostzijde is peilverhoging van de DL-52, DL-53 en DL-55 en DL-57 belangrijk. Met name de laatste twee zijn belangrijk voor hydrologisch herstel van de Hogt.

10.4 Afgraven van de bovengrond

In de studie is ook onderzocht op welke locaties aanvullend op hydrologisch afgraven van een deel van de bovengrond kan bijdragen aan herstel. Voor de resultaten van de bodemanalyses op 20-30 en 30-40 cm diepte wordt verwezen naar Bijlage 16. Uit het in het kader van deze studie uitgevoerde bodemonderzoek is gebleken dat de mogelijkheden zeer beperkt zijn.

- Locatie 3: 30 cm afgraven, maar alleen als er niet vernat wordt, anders wordt het een natte bak met stagnatie.
- Locatie 9: 20 (-30) afgraven, ook alleen als er niet vernat wordt. Gezien de huidige kwaliteit van de vegetatie is dit niet nodig en zelfs een risico vanwege stagnerend oppervlaktewater.
- Locatie 11: is in scenario 3 nog kansarm, maar dit wordt beter als 30 cm wordt afgegraven.
- Locaties 15 en 17: 20 cm afgraven. Hier echter veel risico op stagnatie van water in afgegraven delen.

11 Conclusies en aanbevelingen

11.1 Kansen op herstel van mesotrofe natuur

In Tabel 9 is de kans op herstel van natte en vochtige mesotrofe natuur weergegeven per deelgebied. Deze tabel is een samenvatting van de gedetailleerde kansentabel (zie hoofdstuk 8). In de tabel zijn de kansen aangegeven in de huidige situatie (HS) en voor de verschillende hydrologische herstelscenario's 1 t/m 4:

Scenario 1. 20 cm peilverhoging alle A-watergangen in modelgebied (stroomgebieden Dommel, Keersop en Run) + uitschakelen 4 bemalingen in deelgebied 1;

Scenario 2. Idem + 20 cm peilverhoging alle zijsloten en greppels;

Scenario 3. Peilverhoging Dommel, Keersop en A-watergangen in beekdalbodem Dommeldal tot aan maaiveld;

Scenario 4. Idem maar zonder peilverhoging Dommel en Keersop.

Tabel 9: Gemiddelde parameters voor de inschatting van de kans op herstel vochtige en natte mesotrofe natuur (gemeten berekende P-totaal, P/Fe ratio en kwelkwaliteit en met behulp van het Dommel-Keersop model berekenden GVG, GLG en kweldruk) en inschatting van de kansrijkdom voor herstel vochtige en natte mesotrofe natuur per deelgebied. De blauwe kleur van de cellen van de parameters P-totaal, GVG, P/Fe en kweldruk geeft aan dat deze parameters voldoen aan de grenswaarden. In de cellen van de parameter Kwel kwaliteit en GLG hebben de kleuren geen relatie met de grenswaarden.

deel-gebied	omschrijving locatie	P-totaal	GVG (m -mv)					P/Fe	Kweldruk (mm/dag)					Kwel	GLG (m -mv)					Kansrijkdom				
		mmol/l	HS	1	2	3	4	ratio	HS	1	2	3	4	kwal.	HS	1	2	3	4	HS	1	2	3	4
	grenswaarde	5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,8	0,1	1	1	1	1	1	3 6	0,4 0,8	0,4 0,8	0,4 0,8	0,4 0,8	0,4 0,8					
1	Kempens plateaux	9	0,23	0,18	0,11	0,08	0,19	0,28	-0,4	0,1	0,6	3,1	0,7	2,5	0,59	0,49	0,45	0,39	0,48	1,8	1,8	1,8	2,3	1,8
2	De Malpie op overgang naar centrale slenk	12	0,23	0,18	0,10	0,12	0,14	0,16	-0,7	0,0	1,7	1,4	0,0	5,6	0,66	0,59	0,49	0,58	0,63	1,8	1,8	2,6	3,0	2,2
3	Natte laagte bij Dommelen	5	0,41	0,40	0,32	0,19	0,22	0,07	-1,9	-1,8	-1,6	-1,4	-1,2	4,0	0,67	0,65	0,59	0,46	0,48	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
4	Beekdal tussen Valkenswaard en Dommelen	15	0,38	0,26	0,16	0,34	0,37	0,13	-1,6	-1,8	-1,8	-1,6	-1,6	5,0	0,65	0,54	0,50	0,59	0,64	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	Elshouters en 't Heide	10	0,19	0,13	0,04	0,10	0,15	0,16	2,6	2,7	3,9	3,6	2,9	6,9	0,45	0,37	0,40	0,46	0,53	2,7	3,0	3,6	3,6	3,0
6	Dommeldal in centrale slenk	15	0,23	0,17	0,08	0,03	0,19	0,11	0,6	2,5	3,3	3,4	1,2	6,0	0,49	0,41	0,35	0,29	0,44	2,0	2,2	2,6	3,0	2,2
	projectgebied	11	0,24	0,18	0,10	0,11	0,18	0,17	0,3	0,9	1,8	2,3	1,0	5,1	0,56	0,48	0,44	0,45	0,53	2,2	2,3	2,7	2,9	2,4

In de tabel is te zien dat er in de huidige situatie aanzienlijke verschillen bestaan tussen de deelgebieden en scenario's.

P-totaal:
Gemiddeld bedroeg het P-totaal gehalte van de bovengrond in de 25 onderzochte locaties in het Dommeldal 11 mmol/l. Alleen plaatselijk voldeed de bodem aan de streefwaarde van 5 mmol/l. Dit waren vooral de broekbossen die wat verder van de beek liggen en waar weinig slib is afgezet. Graslanden met een landbouwverleden hadden vrijwel altijd een te hoge P-totaal-waarde.

GVG:
Het is opvallend dat de GVG is de meeste deelgebieden voldoet aan de streefwaarde van 0,25 m. -mv. Hydrologische herstelscenario's 2 en 3 zijn het meest effectief; het effect van scenario's 1 en 4 op de GVG is marginaal. Hieruit kan worden geconcludeerd dat forse hydrologische herstelmaatregelen (scenario's 2 en 3) nodig zijn voor hydrologisch herstel. Maatregelen volgens scenario 4, waarbij alleen het peil van de A-watergangen in de beekdalbodem van het Dommeldal worden verhoogd, hebben onvoldoende effect op de GVG.

P/Fe-ratio:
Ook de P/Fe ratio is gemiddeld gezien met 0,17 te hoog om bij het stopzetten van bemesting een verschralend effect te kunnen verwachten. Aanvoer van ijzerhoudend grondwater is op de meeste locaties daarom wenselijk. De meest ijzerrijke bodems bevinden zich in deelgebied 5. De minst ijzerrijke bodem bevinden zich in deelgebied 1.

Kwel:
In de huidige situatie is er op de meeste locaties sprake van onvoldoende kwel in het beekdal. Dit is opvallend, aangezien de beekdalen van nature kwelgevoed zijn. Deze constatering komt overeen met het beeld dat de kwel nu vooral wordt afgevoerd door de A-watergangen in de beekdalbodem en door de Dommel en Keersop zelf. Het ontbreken van kwel in de huidige situatie is een belangrijk knelpunt voor herstel van de mesotrofe natuur omdat hierdoor geen aanvoer van ijzerhoudend grondwater naar de wortelzone kan plaatsvinden.

Alleen in deelgebied 5 is er sprake van voldoende kwel, die wordt veroorzaakt door de combinatie van twee breukzones en een hoge opstuwing van de Dommel door de Volmolen. In de minder ambitieuze scenario's 1 en 4 wordt de kwel niet hersteld. Hieruit blijkt opnieuw dat scenario's 1 en 4 onvoldoende effect hebben om mesotrofe natuur te herstellen. Uit het feit dat scenario 3 wel tot voldoende herstel van de kwel leidt en scenario 4 niet, kan worden afgeleid dat peilverhoging van de Dommel en Keersop een voorwaarde is voor hydrologisch herstel. Uitsluitend verhogen van het waterpeil van de A-watergangen in het beekdal is onvoldoende.

Kwelkwaliteit:
In de tabel is zeer opvallend dat de kwaliteit van het kwelwater in deelgebied 1 op het Kempens plateau slecht is. De slechte kwaliteit van het kwelwater wordt veroorzaakt door de hydrologische positie van dit deelgebied: de kwel is afkomstig vanuit zuid- en zuidwestelijk gelegen landbouwgebieden waar met name inspoeling van nitraat en ook sulfaat plaatsvindt. Wanneer het nitraatrijke kwelwater in het beekdal veenlagen doorstroomt in zijn weg omhoog, wordt het veen geoxideerd (nitraat is een oxidator), waarbij sulfaat vrijkomt. Verder oxideert het nitraat ferro-ijzer naar ijzer(hydr)oxide, waardoor dit ijzer diep in de ondergrond wordt vastgelegd. Het toestromende water in deelgebied 1 is daarom vrijwel ijzerloos. De combinatie van ijzerloos en sulfaatrijkwater vormt een risico voor natuurherstel: bij langdurige stagnatie van water op en net onder maaiveld slaat sulfaat samen met ijzer neer als ijzersulfide. Aangezien het aanwezige ijzer veelal aan fosfaat is gebonden, komt dit vrij waardoor fosfaatgehalten juist toenemen (de beruchte fosfaatsoep).

De kwaliteit van het kwelwater is aanzienlijk beter in de overige deelgebieden 2 t/m 6. De betere kwaliteit wordt in deelgebieden 2 t/m 5 veroorzaakt door de aanwezigheid van de Feldbiss-breuk, waardoor relatief veel schoon kwelwater vanuit langere en diepere stroombanen wordt aangevoerd. Deelgebied 5 waarin twee Feldbiss-breuken en een tussenliggende breuk zijn gekarteerd spant in dit opzicht de kroon. Er is geen duidelijke oorzaak aan te wijzen voor de opvallend goede kwaliteit van het kwelwater in deelgebied 6.

Verbetering van de kwaliteit van het kwelwater is een zaak van lange adem. Hiervoor is het nodig om de uitspoeling van meststoffen, met name nitraat, uit landbouwgebieden drastisch te verminderen. Tot op heden is de wet- en regelgeving met betrekking tot de uitspoeling van meststoffen uit landbouwgebieden onvoldoende gebleken. Zelfs als nu alle landbouwpercelen zodanig worden bemest dat alle mest in de bodem en het gewas wordt opgeslagen (evenwichtsbemesting), zal er nog lange tijd nitraatrijk grondwater via de wat langere stroombanen richting het beekdal toestromen. Ook stikstof die is neergeslagen in bossen en hier in de bodem is geïnfiltreerd zal nog lange tijd het grondwater belasten.

GLG:
Het diep wegzakken van de grondwaterstanden in de zomer is, samen met onvoldoende kwel, het grootste hydrologische knelpunt in het Dommeldal. De GLG is voor veel veengronden in de beekdalbodem te laag. In zandgronden voldoet de GLG in veel gevallen, maar is zeker niet optimaal. Om de GLG in veen- en zandgronden

in het doelbereik te krijgen is het niet alleen noodzakelijk om het waterpeil in de A-watergangen in de beekdalbodem te verhogen, maar ook het Dommelpeil moet worden verhoogd (zie verschil in GLG in scenario's 3 en 4).

Kansrijkdom:
Wanneer al deze factoren middels het beslisschema worden gecombineerd komt het volgende beeld naar voren:

Huidige toestand:
Zonder ingrepen in de hydrologie en zonder het verwijderen van fosfaatrijke lagen zijn op afzienbare termijn de kansen op ontwikkeling van mesotrofe natuur dun gezaaid. Opvallend is vooral dat een deel van de beek begeleidende bossen nog fosfaat-arm genoeg zijn voor een goede ontwikkeling. Dit geldt zowel voor de vochtige variant (Essen-Vogelkers bos) als voor de natte variant (wilgenstruwelen, elzenbroek, berkenbroek). Echter, op de vochtige plaatsen treedt door verdroging verzuring op en op de natte plaatsen worden voedingsstoffen nageleverd door verdrogend, afbrekend veen, of door overstroming met Dommelwater. In de graslanden zijn er tamelijk gunstige perspectieven op locaties met veel kwel (m.n. rond de Elshouters) en op enkele relatief schrale plekken in met name de Malpiebeemden.

Scenario 1:
20 cm Peilverhoging van alle A-watergangen in het modelgebied (stroomgebieden Run, Keersop en Dommel) leidt nauwelijks tot hydrologisch herstel en dus tot herstel van mesotrofe natuur. Voor hydrologisch herstel zijn ingrijpende peilverhogingen van A-watergangen hoger dan 20 cm nodig.

Scenario 2:
Wanneer naast het peil van de A-watergangen ook het peil van aangrenzende sloten en greppels met 20 cm wordt verhoogd, wordt wel een duidelijk effect berekend. Dit scenario is echter niet realistisch, omdat dit zou betekenen dat alle sloten en greppels in de stroomgebieden van Run, Keersop en Dommel 20 cm in peil zouden moeten worden verhoogd. Hoewel dit scenario zeer zinnig is, kan op korte termijn niet worden verwacht dat dit kan worden gerealiseerd. Voor de goede staat van instandhouding van de mesotrofe natuur kan hier niet op worden gewacht.

Scenario 3:
Scenario 3 is zo geformuleerd dat alleen de Dommel, Keersop en A-watergangen in de beekdalbodem of op de overgang van de beekdalbodem naar de schuin oplopende beekdalflank in peil worden verhoogd. Door alleen watergangen te kiezen in de beekdalbodem, zijn effecten buiten de beekdalbodem betrekkelijk gering. Het maaiveld van de beekdalflanken, waar nu de meeste landbouw is geconcentreerd, loopt opvallend sterk op, waardoor effecten van de maatregelen vooral merkbaar zijn in de vlakke beekdalbodem. De gronden hier bestaan voor een groot deel uit beekbegeleidende bossen en natuurgebieden of zijn aangewezen als toekomstige natuur. Ondanks het feit dat het aantal watergangen waarvan het peil wordt verhoogd veel kleiner is dan in scenario's 1 en 2, neemt de herstelkans na uitvoering van deze maatregelen significant toe.

Scenario 4:
In dit scenario is onderzocht in hoeverre hydrologisch herstel en herstel van mesotrofe natuur mogelijk is zonder het peil van de Dommel en Keersop te verhogen. De resultaten van dit scenario zijn dermate marginaal, dat kan worden geconcludeerd dat hydrologisch herstel van de beekdalbodem en de hier voorkomende vochtige en natte graslanden en broekbossen niet kan plaatsvinden, zonder het peil van de Dommel en Keersop te verhogen. Dit is vanuit het oogpunt van hydrologie logisch: de Dommel en Keersop zijn de grootste watergangen in het beekdal en hebben hierdoor het meeste effect op de grondwaterstand en vangen het meeste kwelwater af.

11.2 Kansen per deelgebied

Specifieke kansen voor ontwikkeling van hoogwaardige mesotrofe natuur, zoals natte schraallanden (N10.01) en vochtige hooilanden (N10.02) of goed ontwikkelde vochtige beekbegeleidende bossen (N14.01) zijn plaatselijk aanwezig.

De kans op ontwikkeling van deze beheertypen is met name afhankelijk van de locatie specifieke parameters zoals die zijn aangegeven in de kansentabel (zie Tabel 9): zoals P-totaal in mmol/l, GVG, P/Fe-ratio, kwel-druk en -kwaliteit en GLG. Met het beslisschema voor de bepaling van de kansrijkdom (zie Figuur *29*) kan de kans voor ontwikkeling van deze typen worden ingeschat. Wanneer alle parameters gunstig zijn, kan relatief snel hoogwaardige natuur worden hersteld.

Wanneer één of meerdere parameters ongunstig zijn (er is bijvoorbeeld veel P in de bodem of het kwelwater bevat erg weinig ijzer), zal het langer duren om de hoogwaardige typen te herstellen. Voor graslanden moet dan voorlopig worden ingezet op ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland (N12.02).

Kansen in deelgebied 1 (Kempens plateau):
De kansen zijn met uitzondering van deelgebied 4 (bovenstrooms de Loonse watermolen) overal wel aanwezig. In deelgebied 1 is de beekdalbodem breed, waardoor de Dommel in het verleden weinig P-rijke sedimenten heeft afgezet. Het P-totaalgehalte van de bodem is daarom erg laag. Wanneer Dommel en A-watergangen ten westen van de broekbossen aanzienlijk in peil worden verhoogd en de bemalingen hooguit in extreme gevallen wordt aangezet kan de beekdalbodem effectief worden vernat en wordt de kwel hersteld. Het kwelwater is wel van slechte kwaliteit, maar wanneer voldoende greppels in stand worden gehouden om stagnerend water op maaiveld te voorkomen, kan interne eutrofiëring door sulfaatrijk grondwater worden beperkt. Herstel van voorheen bemeste graslanden is in dit deelgebied moeilijker, omdat het kwelwater vrijwel geen ijzer bevat.

Kansen in deelgebied 2 (omgeving Malpie):
In deelgebied 2 zijn de kansen op ontwikkeling van hoogwaardige natuur aanzienlijk groter. Doordat de Dommel hier niet is genormaliseerd en door de Venbergs watermolen vrij hoog wordt gestuwd is de GVG hier relatief hoog. Door de aanwezigheid van de westelijke Feldbiss-breuk, die hier vrijwel door het hart van het beekdal loopt is de kwaliteit van het kwelwater veel beter. Doordat het waterpeil van de Dommel, met name in het zuidelijk deel van deelgebied 2, enige decimeters lager is dan het maaiveld van de beekdalbodem en door de aanwezigheid van een aantal parallelwatergangen (A-watergangen) op de overgang van de beekdalbodem naar de vrij steil oplopende beekdalflank wordt te veel kwelwater afgevoerd en zakt de grondwaterstand in de zomer te diep weg. Hierdoor kan het kwalitatief goede kwelwater de wortelzone onvoldoende bereiken en oxideert het veen, waarbij nutriënten vrijkomen en het maaiveld irreversibel zakt. Na peilverhoging van Dommel en A-watergangen ontstaan op veel plaatsen mogelijkheden voor herstel en wordt tevens de gunstige staat van instandhouding van goed ontwikkelde gebiedsdelen gewaarborgd. Door de stuwing van de Dommel is in dit gebied wel plaatselijk veel fosfaatrijk sediment afgezet, wat de ontwikkelingsmogelijkheden voor beek begeleidende bossen op veel plaatsen sterk beperkt.

Kansen in deelgebied 3 (laagte ten zuiden van Dommelen):
Ook in deelgebied 3 zijn goede kansen aanwezig voor ontwikkeling van hoogwaardige mesotrofe natuur. Met name in het driehoekige beekbegeleidende bos zijn kansen aanwezig; de bodem is fosfaatarm en de intensieve begreppeling kan worden aangepakt. Ook in het laaggelegen graslandgebied ten westen hiervan liggen goede kansen. Sterke punten van dit gebied zijn de hoge kweldruk en goede kwaliteit van het kwelwater.

Kansen in deelgebied 4 (beekdal tussen Dommelen en Valkenswaard):
De kansen in dit deelgebied zijn relatief gering. Veel bepalende factoren zijn ongunstig: de GVG is laag en door het lage Dommelpeil is er vrijwel geen sprake van kwel. Wellicht kan dit deelgebied wel worden benut voor de aanleg van een bezinkvijver, waardoor in de toekomst afzetting van slib in deelgebied 5 kan worden verminderd.

Kansen in deelgebied 5 (Elshouters, 't Heike):
De beste kansen op herstel van hoogwaardige broekbossen en graslanden bevindt zich in deelgebied 5. De bodems zijn relatief weinig verrijkt met fosfaat, de GVG is in de noordzijde van deelgebied 5 door de opstuwing van het Dommelpeil door de Volmolen relatief hoog, de bodems zijn redelijk ijzerrijk en wellicht het meest belangrijk: door de aanwezigheid van de oostelijke en westelijke Feldbiss-breuk is er sprake van veel kwel met een hoge kwaliteit. Knelpunten zijn het relatief lage peil van Dommel en Keersop bovenstrooms de samenkomst van beide beken, de ontwaterende invloed van parallelsloten op de rand van de beekdalbodem, ontwatering door de Dommel benedenstrooms van de Volmolen en ontwatering door de kwelsloot ten zuiden van de camping. Wanneer deze knelpunten conform scenario 3 worden verminderd, zijn de kansen op herstel erg groot. Goed beheer van graslanden blijft een aandachtpunt. Met name graslanden met een te hoge fosfaatlast hebben nog lang een beheer van maaien en afvoeren nodig.

Kansen in deelgebied 6 (Centrale slenk):
Ook in deelgebied 6 liggen goede kansen voor zowel beek begeleidende bossen als graslanden. De GVG is veelal hoog genoeg, de bodems zijn relatief ijzerrijk en er is ondanks het ontbreken van breuken, sprake van redelijk wat kwel van een goede kwaliteit. Probleem in dit deelgebied zijn echter de relatief hoge P-gehalten van de graslanden die vaak een intensieve bemestingsgeschiedenis hebben gehad. Hierdoor zal het lang duren voordat de kwaliteit wordt gehaald die nu in verschillende graslanden in deelgebieden 2 en 5 aanwezig is. Een tweede knelpunt is het zeer lage waterpeil van de Dommel en parallelsloten. Wanneer de Dommel en A-watergangen aanzienlijk in peil worden verhoogd, zal de grondwaterstand in de zomer minder diep uitzakken en de aanvoer van ijzerhoudend kwelwater naar de wortelzone verbeteren. Ook in dit deelgebied neemt de maaiveldhoogte van de landbouwkundig gebruikte beekdalflanken vrij snel toe, zodat randeffecten van de hydrologische maatregelen beperkt zijn tot de lagere delen van de beekdalflanken. Vernatting van de beekdalflanken is in de zomer gunstig voor de boeren, omdat zij minder hoeven te beregenen. In de winter kan het betekenen dat de laagste delen van de percelen pas later kunnen worden betreden door zware machines.

Voorkomen van stagnatie van water in laagten:
Gezien de te hoge sulfaatgehalten van het beekwater en van het kwelwater in alle deelgebieden is het van groot belang dat stagnatie van water in laagten de komende jaren wordt voorkomen. Stagnatie van water in laagten is een natuurlijk proces. Wij hebben echter te maken met onnatuurlijk hoge sulfaatgehalten in grondwater en Dommelwater, waardoor natuurlijke stagnatie pas op lange termijn kan worden toegelaten. Stagnatie kan worden voorkomen door altijd een greppel, slenk of sloot open te houden, waardoor water over maaiveld kan afstromen naar de Dommel of Parallelsloot.

11.3 Vervolgstappen op dit onderzoek

11.3.1 Pragmatische herstelprojecten in kleine delen van het Dommeldal

Het wordt aanbevolen om het hydrologisch herstel van het Dommeldal pragmatisch aan te pakken, door telkens kleine gebiedsdelen te herstellen. Voor volledig herstel van de percelen/kleine gebieden is ook herstel van de beken nodig; zie hiervoor de voorgestelde aanpak in paragraaf 11.3.2. Voor het schaalniveau van kleine gebiedsdelen/enkele percelen kunnen terreinbeheerders de belangrijkste rol vervullen, waarbij zij nauw afstemmen met waterschap en provincie.

Ecohydrologisch en bodemchemisch veldonderzoek:
De kansrijkdom voor herstel kan worden bepaald op basis van een eco-hydrologisch en bodemchemisch veldonderzoek. Hierin worden een aantal bodemboringen, bij voorkeur in een raai van beekdalflank naar de Dommel uitgevoerd, waarin de bodemopbouw wordt bepaald en GHG, GVG en GLG worden geschat. Op basis

van kwelindicatoren kan een indruk worden verkregen van de kweldruk. Op basis van het veldonderzoek worden een aantal kansrijke locaties geselecteerd en wordt de bodem bemonsterd op verschillende diepten.

In het veldonderzoek worden A-watergangen en zijsloten ingemeten t.o.v. NAP om de mogelijkheden voor dempen/verondiepen/opstuwen/omleiden te bepalen. Belangrijk aspect is hierbij het selecteren van bestaande sloten om stagnerend water over maaiveld af te laten op de Dommel wanneer het Dommelpeil weer is gezakt. Ook kunnen plaatselijk verondiepte Parallelsloten worden gebruikt voor de aflaat van water. Dit is een eeuwenoud gebruik. Op de historische kaarten zijn al sloten te zien die deze functie destijds al vervulden. Bij het onderzoek kunnen deze oude ondiepe afwateringen weer in ere worden hersteld. De verwachte effecten van verondieping/dempen/stuwen/omleiden op de waterpeilen van de bovenstroomse delen van de A-watergang dienen hydraulisch te worden doorgerekend. Dit kan middels een eenvoudige berekening met de formule van Manning.

Op basis van de resultaten van het Eco-hydrologisch en bodemchemisch veldonderzoek kan vervolgens een inschatting worden gemaakt van de kansrijkdom voor herstel. Hierin wordt ook de mate van ontwatering door Dommel en Keersop meegewogen.

Voordelen van pragmatisch kleinschalig gebiedsherstel:
Het voordeel van deze aanpak is dat slechts één parallel-watergang in peil hoeft te worden verhoogd. Effecten op aangrenzende landbouwpercelen kunnen direct met de betreffende eigenaren en gebruikers worden besproken. Met maatwerk zoals het ophogen van laaggelegen delen van landbouwpercelen op de beekdalflank, het overeenkomen van afkoop van vernattingsschade of aankoop van de lagere landbouwpercelen belangen van aangrenzende boeren worden gewaarborgd. Tijdrovende modelering van effecten op de grondwater kan hier worden voorkomen. De resultaten van deze berekeningen kunnen door het waterschap worden gecontroleerd met hun Sobek model of door het waterschap zelf worden uitgevoerd.

Inrichtingsplan en toetsing aan Omgevingswet:
De resultaten van het veldonderzoek kunnen worden vastgelegd in een inrichtingsplan, dat aan het waterschap ter goedkeuring wordt voorgelegd in het kader van de omgevingswet. Het is wel belangrijk om het waterschap in de verschillende fasen van het project te betrekken, zodat optimale afstemming met het waterschap kan plaatsvinden.

11.3.2 Peilverhoging van de Dommel en Keersop

Voor de peilverhoging van Dommel en Keersop is aanpak op een groter schaalniveau nodig. Waarbij het waterschap de Dommel en Provincie Noord-Brabant de belangrijkste rollen vervullen. Dit uiteraard in nauwe afstemming met de wensen en behoeften van de terreinbeherende organisaties van de percelen op de beekdalbodem en aangrenzende boeren op de beekdalflanken.

Oppervlaktewatermodel:
In de eerste plaats is een goed functionerend oppervlaktewatermodel van de Dommel, Keersop en A-watergangen nodig. Dit oppervlaktewatermodel dient te worden gekalibreerd aan meetreeksen van gemeten Dommelpeilen. Hiervoor dienen ook benedenstrooms van de watermolens automatische meetpunten te worden geïnstalleerd. Het oppervlaktemodel is nodig om het effect van de verschillende hydrologische herstelmaatregelen (aanpassen maaibeheer, inbrengen van zand, verhogen stuwpeilen watermolens) op het Dommelpeil te kunnen inschatten. Ook kunnen de effecten van inundatie en slibafzetting hier beter in beeld worden gebracht.

Grondwatermodel:
In de tweede plaats is het nodig om een nieuw grondwatermodel op te stellen, waarmee de effecten van de hogere waterpeilen op de natuurgronden in de beekdalbodem en landbouwgronden en bebouwing op de beekdalflanken kan worden bepaald. Ook dit model dient te worden gecalibreerd aan de hand van

meetreeksen van peilbuizen. De modelgrenzen dienen ruim genoeg te worden gekozen dat ook het effect van aanpassing van diepe grondwaterwinningen bij Klotputten, Aalsterweg en Groote heide en Vessem en Welschap kunnen worden bepaald. Ook dient het effect van beregening door boeren op de grondwaterstand te worden meegenomen in de modelering. Beregening door boeren wordt in steeds grotere mate bepalend voor de hydrologische toestand van het Dommeldal. In de modelering moet ook kunnen worden bepaald wat het effect is van (gedeeltelijke) verboden voor beregening, bijvoorbeeld in een straal van 200 m. van natuurgebieden.

Relatie met N2000 maatregelen:
De hydrologische maatregelen hebben grote overlap met de benodigde maatregelen die in het kader van N2000 moeten worden genomen. Het wordt daarom aanbevolen om de voorgestelde maatregelen uit dit eco-hydrologisch onderzoek verder uit te werken in het kader van N2000. Het hierboven besproken oppervlaktewater- en grondwatermodel kan tevens worden gebruikt voor de bepaling van de effecten van maatregelen die in het kader van N2000 worden genomen en de modellen moeten daarom kwalitatief van een dusdanige kwaliteit zijn dat uitspraken op projectniveau kunnen worden gedaan.

Peilverhoging van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen:
Een belangrijke maatregel is het verhogen van het waterpeil van de Dommel benedenstrooms van de Volmolen. Hiervoor wordt het waterschap aanbevolen om in overleg met de eigenaar van de Volmolen te onderzoeken in hoeverre het hier aanwezige waterrad goed kan functioneren bij een hoger benedenstrooms waterpeil. Verder wordt aanbevolen om na te gaan welke peilverhoging kan worden gerealiseerd door de Dommel door de oude meander bij de Wilderen te leiden. Hierbij kan de bestaande loop van de Dommel worden afgedamd met een stortstenen dam, die bij piekafvoeren kan overstromen, zoals ook bij de Kleine Dommel aan de zuidzijde van Geldrop is aangelegd.

Relatie met kaderrichtlijn water:
Het waterschap wordt er op gewezen dat de in scenario 3 beschreven hydrologische herstelmaatregelen een belangrijke bijdrage vormen om de doelstellingen van de kaderrichtlijn water te halen. Hierin is namelijk de staat van de aangrenzende landnatuur een belangrijke randvoorwaarde. Een Dommel die in de winter kan inunderen en die de rest van het jaar slechts een licht ontwaterende invloed heeft op de beekdalbodem scoort ook veel beter op aspecten als soorten, stroming en waterkwaliteit.

11.3.3 Nader onderzoek omgeving Volmolen

Uit het eco-hydrologisch onderzoek komt duidelijk naar voren dat de grootste kansen zich in de omgeving van de Volmolen bevinden. Hier liggen een groot aantal gebruiksfuncties die met elkaar in evenwicht moeten worden gebracht. Hier is vervolgonderzoek wenselijk.

11.3.4 Nader onderzoek kwaliteit oud en recent afgezet Dommelslib

In de opzet van het ecohydrologisch onderzoek is het aspect van de afzetting van fosfaatrijk en met zware metalen belast Dommelslib na hydrologisch herstel onvoldoende belicht. Wanneer Dommel- en Keersoppeilen worden verhoogd, zoals voorgesteld in scenario 3 zullen vaker inundaties plaatsvinden. In het onderzoek is geconstateerd dat met name op korte afstand van de Dommel fosfaatrijke sedimenten zijn afgezet in beekbegeleidende bossen (bijvoorbeeld locatie 23 bij de Plateaux of locatie 13 in het beekbegeleidende bos van de Malpie bovenstrooms de Venbergse watermolen). Gezien de daling van met name het fosfaatgehalte van het Dommelwater bestaat het vermoeden dat de fosfaatlast van het Dommelwater ten opzichte van het verleden is afgenomen. Ook de stikstoflast is in enige mate afgenomen. Dit geldt niet voor de zware metalen last; die blijft naar verwachting nog tientallen jaren lang hoog.

Omdat afzetting van fosfaatrijk slib na hydrologisch herstel een belangrijk risico kan zijn voor herstel van de mesotrofe natuur, wordt aanbevolen om te onderzoeken in hoeverre het fosfaatgehalte en de fosfaat/ijzer-ratio van recente sliblagen afwijkt van oudere sliblagen. Dit onderzoek kan worden uitgevoerd door na

inundatie met Dommelwater recent afgezette dunne sliblaagjes te bemonsteren en te analyseren. Daarnaast dienen oudere sliblagen op dezelfde locatie te worden bemonsterd en vergeleken met deze recente afzettingen.

11.3.5 Actualiseren Ontwikkelingsvisie van Natuurmonumenten voor het Dommeldal

Het wordt aanbevolen om de bestaande Ontwikkelingsvisie van Natuurmonumenten voor het Dommeldal te actualiseren en concretiseren op basis van de resultaten van het uitgevoerde ecohydrologische onderzoek.

11.3.6 Aanwijzing voorkeursgebieden uitbreidingsgebieden alluviale bossen

Op basis van de resultaten van het ecohydrologische onderzoek wordt aanbevolen om het beekbegeleidende bos bij de Hogt en ten noorden van de Volmolenweg aan te wijzen voor de uitbreidingsdoelstelling alluviale bossen. Hier liggen zowel kansen voor natte bossen (Elzenbroek, berkenbroek, wilgenstruweel) als voor vochtige bossen (Essen-Vogelkersbos).

11.3.7 Relatie met milieuwetgeving

Uitspoeling van met name nitraat, ammonium en fosfaat uit landbouwgebieden en uitspoeling van stikstofverbindingen die zijn ingevangen in bossen is een blijvende bedreiging voor de kwaliteit van het kwelwater in het beekdal. Naast alle genoemde hydrologische maatregelen is het van groot belang dat de vervuiling van lucht en grondwater wordt verminderd. Voor de fauna is het daarnaast van groot belang om de zware metalen last zo sterk mogelijk te verminderen.

Wellicht is er ook een strategie nodig voor de lange termijn omgang met door metalen verontreinigde bodems, bijvoorbeeld middels afgraven, afdekken, natuurlijke afzetting van schonere sedimenten of voorkomen van hernieuwd transport door erosie. Ook ingrepen in de hydrologie kunnen invloed hebben op de (im-)mobilisatie van in het gebied aanwezige zware metalen.

Bronnen

Albers, K., 2013. Dommeldal graslanden, floraverkenning en beheeradvies 2013. Rapport Ecologica, in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten.

Brouwer, E., 2017. Inschatting van de mogelijke effecten van hydrologische ingrepen op een alluviaal bos in de Keersopbeemden. B-ware rapport 16.144.17.4, in opdracht van Provincie Noord-Brabant

Den Ouden, J. B. & M.E.A. Broekmeyer, 1998. A-locatie bossen in Noord-Brabant. Kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relicten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Noord-Brabant. IBN-RAPPORT 387, ISSN: 0928-6888

Eichhorn, K., E. Brouwer, E. Dorland, R. Ketelaar & T van den Broek, 2020. Kruidenrijke graslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond, wat is er mogelijk? De Levende Natuur 121 (3): 92-95.

Hanhart, K. en E. Brouwer, 2018. Ecohydrologisch onderzoek Meelbergsven

Hanhart, K. en E. Brouwer, 2019. Ecohydrologisch onderzoek de Hogt.

Haterd, R. J.W. van den, M.A.M. van Dorst & Wielakker, 2009. Ecohydrologische quickscan natte natuurparel Keersopdal en Dommeldal bij Waalre. Bureau Waardenburg, rapport nr. 08-124 deel 3a. In opdracht van Waterschap de Dommel.

Jansen, A.M.W. , 2007. Ecohydrologische Quickscan Natte Natuurparel Malpiebeemden. Waterschap De Dommel.

Kieskamp, A.A.M. & R.F. van der Burg, 2016. Hydrologische maatregelen in het Dommeldal. Rapport Unie van Bosgroepen, in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten.

Krikken, A. & F.T. Verhagen, 2009. Samenvattend beeld onderzoek grondwater ABdK 2002-2009. Royal Haskoning, rapport nr. 9T9474. In opdracht van Projectbureau Actief Bodembeheer de Kempen

Schuurman R. en P. Kiden, 2013
Presentatie Geologische breuken langs het N69 tracé?

Spronk. J., J.Bruinsma, F.Lambert, 2005. Atlas van de flora van Eindhoven.
Ontwikkeling van de flora in de regio in het begin van de twintigste eeuw. Deel 1 en
Deel 2. KNNV Afdeling Eindhoven. Met verspreidingsgegevens tot 1950 van de
Stichting FLORON.

Stiboka, 1968. Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000; blad 56 Turnhout; blad 57 west Valkenswaard.

Stiboka, 1985. Bodemkaart van Nederland 1:50.000 50-oost Tilburg en 51-west Eindhoven
Van Kessel, J., 2011. De florist Jan Piet (1891-1970), onderzoeker in het Dommeldal, de Hogt, Klotputten en Dommelbeemd. Rapportage ten behoeve van Natuurmonumenten & Brabant Water.

Digitale bestanden:

Waterschap de Dommel, 2020. Resultaten berekeningen grondwatermodel Dommeldal (GIS bestanden)

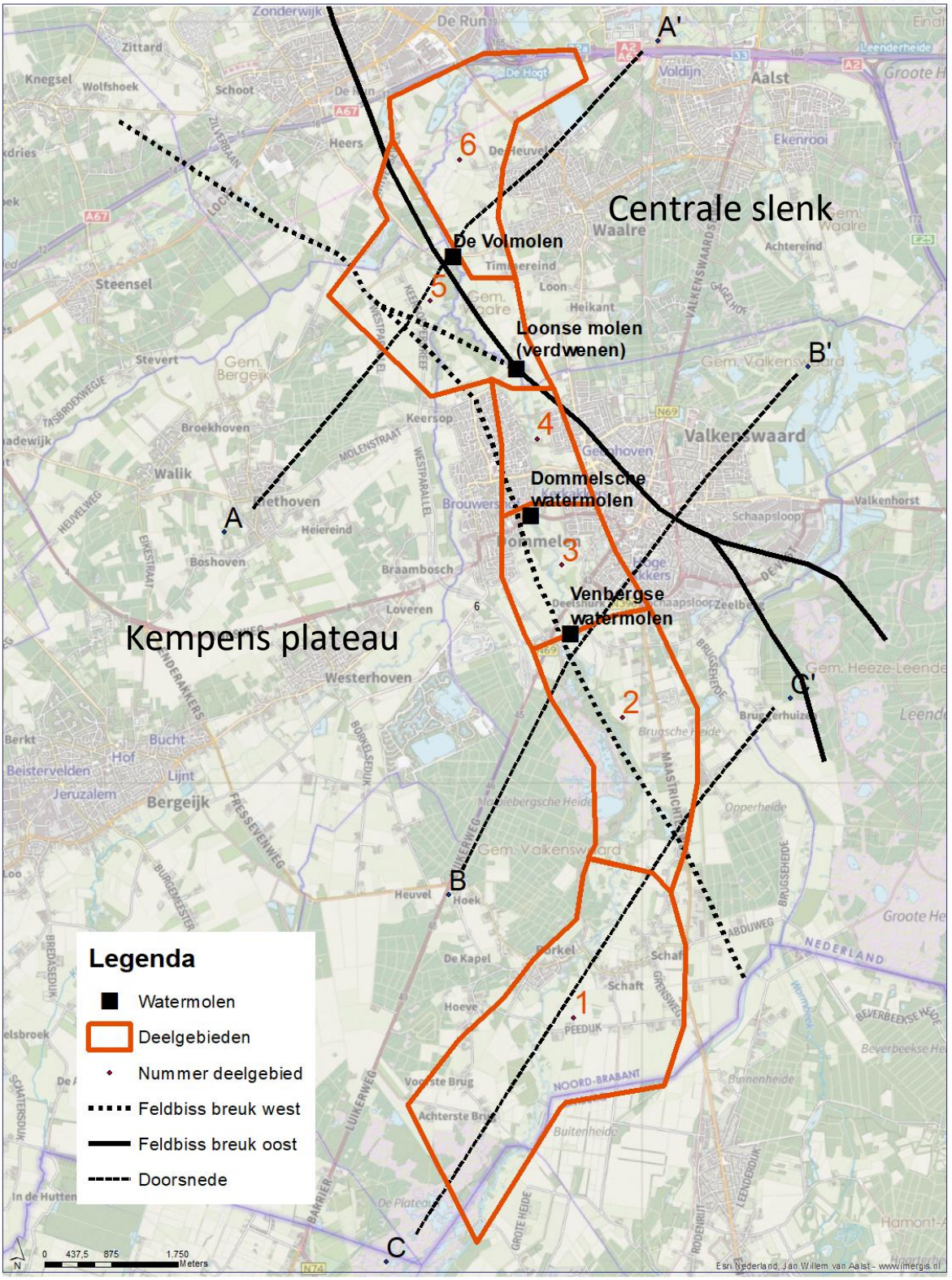
Bijlagen

Bijlage 1: Geologie, watermolens en deelgebieden 109
Bijlage 2: AHN3 hoogtekaart met breuken, watermolens en deelgebieden 111
Bijlage 3: Berekende stroombanen naar kwellocaties in het Dommeldal 113
Bijlage 4: Geomorfologische kaart 117
Bijlage 5: AHN hoogtekaarten van de deelgebieden 125
Bijlage 6: Bodemkaart 1:50.000 (bron: Stiboka, 1985) 133
Bijlage 7: Historische kaart begin 19de eeuw 141
Bijlage 8: Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters (bron: Waterschap de Dommel, 2020) 149
Bijlage 9: Huidige GVG in de deelgebieden (bron: Waterschap de Dommel, 2020) 157
Bijlage 10: Verandering van de GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in Dommeldal tot maaiveld in scenario 3 (bron: waterschap de Dommel, 2020) 165
Bijlage 11: Huidige GLG in de deelgebieden (bron: waterschap de Dommel,2020) 173
Bijlage 12: Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld 181
Bijlage 13: Huidige kwel in de deelgebieden (bron: Waterschap de Dommel, 2020) 189
Bijlage 14: Verandering van de kwel in de deelgebieden na peilverhoging van A-watergangen en Dommel tot maaiveld in scenario S3 (bron: waterschap de Dommel) 197
Bijlage 15: Locaties monsterpunten bodemchemisch en kwelonderzoek 205
Bijlage 16: Analyse-resultaten bodemchemisch onderzoek 213
Bijlage 17: Ruimtelijke verdeling kwaliteit kwelwater (ijzer, nitraat en sulfaat) 217
Bijlage 18: Inundatiekaarten concept (bron: Waterschap de Dommel, datum onbekend) 222
Bijlage 19: Streefhoogte Dommel en Keersop en A-watergangen in scenario 3 en 4 227
Bijlage 20: Kansenkaarten deelgebieden in de huidige situatie en na hydrologisch herstel volgens scenario 3 (verhoging Dommelpeilen en A-watergangen in beekdalbodem tot maaveld) 235

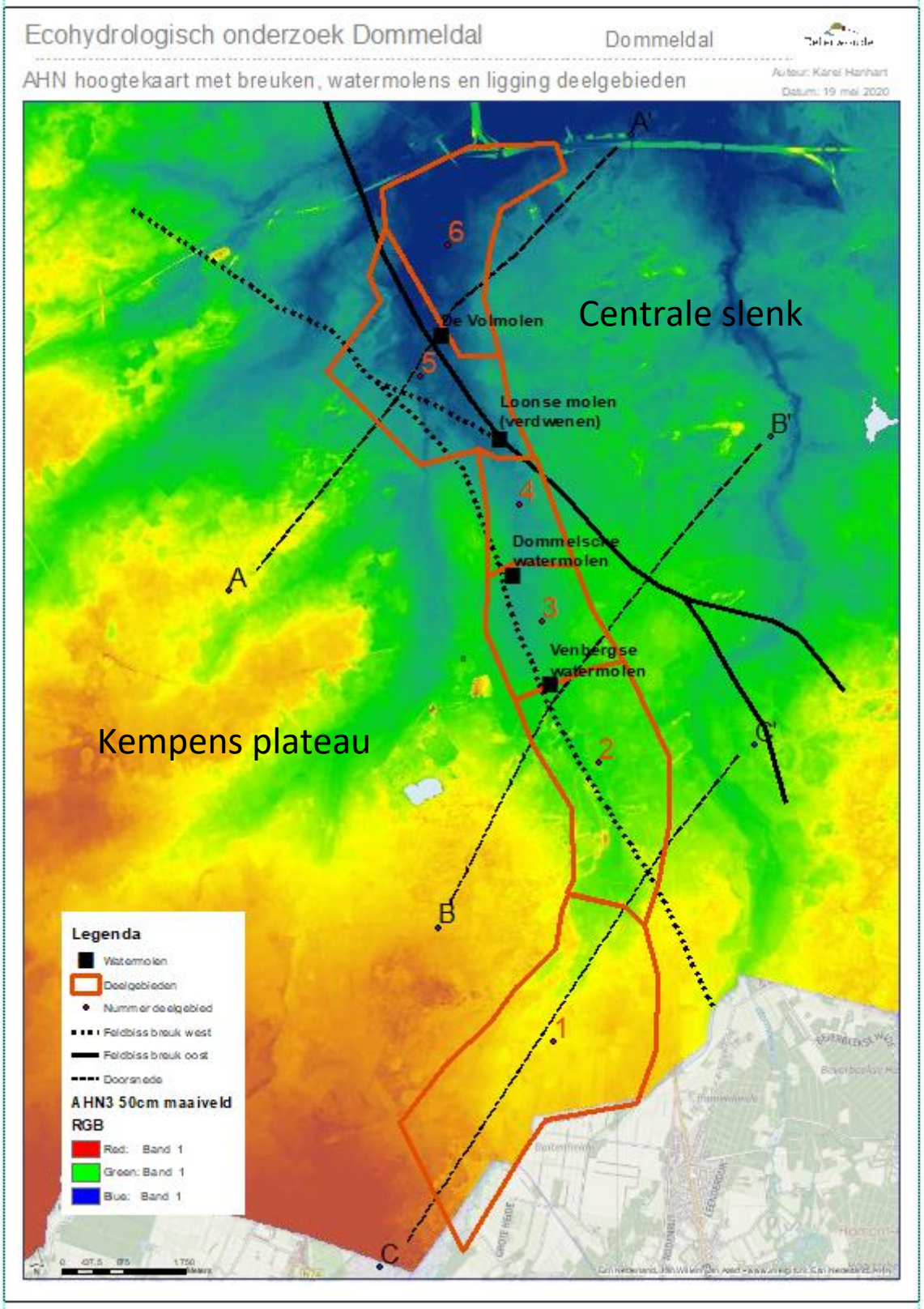
Bijlage 1: Geologie, watermolens en deelgebieden

Geologie, watermolens en ligging deelgebieden

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



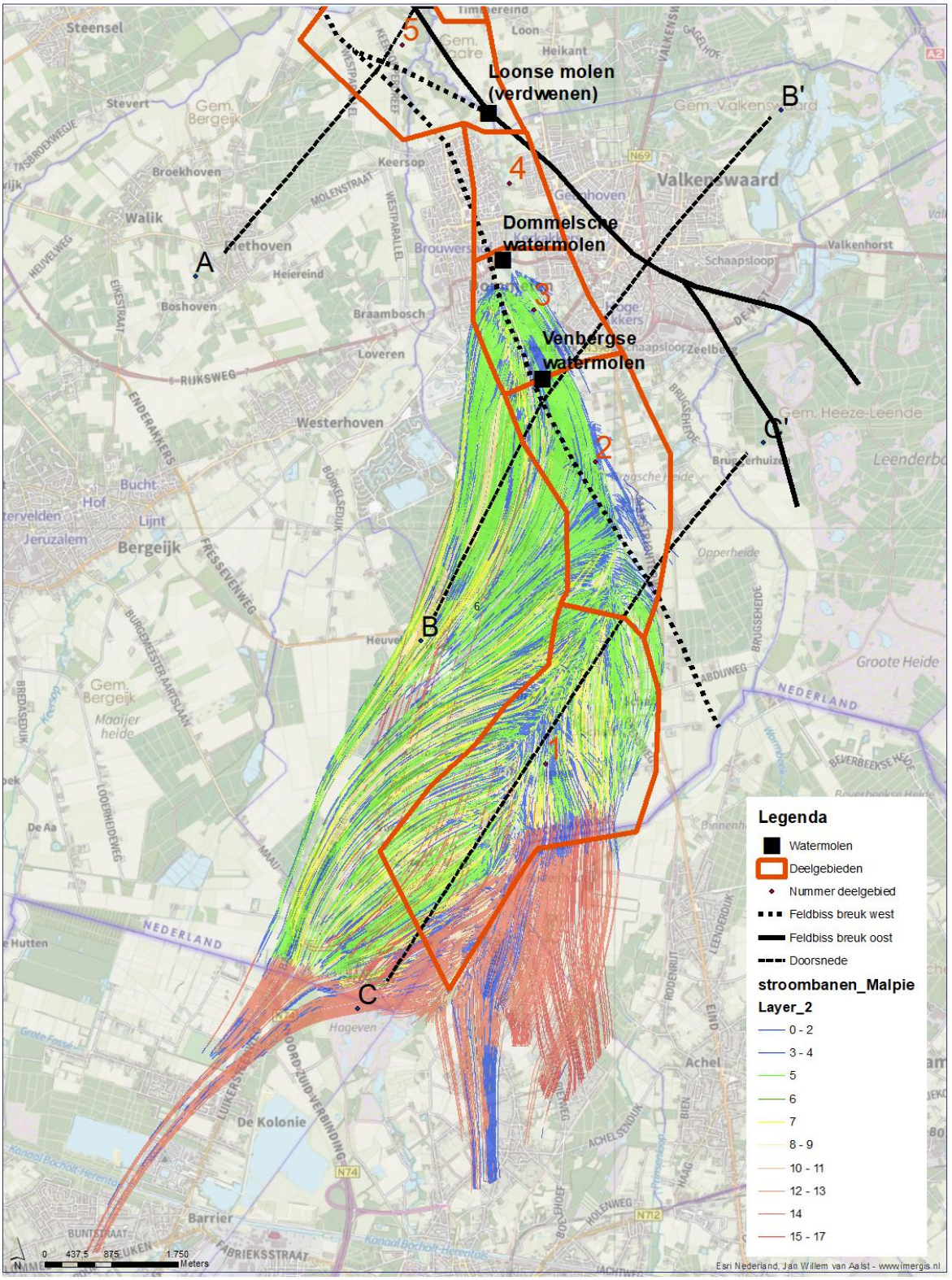
Bijlage 2: AHN3 hoogtekaart met breuken, watermolens en deelgebieden


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
Dommeldal
AHN hoogtekaart met breuken, watermolens en ligging deelgebieden
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
Centrale slenk
Kempens plateau
2e Volmolen
Loonse molen (verdwenen)
Dommelsche watermolen
Venbergse watermolen
A
A'
B
B'
C
C'
1
2
3
4
5
6
Legenda
Watermolen
Deelgebieden
Nummer deelgebied
Feldbiss breuk west
Feldbiss breuk oost
Doorsnede
AHN3 50cm maaiveld
RGB
Red: Band 1
Green: Band 1
Blue: Band 1

Bijlage 3: Berekende stroombanen naar kwellocaties in het Dommeldal

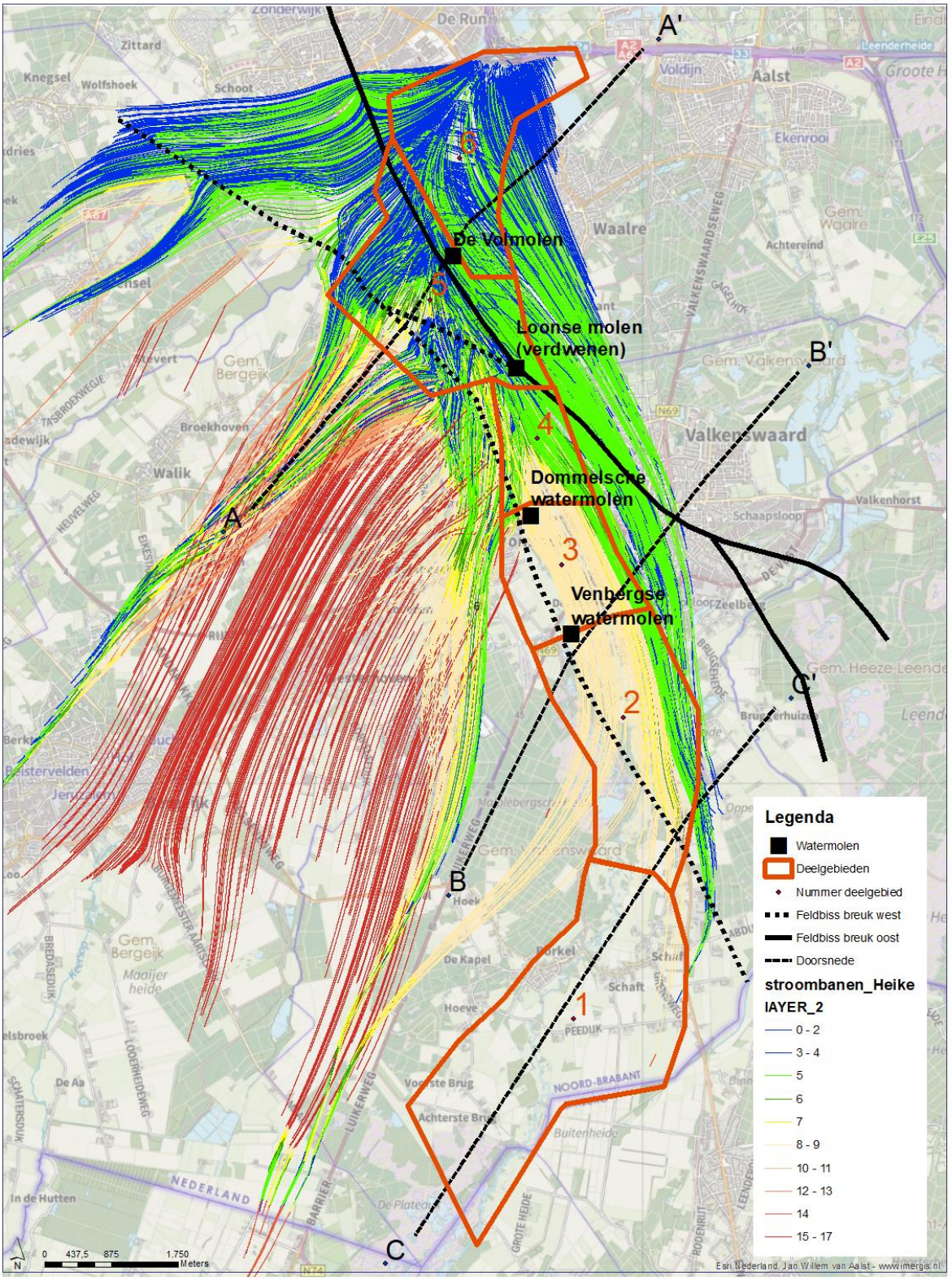
Stroombanen deelgebieden 1 t/m 3

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Stroombanen deelgebieden 5 en 6

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

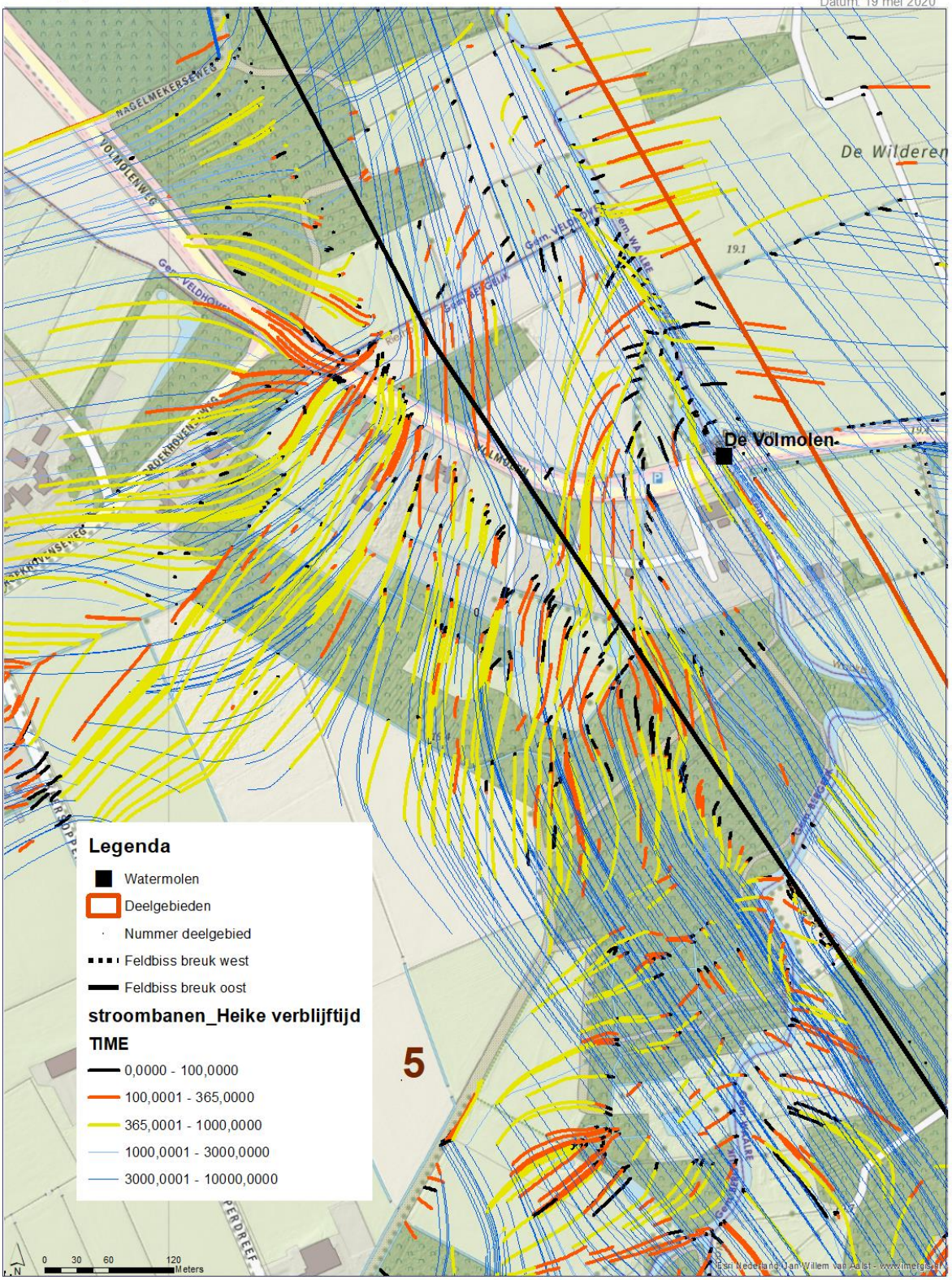


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal deelgebied 5

Eelerwoude

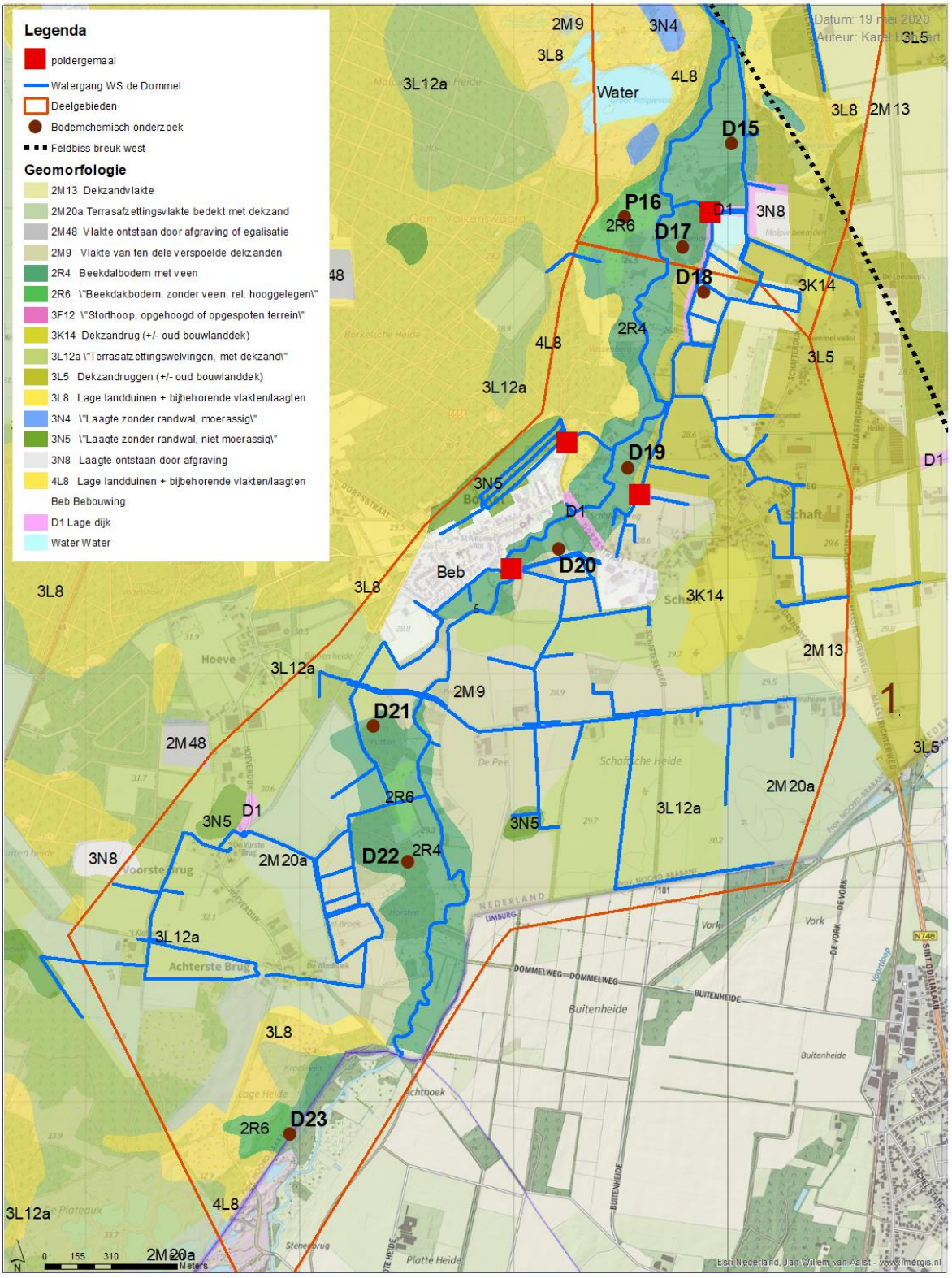
Verblijftijd kwelwater in dagen het Heike

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

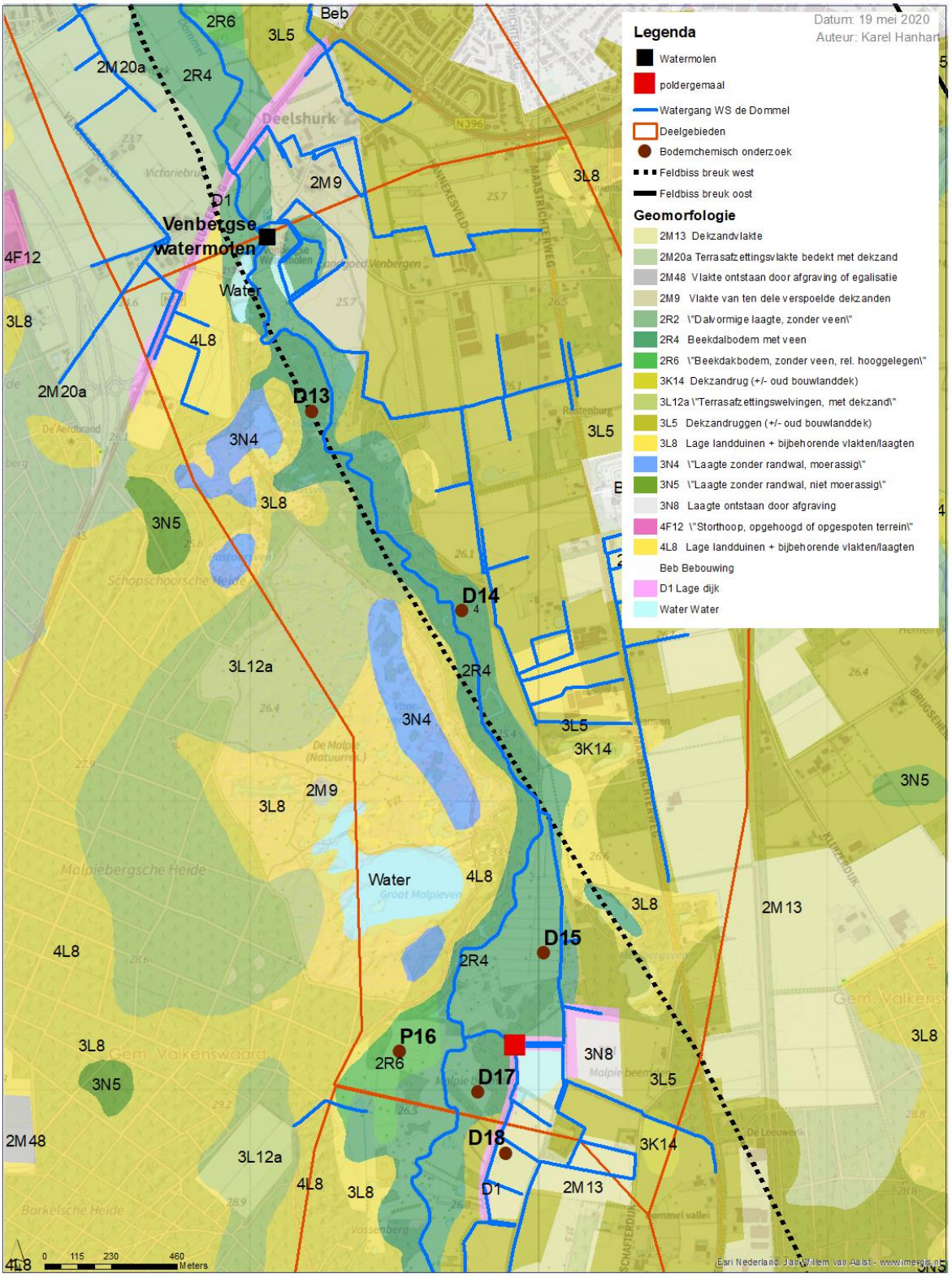


Bijlage 4: Geomorfologische kaart

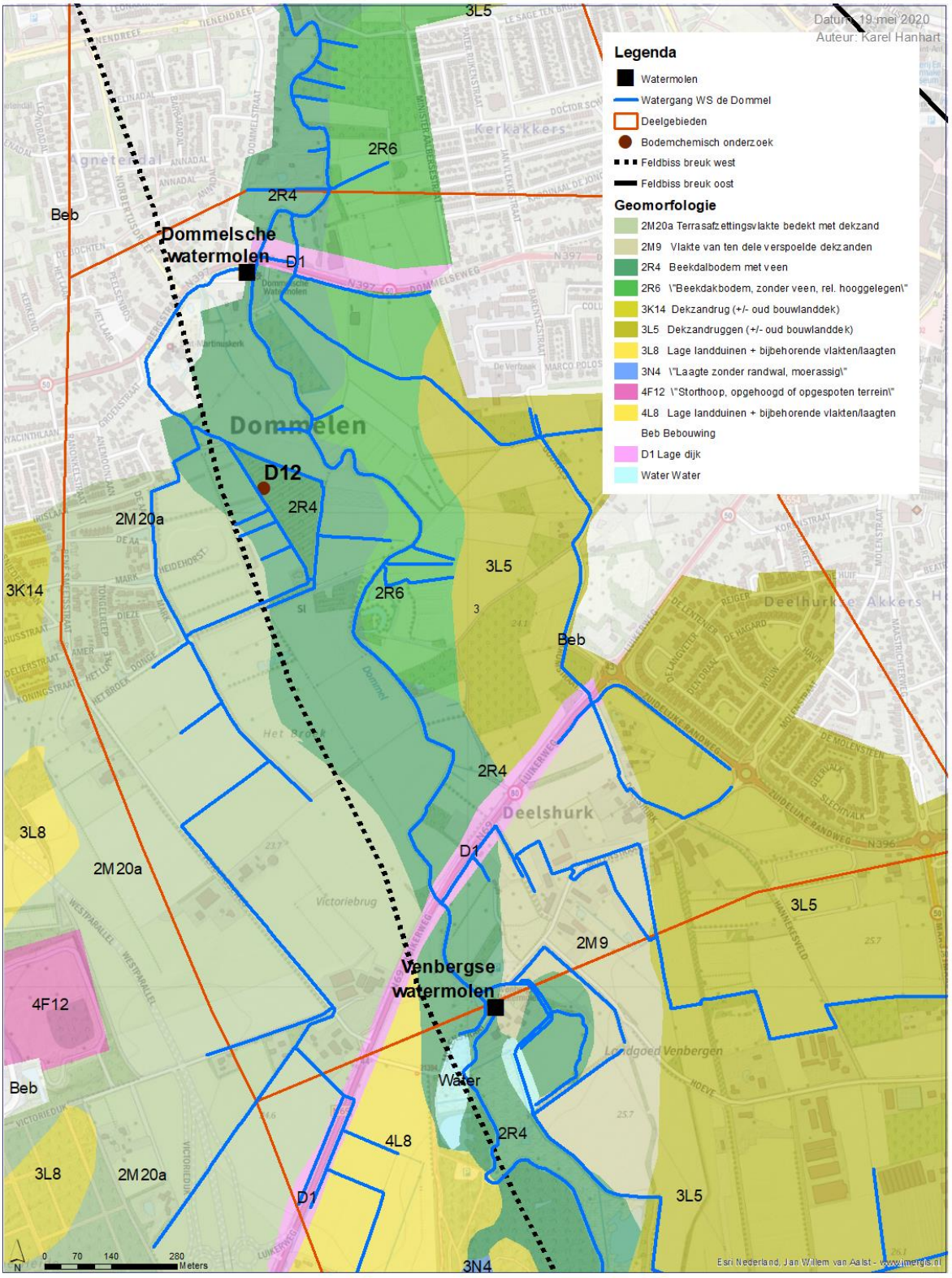
Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000 (bron: Stiboka) en ligging breuken



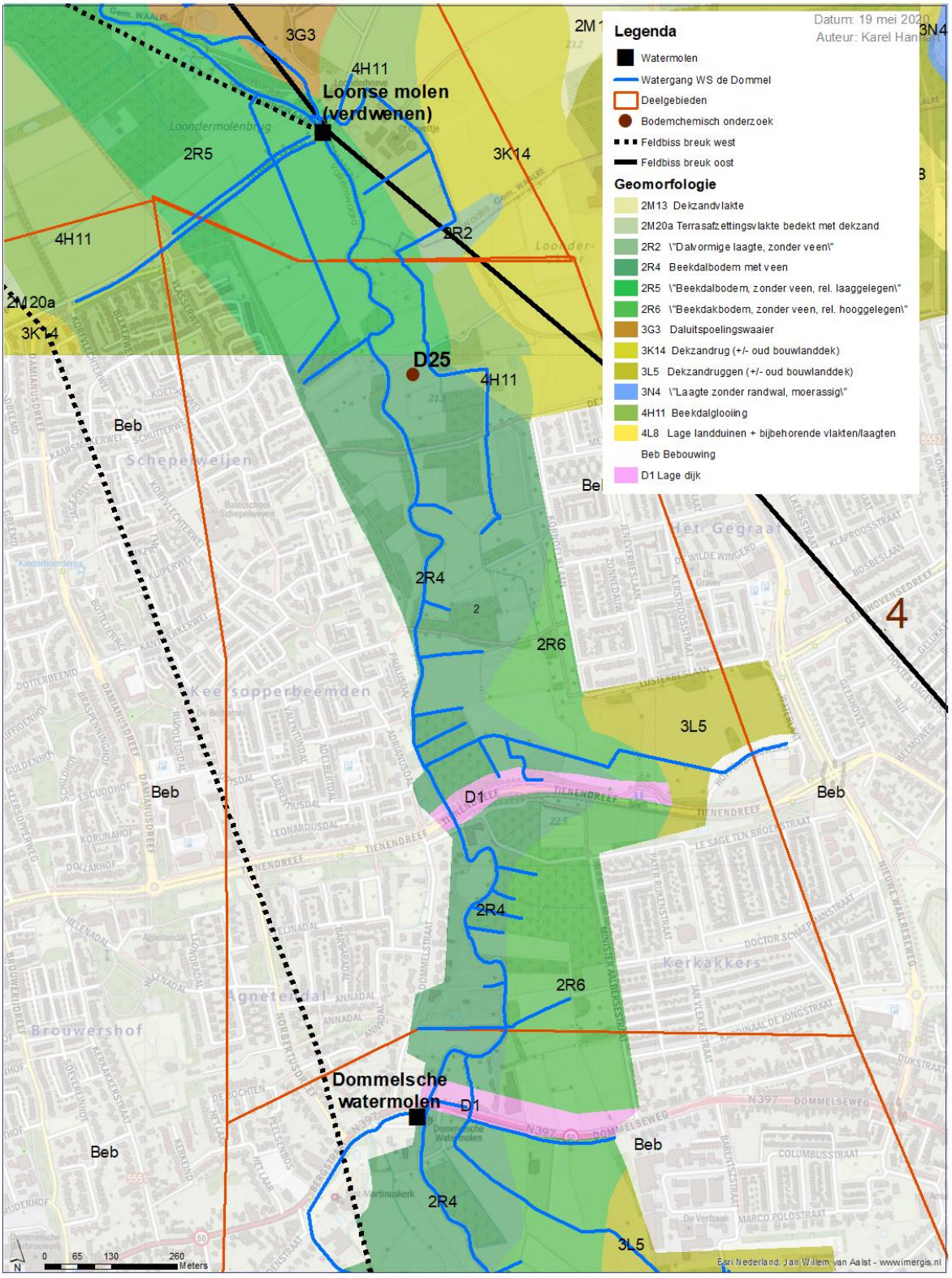
Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000 (bron: Stiboka) en ligging breuken



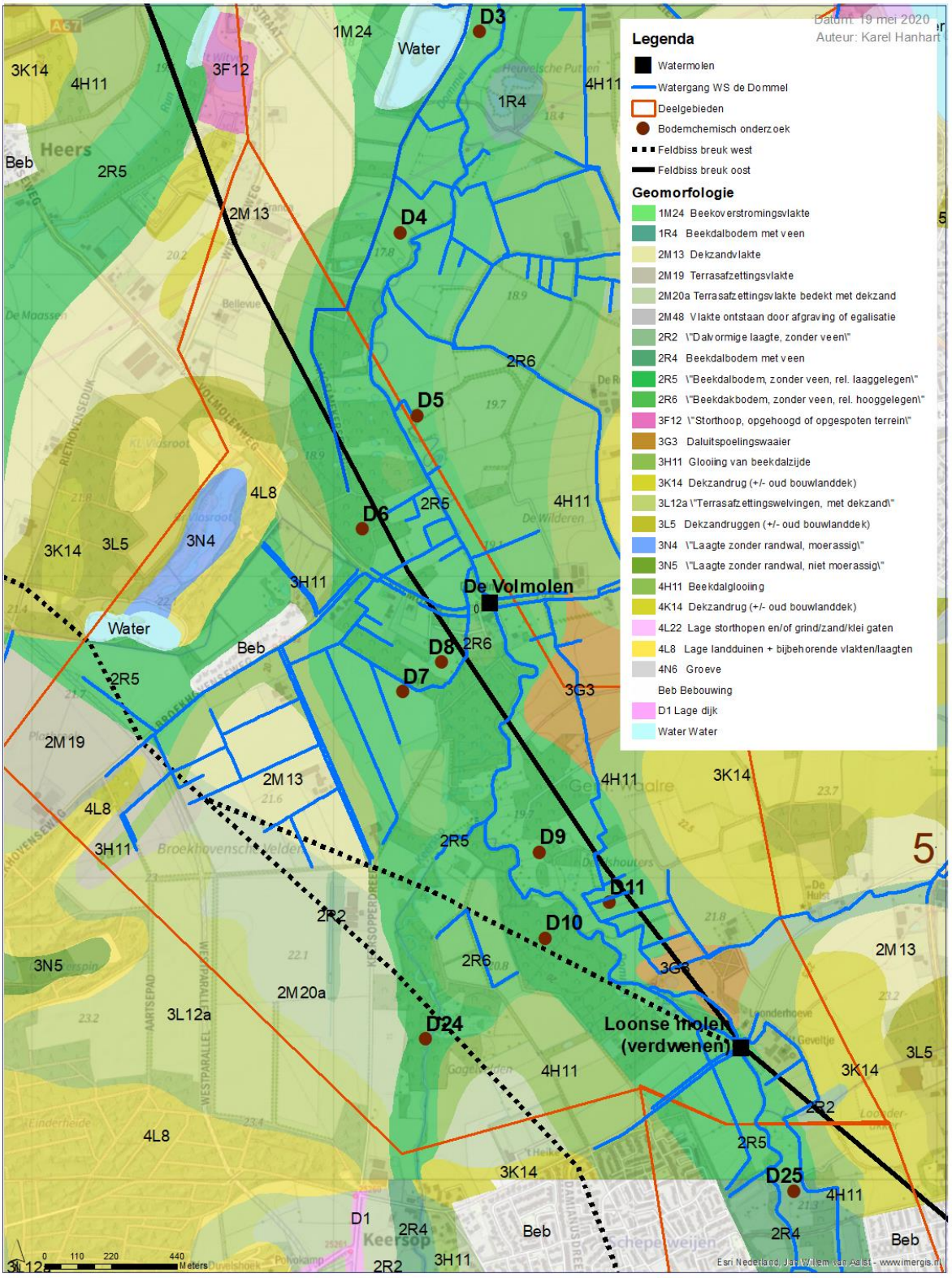
Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000 (bron: Stiboka) en ligging breuken



Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000 (bron: Stiboka) en ligging breuken

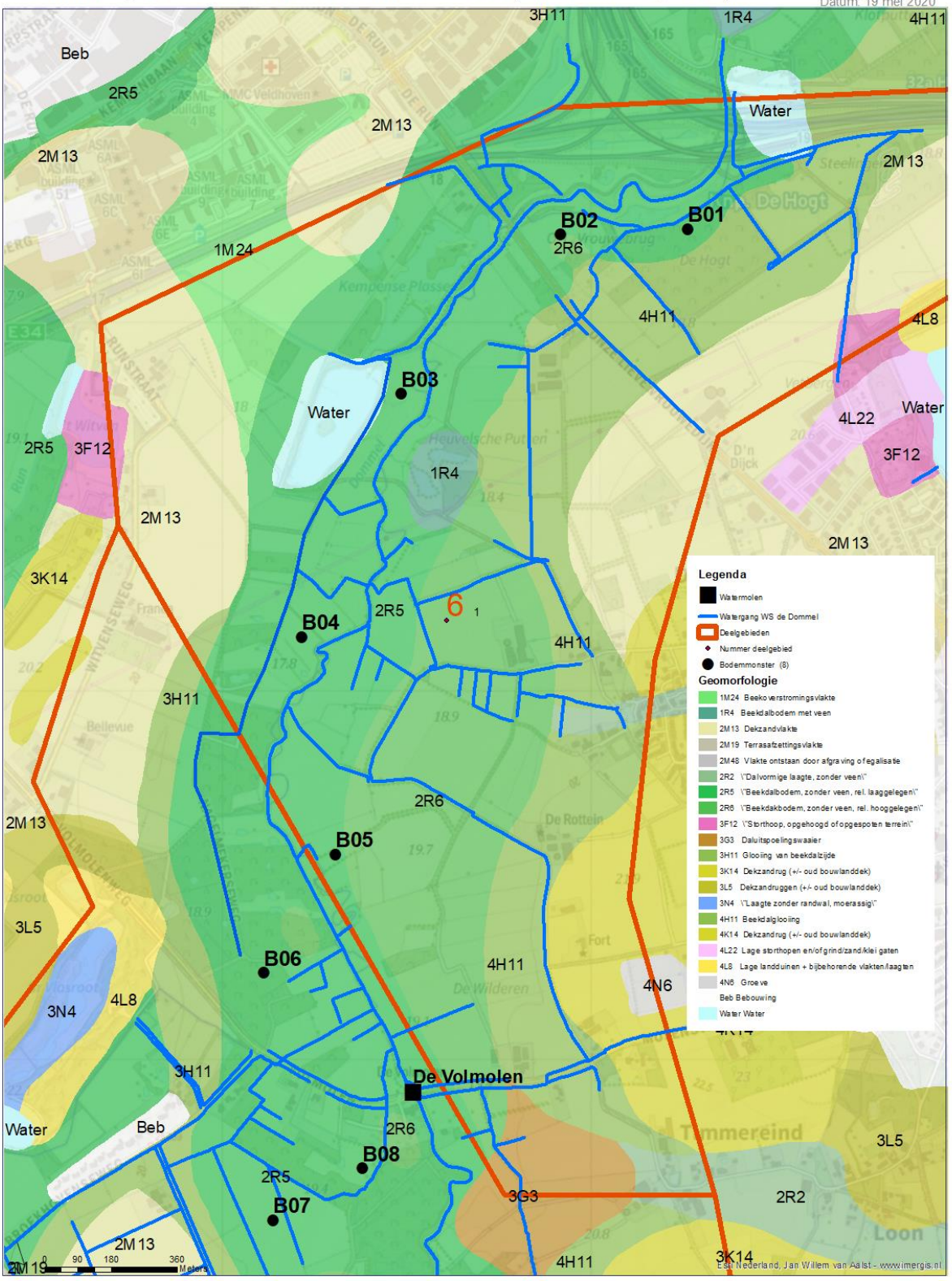


Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000 (bron: Stiboka) en ligging breuken

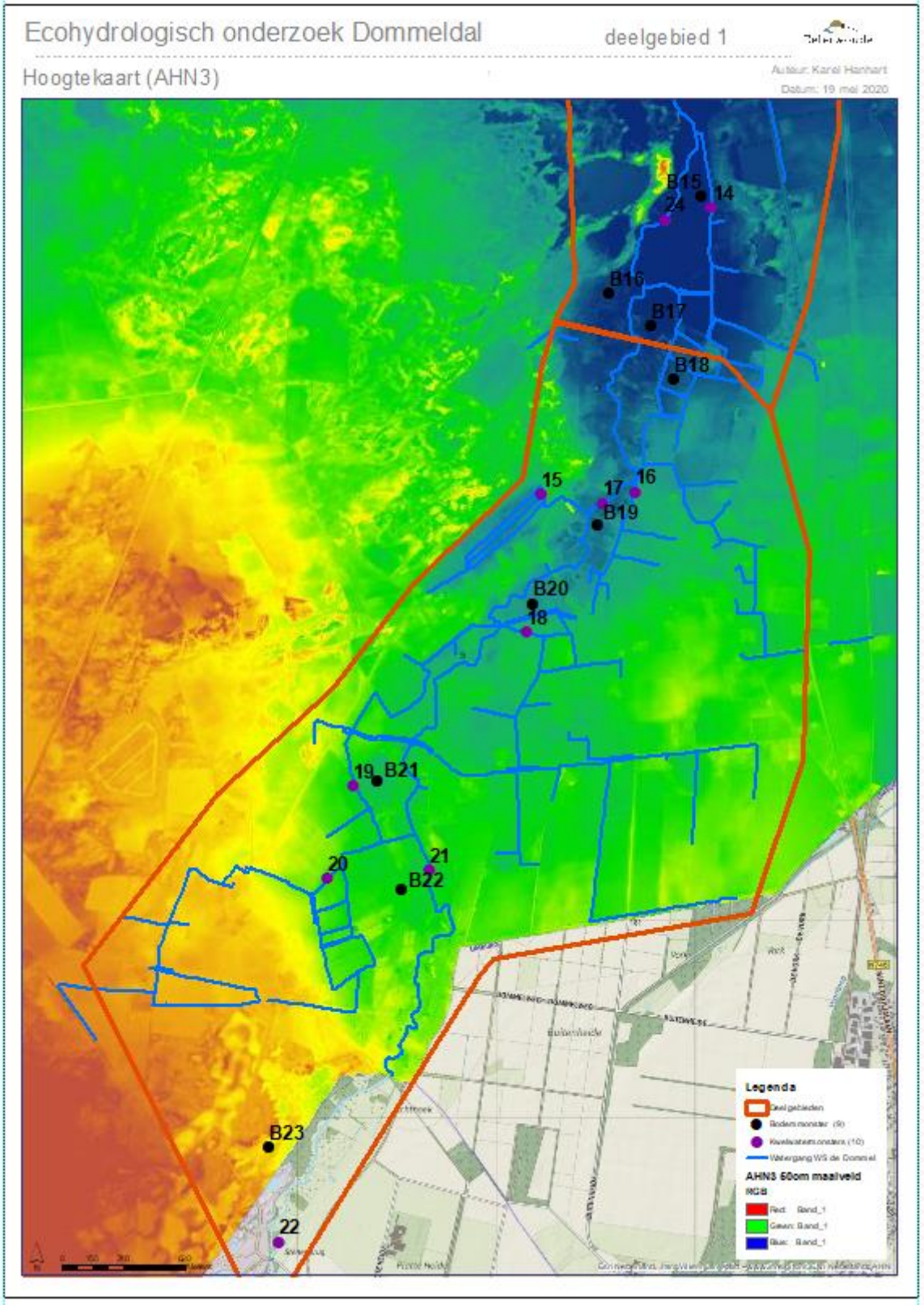


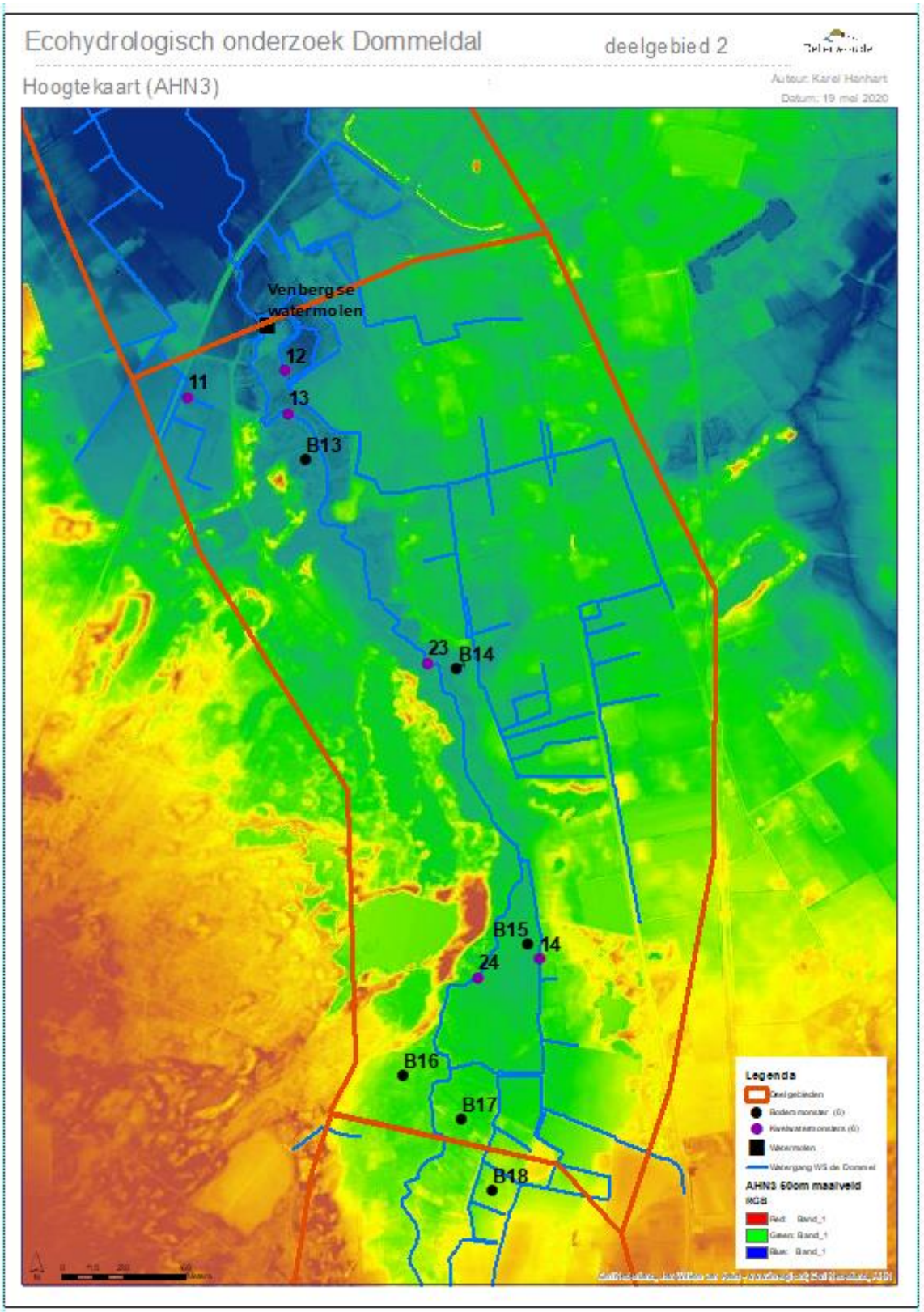
Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000 (bron: Stiboka, RGD)

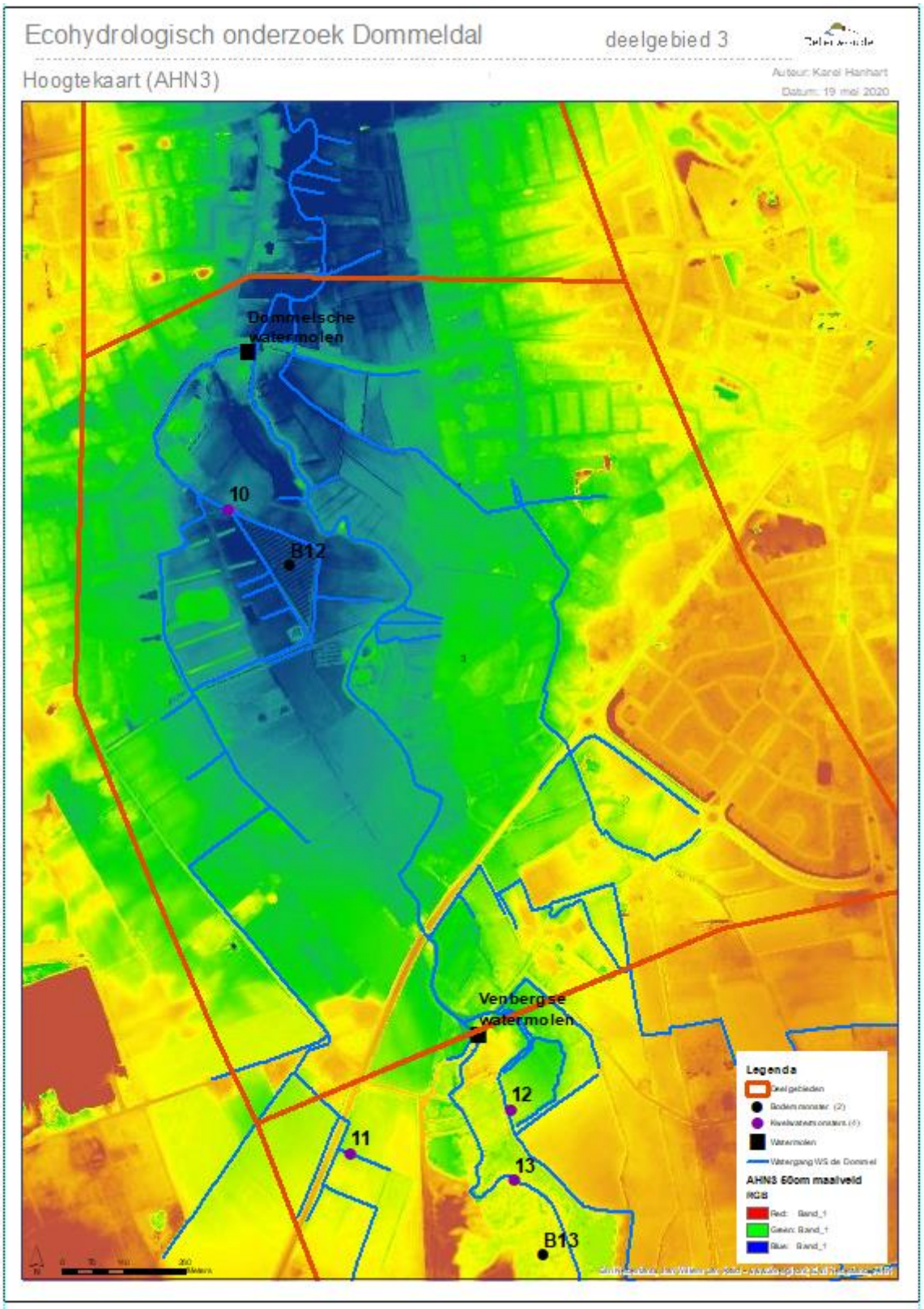
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

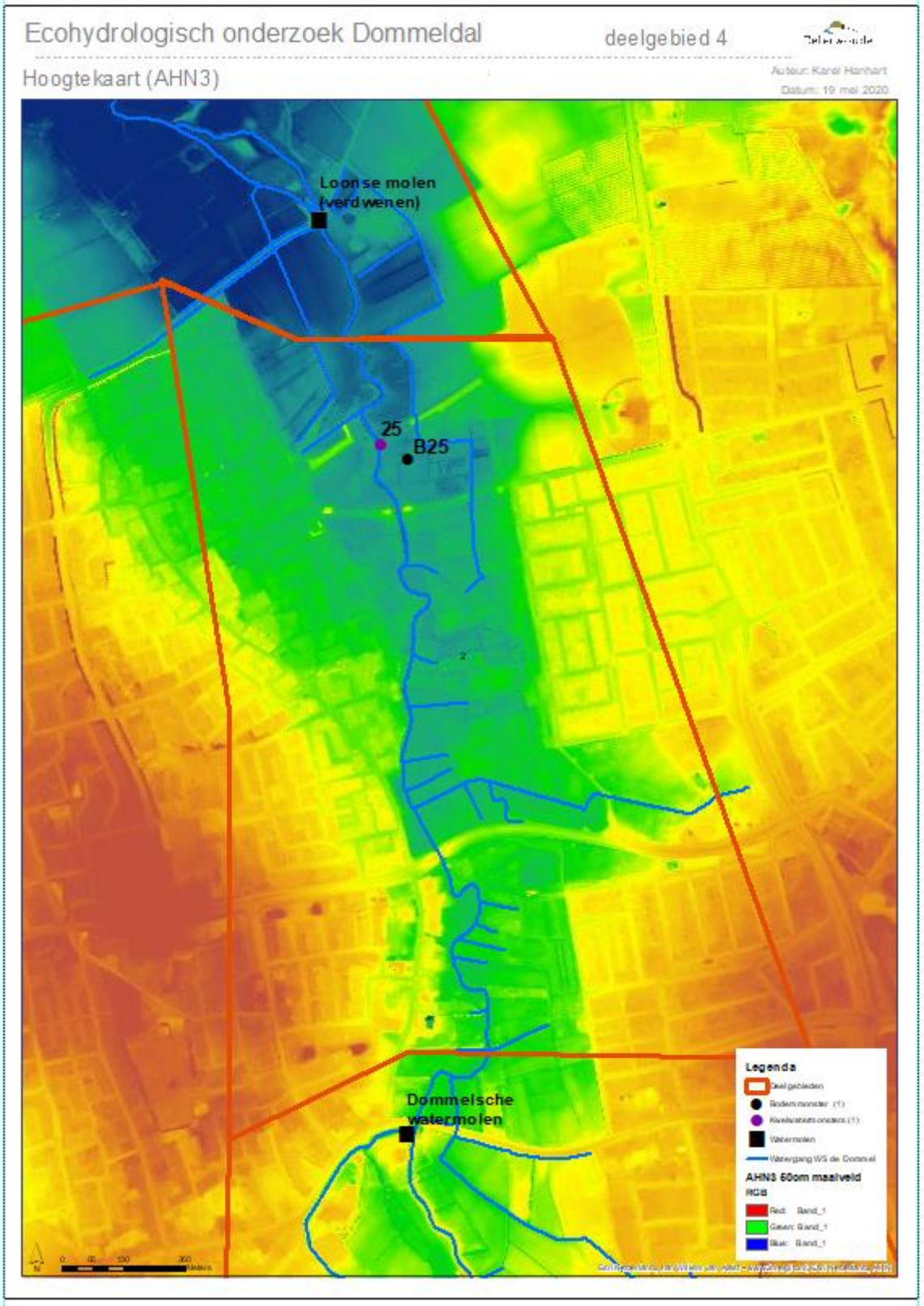


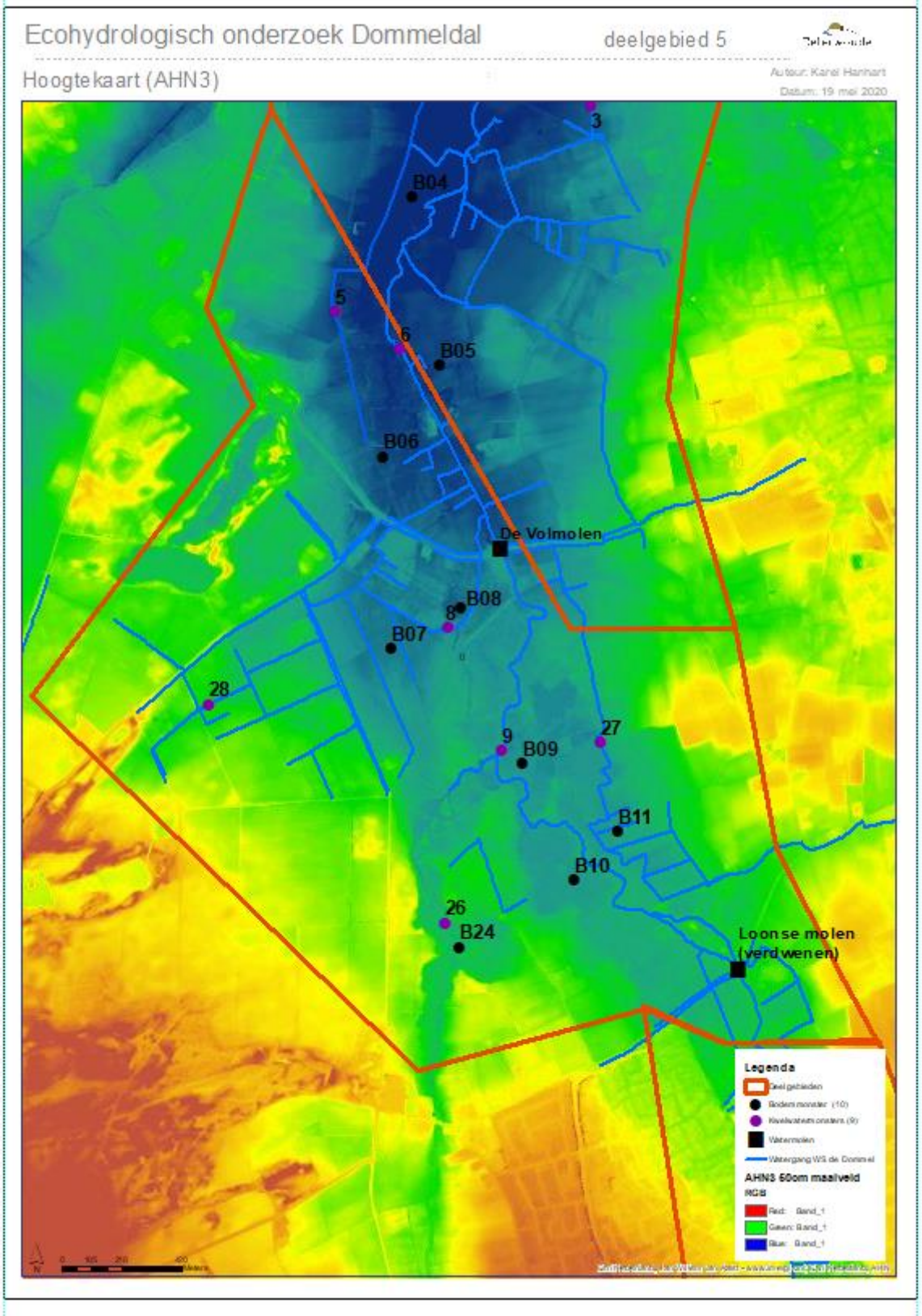
Bijlage 5: AHN hoogtekaarten van de deelgebieden

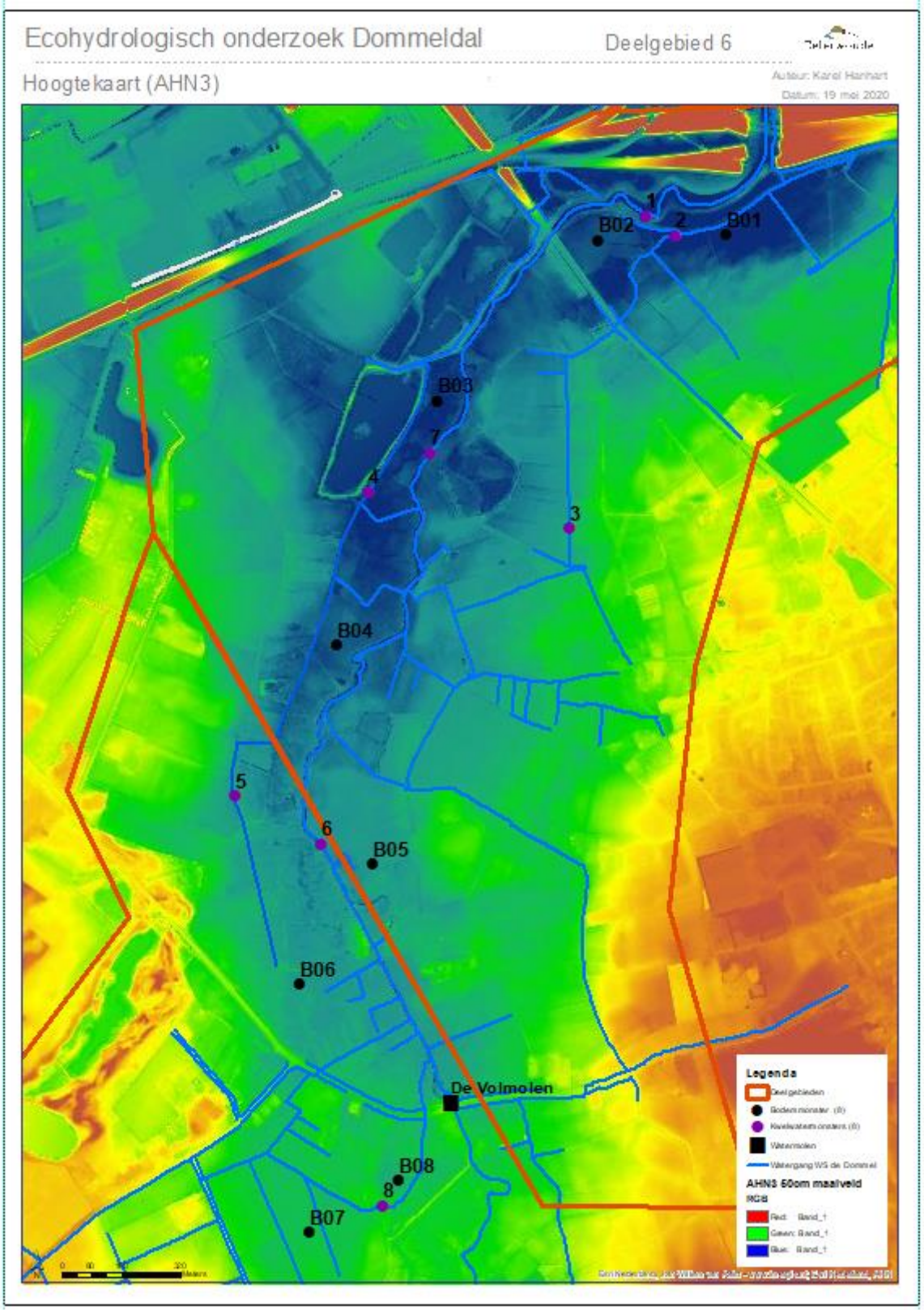

Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
deelgebied 1
Hoogtekaart (AHN3)
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
B15
14
24
B16
B17
B18
15
16
17
B19
B20
18
19
B21
20
21
B22
B23
22
Legenda
AHN3 60cm maaiveld


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
deelgebied 2
Hoogtekaart (AHN3)
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
Venbergse watermolen
12
11
13
B13
23
B14
B15
14
24
B16
B17
B18
Legenda
AHN3 60cm maaiveld


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
deelgebied 3
Hoogtekaart (AHN3)
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
Dommelsche watermolen
10
B12
Venbergse watermolen
12
11
13
B13
Legenda
AHN3 50cm maaiveld


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
deelgebied 4
Hoogtekaart (AHN3)
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
Loonse molen (verdwenen)
25
B25
Dommelsche watermolen
Legenda
AHN3 50cm maaiveld

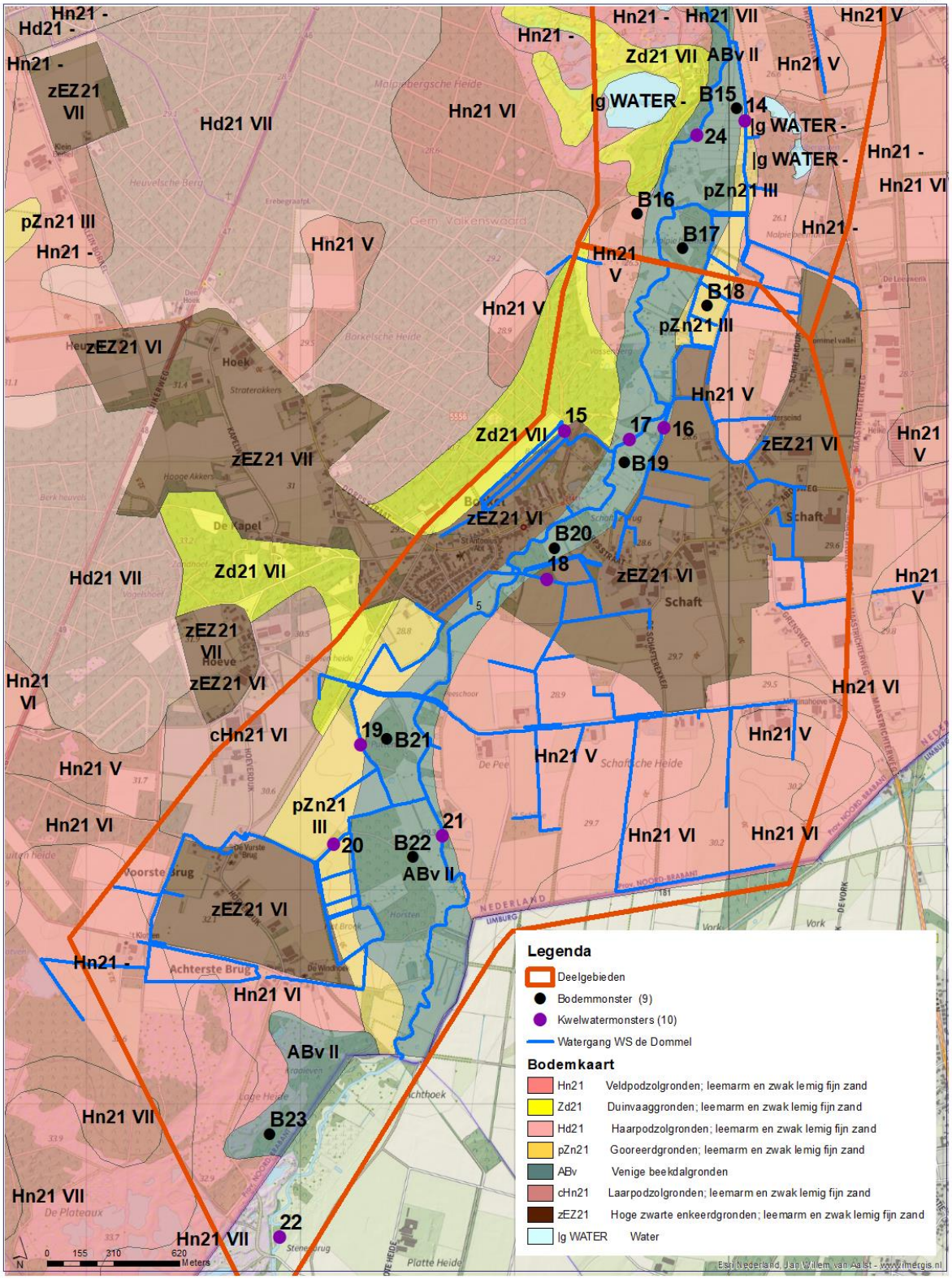

Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
deelgebied 5
Hoogtekaart (AHN3)
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
3
B04
5
6
B05
B06
De Volmolen
B08
8
B07
28
9
B09
27
B11
B10
26
B24
Loonse molen
(verdwenen)
Legenda
Deelgebieden
Bodemmonster (10)
Kwelwatermonsters (9)
Watermolen
Watergang WS de Dommel
AHN3 50cm maaiveld
RGB
Rood: Band_1
Groen: Band_1
Blauw: Band_1


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal
Deelgebied 6
Hoogtekaart (AHN3)
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020
B01
B02
B03
B04
B05
B06
B07
B08
1
2
3
4
5
6
7
8
De Volmolen
Legenda
AHN3 50cm maaiveld

Bijlage 6: Bodemkaart 1:50.000 (bron: Stiboka, 1985)

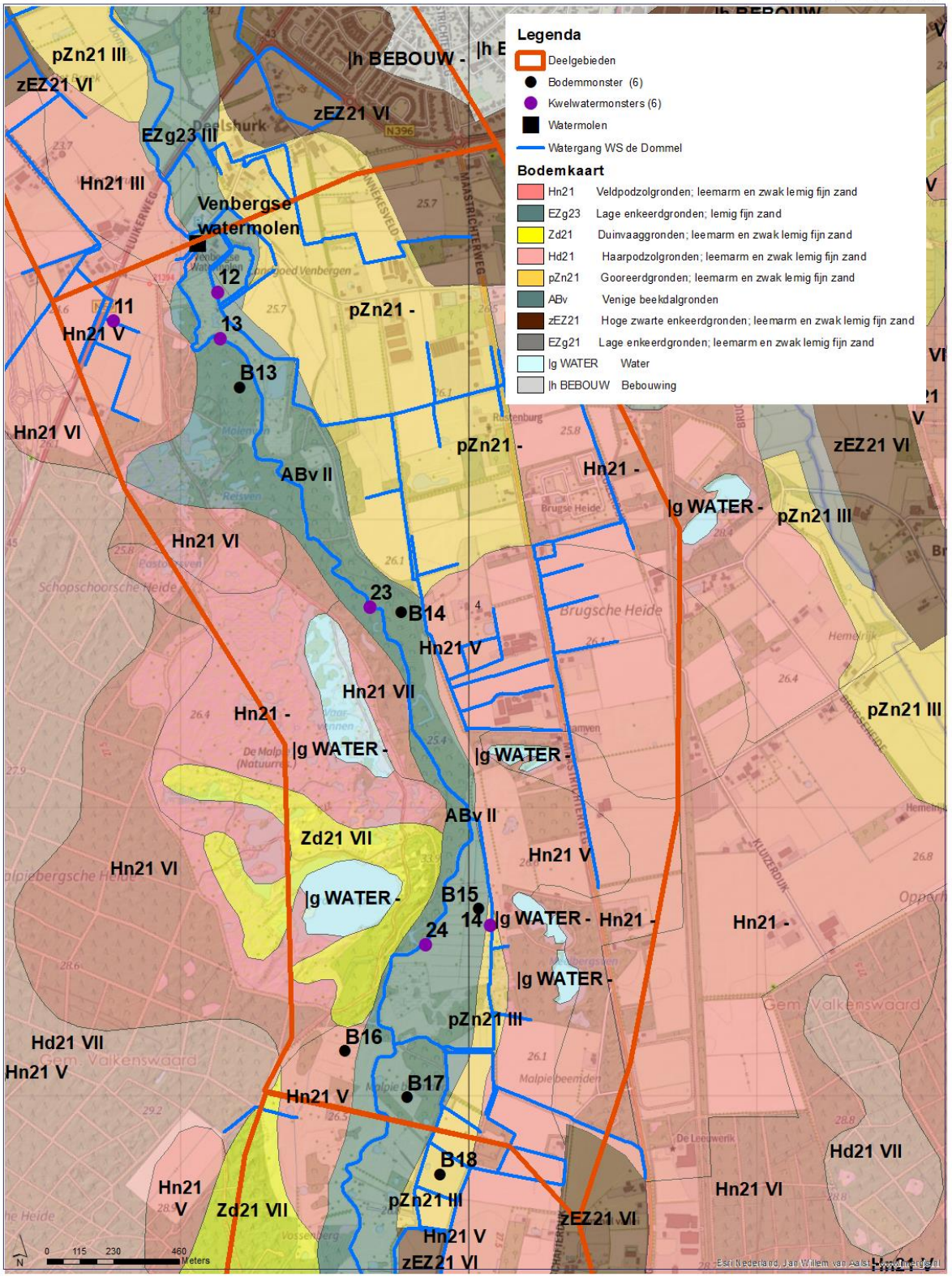
Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (Stiboka, 1985)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



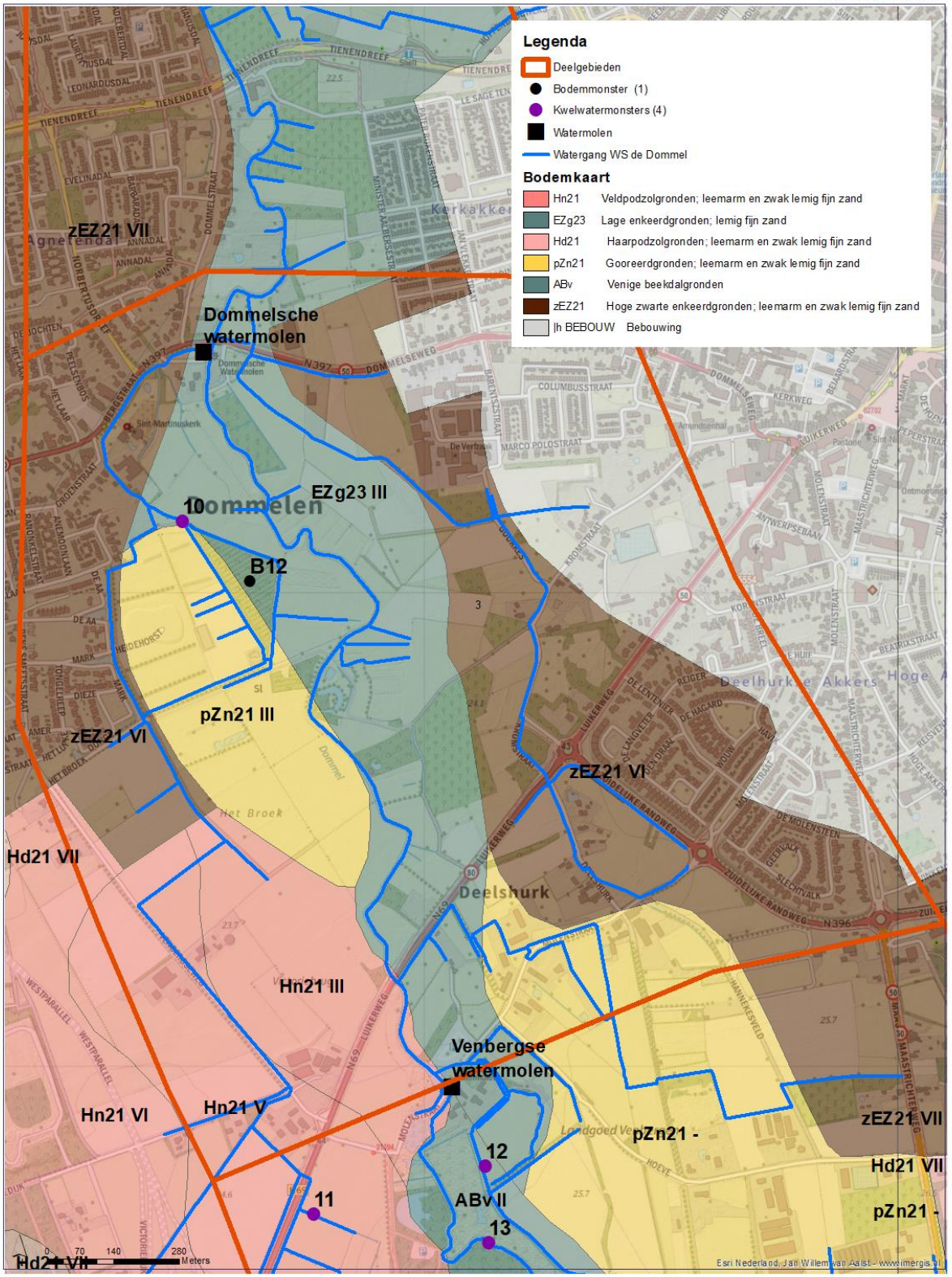
Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (Stiboka, 1968 en 1985)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



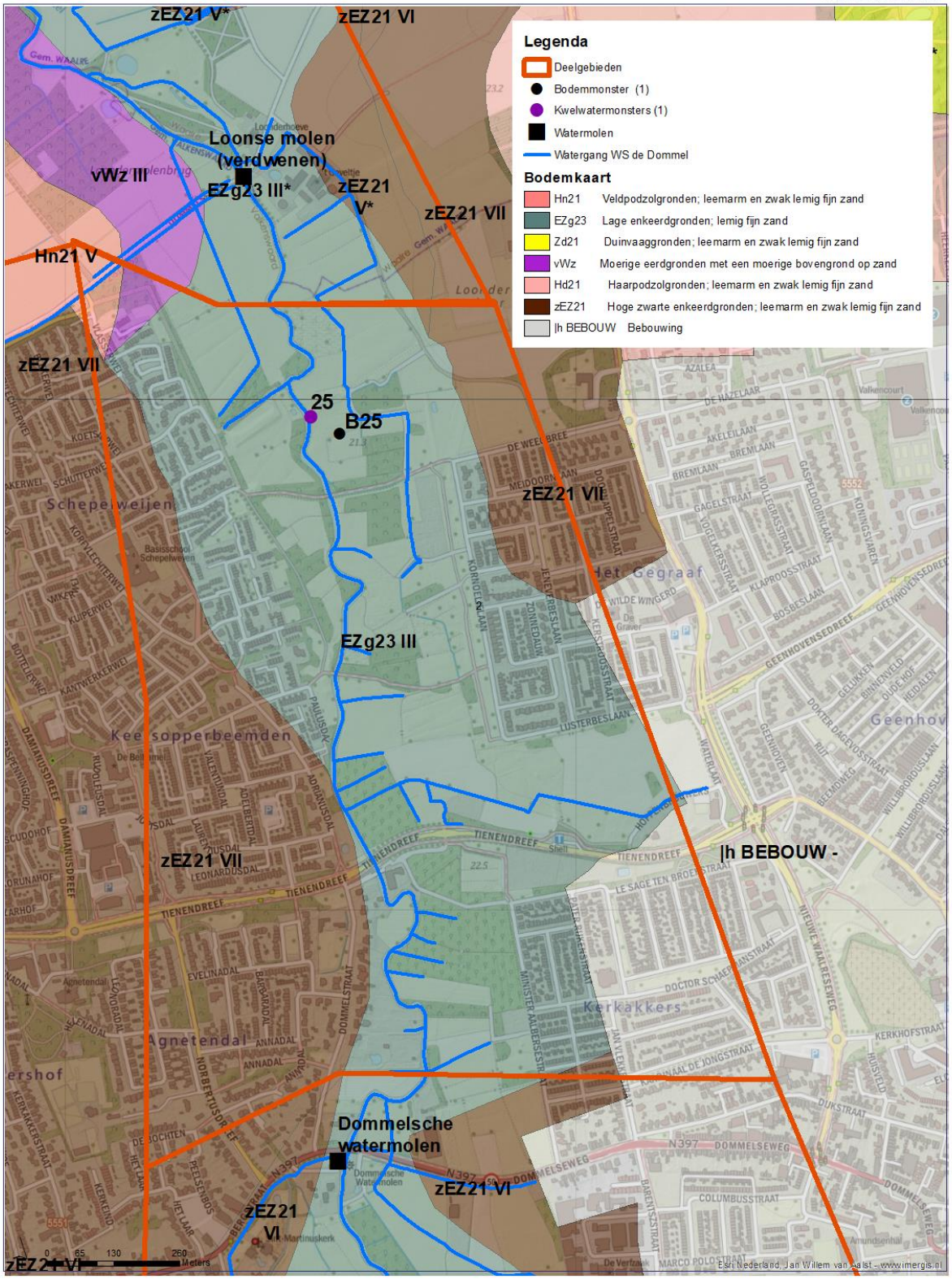
Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (Stiboka, 1968 en 1985)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



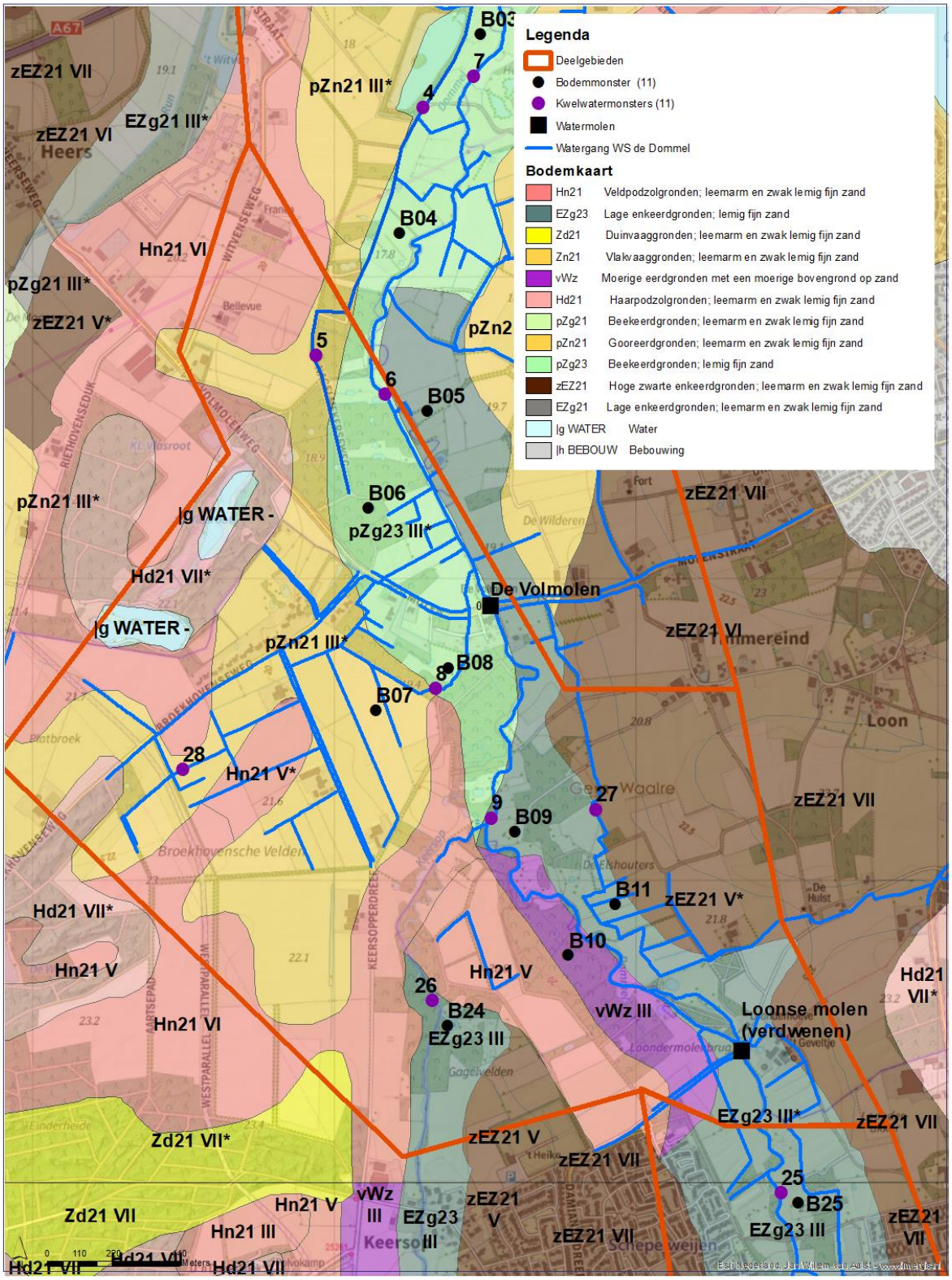
Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (Stiboka, 1968 en 1985)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



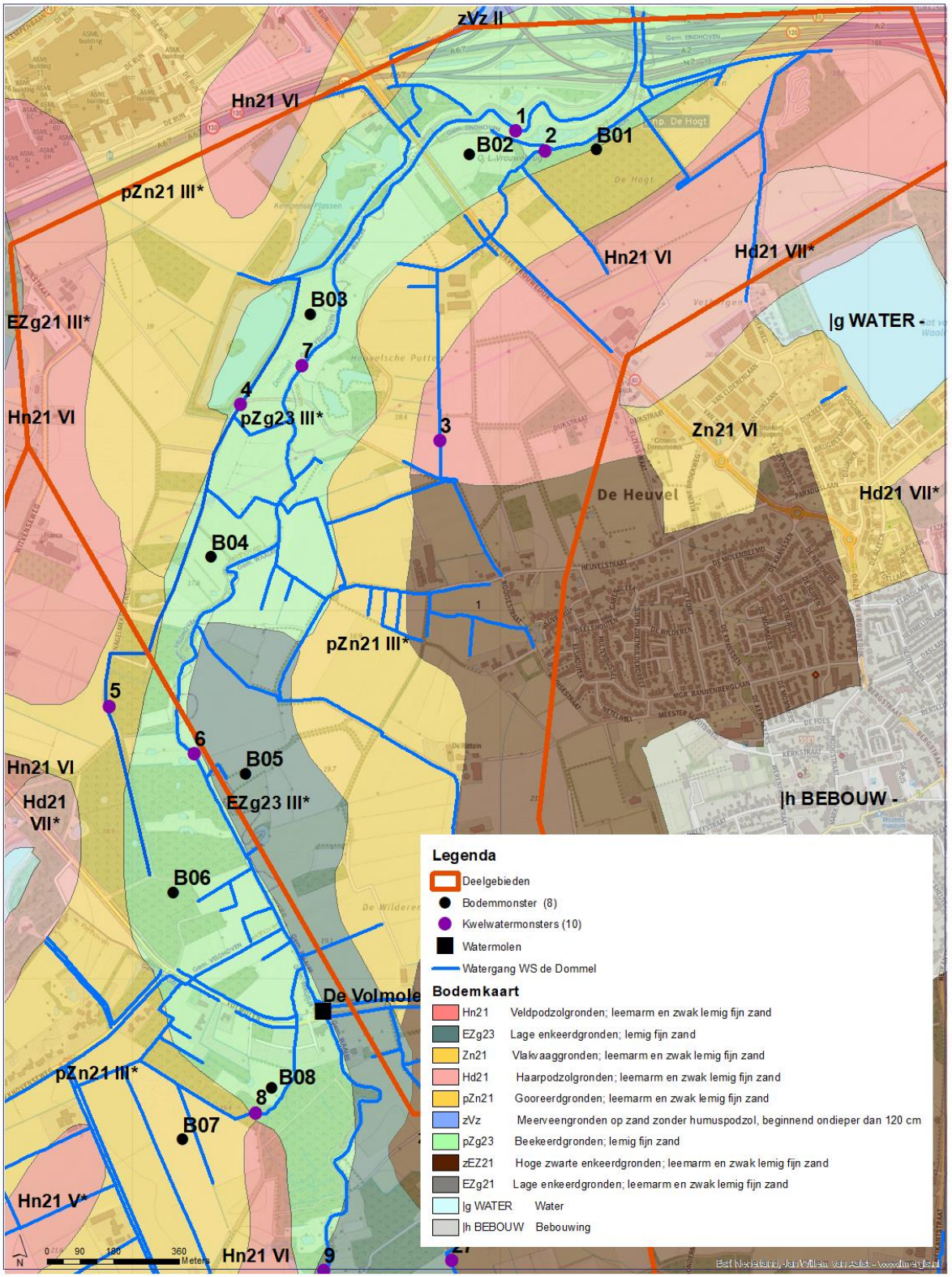
Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (Stiboka, 1968 en 1985)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Bodemkaart van Nederland 1:50.000 (Stiboka, 1968 en 1985)

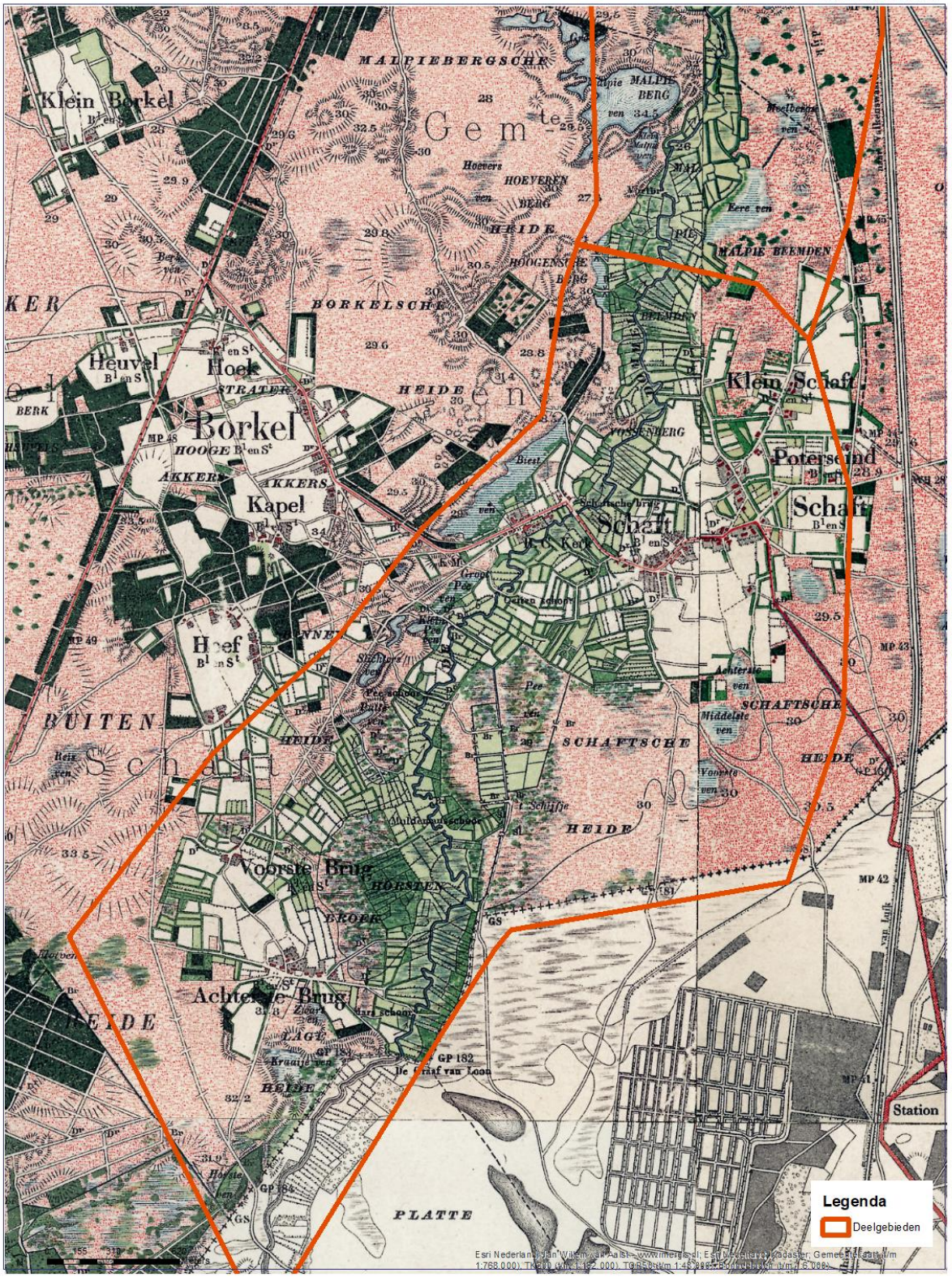
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Bijlage 7: Historische kaart begin 19de eeuw

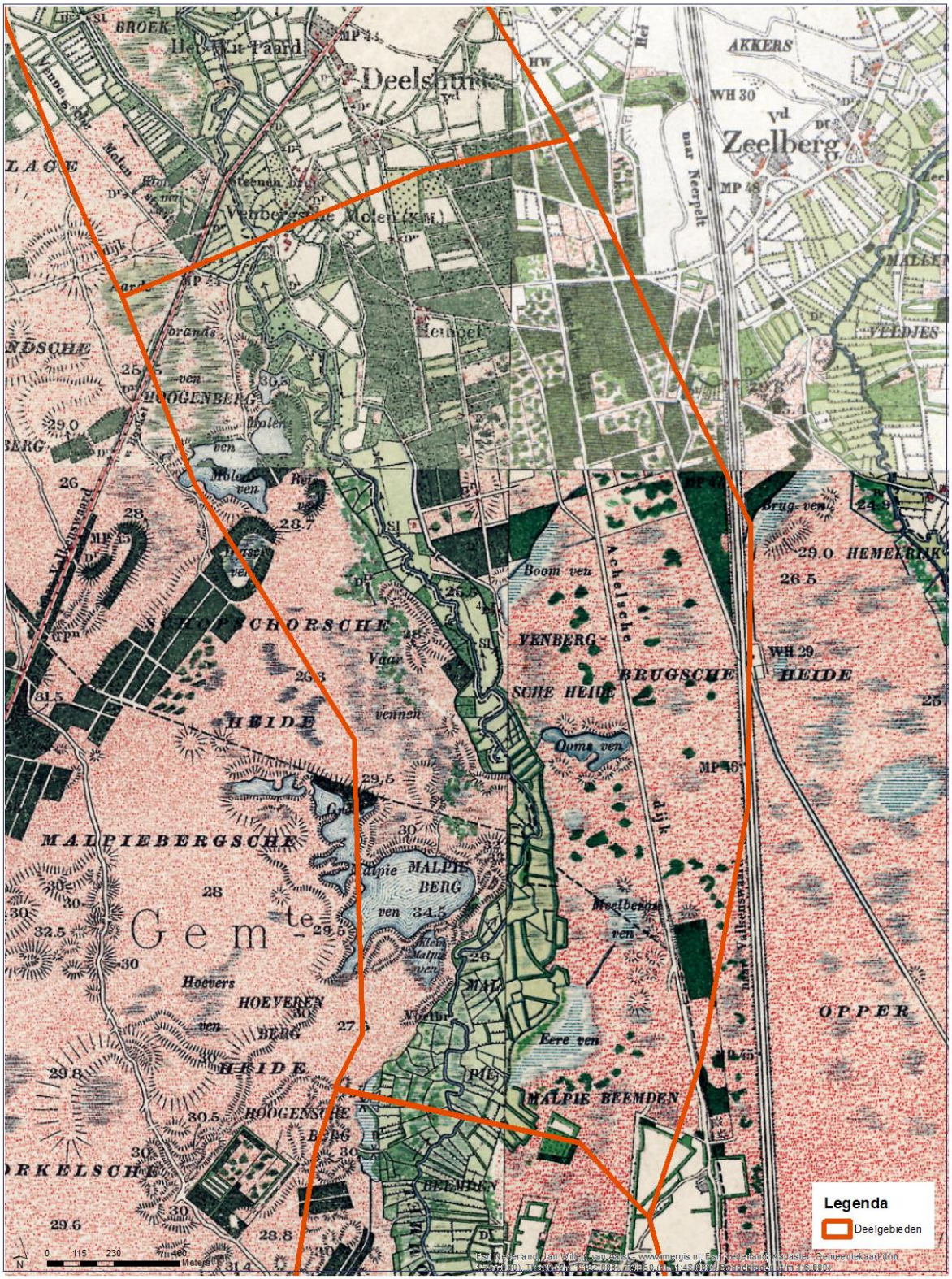
Chromotopografische kaart des Rijks 1;25.000 (1898-1912)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



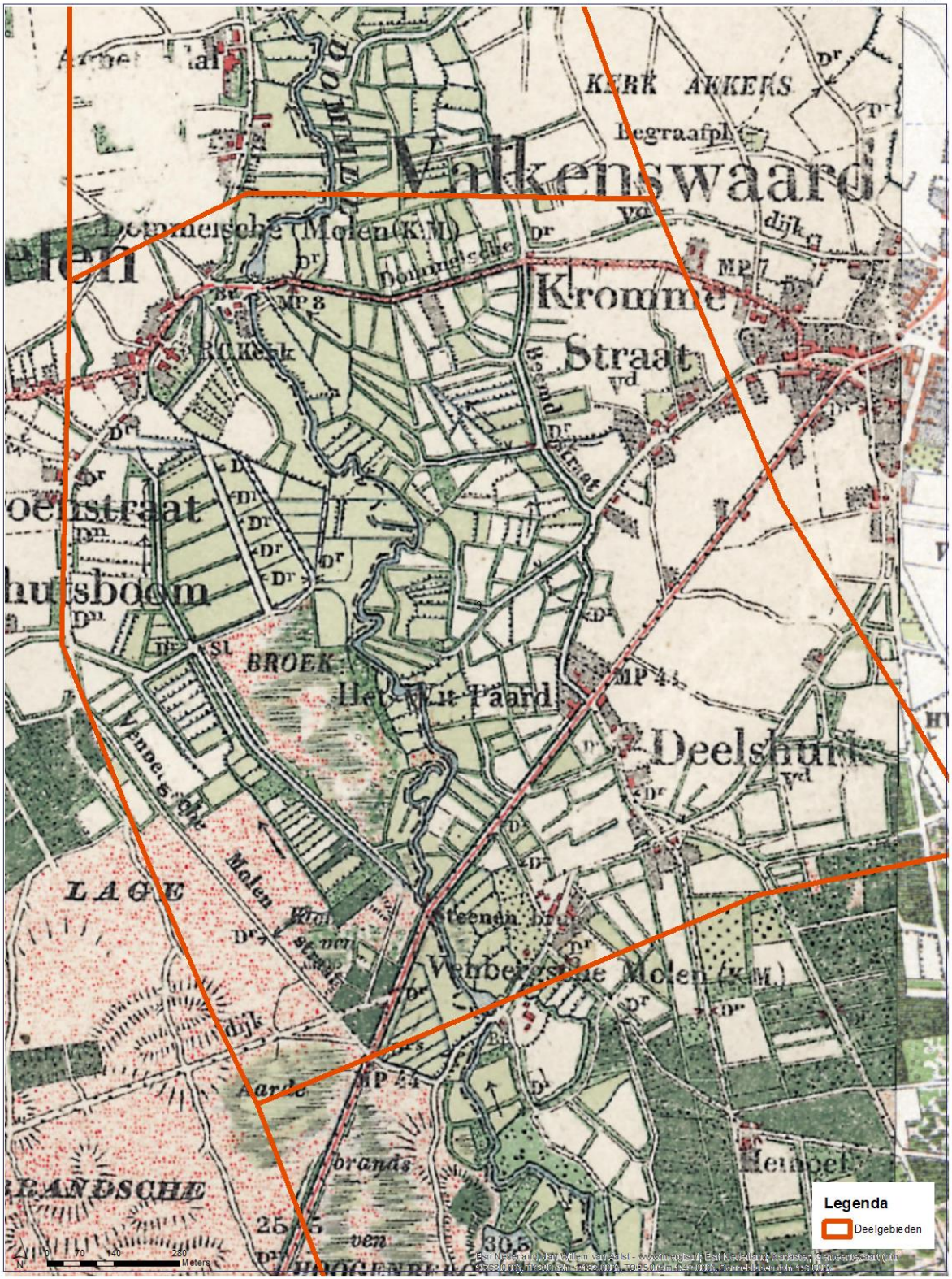
Chromotopografische kaart des Rijks 1;25.000 (1898-1912)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



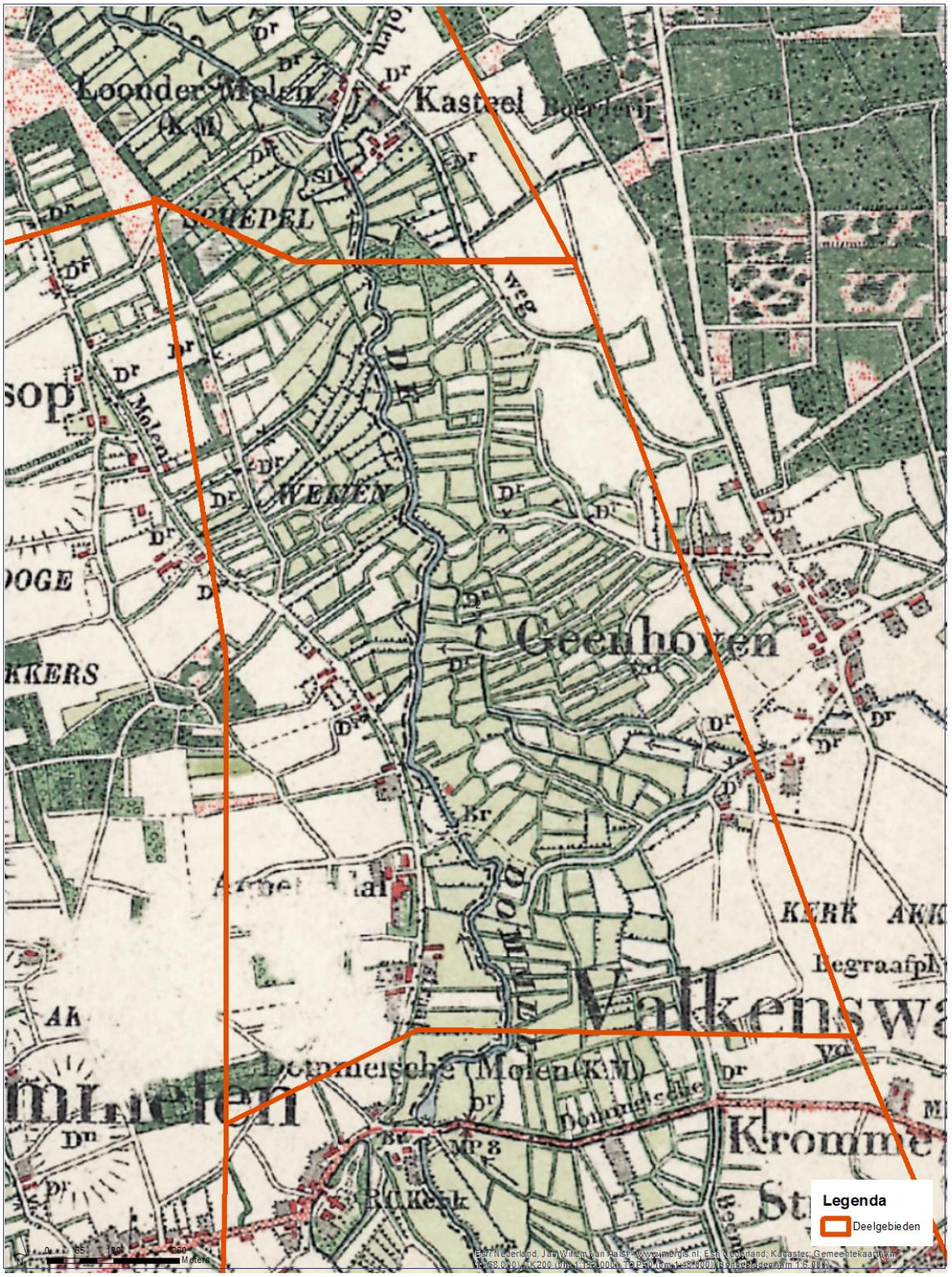
Chromotopografische kaart des Rijks 1;25.000 (1898-1912)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Chromotopografische kaart des Rijks 1;25.000 (1898-1912)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

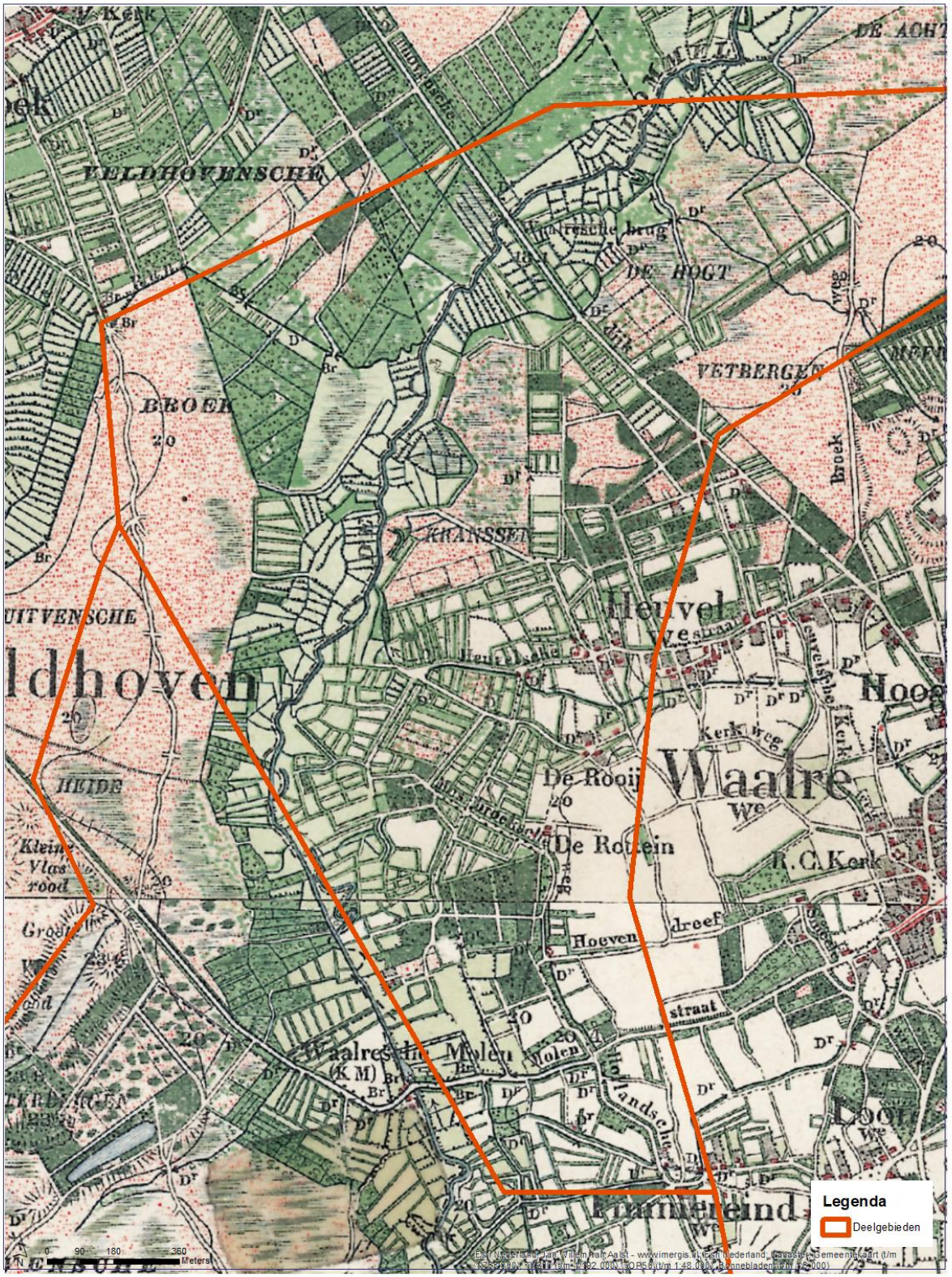


Chromotopografische kaart des Rijks 1;25.000 (1898-1912)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

Chromotopografische kaart des Rijks 1;25.000 (1898-1912)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Bijlage 8: Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

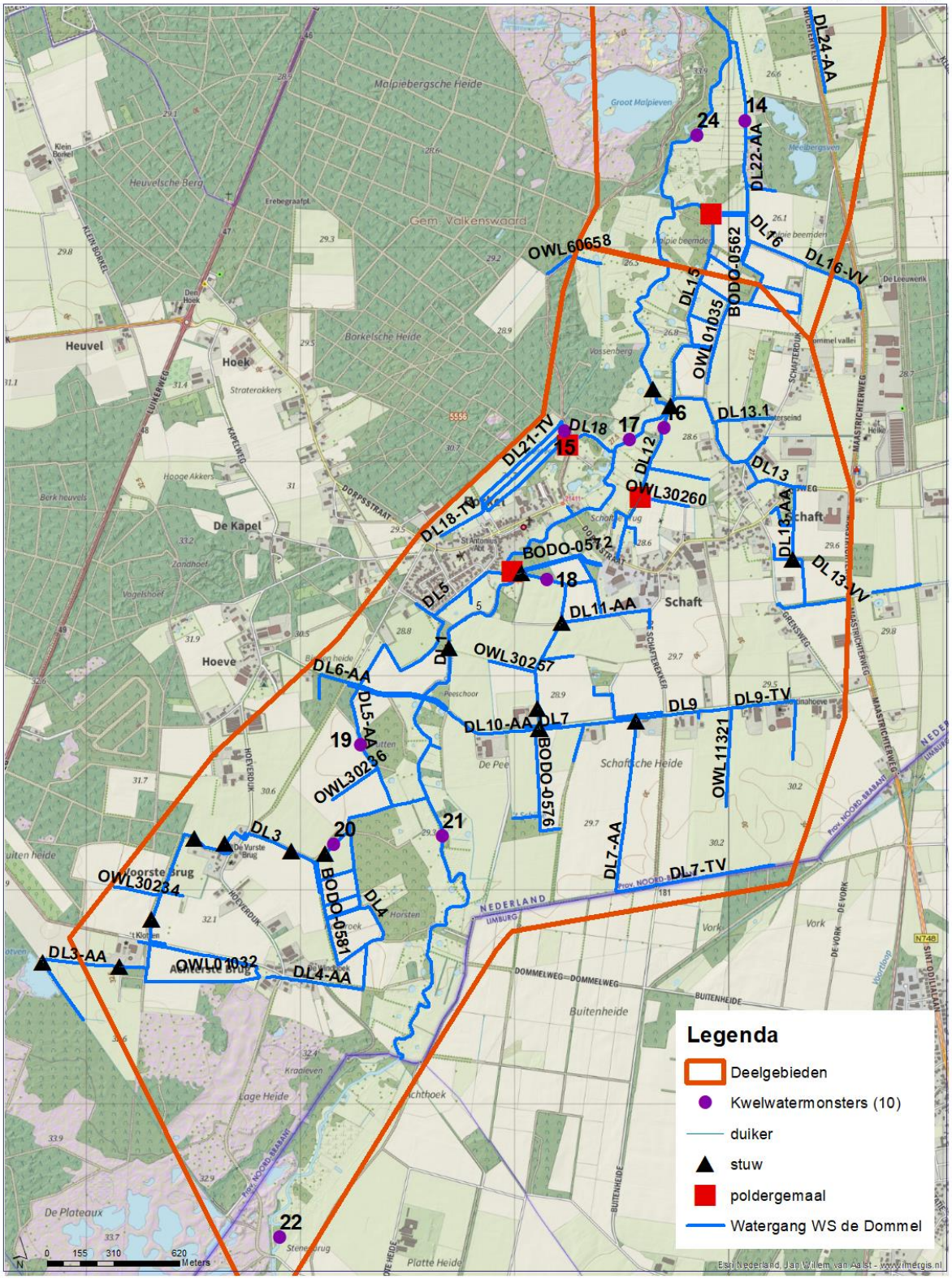
Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal deelgebied 1

Eelerwoude

Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters

Auteur: Karel Hanhart

Datum: 19 mei 2020

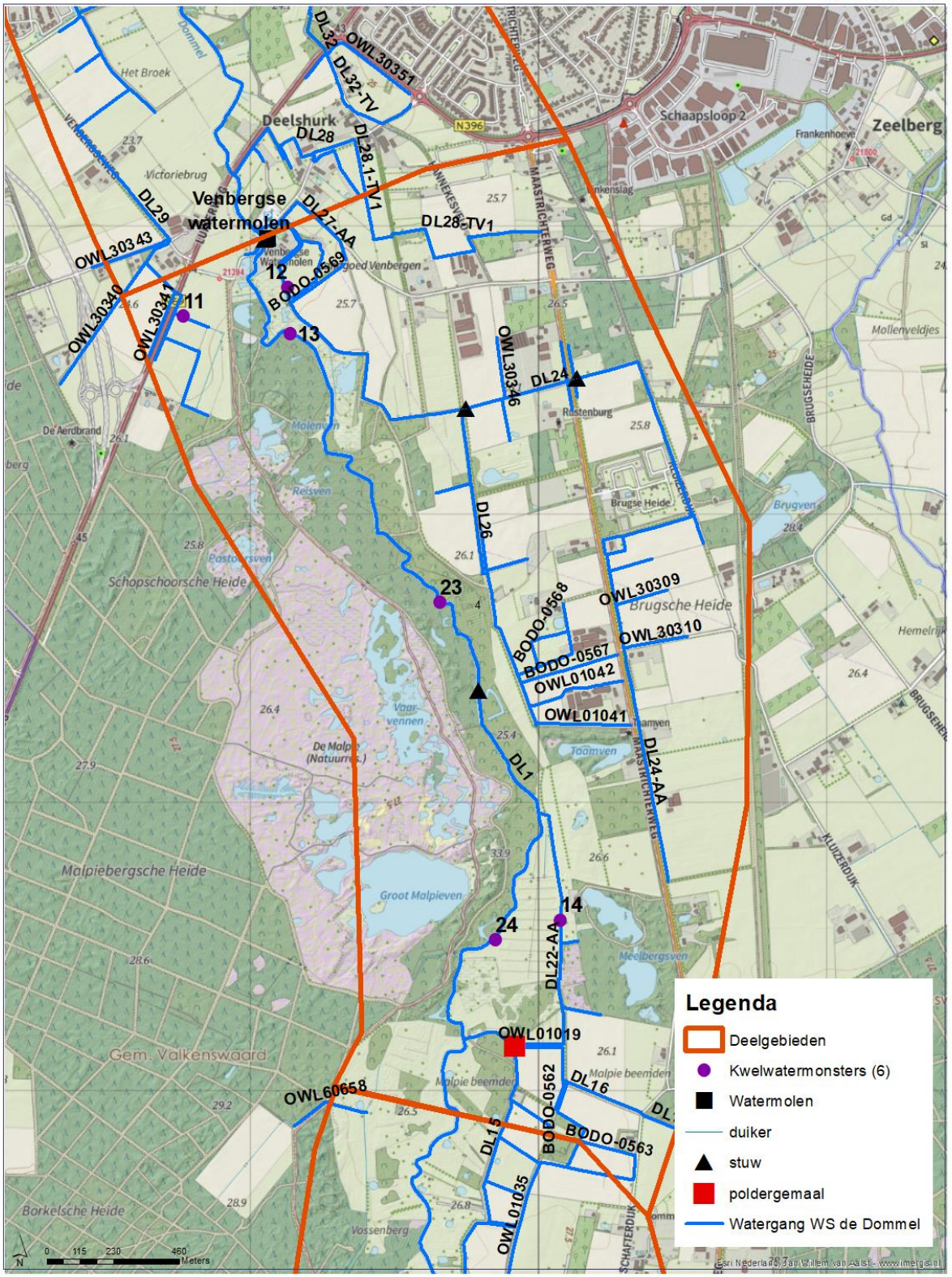


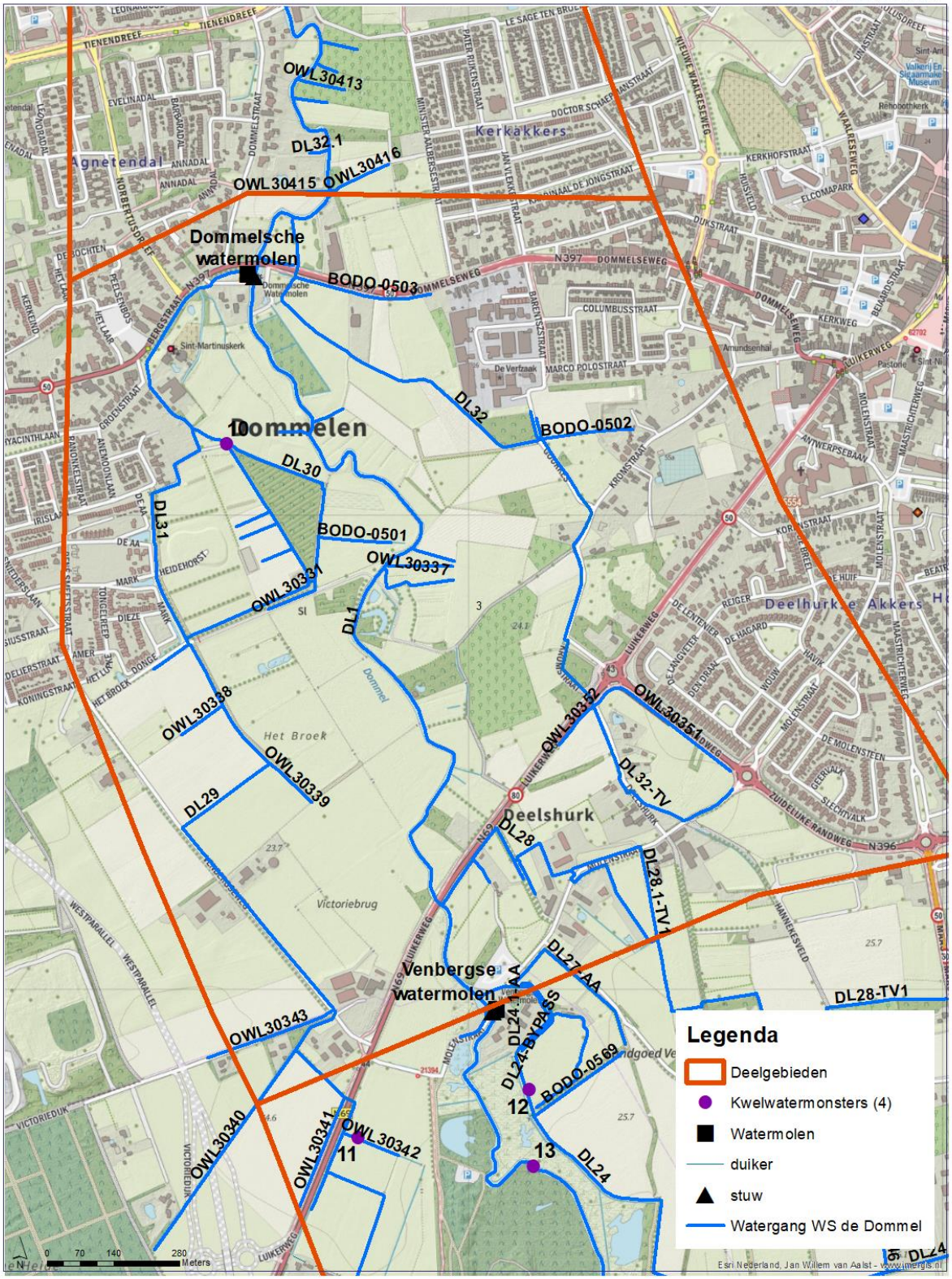
Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal deelgebied 2

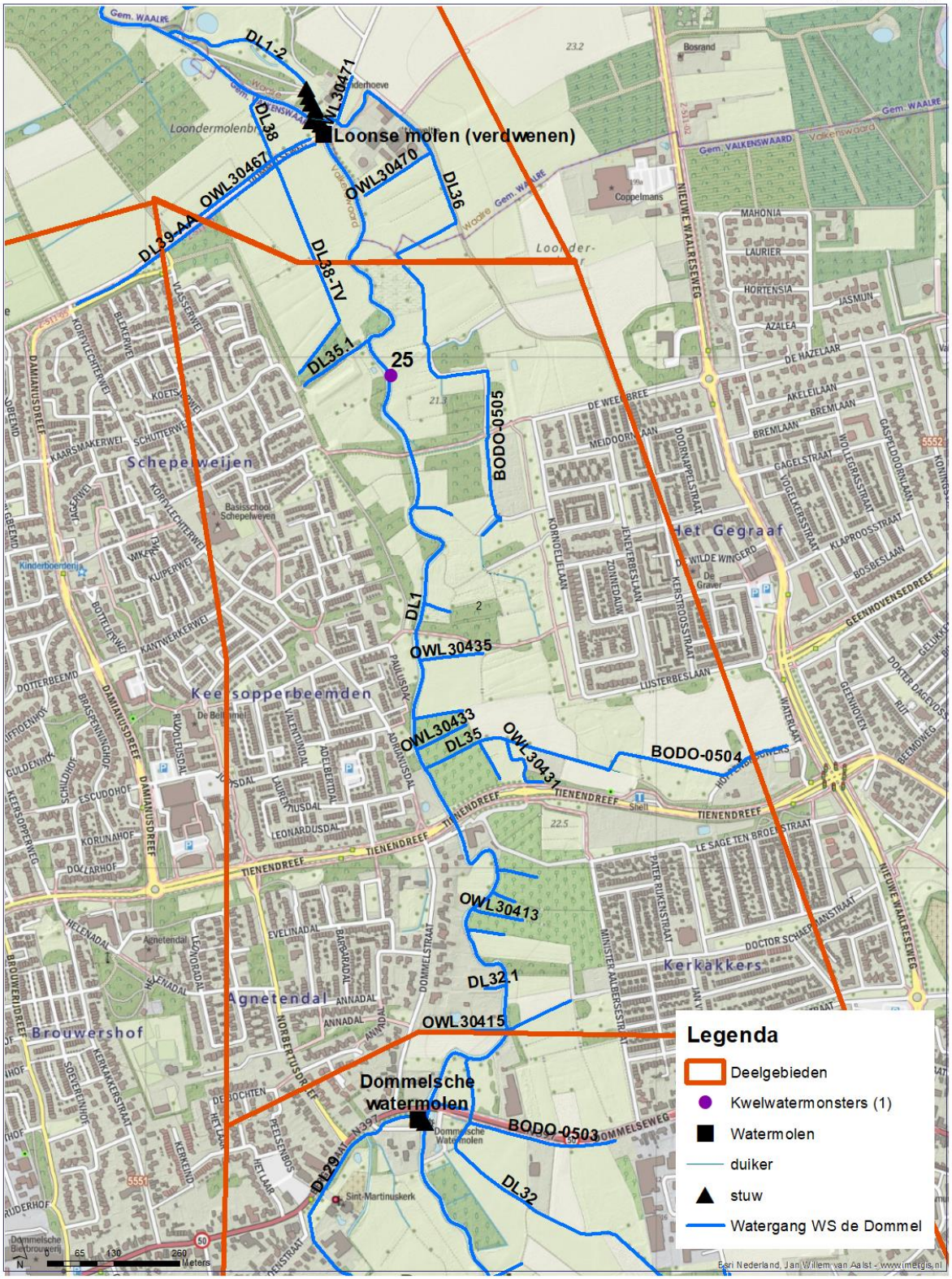
Eelerwoude

Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020




OWL30413
DL32.1
OWL30415
OWL30416
Dommelsche watermolen
BODO-0503
DL32
BODO-0502
Dommelen
DL30
DL31
BODO-0501
OWL30337
OWL30331
DL1
OWL30338
OWL30339
DL29
Het Broek
Victoriebrug
OWL30352
OWL30351
DL32-TV
Deelshurk
DL28
DL28-TV1
DL27-AA
Venbergse watermolen
DL24-AA
DL24-BYPASS
BODO-0569
12
13
DL24
OWL30343
OWL30340
OWL30341
OWL30342
11
Legenda
Deelgebieden
Kwelwatermonsters (4)
Watermolen
duiker
stuw
Watergang WS de Dommel
0 70 140 280 Meters
Esri Nederland, Jan Willem van Aalst - www.imergis.nl

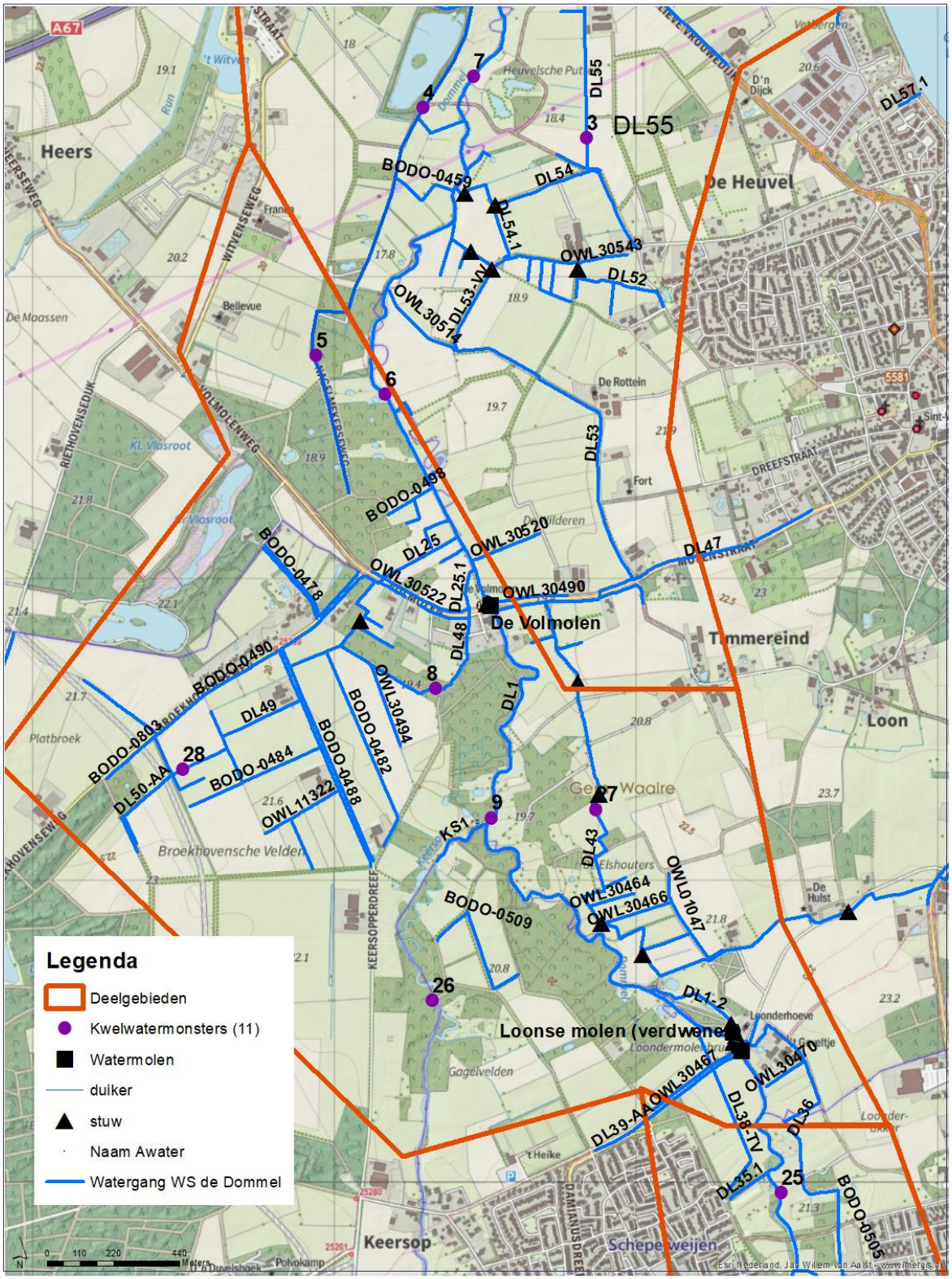

Loonse molen (verdwenen)
Dommelsche watermolen
25
DL1-2
DL38
OWL30471
OWL30467
OWL30470
DL36
DL39-AA
DL38-TV
DL35.1
BODO-0505
DL1
OWL30435
OWL30433
DL35
OWL30431
BODO-0504
OWL30413
DL32.1
OWL30415
BODO-0503
DL29
DL32
Schepelweijen
Keersopperbeemden
Het Gegraaf
Agnetendal
Brouwershof
Kerkakkers
Legenda
Deelgebieden
Kwelwatermonsters (1)
Watermolen
duiker
stuw
Watergang WS de Dommel
Esri Nederland, Jan Willem van Aalst - www.imetgis.nl

Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal deelgebied 5

Eelerwoude

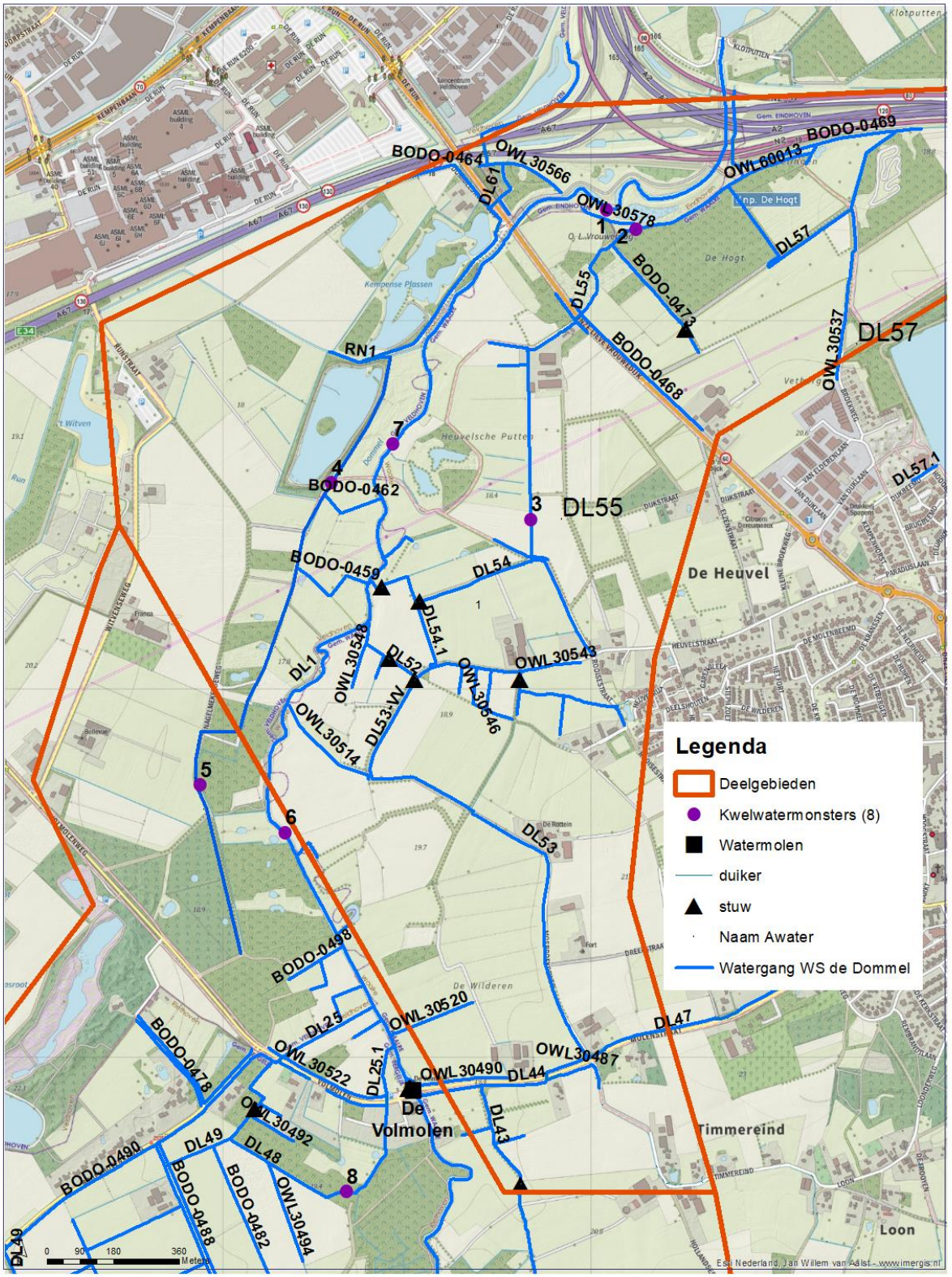
Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Huidige waterhuishouding en kwelwatermonsters

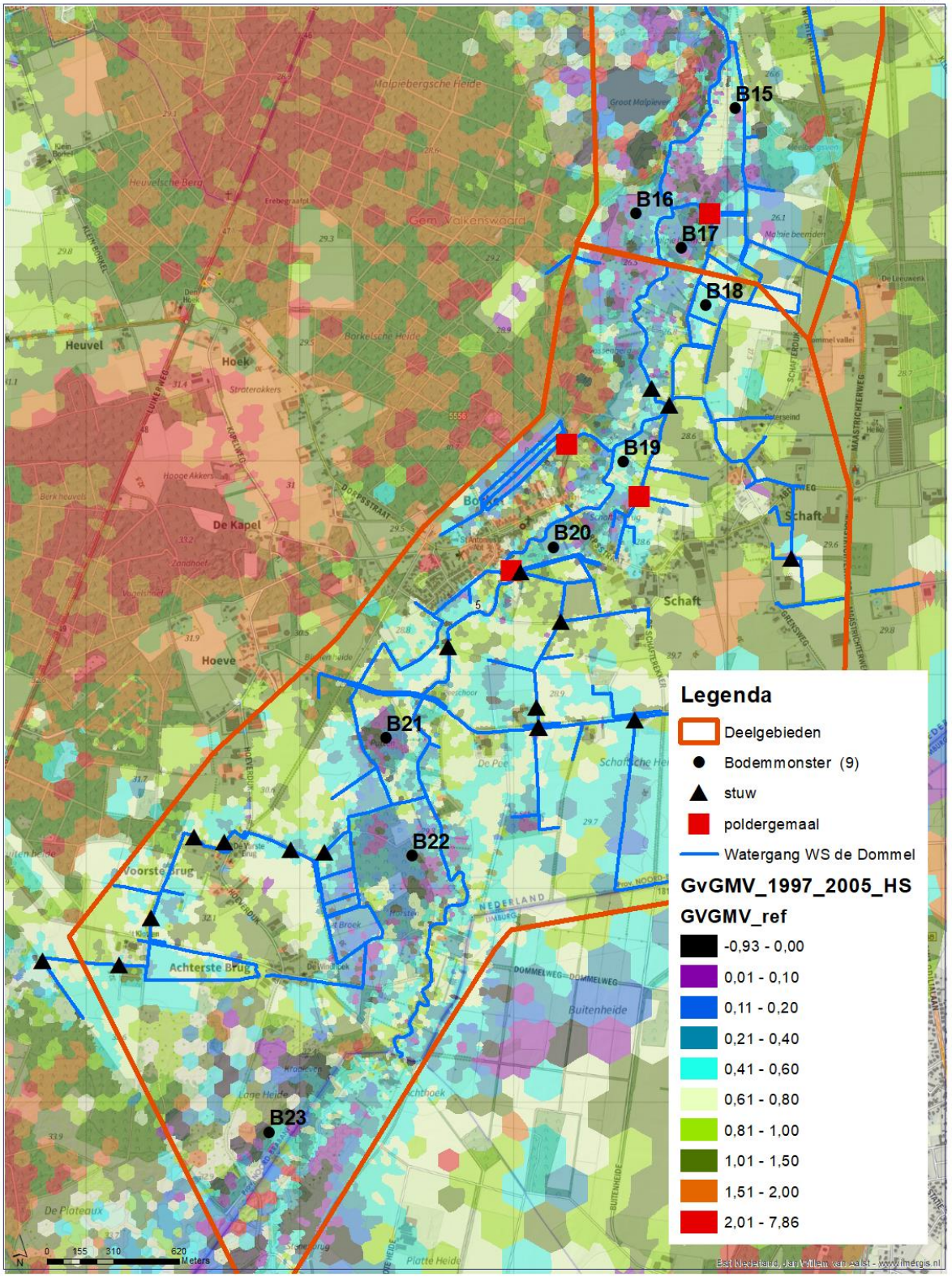
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Bijlage 9: Huidige GVG in de deelgebieden (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

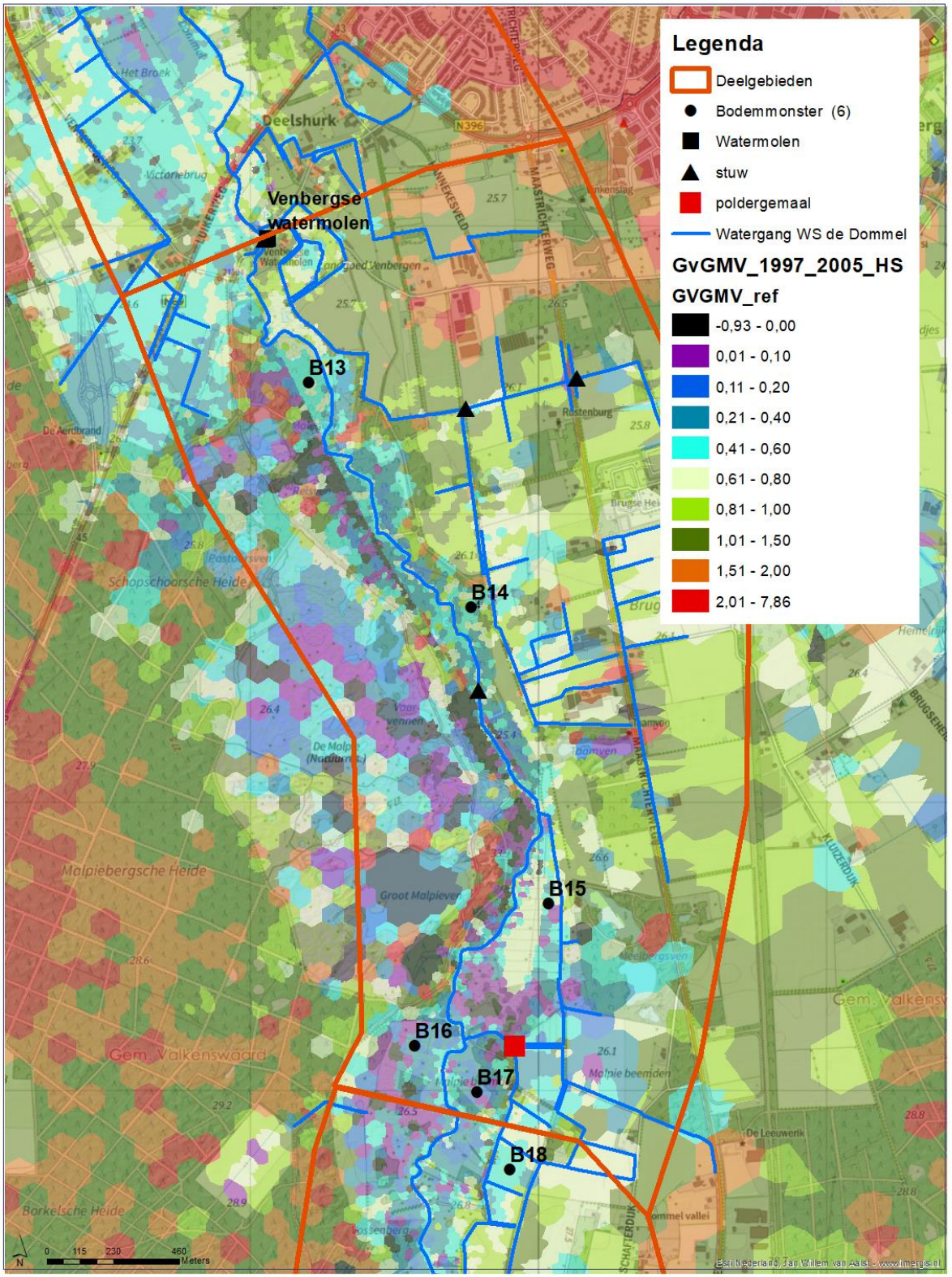
GVG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



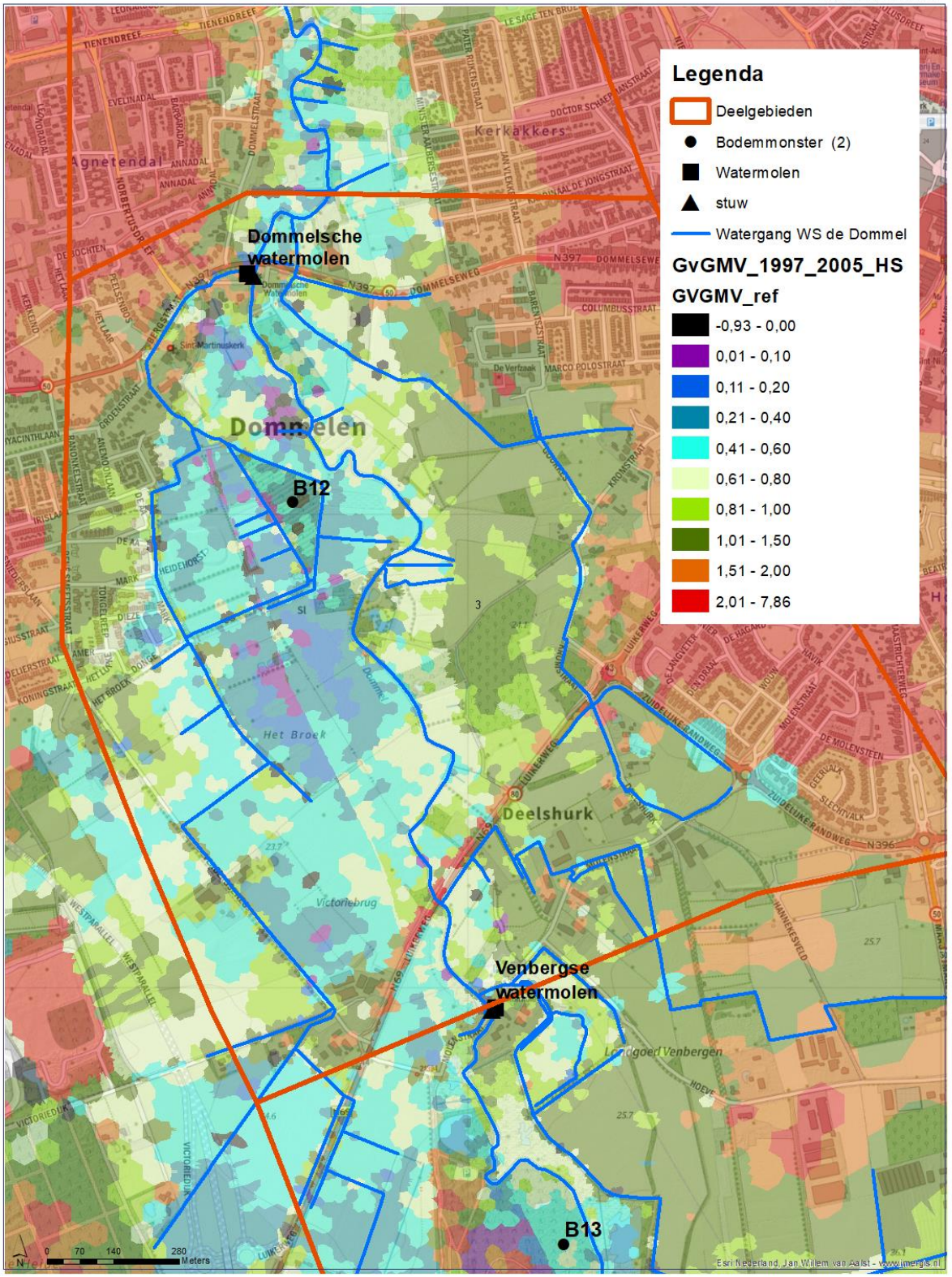
GVG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



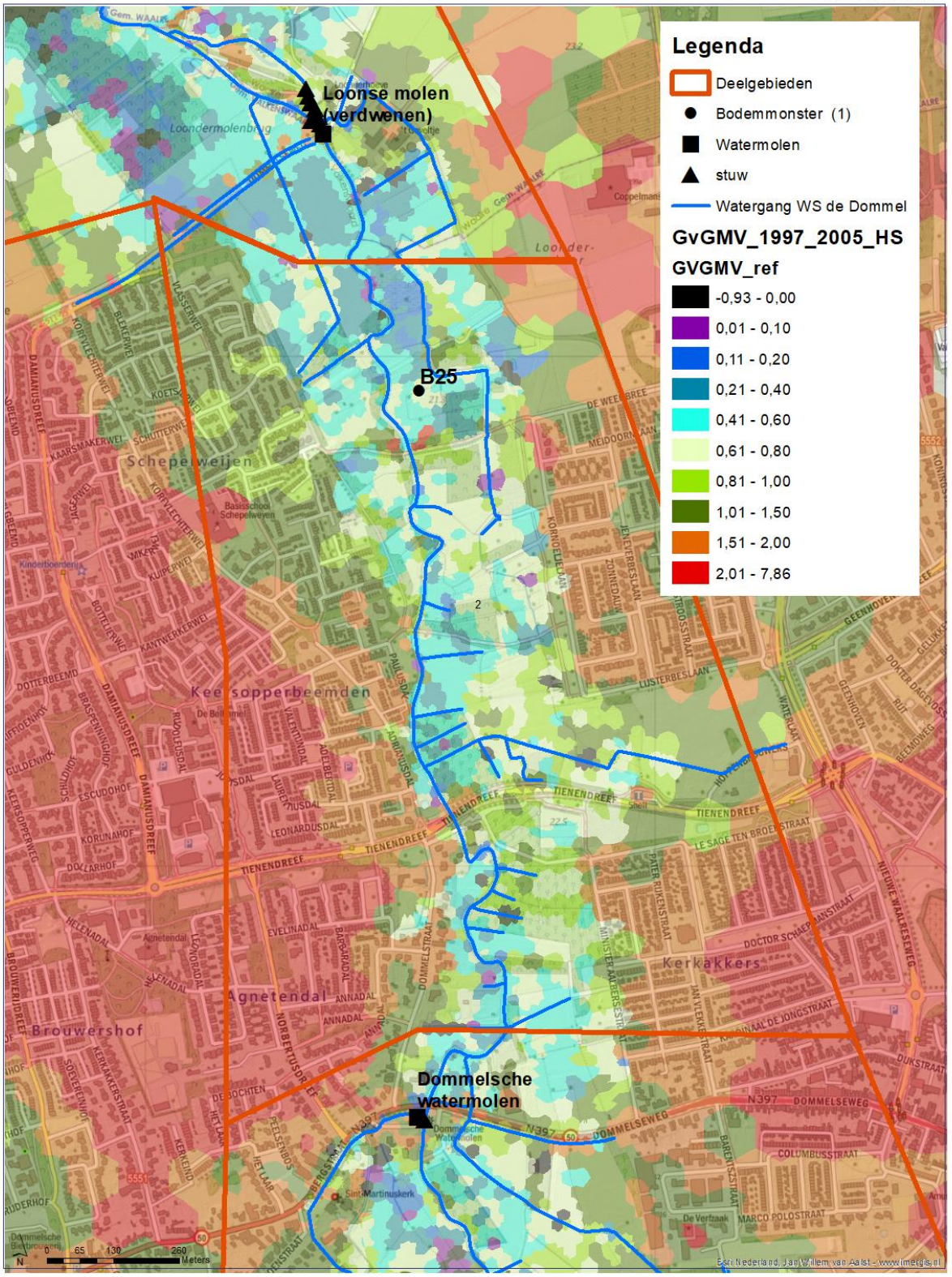
GVG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



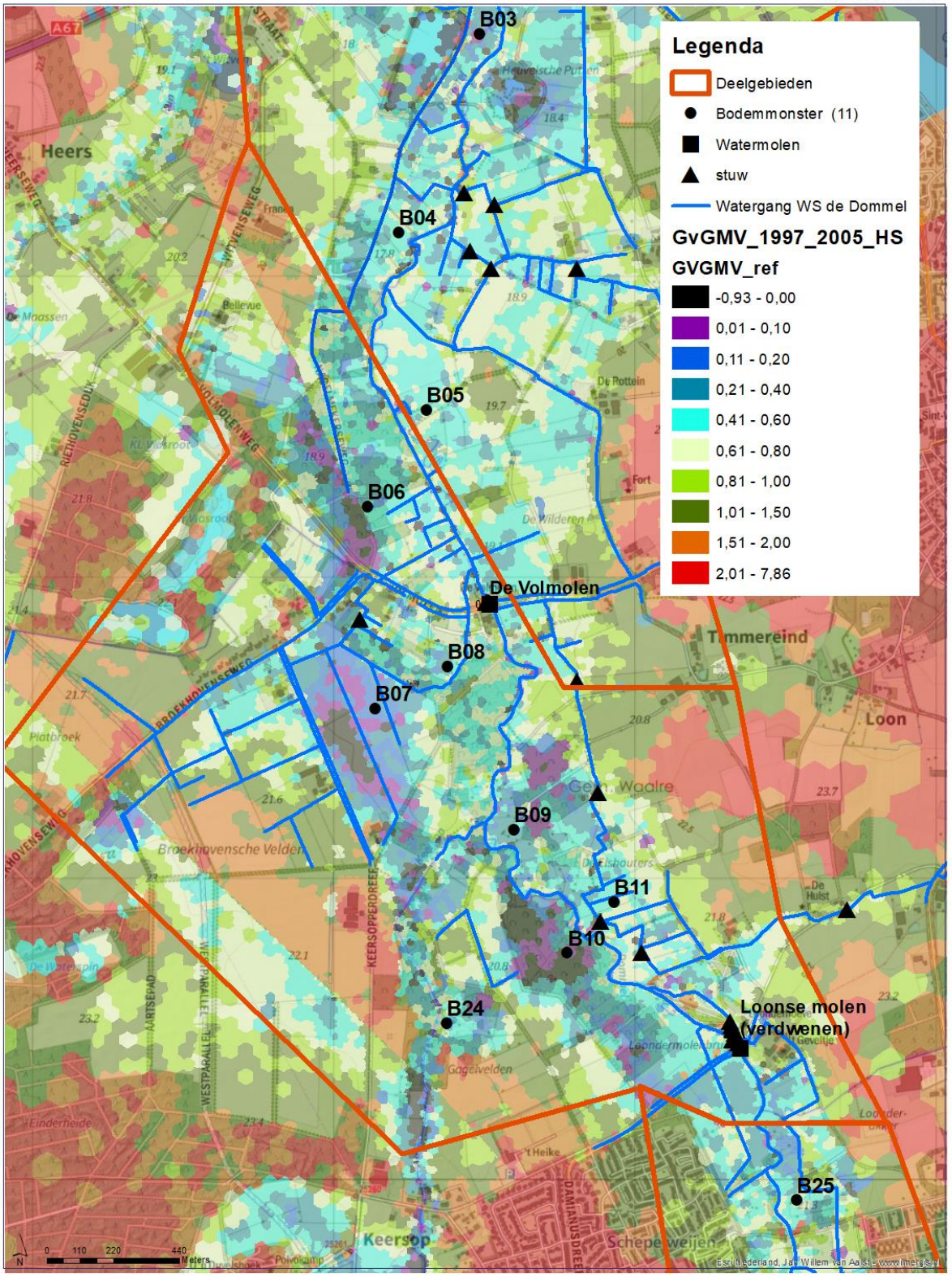
GVG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



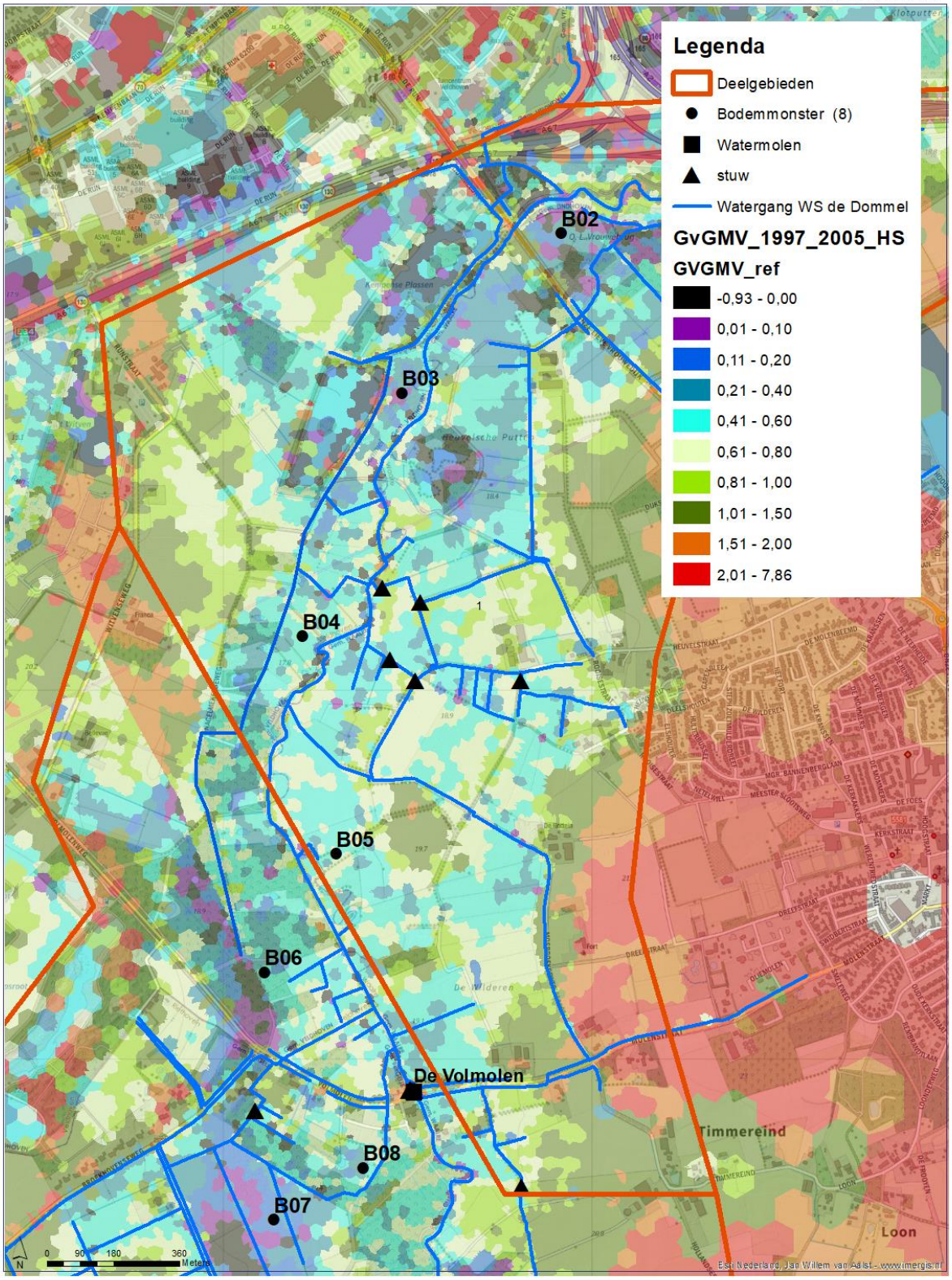
GVG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



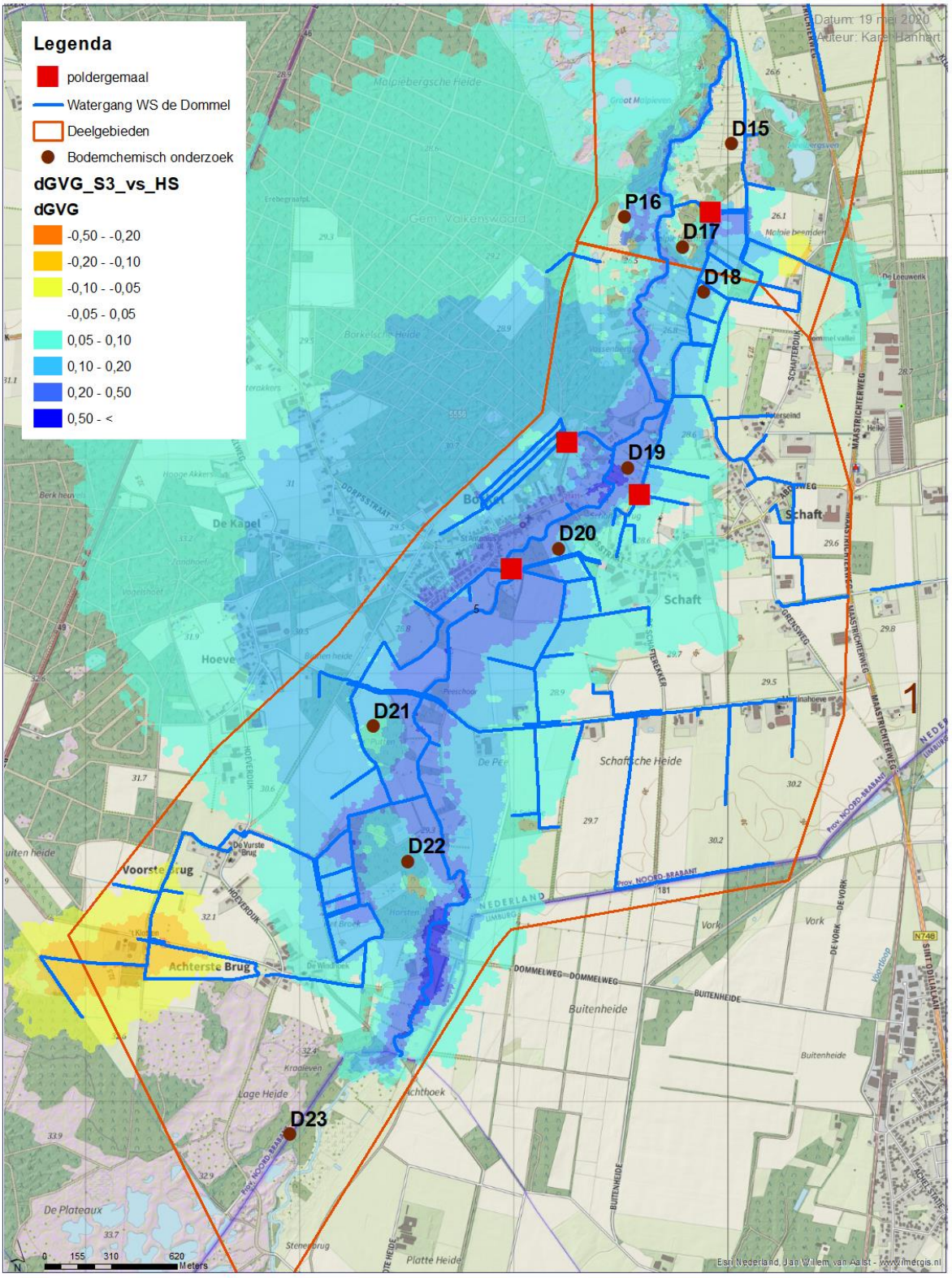
GVG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

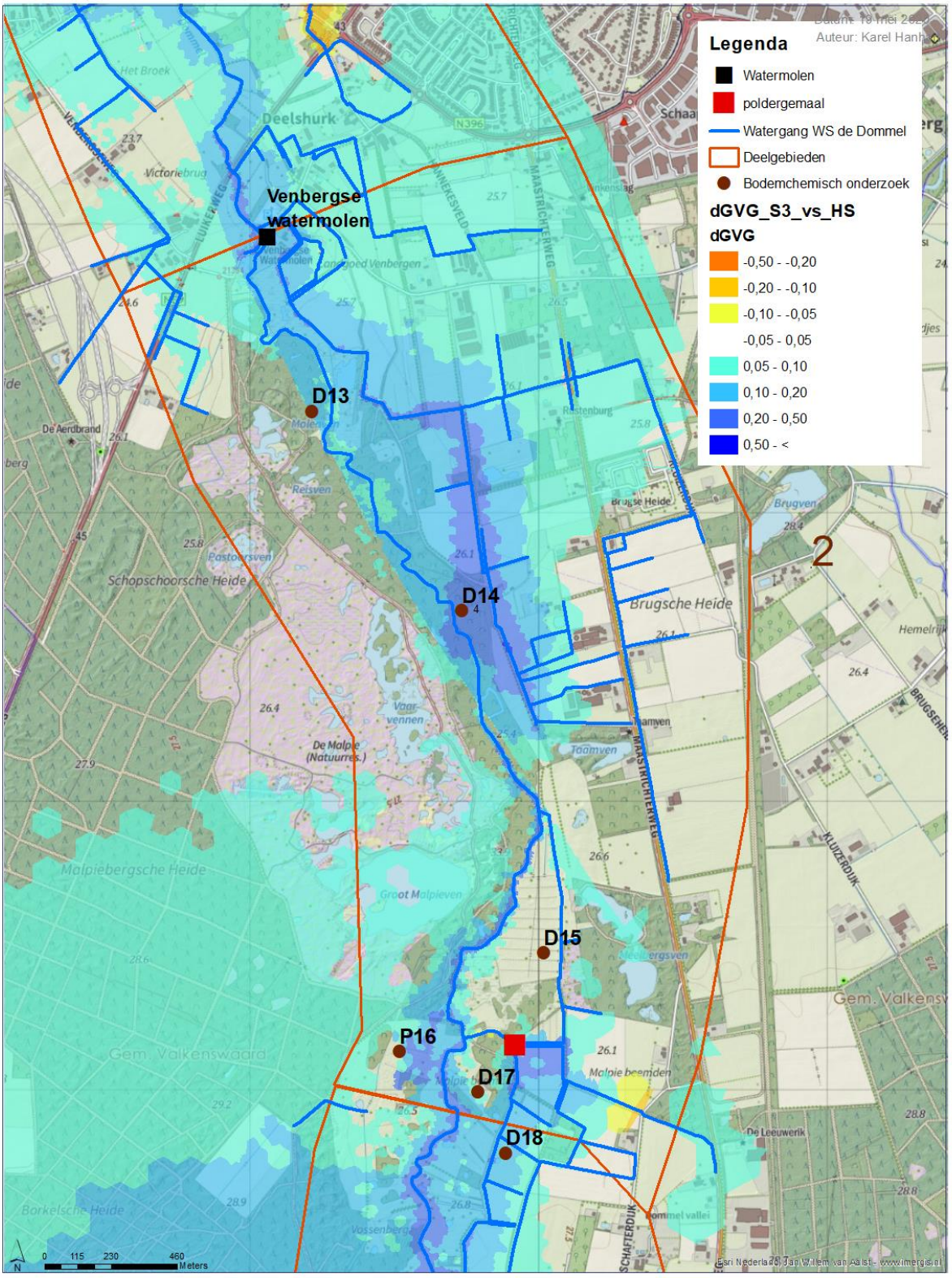


Bijlage 10: Verandering van de GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in Dommeldal tot maaiveld in scenario 3 (bron: waterschap de Dommel, 2020)

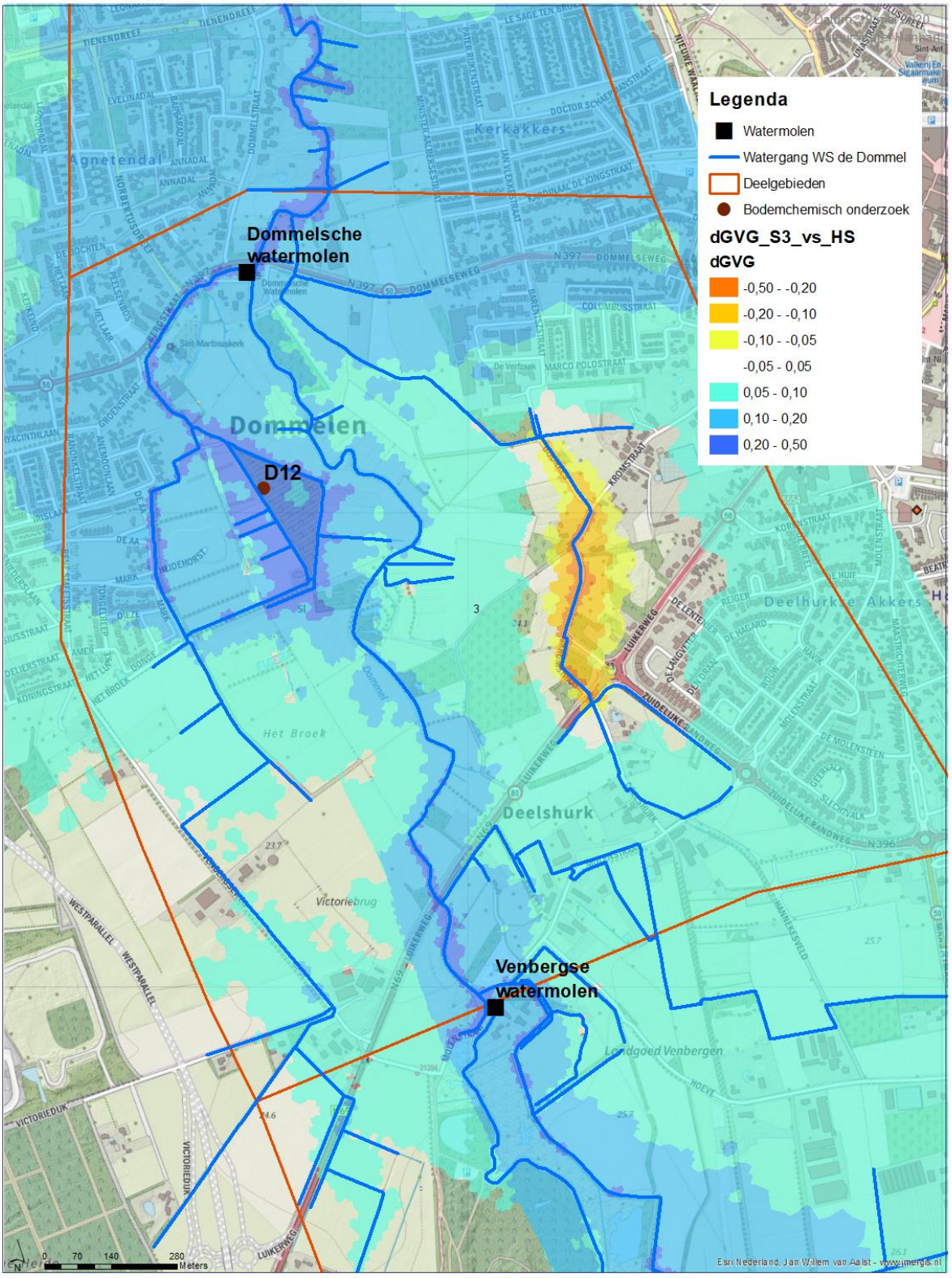
S3: Verandering GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in beekdal tot maaiveld



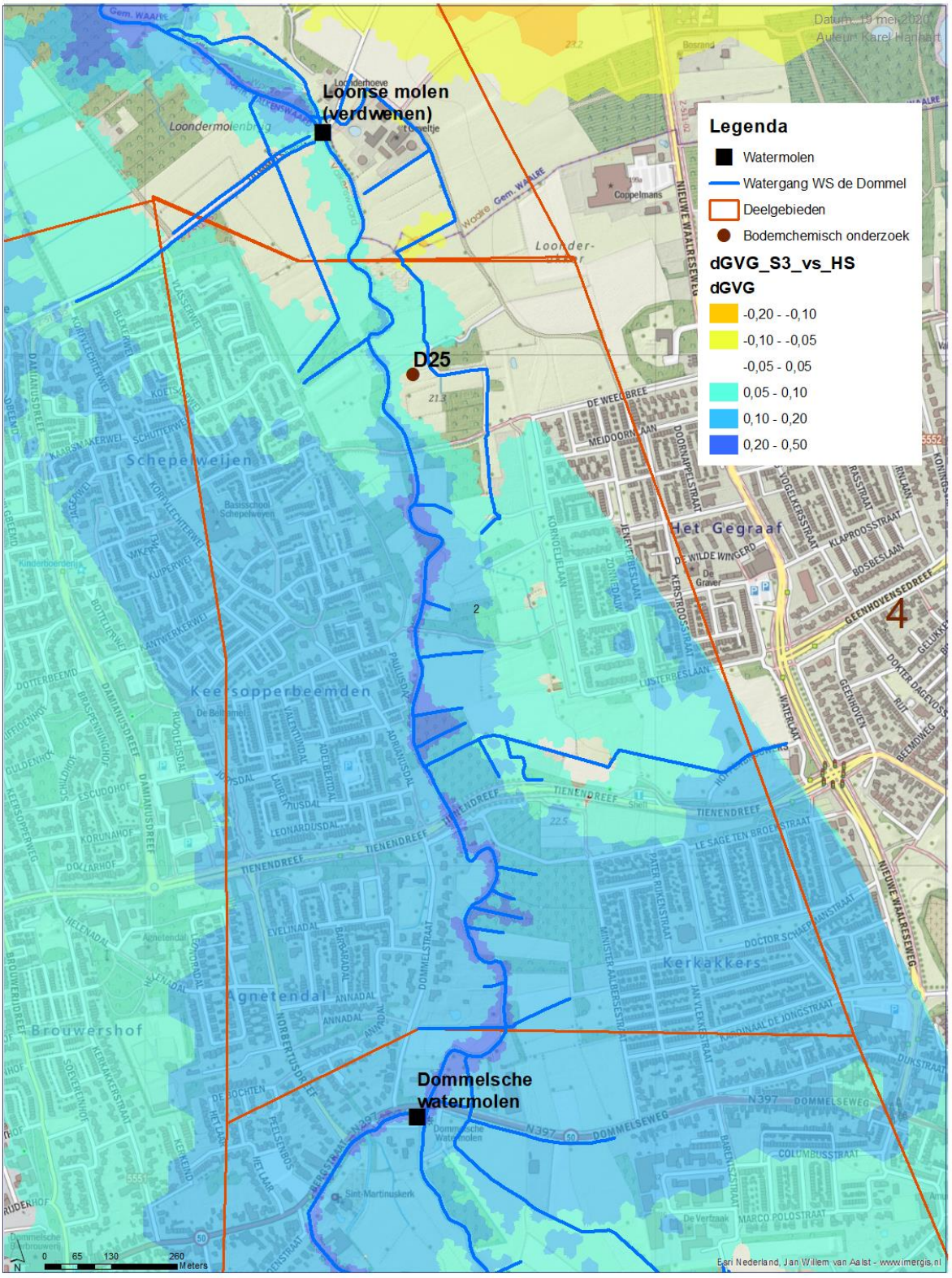
S3: Verandering GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in beekdal tot maaiveld



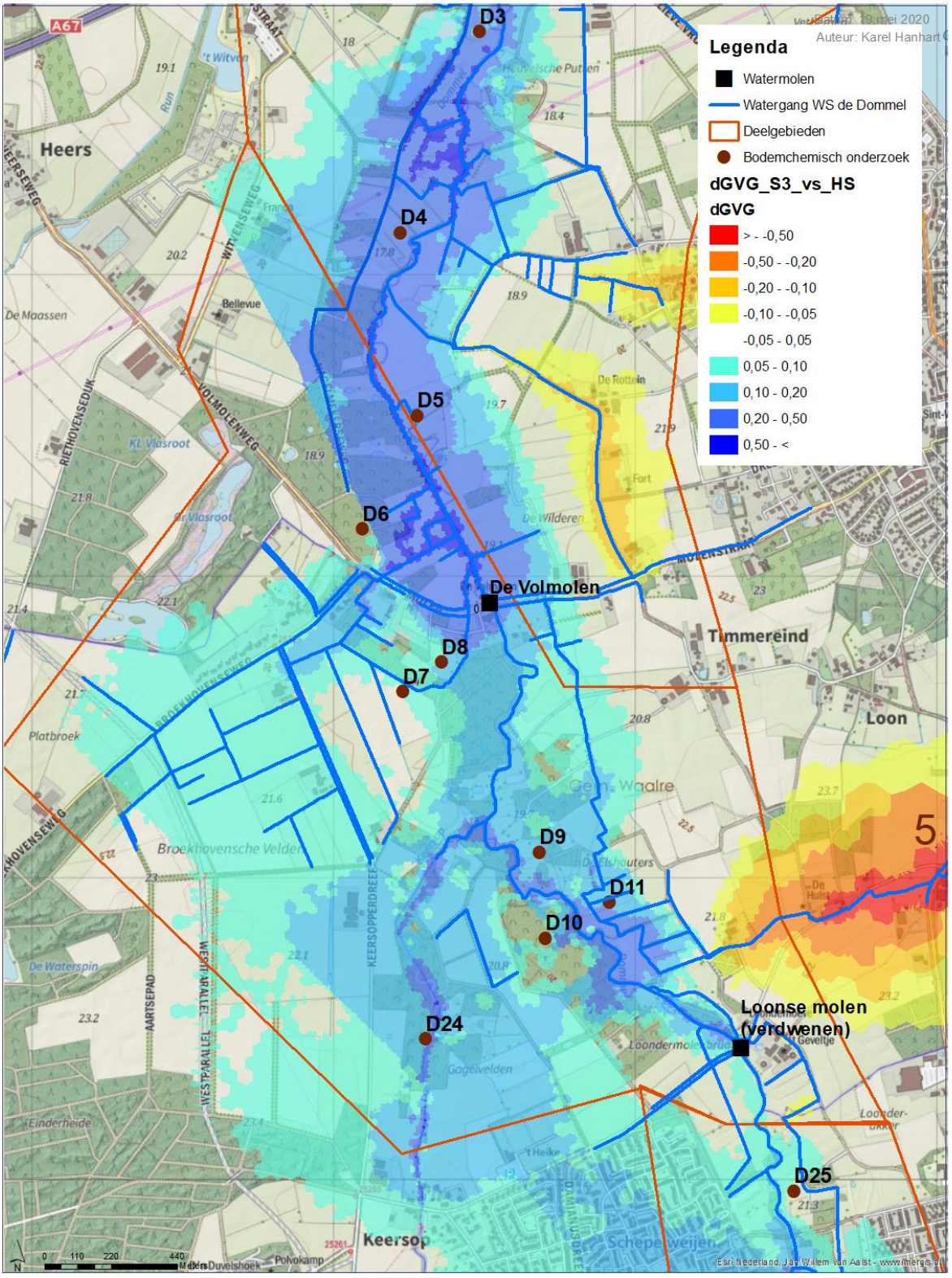
S3: Verandering GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in beekdal tot maaiveld



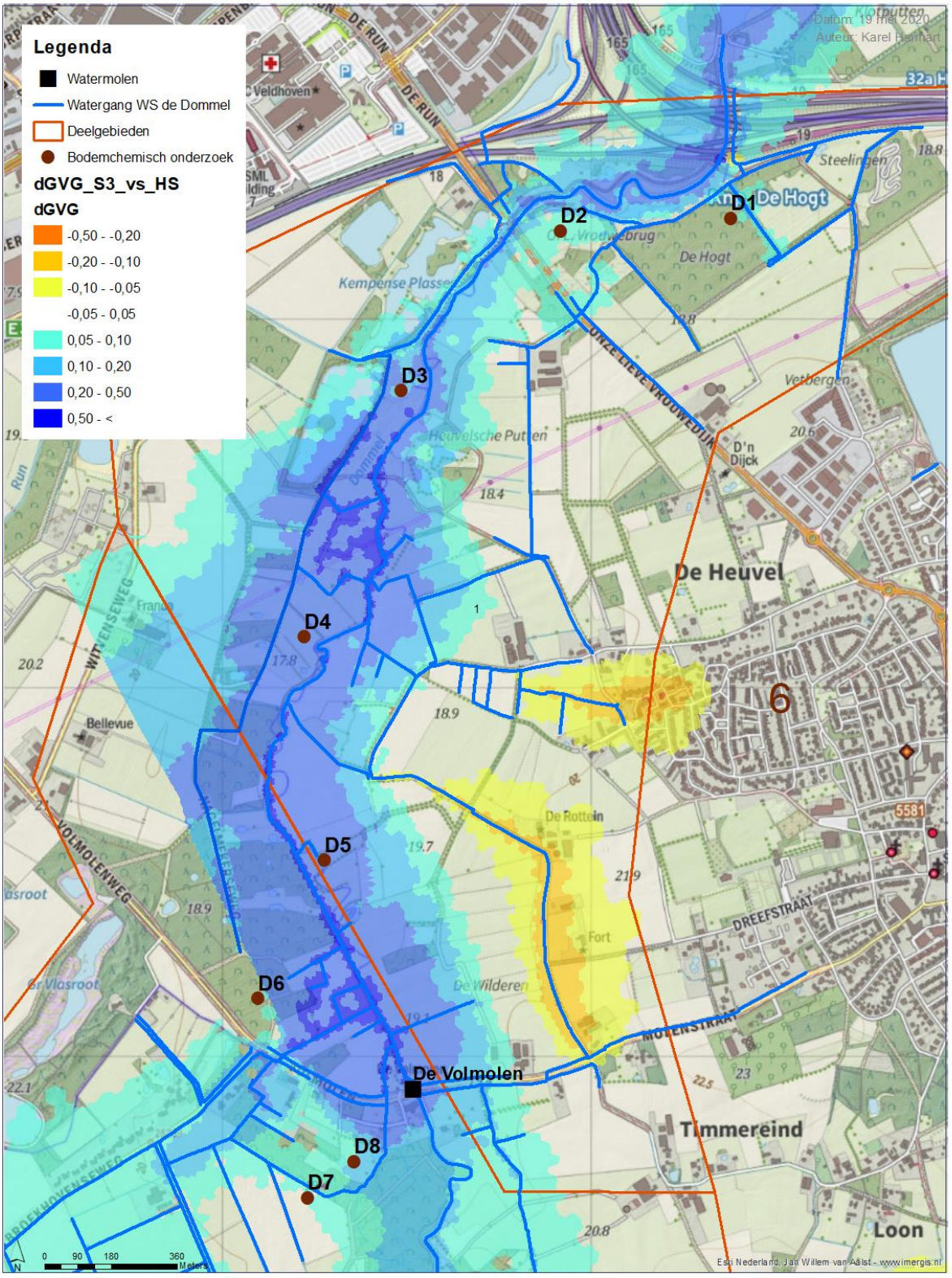
S3: Verandering GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in beekdal tot maaiveld



S3: Verandering GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in beekdal tot maaiveld



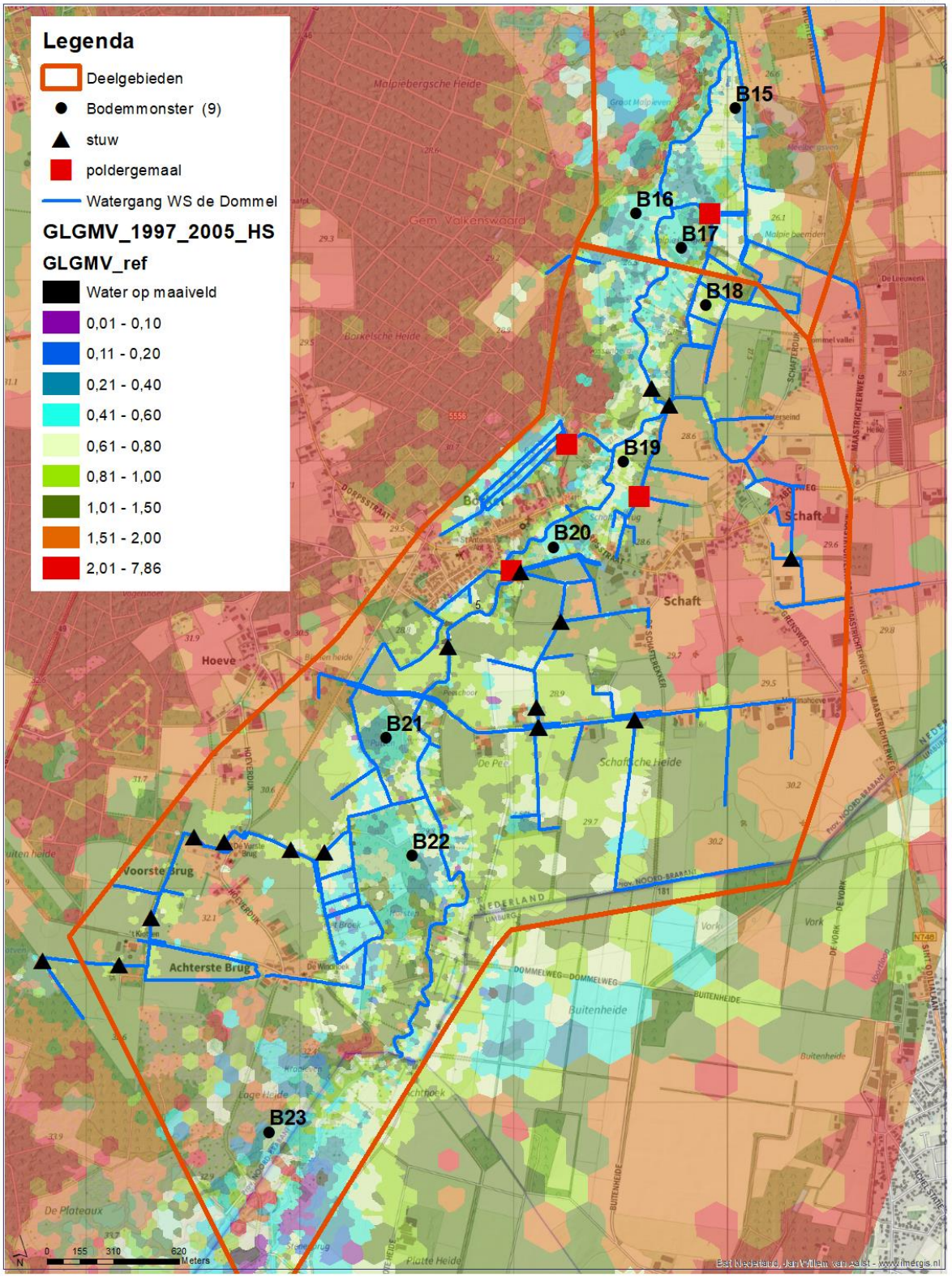
S3: Verandering GVG na peilverhoging Dommel en A-watergangen in beekdal tot maaiveld



Bijlage 11: Huidige GLG in de deelgebieden (bron: waterschap de Dommel,2020)

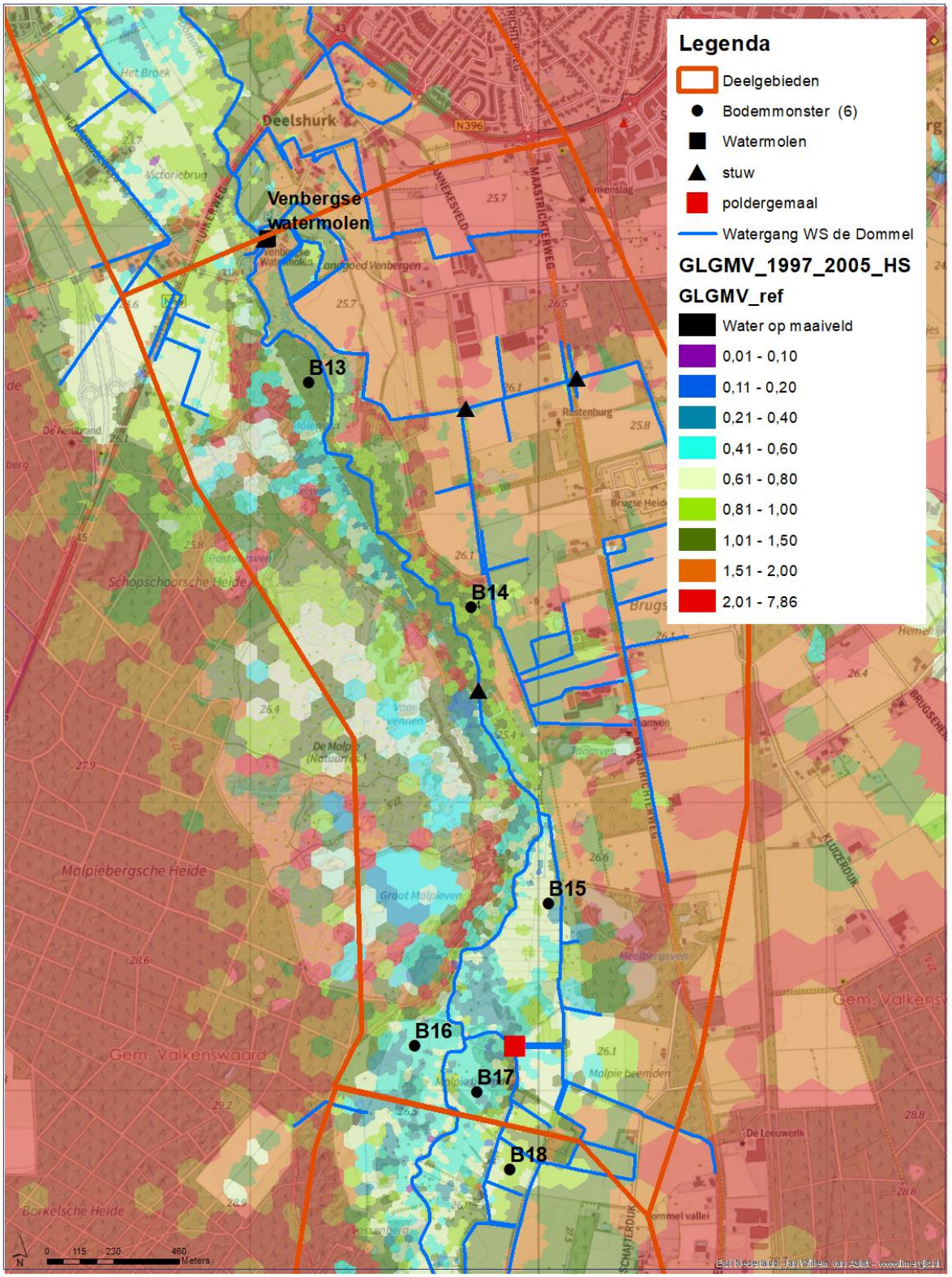
GLG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



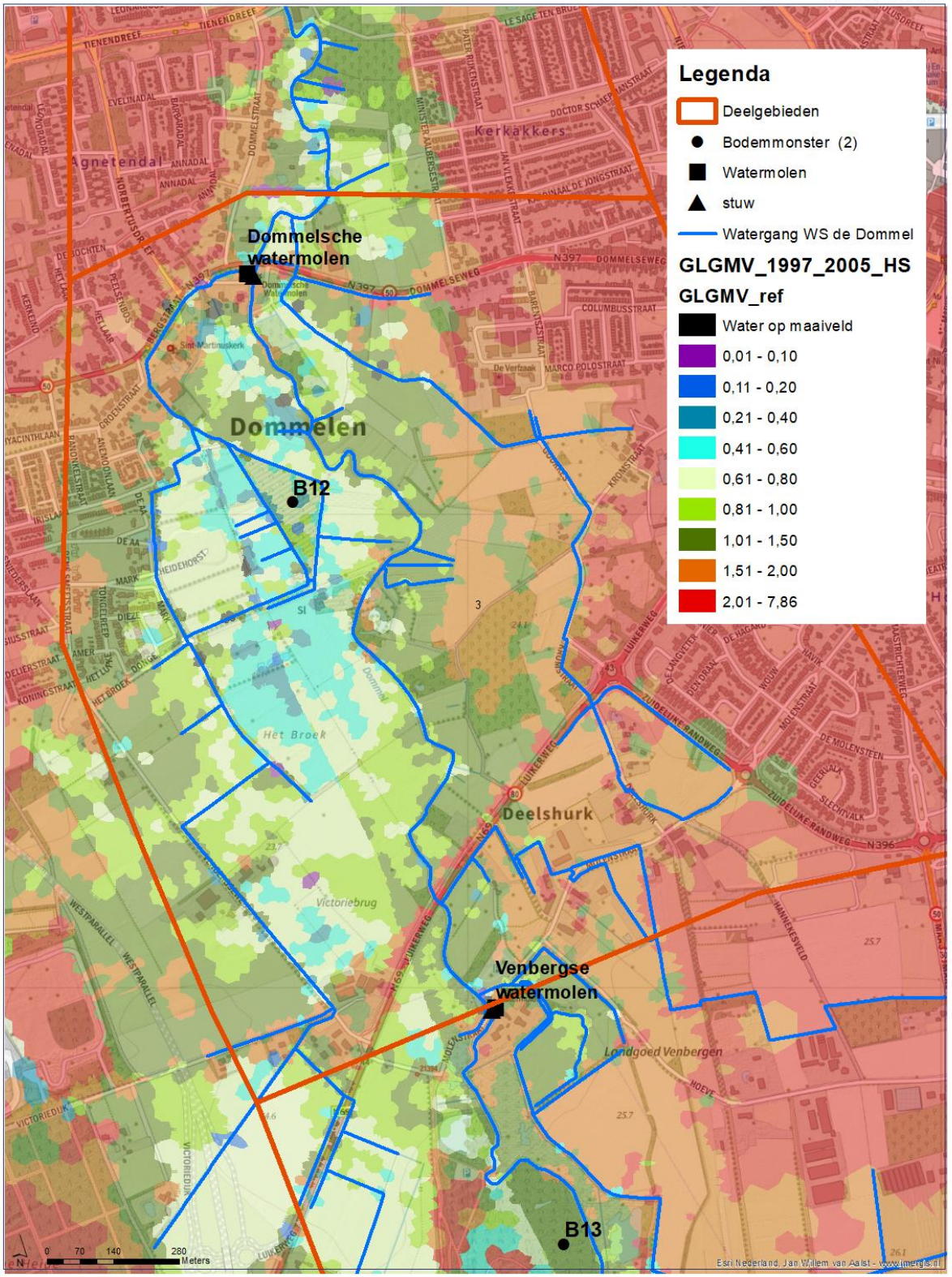
GLG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



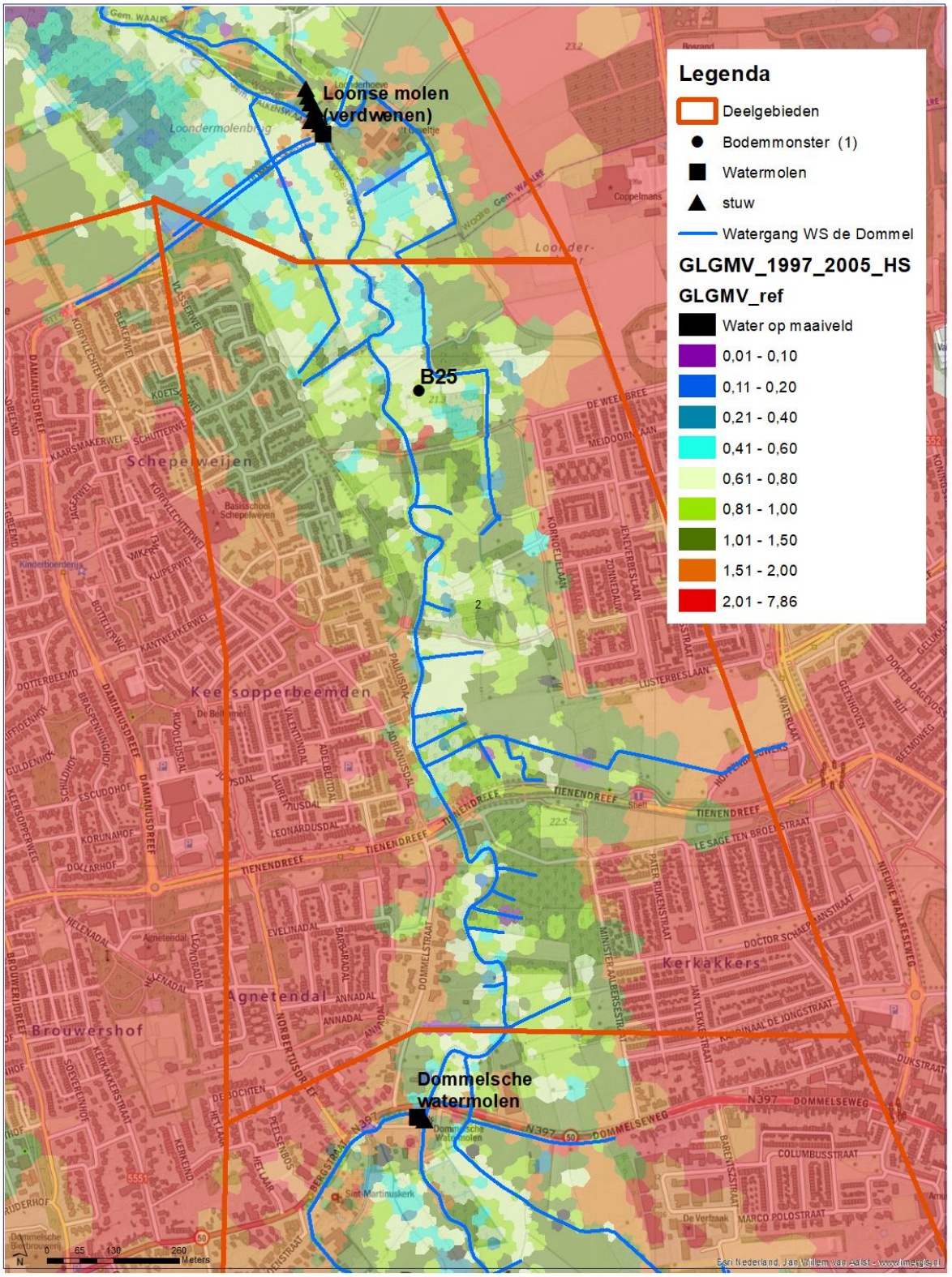
GLG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



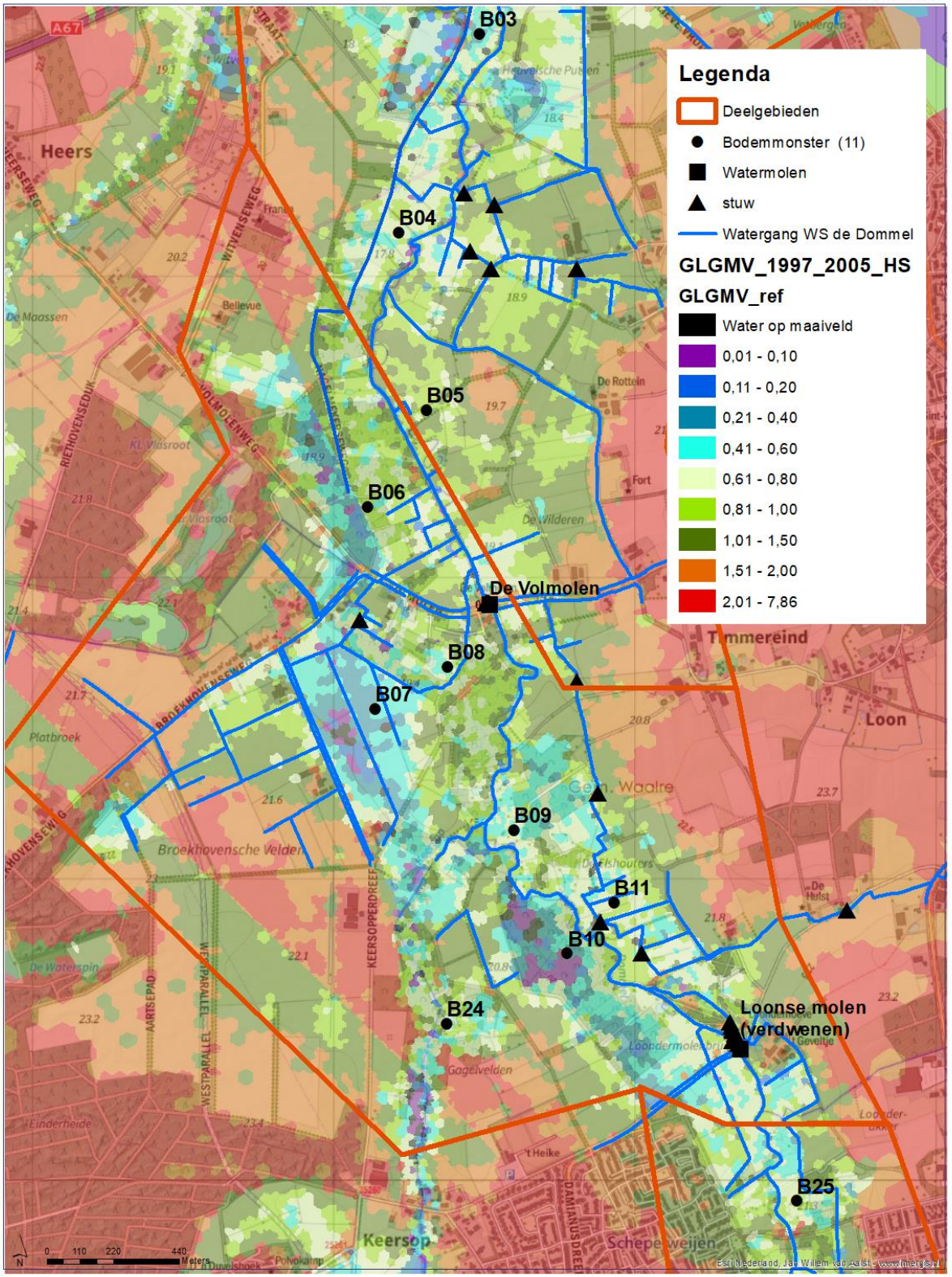
GLG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



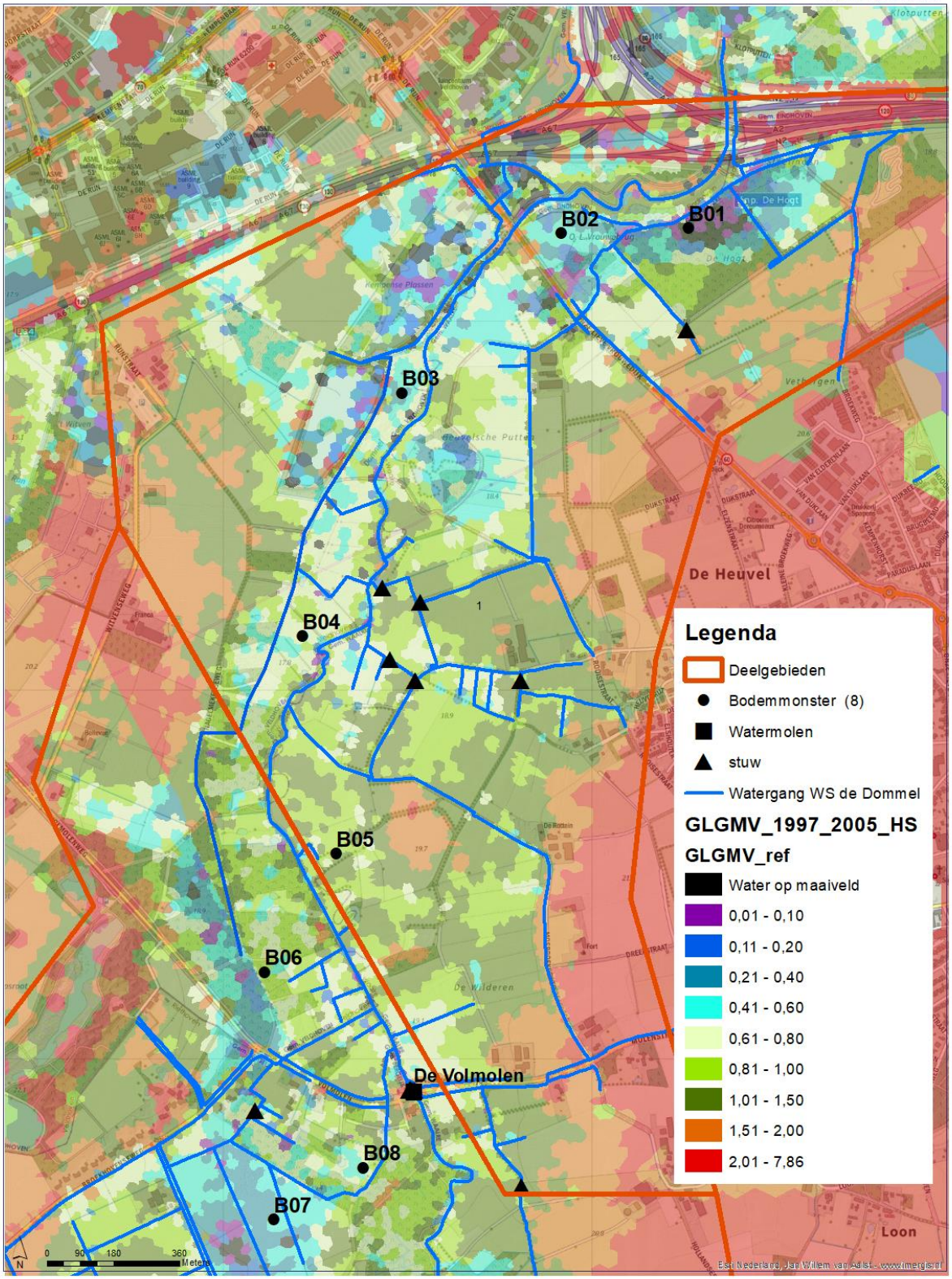
GLG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



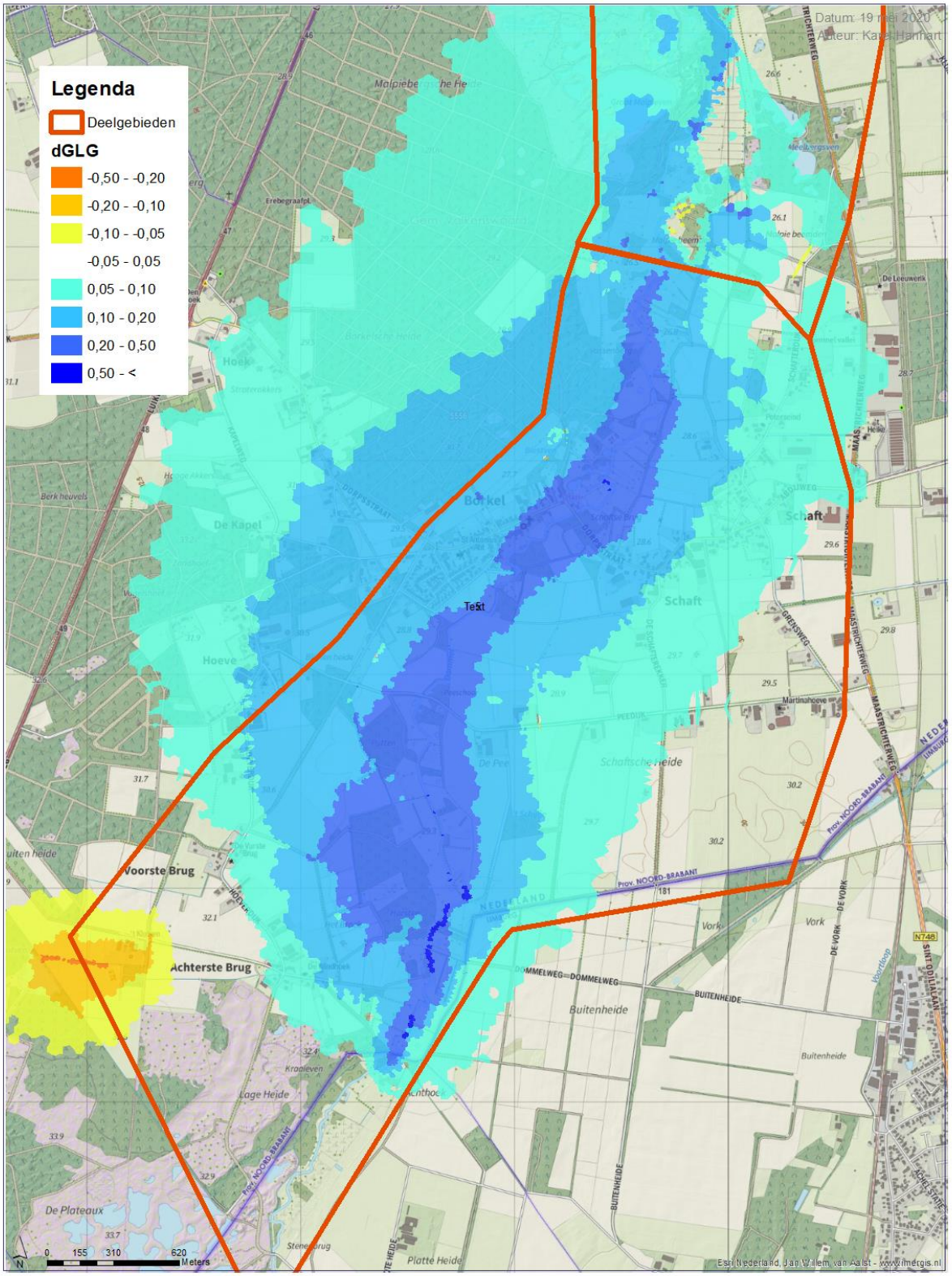
GLG huidige situatie (1997-2005; bron: Waterschap de Dommel)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

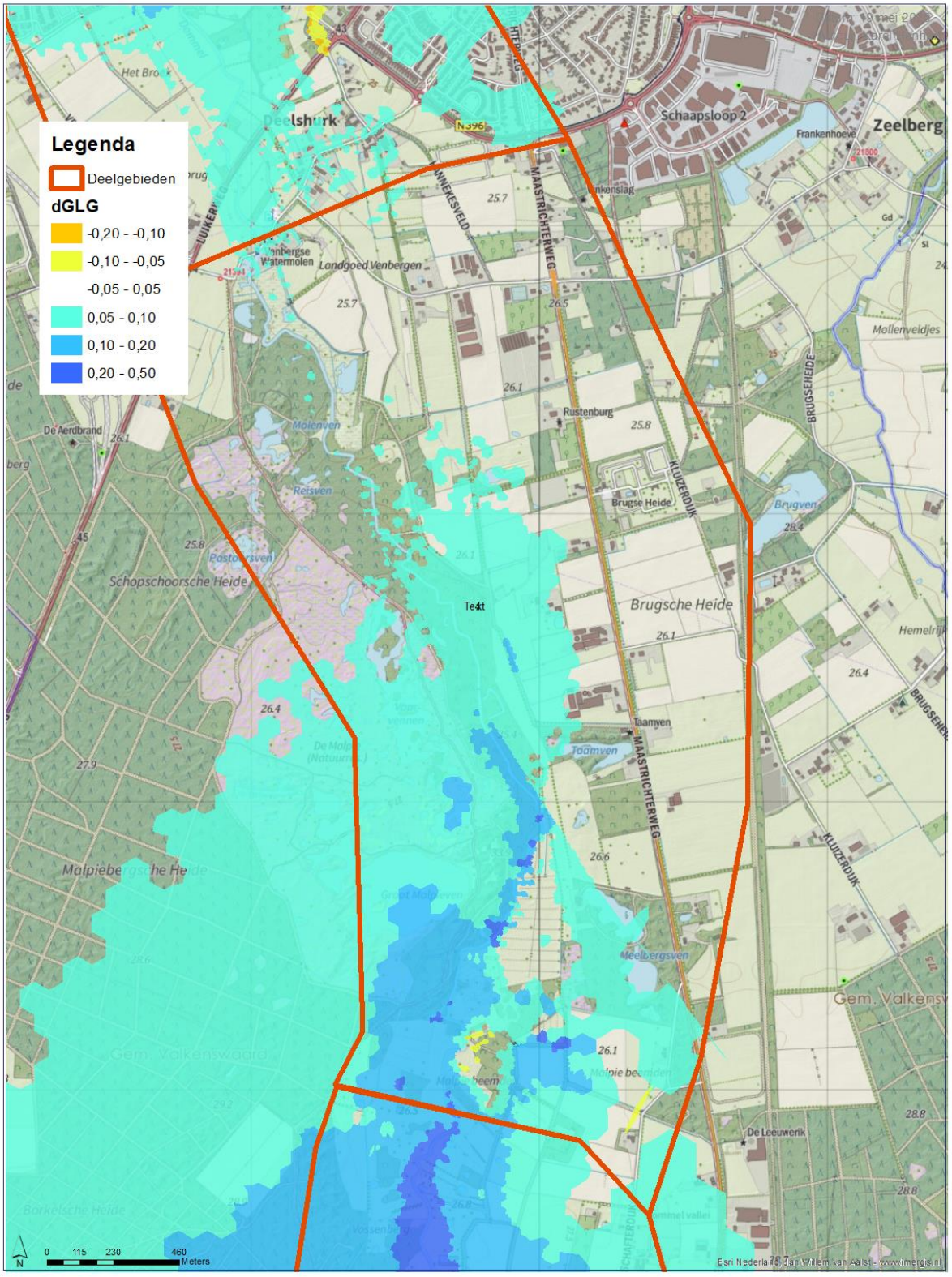


Bijlage 12: Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld

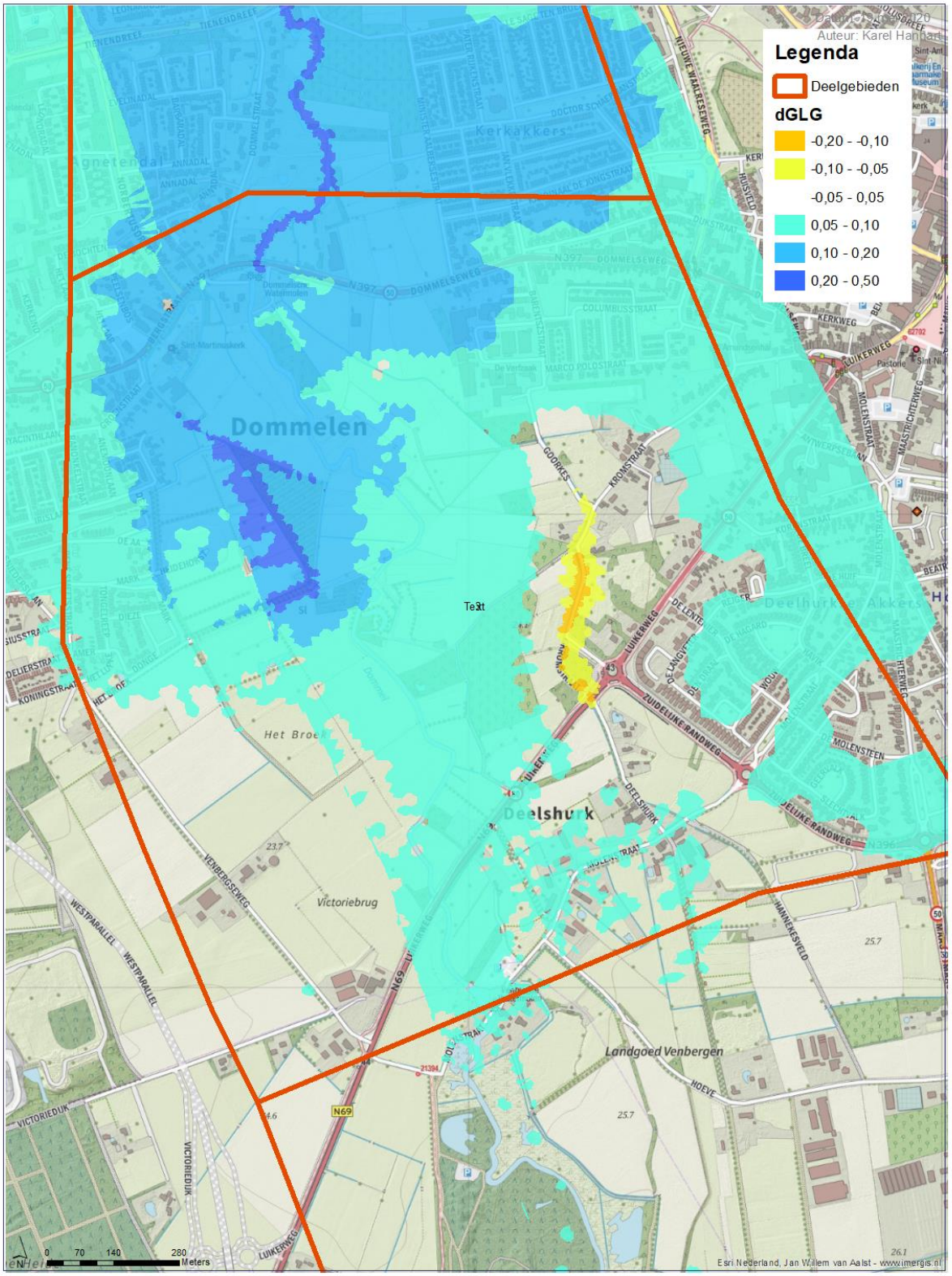
S3 Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld



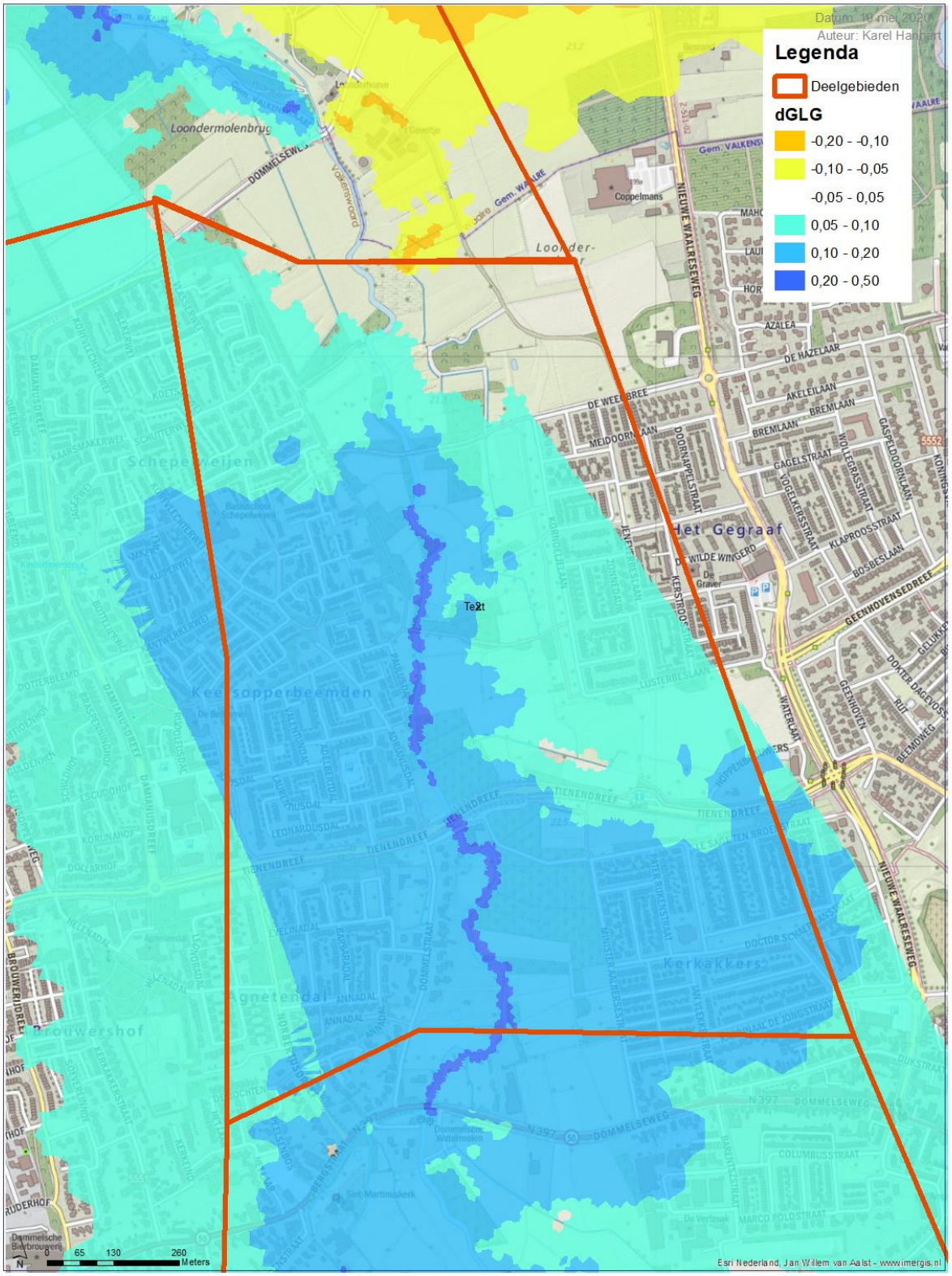
S3 Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld



S3 Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld



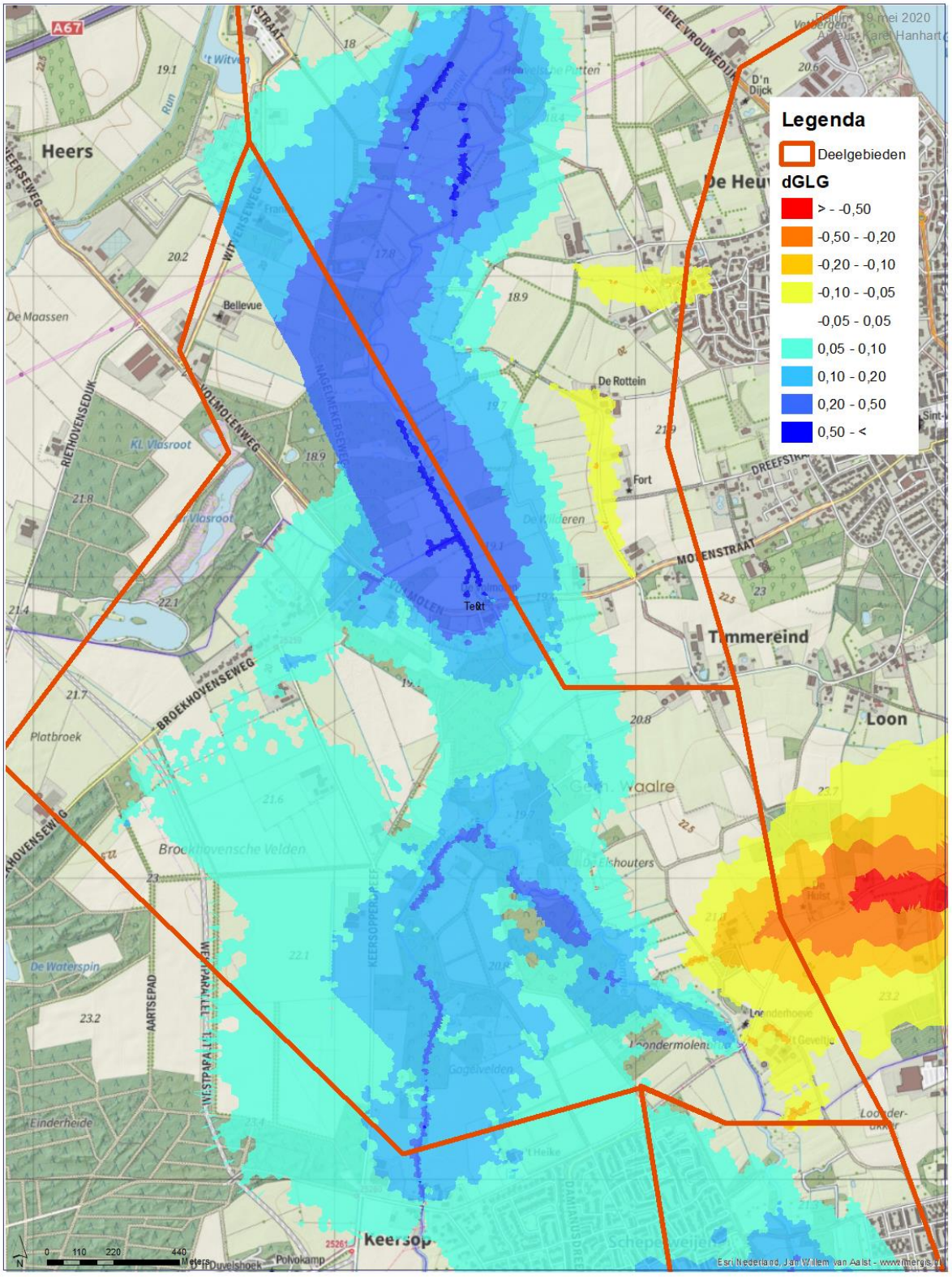
S3 Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld

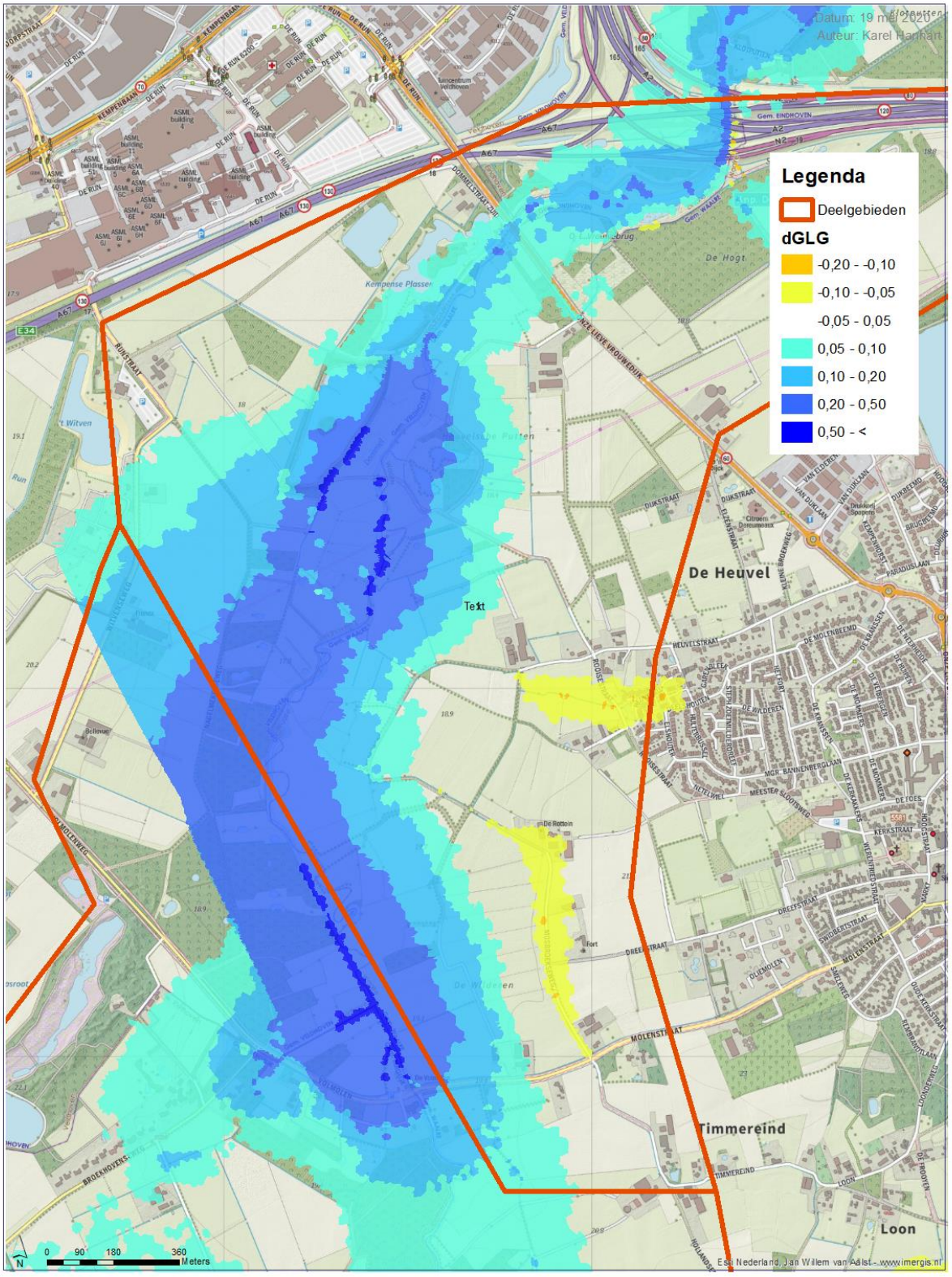


Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal deelgebied 5

Eelerwoude

S3 Verandering van de GLG na peilverhoging van de Dommel en A-watergangen tot maaiveld

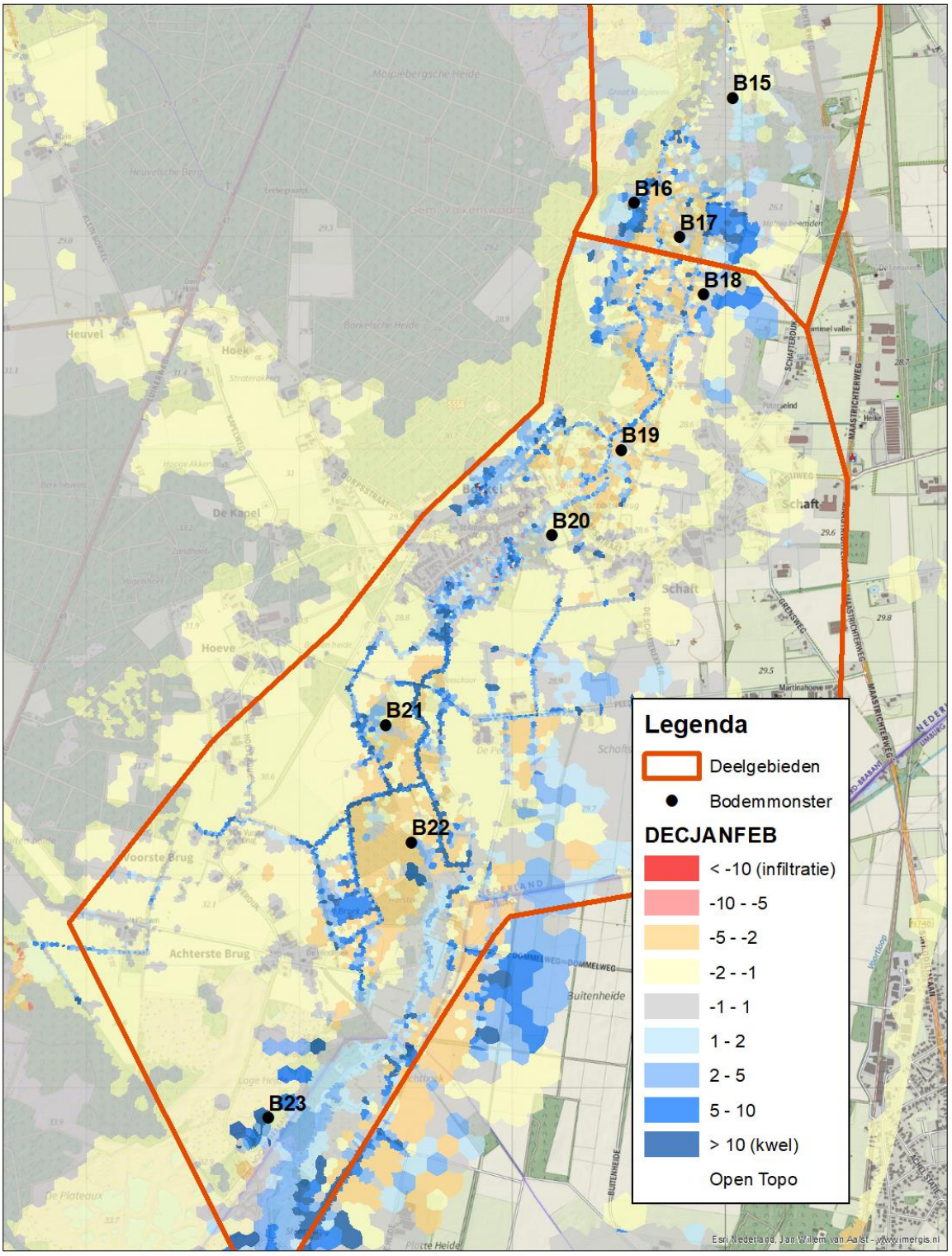



Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart
Legenda
Deelgebieden
dGLG
-0,20 - -0,10
-0,10 - -0,05
-0,05 - 0,05
0,05 - 0,10
0,10 - 0,20
0,20 - 0,50
0,50 - <
De Heuvel
Timmereind
Loon
Tekst
0 90 180 360 Meters
Esri Nederland, Jan Willem van Adrichem - www.imergis.nl

Bijlage 13: Huidige kwel in de deelgebieden (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

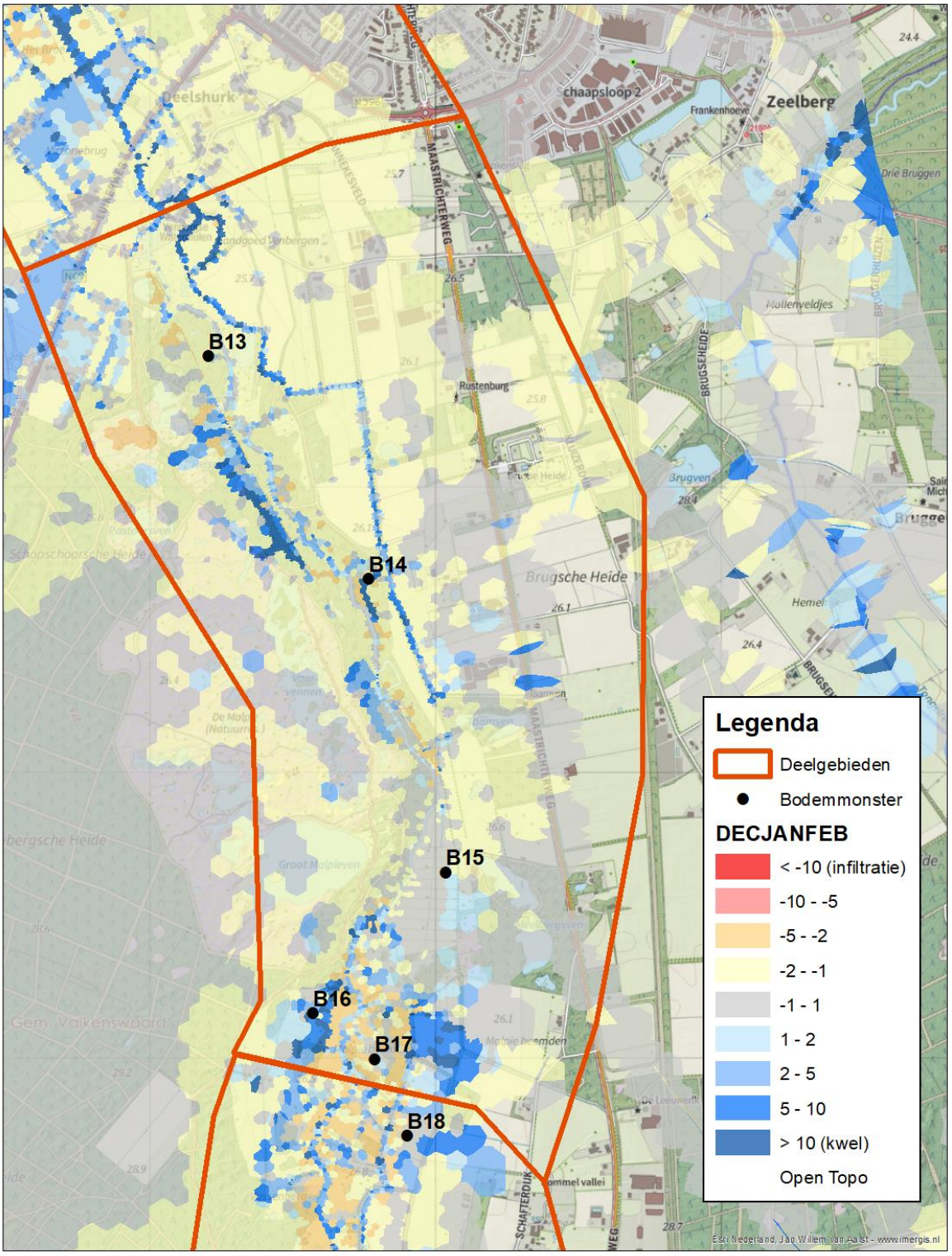
Gemiddelde winterse kwel (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



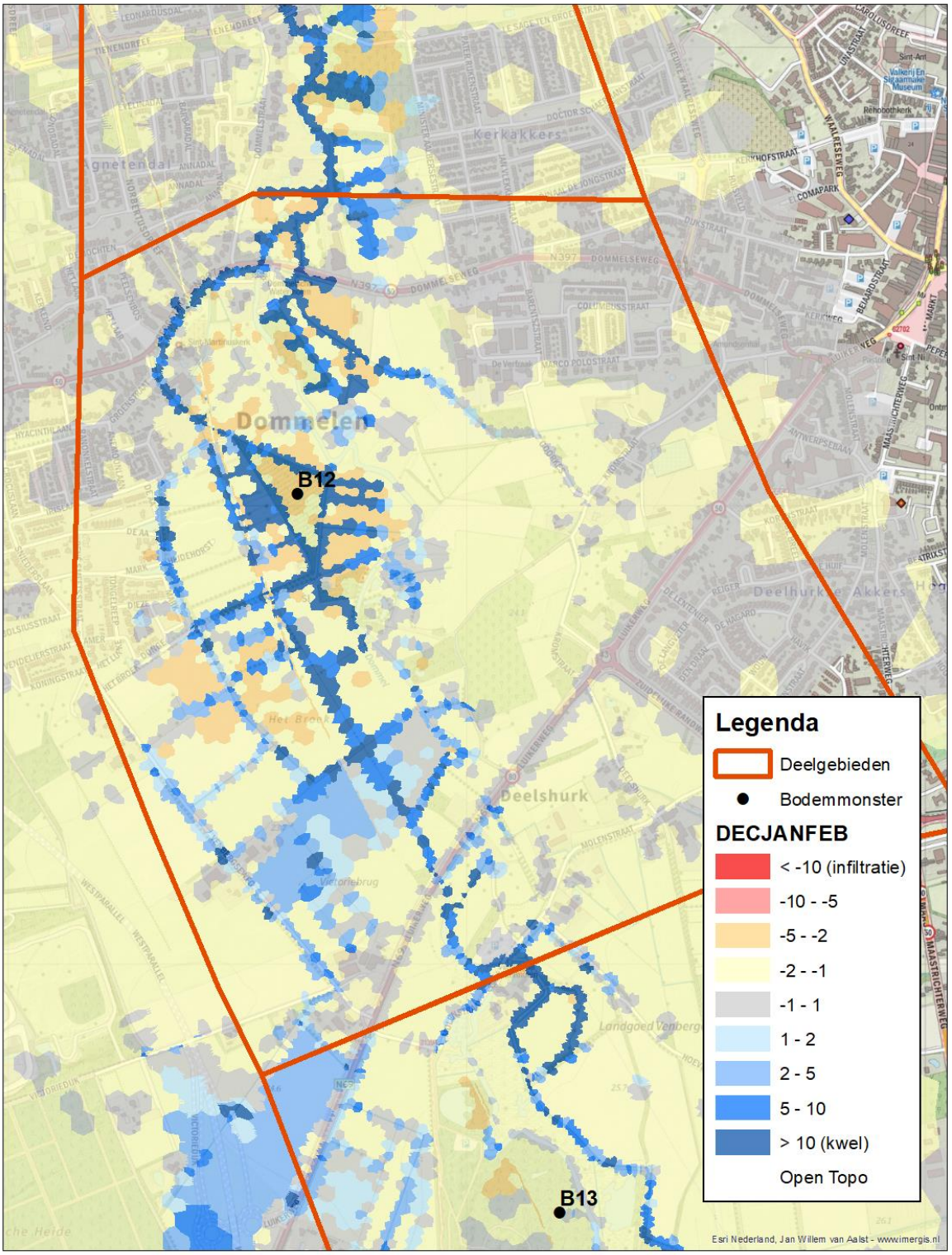
Gemiddelde winterse kwel (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



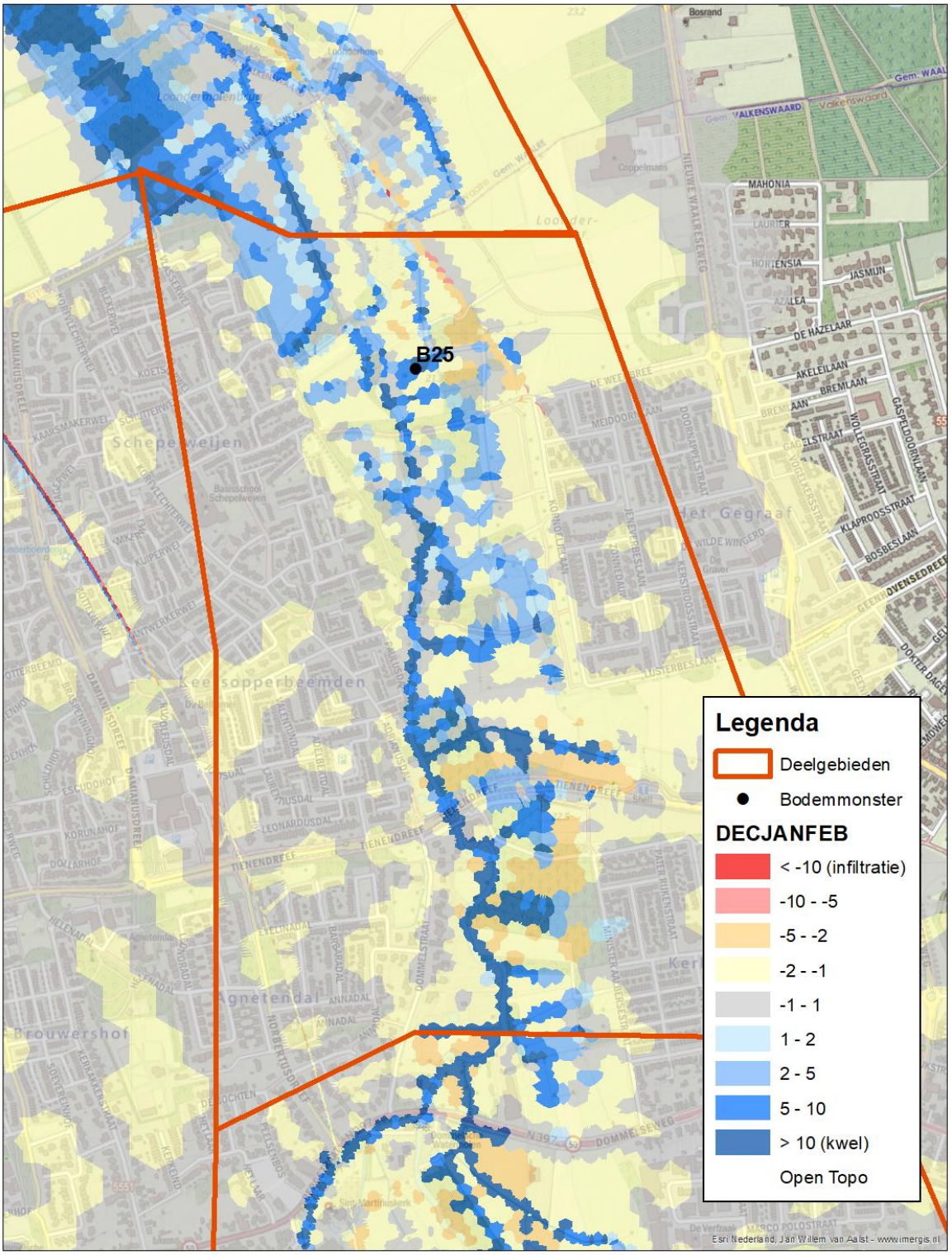
Gemiddelde winterse kwel (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



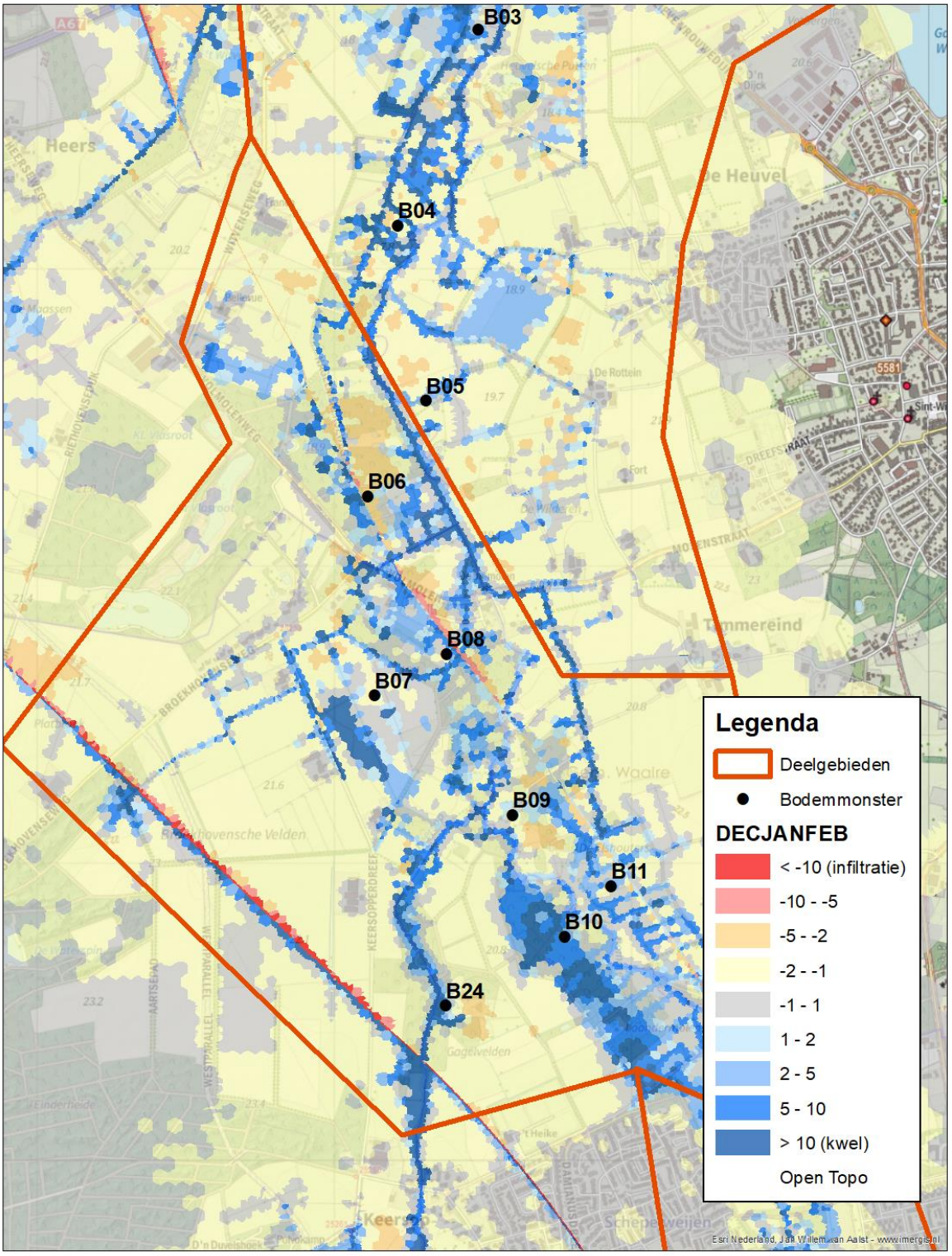
Gemiddelde winterse kwel (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



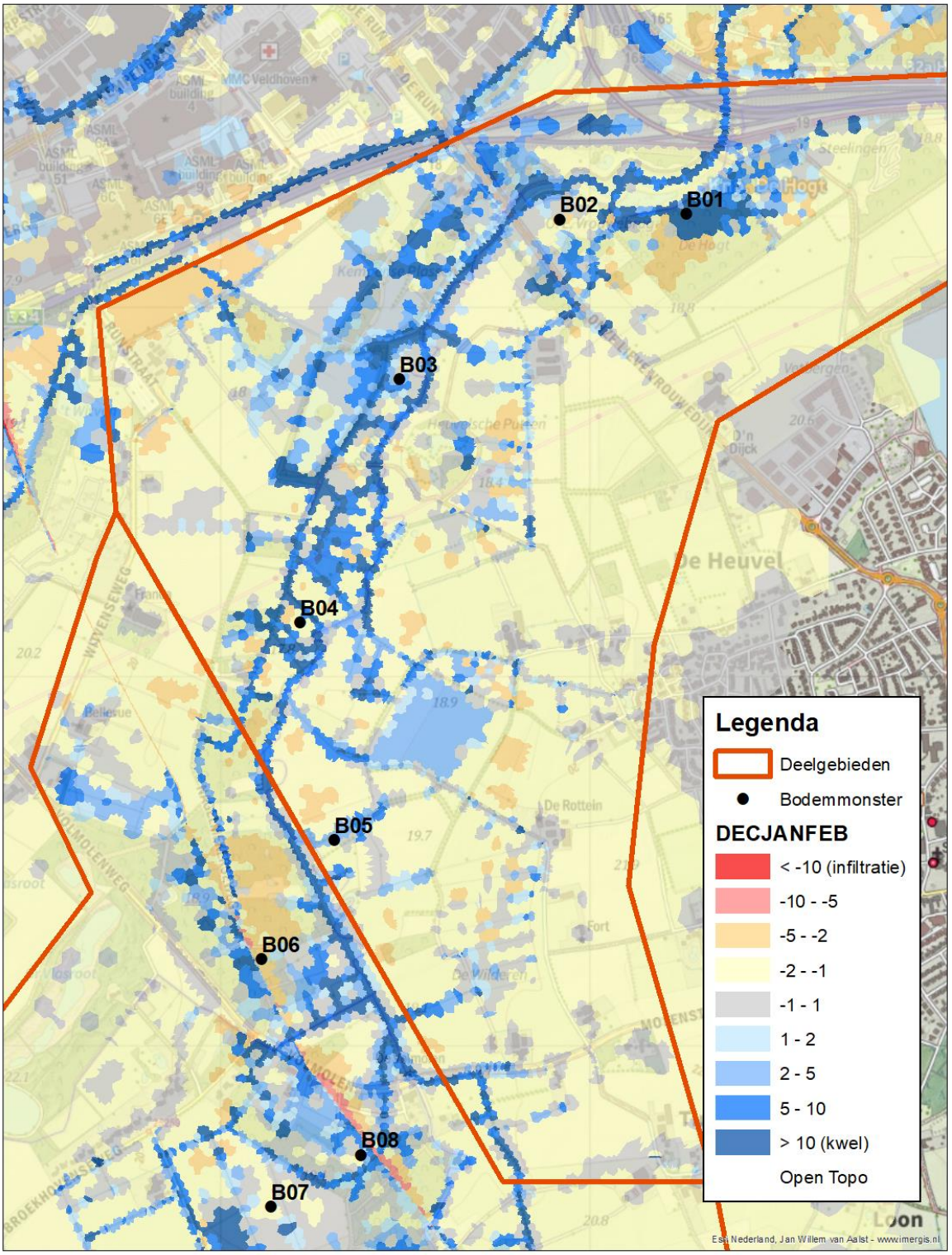
Gemiddelde winterse kwel (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



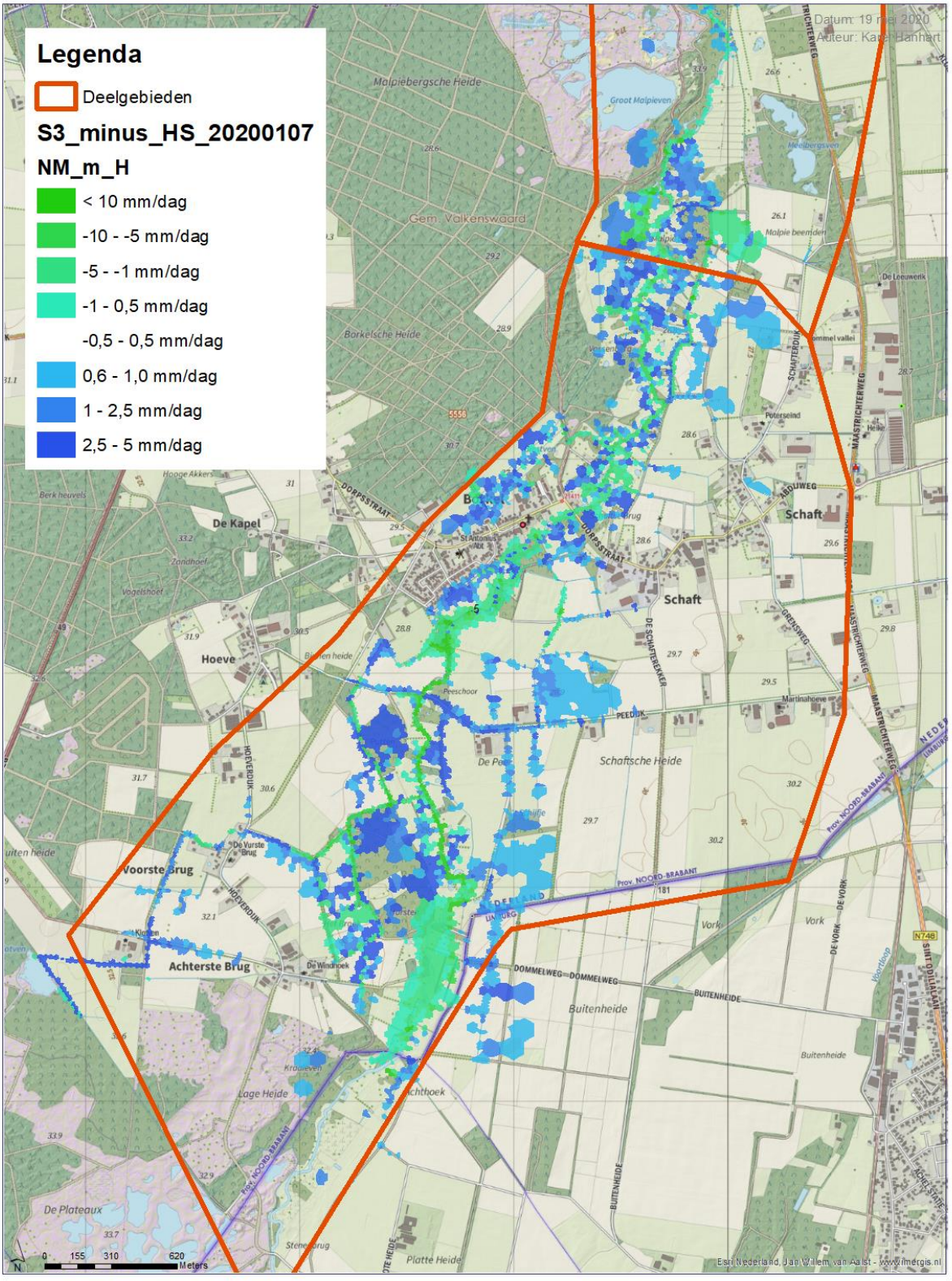
Gemiddelde winterse kwel (bron: Waterschap de Dommel, 2020)

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020

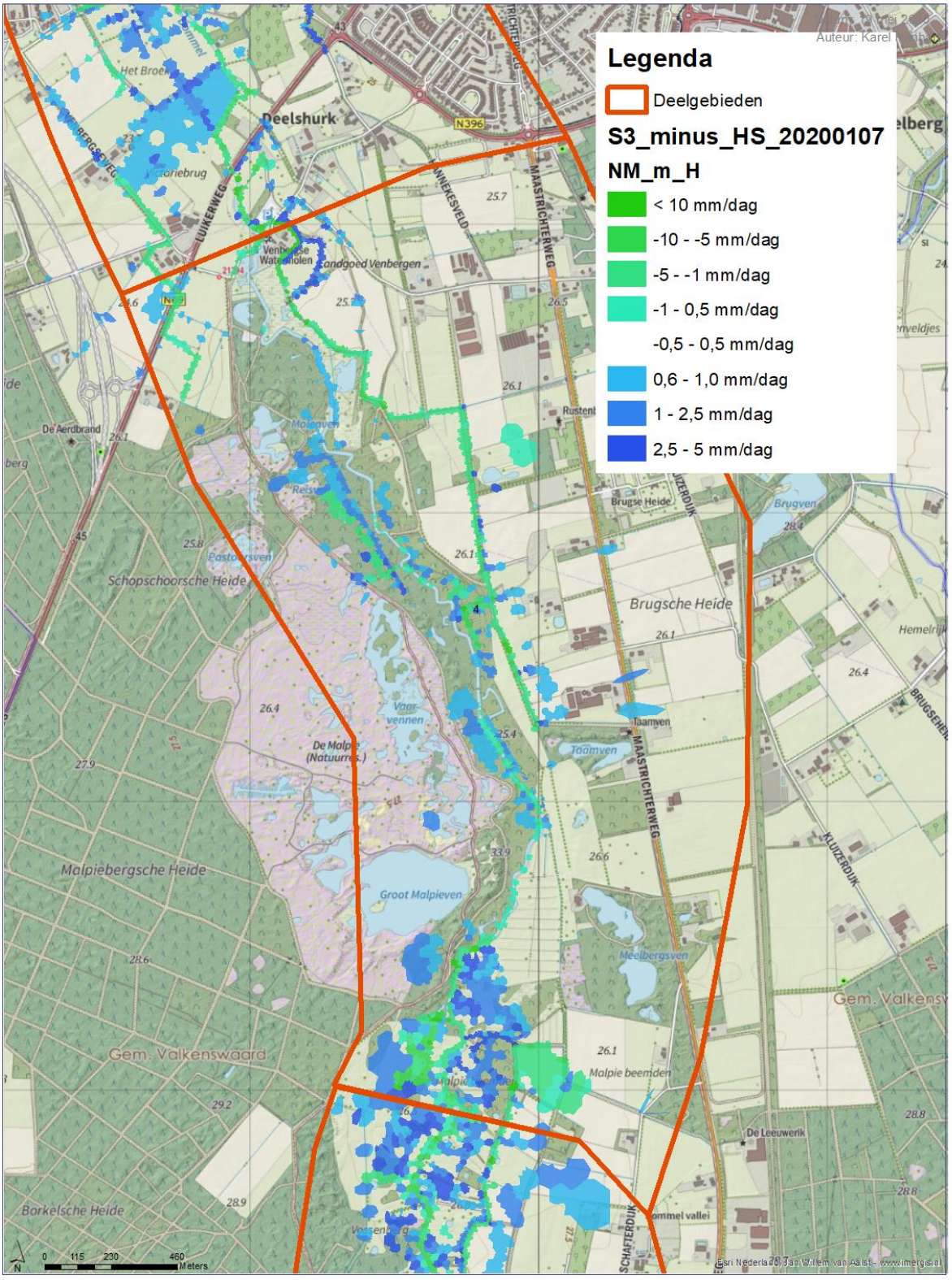


Bijlage 14: Verandering van de kwel in de deelgebieden na peilverhoging van A-watergangen en Dommel tot maaiveld in scenario S3 (bron: waterschap de Dommel)

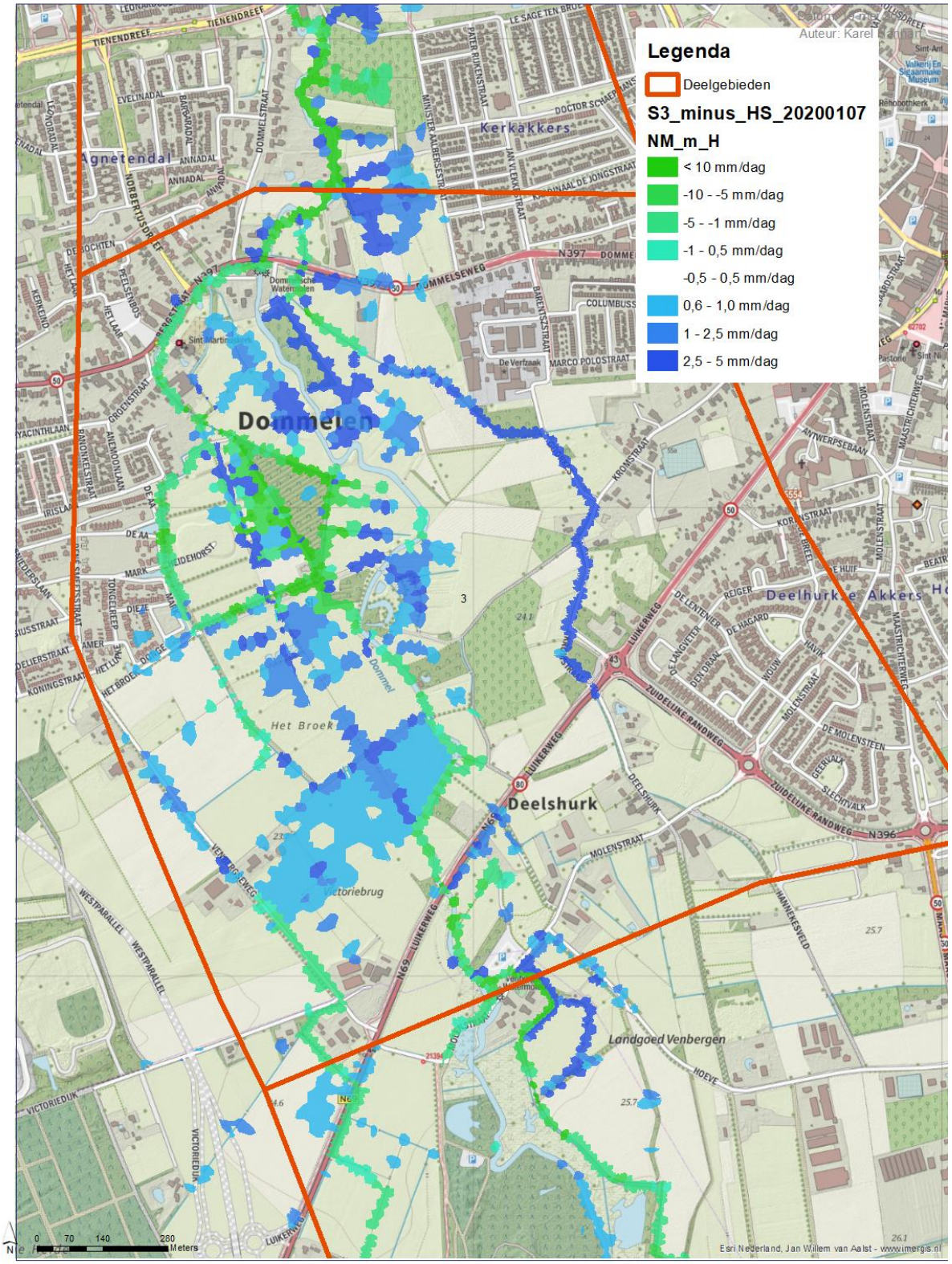
Verandering van de kwel na peilverhoging Dommel en A-watergangen tot maaiveld (S3)



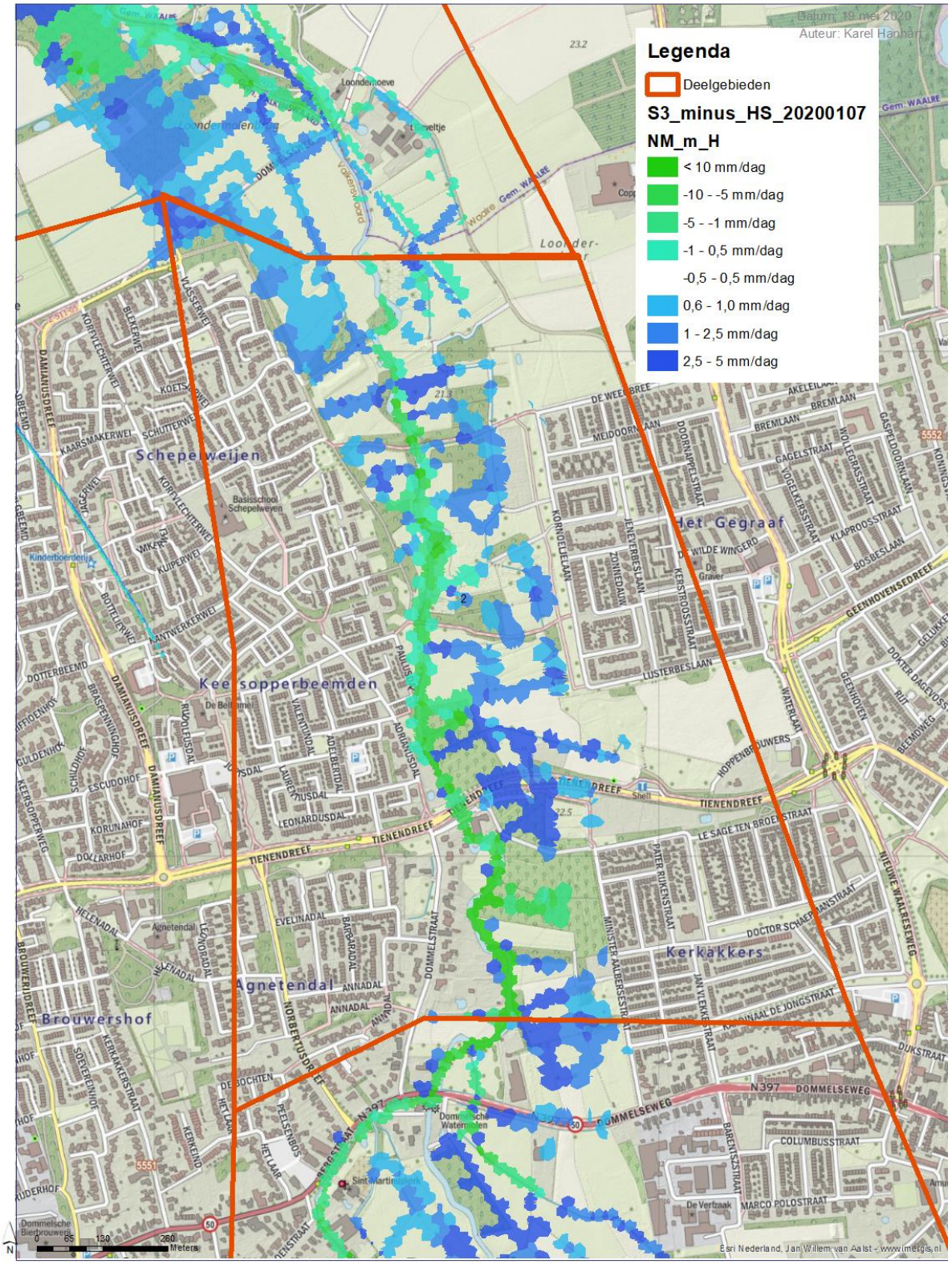
Verandering van de kwel na peilverhoging Dommel en A-watergangen tot maaiveld (S3)



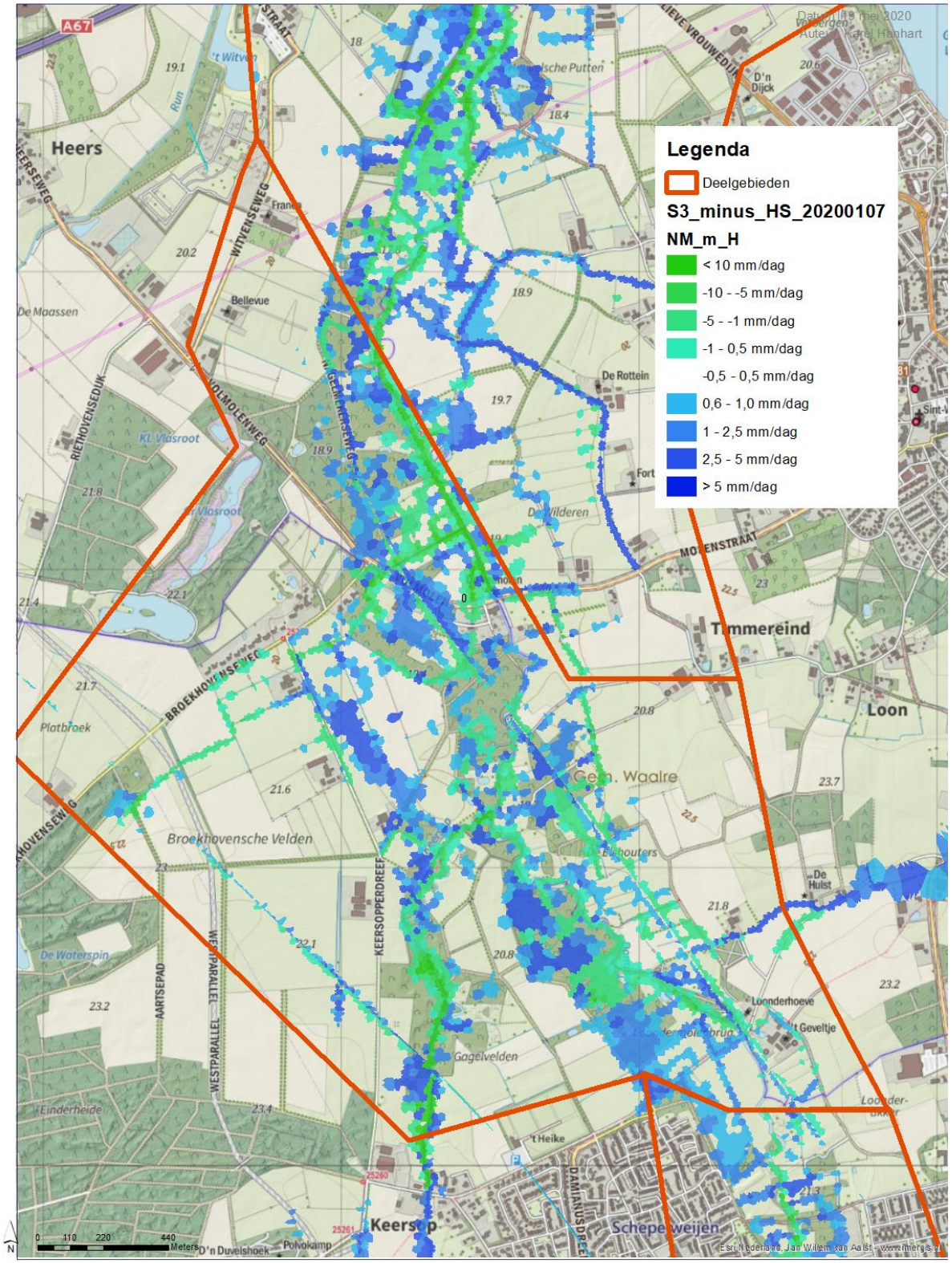
Verandering van de kwel na peilverhoging Dommel en A-watergangen tot maaiveld (S3)



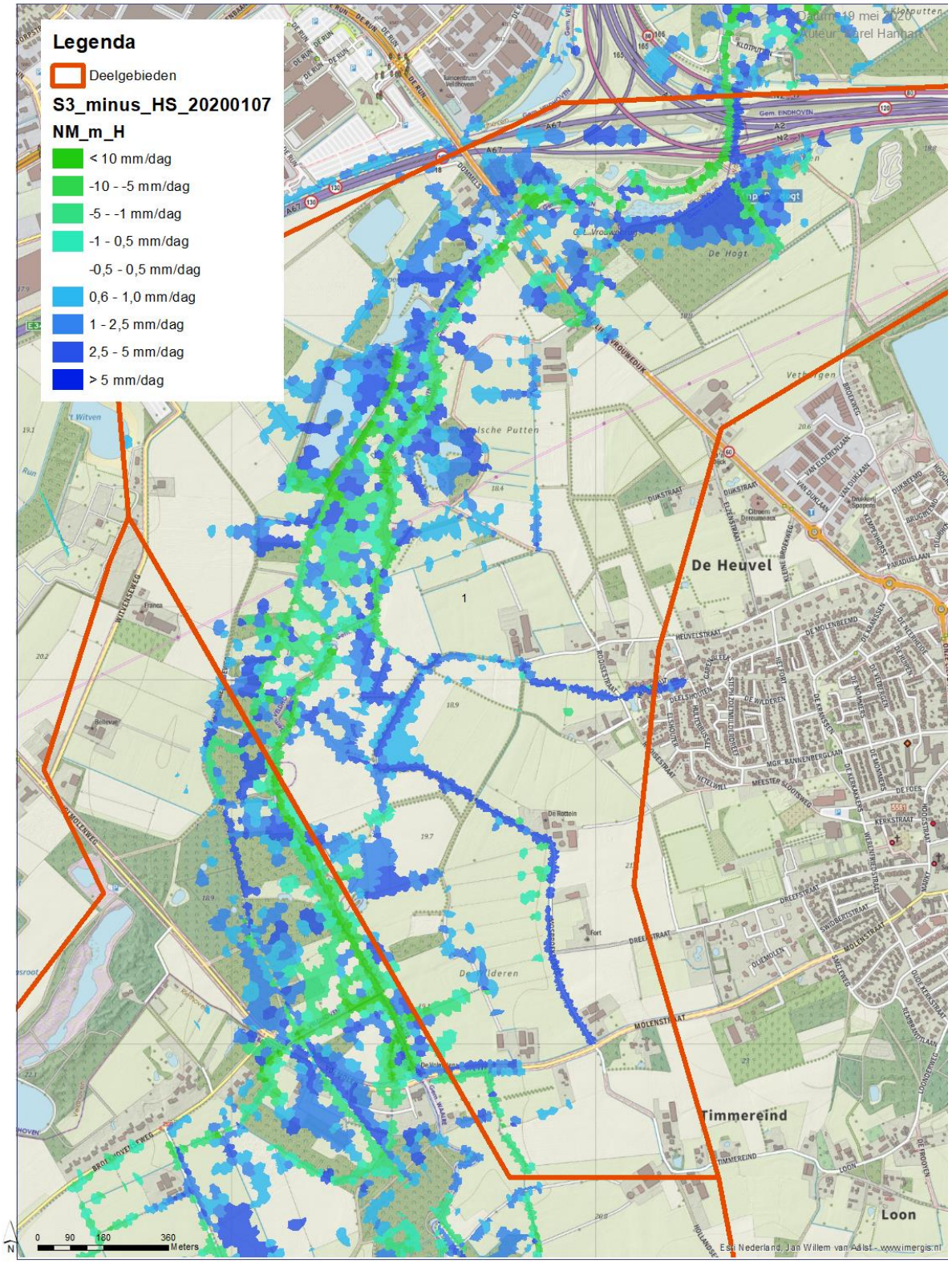
Verandering van de kwel na peilverhoging Dommel en A-watergangen tot maaiveld (S3)



Verandering van de kwel na peilverhoging Dommel en A-watergangen tot maaiveld (S3)



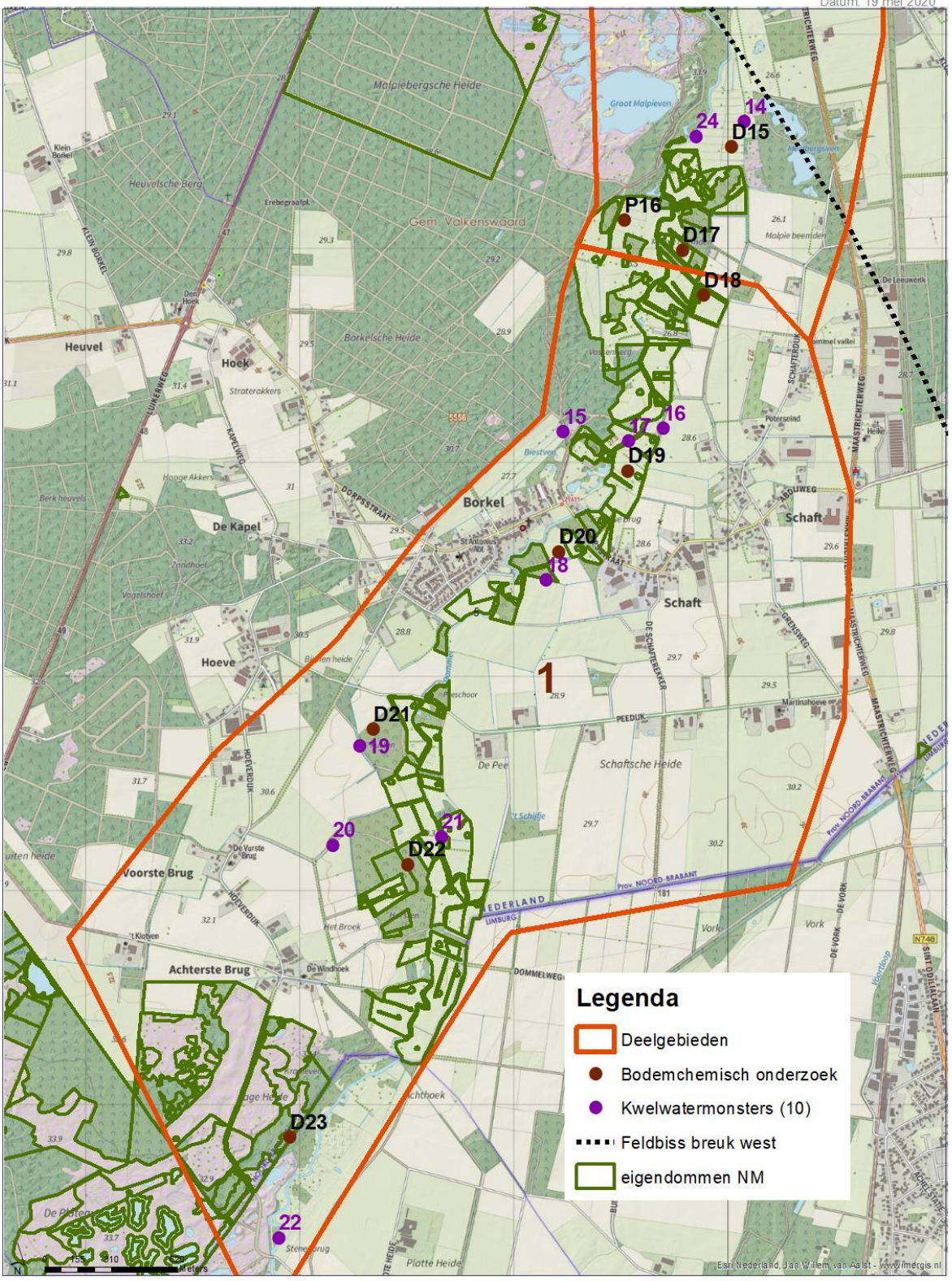
Verandering van de kwel na peilverhoging Dommel en A-watergangen tot maaiveld (S3)



Bijlage 15: Locaties monsterpunten bodemchemisch en kwelonderzoek

Monsterpunten veldonderzoek bodemchemie en kwel

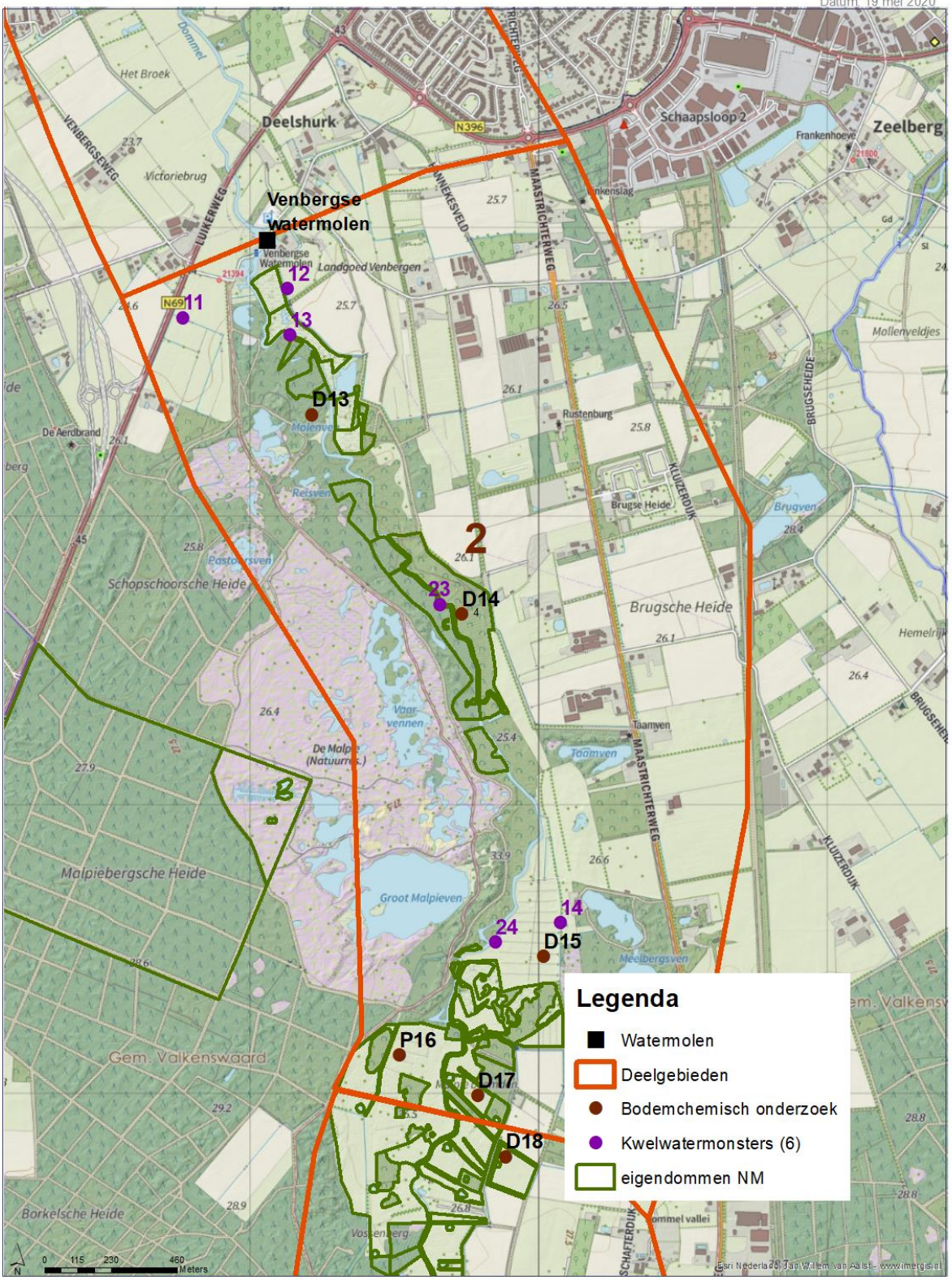
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Ecohydrologisch onderzoek Dommeldal deelgebied 2

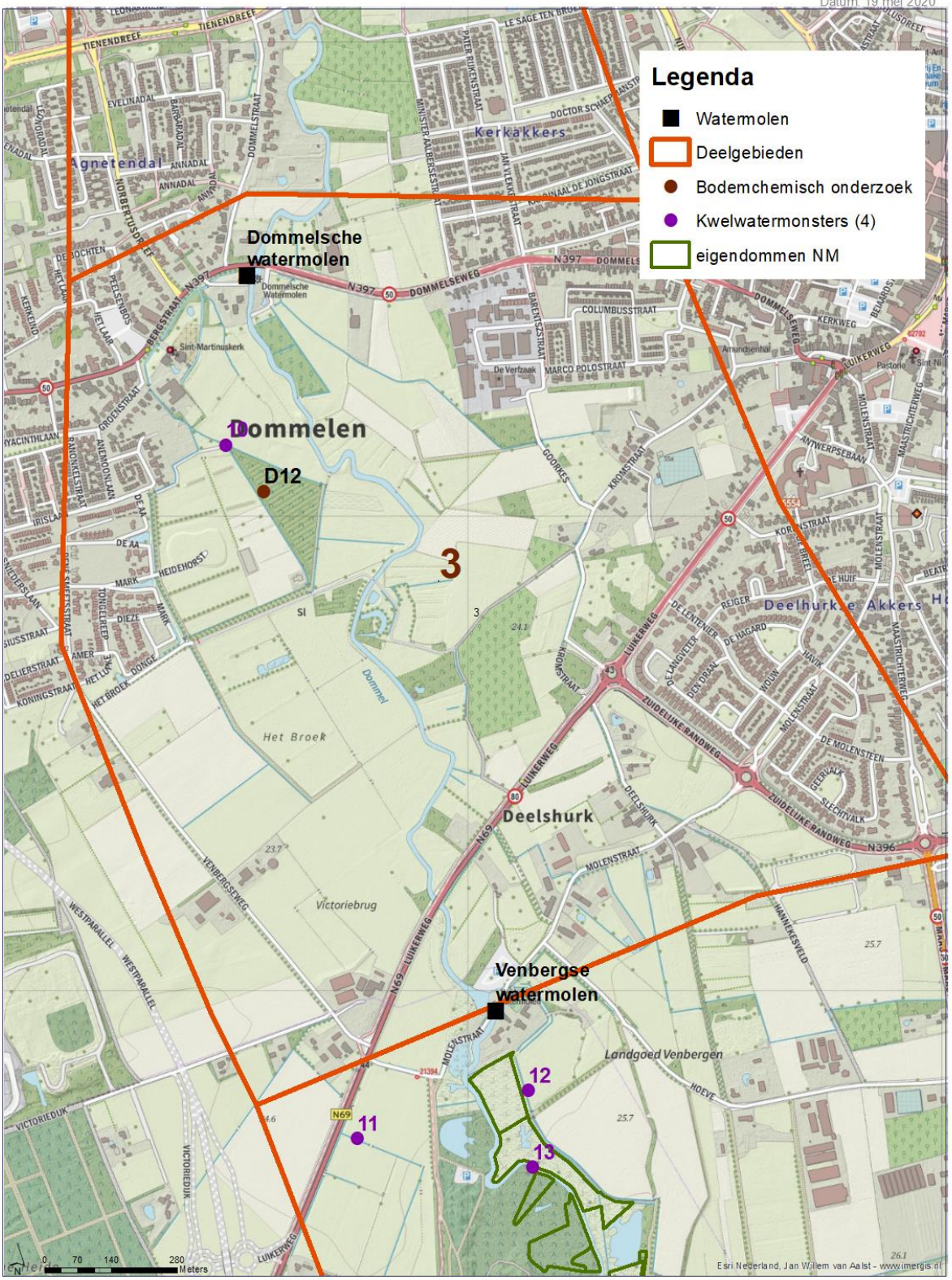
Monsterpunten veldonderzoek bodemchemie en kwel

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



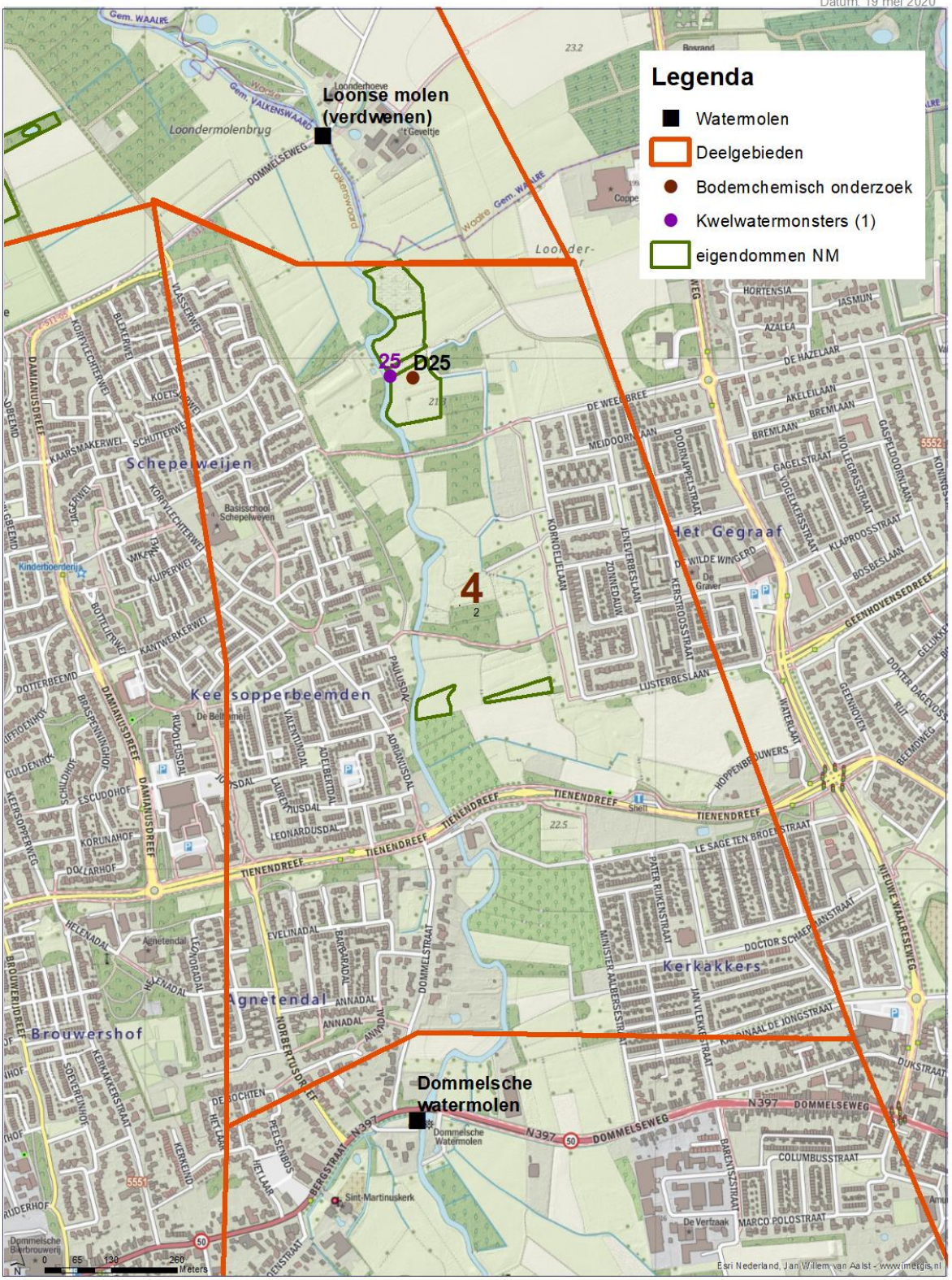
Monsterpunten veldonderzoek bodemchemie en kwel

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



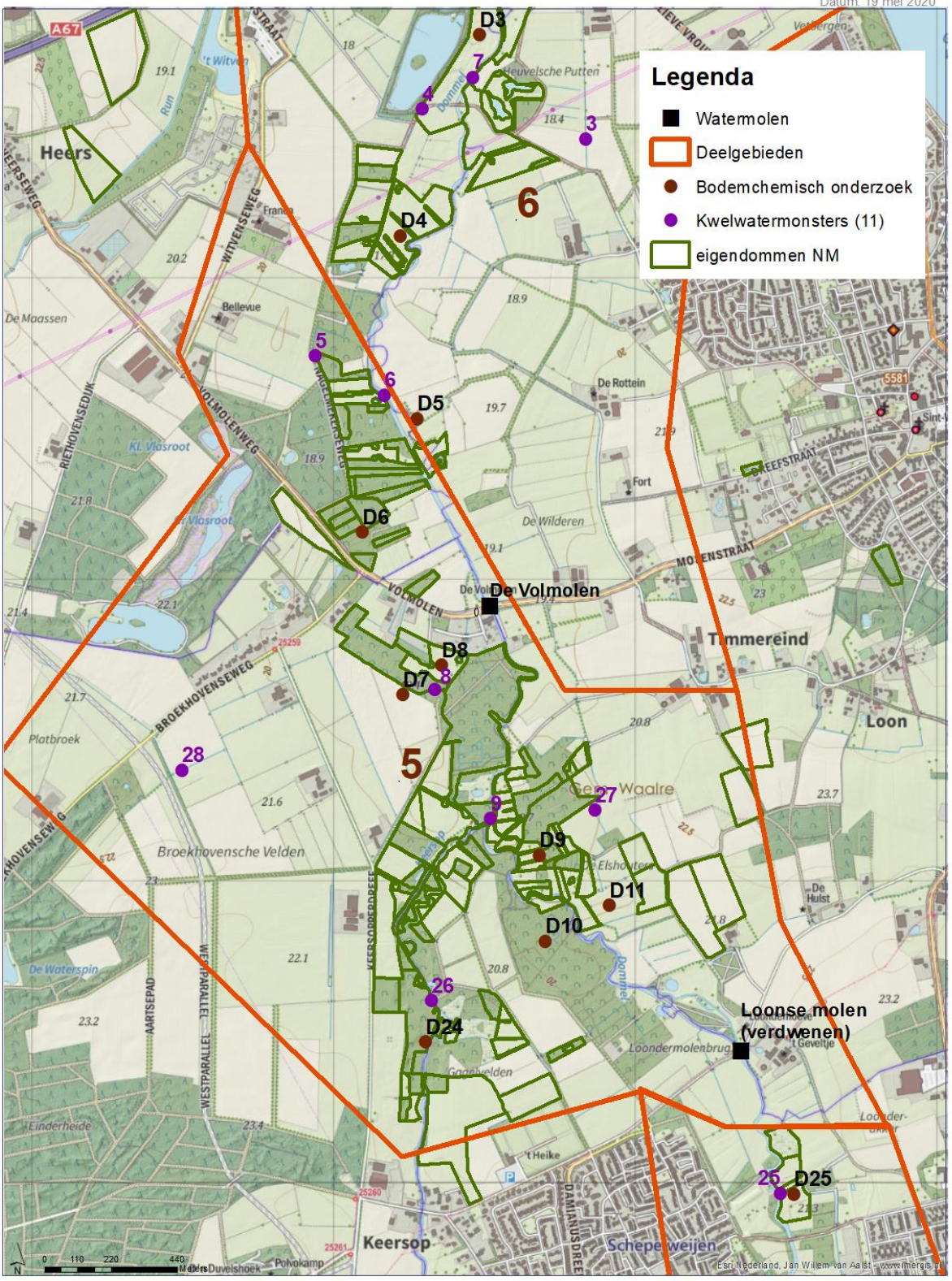
Monsterpunten veldonderzoek bodemchemie en kwel

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



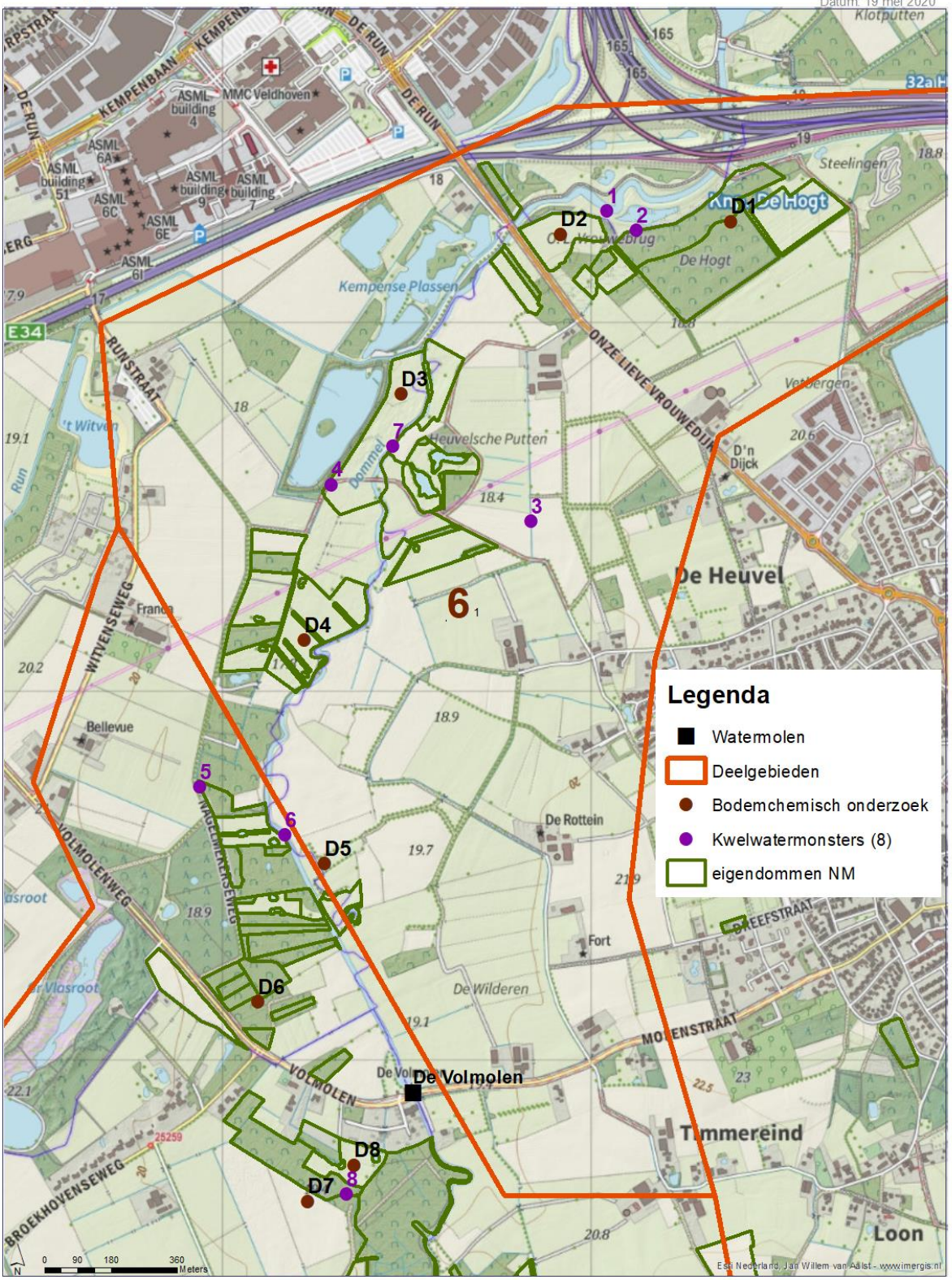
Monsterpunten veldonderzoek bodemchemie en kwel

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Monsterpunten veldonderzoek bodemchemie en kwel

Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Bijlage 16: Analyse-resultaten bodemchemisch onderzoek

Nr		diepte	type	soort	Type	vocht	kg DW/l	OS	Ols-P	macro-ionen (millimol/liter)								
						(%)		(%)	µmol/l	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si
1	A	0-10	bos	rijk	rijk	72,6	0,29	37,5	520	30	12,0	32,5	1,8	4,4	0,2	3,9	15,2	4,7
1	B	10-18	bos	rijk	rijk	33,4	1,13	6,5		196	10,7	62,6	5,8	14,4	0,2	4,2	14,0	19,3
1	C	>18	bos	rijk	rijk	19,7	1,56	1,2		74	9,4	21,2	3,5	7,6	0,1	1,1	4,1	19,1
2	A	0-20	gras	Lolium	arm	14,9	1,20	4,2	885	132	60,1	144,5	8,8	34,1	2,3	11,0	12,6	16,1
2	B	20-30	gras	Lolium	arm	18,9	1,10	4,9		104	44,6	117,8	4,1	13,2	1,8	14,8	11,8	13,0
2	C	30-40	gras	Lolium	arm	16,8	1,17	4,1		82	28,0	149,6	2,0	7,8	3,6	11,6	6,8	13,7
3	A	0-20	gras	Holcus	arm	44,1	0,60	18,7	1496	235	29,9	363,7	7,3	18,2	0,6	23,9	17,4	12,4
3	B	20-30	gras	Holcus	arm	48,2	0,66	18,4		149	58,3	321,1	3,3	14,3	0,9	18,4	23,1	10,4
3	C	30-40	gras	Holcus	arm	53,8	0,53	19,5		33	49,3	78,0	0,6	6,9	0,6	3,5	17,0	5,7
4	A	0-20	gras	Holcus	arm	22,6	1,00	6,2	1713	141	28,4	191,8	3,1	15,9	2,6	16,6	10,7	15,1
4	B	20-30	gras	Holcus	arm	26,9	0,97	6,8		180	36,9	235,6	3,2	18,1	2,4	20,7	12,2	13,8
4	C	30-40	gras	Holcus	arm	31,6	0,93	7,3		191	36,5	165,4	3,6	19,2	2,2	17,8	11,8	13,7
5	A	0-20	gras	Holcus	arm	18,6	0,98	7,7	3140	102	21,9	122,2	2,9	10,8	3,3	21,9	8,2	11,5
5	B	20-30	gras	Holcus	arm	15,9	1,14	4,4		174	22,7	201,2	3,5	12,6	2,1	17,6	7,1	17,0
5	C	30-40	gras	Holcus	arm	19,6	1,12	4,7		215	22,4	278,5	3,7	13,1	0,9	16,4	6,9	19,2
6	A	0-7	bos	matig	matig	67,6	0,26	56,3	482	25	26,2	20,1	2,1	4,7	0,1	4,5	14,6	2,8
6	B	7-15	bos	matig	matig	37,5	0,90	11,4		110	25,2	35,4	3,7	10,7	0,1	6,3	21,7	10,8
6	C	15-35	bos	matig	matig	16,5	1,77	1,0		41	12,1	21,2	1,2	5,7	0,1	0,6	2,3	15,3
7	A	0-20	akker	mais	arm	17,6	1,15	4,0	1786	50	23,6	26,4	2,0	11,8	0,4	7,5	6,3	13,1
7	B	20-30	akker	mais	arm	19,3	1,43	4,0		75	33,0	40,2	4,3	11,5	0,8	11,4	8,8	14,8
7	C	30-40	akker	mais	arm	18,2	1,24	3,6		52	29,3	29,1	1,6	10,5	0,7	5,3	7,4	13,2
8	A	0-20	gras	rijk	rijk	36,5	0,97	10,4	1085	121	27,6	189,8	3,0	8,1	1,3	12,1	14,8	11,1
8	B	20-30	gras	rijk	rijk	25,3	1,09	6,7		108	24,5	209,0	1,5	7,6	1,1	22,7	10,5	12,9
8	C	30-40	gras	rijk	rijk	27,6	0,99	7,7		108	24,6	195,6	1,5	7,1	1,1	26,1	15,6	11,7
9	A	0-20	gras	rijk	rijk	70,9	0,31	44,6	874	97	26,0	145,5	2,8	6,7	0,8	18,3	26,5	5,9
9	B	20-30	gras	rijk	rijk	69,2	0,35	33,4		97	33,4	64,6	2,2	8,0	0,6	10,7	35,2	5,1
9	C	30-40	gras	rijk	rijk	70,0	0,33	29,5		79	34,8	55,0	2,1	7,8	0,6	6,9	40,3	4,5
10	A	0-12	bos	matig	matig	47,9	0,72	16,2	874	115	26,5	51,1	2,5	5,9	0,2	7,4	22,3	9,5
10	B	23-35	bos	matig	matig	15,9	1,54	0,5		28	4,8	6,7	0,2	2,4	0,1	0,6	2,4	11,6
11	A	0-20	gras	Lolium	arm	19,5	1,06	7,0	1719	89	38,2	93,8	3,0	17,5	1,5	17,9	11,8	12,3
11	B	20-30	gras	Lolium	arm	19,3	1,04	6,5		95	37,3	104,9	2,3	15,3	1,6	15,8	10,7	10,0
11	C	30-40	gras	Lolium	arm	16,8	1,15	4,3		92	29,1	100,2	1,5	13,0	0,9	10,1	8,2	11,5
12	A	0-12	bos	arm	arm	50,0	0,51	25,4	854	30	3,6	79,3	2,2	3,8	0,1	5,4	10,5	4,7
12	B	20-30	bos	arm	arm	21,7	1,57	2,0		89	12,9	49,7	4,7	12,5	0,4	1,8	17,6	17,4
13	A	0-8	bos	Scirpus	matig	71,7	0,34	34,1	696	65	71,6	95,3	3,7	8,5	6,3	16,4	24,4	3,4
13	B	23-29	bos	Scirpus	matig	44,3	0,88	10,1		88	49,6	36,8	3,2	9,1	2,0	7,5	26,1	10,5
14	A	0-8	bos	Salix	matig	69,8	0,33	37,5	1005	81	23,8	74,8	5,2	7,0	0,8	13,2	22,3	4,6
14	B	8-50	bos	Salix	matig	64,2	0,40	34,4		110	45,4	57,4	5,6	9,8	0,9	8,0	38,1	6,1
15	A	0-20	gras	Holcus	matig	46,3	0,63	27,1	918	104	37,7	65,4	3,5	7,8	0,4	10,6	26,1	7,5
15	B	20-30	gras	Holcus	matig	54,2	0,45	27,1		89	35,4	61,9	2,2	6,2	0,3	6,9	22,6	6,8
15	C	30-40	gras	Holcus	matig	66,6	0,36	38,5		69	36,6	56,5	1,3	5,4	0,3	7,6	26,2	4,5
16	A	0-20	gras	Juncs_a	rijk	33,6	1,12	9,5	938	135	18,4	40,7	3,5	8,4	0,3	7,6	17,0	12,7
16	B	20-30	gras	Juncs_a	rijk	51,9	0,67	17,1		108	28,9	38,4	2,7	8,1	0,3	7,5	39,2	8,8
16	C	30-40	gras	Juncs_a	rijk	59,3	0,53	19,1		79	30,9	28,0	1,2	6,3	0,3	7,2	47,8	7,2
17	A	0-20	gras	Juncus	matig	53,4	0,56	23,9	1108	152	28,8	112,2	6,9	11,3	1,1	12,7	21,4	9,3
17	B	20-30	gras	Juncus	matig	56,2	0,57	23,4		82	45,3	78,5	2,0	5,7	1,3	7,4	29,8	6,9
17	C	30-40	gras	Juncus	matig	51,2	0,69	14,2		64	40,8	48,7	2,0	6,0	1,0	5,3	45,4	8,5
18	A	0-20	gras	Holcus	matig	14,9	1,08	4,2	2614	55	19,2	18,2	1,1	3,9	4,5	12,3	6,5	12,3
18	B	20-30	gras	Holcus	matig	14,5	1,26	3,4		67	20,1	23,2	0,8	2,9	4,7	15,6	5,6	12,6
18	C	30-40	gras	Holcus	matig	15,3	1,51	3,1		74	20,1	23,1	1,0	3,7	4,0	14,4	5,6	15,5
19	A	0-20	gras	rijk	rijk	22,7	1,39	4,1	1407	86	18,2	49,3	2,8	8,7	0,3	8,2	9,5	13,7
19	B	20-30	gras	rijk	rijk	25,8	1,23	5,6		80	21,6	52,6	1,6	6,5	0,3	6,3	7,9	16,0
19	C	30-40	gras	rijk	rijk	42,9	0,80	10,7		163	43,8	66,2	5,5	12,7	0,5	12,8	28,2	14,9
20	A	0-20	gras	Holcus	arm	28,6	0,88	10,2	2961	119	26,6	81,5	3,3	11,3	1,1	18,9	11,1	13,0
20	B	20-30	gras	Holcus	arm	28,8	0,93	9,0		159	38,4	119,3	4,0	13,2	1,2	24,9	14,3	12,8
20	C	30-40	gras	Holcus	arm	29,3	1,00	8,7		180	39,1	116,5	5,2	16,0	1,0	19,2	14,4	15,5
21	A	0-20	bos	Sphagu	rijk	79,2	0,23	50,1	419	34	5,6	12,7	1,2	2,6	0,0	3,4	30,0	3,2
21	B	20-30	bos	Sphagu	rijk	58,6	0,56	21,0		89	6,6	19,0	2,5	6,1	0,1	2,8	25,2	6,2
21	C	30-40	bos	Sphagu	rijk	36,7	1,12	7,0		136	7,2	30,8	7,3	13,8	0,1	2,3	18,4	17,3
22	A	0-20	bos	Betula	arm	23,3	0,66	18,2	719	54	4,0	42,7	1,8	3,3	0,2	3,8	9,5	6,0
22	B	20-30	bos	Betula	arm	35,3	0,64	21,9		69	4,0	36,8	1,4	2,6	0,1	4,2	11,6	6,0
22	C	30-40	bos	Betula	arm	76,6	0,26	52,7		129	82,5	64,6	3,2	12,1	5,6	15,1	28,6	4,0
23	A	0-20	bos	Urtica	matig	73,6	0,28	40,2	497	78	63,9	38,2	1,7	7,9	3,3	8,7	35,4	5,4
23	B	20-30	bos	Urtica	matig	62,6	0,48	25,6		92	71,7	34,3	2,2	9,1	2,9	7,0	41,7	5,2
23	C	30-40	bos	Urtica	matig	39,3	0,64	23,8		74	6,3	34,4	1,7	3,0	0,1	3,8	11,4	8,6
24	A	0-12	bos	Carex_r	arm	50,6	0,66	26,3	936	40	20,4	51,0	2,1	7,7	0,2	5,3	10,4	6,5
24	B	20-30	bos	Carex_r	arm	34,7	1,07	9,7		68	18,9	57,4	2,8	9,8	0,2	5,7	9,6	11,7
25	A	0-20	gras	Holcus	arm	26,9	1,22	6,7	1760	110	32,2	114,4	3,4	16,5	1,7	15,2	12,9	10,2
25	B	20-30	gras	Holcus	arm	27,1	1,13	6,8		89	32,9	101,3	1,5	14,4	1,4	11,7	10,8	9,7
25	C	30-40	gras	Holcus	arm	42,9	0,76	12,6		105	42,6	58,0	2,1	15,4	1,1	9,1	18,1	8,0

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

Nr		diepte	type	soort	Type	Zware metalen (millimol/liter)											
						As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Zn
1	A	0-10	bos	rijk	rijk	0,04	0,17	0,00	0,01	0,04	0,11	0,001	0,00	0,02	0,2	0,03	0,3
1	B	10-18	bos	rijk	rijk	0,06	0,46	0,01	0,01	0,22	0,07	0,002	0,00	0,04	0,2	0,04	0,2
1	C	>18	bos	rijk	rijk	0,00	0,37	0,00	0,01	0,12	0,01	0,001	0,00	0,02	0,0	0,03	0,3
2	A	0-20	gras	Lolium	arm	0,08	0,58	0,02	0,07	0,21	0,12	0,000	0,00	0,11	0,1	0,10	1,0
2	B	20-30	gras	Lolium	arm	0,07	0,52	0,01	0,04	0,17	0,19	0,000	0,00	0,07	4,4	0,08	0,9
2	C	30-40	gras	Lolium	arm	0,05	0,54	0,01	0,03	0,16	0,12	0,000	0,00	0,06	0,2	0,05	0,8
3	A	0-20	gras	Holcus	arm	0,72	1,10	0,03	0,09	0,31	0,15	0,000	0,00	0,15	0,2	0,07	1,7
3	B	20-30	gras	Holcus	arm	0,60	0,91	0,03	0,12	0,23	0,09	0,000	0,00	0,18	0,1	0,10	1,9
3	C	30-40	gras	Holcus	arm	0,06	0,30	0,01	0,08	0,07	0,03	0,000	0,00	0,08	0,0	0,07	0,6
4	A	0-20	gras	Holcus	arm	0,49	0,71	0,05	0,11	0,21	0,21	0,000	0,00	0,10	0,2	0,05	2,0
4	B	20-30	gras	Holcus	arm	0,92	0,74	0,09	0,09	0,29	0,19	0,000	0,00	0,15	0,3	0,07	3,0
4	C	30-40	gras	Holcus	arm	0,48	0,57	0,07	0,08	0,27	0,14	0,000	0,00	0,14	0,2	0,07	2,5
5	A	0-20	gras	Holcus	arm	0,07	0,46	0,01	0,04	0,18	0,17	0,006	0,01	0,05	0,1	0,05	1,0
5	B	20-30	gras	Holcus	arm	0,13	0,73	0,01	0,05	0,25	0,12	0,005	0,00	0,08	0,1	0,06	0,9
5	C	30-40	gras	Holcus	arm	0,17	0,94	0,01	0,05	0,31	0,07	0,003	0,00	0,09	0,1	0,05	0,6
6	A	0-7	bos	matig	matig	0,01	0,16	0,01	0,01	0,03	0,05	0,000	0,00	0,01	0,1	0,07	0,3
6	B	7-15	bos	matig	matig	0,00	0,27	0,01	0,01	0,14	0,09	0,001	0,00	0,03	0,3	0,07	0,4
6	C	15-35	bos	matig	matig	0,00	0,31	0,00	0,01	0,08	0,01	0,002	0,00	0,01	0,0	0,03	0,3
7	A	0-20	akker	mais	arm	0,00	0,39	0,00	0,01	0,10	0,18	0,002	0,00	0,03	0,1	0,04	0,7
7	B	20-30	akker	mais	arm	0,00	0,42	0,01	0,02	0,16	0,26	0,001	0,00	0,04	0,1	0,06	1,0
7	C	30-40	akker	mais	arm	0,01	0,24	0,01	0,01	0,10	0,11	0,001	0,00	0,03	0,1	0,04	0,7
8	A	0-20	gras	rijk	rijk	0,08	0,62	0,01	0,04	0,20	0,10	0,001	0,00	0,07	0,1	0,07	0,8
8	B	20-30	gras	rijk	rijk	0,14	0,65	0,02	0,03	0,27	0,12	0,000	0,00	0,06	0,2	0,07	1,2
8	C	30-40	gras	rijk	rijk	0,12	0,69	0,04	0,03	0,32	0,19	0,000	0,00	0,08	0,2	0,08	1,7
9	A	0-20	gras	rijk	rijk	1,84	0,43	0,55	0,07	0,13	0,44	0,000	0,00	0,16	0,9	0,06	5,7
9	B	20-30	gras	rijk	rijk	0,40	0,27	0,80	0,05	0,13	0,27	0,000	0,00	0,12	0,6	0,07	6,2
9	C	30-40	gras	rijk	rijk	0,26	0,24	0,57	0,04	0,12	0,21	0,000	0,00	0,10	0,3	0,07	7,9
10	A	0-12	bos	matig	matig	0,28	0,24	0,15	0,06	0,12	0,16	0,000	0,01	0,09	0,4	0,08	2,5
10	B	23-35	bos	matig	matig	0,01	0,15	0,01	0,01	0,05	0,01	0,000	0,01	0,01	0,0	0,02	0,4
11	A	0-20	gras	Lolium	arm	0,12	0,46	0,03	0,04	0,14	0,21	0,000	0,00	0,06	0,2	0,06	1,5
11	B	20-30	gras	Lolium	arm	0,12	0,51	0,03	0,05	0,15	0,20	0,000	0,01	0,06	0,2	0,06	1,5
11	C	30-40	gras	Lolium	arm	0,18	0,40	0,02	0,03	0,12	0,10	0,000	0,00	0,06	0,1	0,08	1,2
12	A	0-12	bos	arm	arm	0,23	0,27	0,01	0,02	0,07	0,09	0,000	0,00	0,03	0,2	0,02	0,4
12	B	20-30	bos	arm	arm	0,15	0,39	0,03	0,02	0,16	0,03	0,000	0,01	0,05	0,1	0,04	0,9
13	A	0-8	bos	Scirpus	matig	0,49	0,46	0,47	0,29	0,11	0,41	0,002	0,01	0,29	0,7	0,15	11,8
13	B	23-29	bos	Scirpus	matig	0,19	0,31	0,39	0,10	0,11	0,16	0,000	0,01	0,19	0,3	0,11	9,6
14	A	0-8	bos	Salix	matig	0,51	0,33	0,08	0,07	0,11	0,25	0,003	0,01	0,11	0,5	0,06	2,2
14	B	8-50	bos	Salix	matig	0,36	0,29	0,03	0,04	0,13	0,06	0,001	0,00	0,13	0,1	0,10	2,7
15	A	0-20	gras	Holcus	matig	0,46	0,32	0,04	0,05	0,13	0,15	0,001	0,00	0,09	0,1	0,09	2,8
15	B	20-30	gras	Holcus	matig	0,34	0,26	0,03	0,04	0,11	0,08	0,001	0,00	0,10	0,1	0,08	1,9
15	C	30-40	gras	Holcus	matig	0,26	0,26	0,07	0,04	0,09	0,08	0,000	0,00	0,09	0,1	0,08	2,8
16	A	0-20	gras	Juncs_ac	rijk	0,09	0,28	0,03	0,03	0,18	0,07	0,001	0,00	0,07	0,2	0,05	1,3
16	B	20-30	gras	Juncs_ac	rijk	0,31	0,23	0,10	0,04	0,13	0,14	0,000	0,00	0,09	0,4	0,08	3,5
16	C	30-40	gras	Juncs_ac	rijk	0,39	0,11	0,10	0,04	0,09	0,23	0,000	0,00	0,09	0,7	0,08	4,0
17	A	0-20	gras	Juncus	matig	0,69	0,44	0,13	0,06	0,19	0,15	0,000	0,00	0,13	0,2	0,08	5,0
17	B	20-30	gras	Juncus	matig	0,27	0,29	0,05	0,06	0,11	0,07	0,000	0,00	0,10	0,1	0,10	5,6
17	C	30-40	gras	Juncus	matig	0,27	0,23	0,05	0,07	0,09	0,09	0,000	0,00	0,09	0,1	0,09	5,7
18	A	0-20	gras	Holcus	matig	0,01	0,16	0,01	0,02	0,14	0,11	0,000	0,00	0,02	0,1	0,04	1,0
18	B	20-30	gras	Holcus	matig	0,01	0,15	0,01	0,02	0,17	0,15	0,000	0,01	0,03	0,1	0,04	1,1
18	C	30-40	gras	Holcus	matig	0,00	0,19	0,01	0,01	0,17	0,14	0,000	0,01	0,03	0,1	0,05	1,0
19	A	0-20	gras	rijk	rijk	0,16	0,29	0,03	0,03	0,12	0,12	0,001	0,00	0,05	0,2	0,05	1,5
19	B	20-30	gras	rijk	rijk	0,47	0,24	0,04	0,03	0,09	0,07	0,000	0,00	0,06	0,2	0,05	1,6
19	C	30-40	gras	rijk	rijk	0,33	0,35	0,14	0,05	0,18	0,17	0,000	0,00	0,14	0,4	0,11	3,8
20	A	0-20	gras	Holcus	arm	0,19	0,34	0,02	0,03	0,18	0,19	0,000	0,00	0,08	0,2	0,07	1,6
20	B	20-30	gras	Holcus	arm	0,29	0,43	0,03	0,05	0,24	0,27	0,000	0,00	0,11	0,2	0,10	2,2
20	C	30-40	gras	Holcus	arm	0,34	0,44	0,03	0,04	0,25	0,18	0,000	0,00	0,11	0,2	0,10	1,9
21	A	0-20	bos	Sphagum	rijk	0,06	0,07	0,01	0,01	0,07	0,09	0,000	0,00	0,02	0,2	0,03	0,2
21	B	20-30	bos	Sphagum	rijk	0,08	0,13	0,01	0,01	0,21	0,02	0,000	0,00	0,03	0,0	0,03	0,3
21	C	30-40	bos	Sphagum	rijk	0,06	0,27	0,01	0,02	0,29	0,02	0,000	0,00	0,04	0,1	0,04	0,8
22	A	0-20	bos	Betula	arm	0,18	0,21	0,02	0,01	0,12	0,10	0,000	0,00	0,03	0,2	0,01	0,4
22	B	20-30	bos	Betula	arm	0,09	0,17	0,02	0,01	0,11	0,05	0,003	0,00	0,06	0,1	0,02	0,4
22	C	30-40	bos	Betula	arm	0,37	0,32	0,11	0,38	0,23	0,55	0,001	0,01	0,46	0,9	0,16	9,0
23	A	0-20	bos	Urtica	matig	0,32	0,22	0,06	0,21	0,15	0,27	0,000	0,01	0,26	0,4	0,12	6,0
23	B	20-30	bos	Urtica	matig	0,25	0,25	0,05	0,15	0,17	0,19	0,000	0,00	0,20	1,8	0,13	4,6
23	C	30-40	bos	Urtica	matig	0,07	0,16	0,02	0,03	0,12	0,04	0,000	0,00	0,07	0,1	0,03	0,6
24	A	0-12	bos	Carex_rem	arm	0,04	0,22	0,00	0,02	0,07	0,07	0,000	0,00	0,04	0,2	0,05	0,2
24	B	20-30	bos	Carex_rem	arm	0,05	0,25	0,00	0,03	0,11	0,06	0,000	0,00	0,05	0,2	0,05	0,3
25	A	0-20	gras	Holcus	arm	0,15	1,00	0,02	0,03	0,23	0,17	0,000	0,00	0,07	0,2	0,07	1,3
25	B	20-30	gras	Holcus	arm	0,11	0,36	0,01	0,03	0,15	0,11	0,000	0,00	0,06	0,1	0,06	0,9
25	C	30-40	gras	Holcus	arm	0,04	0,24	0,00	0,02	0,13	0,06	0,000	0,00	0,08	0,1	0,09	0,4

www.eelerwoude.nl

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

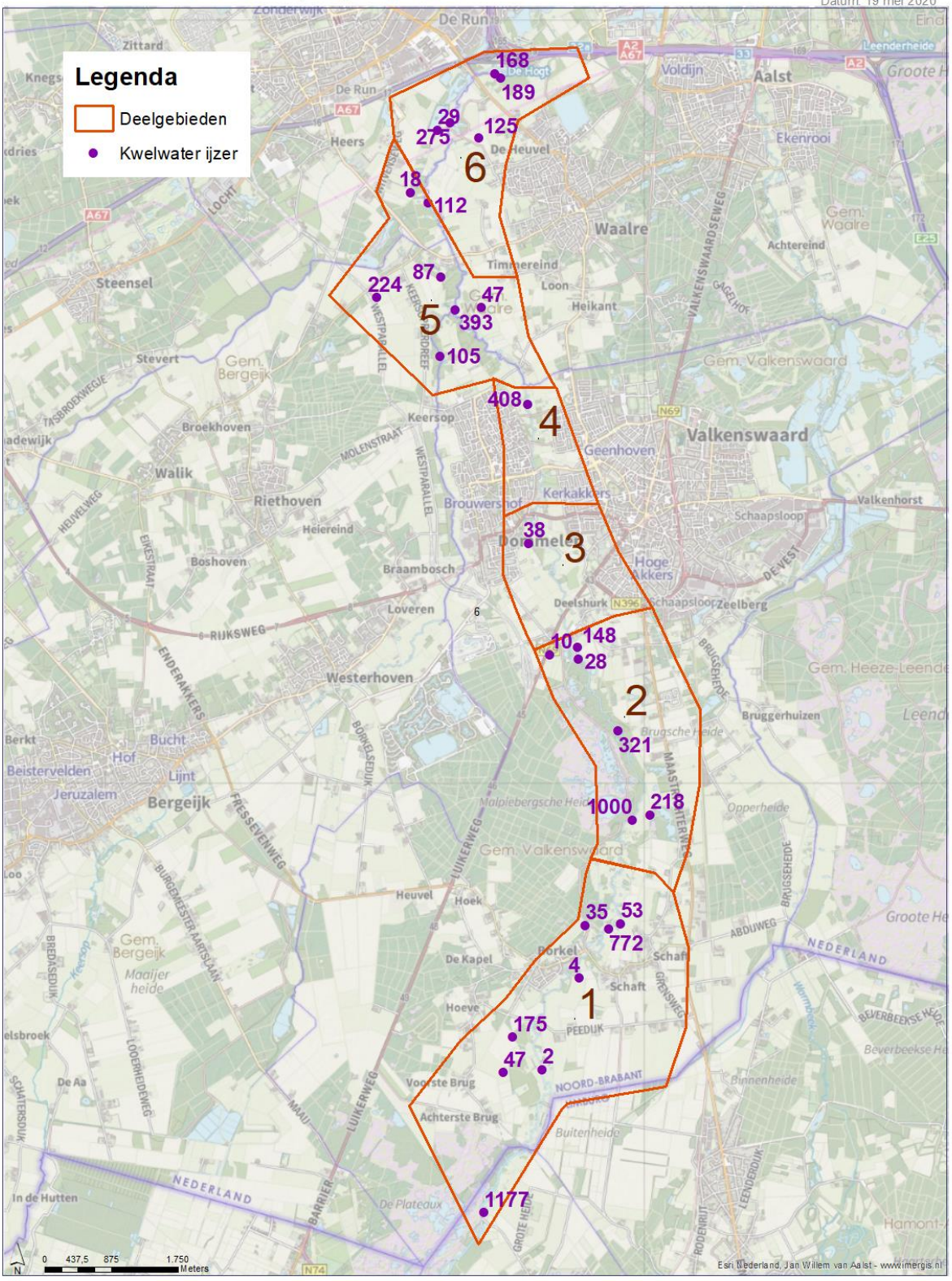
Bijlage 17: Ruimtelijke verdeling kwaliteit kwelwater (ijzer, nitraat en sulfaat)

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

Veldonderzoek kwelwater - ijzergehalte in micromol/l

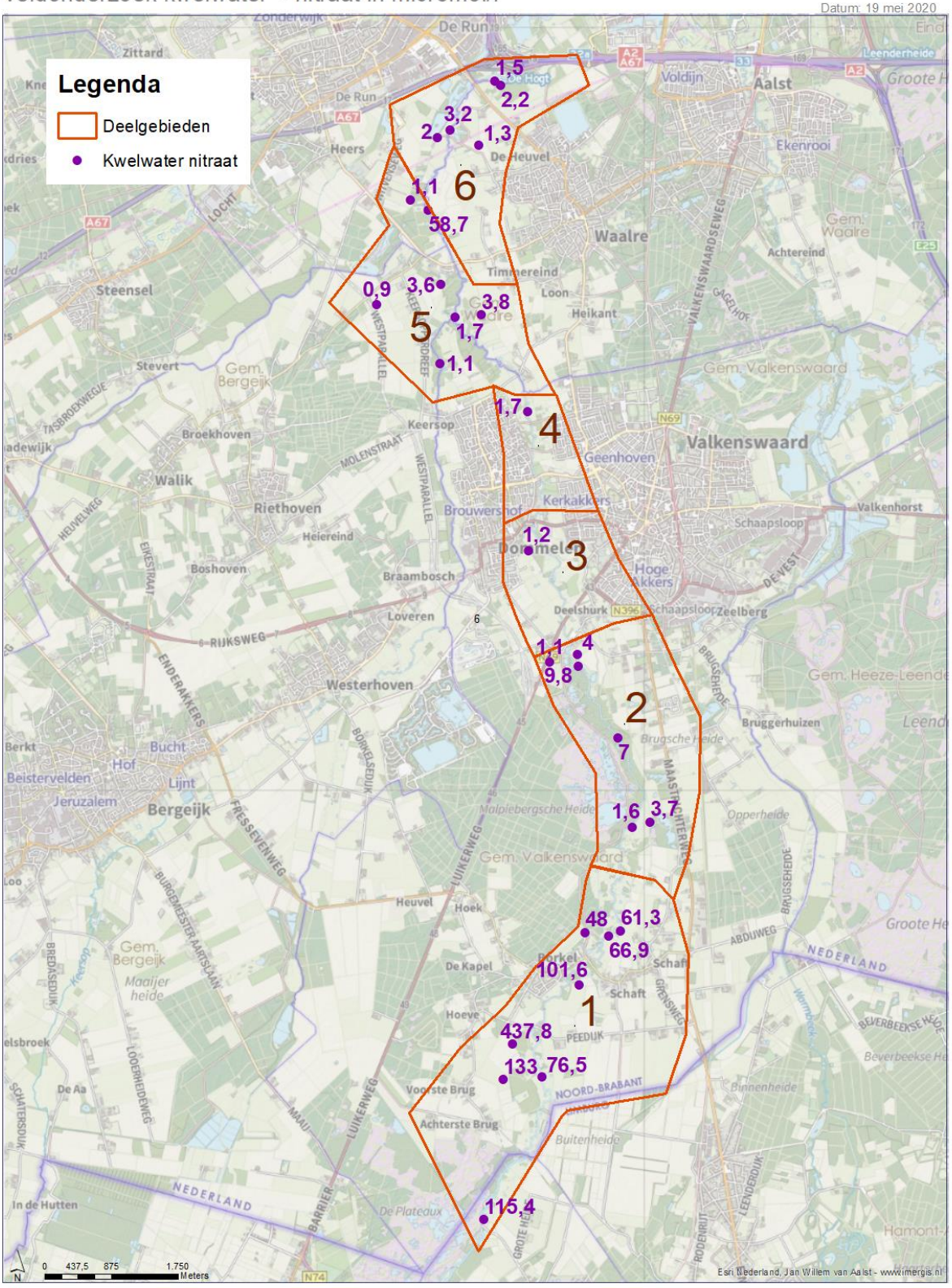
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Eelerwoude

Veldonderzoek kwelwater - nitraat in micromol/l

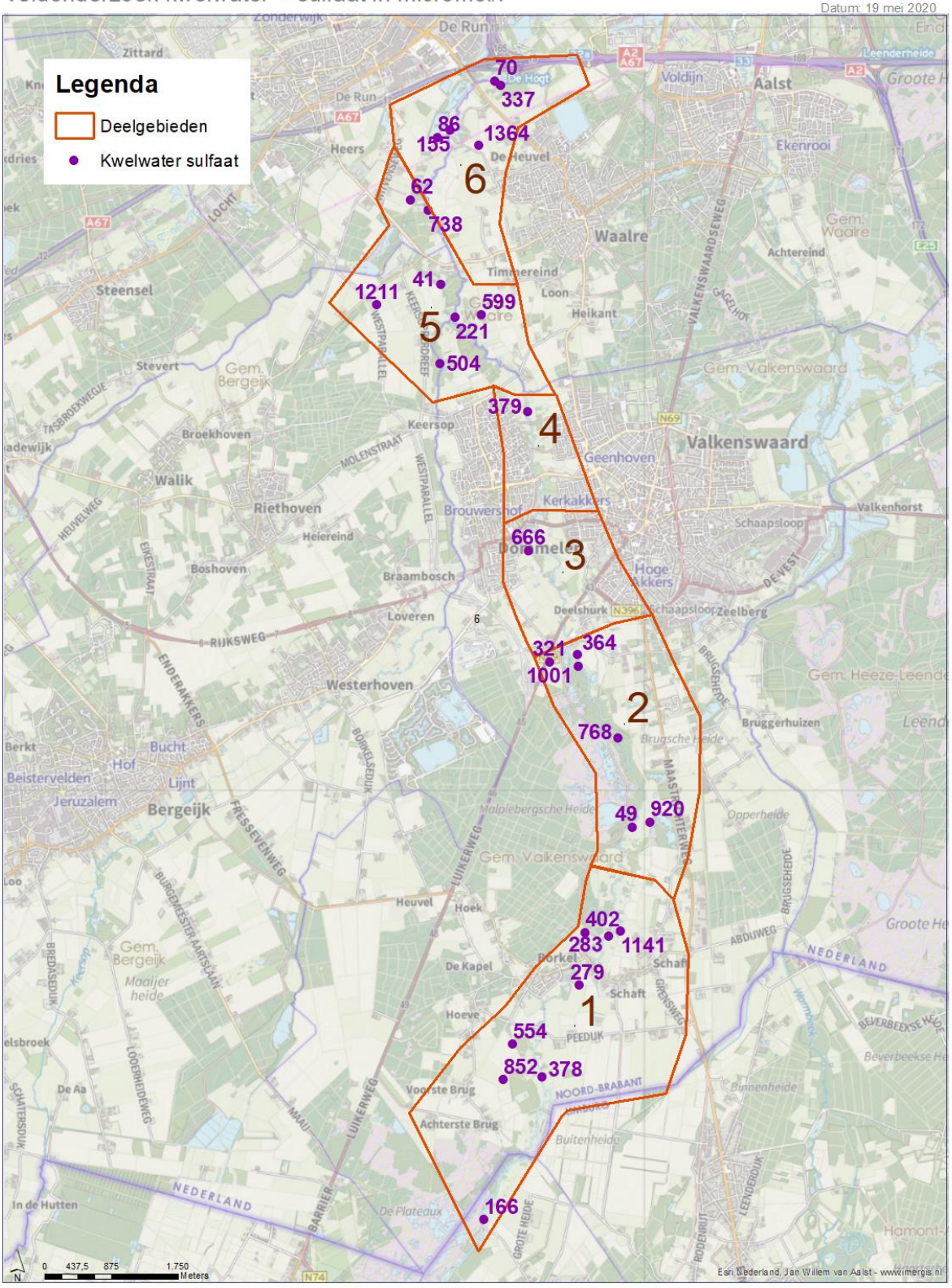
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Eelerwoude

Veldonderzoek kwelwater - sulfaat in micromol/l

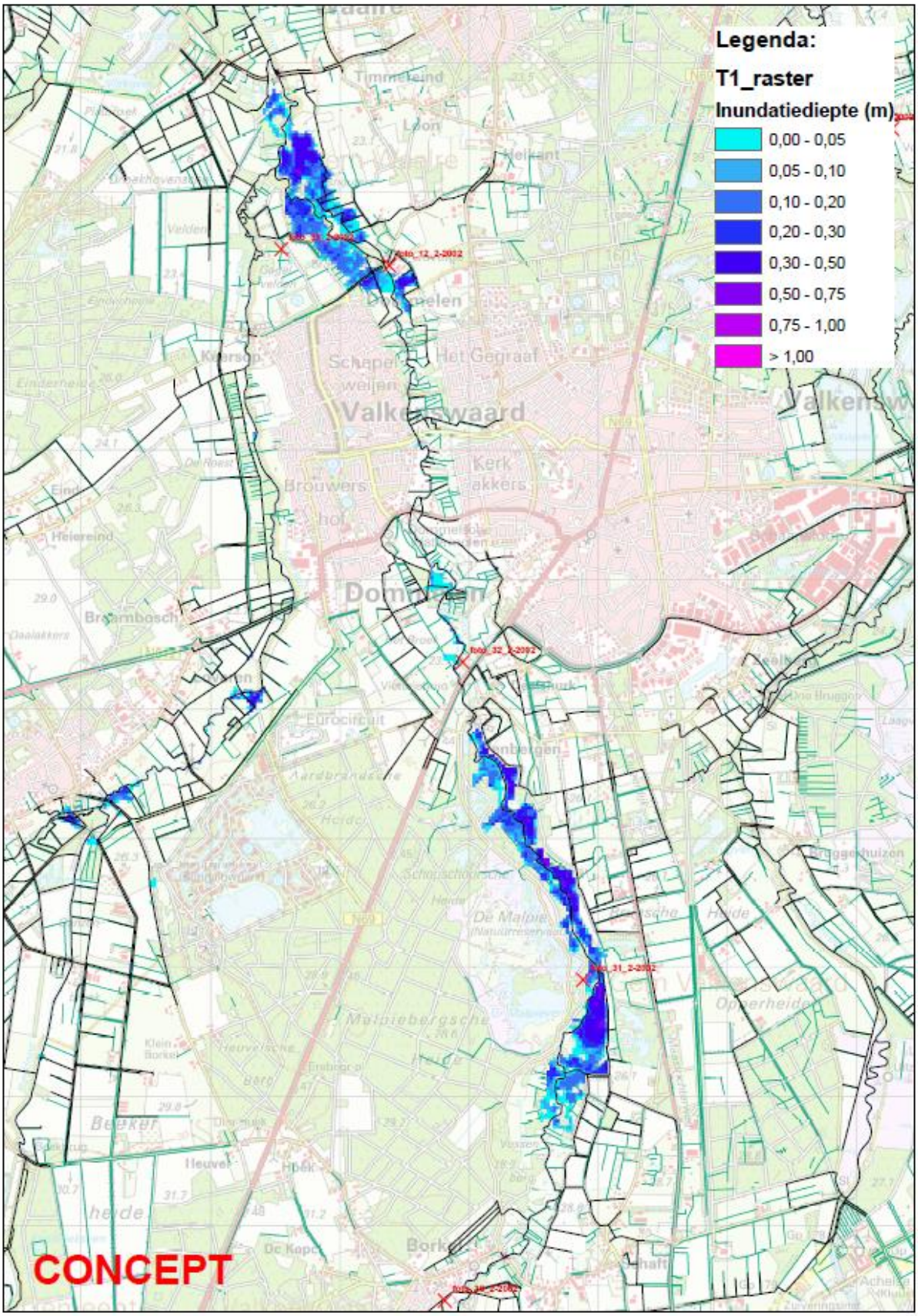
Auteur: Karel Hanhart
Datum: 19 mei 2020



Eelerwoude

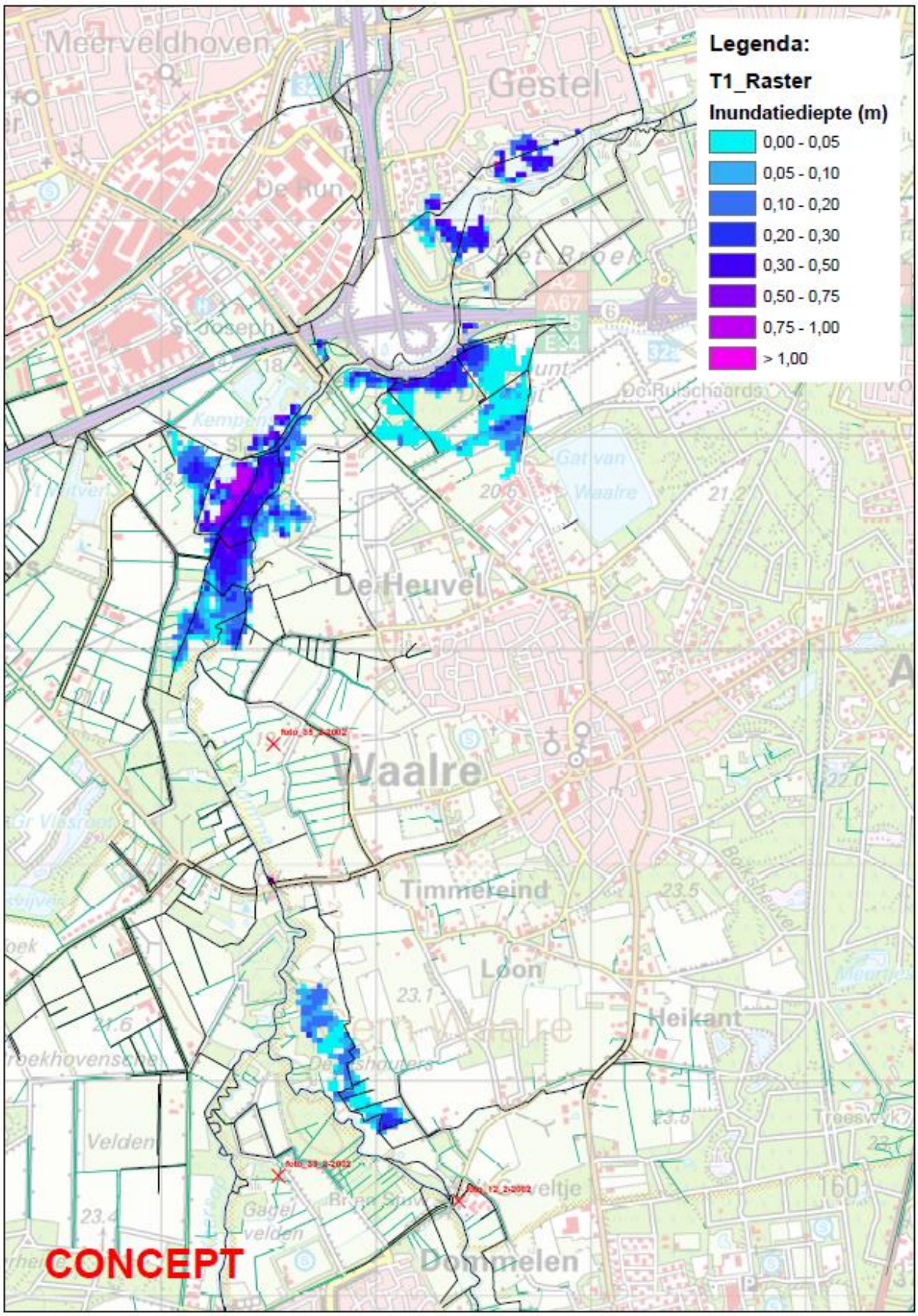
www.eelerwoude.nl

Bijlage 18: Inundatiekaarten concept (bron: Waterschap de Dommel, datum onbekend)



Eelerwoude

www.eelerwoude.nl



Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

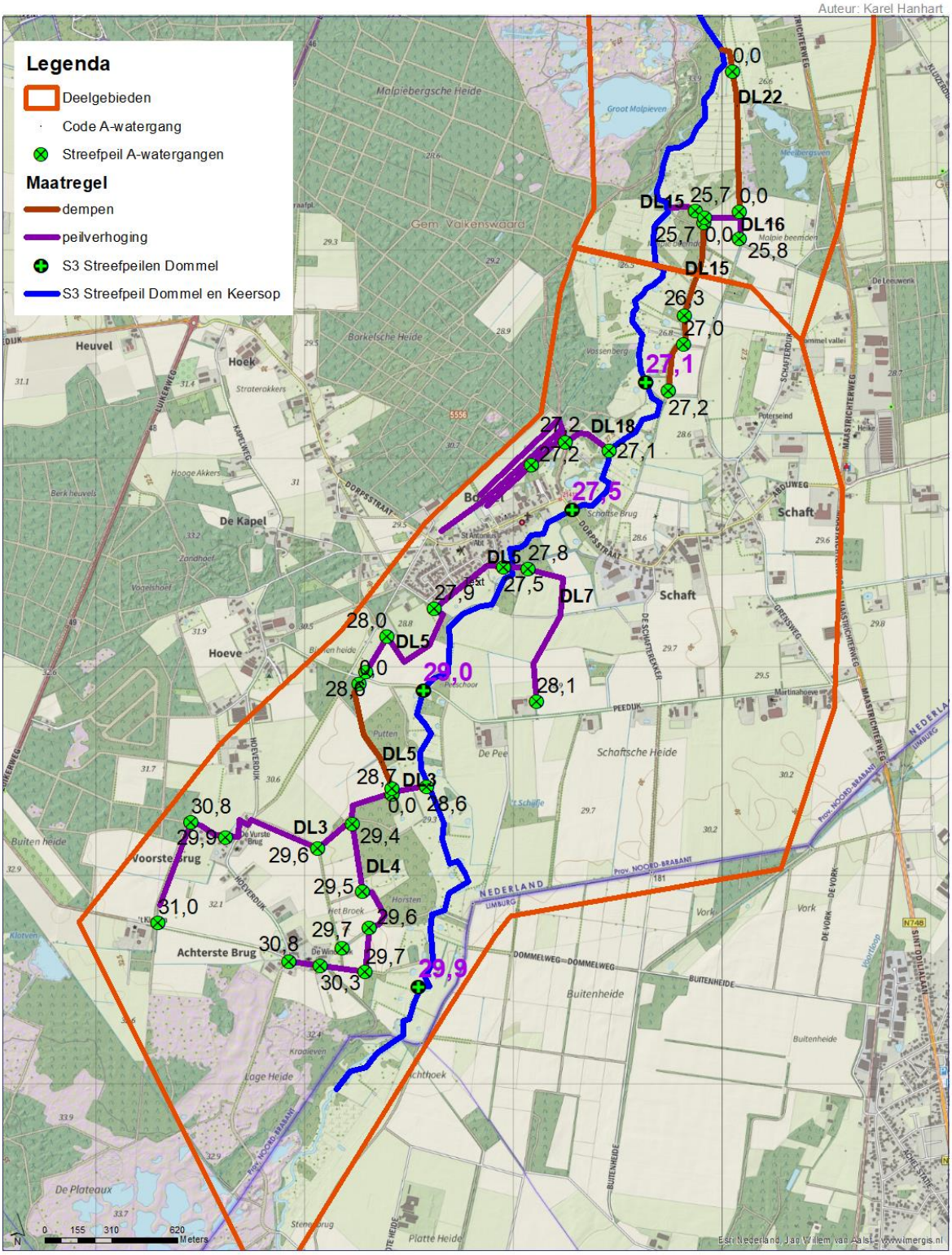
Bijlage 19: Streefhoogte Dommel en Keersop en A-watergangen in scenario 3 en 4

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

Steefpeilen Dommel en A-watergangen in scenario 3. In scenario 4 worden uitsluitend de waterpeilen in de A-watergangen in de beekdalbodem van de Dommelverhoogd.

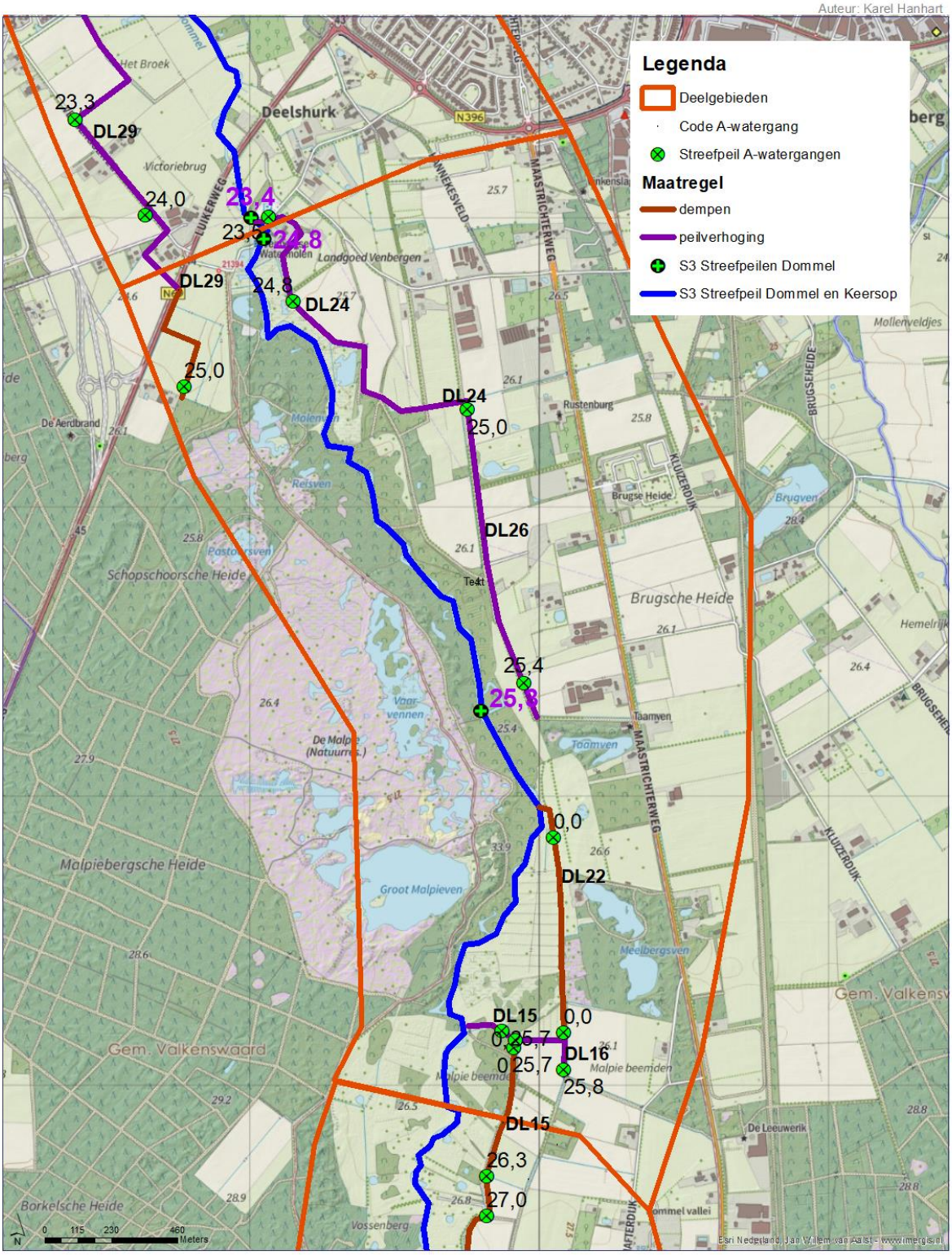
Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart



Eelerwoude

Steefpeilen Dommel en A-watergangen in scenario 3. In scenario 4 worden uitsluitend de waterpeilen in de A-watergangen in de beekdalbodem van de Dommelverhoogd.

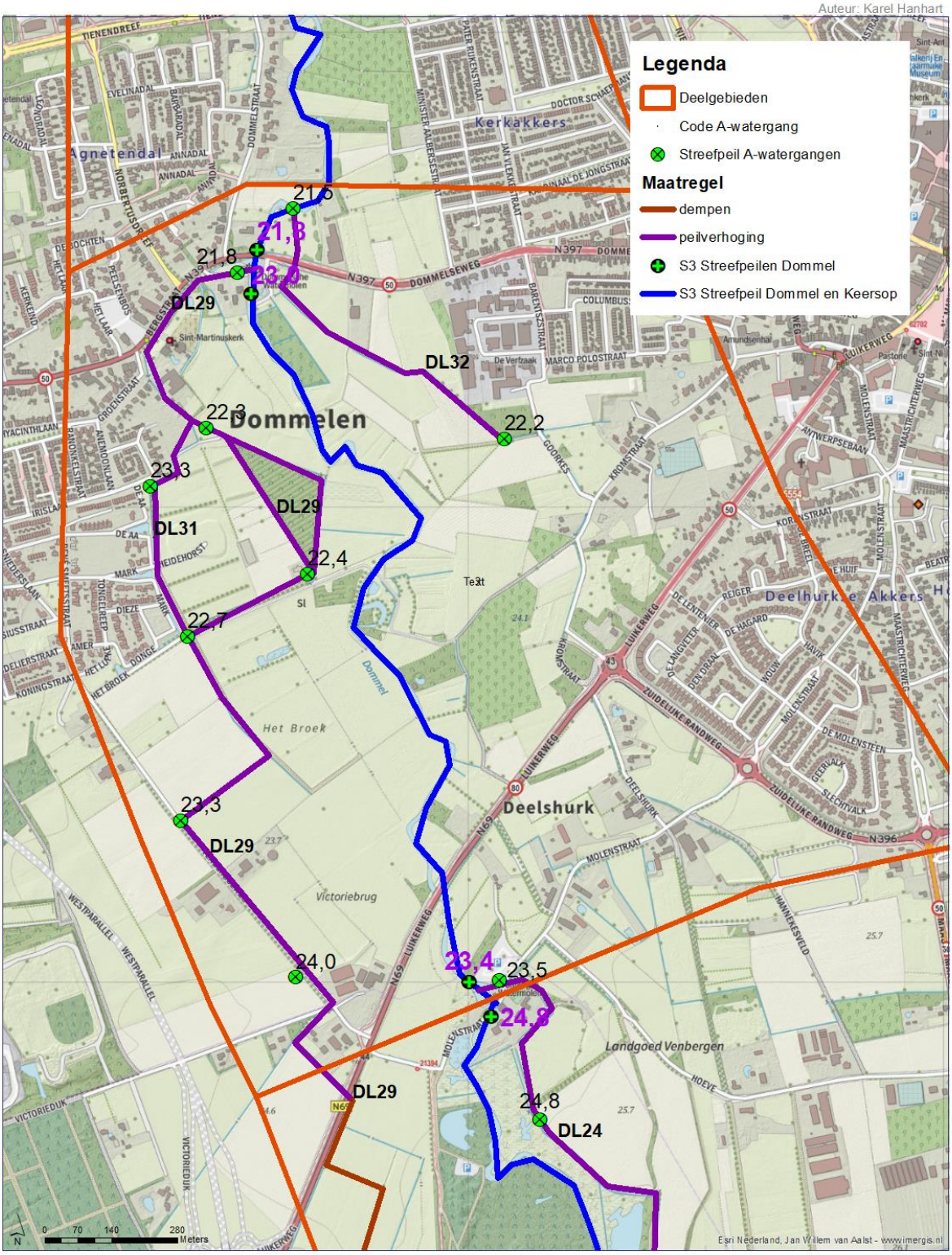
Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart



Eelerwoude

Steefpeilen Dommel en A-watergangen in scenario 3. In scenario 4 worden uitsluitend de waterpeilen in de A-watergangen in de beekdalbodem van de Dommelverhoogd.

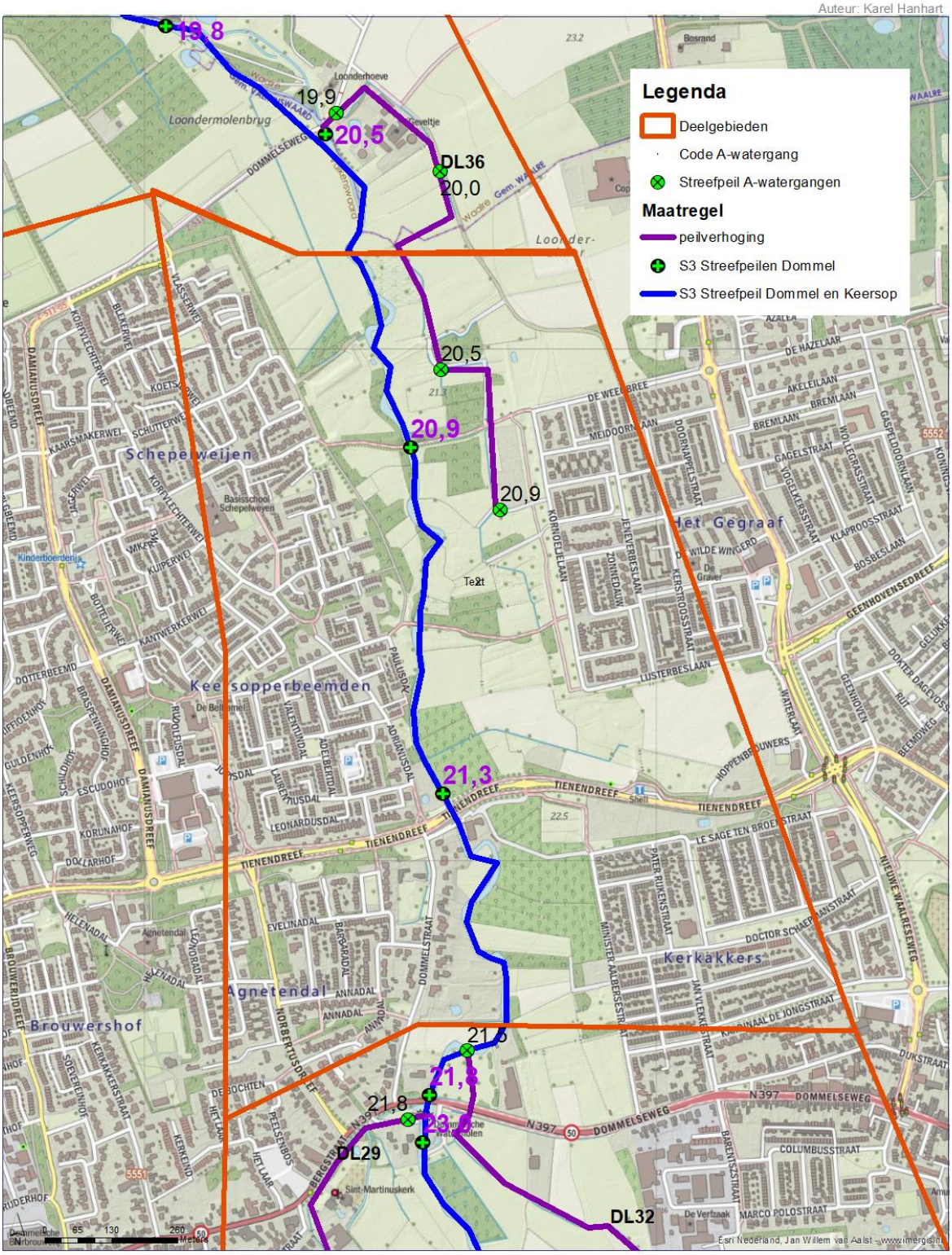
Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart



Eelerwoude

Steefpeilen Dommel en A-watergangen in scenario 3. In scenario 4 worden uitsluitend de waterpeilen in de A-watergangen in de beekdalbodem van de Dommelverhoogd.

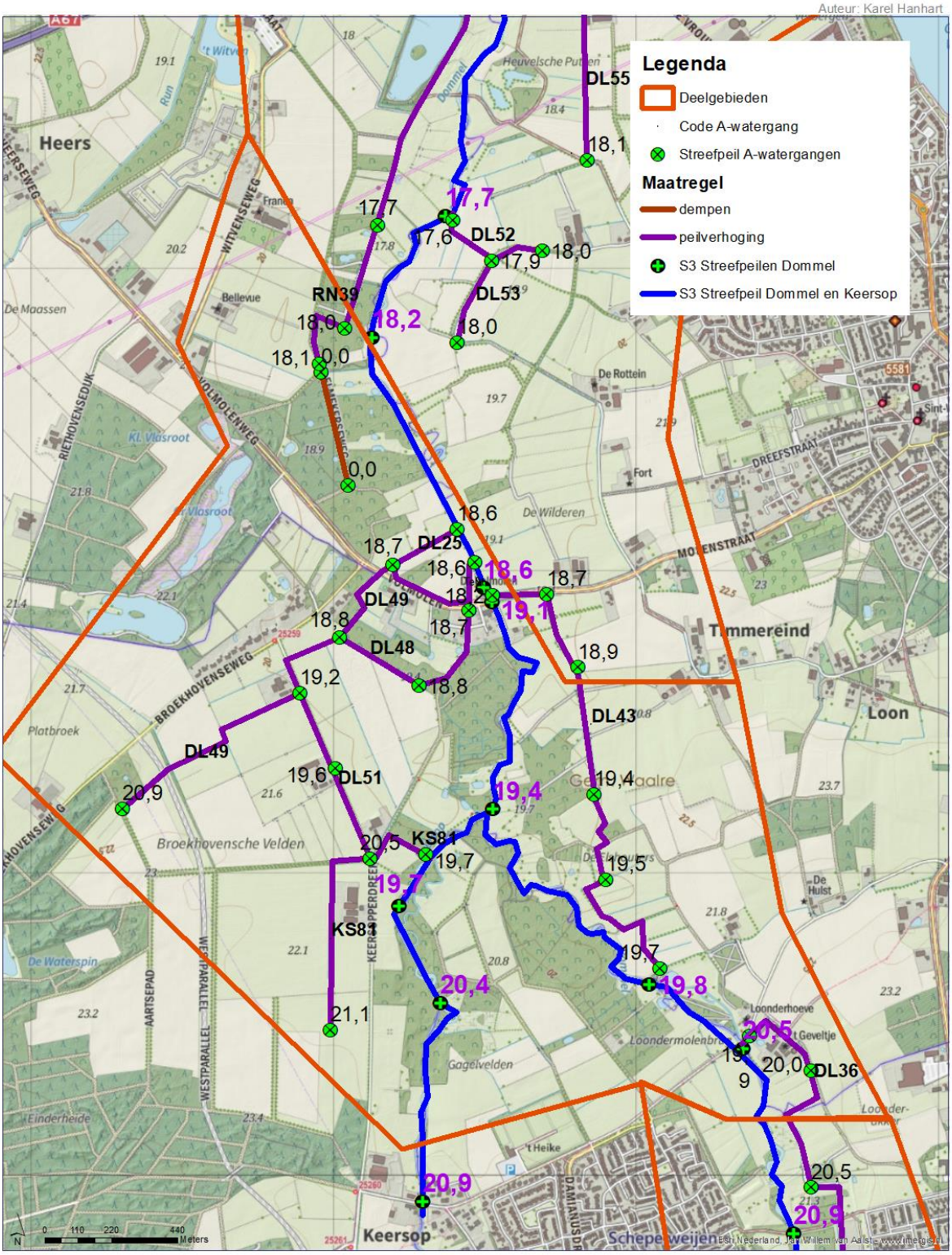
Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart



Eelerwoude

Steefpeilen Dommel en A-watergangen in scenario 3. In scenario 4 worden uitsluitend de waterpeilen in de A-watergangen in de beekdalbodem van de Dommelverhoogd.

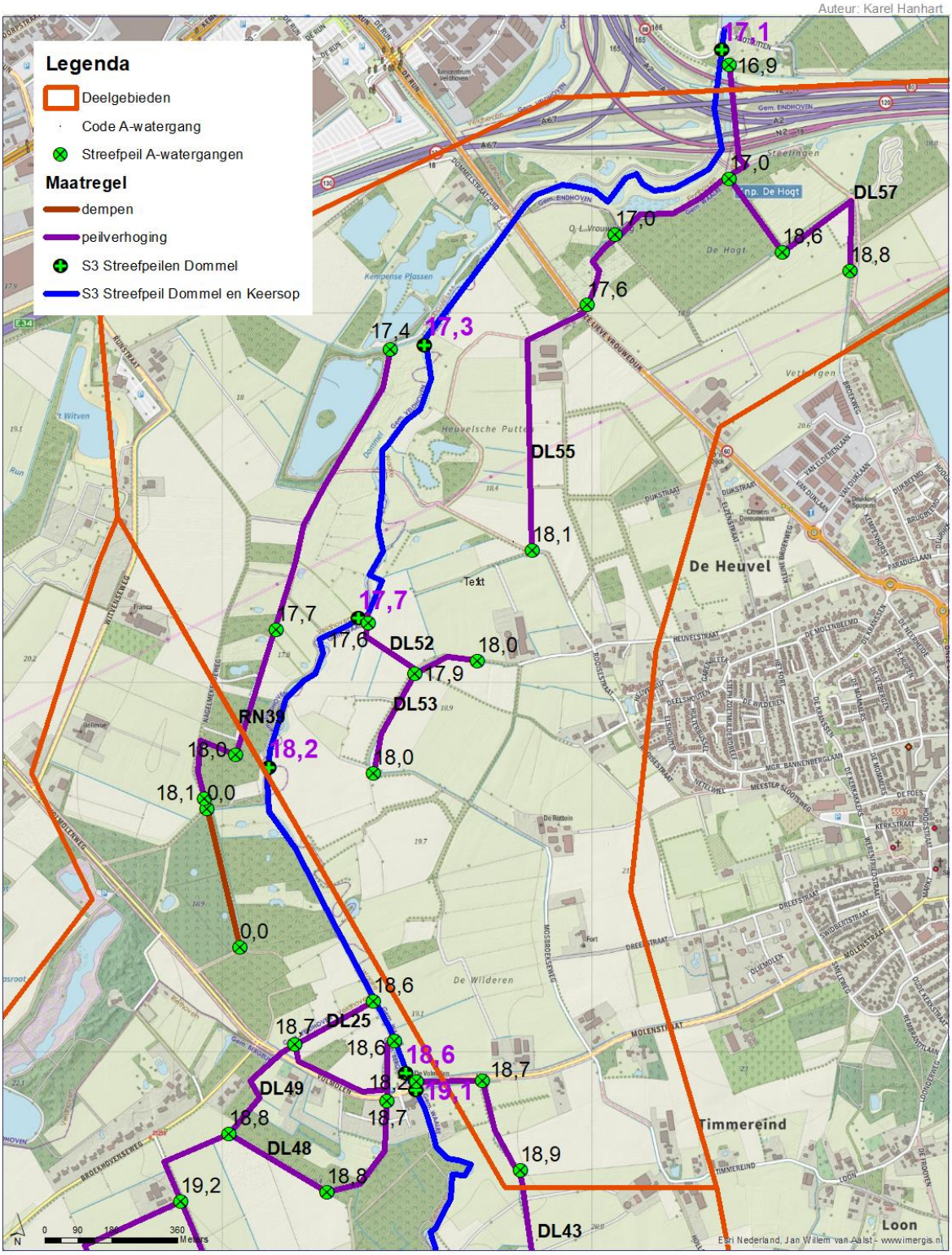
Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart



Eelerwoude

Steefpeilen Dommel en A-watergangen in scenario 3. In scenario 4 worden uitsluitend de waterpeilen in de A-watergangen in de beekdalbodem van de Dommelverhoogd.

Datum: 19 mei 2020
Auteur: Karel Hanhart

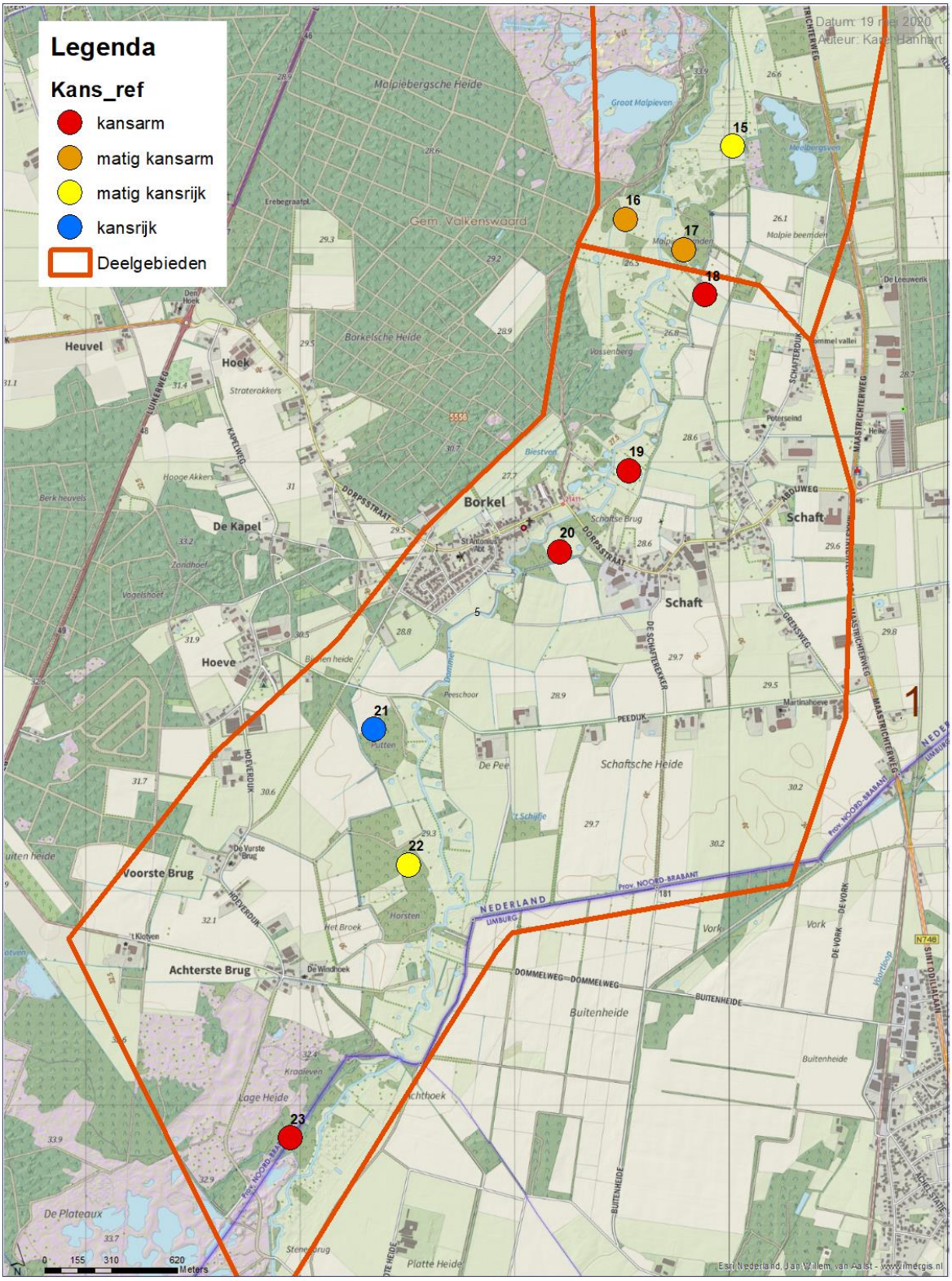


Eelerwoude

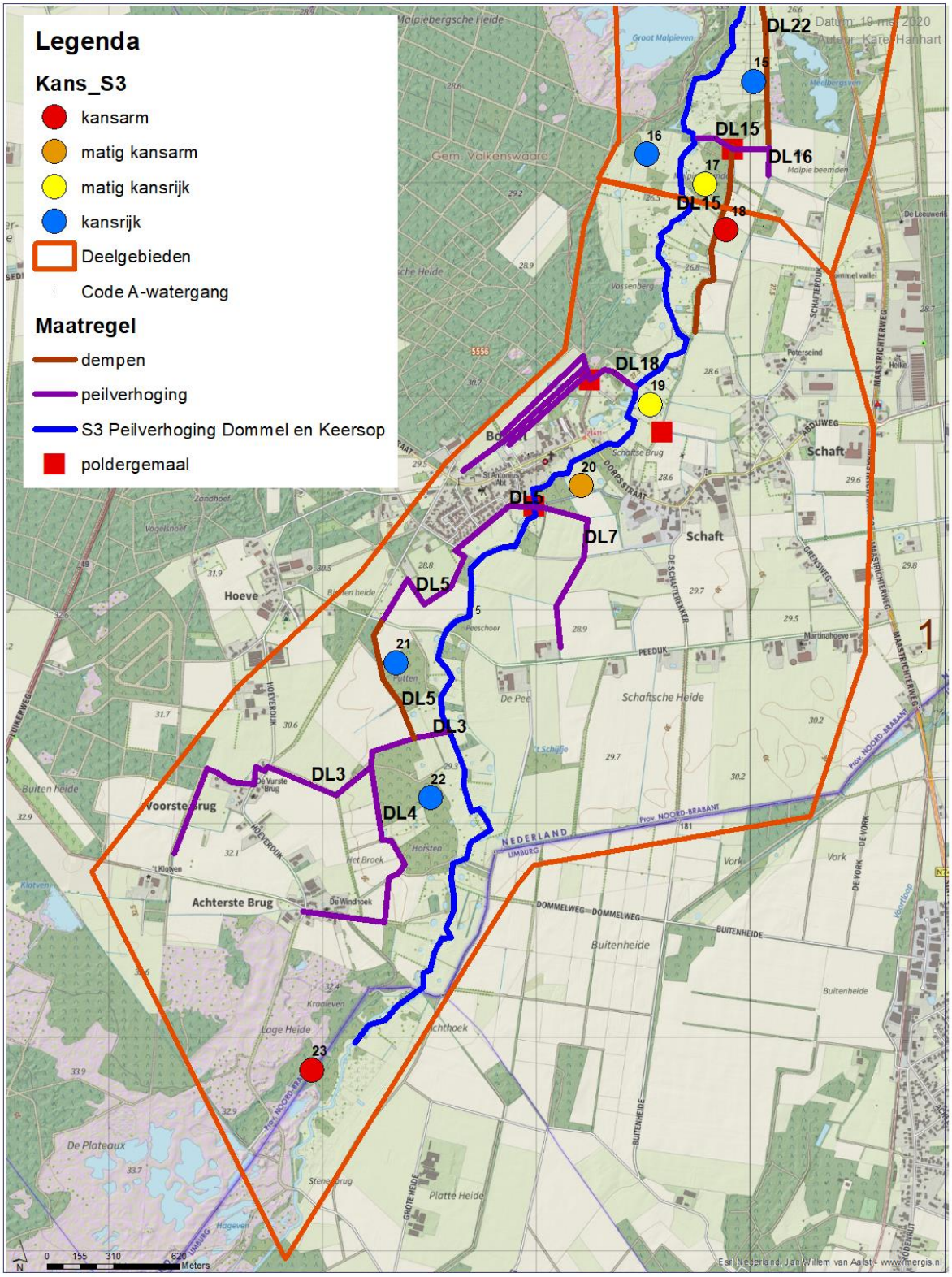
www.eelerwoude.nl

Bijlage 20: Kansenkaarten deelgebieden in de huidige situatie en na hydrologisch herstel volgens scenario 3 (verhoging Dommelpeilen en A-watergangen in beekdalbodem tot maaveld)

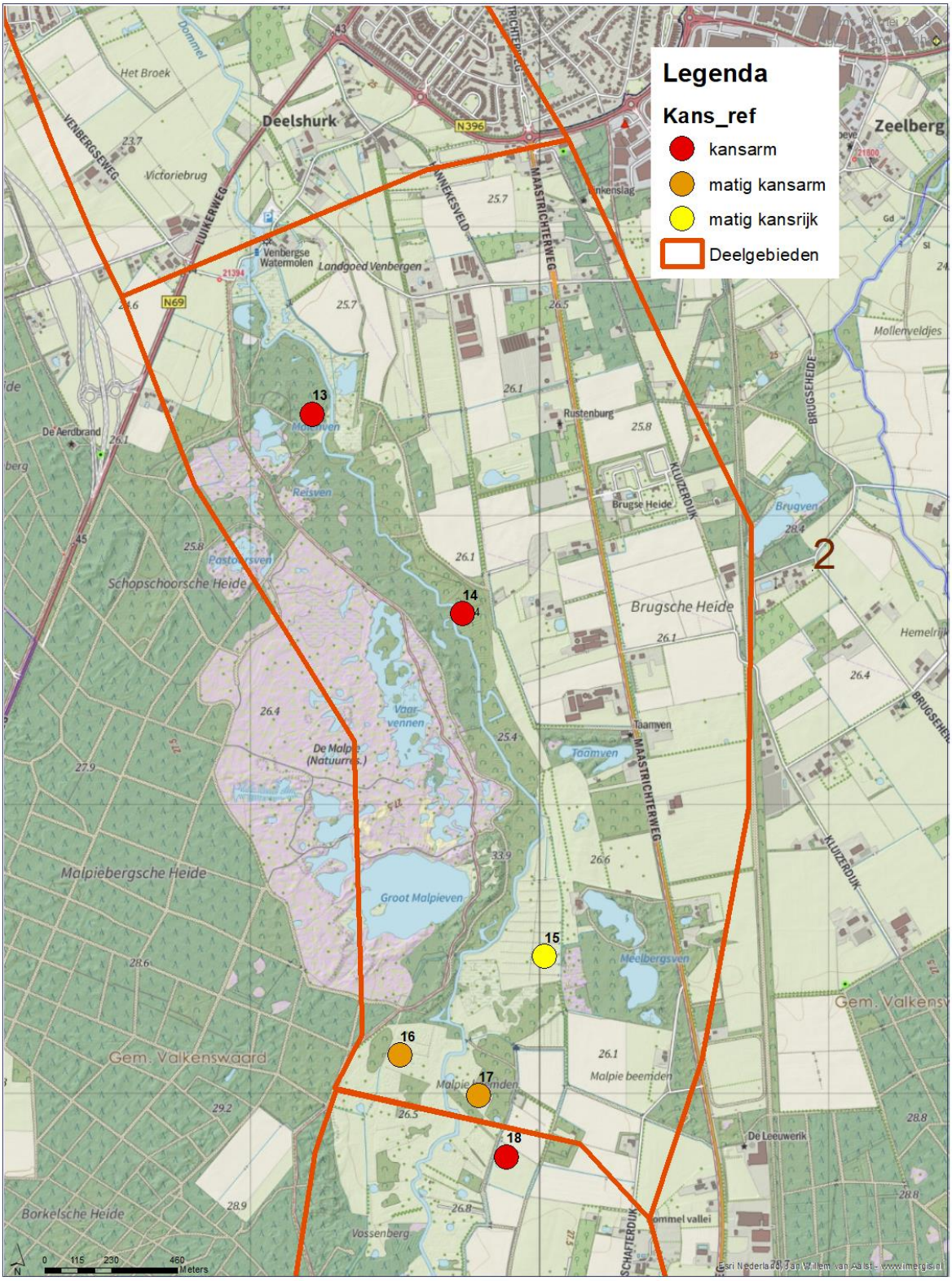
Kans op herstel mesotrofe natuur - huidige situatie



Kans op herstel mesotrofe natuur - scenario 3

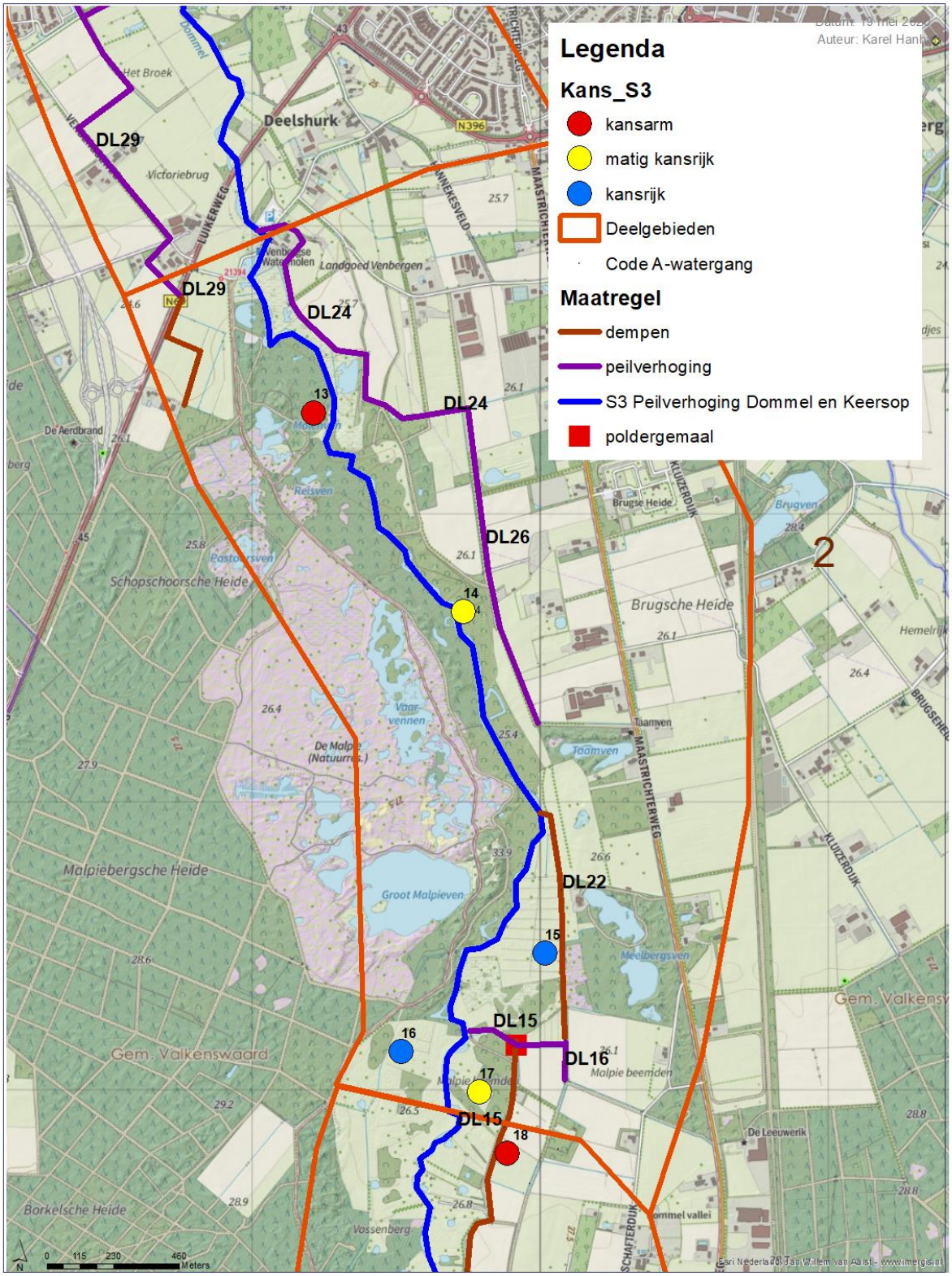


Kans op herstel mesotrofe natuur - huidige situatie



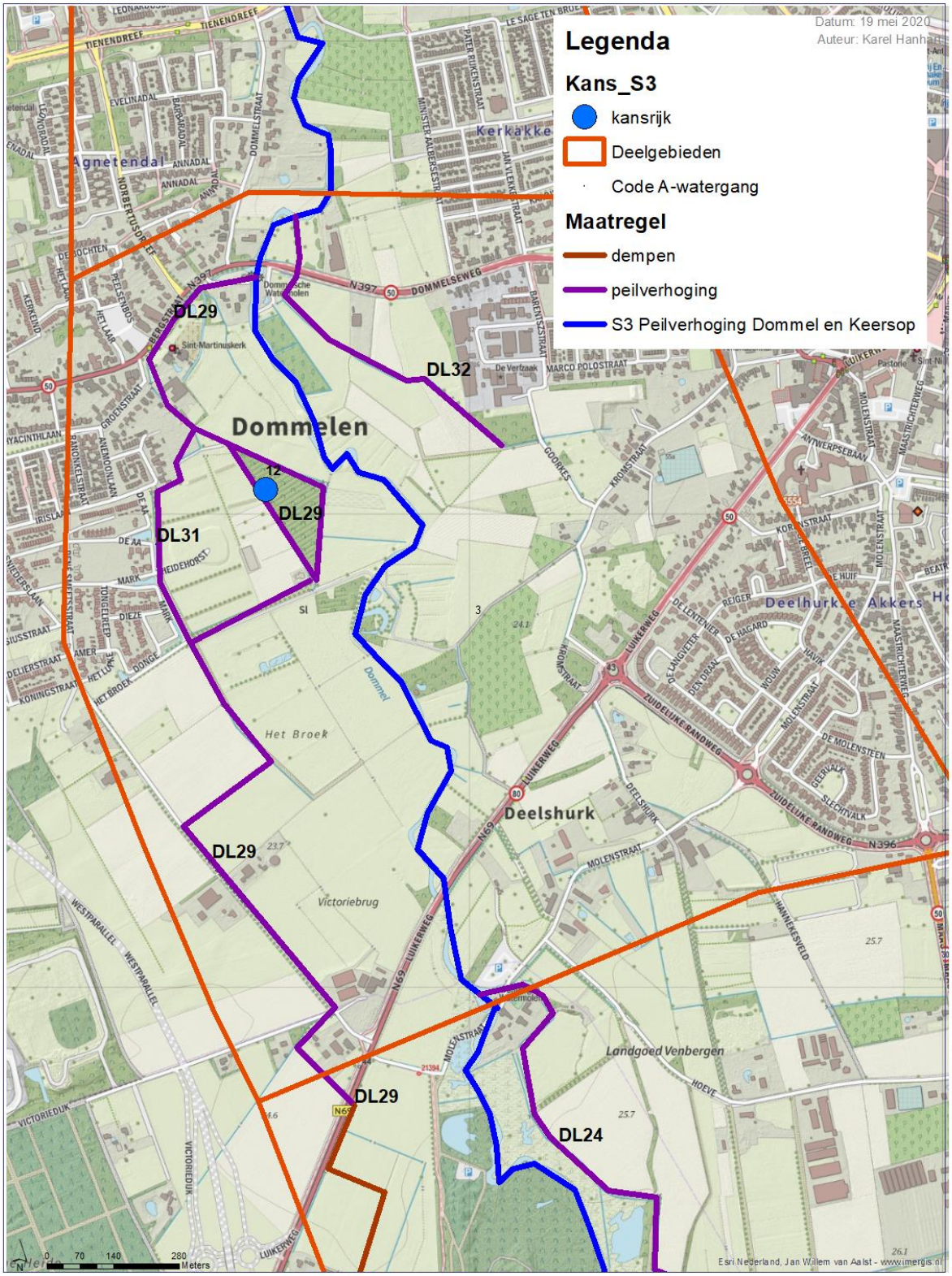
Eelerwoude

Kans op herstel mesotrofe natuur - scenario 3



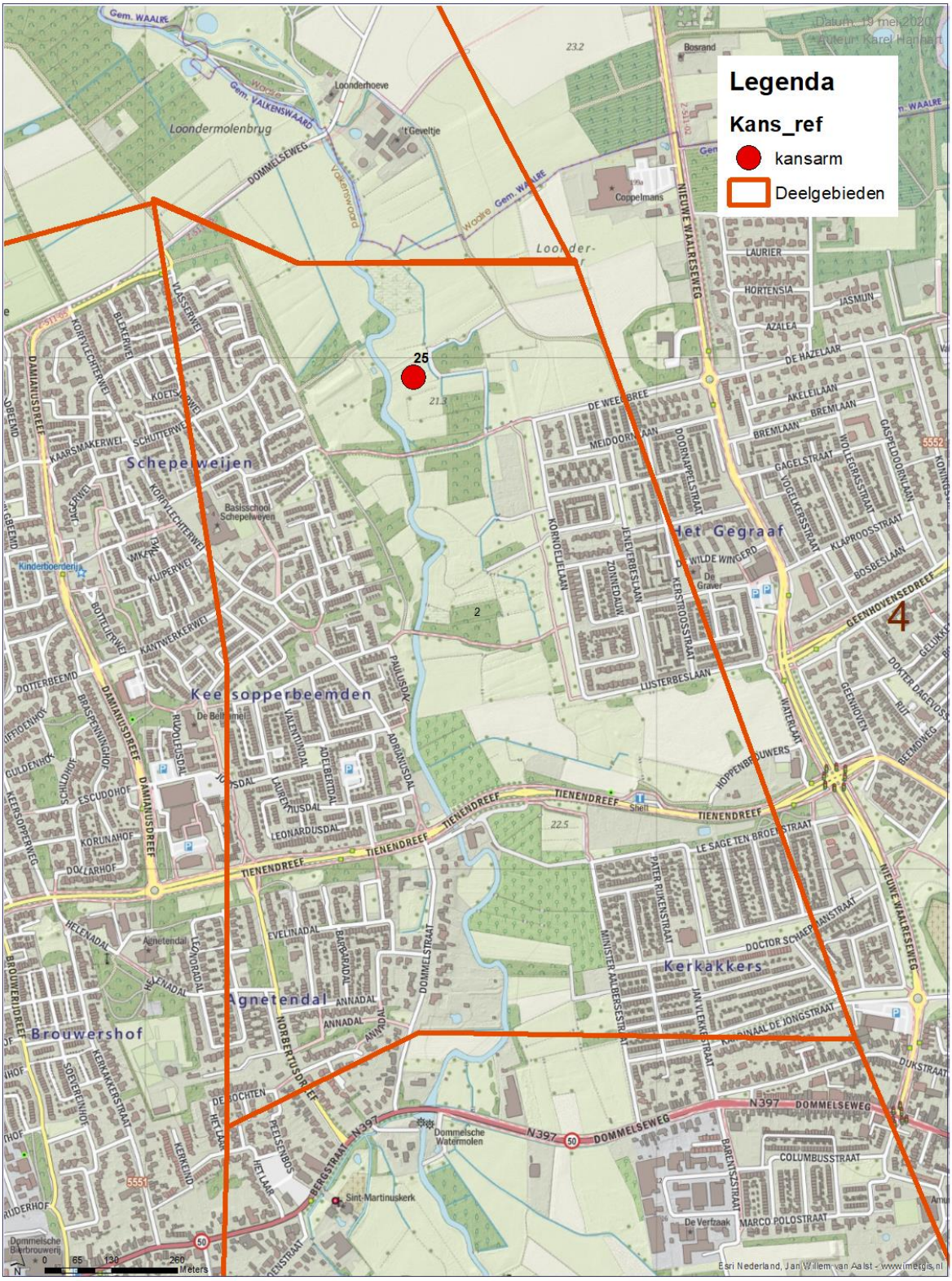
Kans op herstel mesotrofe natuur - huidige situatie

Kans op herstel mesotrofe natuur - scenario 3



Eelerwoude

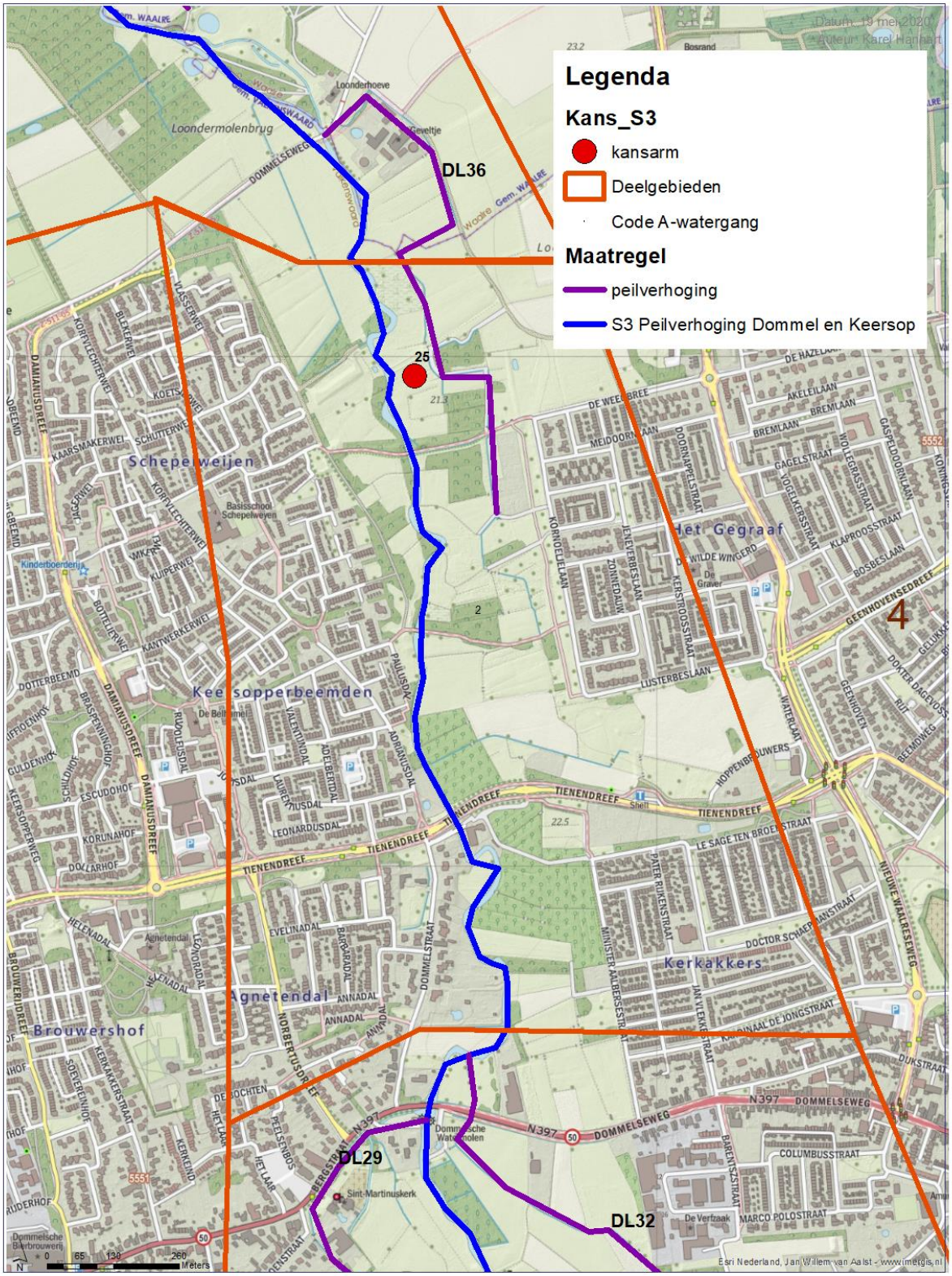
Kans op herstel mesotrofe natuur - huidige situatie



Eelerwoude

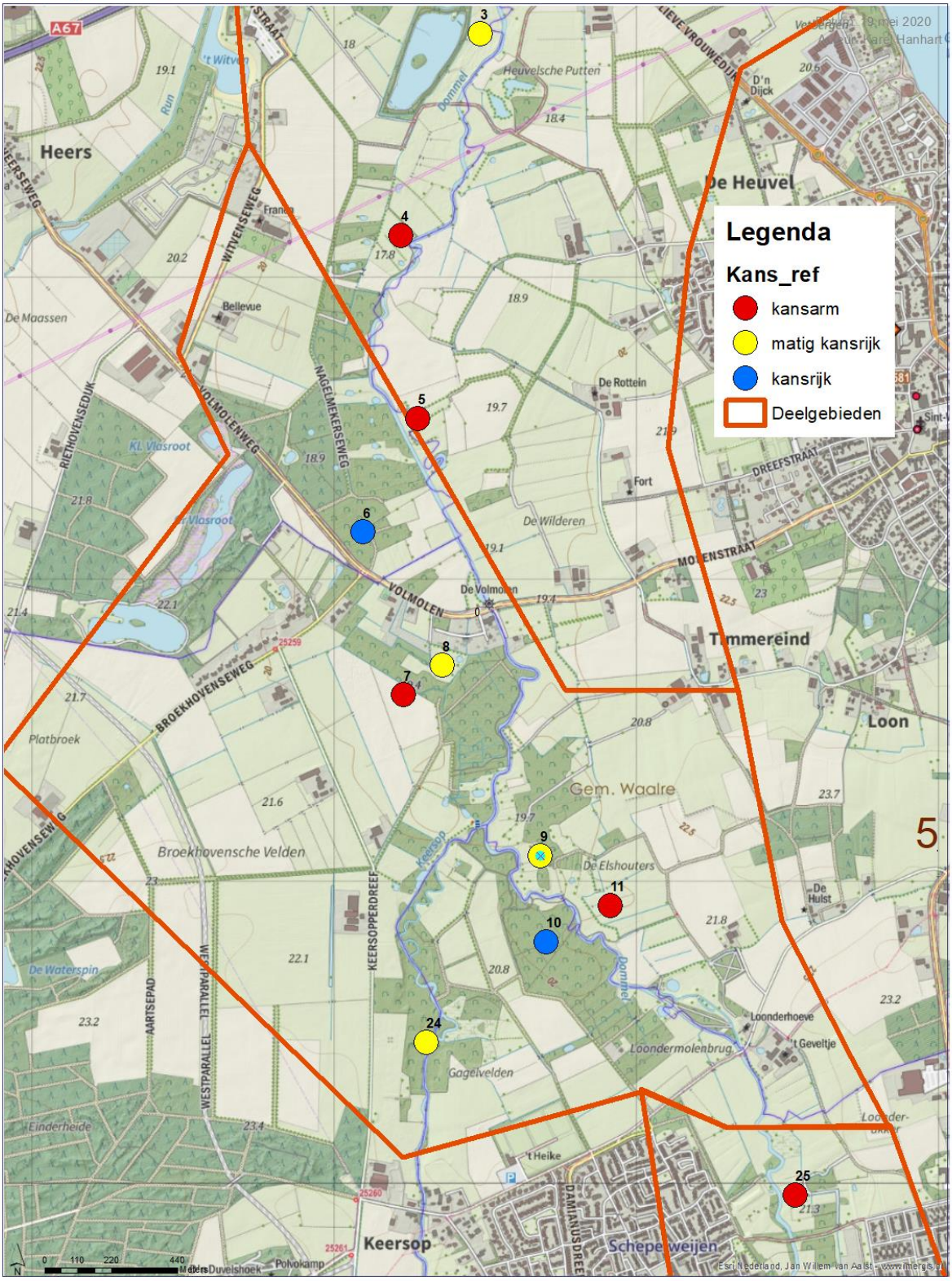
www.eelerwoude.nl

Kans op herstel mesotrofe natuur - scenario 3

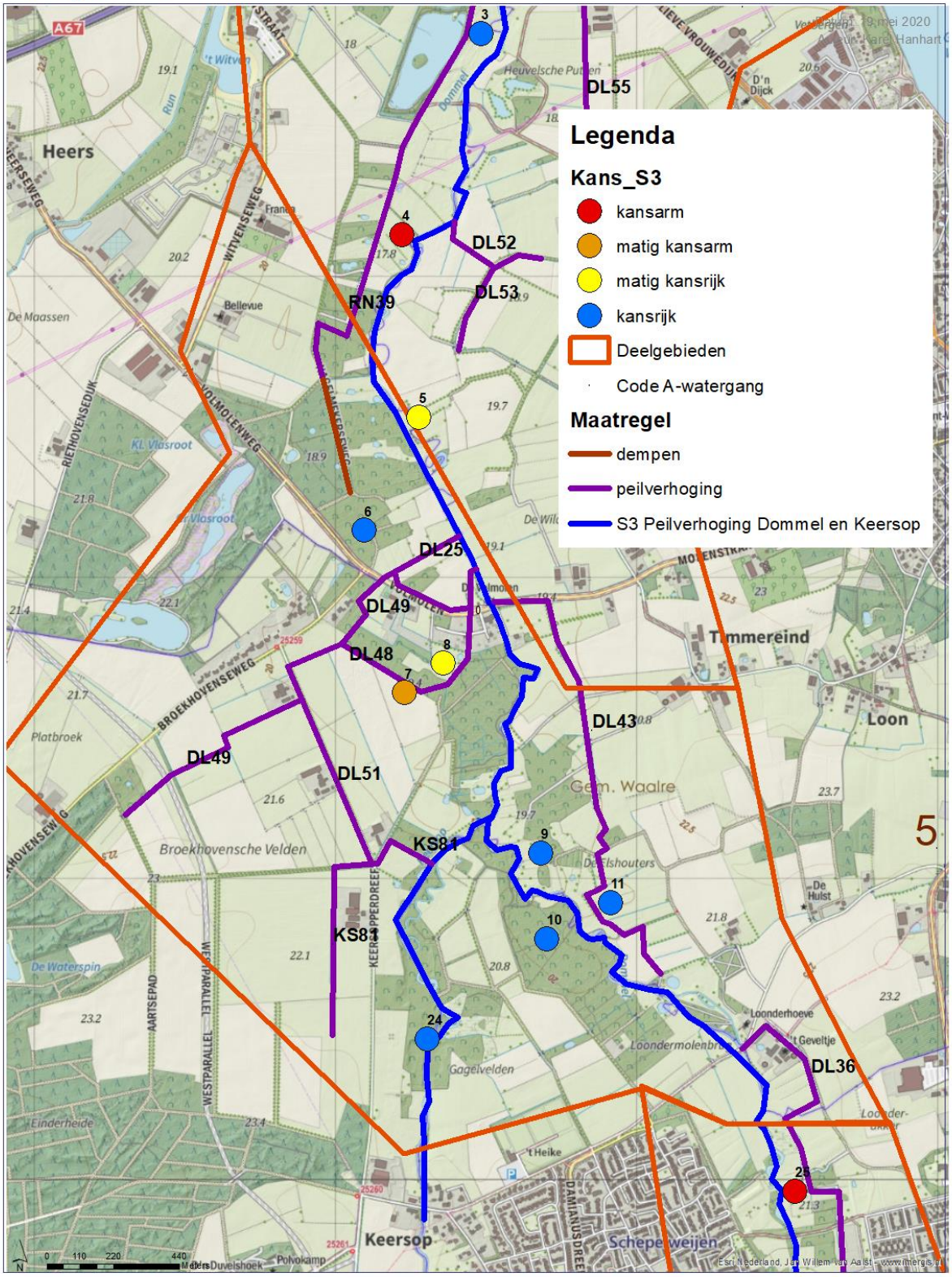


Eelerwoude

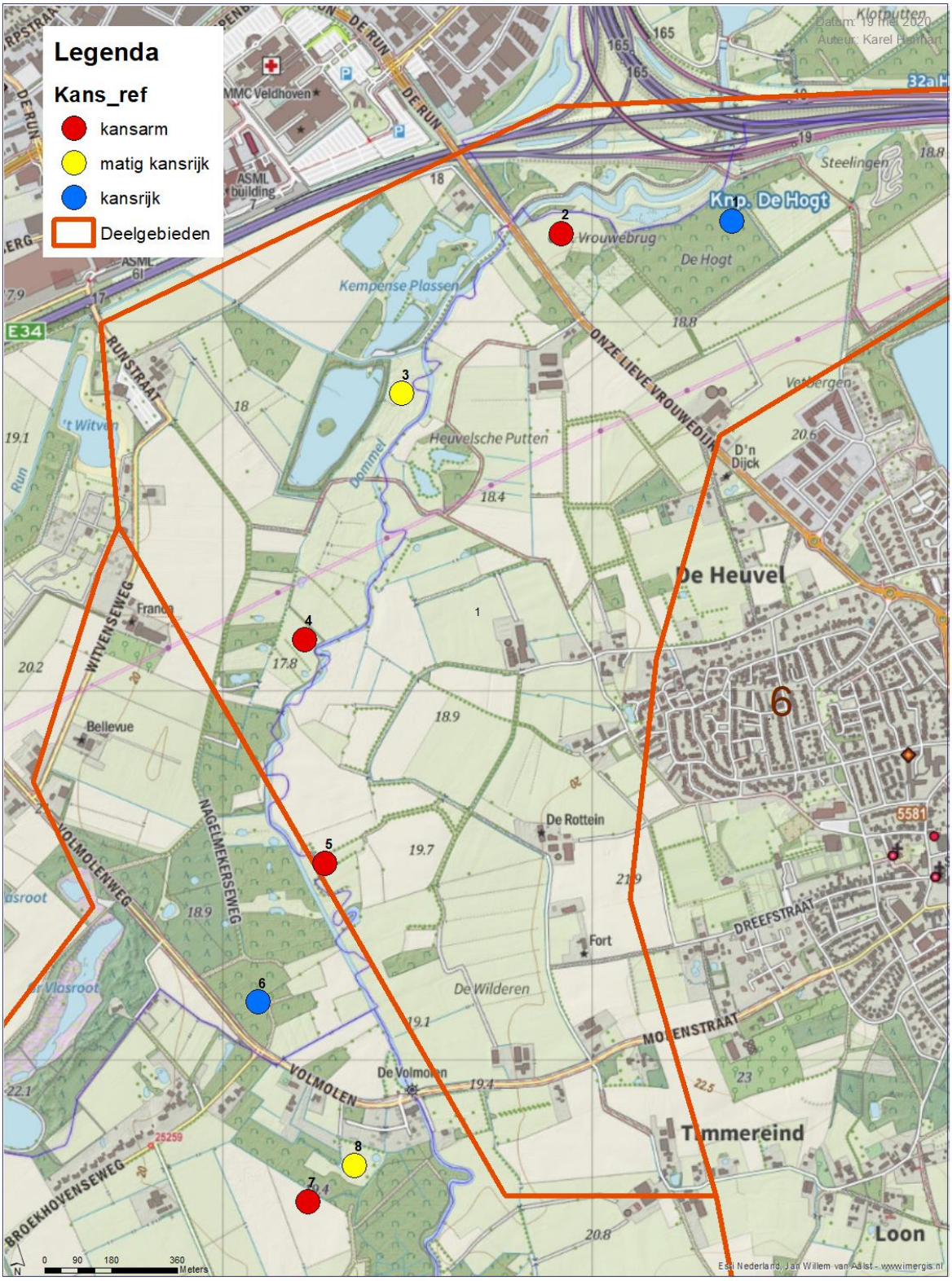
Kans op herstel mesotrofe natuur - huidige situatie



Kans op herstel mesotrofe natuur - scenario 3

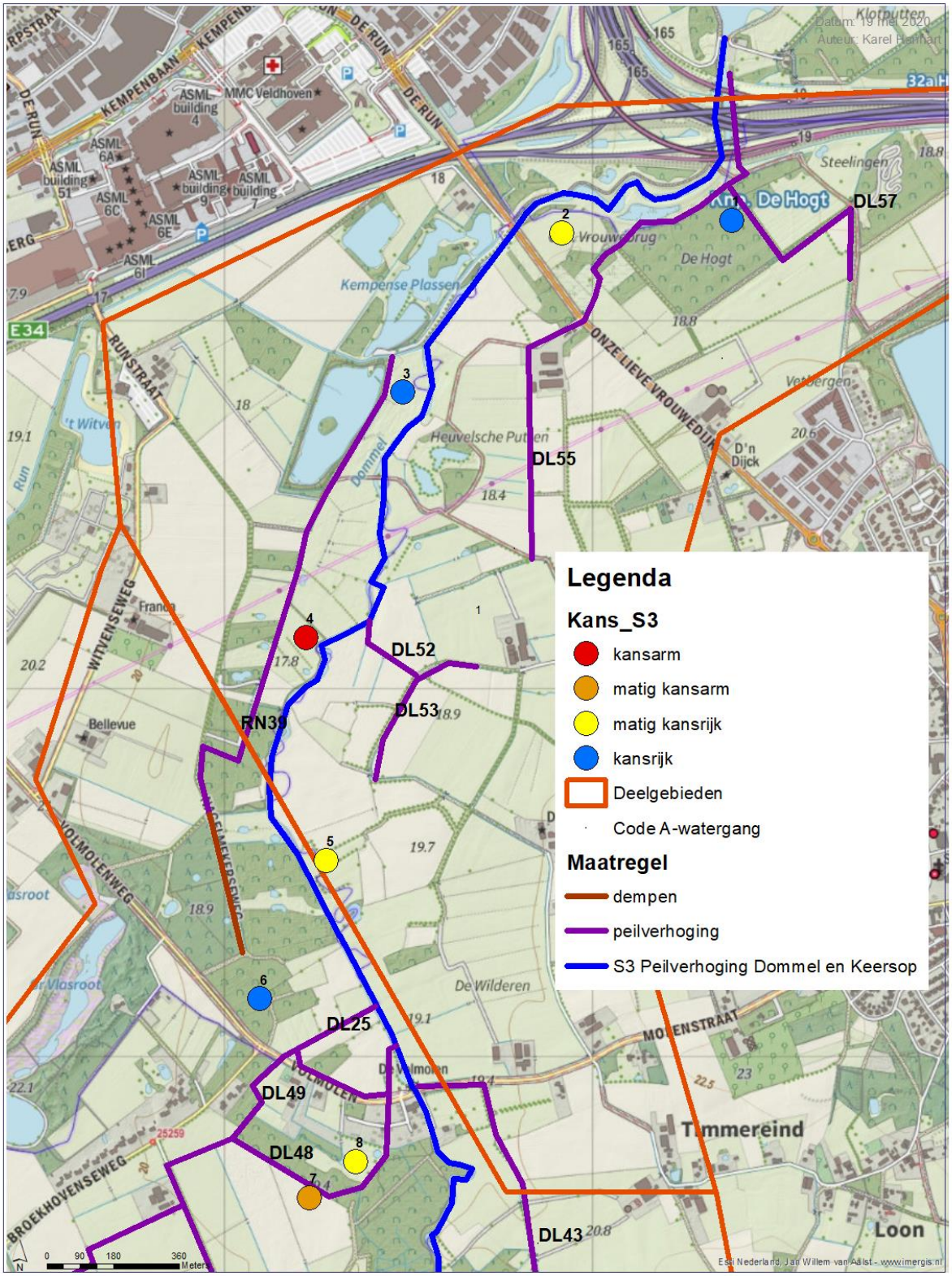


Kans op herstel mesotrofe natuur - huidige situatie



Eelerwoude

Kans op herstel mesotrofe natuur - scenario 3



Eelerwoude

www.eelerwoude.nl

Eelerwoude

www.eelerwoude.nl