MEMO

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

ONDERWERP
Oplegvel planMER Markdal

N.a.v. advies Commissie-m.e.r.

DATUM
1 november 2019

VAN
Frans Dotinga en Marjolijn van Lier

ONZE REFERENTIE
084001245 0.9

---

0. Aanleiding voor deze memo

De gemeente Breda en gemeente Alpen-Chaam willen, samen met de vereniging Markdal, de bestemmingsplannen in het Markdal wijzigen. Doel van het plan is de natuur, waterkwaliteit en het landschap te versterken door een nieuwe inrichting van het Markdal. Voordat de gemeenteraden besluiten over de bestemmingsplannen, zijn de milieugevolgen onderzocht in een milieueffectrapport. De raden hebben de Commissie m.e.r. gevraagd het rapport te toetsen.

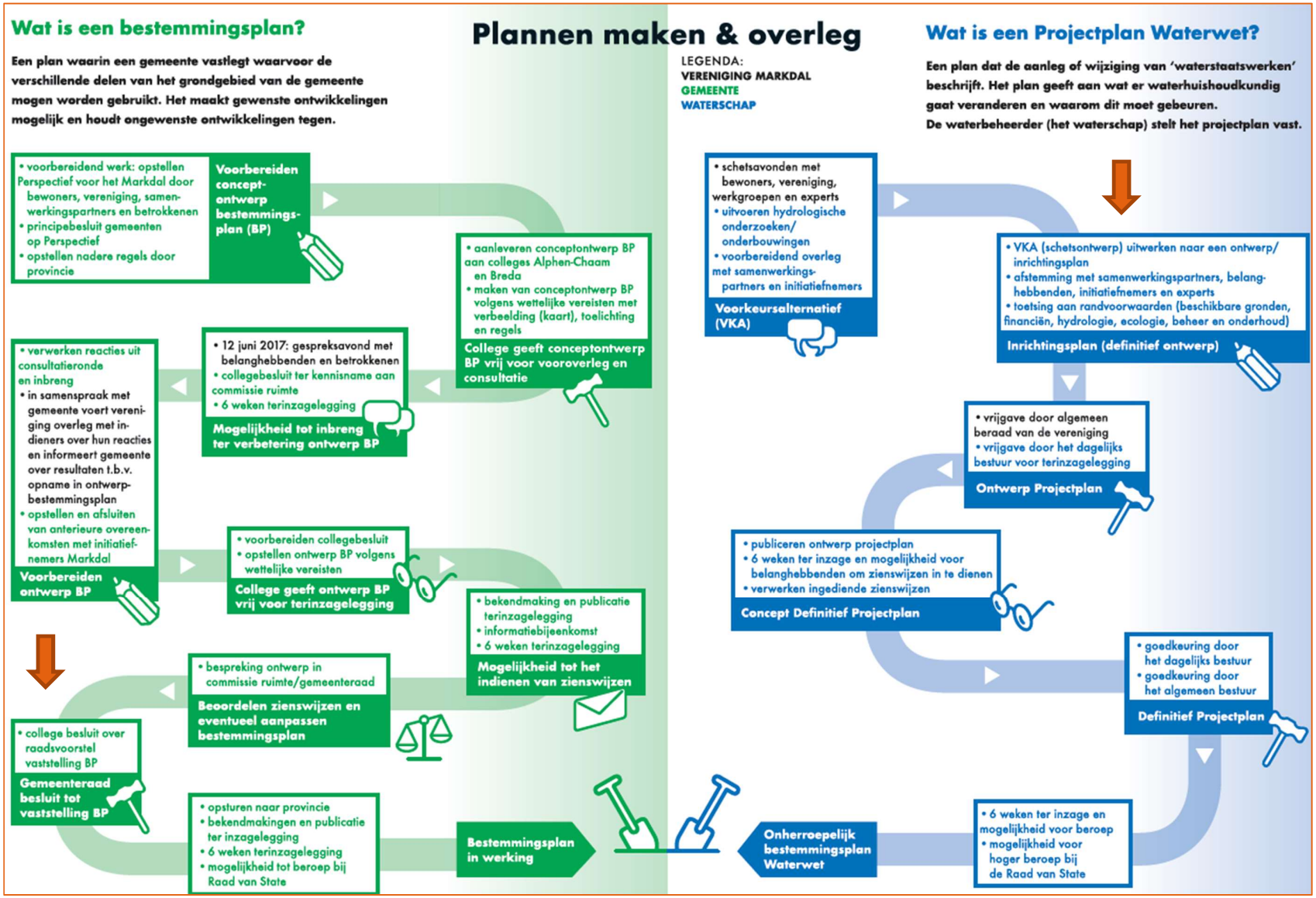
In het toetsingsadvies van de Commissie m.e.r. van 28 augustus 2019, schrijft de Commissie onder de indruk te zijn van het doorlopen planproces waarbij een groep vrijwilligers van de vereniging Markdal het initiatief heeft genomen de natuur en waterkwaliteit in het Markdal te verbeteren. De Commissie signaleert bij de toetsing van het planMER ook een aantal zaken die om nadere uitwerking vragen. De Commissie heeft daartoe meerdere adviezen hoe de aanvullingen voor de verschillende punten op te stellen. Onderstaand worden de adviezen behandeld en voorzien van reactie. Wanneer een advies heeft geleid tot aanpassing van de plannen is dit vermeld.

1. Algemene reactie op toetsingsadvies Commissie m.e.r.

In het planMER is nu op een zeer gedetailleerde wijze het schetsontwerp beoordeeld. Echter, verdere detaillering is in het planMER niet aan de orde. Het MER is als planMER opgesteld om de bestemmingsplannen mogelijk te maken, om een hoofdkeuze te bepalen. Hoewel het planMER eigenlijk al een zeer gedetailleerde uitwerking betreft van het vVKA dat in schetsontwerp is opgesteld, vindt verdere detaillering voor de daadwerkelijke uitvoering plaats middels de komende besluiten. Voor het projectplan Waterwet worden hydrologische rekenmodellen uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de haalbaarheid van het plan, inpassing en effecten op de leefomgeving.

Figuur 1 geeft het bestuurlijk proces weer. Momenteel wordt de procedure van het bestemmingsplan (linkerzijde) doorlopen, waarbij een pijl aangeeft waar het proces zich bevindt. De bestemmingsplannen van gemeente Alphen-Chaam en gemeente Breda dienen beide nog vastgesteld te worden, waarna het besluit ter inzage gaat alvorens het bestemmingsplan in werking kan treden. Echter, dient voor uitvoering ook het proces van het projectplan Waterwet doorlopen te worden (rechterzijde). De pijl in het figuur geeft aan dat hier nog de nodige stappen doorlopen dienen te worden. Zo wordt eerst het (v)VKA uitgewerkt in een ontwerp/inrichtingsplan. Wanneer een ontwerp projectplan is vrijgegeven, dan wordt deze ter inzage gelegd en is er vanuit belanghebbenden de kans om te reageren. Vervolgens worden eventuele zienswijzen verwerkt voor een definitief projectplan Waterwet opgesteld wordt. Ook deze gaat ter inzage alvorens het projectplan onherroepelijk wordt gesteld. In het proces van het projectplan vindt de verdere detaillering plaats die al vooruitlopend in het planMER is gepresenteerd. Dan wordt ook veel dieper ingegaan op effecten, mitigatie, compensatie, monitoring, enzovoort.

<u>Verwerking:</u>
Ter verduidelijking van het proces is in paragraaf 1.1 van de toelichting van het bestemmingsplan een duidelijkere procesbeschrijving en -visualisatie toegevoegd.



Figuur 1 Bestuurlijk proces plannen Markdal. Pas als bestemmingsplan in werking is en projectplan Waterwet onherroepelijk, mag de schop in de grond.

2. Keuze voor maatregelen en onderbouwing

Advies Commissie m.e.r.:

De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER de beschrijving van de alternatieven te verduidelijken. Geef in deelkaarten (met eenduidige legenda's, schaal en kleuren) de locaties en arealen aan (bijv. van wel of niet beschikbare gronden) die bepalend zijn voor de keuzes van maatregelen. Onderbouw de keuze voor het vVKA vanuit een locatiespecifiek streefbeeld, afgeleid uit de belangrijkste doelstellingen van het project (inrichting NNB en doelstellingen KRW, zie ook paragraaf 2.3 en herstel landschappelijke structuur). Beschrijf de maatregelen uit het vVKA en onderbouw de keuzes die daaraan ten grondslag liggen in het licht van de doelstellingen voor natuur, water en landschap. Licht toe hoe uitvoering van de maatregelen kunnen worden geborgd en wat dit betekent voor de (on)zekerheid van de effecten die optreden.

Reactie:

Ter verantwoording van het vVKA. Het vVKA is een schetsontwerp en sluitstuk van een intensief gebiedsproces, waarbij intensief is gekeken naar het samenspel van hydrologie, natuurambities, landschap, functies en beheer. In het rapport 'Schetsen aan het Markdal, Ad-hoc-proces najaar 2016' is dit proces beschreven. Belangrijk in dit proces is de ordening die is aangebracht vanuit een visie op het gebied. Parallel aan het gebiedsproces heeft het waterschap verschillende scenario's vertaald in hydrologische maatregelen (zie de uitwerking van de varianten C, D2 en vVKA in het hydrologisch onderzoek). Bij de uitwerking van deze maatregelen is constant gekeken naar wat in het gebied mogelijk is en passend is. Zo is gekeken naar welke gronden al beschikbaar zijn en welke gronden op basis van vrijwilligheid beschikbaar komen. In goed samenwerking met het gebied zijn concrete afspraken gemaakt waardoor extra hectares zijn vrijgekomen om aan de NNB toe te voegen, waardoor natuurtypen ontwikkeld kunnen worden op de als NNB aangewezen gronden en waardoor bovendien de Boven Mark ruimte krijgt en weer een natuurlijkere loop kan vormen. Daarbij is het planMER vertrokken vanuit het vVKA als alternatief, waarnaast een optimaal natuuralternatief (ONA) is ontwikkeld met het doel het gebiedsproces te verrijken. Het ONA houdt daarmee geen rekening met het gebied en beschikbare percelen, maar biedt wel een alternatief waaruit suggesties en aanbevelingen gehaald zijn voor het verder uitwerken van het vVKA. Op die manier is het ONA niet uitsluitend een theoretische beschouwing.

De uitvoering van de maatregelen wordt geborgd middels de uitwerking van een inrichtingsplan in combinatie met het projectplan Waterwet. Het bestemmingsplan zorgt nu voor het herbestemmen van de grond en het mogelijk maken van initiatieven die een belangrijke meerwaarde voor het Markdal leveren, waaronder het beschikbaar komen van gronden voor de inrichting van natuur. Maar voor er daadwerkelijk een schop in de grond gaat, is het noodzakelijk eerst het projectplan Waterwet op te stellen, goed te keuren en ter inzage te leggen (zie ook Figuur 1). In het projectplan Waterwet worden effecten en daarbij komende (on)zekerheden beschouwd. Daarbij wordt bepaald welke mitigerende maatregelen mogelijk en noodzakelijk zijn om negatieve effecten terug te dringen en op welke manier compensatie plaatsvindt voor optredende effecten.

Verwerking:

Het advies van de Commissie m.e.r. heeft er toe geleid dat er een duidelijke beschrijving en overzicht van de te nemen stappen is gepresenteerd in paragraaf 1.1 van de toelichting van het bestemmingsplan. Op deze manier wordt duidelijk welke plannen doorlopen worden en wat er bestuurlijk nog nodig is voor de daadwerkelijke uitvoering start. Daarnaast is in de regels scherper gesteld wat de voorwaarden zijn voor uitgevoerd mag worden. In de bestemming Natuur is als voorwaarde voor de inrichting van natuur opgenomen dat er eerst een inrichtingsplan moet worden opgesteld waaruit blijkt wat eventuele gevolgen van vernatting zijn en welke compenserende en/of mitigerende maatregelen worden getroffen.
Daarnaast was al in het bestemmingsplan vastgelegd dat indien werkzaamheden gaan plaatsvinden binnen de bestemming Natuur dit moet geschieden op basis van een door burgemeester en wethouders goedgekeurd inrichtingsplan in het kader van de natuurontwikkeling Markdal. Indien werkzaamheden geen onderdeel uitmaken van het plan is een omgevingsvergunning vereist. Middels deze regel is geborgd dat uitvoering niet zo maar kan plaatsvinden na vaststelling van het bestemmingsplan.

Het advies heeft niet tot aanpassing van het planMER geleid.

3. Referentiesituatie

Advies Commissie m.e.r.:

De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER expliciet aan te geven op welke beleidskaders de referentiesituatie is gebaseerd. Geef daarbij aan wat dit betekent voor de uitwerking van de doelstellingen van het NNB.

Reactie:
De referentiesituatie is in hoofdstuk 3 van het planMER beschreven. In dit hoofdstuk zijn in 3.1 de algemene kenmerken van het gebied gegeven, is in 3.2 een systeemanalyse gegeven aan de hand van de ontstaansgeschiedenis en uitgewerkt per thema en worden in 3.3 de autonome ontwikkelingen genoemd die het plangebied raken.

Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen die niet door het project zelf worden opgepakt. In dit geval is er voor gekozen om ook niet de realisatie van (delen van) het NNB als autonome ontwikkelingen te zien. Het NNB is weliswaar vastgesteld beleid dat als autonome ontwikkeling kan worden opgevat, maar het project beoogt hier juist invulling aan te geven en daarom is het ons inziens niet logisch om dat NNB-beleid deel uit te laten maken van de autonome ontwikkelingen. Het zou bovendien tot een zeer ontoegankelijk (mogelijk zelfs onbegrijpelijk) planMER hebben geleid, omdat de referentiesituatie een voorspelling zou moeten zijn hoe het studiegebied eruit zou zien met uitvoering van een NNB-kaderbeleid met veel ruimte voor interpretatie, een situatie dus die er niet is, die moeilijk handen en voeten is te geven en die niemand kent en waarbij uit het verleden is gebleken dat een status als NNB niet betekent dat het ook als zodanig wordt ingericht

In hoofdstuk 3 in het planMER wordt verwezen naar beleidskaders die directe relevantie hebben voor de doelstellingen van het project. Overige beleidskaders worden in meer algemene zin aangestipt in de bijlage van het planMER (bijlage 3).

Verwerking:
Het advies heeft niet geleid tot aanpassingen van de plannen.

4. Effecten water – wateroverlast benedenstrooms – wateroverlast ONA
Advies Commissie m.e.r.:
De Commissie adviseert om in een aanvulling op het MER de maatregelen waarmee negatieve effecten van hoogwater benedenstrooms kunnen worden voorkomen nader te onderzoeken op haalbaarheid, inpassing en effecten op de leefomgeving.

Reactie:
Zoals bij punt 1 in de algemene reactie op het toetsingsadvies is opgenomen, kan het planMER niet de detailinformatie en zekerheden bieden. Dit komt in het projectplan Waterwet. In de bestemmingsplannen is vastgelegd dat de gronden niet voor natuur kunnen worden ingericht voordat een inrichtingsplan is opgesteld waaruit blijkt wat eventuele gevolgen van vernatting zijn en welke compenserende en/of mitigerende maatregelen worden getroffen. Het projectplan Waterwet maakt hier integraal onderdeel vanuit. De wet en regelgeving is zodanig dat indien percelen overlast hebben van de vernatting er extra maatregelen worden getroffen om te zorgen dat deze overlast wordt gecompenseerd. Dit kan bijvoorbeeld door percelen op te hogen, peil gestuurde drainage aan te leggen, zaksloten aan te leggen of in de vorm van een financiële vergoeding. Als er sprake van vernatting zal zijn en naar een oplossing gekeken moet worden, dan gaat het waterschap met de betrokkenen in gesprek om samen tot een oplossing te komen.

Advies Commissie m.e.r.:
De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER de sterk negatieve score op het criterium wateroverlast te onderbouwen. Indien deze onderbouwing leidt tot aanpassing van de effect-score dan adviseert de Commissie deze te betrekken in de vergelijking met het vVKA.

Reactie:
De sterk negatieve score op het criterium wateroverlast bij het ONA was in het planMER bepaald door middel van expert judgement. De verwachting was dat wateroverlast rondom Breda zou toenemen doordat de Boven Mark vrij afwatert, niet meer regelbaar is met stuwen en daardoor piekafvoer naar Breda door opstuwing toeneemt. Naar aanleiding van het advies van de Commissie m.e.r. is nader naar dit onderwerp gekeken.

Het blijkt dat dit effect voor het ONA onterecht verwacht werd. Uit eerder uitgevoerde studies komt dit namelijk niet naar voren. Zo is in een studie van Witteveen en Bos (Toetsing wateroverlast, 2014) onderzoek gedaan wat het effect is van beekherstel in de Boven Mark, waarbij de Boven Mark tot aan Bieberg verondiept en versmald wordt en waarbij alle stuwen in de Boven Mark verwijderd worden. Geconcludeerd is dat beekherstel leidt tot een toename van inundatie in het buitengebied van de Boven Mark (bovenstrooms van locatie Bieberg), maar dat het een beperkt effect heeft op de piekafvoeren richting Breda. Dat de ONA, vergelijkbaar in maatregelen, tot extra wateroverlast in Breda zou leiden is dus een onterechte stelling.

Wel is gesteld dat er maatregelen genomen kunnen worden om wateroverlast in Breda te beperken. Deze maatregelen komen uit een studie van HKV (Optimalisatie Hoogwaterbescherming Breda, 2013). Belangrijkste conclusie uit deze studie is dat waterbergingsmaatregelen in de beekdalen een beperkte invloed hebben op Breda, tenzij de waterberging gestuurd kan worden. Wel effectief is sturing van de stuwen Bieberg, Blauwe Kamer en Galder[1] in combinatie met aanleg van kades bij de stuwen om achterloopsheid van de stuwen te voorkomen.

Verwerking:
De beoordeling van het ONA in het planMER op het thema wateroverlast (paragraaf 5.3) is in deze memo aangepast op basis van bovenstaande modelresultaten. De score is nu neutraal (0). De score voor het vVKA blijft positief (+) omdat piekafvoer naar Breda afneemt door optimalisaties rondom stuw Galder en stuw Bieberg. In de uiteindelijke conclusie van het planMER waar de belangrijkste verschillen beschreven zijn, wordt het beschreven verschil voor wateroverlast tussen vVKA en ONA kleiner, zij het dat het vVKA nog steeds gunstiger uitpakt.

5. Effecten water – grondwatereffecten
Advies Commissie m.e.r.:
De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER de effecten op de grondwaterstanden van de voorgestelde alternatieven transparant en evenwichtig te beoordelen, en ook de (grondwater)effecten van aanleg van de trayvelden helder te presenteren ten behoeve van de besluitvorming.

Reactie:
De effecten op grondwaterstanden zijn in een aparte hydrologische studie onderzocht. Deze studie is als bijlage bij het planMER gevoegd (bijlage 7). In deze studie is het vVKA onderzocht. Het ONA is niet hydrologisch gemodelleerd, maar het grondwatereffect is bepaald op grond van expert judgement. Inzet van expert judgement is een gebruikelijke methodologie bij planMER'en en is ons inziens acceptabel als het een extra vergelijkend alternatief betreft ten opzichte van het alternatief dat later in de vorm van het projectplan Waterwet tot uitvoering zal komen.

Het bestemmingsplan maakt het mogelijk dat de trayvelden in het gebied met 15 ha uitgebreid kunnen worden. De (grondwater)effecten van de aanleg van de trayvelden dienen door de initiatiefnemer inzichtelijk gemaakt te worden bij verschillende vormen van besluitvorming. Voordat de trayvelden daadwerkelijk aangelegd mogen worden is een omgevingsvergunning onderdeel bouwen nodig. Ook geldt op deze locatie een dubbelbestemming voor de bescherming van de natte natuurparel waardoor bij verschillende activiteiten een omgevingsvergunning nodig is voor het uitvoeren van werk, geen bouwwerk, en werkzaamheden. Deze vergunning kan slechts worden verleend, indien geen onevenredige afbreuk wordt gedaan aan het behoud, het herstel en de ontwikkeling van de hydrologische waarden van de natte natuurparel. Alvorens te beslissen over het verlenen van de vergunning winnen burgemeester en wethouders advies in bij de waterbeheerder.Tenslotte is tevens een watervergunning vereist voor het laten toenemen van verhard oppervlak. In alle vormen van besluitvorming worden de effecten van de trayvelden op (grondwater)effecten nader afgewogen.

Verwerking:
Er heeft geen aanpassing plaatsgevonden van het planMER en van de bestemmingsplannen.

6. Effecten natuur – Natura 2000/stikstofdepositie
Advies Commissie m.e.r.:
Op 29 mei 2019 heeft de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State uitspraak gedaan over het Programma Aanpak Stikstof (PAS). Daaruit blijkt dat de Passende beoordeling bij het PAS niet als toestemmingsbasis kan dienen voor plannen en projecten die leiden tot een toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige soorten en habitattypen.
Dit betekent dat voor het Markdal een Passende beoordeling moet worden opgesteld, als significante gevolgen, als gevolg van stikstofdepositie, niet kunnen worden uitgesloten. Het MER bevat hierover onvoldoende informatie. In deze (eventueel op te stellen) Passende beoordeling moet worden beoordeeld of aantasting van natuurlijke kenmerken kan worden uitsloten. Bij deze beoordeling kunnen mitigerende maatregelen worden meegenomen.[2]

[1] Stuwen Bieberg, Blauwe Kamer en Galder sturen zo dat ze gedurende de hoogwatergolf zo veel mogelijk afvoeren totdat de waterstand bij Trambrug, Breda, een peil van NAP +1,65m overschrijdt. Als dit gebeurt, stuurt de stuw naar zijn maximale kruinstand. Hierdoor wordt tijdens de top van de afvoergolf minder afgevoerd richting Breda.
[2] Zie over het inzetten van maatregelen ook de brief Nadere reactie op uitspraak Raad van State inzake het Programma Aanpak Stikstof van de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 12 juni 2019.

Denk hierbij vooral aan maatregelen aan de bron. Voor bronmaatregelen kan namelijk met wetenschappelijke zekerheid worden beschreven hoeveel stikstofdepositie de maatregel wegneemt.
Het nemen van gebiedsgerichte maatregelen als mitigerende maatregelen is waarschijnlijk niet toegestaan. Denk hierbij aan maatregelen zoals plaggen. Het is in de praktijk namelijk lastig om met wetenschappelijke zekerheid aan te tonen dat de maatregel een effect voorkomt, ook al gaat het om een maatregel die bewezen effectief is. Het is namelijk de vraag of de positieve effecten van de maatregel tijdig, voldoende en op de gewenste plek optreden.
Daarnaast blijkt uit de uitspraak dat maatregelen alleen als mitigerende maatregelen kunnen worden meegenomen, als deze niet al nodig zijn voor het behoud of het voorkomen van verslechtering of verstoring van het gebied.[3]

Reactie:
De reactie op dit onderdeel van het toetsingsadvies van de Commissie m.e.r. staat in de toelichting van het bestemmingsplan.

7. Effecten natuur – Passende beoordeling
Advies Commissie m.e.r.:
De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER een Passende beoordeling voor het Natura 2000-gebied Ulvenhoutse Bos uit te voeren. Werk daarin de effecten uit van de toename van stikstofdepositie als gevolg van tijdelijke werkzaamheden. Onderzoek tevens de mogelijke hydrologische effecten op de verdrogings-/vernattingsgevoelige natuur in het gebied.

Reactie:
De stikstofdepositie staat beschreven onder punt 6.

Hydrologische effecten op Natura 2000-gebieden zijn niet significant, zoals aangetoond in de hydrologische studie (bijlage 7 bij het planMER). De grondwaterkaarten laat zien dat grondwaterstandsveranderingen niet reiken tot in het Ulvenhoutse Bos.

De term 'Passende beoordeling' is in het planMER wel aangehaald, dit geldt alleen als een algemene term in de beschrijving van de wettelijke kaders (bijlage 3 bij het planMER).

Verwerking:
Advies van de Commissie m.e.r. heeft niet geleid tot aanpassing van de bestemmingsplannen of het planMER.

8. Effecten natuur – Natuurnetwerk Brabant, natte natuurparel en Kaderrichtlijn Water
Advies Commissie m.e.r.:
De Commissie adviseert om in een aanvulling op het MER inzicht te geven in hoeverre doelen van het natuurnetwerk NNB en de Kaderrichtlijn Water in kwantitatieve en kwalitatieve zin worden gehaald. Relateer het halen van deze doelen daarbij expliciet aan de keuze voor het vVKA en de daarbij behorende mitigerende en compenserende maatregelen.

Reactie:
In het planMER is beschreven wat de effecten van beide alternatieven zijn op NNB, NNP en KRW. Daarbij is een kwantificering opgenomen van het aantal ha's waarmee het NNB uitgebreid wordt. Hierin zijn geen eenduidige getallen gebruikt.

Toevoeging gemeente Breda:
De gronden ten noordwesten en noorden van de bestaande Ulvenhoutse bebouwing worden toegevoegd aan het NNB (12.68 ha). Hiermee kan dit nu open terrein worden ontwikkeld voor een functie als verbinding met het Natura 2000-gebied het Ulvenhoutse Bos en tevens met de bestaande natuur van de noordelijk gelegen Bavelse Leij, omgeving Wolfslaarpark en dergelijke. Dit is een belangrijke ontwikkeling die veilige passages onder de Ulvenhoutselaan nu zinvol gaan maken. Deze percelen liggen zowel hoog als laag in het landschap waardoor verschillende natuurwaarden kunnen ontstaan. Langs het Sulkerpad liggen de hogere gronden en aan de noordzijde de gronden met potentie voor vochtig hooiland. Helemaal aan de noordzijde zal een bosje worden

[3] Hoe een maatregel kan worden aangemerkt, zal moeten blijken in een nadere gebiedsanalyse per Natura 2000-gebied waarin de benodigde instandhoudings- en passende maatregelen worden benoemd. Zolang deze gebiedsanalyses niet beschikbaar zijn, is niet duidelijk welke maatregelen nog beschikbaar zijn als mitigerende maatregel.

gerealiseerd om de verbinding met het Ulvenhoutse Bos te versterken. De gemeente zet zich in om de faunapassage hiertussen te realiseren.

Toevoeging gemeente Alphen-Chaam:
De percelen ten noorden van de Koekelberg worden toegevoegd aan het NNB (1.53 ha). De percelen zijn toegevoegd omdat hier de effecten van beekherstel groot zijn. Het zijn laag gelegen percelen die na beekherstel jaarlijks gaan overstromen, waardoor de mogelijkheden voor agrarische gebruik sterk verminderen. De oude meander wordt opgenomen in de nieuwe beekloop. De beek blijft daarbij meanderen op de huidige oostoever. Het perceel achter dit bosje dat erbij komt zorgt er ook voor dat er meer ruimte ontstaat voor een open verbinding langs het water. Er wordt Kruiden- en faunarijk grasland mogelijk gemaakt.

Verwijdering:
Op het bestemmingsvalk van de boerderij bij de klokkenberg kan het NNB eraf (0.17 ha). In het bestemmingsplan klokkenberg heeft dit bouwblok de bestemming Gemend 3 met de daarbij behorende regels. Op een deel van dit bestemmingsvlak ligt de functie-aanduiding parkeerterrein.

Totaaloverzicht:
In Breda komt er 14.22.38 ha NNB bij en gaat er 0.17.23 ha vanaf.
In Alphen-Chaam komt er 37.58.08 ha NNB bij en gaat er 26.85.65 ha vanaf (30.30.85 ha NNB op het landgoed Luchtenburg en 7.27.23 ha elders).

Totaal Markdal:
- 51.80.46 ha NNB erbij;
- 27.02.88 ha NNB eraf;
- Dus komt er netto 24.77.58 ha NNB bij.

In de kaarten in de bijlage is aangegeven waar de percelen liggen (zie bijlage).

Verwerking:
In de bestemmingsplannen wordt gezorgd voor een eenduidig kwantitatief en kwalitatief beeld. Dit conform het GS dossier Het vaststellingbesluit van de herbegrenzing van de provincie van 24 september wordt als bijlage bij het bestemmingsplan opgenomen en de juiste kaart van de herbegrenzing wordt toegevoegd. De paragrafen 3.6 (Alphen-Chaam) en 4.4 (Breda) van de toelichting zijn hierop aangepast.

9. Effecten op landschap niet in samenhang bekeken
Advies Commissie m.e.r.:
De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER de huidige situatie van het landschap te beschrijven. Geef daarbij aan hoe landschappelijke structuren worden gewaardeerd en waar mogelijkheden liggen om deze te herstellen. Onderzoek de verschillende ontwikkelingen die het bestemmingsplan mogelijk maakt in samenhang en beschrijf de effecten op het landschap.
Geef daarbij aan waar compenserende en mitigerende maatregelen nodig en of mogelijk zijn. Beschrijf deze in het licht van de economische activiteiten en geef aan hoe eventuele landschapsherstelmaatregelen op de voor de NNB verworven gronden eruit komen te zien.

Reactie:
In de bestemmingsplannen wordt meer uitvoerig ingegaan op landschappelijke aspecten van de plannen. Scope hierbij wordt gevormd door de gronden en initiatieven die in het bestemmingsplan zijn opgenomen. Het plan is daarbij geïnspireerd op historische elementen van het gebied.

De Vereniging Markdal heeft gewerkt aan een perspectief en visie van het landschap. Hiervoor heeft uitgebreid onderzoek plaatsgevonden naar de landschappelijke structuren, de waardes ervan en de mogelijkheden om deze te herstellen. Deze hebben als basis gediend voor de plannen voor de inrichting van het Markdal. Figuur laat een landschappelijke-geografische zonering zien die opgesteld is naar het karakter van een beekdal met aangrenzende hoge en veenachtige gronden. Deze landschappelijke-geografische zonering brengt een bepaald soort ruimtegebruik met zich mee. In het Markdal zijn drie natuurlijke zones onderscheiden (zie Figuur , let op dat het zuiden links ligt en dat het noorden rechts ligt in de figuur):
- Een laag-hoog zonering: Vanuit het laagste punt van het dal (met de vrij stromende Boven Mark) stijgt het dal langzaam via drassig land dat gemakkelijk overstroomt, naar drogere weiden en akkers (met daarin de (ex-)

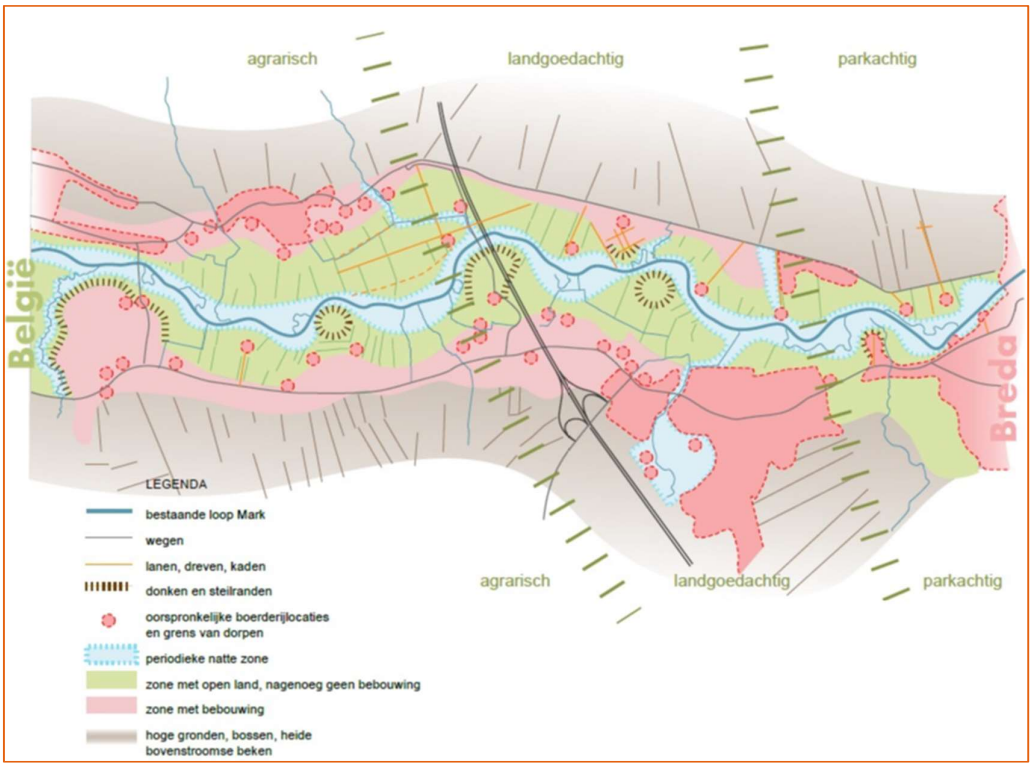
agrarische bouwkavels en de dorpen). Tot uiteindelijk de hogere gronden die geschikt zijn voor land- en tuinbouw en de droge heide- en bosgebieden en de bovenlopen van de zijbeken.

- Een zuid-noord zonering, vanuit de oorsprong van de Mark in Vlaanderen tot aan Breda, van stad (Hoogstraten) – land – stad (Breda) met een verval van 14 meter en met op Nederlands grondgebied een zonering in landschappen:
  - Zuid: landbouwachtig, met verweving van landbouw en natuur en landschapselementen en zelfstandige kavels met (agrarische) bebouwing.
  - Midden: landgoedachtig (doorsneden door de autoweg), verweving van wonen in landgoederen, landbouw en natuur en landschapselementen.
  - Noord: nabij de stad parkachtig/stedelijk beïnvloed, intensief recreatief gebruik.
- Een overgangszonering rond de kernen (Ulvenhout en Galder) van bebouwd naar onbebouwd gebied.

Zoals al aangeven wordt een inrichtingsplan opgesteld ten behoeve van de uitvoering van het plan. In dit inrichtingsplan worden de water- en natuurdoelen, alsmede de doelen op het gebied van recreatie, landschap, cultuurhistorie en archeologie in onderlinge samenhang uitgewerkt. Dan pas wordt duidelijk hoe eventuele landschapsherstelmaatregelen er concreet uit gaan zien.

De ontwikkelingen die mogelijk worden gemaakt in het bestemmingsplan vinden, m.u.v. Markweg 15, plaats op bestaande bouwpercelen, waardoor de impact op het landschap gering is. Sommige ontwikkelingen hebben geen of nauwelijks effect op het landschap. Indien sprake is van een mogelijk landschappelijk effect is er een landschappelijk inpassingsplan opgesteld dat aansluit bij de landschappelijke waarden van het gebied. Deze landschappelijke inpassingsplannen zijn als bijlage bij de regels opgenomen. Door middel van een voorwaardelijke verplichting is de uitvoering geborgd.

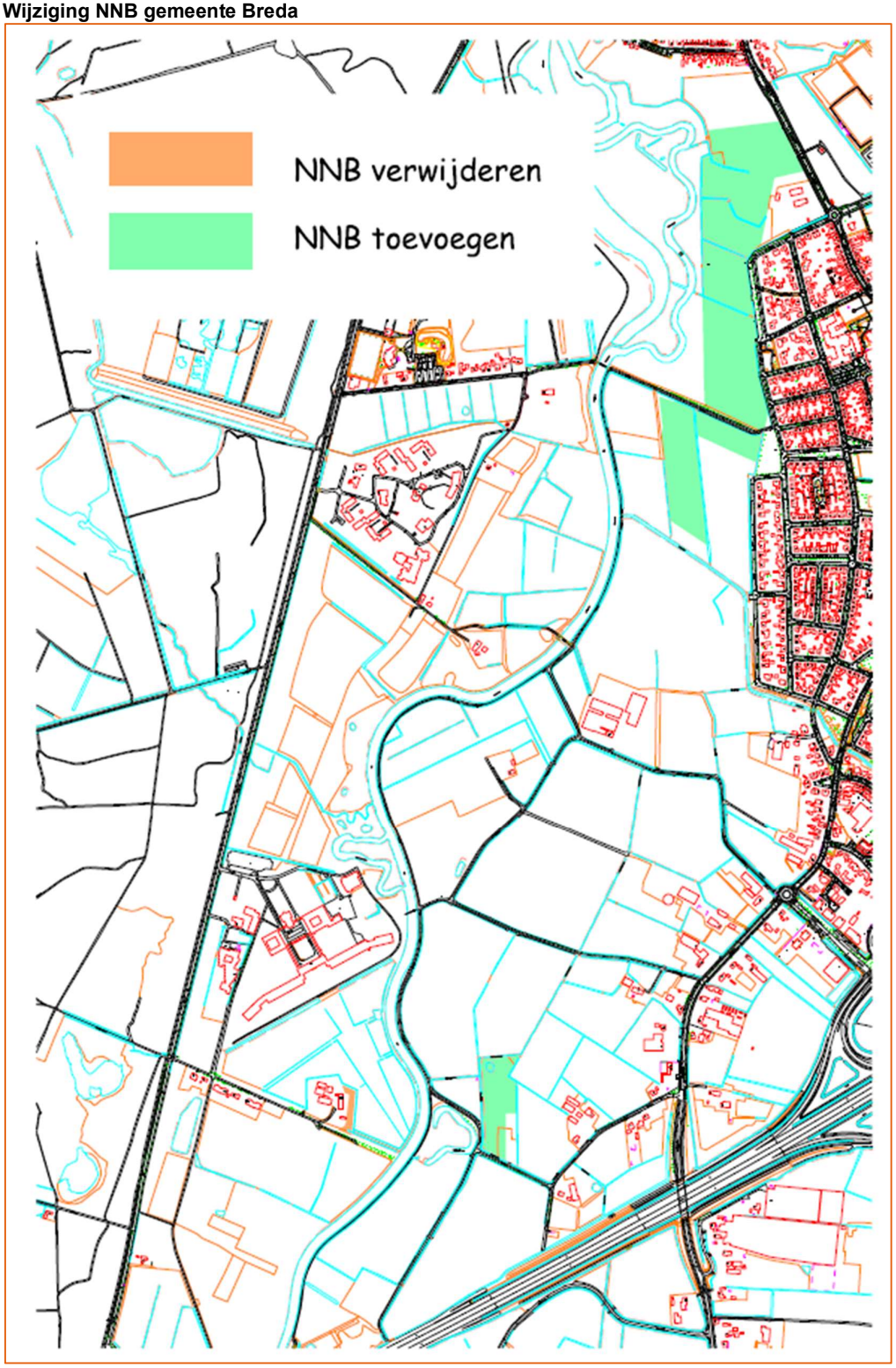
<u>Verwerking:</u>
In de toelichting bij het bestemmingsplan Alphen-Chaam is in paragraaf 5.5 een aanvullende onderbouwing opgenomen conform bovenstaande tekst en onderstaande een visualisatie is toegevoegd om het plan meer in samenhang met het landschap te verduidelijken.



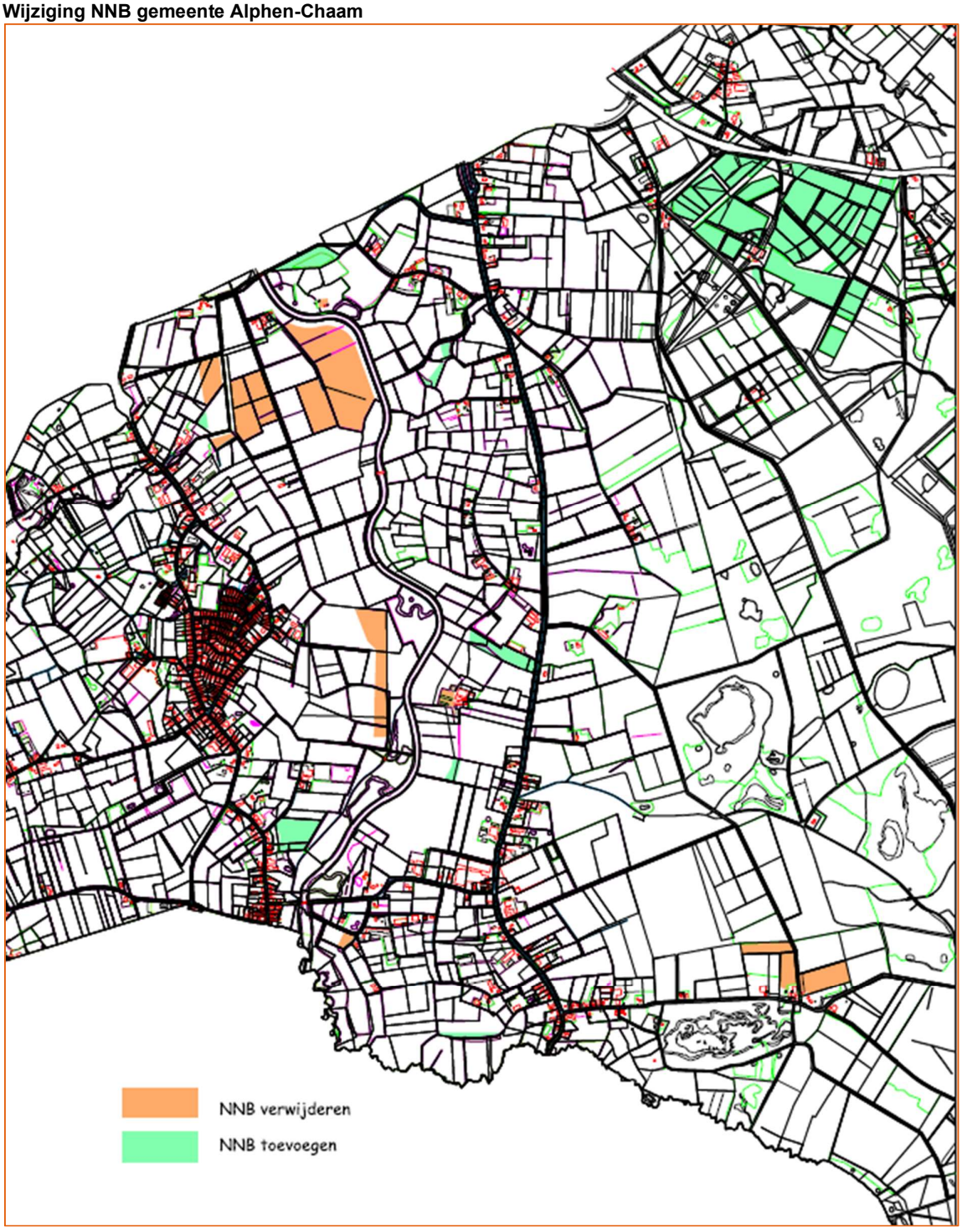
Figuur 2 Landschappelijke zonering in beeld.

BIJLAGE: KAARTEN

Wijziging NNB gemeente Breda



Wijziging NNB gemeente Alphen-Chaam



MEMO

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Overzicht toename bestemming natuur middels bestemmingsplan Markdal binnen gemeente Breda.

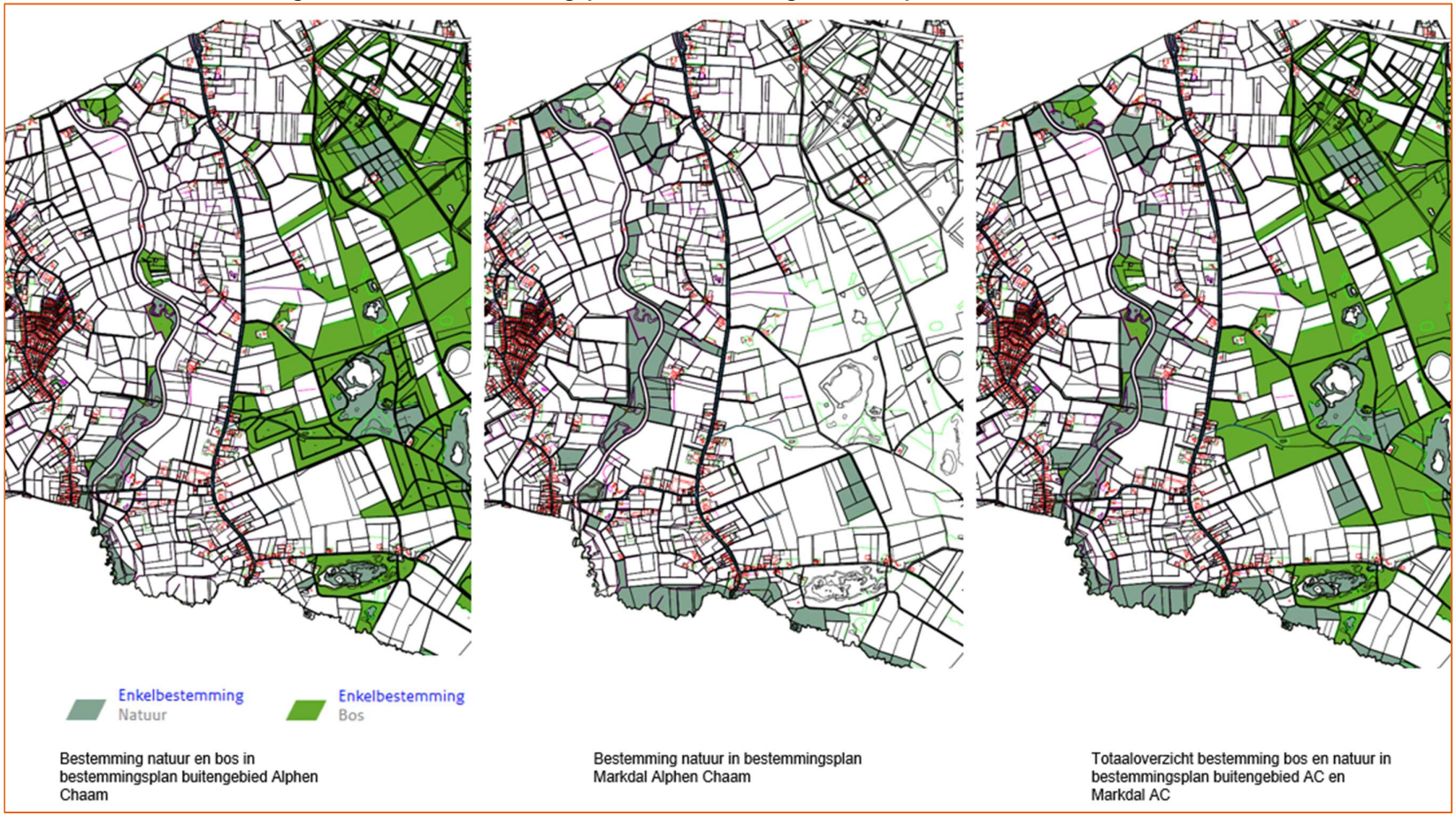
Enkelbestemming
Natuur

Bestemming natuur in bestemmingsplan buitengebied zuid 2013 van gemeente Breda

Bestemming natuur in bestemmingsplan Markdal Breda

Totaaloverzicht bestemming natuur in bestemmingsplan buitengebied zuid 2013 en Markdal Breda

Overzicht toename bestemming natuur middels bestemmingsplan Markdal binnen gemeente Alphen-Chaam.



Bestemming natuur en bos in bestemmingsplan buitengebied Alphen Chaam

Bestemming natuur in bestemmingsplan Markdal Alphen Chaam

Totaaloverzicht bestemming bos en natuur in bestemmingsplan buitengebied AC en Markdal AC

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PLANMER MARKDAL

Vereniging Markdal

28 JANUARI 2019

Contactpersoon

FRANS DOTINGA

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD NAMENS DE VERENIGING MARKDAL 6

SAMENVATTING 7

1 INLEIDING, KENMERKEN VAN HET PROJECT 13

1.1 Introductie van het project 13

1.2 Nadere projectbeschrijving 13

1.2.1 Opgave en beleidskader 13

1.2.2 Plangebied 15

1.2.3 Projectdoelen 17

1.2.4 Partners werken samen 17

1.2.5 Procedure, vastlegging van het project 18

1.3 Leeswijzer 18

2 MILIEUEFFECTRAPPORTAGE 19

2.1 M.e.r.-plicht 19

2.2 Eén MER voor Boven Mark 19

2.3 M.e.r.-procedure 19

2.4 Vaststelling bestemmingsplan 20

3 REFERENTIE 22

3.1 Algemene kenmerken 23

3.2 Systeemanalyse 23

3.2.1 Ontstaansgeschiedenis 23

3.2.2 Ontginningsgeschiedenis 24

3.2.3 Bodemsysteem 24

3.2.4 Watersysteem 30

3.2.5 Natuurontwikkeling 36

3.2.6 Landschap, Cultuurhistorie en archeologie 46

3.2.7 Overig gebruik en leefbaarheid 52

3.3 Autonome ontwikkelingen 54

4 WIJZE VAN VARIËREN 55

4.1 Proces 55
4.2 Doorlopen gebiedsproces 55
4.3 Ontwikkeling voorlopig voorkeursalternatief 56
4.3.1 'Blauwe' (hydrologische) invulling 56
4.3.2 'Groene' invulling 59
4.3.3 'Economische' invulling 62
4.4 Het voorlopig voorkeursalternatief 64
4.5 Optimaal natuuralternatief (ONA) 66

5 EFFECTBEOORDELING 70
5.1 Wijze van beoordelen 70
5.2 Effectbeoordeling Bodem 72
5.3 Effectbeoordeling Water 74
5.4 Effectbeoordeling Natuur 78
5.5 Effectbeoordeling Landschap, cultuurhistorie en archeologie 81
5.6 Effectbeoordeling Overig gebruik en leefbaarheid 83
5.7 Mitigerende en compenserende maatregelen 85
5.8 Leemten in kennis 86
5.9 Grensoverschrijdende effecten 88
5.10 Gevoeligheidsanalyse: alleen fase 1 wordt uitgevoerd 89

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 92
6.1 Milieueffecten 92
6.1.1 vVKA versus ONA 92
6.1.2 Gevoeligheidsanalyse: fase 1 versus vVKA 93
6.2 Aanbevelingen voor het vervolg 93

BIJLAGE 1: ZIENSWIJZEN 94

BIJLAGE 2: BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN 101

BIJLAGE 3: BELEIDSKADERS 103

BIJLAGE 4: ECONOMISCHE ONTWIKKELINGEN 107

BIJLAGE 5: WATERSYSTEEMANALYSE 110

BIJLAGE 6: LANDSCHAPSECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE 111

BIJLAGE 7: HYDROLOGISCH ONDERZOEK 112

BIJLAGE 8: AERIUS-BEREKENING 113

BIJLAGE 9: ONDERBOUWING VOORLOPIG VKA 114

LITERATUURLIJST 122

COLOFON 123

VOORWOORD NAMENS DE VERENIGING MARKDAL

Jettie Rattink, voorzitter
De vereniging Markdal heeft in 2017 de opdracht gegeven om in samenhang bestemmingsplannen te maken voor het gebied tussen de Belgische grens en de stadsrand van Breda. Een tweetal bestemmingsplannen omdat het hier het grondgebied van twee gemeenten betreft, Alphen-Chaam en Breda.

Het is geen allesomvattend bestemmingsplan, maar eerder een verzameling van verschillende kleinere plannen in samenhang met de hoofdbestemmingen voor “Natuur en Water”. De bestaande bestemmings-plannen blijven voor het grootste deel van het gebied van kracht. Bestemmingsplannen kunnen ook andere procedures met zich brengen. Soms niet verplicht wel gewenst. De vereniging Markdal heeft er oorspronkelijk voor gekozen om een plan-MER te laten maken, waarvan u hier het resultaat ziet. Het stramien van een plan-MER kent nog geen aanpassing aan processen zoals het onderhavige samenlevings-/gebiedsproces. De praktijk van de leefwereld schuurt ook hier weer met de praktijk van de systeemwereld zoals door de vereniging in het hele proces vaker geconstateerd. De voorliggende bestemmingsplannen zijn noodzakelijk om de maatregelen voor de kader richtlijn water aan de Mark te realiseren. Tegelijk wordt daarmee 100 ha natuur ontwikkeld binnen het Natuur Netwerk Brabant (voormalige EHS).

De vereniging Markdal, duurzaam en vitaal, heeft in 2013 door een overeenkomst met de provincie Noord-Brabant aan te gaan, de realisatie van de 100 ha natuur in samenhang met de KRW doelen voor het betreffende gebied op zich genomen binnen een breder maatschappelijk kader. Een aanvullende overeenkomst zal voor het einde van het jaar gesloten worden.

Waarom heeft de vereniging dat gedaan:
Zoals onlangs ook in een uitgave van de VNG[1] werd gesteld:
“Het Markdal was geen ‘makkelijk’ gebied. Met de komst van de Ecologische Hoofdstructuur en de Kaderrichtlijn Water werd het stroomdal van de gekanaliseerde Mark, ten zuiden van Breda, aangewezen als gebiedontwikkelingsproject. Verschillende pogingen vanuit de overheid om de gewenste ontwikkelingen te realiseren liepen vast.”

De commissie die de inzet van het ‘meerwaarde traject’ van de provincie Noord-Brabant moest beoordelen heeft het project als volgt getypeerd:

Algemene indruk
Markdal ligt iets ten zuiden van Breda. Het is een historisch gegroeid buitengebied, waar nieuwe opgaven schuren met de bestaande inrichting. Een klassiek voorbeeld van overkomen verrommeling. Bij nieuwe opgaven valt te denken aan water, natuur, vrijetijdseconomie en landschappelijke kwaliteit. Vanuit het gebied zelf, is gestart met een proces gericht op vrijwillige kavelruil en een kwaliteitsslag. Binnen heldere en faire spelregels kan iedereen meedenken en meedoen. Er is een beweging van de grond aan het komen die mensen boven zichzelf kan doen uittillen. Waarom genoegen nemen met een zesje, als er ook een dikke acht in zit? En dat beslist niet alleen in termen van geld maar eerder in termen van volhoudbaarheid en geluk.
Het proces is een treffend voorbeeld van professionele zelforganisatie door belanghebbenden in het gebied en overheidsparticipatie door verantwoordelijke overheden (Gemeente Breda, Gemeente Alphen-Chaam, Waterschap Brabantse Delta, Provincie Noord-Brabant). Bescheiden initiatieven worden geassembleerd tot grote veranderingen. Het proces kan voor het gebied per saldo leiden tot een kwaliteitssprong in ruimtelijk, maatschappelijk en economisch opzicht.
Binnen het gebied worden diverse uitvindingen gedaan. Als eerste het organiseren van vrijwillige collectiviteit met individuele perspectieven en mogelijkheden tot deelname door nieuwe initiatiefnemers. Als tweede het organiseren van publiekprivaatparticuliere geldstromen op voor alle partijen acceptabele wijze. Ook volksvertegenwoordigers van betrokken overheden kunnen zich erin vinden. Als derde het organiseren van een regionale omgevingsvisie met per saldo veel respect voor wettelijke kaders, waardoor de informele visie als (ruwe) bouwsteen kan worden opgenomen in de formele omgevingsvisie van Noord-Brabant. Kan het mooier: een samenleving die sectorale beleidsdoelen serieus neemt en gezamenlijke overheden die een puzzelstuk voor een integrale omgevingsvisie serieus nemen? Met recht is Markdal een koploper van toepassing van de geest van de Omgevingswet.

[1] Van der Steen, M. & Van Buuren, A. (2017). *Doe maar gewoon. Aan de slag met de Omgevingswet door systematisch proberen.* NSoB: Nederlandse School voor Openbaar Bestuur.

SAMENVATTING

Inleiding

In het rivierdal van de Boven Mark bestaat de sterke wens om te komen tot natuurherstel en -ontwikkeling. De Boven Mark stroomt door de gemeenten Alphen-Chaam en Breda. De komende jaren wordt het Markdal hier heringericht. Zo ontstaat er ruimte voor natuurontwikkeling en wordt het gebied meer geschikt voor recreatie en toekomstgerichte bedrijvigheid. Het plangebied ligt in de gemeenten Alphen-Chaam en Breda (zie Figuur S.1).

In 2013 heeft de Vereniging Markdal een overeenkomst gesloten met de provincie Noord-Brabant en het waterschap Brabantse Delta voor de herinrichting van het Markdal, zoals omschreven in het Uitvoeringsprogramma Markdal. De Vereniging Markdal heeft daarbij de taak op zich genomen om samen met de bewoners regievoerend te zijn. Hoofddoel van het Uitvoeringsprogramma Markdal is het realiseren van ca. 100 ha Natuurnetwerk Brabant (NNB) in het Markdal en de herstel en ontwikkeling van de natte natuurparel (NNP) van de Boven Mark tussen de grens met België en de Duivelsbrug bij Breda. Daarbij worden ook maatregelen uit de Kaderrichtlijn Water gerealiseerd, terwijl er tevens een vitale bedrijfsvoering mogelijk dient te zijn.

Figuur S.1 Plangebied Markdal

Milieueffectrapportage

Om de herinrichting van het Markdal mogelijk te maken wordt in beide gemeenten een nieuw bestemmingsplan vastgesteld. Op grond van wet- en regelgeving is een milieueffectrapport voor plannen nodig, een zogenaamde plan-MER. Het plan-MER draagt de milieuargumenten aan voor besluitvorming over de bestemmingsplannen.

Er is een Notitie voor de Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld, waarop zienswijzen zijn ontvangen. Op basis van de NRD is het plan-MER en zijn de ontwerpbestemmingsplannen opgesteld. De eisen uit de Wet milieubeheer en de definitieve afbakening van de reikwijdte en detailniveau bepaalden de opzet van het plan-MER. De bestemmingsplannen komen samen met het plan-MER ter visie te liggen. Het plan-MER wordt ter toetsing voorgelegd aan de Commissie voor de m.e.r. en voor advies toegezonden aan de overige wettelijke adviseurs. Daarnaast krijgt een ieder de gelegenheid om zienswijzen in te dienen.

De bevoegde gezagen, zijnde de gemeenten Alphen-Chaam en Breda, stellen vervolgens de bestemmingsplannen vast. Daarbij wordt rekening gehouden met de ingekomen zienswijzen en adviezen op het ontwerpbestemmingsplan en plan-MER. Na deze vaststelling is tegen het bestemmingsplan beroep mogelijk.

Systeemanalyse en huidige situatie

Wat is het vertrekpunt voor de gebiedsontwikkeling waar we voor staan? Hoe ziet het Markdal er nu uit, uitgaande vanuit zijn lange ontstaansgeschiedenis? Het is goed om dit te weten, om te kunnen bepalen welke kwaliteit natuur is te realiseren in het plangebied. En om te bepalen welke effecten er optreden bij uitvoering van het plan.

Bodem

Het gebied bestaat uit lagere en hogere delen. De hogere delen liggen meer aan de zuidzijde van het plangebied waar het maaiveld al snel kan oplopen met meer dan 3 tot 6 meter boven NAP. Terwijl bij de Duivelsbrug bij Breda het maaiveld rond de NAP +1,5 tot +2,5 m ligt.

De laagstgelegen delen van het rivierdal bestaan uit beekeerdgronden en gooreerdgronden. Dit zijn zandgronden die onder invloed staan van grondwater en van nature natte gronden zijn. Op de hogere delen komen de veldpodzolgronden, laarpodzolgronden en enkeerdgronden voor. Veldpodzolgronden zijn vochtige tot droge heide ontginningsgronden met een dunne humushoudende bovengrond, terwijl enkeerdgronden een dikke humushoudende bovengrond hebben als gevolg van eeuwenlange cultuurgebruik. Ook laarpodzolgronden zijn oude akkers, echter is het cultuurdek minder dik.

Water

De Boven Mark ontspringt in Vlaanderen en is ter hoogte van Castelré grensvormend. Daarna stroomt de rivier weer Vlaanderen in om vanaf Galder in Nederland naar het noorden te stromen en uit te monden in de singels van Breda. Het Nederlandse deel is getypeerd als type R6, een langzaam stromend riviertje op zand/klei. In Nederland is de rivier eind jaren zestig gekanaliseerd en voorzien van drie stuwen. De Boven Mark heeft vanwege onomkeerbaar geachte menselijke ingrepen de status “sterk veranderd”. Sinds eind jaren negentig zijn als herstelmaatregelen onder andere meanders en een vispassage aangelegd.

De grondwaterstanden liggen in het rivierdal veelal dicht op het maaiveld. Dat komt omdat het maaiveld circa 1 meter hoger is dan het waterpeil van de Boven Mark en het rivierdal gevoed wordt met kwelwater. Het peil in de rivier wordt sterk gereguleerd. De waterniveaus in de rivier hebben daarom over de seizoenen maar een beperkte fluctuatie. Dit is in de directe omgeving van de rivier terug te zien in de grondwaterstanden. Van kwel is op veel plekken in het Markdal sprake. In het gebied zijn een aantal locaties aanwezig met een hoge kwelpotentie.

Natuur

In de directe omgeving van de Boven Mark liggen een tweetal Natura 2000-gebieden, namelijk Heesbossen-Elsakker op Belgisch grondgebied in het zuiden en het Ulvenhoutse bos in het noordwesten. Beide gebieden zijn Habitatrichtlijn-gebieden.

Het Markdal zelf is onderdeel van het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Het NNB betreft een netwerk van deels bestaande en deels nieuwe natuurgebieden die door ecologische verbindingszones (EVZ) met elkaar verbonden zijn. Op de ambitiekaart van de provincie is te zien dat het gebied langs de Boven Mark grotendeels dient te worden omgevormd tot een zand- en kalklandschap.

De percelen in het NNB hebben ook de status natte natuurparel (NNP). Binnen de NNP en diens omliggende beschermingszone wordt ingezet op bescherming en verbetering van hydrologische status in het gebied. Zowel voor de NNB als ook de NNP (vanwege de beleidsmatige koppeling) geldt dat een herbegrenzing van het gebied nodig is om het gebied weer tot ontwikkeling te kunnen brengen.

In het plangebied zijn de aanwezige beschermde soorten op grond van de Wet natuurbescherming in kaart gebracht middels een QuickScan. In het gebied komen ruim 70 volgens de vogelrichtlijn beschermde broedvogels voor. Daarnaast komen verschillende grondgebonden zoogdieren voor. Verder zijn buiten het plangebied vleermuizen aangetroffen en is gebleken dat binnen het plangebied maar beperkt geschikt habitat voor amfibieën aanwezig is. Van de vaatplanten komt er maar één beschermde soort in het plangebied voor.

Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Het rivierdal van de Mark is relatief open met hier en daar een bosschage (broekbosje) ter hoogte van de rivier en een aantal lijnbeplantingen. De openheid en de (relatief) groene wanden vormen de belangrijkste landschappelijke waarden van het rivierdal zoals het er nu bij ligt. De meanderende loop van de Boven Mark is in de laatste eeuwen tot aan de kanalisatie in 1969 relatief weinig veranderd. Bij de kanalisatie kreeg de Boven Mark vanuit landschappelijk oogpunt langgerekte bochten.

Het totale Markdal heeft een hoge cultuurhistorische waarde vanwege de gaafheid, visuele herkenbaarheid in haar landschappelijke omgeving, de zeldzaamheid van beekdalen van deze omvang en de aanwezigheid van gebouwd erfgoed zoals de vele landhuizen, buitenplaatsen, landgoederen en eeuwenoude hoeves waaronder landgoed Daasdonk inclusief de bijbehorende hoeven (Blauwe Kamer, Schoondonk en Nieuwenhuis).

De omgeving van het Markdal is rijk aan archeologische resten. De meeste hiervan zijn aangetroffen op de hoge zandgronden, maar veel daarvan zijn aangetroffen in de directe nabijheid van het rivierdal. Dit betreft met name een aantal nederzettingsterreinen uit de ijzertijd-vroege middeleeuwen. In het rivierdal zijn tevens waarnemingen aangetroffen, maar veel minder dan in de omliggende zandgronden.

Overig gebruik

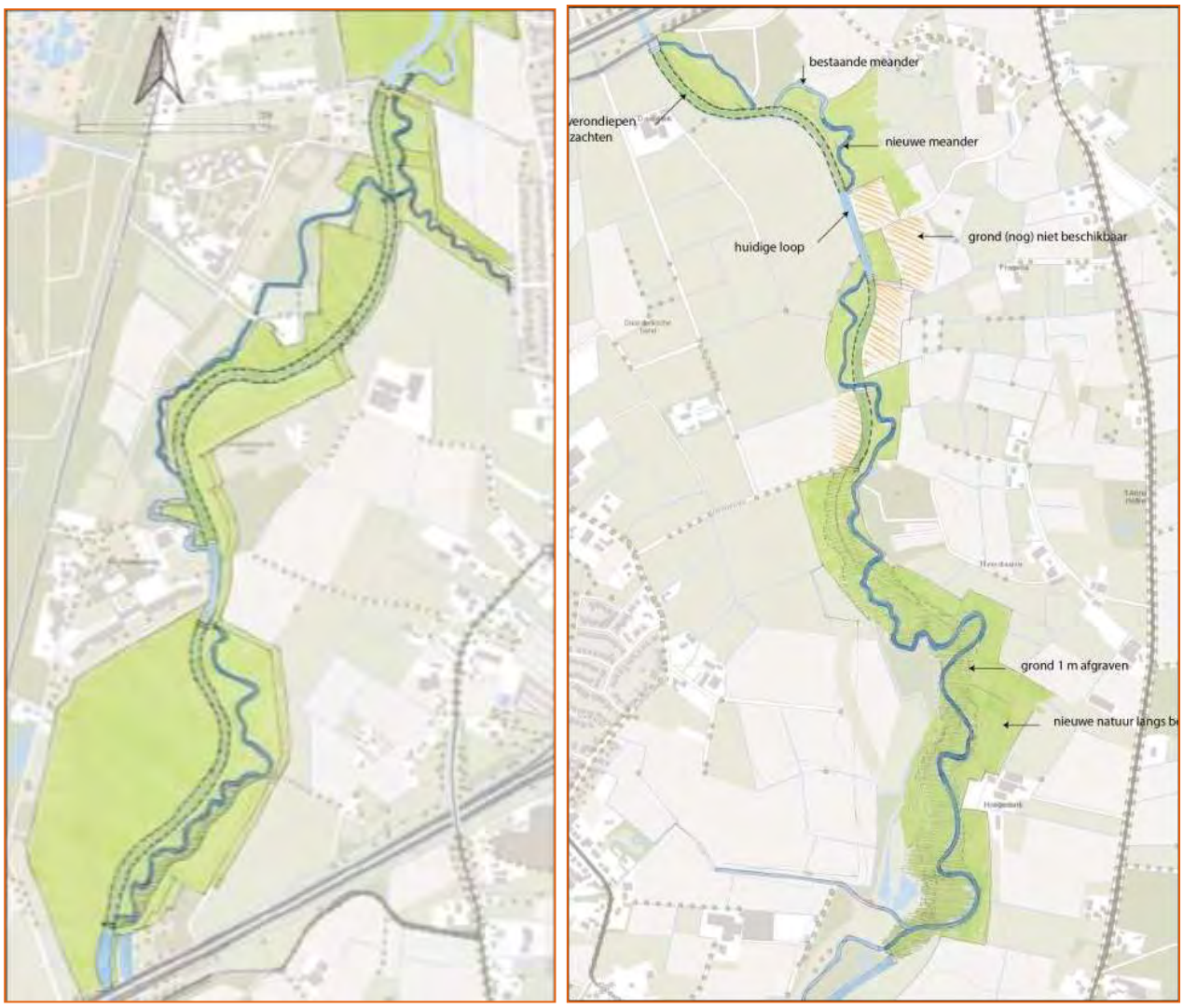
Binnen het plangebied is bebouwing aanwezig. Deze ligt in of vlak naast natuurgronden of agrarische gronden. Op de hogere flanken van het rivierdal liggen de dorpskernen Galder, Strijbeek en Ulvenhout. Daarnaast vindt veel agrarische bedrijvigheid plaats. Het grootste deel van het rivierdal bestaat uit graslanden, welke in agrarisch gebruik zijn.

Alternatieven

Voorlopig voorkeursalternatief (vVKA)

Gedurende de afgelopen jaren is intensief gewerkt aan een samenhangende inrichting van het Markdal op het gebied van water (blauw), natuur (groen) en samenleving (economie). Met de inbreng en rivierdal-kennis van bewoners, leden van de Vereniging Markdal en diverse deskundigen van de gemeenten, provincie en waterschap is gekomen tot een ontwerp voor de herinrichting van het Markdal.

Het voorlopig voorkeursalternatief is gebaseerd op de gronden die vanuit het Perspectief voor het Markdal voor natuur en water vrijkomen als gevolg van de ‘economische’ initiatieven en andere gronden die zijn aangekocht door de Stichting Markdal. Dit alles op vrijwillige basis. De ruimte voor rivierherstel en natuurontwikkeling staat daarmee vast. Binnen deze ruimte is gezocht naar de gewenste hydrologische inrichting van het gebied (KRW-doelen), waarbij tevens invulling kan worden gegeven aan het NNB en de NNP-doelen. Betrokken bij deze afweging zijn de voor- en nadelen op het gebied van hydrologie, natuur, landbouw, landschap, recreatie en water- en natuurbeheer.



Figuur S.2, S.3 Kaarten inrichtingsvariant C noord (links) en zuid (rechts)

Optimaal natuuralternatief (ONA)

Op basis van een landschapsecologische systeemanalyse is het ONA samengesteld. Het ONA is het meest optimaal natuuralternatief ten aanzien van de watergeboden en landgebonden natuur. Het ONA beperkt zich niet tot percelen die vanuit het economische initiatieven vrijkomen voor water en natuur en is daardoor minder beperkt. Bij het ONA krijgen alle percelen langs de rivier een functieverandering richting natuur, waardoor overal ruimte ontstaat voor vrije oevererosie. De gebieden die onderdeel van het ONA gaan vormen liggen als clusters aan het toekomstige riviertracé van de Mark. De rivier zelf krijgt weer een natuurlijke loop door het historisch tracé uit 1900 aan te houden. Daarnaast worden de stuwen verwijderd.

Effectbeoordeling

Onderstaande samenvattende tabel laat de milieueffecten van het vVKA en van de ONA zien ten opzichte van de referentiesituatie. In het algemeen geldt dat voor de specifieke natuur aspecten het ONA relatief beter scoort dan het vVKA, omdat het ONA de nadrukt legt op het maximaal haalbare natuur- en hydrologische ontwikkeling. Het vVKA scoort echter weer beter op de reguleerbare zaken zoals wateroverlast en op overig gebruik en leefbaarheid. Hoewel het vVKA op een aantal punten minder scoort dan het ONA, scoort dit alternatief op natuur en hydrologie nog steeds overwegend positief vergeleken met de referentiesituatie waarin natuurontwikkeling nauwelijks of mondjesmaat van de grond komt.

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Bodem	Bodemstructuur	-	+
	Grondbalans	-	-
	Nutriëntensituatie	+	++
	Bodemverontreinigingen	0	0
Water	Oppervlaktewatersysteem	+	+
	Wateroverlast	+	--
	KRW-opgave	+	++
	Grondwaterstanden	+	+
	Kwel en infiltratie	+	+
Natuur	Natura 2000	0	+
	NNB	+	++
	Beschermde soorten	+	++
Landschap, cultuurhistorie, archeologie	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	+	++
	Cultuurhistorische structuren/element	+	+
	Gebouwd erfgoed	+	0
	Archeologische monumenten en verwachtingswaarde	-	0
Overig gebruik en leefbaarheid	Woonkwaliteit	+	+
	Grondwateroverlast woningen	-	-
	Hinder tijdens de uitvoering	-	-
	Recreatie	+	0
	Wijziging landbouwareaal en -structuur	-	--
	Vernatting/verdroging landbouwgronden	-	-

Gevoeligheidsanalyse

Aanvullend op de bovenstaande effectbeoordeling is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Deze richt zich erop wat er zou gebeuren als onverhoopt niet het gehele plan van de Vereniging Markdal zou worden uitgevoerd, dus maar een deel van het vVKA, fase 1 genoemd. Over de linie betekent dit dat dezelfde effecten optreden als bij het vVKA, maar dat de effecten zich iets minder laten gelden. Meest in het oog springende effecten zijn dat in het noordelijke gebiedsdeel de rivier maar beperkt een nieuwe loop zal krijgen en dat daar minder percelen natuurlijk ingericht zullen worden.

Aanbevelingen

Voor het Markdal gelden de volgende aanbevelingen:

1. De beide bestemmingsplannen dienen met dit planMER ter visie te gaan. Als de bestemmingsplannen onherroepelijk zijn, dan kunnen volgende stappen gezet worden om het project uit te voeren. Dit vindt mogelijk plaats door een nadere uitwerking in een inrichtingsplan. Dan moet ook nog bekeken worden of er sprake is van project-m.e.r.-plicht.
2. Het verdient aanbeveling om de ontwikkelingen m.b.t. de PAS te blijven volgen. Waarschijnlijk zal het Europese Hof van Justitie eind 2018 een standpunt innemen.
3. Bij de aanbesteding voor uitvoeringswerkzaamheden is het wenselijk om de mitigatiemogelijkheden te benutten, zoals deze zijn geformuleerd.
4. In het plan-MER is een aantal leemten in kennis geconstateerd. Deze kennishiaten staan nu niet aan vaststelling van de bestemmingsplannen in de weg. Maar ze behoeven in het volgende stadium aanvulling, als er een inrichtingsplan/projectplan Waterwet wordt gemaakt:
   - T.a.v. de abiotiek is meer informatie nodig om te bepalen welke natuurkwaliteiten bereikt kunnen worden.
   - T.a.v. soorten is meer informatie voorhanden dan destijds in de NDFF-data aanwezig was, dient het plangebied dekkend onderzocht te worden en dient naar extra soorten gekeken te worden dan de strikt wettelijk beschermde soorten.
5. Voor een substantiële verbetering van de waterkwaliteit is een brongerichte, bovenstroomse aanpak noodzakelijk. Gezien het grensoverschrijdende karakter van deze problematiek is samenwerking met Vlaamse overheden de aangewezen weg. Aanbevolen wordt de bevindingen van de Watersysteemanalyse Boven Mark van het waterschap te delen met Vlaamse partners, te komen tot gezamenlijke beeldvorming en in overleg te gaan over kansen en mogelijke oplossingen om de knelpunten op te heffen. Hiermee worden betere condities geschapen om het plan van de Vereniging Markdal tot een succes te maken. Mogelijk liggen er ook kansen om een soortgelijke aanpak met planvorming ‘from bottom up’ in België uit te voeren.

1 INLEIDING, KENMERKEN VAN HET PROJECT

1.1 Introductie van het project

In samenwerking met een breed spectrum van belanghebbenden werkt de Vereniging Markdal Duurzaam en Vitaal (hierna: Vereniging Markdal) aan het herstel en de ontwikkeling van het rivierdal van de Boven Mark, ten zuiden van Breda. Tijdens een periode van grootschalige kanalisatie is, net als op veel plaatsen in Nederland, de Boven Mark verbreed en rechtgetrokken en zijn er stuwen geplaatst om het waterniveau op peil te houden. De kanalisatie stond in dienst van de agrarische sector en de veiligheid van Breda. In tijden van veel neerslag moest het water namelijk snel weg kunnen en in tijden van droogte vastgehouden worden. Daarmee is de natuurlijke fluctuatie in het systeem weggenomen, ten nadele van de natuur.

Figuur 1 De Boven Mark voor de kanalisatie

De afgelopen 10 à 20 jaar is natuurherstel en -ontwikkeling een steeds belangrijker onderwerp geworden. Ook in het Markdal bestond al lang de sterke wens om rivier- en natuurherstel uit te voeren. In 2011 werden de provinciale lijstrekkers voor een discussieavond uitgenodigd om de ontwikkeling van het Markdal met prioriteit op de agenda te zetten. Omdat de provincie dit aan de streek wilde overlaten is op initiatief van natuurverenigingen, lokale ZLTO, bewoners, eigenaren en belanghebbenden in het voorjaar van 2013 de Vereniging Markdal Duurzaam en Vitaal opgericht (hierna: Vereniging Markdal). De Vereniging Markdal maakt zich sterk om met bewoners van de streek in een ‘van binnenuit’ proces tot een samenhang van rivierherstel, natuur- en cultuurontwikkeling in combinatie met economische initiatieven in het Markdal tot een gebied met toekomst te komen.

In 2013 heeft de Vereniging Markdal een overeenkomst gesloten met de provincie Noord-Brabant, het waterschap Brabantse Delta en de gemeenten Alphen-Chaam en Breda voor de herinrichting van het Markdal, zoals omschreven in het Uitvoeringsprogramma Markdal. De Vereniging Markdal heeft daarbij de taak op zich genomen om samen met de bewoners regievoerend te zijn. Hoofddoel van het Uitvoeringsprogramma Markdal is het realiseren van ca. 100 ha Natuurnetwerk Brabant (NNB) in het Markdal en de herstel en ontwikkeling van de natte natuurparel (NNP) van de Boven Mark tussen de grens met België en de Duivelsbrug bij Breda. Daarbij worden ook maatregelen uit de Kaderrichtlijn Water gerealiseerd, terwijl er tevens een vitale bedrijfsvoering mogelijk dient te zijn. In de ambitiekaart is de begrenzing en de omvang aangegeven van het natuurnetwerk in het Markdal.

Voor de herinrichting van het Markdal is een Plan-MER (Milieueffectrapport)[2] opgesteld. In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op de volgende onderdelen van het plan:

- Opgave en beleidskader.
- Het plangebied.
- Projectdoelen.
- De partners.
- De procedure & planologische vastlegging.

1.2 Nadere projectbeschrijving

1.2.1 Opgave en beleidskader

De afgelopen decennia zijn er kleine gedeelten van het Markdal opnieuw ingericht. Dit betrof het zuidelijk en noordelijk deel, ‘de kop en staart’, maar het grote rompdeel in het midden bleef onveranderd. De huidige ruimtelijke indeling van het gebied en de regels voor ruimtelijke ordening beperken het verder realiseren van doelen voor natuur en water, als ook voor de leefbaarheid in en economische vitaliteit van het gebied.

[2] Voor meer uitleg over de achtergronden voor milieueffectrapportage en hoe dat bij het Markdal is opgepakt zie hoofdstuk 2.

Opgave NNB

Het Rijk en de provincies hebben met elkaar afgesproken dat de provincies de nationale (in 1990 vastgestelde en in 2015 herijkte) Ecologische Hoofdstructuur uiterlijk in 2027 realiseren. De naam van de EHS is inmiddels gewijzigd in Natuurnetwerk Nederland (NNN). De begrenzing van de NNN in Noord-Brabant is vastgelegd in de provinciale Verordening Ruimte en is bestempeld als het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Vanaf 1990 heeft er op verschillende plekken in het Markdal natuurontwikkeling plaatsgevonden, waardoor een deel van het NNB is gerealiseerd. Doordat het belang van natuurontwikkeling in een aantal gevallen niet overeenkomt met het belang van agrarische ondernemers en bewoners in het Markdal, is het provincie en gemeenten nog niet gelukt om het totale NNB in het Markdal te realiseren.

De Vereniging Markdal heeft het initiatief genomen om in samenwerking met de desbetreffende ondernemers en bewoners een integraal planproces op te starten, waarbij gezamenlijk is gezocht naar aanpassingen in het ruimtegebruik die enerzijds realisatie van het NNB mogelijk maken en anderzijds toekomstperspectief bieden aan bewoners en gebruikers.

Een aantal voorstellen in het plan vraagt om een herbegrenzing van het NNB/NNP (zie hieronder) zoals deze op dit moment is opgenomen in de Verordening Ruimte. De inhoudelijke onderbouwing van deze herbegrenzing dient te worden opgenomen in de nieuwe bestemmingsplannen voor het Markdal.

Opgave NNP

In 2005 heeft de rijksoverheid geconstateerd dat de voortgang van de verdrogingsbestrijding niet snel genoeg ging om de gestelde doelen te halen. Daarop zijn gebieden aangewezen met prioriteit om te herstellen. In Noord-Brabant zijn de natte natuurparels (NNP) voorgedragen. Natte natuurparels zijn de waterafhankelijke delen van het NNB die een samenhangend complex van natuurgebieden vormen en die sterk afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden of kwel. Deze gebieden worden sterk beïnvloed door de inrichting en het beheer van de omgeving. Daarom is het beleid erop gericht om de waterhuishouding, waterkwaliteit en inrichting in deze gebieden af te stemmen op de ecologische doelstellingen. Een verandering van een gebied wordt in samenhang bekeken en moet laten zien dat het in totaliteit aan het beleid en wetgeving voldoet (minimaal stand-still, maar liefst een verbetering).

De Boven Mark is voor een groot deel aangewezen als NNP. Vandaar dat in de ontwikkeling van het gebied rekening dient te worden gehouden met de invloeden van de ingrepen op de waterhuishouding.

Opgave Kaderrichtlijn Water (KRW)

Sinds 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. Daarin zijn afspraken gemaakt die ervoor moeten zorgen dat uiterlijk in 2027 het water in alle Europese landen voldoende schoon (chemisch op orde) en gezond (ecologisch in evenwicht) is. Om deze doelen te bereiken moeten de landen van de Europese Unie een groot aantal maatregelen nemen. Bij Waterschap Brabantse Delta ligt de opgave om de richtlijn ten aanzien van het Markdal goed en doelmatig uit te voeren. Deze opgave betreft het terugdringen van het gebruik en de emissie van meststoffen en bestrijdingsmiddelen, dat de Mark vrij moet kunnen stromen en dat het Markdal voldoende capaciteit moet hebben om water te kunnen bergen en pieken te kunnen afvoeren. Hiervoor is herinrichting van het Markdal nodig waarbij onder andere meanders worden aangelegd.

Opgave toekomstperspectief bewoners en ondernemers

Bewoners van Strijbeek (gemeente Alphen-Chaam) geven aan dat het perspectief voor ondernemers in en om het Markdal beperkt is. Het gebied kent een groot aantal agrarische bedrijven dat zich niet verder kan ontwikkelen of dat geen opvolging heeft. Daarnaast heeft Strijbeek te maken met vergrijzing en leegloop.

Om de neerwaartse beweging te keren is een economische impuls nodig. Het Perspectief voor Strijbeek (Vereniging Markdal e.a., 2014) richt zich op het creëren van werkgelegenheid, kansen voor jongeren, woonruimte voor senioren, het stimuleren van de land- en tuinbouw in de richting van duurzame productiewijzen en het vergroten van de recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied. Deze aanpassingen in het ruimtegebruik passen in het Meerwaardetraject.

Meerwaardetraject Verordening Ruimte 2014

Door de provincie Noord Brabant is het meerwaardetraject Markdal aangemerkt als een gebiedsontwikkeling met een aantoonbare meerwaarde. Gedeputeerde Staten zijn op grond van artikel 36.2 van de Verordening ruimte 2014 bevoegd om nadere regels vast te stellen, anders dan de reguliere bepaling in de Verordening ruimte 2014. Door gebruik te maken van dit bijzondere meerwaardetraject wordt in het gebied een aantal samenhangende ontwikkelingen ten behoeve van de integrale doelstellingen van de provincie mogelijk gemaakt.

Om bijvoorbeeld de benodigde meanders te kunnen aanleggen dient er grondruil plaats te vinden in het Markdal en dienen er afspraken te worden gemaakt met de grondeigenaren. Hierbij is het toekomstperspectief van de grondeigenaren van zeer groot belang. Deze perspectieven passen in een aantal gevallen echter niet rechtstreeks binnen de regels van de Verordening Ruimte. Door het plan voor het Markdal onder te brengen bij het provinciaal Meerwaardetraject, wordt deze perspectieven beter mogelijk gemaakt.

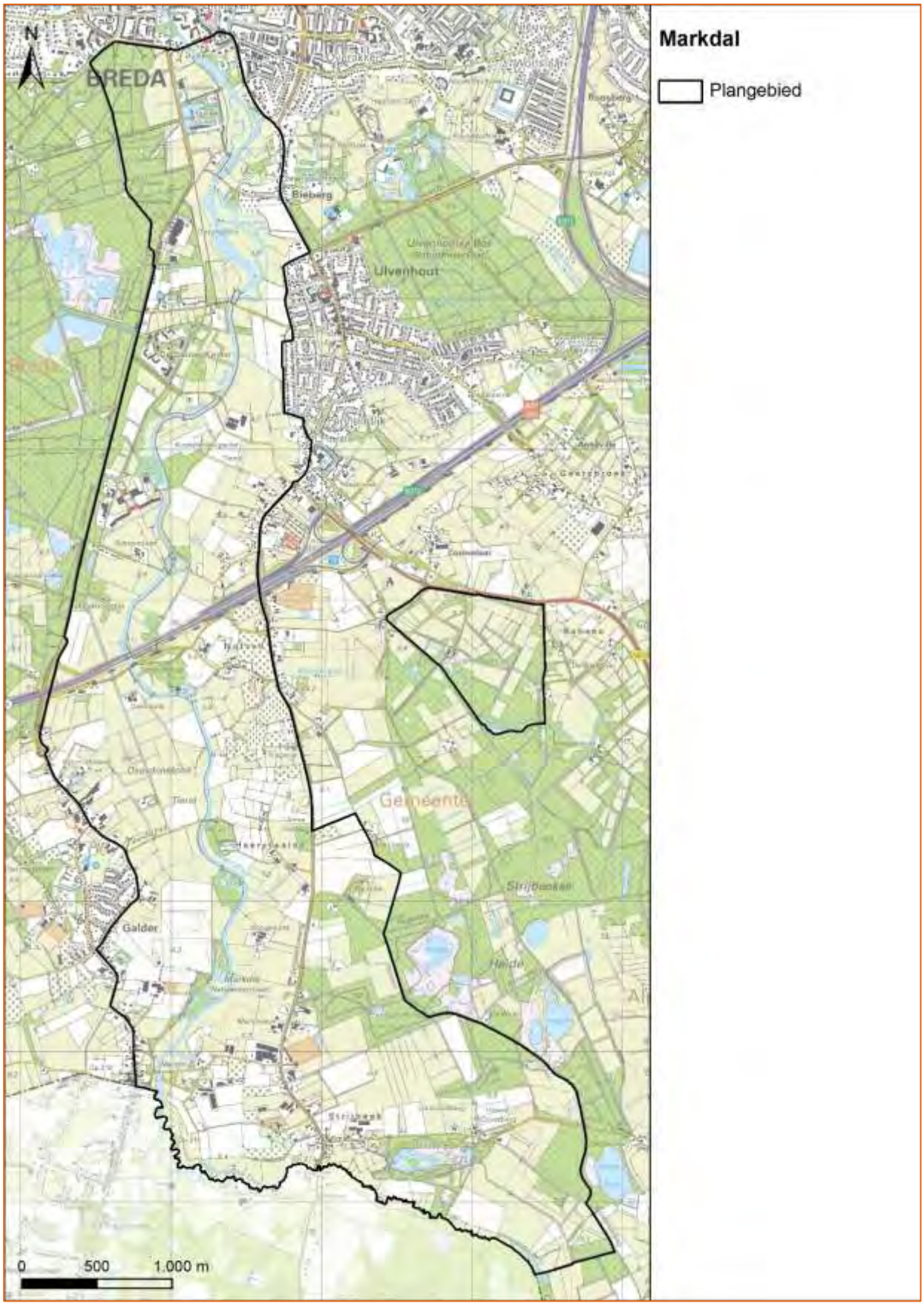
Provincie Brabant daagt en nodigt via het koersdocument Transitie Stad en Platteland, de Brabantse ondernemers en burgers uit om (economische) activiteiten zo in te vullen dat ze (ook) bijdragen aan een 'Beter Brabant'. Daarvoor is het nodig om meer op proces te (kunnen) sturen en ruimte te bieden aan lokale oplossingen met maatschappelijke meerwaarde. Het Meerwaardetraject houdt in dat bij het beoordelen van plannen niet alleen wordt gekeken naar één regeling of aspect, maar naar alle relevante (provinciale) regelgeving. Regels en normen moeten soms aan de kant kunnen worden gezet als die een betekenisvolle stap in de gewenste transitie van stad en platteland in de weg zitten. Om uitvoering te geven aan de werkwijze van het koersdocument, is in de Verordening Ruimte de mogelijkheid opgenomen om met een ontheffing of proactieve aanwijzing af te wijken van de algemene regels. Gedeputeerde Staten heeft met het stellen van nadere regels het plan voor het Markdal mogelijk gemaakt (Provincie Noord-Brabant, 2017a).

Ten behoeve van het Meerwaardetraject is een toelichting op de nadere regels Verordening ruimte – Markdal in concept gepubliceerd (Provincie Noord-Brabant, 2017b). Deze nadere regels worden gelijktijdig met het ontwerpbestemmingsplan ter inzage gelegd.

Een overzicht van de ontwikkelingen die mogelijk worden gemaakt via het Meerwaardetraject is opgenomen in paragraaf 4.3.3. Bijlage 3 geeft een overzicht van de relevante beleidskaders.

1.2.2 Plangebied

De Boven Mark stroomt door de gemeenten Alphen-Chaam en Breda. De komende jaren wordt het Markdal hier heringericht. Zo ontstaat er ruimte voor natuurontwikkeling en wordt het gebied meer geschikt voor recreatie en toekomstgerichte bedrijvigheid. Het plangebied is globaal weergegeven in Figuur 2 en ligt in de gemeenten Alphen-Chaam en Breda. Aan de westzijde wordt het plangebied begrensd door de Galderseweg. Aan de oostzijde loopt de grens (van noord naar zuid) lang de Ulvenhoutselaan, de kern Ulvenhout, de Strijbeekseweg, dan westwaarts over de Inneem en de Ericaweg, langs de Strijbeekse heide, via Grazen naar de Strijbeekse Beek.



Figuur 2 Globale ligging van het interessegebied van de Boven Mark

Om de herinrichting van het Markdal mogelijk te maken wordt in beide gemeenten een nieuw bestemmingsplan vastgesteld. Het bestemmingsplan is ontwikkelingsgericht, het plangebied van het MER is gelijk aan dat van de twee bestemmingsplannen samen.

1.2.3 Projectdoelen

De Vereniging Markdal wil van het Markdal een gebied maken waarin ecologie, economie en samenleving in evenwicht zijn. De Vereniging Markdal wil dit bereiken door met de mensen die daar wonen en werken, een visie te ontwikkelen, ontwerpschetsen op te stellen en zo gronden in het gebied te verwerven, in te richten en te beheren als het Natuurnetwerk Noord-Brabant. Dit 'van binnenuit' proces heeft geresulteerd in een voorlopig Voorkeursalternatief dat medio 2017 voor de ruimtelijke bestemmingsaanpassingen als concept ontwerpbestemmingsplan door de beide gemeenten in procedure gebracht is. Voor deze aanpak werd de Vereniging Markdal met de 'eenvoudig Beter Trofee' van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2017 onderscheiden.

In het gebied wordt gewerkt aan de volgende doelen:

- Het realiseren van Kaderrichtlijn Water doelen: een zoveel mogelijk vrijstromende Mark en het terugdringen van het gebruik en de emissie van meststoffen en bestrijdingsmiddelen.
- Het realiseren van hoogwaardige nieuwe natuur langs de oevers van de Mark en het leggen van verbindingen met de omliggende grote natuurgebieden (Mastbos, Strijbeekse Heide, landgoederen zone in Chaam en Gilze, de Balleman en Galderse Heide). In totaal gaat het om 100 hectare.
- Het aanpassen van de waterhuishoudkundige situatie om te komen tot hoogwaardig natte natuur (ontwikkeling natte natuurparel).
- Het aanleggen van recreatieve voorzieningen zoals bruggen, wandel- en fietspaden en het oplossen van knelpunten met betrekking tot het autoverkeer.
- Het vergroten van de landschappelijke kwaliteit en biodiversiteit in het gebied.
- Het oplossen van enkele maatschappelijke en ruimtelijke knelpunten in met name Strijbeek (verkeer, milieu, verrommeling van enkele bedrijfslocaties, saneringslocaties, etc.).
- Het verbeteren van de sociaaleconomische samenhang in het gebied zoals het creëren van werkgelegenheid en kansen voor jongeren en het zorgen voor woonruimte voor senioren.
- Het stimuleren van een duurzame land- en tuinbouw.
- Het versterken en innoveren van enkele agrarische bedrijven als economische dragers.
- Het vergroten van de recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied (stilterecreatie, dag-horeca, kleinschalige verblijfsmogelijkheden, etc.).
- Het bevorderen van kennisuitwisseling tussen stad en land (beleving en educatie).

1.2.4 Partners werken samen

Verschillende partijen werken samen aan de realisering van het project. Deze partners zijn:

- Vereniging Markdal.
- Gemeente Alphen-Chaam.
- Gemeente Breda.
- Waterschap Brabantse Delta.
- Provincie Noord-Brabant.
- Brabantse Milieufederatie en Terrein beherende organisaties.
- Viertal natuurverenigingen van Natuurplein de Baronie.
- Natuurvereniging Mark en Leij.

De gemeenten Alphen-Chaam en Breda leggen de herinrichting van het Markdal vast in een bestemmingsplan (conform artikel 3.1 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening). De gemeenteraden zijn het bevoegd gezag. De Vereniging Markdal is de initiatiefnemer van de m.e.r.-procedure en werkt daarbij nauw samen met Waterschap Brabantse Delta. Het MER is, in opdracht van de Vereniging Markdal, opgesteld door Arcadis. De provincie Noord-Brabant heeft nadere regels geformuleerd, in aanvulling op de Verordening Ruimte en vanuit het meerwaardetraject Markdal, op grond waarvan ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk worden gemaakt. Daarnaast biedt de provincie ruimte voor het definitief begrenzen van het Natuurnetwerk Brabant (NNB) en de natte natuurparel (NNP).

1.2.5 Procedure, vastlegging van het project

Als eerste stap om de nieuwe inrichting van het Markdal te realiseren is een wijziging nodig van vigerende bestemmingsplannen in de gemeenten Alphen-Chaam[3] en Breda[4]. Hiervoor wordt in beide gemeenten de bestemmingsplanprocedure conform de Wet ruimtelijke ordening (Wro) doorlopen.

Vervolgens zijn nodig een projectplan Waterwet van het Waterschap Brabantse Delta en een ontgrondingenvergunning van de provincie Noord-Brabant. Daarnaast zijn diverse andere (omgevings)vergunningen nodig om tot realisatie over te kunnen gaan.

1.3 Leeswijzer

De indeling van de hoofdtekst in dit plan-MER is als volgt:

- Kenmerken van het project: hoofdstuk 1.
- Uitleg over de m.e.r.-procedure: hoofdstuk 2.
- Beschrijving van de referentie op hoofdlijnen: hoofdstuk 3.
- De wijze van variëren in de gebiedsprocessen in dit MER: hoofdstuk 4.
- Effectbeoordeling: hoofdstuk 5.
- Conclusies: hoofdstuk 6.

Ten slotte volgen de bijlagen:

- Zienswijzen: bijlage 1.
- Begrippen en afkortingen: bijlage 2.
- De beleidskaders waarbinnen het project zal gaan plaatsvinden: bijlage 3.
- Economische ontwikkelingen: bijlage 4.
- Watersysteemanalyse: bijlage 5.
- Landschapsecologische systeemanalyse: bijlage 6.
- Hydrologisch onderzoek: bijlage 7.
- Aerius-berekening: bijlage 8.
- Onderbouwing voorlopig voorkeursalternatief: bijlage 9.
- Literatuurlijst.

[3] Gemeente Alphen-Chaam (2010), *Buitengebied Alphen-Chaam.*
[4] Gemeente Breda (2013), *Breda Buitengebied Zuid.*

2 MILIEUEFFECTRAPPORTAGE

2.1 M.e.r.-plicht

Besluit m.e.r.

Op grond van het Besluit milieueffectrapportage (hierna: Besluit m.e.r.), is voor bepaalde activiteiten een milieueffectrapport (MER) nodig. In het Besluit m.e.r. is opgesomd welke activiteiten m.e.r.-plichtig zijn in de zogenaamde C- en D-lijst.

Op grond van hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer (Wm), in samenhang met het Besluit milieueffectrapportage (Besluit m.e.r.), bleek dat er voor de herinrichting van het Markdal:

- In ieder geval een plan-m.e.r. plicht geldt bij de bestemmingsplannen.
- Misschien een project-m.e.r. plicht geldt bij het projectplan Waterwet.

Aanvankelijk was de gedachte dat voor het Markdal alleen een m.e.r.-beoordeling voldoende was. Echter, op een bijeenkomst met de Commissie voor de m.e.r. op 4 september 2017 bleek dat de bestemmingsplannen Markdal m.e.r.-plichtig zijn en dat er altijd een plan-MER moet worden opgesteld. De beide bestemmingsplannen zijn namelijk kaderstellend voor later m.e.r.-(beoordelings)plichtige besluiten, te weten categorieën D9 (Een landinrichtingsproject dan wel een wijziging of uitbreiding daarvan) en D 16.1 (De ontginning dan wel wijziging of uitbreiding van de ontginning van steengroeven of dagbouwmijnen, met inbegrip van de winning van oppervlaktedelfstoffen uit de landbodem, anders dan bedoeld onder D 16.2).

De Vereniging Markdal vindt het zelf ook van belang dat er een milieueffectrapport wordt opgesteld voor de bestemmingsplannen, om de milieu-informatie over haar plan goed op tafel te krijgen. De vereniging heeft in de aanloop naar dit plan-MER met de betreffende instanties, natuurbeherende organisaties en de milieugroeperingen overleg gehad. Zij hebben ook concepten van het plan-MER en landschapsecologische systeemanalyse (zie bijlage 6) kunnen beoordelen.

In het voortraject van de m.e.r.-procedure is bepaald wat er in het kader van de planuitwerking onderzocht moet worden: de reikwijdte en het detailniveau van het MER.

2.2 Eén MER voor Boven Mark

De Boven Mark stroomt in Nederland door twee gemeenten, te weten de gemeente Alphen-Chaam en de gemeente Breda. Voor de herinrichting van het Markdal is een gezamenlijk proces doorlopen met de Vereniging Markdal, Waterschap Brabantse Delta en de beide gemeenten. Gezien de samenhang van de totale herontwikkeling van het Markdal, is besloten één MER op te stellen voor het gehele gebied. De herinrichting van het Markdal wordt in beide gemeenten in een nieuw bestemmingsplan vastgelegd. Middels deze twee nieuwe bestemmingsplannen wordt een deel van de ontwikkeling mogelijk gemaakt. De totale ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt middels meerdere bestemmingsplannen. Het voorliggend plan-MER is opgesteld voor beide bestemmingsplannen en voor de totale ontwikkeling.

2.3 M.e.r.-procedure

De procedure voor plan-m.e.r. is gekoppeld aan de bestemmingsplanprocedure. Hierbij worden de volgende vier stappen doorlopen:

Stap 1: Kennisgeving en zienswijzen

Het voornemen om de plan-m.e.r.-procedure te doorlopen voor de herinrichting van het Markdal is openbaar aangekondigd. De kennisgeving vermeldt de inhoudelijke zaken van het voornemen, zoals informatie over de wijze waarop de procedure wordt doorlopen en wie daarbij wordt betrokken.

Bij deze kennisgeving is een Notitie voor de Reikwijdte en Detailniveau (NRD) van het plan-MER gevoegd. Met die NRD is globale informatie gegeven over de achtergronden, aard, omvang en de te verwachten effecten van de voorgenomen ontwikkeling. Eenieder is de gelegenheid geboden zienswijzen te geven op het voornemen een plan-MER op te stellen en op het voorstel voor de reikwijdte en detailniveau van het plan-MER.

Door de gemeente Breda vond de terinzagelegging plaats in de periode van 01 januari tot 09 februari 2018 en door de gemeente Alphen Chaam in de periode 08 januari tot 16 februari 2018.

Het plangebied grenst aan België. Op voorhand kunnen effecten in België (zogenaamde grensoverschrijdende effecten) niet worden uitgesloten. De NRD is door de gemeente Alphen-Chaam aan de Vlaamse gemeenten gestuurd om deze aldaar ter visie te leggen, conform het Verdrag van Espoo.

Stap 2: Afbakening Reikwijdte & Detailniveau

Met deze stap wordt bepaald wat er in het plan-MER onderzocht moet worden; de reikwijdte en het detailniveau van het MER. Betrokken bestuursorganen en wettelijke adviseurs worden geraadpleegd over reikwijdte en detailniveau van het op te stellen plan-MER. Er bestaan geen wettelijke vereisten voor de vorm van de raadpleging. In dit geval wordt voor de raadpleging de NRD gebruikt. Op basis van de NRD, de zienswijzen daarop en het advies van betrokken bestuursorganen en wettelijke adviseurs wordt de definitieve reikwijdte en detailniveau van het plan-MER bepaald. De Commissie voor de milieueffectrapportage is niet om advies gevraagd.

Stap 3: Opstellen plan-MER en ontwerpbestemmingsplan

In deze stap worden het plan-MER en ontwerpbestemmingsplan(nen)[5] opgesteld. De eisen uit de Wet milieubeheer en de definitieve afbakening van de reikwijdte en detailniveau bepalen de opzet van het plan-MER. De belangrijkste onderdelen van het plan-MER zijn:

- Een beschrijving van de voorgenomen activiteit en de in het MER te onderzoeken alternatieven en varianten.
- Een analyse van de huidige situatie en referentiesituatie.
- Een analyse van de effecten.
- Een beschrijving van de mogelijke effect beperkende maatregelen.

Stap 4: Inspraak, toetsing en advies op ontwerpbestemmingsplan en MER

Na het opstellen van het plan-MER en ontwerpbestemmingsplan(nen) liggen deze documenten gedurende zes weken ter inzage. Eenieder wordt in de gelegenheid gesteld zienswijzen over de documenten naar voren te brengen. Ook de bestuursorganen van de betrokken overheden worden om advies gevraagd. De Commissie voor de milieueffectrapportage toetst of het plan-MER alle informatie bevat die nodig is om het milieubelang volwaardig mee te wegen bij het besluit. In haar advies betrekt de Commissie de binnengekomen zienswijzen.

2.4 Vaststelling bestemmingsplan

Stap vijf en zes worden doorlopen om tot een vastgesteld bestemmingsplan te komen. Na realisatie van de herinrichting volgt dan nog een evaluatie van het plan-MER.

Stap 5: Vaststelling bestemmingsplan

Na afweging van de ingekomen zienswijzen en adviezen op het ontwerpbestemmingplan en plan-MER, stelt het bevoegd gezag het bestemmingsplan vast, zo nodig in aangepaste vorm.

[5] Opgemerkt wordt dat het voorontwerpbestemmingsplan van de gemeente Alphen-Chaam voor de herinrichting van het Markdal reeds ter inzage heeft gelegen.

Stap 6: Beroep en Raad van State

Degenen die een zienswijze naar voren hebben gebracht bij stap 4 kunnen tegen het definitieve bestemmingsplan beroep instellen bij de Raad van State (Afdeling bestuursrechtspraak).

Stap 7: Evaluatie

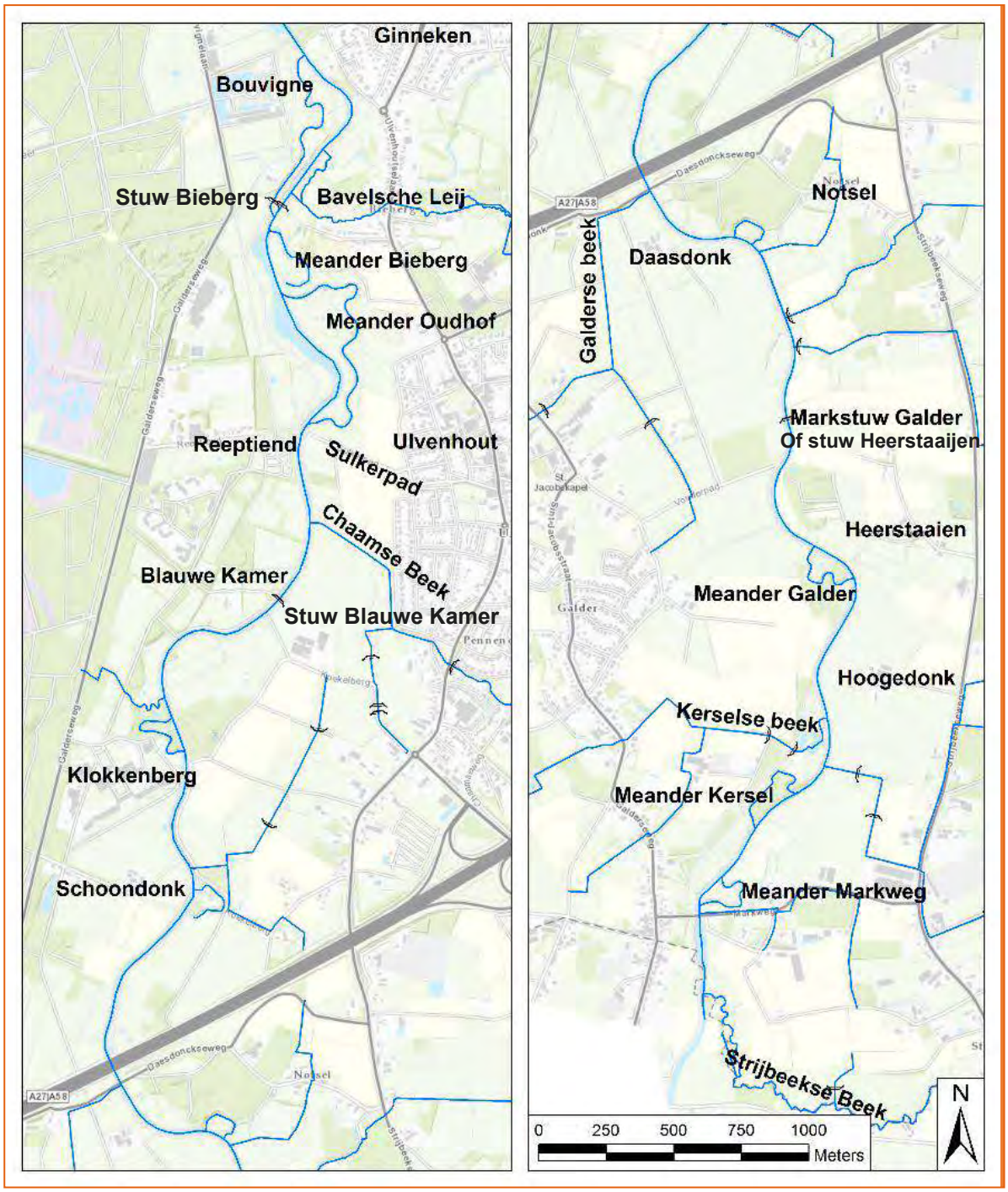
Na realisatie van de herinrichting zal een evaluatie van het plan-MER plaatsvinden. De evaluatie beperkt zich tot de in het plan-MER voorspelde milieugevolgen. Hierin worden de werkelijk optredende effecten en mogelijk aanvullende maatregelen gemonitord. In de evaluatie wordt ook nagegaan of aan de verplichting tot mitigatie en compensatie is voldaan.

3 REFERENTIE

In dit hoofdstuk volgen we de tijdlijn. Van de ontstaansgeschiedenis van het gebied, komen we bij de huidige tijd en geven dan een doorkijk naar de toekomst. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- Algemene kenmerken van het gebied (par. 3.1).
- Systeemanalyse: de ontstaansgeschiedenis en huidige situatie van het plangebied (par. 3.2).
- Autonome ontwikkelingen (par. 3.3).

Naast de algemeen bekende namen komen in de beschrijving van de bovenstaande aspecten ook enkele toponiemen voor. Deze toponiemen zijn op onderstaande kaart weergegeven.



Figuur 3 Kaart met toponiemen ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts)

3.1 Algemene kenmerken

Het rivierdal van de Boven Mark ligt tussen de grens met Vlaanderen en Breda en stroomt langs dorpskernen Strijbeek, Galder en Ulvenhout. De Boven Mark is het bovenstroomse deel van de rivier de Mark. De bron van de Mark ligt in Koekhoven (België) en stroomt bij Dreef de Belgisch-Nederlandse grens over. De rivier loopt vervolgens oostelijk van Galder door een gebied dat voornamelijk in gebruik is als landbouwgrond. Vervolgens kruist de Boven Mark de A58. Hierna loopt de rivier door het open gebied tussen Ulvenhout en het Mastbos. Vervolgens komt de rivier bij de Duivelsbrug Breda binnen.

Vanaf 1968 is de Boven Mark sterk gekanaliseerd. Hierbij is een veel bredere en diepere rivier gegraven en zijn op een aantal locaties de oude meanders blijven bestaan. Daarnaast zijn drie stuwen aangebracht. Vanaf het jaar 1990 heeft er natuurontwikkeling plaatsgevonden in het Markdal. Dit begon aan de grens met België, tussen Strijbeek en Galder, waar nieuwe meanders zijn gegraven en nieuwe natuur is gevormd. In 2000 is tussen de Duivelsbrug en de Reeptiend een landbouwbedrijf opgekocht en omgevormd tot natuur. Daarbij is de vistrap Bieberg en de meander Oudhof aangelegd.

In het stroomgebied van de Boven Mark zijn verschillende functies te onderscheiden. Het rivierdal wordt gekenmerkt door met name agrarische activiteiten. Op enkele percelen is natuurterrein aangemerkt, maar in het rivierdal is dit in de huidige situatie beperkt. Enkele bosrijke natuurgebieden met heide en vennen zoals het Mastbos, Ulvenhoutse bos en Strijbeeks bos liggen op de hogere flanken van het Markdal waar tevens ook de dorpskernen Galder, Strijbeek en Ulvenhout zijn gelegen. Het gebied wordt in tweeën gedeeld door de snelweg A58. De belangrijkste functies in het Markdal zijn: agrarisch (grasland, akkerbouw, hoogwaardige landbouw), natuur, wonen en infrastructuur.

3.2 Systeemanalyse

Wat is het vertrekpunt voor de gebiedsontwikkeling waar we voor staan? Hoe ziet het Markdal er nu uit, uitgaande vanuit zijn lange ontstaansgeschiedenis? Het is goed om dit te weten, om te kunnen bepalen welke kwaliteit natuur is te realiseren in het plangebied.

In dit hoofdstuk is de ontstaansgeschiedenis en de huidige situatie van het Markdal geanalyseerd. Deze analyse van het plangebied maakt gebruik van gecombineerde kennis van de bodemopbouw, de hydrologie en het voorkomen van indicatorsoorten. Daarbovenop komt kennis van de bewoning en occupatie van het gebied. Samen zorgen zij voor een goed inzicht in de ecologische processen en potenties van het gebied, alsmede van het effect van eventuele ingrepen. Daarom draagt een dergelijke systeemanalyse bij aan een goede effectvoorspelling. Onderstaande systeemanalyse is grotendeels afkomstig uit de watersysteemanalyse (WSA) (Arcadis, 24 mei 2017b), het hydrologisch rapport (Arcadis, 24 mei 2017a) en de landschapsecologische systeemanalyse (LESA) (Arcadis, 2018). De betreffende documenten zijn bijgevoegd in de bijlage.

3.2.1 Ontstaansgeschiedenis

De geschiedenis van de Boven Mark begint ca. 2 miljoen jaar geleden (Kiden & Verbruggen, 2001). Door een daling van de zeespiegel en opheffing van het land trok de zee, die er destijds aanwezig was, zich langzaam terug naar het noordnoordoosten. Op het droogvallend land ontstond een rivierennetwerk met rivieren die in noordnoordoostelijke richting naar de toenmalige kustlijn afwaterden. Deze afwateringsrichting is nog steeds terug te zien in de richting van het dal van de Boven Mark. Sindsdien zijn de rivieren zich in het landschap gaan snijden en diepten hun valleien plaatselijk uit tijdens koude perioden waar een lage zeespiegelstand was. Deze rivieren bestonden uit verwilderde of vlechtende rivieren: rivieren met meerdere, zich vertakkende geulen. Een deel van het meegevoerde zand werd elders weer in het dal afgezet. In het open toendralandschap waaide het zand uit de rivierdalen makkelijk op en werd het buiten de dalen in een dun zanddek afgezet. Tijdens de korte, warmere perioden vulden meanderende rivieren de riviervalleien op met vooral klei en veen.

3.2.2 Ontginningsgeschiedenis

Na de laatste ijstijd (ca. 10.000 jaar geleden) is de Boven Mark een laatste keer veranderd van een vlechtende rivier, die veel water en zand transporteerde, naar een meanderende rivier, die leem en klei afzette in het Markdal. Onder invloed van een verder opwarmend klimaat en een stijgende zeespiegel ontstond een dicht begroeid moeras in het Markdal, dat zich geleidelijk vulde met veen. De ontginningsgeschiedenis start in de middeleeuwen. In die tijd werd gestart met het ontginnen van het veen dat werd afgevoerd naar Breda als brandstof. Aan het eind van de middeleeuwen was het Markdal geheel ontveend. En is vanaf toen in gebruik genomen als landbouwgrond. In de daarop volgende eeuwen is het ontginnen voor de landbouw doorgegaan. Zo heeft rond de 16de en 17de eeuw tijdens de Tachtigjarige Oorlog ontginning plaats gevonden. Door de periode van ontginning voor de landbouw is een kleinschalig cultuurlandschap met houtwallen, hagen en struweel op de kavelgrenzen ontstaan. Langs de westzijde van de Mark zijn daarbij een drietal grote hoeven ontstaan: Blauwe Kamer, Schoondonk en Daasdonk. De laatste grootschalige ontginning vond plaats in het midden van de vorige eeuw ten behoeve van het beheersen van de dynamiek van de rivier.

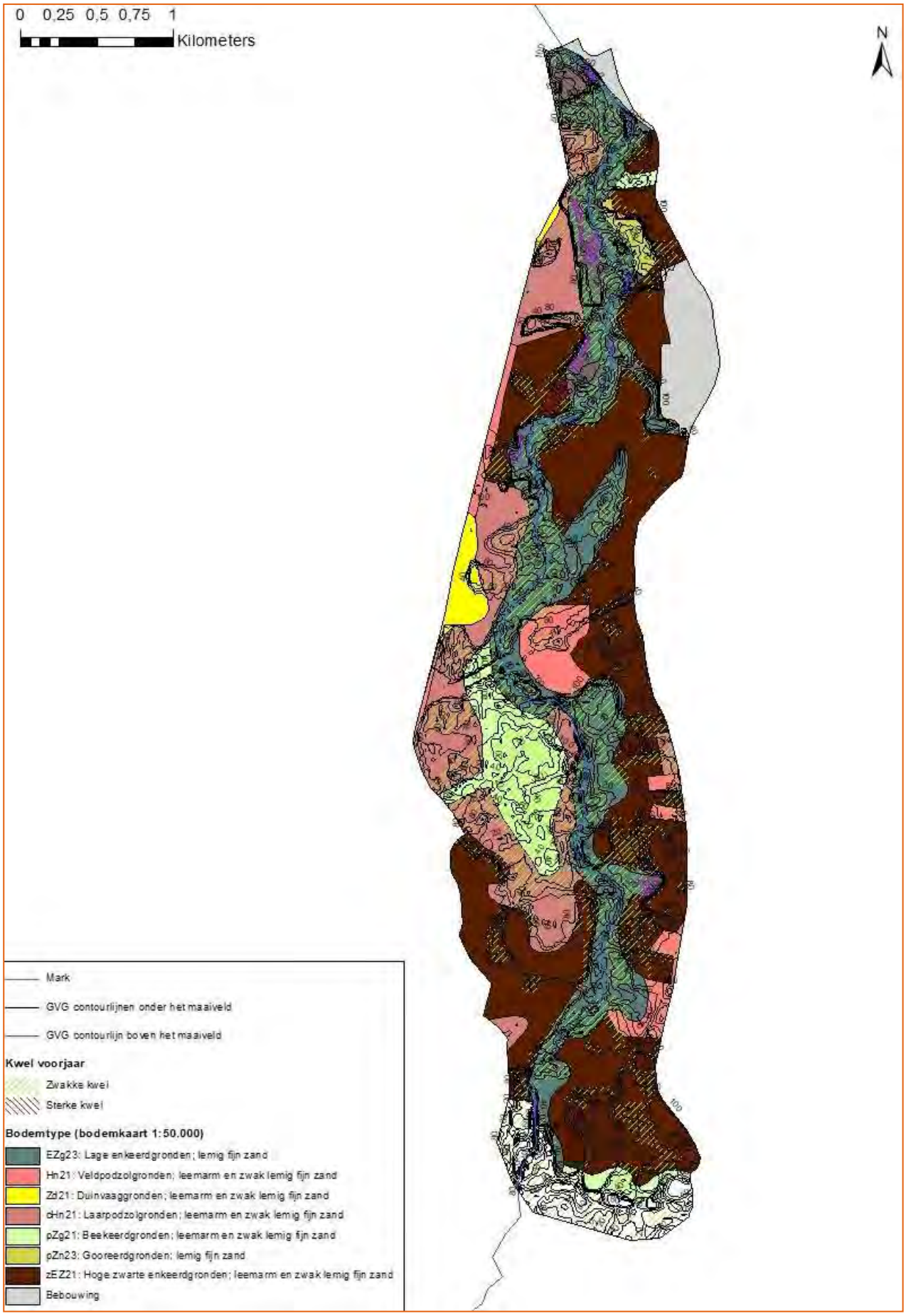
3.2.3 Bodemsysteem

Bodemstructuur

Onderstaande informatie over de bodemstructuur is afkomstig uit de LESA (Arcadis, 2018). Op Figuur 4[6] is te zien dat de laagst gelegen delen van het rivierdal bestaan uit beekeerdgronden en gooreerdgronden. Dit zijn zandgronden die onder invloed staan van grondwater. De beekeerdgronden liggen voornamelijk in het centrale oosten van het plangebied en enkele kleine delen gooreerdgronden komen voor in het noorden en zuiden van het plangebied. Beide gronden zijn van nature natte gronden die regelmatig door de rivier overstroomden. De gronden worden gekenmerkt door de aanwezigheid van kwel. Het materiaal waaruit deze bodem is opgebouwd bestaat voornamelijk uit lemig fijn zand. De bovengrond bestaat uit een 30-50 cm dikke humeuze eerdlaag[7].

Op de hogere delen komen de veldpodzolgronden, laarpodzolgronden en enkeerdgronden voor. Veldpodzolgronden zijn vochtige tot droge heide ontginningsgronden met een dunne humushoudende bovengrond. Het zijn infiltratiegebieden met wisselvochtige omstandigheden. De Veldpodzolgronden liggen voornamelijk centraal in het plangebied. De enkeerdgronden kenmerken zich door een dikke humushoudende bovengrond als gevolg van eeuwenlang cultuurgebruik (ophogen met mest en plaggen). De enkeerdgronden zijn van nature droger dan de Veldpodzolgronden, al zijn beide te kenmerken als infiltratiegebied. Deze enkeerdgronden komen voornamelijk voor in het zuiden en westen van het plangebied. Ook de laarpodzolgronden zijn oude akkers, het cultuurdek is echter minder dik dan bij de enkeerdgronden. Deze gronden komen voor in het centrale westen van het plangebied. Slechts zeer lokaal komen natte moerige gronden en veengronden voor.

[6] De plangrens op het figuur is anders gesitueerd ten opzichte van de andere kaarten. Dit komt omdat in de LESA de focus niet lag op het gebied Strijbeek.
[7] Humeuze bovengrond in een bodemprofiel.



Figuur 4 Systeemkaart met de Stiboka-bodemkaart 1:50.000 als ondergrond afkomstig uit jaren '70 (Arcadis, 2018)

Grondverzet

In de autonome situatie is er geen grondverzet. Er zijn geen vergunningen voor zandwinning of andere ontwikkelingen.

Bodemkwaliteit

Er zijn geen gegevens beschikbaar over het nutriëntengehalte van de bodem. Wel kan op basis van het huidige agrarische gebruik in de omgeving en ervaring met vergelijkbare omstandigheden in Brabant ervan worden uitgegaan dat zowel de bodem als het grondwater sterk verrijkt zijn met nitraat, fosfaat en sulfaat (Arcadis, 2018).

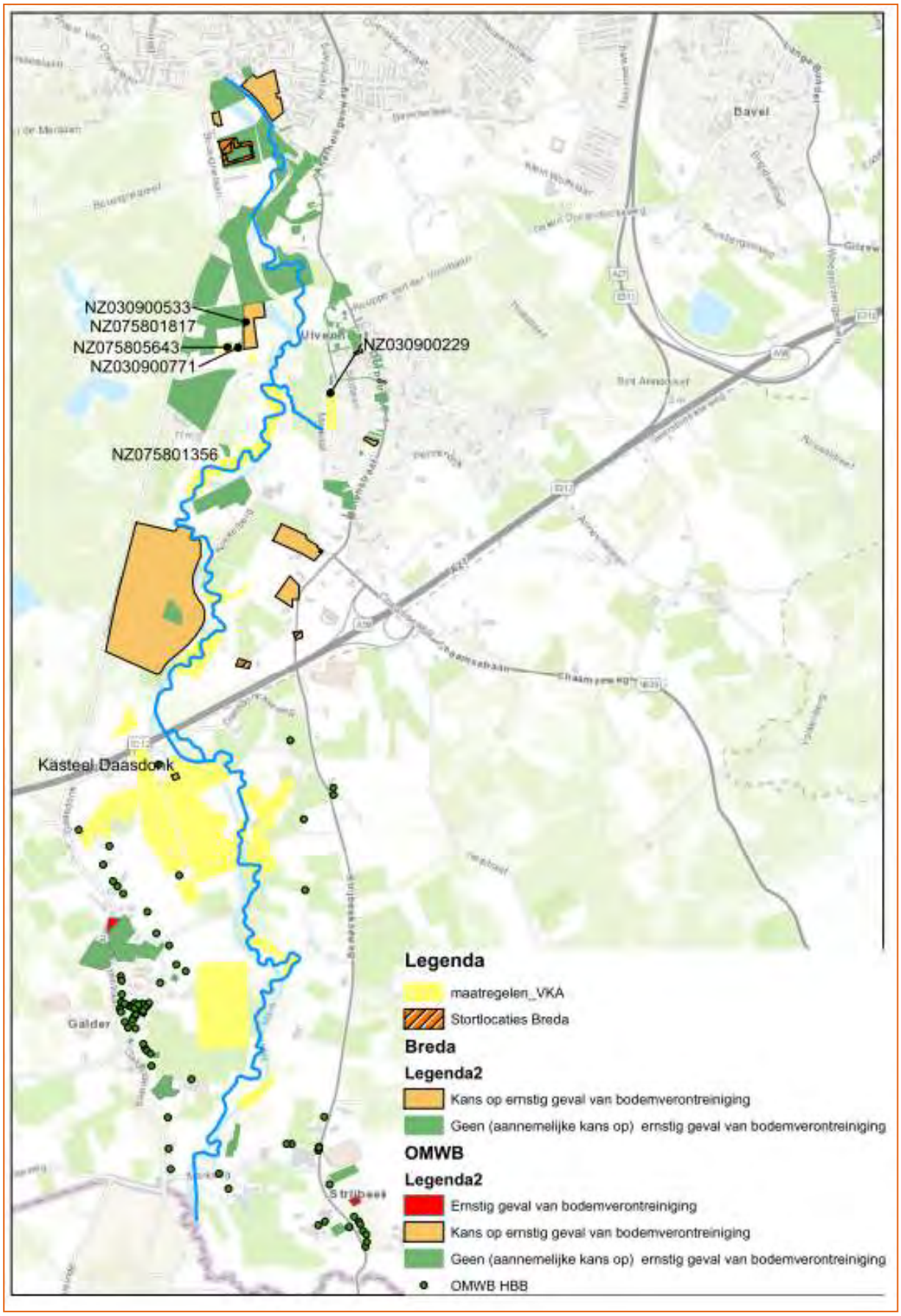
Stortplaatsen

Op grond van een verkennend bodemonderzoek[8] (Arcadis, 2 juni 2017) zijn geen (voormalige) stortplaatsen binnen het plangebied ontdekt (zie Figuur 5). Middels mondelinge communicatie (op 5 september 2018) heeft Waterschap Brabantse Delta te kennen gegeven dat er echter sprake is van een voormalige vuilstort ten zuiden van het fietstunneltje onder de snelweg door. Daarnaast is er sprake van één demping en twee afgebroken gebouwen (mogelijk verdacht in het kader van (asbesthoudend) puin). De demping betreft een slotgracht bij Daasdonk. In mondelinge communicatie (op 5 september 2018) heeft Waterschap Brabantse Delta aangegeven dat de slotgracht rond 1950 gedempt is met huishoudelijk afval (gemeentelijk vuilstort).

Bodemlocaties

Voor 102 locaties in het interessegebied zijn gegevens van bodemonderzoek beschikbaar, 24 in de gemeente Alphen-Chaam en 78 in de gemeente Breda. Voor 13 van deze locaties is er kans op een ernstig geval van bodemverontreiniging. Deze locaties worden weergegeven op Figuur 5. Ook is op de kaart zichtbaar gemaakt welke verontreinigingen een maatregelgebied raken. Te zien is dat landgoed Klokkenberg (onder het grote oranje vlak op de kaart ten noorden van rijksweg), een grote kans heeft op ernstig geval van bodemverontreiniging. In 2010 is reeds onderzoek gedaan naar de ondergrond en (grond-)watersituatie van landgoed De Klokkenberg. Hieruit is gebleken dat inderdaad verontreiniging aanwezig is in de ondergrond van het landgoed doordat bodem en ondiep grondwater beïnvloed zijn door bemesting en regenwaterinfiltratie. Om op deze locatie schrale en matig voedselrijke situaties te bereiken, dienen maatregelen te worden genomen om het kwelwater beschikbaar te maken voor de vegetatie en de fosfortoestand te verbeteren. Voorgesteld is om daar waar mogelijk de bovenste 25 cm van de bodem af te voeren (Deltares, 12 januari 2010).

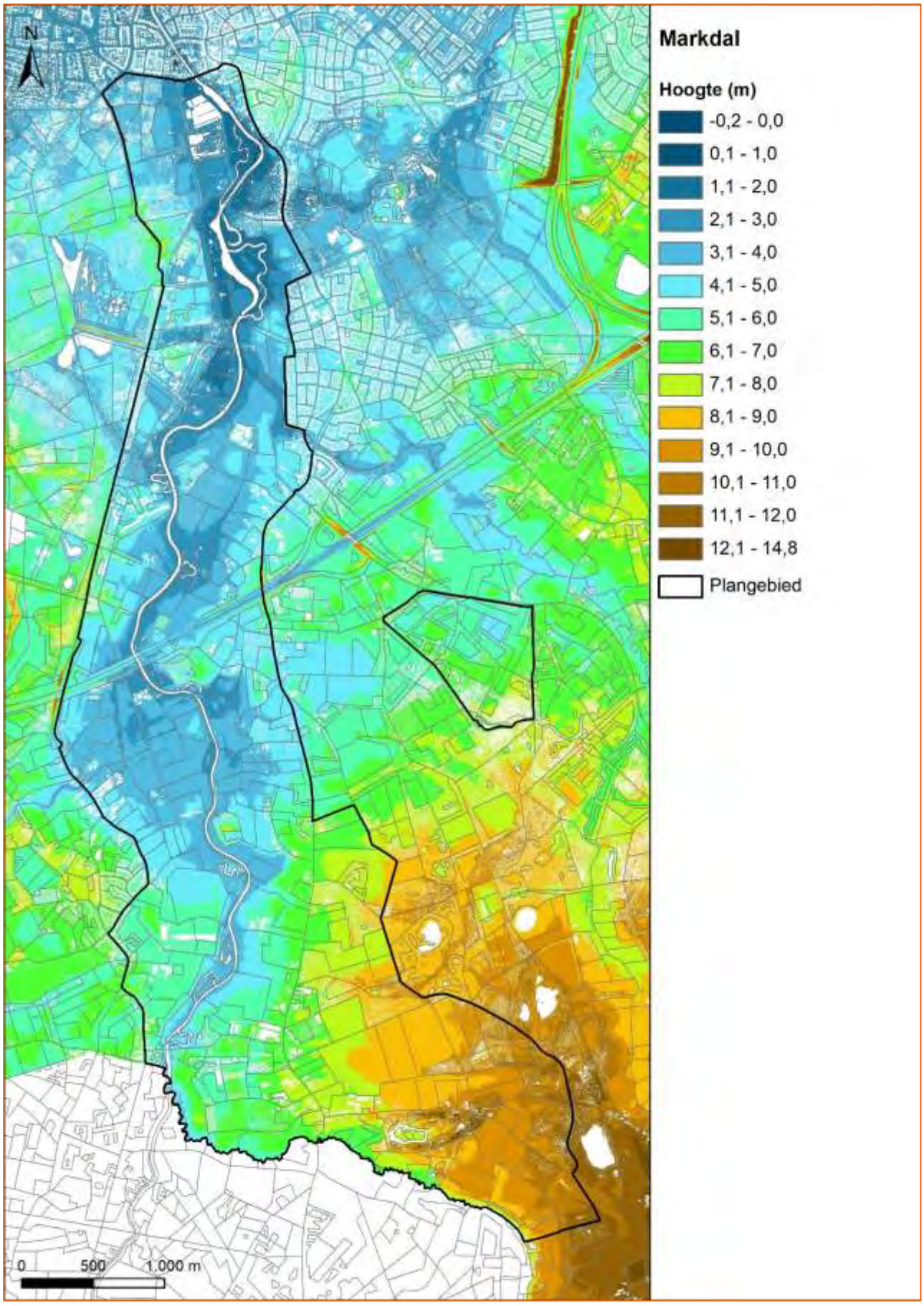
[8] *Door het in later stadium wijzigen van het interessegebied (o.a. toevoeging Strijbeekse heide), wijzigt het onderzoeksgebied ten opzichte van de plangrens.*



Figuur 5 Bodemverontreinigingen Markdal (Arcadis, 2 juni 2017) (Bodemonderzoek). (OMWB HBB betreft de locaties die bekend zijn in het Historisch Bodembestand van de Omgevingsdienst Midden- en West Brabant)

Hoogtekaart

In een straal van enkele meters van de Boven Mark ligt het maaiveld bij de Belgische grens rond de NAP +5 m. Bij de Duivelsbrug bij Breda ligt het maaiveld rond de NAP +1,5 tot +2,5 m. Op enkele tiental tot honderden meters kan het maaiveld al snel oplopen met meer dan 3 tot 6 meter boven dit niveau. Een maaiveldhoogtekaart is gegeven in (Figuur 6).



Figuur 6 Maaiveldhoogtekaart van het Markdal in relatie tot zijn omgeving (in meters)

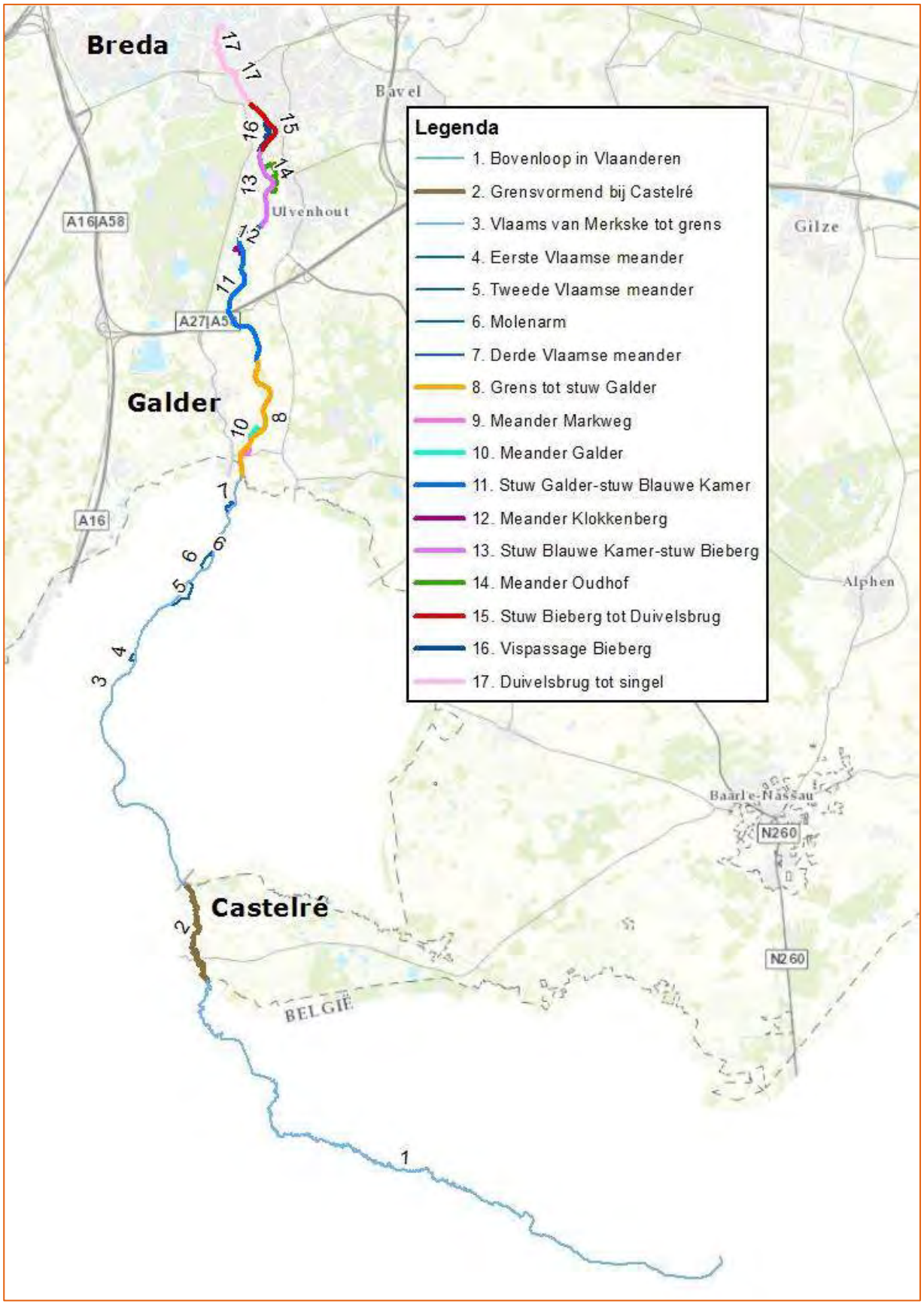
3.2.4 Watersysteem

Oppervlaktewater

Oppervlaktewatersysteem

De Boven Mark ontspringt in Vlaanderen en is ter hoogte van Castelré grensvormend (onderstaande kaart). Daarna stroomt de rivier weer Vlaanderen in om vanaf Galder in Nederland naar het noorden te stromen en uit te monden in de singels van Breda. Het Nederlandse KRW-waterlichaam bestaat voor 3 km uit het grensvormende deel (geen deel van het plangebied) en 11 km uit het deel tussen de grens en de singels (binnen het plangebied). Het zuidelijke Vlaamse deel is 18 km lang en het noordelijke deel tussen Castelré en Galder beslaat 10 km (ook geen deel uitmakend van het plangebied).

De Nederlandse Boven Mark is getypeerd als type R6, een langzaam stromend riviertje op zand/klei. In Nederland is de rivier eind jaren zestig gekanaliseerd en voorzien van drie stuwen. De Boven Mark heeft vanwege onomkeerbaar geachte menselijke ingrepen de status “sterk veranderd”. Sinds eind jaren negentig zijn als herstelmaatregelen onder andere meanders en een vispassage aangelegd (Waterschap Brabantse Delta, 30 november 2017).



Figuur 7 Overzicht van de waterloop met stuwen van het stroomgebied van de Boven Mark

Wateroverlast Alphen-Chaam en Breda

Voor het waterschap en de gemeenten Alphen-Chaam en Breda is, als gevolg van de herinrichting van het Markdal, een toename van wateroverlast of een negatief effect op de grondwaterpeilen, waterpeilen en hoogwatersituaties niet acceptabel. Het risico op overstromingen mag niet verder vergroten. Vooral in Breda vindt wateroverlast plaats doordat bij extreem hoogwater het water te snel door de Boven Mark stroomt. De wijze waarop met wateroverlast in beide gemeenten wordt omgegaan komt terug in paragraaf 5.3.

KRW-opgave

De KRW onderscheidt de chemische en ecologische toestand van een waterlichaam. Voor de Boven Mark geldt het 'Goed Ecologisch Potentieel', omdat het oppervlaktelichaam de status 'sterk veranderd' heeft gekregen. Volgens de KRW bestaat de ecologische toestand van een waterlichaam uit de toestand van biologische kwaliteitselementen, fysisch-chemische parameters, specifieke verontreinigende stoffen en hydromorfologische kwaliteitselementen. Voor elk onderdeel is een doelstelling geformuleerd.

Of het Goede Ecologische Potentieel (GEP) wordt behaald, is voor de Boven Mark afhankelijk van verschillende aspecten:

1. De combinatie van landelijk beleid en aanvullende regionale/lokale maatregelen inzake nutriënten moet voldoende effectief zijn.
2. Het tijdig kunnen uitvoeren van de herinrichtingsmaatregelen waarbij het van belang is dat de Vereniging Markdal een voldoende grondpositie organiseert.
3. Er moet rekening worden gehouden met de hersteltijd die de natuur na inrichtings- en herstelmaatregelen nodig heeft.
4. Er moet rekening gehouden worden met de bovenstroomse lozingen op de Mark vanuit vijf RWZI's in Vlaanderen.

De Goede Chemische Toestand kan alleen worden gehaald als de ubiquitaire (overal voorkomende) stoffen de norm, zoals gesteld in het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water 2015, niet te ver overschrijden (<40% boven de norm). Van de zware metalen overschrijdt zink jaarlijks de norm en kwik incidenteel. Verder zijn diverse insecticiden (incidenteel) boven de norm aangetroffen. Het potentieel giftige ammonium overschrijdt bijna jaarlijks de maximaal toegestane concentratie. Van de biologie ondersteunende parameters overschrijden fosfor en stikstof de normen. Dit komt vooral door effluentlozingen uit RWZI's en door toelevering door de landbouw.

De Boven Mark heeft een lage ecologische waarde en dit uit zich vooral in de beoordeling van de visstand en macrofauna en in mindere mate in de beoordeling van waterplanten ("overige waterflora" genoemd in de KRW). De visstand is in 2010 en 2013 beoordeeld als slecht en de macrofauna krijgt overwegend de beoordeling ontoereikend. Waterplanten verkeren in een matige toestand en zitten daarmee dichter bij het KRW-doel dan vis en macrofauna (Waterschap Brabantse Delta, 30 november 2017).

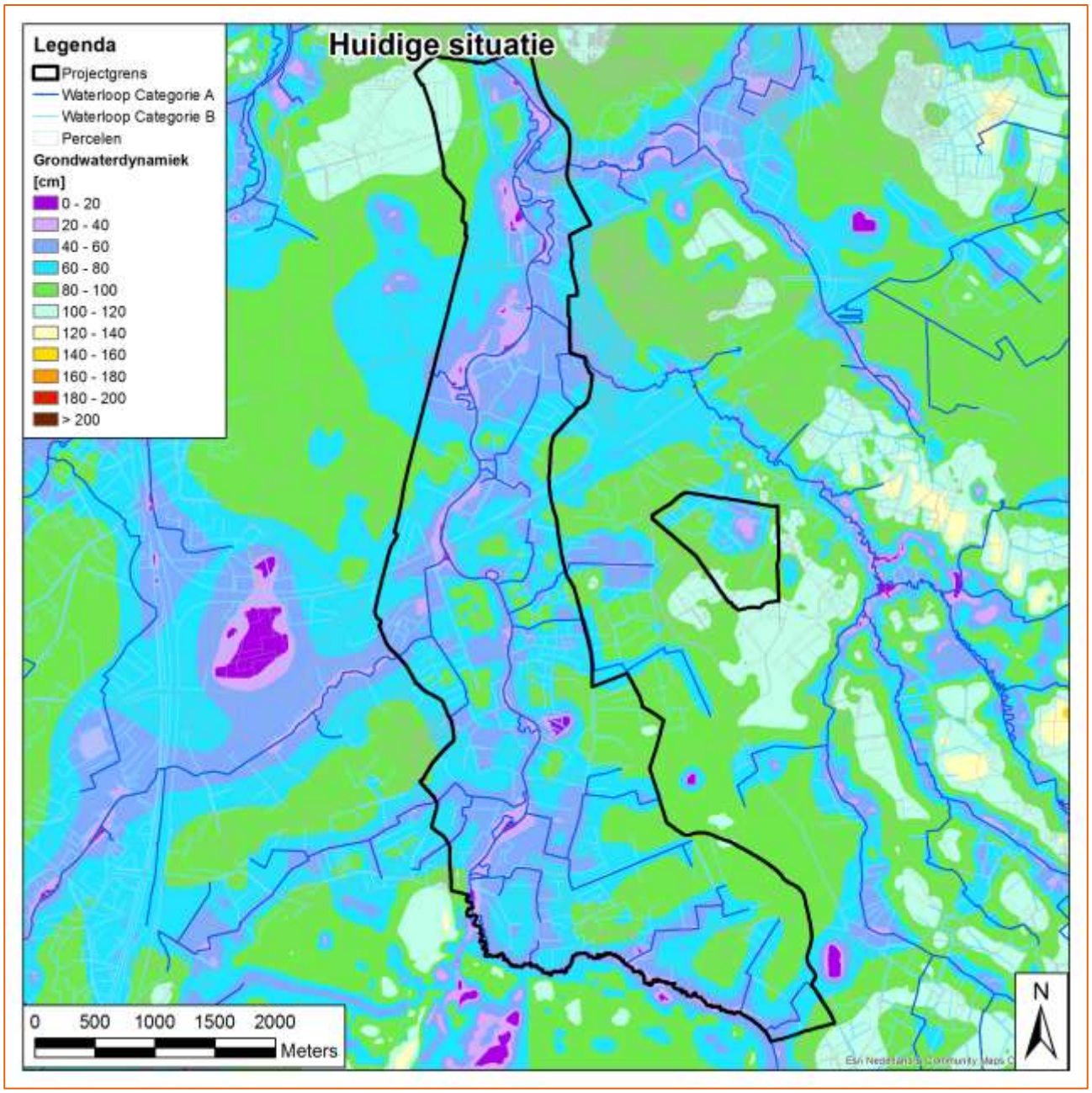
De nog uit te voeren inrichtingsmaatregelen dienen een positieve bijdrage te leveren aan het herstel van het stromende karakter van de Boven Mark en de zijlopen, om doelbereik op de KRW-maatlatten in 2027 mogelijk te maken.

Grondwater

Grondwaterstanden

De Boven Mark heeft een belangrijke drainerende functie van het grondwater. Naast het lokale regenwater dat het ontwatert en afwatert, wordt ook diep grondwater aangetrokken. Dit is terug te vinden in verschillende kwelrijke gebieden rond de rivier. In de hoger gelegen delen bij Zoersel, Turnhout, Ravels in België en Baarle-Hertog en Gilze in Nederland infiltreert het ondiepe grondwater, gevoed door neerslag, naar diepere grondlagen. Het grondwater stroomt globaal in noordelijke richting vanaf Zoersel en in westelijke richting tussen Baarle-Hertog en Gilze. Het diepe grondwater komt op sommige plekken in het Markdal weer aan de oppervlakte. Dit komt omdat de druk in het diepe watervoerend pakket hoger is dan de ondiepe grondwaterstanden, welke sterk beheerst worden door het aanwezige maaiveld, rivieren, greppels en drainage.

Grondwaterstanden liggen in het rivierdal veelal dicht op het maaiveld. Dat komt omdat het maaiveld hier laag is, circa 1 meter hoger dan het waterpeil van de Boven Mark, en het rivierdal gevoed wordt met kwelwater. Het peil in de rivier wordt sterk gereguleerd. De waterniveaus in de rivier hebben daarom over de seizoenen maar een beperkte fluctuatie. In de directe omgeving van de rivier is dit terug te zien in de grondwaterstanden. De natuurlijke fluctuatie is hier circa 30 centimeter. In het rivierdal is doorgaans sprake van een variatie van 30 tot 80 centimeter. Op de hoger gelegen gebieden, veelal bos, is de jaarlijkse fluctuatie groter dan 60 centimeter. Een ruimtelijk beeld van de grondwaterdynamiek is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Grondwaterdynamiek (verschil GHG-GLG) in de omgeving van het Markdal

Ten behoeve van landbouwkundige functies zijn delen van het gebied gedraineerd. Enerzijds wordt dit gerealiseerd door lokaal dichte netwerken van greppels en sloten. Anderzijds kan er ook buisdrainage zijn aangebracht. Percelen die zijn voorzien van buisdrainage zijn echter lastig visueel waar te nemen. Met die reden heeft er binnen het rivierdal van de Boven Mark een inventarisatie plaats gevonden waarin agrariërs individueel zijn benaderd om aan te geven welke percelen al dan niet zijn voorzien van buisdrainage. Voor

het overige deel is er uitgegaan van de landelijke buisdrainagekaart die op basis van de landbouw meitelling uit 2012 is vervaardigd (Massop e.a., 2018).

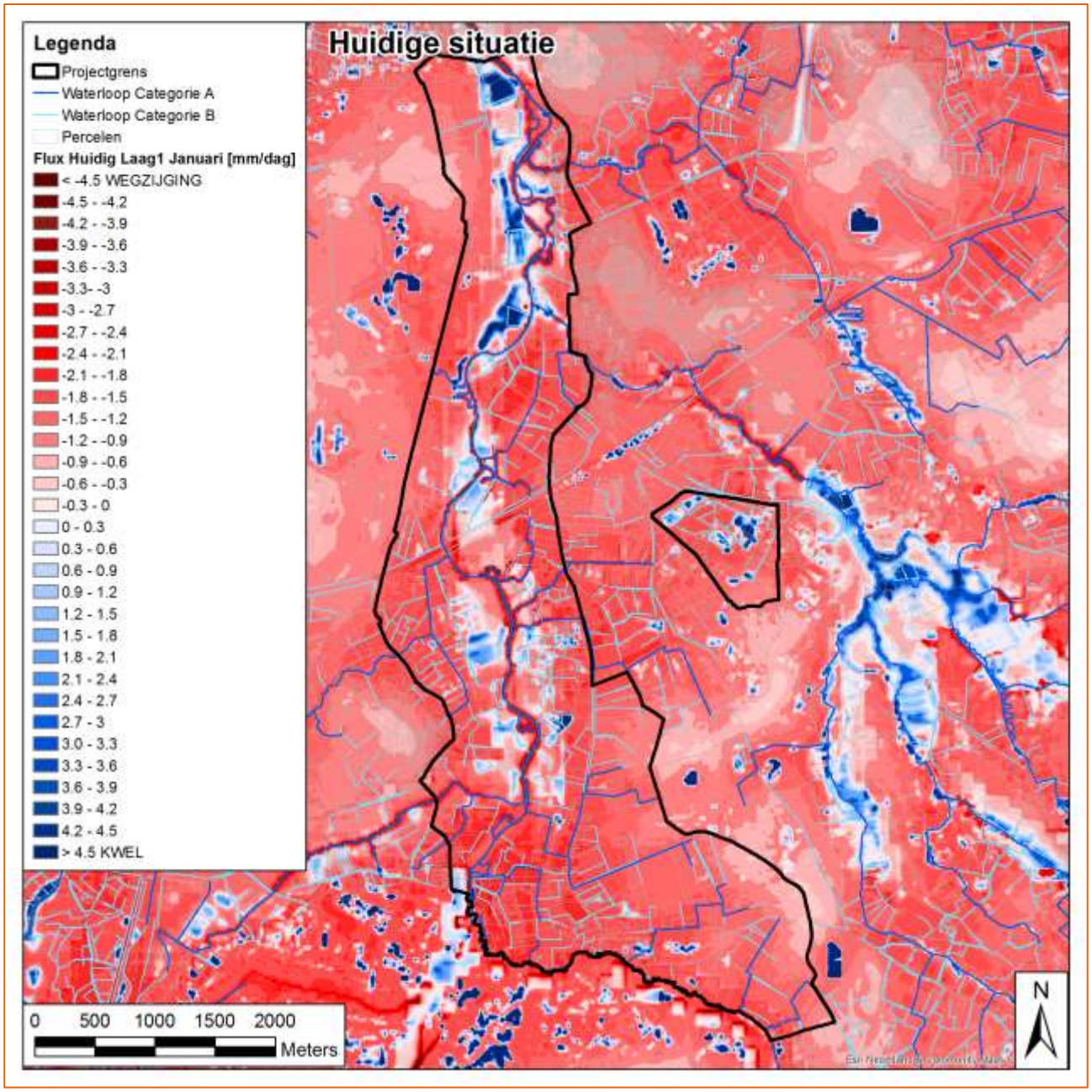
Kwel en infiltratie

Als gevolg van de hoge stijghoogten ten opzichte van het waterpeil en freatische grondwaterstand is er op veel plekken in het Markdal sprake van kwel. Studio Wolverine heeft indicatief onderzoek gedaan naar het voorkomen van kwel in het Markdal (Studie Wolverine; Klees, D., 2016). Dit onderzoek bestond uit een visuele beoordeling van aangetroffen water in greppels, sloten en beken. Hierbij is gelet op kwelverschijnselen zoals roestvorming op de bodem en begeleidende planten die de aanwezigheid van kwel indiceren.

De resultaten van het onderzoek zijn gekarteerd en hieruit blijken enkele gebieden met hoge kwelpotentie. Deze gebieden zijn weergegeven in Figuur 9.

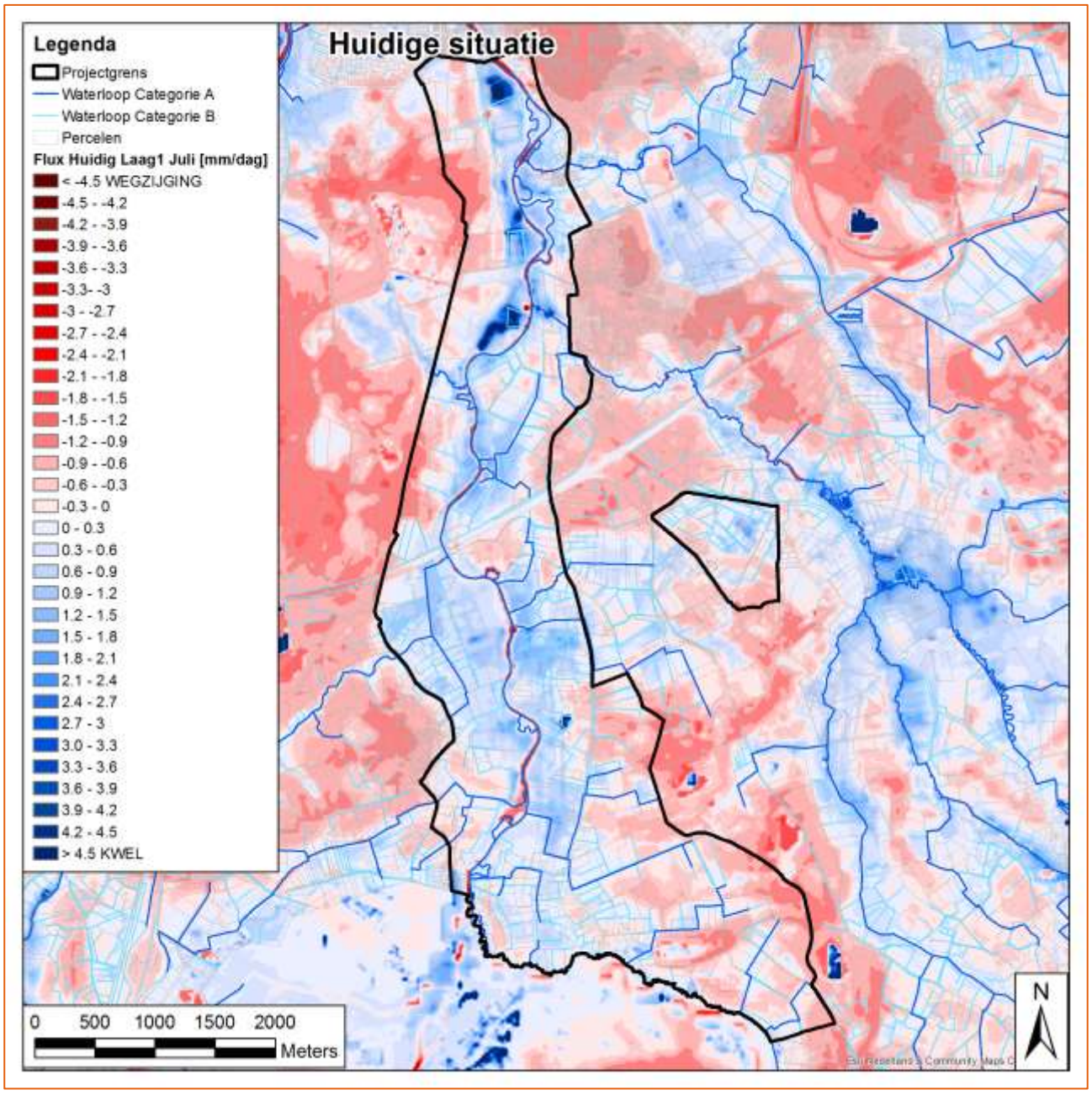
Figuur 9 Kaartbeeld met aanduiding van gebieden met een hoge kwelpotentie. Donkerblauw zijn potentiegebieden op basis van modelstudie, lichtblauw zijn potentiegebieden op basis van veldstudie

De mate van kwel en infiltratie zijn berekend voor de wintersituatie (Figuur 10). In de winter is duidelijk sprake van een infiltratiesysteem. Dat wil zeggen dat het merendeel van het neerslagoverschot ter aanvulling dient van het grondwatersysteem. Toch zijn er ook in de winter locaties waar sprake is van een kwelflux. Ter hoogte van Bouvigne geldt dit ook voor de natste locaties in het rivierdal (4 mm/dag). In het zuidelijk deel van het Markdal is dat veel minder, mede doordat de kwel afgevangen wordt in de watergangen.



Figuur 10 Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de wintersituatie (rood = wegzijging) (Arcadis, 24 mei 2017a)

Uit de kaart met de zomerflux (Figuur 11) blijkt dat in de zomer een neerslagtekort ontstaat dat wordt aangevuld met kwel. De stijghoogte of grondwaterstand in de hoger gelegen delen zorgt voor een nalevering van grondwater in het rivierdal. De kweldruk is echter grotendeels in het rivierdal beperkt tot <1 mm/dag, de laaggelegen locaties in het noordelijk rivierdal daargelaten (>4 mm/dag).



Figuur 11 Berekende kwel en wegzijging zomersituatie (Arcadis, 24 mei 2017a)

3.2.5 Natuurontwikkeling

Natura 2000

Er ligt in de directe omgeving van de rivier de Mark een tweetal Natura 2000-gebieden (Figuur 12). Dit betreft het complex Heesbossen-Elsakker op Belgisch grondgebied in het zuiden en het Ulvenhoutse bos in het noordwesten.

Heesbossen - Elsakker

Het gebied, genaamd 'Heesbossen, Vallei van Marke en Merkske en Ringven met valleigronden langs de Heerlese Loop`, is een bosgebied van 678 ha en ligt in de gemeenten Hoogstraten, Rijkevorsel en Merksplas ten zuiden van het plangebied. Het gebied is een zeer divers gebied, gelegen in de Noorderkempen van de Provincie Antwerpen. Grosso modo is het een fijn zandig gebied met klei in de ondergrond, naar het noorden hellend.

De stroomdalen van de natuurlijke waterlopen zijn smal en hebben een duidelijk dal karakter. De hogere gronden (o.a. Wortel-Kolonie) bestonden voor de bebossingsgolf van 1832-1840 vooral uit vennenrijke droge en natte heide. In het gebied zijn zowel (oude) loofbossen, beekvalleien, (pimpernel)graslanden, natte en droge heide, veenrelicten als dennenbossen aanwezig.

Het gebied is op 23 april 2014 door de minister-president van de Vlaamse regering en de Vlaamse minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur aangewezen als Natura 2000-gebied. Het gehele natura 2000-gebied is Habitatrichtlijngebied. Er is geen Vogelrichtlijngebied of Beschermd Natuurmonument aanwezig. Voor het Natura 2000-gebied is een managementplan opgesteld. In het managementplan zijn taken en inspanningen vastgelegd met het oog op het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen[9] (Agentschap voor Natuur en Bos, sd).

Het gebied is aangewezen vanwege de volgende habitattypen:

- H2330 – Open graslanden en landduinen.
- H3150 – Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden.
- H3260 – Beken en rivieren met waterplanten.
- H4010 – Vochtige heiden.
- H4030 – Droge heiden.
- H6510 – Glanshaver- en vossenstaarthooilanden.
- H7110 – Actief hoogveen.
- H7140 – Overgangs- en trilveen.
- H7150 – Pioniervegetatie met snavelbiezen.
- H9120 – Beuken-eikenbossen met hulst.
- H9190 – Oude eikenbossen.
- H91E0 – *Vochtige alluviale bossen - (prioritaire habitattype).

Ulvenhoutse bos

Het Ulvenhoutse Bos is een klein bosgebied van 112 ha in de gemeente Breda. Het is gelegen ten zuidoosten van de stad Breda, direct ten noordoosten van Ulvenhout. Het is een gebied met in de ondergrond slecht doorlatende, kalkrijke leemlagen, die voor een schijngrondwaterspiegel en hoge waterstanden zorgen. Er zijn gradiënten aanwezig van droge tot vochtige, lemige zandgronden naar natte leem- en veengronden waar basenrijk kwelwater toestroomt. Om het natte bos beter te kunnen exploiteren zijn in het verleden greppels gegraven en werden de (hakhout)bomen op de tussenliggende hogere delen (rabatten) geplaatst. Dit patroon is nog steeds overal in het bos aanwezig en wordt doorkruist door de verschillende beeklopen. De meeste hogere gronden zijn bedekt met eiken-beukenbos, op armere gronden ook met eiken-berkenbossen. Langs de beken en op de lage delen van dalflanken staan vogelkers-essenbossen. Op enkele zeer natte plekken langs beekjes zijn kleine stukjes kwelgevoed elzenbroekbos aanwezig.

Het gebied is op 23 december 2009 door het toenmalige Ministerie van LNV definitief aangewezen als Natura 2000-gebied. Het gehele Natura 2000-gebied is een Habitatrichtlijngebied. Er is geen Vogelrichtlijngebied of Beschermd Natuurmonument aanwezig. Voor het Natura2000-gebied is een beheerplan opgesteld. In het beheerplan zijn de instandhoudingsdoelstellingen geduid en maatregelen vastgelegd die nodig zijn om de aanwezige habitattypen, planten en dieren in het natuurgebied te beschermen. Het Ulvenhoutse Bos is met name gevoelig voor stikstofdepositie (verzuring en vermesting) en verdroging[10] (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, sd).

Het gebied is aangewezen vanwege de volgende habitattypen:

- H9120 - Beuken-eikenbossen met hulst.
- H9160A - Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden).
- H91E0C - *Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) – (prioritaire habitattype).

[9] Zie ook Managementplan voor nadere informatie: https://natura2000-prd-477218783059.s3-eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/21_heesbossen_mp-1.0.pdf.
[10] Voor nadere informatie: https://www.bij12.nl/assets/129_Ulvenhoutse-Bos_beheerplan_DEF.pdf.

Figuur 12 In het rood de ligging van de Natura 2000-gebieden ten opzichte van het plangebied van het Markdal weergegeven in oranje

Natuurnetwerk Brabant (NNB)

Het Markdal is onderdeel van het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Figuur 13 geeft de huidige begrenzing aan van het NNB. Het NNB is onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) en het betreft een netwerk van deels bestaande en deels nieuwe natuurgebieden die door ecologische verbindingszones (EVZ) met elkaar verbonden zijn. De natuur in het Markdal staat als natte natuur op zichzelf en vormt tevens als hoofdas in het systeem de schakel tussen de diverse verbindingen en de omliggende natuur (Studio Wolvering; Klees, D., 2018). Het is belangrijk dat deze verbindingen een verdere ontwikkeling krijgen.

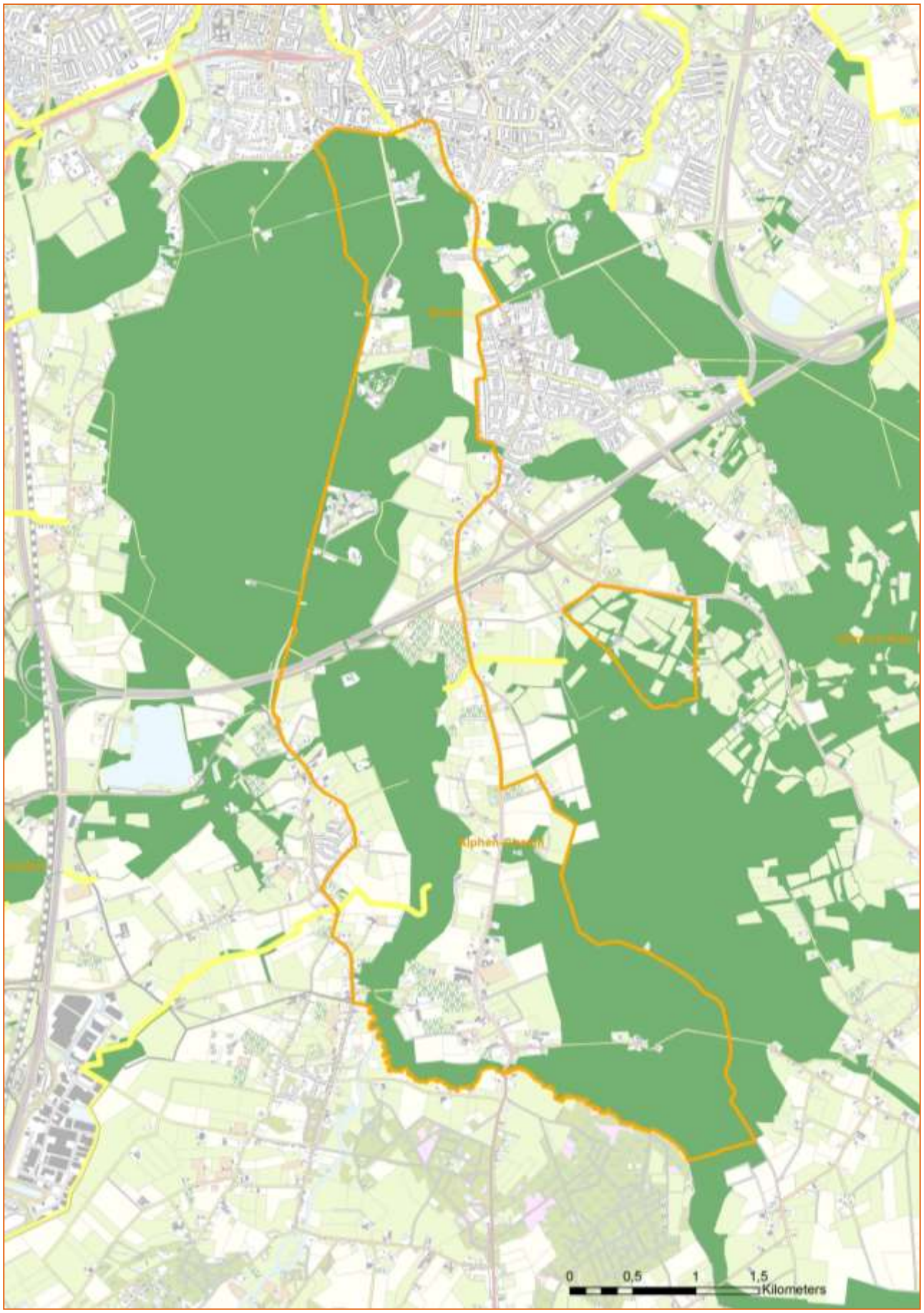
De provincie Noord-Brabant wil in 2027 alle gaten in het netwerk hebben gedicht. De concrete ambities staan beschreven in het Natuurbeheerplan. Hierin staan twee kaarten; de beheertypekaart en de ambitiekaart. Het plangebied (vooral daar waar langs de rivier gewerkt gaat worden) bestaat voornamelijk uit ‘nog om te vormen landbouw’. Op de ambitiekaart is zichtbaar dat het gebied langs de Boven Mark grotendeels dient te worden omgevormd tot een zand- en kalklandschap (N01.04). Het zand- en kalklandschap bestaat uit een groot scala van andere zand- en kalkgebieden voorkomende beheertypen zoals vochtige en droge heide, droog schraalland en haagbeuken- en essenbossen.

Door het project worden meer natuurdoeltypen behaald. Dit betreft vooral natuur op percelen die reeds binnen het NNB liggen. Het betreft nadrukkelijk niet alleen percelen die verworven zijn en worden ingericht, maar ook percelen die al in de bestaande situatie als natuur zijn ingericht maar door hermeandering van natuurdoeltypen veranderen. Het wordt door de provincie toegestaan om af te wijken van de natuurdoeltypen.

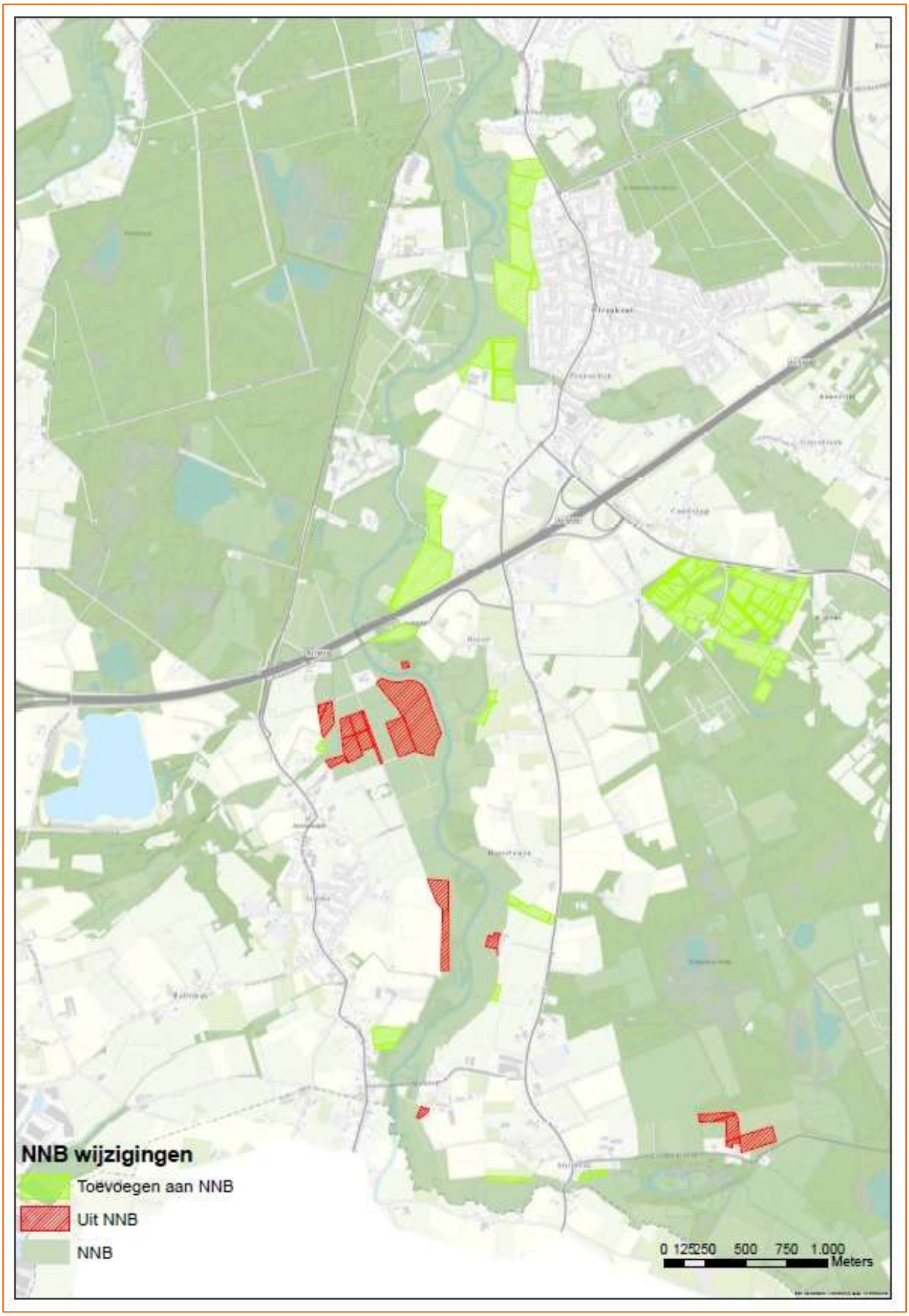
Vanaf 1990 heeft er op verschillende plekken in het Markdal natuurontwikkeling plaatsgevonden, waardoor een deel van het NNB is gerealiseerd. Doordat het belang van natuurontwikkeling in een aantal gevallen niet overeenkomt met het belang van agrarische ondernemers en bewoners in het Markdal, is het provincie en gemeenten nog niet gelukt om het totale NNB in het Markdal te realiseren. De Vereniging Markdal poogt, op basis van de overeenkomst met de provincie en met medewerking van het waterschap en de gemeenten Alphen-Chaam en Breda, het natuurnetwerk verder uit te breiden. De beschikbaarheid van gronden wordt daarbij gebaseerd op een gebiedsproces, waarbij ‘van binnenuit’ het Markdal op basis van vrijwilligheid wordt gewerkt.

Onderdeel van het gebiedsproces is dat de bestaande begrenzing van het NNB opnieuw goed bekeken is. Gebleken is dat een nieuwe begrenzing nodig is om (1) de robuustheid van het systeem en dan in het bijzonder de verbindingen met de grote natuurgebieden te waarborgen en (2) realisatie mogelijk te maken en daarbij wensen en eisen van agrarische bedrijven te respecteren, zonder voor het gebied als geheel afbreuk te doen aan de kwaliteiten van het Markdal. Zo wordt er bij Daasdonk een wijziging voorgesteld om de gronden uit de oorspronkelijk NNB ambitie te halen. Het gebied van de huiskavel van het agrarisch bedrijf en aangrenzende percelen blijven agrarisch. Door op deze manier de herbegrenzing toe passen is het mogelijk dat het natuursysteem (NNB met EVZ’s)– na jaren van stagnatie- nu gerealiseerd kan worden. Daarnaast wordt het landgoed Luchtenburg toegevoegd aan het NNB. De eigenaar van het landgoed wil de gronden als geheel veiligstellen en verder ontwikkelen op het gebied van natuur, landschap en cultuurhistorie.

In totaal wordt er 71,5 ha NNB toegevoegd en gaat er 26,2 ha uit het NNB. Netto komt er 45,3 ha bij. De toevoeging komt vooral voort uit de ambitie om landgoed Luchtenburg in het NNB op te nemen. In het Markdal zelf blijven de ha’s NNB per saldo nagenoeg gelijk (Vereniging Markdal, 2018b). Figuur 13 geeft de huidige ligging weer van de NNB, Figuur 14 geeft de herbegrenzing weer. Een uitgebreide toelichting op de herbegrenzing NNB is opgenomen als bijlage bij het bestemmingsplan.



Figuur 13 De ligging van het NNB in het groen en de EVZ's in het geel in en rondom het plangebied



Figuur 14 Herbegrenzing NNB. Groene vlakken geven de toe te voegen delen aan het NNB weer, de rode vlakken de delen welke uit het NNB worden gehaald

Natte Natuurparel (NNP)

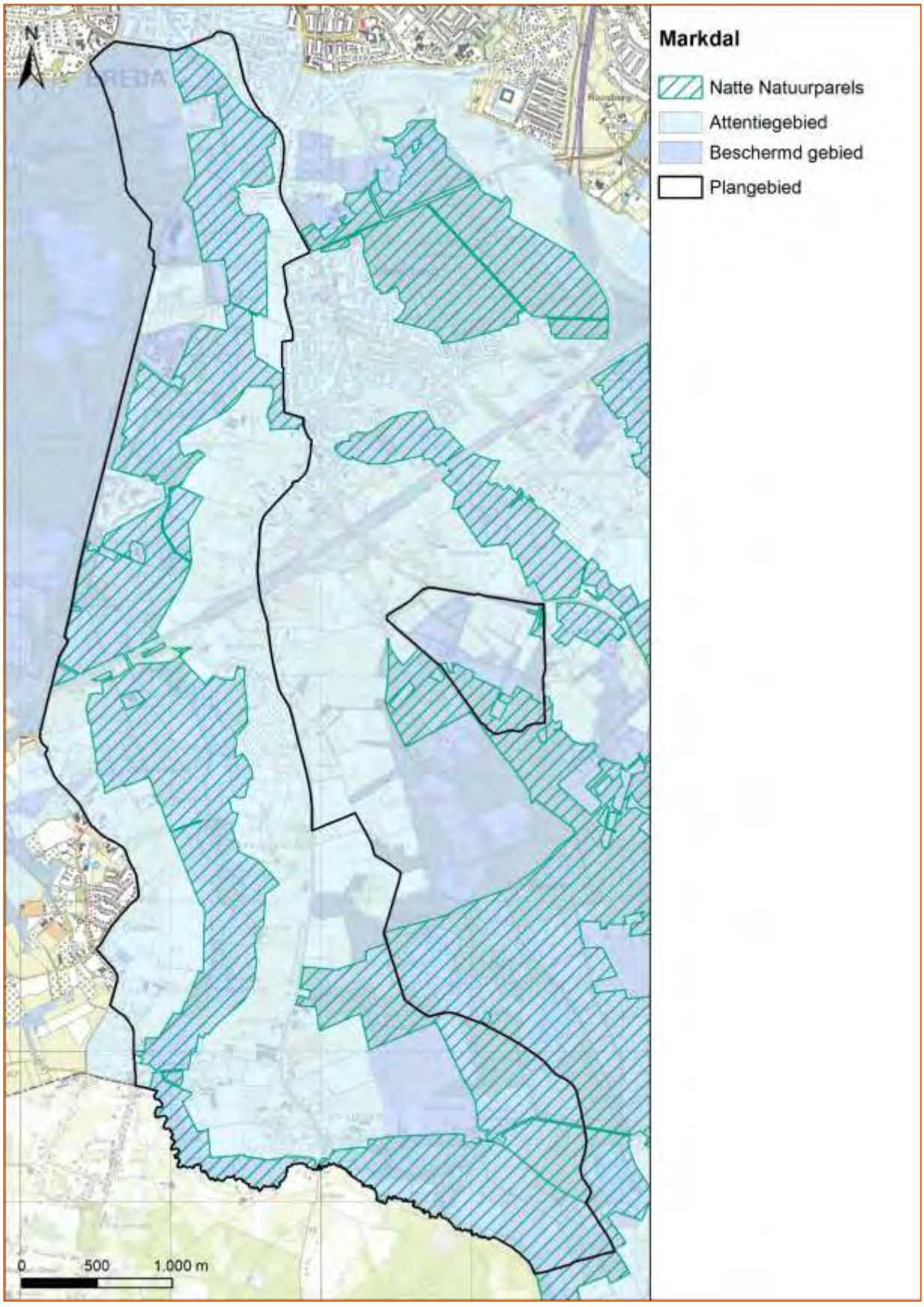
Binnen het Markdal kennen de percelen in het Natuurnetwerk Brabant ook de status natte natuurparel (NNP). Het herstel van de NNP is een maatregel om de KRW-doelen te realiseren.

Om te komen tot een juiste bescherming en verbetering van de kwelafhankelijke natuurdoeltypen wordt ingezet op twee sporen. Enerzijds is het beschermingsniveau bedoeld als ‘stand still’ om achteruitgang te voorkomen. Anderzijds wordt ingezet op verbetering door het toepassen van herstelmaatregelen, waarbij de NNP gekoppeld is aan de kwelafhankelijke natuurdoeltypen van het NNB. Afhankelijk van het natuurbeheertype worden hydrologische herstelmaatregelen getroffen. Wanneer hydrologisch herstel niet mogelijk is kan een ander natuurbeheertype overwogen worden. Aan de NNP hangen dus geen specifieke natuurdoelen (dit is gekoppeld aan het NNB), maar geldt de ambitie om hydrologische bescherming en herstel mogelijk te maken.

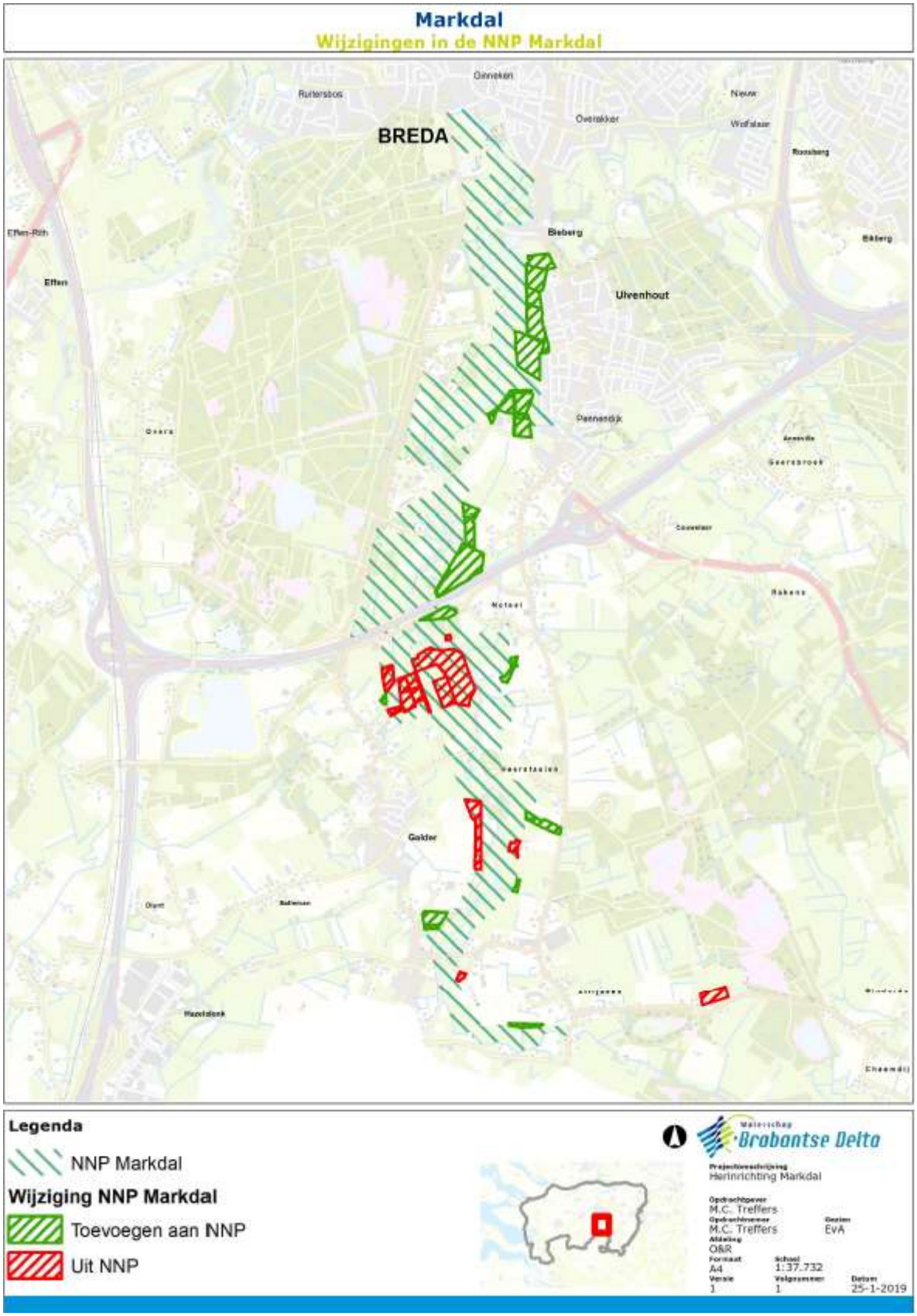
De ligging van de NNP is weergegeven in Figuur 15, evenals de bijbehorende beschermde gebieden en attentiegebieden. Het beschermd gebied is gelijk aan het NNB. Binnen deze gebieden dienen waterhuishoudkundige maatregelen in het teken van verdrogingsbestrijding te staan. De attentiegebieden vormen een beschermingszone van gemiddeld 500 m tussen de natte natuurparels en hun omgeving. Binnen deze beschermingszones dienen hydrologische verschillen tussen natte natuurparels en omgeving opgevangen te worden. Maatregelen binnen de attentiegebieden worden tenminste getoetst op stand-stil op de rand van de NNP.

Het NNB en de NNP zijn beleidsmatig (bij provincie en waterschap) aan elkaar gekoppeld. Een natte natuurparel kan alleen natte natuurparel zijn als die aanduiding samenvalt met de aanduiding natuurnetwerk Brabant. Het gevolg hiervan is dat bij een wijziging van het NNB ook gekeken moet worden naar de wijziging van de NNP. De wijziging van de NNP grenzen is weergegeven in Figuur 16.

De percelen die uit de NNP (en het NNB) gehaald worden liggen voor het grootste gedeelte ingesloten tussen percelen die wel in de NNP blijven. Door de zone van 500 m rondom de NNP treedt er geen wijziging op in de beschermingszone (attentiegebied). De percelen die toegevoegd worden aan het NNP zijn nu al attentiegebieden. Het gebied om deze percelen is reeds als beschermd gebied of attentiegebied aangewezen, aangezien de beschermingszones van de Boven Mark en Ulvenhoutse Bos tegen elkaar liggen (Waterschap Brabantse Delta, 2018). Nadere informatie over de NNP en de herbegrenzing ervan is terug te vinden in de waterparagraaf van het bestemmingsplan.



Figuur 15 Huidige begrenzing NNP met bijbehorende attentiegebied en beschermingszone



Figuur 16 Herbegrenzing NNP naar aanleiding herbegrenzing NNB. Er treedt geen wijziging op aan de beschermde gebieden via aanduiding attentiegebied of aanduiding beschermd gebied

Beschermde soorten (Wet Natuurbescherming)

De in het plangebied en directe omgeving aanwezige beschermde soorten zijn onderzocht door middel van een QuickScan (Arcadis, 12 januari 2017b)[11]. In het plangebied, dat in de QuickScan is gedefinieerd als de Mark en een zone van 300 meter daarnaast, komen ruim 70 volgens de vogelrichtlijn beschermde broedvogels voor. In het bijzonder komen broedvogels met jaarrond beschermde nesten voor, zo zijn de gierzwaluw, buizerd en sperwer waargenomen. Ook is voor deze vogels een territorium vastgesteld.

Vleermuizen zijn enkel buiten het plangebied aangetroffen. De betreft de gewone- en de ruige dwergvleermuis. Echter, binnen het plangebied bevinden zich bomenlanen en watergangen, welke een functie kunnen vervullen als vliegroutes. Tevens is het gebied niet uit te sluiten als foerageergebied voor vleermuizen. Ook kunnen mogelijk vliegroutes en foerageergebieden van volgens de habitatrichtlijn beschermde vleermuizen, waaronder de gewone dwergvleermuis en de ruige dwergvleermuis, aanwezig zijn in het plangebied.

Geschikt habitat voor amfibieën, waaronder de heikikker en poelkikker, is binnen het plangebied maar beperkt aanwezig. De aanwezigheid van deze soorten is echter niet helemaal uit te sluiten. Voor de heikikker bestaat het aquatisch habitat uit ondiep, zonbeschenen water, vennen, poelen en slootjes. Geschikt landhabitat betreft vochtige, dichte vegetaties. Het leefgebied geschikt voor de poelkikker bestaat uit vennen, poelen, rivier begeleidende wateren en sloten. Geschikt habitat komt buiten het plangebied veelvuldig voor, maar is binnen plangebied beperkt aanwezig. Aanwezigheid van de soorten kan echter niet uitgesloten worden.

Binnen het plangebied komen verschillende soorten grondgebonden zoogdieren voor, die vallen onder de categorie ‘beschermingscategorie overig’ volgens de wet natuurbescherming. Het leefgebied is geschikt voor de zwaar beschermde soorten de eekhoorn en de steenmarter. Beide soorten zijn in het plangebied waargenomen. Voor de eekhoorn bestaat het habitat uit bos, park en houtwallen in de buurt van bos. Voor de steenmarter geldt dat het plangebied hoofdzakelijk als foerageergebied functioneert.

Met betrekking tot de vaatplanten komt er één beschermde soort voor binnen het plangebied, namelijk de dreps. De soort is aangetroffen in de wegberm van de A27 en valt daarmee buiten de scope van de werkzaamheden.

Aanvullend op de uitgevoerde QuickScan van 2017 heeft een ecoloog van de gemeente Breda een uitspraak gedaan over de aanwezigheid van beschermde soorten in het gebied. Ten eerste is met betrekking tot de vleermuizen gesteld dat naast de geschikte vliegroutes en foerageergebieden, er mogelijk ook bomen zijn met verblijfplaatsen. Daarnaast is in het bos van landgoed Luchtenburg een ijskelder aangelegd als winterslaapplaats voor vleermuizen. Deze is reeds door vleermuizen in gebruik genomen. De structuur van weide en bomenlanen van dit landgoed verschaft een kwalitatief goed jachtgebied met een besloten ligging voor de vleermuizen. Met betrekking tot soorten is de rivierdonderpad mogelijk aanwezig in de monding van de beken en komen in de poelen in het gebied de vinpootsalamander en de alpenwatersalamander voor. Daarnaast is aangegeven dat de eekhoorn en diverse marters voorkomen in het gebied. Zo biedt het plangebied geschikte verblijfplaatsen voor de steenmarter.

Specifiek voor ieder van de rode ontwikkeling is nader onderzoek uitgevoerd naar aanwezige beschermde soorten. De resultaten daarvan zijn opgenomen bij het bestemmingsplan.

Voor dat de daadwerkelijke werkzaamheden gaan plaatsvinden, wordt ter voorbereiding op het opstellen van het inrichtingsplan en het Projectplan Waterwet nog nader onderzoek gedaan naar beschermde soorten en hoe hier tijdens de uitvoering mee om te gaan.

[11] In de QuickScan is voor wat betreft de voorkomende soorten gebruik gemaakt van de bij NDFF beschikbare gegevens. Soorten die zijn waargenomen, maar niet gemeld, zijn dus niet bekend. Dit aspect wordt ook benoemd in paragraaf 5.8, Leemten in kennis.

3.2.6 Landschap, Cultuurhistorie en archeologie

Landschap

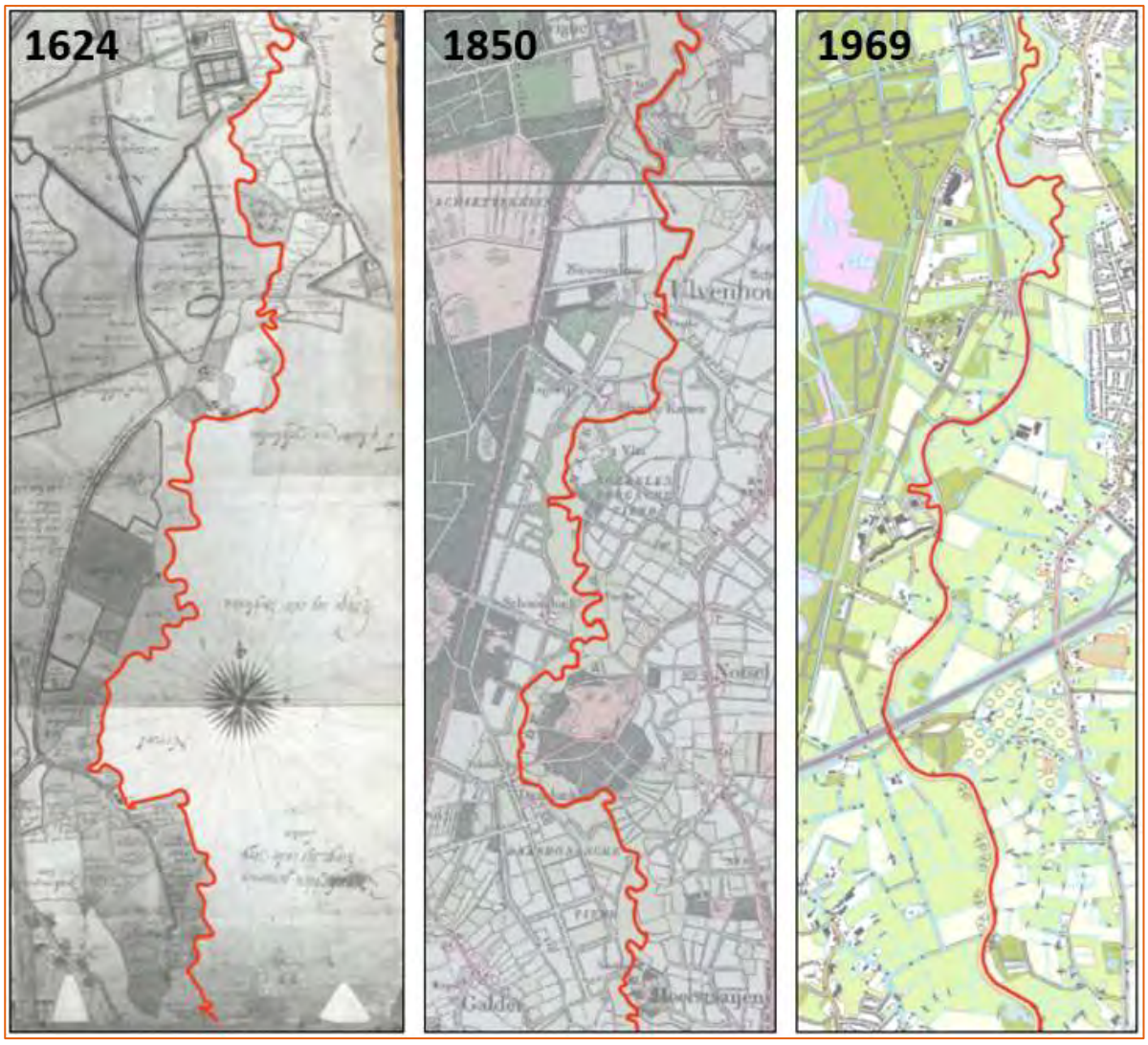
Het rivierdal van de Mark is relatief open met hier en daar bosschages (broekbosje) ter hoogte van de rivier en een aantal lijnbeplantingen. Aan de zijde van Alphen-Chaam worden de wanden gevormd door Galder aan de westzijde en de Strijbeekseweg (met redelijk wat lintbebouwing) en de Strijbeekse Heide aan de oostzijde.

Landschappelijke waarden

De openheid en de (relatief) groene wanden vormen de belangrijkste landschappelijke waarden van het rivierdal zoals het er nu bij ligt. In het verleden was er echter sprake van een kleinschaliger landschap met meerdere landschapselementen (zie ook verderop Figuur 18).

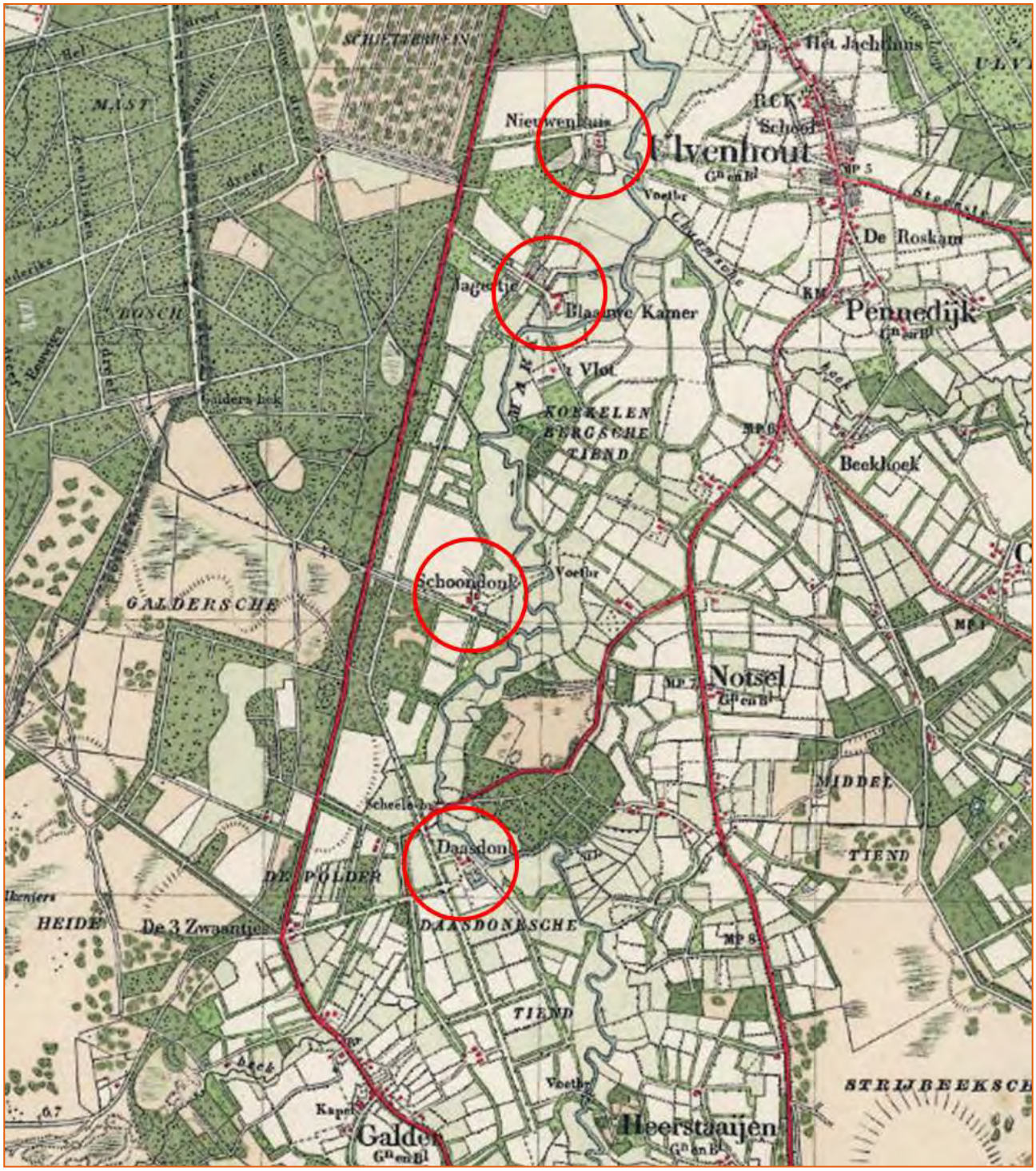
Cultuurhistorie

In de laatste eeuwen tot aan de kanalisatie in 1969 is de meanderende loop van de Boven Mark relatief weinig veranderd. Bij vergelijking van historische kaarten van verschillende momenten zijn een aantal meanders verdwenen, zijn er enkele ontstaan, maar is de loop in hoofdlijnen nauwelijks veranderd (Figuur 17).



Figuur 17 Historische kaart uit 1624 (links) en rond 1850 (midden) en 1969 (rechts) met in het rood de ligging van de Boven Mark (Bron: WBD)

Door de ontginning voor de landbouw ontstond een kleinschalig cultuurlandschap met houtwallen, hagen en struweel op de kavelgrenzen. Langs de westzijde van de Mark ontstonden een drietal grote hoeven op de hogere gronden die het Markdal instaken, de zogenaamde donken. Dit zijn Blauwe Kamer, Schoondonk en Daasdonk (Figuur 18). In het begin van de 17de eeuw is rond het kasteel Daesdonck een barok landschap aangelegd, met rechte dreven en bijbehorende laanbeplanting. Ook rondom landgoed Luchtenburg is de structuur van door bomenlanen ingesloten weidegronden en bos nog aanwezig. Het bijzondere van dit landgoed is dat de houtwallen en bomenrijenstructuur nog geheel intact zijn. Daarbij is ook de benedenloop van de Galderse Beek vergraven. In dezelfde stijl is de Galderseweg tussen Breda en Galder aangelegd als rechte laan. Voor de aanleg liep de weg tussen Breda en Galder dichter bij de Mark.



Figuur 18 Ligging Daasdonk en bijbehorende hoeven

In 1968 werd begonnen met de kanalisatie van de Boven Mark (zie Figuur 19). De Boven Mark werd daarbij niet geheel recht, maar kreeg vanuit landschappelijk oogpunt langgerekte bochten. Om zo economisch om te gaan met de hoeveelheid grondverzet volgt de gekanaliseerde Boven Mark op hoofdlijnen de vroegere, meanderende Boven Mark. Bij de kanalisatie is de Boven Mark verbreed en verdiept en zijn 3 stuwen aangebracht. De grond die daarbij vrijkwam werd op de aanliggende gronden verspreid. De kanalisatie ging gepaard met een vrijwillige kavelruil.

Figuur 19 Kanalisatie van de Boven Mark in 1969 ter hoogte van de meander Bieberg. Links op de foto is de oorspronkelijke Boven Mark zichtbaar. Door de graafwerkzaamheden is de Boven Mark rechts op de foto 2-3 keer zo breed. Aan de spoorvorming op de aanliggende percelen is te zien dat deze percelen zijn opgehoogd met zand dat vrijkwam bij de verbreding en verdieping van de Boven Mark (Arcadis, 24 mei 2017b)

In de jaren ’80 en ’90 is de ruilverkaveling Ulvenhout-Galder uitgevoerd. Hierbij is het Markdal opnieuw verkaveld, met uitzondering van het gebied ten noordwesten van de snelweg en de Boven Mark. Sinds het jaar 1990 heeft natuurontwikkeling plaatsgevonden in het Markdal. Allereerst is tussen Strijbeek en Galder nieuwe natuur gevormd en zijn de meanders bij de Markweg (oostelijk van de Boven Mark) en bij Galder (westelijk van de Boven Mark) gegraven. Sinds 2000 is tussen de Duivelsbrug en de Reeptiend een landbouwbedrijf opgekocht en omgevormd tot natuur. Daarbij is de vistrap Bieberg en de meander Oudhof aangelegd.

Het totale Markdal heeft een hoge cultuurhistorische waarde vanwege de gaafheid, visuele herkenbaarheid in haar landschappelijke omgeving, de zeldzaamheid van beekdalen van deze omvang en de aanwezigheid van de vele landhuizen, buitenplaatsen, landgoederen en eeuwenoude hoeves waaronder landgoed Daasdonk inclusief de bijbehorende hoeven (Blauwe Kamer, Schoondonk en Nieuwenhuis).

Gebouwd erfgoed

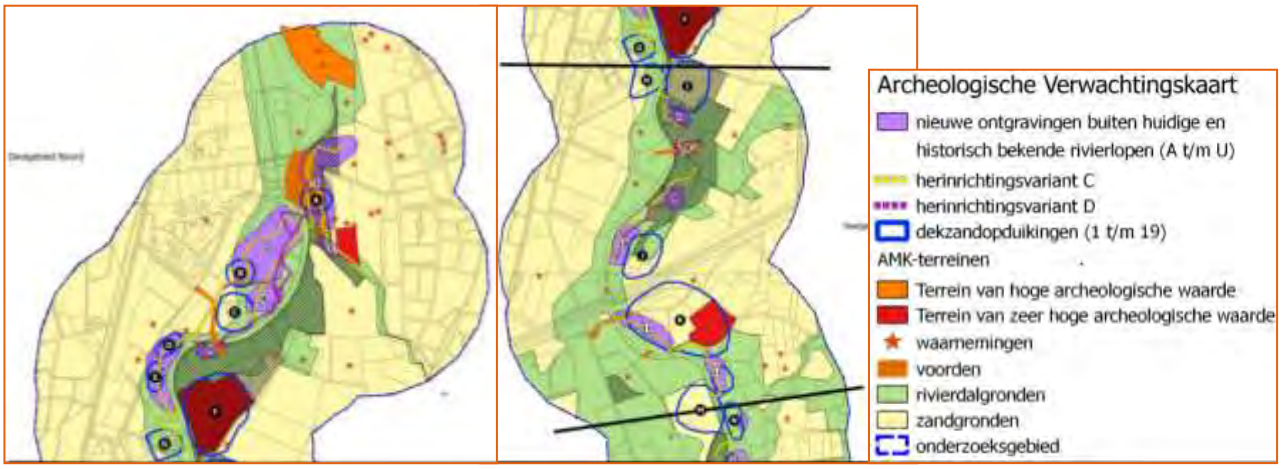
In het plangebied hebben in het verleden enkele Vlaamse schuren gestaan. Op het perceel Strijbeekseweg 18 is een woning in een voormalige boerderij met en grote schuur aanwezig, aangewezen als rijksmonument. In het verleden heeft naast de boerderij een Vlaamse schuur gestaan. Deze is afgebrand en niet meer teruggebouwd. Ook bij Boerderij Nieuwenhuys aan Reeptiend 50, één van de vier oude hoeves van Landgoed Daasdonk en tevens rijksmonument, heeft een Vlaamse schuur gestaan. Deze is in de loop der tijd verloren gegaan.

In het plangebied is mogelijk meer gebouwd erfgoed aanwezig. Deze zijn echter niet relevant omdat het plan hier niets mee doet.

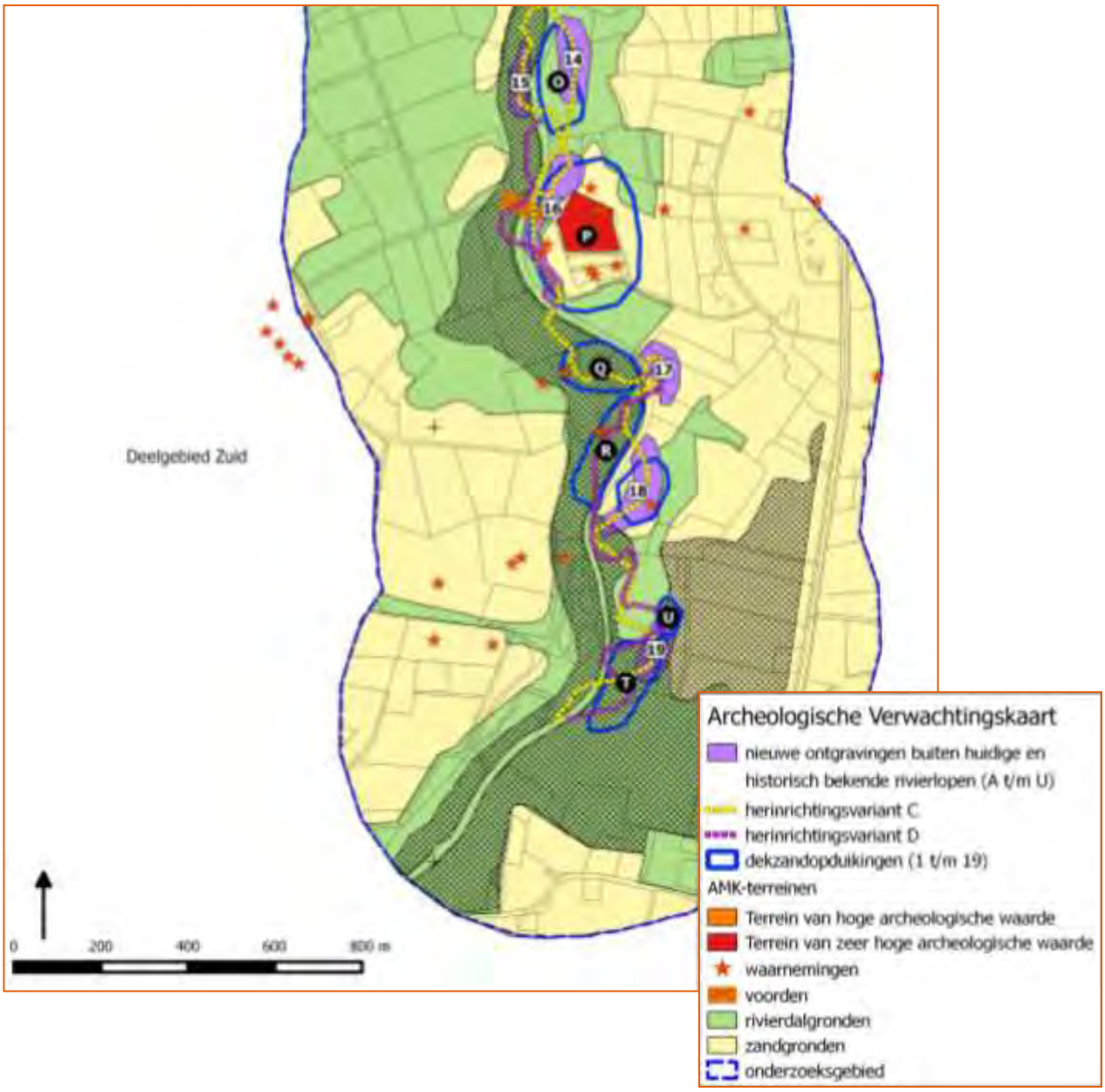
Archeologie

Archeologische verwachting

De omgeving van het Markdal is rijk aan archeologische resten (zie ook Figuur 20 en Figuur 21). De meeste hiervan zijn aangetroffen op de hoge zandgronden, maar veel daarvan zijn aangetroffen in de directe nabijheid van het rivierdal. Dit betreft met name een aantal nederzettingsterreinen uit de ijzertijd-vroege middeleeuwen. In het rivierdal zijn tevens waarnemingen aangetroffen, maar veel minder dan in de omliggende zandgronden.



Figuur 20 Archeologische verwachting Markdal. Links: Deelgebied Noord. Rechts: Deelgebied Midden



Figuur 21 Archeologische verwachting Markdal. Deelgebied Zuid

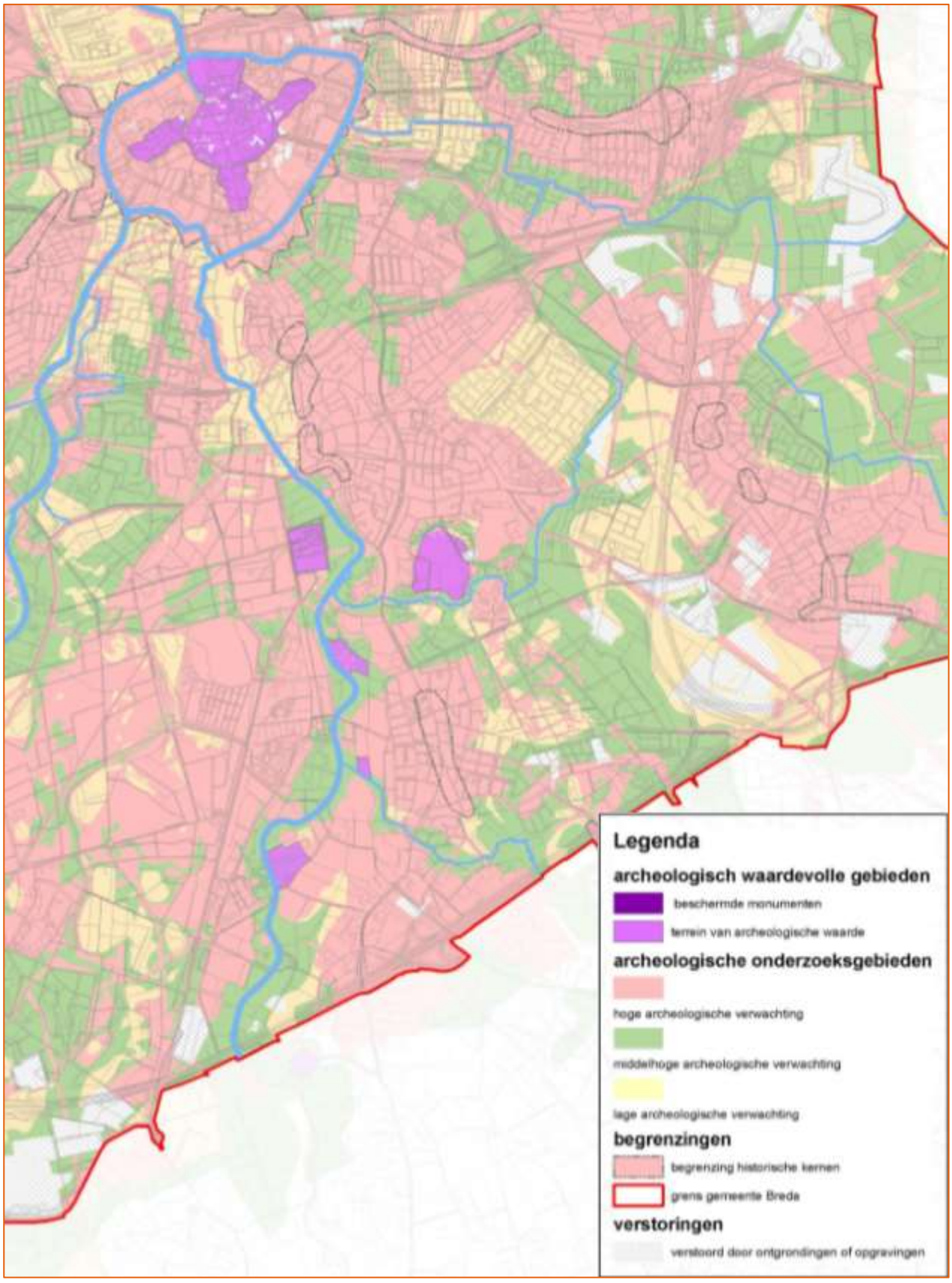
In het rivierdal gaat het om waarnemingen uit alle archeologische perioden, waaronder mesolithicum, neolithicum en een aantal ijzertijdnederzettingen. Het rivierdal van de Mark raakte vanaf het midden-mesolithicum begroeid met veen. Hierdoor waren de lage delen vanaf die periode niet meer geschikt voor bewoning. Op basis van het AHN kunnen echter diverse opduikingen in het rivierdal worden geïdentificeerd. Het kan daarbij gaan om dekzandopduikingen, maar ook het gevolg zijn van latere bodemingrepen of een combinatie van beide. Deze opduikingen zijn soms niet op de bodemkaart aangegeven. Dekzandopduikingen in een rivierdal vormden, samen met gradiëntzones (rivierdal versus hoge zandgronden) aantrekkelijke nederzettingslocaties in het verleden. De kleine zandkopjes kenden mogelijk incidentele bewoning in het mesolithicum, maar de grotere kunnen ook resten uit nederzettingscontext bevatten uit de periode steentijd – vroege middeleeuwen.

Op basis van beschikbare bronnen (voornamelijk het Bonneblad uit 1900) is een aantal mogelijke voorden[12] geïdentificeerd. Archeologisch gezien zijn ze niet alleen als fenomeen zodanig van belang, maar vaak is in de directe omgeving van een voorde sprake van diverse *off-site* fenomenen, zoals afvalresten of – bij zeer oude voorden – van rituele deposities.

De gemeente Alphen-Chaam heeft een eigen archeologisch beleid maar heeft geen eigen beleidskaart. De gemeente maakt daarvoor gebruik van de Cultuurhistorische waardenkaart van de Provincie Noord-Brabant (CHW) die gebaseerd is op de landelijke Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW). Daarop geldt dat langs de oostelijke gedeeltes van de rivier over het algemeen hogere verwachtingswaarden gelden, waar langs het westelijke gedeelte van de rivier een lage verwachting aanwezig is. Op de CHW zijn de hoge en middelhoge verwachting samengevoegd tot de hoge verwachting.

De gemeente Breda heeft een ErfgoedVisie opgesteld voor 2008-2015 (Gemeente Breda, n.b.). Onderdeel hiervan is een beleidsadvieskaart met daarop bekende monumenten, stads- en dorpsgezichten en archeologische monumenten inclusief de verwachtingswaarde (archeologie) (Figuur 22). Het plan voor het Markdal heeft weinig consequenties voor de ErfgoedVisie van gemeente Breda.

[12] Een brugconstructie.



Figuur 22 Beleidsadvieskaart Breda's erfgoed. Uitsnede met deel Markdal

In het bestemmingsplan hebben de gebieden met een hoge archeologische verwachting op de CHW en de AMK-terreinen een dubbelbestemming ‘waarde archeologie’ gekregen. Voor deze dubbelbestemming geldt

dat bij bodemingrepen buiten de bebouwde kom met een oppervlakte van 500 m^2 of meer die de bodem dieper dan 30 cm – mv zullen verstoren, dat vooraf archeologisch onderzoek dient te worden uitgevoerd.

Archeologische monumenten

Binnen de grenzen van het komen vijf AMK-terreinen voor (Archeologische Monumenten) (zie de rode en oranje vlekken in Figuur 20 en Figuur 21). Onderstaand tabel geeft een beschrijving van deze AMK-terreinen van zuid naar noord:

AMK-nummer	Waarde	Omschrijving
2075	Hoog	Terrein met resten van een versterkt huis, een oude hof met grachten. Het huis is voor 1300 reeds verlaten. Het huis lag op de rand van een beekdal, een hoog terrein met plaggendek langs de Mark, omringd door afgegraven percelen en enkele essen.
2071	Zeer hoog	Terrein met sporen van bewoning uit de vroege middeleeuwen (Karolingisch). Op de akker zijn duizenden aardewerkscherven gevonden. Op het terrein ligt een plaggendek.
2072	Zeer hoog	Terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd. Het terrein ligt op de rand van een rivierdal. Hoog terrein aan de oever van de Mark. Op het terrein ligt een plaggendek.
2070	Zeer hoog	Terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd/Romeinse tijd. Betreft een hooggelegen akker met plaggendek. De dikte van het plaggendek neemt naar het zuidwesten af tot circa 40 cm.
2073	Zeer hoog	Terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd/Romeinse tijd. Er is waarschijnlijk ook bewerkt vuursteen aangetroffen, mogelijk een (vuist)bijl en pijlpunten. Bij het ijzertijdmateriaal gaat het ook om paalgaten en ijzerslakken, deels in aangrenzend, afgegraven perceel.

Het noordelijk gelegen monument betreft een terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd/Romeinse tijd. Dit is een hooggelegen akker met plaggendek (monumentnummer 2070). Het zuidelijk terrein bevat sporen van bewoning uit de ijzertijd/Romeinse tijd. Er is ook bewerkt vuursteen aangetroffen (monumentnummer 2073).

3.2.7 Overig gebruik en leefbaarheid

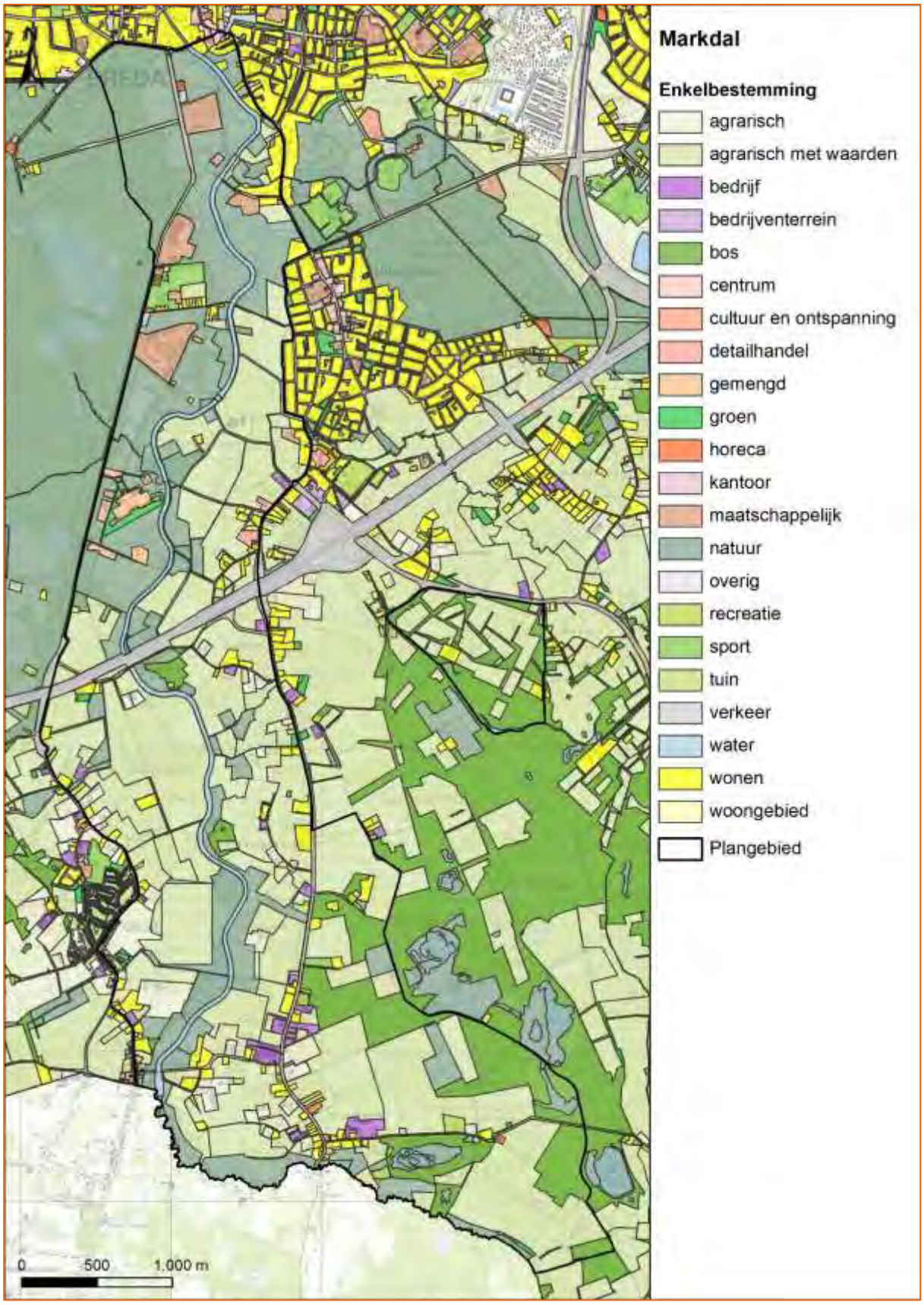
Wonen

Binnen het plangebied, zowel op grondgebied van de gemeente Alphen-Chaam als gemeente Breda, is bebouwing aanwezig. Aan de Strijbeekseweg zijn verschillende woningen gevestigd, welke uitkijken op de Mark. Dit geldt tevens voor woningen aan de westelijke zijde van het dorp Ulvenhout en woningen in het plangebied. De woningen binnen het plangebied liggen in of vlak naast natuurgronden of agrarische gronden. Op de hogere flanken van het rivierdal liggen de dorpskernen Galder, Strijbeek en Ulvenhout.

Recreatie

Nabij het plangebied wonen in de dorpen en in Breda veel mensen die in het plangebied recreëren. Onderdeel van de plannen is het aanleggen van recreatieve routes. Dit bestaat onder andere uit de aanleg van fiets- en wandelpaden langs de Mark. Als gevolg hiervan zal de situatie voor de recreatie verbeteren. Het gebied wordt beter toegankelijk voor recreatief gebruik en door de natuurontwikkeling wordt de belevingswaarde van het gebied groter.

In het noordoostelijke deel van het plangebied liggen verschillende landgoederen en horecagelegenheden.



Figuur 23 Enkelbestemmingen Markdal

Landbouw

In het rivierdal vindt momenteel veel agrarische bedrijvigheid plaats. Het grootste deel van het rivierdal bestaat uit graslanden, welke in agrarisch gebruik zijn. Daarnaast zijn er tevens enkele akkers en kwekerijen. In het plangebied zijn onder andere veehouderijen en een aardbeienteler gevestigd. De agrarische gronden zijn verspreid over het gehele plangebied (Figuur 23) en vormen momenteel een herkenbare structuur in het landschap.

Wegen

Het plangebied wordt in het midden doorkruist door de A58. Daarnaast lopen er verschillende lokale wegen door het gebied en loop de provinciale weg N14 parallel aan het gebied.

3.3 Autonome ontwikkelingen

Regionale plannen

De A58 Eindhoven - Tilburg wordt naar verwachting rond 2020 verbreed van 2 naar 3 rijstroken. De A58 vormt nu een barrière voor natuur (mitigatie), water (migratie, verdroging, overlast) en recreatie (routes), doordat de aanleg destijds veel doorgaande verbindingen doorsneden heeft. Om de plannen voor het Markdal en de snelwegverbreding goed op elkaar af te stemmen is in opdracht van de Vereniging Markdal in samenwerking met het platform van A58 naar Beter een QuickScan vergroten robuustheid omgeving A58 (Arcadis, 8 mei 2017) opgesteld en vindt er samenspraak plaats tussen de betrokken partijen. In de QuickScan en in overleg worden opties bekeken om te komen tot robuuste passages om verbindingen weer in ere te herstellen.

Gemeentelijke plannen

Er zijn op dit moment geen concrete gemeentelijke plannen die het plangebied van het Markdal raken.

Waterschapsplannen

In de *Watersysteemanalyse Boven Mark* (Waterschap Brabantse Delta, 30 november 2017) zijn een aantal KRW-knelpunten geconstateerd. In deze analyse stelt het waterschap voor om met de Nederlandse en Vlaamse partners een gebiedsproces op te starten, gericht op een gezamenlijke effectieve aanpak om de waterkwaliteit te verbeteren. Enkele specifieke kenmerken zijn:

- Uitvoeren van een bronnenanalyse voor nutriënten, om vervolgens na te gaan welke maatregelen mogelijk zijn om de nutriëntenbelasting terug te dringen.
- Mogelijkheden verkennen om de zuurstofhuishouding te verbeteren en de ammoniumconcentraties te verlagen.

Aangezien hier nog geen concrete acties uit voortkwamen, kan deze aanpak echter nog niet als autonome ontwikkeling beschouwd worden.

PAS-maatregelen Ulvenhoutse Bos

Staatsbosbeheer werkt momenteel aan de uitvoering van maatregelen in het Ulvenhoutse Bos conform het opgestelde Bos- en Waterplan (2017). Dit betreft een serie aan PAS-maatregelen die voor herstel van de waterhuishouding en het waterregime moeten zorgen. Naast deze maatregelen in het bos werkt provincie Noord-Brabant samen met Staatsbosbeheer, gemeente Breda en Waterschap Brabantse Delta aan de uitwerking van aanvullende PAS-maatregelen rondom het bos. Dit zijn maatregelen nabij de kern Ulvenhout, in het dal van de Broekloop en in het St. Annabosch. Voor deze maatregelen wordt momenteel gewerkt aan een Provinciaal inpassingsplan, Projectplan Waterwet en een m.e.r. Het effect van de maatregelen in het Markdal op het Ulvenhoutse Bos worden meegenomen in de effectbeoordeling.

4 WIJZE VAN VARIËREN

4.1 Proces

Gedurende de afgelopen jaren is intensief gewerkt aan een samenhangende inrichting van het Markdal op het gebied van natuur, water en samenleving. Met de inbreng en rivierdal-kennis van bewoners, leden van de Vereniging Markdal en diverse deskundigen van de gemeenten, provincie en waterschap is gekomen tot een ontwerp voor de herinrichting van het Markdal dat in de bestemmingsplannen wordt vastgelegd. Dit plan is gebaseerd op drie ‘pijlers’:

- De ‘blauwe’ (hydrologische) invulling: binnen de beschikbaar gekomen gronden in het Markdal dient de Mark weer vrijstromend te worden gemaakt met een natuurlijke peilfluctuatie en voldoende natuurwaarden/waterkwaliteit (KRW/NNP). Dit kan worden gerealiseerd door het verwijderen van stuwen en het aanleggen van meanders. Dit heeft geleid tot de nieuwe loop van de Mark en meanders.
- De ‘groene’ invulling: binnen de beschikbare gronden en op basis van de nieuwe hydrologische situatie wordt de circa 100 hectare NNB gerealiseerd.
- De ‘economische’ invulling: Voor ontwikkeling van het Markdal worden duurzame en innovatieve economische invullingen gestimuleerd waardoor gebruik en emissie van meststoffen en bestrijdingsmiddelen worden teruggedrongen en waardoor agrarische en particuliere grond vrijkomt voor water en natuurontwikkeling. De ondernemers en particulieren krijgen de mogelijkheid voor nieuwe initiatieven aangeboden op basis van verevening en wijziging van bestemmingen (via het Meerwaardetraject). Dit heeft geleid tot een aantal concrete ‘economische’ onderdelen van de herinrichting van het Markdal. Naast landbouwinnovatie kan het o.a. gaan om recreatie-initiatieven.

Hieronder wordt eerst ingegaan op het doorlopen gebiedsproces en daarna op het beschouwen van het voorlopig voorkeursalternatief.

4.2 Doorlopen gebiedsproces

De Vereniging Markdal is in 2013 een overeenkomst met de provincie Noord-Brabant aangegaan. Daarmee heeft zij de realisatie van de 100 hectare natuur in samenhang met de KRW-doelen voor het Markdal op zich genomen. Bovendien is toen de herinrichting van het gebied in een breder maatschappelijk kader geplaatst. Bewoners, ondernemers en gebruikers van het Markdal geven zelf vorm aan de plannen voor het Markdal, krijgen daarbij de ruimte en het draagvlak van overheden, voeren de regie, kopen gronden en ontwikkelen plannen om die gronden zelf in te richten en te beheren. De Vereniging Markdal faciliteert en beheert het proces. De betrokkenen hebben de afgelopen jaren intensief samen en/of in groepen plannen ontwikkeld. Hiervoor zijn werkgroepen ingesteld, schets- en deelsessies georganiseerd en is veel overleg gevoerd.

De Vereniging Markdal heeft in 2017 het initiatief genomen aanvullende bestemmingsplannen te maken voor het gebied tussen de Belgische grens en de stadsrand van Breda. Een tweetal bestemmingsplannen omdat het hier het grondgebied van twee gemeenten betreft, Alphen-Chaam en Breda. Deze bestemmingsplannen regelen alleen de hoofdbestemmingen voor “Natuur en Water”. De bestaande bestemmingsplannen blijven grotendeels van kracht. De twee aanvullende bestemmingsplannen zijn nodig voor de realisatie van maatregelen aan de Mark, verplicht vanuit de KRW. Tegelijk wordt daarmee 100 hectare aan natuur ontwikkeld binnen het Natuur Netwerk Brabant door o.a. het mogelijk maken van de economische ontwikkelingen.

Er zijn keukentafelgesprekken gevoerd en talloze werkgroep bijeenkomsten gehouden. Het doorlopen proces heeft geresulteerd in een omgevingsvisie voor de herinrichting van het Markdal ‘Perspectief voor het Markdal’ (Vereniging Markdal e.a., 18 maart 2016).

Vervolgens zijn in een hydrologische studie (Arcadis, 24 mei 2017a) verschillende varianten voor de ontwikkeling van het gebied ontwikkeld. Op basis daarvan is een voorlopig voorkeursalternatief samengesteld. Dit is de basis voor nadere uitwerking tot een definitief ontwerp voor de nieuwe Mark.

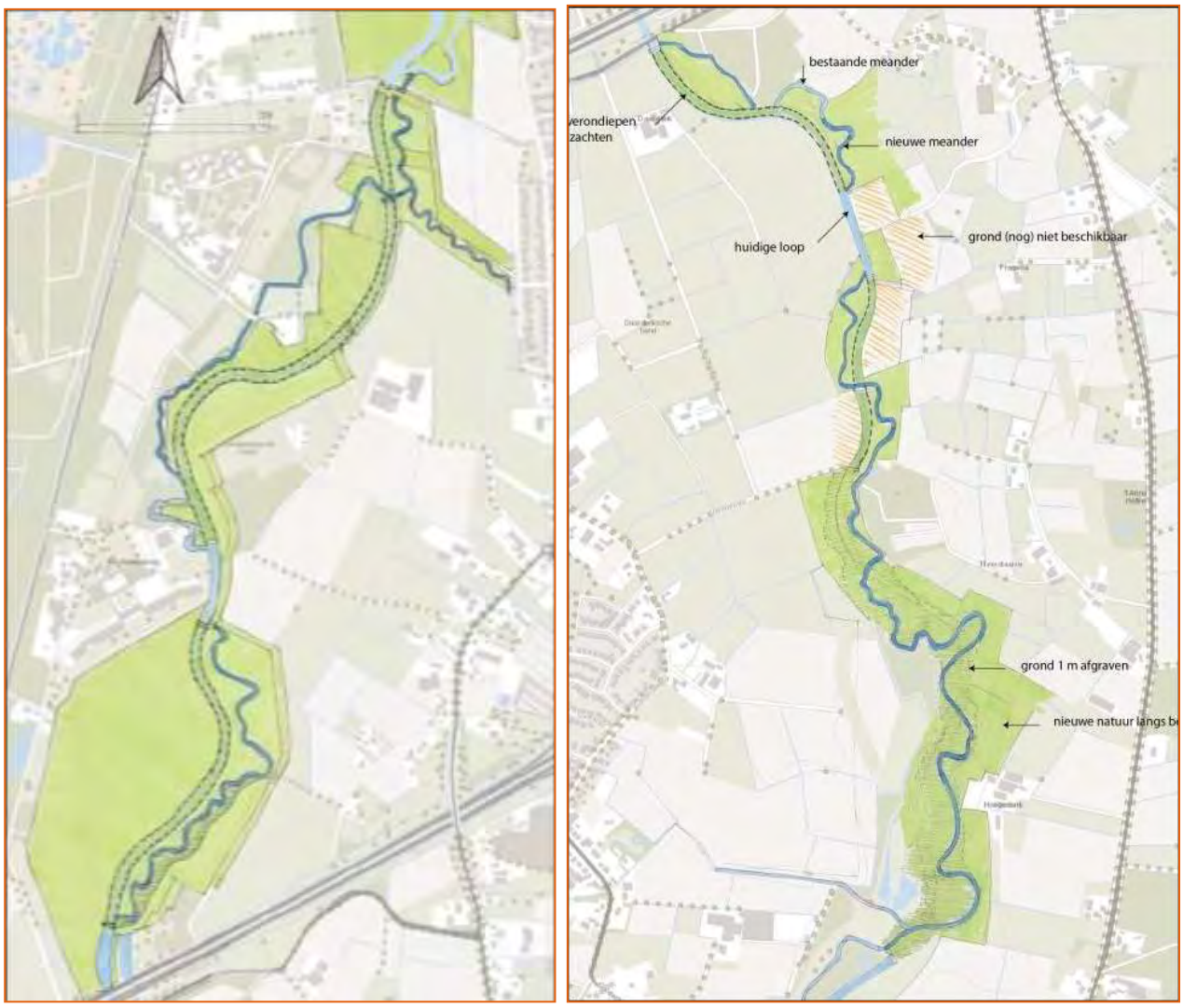
Een uitgebreide toelichting op het doorlopen proces staat beschreven in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau plan-MER Herinrichting Markdal (Vereniging Markdal, 2017).

4.3 Ontwikkeling voorlopig voorkeursalternatief

4.3.1 ‘Blauwe’ (hydrologische) invulling

Voor de hydrologische inrichting van het Markdal zijn twee varianten onderzocht en afgewogen:

- Variant C: de huidige Boven Mark blijft grotendeels gehandhaafd als hoogwatergeul. Naast deze hoogwatergeul worden meanders gegraven.



Figuur 24 Kaarten inrichtingsvariant C noord (links) en zuid (rechts)

- Variant D: de huidige, gekanaliseerde Boven Mark wordt nagenoeg geheel gedempt en er wordt een nieuwe, meanderende loop gegraven in een ondiep uitgegraven rivierdal (zogenaamd 2-fasen profiel).

Figuur 25 Inrichtingskaarten variant D noord (links) en zuid (rechts). Met aangegeven de groene en blauwe inrichting van het gebied en globaal de recreatieve paden in rood (nader uit te werken in inrichtingsplan). De rode sterren geven een bezienswaardigheid weer. Het gebied dat is aangegeven als 'niet toegankelijk' betreft particuliere eigendommen waarvan de eigenaren hebben aangegeven niet het gebied open te stellen

De hydrologische onderzoeken van variant C en D (Arcadis, 24 mei 2017a) zijn gepresenteerd en besproken met inbreng van bewoners, leden van de vereniging, deskundigen en andere belanghebbenden. Per traject is een afweging gemaakt tussen beide varianten voor het vrijstromend maken van de Boven Mark. Hierbij zijn de belangrijkste overwegingen geweest:

- Kiezen voor verschillende inrichtingsopties is landschappelijk niet storend, eerder verrijkend.
- Een dieper en breder 2-faseprofiel is een ongewenste aantasting van het landschap.
- Vlaktes die vaak (weken per jaar) overstromen leiden niet tot de gewenste vegetatie ontwikkeling.
- Niet overal is ruimte voor een hoofdloop met een hoogwatergeul.
- 2-fase is lastiger (duurder) beheren.
- Hydrologisch is het wenselijk om langere stukken voor één inrichtingsoptie te kiezen.

Het ontwerpteam heeft daaropvolgend een voorlopig voorkeursalternatief (vVKA) gemaakt, samengesteld uit beide varianten. Eén voorwaarde waar altijd aan voldaan dient te worden is dat wateroverlast in en rondom het gebied niet mag verslechteren. Daarnaast is bij het ontwerp invulling gegeven aan nog vier andere belangrijke aspecten, te weten:

- Robuust systeem: het Markdal als verbindende schakel tussen de omringende natuurgebieden.
- Beschikbare grond: het ontwerp moet passen binnen de beschikbare gronden.
- Kwelpotentie benutten: percelen met hoge kwelpotentie worden bij voorkeur gereserveerd om kwelafhankelijke natuur te realiseren.
- Vrijstromend maken van de Mark: aanleg van meanders en het verwijderen of buiten werking stellen van de stuwen.

Hieronder volgt een nadere toelichting op deze aspecten.

Wateroverlast

Een toename in wateroverlast en peilverhoging bij extreme hoogwatersituaties moeten voor zowel de bewoners van het Markdal als ook de woonkernen rondom het plangebied voorkomen worden. Door de nieuwe inrichting overstroomt het Markdal naar verwachting eerder en vaker. Het Markdal is hierdoor al gedeeltelijk gevuld op het moment van een extreme hoogwatergolf, waardoor er minder waterberging in de rivier overblijft en de piekafvoer richting Breda enigszins verhoogd wordt. Om de mate van wateroverlast niet te verslechteren worden waterbergende maatregelen getroffen. Hiervoor wordt middels een wijzigingsbevoegdheid in het bestemmingsplan waterberging mogelijk gemaakt. Het aanleggen van waterberging in het Markdal wordt bij de verdere uitwerking van de maatregelen meegenomen als mitigerende maatregel. De exacte locatie van de waterberging is nog niet bekend, maar gedacht wordt aan het gebied bij Koekelberg, Ulvenhout. De maatregelen ter voorkoming van extra wateroverlast staan in Tabel 1 en krijgen een verdere invulling via het Projectplan Waterwet op te stellen door het waterschap.

Tabel 1 Maatregelen wateroverlast

Locatie	Maatregel
Stuw Bieberg	Stuw Bieberg blijft in de huidige vorm behouden om daarmee extra wateroverlast in Breda te voorkomen. Met deze stuw kan de mogelijkheid van waterberging in het Markdal zelf beter worden benut.
Aanleg extra waterberging	In het Markdal wordt bij de verdere uitwerking van de plannen gezocht naar mogelijkheden om juist bij extreme hoogwatersituaties extra water van de Boven Mark te kunnen bergen.

Robuust systeem

Onder robuust systeem verstaan we een systeem wat zodanig opgewassen is tegen verstorende invloeden dat zijn functioneren door onverwachte calamiteiten niet in het geding komt. Hiertoe dient het ruimtelijk van voldoende omvang te zijn en moet het een veelvoud aan functies kunnen faciliteren. Daarbij valt te denken aan diverse geografische omstandigheden als reliëf wat door verschillen in zon-expositie, microklimaten veroorzaakt.

Een van de belangrijkste uitgangspunten van het natuurnetwerk Brabant is bestaande natuur met elkaar te verbinden om isolatie ten gevolge van versnippering op te heffen. Daarvoor is soms aanleg van nieuwe natuur of het geschikt maken van gedegradeerde bestaande natuur noodzakelijk. Het doel wat daar mee bereikt wordt is voldoende uitwisseling tussen plant en dier populaties. Dit is nodig om zowel de genetische diversiteit binnen een soort, als de totale diversiteit aan soorten voor de toekomst te verzekeren. Het samenstel van natuur en goed functionerende verbindingen (waaronder EVZ's) wordt aangeduid met de term 'Robuust systeem'. Het ontwerpen van een dergelijk systeem is leidend voor de natuurontwikkeling van het Markdal.

Hierin vormt het Markdal een centrale schakel tussen de hogere gronden aan weerszijde van het rivierdal. De verbindingen dienen zowel 'natte' als 'droge' natuur. Soorten van de natte heide als levendbarende hagedis en heikikker, moeten het Markdal kunnen passeren. Maar zeker ook terrestrische soorten of dagvlinders die warmte minnend zijn en zich daardoor beter in droge milieus thuis voelen. Het gehele scala aan soorten met een connectieve behoefte mogen in het Markdal geen onneembare hindernis ervaren.

Dit vraagt om voorzieningen op onderling bereikbare afstanden en de rust om die te kunnen benutten. Maar robuust is meer dan een verbinding oost-west. Ook de rivier volgend in noord-zuidelijke richting en visa versa vraagt dit om een functionele route.

Beschikbare gronden

De beschikbare ruimte voor de natuurlijke en hydrologische inrichting wordt bepaald door de gronden die op basis van verevening vrijkomen en overige door de Stichting Markdal aangekochte gronden. Meanders zijn ingetekend op percelen die in eigendom zijn van de Stichting, die waarschijnlijk in eigendom zullen komen of anderszins beschikbaar zijn. Op een aantal locaties wordt met de eigenaren van de grond nog naar ruilmogelijkheden gekeken. Deze gronden zijn op dit moment nog niet beschikbaar.

Kwelpotentie benutten

Uit een indicatief onderzoek (Studie Wolverine; Klees, D., 2016) en uit de hydrologische modellering van het grondwater (Arcadis, 24 mei 2017a) zijn gebieden naar voren gekomen waar kwel aanwezig is of komt (na inrichting) (zie Figuur 9 in paragraaf 3.2.4). Om de kwelafhankelijke natuur te ontwikkelen worden meanders, waar mogelijk, niet door deze potentiële kwelgebieden gelegd.

Vrijstromend maken van de Mark

Om de Boven Mark vrijstromend te maken is per traject een afweging gemaakt tussen verschillende varianten. De wijze en de afweging waarop gekomen is tot een optimaal vrijstromende Boven Mark is beschreven aan het begin van deze paragraaf onder de getoonde varianten.

4.3.2 ‘Groene’ invulling

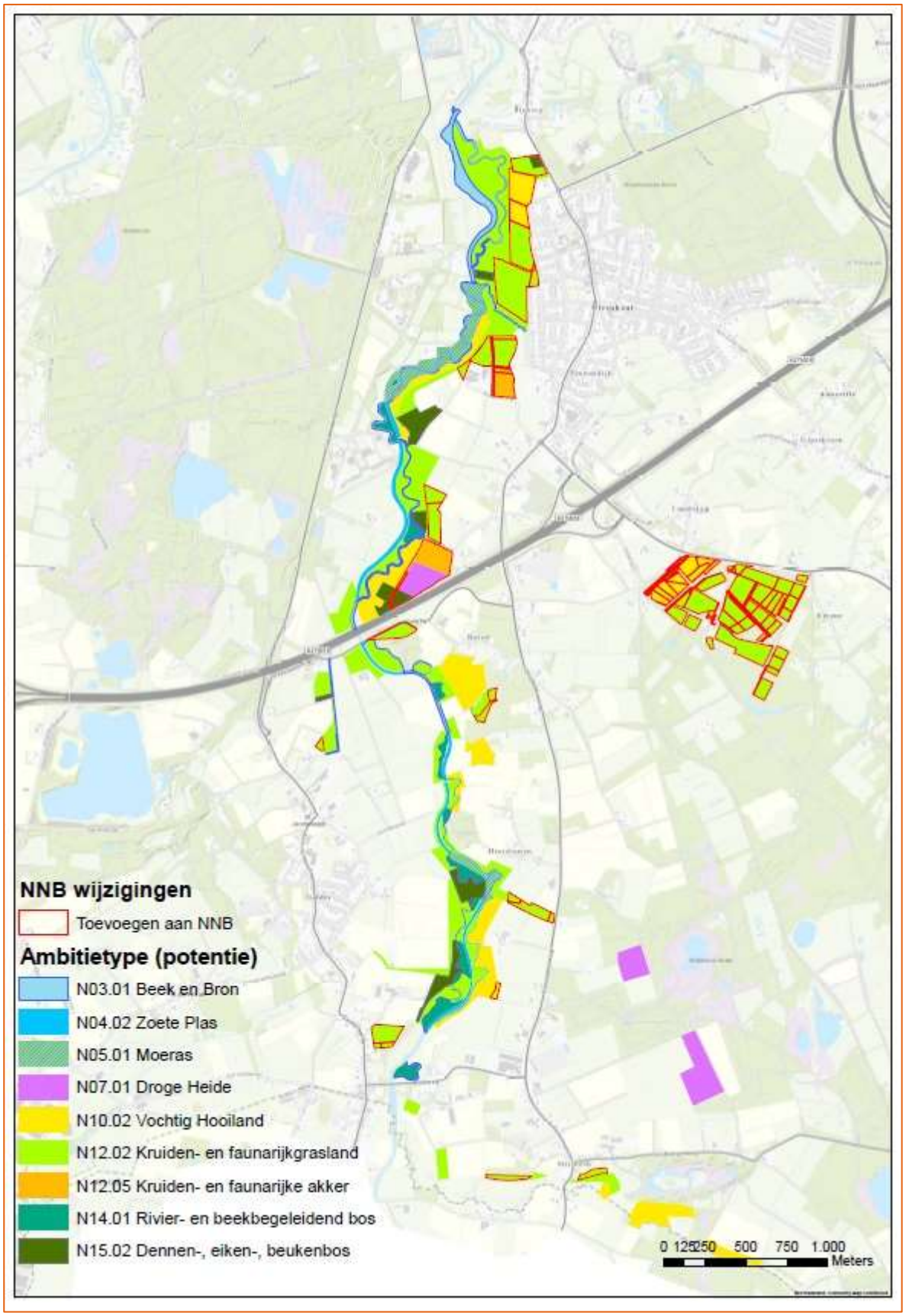
Door het terugbrengen van permanent stromende meanders en het verwijderen van stuwen, zal de biodiversiteit in het Markdal weer toenemen. Ook de inrichting en beheer van gronden voor hogere ambities ten aanzien van de te ontwikkelen natuur (hogere natuurdoelen) draag bij aan een verbetering van het NNB. De werkgroep water en natuur van de Vereniging Markdal heeft voor het gehele plangebied (beekdal) van de Mark een ambitiekaart met natuurdoeltypen gemaakt (zie Figuur 26). Per perceel is aangegeven welk type natuur door de lokale standplaatsfactoren het beste ontwikkeld kan worden en het geeft inzicht in de locaties voor hoogwaardige natuur.

De kaart is gebaseerd op de expertise en jarenlange ervaring van diverse natuurpartijen. Deze kaart is aangepast en verbetert met de resultaten van het kwel indicatieve onderzoek van Dick Klees, inzichten van het waterschap over de overstromingskansen en -risico’s en de beperkingen van archeologische monumenten. Daarnaast is de modelstudie van Arcadis is geraadpleegd.

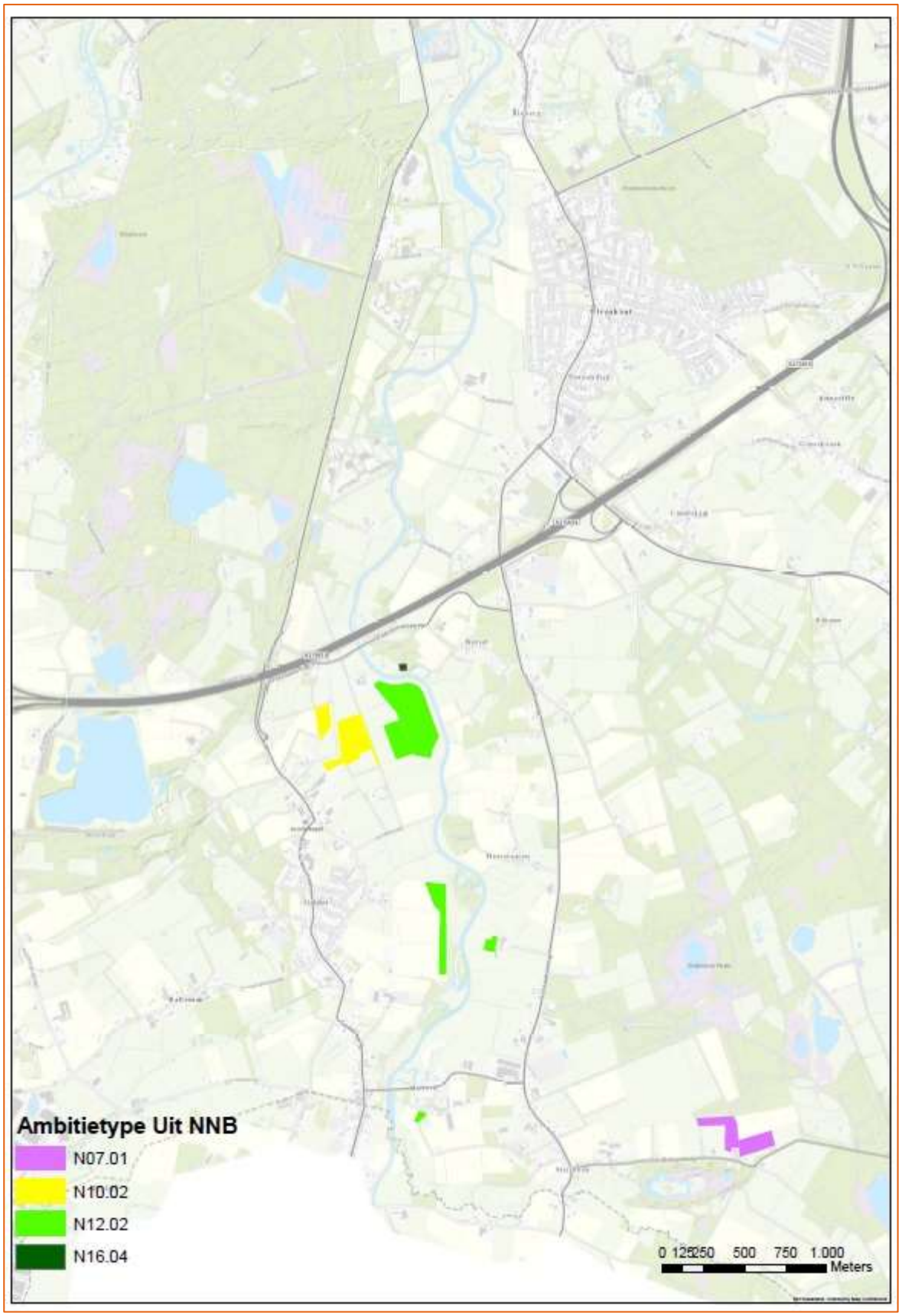
De kaart is een ambitiekaart die uiteindelijk in het Natuurbeheerplan van de provincie Noord-Brabant moet worden vastgelegd. Of de doelen gehaald kunnen worden hangt af van diverse omstandigheden. Zo is nog onduidelijk wat de fosfaatgehalten zijn op de kansrijke stukken. Ook is er gemodelleerd of er kwel in de wortelzone kan komen, maar het is afwachten of dat ook echt in het veld zo is. Vervolgens moet worden onderzocht of afgraven noodzakelijk is om dichter bij het grondwater te komen of dat het noodzakelijk is om het meeste fosfaat direct af te voeren.

Er worden veel meer natuurdoeltypen gehaald door het project Markdal. Maar dat betreft natuur op percelen die reeds binnen het NNB liggen. En het betreft nadrukkelijk niet alleen percelen die verworven zijn en worden ingericht, maar ook percelen die al in de bestaande situatie als natuur zijn ingericht maar door de hermeandering van natuurdoeltype veranderen.

Door de herbegrenzing van het NNB vervallen een aantal percelen. Welke ambitietype uit het NNB gaan is weergegeven in Figuur 27. Een nadere toelichting op de herbegrenzing van het NNB en de bijbehorende natuurdoeltypen is als bijlage toegevoegd bij het bestemmingsplan.



Figuur 26 Ambitiekaart natuurdoeltypen (Bron: Vereniging Markdal, 2019)



Figuur 27 Ambitietype die uit het NNB zijn gehaald (zie voor legenda Figuur 26)

4.3.3 ‘Economische’ invulling

Naast ontwikkeling van water en natuur is het belangrijk dat de bewoners en gebruikers van het Markdal in goede balans met de natuurontwikkeling kunnen leven, werken en recreëren. Daarom is op basis van verevening en wijziging van bestemmingen ondernemers en particulieren de mogelijkheid geboden nieuwe initiatieven te ontwikkelen. Dit heeft geleid tot een aantal concrete ‘economische’ onderdelen van de herinrichting van het Markdal, waarbij ruimte vrijkomt voor het ontwikkelen van water en natuur. Veelal gaat het hier om locaties van voormalige boerderijen die een nieuwe bestemming krijgen, meestal een woontitel. De nieuwe bestemmingen maken het voor eigenaren mogelijk om de bedrijfsvoering om te schakelen waardoor er grond vrijkomt voor natuur. Onderdeel van het traject van meerwaarde is dat er een aantal woningen binnen het NNB staan. Zo wordt bij Daesdonckseweg 3 de permanente woonbestemming verevend met de natuurontwikkeling en de mogelijkheid voor het aanleggen van een meander. Dit levert winst voor de natuur, terwijl hier al jaren een woning staat. In de structuur van de *Nadere regels* van de provincie wordt rechtsongelijkheid voorkomen.

Daarnaast maken twee initiatieven het mogelijk dat nieuwe bedrijven zich in Strijbeek kunnen vestigen. Het gaat daarbij enerzijds om de combinatie wonen-werken (Strijbeekseweg 51) en daarnaast wordt de Markhoeve (Strijbeekseweg 46) getransformeerd van een verouderd, vervallen, leegstaand agrarisch bedrijf in een multifunctionele bedrijfslocatie waar onderwijs, landbouw en innovatie elkaar gaan ontmoeten. Met deze initiatieven kunnen levensvatbare, kleinschalige bedrijven die zich gaandeweg hebben gevestigd op suboptimale locaties, de ruimte krijgen voor betere huisvesting. Daarmee wordt op twee locaties de nodige verrommeling in het landschap opgelost en worden verouderde gebouwen gesloopt (waaronder een oude varkensstal), in ruil voor een nieuwe loods (2x) van beperkte omvang. In beide gevallen gaat het ook om het verbeteren van de verkeersveiligheid.

Als laatste worden innovatieve en duurzame vormen van bedrijvigheid gestimuleerd. In Galder heeft een aardbeienplanteler een bedrijf van ca. 80 ha, waarvan ca. 30 hectare in het Markdal. Als top 10 Europese speler op deze markt is dit een economisch belangrijk bedrijf in de gemeente. Deze ondernemer is bereid mee te werken aan natuurontwikkeling, maar kan zich geen vernatting van de gronden en sterk fluctuerende grondwaterstanden permitteren. Er is een oplossing gevonden waarbij natuur- en bedrijfsontwikkeling samen optrekken. Hiermee ontstaat ruimte voor natuur direct langs de Boven Mark met ruimte voor extra meanders en wordt ingezet op emissieloze teelt van aardbeienplaten door het gebruik van trayvelden waarbij het water wordt opgevangen, gezuiverd en hergebruikt.

Naast natuur komt er ook ruimte vrij voor recreatie, toerisme en verkeer. Zo bevindt zich aan de Strijbeekseweg een ondernemer met de ambitie om een recreatieve voorziening op te zetten, in combinatie met een fiets-/wandelverbinding van de Strijbeekseweg naar de Mark (parallel aan de nieuwe EVZ). Het gaat hier om een nieuwe invulling van de locatie van een gesaneerde varkensstal. Daarnaast wordt een fietspad ‘onder’ langs Strijbeek gerealiseerd, van de Markweg naar de Goudbergseweg. Ook is bepaald dat binnen 10 jaar voor een aanwezig varkensbedrijf een andere functie wordt gezocht.

In totaal wordt er door de economische initiatieven 30 ha aan nieuwe natuur mogelijk gemaakt (inclusief ruimte voor hermeandering). Hiervan komt 13 ha voort uit verevenging. Ook komt er nog eens ca 3 ha vrij in twee verbindingszones (te weten bij de Kerzelse beek en bij Heerstaayen (nieuw in NNB)).

Tabel 2 geeft een overzicht van deze ontwikkelingen. Daarbij wordt indien relevant aangegeven welke ruimte voor natuur en water beschikbaar komt.

Tabel 2 Economische ontwikkelingen Markdal (Vereniging Markdal, 2018a)

Locatie	Gemeente	Omschrijving
Galderseweg 83	Alphen-Chaam	20 ha klassieke vollegronds aardbeienteelt wordt getransformeerd in 15 ha emissieloze teelt op trayvelden. Daarbij komt ca. 3,5 ha beschikbaar voor nieuwe natuur direct langs de Mark, met ruimte voor extra meanders. Als ook ca 1,5 ha voor inrichting van de Kerzelse Beek als ecologische verbindingszone.
Strijbeekseweg ongenummerd, t.o. 56	Alphen-Chaam	Realisatie kleinschalige opslagloods voor materieel hoveniersbedrijf en hobbymatige fok van oude kippenrassen. Op het dak van de loods worden zonnepanelen geplaatst en het geheel wordt landschappelijk ingepast. Daarnaast vindt afdracht plaats in het gebiedsfonds voor kwaliteitsverbetering van het Markdal.
Strijbeekseweg 51	Alphen-Chaam	Wijziging van intensieve veehouderij naar woon-werk kavels. Daarnaast wordt een voetpad gerealiseerd vanuit de Strijbeekse Heide via de Markhoeve naar het Markdal. Daarnaast vindt afdracht plaats in het gebiedsfonds voor kwaliteitsverbetering van het Markdal.
Strijbeekseweg 40c	Alphen-Chaam	Wijziging van intensieve veehouderij naar recreatiebedrijf. Daarbij komt grond vrij ten behoeve van de ecologische verbindingszone Strijbeekseweg – Mark, wordt 1,6 ha landbouwgrond omgezet natuur en er wordt een fiets- en wandelpad aangelegd.
Galderseweg 3	Alphen-Chaam	Wijziging van agrarisch naar bedrijf (therapeutische activiteiten). Daarbij komt 0,61 ha beschikbaar voor nieuwe natuur en inrichting van de Galderse Beek (zijbeek Mark) als ecologische verbindingszone.
Daesdonckseweg 3	Alphen-Chaam	Wijziging van recreatie naar wonen. Daarbij komt 3,1 ha beschikbaar voor natuur en de nieuwe loop van de Mark.
Strijbeekseweg 46	Alphen-Chaam	Wijziging van intensieve veehouderij naar bedrijf. Daarbij komt 5 ha beschikbaar voor natuur en KRW-maatregelen. Middels een ruil komt nog eens 1,5 ha extra grond beschikbaar voor natuur en KRW-doelen. Daarnaast vindt afdracht plaats in het gebiedsfonds voor kwaliteitsverbetering van het Markdal.
Reeptiend 50	Breda	Wijziging van zorgconcept en Bed & Breakfast. Daarbij komt een perceel langs de Mark beschikbaar voor water/natuur. Ook kan er een historische Vlaamse schuur gebouwd worden in ruil voor natuurontwikkeling langs de Mark.
Koekelberg 6	Breda	Wijziging van agrarisch bouwblok naar 2 woningen inclusief landschappelijke inpassing. Daarbij komt 6,8 ha landbouwgrond beschikbaar voor natuurontwikkeling.
Strijbeekseweg 18	Breda	Uitbreiden woonbestemming inclusief landschappelijke inpassing. Daarbij komt 4,65 ha landbouwgrond beschikbaar voor natuurontwikkeling.
Markweg 15	Alphen-Chaam	Er kan een woning worden gerealiseerd, waarbij 3 ha grond voor natuur beschikbaar komt.

De economische ontwikkelingen zijn nader toegelicht in Bijlage 4.

Doordat een aantal verouderde agrarische gebouwen gesloopt wordt, neemt door de economische ontwikkelingen de verstening van het gebied af. Tabel 3 geeft een overzicht van de totaal te verwijderen verharding en wat er voor terugkomt.

Tabel 3 Overzicht te verwijderen verharding en toevoeging (Vereniging Markdal e.a., 2016)

Functie/doelstelling	Bron c.q. doelstelling	Meerwaarde-initiatieven	
		Realiseerbaar	Bijdrage uit verevening
Sloop, sanering verouderde gebouwen	Voorwaarde bij functiewijziging naar wonen, keuze bij verevening	Sloop van ca. 4.800 m² aan verouderde agrarische gebouwen (ca. 3.000 m² is reeds gesloopt met VIV-regeling)	N.v.t.(onderdeel functiewijziging)
Toevoeging relevante bebouwing (wonen, werken, recreatie)	Verbeteren woon-/werkomstandigheden en de leefbaarheid	Totaal wordt ca. 3.100 m² bebouwing toegevoegd en ca. 2.500 m² verouderde agrarische bebouwing ondergaat een functiewijziging	N.v.t. (initiatiefnemers dragen 85% van de netto meerwaarde af in grond of een bijdrage aan het gemeentelijk groenfonds)

4.4 Het voorlopig voorkeursalternatief

Vanuit de ‘blauwe’, ‘groene’ en ‘economische’ invulling is de inrichting van het Markdal nader geschetst met o.a. de nieuwe loop van de Mark en de gebieden voor nieuwe en bestaande natuur.

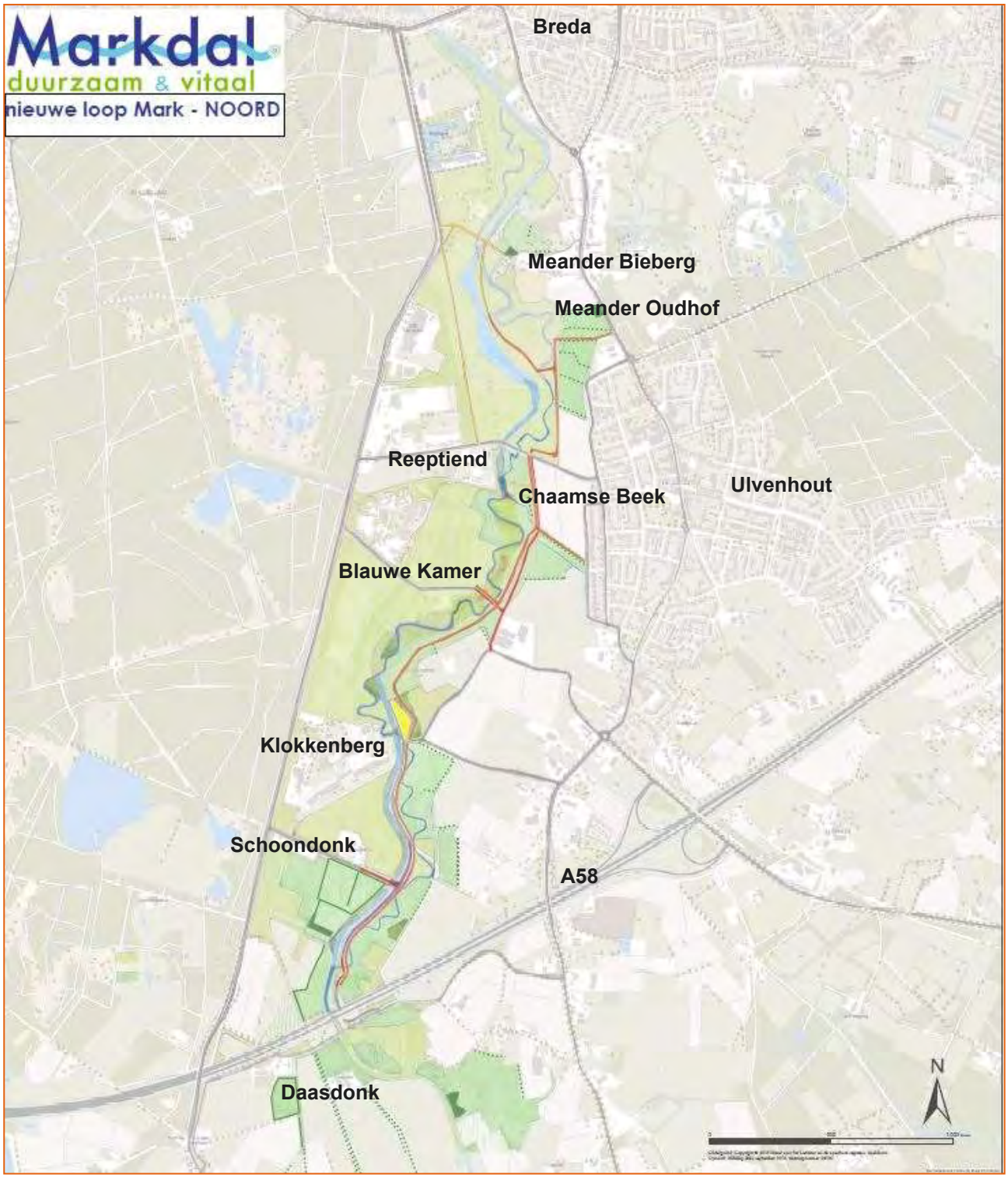
Het vVKA is nader uitgewerkt en per meander toegelicht in Bijlage 9. In de beschrijving van de inrichting is tevens inzicht gegeven in de gemaakte afweging voor de inrichting. Op hoofdlijnen is als volgt invulling gegeven aan natuur, landschapselementen en recreatie.

Natuur

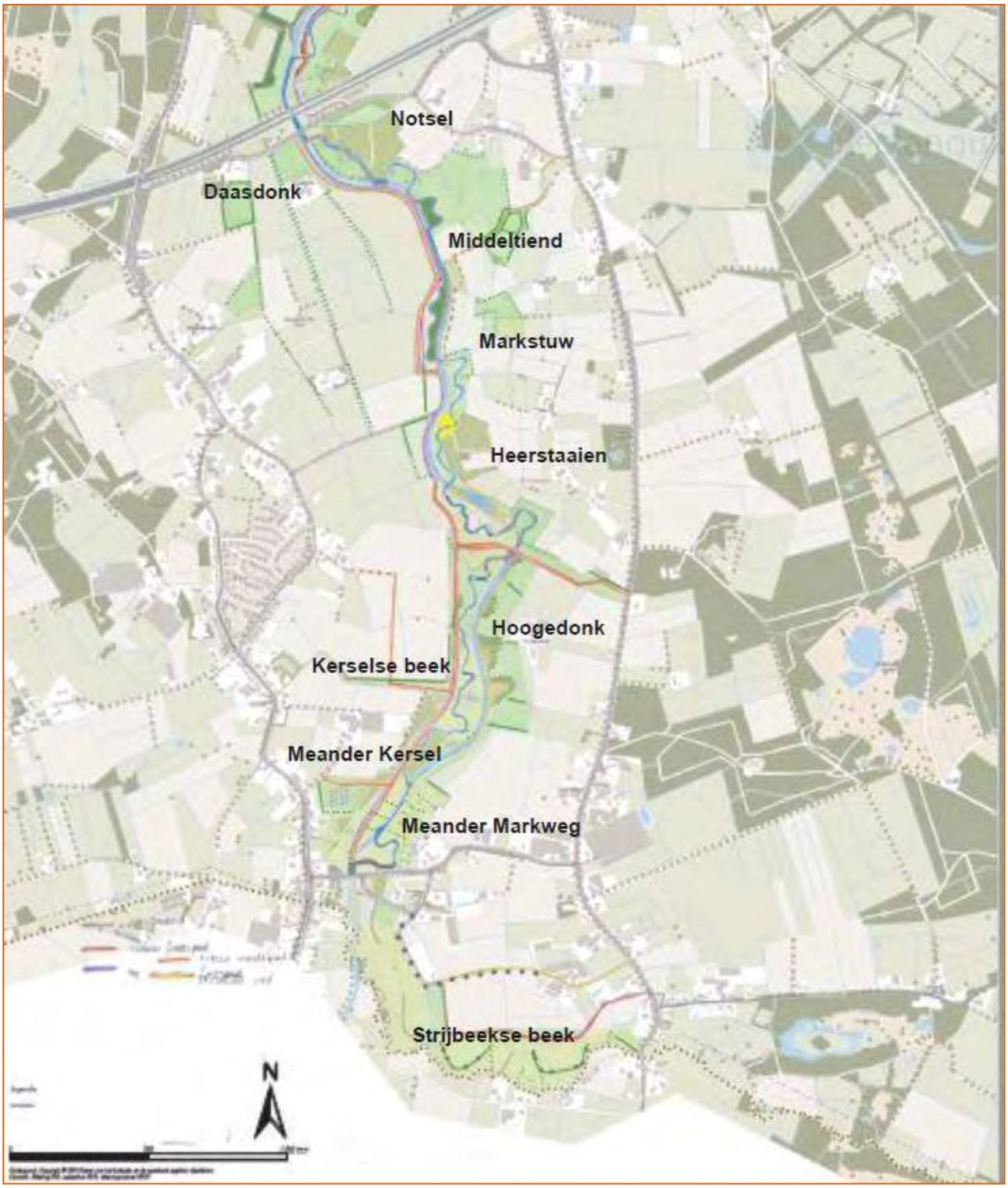
De ambitie voor natuur wordt weergegeven in Figuur 26. Zoals te zien worden grote gedeeltes ingericht als kruiden- en faunrijk grasland en wordt op een aantal locaties langs de oevers van de rivier vochtig hooiland gerealiseerd.

Recreatie

Onderdeel van het de plannen is het aanleggen van recreatieve routes. Dit bestaat onder andere uit de aanleg van fiets- en wandelpaden langs de Mark. Als gevolg hiervan zal de situatie voor de recreatie verbeteren. Het gebied wordt beter toegankelijk voor recreatief gebruik en door de natuurontwikkeling wordt de belevingswaarde van het gebied groter. Aandachtspunt zijn de bestaande routes.



Figuur 28 Hydrologische inrichting Markdal in gemeente Breda: nieuwe loop Mark Noord



Figuur 29 Hydrologische inrichting Markdal in gemeente Alphen-Chaam: nieuwe loop Mark Zuid

4.5 Optimaal natuuralternatief (ONA)

Het voorlopig voorkeursalternatief is gebaseerd op de gronden die vanuit het *Perspectief voor het Markdal* voor natuur en water vrijkomen als gevolg van de 'economische' initiatieven en andere gronden die zijn aangekocht door de Stichting Markdal. Dit alles op vrijwillige basis. De ruimte voor rivierherstel en natuurontwikkeling staat daarmee vast.

Binnen deze ruimte is gezocht naar de gewenste hydrologische inrichting van het gebied (KRW-doelen), waarbij tevens invulling kan worden gegeven aan het NNB en de NNP-doelen. Betrokken bij deze afweging zijn de voor- en nadelen op het gebied van hydrologie, natuur, landbouw, landschap, recreatie en water- en natuurbeheer.

Wel is er sprake van nadere opgaven voor optimalisatie en detaillering van:

- Hoogte natuurambitie.
- Landschappelijke elementen.
- Maatregelen om (ongewenste) vernatting van landbouwpercelen te compenseren[13].
- Recreatieve routes: fiets-, wandel en ruiterroutes.
- Beheer.

Bij MER'en voor natuurontwikkelingsprojecten is het gebruikelijk om ook de meest ambitieuze natuurambitie weer te geven. Hiermee wordt inzicht verschaft in wat vroeger wel het 'meest milieuvriendelijke alternatief' werd genoemd. Zo wordt duidelijk welke natuurambitie bereikt wordt met het voorgenomen plan en hoever dat afstaat van een compleet natuurlijke insteek. In overleg in september 2017 heeft de Commissie m.e.r. ook gesteld hiernaar te zullen vragen.

Daarom is in dit plan-MER naast het voorgenomen vVKA ook een optimaal natuuralternatief (ONA) ontwikkeld. Bij de ontwikkeling van een ONA is het belangrijk om de abiotiek (ondergrond) goed in beeld te krijgen en vandaaruit te beredeneren.

Op basis van een *Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA)* (Arcadis, 2018) is het ONA samengesteld. Het ONA kent een optimalisatie ten aanzien van de watergebonden en ten aanzien van de landgebonden natuur (zie ook Figuur 30).

In het ONA kenmerkt het rivierherstel zich door het creëren van een laaglandrivier, zoals de Boven Mark is. Hierin krijgen natuurlijke processen de ruimte. Dat betekent dat er in natuurlijke situaties stroomafwaarts een gradiënt waarneembaar is in bijvoorbeeld afnemende stroomsnelheid en daardoor een overgang van grof naar fijn sediment. De rivier krijgt stroomafwaarts een grotere afvoer, daarmee een bredere loop, een toenemend inundatie-areaal. Voor optimaal rivierherstel is het historisch tracé van 1900 aangehouden. Dit tracé sluit stroomafwaarts aan op de 10 jaar geleden gegraven meander Oudhof (project Bieberg). De zij-instromende beken als de Strijbeekse beek en de Chaamse Beek, maken deel uit van het optimaal natuurbeeld en versterken de ecologische relaties met de natuurgebieden in de omgeving zoals het Ulvenhoutse bos. Landschappelijk gezien wordt het rivierdal groter en neemt het areaal moeras(bos) en hooiland toe. Binnen het rivierdal is reliëf aanwezig wat ertoe leidt dat bij inundatie afwisseling is in snel droogvallende delen en juist moerassige delen die belangrijk zijn voor de amfibieën, macrofauna en vissen.

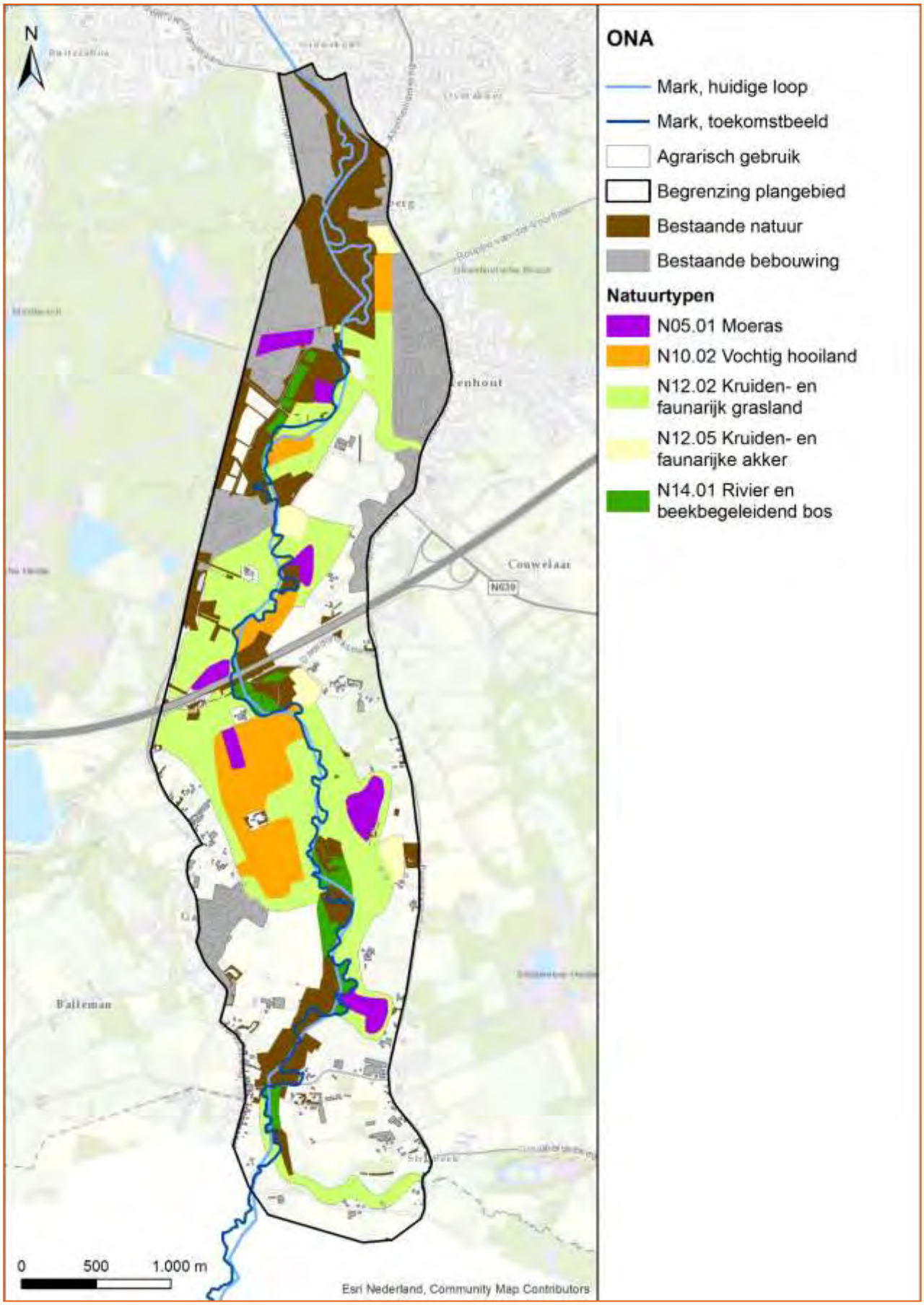
De vegetatie is in de laaglandrivier van de Boven-Mark rijk met zo'n 50% bedekking. Ondergedoken waterplanten, drijfbladplanten en opgaande begroeiing komen verhoudingsgewijs evenveel voor. Door het grote aantal habitats komt hier een breed scala aan soorten op af. Stroomminnende soorten zoals winde die op schone zandbanken paait, maar ook de brasem die zich thuis voelt in de luwe, slibbige oevers.

Een hydrologisch ontwerpprincipe dat hierbij past is bijvoorbeeld een gemiddelde stroomsnelheid van 0,2 tot 0,5 m/s. De rivier heeft een kronkelende loop, waarbij alle stuwen worden opgeheven. De mate van kronkeling of sinuositeit is zo'n 1,5. Dat wil zeggen dat de rivierlengte 1,5x de lengte van het rivierdal is. Maar van actieve meandering is nauwelijks sprake als gevolg van de lemige ondergrond en het beperkte verval (0,3 m/km). Op plaatsen waar lokaal meer verval aanwezig is, is sprake van erosie. Op vlakkere delen is sprake van sedimentatie. Het profiel dat hier grofweg bij past leidt eens per 1,5 tot 2 jaar tot inundatie.

[13] Binnen het NNP mogen slechts tijdelijke compenserende maatregelen genomen worden zoals juridisch vastgesteld in de "Leidraad herstel natte natuurparel" voor de waterschappen.

Alle percelen langs de beken krijgen een functieverandering richting natuur, waardoor overal ruimte ontstaat voor vrije oevererosie. De gebieden die onderdeel van het ONA gaan vormen liggen als clusters aan het toekomstige riviertracé van de Mark. Deze clusters zijn robuust, waardoor externe invloeden als bemesting en ontwatering beperkt blijven tot de ecologisch minder kwetsbare randzones van de clusters.

Het ONA benut alle locaties met sterke voorjaarskwel voor functieverandering/natuurontwikkeling richting de meest ambitieuze natuurbeheertypen. Dit zijn: vochtig hooiland, moeras (m.n. grote zeggenmoeras) en beek- en rivierbegeleidend bos (m.n. elzenbroekbos). Ook de meeste locaties met matig sterke kwel en hoge voorjaarsgrondwaterstanden ter plekke van beekeerd- en gooreerdgronden komen voor omvorming naar deze natuurbeheertypen in aanmerking. Voor alle toekomstige locaties met vochtig hooiland, moeras en rivierbegeleidend bos is hydrologisch/bodemkundig herstel noodzakelijk, dat wil zeggen: dempen of verondiepen van ontwateringssloten, verstoren van drainage en het verwijderen van opgebrachte of verrijkte bodemlagen. De gebieden die in aanmerking komen voor de ontwikkeling van kruiden- en faunarijke graslanden en akkers behoeven geen inrichtingsmaatregelen in de zin van het verwijderen van drainage of voedselrijke toplagen. De akkers liggen op locaties met dikke enkeerdgronden, waar in het verleden (1900) ook al sprake was van akkerbouw. De bestaande beekbegeleidende bossen worden vergroot en onderling verbonden, waardoor een meer robuuste structuur aan beekbegeleidend bos ontstaat. Wat betreft het toekomstige ruimtelijk beeld overheerst een grotendeels open rivier- en beekdallandschap dat vooral wordt bepaald door vochtige hooilanden, omgeven door wat drogere gebieden met kruiden -of faunarijke graslanden of akkers, waarbij op de perceelranden is ruimte voor de aanleg van singels en houtwallen. Op enkele rivier- en beektrajecten bij bestaande boscomplexen ontstaat daarbij het beeld van bos op de ene oever en grazige vegetaties op de andere oever. Het beheer bestaat uit patroonbeheer (perceelsgewijs onderhoud) dat, afhankelijk van het toegekende natuurbeheertype, uit hooien (de vochtige hooilanden), begrazen (de kruiden- en faunarijke graslanden), akkerbeheer (de kruiden- en faunarijke akkers) of niets doen (de bossen en moerassen) bestaat.



Figuur 30 Optimaal natuuralternatief Markdal (Arcadis, 2018)

5 EFFECTBEOORDELING

In onderstaand hoofdstuk worden de effecten beoordeeld van zowel het voorlopig voorkeursalternatief[14] (vVKA) als van het optimaal natuuralternatief (ONA).

5.1 Wijze van beoordelen

Thema's

Onderstaand worden de alternatieven voor de herinrichting van het Markdal onderzocht. De effectbeoordeling bestaat uit een aantal algemene thema's, met daarbinnen aspecten en beoordelingscriteria. De opbouw van de effectbeoordeling volgt de lagenbenadering, zoals gebruikelijk bij een m.e.r.: van de onderste laag (bodem en water) naar de bovenste laag (gebruik). De thema's zijn weer onderverdeeld in aspecten die zijn afgeleid uit wet- en regelgeving, beleid en waarden in en gebruik van de omgeving. Het totaal aan thema's en aspecten, en de wijze waarop de verschillende aspecten worden uitgedrukt, vormt het beoordelingskader. Aan de hand van het beoordelingskader worden de effecten van de herinrichting beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie is uitgebreid aan bod gekomen in Hoofdstuk 3.

Plangebied en studiegebied

In het plan-MER wordt een onderscheid gemaakt tussen het plangebied en studiegebied:

- Het plangebied is het gebied waarin de activiteit plaats gaat vinden.
- Het studiegebied is het gebied waarin effecten kunnen optreden. Dit kan per thema verschillend zijn.

Wijze van beoordelen

De effecten worden waar nodig, mogelijk en relevant kwantitatief (cijfermatig) beschreven en in andere gevallen kwalitatief (beschrijvend) weergegeven. De alternatieven worden beoordeeld aan de hand van een aantal beoordelingscriteria. Per beoordelingscriterium zal het effect worden uitgedrukt op basis van onderstaande vijfpunts-schaal.

Score	Uitleg
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen of neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie
- -	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie

Referentiejaren

De effecten van het voornemen worden afgezet ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is de situatie in het studiegebied die aan het einde van de planperiode ontstaat als het initiatief niet wordt uitgevoerd. Bij een bestemmingsplan is dat tien jaar, dus 2028 in geval van vaststelling van de bestemmingsplannen voor het Markdal.

[14] In dit plan-MER worden de effecten van het totale vVKA beschreven. Om het vVKA uit te voeren zijn meerdere bestemmingsplannen nodig.

Mitigatie en compensatie

Voor ieder thema worden waar nodig mogelijke mitigerende of compenserende maatregelen voorgesteld voor het voorkomen of verminderen van optredende negatieve effecten. Deze krijgen in een later stadium, bij het verder uitwerken van het inrichtingsplan in een projectplan Waterwet, invulling.

Grensoverschrijdende effecten

Het Markdal grenst aan België. Er is separaat gekeken naar mogelijke grensoverschrijdende effecten die kunnen optreden op België. Dit betreft hydrologische effecten en mogelijke effecten ten gevolge van stikstofdepositie op natuur (zie paragraaf 5.9).

Gevoeligheidsanalyse

In dit plan-MER is het gehele plan van de vereniging Markdal beoordeeld. Echter, de eerste bestemmingsplannen in Breda en Alphen-Chaam regelen een deel van dit plan en er zijn wijzigingsbevoegdheden ingebouwd om een deel van het plan uit te voeren. Ingeval er geen volgende stappen gezet worden, dus geen extra bestemmingsplannen meer en geen gebruik maken van de wijzigingsbevoegdheid, dan is in wezen alleen fase 1 uitgevoerd. Om inzichtelijk te maken wat daar de effecten van zijn, is deze fase 1 ook beoordeeld en is gekeken welke andere effecten het geeft ten opzichte van het vVKA (zie paragraaf 5.10).

5.2 Effectbeoordeling Bodem

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Bodem	Bodemstructuur	-	+
	Grondbalans	-	-
	Nutriëntensituatie	+	++
	Bodemverontreinigingen	0	0

Bodemstructuur

In het vVKA worden verschillende meanders gegraven of aangepast, maar niet overal op het historische tracé, dus wordt gegraven waar voorheen niet is gegraven. In de Bieberg meander vindt een verlaging van de bodemhoogte plaats van -0,5 mNAP naar -1,0 mNAP middels baggeren. Hier is een laag zacht materiaal (slib) aanwezig. Op een andere plaats, in de Oudhofmeander, vindt juist een verhoging van de bodem plaats, hoewel wel in beperkte mate. De huidige bodemhoogte is er -1,5 mNAP en deze wordt actief of passief verhoogd naar 0 mNAP. Rondom het Sulkerpad worden meanders gegraven met een bodemhoogte die afloopt van 0,2 mNAP naar 0 mNAP. De bodem- en bovenbreedte kent resp. 6 en 10 meter. Ook op andere plaatsen verandert de bodemstructuur door afgravingen of het juist actief of passief ophogen van de bodem, zoals bij de aanleg van drainage. Door de vergravingen in de bodem verandert de huidige bodemstructuur en graaf je op locaties waar voorheen niet de rivier lag. Ingrijpen in de bodemstructuur wordt negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

In het ONA wordt gestreefd naar bodemkundig herstel voor alle kansrijke locaties met vochtig hooiland, moeras en beekbegeleidend bos. Hiervoor worden ontwateringssloten gedempt of verondiept, wordt drainage verstoord en worden opgebrachte of verrijkte bodemlagen verwijderd. Daarnaast wordt het historisch tracé van 1900 aangehouden voor optimaal rivierherstel. Om te komen tot het eindresultaat wordt weliswaar in de bodem gewoeld, maar doordat de oorspronkelijke opbouw in ere wordt hersteld kan het ONA als positief (+) beoordeeld worden ten opzichte van de referentiesituatie.

Grondbalans

In het vVKA worden nieuwe meanders gegraven. In totaal komt hierbij ongeveer 300 duizend m^3 aan grond vrij, waarvan zo'n 2/3 deel bestemd is voor aanvulling van de bestaande waterloop en ca 1/3 deel vervoerd wordt naar een tijdelijk depot op een terrein van derden. De rijafstand varieert van 10 tot 15 km (Arcadis, 2017). Hoewel er gestreefd wordt naar een gesloten grondbalans is nog niet zeker of grond op nabijgelegen gronden toegepast mag worden. Het afvoeren van grond wordt als negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

In het ONA krijgt de Boven Mark een geheel andere loop. Hierdoor moet er in zeer grote mate grondverzet plaatsvinden. Daarnaast wordt grond verwijderd op plaatsen waar in de huidige situatie opgebrachte of verrijkte bodemlagen aanwezig ten behoeve van de ontwikkeling van natuurbeheertypen. Een groot deel van de grond wordt niet opnieuw verwerkt in het plangebied, waardoor er geen sprake is van een gesloten grondbalans. Het afvoeren van grond wordt als negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Nutriëntensituatie

Met betrekking tot de nutriëntensituatie speelt vooral het terugdringen van landbouwemissies (mest en bestrijdingsmiddelen) bij omzetting van landbouwpercelen in natuur. Een specifieke substantiële afname van de nutriëntenemissies die aanvullend wordt bereikt is aanpassing van de aardbeienteelt binnen het plangebied. Emissieloze teelt van aardbeienplanten is mogelijk door gebruik van trayvelden waar al het water wordt opgevangen, gezuiverd en hergebruikt. Daarnaast vindt een reductie van 30-50% plaats voor het gebruik van bestrijdingsmiddelen en meststoffen per gekweekte plant. Door het inzetten van de trayvelden wordt het effect op de nutriëntensituatie als positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Bij de inrichting van het ONA wordt op een veel grotere schaal landbouwkundig gebruik teruggedrongen dan bij het vVKA. Hier wordt immers vanuit gegaan dat alle benodigde gronden ook daadwerkelijk vrij zijn om te gebruiken. Het gaat dan niet zozeer om het wijzigingen van de bedrijfsvoering van landbouwbedrijven, maar om volledige omvorming van landbouwgrond in natuur en water. Hierdoor wordt de invloed op de nutriëntensituatie als sterk positief (++) beoordeeld.

Bodemverontreinigingen

De locaties van de voorgenomen activiteiten zijn naast de bodemlocaties met mogelijke verontreinigingen gelegd. De maatregelen zijn zo ingedeeld dat deze buiten verdachte bodemlocaties plaatsvinden. De locaties die groen gemarkeerd zijn, hebben geen aanvullend onderzoek nodigzakelijk (zie kaart in 3.2.3). In het ontwerp is daarnaast rekening gehouden met de demping van enkele waterlopen binnen de gemeente Breda. Op enkele locaties is bebouwing (mogelijk met asbest) gesloopt. Er is sprake van een voormalige stortplaatsen in het plangebied ten noorden van het fietstunneltje onder de snelweg door. Hier wordt niet afgegraven.

Omdat er geen milieuhygiënische belemmeringen zijn geconstateerd leiden beide alternatieven tot een neutraal (0) effect ten opzichte van de referentiesituatie.

5.3 Effectbeoordeling Water

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Water	Oppervlaktewatersysteem	+	++
	Wateroverlast	+	--
	KRW-opgave	+	++
	Grondwaterstanden	+	+
	Kwel en infiltratie	+	++

Oppervlaktewatersysteem

De Boven Mark krijgt in het vVKA niet een continue eenduidige rivierloop binnen een natuurlijk rivierdal. In principe is sprake van deeltrajecten waarin voor verschillende rivierontwerpen gekozen is: (1) in het zuidelijk deel blijft de huidige geul voor piekafvoeren dienen waar langs nieuwe meanderende lopen liggen welke elkaar kruizen, (2) een aantal kleinere delen kent een nieuw meanderende rivierloop en (3) het noordelijk deel wordt grotendeels gekenmerkt door een tweefasenprofiel. Een echt herkenbare eenduidige landschapsecologische benadering is door het gebruik van de verschillende tracés minder aan de orde. Echter is er naar gestreefd de tracés zo lang mogelijk te maken, waardoor binnen de verschillende tracés zoveel als mogelijk eenduidigheid optreedt Hydrologisch en morfologisch heeft elk deel zijn eigen functionaliteit.

Door het streven naar zo lang mogelijk gerekte tracés en door het realiseren van meer meanderende rivierloop scoort het vVKA positief (+) op oppervlaktewatersysteem ten opzichte van de referentiesituatie.

De Boven Mark krijgt in het ONA een continue eenduidige rivierloop binnen een natuurlijk rivierdal. Er is sprake van één hoofdtraject met een duidelijk meanderende rivierloop. Hierdoor ontstaat een herkenbare eenduidige landschapsecologische benadering met een gelijke hydrologische en morfologische functionaliteit. De rivierloop volgt weer het historische tracé van 1900. Door het weer laten meanderen van de rivier en het volgen van het oude tracé, scoort het ONA sterk positief (++) ten opzichte van de referentiesituatie.

Wateroverlast

In onderstaande paragraaf wordt de wateroverlast benedenstrooms (hoogwatersituaties) beoordeeld. Wateroverlast door grondwater op zowel natuur als op gebouwen en bedrijvigheid worden later in dit hoofdstuk behandeld.

Door de hermeandering is in het vVKA het nieuwe rivierdal robuuster ingericht voor het opvangen van hogere piekafvoeren als gevolg van klimaatverandering en wordt peilverhoging van extreme hoogwatersituaties naar Breda en omliggende woonkernen voorkomen. Om dit te bereiken wordt de stuw Galder buiten werking gesteld en op vaste overloophoogte gezet, om te zorgen dat piekafvoer via de bypass loopt in plaats van de hoofdloop. Stuw Bieberg blijft in werking en wordt geoptimaliseerd voor de inzet bij extreem hoog water. Ook wordt in het projectplan Waterwet van het waterschap verder aandacht besteed aan het mogelijk inrichten van een waterbergingsgebied. Hierdoor wordt het vVKA ten opzichte van de referentiesituatie als sterk positief (+) beoordeeld.

In het ONA wordt een sterk meanderende en natuurlijke rivierloop gecreëerd, waarbij alle aanwezige stuwen worden verwijderd ten behoeve van de stroomsnelheden en stromingspatronen. Keerzijde is dat er een grote afvoer stroomafwaarts ontstaat, waardoor er bij hoge waterstanden een grotere kans optreedt op wateroverlast in de benedenstroomse kernen en in Breda. Dit zorgt ervoor dat het ONA als sterk negatief (--) beoordeeld wordt ten opzichte van de referentiesituatie.

KRW-opgave

De Boven Mark heeft voor de KRW de status “sterk veranderd” gekregen. Vanwege deze status hoeft de Boven Mark niet te voldoen aan de KRW-doelen voor natuurlijke beken, maar mag getoetst worden aan een afgeleid doel, het Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

Uit de hydrologische modelstudie en vooronderzoeken (Arcadis, 24 mei 2017a) blijkt dat op de trajecten die gehandhaafd c.q. gekanaliseerd blijven, de stroomsnelheid over het algemeen matig tot onvoldoende blijft. Een voldoende hoge stroomsnelheid is een belangrijke randvoorwaarde voor het kunnen halen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water. Daarnaast is gekeken naar de waterkwaliteit, vooral in termen van zuurstof en nutriënten.

Het vVKA verzorgt een voldoende hoge stroomsnelheid over een lengte van ca. 1,8 km, een kansrijke stroomsnelheid over een lengte van ca. 5,8 km en een onvoldoende stroomsnelheid over een lengte van ca. 2,2 km van de Boven Mark. De trajecten die gehandhaafd c.q. gekanaliseerd blijven vormen slechts een beperkt aandeel van de totale lengte van de in te richten Boven Mark, waardoor de KRW-doelstelling, voor wat betreft de stroomsnelheden wel binnen handbereik komt. Door het aanleggen van meanders en dammen en het verdelen van het stuwverval van stuw Blauwe Kamer en stuw Galder wordt de stroomsnelheid van het water over grote lengtes van de (nieuwe) Boven Mark verhoogd in de zomer en het voorjaar. De stroomsnelheid voldoet gedurende het grootste deel van het jaar vanuit het oogpunt van de aquatische ecologie. Enkel in de zomer voldoet deze op veel trajecten niet. Ecologisch zijn juist deze zomerwaarden het meest relevant. De watertemperatuur is dan het hoogst en dan kunnen de zuurstofconcentraties het laagst liggen. Kritische rivier- en beeksoorten gedijen hier niet bij. Er zijn dus enkele trajecten die ongeschikt blijven. Echter het grootste deel van de Boven Mark scoort in het vVKA beter ten opzichte van de huidige situatie. Bij hoogwater afvoersituaties wordt de stroomsnelheid in de meanders over het algemeen verlaagd ten opzichte van de huidige situatie. Daardoor verkleint de kans op het wegspoelen van vis en macrofauna (waterinsecten, slakjes, e.d.).

Naast een verbetering van de stroomsnelheid en het waterstandsverloop verbetert bij het vVKA ook de waterdiepte, profielvorm en het aangrenzend grondgebruik. De waterdiepte neemt in het zomerhalfjaar af tot een diepte van circa 0,5 tot 1 m. Daardoor ontstaan meer mogelijkheden voor de ontwikkeling van waterplanten. De profielvorm verbetert, doordat er meer variatie tussen steile en wat glooiendere oevers ontstaat. Verder krijgen processen als erosie en sedimentatie de ruimte, onder andere omdat variatie in stroming toeneemt en oeverversteviging zoveel mogelijk wordt vermeden.

Bij het vVKA neemt de hoeveelheid landbouw in het Markdal af ten gunste van meer natuur, waardoor directe landbouwinvloed (meemesten en -spuiten van de beek en uit- en afspoeling) vermindert. Het uitvoeren van het vVKA zal echter slechts in geringe mate bijdragen aan een verbetering van de waterkwaliteit. Hoewel de zuurstofhuishouding van de Boven Mark de afgelopen decennia sterk verbeterd is en inzet van beluchters om grootschalige vissterfte te voorkomen tegenwoordig niet meer nodig is, zijn vooral bovenstrooms de zuurstofconcentraties nog aan de lage kant. De nutriëntenconcentraties zijn in de hele Boven Mark te hoog. Voor de gewenste ontwikkeling van macrofauna en waterplanten moet de zuurstofhuishouding verbeteren en de nutriëntenbelasting verminderen. Deze aspecten kunnen na de voorgenomen herinrichting iets verbeteren door meer stroming en het grotere zelfreinigende vermogen van een meer natuurlijk systeem. Verder kan de nutriëntenbelasting nog wat dalen als volgens de doelstelling van de Vereniging Markdal 100 ha nieuwe natuur wordt gerealiseerd. Voor zowel zuurstof als nutriënten geldt echter dat de oorzaken met name meer bovenstrooms in het stroomgebied liggen (Waterschap Brabantse Delta, 30 november 2017).

Het vVKA kent vanuit KRW geredeneerd enkele beperkingen:

- Ondanks de forse omvang van de voorgenomen maatregelen, kunnen niet alle beperkende factoren weggenomen worden. De waterkwaliteit, zowel wat betreft nutriëntenbelasting als zuurstofgehaltes, ondervinden hooguit in beperkte een positieve invloed van de voorziene herinrichting.
- Ook blijven enkele kortere trajecten nog gekanaliseerd, bijvoorbeeld vanwege de kruisende infrastructuur (snelweg A58) of vanwege grond die (nog) niet beschikbaar gekomen is voor natuurontwikkeling.
- Verder beperken de plannen van de Vereniging Markdal zich tot het deel van de Boven Mark dat in Nederland ligt.

In het ONA wordt de volledige rivier teruggebracht naar het historisch tracé, waardoor er sprake is van één hoofdloop. Dit heeft tot uiting dat de belangrijke randvoorwaarde voor het kunnen halen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water, een voldoende stroomsnelheid, binnen het ONA binnen handbereik ligt. Bij het realiseren van het ONA wordt binnen de Boven Mark de gemiddelde stroomsnelheid van 0,2 tot 0,5 m/s nagestreefd. Dit geldt als een ideale stroomsnelheid voor de ontwikkeling van stroomminnende soorten waarmee KRW-doelen worden bereikt. De optimale stroomsnelheden worden gedurende het hele jaar nagestreefd vanuit het oogpunt van de aquatische ecologie. Er ontstaat een optimale situatie voor allerlei stroomminnende soorten, zoals winde die op schone zandbanken paait. De oevers krijgen een natuurvriendelijke status waar onder andere de brasem, die zich thuis voelt in de luwe, slibbige oevers, op af komt. Door het ONA zal naar verwachting een licht betere waterkwaliteitssituatie worden bereikt dan bij het vVKA. Dit komt doordat er meer percelen aan de landbouw worden onttrokken en daarnaast doordat meer wordt ingezet op verwijdering van de bovenlaag, waardoor de nalevering van fosfaat kleiner zal zijn. Daarnaast is, zoals in de vorige alinea staat, ook de stroomsnelheid gunstiger dan bij het vVKA, zodat ook het zelfreinigend vermogen beter is. Net als bij het vVKA hebben we ook bij het ONA te kampen met oorzaken voor de te lage waterkwaliteit die buiten het plangebied en buiten de scope van het plan liggen.

Door een verbetering van de stroomsnelheid, een natuurlijker peilverloop, een meer natuurlijke profielvorm en toename van de oppervlakte natuur in het Markdal, nemen de potenties voor de ecologie ten opzichte van de huidige situatie bij het vVKA toe. Niet alleen worden stuwen vervangen door meanders en daarmee passeerbaar voor vissen, maar ook wordt 7 tot 8 km permanent stromende beek gecreëerd. Dit leidt tot een verbetering van de uitgangssituatie voor het realiseren van de KRW-doelen in het Nederlandse deel van de Boven Mark.

Al met al verbetert het vVKA de stroomsnelheid over grote lengtes en het grootste deel van het jaar en de waterkwaliteit verbetert licht. Het vVKA is beoordeeld als positief (+) ten opzichte van de referentiesituatie. Al met al is het ONA sterk positief (++) beoordeeld, vooral doordat de stroomsnelheid vrijwel optimaal is voor het halen van de KRW-doelen en door de licht betere verbetering van de waterkwaliteit dan het vVKA.

Grondwaterstanden

Onderstaand wordt het effect van grondwaterstand op de ecologische doelen geanalyseerd. De effecten van grondwaterstand op bedrijvigheid en gebouwen wordt geanalyseerd in paragraaf 5.6.

Over vrijwel het gehele Markdal resulteert het vVKA tot een verhoging van de wintergrondwaterstand en een voornamelijk verlaging van de zomergrondwaterstand. In beide periodes zijn lokaal ook juist verlaging respectievelijk verhoging waar te nemen. In de wintergrondwaterstand wordt de GHG op 0 – 200 meter van de rivier 10 tot 40 cm hoger en schuift daarmee veelal 1 GHG-klasse (gemiddeld hoogste grondwaterstanden) op. De verlaging van de grondwaterstand in de zomer is duidelijk aanwezig in het rivierdal. Dicht op de Boven Mark is dat 30 tot 50 cm. De plaatselijke verhoging van de grondwaterstand in de zomersituatie is van een kleinere orde grootte, veelal rond de 10 tot 20 cm. De grondwaterstand schuift door de maatregelen geen tot 1 GLG-klasse (gemiddeld laagste grondwaterstanden) op.

De gewijzigde grondwaterstanden dragen over het gehele gebied gezien bij aan de ontwikkeling van natuur en aan de bescherming en herstel van de natte natuurparel (NNP). Door onder andere een meer innovatieve invulling van de economische ontwikkelingen kan de NNP beter tot herstel komen. Zo wordt bij het toepassen van de trayvelden door de aardbeienteler, de teelt onafhankelijk gemaakt van het grondwater. Hierdoor is vernatting en een sterkere fluctuatie in grondwater mogelijk. Totaal gezien is daarom het vVKA als positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Van het ONA is niet een expliciete GLG- en GHG-studie beschikbaar. Bij het ONA staan de grondwaterstanden ten dienste van functieverandering/natuurontwikkeling richting de meest ambitieuze natuurbeheertypen, waarbij er ook een optimale invulling wordt gegeven aan bescherming en herstel van de NNP. Er is in het ONA uitgegaan van de verwachte GLG en GHG zoals die na volledige hermeandering ontstaan. Door de herinrichting blijven hoge voorjaarsgrondwaterstanden ter plekke van beekeerd- en gooreerdgronden, waardoor deze plekken in aanmerking komen tot omvorming naar natuurbeheertypen zoals vochtig hooiland, moeras (m.n. grote zeggenmoeras) en beek- en rivierbegeleidend bos (m.n. elzenbroekbos). Omdat uiteindelijk de grondwaterstanden bij het ONA een veel natuurlijker patroon laten zien, is het ONA positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Kwel en infiltratie

Bij de Blauwe Kamer is in de huidige situatie lokaal sprake van kwel. In het vVKA neemt het areaal en de hoeveelheid kwel in deze omgeving toe in de winter. Ook bij Schoondonk, Daasdonk en Notsel neemt het kwel over het algemeen toe. Ter hoogte van Daasdonk, ten gevolge van mitigerende maatregelen, neemt het kwelgebied en de kwelstroom nog extra toe. Een aantal delen waar lichte wegzijging plaatsvond en welke al omringd waren door lichte kwel, zijn in het vVKA ook onderhevig aan lichte kwel. Terwijl de stroken waar al kwel plaatsvond tot zo'n 0,3 mm/dag zijn toegenomen.

In de zomersituatie is op veel plekken in het dal kwel aanwezig, zowel in de huidige situatie als bij het voorkeursalternatief. Het kwelgebied wordt niet significant groter bij het vVKA. Op locaties waar een kwelstroom aanwezig is, neemt de stroming toe. Dit is onder andere het gevolg van het verleggen van de watergang en een lagere zomerwaterstand van de Boven Mark die verder uitzakt. Om de kwelafhankelijke natuur te ontwikkelen zijn meanders, waar mogelijk, niet door kwelpotentiële gebieden gelegd. Het vVKA heeft daarmee een positief (+) invloed op kwel ten opzichte van de referentiesituatie.

De kwelpotenties in het gebied worden in het ONA gebruikt om functieverandering en natuurontwikkeling richting de meest ambitieuze natuurbeheertypen mogelijk te maken. De herinrichting van het gebied in een optimaal natuuralternatief doet niets af aan de kwelpotenties, waardoor deze mogelijkheid ook daadwerkelijk benut kan worden. Zowel voor de winter- als voor de zomersituatie wordt het ONA daarmee als zeer positief (++) beoordeeld op kwel ten opzichte van de referentiesituatie.

5.4 Effectbeoordeling Natuur

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Natuur	Natura 2000	0	+
	NNB	+	++
	Beschermde soorten	+	++

Natura 2000

Extra stikstofemissie en -depositie als gevolg van het plan kan van invloed zijn op de Natura 2000-gebieden. Voor de economische ontwikkelingen in het vVKA is een AERIUS berekening (Arcadis, 19 december 2017) uitgevoerd om te kunnen vaststellen of er sprake is van een toename in stikstofdepositie. Hierbij is de toe- en afname van verkeer onderzocht wat veroorzaakt wordt door de toegestane (economische) ontwikkelingen. Ook is de toename in emissie door het verwarmen van de toegestane ontwikkelingen onderzocht. Hierbij is uitgegaan van worst-case scenario's. Uit de berekeningen blijkt dat de toegestane grenswaarden voor beide gebieden niet onevenredig worden overschreden. Waar deze overschreden wordt is nog voldoende ontwikkelruimte beschikbaar middels het PAS, waardoor het project vergunbaar is en significante effecten uitgesloten zijn.

Het Programma Aanpak Stikstof (PAS) staat onder druk. De Raad van State heeft prejudiciële vragen gesteld. Het Hof van Justitie heeft hierover uitspraak gedaan. De Minister van LNV heeft hierover op 20 november 2018 een brief gestuurd (https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/11/20/kamerbrief-uitspraak-hof-van-justitie-over-programma-aanpak-stikstof). Het is nu wachten op de uitspraak van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State in een aantal beroepszaken. Medio februari 2019 heeft de Afdeling een zitting gepland. In het voorjaar 2019 wordt de einduitspraak verwacht. Onduidelijk is vooralsnog wat dit betekent voor het project Markdal.

Effecten van de geplande werkzaamheden en de hydrologische gevolgen hiervan op de Natura 2000-gebieden kunnen niet op voorhand worden uitgesloten. Eventuele negatieve effecten zijn in strijd met de doelstellingen en kernopgave van de Nature 2000-gebieden. Op gebied van het bestrijden van droogte draagt het vVKA neutraal bij. De gebieden liggen net te ver om echt positief effect te hebben op het kwelherstel. Overall wordt het effect van het vVKA op de Natura 2000-gebieden als neutraal (0) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

In het ONA worden grotere delen van het gebied dat in de huidige situatie nog gebruikt wordt door de landbouwsector omgezet naar natuurbeheertypen. Dit zorgt voor een reductie van ammoniakemissie en stikstofdepositie. Hierdoor wordt belasting vanuit stikstofdepositie op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden verminderd. Naar verwachting valt de stikstofdepositie lager uit dan bij het vVKA. Daarmee worden de grenswaarden voor beide Natura 2000-gebieden niet dusdanig overschreden dat er geen ontwikkelruimte meer is en dat significante negatieve effecten gaan optreden.

Qua waterhuishouding zijn er tevens geen significante negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstelling van het gebied als gevolg van hydrologische veranderingen te verwachten. Door de inrichting van een optimaal natuuralternatief waar ook de zij-instromende beken als de Strijbeekse beek, de Chaamse Beek en de Bavelsche Leij/Broekloop deel uitmaken, versterken juist de ecologische relaties met de natuurgebieden in de omgeving waaronder het Ulvenhoutse Bos. Naar verwachting heeft het ONA daarom een positief (+) effect op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden ten opzichte van de referentiesituatie.

NNB

Beide alternatieven streven een ecologische inrichting na om invulling te geven aan de NNB-doelen, hoewel beide dit in verschillende maten doen. Er kan een onderscheid gemaakt worden in het effect op de kwantiteit en kwaliteit van het NNB door de inrichting van het vVKA. De ecologische kwaliteit is reeds aan de orde gekomen bij de beoordeling van de KRW-opgave in de voorgaande paragraaf. Ook is bij de beoordeling van

de grondwaterstand ingegaan op de ontwikkeling van de NNP. Onderstaande stuk gaat daarom alleen over kwantiteit.

Qua kwantiteit realiseert het vVKA een groot deel van de natuurdoelen. In het proces om te komen tot het vVKA is de bestaande begrenzing van het NNB goed beschouwd. Dit heeft er toe geleid dat, na jaren van stagnatie, er gewerkt kan worden aan een robuust natuursysteem (NNB met EVZ's). Ten opzichte van de huidige NNB begrenzing wordt er 71,5 ha NNB toegevoegd, daarnaast gaat er 26,2 ha uit het NNB. Netto komt er dus 45,3 ha extra NNB bij ten opzichte van de referentiesituatie.

Naast de oppervlakte die extra toegevoegd wordt, komen ook gebieden die momenteel al als NNB aangewezen zijn tot ontwikkeling middels het vVKA. Of natuur wordt nieuw ontwikkeld, of huidige natuur wordt omgezet naar een ander type natuur. Het grootste deel van het gebied wordt omgezet in kruiden- en faunarijk grasland (73.25 ha). Daarnaast bekleed vochtig hooiland een aanzienlijk deel van het dal (33,26 ha). Naast deze beheertypen is er ook ruimte voor beek en bron (17,19 ha), zoete plas (6,49 ha), moeras (10,27 ha), droge heide (3,35 ha), kruiden- en faunarijk akker (7,47 ha), rivier- en beekbegeleidend bos (7,86 ha), dennen-, eiken- en beukenbos (12,87 ha). Daarbij worden de zijbeken (Kerzelse Beek, Galderse Beek, Koereit/Middeltiend, Chaamse Beek, Bavelsche Leij) van de Boven Mark binnen het plangebied als natuurverbinding (EVZ) gerealiseerd en worden twee 'droge' verbindingen toegevoegd bij Heerstaayen en Bieberg/Ulvenhout. De precieze landschapselementen worden verder uitgewerkt bij het inrichtingsplan.

Door de flinke toename van natuurdoeltypen binnen het rivierdal ten opzichte van de referentiesituatie wordt het vVKA als positief (+) beoordeeld.

In het ONA is de herinrichting volledig gericht op zo optimaal mogelijk ontwikkelen van natuurdoeltypen en de nog niet tot ontwikkeling gebrachte delen van het NNB in het Markdal in een goede ecologische staat te brengen. Daarbij is een berekening gemaakt welke oppervlaktes per natuurdoeltype horen bij een optimaal natuuralternatief. Na inrichting van het ONA bestaat het grootste deel natuur uit kruiden- en faunarijk grasland (185 ha). Daarnaast bekleedt vochtig hooiland een aanzienlijk deel van het gebied (62 ha). Overige natuurdoeltypen in het gebied zijn moeras (26 ha), kruiden- en faunarijk akker (15 ha) en rivier en beekbegeleidende bos (22ha). Dit alles naast de reeds bestaande natuur (160 ha). Er is gestreefd naar een goede verdeling van natuurtypen. De gebieden die onderdeel van het ONA gaan uitmaken, liggen als clusters aan het toekomstige riviertracé van de Boven Mark. Deze clusters zijn robuust, waardoor externe invloeden als bemesting en ontwatering beperkt blijven tot de ecologisch minder kwetsbare randzones van de clusters. Door het in ogenschouw nemen van de meest optimale inrichting van de landschapsecologische waarden wordt het effect van het ONA op de NNB-doelen als sterk positief (++) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Beschermde soorten

Inrichting van het vVKA brengt geschikt voortplantingshabitat voort voor diverse (broedende) vogelsoorten. Door werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren hoeft er geen verstoring plaats te vinden. Vogels zoeken na realisatie immers een nieuwe broedplek. Tijdens uitvoering moet rekening gehouden worden met verstoring door geluidshinder. Voor broedvogels met jaarrond beschermde nesten zal vanuit de ontheffingsvoorwaarden waarschijnlijk vervangende broedgelegenheid (kunsthorst) verplicht zijn.

Voor grondgebonden zoogdieren, zoals de eekhoorn en de steenmarter heeft de vernieuwde inrichting geen significant effect op verblijfplaatsen en foerageergebieden. Wel leiden werkzaamheden mogelijk tot het doden en verwonden van de soorten die niet op tijd het gebied kunnen ontvluchten bij de start van de werkzaamheden. Hier kan dus een negatief effect optreden.

Voor vleermuizen zijn in het gebied bomenrijen en watergangen aanwezig die mogelijk als vliegroute voor vleermuizen dienen. Ook is het aannemelijk dat het gebied functioneert als foerageergebied en verblijfsplaats. Het verwijderen van bomen kan zorgen dat de structuren van de vliegroutes worden verstoord of verblijfsplaatsen verdwijnen. Significant negatief effect is daardoor niet uit te sluiten.

Qua amfibieën komen in het gebied de heikikker, poelkikker, vinpootsalamander en alpenwatersalamander voor. Bij het vergraven van watergangen is het mogelijk dat deze dieren worden verstoord of gedood en kan leefgebied vernietigd worden. Hydrologisch kan in de nieuwe situatie negatief effect ontstaan door het lokaal verdrogen van de grond.

Voor de toekomstige leefgebieden van de verschillende soorten geldt dat de meer natuurlijke inrichting van het vVKA bijdraagt aan leefgebied en foerageergebied van de soorten. Maar een aantal soorten ondervindt wel hinder door verdroging/vernatting van de grond, verdwijnen van bomen en door het vergraven van de watergang en andere uitvoeringswerkzaamheden. Om wel de positieve effecten van de eindinrichting mee te nemen, wordt het vVKA als positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Voor wat betreft de kans op verstoring van beschermde soorten door het ONA geldt ongeveer hetzelfde als voor het vVKA. Er wordt daarom hier niet dieper op alle soorten ingegaan. Voor de uitvoering zijn namelijk dezelfde effecten te verwachten waarbij het kan voorkomen dat leefgebieden of soorten verstoord en zelfs vernietigd worden om te komen tot de inrichting van het ONA. Dit in verband met het vergraven en het dempen van de watergang en het mogelijk kappen van bomen.

Buiten de uitvoering om ontstaat na inrichting een optimaal natuuralternatief met geschikte habitats zoals poelen, natuurvriendelijke oevers, steilranden, gradiënten en variatie in stroming waardoor de verschillende habitatsoorten zich ideaal kunnen ontwikkelen. Zo vindt er afwisseling plaats in snel droogvallende delen en juist moerassige delen die belangrijk zijn voor de amfibieën, macrofauna en vissen. Dit effect is zodanig positief dat het ONA als sterk positief (++) beoordeeld kan worden ten opzichte van de referentiesituatie.

5.5 Effectbeoordeling Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Landschap, cultuurhistorie, archeologie	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	+	++
	Cultuurhistorische structuren en elementen	+	+
	Gebouwd erfgoed	+	0
	Archeologische monumenten, verwachtingswaarde	-	-

Landschap en ruimtelijke kwaliteit

Het landschap heeft zich door de eeuwen heen flink ontwikkeld. De laatste grote verandering was de kanalisatie. Beide alternatieven hebben voor ogen de meandering weer terug te brengen.

Het vVKA brengt meanders aan op plaatsen waar dit mogelijk is. Omdat het niet overal mogelijk is ontstaan verschillende deeltrajecten in het landschap. Een groot deel bestaat uit de huidige geul die voor piekafvoeren dient en waar een nieuwe meanderende loop langs ligt, bij een kleiner deel is sprake van een eenduidige natuurlijke rivierloop en er is een deel met een tweefasenprofiel. Hierdoor ontstaat geen eenduidige landschapsbenadering.

In het rivierdal worden natuurbeheertypen gerealiseerd en wordt op detailniveau nog toegewerkt naar een goede landschappelijke inpassing door het toepassen van onder andere steilranden en houtwallen. Daarbij wordt extra aandacht besteed aan het toepassen van landschapselementen welke het aanzicht van de trayvelden wegnemen en oorspronkelijke structuren herstellen. Dit om het landschap en de ruimtelijke kwaliteit ten goede te komen. Door het toepassen van originele elementen en het weer terug laten komen van een (deels) meanderende loop kan het vVKA als positief (+) beoordeeld worden ten opzichte van de referentiesituatie.

Ook het ONA brengt meanders terug in het landschap door het historische tracé van 1900 terug te brengen in het landschap. Daarbij worden de kunstwerken verwijderd waardoor een natuurlijk landschappelijk beeld ontstaat en dit de ruimtelijke kwaliteit ten goede komt. Na inrichting overheerst een grotendeels open rivierdallandschap dat vooral wordt bepaald door vochtige hooilanden, omgeven door wat drogere gebieden met kruiden- of faunarijke graslanden of akkers, waarbij op de perceelranden ruimte is voor de aanleg van singels en houtwallen. Op enkele rivier- en beektrajecten bij bestaande boscomplexen ontstaat daarbij het beeld van bos op de ene oever en grazige vegetaties op de andere oever. Het ONA wordt daardoor als sterk positief (++) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Cultuurhistorische structuren en elementen

Voor cultuurhistorische elementen dient er extra aandacht te zijn voor een aantal ondergrondse kelders van kasteel Daesdonck. Voor deze kelders geldt dat vernatting niet erg is, maar verdroging wel. Bij het vVKA treedt bij Daasdonk plaatselijk verhoging van grondwater op waardoor de kelders niet geschaad worden.

In het vVKA komt een deel van de cultuurhistorische situatie in de loop van de rivier terug van voor de kanalisatie in 1969 door de aanleg van meanders. In het rivierdal komen cultuurhistorische elementen en de historische bebouwing beter tot zijn recht. Het vVKA heeft daarmee in vergelijking tot de referentiesituatie een positief (+) effect op de cultuurhistorische structuren en elementen aanwezig in het gebied.

Het ONA voorziet in een volledig herstel van de historische rivier zoals deze in 1900 vorm had. Ook bij het ONA komen de cultuurhistorische elementen en de historische bebouwing beter tot hun recht dan in de referentiesituatie. Echter, vanwege vernatting t.b.v. het realiseren van kruiden- en faunarijk grasland, komt mogelijk een deel van de eiken in de historische lanenstructuur te vervallen. Bij verdere uitwerking verdient dit aandacht. Door vernatting treedt geen negatief effect op de kelders bij kasteel Daesdonck. Het effect van het ONA is als positief (+) te beoordelen ten opzichte van de referentiesituatie.

Gebouwd erfgoed

In het plangebied is een verscheidenheid aan gebouwd erfgoed aanwezig. Middels het vVKA is er een voornemen om een deel van het gebouwd erfgoed uit het verleden te herstellen. Het betreft het opnieuw opbouwen van twee voormalige Vlaamse schuren, beide gelegen bij een rijksmonument. De eigenaar van het perceel Strijbeekseweg 18, waar ooit een Vlaamse schuur is afgebrand, heeft het voornemen ten noorden van de huidige schuur een Vlaamse schuur te realiseren met een woonbestemming. Daarnaast kent boerderij Nieuwenhuys aan Reeptiend 50, locatie waar de bijbehorende Vlaamse schuur in de loop der tijd verloren is gegaan, een nieuwe eigenaar. Deze eigenaar heeft de woning volledig gerestaureerd en is voornemens om ook de verloren gegane Vlaamse schuur te herbouwen. Hierdoor heeft het vVKA een positief (+) effect op het gebouwd erfgoed. Het ONA laat het gebouwd erfgoed ongemoeid waardoor dit alternatief neutraal (0) scoort.

Archeologische monumenten en verwachtingen

In het plangebied zijn op vijf locaties archeologische monumenten aanwezig. Peilwijziging heeft effect op de archeologische monumenten, waarbij vernatting niet erg is, maar verdroging wel. Het vVKA is nog niet op zo'n detail uitgewerkt dat hier uitsluitsel over te geven is. Bij de verdere uitwerking van het vVKA wordt hier rekening mee gehouden.

Onderdeel van het vVKA is het aanleggen van nieuwe meanders in het rivierdal. Deels worden daarbij de oorspronkelijke meanders gevolgd, maar er worden ook nieuwe meanders aangelegd. Het herstel van en de aanleg van nieuwe riviermeanders gaat gepaard met ontgravingen in het rivierdal, waardoor eventueel aanwezige archeologische resten in het plangebied aangetast kunnen worden. In het kader van de herinrichting van het Markdal is voor het plangebied een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd (Arcadis, 12 januari 2017a) (zie ook als sub bijlage (bijlage 8) in bijlage 7 van dit planMER). Bij het uitwerken van het vVKA is rekening gehouden met de locaties waar een hoge archeologische verwachting aanwezig is. Daarnaast zijn op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek een aantal zones geïdentificeerd waar vervolgonderzoek vereist is.

Effect op archeologie kan plaatsvinden door met name het graven van meanders. Door planaanpassing uit te voeren zijn deze aantastingen mogelijk te voorkomen door op microniveau net een andere invulling te kiezen en de vondst in situ te bewaren. Omdat er afgeweken wordt van huidige of oude rivierbeddingen is er meer aandacht voor archeologie nodig en bestaat de kans dat maatregelen getroffen moeten worden. Hierdoor is het vVKA als negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Ook in het ONA vindt ontgraving in het rivierdal plaats om een historische tracé weer terug te brengen. Daarvoor geldt hetzelfde als voor het vVKA. Echter waar in het vVKA een meander op een nieuwe locatie wordt gegraven, vinden de vergravingen binnen het ONA zoveel mogelijk in de oude rivierbeddingen plaats, waar ook archeologische verwachtingen liggen. Ook het ONA is als negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

5.6 Effectbeoordeling Overig gebruik en leefbaarheid

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Overig gebruik en leefbaarheid	Woonkwaliteit	+	+
	Grondwateroverlast woningen	-	-
	Hinder tijdens de uitvoering	-	-
	Recreatie	+	0
	Landbouwareaal en -structuur	-	--
	Vernatting/verdroging landbouwgronden	-	-

Woonkwaliteit

Het vVKA zorgt ervoor dat zo'n 100 ha landbouwkundig gebruik onttrokken wordt. Door de sanering van een aantal varkensbedrijven is een verbetering ontstaan met betrekking tot de woonkwaliteit door de verbetering van geur-, geluid- en luchtkwaliteit. Een verslechtering voor de woonkwaliteit kan plaatsvinden door het faciliteren van recreatie in het gebied. Hoewel inwoners zelf hier ook gebruik van kunnen maken, heeft dit wel een aantrekkende werking op bezoekers vanuit buitenaf. Dit heeft gevolg dat het drukker wordt op de weg en door parkeren. De privacy kan geschaad worden wanneer een route langs een woning gaat. Door verbetering van geur, lucht en geluid en doordat het gebied om te recreëren voor de inwoners zelf ook aantrekkelijker wordt, is het vVKA als positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Ook in het ONA verbetert de woonkwaliteit door het wegnemen van agrarische bedrijvigheid. Lucht, geluid- en geurhinder nemen hierdoor sterk af. Het ONA wordt optimaal ingericht om natuurbeheertypen tot hun recht te laten komen. Hierdoor ontstaat een aantrekkelijk gebied, dat echter niet of nauwelijks betreden kan worden ten behoeve van recreatie. Dit heeft als voordeel dat er geen aantrekking plaatsvindt op bezoekers van buitenaf, maar bewoners zelf kunnen ook slechts minimaal de natuur in trekken. Door de sterke vermindering van agrarische bedrijvigheid het alternatief als positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Grondwateroverlast woningen

Voor wat betreft de grondwateroverlast blijkt dat zowel voor het vVKA als voor het ONA de GHG slechts een beperkte verhoging laat zien. Dit gebeurt op een aantal locaties waar al grondwateroverlast voorkomt. Op deze enkele locaties (voornamelijk rondom Daasdonk en enkele woningen aan de westkant van Ulvenhout) vindt een verslechtering plaats van de situatie en dienen compenserende maatregelen getroffen te worden. De wijze van compensatie zal per locatie bekeken worden, waarbij rekening wordt gehouden met het niet verslechteren van de NNP. Voor alle gebouwen in en rondom het gebied geldt dat er geen negatieve wijziging mag zijn in het grondwaterpeil. Daar dit wel optreedt wordt het effect van beide alternatieven (vVKA en ONA) op grondwateroverlast als negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Hinder tijdens uitvoering

Tijdens de uitvoering van beide alternatieven treedt hinder op voor de omgeving doordat er graafwerkzaamheden plaatsvinden en gronden afgevoerd worden. Omdat het gebied nu maar beperkt toegankelijk is valt hierdoor hinder direct op locatie mee.

Echter is hinder wel te verwachten door het plaatsvinden van werkverkeer in de vorm van geluid, lucht (stof) en mogelijk ook trillingen (door gebruik van groot transport). Beide alternatieven worden daarom negatief (-) beoordeeld op het aspect hinder tijdens de uitvoering.

Recreatie

Zowel binnen als buiten plangebied wonen in de dorpen en steden veel mensen die het natuurgebied kunnen gebruiken om te recreëren. Onderdeel van het vVKA is het aanleggen van recreatieve routes. Dit bestaat onder andere uit de aanleg van fiets- en wandelpaden langs de Mark. Als gevolg hiervan verbetert de situatie voor de recreatie. Het gebied wordt beter toegankelijk voor recreatief gebruik en door de natuurontwikkeling wordt de belevingswaarde van het gebied groter. Het vVKA wordt als positief (+) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

In het ONA ligt de nadruk op natuurontwikkeling en behoud van deze natuurbeheertypen. Hierdoor is gebruik van het gebied niet direct wenselijk en daarom wordt recreatie niet gefaciliteerd. Wel vindt er een ruimtelijke impuls plaats, maar omdat men hier niet makkelijk bij komt wordt het ONA als neutraal (0) beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Landbouwareaal en -structuur

Door het vVKA wijzigt het landbouwareaal en de structuren. Zo'n 100 ha grond wordt aan landbouwgebruik onttrokken om ruimte te creëren voor water en natuur. Op basis van verevening en in goed overleg is aan ondernemers en particulieren de mogelijkheid geboden nieuwe initiatieven te ontwikkelen. Hieruit zijn de economische ontwikkelingen voorgekomen waarbij een aantal voormalige boerderijen een nieuwe bestemming krijgen. Ook wordt een nieuwe innovatieve vorm van teelt mogelijk gemaakt. Ondanks het faciliteren van deze economische ontwikkelingen gaat het landbouwareaal flink achteruit door het aankopen van gronden en ruilen. Hierdoor wijzigt ook de structuur. Het vVKA heeft daardoor een negatief (-) effect op landbouwareaal en -structuur ten opzichte van de referentiesituatie.

In het ONA wordt een grote mate van landbouwgebruik onttrokken. Echter is hierbij geen rekening gehouden met huidige eigendommen en belangen van agrariërs in het gebied. Daardoor is gebruik van de percelen nog een onzekere factor. Het op grote schaal terug dingen van landbouwgebruik en de daarmee gepaarde afname van het landbouwareaal en de sterke wijziging van de landbouwstructuur, maakt dat het ONA sterk negatief (--) beoordeeld wordt ten opzichte van de referentiesituatie.

Vernatting/verdroging landbouwgronden

Voor wat betreft vernatting/verdroging van landbouwgronden ontstaat in het vVKA in het zuidelijk deel nat- en droogteoverlast. In het noordelijk deel is nat- en droogteschade meer te verwachten op de nieuw geplande natuurpercelen en zal er voor bewoners en agrariërs in het gebied geen economische schade spelen. In het zuidelijk deel is op een aantal locaties verslechtering te verwachten vanwege de verhoging van de grondwaterstand. Hier is in de huidige situatie al sprake van natschade en een verdere vernatting in dit gebied leidt tot een sterke toename van deze schade. Naast natschade treedt er op enkele plekken als gevolg van de verlaging van de grondwater droogteschade op. Ter plaatse van Hoogedonk is de grootste toename van de droogteschade te zien. Door de toename op een aantal plaatsen van nat- en droogteschade wordt het effect van het vVKA op grondwateroverlast als negatief (-) beoordeeld.

Het ONA benut hogere grondwaterstanden om natuurbeheertypen te ontwikkelen. Deze percelen zijn dan niet meer in gebruik als landbouwgronden. Echter treedt nog wel negatief effect op voor de landbouwgronden rondom het gebied. Hier kan zowel sprake zijn van nat- als droogteschade. Omdat ook bij het ONA sprake is van een toename aan nat- en droogteschade van omliggende landbouwpercelen rondom het Markdal wordt het effect als negatief (-) beoordeeld.

5.7 Mitigerende en compenserende maatregelen

Zowel voor bodemstructuur als voor grondbalans zijn negatieve effecten geconstateerd. Eén van de manieren om dit te mitigeren is door niet grondroerende werkzaamheden uit te voeren. Echter, dan worden de natuurdoelen niet behaald. Wel wordt er naar gestreefd om het afvoeren van grond te beperken door te werken met een gesloten grondbalans. Het is echter nog niet zeker of grond aangebracht kan worden op nabijgelegen percelen.

Ten aanzien van de thema's water, natuur, landschap en de meeste gebruiksfuncties zijn veelal positieve en soms neutrale effecten aan de orde. Mitigatie of compensatie op die betreffende aspecten is niet nodig. Echter, er is ook een aantal negatieve effecten aan de orde, waarvoor wel gedacht kan worden over mitigatie en compensatie.

Om wateroverlast voor de omliggende kernen en specifiek voor Breda op een geaccepteerd niveau te houden mag er geen toename aan piekafvoer plaatsvinden. Hiervoor zijn reeds maatregelen in het plan opgenomen zoals benoemd in paragraaf 4.3 onder het kopje 'wateroverlast'. De exacte invulling van de waterberging en eventueel andere compenserende maatregelen wordt in het ontwerp en in het Projectplan Waterwet verder uitgewerkt. Om de hogere waterstanden als gevolg van natuurontwikkeling op gebouwen (zowel binnen als buiten het plangebied (in de kernen)) en landbouwpercelen tegen te gaan, wordt als mitigerende maatregel voorgesteld om peilgestuurde drainage aan te leggen in de laagte van Daasdonk. Hiermee kan het waterpeil zodanig ingesteld worden dat gemiddeld genomen de hogere grondwaterstanden verlaagd worden tot niet lager dan het huidige niveau en er geen negatief effect op zowel de landbouwpercelen en woongebieden als de naastgelegen natuurpercelen optreedt. Door peilgestuurde drainage wordt in droge tijden water langer vastgehouden om zo de drainage te reguleren.

Voor wat betreft natuur wordt ecologische begeleiding ingezet wanneer nodig en worden werkzaamheden zoveel mogelijk buiten het broedseizoen uitgevoerd om verstoring en mogelijke vernietiging van soorten tegen te gaan.

Voor wat betreft archeologie wordt aanbevolen om tijdens de graafwerkzaamheden de gebruikelijke archeologische begeleiding toe te passen die bij vergelijkbare natuurontwikkelingsprojecten wordt toegepast.

De hinder die optreedt tijdens de uitvoering zal met name het gevolg zijn van het grondverzet. In de uitvoering is aan te bevelen om grondtransportroutes in goed overleg te plannen. Afspraken met de aannemer kunnen zich ook richten op het voorkomen of beperken van hinder.

Tabel 4 vat de mitigerende en compenserende maatregelen per thema samen.

Tabel 4 Overzicht van mitigerende en compenserende maatregelen

Thema	Mitigerende en compenserende maatregelen
Bodem	Pogen een gesloten grondbalans te bewerkstelligen door in afstemming met perceeleigenaren grond op nabijgelegen percelen te mogen verwerken.
Water	Toepassen wijzigingsbevoegdheid in de bestemmingplannen, om extra waterberging te faciliteren wanneer reeds geplande maatregelen onvoldoende blijken te zijn. In overleg treden met de Vlaamse en Nederlands partners om een integrale verbeteringsslag te bereiken op het vlak van met name de chemische KRW-parameters. Daarnaast biedt dit kansen voor een soortgelijke aanpak als in het Nederlandse deel van de Boven Mark voor 'bottom up' planvorming.
Natuur	Uitvoering buiten broedseizoen laten plaatsvinden.
Archeologie	Toepassen archeologische begeleiding tijdens uitvoering.
Overig gebruik en leefbaarheid	Toepassen peilgestuurde drainage om toename van grondwateroverlast voor bewoners en eigenaren van grond tegen te gaan. Grondtransportroutes op een zodanige wijze leggen dat minimale uitvoeringshinder ontstaat voor de omwonenden in het gebied.

5.8 Leemten in kennis

Er is voor een aantal aspecten op basis van bureaustudie en expert judgement ingeschat welke effecten optreden. Voor enkele onderdelen zijn ook kwantitatieve gegevens beschikbaar gekomen. Er is een goed beeld beschikbaar gekomen over de effecten van het vVKA en van een meer op natuur gericht ONA. Toch zijn er enkele leemten in kennis, die hieronder worden besproken. Daarbij wordt aangegeven hoe dit later wordt aangevuld. Tot slot wordt er een conclusie getrokken over de impact voor de besluitvorming over de bestemmingsplannen.

Informatie LESA aanvullen

Bij natuurontwikkelingsprojecten als Markdal is de abiotiek een belangrijke factor voor het welslagen van de herinrichting, dus het bereiken van de beoogde natuurwaarden. De LESA (bijlage 6) geeft hier grotendeels inzicht in voor wat betreft de landgebonden natuur. De LESA is in eerste instantie een bureaustudie. De LESA maakt gebruik van gecombineerde kennis van het studiegebied van de bodemopbouw, de hydrologie en het voorkomen van indicatorsoorten. Er is op 29 maart 2018 een expertmeeting georganiseerd, waarin voor de LESA aanvullende informatie is geleverd, waaronder grondwaterstandsveranderingen GVG/GLG door de voorgenomen hermeandering van de Mark (van Waterschap Brabantse Delta), waarnemingen uit de jaren ’80-’90 (via BMF) en informatie over indicatorsoorten (van de terreinbeheerders). De LESA geeft zelf het volgende aan: *“[De] LESA [is] gebaseerd op bestaande informatie van bodem en water in het beekdal. Deze informatie is deels onvolledig, deels te weinig gedetailleerd en deels ook gedateerd. Zo ontbreekt informatie van de grondwaterkwaliteit en beslaat de bodemkaart slechts een deel van het interessegebied. De uitkomsten van deze LESA zijn dan ook indicatief van aard en kunnen niet gebruikt worden om inrichtingsplannen op te baseren. Daarvoor is aanvullend (veld)onderzoek naar de samenstelling en kwaliteit van bodem en water noodzakelijk.”*

Met de nu beschikbare informatie zijn initiatiefnemer Vereniging Markdal, de beide gemeenten Alphen-Chaam en Breda en Waterschap Brabantse Delta van mening dat er voldoende informatie is om te voorspellen welke natuur mogelijk is. De informatie bevindt zich op het niveau dat nodig is om bestemmingsplannen vast te stellen. De informatie die verder nodig is schuift door naar de inrichtingsfase. Dit betreft o.a. boringen t.b.v. bepalen van de trofiegraad van de bovengrond en van het bodemprofiel, metingen van de grondwaterkwaliteit en informatie over dispersie/zaadbank.

Soorteninformatie

Er is op drie punten nadere informatie nodig omtrent soorten:

1. Zoals eerder vermeld (zie voetnoot 11 in paragraaf 3.2.5), is voor wat betreft de voorkomende soorten gebruik gemaakt van de bij NDFF beschikbare gegevens. Uit bilateraal beschikbaar gestelde data van de natuurverenigingen, verenigd onder Natuurplein, bleken er meer waarnemingen gedaan te zijn. Hieruit blijkt dat er meer soorten in het studiegebied voorkomen dan uit NDFF blijkt. Deze waarnemingen ontbreken echter in de NDFF, ze hebben daarmee geen ‘status’ en we konden deze derhalve niet meenemen in dit plan-MER. Bij de verdere vormgeving van het inrichtingsplan zal een natuurinventarisatie worden uitgevoerd. Bilateraal beschikbaar gestelde informatie kan daarbij eventueel ook betrokken worden. Beter is echter om deze informatie éérst in de NDFF op te nemen zodat deze status krijgt, en daarná deze meer complete set NDFF-data in combinatie met de natuurinventarisatie te gebruiken voor het inrichtingsplan, mede met het oog op benodigde vergunningen. Voor het besluit over de bestemmingsplannen, waarvoor dit plan-MER is opgesteld, is dit nog niet van invloed.
2. In de QuickScan Flora & Fauna Markdal is een studiegebied betrokken dat niet het gehele plangebied afdekt waarop het plan betrekking heeft. Er is namelijk gekeken naar de Mark en een zone van 300 meter aan beide zijden erlangs. In een volgende fase van het project zal de natuurinventarisatie plaatsvinden binnen het gehele plangebied. Hierbij zal ook gekeken worden naar mogelijke soorten die voorkomen in de vennen bij Strijbeek, inclusief het Goudbergven. Volgens informatie van Natuurplein bevinden zich daar forse populaties alpenwatersalamanders en vinpootsalamanders. Er zal, voorafgaand aan de natuurinventarisatie, overleg zijn met Natuurplein en de terreinbeheerders om het onderzoek voor te bereiden.

3. Bij de aanpassing van de Natuurbeschermingswet naar de Wet natuurbescherming is een aantal soorten niet langer beschermd. De gemeente Breda acht het van belang om een aantal van deze ´afgevoerde´ soorten toch te beschermen. De gemeente Breda hanteert daarom in de praktijk een lijst als te ontzien bij beheer- en inrichtingsmaatregelen in aanvulling op de wettelijk beschermde soorten. Deze lijst wordt in principe ook opgenomen in de binnenkort vast te stellen “Beheervisie Ecologische Groenstructuur” van de gemeente. Deze heeft nu dus nog geen status, maar zal straks bij het nader uitwerken van het inrichtingsplan en bij het opstellen van het projectplan Waterwet ook betrokken worden bij de natuurinventarisatie. Daarnaast spelen deze soorten dan mogelijk ook een rol bij het verkrijgen van eventuele vergunningen.

Er zijn geen aanwijzingen dat beschermde soorten aan het plan in de weg staan. Wel zal in een later stadium meer inzicht worden verkregen omtrent het daadwerkelijk voorkomen van soorten, waarbij ook een speciaal beschermingsregiem van de gemeente Breda invulling krijgt. Dit leidt tot het oordeel dat er geen leemte in kennis is over soorten die aan besluitvorming over de bestemmingsplannen in de weg staat.

Overige criteria

Voor alle andere criteria is in dit plan-MER beschreven waar de effectbeoordelingen van vVKA en ONA op zijn gebaseerd. Dit betreft grotendeels kwalitatieve beoordelingen, op basis van via bureaustudie beschikbare informatie. Dit is gebruikelijke informatieniveau van plan-MER’en voor bestemmingsplannen.

Verondieping bij kruising met A58

Door Rijkswaterstaat is een zienswijze ingediend, waarin het volgende wordt gesteld: “*In paragraaf 2.2.2.2 van de NRD wordt de hydrologische inrichting rondom de rijksweg A58 beschreven. ‘Vanaf de Scheelerbrug tot de nieuwe meander ten noorden van de snelweg blijft de huidige breedte van de Boven Mark gehandhaafd. De bodem wordt verondiept tot 0,4 m NAP. De huidige bodemhoogte sluit daarmee niet optimaal aan bij de benedenstroomsliggende meander, waar de bodemhoogte hoger ligt. Echter om boven-strooms van de snelweg A58 geen ongewenste opstuwing te voorkomen heeft de Boven Mark hier ten opzichte van boven- en benedenstrooms een ‘verdiepte’ ligging. In het kader van dit planvoornemen zou ik specifiek onderzocht willen hebben wat de effecten van de verondieping zijn op zowel de drooglegging van de rijksweg als de folieconstructie ten behoeve van de rijksweg ten oosten van de Mark.”*

Deze informatie zal in een later stadium beschikbaar komen, bij de detailuitwerking.

Conclusie over leemten in kennis

Aangezien in een later stadium meer informatie beschikbaar komt om de LESA en de NDFF-data aan te vullen en meer bekend wordt over extra soorten, en aangezien die informatie in dit stadium nog niet nodig is, is al met al het oordeel dat er geen cruciale leemten in kennis zijn die aan besluitvorming over de bestemmingsplannen in de weg staan.

Monitoring

Momenteel wordt door het waterschap de waterkwaliteit (3 meetpunten) de grondwaterstanden (meerdere peilbuizen) en de waterkwantiteit (3 meetpunten bij de stuwen) gemonitord. Hiermee wordt voldaan aan de huidige basisinspanning om te monitoren. Om te komen tot een goede evaluatie en monitoring van de ingreep wordt aan de van het definitief ontwerp bepaald op welke exacte locaties extra monitoring nodig is. Als in het kader van het project al eerder monitoring nodig blijkt, dan pakt het waterschap dit op. Dit speelt op het moment bijvoorbeeld bij de locatie rondom de percelen van De Hoorn. Hier worden binnenkort vier peilbuizen geplaatst om het grondwater beter te kunnen monitoren.

5.9 Grensoverschrijdende effecten

Duiding

Het plangebied grenst in het zuiden aan België. Echter het plangebied, en bijgevolg ook de herinrichting, beperkt zich tot Nederlands grondgebied. Er worden bijgevolg geen rechtstreekse effecten op Belgisch grondgebied verwacht. Omdat het studiegebied ruimer is dan enkel het plangebied en er wel onrechtstreekse effecten op kunnen treden in het studiegebied en dus ook op grondgebied van België, is hieronder per discipline nog eens specifiek ingezoomd op de thema's en effectgroepen met een mogelijk grensoverschrijdend effect.

Bodem

Als er bodem vergraven wordt, dan vindt dat alleen plaats in Nederland. Er treden derhalve geen effecten op in de Belgische bodem.

Water

Er is een functionele binding, doordat de Mark een grensoverschrijdende rivier is. Door het waterschap is een presentatie verzorgd over de mogelijk grensoverschrijdende hydrologische effecten (Waterschap Brabantse Delta, 15 maart 2017). De mogelijke effecten zijn onderzocht met oppervlaktewatermodel Sobek, grondwatermodel iMOD en voor de van water afhankelijke landbouwopbrengsten met Waternood.

De belangrijkste conclusies zijn dat na herinrichting volgens het vVKA:

- De Mark visoptrekbaar is geworden.
- De rivierpeilen 's zomers 20-30 cm lager staan.
- Het rivierpeil 's winters 10 cm hoger staat.
- De piekafvoeren leiden tot 20 cm hogere waterpeilen.
- De overstromingskans (T2/T10) toeneemt voor ca. 1 ha Belgische landbouwgrond.
- Er geen verandering van de landbouwopbrengst wordt verwacht door veranderende grondwaterstanden.

Al met al is de conclusie dat het grensoverschrijdend effect op het watersysteem of op daarvan afhankelijk gebruik nihil is.

Natuur

De inrichting leidt tot mogelijke (tijdelijke) aantasting van natuurwaarden binnen het plangebied en uiteindelijk tot een betere natuursituatie daarbinnen. Er zijn geen directe effecten op de Belgische natuur te verwachten. Echter, er kan wel een (tijdelijke) toename optreden van stikstofdepositie op natuur. Ten behoeve van de stikstofdepositie op natuur is een Aerius-berekening gemaakt (zie bijlage 8). In deze Aerius-berekening is ook de depositie op Belgische Natura 2000-gebieden verdisconteerd. Voor het vVKA betreft dat 'Heesbossen, Vallei van Marke en Merkske en Ringven met valleigronden langs de Heerlese Loop'. Uit de berekening blijkt dat per hectare er een dusdanig lage stikstofdepositie (in mol/ha/j) optreedt, dat deze niet wordt vermeld in de berekening. Om die reden mag aangenomen worden dat er geen grensoverschrijdende effecten optreden ten gevolge van stikstofdepositie.

Landschap, cultuurhistorie en archeologie

De inrichting leidt tot mogelijke (tijdelijke) aantasting van landschap, cultuurhistorie en archeologie binnen het plangebied en uiteindelijk tot een verbetering voor landschap en cultuurhistorie. Er zijn geen directe effecten op Belgische landschape- en cultuurhistorische kwaliteiten te verwachten. Voor archeologische waarden kan dit geheel worden uitgesloten worden, aangezien er geen graafwerkzaamheden plaatsvinden in België.

Overig gebruik en leefbaarheid

De maatregelen met betrekking tot recreatie zijn lokaal van aard. De (nieuwe) recreatieve paden zullen aansluiten op recreatieve paden in België, en dus kunnen ook in België positieve effecten verwacht worden.

5.10 Gevoeligheidsanalyse: alleen fase 1 wordt uitgevoerd

Waarom een gevoeligheidsanalyse?

In dit planMER zijn de effecten beschreven van het vVKA van de Vereniging Markdal. De eerste bestemmingsplannen van de beide gemeenten regelen een deel van dit vVKA én de daarbij behorende economische ontwikkelingen én de mogelijke compensatie waterberging die nodig is.

Het is echter niet mogelijk om nu al voor het gehele vVKA én alle economische ontwikkelingen én compensatie waterberging bestemmingsplannen vast te stellen. De reden is onder andere dat voor een deel van de gronden nog onvoldoende voortgang is in de grondverwerving (m.n. in de gemeente Breda) om dit nu al planologisch vast te leggen. Er is wel zicht op dat dit binnen afzienbare termijn gaat gebeuren. Dit zal dan in (een) volgende planologische procedure(s) geregeld worden, of er is al in voorzien in de vorm van een wijzigingsbevoegdheid in de ontwerpbestemmingsplannen.

Om toch een beeld te krijgen van het onverhoopt niet doorgaan van deze onderdelen, en dus het realiseren van slechts een zogenoemde fase 1 van het vVKA van de Vereniging Markdal, is in dit planMER gekeken welke effecten het uitvoeren van de beide bestemmingsplannen sec heeft. Dus zonder vervolg-bestemmingsplannen en zonder het toepassen van de wijzigingsbevoegdheden. In deze zogenoemde gevoeligheidsanalyse van het vVKA is aangegeven voor welke criteria er een verschil in effect ontstaat ten opzichte van dat vVKA, en of dat positief of negatief is.

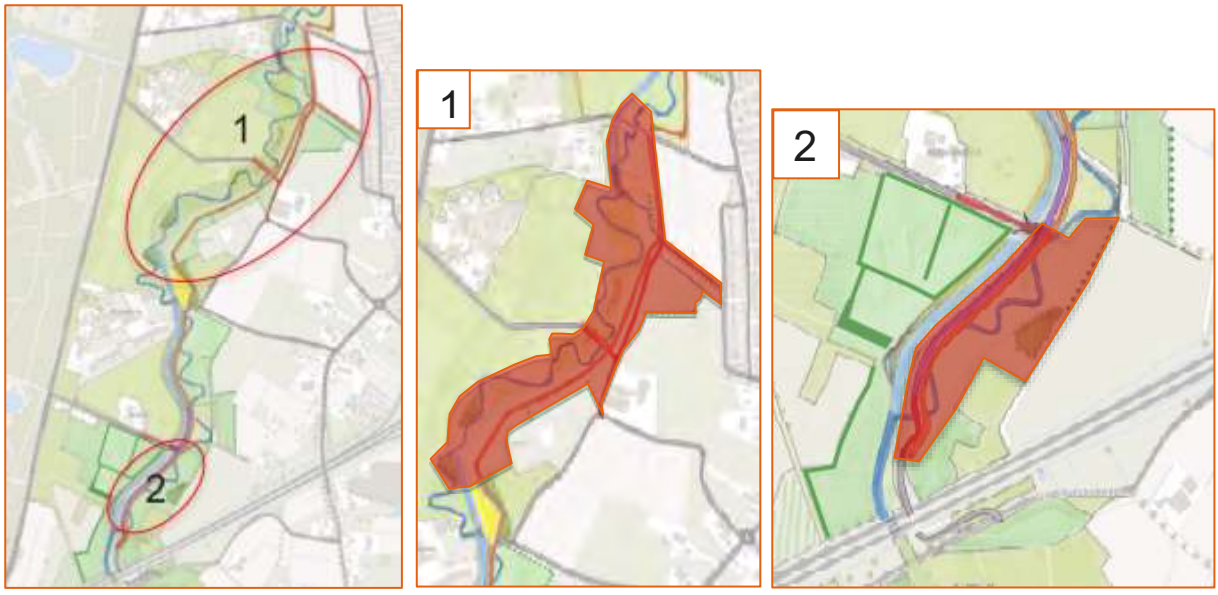
Let wel: Het onverhoopt niet doorgaan van de waterberging is niet meegenomen in deze gevoeligheidsanalyse. Waterschap Brabantse Delta heeft namelijk aangegeven dat het gehele plan niet doorgaat wanneer dit niet geregeld is.

Welke onderdelen ontbreken in fase 1 t.o.v. vVKA?

Fase 1 onderscheidt zich van het complete vVKA op twee onderdelen.

(a) Percelen langs Ulvenhout

Enkele beoogde percelen zijn nog niet verworven. In onderstaande figuren is aangegeven welke onderdelen nog ontbreken en nog niet zullen worden opgenomen in het lopende bestemmingsplan in de gemeente Breda. Indien deze gronden niet beschikbaar komen, dan kunnen delen van het vVKA niet worden gerealiseerd.



Figuur 31 Ontbrekende percelen: links overzicht, 1 en 2: detailsituatie

(b) Omzettingen van veehouderij naar wonen

In het gebied Strijbeek in de gemeente Alphen-Chaam is voor een varkenshouderij en een geitenstal de via een wijzigingsbevoegdheid de mogelijkheid gegeven om deze bedrijfsvoering te beëindigen en om te zetten in een woonfunctie.

Effecten door uitvoeren van alleen fase 1, t.o.v. vVKA

De effecten die optreden door alleen fase 1 van het vVKA van de Vereniging Markdal uit te voeren zijn weergegeven in onderstaande tabel. Anders dan bij de reguliere m.e.r.-effectbeoordeling, waar we vergelijken met de referentiesituatie (zijnde huidige situatie en autonome ontwikkelingen), vergelijken we hier een optredende situatie van niet doorgaan van een volgende fase met de voorgenomen eindsituatie (het vVKA). Dit is op kwalitatieve wijze (expert judgement) uitgevoerd, waarbij we soms aannamen hebben moeten doen.

Tabel 5 Kwalitatieve vergelijking van de effecten die optreden bij het uitvoeren van fase 1, t.o.v. vVKA

Thema	Criterium	vVKA	Alleen fase 1: (a) minder percelen natuurlijk ingericht, (b) geen sanering varkens/geiten voor wonen
Bodem	Bodemstructuur	-	**Gelijk effect:** (a) Door minder percelen in te richten voor natuur zal minder bodemroering voor natuurontwikkeling plaatsvinden. Daarentegen zal de rivier langs deze percelen niet de oorspronkelijke natuurlijke loop gaan volgen (dit was positief beoordeeld op het criterium bodemstructuur). (b) Het niet doorgaan van de omzetting van varkens/geiten naar wonen heeft geen effect m.b.t. bodemstructuur.
	Grondbalans	-	**Minder negatief:** (a) Er zal minder grond overblijven vanwege het verwijderen van de bovenlaag voor natuurontwikkeling. (b) Bij de omzetting van varkens/geiten naar woonfunctie is geen substantieel grondverzet voorzien.
	Nutriënten-situatie	+	**Minder positief:** (a) De percelen blijven naar verwachting in landbouwkundig gebruik en dus zal hier blijvend bemesting plaatsvinden, met de daarbij gebruikelijke uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. (b) Het opheffen van varkenshouderij en geitenstal leidt tot minder depositie, dus minder nutriënten.
	Bodem-verontreinigingen	0	**Gelijk effect:** (a) Op deze percelen is geen verontreiniging verwacht. (b) het is nog onduidelijk op welke locatie een eventuele waterberging gaat komen. (c) Bij het opruimen van varkenshouderij/geitenstal verdwijnt mogelijk een locatie met verontreiniging en asbest.
Water	Oppervlakte-watersysteem	+	**Van positief naar neutraal effect:** (a) Het oppervlaktewatersysteem kan door het ontbreken van enkele percelen minder robuust worden uitgevoerd en een deel van de rivier blijft op de huidige locatie liggen. De gevolgen hiervan strekken zich veel verder uit dan de rode percelen in Figuur 31. De inschatting is dat de meanders niet conform het vVKA aan te leggen zijn van de snelweg tot aan de Reeptiend en vermoed wordt dat de impact ten zuiden van de snelweg zich doorzet. Het niet doorgaan van deze meandering heeft dus flinke impact. (b) Het saneren van varkenshouderij en geitenstal leiden niet tot wijzigingen in het oppervlaktewatersysteem.
	KRW-opgave	+	**Minder positief:** (a) Een deel van het beoogde riviertracé kan niet gerealiseerd worden. (b) De sanering van de varkenshouderij/ geitenstal heeft geen relatie met de KRW.
	Grondwater-standen	+	**Van positief naar neutraal:** (a) Doordat de afspraak is dat je bij een NNP mag vernatten tot aan de rand en de hydrologische gevolgen er buiten op mag lossen, resteren in het deel in de gemeente Breda weliswaar enkele lossen percelen met veel randzone met landbouw, maar op deze percelen kan toch een optimaal grondwaterpeil worden ingesteld Echter, er zal minder oppervlakte met de voor NNP gewenste grondwaterstand komen en om die reden is het effect minder positief dan die van het vVKA. Daarnaast zal door het ontbreken van de hermeandering het grondwaterpeil sowieso moeilijk omhoog te brengen zijn. Dus de impact op de grondwaterstanden is toch groot. (b) De sanering van de varkenshouderij/ geitenstal heeft geen relatie met de grondwaterstanden.

Thema	Criterium	vVKA	Alleen fase 1: (a) minder percelen natuurlijk ingericht, (b) geen sanering varkens/geiten voor wonen
	Kwel en infiltratie	+	**Minder positief:** (a) Er zijn minder mogelijkheden om de kwel te benutten, alhoewel dat ook maar op een beperkt deel van de niet in te richten percelen kansvol is (zie kwelkansenkaart van Studio Wolverine). (b) Heeft geen relatie met kwel en infiltratie.
Natuur	Natura 2000	+	**Minder positief:** (a) Door het niet opheffen van de veeteelt op de betreffende percelen blijft hieruit emissie en depositie van stikstof plaatsvinden. (b) Door het niet opheffen van de veeteelt in de betreffende stallen blijft hieruit emissie en depositie van stikstof plaatsvinden.
	NNB	+	**Van positief naar neutraal:** (a) Er wordt minder NNB gerealiseerd, zowel in oppervlakte als qua structuur/robuustheid/verbinding is dit negatief. Echter, het meest cruciale is dat door het veel beperkter bereiken van de gewenste grondwaterstand voor natuur de condities voor de gewenste natuurontwikkeling ook achterwege zal blijven. Dit betekent dat er minder van de gewenste natuur bereikt zal worden en ingezet zal moeten worden op een lagere ambitie. (b) Het niet doorgaan van sanering van varkenshouderij/geitenstal heeft geen noemenswaardige invloed op het NNB.
	Beschermde soorten	+	**Minder positief:** (a) Er wordt minder natuur ontwikkeld die interessant is voor de gewenste soorten. (b) Verblijf van eventuele vleermuizen wordt niet aangetast bij achterwege blijven van sanering varkenshouderij/geitenstal.
Landschap, cultuur-historie, archeologie	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	+	**Minder positief:** (a) Er wordt minder natuurlijk landschap ingericht en het beeld zal meer versnipperd zijn dan bij een aangesloten inrichting. (b) Negatief als de stallen niet worden gesaneerd.
	Cultuur-historische structuren/ elementen	+	**Minder positief:** (a) De rivier kan over een korter traject het historisch tracé volgen. (b) Het wel of niet saneren van varkenshouderij en geitenstal heeft geen invloed.
	Archeologische monumenten en verwachtings-waarde	-	**Gelijk effect:** (a) Bij het achterwege laten van de inrichting van deze percelen en aanleg van een nieuwe rivierloop is er minder risico op aantasting van het bodemarchief. (b) De verwachting is dat er op de locatie van de varkenshouderij en geitenstal geen archeologie (meer) aanwezig is.
Overig gebruik en leefbaar-heid	Woonkwaliteit	+	**Minder positief:** (a) Minder natuurlijke inrichting en dus minder fraaie omgeving. (b) Het achterwege blijven van sanering varkens/geiten beperkt de woonkwaliteit.
	Grondwater-overlast woningen	-	**Minder negatief:** (a) Doordat minder percelen worden vernat, is er minder risico op vernatting van woningen. (b) Het wel of niet saneren van varkens/geiten heeft geen effect op grondwateroverlast.
	Hinder tijdens de uitvoering	-	**Minder negatief:** (a) (b) Er zal bij fase 1 minder grondverzet, cultuurtechnisch en civieltechnisch werk hoeven te worden verricht, dus minder hinder, dan bij het vVKA.
	Recreatie	+	**Minder positief:** (a) Er zullen minder natuurpercelen worden ingericht, dus minder natuurbeleving mogelijk. (b) Het blijvend bestaan van varkenshouderij en geitenstal is negatief voor de recreant.
	Wijziging landbouwareaal en -structuur	-	**Minder negatief:** (a) Er wordt minder areaal onttrokken aan de landbouw. (b) Het niet saneren van varkenshouderij en geitenstal is enerzijds positief (meer landbouwbedrijvigheid), maar de stallen zijn naar verwachting niet aan de toekomstige vereisten voldoend (negatief voor de sector).
	Vernatting/ verdroging landbouw-gronden	0	Gelijk effect: (a) Aangezien er minder areaal natuurlijk wordt ingericht, met naar verwachting hogere grondwaterstanden, is dit positief voor de landbouw. (b) Het wel of niet saneren van varkenshouderij en geitenstal is niet van invloed.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Milieueffecten

6.1.1 vVKA versus ONA

Tabel 6 geeft de effectbeoordeling van het vVKA en ONA weer. De alternatieven zijn met de referentiesituatie vergeleken.

Tabel 6 Effectbeoordeling vVKA en ONA

Thema	Criterium	vVKA	ONA
Bodem	Bodemstructuur	-	+
	Grondbalans	-	-
	Nutriëntensituatie	+	++
	Bodemverontreinigingen	0	0
Water	Oppervlaktewatersysteem	+	+
	Wateroverlast	+	--
	KRW-opgave	+	++
	Grondwaterstanden	+	+
	Kwel en infiltratie	+	+
Natuur	Natura 2000	0	+
	NNB	+	++
	Beschermde soorten	+	++
Landschap, cultuurhistorie, archeologie	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	+	++
	Cultuurhistorische structuren/element	+	+
	Gebouwd erfgoed	+	0
	Archeologische monumenten en verwachtingswaarde	-	0
Overig gebruik en leefbaarheid	Woonkwaliteit	+	+
	Grondwateroverlast woningen	-	-
	Hinder tijdens de uitvoering	-	-
	Recreatie	+	0
	Wijziging landbouwareaal en -structuur	-	--
	Vernatting/verdroging landbouwgronden	-	-

Uit de effectbeoordeling van het vVKA en het ONA volgt dat deze voor verschillende aspecten verschillend scoren. Hier volgen kort de belangrijkste verschillen:

- Nutriëntensituatie: bij ONA is deze gunstiger geschat omdat de landbouwkundige bemesting verder wordt teruggedrongen.

- Wateroverlast: de verwijdering van stuwen in de ONA zorgt voor snellere doorstroming en grotere wateroverlast, bij het vVKA blijft peil beter te sturen.
- KRW-opgave: ONA realiseert de ideale KRW-natuurrivier, bij het vVKA worden enkele concessies gedaan.
- Grondwaterstanden: bij het ONA leveren deze kansen op voor meer ambitieuze vormen van natuur.
- Natura 2000: bij het ONA resteert minder ammoniakemissie en – depositie uit de landbouw.
- NNB en beschermde soorten: ONA realiseert meer natuurlijke condities dan het vVKA voor rivierherstel en landnatuur en beter vestigingscondities voor beschermde soorten.
- Landschap: het ONA realiseert een eenduidig landschappelijk streefbeeld.
- Cultuurhistorische structuren en elementen: het ONA realiseert volledig herstel van de historische rivier zoals deze in 1900 vorm had.
- Archeologie: in het ONA vindt ontgraving in het rivierdal plaats om het historische tracé weer terug te brengen, zodat op voorhand de verwachting op het treffen van archeologische waarden kleiner is dan bij het vVKA.
- Recreatie: in het vVKA is hier aandacht voor in de vorm van fiets- en wandelpaden, in het ONA niet.
- Landbouw: bij het vVKA is de landbouw betrokken bij de planvorming, er worden tevens economische ontwikkelingen toegestaan.

6.1.2 Gevoeligheidsanalyse: fase 1 versus vVKA

Aanvullend op de bovenstaande effectbeoordeling is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Deze richt zich erop wat er zou gebeuren als onverhoopt niet het gehele plan van de Vereniging Markdal zou worden uitgevoerd, dus maar een deel van het vVKA, fase 1 genoemd. Over de linie betekent dit dat dezelfde effecten optreden als bij het vVKA, maar dat de effecten zich iets minder laten gelden. Meest in het oog springende effecten zijn dat in het noordelijke gebiedsdeel de rivier maar beperkt een nieuwe loop zal krijgen en dat daar minder percelen natuurlijk ingericht zullen worden.

6.2 Aanbevelingen voor het vervolg

Voor het Markdal gelden de volgende aanbevelingen:

1. De beide bestemmingsplannen dienen met dit planMER ter visie te gaan. Als de bestemmingsplannen onherroepelijk zijn, dan kunnen volgende stappen gezet worden om het project uit te voeren. Dit vindt mogelijk plaats door een nadere uitwerking in een inrichtingsplan. Dan moet ook nog bekeken worden of er sprake is van project-m.e.r.-plicht.
2. Het verdient aanbeveling om de ontwikkelingen m.b.t. de PAS te blijven volgen. Waarschijnlijk zal het Europese Hof van Justitie eind 2018 een standpunt innemen.
3. Bij de aanbesteding is het wenselijk om de mitigatiemogelijkheden te benutten, zoals deze zijn geformuleerd.
4. Onder leemten in kennis (zie par. 5.8) is geconstateerd dat er enkele kennishiaten zijn die in het volgende stadium aanvulling behoeven:
   - T.a.v. de abiotiek is meer informatie nodig om te bepalen welke natuurkwaliteiten bereikt kunnen worden.
   - T.a.v. soorten is meer informatie voorhanden dan destijds in de NDFF-data aanwezig was, dient het plangebied dekkend onderzocht te worden en dient naar extra soorten gekeken te worden dan de strikt wettelijk beschermde soorten.
5. Voor een substantiële verbetering van de waterkwaliteit is een brongerichte, bovenstroomse aanpak noodzakelijk. Gezien het grensoverschrijdende karakter van deze problematiek is samenwerking met Vlaamse overheden de aangewezen weg. Aanbevolen wordt de bevindingen van de Watersysteemanalyse Boven Mark (Waterschap Brabantse Delta, 30 november 2017) te delen met Vlaamse partners, te komen tot gezamenlijke beeldvorming en in overleg te gaan over kansen en mogelijke oplossingen om de knelpunten op te heffen. Hiermee worden betere condities geschapen om het plan van de Vereniging Markdal tot een succes te maken. Mogelijk liggen er ook kansen om een soortgelijke aanpak met planvorming ‘from bottom up’ in België uit te voeren.

BIJLAGE 1: ZIENSWIJZEN

Op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau zijn vier ontvankelijke zienswijzen ontvangen door de beide gemeenten. Verder is in een informeel overleg met de Commissie voor de m.e.r. gesproken. Met de Brabantse Milieufederatie en met KNNV afdeling Breda, Natuur en Milieuvereniging Markkant en West Brabantse Vogelwerkgroep zijn de zienswijzen besproken op 13 maart 2018.

Van de zienswijzen en van het informele overleg met de Commissie voor de m.e.r. is in onderstaande tabellen weergegeven: (a) essentie van de opmerkingen, (b) wat ermee gedaan is en (c) waar in het plan-MER te vinden.

Zienswijze Brabantse Milieufederatie

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
Het Markdal is een natte natuurparel. Rondom natte natuurparels ligt een beschermingszone van 500 meter. In het kader van herstel van natte natuurparel waarvan het Markdal deel uitmaakt, wordt herstel van de grondwaterafhankelijke natuur nagestreefd en er ligt een opgave voor verdrogingsbestrijding op grond van bestuurlijke afspraken. Omdat deze status mede kaderstellend is voor de opgaven die er liggen en voor wat wel en niet kan in het gebied, zou het MER hier inzicht in moeten geven.	In het planMER is nadrukkelijk aandacht besteed aan de natuurontwikkeling en middels de LESA is bovendien een relatie gelegd met het oppervlaktewater- en grondwatersysteem. Hiermee is inhoudelijke informatie voorhanden, die gelegd naast de ambities voor natte natuurparels tot een oordeel kan leiden en tot een besluit om het vVKA wel of niet uit te voeren.	Par. 5.3, 5.4
Wij maken op uit de NRD dat er al alternatieven en varianten afgekaart zijn die niet nader onderzocht worden. Dat betreuren wij. Wij pleiten ervoor om naast het voorkeursalternatief verschillende alternatieven en varianten te onderzoeken en deze te vergelijken met de bestaande situatie. Te denken valt hierbij aan een variant waarbij twee stuwen worden verwijderd ten behoeve van ecologisch herstel en de weerstand van het watersysteem wordt vergroot voor de buffering van water in het Markdal. De verplaatsing van de aantakking van de Chaamse Beek zou moeten worden vergeleken met de aantakking van de Chaamse Beek in de huidige situatie. Met name vanuit geohydrologische en ecologische aspecten zouden de gevolgen moeten worden onderzocht.	Er is één alternatief verder uitgewerkt en ook beoordeeld in dit plan-MER, namelijk een optimaal natuuralternatief (ONA). Dit ONA geeft weer wat de maximale natuurambitie is van inrichting van het plangebied, zonder rekening te houden met beperkingen als eigendommen en beperkte uitstralingseffecten. De gevraagde varianten zijn op een specifiek detailniveau, dat bij de beide bestemmingsplannen nog niet aan de orde is. Het gevraagde detailniveau komt in het projectplan Waterwet aan bod.	Hst. 5
Aan de hand van meerdere alternatieven en varianten kunnen afgewogen keuzes gemaakt worden en kunnen de plannen zo nodig nog bijgesteld worden.	Zie antwoord hierboven.	Hst. 5
Aspecten die nog ontbreken en die ook in de m.e.r. moeten worden onderzocht zijn: a. Barrièrewerking en versnippering van natuur en landschap ten gevolge van de plannen, mede in verband met de uitwisseling van soorten, onder andere voor vogels, vleermuizen, amfibieën en reptielen, vissen, insecten. b. De gevolgen van de plannen voor rust en ruimte, als randvoorwaarde voor natuur. c. De stikstofemissie en -depositie en de mogelijke gevolgen ervan op de omliggende N2000-	In zijn algemeenheid dient gezegd te worden dat voorliggend document een planMER is. Het is de bedoeling om op hoofdlijnen de effecten te beschrijven. De indruk is ontstaan dat dit MER al veel detailinformatie zal bevatten, hetgeen niet het geval is. in het projectplan Waterwet, en een eventueel project-MER daarbij, komt meer detailinformatie over effecten beschikbaar. a. Komt aan bod bij natuur. b. Komt aan bod bij natuur. c. Er is een Aerius-berekening gemaakt.	a. 5.4 b. 5.4 c. Er komt een nieuwe berekening d. 5.4 e. 5.3 f. 5.4 g. 5.4 h. 5.4 i. N.v.t. j. 5.3 k. 5.3, 5.4

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
gebieden ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden en het gebruik. d. Invloed op de natuurkwaliteit van het NNB ook kwalitatief beoordelen. Worden de beoogde natuurdoelen gerealiseerd? e. Bij water ook de invloed op de natte natuurparels onderzoeken, mede in relatie tot de KRW-doelen en de waterkwantiteit. Hierbij gaat het ook om de invloed op kwelstromen en de kwaliteit van het kwelwater in het Markdal. f. Er moet onderzoek worden gedaan naar de aanwezige soorten in het gebied en de gevolgen van het plan voor de biodiversiteit. Welke gevolgen zijn er voor deze soorten in de aanlegfase en in de gebruiksfase? g. Trek- en migratieroutes en leef- en foerageergebieden van soorten moeten in beeld worden gebracht. h. Gevolgen van verstoring door lichthinder en geluid. i. Invloed van de plannen op de bodembiodiversiteit. j. Invloed van de plannen op de grondwaterkwaliteit en oppervlaktewater (o.a. nitraat, fosfaat, bestrijdingsmiddelen). k. De gevolgen van de plannen voor de natte natuurparel Markdal en beschermingszones voor het NNB, vanwege de mogelijke gevolgen voor de waterhuishouding. l. Wordt er (meer of minder) drainage toegepast? Wat zijn de gevolgen voor het waterpeil? Wat zijn de gevolgen voor de inzijging van regenwater en voor de kwelstromen, bijvoorbeeld door de toename van het verharde oppervlak, bijv. ten gevolge van het fietspad, containervelden, inritten en dergelijke. En zo ja, wat zijn de effecten op water en bodem? Worden de bouwvlakken/ bestemmingsvlakken kleiner of groter ten opzichte van de oude plannen en wat zijn de gevolgen van de nieuwe functies voor het NNB Markdal? m. Het in beeld brengen van de geomorfologische waarden, de cultuurhistorische waarden en de landschappelijke waarden en de gevolgen van de plannen voor het beekdal(landschap) en landschapsbeeld. n. De gevolgen voor de aardkundige waarden en archeologische monumenten. o. Cumulatie van andere bestaande en nieuwe plannen en projecten (onder andere de A58) moet worden meegenomen, onder meer op de aspecten natuur en landschap, soorten, cultuurhistorie, stikstof. p. Milieu: effecten op de milieukwaliteit, zoals stank, zoönosen, fosfaten, stikstof, meststoffen en bestrijdingsmiddelen. q. Veiligheid: gevolgen van de variant waarbij twee stuwen worden verwijderd voor ecologisch herstel voor de waterberging en de waterveiligheid voor de stedelijke omgeving.	d. Komt aan bod bij natuur. Er is bovendien op 29 maart 2018 in een expert meeting aandacht besteed aan dit criterium. e. Komt aan bod bij water. f. Komt aan bod bij natuur. g. Komt aan bod bij natuur. h. Komt aan bod bij natuur. i. Is als te veel detail niet beschouwd. j. Komt aan bod bij water. k. Komt aan bod bij water en bij natuur. l. Komt aan bod bij water. m. Komt aan bod bij landschap, cultuurhistorie en archeologie. n. Komt aan bod bij landschap, cultuurhistorie en archeologie. o. Alleen de verbreding en aanpassing van de A58 is een relevante autonome ontwikkeling en komt aan bod bij de relevante criteria. p. Dit komt beperkt en in hoofdlijnen aan de orde bij verschillende criteria. q. Hierover is nog geen besluit genomen en komt dus nog niet aan bod in het plan-MER.	l. 5.3 m. 5.5 n. 5.5 o. 3.3 p. 5 q. N.v.t.

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
Omdat het plangebied aan België grenst verzoeken wij om de Vlaamse natuurverenigingen en de Vlaamse overheden actief te consulteren in dit proces, conform de afspraken op ministerieel niveau tussen Nederland en België.	De Vlaamse overheden zijn, conform de wettelijke vereisten, op de hoogte gesteld n.a.v. de NRD. De Vlaamse natuurverenigingen niet. De BMF is gevraagd om adressen van de Vlaamse natuurverenigingen, zodat het plan-MER en de ontwerpbestemmingsplannen wel rechtstreeks aan hen gestuurd kunnen worden.	n.v.t.

Zienswijze KNNV afdeling Breda, Natuur en Milieuvereniging Markkant en West Brabantse Vogelwerkgroep

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
De begrenzing van de Natte natuurparel (RO provincie Noord Brabant) wordt niet genoemd en dient wel blijkens de plannen van de provincie te worden gerealiseerd. De ingrepen in het Markdal zullen effect hebben op de gehele 'natte natuur-parel' en dienen daarom voor de volledige 'natte natuurparel' meegenomen te worden in het plan-MER.	In het planMER is nadrukkelijk aandacht besteed aan de natuurontwikkeling en middels de LESA is bovendien een relatie gelegd met het oppervlaktewater- en grondwatersysteem. Hiermee is inhoudelijke informatie voorhanden, die gelegd naast de ambities voor natte natuurparels tot een oordeel kan leiden en tot een besluit om het vVKA wel of niet uit te voeren.	Par. 5.3, 5.4
De QuickScan is beperkt tot het oorspronkelijke plangebied tussen Galderseweg en Strijbeekse-weg. We hebben in het nieuwe ontwerp te maken met een steeds wisselend plangebied en dat vinden wij niet horen bij een plan-MER waarvan de kaders duidelijk behoren te zijn.	Er is een helder plangebied gepresenteerd, zoals dat in voorjaar 2018 beschikbaar was. Het project kent echter veel dynamiek, zodat niet uitgesloten is dat er ontwikkelingen zijn die het plangebied beïnvloeden.	
Het Markdal is door de Provincie Noord-Brabant aangewezen als 'natte natuurparel'. Wij verzoeken dan ook de 'natte natuurparel' op te nemen in de notie 'Nut en Noodzaak' zodat dit aspect de aan-dacht krijgt die nodig is om dit te realiseren.	In het planMER is nadrukkelijk aandacht besteed aan de natuurontwikkeling en middels de LESA is bovendien een relatie gelegd met het oppervlaktewater- en grondwatersysteem. Hiermee is inhoudelijke informatie voorhanden, die gelegd naast de ambities voor natte natuurparels tot een oordeel kan leiden en tot een besluit om het vVKA wel of niet uit te voeren.	Par. 5.3, 5.4
Het plan behandelt alleen wat we al in het concept bestemmingsplan kunnen lezen; maar niet wat er ook in deze regio staat te gebeuren of welke ver-gunningen nu al zijn verleend en leiden tot grotere emissies (zoals stal vergrotingen elders -> meer varkens, meer geiten, meer paarden, meer koeien). We moeten dus durven te kijken buiten de grenzen van het bestemmingsplan, daarvoor zouden bijvoorbeeld de grenzen van de 'natte natuurparel' kunnen worden gebruikt. Figuur 6, een kaart met daarop de ambitie in natuurdoeltypen in en rondom het plangebied, laat zien dat het oorspronkelijke plangebied uitgebreid is met het landgoed Luch-tenburg en een gebied ten oosten van Strijbeek. Volgens de inleidende tekst onder 1.1. zelfs tot Grazen! Eerdere kaarten toonden een gebied dat beperkt was tot de directe omgeving van de Mark. De oostgrens was de Strijbeekseweg. We missen uitleg hierover.	Het plangebied is op deze wijze ingekaderd vanwege het meerwaardetraject. Hierbinnen zijn initiatieven mogelijk. De ontwikkelingen die betrekking hebben op het initiatief van de vereniging Markdal uiten zich in het bestemmingsplan. De autonome ontwikkelingen worden niet meegenomen.	

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
Om in het plan-MER te komen tot een duidelijke vergelijking tussen nu en de toekomst voor berekening van de vermindering van de emissies aan stikstof en fosfaat zou het goed zijn gebruik te maken van bestaande vergunningen met aantal dieren (varkens, geiten, kippen, koeien) en de in de toekomst door het in werking treden van het bestemmingsplan, ontstane verschillen. We zien in de toelichting dat er diverse intensieve veehouderijen zouden stoppen, maar er wordt niet duidelijk gemaakt wat daar aan mogelijk uitstoot voor terugkomt. Het overzicht 'rode ontwikkelingen' levert meer vragen dan antwoorden op. Nergens staat de aard van het te realiseren woon/werk kavels of bedrijf vermeld, dus kunnen ze ook niet in het plan-MER meegenomen worden als potentiële effecten op het NNB.	Dit betekent een enorme vergroting van de onderzoekslast van het plan-MER, die niet proportioneel is omdat het plan nauwelijks relatie heeft met de emissies vanuit veehouderij en depositie dientengevolge.	n.v.t.
De referentie moet nauwkeurig worden gedefinieerd. In het NDR wordt gesteld dat dit 2017 is. Het is zeer de vraag of er van dat jaar voldoende gegevens beschikbaar zijn, mede gezien hetgeen vermeld is in de ecologische QuickScan.	In de NRD staat dat de huidige situatie 2017 is en dat het referentiejaar 2028 is.	N.v.t.
Verder dragen de eisen die door de nitraatrichtlijn worden aangedragen bij tot een limitering van de stikstofbemesting, hoe gaat dat doorwerken? Er zijn ook strengere regels voor wat betreft de fosfaat giften op het land. Komt er een beschermingszone rond het nieuwe NNB, zoals dat op vele andere locaties ook het geval is?	In zijn algemeenheid zal dit leiden tot minder N-last. Hoeveel precies is moeilijk te voorspellen. Het onderwerp komt aan bod bij water.	Par. 5.2
Bij de KRW doelen wordt ook gesproken over de vermindering van emissies van nutriënten en bestrijdingsmiddelen. Nu zal het zeker zo zijn dat door de aankoop van gronden langs de Mark er door veranderd beheer er vermindering van deze stoffen op zal treden, maar aangezien niet alle gronden in handen komen van de Vereniging Markdal en er nog afspraken zijn over het beheer van deze gronden is het niet eenvoudig hier kwantitatief iets van te zeggen. Bovendien ontbreekt het aan de juiste grondwater kwaliteitsgegevens om iets te kunnen zeggen over de uittredende kwel in de Mark. Voor een duidelijke analyse en voorspelling van de mogelijke effecten is het noodzakelijk hier zo snel mogelijk inzicht in te verkrijgen.	In algemene zin is hier iets over gezegd. Waterschap Brabantse Delta is verantwoordelijk voor het waterkwaliteitsbeheer. Er is gebruik gemaakt van de algemeen beschikbare gegevens. Er is geen separaat en specifiek meetnet waterkwaliteit opgezet. Het onderwerp komt aan bod bij water.	Par. 5.3
De werkzaamheden bij de Aardbeien planten cultuur, leiden als het goed is tot een vermindering van de emissies, maar een enigszins betrouwbare berekening van het verleden en de toekomst is nooit voorgelegd en zou een onderdeel moeten zijn van de plan-MER om dit uit te leggen. Daarnaast zal er onderzocht moeten worden wat de gevolgen voor het grondwater zijn als de gehele oppervlakte (15 ha trayvelden) afgedicht wordt en al het (regen)water wordt gerecycled (verandering grond- en kwalwater stromen?)	Het gevraagde detailniveau past niet bij een plan-MER. Er is in het hydrologisch onderzoek rekening gehouden met de verharding van het teeltoppervlak.	n.v.t.

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
Er komt ook een verbreding van de A58, die dwars door dit gebied loopt; wat gaat dat betekenen voor de grondwater en kwelwater voorspellingen en hoe zal hierdoor de emissie van diverse stoffen toenemen? Dit zijn factoren die meegenomen zouden moeten worden in het plan-MER op de mogelijke effecten op de natuur en milieu.	Dit is een autonome ontwikkeling die een plek verdient in het MER dat wordt opgesteld ten behoeve van het ontwerp-Tracébesluit voor de A58.	n.v.t.
Bij de NRD wordt in de literatuurlijst verwezen naar een ecologische QuickScan, echter de inhoud daarvan is zeer beperkt en zeker niet afdoende voor een kwalitatief onderzoek. Er wordt volledig voorbijgegaan aan daadwerkelijk aanwezige flora en fauna, dus zal het plan-MER ook niet voldoende aandacht kunnen besteden aan mogelijke gevolgen van de plannen daarop.	In een plan-MER is het niet gebruikelijk om al een uitgebreide soorteninventarisatie te overleggen. In die zin wordt het onderzoek in dit stadium als voldoende gezien. Het onderwerp komt aan de orde bij natuur. We bekijken graag met de natuurverenigingen hoe later, richting projectplan Waterwet en vergunningen, een passende natuurinventarisatie op te zetten.	Par. 5.4
Onder pt 1.2 wordt gesteld dat er ‘diverse andere vergunningen’ nodig zijn. Deze dienen geconcretiseerd te worden om te kijken of het plan-MER en het ontwerp bestemmingsplan hier dan ook de juiste aandacht aan besteden.	Voor zover dat al bekend is zijn deze vergunningen in het plan-MER benoemd.	Par. 6.2
Bij de bepaling van de inhoud van het plan-MER dient er ruime aandacht te zijn voor grond- en kwelwater. Zowel kwalitatief als kwantitatief. En deze moeten gericht zijn op de gewenste natuurtypen en natuurdoelen.	Dit is behandeld in de hydrologische studie. Het onderwerp komt aan de orde bij water.	Par. 5.3
Er ontbreekt een onderbouwing voor het feit dat bij de Afbakening Reikwijdte & Detailniveau de Commissie voor milieueffectrapportage niet om advies wordt gevraagd (zie 1.4 Procedure en indienen zienswijzen NRD). En lijkt niet te stroken met wat er in pt. 1.4 onder stap 4 beschreven staat.	Er is informeel met de Commissie voor de m.e.r. gesproken op 4 september 2017. De bevoegde gezagen achtten het niet nodig om over de NRD een formeel advies te vragen.	n.v.t.
Onder pt. 1.4 stap 7 staat een evaluatie gepland. Alleen door geen termijn aan te geven en alleen de in het plan-MER beschreven milieueffecten te evalueren is het niet duidelijk op welke termijn bepaalde doelen behaald moeten worden. En aangezien een plan-MER een doorkijk moet geven voor 10-15 jaren hoort daar ook een evaluatieperiode bij genoemd te worden.	Over het behalen van de natuurdoelen is op 29 maart 2018 een expert meeting georganiseerd. De gevraagde termijn is hierbij in beschouwing genomen.	n.v.t.
Nergens wordt vermeld hoe er zal worden omgegaan met de restopgave van het NNB en hoe dit zal worden meegenomen in de beoordelingen binnen het plan-MER. De genoemde 100 hectare is maar een deel van het te realiseren Natuurnetwerk.	Uit het plan-MER komt naar voren welke restopgave er nog is. Hoe deze wordt geregeld is nog niet bekend.	n.v.t.
De voorgenomen correctie van de EHS/NNB, met name de Daasdonk, wordt in onze ogen onvoldoende onderbouwd en lijkt toch echt in strijd met de genoemde optimale benutting van kwelpotentie.		
De onderbouwing voor het verleggen van de Chaamse Beek is onvoldoende verduidelijkt en zal beter onderbouwd moeten worden om dit in het plan-MER mee te kunnen beoordelen.	Dit was ingegeven door het feit dat de Chaamse Beek een betere waterkwaliteit had en we die zo lang mogelijk niet willen mengen met het	n.v.t.

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
	Markwater. Dit onderdeel is echter geschrapt uit de plannen.	
Uit het plan-MER zal duidelijk moeten blijken op welke wijze het beheer uitgevoerd zal moeten gaan worden om de gestelde (natuur)doelen te halen. Citaat uit 2.1.3 Projectdoelen: De Vereniging Markdal wil dit bereiken door met de mensen die daar wonen en werken, gronden in het gebied te verwerven, in te richten en te beheren als het Natuurnetwerk Noord-Brabant.	De natuurambities van de vereniging Markdal zijn vastgelegd in het verzoek tot NNB-begrenzing. De werkgroep Beheer van de vereniging heeft de opdracht een plan te maken op basis waarvan het beheer straks uitgevoerd kan gaan worden. De drie terreinbeherende instanties die in het Markdal actief zijn, zijn lid van de werkgroep Beheer. Uiteindelijk komt in kwalitatieve verplichtingen vast te liggen welke natuur gerealiseerd gaat worden.	
Het onder 2.1.3 genoemde begrip ‘economische dragers’ blijft onduidelijk. Om wat voor soort bedrijven gaat het en hoe worden deze dan in het plan-MER meegenomen op hun mogelijke effecten.	Het gaat bijvoorbeeld om de Markhoeve waar een agrarisch innovatiecentrum wordt gevestigd, gericht op de relatie landbouw-natuur. Daarnaast kan de aardbeienplantenteler door met zijn bedrijf, omdat hij onafhankelijk wordt van het grondwater. Dit bedrijf is een van de grootste werkgevers in de gemeente Alphen-Chaam.	
Onder 2.2.3 wordt melding gemaakt van de inrichting van het NNB op hoofdlijnen. Maar zeer weinig over de te realiseren soort natuur en gewenste ecologische ontwikkelingen. En dat dient wel de basis te zijn voor onderzoek op effecten in het plan-MER.	Over het behalen van de natuurdoelen is op 29 maart 2018 een expert meeting georganiseerd. Hierbij is uitdrukkelijk aandacht geweest voor de te realiseren soort natuur.	n.v.t.
In 2.3 wordt melding gemaakt van ‘Maatregelen om (ongewenste) vernatting van landbouw- en andere percelen te compenseren’. Worden deze maatregelen op mogelijke effecten elders in de ‘natte natuurparel’ beoordeeld in het plan-MER?	Compenserende maatregelen worden in detail uitgewerkt in het Projectplan waterwet. Op dat moment kunnen de effecten worden gewogen.	

Zienswijze Waterschap Brabantse Delta

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
Gezien de aard en hydrologische doelstellingen van het project ‘Herinrichting Markdal’ en de te verwachten hydrologische effecten zoals deze al in de hydrologische modelstudie naar voren zijn gekomen, is een kwalitatieve beschrijving voor dit criterium niet voldoende. Wij zijn van mening dat voor dit criterium ook een kwantitatieve beoordeling noodzakelijk is. Wij gaan ervan uit dat dit wordt meegenomen in de uitwerking van het plan-MER. Op de overige beoordelingscriteria en -wijze voor het thema ‘water’ hebben wij geen opmerkingen en sluiten deze voldoende aan bij de te verwachte effecten.	Dit is opgelost door in de hydrologische studie kwantitatief onderzoek uit te voeren. Het onderwerp komt aan de orde bij water.	Par. 5.3

Zienswijze Rijkswaterstaat

Essentie van de opmerkingen	Wijze van verwerken	In plan-MER
In paragraaf 2.2.2.2 van de NRD wordt de hydrologische inrichting rondom de rijksweg A58 beschreven. 'Vanaf de Scheelerbrug tot de nieuwe meander ten noorden van de snelweg blijft de huidige breedte van de Boven Mark gehandhaafd. De bodem wordt verondiept tot 0,4 m NAP. De huidige bodemhoogte sluit daarmee niet optimaal aan bij de benedenstroomsliggende meander, waar de bodemhoogte hoger ligt. Echter om bovenstrooms van de snelweg A58 geen ongewenste opstuwing te voorkomen heeft de Boven Mark hier ten opzichte van boven- en benedenstrooms een 'verdiepte' ligging. In het kader van dit planvoornemen zou ik specifiek onderzocht willen hebben wat de effecten van de verondieping zijn op zowel de drooglegging van de rijksweg als de folieconstructie ten behoeve van de rijksweg ten oosten van de Mark.	Deze informatie komt in een later stadium ter beschikking.	n.v.t.

BIJLAGE 2: BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Autonome ontwikkeling	De (ruimtelijke) situatie zoals die in de toekomst aanwezig zal zijn, als er van wordt uitgegaan dat het nu vastgestelde overheidsbeleid wordt uitgevoerd. Dit houdt onder andere in dat ruimtelijke plannen (zoals over de aanleg van wegen, woonwijken of bedrijventerreinen), waarover nu besluiten zijn genomen, zijn gerealiseerd.
AMK	Archeologische Monumenten Kaart
Barrièrewerking	De mate waarin een weg of andere infrastructuur voor dieren een obstakel vormt om zich te verplaatsen. Door barrièrewerking kunnen leefgebieden van dieren van elkaar geïsoleerd raken.
Bemaling	Het kunstmatig (tijdelijk) verlagen van de grondwaterstand met behulp van een pomp. Dit is bijvoorbeeld nodig voor het uitvoeren van bouwconstructies onder het grondwaterniveau. Door het wegpompen van water (bemalen) wordt de grondwaterstand plaatselijk verlaagd tot onder het niveau van de bouwput.
Beoordelingscriteria	Beoordelingscriteria zijn de criteria aan de hand waarvan de milieueffecten worden beschreven en beoordeeld.
Broedseizoen	De periode waarin vogels broeden. De meeste broedvogelsoorten broeden in Nederland ergens binnen de periode circa 15 maart tot circa 15 augustus, daarbuiten kunnen incidenteel ook vogels broeden.
Compenserende maatregel	Maatregel die de nadelige invloed van een ingreep/ activiteit compenseert door elders een positief effect te genereren. Zoals het verleggen van een watergang of het aanplanten van nieuwe bomen.
Dekzand	Dekzand is het zandpakket dat tijdens het laatste deel van de laatste IJstijd door de wind is afgezet (> 10.000 jaar geleden).
Fase 1	Uitvoering van huidige bestemmingsplannen sec, dus niet eventuele vervolgbestemmingsplannen en toepassen wijzigingsbevoegdheden.
Foerageergebied	Gebied waar dieren naar voedsel zoeken.
GHG	Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand
GLG	Gemiddelde Laagste Grondwaterstand
Grondwatertrap	Grondwatertrappen duiden de diepte en dynamiek van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld aan. Dit wordt weergegeven door klasses, die bestaan uit het traject tussen de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG).
Hoge verwachtingswaarde	De aanwezigheid van archeologische waarden moet nog worden vastgesteld door middel van archeologisch onderzoek, de verwachting dat waarden worden aangetroffen is hoog op basis van archeologische verwachtingskaart.
Holoceen	Geologisch tijdvak dat circa 10.000 jaar geleden begon en waarin we ons nu bevinden. Jongste periode van het Quartair.
KRW	Kaderrichtlijn Water

Lage verwachtingswaarde	De aanwezigheid van archeologische waarden moet nog worden vastgesteld door middel van archeologisch onderzoek, de verwachting dat waarden worden aangetroffen is laag op basis van archeologische verwachtingskaart.
MER	Het Milieueffectrapport
m.e.r.-procedure	De procedure voor de milieueffectrapportage.
Mitigerende maatregel	Maatregel die de nadelige gevolgen voor het milieu voorkomt of beperkt. Zoals het ophangen van markeringen in de bliksemdraden, zodat vogels de hoogspanningsverbinding beter kunnen zien.
MWA	Maximaal waterbergingsalternatief
Natura 2000	Natura 2000 is een netwerk van beschermde natuurgebieden in de Europese Unie. Het doel van dit netwerk is om de achteruitgang van de biodiversiteit met alle lidstaten tegen te gaan. Deze gebieden zijn aangewezen omdat ze van internationaal belang zijn, bijvoorbeeld als overwinteringsplaats voor vogels. In Nederland zijn 166 gebieden aangemeld. Natura 2000 komt voort uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen. In Nederland is deze vertaald in de Wet Natuurbescherming.
NNB/NNN	Natuur Netwerk Brabant/ Nederland
NNP	Natte natuurparel
ONA	Optimaal natuuralternatief
PAS	Programmatische Aanpak Stikstof
Richtlijnen m.e.r.	Het bevoegd gezag geeft door middel van de richtlijnen aan welke milieu-informatie het MER dient te bevatten om het milieubelang volwaardig mee te kunnen wegen.
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
vVKA	Voorlopig voorkeursalternatief

BIJLAGE 3: BELEIDSKADERS

Hieronder is een lijst met relevante beleidskaders toegevoegd en wat dit specifiek voor het project Markdal betekent. Het beleid is uitgesplitst naar Europees beleid vanuit de EU, Nationaal beleid vanuit de Rijksoverheid, regionaal beleid vanuit de provincies en waterschappen en lokaal beleid vanuit de betrokken gemeentes.

Beleidskaders	
Europees beleid	
Kaderrichtlijn Water (KRW)	De Kaderrichtlijn Water moet ervoor zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa op orde is. Om dit te bereiken wordt de kwaliteit van de 'eigen' wateren op peil gebracht. De Kaderrichtlijn stelt eisen aan de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater. De KRW geeft bijvoorbeeld aan wat het zuurstofgehalte moet zijn, hoeveel zware metalen een bepaald type water maximaal mag bevatten en welke vissen er behoren voor te komen. Het uiteindelijk doel is om te komen tot 'een goede chemische en ecologische toestand' van het water.
Verdrag van Valletta (Malta)	Het Verdrag van Malta regelt de omgang met het Europees archeologisch erfgoed. Het doel van het verdrag is het beschermen en behouden van archeologisch erfgoed. In de Nederlandse wetgeving is dit verdrag verwerkt in de Erfgoedwet. Het uitgangspunt is dat er onderzoek moet worden gedaan naar de aanwezigheid van archeologische waarden voordat ruimtelijke plannen worden uitgevoerd. In de ontwikkeling van plannen dient hier ook zoveel mogelijk rekening mee gehouden te worden.
Vogel en habitatrichtlijn	De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn vereisen dat speciale beschermingszones worden aangewezen ten behoeve van het Europese Natura 2000-netwerk. Voor vogels moeten deze speciale beschermingszones worden. Voor gebieden die deel uitmaken van het Natura 2000-netwerk gelden strikte beschermingsvereisten van de Habitatrichtlijn, waarin Artikel 6 leidend is. Artikel 6 heeft in de praktijk veel invloed. Daarin staat dat voor alle plannen en projecten, die mogelijk negatieve gevolgen kunnen hebben voor een beschermd gebied, een 'passende beoordeling' moet worden gemaakt. Zijn de plannen schadelijk, dan mogen ze niet doorgaan. Of er moet sprake zijn van een reden van groot openbaar belang en er moet natuurcompensatie tegenover staan.
Nationaal beleid	
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)	In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) schetst het Rijk hoe op nationaal niveau het land eruit komt te zien. Zo wordt het ruimtelijke en mobiliteitsbeleid meer aan provincies en gemeenten overgelaten. Voor toekomstig beleid wordt de aanwezige infrastructuur en omliggende ruimtes ader gedefinieerd door toepassing van SVIR door provincies en gemeenten.
Nationaal Waterplan 2016-2021	In het Nationaal Waterplan zijn strategische doelstellingen voor het waterbeheer vastgesteld. De waterbeheerprogramma's hebben invloed op het operationeel beheer in het Markdal. **Afwenteling voorkomen**. Het voorkomen dat waterkwantiteits- en waterkwaliteitsproblemen worden afgewenteld in de ruimte en de tijd, zoals het afwentelen van bovenstrooms veroorzaakte waterkwaliteitsproblemen op benedenstrooms gelegen wateren. **Vasthouden-bergen-afvoeren**. Water zo lang mogelijk vastgehouden in de bodem en in het oppervlaktewater, om wateroverlast en overstromingen te voorkomen en in droge periodes zo lang mogelijk te beschikken over gebiedseigen water. Zo nodig wordt water tijdelijk geborgen. **Schoonhouden-scheiden-schoonmaken**: Het gaat er in de eerste plaats om het water zo schoon mogelijk te houden. In de tweede plaats blijven schoon en vuil water zo veel mogelijk gescheiden. Als laatste, wanneer schoon houden en scheiden niet meer mogelijk zijn, kan het schoonmaken van verontreinigd water aan de orde zijn (preventieladder Beleidsnota Drinkwater).

Beleidskaders	
	Ruimte en water verbinden. Bij de aanpak van wateropgaven en de uitvoering van maatregelen vindt vooraf afstemming plaats met de andere relevante ruimtelijke opgaven en maatregelen in het gebied. **Adaptieve aanpak**. De waterpartners anticiperen met een adaptieve aanpak op toekomstige ontwikkelingen: gefaseerde besluitvorming, flexibele strategieën en een integrale benadering. **Samenwerking**. Het kabinet hecht veel belang aan een goede samenwerking met overheden en stakeholders, op basis van vertrouwen, transparantie en gelijkwaardigheid. **Informeren-stimuleren-acteren**. Watergebruikers mogen de volgende rollen verwachten van de overheid: overheden informeren de gebruiker, stimuleren de gebruikers om zelf de eigen verantwoordelijkheid te nemen en nemen zelf maatregelen.
Nationaal Bestuursakkoord Water	Het nationaal bestuursakkoord water heeft tot doel om het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden anticiperend op veranderende omstandigheden. In het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is het watersysteem van Noorderzijlvest getoetst op de normen voor wateroverlast. Naar aanleiding hiervan moet binnen een aantal gebieden de interne waterhuishouding geschikt gemaakt worden voor de omstandigheden in de 21e eeuw.
Monumentenwet 1988 (Verdrag van Valletta [Malta] is hierin verwerkt)	Dit verdrag bevat een aantal belangrijke uitgangspunten: archeologische waarden zoveel mogelijk in de bodem bewaren; vroeg in de ruimtelijke ordening al rekening houden met archeologie; bodemverstoorders betalen de kosten voor archeologisch vooronderzoek en indien nodig ook voor opgravingen. Het verdrag omvat tevens een aantal algemene bepalingen over de opsporing en bescherming van het archeologisch erfgoed, het zorgen voor behoud en conservering, het toezicht op opgravingen, het gebruik van metaaldetectors, het tegengaan van illegale handel in en verspreiding van archeologische voorwerpen en het toegankelijk maken van archeologische informatie.
Waterwet	De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Waterwet omvat het waterbesluit en waterregeling. In het waterbesluit regelt o.a. inhoudelijke aspecten van de plannen in verband met implementatie van de Kaderrichtlijn Water en de Richtlijn overstromingsrisico's. De waterregeling bevat regels over de organisatie van het waterbeheer en de begrenzing van oppervlaktewaterlichamen en de aanwijzing van de drogere oevergebieden. Verder regelt de Waterregeling een enkel inhoudelijk aspect van het regionaal waterplan en de beheerplannen.
Wet Natuurbescherming	Sinds 1 januari 2017 is de Wet natuurbescherming van kracht. Deze vervangt drie wetten; de Natuurbeschermingswet 1998, de Boswet en de Flora- en Faunawet. De wet bevat alle regels rondom de bescherming van natuurgebieden en soorten. De wet regelt de bescherming van Natura 2000-gebieden. Dit zijn speciale beschermings-zones op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. De minister wijst deze gebieden aan. Voor de Natura 2000-gebieden stelt de minister instandhoudingsdoelstellingen op voor de leefgebieden van vogels en voor de natuurlijke habitats of habitats van soorten. De provincies stellen voor de Natura 2000-gebieden een beheerplan op. In het beheerplan staan maatregelen die ervoor moeten zorgen dat de instandhoudingsdoelstellingen worden bereikt. De Wet natuurbescherming bevat o.a. regels over de bescherming van vogels (Vogelrichtlijn) en van soorten dieren en planten onder de Habitatrichtlijn en onder de voormalige Flora- en faunawet.
Rijksstructuurvisie Ondergrond	De Rijksstructuurvisie ondergrond heeft als doel ondergrondse milieugevolgen van de Structuurvisie in kaart te brengen. Tevens brengt de Rijksstructuurvisie ondergrond voor beheer en bescherming van nationale belangen in de ondergrond, namelijk de drinkwatervoorziening en mijnbouwactiviteiten. Doel is een afwegingskader op te stellen voor de besluitvorming hierover. Desgewenst kan daarmee voorrang aan functies in de ondergrond gegeven worden, of aan bovengrondse belangen.

Beleidskaders	
Wet bodembescher-ming [Wbb], Besluit bodemkwaliteit	In de Wbb is het wettelijke kader voor het Nederlandse bodembeleid vastgelegd. De Wet bodembescherming heeft de bescherming van de kwaliteit van de bodem en een beter ecologisch beheer van de bodem tot doel. Tevens regelt het Besluit bodemkwaliteit regelt de toepassing van bouwstoffen, grond en bagger. Bovendien is in het besluit de regelgeving in verband met Kwalibo geïntegreerd.
Natuurnetwerk Nederland (voormalig EHS)	Het Natuurnetwerk Nederland is het Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. Het netwerk moet natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied. In het Natuurnetwerk Nederland liggen bestaande natuurgebieden, gebieden waar nieuwe natuur wordt aangelegd, landbouwgebieden welke worden beheerd volgens agrarisch natuurbeheer, wateren en kustzones, alle Natura 2000-gebieden.
Besluit m.e.r.	Het Besluit m.e.r. is een AMvB onder de Wet milieubeheer, waarin onder andere is aangegeven in welke gevallen een milieueffectrapportage verplicht is.
Omgevingswet	Met de Omgevingswet wil de overheid de regels voor ruimtelijke ontwikkeling vereenvoudigen en samenvoegen. Zodat het straks bijvoorbeeld makkelijker is om bouwprojecten te starten.
Regionaal beleid	
Provinciale structuurvisie	In 2014 is de partiële herziene structuurvisie Provincie Noord-Brabant vastgesteld. In de structuurvisie is het beleid voor verschillende onderwerpen, zoals ruimtelijke ordening en verkeer en vervoer in één document gebundeld.
Natuurbeheerplan Noord-Brabant 2016	Het natuurbeheerplan is een beleidskader om het Europese, rijks- en provinciale natuur- en landschapsbeleid te realiseren. Het gaat daarbij om bestaande natuurgebieden, gebieden waar nieuwe natuur aangelegd wordt, landbouwgebieden die worden beheerd volgens agrarisch natuurbeheer en de Natura 2000-gebieden. Het Natuurbeheerplan beschrijft per (deel)gebied welke natuur- en landschapsdoelen nagestreefd worden. Het plan bevat de begrenzing van de natuur- en agrarische natuurgebieden, met name toegespitst op de inter-nationale biodiversiteitsdoelen en de internationale natuurgerichte agromilieu, water en klimaat doelen. Het plan is het beleidskader voor het provinciale natuurbeleid en ook voor de implementatie van artikel 28 van het Plattelandsontwikkelingsprogramma (POP3). Het plan is verankerd in de SVNL en SKNL en daarmee kaderstellend voor de SNL-subsidies.
Waterbeheerplan Brabantse Delta 2016-2021	In dit waterbeheerplan geeft het waterschap Brabantse Delta aan hoe het als wateroverheid de zorg voor voldoende en schoon water en bescherming tegen overstromingen invult in de periode 2016-2021, in een veranderend klimaat - met onzekere maar waarschijnlijk grote gevolgen voor watersystemen - en in een veranderende maatschappij. Het streeft er naar het waterbeheer efficiënt en effectief uit te voeren. De rol van het waterschap zal zich ontwik-kelen van taakgericht naar meer omgevingsgericht. Het waterschap zal zijn aandacht niet alleen meer richten op de traditionele taken waterkwantiteit, waterkwaliteit en waterzuivering, maar steeds meer op integrale gebiedsontwikkeling.
Keur en legger waterschap Brabantse Delta	Waterschap Brabantse Delta heeft regels opgesteld om te voorkomen dat dijken en oevers beschadigd raken en om het onderhoud van sloten en beken te waarborgen. Deze regels worden aangeduid als de keur. Bij de keur horen kaarten met oppervlaktewateren en dijken die in beheer zijn bij het waterschap en waarop de keur van toepassing is. Deze kaarten noemen we leggers. Dit heeft voornamelijk betrekking op het fijnmazige detailwater-beheersing in het waterschap, waar bijvoorbeeld het verwijderen van specie tot op de bodem eerder noodzakelijk is dan een watersysteem met grote watergangen.
Lokaal beleid	
Vigerende bestemmingsplannen gemeenten Alphen-Chaam & Breda	Er zijn twee vigerende bestemmingsplannen in de geselecteerde plangebied van de Boven Mark: Bestemmingsplan Buitengebied Zuid Breda en Buitengebied Alphen-Chaam.
Structuurvisie	De structuurvisie geeft de ruimtelijke visie voor het gehele grondgebied van de gemeente voor de komende 10 tot 15 jaar weer. Het is een beschrijving van de meest gewenste ontwikkelingen op hoofdlijnen van de gemeente.

Beleidskaders	

- Structuurvisie Alphen-Chaam; Versterken vitaliteit, leefbaarheid en kwaliteit door dynamiek
- Structuurvisie Breda 2020; Stad in evenwicht

BIJLAGE 4: ECONOMISCHE ONTWIKKELINGEN

Plangebied Alphen-Chaam

Galderseweg 83 Galder

Van de bestemming Agrarisch met waarden – Landschaps- en natuurwaarden (1 en 2) op de gronden van Alphen Aardbeienplanten wordt 170.000 m² omgezet naar de bestemming agrarisch en 5.000 m² naar de bestemming Natuur. Binnen de bestemming Agrarisch wordt een bouwvlak van 2.000 m² opgenomen ten behoeve van een waterzuiveringsinstallatie (gebouw van ca. 200 m² en een bassin van ca. 1000 m²)

Van Alphen Aardbeienplanten betreft een bedrijf van ca. 80 ha, waarvan ca. 30 ha in het Markdal. Als top 10 Nederlandse speler op deze markt is dit een economisch belangrijk bedrijf in de gemeente Alphen - Chaam. Van Alphen is graag bereid mee te werken aan natuurontwikkeling, maar kan zich geen vernatting van de gronden permitteren. Er is een oplossing gevonden waarbij natuur- en bedrijfsontwikkeling samen optrekken, met de volgende elementen als resultaat:

a. Ca. 3,5 ha nieuwe natuur direct langs de Mark, met ruimte voor extra meanders.
b. Inrichting van de Kerzelse Beek als ecologische verbindingszone (ca. 1,5 ha).
c. Emissieloze teelt van aardbeienplanten, door het gebruik van trayvelden waar al het water wordt opgevangen, gezuiverd en hergebruikt.
d. Hergebruik van water, waardoor 90% minder water wordt opgepompt voor beregening.
e. 30% tot 50% reductie van het gebruik van bestrijdingsmiddelen en meststoffen per gekweekte plant.
f. Landschapselementen die het aanzicht van de trayvelden wegnemen en oorspronkelijk structuren herstellen.
g. Een wandelpad langs de Kerzelse Beek, waardoor een verbinding (ommetje) ontstaat vanuit Galder in het Markdal.

De omzetting van de bestemming Agrarisch met waarden – Landschaps- en natuurwaarden (1 en 2) naar de bestemming Agrarisch is benodigd om de trayvelden (teeltondersteunende voorzieningen) te kunnen realiseren. Ter compensatie hiervan worden de noord-, oost- en zuidrand van de trayvelden bestemd als Natuur en als zodanig ingericht, waarbij met name aan de oostzijde (in het gebied dat aan de Mark grenst) een brede zone aan nieuwe natuur ontstaat.

Strijbeekseweg tegenover 56 Strijbeek

Binnen de bestemming Agrarisch met waarden - Landschapswaarden tegenover Strijbeekseweg tegenover 56 (hoveniersbedrijf met kleine plantenkwekerij met de bestemming Agrarisch) wordt een specifieke aanduiding opgenomen om de bouw van een kleinschalige opslagloods van maximaal 300 m² mogelijk te maken, alwaar de eigenaar materialen en machines kan opslaan en hobbymatig oude kippenrassen kunnen worden gefokt. (Momenteel worden machines en materialen op diverse locaties opgeslagen.) Het dak van de loods wordt beschikbaar gesteld voor het plaatsen van zonnecollectoren voor het energiecollectief van de Stichting Markdal en de gemeente Alphen-Chaam.

Nu staan er enkele vervallen schuurtjes en een bouwkeet (totaal 200 m²). Het aantal verkeersbewegingen blijft onveranderd (ca. 8 per dag, met een werkbusje).

Tevens worden er hogere eisen gesteld aan de landschappelijke inpassing, dan dat er normaal gesproken gevraagd wordt vanuit Kwaliteitsverbetering Landschap (Artikel 3.2 Verordening Ruimte), mede omdat de locatie langs een wandelroute is gelegen.

Het initiatief geeft met de zonnecollectoren invulling aan Good Management Practice (integrale visie op volksgezondheid, dierenwelzijn, milieu en leefomgeving) en met de robuuste landschappelijke inpassing wordt de ecologische en landschappelijke structuur versterkt.

Strijbeekseweg 51 Strijbeek

De agrarische bestemming met de aanduiding Intensieve Veehouderij aan de Strijbeekseweg 51 wordt omgezet naar de bestemming Bedrijf. De stallen zijn gesloopt en de milieurechten zijn ingeleverd.

In ruil hiervoor worden op deze locatie maximaal 3 woon-werkkavels (ieder een woning van 750 m³ en een loods van 250 m²) toegestaan. Deze ontwikkeling mag niet leiden tot zelfstandige bedrijven in milieucategorie 3 of hoger.

Het wegnemen van de agrarische bestemming met aanduiding Intensieve Veehouderij betekent een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit en leefomgeving terplekke. Met de woon-werkkavels wordt invulling gegeven aan een bij de inwoners van Strijbeek geïnventariseerde behoefte waarmee de ontwikkeling bijdraagt aan de leefbaarheid en het economisch perspectief van Strijbeek (provinciaal beleidsdoel 6).

Strijbeekseweg 40c Strijbeek

De agrarische bestemming met de aanduiding Intensieve Veehouderij aan de Strijbeekseweg 51 wordt deels omgezet naar de bestemming Recreatie (ten behoeve van een kinderboerderij met een ~~kleine~~ horecagelegenheid van 1000 m² en een bedrijfswoning van 750 m³ met bijgebouw van 200 m²) en deels naar de bestemming Agrarisch met waarden – Landschaps- en natuurwaarden 1 (ten behoeve van een speelbos). Er komen 75 parkeerplaatsen (schatting verkeersbewegingen is: 300 per dag)

De stallen zijn gesloopt en de milieurechten zijn ingeleverd. Daarnaast wordt 1,6 ha landbouwgrond met de bestemming Agrarisch met waarden – Landschaps- en natuurwaarden 2 omgezet naar de bestemming Natuur en er wordt een fiets- en wandelpad aangelegd.

Galderseweg 3 Galder

De agrarische bestemming aan de Galderseweg 3 (Batoniahoeve) wordt omgezet naar de bestemming Maatschappelijk waar diverse ruimten worden gebruikt voor therapeutische activiteiten (fysiotherapie, psychologie, organisatieadvies, etc.).

Het perceel van 0,61 ten noordoosten van de Batoniahoeve, dat grenst aan de Galdersche Beek, krijgt de bestemming Natuur en zal door de eigenaar als zodanig worden ingericht. De Galdersche Beek vormt een natte Ecologische Verbindingszone als zijbeek van de Mark. De Galdersche Beek ligt grotendeels in het NNB. Met bovengenoemde ontwikkeling wordt 0,24 ha extra nieuwe natuur toegevoegd aan het NNB. Dit is meegenomen in het voorstel voor herbegrenzing. Er verandert niets aan de gebouwen.

Daesdonckseweg 3 Strijbeek

De bestemming Recreatie - Recreatiewoning van de recreatiewoning (200 m²) aan de Daesonckseweg 3 wordt omgezet naar de bestemming Wonen (750 m³) in ruil voor 3,1 ha nieuwe natuur, waarvan 1,3 ha zal worden toegevoegd aan het NNB. De weilanden langs de Mark (Agrarisch met waarden – Landschaps- en natuurwaarden 2) liggen reeds binnen het NNB en krijgen de bestemming Natuur. De bestaande meander wordt onderdeel van de hoofdloop van de Mark.

Het perceel aan de noordzijde van het bos krijgt eveneens de bestemming Natuur en is meegenomen in het herbegrenzingsvoorstel.

Strijbeekseweg 46 Strijbeek

De Agrarische bestemming van het leegstaande agrarische bedrijf wordt omgezet naar de bestemming Gemengd (bedrijven en maatschappelijk t.b.v. onderwijs). De Markhoeve is een voormalig agrarisch bedrijf, bestaande uit een woning (750 m³), meerdere stallen (totaal 2450 m²) en ca. 5 ha grond. Deze is beschikbaar voor de realisatie van het NNB en maatregelen ten behoeve van de kaderrichtlijn water. Het bedrijf is reeds lange tijd niet meer in gebruik, waardoor er veel achterstallig onderhoud is. De woning wordt antikraak bewoond en dient grondig gemoderniseerd te worden.

Kijkend naar de lokale behoeften en de regionale ontwikkelingen heeft de vereniging het voorstel om de Markhoeve in te richten als een VAB-Lab. Het VAB-Lab is een ‘laboratorium’ in een vrijgekomen leegstaande agrarische bedrijfsbebouwing (VAB). In het VAB-Lab wordt aan innovatieve oplossingen gewerkt, worden mogelijkheden getoond en ondersteuning verleend aan ondernemers en start-ups.

De laatste groep zal nieuwe verdienmodellen ontwikkelen om leegstand te voorkomen en sloop te bekostigen. Uitgangspunt hierbij is de zorg voor maatschappelijke meerwaarde, waarbij de ruimtelijke kwaliteit en vitaliteit van het landelijk gebied gewaarborgd blijven.

In het bedrijf was een geitenbedrijf gevestigd, met ca. 250 melkgeiten.

Plangebied Breda

Reeptiend 50 Breda

Boerderij Nieuwenhuis, één van de 4 oude hoeves van Landgoed Daasdonk, heeft ongeveer 10 jaar leeg gestaan en is recent aangekocht door de familie van Logtestijn. Deze familie wil de Vlaamse schuur (1500 m³) die in het verleden is afgebrand herbouwen en daar een zorgconcept en een Bed&Breakfast in vestigen. Daarnaast wil zij een hobbykas (200 m²) bouwen als onderdeel van het zorgconcept, waar tevens een moestuin en een boomgaard bij horen. Hiervoor moet de vorm van het bouwvlak enigszins worden aangepast. Hun perceel langs de Mark brengen zij in voor natuurontwikkeling. De bestaande woning heeft een inhoud van ca. 1200 m³.

Koekelberg 6 Ulvenhout

Het agrarische bouwblok van het voormalige vollegronds-tuinbouwbedrijf van de heer H. Goos komt te vervallen en wordt vervangen door twee aanzienlijk kleinere bouwvlakken behoeve van 2 woningen die een Woonbestemming krijgen (de oude bedrijfswoning van 1200 m³ en de relatief nieuwe bedrijfswoning). Een klein gedeelte wordt omgezet naar de bestemming Natuur om de twee woningen landschappelijk in te passen. Twee oude stallen worden gesloopt (samen 650 m²) en de heer Goos verkoopt 6,8 ha landbouwgrond aan de Stichting Markdal. Deze grond wordt ingezet als ruilgrond ten behoeve van natuurontwikkeling. Met deze ingrepen wordt de kwaliteit van de leefomgeving versterkt.

Strijbeekseweg 18 Ulvenhout

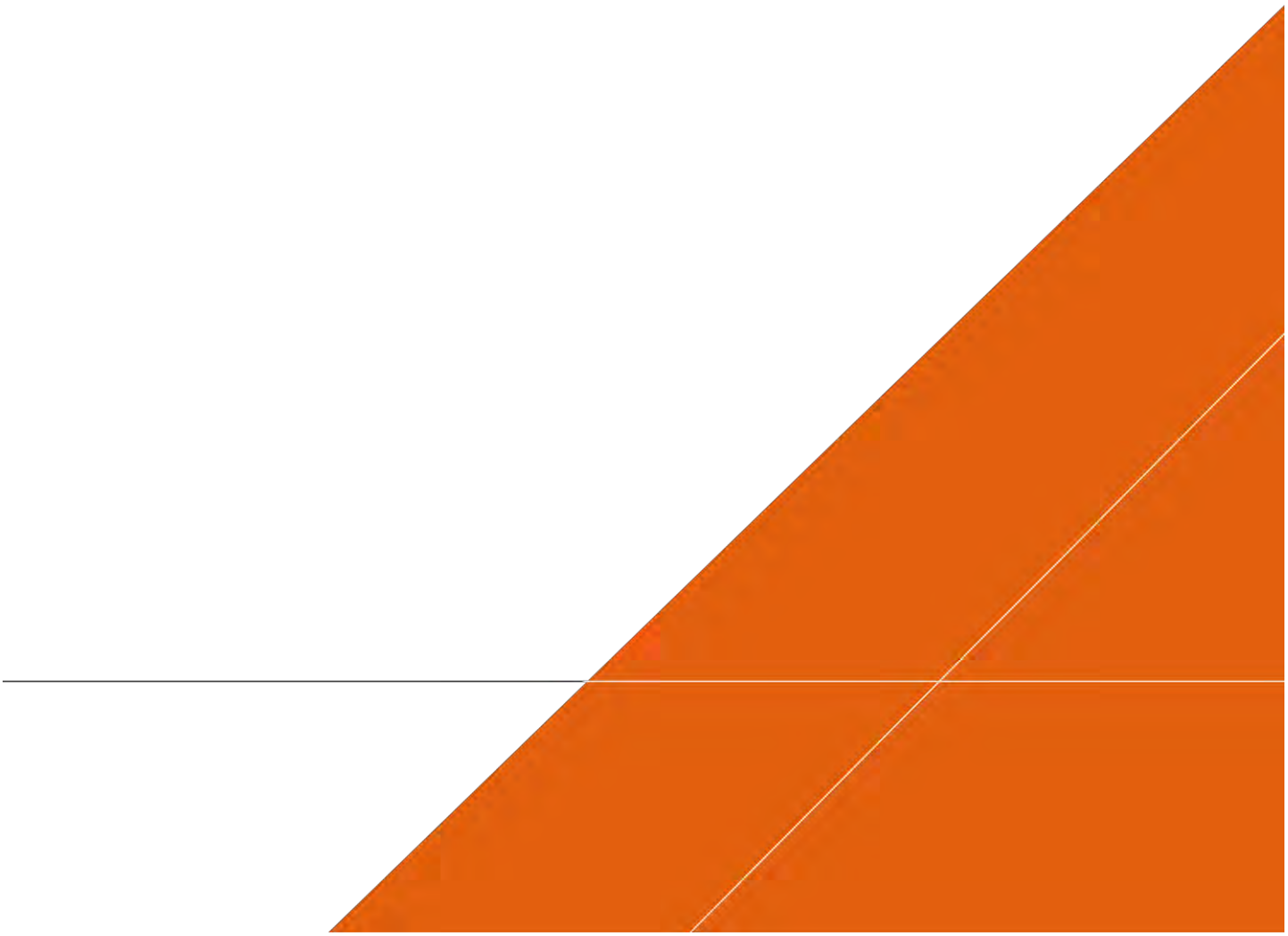
De Woonbestemming is enigszins uitgebreid om de herbouw van een Vlaamse Schuur (1000 m³) mogelijk te maken die als woning gaat fungeren. Een klein gedeelte wordt omgezet naar de bestemming Natuur om de nieuwe woning landschappelijk in te passen. De heer T. Goos verkoopt in ruil hiervoor 4.65 ha landbouwgrond aan de Stichting Markdal. Deze grond wordt ingezet als ruilgrond ten behoeve van natuurontwikkeling. Met deze ingrepen wordt de kwaliteit van de leefomgeving versterkt.

BIJLAGE 5: WATERSYSTEEMANALYSE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

WATERSYSTEEMANALYSE MARKDAL

24 MEI 2017



Contactpersonen

DAAN BESSELINK
Adviseur waterbeheer en ecologie

T 06-52824962
E Daan.Besselink@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

JOHAN BOLEIJ
(Geo)Hydroloog

T 06-31048683
E Johan.Boleij@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

HARMEN VAN DE WERFHORST
(Geo)Hydroloog

T 06-27062195
E harmen.vandewerfhorst@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Doel 5
1.3 Hoofdrapport en Bijlagenrapport 5
1.4 Aanpak watersysteemanalyse 5

2 CONTEXT 6
2.1 Topografie 6
2.2 Beleid 7
2.3 Belanghebbenden 8
2.4 Landschapshistorie 8

3 MILIEUFACTOREN 12
3.1 Diepere ondergrond 12
3.2 Reliëf en verhang 13
3.2.1 Maaiveldhoogte 13
3.2.2 Dalverhang 15
3.3 Grondwater 16
3.3.1 Kwantiteit 16
3.3.1.1 GxG-kaarten 17
3.3.1.2 COLN-kaarten 20
3.3.1.3 Kwel- en infiltratiekaarten 21
3.3.1.4 Stroombanen 24
3.3.2 Grondwaterkwaliteit 26
3.4 Oppervlaktewater 26
3.4.1 Kwantiteit 26
3.4.1.1 Algemeen 26
3.4.1.2 Profielen 27
3.4.1.3 Afvoerdynamiek 28
3.4.1.4 Waterpeilen 30
3.4.1.5 Inundatie 31
3.4.1.6 Stroming 32

3.4.1.7 Stagnant water 33
3.4.2 Morfologie 33
3.4.2.1 Sediment 33
3.4.2.2 Meandering: historie en potentie 34
3.4.3 Waterkwaliteit 37
3.5 Bodem 37
3.6 Ecologie 41
3.6.1 Aquatische ecologie 41
3.6.1.1 Connectiviteit 41
3.6.1.1 Waarden en KRW-score 41
3.6.2 Terrestrische ecologie 42
3.7 Beheer en onderhoud 46

4 SYNTHESE 47

5 VAN WSA NAAR BEEKHERSTEL 50

5.1 Behoud het goede met het oog op de toekomst 50
5.2 Rode draad WSA 50
5.3 Knelpunten en maatregelen 50
5.4 Beekherstel vergt een integrale afweging 52

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Waterschap Brabantse Delta en de Vereniging Markdal hebben een overeenkomst gesloten met de Provincie Noord-Brabant voor de inrichting van het Markdal. De Vereniging Markdal heeft gelden van de provincie ontvangen om de Ecologische Hoofdstructuur in het Markdal en beekherstel van de Boven Mark en de daarmee samenhangende waterdoelen te realiseren.

De Vereniging Markdal heeft een Algemeen Beraad dat in grote lijnen de koers uit zet. Het Algemeen Beraad bestaat uit grondeigenaren, specialisten en groepen als natuurbeheer.

Het waterschap heeft de afgelopen jaren watersysteemgegevens geïnventariseerd. Een overkoepelende blik ontbreekt echter nog: de systeemanalyse. Verder hebben waterschap en vereniging twee varianten opgesteld en wil men nu met een geohydrologische onderbouwing tot een Voorkeursalternatief komen.

1.2 Doel

Arcadis heeft opdracht gekregen voor het geohydrologisch onderzoek, de conditionerende onderzoeken en de watersysteemanalyse (WSA) voor beekherstel in het Markdal. Voorliggende studie gaat in op de WSA.

Het doel van de WSA is om het geohydrologisch functioneren van het Markdal en de Mark zelf in de vingers te krijgen. Het ecologisch functioneren is daar weer een gevolg van, zoals stroomminnende soorten of grondwaterafhankelijke vegetatie. Met de watersysteemanalyse worden de sturende mechanismen helder gemaakt en dient als fundament onder het Voorkeursalternatief.

1.3 Hoofdrapport en Bijlagenrapport

Naast de watersysteemanalyse is ook een Hoofdrapport en Bijlagenrapport opgeleverd. In het Hoofdrapport is het Voorkeursalternatief beschreven en onderbouwd. In het Bijlagenrapport zijn de technische onderzoeken opgenomen, waaronder ook de grondwatermodellering en de twee varianten van het waterschap en de vereniging die aan de basis van deze studie stonden.

Parallel aan de voorliggende watersysteemanalyse heeft ARCADIS dus een grondwatermodel opgesteld. Daarvoor is het regionale TRIWACO-grondwatermodel vertaald naar een iMOD omgeving. Het model is verfijnd en lokaal specifieke informatie is toegevoegd zoals detailontwatering. Met dit model is inzicht gegenereerd in de huidige grondwatersituatie in het projectgebied en zijn effecten van inrichtingsvarianten op de grondwaterstand, kwel en wegzijging doorgerekend. De resultaten zijn opgenomen in de WSA. De technische uitwerking is verwoord in het hoofdrapport.

1.4 Aanpak watersysteemanalyse

ARCADIS is hoofdauteur van het nieuwe Handboek Ecohydrologische Systeemanalyse Beekdalen. Dit Handboek maakt onderdeel uit van het Feuilleton beekherstel van de STOWA. In opdracht van STOWA en OBN is in het Handboek stapsgewijs verwoord welke systeemeigenschappen in beeld gebracht zouden moeten worden voor welke opgaven in een beekdal.

Voor de analyse van het Markdal is de opbouw van het Handboek aangehouden. Dat wil zeggen dat er een driedeling te vinden is van context, milieufactoren en synthese die vervolgens wordt afgesloten met bouwstenen ter inspiratie voor de Voorkeursvariant.

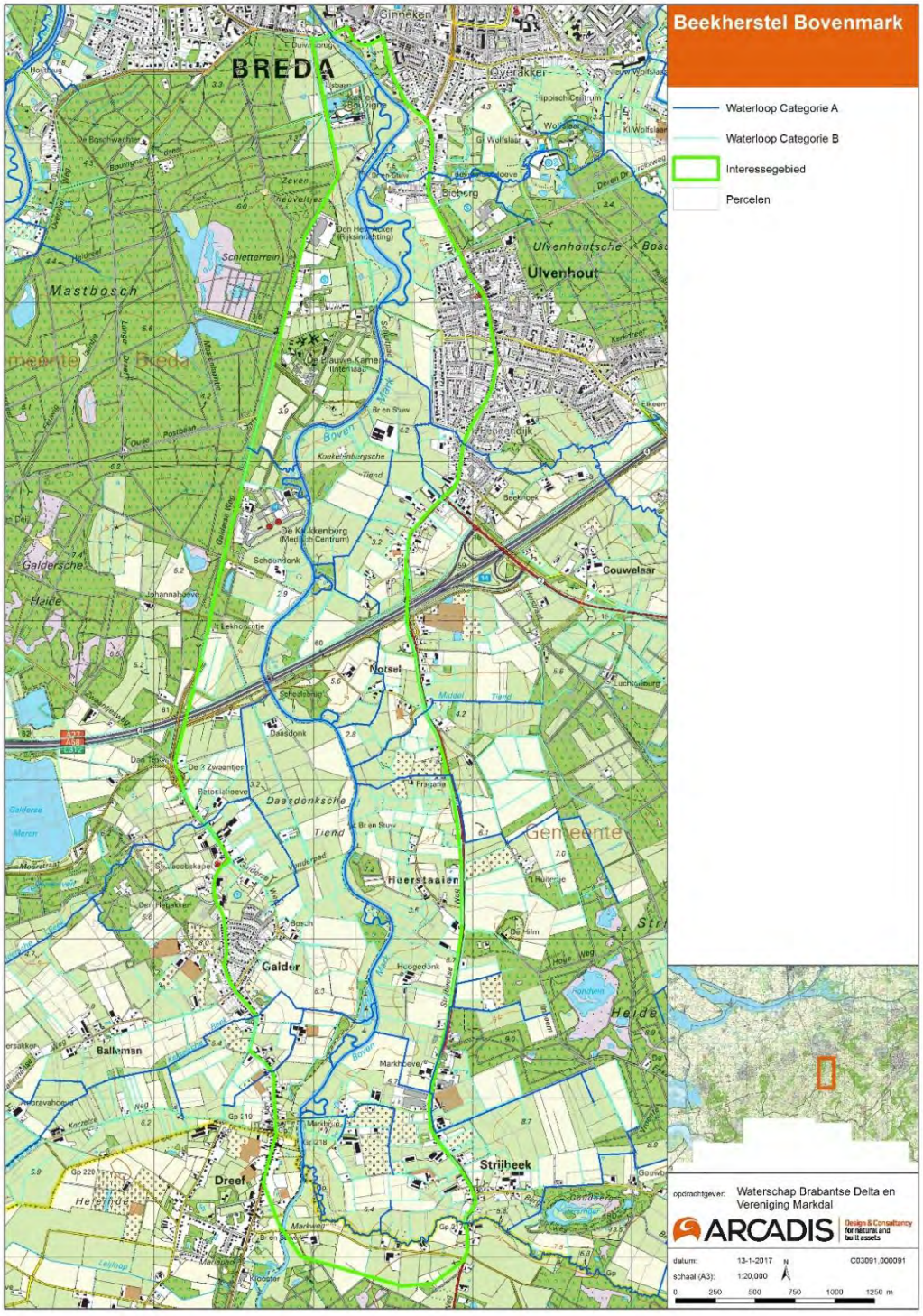
Tot slot twee opmerkingen ten geleide:

- De paragrafen Landschapshistorie, Waterkwaliteit, Ecologie en Beheer en Onderhoud zijn door het waterschap aangeleverd onder redactie van Arcadis;
- De watersysteemanalyse heeft een overlap met het Hoofdrapport van het geohydrologisch model. Waar de systeemanalyse echter focust op de integratie van milieufactoren (het systeemfunctioneren), focust geohydrologische rapportage op de component grondwater.

2 CONTEXT

2.1 Topografie

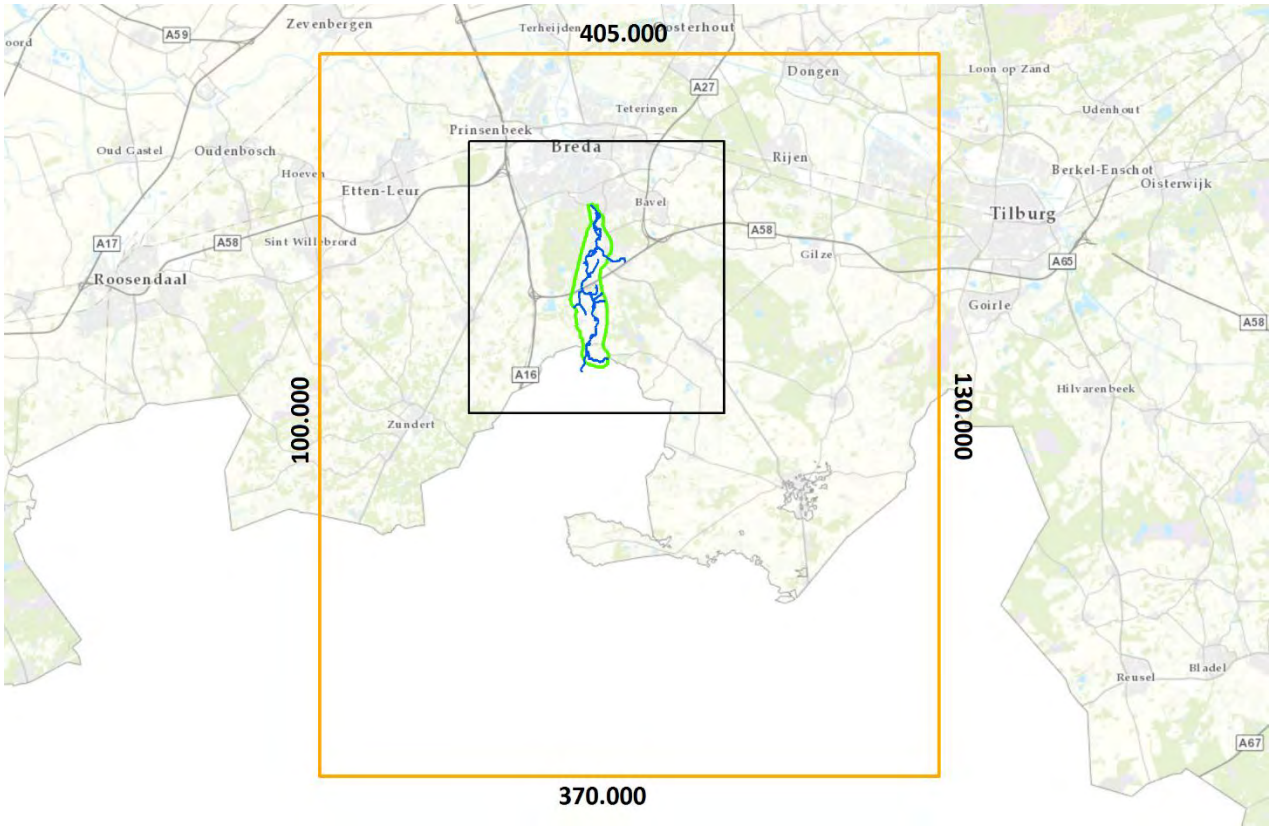
Ten zuiden van Breda ligt het beekdal van de Boven Mark. In de onderstaande figuur (figuur 1) is de topografische ligging van het interessegebied of plangebied gegeven. Het interessegebied omvat grofweg het beekdal (van flank tot flank) van de Bovenmark van Breda tot de Belgische grens. Binnen dit gebied liggen opgaven voor water en natuur die binnen randvoorwaarden, zoals geen toename van de piekafvoer in Breda, ingevuld moeten worden (zie verder Hoofdrapport).



Figuur 1: Topografische ligging interessegebied

Halverwege wordt het interessegebied doorsneden door de rijksweg A58. Duidelijk waarneembaar zijn de bebouwing van Ulvenhout en de grote groengekleurde natuurgebieden op de beekflanken (Ulvenhoutsche Bossen, Mastbosch, Galdersche Heide, Strijbeekse Heide).

De Watersysteemanalyse focust zich op het interessegebied. Echter, milieufactoren als bodemopbouw, grondwater, hydrologie en waterkwaliteit worden beïnvloed door factoren daarbuiten. Analoog aan het geohydrologisch model wordt daarom in de WSA breder gekeken: het aandachtsgebied (figuur 2). Modelmatig is het aandachtsgebied het gebied waarbinnen op lokale schaal details zijn opgenomen, zoals drainage. De modelgrenzen zelf zijn weer een slag grover (modelgebied), waarin informatie van regionale schaal is opgenomen. Deze schaal is echter zo groot dat deze behoudens enkele milieufactoren niet van toepassing is voor de WSA.



Figuur 2: Verhouding interessegebied (centraal), aandachtsgebied en plangebied.

2.2 Beleid

In het Markdal liggen meerdere beleidsopgaven. Gezien de hydrologische scope van de WSA zijn de meest relevante opgaven en randvoorwaarden:

- Europese Kaderrichtlijn Water (KRW): de Bovenmark is aangeduid als R6 (Langzaam stromend riviertje op zand/klei). Om de doelen voor verbetering van de waterkwaliteit te halen heeft het waterschap in de factsheets maatregelen opgenomen, zoals beekherstel, vispasseerbare stuwen, actief randenbeheer en duurzaam terreinbeheer;
- Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW): het waterschap heeft het beekdal van de Boenmark getoetst op de gelden NBW-normen. Hieruit volgen geen concrete opgaven. Wel is de randvoorwaarde gesteld dat bij beekherstel in het Markdal geen toename van de piekafvoer naar Breda mag plaatsvinden;
- Natuur Netwerk Brabant (NNB): de provincie heeft de opgaven voor terrestrische en (grond)watergerelateerde flora en fauna vastgelegd in het Natuurbeheerplan. Vlakdekkende opgaven voor vegetatie zijn vertaald in beheertypen voor gerealiseerde dan wel nieuwe natuur. Verbindingen ten behoeve van de migratie van fauna zijn vertaald in ecologische verbindingszones (EVZ's).

2.3 Belanghebbenden

Binnen het Markdal is er een actieve Vereniging Markdal aanwezig. Doordat het een vereniging is kan eigenlijk iedereen lid worden. Burgers, bestuurders en grondgebruikers zijn lid.

Naast de Vereniging hebben uiteraard ook de verschillende overheden een rol: gemeente, provincie en waterschap.

Het Markdal is hoofdzakelijk in agrarisch gebruik. De agrariërs vormen dus een belangrijke groep van belanghebbenden. De agrariërs in Noord-Brabant zijn deels verenigd in de ZLTO.

Daarnaast liggen er verschillende natuurgebieden en is er circa 100 ha aangewezen als nieuwe natuur. Dit maakt dat de natuurbeheerders ook belanghebbenden zijn: Brabants landschap, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten.

2.4 Landschapshistorie

De geschiedenis van de Boven Mark begint ca. 2 miljoen jaar geleden (Kiden, 2001[1]). Daarvoor was er een warm klimaat en lag er een ondiepe zee ter plaatse van Zuid-Nederland en Vlaanderen. Door een daling van de zeespiegel en opheffing van het land trok de zee zich ca. 2 miljoen jaar geleden langzaam terug naar het noord-noordoosten. Op het droogvallende land ontstond een rivierennet met rivieren die in noord-noordoostelijke richting naar de toenmalige kustlijn afwaterden. Deze afwateringsrichting is nog steeds terug te zien in de richting van het dal van de Boven Mark. De oer-rivier, die de voorloper van de Boven Mark was, werd ook wel de Zenne genoemd.

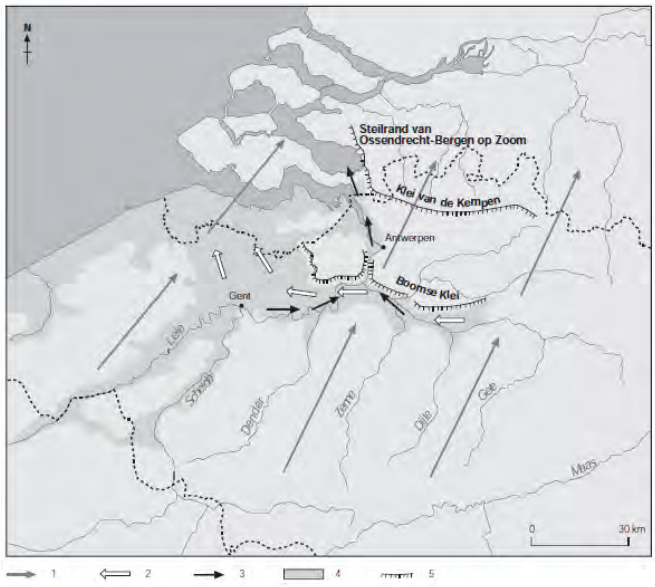


fig.2.
Hoofdlijnen van de Laat-Tertiaire en Quartaire evolutie van het rivie-rennet in het Scheldebekken:
1. Stroomrichting van Laat-Tertiair tot Midden-Pleistoceen,
2. Stroomrichting van Saaliaan tot einde van Weichseliaan,
3. Stroomrichting vanaf eind Weichseliaan,
4. Vlaamse Vallei,
5. Cuesta.

Figuur 3: Historische stromingsrichting van de rivieren in Vlaanderen en Zuid-Nederland (Bron: WBD).

De laatste 2 miljoen jaar kende een afwisseling van koude perioden (ijstijden) en wat warmere (gematigde) perioden. Tijdens de ijstijden stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Door het koude klimaat

[1] Kiden, P & C. Verbruggen, 2001. Het verhaal van een rivier: de evolutie van de Schelde na de laatste ijstijd. In: Bourgeois J, Ph. Crombé, G. De Mulder & M. Rogge, 2001: Een duik in het verleden. Schelde, Maas en Rijn in de pre- en protohistorie.

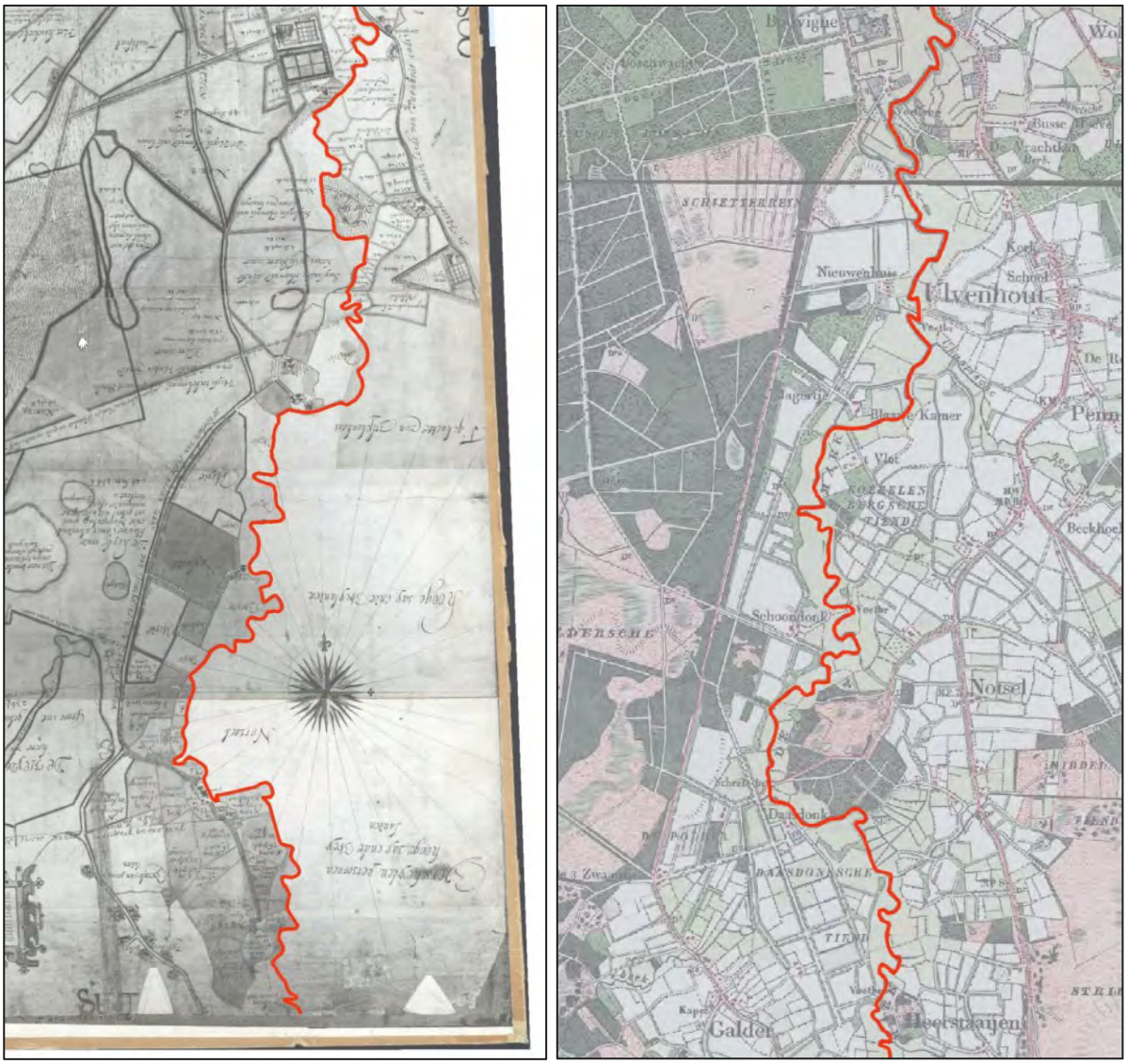
en de lage zeespiegelstand sneden de rivieren zich in en diepten hun valleien plaatselijk uit, zo ook het dal van de Boven Mark. Deze rivieren bestonden uit verwilderde of vlechtende rivieren: rivieren met meerdere, zich vertakkende geulen. Een deel van het meegevoerde zand werd elders weer in het dal afgezet. In het open toendralandschap waaide het zand uit de rivierdalen makkelijk op en werd het buiten de dalen in een dun zanddek afgezet. Tijdens de korte, warmere perioden vulden meanderende rivieren de riviervalleien op met vooral klei en veen.

Ca. 400.000-800.000 jaar geleden ontstond de Vlaamse Vallei, die de afwateringsrichting van de oer-rivier de Zenne in Vlaanderen veranderde in noord-westelijke richting (zie figuur 3). De afvoer richting Nederland nam daardoor sterk af.

Figuur 4: Impressie van de ontwikkeling van de Boven Mark sinds het einde van de laatste ijstijd van een vlechtende rivier (1.), via een meanderende rivier (2.) tot een veenmoeras (3.). Sinds de ontginning van het Markdal in de middeleeuwen was de Mark een meanderende rivier in een cultuurlandschap (4. Luchtfoto van de Boven Mark in 1969 voor de kanalisatie) (Bron: WBD).

Na de laatste ijstijd (ca. 10.000 jaar geleden) is de Boven Mark een laatste keer veranderd van een vlechtende rivier, die veel water en zand transporteerde, naar een meanderende rivier, die leem en klei afzette in het Markdal (zie figuur 4). Onder invloed van een verder opwarmend klimaat en een stijgende zeespiegel ontstond een dicht begroeid moeras in het Markdal, dat zich geleidelijk vulde met veen, In de middeleeuwen is dit veen ontgonnen en afgevoerd naar Breda als brandstof. Aan het einde van de middeleeuwen was het Markdal geheel ontveend en in gebruik genomen als landbouwgrond.

In de laatste eeuwen tot aan de kanalisatie in 1969 is de meanderende loop van de Boven Mark relatief weinig veranderd. Bij vergelijking van historische kaarten van verschillende momenten zijn een aantal meanders verdwenen, zijn er enkele ontstaan, maar is de loop in hoofdlijnen nauwelijks veranderd (figuur 4).



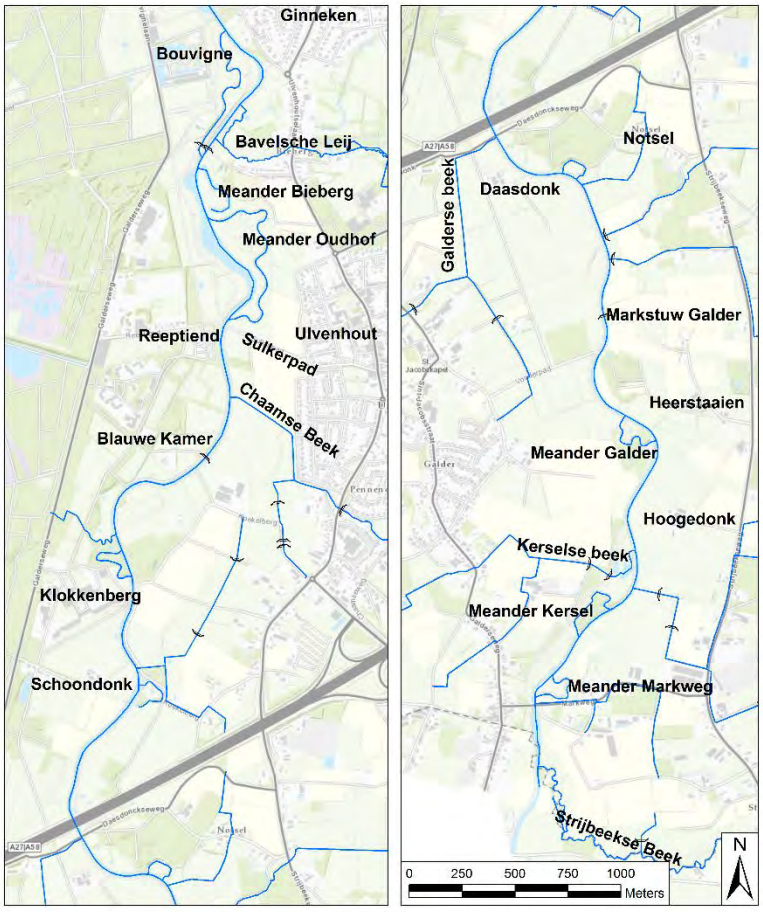
Figuur 5: Historische kaart uit 1624 (links) en rond 1850 (rechts) (Bron: WBD).

Door de ontginning voor de landbouw ontstond een kleinschalig cultuurlandschap met houtwallen, hagen en struweel op de kavelgrenzen. Langs de westzijde van de Mark ontstonden een drietal grote hoeven: Blauwe Kamer, Schoondonk en Daesdonck. In het begin van de 19^{e} eeuw is rond het kasteel Daesdonck een barok landschap aangelegd, met rechte dreven en bijbehorende laanbeplanting. Daarbij is ook de benedenloop van de Galderse Beek vergraven.

Zoals ook elders in Nederland is het kleinschalige landschap vanaf het begin van de 20^{e} eeuw verdwenen door de introductie van het prikkeldraad. In 1968 werd begonnen met de kanalisatie van de Boven Mark. De Boven Mark werd daarbij niet geheel recht, maar kreeg vanuit landschappelijk oogpunt lang gerekte bochten. Om zo economisch om te gaan met de hoeveelheid grondverzet volgt de gekanaliseerde Boven Mark op hoofdlijnen de vroegere, meanderende Boven Mark. Bij de kanalisatie is de Boven Mark verbreed en verdiept en zijn 3 stuwen aangebracht. De verbreding van de Boven Mark is te zien op een luchtfoto uit 1969 (figuur 5). De grond die uit de gekanaliseerde loop vrijkwam is op de aanliggende percelen verwerkt. Ook zijn percelen geëgaliseerd. In de speech van de voorzitter van Waterschap De Boven Mark ter ere van de opening van stuw Bieberg wordt 600.000 m^{3} grondverzet genoemd voor de kanalisatie en landbouwkundige inrichting van het Markdal. De kanalisatie ging gepaard met een vrijwillige kavelruil.

Figuur 6: Kanalisatie van de Boven Mark in 1969 ter hoogte van de meander Bieberg. Links op de foto is de oorspronkelijke Boven Mark zichtbaar. Door de graafwerkzaamheden is de Boven Mark rechts op de foto 2-3 keer zo breed. Aan de spoorvorming op de aanliggende percelen is te zien dat deze percelen zijn opgehoogd met zand dat vrijkwam bij de verbreding en verdieping van de Boven Mark (Bron: WBD).

In de jaren ’80 en ’90 is de ruilverkaveling Ulvenhout-Galder uitgevoerd. Hierbij is het Markdal opnieuw verkaveld, met uitzondering van het gebied ten noordwesten van de snelweg en de Boven Mark. Sinds het jaar 2000 heeft natuurontwikkeling plaatsgevonden in het Markdal. Tussen de Duivelsbrug en de Reeptiend is een landbouwbedrijf opgekocht en omgevormd tot natuur. Daarbij is de vistrap Bieberg en de meander Oudhof aangelegd. Ook bij Galder is nieuwe natuur gevormd en zijn de meander bij de Markweg (oostelijk van de Boven Mark) en de meander bij Galder (westelijk van de Boven Mark) gegraven. In de onderstaande kaart (figuur 7) zijn de verschillende locaties aangegeven.



Figuur 7: Kaart met toponiemen ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts).

3 MILIEUFACTOREN

De ruggengraat van de inhoudelijke watersysteemanalyse bestaat uit een aantal milieufactoren. Deze milieufactoren hebben een hiërarchische verhouding tot elkaar. De bodemopbouw heeft bijvoorbeeld een grotere invloed op de waterkwaliteit dan andersom. Al deze milieufactoren worden afzonderlijk van elkaar en feitelijk beschreven. In het volgende hoofdstuk volgt de Synthese, waarin de milieufactoren aan elkaar worden gerelateerd om zo de sturende mechanismen van het geohydrologisch functioneren te beschrijven.

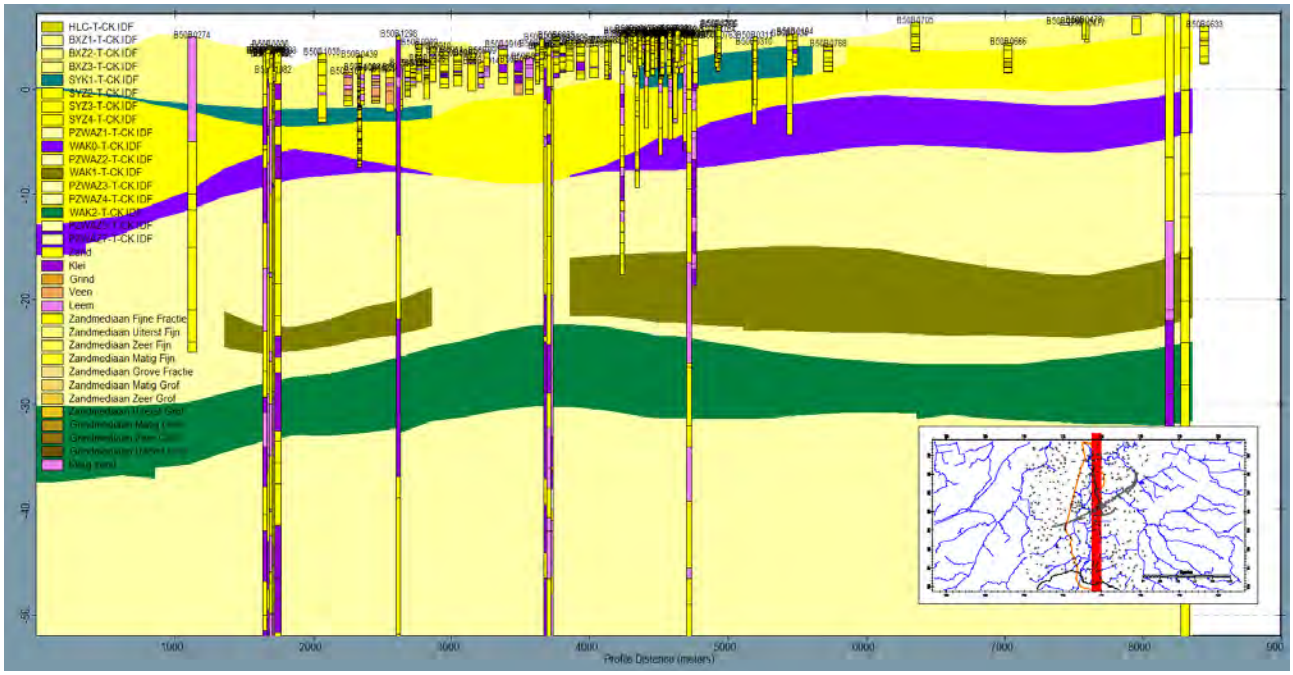
3.1 Diepere ondergrond

In deze paragraaf wordt de opbouw van de diepere ondergrond beschreven. Een meer gedetailleerde beschrijving is te vinden in de hydrologische rapportage. Wel wordt expliciet stilgestaan bij de ondergrond tot 30 m -mv. Ter illustratie zijn twee doorsneden van het beekdal opgenomen (figuren 8 en 9). Daarin zijn de boringen opgenomen die uit REGIS komen. Ook zijn aanvullende boringen weergegeven.

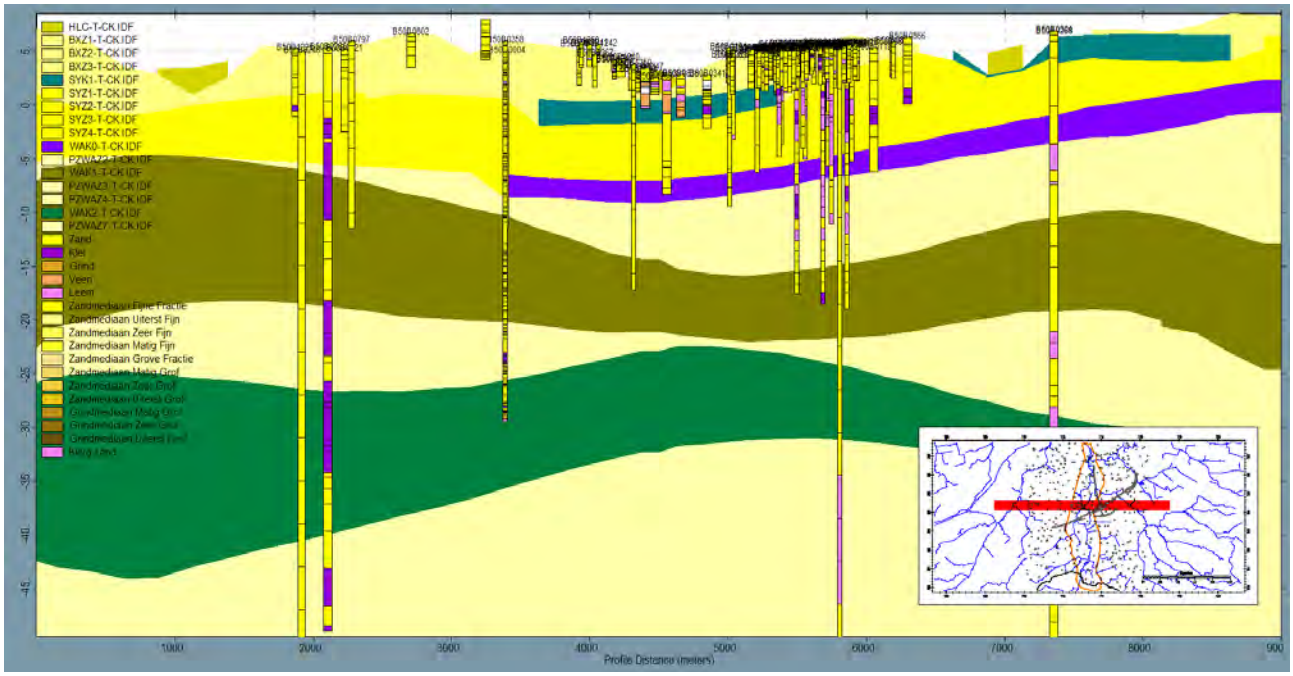
Uit de profielen volgt dat het Markdal bestaat uit meerdere zandige formaties: van diep naar ondiep zijn dat Breda, Oosterhout, Maaslsuis, Peize, Waalre, Stramproy en ten slotte Boxtel. Deze formaties worden doorsneden door enkele klei- en leemlagen (groentinten en paars). Duidelijk blijkt dat het voorkomen van de klei- en leemlagen (groentinten en paars) niet 1 op 1 terug te halen is in alle boringen en vice versa. Met andere woorden: de verspreiding van deze lagen is aanmerkelijk grilliger dan de profielen doen vermoeden.

De ondiepe ondergrond tot NAP –30 meter geeft een grillig beeld met kleiige afzettingen van de Formatie van Waalre en leemafzettingen van de Formatie van Stramproy. Deze afzettingen zijn echter niet allemaal vlakdekkend aanwezig. De weerstand tussen verschillende watervoerende lagen kan daardoor lokaal ontbreken, wat zijn doorwerking heeft op de kwel en wegzijging en in het gebied. De ondiepe watervoerende laag kan grofweg in twee delen gesplitst worden: afzettingen van de Formatie van Peize en Waalre (NAP -15 tot -30 m) en afzettingen van de Formatie van Stramproy (lokaal aan maaiveld tot NAP -15 m). Aan de flanken van het beekdal ligt de Formatie van Stramproy aan maaiveld. Centraal in het beekdal worden deze afzettingen afgedekt door zandige afzettingen van de Formatie van Boxtel.

Meerdere ondiepe boringen tonen aan dat ook in de toplaag klei- en leemlenzen voorkomen, hoewel deze niet als zodanig vertaald zijn in het dwarsprofiel. Zo'n leemlaag is bijvoorbeeld aangetroffen in de percelen van Staatsbosbeheer naast de jeugdgevangenis. Bij het plaatsen van een peilbuis is een zeer vaste leemlaag aangetroffen op een diepte van 1-1,5 meter onder maaiveld. Verder blijkt uit verhalen van de baggeraars van de Boven Mark dat zij grote moeite hadden om door het sterk lemige materiaal te baggeren tot de voorgeschreven diepte van ca. 4 meter onder maaiveld.



Figuur 8: Doorsnede van de diepere ondergrond van het beekdal. Van noord (links) naar zuid (rechts).



Figuur 9: Doorsnede van de diepere ondergrond van het beekdal. Van west (links) naar oost (rechts).

3.2 Reliëf en verhang

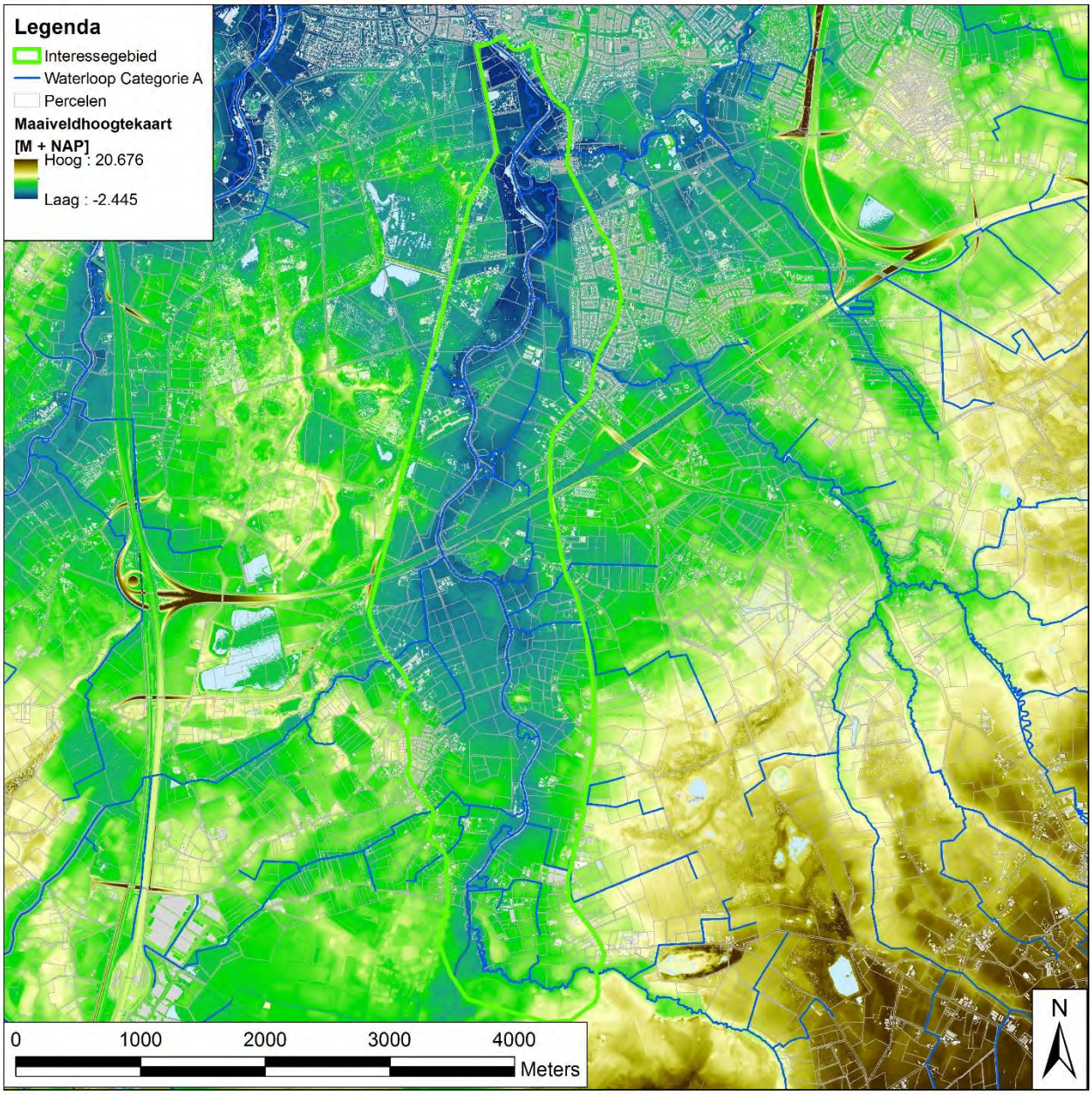
3.2.1 Maaiveldhoogte

Op basis van de regionale maaiveldhoogtekaart (ahn2) is het beekdalverloop van zuid naar noord goed te zien (figuur 10). Ook de lagere ligging van de aantakkende beekdalen zijn duidelijk zichtbaar. Goed te zien is dat het stroomgebied aan de oostelijke beekflank vele male groter is dan aan de westelijke beekflank waar grofweg de rijksweg de grens tussen de Aa of Weerijs en het Markdal vormt.

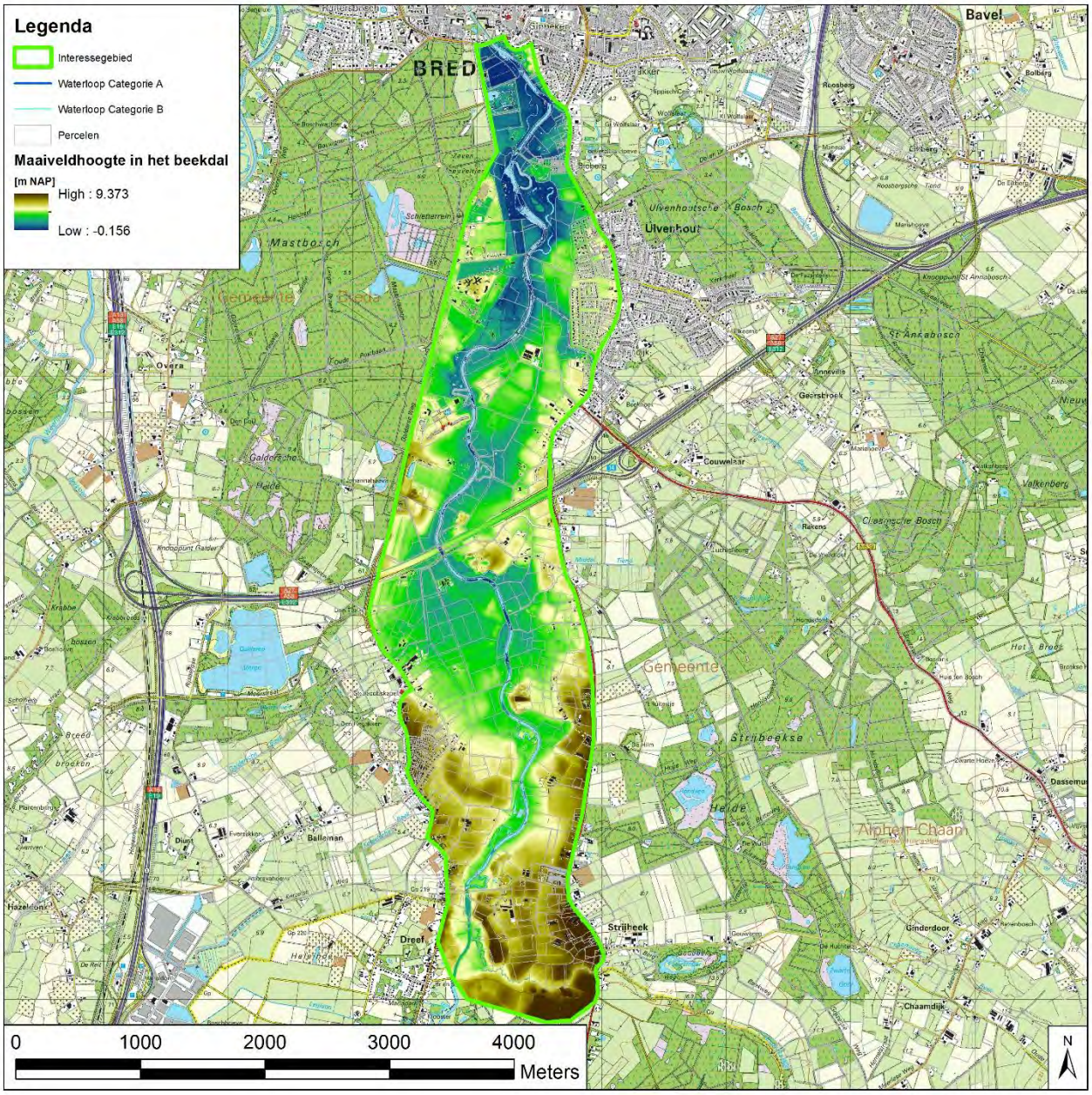
De hoogteverschillen zijn grofweg NAP +20 m in het uiterste zuidoosten tot rondom NAP benedenstrooms nabij Breda. Te zien is dat het hoogteverschil in de nevenbeken, zoals de Chaamse beken en zeker de Strijbeekse beek, aanzienlijk groter is dan in het Markdal zelf.

Vervolgens is een nieuwe hoogtekaart gegenereerd waarbij ingezoomd is op de maximale verschillen binnen het interessegebied (figuur 11). Hieruit volgt nog duidelijker het hoogteverschil tussen zuid en noord van respectievelijk NAP 9 m tot rondom NAP.

De beek stroomt vanaf de Belgische grens door een dekzandrug, waardoor het dal smal en diep is ingesneden. Vervolgens krijgt de beek vrij snel zijn ligging binnen het meer open, vlakke beekdal rond Daasdonk en Notsel. In dat traject liggen enkele hooggelegen zandopduikingen of donken waar beekloop en beekdal zich duidelijk omheen gevormd hebben. Op deze hoger gelegen locaties ligt de bebouwing het dichtst bij de beek. Verder zijn op dit niveau nog hoogteverschillen op perceelsniveau te zien. Aangenomen mag echter worden dat met de verschillende kanalisaties de aanliggende gronden met vrijkomende grond opgehoogd zijn. Het beekdal heeft als geheel daardoor een geleidelijker maaiveldverloop gekregen.



Figuur 10: Maaiveldhoogtekaart van het Markdal in relatie tot zijn omgeving (ahn2 in m).



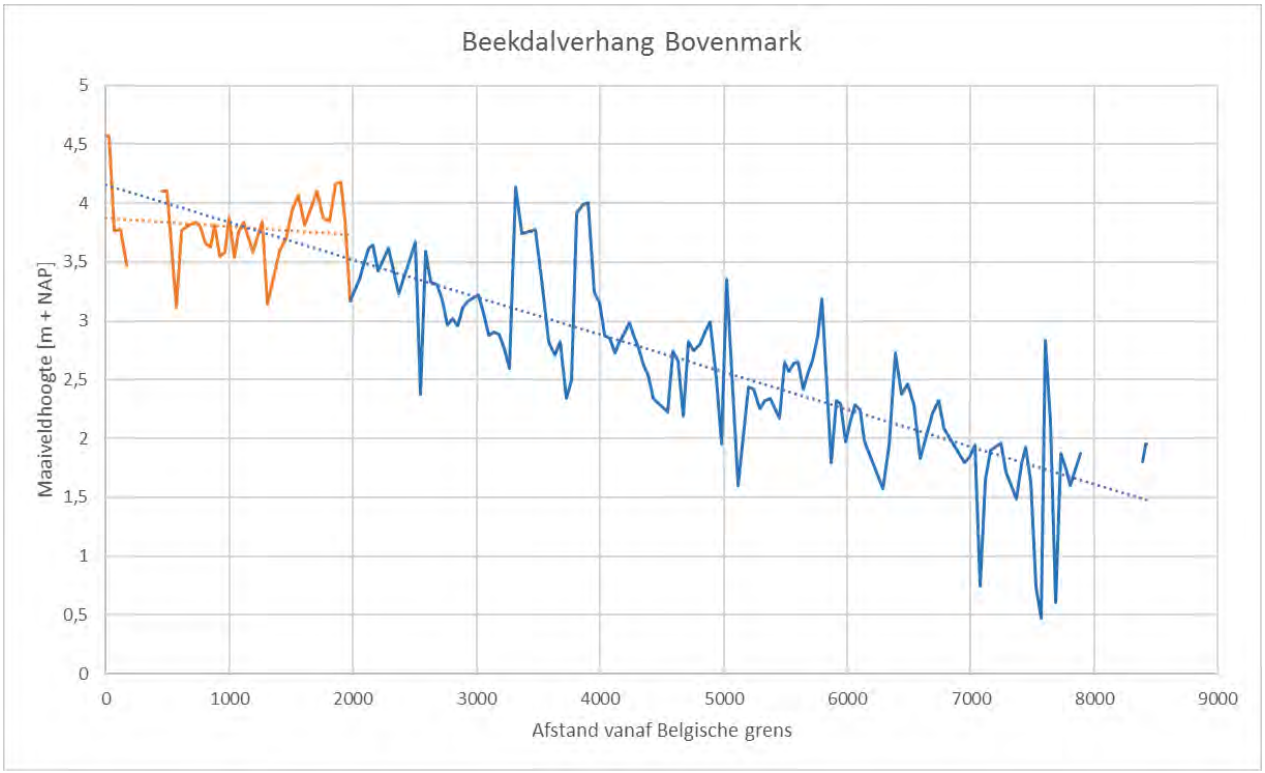
Figuur 11: Maaiveldhoogtekaart van het Markdal ingezoomd op de maximale hoogteverschillen binnen het interessegebied (ahn2 in m).

3.2.2 Dalverhang

In België heeft de Mark een groot verhang. Vanaf de bron is de bovenloop sterk hellend met een gemiddeld dalverhang van 1,2 m/km. De middenloop van de Mark, gezien vanaf de monding van 't Merkske tot aan de landsgrens, vlakt vervolgens wat af tot een gemiddeld dalverhang van ca. 0,6 m/km

In figuur 12 is het dalverhang van de Boven Mark weergegeven vanaf de landsgrens. De figuur is gebaseerd op de maaiveldhoogtekaart. Opvallend hierin zijn twee zaken: enerzijds het relatief vlakke eerste deel vanaf de Belgische grens (verhang 0,2 m op 2 km: 0,10 m/km), grofweg het deel ter hoogte van de Belgische grens. En anderzijds het meer hellende verloop van de rest van het traject tot aan Breda (verhang 2 m op 6 km: 0,33 m/km). Desondanks is het dalverhang in Nederland relatief beperkt.

Door het beperkte dalverhang in de Nederlandse benedenloop zakt de stroomsnelheid snel terug bij een afnemende afvoer. Sediment slaat dan neer met als gevolg een aanslibbend, relatief voedselrijk beekdal. Qua karakter sluit dat goed aan bij het brede beekdal van de Mark.



Figuur 12: Dalverhang Boven Mark op basis van maaiveldhoogte. Duidelijk blijkt de scherpe overgang waar de beek de dekzandrug doorsnijdt en vervolgens door het brede, open beekdal stroomt.

3.3 Grondwater

3.3.1 Kwantiteit

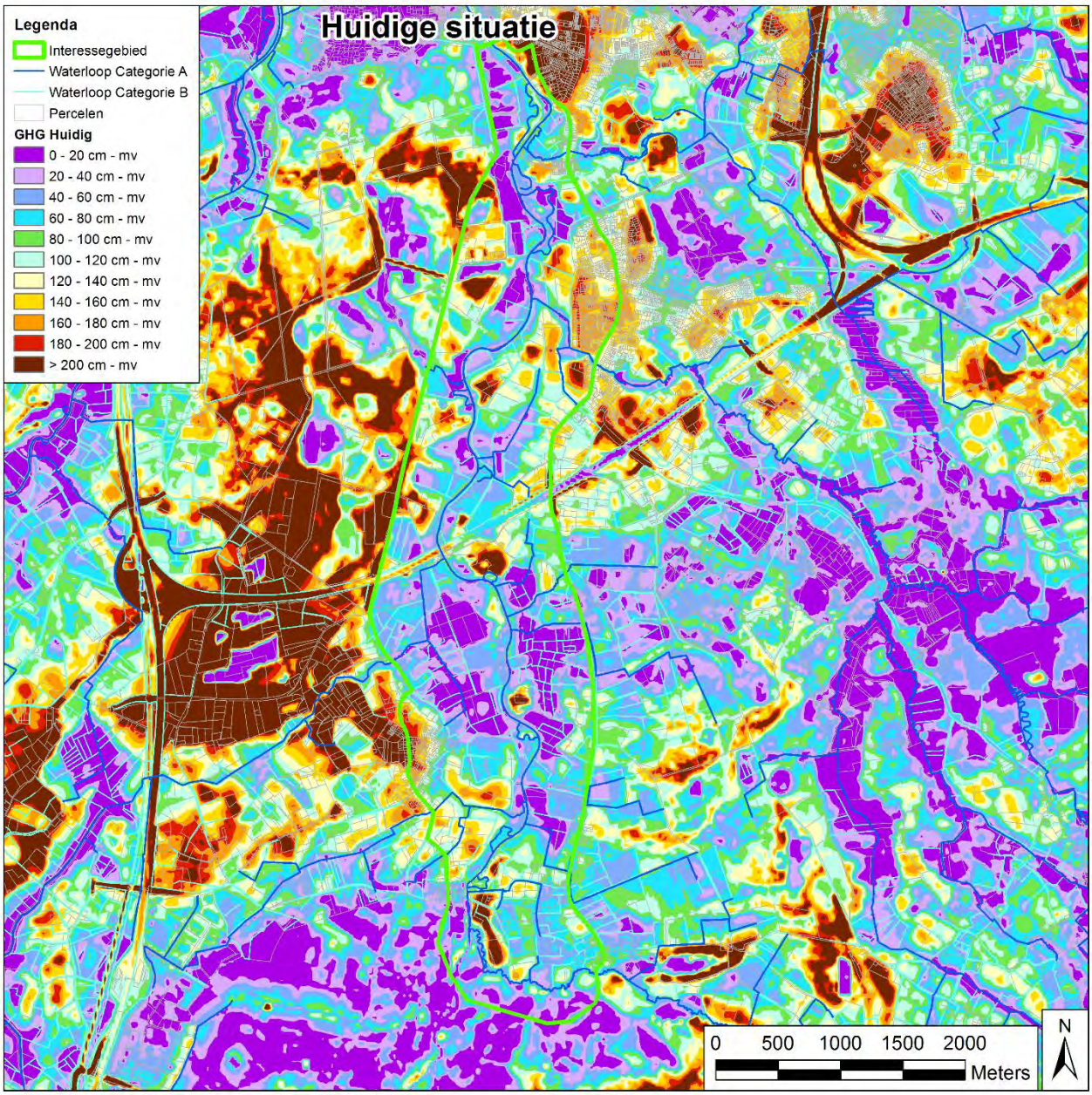
ARCADIS heeft voor het Markdal het grondwatermodel ontwikkeld. Meer over de methodiek treft u aan in de hydrologische rapportage[2]. De resolutie waarop het grondwatermodel is doorgerekend is 25 m, dat betekent dat in iedere cel van 25 bij 25 een grondwaterstand is berekend. De nauwkeurigheid van het model ofwel de afwijking tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden ligt gemiddeld genomen tussen de 0 en 10 cm.

In deze paragraaf komen de resultaten van het grondwatermodel aan bod: de GxG-kaarten en de kwel- en wegzijgingskaart. GxG is een verzamelterm voor de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) berekend over een periode van minstens acht jaar. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand is de gemiddelde grondwaterstand in de zes natste (winter)weken van een jaar. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand is de gemiddelde grondwaterstand in de zes droogste (zomer)weken van een jaar. De Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand wordt berekend op basis van een gemiddelde grondwaterstand van begin maart tot half april (zes weken).

Daarnaast zijn de historische COLN-kaarten weergegeven. Deze kaarten geven een beeld van de grondwaterstand in de jaren ’50. De kanalisatie van de Boven Mark heeft eind jaren zestig plaatsgevonden en daarmee zijn de COLN-kaarten dus representatief voor de grondwatersituatie vóór de kanalisatie.

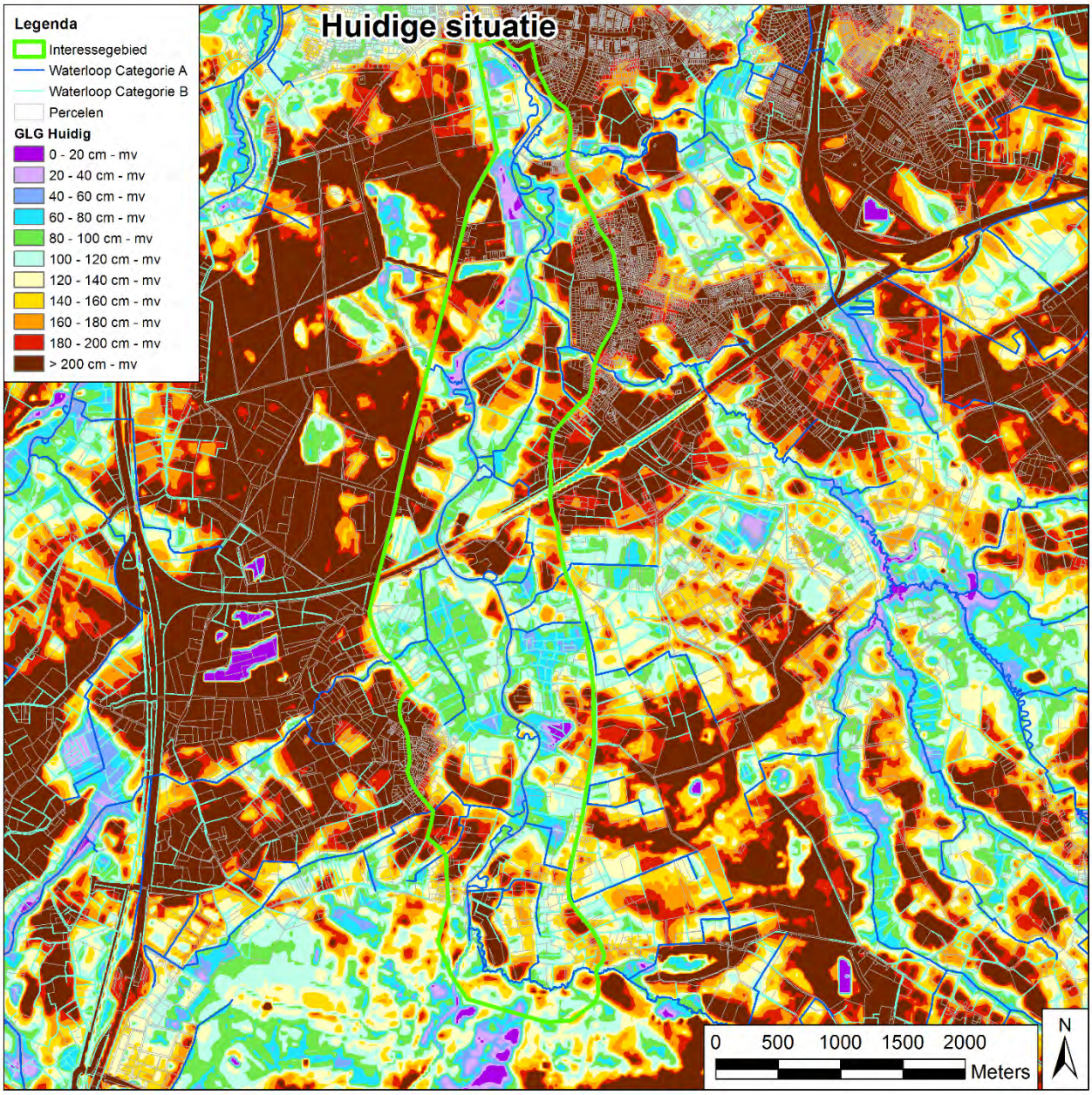
[2] Herinrichting Markdal, Hydrologische modelstudie en vooronderzoeken, ARCADIS, 2017

3.3.1.1 GxG-kaarten



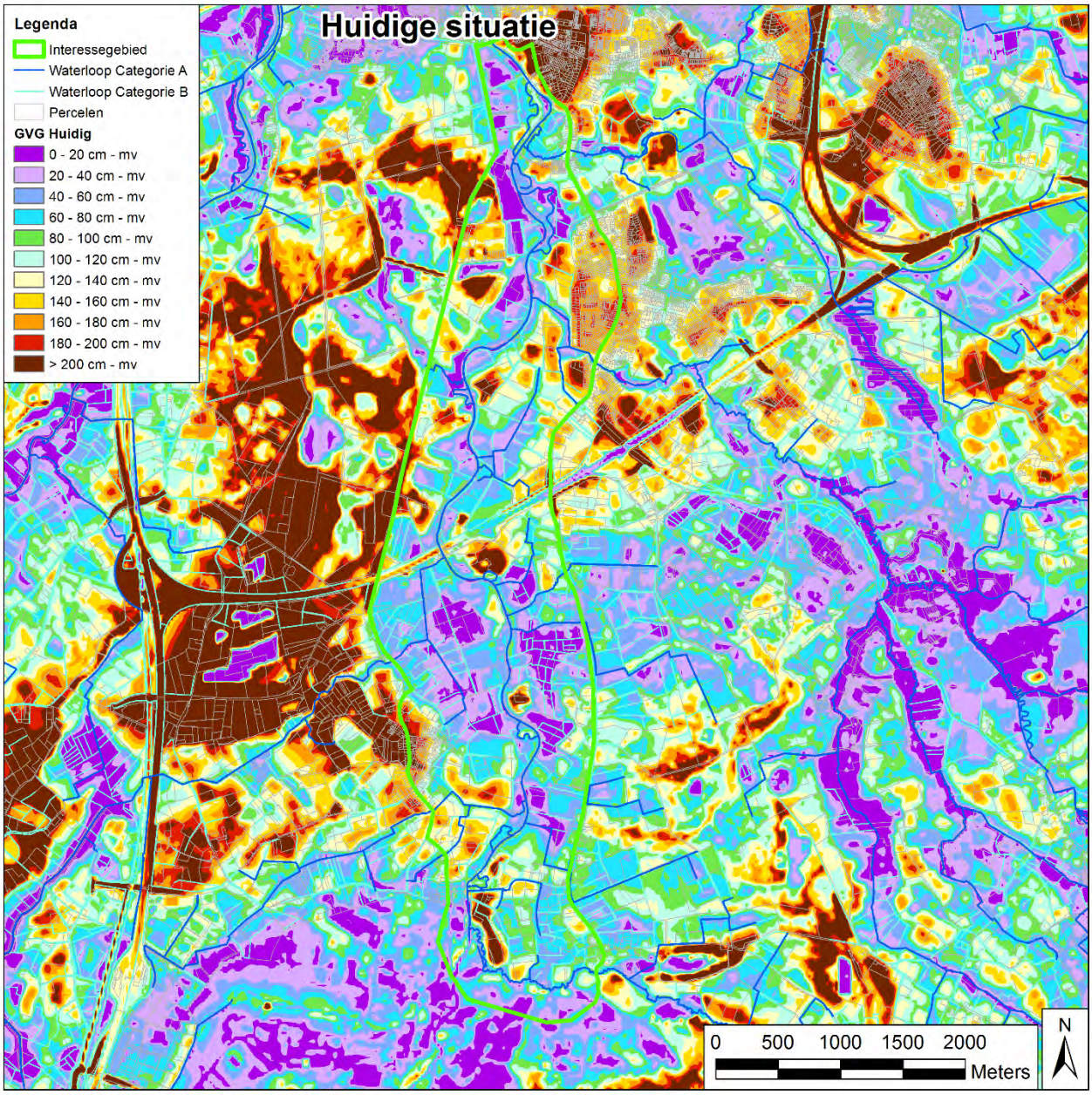
Figuur 13: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand in cm-mv (wintergrondwaterstand).

De GHG is representatief voor een gemiddelde wintersituatie *zonder inundatie*. Uit de GHG is af te leiden dat in de winter de grondwaterstand over grote delen van het beekdal nagenoeg tot aan maaiveld komt (0 – 20 cm -mv (paars)). Uitzonderingen zijn uiteraard de hoge zandkoppen in het zuiden en enkele verspreid in het beekdal. Daar is de hoogste grondwaterstand 2 m -mv (donkerbruin).



Figuur 14: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand in cm-mv (zomergrondwaterstand).

Op basis van GLG mag afgeleid worden dat het merendeel van het beekdal goed ontwaterd is en daarmee gunstig is voor intensief agrarisch gebruik. Uitzondering is de locatie net ten zuiden van Heerstaaien, waar duidelijk sprake is van een lage GLG (0-20 cm -mv (paars)). Deze natte gronden zijn echter recentelijk opgehoogd, waardoor de ontwatering ter plaatse is vergroot. Ter hoogte van Ulvenhout wordt het beekdal beduidend natter met een *maximale* GLG van 80 cm (blauw). Echter, ook hier zakt de grondwaterstand over het merendeel van de landerijen terug. Op enkele locaties na (paars) is de GLG daar grotendeels lager dan 40 cm -mv (lila).

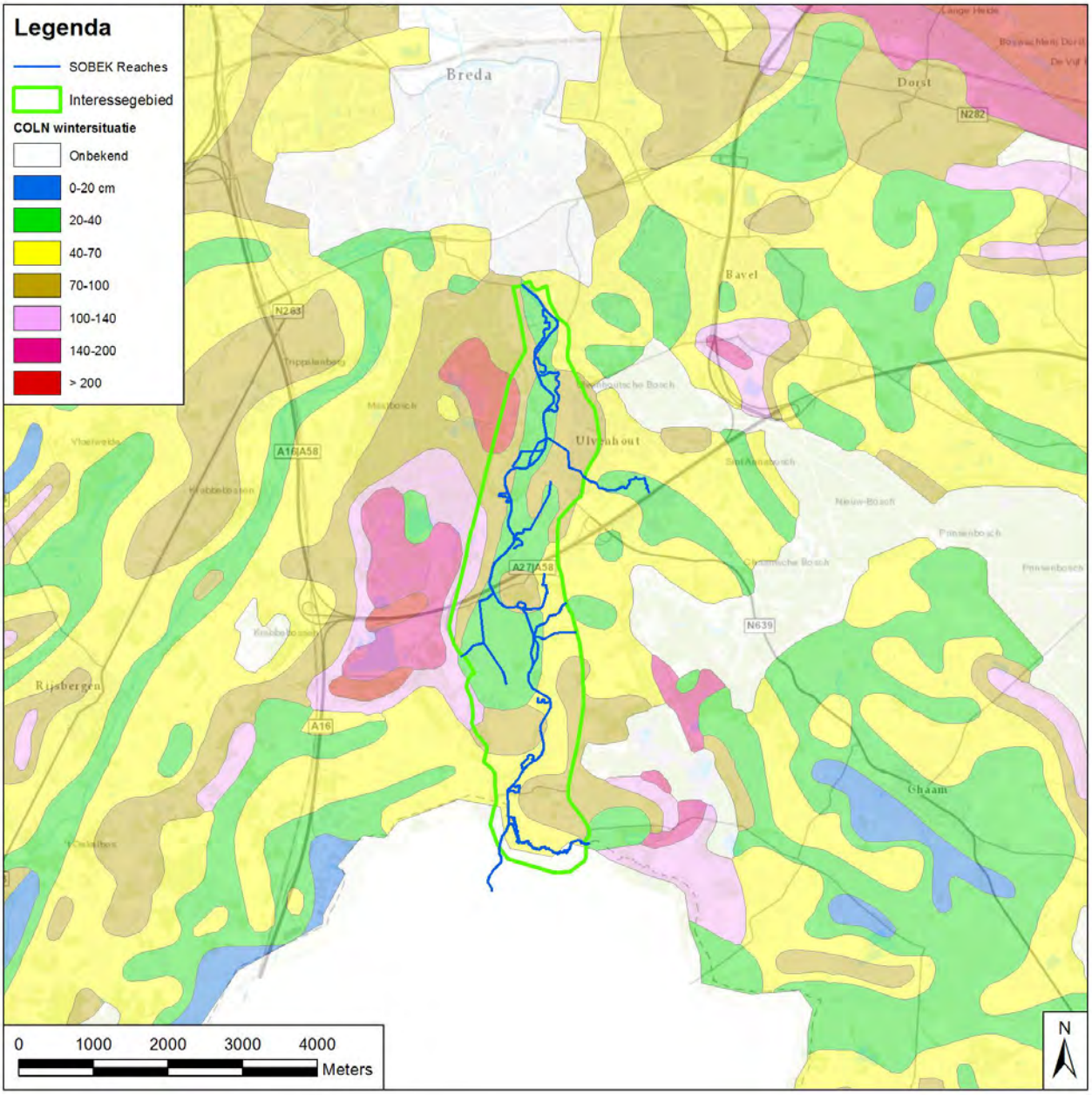


Figuur 15: Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand in cm-mv.

De kaart met de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand is van belang voor zowel de landbouwer als de natuurbeheerder. De landbouwer leidt eruit af of zijn gronden op tijd voldoende ontwaterd zijn en daarmee voldoende draadkracht hebben voor bewerking en eventuele beweiding. De natuurbeheerder constateert of de voorjaarsgrondwaterstand (doorgaans) hoog genoeg is voor bijvoorbeeld grondwatergevoede vegetatie en/of weidevolgels.

Uit de kaart volgt dat nog een fors areaal in het beekdal een hoge grondwaterstand heeft, variërend van max. 80 cm -mv (blauw) tot 0 cm -mv (paars). Op deze kaart zijn duidelijk de meer lokale verschillen te zien in de grondwaterstand tussen percelen. Op relatief korte afstand doorloopt de GVG vaak 2 tot 3 legendaklassen (minimaal 40 tot maximaal 80 cm verschil).

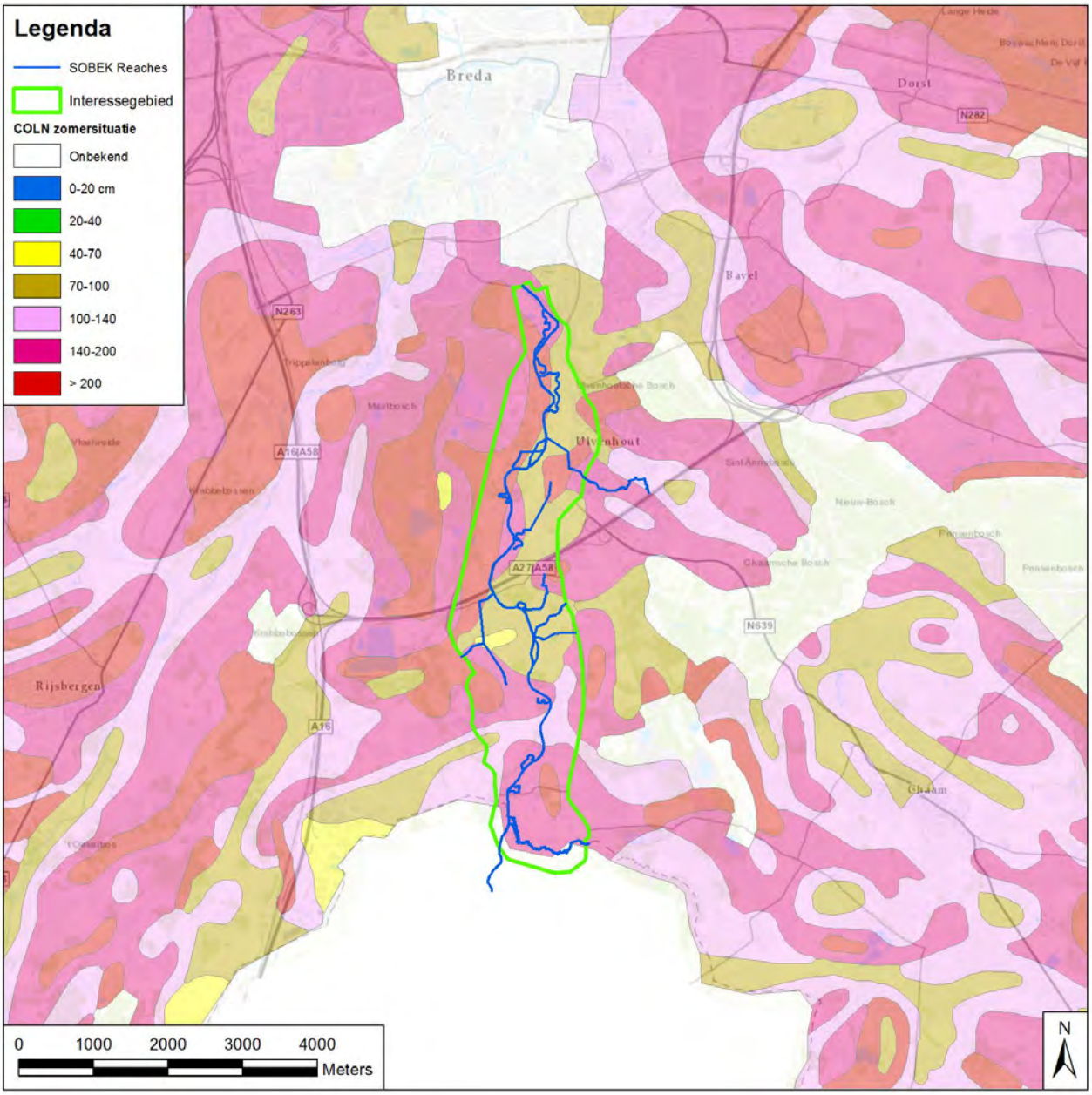
3.3.1.2 COLN-kaarten



Figuur 16: Grondwaterstand ten opzichte van maaiveld in de wintersituatie in de jaren '50 (Bron COLN data: http://www.wur.nl/nl/product/Historische-grondwaterstanden-1.htm).

Uit de kaart volgt dat in de wintersituatie in de jaren '50 het beekdal nog steeds ontwatering plaatsvond, maar de gronden ronduit nat waren met een drooglegging van 20 tot 40 cm beneden maaiveld (groen). De nabijgelegen beekdalen hebben een vergelijkbare drooglegging. De historische grondwaterstand lijkt daarmee wat lager te zijn dan de huidige grondwaterstand in de winter, aangezien nu grote delen van het beekdal een grondwaterstand van 0 – 20 cm -mv hebben. Dit komt overeen met het gemeten oppervlaktewaterpeil in relatie tot de historische peilen (zie H 3.4.1.4).

In de bovenloop van de Boven Mark, nabij Belgisch grondgebied, is duidelijk het traject op de hogere en drogere gronden herleidbaar. Hier is de ontwatering 40 tot 70 cm en volgt op korte afstand een grotere drooglegging van 70 tot 100 cm. Dit volgt ook uit de recente berekeningen.



Figuur 17: Grondwaterstand ten opzichte van maaiveld in de zomersituatie in de jaren '50 (Bron COLN data: http://www.wur.nl/nl/product/Historische-grondwaterstanden-1.htm).

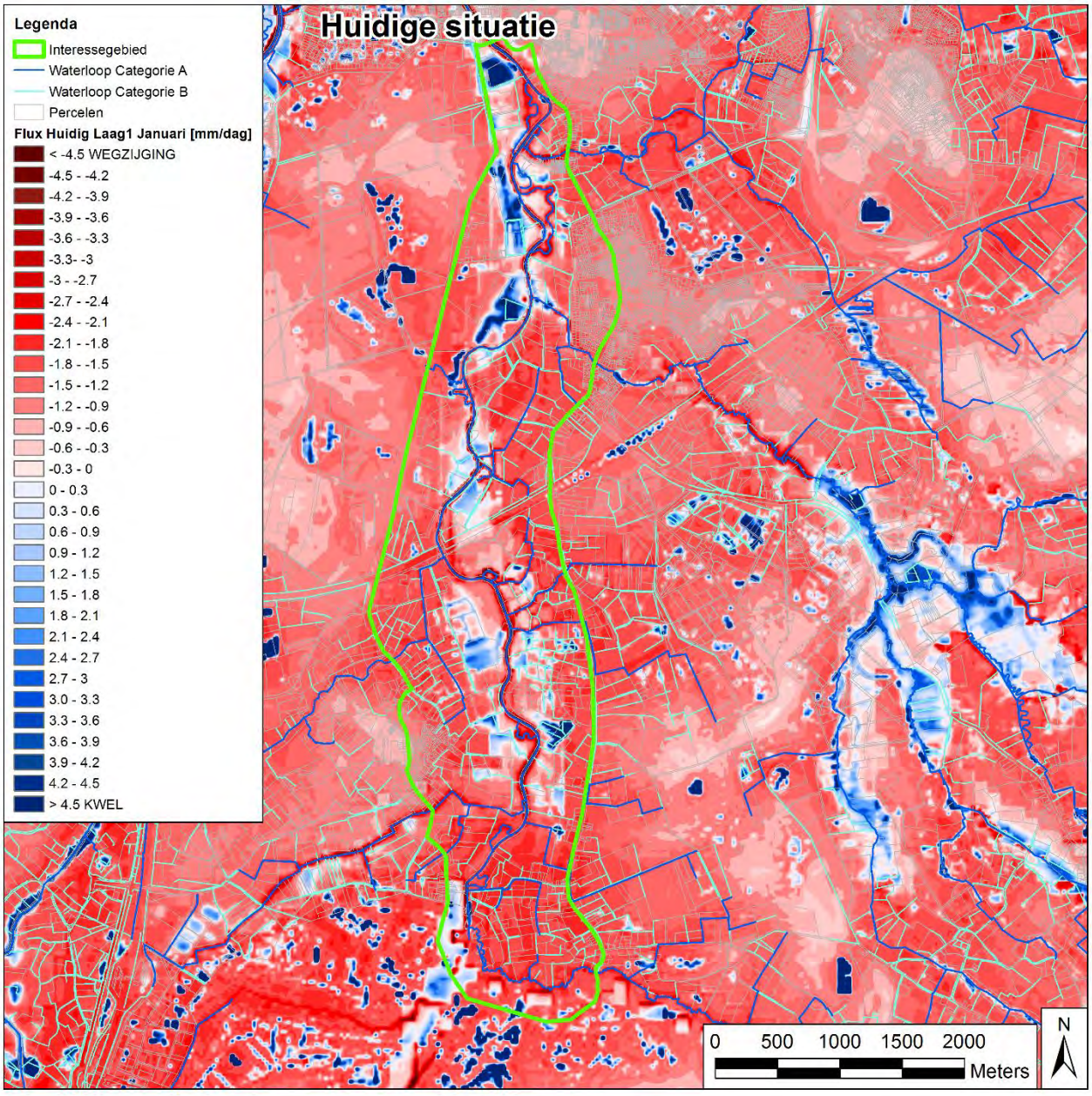
Volgens de COLN-kaarten verschuift in de zomersituatie de drooglegging in het beekdal. Deze wordt -uiteraard- niet alleen groter, maar de beek lijkt ook aan en soms zelfs op de westelijke flank te liggen. Dit volgt uit het feit dat het merendeel van de benedenstroomse loop op de grens ligt van de klasses 70 tot 100 en 100 tot 140 cm -maaiveld. Dit komt goed overeen met de huidige laagste grondwaterstand die berekend is op zo'n 80 tot 120 cm -mv.

3.3.1.3 Kwel- en infiltratiekaarten

Bijgaand zijn de kwel- en infiltratiekaarten weergegeven. Eigenlijk moet gesproken worden over fluxen, aangezien het de grondwaterbeweging betreft, horizontaal dan wel verticaal. De flux die hier is gepresenteerd is de berekende flux van modellaag. Een berekende kwelflux kan dus niet direct vertaald worden in een potentiële groeiplaats van grondwaterminnende planten.

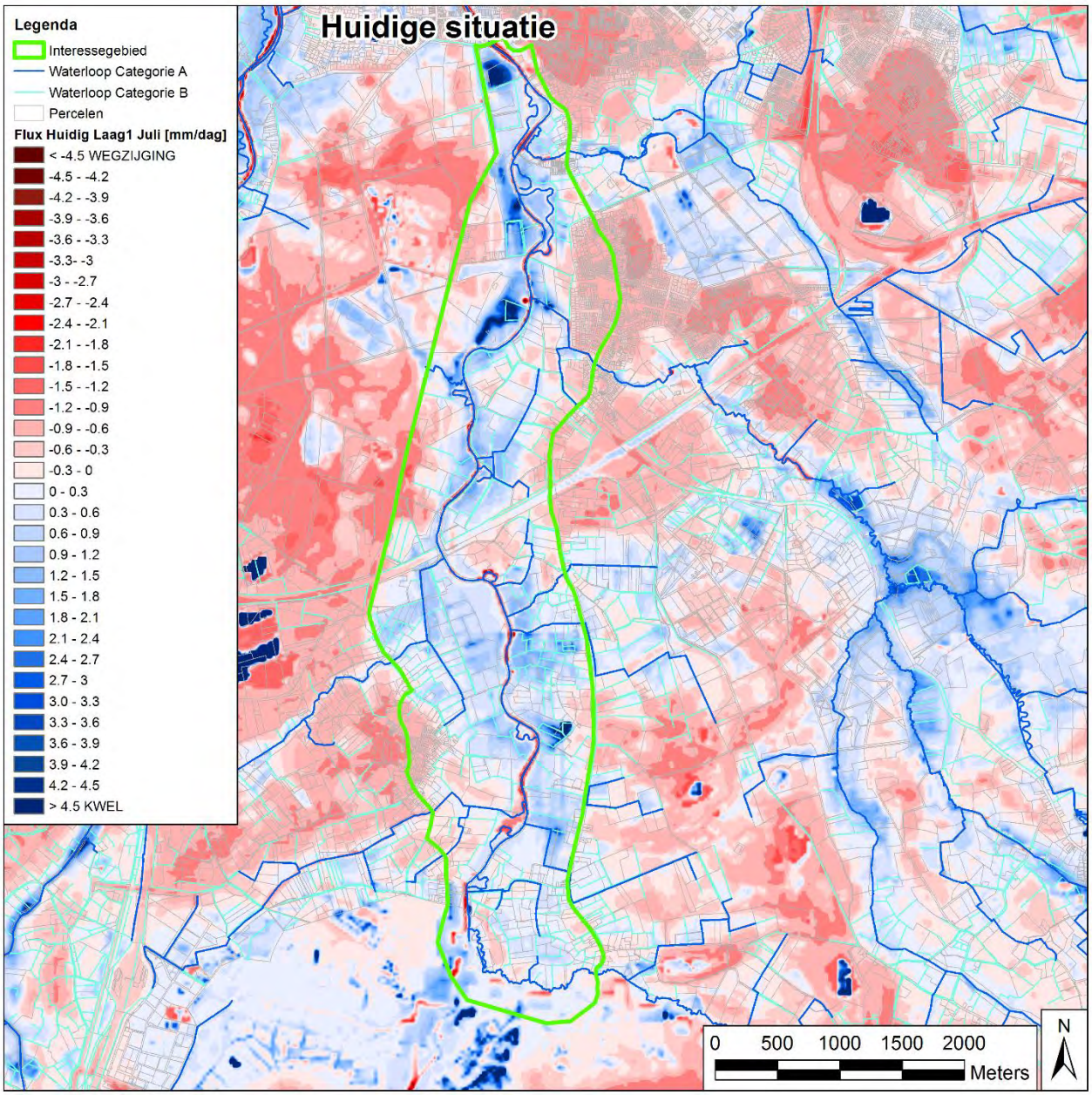
De kwel en infiltratie is berekend voor winter, voorjaar en zomer. In de winter is duidelijk sprake van een infiltratiesysteem. Dat wil zeggen dat het merendeel van het neerslagoverschot dient ter aanvulling van het

grondwatersysteem. Toch zijn er ook in de winter locaties waar sprake is van een kwelflux. Ter hoogte van Bouvigne geldt dit ook voor de natste locaties in het beekdal (4 mm/dag). In het zuidelijk deel van het Markdal is dat veel minder, mede doordat de kwel afgevangen wordt in de watergangen.



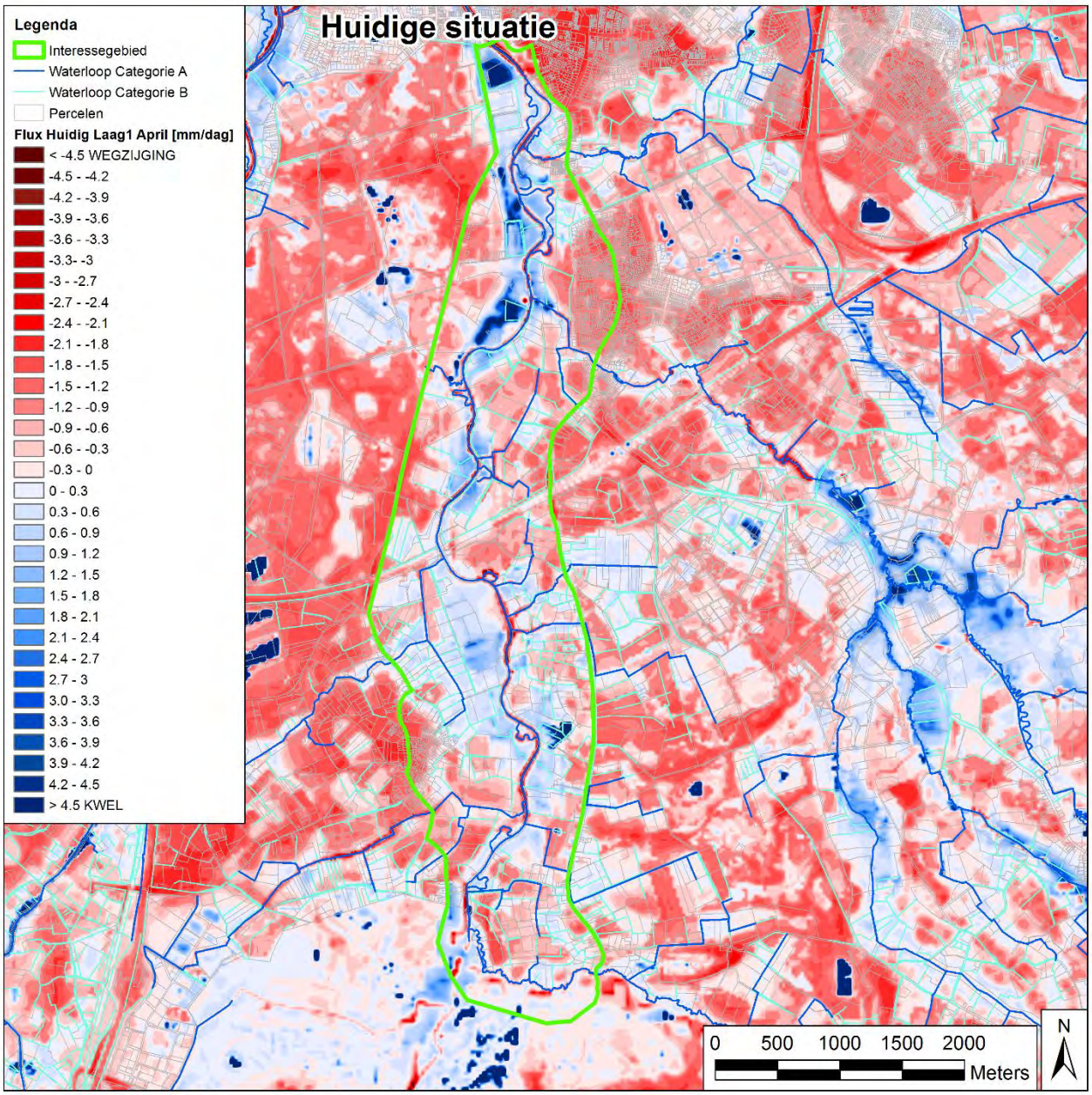
Figuur 18: Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de wintersituatie (rood = wegzijging).

Uit de kaart met de zomerflux blijkt dat in de zomer een neerslagtekort ontstaat dat wordt aangevuld met kwel. De stijghoogte of grondwaterstand in de hoger gelegen delen zorgt voor een nalevering van grondwater in het beekdal. De kweldruk is echter grotendeels in het beekdal beperkt tot <1 mm/dag, de laaggelegen locaties in het noordelijk beekdal daargelaten (>4 mm/dag).



Figuur 19: Berekende kwel en wegzijging zomersituatie

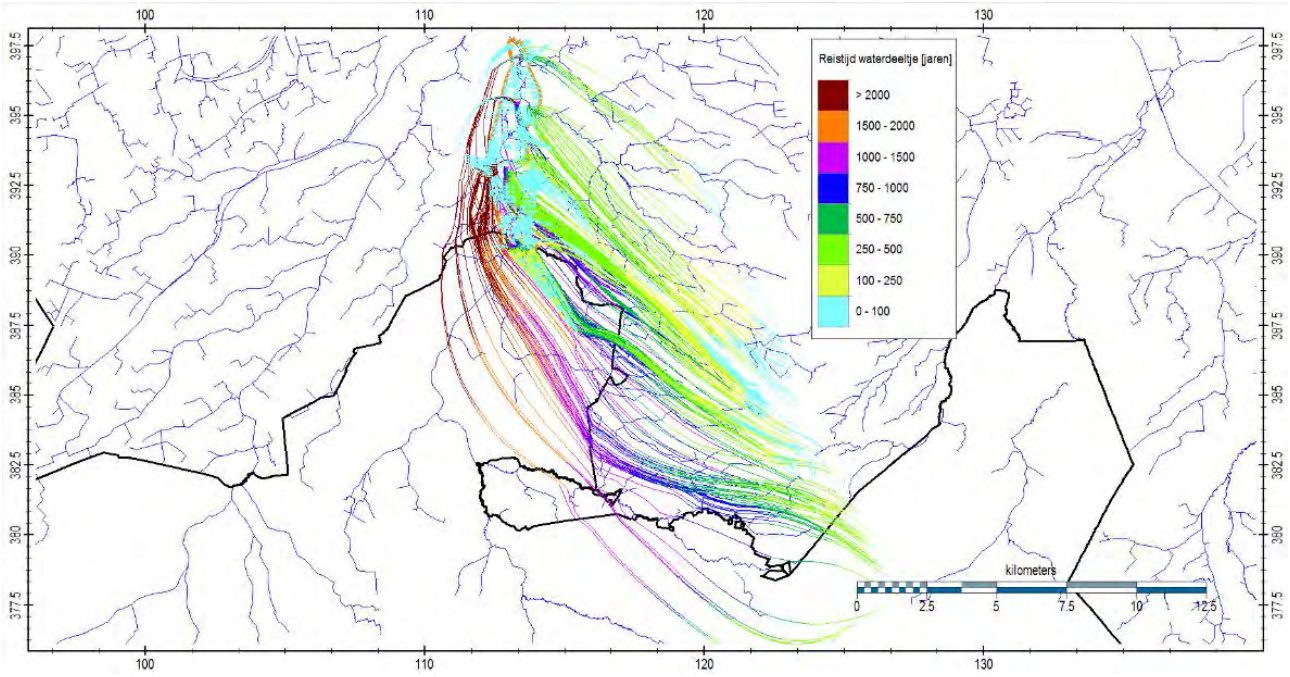
Het verschil tussen de zomer- en voorjaarssituatie is beperkt. Infiltratie vindt plaats op de hogere delen in het beekdal en langs sommige grotere watergangen zoals de Boven Mark zelf. Voor het overig deel blijkt dat er doorgaans sprake is van (beperkte) kwelinvloed, ook in de gemiddelde zomer. In het zuiden is de kwelinvloed geringer (0,5 mm/dag) dan in het noorden (1,5 mm/dag).



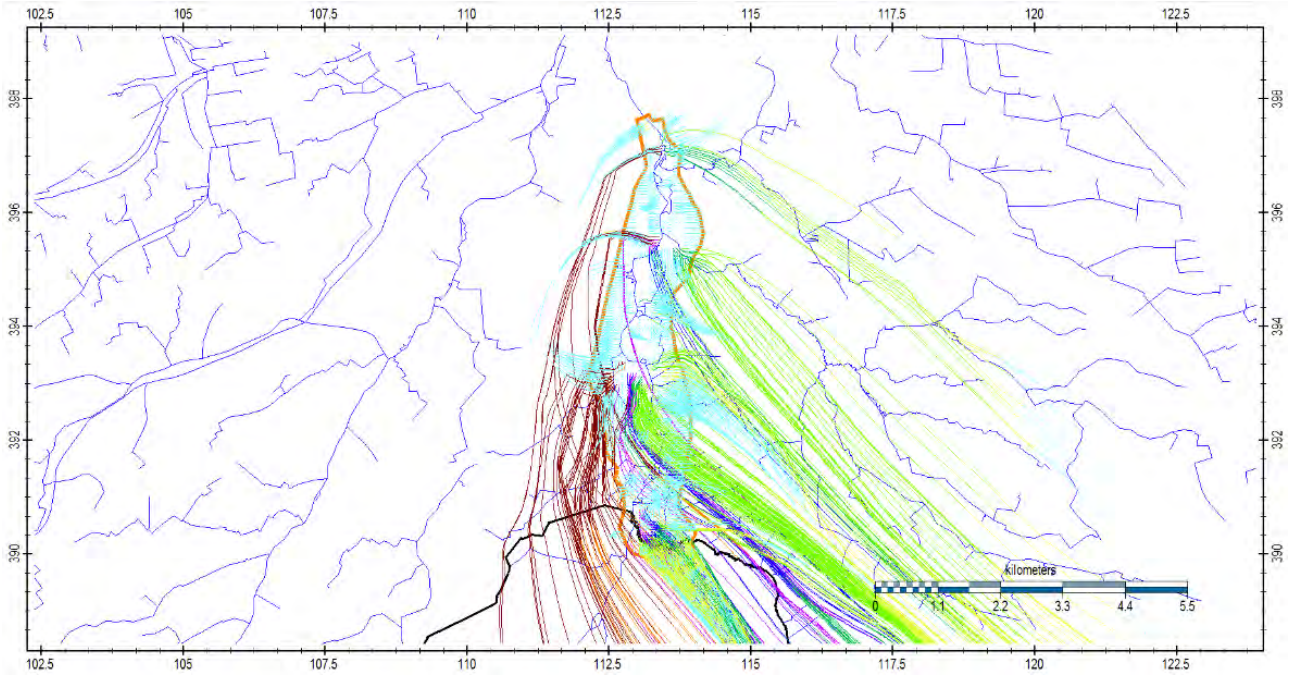
Figuur 20: Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de voorjaarssituatie (rood = wegzijging).

3.3.1.4 Stroombanen

Voor het Markdal is de herkomst van het opkwellende grondwater berekend via stroombaanberekeningen. In figuur 21 zijn de resultaten weergegeven. In navolging van het stroomgebied (oppervlaktewater cq maaiveldverhang) heeft ook het grondwater zijn herkomst met name uit het (zuid)oostelijk deel. Intrekgebied en stroomgebied komen dus grotendeels overeen.



Figuur 21: Berekende stroombanen. De kleurstelling indiceert de reistijd van het grondwater. Donker is daarbij oud en licht is jong grondwater.



Figuur 22: Berekende stroombanen, maar verder ingezoomd op het interessegebied. Berekende stroombanen. De kleurstelling indiceert de reistijd van het grondwater. Donker is daarbij oud en licht is jong grondwater.

Uit het detailfiguur (figuur 22) mag geconcludeerd worden dat het zuidelijk deel van het Markdal het meeste en oudste grondwater aantrekt. Echter ook in het noordelijk deel zijn twee locaties op de westoever van de Mark aanwezig waar oud grondwater voorkomt: bij Blauwe Kamer en rond Bouvigne.

3.3.2 Grondwaterkwaliteit

Van de grondwaterkwaliteit zijn geen gegevens voor handen, noch van het waterschap, noch vanuit een bron als DINO-loket. Op basis van de stroombaanberekening kan echter wel een indicatie gegeven worden. In het zuidelijk deel wordt voornamelijk de kwel aangetrokken die door de diepere lagen heeft gestroomd. Daartoe behoort ook de formatie van Oosterhout. Deze formatie is kalkrijk. Daarmee mag aangenomen worden dat het opkwellende grondwater in het zuiden een grotere buffercapaciteit heeft dan dat in het noorden van het Markdal.

Wel kan de grondwaterkwaliteit afgeleid worden uit het voorkomen van plantsoorten. Studio Wolverine heeft in 2016 een inventarisatie gedaan in het Markdal naar kwelindicerende soorten. Daarbij is onderscheid gemaakt naar specifieke kwelmilieus. Voorbeelden zijn combinaties van kwel met voedselrijk of -arm water, met stromend of stilstaand water, en verschillende bodemtypes. In zijn algemeenheid is geconcludeerd dat het Markdal voedselrijk is. Een soort als waterviolier die kenmerkend is voor de combinatie van kwel, voedselarm en stilstaand water is slechts 2x waargenomen.

Uit de inventarisatie is gebleken dat op de westoever de meeste kwellocaties aanwezig zijn, zowel ten zuiden van de A58 (vanaf Galder tot aan de Mark, waaronder ook Daesdonck) als wat verder ten noorden van de A58 (Blauwe Kamer). Op de oostoever is met name het gebied halverwege Strijbeek en Notsel rijk aan opkwellend water. Hier is de waterviolier waargenomen wat duidt op schralere omstandigheden (zie verder par. 3.6.2 terrestrische ecologie).

3.4 Oppervlaktewater

3.4.1 Kwantiteit

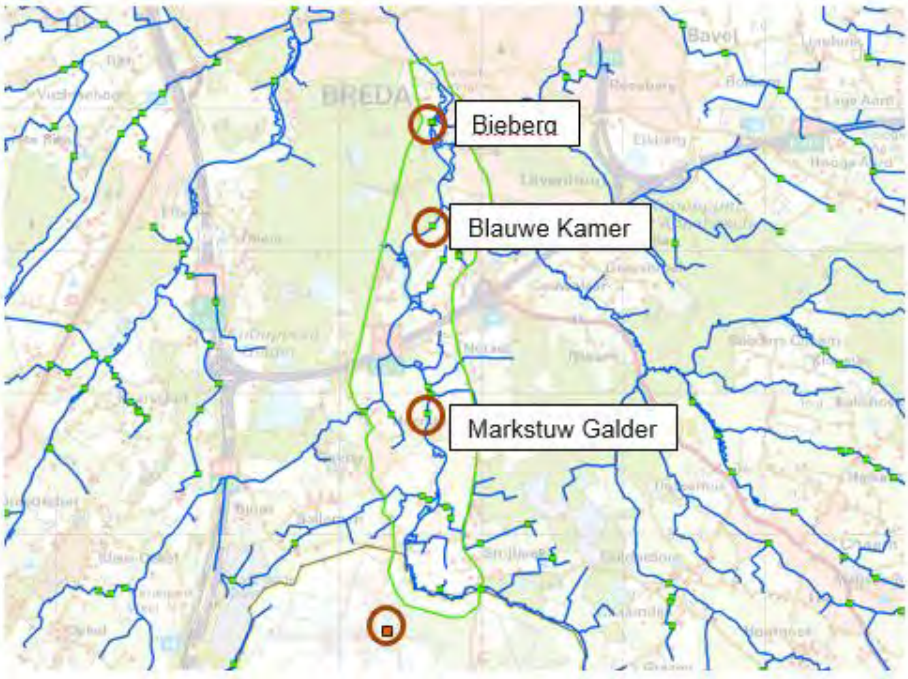
3.4.1.1 Algemeen

De oorsprong van de Boven Mark ligt in België. Daarmee ligt een groot deel van het stroomgebied van de beek in België. Het stroomgebied kan verdeeld worden in verschillende deelstroomgebieden, vanwege de grote nevenbeken die op het Markdal uitkomen, zoals ’t Merkske en de Chaamse beken.

Omdat het stroomgebied van de Boven Mark de grens kruist, zijn de deelstroomgebiedsgrenzen en benamingen niet geheel op hydrologische basis tot stand gekomen. ’t Merkske onspringt (deels) in België en mondt op de grens bij Castelré uit in de Boven Mark. De Bremer ontspringt in Nederland en wateren in westelijke richting af op de Boven Mark in België. De Chaamse Beek watert af in noordelijke richting en stroomt nabij Ulvenhout in de Boven Mark.

In het interessegebied liggen in de Boven Mark drie automatische stuwen. Deze stuwen dienen als peilreguleringsmiddelen. Daarmee wordt de natuurlijke fluctuatie van de waterstand beperkt, de zomerwaterstand zakt minder ver uit en de waterstandspieken kunnen worden afgevlakt. De locaties van deze stuwen zijn weergegeven in figuur 23.

Naast de drie grote automatisch stuwen is er een aantal vaste of handmatig regelbare stuwen in de aangrenzende watergangen en beken om het peil al daar te beheren. Daarnaast zijn er vispassages die zorgen voor opstuwing. Dit is onder meer gewenst vanwege het agrarische grondgebied in het Markdal. Tevens zijn daarom percelen gedraineerd.



Figuur 23: Hoofdwatersysteem met de vier grote stuwen in het Markdal.

3.4.1.2 Profielen

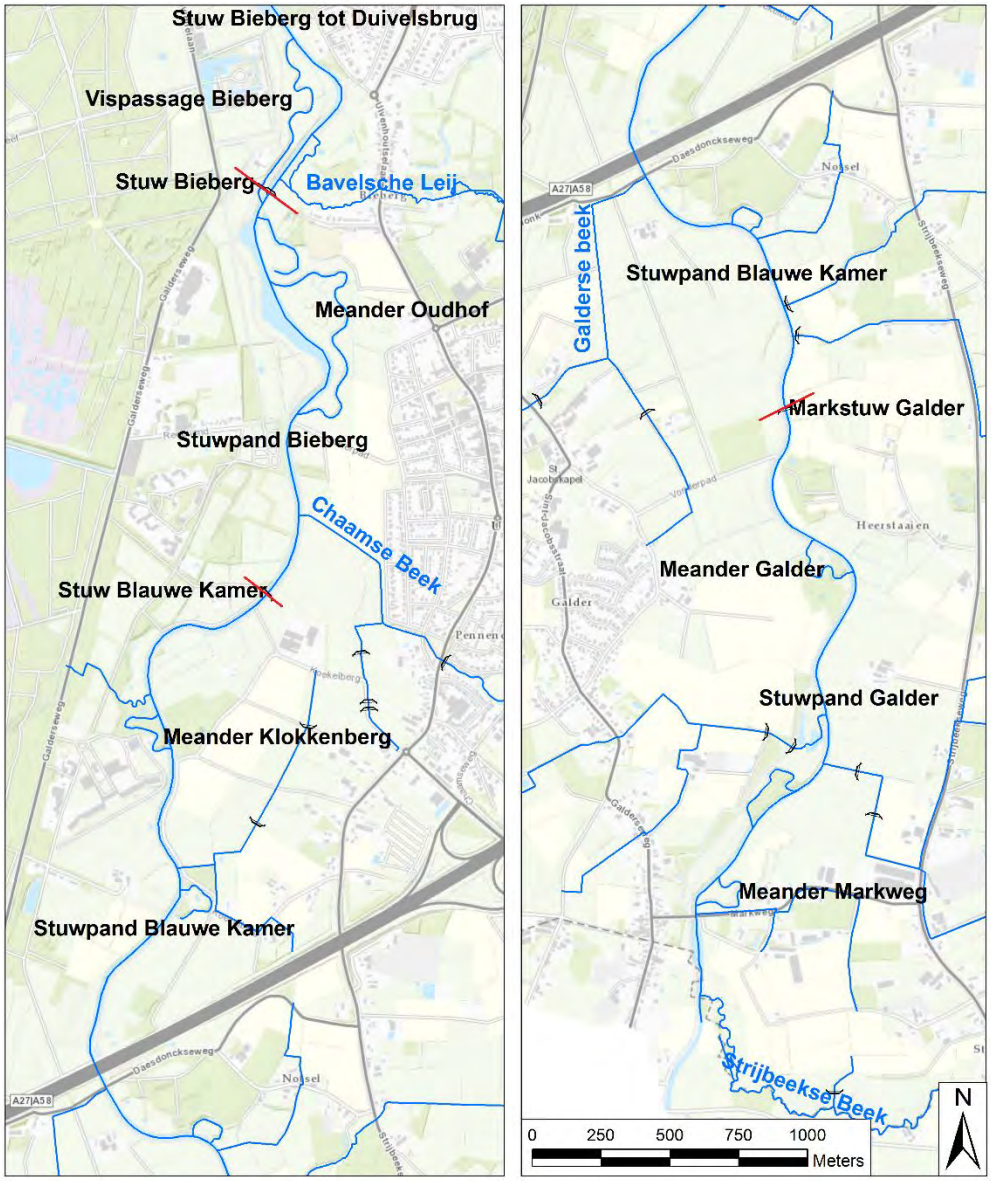
In onderstaande tabel 1 zijn de profielen per traject beschreven. Grotendeels zijn dit overgedimensioneerde trajecten die diep en breed zijn ten behoeve van voldoende waterafvoerende capaciteit bij piekafvoeren. Uitzonderingen daarop zijn de meanders en de vistrap Bieberg.

Tabel 1: Modelresultaten voor de waterdiepte en -breedte per tracé (Bron: WBD).

Traject	Stuwpand Galder	Meander Markweg	Meander Galder	Stuwpand Blauwe Kamer	Meander Klokkenberg	Stuwpand Bieberg	Meander Oudhof	Stuw Bieberg tot Duivelsbrug	Vispassage Bieberg	Duivelsbrug tot singel
Gemiddelde waterdiepte (m)	2,3	3,7	1,0	2,2	1,6	2,5	2,2	2,0	0,5	2,5
Minimale waterdiepte	2,3	3,6	0,9	2,2	1,6	2,5	2,2	1,7	0,5	2,3
Gemiddelde breedte van de waterspiegel (m)	21	17	5	21	11	22	12	20*)	5	18

*) Waterspiegelbreedte excl. zandvang

In figuur 24 is de ligging van de bovengenoemde tracés op kaart weergegeven.



Figuur 24: Ligging locaties en stuwpanden uit tabel 1, ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts).

De waterdiepte in de gekanaliseerde trajecten bedraagt overwegend 2 à 2,5 m, waar de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW)[3] spreekt van ideale waarden tussen 0,2 en 0,7 m, zowel voor een middenloop als benedenloop.

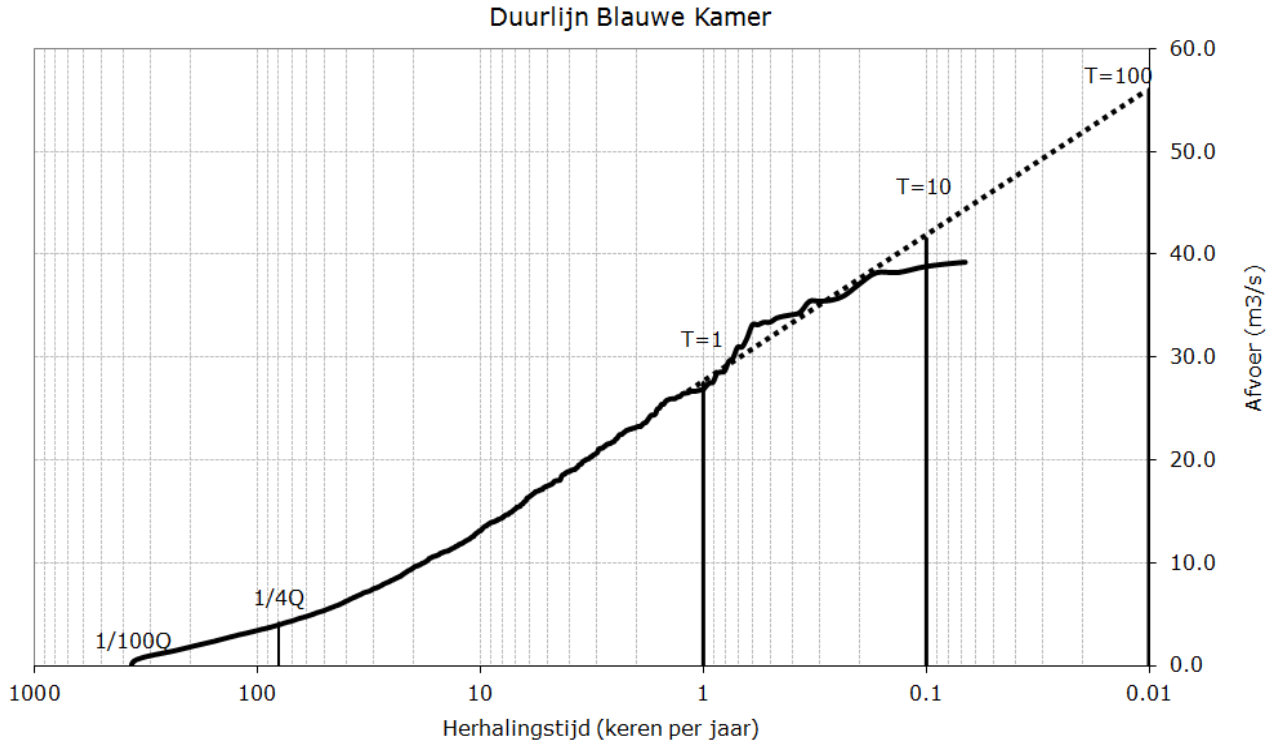
De breedte van de gekanaliseerde trajecten van de Boven Mark bedraagt circa 20 m en van de smalste meanders 5 m. Voor een middenloop is een richtwaarde van 2 tot 5 m in de HOW gegeven, wat onderstreept dat het Markdal eerder beschouwd moet worden als een benedenloop dan als een middenloop. De richtwaarde uit de HOW voor de benedenloop is >8 m. Dit bevestigt de overdimensionering van de stuwpanden (> 20m). Ook mag hieruit herleid worden dat meander Galder en de vispassage Bieberg wat smal zijn (5 m).

3.4.1.3 Afvoerdynamiek

In de Boven Mark is een afvoermeetpunt aanwezig bij stuw Blauwe Kamer. Met behulp van metingen van de bovenstroomse waterhoogte, benedenstroomse hoogte en de klepstand wordt een afvoer berekend. Er wordt een afvoer berekend sinds 1982, maar de jaren 1982, 1983, 1985 en 1986 kennen veel ontbrekende

[3] Handreiking ontwikkeling waterlopen (HOW), Buskens, R; Aalders, P, Waterschap Aa en Maas, 2012.

gegevens en zijn daarom niet in de afvoeranalyse gebruikt. De frequent voorkomende afvoeren, van een droogste week afvoer tot een halve maatgevende afvoer, zijn uit de meetgegevens afgeleid met behulp van een duurlijn (figuur 25). De minder frequent voorkomende afvoeren, van een jaarlijkse piekafvoer tot een extreme afvoer die éénmaal per 100 jaar voorkomt, zijn statistisch berekend (methode van Chegodayev). Daarnaast is bij de minder frequente afvoeren een 95% betrouwbaarheidsinterval berekend (methode van Bootstrap).



Figuur 25: Duurlijn Bovenmark t.h.v. stuw Blauwe Kamer.

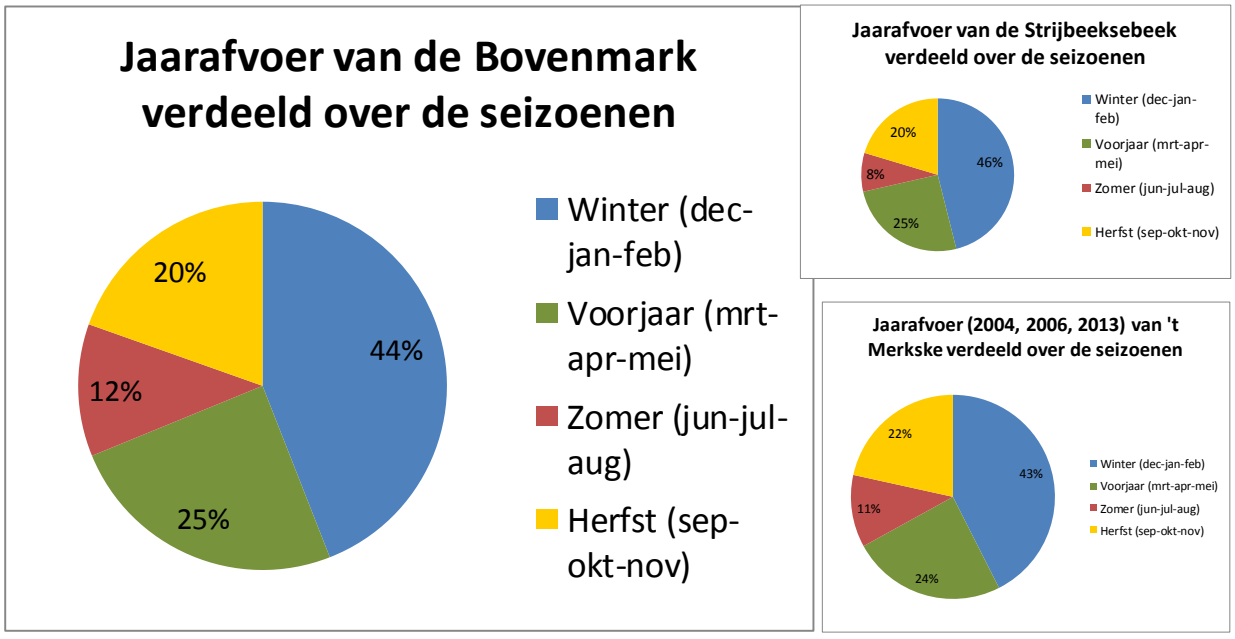
Uit de duurlijn en met de statistische berekeningen zijn de afvoeren bepaald zoals in onderstaande tabel 2 weergegeven. De Boven Mark kent een jaarlijkse piekafvoer van ca. 23 m^3/s en een voorjaarsafvoer van ca. 3,3 m^3/s. De jaarlijkse piekafvoer is daarmee ca. 7 keer hoger dan een voorjaarsafvoer. Bij een natuurlijke beek ligt de piekafvoer ongeveer een factor 4 hoger dan de voorjaarsafvoer. De Boven Mark kent dus relatief hoge piekafvoeren die waarschijnlijk het gevolg zijn van de intensieve ontwatering van het bovenstrooms gebied en een beperkt overstromingsgebied waar piekafvoeren geborgen kunnen worden.

Tabel 2: Een aantal karakteristieke afvoeren, zoals afgeleid van meetwaarden in de Boven Mark bij stuw Blauwe Kamer in de jaren 1984 en 1987 t/m 2015 (Bron: WBD).

Herhalingstijd	Afvoer (m^3/s)	95% betrouwbaarheids-interval van de afvoer (m^3/s)	Toepassing
T100 (één keer per 100 jaar)	57	51 – 60	WB21 norm Inundatie stedelijk gebied
T10 (één keer per 10 jaar)	40	36 – 42	WB21 norm inundatie grasland
T2 (één keer per 2 jaar)	28	24 – 31	Indicatie geulvormende afvoer

Herhalingstijd	Afvoer (m^3/s)	95% betrouwbaarheids-interval van de afvoer (m^3/s)	Toepassing
T1 (jaarlijkse piekafvoer)	23	19 – 26	Indicatie geulvormende afvoer
Halve maatgevende afvoer (2-3 weken/jaar)	11		
Voorjaarsafvoer (3 maanden/jaar)	3,3		Optimale werking vistrappen
Mediane (gemiddelde) afvoer	1,7		Gewenste gemiddelde stroomsnelheid
Droogste maand afvoer	0,7		Ondergrens stroomsnelheid KRW soorten
Droogste week afvoer	0,4		

In figuur 26 is de jaarafvoer van de Boven Mark uitgesplitst over de seizoenen. Naar verhouding kent de Boven Mark iets meer zomerafvoer dan 't Merkske en de Strijbeekse beek. Dit zal het gevolg zijn van de (regionale) kwel die de Boven Mark ontvangt. Desondanks daalt de afvoer van de Boven Mark 's zomers tot 400-700 l/s.



Figuur 26: Gemeten jaarafvoer van Boven Mark, Strijbeekse beek en Merkske verdeeld over de seizoenen (Bron WBD).

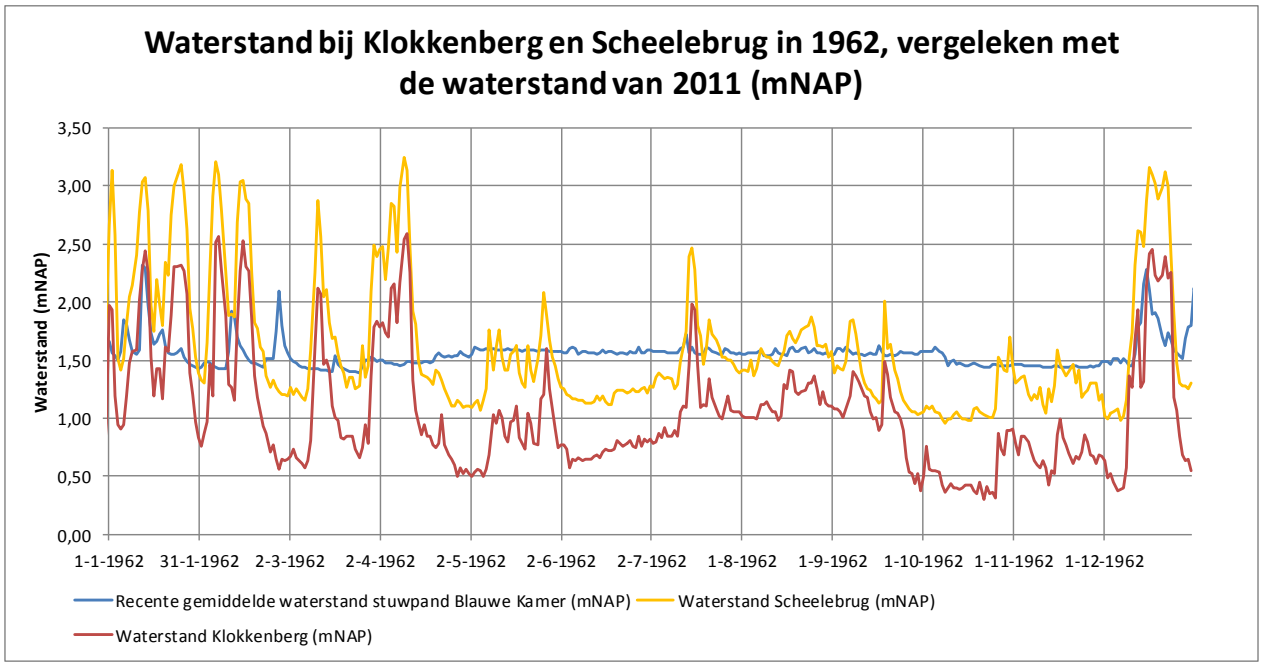
3.4.1.4 Waterpeilen

De waterpeilen in de Boven Mark worden op 6 locaties gemeten: boven- en benedenstrooms van ieder van de 3 stuwen (zie figuur 24). De waterpeilen in de Boven Mark van Galder tot stuw Bieberg staan gedurende vrijwel het gehele jaar onder invloed van de stuwen Bieberg en Blauwe Kamer en Markstuw Galder (tabel 3). Alleen tijdens piekafvoeren worden de stuwkleppen gestreken en ontstaat er een meer natuurlijk verhang in de waterlijn van de Boven Mark. Met stuw Bieberg wordt een vast waterpeil nagestreefd, terwijl met stuw Blauwe Kamer en Markstuw Galder een tegennatuurlijk peilregime wordt gevoerd, waarbij het zomerpeil enigszins hoger ligt dan het winterpeil.

Tabel 3: Gemiddelde waterpeilen op diverse locaties in de Boven Mark, zoals die in de huidige situatie voorkomen.

	Waterpeil zomer (mNAP)	Waterpeil winter (mNAP)
Benedenstrooms stuw Bieberg	0,00	0,20
Bovenstrooms stuw Bieberg	0,85	0,85
Bovenstrooms stuw Blauwe Kamer	1,60	1,55
Bovenstrooms Markstuw Galder	2,55	2,50

Met behulp van deze stuwen wordt de natuurlijke peilfluctuatie sterk beperkt (figuur 27). Uit waterstandsmetingen uit de jaren '60, dus van vóór de grootschalige kanalisatie van de Boven Mark in 1969, blijkt nog een peilfluctuatie van ruim 2 meter tussen lage en hoge waterpeilen. Door de kanalisatie en dankzij de stuwen wordt de jaarlijkse peilfluctuatie tegenwoordig tot ca. 1 meter beperkt.

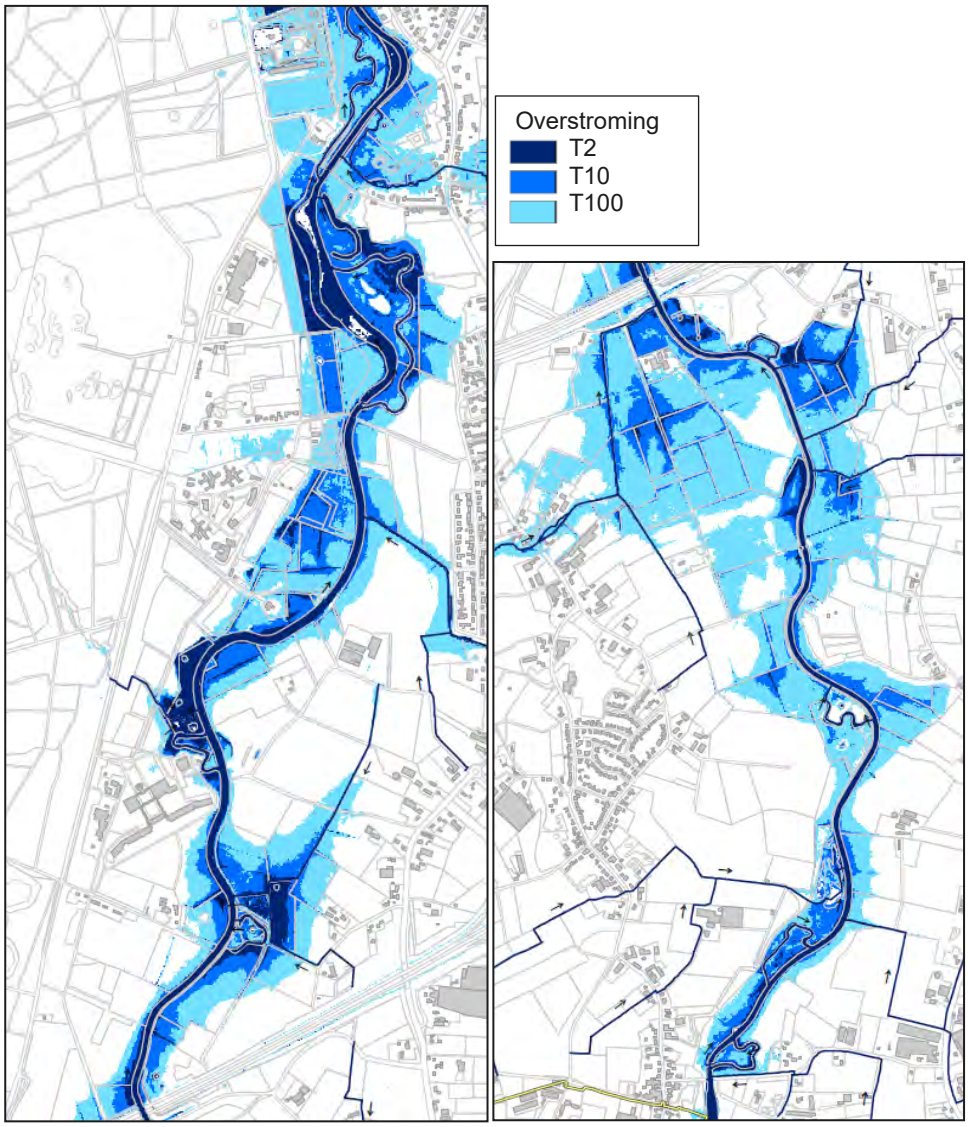


Figuur 27: Gemeten waterstand van de Boven Mark bij Klokkenberg en Scheelebrug voor de kanalisatie vergeleken met de recent gemeten waterstand (2011) in stuwpand Blauwe Kamer.

De Boven Mark benedenstrooms van stuw Bieberg staat onder invloed van het waterpeil op het Volkerak-Zoommeer. Voor de afdamming en daarmee het ontstaan van het Volkerak (1986) en Zoommeer (1987) stonden de singels van Breda nog in open verbinding met zee. Naar verluidt was er op de singels van Breda echter weinig merkbaar van eb en vloed.

3.4.1.5 Inundatie

Met behulp van Sobek is de overstromingsfrequentie van het beekdal berekend (figuur 28). De laagste percelen in het beekdal overstromen bij een afvoergolf die statistisch éénmaal per 2 jaar (T2) optreedt. Tijdens een dergelijke afvoergolf staat er één tot enkele dagen water op het land. Bij een afvoergolf T10, die éénmaal in de 10 jaar optreedt, overstromen de laagtes in het beekdal en een grootschalige overstroming van het beekdal treedt pas op bij een afvoergolf T100, die éénmaal per 100 jaar optreedt.



Figuur 28: Berekend overstromingsoppervlak bij verschillende afvoersituaties in het dal van de Boven Mark ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts).

Vanuit ecologisch perspectief is het areaal dat bij een T2 situatie inundeert beperkt. Dat geldt ook voor de overstromingsduur. Normaliter inunderen de eerste delen al bij T1 (Handboek Geomorfologisch beekherstel). Zowel voor de flora als fauna is idealiter sprake van grotere arealen die langer geïnundeerd zijn. In de huidige situatie draagt het beekdal daardoor weinig bij aan de ecologische kwaliteit in de beek. Wel dient hierbij de kanttekening geplaatst te worden dat het huidige overstromingswater voedselrijk is. Inundatie met voedselrijk water zal ertoe leiden dat schralere plantsoorten weggeconcurreerd worden.

3.4.1.6 Stroming

De gewenste stroomsnelheid voor een benedenloop van een laaglandbeek (R6) bedraagt 0,1-0,5 m/s volgens de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen. Bij beekherstelprojecten wordt in de regel een stroomsnelheid van minimaal 0,2 m/s nagestreefd, waarbij deze stroomsnelheid bij voorkeur gedurende het gehele jaar gehaald wordt. Daarom wordt een stroomsnelheid tussen 0,2-0,5 m/s gezien als goed, een stroomsnelheid van 0,1-0,2 of >0,5 m/s als matig en een stroomsnelheid kleiner dan 0,1 m/s als slecht.

Met een Sobek-oppervlaktewatermodel zijn verschillende hydraulische parameters, zoals stroomsnelheid en waterdiepte, berekend voor de Boven Mark. Om de stroomsnelheid e.d. jaarrond te berekenen zijn de gemeten afvoeren bij stuw Blauwe Kamer verdeeld over de verschillende trajecten naar rato van het afwaterend oppervlak. Vervolgens is de stroomsnelheid berekend voor verschillende afvoersituaties (zie tabel 4). De berekende waarden kunnen gezien worden als een beste schatting.

Tabel 4: Modelresultaten van berekende stroomsnelheden per traject; groen = parameter voldoet aan ecologische wens; geel = parameter niet optimaal; rood = parameter voldoet niet aan ecologische wens (Bron: WBD).

Traject	Stuwpand Galder	Meander Markweg	Meander Galder	Stuwpand Blauwe Kamer	Meander Klokkenberg	Stuwpand Bieberg	Meander Oudhof	Stuw Bieberg tot Duivelsbrug	Vispassage Bieberg	Duivelsbrug tot singel
Stroomsnelheid bij hoogwater (T=1) (m/s)	0,58	0,40	0,75	0,57	0,51	0,58	0,46	0,37	0,2-0,6	0,6
Gemiddelde winter stroomsnelheid (bij 30%MA) (m/s)	0,08	0,07	0,55	0,09	0,22	0,09	0,18	0,08	0,1-0,6	0,11
Gemiddelde zomer stroomsnelheid (jun/jul/aug) (m/s)	0,02	0,02	0,19	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,1-0,6	0,03
Minimum stroomsnelheid (m/s)	0,01	0,01	0,11	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,1-0,6	0,02

Uit de tabel blijkt dat alleen de vispassage bij Bieberg voldoet aan de gewenste stroomsnelheid, hoewel de variatie in stroomsnelheden binnen de vispassage wel onnatuurlijk groot is. Van de gekanaliseerde trajecten ligt de stroomsnelheid vanuit ecologisch oogpunt vrijwel het gehele jaar veel te laag. Van de meanders komt meander Galder nog het dichtste in de buurt van de gewenste stroomsnelheid.

3.4.1.7 Stagnant water

Stagnant water heeft een natuurlijke rol in het beeksysteem. Het komt voor in poelen en afgesneden meanders. Stagnant water in de hoofdgeul kan echter funest zijn voor typische stroomminnende beeksoorten. In veel beeksystemen treedt ’s zomers stagnant water op door een combinatie van het wegvallen van het debiet en het vervolgens optrekken van stuwen om verdroging te voorkomen.

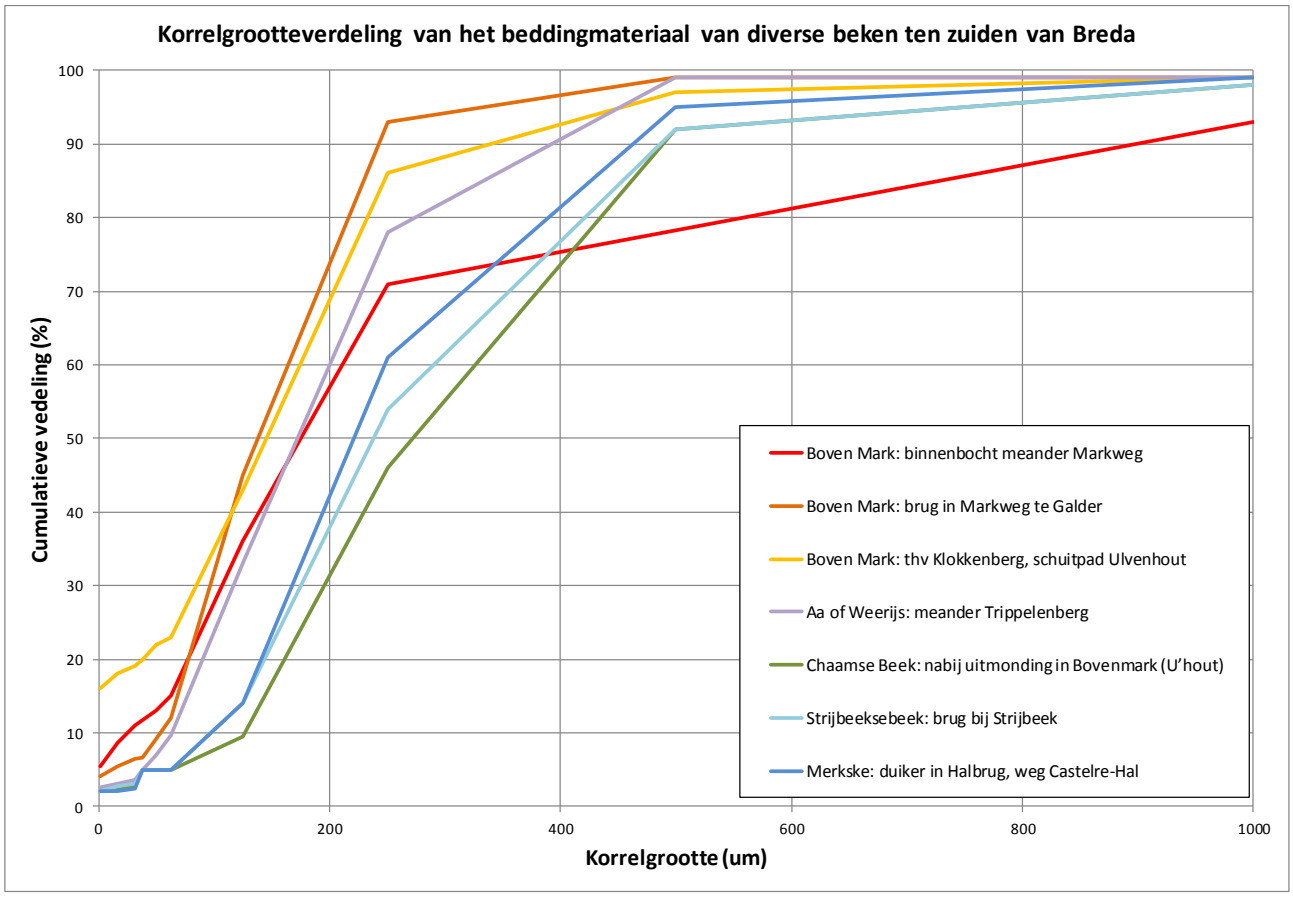
In het Markdal treedt geen stagnant water op in de hoofdgeul. De zomerafvoer is zelfs in de droogste weken nog 400 l/s. Stagnant water vindt wel plaats in aanliggende wateren, zoals de meanders Bieberg en Schoondonk. Dit zijn historische meanders die eenzijdig aangesloten zijn op de Boven Mark. Verder treedt stagnant water op in de “hoogwatergeul” ten westen van de meander Oudhof (t.h.v. de jeugdgevangenis) en de “hoogwatergeulen” bij de meanders Markweg, Galder en Notsel. Let wel; in de hoofdgeul zelf, die op die locaties door de meanders zelf voert, is sprake van stromend water.

3.4.2 Morfologie

3.4.2.1 Sediment

In de bedding van de Boven Mark en enkele andere beken ten zuiden van Breda is in 2015 op diverse locaties een korrelgrootteverdeling van het bodemmateriaal bepaald. Hieruit blijkt dat de mediane korrelgrootte (D50) van het beddingmateriaal van de Boven Mark ca. 160 µm bedraagt (rode, oranje en gele lijn in figuur 29). Dit is vergelijkbaar met bijvoorbeeld de korrelgrootte in de Aa of Weerijs, maar enigszins fijner dan de mediane korrelgrootte van de Chaamse Beek, Strijbeekse beek of ’t Merkske. Deze verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt door het gekanaliseerde en gestuwde karakter van de Boven Mark en de Aa of Weerijs versus het vrijwel ongestuwde karakter van de Chaamse Beek, Strijbeekse beek en ’t Merkske. Door de hogere stroomsnelheid in de vrijwel ongestuwde beken spoelt het fijnere materiaal sneller weg en is het beddingmateriaal wat grover van samenstelling. Bovendien was in de Boven Mark op de landsgrens tot op heden een zandvang aanwezig. In een zandvang slaat het grovere materiaal sneller neer dan fijn materiaal, waardoor het beddingmateriaal benedenstrooms een zandvang fijner zal zijn dan

bovenstrooms van de zandvang. Momenteel is de zandvang zo goed als vol en wordt deze niet meer geleegd.



Figuur 29: Korrelgrootteverdelingen van diverse beken ten zuiden van Breda (Bron: WBD).

3.4.2.2 Meandering: historie en potentie

Historische meandering

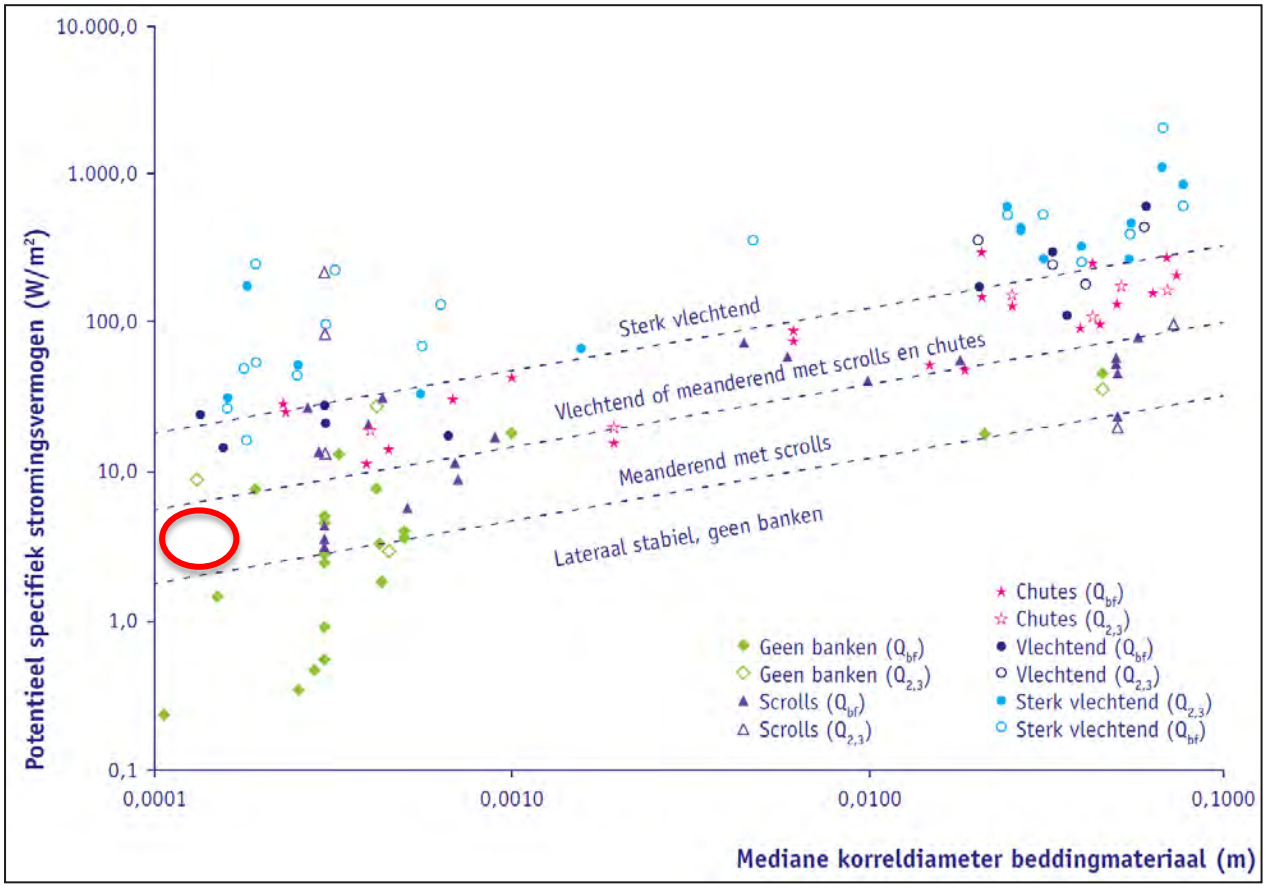
Uit historische kaarten en luchtfoto's weten we dat de Boven Mark gemeanderd heeft. Uit historische kaarten is dit proces herleidbaar (zie figuur 30). Het valt op dat nergens duidelijk afgesneden meanders voorkomen. Ter toetsing is op dezelfde hoogte naar de Aa of Weerijs gekeken, maar deze laat hetzelfde beeld zien (figuur 31).

Figuur 30: Historische kaarten van de Boven Mark in ca. 1850 en 1900. Van een aanzienlijke meandering lijkt geen sprake. Wel is op drie locaties een toename van meanderbocht waarneembaar (Bron: www.topotijdreis.nl).

Figuur 31: Historische kaarten van de Aa of Weerijs in 1850 en 1921 op vergelijkbare hoogte als de bovenstaande historische kaarten van het Markdal. Waarneembaar is de beperkte toename van de meanderuitslag, die daarmee van vergelijkbare orde is aan het Markdal. De enige uitzondering over het gehele traject is de meander in de grote rode cirkel (Bron: www.topotijdreis.nl).

Potentiële meandering

Met behulp van het stabiliteitsdiagram uit Makaske[4] (2015), de mediane korreldiameter en het debiet kan het potentieel specifiek stromingsvermogen en daarmee het type beek getoetst worden. Het potentieel specifiek stromingsvermogen wordt berekend op basis van de geulvormende afvoer (26 m^3/s: zie afvoerdynamiek par. 3.4.1.4), de dalhelling (0,33 m/km over het grootste deel: zie reliëf par. 3.2) en de mediane korreldiameter (150 µm: zie sediment par. 3.4.1.9). Het potentieel specifiek stromingsvermogen (ω_{pv}) van de Boven Mark bedraagt dan ca. 3,5 W/m^2.



Figuur 32: Stabiliteitsdiagram uit Makaske (2015) met daarin de locatie van de Boven Mark (rode cirkel).

Als deze ω_{pv} tegen de mediane korreldiameter wordt geplot in het stabiliteitsdiagram (rode cirkel in figuur 32) blijkt de Boven Mark in het beektype “meanderend met scrolls” te vallen. Dit beektype heeft voldoende stromingskracht om te meanderen, maar onvoldoende om meanderhals-afsnijdingen (“chutes”) of een vlechtend patroon te laten ontstaan.

Verklaring

Volgens het stabiliteitsdiagram is er voldoende energie voor meandering. De Boven Mark heeft tot aan de kanalisatie in de jaren ´60 inderdaad een meanderende loop gehad. Echter, uit de historische kaarten blijkt dat er van verplaatsing van meanders gedurende enkele honderden jaren nagenoeg geen sprake was. De belangrijkste reden daarvoor is zeer waarschijnlijk de sterk lemige (onder)grond. Leem heeft een sterk verkittende werking. Een beekloop heeft dan aanzienlijk meer verhang en daarmee energie nodig om actief meanderend te kunnen zijn.

Vermoedelijk heeft de beek zijn meanderende ligging tot voor de kanalisatie gevormd door het smeltwater van de laatste ijstijd (eind Middeleeuwen).

[4] Makaske, B. & G. Maas (2015). Handboek geomorfologisch beekherstel. Stowa.

3.4.3 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van de Boven Mark is matig tot onvoldoende. De concentraties fosfor, stikstof, ammonium en zink zijn te hoog. Daarnaast zijn de concentraties van diverse bestrijdingsmiddelen, voornamelijk insecticiden, te hoog. De zuurstofgehaltes van het Markwater liggen periodiek aan de lage kant, hoewel zuurstofloosheid niet (meer) lijkt op te treden.

Als de Mark over de gehele lengte van Hoogstraten tot aan Breda wordt beschouwd, dan valt op dat de waterkwaliteit van boven- naar benedenstrooms licht verbetert, terwijl de inrichting van de beek verslechtert. Nabij Hoogstraten liggen de fosforconcentraties hoger en de zuurstofconcentraties lager, wat bijvoorbeeld een negatief effect heeft op respectievelijk waterplanten en vissen. Maar juist de bovenloop van de Mark kent nog een min of meer natuurlijk meanderend karakter. Wel zijn de oevers over grote lengtes zijn vastgelegd met bijvoorbeeld puin. De benedenloop is juist sterk gekanaliseerd en verstuwd. Doordat nergens in de (Boven) Mark een goede combinatie van waterkwaliteit en inrichting voorkomt, komt er eveneens nergens een goede vegetatie, visstand of macrofaunagemeenschap voor.

In het stroomgebied van de Boven Mark lozen vijf rioolwaterzuiveringen (RWZI's) op de beek. Deze vijf RWZI's zijn 's zomers verantwoordelijk voor ca. 20% van de hoeveelheid fosfor en voor ca. 10% van de hoeveelheid stikstof. In de winter ligt het aandeel van de RWZI's wat lager, met een bijdrage van respectievelijk 10% en 5 % voor fosfor en stikstof. De overige 80-95% van de nutriënten is vrijwel geheel toe te schrijven aan uit- en afspoeling van de landbouw. De hoeveelheid voedingsstoffen in de Boven Mark is daardoor alleen terug te dringen door de landbouwemissies te verminderen. Zonder dergelijke maatregelen zal de vegetatie in de Boven Mark uit algemeen voorkomende en vaak sterk woekerende plantensoorten bestaan. Daarnaast kunnen hoge fosforconcentraties in warme (na)zomers met weinig afvoer tot blauwalgenbloei leiden. Dit is bijvoorbeeld nog opgetreden in september 2016. Blauwalgen (eigenlijk een soort bacteriën) produceren giftige stoffen, wat tot vissterfte kan leiden.

Ammonium is in hoge concentraties giftig voor bijvoorbeeld vissen. Daarnaast kan ammonium onder invloed van de zuurgraad en temperatuur van het beekwater omgezet worden in het nog veel giftigere ammoniak. In de benedenloop van de Boven Mark, vanaf de Markweg tot de Duivelsbrug, wordt gelukkig slechts incidenteel de jaargemiddelde concentratie van ammonium overschreden.

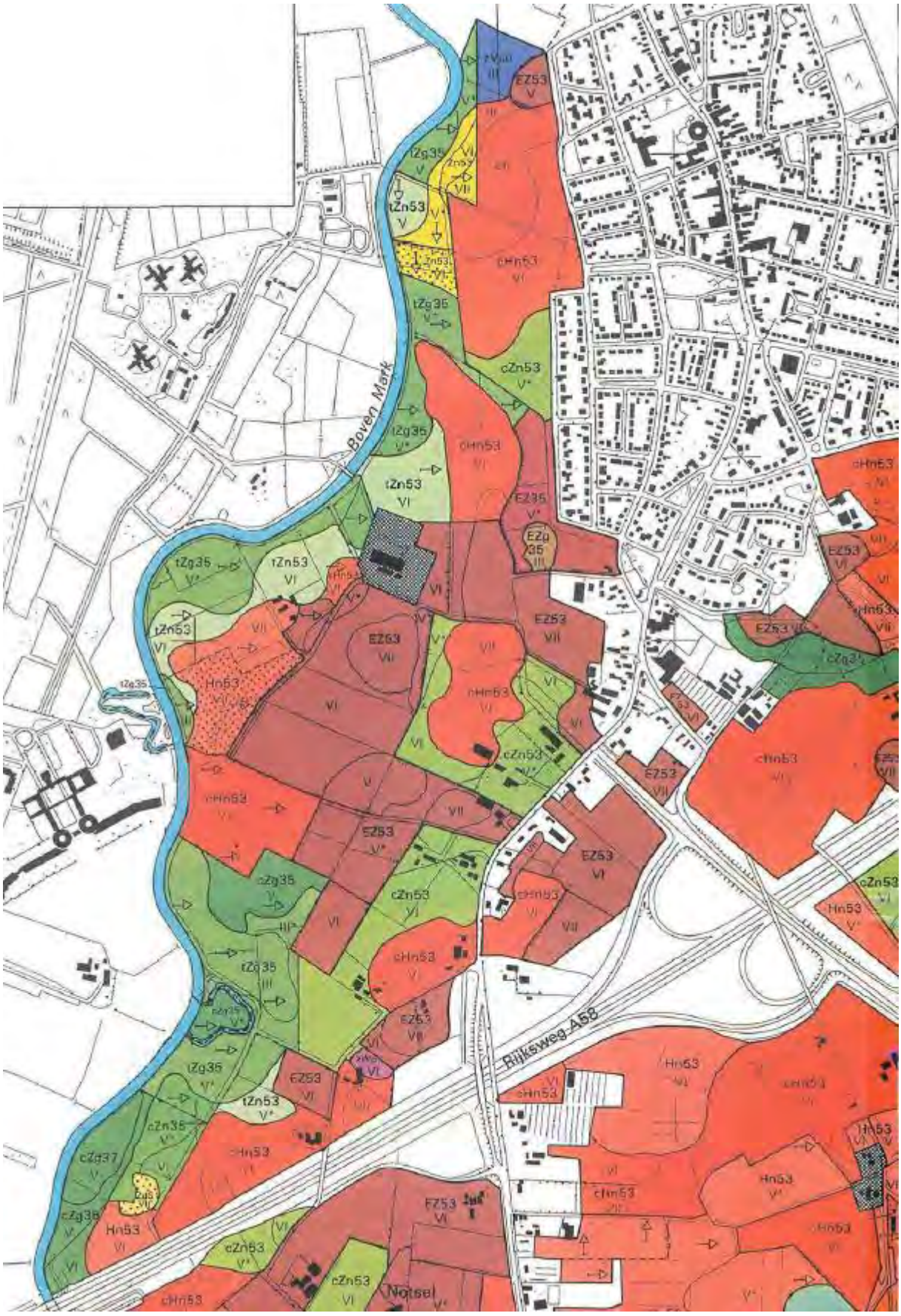
Zink en bestrijdingsmiddelen kunnen giftig zijn voor bijvoorbeeld macrofauna (waterinsecten, slakjes, e.d.). Van zeven bestrijdingsmiddelen, waarvan zes insecticiden, wordt de maximale toegestane concentratie overschreden. Van zink is het overigens nog maar de vraag of de aangetroffen concentraties ook daadwerkelijk schadelijk zijn voor macrofauna. Elders in de Kempen komen hogere (achtergrond)concentraties zink voor, maar ook betere macrofaunagemeenschappen.

Lage zuurstofconcentraties kunnen beperkend zijn voor stromingsminnende vissoorten en macrofauna. Bij zuurstofconcentraties onder 6 mg/l kunnen bepaalde soorten macrofauna verdwijnen en bij concentraties onder 2 mg/l kan vissterfte optreden. Op lange termijn gezien (sinds de jaren '80) is de waterkwaliteit van de Boven Mark sterk verbeterd. Er worden tegenwoordig geen zuurstofconcentraties onder 2 mg/l meer gemeten. Grootschalige vissterfte komt niet meer voor en de Boven Mark hoeft tegenwoordig niet meer met beluchters behandeld te worden. In de zomer van 2016 is het zuurstofgehalte bij de Markweg permanent gemeten. Uit deze metingen blijkt dat de zuurstofconcentratie gedurende 20-25% van de tijd nog wel onder 6 mg/l ligt. Soorten macrofauna, die gevoelig zijn voor lage zuurstofconcentraties, hoeven daarom niet in de Boven Mark verwacht te worden. De lage zuurstofconcentraties in de Boven Mark zijn waarschijnlijk het gevolg van (ongezuiverde) lozingen van stedelijk gebied, met name rond Hoogstraten.

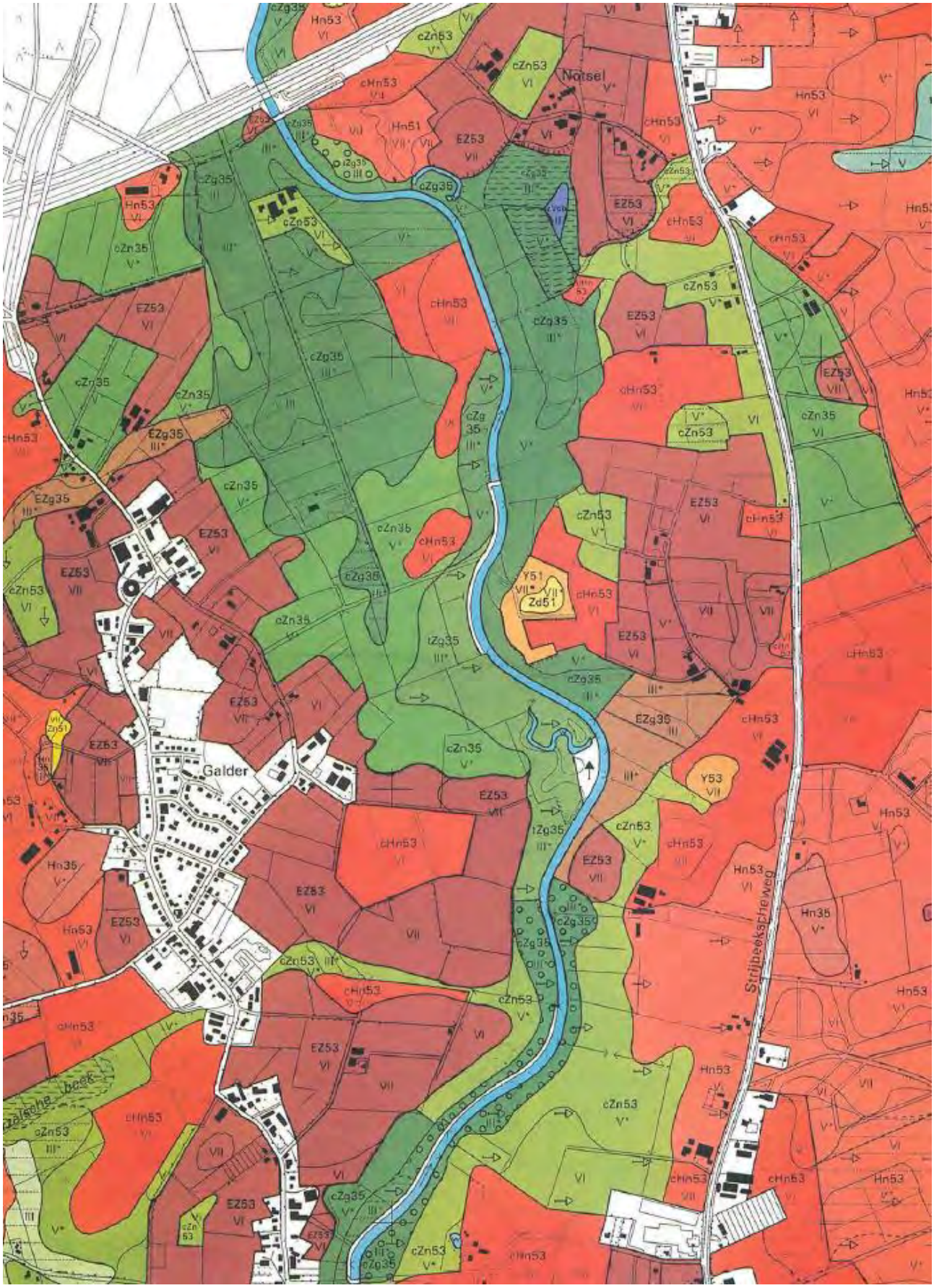
De waterkwaliteit van de Boven Mark is dus nog niet op orde voor een natuurlijke vegetatie-, vis- en macrofaunagemeenschap. Hiervoor moeten met name landbouwemissies (mest en bestrijdingsmiddelen) nog verder terug gedrongen worden. Daarnaast moeten (ongezuiverde) lozingen uit stedelijk gebied verder verminderd worden om een goede zuurstofhuishouding in de Boven Mark te bereiken. Binnen het plangebied van het Markdal kan aan deze waterkwaliteitsproblemen echter weinig gedaan worden. Hiervoor zijn aanvullende maatregelen elders in het stroomgebied van de Boven Mark nodig.

3.5 Bodem

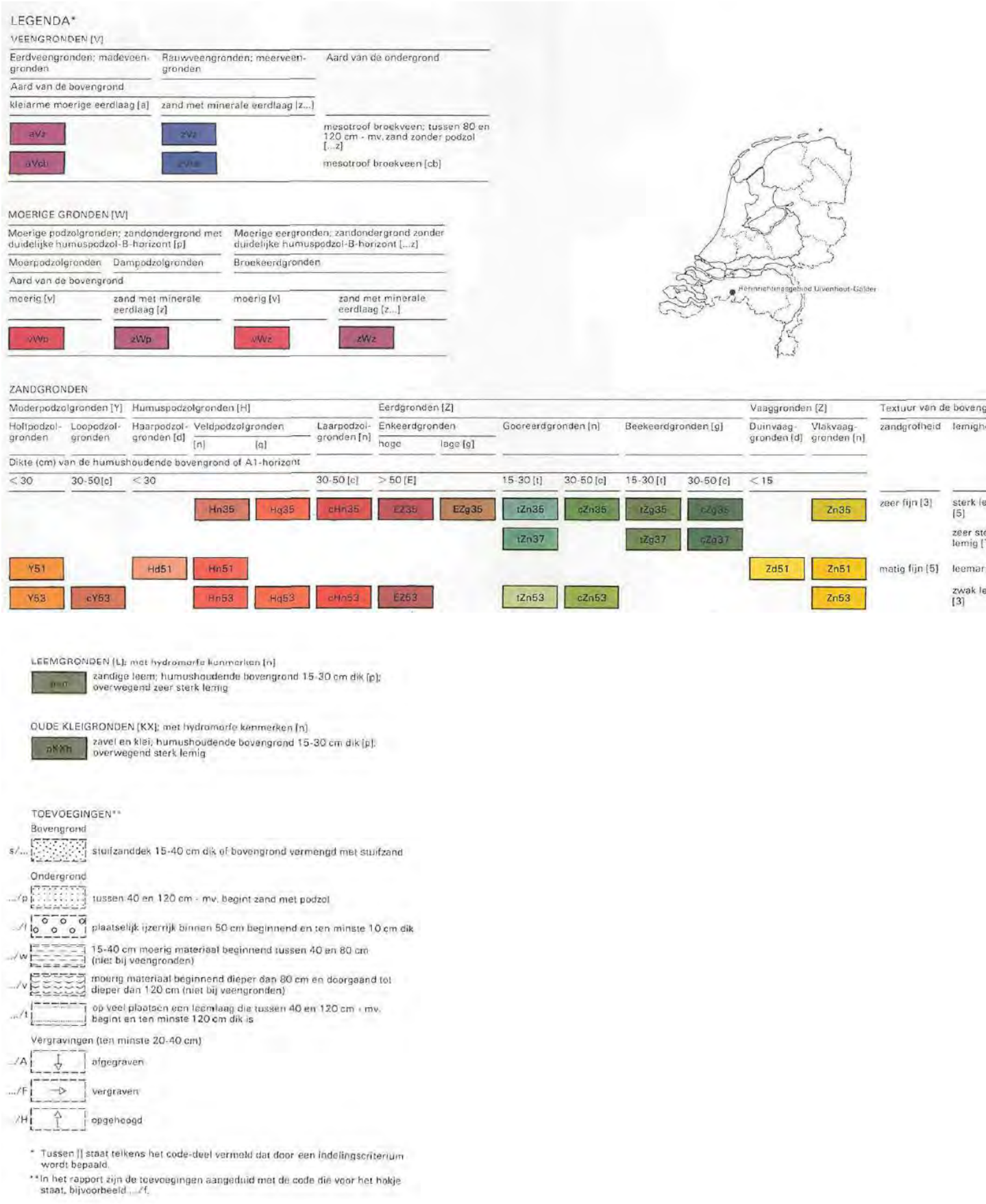
In het beekdal komen de beekeerdgronden (groen-tinten), gooreerdgronden (groenblauw-tinten) en lage eerdgronden (rood/paars-tinten) weergegeven in (figuren 33, 34 en 35). Beekeerd-, gooreerd-, en eerdgronden zijn zandgronden die onder invloed staan van grondwater. Dit uit zich door de hydromorfe kenmerken die veelal aanwezig zijn.



Figuur 33: Bodemkaart 1:10.000 Herinrichtingsgebied Ulvenhout-Galder ten noorden van de A58.



Figuur 34: Bodemkaart 1:10.000 Herinrichtingsgebied Ulvenhout-Galder ten zuiden van de A58.



Figuur 35: Legenda Bodemkaart 1:10.000

Op de lagere delen zijn de beekeerdgronden ontstaan. Deze beekeerdgronden worden gekenmerkt door de aanwezigheid van kwel. Dit zijn van nature natte gronden waar het kwelwater in veel gevallen werd afgevoerd via de Mark. Het materiaal waaruit deze bodem is opgebouwd bestaat voornamelijk uit lemig fijn zand.

Op de hogere delen komen de veldpodzolgronden (roze-oranje tinten) en de enkeerdgronden (groentinten) voor. Veldpodzolgronden zijn ontstaan in gebieden waar het water niet via een beek kon worden afgevoerd, maar ter plekke in de grond trok. Dit zijn infiltratiegebieden met wisselvochtige omstandigheden (winter nat, zomer droog). De enkeerdgronden verschillen hydrologisch gezien niet veel van de veldpodzolgronden. Ze zijn beide te kenmerken als infiltratiegebied. Echter, zijn de enkeerdgronden van nature droger dan de veldpodzolgronden. Enkeerdgronden zijn in de geschiedenis vaak opgehoogd met plaggen of met de zogenaamde potstal. Het verschil bij bruine en zwarte enkeerdgronden wordt met name gevormd door de opgebrachte meststoffen.

3.6 Ecologie

3.6.1 Aquatische ecologie

3.6.1.1 Connectiviteit

Van de drie stuwen in de Boven Mark is stuw Bieberg al vispasseerbaar, maar de stuwen Galder en Blauwe Kamer zijn dat nog niet. Het vispasseer maken van deze stuwen is benoemd als KRW-maatregel. In België zijn er 5 stuwen aanwezig, tussen de landsgrens bij Galder en de mondingen van ’t Merkske bij Hoogstraten. De stuwen in België zijn allemaal vispasseerbaar gemaakt door middel van cascade-vistrappen in plaats van een stuwklep. In de bovenloop van de Mark, bovenstrooms van de monding van ’t Merkske, is nog een watermolen gelegen. Deze watermolen is nog niet vispasseerbaar gemaakt.

Voor macrofauna en met name vis zijn echter ook de talloze nevenbeken die het Markdal rijk is interessant. Deze beken hebben een grote ecologische potentie als paai- en opgroeigebied. De ecologisch interessante benedenlopen van de Bavelse Leij, Chaamse Beek, Galderse beek en Strijbeekse beek en ’t Merkske zijn inmiddels allemaal vispasseerbaar gemaakt.

In de bovenlopen van deze beken valt de afvoer in de zomer geheel weg, waardoor de bovenstroomse delen van deze stroomgebieden geen interessant habitat zijn voor de gewenste stromingsminnende soorten. Enkele bovenlopen, zoals van de Strijbeekse beek worden dan ook niet vispasseerbaar gemaakt.

3.6.1.1 Waarden en KRW-score

De Boven Mark heeft een lage ecologische waarde en dit uit zich vooral in de beoordeling van de visstand en macrofauna en in mindere mate in de beoordeling van waterplanten (“overige waterflora” genoemd in de KRW). De visstand is in 2010 en 2013 beoordeeld als slecht en de macrofauna krijgt overwegend de beoordeling ontoereikend. Waterplanten verkeren in een matige toestand en zitten daarmee dichter bij het KRW-doel dan vis en macrofauna.

Wanneer de biologie nader beschouwd wordt, valt op dat de waargenomen bedekkingen met waterplanten en vangsten aan vissen tussen de inventarisatiejaren en meetlocaties variëren. Hoewel het niet eenduidig uit de inventarisaties blijkt, bestaat de indruk dat tussen de Markweg en de Duivelsbrug de laatste jaren de bedekking met moerasachtige vegetatie en in mindere mate drijfbladplanten toeneemt. Dit is vooral duidelijk zichtbaar in stromingsluwe delen, bijvoorbeeld direct bovenstrooms van stuwen. De ontwikkeling van de planten wordt gestimuleerd door sedimentatie, waardoor de waterdiepte afneemt en licht beter tot op de bodem kan doordringen. Door de hoge nutriëntenconcentraties komen er vooral plantensoorten voor die kenmerkend zijn voor voedselrijke omstandigheden. Deze planten kunnen gaan woekeren, wat plaatselijk al gebeurt, waardoor de ontwikkeling van meer kritische plantensoorten wordt belemmerd. In het warme, droge najaar van 2016 resulteerden de hoge nutriëntenconcentraties in drijflagen van blauwalgen.

De sterke variaties in de visstand, de ontwikkeling van waterplanten en de blauwalgenbloei laten zien dat er in de Boven Mark sprake is van een onstabiel systeem met grote knelpunten. Onder andere een gebrek aan stroming, hoge nutriëntenconcentraties (zie waterkwaliteit) en migratiebarrières in de vorm van stuwen (zie connectiviteit) resulteren in een lage ecologische waarde.

Bij de middenloop van de Mark bij Hoogstraten is de inrichting natuurlijker en daarmee de stroming beter. De zuurstofgehaltes zijn op dit traject echter erg laag en de macrofauna wijst op een relatief hoge organische

belasting. Desondanks krijgt macrofauna op dit meetpunt door de relatief natuurlijke inrichting het vaakst een matige (naar verhouding hoge) beoordeling. De visstand in 2010 wijst ook op de slechte zuurstofhuishouding van de middenloop. De aangetroffen visstand is in 2013 groter in aantallen en meer divers. Mogelijk duidt dit op een verbetering, maar in de meetwaarden van zuurstof is dat nog niet terug te zien. Wel treedt er tussen Hoogstraten en de Markbrug bij Galder natuurlijke zuivering van het beekwater op, waardoor de zuurstofhuishouding in de benedenloop beter is dan in de middenloop.

De hydromorfologie van de aangetakte meanders en vispassage Bieberg worden op bepaalde aspecten aanmerkelijk beter beoordeeld dan de hoofdloop, maar er zijn opvallend grote verschillen tussen de meanders. De visstand is in twee meanders onderzocht. Daaruit blijkt dat de aangetroffen visgemeenschap in meander Galder duidelijk beter bij het streefbeeld voor een beek past dan de visstand in meander Oudhof en in de hoofdloop. De gunstigere stroomsnelheden in de zomer leiden tot hogere aantallen stromingsminnende vissen in de meander Galder. Bij het aanleggen van meanders is het dus essentieel om ook de stroomsnelheid van het water te verhogen, door bijvoorbeeld stuwen te verwijderen en door meanders veel smaller te maken dan de huidige, gekanaliseerde Boven Mark.

Macrofauna is de afgelopen paar jaren in de meanders Markweg, Galder en Klokkenberg onderzocht. In deze jaren wordt macrofauna in de meanders vaker als matig beoordeeld, wat beter is dan de ontoereikende beoordeling in de Boven Mark zelf. De grotere stroomsnelheid, dieptevariatie, erosie en sedimentatie, oeverbegroeiing in de vorm van bos en het ingebrachte beekhout in de meanders bieden mogelijkheden voor de gewenste macrofauna. Het huidige functioneren van de meanders is evenwel nog niet voldoende om te leiden tot structureel hogere beoordelingen. Het gegeven dat de meanders slechts kleine lengtes vertegenwoordigen in een lange, gekanaliseerde beek, speelt hierbij mogelijk ook een rol.

3.6.2 Terrestrische ecologie

Van de huidige terrestrische waarden is een beperkt beeld te schetsen, doordat er beperkte gegevens zijn.

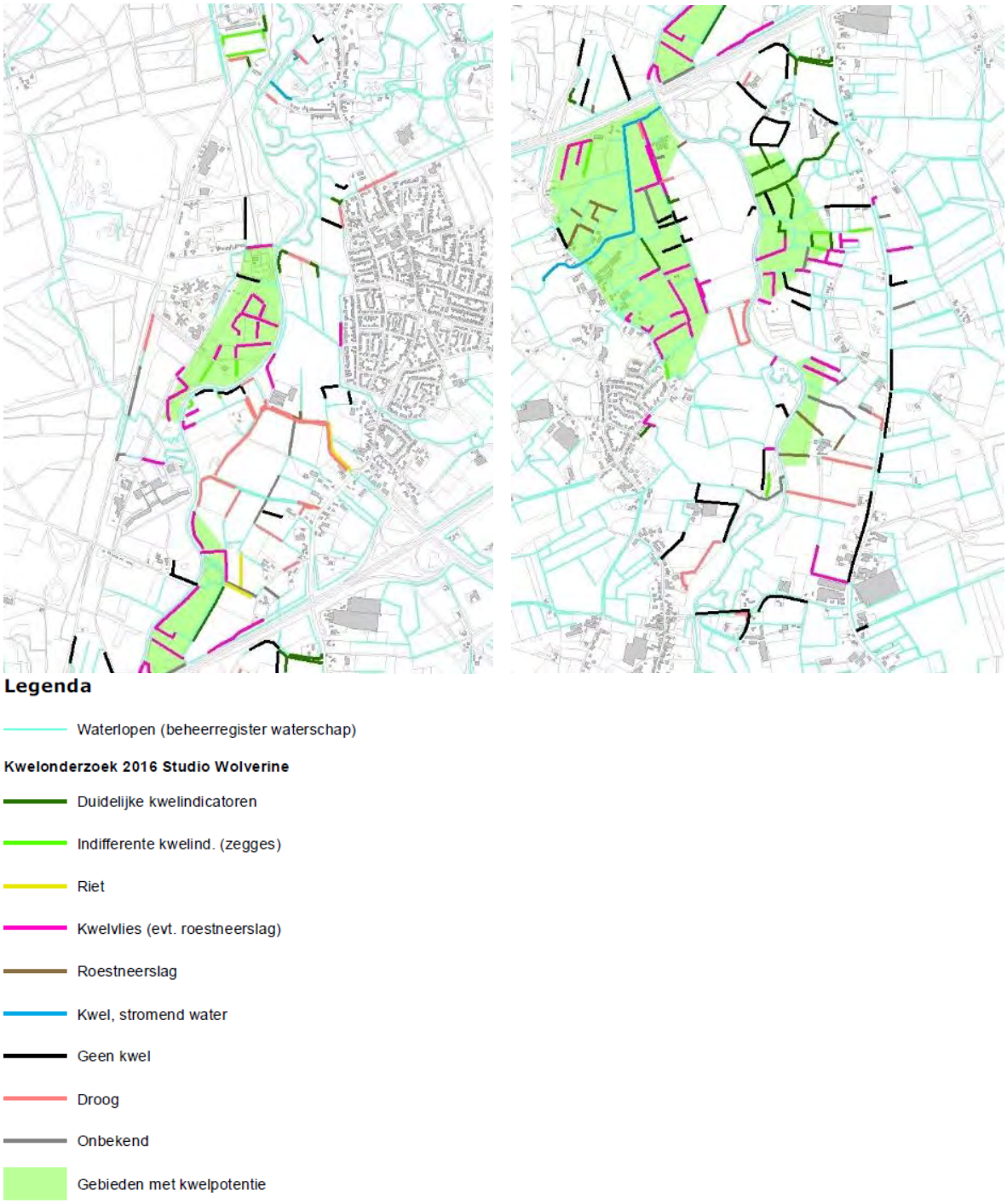
Gegevens Natuurmonumenten

Om een beeld te krijgen van de kwelindicerende soorten in het Markdal heeft Natuurmonumenten een uitdraai gemaakt uit de NDFF. Daaruit blijkt dat kwelsoorten als holpijp, blaaszegge en tweerijige zegge voorkomen. Niet alleen langs de Boven Mark, maar nadrukkelijk ook in het beekdal en langs de zijbeken.

Inventarisatie kwelindicerende soorten

In het Markdal is een Quickscan gemaakt naar het voorkomen van kwel en indicerende plantsoorten. Studio Wolverine heeft dit onderzoek gedaan (Klees, 2016)[5]. Hierbij is gelet op kwelverschijnselen zoals roestvorming op de bodem en begeleidende planten die de aanwezigheid van uittredend grondwater indiceren. De gegevens van de planten zijn niet bekend (gemaakt). De resultaten van het onderzoek zijn vertaald naar gebieden met hoge kwelpotentie. Deze gebieden zijn in figuur 36 groen weergegeven.

[5] Onderzoeksrapport naar locaties met kwel in het Markdal voorjaar 2016, D. Klees, 2016.



Figuur 36: Kaartbeeld met aanduiding van gebieden met een hoge kwelpotentie met linksboven het noorden; ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts) (Bron: Klees, 2016).

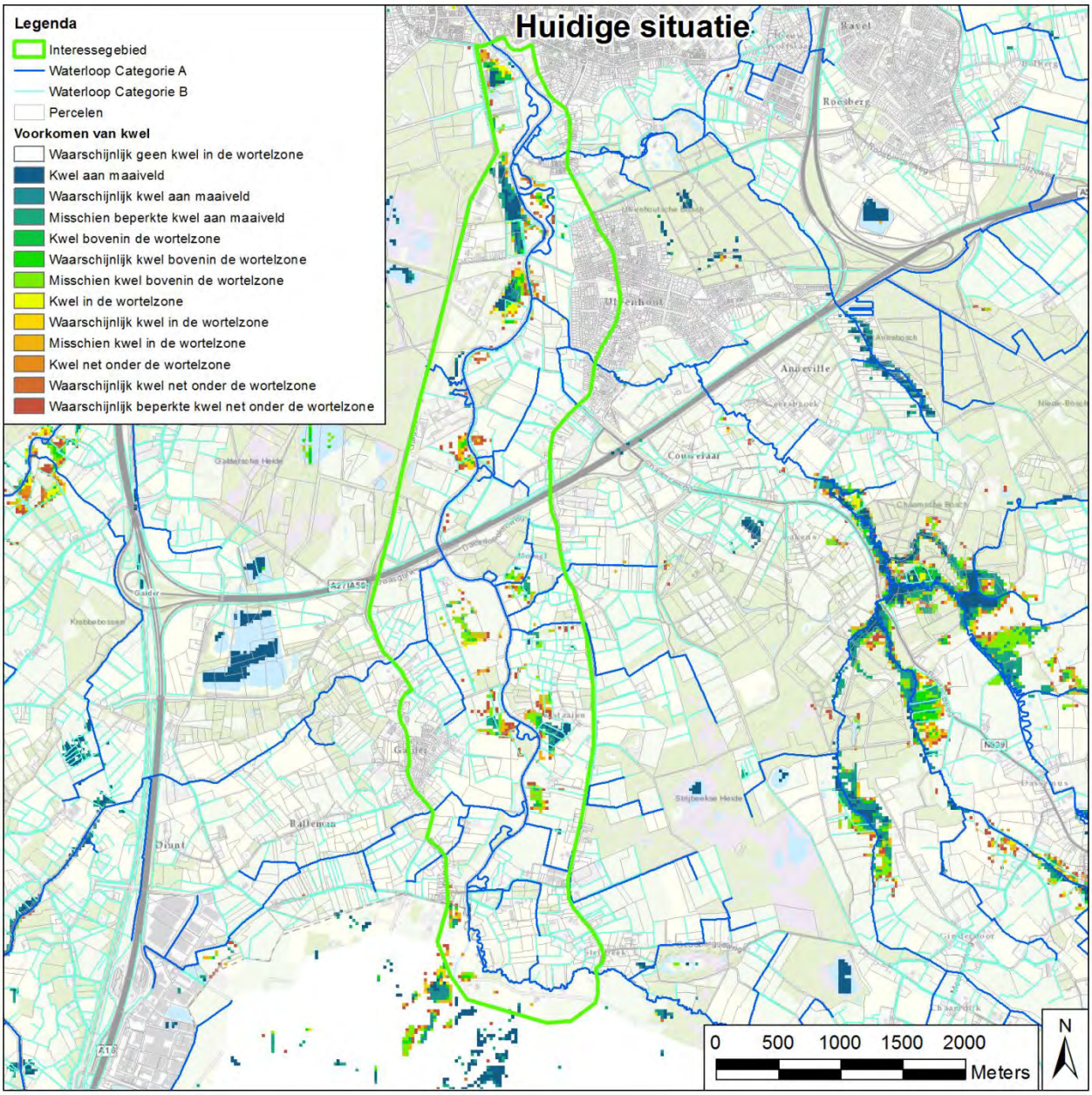
Kwelkaart o.b.v. grondwatermodel

In paragraaf 3.3.1.3 zijn de kwel en infiltratiefluxen getoond. Uit deze kaarten was echter niet af te leiden in hoeverre de kwel wel/niet in het maaiveld of wortelzone terecht komt. Om daar toch een idee van te krijgen zijn de kaarten met de kwelflux van april en de GVG gecombineerd. Daarbij is de volgende indicatieve verschaling gehanteerd (tabel 5).

Tabel 5: Wijze van verschaling bij de combinatie van de GVG- en kwel-legenda naar de indicatie voor kwel.

GVG [cm-mv]	Kwelflux [mm/dag]	Klassificatie
0 – 10	>2	Kwel aan maaiveld
0 - 10	1 – 2	Waarschijnlijk kwel aan maaiveld
0 – 10	0,5 – 1	Misschien kwel aan maaiveld
10 – 20	>2	Kwel bovenin de wortelzone
10 – 20	1 – 2	Waarschijnlijk kwel bovenin de wortelzone
10 – 20	0,5 – 1	Misschien kwel bovenin de wortelzone
20 – 30	>2	Kwel in de wortelzone
20 – 30	1 – 2	Waarschijnlijk kwel in de wortelzone
20 – 30	0,5 – 1	Misschien kwel in de wortelzone
30 - 40	>2	Kwel net onder de wortelzone
30 - 40	1 – 2	Waarschijnlijk kwel net onder de wortelzone
30 - 40	0,5 – 1	Misschien kwel net onder de wortelzone
> 40	<0,5	Waarschijnlijk geen kwel in de wortelzone

In figuur 37 is het resultaat van de combinatie van de kwelkaart en GVG weergeven. Hieruit blijkt dat de grootste kans op kwel aan maaiveld of in de wortelzone is op de deels verlaagde percelen van Staatsbosbeheer. Ook ter plaatse van de Blauwe Kamer en in iets mindere mate bij de Klokkenberg zijn aaneengesloten oppervlaktes waarin aannemelijk is dat er kwel in de wortelzone aanwezig is.



Figuur 37: Indicatie voorkomen kwel in de wortelzone op basis van combinatie kwelkaart en GVG.

Conclusie kwelpotenties

Het algemene beeld tussen de inventarisatie van Studio Wolverine en de kwelkaart in de wortelzone komt goed overeen. Er zijn drie grotere gebieden waar veel kwel voorkomt (in het zuiden op west- en oostoever en in het noorden op de westoever). Echter, de gegevens vervaardigd met het grondwatermodel zijn in veel groter detail beschikbaar en betreft ook daadwerkelijk grondwater in de wortelzone. De inventarisatie van Studio Wolverine is gebaseerd op waarnemingen van kwel en kwelsoorten, die vaak diep in het slootprofiel voorkomen. Diepe watergangen trekken normaliter veel kwel aan, maar dat wil niet zeggen dat de locatie ook de potentie heeft om kwel in het maaiveld te herstellen.

Bij Daesdonk is bijvoorbeeld wel kwel in de slootkant waargenomen, maar nauwelijks in maaiveld berekend. Ook in het noorden bij de Klokkenberg is kwel in de slootkant waargenomen en is over een groot oppervlak kwel in maaiveld berekend.

Perceel Staatsbosbeheer

Staatsbosbeheer heeft een interessant perceel ter hoogte van de jeugdgevangenis (tussen Reeptiend en Bouvigne). Sinds koeien voor meer natuurlijke begrazing zorgen, in plaats van te maaien en af te voeren, neemt de botanische waarde duidelijk toe. Zo zijn er inmiddels twee soorten orchideeën waargenomen.

3.7 Beheer en onderhoud

Het onderhoud aan de Boven Mark bestaat uit het maaien van de taluds en het baggeren van de zandvang bij de Duivelsbrug. De taluds van de beek worden jaarlijks in de periode 1 september tot en met 15 november gemaaid. De zandvang bij de Duivelsbrug is in 2013 voor het laatst gebaggerd. Daarvoor was het circa acht jaar geleden dat de zandvang gebaggerd was. Met behulp van deze zandvang wordt voorkomen dat zand wordt afgezet in de singels van Breda. Door de lastige bereikbaarheid van de singels in de stad is het baggeren daar veel duurder.

In het verleden werd ook de zandvang op de landgrens (op traject 8) gebaggerd. In 2013 is deze zandvang met het oog op de naderende herinrichting van de Boven Mark bewust niet gebaggerd. Verder is sinds de kanalisatie in 1969, meermaals de Boven Mark zelf gebaggerd.

Mede doordat het natte profiel niet gemaaid wordt, treedt een geleidelijke verlanding op van met name de binnenbochten en bredere delen en delen direct bovenstrooms van stuwen. Jaar na jaar groeit de oeverbegroeiing verder de Boven Mark in. Tussen de oeverbegroeiing wordt bruin, fijn sediment (slib) afgezet (figuur 38).

Figuur 38: Foto van de verlanding van een binnenbocht van de Boven Mark nabij Hoogedonk (WBD, 29-1-2016).

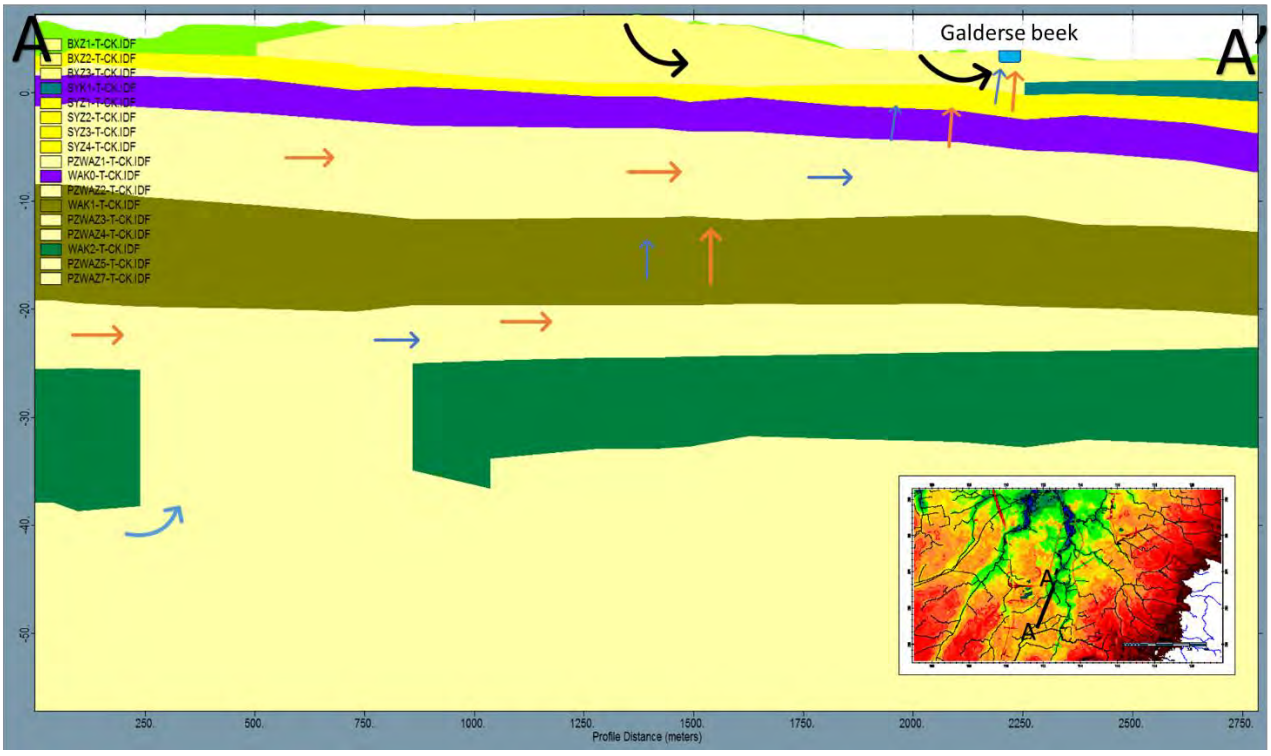
4 SYNTHESE

In de synthese wordt interdisciplinair het functioneren beschreven, gebaseerd op de systeemanalyse van de verschillende milieufactoren.

Het zuidelijk deel van het interessegebied is smal en begrensd door hooggelegen zandruggen. Nadat de Boven Mark deze doorsneden heeft, loopt de Boven Mark door een tamelijk vlak, breed en open beekdal. Van een landschappelijke link met de bossen op de hogere gronden is behoudens de vele zijbeken nauwelijks nog sprake. De combinatie van een breed open beekdal, de relatief grote afvoer en het beperkte verhang geeft dat de Boven Mark het meest weg heeft van een benedenloop.

Hoog op de beekflanken liggen uitgestrekte natuurgebieden (bos en heide). Ook in het beekdal liggen gronden van diverse natuurbeheerders. Naast deze natuurgrond liggen er hoofdzakelijk gronden met intensief agrarisch gebruik. Door opschaling en herverkaveling zijn veel grote open delen in het beekdal ontstaan. Echter, er komen ook nog steeds dichtere delen voor met bosschages en bospercelen. De omvang ervan is beperkt. Met name de vroegere beemdenstructuur is grotendeels verdwenen.

Nabij het oppervlak en in de diepere ondergrond komen veelvuldig sterk leemhoudend zand en leemlagen voor (zie figuren 39 en 40). Lemige grond en een beperkt verhang hebben ertoe geleid dat de beek wel een kronkelende loop heeft, maar dat van actieve meandering nauwelijks sprake is. Waarschijnlijk is de ligging van voor de kanalisatie in de jaren ‘60 grotendeels bepaald door het smeltwater net na de laatste ijstijd. De naast gelegen Aa of Weerijs laat eenzelfde beeld zien.



Figuur 39: Dwarsprofiel synthese zuidelijk deel Bovenmark t.h.v. de Galderse beek. Weergegeven zijn maaiveldverloop, scheidende bodemlagen en indicatief importantie, herkomst en omvang van de grondwaterstromen.

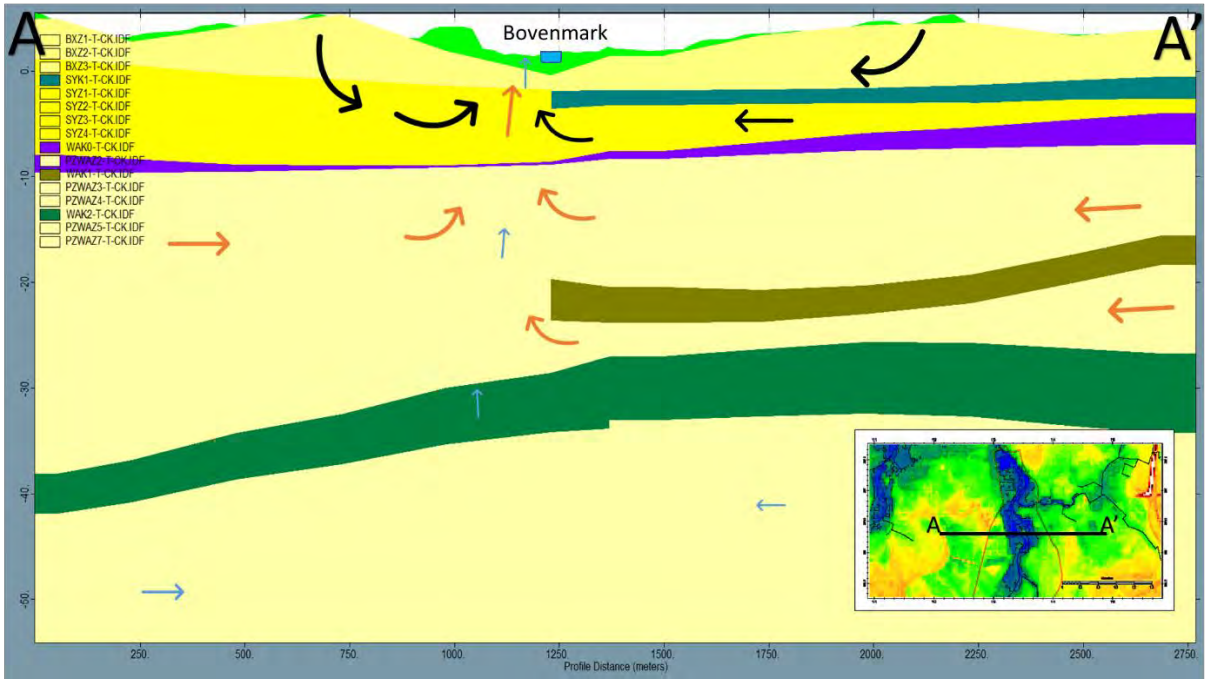
Door de kanalisatie, overdimensionering en realisatie van stuwen is de natuurlijke afwisseling in stroomsnelheid grotendeels verdwenen. In de zomer zakt deze terug tot bijna stilstaand water. Van stagnant water is in de hoofdloop echter geen sprake. De afvoerpieken zijn fors; het gevolg van intensieve ontwatering bovenstrooms en een beperkte bufferende capaciteit van die pieken (inundatie en berging). Door de overdimensionering vindt ook in het Markdal zelf de piekafvoer grotendeels plaats binnen ‘het bakje’. Van inundatie bij T2 is nauwelijks sprake, waar de combinatie met hoge grondwaterstanden zou moeten leiden tot water op maaiveld. Echter, door de hoge voedselrijkdom zal dit momenteel de ontwikkeling van schralere plantsoorten tegengaan, tenzij het locaties betreft met grondwater tot aan maaiveld.

De grondwaterstand in het dal is ´s winters van oudsher hoog en leidt dan tot een beperkte drooglegging. De veelvoorkomende watergangen zorgen voor een goede drainage van de landbouwpercelen, waardoor richting zomer de grondwaterstand snel daalt. In het noordoosten van het interessegebied, ter hoogte van de Blauwe Kamer, worden jaarrond de hoogste grondwaterstanden aangetroffen.

In de Blauwe Kamer is niet alleen de grondwaterstand hoog. Ook de kweldruk is daar het hoogst, mede vanwege het laag gelegen maaiveld. De kwel is in tegenstelling tot andere delen ten noorden van de A58 afkomstig van diepere lagen. Dit grondwater is waarschijnlijk sterk gebufferd, doordat het door de kalkhoudende formatie van Oosterhout is gestroomd. Het grondwater op de andere delen ten noorden van de A58 is ondieper en minder sterk gebufferd (figuur 40).

Ten zuiden van de A58 zijn beduidend meer locaties met opkwellend oud grondwater, mede door een onderbreking in een kleilaag in de diepe ondergrond (zie figuur 39). Doordat in het zuiden meer goed ontwaterde landbouwgronden liggen, wordt dit grondwater echter grotendeels al in de watergangen afgevangen. Dat zijn dan ook de locaties waar de meeste kwel indicerende plantsoorten worden waargenomen, zoals holpijp en blaaszegge. Overigens zijn de meest aangetroffen kwelindicatoren kenmerkend voor voedselrijke situaties, als gevolg van het landbouwkundig gebruik en inundatie met voedselrijk beekwater.

Overigens varieert de kweldruk in het beekdal lokaal sterk, zo blijkt ook uit de GxG-kaarten. Reden is dat in de ondiepe ondergrond sterk lemig zand en leemlagen met een lokaal karakter voorkomen. Dit leidt ertoe dat opkwellend grondwater zeer lokaal van aard kan zijn.



Figuur 40: Dwarsprofiel synthese noordelijk deel Bovenmark t.h.v. Reeptiend. Weergegeven zijn maaiveldverloop, scheidende bodemlagen en indicatief importantie, herkomst en omvang van de grondwaterstromen.

De waterkwaliteit van de Boven Mark is te voedselrijk. Ook ammonium, zuurstof, zink en enkele bestrijdingsmiddelen voldoen niet aan de normen. Wel verschilt de situatie boven- en benedenstrooms. Het beeld is dat stroomafwaarts de waterkwaliteit beter wordt. Om de waterkwaliteit verder te verbeteren moeten met name landbouwemissies (mest en bestrijdingsmiddelen) verder teruggedrongen worden. Daarnaast moeten (ongezuiverde) lozingen uit stedelijk gebied verder verminderd worden om een goede zuurstofhuishouding in de Boven Mark te bereiken.

Naast de waterkwaliteit voldoet ook de aquatische flora en fauna nog niet aan de KRW-doelen. Wel blijkt voorzichtig de potentie van het Markdal uit bijvoorbeeld de visstand die in meander Galder. Hier komen meer stromingsminnende soorten voor. De stroomsnelheid is er dan ook hoger dan op de meeste andere locaties. Op de andere locaties zijn de soortgemeenschappen aanzienlijk minder representatief voor beken.

Belangrijke verklarende factoren daarvoor zijn naast de lage stroomsnelheid, de te hoge voedselrijkdom, te lage zuurstofgehaltes en te hoge organische belasting

5 VAN WSA NAAR BEEKHERSTEL

In dit hoofdstuk wordt de vertaling gemaakt van de watersysteemanalyse naar de opgave voor beekherstel.

5.1 Behoud het goede met het oog op de toekomst

Voordat de varianten omgezet worden in een voorkeursvariant is het goed om de mooie, typerende en waardevolle locaties in het Markdal (en op de flank) aan te merken. Denk aan meanders, historische laanstructuren en houtwallen, kwelindicerende vegetatie, microreliëf in maaiveld en steilranden. Deze laten zien hoe het was, vormen daarmee een bron van inspiratie en zorgen ervoor dat beekdalherstel niet van ‘scratch’ af aan begint.

Tegelijk moeten we ons realiseren dat het Markdal veranderd is en zal blijven veranderen. Piekafvoeren zullen bijvoorbeeld eerder hoger dan lager worden als gevolg van klimaatverandering. Het nieuwe beekdal moet dusdanig robuust zijn dat het is voorbereid op de toekomst.

5.2 Rode draad WSA

De opgaven in het Markdal focussen zich op water- en landnatuur binnen hydrologische randvoorwaarden voor functies als landbouw en bebouwing. Vanuit de WSA komen de volgende aandachtspunten naar voren die als rode draad kunnen fungeren bij het ontwerpen van het VKA:

- Meandering is geen doel op zich maar een middel. Te veel meanders leiden tot een te grote weglengte, waardoor het risico bestaat dat de stroomsnelheid nog verder onderuit zakt. Door energie te stoppen in enkele stromende trajecten, met bijvoorbeeld relatief veel verhang, zal de beek al voldoende ecohydrologische potentie herbergen, zonder dat de stroomsnelheid onderuit zakt;
- Verhang, debiet en bodemtype / sediment bepalen samen het profiel. Door deze interactie hebben beken een terugkerend meanderpatroon. Het Markdal wordt in deeltrajecten hersteld. Borg een evenwichtige verhouding in meanderlengte, -breedte en amplitude door de juiste ontwerpregels te hanteren. Hanteer daarvoor bijvoorbeeld het Handboek Geomorfologisch Beekherstel;
- Herstel van kwelgevoede vegetatie is niet voor het gehele beekdal mogelijk. Er is sprake van sterk terugzakkende GLG’s. Daarnaast inundeert de Bovenmark op sommige trajecten jaarlijks en de beek heeft (waarschijnlijk) een voedselrijk karakter. Daarbij komt dat het dal relatief vlak is, waardoor inundatiewater makkelijk tot stilstand komt en voedselrijke slibdeeltjes bezinken. Dit is ongewenst voor schralere doeltypen. Waardevol kan het zijn om de locaties met de berekende hoogste potenties te verifiëren via veldmetingen. En vervolgens na te gaan hoe deze locaties gevrijwaard kunnen worden van regelmatige inundatie door beekwater, bijvoorbeeld via kleine kades;
- In het beekdal is nog veel sprake van agrarisch gebruik. Ditzelfde agrarische gebruik heeft het beekdal gevormd. Ook het landschap dat we vaak terug willen (1850-1900) is echter een landschap dat door agrarisch gebruik is ontstaan. Een landschap dat afhankelijk was van jarenlang duurzaam, extensief agrarisch beheer. Herstel van dit natuurbeheer vergt een grote investering. Wellicht is agrarisch natuurbeheer via bestaande agrarische bedrijven een optie.

5.3 Knelpunten en maatregelen

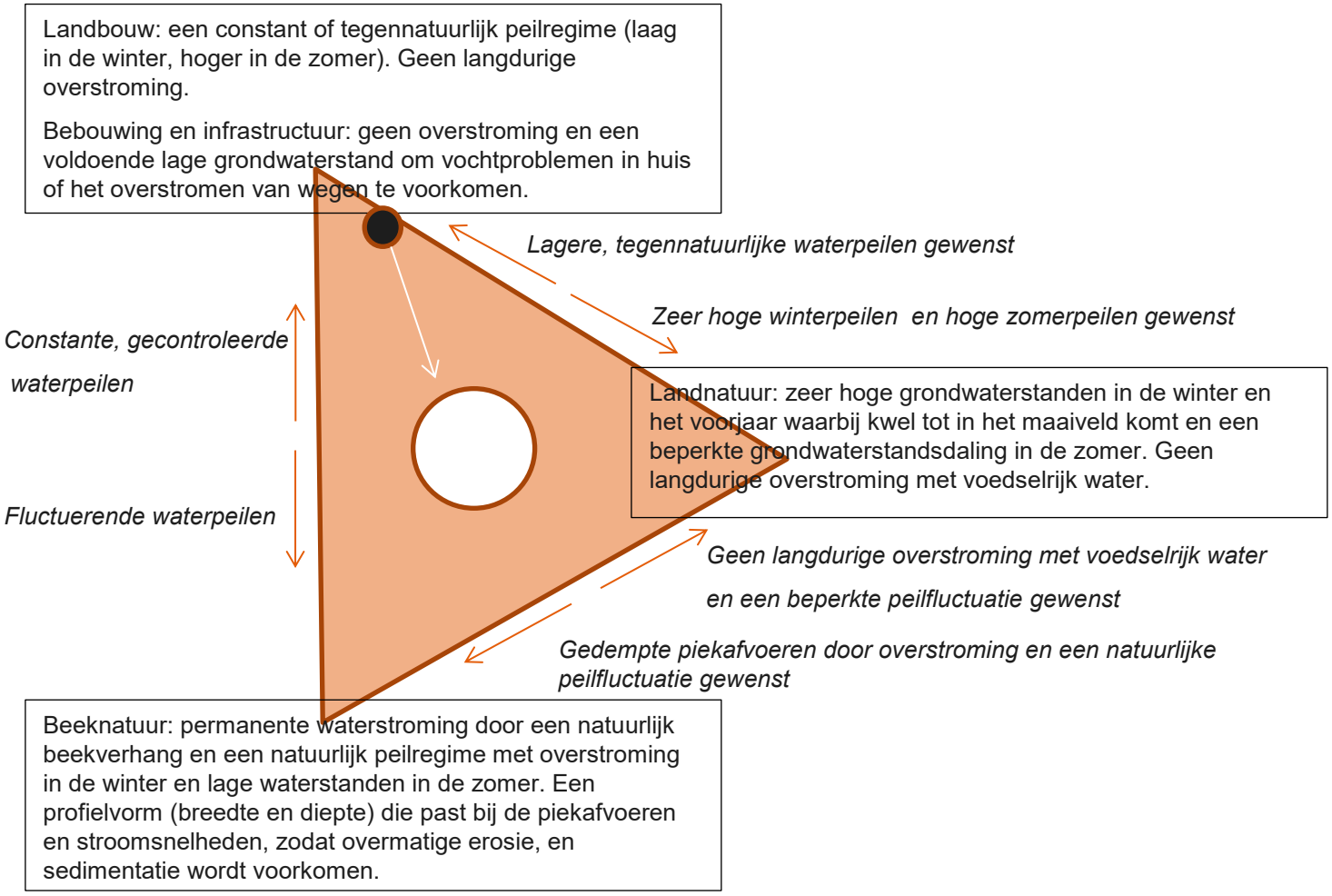
Kijkend naar de Boven Mark en het Markdal, onderscheiden we de volgende ecohydrologische opgaven en de bijbehorende stuurknoppen. In het Voorkeursalternatief (zie hoofdrapport) is afgewogen welke ingrepen al dan niet passend zijn.

Tabel 6: Overzicht van systeemknelpunten en mogelijke maatregelen

Knelpunt	Maatregel
Onnatuurlijk peilbeheer en inundatiepatroon	Creëren natuurlijker peilregime en inundatie door: • Stuwen verwijderen • Versmalling profiel i.c.m. nieuwe inundatievlaktes
Lage stroomsnelheid zomer	• Dwarsprofiel kleiner maken: versmallen en verondiepen; • Inbrengen beekhout; • Verhogen basisafvoer door: zie volgende regel; • Stuwen verwijderen in combinatie met hermeandering en/of aankoppelen oude meanders.
Hoge piekafvoeren winter	Terugdringen van intensieve ontwatering bovenstrooms door: • Verwijderen detailontwatering zoals drainage en greppels • Verondiepen ontwateringen; • Bovenstrooms vasthouden van water • Bovenstrooms realiseren van meerdere kleinere waterbergingen
Geen vispasseerbare stuwen	Vispasseerbaar maken door: • Vispassage aanleggen OF • Stuw verwijderen en opvangen verval door meandering OF • Stuw verwijderen en opvangen verval door bodemdrempels
Nauwelijks kwel aan maaiveld in het beekdal	Herstellen van kwelpotenties voor vegetatie door: • Identificeren kansrijke locaties door bepalen kwelkwaliteit, kweldruk, fosfaatrijkdom bouwvoor en kwaliteit bodem; • Verwijderen buisdrainage • Verondiepen watergangen • Herstel ondiepe greppels voor maaiveldafwatering (neerslaglens)
Zijbeken hebben een cultuurtechnische inrichting en beheer	Benutten ecohydrologische potenties zijbeken door: • Extensief onderhoud • Verondiepen • Inbreng beekhout • Actief beschaduwen of toestaan houtopslag
Geen landschappelijke verbinding tussen beek en beekdalflank	Herstellen verbinding door: • Herstellen nat-droog gradiënt • Aanbrengen landschapselementen vanaf de flank het beekdal in, zoals boomlanen, houtwallen en lokaal kleinschalig beekdal via beemden • Laten ontstaan / aanbrengen van beek begeleidende bosschages
Onvoldoende waterkwaliteit (een gecombineerde aanpak met Belgische partners is van grote meerwaarde)	Verbeteren waterkwaliteit door: • Beperking mestgift met name in het beekdal zelf • Beperking gebruik bestrijdingsmiddelen • Beperking afspoeling van land, erf en verharding naar water • Terugdringen belasting van stedelijk gebied (riooloverstorten) en RWZI´s (extra trap) op de beek;

5.4 Beekherstel vergt een integrale afweging

Vanuit verschillende belangen of functies zijn doelen benoemd en eisen gesteld aan de inrichting van de beek. Deze kunnen soms tegenstrijdig zijn. Niet alle doelen zijn daardoor (volledig) haalbaar of betaalbaar. De klassieke functieafweging, die ook in het Markdal van toepassing is, is een afweging tussen gebruiksfuncties (zoals landbouw, bebouwing en infrastructuur), landnatuur en beeknatuur. De belangen en het spanningsveld tussen de gebruiksfuncties, de landnatuur en de beeknatuur zijn in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 41: Schematische spanningsveld tussen gebruiksfuncties (landbouw, bebouwing en infrastructuur), landnatuur en beeknatuur. In cursief zijn de wensen ten aanzien van de waterpeilen uitgewerkt. De zwarte stip geeft de huidige inrichting van de Boven Mark en haar dal weer. De witte pijl geeft de gewenste ontwikkelingsrichting weer en de witte vlek geeft de mogelijke toekomstige functieafweging weer (WBD).

Door een voorkeursalternatief voor het Markdal uit te werken, wordt gestreefd naar een consensus over de toekomstige inrichting binnen praktische beperkingen en randvoorwaarden. Voor dit voorkeursalternatief en de bijbehorende (functie)afweging wordt verwezen naar het Hoofdrapport.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03091.000091

Onze referentie: 079355749 A

BIJLAGE 6: LANDSCHAPSECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

LANDSCHAP ECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE MARKDAL

21 SEPTEMBER 2018

Contactpersonen

IRIS VAN HAMERSVELD

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

BERT OVERKAMP
Senior specialist ecologie

T +31627061579
M +31627061579
E bert.overkamp@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Doel 5
1.3 Aanpak ecologische systeemanalyse 5
2 CONTEXT 6
2.1 Topografie 6
2.2 Beleid 7
2.3 Belanghebbenden 7
2.4 Landschapshistorie 7
3 MILIEUFACTOREN 12
3.1 Maaiveldhoogte 12
3.2 Grondwater 14
3.2.1 Grondwaterkwantiteit 14
3.2.1.1 GxG-kaarten 16
3.2.2 Kwel- en infiltratiekaarten 19
3.2.3 Grondwaterkwaliteit 23
3.2.4 Inundatie 23
3.2.5 Waterkwaliteit Mark 24
3.3 Bodem 24
3.4 Natuurwaarden 28
4 LANDSCHAPSECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE 32
4.1 Werkwijze 32
4.2 Grondwater 32
4.3 Bodemopbouw 32
4.4 De Systeemkaart 33
5 KANSEN VOOR NATUUR 35
5.1 Werkwijze 35
5.2 De natuurbeheertypen 35

5.2.1 Standplaatsfactoren natuurbeheertypen en ecotopen 35

6 DE SCENARIO'S 38

6.1 Werkwijze 38

6.2 Beheer-scenario's 39

6.3 Kansen voor de scenario's "Niet ingericht" 41

6.3.1 Scenario 1: niet ingericht, geen actief vegetatiebeheer. 41

6.3.2 Scenario 2: niet ingericht, actief vegetatiebeheer 43

6.4 Kansenkaarten voor de scenario's "Ingericht" 45

6.4.1 Scenario 3: Ingericht, geen actief vegetatiebeheer 45

6.4.2 Scenario 4: Ingericht, actief vegetatiebeheer 48

7 HET OPTIMAAL NATUUR ALTERNATIEF (ONA) 51

7.1 Beekherstel 51

7.2 Beekdalinrichting 56

8 KENNISLACUNES EN AANBEVELINGEN VOOR HET VERVOLG 60

9 LITERATUUR 61

BIJLAGE 1. BESCHRIJVING NATUURBEHEERTYPEN 62

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In 2013 heeft de Vereniging Markdal een overeenkomst gesloten met de provincie Noord-Brabant. het waterschap Brabantse Delta en de gemeenten Alphen-Chaam en Breda voor de herinrichting van het Markdal, zoals omschreven in het Uitvoeringsprogramma Markdal. Hoofddoel van het Uitvoeringsprogramma Markdal is het realiseren van ca. 100 ha Natuurnetwerk Brabant (NNB) in het Markdal en beekherstel van de Boven Mark tussen de grens met België en de Duivelsbrug bij Breda. Het plangebied ligt in de gemeenten Breda en Alphen-Chaam, Figuur 1. Aan de westzijde wordt het plangebied begrensd door de Galderseweg. Aan de oostzijde loopt de grens (van noord naar zuid) lang de Ulvenhoutselaan, de kern Ulvenhout, de Strijbeekseweg, dan westwaarts over de Inneem en de Ericaweg, langs de Strijbeekse heide, via Grazen naar de Strijbeekse beek.

Om de herinrichting van het Markdal ruimtelijk mogelijk te maken is in een wijziging nodig van vigerende bestemmingsplannen in de gemeenten Alphen-Chaam en Breda. Om het milieubelang volwaardig mee te wegen in de besluitvorming is een m.e.r.-procedure verplicht. Onderdeel van het m.e.r. is het ontwikkelen van een natuur-optimaal alternatief op de voorgenomen inrichting. De kansen voor beekherstel zijn al aan bod gekomen in de watersysteemanalyse (WSA, Arcadis 2017). De voorliggende landschapsecologische systeemanalyse (LESA) is hier een aanvulling op en richt zich op het beeld brengen van de kansen voor natuurontwikkeling in het beekdal.

1.2 Doel

Het doel van deze LESA is om op basis van een systeemanalyse de meest natuur-optimale inrichting voor terrestrische natuur (landnatuur) voor het gehele “interessegebied Markdal” (in het vervolg genoemd: het plangebied) in beeld te brengen, zonder daarbij rekening te houden met de beschikbare percelen voor functieverandering. De LESA leidt tot 4 kansenscenario’s, gebaseerd op onderscheidende beheer- en inrichtingsmaatregelen. Deze kansenscenario’s zijn uitgewerkt voor kenmerkende natuurbeheertypen en ecotopen en weergegeven op- kaarten met de natuurbeheertypen als legenda. Deze kaarten zijn vervolgens gebruikt als basis voor het samenstellen van het Optimaal Natuur Alternatief (ONA) voor het Markdal.

1.3 Aanpak ecologische systeemanalyse

De LESA borduurt voort op de WSA die eerder voor dit gebied is uitgevoerd (WSA, Arcadis 2017), alsmede de hydrologische modelstudie en vooronderzoeken, uitgevoerd door Arcadis in 2017. De LESA maakt gebruik van deze en aanvullende bestaande informatie en leidt tot een systeemkaart waarop de meest relevante milieufactoren voor de ontwikkeling van de kenmerkende ecotopen zijn weergegeven. Voorbeelden van kenmerkende ecotopen voor het Markdal zijn: soortenrijke wateren, moerassen, natte hooilanden en broekbossen. Deze worden nader toegelicht in bijlage 1.

Vervolgens zijn er vier scenario’s uitgewerkt. Als eerste wordt in beeld gebracht welke ecotopen zich kunnen ontwikkelen zonder inrichtingsmaatregelen te treffen, voor zowel een beheerde (maaien, beweiden) als niet-beheerde situatie. Vervolgens worden de mogelijkheden geschetst wanneer in het gehele gebied inrichtingsmaatregelen in de zin van hydrologisch herstel en het verwijderen van bemeste bodemlagen worden getroffen, wederom in situaties waarbij wel en geen beheer wordt toegepast.

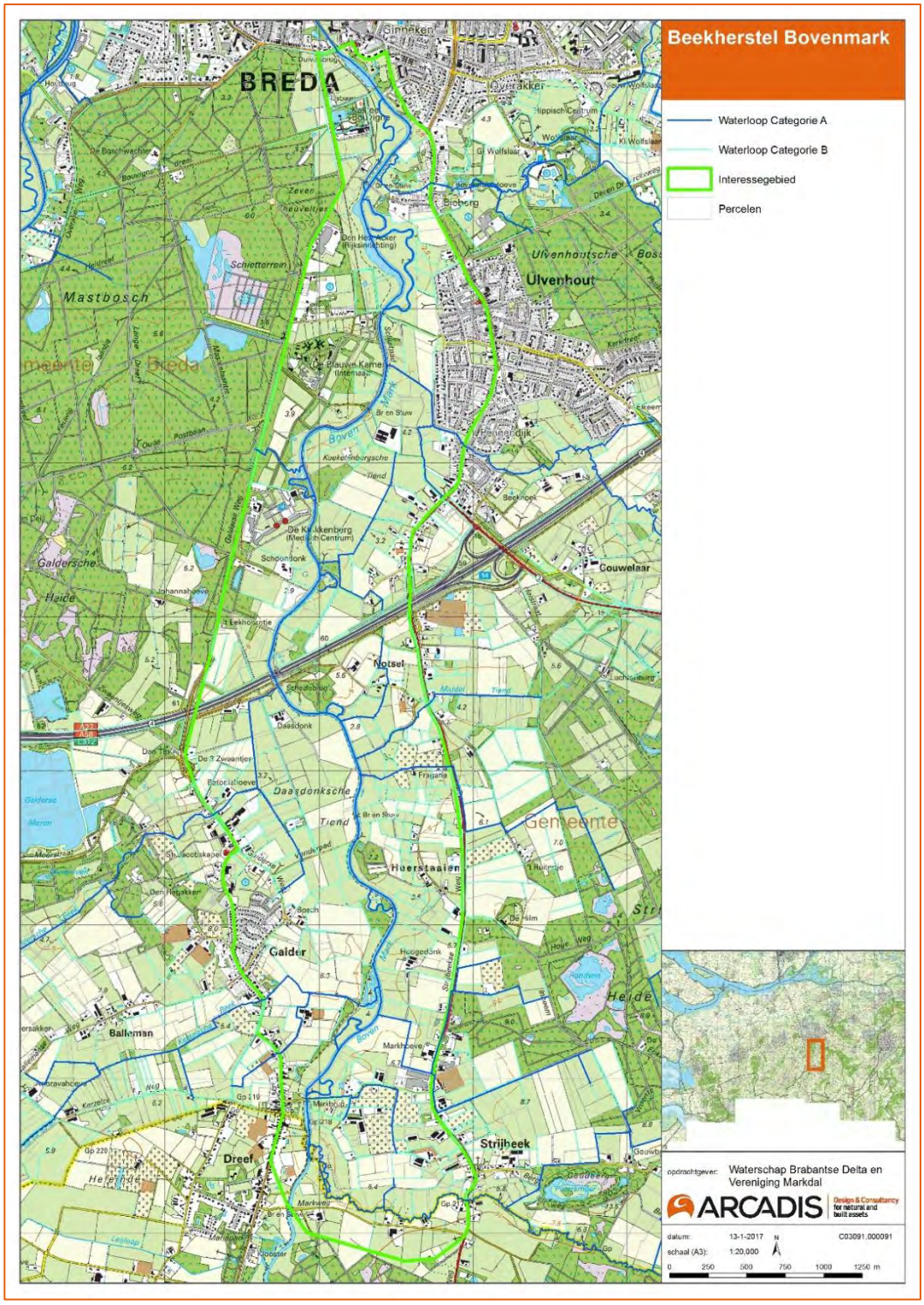
Tot slot is op basis van deze scenario’s een Optimaal Natuur Alternatief samengesteld

Zoals al aangegeven is de LESA gebaseerd op bestaande informatie van bodem en water in het beekdal. Deze informatie is deels onvolledig, deels te weinig gedetailleerd en deels ook gedateerd. Zo ontbreekt informatie van de grondwaterkwaliteit en beslaat de bodemkaart slechts een deel van het interessegebied. De uitkomsten van deze LESA zijn dan ook indicatief van aard en kunnen niet gebruikt worden inrichtingsplannen op te baseren. Daarvoor is aanvullend (veld)onderzoek naar de samenstelling en kwaliteit van bodem en water noodzakelijk.

2 CONTEXT

2.1 Topografie

Ten zuiden van Breda ligt het beekdal van de Boven Mark. In de onderstaande figuur (figuur 1) is de topografische ligging van het plangebied gegeven. Het plangebied omvat grofweg het beekdal (van flank tot flank) van de Boven Mark van Breda tot de Belgische grens.



Figuur 1 Topografische ligging plangebied Markdal

Halverwege wordt het plangebied doorsneden door de rijksweg A58. Duidelijk waarneembaar zijn de bebouwing van Ulvenhout en de grote natuurgebieden op de beekflanken (Ulvenhoutsche Bossen, Mastbosch, Galdersche Heide, Strijbeekse Heide).

De LESA focust zich op dit gebied. Echter, milieufactoren als bodemopbouw, grondwater, hydrologie en waterkwaliteit worden beïnvloed door factoren daarbuiten. Analoog aan het geohydrologisch model wordt daarom in de LESA breder gekeken dan uitsluitend het beekdal.

2.2 Beleid

In het Markdal liggen meerdere beleidsopgaven:

- Natuur Netwerk Brabant (NNB): de provincie heeft de opgaven voor terrestrische en (grond)watergerelateerde flora en fauna vastgelegd in het Natuurbeheerplan. Vlakdekkende opgaven zijn vertaald in beheertypen voor gerealiseerde dan wel nieuwe natuur. Verbindingen ten behoeve van de migratie van fauna zijn vertaald in ecologische verbindingszones (EVZ's).
- De status van het gebied als Natte Natuur Parel.
- De Kaderrichtlijn Water (KRW) (beekherstel Mark).

2.3 Belanghebbenden

Binnen het Markdal is er een actieve Vereniging Markdal aanwezig. Doordat het een vereniging is kan iedereen lid worden, waaronder burgers, bestuurders en grondeigenaren, maar ook belangen vertegenwoordigende organisaties

Naast de Vereniging hebben uiteraard ook de verschillende overheden een rol: gemeente, provincie, rijken waterschap.

Het Markdal is hoofdzakelijk in agrarisch gebruik. De agrariërs vormen dus een belangrijke groep van belanghebbenden. De agrariërs in Noord-Brabant zijn deels verenigd in de ZLTO.

Daarnaast liggen er verschillende natuurgebieden en realiseert de Vereniging Markdal circa 100 ha nieuwe natuur. Dit maakt dat de natuurbeheerders ook belanghebbenden zijn: Brabants landschap, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten.

2.4 Landschapshistorie

De geschiedenis van de Boven Mark begint ca. 2 miljoen jaar geleden (Kiden, 2001[1]). Voor die tijd was er een warm klimaat en lag er een ondiepe zee ter plaatse van Zuid-Nederland en Vlaanderen. Door een daling van de zeespiegel en opheffing van het land trok de zee zich ca. 2 miljoen jaar geleden langzaam terug naar het noord-noordoosten. Op het droogvallende land ontstond een rivierennet met rivieren die in noord-noordoostelijke richting naar de toenmalige kustlijn afwaterden. Deze afwateringsrichting is nog steeds terug te zien in de richting van het dal van de Boven Mark. De oerrivier, die de voorloper van de Boven Mark was, werd ook wel de Zenne genoemd.

[1] Kiden, P & C. Verbruggen, 2001. Het verhaal van een rivier: de evolutie van de Schelde na de laatste ijstijd. In: Bourgeois J, Ph. Crombé, G. De Mulder & M. Rogge, 2001: Een duik in het verleden. Schelde, Maas en Rijn in de pre- en protohistorie.

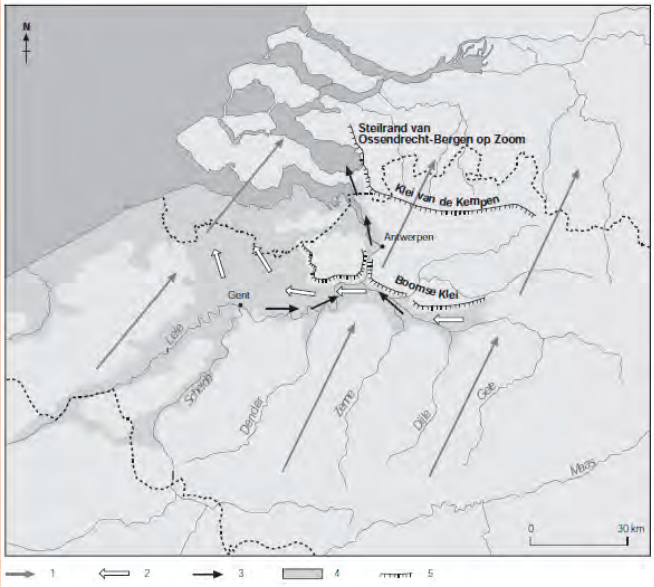


fig.2.
Hoofdlijnen van de Laat-Tertiaire en Quartaire evolutie van het riviernet in het Scheldebekken:
1. Stroomrichting van Laat-Tertiair tot Midden-Pleistoceen,
2. Stroomrichting van Saaliaan tot einde van Weichseliaan,
3. Stroomrichting vanaf eind Weichseliaan,
4. Vlaamse Vallei,
5. Cuesta.

Figuur 2 Historische stromingsrichting van de rivieren in Vlaanderen en Zuid-Nederland (Bron: WBD).

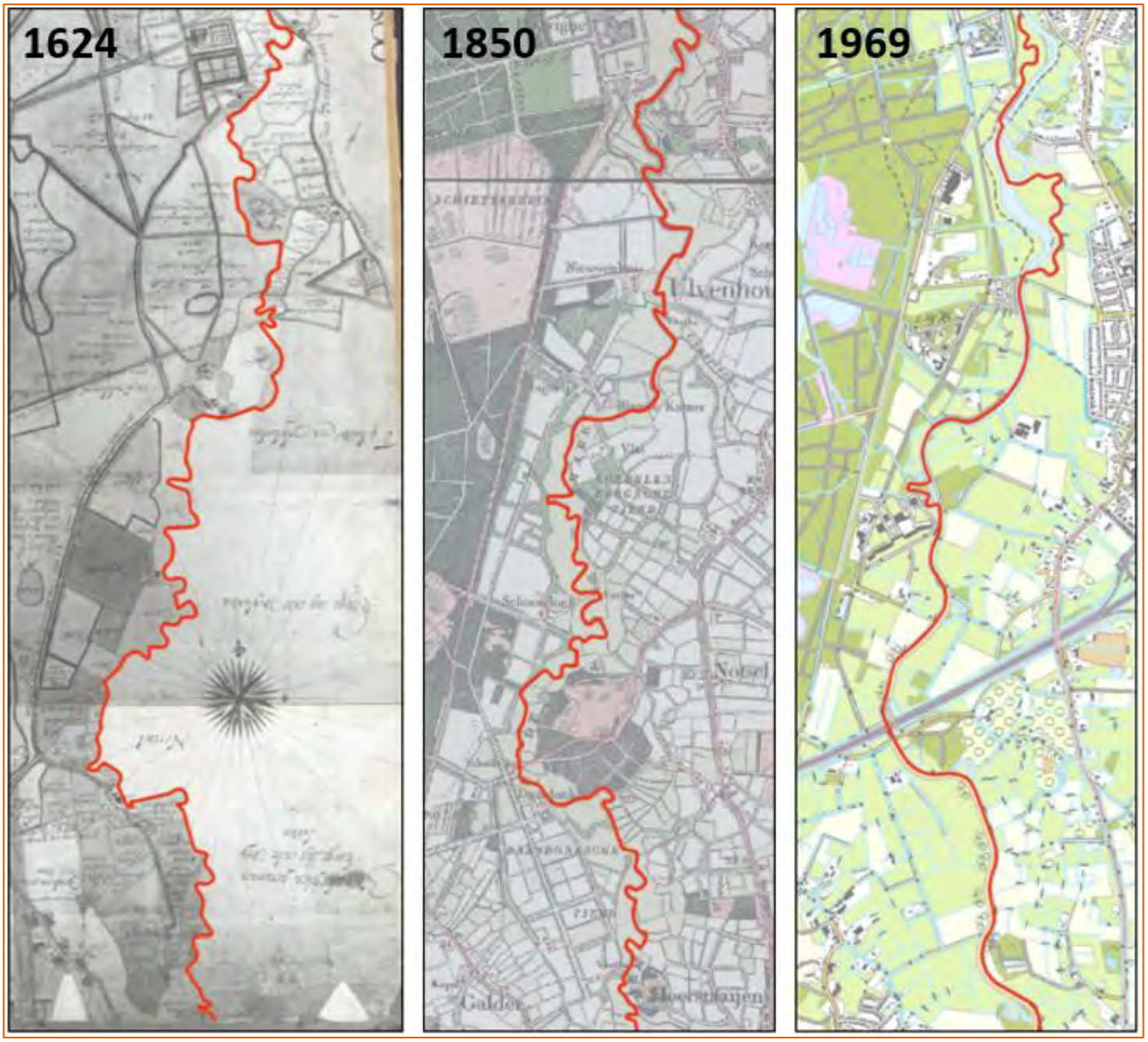
De laatste 2 miljoen jaar kende een afwisseling van koude perioden (ijstijden) en wat warmere (gematigde) perioden. Tijdens de ijstijden stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Door het koude klimaat en de lage zeespiegelstand sneden de rivieren zich in en diepten hun valleien plaatselijk uit, zo ook het dal van de Boven Mark. Deze rivieren bestonden uit verwilderde of vlechtende rivieren: rivieren met meerdere, zich vertakkende geulen. Een deel van het meegevoerde zand werd elders weer in het dal afgezet. In het open toendralandschap waaide het zand uit de rivierdalen gemakkelijk op en werd het buiten de dalen in een dun zanddek afgezet. Tijdens de korte, warmere perioden vulden meanderende rivieren de riviervalleien op met vooral klei en veen.

Ca. 400.000-800.000 jaar geleden ontstond de Vlaamse Vallei, die de afwateringsrichting van de oerrivier de Zenne in Vlaanderen veranderde in noord-westelijke richting (zie figuur 3). De afvoer richting Nederland nam daardoor sterk af.

Figuur 3 Impressie van de ontwikkeling van de Boven Mark sinds het einde van de laatste ijstijd van een vlechtende rivier (1.), via een meanderende rivier (2.) tot een veenmoeras (3.). Sinds de ontginning van het Markdal in de middeleeuwen was de Mark een meanderende rivier in een cultuurlandschap (4. Luchtfoto van de Boven Mark in 1969 voor de kanalisatie) (Bron: WBD).

Na de laatste ijstijd (ca. 10.000 jaar geleden) is de Boven Mark een laatste keer veranderd van een vlechtende rivier, die veel water en zand transporteerde, naar een meanderende rivier, die leem en klei afzette in het Markdal (zie figuur 4). Onder invloed van een verder opwarmend klimaat en een stijgende zeespiegel ontstond een dicht begroeid moeras in het Markdal, dat zich geleidelijk vulde met veen, In de middeleeuwen is dit veen ontgonnen en afgevoerd naar Breda als brandstof. Aan het einde van de middeleeuwen was het Markdal geheel ontveend en in gebruik genomen als landbouwgrond.

In de laatste eeuwen tot aan de kanalisatie in 1969 is de meanderende loop van de Boven Mark relatief weinig veranderd. Bij vergelijking van historische kaarten van verschillende momenten is een aantal meanders verdwenen en zijn enkele meanders ontstaan, maar de loop is in hoofdlijnen nauwelijks veranderd (Figuur 4).



Figuur 4 Historische kaart uit 1624 (links), rond 1850 (midden) en 1969 (rechts) met in het rood de ligging van de meanderende Mark (Bron: WBD).

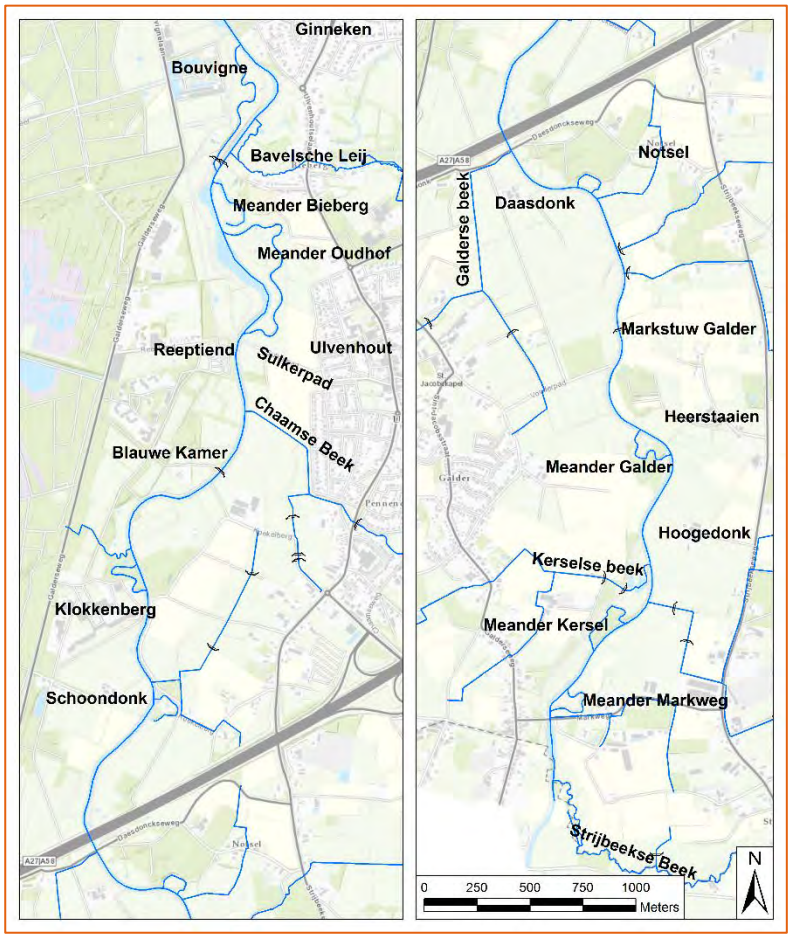
Door de ontginning voor de landbouw ontstond een kleinschalig cultuurlandschap met houtwallen, hagen en struweel op de kavelgrenzen. Langs de westzijde van de Mark ontstonden een drietal grote hoeven op de hogere gronden die het Markdal instaken, de zogenaamde donken. Dit zijn de Blauwe Kamer, Schoondonk en Daesdonck. In het begin van de 17de eeuw is rond het kasteel Daesdonck een barok landschap aangelegd, met rechte dreven en bijbehorende laanbeplanting. Daarbij is ook de benedenloop van de Galderse Beek vergraven. In dezelfde stijl is de Galderseweg tussen Breda en Galder aangelegd als rechte laan. Voor de aanleg liep de weg tussen Breda en Galder dichter bij de Mark.

Zoals ook elders in Nederland is het kleinschalige landschap vanaf het begin van de 20^{e} eeuw verdwenen door schaalvergroting, ruilverkaveling en de introductie van het prikkeldraad. In 1968 werd begonnen met de kanalisatie van de Boven Mark. De Boven Mark werd daarbij niet geheel recht, maar kreeg vanuit landschappelijk oogpunt lang gerekte bochten. Om zo economisch om te gaan met de hoeveelheid grondverzet volgt de gekanaliseerde Boven Mark op hoofdlijnen de vroegere, meanderende Boven Mark. Bij de kanalisatie is de Boven Mark verbreed en verdiept en zijn 3 stuwen aangebracht. De verbreding van de Boven Mark is te zien op een luchtfoto uit 1969 (figuur 5). De grond die uit de gekanaliseerde loop vrijkwam is op de aanliggende percelen verwerkt. Ook zijn percelen geëgaliseerd.

In de speech van de voorzitter van Waterschap De Boven Mark ter ere van de opening van stuw Bieberg wordt 600.000 m^3 grondverzet genoemd voor de kanalisatie en landbouwkundige inrichting van het Markdal. De kanalisatie ging gepaard met een vrijwillige kavelruil.

Figuur 5 Kanalisatie van de Boven Mark in 1969 ter hoogte van de meander Bieberg. Links op de foto is de oorspronkelijke Boven Mark zichtbaar. Door de graafwerkzaamheden is de Boven Mark rechts op de foto 2-3 keer zo breed. Aan de spoorvorming op de aanliggende percelen is te zien dat deze percelen zijn opgehoogd met zand dat vrijkwam bij de verbreding en verdieping van de Boven Mark (Bron: WBD).

In de jaren ’80 en ’90 is de ruilverkaveling Ulvenhout-Galder uitgevoerd. Hierbij is het land rondom het kanaal opnieuw verkaveld, met uitzondering van het gebied ten noordwesten van de snelweg en de Boven Mark. Sinds het jaar 2000 heeft natuurontwikkeling plaatsgevonden in het Markdal. Tussen de Duivelsbrug en de Reeptiend is een landbouwbedrijf opgekocht en omgevormd tot natuur. Daarbij is de vistrap Bieberg en de meander Oudhof aangelegd. Ook bij Galder is nieuwe natuur gevormd en zijn de meander bij de Markweg (oostelijk van de Boven Mark) en de meander bij Galder (westelijk van de Boven Mark) gegraven. In de onderstaande kaart (figuur 6) zijn de belangrijkste toponiemen aangegeven.



Figuur 6 Kaart met toponiemen ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts).

3 MILIEUFACTOREN

De basis van de LESA wordt gevormd door een samenhang van abiotische milieufactoren. In dit hoofdstuk worden deze milieufactoren toegelicht die in de WSA nader zijn onderzocht en relevant zijn voor de LESA.

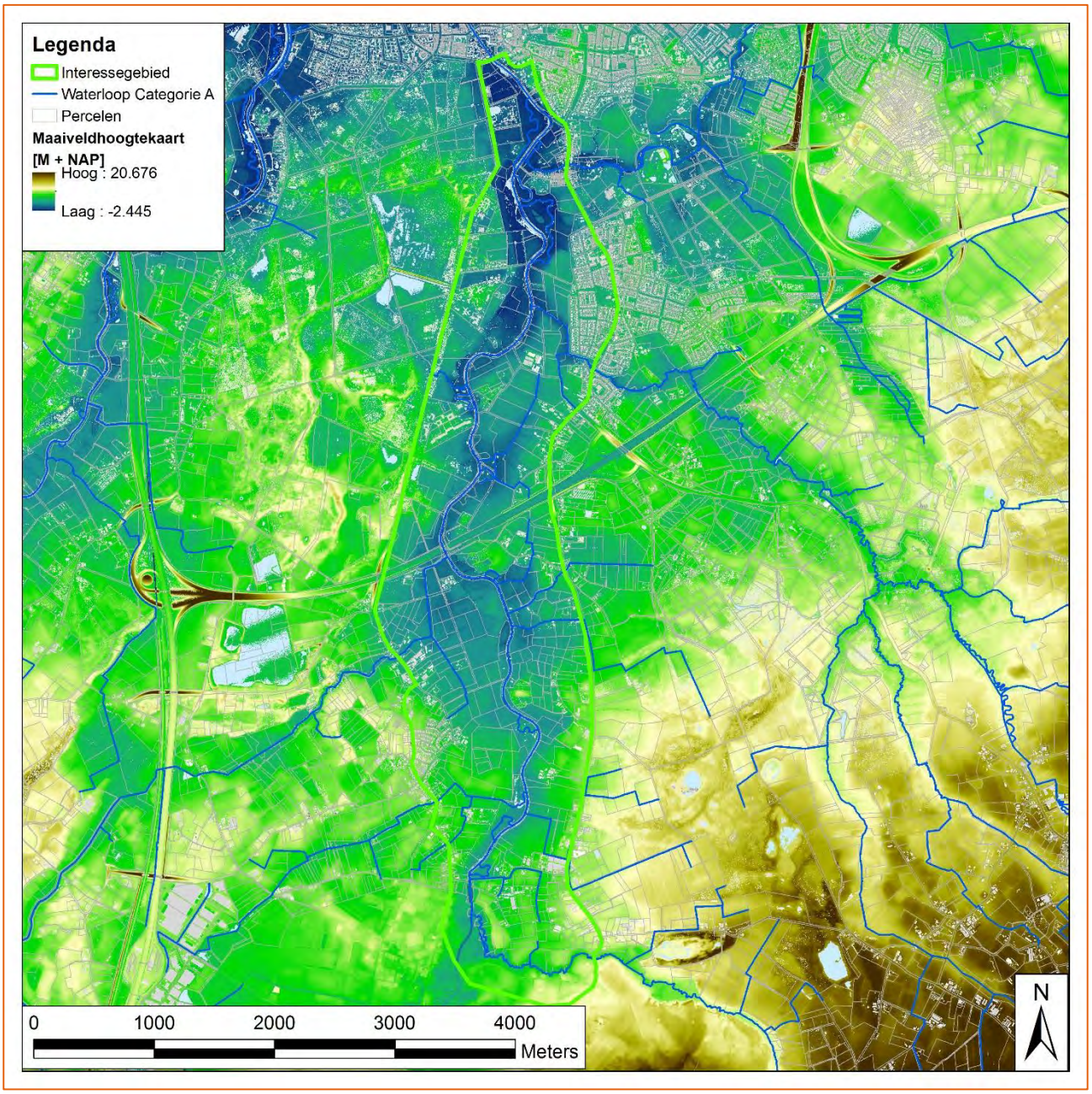
3.1 Maaiveldhoogte

Op basis van de regionale maaiveldhoogtekaart (ahn2) is het beekdalverloop van zuid naar noord goed te zien (Figuur 7). Ook de lagere ligging van de aantakkende beekdalen zijn duidelijk zichtbaar.

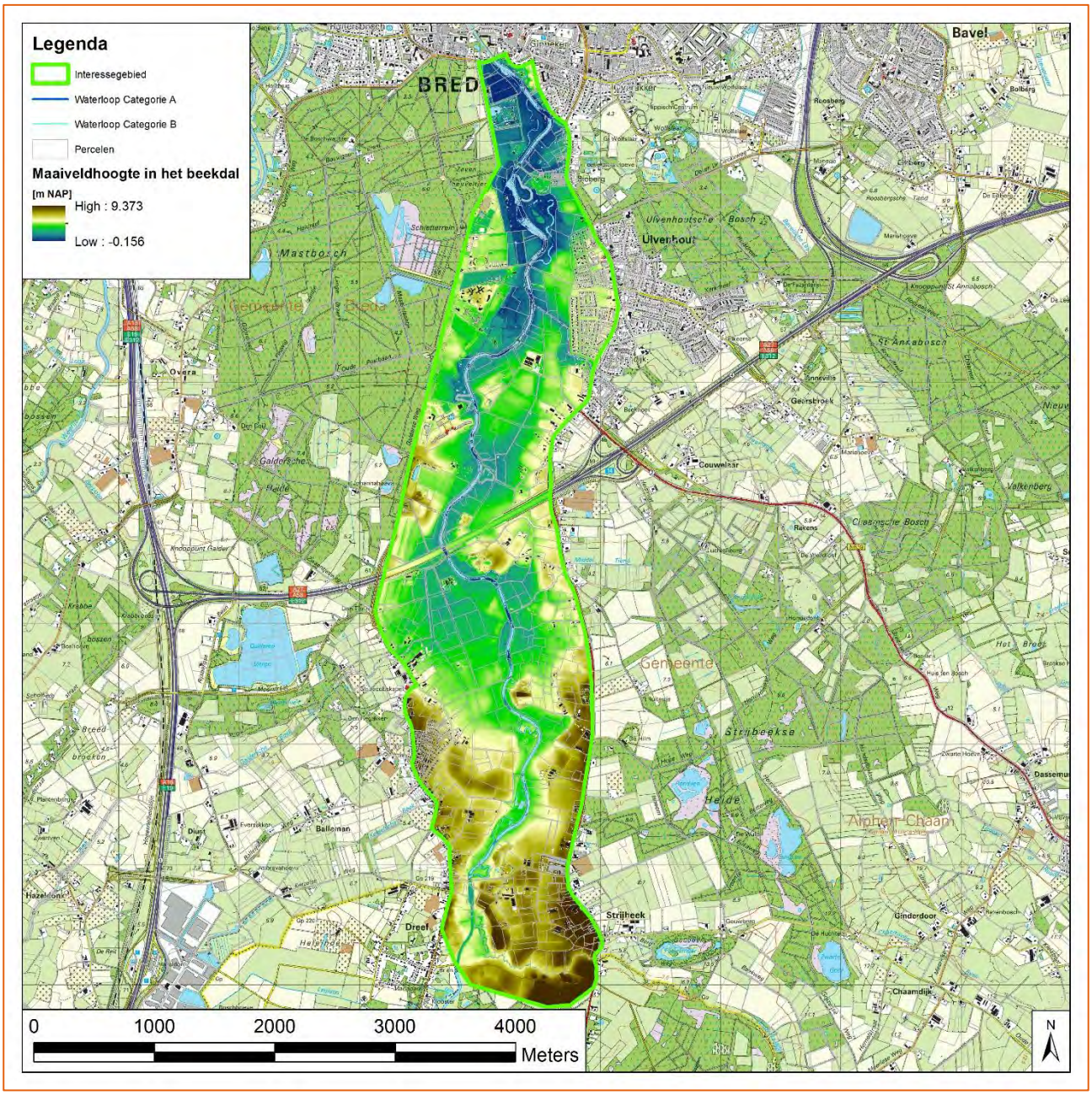
De hoogteverschillen zijn grofweg NAP +20 m ten zuidoosten van het Markdal tot rondom NAP benedenstrooms nabij Breda. Te zien is dat het verval in de nevenbeken, zoals de Chaamse beken en zeker de Strijbeekse beek, aanzienlijk groter is dan in het Markdal zelf.

Vervolgens is een nieuwe hoogtekaart gegenereerd waarbij ingezoomd is op de maximale verschillen binnen het plangebied (figuur 8). Hieruit volgt nog duidelijker het hoogteverschil van circa 9 m tussen het zuidelijk en noordelijk deel van het Markdal.

De beek stroomt vanaf de Belgische grens door een dekzandrug, waardoor het dal smal en diep is ingesneden. Vervolgens treedt de beek vrij snel binnen in het meer open, vlakke beekdal rond Daasdonk en Notsel. In dat traject liggen enkele hooggelegen zandopduikingen of donken waar beekloop en beekdal zich duidelijk omheen gevormd hebben. Op deze hoger gelegen locaties ligt de bebouwing het dichtst bij de beek. Verder zijn op dit niveau nog hoogteverschillen op perceelsniveau te zien. Mondelingen getuigenissen beschrijven de ophoging van de aanliggende gronden met grond die vrijgekomen is bij de verschillende kanalisatiefasen van de Mark.



Figuur 7 Maaiveldhoogtekaart van het Markdal in relatie tot zijn omgeving (ahn2 in m).



Figuur 8 Maaiveldhoogtekaart van het Markdal ingezoomd op de maximale hoogteverschillen binnen het interessegebied (ahn2 in m).

3.2 Grondwater

3.2.1 Grondwaterkwantiteit

Arcadis heeft voor het Markdal een grondwatermodel ontwikkeld. Meer over de methodiek treft u aan in de hydrologische rapportage[2].

Met behulp van dit model zijn zowel de bestaande grondwaterstanden en het inundatiepatroon in beeld gebracht, alsmede de veranderingen in grondwaterstanden, kwel en inundatie die zich voordoen nadat beekherstel volgens het VKA is uitgevoerd. Beekherstel houdt hermeandering van de Mark en het verwijderen van stuwen in. De stuw Galder wordt uit functie genomen aangezien hij buiten de hoofdloop van de beek komt te liggen. De stuw Blauwe Kamer wordt helemaal verwijderd, en de stuw Bieberg blijft functioneren.

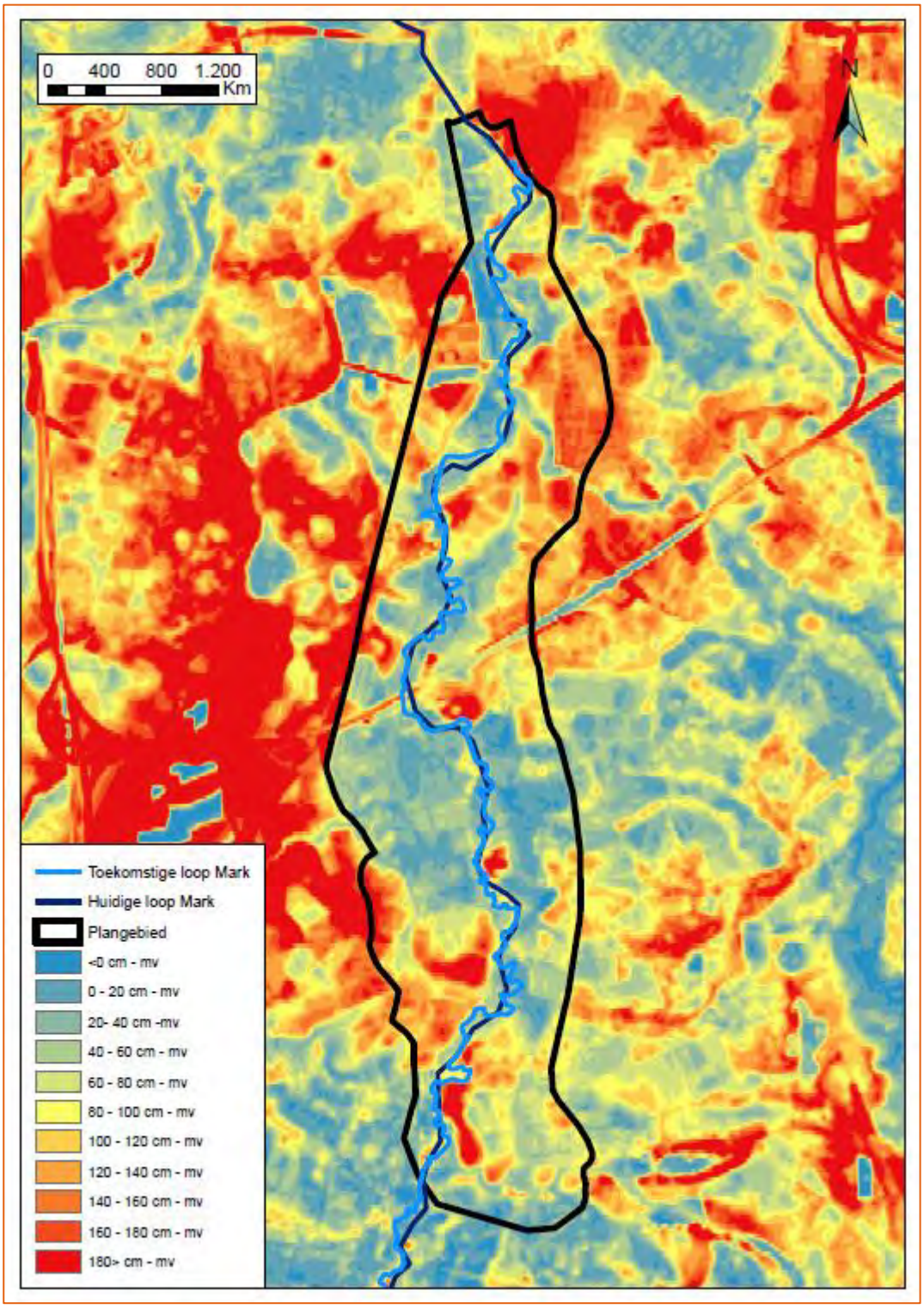
[2] Herinrichting Markdal, Hydrologische modelstudie en vooronderzoeken, ARCADIS, 2017

Ter plekke van de nieuwe, smallere meanders stijgen de grondwaterstanden en bovenstrooms van de te verwijderen stuwen daalt de grondwaterstand. Deze laatste situatie heeft als input voor de LESA gediend.

De resolutie waarop het grondwatermodel is doorgerekend is 25 m, dat betekent dat in iedere cel van 25 bij 25 een grondwaterstand is berekend. De nauwkeurigheid van het model ofwel de afwijking tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden ligt gemiddeld genomen tussen de 0 en 10 cm.

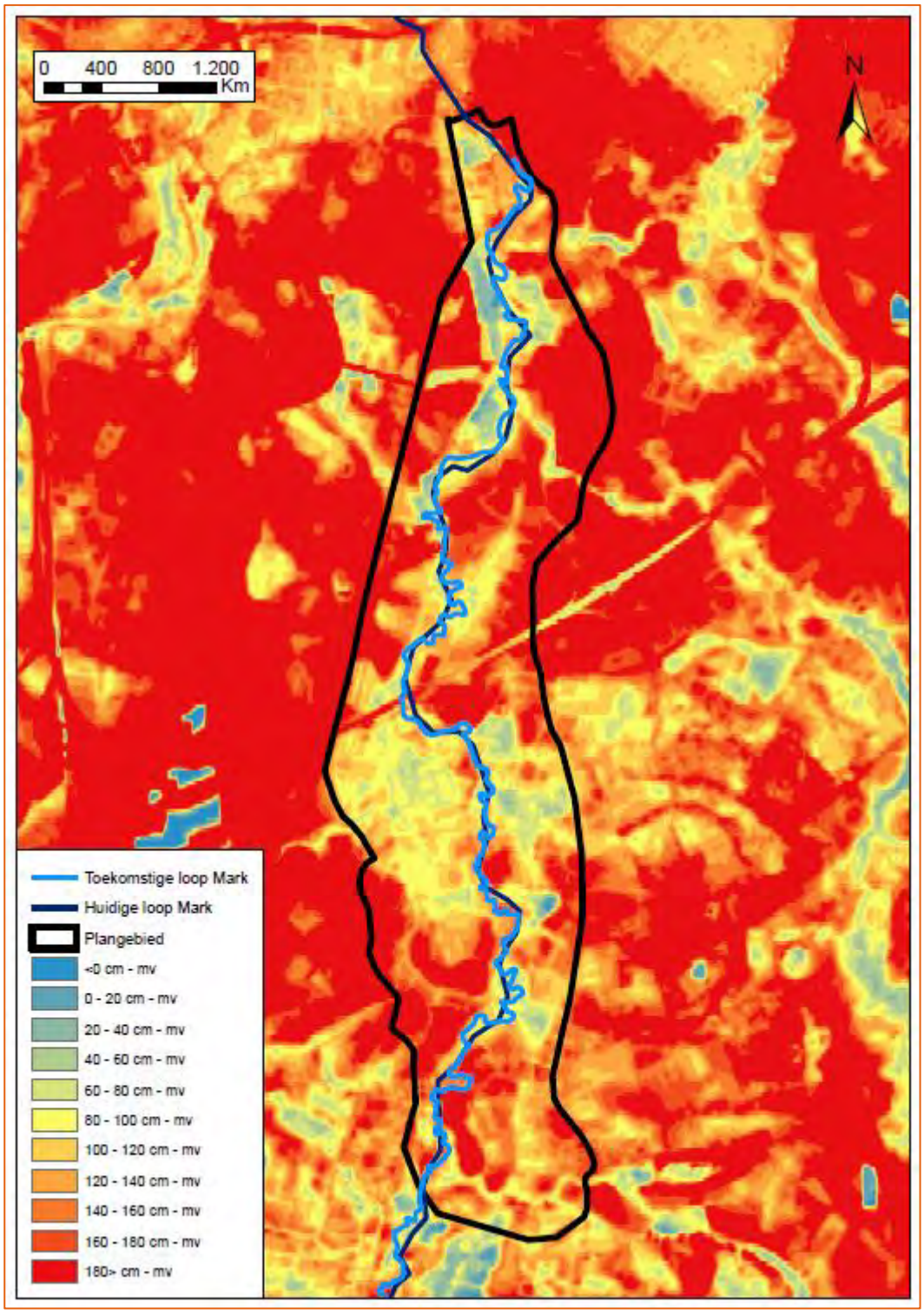
In deze paragraaf komen de resultaten van het grondwatermodel aan bod: de GxG-kaarten en de kwel- en wegzijgingskaart. GxG is een verzamelterm voor de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) berekend over een periode van minstens acht jaar. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand is de gemiddelde grondwaterstand in de zes natste (winter)weken van een jaar. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand is de gemiddelde grondwaterstand in de zes droogste (zomer)weken van een jaar. De Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand wordt berekend op basis van een gemiddelde grondwaterstand van begin maart tot half april (zes weken).

3.2.1.1 GxG-kaarten



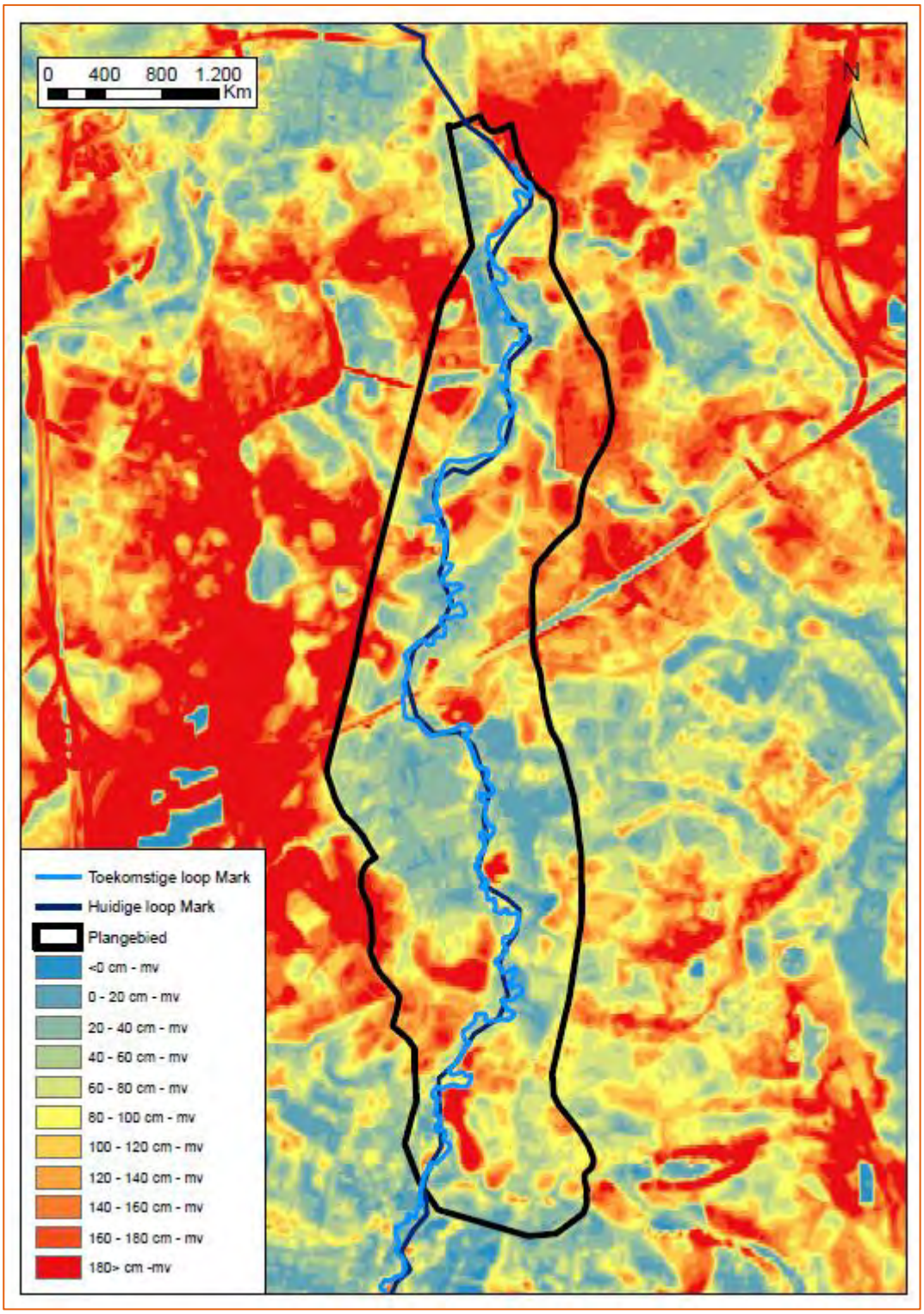
Figuur 9 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand in cm-mv (wintergrondwaterstand).(bron Arcadis 2017)

De GHG is representatief voor een gemiddelde wintersituatie *zonder inundatie*. Uit de GHG is af te leiden dat in de winter de grondwaterstand over grote delen van het beekdal nagenoeg tot aan maaiveld komt (0 – 20 cm -mv (paars)). Uitzonderingen zijn uiteraard de hoge zandkoppen in het zuiden en enkele verspreid in het beekdal. Daar is de hoogste grondwaterstand 2 m -mv (donkerbruin).



Figuur 10 Gemiddeld Laagste Grondwaterstand in cm-mv (zomergrondwaterstand (bron Arcadis 2017).

Op basis van GLG kan afgeleid worden dat het merendeel van het beekdal goed ontwaterd is en daarmee gunstig is voor intensief agrarisch gebruik. Uitzondering is de locatie net ten zuiden van Heerstaaien, waar duidelijk sprake is van een hoge GLG (0-20 cm -mv (paars)). Deze natte gronden zijn echter recentelijk opgehoogd, waardoor de ontwatering ter plaatse is vergroot. Ter hoogte van Ulvenhout wordt het beekdal beduidend natter met een GLG van 80 cm -mv.



Figuur 11 Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand in cm-mv (bron Arcadis 2017).).

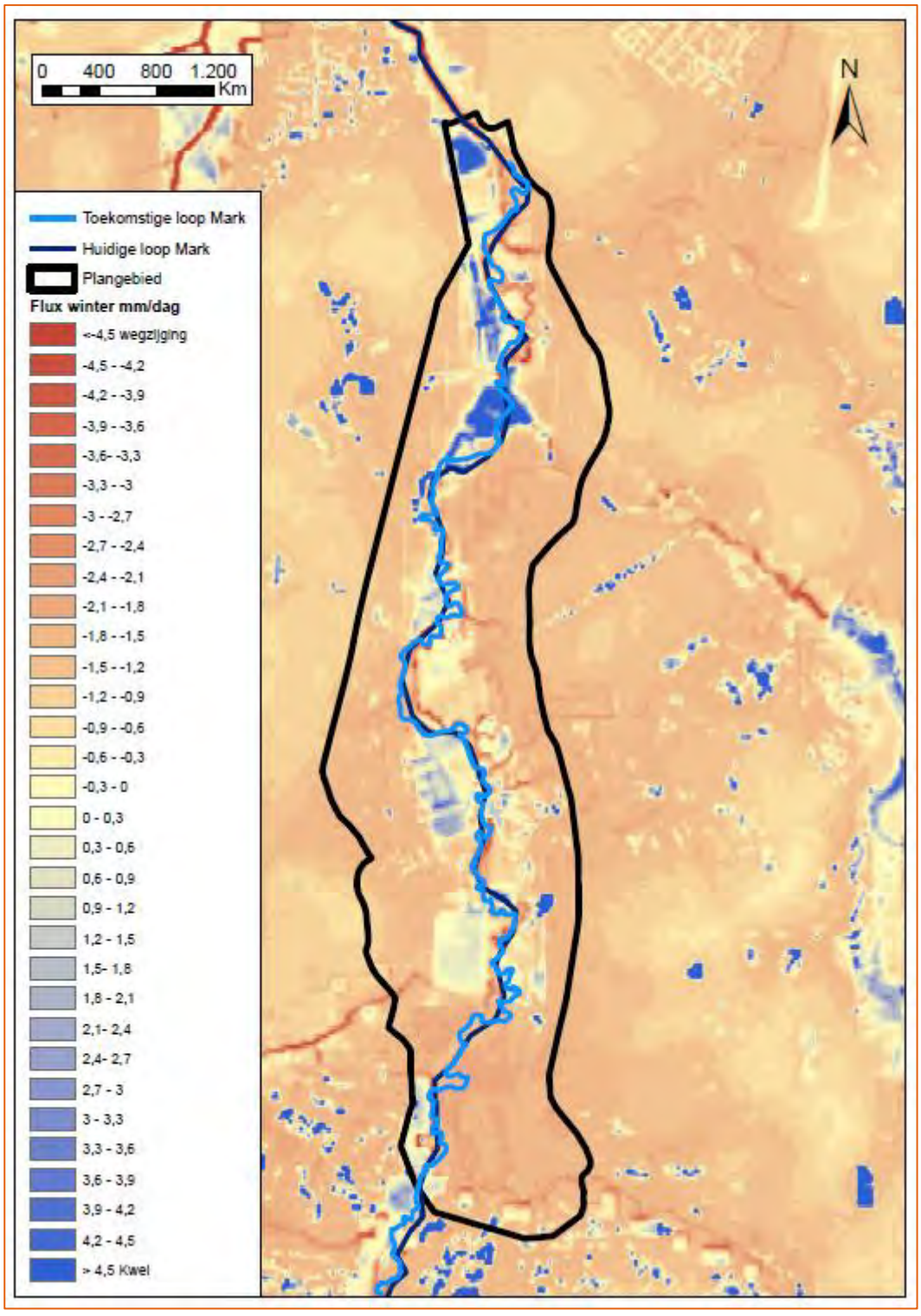
De kaart met de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand is van belang voor zowel de landbouwer als de natuurbeheerder. De landbouwer leidt eruit af of zijn gronden op tijd voldoende ontwaterd zijn en daarmee voldoende draadkracht hebben voor bewerking en eventuele beweiding. De natuurbeheerder constateert of de voorjaarsgrondwaterstand (doorgaans) hoog genoeg is voor bijvoorbeeld grondwatergevoede vegetatie en/of weidevolgels.

Uit de kaart volgt dat nog een groot areaal in het beekdal een hoge voorjaarsgrondwaterstand heeft, variërend van 60 tot 20 cm -mv. Op deze kaart zijn duidelijk de meer lokale verschillen te zien in de grondwaterstand tussen percelen. Op relatief korte afstand doorloopt de GVG vaak 2 tot 3 legendaklassen (minimaal 40 tot maximaal 80 cm verschil).

3.2.2 Kwel- en infiltratiekaarten

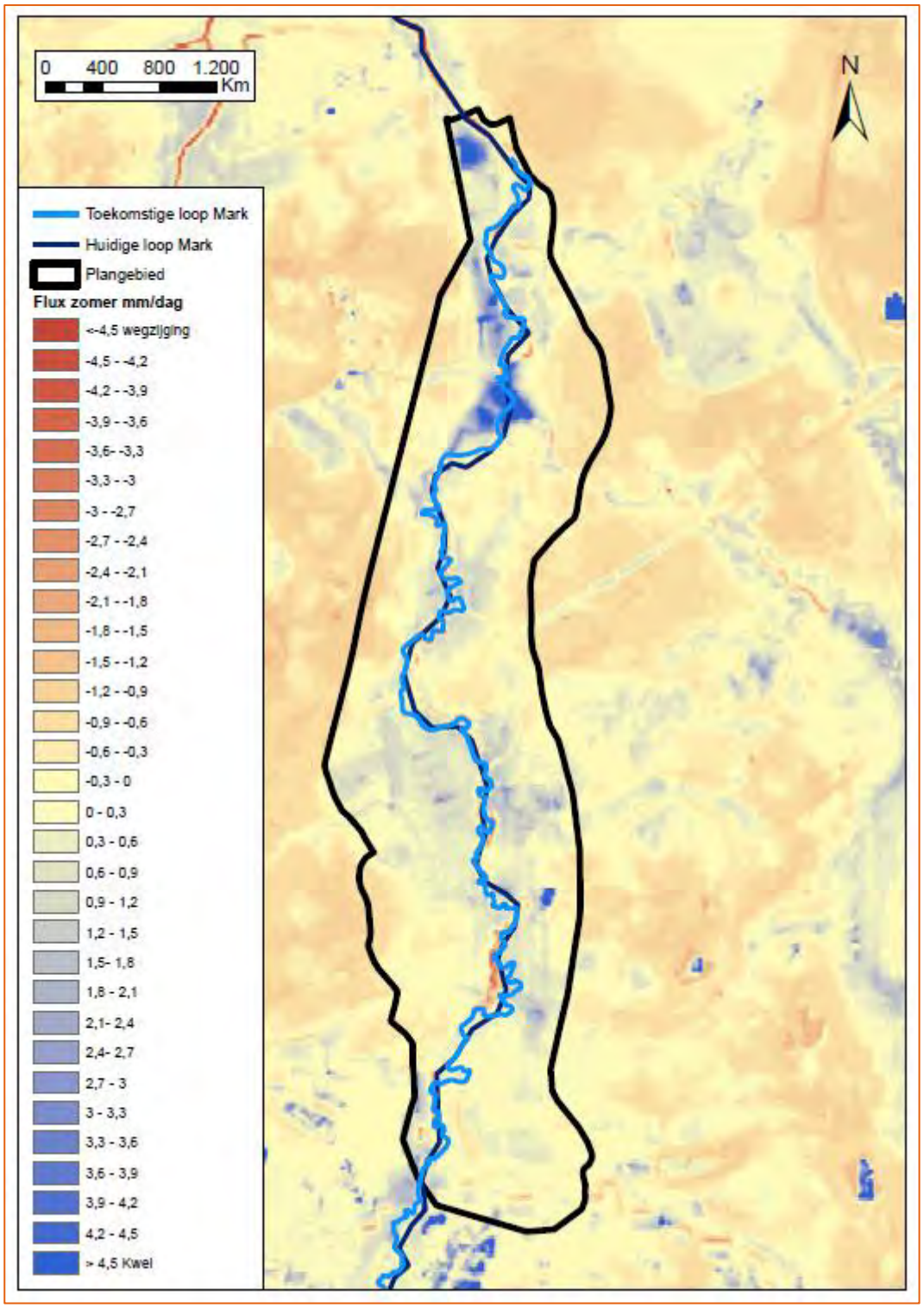
Bijgaand zijn de kwel- en infiltratiekaarten weergegeven, ook deze weer na beekherstel volgens het VKA. Eigenlijk moet gesproken worden over fluxen, aangezien het de grondwaterbeweging betreft, horizontaal dan wel verticaal. De flux die hier is gepresenteerd is de berekende flux van de modellaag. Een berekende kwelflux kan dus niet direct vertaald worden in een potentiële groeiplaats van grondwaterminnende planten.

De kwel en infiltratie is berekend voor de winter-, voorjaar- en zomersituatie. In de winter is duidelijk sprake van een infiltratiesysteem. Dat wil zeggen dat het merendeel van het neerslagoverschot dient ter aanvulling van het grondwatersysteem. Toch zijn er ook in de winter locaties waar sprake is van een kwelflux. Ter hoogte van Bouvigne geldt dit ook voor de natste locaties in het beekdal (4 mm/dag). Ten zuiden van de A58 is de kweldruk minder groot. Op veel plekken wordt kwel afgevangen door watergangen waardoor het moeilijker of niet aan het oppervlak kan komen. Om dit probleem te verhelpen dienen de schuldige sloten deels gedempt te worden.



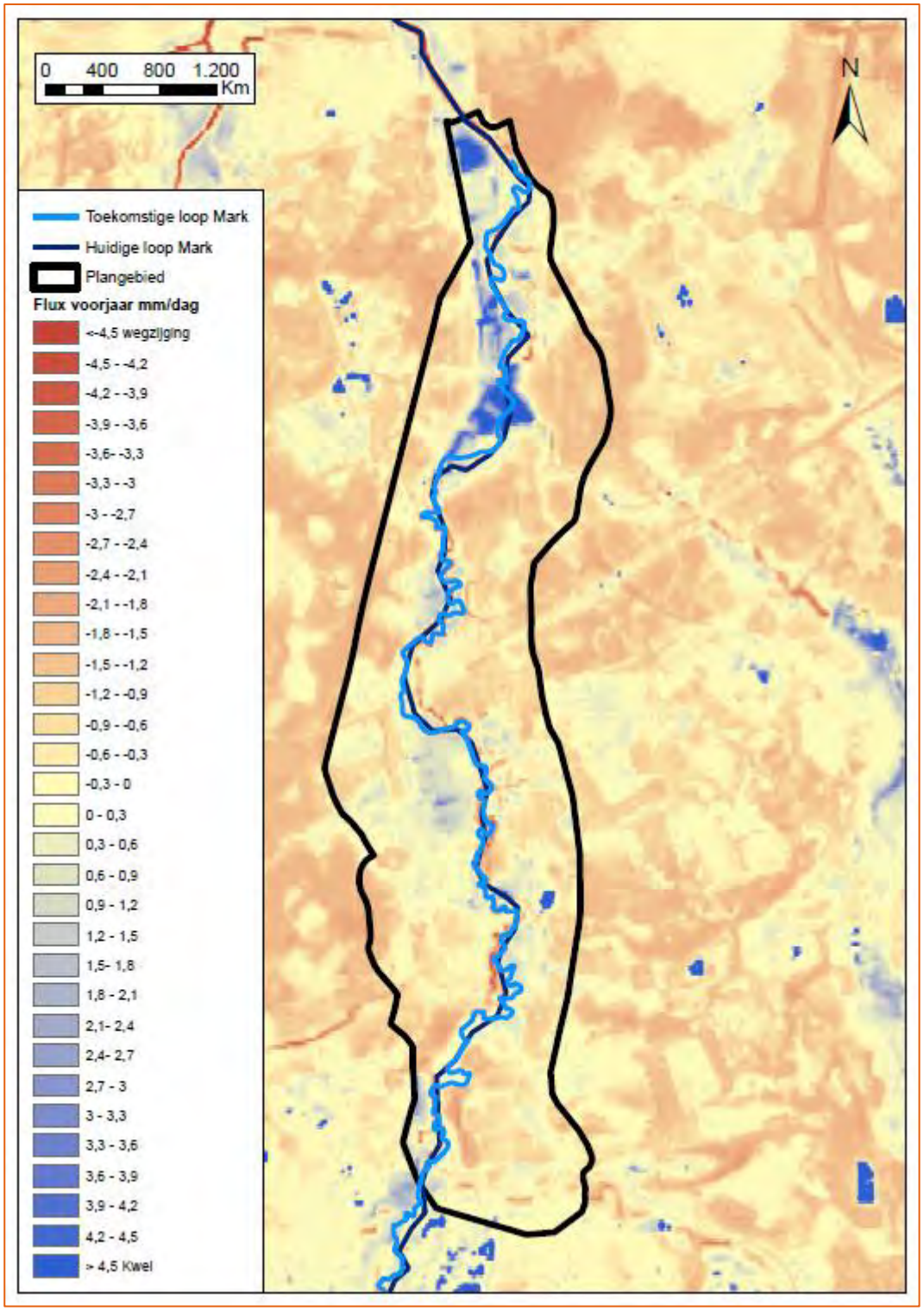
Figuur 12 Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de wintersituatie (rood = wegzijging). (bron Arcadis 2017)

Uit de kaart met de zomerflux blijkt dat in de zomer een neerslagtekort ontstaat dat wordt aangevuld met kwel. De stijghoogte of grondwaterstand in de hoger gelegen delen zorgt voor een nalevering van grondwater in het beekdal. De kweldruk is echter grotendeels in het beekdal beperkt tot <1 mm/dag, de laaggelegen locaties in het noordelijk beekdal daargelaten (>4 mm/dag).



Figuur 13 Berekende kwel en wegzijging zomersituatie (bron Arcadis2017.)

Het verschil tussen de zomer- en voorjaarssituatie is beperkt. Infiltratie vindt plaats op de hogere delen in het beekdal en langs sommige grotere watergangen zoals de Boven Mark zelf. Voor het overig deel blijkt dat er doorgaans sprake is van (beperkte) kwelinvloed, ook in de gemiddelde zomer. In het zuiden is de kwelinvloed geringer (0,5 mm/dag) dan in het noorden (1,5 mm/dag).



Figuur 14 Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de voorjaarssituatie (rood = wegzijging).(bron Arcadis 2017

3.2.3 Grondwaterkwaliteit

Van de grondwaterkwaliteit zijn geen gegevens voor handen, noch van het waterschap, noch vanuit een bron als DINO-loket.

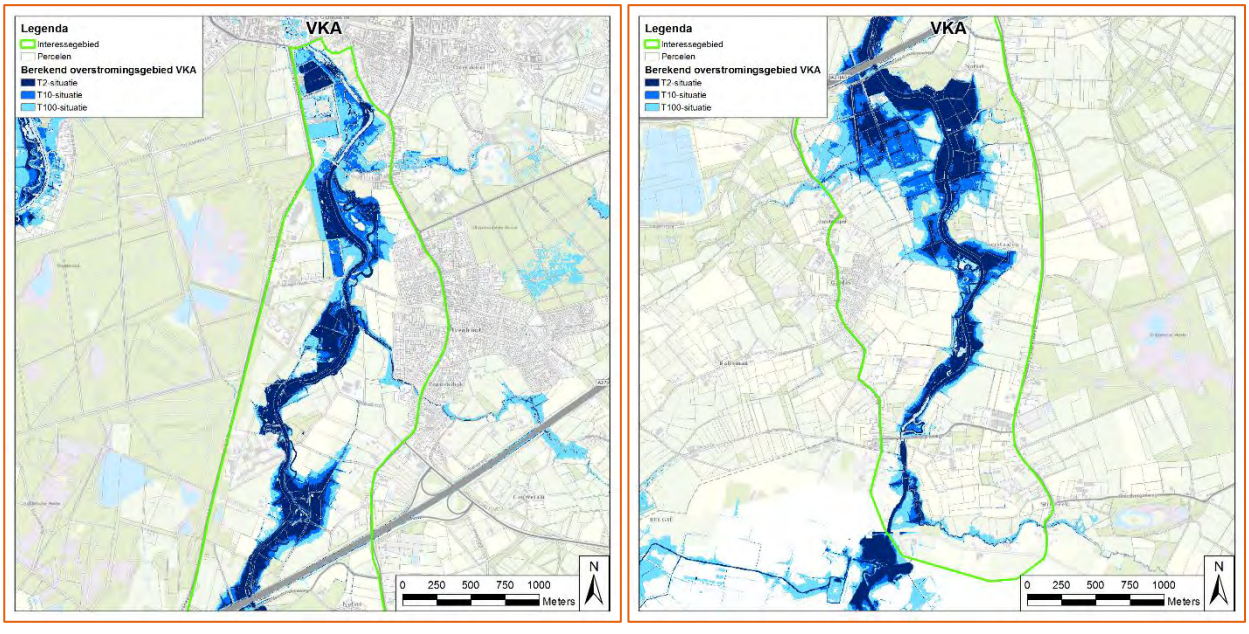
Op basis van de stroombaanberekening kan echter wel een indicatie gegeven worden. In het zuidelijk deel wordt voornamelijk kwel aangetrokken die door diepere bodemlagen heeft gestroomd. Daartoe behoort ook de formatie van Oosterhout. Deze formatie is kalkrijk. Daarmee mag aangenomen worden dat het opkwellende grondwater in het zuiden hogere gehalten aan Ca en HCO3 heeft dan dat in het noorden van het Markdal.

Wel kan de grondwaterkwaliteit indicatief afgeleid worden uit het voorkomen van plantsoorten. Studio Wolverine heeft in 2016 een inventarisatie gedaan in het Markdal naar kwelindicerende soorten (Studio Wolverine, 2016) Daarbij is onderscheid gemaakt naar specifieke kwelmilieus. In zijn algemeenheid is geconcludeerd dat het Markdal voedselrijk is. Een soort als waterviolier die kenmerkend is voor de combinatie van kwel, mesotroof en stilstaand water is slechts 2x waargenomen.

Uit de inventarisatie is gebleken dat op de westoever de meeste kwellocaties aanwezig zijn, zowel ten zuiden van de A58 (vanaf Galder tot aan de Mark, waaronder ook Daesdonck) als wat verder ten noorden van de A58 (Blauwe Kamer). Op de oostoever is met name het gebied halverwege Strijbeek en Notsel rijk aan opkwellend water. Hier is de waterviolier waargenomen.

3.2.4 Inundatie

Met behulp van het programma SOBEK is de overstromingsfrequentie van het beekdal voor het VKA berekend (Figuur 15). De laagste percelen in het beekdal overstromen bij een afvoergolf die statistisch éénmaal per 2 jaar (T2) optreedt. Tijdens een dergelijke afvoergolf staat er één tot enkele dagen water op het land. Bij een afvoergolf T10 met een kans van 10% per jaar, overstromen de laagtes in het beekdal en een grootschalige overstroming van het beekdal treedt pas op bij een afvoergolf T100, die per jaar een kans van 1% heeft.



Figuur 15 Berekend overstromingsoppervlak bij verschillende afvoersituaties in het dal van de Boven Mark ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts). (bron Arcadis 2017))

Het areaal dat bij een hoogwater inundeert neemt beperkt in omvang toe naarmate de overstromingsfrequentie afneemt: het lichtblauwe gebied in Figuur 15 is niet veel groter dan het donkerblauwe. De lage gronden rond de beek zullen regelmatig onder water komen te staan bij hoogwater. Opvallend is de inundatie van het recent ingerichte gebied de Bieberg.

3.2.5 Waterkwaliteit Mark

De waterkwaliteit van de Boven Mark is matig tot slecht. De concentraties fosfor, stikstof, ammonium en zink zijn te hoog. Daarnaast zijn de concentraties van diverse bestrijdingsmiddelen, voornamelijk insecticiden, te hoog. De zuurstofgehaltes van het Markwater liggen periodiek aan de lage kant, hoewel zuurstofloosheid niet (meer) lijkt op te treden.

Als de Mark over de gehele lengte van Hoogstraten tot aan Breda wordt beschouwd, dan valt op dat de waterkwaliteit van boven- naar benedenstrooms licht verbetert, terwijl de inrichting van de beek verslechtert. Nabij Hoogstraten liggen de fosforconcentraties hoger en de zuurstofconcentraties lager, wat bijvoorbeeld een negatief effect heeft op respectievelijk waterplanten en vissen. Maar juist de bovenloop van de Mark kent nog een min of meer natuurlijk meanderend karakter. Wel zijn de oevers over grote lengtes zijn vastgelegd met bijvoorbeeld puin. De benedenloop tot aan het uitgevoerde project Bieberg is juist sterk gekanaliseerd en verstuwd. Doordat nergens in de (Boven) Mark een goede combinatie van waterkwaliteit en inrichting voorkomt, komt er eveneens nergens een goede watervegetatie, visstand of macrofaunagemeenschap voor.

In het stroomgebied van de Boven Mark lozen vijf rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) op de beek. Deze vijf RWZI's zijn 's zomers verantwoordelijk voor ca. 20% van de hoeveelheid fosfor en voor ca. 10% van de hoeveelheid stikstof. In de winter ligt het aandeel van de RWZI's wat lager, met een bijdrage van respectievelijk 10% en 5 % voor fosfor en stikstof. De overige 80-95% van de nutriënten is vrijwel geheel toe te schrijven aan uit- en afspoeling van de landbouw. De hoeveelheid voedingsstoffen in de Boven Mark is daardoor alleen terug te dringen door de landbouwemissies te verminderen. Zonder dergelijke maatregelen zal de vegetatie in de Boven Mark uit algemeen voorkomende en vaak sterk woekerende plantensoorten bestaan. Daarnaast kunnen hoge fosforconcentraties in warme (na)zomers met weinig afvoer tot blauwalgenbloei leiden. Dit is bijvoorbeeld nog opgetreden in september 2016. Blauwalgen (cyanobacteriën) produceren giftige stoffen, wat tot vissterfte kan leiden.

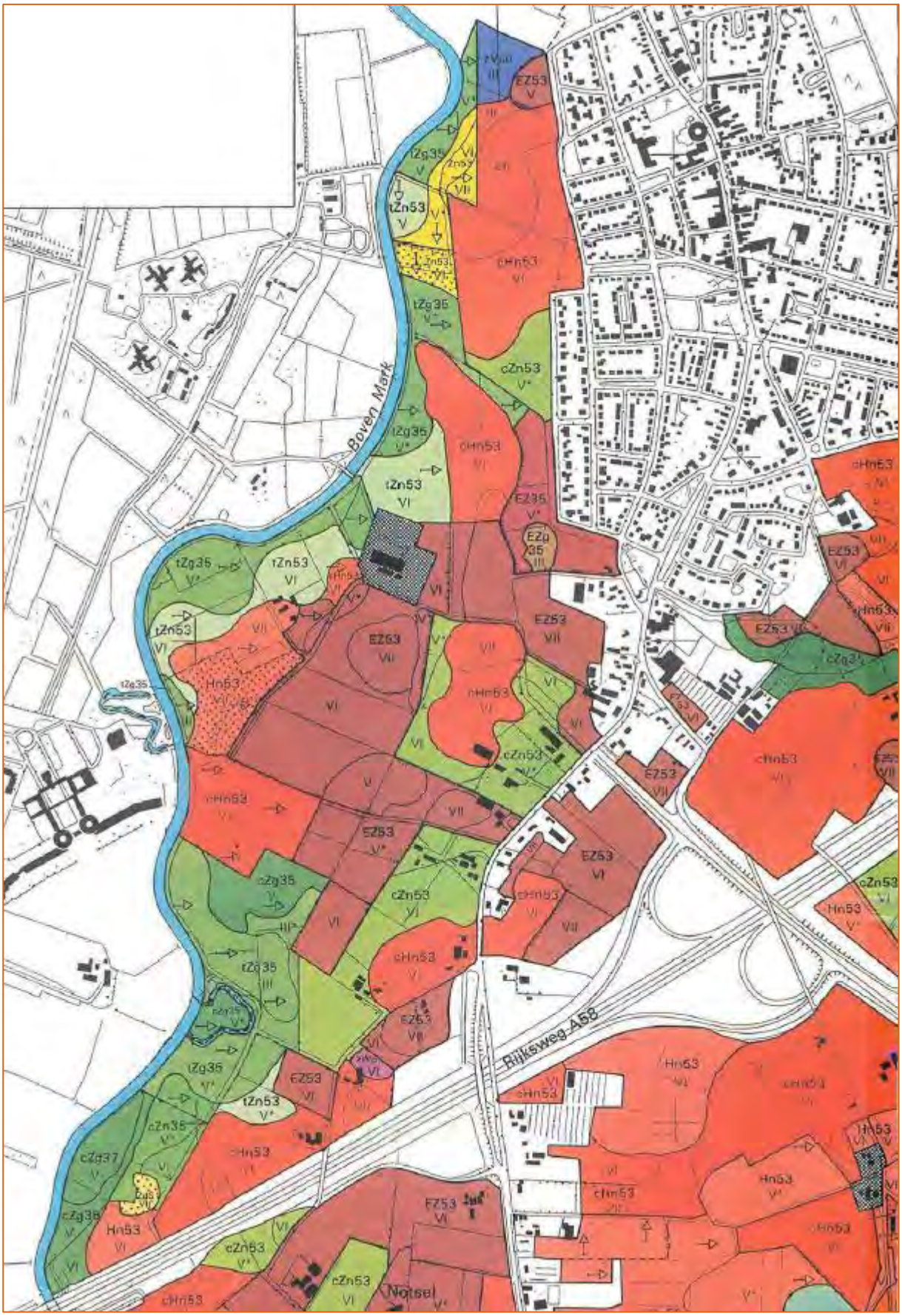
3.3 Bodem

Ter voorbereiding van de Ruilverkaveling Ulvenhout-Galder is door Stiboka in de jaren zeventig een bodemkartering van een belangrijk deel van het beekdal uitgevoerd, zie Figuur 16.

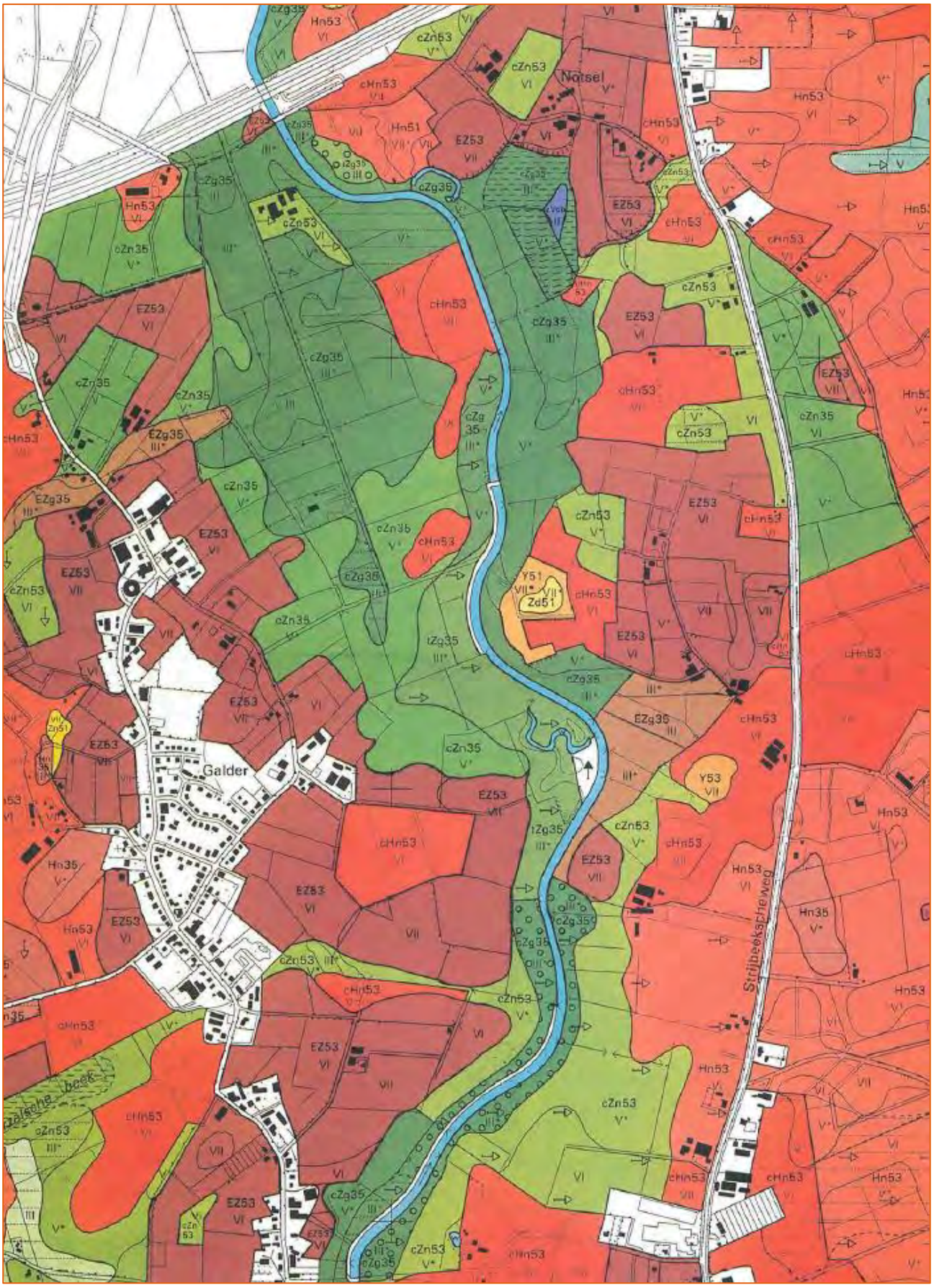
De laagst gelegen delen van het beekdal bestaan uit beekeerdgronden en gooreerdgronden. Dit zijn van nature natte gronden die regelmatig door de beek overstroomden en waar de kwel tot in de wortelzone reikte. Het materiaal waaruit deze bodem is opgebouwd bestaat voornamelijk uit lemig fijn zand. De bovengrond bestaat uit een 30-50 cm dikke humeuze eerdlaag.

Op de hogere delen komen de veldpodzolgronden, laarpodzolgronden en enkeerdgronden voor. Veldpodzolgronden zijn vochtige tot droge heide ontginningsgronden met een dunne humushoudende bovengrond. Het zijn infiltratiegebieden met wisselvochtige omstandigheden. De enkeerdgronden kenmerken zich door een dikke humushoudende bovengrond als gevolg van eeuwenlang cultuurgebruik (ophogen met mest en plaggen). Ook de laarpodzolgronden zijn oude akkers, het cultuurdek is echter minder dik dan bij de enkeerdgronden.

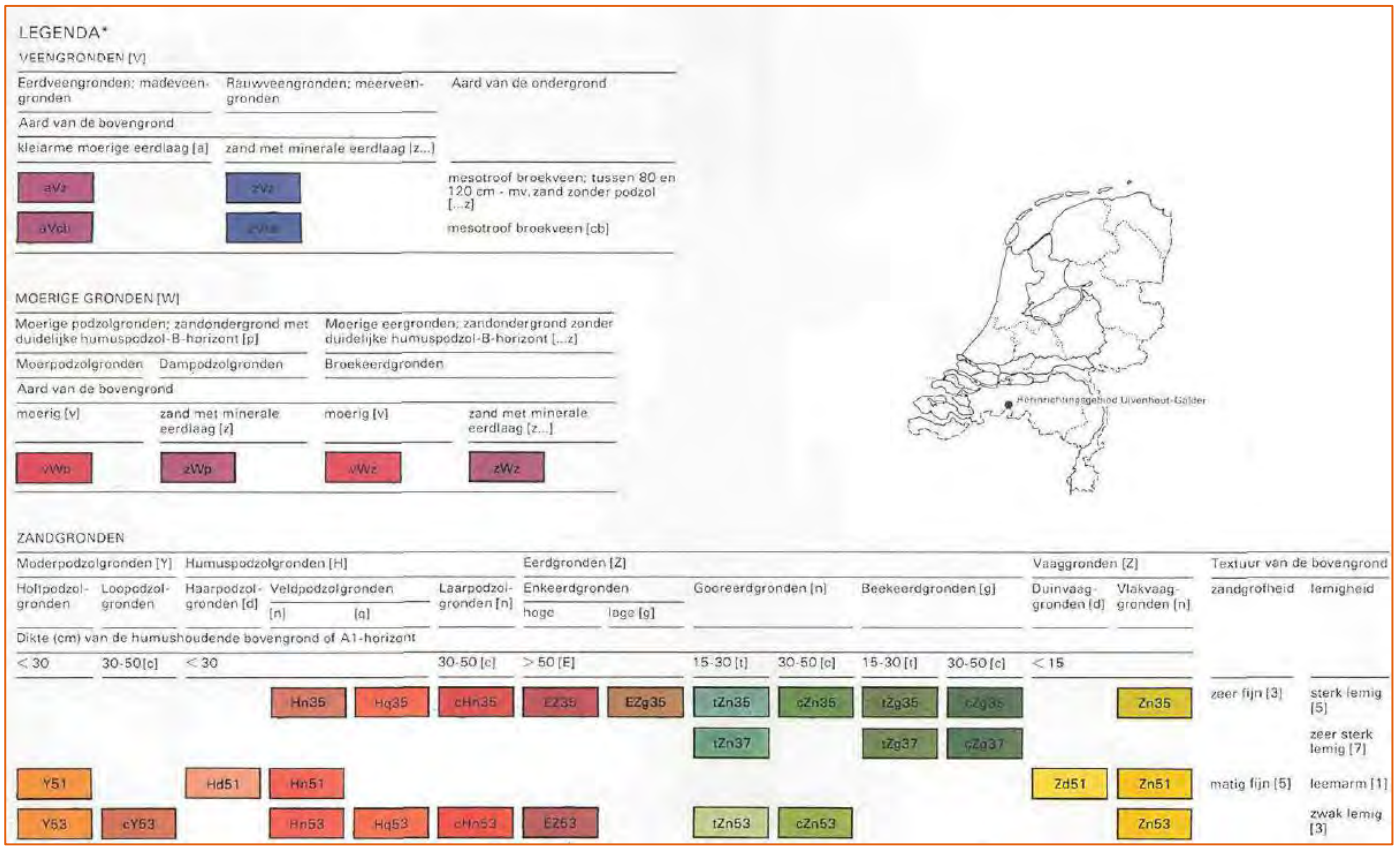
Slechts zeer lokaal komen natte moerige gronden en veengronden voor.



Figuur 16 Bodemkaart 1:10.000 Herinrichtingsgebied Ulvenhout-Galder ten noorden van de A58. (bron STIBOKA.)



Figuur 17 Bodemkaart 1:10.000 Herinrichtingsgebied Ulvenhout-Galder ten zuiden van de A58. (bron STOBOKA)



Figuur 18 Legenda Bodemkaart 1:10.000 (bron STIBOKA)

3.4 Natuurwaarden

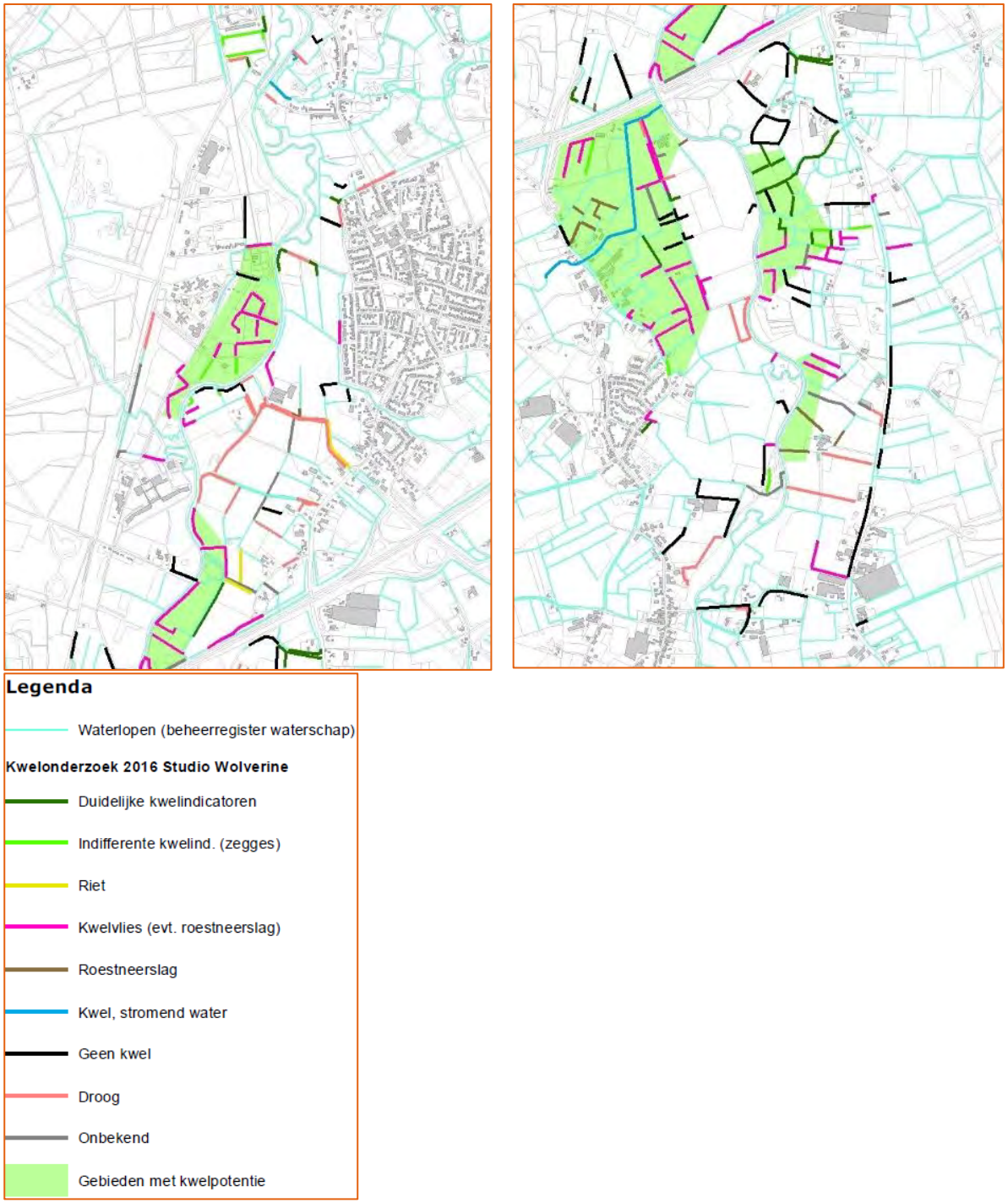
Van de huidige terrestrische natuurwaarden is slechts een summier beeld te schetsen, doordat er beperkte gegevens zijn.

Gegevens Nationale Databank Flora en Fauna

Om een beeld te krijgen van de aanwezigheid van kwelindicerende soorten in het Markdal is er met de waarnemingen van NDFF een verspreidingsbeeld gemaakt van kwelindicerende soorten van de afgelopen 5 jaar (Figuur 19). Soorten zoals moeraszegge, bosbies, duizendknoopfonteinkruid, elzenzegge, gewone dotterbloem, holpijp, veldrus, wateraardbei, snavelzegge en blaaszegge komen voor aan de noordzijde van de A58. Sterke concentraties van deze kwelindicatoren bevinden zich voornamelijk in oude afgesneden meanders van de Boven Mark.

Figuur 19 Groeiplaatsen kwelindicerende soorten (bron NDFF)

In het Markdal is door Studio Wolverine een QuickScan uitgevoerd naar het voorkomen van visuele kwelverschijnselen en kwelindicerende plantensoorten (Klees, 2016)[3]. Hierbij is gelet op kwelverschijnselen zoals roestvorming op de bodem en begeleidende planten die de aanwezigheid van uittredend grondwater indiceren. De resultaten van het onderzoek zijn vertaald naar een selectie van gebieden met hoge kwelpotentie. Deze gebieden zijn in Figuur 20 groen weergegeven.



Figuur 20 Kaartbeeld van gebieden met een hoge kwelpotentie op basis van visuele kwelverschijnselen en kwelindicatoren (bron: Klees, 2016).

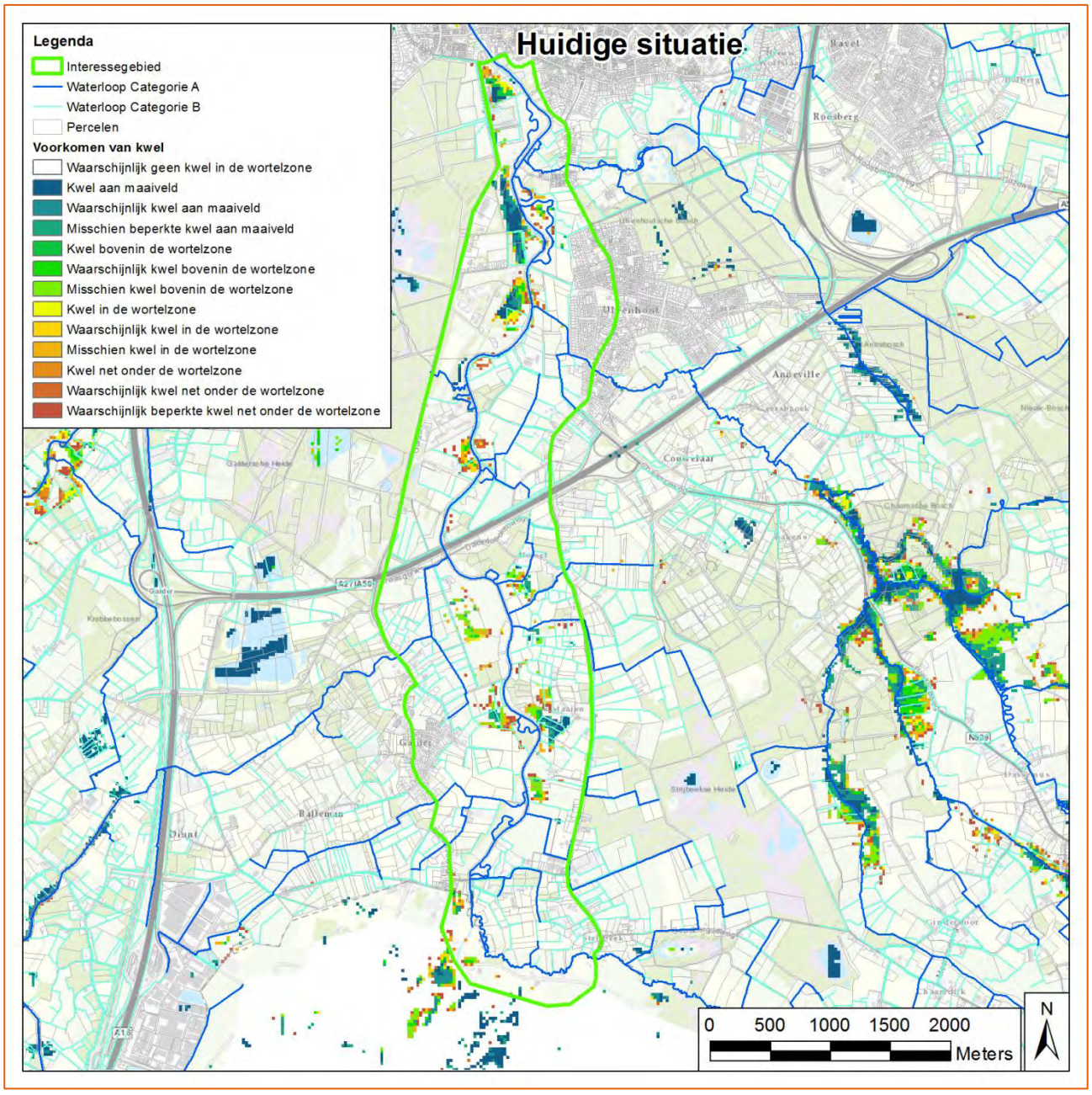
[3] Onderzoeksrapport naar locaties met kwel in het Markdal voorjaar 2016, D. Klees, 2016.

In paragraaf 3.2.2 zijn de kwel en infiltratiefluxen gepresenteerd. Uit deze kaarten was echter niet af te leiden in hoeverre de kwel wel/niet in het maaiveld of wortelzone terecht komt. Voor een indicatief beeld zijn de kaarten met de kwelflux van april en de GVG gecombineerd. Daarbij is de volgende indeling gehanteerd (Tabel 1).

Tabel 1 Wijze van verschaling bij de combinatie van de GVG- en kwel-legenda naar de indicatie voor kwel.(bron Arcadis, 2017)

GVG [cm-mv]	Kwelflux [mm/dag]	Classificatie
0 – 10	>2	Kwel aan maaiveld
0 - 10	1 – 2	Waarschijnlijk kwel aan maaiveld
0 – 10	0,5 – 1	Misschien kwel aan maaiveld
10 – 20	>2	Kwel bovenin de wortelzone
10 – 20	1 – 2	Waarschijnlijk kwel bovenin de wortelzone
10 – 20	0,5 – 1	Misschien kwel bovenin de wortelzone
20 – 30	>2	Kwel in de wortelzone
20 – 30	1 – 2	Waarschijnlijk kwel in de wortelzone
20 – 30	0,5 – 1	Misschien kwel in de wortelzone
30 - 40	>2	Kwel net onder de wortelzone
30 - 40	1 – 2	Waarschijnlijk kwel net onder de wortelzone
30 - 40	0,5 – 1	Misschien kwel net onder de wortelzone
> 40	<0,5	Waarschijnlijk geen kwel in de wortelzone

In Figuur 21 is het resultaat van de combinatie van de kwelfluxkaart en de GVG-kaart weergeven. Hieruit blijkt dat de grootste kans op kwel aan maaiveld of in de wortelzone is op de deels verlaagde percelen van Staatsbosbeheer. Ook ter plaatse van de Blauwe Kamer en in iets mindere mate bij de Klokkenberg zijn aaneengesloten oppervlaktes waarin aannemelijk is dat er kwel in de wortelzone aanwezig is.



Figuur 21 Voorkomen kwel in de wortelzone op basis van combinatie kwelfluxkaart en de GVG-kaart (bron Arcadis 2017)

4 LANDSCHAPSECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE

4.1 Werkwijze

Dit hoofdstuk bevat de integratie van de abiotische milieufactoren tot een systeemkaart voor het Markdal. De belangrijkste milieufactoren daarbij zijn grondwater en bodemopbouw. Hieronder wordt eerst beschreven hoe de milieufactoren zijn verwerkt op de systeemkaart en vervolgens hoe deze in relatie staan tot de doel-ecotopen.

Op de integrale systeemkaart zijn de drie belangrijkste milieufactoren weergegeven die bepalend zijn voor de ontwikkeling van de natuurdoeltypen: GVG, kwel/wegzijging in het voorjaar en de bodemtypen. Op basis van deze systeemkaart en de eisen die de doel-ecotopen aan hun groeiplaats stellen (de zogenaamde standplaatsfactoren) zijn de locaties geselecteerd voor de ontwikkeling van deze ecotopen. De overige milieufactoren zijn van minder belangrijk voor de ontwikkeling van de natuurtypen en zullen na selectie van locaties worden gecontroleerd of deze binnen de eisen vallen van de geselecteerde doel-ecotopen.

4.2 Grondwater

De grondwatercomponent bestaat uit grondwaterkwaliteit en grondwaterkwantiteit. Zoals in het voorgaande al is aangegeven is de grondwaterkwaliteit is een onbekende factor. Op basis van de aanwezigheid van kwelverschijnselen en kwelindicerende plantensoorten kan een globaal beeld van de aanwezigheid van kwel worden verkregen. Hiervoor zijn de waarnemingen uit NDFF, de inventarisatie van Studio Wolverine en de kwelkaart gebruikt. Het beeld van het optreden van kwel in de wortelzone komen uit genoemde bronnen redelijk overeen. Echter, de gegevens volgens het grondwatermodel geven een meer dekkend beeld van het optreden van grondwater in de wortelzone. De inventarisatie van Studio Wolverine is gebaseerd op waarnemingen van kwel en kwelsoorten, die vaak diep in het slootprofiel voorkomen. Diepe watergangen trekken normaliter veel kwel aan, maar dat wil niet zeggen dat de locatie ook de potentie heeft om kwel in het maaiveld te herstellen.

Aangezien voor de natte doel-ecotopen de voorjaarsituatie erg belangrijk is, is voor zowel de grondwaterstanden als de kwel/wegzijging de voorjaarssituatie (de GVG) gebruikt. Voor de mate van kwel/wegzijging is de onderstaande indeling gehanteerd (Tabel 2).

Tabel 2 Klassenindeling kwel/wegzijging gehanteerd voor de systeemkaart

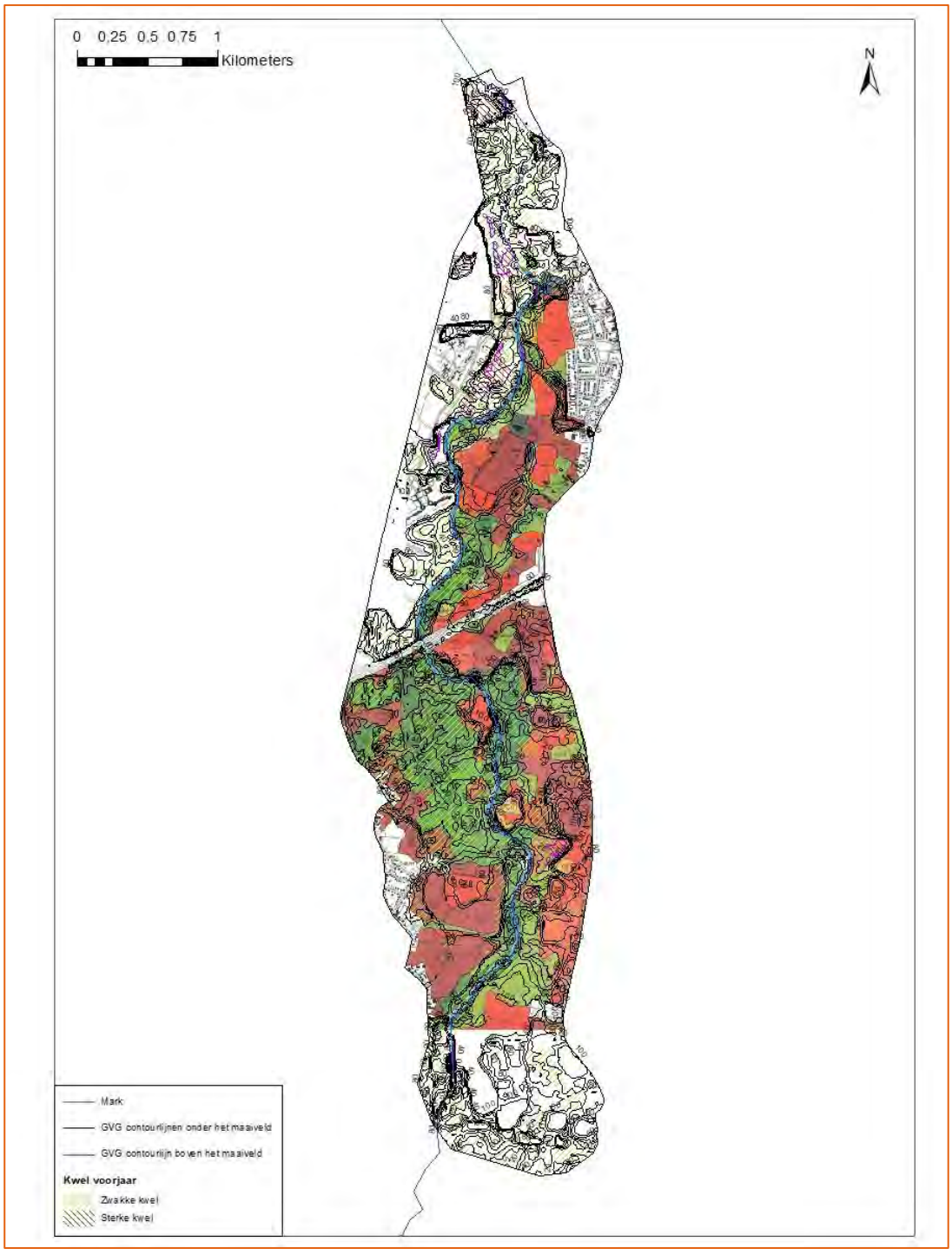
Kwel/wegzijging	mm/dag
Wegzijging	< -4,5 t/m 0
Zwakke kwel	0 t/m 2
Sterke kwel	2 t/m > 4,5

4.3 Bodemopbouw

Als basis voor de systeemkaart fungeert de 1:10.000 bodemkaart. Gezien de beperkt beschikbare tijd bleek het helaas niet mogelijk om deze bodemkaart verder te vereenvoudigen teneinde de leesbaarheid te verbeteren. Voor de presentatie van de systeemkaart is derhalve gebruik gemaakt van de 1:50.000-bodemkaart

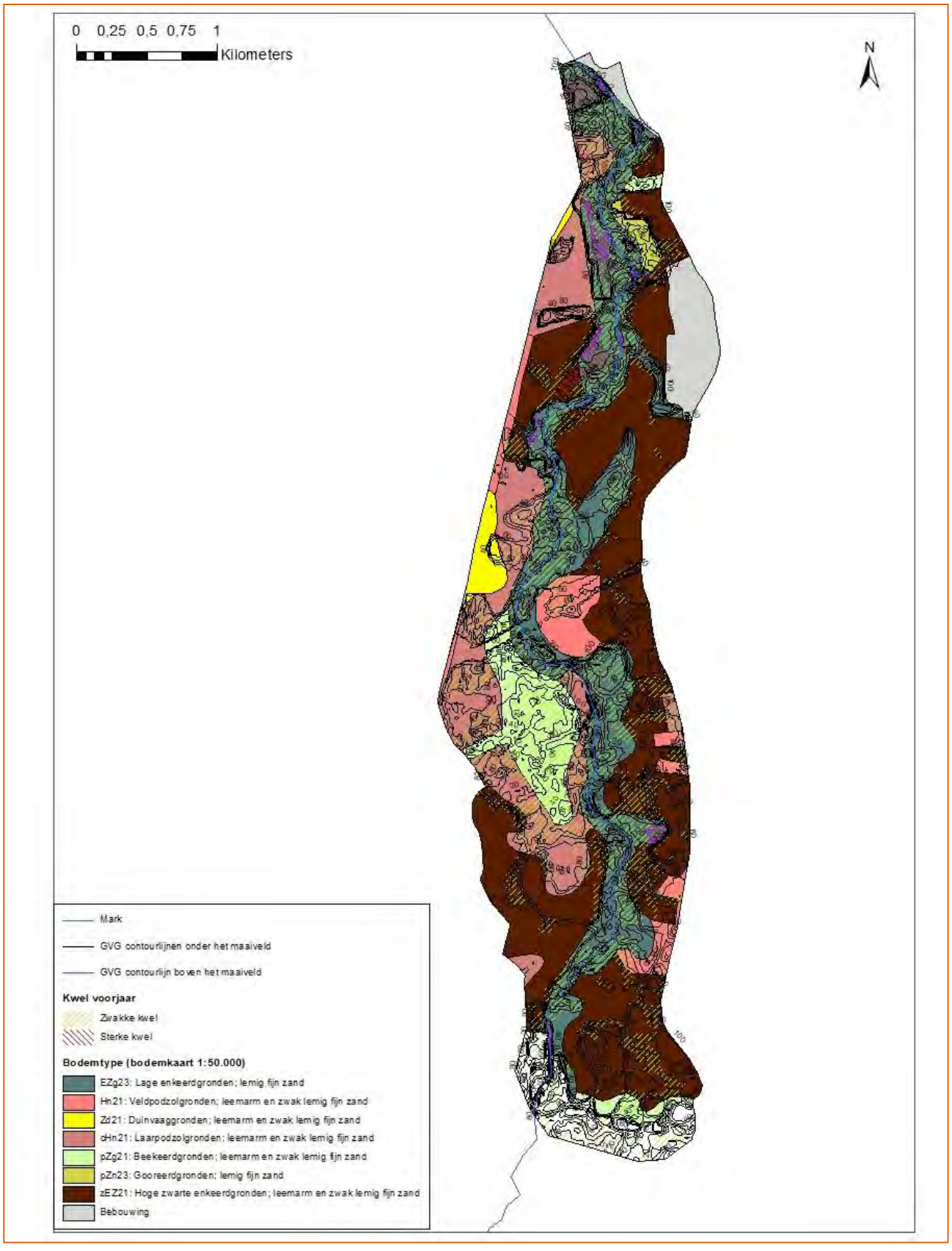
4.4 De Systeemkaart

De digitale systeemkaart is een integratie van de bodemkaarten 1:10.000, de GVG-kaart en de kaart met kwel/ wegzijging. De GVG is weergegeven in stappen van 20 cm voor de bovenste meter, en beneden 1 m - mv in stappen van 50 cm. Locaties waarbij het grondwater boven het maaiveld uitkomt zijn paars omkaderd. Voor kwel/wegzijging is de indeling gebruikt zoals beschreven in tabel 2. Voor de vlakken die niet vallen binnen de bodemkaart van 1:10.000 is gebruik gemaakt van de meest recente 1:50.000 Stikboka bodemkaart (zie Figuur 23).



Figuur 22 Systeemkaart van het Markdal, met de 1:10.000 bodemkaart als ondergrond. Voor legenda bodemkaart zie Figuur 18.

Omwille van de leesbaarheid is een vereenvoudigde versie van de systeemkaart vervaardigd, gebaseerd op de 1:50.000 bodemkaart.



Figuur 23 Systeemkaart met de Stiboka-bodemkaart 1:50.000 als ondergrond

5 KANSEN VOOR NATUUR

5.1 Werkwijze

Voor het in beeld brengen van kansen voor natuurontwikkeling in het beekdal zijn allereerst de doel-ecotopen nader beschreven. De doel-ecotopen zijn uitgedrukt in de natuurbeheertypen, zoals ook op de provinciale ambitiekaart staan aangeven. Vervolgens zijn de standplaatsfactoren voor deze natuurbeheertypen beschreven. Indien deze standplaatsfactoren worden geconfronteerd met de systeemkaart, ontstaat een beeld van de haalbaarheid van de natuurbeheereenheden. Daarbij hebben we 4 scenario's uitgewerkt:

Allereerst is in beeld gebracht welke natuurbeheereenheden zich kunnen ontwikkelen zonder inrichtingsmaatregelen te treffen, opgesplitst in een beheerde (maaien, beweiden) als niet-beheerde situatie. Vervolgens worden de mogelijkheden geschetst wanneer in het gehele gebied inrichtingsmaatregelen in de zin van het verwijderen van bemeste bodemlagen worden getroffen, wederom in situaties waarbij wel en geen beheer wordt toegepast.

5.2 De natuurbeheertypen

Voor het dal van de Mark onderscheiden we de volgende natuurbeheertypen:

- Zoete plas (N04.02).
- Moerassen (N05.01).
- Natte schraallanden (N10.01).
- Vochtige hooilanden (N10.02).
- Droge schraalgraslanden (N11.01).
- Kruiden en faunarijke graslanden (N12.02).
- Rivier- en beekbegeleidend bos (N14.01).
- Dennen-, eiken- en beukenbos (N15.01).

Deze natuurbeheertypen staan verder beschreven in bijlage 1.

5.2.1 Standplaatsfactoren natuurbeheertypen en ecotopen

Tabel 3 geeft per natuurbeheertype aan wat de vereiste standplaatsfactoren zijn, uitgewerkt in bodemtype(s), gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) en gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) en kwel. De grondwaterstanden zijn aangegeven in centimeters, respectievelijk boven (+mv), gelijk (0 mv) of beneden (-mv) het maaiveld. Voorts geeft Tabel 3 aan in hoeverre het natuurbeheertype gevoelig is voor inundatie met voedselrijk oppervlaktewater (beekwater).

Tabel 3 Standplaatsfactoren voor de relevante natuurbeheertypen en ecotopen in het Markdal

Natuurbeheertypen en ecotopen	Bodemtype	GVG	GLG	Kwel/wegzijging	Gevoeligheid voor inundatie (1)
N 04.02 Zoete plas	n.v.t.	n.v.t.	Waterdiepte in de zomer tenminste 50 cm	Niet onderscheidend	Niet gevoelig
N 05.01 Moeras - Helofytenmoeras - Grote zeggenmoeras - Natte rietruigte	 Niet onderscheidend Idem idem	 Van 30 cm tot 10 cm boven mv Idem Van 10 cm boven tot 10 cm beneden maaiveld	 Van 10 tot 40 cm beneden mv Idem Van 20 tot 50 cm beneden maaiveld	 Niet onderscheidend Sterke kwel Niet onderscheidend	 Niet gevoelig Gevoelig Niet gevoelig
N 10.01 Nat schraalland - Blauwgrasland - Kleine zeggenvegetaties	Voedselarme Veengronden en Moerige gronden	Van 10 cm boven tot 20 cm beneden mv	Ondieper dan 50 cm beneden mv	Zwakke tot sterke kwel	Zeer gevoelig
N 10.02 Vochtig hooiland - Dotterbloemhooiland - Veldrushooiland - Bosbiesvegetaties - Moerasspirearuigte	Matig voedselrijke Beekeerdgronden, Gooreerdgronden, Veengronden en Moerige gronden	Van 10 cm boven mv tot 20 cm beneden mv	Ondieper dan 50 cm beneden mv	Zwakke tot sterke kwel	Enigszins gevoelig, afhankelijk van kweldruk
N11.01 Droog schraalland	Haarpodzolgronden, Loopodzolgronden, Holtpodzolgronden Duinvaaggronden	Dieper dan 70 cm beneden mv	Dieper dan 120 cm beneden mv	Wegzijging	Zeer gevoelig
N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Niet gevoelig
N12.05 Kruiden- en faunarijke akker	Enkeerdgronden Laarpodzolgronden	Dieper dan 50 cm beneden mv	Dieper dan 120 cm beneden mv	Wegzijging	Enigszins gevoelig
N 14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos - Vogelkers-essenbos - Elzenzegge-elzenbroek	 Beekeerdgronden Gooreerdgronden Veengronden, Moerige gronden Beekeerdgronden	 Van 20 tot 50 cm beneden mv Van 10 cm boven mv tot 20 cm beneden mv Idem	 Van 50 tot 120 cm beneden mv Ondieper dan 50 cm beneden mv	 Zwakke kwel Zwakke tot sterke kwel	 Enigszins gevoelig Gevoelig

Natuurbeheertypen en ecotopen	Bodemtype	GVG	GLG	Kwel/wegzijging	Gevoeligheid voor inundatie (1)
- Wilgenbos/ruigt-elzenbos	Idem		Idem	Niet onderscheidend	Niet gevoelig
N15.02 Dennen- eiken en beukenbos	Alle zandgronden	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Gevoelig

(1) Het huidige overstromingswater is voedselrijk (zie paragraaf 6). Dit heeft een negatieve impact op de ontwikkeling van relatief schrale beekdalnatuur. De aanwezigheid van kwel tot in de wortelzone kan deze ongunstige effecten te niet doen.

6 DE SCENARIO'S

6.1 Werkwijze

Op basis van de systeemkaart beschreven in hoofdstuk 4 en met de natuurbeheertypen beschreven in hoofdstuk 5, is een kansenanalyse voor het Markdal uitgevoerd.

Allereerst zijn 2 scenario's voor de huidige situatie inclusief beekherstel uitgewerkt en vervolgens 2 scenario's na beekherstel en, aanvullend daarop, het treffen van inrichtingsmaatregelen in de vorm van hydrologisch herstel (dempen ontwaterende sloten, opheffen van drainage) en het afgraven van de verrijkte bovengrond met een laagdikte van 30 cm.

Binnen de situaties met en zonder inrichting is vervolgens onderscheid gemaakt in beheerde (actief vegetatiebeheer) en onbeheerde omstandigheden. Op deze manier is er een duidelijk overzicht van de natuurkansen in het gehele Markdal in verschillende situaties.
Hierbij moet worden vermeld dat diverse natuurbeheertypen en ecotopen relatief voedselarme condities vereisen. Aangezien er geen gegevens beschikbaar zijn over de kwaliteit van het grondwater en het nutriëntengehalte van de bodem is hier geen rekening mee gehouden. Echter op basis van het huidige agrarische gebruik in de omgeving en onze ervaringen met vergelijkbare omstandigheden in Brabant kan ervan worden uitgegaan dat zowel de bodem als het grondwater sterk verrijkt zijn met nitraat, fosfaat en sulfaat.

Voorts zijn al enkele gebieden ingericht, zoals het meest noordelijk deel van het Markdal: het project Bieberg (Staatsbosbeheer) en de hermeandering en natuurontwikkeling bij Kersel (Natuurmonumenten). Voor deze gebieden is uitgegaan van de oorspronkelijke doelen en inrichting, opgevat als "bestaande natuur".

Door de vier geschetste situaties onderling te combineren op basis van de ecologische kansen het gewenste landschapsbeeld is een optimale natuurinrichting voor het Markdal worden gemaakt. Deze uitwerking is opgenomen in hoofdstuk 7.

6.2 Beheer-scenario's

Een belangrijke keuze bij het bepalen van het uiteindelijke doeltype is het al dan niet uitvoeren van een actief vegetatiebeheer in de vorm van maaien, begrazen of een combinatie hiervan. Alleen voor de natuurdoelen Zoete plas en de Moerastypen is het beheer niet essentieel: deze typen komen in zowel beheerde als onbeheerde scenario's voor.

Aanvullend op tabel 3 met de uitwerking van de natuurbeheertypen gebaseerd op de standplaatsfactorenstandplaatsfactoren, is onderstaand een tabel opgenomen die aangeeft welke natuurbeheertypen in relatie tot het gevoerde beheer tot ontwikkeling komen.

Tabel 4. kansen voor natuurbeheertypen/ecotopen in relatie tot de standplaatsfactoren in samenhang met het uitvoeren van actief vegetatiebeheer.

Bodemtype	GVG	GLG	Kwel/wegzijging	Gevoeligheid voor Inundatie	Natuurbeheertype onbeheerd	Natuurbeheertype beheerd
N.v.t.	N.v.t.	Waterdiepte zomer minimaal 50 cm	Niet onderscheidend	Niet gevoelig	**Zoete plas**	**Zoete plas**
-	30 cm +mv tot 10 cm +mv idem 10 cm + mv tot 20 cm -mv	10 - 40 cm – mv idem 20 – 50 cm -mv	Niet onderscheidend Sterke kwel Niet onderscheidend	Niet gevoelig Gevoelig Niet gevoelig	**Moeras** - Helofytenmoeras - Grote zeggenmoeras - Natte rietruigte	**Moeras** - Helofytenmoeras - Grote zeggenmoeras - Natte rietruigte
Voedselarme Veengronden en Moerige gronden	10 cm +mv tot 20 cm -mv	Ondieper dan 50 cm -mv	Zwakke tot sterke kwel	Zeer gevoelig	**Rivier- en beekbegeleidend bos** - Grauwe wilgstruweel - Elzenzegge-elzenbroek	**Nat schraalland** - Blauwgrasland - Kleine zeggenmoeras
Matig voedselrijke Beekeerdgronden, Gooreerdgronden, Veengronden, Moerige gronden	10 cm +mv tot 20 cm -mv	Ondieper dan 50 cm -mv	Zwakke tot sterke kwel	Enigszins gevoelig	**Rivier en beekbegeleidend bos** - Grauwe wilgstruweel - Elzenzegge-elzenbroek	**Vochtig hooiland** - Dotterbloemhooiland - Veldrushooiland - Bosbiesvegetaties - Moerasspirearuigte
Beekeerdgronden,	Idem	Ondieper dan 50	Niet onderscheidend	Niet gevoelig	**Rivier- en beekbegeleidend bos**	**Kruiden - en faunarijk**

Bodemtype	GVG	GLG	Kwel/wegzijging	Gevoeligheid voor Inundatie	Natuurbeheertype onbeheerd	Natuurbeheertype beheerd
Gooreerdgronden, Veengronden, Moerige gronden		cm beneden mv			- wilgenbos/ruigtelzenbos	**grasland** Natte variant
Beekeerdgronden, Gooreerdgronden, Veengronden, Moerige gronden	30 – 50 cm beneden mv	50 tot 120 cm beneden mv	Zwakke kwel	Enigszins gevoelig	**Rivier- en beekbegeleidend bos** - Vogelkers-essenbos	**Kruiden - en faunarijk grasland**
Veldpodzolgronden, Laarpodzolgronden, Enkeerdgronden	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Niet onderscheidend	Niet gevoelig	**Dennen- eiken en beukenbos** - Beuken-eikenbos	**Kruiden - en faunarijk grasland**
Haarpodzolgronden Holtpodzolgronden Loopodzolgronden, Duinvaaggronden	Dieper dan 70 cm -mv	Dieper dan 120 cm -mv	Wegzijging	Gevoelig	**Dennen- eiken en beukenbos** - Eiken-berkenbos	**Droog schraalland**

6.3 Kansen voor de scenario's "Niet ingericht"

6.3.1 Scenario 1: niet ingericht, geen actief vegetatiebeheer.

Op de Enkeerdgronden, Veldpodzol- en Laarpodzolgronden, zal er zonder het uitvoeren van inrichtingsmaatregelen en zonder actief vegetatiebeheer, de vegetatie zich ontwikkelen tot beuken-eikenbossen. Dit natuurbeheertype beslaat veruit de grootste oppervlakte binnen het plangebied. Binnen de eikenbossen is er vervolgens sprake van een grote spreiding aan droge tot vochtige bostypen, afhankelijk van de grondwaterstand.

Aan de zuidkant van de A58 liggen grote oppervlaktes van gooreerd- en beekeerdgronden waar zwakke kwel optreedt. Hier kan lokaal op plekken waar de GVG boven 20 cm onder het maaiveld ligt en geen frequente inundatie optreedt zich ruigt-elzenbossen ontwikkelen. Bij regelmatige inundatie ontwikkelen zich hier schietwilgenbossen. Deze 3 bostypen vormen samen het natuurbeheertype "rivier- en beekbegeleidend bos".

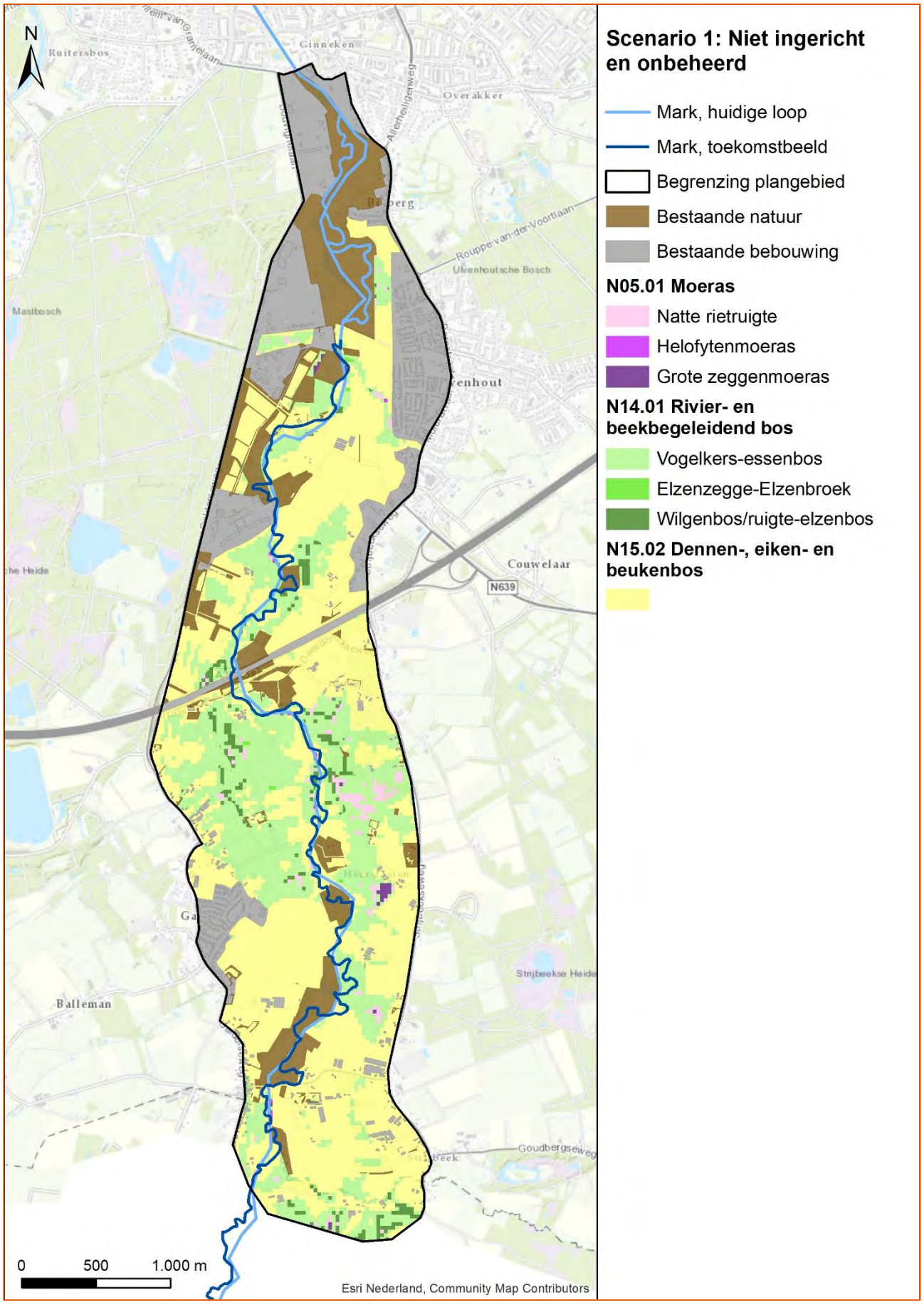
Op de overige locaties, waar de GVG tussen de 30 en 50 cm onder maaiveld ligt, wordt verwacht dat er vochtige elzen-vogelkersbossen (rivier- en beekbegeleidend bos) gaan ontwikkelen.

Slechts zeer lokaal is sprake van zowel sterke kwel als een GVG-stand van boven het maaiveld ligt. Hier kan een grote zeggenmoeras of elzenzegge-elzenbroek tot ontwikkeling komen.

We verwachten de volgende oppervlakten aan natuurbeheertypen/ecotopen

Tabel 5 Oppervlaktes scenario 1: Niet ingericht, geen actief vegetatiebeheer

Natuurbeheertype/ecotoop	ha
Dennen-, eiken- en beukenbos	407
Elzenzegge- Elzenbroek	1
Grote zegggenmoeras	2
Helofytenmoeras	1
Natte rietruigte	12
Vogelkers-essenbos	198
Wilgenbos/ruigte-elzenbos	14
Bestaande natuur	160
Bestaande bebouwing	162
Totaal	957



Figuur 24 Kansenkaart van het Markdal Scenario 1: geen beheer- en inrichtingsmaatregelen

6.3.2 Scenario 2: niet ingericht, actief vegetatiebeheer

Wanneer er wel een actief vegetatiebeheer wordt, komen naast open water en moeras, grazige natuurbeheertypen en ecotopen tot ontwikkeling komen. Op de enkeerd en laarpodzolgronden gooreerdgronden is het maximaal haalbare natuurbeheertype het kruiden- en faunarijk grasland. Wederom zit hierin grote variatie in natte en droge graslandtypen afhankelijk van de hoogte van de grondwaterstand en de aard van het vegetatiebeheer (begrazen of hooien). Op droge enkeerd- en laarpodzolgronden (oude akkergronden) kunnen dit ook kruiden- en faunarijke akkers zijn.

Op locaties met gooreerd- en beekeerdgronden met hoge grondwaterstanden en waar zwakke kwel optreedt kunnen met beheermaatregelen als hooien vochtige hooilanden tot ontwikkeling komen. Wel moet daarbij de kanttekening worden geplaatst dat de bovengrond in de huidige situatie waarschijnlijk te voedselrijk is om de ontwikkeling van vochtig hooiland mogelijk te maken. Deze omstandigheden vinden we vooral ten zuiden van de A58, aan weerszijden van de Mark. Hiertoe zal een verschralings- of uitmijnbeheer de eerste (tientallen?) jaren voor het verlagen van het trofieniveau moeten zorgen.

Het ontbreken van mesotrofe veenbodems, de beperkte kwel en de frequente inundatie door beekwater staan hier de ontwikkeling van natte schraallanden waarschijnlijk in de weg.

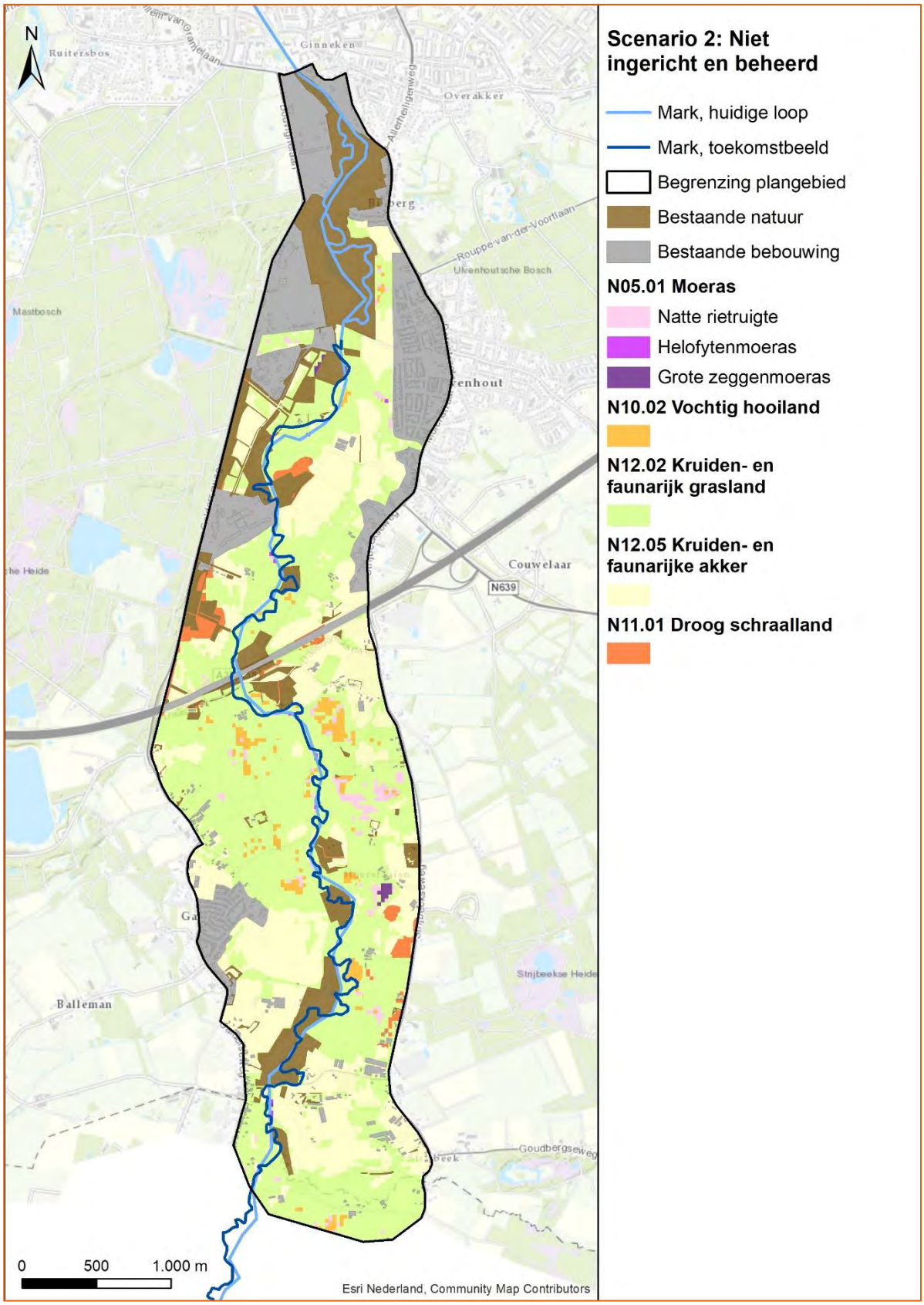
Aan de oostzijde van de Boven Mark liggen een aantal locaties met droge humus en moderpodzolgronden, met een relatief lage GVG en wegzijging. Hier kan zich droog schraalland ontwikkelen.

Tenslotte zijn de permanent natte locaties met regelmatige overstroming kansrijk voor natte rietruigten

We verwachten de volgende oppervlakten aan natuurbeheertypen/ecotopen

Tabel 6 Oppervlaktes scenario 2: Niet ingericht, actief vegetatiebeheer

Natuurbeheertype/ecotoop	ha
Grote zegggenmoeras	2
Helofytenmoeras	1
Natte rietruigte	12
Droog schraalland	12
Kruiden- en faunarijk grasland	371
Kruiden- en faunarijke akker	222
Vochtig hooiland	15
Bestaande natuur	160
Bestaande bebouwing	162
Totaal	957



Figuur 25 Kansenkaart voor het Markdal wanneer er alleen beheermaatregelen worden getroffen

6.4 Kansenkaarten voor de scenario's "Ingericht"

Zoals in hoofdstuk 5 is beschreven wordt er verwacht dat de grondwaterkwaliteit en het bodemnutriëntengehalte door sterk door het intensieve agrarische gebruik worden beïnvloed. Voor het tot ontwikkeling komen van mesotrofe ecotopen is het noodzakelijk om het nutriëntenniveau terug te dringen. Gekozen is voor het afgraven van de voedselrijke toplaag (30 cm), dit is een efficiëntere maatregelen dan het beheer van verschralen (uitmijnen). Bijkomend effect van afgraven is, dat de bodem natter wordt: de GVG komt 30 cm hoger te liggen. Eveneens een positief effect op vernatting en het versterken van de kwel in de wortelzone is het dempen/verondiepen van afwateringssloten en het opheffen van drainage. Een negatief effect is echter dat gradiëntenrijkdom in het gebied afneemt. Toch is dit een geëigende maatregel waar het gaat om hydrologisch herstel van deze Natte Natuurparel. Het effect van deze maatregelen is in dit verband in niet in beschouwing genomen en moet blijken uit het uit van modelberekeningen waarin deze maatregelen zijn opgenomen.

In de geschetste scenario's doen zich geen omstandigheden voor, voor de ontwikkeling van het natuurdoeltype zoete plas. Om dit natuurdoel toch te kunnen realiseren zal er dieper dan 30 cm moeten worden afgegraven. De beste locaties om dit te realiseren zijn in de verlande oude beekmeanders van de Boven Mark.

Hieronder wordt beschreven wat de kansen zijn voor het tot ontwikkeling komen van de natuurbeheertypen en ecotopen wanneer het gebied wordt ingericht na het uitvoeren van hydrologische herstelmaatregelen en het afgraven van de voedselrijke toplaag. Dit wordt weergegeven voor een situatie waarbij actief vegetatiebeheer plaatsvindt en situaties waarbij geen beheer wordt uitgevoerd.

6.4.1 Scenario 3: Ingericht, geen actief vegetatiebeheer

Vergeleken met het beeld zonder inrichtingsmaatregelen neemt het areaal aan natte natuurbeheertypen en ecotopen aanzienlijk toe aangezien de grondwaterstanden en de kwel nu op veel meer plaatsen tot in de wortelzone kunnen doordringen en het trofieniveau afneemt af (Figuur 246).

Op natte locaties met kwel en beperkte beekinundatie verwachten we grote zeggenmoeras, zeer lokaal ook elzenzegge-elzenbroek. Indien kwel ontbreekt, of in frequent overstroomde omstandigheden zal dit een voedselrijk moeras zijn met dominantie van riet of andere helofyten met overgangen naar zachthoutooibos (wilgenbos).

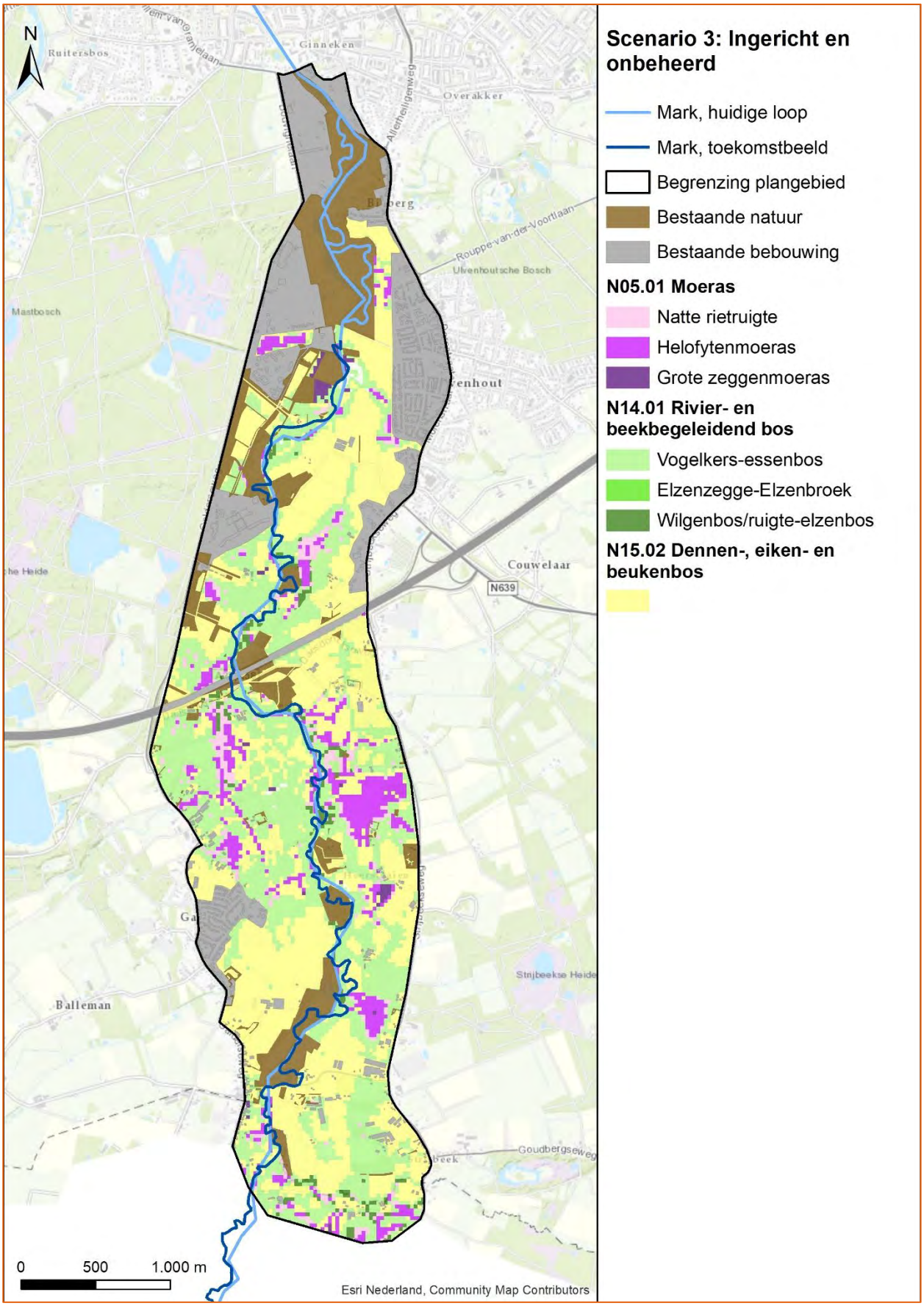
Op iets drogere locaties maken deze moerassen plaats voor vogelkers-essenbossen. Dit bostype beslaat een flink areaal van het plangebied. Op de droogste plaatsen groeien eiken en beukenbossen.

We verwachten de volgende oppervlakten aan natuurbeheertypen en ecotopen:

Tabel 7 Oppervlaktes scenario 3: Ingericht, geen actief vegetatiebeheer

Natuurbeheertype/ecotoop	ha
Dennen-, eiken- en beukenbos	303
Elzenzegge- Elzenbroek	2
Grote zegggenmoeras	5
Helofytenmoeras	52
Natte rietruigte	25
Vogelkers-essenbos	236
Wilgenbos/ruigte-elzenbos	12

Natuurbeheertype/ecotoop	ha
Bestaande natuur	160
Bestaande bebouwing	162
Totaal	957



Figuur 26 Kansenkaart na inrichtingsmaatregelen zonder het uitvoeren van beheermaatregelen

6.4.2 Scenario 4: Ingericht, actief vegetatiebeheer

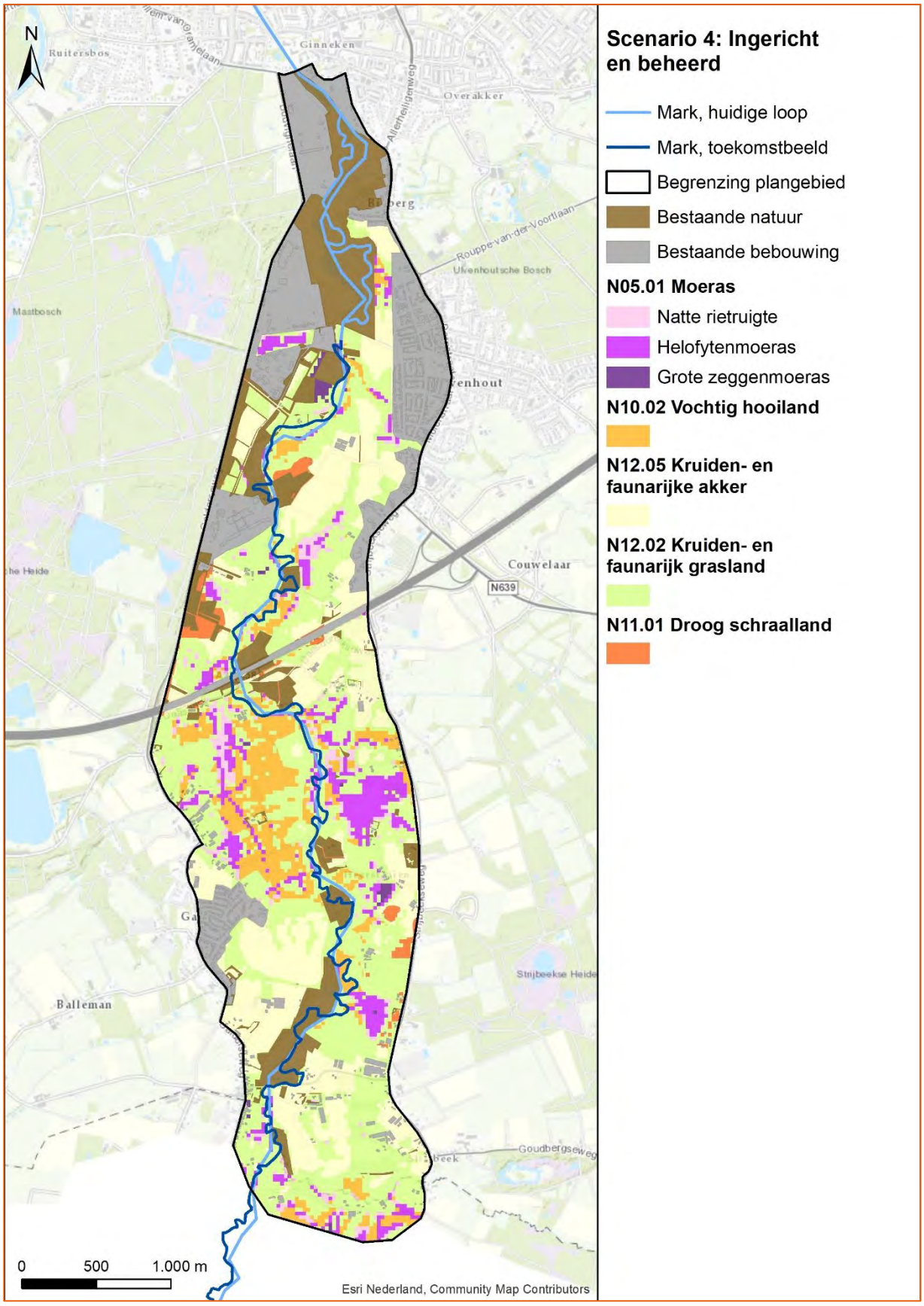
Evenals in het niet beheerde scenario neemt de oppervlakte moeras sterk toe. Het gaat daarbij zowel om kwelmoerassen met grote zeggensoorten als voedselrijke moerassen met riet of andere moerasplanten.

Ook het areaal vochtige hooilanden neemt door de getroffen inrichtingsmaatregelen sterk toe. Een grote concentratie van vochtig hooiland is te verwachten in de omgeving van Daasdonk. Ten opzichte van de niet-ingerichte situatie zal in dit scenario door de verwijderde voedselrijke bovengrond het gewenste eindbeeld eerder bereikt worden.

We verwachten de volgende oppervlakten aan natuurbeheertypen/ecotopen

Tabel 8 Oppervlaktes scenario 4: Ingericht, actief vegetatiebeheer

Natuurbeheertype/ecotoop	ha
Grote zeggenmoeras	5
Helofytenmoeras	52
Natte rietruigte	25
Droog schraalland	11
Kruiden- en faunarijk grasland	300
Kruiden- en faunarijke akker	174
Vochtig hooiland	68
Bestaande natuur	160
Bestaande bebouwing	162
Totaal	957



Figuur 27 Kansenkaart voor het Markdal na het uitvoeren van inrichtings- en beheermaatregelen

Tabel 9 Overzicht doelrealisatie 4 scenario's (inclusief bestaande natuur)

Natuurbeheertype/ ecotoop	1. Niet beheerd, niet ingericht	2. Beheerd, niet ingericht	3. Niet beheerd, ingericht	4. Beheerd, ingericht
Helofytenmoeras	1	1	52	52
Grote zeggenmoeras	2	2	5	5
Natte rietruigte	12	12	25	25
Vochtig hooiland		15		68
Elzenzegge-elzenbroek	1		2	
Wilgenbos/ruigte-elzenbos	14		12	
Vogelkers-essenbos	198		236	
Kruiden- en faunarijk grasland		371		300
Dennen-, eiken- en beukenbos	407		303	
Droog schraalland		12		11

7 HET OPTIMAAL NATUUR ALTERNATIEF (ONA)

7.1 Beekherstel

Inleiding

In deze paragraaf is het Optimaal Natuur Alternatief (ONA) beschreven voor het onderdeel beekherstel. Zo komen een visie en een streefbeeld aan bod. Ten tweede is beschreven op welke punten het huidige VKA concessies doet aan dit ONA. Niet op details, op grote lijnen of ontwerpprincipes.

Historie

Uit historische gegevens van waterschap Brabantse Delta, blijkt dat de meanders van de Boven Mark zich nauwelijks in de loop der tijd verlegd hebben (zie ook de WSA, Arcadis 2017). Het dal was grotendeels in gebruik als hooiland waarbinnen moerassige stroken voorkwamen. De beek was landschappelijk met de boscomplexen op de flanken verbonden via houtwallen, singels en bospercelen.

Visie & streefbeeld

De visie op het Optimale Natuur Alternatief voor beekherstel van een laaglandbeek zoals de Boven Mark is dat natuurlijke processen zich als gradiënt binnen de beek en in het beekdal afspelen. Dat betekent dat er in natuurlijke situaties stroomafwaarts een gradiënt waarneembaar is in bijvoorbeeld afnemende stroomsnelheid en daardoor een overgang van grof naar fijn sediment. De beek krijgt stroomafwaarts een grotere afvoer, daarmee een bredere loop, een toenemend inundatie-areaal.
Landschappelijk gezien wordt het beekdal breder, neemt de beschaduwing af en neemt het areaal moeras(bos) en hooiland toe. De kleinere zijbeken zijn sterker beschaduwd en monden met verval uit in de Boven Mark.

Binnen het beekdal is reliëf aanwezig wat ertoe leidt dat bij inundatie afwisseling is in snel droogvallende delen en juist moerassige delen die belangrijk zijn voor de amfibieën, macrofauna en vissen.

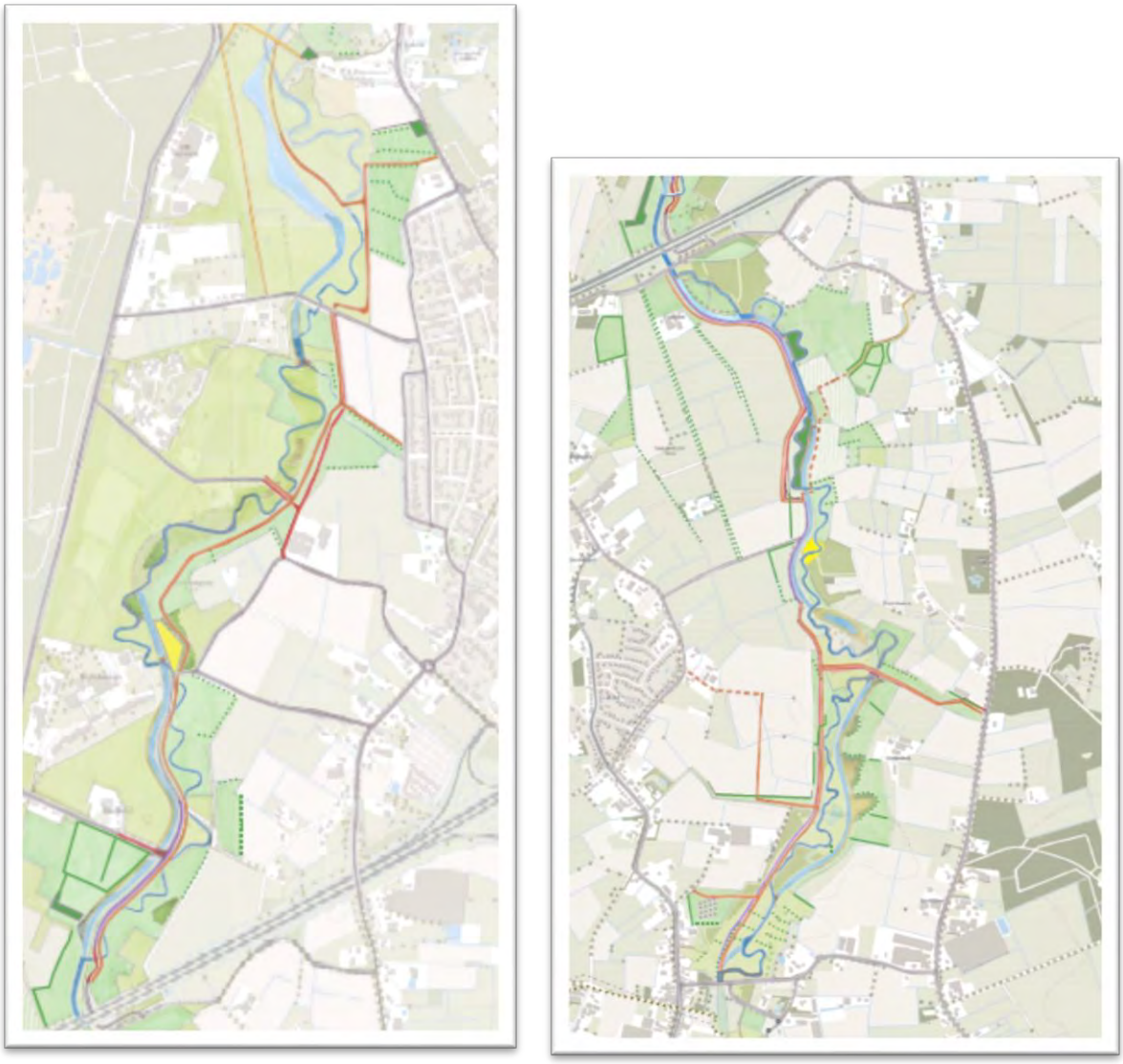
De vegetatie is in een laaglandbeek als de Boven-Mark rijk met zo'n 50% bedekking. Ondergedoken waterplanten, drijfbladplanten en opgaande begroeiing komen verhoudingsgewijs evenveel voor. Door het grote aantal habitats komt hier een breed scala aan soorten op af. Stroomminnende soorten zoals winde die op schone zandbanken paait, maar ook de brasem die zich thuis voelt in stagnant troebel water met slikkige bodems.
De hydrologische ontwerpprincipes die hierbij passen, is een gemiddelde stroomsnelheid van 0,2 tot 0,5 m/s. De beek heeft een kronkelende loop. De mate van kronkeling of sinuositeit zo'n 1,5. Dat wil zeggen dat de beeklengte 1,5x de lengte van het beekdal is. Maar van actieve meandering is nauwelijks sprake als gevolg van de lemige ondergrond en het beperkte verval (0,3 m/km). Op plaatsen waar lokaal meer verval aanwezig is, is sprake van erosie. Op vlakkere delen is sprake van sedimentatie. Het profiel dat hier grofweg bij past, leidt eens per 1,5 tot 2 jaar tot inundatie.

Integraal
Algemeen
De Boven Mark krijgt in het VKA niet een continue eenduidige beekloop binnen een natuurlijk beekdal. In principe is sprake van deeltrajecten waarin voor verschillende beekontwerpen gekozen is: (1) een groot deel waarbij de huidige geul voor piekafvoeren gaat dienen en waar een nieuwe meanderende loop langs ligt, (2) een klein deel waarbij sprake is van een eenduidige natuurlijke beekloop en (3) een deel met een tweefasenprofiel.

Maar van een herkenbare eenduidige landschapsecologische benadering is geen sprake. De beek wordt als het ware opgesplitst in trajecten. Hydrologisch en morfologisch heeft elk deel zijn eigen functionaliteit. De ecologische waarden zullen daar een afspiegeling van zijn. Ecologisch gezien past dit niet bij een Optimaal Natuur Alternatief.

Inhoudelijk

De beoogde stroomsnelheid, die vaak als indicator wordt gebruikt bij beekherstel, gaat over het merendeel omhoog, wat een goed teken is. Tegelijk wordt de geambieerde snelheid van zo'n 0,2 à 0,5 m/s niet gehaald. Deze is doorgaans lager en op een enkel punt hoger. Stroming is één van de meest belangrijke factoren bij beekherstel door de daaraan gekoppelde fysisch(chemisch)e processen waar vervolgens de stroomminnende beeksoorten weer van afhankelijk zijn (zie visie).
In het vVKA worden soms stuwen gehandhaafd en worden kruisingen voorzien van de beekgeul met de nevengeul voor de piekafvoer. Hier ontstaan onnatuurlijke stroomsnelheden en stromingspatronen. Om dit hydrologisch in goede banen te leiden zijn relatief veel dammen en verhardingen nodig. Ecologisch kan die locatie aantrekkelijk zijn (als stroomversnelling waar stroomminnende soorten op af komen), maar veelal zijn het onnatuurlijke turbulente habitats.
De invloed van de kunstmatigheden op de stroming en daarmee het sedimenttransport is waarschijnlijk van grotere invloed. In de beek zelf zal minder zandtransport plaatsvinden, doordat de pieken niet door de beek gaan. Daardoor worden de oevers van de beek fijn zandiger of slibbiger, voedselrijker en daarmee ecologisch minder aantrekkelijk. En als transport plaatsvindt is het de vraag of het grove zand dan niet per definitie in de veel grotere hoofdgeul bezinkt in plaats van op de oever van de beek zelf.
Daarnaast wordt de beek uit het VKA door de genoemde kunstmatigheden in behoorlijke mate cultuurtechnisch 'beteugeld', terwijl de sterk lemige gronden niet direct grootschalige erosie toelaten. Ecologisch gezien kunnen deze locaties wanneer ze niet 'beteugeld' worden juist interessant zijn. Een benadering vanuit building with nature zou hier kansrijk en ecologisch aantrekkelijk kunnen zijn.



Noordelijk (links) en zuidelijk (rechts) deelgebied van het vVKA herinrichting Boven-Mark (Vereniging Markdal en Waterschap Brabantse Delta, 2017).

Aansluiting oude meanders

In het VKA worden op verschillende locaties oude meanders aan de nieuwe beekloop gekoppeld. Tijdens de herinrichting en herverkaveling in de jaren ’60 en ’70 waren die meanders waarschijnlijk te onaantrekkelijk om daar goede landbouwgronden van te maken. Bij deze meanders wordt bij beekherstel de afweging gemaakt om ze ‘te laten liggen’ of om ze integraal op nemen in de nieuwe beekloop. Zo ook bij de Boven-Mark.
Dergelijke oude meanders hebben een profiel dat past bij de afvoer van destijds. Dus niet bij de huidige afvoeren, die door toenemende verharding en drainage meer en grotere pieken kent. Zo ook in de Boven Mark. De maatvoering van de vroegere beek kan qua verhoudingen wel als gids dienen, maar oude meanders kunnen niet zonder meer aangekoppeld worden.

Vormgeving meanders

In het vVKA is een nieuwe meandering voorgesteld. De mate van meandering en de vorm van meandering is verschillend, wanneer het zuidelijk en noordelijk deel worden vergeleken.
Meandering is een natuurlijk proces dat plaatsvindt in de loop van de tijd. Bij de reconstructie van een meanderende beek is het daarom van groot belang dit proces in ogenschouw te nemen. De mate van meandering past rekenkundig bij het verval van de beek en het debiet. Meanders moeten ook een verschillende vorm en ‘leeftijd’ hebben. Natuurlijke beken hebben (jonge) flauwe meanders en (oude) driekwart terugstromende meanders. Er bevinden zich meanders in meanders en af en toe komen afgesneden (voormalige) meanders voor die nu geïsoleerde poelen zijn.

Aansluiting beekdal en beekdalbeplanting
In het VKA lijkt nog een landschapsecologische invulling te ontberen. Het is onduidelijk hoe het beekdal aangekleed wordt en hoe de huidige ontbrekende landschapsecologische schakel met de zijbeken en beekdalflanken wordt ingevuld. Voor succesvol beekherstel is dit echter noodzakelijk, omdat daarmee habitats met de Boven Mark worden verbonden die ecologisch van grote meerwaarde zijn.

Lokaal
Meander Galder - Heerstaaien
Om een sterke toename van de overstromingen in België te voorkomen, blijft in het vVKA de bestaande loop grotendeels als hoogwatergeul gehandhaafd. Wel wordt de hoofdgeul verondiept. Om drainage door de hoofdgeul te beperken wordt in het noorden een dam aangelegd. De nieuwe meandering wordt op de westoever gelegd, waar de historische meanders op de oostoever lagen. Vanwege de kansen voor kwelherstel voor de terrestrische natuur is de oostoever ongemoeid gelaten.
Vanuit de optimale natuurbeek geredeneerd zijn op dit traject veel concessies gedaan. De consequentie is dat de beekloop door een stilstaande hoofdgeul van zijn moeras- en hooilanden gescheiden wordt. Dit vormt een barrière voor de fauna.

Heerstaaien
Geen nuances.

Heerstaaien - Middeltiend
In het VKA worden twee meanders aangelegd; één op elke beekoever. De huidige loop blijft behouden voor de piekafvoer. Daar waar de meanders de huidige geul kruisen, zijn dammen voorzien. Verder wordt de huidige Markstuw behouden, omdat de hoogwaterafvoer via de hoogwatergeul gaat. Ook is de bodemdrempel van de stuw hoger dan de nieuwe beekbodem. Daarom wordt de beek rond de stuw gelegd, maar bij kruisingen van watergangen ontstaat turbulent water en daarom dient het geheel bekleed te worden met grasbetontegels.
Vanuit de optimale natuurbeek geredeneerd zouden de meanders volwaardig onderdeel zijn van de hoofdgeul, waarbij bij hogere afvoeren de breedte van het beekdal gezocht wordt, in plaats van de nevengeul. Pieken worden hierdoor uit de beekloop gehaald, die voor sedimenttransport belangrijk zijn. Het risico bestaat op een zandig of slibbig sediment, waar grof zand gewenst is vanuit de typische beeksoorten gedacht.

Middeltiend – A58
Vanaf de snelweg tot aan de laagte van Notsel worden in het VKA twee meanders aangelegd op particuliere grond. De meest noordelijke meander wordt nieuw gegraven. In het VKA zijn de nieuwe meanders relatief smal geprofileerd. Waarom is onduidelijk. Maar de consequentie is dat er hoge stroomsnelheden verwacht worden die tot erosie kunnen leiden. De erosie is ongewenst en daarom dienen de oevers versterkt te worden. Daarnaast wordt in het VKA aangegeven dat de smalle meanders tot opstuwing kunnen leiden. Daarvoor worden enkele drempels aangelegd. En een dam wordt aangelegd voor de watervoerendheid. Vanuit een natuurlijke beek geredeneerd, is juist een profiel gewenst dat in evenwicht met zijn afvoer en verhang is. Dus een wat grotere beek zonder drempels en zonder verharding. Waar in beperkte mate sedimentatie en erosie zal optreden, waar de natuurlijke beeksoorten hun habitat in vinden.

Omgeving A58 & Scheelebrug
Vanaf de Scheelebrug tot de nieuwe meander ten noorden van de snelweg blijft de huidige breedte van de Mark gehandhaafd. De beekbodem mag zich verondiepen, maar niet zover als de benedenstrooms gelegen meander. Dat betekent dat de beekbodem bij de A58 een ‘dalletje’ krijgt. Deze is vanuit het VKA nodig voor de gewenste afvoercapaciteit. Vanuit beekherstel geredeneerd zal dit dalletje (in feite een overdimensionering) tot afname van de stroomsnelheid leiden en bezinking van sediment. Het grove sediment dat benedenstrooms gewenst is, bezinkt als eerste in de verdieping. De beek streeft zelf namelijk naar een geleidelijk bodemverloop. Dat zal hier niet kunnen plaatsvinden, omdat het bij de A58 op diepte gehouden zal moeten worden door te baggeren. Daarmee wordt sediment uit het systeem verwijderd, dat voor natuurlijke beekprocessen verder benedenstrooms juist gewenst is.

A58 – Klokkenberg
Om grootschalige overstroming van Daasdonk (ten zuiden van de snelweg) te voorkomen, blijft in het VKA de bestaande loop tussen de A58 en de Koekelenbergse Tiend als hoogwatergeul gehandhaafd. Op de oostoever wordt een meander gegraven met een lengte van ca. 1,5 km (inclusief de bestaande, historische meander bij Schoondonk). Via puindammen wordt de stroming de meander in geleid.

In natuurlijke situaties van laaglandbeken is er geen sprake van hoofd- en nevengeulen zoals dat in het rivierengebied wel het geval kan zijn. De rivieren hebben ooit een vlechtend stadium gehad, waardoor op locaties meerdere geulen ontstaan zijn. De Nederlandse beken hebben daar in de huidige tijd echter te weinig erosieve kracht voor. De piekafvoer loopt daardoor van nature door de beek en zijn beekdal. Door de piek uit de beek te halen, worden vanuit de meest optimale natuur variant geredeneerd twee suboptimale systeem gecreëerd. De hoogwatergeul staat altijd stil en krijgt het af en toe voor zijn kiezen. De beek zelf stroomt altijd, maar de natuurlijke piekafvoer vindt niet plaats.

Blauwe Kamer
In het VKA is nabij de Blauwe Kamer over een relatief lang traject (1,5 km) een tweefasenprofiel voorzien. Reden is dat de beek daarbij ondieper gehouden kan worden, waardoor de grondwaterstand minder ver wegzakt. De terrestrische natuur in de Blauwe Kamer is daarbij gebaat. Om dit te bereiken is de beek relatief breed en ondiep gemaakt. Maar dit leidt tot lagere stroomsnelheid wat negatief is voor stroomminnende soorten, zoals libellen en vissen. Zij zijn van stroming afhankelijk, omdat stroming leidt tot een lagere watertemperatuur, meer zuurstof en een grover sediment.

Monding Chaamse Beek
In principe zijn hier geen zaken die concessies doen aan een optimale natuurlijke beek. Wel is in het VKA genoemd dat nabij de samenkomst van de Chaamse Beek en Boven Mark breuksteen op de oevers aangebracht moet worden. Een natuurlijke beek zal juist floreren op dergelijke locaties. Door het beperkte verval zijn er immers weinig locaties binnen de Boven Mark waar bijvoorbeeld spoelkuilen of steile oevers kunnen ontstaan. In de spoelkuilen bevinden zich ’s zomers de grotere vissen die koeler water opzoeken. De steile oevers kunnen een vestigingsplaats bieden voor ijsvogel of oeverzwaluw

Puindam fietsbrug Sulkerpad / Reeptiend
De huidige puindam ten noorden van de fietsbrug wordt verlaagd of verwijderd. Een nieuwe puindam wordt ten zuiden van de fietsbrug aangelegd ter vernatting van de percelen bij de Blauwe Kamer. Normaliter zou de beek een doorlopende bodemlijn hebben. Een puindam werkt echter als een kleine stuw. Stroomopwaarts luwt het water en bezinkt relatief meer en fijner materiaal. Waar in een natuurlijke situatie een continue stroming zou plaatsvinden en een natuurlijke scharkering van sediment.

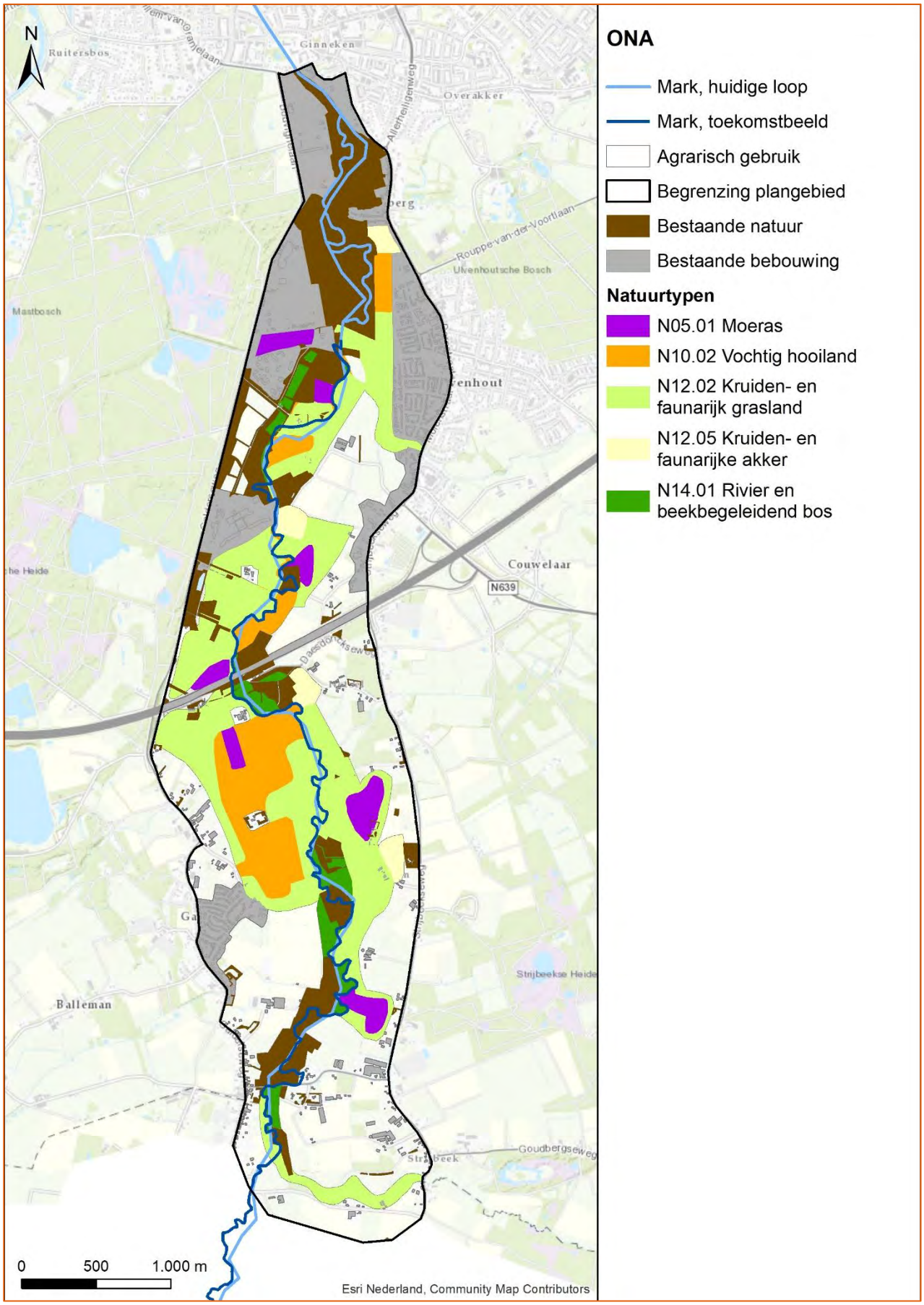
Meanders Bieberg en Oudhof
De meander Oudhof wordt in het VKA minder verondiept dan gewenst, vanwege uitstralende (vernattende) grondwatereffecten in Ulvenhout. De beek wordt dus wat dieper gehouden. Dit betekent dat de beek daar sterker draineert (lagere grondwaterstand) en minder snel buiten zijn oevers treedt.

7.2 Beekdalinrichting

Het ONA borduurt voort op de 4 scenario’s voor natuurontwikkeling zoals gepresenteerd in hoofdstuk 6. Uit deze scenario’s is op basis van best professional judgement een toekomstbeeld voor het Markdal geschetst dat is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Beekherstel, zoals besproken in de vorige paragraaf, is de ruggengraat van het ONA. Voor optimaal beekherstel dat verder gaat dan het VKA, is het historisch tracé van 1900 aangehouden. Dit tracé sluit stroomafwaarts aan op de 10 jaar geleden gegraven meander Oudhof (project Bieberg).
- De zij-instromende beken als de Strijbeeksche beek en de Chaamse beek, maken deel uit van het optimaal natuurbeeld en versterken de ecologische relaties met de natuurgebieden in de omgeving zoals het Ulvenhoutsche bos.
- Alle percelen langs de beken krijgen een functieverandering van landbouw naar natuur. Hierdoor is overal ruimte beschikbaar voor vrije oevererosie.
- De gebieden die onderdeel van het ONA gaan vormen liggen als clusters langs het toekomstige beektracé van de Mark. Deze clusters zijn robuust, waardoor externe invloeden als bemesting en ontwatering beperkt blijven tot de ecologisch minder kwetsbare randzones van de clusters.
- Het ONA benut alle locaties met sterke voorjaarskwel voor functieverandering en natuurontwikkeling richting de meest ambitieuze natuurbeheertypen. Dit zijn: vochtig hooiland, moeras en beek- en rivierbegeleidend bos. Ook de meeste locaties met matig sterke kwel en hoge voorjaarsgrondwaterstanden ter plekke van beekeerd- en gooreerdgronden komen voor omvorming naar deze natuurbeheertypen in aanmerking.

- Voor alle toekomstige locaties met vochtig hooiland, moeras en beekbegeleidend bos is hydrologisch/bodemkundig herstel noodzakelijk, dat wil zeggen: dempen of verondiepen van ontwateringssloten, verstoren van drainage en het verwijderen van opgebrachte of verrijkte bodemlagen.
- De gebieden die in aanmerking komen voor de ontwikkeling van kruiden- en faunarijke graslanden en akkers behoeven geen inrichtingsmaatregelen in de zin van het verwijderen van drainage of voedselrijke toplagen.
- De akkers liggen op locaties met dikke enkeerdgronden, waar in het verleden (1900) ook al sprake was van akkerbouw.
- De bestaande beekbegeleidende bossen worden vergroot en onderling verbonden, waardoor een meer robuuste structuur aan beekbegeleidend bos ontstaat.
- Wat betreft het toekomstige ruimtelijk beeld overheerst een grotendeels open beekdallandschap dat vooral wordt bepaald door vochtige hooilanden, omgeven door wat drogere gebieden met kruiden -of faunarijke graslanden of akkers, waarbij op de perceelranden is ruimte voor de aanleg van singels en houtwallen. Op enkele beektrajecten bij bestaande boscomplexen ontstaat daarbij het beeld van bos op de ene oever en grazige vegetaties op de andere oever.
- Het beheer bestaat uit patroonbeheer (perceelsgewijs onderhoud) dat, afhankelijk van het toegekende natuurbeheertype, uit hooien (de vochtige hooilanden), begrazen (de kruiden- en faunarijke graslanden), akkerbeheer (de kruiden- en faunarijke akkers) of niets doen (de bossen en moerassen) bestaat.
- Deze beslispunten komen terug in het kaartbeeld van het ONA: figuur 28. Zo is het nieuwe beektrace omgeven door natuur. Enerzijds zijn dit niet beheerde beekgeleidende bossen en moerassen, anderzijds vochtige hooilanden en bloemrijke weilanden. Vooral de omgeving van Daasdonk biedt na het treffen van inrichtingsmaatregelen kansen voor een groot areaal aan vochtig hooiland (62 ha). Daarnaast ontwikkelen zich na inrichting grote zeggenmoerassen en beekbegeleidende bossen.
- De oude akkercomplexen lenen zich voor de aanleg van kruiden -en faunarijke akkers.
- Dit geheel aan nieuwe natuur wordt omgeven door kruiden– en faunarijke graslanden, waardoor een grote natuureenheid ontstaat van ruim 300 ha, naast de 160 ha aan bestaande natuur.
- De hoger gelegen, drogere flanken van het beekdal bieden minder mogelijkheden voor de ontwikkeling van typische vochtige en natte beekdalnatuur. Deze gebieden blijven in regulier agrarisch gebruik. Dit betreft zo’n 320 ha. Dit betekent dat de ca. de helft van het huidige agrarische gronden een functieverandering richting natuur ondergaat.



Figuur 28 Het Optimaal Natuur Alternatief voor het Markdal

Tabel 15 Oppervlaktes Optimaal Natuuralternatief

Natuurdoeltype	ha
Moeras	26
Vochtig hooiland	62
Kruiden- en faunarijk grasland	185
Kruiden- en faunarijke akker	15
Rivier en beekbegeleidend bos	22
Bestaande natuur	160
Bestaande bebouwing	162
Regulier agrarisch gebruik	323
Totaal	955

8 KENNISLACUNES EN AANBEVELINGEN VOOR HET VERVOLG

Zoals al aangegeven is de LESA gebaseerd op bestaande informatie van bodem en water in het beekdal. Deze informatie is deels onvolledig, deels te weinig gedetailleerd en deels ook gedateerd. Zo ontbreekt informatie van de grondwaterkwaliteit en beslaat de bodemkaart slechts een deel van het interessegebied. De uitkomsten van deze LESA zijn dan ook indicatief van aard en kunnen niet gebruikt worden inrichtingsplannen op te baseren. Daarvoor is aanvullend (veld)onderzoek naar de samenstelling en kwaliteit van bodem en water noodzakelijk. Het gaat daarbij om het plaatsen van peilbuizen, het bemonsteren van de grondwaterkwaliteit, het uitvoeren van een bodemkartering met een getailleerde beschrijving van de ligging en samenstelling van de bodemlagen en de af te lezen hydromorfe kenmerken.

9 LITERATUUR

- Arcadis, 2017, Notitie Reikwijdte en detailniveau plan-MER herinrichting Markdal, versie 20-12-2017
- Arcadis, 2017, Herinrichting Markdal; Hydrologische modelstudie en vooronderzoeken, versie 24-05-2017, opgesteld door; J. Boleij, H. van de Werfhorst, J. van Zanden
- Arcadis, 2017, Watersysteemanalyse Markdal, versie 24-05-2017, opgesteld door; D. Besselink, J. Boleij, H. van de Werfhorst
- Reinen, M.J.S.M. en J. Wiertz, 1984, Grondwater en vegetatie: een nieuw systeem voor kartering en effectenvoorspelling. Landschap 1984
- Runhaar, H, R van Ek, F. Klijn, R. Ruitenberg en R Stuurman, 1998. Gewenste Grondwatersituatie Natuur. Bepaling van de optimale grondwatersituatie op provinciale schaal. Landschap 1998.
- Wolverine, 2016, Kwel in het Markdal; onderzoeksrapport naar locaties met kwel in het Markdal, opgesteld door; Dick Klees
- Schippers, P en H Siebel (2013) Index Natuur en Landschap

BIJLAGE 1. BESCHRIJVING NATUURBEHEERTYPEN

N 04.02 Zoete plas

Zoete plassen omvatten grote en kleine wateren met (matig) voedselrijk, vrij helder, stilstaand water, waarin waterplanten groeien en verlanding plaatsvindt. In het dal van de Mark gaat het om afgesneden beekmeanders en gegraven wateren als poelen.

Geïsoleerde meanders kunnen zeer gevarieerd zijn door verschillen in diepte, doorzicht, substraat en de daarmee samenhangende vegetatieontwikkeling. De zuur- en trofiegraad is zwak zuur tot basisch en (matig) voedselrijk. Het waterpeil fluctueert naar gelang de hoeveelheid neerslag in combinatie met een eventuele toevoer van grondwater en/of oppervlaktewater. De wateren zijn alleen in extreem droge periodes droogvallend.

De vegetatie vertoont hier vaak zonering van de oever naar dieper water. Op de oever komen helofytenvegetaties voor. In dieper water groeien weer fonteinkruidgemeenschappen en waterplanten met drijvende bladeren. Onder invloed van toestromend grondwater (kwel) kunnen kwelindicerende plantensoorten als waterviolier, duizendknoopfonteinkruid en groot blaasjeskruid aanwezig zijn. Vooral (relatief) kleine en ondiepe plassen zijn veelal van belang voor amfibieën en de meer grotere en diepere plassen voor vissen. In geïsoleerde wateren groeit vaak een rijke onderwatervegetatie waardoor de omstandigheden gunstig zijn voor de voorplanting en het opgroeien van vissoorten zoals Kroeskarper en Zeelt.

N 05.01 Moeras

Moeras omvat een veelvormig scala aan open begroeiingen, gekenmerkt door helofyten als riet, biezen, grote zeggensoorten, grote egelskop en de beide lisdoddes. Helofytenmoerassen variëren van monotone gemeenschappen die slechts door één of enkele soorten gedomineerd worden, tot tamelijk soortenrijke, bloemrijke vegetaties. Moeras staat jaarlijks gezien grotendeels onder water en valt in de nazomer tijdelijk droog. Onder voedselrijke omstandigheden kan riet tot dominantie komen. In minder eutrofe milieus die onder invloed van kwel staan groeien grote zeggenmoerassen. In beekdalen komen grote zeggenmoerassen van nature vooral voor in terreindepressies en verlande meanders. In deze grote zeggenmoerassen wordt het aspect bepaald door hoge zeggensoorten, zoals de Scherpe zegge, Moeraszegge, Oeverzegge, Stijve zegge, Pluimzegge en/of Blaaszegge. Daarnaast kunnen er allerlei vochtige ruigtekruiden in voorkomen, evenals soorten uit het Dotterbloemhooiland. Grote zeggenmoerassen zijn gebonden aan (zeer) natte, meestentijds geïnundeerde zwak zure tot basische, (matig) voedselrijke, zand-, leem- en veenbodems, steeds in samenhang met de toestroom van gerijpt grondwater. Het moeras is een leefgebied voor onder meer Bont en Groot dikkopje, Porseleinhoen, Waterral en Rosse woelmuis. Onder het natuurbeheertype Moeras worden ook Natte ruigten gerekend. Dit zijn bloemrijke, hoogopgaande vegetaties met soorten als Grote valeriaan, gewone wederik, kattenstaart en moerasspirea. Daarnaast zijn riet, liesgras en grote egelskop vaste begeleiders. Natte ruigte komt voor op (zeer) natte, neutrale tot basische, (matig) voedselrijke, zand-, leem-, klei- of veenbodem. De ruigten zijn een leefgebied voor onder andere de Rietgors, Sprinkhaanzanger, Waterral en Rosse woelmuis.

N 10.01 Nat schraalland

Nat schraalland is, net als Vochtig hooiland, zeer oud boerengrasland. Nat schraalland is echter minder productief. De graslanden kunnen ’s winters onder water staan maar zullen ’s zomers oppervlakkig uitdrogen. In beekdalen staan natte schraallanden onder invloed van toestromend kwelwater. Inundatie door voedselrijk beekwater wordt slecht verdragen. Verdroging, verzuring en vermesting zijn de belangrijkste bedreigingen voor nat schraalland. De bodem bestaat in de regel uit veen.

Door jaarlijks te hooien blijft het voedselarme karakter behouden. Het gehalte aan beschikbaar fosfaat in de bovengrond is laag (Olsen-P waarde) 200-400 µmol/l.

Nat schraalland kan rijk zijn aan zeggesoorten (blonde zegge, blauwe zegge, geelgroene zegge, vlozege, tweehuizige zegge) en orchideeën (brede orchis, rietorchis, gevlekte orchis, vleeskleurige orchis, moeraswespenorchis). De botanische variatie in de natte schraallanden is groot.

Zo worden blauwgraslanden, Kleine zeggenvegetaties en Kalkmoeras tot nat schraalland gerekend. Ook hiermee in mozaïek voorkomende dotterbloemhooilanden worden ook tot nat schraalland gerekend.

N 10.02 Vochtig hooiland

Vochtig hooilanden in het zandlandschap komen uitsluitend in beekdalen voor, onder invloed van uitredend kwelwater. Het gaat om bloemrijke graslanden, vaak geel van ratelaar, gewone rolklaver, moerasrolklaver, geel walstro, scherpe boterbloem, kruipende boterbloem of dotterbloem. Vochtig hooiland wordt jaarlijks tot tweemaal gehooid. Er wordt geen bemesting toegepast, met uitzondering van ruige stalmest (max. 20 ton per ha per jaar) of bekalking.

Vochtige hooilanden zijn afhankelijk van hoge grondwaterstanden en een geringe tot matig hoge voedselrijkdom en komen voor op gronden met Olsen-P: 300-800 µmol/l. De belangrijkste vegetatietypen zijn dotterbloemhooilanden, veldrushooilanden en bosbiesvegetaties

Vochtig hooiland komt voor op natte, zwak zure tot neutrale, (matig) voedselrijke bodems (humusrijk en lemig zand, klei en veen). Het graslandtype wordt doorgaans gevoed door matig zuur tot basisch grondwater. Vroeger werden ze ook overstroomd met schoon beekwater. Dergelijke overstromingen komen momenteel nauwelijks meer voor.

Kenmerkend voor het Dotterbloemhooiland zijn Gewone Dotterbloem, Echte koekoeksbloem, Grote ratelaar, Brede orchis, Tweerijige zegge, Moeraszegge, Moerasstreepzaad en Bosbies. Opvallend in het hooilandtype is het plaatselijk voorkomen van bosplanten, zoals Slanke sleutelbloem, Muskuskruid en vroeger ook Zwartblauwe rapunzel. Dotterbloemhooilanden kwamen eertijds algemeen voor in de beekdalen. Momenteel is dit kenmerkende graslandtype zeldzaam geworden. Het beheer bestaat uit eenmaal per jaar maaien en afvoeren van het maaisel. Dotterbloemgraslanden ontwikkelen zich op matig voedselrijke, meestal moerig tot venige, soms slibhoudende klei- of veengronden die 's winters nat en 's zomers vochtig zijn. De grondwaterstand reikt 's winters voor een periode van 10 tot 20 weken tot aan het maaiveld. Soms wordt de standplaats 's winters overstroomd, maar meestal niet langer dan een periode van 10 weken per jaar, vooral in de winter. Gedurende de rest van het jaar bevindt zich de grondwaterstand ca. 10 tot 30 cm onder het niveau van het maaiveld. 's Zomers kan de grondwaterstand voor een korte periode in de grond wegzakken, naar 50 tot 80 cm diepte onder het maaiveld.

Een associatie van het vochtig hooiland, het Veldrushooiland, is afhankelijk van lokaal, zacht en matig zuur grondwater. Meestal treft men het Veldrushooiland aan op de flanken van beekdalen. Waar leem of beekleem ondiep voorkomt, strekt deze associatie zich uit van beekdalflank tot beek.

Ook de Bosbies-associatie (16Ab5) maakt deel uit van de vochtige hooilanden. De kweldruk van het grondwater is in de regel hoog. Ze komt voor op drassige, vaak lage plekken in de beekdalen, bijv. langs kwelsloten en - veelal verruigd - ook op oevers van beken.

N11.01 Droog schraalland

Het natuurbeheertype bestaat uit twee vegetatietypen, resp. Droog grasland en Droog heischraal grasland. Beide graslandtypen komen voor op droge, grondwateronafhankelijke, kalkarme, voedselarme tot matig voedselrijke, matig tot zwak zure, zand- en lemige zandgrond, steeds buiten de invloedssfeer van de beek. Droog heischraal grasland komt meestal voor op lemige zandgronden. Droog grasland is in Noord-Brabant tamelijk algemeen en kenmerkt zich door Klein vogelpootje, Zilverhaver, Klein tasjeskruid, Vroege haver, Zandblauwtje en Hazenpootje. Kenmerkende plantensoorten voor het Droog heischraal grasland zijn onder andere Borstelgras, Tandjesgras, Hondsviooltje, Liggend walstro, Pilzegge en Struikhei. Het graslandtype is momenteel zeldzaam. De graslandtypen worden bij voorkeur in stand gehouden door extensieve begrazing. Ook maaibeheer (eenmaal per jaar en afvoeren van het maaisel) is mogelijk.

N12.02 Kruiden - en faunarijk grasland

Dit zijn graslanden op bodems die geen specifieke systeemkenmerken. De bodem is niet uitgesproken nat of droog, ook niet bijzonder voedselarm of voedselrijk, en evenmin uitgesproken zuur of basisch/kalkrijk. Deze omstandigheden lenen zich uitstekend voor agrarisch gebruik. In het gangbare agrarische cultuurgrasland overheersen hoogproductieve grassen, terwijl vroeger de bloemrijke graslanden algemeen waren.

Deze kruiden- en faunarijke graslanden met weinig kritische soorten herstellen zich echter snel bij extensivering van het grondgebruik, dit in de vorm van het stopzetten van bemesting, een lagere begrazingsdruk of hooien.

N 14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos

Dit zijn rivier- en beekbegeleidende, periodiek overstroomde bossen. Het kan gaan om bossen die overstroomd worden rivier of beek, maar ook om bossen die onder invloed staan van uittredend grondwater. Ook wilgenstruwelen behoren tot dit natuurbeheertype.

Vegetatiekundig worden deze bossen tot het Wilgenverbond, het Verbond van Iepenrijke eiken-essenbossen (vogelkers-elzenbos) en het Verbond van Els en es gerekend.

In beekdalen komen we diverse bostypen tegen. De belangrijkste zijn het Vogelkers-essenbos en het Elzenzegge-elzenbroek tegen. Het Vogelkers-essenbos staat gedurende het hele jaar onder invloed van tamelijk hoge grondwaterstanden, het is echter niet zo nat als het hieronder beschreven elzenbroekbos. Als gevolg van de vaak wat kleiige beekdalbodems en de overstroming door eutroof beekwater is het type is van nature vrij voedselrijk. Dit weerspiegelt zich een rijke bosstructuur met goed ontwikkelde boom- struik- en kruidlaag. Veel vogelkers-essenbossen zijn in het verleden omgevormd tot populieren aanplanten. Goed ontwikkelde vogelkers-essenbossen zijn daardoor zeldzaam geworden. Mede dankzij de complexe bosstructuur is dit bos rijk aan bijzondere flora en fauna. Zo kunnen deze bossen voor veel verschillende faunagroepen van betekenis zijn, bijvoorbeeld voor holenbroeders, roofvogels, vleermuizen, vele insectensoorten en in rivier- en beekbegeleidende bossen ook de bever.

Het tweede type rivier- en beekbegeleidende bos in de beekdalen zijn de elzenzegge-elzenbroekbossen. Deze komen voor op permanent natte, vooral venige bodems. Ondanks de lage ligging wordt langdurige overstroming door voedselrijk beekwater niet getolereerd. Vaal liggen elzenbroekbossen in geïsoleerde, verlande beekmeanders op de grens naar het hoger gelegen zandgebied, waar toestroom van kwelwater optreedt. De boomlaag wordt gedomineerd door de Zwarte els. Kenmerkende soorten in de struik- en kruidlaag zijn Zwarte bes, Moeraszegge, Elzenzegge, Stijve zegge en, onder invloed van kwel, ook Dotterbloem en Waterviolier. Daarnaast groeien er vaak allerlei ruigte- en moerassoorten. Naast hogere plantensoorten groeien in de broekbossen specifieke paddenstoel- en bladmossoorten. Het Elzenzeggen-Elzenbroek was vroeger tamelijk algemeen in de beekdalen Momenteel is het bostype zeldzaam, is de oppervlakte veelal gering en is het merendeel van de bossen verstoord door verdroging en vermesting. Andere bostypen die onder invloed van zowel grondwater als inunderend beekwater staan zijn het Wilgenbos en het Ruigt-elzenbos.

N15.02 Dennen- eiken en beukenbos

Dit zijn bossen op voedselarme gronden die buiten het bereik van de beken liggen. De boomlaag wordt in principe gedomineerd door Zomereik, beuk, ruwe berk of grove dennen. In de praktijk zijn in veel gevallen vooralsnog ook niet-Europese boomsoorten aanwezig.

Door het zure en voedselarme karakter is er bij ongestoorde ontwikkeling sprake van ophoping van strooisel. Hierdoor is bodemvegetatie vaak beperkt aanwezig.

De meest voorkomende, natuurlijke variant is het droog Berken-Eikenbos. Dit type kenmerkt zich door Ruwe berk, Zomereik, Bochtige smele, Struikhei en Smalle stekelvaren. In een vochtiger variant groeien Zachte berk, Vuilboom, Pijpenstrootje en Gewone dophei.

Naaldbossen bestaan soms uit een verarmde vorm van het Berken-Eikenbos. Het beheer bestaat uit niets doen.

Het type is een leefgebied voor onder andere de Boomvalk, Buizerd, Havik, Ransuil, Groene specht, Zwarte specht en vleermuizen. Berken-eikenbossen die als natuurbos worden beheerd zijn momenteel zeldzaam in Noord-Brabant. De betekenis voor de biodiversiteit is met name gelegen in grote aantallen (vaak bedreigde) paddenstoelen, blad- en korstmossen en enkele vaatplanten. Structuurrijke bossen met enige buffering in de bodem, bossen met een hoge luchtvochtigheid en bossen met oude bomen kennen vaak een hogere biodiversiteit.

COLOFON

LANDSCHAP ECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE MARKDAL

AUTEUR

I. van Hamersveld

PROJECTNUMMER

C03091.000091

ONZE REFERENTIE

079883462 C

DATUM

21 september 2018

STATUS

Definitief

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

BIJLAGE 7: HYDROLOGISCH ONDERZOEK

HERINRICHTING MARKDAL

Hydrologische modelstudie en vooronderzoeken

24 MEI 2017

Contactpersonen

JOHAN BOLEIJ
(Geo)Hydroloog

T + 31 631048683
E johan.boleij@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

HARMEN VAN DE WERFHORST
(Geo)Hydroloog

T +316 27062195
E harmen.vandewerfhorst@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

JORRIT VAN ZANDEN
Projectleider

T +316 27060537
E jorrit.vanzanden@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Achtergrond 5

1.2 Projectgroep en belanghebbende 5

1.3 Probleemstelling 6

1.4 Doel van de opdracht 6

1.5 Leeswijzer 6

2 GEBIEDSBESCHRIJVING 7

2.1 Geografische ligging 7

2.2 Historie 7

2.3 Huidige functies en gebruiken 9

2.3.1 Landgebruik en functies 9

2.3.2 Belanghebbenden 9

2.4 Watersysteem 10

2.4.1 Oppervlaktewatersysteem 10

2.4.2 Geohydrologie 13

3 HYDROLOGIE 19

3.1 Oppervlaktewater 19

3.1.1 Peilen 19

3.1.2 Afvoeren 20

3.1.3 Stroomsnelheden 20

3.1.4 Drooglegging en inundaties 22

3.2 Grondwater 24

3.2.1 GxG 24

3.2.2 Kwel en infiltratie 27

3.2.3 Stroombanen 29

3.3 WATERNOOD-landbouw 30

3.4 Natuurbeheertypen 32

3.5 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur 35

4 VOORKEURSALTERNATIEF 38

4.1 Inleiding 38

4.2 Proces naar het VKA 38

4.3 Het voorkeursalternatief 41

4.3.1 De afwegingen per traject van noord naar zuid: 43
4.3.2 Beplanting 49
4.3.3 Detailmaatregelen 49
4.4 Oppervlaktewater 51
4.4.1 Peilen 51
4.4.2 Drooglegging en inundaties 53
4.4.3 Hoogwater Breda 55
4.4.4 Stroomsnelheden 56
4.4.1 Hydromorfologische ontwikkeling 59
4.5 Grondwater 61
4.5.1 GxG 61
4.5.2 Kwel en infiltratie 65
4.6 WATERNOOD-landbouw 69
4.7 Natuurbeheertypen 74
4.7.1 Zone inundatie T=2 75
4.7.2 Zone inundatie T=10 76
4.7.3 Zone inundatie T=100 77
4.8 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur 78

5 CONDITIONERENDE ONDERZOEKEN 79

5.1 Bodemonderzoek 79
5.1.1 Stortplaatsen 79
5.1.2 Bodemverontreinigingen 79
5.1.3 Bodemkwaliteit 80
5.2 NGE 81
5.3 Flora en Fauna 82
5.3.1 Effectbeschrijving 82
5.3.2 Effectbeoordeling 82
5.3.3 Mitigerende maatregelen 83
5.3.4 Ontheffing 83
5.3.5 Aanpassingen van het VKA 83
5.4 Archeologie en cultuurhistorie 84
5.4.1 Ideale inrichting van de hermeandering 84
5.4.2 Advieszones – gravend onderzoek 84
5.5 Kabels en leidingen 85

6 CONCLUSIE EN ADVIES 87

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

In de jaren ‘60 en ’70 heeft er in Nederland grootschalig kanalisatie plaatsgevonden. Zo ook in het Markdal. De Mark is verbreed en rechtgetrokken en stuwen zijn geplaatst om het waterniveau op peil te houden. De kanalisatie stond in dienst van de agrarische sector, in tijden van veel neerslag moest het water namelijk snel weg kunnen en in tijden van droogte vastgehouden worden. Daarmee is de natuurlijke fluctuatie in het systeem weggenomen, ten nadele van de natuur.

De afgelopen 10 à 20 jaar is natuurherstel en -ontwikkeling een steeds belangrijker onderwerp geworden. Ook in het Markdal bestaat de wens om beek- en natuurherstel uit te voeren. In 2011 is op initiatief van bewoners, eigenaren en belanghebbende de Vereniging Markdal Duurzaam en Vitaal opgericht. De Vereniging maakt zich sterk voor beekherstel en natuur- en cultuurontwikkeling in de regio.

In 2013 heeft de Vereniging Markdal een overeenkomst gesloten met de provincie. De vereniging gaat samen met het waterschap aan de slag voor de inrichting van het Markdal, zoals omschreven in het Uitvoeringsprogramma Markdal. Hoofddoel is het realiseren van ca. 100 ha Ecologische Hoofdstructuur in het Markdal en beekherstel van de Bovenmark tussen de Belgische grens en de Duivelsbrug. Vervolgens zijn een aantal werkgroepen opgericht, waarin vrijwilligers gewerkt hebben aan het opstellen van visies. In 2014 en 2015 zijn zo de visies Water en Natuur, Landschap en Cultuurhistorie, Land- en Tuinbouw en Verkeer, toerisme en recreatie opgesteld. Verder zijn er vele schetssessies gehouden met inwoners van het plangebied. Er leven daardoor al veel verschillende ideeën rond de inrichting van het dal.

Sinds 2013 voert de Vereniging overleg met grondeigenaren en grondgebruikers in het Markdal over de aankoop of uitruil van gronden in en rond het Markdal en over de mogelijkheden voor particulier natuurbeheer. Om deze grondverwerving enigszins te sturen én om een idee te krijgen van de inrichtingsmogelijkheden binnen de ambitie van 100 ha nieuwe natuur, heeft het waterschap in 2015 en 2016 een aantal oppervlaktewatermodelberekeningen uitgevoerd. Dit heeft geleid tot twee inrichtingsvarianten. Van de twee varianten zijn de hydrologische effecten op de omgeving berekend. Het gaat daarbij om veranderingen in de oppervlaktewaterstanden, grondwaterstanden, inundaties (overstroming vanuit het oppervlaktewater) en de doorwerking op de functies landbouw en natuur. Na beoordeling van de effecten van de twee varianten is een voorkeursalternatief opgesteld.

Het Waterschap Brabantse Delta en de Vereniging Markdal hebben Arcadis de opdracht gegund deze veranderingen in kaart te brengen met behulp van hydrologische modellen. Met het oog op de uitvoering behoren naast de hydrologische effectenstudie ook conditionerende onderzoeken met betrekking tot bodemonderzoek, flora- en fauna, archeologie en cultuurhistorie, NGE (Niet Gesprongen Explosieven) en kabels en leidingen tot de opdracht. Het betreft enkel een verkennende studie waaraan geen rechten kunnen worden ontleend.

Het betreft enkel een verkennende studie waaraan geen rechten kunnen worden ontleend. De studie is enkel een onderzoek naar de mogelijkheden voor hydrologisch herstel van de Bovenmark en haar dal. Dit in combinatie met het huidige grondgebruik in en om het dal. Het is geen integraal inrichtingsplan voor het Markdal of een projectplan Waterwet. Dit wordt op een later moment door de Vereniging Markdal en het waterschap nog opgesteld, met als doel om uiteindelijk een door de streek gedragen plan te krijgen. Dit vraagt enig voorbereidend werk en daar is deze studie voor bedoeld.

1.2 Projectgroep en belanghebbende

Voor de verkennende studie is een projectgroep opgesteld die wordt gevormd door Waterschap Brabantse Delta, Vereniging Markdal, Ingenieurs- en adviesbureau Arcadis en de provincie Provincie Noord-Brabant. De projectgroep heeft als doel de inrichtingsvarianten te beoordelen en tot een voorkeursalternatief te komen voor de herinrichting van het Markdal.

Gedurende het proces tot een voorkeursalternatief te komen is er een klankbordmoment geweest. De bevindingen van het voorkeursalternatief en schetsvarianten C en D gepresenteerd en besproken. De klankbordgroep is een groep belanghebbende bestaande uit:

- Brabants landschap;
- Staatsbosbeheer;
- Vereniging Natuurmonumenten;

- Grondeigenaren en pachters;
- Bewoners en recreanten;
- Belgische partijen.

1.3 Probleemstelling

Er zijn twee schetsontwerpen gemaakt voor de herinrichting van het Markdal. Afhankelijk van de hydrologische en afgeleide effecten[1] van deze ontwerpen moet een voorkeursalternatief gedefinieerd worden. Van de herinrichtingsvarianten moeten de volgende vragen beantwoord kunnen worden:

- Waar en hoe vaak treden inundaties op?
- Hoe verandert het grondwaterstandsverloop? Wordt het natter of droger?
- Neemt kwel toe of af?
- Hoe werken de veranderingen in de grondwaterstanden en kwel en/of wegzijging door in de potenties voor terrestrische natuur (landnatuur)?
- Hoe werken de veranderingen in de inrichting van de Bovenmark en de stroomsnelheid van het water door in de potenties voor aquatische natuur (waternatuur)?
- Hoe werken de verandering van de grondwaterstanden door in de opbrengsten van de landbouw?
- Waar zijn knelpunten met bebouwing of infrastructuur te verwachten als gevolg van veranderingen in de grond- en oppervlaktewaterstanden?

Om de effecten ruimtelijk te kunnen kwantificeren zijn hydrologische modellen benodigd. Daarvoor is uitbreiding van het oppervlaktewatermodel noodzakelijk geacht en is het ontwikkelen en kalibreren van een grondwatermodel noodzakelijk. Deze modellen zijn een hulpmiddel op de bovengenoemde vragen te kunnen beantwoorden.

Voor herinrichting van de Bovenmark en de directe omgeving wordt de omgeving en ondergrond tijdelijk of permanent verstoord. Dit kan van invloed zijn op flora, fauna, bodemverontreinigingen of archeologie. Om de risico's omtrent deze aspecten in beeld te brengen zijn conditionerende onderzoeken noodzakelijk.

1.4 Doel van de opdracht

Het uiteindelijke doel van de opdracht is door middel van hydrologische modellen tot een voorkeursalternatief te komen en daarvan helder hebben welke omgevingsfactoren als bodemonderzoek, flora- en fauna, archeologie en cultuurhistorie, CE (Conventionele Explosieven) en kabels en leidingen van invloed kunnen zijn op het verdere proces.

Naar het voorkeursalternatief wordt toegewerkt door eerst de twee inrichtingsvarianten C en D uit te werken. Voor beide inrichtingsvarianten wordt een optimale natuursituatie doorgerekend, waarvoor de natuur binnen de huidige EHS-begrenzing maximaal wordt ingericht, en een variant met compenserende maatregelen. Op basis van de bevindingen wordt een voorkeursalternatief opgesteld met en zonder compenserende maatregelen voor de landbouw. De primaire hydrologische en afgeleide situatie worden daarvan in kaart gebracht en gerapporteerd.

Om het hoofddoel te bereiken zijn sub-doelen geformuleerd. Controle en uitbreiding van het oppervlaktewatermodel en het ontwikkelen, kalibreren en valideren van een grondwatermodel Markdal.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de gebiedsbeschrijving gegeven. Hier wordt ingegaan op de geografische ligging, de historie, functies en gebruiken en het watersysteem van het Markdal. Het hoofdstuk 3 beschrijft de huidige hydrologische situatie en de huidige natuurbeheertypen, landbouwschade en overlastproblemen. Hoofdstuk 4 beschrijft het voorkeursalternatief en de hydrologische veranderingen die optreden als gevolg van het voorkeursalternatief. Omgevingsaspecten als bodemverontreinigingen, flora en fauna, archeologie en kabels en leidingen zijn beschreven in hoofdstuk 5. Het rapport sluit af met een conclusie in hoofdstuk 6.

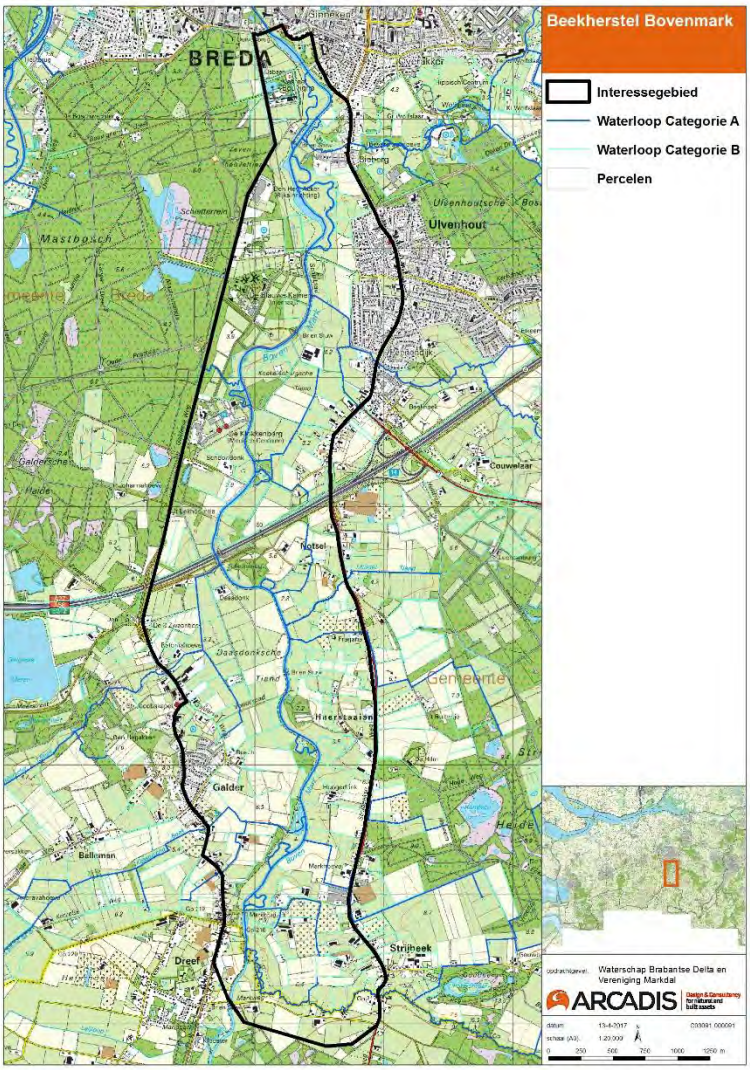
---

[1] Afgeleide effecten zijn effecten die optreden als gevolg van de veranderende hydrologische situatie. Een toe- of afname van landbouwschade is een voorbeeld van een afgeleid effect.

2 GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1 Geografische ligging

Het beekdal van de Bovenmark ligt ten zuiden van Breda en stroomt langs dorpskernen Strijbeek, Galder en Ulvenhout. De beek is het bovenstroomse deel van de rivier de Mark. De bron van de Mark ligt in Koekhoven (België), stroomt bij Dreef de Belgisch-Nederlandse grens over en komt bij de Duivelsbrug Breda binnen. Op de Bovenmark wateren meerdere beken af, waaronder de Bavelsche Leij, de Chaamse Beek, de Strijbeeksche Beek, de Kerselsche Beek, de Galdersche Beek en 't Merkske. In Figuur 1 is de ligging van de Bovenmark en het interessegebied voor de hydrologische modelstudie weergegeven.



Figuur 1: Ligging van de Bovenmark en interessegebied van de hydrologische modelstudie.

2.2 Historie

De geschiedenis van de Bovenmark begint ca. 2 miljoen jaar geleden (Kiden, 2001[2]). Daarvoor was er een warm klimaat en lag er een ondiepe zee ter plaatse van Zuid-Nederland en Vlaanderen. Door een daling van de zeespiegel en opheffing van het land trok de zee zich ca. 2 miljoen jaar geleden langzaam terug naar het noord-noordoosten. Op het droogvallend land ontstond een rivierennetwerk met rivieren die in noord-noordoostelijke richting naar de toenmalige kustlijn afwaterden. Deze afwateringsrichting is nog steeds terug

[2] Kiden, P & C. Verbruggen, 2001. Het verhaal van een rivier: de evolutie van de Schelde na de laatste ijstijd. In: Bourgeois J, Ph. Crombé, G. De Mulder & M. Rogge, 2001: Een duik in het verleden. Schelde, Maas en Rijn/ in de pre- en protohistorie.

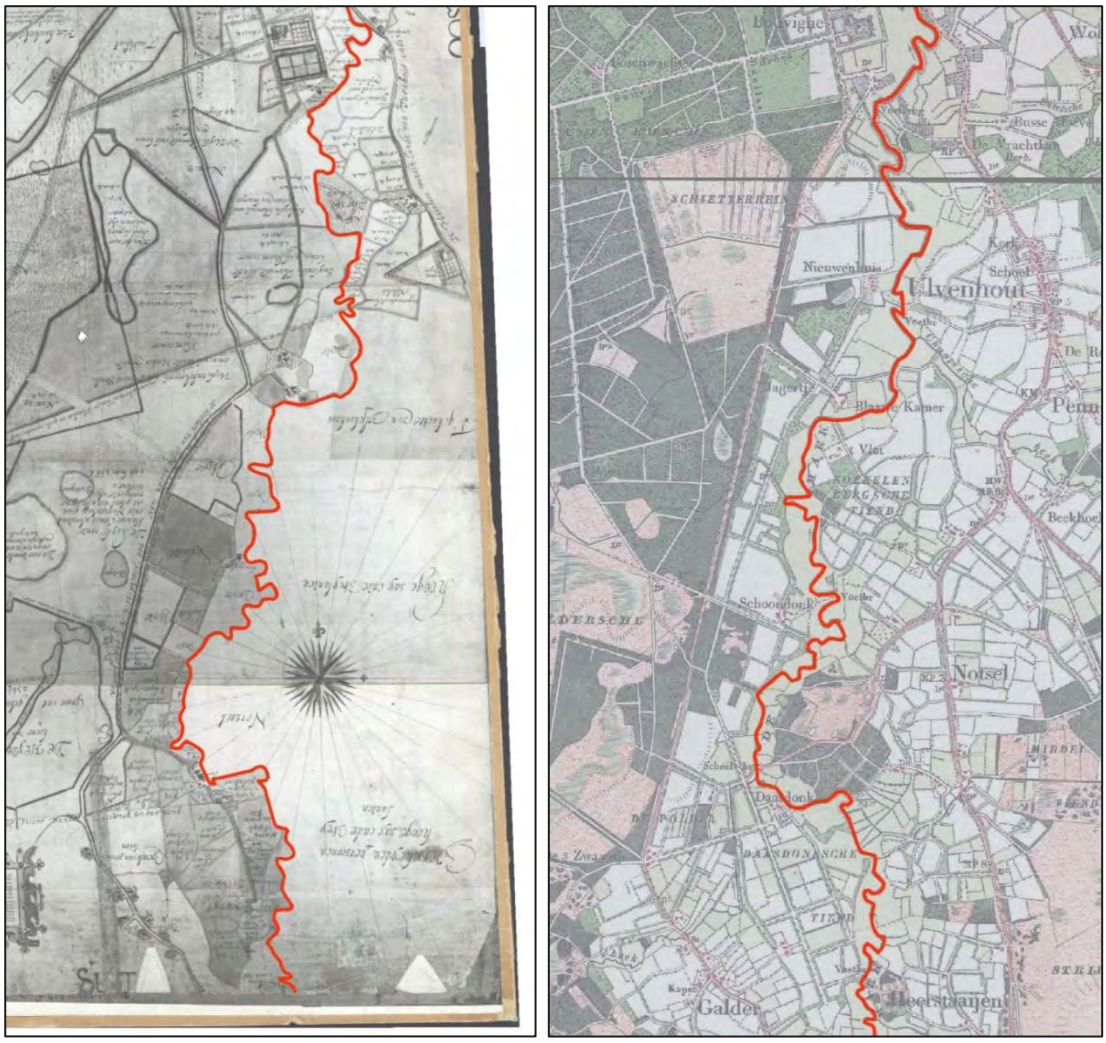
te zien in de richting van het dal van de Bovenmark. De oer-rivier, die de voorloper van de Bovenmark was, werd ook wel de Zenne genoemd.

De laatste 2 miljoen jaar kende een afwisseling van koude perioden (ijstijden) en wat warmere (gematigde) perioden. Tijdens de ijstijden stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Door het koude klimaat en de lage zeespiegelstand sneden de rivieren zich in en diepten hun valleien plaatselijk uit, zo ook het dal van de Bovenmark. Deze rivieren bestonden uit verwilderde of vlechtende rivieren: rivieren met meerdere, zich vertakkende geulen. Een deel van het meegevoerde zand werd elders weer in het dal afgezet. In het open toendralandschap waaide het zand uit de rivierdalen makkelijk op en werd het buiten de dalen in een dun zanddek afgezet. Tijdens de korte, warmere perioden vulden meanderende rivieren de riviervalleien op met vooral klei en veen.

Ca. 400.000-800.000 ontstond de Vlaamse Vallei, die de afwateringsrichting van de oer-rivier de Zenne in Vlaanderen veranderde in noord-westelijke richting. De afvoer richting Nederland nam daardoor sterk af.

Na de laatste ijstijd (ca. 10.000 jaar geleden) is de Bovenmark een laatste keer veranderd van een vlechtende rivier, die veel water en zand transporteerde, naar een meanderende rivier, die leem en klei afzette in het Markdal (zie Figuur 2). Onder invloed van een verder opwarmend klimaat en een stijgende zeespiegel ontstond een dicht begroeid moeras in het Markdal, dat zich geleidelijk vulde met veen, In de middeleeuwen is dit veen ontgonnen en afgevoerd naar Breda als brandstof. Aan het einde van de middeleeuwen was het Markdal geheel ontveend en in gebruik genomen als landbouwgrond.

In de laatste eeuwen tot aan de kanalisatie in 1969 is de meanderende loop van de Bovenmark relatief weinig veranderd. Bij vergelijking van historische kaarten van verschillende momenten zijn een aantal meanders verdwenen, zijn er enkele ontstaan, maar is de loop in hoofdlijnen nauwelijks veranderd (Figuur 2).



Figuur 2: Historische kaart uit 1624 (links) en rond 1850 (rechts) (Bron: WBD).

Door de ontginning voor de landbouw ontstond een kleinschalig cultuurlandschap met houtwallen, hagen en struweel op de kavelgrenzen. Langs de westzijde van de Mark ontstonden een drietal grote hoeven: Blauwe Kamer, Schoondonk en Daesdonck. In het begin van de 19e eeuw is rond het kasteel Daesdonck een barok landschap aangelegd, met rechte dreven en bijbehorende laanbeplanting. Daarbij is ook de benedenloop van de Galderse Beek vergraven.

In 1968 werd begonnen met de kanalisatie van de Bovenmark. De Bovenmark werd daarbij niet geheel recht, maar kreeg vanuit landschappelijk oogpunt lang gerekte bochten. Om zo economisch om te gaan met de hoeveelheid grondverzet volgt de gekanaliseerde Bovenmark op hoofdlijnen de vroegere, meanderende Bovenmark. Bij de kanalisatie is de Bovenmark verbreed en verdiept en zijn 3 stuwen aangebracht. De grond die daarbij vrijkwam werd op de aanliggende gronden verspreid. De kanalisatie ging gepaard met een vrijwillige kavelruil.

In de jaren ’80 en ’90 is de ruilverkaveling Ulvenhout-Galder uitgevoerd. Hierbij is het Markdal opnieuw verkaveld, met uitzondering van het gebied ten noord-westen van de snelweg en de Bovenmark. Sinds het jaar 2000 heeft natuurontwikkeling plaatsgevonden in het Markdal. Tussen de Duivelsbrug en de Reeptiend is een landbouwbedrijf opgekocht en omgevormd tot natuur. Daarbij is de vistrap Bieberg en de meander Oudhof aangelegd. Ook bij Galder is nieuwe natuur gevormd en zijn de meander bij de Markweg (oostelijk van de Bovenmark) en de meander bij Galder (westelijk van de Bovenmark) gegraven.

2.3 Huidige functies en gebruiken

2.3.1 Landgebruik en functies

In het stroomgebied van de Bovenmark zijn verschillende functies te onderscheiden. Het beekdal wordt gekenmerkt door met name agrarische activiteiten waarbij grasland ca. 50% van het oppervlak beslaat. Er zijn ook enkele hoogwaardige landbouwactiviteiten zoals kwekerijen. Op enkele percelen is natuurterrein aangemerkt, maar in het beekdal is dit in de huidige situatie nog beperkt. Enkele bosrijke natuurgebieden met heide en vennen zoals het Mastbos, Ulvenhoutsebos en Strijbeeksebos liggen op de hogere flanken van het beekdal waar tevens ook de dorpskernen Galder, Strijbeek en Ulvenhout zijn gelegen. Het gebied wordt doorsneden door de snelweg en verdeeld het gebied in een noordelijk en zuidelijk deel.

De belangrijkste functies in het Markdal zijn:

- Agrarisch:
  - Grasland;
  - Akkerbouw;
  - Hoogwaardige landbouw;
- Natuur;
- Wonen;
- Infrastructuur.

2.3.2 Belanghebbenden

Waterschap Brabantse Delta en de Vereniging Markdal hebben een overeenkomst gesloten met de provincie voor de inrichting van het Markdal. De Vereniging Markdal heeft gelden van de provincie ontvangen om de Ecologische Hoofdstructuur in het Markdal en beekherstel van de Bovenmark en de daarmee samenhangende waterdoelen te realiseren.

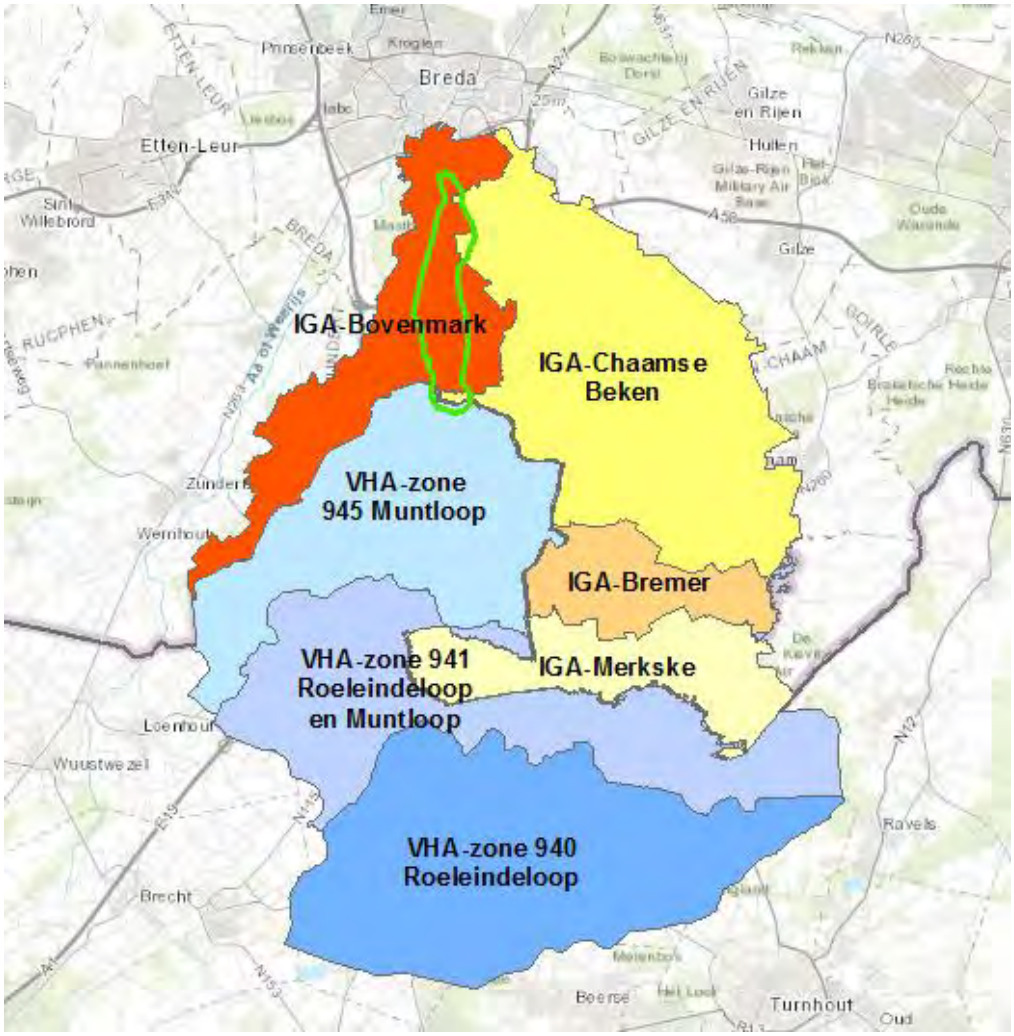
De Vereniging Markdal heeft een Algemeen Beraad dat in grote lijnen de koers uit zet. Het Algemeen Beraad bestaat uit grondeigenaren, natuurliefhebbers, specialisten en groepen als natuurbeheerders.

Binnen het Markdal zijn naast terrein beherende organisaties zoals Brabants landschap, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten ook individuele eigenaren met uiteenlopende functies en belangen aanwezig.

2.4 Watersysteem

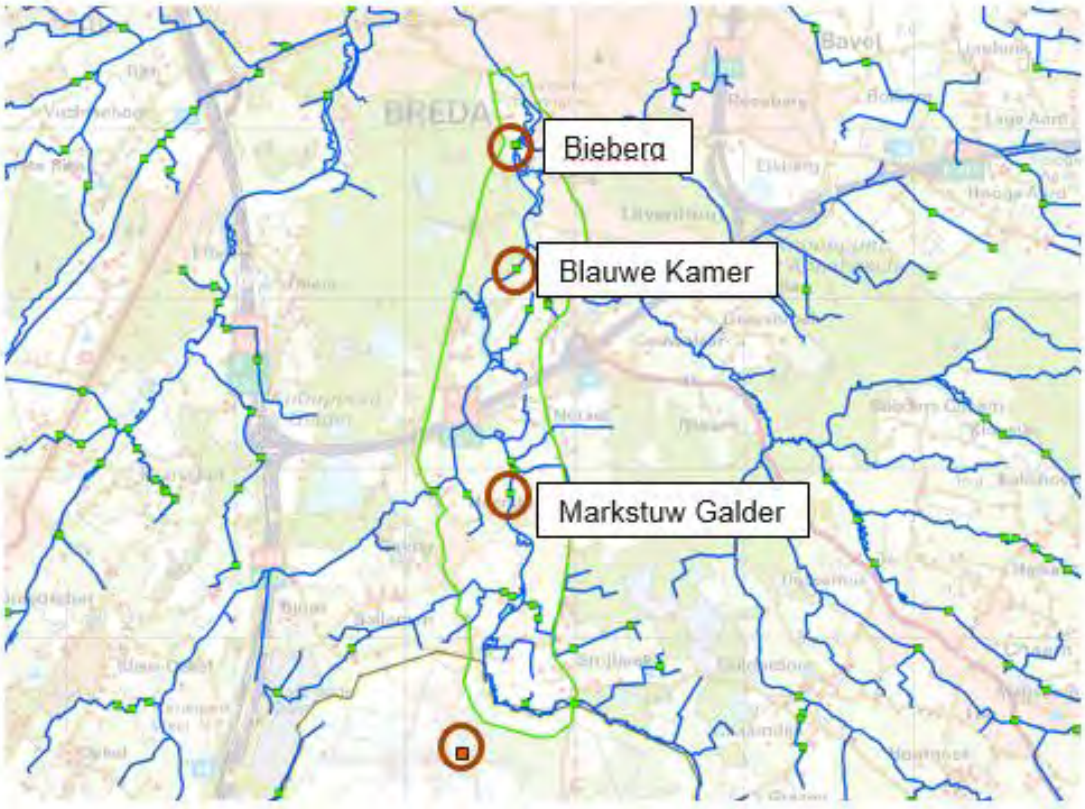
2.4.1 Oppervlaktewatersysteem

De oorsprong van de Bovenmark ligt in België. Daarmee ligt een groot deel van het stroomgebied van de beek in België. Het stroomgebied van de Bovenmark is in verschillende sub-stroomgebieden ingedeeld, in Figuur 3 zijn de deelstroomgebieden weergegeven. Omdat de beek over landsgrenzen gaat, zijn de stroomgebiedsgrenzen en benamingen niet geheel op hydrologische basis tot stand gekomen. De beken 't Merkske en Bremer ontspringen in Nederland en wateren in westelijke richting af op de Bovenmark in België. De Chaamse Beek watert af in noordelijke richting en stroom nabij Ulvenhout in de Bovenmark.



Figuur 3: Stroomgebied van de Bovenmark (bron Geopunt.be en Waterschap Brabantse Delta).

Tussen Dreef (net over de Belgische grens) en Breda zijn 3 belangrijke automatische stuwen gelegen in de beek. Deze stuwen dienen als peilreguleringsmiddelen. Daarmee wordt de natuurlijke fluctuatie van de waterstand beperkt, de zomerwaterstand zakt minder ver uit en de waterstandspieken kunnen worden afgevlakt. De locatie van deze stuwen zijn weergegeven in Figuur 4. Naast deze automatisch stuwen zijn er een aantal vaste of handmatig regelbare stuwen in aangrenzende watergangen.



Figuur 4: Overzicht van waterlopen en stuwen rond het stroomgebied van de Bovenmark.

In de Bovenmark is een afvoermeetpunt aanwezig bij stuw Blauwe Kamer. Met behulp van metingen zijn voor verschillende momenten in het jaar een aantal afvoeren berekend (figuur 1). De frequent voorkomende afvoeren, van een droogste week afvoer tot een halve maatgevende afvoer, zijn uit de meetgegevens afgeleid met behulp van een duurlijn (Tabel 1). De minder frequent voorkomende afvoeren, van een jaarlijkse piekafvoer tot een extreme afvoer die éénmaal per 100 jaar voorkomt, zijn statistisch berekend. Door klimaatverandering worden er in de toekomst hogere piekafvoeren verwacht. Daarom is bij de verschillende scenario berekeningen uitgegaan van een hogere piekafvoer. Deze ontwerpafvoeren zijn afgeleid uit de studie Toetsing wateroverlast[3] en Optimalisatie Hoogwaterbescherming Breda[4].

[3] Toetsing wateroverlast. Inzicht in de kans op inundatie vanuit waterlopen en de effectiviteit van maatregelen. Hoofdrapport. Witteveen+Bosch (2014).
[4] Optimalisatie Hoogwaterbescherming Breda. HKV-lijn in water (2013).

Tabel 1: Een aantal karakteristieke afvoeren, zoals gemeten in de Bovenmark bij stuw Blauwe Kamer in de jaren 1984 en 1987 t/m 2015 (Bron: WBD).

Herhalingstijd	Afvoer (m^3/s)	95% betrouwbaarheids-interval van de afvoer (m^3/s)	**Afvoer incl. klimaat-verandering (m3/s)**	Toepassing
T100 (één keer per 100 jaar)	57	51 – 60	68	WB21 norm Inundatie stedelijk gebied
T10 (één keer per 10 jaar)	40	36 – 42	45	WB21 norm inundatie grasland
T2 (één keer per 2 jaar)	28	24 – 31	35	Indicatie geulvormende afvoer
T1 (jaarlijkse piekafvoer)	23	19 – 26		Indicatie geulvormende afvoer
Halve maatgevende afvoer (2-3 weken/jaar)	11			
Voorjaarsafvoer (3 maanden/jaar)	3,3			Optimale werking vistrappen
Mediane (gemiddelde) afvoer	1,7			Gewenste gemiddelde stroomsnelheid
Droogste maand afvoer	0,7			Ondergrens minimale stroomsnelheid KRW soorten
Droogste week afvoer	0,4			

De Bovenmark kent een jaarlijkse piekafvoer van ca. 23 m^3/s en een voorjaarsafvoer van ca. 3,3 m^3/s. De jaarlijkse piekafvoer is daarmee ca. 7 keer zo hoog dan een voorjaarsafvoer. Bij een natuurlijke beek ligt de piekafvoer ongeveer een factor 4 hoger dan de voorjaarsafvoer. De Bovenmark kent dus een sterk piekerig afvoerverloop, wat ongetwijfeld het gevolg is van de sterke ontwatering van het bovenstrooms gebied en een beperkt overstromingsgebied waar piekafvoeren geborgen kunnen worden. Naar verhouding kent de Bovenmark iets meer zomerafvoer dan 't Merkske en de Strijbeeksebeek. Dit is het gevolg van de (regionale) kwel die de Bovenmark ontvangt.

De waterpeilen in de Bovenmark worden op 6 locaties gemeten: boven- en benedenstrooms van ieder van de 3 stuwen. De waterpeilen in de Bovenmark van Galder tot de stuw Bieberg staan gedurende vrijwel het gehele jaar onder invloed van de stuwen Bieberg, Blauwe Kamer en Markstuw Galder (Tabel 2). Alleen tijdens piekafvoeren worden de stuwkleppen gestreken en ontstaat er een meer natuurlijk verhang in de waterlijn van de Bovenmark. Met stuw Bieberg wordt een vast waterpeil nagestreefd, terwijl met stuw Blauwe Kamer en Markstuw Galder een tegennatuurlijk peilregime wordt gevoerd, waarbij het zomerpeil enigszins hoger ligt dan het winterpeil.

Tabel 2: Gemiddelde waterpeilen op diverse locaties in de Bovenmark.

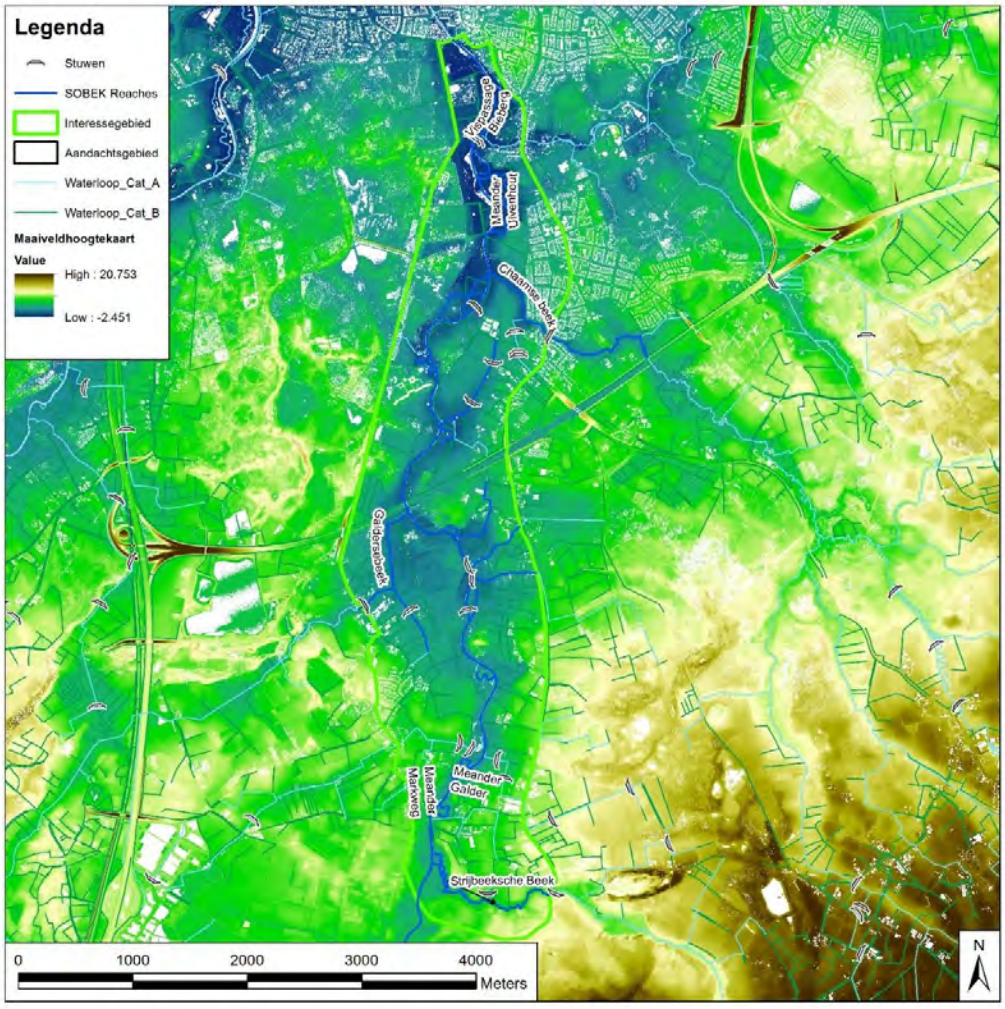
	Waterpeil zomer (mNAP)	Waterpeil winter (mNAP)
Benedenstrooms stuw Bieberg	0	0,2
Bovenstrooms stuw Bieberg	0,85	0,85
Benedenstrooms stuw Blauwe Kamer		
Bovenstrooms stuw Blauwe Kamer	1,60	1,55
Benedenstrooms Markstuw Galder		
Bovenstrooms Markstuw Galder	2,55	2,50

Met behulp van deze stuwen wordt de natuurlijke peilfluctuatie sterk beperkt. Uit waterstandsmetingen uit de jaren ’60, voor de kanalisatie van de Bovenmark in 1969, blijkt nog een peilfluctuatie van ruim 2 meter tussen lage en hoge waterpeilen. Door de kanalisatie en dankzij de stuwen wordt de jaarlijkse peilfluctuatie tegenwoordig tot ca. 1 meter beperkt.

2.4.2 Geohydrologie

Maaiveldverloop

In een straal van enkele meters van de Bovenmark ligt het maaiveld bij de Belgische grens rond de NAP +5 m. Bij de Duivelsbrug bij Breda ligt het maaiveld rond de NAP +1,5 tot +2,5 m. Op enkele tiental tot honderden meters kan het maaiveld al snel oplopen met meer dan 3 tot 6 meter boven dit niveau. Een maaiveldhoogtekaart is gegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Maaiveldhoogtekaart van het Markdal in relatie tot zijn omgeving (AHN2 in m).

Bodemopbouw

De ondergrond in het Markdal is gevormd door marine, fluviatiele en eolische afzettingen. Geohydrologisch wordt de basis gevormd door de Formatie van Rupel, ook bekend als Boomse klei. Dit is een zeer stugge kleilaag van zo ongeveer 100 meter dikte. Deze laag kan daarom als ondoorlatend worden beschouwd. Boven deze laag ligt de Formatie van Breda, welke in het Markdal enkele tientallen meters dik is en voornamelijk is opgebouwd is uit fijn zand met een beperkte doorlatendheid. Samen met de Formatie van Oosterhout vormt dit het diepe watervoerend pakket. De formatie van Oosterhout is ca. 100 meter dik en bestaat uit matig fijn tot grof zand waarbij de doorlatendheid kan variëren tussen de 10 en 25 m/d. De bovenkant van de formatie bestaat uit een kleiige afzetting van de formatie van Oosterhout, welke het diepe van het middeldiepe watervoerende pakket scheidt. Het middeldiepe watervoerend pakket, ca. 50 meter dik, wordt gevormd door de Formatie van Maassluis en oudere afzettingen van de Formaties Peize en Waalre. De matig fijn tot grofzandige afzettingen in het middeldiepe watervoerend pakket hebben een doorlatendheid variërend tussen de 10 en 35 m/d en wordt op een enkele plek onderbroken door veen en kleiige afzettingen van Maassluis. Het middeldiepe watervoerend pakket wordt afgesloten door de kleiige afzetting van de Formatie van Waalre. De ondiepe ondergrond tot NAP –30 meter geeft een grillig beeld met kleiige afzettingen van de Formatie van Waalre en leemafzettingen van de Formatie van Stramproy. Deze afzettingen zijn echter niet allemaal vlakdekkend aanwezig. De weerstand tussen verschillende watervoerende lagen kan daardoor lokaal ontbreken, wat zijn doorwerking heeft op de kwel en wegzijging en in het gebied. De ondiepe watervoerende laag kan grofweg in twee delen gesplitst worden, afzettingen van de Formatie van Peize en Waalre (NAP -15 tot -30 m) en afzettingen van de Formatie van Stramproy (lokaal aan maaiveld tot NAP -15 m). Aan de flanken van het beekdal ligt de Formatie van Stramproy aan maaiveld, in het beekdal worden deze afzettingen afgedekt door zandige afzettingen van de Formatie van Boxtel. In Tabel 3 is de geohydrologische schematisatie van het gebied gegeven.

Tabel 3: Geohydrologische schematisatie van de ondergrond

	Laag	Formatie	Beschrijving	Top [m-mv]	Bot [m-mv	Dikte [m]	k-hor [m/d]	KD [m2/d]	Weerstand [d]
Ondiep I	1	Holoceen	Rivierafzettingen, fijn tot matig fijn zand matig tot sterk siltig Veenlagen	0	0 – 1	0 – 1	5 – 15	5 – 15	5 – 100
	2	Boxtel	Fijn tot matig fijn zand Zwak tot matig siltig	0 – 1	0 – 1,5	0 – 0,5	10 – 20	0 – 5	
	3	Boxtel	Fijn tot matig fijn zand Zwak tot matig siltig	0 – 1,5	0 - 6,5	0 – 5	10 – 20	5 – 30	
	4	Boxtel	Fijn tot matig fijn zand Zwak tot matig siltig	0 - 6,5	0,5 – 7,5	0 – 1	10 – 20	0 – 5	
	5	Stramproy	Matig fijn tot grof zand Zwak siltig Leemlagen, matig tot sterk humeus	0,5 – 7,5	0,5 – 10	0 – 3	25 – 35	10 – 100	50 – 2.000
	6	Stramproy	Matig fijn tot grof zand Zwak siltig	0,5 - 11	2 - 11	0 – 4	10 – 15	5 – 60	
	7	Stramproy	Matig fijn tot grof zand Zwak siltig	2 - 11	2,5 - 14	0 – 8	10 – 15	5 – 60	
	8	Stramproy/ Peize-Waalre	Matig fijn tot grof zand Zwak siltig Klei, zwak tot sterk siltig, zwak humeus en soms zandig	2,5 - 14	2,5 - 16	0 – 3	25 – 35	5 – 60	1.000 – 10.000
Ondiep II	9	Peize-Waalre	Matig fijn tot grof zand Klei, zwak humeus, sterk siltig, soms zandig	5 - 18	7,5 - 28	0 – 15	20 – 25	150 – 350	300 – 15.000
	10	Peize-Waalre	Matig fijn tot grof zand Klei, zwak humeus, sterk siltig, zwak zandig	9,5 - 35	25 – 45	0 – 30	15 – 25	20 – 800	200 – 15.000
Middeldiep	11	Peize-Waalre	Matig fijn tot grof zand, zwak grindig	27 - 50	30 – 50	0 – 17	15 – 35	50 – 400	
	12	Peize-Waalre/ Maassluis	Matig fijn tot grof zand, zwak grindig Veen en klei, sterk siltig	30 - 50	38 - 65	5 – 25	15 – 30	100 – 500	100 – 2.000
	13	Maassluis	Matig fijn tot zeer grof, zwak grindig, zwak siltig	38 - 65	50 – 75	0 – 25	15 – 40	100 – 800	
	14	Maassluis	Matig fijn tot zeer grof, zwak grindig, zwak siltig	50 – 75	70 - 95	0 – 30	15 – 35	200 – 900	
Diep	15	n.v.t.							
	16	n.v.t.							
	17	Oosterhout	Matig grof, matig siltig Klei, sterk siltig, zwak tot matig zandig	70 - 95	75 - 110	0 – 20	20 – 25	10 – 150	1.000 – 7.000
	18	Oosterhout/Breda	Schelpen, matig zandig, matig tot grof Klei, zandig	75 - 110	170 - 220	90 - 145	10 – 20	1000 – 2000	1.000 – 5.000
	19	Breda/Rupel	Fijn zand	170 - 230	230 - 300	40 - 120	2 – 6	200 – 500	GHB

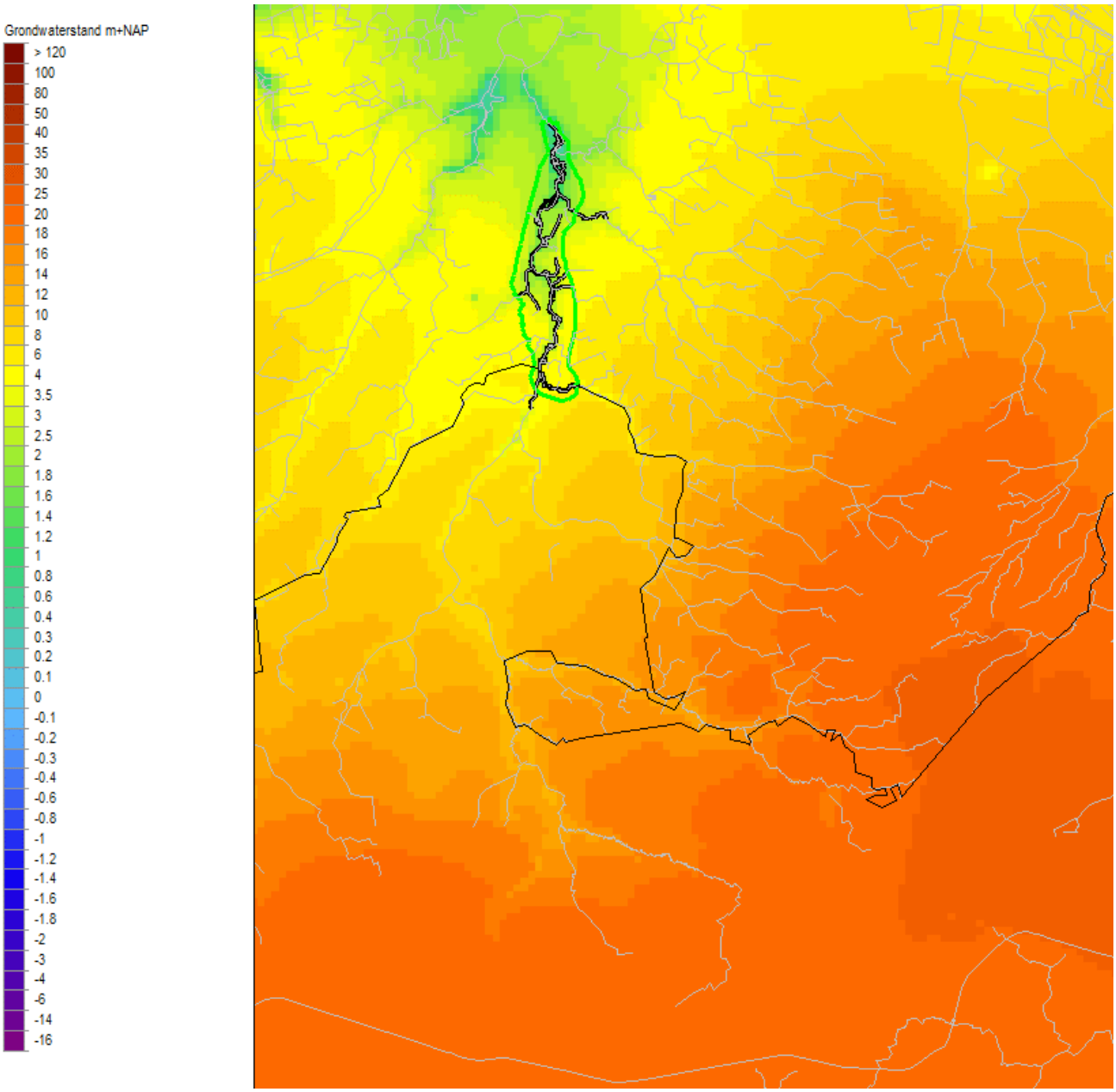
Stromingspatroon

De Bovenmark heeft een belangrijke drainerende functie van het grondwater. Naast het lokale regenwater dat het ontwatert en afwatert, wordt ook diep grondwater aangetrokken. Dit is terug te vinden in verschillende kwelrijke gebieden rond de beek. In de hoger gelegen delen bij Zoersel, Turnhout, Ravels in België en Baarle-Hertog en Gilze in Nederland infiltreert het ondiepe grondwater, gevoed door neerslag, naar diepere grondlagen. Het grondwater stroomt globaal in noordelijke richting vanaf Zoersel en in westelijke richting tussen Baarle-Hertog en Gilze. Het diepe grondwater komt op sommige plekken in het Markdal weer aan de oppervlakte. Dit komt omdat de druk in het diepe watervoerend pakket hoger is dan de ondiepe grondwaterstanden, welke sterk beheerst worden door het aanwezige maaiveld, rivieren, greppels en drainage. Daar waar de verticale weerstand in de ondergrond het kleinst is, treedt de grootste kwelstroom

op. Lokaal ondiep grondwater vanuit het Mastbos aan de westzijde van de Bovenmark, stroomt via het ondiepe watervoerend pakket, tussen 0 en 40 meter onder maaiveld, richting de Bovenmark. Dieper grondwater ter hoogte van het Mastbos en de Galderse meren stroomt in noordelijke richting.

Het grondwater in en rond het Markdal stroomt van de flanken richting de Bovenmark. Dit stromingspatroon is voornamelijk in oost-westelijke richting. De waterscheiding ligt aan de westzijde ongeveer tussen de Aa en Weerijs en de Bovenmark in, ongeveer 1 tot 3 km van de Bovenmark af. De waterscheiding aan de oostzijde ligt een stuk verder, in de omgeving van Baarle-Hertog tot Gilze.

In Figuur 6 is het regionale patroon van de grondwaterstand weergegeven.

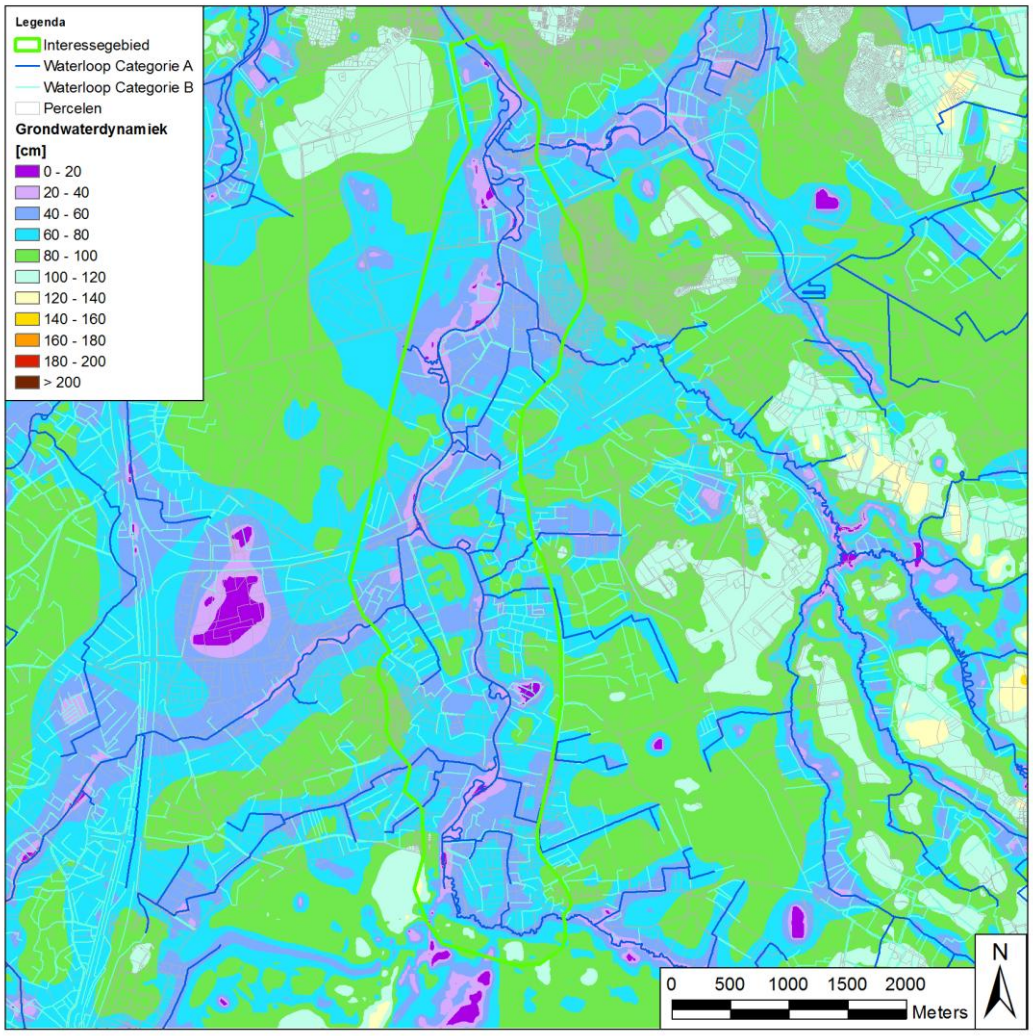


Figuur 6: Regionaal beeld van de grondwaterstand in m+NAP.

Grondwaterstanden en stijghoogten

Grondwaterstanden liggen in het beekdal veelal dicht op het maaiveld. Dat komt omdat het maaiveld hier laag is, ca. 1 m hoger dan het waterpeil van de Bovenmark, en het beekdal gevoed wordt met kwelwater. Het peil in de beek wordt sterk gereguleerd. De waterniveaus in de beek hebben daarom over de seizoenen maar een beperkte fluctuatie. In de directe omgeving van de beek is dit terug te zien in de

grondwaterstanden. De natuurlijke fluctuatie is hier ca. 30 cm. In het beekdal is doorgaans sprake van een variatie van 30 tot 80 cm. Op de hoger gelegen gebieden, veelal bos, is de jaarlijkse fluctuatie groter dan 60 cm. Een ruimtelijk beeld van de grondwaterdynamiek is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7: Grondwaterdynamiek (verschil GHG-GLG) in de omgeving van het Markdal.

De stijghoogte in het middeldiepe watervoerend pakket zijn ter plaatse van het beekdal van de Bovenmark ca. 1 meter hoger dan het waterpeil en grondwaterstand aan maaiveld. Het diepe watervoerend pakket heeft een stijghoogte die ca. 1,5 meter hoger is dan de grondwaterstand aan maaiveld. Op de flanken van het dal is de ondiepe grondwaterstand 0 tot 50 cm hoger dan de stijghoogte in het middeldiepe watervoerend pakket.

Kwel en wegzijging

Als gevolg van de hoge stijghoogten ten opzichte van het waterpeil en freatische grondwaterstand is er op veel plekken in het Markdal sprake van kwel[5]. Studio Wolverine heeft onderzoek gedaan naar het voorkomen van kwel in het Markdal (Klees, 2016)[6]. Dit onderzoek bestond uit een visuele beoordeling van aangetroffen water in greppels, sloten en beken. Hierbij is gelet op kwelverschijnselen zoals roestvorming op de bodem en begeleidende planten die de aanwezigheid van kwel indiceren. De resultaten van het onderzoek zijn op kaart gezet en hieruit blijken enkele gebieden met hoge kwelpotentie. Deze gebieden zijn in onderstaande figuur weergegeven (Figuur 8).

[5] Daar waar grondwater aan het oppervlak komt is er sprake van kwel. Het is daarmee een naar boven gerichte stroming van grondwater. Het tegenovergestelde van kwel noemt met wegzijging bijvoorbeeld het infiltreren van water uit een sloot.
[6] Onderzoeksrapport naar locaties met kwel in het Markdal voorjaar 2016, D. Klees, 2016.

Figuur 8: Kaartbeeld met aanduiding van gebieden met een hoge kwelpotentie.

Drainage

Ten behoeve landbouwkundige functies zijn delen van het gebied gedraineerd. Enerzijds wordt dit gerealiseerd door lokaal dichte netwerken van greppels en sloten. Anderzijds kan er ook buisdrainage zijn aangebracht. Percelen die zijn voorzien van buisdrainage zijn echter lastig visueel waar te nemen. Met die reden heeft er binnen het beekdal van de Bovenmark een inventarisatie plaats gevonden waarin agrariërs individueel zijn benaderd om aan te geven welke percelen al dan niet zijn voorzien van buisdrainage. Voor het overige deel is er uitgegaan van de landelijke buisdrainagekaart[7] die op basis van de landbouwmeitelling uit 2012 is vervaardigd.

[7] Buisdrainagekaart 2015 Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmeitelling van 2012, Massop e.a., Alterra-rapport 2700 ISSN 1566-7197, 2015.

3 HYDROLOGIE

Aan de hand van de ontwikkelde en gekalibreerde oppervlaktewater- en grondwatermodellen zijn hydrologische variabelen berekend voor het stroomgebied van de Bovenmark. Onder deze variabelen verstaan we onder andere rivierwaterstanden, rivierafvoeren, stroomsnelheden en grondwaterstanden. Aan de hand van deze informatie is inzicht verkregen in inundatiegebieden, natuurontwikkeling en landbouwproductie.

In dit hoofdstuk wordt de huidige hydrologische situatie beschreven.

3.1 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewatermodel geeft inzichten in waterstanden, afvoeren en stroomsnelheden bij verschillende situaties. Deze informatie is gebruikt om kaartbeelden te maken van drooglegging en inundaties.

3.1.1 Peilen

Op het traject tussen de Oude Trambrug en de Duivelsbrug zijn enkele stuwpanden aanwezig. Deze stuwen zorgen voor een trapsgewijs verloop van de waterstand. Dit is duidelijk terug te zien in Figuur 9 en Tabel 4. In de zomersituaties zijn de waterstanden over het traject tussen de stuwen vlak, in de winter is hier als gevolg van de grotere afvoer enige opstuwing zichtbaar, maar het verschil met de zomersituatie is beperkt. Bij een hoge afvoergolf met een herhalingstijd van 2 jaar, stijgt het waterpeil maximaal 1 tot 1,5 meter.

Tabel 4: Berekende waterpeilen op diverse locaties in de Bovenmark bij verschillende afvoersituaties (ZP = zomermaandafvoer, VJ = voorjaarsafvoer,ME = mediane afvoer, WP = winterafvoer, T2/10/100= afvoer eens in de 2/10/100 jaar) .

Locatie		ZP	VJ	ME	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0	0.4	0.2	0.4	1.51	1.84	2.54
Bieberg	Bovenstrooms	0.85	0.85	0.85	0.85	1.64	1.97	2.71
	Benedenstrooms	0	0.40	0.20	0.42	1.58	1.91	2.61
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	1.6	1.55	1.55	1.55	2.45	2.64	3.03
	Benedenstrooms	0.85	0.88	0.86	0.96	1.82	2.13	2.81
Galderse stuw	Bovenstrooms	2.55	2.52	2.50	2.5	3.26	3.49	3.91
	Benedenstrooms	1.6	1.59	1.56	1.71	2.81	3.07	3.55
Oude Trambrug		3.85	4.12	3.99	4.17	4.98	5.18	5.69

Figuur 9: Waterpeil voor verschillende situaties van de Duivelsbrug (0 meter) tot de Oude Trambrug (10 km)

3.1.2 Afvoeren

Bij stuw de Blauwe Kamer is over een periode van meer dan 29 jaar het debiet bepaald aan de hand van waterstandsmetingen. Uit deze meetreeks zijn een aantal ontwerpafvoeren afgeleid (zie tabel 5), waarbij voor de piekafvoeren (T2, T10 en T100) rekening is gehouden met een toename van de afvoer als gevolg van klimaatverandering. De piekafvoeren zijn bovendien als (dynamische) afvoergolf doorgerekend, waardoor in de modelberekeningen bijvoorbeeld rekening gehouden wordt met het waterbergend vermogen van het beekdal. De lagere afvoeren zijn als een constante (statische) afvoer doorgerekend.

Tabel 5: Ontwerpafvoeren bij stuw Blauwe Kamer, zoals gebruikt in de modelberekeningen

Benaming afvoer	Afvoer [m^3/s]
T=100	68
T=10	45
T=2	35
Halve maatgevende afvoer	7.3
Voorjaarsafvoer	3.3
Mediane afvoer	1.7
Droogste maand afvoer	0.68
Droogste week afvoer	0.39

Naast afvoergegevens bij Blauwe Kamer zijn ook afvoeren bekend bij de Galdersebeek en de Chaamse Beek. Met behulp van deze gegevens zijn afvoeren afgeleid voor locaties en waterlopen waar geen afvoer gemeten is. Dit is gedaan naar rato van het afwaterend oppervlak. De berekende afvoeren zijn als randvoorwaarde gebruikt voor de Sobek-modellering.

3.1.3 Stroomsnelheden

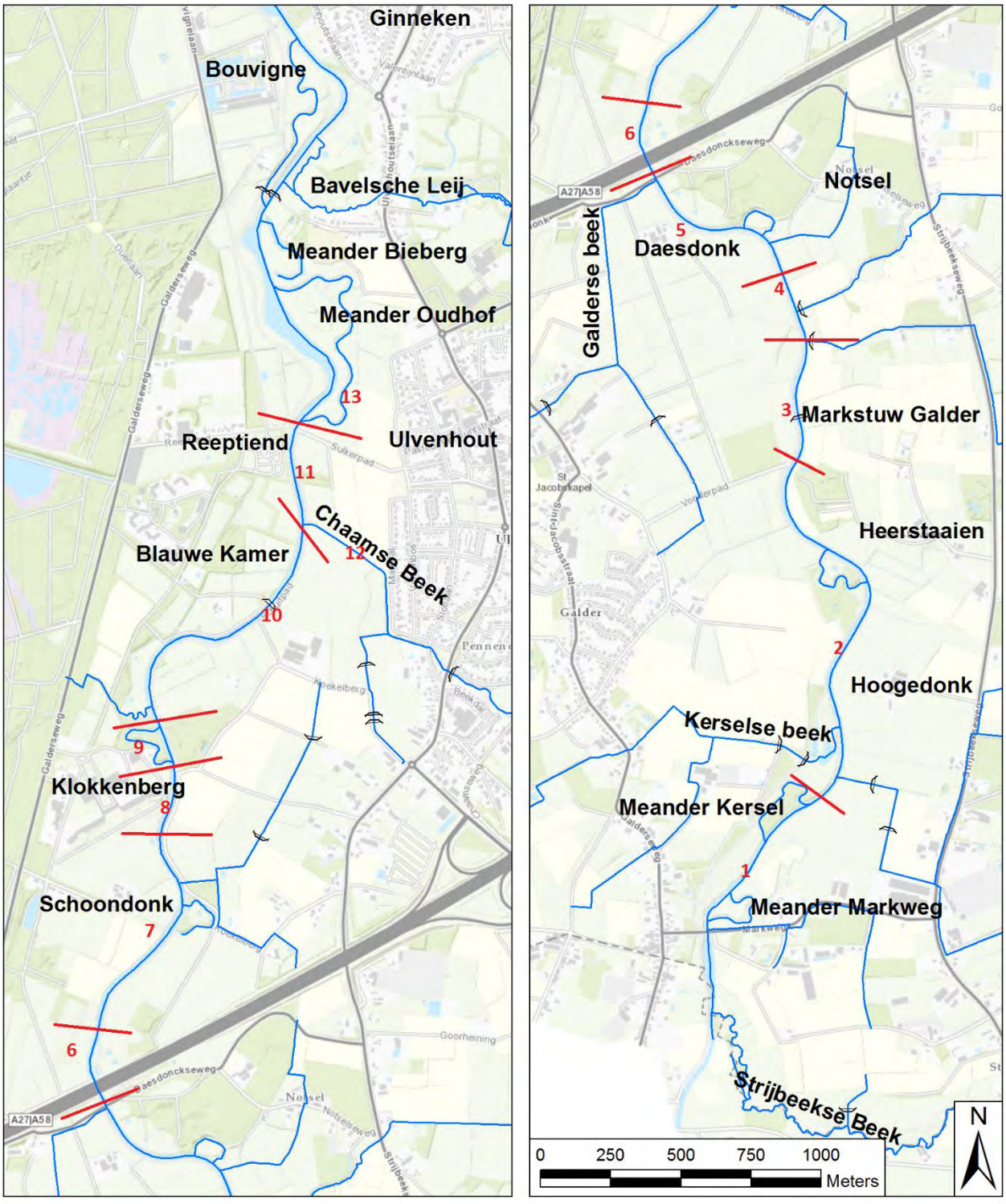
Met een oppervlaktewatermodellering in het programma Sobek zijn verschillende hydraulische parameters, zoals stroomsnelheid en waterdiepte, berekend voor de Bovenmark. Om de stroomsnelheid te berekenen zijn de gemeten afvoeren bij stuw Blauwe Kamer verdeeld over de verschillende trajecten naar rato van het afwaterend oppervlak. Vervolgens zijn de stroomsnelheid, waterdiepte en waterbreedte berekend voor verschillende afvoersituaties (zie Tabel 6). In Figuur 10 zijn de locaties van de trajecten weergeven.

Tabel 6: Stroomsnelheden in m/s verschillende deeltrajecten, in een zomer, voorjaars en hoogafvoersituatie voor de huidige situatie.

Deeltraject	Lengte [km]	V (m/s) Zomer	V (m/s) Voorjaar	V (m/s) T2
1. Meander Markweg	0,4	0.015	0.07	0.4
1. Meander Kersel	0,4	0.13	0.43	0.6
2. Hoogedonk-Heerstaaien	2,1	0.017	0.08	0.55
3. Markstuw Galder	0,7	0.017	0.08	0.55
4. Notsel	0,2	0.05	0.1	0.53
5. Daasdonk	0,8	0.02	0.06	0.53
6. Snelweg A58	0,3	0.02	0.06	0.55
7. Schoondonk	1,3	0.03	0.1	0.57
8. Gekanaliseerd Klokkenberg	0,2	0.02	0.06	0.58
9. Meander Klokkenberg	0,4	0.04	0.22	0.47
10. Blauwe Kamer	1,5	0.02	0.1	0.6
11. Reeptiend	0,4	0.02	0.09	0.59
12. Chaamse Beek	0,4	0.03	0.4	0.6
13. Meander Oudhof	1,4	0.03	0.36	0.58

De stroomsnelheid van het oppervlaktewater is één van de belangrijkste factoren voor een natuurlijke beek, naast bijvoorbeeld de inrichting (meandering) en de waterkwaliteit. Ligt de stroomsnelheid te laag, dan ontbreken de typische, stromingsminnende beekvissen, waterplanten en waterinsecten. Ligt de stroomsnelheid te hoog, dan bestaat het risico dat (jonge) vis en waterinsecten wegspoelen. De gewenste stroomsnelheid voor een benedenloop van een laaglandbeek (R6) bedraagt 0,1-0,5 m/s volgens de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (Buskens et al., 2012). Bij beekherstelprojecten wordt in de regel een stroomsnelheid van minimaal 0,2 m/s nagestreefd, waarbij deze stroomsnelheid bij voorkeur gedurende het gehele jaar gehaald wordt. Daarom wordt een stroomsnelheid tussen 0,2-0,5 m/s gezien als goed, een stroomsnelheid van 0,1-0,2 of >0,5 m/s als matig en een stroomsnelheid kleiner dan 0,1 m/s als slecht. Dit betreft gemiddelde stroomsnelheden. In de praktijk treden er bijvoorbeeld hogere stroomsnelheden op in buitenbochten en lagere in binnenbochten.

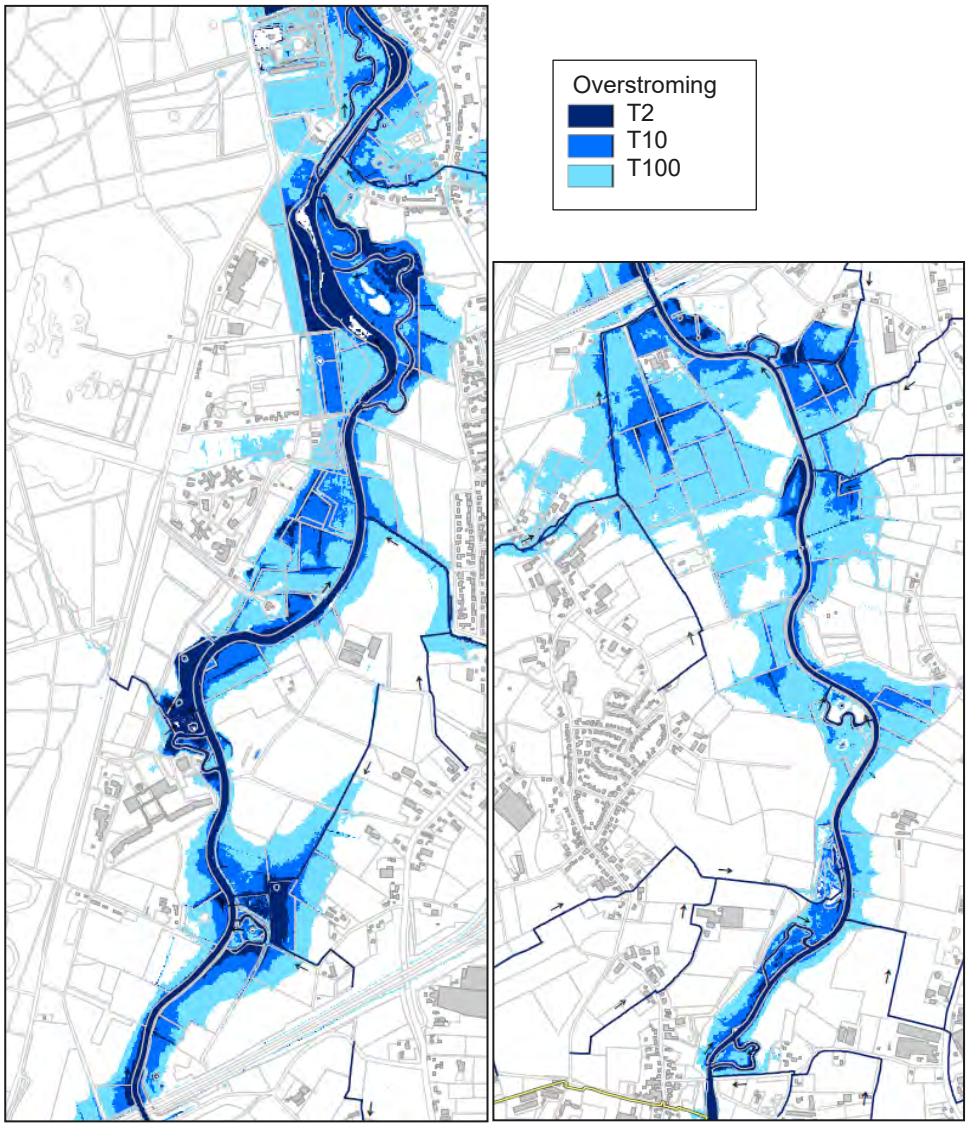
Uit de tabel blijkt dat in de huidige situatie geen van de trajecten voldoet aan de gewenste stroomsnelheid. Van de gekanaliseerde trajecten ligt de stroomsnelheid vanuit ecologisch oogpunt vrijwel het gehele jaar te laag. Van de meanders komt meander Kersel bij Galder nog het dichtste in de buurt van de gewenste stroomsnelheid. Bij een hoge afvoer ligt de stroomsnelheid op de meeste plekken te hoog.



Figuur 10: Locaties van de trajecten waarvoor de stroomsnelheid is bepaald.

3.1.4 Drooglegging en inundaties

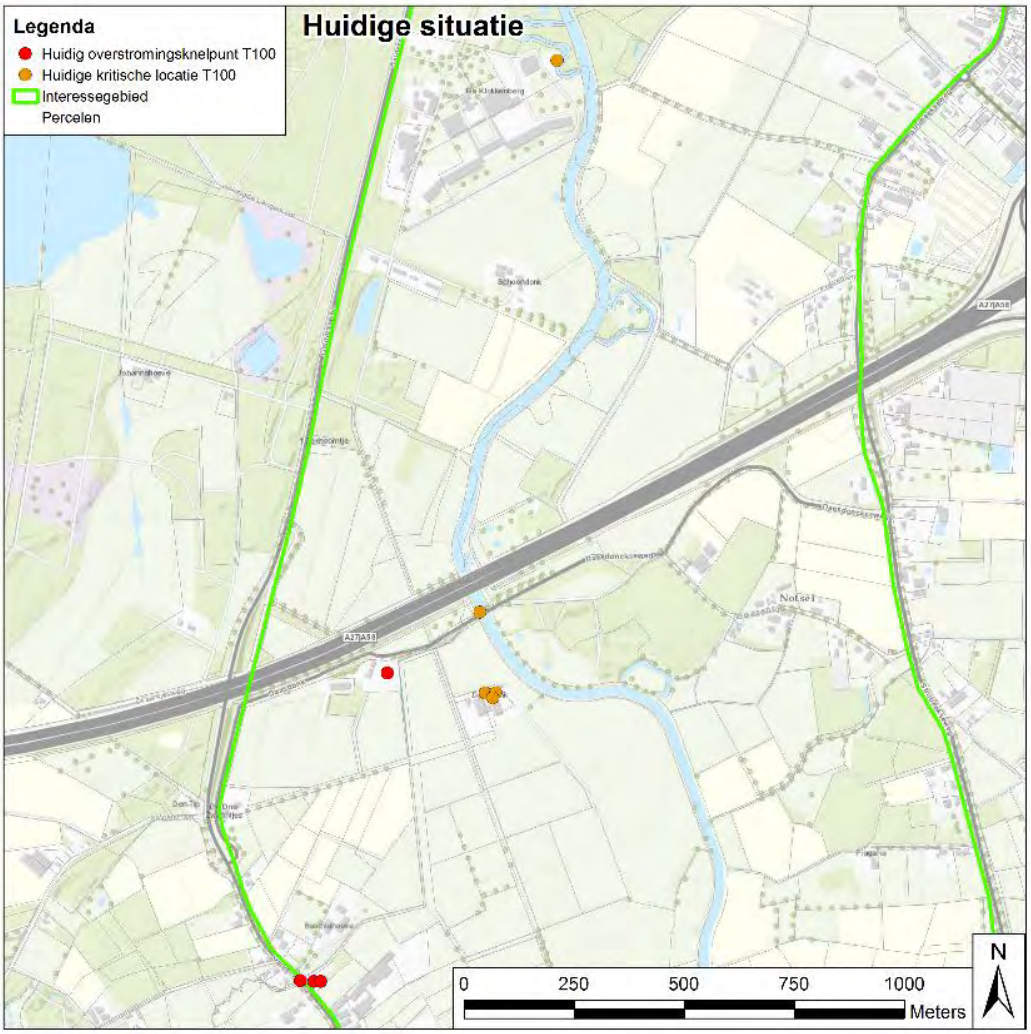
Met behulp van Sobek is de overstromingsfrequentie van het beekdal berekend (Figuur 11). De laagste percelen in het beekdal overstromen bij een afvoergolf die statistisch éénmaal per 2 jaar (T2) optreedt. Tijdens een dergelijke afvoergolf staat er één tot enkele dagen water op het land. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het afgegraven natuurterrein nabij Bieberg, de laagste graslanden bij de meander Klokkenberg en Schoondonk en het fietspad langs de Bovenmark bij de Scheelebrug. Pas bij extremere afvoeren (T10) lopen de eerste landbouwpercelen in de verschillende laagtes onder water. Bij een zeer extreme afvoer (T100) loopt het grootste deel van het beekdal onder water.



Figuur 11: Berekend overstromingsoppervlak bij verschillende afvoersituaties in het dal van de Bovenmark ten noorden van de A58 (links) en ten zuiden van de A58 (rechts)

Vanuit ecologisch perspectief is deze overstromingsfrequentie te laag en de overstromingsduur te kort om een betekenis te hebben in de levenscyclus van vissen of macrofauna. In de huidige situatie draagt het beekdal daardoor weinig bij aan de ecologische kwaliteit in de beek.

Wateroverlast of schade kan het gevolg zijn wanneer de Bovenmark buiten zijn oevers treedt. In Figuur 12 is voor een aantal locaties weergegeven of er inundatie is of bijna optreedt. Het gaat vooral om woningen of belangrijke wegen. In de huidige situatie zijn er 4 locaties met bebouwing of infrastructuur die overstromen bij een extreme afvoer, die gemiddeld eenmaal per 100 jaar voorkomt (T100). Dit zijn de Galderseweg, waar deze de Galderse Beek, kruist en de naastgelegen woning en schuur. Verder overstroomt een schuur bij Daasdonk 14. Daarnaast zijn er nog een aantal kritische locaties in het Markdal, waar bebouwing minder dan 20 cm drooglegging kent bij een T100-afvoer. Dit is bebouwing aan de Daasdonckseweg, de Scheelebrug en een loods bij het Klokkenbergcomplex.



Figuur 12: Knelpunten wateroverlast T=100 huidige situatie.

3.2 Grondwater

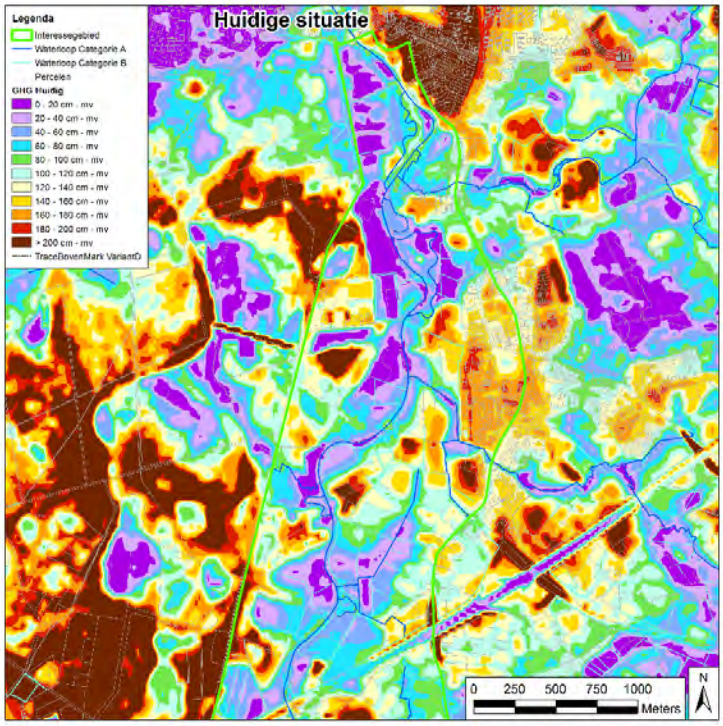
Grondwaterstanden en kwel- en wegzijging zijn belangrijke parameters voor het wel of niet gedijen van bepaalde planten en dieren. Ook zijn ze medebepalend voor het landbouwpotentieel. Om ruimtelijk inzicht te krijgen in het grondwatersysteem is er een grondwatermodel ontwikkeld. In de bijlage 3 is een technische beschrijving van het grondwatermodel gegeven. Het grondwatermodel is gebruikt om grondwaterstanden en de grondwaterstroming in het Markdal te berekenen. Op basis van deze resultaten is de huidige situatie beschreven.

3.2.1 GxG

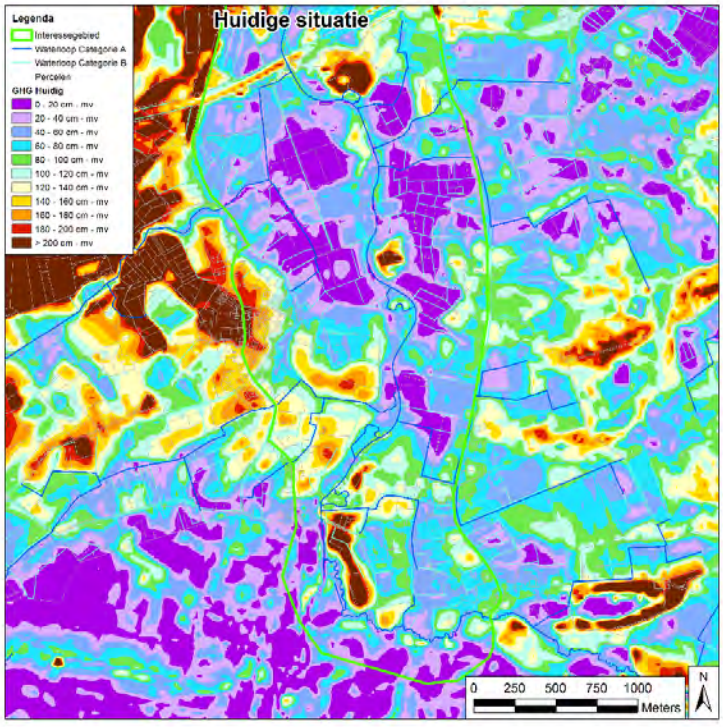
Als gevolg van seizoensinvloeden fluctueert de grondwaterstand. Dit wordt uitgedrukt in de GxG[8].

De GHG is representatief voor een gemiddelde wintersituatie zonder inundatie, deze is weergegeven in Figuur 13 en Figuur 14. Uit de GHG is af te leiden dat in de winter de grondwaterstand over grote delen van het beekdal tot aan maaiveld komt (0 – 20 cm -mv (paars)). Uitzonderingen zijn uiteraard de hoge zandkoppen in het zuiden en enkele verspreid in het beekdal. Daar is de hoogste grondwaterstand 2 m -mv (donkerbruin).

[8] De GxG is een verzamelnaam voor de GHG, GLG en GVG. De afkortingen zijn als volgt:
GHG = Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (wintersituatie)
GLG = Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (zomersituatie)
GVG = Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand.

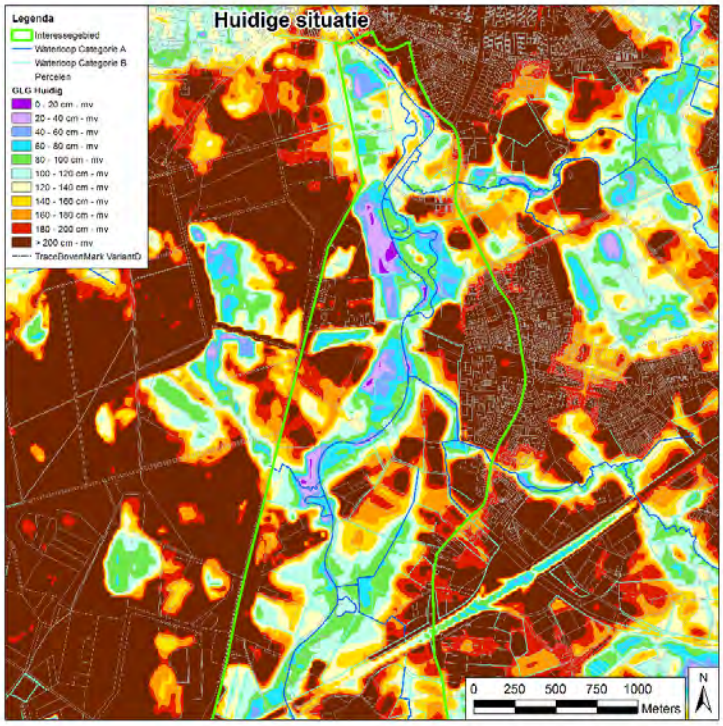


Figuur 13: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand in cm-mv (wintergrondwaterstand), deel noord (boven A58).

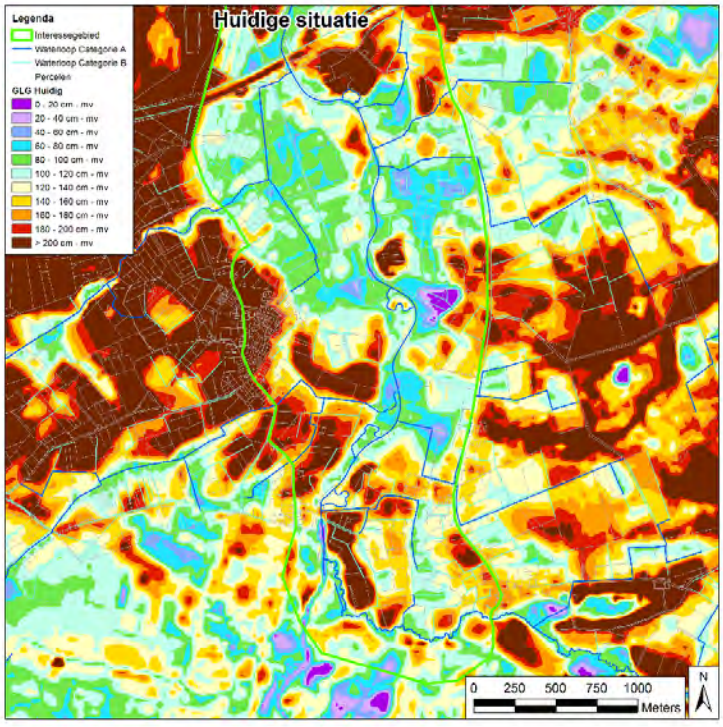


Figuur 14: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand in cm-mv (wintergrondwaterstand), deel zuid (onder A58).

Op basis van GLG, weergegeven in Figuur 15 en Figuur 16, mag afgeleid worden dat het merendeel van het beekdal goed ontwaterd is en daarmee gunstig is voor intensief agrarisch gebruik. Uitzondering is de locatie ter hoogte van Heerstaaien en bij Onderwijsinstelling Visio Breda, waar duidelijk sprake is van een hoge grondwaterstand (GLG 0-20 cm -mv (paars)). Ter hoogte van Ulvenhout wordt het beekdal natter met een maximale GLG van 80 cm (blauw). Echter, ook hier zakt de grondwaterstand over het merendeel van de landerijen terug. Op enkele locaties na (paars) is de GLG daar grotendeels lager dan 40 cm -mv (lila).

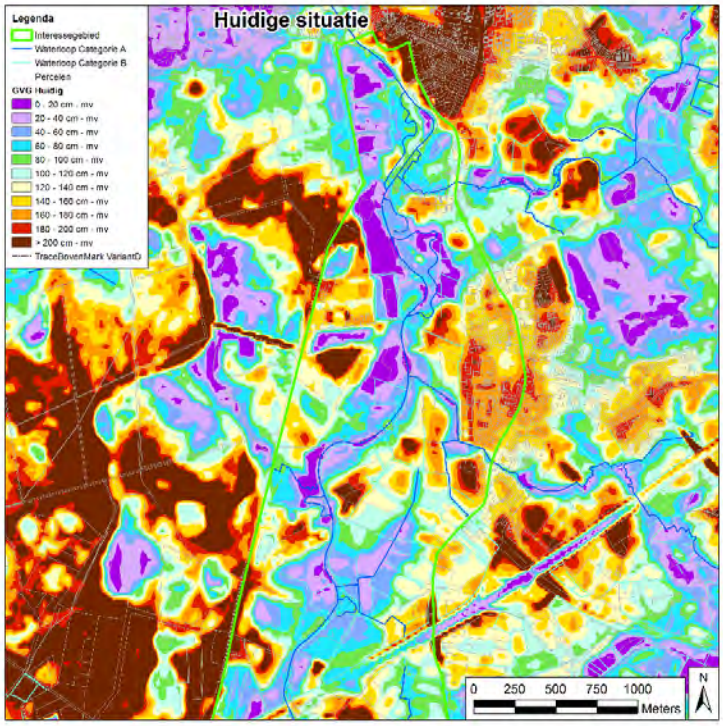


Figuur 15: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand in cm-mv (zomergrondwaterstand), deel noord (boven A58).

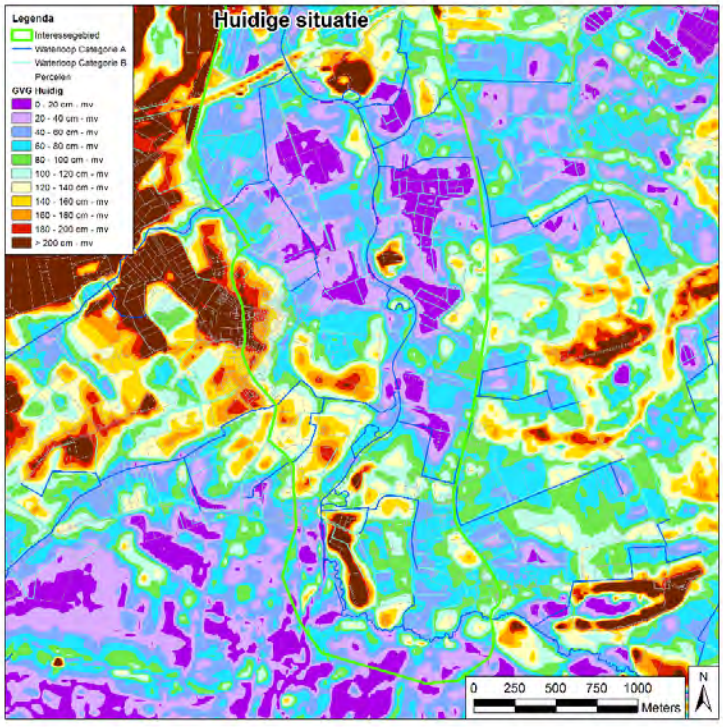


Figuur 16: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand in cm-mv (zomergrondwaterstand), deel zuid (onder A58).

De kaart met de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, weergegeven in Figuur 17 en Figuur 18, is van belang voor zowel de agrariër als de natuurbeheerder. De agrariër leidt eruit af of de grond op tijd voldoende ontwaterd is en daarmee voldoende draagkracht heeft voor bewerking en beweiding. De natuurbeheerder constateert of de voorjaarsgrondwaterstand (doorgaans) hoog genoeg is voor de vaak gewenste grondwatergevoede vegetatie. Uit de kaart volgt dat nog een fors areaal in het beekdal een hoge grondwaterstand heeft, variërend van max. 80 cm -mv (blauw) tot 0 cm -mv (paars). Op deze kaart zijn duidelijk de meer lokale verschillen te zien in de grondwaterstand tussen percelen. Op relatief korte afstand doorloopt de GVG vaak 2 tot 3 legendaklassen (minimaal 40 tot maximaal 80 cm verschil).



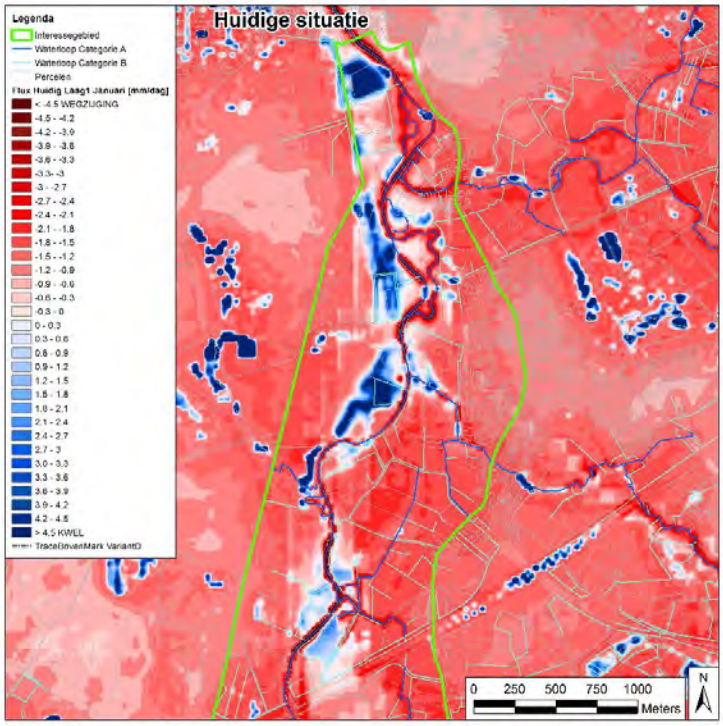
Figuur 17: Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand in cm-mv, deel noord (boven A58).



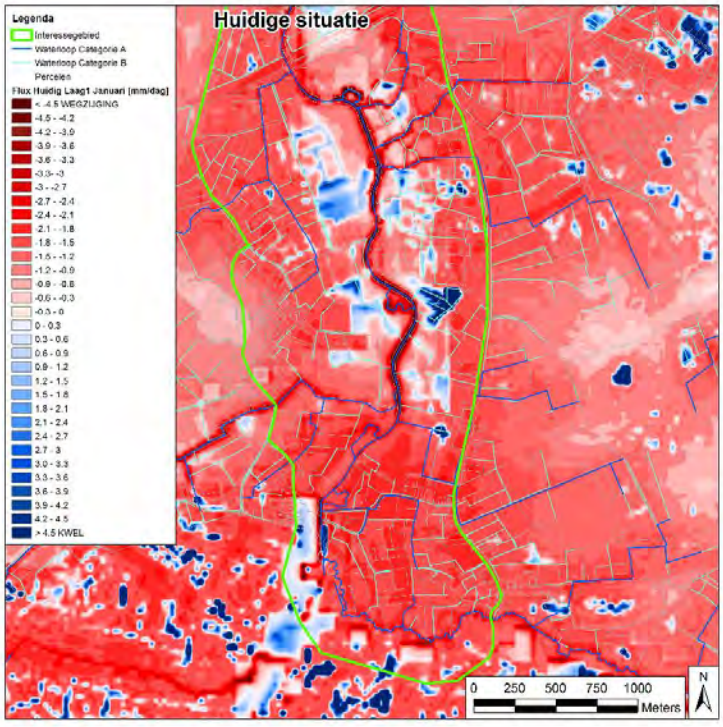
Figuur 18: Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand in cm-mv, deel zuid (onder A58).

3.2.2 Kwel en infiltratie

Bijgaand zijn de kwel- en infiltratiekaarten weergegeven in Figuur 19 tot en met Figuur 22. Eigenlijk moet gesproken worden over fluxen, aangezien het de grondwaterbeweging betreft, horizontaal dan wel verticaal. De referentie is hierbij niet het maaiveld, maar naar het freatisch grondwaterpakket. Een berekende kwelflux kan dus niet direct vertaald worden in een potentiële groeiplaats van grondwaterminnende planten.

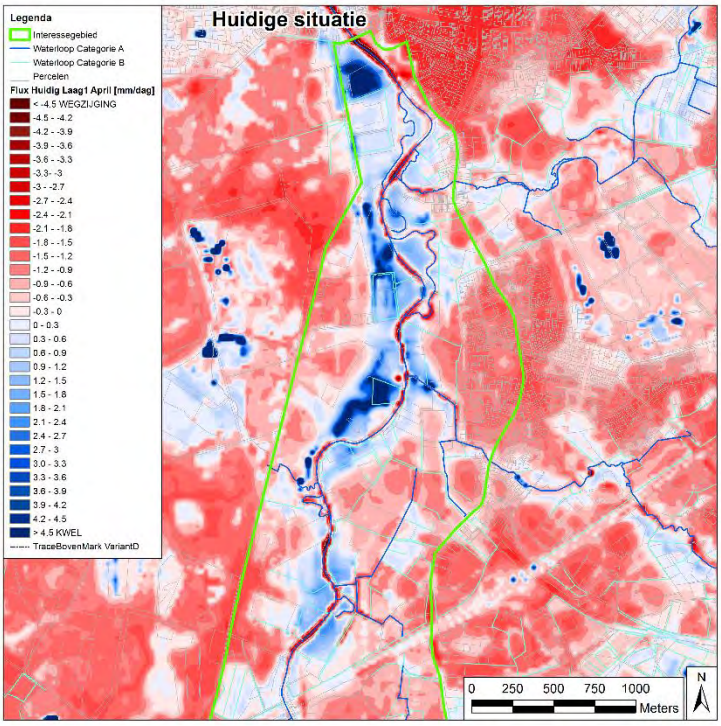


Figuur 19: Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de wintersituatie (rood = wegzijging), deel noord (boven A58).

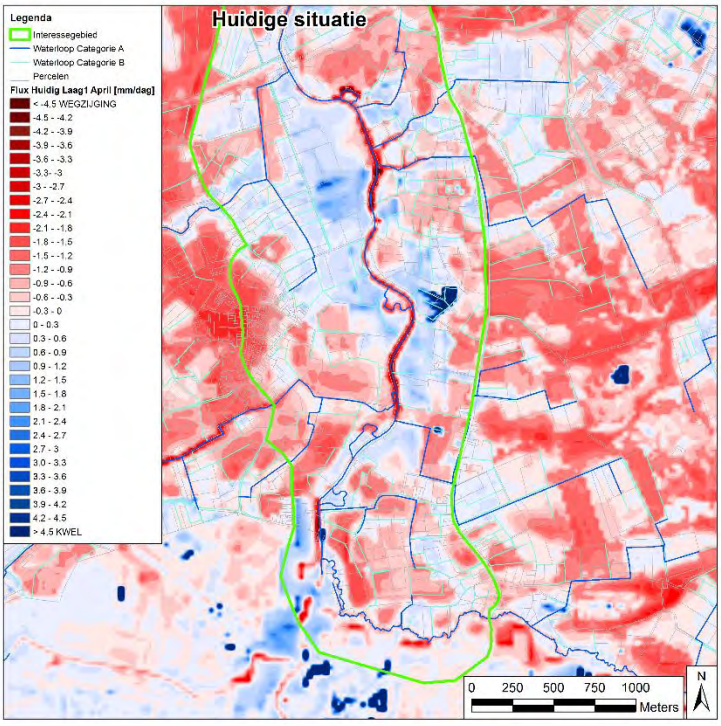


Figuur 20: Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de wintersituatie (rood = wegzijging), deel zuid (onder A58).

De kwel en infiltratie is berekend voor winter, voorjaar en zomer. In de winter is overwegend sprake van een infiltratiesysteem. Dat wil zeggen dat het merendeel van het neerslagoverschot tot aanvulling van de grondwatervoorraad leidt. Toch zijn er ook in de winter locaties waar sprake is van een kwelflux. In de noordelijke helft van het Markdal komt vooral op de westoever sterke kwel voor. In de zuidelijke helft komt vooral in het gebied rond Daasdonk en bij Heerstaaien sterke kwel voor. Het verschil tussen de zomer- en voorjaarssituatie is beperkt en om deze reden zijn alleen de voorjaarskwelfluxen op kaart weergegeven. In de zomer- en voorjaarssituatie komt in grote delen van het beekdal lichte tot sterke kwel voor. In het zuiden is de kwelinvloed geringer (0,5 mm/dag) dan in het noorden (1,5 mm/dag). Infiltratie vindt plaats op de hogere delen in het beekdal en langs sommige grotere watergangen zoals de Mark zelf.



Figuur 21: Berekende kwel en wegzijging in mm/dag in de voorjaarssituatie (rood = wegzijging), deel noord (boven A58).

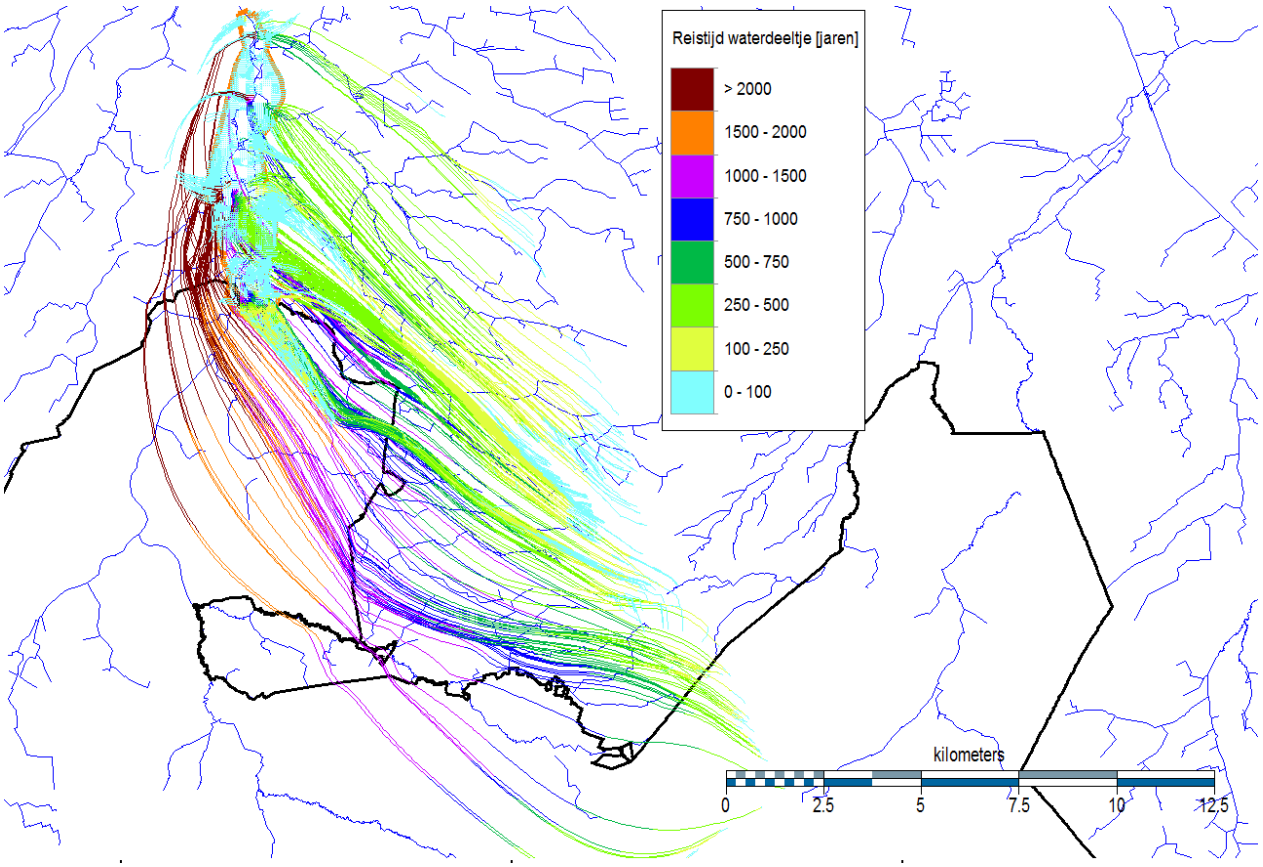


Figuur 22: Berekende kwel en wegzijging in mm/d in de voorjaarssituatie (rood = wegzijging), deel zuid (onder A58).

3.2.3 Stroombanen

Met het ontwikkelde grondwatermodel zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd. Om de 50 meter zijn binnen het interessegebied op 2 dieptes grondwaterdeeltjes losgelaten. Het model heeft teruggerekend waar deze deeltjes vandaan komen. Het resultaat hiervan is weergegeven in Figuur 23. Hieruit blijkt dat een deel van het grondwater dat in het Markdal naar boven komt van zeer grote diepte afkomstig is. Het oudste grondwater, dat de langste afstand en tijd heeft afgelegd, heeft zijn oorsprong in België, in het Turnhouts

Vennengebied. Dit water komt vooral naar boven in het zuidelijk deel van het Markdal. Kwel in de noordelijke regionen van het Markdal komt van een minder grote diepte en is ook jonger water met zijn oorsprong uit de regio Baarle-Hertog tot Gilze.



Figuur 23: Grondwaterstroming weergegeven met stroombanen door verschillende modellagen naar het oppervlak in het Markdal.

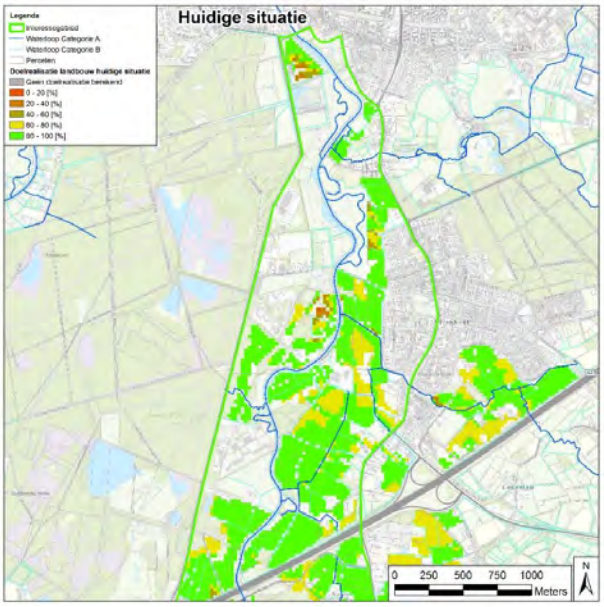
Met name in het voorjaar treedt er een situatie op waarbij kwel tot in de wortelzone van de vegetatie kan komen. De locaties waar dit optreedt zijn interessant voor natuurontwikkeling, zeker als de kwel afkomstig is van grotere diepte waardoor deze licht kalkrijk kan zijn. Door de figuren met de voorjaarsgrondwaterstand, kweldruk en stoombanen te combineren zijn een aantal locaties in het Markdal aan te wijzen die in potentie interessant zijn voor de ontwikkeling van kwelafhankelijke natuur. Dit zijn het gebied Daasdonk en de Galderse Beek en het gebied tussen Blauwe Kamer en Reeptiend. Locaties met jongere, kalkarme kwel tot in de wortelzone worden verwacht in de percelen van Staatsbosbeheer ter hoogte van de jeugdgevangenis, de percelen ten zuiden van Klokkenberg, de laagte van Notsel en de oostoever van het Markdal rond Heerstaaien.

3.3 WATERNOOD-landbouw

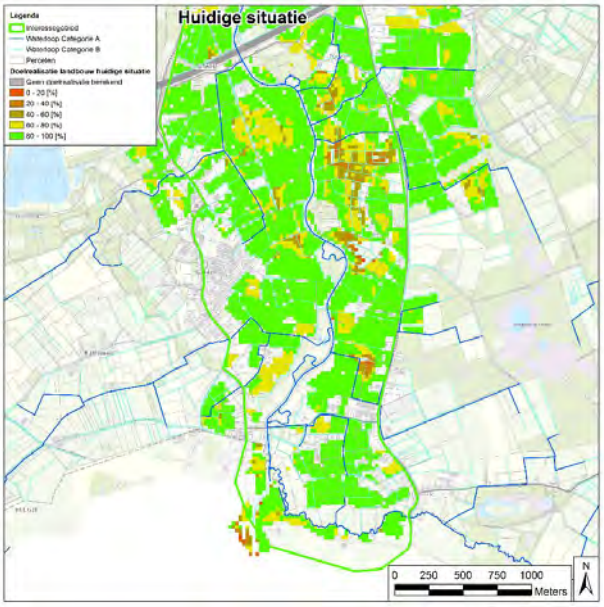
De landbouwopbrengsten zijn sterk afhankelijk van de grondwaterstanden door het jaar heen. In het vroege voorjaar willen agrariërs voldoende draagkracht om het land te bewerken en in het groeiseizoen is voldoende water van belang. Tevens treedt er nat- of droogteschade op bij gewassen als gevolg van hoge- dan wel lage grondwaterstanden. Op basis van de berekende GLG en GHG, het landgebruik en de bodemkaart is het mogelijk om met behulp van de HELP-tabellen[9] en de WATERNOOD-systematiek de nat- en droogteschade te berekenen. In de onderstaande figuren (Figuur 24 en Figuur 25) is de doelrealisatie voor de huidige situatie gepresenteerd. De doelrealisatie van de landbouw geeft de maximale opbrengst

[9] De HELP-tabellen geven de gewasopbrengst van verschillende gewassen bij verschillende grondwaterstanden en bodemtypen.

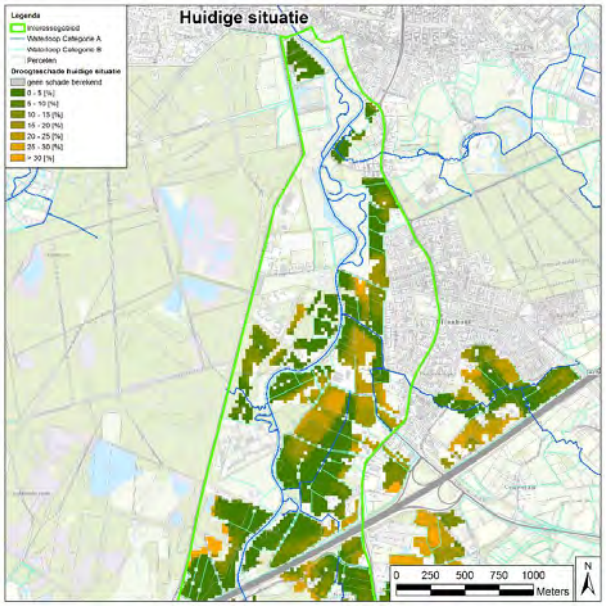
weer die, gezien de ontwatering en bodemtype, mogelijk is. De doelrealisatie is een resultante van optimale opbrengst minus de nat- en droogteschade. Het algemene beeld is dat de landbouwopbrengsten overwegend goed zijn. Het grootste deel van het gebied behaald een doelrealisatie van 80 tot 100%. Uit de figuren van de nat- en droogteschade (Figuur 26 en Figuur 27) blijkt dat de doelrealisatie van de landbouw het sterkst wordt beïnvloed door de natschade. De natschade komt voornamelijk voor in het beekdal rondom de Blauwe Kamer, Notsel en Heerstaaien. De droogteschade is vooral terug te zien in de hogere delen van het gebied ter plaatse van de zandopduikingen, maar de schade is beduidend kleiner per ha dan de voorkomende natschade.

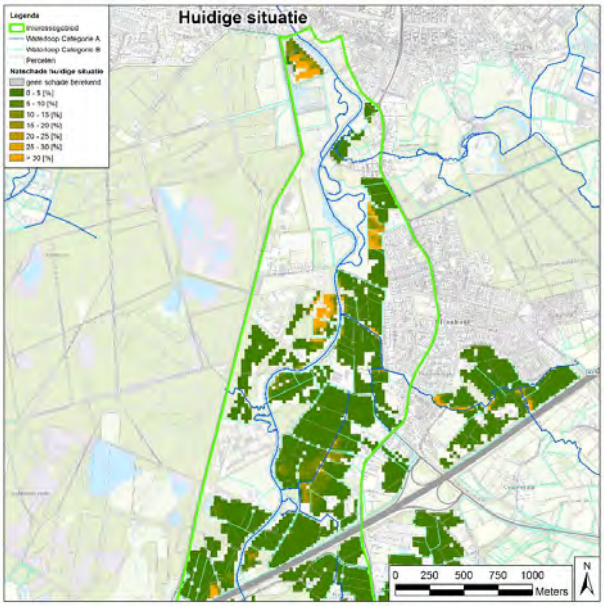


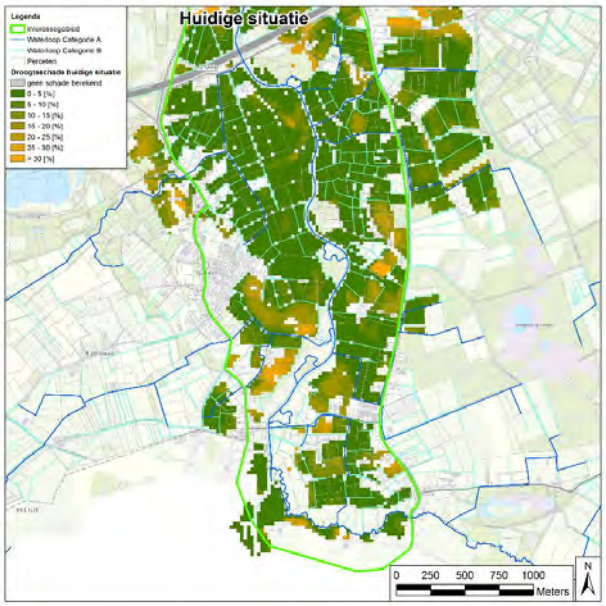
Figuur 24: Doelrealisatie landbouw huidige situatie noordelijke deel



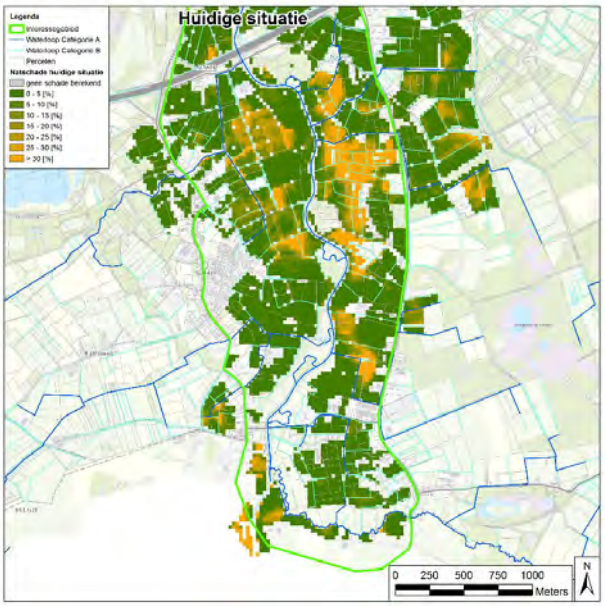
Figuur 25: Doelrealisatie landbouw huidige situatie zuidelijke deel







Figuur 26: Droogteschade huidige situatie.



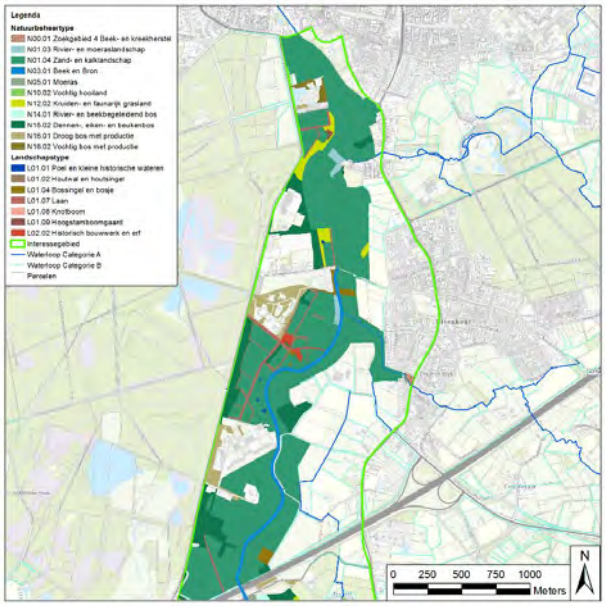
Figuur 27: Natschade huidige situatie.

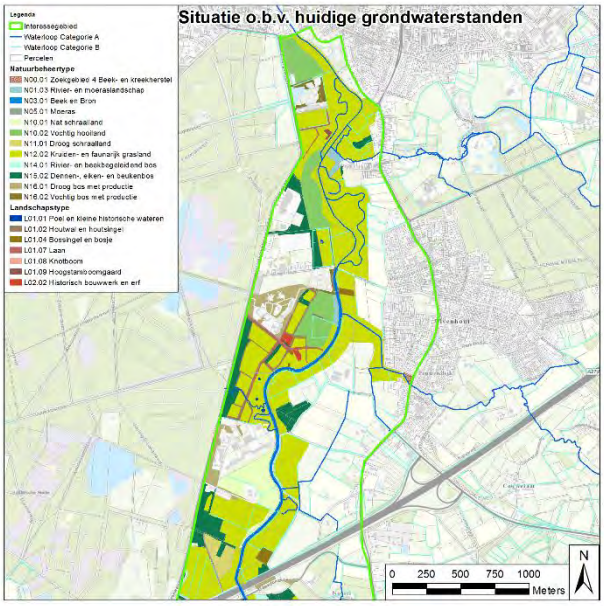
3.4 Natuurbeheertypen

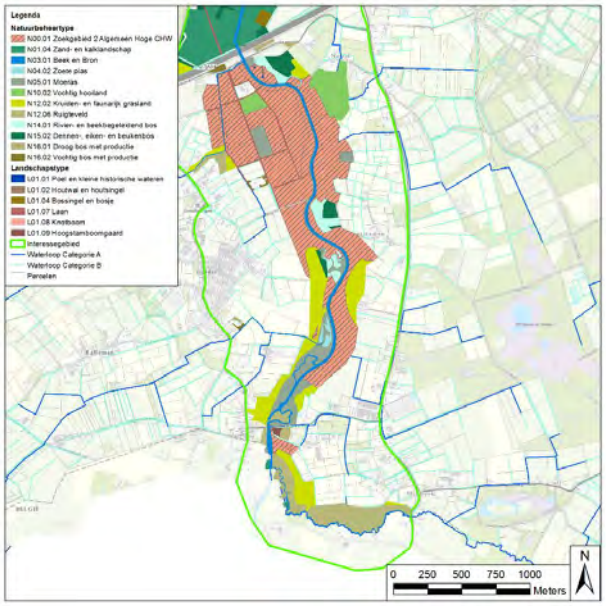
In 2014 is een herziening van de ambitiebeheertypenkaart vastgesteld. In deze herziening heeft een doorlichting plaatsgevonden voor beoogde nieuwe natuur en de haalbaarheid van de natuurdoelen voor deze nieuwe natuur. De herziene ambitiebeheertypenkaart is in september 2014 vastgesteld als onderdeel van het Natuurbeheerplan 2015. De ambitiebeheertypenkaart is daarmee leidend voor de invulling van de beoogde natuurdoelen. Indien afgeweken wordt van deze ambitie dient dit nader te worden onderbouwd. De ambitiebeheertypenkaart laat echter nog wel ruimte voor nadere invulling van de daadwerkelijke te verwachten natuurbeheertypen.

In Figuur 28 is de Ambitiebeheertypenkaart van de provincie gepresenteerd. Hieruit blijkt dat het noordelijke deel voornamelijk bestaat uit natuurbeheertype N01.04 Zand- en kalklandschap, zonder verdere specificatie. Het zuidelijke deel bestaat voornamelijk uit natuurbeheertype N00.01 Zoekgebied 2 Algemeen Hoge CHW. Binnen dit zoekgebied is er een grove inschatting gemaakt van een verdeling van natuurbeheertype van 25% N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos; 40% N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland; 35% N12.06 Ruigteveld, maar waar die subtypes precies moeten komen is niet vastgelegd. Er is dus vrijheid bij het nader uitwerken van de natuurbeheertypen.

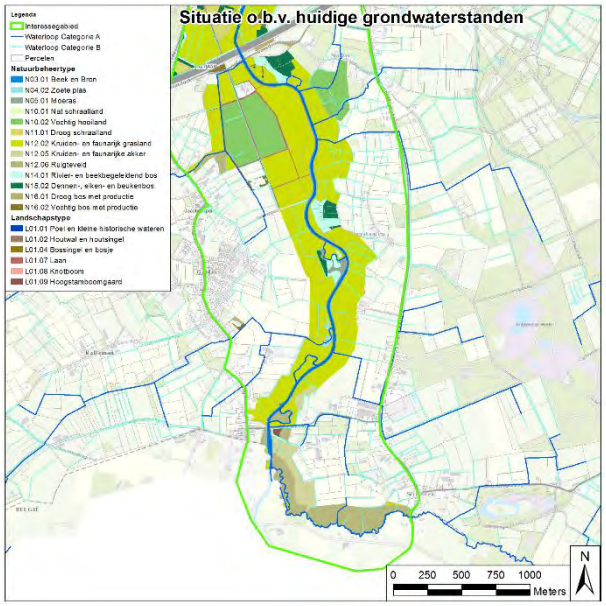
Op basis van de huidige grondwaterstanden is dan ook gekeken in hoeverre de Ambitiebeheertypenkaart verenigbaar is met de geldende hydrologische randvoorwaarden. In grote lijnen is te concluderen dat de gestelde ambities te zijn verwezenlijken. In Figuur 30 zijn opmerkingen opgenomen voor welke percelen wordt afgeweken van de Ambitiebeheertypenkaart of waar op basis van de huidige grondwaterstanden een nadere differentiatie binnen het perceel mogelijk is.



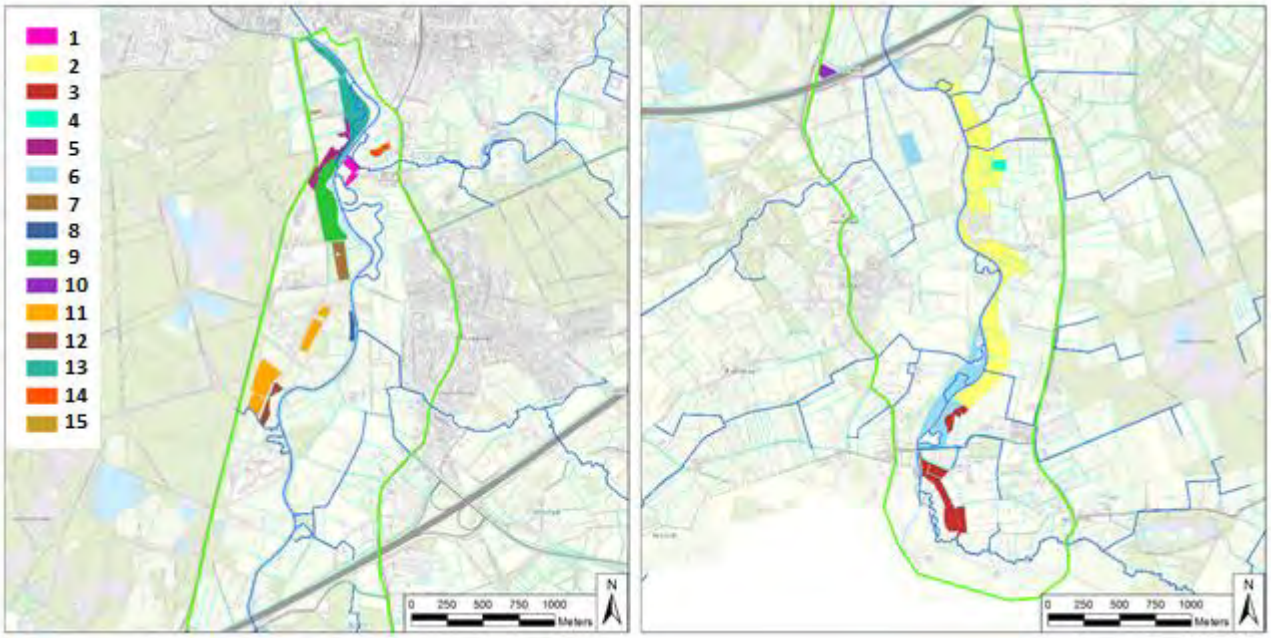




Figuur 28: Ambitie beheertypenkaart.



Figuur 29: Ingeschatte natuurbeheertypenkaart op basis van de huidige grondwaterstanden.



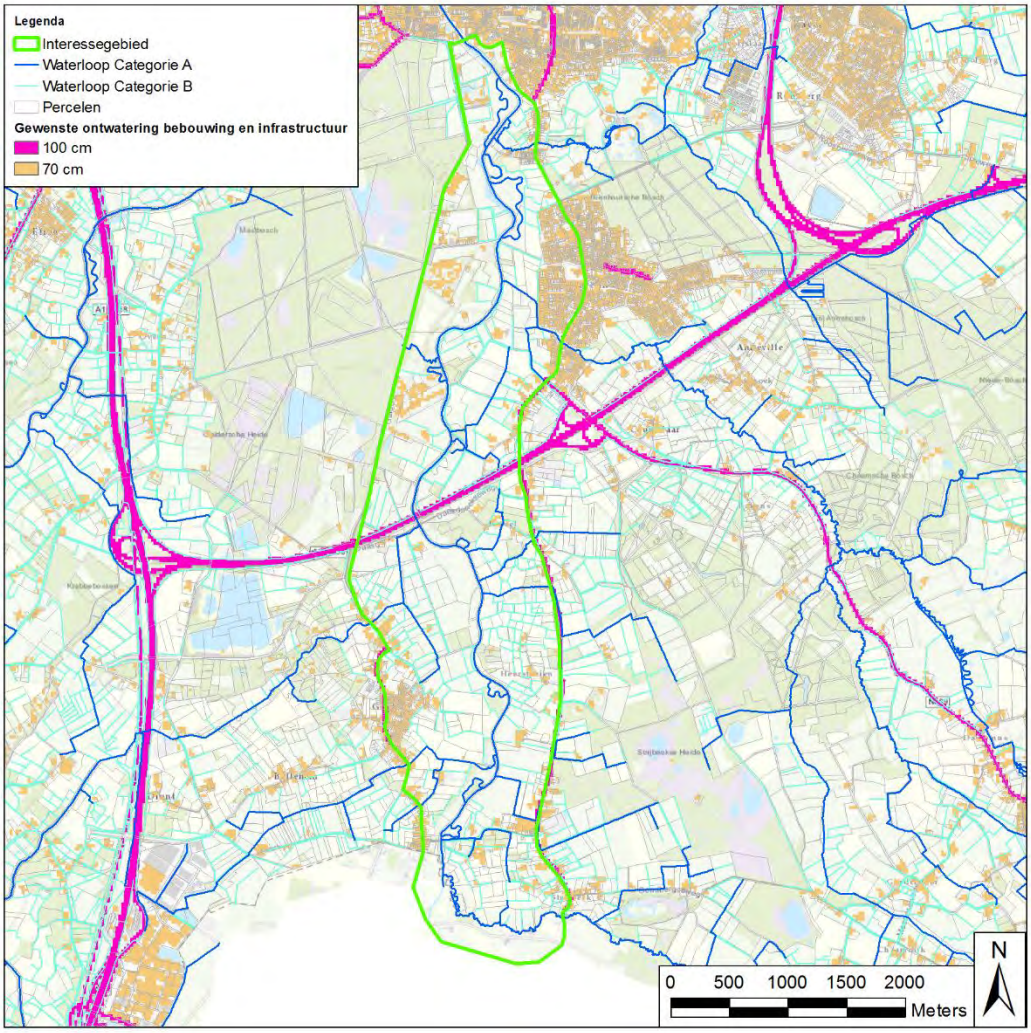
Figuur 30: Opmerkingen omtrent de invulling van de natuurbeheertypen

Nr	Opmerking
1	Binnen N01.03 (Rivier- en moeraslandschap) is N11.01 (Droog schraalland) kansrijk en in de nattere delen zijn N12 (Rijke graslanden en akkers) waarschijnlijker.
2	Daar waar het maaiveld verlaagd wordt is N10.01 (Nat schraalland) of N10.02 (Vochtig hooiland) haalbaar.
3	Gezien de grondwaterstand lijkt N12.05 (Kruiden- en faunarijke akker) hier beter geschikt.
4	Gezien de zomergrondwaterstand lijkt N05.01 (Moeras) hier niet haalbaar.
5	Het zuidelijke deel kan op basis van de grondwaterstand ook richting N10.02 (Vochtig hooiland) verschuiven.
6	Indien N05.01 (Moeras) gewenst is dan dient het maaiveld te worden verlaagd.
7	Indien het maaiveld verlaagd wordt, dan is N10.02 (Vochtig hooiland) ook haalbaar.
8	Mogelijk in te vullen als N12.04 (Zilt- en overstromingsgrasland) of N14.03 (Haagbeuken- en essenbos) afhankelijk van het beheer.
9	Op basis van de grondwaterstand is N10.02 (Vochtig hooiland) haalbaar.
10	Op basis van de grondwaterstand is N11.01 (Droog schraalland) haalbaar.
11	Op basis van de grondwaterstand is N12.05 (Kruiden- en faunarijke akker) haalbaar.
12	Op de nattere delen is ook N10.02 (Vochtig hooiland) mogelijk.
13	Afhankelijk van de vochttoestand kan N12.03 (Glanshaverhooiland) ook optreden in gradiënten.
14	In een nattere situatie is een N14.03 (Haagbeuken- en essenbos) ook mogelijk.
15	Op basis van de grondwaterstand wordt geadviseerd om N16.02 (Vochtig bos met productie) na te streven.

3.5 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur

Met behulp van de berekende grondwaterstanden kan een inschatting gemaakt worden van de gevoeligheid van bebouwing en infrastructuur voor grondwateroverlast. Om de ligging van bebouwing en infrastructuur te bepalen is het LGN6[10] gehanteerd. Binnen het LGN6 is op een resolutie van 25 meter bepaald waar bebouwing en of infrastructuur aanwezig is. In de onderstaande tabel zijn de gebruikte LGN-klassen met de daarbij behorende uitgangspunten voor gewenste ontwatering gehanteerd. In Figuur 31 is de gewenste ontwatering op kaart weergegeven.

LGN-klasse	Gewenste ontwatering [cm-mv]
Bebouwing in primair bebouwd gebied	70
Bebouwing in secundair bebouwd gebied	70
Bebouwing in buitengebied	70
Hoofdwegen en spoorwegen	100

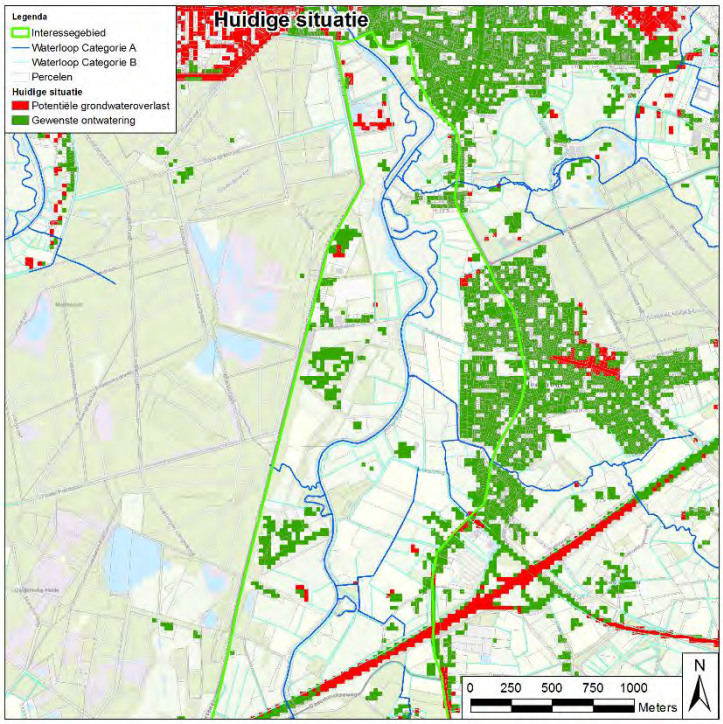


Figuur 31: Gewenste ontwatering bebouwing en infrastructuur

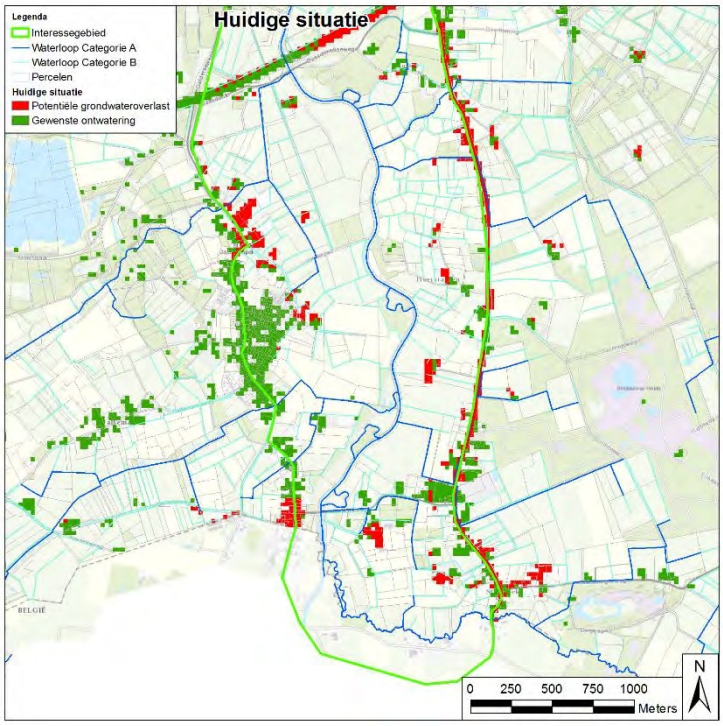
[10] LGN6 = bestand met het landgebruik van Nederland met referentiejaar 2007/2008.

Op basis van de bovenstaande gewenste ontwatering is een toetsing uitgevoerd voor de huidige situatie. Uit de onderstaande figuren (Figuur 32 en Figuur 33) blijkt dat niet overal de gewenste ontwatering wordt bereikt. In Breda ten noorden van het Mastbos en richting het Ginneken wordt de gewenste ontwatering niet behaald. Deze bebouwing ligt echter niet binnen het directe beïnvloedingsgebied van de herinrichting van het Markdal. Binnen het mogelijke beïnvloedingsgebied van de herinrichting van het Markdal ligt in het oostelijke deel van Ulvenhout tegen het Ulvenhoutse Bos een cluster met bebouwing waar in de huidige situatie niet wordt voldaan aan de gewenste ontwatering. In de praktijk wordt hier ook grondwateroverlast ervaren. Ook in het noordelijke en zuidelijke deel van Galder is er sprake van potentiële grondwateroverlast. Verder zijn er een aantal losse gebouwen waar mogelijkerwijs ook grondwateroverlast wordt ervaren. Voor wat betreft de infrastructuur voldoet de snelweg voor een groot deel niet aan de gewenste ontwatering van 100cm evenals de Strijbeekseweg. Om deze reden is de snelweg bij de aanleg over trajecten voorzien van een folie in de ondergrond. Met behulp van een gemaaltje wordt de grondwaterstand onder de snelweg op een voldoende laag peil gehouden.

Voor wat betreft de potentiële overlast dient dan ook uitdrukkelijk te worden opgemerkt dat het om mogelijke grondwateroverlast gaat. De ontwatering ter plaatse van bebouwing en infrastructuur kan afwijken door lokale ophoging van het maaiveld en aanwezige drainage.



Figuur 32: Potentiële grondwateroverlast noordelijke gebied



Figuur 33: Potentiële grondwateroverlast zuidelijke gebied

4 VOORKEURSALTERNATIEF

4.1 Inleiding

Gedurende de afgelopen 3 jaar hebben bewoners, leden van de Vereniging Markdal en deskundigen in keukentafelgesprekken, in werksessies, bewonersbijeenkomsten, in één op één gesprekken met grondeigenaren, gesprekken met medewerkers van gemeenten, waterschap en provincie de basis gelegd om tot inrichtingsvarianten te komen. Dit alles is vastgelegd in verkennende schetsen, resulterend in de varianten C2 en D2 (voor meer informatie zie Bijlage 1 en 2). De schetsen zijn doorgerekend met de hydrologische modellen, waardoor de effecten op het grond- en oppervlaktewater bekend zijn. De resultaten van deze berekeningen zijn terug te vinden in Bijlage 1 en Bijlage 2. Deze resultaten zijn gepresenteerd en besproken met inbreng van bewoners, leden van de vereniging, deskundige en andere belanghebbende. Het ontwerpteam heeft daaropvolgend een voorkeursalternatief (VKA) gemaakt. In dit hoofdstuk wordt besproken hoe het voorkeursalternatief tot stand is gekomen en op basis van welke afwegingen. Daaropvolgend zijn de hydrologische en afgeleide effecten van het VKA besproken.

4.2 Proces naar het VKA

De visie en het doel van de herinrichting van het Markdal is het Markdal om te vormen tot een ecologische hoofdstructuur, waarin de verbinding wordt gelegd met omringende natuurgebieden, waarbij de optimale inzet van de percelen met hoge kwelpotentie wordt gewaarborgd. Dit alles zonder de veiligheid van Breda te verslechteren. Daarbij moet de Bovenmark een vrijstromende beek met een natuurlijke peilfluctuatie worden met voldoende natuurwaarden/waterkwaliteit (KRW), dit kan worden gerealiseerd door het verwijderen van stuwen en het aanleggen van meanders. Dit alles moet passen binnen de in het beekdal beschikbare gronden voor de EHS. Bij het ontwerpen van het VKA is de visie op onderstaande volgorde geprioriteerd:

1. Robuust systeem: het Markdal als verbindende schakel tussen de omringende natuurgebieden;
2. Veiligheid Breda: het beschermingsniveau van Breda mag niet verslechteren;
3. Beschikbare grond: het ontwerp moet passen binnen de beschikbare gronden voor de EHS;
4. Kwelpotentie benutten: percelen met hoge kwelpotentie worden bij voorkeur gereserveerd om kwelafhankelijke natuur te realiseren;
5. Vrijstromend maken van de Mark: aanleg van meanders en het verwijderen of buiten werking stellen van de stuwen.

Ad 2: Veiligheid Breda

Peilverhoging van extreme hoogwatersituaties in Breda, als gevolg van de herinrichting van het Markdal, is voor het waterschap en de gemeente Breda niet acceptabel. Door de nieuwe inrichting overstroomt het Markdal eerder en vaker. Het Markdal is hierdoor al gedeeltelijk gevuld op het moment van een extreme hoogwatergolf (T100), waardoor er minder waterberging in de beek over blijft en de piekafvoer richting Breda enigszins verhoogd wordt. De verhoging in Breda wordt in het VKA voorkomen door:

- Twee stuwen te handhaven en op het moment van een piekafvoer de stuw op te zetten. De overige tijd zouden deze de functie van vast dam kunnen vervullen of plat kunnen liggen. Stuw Bieberg wordt bovendien geoptimaliseerd voor de inzet bij extreem hoog water.
- Het inrichten van waterbergingsgebied bij Koekelenberg. Voor een gestuurde waterberging is een dijkje van circa 1,5 m hoog en een inlaatwerk nodig.

Stuw Bieberg

Stuw Bieberg blijft de huidige vorm en het huidig functioneren behouden. Deze stuw is van belang voor beheersing van de waterstand bij extreem hoogwater in Breda. Vanuit het waterschap is al eerder aangegeven dat deze stuw verwijderen gevoelig ligt. Deze stuw blijft zo functioneren dat bij lage waterstanden er voldoende water door de naast gelegen meander/vistrap gaat. Bij hoge afvoeren gaat deze stuw plat en bij extreem hoogwater wordt deze opgetrokken.

Stuw Blauwe kamer

Deze stuw wordt uit gebruik genomen en geheel verwijderd. Het beekdal is ter plaatse van de stuw vrij smal. De stuw en de huidige Bovenmark liggen “in de weg” voor een nieuwe loop. Mede daarom wordt ter plaatse van stuw Blauwe Kamer een meanderende Mark in een verlaagd beekdal (2-fasen-profiel) voorgesteld. Hierdoor ontstaat een semi-natuurlijk landschap. Om dit landschap volledig tot zijn recht te laten komen, is stuw Blauwe Kamer in het VKA verwijderd.

Stuw Vonderpad / Markstuw Galder

Deze stuw blijft gehandhaafd ten behoeve van de veiligheid van Breda. De stuw krijgt een vaste stand en functioneert vergelijkbaar met een vaste dam. Bij een extreme hoogwatergolf wordt de stuw opgezet om Breda droog te houden. Het bouwwerk blijft als brug beschikbaar. De stuw wordt vispasseerbaar met meanders langs de hoogwatergeul.

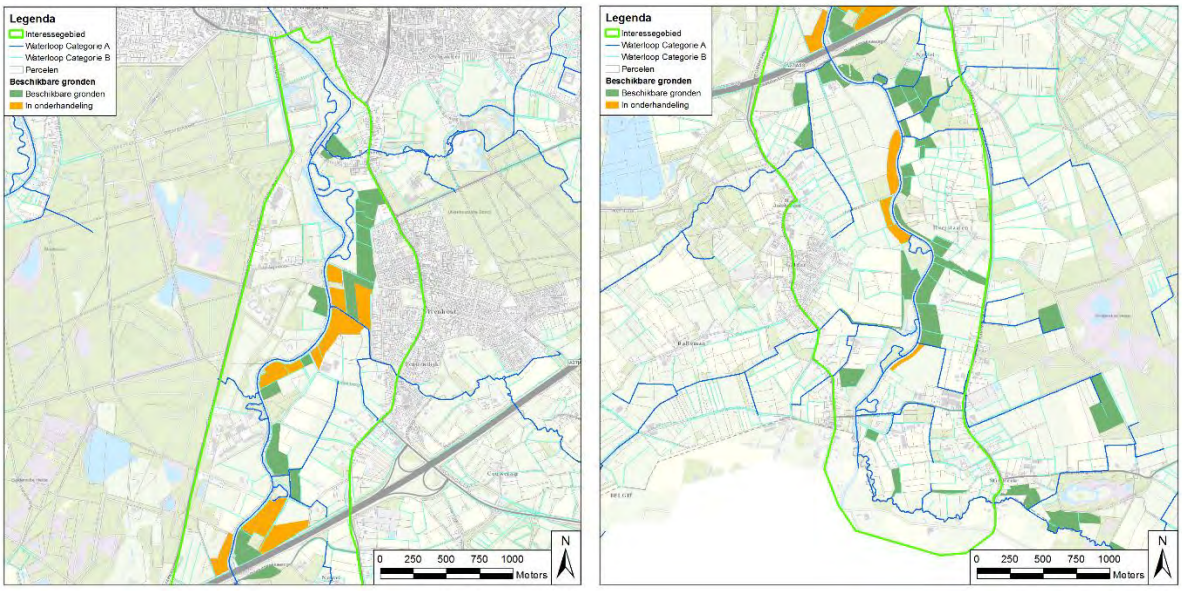
Gestuurde waterberging

Als compensatie voor het verwijderen van de stuw Blauwe Kamer wordt een waterbergingsgebied bij Koekelenberg voorgesteld. Deze wordt vooralsnog opgenomen in het VKA. Als het optimaliseren van stuw Bieberg voldoende effect heeft op hoogwater in Breda hoeft geen waterbergings te worden gerealiseerd.

Ad 3: Beschikbare grond

De kaarten in Figuur 34 laten de beschikbare gronden zien. In het VKA wordt alleen inrichting gepland op beschikbare grond.

Een aantal percelen bij Notsel zijn nog niet beschikbaar, hierdoor kan de optimale inrichting niet plaatsvinden. In het VKA is nu een wat kunstmatige meander opgenomen. Wanneer de ontbrekende percelen beschikbaar komen zal hier een extra meander kunnen worden aangelegd. De uiteindelijk gewenste inrichting bij Notsel is in een aparte schets uitgewerkt.



Figuur 34: Beschikbare gronden (noord en zuid) in het Markdal.

Ad 4: Kwelpotentie benutten

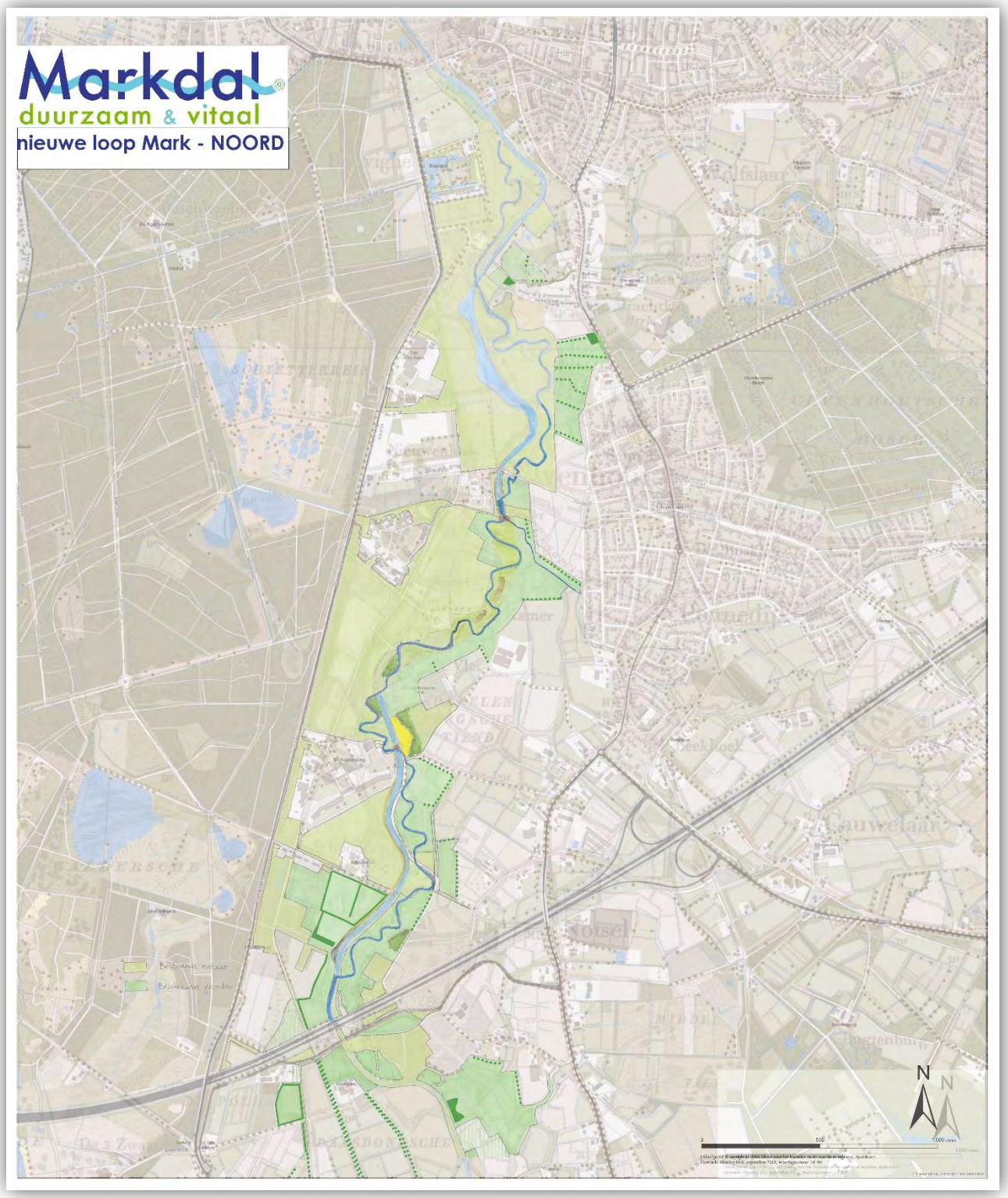
Uit veldonderzoek van Dick Klees (Studio Wolverine, beschreven in hoofdstuk 2) en de hydrologische modelering van het grondwater (Arcadis) zijn gebieden naar voren gekomen waar kwel aanwezig is of komt (na inrichting). Om de kwelafhankelijke natuur te ontwikkelen zijn meanders, waar mogelijk, niet door deze gebieden gelegd. In Figuur 35 zijn de gebieden met kwel aangegeven.

Modelstudie Arcadis: berekende kwelflux, niet per definitie in de wortelzone.
Onderzoek Wolverine: kwel in sloten op basis van vegetatie, kwelvlies en ijzervlokken.

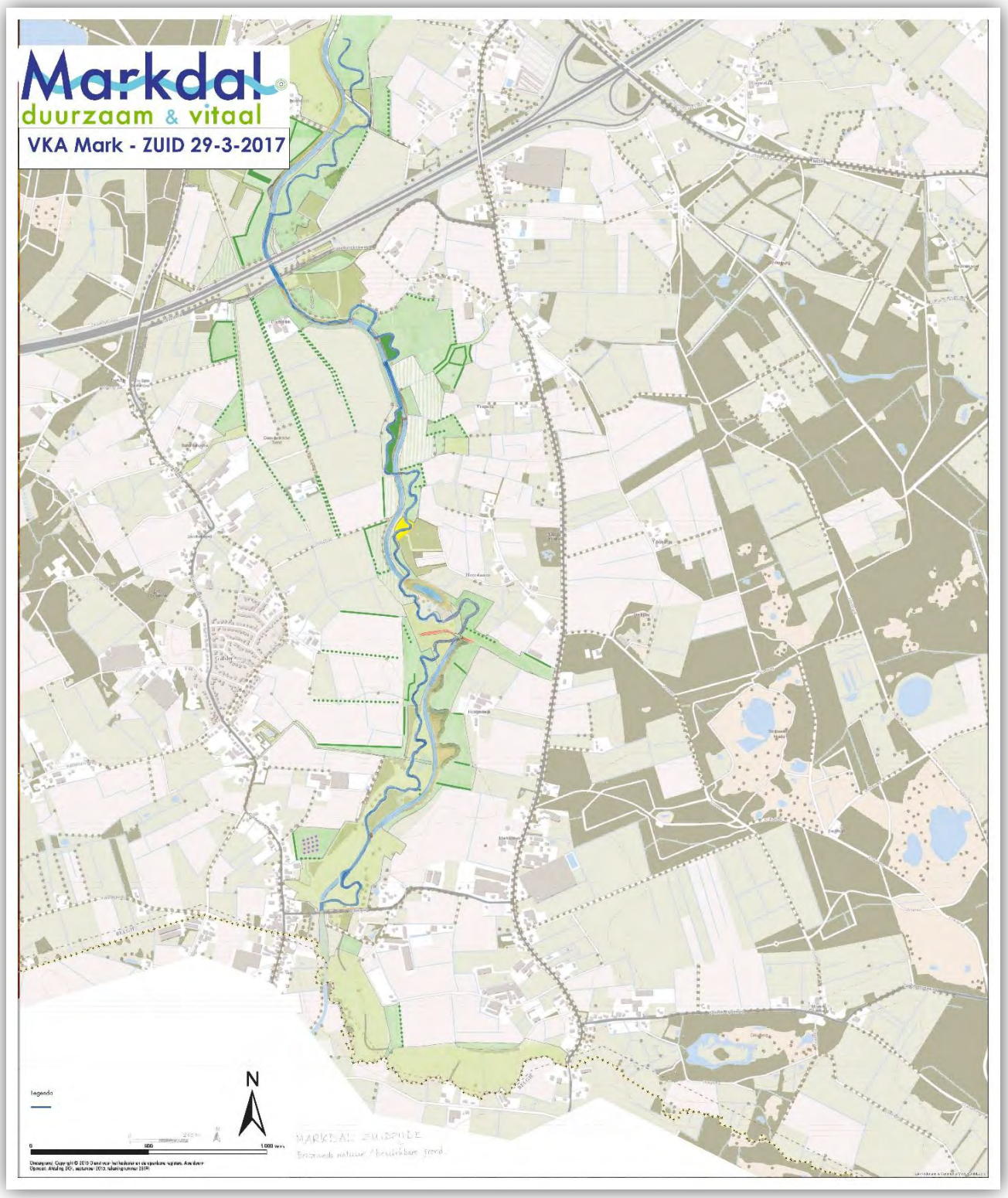
Figuur 35: Potentiele kwelgebieden volgens modelstudie en volgens veldonderzoek.

4.3 Het voorkeursalternatief

In Figuur 36 en Figuur 37 zijn de schetsen van het VKA getoond. In deze schetsen zijn onder andere de nieuwe loop van de Mark, de nieuwe en bestaande natuur opgenomen. Een nadere beschrijving van het VKA staat beschreven in de volgende paragraaf (§4.3.1).



Figuur 36: Het noordelijke deel van het VoorKeursAlternatief



Figuur 37: Het zuidelijke deel van het VoorKeursAlternatief

4.3.1 De afwegingen per traject van noord naar zuid:

Bieberg meander

Deze meander wordt vanuit historisch oogpunt aangesloten op de Oudhofmeander. In hoeverre dit ecologische meerwaarde heeft moet in een later stadium worden uitgezocht.

De huidige bodemhoogte (zachte bodem) van de meander Bieberg is ca. -0,5 mNAP. Er is een laag zacht materiaal (slib) aanwezig van 50-100 cm dik. De meander wordt gebaggerd tot een diepte van -1,0 mNAP.

Oudhofmeander

In de Oudhofmeander kan slechts een beperkte bodemverhoging plaatsvinden. Bij een sterke verondieping en versmalling van de meander (zoals in scenario D2) stijgt waterpeil van de Bovenmark en Chaamse Beek ter hoogte van Ulvenhout sterk, wat tot een onacceptabele grondwaterstandsverhoging in de dorpskern van Ulvenhout leidt. Vernatting in de bebouwde kom van Ulvenhout is voor gemeente Breda niet acceptabel. Enige bodemverhoging (zoals in scenario C2), bijvoorbeeld als gevolg van zandtransport uit bovenstrooms nieuw te graven meanders, kan wel toegestaan worden.

De huidige bodemhoogte van de meander Oudhof is -1,5 mNAP aan de zijde van Reeptiend. De bodem mag hier actief of passief verhoogd worden tot 0 mNAP. Bij actief verhogen wordt er met materieel zand in de meander gestort. Passief verhogen vindt plaats door spontane aanzanding of door aanzanding te stimuleren, bijvoorbeeld door het inbrengen van beekhout. De bodem van de meander Oudhof mag in de toekomst aflopen van 0 mNAP aan de zijde van Reeptiend tot -1 mNAP aan de zijde van Bieberg.

De meander Oudhof wordt verlengd, via een fietsbrug onder het Sulkerpad, en sluit ten zuiden van het Sulkerpad aan op de Bovenmark. De vorm van de meanders rond het Sulkerpad zijn geïnspireerd op de vorm van historische meanders, zoals die hier ooit voorkwamen. De nieuw te graven meanders rond het Sulkerpad kennen een bodemhoogte die afloopt van 0,2 mNAP naar 0 mNAP en een bodem- en bovenbreedte van resp. 6 en 10 meter. De taluds zijn relatief steil van verticaal tot 1:2 (gemiddeld 1:1).

De huidige “puindam” ten noorden van de fietsbrug van het Sulkerpad (Reeptiend) wordt verwijderd of sterk verlaagd, waardoor deze niet meer opstuwd. Ten zuiden van de fietsbrug komt een nieuwe puindam met een kruinhoogte van 1 mNAP. Dit is iets hoger dan de huidige kruinhoogte van 0,8 mNAP. Deze verhoging van de kruinhoogte draagt enigszins bij aan het vernatten van de natuurpercelen rond Blauwe Kamer en het overbruggen van het hoogteverschil van stuw Blauwe Kamer. De kruinhoogte kan niet verder dan 1 mNAP verhoogd worden, omdat er anders te veel peilverhoging in de Chaamse Beek wordt veroorzaakt, wat tot grondwateroverlast in Ulvenhout kan leiden. Door de puindam te verplaatsen van het noorden naar het zuiden van wordt peilverhoging bij de huizen langs Reeptiend voorkomen. Bij deze huizen zijn de afgelopen jaren diverse klachten over wateroverlast geweest.

Ter hoogte van het bosje op de historische aarden wal op de oostoever van de Mark blijft de huidige loop gehandhaafd over een lengte van ca. 60 meter. De aarden wal is een archeologisch monument en wordt om die reden niet vergraven of doorsneden door een nieuwe meander. De bodemhoogte van dit gekanaliseerde profiel wordt wel verondiept tot 0,2 mNAP. Dit verondiepen kan actief of passief gebeuren.

Aantakking Chaamse beek

Direct ten zuiden van de historische aarden wal komt de nieuwe monding van de Chaamse Beek in de Bovenmark te liggen. De Chaamse Beek mondt uit in het verlaagde stroombed van de Mark. Het archeologisch monument op de noordoever van de Chaamse Beek blijft behouden. Het verleggen van de Chaamse Beek gebeurt buiten dit archeologisch monument.

De nieuwe monding komt 130 m noordelijker te liggen ten opzichte van de huidige monding. Doordat de Chaamse Beek meer stroomafwaarts in de Bovenmark uitmondt, watert deze op een lager peil af en treedt er minder peilstijging in de Chaamse Beek op. Ook wordt de betere waterkwaliteit van de Chaamse Beek

optimaal benut. Dit gecombineerd met de aanwezige kwel geeft potentie voor meer bijzondere vegetatie langs de oevers van de Chaamse Beek. Verder bovenstrooms wordt de Chaamse Beek vergraven, waarbij aan de noordzijde van de nieuwe beek een moerassige laagte wordt aangelegd met een bodemhoogte die afloop van ca. 2,0 naar 1,7 mNAP. Dit winterbed is ca. 10 meter breed en loopt via een glooiend talud over in het huidige maaiveld. De Chaamse Beek (met een bodembreedte van 3 meter en een bovenbreedte van 6 meter) mag licht slingeren binnen dit winterbed, zolang de beek nog maar onderhouden kan worden vanaf de noordoever. De noordoever van de huidige Chaamse Beek wordt niet vergraven omdat ook daar een archeologisch monument aanwezig is.

Tussen Nieuwenhuis en de Klokkenbergmeander (de Blauwe Kamer)

Het gebied ten noorden van de Blauwe Kamer is rijk aan cultuurhistorie en de potenties voor kwelafhankelijke vegetatie zijn hier groot. Om deze reden zijn de gronden ten noorden en ten westen van de Blauwe Kamer zoveel mogelijk ontzien bij inrichtingsmaatregelingen ten behoeve van het vrij stromend maken van de Bovenmark en is er voor een meandering aan de oostzijde van het Markdal gekozen.

Vereniging Markdal heeft de sterke wens tot het herstellen van een natuurlijk beekdallandschap met één beek. Deze wens is vertaald als een meanderende hoofdloop binnen een breed 2-fasen profiel. Binnen het projectgebied is deze locatie, qua doorwerking op waterstanden, het meest geschikt voor een dergelijke inrichting.

De eigenaar van de grond rond de Blauwe Kamer (Brabants Landschap) vraagt om ter hoogte van de Blauwe Kamer consequent voor één inrichtingsvariant te kiezen, dus voor een 2-fasen profiel vanaf de Koekelenbergse Tiend en de monding van de Chaamse Beek.

De nieuwe meanders zijn relatief breed en ondiep. De bodem- en bovenbreedte zijn resp. 10 en 14 meter. De diepte is 1 meter onder het toekomstige maaiveld van het uit te graven winterbed. Door deze breedte-diepte verhouding wordt de stroomsnelheid in de meander niet te hoog (< 50 cm/s T2 afvoersituatie), zodat overmatige oevererosie wordt voorkomen, en wordt de peilfluctuatie beperkt, wat gunstig is voor de omliggende natte natuur. Nadeel van deze verhoudingen is dat ’s zomers de stroomsnelheid kleiner is dan de gewenste 20 cm/s, wat minder gunstig is voor het behalen van de KRW-doelen. De lengte van de meanderende Bovenmark binnen het winterbed is ca. 1,5 km.

De bodemhoogte van de meanders binnen het 2-fasen-profiel loopt af van 0,9 mNAP nabij meander Klokkenberg/Koekelenbergse Tiend tot 0,4 mNAP bij de monding van de Chaamse Beek. Waar de Chaamse Beek en de Bovenmark samen komen zal veel stromingsdynamiek optreden. De huidige gekanaliseerde loop van de Mark wordt daar gedempt en op het samenvloeiingspunt zullen de oevers verstevigd moeten worden met bijvoorbeeld breuksteen om weerstand te kunnen bieden tegen de sterke stroming uit de Mark, Chaamse Beek en het winterbed van de Mark.

Het winterbed van het 2-fasen profiel loopt af van 1,9 mNAP nabij de meander Klokkenberg tot 1,4 mNAP bij de monding van de Chaamse Beek. De huidige maaiveldhoogte aan de bovenstroomse zijde van het 2-fasen profiel is ca. 2,5-2,8 mNAP (volgens het AHN2010) en aan de benedenstroomse zijde is de huidige maaiveldhoogte 1,9-2,1 mNAP. Het toekomstige winterbed van het 2-fasen profiel moet dus ca. 50-90 cm uitgegraven worden ten opzichte van het huidige maaiveld. De bodembreedte van het 2-fasen profiel is minimaal 60 meter en de bodem loopt glooiend over in het bestaande maaiveld, behalve op de plekken waar de meanders de grens vormen tussen het 2-fasen profiel en de hoge dal flanken. Daar vormen de steile buitenbochtoevers van de meanders de overgang naar de hogere gronden.

Aan de zuidkant van de Blauwe Kamer is er een smal en laag perceel van Brabants Landschap gelegen waar veel kwel aan maaiveld komt. Vanwege de potenties op dit perceel wordt deze strook niet afgegraven, maar wordt het 2-fase profiel hier geheel op de locatie van de huidige loop en op de oostoever gerealiseerd.

Stuw Blauwe Kamer wordt verwijderd. De landschappelijke impact van de stuw is groot en botst met het zo natuurlijk mogelijke beekdal dat hier beoogd wordt. De uitdrukkelijke wens voor een inpassing van een passage op deze locatie (voetgangers, ruiters en onderhoudsmaterieel) wordt nog nader onderzocht.

Binnen het 2-fasen profiel zijn de potenties voor kwelafhankelijke natuur beperkt door de hoge overstromingsfrequentie met voedselrijk Markwater. De ecologische waardevolle vegetatie zal zich dus vooral op de Blauwe Kamer ontwikkelen. De potentie is hier hoog, maar om deze te realiseren zijn wel optimalisatie van het beheer en maatregelen om kwel beter te benutten nodig. Nabij de monding van de historische verdedigingssloot in de Bovenmark wordt daarom een stuwtje geplaatst met een kruinhoogte van 1,6 mNAP (huidige waterpeil in de sloot is ca. 0,8 mNAP). Hierdoor wordt het waterpeil in deze sloot verhoogd tot ca. 50 cm onder maaiveld, neemt de drainerende werking van deze sloot af en kan er meer kwelwater ten goede komen aan de natuurpercelen van Brabants Landschap rond de hoeve Blauwe Kamer.

De huidige loop blijft in het winterbed op enkele plekken herkenbaar als een ondiepe plas waar zich rietmoeras kan ontwikkelen. Het stroombed kan plaatselijk breed genoeg uitgevoerd worden dat zich bos mag ontwikkelen. Voor voldoende afvoer capaciteit zal circa 60 m breedte van het stroombed uit korte (grasland) vegetatie moeten bestaan. Bij het graven van het stroombed blijven bestaande bosjes zoveel mogelijk gespaard.

De meanderende zomerloop raakt de historische verdedigingssloot langs Hoeve De Blauwe Kamer bijna. Dit om het idee van de verdedigingssloot in ere te houden. Er wordt echter geen open verbinding tussen de nieuwe meander en de verdedigingssloot gemaakt zodat het water in de verdedigingssloot vooral van lokale aard en dus van relatief goede kwaliteit zal zijn.

Klokkenbergmeander

Deze meander krijgt een extra slinger (ca. 170 meter lang) op de westoever om deze goed te laten aansluiten op de loop in het 2-fasen-profiel bij de Blauwe Kamer. Een slinger op de oostoever is hier niet wenselijk, om dat zich hier een historisch monument bevindt.

De bodemhoogte van de bestaande en nieuwe meander Klokkenberg wordt 0,9 mNAP en de bodem- en bovenbreedte is resp. 10 en 14 meter. De huidige puindam nabij de instroom van de meander Klokkenberg wordt verhoogd tot 1,8 mNAP. De huidige hoogte van de puindam is ca. 1,4 mNAP.

Klokkenbergmeander tot A58

Om grootschalige overstroming van Daasdonk (ten zuiden van de snelweg) te voorkomen, blijft de bestaande loop tussen de A58 en de Koekelenbergse Tiend als hoogwatergeul gehandhaafd. Op de oostoever wordt een meander gegraven met een lengte van ca. 1,5 km (inclusief de bestaande, historische meander bij Schoondonk). Dit komt grotendeels overeen met de laagste plek in het beekdal. Historisch gezien hebben de meanders ook vooral op de oostflank gelegen. De historische en nog steeds bestaande meander Schoondonk wordt in de nieuwe meander opgenomen. De bodem van de lange meander is nagenoeg horizontaal op een hoogte van 0,9-0,95 mNAP. De meander is relatief smal met een bodem- en bovenbreedte van resp. 6 en 10 meter. De taluds variëren van verticaal tot 1:2 (met een gemiddelde van 1:1). Enkele binnenbochten kunnen flauwer afgegraven worden.

De lange meander kruist op 3-4 punten infrastructuur: in het zuiden kruist het fietspad de meander, bij Schoondonk kruisen 1 of 2 bredere (asfalt)paden de meander en ter hoogte van Klokkenberg kruist het pad Koekelenberg de meander. Deze kruisingen kunnen uitgevoerd worden als rechthoekige duikers met een breedte van 2 meter en een hoogte van 2,5 meter. De stroomsnelheid is dan voldoende laag voor vismigratie (<0,5 m/s bij voorjaarsafvoer) en de doorvaarhoogte is voldoende hoog voor kanoërs (>1,25 meter bij mediane afvoer).

Om de lange meander permanent watervoerend te maken, worden in de huidig loop twee dammen (“puindammen”) aangelegd met een kruinhoogte van 1,8 mNAP. De stroomsnelheid in de meander ligt de grootste tijd van

het jaar rond 15 cm/s. De huidige loop gaat daardoor als “hoogwatergeul” functioneren. De dammen worden onder een hoek van ca. 45° in de waterloop gelegd. Enerzijds geeft dat landschappelijk een mooier beeld, omdat de dam dan de richting van de meander aangeeft, anderzijds is de kruinlengte dan langer, waardoor deze minder opstuwing geeft in bovenstroomse richting. Voor het watervoerend maken van de meandering is in principe één dam voldoende, maar door zowel aan de stroomopwaartse als stroomafwaartse zijde een dam aan te leggen, wordt er ’s zomers meer water vastgehouden, wat een positief effect heeft op bijvoorbeeld de potenties van de natuurterreinen ten zuiden van het Klokkenberg complex.

De westoever van de hoogwatergeul tussen de snelweg en de meander Klokkenberg wordt glooiend afgegraven, waardoor een meer gevarieerde nat-droog overgang ontstaat. Het dijkje tussen de Mark en de afgegraven natuurterreinen voor Klokkenberg verdwijnt daardoor. Op de oostoever van de hoogwatergeul is het fietspad gelegen. Ter hoogte van de Klokkenberg ligt het fietspad ca. 5 meter van de huidige waterlijn. Ook daar kan de oever enigszins afgegraven worden. Meer naar het zuiden, vanaf de meander bij Schoondonk in de richting van de snelweg, ligt het fietspad dichter op de Mark en kan de oostoever niet vergraven worden. De bodem van de hoogwatergeul kan verondiept worden tot 0,3 mNAP. De huidige bodemhoogte is op het laagste punt -1,5 mNAP.

De stroomsnelheid in de meander ligt de grootste tijd van het jaar rond 15 cm/s. Dat is sub-optimaal voor het behalen van KRW-doelstellingen. Indien de stroomsnelheid verhoogd moet worden, dan moet er meer verhang in de meander aangebracht worden. Dat kan door de twee puindammen te verhogen, maar dat zou tot bij extreme afvoeren tot grootschalige overstroming leiden waarbij ook bebouwing (woonhuizen) in het gedrang komt. Ook kan er meer verhang aangebracht worden door het waterpeil bij Klokkenberg te verlagen. Dat zou echter een negatief effect hebben op de te ontwikkelen natte natuur rond Blauwe Kamer. Daarom is er bij het uitwerken van het VKA gekozen voor de bovenstaande afmetingen en hoogtes van de meander, hoogwatergeul en dammen.

Aan beide zijden van de huidige Mark tussen de snelweg en Klokkenberg is (jonge) kwel aanwezig. Om deze kwel te kunnen benutten, wordt de oostoever van de meander tussen de snelweg en de meander Schoondonk gedeeltelijk afgegraven, waardoor een lange gradiënt van nat naar droog ontstaat. Op het “eiland” tussen de nieuwe meander en de huidige loop wordt geen kwel verwacht. Daarom wordt dit eiland niet afgegraven.

<u>Rond de snelweg A58 en Scheelebrug</u>

Vanaf de Scheelebrug tot de nieuwe meander ten noorden van de snelweg blijft de huidige breedte van de Mark gehandhaafd. De bodem kan (spontaan) verondiept worden tot 0,4 mNAP. De huidige bodemhoogte is ca. -1 mNAP (diepste punt). De bodemhoogte sluit daarmee niet optimaal aan bij de benedenstrooms liggende meander, waar de bodemhoogte hoger ligt. Echter om bovenstrooms van de snelweg A58 geen ongewenste opstuwing te voorkomen heeft de Bovenmark hier ten opzichte van boven- en benedenstrooms een ‘verdiepte’ ligging. De ecologische potentie op dit (korte) traject is beperkt. De doorvaarhoogte onder de snelwegbrug en Scheelebrug is in de toekomst ca. 1 meter bij mediane afvoer. Dit is net wat minder dan de gewenste doorvaarhoogte van 1,25 meter voor kanoërs.

<u>Snelweg A58 tot de Middeltiend</u>

Vanaf de snelweg tot aan de laagte van Notsel worden twee meanders aangelegd op particuliere grond. De meest noordelijke meander wordt nieuw gegraven. Deze meander wordt met een bodem- en bovenbreedte van resp. 4 en 7 meter vrij smal uitgevoerd om de hoeveelheid benodigd grondoppervlak te beperken. De taluds zijn daardoor steil (verticaal tot 1:1). De bodemhoogte van deze meander loopt af van 1,05 mNAP naar 0,95 mNAP. Door de beperkte breedte en lengte (350 meter) van de meander ligt de stroomsnelheid vrij hoog. Om te voorkomen dat de meander zichzelf sterk verbreed, en om ervoor te zorgen dat de waterpeilen bovenstrooms in de laagte van Notsel worden verhoogd, wordt een korte vispassage (3-5 treden) aangelegd, waarbij ook de oevers worden verstevigd. De bovenste drempel krijgt een hoogte van 1,3 mNAP. Door deze passage tegen de Daesdonckseweg aan te leggen, wordt bovendien oeverafslag van de wegberm voorkomen. Het eiland tussen de nieuwe meander en de bestaande loop wordt voor de eigenaar

ontsloten met twee bruggen. Aan de zuidoostzijde komt een brug of duiker die geschikt is voor landbouwmaterieel en aan de noordzijde wordt een (private) voetbrug aangelegd. Deze meander is niet toegankelijk voor kanoërs.

De nieuwe meander wordt permanent watervoerend gemaakt door een dam aan te leggen nabij de instroom van de meander. De kruinhoogte van deze dam is 2,1 mNAP en de breedte bedraagt 25 meter. De dam wordt aan de stroomopwaartse zijde van dit traject aangebracht, zodat de particuliere (natuur)percelen aan beide zijden van de hoogwatergeul niet te sterk vernatten en nog als extensief grasland gebruikt kunnen worden. Er moet een voorziening voor de passage van kano's worden aangelegd. De hoogwatergeul wordt aan de oostzijde voorzien van een glooiende oever (talud 1:5), waarbij de glooiende oever volledig in het huidige profiel wordt aangebracht. De bodemhoogte van de hoogwatergeul wordt verondiept tot 0,6 mNAP. De westoever met het fietspad wordt niet vergraven.

De bestaande meander bij Notsel wordt aangesloten. De toekomstige bodemhoogte van deze meander wordt 1,1 mNAP. De meander mag wat versmald worden, bijvoorbeeld door houtpakketten in te brengen. Het eiland wordt voor de eigenaar toegankelijk gemaakt. Deze meander is niet toegankelijk voor kanoërs. De meander wordt permanent watervoerend gemaakt door een dam aan te leggen met een kruinhoogte van 2,15 mNAP. Ook hier moet een voorziening voor de passage van kano's worden aangelegd. De bodemhoogte van de hoogwatergeul wordt 1,1 mNAP en de oostoever wordt glooiend aangelegd binnen het huidige profiel.

In de laagte van Notsel wordt een nieuwe meander aangelegd met een bodemhoogte van 1,2 mNAP en een bodem- en bovenbreedte van resp. 4 en 8 meter. De taluds zijn verticaal tot 1:2. De lengte van deze meander is ca. 200 meter. De meander is permanent watervoerend door een dam in de huidige Bovenmark met een kruinhoogte van 2,2 mNAP en een breedte van 25 meter. Deze dam vormt bovendien de toegang tot het eiland.

Tussen de meanderende Mark en de laagte bij Notsel wordt een lage kade van circa 0,5 m hoog aangelegd. Daardoor overstroomt de laagte van Notsel niet ieder jaar met (voedselrijk) Markwater. Dat vergroot de potentie voor vochtig hooiland. In de huidige afwateringssloot komt een duiker met terugslagklep, zodat de laagte wel kan afwateren op de Bovenmark. Een stuwtje met een kruinhoogte van 2,3 mNAP zorgt ervoor dat de Notselseloop 's zomers niet droogvalt. De Notselseloop wordt verlegd van het midden van de laagte naar de noordzijde. Daardoor blijven de (bebouwde) percelen langs de rand van de laagte ontwatert en kan het hart van de laagte vernat worden door de bestaande sloten te verondiepen tot greppels. De bestaande sloten worden niet volledig gedempt, zodat er geen regenwaterlenzen of moeras ontstaat.

Niet alle gewenste percelen in de laagte van Notsel zijn voor natuurontwikkeling beschikbaar. Daarom blijft een traject van ca. 200 meter lang gekanaliseerd. De breedte en oevers worden niet of hooguit zeer plaatselijk aangepast. Wel wordt de bodem verhoogd tot 1,2 mNAP. De huidige bodemhoogte is -0,5 mNAP op het diepste punt.

<u>Middeltiend tot Heerstaaien</u>

Beschikbaarheid van grond is hier leidend/beperkend. Om toch voldoende meanderlengte in de nieuwe hoofdloop te brengen wordt op het relatief korte traject tussen de Middeltiend en stuw Vonderpad een meander aangelegd op de westoever. Een meander op de westoever heeft bovendien als voordeel dat het potentiële kwelgebied (volgens het kwelonderzoek van Studio Wolverine) op de oostoever wordt ontzien. Direct benedenstrooms van de Markstuw bij het Vonderpad steekt de meander over naar de oostoever. Daarbij gaat de meander door een particulier bosje en schuurt deze tegen de donk van Heerstaaien, waardoor de donk geaccentueerd wordt.

De meander op de westoever (ruim 300 meter lang) krijgt een bodemverloop van 1,3 mNAP naar 1,2 mNAP met een bodem- en bovenbreedte van resp. 4 en 8 meter. De taluds zijn verticaal tot 1:2. De meander wordt permanent stromend gemaakt door een dam met een kruinhoogte van 2,3 mNAP aan te leggen in de huidige Mark. De dam krijgt een breedte van 25 meter. Door de dam aan de noordzijde van de hoogwatergeul aan te leggen, wordt het waterpeil in de natte natuurparel nog wat extra verhoogd. Bovendien wordt de bodem van de hoogwatergeul verhoogd tot 0,8 mNAP

De meander op de oostoever (600 m meter lang) krijgt een bodemverloop van 1,5 mNAP naar 1,3 mNAP met dezelfde bodem- en bovenbreedte van resp. 4 en 8 meter. De taluds zijn verticaal tot 1:2. De meander wordt permanent stromend gemaakt door de huidige Markstuw, die een vaste kruinhoogte van 2,5 mNAP krijgt. De bovenstrooms gelegen hoogwatergeul wordt verondiept tot 1 mNAP en de oostoever wordt glooiend aangelegd.

Er is onderzocht of de meander door de Markstuw kon gaan, maar de drempel van de stuw blijkt daarvoor te hoog te liggen. Daarom gaat de meander rond de stuw en kruist de gekanaliseerde Mark aan de stroomafwaartse zijde van de Markstuw. De taluds en bodem zijn hier volledig bekleed met grasbetontegels, om uitspoeling door hoge stroomsnelheden te voorkomen. Op de plaatsen waar de meander door de grasbetontegels gaat, moet de bodem en taluds van de meander ook vastgelegd worden. De oostelijke meander moet bovendien overbrugd worden voor onderhoudsmaterieel. Op het westelijke eiland mag bos opslaan, dus dat eiland hoeft niet toegankelijk gemaakt te worden.

Heerstaaien

Bij Heerstaaien steekt de meandering over naar de westoever om daaraan te sluiten op de historische meander, die momenteel niet aangesloten is. Vanuit landschappelijk oogpunt en om meer variatie in het beekdal aan te brengen, wordt de huidige loop omgevormd tot een moerassige laagte. Vervolgens wordt nog een nieuwe meander op de oostoever gegraven.

De historische meander (300 meter lang) wordt verlengd met ca. 150 meter en krijgt een bodemhoogte die afloopt van 1,6 mNAP tot 1,5 mNAP. De bodem- en bovenbreedte van de (nieuwe) meander worden resp. 6 en 10 meter. De moerassige laagte krijgt een bodemhoogte van maximaal 2,5 mNAP, maar plaatselijk is deze wat dieper. De laagte is minimaal 50 meter breed en loopt glooiend (1:20) over in het omliggende maaiveld. ’s Winters bestaat de laagte uit kort gemaaide vegetatie.

De nieuwe meander op de oostoever krijgt een bodemhoogte van 1,6-1,7 mNAP en is 300 meter lang. De huidige loop ter hoogte van deze meander wordt gedempt en de binnenbocht van deze meander krijgt een maaiveldhoogte van maximaal 2,6 mNAP, waardoor ook hier een moerassige laagte ontstaat. Direct ten zuiden van deze meander komt een nieuwe brug voor fietsers, wandelaars en menners.

Heerstaaien tot bestaande meander bij Galder

Om een sterke toename van de overstromingen in België te voorkomen blijft de bestaande loop grotendeels als hoogwatergeul gehandhaafd. De oostoever van de toekomstige hoogwatergeul wordt afgevlakt (1:5). De huidige bodemhoogte op het diepste punt is ca. 0,7 mNAP. De hoogwatergeul wordt verondiept tot een bodemhoogte van 1,7 mNAP. De waterdiepte in de hoogwatergeul zal in de toekomst in de zomer ongeveer 1 meter zijn. Aan de zuidzijde van de hoogwatergeul is een bestaande dam aanwezig met een kruinhoogte van 2,7 mNAP, waardoor de meander permanent watervoerend is. Om verdroging tegen te gaan wordt ook aan de noordzijde van de hoogwatergeul een dam aangelegd, eveneens met een kruinhoogte van 2,7 mNAP en een kruinbreedte van 20 meter. Deze dam verzorgt tevens de toegang tot het eiland voor onderhoudsmaterieel.

Op de oostoever is een groot aaneengesloten stuk grond beschikbaar voor natuurontwikkeling. De historische loop lag voor een groot deel op de oostzijde van het beekdal. In het VKA is ervoor gekozen om op deze gronden geen meanders aan te leggen, maar een grootschalig hooiland/weiland te ontwikkelen. Mogelijk komt hier straks kwel in de wortelzone. De aanwezige kwel in dit perceel is lokaal van aard en dus jong. Door plaatselijke afgraving wordt wel gerefereerd naar de historische meanders die hier ooit hebben gelegen, voor de kanalisatie van de beek en de egalisatie van het beekdal.

Op de westoever wordt een lange meander gerealiseerd. Deze oever is lager dan de oostoever en de nieuwe meander kan aansluiten op de bestaande meander bij Galder. De nieuwe meander is ca. 900 meter

lang en krijgt een bodemverhang van 1,75 tot 1,65 mNAP. De bodem- en bovenbreedte zijn resp. 6 en 10 meter en de oevers variëren van verticaal tot 1:2.

4.3.2 Beplanting

Bij ontwerp van de beplantingstructuren wordt de historische kaart als inspiratie gebruikt. De hogere gronden worden benadrukt door beplanting op het hogere deel aan te brengen. Als er op lagere delen langs de donken bos staat, wordt deze verwijderd. Op deze manier worden de hoogteverschillen optimaal benadrukt. Bij het bosje tegenover de Klokkenberg en bij Heerstaaijen wordt een deel van het bos verwijderd om zo de bestaande hoogteverschillen te benadrukken. Ten noorden van de snelweg wordt het hoogteverschil benadrukt door daar een bosje aan te planten.

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen het oostelijk en het westelijk deel van het Markdal. Aan de westzijde zijn de landgoederen te vinden: hier treffen we dichte houtsingels met statige lanen, de nieuwe beplanting sluit hierop aan. De noordoostzijde is door een herverkaveling veel opener en meer gericht op agrarisch gebruik. Oude kavelstructuren zijn verdwenen. Hier bestaat de nieuwe beplanting uit bomenrijen langs de kavelgrenzen.

Aan de zuidoostzijde van het Markdal is, ten zuiden van Notsel nog een middeleeuwse verkaveling aanwezig. Opvallende karakteristiek was dat langs paden dichte houtsingels stonden, deze worden waar mogelijk weer teruggeplaatst. De kavelgrenzen werden en worden benadrukt door een enkele rij bomen en struiken. Het lage gebied bij Notsel blijft vrij van beplanting, om zo de zichtlijn te handhaven.

Tussen de huidige loop en de nieuwe meanders ontstaan eilanden. Grote “eilanden” die begraasd kunnen worden blijven open, de kleinere kunnen door middel van spontane ontwikkeling begroeid raken.

Het zou een mooie aanvulling zijn als ook in bestaande natuurgebieden en in de blijvende agrarische gebieden beplantingselementen toegevoegd kunnen worden. Op die manier zou er een grotere samenhang ontstaan in het gehele Markdal. Daarnaast zouden de gemeentes de paden en wegen, daar waar die nu ontbreekt, kunnen voorzien van een doorgaande laanbeplanting.

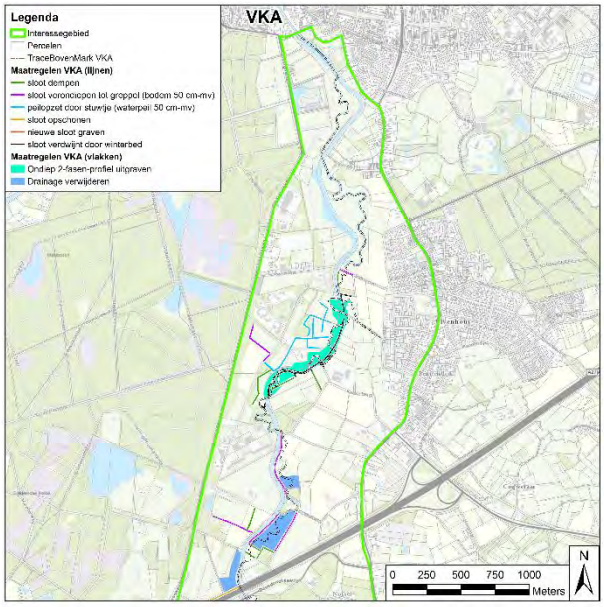
4.3.3 Detailmaatregelen

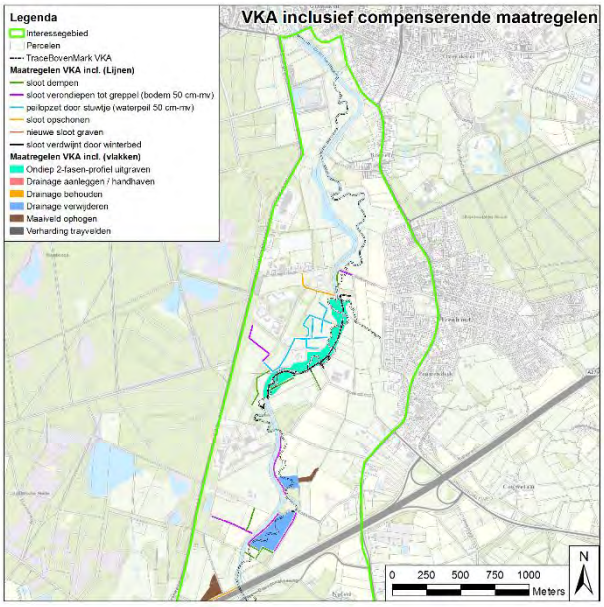
Met het bovenstaand omschreven VKA als uitgangspunt, zijn er 2 maatregelenpakketten uitgewerkt: één met detailmaatregelen om maximale invulling te geven aan de invulling van natuur binnen de huidige begrenzing van het Natuurnetwerk Brabant, welke is getoond in Figuur 38. Aanvullend is er ook een maatregelenpakket met compenserende maatregelen voor landbouwpercelen die tijdelijk of permanent in agrarisch gebruik blijven. Deze laatste variant is getoond in Figuur 39 en dit is de uiteindelijke variant die uitgevoerd kan worden binnen de beleidsmatige en juridische kaders. De eerste variant dient vooral om inzichtelijk te maken welke natuurpotenties niet ingevuld kunnen worden als gevolg van beperkingen vanuit grondverwerving, overstromingsrisico van bebouwing en infrastructuur en het plan van meerwaarde.

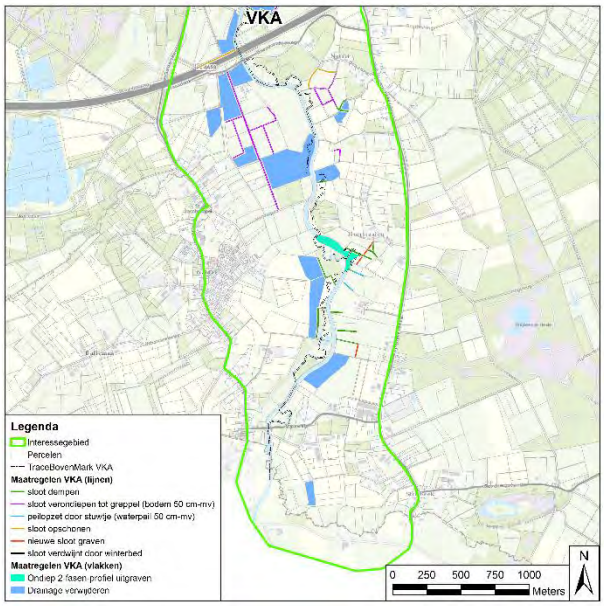
In en langs (nieuwe) natuurterreinen worden sloten gedempt, verondiept of wordt het waterpeil in de sloot verhoogd door het plaatsen van stuwtjes. Hierdoor neemt de drainerende werking van de slootjes af en kan er meer grondwater ten goede komen aan de omliggende natuur. Verder wordt om dezelfde reden bestaande buisdrainage uit (nieuwe) natuurpercelen verwijderd.

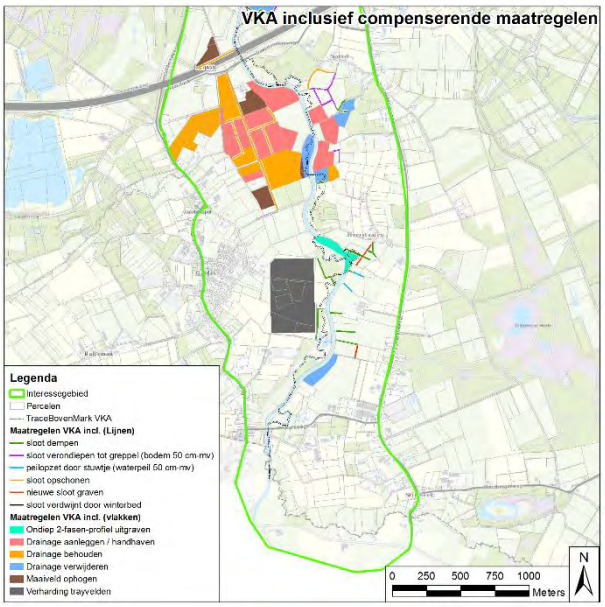
In de variant met compenserende maatregelen worden percelen met natschade, die tijdelijk of permanent in agrarisch gebruik blijven, voorzien van (peilgestuurde) drainage, plaatselijk opgehoogd en worden slootjes opgeschoond of nieuw gegraven. Op die manier wordt natschade geminimaliseerd of ongedaan gemaakt en blijven deze percelen geschikt voor landbouwkundig gebruik. Indien gewenst door de betrokken agrariërs kan ook een eenmalige financiële vergoeding worden uitgekeerd om de natschade te compenseren.

Tenslotte is ook de aanleg van trayvelden opgenomen in de variant met compenserende maatregelen. Op deze wijze is het hydrologisch effect van de trayvelden op de omgeving inzichtelijk gemaakt.









Figuur 38: Detailmaatregelen VKA.

Figuur 39: Detailmaatregelen VKA inclusief compenserende maatregelen.

4.4 Oppervlaktewater

In het gekalibreerde oppervlaktewatermodel is het voorkeursalternatief verwerkt. Met dit model zijn de waterstanden en stroomsnelheden in de aangepaste situatie berekend.

4.4.1 Peilen

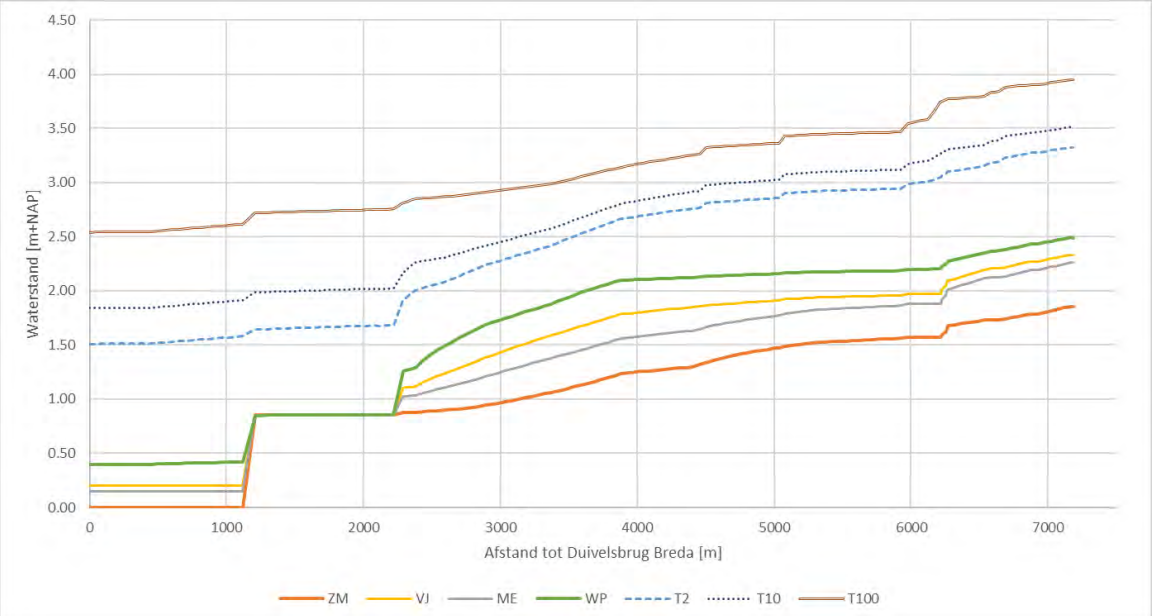
Op het traject tussen de Oude Trambrug en de Duivelsbrug wordt de stuw Blauwe Kamer verwijderd en worden de stuwen Bieberg en Vonderpad gehandhaafd. Door het verwijderen van de stuw en introduceren van meer meanders vermindert het trapsgewijze karakter van de waterstand over de Bovenmark. In Figuur 40, Tabel 7 en Tabel 8 is dit duidelijk terug te zien. In de zomersituaties zakt de waterstand ver uit ten opzichte van de wintersituatie. De jaarlijkse fluctuatie van de waterstand is daarmee vergroot van enkele centimeters tot ca. 0,5 - 1 meter.

Bij de lagere afvoeren, van zomerafvoer tot voorjaarsafvoer, treedt er over het algemeen een peilstijging op aan de benedenstroomse zijde van de stuwen Blauwe Kamer en Markstuw Galder en een peildaling aan de bovenstroomse zijde van deze stuwen. In de zomer ligt het waterpeil lager, waardoor de peildaling overheerst, terwijl in de voorjaarssituatie een peilstijging domineert.

Bij hoge afvoeren verandert er in de waterstand benedenstrooms weinig; de peilverandering ten opzichte van de huidige situatie is hier slechts enkele centimeters. Met name meer bovenstrooms in het beekdal treden hogere waterstanden op omdat er hier meer opstuwing plaats vindt. Deze opstuwing wordt veroorzaakt door de aanleg van de dammen in de hoogwatergeul in combinatie met de aan te leggen meanders.

Tabel 7: Berekende waterpeilen op diverse locaties in de Bovenmark. ZP=Zomerpeil, VJ=Voorjaarspeil, ME=Peil bij mediane afvoer, WP=Winterpeil, T2=Waterstand eens in 2 jaar, T10=Waterstand eens in 10 jaar, T100=Waterstand eens in 100 jaar

Locatie		ZP	VJ	ME	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0.00	0.40	0.20	0.40	1.51	1.84	2.54
Bieberg	Bovenstrooms	0.83	0.85	0.85	0.85	1.65	1.97	2.70
	Benedenstrooms	0.00	0.40	0.20	0.42	1.58	1.91	2.61
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	1.68	1.69	1.69	1.78	2.36	2.52	2.92
	Benedenstrooms	0.90	1.43	1.25	1.72	2.28	2.47	2.97
Galderse stuw	Bovenstrooms	3.13	2.67	2.56	2.83	3.62	3.79	4.19
	Benedenstrooms	1.79	2.43	2.35	2.59	3.40	3.57	4.00
Oude Trambrug		3.85	4.12	3.99	4.17	4.99	5.18	5.69



Figuur 40: Waterpeil voor verschillende maatgevende situaties van de Duivelsbrug (0 meter) tot de Oude Trambrug (10 km).

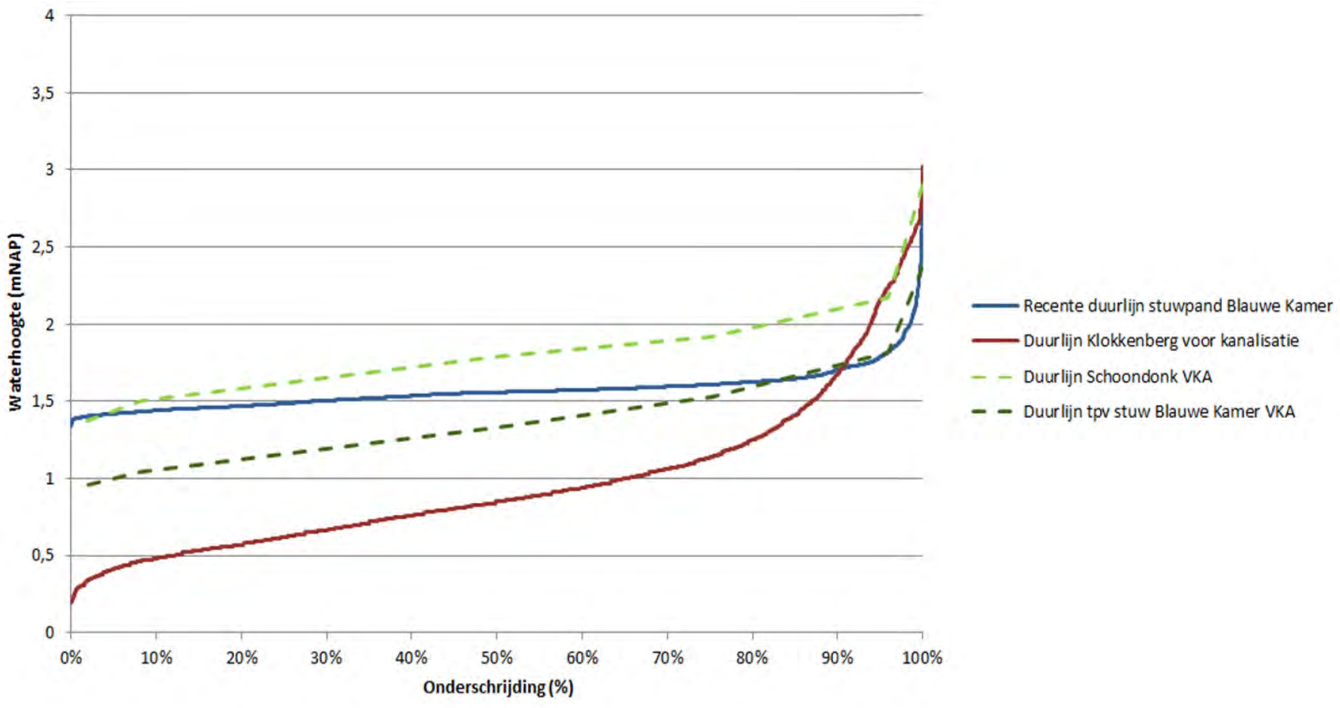
Tabel 8: Berekende verandering van waterpeilen op diverse locaties in de Bovenmark. ZP=Zomerpeil, VJ=Voorjaarspeil, ME=Peil bij mediane afvoer, WP=Winterpeil, T2=Waterstand eens in 2 jaar, T10=Waterstand eens in 10 jaar, T100=Waterstand eens in 100 jaar

Locatie		ZP	VJ	ME	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bieberg	Bovenstrooms	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01
	Benedenstrooms	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	0.08	0.14	0.14	0.23	-0.09	-0.12	-0.11
	Benedenstrooms	0.05	0.55	0.39	0.76	0.46	0.34	0.16
Galderse stuw	Bovenstrooms	0.58	0.15	0.06	0.33	0.36	0.30	0.28
	Benedenstrooms	0.19	0.84	0.79	0.88	0.59	0.50	0.45
Oude Trambrug		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

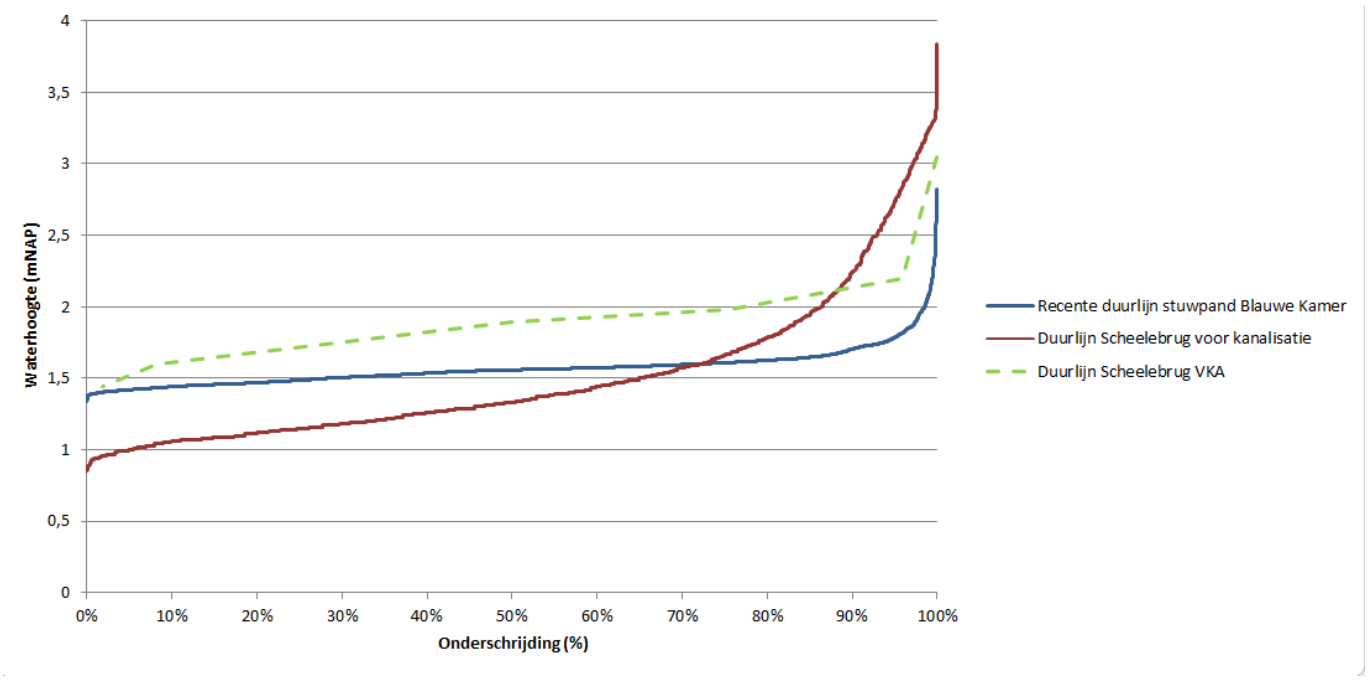
Voor de kanalisatie waren er peilschalen aanwezig in de Bovenmark ter hoogte van de Scheele brug en het Klokkenberg complex (exacte locatie onbekend). Bij de Scheelebrug zijn dagelijks waterpeilen gemeten in de periode 1952-1966 en bij de Klokkenberg was dit van 1962-1971. Deze meetreeksen zijn in de vorm van een duurlijn, waarbij de waterstanden zijn gesorteerd van laag naar hoog. De duurlijnen zijn weergegeven in Figuur 41 en Figuur 42.

Bij vergelijking met de huidige duurlijn op die locaties valt op dat de peilfluctuatie voor kanalisatie veel groter was dan na kanalisatie. Voor de kanalisatie lag het waterpeil bij Scheelebrug gedurende ca. 70% van de tijd lager dan de huidige waterstand en zakte het waterpeil 's zomers tot 0,5 meter lager uit. Bij Klokkenberg lag het waterpeil vroeger gedurende 90% van de tijd lager dan de huidige waterstand en zakte het waterpeil 's zomers tot 1 meter lager uit.

Om een vergelijking met de geplande waterstanden te kunnen maken, zijn ook duurlijnen van het VKA opgenomen in de figuren. Er is een duurlijn weergegeven van de geplande waterstand ter plaatse van de stuw Blauwe Kamer. Daar is de peildaling ten opzichte van de huidige situatie maximaal. Het toekomstig waterpeil ligt ca. 80% van de tijd en tot ca. 0,5 meter lager dan de huidige situatie, maar ligt ca. 90% van de tijd en tot ca. 0,5 meter hoger dan het historisch waterpeil. De duurlijn van het VKA bij Schoondonk ligt jaarrond hoger dan de huidige waterstand. Ook bij vergelijking van de duurlijnen bij de Scheele brug blijkt dat de geplande waterstand jaarrond hoger ligt dan de huidige waterstand en dat deze gedurende 85% van de tijd en tot ca. 0,5 meter hoger ligt dan het historische waterpeil.



Figuur 41: Duurlijnen van de waterstand bij Klokkenberg/Schoondonck



Figuur 42: Duurlijnen van de waterstand bij Scheelebrug

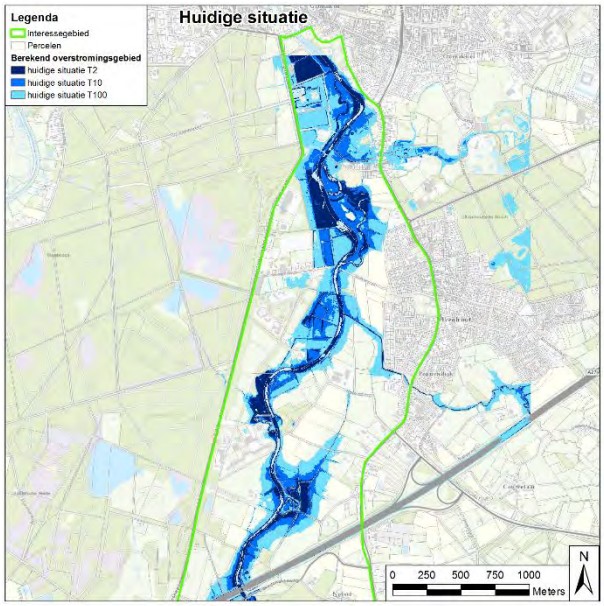
Het VKA veroorzaakt dus in delen van het Markdal gedurende delen van het jaar een peildaling ten opzichte van de huidige waterpeilen, maar betekent gedurende de grootste tijd van het jaar een peilverhoging ten opzichte van de historische gemeten waterstanden.

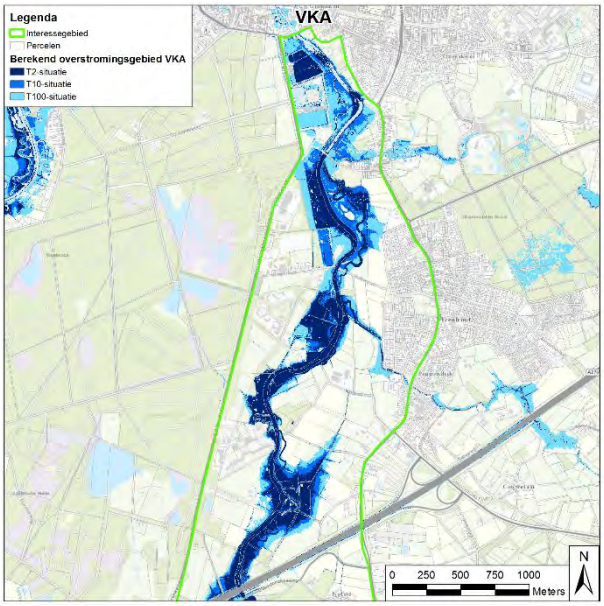
4.4.2 Drooglegging en inundaties

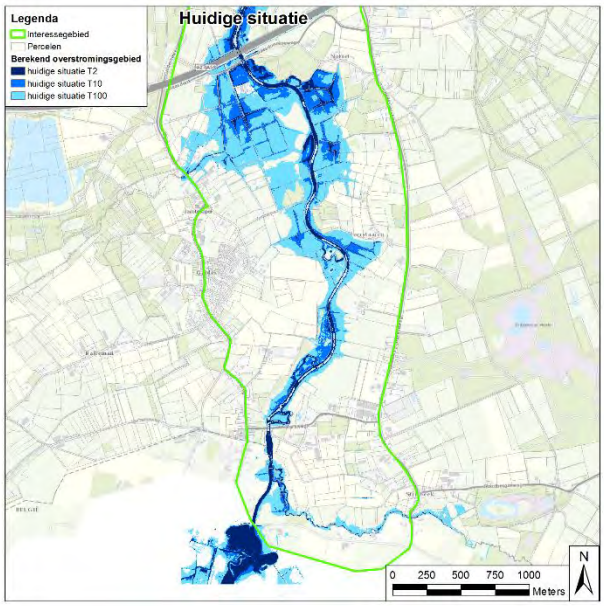
De extreme afvoeren (T2, T10 en T100) zijn samengevat in een overstromingskaart, weergegeven in Figuur 43 en Figuur 44. Bij deze berekeningen is het effect van het waterbergingsgebied bij Koekelenberg, de optimalisatie en inzet van stuw Bieberg en de inzet van Markstuw Galder niet opgenomen. De aanleg van het waterbergingsgebied bij Koekelenberg zorgt ervoor dat de laagte van Koekelenberg minder frequent inundeert. Door optimalisatie van de stuw Bieberg en de inzet van beide stuwen zal het inundatiegebied bij T100 bovenstrooms van deze stuwen groter worden.

Tussen Reeptiend en Breda neemt het inunderend oppervlak wat af en is minder frequent sprake van inundatie. Bij de Blauwe kamer neemt ook het inunderend oppervlak bij een T100-situatie enigszins af, echter het deel dat inundeert gaat vaker inunderen. Dit geldt voor het hele traject van Reeptiend tot de Belgische grens. Dit betekent dat er bij de kleinere herhalingstijden een groter deel van het beekdal overstroomt. Voor wat betreft de T100 situatie wijzigt het inunderende oppervlak niet of nauwelijks. Dit komt overeen met de bevindingen uit de vorige paragraaf waarin de peilen zijn besproken.

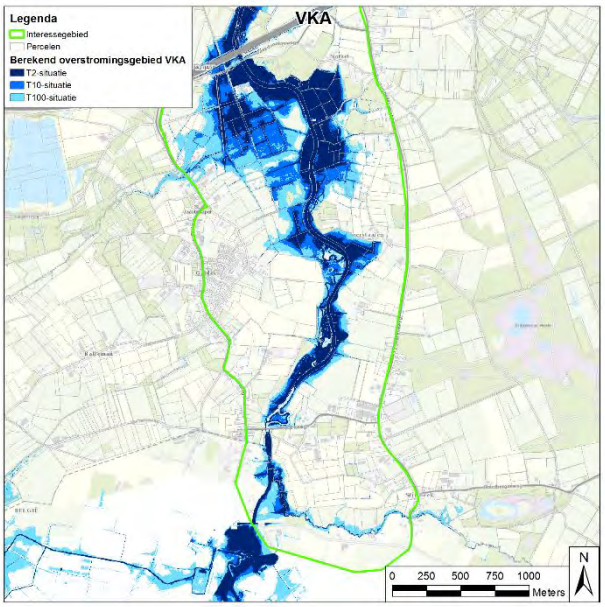
De verandering van de waterstand in hoog afvoer situaties is dus het grootst bij meer frequente gebeurtenissen (T2 en T10), oftewel het beekdal overstroomt in de toekomst vaker en over grotere oppervlaktes dan in de huidige situatie. Bij zeer extreme gebeurtenissen (T100) is de verandering in inunderend areaal beperkt.





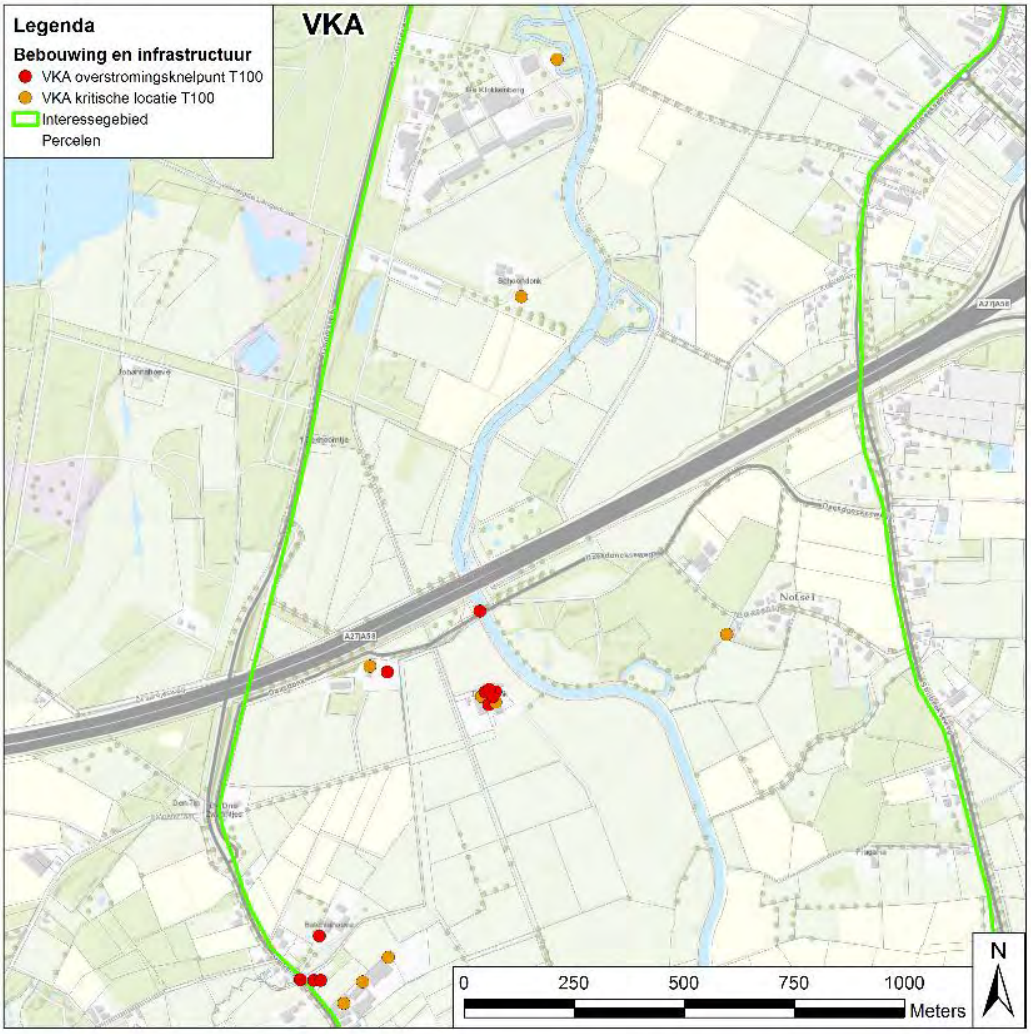


Figuur 43: Inundaties huidige situatie



Figuur 44: Inundaties VKA.

Wateroverlast of schade kan optreden wanneer de Bovenmark buiten zijn oevers treedt. Daarom is van alle bebouwing en wegen rond het Markdal bekeken of er inundatie optreedt bij een zeer extreme afvoer (T100). Als gevolg van het Voorkeursalternatief neemt het aantal overstromingsknelpunten bij zeer extreme afvoer (T100) toe van 4 naar 11. Zonder hoogwaterbeschermingsmaatregelen overstromen er naast de huidige knelpuntlocaties meerdere gebouwen aan de Daasdonckseweg, de Scheelebrug en een schuur aan de Galderseweg. Verder neemt het aantal kritische locaties in het Markdal, waar bebouwing minder dan 20 cm drooglegging kent bij een T100-afvoer, toe van 5 naar 10. In Figuur 45 zijn de knelpunten rondom de bebouwing en infrastructuur op kaart weergegeven.



Figuur 45: Knelpunten wateroverlast VKA

4.4.3 Hoogwater Breda

Peilverhoging van extreme hoogwatersituaties in Breda, als gevolg van de herinrichting van het Markdal, is voor het waterschap en de gemeente Breda niet acceptabel. Door de nieuwe inrichting overstroomt het Markdal eerder en vaker. Het Markdal is hierdoor al gedeeltelijk gevuld op het moment van een extreme hoogwatergolf (T100), waardoor er minder waterberging in het beekdal overblijft en de piekafvoer richting Breda enigszins verhoogd wordt.

De verhoging in Breda wordt in het VKA voorkomen door de Markstuw Galder te handhaven en op het moment van een piekafvoer de stuw op te zetten. De overige tijd zouden deze de functie van vast dam kunnen vervullen of plat kunnen liggen. Aanvullend wordt de situatie bij stuw Bieberg geoptimaliseerd. Daarnaast is er de mogelijkheid voor het inrichten van waterbergingsgebieden. Hiervoor is de locatie bij de Koekelenberg in het VKA aangewezen. Voor een gestuurde waterberging is een dijkje van circa 1,5 m hoog en een inlaatwerk. Maatregelen om de hoogwaterbescherming van breda te waarborgen moeten in een later stadium nog nader worden uitgewerkt

4.4.4 Stroomsnelheden

Een voldoende hoge stroomsnelheid is een belangrijke randvoorwaarde voor het kunnen halen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water. Het Voorkeursalternatief verzorgt een voldoende hoge stroomsnelheid over een lengte van ca. 1,8 km, een kansrijke stroomsnelheid over een lengte van ca. 5,8 km en een onvoldoende stroomsnelheid over een lengte van ca. 2,2 km van de Boven Mark.
Door het aanleggen van meanders en dammen en het verdelen van het stuwverval van stuw Blauwe Kamer en Markstuw Galder wordt de stroomsnelheid van het water over grote lengtes van de (nieuwe) Bovenmark verhoogd in de zomer en het voorjaar. De stroomsnelheid voldoet gedurende het grootste deel van het jaar vanuit het oogpunt van de aquatische ecologie (zie Tabel 9). Enkel in de zomer voldoet deze op veel trajecten niet. Ecologisch zijn juist de zomerwaarden het meest relevant. De watertemperatuur is dan het hoogst en dan kunnen de zuurstofconcentraties het laagst liggen. Kritische beeksoorten gedijen hier niet bij. Er zijn dus enkele trajecten die ongeschikt blijven. Echter het grootste deel van de Bovenmark scoort in het VKA beter ten opzichte van de huidige situatie. Bij hoogwater afvoersituaties wordt de stroomsnelheid in de meanders over het algemeen verlaagd ten opzichte van de huidige situatie. Daardoor verkleint de kans op het wegspoelen van vis en macrofauna (waterinsecten, slakjes, e.d.).

Tabel 9: Gemiddelde stroomsnelheden in m/s voor verschillende deeltrajecten, in een zomer, voorjaars en hoogwater afvoersituatie (T2), zie figuur-42 voor de trajecten.

Deeltraject[11]	Lengte [km]	Zomer VKA	Zomer huidig	Voorjaar VKA	Voorjaar huidig	T2 VKA	T2 huidig
1. Meander Markweg	0,4	0.02	0.015	0.07	0.07	0.30	0.4
2. Meander Kersel-Hoogedonk	1,2	0.17	0.13	0.19	0.43	0.39	0.6
3. Meanders rond moeras	0,8	0.16	0.017	0.21	0.08	0.22	0.55
4. Meanders Markstuw Galder	1,0	0.22	0.017	0.32	0.08	0.45	0.55
5. Gekanaliseerd Notsel	0,2	0.05	0.05	0.14	0.1	0.24	0.53
6. Meanders Notsel	0,8	0.20	0.02	0.30	0.06	0.35	0.53
7. Gekanaliseerd snelweg A58	0,3	0.03	0.02	0.11	0.06	0.63	0.55
8. Meanders Schoondonk	1,5	0.18	0.03	0.15	0.1	0.22	0.57
9. Meander Klokkenberg	0,5	0.16	0.04	0.28	0.22	0.24	0.47
10. Meanders Blauwe Kamer	1,5	0.15	0.02	0.34	0.1	0.52	0.6
11. Meander Sulkerpad	0,3	0.14	0.02	0.40	0.09	0.58	0.59
12. Chaamse Beek	0,4	0.03	0.03	0.15	0.4	0.35	0.6
13. Meander Oudhof en Bieberg	1,3	0.05	0.03	0.18	0.36	0.30	0.58

Vanuit het oogpunt van de KRW zijn de meanders langs de hoogwatergeulen, zoals de trajecten vanaf de meander bij Galder tot de laagte bij Notsel, het meest interessant. De stroomsnelheden gedurende het jaar zijn relatief constant tussen 15 en 30 cm/s. Dit zijn overigens gemiddelde stroomsnelheden over de gehele breedte van het stroomprofiel. In de praktijk zal de stroomsnelheid in buitenbochten wat hoger liggen en in binnenbochten wat lager. Op het moment dat er watervegetatie in de Bovenmark gaat groeien, zal deze ook bijdragen aan meer stromingsdiversiteit. Gedurende het groeiseizoen kan tussen de vegetatie een stroomdraad ontstaan met hogere stroomsnelheden. Bij stroomsnelheden tot 30 cm/s is weinig tot geen oevererosie te verwachten, zeker op de locaties waar relatief veel leem in de ondergrond voorkomt en de Bovenmark zich historisch gezien al heel lang niet meer verlegd heeft. De morfologie en de daaraan gerelateerde habitatdiversiteit zal daarmee niet of beperkt toenemen.

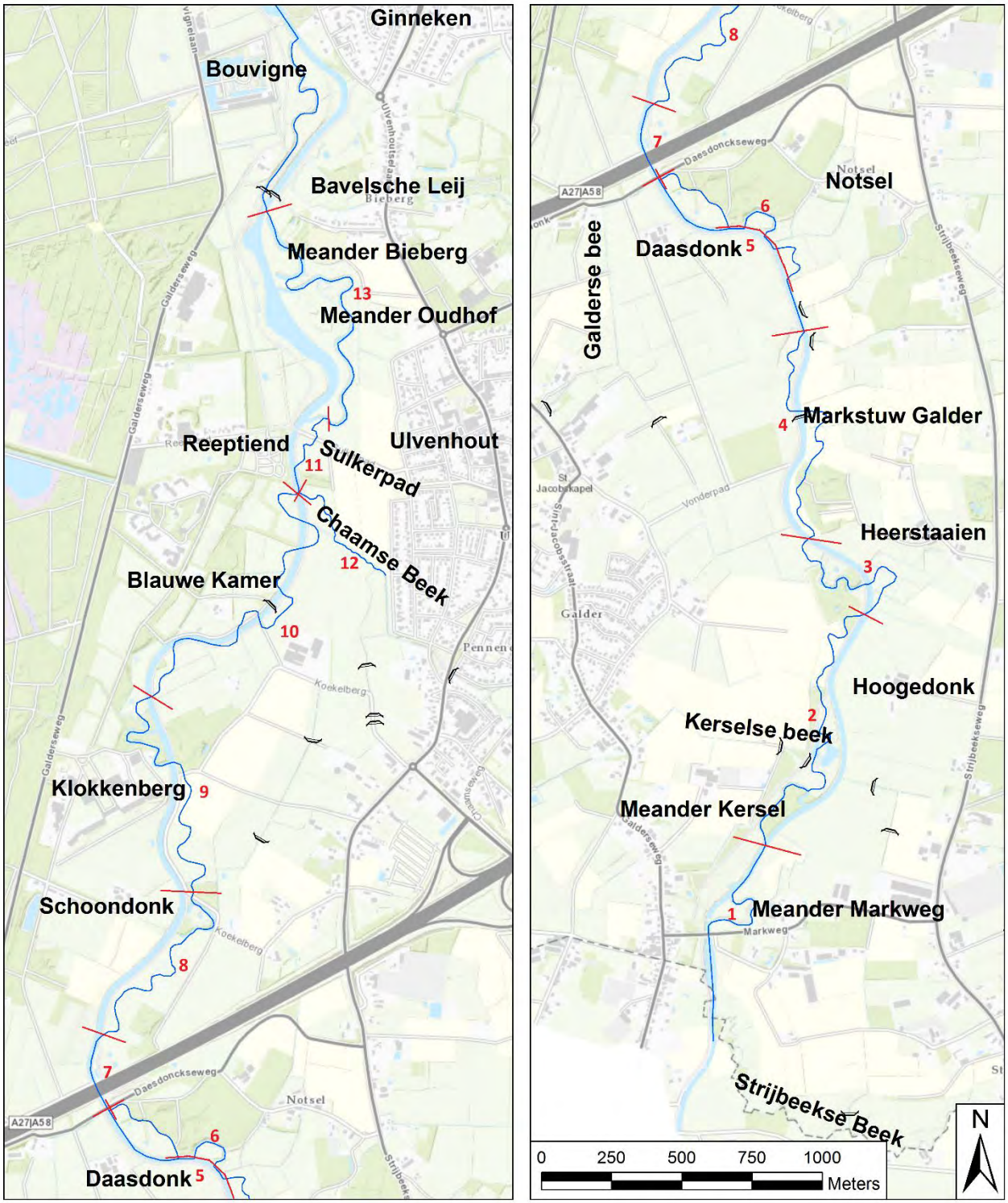
De meanders bij de Blauwe Kamer zijn zeker ook interessant vanuit het oogpunt van de KRW. De stroomsnelheid bij hoogwater afvoersituaties ligt met 50 cm/s wat aan de hoge kant. Dit kan gecompenseerd worden met het inbrengen van schuilmogelijkheden en luwten, bijvoorbeeld door het inbrengen van beekhout. Daarnaast moet bij deze stroomsnelheden opgelet worden voor overmatige oevererosie, zeker op de trajecten waar de bestaande Bovenmark is aangevuld met grond. Deze grond is nog niet gezet en is daardoor gevoelig voor erosie. Ook hier moet gedacht worden aan maatregelen als het inbrengen van

[11] N.B. Als gevolg van het ontwerp zijn de benamingen van de meanders ten opzichte van de huidige situatie in een aantal gevallen gewijzigd.

beekhout of het gebruik van jute of kokosdoek. Het gebruik van beschoeiingshout of breuksteen voor oeverbescherming is ecologisch gezien niet gewenst.

Op de trajecten die gehandhaafd cq. gekanaliseerd blijven, blijft de stroomsnelheid over het algemeen matig tot onvoldoende. Deze trajecten vormen slechts een beperkt aandeel van de totale lengte van de in te richten Bovenmark, waardoor de KRW-doelstelling, voor wat betreft de stroomsnelheden, wel binnen handbereik komt. Het verdient echter wel de aanbeveling om ook de andere parameters voor de KRW, zoals de waterkwaliteit te beschouwen.

In de hoogwatergeulen ontbreekt het gedurende een grootdeel van het jaar aan stroomsnelheid. Deze trajecten zullen net als in de huidige situatie vooral gedomineerd worden door (vis)soorten van stilstaand water.



Figuur 46: Locaties van de trajecten waarvoor de stroomsnelheid is bepaald in het VKA

4.4.1 Hydromorfologische ontwikkeling

De geulvormende afvoer en het verhang zijn de belangrijkste parameters voor de hydromorfologische ontwikkeling. Deze gegevens zijn uit het oppervlaktewatermodel gehaald voor de Voorkeursvariant. Op basis van deze gegevens is het mogelijk om een 'gewenste' geulbreedte en diepte te bepalen.
De geulbreedte en diepte is voor een vijftiental trajecten vergeleken met de gewenste geulbreedte. De gehanteerde trajecten komen overeen met Figuur 46, waarbij aanvullend nog een onderscheid is gemaakt voor de meanders bij Notsel, waarin de eerste meander de meest bovenstroomse meander betreft en de derde de meest benedenstroomse meander bij Notsel. Het ontwerp komt qua geulbreedte goed overeen met de gewenste geulbreedte die voortkomt uit de formules die staan vermeld in het Handboek geomorfologisch beekherstel [12]. Voor het bepalen van de hydromorfologische ontwikkeling hanteert het handboek een onderscheid in coëfficiënten voor een zandige en lemige oever. De ontworpen geulbreedte begeeft zich daartussenin, passend bij het lemige zand wat voorkomt in het beekdal van de Bovenmark.

Tabel 10 Geulvormende afvoer en bodembreedte ontwerp en gewenste geulbreedte

Traject	Geulvormende afvoer [m^3/s]	Ontwerp insteekbreedte	Geulbreedte* (a = 5,62 = zand)	Geulbreedte* (a = 4 = leem)
1. Meander Markweg	15.3	20m	**22.0m**	**15.6m**
2. Meander Kersel-Hoogedonk	4.5	10m	**11.9m**	**8.5m**
3. Meanders rond moeras	2.8125	10m	**9.4m**	**6.7m**
4. Meanders Markstuw Galder	3.75	8m	**10.9m**	**7.7m**
5. Gekanaliseerd Notsel	25.5	28m	**28.4m**	**20.2m**
6. Meander Notsel1	3.075	8m	**9.9m**	**7.0m**
7. Meander Notsel2	3.75	8m	**10.9m**	**7.7m**
8. Meander Notsel3	3.375	8m	**10.3m**	**7.3m**
9. Gekanaliseerd snelweg A58	25.875	25m	**28.6m**	**20.3m**
10. Meanders Schoondonk	2.625	10m	**9.1m**	**6.5m**
11. Meander Klokkenberg	9.15	14m	**17.0m**	**12.1m**
12. Meanders Blauwe Kamer	7.875	14m	**15.8m**	**11.2m**
13. Meander Sulkerpad	5.625	10m	**13.3m**	**9.5m**
14. Chaamse Beek	2.25	6m	**8.4m**	**6.0m**
15. Meander Oudhof en Bieberg	5.625	18m	**13.3m**	**9.5m**

[12] Makaske, B. & G. Maas (2015). Handboek geomorfologisch beekherstel. Stowa

De ontworpen geuldiepte is over een groot deel van de trajecten een meter dieper dan de berekende geuldiepte conform het handboek. Dit verschil kan niet verklaard worden voor de coëfficiënten voor een lemige of zandige oever, omdat het verschil tussen de coëfficiënten beperkt is. De grotere geuldiepte is echter wel te verklaren. In het ontwerp is ervoor gekozen om een grotere geuldiepte te hanteren, zodat het peilverloop van de Bovenmark beter aansluit bij de huidige gestuwde situatie. Hierdoor ondervinden de agrarische- en infrastructurele functies geen onnodige hinder.

Traject	Ontwerp geul diepte	Geuldiepte* (c = 0,58 = leem)	Geuldiepte* (c = 0,54 = zand)
1. Meander Markweg	**4.67m**	**1.7**	**1.6**
2. Meander Kersel-Hoogedonk	**2.00m**	**1.1**	**1.0**
3. Meanders rond moeras	**2.00m**	**0.9**	**0.8**
4. Meanders Markstuw Galder	**2.00m**	**1.0**	**0.9**
5. Gekanaliseerd Notsel	**3.00m**	**2.1**	**2.0**
6. Meander Notsel1	**2.00m**	**0.9**	**0.8**
7. Meander Notsel2	**2.00m**	**1.0**	**0.9**
8. Meander Notsel3	**2.00m**	**0.9**	**0.9**
9. Gekanaliseerd snelweg A58	**2.25m**	**2.1**	**2.0**
10. Meanders Schoondonk	**2.00m**	**0.9**	**0.8**
11. Meander Klokkenberg	**1.00m**	**1.4**	**1.3**
12. Meanders Blauwe Kamer	**1.00m**	**1.3**	**1.2**
13. Meander Sulkerpad	**2.00m**	**1.2**	**1.1**
14. Chaamse Beek	**1.00m**	**0.8**	**0.7**
15. Meander Oudhof en Bieberg	**3.33m**	**1.2**	**1.1**

Het ontworpen voorkeursalternatief heeft een stabiele ligging. Conform de formules van het handboek wordt niet verwacht dat de beek zich in de loop van de jaren sterk zal verplaatsen. Conform het handboek zou een natuurlijke Bovenmark een ondieper voorkomen hebben, ook bij die ondiepere geul is er echter sprake van een beek met een stabiele kronkelende loop, zonder actieve verplaatsing of afsnijding van meanders. Dit komt overeen met het historische kaart waarop te zien is dat de Bovenmark in de loop van de honderden jaren nagenoeg hetzelfde verloop heeft gekend.

De mate van sedimentatie hangt samen met de stroomsnelheid. Een vuistregel die voor de bezinking van slib wordt gehanteerd is circa 30 cm/s. De berekende mediane stroomsnelheid in de Bovenmark ligt om en nabij de 20 tot 30 cm/s. Dat betekent dat jaarlijks gedurende een 6 maanden sedimentatie van fijner materiaal plaats vindt. In de stroomdraad is de verwachting dat de zandige fractie sedimenteert en in de oeverzones slibbig materiaal. Verwacht wordt dat (een deel van) het gesedimenteerde materiaal de andere 6 maanden als gevolg van hogere stroomsnelheden op wervelt en mogelijkerwijs tot afvoer komt.

Ter plaatse van het verdiepte profiel bij de A58 zal door het ruimere profiel een lagere stroomsnelheid optreden. Door de lagere stroomsnelheid zal gedurende het hele jaar sedimentatie plaatsvinden. Om het verdiepte profiel in stand te houden zal dit gemonitord moeten worden van tijd tot tijd weer op diepte moeten worden gebracht.

In natuurlijke beeksystemen vindt een continue afvoer plaats van sediment. Bovenstrooms is er met name grof sediment aanwezig en verder benedenstrooms wordt het sediment fijner. Een zandvang vangt allereerst de grofste fractie af, welke daarmee aan het systeem onttrokken wordt. Met als resultaat dat benedenstrooms de zandvang de fijnere fractie domineert. Voor een meer natuurlijk verloop in sediment in de Bovenmark verdient de bestaande zandvang bij de Belgische grens en de verdiepte ligging van het profiel nabij de kruising van de A58 nadere aandacht.

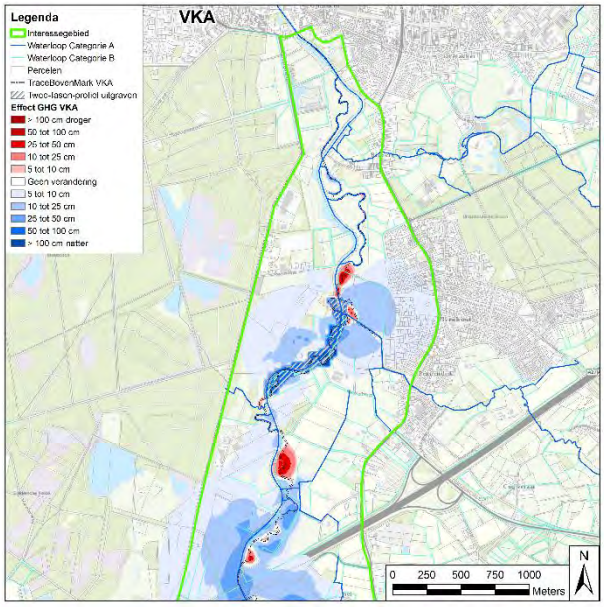
4.5 Grondwater

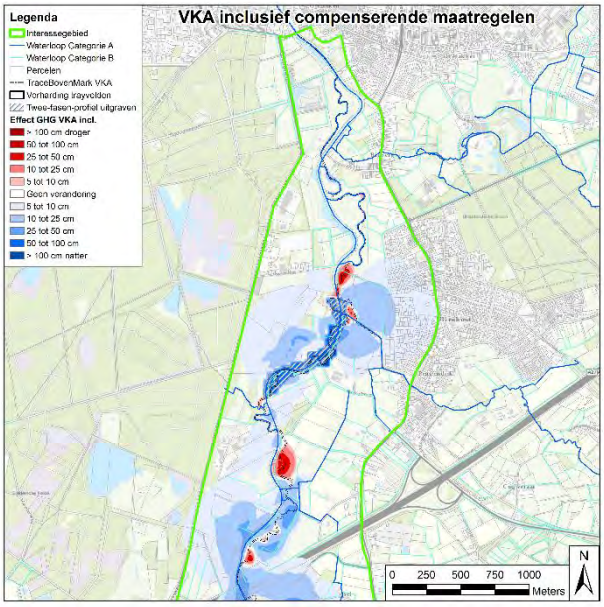
4.5.1 GxG

Over vrijwel het gehele Markdal resulteert de herinrichting van de Bovenmark tot een verhoging van de wintergrondwaterstand. Op enkele plekken waar de beek enkele tientallen meters van de huidige loop af komt te liggen wordt lokaal de grondwaterstand verlaagd. De veranderingen zijn weergegeven in Figuur 47 en Figuur 48. De grootste verhoging van de grondwaterstand vindt plaats in het zuidelijk deel van het beekdal, hier kan de GHG tussen de 25 en 50 cm toenemen, lokaal tot 100 cm. In het noordelijk deel is het effect minder groot, maar lokaal wel tussen de 25 en 50 cm. De verhoging van de grondwaterstand zorgt in het zuidelijk deel tot een groot areaal waar de GHG aan maaiveld komt (0 tot 20 cm-mv). Over het algemeen wordt de GHG op 0 – 200 meter van de beek 10 tot 40 cm hoger en schuift daarmee veelal 1 GHG-klasse op.

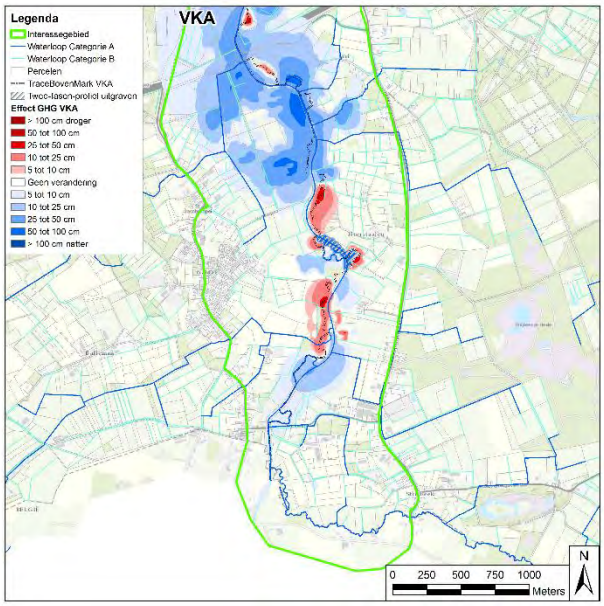
Met compenserende maatregelen (drainage), die veelal in het zuidelijk deel van het beekdal liggen, wordt lokaal de GHG verlaagd tussen de 10 en 25 cm ten opzichte van de huidige situatie. Dit is met name het geval in de laagte van Daasdonk maar ook in de laagte van Notsel en rond de donk van Heerstaaien treedt verlaging van de grondwaterstand op als gevolg van de aanleg van drainage. Met de aanleg van klassieke drainage vindt in deze gebieden “overcompensatie” van de peilopzet op. Daarom wordt in het VKA gebruik gemaakt van peilgestuurde drainage in de laagte van Daasdonk, waarmee het slootpeil zodanig ingesteld kan worden dat gemiddeld genomen de huidige grondwaterstanden niet verlaagd worden en er geen negatief effect op zowel de landbouwpercelen als de naastgelegen natuurpercelen optreedt.

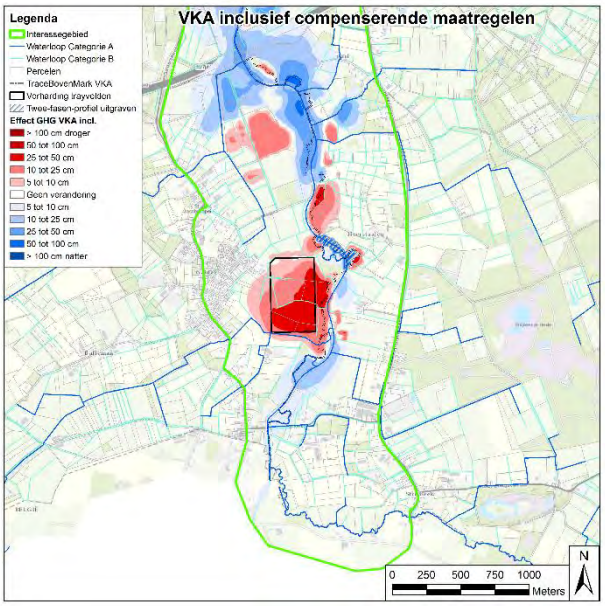
Onder de trayvelden, ten oosten van Galder, treedt een verlaging van de grondwaterstand op als gevolg van het afdekken van de bodem met folie. De infiltratie van het regenwater in het winterhalfjaar middels infiltratiesloten kan de grondwaterstandsdaling als gevolg van het afdekken van de bodem blijkbaar niet compenseren. Het peilverlagend effect op de omgeving (buiten de trayvelden) is echter beperkt. Aan de westzijde van de trayvelden treedt een verlaging op in landbouwgebied. Deze verlaging heeft echter geen verandering van de landbouwopbrengst tot gevolg. Aan de zuidzijde treedt de verlaging hoofdzakelijk op in de EVZ. Door de EVZ in te richten met een moerassige oever en poel kunnen echter toch vochtige tot natte habitats gecreëerd worden. Aan de oostzijde overlapt de peilverlaging door de trayvelden met de peilverlaging door de aanleg van nieuwe meanders. De aanleg van deze nieuwe meanders maakt de aanliggende percelen minder geschikt om bijvoorbeeld vochtig hooiland na te streven. Natuurbeheertypen als struweel, beekbegeleidend bos en kruiden en faunarijk grasland liggen hier eerder voor de hand. De extra grondwaterstandsverlaging als gevolg van de trayvelden doet aan deze potenties niets af.





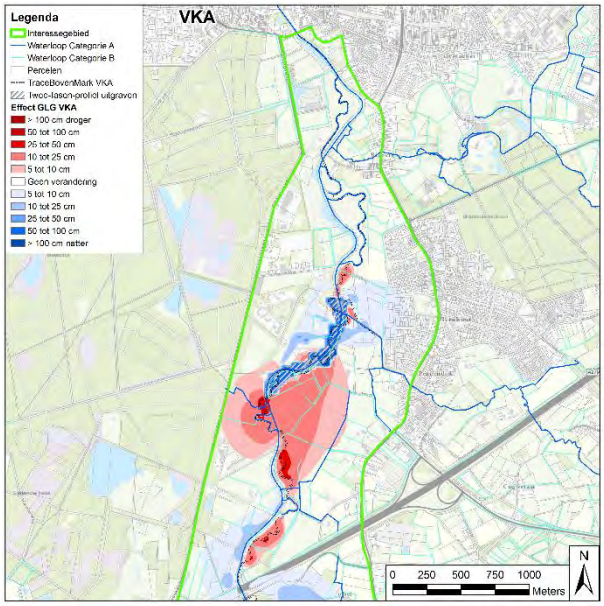
Figuur 47: Verandering van de wintergrondwaterstand (GHG) ten gevolge van het VKA.

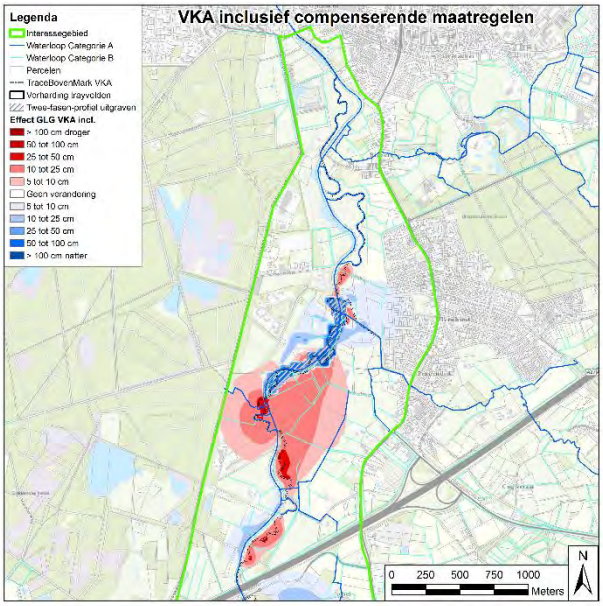


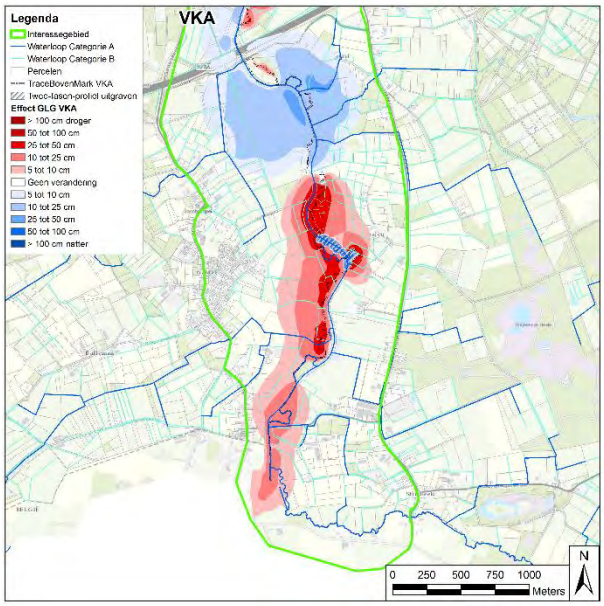


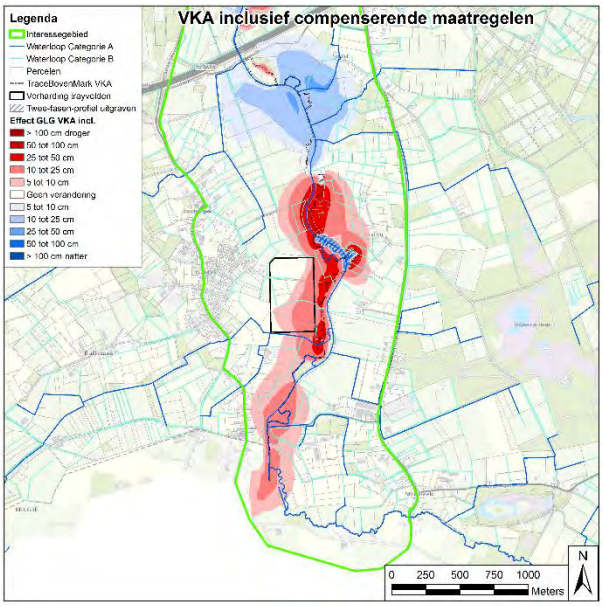
Figuur 48: Verandering van de wintergrondwaterstand (GHG) ten gevolge van het VKA incl. maatregelen.

In de zomersituatie treedt voornamelijk verlaging van de grondwaterstand op, maar ook er zijn ook delen waar er een verhoging van de grondwaterstand is te zien. Dit heeft te maken met het verwijderen van de stuwen waardoor de waterstand verder kan uitzakken. Daarnaast is er ook een verlaging van de grondwaterstand te zien als gevolg van het verleggen van de beek, bijvoorbeeld rond Blauwe Kamer. In Figuur 49 en Figuur 50 zijn de veranderingen weergegeven. De verlaging van de grondwaterstand is duidelijk aanwezig in het beekdal. Dicht op de beek is dat 30 tot 50 cm. De verlaging van de grondwaterstand reikt tot ca. 300 m van de beek en is sterk zichtbaar tussen de Markweg en Notsel en tussen de snelweg en Reeptiend. Verhoging van de grondwaterstand in de zomersituatie treedt vooral op rond Daasdonk en Notsel en in de contreien van de Chaamse Beek en Blauwe Kamer. De verhoging van de grondwaterstand is van een kleinere orde grootte, veelal rond de 10 tot 20 cm. De grondwaterstand schuift door de maatregelen geen tot 1 GLG-klasse op.





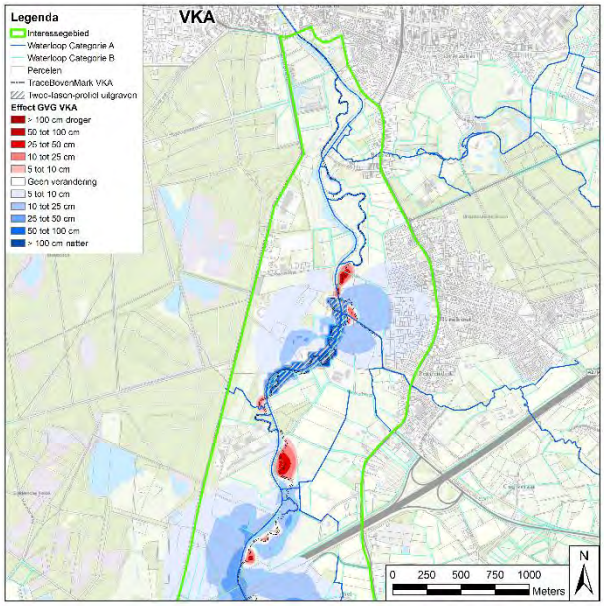


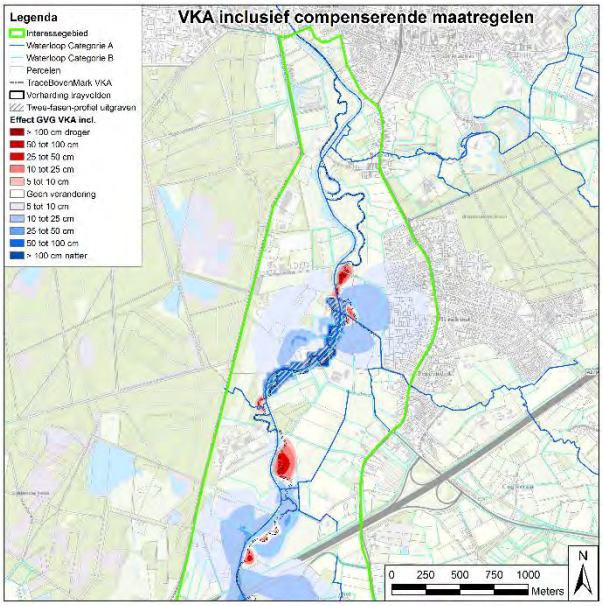


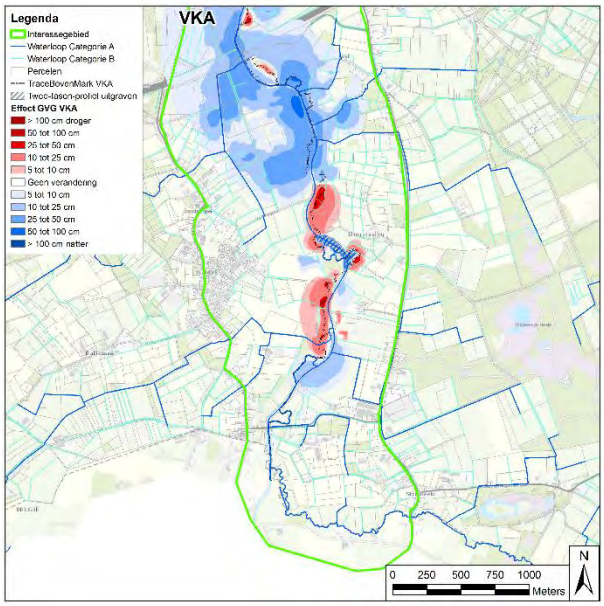
Figuur 49: Verandering van de zomergrondwaterstand (GLG) ten gevolge van het VKA.

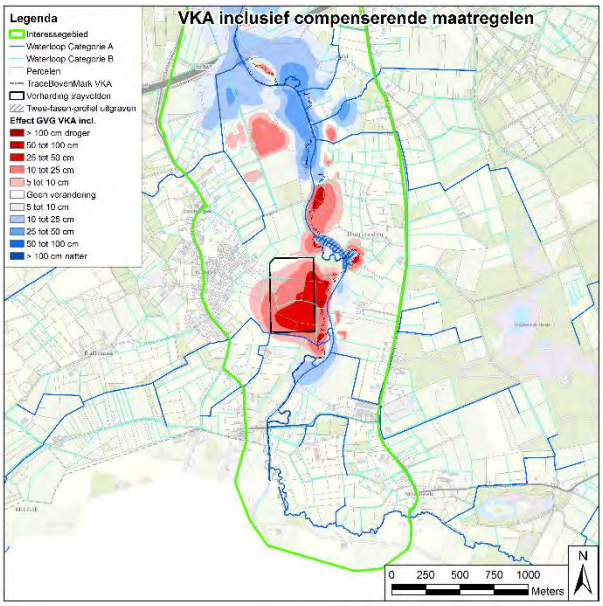
Figuur 50: Verandering van de zomergrondwaterstand (GLG) ten gevolge van het VKA incl. maatregelen.

De verandering van de voorjaarsgrondwaterstand, weergegeven in Figuur 51 en Figuur 52, is vrijwel identiek aan de verandering van de wintersituatie, maar het effect is 10 à 20 % kleiner. Daarmee is het algemene beeld dat de voorjaarsgrondwaterstand sterk stijgt en lokaal daalt. In het zuidelijk deel van het dal staat het grondwater op 1 april in deze situatie vaak nog aan maaiveld (GHG-klasse 0 tot 20 cm).







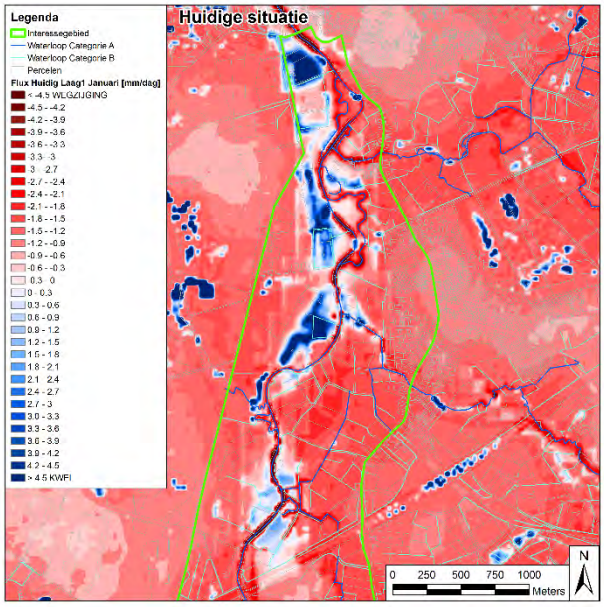


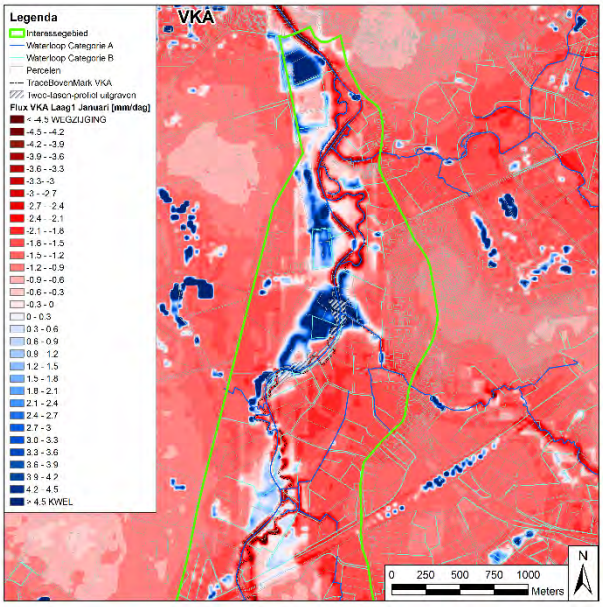
Figuur 51: Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ten gevolge van het VKA.

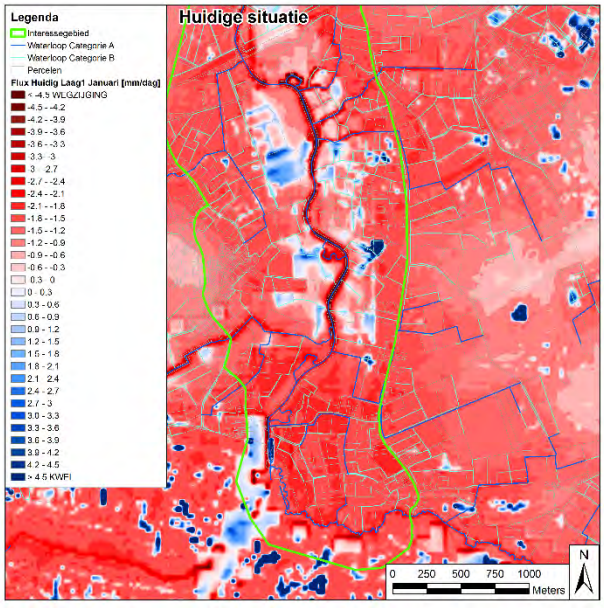
Figuur 52: Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ten gevolge van het VKA. maatregelen.

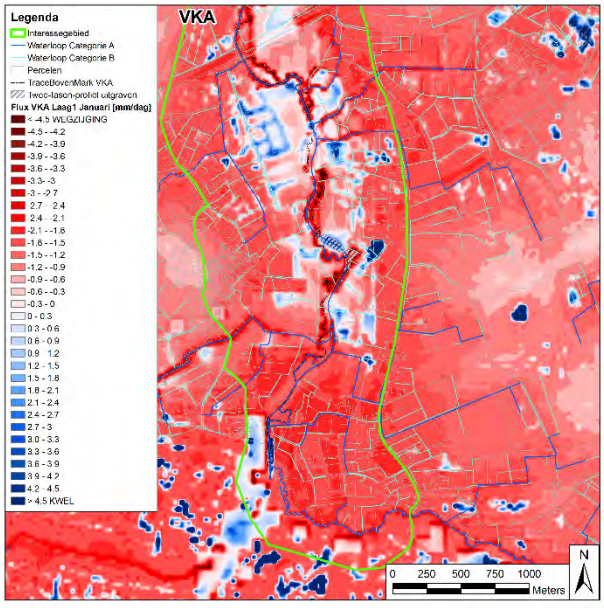
4.5.2 Kwel en infiltratie

In de wintersituatie is op de meeste plekken in het dal sprake van infiltratie. Dit wordt veroorzaakt door het neerslagoverschot in de wintersituatie. Bij de Blauwe Kamer is in de huidige situatie lokaal sprake van kwel, in het VKA (Figuur 53 en Figuur 54) neemt het areaal en de hoeveelheid kwel in deze omgeving toe in de winter. Ook bij Schoondonk, Daasdonk en Notsel neemt het kwel over het algemeen toe.





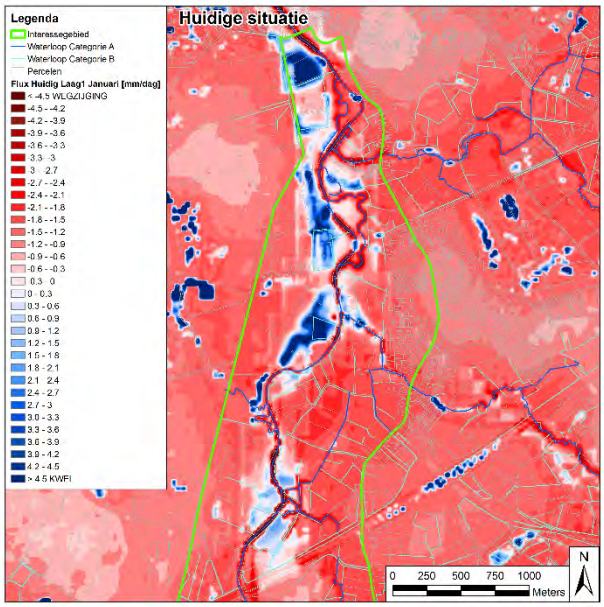


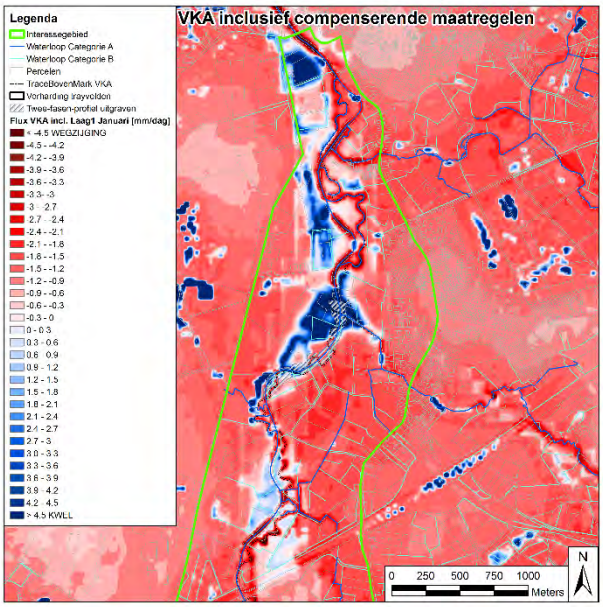


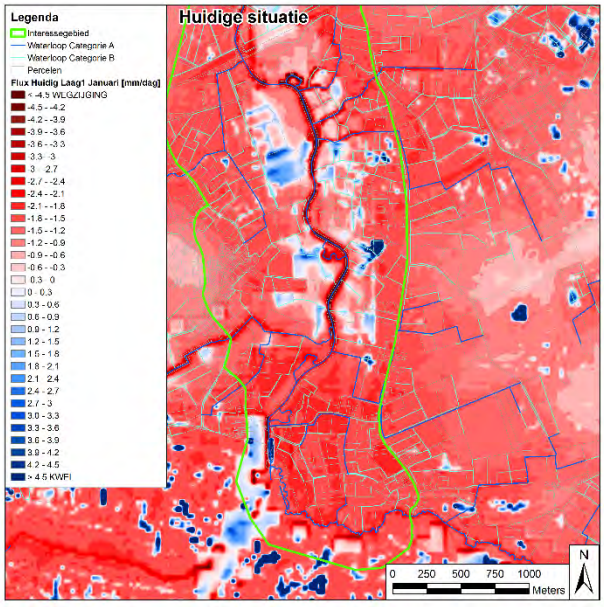
Figuur 53:Huidige kwel en infiltratie in de wintersituatie.

Figuur 54: Kwel en infiltratie in de wintersituatie VKA.

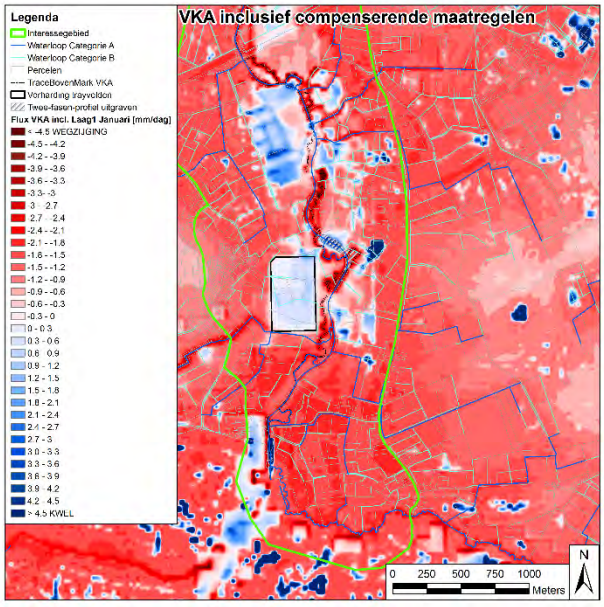
Ten gevolge van mitigerende maatregelen neemt het kwelgebied en de kwelstroom nog extra toe ter hoogte van Daasdonk (Figuur 55 en Figuur 56).





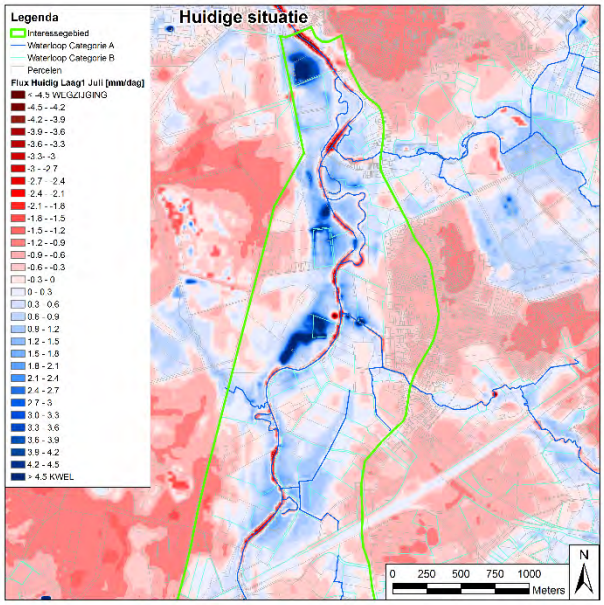


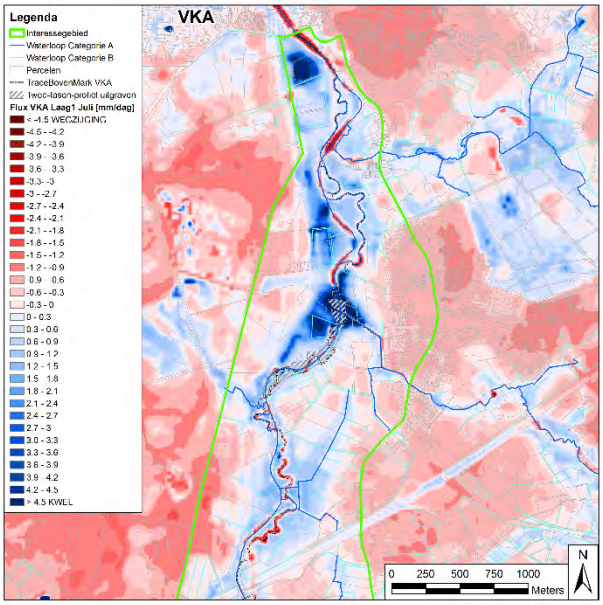
Figuur 55: Huidige kwel en infiltratie in de wintersituatie.

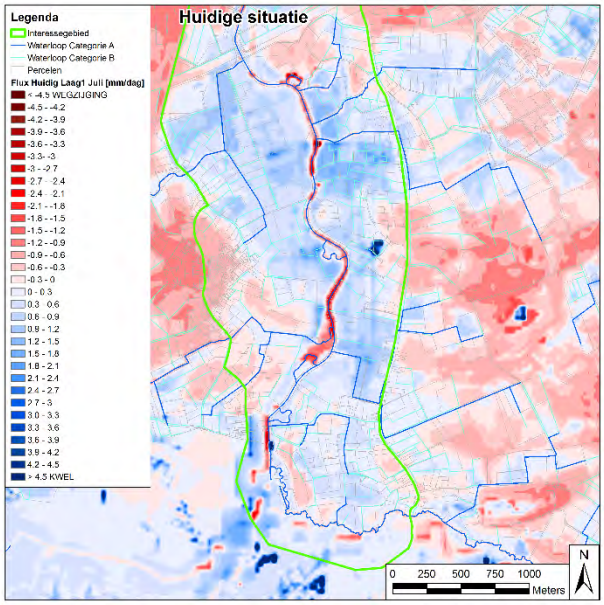


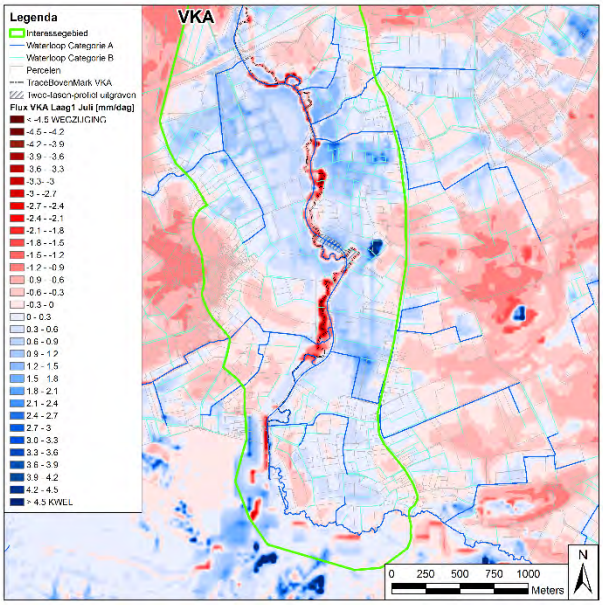
Figuur 56: Kwel en infiltratie in de wintersituatie VKA incl. compenserende maatregelen.

In de zomersituatie is op veel plekken in het dal kwel aanwezig, zowel in de huidige situatie als bij het voorkeursalternatief. Het kwelgebied wordt niet significant groter bij het VKA. Op locaties waar een kwelstroom aanwezig is, neemt de stroming toe. Dit is onder andere het gevolg van een lagere zomerwaterstand van de Bovenmark, die verder uit zakt en deels door het verleggen van de watergang. Het effect is sterk zichtbaar bij Daasdonk en Blauwe Kamer. De kwelgebieden en kwelstroming zijn weergegeven in Figuur 57 en Figuur 58.





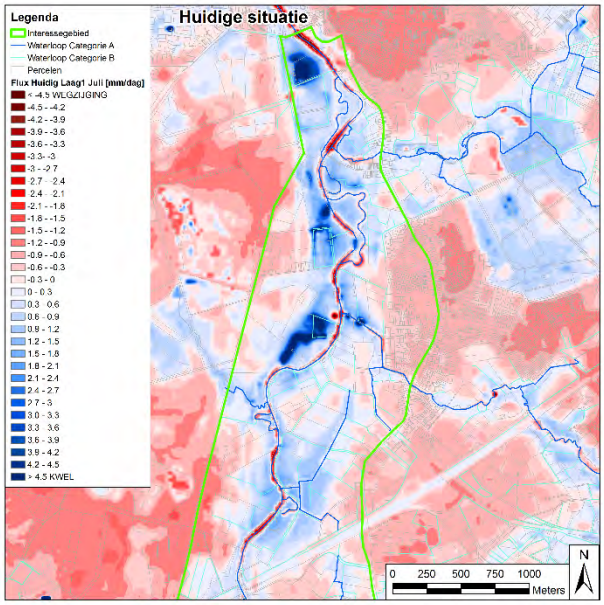


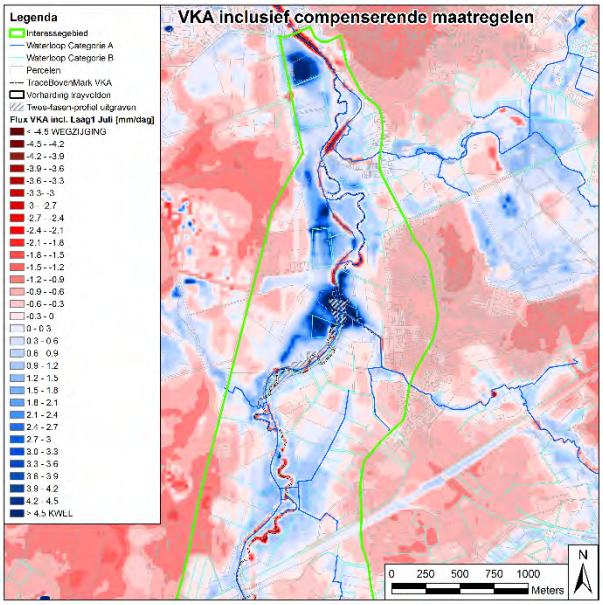


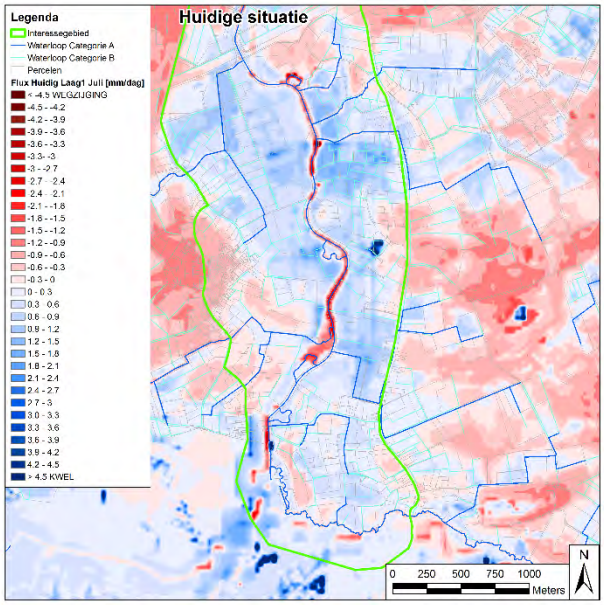
Figuur 57:Huidige kwel en infiltratie in de zomersituatie.

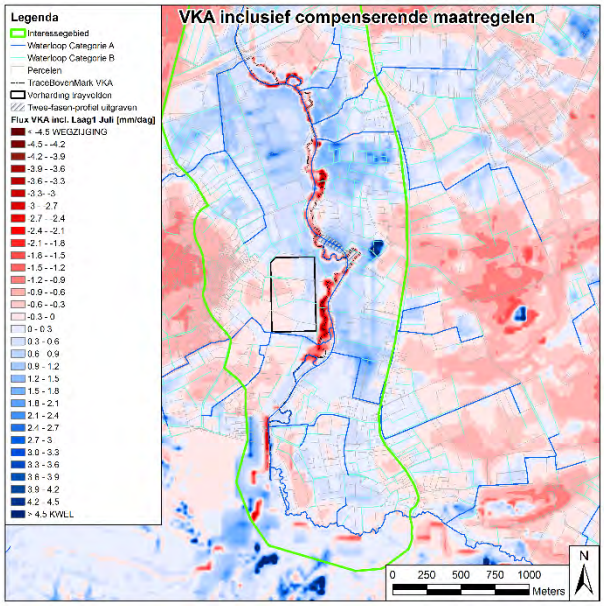
Figuur 58: Kwel en infiltratie in de zomersituatie VKA.

Als gevolg van mitigerende maatregelen neemt de kwelstroom bij Daasdonk toe. Door de drainage wordt de grondwaterstand verlaagd waardoor het drukverschil met het diepere pakket toeneemt. In Figuur 59 en Figuur 60 is kwel en infiltratie weergegeven voor het VKA met mitigerende maatregelen.









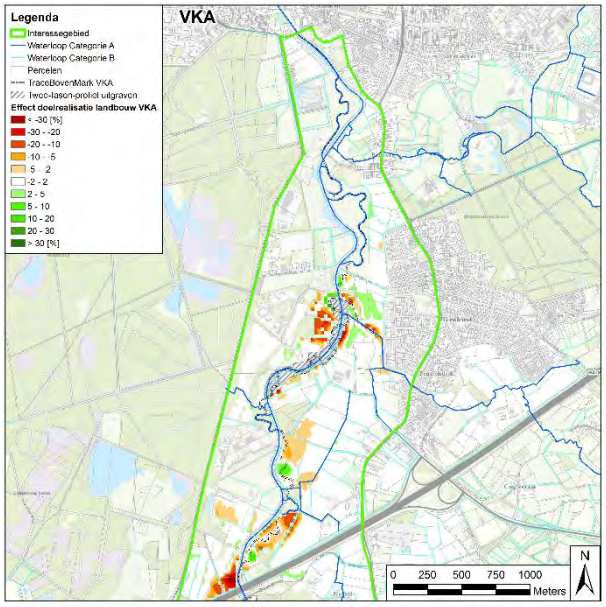
Figuur 59:Huidige kwel en infiltratie in de zomersituatie.

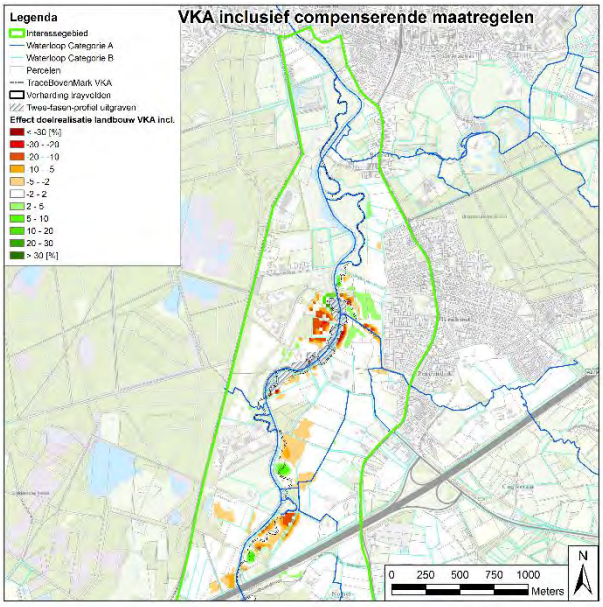
Figuur 60: Kwel en infiltratie in de zomersituatie VKA incl. compenserende maatregelen.

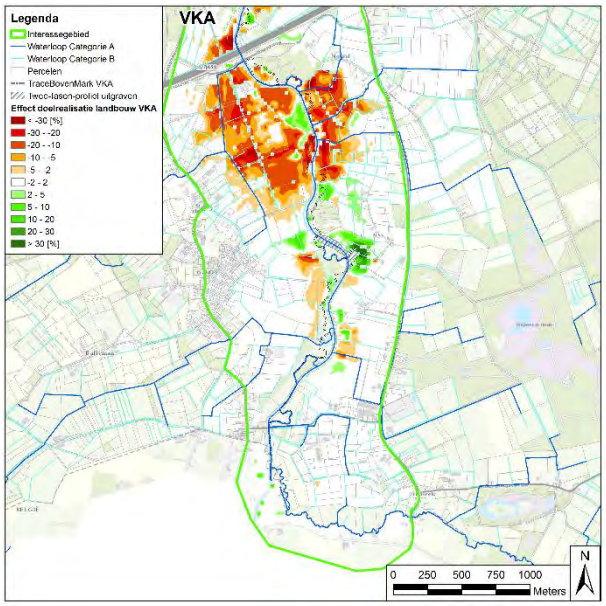
4.6 WATERNOOD-landbouw

Met behulp van het WATERNOOD-instrument is de doelrealisatie en de nat- en droogteschade voor de landbouw berekend voor het VKA met en zonder de compenserende maatregelen. Door de verandering van de winter- en zomergrondwaterstand kan de nat- en droogteschade voor de landbouw toe en/of afnemen. Het effect geeft het verschil aan ten opzichte van de huidige situatie. Het effect op de doelrealisatie is weergegeven in Figuur 61 en Figuur 62.

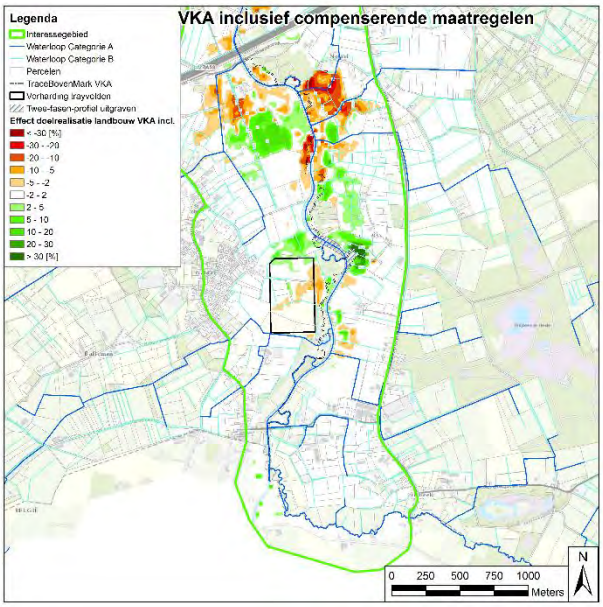
In het noordelijke deel wordt nat- en droogteschade vooral berekend op geplande nieuwe natuur percelen en zal er dus nauwelijks sprake zijn van economische schade. In het zuidelijk deel zijn de effecten aanzienlijk groter. Als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand is er in het VKA een duidelijke verslechtering te zien rondom Daasdonk. Zoals in de beschrijving van de huidige situatie is te lezen, is hier in de huidige situatie al sprake van natschade en een verdere vernatting in dit gebied leidt tot een sterke toename van deze schade. In de variant met de compenserende maatregelen is hier, als gevolg van het aanbrengen van drainage, de grondwaterstand verlaagd. Deels is de grondwaterstand met het aanbrengen van de drainage zo ver verlaagd dat de huidige berekende natschade afneemt, echter is op de noordelijke percelen bij Daasdonk nog enige verslechtering ten opzichte van de huidige situatie zichtbaar. Gemiddeld genomen blijft de gewasopbrengst ongeveer gelijk met de huidige gewasopbrengst, echter neemt het niet weg dat er percelen zijn waar de gewasopbrengsten zullen verminderen. Het verdient dan ook de aanbeveling om de verandering van de landbouwopbrengst uit te werken per agrarisch bedrijf. Daarmee is het mogelijk om de gevolgen per bedrijf met de individuele ondernemers te bespreken en de compenserende maatregelen passend binnen de bedrijfsvoering te maken.





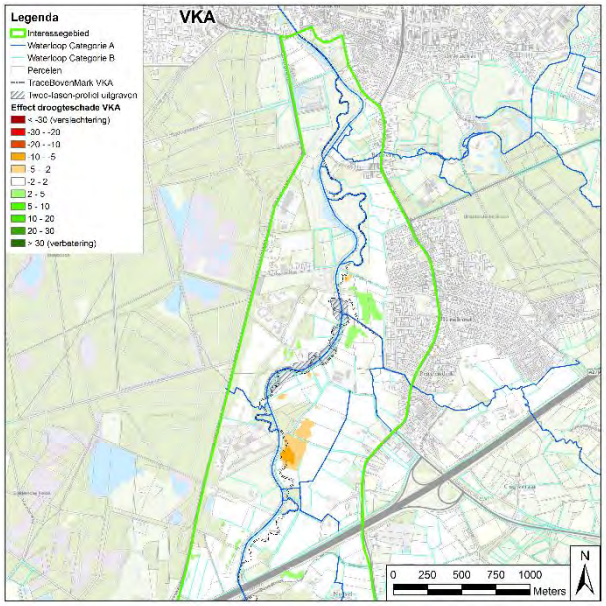


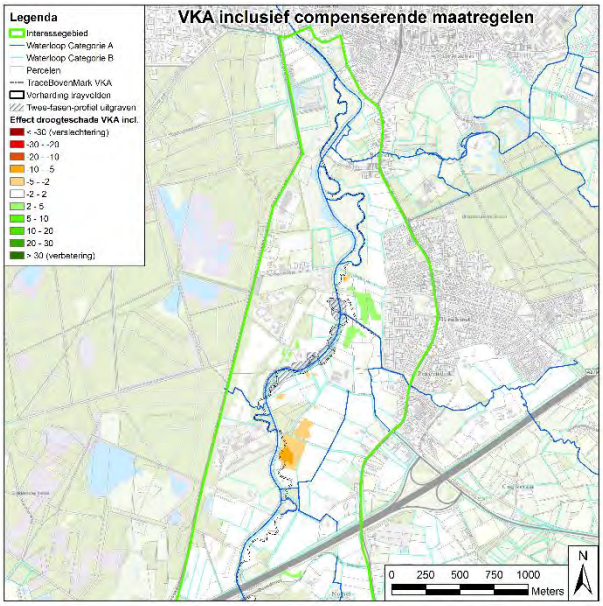
Figuur 61: Effect doelrealisatie landbouw VKA

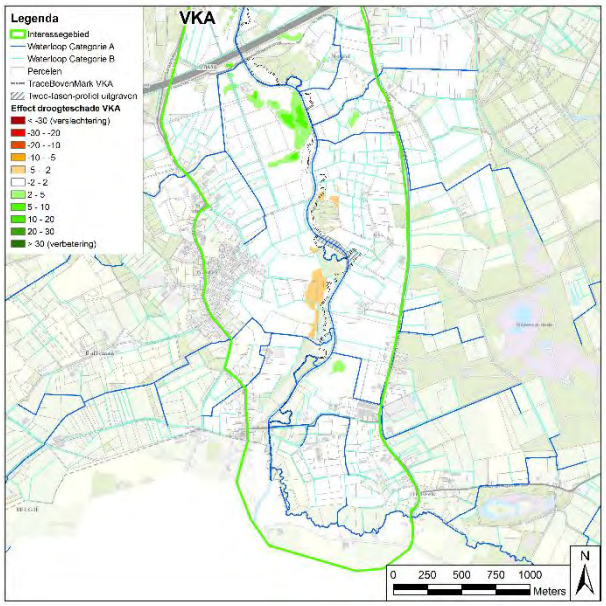


Figuur 62: Effect doelrealisatie landbouw VKA incl. compenserende maatregelen

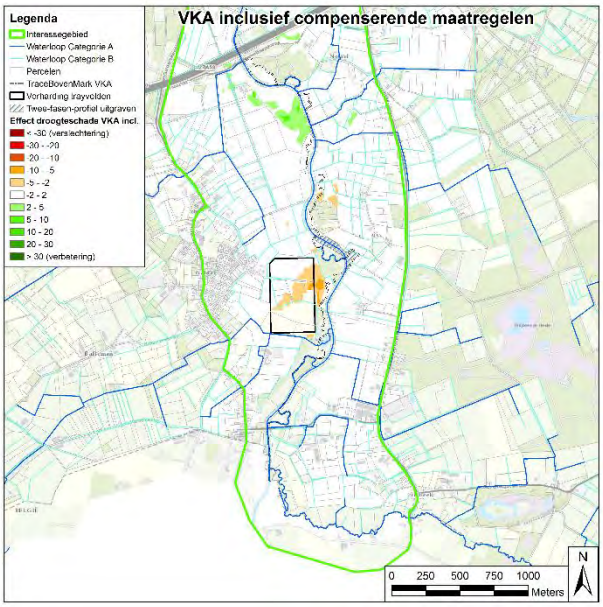
De verandering van de grondwaterstanden werken beperkt door in het effect op de droogteschade. In de onderstaande figuren (Figuur 63 en Figuur 64) is het effect op de droogteschade gepresenteerd. In de hogere delen waar in de huidige situatie droogteschade voorkomt neemt deze af als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand. Echter treedt er pleksgewijs, als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand, ook een toename op van de droogteschade. Ter plaatse van Koekelenberg is de grootste toename van de droogteschade te zien (2-5%). Dit betreft aardbeienpercelen en is niet met compenserende maatregelen ongedaan te maken.





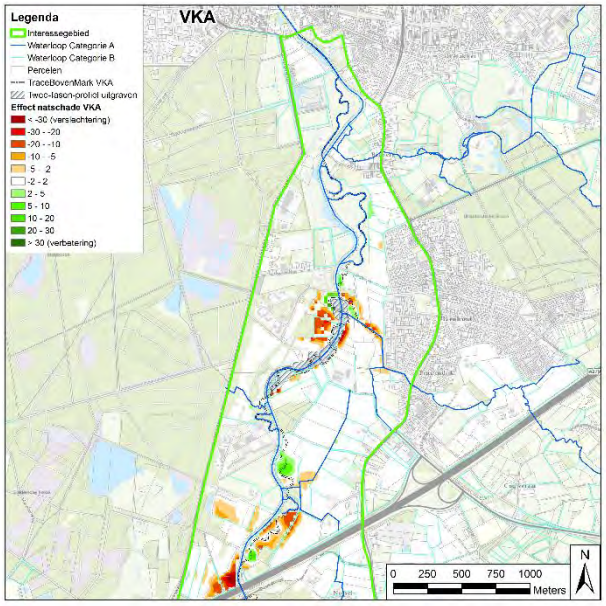


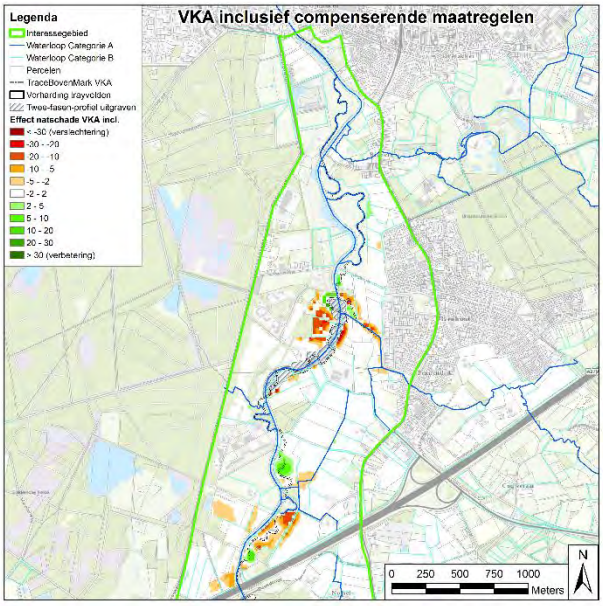
Figuur 63: Effect droogteschade VKA.

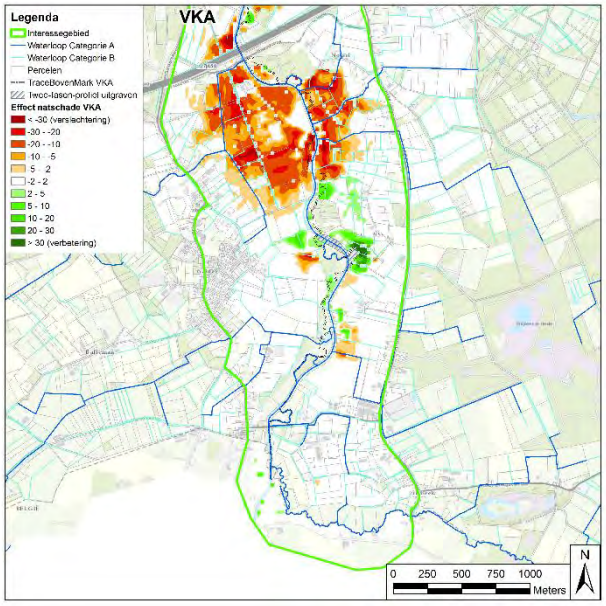


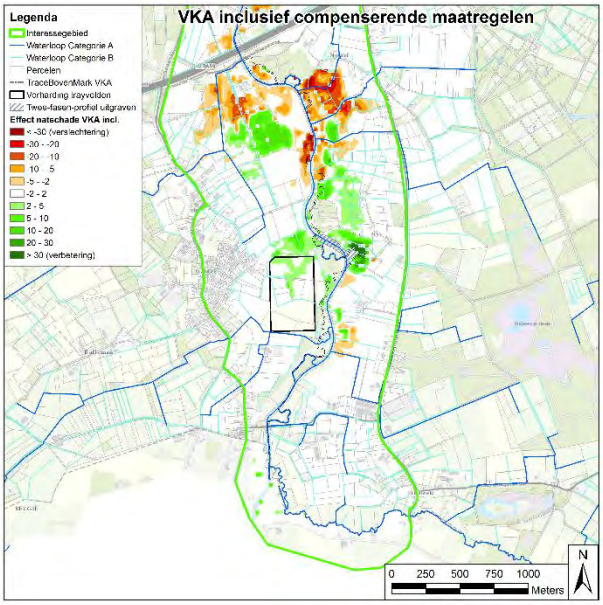
Figuur 64: Effect droogteschade VKA incl. compenserende maatregelen.

Het effect op de natschade komt sterk overeen met het effect op de doelrealisatie. In de onderstaande figuren (Figuur 65 en Figuur 66) is het effect op de natschade gepresenteerd. Daaruit blijkt dan ook dat de opbrengst van de landbouw gevoeliger is voor natschade dan voor droogteschade. Uit de variant met de compenserende maatregelen blijkt dat met behulp van de compenserende maatregelen de toename van de natschade deels wordt beperkt of zelfs vermindert bij Daasdonk. Rond Markstuw Galder wordt de schade beperkt en vindt lokaal een verbetering plaats. Het verder bovenstroomse deel ervaart een verbetering van de huidige situatie waarbij minder natschade op treedt. De algehele schade neemt in het VKA met de compenserende maatregelen niet veel toe, maar het verdient de aanbeveling om het de schade op bedrijfsniveau te bepalen.









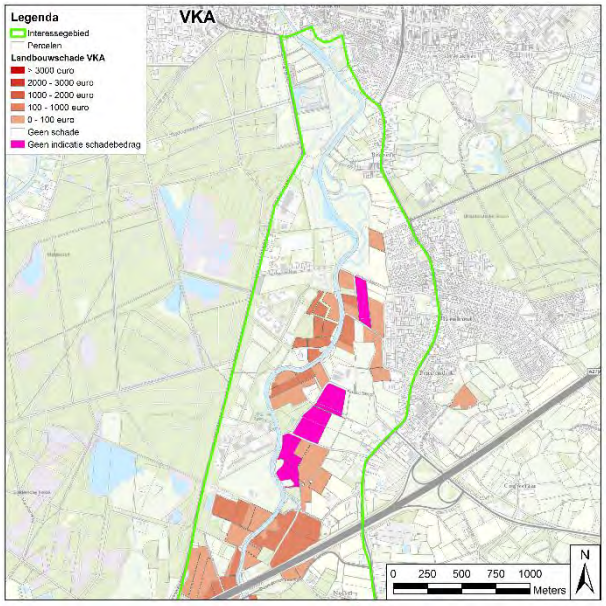
Figuur 65: Effect natschade VKA.

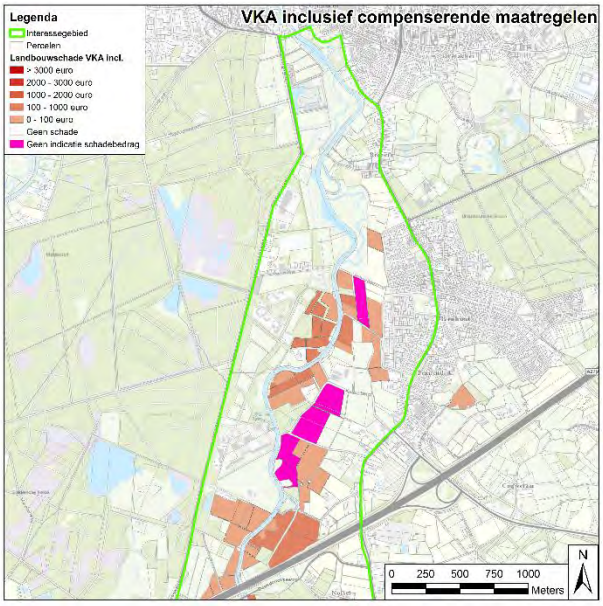
Figuur 66: Effect natschade VKA incl. compenserende maatregelen

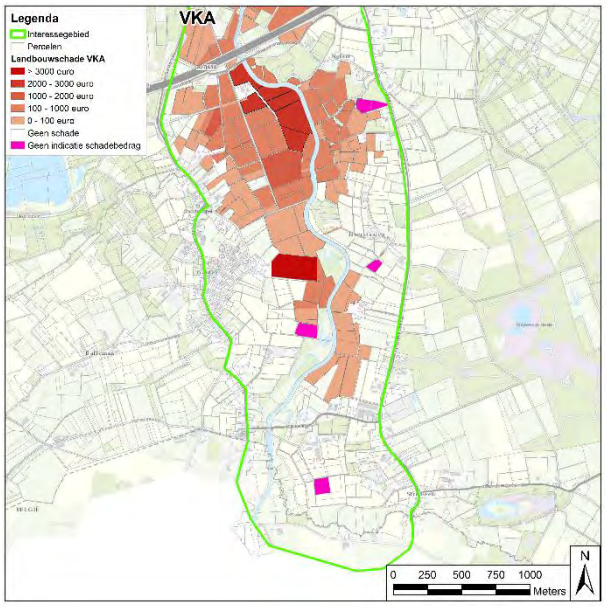
Met behulp van informatie vanuit de Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt (KWIN-AGV van 2015) is er een inschatting gemaakt wat de financiële schade bedraagt voor de percelen waar een toename is van de natschade. In de Bijlage 4 is de natschade als gevolg van het VKA en het VKA inclusief maatregelen per perceel weergegeven. Hieruit blijkt da

t de percelen met de grootste schadeposten tussen de € 1.000,- en € 3.500,- schade ondervinden als er geen maatregelen worden genomen. Met het toepassen van drainage wordt de maximale schade vermindert tot ca. € 650,-. De gemiddelde schade van een perceel in het gebied is € 190,-, met maatregelen is dat verlaagd naar € 70,-. De totale toename van natschade als gevolg van het ontwerp zonder mitigerende maatregelen wordt geschat op circa € 25.000 per jaar met mitigerende maatregelen is dat bedrag verlaagd naar circa € 10.000 per jaar. Hierin is eventuele toename van opbrengsten niet verrekend.

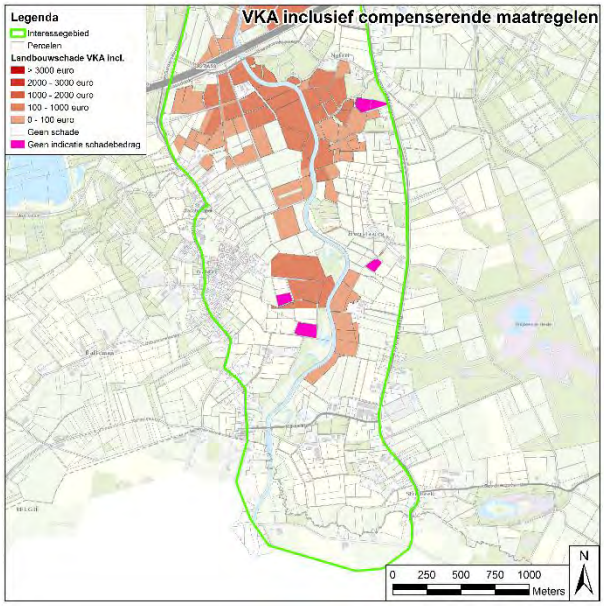
In Figuur 67 en Figuur 68 zijn de schades ruimtelijk weergegeven. Van de percelen die paars gekleurd zijn is onvoldoende bekend om een goede schatting te maken, bijvoorbeeld omdat de gewasopbrengsten van specifieke gewassen niet in de KWIN-AGV zijn opgenomen.







Figuur 67: Landbouwschade VKA.



Figuur 68: Landbouwschade VKA inclusief maatregelen.

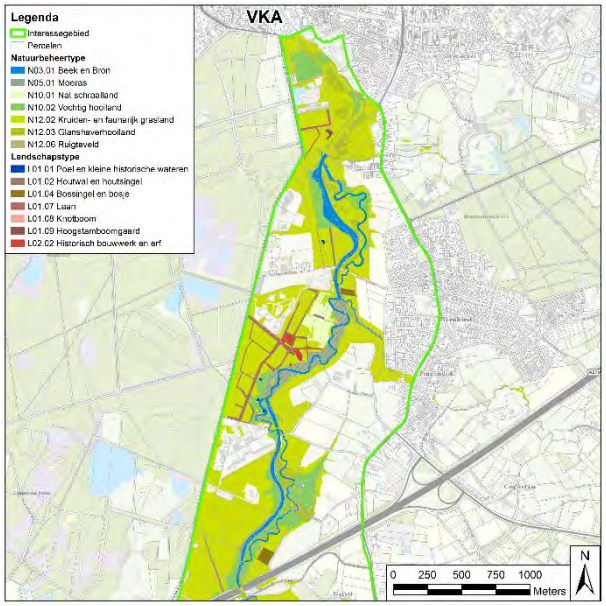
4.7 Natuurbeheertypen

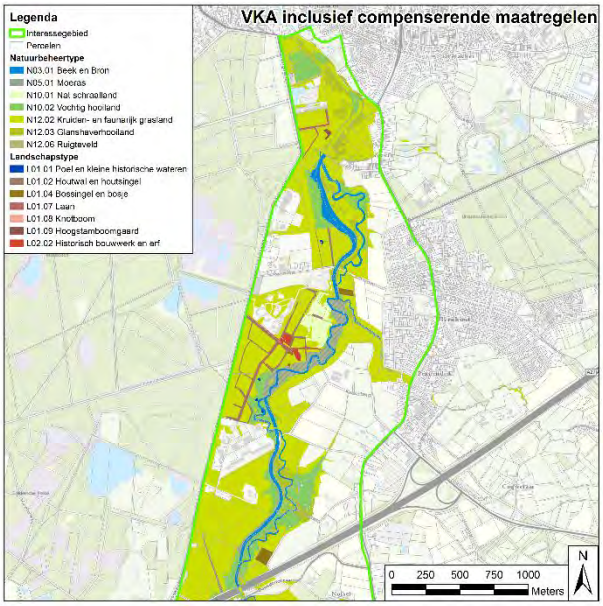
Voor de natuurbeheertype-ambitiekaart is een verdiepingsslag gemaakt, waarin de te verwachten vegetatiesoorten en plantgemeenschappen zijn benoemd. Voor het maken van deze kaart zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

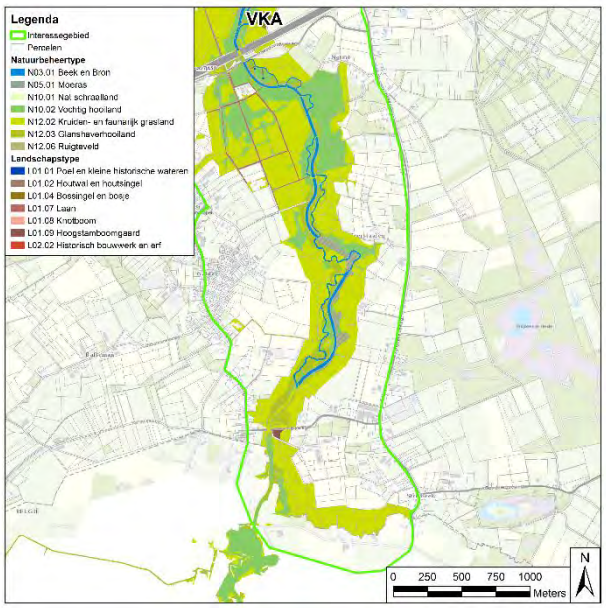
1. Het plangebied is verdeeld in inundatiezones, voor de frequenties T=2, T=10 en T=100 (zie paragraaf 4.4.2);
2. Daarnaast is het gebied verdeeld in gemiddelde GVG-zones, te weten ‘vochtig’ (0 – 50 cm onder maaiveld) en ‘droog’ (50 – 100 cm onder maaiveld);
3. Deze kaartlagen zijn over elkaar heen gelegd, waardoor 6 verschillende zones ontstaan.
4. Voor deze zones is een natuurbeheertype ambitie gesteld. Deze ambitie is afhankelijk van het type beheer en de mate van voedselrijkheid die lokaal kan voorkomen.
5. Voor alle 6 zones is in dit document aangegeven welke andere natuurbeheertype ook kunnen ontstaan, op basis van beheer en voedselrijkdom;
6. Naast deze 6 zones zijn enkele afwijkende zones aangewezen. Dit betreft zones waar kwel op treedt en zones waar potentie is voor moerasvorming.

Door deze aangepaste werkwijze is de kaart beter toegespitst op de lokale omstandigheden, betreffende inundatie, gemiddelde GVG en voedselrijkdom. Echter, de te behalen natuurbeheertypen zijn sterk afhankelijk van het beheer en de voedselrijkdom. Daarom is besloten de verschillende zones in de kaart te tonen, maar de potentie voor de zones in dit volgende paragraaf verder toe te lichten. De kaarten zijn weergegeven in Figuur 69 en Figuur 70.

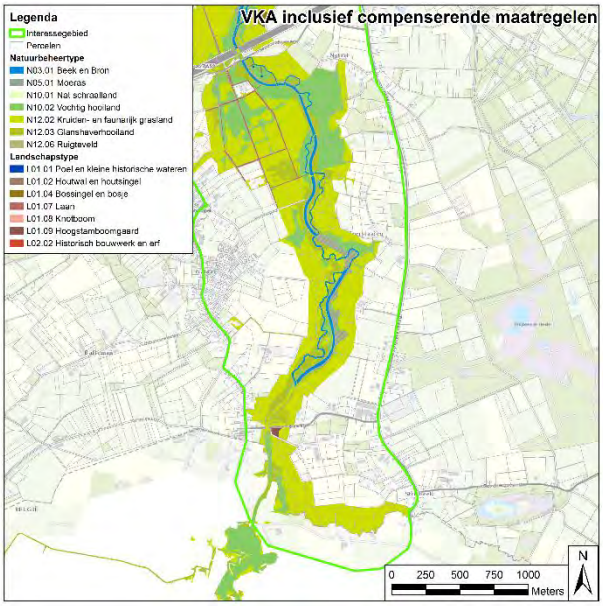
Voor wat betreft de voedselrijkdom is het aan te bevelen om nader onderzoek uit te voeren op de locaties waar schrale omstandigheden worden nagestreefd. De gronden binnen het Markdal zijn in de huidige situatie voornamelijk in agrarisch gebruik wat veelal gepaard gaat met een voedselrijke bouwvoor. De dikte van de (fosfaatverzadigde) bouwvoor is sterk bepalend voor de aanvullende maatregelen die zijn gewenst om (op den duur) schrale omstandigheden te krijgen.







Figuur 69: Natuurbeheertypen VKA.



Figuur 70: Natuurbeheertypen VKA incl. compenserende maatregelen

4.7.1 Zone inundatie T=2

Door de hoge overstromingsfrequentie, ontstaat een meer voedselrijke en dynamische vegetatie. Afhankelijk van het beheer uit dit zich in gras- en hooiland of in meer verruigde vegetatietypen. Daar waar het water tot op het maaiveld staan (zeer natte omstandigheden) is potentie voor het creëren van natte ruigtes en moeras. Deze natte omstandigheden door- of in combinatie met kwel, kan leiden tot dotterbloemhooilanden.

Natte omstandigheden – water op- of tot aan het maaiveld

Op de kaart gecombineerd als N05.01 of N12.06 aangegeven. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N12.06 Ruigteveld
- N05.01 Moeras

- N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos
  Indien het gebied extensief beheerd wordt (eventueel in combinatie met aanplant van bomen) kan rivier- en beekbegeleidend bos ontstaan.

In het 2-fasenprofiel passen deze natuurbeheertypen, afhankelijk van het type beheer en inrichting. Tevens hangt het type af van de mate van begroeiing die wordt toegestaan, zonder dat de afvoerende functie van de Bovenmark wordt belemmerd.

Natte omstandigheden – in geval van kwel

Op de kaart aangegeven als N10.01 of N10.02. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N10.01 Nat schraalland
  In geval van oude (base-rijke) kwel kunnen dotterbloemhooilanden ontstaan, met soorten als de gevlekte orchis en diverse zegge-soorten (Carex sp.)
- N10.02 Vochtig hooiland
  Vochtig hooiland ontstaat onder intensief beheer, in de vorm van maaien en afvoeren. In geval van (jonge) kwel kan dotterbloemgrasland ontstaan, met soorten als gewone koekoeksbloem en meer zurige vegetaties zoals zegge- en russensoorten en rietgras.

Vochtige omstandigheden – GVG tussen 0 en 50 cm onder maaiveld

Op de kaart aangegeven als N10.02. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N10.02 Vochtig hooiland
  Vochtig hooiland inundeert regelmatig. Op de iets drogere delen kan heischraalgrasland ontstaan, in de iets nattere delen heeft het potentie voor dotterbloemgrasland. Vochtig hooiland ontstaat bij intensief beheer, in de vorm van maaien en afvoeren.
- N12.06 Ruigteveld
  Bij extensief beheer ontstaat ruigteveld. Onder deze vochtige omstandigheden valt vegetatie te verwachten als moerasspirea en grote zeggevegetaties (rietgras, liesgras, carex sp. tot lisdodde en riet).

Droge omstandigheden – GVG tussen de 50 en 100 cm onder maaiveld

Op de kaart aangegeven als N12.03. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N12.03 Glanshaverhooiland
  Glanshaverhooiland is vrij tolerant voor inundatie, mits de GVG na inundatie dieper ligt dan 50 cm (Idealiter >75 cm). Verder dient de inundatie beperkt te blijven tot enkele dagen. Vegetatie kan zoal bestaan uit goudhaver, frans raaigras en grote vossenstaart. Glanshaverhooiland wordt intensief beheerd, in de vorm van maaien en afvoeren.
- N12.06 Ruigteveld
  In geval van extensief beheer zal naar verwachting ruigteveld ontstaan. Op deze drogere delen kan riet domineren, maar ook struweel opkomen zoals vlier en wilg.

4.7.2 Zone inundatie T=10

Ondanks de lagere overstromingsfrequentie blijft de voedselrijkdom gemiddeld relatief hoog. Deze gebieden liggen aan de rand van het gebied met inundatiefrequentie T=2 en vormen een mooie overgang naar iets schralere en meer bloemrijke vegetaties. De potentiele natuurbeheertype zijn afhankelijk van beheer en voedselrijkdom.

Vochtige omstandigheden – GVG tussen 0 en 50 cm onder maaiveld

Op de kaart aangegeven als N12.02. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland
  Kruiden- en faunarijk grasland is beter bestemd tegen vochtige omstandigheden dan glanshaverhooiland (N12.03) en is daarom eerder te verwachten in meer vochtige omstandigheden.
- N12.06 Ruigteveld
  Bij extensief beheer ontstaat ruigteveld. Afhankelijk van de GVG kan rietgras, liesgras en carex sp. ontstaan tot lisdodde en riet.

Droge omstandigheden – GVG tussen de 50 en 100 cm onder maaiveld

Op de kaart aangegeven als N12.03. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N12.03 Glanshaverhooiland
  Kan ontstaan als de droogtestress beperkt blijft tot <20 dagen. Vegetatie kan zoal bestaan uit goudhaver, frans raaigras en grote vossenstaart. Glanshaverhooiland wordt intensief beheerd, in de vorm van maaien en afvoeren.
- N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland
  Onder de meer voedselrijke omstandigheden is witbolgrasland te verwachten. In combinatie met beweiding ontstaat kamgrasland

4.7.3 Zone inundatie T=100

Deze gebieden overstromen vrijwel niet, waardoor de voedselrijkdom gemiddeld lager ligt dan bij een hogere overstromingsfrequentie (T=2-10).

Vochtige omstandigheden – GVG tussen 0 en 50 cm onder maaiveld

Op de kaart aangegeven als N12.02. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

Potentie:

- N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland
  Dit natuurbeheertype is vrij algemeen en wordt het meest verwacht in dit gebied onder de wat meer voedselrijke omstandigheden en bij een intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren.
- N12.06 Ruigteveld
  Bij extensief beheer ontstaat ruigteveld. Afhankelijk van de GVG kan rietgras, liesgras en carex sp. ontstaan tot lisdodde en riet.

Droge omstandigheden – GVG tussen de 50 en 100 cm onder maaiveld

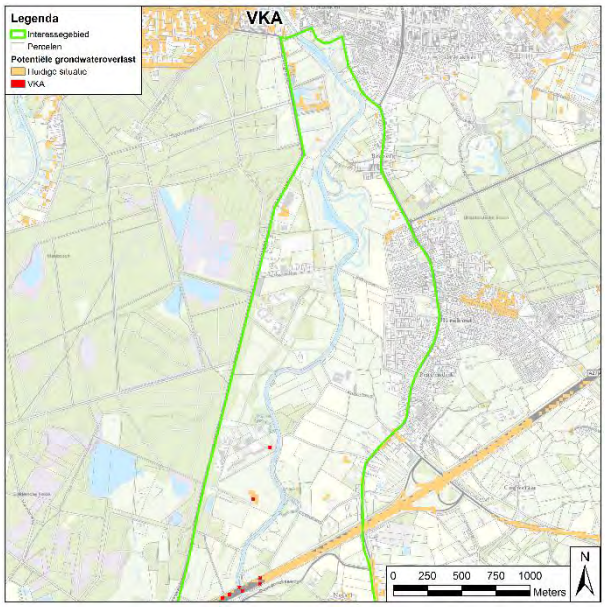
Op de kaart aangegeven als N12.03. Afhankelijk van het beheer en de voedselrijkheid van de bodem kunnen onderstaande natuurbeheertypen en vegetatiesoorten ontstaan.

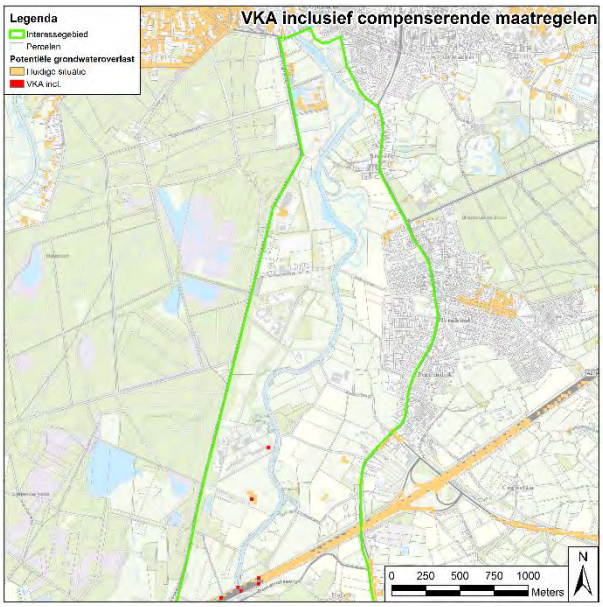
Potentie:

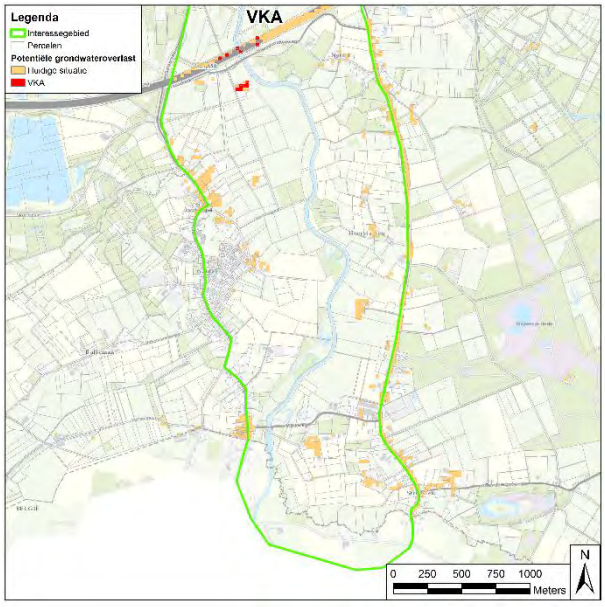
- N12.03 Glanshaverhooiland
  Kan ontstaan als de droogtestress beperkt blijft tot <20 dagen. Vegetatie kan zoal bestaan uit goudhaver, frans raaigras en grote vossenstaart. Glanshaverhooiland wordt intensief beheerd, in de vorm van maaien en afvoeren.
- N11.01 Droog schraalland
  Door schralere omstandigheden kan stroomdalgrasland of zelfs heischraalgrasland ontstaan.

4.8 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur

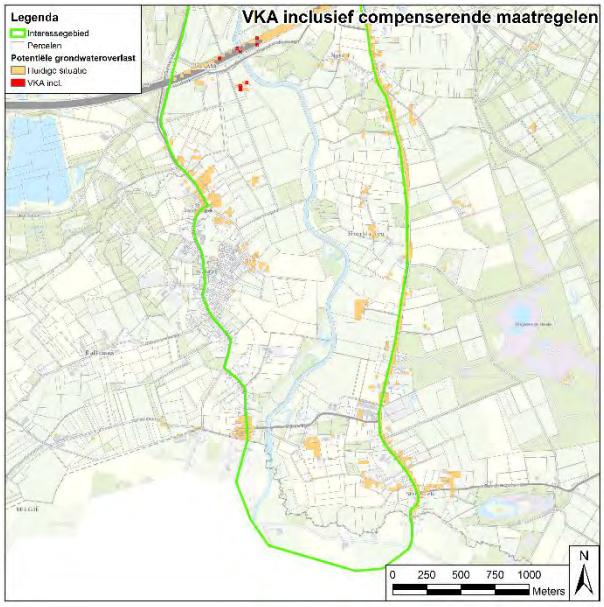
Voor wat betreft de grondwateroverlast blijkt dat de verhoging van de GHG slechts een beperkte toename laat zien voor de locaties waar grondwateroverlast voorkomt (Figuur 71 en Figuur 72). Voor een groot deel komt dit doordat er in de huidige situatie mogelijkerwijs al sprake is van een knelpunt en doordat bebouwing en infrastructuur veelal op de hogere delen zich heeft gevestigd. De enige uitzondering hierop is de snelweg die dwars over het beekdal gaat, maar ook daar is de toename van de grondwateroverlast beperkt.
Voor wat betreft de grondwateroverlastlocaties verdient het de aanbeveling om nader te onderzoeken in hoeverre hier mogelijke knelpunten zijn of ontstaan. Door de mitigerende maatregelen vermindert de toename van het aantal locaties met grondwateroverlast als gevolg van het VKA.







Figuur 71: Potentiële grondwateroverlast VKA.



Figuur 72: Potentiële grondwateroverlast VKA incl. compenserende maatregelen.

5 CONDITIONERENDE ONDERZOEKEN

Bij een herinrichting van het Markdal kan tijdelijk of permanent een verstoring of verandering plaats vinden als gevolg van werkzaamheden of de nieuwe inrichting van het gebied. Bodemkwaliteit, Conventionele explosieven, flora en fauna, archeologie en cultuurhistorie en de aanwezigheid van kabels en leidingen kunnen een rol belangrijk obstakel (kostenverhogend, procedures) zijn om voortvarend ontwerp van naar realisatie te komen. Door deze aspecten vroegtijdig te verkennen worden mogelijke kansen en of knelpunten gesignaleerd en kunnen deze tijde het verdere uitwerkingsproces hun plaats krijgen.

Aan de hand van de inrichtingsvarianten C en D (reikwijdte van de maatregelen) en de begrenzing projectgebied (interessegebied paragraf 2.1) zijn bureauonderzoeken uitgevoerd voor bodemkwaliteit, conventionele explosieven (CE), flora en fauna, archeologie en cultuurhistorie en op aanwezige van kabels en leidingen. De resultaten van deze bureauonderzoeken zijn opgenomen in het bijlagen rapport.

In onderstaande paragrafen zijn de resultaten samengevat en zijn de knelpunten voor het huidig ontwerp van het VKA benoemd/ aangeduid.

5.1 Bodemonderzoek

Voor het interessegebied Markdal is door middel van een bureauonderzoek een inventarisatie gedaan naar aanwezigheid van stortplaatsen, bodemverontreinigingen en bodemkwaliteit. Naar aanleiding van dit onderzoek moet duidelijk worden of er geen belemmeringen zijn voor de beoogde herontwikkelingen en (compenserende) maatregelen. In Bijlage 5 is het volledige rapport gegeven.

5.1.1 Stortplaatsen

Na het bestuderen van deze dossiers kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van (voormalige) stortplaatsen binnen het plangebied op het grondgebied van de gemeente Alphen-Chaam.

Ook uit het de aanvullende analyse naar stortplaatsen (onderzoek ReGister BV) voor het grondgebied van de gemeente Breda blijkt dat er geen sprake is van (voormalige) strotplaatsen binnen het plangebied. Wél is er sprake van één demping en twee afgebroken gebouwen (mogelijk verdacht in het kader van ((asbesthoudend) puin). Binnen het grondgebied van de OMWB is voormalig kasteel Daasdonk, inclusief slotgracht, geïnventariseerd. Deze slotgracht is gedempt. Omdat dit wellicht rond 1835 is gebeurd, wordt de kans op een ernstig geval niet erg groot inschat, maar helemaal uit te sluiten is het niet.

5.1.2 Bodemverontreinigingen

Bodemlocaties gemeente Breda

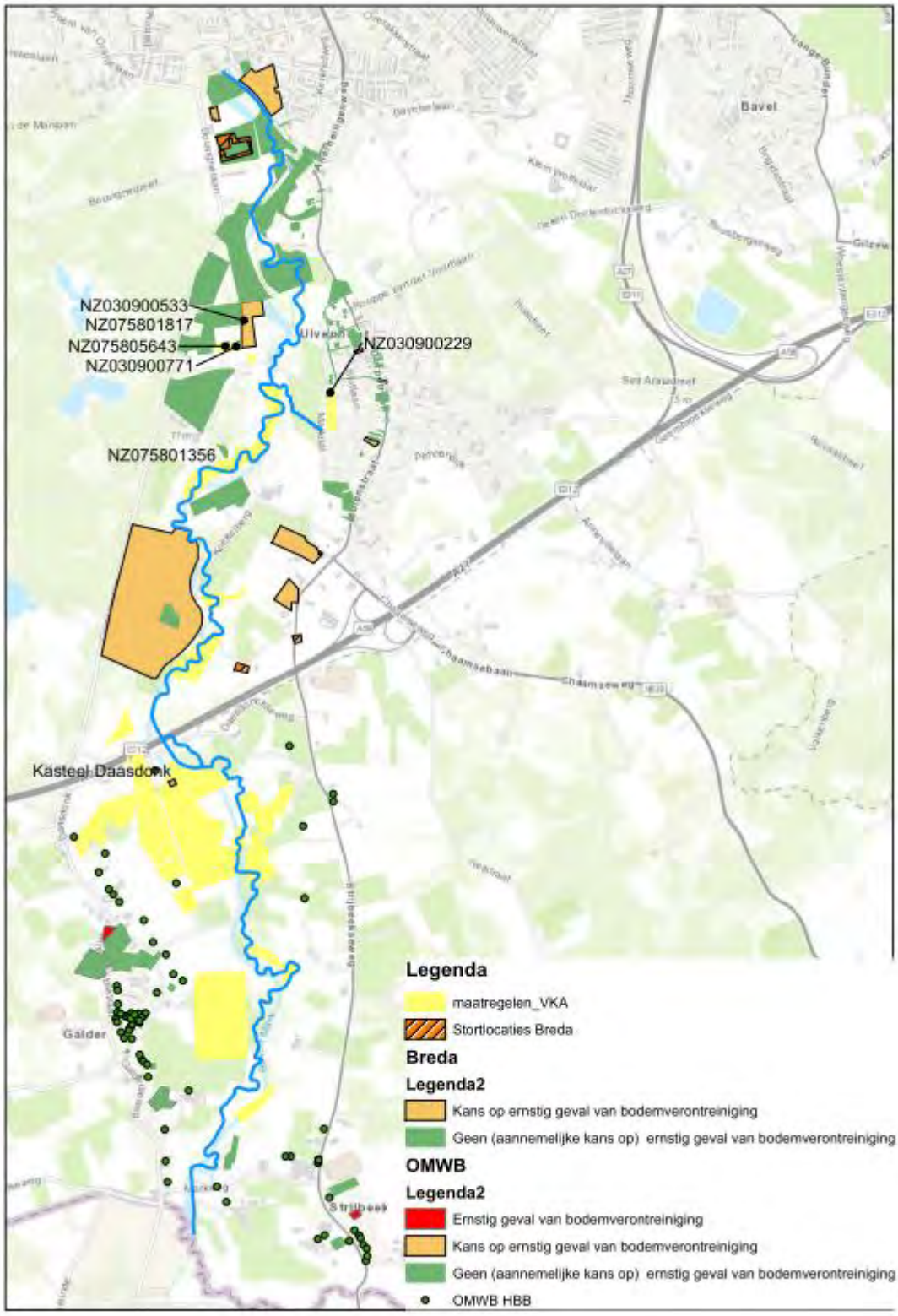
- 78 locaties in het interessegebied
- Geen ernstig geval van bodemverontreiniging
- 10 locaties met kans op ernstig geval van bodemverontreiniging, maar de gegevens zijn (nog) niet toereikend voor een definitieve conclusie
- Voor 68 locaties is er geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.

Bodemlocaties gemeente Alphen-Chaam

- 25 locaties in het interessegebied
- 2 ernstige gevallen van bodemverontreiniging
- 2 locaties met kans op ernstig geval van bodemverontreiniging, maar de gegevens zijn (nog) niet toereikend voor een definitieve conclusie
- Voor 21 vlaklocaties is er geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.
- Voor alle 74 vermeldingen van voormalige (bedrijfs)activiteiten is er geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.

5.1.3 Bodemkwaliteit

Tot slot is nagegaan of de bodemkwaliteitgegevens, zoals samengevat in §5.1.2, de compenserende maatregelen voor landbouw en natuur ‘raken’. Dit is bepaald via een GIS-analyse (Figuur 73).



Figuur 73: Bodemlocatie en compenserende maatregelen.

Uit de analyse blijkt dat 7 unieke bodemlocaties 14x een maatregelgebieden raken. Deze locaties staan in Tabel 11, inclusief een verwijzing naar de object-ID’s van de maatregelgebieden. Voor de (oranje) locatie NZ030900533 geldt dat bij grondwerkzaamheden ter plaatse, bij de gemeente Breda om aanvullende

gegevens moet worden gevraagd. Voor de (oranje) locatie Kasteel Daasdonk wordt veldinspectie aanbevolen om een mogelijk demping/stort van de voormalige slotgracht te detecteren. Voor de overige locaties is op basis van deze gegevens geen aanvullend onderzoek noodzakelijk.

Tabel 11. Bodemlocaties binnen aandachtsgebieden.

OBJECTID	Maatregel	Locatiecode	Bodemkwaliteit	Vervolgactie
078	Maaiveld ophogen	Kasteel Daasdonk	Potentieel Ernstig	Uitvoeren OO
281	Aandachtsgebied	NZ030900533	Potentieel Ernstig	uitvoeren OO
186	Aandachtsgebied	NZ030900229	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
185	Aandachtsgebied	NZ030900229	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
184	Aandachtsgebied	NZ030900229	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
191	Aandachtsgebied	NZ030900771	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
190	Aandachtsgebied	NZ030900771	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
282	Aandachtsgebied	NZ030900771	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
192	Aandachtsgebied	NZ075801356	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
193	Aandachtsgebied	NZ075801817	Onbekend	Onbekend
194	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
189	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
188	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
187	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht

5.2 NGE

Voor het interessegebied Markdal is een vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven (hierna: CE) uitgevoerd ter plaatse van de projectlocatie Markdal te Breda en Alphen-Chaam. Hier worden in de toekomst diverse bodemingrepen uitgevoerd.

De resultaten van dit vooronderzoek zijn verwerkt in onderstaand rapport (bijlage 6). Het officiële vooronderzoek en bijbehorende bodembelastingkaart dient altijd te worden gebruikt bij het vervolgtraject.

Titel rapport	Auteur	Kenmerk	Versie
Vooronderzoek Markdal – Breda/Alphen-Chaam	AVG, Jurian ter Horst	1662194-VO-04	Definitief, 21 april 2017

Conclusie

Op basis van de beoordeelde feiten van het vooronderzoek is geconcludeerd dat er indicaties zijn voor de mogelijke aanwezigheid van CE. Diverse gevechtshandelingen / CE gerelateerde handelingen hebben plaatsgevonden.

De volgende CE kunnen mogelijk in het onderzoeksgebied worden aangetroffen:

- Afwerpmunitie
- Vliegtuigboordwapenmunitie 20 mm
- 3 inch raketten
- Geschutmunitie en CE gebruikt tijdens grondgevechten
- (Geïmproviseerde) vernielingsladingen
- Gedumpte munitie
- Landmijnen

Het onderzoeksgebied is gedeeltelijk verdacht op CE. Het CE verdachte gebied is horizontaal afgebakend op de CE-bodembelastingkaart in het vooronderzoek. Aan de hand van het huidig ontwerp VKV voor de hydrologische maatregelen is een tweetal locaties verdacht op CE.

Advies vervolgtraject

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan worden overgegaan tot het verkleinen van CE verdachte gebieden. Door in een vervolgtraject een nadere verdiepingsslag te maken en te kijken of deze met behulp van informatie over naoorlogse werkzaamheden kunnen worden verkleind.

Ook kan direct tot opsporing van CE worden overgegaan op de locaties waar in het project grondroerende activiteiten plaats gaan vinden. De opsporingsfase omvat het geheel van organisatie en uitvoering, achtereenvolgens: werkvoorbereiding, detecteren, interpreteren, lokaliseren, laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven, tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de EOD en proces-verbaal van oplevering aan de opdrachtgever en Bevoegd Gezag.

Gewijzigde grens projectgebied

Gedurende het opstellen van het CE-vooronderzoek is het VKA opgesteld. Het VKA is op enkele delen qua ligging iets anders de varianten C en D aan de hand van het vooronderzoek CE is opgestart. Met name bepaalde delen van mogelijk in te richten gronden vallen buiten de contouren van het onderzoeksgebied dat is gebruikt in het CE-vooronderzoek.

Aanvullend onderzoek en/of maatregelen zijn benodigd wanneer buiten het onderzoeksgebied van het CE-vooronderzoek grondroerende activiteiten plaats gaan vinden.

5.3 Flora en Fauna

In de QuickScan Flora & Fauna is gekeken naar het (mogelijk) voorkomen van beschermde soorten, zoals opgenomen in de Wet Natuurbescherming. Of effecten op deze soorten kunnen optreden, wordt in eerste instantie beoordeeld middels een verkennende toets, de zogenaamde Quickscan. Deze Quickscan heeft tot doel de waarde van het plangebied voor beschermde soorten in beeld te brengen en te voorzien in een eerste inschatting van mogelijke effecten van de voorgenomen werkzaamheden op beschermde soorten. Op basis hiervan wordt de activiteit (herinrichting Markdal) getoetst aan de Wet natuurbescherming en wordt bepaald of er maatregelen noodzakelijk zijn om overtreding van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming te voorkomen of dat er ontheffing dient te worden aangevraagd. Ook kan duidelijk worden welk vervolgonderzoek noodzakelijk is om effecten al dan niet te kunnen uitsluiten. In Bijlage 7 is het volledige rapport gegeven.

5.3.1 Effectbeschrijving

Uit de QuickScan blijkt dat in het plangebied (mogelijk) diverse beschermde soorten voorkomen. Uit de effectbeschrijving blijkt dat voor een deel van deze soorten geldt dat er geen effect van de werkzaamheden op de soorten wordt verwacht en/of dat een effect door het nemen van passende maatregelen voorkomen kunnen worden. Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat een aantal vervolgonderzoeken nodig zijn naar het voorkomen van beschermde soorten.

Aanvullende onderzoeken:

- Veldonderzoek naar aanwezigheid jaarrond beschermde nesten;
- Veldonderzoek naar de aanwezigheid van (geschikt habitat van) heikikker, poelkikker, kamsalamander of alpenwatersalamander;
- Indien bomen, dicht struweel of bebouwing worden verwijderd, veldonderzoek naar de aanwezigheid van verblijfplaatsen van eekhoorn, steenmarter of vleermuizen;
- Indien lijnvormige elementen (bomenrijen, watergangen) worden aangetast, veldonderzoek naar de aanwezigheid van vliegroutes;

5.3.2 Effectbeoordeling

In de effectbeoordeling blijkt dat voor een aantal soorten het overtreden van verbodsbepalingen van de Wet Natuurbescherming al op voorhand niet uitgesloten kan worden. Dit betreft de volgende soorten.

Voor Habitatrichtlijnsoorten van de beschermingscategorie strikt:

- Heikikker;
- Poelkikker;
- Voor andere soorten de beschermingscategorie overig;
- Alpenwatersalamander;
- Algemeen voorkomende amfibieën;
- Algemeen voorkomende zoogdieren.

Zorgplicht

Voor de algemeen voorkomende soorten zoogdieren en amfibieën die binnen het projectgebied voorkomen heeft de provincie Noord-Brabant in haar verordening een vrijstelling gegeven. Mogelijke effecten op enkele exemplaren hebben geen invloed op de populatie. Er hoeft geen ontheffing te worden aangevraagd voor de in het gebied aanwezige op deze lijst voorkomende zoogdieren en amfibieën. Houd echter wel rekening met de zorgplicht. Dit houdt in dat tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden alles wordt gedaan om handelingen die mogelijk schade toebrengen aan deze soorten worden vermeden. En bovendien dat er aanvullende maatregelen worden genomen om deze schade te voorkomen en/of, voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen, deze zoveel mogelijk wordt beperkt. Ook mag het welzijn van dieren niet onnodig worden aangetast en dieren onnodig laten lijden.

5.3.3 Mitigerende maatregelen

Op dit moment bevindt het project zich nog in de ontwerpfase. Wanneer het definitieve ontwerp en de planning van de werkzaamheden bekend zijn, dan dient een gerichte lijst met mitigerende maatregelen en/of een ecologisch werkprotocol worden opgesteld. Aanbevolen wordt om in de verder planvorming nu al gehoor te geven aan het ‘voorkomen van effecten’ en de vervolgstappen zoals aangegeven in Tabel 2 in Bijlage 7.

5.3.4 Ontheffing

Voor het mogelijk opzettelijk doden en verstoren (opzet = als u had kunnen weten dat de soort aanwezig is) van alpenwatersalamanders tijdens de werkzaamheden, is het mogelijk maatregelen te treffen om dit te voorkomen. Indien door het uitvoeren van deze maatregelen het overtreden van verbodsbepalingen kan worden uitgesloten, is het niet noodzakelijk een ontheffing aan te vragen.

Indien de aanwezigheid van (geschikt habitat voor) poelkikker, kamsalamander en heikikker na vervolgonderzoek niet is uit te sluiten, dan is het mogelijk doden en verstoren en/of het beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen en/of rustplaatsen tijdens de werkzaamheden, voor de heikikker, kamsalamander en poelkikker niet uit te sluiten. Voor deze soorten dient dan ontheffing te worden aangevraagd.

5.3.5 Aanpassingen van het VKA

Gedurende het uitvoeren van het bureauonderzoek is het VKA opgesteld. Het VKA is op enkele delen qua ligging iets anders de varianten C en D aan de hand van het bureauonderzoek is opgestart. Gezien de beperkte wijzigingen/ verschuivingen en dat de aard van de werkzaamheden niet zijn veranderd, zijn er geen aanpassingen benodigd in de QuickScan Flora & Fauna. De QuickScan is een eerste verkenning naar het voorkomen van beschermde soorten en gebieden en de mogelijke effecten hierop. Wanneer het ontwerp definitief is gemaakt, dan kan een ecologisch werkprotocol worden opgesteld, welke invulling geeft aan het voorkomen en/of minimaliseren van effecten op beschermde soorten

5.4 Archeologie en cultuurhistorie

Op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek zijn een aantal zones geïdentificeerd waar vervolg-onderzoek verplicht is volgens vigerend beleid van de gemeente Breda. In Bijlage 8 is het volledige archeologische rapport gegeven.

Uit het historisch onderzoek blijkt dat de rivier in vroeger tijden breder is geweest en vanaf de 16e eeuw langzaam dichtslibde. De situatie in de 19e eeuw, waarvan de oude rivierloop is achterhaald, toont daarbij aan dat de situatie nauwelijks nog bevaarbaar was en sinds de 16e eeuw meer ontwikkelde meanders had. De werkelijke erosie door de Mark moet dus omvangrijker zijn geweest dan op de kaartbijlagen is aangegeven. Dit betekent dat zones die op de verwachtingskaart zijn aangegeven als ‘nieuwe ontgraving’ mogelijk in het verleden toch onderdeel van de toenmalige rivierstroom zijn geweest.

Tegelijkertijd dient er opnieuw op gewezen te worden dat de gereconstrueerde beeklopen een bepaalde afwijking zullen hebben ten opzichte van de werkelijke situatie. Enerzijds omdat de kaarten met onvoldoende nauwkeurig zijn opgesteld en anderzijds omdat er bij grote gebieden onmiskenbaar een foutmarge sluipt bij georeferentie. Tot slot blijkt uit archeologisch onderzoek in beekdalen elders soms dat een beek op andere locaties moet hebben gestroomd dan op oude kaarten is aangegeven. Wellicht achtte men destijds de precieze loop van een beek niet altijd belangrijk genoeg om nauwkeurig in te meten. Daarnaast is bekend dat kaartenmakers vaak zaken van oudere kaarten kopieerden.

5.4.1 Ideale inrichting van de hermeandering

Om de minst mogelijke impact op eventuele archeologische waarden te hebben, zou de uiteindelijke herinrichtingsvariant steeds zoveel mogelijk in de huidige en oude rivierbeddingen aangelegd moeten worden. Indien het niet mogelijk/wenselijk is de bestaande herinrichtingsvarianten aan te passen, zouden de nieuwe meanders idealiter strikt binnen het rivierdalgebied aangelegd moeten worden.

In alle gevallen zouden gradiëntzones aan de rand van en dekzandopduikingen in het rivierdal ontzien moeten worden. Op en nabij de locaties van mogelijke voorden, AMK-terreinen en waarnemingen (met name voor wat betreft het complextype ‘nederzetting’) dienen idealiter bodemverstorende werkzaamheden vermeden te worden.

De uitgewerkte adviezen met betrekking tot vervolgonderzoek zijn opgesteld in de aanname dat meanders conform herinrichtingsvarianten C of D aangelegd gaan worden. Gedurende het opstellen van het bureauonderzoek archeologie is het VKA opgesteld. Het VKA wijkt op enkele delen qua ligging af van de varianten C en D aan de hand van het bureauonderzoek is opgestart. Met name bepaalde delen van mogelijk in te richten gronden vallen buiten de contouren van het onderzoeksgebied dat is gebruikt in het bureaustudie archeologie.

Aanvullend onderzoek en/of maatregelen zijn benodigd wanneer buiten het onderzoeksgebied van het archeologisch bureauonderzoek grondroerende activiteiten plaats gaan vinden. Aanvullend onderzoek in de vorm van een actualisatie van het bureauonderzoek volstaat om een gespecificeerd advies voor deze zones op te stellen.

In het advies is meegenomen dat gravend onderzoek zeer waarschijnlijk moeilijk is in verband met de hoge grondwaterstand in het gebied (zie bijvoorbeeld par. 3.3). In het veld zal een vorm van bemaling noodzakelijk blijken en er bestaat het risico dat wandprofielen instorten. Om deze reden ligt een archeologische begeleiding meestal niet voor de hand. Omdat de gemeente Breda geen onderzoek uitvoert middels boringen, maar aan de hand van proefsleuven, zullen deze omstandigheden meegenomen moeten worden bij de planning en uitvoering van het vervolgonderzoek.

5.4.2 Advieszones – gravend onderzoek

Voor advieszones 1 tot en met 17 en A tot en met F wordt gravend onderzoek aanbevolen (proefsleuven). Dit zijn gebieden op zandgronden, in het rivierdal of in gradiëntzones waar de herinrichtingsvarianten bovendien AMK-gebieden of specifieke waarnemingen snijden of raken, of gebieden doorsnijden waar een voorde wordt vermoed. De specifieke locaties en oppervlaktes van de proefsleuven worden vastgesteld in overleg met het Bevoegd Gezag.

5.5 Kabels en leidingen

Voor het gehele interessegebied van het Markdal is een oriëntatiemelding klic gedaan. Alle kabels- en leidingen in het interessegebied zijn daarmee opgevraagd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 12: Aanwezige kabels en leidingen welke kruisen met percelen waar het in het VKA ingrepen worden gepleegd.

Kabels en leidingen	Aantal
Buisleiding gevaarlijke inhoud DPO	1
Buisleiding gevaarlijke inhoud Gasunie	2
Datakabel Brabant Water	1
Datakabel KNP	63
Datakabel RWS Wegen Breda	6
Datakabel Ziggo	36
Laagspanning Enexis	41
Laagspanning RWS Wegen Breda	1
Gasleiding Enexis hoge druk	1
Gasleiding Enexis lage druk	32
Overig RWS Wegen Breda	1
Waterleiding Brabant Water	40
Drukleiding riool	2
Totaal	227

In totaal zijn er 227 kabel of leidingen aanwezig in het interessegebied van het Markdal. Daarvan zijn er 3 leidingen met gevaarlijke inhoud, 33 transporteren gas, 106 datakabels, 40 waterleidingen, 2 drukleidingen en 43 niet nader gespecificeerde leidingen.

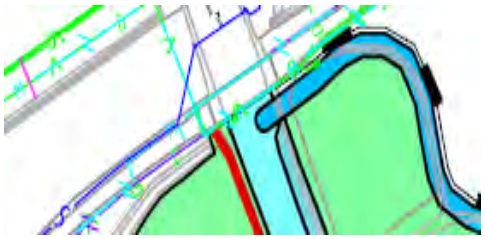
Aan de hand van het huidig ontwerp VKA voor de hydrologische maatregelen zijn onderstaande locaties waar de ligging mogelijk een aandachtspunt voor de verdere uitwerking van het hydrologisch ontwerp. Mogelijk kunnen met een kleine aanpassing aan het ontwerp aanpassingen aan kabels en leidingen kunnen worden voorkomen. In veel aantal gevallen zal dat waarschijnlijk niet mogelijk zijn en moet overleg met de betreffende beheerders bekeken worden welke aanpassingen (verleggingen) noodzakelijk zijn.

Aandachtspunt: datakabel en laagspanningskabel, beide kunnen mogelijk komen te vervallen met het verwijderen van de stuw.

Aandachtspunt: datakabel, water en laagspanningskabel moet worden ingepast in het ontwerp.

Aandachtspunt: datakabel en laagspanningskabel waarschijnlijk buiten de projectgrens. Waterleiding kan mogelijk met planaanpassing worden gespaard, anders aanpassen.

Aandachtspunt: datakabel waarvan nut onduidelijk is. Overleg met beheerder nagaan wat de functie van deze kabel is.


Aandachtspunt: datakabel en middenspanning kunnen mogelijk met een planaanpassing worden gespaard.

6 CONCLUSIE EN ADVIES

Als onderdeel van de hydrologische variantenstudie Markdal is de huidige hydrologische situatie van de Markdal in beeld gebracht. Dit is gedaan met behulp van gekalibreerde oppervlaktewater en grondwatermodellen van het Markdal, ontwikkeld voor deze variantenstudie. Deze modellen zijn daarna gebruikt om de hydrologische effecten van de herinrichtingsvarianten en de uiteindelijke voorkeursalternatief te bepalen.

Het voorkeursalternatief is voortgekomen uit de schetsontwerpen van de inrichtingsvarianten C2 en D2, opgesteld door Waterschap Brabantse Delta en Vereniging Markdal en waarvan de resultaten in het bijlagendocument zijn opgenomen. De voor- en nadelen van de herinrichtingsvarianten zijn afgewogen om tot een uiteindelijk voorkeursalternatief te komen. Belangrijke aspecten bij het komen tot een voorkeursalternatief zijn:

- Inundatierisico's bij extreme afvoersituaties mogen niet vergroten;
- Kwelpotentie op gewenste natuur vergroten;
- Natte natuur bevorderen;
- Aquatisch ecologische potenties bevorderen;
- Natschade op landbouwpercelen voorkomen.

Om de natuurlijke waterstandsfluctuatie terug te brengen in de Bovenmark wordt stuw Blauwe Kamer verwijderd en wordt een meander rond de Markstuw Galder aangelegd. Hierdoor verdwijnt het trapsgewijze lengteprofiel over de Mark, wat zorgt voor zowel hogere als lagere waterstanden. De zomerwaterstand zakt door de maatregelen verder uit. Het meer natuurlijke karakter zorgt ook voor meer frequentere inundatie van het beekdal. In geval van extreme afvoersituaties is door regeling van stuwen en aanleg van waterberging de waterstand te beheersen, waardoor inundatierisico's van het stedelijk gebied niet toenemen.

Het terugbrengen van het meanderend karakter van de Bovenmark zorgt voor hogere stroomsnelheden in de beek, wat gunstig is voor de waterecologie. De stroomsnelheid in het voorjaar is in het ontwerp gunstig op de meeste plekken evenals in een T2-afvoersituatie. De situatie is voor zomersituatie echter nog niet ideaal. Er zijn locaties waar de norm ruim wordt gehaald, maar ook locaties die ongeschikt zijn en blijven.

Op de trajecten die gehandhaafd cq. gekanaliseerd blijven, blijft de stroomsnelheid over het algemeen matig tot onvoldoende. Deze trajecten vormen slechts een beperkt aandeel van de totale lengte van de in te richten Bovenmark, waardoor de KRW-doelstelling, voor wat betreft de stroomsnelheden, wel binnen handbereik komt. Het verdient echter wel de aanbeveling om ook de andere parameters voor de KRW, zoals de waterkwaliteit te beschouwen. Aanvullend vindt in natuurlijke beeksystemen een continue afvoer plaats van sediment. Bovenstrooms is er met name grof sediment aanwezig en verder benedenstrooms wordt het sediment fijner. Een zandvang vangt allereerst de grofste fractie af, welke daarmee aan het systeem onttrokken wordt. Met als resultaat dat benedenstrooms de zandvang de fijnere fractie domineert. Voor een meer natuurlijk verloop in sediment in de Bovenmark verdient de bestaande zandvang bij de Belgische grens en de verdiepte ligging van het profiel nabij de kruising van de A58 nadere aandacht.

De wintergrondwaterstanden nemen als gevolg van de herinrichting, en daarbij behorende hogere rivierwaterstanden en het verwijderen van drainage, op de meeste plekken toe. Op enkele locaties waar de beek wordt verlegd treedt een grondwaterstandsverlaging op. De grondwaterstand in gebieden de Blauwe Kamer en Notsel met hoge natuurpotenties worden enkele tot tientallen centimeters hoger en de kwelstroom naar deze locaties neemt toe, waardoor de natuurpotentie beter benut wordt.

Bij Daasdonk is als gevolg van de maatregelen ook sprake van vernatting door hogere waterstanden en een toename van kwel, wat hier ongewenst is gezien de landbouwfunctie van deze percelen. Met de aanleg van drainage wordt lokaal de situatie voor de landbouw verbeterd, maar er zijn ook percelen waar nog steeds een verslechtering optreedt. De totale toename van natschade als gevolg van het ontwerp zonder mitigerende maatregelen wordt geschat op circa € 25.000 per jaar met mitigerende maatregelen is dat bedrag verlaagd naar circa € 10.000 per jaar. Hierin is eventuele toename van opbrengsten niet verrekend.

Door het Markdal in te richten volgens het Voorkeursalternatief nemen de potenties voor natuurontwikkeling van de Boven Mark en haar dal sterk toe. Niet alle knelpunten voor een natuurlijk beekdal kunnen echter binnen het huidige plangebied opgelost worden. Zo is bijvoorbeeld de waterkwaliteit of de piekafvoer uit de bovenloop en zijloopjes nauwelijks te verbeteren binnen het plangebied. Hiervoor zijn brongerichte maatregelen elders in het stroomgebied nodig.

Op de locaties waar hoge potenties voorkomen, voor de mogelijk te verwachten natuurbeheertypen, is het voor wat betreft de voedselrijkdom aan te bevelen om nader onderzoek uit te voeren. De gronden binnen het Markdal zijn in de huidige situatie voornamelijk in agrarisch gebruik wat veelal gepaard gaat met een voedselrijke bouwvoor. De dikte van de (fosfaatverzadigde) bouwvoor is sterk bepalend voor de aanvullende maatregelen die zijn gewenst om (op den duur) schrale omstandigheden te krijgen.

Het voorkeursalternatief moet nog op een aantal punten verder uitgewerkt worden, voordat het plan (projectplan waterwet) rijp is voor bestuurlijke besluitvorming en uitvoering. Dit zijn onder andere:

- In het Voorkeursalternatief zijn vernattende maatregelen genomen binnen de begrenzing van de Natte Natuurparel (volgens het principe “vernatting tot de rand van de natuur”). Om de grondwaterstandverhoging in het aanliggende landbouw of stedelijk gebied te beperken zijn compenserende maatregelen geselecteerd en doorgerekend. Op enkele locaties moeten deze compenserende maatregelen nog aangescherpt worden, waardoor inzichtelijk wordt gemaakt of de compenserende maatregelen passen binnen het provinciaal beleid (Verordening Water).
- De verandering van de landbouwopbrengst moet nog uitgewerkt worden per agrarisch bedrijf, zodat de gevolgen per bedrijf met de individuele ondernemers besproken kunnen worden en de compenserende maatregelen goed binnen de bedrijfsvoering passen.
- De effecten van grondwaterstandsverhoging op bebouwing en waardevolle beplanting (bomen) in en rond het Markdal moeten nader onderzocht worden en compenserende of mitigerende maatregelen moeten in beeld gebracht worden.
- In dit rapport zijn maatregelen voor hoogwaterbescherming genoemd. De maatregelen en hun effecten op met name het beekdal moeten verder uitgewerkt worden, bijvoorbeeld in de vorm van overstromingskaartjes voor en na inzet van de stuw Bieberg en het voorgestelde waterbergingsgebied bij Koekelenberg.
- Het Voorkeursalternatief voorziet in de aansluiting van de bestaande, historische meanders bij Bieberg, Schoondonk en Galder. In deze meanders komen mogelijk bestaande interessante ecologische waarden voor, die gaan veranderen bij het permanent stromend maken van deze meanders. In het vervolgtraject moet onderzocht worden of deze verandering in ecologische waarde positief is en past binnen de geldende wet- en regelgeving.
- Zover nodig moeten de vervolgonderzoeken conditionering in het verdere planuitwerkingsproces worden opgepakt. Bij planwijzigingen of toevoeging van nieuwe/ andere grondroerende activiteiten dient eveneens beoordeeld welke gevolgen dit heeft voor de conditionering (met name archeologie).

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018

5200 BA 's-Hertogenbosch

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03091.000091

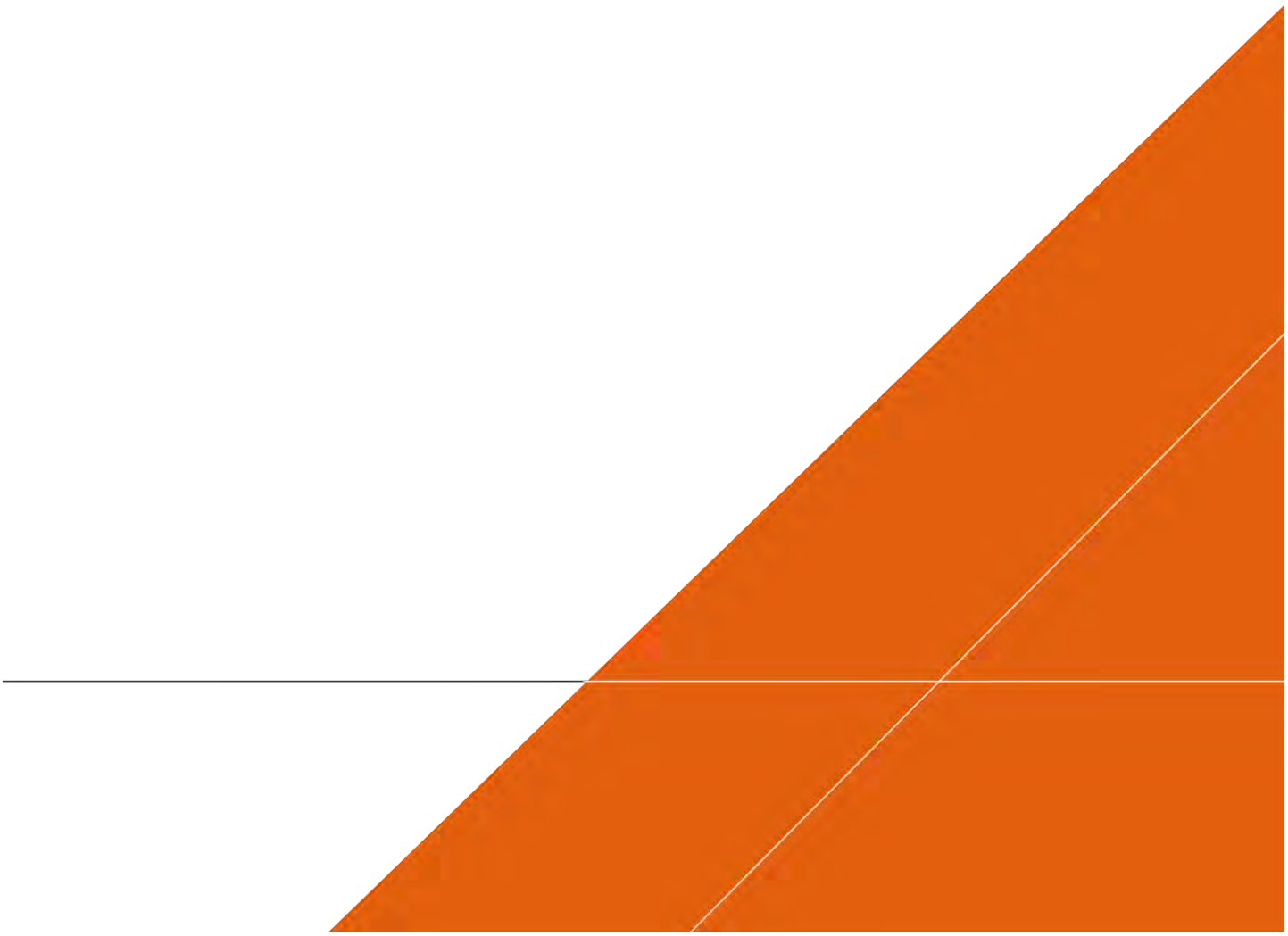
Onze referentie: 079446053 A

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

HERINRICHTING MARKDAL

Bijlagenrapport: Hydrologische modelstudie en vooronderzoeken

24 MEI 2017



Contactpersonen

JOHAN BOLEIJ
Hydroloog

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

HARMEN VAN DE WERFHORST
(Geo)Hydroloog

T +31627062195
E Harmen.vandeWerfhorst@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

JORRIT VAN ZANDEN
Projectleider

T +31 627060537
E jorrit.vanzanden@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 BIJLAGE 1 INRICHTINGSVARIANT C 5

1.1 Inleiding 5

1.2 Oppervlaktewater 8

1.2.1 Peilen 8

1.2.2 Drooglegging en inundaties 10

1.2.3 Hoogwater Breda 12

1.2.4 Stroomsnelheden 13

1.3 Grondwater 14

1.3.1 GxG 14

1.3.2 Kwel en infiltratie 18

1.4 WATERNOOD-landbouw 22

1.5 Natuurbeheertypen 27

1.6 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur 28

2 BIJLAGE 2 INRICHTINGSVARIANT D 29

2.1 Inleiding 29

2.2 Oppervlaktewater 32

2.2.1 Peilen 32

2.2.2 Drooglegging en inundaties 34

2.2.3 Hoogwater Breda 36

2.2.4 Stroomsnelheden 36

2.3 Grondwater 37

2.3.1 GxG 37

2.3.2 Kwel en infiltratie 41

2.4 WATERNOOD-landbouw 45

2.5 Natuurbeheertypen 50

2.6 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur 51

3 BIJLAGE 3 TECHNISCHE BESCHRIJVING GRONDWATERMODEL 52

4 BIJLAGE 4 BEREKENDE LANDBOUWSCHADE PER PERCEEL 53

5 BIJLAGE 5 INFORMATIE BODEMKWALITEIT 59

6 BIJLAGE 6 CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN 60

7 BIJLAGE 7 FLORA EN FAUNA 61

8 BIJLAGE 8 ARCHEOLOGIE 62

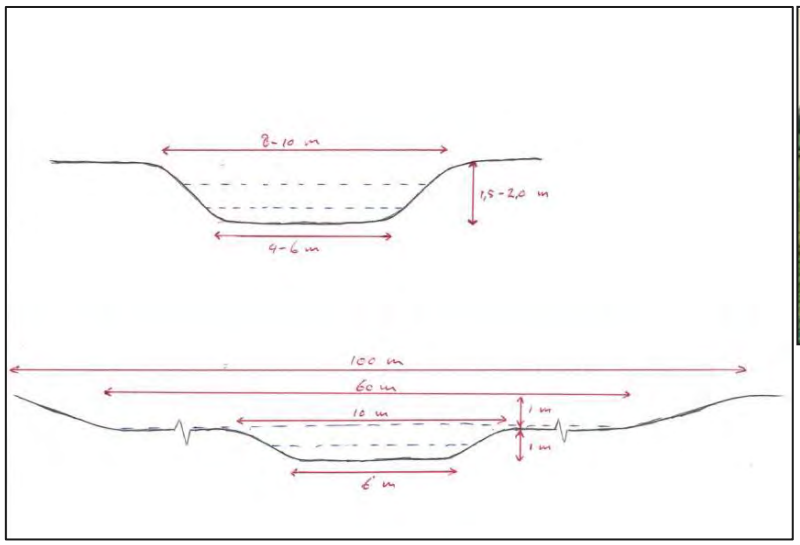
1 BIJLAGE 1 INRICHTINGSVARIANT C

1.1 Inleiding

Op initiatief van de Vereniging Markdal zijn twee inrichtingsschetsen voor het Markdal uitgewerkt. Deze schetsen geven twee verschillende toekomstbeelden van het Markdal. De schetsen hebben de werknamen “variant C” en “variant D” meegekregen. Variant C kan als een half natuurlijk variant gezien worden, waarbij de huidige Boven Mark grotendeels gehandhaafd blijft als hoogwatergeul. Naast deze hoogwatergeul worden meanders gegraven. Variant D kan als een semi-natuurlijke variant gezien worden. In deze variant wordt de huidige, gekanaliseerde Boven Mark nagenoeg geheel gedempt en wordt een nieuwe, meanderende loop gegraven in een ondiep uitgegraven beekdal.

In variant C verliezen de Markstuw Galder en stuw Blauwe Kamer hun functie. Langs de stuwen worden namelijk meanders gegraven. De meanders in de nabijheid van de stuwen kennen relatief veel verval en worden daarom wat smaller gegraven (4 m bodembreedte, 8 meter bovenbreedte), terwijl de verder weg gelegen meanders (grens-Heersaaien en snelweg-Klokkenberg) minder verval kennen en daarom wat breder zijn (6 m bodembreedte en 10 m bovenbreedte).

Over de grootste lengte wordt een meanderende loop naast de bestaande Boven Mark aangelegd. Deze loop is 1,5 -2,0 meter diep en is daarmee wat ondieper en smaller dan de historische loop van voor de kanalisatie (zie figuur X). De huidige loop blijft gehandhaafd als “hoogwatergeul”, maar de oevers worden wel glooiend vergraven en de bodem wordt verhoogd. Daardoor kunnen er meer soorten planten groeien, wat naast de biodiversiteit ook goed is om explosieve blauwalgengroei te voorkomen. Tenslotte worden er stenen dammen in de huidige loop gelegd, zodat de meanders permanent watervoerend zijn en de huidige loop alleen bij verhoogde afvoeren mee stroomt.



Figuur X: ontwerpprofiel van de meanders in variant C (linksboven) en het twee-fasen-profiel bij Hoogendonk (linksonder). Rechts een foto van de Boven Mark voor de kanalisatie in 1969.

Beschrijving van variant C van zuid naar noord

Vanaf de landgrens tot aan de meander bij Galder is de Mark reeds ingericht. Hier zijn geen verdere inrichtingsmaatregelen voorzien.

Vanaf de meander bij Galder tot aan Heerstaaijen is er veel ruimte beschikbaar, zowel op de oost- als op de westoever. Met een lengte van 1,2 km en een breedte van ca. 200 meter is dit meteen het grootste aaneengesloten nieuwe natuurgebied, gelegen in het verlengde van de gronden van Natuurmonumenten. Hier is een twee-fasen-profiel ingetekend (zie figuur X). Het bestaande kanaal is gedempt en de oorspronkelijke meandering op de oostoever kan min of meer worden hersteld.

Vanaf Heerstaaijen tot aan de snelweg zijn er afwisselend percelen op de oost- en westoever beschikbaar. Ook zijn er korte stukken waar nog geen grond beschikbaar is. Daardoor is een twee-fasen-profiel hier niet goed inpasbaar. In plaats daarvan is er achtereenvolgens een meander op de oostoever, de westoever en nog twee op de oostoever ingetekend. De meander op de westoever heeft bovendien het voordeel dat het potentiële kwelgebied op de oostoever op termijn hersteld kan worden. Het huidige kanaal blijft over de gehele lengte van Heerstaaijen tot aan de snelweg als hoogwatergeul aanwezig. De oever van het kanaal, die aan de nieuwe natuur grenst, wordt ecologisch ingericht: oeverbeschoeiing wordt verwijderd en het talud wordt glooiend afgegraven. Verder wordt de hoogwatergeul verondiept totdat een waterdiepte van ca. 1 meter over blijft.

In de laagte van Notsel is wat meer ruimte beschikbaar voor natuurontwikkeling: deze laagte is ca. 250 meter lang en 300 meter breed. Door de meander dicht bij het huidige kanaal aan te leggen, blijft er nog veel ruimte over om natte natuur te realiseren, gebruikmakend van de kwel in dit gebied. Op Daasdonk zijn gronden beschikbaar voor natuurontwikkeling langs de Galderse beek (niet in de schets weergegeven). Tussen de verschillende particuliere natuurpercelen op Daasdonk wordt een ecologische verbindingszone aangelegd. De huidige loop van de Galderse beek is in de 17^{e} eeuw gegraven binnen het barokke landschap van het voormalig kasteel Daesdonck. Vanuit cultuurhistorisch oogpunt behoudt de Galderse Beekzijn huidige loop behoudt.

Vanaf de snelweg tot aan de Klokkenberg is er behoorlijk wat ruimte beschikbaar op beide oevers. De historische meanders hebben hoofdzakelijk op de lagere oostkant van het beekdal gelegen. De beschikbare percelen liggen tevens in een potentieel kwelgebied. De meandering is daarom relatief dicht tegen het bestaande kanaal ingetekend en de oostoever van de meander is verlaagd, zodat daar de kwel tot aan het maaiveld kan komen. Het kanaal is verondiept tot 1 meter waterdiepte en de oost- en westoever kunnen ecologisch worden ingericht.

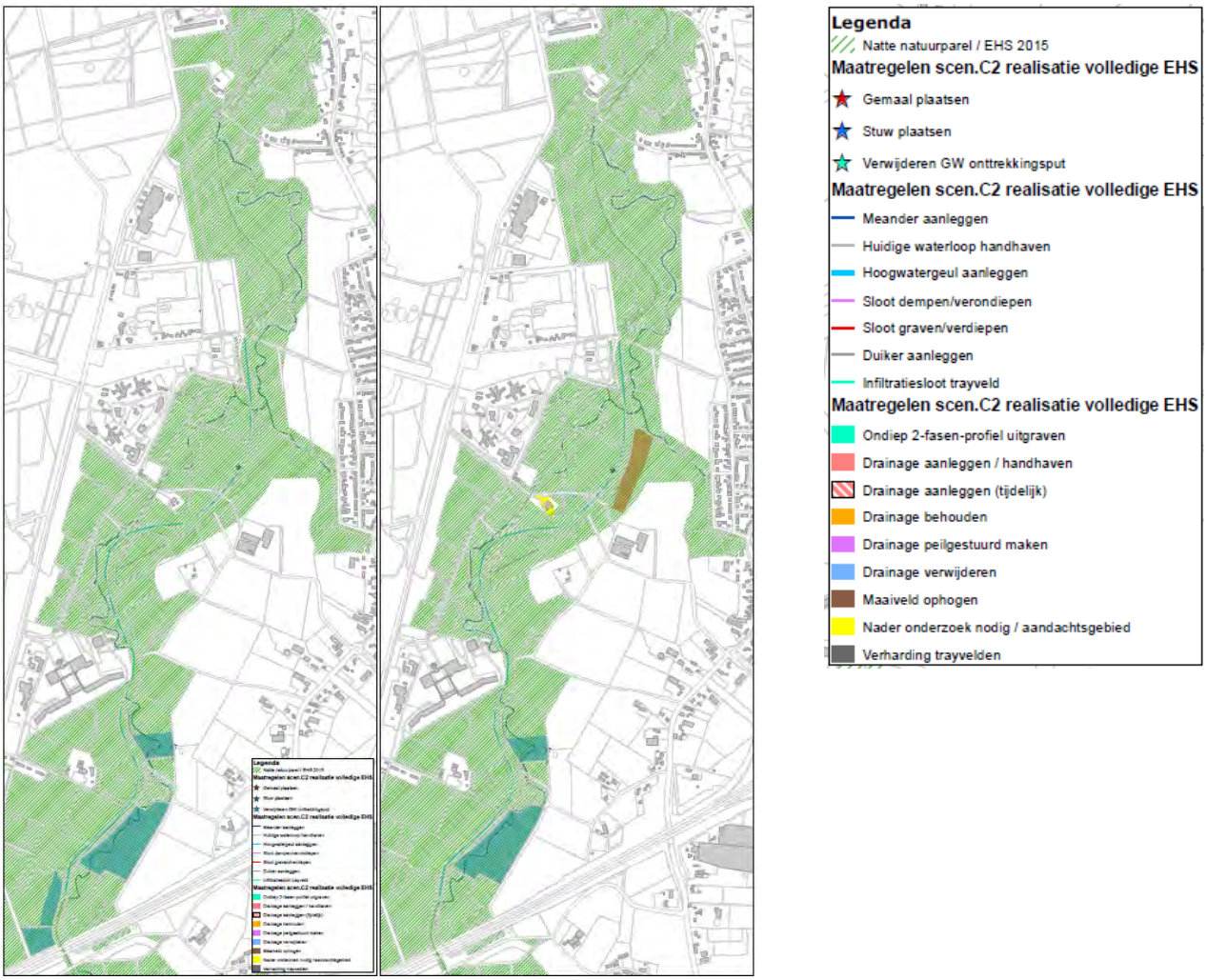
Ter hoogte van de Klokkenberg is er over een kort traject van 200 meter geen meandering ingetekend. Door de bouw van het Klokkenberg-complex is het beekdal hier zeer smal en in feite niet breder dan het huidige kanaal. Het landbouwperceel op de oostoever is vrij hoog om een meander doorheen te graven. De oevers van de Mark kunnen hier wel natuurlijker worden ingericht dan in de huidige situatie.

Vanaf de Klokkenberg tot aan Reeptiend zijn met name percelen beschikbaar op de westoever, maar ook enkele op de oostoever. Verder zijn de percelen rond Blauwe Kamer afwisselend breed en smal en zijn er veel historische landschapselementen aanwezig. Wat de inrichting nog complexer maakt, is dat de westoever een potentieel kwelgebied is. Er zijn twee opties voor de meander: langs de zuidzijde van de hoeve Blauwe Kamer of langs de noordwest-zijde. In variant C is de noordwestelijke loop opgenomen en in variant D de zuidoostelijke loop.

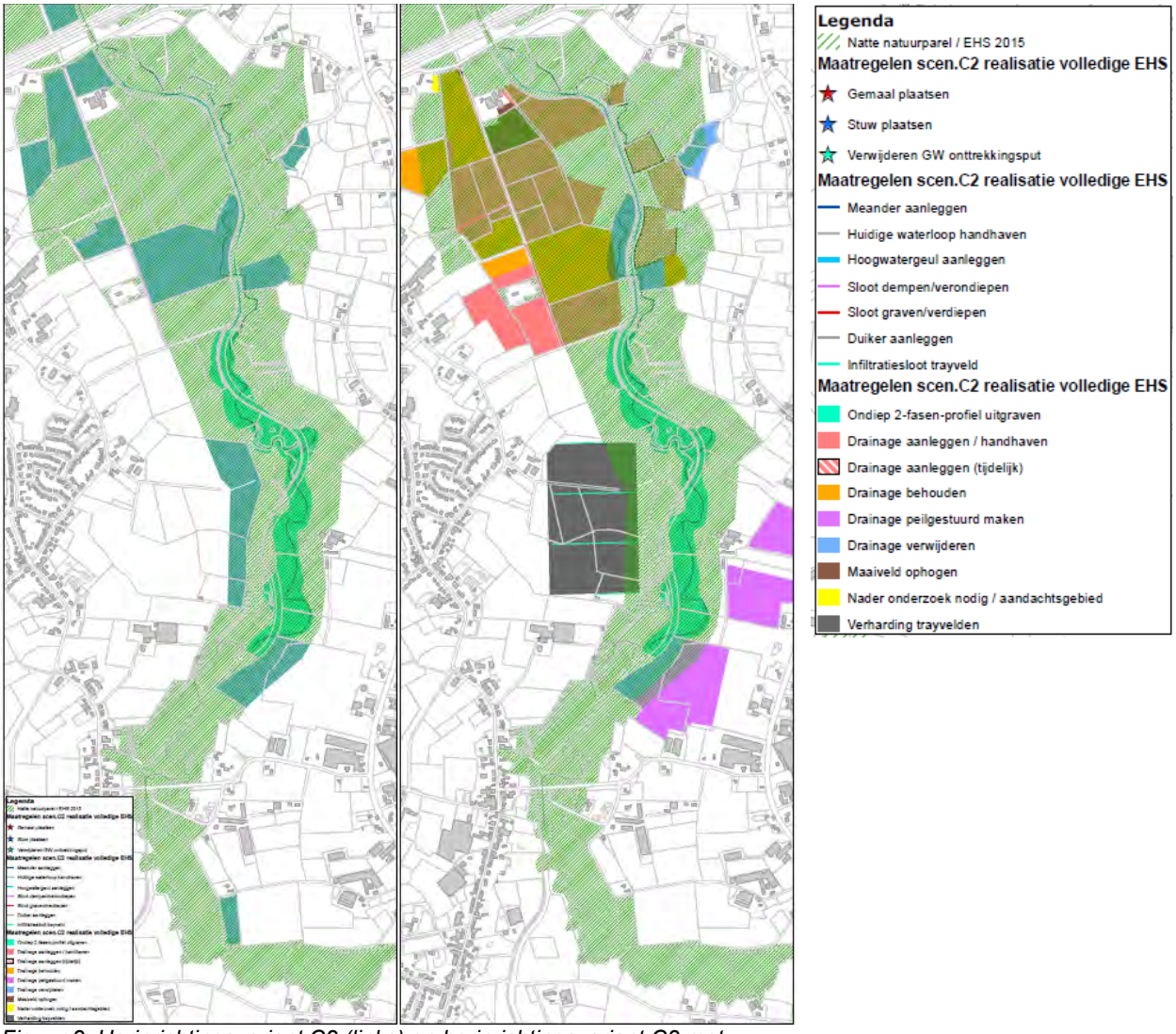
Ter hoogte van de monding van de Chaamse Beek steekt de meandering over van de westzijde van het huidige kanaal naar de oostzijde. De percelen op de oostoever zijn beschikbaar voor meandering van zowel de Mark als de Chaamse Beek. Via een nieuwe brug (duiker) sluit de nieuwe meandering aan op de bestaande meander Oudhof. De meander Oudhof is bij de aanleg zeer diep en breed uitgegraven. Daarom wordt deze enigszins verondiept. De verondieping kan via spontane aanzanding plaatsvinden.

Met het grondwatermodel worden twee verschillende varianten van variant C doorgerekend. In de eerste variant worden maatregelen genomen om alle gronden binnen de huidige EHS-begrenzing tot natuurgebied om te vormen. In de tweede variant worden compenserende maatregelen (voornamelijk buisdrainage) opgenomen in de landbouwpercelen die tijdelijk of permanent een landbouwfunctie blijven behouden. Op deze wijze wordt inzicht verkregen in het effect van compenserende maatregelen op de natuurpotentie van de voor natuurontwikkeling beschikbare percelen in het beekdal.

In de variant met compenserende maatregelen is tevens het effect van de aanleg van trayvelden op het grondwater inzichtelijk gemaakt. Ten noorden van de Kerselse beek ligt een aardbeienkwekerij. Deze kwekerij gaat ca. 15 ha aan trayvelden aanleggen. Het regenwater dat op dit perceel valt wordt afgevangen, gebruikt om te beregenen en in de winter deels geïnfiltreerd via infiltratiesloten. In de toekomst vindt hier daarom minder grondwateraanvulling plaats via neerslag.



Figuur 1: Herinrichtingsvariant C2 (links) en herinrichtingsvariant C2 met mitigerende maatregelen (rechts), deel noord



Figuur 2: Herinrichtingsvariant C2 (links) en herinrichtingsvariant C2 met mitigerende maatregelen (rechts), deel zuid

1.2 Oppervlaktewater

In het gekalibreerde Sobek-oppervlaktewatermodel is de herinrichtingsvariant C verwerkt. Met dit model zijn de waterstanden en stroomsnelheden in de aangepaste situatie berekend.

1.2.1 Peilen

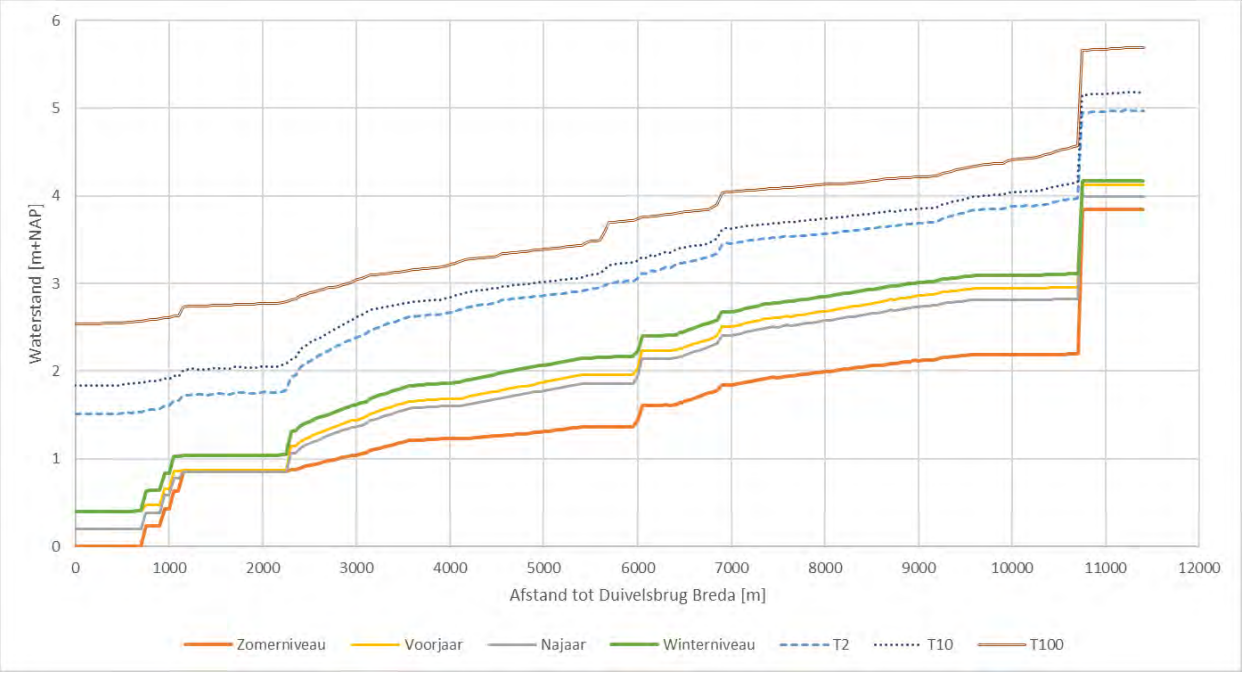
Op het traject tussen de Oude Trambrug en de Duivelsbrug zijn twee stuwen verwijderd. Deze stuwen zorgden voor een trapsgewijs verloop van de waterstand. Door het verwijderen van de stuwen en introduceren van meer meanders verdwijnt dit beeld. In Figuur 3, Tabel 1 en Tabel 2 is dit duidelijk terug te zien. In de zomersituaties zakt de waterstand ver uit ten opzichte van de wintersituatie. De jaarlijkse fluctuatie van de waterstand is daarmee vergroot van enkele centimeters tot ca. een meter.

Bij de lagere afvoeren, van zomerafvoer tot voorjaarsafvoer, treedt er over het algemeen een peilstijging op aan de benedenstroomse zijde van de stuwen Blauwe Kamer en Markstuw Galder en een peildaling aan de bovenstroomse zijde van deze stuwen. In de zomer ligt het waterpeil lager, waardoor de peildaling overheerst, terwijl in de voorjaarssituatie een peilstijging domineert.

Bij hoge afvoeren verandert er in de waterstand benedenstrooms weinig, de peilverandering ten opzichte van de huidige situatie is hier slechts enkele centimeters. Met name meer bovenstrooms in het beekdal treden hogere waterstanden op omdat er hier meer opstuwing plaats vindt. Deze opstuwing wordt veroorzaakt door de aanleg van de dammen in de hoogwatergeul in combinatie met de aan te leggen meanders.

Tabel 1: Berekende waterpeilen op diverse locaties in de Boven Mark.

Locatie		ZP	VJ	NJ	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0.00	0.40	0.20	0.40	1.51	1.84	2.54
Bieberg	Bovenstrooms	0.85	0.87	0.85	1.04	1.72	2.01	2.73
	Benedenstrooms	0.63	0.86	0.78	1.03	1.66	1.95	2.63
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	1.40	1.59	1.51	1.77	2.53	2.67	3.04
	Benedenstrooms	0.88	1.14	1.06	1.33	2.03	2.23	2.85
Galderse stuw	Bovenstrooms	1.84	2.51	2.41	2.68	3.44	3.62	4.03
	Benedenstrooms	1.75	2.36	2.27	2.54	3.30	3.45	3.84
Oude Trambrug		3.85	4.12	3.99	4.17	4.98	5.18	5.69



Figuur 3: Waterpeil voor verschillende maatgevende situaties van de Duivelsbrug (0 meter) tot de Oude Trambrug (10 km)

Tabel 2: Berekende waterpeilen op diverse locaties in de Boven Mark.

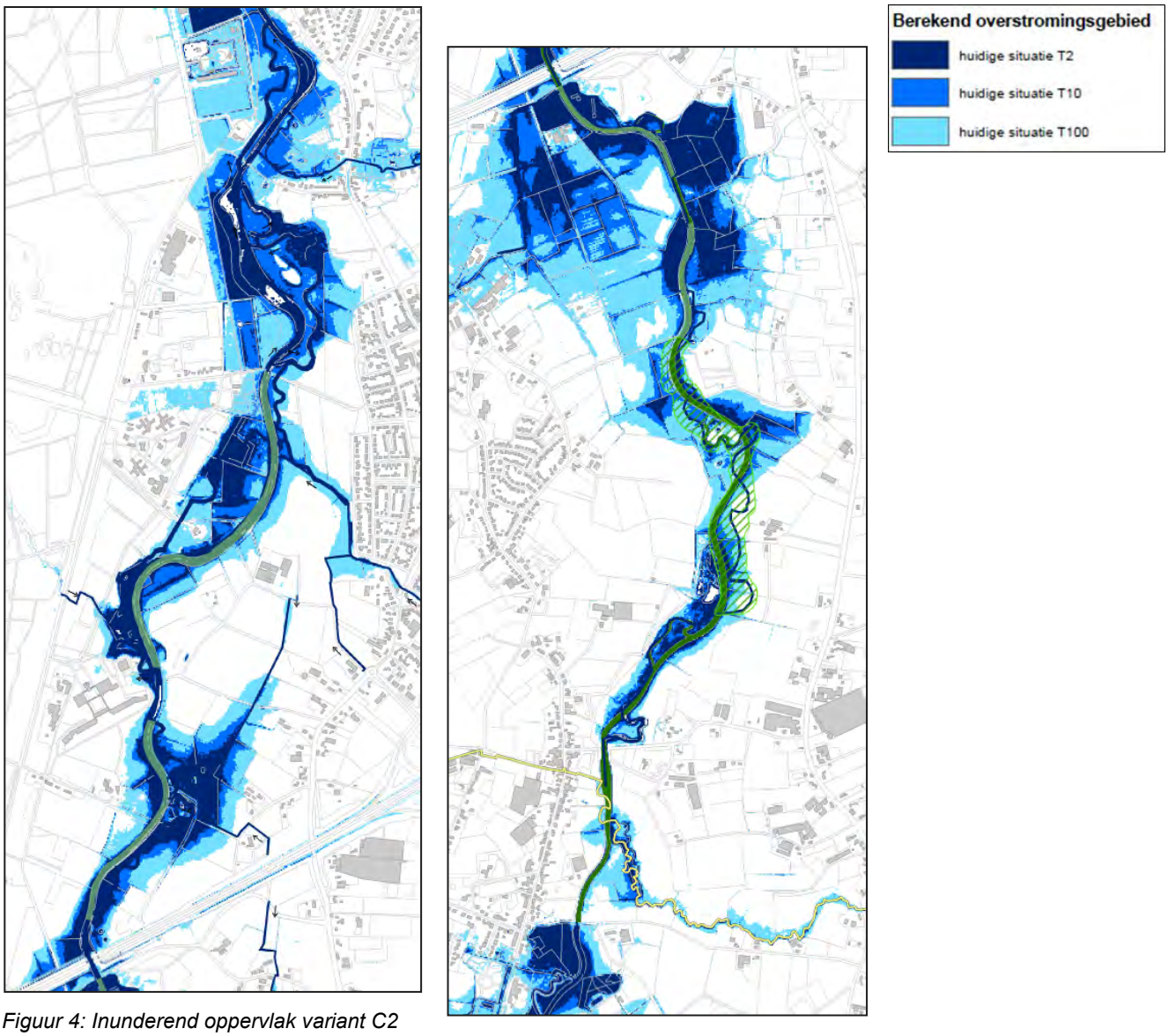
Locatie		ZP	VJ	NJ	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0.00	0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Bieberg	Bovenstrooms	0.00	0.02	0.00	0.19	0.08	0.04	0.02
	Benedenstrooms	0.63	0.66	0.38	0.61	0.08	0.04	0.02
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	-0.20	0.04	-0.04	0.22	0.08	0.03	0.01
	Benedenstrooms	0.03	0.28	0.18	0.37	0.21	0.10	0.04
Galderse stuw	Bovenstrooms	-0.71	0.01	-0.11	0.18	0.18	0.13	0.12
	Benedenstrooms	0.15	0.80	0.68	0.83	0.49	0.38	0.29
Oude Trambrug		0.00	0.13	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00

1.2.2 Drooglegging en inundaties

De extreme afvoeren (T2, T10 en T100) zijn samengevat in één overstromingskaart, weergegeven in Figuur 4.

Wat op valt is dat het inunderend (overstromend) areaal in vergelijking met de huidige situatie in een T=100 situatie slechts beperkt vergroot. De toename van het overstroomd gebied treedt vooral op in het gebied rond Daasdonk en Notsel. Hier is het beekdal relatief vlak, waardoor een peilstijging zich vertaald in meer overstroomd gebied dan elders in het beekdal. Bij meer frequente hoog afvoersituaties neemt het inunderend areaal wel toe. Dat is zichtbaar bij Ulvenhout/Chaamse Beek, Blauwe Kamer, Schoondonk, Daasdonk en Notsel tot de Markweg.

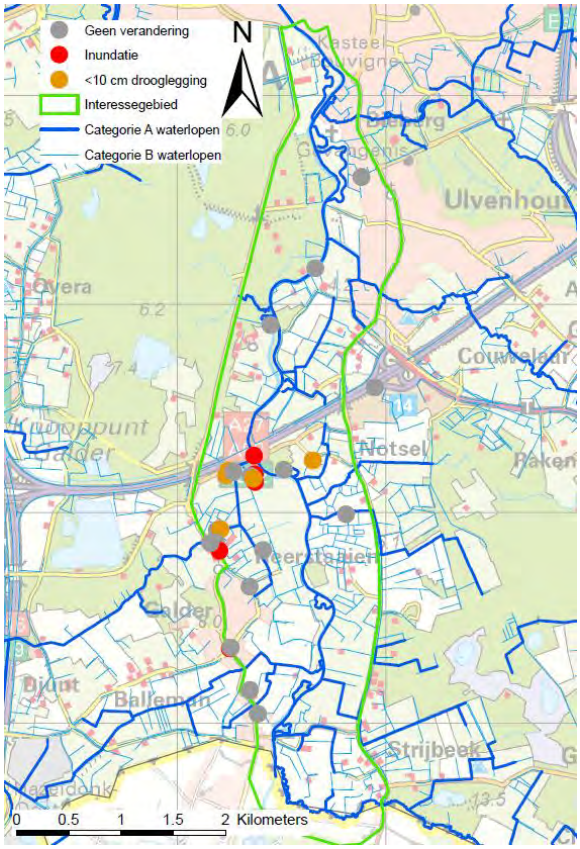
De verandering van de waterstand in hoog afvoer situaties is dus het grootst bij meer frequente gebeurtenissen (T2 en T10), oftewel het beekdal overstroomt in scenario C vaker en over grotere oppervlaktes dan in de huidige situatie. Bij zeer extreme gebeurtenissen (T100) is de verandering in inunderend areaal beperkt.



Figuur 4: Inunderend oppervlak variant C2 voor verschillende afvoersituaties.

Wateroverlast of schade kan optreden wanneer de Boven Mark buiten zijn oevers treedt. Daarom is van alle bebouwing en wegen rond het Markdal bekeken of er inundatie optreedt bij een zeer extreme afvoer (T100). In Figuur 5 **Error! Reference source not found.** is, voor een aantal locaties waar woningen of belangrijke wegen liggen, weergegeven of er inundatie op treedt of dat het bijna inundeert. Deze analyse is uitgevoerd door de maaiveldhoogte uit het AHN rond bebouwing te vergelijken met de berekende hoogwaterstanden. Voor een meer nauwkeurige analyse worden de locaties nog ingemeten.

Daar waar nu al inundatie voor komt is dat bij variant C2 ook nog het geval. Er zijn een 4-tal locaties waar door de herinrichting wel wateroverlast of schade kan optreden waar dat nu nog niet het geval is. Op een 5-tal locaties wordt de drooglegging kritisch.



Figuur 5: Knelpunten wateroverlast herinrichtingsvariant C2. Locaties waar de situatie niet verandert ten opzichte van de huidige situatie zijn grijs gekleurd.

1.2.3 Hoogwater Breda

Als gevolg van de herinrichting van het Markdal stijgt de waterstand in Breda met 0,8 cm bij een extreme afvoersituatie, die gemiddeld eenmaal per 100 jaar optreedt. Dit wordt veroorzaakt doordat het beekdal eerder en grootschaliger overstroomt dan in de huidige situatie. Doordat het waterbergend vermogen van het beekdal al bij frequente afvoerpieken wordt benut, is er minder bergend vermogen beschikbaar als een klein hoogwater zich doorontwikkeld tot een extreem hoogwater. Daardoor neemt de afvoer richting Breda enigszins toe, wordt het maximum waterpeil in Breda met 0,8 cm verhoogd en neemt het overstromingsrisico toe.

Hoewel de berekende peilstijging gering is, heeft het natuurlijk de voorkeur dat er een peildaling wordt gerealiseerd in Breda. Daarom zijn enkele oriënterende berekeningen uitgevoerd naar mogelijke maatregelen om de piekafvoer naar Breda te verminderen. Ten eerste is er gekeken welk effect het optrekken van de drie bestaande stuwen in het Markdal op de piekafvoer kan hebben en ten tweede is er gekeken naar de mogelijke invloed van aan te leggen waterbergingsgebiedjes in het Markdal op de piekafvoer.

Als de drie bestaande stuwen in het Markdal (stuw Bieberg, stuw Blauwe Kamer en Markstuw Galder) gehandhaafd worden, dan zouden deze opgetrokken kunnen worden net voor het moment dat de piekafvoer haar hoogtepunt bereikt. Daardoor neemt de afvoercapaciteit van de Boven Mark af en wordt er extra water geborgen in het beekdal. Bij Variant C2 levert dit in een T=100 situatie een berekende peildaling van 6 cm op tussen de Duivelsbrug en de Johan Willem Frisolaan. Een nadeel van deze maatregel is dat het waterpeil in het Markdal met 5-10 cm stijgt als gevolg van het optrekken van de stuwen, waardoor de overlast in het beekdal wordt vergroot.

In het Markdal zijn twee laagtes aanwezig die mogelijk als waterbergingsgebied ingericht kunnen worden: een laagte bij de Koekelenbergse Tiend (ca. 10 ha groot) en een laagte bij Notsel (ca. 5 ha groot). Middels een dam kunnen deze laagtes afgescheiden worden van het beekdal zodat deze laagtes van nature niet overstromen met Markwater. Tijdens het optreden van de piekafvoer, kunnen beide waterbergingen gevuld worden via een regelbare stuw of klep. Bij Variant C2 levert dit in een T=100 situatie een berekende

peildaling van 0,7 cm op tussen de Duivelsbrug en de Johan Willem Frisolaan. Bij scenario D2 is dit een peilstijging van 0,3 cm.

1.2.4 Stroomsnelheden

Door het aanleggen van meanders verhoogd de snelheid op deze trajecten in de zomer en het voorjaar. De stroomsnelheid in de zomer is veelal nog niet optimaal, maar gedurende het grootste deel van het jaar voldoet de stroomsnelheid vanuithet oogpunt van de aquatische ecologie (zie tabel 9). Bij hoogwater afvoersituaties wordt de stroomsnelheid in de meanders over het algemeen verlaagd ten opzichte van de huidige situatie. Daardoor verkleint de kans op het wegspoelen van vis en macrofauna (waterinsecten, slakjes, e.d.). Op de trajecten die gekanaliseerd blijven, blijft de stroomsnelheid over het algemeen matig tot onvoldoende. Deze trajecten vormen slechts een beperkt aandeel van de totale lengte van de in te richten Boven Mark, waardoor de KRW doelstelling naar verwachting wel binnen handbereik komt.

Tabel 3: Gemiddelde stroomsnelheden in m/s voor verschillende deeltrajecten, in een zomer, voorjaars en hoogafvoersituatie

Deeltraject	Lengte [km]	Zomer	Voorjaar	T2
1. Meander Markweg	0,4	0.01	0.06	0.32
1. Meander Kersel	0,4	0.17	0.22	0.41
2. 2-f-p Hoogedonk-Heerstaaien	2,1	0.14	0.22	0.27
3. Meanders Markstuw Galder	0,7	0.23	0.33	0.48
4. Gekanaliseerd	0,2	0.06	0.16	0.7
5. Meanders Notsel	0,8	0.23	0.34	0.49
6. Gekanaliseerd snelweg A58	0,3	0.05	0.15	0.7
7. Meanders Schoondonk	1,3	0.14	0.25	0.33
8. Gekanaliseerd Klokkenberg	0,2	0.05	0.15	0.64
9. Meander Klokkenberg	0,4	0.11	0.15	0.24
10. Meanders Blauwe Kamer	1,5	0.22	0.31	0.5
11. Meanders nabij Reeptiend	0,4	0.13	0.35	0.51
12. Chaamse Beek	0,4	0.03	0.14	0.44
13. Meanders Oudhof	1,4	0.05	0.15	0.25

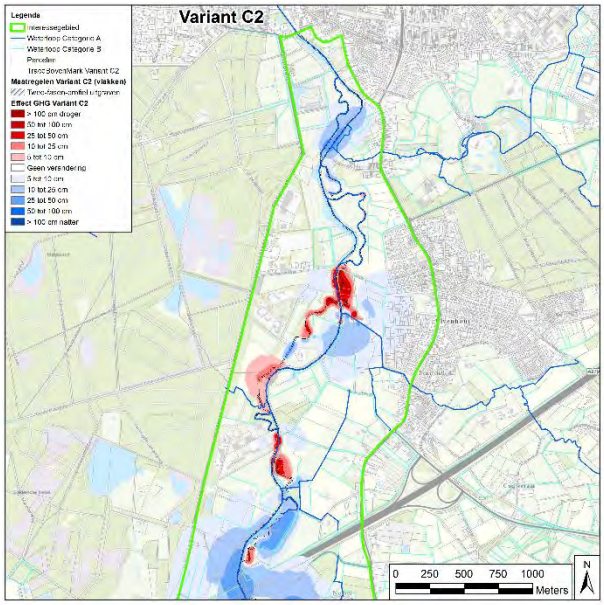
1.3 Grondwater

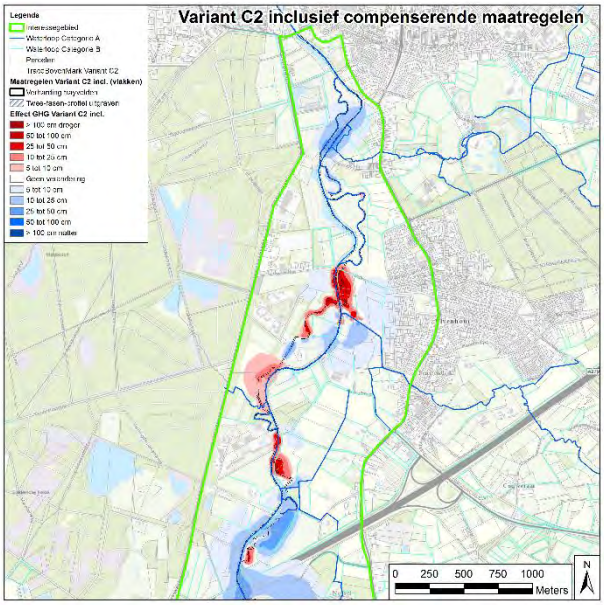
1.3.1 GxG

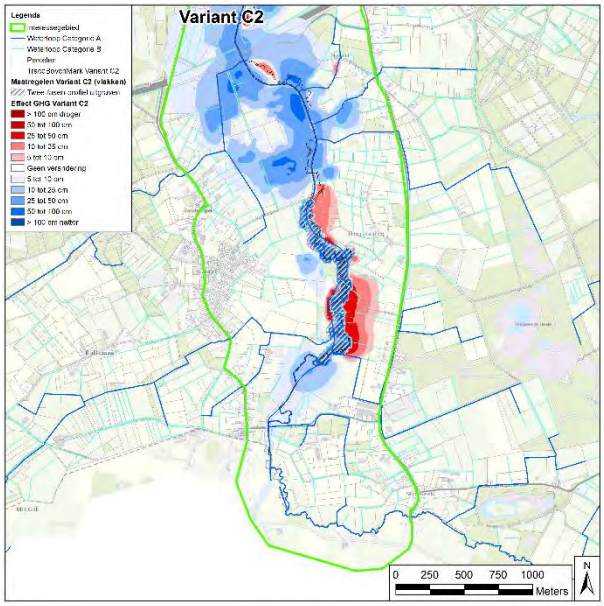
Over vrijwel het gehele Markdal resulteert de herinrichting van de Boven Mark tot een verhoging van de wintergrondwaterstand. Op enkele plekken waar de beek enkele tientallen meters van de huidige loop af komt te liggen wordt lokaal de grondwaterstand verlaagd. De veranderingen zijn weergegeven in Figuur 6 en Figuur 7. De grootste verhoging van de grondwaterstand vindt plaats in het zuidelijk deel van het beekdal, hier kan de GHG tussen de 25 en 50 cm toenemen, lokaal tot 100 cm. In het noordelijk deel is het effect minder groot, maar lokaal wel tussen de 25 en 50 cm. De verhoging van de grondwaterstand zorgt in het zuidelijk deel tot een groot areaal waar de GHG aan maaiveld komt (0 tot 20 cm-mv). Over het algemeen wordt de GHG op 0 – 200 meter van de beek 10 tot 40 cm hoger en schuift daarmee veelal 1 GHG-klasse op.

Met compenserende maatregelen (drainage), die veelal in het zuidelijk deel van het beekdal liggen, wordt lokaal de GHG verlaagd met tot 50 cm ten opzichte van de huidige situatie. Dit is met name het geval in de laagte van Daasdonk maar ook in de laagte van Notsel en rond de donk van Heerstaaien treedt verlaging van de grondwaterstand op als gevolg van de aanleg van drainage op. Met de aanleg van klassieke drainage vindt in deze gebieden “overcompensatie” van de peilopzet op. De verlaging van de grondwaterstand in bijvoorbeeld Daasdonk lijkt echter geen effect te hebben op de grondwaterstand aan de andere zijde van de Boven Mark.

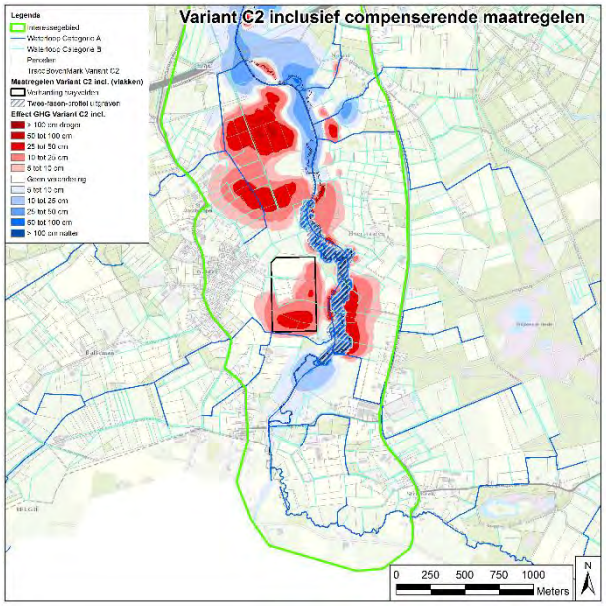
Onder de trayvelden, ten oosten van Galder, treedt een verlaging van de grondwaterstand op als gevolg van het afdekken van de bodem met folie. De infiltratie van het regenwater in het winterhalfjaar middels infiltratiesloten kan de grondwaterstandsdaling als gevolg van het afdekken van de bodem blijkbaar niet compenseren. Het peilverlagend effect op de omgeving (buiten de trayvelden) is echter beperkt.







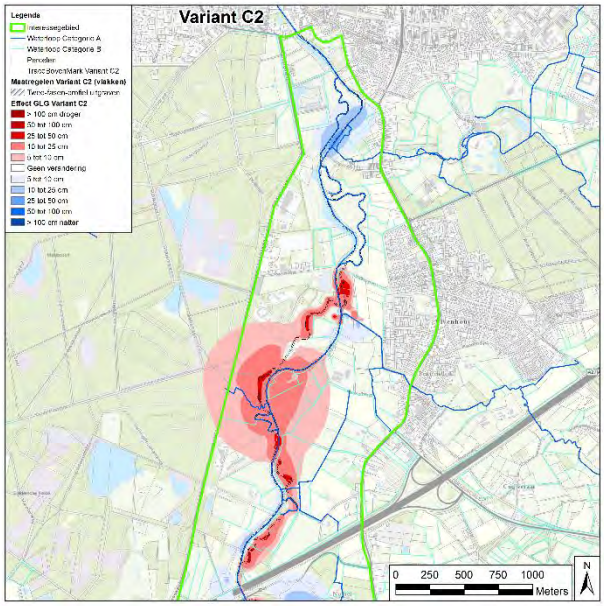
Figuur 6: Verandering van de wintergrondwaterstand (GHG) ten gevolge van variant C2.

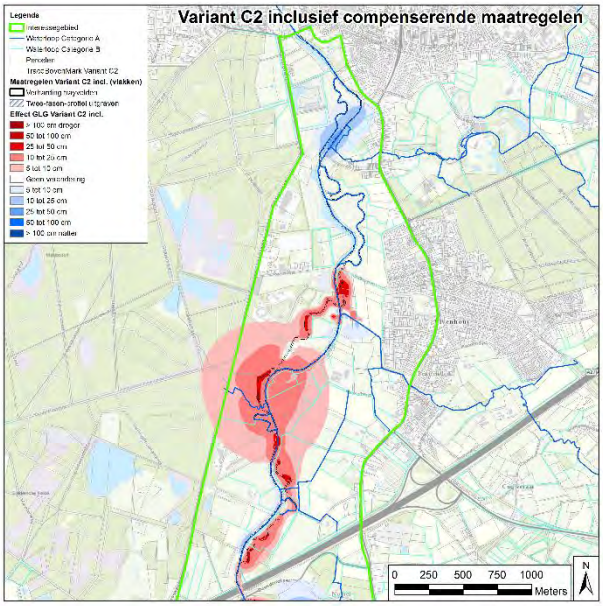


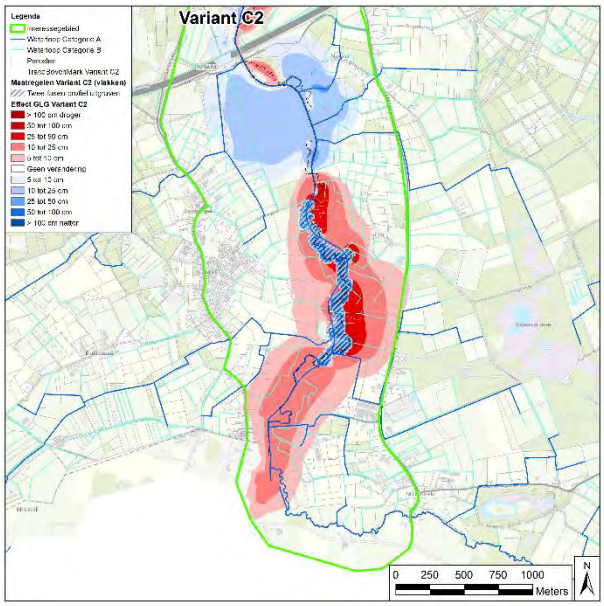
Figuur 7: Verandering van de wintergrondwaterstand (GHG) ten gevolge van variant C2 incl. maatregelen.

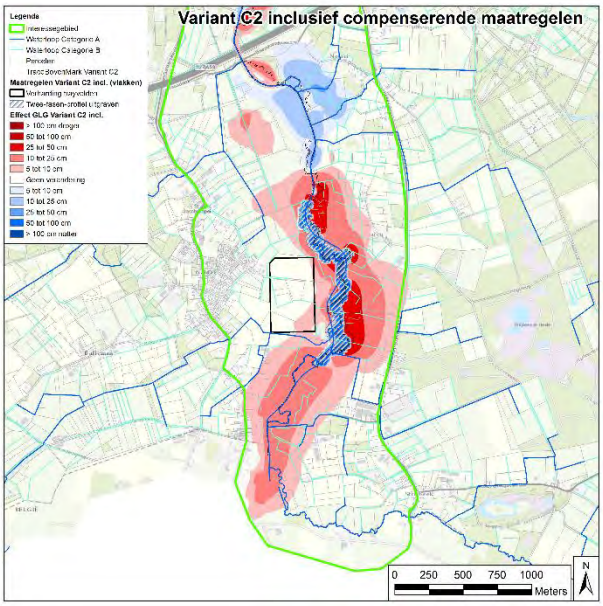
In de zomersituatie treedt voornamelijk verlaging van de grondwaterstand op, maar ook er zijn ook delen waar er een verhoging van de grondwaterstand is te zien. Dit heeft te maken met het verwijderen van de stuwen waardoor de waterstand verder kan uitzakken. Daarnaast is er ook een verlaging van de grondwaterstand te zien als gevolg van het verleggen van de beek, bijvoorbeeld rond Blauwe Kamer. In Figuur 8 en Figuur 9 zijn de veranderingen weergegeven. De verlaging van de grondwaterstand is duidelijk aanwezig in het beekdal. Dicht op de beek is dat 30 tot 80 cm. De verlaging van de grondwaterstand reikt tot ca. 300 m van de beek en is sterk zichtbaar tussen de Markweg en Notsel en tussen de snelweg en Reeptiend. Verhoging van de grondwaterstand in de zomersituatie treedt vooral op rond Daasdonk en Notsel en in de contreien van de vispassage bij stuw Bieberg. De verhoging van de grondwaterstand is van een kleinere orde grootte, veelal rond de 10 tot 20 cm. De grondwaterstand schuift door de maatregelen geen tot 1 GLG-klasse op.

Als gevolg van compenserende maatregelen wordt met name bij Daasdonk een verhoging van de grondwaterstand voorkomen. De verlaging van de grondwaterstand ten gevolge van de drainage is in de zomersituatie ook merkbaar. Maatregelen aan de oostkant van de beek (bij stuw Galder tot Notsel) ten zuiden van de A58 wordt de verhoging van de grondwaterstand in de zomersituatie ook lokaal beperkt.





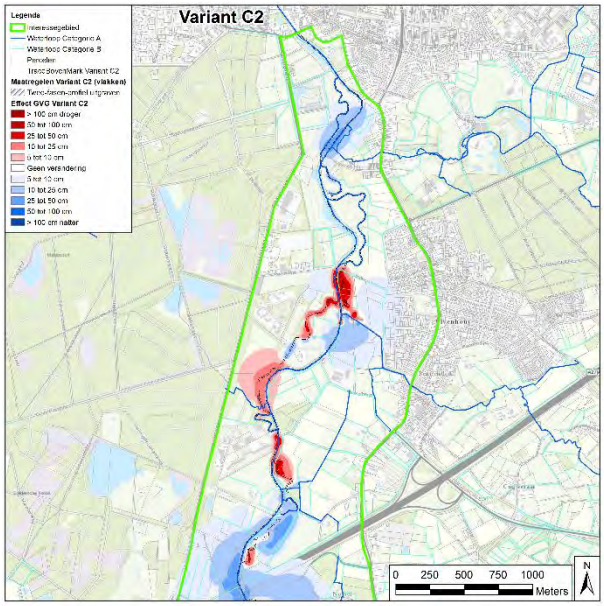


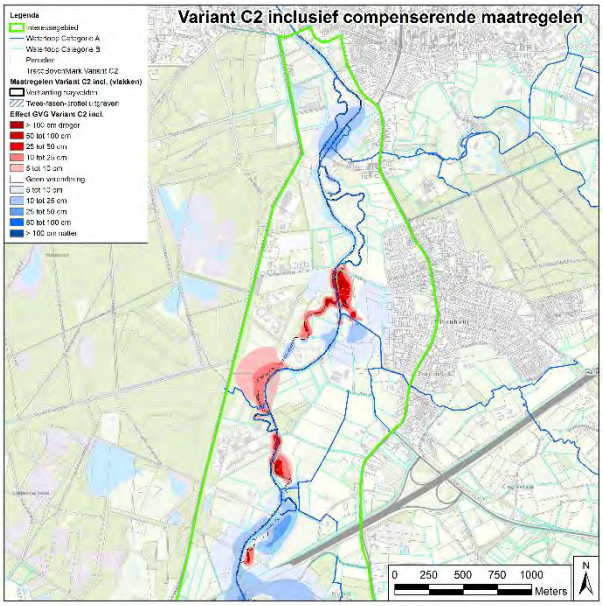


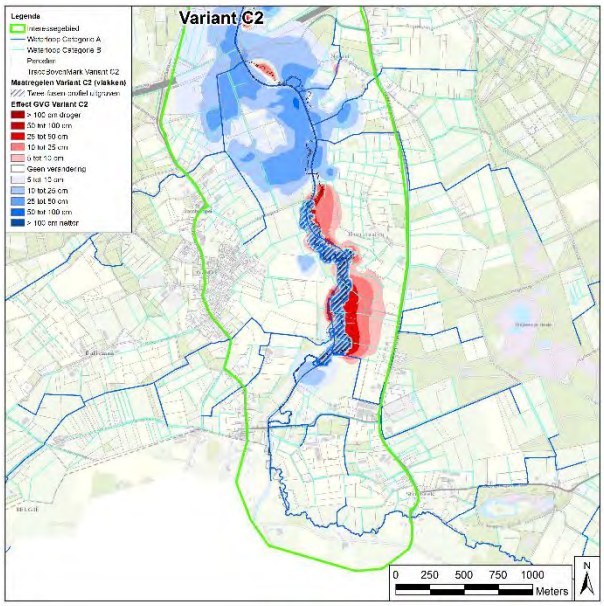
Figuur 8: Verandering van de zomergrondwaterstand (GLG) ten gevolge van variant C2.

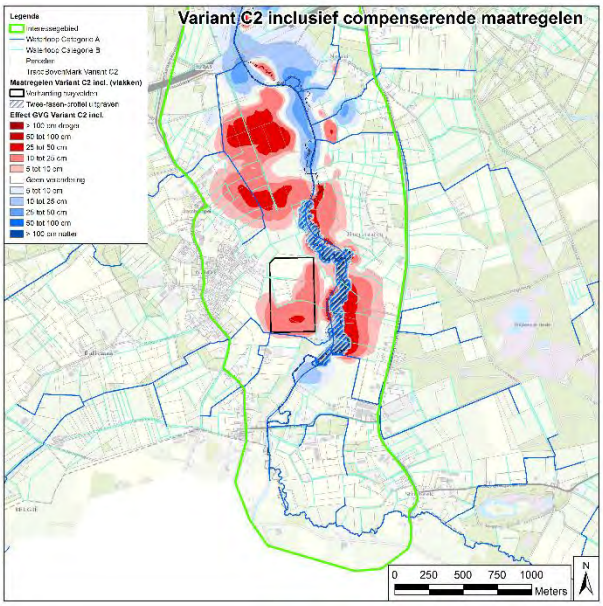
Figuur 9: Verandering van de zomergrondwaterstand (GLG) ten gevolge van variant C2 incl. maatregelen.

De verandering van de voorjaarsgrondwaterstand, weergegeven in Figuur 10 en Figuur 11, is vrijwel identiek aan de verandering van de wintersituatie, maar het effect is 10 à 20 % kleiner. Daarmee is het algemene beeld dat de voorjaarsgrondwaterstand sterk stijgt en lokaal daalt. In het zuidelijk deel van het dal staat het grondwater op 1 april in deze situatie vaak nog aan maaiveld (GHG-klasse 0 tot 20 cm).







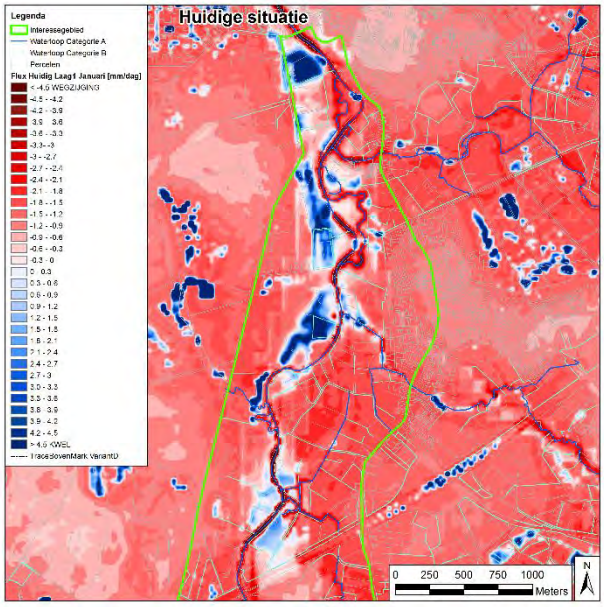


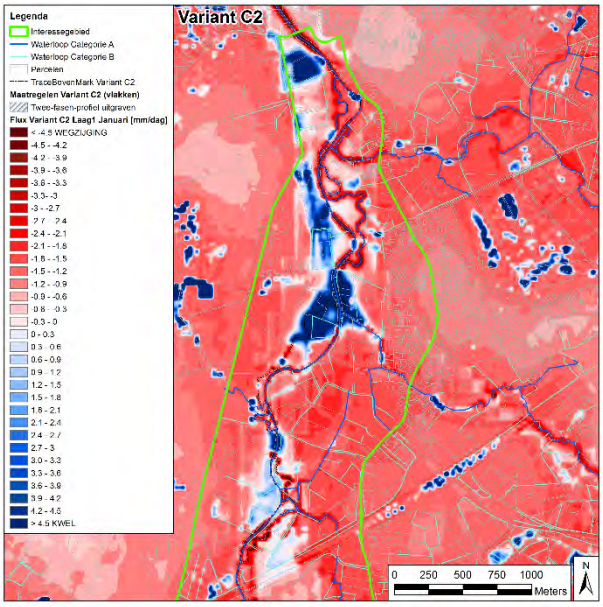
Figuur 10: Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ten gevolge van variant C2.

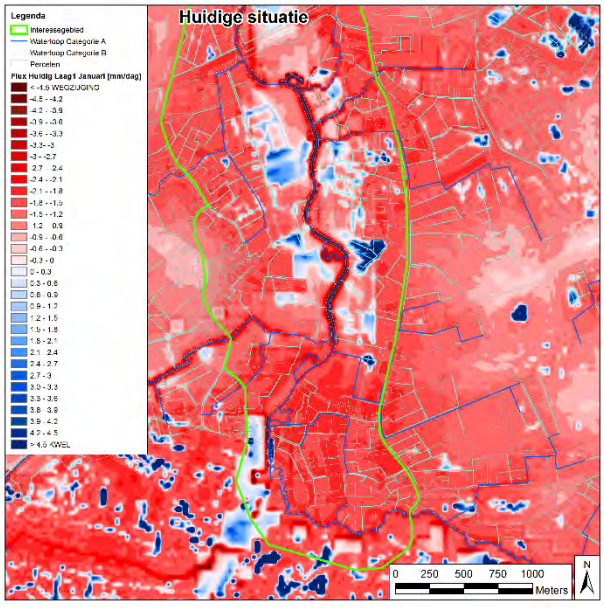
Figuur 11: Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ten gevolge van variant C2 incl. maatregelen.

1.3.2 Kwel en infiltratie

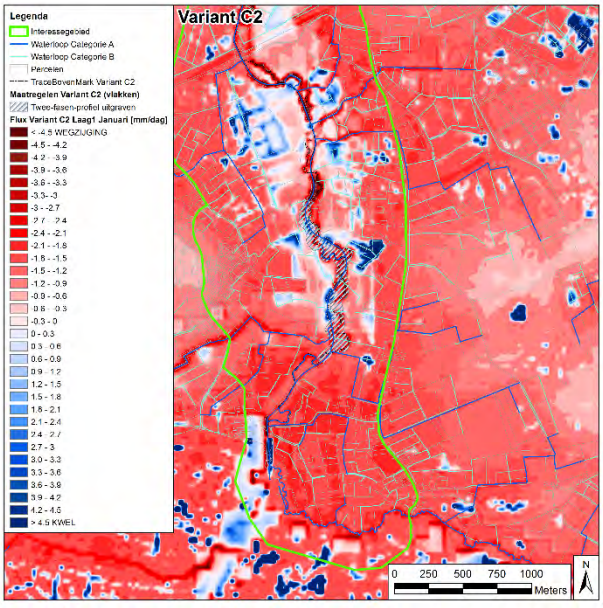
In de wintersituatie is op de meeste plekken in het dal sprake van infiltratie. Dit wordt veroorzaakt door het neerslagoverschot in de wintersituatie. Bij de Blauwe Kamer is in de huidige situatie lokaal sprake van kwel, in variant C2 (Figuur 12 en Figuur 13) neemt het areaal en de hoeveelheid kwel in deze omgeving toe in de winter. Ook bij Schoondonk, Daasdonk en Notsel neemt het kwel over het algemeen toe.





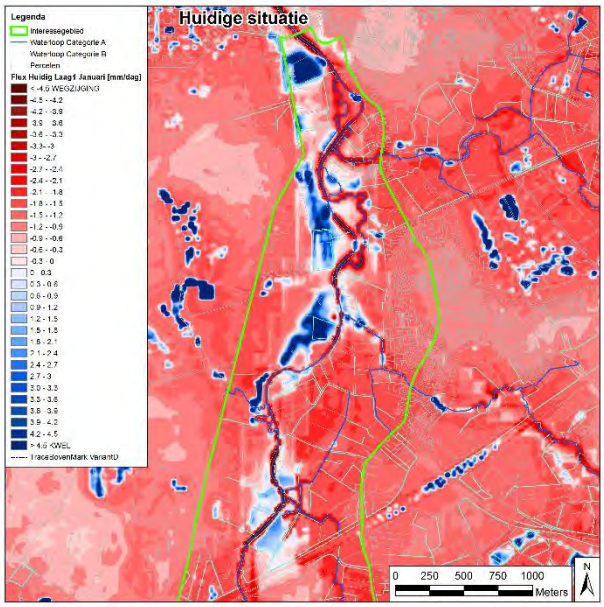


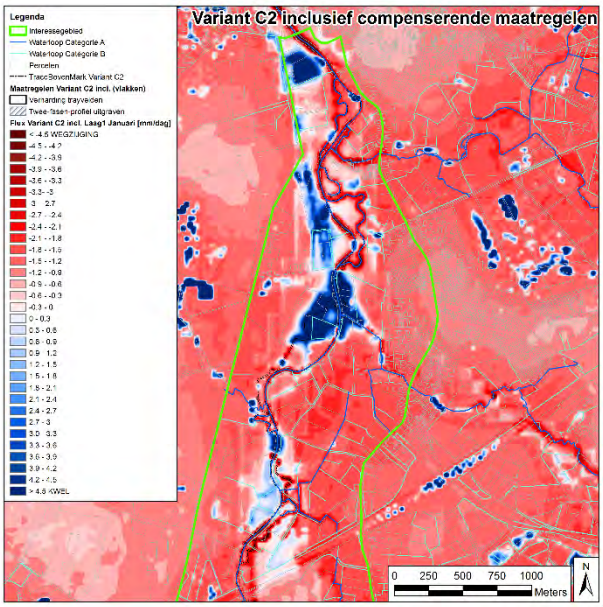
Figuur 12:Huidige kwel en infiltratie in de wintersituatie.

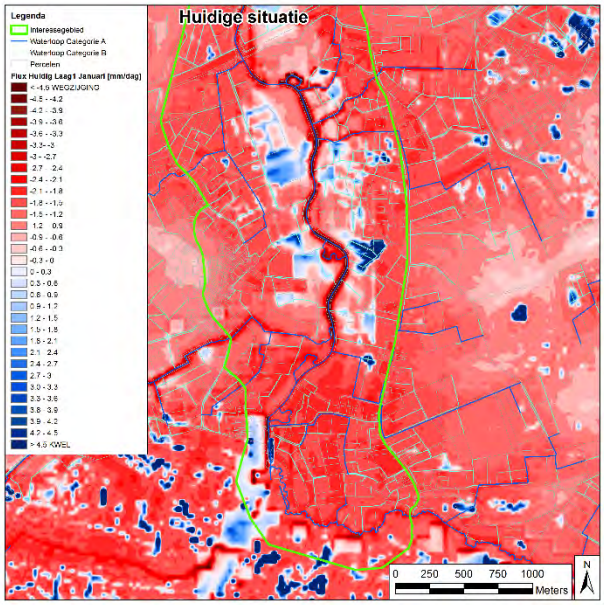


Figuur 13: Kwel en infiltratie in de wintersituatie variant C2.

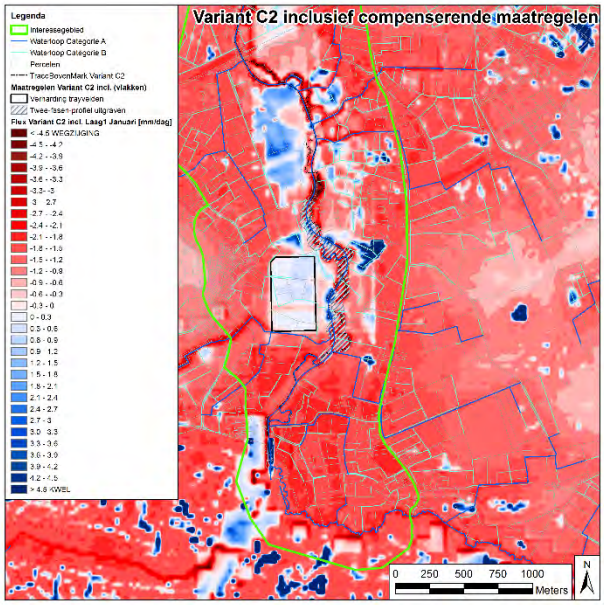
Ten gevolge van mitigerende maatregelen neemt het kwelgebied en de kwelstroom nog extra toe ter hoogte van Daasdonk en Galder-Notsel (Figuur 14 en Figuur 15).





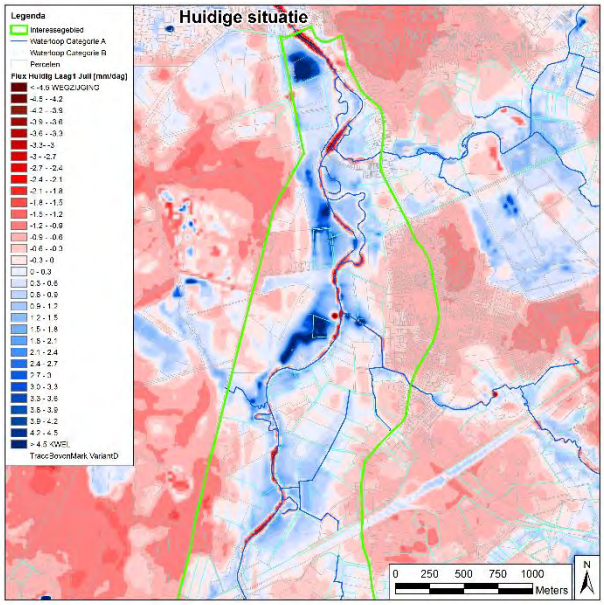


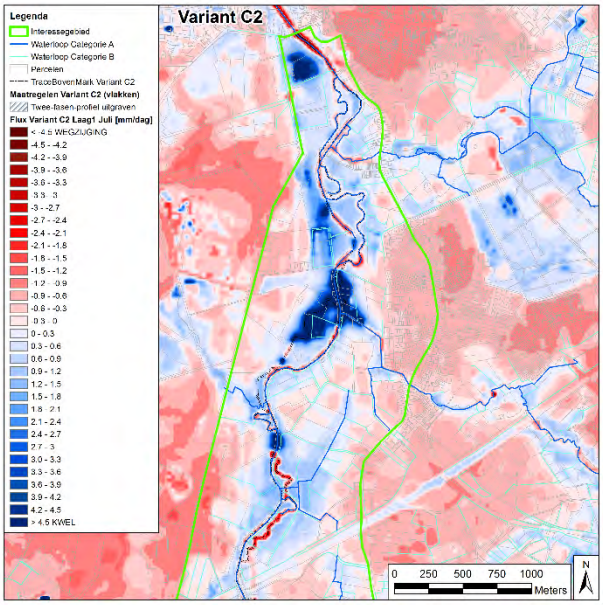
Figuur 14: Huidige kwel en infiltratie in de wintersituatie.

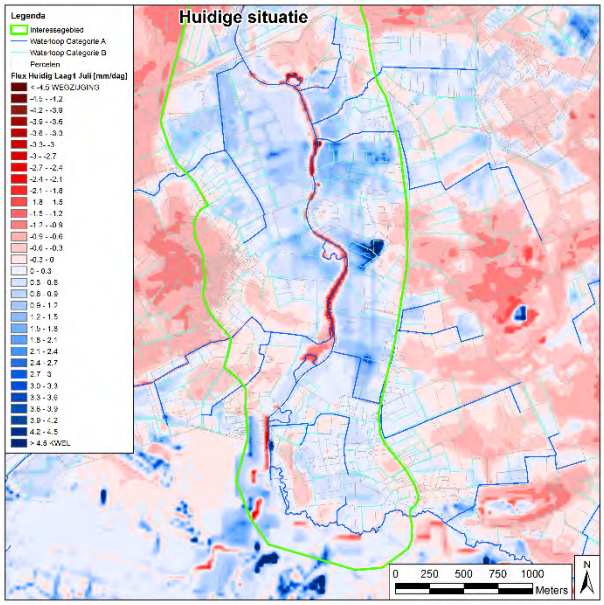


Figuur 15: Kwel en infiltratie in de wintersituatie variant C2 Inc. compenserende maatregelen.

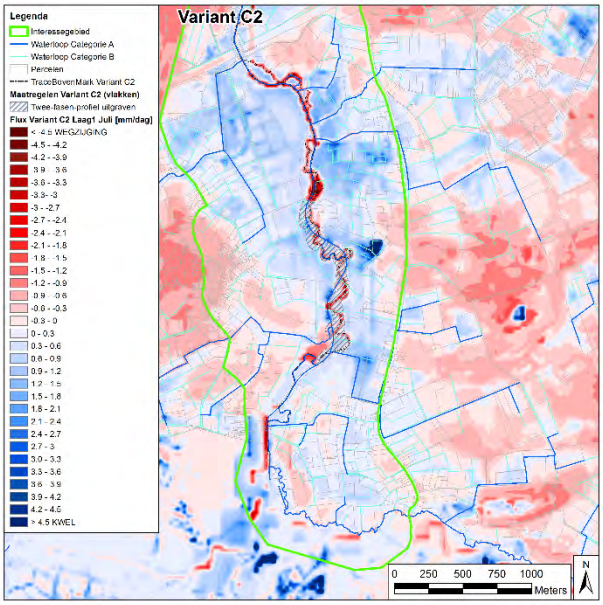
In de zomersituatie is op veel plekken in het dal kwel aanwezig, zowel in de huidige situatie als bij inrichtingsvariant C2. Het kwelgebied wordt niet significant groter bij herinrichting C2. Op locaties waar een kwelstroom aanwezig is, neemt de stroming toe. Dit is onder andere het gevolg van een lagere zomerwaterstand van de Boven Mark, die verder uit zakt en deels door het verleggen van de watergang. Het effect is sterk zichtbaar bij Daasdonk en Blauwe Kamer. De kwelgebieden en kwelstroming zijn weergegeven in Figuur 16 en Figuur 17.





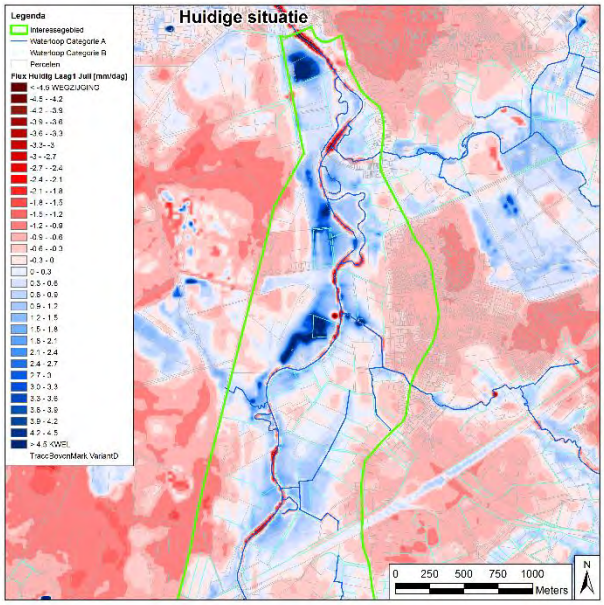


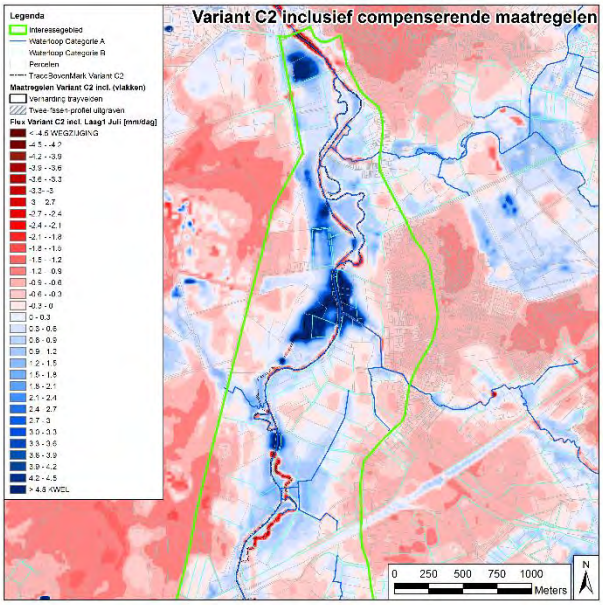
Figuur 16:Huidige kwel en infiltratie in de zomersituatie.

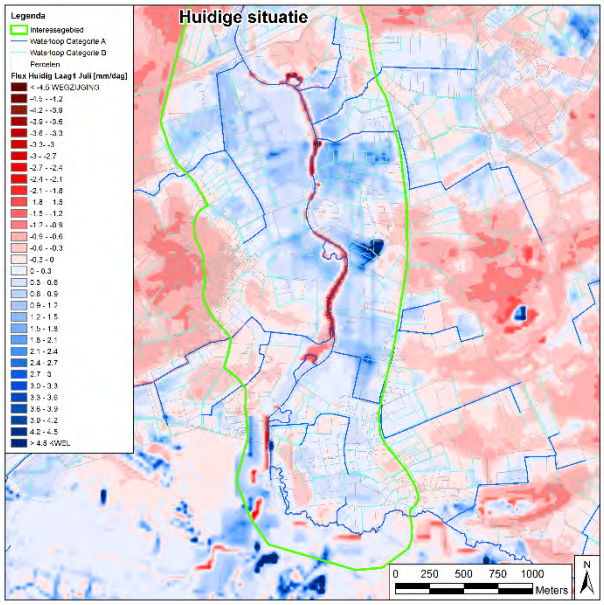


Figuur 17: Kwel en infiltratie in de zomersituatie variant C2.

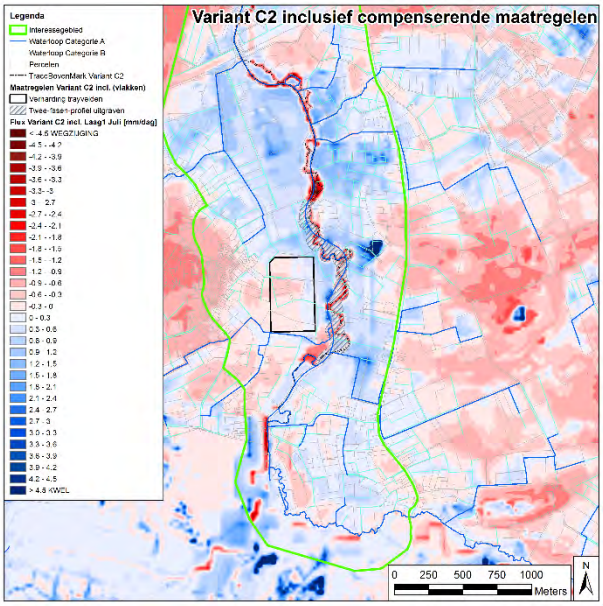
Als gevolg van mitigerende maatregelen neemt de kwelstroom bij Daasdonk toe. Door de drainage wordt de grondwaterstand verlaagd waardoor het drukverschil met het diepere pakket toeneemt. In Figuur 19 is kwel en infiltratie weergegeven voor variant C2 met mitigerende maatregelen.







Figuur 18:Huidige kwel en infiltratie in de zomersituatie.

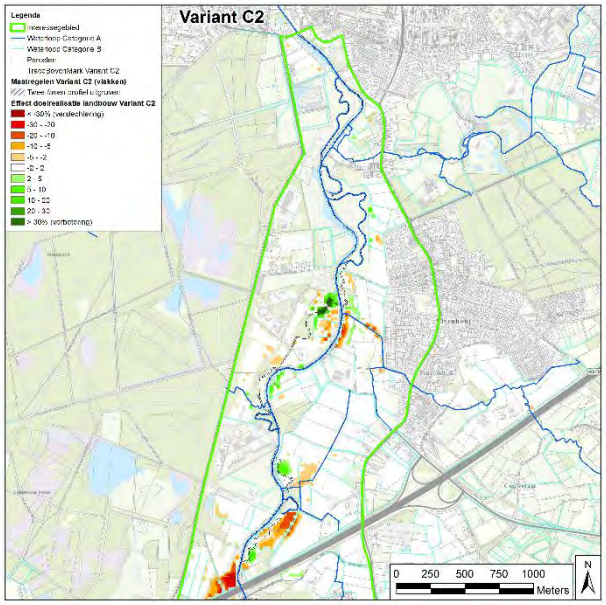


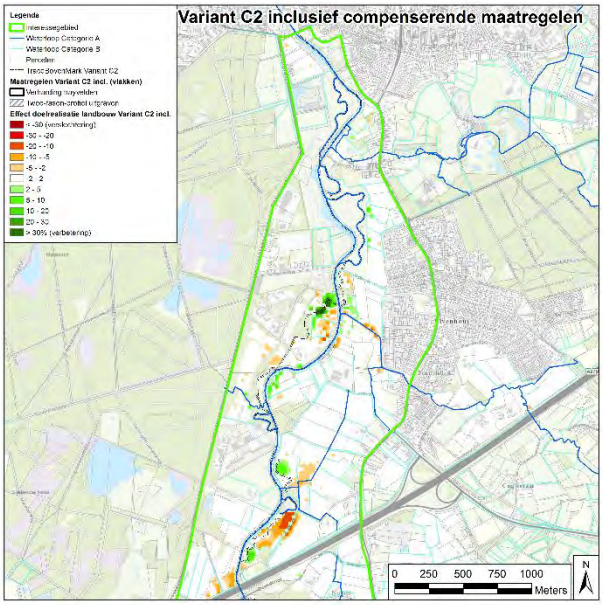
Figuur 19: Kwel en infiltratie in de zomersituatie variant C2 incl. compenserende maatregelen.

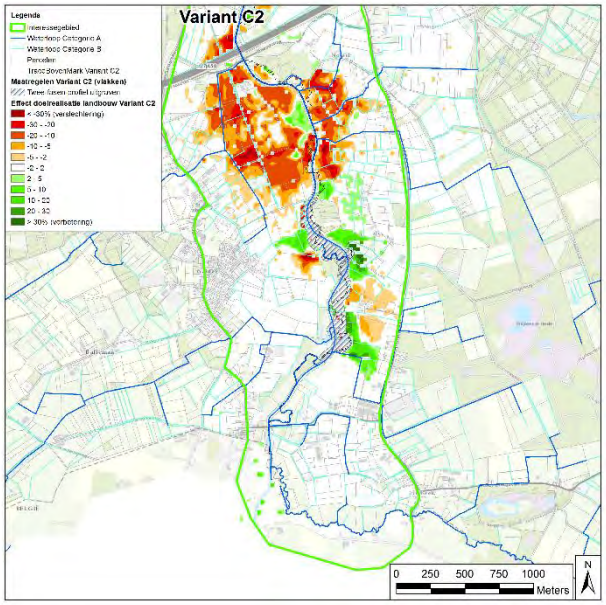
1.4 WATERNOOD-landbouw

Met behulp van het WATERNOOD-instrument is de doelrealisatie en de nat- en droogteschade voor de landbouw berekend voor variant C2 met en zonder de compenserende maatregelen. Door de verandering van de winter- en zomergrondwaterstand kan de nat- en droogteschade voor de landbouw toe en/of afnemen. Het effect geeft het verschil aan ten opzichte van de huidige situatie. Het effect op de doelrealisatie is weergegeven in Figuur 20 en Figuur 21.

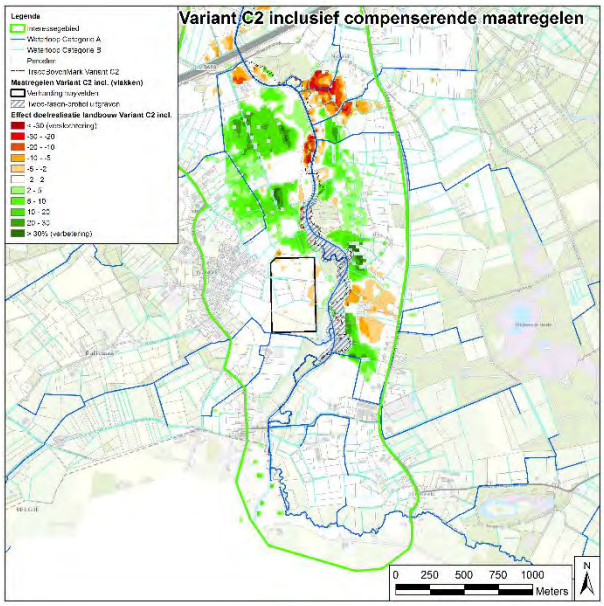
In het noordelijke deel wordt nat- en droogteschade vooral berekend op geplande nieuwe natuur percelen en zal er dus nauwelijks sprake zijn van economische schade. In het zuidelijk deel zijn de effecten aanzienlijk groter. Als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand is er in Variant C2 een duidelijke verslechtering te zien rondom Daasdonk. Zoals in de beschrijving van de huidige situatie is te lezen, is hier in de huidige situatie al sprake van natschade en een verdere vernatting in dit gebied leidt tot een sterke toename van deze schade. In de variant met de compenserende maatregelen is hier, als gevolg van het aanbrengen van drainage, de grondwaterstand verlaagd. De grondwaterstand is met het aanbrengen van de drainage zo ver verlaagd dat de huidige berekende natschade afneemt.





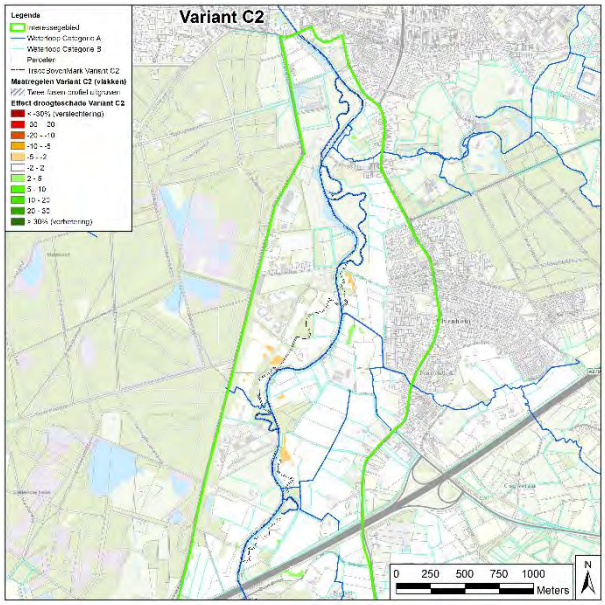


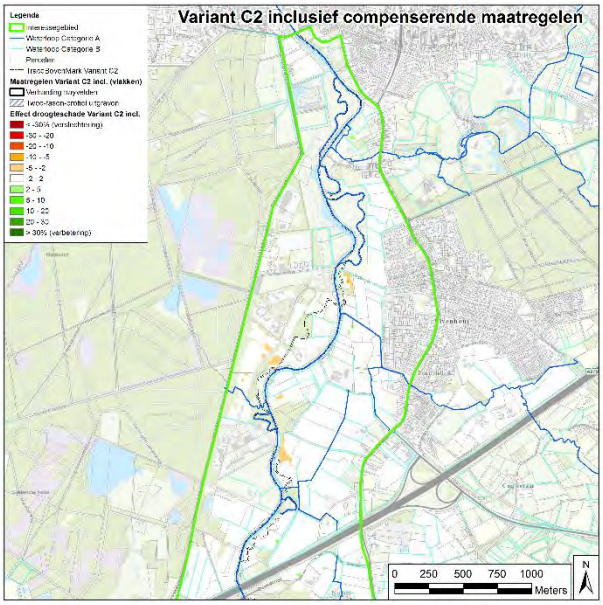
Figuur 20: Effect doelrealisatie landbouw Variant C2

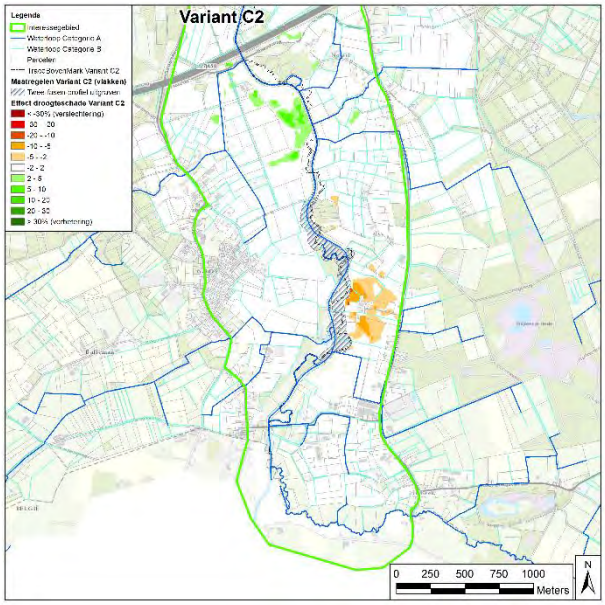


Figuur 21: Effect doelrealisatie landbouw Variant C2 incl. compenserende maatregelen

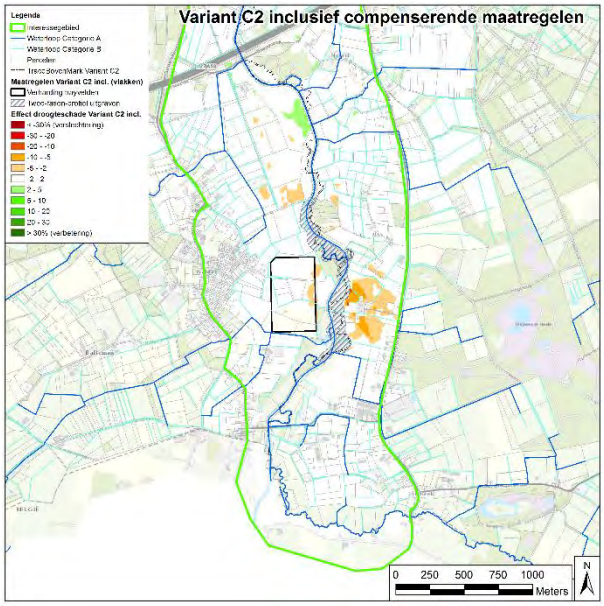
De verandering van de grondwaterstanden werken beperkt door in het effect op de droogteschade. In de onderstaande figuren (Figuur 22 en Figuur 23) is het effect op de droogteschade gepresenteerd. In de hogere delen waar in de huidige situatie droogteschade voorkomt neemt deze af als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand. Echter treedt er pleksgewijs, als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand, ook een toename op van de droogteschade. Ter plaatse van Hoogedonk is de grootste toename van de droogteschade te zien.





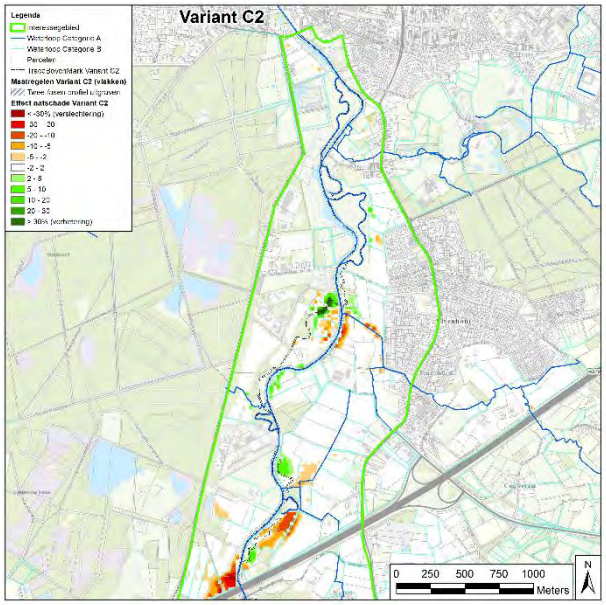


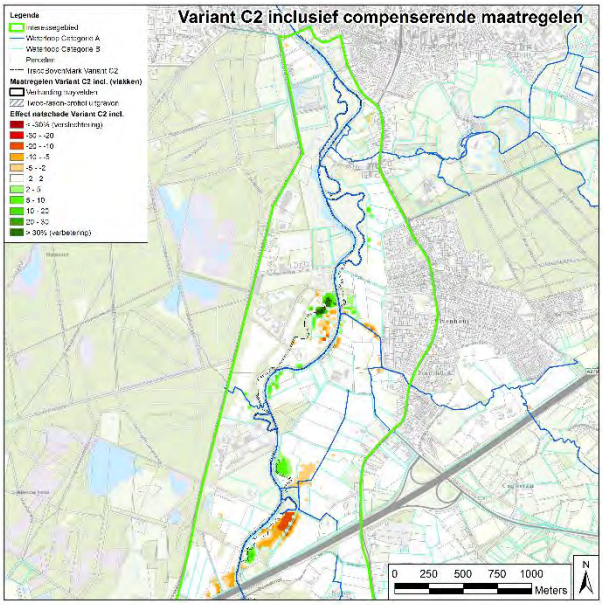
Figuur 22: Effect droogteschade Variant C2.

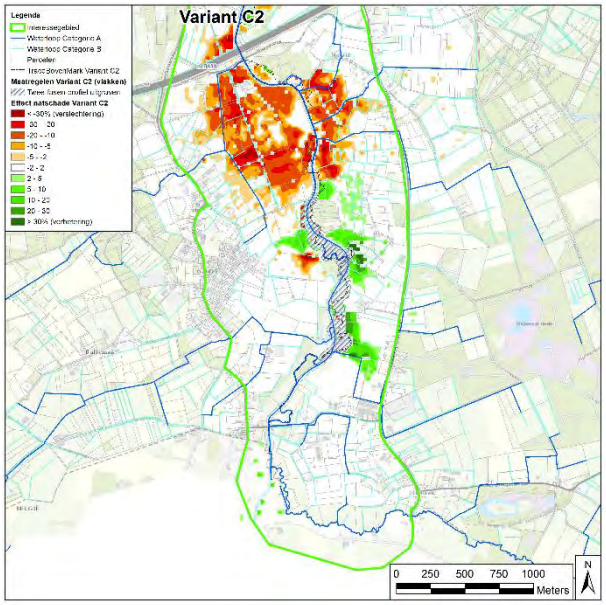


Figuur 23: Effect droogteschade Variant C2 incl. compenserende maatregelen.

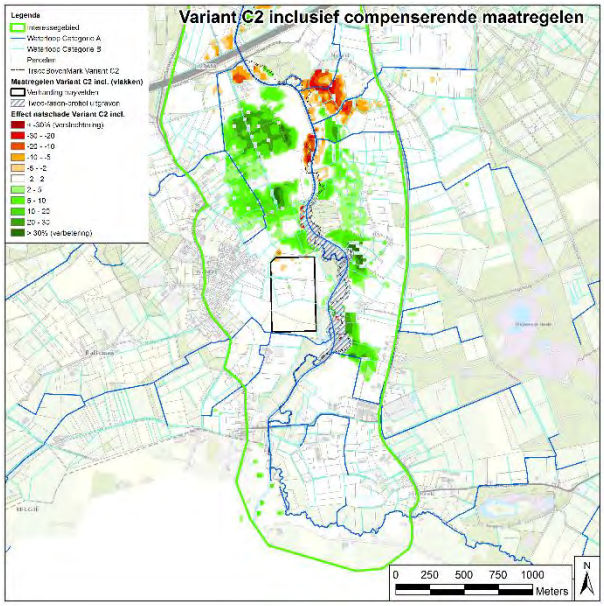
Het effect op de natschade komt sterk overeen met het effect op de doelrealisatie. In de onderstaande figuren (Figuur 24 en Figuur 25) is het effect op de natschade gepresenteerd. Daaruit blijkt dan ook dat de opbrengst van de landbouw gevoeliger is voor natschade dan voor droogteschade. Uit de variant met de compenserende maatregelen blijkt dat met behulp van de compenserende maatregelen de toename van de natschade vrijwel geheel is op te lossen. Sterker nog met behulp van de compenserende maatregelen is de opbrengst voor de landbouw te vergroten, doordat de natschade die in de huidige situatie voorkomt voor een groot deel wordt tegengegaan.







Figuur 24: Effect natschade Variant C2.



Figuur 25: Effect natschade variant C2 incl. compenserende maatregelen

Met behulp van informatie vanuit de Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt (KWIN-AGV van 2015) is er een inschatting gemaakt wat de financiële schade bedraagt voor de percelen waar een toename is van de natschade. In de Tabel 4 is schade als gevolg van de toename van de natschade voor Variant C2 gegeven. In Tabel 5 is dit voor Variant C2 inclusief de compenserende maatregelen gedaan. Hieruit blijkt dat in beide gevallen de grootste schadepost zit bij grasland. Als gevolg van de compenserende maatregelen neemt het oppervlak waar de natschade toeneemt met ca. 85 hectare af, maar de financiële schade neemt af met ruim 20.000 euro per jaar. De gemiddelde schade per hectare neemt af met ongeveer 120 euro/hectare.

Tabel 4: Schade landbouw Variant C2.

Gewas	Oppervlak [m^2]	Schade [€/jaar]
Aardappelen	26875	€ 2.411,82
Bieten, suiker-	625	€ 6,07
Chinese kool	625	€ 25,34
Grasland	716250	€ 14.603,68
Haver	10000	€ 253,54
Maïs	136875	€ 4.505,69
Prei	24375	€ 5.985,46
Rogge	26250	€ 1.033,15
Sla, ijsberg-	625	€ 61,63
Aardbeien	1250	*
Kwekerij	2500	*
Buxus	3750	*
Sierconiferen	1250	*
Vaste planten	625	*
Totale schade	95,2 ha.	€ 28.886,38

* Voor deze gewassen geeft het KWIN-AGV geen uitsluitsel over de te hanteren schadebedragen, hier zal nader onderzoek naar moeten worden uitgevoerd.

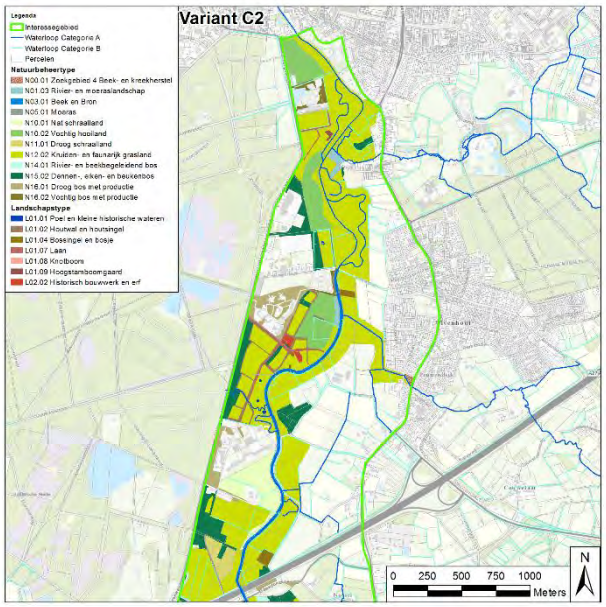
Tabel 5: Schade landbouw Variant C2 inclusief compenserende maatregelen

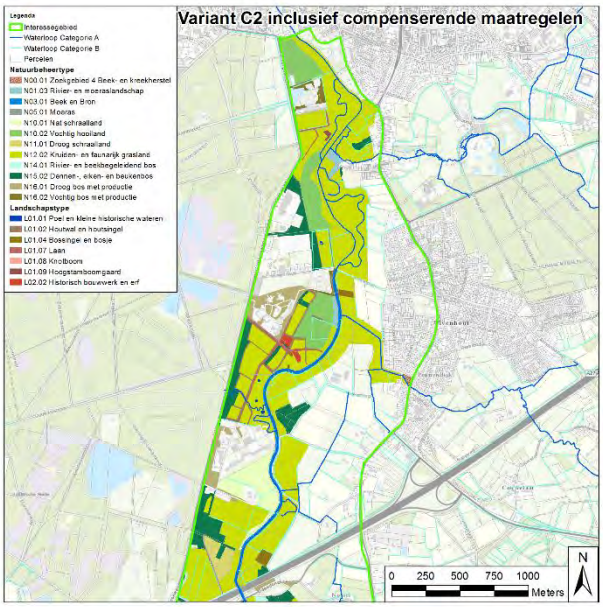
Gewas	Oppervlak [m^2]	Schade [€/jaar]
Aardappelen	1875	€ 39,03
Bieten, suiker-	625	€ 6,07
Grasland	241250	€ 4.211,60
Maïs	36875	€ 445,17
Prei	6875	€ 824,98
Rogge	8125	€ 117,96
Aardbeien	1250	*
Vaste planten	11875	*
Totale schade	30,9 ha.	€ 5.644,81

* Voor deze gewassen geeft het KWIN-AGV geen uitsluitsel over de te hanteren schadebedragen, hier zal nader onderzoek naar moeten worden uitgevoerd.

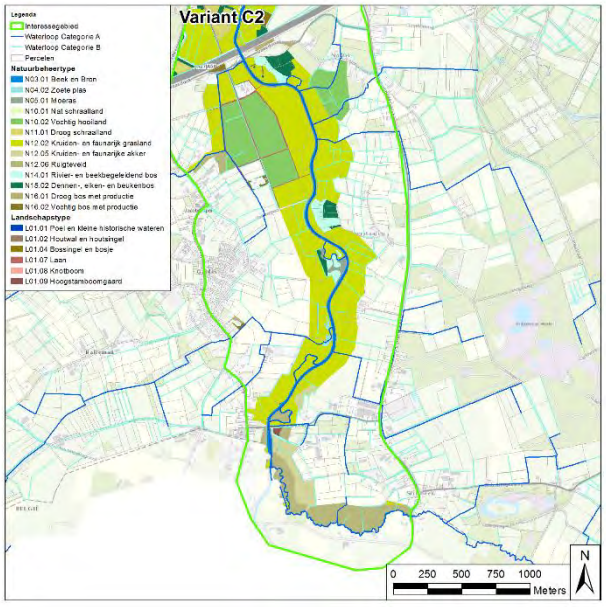
1.5 Natuurbeheertypen

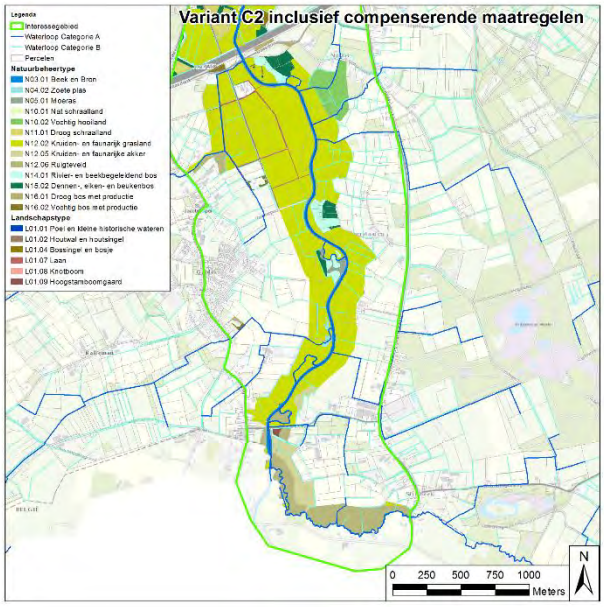
Evenals voor de huidige situatie is er een natuurbeheertypenkaart gemaakt voor de variant C2 met en zonder de compenserende maatregelen. De natuurbeheerkaarten zijn in Figuur 26 en Figuur 27 weergegeven. In het noordelijke deel is er niks gewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt doordat de effecten in het noordelijke deel minder groot zijn en ter plaatse van de meer specifieke natuurbeheertypen er ten opzichte van de huidige situatie niets wijzigt. In het zuidelijk deel is er echter wel een verschil waar te nemen ter plaatse van Daasdonk. In Variant C2 is het areaal met vochtig hooiland toegenomen. En in Variant C2 inclusief de compenserende maatregelen is het areaal met vochtig hooiland teruggebracht naar het type kruiden- en faunarijk grasland, wat ook in drogere omstandigheden beter uit de voeten kan. Tevens is het moeras teruggezet naar nat schraalland die afhankelijk van de voedselrijkdom voor zou kunnen komen.





Figuur 26: Natuurbeheertypen Variant C2.

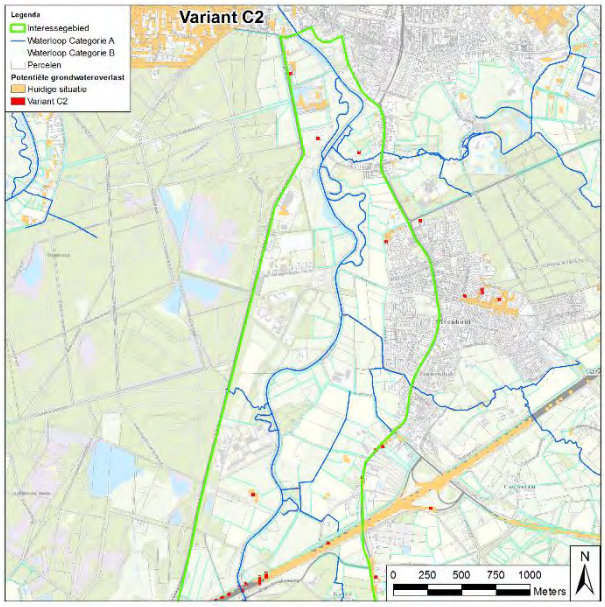


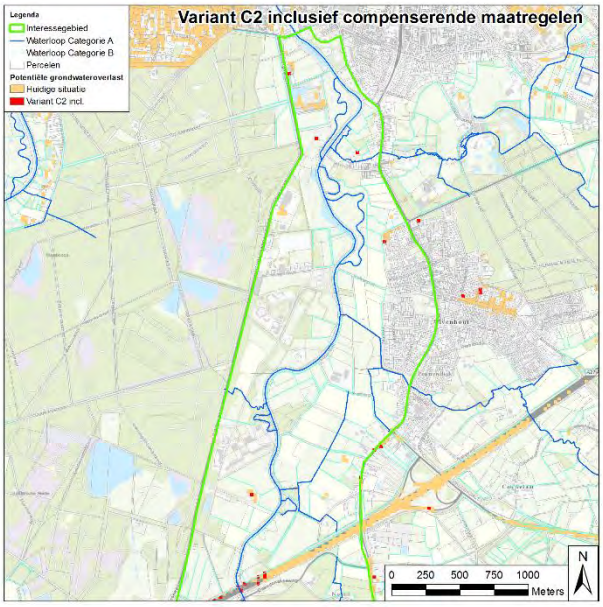


Figuur 27: Natuurbeheertypen Variant C2 incl. compenserende maatregelen

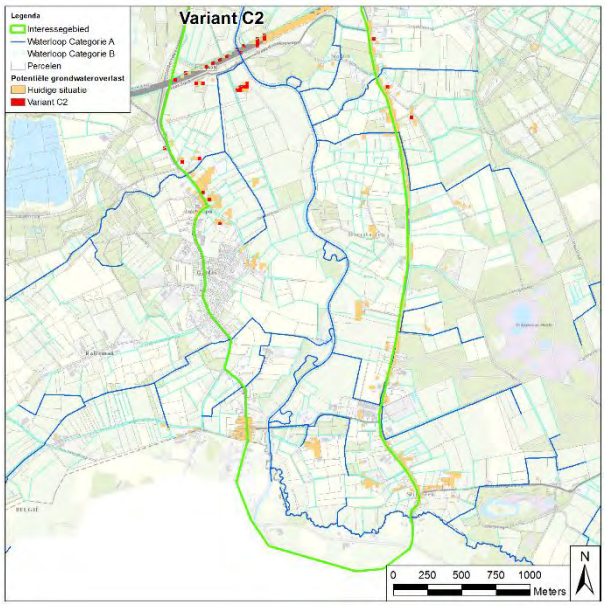
1.6 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur

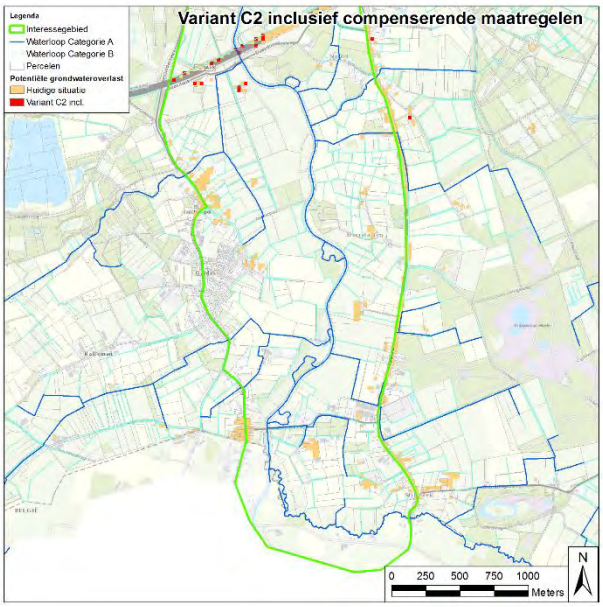
Voor wat betreft de grondwateroverlast blijkt dat de verhoging van de GHG slechts een beperkte toename laat zien voor de locaties waar grondwateroverlast voorkomt. Voor een groot deel komt dit doordat er in de huidige situatie mogelijkerwijs al sprake is van een knelpunt en doordat bebouwing en infrastructuur veelal op de hogere delen zich heeft gevestigd. De enige uitzondering hierop is de snelweg die dwars over het beekdal gaat, maar ook daar is de toename van de grondwateroverlast beperkt.
Voor wat betreft de grondwateroverlastlocaties verdient het de aanbeveling om nader te onderzoeken in hoeverre hier mogelijke knelpunten zijn of ontstaan.





Figuur 28: Potentiële grondwateroverlast Variant C2.





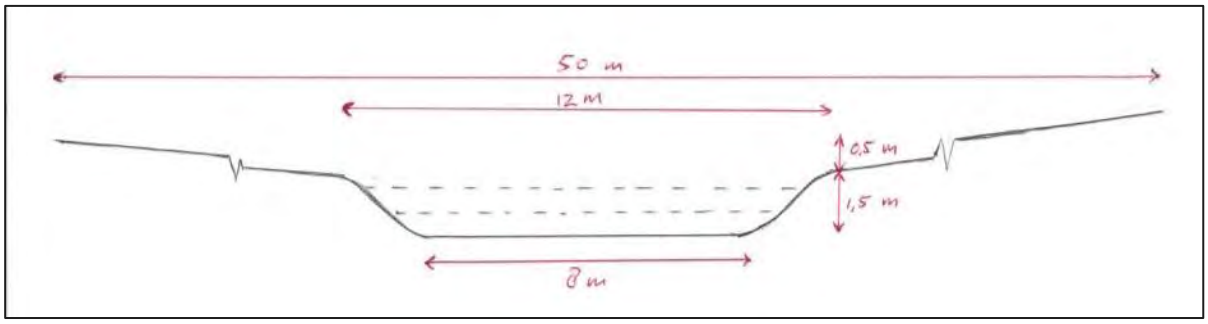
Figuur 29: Potentiële grondwateroverlast Variant C2 incl. compenserende maatregelen.

2 BIJLAGE 2 INRICHTINGSVARIANT D

2.1 Inleiding

Variant D kan als een semi-natuurlijke inrichtingsvariant gezien worden. In deze variant wordt de huidige, gekanaliseerde Boven Mark nagenoeg geheel gedempt en wordt een nieuwe, meanderende loop gegraven in een ondiep uitgegraven beekdal.

Het ontwerp in variant D is in grote mate vormgegeven door leden van de werkgroepen Water en Natuur en Landschap en Cultuurhistorie van de Vereniging Markdal. Uitgangspunt is één waterloop, dus geen hoogwatergeulen, net zoals in de jaren ’60 het geval was. Het beekdal wordt slechts ondiep (max. 0,5 m) en in een zeer flauwe V-vorm afgegraven. De vrijkomende grond wordt in het huidige kanaal gedeponeerd. Op diverse plekken wordt het huidige kanaal niet gedempt, maar worden de oevers glooiend aangelegd. Er ontstaan dan moerassige waterpartijen die jaarlijks één tot enkele maanden mee stromen en daarbuiten geïsoleerd zijn.



Figuur X: schematische weergave van het ontwerpprofiel in variant D.

In variant D verliezen de Markstuw Galder en stuw Blauwe Kamer hun stuwende functie, maar blijven deze wel als brug gehandhaafd. Leden van de Vereniging willen graag de meanders door de stuw/brug en niet erlangs. Daarvoor zal de drempel uit de stuw gezaagd moeten worden. De stuwkleppen moeten in dat geval dus definitief verdwijnen.

Omdat er maar één loop is, moet deze wat breder worden dan in variant C het geval is. Anders overstromen de laagste delen van het V-vormige dal een groot deel van het jaar. De meanders in de nabijheid van de stuwen krijgen een bodembreedte van 6 m en een bovenbreedte van 10 m, terwijl de verder weg gelegen meanders 8-12 meter breed zijn (resp. bodem-en bovenbreedte). Hierdoor ligt de stroomsnelheid en waterdiepte bij scenario D iets lager dan bij scenario C.

Beschrijving van variant D2 van zuid naar noord

Vanaf de landgrens tot aan de meander bij Galder is de Mark reeds ingericht. Hier zijn geen verdere inrichtingsmaatregelen voorzien.

Vanaf de meander bij Galder tot aan Heerstaaien is er veel ruimte beschikbaar, zowel op de oost- als op de westoever. Het bestaande kanaal wordt gedempt en er wordt een meanderende loop gegraven zoals deze ook in de jaren ’60 heeft gelopen. Het beekdal wordt maximaal 0,5 m diep afgegraven in een zeer flauwe V-vorm. Plaatselijk wordt het bestaande kanaal niet gedempt, maar vergraven tot een moerassige waterpartij.

Rond de Markstuw Galder is minder grond beschikbaar en ligt de meander afwisselend op de oostelijke- en westelijke oever. Bij Notsel blijft het huidige kanaal over een lengte van enkele honderden meters gehandhaafd, maar wel verondiept en de oeverbeschoeiing wordt verwijderd (maar mogelijk niet langs het

fietspad). Hier is momenteel plaatselijk geen grond beschikbaar en dit traject blijft dus aan het recente, gekanaliseerde verleden van de beek herinneren.

Bij Notsel wordt er een nieuwe meander gegraven, die aansluit op de bestaande meander bij Notsel. Op het laatste traject van Notsel tot de snelweg wordt het huidige kanaal verondiept en versmald en krijgt deze een licht slingerend verloop binnen het huidige kanaal.

Vanaf de snelweg tot aan Klokkenberg wordt weer een meanderende loop aangelegd in een ondiep (max. 0,5 m) ontgraven V-vormig beekdal. Een deel van het bestaande kanaal wordt tot moerassige waterpartij vergraven. De bestaande meander Schoondonk wordt in de meandering opgenomen.

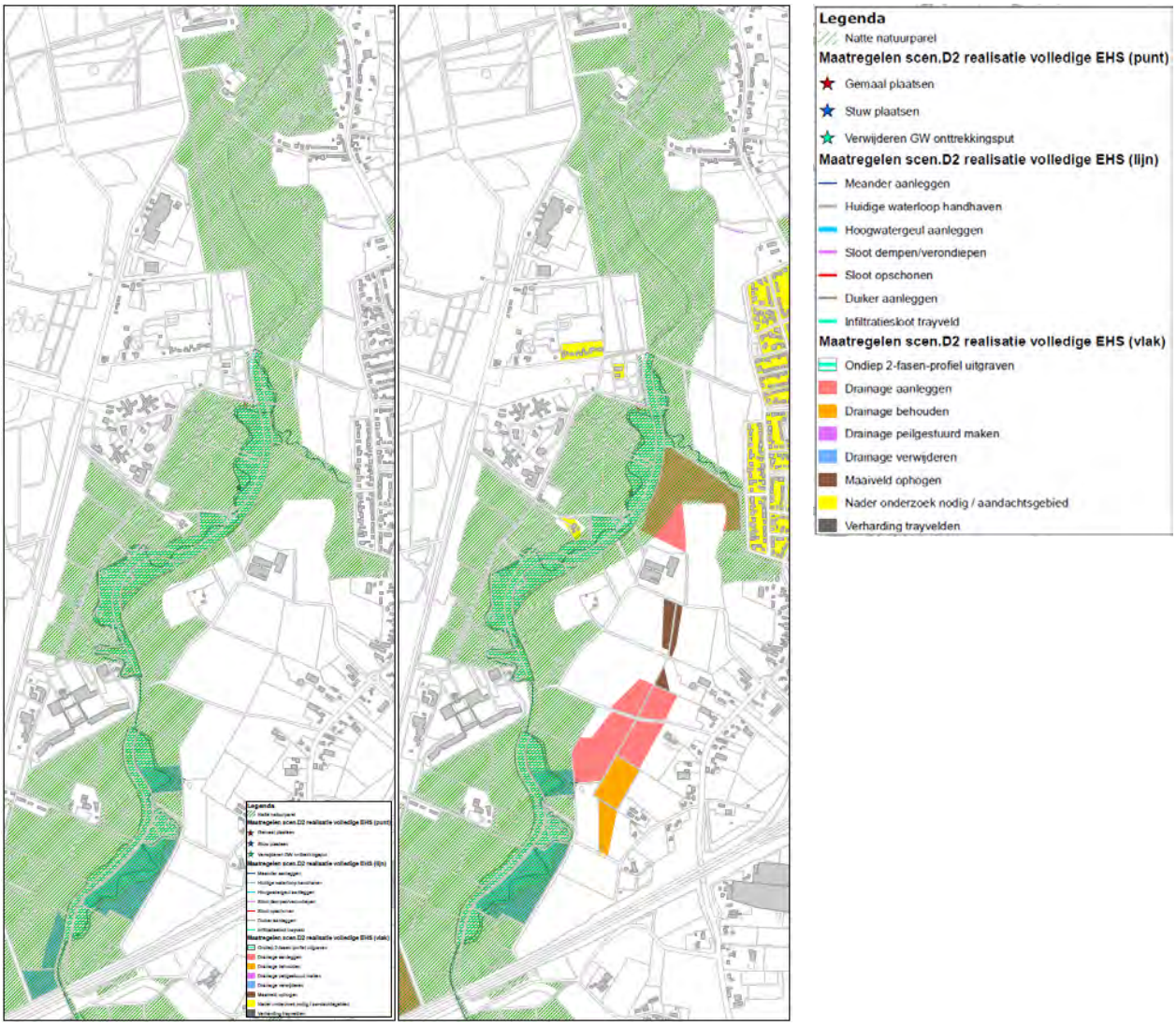
Ter hoogte van het Klokkenbergcomplex wordt het kanaal verondiept, maar niet meanderend gegraven.

Vanaf het begin van de huidige meander wordt het kanaal gedempt en wordt wederom een ondiep V-vormig beekdal gegraven. De meandering volgt de westelijke bosrand. Brabants Landschap ziet hier ook aan de oostzijde van de meander mogelijkheden voor bosontwikkeling. Vervolgens gaat de meander ten zuiden van de hoeve Blauwe Kamer langs (dit in tegenstelling tot variant C) en door de stuw Blauwe Kamer. Hierdoor kan de kwelpotentie ten noorden van de hoeve Blauwe Kamer beter benut worden.

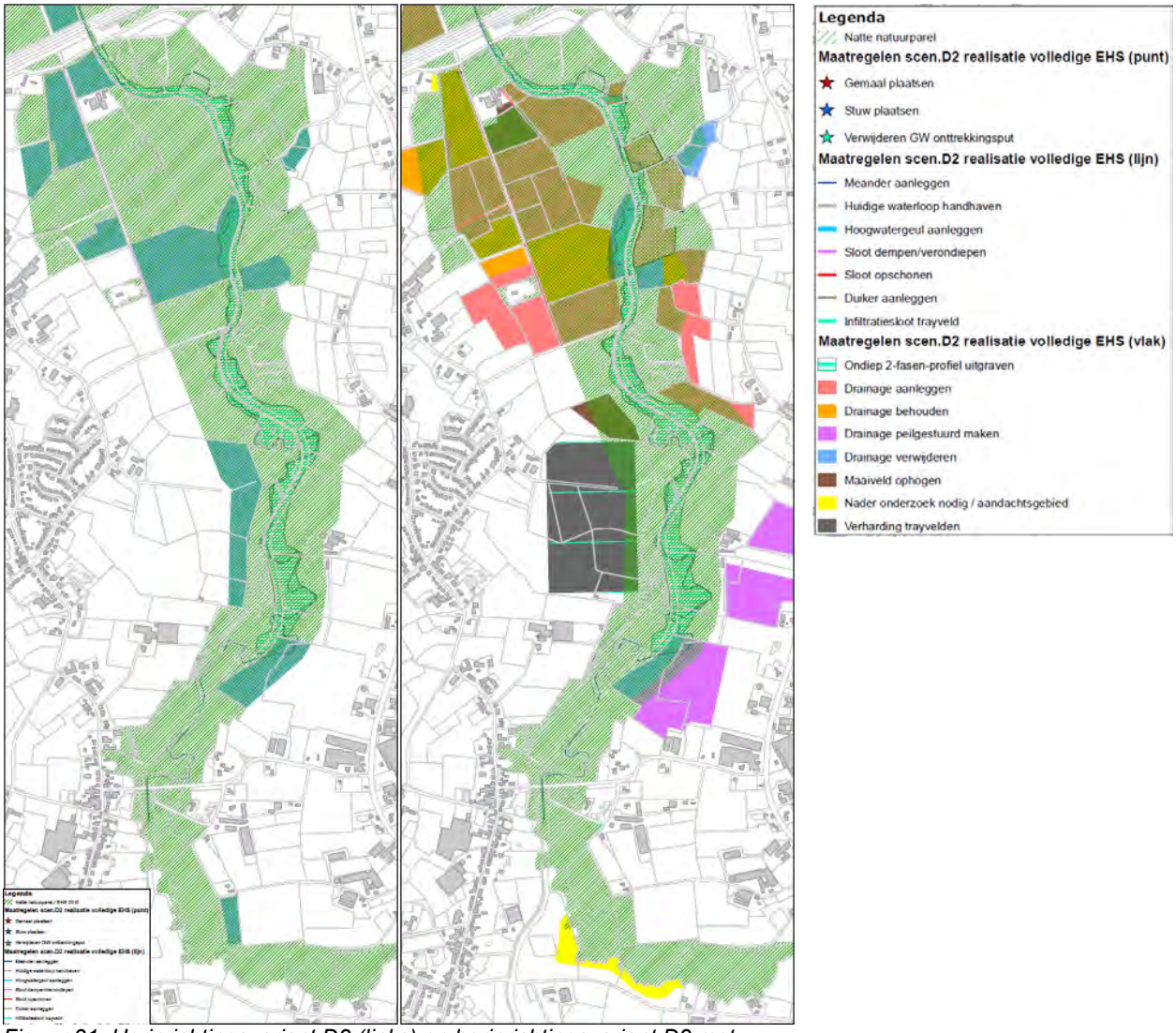
Benedenstrooms stuw Blauwe Kamer meandert de Boven Mark ten westen van het gedempte kanaal. Plaatselijk is het kanaal weer vergraven tot een moerassige waterpartij, waarna de Chaamse beek in de Mark uitkomt. De meander gaat onder het fietsbruggetje van de Reeptiend door en sluit dan aan op de meander Oudhof, die gedeeltelijk verondiept wordt. De sloot vanaf de woningen langs de Reeptiend wordt via een duiker aangesloten op de bestaande hoogwatergeul van Oudhof. De vispassage en stuw bij Bieberg blijven gehandhaafd.

Om de natuurpotentie te vergroten wordt drainage verwijdert op een aantal percelen en worden sloten gedempt. Het betreft dezelfde percelen als in variant C. Variant D leidt tot nattere situaties, wat voor landbouwactiviteiten ongewenst is. Daarom zijn maatregelen zoals de aanleg van drainage doorgerekend, wordt op enkele percelen geen drainage verwijdert en wordt lokaal het maaiveld opgehoogd. Dit gebeurt op meer plekken dan in variant C, omdat de situatie D tot meer vernatting leidt.

In de variant met compenserende maatregelen is tevens het effect van de aanleg van trayvelden op het grondwater inzichtelijk gemaakt.Ten noorden van de Kerselse beek ligt een aardbeienkwekerij. Deze kwekerij gaat ca. 15 ha aan trayvelden aanleggen. Het regenwater dat op dit perceel valt wordt afgevangen, gebruikt om te beregenen en in de winter deels geïnfiltreerd via infiltratiesloten. In de toekomst vindt hier daarom minder grondwateraanvulling plaats via neerslag.



Figuur 30: Herinrichtingsvariant D2 (links) en herinrichtingsvariant D2 met compenserende maatregelen (rechts), deel noord.



Figuur 31: Herinrichtingsvariant D2 (links) en herinrichtingsvariant D2 met compenserende maatregelen (rechts), deel zuid.

2.2 Oppervlaktewater

In het gekalibreerde Sobek-oppervlaktewatermodel is de herinrichtingsvariant D verwerkt. Met dit model zijn de waterstanden en stroomsnelheden in de aangepaste situatie berekend.

2.2.1 Peilen

Op het traject tussen de Oude Trambrug en de Duivelsbrug zijn twee stuwen verwijderd. Deze stuwen zorgden voor een trapsgewijs verloop van de waterstand. Door het verwijderen van de stuwen en het introduceren van meandering verdwijnt dit beeld. Omdat in variant D in vergelijking met variant C meer meandering voorkomt, zorgt het meanderen van de Boven Mark voor een grotere lengte van de rivier met hogere waterstanden gedurende een groot deel van het jaar. In Figuur 32,

Tabel 6 en Tabel 7 is het effect hiervan duidelijk terug te zien. In de zomersituaties zakt de waterstand ver uit ten opzichte van de wintersituatie. Bovenstrooms is het verschil tussen zomer- en winterpeil wel 1,5 meter, maar ook benedenstrooms op 2 tot 4 km afstand van de stuw is dit al ca. 1 meter.

Bij hoge afvoeren verandert er in de waterstand benedenstrooms niet heel veel, het effect is hier enkele centimeters. Vanaf ca. 2 à 3 km tot 12 km treden hogere waterstanden op omdat er hier meer opstuwing plaats vindt als gevolg van het verwijderen van stuwen. Des te langer de afstand van de stuw, des te groter de opstuwing. Vooral het verschil bij frequente hoogwater afvoergolven is groot. Bij stuw Blauwe Kamer is de waterstand bij een herhalingstijd van 2 jaar ca. 50 cm hoger en bij Markstuw Galder 70 cm.

Tabel 6: Berekende waterpeilen op diverse locaties in de Boven Mark.

Locatie		ZP	VJ	NJ	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0.00	0.40	0.20	0.40	1.51	1.84	2.54
Bieberg	Bovenstrooms	0.85	0.87	0.85	1.04	1.72	2.02	2.74
	Benedenstrooms	0.63	0.86	0.78	1.03	1.66	1.95	2.64
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	0.92	1.53	1.29	1.77	2.44	2.62	3.03
	Benedenstrooms	0.92	1.53	1.29	1.76	2.35	2.50	2.94
Galderse stuw	Bovenstrooms	1.74	2.64	2.33	2.91	3.57	3.73	4.09
	Benedenstrooms	1.74	2.63	2.33	2.91	3.51	3.65	4.00
Oude Trambrug		3.85	4.12	3.99	4.17	4.98	5.18	5.69

Figuur 32: Waterpeil voor verschillende maatgevende situaties van de Duivelsbrug (0 meter) tot de Oude Trambrug (10 km)

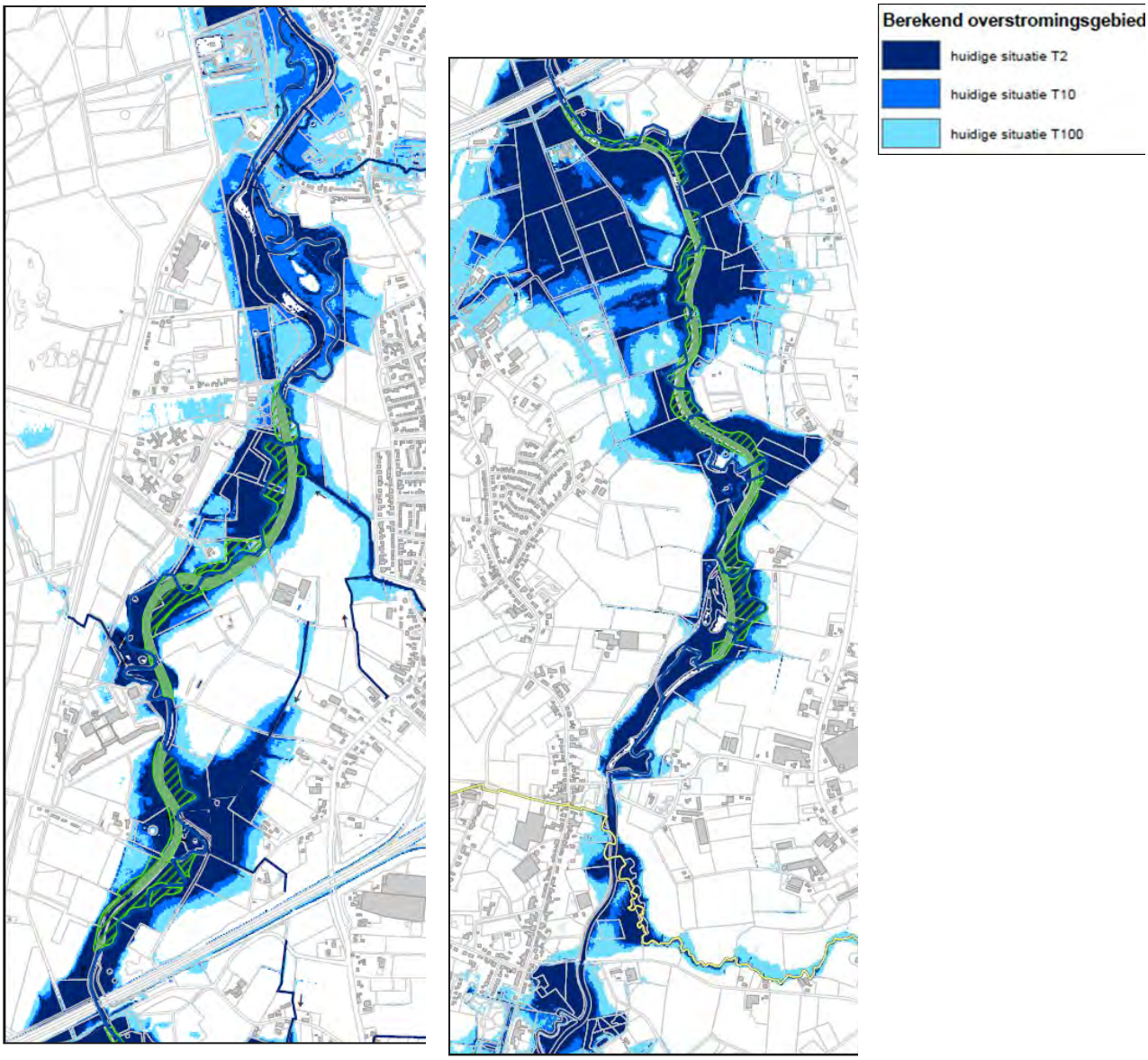
Tabel 7: Berekende waterpeilen op diverse locaties in de Boven Mark.

Locatie		ZP	VJ	NJ	WP	T2	T10	T100
Duivelsbrug		0.00	0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Bieberg	Bovenstrooms	0.00	0.02	0.00	0.19	0.08	0.05	0.03
	Benedenstrooms	0.63	0.66	0.38	0.61	0.08	0.04	0.03
Blauwe Kamer	Bovenstrooms	-0.68	-0.02	-0.26	0.22	-0.01	-0.02	0.00
	Benedenstrooms	0.07	0.67	0.41	0.80	0.53	0.37	0.13
Galderse stuw	Bovenstrooms	-0.81	0.14	-0.19	0.41	0.31	0.24	0.18
	Benedenstrooms	0.14	1.07	0.74	1.20	0.70	0.58	0.45
Oude Trambrug		0.00	0.13	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2.2 Drooglegging en inundaties

De extreme afvoeren (T2, T10 en T100) zijn samengevat in één overstromingskaart, weergegeven in Figuur 33.

Wat op valt is dat het inunderend areaal in vergelijking met de huidige situatie in een T=100 situatie behoorlijk toeneemt in het gebied rond Daasdonk en Notsel, maar ook meer zuidelijk bij Heerstaaien en in België en ten noorden van de snelweg bij Koekelenberg. Bij meer frequente hoog afvoersituaties neemt het inunderend areaal zeer sterk toe. Van de Markweg tot Daasdonk, waar in de huidige situatie eens in de 10 tot 100 jaar inundatie op treedt, zal een groot oppervlak meer dan eens in de twee jaar inunderen. Ook bij Schoondonk en de Blauwe Kamer neemt de inundatie frequentie toe van 10 à 100 jaar naar minder dan 2 jaar.



Figuur 33: Inunderend oppervlak variant D2 voor verschillende afvoersituaties

Wateroverlast of schade kan het gevolg zijn wanneer de Boven Mark buiten zijn oevers treedt. In Figuur 34 is voor een aantal locaties, waar woningen of belangrijke wegen liggen, weergegeven of er inundatie op treedt of dat het bijna inundeert. Dit is een indicatie omdat dit gedaan is op basis van een analyse aan de hand van het AHN2010. Voor een meer nauwkeurige analyse worden de locaties nog ingemeten.

Daar waar nu al inundatie voor komt is dat bij variant D2 ook nog het geval. Er zijn een 13-tal locaties waar door de herinrichting wel wateroverlast of schade kan voorkomen waar dat nu nog niet het geval is. Op een 8-tal locaties wordt de drooglegging kritisch.

Figuur 34: Knelpunten wateroverlast herinrichtingsvariant D2. Locaties waar de situatie niet verandert ten opzichte van de huidige situatie zijn grijs gekleurd.

2.2.3 Hoogwater Breda

Als gevolg van de herinrichting van het Markdal volgens variant D stijgt de waterstand in Breda met 2,0 cm bij een extreme afvoersituatie, die gemiddeld eenmaal per 100 jaar optreedt. De peilstijging is bij variant D dus enigszins hoger dan in variant C (0,8 cm). Dit wordt veroorzaakt doordat het beekdal nog eerder en grootschaliger overstroomt dan in de huidige situatie of in variant C. Doordat het waterbergend vermogen van het beekdal al bij frequente afvoerpieken wordt benut, is er minder bergend vermogen beschikbaar als een klein hoogwater zich doorontwikkeld tot een extreem hoogwater.

Hoewel de berekende peilstijging beperkt is, heeft het natuurlijk de voorkeur dat er een peildaling wordt gerealiseerd in Breda. Daarom zijn dezelfde oriënterende berekeningen naar mogelijke maatregelen uitgevoerd als in variant C.

Door de drie bestaande stuwen in het Markdal te handhaven, en deze op te trekken op het moment dat de kades in Breda dreigen over te lopen, kan er extra water geborgen in het beekdal. Bij variant D2 levert dit in een T=100 situatie een berekende peildaling van 2,5 cm op tussen de Duivelsbrug en de Johan Willem Frisolaan (ter vergelijking: 6,0 cm peildaling bij variant C). Een nadeel van deze maatregel is dat het waterpeil in het Markdal met 5-10 cm stijgt als gevolg van het optrekken van de stuwen, waardoor de overlast in het beekdal wordt vergroot.

Door twee laagtes in het Markdal in te richten als waterbergingsgebied, kan de peilstijging in Breda bij extreem hoogwater beperkt worden tot 0,3 cm bij variant D (ter vergelijking: 0,7 cm peildaling bij variant C). De peilverhoging van 2,0 cm als gevolg van de herinrichting van het Markdal kan dus niet volledig gecompenseerd worden door de aanleg van twee waterbergingsgebieden.

2.2.4 Stroomsnelheden

Door het aanleggen van meanders verhoogd de snelheid op trajecten in de zomer en het voorjaar. De stroomsnelheid in de zomer is veelal nog niet optimaal, maar gedurende het grootste deel van het jaar voldoet de stroomsnelheid vanuit het oogpunt van de aquatische ecologie. Bij hoogafvoer situaties verkleind de stroomsnelheid over het algemeen, maar op de trajecten Hoogedonk-Heerstaaien, de meanders rond de Markstuw Galder en de meanders nabij Reeptiend ligt de stroomsnelheid (te) hoog. Op deze locaties bestaat een risico op het wegspoelen van vis en macrofauna (waterinsecten, slakjes, e.d.) en kan sterke oevererosie plaatsvinden. Een inrichting volgens scenario D zal daardoor minder gunstig zijn voor het bereiken van het KRW-doel dan scenario C, hoewel door herkolonisatie uit de langzamer stromende delen het KRW doel nog wel binnen handbereik kan komen.

Tabel 8: Gemiddelde stroomsnelheden in m/s voor verschillende deeltrajecten, in een zomer, voorjaars en hoogafvoersituatie

Deeltraject	Lengte [km]	Zomer	Voorjaar	T2
1. Meander Markweg	0,4	0.01	0.06	0.22
1. Meander Kersel	0,4	0.19	0.12	0.21
2. Hoogedonk-Heerstaaien	2,1	0.14	0.23	0.6
3. Meanders Markstuw Galder	0,7	0.2	0.35	0.6
4. Gekanaliseerd	0,2	0.09	0.16	0.48
5. Meanders Notsel	0,8	0.25	0.44	0.35
6. Gekanaliseerd snelweg A58	0,3	0.05	0.15	0.7
7. Meanders Schoondonk	1,3	0.13	0.25	0.38
8. Gekanaliseerd Klokkenberg	0,2	0.06	0.11	0.46
9. Meander Klokkenberg	0,4	0.13	0.26	0.34
10. Meanders Blauwe Kamer	1,5	0.17	0.38	0.55
11. Meanders nabij Reeptiend	0,4	0.1	0.39	0.84
12. Chaamse Beek	0,4	0.02	0.13	0.36
13. Meanders Oudhof	1,4	0.05	0.22	0.39

2.3 Grondwater

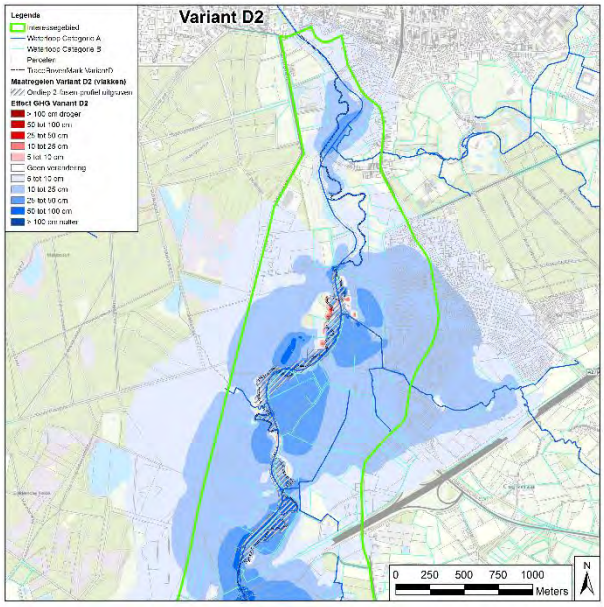
2.3.1 GxG

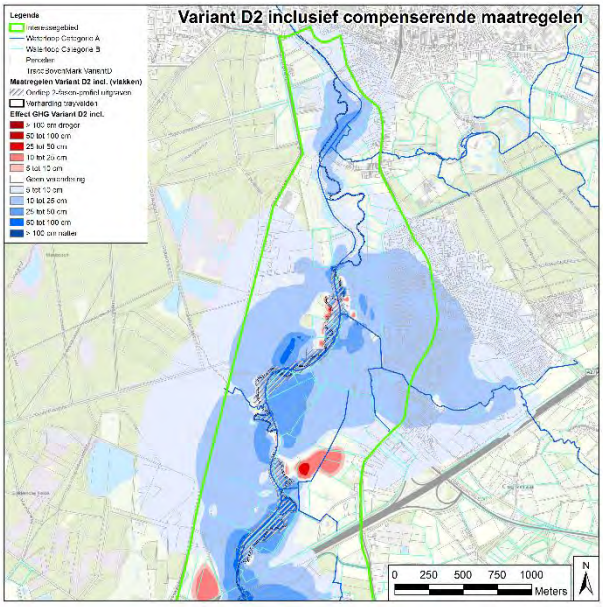
Over vrijwel het gehele Markdal zorgt de herinrichting voor sterke verhoging van de in de wintergrondwaterstand. Op enkele plekken waar de ligging van het tracé van de beek enkele tientallen meters wordt verlegd, wordt lokaal een verlaging van de grondwaterstand veroorzaakt. De grootste verhoging van de grondwaterstand vindt plaats in het zuidelijk deel van het beekdal, hier kan de GHG tussen de 50 en 100 cm toenemen. In het noordelijk deel is het effect minder groot, maar in het noordelijke deel is het invloedsgebied groter. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt door de opstuwing in de Chaamse beek. Door de opstuwing in de Chaamse beek reikt het effect tot een kilometer vanaf de Boven Mark en leidt tot een verhoging van de grondwaterstand in Ulvenhout.

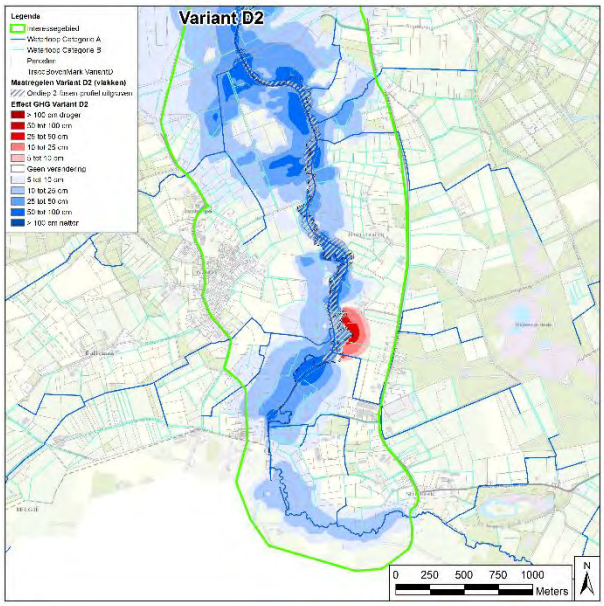
De verhoging van de grondwaterstand zorgt in het zuidelijke deel tot een groot areaal waar de GHG aan maaiveld komt (0 tot 20 cm-mv). Over het algemeen wordt de GHG op 0 – 200 meter van de beek 10 tot 40 cm hoger en schuift daarmee veelal 1 GHG-klasse op.

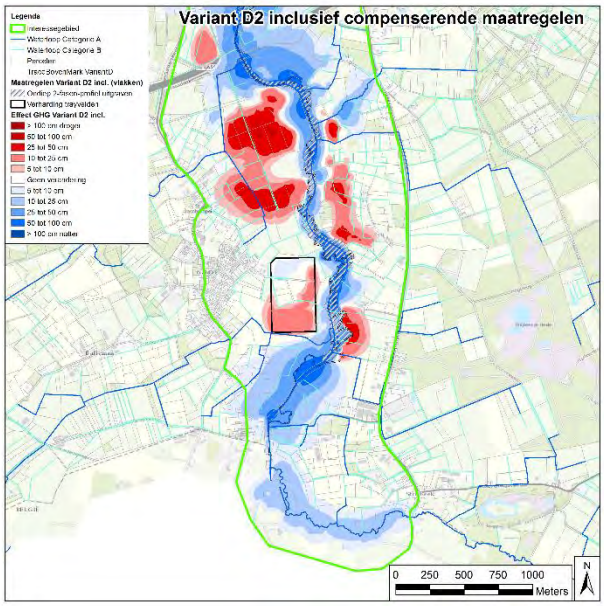
Om de verhoging van de grondwaterstand buiten de EHS teniet te doen is ter plaatse van de landbouwgronden als compenserende maatregel drainage in het model aangebracht. Indien er in de huidige situatie reeds drainage zat is deze als compenserende maateregel niet verwijderd. Met deze maatregelen, die veelal in het zuidelijk deel van het dal liggen, wordt lokaal de GHG verlaagd met 10 tot 50 cm ten opzichte van de huidige situatie.

De verandering van de grondwaterstand is weergegeven in Figuur 35 en Figuur 36.









Figuur 35: Verandering van de wintergrondwaterstand (GHG) ten gevolge van variant D2.

Figuur 36: Verandering van de wintergrondwaterstand (GHG) ten gevolge van variant D2 incl. maatregelen.

Door de aanleg van drainage in de variant met compenserende maatregelen wordt de grondwaterstand in de laagte van Daasdonk grootschalig verlaagd. In de laagte van Koekelberg en Notsel en rond de donk van Heerstaaien treedt op kleinere schaal een verlaging van de grondwaterstand op als gevolg van de aanleg van drainage. Met de aanleg van klassieke drainage vindt in deze gebieden “overcompensatie” van de peilopzet op. De verlaging van de grondwaterstand in bijvoorbeeld Daasdonk lijkt echter geen effect te hebben op de grondwaterstand aan de andere zijde van de Boven Mark.

Onder de trayvelden, ten oosten van Galder, treedt een verlaging van de grondwaterstand op als gevolg van het afdekken van de bodem met folie. De infiltratie van het regenwater in het winterhalfjaar middels infiltratiesloten kan de grondwaterstandsdaling als gevolg van het afdekken van de bodem blijkbaar niet compenseren. Het peilverlagend effect op de omgeving (buiten de trayvelden) is echter minimaal.

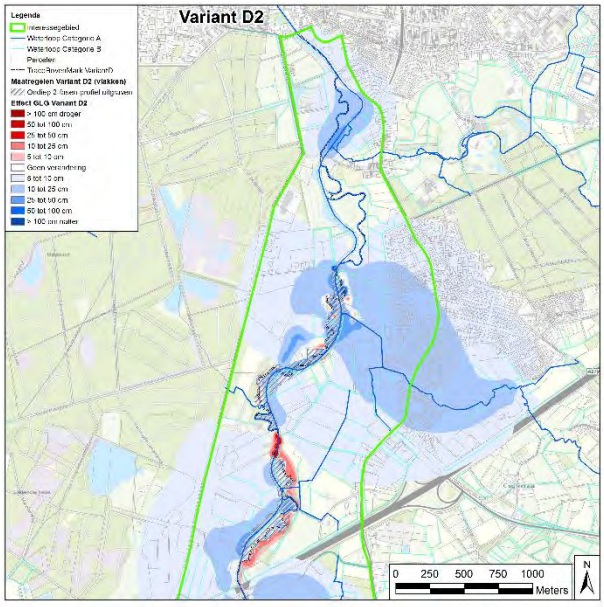
In de zomersituatie treedt er zowel een verlaging als een verhoging van de grondwaterstand op. Dat heeft voornamelijk te maken met het verwijderen van de stuwen. Daarnaast is er ook een verlaging van de grondwaterstand te zien als gevolg van het verleggen van de beek. De verlaging van de grondwaterstand

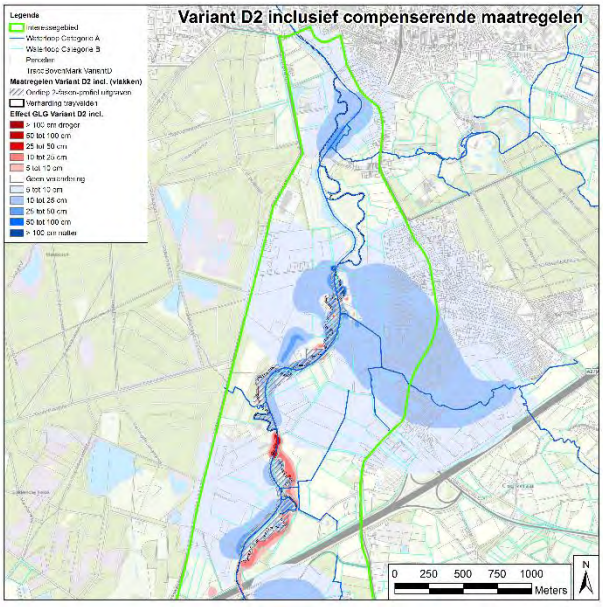
komt vooral voor in het zuidelijk deel. Dicht bij de beek kan dat oplopen van 30 tot 80 cm. De verlaging van de grondwaterstand reikt tot ca. 300 m van de beek.

Verhoging van de grondwaterstand in de zomersituatie treedt vooral op ter plaatse van Daasdonk, ten westen van de Boven Mark aan de noordzijde van de snelweg en in de contreien van de Chaamse Beek. De verhoging van de grondwaterstand is van een kleinere orde grootte, veelal rond de 10 tot 20 cm en lokaal 20 tot 50 cm.

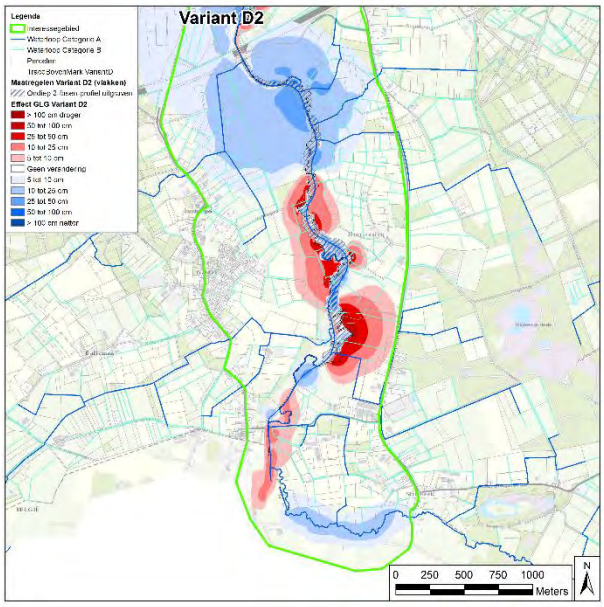
In de zomersituatie wordt de verhoging van de grondwaterstand door aanwezigheid van drainage sterk vermindert, of helemaal gecompenseerd. Lokaal resulteert dit echter ook in een verlaging van de grondwaterstand. Dit fenomeen is onder andere te zien nabij stuw Galder en bij Daasdonk.

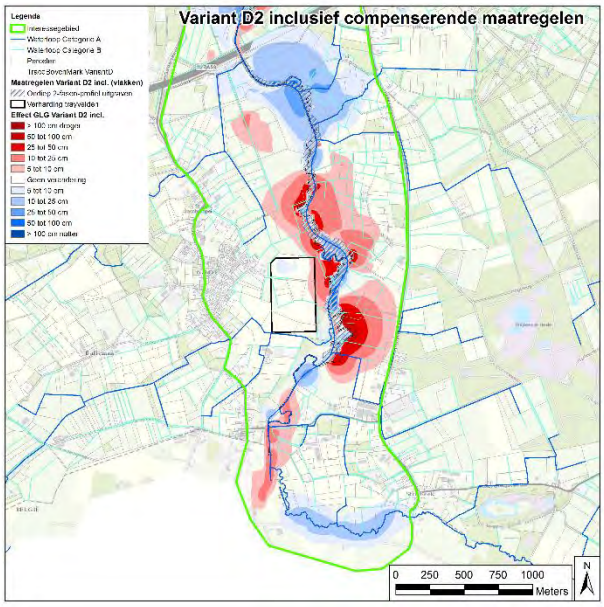
De verandering van de grondwaterstand is weergegeven in Figuur 37 en Figuur 38.





Figuur 37: Verandering van de zomergrondwaterstand (GLG) ten gevolge van variant D2.

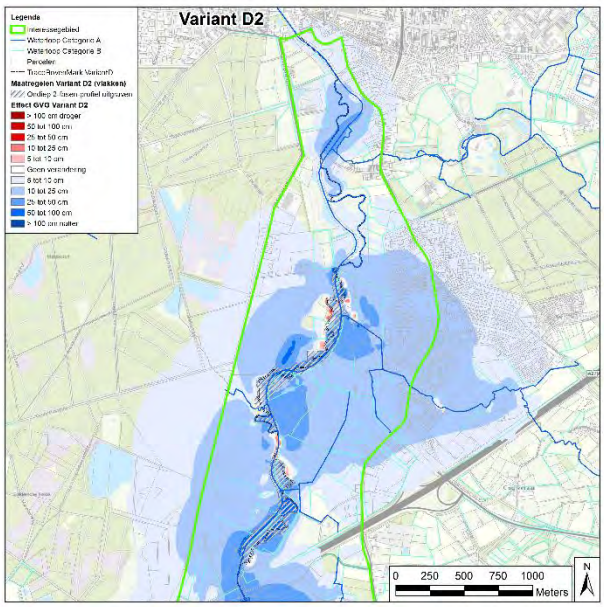


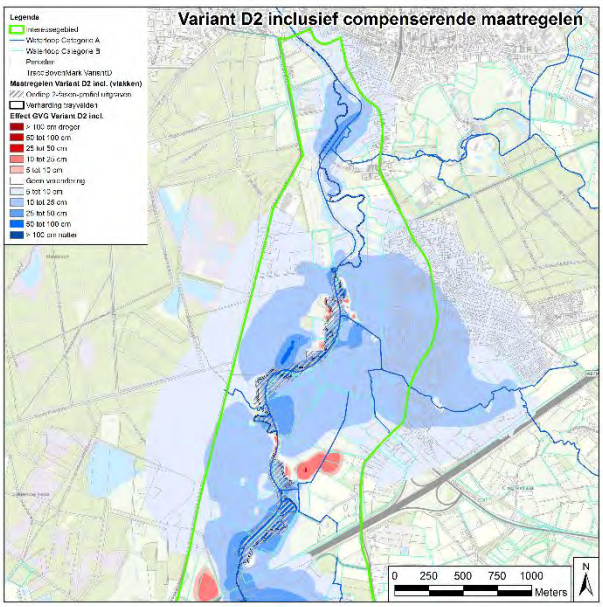


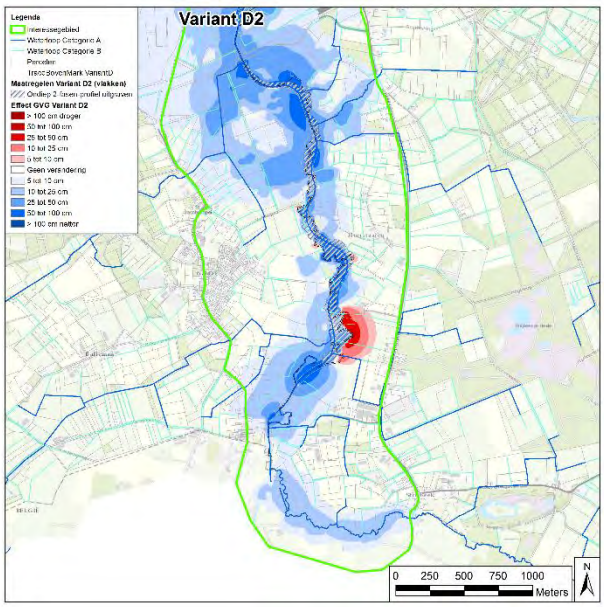
Figuur 38: Verandering van de zomergrondwaterstand (GLG) ten gevolge van variant D2 incl. maatregelen.

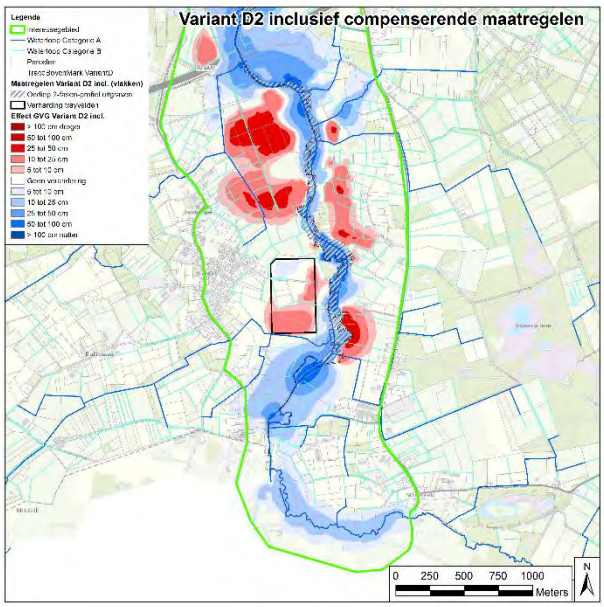
De verandering van de voorjaarsgrondwaterstand is vrijwel identiek aan de verandering van de wintersituatie, maar het effect is 10 à 20 % kleiner. Daarmee is het algemene beeld dat de voorjaarsgrondwaterstand sterk stijgt en lokaal daalt. In het zuidelijk deel van het dal staat het grondwater op 1 april in deze situatie vaak nog aan maaiveld (GHG-klasse 0 tot 20 cm).

De verandering van de grondwaterstand is weergegeven in Figuur 39 en Figuur 40.







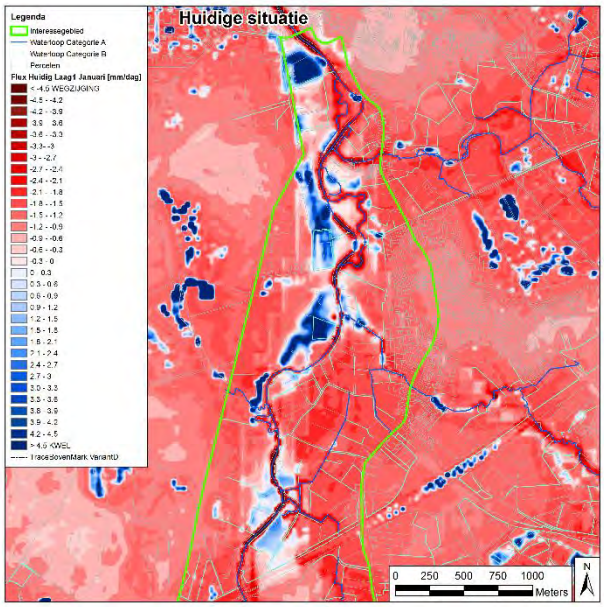


Figuur 39: Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ten gevolge van variant D2.

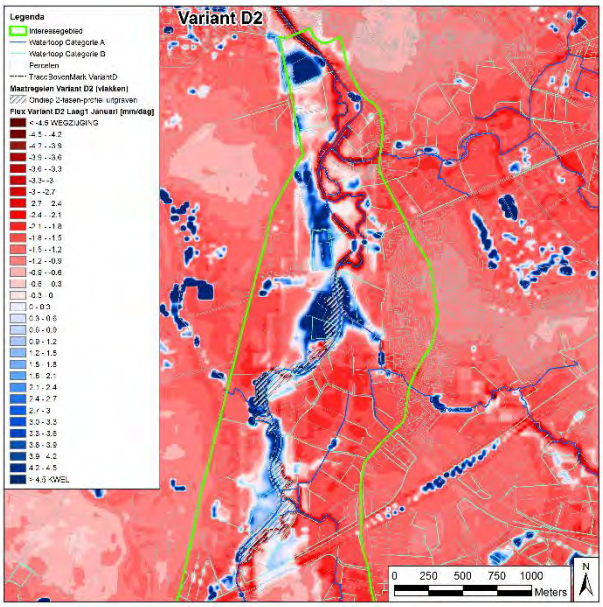
Figuur 40: Verandering van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) ten gevolge van variant D2 inclusief maatregelen.

2.3.2 Kwel en infiltratie

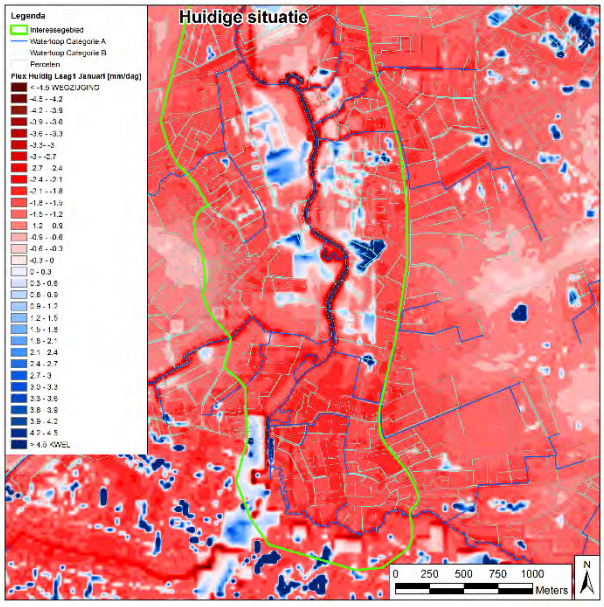
In de wintersituatie is op de meeste plekken in het dal sprake van infiltratie. Dit wordt veroorzaakt door het neerslagoverschot in deze periode. Bij de Blauwe Kamer is in de huidige situatie lokaal sprake van kwel. In variant D2 (Figuur 41 en Figuur 42) neemt het areaal en de hoeveelheid kwel in deze omgeving aanzienlijk toe in de winter. Ook bij Daasdonk, Notsel en stuw Galder neemt het kwelgebied en -stroom toe als gevolg van de peilopzet in de Boven Mark en het verwijderen van drainage.

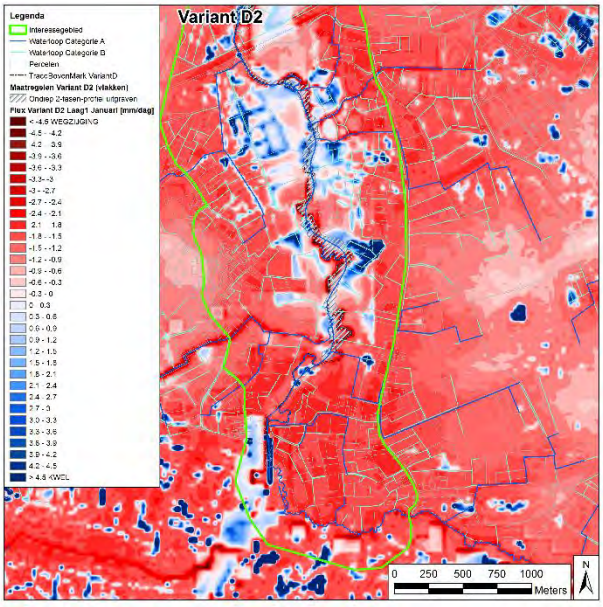


Figuur 41: Huidige kwel en infiltratie in de wintersituatie.

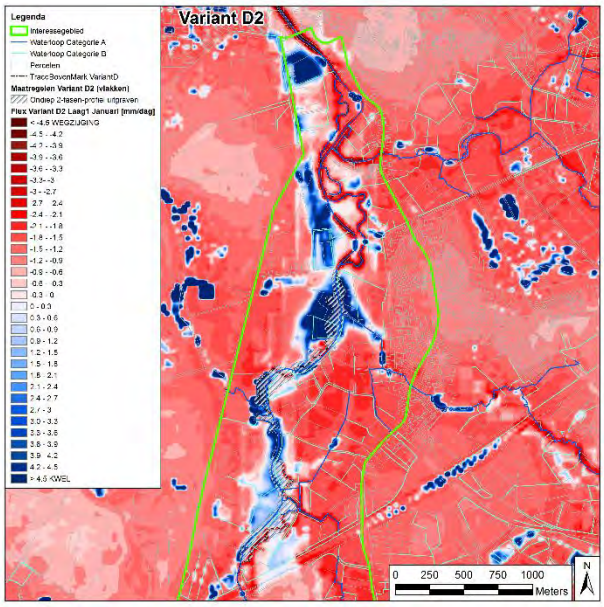


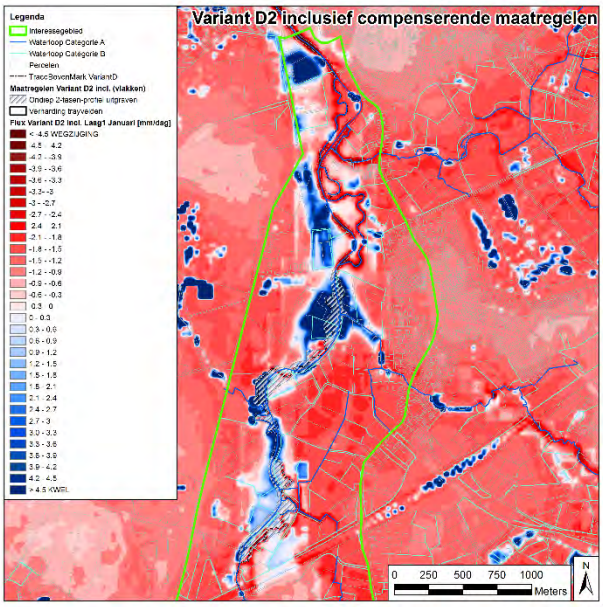
Figuur 42: Kwel en infiltratie in de wintersituatie variant D2.

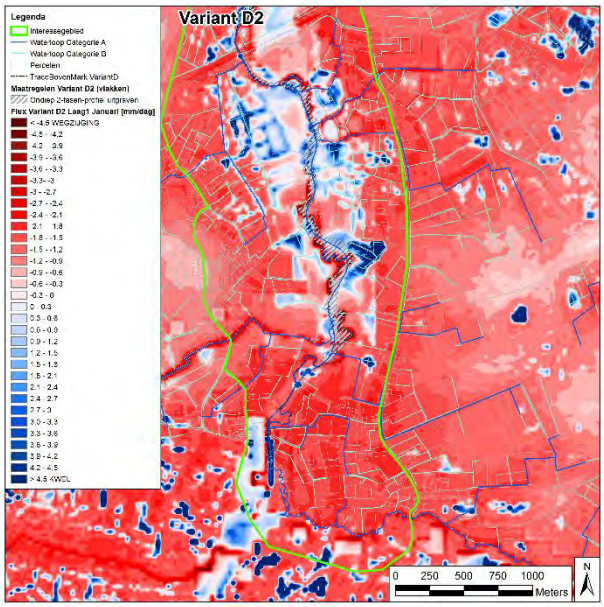




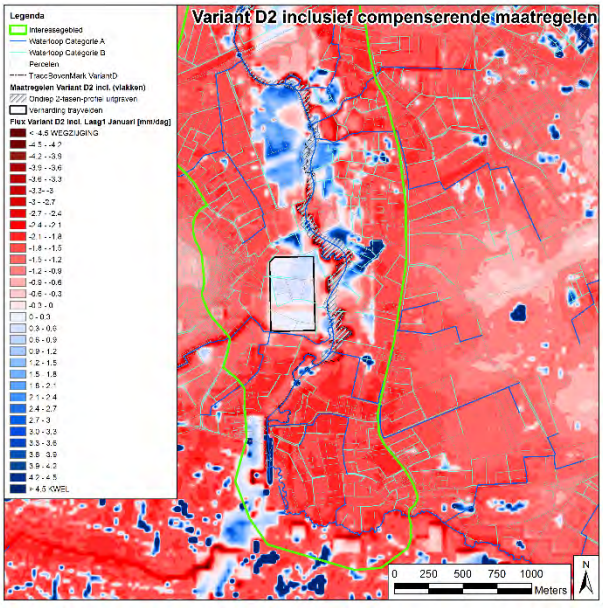
Als gevolg van compenserende maatregelen neemt de kwelstroom bij Daasdonk significant toe ten opzichte van zowel de huidige situatie als de situatie zonder compenserende maatregelen. Door de aanleg van drainage wordt meer kwel afgevangen. Ook aan de oostzijde van de beek bij Notsel en stuw Galder is sprake van een duidelijke toename van kwelgebied- en stroom. De kwelkaarten zijn weergegeven in Figuur 43 en Figuur 44.







Figuur 43: Kwel en infiltratie in de wintersituatie variant D2.

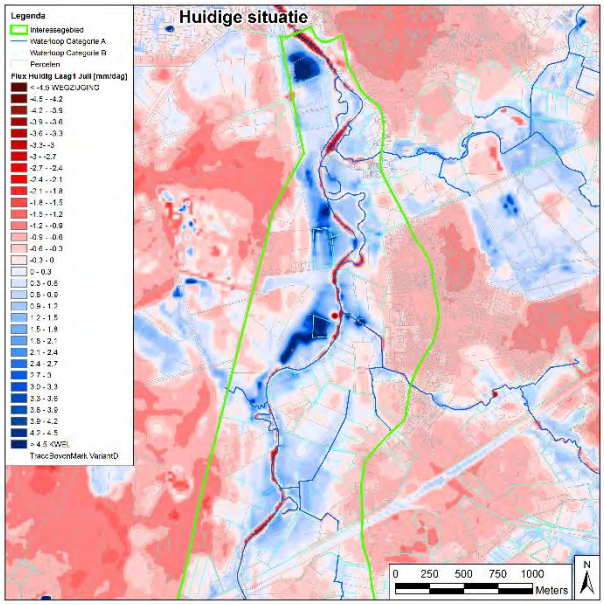


Figuur 44: Kwel en infiltratie in de wintersituatie variant D2 incl. maatregelen.

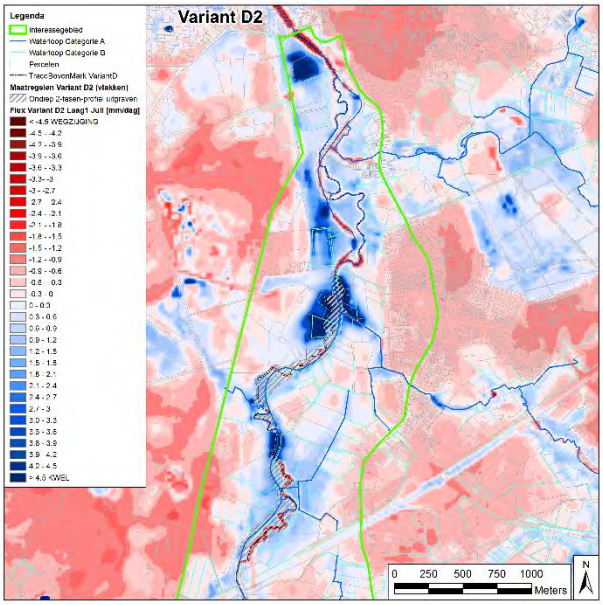
In de zomersituatie is op veel plekken in het dal een kwelstroom aanwezig, zowel in de huidige situatie als bij inrichtingsvariant D2. Bij Blauwe Kamer verplaatst de locatie van het kwelgebied en neemt het areaal van het kwelgebied toe. Op andere plekken in het noordelijk deel is geen duidelijke verandering waarneembaar.

De kwelstroom bij Daasdonk, Notsel en stuw Galder neemt bij inrichtingsvariant D2 toe. Het areaal blijft ongeveer gelijk.

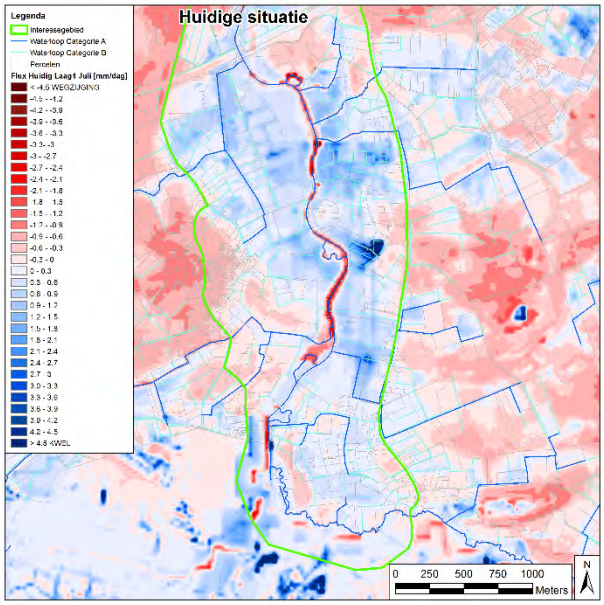
De kwelkaarten van de zomersituatie zijn weergegeven in Figuur 45 en Figuur 46.

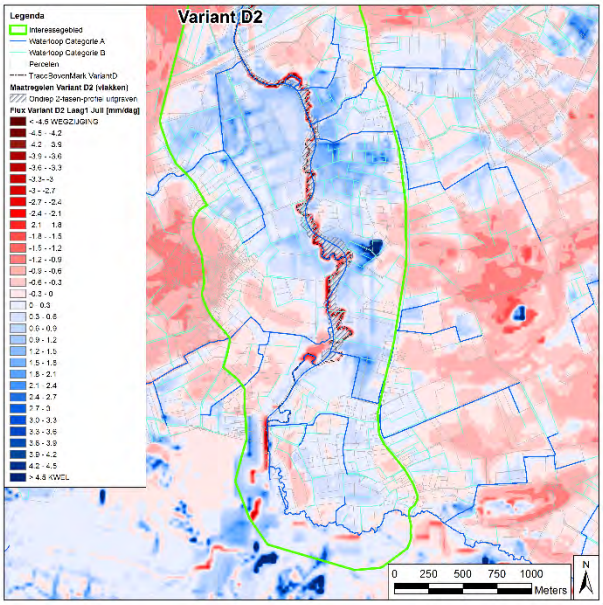


Figuur 45: Huidige kwel en infiltratie in de zomersituatie.



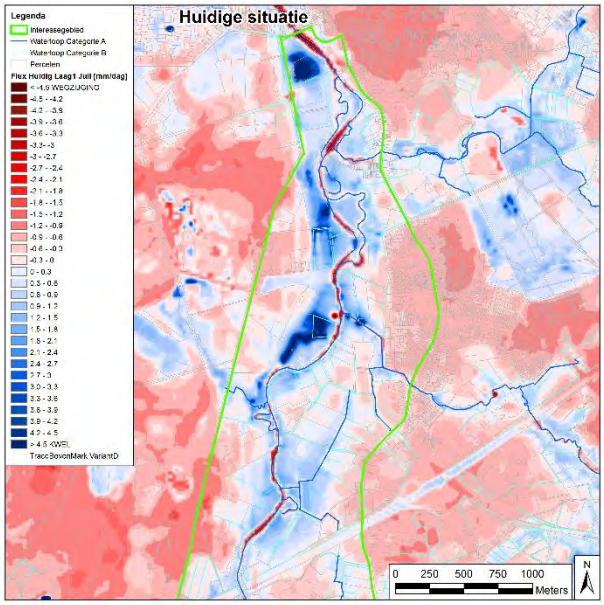
Figuur 46: Kwel en infiltratie in de zomersituatie variant D2.

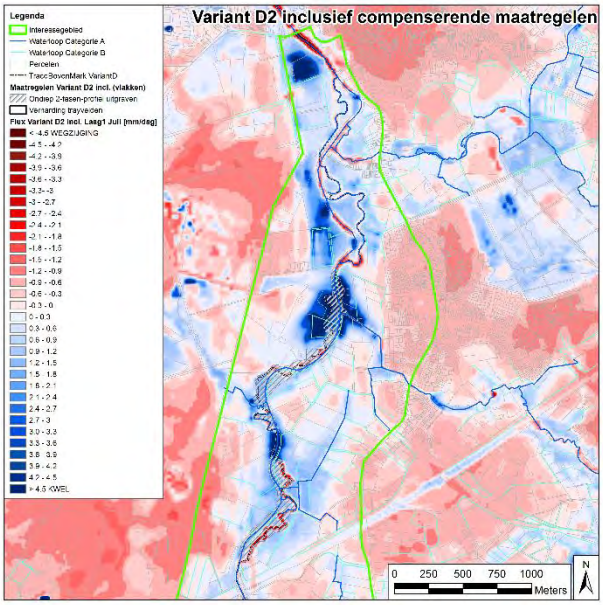


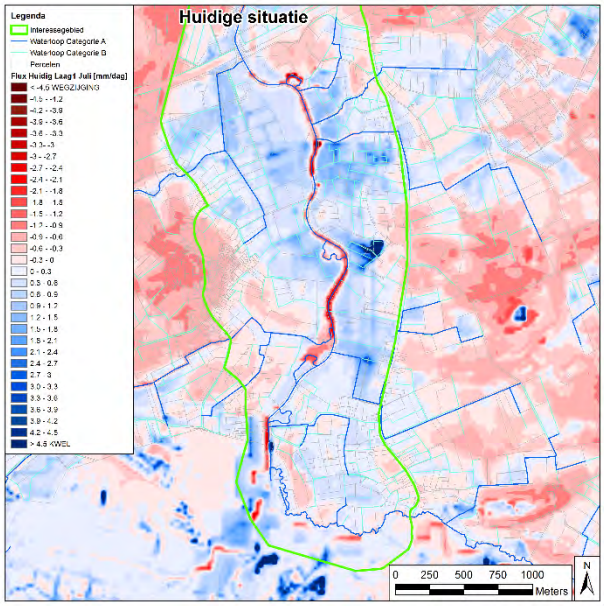


Verandering in kwelstroom bij variant D met compenserende maatregelen zijn vergelijkbaar met de situatie zonder maatregelen.

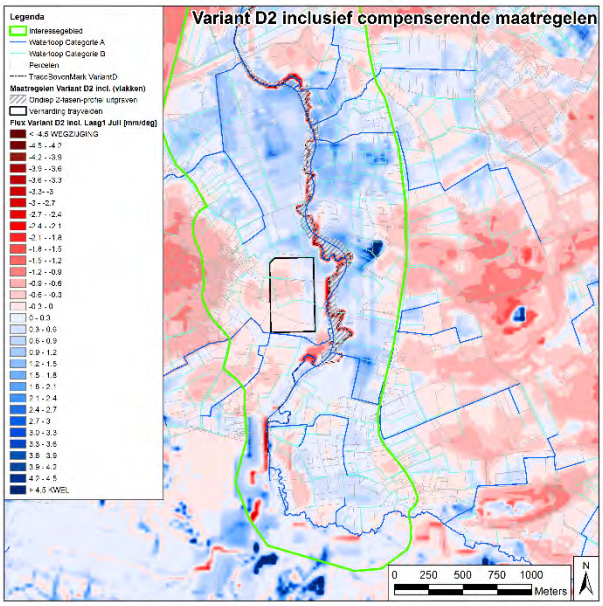
De kwelkaarten van de zomersituatie zijn weergegeven in Figuur 47 en Figuur 48.







Figuur 47: Huidige kwel en infiltratie in de zomersituatie.

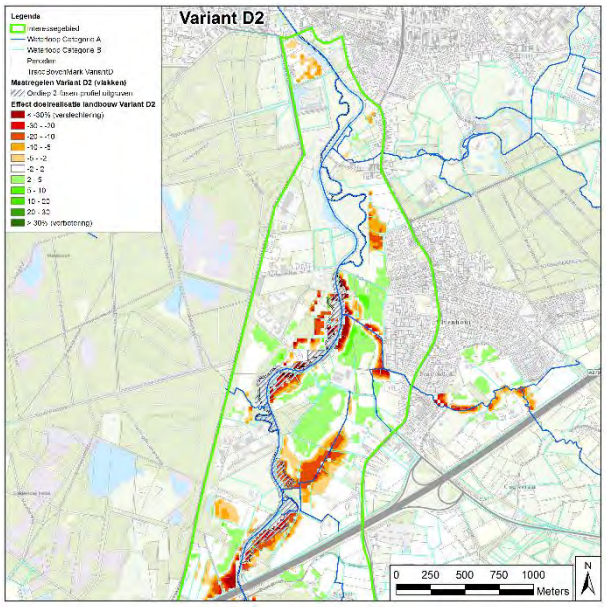


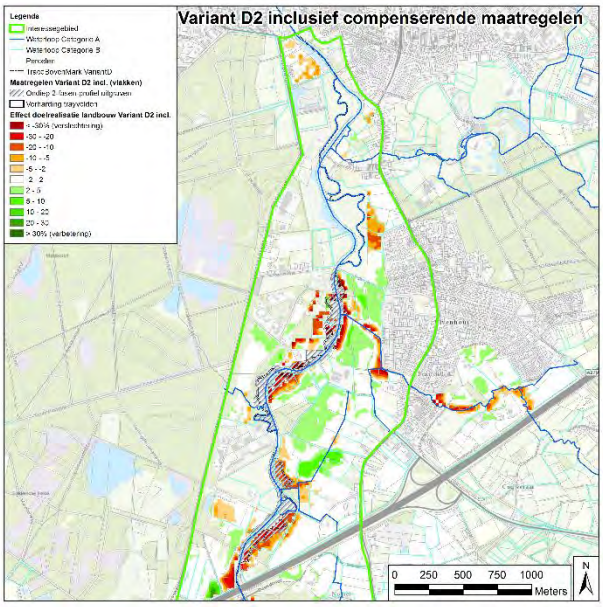
Figuur 48: Kwel en infiltratie in de zomersituatie variant D2 incl. maatregelen.

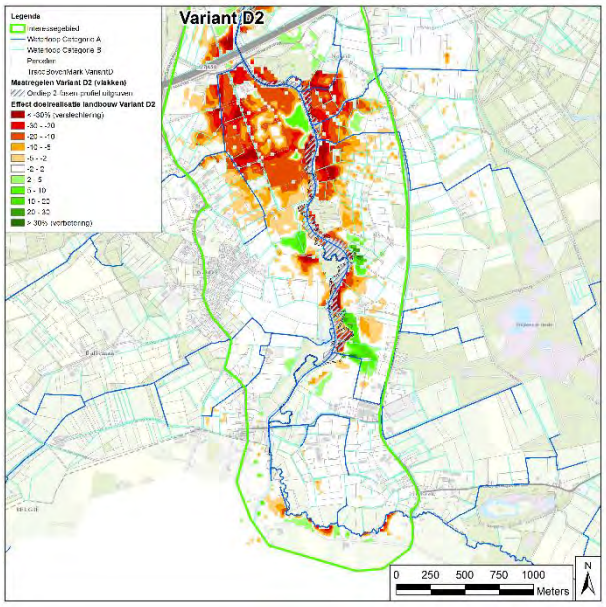
2.4 WATERNOOD-landbouw

Net als voor Variant C2 is de doelrealisatie en de nat- en droogteschade voor de landbouw berekend voor variant D2 met en zonder de compenserende maatregelen. Door de verandering van de winter- en zomergrondwaterstand kan de nat- en droogteschade voor de landbouw toe en/of afnemen. Het effect op de doelrealisatie is weergegeven in Figuur 49 en Figuur 50.

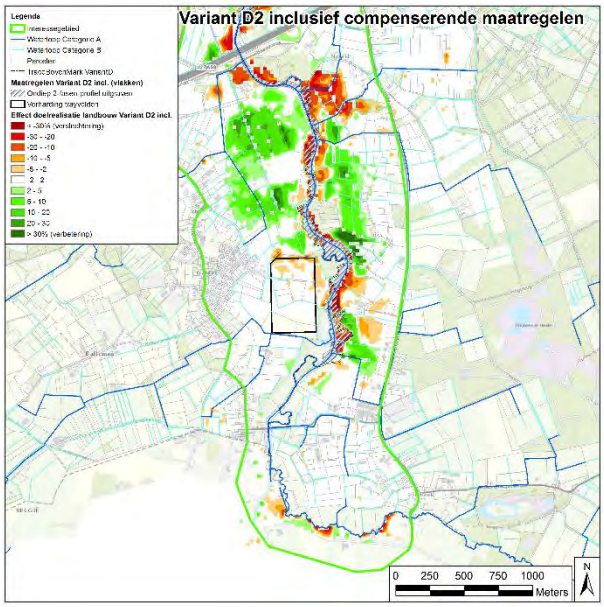
In het noordelijke zijn de effecten ten opzichte van Variant C aanzienlijk groter. Niet alleen het invloedsgebied is groter, maar ook de toe en afname is beduidend groter. In het zuidelijk deel zijn de effecten vergelijkbaar met Variant C2. Als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand is er in Variant D2 wederom een duidelijke verslechtering te zien rondom Daasdonk. En in de variant met de compenserende maatregelen is hier, als gevolg van het aanbrengen van drainage, de natschade afgenomen. De verhoging van de waterstanden in de Strijbeeksebeek werken echter ook door in de opbrengsten voor de landbouw over de Nederlands-Belgische grens.





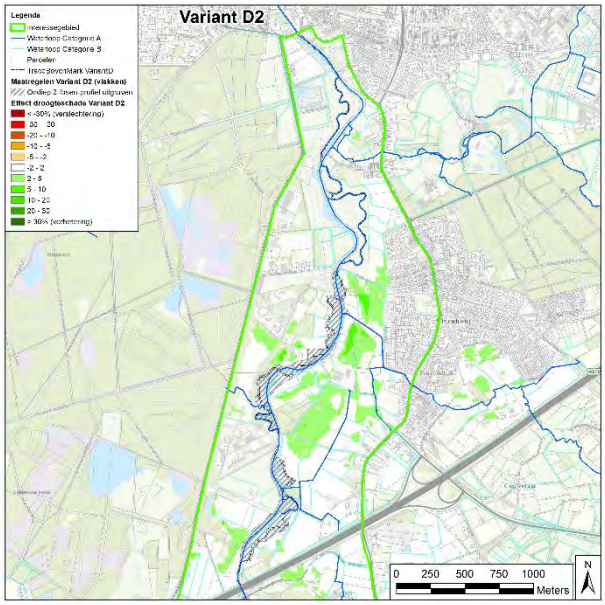


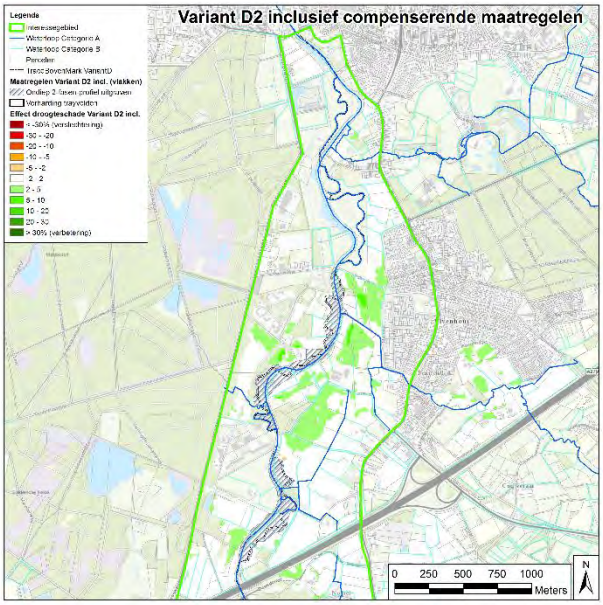
Figuur 49: Effect doelrealisatie landbouw Variant D2.

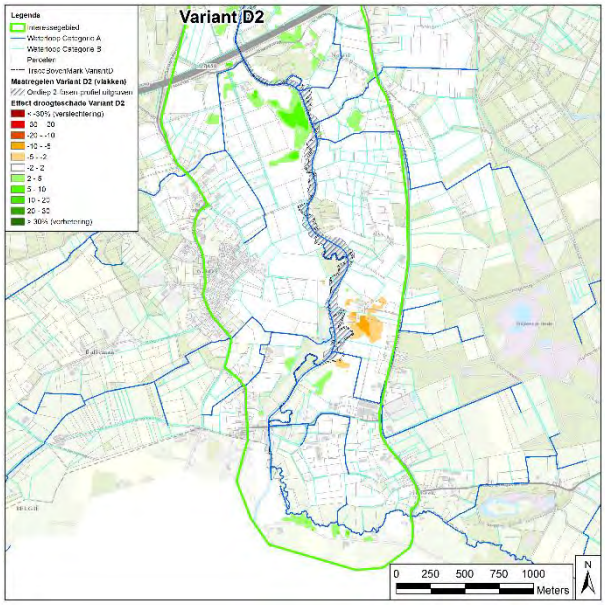


Figuur 50: Effect doelrealisatie landbouw Variant D2 incl. compenserende maatregelen.

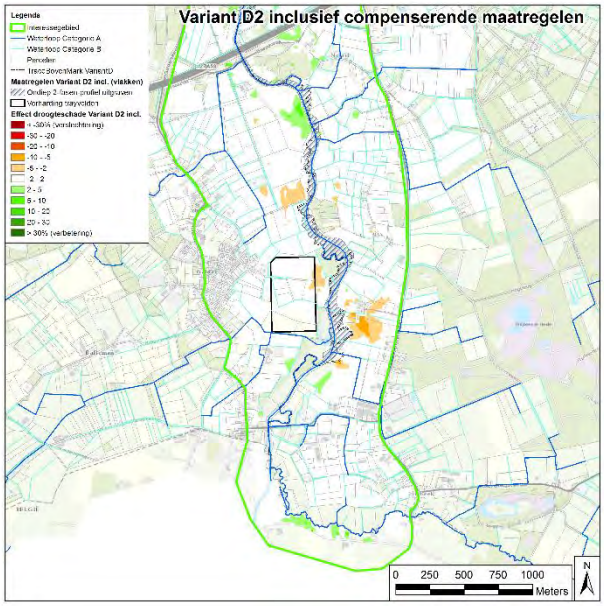
In de onderstaande figuren (Figuur 51 en Figuur 52) is het effect op de droogteschade voor Variant D2 gepresenteerd. De verandering van de grondwaterstanden werkt in positieve zin in het noordelijke deel het sterkste door op de droogteschade. In de huidige situatie werd daar dan ook de grootste droogteschade berekend, welke als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand voor een deel wordt opgeheven. De toename van de droogteschade beperkt zich in de Variant D2 tot Hoogedonk. In de variant met de compenserende maatregelen is de toename van de droogteschade iets groter.





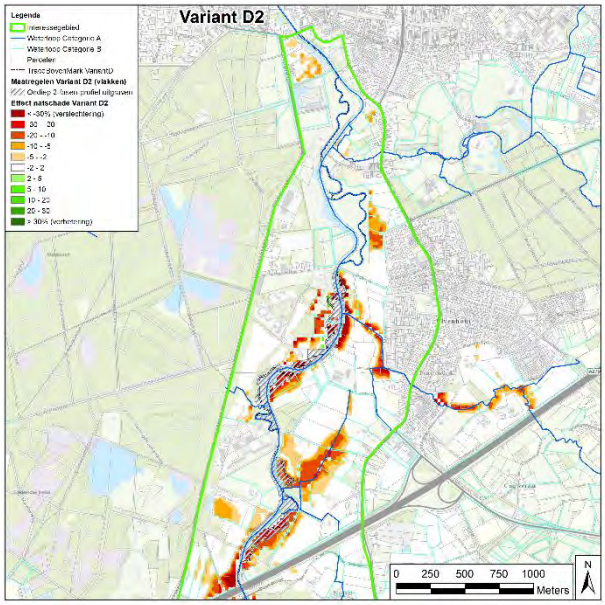


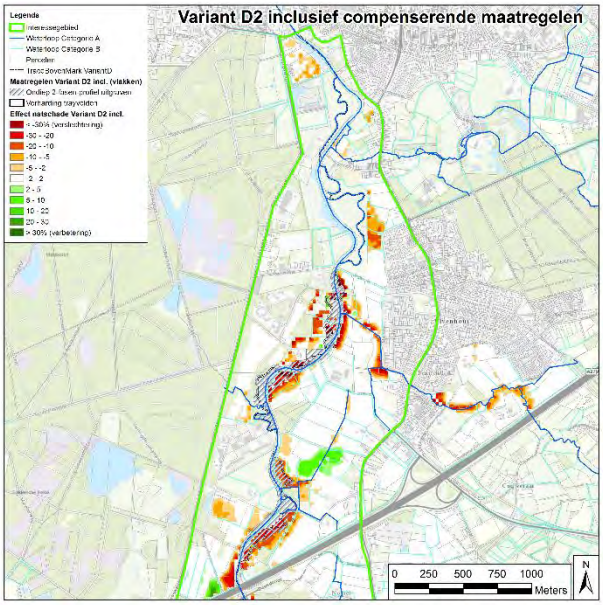
Figuur 51: Effect droogteschade Variant D2.

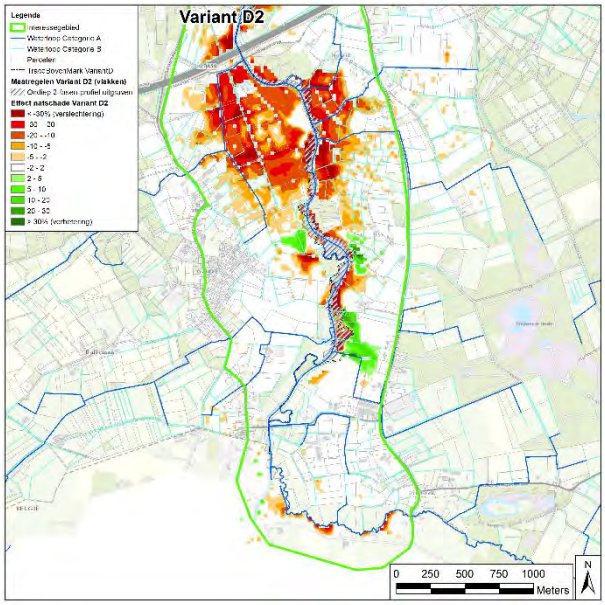


Figuur 52: Effect droogteschade Variant D2 incl. compenserende maatregelen.

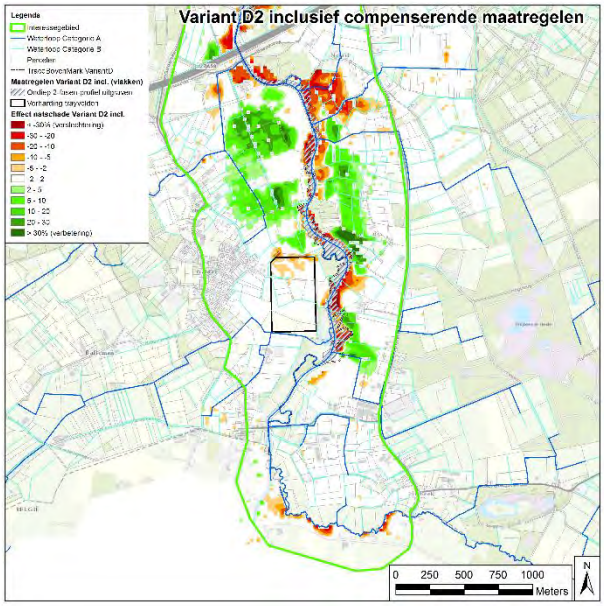
Het effect op de natschade komt wederom sterk overeen met het effect op de doelrealisatie. In de onderstaande figuren (Figuur 53 en Figuur 54) is het effect op de natschade gepresenteerd. Ook hier blijkt dat de opbrengst van de landbouw gevoeliger is voor natschade dan voor droogteschade. Evenals in Variant C2 blijkt dat met de compenserende maatregelen de toename van de natschade vrijwel geheel is op te lossen. Sterker nog met behulp van de compenserende maatregelen is de opbrengst voor de landbouw te vergroten, doordat de natschade die in de huidige situatie voorkomt voor een groot deel wordt tegengegaan.







Figuur 53: Effect natschade Variant D2.



Figuur 54: Effect natschade Variant D2 incl. compenserende maatregelen.

Met behulp van informatie vanuit de Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt (KWIN-AGV van 2015) is er een inschatting gemaakt wat de financiële schade bedraagt voor de percelen waar een toename is van de natschade. In de Tabel 9 is schade als gevolg van de toename van de natschade voor Variant D2 gegeven. In Tabel 10 is dit voor Variant D2 inclusief de compenserende maatregelen gedaan. Het verschil in oppervlak waar de schade toeneemt verschilt tussen de varianten met en zonder compenserende maatregelen met ongeveer 90 hectare. De financiële schade neemt af met ruim 30.000 euro per jaar. De gemiddelde schade per hectare neemt af met ongeveer 50 euro/hectare.

Tabel 9: Schade landbouw Variant D2.

Gewas	Oppervlak [m^2]	Schade [€/jaar]
Aardappelen	31875	€ 3.494,19
Bieten, suiker-	2500	€ 33,28
Chinese kool, productie	5625	€ 308,13
Grasland	1306250	€ 34.262,26
Haver	10000	€ 335,89
Japanse haver	625	€ 13,58
Luzerne	6875	€ 439,08
Maïs	288125	€ 9.311,14
Prei	36250	€ 8.373,69
Rogge	26875	€ 1.189,10
Sla, ijsberg-	3125	€ 197,89
Aardbeien	33125	*
Bos- en haagplanten	3125	*
Buxus	3750	*
Kwekerij	11875	*
Overige bloemen, overige bloemkwekerijgewassen	1250	*
Sierconiferen	8125	*
Vaste planten	18125	*
Totale schade	179,8 ha.	€ 57.958,23

* Voor deze gewassen geeft het KWIN-AGV geen uitsluitsel over de te hanteren schadebedragen, hier zal nader onderzoek naar moeten worden uitgevoerd.

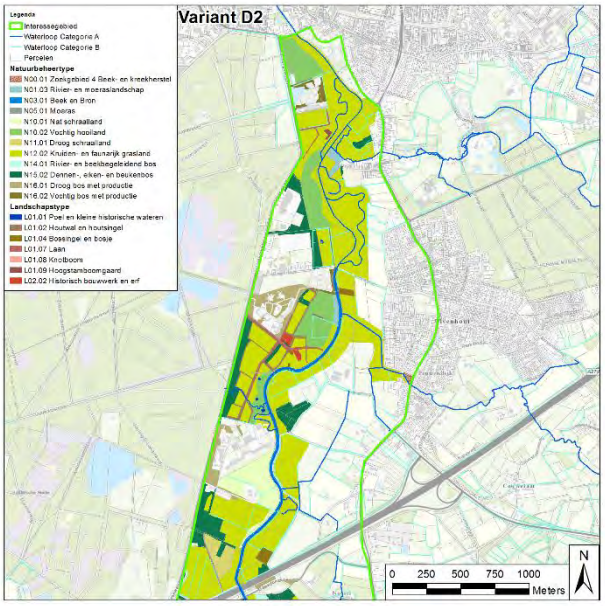
Tabel 10: Schade landbouw Variant D2 inclusief compenserende maatregelen

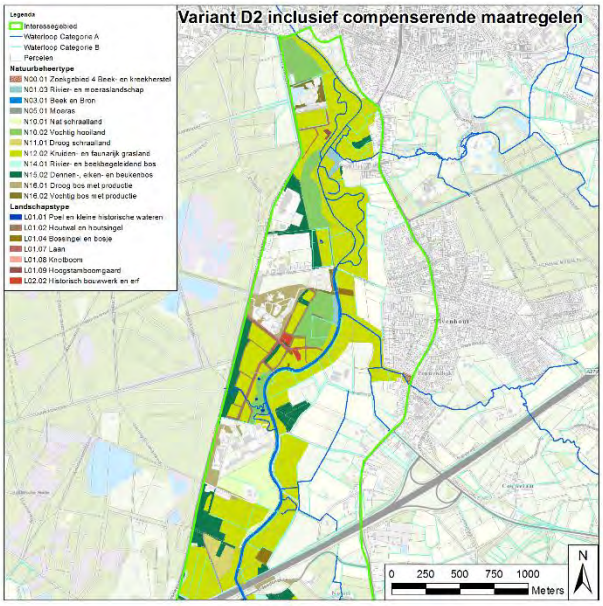
Gewas	Oppervlak [m^2]	Schade [€/jaar]
Aardappelen	8125	€ 185,39
Bieten, suiker-	625	€ 6,07
Grasland	685625	€ 18.434,17
Japanse haver	625	€ 13,58
Maïs	100625	€ 2.191,61
Prei	26875	€ 3.248,31
Rogge	8750	€ 177,01
Sla, ijsberg-	1250	€ 77,42
Aardbeien	24375	*
Bos- en haagplanten	3125	*
Kwekerij	7500	*
Overige bloemen, overige bloemkwekerijgewassen	625	*
Sierconiferen	5000	*
Vaste planten	16250	*
Totale schade	88, 9 ha.	€ 24.333,56

* Voor deze gewassen geeft het KWIN-AGV geen uitsluitsel over de te hanteren schadebedragen, hier zal nader onderzoek naar moeten worden uitgevoerd.

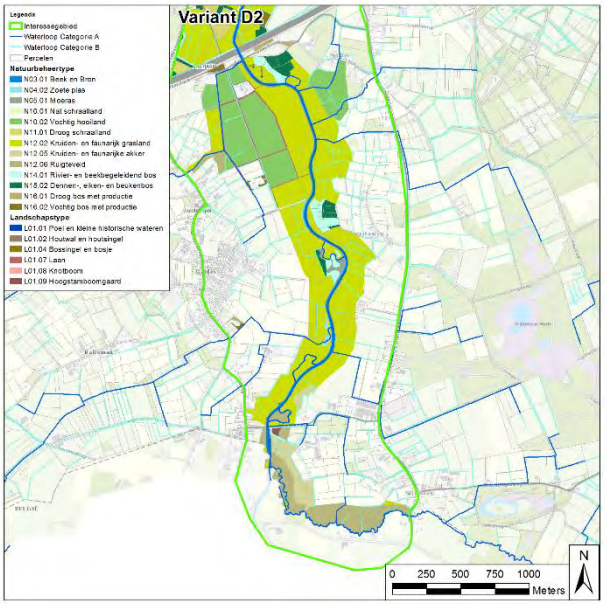
2.5 Natuurbeheertypen

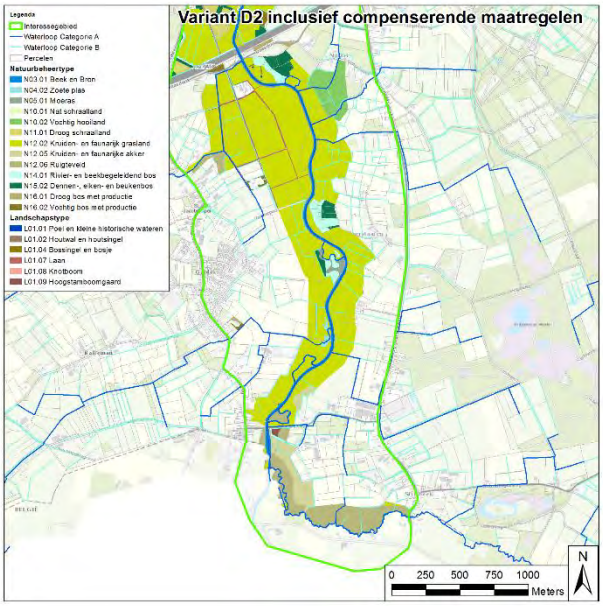
Ook voor de variant D2 met en zonder de compenserende maatregelen is een natuurbeheertypenkaart gemaakt. De natuurbeheerkaarten zijn in Figuur 55 en Figuur 56 weergegeven. In het noordelijke deel zijn er geen wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt doordat de verhoging van de grondwaterstand geen wezenlijke nattere situaties creëert waardoor een verschuiving van natuurbeheertypen te verwachten is. In het zuidelijk deel is er echter wel weer een verschil waar te nemen ter plaatse van Daasdonk. In Variant D2 is het areaal met vochtig hooiland verder toegenomen. En in Variant D2 inclusief de compenserende maatregelen is het areaal met vochtig hooiland teruggebracht naar het type kruiden- en faunarijk grasland, wat ook in drogere omstandigheden beter uit de voeten kan.





Figuur 55: Natuurbeheertypenkaart Variant D2.

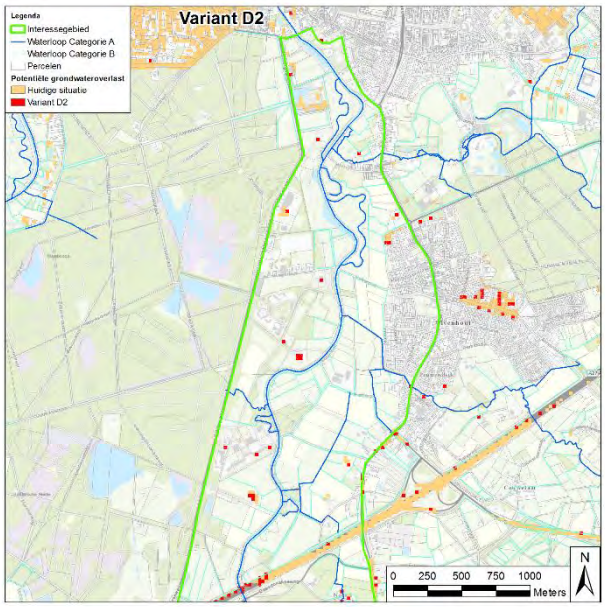


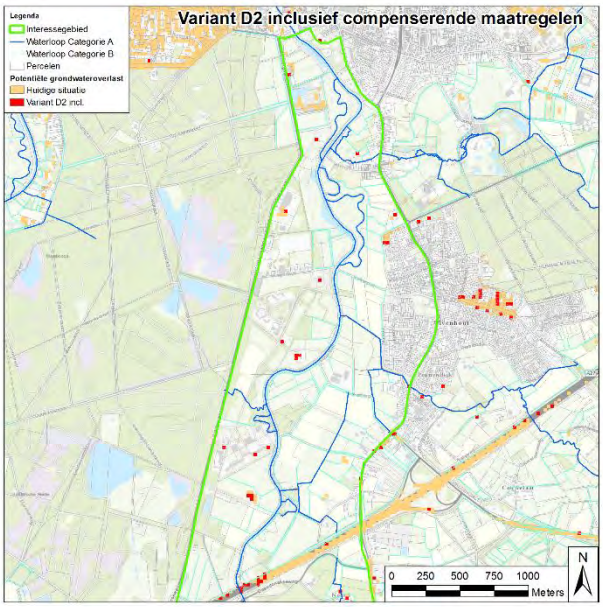


Figuur 56: Natuurbeheertypenkaart Variant D2 incl. compenserende maatregelen.

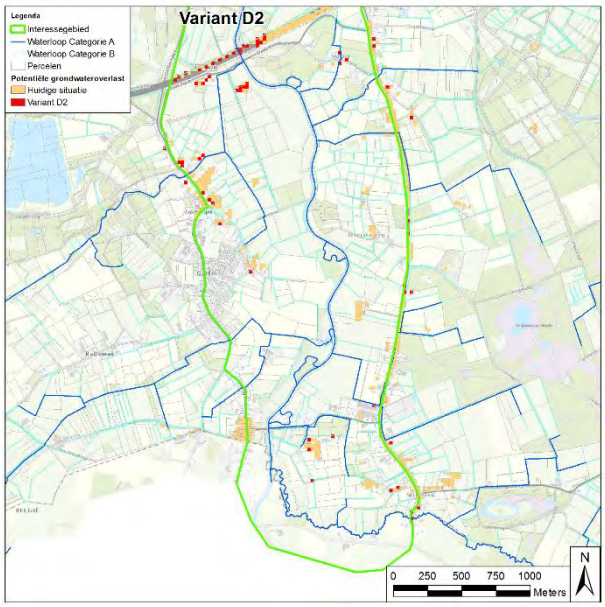
2.6 Grondwateroverlast bebouwing en infrastructuur

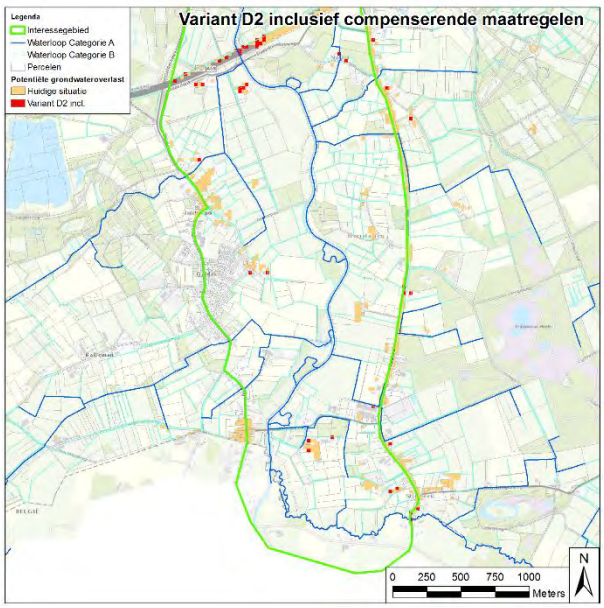
Als gevolg van de verhoging van de wintergrondwaterstand (GHG) neemt de grondwateroverlast in beperkte mate toe. Ten opzichte van Variant C2 is er wel op meer locaties grondwateroverlast te verwachten. Met name voor de bebouwing in het buitengebied, relatief dicht bij de Boven Mark, is een toename te verwachten, maar ook in Ulvenhout kunnen bestaande problemen verergeren. Het verdient hier dan ook de aanbeveling om nader te onderzoeken in hoeverre hier mogelijke knelpunten ontstaan.





Figuur 57: Potentiële grondwateroverlast Variant D2.





Figuur 58: Potentiële grondwateroverlast Variant D2 incl. compenserende maatregelen.

3 BIJLAGE 3 TECHNISCHE BESCHRIJVING GRONDWATERMODEL

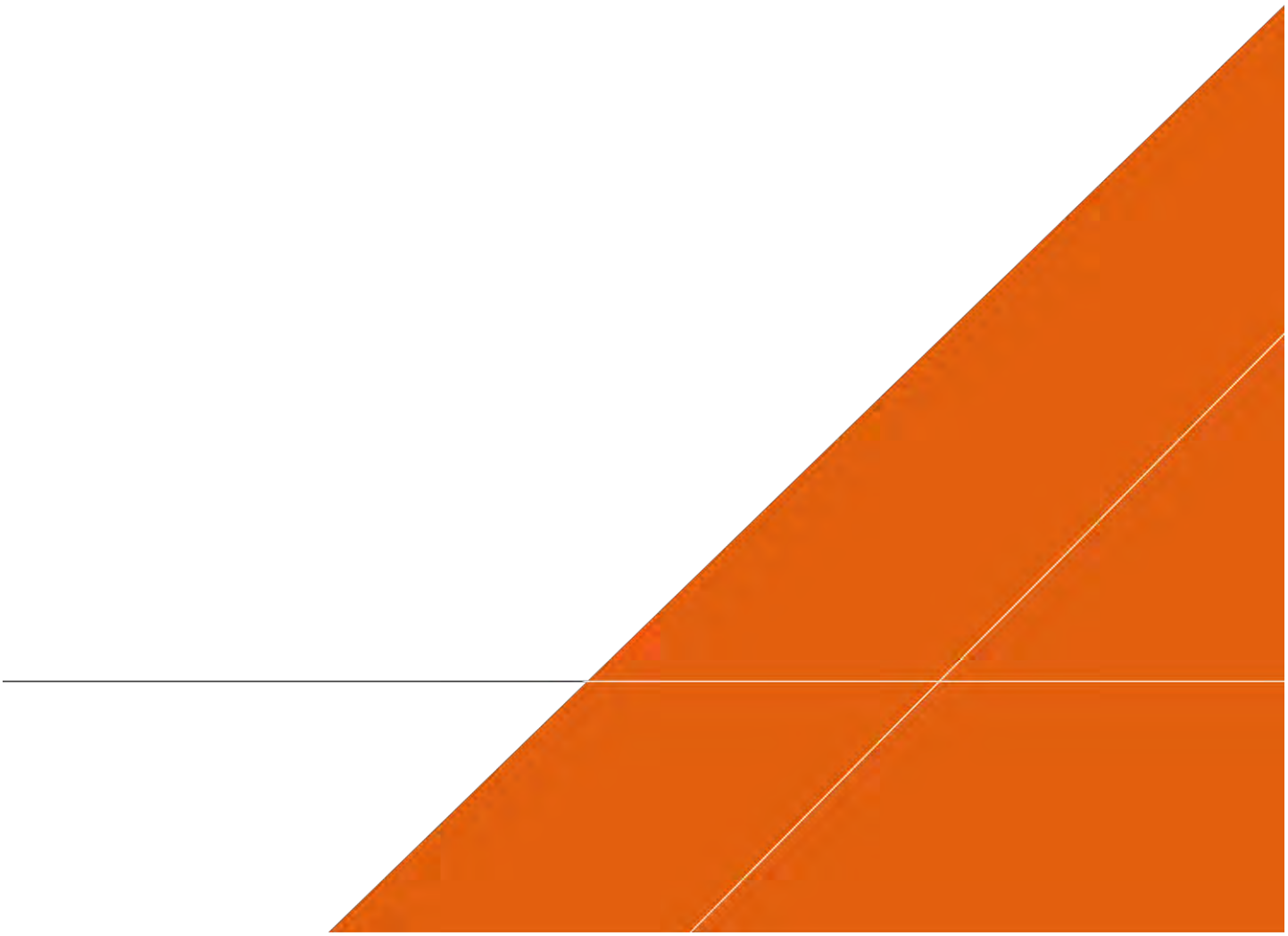
Betreft een separaat rapport/ memo

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

HYDROLOGISCHE VARIANTENSTUDIE HERINRICHTING MARKDAL

Technisch achtergronddocument

5 JANUARI 2017



Contactpersonen

JOHAN BOLEIJ
Specialist Hydrologie

T +3163104 8683
M +3163104 8683
E johan.boleij@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

2 GEGEVENS 5

3 BESCHRIJVING GRONDWATERMODEL 6

3.1 Omzetten naar iMOD 6
3.2 Vertaling topsysteem regionaal model 6
3.3 Implementeren Sobek-model 6
3.4 Toevoegen sloten en greppels 7
3.5 Toevoegen buisdrainage 7
3.6 Update van onttrekkingsgegevens 8
3.7 MetaSWAP module toevoegen 8

4 KALIBRATIE 10

4.1 Selectie grondwater- en stijghoogte metingen 10
4.2 Gevoeligheidsanalyse 12
4.3 Kalibratie 16
4.4 Tijdsafhankelijke validatie 23
4.5 Validatie 24

1 INLEIDING

Dit document geeft een beschrijving van het grondwatermodel, gebruikt om de effecten van de herinrichtingsvarianten van het Markdal te berekenen. De beschrijving bestaat uit verschillende onderdelen:

- Beschikbare en gebruikte gegevens
- Modelopbouw en parameters
- Gevoeligheidsanalyse en kalibratie
- Resultaat kalibratie

2 GEGEVENS

Voor de ontwikkeling van het grondwatermodel zijn meerdere gegevensbronnen gebruikt. Een overzicht van de bronnen is weergegeven in Bijlage-A.

Belangrijkste informatiebronnen voor de modellering:

- Hydrologische Gereedschap Kist (HGK) GeolinQs Brabant model
  - GeoLinQs_Laagopbouw
  - GeoLinQs_TopsysteemNL
  - GeoLinQs_Waterlopen
- Legger gegevens
  - Duiker_vastgesteld2015
  - Gemaal_vastgesteld2016
  - Stuw_vastgesteld2016
  - Waterloop_Cat_A_vastgesteld2016
  - Waterloop_Cat_B_vastgesteld2016
  - WBP_Deelstroomgebieden
- Onttrekkingsgegevens drinkwater- en industriële winningen
- Hoogtekaart
- LGN6
- BRP-gewaspercelen
- BOFEK2012
- Peilbuisgegeven en meetreeksen in het Markdal
- Sobek-model Boven Mark
- Bodemkaart 1:10.000
- Grondwatertrappenkaart
- Ambitiekaart natuur en landbouw
- Kwelonderzoek

3 BESCHRIJVING GRONDWATERMODEL

Het regionaal, grof opgezette grondwatermodel van Noord-Brabant op een resolutie van 250x250 meter, is gebruikt om een deelmodel van het Markdal te maken. Het deelmodel is verfijnt met meer detailinformatie. Ondergrondgegevens zijn 1 op 1 overgenomen, in de kalibratie is hier verder naar gekeken.

1. Omzetten model naar iMOD
2. Het regionale topsysteem (rivieren) uit het Brabant-model is vertaald naar een kleiner grid
3. Het sobek-netwerk van de Boven Mark is geïmplementeerd
4. Kleinere watergangen als slootjes en greppels zijn toegevoegd
5. Buisdrainage uit het NHI is toegevoegd
6. Onttrekkingsgegevens zijn geupdate
7. MetaSWAP is als module toegevoegd (met randvoorwaarde stationaire randvoorwaarden Brabant-Model)

3.1 Omzetten naar iMOD

Het regionale model van Noord-Brabant is ontwikkeld in Triwaco en rekent met MODFLOW 1988. Om het model in iMOD verder te ontwikkelen is een MODFLOW versie 2000 of nieuwer nodig. Het deelmodel van de Boven Mark is daarom met behulp van Triwaco uitgesneden. In Triwaco is een nieuw model opgezet in MODFLOW2000 voor het modelgebied van het Markdal. Vanuit Triwaco zijn modflow bestanden gegenereerd.

De gegenereerde modflow bestanden zijn geïmporteerd in iMOD v3.4. Bij deze import zijn alle modelparameters automatisch overgezet naar IDF-formaat, waarmee iMOD rekent.

Het model is uitgeknipt op de coördinaten weergegeven in onderstaande Tabel 1.

Tabel 1: model coördinaten uitgeknipt model

XCOOR min	YCOOR min	XCOOR max	YCOOR max
100000	370000	130000	405000

3.2 Vertaling topsysteem regionaal model

Als gevolg van verschillende modelprincipes wordt bij het omzetten vanuit de Triwaco omgeving naar iMOD het topsysteem in veel verschillende systemen opgedeeld, afhankelijk van de gekozen discretisatie. Dit komt omdat in Triwaco iedere watergang als lijn in de modeldatabase staat. Pas bij het genereren naar modflow bestanden wordt dit vertaald naar een grid. Dit heeft als gevolg dat binnen een cel van 250x250 meter vele watergangen liggen met verschillende peilen en weerstanden. Op een grove resolutie van 250x250 meter worden daarom meer systemen gegenereerd dan bij een resolutie van 25x25 meter.

Er is gekozen voor het aandachtsgebied een uitsnede te maken op een resolutie van 25x25 meter en voor het modelgebied van 250x250 meter. Het aantal systemen is gereduceerd door een bewerking te doen waarbij alle systemen binnen een cel met dezelfde waterstanden worden tot één systeem zijn samengevoegd. Alleen systemen van A- en B-watergangen zijn gebruikt.

Voor heel Brabant is daarmee het aantal systemen teruggebracht tot 12 systemen per modelcel van 250 meter, in de omgeving van de Boven Mark is het terug gebracht tot 6 systemen. Het aantal cellen waar dit binnen het aandachtsgebied voor komt is zeer beperkt. Daarom zijn op deze locaties de systemen samengevoegd met gewogen gemiddelde tot 1 regionaal grof systeem op 250x250 meter. Dit systeem is alleen aanwezig aan de randen van het grondwatermodel.

Binnen het aandachtsgebied zijn de A-watergangen uit het regionaal model op een resolutie van 25x25 meter geïmporteerd. Door de beperkte celgrootte resulteert het samenvoegen tot 2 systemen welke watergangen als de Galderse Beek simuleren.

Binnen het aandachtsgebied en interessegebied is verder geen informatie van het topsysteem uit het regionale model overgenomen. Er is binnen dit gebied gebruik gemaakt van meer gedetailleerde informatie van top10greppels, buisdrainage en sobek-resultaten.

3.3 Implementeren Sobek-model

Met het oppervlaktewatermodel van de Boven Mark en een deel van de Chaamse Beek zijn waterstanden berekend voor verschillende afvoersituaties. Het gaat om de volgende afvoersituaties:

- Winter
- Voorjaar
- Zomer
- Najaar
- T2
- T10
- T100

Voor de grondwatermodellering zijn seizoen waterstanden van belang. Kortstondige hoge afvoergolven met bijbehorende waterstandsverhoging hebben weinig invloed op het grondwatersysteem. Het grondwatersysteem reageert daarvoor te traag.

Met behulp van iMOD functie SOBEK2ISG kan een Sobek netwerk vertaald worden naar ISG-formaat. Het ISG-formaat kan door iMOD gelezen worden en bevat informatie van de profielen en ook waterstanden. Het ISG-formaat is met behulp van iMOD functie ISG2IDF omgezet naar een IDF-raster met een celgrootte van 25x25 meter. De vertaling is gemaakt voor de winter- en zomersituatie.

Uit de vertaling van ISG naar IDF zijn nog geen gegevens beschikbaar van de conductance van de watergang. Hiervoor is een nabewerking gedaan.

- De gemiddelde wetted-perimeter is vermenigvuldigd met de lengte van de watergang om tot het natte oppervlak per cel te komen;
- Het totaal natte oppervlak delen door de weerstand van de watergang geeft de conductance;
- De weerstand van de watergangen is geschat op 3 dagen.

3.4 Toevoegen sloten en greppels

De kleinere watergangen zoals sloten en greppels zijn toegevoegd op basis van top10-watergangen en de hoogtekaart.

1. De watergangen zijn vertaald naar een grid van 25x25 meter;
2. Per gridcel is de totale lengte van de watergangen weggeschreven;
3. Per gridcel is de minimum maaiveldhoogte als ontwateringsniveau weggeschreven;
4. Voor iedere watergang is een waterbreedte aangenomen van 40 cm;
5. Voor iedere watergang is een weerstand van 2 dagen aangenomen;
6. De conductance is per cel bepaald door;
   a. Berekenen natte oppervlak: waterbreedte x lengte
   b. Berekenen conductance: natte oppervlak / weerstand

3.5 Toevoegen buisdrainage

Voor perceeldrainage is gebruik gemaakt van de buisdrainagekaart 2015. Daarnaast is aanvullend onderzoek gebruik van het Waterschap Brabantse Delta. Gegevens en resultaten uit dit onderzoek zijn vertrouwelijk, daarom is er geen ruimtelijk beeld van weergegeven.

De gehanteerde drainagedieptes en weerstanden zijn de landelijke buisdrainagekaarten gebruikt. Informatie hierover is beschreven in het rapport “Buisdrainagekaart 2015, Alterra, 2015”.

Tabel 2: Drainagediepte onderscheiden naar landgebruik en bodem

Landgebruik	Bodem	Draindiepte [cm-mv]
Grasland	Veen	80
	Zand	80
	Klei	80
Akkerbouw/tuinbouw	Veen	95
	Zand	100
	Klei	110
Stedelijk	n.v.t.	120

Tabel 3: Draindiepte overige landgebruiksvormen

Landgebruik	Draindiepte [cm-mv]
Begraafplaats	170
Boom- en fruitkwekerij	120
Boomgaard	120
Golfterrein	100
Kassen	120
Sportterreinen	100
Vliegvelden	120

3.6 Update van onttrekkingsgegevens

De onttrekkingsgegevens van drinkwaterwinningen in Noord-Brabant, gebruikt voor de modellering, zijn weergegeven in Tabel 4. Met behulp van verdeelsleutels is het debiet per put berekend. Verdeelsleutels zijn gebruikt omdat niet over de gehele meetperiode het debiet per put bekend is. Overige onttrekkingen zijn overgenomen uit het Brabant-model.

Tabel 4: Onttrekkingsgegevens drinkwaterwinningen

Drinkwaterwinning	Aantal putten	Debiet 2002 – 2010 [m^3/d]	Debiet 1995 – 2010 [m^3/d]
Bergen op Zoom	31	12929	12927
Dorst	17	24529	23993
Drongelen	8	6584	6660
Genderen	15	9741	9932
Gilze	5	3311	3712
Oosterhout	20	32179	33088
Prinsenbosch	11	9685	9743
Roosendaal	12	9718	9974
Schijf	11	18897	18841
Seppe	21	35458	36752
Waalwijk	7	5350	5738
Wouw	8	9732	10048

3.7 MetaSWAP module toevoegen

Voor het rekenen met MetaSWAP is de volgende invoer vereist.

- Randvoorwaarde (wel/niet metaswap rekenen)
- Landgebruik (LGN-code / andere code, refereert naar luse_svat.inp)
- Worteldikte
- Bodemfysische eenheden (refereert naar fact_svat.inp)
- Meteorologische gegevens
- Hoogtebestand

Randvoorwaarde

Voor alle modelcellen is MetaSWAP gebruikt om de processen in de onverzadigde zone te simuleren.

Landgebruik

Het LGN6 is gebruikt om de grondwateraanvulling te berekenen. Dit basisbestand is ontleend uit het regionaal grondwatermodel Noord-Brabant.

Worteldikte

De worteldikte is uit onderstaande tabel zijn gehanteerd.

Tabel 5: LGN-code en gehanteerde worteldikte.

LGN_Code	Klasse	Hoofdklasse	ROOTZONE [m]
1	Gras	Agrarisch gebied	0.3
2	Mais	Agrarisch gebied	0.45
3	Aardappelen	Agrarisch gebied	0.4

4	Bieten	Agrarisch gebied	0.4
5	Granen	Agrarisch gebied	0.4
6	Overige landbouwgewassen	Agrarisch gebied	0.45
61	Boomkwekerijen	Agrarisch gebied	1.2
62	Fruitkwekerijen	Agrarisch gebied	1.2
8	Glastuinbouw	Agrarisch gebied	0.1
9	Boomgaard	Agrarisch gebied	1.2
10	Bollen	Agrarisch gebied	0.45
11	Loofbos	Bos	1.2
12	Naaldbos	Bos	1.5
30	Natuur	Natuur	0.3
24	Kale grond	Kale grond	0.3
16	Zoet water	Water	0.1
17	Zout water	Water	0.1
26	Bebouwing in buitengebied	Agrarisch gebied	0.1
18	Bebouwing in primair bebouwd	Bebouwing	0.1
19	Bebouwing in secundair bebouwd	Bebouwing	0.1
25	Hoofdwegen en spoorwegen	Infrastructuur	0.1

Bodemfysische eenheden

De BOFEK2012-kaart van Alterra is gebruikt. De PAWN-codes achter deze kaart verwijzen naar bodemfysische eenheden uit de Staring reeks. Deze parameters zijn gebruikt.

Meteorologische gegevens

De ruimtelijke neerslag en verdampingsrasters van meteobase zijn gebruikt als invoer voor MetaSWAP. Het grid heeft een celgrootte van 1000x1000 meter.

Hoogtebestand

De meegeleverde hoogtebestanden zijn gebruikt om het maaiveld te definieren in het model. Voor het gebied dat buiten deze levering valt zijn hoogtegegevens uit het regionale Brabant-model gehanteerd.

4 KALIBRATIE

Het verfijnde grondwatermodel is gekalibreerd op gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in en rond het Markdal. De meetgegevens zijn ontleent uit Dinoloket en van Waterschap Brabantse Delta. Als basis voor de kalibratie is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op parameters van het grondwatermodel. Gevoelige parameters zijn aangepast om beter modelresultaten te verkrijgen. De mate waarop de parameters aangepast zijn, is afhankelijk van de onzekerheid van de parameter, de fysische verklaring van de afwijking en de mate van invloed.

Eerst wordt ingegaan op de selectie van grondwater- en stijghoogtemetingen t.b.v. de kalibratie, gevolgd door een toelichting op de gevoeligheidsanalyse. Het hoofdstuk sluit af met een toelichting op de kalibratie en de validatie.

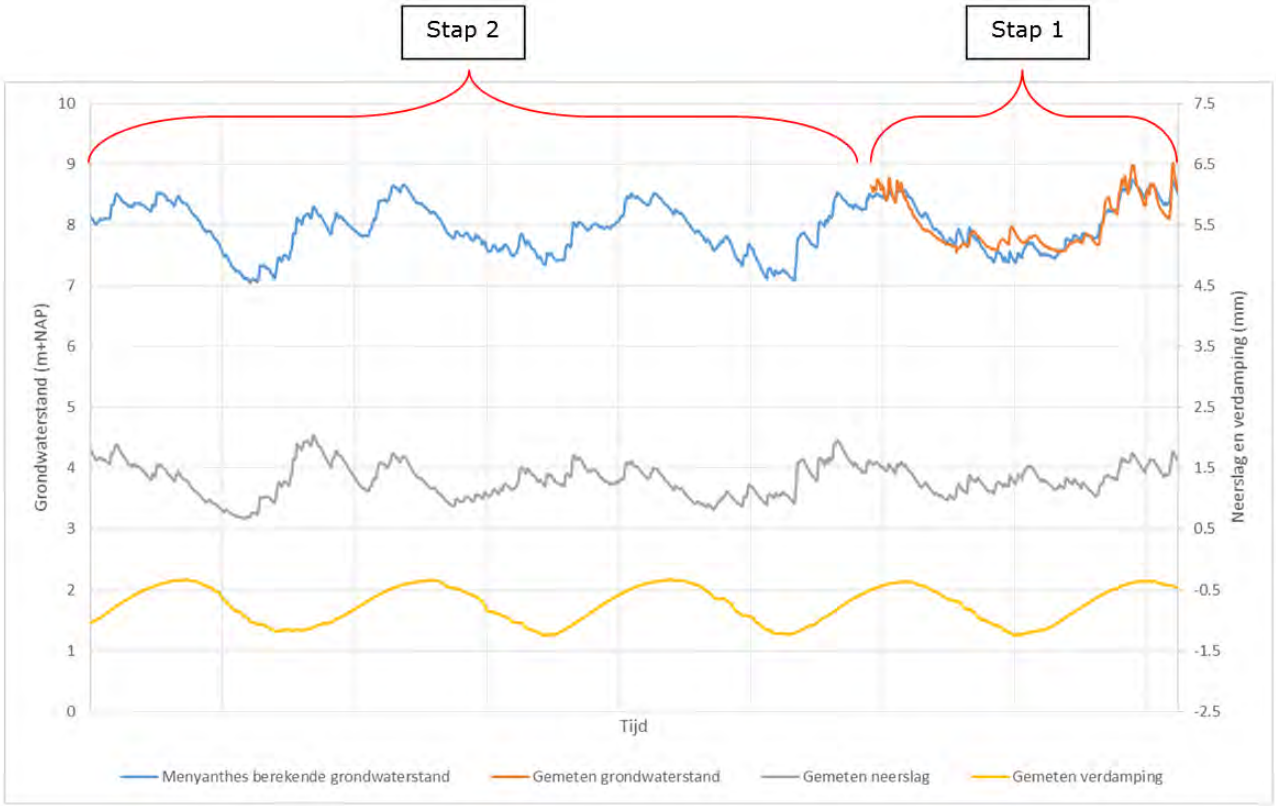
4.1 Selectie grondwater- en stijghoogte metingen

Om het functioneren van het grondwatermodel te toetsen zijn de gemodelleerde grondwaterstanden vergeleken met gemeten grondwaterstanden. Hiervoor zijn de peilbuizen uit DinoLoket gebruikt en aanvullend zijn er nog een aantal peilbuizen gebruikt die in het beheer van het waterschap zijn..

De periode waarover is gemeten komt niet overeen met de gemodelleerde periode van het grondwatermodel (van 1995 tot 2015), waardoor een directe vergelijking niet mogelijk is. Om toch een vergelijking mogelijk te maken worden de gemeten grondwaterreeksen verlengd met een statistische methode in het programma Menyanthes.

Het verlengen van grondwaterreeksen in Menyanthes is gebeurd in 2 stappen.

1. Verklaring fluctuaties grondwaterstand
   a. Met neerslag en verdamping;
   b. Welk neerslag station de beste fit geeft;
2. Verlengen van de tijdserie.



Figuur 1: Voorbeeld van het verlengen van een grondwaterreeks.

In de eerste stap heeft Menyanthes berekend in hoeverre fluctuaties in de grondwaterstand kunnen worden verklaard aan de hand van neerslag en verdampingsgegevens. Afhankelijk van de locatie zorgen neerslag en verdamping vaak voor de grootste invloed op de fluctuaties in de grondwaterstand. Na het invoeren van de grondwaterreeksen en de neerslag- en verdampingsreeksen berekend Menyanthes in welke mate deze

gegevens de fluctuatie van de grondwaterstand verklaren. Menyanthes produceert hierbij statistische gegevens over deze analyse waarvan de belangrijkste de EVP en de SDEV zijn. De EVP staat voor de Explained Variance Percentage en geeft aan met welk percentage de grondwaterstanden verklaarbaar zijn aan de hand van de neerslag- en verdampingsgegevens. De SDEV geeft de standaard deviatie aan. Hoe kleinere deze waarde hoe kleiner de foutmarge in de verklaring. Om te bepalen welk neerslag station moet worden gebruikt voor de peilbuis is de analyse voor zowel neerslagstation Chaam als station Ginneke uitgevoerd. Het resultaat met de beste fit is gebruikt in de uiteindelijke analyse.

Indien uit de geproduceerde statistieken blijkt dat de fluctuatie van de grondwaterstanden voor meer dan 70% verklaarbaar zijn aan de hand van de neerslag- en verdampingsgegevens, dan kunnen deze gegevens gebruikt worden om de grondwaterreeks te verlengen zodat er voor de gewenste periode ook (een benadering van) grondwaterstanden beschikbaar komen. Dit is de 2e stap in Menyanthes.

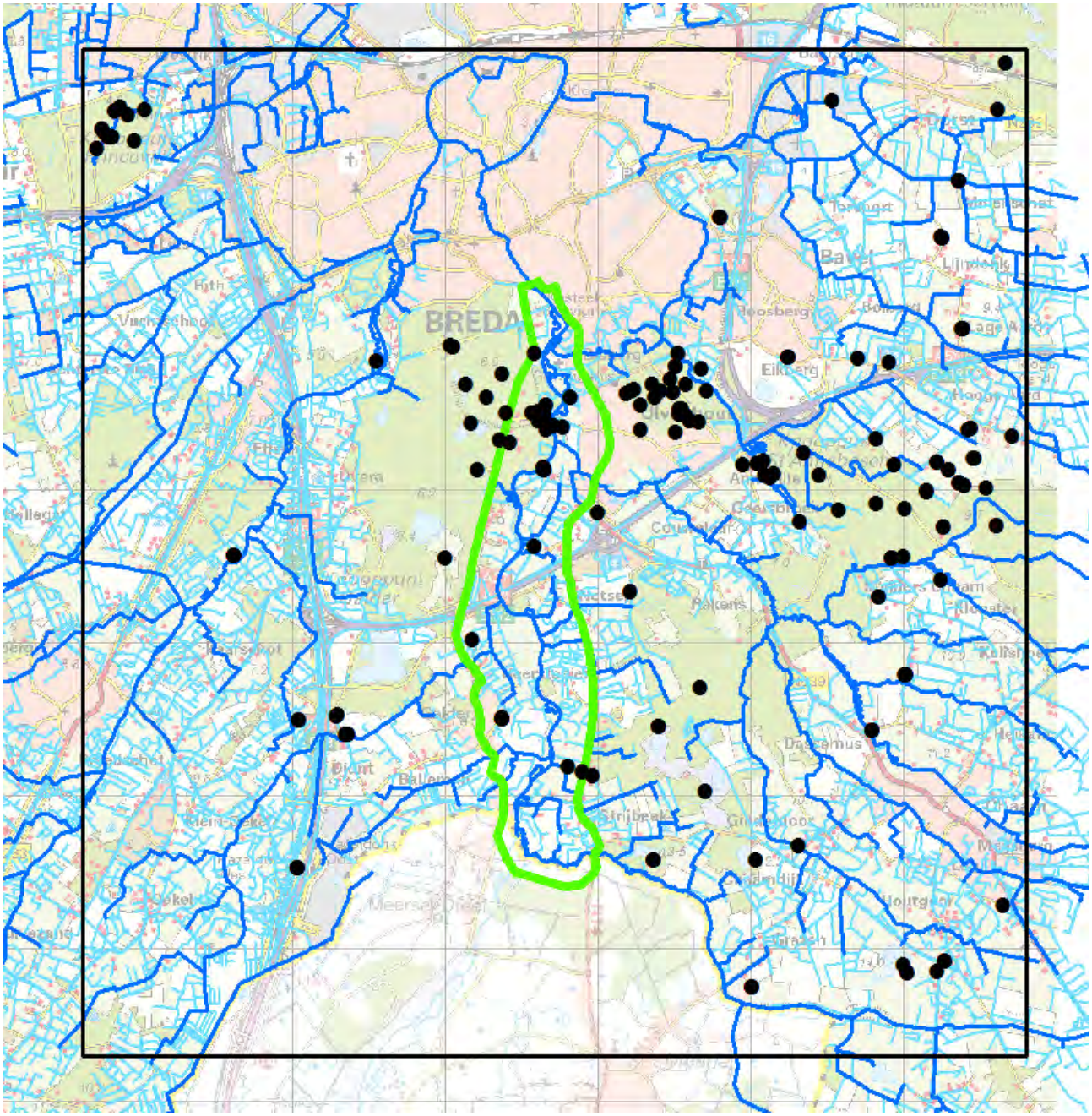
Omdat, in tegenstelling tot de grondwatergegevens, al langer nauwkeurig wordt gemeten hoeveel neerslag en verdamping er voorkomt, kunnen deze gegevens, die ook in stap 1 gebruikt zijn, worden ingezet om de grondwaterreeks te verlengen. Menyanthes berekend de grondwaterstand voor de gewenste periode, indien er voor die periode van dezelfde neerslag en verdampingsreeks gegevens zijn.

Afwijkingen van het grondwatermodel kunnen zowel in de ruimte als in de tijd worden weergegeven. Om een goede vergelijking te maken tussen hetgeen is berekend met het grondwatermodel en hetgeen is vastgelegd in een meetreeks (peilbuizen) is het noodzakelijk om dezelfde periode te beschouwen. Het grondwatermodel berekent de grondwaterstanden en stijghoogtes in de periode van 1995 tot en met 2015.

Met behulp van MENYANTHES is het mogelijk om op basis van verklarende factoren (zoals neerslag en verdamping) een tijdreeksmodel te maken. Vervolgens kan met dit tijdreeksmodel een tijdstijghoogtelijn worden gemaakt van dezelfde periode waarover het grondwatermodel rekent. Tevens kan voor diezelfde periode een Gemiddeld Hoogste en Laagste Grondwaterstand (GHG en GLG) worden bepaald.

Van de in totaal 419 peilbuizen uit Dinoloket zijn er 279 tijdreeksen voldoende betrouwbaar om te gebruiken ter kalibratie en validatie van het grondwatermodel. Van de in totaal 27 filters/peilbuizen van het waterschap, zijn er 22 voldoende betrouwbaar geacht.

In Figuur 2 is een kaartje opgenomen met de resulterende grondwatermeetpunten gebruikt voor de kalibratie.



Figuur 2: Resulterende grondwatermeetpunten gebruik voor de kalibratie en validatie van het grondwatermodel.

4.2 Gevoeligheidsanalyse

Om de modelresultaten beter aan te laten sluiten bij de werkelijke situatie is een kalibratie uitgevoerd. De basis van deze kalibratie ligt bij de gevoeligheidsanalyse. Deze analyse dient ervoor te inventariseren welke modelparameters de grootste verandering van het modelresultaat tot gevolg hebben. Zo kan er snel inzicht worden verkregen aan welke parameter het best gedraaid kan worden om het model beter te laten presteren.

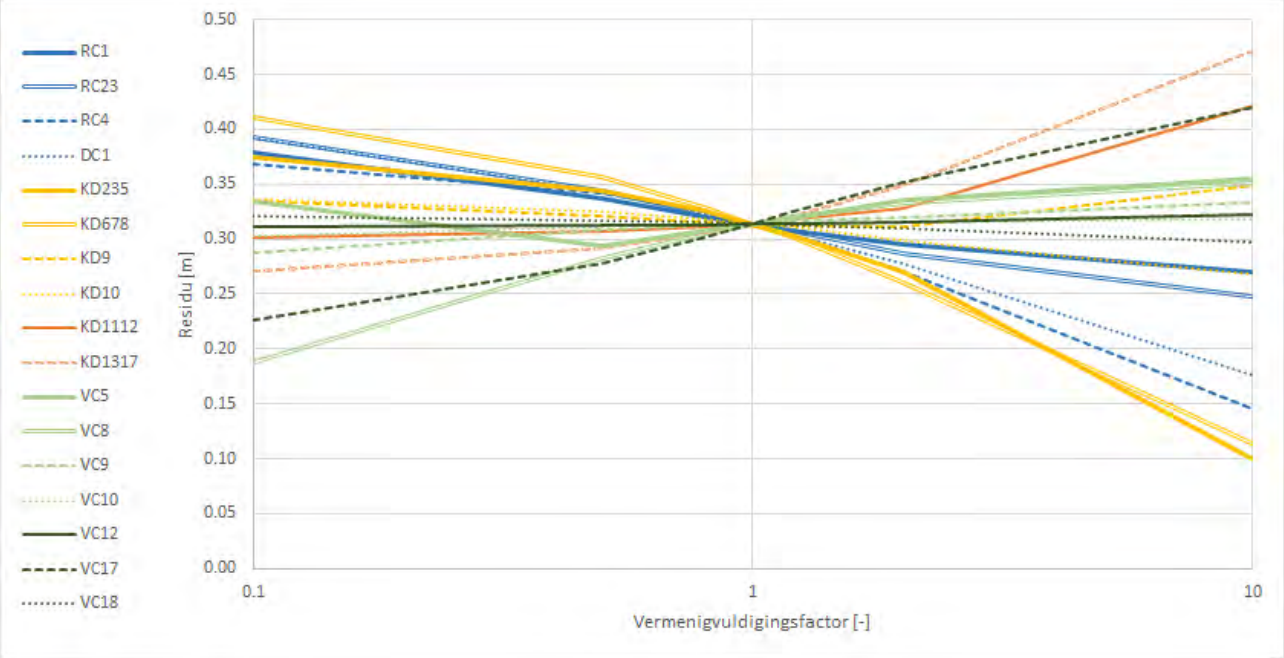
Het resultaat van de gevoeligheidsanalyse is op twee manieren gepresenteerd:

1. Verandering van gemiddelde afwijking t.o.v. gemeten grondwaterstanden of stijghoogte;
2. Ruimtelijke weergave van de verandering.

In Figuur 3 is de gevoeligheid van verschillende modelparameters gegeven. Deze figuur laat bijvoorbeeld zien dat met het verkleinen van de parameters KD678 met een factor 0.1 het modelresultaat gemiddeld 10 cm grotere afwijking met grondwatermetingen veroorzaakt.

Uit deze analyse zijn de volgende conclusies getrokken:

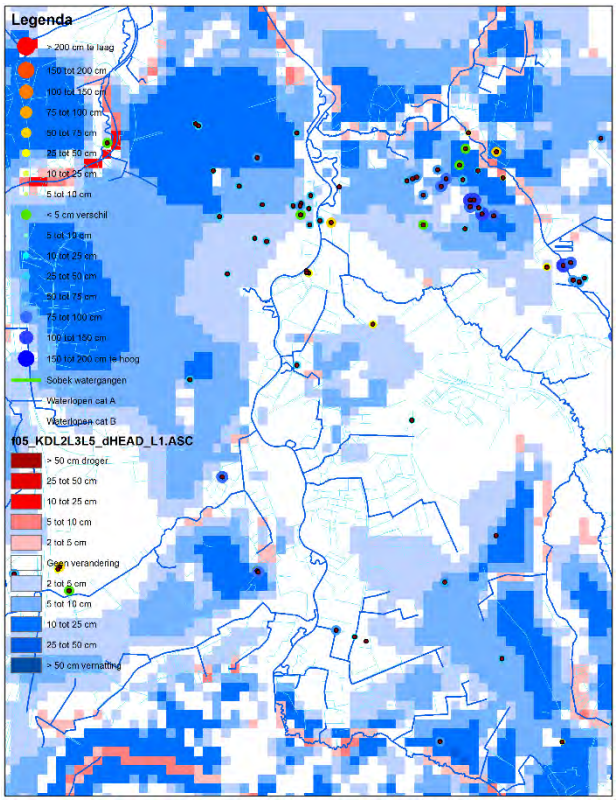
- De doorlatendheid van de ondiepe watervoerende lagen 2 tot en met 8 is het meest gevoelig;
- De meeste weerstandslagen hebben weinig invloed, met uitzondering van modellaag 5, 8 en 17;
- De conductance van het drainagesysteem heeft relatief veel invloed.



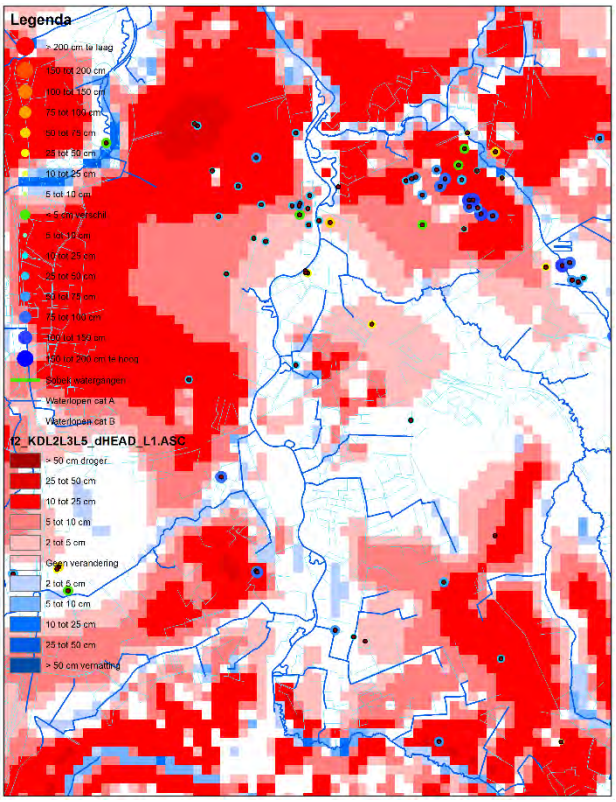
Figuur 3: Gevoeligheid voor verschillende modelparameters modelbreed. RCx=Rivierconductance laag x, DC=drainageconductance laag x, KD=transmissiviteit laag x(KD235=laag2 laag 3 en laag 5/KD1112=laag11 en laag 12), VC=weerstand.

In de onderstaande Figuur 4 tot en met Figuur 11 zijn voor verschillende parameters de ruimtelijke grondwaterstandsveranderingen weergegeven als gevolg van het aanpassen van de parameter met een factor.

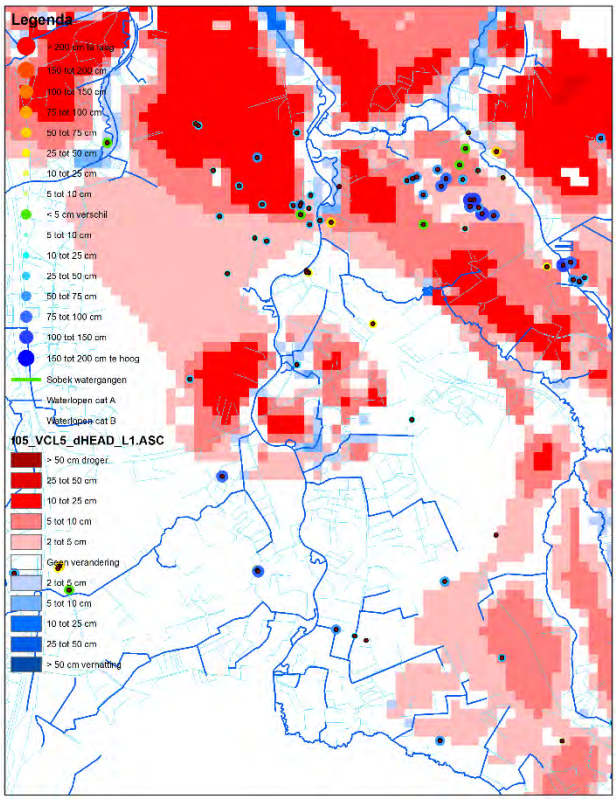
Onder andere op basis van deze informatie zijn keuzes gemaakt voor de kalibratie.



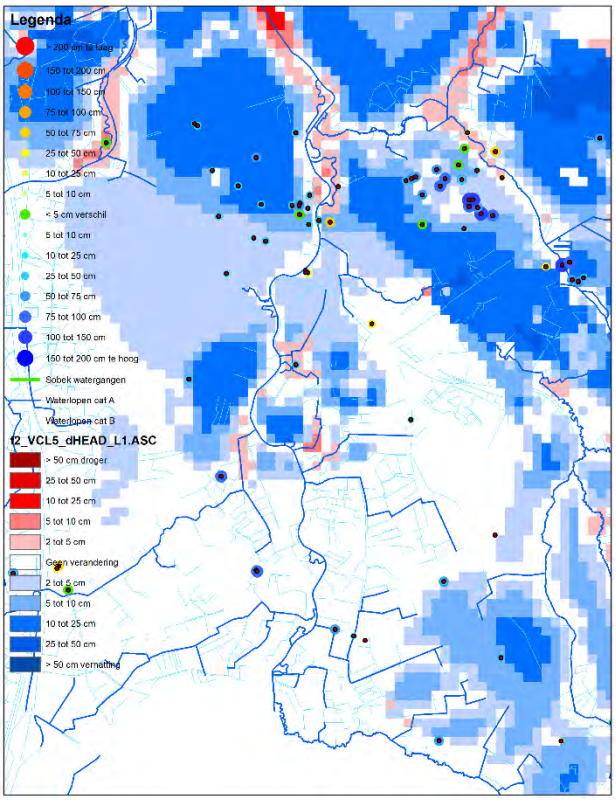
Figuur 4: Verandering van de grondwaterstand bij het verkleinen van de KD235 met een factor 0.5.



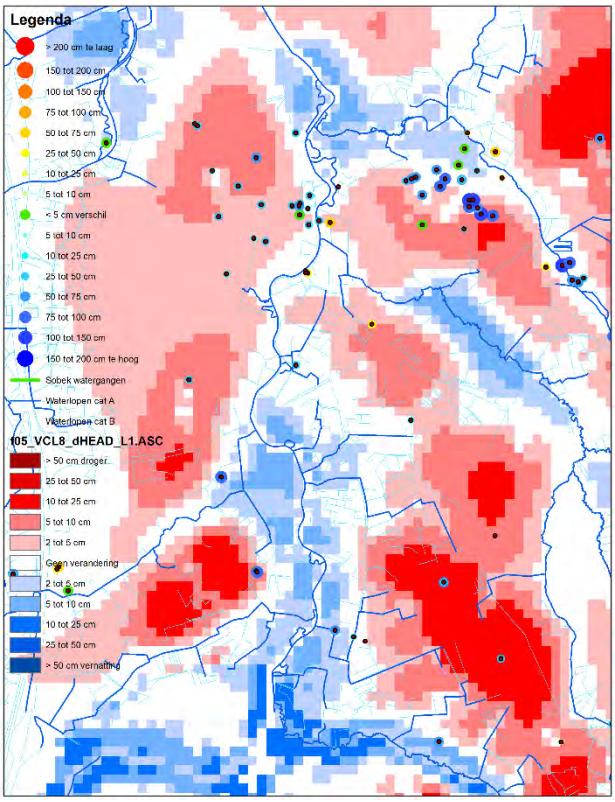
Figuur 5: Verandering van de grondwaterstand bij het vergroten van de KD235 met een factor 2.



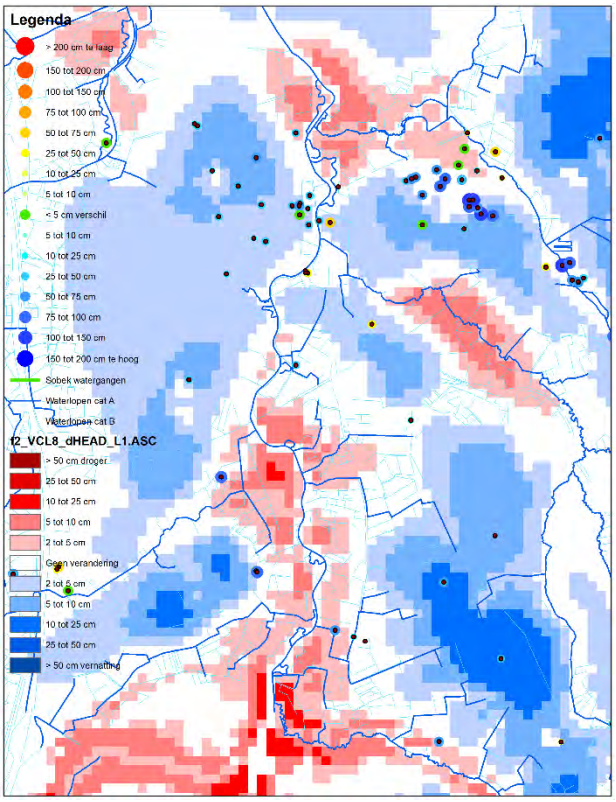
Figuur 6: Verandering van de grondwaterstand bij het verkleinen van de VC5 met een factor 0.5.



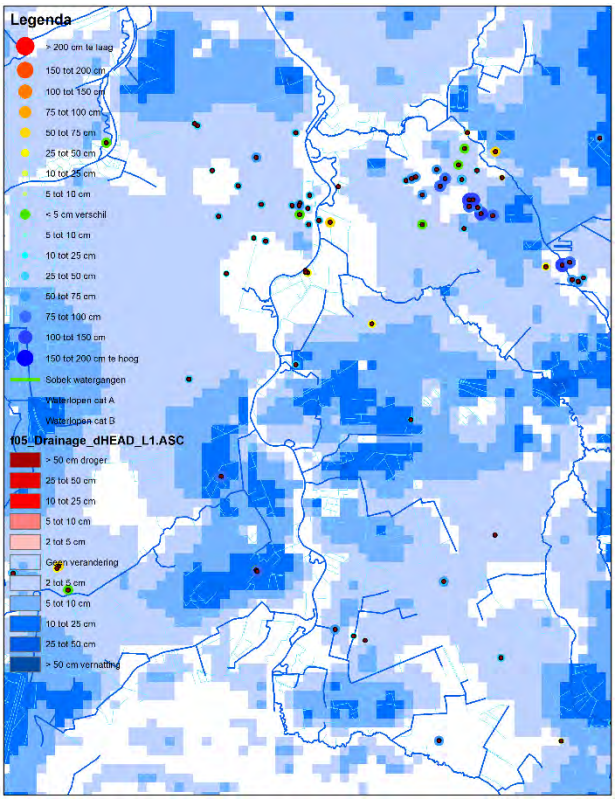
Figuur 7: Verandering van de grondwaterstand bij het vergroten van de VC5 met een factor 2.



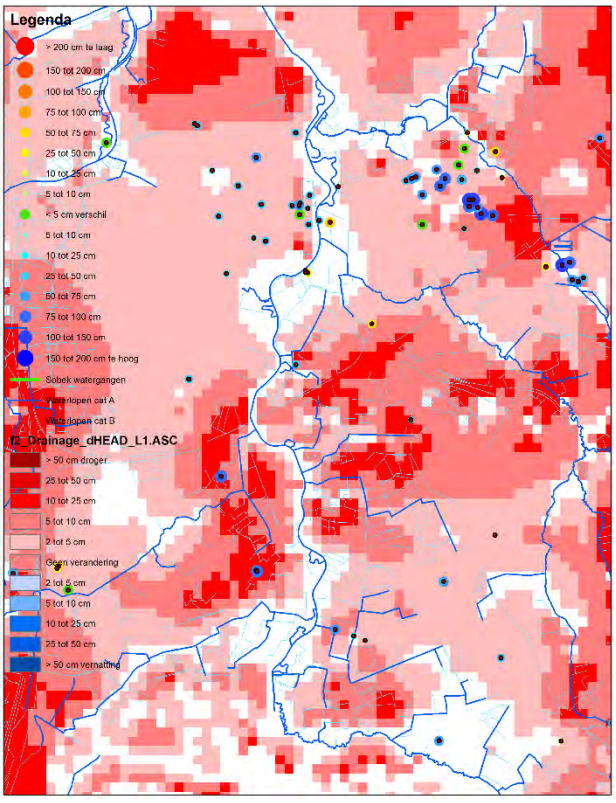
Figuur 8: Verandering van de grondwaterstand bij het verkleinen van de VC8 met een factor 0.5.



Figuur 9: Verandering van de grondwaterstand bij het vergroten van de VC8 met een factor 2.



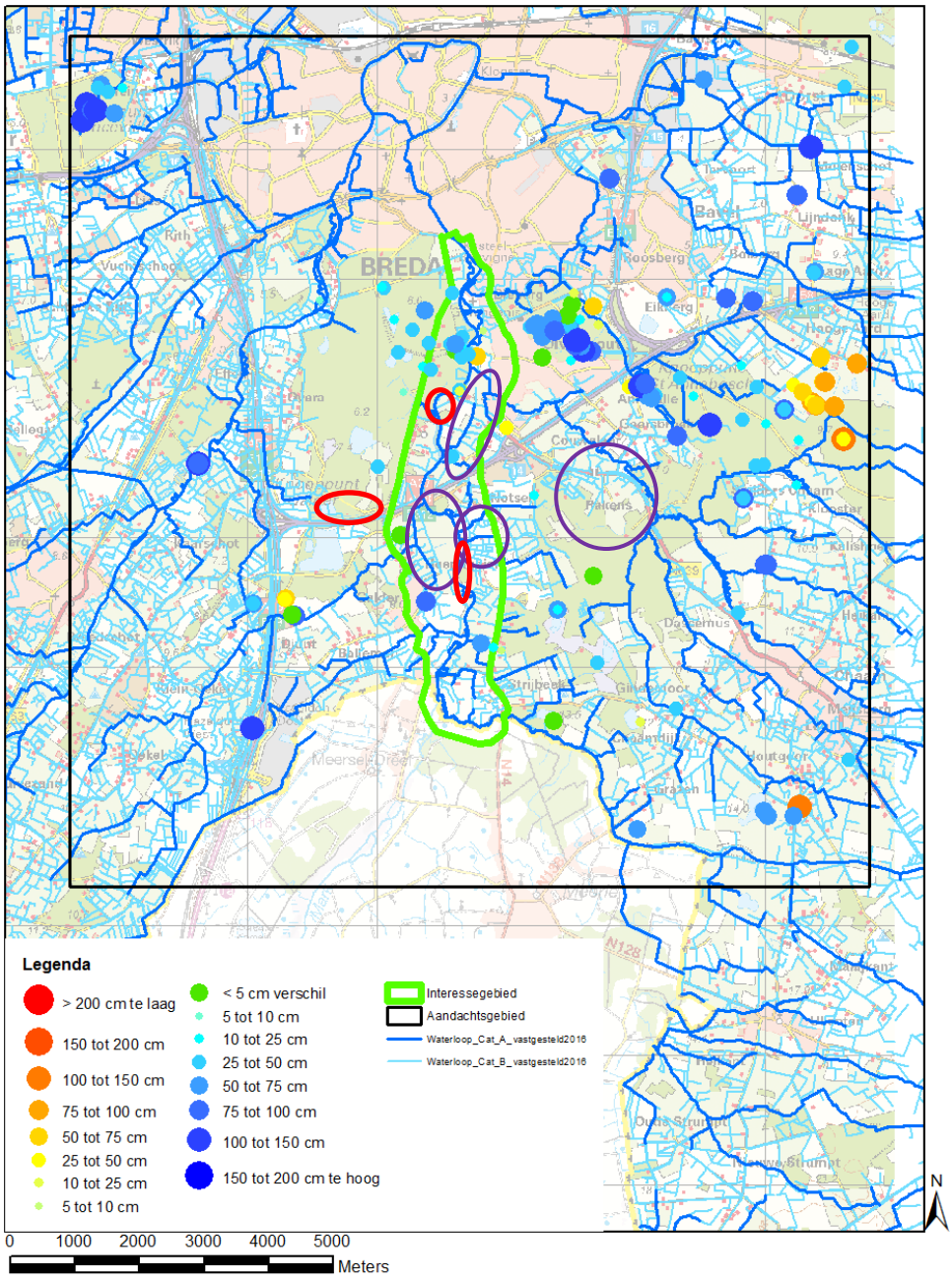
Figuur 10: Verandering van de grondwaterstand bij het verkleinen van de DC8 met een factor 0.5.



Figuur 11: Verandering van de grondwaterstand bij het vergroten van de DC8 met een factor 2.

4.3 Kalibratie

Het basismodel, na het verfijnen van het model, berekend over het algemeen te hoge grondwaterstanden. Dit is vrijwel over het gehele modelgebied het geval met enkele uitzonderingen, met name aan de rand van het model. Dit is duidelijk zichtbaar in Figuur 12. De gemiddelde afwijking van het grondwatermodel ligt rond de 30 cm.

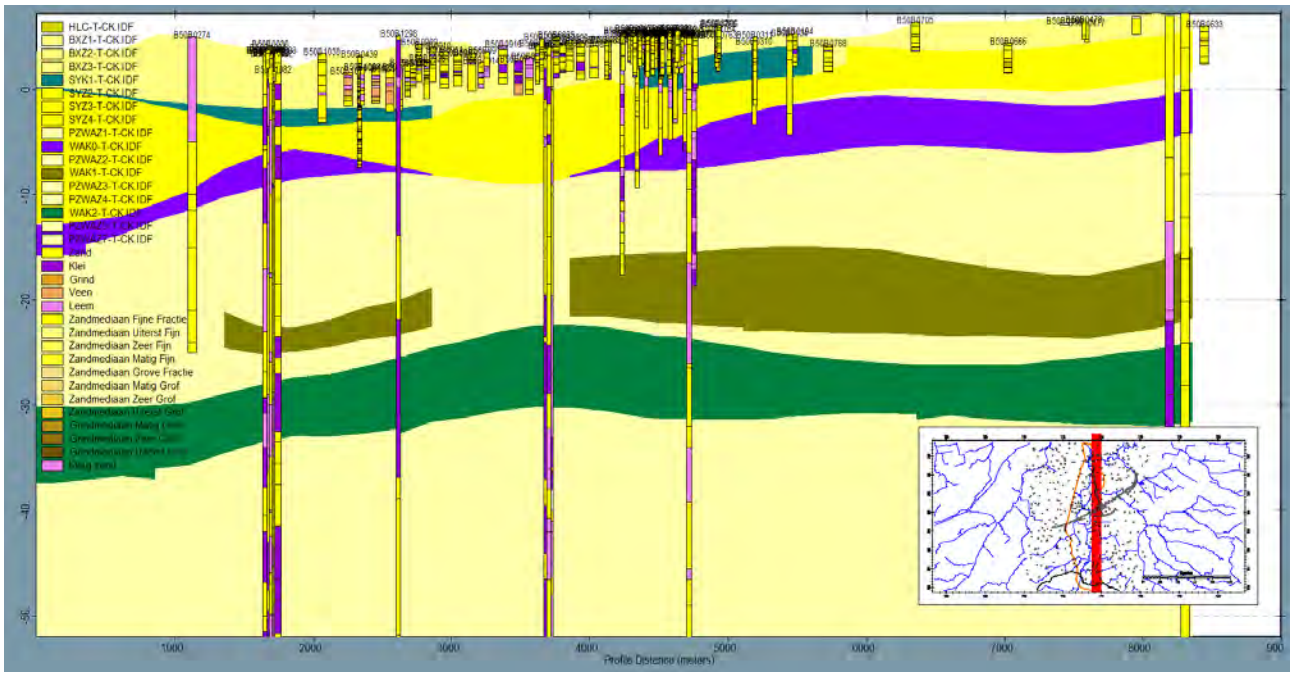


Figuur 12: Ruimtelijke weergave van de stationaire modelafwijking van het basismodel.

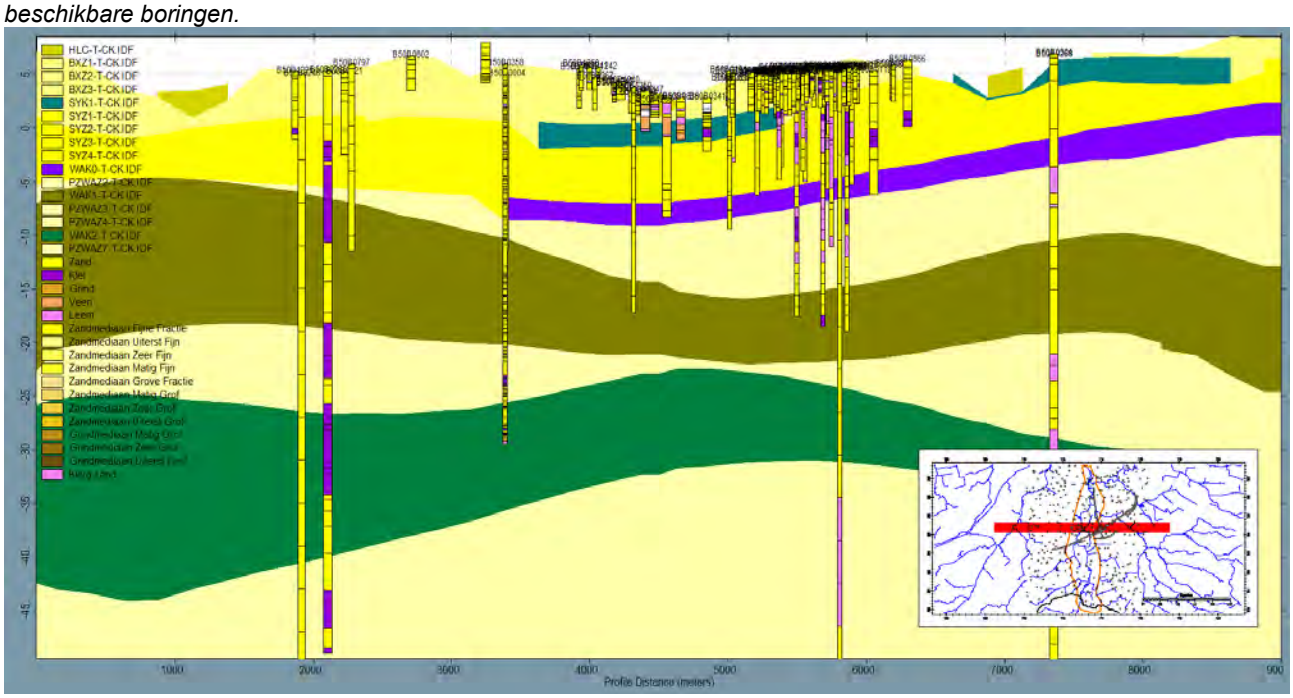
Om tot een verbeterd resultaat te komen moet de grondwaterstand over het algemeen wat verlaagd worden. Uit de gevoeligheidsanalyse is gebleken dat het model gevoelig is voor de doorlatendheid van de eerste 8 model lagen en voor de tussenliggende weerstandslagen. Daarnaast is het ook gevoelig voor de drainageweerstanden.

Onzekerheid in de schematisatie van de ondergrond

Uit een vergelijking tussen de ondergrond schematisatie van REGIS en beschikbare boringen komt naar voren dat de Waalreklei in een heel aantal bam de boringen lijkt te ontbreken. Dit wekt de suggestie dat de kleilaag niet geheel door loopt of dat de weerstand lokaal erg laag kan zijn. De Waalre-klei wordt geschematiseerd met modellaag 8. Ook de leemlaag in de Formatie van Stramproy is grillig. De laag komt niet overal voor, zowel in de REGIS-schematisatie als de Dinoboringen. Bovendien wordt deze laag gekenmerkt doordat de lagen zandig zijn.



Figuur 13: Doorsnede van noord (links) naar zuid (rechts) van de ondergrond schematisatie volgens REGIS, geplot met beschikbare boringen.



Figuur 14: Doorsnede van west (links) naar oost (rechts) van de ondergrond schematisatie volgens REGIS, geplot met beschikbare boringen.

De ondergrond in het Brabant-model is geschematiseerd met REGIS en gekalibreerd. Door kalibratiestappen in het verleden kunnen de parameters in het Brabant-model daarom afwijken van de

REGIS-parameters. Ten behoeve van de kalibratie zijn de verschillen tussen beide schematisaties in beeld gebracht. Een samenvatting is gegeven in Tabel 6.

Tabel 6: Vergelijking hydraulische parameters REGIS met het Brabant-model/basis-model. Licht geel=klein verschil doorlatendheid, donker geel=groot verschil doorlatendheid, licht oranje=klein verschil weerstand, donker oranje=groot verschil weerstand.

Laag	Formatie	Eenheid	REGIS	Model
1	Holoceen	Hlc		
2	Boxtel	Bxz-1	15 tot 30 m/d	5 m/d
3	Boxtel	Bxz-2	15 tot 30 m/d	5 m/d
4	Boxtel	Bxz-3	15 tot 30 m/d	5 m/d
5	Stramproy	Syz-1/ Syk-1	10 tot 15 m/d	25 tot 35 m/d
			15 tot 600 d	50 tot 2.000 d
6	Stramproy	Syz-2	10 tot 15 m/d	10 tot 15 m/d
7	Stramproy	Syz-3	10 tot 15 m/d	10 tot 15 m/d
8	Stramproy/Waalre	Syz-4/wak-0	10 tot 20 m/d	25 tot 35 m/d
			30 tot 400 d	600 tot 8.000 d
9	Peize/Waalre	Pzwaz-2/wak-1	20 tot 25 m/d	20 tot 25 m/d
			20 tot 820 d	300 tot 15.000 d
10	Peize/Waalre	Pzwaz-3/ Pzwaz-4/wak-2	15 tot 25 m/d	15 tot 25 m/d
			40 tot 1.000 d	500 tot 15.000 d
11	Peize/Waalre	Pzwaz-5/ Pzwaz-6/wak-3	10 tot 25 m/d	15 tot 35 m/d
12	Peize/Maassluis	Pzwaz-7/msz-1/msk-1	10 tot 20 m/d	15 tot 30 m/d
			200 tot 2.000 d	100 tot 800 d
13	Maassluis	Msz-2	10 tot 25 m/d	15 tot 40 m/d
14	Maassluis	Msz-3	10 tot 25 m/d	15 tot 35 m/d
15	n.v.t.			
16	n.v.t.			
17	Oosterhout	Ooz-1/ook-1	20 tot 25 m/d	10 tot 20 m/d
			300 tot 3.000 d	600 tot 6.000 d
18	Oosterhout/Breda	Ooz-2/ooz-3/brk-1	1 tot 10 m/d	6 m/d
19	Breda	brz-1/brz-2	1 tot 2 m/d	2 m/d

Weerstand van buisdrainage

De buisdrainagekaart van 2015 is gebruikt om de percelen met drainage te bepalen. Op basis van de uitgangspunten in het bijbehorend rapport van Alterra (Buisdrainagekaart 2015, Alterra) is de diepteligging en weerstand van de drainage bepaald. Dit is gebaseerd op landgebruik en bodemtype, maar is een grove aanname.

Uitgevoerde kalibratiestappen

Er zijn enkele kalibratiestappen geformuleerd om tot een beter resultaat te komen:

1. Vergroten doorlatendheid laag 2 t/m 4 met factor 3;
2. Verkleinen weerstand laag 5 met factor 0.5;
3. Verkleinen weerstand laag 8 met factor 0.1;
4. Verkleinen doorlatendheid laag 13 en 14 met factor 0.7;
5. Vergroten drainage-conductance (verkleinen weerstand) met factor 1.2.

Stap 1

Boringen in het Markdal geven veelal een beschrijving van matig fijn, zwak tot matig siltig zand in de bovenste meters van de bodem. In het model is de doorlatendheid van deze lagen echter maar 5 m/d. Een verhoging met een factor 3 wordt als realistisch gezien omdat een doorlatendheid van 15 m/d wordt gerealiseerd. Daarnaast geeft de REGIS-parameterisatie een doorlatendheid van 15 tot 30 m/d.

Stap 2 en stap 3

Uit boorgegevens blijkt dat de weerstandslaag 5 en -laag 8 niet overal naar voren komen. Dat is een reden om de weerstand van deze lagen wat te verkleinen. Daarnaast zijn de weerstanden in het model significant

groter dan de parameterisatie van REGIS aangeeft. Op basis van de verschillen tussen deze parameters en de boorgegevens, zijn de weerstanden verkleind.

Stap 4

Op basis van boorgegevens wordt niet verwacht dat er grof zand in de lagen 13 en 14 voorkomt, en daarmee ook geen doorlatendheid van 35 of 40 m/d. Deze doorlatendheid is met een factor 0.3 verkleind.

Stap 5

De onzekerheid omtrent de weerstand van buisdrainage is groot en kan zomaar wat lager uitvallen dan nu aangenomen. Gezien de hoge grondwaterstanden is de weerstand met 20% verkleind.

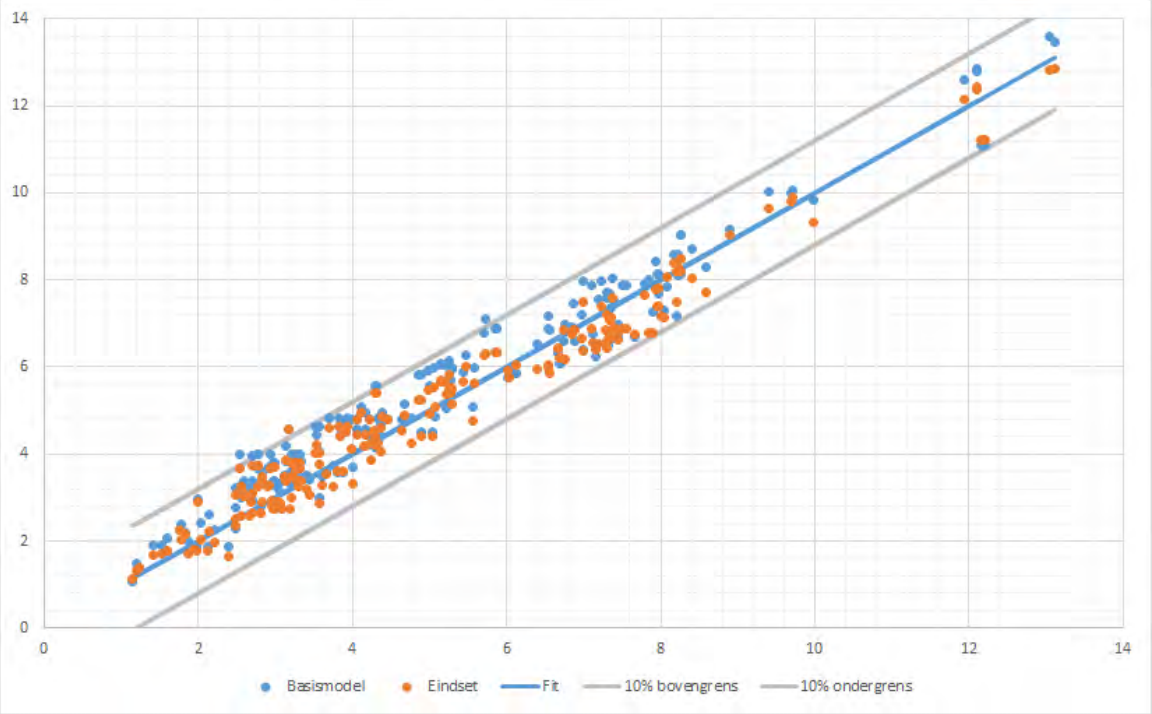
Resultaat

In Tabel 7 is de gemiddelde modelafwijking per kalibratiestap weergegeven. De tabel laat mooi zien dat iedere kalibratiestap het modelresultaat model breed verbeterd. De grootste veranderingen worden veroorzaakt door stap 1, stap 3 en stap 5. Dit zijn ook de stappen waar de parameter het meest is verandert.

Tabel 7: gemiddelde modelafwijking per kalibratiestap onderverdeeld in totaal van de metingen, enkel metingen van Brabantse Delta en ondiepe metingen

	Alle lagen		**Laag 1tm6**	
Stap	Totaal	Brabantse Delta	Totaal	Brabantse Delta
Basis	0.31	0.41	0.41	0.28
Stap1	0.25	0.35	0.33	0.22
Stap2	0.23	0.33	0.30	0.19
Stap3	0.11	0.17	0.15	0.12
Stap4	0.10	0.14	0.14	0.10
Stap5	0.03	0.08	0.06	0.04

In Figuur 15 is de gemeten grondwaterstand afgezet tegen de berekende waterstand voor de huidige als de gekalibreerde situatie. Deze zijn als punten weergegeven. De blauwe lijn op de achtergrond is de lijn waarbij gemeten gelijk is aan berekend. De twee grijze lijnen zijn de 10 % interval, berekend door de minimaal gemeten waterstand van de maximale waterstand af te trekken en daar 10 % over te nemen. Binnen deze bandbreedte wordt de berekende grondwaterstand als acceptabel gezien. In de onderstaande figuur is goed te zien dat de meetpunten naar de van boven de blauwe streep naar de blauwe streep toe zijn gekomen. Hierdoor is er meer een balans gekomen tussen te droge en te natte punten. Te droge punten zijn bovendien over het algemeen niet te droog geworden als gevolg van de modelaanpassingen.



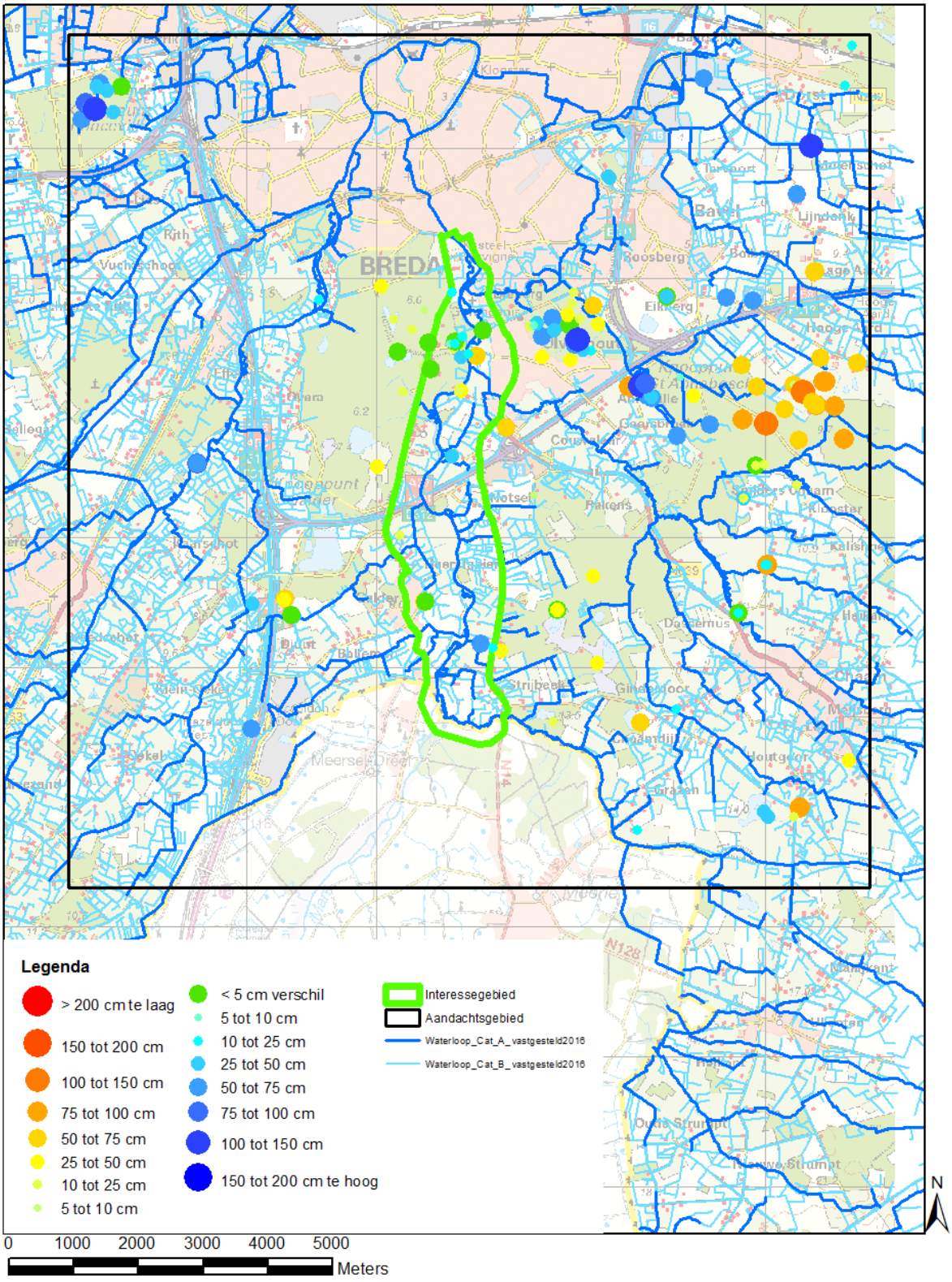
Figuur 15: Scatterplot van het basismodel (blauw) en het model na kalibratiestap 5 (oranje).

In Figuur 16 is een bollenkaart weergegeven met de modelafwijkingen van het gekalibreerd model. Hierin is voornamelijk te zien dat de voornamelijk blauwe meetpunten binnen het interessegebied verminderen en groen of geel worden. Daarmee is er een balans tussen wat te droge en wat te natte meetpunten in het interessegebied. Zoals Tabel 7 ook laat zien komt daarmee de balans rond 0 cm afwijking te liggen.

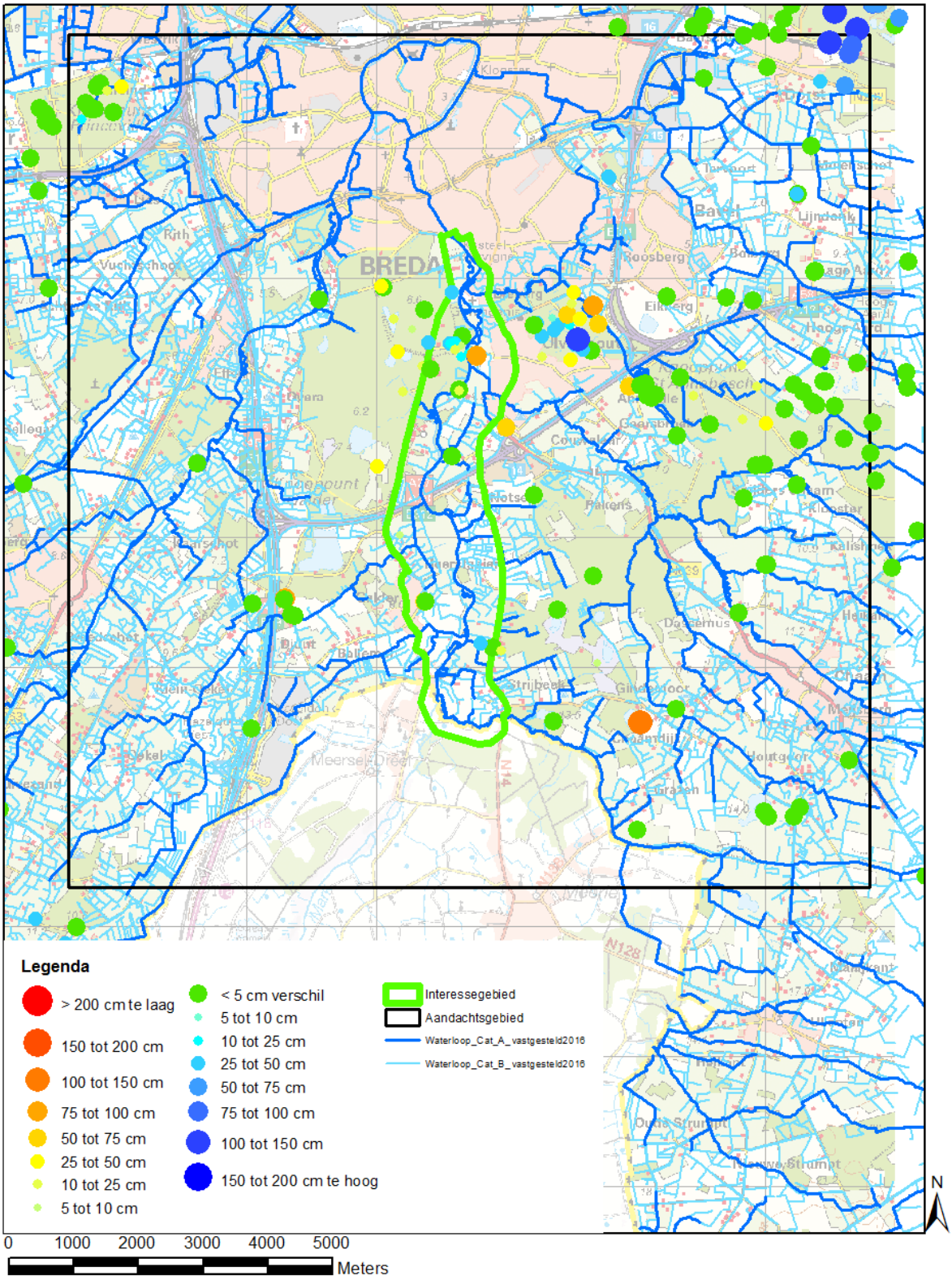
Naast een vergelijking van de stationaire modelresultaten zijn ook de tijdsafhankelijke resultaten getoetst. In Tabel 8 zijn de resultaten weergegeven van een vergelijking van de GxG van gemeten en de berekende waardes. Hieruit blijkt dat de pieken en dalen ook een goede benadering geven van de werkelijkheid. De residuen liggen in dezelfde orde grootte als de stationaire resultaten.

Tabel 8: Verschil tussen de berekende en gemeten GxG-waardes.

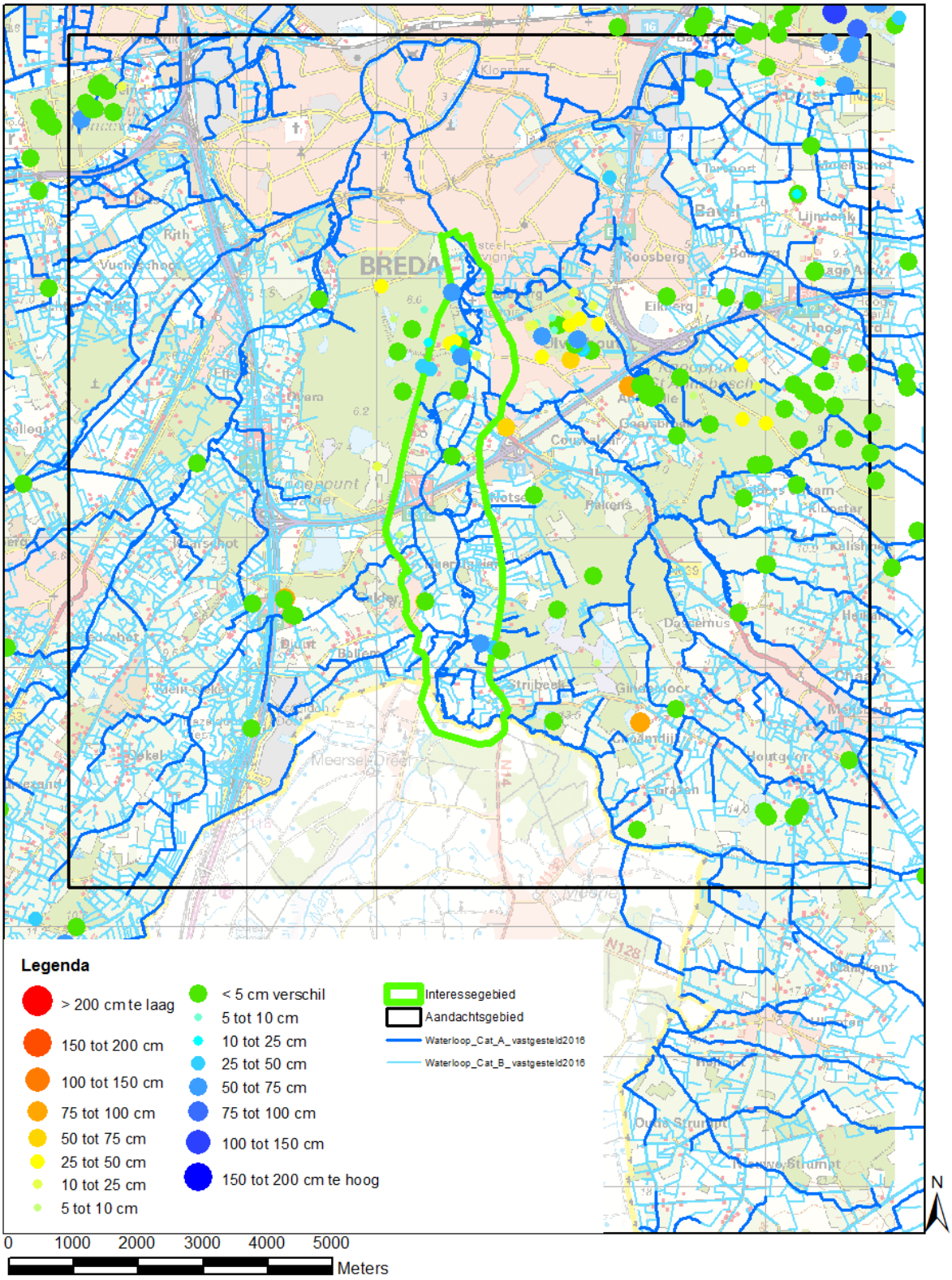
GxG	Alle meetpunten	Meetpunten Brabantse Delta
GLG	0.06	0.06
GVG	0.09	0.10
GHG	0.08	0.00



Figuur 16: Modelafwijking van het gekalibreerde model.



Figuur 17: Modelafwijking van de GHG van het gekalibreerd model.



Figuur 18: Modelafwijking van de GLG van het gekalibreerd model.

4.4 Tijdsafhankelijke validatie

In bijlage B zijn de gemeten tijdreeksen (Waterschaps buizen) afgezet tegen de berekende tijdreeksen.

Over het algemeen volgt de berekende waterstand het zelfde patroon als de gemeten reeks en is het niveau ook vergelijkbaar. Dit geldt voor

- PUT5357
- PUT5241
- PUT5305
- PUT5349
- PUT5245
- PUT5157
- PUT5349
- PUT5155
- PUT5243
- PUT5239
- PUT5242
- PUT5237
- PUT5104

In een tweetal gevallen is het niveau goed, maar de dynamiek te klein:
- PUT5158
- PUT5154

De overige peilbuizen hebben verschillende afwijkingen:

- PUT5240 – niveau te hoog
- PUT5244 – niveau te hoog, dynamiek te klein
- PUT5161 – niveau te laag, dynamiek te klein
- PUT5359 – niveau te hoog, dynamiek te groot

4.5 Validatie

Het model is gekalibreerd en gevalideerd met beschikbare grondwater en stijghoogtemetingen. Als extra validatiestap zijn de berekende grondwaterstanden vergeleken met de grondwatertrappenkaart.

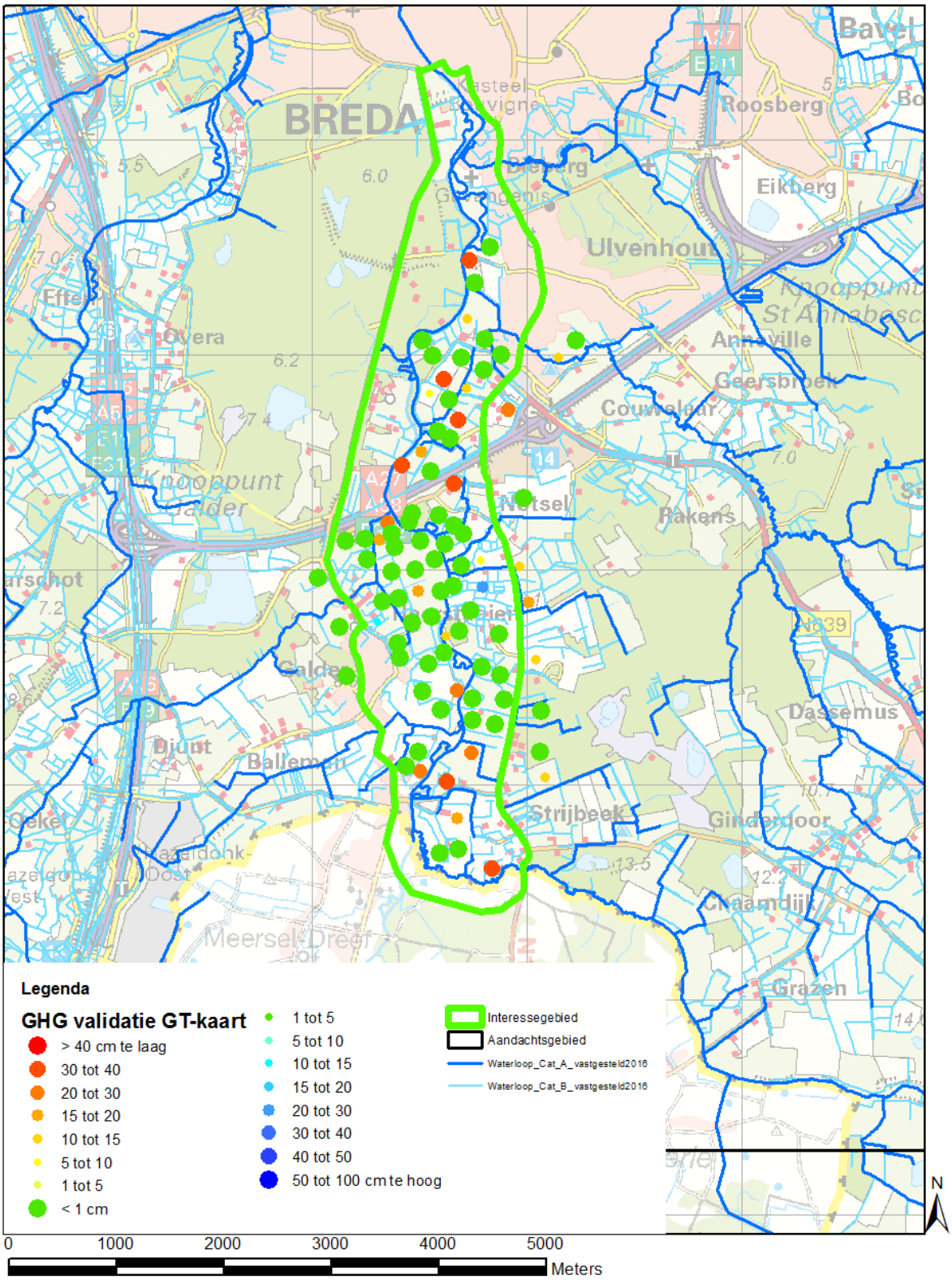
De berekende GHG en de GLG is afgezet tegenover de GHG en GLG behorend bij de grondwatertrappen. De kaarten zijn weergegeven in Figuur 19 en Figuur 20. Een samenvatting van de resultaten is gegeven in Tabel 9.

Hieruit blijkt dat de GHG over het geheel iets lager is dan verwacht op basis van de grondwatertrappen. De GLG is aan de hoge kant. Het model lijkt daarom niet overal even goed de pieken en dalen te modelleren.

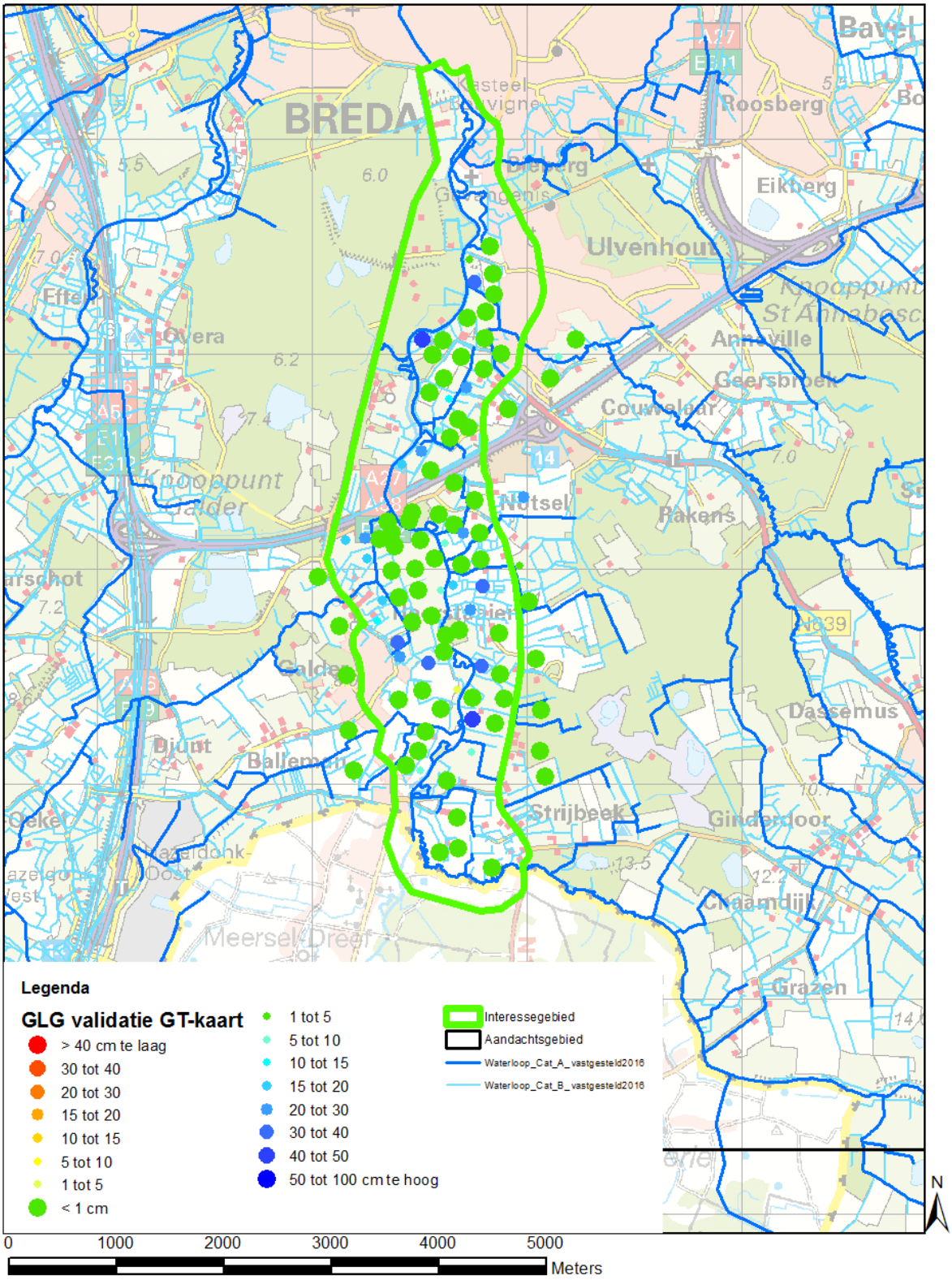
Tabel 9: Percentage meetpunten buiten de grens van de GT-kaart

Afwijking op GT-kaart	GHG	GLG
Binnen grens	59	69
10 cm buiten	63	79
20 cm	75	85
30 cm	83	93
40 cm	88	98
50 cm	92	100
60 cm	94	100
70 cm	96	100
80 cm	97	100
90 cm	99	100
100 cm	99	100

De overhand is positief en in combinatie met de residuen ter plaatste van peilbuizen lijkt het model over het algemeen vrij goed de grondwatersituatie te simuleren.



Figuur 19: Verschil tussen de berekende GHG en de GHG op basis van de grondwatertrappenkaart.



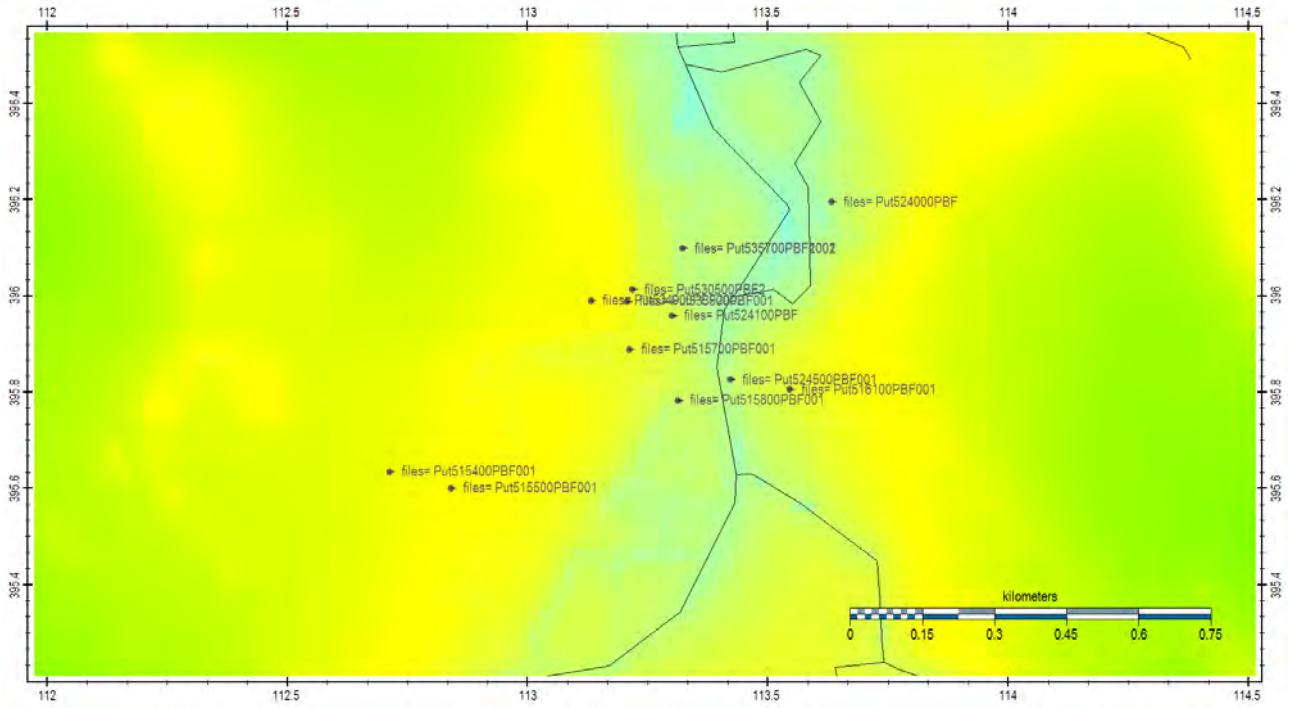
Figuur 20: Verschil tussen de berekende GLG en de GLG op basis van de grondwatertrappenkaart.

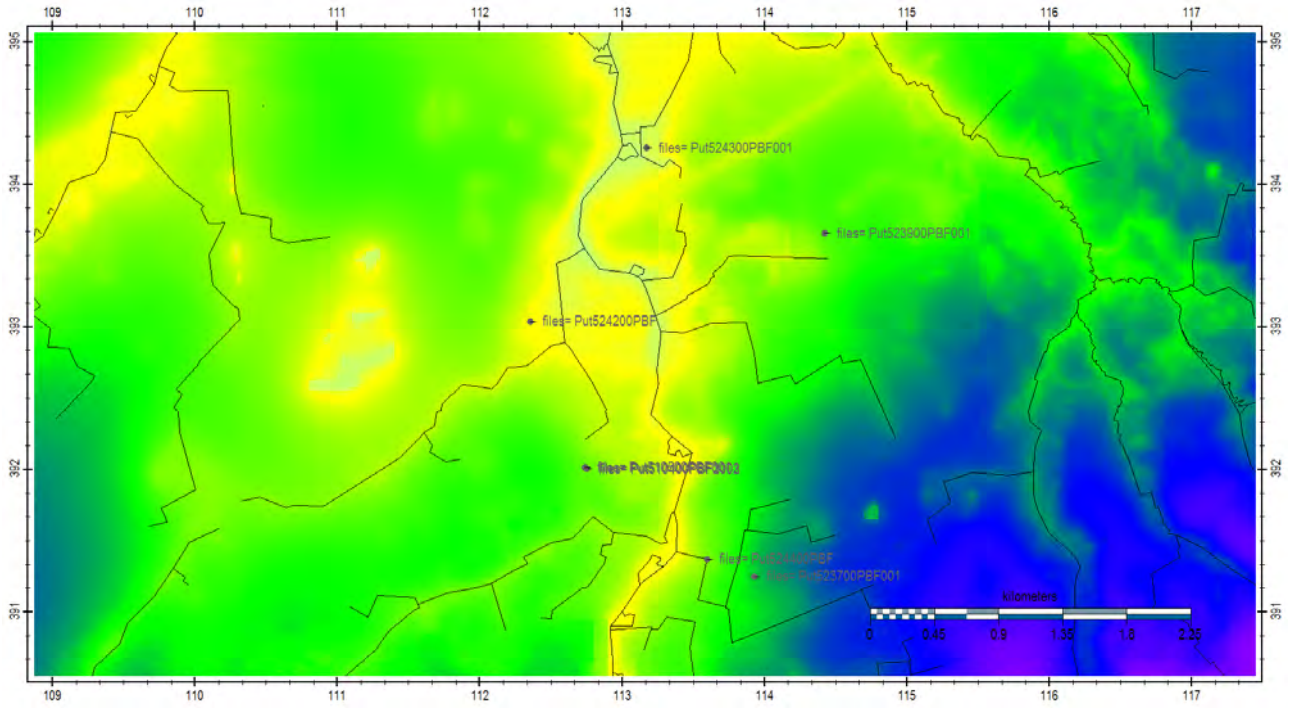
BIJLAGE A BESCHIKBARE GEGEVENS

Bron	Gegeven
Brabantse Delta	Legger
	Stuwen
	Duikers
	Bruggen
	Vispassages
	Profiellijnen en profielpunten
	Hoogtekaart (Nederland en België)
	Historische atlas
	Kadastrale kaart
	Kaart landbouwpercelen (BRP):
	http://geodata.nationaalgeoregister.nl/brpgewaspercelen/atom/brpgewaspercelen.xml
	Gedraineerde percelen (vertrouwelijk)
	Kwelonderzoek
	Meander variant C (VKA) incl. en excl. beschikbare percelen
	Meetlocaties grond- en oppervlaktewater
	Begrenzing natte natuurparel en beschermingszone
	Beschermingszone grondwaterwinning
	Deelstroomgebieden Bovenmark
	kalibratiepunten_bodemkaart
	Grondwaterstanden incl. shape-bestand met locaties
	Oppervlaktewaterstanden, recent en historisch
	Afvoeranalyse Blauwe Kamer
	Uurgegevens grondwaterstanden NN67_6
	Waterkwaliteitsgegevens
	Gegevens tweede peilbuis Staatbosbeheer (MD01)
	Kwel in het Markdal
	Rapport landgoed De Klokkenberg van Deltares
	RAAP rapport 111: herinrichtingsgebied Ulvenhout-Galder, een archeologische kartering en inventarisatie (C.M. Soonius, september 1995)
	RAAP rapport 683: Herinrichtingsgebied Ulvenhout-Galder
	Bodemkaart 1:10.000 (pdf)
	Ambitiekaart natuur en landschap (20151104 natuur en landschap.pdf)
	Schets VKA / variant C deelgebied noord en zuid (jpg)
	Ingemeten dwarsprofielen door waterschap (pdf en/of CAD)
	Ingemeten dwarsprofielen België
	Sobekmodel
	Sobekresultaten
	Modellogboek oppervlaktewatermodellering
	Stroomgebied en afvoeranalyse Galder Chaam
	Grondwatermodel
	Globale kostenraming variant A en B
	Geomorfologische kaart
	Figuur sediment bovenmark
	Variant C (watergangen en kunstwerken)
	Variant D (watergangen en kunstwerken)
	Ambitienatuurkaart Provincie/natuurbeheerkaart
	Ambitienatuur en landschap Vereniging
	Beleidskaarten/beheerpakket provincie: landbouw+natuurfunctie
	Vegetatietypekarteringen
	IGA_Boven_Mark_2007
	inrichtingsplanverdrogingsbestrijdingmastbos
Alterra	Colnkaarten
	BOFEK2012
	LGN6
Geopunt.be	Waterlopen
	Afwateringseenheden/stroomgebieden
Georegister	Provinciegrenzen
	BRP-gewaspercelen
	Aardkundige waarden - geharmoniseerd t.b.v. INSPIR

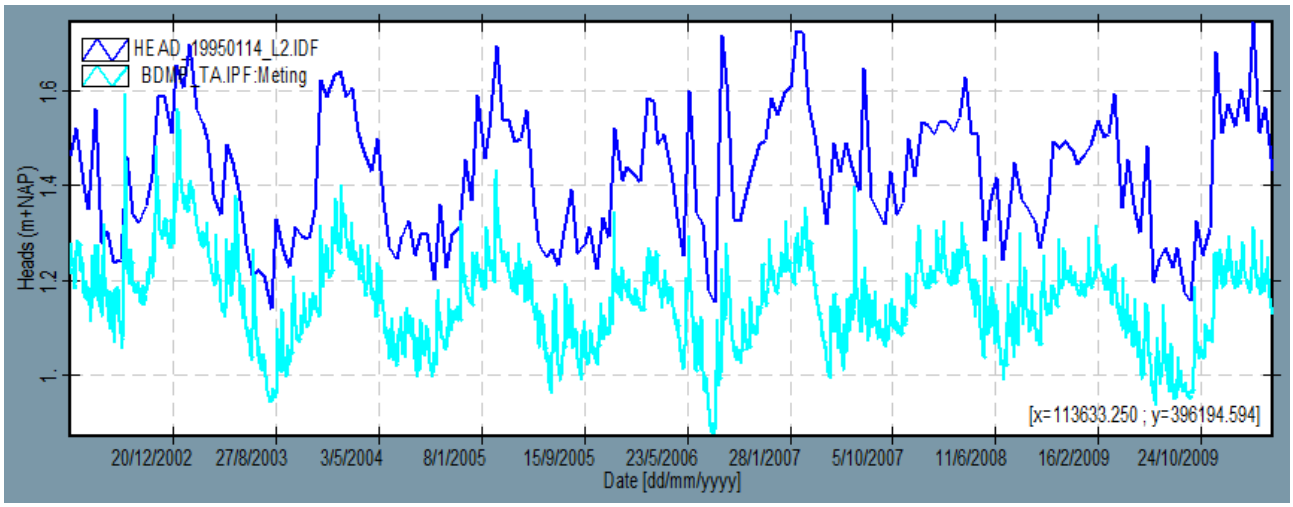
	Bodemkundige hoofdeenheden
	Historische geografie - lijnen
	Natuurbeheerplannen (NBP) - Beheergebied Natuur
	Regeling wijzigen begrenzingen Verordening water
	Verordening water, Natte Natuurparels
	Planologische Ecologische hoofdstructuur - geharmo
	Plantenwaarnemingen - vlakken
	Verordening ruimte, Ecologische hoofdstructuur,INS
	WAV gebieden - geharmoniseerd t.b.v. INSPIRE
PDOK	Top25raster
	Top50raster
	Top100raster
	Top10nl
Provincie NB	Beheergebiedambitie09102015

BIJLAGE B TIJDSAFHANKELIJK KALIBRATIERESULTAAT

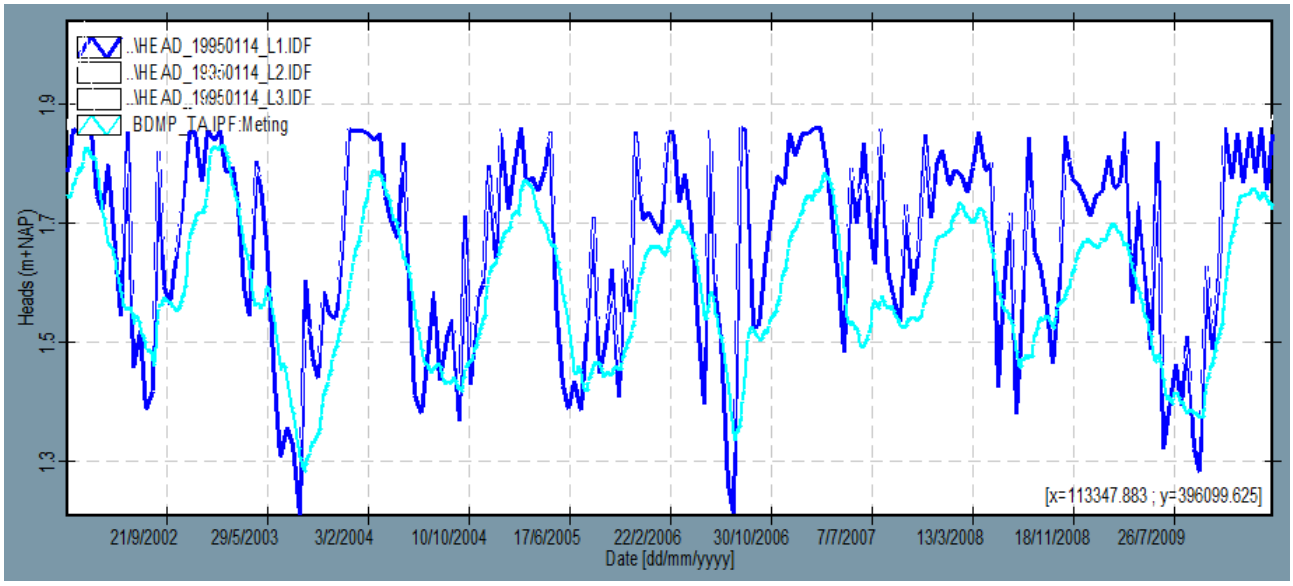




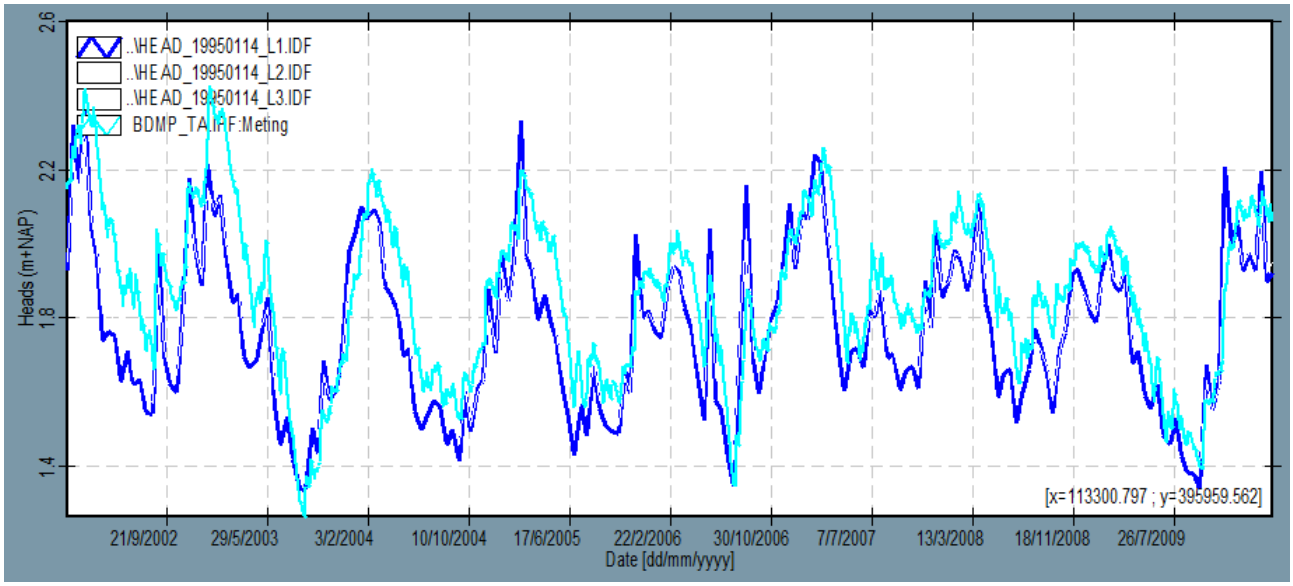
PUT5240



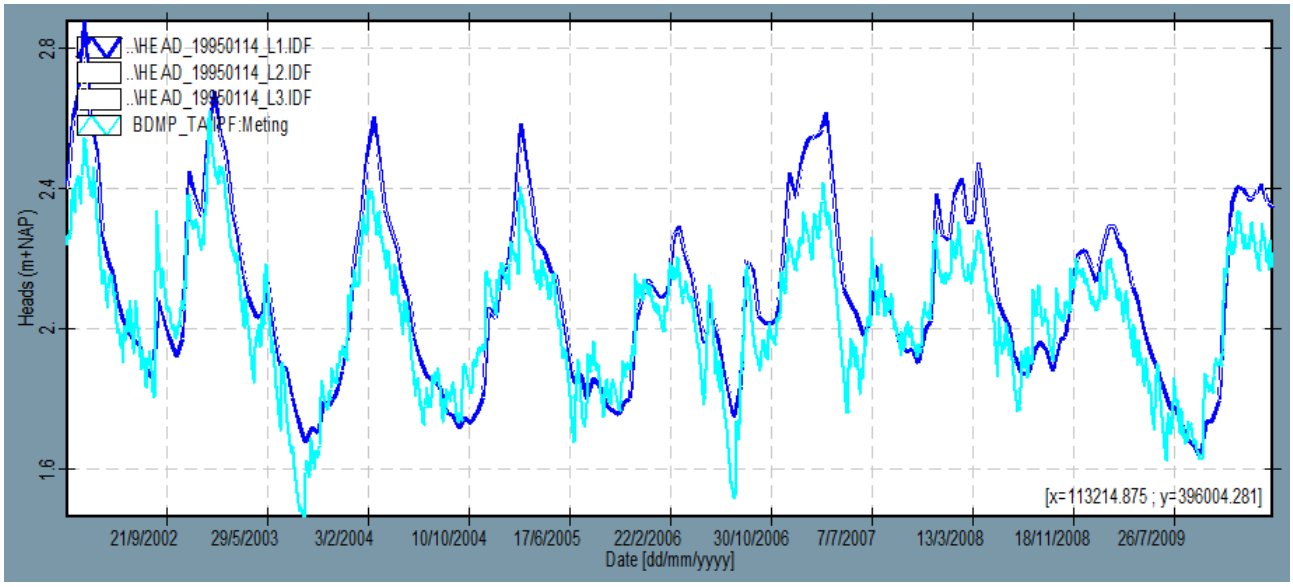
PUT5357PBF1



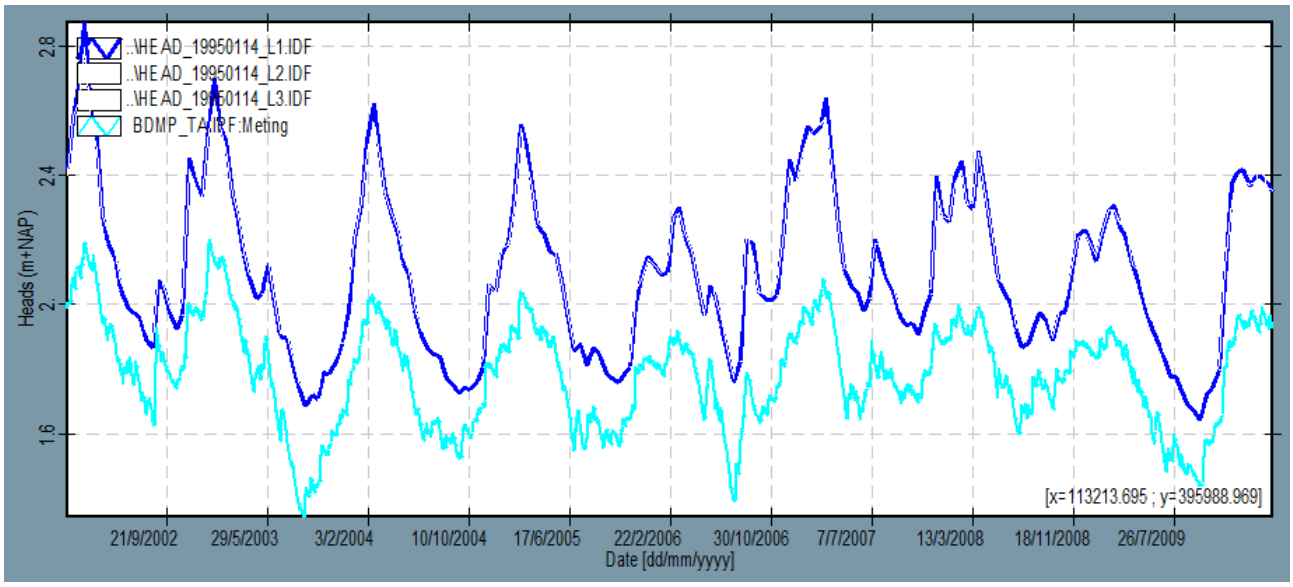
PUT5241



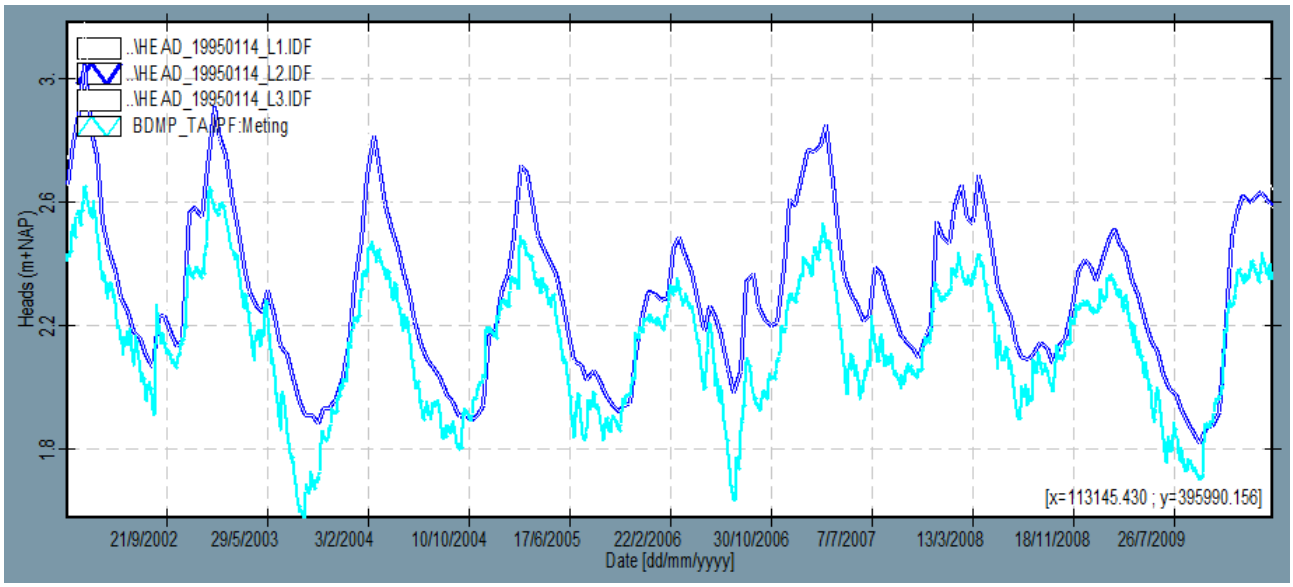
PUT5305



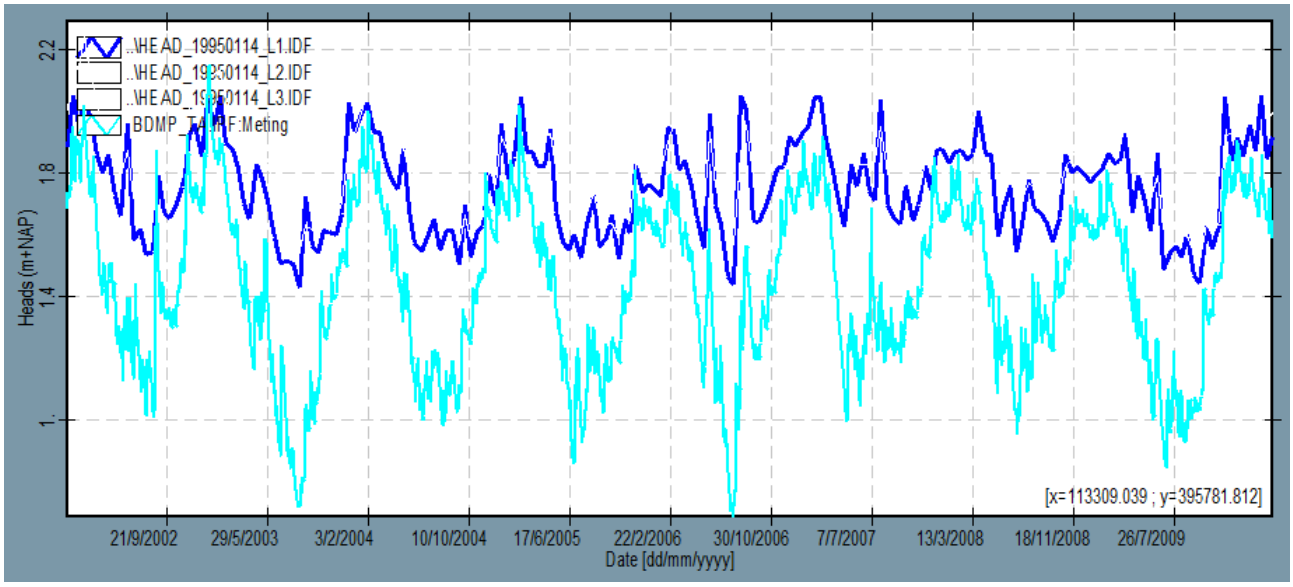
PUT5359



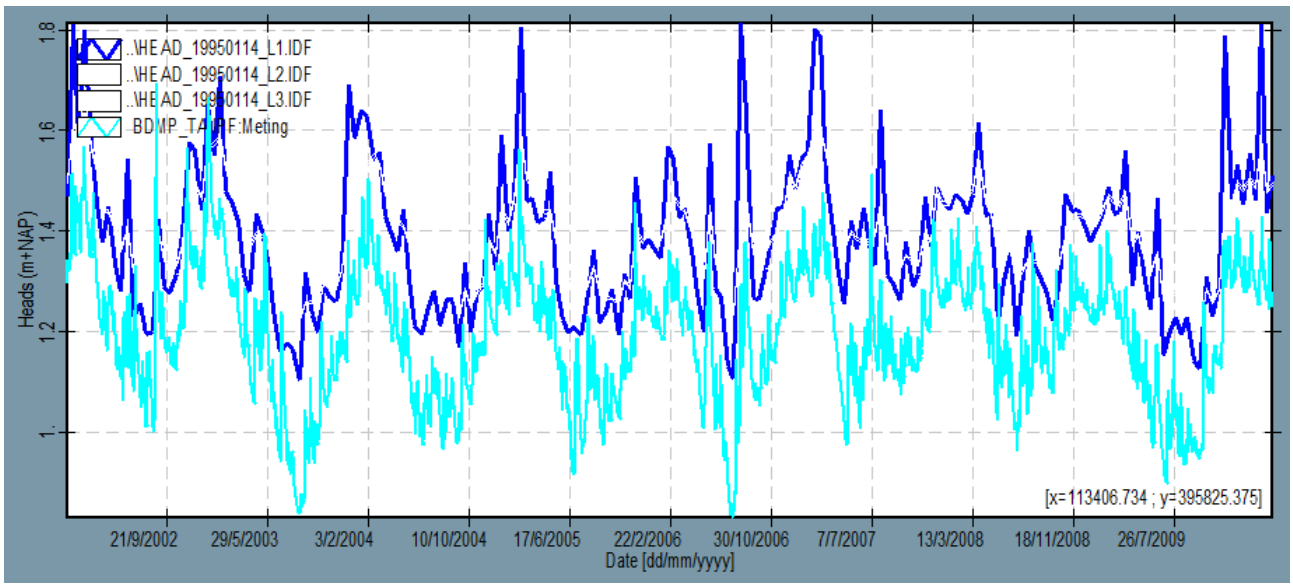
PUT5349



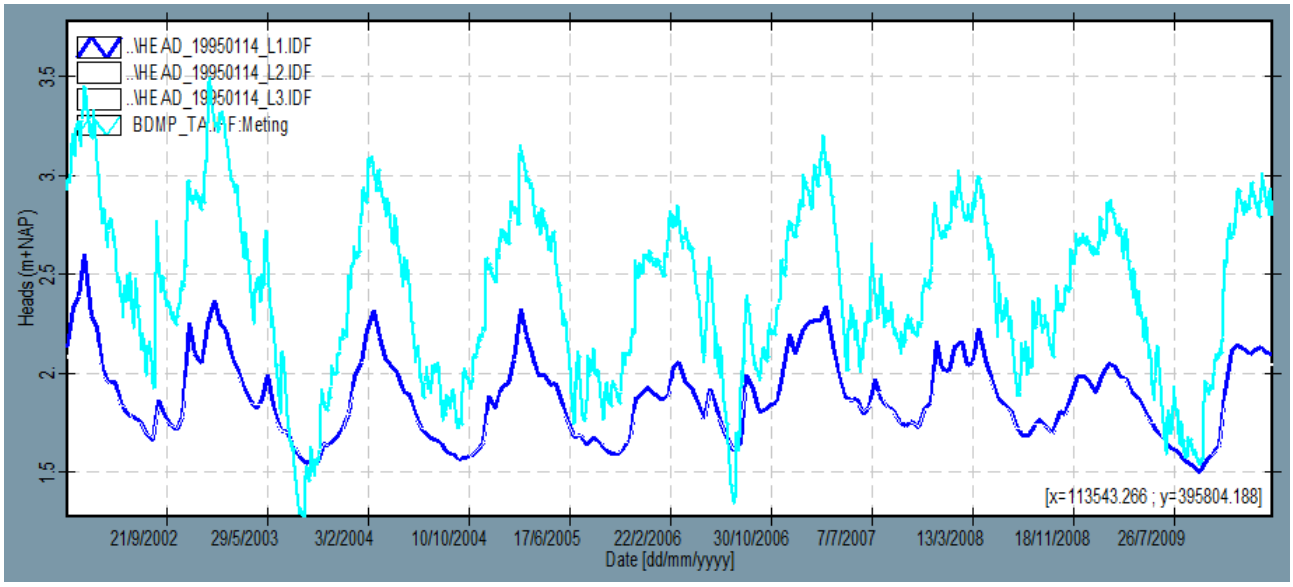
PUT5158



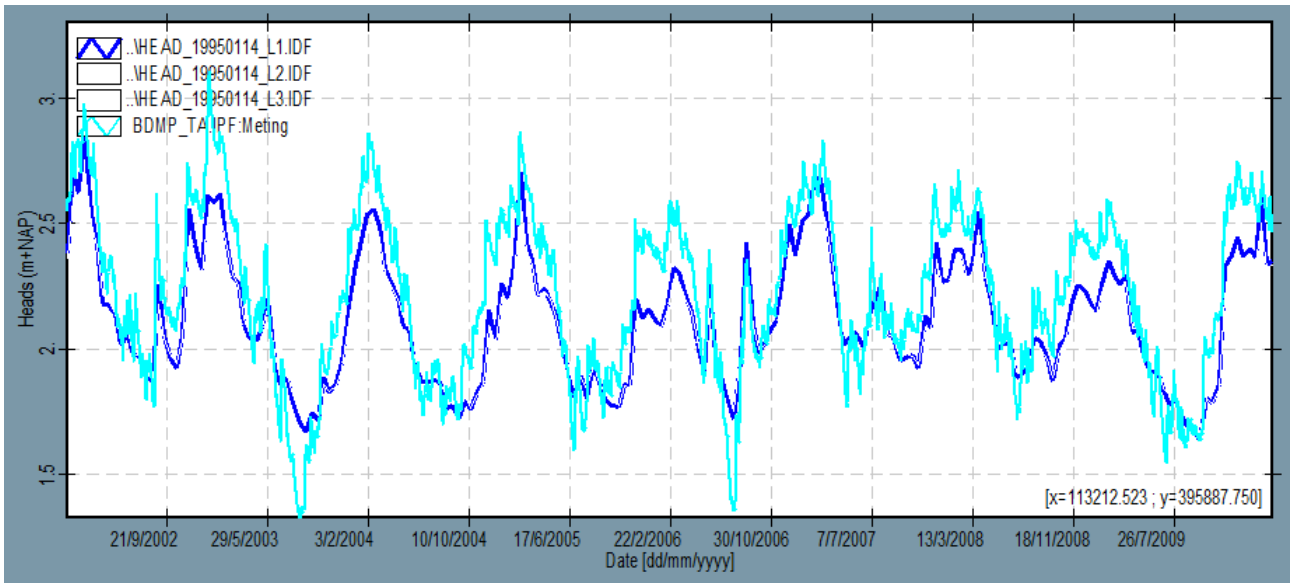
PUT5245



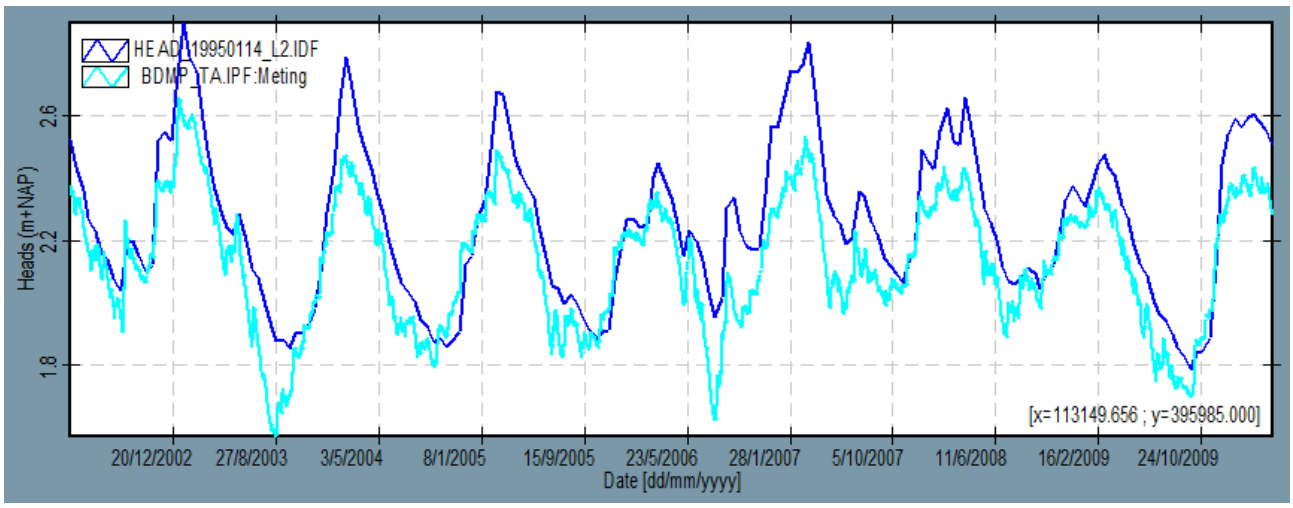
PUT5161



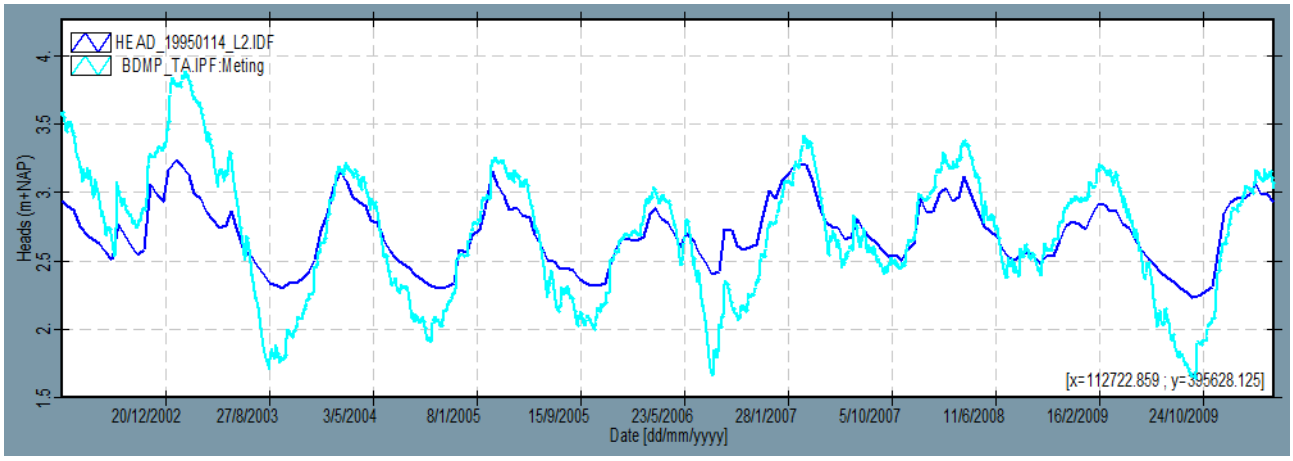
PUT5157



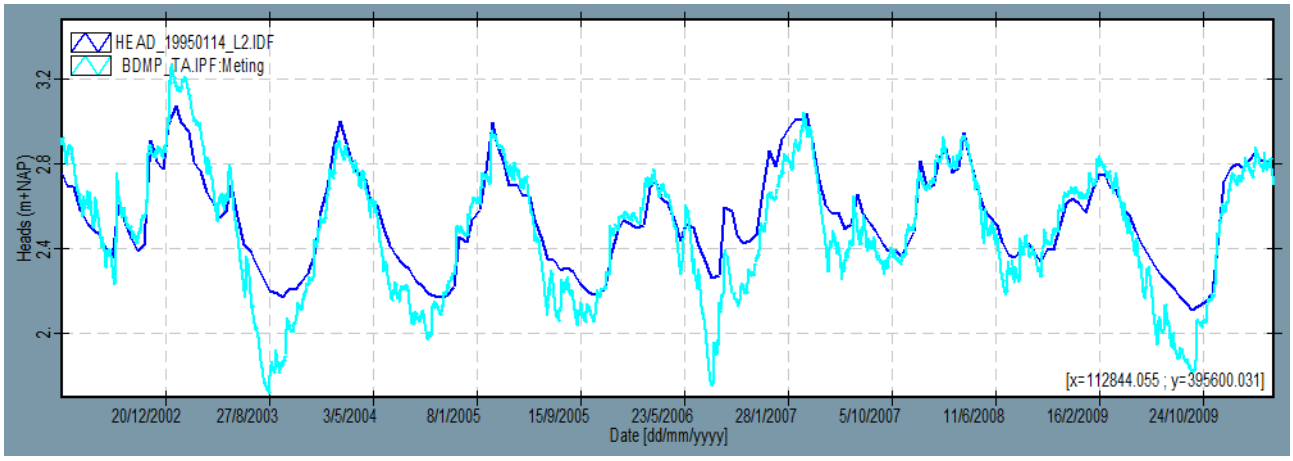
PUT5349PBF2



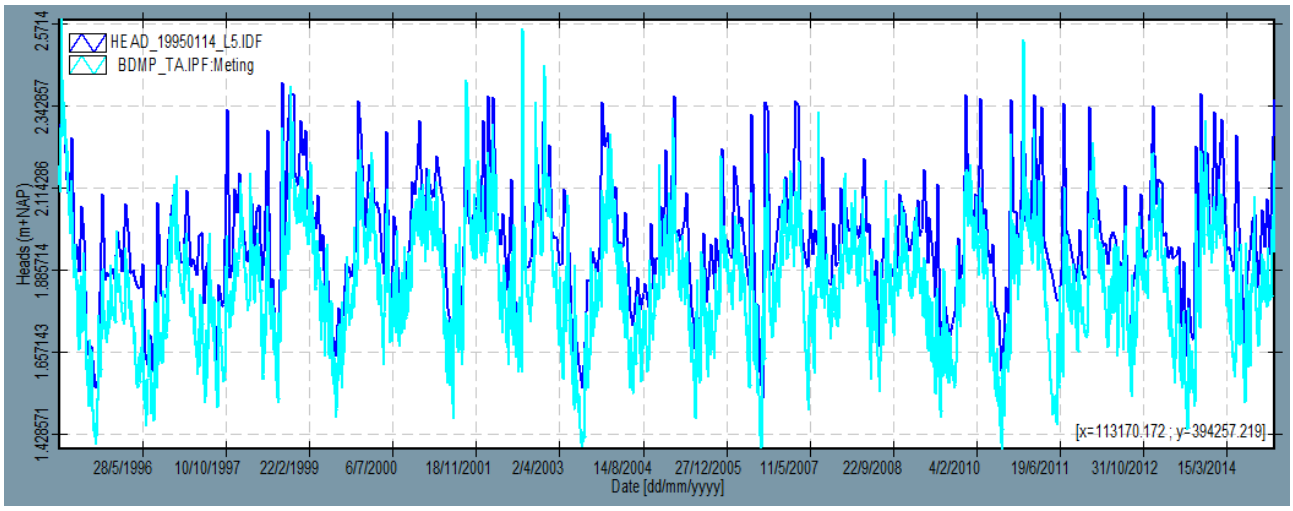
PUT5154



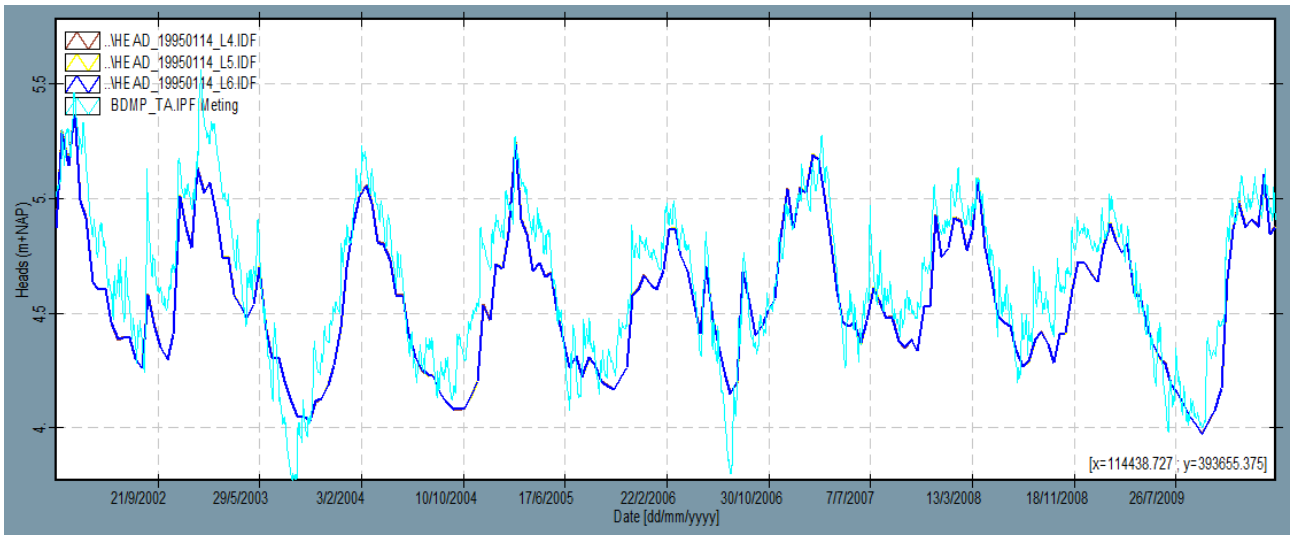
PUT5155



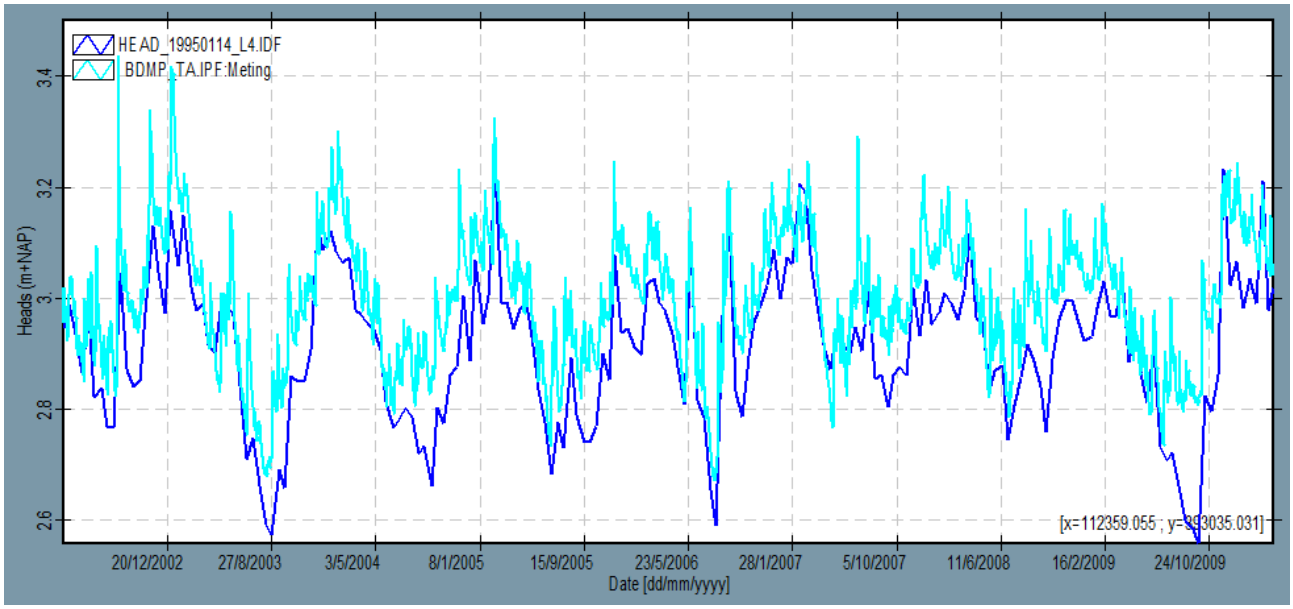
PUT5243



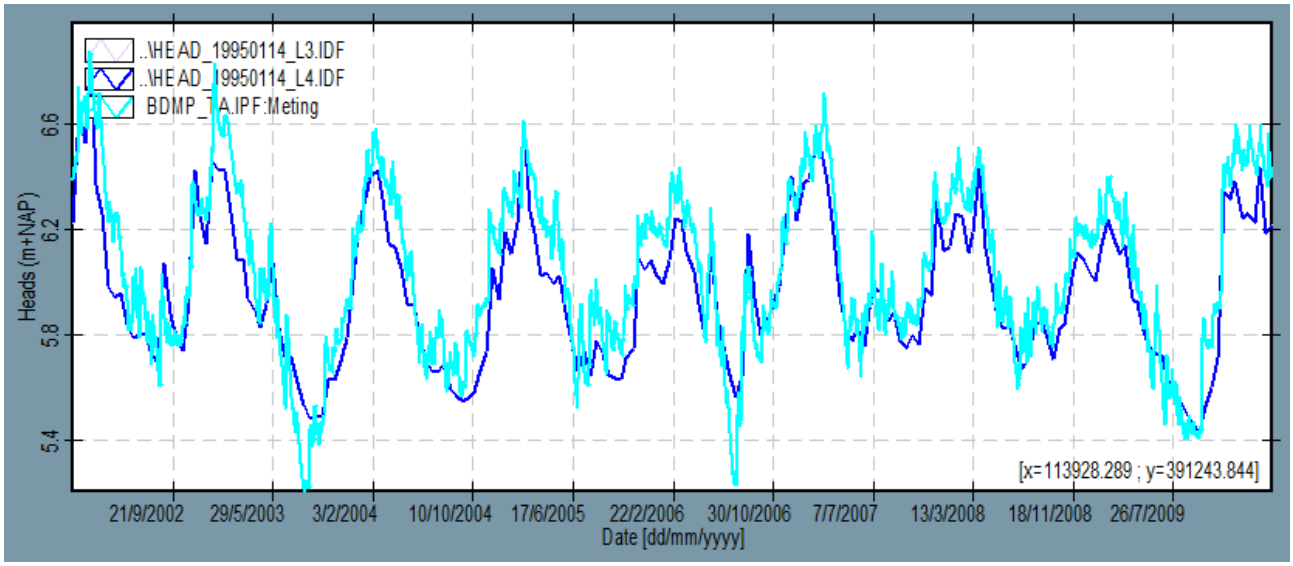
PUT5239



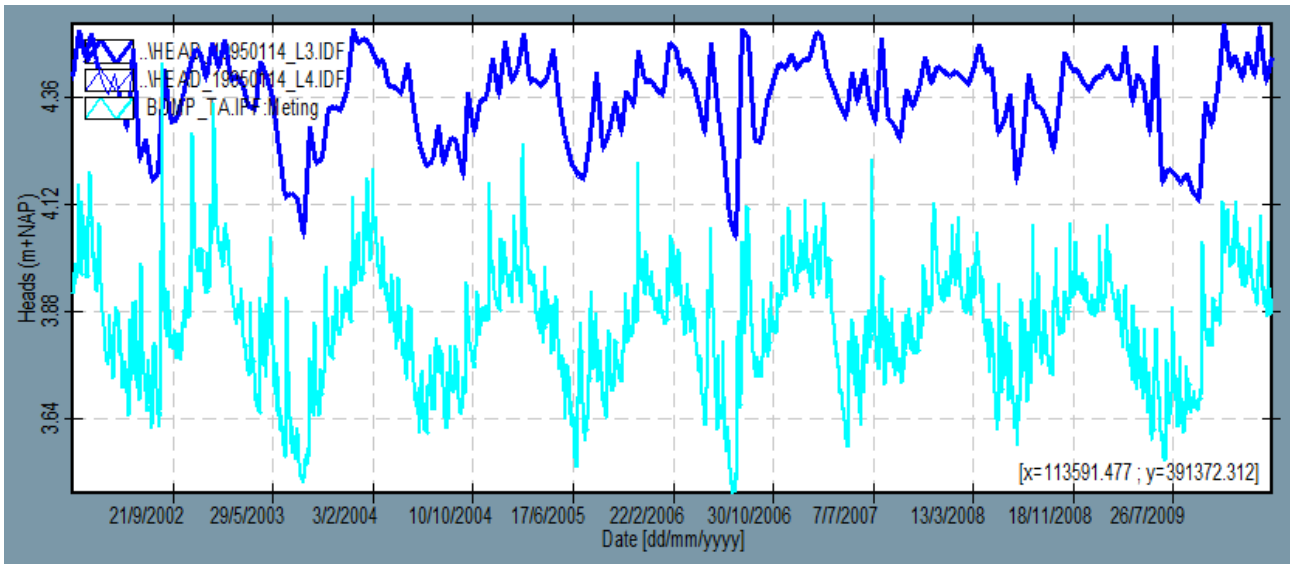
PUT5242



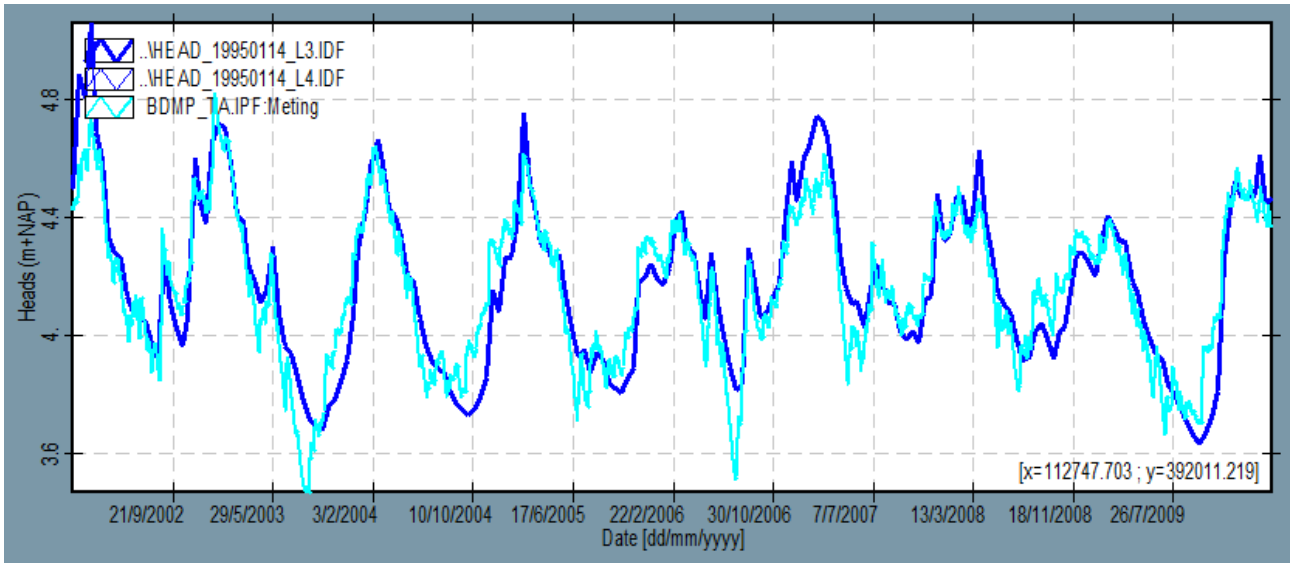
PUT5237



PUT5244



PUT5104


..\HEAD_19950114_L3.IDF
..\HEAD_19950114_L4.IDF
BDMP_TA.IPF:Meting
Heads (m+NAP)
4.8
4.4
4.
3.6
[x=112747.703 ; y=392011.219]
21/9/2002
29/5/2003
3/2/2004
10/10/2004
17/6/2005
22/2/2006
30/10/2006
7/7/2007
13/3/2008
18/11/2008
26/7/2009
Date [dd/mm/yyyy]

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018

5200 BA 's-Hertogenbosch

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03091.000091

Onze referentie: 079431725 A

4 BIJLAGE 4 BEREKENDE LANDBOUWSCHADE PER PERCEEL

PERCEEL	Variant C2	Variant C2 incl.	Variant D2	Variant D2 incl.	VKA	VKA incl.
GNK02D2758	-€ 7.05	-€ 7.05	-€ 12.53	-€ 12.53	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2477	€ 0.00	€ 0.00	-€ 25.03	-€ 25.03	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2482	-€ 5.34	-€ 5.34	-€ 21.61	-€ 21.61	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2846	-€ 3.68	-€ 3.68	-€ 7.68	-€ 7.68	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2847	-€ 8.82	-€ 8.82	-€ 22.07	-€ 22.07	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2861	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.23	-€ 3.23	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2895	€ 0.00	€ 0.00	-€ 12.29	-€ 12.29	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2474	-€ 12.08	-€ 4.35	-€ 156.28	-€ 156.28	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2839	€ 0.00	€ 0.00	-€ 12.96	-€ 12.96	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2896	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.61	-€ 2.61	€ 0.00	€ 0.00
GNK02D2880	€ 0.00	€ 0.00	-€ 240.82	-€ 240.82	-€ 6.36	-€ 6.36
GNK02D2893	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.12	-€ 4.12	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D5107	-€ 26.77	-€ 7.54	-€ 269.48	-€ 260.03	-€ 13.63	-€ 12.41
GNK01D5015	€ 0.00	€ 0.00	-€ 8.17	-€ 8.17	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2714	-€ 3.15	-€ 3.15	-€ 244.07	-€ 234.38	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2333	€ 0.00	€ 0.00	-€ 31.92	-€ 3.17	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2504	€ 0.00	€ 0.00	-€ 40.97	-€ 25.50	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E244	€ 0.00	€ 0.00	-€ 16.49	-€ 16.49	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4400	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.87	-€ 3.87	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4430	€ 26.37	€ 15.43	€ 74.60	€ 63.66	€ 33.53	€ 33.53
GNK01D4431	€ 0.00	€ 0.00	€ 32.22	€ 24.91	€ 20.93	€ 20.97
GNK01D5177	-€ 13.22	-€ 13.22	-€ 93.67	-€ 89.68	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4675	€ 0.00	€ 0.00	-€ 204.44	-€ 201.71	-€ 117.06	-€ 117.06
GNK01D4746	€ 0.00	€ 0.00	-€ 50.00	-€ 50.00	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D5016	€ 0.00	€ 0.00	-€ 7.34	-€ 7.34	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1123	-€ 2.63	€ 0.00	-€ 7.04	-€ 4.59	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1006	-€ 28.37	-€ 15.74	-€ 66.46	-€ 44.72	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H885	-€ 569.15	-€ 8.45	-€ 829.34	-€ 57.29	-€ 544.03	-€ 172.77
CHA00H887	-€ 50.17	-€ 44.03	-€ 120.84	-€ 105.78	-€ 90.82	-€ 88.41
CHA00H889	-€ 543.60	-€ 514.09	-€ 657.99	-€ 555.59	-€ 639.02	-€ 610.33
CHA00H892	-€ 108.66	-€ 78.17	-€ 559.85	-€ 529.38	-€ 141.33	-€ 121.97
CHA00H906	-€ 22.77	-€ 2.73	-€ 39.47	-€ 14.70	-€ 22.44	-€ 10.73
CHA00H908	-€ 4.60	€ 0.00	-€ 10.98	-€ 4.60	-€ 4.08	€ 0.00
GNK02H2212	-€ 19.11	-€ 19.11	-€ 57.02	-€ 57.02	-€ 6.01	-€ 5.66
GNK02H2217	€ 0.00	€ 0.00	-€ 69.26	-€ 69.26	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2219	€ 0.00	€ 0.00	-€ 93.92	-€ 93.92	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2223	€ 0.00	€ 0.00	-€ 96.83	-€ 96.83	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2227	-€ 18.39	-€ 18.39	-€ 62.97	-€ 54.79	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H1572	-€ 20.34	-€ 11.35	-€ 196.86	-€ 193.53	-€ 157.87	-€ 151.43
GNK02H2243	-€ 41.32	-€ 38.33	-€ 158.41	-€ 154.81	-€ 55.03	-€ 51.50
GNK01E2706	-€ 32.15	-€ 32.15	-€ 161.75	-€ 124.24	-€ 32.35	-€ 32.35
GNK01E2684	-€ 43.06	-€ 43.06	-€ 384.72	-€ 59.29	-€ 13.68	-€ 13.68

PERCEEL	Variant C2	Variant C2 incl.	Variant D2	Variant D2 incl.	VKA	VKA incl.
GNK01D4597	-€ 21.80	-€ 21.80	-€ 141.25	-€ 80.66	-€ 36.38	-€ 36.38
GNK01D4598	-€ 7.49	-€ 7.49	-€ 206.27	-€ 184.99	-€ 14.53	-€ 14.53
GNK01D4600	-€ 11.51	-€ 11.51	-€ 251.51	-€ 231.79	-€ 14.32	-€ 10.55
GNK01E2396	€ 0.00	€ 0.00	-€ 75.82	-€ 73.69	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2479	-€ 22.15	-€ 22.15	-€ 22.15	-€ 22.15	-€ 23.52	-€ 23.52
GNK01E2499	-€ 8.88	-€ 8.88	-€ 492.15	-€ 479.15	-€ 110.34	-€ 109.68
GNK01E2553	-€ 138.26	-€ 140.24	-€ 134.08	-€ 127.09	-€ 165.23	-€ 137.79
GNK01E2167	-€ 19.75	-€ 19.75	-€ 443.72	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2171	-€ 24.86	-€ 24.86	-€ 349.97	-€ 339.89	€ 95.86	€ 98.15
GNK01E2172	-€ 80.80	-€ 80.47	-€ 661.32	-€ 6.46	-€ 8.28	-€ 2.92
GNK01E2174	-€ 2.72	-€ 2.72	-€ 225.05	-€ 26.96	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2177	€ 0.00	€ 0.00	-€ 97.26	€ 0.00	€ 55.13	€ 59.77
GNK01E2179	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 10.64	€ 12.65
GNK01E2192	€ 0.00	€ 0.00	-€ 8.66	-€ 4.78	€ 0.00	€ 0.00
GNK01E2594	€ 0.00	€ 0.00	-€ 17.16	-€ 17.16	-€ 18.56	-€ 18.56
GNK01E2605	-€ 13.52	-€ 13.52	-€ 56.68	-€ 49.34	-€ 17.37	-€ 17.37
GNK01E2143	-€ 121.11	-€ 114.50	-€ 481.13	-€ 456.15	-€ 144.87	-€ 136.35
GNK01E2144	-€ 309.50	-€ 302.84	-€ 457.22	-€ 450.59	-€ 281.68	-€ 268.51
GNK01E2189	€ 0.00	€ 0.00	-€ 597.34	-€ 585.33	-€ 5.29	-€ 5.29
GNK01E2190	€ 0.00	€ 0.00	-€ 11.06	-€ 7.70	-€ 21.87	-€ 21.87
GNK01D4594	-€ 3.60	-€ 3.60	-€ 246.75	-€ 237.69	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4395	€ 0.00	€ 0.00	-€ 24.87	-€ 24.87	-€ 3.10	€ 0.00
GNK01D4396	€ 0.00	€ 0.00	-€ 97.81	-€ 89.48	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4417	-€ 35.65	-€ 24.94	-€ 153.29	-€ 128.99	-€ 29.27	-€ 29.27
GNK01D4418	-€ 40.50	-€ 14.23	-€ 180.19	-€ 115.62	-€ 127.51	-€ 127.51
GNK01D4419	-€ 126.12	-€ 10.38	-€ 629.26	-€ 323.74	-€ 114.48	-€ 114.48
GNK01D4421	-€ 7.24	-€ 6.10	-€ 44.83	-€ 20.07	-€ 14.16	-€ 14.17
GNK01D4428	€ 0.00	€ 0.00	-€ 111.25	-€ 94.62	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4434	-€ 26.89	-€ 27.75	-€ 373.32	-€ 353.05	-€ 19.50	-€ 19.62
GNK01D4436	-€ 47.75	-€ 35.46	-€ 107.24	-€ 103.52	-€ 66.81	-€ 66.81
GNK01D4441	€ 0.00	€ 0.00	-€ 141.72	-€ 141.72	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4458	€ 0.00	€ 0.00	-€ 79.56	-€ 79.56	€ 0.00	€ 0.00
GNK01D4676	-€ 18.63	-€ 11.84	-€ 240.98	-€ 229.05	-€ 3.30	-€ 2.82
GNK02H2439	-€ 191.67	-€ 190.54	-€ 1,493.60	-€ 1,451.94	-€ 467.30	-€ 467.30
GNK01E2214	€ 0.00	€ 0.00	-€ 16.20	-€ 12.42	€ 0.00	€ 0.00
GNK02H2394	-€ 2.82	€ 0.00	-€ 46.37	-€ 46.46	-€ 34.49	-€ 31.44
GNK02H2431	-€ 35.71	-€ 8.04	-€ 205.59	-€ 146.74	-€ 125.69	-€ 92.82
GNK02H2519	€ 0.00	€ 0.00	-€ 24.65	-€ 18.75	-€ 3.48	-€ 3.48
CHA00G1019	-€ 10.81	-€ 10.81	-€ 13.54	-€ 10.81	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1020	-€ 11.75	-€ 11.75	-€ 14.46	-€ 11.75	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1021	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.76	-€ 2.76	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1038	€ 0.00	€ 0.00	-€ 9.10	-€ 6.38	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1045	-€ 17.31	-€ 11.02	-€ 56.64	-€ 53.74	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1121	€ 0.00	€ 0.00	€ 2.64	€ 2.64	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H834	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.68	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H842	-€ 22.79	€ 0.00	-€ 81.77	-€ 25.71	-€ 26.33	-€ 8.29

PERCEEL	Variant C2	Variant C2 incl.	Variant D2	Variant D2 incl.	VKA	VKA incl.
CHA00H847	-€ 116.46	€ 0.00	-€ 303.69	-€ 5.61	-€ 117.44	-€ 6.47
CHA00H1757	-€ 3.03	€ 0.00	-€ 5.93	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H817	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.60	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H819	-€ 7.13	€ 0.00	-€ 7.13	€ 0.00	-€ 2.51	€ 0.00
CHA00H923	-€ 40.72	€ 0.00	-€ 54.05	-€ 13.06	-€ 17.96	€ 0.00
CHA00H924	-€ 37.74	€ 0.00	-€ 121.15	-€ 24.68	-€ 24.30	-€ 11.67
CHA00H925	-€ 56.91	€ 0.00	-€ 108.12	-€ 3.15	-€ 55.02	-€ 21.01
CHA00H929	-€ 90.40	€ 0.00	-€ 105.75	€ 0.00	-€ 50.95	-€ 24.14
CHA00H930	-€ 1,635.19	-€ 11.78	-€ 2,395.62	-€ 27.18	-€ 1,638.71	-€ 18.18
CHA00H934	-€ 251.79	€ 0.00	-€ 347.62	€ 0.00	-€ 267.57	€ 0.00
CHA00H935	-€ 16.10	€ 0.00	-€ 25.00	€ 0.00	-€ 17.43	€ 0.00
CHA00H941	-€ 38.90	€ 0.00	-€ 84.24	€ 0.00	-€ 32.40	€ 0.00
CHA00H942	-€ 263.72	-€ 25.62	-€ 385.78	-€ 98.90	-€ 257.98	-€ 121.14
CHA00H943	-€ 3.85	€ 0.00	-€ 7.33	€ 0.00	-€ 5.87	€ 0.00
CHA00H1568	-€ 39.21	€ 0.00	-€ 66.63	€ 0.00	-€ 39.88	€ 0.00
CHA00H894	-€ 5.24	-€ 5.24	-€ 53.84	-€ 43.21	-€ 66.51	-€ 63.39
CHA00H1598	-€ 114.20	€ 0.00	-€ 185.99	€ 0.00	-€ 109.90	-€ 26.13
GNK02H2211	-€ 26.03	-€ 21.83	-€ 110.55	-€ 110.55	-€ 38.76	-€ 38.76
GNK02H1579	-€ 22.28	-€ 3.03	-€ 34.97	-€ 15.06	-€ 30.17	-€ 5.99
GNK02H1586	-€ 21.92	-€ 6.90	-€ 38.49	€ 0.00	-€ 24.71	-€ 5.67
GNK01E2595	-€ 24.96	-€ 11.21	-€ 285.89	-€ 280.33	-€ 38.61	-€ 26.76
GNK01E2596	-€ 8.86	-€ 5.10	-€ 25.69	-€ 25.69	-€ 9.59	-€ 7.87
GNK02H2337	-€ 193.20	-€ 52.72	-€ 253.55	€ 0.00	-€ 198.63	-€ 28.25
GNK02H2340	-€ 528.08	-€ 74.49	-€ 669.62	-€ 493.41	-€ 596.29	-€ 87.22
GNK02H2375	-€ 25.94	€ 0.00	-€ 63.54	€ 0.00	-€ 20.09	€ 0.00
GNK02H2376	-€ 11.34	€ 0.00	-€ 38.09	€ 0.00	-€ 9.79	€ 0.00
CHA00G1331	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.90	-€ 2.90	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H2008	-€ 477.36	-€ 168.35	-€ 935.74	-€ 477.88	-€ 954.07	-€ 602.16
CHA00H2010	€ 0.00	€ 0.00	-€ 396.01	-€ 397.37	-€ 284.12	-€ 356.67
CHA00H2013	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 41.49	€ 21.25
CHA00F413	€ 0.00	€ 0.00	-€ 6.56	-€ 3.68	€ 0.00	€ 0.00
CHA00F414	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.49	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00F417	-€ 4.07	€ 0.00	-€ 55.00	-€ 31.43	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1018	-€ 2.82	-€ 2.82	-€ 2.82	-€ 2.82	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1032	-€ 6.41	-€ 6.41	-€ 6.68	-€ 6.68	€ 0.00	€ 0.00
CHA00F388	€ 0.00	€ 0.00	-€ 19.79	-€ 4.38	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1003	-€ 7.23	-€ 3.69	-€ 7.23	-€ 7.23	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1009	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.27	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1011	€ 0.00	€ 0.00	-€ 5.56	-€ 2.78	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G1015	-€ 6.42	-€ 3.53	-€ 15.47	-€ 6.42	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H821	-€ 99.08	-€ 7.54	-€ 147.81	€ 0.00	-€ 109.22	€ 0.00
CHA00H828	-€ 38.34	€ 0.00	-€ 84.75	€ 0.00	-€ 40.55	€ 0.00
CHA00H829	-€ 33.84	€ 0.00	-€ 41.00	€ 0.00	-€ 22.98	€ 0.00
CHA00H831	-€ 6.41	€ 0.00	-€ 24.53	€ 0.00	-€ 12.55	€ 0.00
CHA00H832	-€ 90.71	€ 0.00	-€ 219.48	-€ 103.02	-€ 135.63	-€ 50.68
CHA00H836	-€ 83.50	€ 0.00	-€ 138.17	€ 0.00	-€ 75.98	-€ 13.01

PERCEEL	Variant C2	Variant C2 incl.	Variant D2	Variant D2 incl.	VKA	VKA incl.
CHA00H837	-€ 211.70	€ 0.00	-€ 288.68	€ 0.00	-€ 210.35	€ 0.00
CHA00H838	-€ 74.32	€ 0.00	-€ 94.95	€ 0.00	-€ 71.40	€ 0.00
CHA00H839	-€ 91.64	€ 0.00	-€ 126.22	€ 0.00	-€ 83.21	€ 0.00
CHA00H840	-€ 1,876.49	-€ 12.00	-€ 1,984.49	-€ 5.89	-€ 1,827.02	€ 0.00
CHA00H841	-€ 12.60	€ 0.00	-€ 18.36	€ 0.00	-€ 14.64	-€ 3.91
CHA00H844	-€ 730.18	€ 0.00	-€ 819.11	€ 0.00	-€ 708.35	-€ 14.81
CHA00H845	-€ 634.82	-€ 389.60	-€ 896.35	-€ 602.91	-€ 663.30	-€ 536.51
CHA00H846	-€ 263.33	€ 0.00	-€ 370.45	€ 0.00	-€ 241.85	€ 0.00
CHA00H848	-€ 177.18	€ 0.00	-€ 272.57	€ 0.00	-€ 161.28	-€ 6.64
CHA00H1772	€ 25.58	€ 22.30	€ 43.81	€ 29.31	€ 25.32	€ 19.32
CHA00H1774	€ 90.22	€ 75.97	€ 145.96	€ 112.30	€ 97.30	€ 85.00
CHA00H307	€ 0.00	€ 0.00	-€ 206.17	-€ 206.17	-€ 94.39	-€ 50.90
CHA00H312	-€ 45.72	-€ 45.72	-€ 62.09	-€ 62.09	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H317	-€ 8.66	-€ 11.39	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H322	€ 10.18	€ 10.70	€ 11.71	€ 6.22	€ 11.64	€ 11.57
CHA00H328	€ 6.73	€ 9.72	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 2.06
CHA00H331	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.25	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H336	€ 2.06	€ 2.06	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H849	-€ 46.19	€ 0.00	-€ 46.19	€ 0.00	-€ 44.80	€ 0.00
CHA00H1785	-€ 139.85	-€ 141.49	-€ 46.49	-€ 47.25	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1786	-€ 40.91	-€ 43.42	-€ 15.89	-€ 25.62	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1388	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.62	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1404	-€ 195.26	€ 0.00	-€ 204.11	€ 0.00	-€ 167.19	€ 0.00
CHA00H1405	-€ 225.28	-€ 30.69	-€ 282.51	-€ 50.14	-€ 249.45	-€ 32.72
CHA00H741	€ 0.00	€ 0.00	-€ 7.48	-€ 2.82	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H743	€ 0.00	€ 0.00	-€ 49.44	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H744	€ 0.00	€ 0.00	-€ 110.24	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H745	€ 0.00	€ 0.00	-€ 27.78	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H746	€ 0.00	€ 0.00	-€ 11.47	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1978	€ 0.00	€ 0.00	-€ 104.87	-€ 89.80	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1988	-€ 22.42	-€ 25.45	-€ 311.45	-€ 16.76	-€ 31.71	-€ 33.87
CHA00H1991	-€ 7.93	-€ 7.93	-€ 283.39	-€ 96.70	-€ 3.73	-€ 3.86
CHA00H754	€ 0.00	€ 0.00	-€ 146.51	-€ 3.62	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H755	€ 0.00	€ 0.00	-€ 11.47	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H756	€ 0.00	€ 0.00	-€ 22.04	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H850	-€ 306.74	€ 0.00	-€ 386.96	€ 0.00	-€ 271.69	-€ 9.56
CHA00H851	-€ 140.07	€ 0.00	-€ 246.49	€ 0.00	-€ 140.39	-€ 10.12
CHA00H853	-€ 257.09	€ 0.00	-€ 366.70	€ 0.00	-€ 240.76	-€ 110.49
CHA00H854	-€ 212.77	€ 0.00	-€ 320.70	€ 0.00	-€ 191.71	€ 0.00
CHA00H855	-€ 344.93	€ 0.00	-€ 492.23	€ 0.00	-€ 336.71	-€ 125.95
CHA00H856	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.05	-€ 3.11
CHA00H857	-€ 25.02	-€ 19.93	-€ 84.22	-€ 61.66	-€ 35.29	-€ 29.37
CHA00H858	-€ 649.08	-€ 14.65	-€ 868.18	-€ 52.09	-€ 738.93	-€ 55.60
CHA00H859	-€ 93.94	-€ 11.05	-€ 176.88	-€ 10.35	-€ 119.25	-€ 49.62
CHA00H860	-€ 41.67	-€ 31.82	-€ 64.97	-€ 40.26	-€ 46.91	-€ 38.57
CHA00H861	€ 0.00	€ 0.00	€ 9.36	€ 9.36	€ 0.00	€ 0.00

PERCEEL	Variant C2	Variant C2 incl.	Variant D2	Variant D2 incl.	VKA	VKA incl.
CHA00H863	€ 5.09	€ 0.00	€ 8.12	€ 8.12	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H864	-€ 541.62	€ 0.00	-€ 656.81	€ 0.00	-€ 519.34	-€ 219.69
CHA00H865	-€ 463.18	-€ 58.30	-€ 779.45	-€ 226.81	-€ 570.28	-€ 168.52
CHA00H867	-€ 126.78	-€ 82.67	-€ 162.20	-€ 94.21	-€ 135.21	-€ 110.04
CHA00H868	-€ 11.98	-€ 5.22	-€ 18.89	-€ 11.98	-€ 6.16	-€ 2.72
CHA00H873	-€ 93.30	€ 0.00	-€ 115.58	€ 0.00	-€ 92.16	-€ 35.02
CHA00H874	-€ 26.83	€ 0.00	-€ 35.72	-€ 3.44	-€ 28.59	-€ 25.82
CHA00H1789	-€ 184.76	-€ 185.39	-€ 1,099.12	-€ 1,094.79	-€ 7.95	-€ 7.75
CHA00H1800	-€ 8.43	€ 0.00	-€ 23.91	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H765	€ 0.00	€ 0.00	-€ 386.77	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H766	€ 0.00	€ 0.00	-€ 53.98	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H769	€ 0.00	€ 0.00	-€ 10.64	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H770	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.76	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H771	€ 0.00	€ 0.00	-€ 27.35	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H774	-€ 12.83	€ 0.00	-€ 90.09	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H777	€ 0.00	€ 0.00	-€ 7.91	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H780	€ 0.00	€ 0.00	-€ 23.89	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H784	-€ 37.51	€ 0.00	-€ 88.21	€ 0.00	-€ 30.31	€ 0.00
CHA00H785	€ 0.00	€ 0.00	-€ 26.69	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H786	€ 0.00	€ 0.00	-€ 30.17	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H787	-€ 25.33	€ 0.00	-€ 178.49	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H792	-€ 878.42	-€ 58.85	-€ 1,414.59	-€ 323.20	-€ 876.54	-€ 135.94
CHA00H793	-€ 25.92	€ 0.00	-€ 35.12	€ 0.00	-€ 19.37	€ 0.00
CHA00H795	€ 0.00	€ 0.00	-€ 128.36	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G982	-€ 6.45	€ 0.00	-€ 29.03	-€ 6.45	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G986	-€ 41.57	€ 0.00	-€ 81.97	-€ 41.57	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G987	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.59	-€ 4.28	€ 0.00	€ 0.00
CHA00G994	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.28	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H796	-€ 60.91	€ 0.00	-€ 179.56	-€ 60.91	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H797	-€ 89.25	€ 0.00	-€ 151.72	€ 0.00	-€ 100.31	-€ 43.03
CHA00H798	-€ 55.87	€ 0.00	-€ 118.28	-€ 4.11	-€ 53.34	-€ 25.25
CHA00H799	-€ 11.53	-€ 2.68	-€ 42.00	-€ 5.22	-€ 3.36	€ 0.00
CHA00H800	-€ 2.77	€ 0.00	-€ 21.93	-€ 2.77	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H801	€ 0.00	€ 0.00	-€ 13.49	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H805	-€ 57.16	-€ 15.17	-€ 69.65	-€ 35.15	-€ 62.19	-€ 28.15
CHA00H807	-€ 26.96	€ 0.00	-€ 83.38	€ 0.00	-€ 13.84	€ 0.00
CHA00H808	-€ 76.33	€ 0.00	-€ 164.21	-€ 18.18	-€ 46.22	€ 0.00
CHA00H809	-€ 203.44	-€ 192.46	-€ 151.71	-€ 129.15	-€ 16.13	€ 0.00
CHA00H812	-€ 44.87	€ 0.00	-€ 103.58	€ 0.00	-€ 8.51	€ 0.00
CHA00H813	-€ 20.15	€ 0.00	-€ 53.95	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H820	-€ 76.87	€ 0.00	-€ 148.52	€ 0.00	-€ 56.78	€ 0.00
CHA00H424	€ 0.00	€ 0.00	-€ 40.69	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H427	€ 0.00	€ 0.00	-€ 40.56	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H430	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 11.77
CHA00H431	€ 0.00	€ 0.00	-€ 95.29	-€ 87.36	-€ 26.00	-€ 243.49
CHA00H1504	-€ 10.26	-€ 5.06	-€ 100.01	-€ 82.80	-€ 55.08	-€ 10.95

PERCEEL	Variant C2	Variant C2 incl.	Variant D2	Variant D2 incl.	VKA	VKA incl.
CHA00H1520	-€ 257.03	-€ 254.15	-€ 562.68	-€ 555.84	-€ 74.85	-€ 61.51
CHA00H1521	€ 0.00	€ 0.00	-€ 17.00	-€ 16.22	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1522	-€ 56.68	-€ 59.57	-€ 350.24	-€ 335.69	-€ 33.92	-€ 29.02
CHA00H1945	-€ 5,297.11	-€ 642.98	-€ 7,072.52	-€ 2,697.89	-€ 5,088.33	-€ 704.08
CHA00H448	-€ 23.04	-€ 17.70	-€ 122.64	-€ 91.07	-€ 6.81	€ 0.00
CHA00H449	-€ 7.22	€ 0.00	-€ 16.54	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H450	€ 0.00	€ 0.00	-€ 4.56	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1542	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.75	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H875	-€ 2,448.25	-€ 213.49	-€ 3,085.97	-€ 408.53	-€ 2,475.34	-€ 417.80
CHA00H876	-€ 145.28	-€ 97.06	-€ 508.26	-€ 444.46	-€ 215.84	-€ 185.80
CHA00H877	-€ 340.21	-€ 297.06	-€ 427.23	-€ 346.05	-€ 409.21	-€ 386.27
CHA00H878	-€ 174.27	-€ 110.24	-€ 207.80	-€ 158.72	-€ 177.47	-€ 156.66
CHA00H879	-€ 20.14	€ 0.00	-€ 38.08	-€ 6.18	-€ 24.03	-€ 10.29
CHA00H880	-€ 145.87	-€ 141.92	-€ 176.16	-€ 162.14	-€ 159.90	-€ 154.11
CHA00H891	€ 0.00	€ 0.00	€ 13.00	€ 3.87	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1958	-€ 89.96	-€ 417.28	-€ 216.97	-€ 177.06	-€ 1,821.30	-€ 722.92
CHA00H1959	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.47	-€ 13.41	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1968	-€ 204.11	-€ 57.23	-€ 541.69	-€ 233.74	-€ 238.25	-€ 165.92
CHA00H1969	-€ 544.53	-€ 13.77	-€ 698.07	-€ 32.58	-€ 448.55	-€ 18.13
CHA00H1970	€ 0.00	€ 0.00	-€ 183.23	-€ 53.73	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1972	€ 0.00	€ 0.00	-€ 198.02	-€ 193.31	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1974	€ 0.00	€ 0.00	-€ 207.65	-€ 280.45	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H893	-€ 530.47	-€ 505.53	-€ 747.84	-€ 631.33	-€ 559.76	-€ 536.71
CHA00H895	€ 0.00	€ 0.00	€ 2.95	€ 2.95	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1484	-€ 44.61	€ 0.00	-€ 89.97	€ 0.00	-€ 70.26	-€ 22.46
CHA00H1485	-€ 16.30	€ 0.00	-€ 41.12	€ 0.00	-€ 25.71	€ 0.00
CHA00H1506	€ 0.00	€ 0.00	-€ 10.93	-€ 10.00	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1509	€ 0.00	€ 0.00	-€ 8.67	-€ 8.67	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1514	€ 0.00	€ 0.00	-€ 29.10	-€ 29.10	-€ 4.12	€ 0.00
CHA00F381	€ 0.00	€ 0.00	-€ 28.86	-€ 6.52	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1571	-€ 201.70	-€ 234.87	-€ 223.90	-€ 253.89	-€ 18.57	€ 0.00
CHA00H1793	€ 0.00	€ 0.00	€ 5.52	€ 5.52	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H201	€ 5.36	€ 0.00	€ 23.83	€ 4.85	€ 6.23	€ 0.00
CHA00H215	€ 0.00	€ 0.00	€ 3.21	€ 3.21	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1818	€ 0.00	€ 0.00	€ 14.55	€ 14.55	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H265	€ 0.00	€ 0.00	€ 5.36	€ 5.36	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H266	€ 0.00	€ 0.00	€ 7.02	€ 7.02	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H50	€ 0.00	€ 0.00	-€ 7.70	-€ 7.70	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H61	-€ 4.45	€ 0.00	-€ 20.12	-€ 20.12	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1556	€ 0.00	€ 0.00	-€ 2.69	-€ 2.69	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H372	€ 0.00	€ 0.00	€ 2.02	€ 2.02	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1574	€ 0.00	€ 0.00	€ 14.49	€ 14.49	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1427	€ 0.00	€ 0.00	€ 2.17	€ 2.17	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1584	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.47	-€ 3.47	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H1590	€ 0.00	€ 0.00	-€ 20.86	-€ 20.86	€ 0.00	€ 0.00
CHA00H389	€ 0.00	€ 0.00	-€ 3.80	-€ 3.80	€ 0.00	€ 0.00

5 BIJLAGE 5 INFORMATIE BODEMKWALITEIT

Betreft een separaat rapport

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

ANALYSE BODEMKWALITEIT INTERESSEGEBIED MARKDAL

2 JUNI 2017

Contactpersonen

CARLO VAN DEN BERG
|

T +31651525154
E carlo.vandenberg@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 BODEMINFORMATIE 4

1.1 Scope 4

1.2 Onderzoeksopzet 4

1.3 Stortplaatsen 4

2 ANALYSE BODEMKWALITEIT 5

2.1 Stortplaatsen 5

2.2 Bodemlocaties 5

2.2.1 Verontreinigingen binnen interessegebied 5

3 BODEMKWALITEIT EN MAATREGELEN 7

1 BODEMINFORMATIE

1.1 Scope

Voor het interessegebied Markdal moet worden aangetoond dat de huidige bodemkwaliteit geen belemmeringen oplevert voor de beoogde herontwikkelingen en (compenserende) maatregelen

1.2 Onderzoeksopzet

Voor het verkrijgen van inzicht in de milieuhygiënische bodemkwaliteit binnen het interessegebied zijn de volgende stappen doorlopen:

- Uitgangspunt is een bureaustudie geënt op de werkwijze van het beperkt vooronderzoek uit de NEN5725. Beschikbare bodemkwaliteits-informatie wordt opgevraagd, ontsloten, ingedeeld en beoordeeld. Met deze informatie wordt inzicht verkregen in de bodemkwaliteit op basis van informatie van voormalige bedrijfsactiviteiten (historisch bodembestand) en reeds uitgevoerde (bodem)onderzoeken en/of -saneringen.
- Het plangebied heeft betrekking op de gemeenten Breda en Alphen-Chaam De gemeente Breda is een bevoegde overheid in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb). Voor de gemeente Alphen-Chaam is de Omgevingsdienst Midden- En West-Brabant (OMWB) de bevoegde instantie
- Bij de OMWB en de gemeente Breda (de bevoegde gezagen) is de beschikbare bodeminformatie opgevraagd. Hierbij is uitgegaan van het plangebied + (conform NEN 5725) een extra buffer van 25 meter vanaf de grens van het plangebied.
- Tevens zijn de Bodembeheernota/Bodemkwaliteitskaarten van de beide gemeenten geraadpleegd.

1.3 Stortplaatsen

Het inventariseren van stortplaatsen is voor het grondgebied van gemeente Alphen-Chaam niet mogelijk via bureauonderzoek. De provincie Noord-Brabant heeft weliswaar VOS- en NAVOS-informatie, maar er is – voor zover bekend - nooit systematisch archiefonderzoek uitgevoerd. Dit archiefonderzoek is nu alsnog uitgevoerd.

In het Regionaal Archief Tilburg zijn de onderstaande archieven, voor het grondgebied van de gemeente Alphen-Chaam, geraadpleegd:

- Stortplaatsen (afvalstoffen): UDC-code 1.777.311.1
- Demping en watergangen: UDC-codes 1.791.2 of 1.754.252

Voor het grondgebied van de gemeente Breda is in 2004, door Historisch onderzoeksbureau ReGister BV, een systematisch onderzoek uitgevoerd naar stortplaatsen. ReGister BV is in 2009 door Arcadis overgenomen, zodat wij gebruik kunnen maken van deze onderzoeksresultaten.

Na het archiefbezoek en het raadplegen van het onderzoek van ReGister BV zijn de volgende aspecten inzichtelijk:

- Situering van (mogelijke) stortplaatsen in het onderzoeksgebied;
- Aard en samenstelling van het stortmateriaal;
- Of er bodemonderzoek heeft plaatsgevonden bij de stortplaatsen en zo ja: de uitkomsten (bodemkwaliteit) van dit onderzoek.

2 ANALYSE BODEMKWALITEIT

2.1 Stortplaatsen

Tijdens het archiefonderzoek zijn de volgende dossiers geraadpleegd:

- Toegang NL-TbRAT-2916 / inventarisnummer 724: grondgebruikskaart Chaam 1955
- Toegang NL-TbRAT-2121 / inventarisnummer 1003: Vuilnisstortplaatsen in Alphen en Riel
- 1972-1995
- Toegang NL-TbRAT-2121 / inventarisnummer 1004: Vuilstortplaats Riel (inrichting tot en met verkoop en bodem- en grondonderzoeken) 1987-1991

Na het bestuderen van deze dossiers kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van (voormalige) stortplaatsen binnen het plangebied op het grondgebied van de gemeente Alphen-Chaam.

Ook uit het de aanvullende analyse naar stortplaatsen (onderzoek ReGister BV) voor het grondgebied van de gemeente Breda blijkt dat er geen sprake is van (voormalige) strotplaatsen binnen het plangebied. Wél is er sprake van één demping en twee afgebroken gebouwen (mogelijk verdacht in het kader van (asbesthoudend) puin). Binnen het grondgebied van de OMWB is voormalig kasteel Daasdonk, inclusief slotgracht, geïnventariseerd. Deze slotgracht is gedempt. Omdat dit wellicht rond 1835 is gebeurd, wordt de kans op een ernstig geval niet erg groot inschat, maar helemaal uit te sluiten is het niet.

2.2 Bodemlocaties

Vanuit de bodeminformatie van de OMWB is het volgende beschikbaar::

- 24 (vlak) locaties waar bodemonderzoek is uitgevoerd
- 74 vermeldingen van voormalige (bedrijfs)activiteiten, waarvan 65 vermeldingen van een voormalige stookolietank. Deze locaties zijn historisch verdacht, maar er is nog geen bodemonderzoek uitgevoerd.

Vanuit de bodeminformatie van de gemeente Breda is het volgende beschikbaar:

- 78 (vlak) locaties waar bodemonderzoek is uitgevoerd

Op basis van de onderzoeks- en conclusievelden in de bodemdata ingedeeld in onderstaande drieling:

1. Rood: ernstig geval van bodemverontreiniging (rood);
2. Oranje: kans op ernstig geval van bodemverontreiniging, maar de gegevens zijn (nog) niet toereikend (Oranje) ;
3. Groen: geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.

2.2.1 Verontreinigingen binnen interessegebied

Bodemlocaties gemeente Breda

- 78 locaties in het interessegebied
  - Geen ernstig geval van bodemverontreiniging
  - 10 locaties met kans op ernstig geval van bodemverontreiniging, maar de gegevens zijn (nog) niet toereikend voor een definitieve conclusie
  - Voor 68 locaties is er geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.

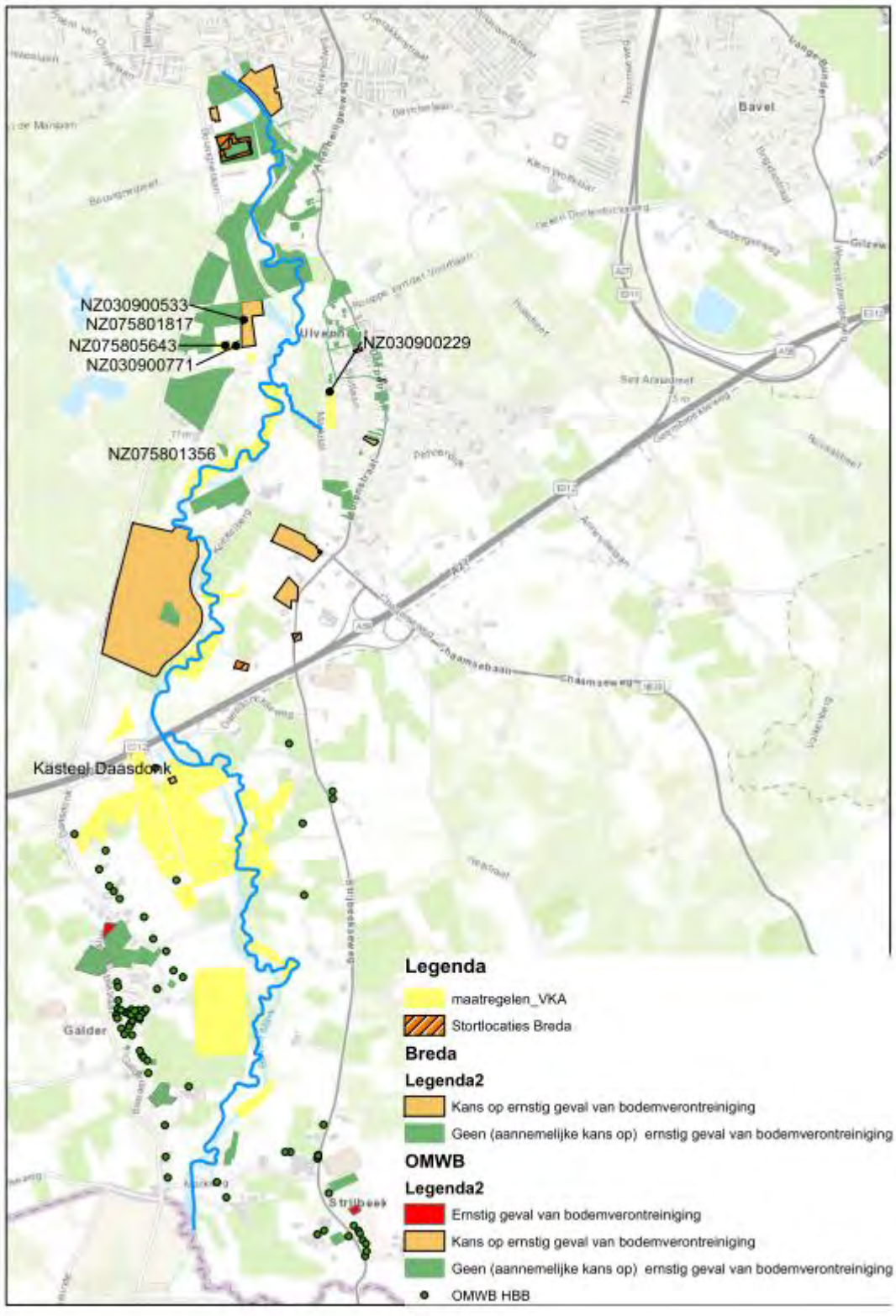
Bodemlocaties gemeente Alphen-Chaam

- 25 locaties in het interessegebied
  - 2 ernstige gevallen van bodemverontreiniging
  - 2 locaties met kans op ernstig geval van bodemverontreiniging, maar de gegevens zijn (nog) niet toereikend voor een definitieve conclusie
  - Voor 21 vlaklocaties is er geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.
  - Voor alle 74 vermeldingen van voormalige (bedrijfs)activiteiten is er geen (aannemelijke kans op) ernstig geval van bodemverontreiniging.

3 BODEMKWALITEIT EN MAATREGELEN

Tot slot is nagegaan of de bodemkwaliteitgegevens, zoals samengevat in §2.2.1, de compenserende maatregelen voor landbouw en natuur ‘raken’. Dit is bepaald via een GIS-analyse (zie Afbeelding 1).

Afbeelding 1. Bodemlocaties en compenserende maatregelen



Uit de analyse blijkt dat 7 unieke bodemlocaties 14x een maatregelgebieden raken. Deze locaties staan in Tabel 1, inclusief een verwijzing naar de object_ids van de maatregelgebieden. Voor de (oranje) locatie NZ030900533 geldt dat bij grondwerkzaamheden ter plaatse, bij de gemeente Breda om aanvullende gegevens moet worden gevraagd. Voor de (oranje) locatie Kasteel Daasdonk word veldinspectie aanbevolen om een mogelijk demping/stort van de voormalige slotgracht te detecteren. Voor de overige locaties is geen aanvullend onderzoek noodzakelijk.

Tabel 1. Bodemlocaties binnen aandachtsgebieden.

OBJECTID	Maatregel	Locatiecode	Bodemkwaliteit	Vervolgactie
078	Maaiveld ophogen	Kasteel Daasdonk	Potentieel Ernstig	Uitvoeren OO
281	Aandachtsgebied	NZ030900533	Potentieel Ernstig	uitvoeren OO
186	Aandachtsgebied	NZ030900229	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
185	Aandachtsgebied	NZ030900229	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
184	Aandachtsgebied	NZ030900229	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
191	Aandachtsgebied	NZ030900771	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
190	Aandachtsgebied	NZ030900771	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
282	Aandachtsgebied	NZ030900771	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
192	Aandachtsgebied	NZ075801356	Pot. verontreinigd	voldoende onderzocht
193	Aandachtsgebied	NZ075801817	Onbekend	Onbekend
194	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
189	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
188	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht
187	Aandachtsgebied	NZ075805643	Onverdacht/Niet verontreinigd	voldoende onderzocht

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018

5200 BA 's-Hertogenbosch

Nederland

+31 (0)88 4261 261

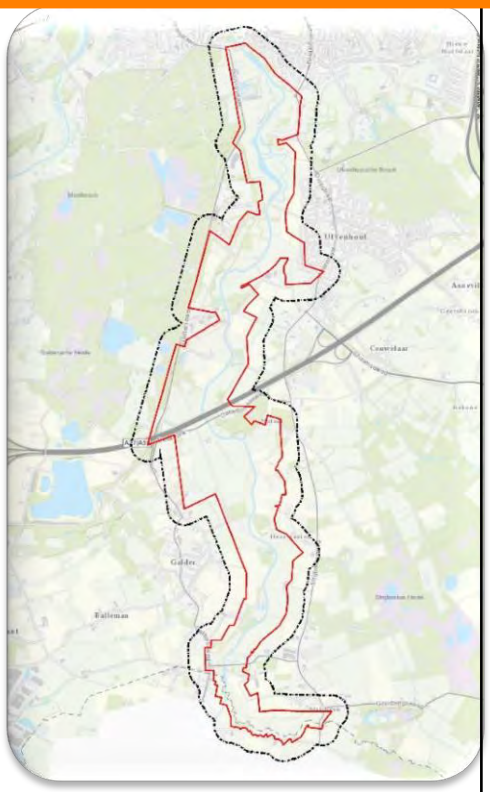
www.arcadis.com

Onze referentie: 079431726 A

6 BIJLAGE 6 CONVENTIONELE EXPLOSIEVEN

Betreft een separaat rapport

VOORONDERZOEK
Markdal – Breda/Alphen-Chaam



ARCADIS Nederland BV
De heer N. Peters
De heer W. Arts

Markdal – Breda/Alphen-Chaam
C03091.000091.0100

1662194-VO-04
Definitief / conform WSCS-OCE versie 2016

21 april 2017

AVG Explosieven Opsporing Nederland

Vestiging Heijen:
De Grens 7 - 6598 DK Heijen
Postbus 160 - 6590 AD Gennep
Tel. : 0485-802010
Fax : 0485-802084
K.v.K. Venlo 12029421

Vestiging Waalwijk:
Professor Asserweg 24 – 5144 NC Waalwijk
Tel. : 0416-700220
oce@avg.eu
www.explosievenopsporing.com

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 6
1.1 AANLEIDING 6
1.2 PROBLEEMSTELLING 6
1.3 DOELSTELLING 6
1.4 ONDERZOEKSGEBIED 6
1.5 ONDERZOEKSMETHODE 7
1.5.1 Algemeen 7
1.5.2 Inventarisatie bronnenmateriaal 7
1.5.3 Beoordeling bronnenmateriaal 8
1.5.4 Verantwoording 9
1.5.5 Leeswijzer 9

2 INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL 10
2.1 EERDER UITGEVOERDE ONDERZOEKEN 10
2.1.1 Rapportages archief AVG 10
2.1.2 Derden 10
2.2 LITERATUUR 11
2.2.1 Meidagen 1940 11
2.2.2 Luchtoorlog 1940-1945 12
2.2.3 Bevrijding oktober 1944 16
2.2.4 Naoorlogse geschiedenis 23
2.3 COLLECTIE STAFKAARTEN TOPOGRAFISCHE DIENST KADASTER TE ZWOLLE 24
2.3.1 Geallieerde stafkaarten 24
2.3.2 Duitse stafkaart 26
2.4 LUCHTFOTO'S 26
2.4.1 Geraadpleegde luchtfoto's 26
2.4.2 Luchtfoto-interpretatie 1944-1945 29
2.4.3 Luchtfoto-interpretatie huidige situatie 29
2.5 GEMEENTEARCHIEVEN BREDA, GINNEKEN EN BAVEL, NIEUW-GINNEKEN 31
2.5.1 Luchtbeschermingsdienst, aangetroffen/geruimde CE en oorlogsschade 33
2.6 NIEUWSBERICHTEN 40
2.6.1 AVG bedrijfsarchief, internet en Koninklijke Bibliotheek 40
2.7 EXPLOSIEVEN OPRUIMINGS DIENST DEFENSIE (EODD) 42
2.7.1 Collectie ruimrapporten 42
2.8 COLLECTIE MIJNENKAARTEN 43
2.9 NEDERLANDS INSTITUUT VOOR MILITAIRE HISTORIE (NIMH) 45
2.9.1 Collectie Duitse verdedigingswerken 45

2.10 Provinciaal archief / Militair Gezag 46
2.10.1 Militair Gezag 46
2.11 Nationaal archief 48
2.11.1 Inspectie Bescherming Bevolking tegen Luchtaanvallen 48
2.11.2 Groep Albrecht 48
2.12 Semi Statische Archiefdiensten Ministerie van Defensie (SSA) 49
2.12.1 Archief Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD) 1945-1947 49
2.13 Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie (NIOD) 51
2.13.1 Collecties Departement van Justitie en Generalkommissariat für das Sicherheitswesen 51
2.14 The National Archives Londen 53

3 CHRONOLOGIE RELEVANTE GEBEURTENISSEN 54
3.1 Inleiding en tabel chronologie 54

4 BEOORDELING BRONNENMATERIAAL 74
4.1 Indicatie van explosieven in het analysegebied 74
4.2 Leemten in kennis bronnenmateriaal 74
4.3 Soort en verschijningsvorm van explosieven 75
4.3.1 Locaties militaire defensieve maatregelen 75
4.3.2 Grondgevechten en artilleriebeschietingen met geschutgranaten 76
4.3.3 Tactische luchtaanvallen 76
4.3.4 Vernielingsladingen bruggen 77
4.4 Aantal mogelijk aan te treffen explosieven 77
4.5 Horizontale en verticale begrenzing verdacht gebied 77
4.5.1 Verdachte locaties achtergelaten/gedumpte munitie 77
4.5.2 Verdachte locaties vernielingsladingen 78
4.5.3 Verdachte locaties tactische luchtaanvallen 78
4.5.4 Verdachte locaties grondgevechten en artilleriebeschietingen 79

5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN 80
5.1 Conclusie 80
5.2 Advies vervolgtraject 80
5.2.1 Horen getuigen en aanvullend onderzoek / onderzoeksbeperking 80
5.2.2 Verkleinen CE verdachte gebieden 81
5.2.3 Opsporing CE 81

6 BIJLAGEN 82
6.1 Bronnenlijst 82
6.1.1 Archieven 82
6.1.2 Literatuur 82

6.1.3 Websites 82
6.1.4 Overig 83
6.2 CERTIFICAAT WSCS-OCE 84
6.3 RICHTLIJNEN WSCS-OCE AFBAKENING VERDACHTE GEBIEDEN 85
6.4 PRESENTATIEKAART VERZAMELDE HISTORISCHE FEITEN 88
6.5 CE-BODEMBELASTINGKAART 90

Distributielijst
- AVG Explosieven Opsporing Nederland
- ARCADIS Nederland BV

Dit document is bestemd voor de opdrachtgever.

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur. (Artikel 16 Auteurswet 1912). Het is de opdrachtgever toegestaan voor intern gebruik kopieën te maken zonder voorafgaande toestemming van de auteur.

Voor informatie, vragen of suggesties:
AVG Explosieven Opsporing Nederland
De Grens 7
6598 DK Heijen
Tel 0485-802020
Fax 0485-802084
Website: www.explosievenopsporing.com / www.uxo.eu
E-mail: oce@avg.eu

Opdrachtgever	ARCADIS Nederland BV
Rapport	1662194-VO-04
Naam	Markdal – Breda/Alphen-Chaam
Versie	Definitief / conform WSCS-OCE versie 2016
Datum	21 april 2017
Vrijgegeven door:	Menno Abee (afdelingshoofd OCE)
Paraaf:	
Vrijgegeven door:	Mark Jochoms (Senior OCE-deskundige)
Paraaf:	
Opgesteld door:	Jurian ter Horst MA (historicus)
Paraaf:	

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

AVG Explosieven Opsporing Nederland (hierna: AVG) heeft in opdracht van ARCADIS Nederland BV een vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven (hierna: CE) uitgevoerd ter plaatse van de projectlocatie Markdal te Breda en Alphen-Chaam (zie afbeelding 1). Hier worden in de toekomst diverse bodemingrepen uitgevoerd.

1.2 Probleemstelling

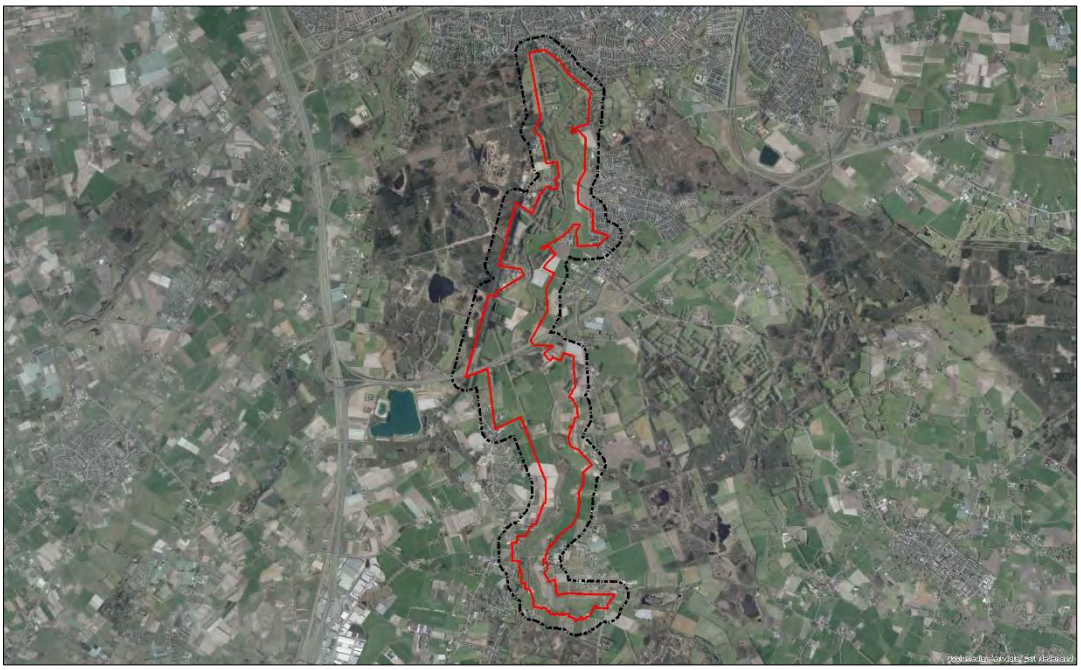
Er kunnen als gevolg van gevechtshandelingen CE in het onderzoeksgebied zijn achtergebleven. Er ontstaat bij het spontaan aantreffen en beroeren van CE uit de Tweede Wereldoorlog mogelijk een verhoogd veiligheidsrisico. Onbedoelde detonaties kunnen bij de uitvoering van werkzaamheden in het ergste geval leiden tot dodelijk letsel en zware schade aan materieel en omgeving. Spontane CE vondsten kunnen resulteren in meerwerkkosten door stagnatie van de uitvoeringswerkzaamheden.

1.3 Doelstelling

Het doel van het vooronderzoek is om aan de hand van een breed scala aan historisch feitenmateriaal een zo genuanceerd mogelijk beeld met betrekking tot het onderzoeksgebied in de Tweede Wereldoorlog te verkrijgen. Aan de hand van deze gegevens wordt een antwoord gegeven op de vraag of en zo ja in welke delen van het onderzoeksgebied er sprake is van een verhoogd risico op het aantreffen van CE. Er wordt daarnaast ingegaan op de te verwachten soort(en) CE, de verschijningsvorm en de mogelijke hoeveelheid. Het onderzoek resulteert in een horizontale en verticale afbakening van het verdachte gebied door middel van GIS kaartmateriaal en het advies om de werkzaamheden onder reguliere omstandigheden uit te voeren, of om vervolgstappen te zetten in de vorm van bijvoorbeeld een (projectgebonden) risicoanalyse of direct een detectieonderzoek.

1.4 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied ligt in het Markdal in de gemeenten Breda en Alphen-Chaam. Het onderzoeksgebied bestaat uit de watergang Mark en wordt begrensd door landbouwgrond, grasvelden en natuurlijke begroeiing. AVG maakt een onderscheid tussen het onderzoeksgebied en het analysegebied. Het analysegebied betreft het onderzoeksgebied inclusief een buffer van 181 meter. Alle oorlogshandelingen binnen het analysegebied worden in dit vooronderzoek beoordeeld. Bij een duikbombardement met afwerpmunitie op een ‘pin point target’ wordt het CE verdachte gebied bepaald door een afstand van 181 meter gemeten vanuit het hart van het doel als zijnde CE verdacht te verklaren. Een dergelijke gevechtshandeling binnen de grenzen van het analysegebied leidt automatisch tot één of meerdere CE verdachte gebieden in het onderzoeksgebied.



Afb.1 - Onderzoeksgebied: rood omlijnd. Analysegebied: zwart omlijnd.

1.5 Onderzoeksmethode

1.5.1 Algemeen

Bij het vooronderzoek worden literatuur en historische bronnen verzameld en gestructureerd geordend. Het eindresultaat is een rapportage met een bijbehorende CE-bodembelastingkaart. Het vooronderzoek is conform de WSCS-OCE uitgevoerd.[1]

1.5.2 Inventarisatie bronnenmateriaal

Het bronnenonderzoek vindt plaats op basis van een inventarisatie van:
- Gebeurtenissen die hebben geleid tot de mogelijke aanwezigheid van CE (indicaties);
- Gebeurtenissen die hebben geleid tot de verwijdering van CE (contra-indicaties).

Wij hebben de volgende archieven en collecties wel/niet geraadpleegd:

VERPLICHTE BRONNEN			
Bron	**Korte omschrijving**	**Geraadpleegd**	**Hoofdstuk**
Literatuur	O.a. En nooit was het stil…	Ja	2.2
Gemeentearchieven Alphen-Chaam, Breda, Ginneken en Bavel, Nieuw-Ginneken	Vermeldingen oorlogshandelingen	Ja	2.5
Provinciaal archief / Brabants Historisch Informatie Centrum	Vermeldingen oorlogshandelingen	Ja	2.10
Explosieven Opruimings Dienst Defensie	Geruimde explosieven (mora's/wo's), mijnenkaarten	Ja	2.7
Luchtfotocollectie Bibliotheek Universiteit Wageningen	Luchtfoto's Tweede Wereldoorlog	Ja	2.4

[1] Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat 'Opsporen CE'

VERPLICHTE BRONNEN			
Bron	Korte omschrijving	Geraadpleegd	Hoofdstuk
Luchtfotocollectie Topografische Dienst (Kadaster)	Luchtfoto's Tweede Wereldoorlog	Ja	2.4

NIET-VERPLICHTE BRONNEN			
Bron	Korte omschrijving	Geraadpleegd	Hoofdstuk
Nederlands Instituut voor Militaire Historie	Inlichtingen verzet (575 serie)	Ja	2.9
Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie	Collecties 216k en 077	Ja	2.13
Luchtfotocollectie National Collection of Aerial Photography (NCAP)	Luchtfoto's Tweede Wereldoorlog	Nee	
The National Archives (Londen)	2nd TAF Daily Logs	Ja	2.14
Bundesarchiv-Militärarchiv	Duitse 88e legerkorps	Nee	
The National Archives and Records Administration (Washington)	Gegevens 8th Air Force, 9th Air Force, verschillende airborne divisions, 104th US infantry division	Nee	
Getuigen	Getuigenverslagen uit de eerste hand	Nee	
Semi Statisch Archief (SSA) Rijswijk	Mijn- en Munitie Opruimingsdienst	Ja	2.12
Nationaal Archief te Den Haag	Inspectie Bescherming Bevolking tegen luchtaanvallen	Ja	2.11

IN DE WSCS-OCE NIET GENOEMDE BRONNEN			
Bron	Korte omschrijving	Geraadpleegd	Hoofdstuk
Bedrijfsarchief AVG	Gegevens uit binnen- en buitenlandse archieven	Ja	2.1, 2.6
Bedrijfsdatabase AVG	O.a. oude webartikelen	Ja	2.1, 2.6
Koninklijke Bibliotheek	Oude krantenberichten	Ja	2.6
Luchtfotocollectie Luftbilddatenbank	Luchtfoto's Tweede Wereldoorlog	Ja	2.4
Centre Historique des Archives à Vincennes	Franse gevechtsverslagen	Nee	
The National Archives Ottawa	Canadese gevechtsverslagen	Nee	
Locatiedeskundige	Expert op het gebied van lokale historie	Nee	
Heemkundekringen / historische kringen	Plaatselijke archieven	Nee	
Kadaster Zwolle	Collectie Stafkaarten Topografische Dienst Kadaster te Zwolle	Ja	2.3

De aanvullende bron National Collection of Aerial Photography (NCAP) is niet geraadpleegd, omdat de wel door AVG geraadpleegde instelling Luftbilddatenbank o.a. gebruikmaakt van luchtfoto's van dit luchtfotoarchief. AVG beschikt niet over adresgegevens van relevante getuigen / relevante toegangsnummers/inventarisnummers uit de archieven Bundesarchiv-Militärarchiv en The National Archives and Records Administration (Washington).

1.5.3 Beoordeling bronnenmateriaal

In deze fase van het vooronderzoek worden de indicaties en contra-indicaties uit het bronnenonderzoek beoordeeld. Op basis van deze gegevens wordt gemotiveerd vastgesteld of er sprake is van een van een op CE verdacht gebied. Indien er sprake is van een verdacht gebied, dan wordt tevens bepaald: de (sub)soort, de mogelijke aantallen en de verschijningsvorm van de vermoedelijk aanwezige CE, alsmede de horizontale en verticale afbakening van het verdachte gebied (indien mogelijk).

Bij de beoordeling van bronnenmateriaal is gebruikgemaakt van het geografisch informatie systeem (GIS). De indicaties en contra-indicaties zijn vertaald naar een locatie in het RD-coördinatenstelsel en verwerkt in GIS. De GIS dataset wordt mede gebruikt om te beoordelen of het onderzoeksgebied, of delen daarvan, verdacht is op de mogelijke aanwezigheid van CE.

1.5.4 Verantwoording

Het vooronderzoek is tot stand gekomen dankzij de volgende personen:

- Dhr. J. ter Horst MA (historicus): opstellen van het vooronderzoek
- Dhr. P.P.A. van der Linde (assistent vooronderzoek): assistentie ten bate van het vooronderzoek
- Dhr. P. Gieben (information manager): GIS kaartmateriaal
- Dhr. H. van Driel (coördinator OCE): GIS kaartmateriaal
- Dhr. M.A. Abee (afdelingshoofd OCE): interne beoordeling opzet en inhoud rapportage
- Dhr. J.W.J. de Beer (manager OCE): interne beoordeling opzet en inhoud rapportage
- Dhr. W. van den Brandhof MA (historicus): interne beoordeling opzet en inhoud rapportage en vergaren specifieke gegevens betreffende geallieerde tactische luchtaanvallen d.d. 13 oktober 1944
- Dhr. M.J.M.M. Jochoms (Senior OCE-deskundige): interne beoordeling inhoud rapportage

1.5.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de resultaten van het literatuur- en het archiefonderzoek.

In hoofdstuk 3 zijn de relevante indicaties en contra-indicaties chronologisch geordend in een lijst van gebeurtenissen. In dit hoofdstuk is tevens bepaald of de lijst met gebeurtenissen voldoende indicaties bevat, waaruit blijkt dat ter plaatse van de onderzoekslocatie mogelijk CE aanwezig zijn.

Hoofdstuk 4 is het resultaat van de beoordeling van bronnenmateriaal. De bij hoofdstuk 4 behorende CE-bodembelastingkaart is opgenomen in bijlage 6.5.

Conclusies en aanbevelingen komen aan de orde in hoofdstuk 5.

2 INVENTARISATIE BRONNENMATERIAAL

2.1 Eerder uitgevoerde onderzoeken

2.1.1 Rapportages archief AVG

Medewerkers van AVG hebben in het verleden vooronderzoeken op het grondgebied van Breda uitgevoerd.

- AVG Geoconsult Heijen BV, Vooronderzoek Oude Leij d.d. 13 maart 2012. Projectcode: 1162002
- AVG Explosieven Opsporing Nederland, Vooronderzoek Leidingtracé Zevenbergen-Breda d.d. 21 oktober 2013. Kenmerk: 1362028-VO-02.

Er zijn in dit rapport geen relevante vermeldingen met betrekking tot het analysegebied aangetroffen.

Medewerkers van AVG hebben in het verleden geen vooronderzoeken op het grondgebied van Alphen-Chaam uitgevoerd.

2.1.2 Derden

Er zijn in het AVG bedrijfsarchief door civiele explosieven opruimingsbedrijven in de gemeenten Breda en Alphen-Chaam uitgevoerde vooronderzoeken aanwezig:

- Bodac, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Galderse Heide d.d. 22 september 2009. Projectnummer onbekend.
- Bodac, Historisch Onderzoek Ongesprongen Explosieven Omlegging Alphen d.d. 18 december 2002. Projectnummer 422.05
- ECG, Markkanaal tussen Breda en Oosterhout d.d. 1 april 2014. Documentcode: 118-014-VO-01.
- T&A Survey, Het spoor baanvak Breda-Roosendaal (km 17.624-19.727) d.d. 23 februari 2009. Projectnummer 0209-GPR1636

Deze vooronderzoeken zijn geraadpleegd en geanalyseerd. De onderzoeksresultaten zijn in de hierop volgende tabellen weergegeven:

Datum	Gebeurtenis (bron: Bodac, Omlegging Alphen)	Relevant	Motivatie
1940-1945	Geen relevante vermeldingen aangetroffen met betrekking tot het analysegebied.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: Markkanaal tussen Breda en Oosterhout)	Relevant	Motivatie
1940-1945	Geen relevante vermeldingen aangetroffen met betrekking tot het analysegebied.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: T&A Survey, Het spoor baanvak Breda-Roosendaal)	Relevant	Motivatie
1940-1945	Geen relevante vermeldingen aangetroffen met betrekking tot het analysegebied.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: Bodac, VCE Galderse Heide)	Relevant	Motivatie
12/13 mei 1940	"In de avond van 12 mei, om 23.00 uur, arriveerden de Duitse eenheden in de Brugstraat (eerste deel Duivelsbruglaan), waar een wegversperring was aangebracht. De infanterie kon de brug echter ongehinderd passeren. Daarna werden ze echter zwaar onder vuur genomen door Franse mitrailleurs, die stelling hadden genomen aan de rand van het Mastbos. De Duitsers moesten dekking zoeken in de sloot tegenover Bad Wörishofen, in afwachting van versterkingen. Van de zijde van het regiment werden vier stukken infanteriegeschut aangevoerd, die vanaf de Duivelsbruglaan op de Franse stellingen aan de rand van het Mastbos vuurden, maar hun tegenstanders niet konden verdrijven. (…). Toen het licht werd trok de Duitse infanterie, gesteund door hun zware wapens over de Duivelsbrug in de richting van het bos, dat na zware gevechten werd gezuiverd van de Fransen." (p. 8, bron onbekend)	Mogelijk	De omschreven locaties liggen (gedeeltelijk) binnen de begrenzing van het analysegebied.

Een zoekslag naar vooronderzoeken op het internet heeft geen relevante informatie opgeleverd.

2.2 Literatuur

2.2.1 Meidagen 1940

Beknopt algemeen historisch kader:
Het Zesde en het Achttiende Duitse leger vielen op 10 mei 1940 Nederland binnen in kader van het door Hitler bevolen Fall Gelb. Het Zesde Leger trok door het zuidelijk deel van Nederland richting het Albertkanaal. De hoofdaanval van het Achttiende Leger was gericht op de Moerdijkbruggen die door Duitse parachutisten waren veroverd. De Moerdijkbruggen waren de toegangspoort naar Vesting Holland waar het Nederlandse opperbevel, koningin Wilhelmina en de regering zetelden.

Nederland was van groot belang voor de Luftwaffe (de Duitse luchtmacht). De vliegvelden zouden worden gebruikt voor de strijd tegen Groot-Brittannië en tegelijkertijd kon het Ruhrgebied alleen afdoende worden beschermd tegen vijandelijke luchtaanvallen wanneer er Nederlands grondgebied aan het Derde Rijk was toegevoegd.

Het analysegebied in de meidagen van 1940:
Het analysegebied lag in mei 1940 bij Ulvenhout, in de gemeente Ginneken en Bavel. Op 1 januari 1942 is het dorp Ginneken door de gemeente Breda geannexeerd. Het restant van de gemeente heette voortaan Nieuw-Ginneken. In de hierop volgende tabellen zijn vermeldingen met betrekking tot de meidagen van 1940 in de gemeente Ginneken en Bavel en de plaats Ulvenhout opgenomen:

Ginneken en Bavel:

Datum	Gebeurtenis (bron: V.E. Nierstrasz (red.), De verdediging van Noord-Limburg en Noord-Brabant. Mei 1940)	Relevant	Motivatie
Mei 1940	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: F.J. Molenaar, De Blauwe Serie. De Luchtverdediging in de meidagen 1940. Deel I en II)	Relevant	Motivatie
Mei 1940	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Ulvenhout:

Datum	Gebeurtenis (bron: V.E. Nierstrasz (red.), De verdediging van Noord-Limburg en Noord-Brabant. Mei 1940)	Relevant	Motivatie
Mei 1940	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: F.J. Molenaar, De Blauwe Serie. De Luchtverdediging in de meidagen 1940. Deel I en II)	Relevant	Motivatie
Mei 1940	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

2.2.2 Luchtoorlog 1940-1945

In de hieronder weergegeven tabellen zijn vermeldingen over de luchtoorlog te Breda, Nieuw-Ginneken en Ulvenhout in de jaren 1940-1945 weergegeven:[2]

Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945)	Relevant	Motivatie
29 maart 1942	Bombardement op Breda. Getroffen werd de Havermansstraat.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
11 september 1944	Typhoon Mk MN472 XM-Z van het No. 182 squadron op de lijn Breda Dordrecht gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
23 september 1944	Typhoon op de weg van Gorinchem naar Breda gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 september 1944	Bombardement op Breda door Spitfires NL- van het No. 341 Franse G.3/2Alsace squadron met 9 bommen van 250- en 500 lbs. Getroffen werd het spoorweg-emplacement.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
14 oktober 1944	**Bombardement op Breda. Getroffen werd het rustoord Bad Wörishoven.**	**Mogelijk**	**De Duivelsbruglaan, waaraan het rustoord lag, ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**
4 december 1944	Lancaster PA170 LS- van het No.15 squadron ten noorden van Breda gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal / De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
6 december 1944	P-51 Mustang Mk II FR891 XV- van het No. 2 squadron te Breda gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
23 december 1944	Duits bombardement door twee Messerschmitts Me 262 ten noordwesten van Breda.	Nee	De vermelding is te globaal / De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
29 december 1944	Duits bombardement bij Breda.	Nee	De vermelding is te globaal.
1 januari 1945	Focke Wulf Fw 190 van het 4./JG 1 "Oesau" aan de Teteringsedijk bij Breda gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

[2] Er zijn in de geraadpleegde literatuur geen relevante vermeldingen voor de gemeente Ginneken en Bavel met betrekking tot het analysegebied aangetroffen. Derhalve worden er geen tabellen van deze gemeente weergegeven. Omdat het analysegebied vanaf 1 januari 1942 gedeeltelijk tot Breda behoorde, worden alleen de gebeurtenissen die vanaf deze datum te Breda hebben plaatsgevonden in de tabellen weergegeven.

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945)	Relevant	Motivatie
1 januari 1945	P-51 Mustang XV- van het No. 2 squadron om 10.00 uur nabij Breda gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
21/22 januari 1945	V-1 neergestort te Breda. Getroffen werd aan de Molengracht de boerderij van de fam. De Jong.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
22 januari 1945	V-2 neergestort te Breda.	Nee	De vermelding is te globaal.
30 januari 1945	V-1 neergestort te Breda. Getroffen werd de Hero fabriek.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: G. J. Zwanenburg, En nooit was het stil. Deel I & II)	Relevant	Motivatie
11 september 1944	Eén vliegtuig van No 182 Squadron keerde niet terug van aanvallen in het gebied Breda-Dordrecht. (Deel 2, p. 308)	Nee	De vermelding is te globaal.
24 september 1944	79 Typhoons en 35 RAF Mustangs patrouilleerden in het gebied Arnhem, Breda, Gorinchem en claimen het volgende: locomotieven vernield zeven, beschadigd zeven; spoorwagons vernield 47, beschadigd twee; treinen vernield twee, beschadigd een en vrachtauto's vernield drie, beschadigd 64. Een Typhoon keerde niet terug. (Deel 2, p.354)	Nee	De vermelding is te globaal.
13 oktober 1944	Jabo-aanvallen werden uitgevoerd op een Duits Hoofdkwartier bij Breda en op doelen bij Breskens, Horst, IJzendijke en Schoondijke. Noot. Het waren 11 Typhoons van No 197 en acht van No 266 Squadron geweest, die respectievelijk uitgerust met bommen en raketten de aanval op het hoofdkwartier bij Breda hadden uitgevoerd. (Deel 2, p. 405)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
20 oktober 1944	39 Amerikaanse bommenwerpers deden aanvallen op bruggen in het gebied van Breda en zo'n 1370 jagers en jabo's opereerden over de gevechtsterreinen. Van deze operaties keerden 21 jagers en één bommenwerper niet terug, maar in luchtgevechten werden 24 vijandelijke vliegtuigen neergeschoten, vijf vermoedelijk neergeschoten en 25 beschadigd. Op de grond werden er twee beschadigd. (Deel 2, p. 415)	Nee	De vermelding is te globaal.
3 november 1944	F/O. Linzel en W/O. Wansink noteerden aanvallen met bommen en boordwapens op doelen bij Wagenberg en Breda. (Deel 2, p. 435)	Nee	De vermelding is te globaal.
23 december 1944	Om 14.15 uur werden door twee Me-262's bommen afgeworpen in het noordwestelijke deel van Breda, waarbij burgerslachtoffers vielen en schade werd toegebracht. (Deel 2, p. 484)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied / De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Bozuwa-Wetselaar, In de schaduw van de Grote Kerk)	Relevant	Motivatie
Onbekend	Aan de Liesboslaan is een Messerschmitt 110 neergestort naar beschoten te zijn. (p. 131)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
Onbekend	Oorlogschade: Terheijdenseweg 18, 20 en 22 zijn geheel verdwenen. (p. 131)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Bozuwa-Wetselaar, In de schaduw van de Grote Kerk)	Relevant	Motivatie
1940-1944	Er vlogen wel iedere nacht bommenwerpers over, maar Breda was nooit het doelwit geweest. Dat veranderde vanaf oktober 1944. (p. 173)	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: SGLO crashregister, webeditie)	Relevant	Motivatie
19 augustus 1943	T2834 Bf 109 G-4 te Breda gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
19 november 1943	T3105 Bf 110 G-4 bij Breda, De Viersporng gecrasht.	Nee	De locatie is niet te herleiden.
1 januari 1945	T4962 Fw 190 A-8 aan de Teteringsedijk te Breda gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
6 januari 1945	T5088 Spitfire IXb bij Breda gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
5 april 1945	T5504 Auster III langs de weg Tilburg-Breda gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: www.vergeltungswaffen.nl)	Relevant	Motivatie
5 januari 1945	V1 (V2445) 50m ten westen van Lovensdijkstraat en 150 zuidwest van de kruising met Valkenierslaan gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
8 februari 1945	V1 (V0706) in een veld nabij de Teteringsche Dijk gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
8 februari 1945	**V1 (V0707) nabij de Galderscheweg te Breda in de lucht gedetoneerd.**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
15 februari 1945	V1 (V0828) achter een woning aan de Liesboschlaan te Breda gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
25 februari 1945	V1 (V2447) aan de Liesboslaan 2, 150 meter achter villa van familie Henken gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
25 februari 1945	V1 (V1072) aan de Heilaarstraat te Breda gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
25 februari 1945	**V1 (V1075) aan de Galderschenweg te Breda gecrasht.**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
28 februari 1945	V1 (V1174) aan de Terheijdenseweg in de buurt van de Bredasche Mestplein te Breda gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 februari 1945	**V1 (V1173) op 50 meter van de tuchtschool in bomen aan de Galderscheweg te Breda gecrasht.**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
28 februari 1945	**V1 (V1161) aan de Galderschenweg gecrasht.**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
2 maart 1945	**V1 (V1215) aan de Galderscheweg te Breda gecrasht.**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
6 maart 1945	V1 (V1303) aan de Heilaarstraat te Breda gecrasht gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945)	Relevant	Motivatie
10 mei 1940	**Duits bombardement op Nieuw Ginneken. Getroffen te Strijbeek het terrein aan de Strijbeekseweg 56 en het bos voor de Hilm.**	**Ja**	**De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**
10 mei 1940	Duits bombardement op Nieuw Ginneken.	Nee	De vermelding is te globaal.
11 mei 1940	**Duits bombardement op Nieuw Ginneken. Getroffen werd een terrein ten westen van Ulvenhout.**	**Mogelijk**	**Het analysegebied ligt direct ten westen van Ulvenhout.**

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945)	Relevant	Motivatie
4 juli 1941	Bombardement op Ginneken. Getroffen werd Hamel en het Udenhoutse bos.	Nee	De vermelding is te globaal.
17 februari 1942	T 1420 Junker Ju 88 C-6 R4+LR met Werkenummer 360153 van het Erg.St./NJG 2 om 01.40 uur verongelukt aan de Geerbroeksweg te Nieuw Ginneken.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
31 mei 1942	Wellington Mk PH- van het No. 12 squadron om 01.15 uur te Galder, Nieuw Ginneken op het terrein van Gorie Maas tegenover de Galdense kapel bij de St. Jacobstraat gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
13 oktober 1944	**Bombardement op Nieuw Ginneken. Getroffen werd een rustoord aan de Duivelsbruglaan.**	**Mogelijk**	**De Duivelsbruglaan ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
14 oktober 1944	**Bombardement op Ginneken. Getroffen werd de Hervormde kerk.**	**Ja**	**De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied (Duivelsbruglaan 1).**
17 december 1944	V-1 neergestort te Nieuw Ginneken. Getroffen werd Valkenberg.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
31 januari 1945	V-1 neergestort te Nieuw Ginneken. Getroffen werd te Galder de boerderij van de Fam. Maas.	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: G. J. Zwanenburg, En nooit was het stil. Deel I & II)	Relevant	Motivatie
1940-1945	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: SGLO crashregister, webeditie)	Relevant	Motivatie
16/17 februari 1942	T1420 Ju88 C-6 aan de Geesbroekseweg te Nieuw-Ginneken gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: www.vergeltungswaffen.nl)	Relevant	Motivatie
31 januari 1945	V1 (V0545) bij de boerderij van de fam Maas te Galder (Nieuw-Ginneken) gecrasht.	Nee	De locatie is niet te herleiden.
31 januari 1945	**V1 (V0557) tussen twee boerderijen nabij een kapel aan de Galderscheweg gecrasht.**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
4 februari 1945	V1 (V0664) in een weiland op 50 meter van twee boerderijen in het buurtschap Diunt gecrasht.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
23 februari 1945	**V1 (V1004) in een bos op 400 meter van de Strijbeekscheweg te Nieuw-Ginneken gecrasht.**	**Mogelijk**	**De Strijbeekseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
27 februari 1945	V1 (V2061) in een weiland op ca 500 meter van de weg Breda – Meerseldreef te Nieuw-Ginneken gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.

Ulvenhout:

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945)	Relevant	Motivatie
4 juli 1941	Bombardement om 01.00 uur op Ulvenhout.	Nee	De vermelding is te globaal.
4 februari 1945	Junker Ju 88 bij Ulvenhout gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
8 februari 1945	**V-1 neergestort te Ulvenhout. Getroffen werd de Bieberglaan.**	**Ja**	**De Bieberglaan ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**
28 maart 1945	V-1 neergestort te Ulvenhout. Getroffen werd het terrein waar zich nu het gazon bevindt van de Wiek.	Nee	De locatie is niet te herleiden.

Datum	Gebeurtenis (bron: G. J. Zwanenburg, En nooit was het stil I & II)	Relevant	Motivatie
3/4 juli 1941	Vliegtuigen voeren aanvallen uit. Er vielen o.a. bommen bij Gilze-Rijen op Tefringen, het schijnvliegveld bij Alphen en in Ulvenhout. (Deel 1, p. 217)	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: SGLO crashregister, webeditie)	Relevant	Motivatie
17 februari 1943	R0438 Ju88 C te Ulvenhout gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: www.vergeltungswaffen.nl)	Relevant	Motivatie
31 december 1944	V1 (V1752) te Ulvenhout gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
31 december 1944	V1 (V1753) te Ulvenhout gecrasht.	Nee	De vermelding is te globaal.
8 februari 1945	**V1 (V718) aan de Bieberglaan te Ulvenhout gecrasht.**	**Ja**	**De Bieberglaan ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**
28 maart 1945	V1 (V1537) op het huidige terrein van de Wiek te Ulvenhout gecrasht.	Nee	De locatie is niet te herleiden.

2.2.3 Bevrijding oktober 1944

Het analysegebied in 1944:
Vermeldingen over de bevrijding van Breda, Nieuw-Ginneken en Ulvenhout zijn in de hieronder staande tabellen weergegeven:

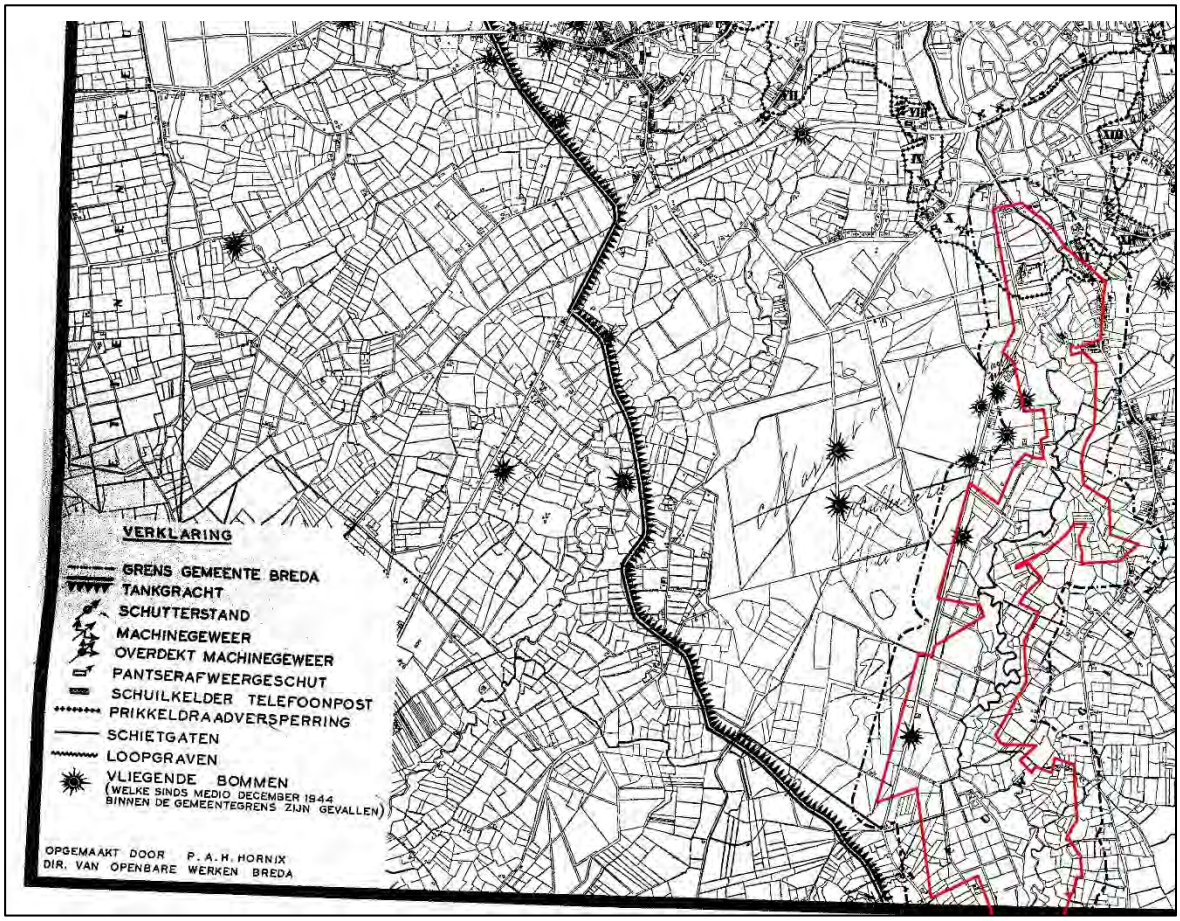
Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: C.P. Coenders, Breda in oorlog)	Relevant	Motivatie
1944	**Tijdens de bevrijdingsdagen ontplofte er een Duitse munitiewagen op de Ginnekenweg. (p. 86)**	**Mogelijk**	**De Ginnekenweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
1944	In de school tegenover het postkantoor aan de Keizerstraat hadden verzetsstrijders een bewakingspost betrokken. De groep keek toe hoe twee Duitsers op hun gemak de boel opbliezen. (p. 87)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
1944	**Britse en Canadese troepen komende van Ulicoten, via Chaam, Strijbeek en Ulvenhout trokken over de Ulvenhoutselaan naar Breda. Ter hoogte van de Bieberg werden zij bestookt door de Duitsers, die opgesteld waren in het Mastbos en het nabijgelegen Wolfslaar. Tijdens het vuurgevecht beschoten de tanks de historische boerderijen van de familie Hamel nabij Wolfslaar en van Kaat van Haperen nabij het Mastbos. (p. 88)**	**Ja**	**De Ulvenhoutselaan ter hoogte van Bierberg ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. Het Mastbos ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**

Datum	Gebeurtenis (bron: C.P. Coenders, Breda in oorlog)	Relevant	Motivatie
Oktober 1944	Breda was een stad van geen enkel strategisch belang. Bij Dorst en de Driesprong liepen de Poolse tanks vast door felle aanvallen van de Duitsers, die uit het Cadettenkamp kwamen. De infanterie kwam nu aan de beurt om het zaakje op te knappen. Via Molenschot en Bavel bereikten zij op zaterdag 28 oktober om ongeveer 4 uur de kerk in de Overakkerstraat en Seminarie Ypelaar. Het Seminarie, waarin de Duitsers zich hadden verschanst, werd met fosforgranaten in brand geschoten. (p. 90)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
Oktober/november 1944	Het pand van Dijckhoff in de Ginnekenstraat werd bij het kruisje getroffen door een granaat. (p. 97)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
Oktober/november 1944	De Verlaatbrug is door oorlogshandelingen vernield. (p. 97)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
Oktober/november 1944	**De Driesprongkerk en de kerken in Ginneken werden door oorlogshandelingen zwaar beschadigd. (p. 100)**	**Mogelijk**	**Twee kerken te Ginneken, aan de Duivelsburglaan en de Ginnekenweg liggen binnen de begrenzing van het analysegebied. De Driesprongkerk ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.**
14 oktober 1944	**Op 14 oktober bombardeerden de geallieerden een Duits hoofdkwartier aan de Duivelsbruglaan. Niet het hoofdkwartier werd getroffen, maar het in de buurt gelegen rustoord "Bad Wörishofen" was het slachtoffer. Ook de Hervormde Kerk van Ginneken werd getroffen. (p. 80, 85)**	**Ja**	**De locaties liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.**
29 oktober 1944	Nachtelijke verkenningen hadden uitgewezen dat er bij het Schoolakkerplein nog enkele mitrailleurnesten met Duitsers waren. (p. 90)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding)	Relevant	Motivatie
Onbekend	**De Montessorischool aan de Postlaan, waarin de Duitsers sinds november 1940 hadden gebivakkeerd en die in de laatste tijd voor de bevrijding als hulptelefooncentrale had gediend, was door twee granaten getroffen. (p. 200)**	**Mogelijk**	**De Postlaan ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
1944	**Vooral in 1944 beschadigden luchtbombardementen opnieuw verschillende gebouwen en woonhuizen in de stad, o.a. aan de Ouden Terheijdenscheweg, de Spoorstraat, Willemstraat, Duivelsbruglaan, waardoor het gehele Bad Wörishofen aldaar werd verwoest en de Nederlands Hervormde Kerk van Ginneken zwaar werd beschadigd. Terwijl bij de bevrijding van Breda betrekkelijk weinig schade aan de gebouwen werden aangericht, werden er van de 26 bruggen 18 geheel vernield. (p. 43)**	**Ja**	**Het Bad Wörishofen en de Hervormde Kerk te Ginneken liggen binnen de begrenzing van het analysegebied. De Duivelsbruglaan ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied. De overige locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.**

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding)	Relevant	Motivatie
Oktober 1944	Toen de geallieerde artillerie – eerst aan de zuidgrens van de gemeente en vandaar verplaatst naar de exercitieterreinen en het noorden van de stad – in actie kwam, bemerkte men ook, dat het nog alles behalve zonder gevaar voor Breda was. In de buurt van de Cavaleriekazerne sliep men in de nacht van 29/30 oktober evenmin als tijdens de strijd om de stad, zó zwaar waren de ontploffingen van de aldaar opgestelde batterij. (p. 131)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
13 oktober 1944	**Er vond een bombardement plaats op Bad Wörishofen en op delen van de stad, zoals Willemstraat, Mauritsstraat, omtrek station N.S. (p. 158)**	**Ja**	**Het Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. De overige locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.**
21/22 oktober 1944	Omstreeks 5 uur was er sprake van Engels artillerievuur op de Driehoek. Gelukkig kwamen deze granaten in de velden terecht. 10 minuten later werd het vuur verlegd op Wernhout. De pastorie en de kerk werden zwaar getroffen. Om kwart voor één 's nachts kreeg Wernhout het zwaar te verduren. Tal van huizen werden beschadigd door kanonvuur. (p. 250)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
27 oktober 1944	**De Duitsers waren vrijwel gereedgekomen met de afvoer van granaten en munitie, welke zij in grote hoeveelheden in het Mastbos hadden opgeslagen. (p. 215)**	**Mogelijk**	**Het Mastbos ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
28 oktober 1944	Granaten sloegen in in de omgeving van de Burgemeester Kerstenlaan en Burgemeester de Manlaan. Het Mastbosch-hotel en verschillende huizen in het Montenspark en aan de Burgemeester Manlaan en Burgemeester Kerstenlaan werden door voltreffers ernstig beschadigd. (p. 216/217)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	N.V. Hero-conserven. Teteringsedijk. Deze fabriek was een van de eerste Bredase industrieën die het eerst in de vuurlinie lagen. 's Morgens kwam er onder meer een granaat terecht op de rijwielbergplaats van de Herofabriek. 's Middags vielen er weer granaten. (p. 222)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	De granaten floten over het stadsdeel bij de Mineraalwater- en limonadefabriek. Op enkele uitzonderingen na vielen de granaten buiten de bebouwde kom, waar de Duitse geschutopstellingen zich bevonden. (p. 209/210)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	De Duitsers lieten de Julianabrug ontploffen. (p. 217)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	N.V. Stoom Chocolade- en cacaofabriek Kwatta, Middenlaan. Er zijn Duitse granaten in de omtrek van de fabriek terechtgekomen. (p. 233)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
29 oktober 1944	Vooral zondags spatten veel treffers op het Kloosterplein uit elkaar. Een ervan kwam terecht in het gebouw van de Amsterdamsche Bank aan de Veemarkt. (p. 187)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.



Afb.2 – Kaart waarop onder andere de locaties van de neergekomen V-wapens zijn weergegeven. Onderzoeksgebied: rood omlijnd. Analysegebied: zwart omlijnd.

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding)	Relevant	Motivatie
Oktober 1944	De Tuchtschool voor Jongens op het grondgebied der voormalige gemeente Ginneken was een der eerste gebouwen, die onder het geallieerde artillerievuur van onze bevrijders kwam te liggen. (p. 203)	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
Oktober 1944	Zowel op den hoek der Bavelschelaan als op den Schoolakker van Ginneken behaalden de Duitsers nog een paar kleine succesjes door met hun handgranaten en pantservuisten een tweetal geallieerde tanks in brand te gooien, waardoor de straatgevechten in dit deel der voormalige gemeente Ginneken enige slachtoffers onder onze bondgenoten eisten. (p. 149)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding)	Relevant	Motivatie
Oktober 1944	Vooral in de Brabantlaan en bij het Brabantpark heeft het nog enige uren gespannen en daar zijn nog even felle gevechten geleverd. Voorts waren de stellingen door camouflage met takken e.d. vrij goed aan de waarneming onzer bevrijders onttrokken. Door het intense granaatvuur der Geallieerden sloegen de projectielen links en rechts in het park en nabij de huizen in, ook in de huizen, n.l. die van wijlen kapelaan van Lierop, nabij Brabantlaan 16 en in en om den Engelsen tuin. (p. 150, 152)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
Oktober 1944	Een brug in de omgeving van de Dr. De Visserschool aan de Mark in Ginneken werd door de Duitsers tot ontploffing gebracht. (p. 155/156)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28/29 oktober 1944	In de Brugstraat van de voormalige gemeente Ginneken werd een gehuwde vrouw zwaar gewond door een granaatscherf en door haar echtgenoot voorlopig verbonden. Daarna snelde hij de straat op om een dokter te halen, al sloegen de granaten nog van alle kanten in, want het gebeurde in den nacht van Zaterdag op Zondag, 29 oktober, dus toen in het Zuidelijk deel der gemeente Breda de strijd nog hevig woedde. (p. 161)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
29 oktober 1944	De bevrijding heeft Breda en vooral Ginneken wel veel gekost aan materiële schade, doch gezien het feit, dat in den toren van de Laurentiuskerk Duits geschut was opgesteld, alsmede in de Molenstraat, bij de Ypelaar, bij het „Beste Brood" en op den Schoolakker, waardoor een gesticht als „Moederheil" midden in de vuurlinie kwam te liggen, hetgeen de beschadiging er van evenals die van de Mariakerk en de Laurentiuskerk voldoende verklaart, zijn de gevolgen toch nog minder ernstig geweest dan aanvankelijk gevreesd werd. (p. 169)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie in Nederland)	Relevant	Motivatie
13 oktober 1944	Op 13 oktober 1944 kwam hierin plotseling verandering door de verwoesting van Bad Wörishofen in Ginneken waarbij 29 slachtoffers vielen te betreuren. Het trieste van deze aanval door de geallieerden was dat het beoogde doelwit n.l. het Duitse Hoofdkwartier, dat slechts twee huizen verder in een villa in de Duivelsbruglaan lag, zelfs niet werd beschadigd. Met dit bombardement was voor Ginneken de oorlog in al zijn hevigheid in haar midden gekomen. De angst zat er plotseling in. (p. 85/86)	Ja	Het Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	Rond 1 uur 's middags is er nog een uitslaande brand, vlak bij de hoek van de Bavelselaan en in de namiddag staan de Canadezen bij de Laurentiuskerk in Ginneken. Zij nemen verder geen deel aan de bevrijding van Breda, maar zuiveren de Galderseweg en de bosrand langs Ginneken. (p. 66)	Ja	De Laurentiuskerk ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. De Galderseweg ligt grotendeels binnen de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie in Nederland)	Relevant	Motivatie
28 oktober 1944	Volgens het beproefde systeem gaan de twee brigades zelfstandig te werk: de Derde Infanteriebrigade gaat Breda aanvallen vanuit het Z.-O., verovert daarom eerst Bavel op zaterdag 28 oktober en bereikt 's avonds de buitenwijken van onze stad aan de kant van Ginneken. De eerste tegenslag komt echter, wanneer deze brigade op verwoede tegenstand stuit bij het seminarie Ypelaar. De SS-bezetting verdedigt zich tot de laatste kogel en daarna gaat het gebouw in vlammen op. (p. 68)	Nee	Het seminarie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	Het Negende Bataillon houdt zich nu verder bezig met het opruimen van weerstandsnesten ten Zuiden van de singels. De Podhalanen trekken langs de bosrand van Ginneken richting Princenhage en de Canadezen, die rond 1 uur 's middags in de Ulvenhoutselaan staan, zuiveren de bosrand en het daarachter gelegen gebied. (p. 72)	Ja	De Ulvenhoutselaan ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: P. de Schipper, Bij de bevrijding begon de oorlog)	Relevant	Motivatie
1944-1945	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: SGLO crashregister, webeditie)	Relevant	Motivatie
13 oktober 1944	"Mijn ouderlijk huis lag hemelsbreed nog geen vierhonderd meter van het hoofdkwartier, bijna in het verlengde van de Bouvignelaan. Om ongeveer 11.00 uur in de ochtend van de 13e oktober vlogen een aantal jachtbommenwerpers van het type Hawker Typhoon rakelings over en achter ons huis in de Regentesselaan. We hoorden bommen en/of raketten inslaan. Ruiten sprongen en dakpannen vielen naar beneden. We hadden geen tijd om de kelder in te duiken. Alles had zich binnen enkele minuten afgespeeld. Maar waar? Een aantal Typhoons cirkelden nog vrij laag rond om te kijken wat ze geraakt hadden en verdwenen weer. Naderhand vernamen wij dat het negentien Typhoons geweest waren, n.l. elf van Nr. 197 en acht van Nr. 266 Squadron van de RAF. Waarschijnlijk hebben ze niet allemaal van hun bommen en/of raketten gebruik gemaakt. We konden niet meteen gaan kijken waar de aanval had plaatsgevonden omdat Duitse militairen ons op een afstand hielden. Enkele uren daarna werd de Werfstraat en Duivelsbruglaan vrijgegeven toen de Duitse generaal met zijn staf geëvacueerd was. Tot ieders ontzetting bleek dat niet het hoofdkwartier [van Generaal Von Zangen, 15e Duitse Leger] maar Bad Wörishofen totaal in puin lag."	Ja	De locaties liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.

Ulvenhout:

Datum	Gebeurtenis (bron: P. de Schipper, Bij de bevrijding begon de oorlog)	Relevant	Motivatie
28 oktober 1944	Er vlogen granaten over Ulvenhout. Ze vielen in de Julianalaan. (p. 49)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding)	Relevant	Motivatie
28 oktober 1944	Doordat de eerste Geallieerde eenheden in twee richtingen vanuit het Zuiden naar Breda waren opgerukt – vanuit Gilze naar Bavel en vanuit Chaam Naar Ulvenhout - en zich toen a.h.w. waaiervormig verspreidden, kregen de verschillende Duitse Verbände geen gelegenheid meer de toegangswegen in het Zuidelijk en Zuid-Oostelijk deel van het grondgebied der gemeente tijdig „af te grendelen". (p. 148)	Nee	Geen CE indicatie.
28 oktober 1944	Toen op 28 oktober de eerste geallieerde granaten in de buurt van de Chaamsen weg insloegen en kort daarna Engelse tanks tot Cauwelaer, dus op een uur afstand van Ginneken, waren genaderd, waren dit de eerste symptomen van Ulvenhouts bevrijding. (p. 254)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	**Een deel der [geallieerde] tanks trok het veld in om via den Strijbeekschen weg de Duitse artillerie in de flank te komen, welke operatie heel goed slaagde. Het zware geschut liet zich nu spoedig horen, de machinegeweren kwamen in actie, doch tevens ging de eerste boerderij onder den rook van Ulvenhout in vlammen op. Lichtspoormunitie zocht haar weg over de kale akkers en de aanvallers trokken langzaam op. (p. 254)**	**Mogelijk**	**De Strijbeekseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
29 oktober 1944	Nauwelijks waren echter de geallieerde tanks in beweging, of er werd van de andere zijde geschoten. De bedienende tankboordschutters draaiden onmiddellijk hun geschutstoren tiet veld in en een oorverdovend kanongebulder brak los. (p. 255)	Nee	De vermelding is te globaal.
29 oktober 1944	Ook des avonds van den bevrijdingsdag moest er nog een verzetsnest door enkele tanks worden opgeruimd. Verspreid liggende gesneuvelde Duitsers werden opgehaald. Ondanks krachtig artillerievuur was bevrijd Ulvenhout slechts licht beschadigd uit den strijd te voorschijn gekomen. (p. 255)	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie Nederland)	Relevant	Motivatie
1944	**In de laatste maanden van de bezetting stijgt de spanning en worden inwoners van Ulvenhout opgeroepen om te gaan werken aan de tankvallen bij Strijbeek, eerst goedschiks en dan met geweld. (p. 66)**	**Mogelijk**	**Strijbeek ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**

Datum	Gebeurtenis (bron: T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie Nederland)	Relevant	Motivatie
28 oktober 1944	Op zaterdag 28 oktober naderen vanuit Chaam de eerste Canadese tanks, die ter hoogte van de Strijbeekseweg de Duitse artillerie tot zwijgen proberen te brengen. In de verte is het artillerievuur op Breda hoorbaar, maar toch zijn er op zondagmorgen nog Duitsers in de buurt. Canadese tanks zetten zich dan in beweging en rukken met infanteristen langzaam maar zeker op door de Dorpsstraat. De molen heeft nog maar twee wieken en verschillende panden zijn zwaar beschadigd. Nauwelijks hebben de tanks zich in beweging gezet, of ze worden al weer beschoten. Dan wordt gelukkig een stuk anti-tankgeschut met bemanning buitgemaakt en komt men na ongeveer anderhalf uur bij de Bieberg. Van daaruit verkent men het Markdal en dan komt er plotseling weer tegenvuur uit de omgeving van het Kippebruggetje (Ulvenhoutselaan). Met een paar goed gerichte schoten wordt dat weerstandsnest tot zwijgen gebracht, maar helaas gaat daarmee de boerderij bij het bruggetje in vlammen op en vallen er slachtoffers. Verder gaan de Canadezen weer en aan de rechter zijde van de Ulvenhoutselaan, gezien in de richting van Breda, ontmoeten ze geen weerstand meer. Het gebied daarachter is al door de Polen gezuiverd! (p. 66)	Ja	De Ulvenhoutselaan ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. De Strijbeekseweg en Markdal liggen gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.
28 oktober 1944	Vanuit Chaam is het Tweede Canadese legerkorps in aantocht, dat ter hoogte van de Strijbeekseweg bij Ulvenhout de Duitse verdedigingslinie bestookt. (p. 68)	Mogelijk	De Strijbeekseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.

2.2.4 Naoorlogse geschiedenis

De onderstaande boeken hebben o.a. betrekking op de naoorlogse geschiedenis:

Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Meijers, Achtung Minen – Danger Mines. Het ruimen van landmijnen in Nederland 1940-1947)	Relevant	Motivatie
1940-1947	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: J. van Woensel, Vrij van explosieven. De geschiedenis van het EOCKL en zijn voorgangers 1944-2004)	Relevant	Motivatie
1944-2004	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: A. Meijers, Achtung Minen – Danger Mines. Het ruimen van landmijnen in Nederland 1940-1947)	Relevant	Motivatie
1940-1947	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Datum	Gebeurtenis (bron: J. van Woensel, Vrij van explosieven. De geschiedenis van het EOCKL en zijn voorgangers 1944-2004)	Relevant	Motivatie
1944-2004	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

Ulvenhout:

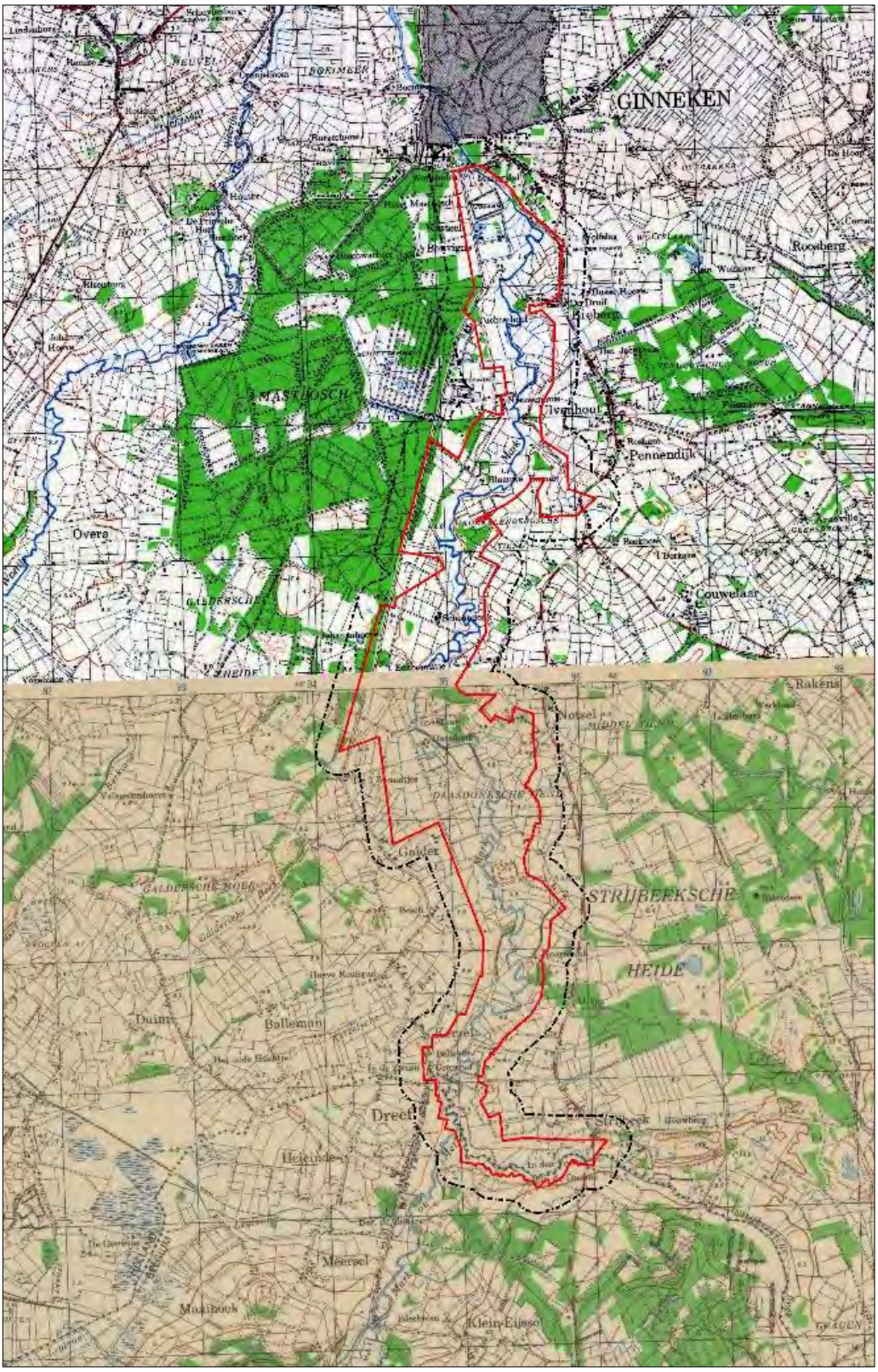
Datum	Gebeurtenis (bron: A. Meijers, Achtung Minen – Danger Mines. Het ruimen van landmijnen in Nederland 1940-1947)	Relevant	Motivatie
1944/1945	Landarbeiders in zeer veel gebieden weigerden om het werk in de landbouw te hervatten zolang deze velden niet op landmijnen waren afgezocht. Klachten over landmijnen in West-Brabant kwamen binnen uit Baarle-Nassau, Ulvenhout, Hilvarenbeek, Goirle, Gilze-Rijen, Bavel, Waspik, Terheijden, Lage- Zwaluwe, Moerdijk, Zevenbergen, Etten-Leur, Oud-Gastel, Bergen op Zoom, Wouw, Woensdrecht, Huijbergen, Wouwsche Plantage, Hoeven, Hoogerheide, Zundert, Chaam, Alphen en Klundert. (p. 27)	Nee	De vermelding is te globaal.

Datum	Gebeurtenis (bron: J. van Woensel, Vrij van explosieven. De geschiedenis van het EOCKL en zijn voorgangers 1944-2004)	Relevant	Motivatie
1944-2004	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

2.3 Collectie stafkaarten Topografische Dienst Kadaster te Zwolle

2.3.1 Geallieerde stafkaarten

Het analysegebied staat op de stafkaarten Breda, sheet 16 NE (First Edition of 1944) en Zundert, sheet 16 SE (First Edition of 1944) die zijn opgemaakt volgens het Nord de Guerre coördinatenstelsel. Deze stafkaarten hebben een schaal van 1:25.000 en geven een goed beeld van het analysegebied in de Tweede Wereldoorlog. Het analysegebied ligt op de kaartvierkanten D.9426, D.9526, D.9626, D.9427, D.9527, D.9428, D.9528, D.9628, D.9429, D.9529, D.9430, D.9530, D.9431, D.9531, D.9631, D.9532, D.9632, D.9433, D.9533, D.9633 en D.9534. Stafkaarten worden tevens gebruikt om de locaties van geallieerde luchtaanvallen te achterhalen (zie hoofdstuk 2.14).



Afb. 3 - Geallieerde stafkaart van het analysegebied, gepositioneerd door middel van GIS. Rood: onderzoeksgebied. Zwart: analysegebied.

2.3.2 Duitse stafkaart

Er is in het AVG bedrijfsarchief een relevante Duitse stafkaart aanwezig:

- Topografische Karte der Niederlande 1:50.000, Truppenkarte 50 West. Breda (3e uitgave november 1942.

Deze stafkaart is vergelijkbaar met het exemplaar uit de voorgaande paragraaf en wordt hier derhalve niet afgebeeld.

2.4 Luchtfoto's

2.4.1 Geraadpleegde luchtfoto's

De volgende luchtfotoarchieven zijn geraadpleegd:

- Archief van de Afdeling Speciale Collecties van de Wageningen Universiteitsbibliotheek. Dit archief bevat ruim 94.000 luchtverkenningsfoto's, die zijn gemaakt door de Royal Air Force (RAF) en United States Army Air Forces (USAAF) tijdens de Tweede Wereldoorlog. Er is hier een relevante luchtfoto van het analysegebied aanwezig
- Archief van het Kadaster te Zwolle. Dit archief bevat circa 110.000 luchtverkenningsfoto's uit de oorlogsperiode, gemaakt door de RAF en USAAF. Het archief bestaat ook deels uit voor- en naoorlogse luchtfoto's (in 1939 en 1940 zijn bijvoorbeeld de Grebbelinie en de Nieuwe Hollandse Waterlinie in beeld gebracht). Er zijn hier relevante luchtfoto's van het analysegebied aanwezig
- Het archief van de Luftbildatenbank te Estenfeld (Duitsland). De Luftbilddatenbank beschikt over 500.000 eigen luchtfoto's en raadpleegt daarnaast archieven in Nederland, de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Canada. Er zijn hier relevante luchtfoto's van het analysegebied aanwezig.

De volgende luchtfoto's zijn besteld en vervolgens geanalyseerd:

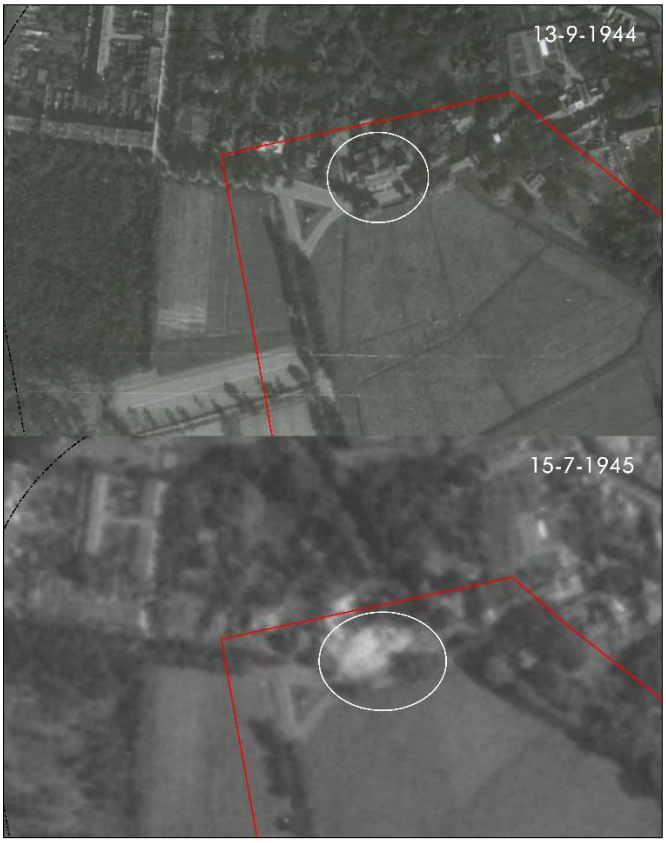
Datum	Vlucht	Fotonummer	Kwaliteit[3]	Collectie[4]	Geogerefereerd
13 september 1944	106G-2866	4229	A	Kad	Ja
26 september 1944	106G-3086	4079	A	Kad	Ja
13 oktober 1944	4-1050	3108	A	LBDB	Ja
13 oktober 1944	4-1050	3111	B	LBDB	Ja
15 oktober 1944	4-1079	3079	A	LBDB	Ja
15 oktober 1944	4-1079	3080	A	LBDB	Ja
15 oktober 1944	4-1079	4078	A	LBDB	Ja
15 oktober 1944	4-1079	4079	A	LBDB	Ja
23 december 1944	16-1503	4329	A	UW	Ja
15 juli 1945	3G-TUD-S147	5007	B	LBDB	Ja

De luchtfoto's zijn als categorie A en B gekwalificeerd. Dat betekent dat de verkrijgbare luchtfoto's een kleine kwalitatieve beperking hebben voor wat betreft de luchtfoto-interpretatie.

[3] Geallieerde kwalificatie van fotokwaliteit. A = goed, B = matig, C = slecht.

[4] *UW = Universiteit Wageningen, afd. Speciale Collecties*
Kad = kadaster
NCAP = National Collection of Aerial Photography
LBDB = Luftbilddatenbank

Afb. 4 - Luchtfoto van het analysegebied ter hoogte van Strijbeek. De luchtfoto d.d. 26 september 1944 is gepositioneerd door middel van GIS. Rood omlijnd: onderzoeksgebied. Zwart omlijnd: analysegebied.



Afb. 5 - Luchtfoto van het analysegebied ter hoogte van het Bad Wörishofen. De luchtfoto's d.d. 13 september 1944 en 15 juli 1945 zijn gepositioneerd door middel van GIS. De verwoesting van het pand is duidelijk zichtbaar. Rood omlijnd: onderzoeksgebied. Zwart omlijnd: analysegebied.

Afb. 6 - Luchtfoto van het analysegebied ter hoogte van boerderij Schoondonk. De luchtfoto d.d. 15 oktober 1944 is gepositioneerd door middel van GIS.

Afb. 7- Luchtfoto van het analysegebied ter hoogte van de Mark tussen Galder en Strijbeek. De luchtfoto d.d. 15 oktober 1944 is gepositioneerd door middel van GIS. Rood omlijnd: onderzoeksgebied. Zwart omlijnd: analysegebied.

2.4.2 Luchtfoto-interpretatie 1944-1945

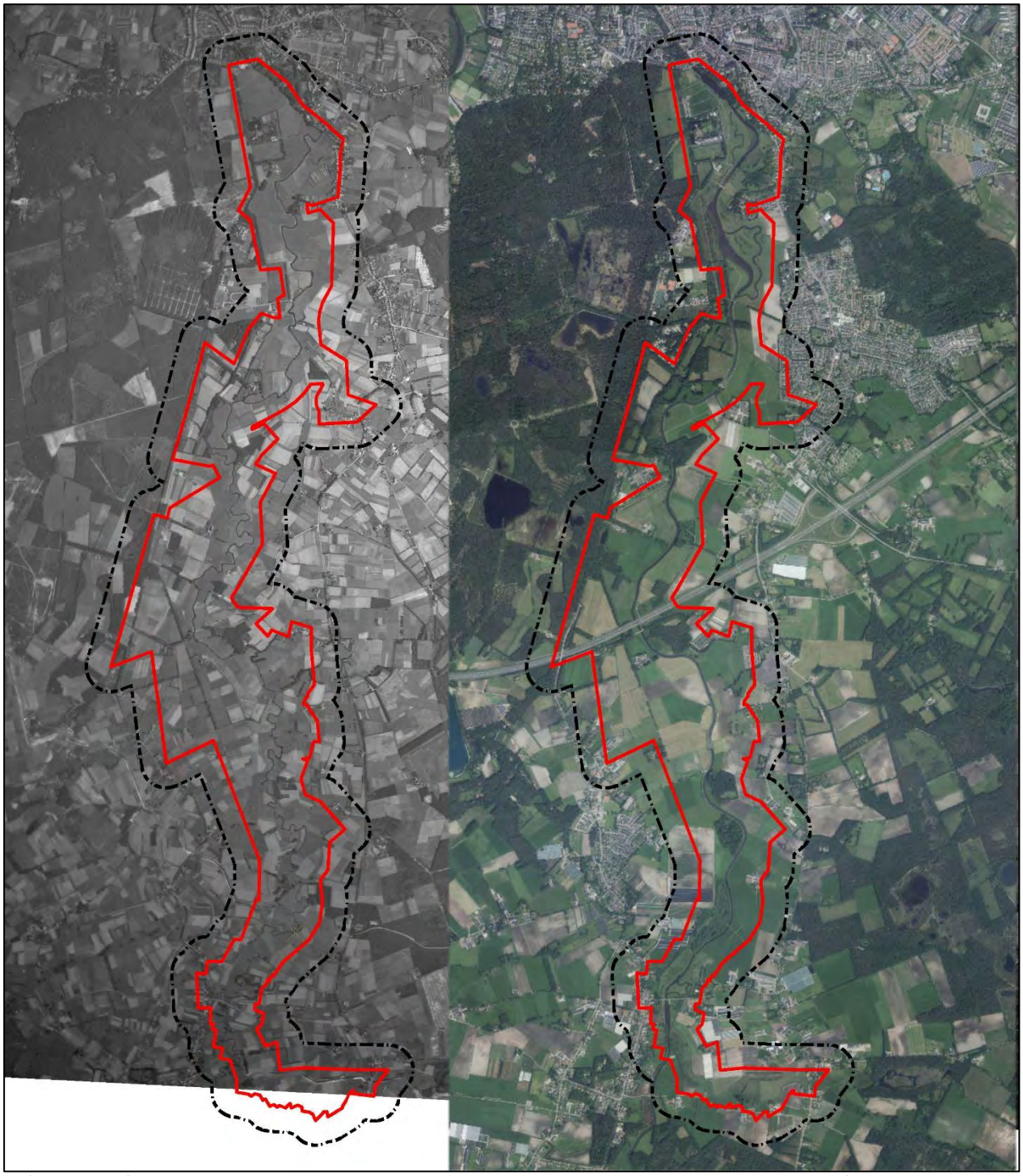
Een belangrijk selectiecriterium voor de luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog is de opnamedatum. De voorkeur ging primair uit naar luchtfoto's die zo kort mogelijk voor en na de belangrijkste gevechtshandelingen zijn gemaakt. Er is daarnaast rekening gehouden met de kwaliteit van de luchtfoto's, alsmede de schaal. Er kan naar aanleiding van de luchtfotoanalyse worden geconcludeerd dat er sporen van gevechtshandelingen in het analysegebied zichtbaar zijn.

De bevindingen naar aanleiding van de luchtfotoanalyse kunnen als volgt worden samengevat:

Luchtfoto	Analyseresultaat	Relevant	Motivatie
4229	Geen sporen van gevechtshandelingen waargenomen.	--	--
4079	**Wapenopstellingen en een tankgracht tussen Strijbeek en de Mark.**	**Ja**	**De wapenopstellingen zijn, conform de WSCS-OCE, verdacht op CE. Een tankgracht is, conform de WSCS-OCE verdacht op CE, indien er aanwijzingen voor gedumpte munitie zijn.**
3108	Geen sporen van gevechtshandelingen waargenomen.	--	--
3111	Geen sporen van gevechtshandelingen waargenomen.	--	--
3079	**Bomkraters, wapenopstellingen en stellingen.**	**Ja**	**De bomkraters en de wapenopstellingen zijn, conform de WSCS-OCE, verdacht op CE.**
3080	**Bomkraters, wapenopstellingen en stellingen.**	**Ja**	**De bomkraters en de wapenopstellingen zijn, conform de WSCS-OCE, verdacht op CE.**
4078	**Bomkrater en loopgraven.**	**Ja**	**De loopgraven en een door afwerpmunitie getroffen gebied zijn, conform de WSCS-OCE, verdacht op CE.**
4079	**Bomkrater en loopgraven.**	**Ja**	**De looppgraven en een door afwerpmunitie getroffen gebied zijn, conform de WSCS-OCE, verdacht op CE.**
4329	Geen sporen van gevechtshandelingen waargenomen.	--	--
5007	Geen sporen van gevechtshandelingen waargenomen.	--	--

2.4.3 Luchtfoto-interpretatie huidige situatie

Het analysegebied is in de huidige situatie geanalyseerd met behulp van Google Maps, Google Earth en Bing Maps. Uit een vergelijking van deze luchtfoto's met de in de voorgaande paragrafen besproken exemplaren blijkt dat de loop van de rivier de Mark naoorlogs grotendeels is veranderd. Het landelijke karakter van het dal is grotendeels hetzelfde gebleven. De Rijksweg A58 is naoorlogs aangelegd. Deze loopt door het analysegebied.



Afb. 8 - Luchtfotocollage van het analysegebied in 1945 (links) en de huidige situatie (rechts). De luchtfoto's d.d. 1945 en 2016 zijn gepositioneerd door middel van GIS. Rood omlijnd: onderzoeksgebied. Zwart omlijnd: analysegebied.

2.5 Gemeentearchieven Breda, Ginneken en Bavel, Nieuw-Ginneken

Het analysegebied lag in de Tweede Wereldoorlog in de toenmalige gemeenten Breda, Ginneken en Bavel en Nieuw-Ginneken.[5]

Bij het Stadsarchief Breda zijn de volgende inventarisnummers geraadpleegd:

Luchtbeschermingsdienst Breda. Toegang onbekend	Periode
6a. Waarnemingen, meldingen, verklaringen e.d. gedaan en afgelegd in het kader van de Luchtbeschermingstaak.	1940-1945
6b. Opgaven van gevonden projektielen, 1944 december - 1945 augustus (dossier 71/2)	1944-1945
6d. Opgaven van bominslagen en van de gevolgen aan slachtoffers en materiële schade, 1942 maart - 1944 december	1942-1944

Gemeente Breda 1945 – 1959. Toegang 4.3	Periode
18/V. Schadegevallen i.v.m. oorlogshandelingen	1944-1956
18/VI. Schadegevallen i.v.m. oorlogshandelingen	1944-1957
587/VI. Oorlogsschade	1950-1951
664-2. Ontploffingen en ontbrandingen, algemeen	1945-1956
677/II 3. Belcrumpolder. Afwikkeling oorlogsschade	1945-1959
723/IV 5. Oorlogsschade (Bruggen)	1945-1957

Brandweer Breda. Toegang 4.2	Periode
141. Brandrapporten	1939-1944
142. Stukken betreffende het zich voordoen van bijzondere gebeurtenissen tijdens brandweerwerkzaamheden	1945-1946

Gemeentebestuur Ginneken en Bavel 1925-1941. Toegang 0708.2	Periode
131. Begraving gesneuvelde militairen	Onbekend
636. Luchtbeschermingsdienst- kern Ulvenhout	Onbekend
757. Wegversperring Wolfslaar met Chr. Hermer	Onbekend
835. Tegemoetkoming in en financiering van oorlogsschade en aanvragen om "Notstandsbeihilfe" 1941. Stukken betreffende toekenning van vergoedingen wegens oorlogsschade.	1940-1941
874. Opruimen van versperringen in de gemeente Ginneken. Verwijderen van 2000 m. prikkeldraad versper-ring in de gemeente Ginneken.	Onbekend
875. Verwijderen van 500 m. prikkeldraadversperring in de gemeente Oosterhout. Opruimen puin in de ge-meente Zevenbergen	Onbekend
876. verwijderen van 200 m prikkeldraadversperring in de gemeente Rijsbergen. Opruimen van stellingen en prik-keldraadversperringen in de gemeente Chaam.	Onbekend
878. Verwijderen van prikkeldraadversperringen en opruimen van veldversterkingen (Rijksbureau voor Voedselvoor-ziening in oorlogstijd)	Onbekend
879. Schuilloopgraven	Onbekend
1089. begrafenis gesneuvelde militairen	Onbekend
1093. opgave van gesneuvelde militairen	Onbekend
1095. Inlevering militaire goederen	Onbekend

Gemeentebestuur Nieuw-Ginneken (1900) 1942 - 1969 (1993)	Periode
37. Stukken betreffende oorlogsschade aan woningen gelegen aan de Roosbergseweg 10, 12 en 14 te Bavel als-mede de elektriciteitsvoorziening ten behoeve van deze woningen	1945-1953
38. Stukken betreffende de verbetering, verbouwing en herstel van gebouwen wegens oorlogsschade alsmede be-treffende ruiling van (landbouw)gronden en de afwikkeling van de oorlogs- en bezettingsschade	1947-1950
105. Stukken betreffende het onderhoud en herstel van gebouwen vanwege oorlogsschade	1945-1955
107. Stukken betreffende verzekeringen tegen verschillende risico's, onder andere tegen brand, stormschade en schade veroorzaakt door vliegtuigen	1942-1955
216. Stukken betreffende het oude gemeentehuis, gelegen aan de Raadhuisstraat 6 te Breda, o.a. oorlogs- en be-zettingsschade	1942-1964

[5] Er is gezocht naar relevante inventarissen van de gemeente Alphen-Chaam met betrekking tot naoorlogs geruimde/aangetroffen CE, maar deze zijn niet in het gemeentearchief aanwezig.

Gemeentebestuur Nieuw-Ginneken (1900) 1942 - 1969 (1993)	Periode
353. Stukken betreffende de wederopbouw, te weten: aangiften van oorlogsschade, opgaven van en inlichtingen omtrent oorlogsschade aan diverse instanties, puinonteigening, overzicht van de stand der herbouwgevallen e.d.	1942-1955
354-359. Stukken betreffende de wederopbouw, met name geleden schade door derden ten gevolge van oorlogsgeweld, geordend op persoonsnaam	1942-1960
369. Stukken betreffende de wederopbouw, te weten: de distributie van hout ten behoeve van herstelwerkzaamheden aan panden vanwege opgelopen oorlogsschade (hout voor deuren, kozijnen enz.)	1944-1948
370. Stukken betreffende de wederopbouw, te weten schadegevallen in verband met oorlogsgeweld aan huizen en boerderijen te Nieuw-Ginneken	1944-1956
371. Stukken betreffende de wederopbouw, te weten: de herbouwplicht, opgaven van geleden schade vanwege oorlogsgeweld en overige geleden schade	1944-1962
426. Stukken betreffende de inlevering, teruggave, verbeurdverklaring, vernietiging enz. van wapenen en munitie tijdens de Duitse bezetting en het verstrekken van inlichtingen uit het bevolkingsregister	1941-1948
432. Stukken betreffende wapenen en munitie, te weten: in bewaring genomen vuurwapenen, vervallen wapenverklaringen, inlevering van oorlogstuig, inlevering van ongewenste handwapenen en het verstrekken van inlichtingen uit het bevolkingsregister	1945-1965
436. Stukken betreffende overlijden, met name gesneuvelden door oorlogshandelingen uit Nieuw-Ginneken, door ongelukken, opgaven van overledenen welke vermist waren uit Nieuw-Ginneken e.d.	1943-1964
497. Stukken betreffende diverse gegevens over oorlogsslachtoffers uit Nieuw-Ginneken o.a. gesneuvelde militairen (geallieerden en Duitsers)	1943-1969
502. Stukken betreffende aangelegenheden van doden, met name betrekking hebbende op gesneuvelde geallieerde militairen en Duitse soldaten, te weten: graven van militairen en oorlogsslachtoffers, declaraties begrafeniskosten gesneuvelde militairen e.d.	1942-1952
679. Stukken betreffende de bescherming tegen luchtaanvallen, met name het personeel welke door de burgemeester werd aangesteld tot (tijdelijke) hulp alsmede overzichten van materialen welke bij dergelijke voorvallen ingezet werden	1942-1944
680. Stukken betreffende de organisatie van de Luchtbeschermingsdienst te Nieuw-Ginneken, gegevens van het [personeel, meldingen en rapporten van neergekomen voorwerpen, blindgangers e.d. alsmede neergekomen vliegtuigen met de gegevens van de inzittenden)	1942-1945
683. Stukken betreffende de geneeskundige hulp bij catastrofale gebeurtenissen en technische noodhulp gedurende en na de Tweede Wereldoorlog	1942-1952
684. Stukken betreffende ontploffingen en ontbrandingen, te weten: oorlogsmunitie en andere onontplofte projectielen,	1945-1947
685. Opgaven van niet ontplofte munitie en projectielen, welke werden gevonden en doorgegeven werden aan de Hulpverleningsdienst Gebouw Lassen te 's-Gravenhage, op het grondgebied van de gemeente Nieuw-Ginneken	1956-1969
689. Rapporten inhoudende verslagen van gewoed hebbende branden in de gemeente Nieuw-Ginneken.	1943-1967
692. Stukken betreffende de gemeenschappelijke regeling inzake de organisatie van de bosbrandweer gedurende de Tweede Wereldoorlog alsmede betreffende personeel en brandrapporten, gedurende die tijd en daarna	1942-1950
715. Stukken betreffende het herstellen van wegen en rijwielpaden ten gevolge van oorlogsschade alsmede het ruimen van puin en beplanting langs wegen	1943-1958
735. Stukken betreffende aangiften van schade aan onroerende goederen, met name oorlogsschade aan bruggen te Nieuw-Ginneken	1950-1954
792. Stukken betreffende verkeer en vervoer door de lucht, o.a. het luchtvaartreglement, het strooien van pamfletten uit vliegtuigen, de hulpverlening door militaire helicopters aan verkeersslachtoffers e.d.	1955-1969
854-855. Stukken betreffende hulpverlening aan oorlogsgetroffenen c.q.-slachtoffers in de gemeente Nieuw-Ginneken, verzorgd door het Provinciaal Bureau Verzorging Oorlogsslachtoffers te 's-Hertogenbosch	1944-1948
869. Stukken betreffende financiële afwikkelingen van opgelopen schade door particulieren gedurende de oorlogsperiode, zoals huisraadschade, uitkeringen aan landbouwers in verband met oorlogsschade te Nieuw-Ginneken	1943-1952
878. Kaarten (stamkaarten) inhoudende diverse persoonlijke gegevens van in de gemeente Nieuw-Ginneken woonachtige oorlogsslachtoffers, o.a. uitkering oorlogsslachtoffers, inkwartiering bij derden e.d.	1949
882. Stukken betreffende de zorg voor getroffenen bij oorlog, met name de opvang, verzorging, registratie en afvoer van vluchtelingen	1942-1954
962. Stukken betreffende het oprichten van een oorlogsgedenkteken(monument) ter ere van de gevallen burgers uit Nieuw-Ginneken alsmede ter ere van de gesneuvelde geallieerde militairen, welke Nieuw-Ginneken hadden bevrijd	1945-1956
1019. Stukken betreffende de samenwerking met de geallieerde strijdkrachten gedurende de jaren 1944-1946 alsmede betreffende het uitkeren van schadevergoedingen aan derden in verband met militaire oefeningen	1944-1952
1021-1026. Vorderingen (o.a. gebouwen, terreinen, voer- en vaartuigen, paarden, radiotoestellen, watertanks) door geallieerde en Duitse militairen	1941-1952
1029. Stukken betreffende de landsverdediging, met name het opruimen van verdedigingswerken alsmede lijsten en overzichten van dienstplichtige militairen uit Nieuw-Ginneken welke omgekomen waren in Indonesië en in de Tweede Wereldoorlog	1946-1956

Gemeentebestuur Nieuw-Ginneken (1900) 1942 - 1969 (1993)	Periode
1031. Stukken betreffende justitiële aangelegenheden, met name het Bureau Nationale Veiligheid na de Tweede Wereldoorlog, inbeslagneming, huiszoeking alsmede oorlogsmisdaden gepleegd door Duitse militairen tegen inwoners van Nieuw-Ginneken in september 1944.	1943-1951
1075. Vliegtuigbom	Onbekend

2.5.1 Luchtbeschermingsdienst, aangetroffen/geruimde CE en oorlogsschade

Er zijn in de gemeentearchieven documenten van de Luchtbeschermingsdienst aanwezig. De Luchtbeschermingsdienst was tijdens de Tweede Wereldoorlog onder andere verantwoordelijk voor het geven van luchtalarm bij bombardementen, het controleren van verduisteringsmaatregelen en het opnemen van schade na uitgevoerde bombardementen en vliegtuigbeschietingen.

In het onderstaande overzicht zijn gegevens met betrekking tot de Luchtbeschermingsdienst, aangetroffen/geruimde CE en oorlogsschade opgenomen. Er zijn vermeldingen aanwezig die betrekking hebben op het analysegebied.

Breda:

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Breda. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
7 augustus 1942	Aan de Vughtschootsweg is een projectiel neergekomen op een akker op ongeveer 30 meter te zuiden van de bogengenoemde straat en op ongeveer 35 meter te noorden van het pand aan D.50. (bron: inventarisnr. 6a)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6a-54
11 november 1943	Aan het Engelbert van Nassauplein 140 is de waterleiding en de gasleiding kapot gegaan door het inslaan van een 8 cm luchtdoelgranaat. (bron: inventarisnr. 6a)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6a-16
19 november 1943	Op de driesprong, gevormd door de Teteringsedijk, Tilburgseweg en Oosterhoutseweg, is een klein Duits vliegtuig neergestort. Het vliegtuig kwam neer ten zuiden van het wegdek. (bron: inventarisnr. 6a)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6a-14
2 december 1943	Aan de Ploegstraat 72 is er een granaat ingeslagen die afkomstig is van afweergeschut. (bron: inventarisnr. 6a)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6a-12
13 december 1943	Aan de Acaciastraat 10 is een niet ontplofte granaat 8 cm neergekomen. (bron: inventarisnr. 6a)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6a-10
20 december 1943	In de Heuvelstraat 273 is een granaat van afweergeschut neergekomen. (bron: inventarisnr. 6a)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6a-9
4 september 1944	School aan het Van Coothplein is opgeblazen. (bron: inventarisnr. 18_6)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-18_6-22
12 september 1944	Omstreeks 16.45 uur vond er een aanval van vliegtuigen plaats aan de Terheijdenscheweg. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-138
12 september 1944	Omstreeks 17.30 uur vond er een aanval van vliegtuigen plaats aan de Tilburgscheweg. De huizen nrs. 132 t/m 150 (even), 119 en 121 hebben schade opgelopen. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-138

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Breda. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
13 september 1944	Enige handgranaten ontploft in de Spoorstraat, glasschade aan de huizen met nummers 7 t/m 14. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-138
13 september 1944	Er vond een aanval van vliegtuigen plaats op het stationsemplacement. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-138
28 september 1944	Ongeveer 20 brisantbommen afgeworpen en neergekomen op en om het spoorwegstation te Breda. (bron: inventarisnr. 342_3)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-342_3-280
13 oktober 1944	**Veertigtal brisantbommen van verschillend kaliber afgeworpen op de Duivelsbruglaan, terwijl een deel van de bommen ten zuiden van deze laan in het vrije veld zijn neergekomen. (bron: inventarisnr. 342_3)**	**Mogelijk**	**De Duivelsbruglaan ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Breda-342_3-304**
15 oktober 1945	Dertigtal brisantbommen afgeworpen in de omgeving van het spooremplacement. (bron: inventarisnr. 342_3)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-342_3-307
29 oktober 1944	Diverse panden beschadigd door granaatinslagen: ▪ Jan Nieuwenhuizenstraat ▪ Kerkstraat ▪ Leuvenaarsstraat 178 ▪ Nieuwstraat 27 ▪ Oude Vest ▪ Baronielaan ▪ Zandberglaan 62 ▪ Etnastraat ▪ Lunetstraat ▪ Haagse Markt 3 ▪ Doelen 36 ▪ Ginnekenweg ▪ Dillenburgstraat 37 ▪ Burg. Serrarislaan (bron: inventarisnr. 18_6)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-18_6-22
16 februari 1945	V-1 inslag op het dubbele woonhuis aan de Lage Kantstraat 9-10. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-4
27 februari 1945	V-1 neergekomen nabij een boerderij aan de Elzenburgstraat 26, op 20 meter achter de boerderij. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-28
2 maart 1945	**V-1 neergekomen nabij de Galderscheweg. (bron: inventarisnr. 6d)**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Breda-6d-11**
6 maart 1945	Op acht meter van een woning aan Heilaarstaat 219 is een V-1 neergekomen. Dit pand is in zijn geheel vernield. (bron: inventarisnr. 6d)			GA-0758-Breda-6d-17
10 maart 1945	Een V-1 neergekomen nabij het hotel “Burch” . De V-1 is door het raken van bomen tot ontploffing gekomen, enkele meters van een pand aan de Liesboslaan 181. (bron: inventarisnr. 6d)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6d-10
28 maart 1945	**Een V-1 neergekomen in het buurtschap “Den Beekhoek” te Ulvenhout, op een perceel weiland op ongeveer 200 meter afstand van de Dorpsstraat Ulvenhout-Chaam. (bron: inventarisnr. 6d)**	**Mogelijk**	**Het buurtschap Den Beekhoek ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Breda-6d-6**

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Breda. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
12 april 1945	Opgave van niet ontplofte projectielen: ▪ Granaten op een weiland aan de Zoudtlandstraat. ▪ Granaat op de Sprundelschebaan 145. ▪ Granaat op een erf aan de Raamschoorscheweg. ▪ Een mijn op zolder aan de Teteringsedijk 22 ▪ Granaten en patronen aan de Doelakkerstraat 2 ▪ Een granaat aan de Dreef 54 ▪ **Granaten aan de Bouvignelaan.** (bron: inventarisnr. 6a)	Ja	De Bouvignelaan ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-6b-121
Diverse data	Lijst van bruggen die in de oorlog schade hebben opgelopen: ▪ Tweegelandenbrug ▪ Gasbrug ▪ Trambrug ▪ Julianabrug ▪ Markbrug Baronielaan ▪ Reepbrug ▪ **Duivelsbrug** ▪ Bernhardsbrug ▪ Verlaatbrug ▪ Ignatius en Diaconessenbrug ▪ **Kippenbruggetje [Bieberglaan]** ▪ **Fretbrug [Sulkerpad]** ▪ **Schelebrug** ▪ Oranjeboombrug ▪ Houtbrug ▪ Effensebrug ▪ Bosschebrug ▪ Frisobrug ▪ Leibrug ▪ Balfortbrug ▪ Van Coothbrug ▪ Hogebrug (bron: inventarisnr. 723_4)	Ja	De Duivelsbrug, het Kippenbruggetje, de Fretbrug en de Schelebrug liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-723_4-35

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Breda. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
December 1945	Lijst van nog in de gemeente Breda aanwezige explosieve voorwerpen: ▪ Een granaat aan de Sintelweg 44 ▪ Een granaat Bavelschelaan 155 ▪ Een granaat aan de Biesdonkweg 17 ▪ Twee granaten aan de Sprundelschebaan ▪ Een pantservuist bij kwekerij Mastbosch ▪ Een granaat aan de Goordreef ▪ Granaten aan weerszijden van de Rijsbergscheweg ▪ Aan de Jan Klaasenstraat een granaat die een meter diep in de grond begraven ligt. ▪ Een granaat in vak 24 van het Liesbosch ▪ Een granaat aan de Raamschoorscheweg 43 ▪ Een granaat aan Bouwluststraatje 1 ▪ Vier granaten aan Zoutlandwegje 35 ▪ Een pantservuist aan de Bouvignedreef naast de kwekerij Mastbosch ▪ Een granaat aan de Goordreef naast de kwekerij Mastbosch ▪ Drie granaten aan de Galderscheweg. (bron: inventarisnr. 978)	Mogelijk	De Bouvignedreef en de Galderseweg liggen (gedeeltelijk) binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-4
2 oktober 1961	Achter in de tuin aan de Ulvenhoutselaan 127 ligt een blindganger. (bron: inventarisnr. 978)	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-28
19 januari 1962	Melding van de aanwezigheid van een bom aan het perceel Kadestraat sectie 1820, in de omgeving van de Ypelaardreef. (bron: inventarisnr. 978)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-37
17 mei 1963	Melding van de aanwezigheid van een granaat aan de Vlielandstraat. (bron: inventarisnr. 978)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-31
27 mei 1963	Melding van de aanwezigheid van een granaat aan de Ulvenhoutselaan 50. (bron: inventarisnr. 978)	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-32
15 juni 1963	Op een onbewoond gedeelte van de Laurierstraat 17, hoek Kwakkelhoekstraat, is men bij graafwerkzaamheden op een granaat gestuit. (bron: inventarisnr. 978)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-34
27 mei 1970	Melding van de aanwezigheid van munitie op een braakliggend terrein, gelegen in het verlengde van de Ettensebaan, tussen de Haagweg en de Oranjeboomstraat. (bron: inventarisnr. 978)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-44
10 juni 1970	Melding van een aangetroffen projectiel op een erf aan de Liesstraat 41 . (bron: inventarisnr. 978)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-45
5 oktober 1970	Melding van het vinden van een granaat in het Mastbos te Breda. (bron: inventarisnr. 978)	Mogelijk	Het Mastbos ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Breda-978-46

Ginneken en Bavel:

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Ginneken en Bavel. Gemeente Breda. Toegang 0708.2 (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
Mei 1940	In deze gemeente zijn door oorlogshandelingen drie bruggen vernield namelijk: ▪ De brug over de Chaamsebeek in de weg van Ginneken naar Chaam. ▪ De Scheele brug over de rivier "De Mark", gelegen in de Scheelebruggsche straat ▪ De brug over de Molenleij gelegen in de IJpelaarstraat. (bron: inventarisnr. 836)	Ja	De Scheele brug ligt binnen de begrenzing van het analysegebied (Daesdonckseweg). De brug over de Chaamsebeek ligt mogelijk binnen de begrenzing van het analysegebied. De brug over de Molenleij ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-0708_2-836-133
11 mei 1940	Vrachtwagen met nummer II-27 R.I. gebombardeerd op de Tilburgscheweg onder Hulten. (bron: inventarisnr. 836)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-0708_2-836-47

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Nieuw-Ginneken. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
28 mei 1943	Op een perceel bouwland te Galder, op ongeveer 80 meter van de Galderseweg, is een gat gevonden van ongeveer een meter diep met een doorsnede van ongeveer 40 centimeter. Omdat de grond moerassig is kon niet goed gezien worden of het hier om een blindganger ging. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De vermelding is te globaal.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-14
14 juli 1943	's Nachts was op de Bavelseheide, gelegen onder de gemeente Nieuw-Ginneken, een bom gevallen en ontploft. Door de ontploffing was er een gat geslagen van drie bij tweeënhalve meter groot. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-18
23 oktober 1943	In het Ulvenhoutsebos, ter plaatse gelegen onder de gemeente Nieuw-Ginneken, is een niet ontplofte granaat neergekomen, die vermoedelijk afkomstig is van afweergeschut. Het projectiel lag op circa 200 meter van het dorp Ulvenhout in de nabijheid van een voetpad. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-26
3 november 1943	In het buurschap Galder, bij Balleman, is achter een woning een niet ontplofte granaat neergekomen, die vermoedelijk afkomstig is van afweergeschut. Deze granaat lag op circa 30 meter van de reeds genoemde woning een halve meter onder het zand in de nabijheid van een zandweg. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-27
24 januari 1944	Melding van twee afgevuurde granaten aan de Heusdenhoutseweg 41. De granaten zijn aldaar vermoedelijk op 23 januari 1944 neergekomen en waren blijkbaar afkomstig van afweergeschut. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-35

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Nieuw-Ginneken. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
19 mei 1944	Aan de Heusdenhoutseweg werd geconstateerd dat er zich twee blindgangers bevonden, welke afkomstig zouden zijn van afweergeschut. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-46
28 oktober 1944	Door het ontploffen van granaten in de omgeving is er schade veroorzaakt aan drie woningen aan de Roosbergseweg 10-12-14 voorheen B.266a, B.267 en B.268 te Bavel. (bron: inventarisnr. 37)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-37-3 en 9
30 december 1944	Een verdragend projectiel neergekomen in een perceel bouwland ten zuiden van de Tilburgseweg, in de nabijheid van het café "Heidehof". Eveneens op de dag is er nog een projectiel neergekomen op ongeveer 600 meter ten noordwesten van het dorp Bavel, ter plaatse genaamd "IJpelaar". Dit projectiel is in een perceel bouwland neergekomen. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-46
1 januari 1945	Onder deze gemeente zijn er twee Duitse vliegtuigen neergeschoten, namelijk een in Heusdenhout en een te Galder. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De vermelding is te globaal.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-66
30 januari 1945	**Een V-1 neergekomen in Galder, tussen twee boerderijen op ongeveer 50 meter van de Galderseweg ter hoogte van de kapel. (bron: inventarisnr. 680)**	**Mogelijk**	**De kapel aan de Galderseweg 65 ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-52**
1 februari 1945	Een V-1 neergekomen bij het landgoed "Hondsdonk", gelegen aan de Chaamseweg. De V-1 is neergekomen in een bos op het bovengenoemde landgoed, op ongeveer 350 meter ten zuidwesten van het kasteel. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-57
4 februari 1945	Een V-1 neergekomen in een perceel weiland op ongeveer 50 meter afstand van twee aldaar staande boerderijen, ter plaatsen genaamd "Diunt", gelegen op de grens Nieuw-Ginneken en Rijsbergen. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-58
19 februari 1945	Verdragend projectiel neergekomen op een boerderij gelegen aan de Tervoort B.188. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-59
21 februari 1945	Een V-1 neergekomen op ongeveer 100 meter afstand van de Grazenseweg, onder de gemeente. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-60
23 februari1945	**Een V-1 neergekomen in het buurtschap Heerstaaijen. Deze kwam terecht in een dennenbosje op ongeveer 400 meter van de Strijbeekseweg. (bron: inventarisnr. 680)**	**Mogelijk**	**De buurtschap Heerstaayen ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-62**
27 februari 1945	Een V-1 neergekomen in een perceel weiland gelegen op ongeveer 50 meter afstand van de openbare weg Breda-Meerseldreef. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De vermelding is te globaal.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-63
2 maart 1945	Een V-1 neergekomen in het buurtschap Balleman en wel op een perceel weiland op ongeveer 300 meter afstand van de veldweg Galder-Rijsbergen. (bron: inventarisnr. 680)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-65

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Nieuw-Ginneken. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
25 maart 1945	Een V-1 neergekomen op een perceel bouwland te Kerzel. Deze kwam neer op ongeveer 200 meter ten noorden van grenspaal 219. (bron: inventarisnr. 680)	Mogelijk	Kerzel ligt (gedeeltelijk) binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-66
28 maart 1945	Een V-1 neergekomen in het buurtschap "Den Beekhoek" te Ulvenhout, op een perceel weiland op ongeveer 200 meter afstand van de Dorpsstraat Ulvenhout-Chaam. (bron: inventarisnr. 680)	Mogelijk	Het buurtschap Den Beekhoek ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-680-67
30 juni 1945	Schade in de gemeente aan: ▪ Het torentje van het gemeentehuis, Raadhuisstraat 6, werd door een granaat vernield. ▪ Duiker en brug in de Galderse beek (Galderseweg) door de Duitsers opgeblazen. ▪ Noodbrug over de Mark de zogenaamde "Schele Brug", door de Duitsers opgeblazen. ▪ Voetbrug over de Mark "Serrarisbrug" door de Duitsers opgeblazen. (bron: inventarisnr. 105)	Ja	De locaties liggen binnen de begrenzing van het analysegebied. De locatie van de Serrarisbrug is niet te herleiden.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-105-2 en 3
7 maart 1956	Granaat gevonden op een erf van een boerderij aan de Heusdenhoutseweg 1. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-4
13 augustus 1956	Melding van het vinden van een viertal granaten aan de Cauwelaarseweg te Ulvenhout. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-8
1 februari 1960	Melding van het vinden van een granaat op een perceel grond aan de Cauwelaarseweg te Ulvenhout. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-19
21 maart 1960	Melding van het vinden van een granaat achter een woning aan de Heistraat 12 te Ulvenhout. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-20
1 april 1960	Melding van het vinden van een aantal handgranaten aan de Goudbergseweg (Strijkbeek). (bron: inventarisnr. 685)	Mogelijk	De Goudbergseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-21
19 december 1960	Melding van het vinden van munitie op het erf van een boerderij aan de Galderseweg 22. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-25
26 mei 1961	Melding van het vinden van een granaat aan de Heusdenhoutseweg 28. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-26
19 juli 1961	Melding van het vinden van een granaat in het Rondvenbos in de Strijbeekseheide. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-27
15 september 1961	Melding van het vinden van een granaat bij het seminarie IJpelaar aan de Beukenlaan 1 te Bavel. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-28
22 februari 1962	Melding van het vinden van een granaat bij een pand aan de Cauwelaarseweg 9. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-29
14 april 1964	Melding van het vinden van een granaat in de Strijbeekse bossen te Ulvenhout. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-30
12 februari 1965	Bij het in orde maken van de bermen langs de Strijbeekseweg te Ulvenhout is een granaat gevonden. (bron: inventarisnr. 685)	Mogelijk	De Strijbeekseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-32

Datum	Gebeurtenis. Gemeente Nieuw-Ginneken. (bron: Stadsarchief Breda)	Relevant	Motivatie	Documentcode
29 juli 1965	Melding van het vinden van een granaat in het Strijbeekse bos te Strijbeek. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-34
7 juni 1966	Melding van het vinden van een granaat bij een pand aan de Chaamseweg 8 te Ulvenhout. (bron: inventarisnr. 685)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-37
3 juni 1969	**Melding van het vinden van een granaat achter een pand aan de Strijbeekseweg 60a te Strijbeek, gemeente Ulvenhout. (bron: inventarisnr. 685)**	**Ja**	**De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-41**
18 november 1970	**Melding van het vinden van een granaat in een greppel schuin tegenover Markdal 25. (bron: inventarisnr. 685)**	**Ja**	**De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**GA-0758-Nieuw-Ginneken-685-43**

2.6 Nieuwsberichten

2.6.1 AVG bedrijfsarchief, internet en Koninklijke Bibliotheek

De collectie CE gerelateerde nieuwsberichten in het AVG bedrijfsarchief, alsmede het internet en de oude krantencollectie van de Koninklijke Bibliotheek te 's-Gravenhage zijn geraadpleegd. Er zijn berichten gevonden die betrekking hebben op het analysegebied.

De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabel samengevat:

Datum	Gebeurtenis (bron: AVG Bedrijfsarchief, Internet, Koninklijke Bibliotheek)	Relevant	Motivatie
31 mei 1940	**Berichtgeving over de gevolgen van de oorlogshandelingen in mei 1940. Het seminarie IJpelaar was niet meer bewoonbaar, maar de herstelwerkzaamheden hebben daar verandering in gebracht. Ginneken is het zwaarste getroffen. De pastorie van de H. Laurentiuskerk is zwaar getroffen, de Montessorischool is beschadigd en het mooie gebouw van het Wit-Gele Kruis is dusdanig getroffen, dat het geheel moet worden afgebroken. (Noordbrabantsch Dagblad, 'Oorlogsschade ', 31 mei 1940)**	**Ja**	**De H. Laurentiuskerk ligt binnen de begrenzing van het analysegebied, de Montessorischool en het gebouw van het Wit-Gele Kruis liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.**
28 oktober 1944	Tegen de avond waren de geallieerden het seminarie "de IJpelaar" genaderd. Een felle strijd ontwikkelde zich om dit machtige gebouw. Kort daarna ging het geheel in vlammen op en het pleit was beslecht in het voordeel van de geallieerden. (Vrije Stemmen uit de Ganzestad, 'De oorlog in en om Breda', 21 november 1944)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
21 november 1944	**Berichtgeving over de oorlog in en om Breda. De stad had te lijden onder diverse beschietingen door vliegtuigen en door bombardementen. Door een van de bombardementen werd de herstelinrichting "Bad Wörishofen" te Ginneken onherstelbaar vernield, waarbij 28 doden vielen. Bij dezelfde luchtaanval werd het middenschip van de Nederlands Hervormde Kerk te Ginneken zwaar getroffen. (Vrije Stemmen uit de Ganzestad, 'De oorlog in en om Breda', 21 november 1944)**	**Ja**	**De locaties liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.**
21 november 1944	Berichtgeving over de oorlog in en om Breda. Bij een bombardement ergens in september/oktober 1944 werd het station te Breda met de omliggende straten geteisterd. Het nieuwe postkantoor aan het station werd onbruikbaar door een geplaatste voltreffer. (Vrije Stemmen uit de Ganzestad, 'De oorlog in en om Breda', 21 november 1944)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.

Oorlogsschade aan kerkelijke gebouwen en gestichten in het bisdom Breda.

Wij lezen in „Sancta Maria", het Kerkelijk Weekblad voor het bisdom Breda:

Nu de wapenen in ons vaderland zijn neergelegd en de verschrikkingen van den oorlog over ons zijn heengegaan, zullen onze lezers en lezeressen wel benieuwd zijn te vernemen, in hoeverre onze kerkelijke gebouwen en gestichten door den oorlog zijn geteisterd. Naar de berichten, die ons bereikt hebben, hebben schade geleden:

Het seminarie **IJpelaar**, waarvan letterlijk alle ruiten zijn verbrijzeld, veel dakpannen vernield en gaten in het dak geslagen. Het seminarie was niet meer bewoonbaar. Onmiddellijk is met het herstellingswerk begonnen en is in zooverre voltooid, dat de studenten weer kunnen teruggeroepen worden.

Het ergst aan toe zijn **Ginneken** (H. Laurentius), waar de pastorie zeer zwaar is gehavend, de ramen van de kerk zijn stukgeslagen, de Montessori-school is beschadigd en het mooie gebouw van het Wit-Gele Kruis zoo erg is getroffen, dat het geheel moet afgebroken worden. De schade is groot.

Met Ginneken is ook in erge mate getroffen de parochie **Putte**, waar de kerk geheel is afgebrand en de geheele inboedel van de kerk, behalve een kelk en een ciborie, door de vlammen is vernield. Ook het archief is in de vlammen gebleven. Ook de pastorie leed er eenige schade.

De **Catechisten** hebben het verlies te betreuren van het E. K.-huis tegenover de Herofabrieken te Breda. Dat mooie nieuwe huis is totaal verwoest.

Het **St. Ignatius-ziekenhuis** te **Breda** heeft aanzienlijke schade geleden door verbrijzeling van de ruiten aan de voorzijde en van de operatiekamer.

Van de **St. Jozefsparochie** te **Breda** zijn het jongenspatronaat en de kosterswoning uitgebrand, en zullen niet kunnen blijven staan, er is een muur ingestort aan de jongensschool, aan de pastorie bijna alle ruiten vernield.

Afb. 9 – Krantenartikel. Bron afbeelding: Noordbrabantsch Dagblad d.d. 31 mei 1940.

De oorlog in en om Breda

Na de voorbarige aankondiging van Radio Oranje op 4 September waarin werd bekendgemaakt, dat Breda bevrijd zou zijn, was het optimisme der Bredasche bevolking aanmerkelijk bekoeld. Er volgden acht moeilijke weken van Duitsche terreur. Fabrieken werden leeggestolen, fietsen, dekens en kleeren werden bij de burgers weggehaald. Mannen moesten onderduiken om te ontkomen aan de verplichting om aan de versterkingen te gaan arbeiden.

Verder had Breda nog te lijden onder diverse beschietingen door vliegtuigen en door bombardementen. Door een der bombardementen werd de herstelinrichting „Bad Wörishofen" te Ginneken onherstelbaar vernield en 28 levens vielen hierbij te betreuren.

Door dezelfde luchtaanval werd het middenschip van de Nederlandsch Hervormde Kerk te Ginneken zwaar getroffen.

Een andere maal werd het station te Breda met de omliggende straten geteisterd. Het nieuwe postkantoor aan het station werd onbruikbaar door een geplaatste voltreffer.

Tot plotseling op 28 October het bericht kwam dat om 12 uur des middags de beschieting van de stad aan zou vangen. De bruggen werden afgesloten en de bevolking moest de straten verlaten.

Vanaf het dak van ons huis hebben we daarna de volgende krijgsverrichtingen gadegeslagen.

Om goed één uur hoorden we de eerste granaten ontploffen. Langzamerhand zagen we tegen de horizon de weerschijn van groote branden weerkaatsen. Later op den middag konden we groote branden waarnemen in de richting van het dorp Bavel. Boerderij na boerderij werd in brand geschoten. Tegen den avond waren de geallieerden het seminarie "De IJpelaar" genaderd. Een felle strijd ontwikkelde zich om dit machtige gebouw. Kort daarna ging het geheel in vlammen op en het pleit was beslecht in het voordeel der geallieerden.

Intusschen suisden de granaten over en langs ons heen. Teikens weer konden we het inslaan ervan waarnemen. Om ongeveer tien uur des avonds waren de geallieerden de buitenwijken

Afb. 10 – Krantenartikel. Bron afbeelding: Vrij Stemmen uit de Ganzestad d.d. 21 november 1944.

2.7 Explosieven Opruimings Dienst Defensie (EODD)

2.7.1 Collectie ruimrapporten

De EODD houdt sinds 1970 heeft meldingen van aangetroffen CE bij. Deze meldingen zijn tot 1992 als melding opdracht en ruim rapport (MORA) en na 1992 als uitvoeringsopdracht (UO) gearchiveerd. AVG heeft het overzicht van relevante MORA's en UO's van de gemeenten Breda, Nieuw-Ginneken en Alphen-Chaam opgevraagd. Er zijn in dit overzicht meldingen van het analysegebied geregistreerd. Op basis van de locatiebeschrijvingen zijn de ruimrapporten geselecteerd en opgevraagd. Deze documentatie is bestudeerd. De onderzoeksresultaten zijn als volgt:

MORA / UO	Locatie	Vondst	Relevant	Motivatie
1971000040	Voor het pand Markdal 25 in een greppel te Ulvenhout aan de openbare weg	1 mortierbrisantgranaat 2 inch	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
1974000408	Kasteel Bouvigne te Breda	1 mortiergranaat	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
1982000762	Langs de Mark (Markdal)	1 75 mm AP.HE (brisantgranaat)	Mogelijk	De Mark loopt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.
1983001175	Strijbeekseweg 35, in de tuin	1 stalen pen (schroot)	Nee	Geen CE indicatie.
1983003496	Markweg 11	1 huls 20 mm	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.

MORA / UO	Locatie	Vondst	Relevant	Motivatie
1984001049	Bouvignedreef in bosperceel	1 mortiergranaat 5 cm	Mogelijk	De Bouvignedreef ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.
1984002364	Bos nabij Strijbeekse weg	1 hydraulisch veerelement.	Nee	Geen CE indicatie.
1985003655	Bouvignelaan	Afgezocht terrein plus-minus 600 m2, resultaat: nihil	Nee	Het is onbekend of, en zo ja, welke CE er zijn aangetroffen.
1986001946	Galderseweg tussen 3-9 Galder, aan de kant van de weg aan de andere zijde van de sloot	1 munitietrommel mitrailleur 7,62 mm, gevuld.	Ja	De omschreven locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
1987000245	Kasteel Bouvigne	▪ 1 compleet schot 20 mm + p. [sic] ▪ 15 stuks klein kaliber munitie	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
1991000405	Slotgracht van Kasteel Bouvigne	1 7,5 cm artilleriegranaat HE compleet schot	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
199220036	Ulvenhoutselaan t.o.v. perceel 26	▪ 1 3.7 inch brisantgranaat ▪ 5 seinpatronen	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
9-5-1995 (moranummer onbekend)	Markweg 3	1 brisantgranaat 3.7 inch	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
2001001415	Bouvignedreef (speelweide)	Melding van 1 vermoede mortiergranaat 2 inch. Verplaatst: locatie onbekend	Mogelijk	De Bouvignedreef ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.
2004000085	Galderseweg, speelplaats in bos	3 rookmortierganaten 2 inch	Mogelijk	De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.
2004060058	Bouvignelaan 35	1 eihandgranaat	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
2006000712	Duivelsbruglaan 28 (achtertuin)	1 brisant mortiergranaat 81 mm, zonder ontsteker	Nee	Het betreft Amerikaanse munitie, mogelijk van een verzamelaar.
20110875001	Ulvenhoutselaan 91	1 oefenbuskruitgranaat 5 cm	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.
20111530001	Mastbos	1 lichtgranaat 2 inch mortier (niet verschoten)	Mogelijk	Het mastbos ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.

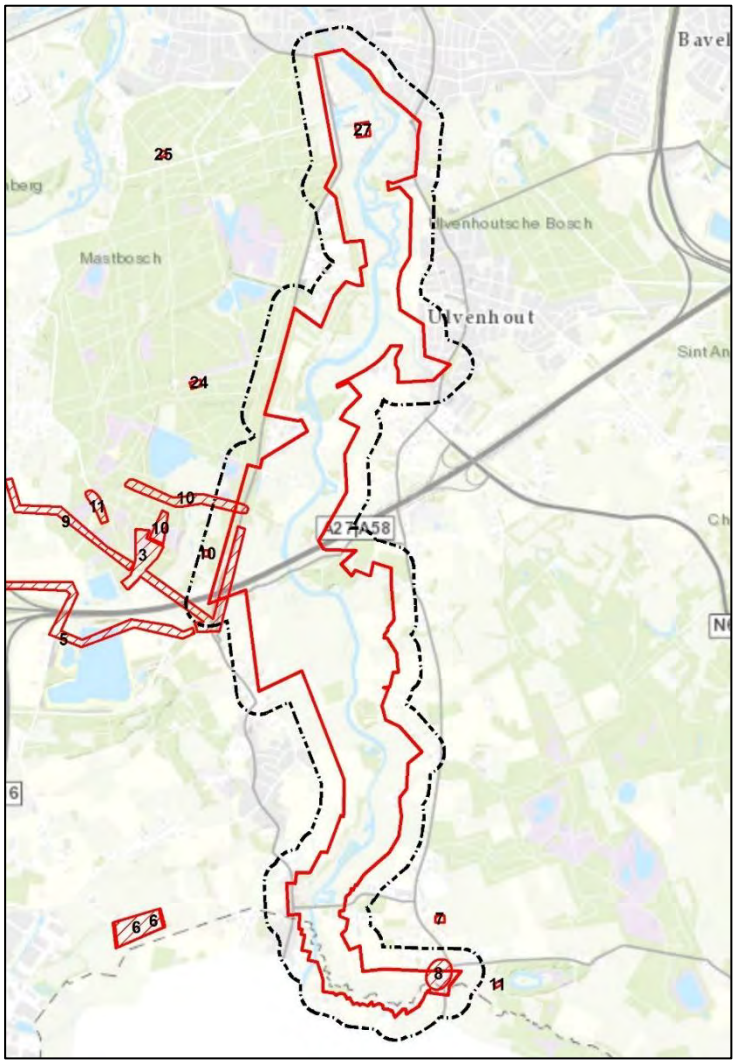
2.8 Collectie mijnenkaarten

De collectie mijnenveldkaarten van de EODD is in kader van dit vooronderzoek geraadpleegd. Dit geldt ook voor de collectie mijnenveld leg- en ruimrapporten. Er lagen gedocumenteerde mijnenvelden/op landmijnen verdachte gebieden in het analysegebied.

De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabel samengevat:

Datum	Gebeurtenis (bron: EODD)	Relevant	Motivatie
21 december 1945	Het op mijnen verdachte gebied 3 is onderzocht. Er zijn geen mijnen aangetroffen. Het is onbekend of er nog mijnen aanwezig zijn.	Nee	Het op mijnen verdachte gebied is onderzocht en er zijn geen mijnen aangetroffen.
21 december 1945	Het op mijnen verdachte gebied 8 is onderzocht. Er zijn geen mijnen aangetroffen. Het is onbekend of er nog mijnen aanwezig zijn.	Nee	Het op mijnen verdachte gebied is onderzocht en er zijn geen mijnen aangetroffen.

Datum	Gebeurtenis (bron: EODD)	Relevant	Motivatie
13 februari 1946	Het op mijnen verdachte gebied 10 is onderzocht. Er zijn geen mijnen aangetroffen. Het is onbekend of er nog mijnen aanwezig zijn.	Nee	Het op mijnen verdachte gebied is onderzocht en er zijn geen mijnen aangetroffen.
5 april 1946	Het op mijnen verdachte gebied 27 is onderzocht. Er zijn 4 A200-mijnen en 1 Schümijn gevonden.	Ja	De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.



Afb. 11 – Mijnenvelden/op landmijnen verdachte gebieden in en nabij het analysegebied (rood gearceerd). Onderzoeksgebied: rood omlijnd. Analysegebied: zwart omlijnd.

2.9 Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH)

Het NIMH in Den Haag beheert collecties over de geschiedenis van de Nederlandse krijgsmacht in binnen- en buitenland vanaf de Tachtigjarige Oorlog tot heden. In dit archief is een groot aantal collecties met betrekking tot de landmacht, luchtmacht en marine ondergebracht.

2.9.1 Collectie Duitse verdedigingswerken

De collectie 'Duitse verdedigingswerken en inundaties van Nederlands grondgebied in de oorlog / rapporten van militaire aard vanuit bezet Nederland aan Bureau Inlichtingen Londen', ook wel bekend als de 575-serie, is opgebouwd uit inlichtingenrapporten, plattegronden en verordeningen van zowel de Duitse bezettingsmacht als van het verzet / Bureau Inlichtingen te Londen. Deze zes meter lange collectie bestaat onder andere uit inlichtingen van de illegaliteit, kaarten van inundaties, gegevens betreffende Duitse mijnenvelden, Britse en Duitse kaarten, telegrammen en Duitse voorschriften. De volgende inventarisnummers zijn geraadpleegd:

Collectie 'Duitse verdedigingswerken en inundaties van Nederlands grondgebied in de oorlog / rapporten van militaire aard vanuit bezet Nederland aan Bureau Inlichtingen Londen'. Toegang 575	Inventarisnummer
1:25.000 Kaart met "Gesamt Flakeinsatz" in de omgeving van Zoutelande, Arnemuiden, Wemeldinge, Hansweert, Woensdrecht, Roosendaal, Breda, Gilze, Tilburg, Eindhoven (met vliegveld), Vonkel (met vliegveld), Venlo (met vliegveld), Nijmegen, 's-Hertogenbosch, Hedel, Zaltbommel, Culemborg, Vianen, Vreeswijk, Ravenstein en Grave, Gorinchem, Keizersveer	86
5-4-1944 A-191 molen Breda	210
16-10-1944 GB/2217/44 Troepenverplaatsingen bij Breda.-Versterkingen in Breda en Utrecht.	347
21-03-1944 GB/5123/44 Vliegveld Deelen is het centrale punt voor alle berichten over vliegtuigen die Nederland binnen komen van hieruit gaan de berichten naar A'dam voor i.en W. Nederland en naar Breda voor 0. en Z. Nederland. Verder telefooncentrale Rotterdam. Belangrijke luchtafweer te Oostvoorne	374
GB/5851/44 Verbindingen: telefoonkabel van Breda naar Eindhoven; 01-02-44.	386
GB/5852/44 Luchtwapen: Identificatiepersoneel Breda.	386
-05-1944 GB/6595/44 Defensie: verdediging langs en binnen de singels te Utrecht. Vorderingen van rijwielen; De Beer, uitgebreid wegenverslag met schetsen; vervoer troepen en materiaal per trein: Breda, Tilburg en Den Bosch.	398
19-04-1944 GB/ 106/44 Inundatie: N-Brabant; IJsselmonde met schets. Marine: aanvoer motorboten Dordrecht .Werkplaatsen: fabriek van Hazemeyer Hengelo met schetsen; H.K.P.Werkstatte in Breda.	425
05-04-1944 GB/4761/44 Plattegrond van Breda.	476
24-11-1944 GB/8150/44 Rapport van de Nederlandse Binnenlandse Strijdkrachten, Commandogroepen Breda, met berichten van een persoon die uit Dordrecht kom	480
6-6-1943 NE/16/196 Industrie BREDA, TROEPENSTERKTE etc	487
12-6-1943 NE/16/195 Informatie AMSTERDAM, DEN HAAG. BREDA en HEMBRUG	488
4-1-1994 NE/16/421 Rapport vliegveld GILZE-RIJEN en BREDA met schets, Bonnen distributie en diverse gegevens m.b.t. NEDERLAND algemeen	491

De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabel samengevat:

Datum	Gebeurtenis (bron: NIMH, collectie 575)	Relevant	Motivatie
Geen datum	Kaart gesamt Flakeinsatz; omgeving station. (bron: inventarisnr. 86)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
1941	**Versperringen op de bruggen, o.a. richting Ginneken, en bij het station. (bron: inventarisnr. 347)**	**Mogelijk**	**Binnen het analysegebied ter hoogte van Ginneken liggen enkele bruggen over de Mark.**

Datum	Gebeurtenis (bron: NIMH, collectie 575)	Relevant	Motivatie
6 juni 1943	Geen luchtafweer in Breda, bezetting ca. 5000 man zou 20.000 man worden. Alle kazernes bezet, hoofdzakelijk marine troepen. (bron: inventarisnr. 487)	Nee	Geen CE indicatie.
12 juni 1943	KMA vol met troepen, tevens telefooncentrale in nieuw gebouw. (bron: inventarisnr. 488)	Nee	Geen CE indicatie.
1 februari 1944	Gerucht dat er getest wordt met tankgrachten in zandgrond. (bron: inventarisnr. 386)	Nee	De vermelding is te globaal.
5 april 1944	Kaart van Breda met luchtafweerstellingen, geschutkazematten, loopgraven met mitrailleurnesten en versperringen. (bron: inventarisnr. 210)	Nee	De mogelijk op CE-verdachte locaties liggen buiten het analysegebied.

2.10 Provinciaal archief / Militair Gezag

2.10.1 Militair Gezag

Het Militair Gezag was verantwoordelijk voor het dagelijks bestuur van de bevrijde delen van Nederland. In dit archief zijn doorgaans per provincie gegevens over in gemeenten aanwezige CE ondergebracht.

Militair Gezag Noord-Brabant
Het archief van het Militair Gezag van de provincie Noord-Brabant bevindt zich bij het Brabants Historisch Informatie Centrum (BHIC) te 's-Hertogenbosch. De volgende inventarisnummers zijn geraadpleegd:

Archief van het Militair Gezag in Noord-Brabant, 1944-1946. Brabants Historisch Informatie Centrum 's-Hertogenbosch. Nummer toegang: 0127.	Periode
33 - Kaarten mijnen in Roosendaal en Nispen	1944
34 - Kaarten oorlogsschade aan woningen, boerderijen, kerken en andere gebouwen	1945
43 - Kaarten verkeerswegen en vernielde bruggen	1932 - 1944
46 - Kaarten waterwegen en vernielde sluizen en bruggen in arrondissement 's-Hertogenbosch	1932 - 1944
47 - Kaarten waterwegen en vernielde sluizen en bruggen in westelijk Brabant	1932 - 1944
211-Rapporten over in januari - maart 1945 in Noord-Brabant neergekomen vliegende bommen V1 en V2	1945
215 - Instructies, verordeningen, verslagen en rapporten brandweer en luchtbescherming	1944-1945
216 - Opruimen mijnen	1944 - 1945
217 - Personeelszaken brandweer en luchtbescherming	1944-1945
218 - Vijandelijke luchtlandingen	1944-1945
219 - Sectie brandweer en luchtbescherming	1944 - 1945
282 - Steunverlening oorlogsslachtoffers	1944 - 1945
326 - Brandweer, luchtbescherming en mijnopruiming	1944 - 1945
342 - Oorlogsschade, openbare werken	1944 - 1945
347 -Sociale aangelegenheden en hulpverlening, voornamelijk met betrekking tot oorlogsslachtoffers	1944-1945
417 - Brandweer en luchtbescherming	1944-1945
418 - Aangeven en opruimen mijnenvelden	1944 - 1945
460 - Brandweer en luchtbescherming ('s-Hertogenbosch)	1944 - 1945
461 - Opruimen mijnen en opgaven neergekomen V1's en V2's ('s-Hertogenbosch)	1945
475 - Hulpverlening aan oorlogsslachtoffers,	1944 - 1945
511 - Brandweer en luchtbescherming	1944 - 1945
521 - Opgave beschadigde (water)wegen	1944 - 1945

De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabellen samengevat:

Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: Brabants Historisch Informatie Centrum toegang 0127)	Relevant	Motivatie
18 december 1944	Berichtgeving over de ruiming van mijnen in Breda. ▪ Anti-tank: 6 ▪ Shü-mijnen: 187 ▪ Teller-mijnen: 47 ▪ Stalen doos/Iron box: 13 ▪ Houten doos/Wooden box: 2 (inventarisnr. 216)	Nee	De vermelding is te globaal.
30 januari 1945	Op het terrein van de Conservenfabriek N.V. Princenhage Capelle Kulturen en Fabrieken aan de Haagweg, Princenhage, is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
3 februari 1945	Op het midden van de Graaf Engelbertlaan te Breda is een V1 neergestort. (Inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
8 februari 1945	In een open veld in de omgeving van de Teteringsedijk is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
8 februari 1945	Boven de Galderseweg is in de lucht een V1 ontploft. (inventarisnr. 211)	Nee	Het is onbekend waar het V1-wapen is neergestort.
15 februari 1945	Achter een huis aan de Liesboslaan is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
25 februari 1945	Achter de huizen in de Heilaarstraat te Breda is een V1 neergekomen. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
25 februari 1945	**Aan de Galderseweg te Breda is een V1 neergekomen. (inventarisnr. 211)**	**Mogelijk**	**De Galderseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
28 februari 1945	**Aan de Galderseweg is een V1 neergekomen. De aan de weg gelegen Tuchtschool werd ten gevolge hiervan onbruikbaar geworden. (inventarisnr. 211)**	**Ja**	**De Galderseweg ter hoogte van de Tuchtschool ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**
6 maart 1945	Aan de Heilaarstraat te Breda is achter een huis een V1 neergekomen. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
10 maart 1945	Aan de Liesboslaan te Breda is een V1 neergekomen. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: Brabants Historisch Informatie Centrum toegang 0127)	Relevant	Motivatie
31 januari 1945	Nabij de kapel aan de Galderscheweg te Nieuw-Ginneken is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
1 februari 1945	In een weideveld te Hondsdonk, aan de Chaamseweg, plusminus 350 meter ten zuidwesten van het kasteel is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
4 februari 1945	In een weideveld te Nieuw-Ginneken, lokaal bekend als "Diunt", op plusminus 50 meter afstand van twee boerderijen, is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
19 februari 1945	In Tervoort, Nieuw-Ginneken, is een vijandig projectiel neergekomen. (inventarisnr. 211)	Nee	De vermelding is te globaal.
20 februari 1945	Op circa 100 meter van de Grazenseweg te Nieuw-Ginneken is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
23 februari 1945	**In Heerstaayen, op plusminus 400 m van de Strijbeekseweg, is een V1 neergestort. (inventarisnr. 211)**	**Mogelijk**	**Heerstaayen, ter hoogte van de Strijbeekseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**

Datum	Gebeurtenis (bron: Brabants Historisch Informatie Centrum toegang 0127)	Relevant	Motivatie
25 maart 1945	Er is een V1 neergestort op een perceel bouwland, ongeveer 500 meter van de bebouwde kom en 200 meter van grenspaal 219 te Kerzel (Strijbeek). (inventarisnr. 211)	Mogelijk	Kersel ligt (gedeeltelijk) binnen de begrenzing van het analysegebied.

2.11 Nationaal archief

2.11.1 Inspectie Bescherming Bevolking tegen Luchtaanvallen

In het archief van de Inspectie Bescherming Bevolking tegen Luchtaanvallen, periode 1937-1946, zijn meldingen en processen-verbaal van gemeenten over geallieerde luchtactiviteiten opgenomen. Het betreft gegevens betreffende de luchtoorlog. De in dit archief aanwezige bronnen bevatten informatie over onder andere bombardementen, noodafworpen en vliegtuigbeschietingen. De navolgende inventaris is geraadpleegd:

2.04.53.15. Archief van het Ministerie van Binnenlandse Zaken: Inspectie Bescherming Bevolking tegen Luchtaanvallen, 1937-1946. Nationaal Archief 's-Gravenhage	Inventarisnummer
Meldingen en processen -verbaal ontvangen van gemeenten over geallieerde Luchtactiviteiten. Provincie Noord-Brabant	78

Er zijn geen relevante vermeldingen aangetroffen.

2.11.2 Groep Albrecht

In het archief van de Groep Albrecht zijn onder andere ingekomen inlichtingenrapporten aanwezig, periode september 1944 – mei 1945. Het betreft gegevens over militaire inlichtingen. De navolgende inventaris is geraadpleegd:

2.13.71. Archief van het Ministerie van Binnenlandse Zaken: Inspectie Bescherming Bevolking tegen Luchtaanvallen, 1937-1946. Nationaal Archief 's-Gravenhage	Inventarisnummer
Ingekomen inlichtingenrapporten van groep Albrecht, september 1944 – mei 1945.	2666

De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabellen samengevat:

Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: Nationaal Archief, toegang 2.13.71)	Relevant	Motivatie
2 oktober 1944	De spoorlijn Roosendaal-Breda is op drie plaatsen door verzetsgroepen vernield, namelijk bij Etten, bij het Liesbosch en tussen Beek en Princenhage. (inventarisnr. 2666)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
4 oktober 1944	In Liesbosch W. van Breda liggen stapels munitie langs de Zandweg, 100 m. zuid en evenwijdig aan de kunstweg langs de noordelijke rand van 't Liesbosch. Voorts langs zuidelijkste oost-west lopende landweg in het Liesbosch. (inventarisnr. 2666)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.
4 oktober 1944	**De in het Mastbos opgeslagen munitie wordt door de Duitsers tot ontploffing gebracht. Ten zuiden van Breda op de Kerkhofweg enige pantservuisten. (inventarisnr. 2666)**	**Mogelijk**	**Het Mastbos ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied. De Kerkhofweg ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.**

Datum	Gebeurtenis (bron: Nationaal Archief, toegang 2.13.71)	Relevant	Motivatie
8 oktober 1944	Opstelling van pantservuisten op splitsing Valkenierslaan-Overakkerstraat en op hoek van Bavelse weg-Kerkhofweg. (inventarisnr. 2666)	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: Nationaal Archief, toegang 2.04.53.15)	Relevant	Motivatie
4 oktober 1944	Aan weerszijden van de Straatweg aan iedere kant zes stuks geschut. In en nabij de tankval Z. van Breda is geen artillerie opgesteld (Strijbeek). (inventarisnr. 2666)	Nee	De vermelding is te globaal.
6 oktober 1944	**In Ulvenhout staan opstellingen van 8,8 cm en 4 cm geschut, die de Chaamse en Strijbaakse wegen bestrijken. (inventarisnr. 2666)**	**Mogelijk**	**De Strijbeekseweg ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**
6 oktober 1944	**In de tuin van 't "Wolfslag" staat een stuk Pak. (inventarisnr. 2666)**	**Ja**	**De locatie ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**

2.12 Semi Statische Archiefdiensten Ministerie van Defensie (SSA)

Het SSA in Rijswijk beheert de archieven van het Ministerie van Defensie voordat deze aan het Nationaal Archief worden overgedragen. In dit archief zijn bronnen met betrekking tot naoorlogse CE-ruimingen door de Mijn- en Munitie Opruimingsdienst en de Mijn Opruimings Dienst ondergebracht. Het betreft documenten uit de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog: een periode waarin er nog grote aantallen CE in Nederland aanwezig waren.

2.12.1 Archief Mijn- en Munitie Opruimings Dienst (MMOD) 1945-1947

De MMOD en de MOD waren na de Tweede Wereldoorlog in Nederland verantwoordelijk voor het opruimen van mijnen en achtergelaten CE. Het archief bestaat uit meldingen, kaarten, plattegronden en ruimrapporten betreffende locaties binnen Nederlandse gemeenten waar CE aanwezig waren. De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabellen samengevat:

Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: Semi Statische Archiefdiensten, archief Mijn- en Munitie Opruimingsdienst)	Relevant	Motivatie	Documentcode
15 maart 1945	Landmijnen op het terrein aan de gemeente lichtbedrijven en waterleiding, Nieuwe Prinsenkade 14, Breda.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-70
15 maart 1945	Vermoedelijk mijnenveld op akkerland Raamstraat, langs rivier de Leij.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-70
15 maart 1945	Vermoedelijk landmijnen op weiland genaamd de Crogte.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-70
15 maart 1945	Vermoedelijk nog landmijnen bij stuw tussen Rijsbergseweg en Belgische grens (achter Strijbeek) in de loop, volgen tot aan tankgracht.	Nee	De vermelding is te globaal.	MMOD-0758-Breda-70

Datum	Gebeurtenis (bron: Semi Statische Archiefdiensten, archief Mijn- en Munitie Opruimingsdienst)	Relevant	Motivatie	Documentcode
29 augustus 1945	Lijst van niet-ontplofte projectielen te Breda, o.a.: ▪ 11 mortiergranaten op het akkerland t/o boerderij van Hendriks, Tilburgseweg 175 ▪ 1 granaat ligt in de sloot achter schuilloopgraaf aan de Driesprong ▪ 1 granaat in de grond van weiland bij woning Burg. Kerstenlaan 10 ▪ 1 granaat op bouwland gelegen aan de Oranjelaan, naast tennisbaan ▪ 1 pantservuist op weiland voor woning Leursebaan 111 ▪ 1 granaat achter woning Dijklaan 58 ▪ 1 granaat in directe nabijheid van woning Overaseweg 244, 2 op bouwland voor tarwe, 2 op bouwland voor aardappelen	Nee	De locaties liggen buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-10 en 11
12 oktober 1945	Berichtgeving over de aanwezigheid van een prikkeldraadversperring aan de rand van het terrein van de K.M.A. te Breda, waaronder zich mogelijk nog landmijnen bevinden.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-48
9 november 1945	Burgemeester van Breda meldt dat er sinds enige tijd aan de Bouvignedreef in het Mastbos, dichtbij de Lange Dreef, een partij landmijnen is opgeslagen.	Nee	De Lange Dreef ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-53
3 december 1945	**Verzoek tot ruiming van landmijnen Galderse Heide.**	**Mogelijk**	**De Galderse Heide ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**MMOD-0758-Breda-58**
4 december 1945	Het vermoeden bestaat dat er op de noordoost hoek van het terrein K.M.A. op het talud van de singel en voor de mitrailleurbunker nog enkele landmijnen aanwezig zouden zijn.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-Breda-49
30 maart 1946	**Berichtgeving over de mogelijke aanwezigheid van mijnen op de hockeyvelden, gelegen naast kasteel Bouvigne aan de Bouvignelaan.**	**Ja**	**Kasteel Bouvigne ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**MMOD-0758-Breda-81**

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: Semi Statische Archiefdiensten, archief Mijn- en Munitie Opruimingsdienst)	Relevant	Motivatie	Documentcode
11 februari 1945	**Berichtgeving over de aanwezigheid van een niet-ontplofte bom ten westen van de R.K. Kerk te Nieuw-Ginneken.**	**Ja**	**De R.K. Kerk te Nieuw-Ginneken ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.**	**MMOD-0758-NieuwGinneken-18**
25 april 1945	Landmijnen in percelen bouwland langs de Chaamseweg.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-NieuwGinneken-16

Datum	Gebeurtenis (bron: Semi Statische Archiefdiensten, archief Mijn- en Munitie Opruimingsdienst)	Relevant	Motivatie	Documentcode
25 april 1945	Opgave projectielen, bommen en landmijnen, welke in de gemeente Nieuw-Ginneken liggen en waarvan aangifte is gedaan: ▪ 15 granaten op perceel landbouw langs de Heusdenhoutseweg ▪ Landmijnen in percelen bouwland langs de Chaamseweg ▪ **Vliegtuigbom op een perceel in de Galderse heide** ▪ **2 blindgangers van afweergeschut in Galderse heide** ▪ Vliegtuigbom in sloot langs de Chaamseweg ▪ Vliegtuigbom op een perceel in de Strijbeekse heide ▪ Vliegtuigbom op een perceel achter de R.K. kerk in Ulvenhout	Mogelijk	De Galderse Heide ligt gedeeltelijk binnen de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-NieuwGinneken-17
3 november 1945	In de omgeving van het voormalige Duitse (radio)kamp te Strijbeek zijn verschillende voorwerpen gevonden, zoals handgranaten en landmijnen.	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-NieuwGinneken-5, 19, 20
27 november 1945	Projectielen en landmijnen, weg naar Gilze, Bavel (16 NE/28).	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.	MMOD-0758-NieuwGinneken-8

2.13 Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie (NIOD)

Het NIOD Instituut voor Oorlogs-, Holocaust- en Genocidestudies houdt zich bezig met de bestudering van de Eerste en Tweede Wereldoorlog, de Holocaust en hedendaagse genociden. In het archief te Amsterdam is o.a. een grote collectie met foto's uit de Tweede Wereldoorlog ondergebracht.

2.13.1 Collecties Departement van Justitie en Generalkommissariat für das Sicherheitswesen

Bij het NIOD zijn de onderstaande twee collecties geraadpleegd:
- Collectie Departement van Justitie (toegangsnummer 216k)
- Collectie Generalkommissariat für das Sicherheitswesen – Höhere SS- und Polizeiführer Nord-West (toegangsnummer 077)

Het betreft de volgende inventarisnummers:

Collectie Departement van Justitie (toegangsnummer 216k), NIOD	Inventarisnummer
Rapporten van de plaatselijke luchtbeschermingsdiensten, politiekorpsen en de Marechaussee inzake het geven van het sein luchtalarm, het neerstorten van vliegtuigen en vliegtuigonderdelen en de vondst van niet-ontplofte explosieven, 23 juni 1943 – 28 april 1944.	180
Processen-verbaal van de plaatselijke luchtbeschermingsdiensten, politie en Marechaussee met betrekking tot vijandelijke vliegtuigen, bomaanvallen en ontploffingen in verschillende gemeenten.	181-185
Meldingen van verschillende gemeenten betreffende ongevallen, beschietingen, bombardementen en het afwerpen van (lege) benzinetanks door vliegtuigen.	186
Telexberichten inzake meldingen van neergestorte geallieerde bommenwerpers, 20 – 24 februari 1944.	328

Collectie Departement van Justitie (toegangsnummer 216k), NIOD	Inventarisnummer
Stukken betreffende het melden van schade door bombardementen en beschietingen uit vliegtuigen, 24 februari 1944 – 31 maart 1945.	329
Stukken betreffende het opstellen van processen-verbaal inzake bombardementen en beschietingen in verschillende gemeenten, 28 september 1944 – 31 maart 1945.	331
Proces-verbaal van de luchtbeschermingsleider inzake schade door luchtaanvallen door de gealli-eerden en afweergeschut van de Duitsers, 3 februari 1944.	477
Stukken betreffende het instellen van een onderzoek naar de gevolgen van luchtaanvallen, 8 okto-ber 1944 – 6 februari 1945.	493
Stukken betreffende het instellen van een onderzoek inzake het bombardement op 14 oktober, 17 oktober 1944.	624
Rapporten van de onderluitenant van de Marechaussee F. Meems inzake het vinden van benzine-tanks, die uit een vliegtuig waren geworpen, alsmede de inslag van een granaat, 20 januari – 20 maart 1944.	642

Collectie Generalkommissariat für das Sicherheitswesen – Höhere SS- und Polizeiführer Nord-West (toegangsnummer 077), NIOD	Inventarisnummer
Berichtgevingen betreffende neergekomen vliegtuigen, 1943.	1759

De onderzoeksresultaten zijn in de onderstaande tabellen samengevat:

Breda:

Datum	Gebeurtenis (bron: NIOD, collecties 216k en 077)	Relevant	Motivatie
22 februari 1944	Op de Schoolakker te Breda is een granaat neer-gekomen en ontploft. (inventarisnr. 216k-183)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
24 februari 1944	Het pand aan de Teteringenstraat 42 te Breda werd door een granaat getroffen. Deze is vervol-gens in de betreffende straat ontploft. (inventa-risnr. 216k-183)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
20 maart 1944	Er is een niet-gesprongen projectiel aangetroffen in de tuin van het perceel Liesboslaan 2 te Breda. (inventarisnr. 216k-183)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
22 maart 1944	Er is een granaat terechtgekomen op de serre van het pand aan de Willem van Oranjelaan 22 te Breda. De granaat doorboorde het dak met plafond en vloer en bleef daaronder liggen. (in-ventarisnr. 216k-183)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.
23 maart 1944	Een hoofdvoedingskabel liggend in de Oude Baan, 5 meter ten westen van de Terheijdense-weg, te Breda is door een 8 cm granaat getrof-fen. (inventarisnr. 216k-183)	Nee	De locatie ligt buiten de begrenzing van het analysegebied.

Nieuw-Ginneken:

Datum	Gebeurtenis (bron: NIOD, collecties 216k en 077)	Relevant	Motivatie
1943-1945	Geen relevante vermeldingen aangetroffen.	-	-

2.14 The National Archives Londen

The National Archives in Kew (Londen) is het officiële nationale archief van het Verenigd Koninkrijk. Er liggen hier gevechtsverslagen van Britse eenheden die op Nederlands grondgebied strijd hebben geleverd. In The National Archives zijn, afgezien van deze War Diaries, ook o.a. de logboeken van geallieerde luchtmacht-eenheden ondergebracht.

Vliegtuigen van de 2nd Tactical Air Force (2nd TAF) gaven tactische luchtsteun aan geallieerde gevechtseenheden. De geallieerde duikbommenwerpers vielen o.a. vijandelijke stellingen, tanks, treinen en hoofdkwartieren aan. De volgende Daily Logs van de 2nd Tactical Air Force zijn geraadpleegd:

Daily Logs 2nd Tactical Air Force. The National Archives Londen	Inventarisnummer
2nd Tactical Air Force: Daily Log: Sept.-Oct. 1944	Air 37/715
2nd Tactical Air Force: Daily Log: Nov.-Dec. 1944	Air 37/716
2nd Tactical Air Force: Daily Log: Jan.-Feb. 1945	Air 37/717
2nd Tactical Air Force: Daily Log: Mar.-May. 1945	Air 37/718

Daarnaast zijn de volgende bronnen ingezien:

Operations Record Books. The National Archives Londen	Inventarisnummer
Operations Record Book No. 197 Squadron	Air 27/1169

Record Group Air 37. The National Archives Londen	Inventarisnummer
146 Wing. Operational History	Air 37/993 en 994

De onderzoeksresultaten zijn in het hierop volgende overzicht verwerkt:

Datum	Gebeurtenis (bron: Operations Record Book No. 197 Squadron)	Relevant	Motivatie
13 oktober 1944	'In the morning the C.O. led 11 aircraft of "A" Flight to destroy a German H.Q. at BREDA by a low level attack. 266 Squadron also took part in the attack which was pressed to (onleesbaar) and very successful. As a result all the three buildings were completely devasted (sic). A second attack was made with cannon'	Mogelijk	De doelwitten liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.
13 oktober 1944	'GERMAN HQ SOUTH OF BREDA. This Squadron dropped 24 bombs in a low level attack 20 of which were in the target area. 266 Squadron also took part in the attack and as a result of the attack all three buildings were seen to be destroyed. The area was also straffed with cannon. Meagre light flak was encountered from the target area'	Mogelijk	De doelwitten liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.

Datum	Gebeurtenis (bron: Operationa History 146 Wing)	Relevant	Motivatie
13 oktober 1944	'197 and 266 Squadrons them attacked a group of buildings used as an H.Q. at Breda. 197 Squadron went in a low-level and dropped 22 + 500 lb. 11 sec. bombs, while 266 Squadron fired 55 Rockets and all strafed. As a result these buildings were seen to be destroyed'	Mogelijk	De doelwitten liggen binnen de begrenzing van het analysegebied.

3 CHRONOLOGIE RELEVANTE GEBEURTENISSEN

3.1 Inleiding en tabel chronologie

AVG heeft op basis van de gegevens in hoofdstuk 2 een overzicht van relevante gebeurtenissen tijdens en na de Tweede Wereldoorlog opgesteld, waarbij gebruik is gemaakt van alle op het moment van opstellen beschikbare bronnen. Deze gegevens zijn chronologisch in een tabel verwerkt. De in deze tabel verwerkte nummering correspondeert met de in de feitenkaart verwerkte feiten en in de bodembelastingkaart afgebakende verdachte gebieden (indien van toepassing).

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
Mei 1940	In deze gemeente zijn door oorlogshandelingen drie bruggen vernield namelijk: ▪ De brug over de Chaamsebeek in de weg van Ginneken naar Chaam. ▪ De Scheele brug over de rivier “De Mark”, gelegen in de Scheelebrugsche straat	2.5	Gemeentearchief Ginneken en Bavel, inventarisnr. 133	Nee, in werking getreden standaard vernielingsladingen uit de meidagen van 1940 geven geen aanleiding om een CE verdacht gebied af te bakenen.	4	--
10 mei 1940	Duits bombardement op Nieuw Ginneken. Getroffen te Strijbeek het terrein aan de Strijbeekseweg 56 en het bos voor de Hilm.	2.2.2	T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945	Nee, er is onvoldoende aanvullend bewijs om een CE verdacht gebied af te bakenen. AVG meldt hierbij tevens dat niet alle beschrijvingen van Eversteijn betrouwbaar zijn en dat er dus niet alleen op basis van een vermelding van Eversteijn wordt afgebakend.	1	--
11 mei 1940	Duits bombardement op Nieuw Ginneken. Getroffen werd een terrein ten westen van Ulvenhout.	2.2.2	T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945	Nee, de omschrijving van de locatie is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--

[1] FK = Feitenkaart
[2] CE BBK = CE Bodembelastingkaart

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
12/13 mei 1940	"In de avond van 12 mei, om 23.00 uur, arriveerden de Duitse eenheden in de Brugstraat (eerste deel Duivelsbruglaan), waar een wegversperring was aangebracht. De infanterie kon de brug echter ongehinderd passeren. Daarna werden ze echter zwaar onder vuur genomen door Franse mitrailleurs, die stelling hadden genomen aan de rand van het Mastbos. De Duitsers moesten dekking zoeken in de sloot tegenover Bad Wörishofen, in afwachting van versterkingen. Van de zijde van het regiment werden vier stukken infanteriegeschut aangevoerd, die vanaf de Duivelsbruglaan op de Franse stellingen aan de rand van het Mastbos vuurden, maar hun tegenstanders niet konden verdrijven. (…). Toen het licht werd trok de Duitse infanterie, gesteund door hun zware wapens over de Duivelsbrug in de richting van het bos, dat na zware gevechten werd gezuiverd van de Fransen."	2.1.2	Bodac, VCE Galderse Heide, p. 8	Nee, deze beschrijving biedt onvoldoende aanknopingspunten om een CE verdacht gebied af te bakenen.	5 (Indicatief)	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
31 mei 1940	Berichtgeving over de gevolgen van de oorlogshandelingen in mei 1940. Het seminarie IJpelaar was niet meer bewoonbaar, maar de herstelwerkzaamheden hebben daar verandering in gebracht. Ginneken is het zwaarste getroffen. De pastorie van de H. Laurentiuskerk is zwaar gehavend, de Montessorischool is beschadigd en het mooie gebouw van het Wit-Gele Kruis is dusdanig getroffen, dat het geheel moet worden afgebroken.	2.6	Noordbrabantsch Dagblad, 'Oorlogsschade aan kerkelijke gebouwen en gestichten in het bisdom Breda', 31 mei 1940	Nee, de afbakening van de H. Laurentiuskerk ter plaatse van het analysegebied leidt niet tot CE verdacht gebied in het onderzoeksgebied.	6	--
Onbekend	De Montessorischool aan de Postlaan, waarin de Duitsers sinds november 1940 hadden gebivakkeerd en die in de laatste tijd voor de bevrijding als hulptelefooncentrale had gediend, was door twee granaten getroffen.	2.2.2	A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding, p. 200	Nee, hoewel de Postlaan gedeeltelijk binnen het analysegebied ligt, is er aldaar geen Montessorischool te herleiden.	7	--
1941	Versperringen op de bruggen, o.a. richting Ginneken, en bij het station.	2.9	NIMH, inventarisnr. 347	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdachte gebied af te bakenen. Bovendien wordt er niet vermeld of er CE in de versperringen aanwezig waren.	--	--
1944	Tijdens de bevrijdingsdagen ontplofte er een Duitse munitiewagen op de Ginnekenweg.	2.2.2	C.P. Coenders, Breda in oorlog, p. 86	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdachte gebied af te bakenen.	--	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
1944	Vooral in 1944 beschadigden luchtbombardementen opnieuw verschillende gebouwen en woonhuizen in de stad, o.a. aan de Ouden Terheijdenscheweg, de Spoorstraat, Willemstraat, Duivelsbruglaan, waardoor het gehele Bad Wörishofen aldaar werd verwoest en de Nederlands Hervormde Kerk van Ginneken zwaar werd beschadigd. Terwijl bij de bevrijding van Breda betrekkelijk weinig schade aan de gebouwen werden aangericht, werden er van de 26 bruggen 18 geheel vernield.	2.2.2	A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding, p. 43	Ja, het Bad Wörishofen en de Hervormde Kerk te Ginneken liggen binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied. Er wordt afgebakend op basis van een pin point target.	8	B3
1944	Britse en Canadese troepen komende van Ulicoten, via Chaam, Strijbeek en Ulvenhout trokken over de Ulvenhoutselaan naar Breda. Ter hoogte van de Bieberg werden zij bestookt door de Duitsers, die opgesteld waren in het Mastbos en het nabijgelegen Wolfslaar. Tijdens het vuurgevecht beschoten de tanks de historische boerderijen van de familie Hamel nabij Wolfslaar en van Kaat van Haperen nabij het Mastbos.	2.2.2	C.P. Coenders, Breda in oorlog, p. 88	Ja, de Bieberg ligt in het analyse- en onderzoeksgebied. Het gebied is situationeel afgebakend.	9	B1
1944	In de laatste maanden van de bezetting stijgt de spanning en worden inwoners van Ulvenhout opgeroepen om te gaan werken aan de tankvallen bij Strijbeek, eerst goedschiks en dan met geweld.	2.2.2	T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie Nederland, p. 66	Nee, er is geen sprake van CE indicaties. De vermelding ondersteunt wel de op luchtfoto's waargenomen tankgracht ter hoogte van Strijbeek.	10	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
26 september 1944	Wapenopstellingen en een tankgracht bij Strijbeek.	2.4	Historische luchtfoto 4079	Ja, de wapenopstellingen zijn verdacht. De tankgracht is alleen verdacht indien er indicaties zijn voor beschietingen. Hiervoor is geen bewijs gevonden.	27	B2
Oktober 1944	De Tuchtschool voor Jongens op het grondgebied der voormalige gemeente Ginneken was een der eerste gebouwen, die onder het geallieerde artillerievuur van onze bevrijders kwam te liggen.	2.2.2	A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding, p. 203	Ja, de tuchtschool voor jongens ligt in het analysegebied en gedeeltelijk in het onderzoeksgebied. Het gebied is situationeel afgebakend.	11	B1
Oktober/ november 1944	De Driesprongkerk en de kerken in Ginneken werden door oorlogshandelingen zwaar beschadigd.	2.2.2	C.P. Coenders, Breda in oorlog, p. 100	Nee, de precieze oorzaak van de schade is onbekend.	12	--
4 oktober 1944	De in het Mastbos opgeslagen munitie wordt door de Duitsers tot ontploffing gebracht. Ten zuiden van Breda op de Kerkhofweg enige pantservuisten.	2.11	Nationaal Archief, Groep Albrecht, inventarisnr. 2666	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
6 oktober 1944	In Ulvenhout staan opstellingen van 8,8 cm en 4 cm geschut, die de Chaamse en Strijbaakse wegen bestrijken.	2.11	Nationaal Archief, Groep Albrecht, inventarisnr. 2666	Ja, in combinatie met de luchtfotoanalyse zijn de stellingen ingetekend nabij de huidige A58 en conform de WSCS-OCE afgebakend met een radius van 25 m rondom het hart van de stellingen.	13	B2
6 oktober 1944	In de tuin van 't "Wolfslag" staat een stuk Pak.	2.11	Nationaal Archief, Groep Albrecht, inventarisnr. 2666	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	15	--
13 oktober 1944	Veertigtal brisantbommen van verschillend kaliber afgeworpen op de Duivelsbruglaan, terwijl een deel van de bommen ten zuiden van deze laan in het vrije veld zijn neergekomen.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 342-3.	Ja, in combinatie met luchtfoto's. Er is schade zichtbaar bij de villa aan de Duivelsbruglaan. Er zijn in het open veld echter geen kraters zichtbaar. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
13 oktober 1944	Op 13 oktober 1944 kwam hierin plotseling verandering door de verwoesting van Bad Wörishofen in Ginneken waarbij 29 slachtoffers vielen te betreuren. Het trieste van deze aanval door de geallieerden was dat het beoogde doelwit n.l. het Duitse hoofdkwartier, dat slechts twee huizen verder in een villa in de Duivelsbruglaan lag, zelfs niet werd beschadigd. Met dit bombardement was voor Ginneken de oorlog in al zijn hevigheid in haar midden gekomen. De angst zat er plotseling in.	2.2.2	T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie in Nederland, p. 85/86	Ja, het Bad Wörishofen ligt binnen het onderzoeksgebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7
13 oktober 1944	Er vond een bombardement plaats op Bad Wörishofen en op delen van de stad, zoals Willemstraat, Mauritsstraat, omtrek station N.S.	2.2.2	A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding, p. 158	Ja, het Bad Wörishofen ligt binnen het onderzoeksgebied. Er is afgebakend op basis van pin point target.	15	B7
13 oktober 1944	Bombardement op Nieuw Ginneken. Getroffen werd een rustoord aan de Duivelsbruglaan.	2.2.2	T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945	Ja, het rustoord, Bad Wörishofen, ligt binnen het onderzoeksgebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7

13 oktober 1944	“Mijn ouderlijk huis lag hemelsbreed nog geen vierhonderd meter van het hoofdkwartier, bijna in het verlengde van de Bouvignelaan. Om ongeveer 11.00 uur in de ochtend van de 13e oktober vlogen een aantal jachtbommenwerpers van het type Hawker Typhoon rakelings over en achter ons huis in de Regentesselaan. We hoorden bommen en/of raketten inslaan. Ruiten sprongen en dakpannen vielen naar beneden. We hadden geen tijd om de kelder in te duiken. Alles had zich binnen enkele minuten afgespeeld. Maar waar? Een aantal Typhoons cirkelden nog vrij laag rond om te kijken wat ze geraakt hadden en verdwenen weer. Naderhand vernamen wij dat het negentien Typhoons geweest waren, n.l. elf van Nr. 197 en acht van Nr. 266 Squadron van de RAF. Waarschijnlijk hebben ze niet allemaal van hun bommen en/of raketten gebruik gemaakt. We konden niet meteen gaan kijken waar de aanval had plaatsgevonden omdat Duitse militairen ons op een afstand hielden. Enkele uren daarna werd de Werfstraat en Duivelsbruglaan vrijgegeven toen de Duitse generaal met zijn staf geëvacueerd was. Tot ieders ontzetting bleek dat niet het hoofdkwartier [van Generaal Von Zangen, 15e Duitse	2.2	SGLO Crashregister	Ja, het rustoord, Bad Wörishofen, ligt binnen het onderzoeksgebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
	Leger] maar Bad Wörishofen totaal in puin lag."					
13 oktober 1944	'In the morning the C.O. led 11 aircraft of "A" Flight to destroy a German H.Q. at BREDA by a low level attack. 266 Squadron also took part in the attack which was pressed to (onleesbaar) and very successful. As a result all the three buildings were completely devasted (sic). A second attack was made with cannon'	2.14	The National Archives, Operations Record Book No. 197 Squadron	Ja, de getroffen locatie, Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7
13 oktober 1944	'GERMAN HQ SOUTH OF BREDA. This Squadron dropped 24 bombs in a low level attack 20 of which were in the target area. 266 Squadron also took part in the attack and as a result of the attack all three buildings were seen to be destroyed. The area was also straffed with cannon. Meagre light flak was encountered from the target area'	2.14	The National Archives, Operations Record Book No. 197 Squadron	Ja, de getroffen locatie, Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7
13 oktober 1944	'197 and 266 Squadrons them attacked a group of buildings used as an H.Q. at Breda. 197 Squadron went in a low-level and dropped 22 + 500 lb. 11 sec. bombs, while 266 Squadron fired 55 Rockets and all strafed. As a result these buildings were seen to be destroyed'	2.14	The National Archives, Operationa History 146 Wing	Ja, de getroffen locatie, Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het analysegebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	15	B7
14 oktober 1944	Bombardement op Breda. Getroffen werd het rustoord Bad Wörishoven.	2.2.2	T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945	Ja, het Bad Wörishofen ligt binnen het onderzoeksgebied. Er wordt afgebakend op basis van pin point target. De datum is foutief: het betreft 13 oktober 1944.	15	B7

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
14 oktober 1944	Bombardement op Ginneken. Getroffen werd de Hervormde kerk.	2.2.2	T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945	Ja, de Hervormde kerk ligt binnen het analysegebied. De datum is foutief: het betreft 13 oktober 1944.	3	B3
14 oktober 1944	Op 14 oktober bombardeerden de geallieerden een Duits hoofdkwartier aan de Duivelsbruglaan. Niet het hoofdkwartier werd getroffen, maar het in de buurt gelegen rustoord “Bad Wörishofen” was het slachtoffer. Ook de Hervormde Kerk van Ginneken werd getroffen.	2.2.2	C.P. Coenders, Breda in oorlog, p. 80, 85	Ja, het Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied, de Hervormde kerk ligt binnen het analysegebied. De datum is foutief: het betreft 13 oktober 1944.	15	B7
15 oktober 1944	Bomkrater nabij boerderij Schoondonk en bij de Mark tussen Galder en Strijbeek.	2.4	Historische luchtfoto’s 3079/ 3080/ 4078/ 4079	Ja, de bomkraters zijn verdacht. Er wordt afgebakend op basis van pin point target.	28	B4
15 oktober 1944	Loopgraven en wapenopstellingen bij de Mark tussen Galder en Strijbeek.	2.4	Historische luchtfoto’s 3079/ 3080/ 4078/ 4079	Ja, de loopgraven en wapenopstellingen zijn verdacht. De locaties van de loopgraven en wapenopstellingen zijn verdacht.	29	B5
27 oktober 1944	De Duitsers waren vrijwel gereedgekomen met de afvoer van granaten en munitie, welke zij in grote hoeveelheden in het Mastbos hadden opgeslagen.	2.2.2	A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding, p. 215	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--

28 oktober 1944	Op zaterdag 28 oktober naderen vanuit Chaam de eerste Canadese tanks, die ter hoogte van de Strijbeekseweg de Duitse artillerie tot zwijgen proberen te brengen. In de verte is het artillerievuur op Breda hoorbaar, maar toch zijn er op zondagmorgen nog Duitsers in de buurt. Canadese tanks zetten zich dan in beweging en rukken met infanteristen langzaam maar zeker op door de Dorpsstraat. De molen heeft nog maar twee wieken en verschillende panden zijn zwaar beschadigd. Nauwelijks hebben de tanks zich in beweging gezet, of ze worden al weer beschoten. Dan wordt gelukkig een stuk anti-tankgeschut met bemanning buitgemaakt en komt men na ongeveer anderhalf uur bij de Bieberg. Van daaruit verkent men het Markdal en dan komt er plotseling weer tegenvuur uit de omgeving van het Kippebruggetje (Ulvenhoutselaan). Met een paar goed gerichte schoten wordt dat weerstandsnest tot zwijgen gebracht, maar helaas gaat daarmee de boerderij bij het bruggetje in vlammen op en vallen er slachtoffers. Verder gaan de Canadezen weer en aan de rechter zijde van de Ulvenhoutselaan, gezien in de richting van Breda, ontmoeten ze geen weerstand meer. Het gebied daarachter is al door de Polen gezuiverd!	2.2.2	T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie Nederland, p. 66	Ja, de locaties liggen binnen het analyse- en/of onderzoeksgebied. Het gebied is situationeel afgebakend.	16	B1

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
28 oktober 1944	Vanuit Chaam is het Tweede Canadese Infanteriecorps in aantocht, dat ter hoogte van de Strijbeekseweg bij Ulvenhout de Duitse verdedigingslinie bestookt.	2.2.2	T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie Nederland, p. 68	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen. De vermelding geeft echter wel context aan de gevechten die hebben plaatsgevonden.	--	--
28 oktober 1944	Het Negende Bataillon houdt zich nu verder bezig met het opruimen van weerstandsnesten ten Zuiden van de singels. De Podhalanen trekken langs de bosrand van Ginneken richting Princenhage en de Canadezen, die rond 1 uur 's middags in de Ulvenhoutselaan staan, zuiveren de bosrand en het daarachter gelegen gebied.	2.2.2	T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie in Nederland, p. 72	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen. De vermelding geeft echter wel context aan de gevechten die hebben plaatsgevonden.	17	--
28 oktober 1944	Rond 1 uur 's middags is er nog een uitslaande brand, vlak bij de hoek van de Bavelselaan en in de namiddag staan de Canadezen bij de Laurentiuskerk in Ginneken. Zij nemen verder geen deel aan de bevrijding van Breda, maar zuiveren de Galderseweg en de bosrand langs Ginneken.	2.2.2	T. Peeters, Eerste Poolse pantserdivisie in Nederland, p. 66	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen. De vermelding geeft echter wel context aan de gevechten die hebben plaatsgevonden.	17	--
28 oktober 1944	Een deel der [geallieerde] tanks trok het veld in om via den Strijbeekschen weg de Duitse artillerie in de flank te komen, welke operatie heel goed slaagde. Het zware geschut liet zich nu spoedig horen, de machinegeweren kwamen in actie, doch tevens ging de eerste boerderij onder den rook van Ulvenhout in vlammen op. Lichtspoormunitie zocht haar weg over de kale akkers en de aanvallers trokken langzaam op.	2.2.2	A. Hallema, Breda vertelt van zijn bevrijding, p. 254	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen. De vermelding geeft echter wel context aan de gevechten die hebben plaatsgevonden.	--	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
30 oktober/ 5 november 1944	Op de avond van 30 oktober bereikten de geallieerden de Marklinie. Op 5 november doorbraken zij de linie en drie dagen later stonden zij bij Moerdijk op de zuidoever van het Hollands Diep.	2.2.2	E. van Blankenstein, Bruggen in Nederland, p. 155	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
21 november 1944	Berichtgeving over de oorlog in en om Breda. De stad had te lijden onder diverse beschietingen door vliegtuigen en door bombardementen. Door een van de bombardementen werd de herstelinrichting “Bad Wörishofen” te Ginneken onherstelbaar vernield, waarbij 28 doden vielen. Bij dezelfde luchtaanval werd het middenschip van de Nederlands Hervormde Kerk te Ginneken zwaar getroffen.	2.6	Vrije Stemmen uit de Ganzestad, ‘De oorlog in en om Breda’, 21 november 1944	Ja, het Bad Wörishofen ligt binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied, de Hervormde kerk ligt binnen het analysegebied.	15	B3
30 januari 1945	Een V-1 neergekomen in Galder, tussen twee boerderijen op ongeveer 50 meter van de Galderseweg ter hoogte van de kapel.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 680	Nee, de afbakening van het verdachte gebied heeft geen invloed op het onderzoeksgebied.	18	--
31 januari 1945	V1 (V1152) tussen twee boerderijen nabij een kapel aan de Galderscheweg gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, de afbakening van het verdachte gebied heeft geen invloed op het onderzoeksgebied.	V1152	--
8 februari 1945	V-1 neergestort te Ulvenhout. Getroffen werd de Bieberglaan.	2.2.2	T. Eversteijn, Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto’s zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V718	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
8 februari 1945	V1 (V0707) nabij de Galderscheweg te Breda in de lucht gedetoneerd.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V707	--
8 februari 1945	V1 (V718) aan de Bieberglaan te Ulvenhout gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V718	--
11 februari 1945	Berichtgeving over de aanwezigheid van een niet-ontplofte bom ten westen van de R.K. Kerk te Nieuw-Ginneken.	2.12	SSA-MMOD	Ja, de Rooms-Katholieke kerk ligt binnen de begrenzing van het analysegebied.	19	B3
23 februari1945	Een V-1 neergekomen in het buurtschap Heerstaaijen. Deze kwam terecht in een dennenbosje op ongeveer 400 meter van de Strijbeekseweg.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 680	Nee, met behulp van luchtfoto's is vastgesteld dat de crashlocatie zich buiten het analysegebied bevindt.	--	--
23 februari 1945	V1 (V1004) in een bos op 400 meter van de Strijbeekscheweg te Nieuw-Ginneken gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, met behulp van luchtfoto's is vastgesteld dat de crashlocatie zich buiten het analysegebied bevindt.	V1004	--
23 februari 1945	In Heerstaayen, op plusminus 400 m van de Strijbeekseweg, is een V1 neergestort.	2.10	Militair Gezag, inventarisnr. 211	Nee, met behulp van luchtfoto's is vastgesteld dat de crashlocatie zich buiten het analysegebied bevindt.	--	--
25 februari 1945	V1 (V1075) aan de Galderschenweg te Breda gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V1075	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
25 februari 1945	Aan de Galderseweg te Breda is een V1 neergekomen. (inventarisnr. 211)	2.10	Militair Gezag, inventarisnr. 211	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	--	--
28 februari 1945	Aan de Galderseweg is een V1 neergekomen. De aan de weg gelegen Tuchtschool werd ten gevolge hiervan onbruikbaar geworden. (inventarisnr. 211)	2.10	Militair Gezag, inventarisnr. 211	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	--	--
28 februari 1945	V1 (V1173) op 50 meter van de tuchtschool in bomen aan de Galderscheweg te Breda gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V1173	--
28 februari 1945	V1 (V1161) aan de Galderschenweg gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V1161	--
2 maart 1945	V-1 neergekomen nabij de Galderscheweg.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 6d	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	V1215	--
2 maart 1945	V1 (V1215) aan de Galderscheweg te Breda gecrasht.	2.2.2	Vergeltungswaffen.nl	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	--	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
25 maart 1945	Er is een V1 neergestort op een perceel bouwland, ongeveer 500 meter van de bebouwde kom en 200 meter van grenspaal 219 te Kerzel (Strijbeek).	2.10	Militair Gezag, inventarisnr. 211	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	--	--
25 maart 1945	Een V-1 neergekomen op een perceel bouwland te Kerzel. Deze kwam neer op ongeveer 200 meter ten noorden van grenspaal 219.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 680	Nee, er is onvoldoende bewijs om tot een precieze afbakening van CE verdacht gebied over te gaan. Op luchtfoto's zijn geen sporen van deze crash waarneembaar, de geraadpleegde kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten.	--	--
28 maart 1945	Een V-1 neergekomen in het buurtschap "Den Beekhoek" te Ulvenhout, op een perceel weiland op ongeveer 200 meter afstand van de Dorpsstraat Ulvenhout-Chaam.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 6d	Nee, de afbakening van verdacht gebied heeft geen invloed op het onderzoeksgebied.	V1537	--
28 maart 1945	Een V-1 neergekomen in het buurtschap "Den Beekhoek" te Ulvenhout, op een perceel weiland op ongeveer 200 meter afstand van de Dorpsstraat Ulvenhout-Chaam.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 680	Nee, de afbakening van verdacht gebied heeft geen invloed op het onderzoeksgebied.	V1537	--
Onbekend	Kaart met daarop de locaties van neergekomen V-wapens weergegeven.	2.2.2	AVG Bedrijfsarchief	Nee, de kaart biedt onvoldoende aanknopingspunten om tot afbakening van CE verdacht gebied over te gaan.	--	--
12 april 1945	Opgave van granaten aan de Bouvignelaan.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 6a	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	20	B1

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
25 april 1945	Opgave projectielen, bommen en landmijnen, welke in de gemeente Nieuw-Ginneken liggen en waarvan aangifte is gedaan: ▪ Vliegtuigbom op een perceel in de Galderse heide ▪ 2 blindgangers van afweergeschut in Galderse heide	2.12	SSA-MMOD	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
Diverse data	Lijst van bruggen die in de oorlog schade hebben opgelopen: ▪ Duivelsbrug ▪ Kippenbruggetje (Bieberglaan) ▪ Fretbrug (Sulkerpad) ▪ Schelebrug	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 723-4	Ja, in combinatie met andere archiefstukken wordt duidelijk dat de Schelebrug door de Duitsers is opgeblazen en de Duivelsbrug onder bombardementen heeft geleden.	21	B6
30 juni 1945	Schade in de gemeente aan: ▪ Het torentje van het gemeentehuis, Raadhuisstraat 6, werd door een granaat vernield. ▪ Duiker en brug in de Galderse beek (Galderseweg) door de Duitsers opgeblazen. ▪ Noodbrug over de Mark de zogenaamde “Schele Brug”, door de Duitsers opgeblazen. ▪ Voetbrug over de Mark “Serrarisbrug” door de Duitsers opgeblazen.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 105	Ja, de Schelebrug ligt binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied.	21	B6

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
December 1945	Lijst van nog in de gemeente Breda aanwezige explosieven voorwerpen: ▪ Kwekerij Mastenbosch: 1 pantservuist ▪ Aan de Bouvignedreef, naast de kwekerij Mastbosch:1 pantservuist ▪ Galderseweg: 3 granaten	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 978	Ja, in combinatie met andere bronnen. Het gebied is situationeel afgebakend.	22	B1
3 december 1945	Verzoek tot ruiming van landmijnen Galderse Heide.	2.12	SSA-MMOD	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
30 maart 1946	Berichtgeving over de mogelijke aanwezigheid van mijnen op de hockeyvelden, gelegen naast kasteel Bouvigne aan de Bouvignelaan.	2.12	SSA-MMOD	Nee, in combinatie met mijnenkaarten kan niet worden gesteld dat er in dit gebied landmijnen aanwezig zijn.	23	--
5 april 1946	Het op mijnen verdachte gebied 27 is onderzocht. Er zijn 4 A200-mijnen en 1 Schümijn gevonden.	2.8	EODD, collective mijnenkaarten	Ja, het mijnenveld is verdacht op CE.	27	B8
1 april 1960	Melding van het vinden van een aantal handgranaten aan de Goudbergseweg (Strijkbeek).	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 685	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
2 oktober 1961	Achter in de tuin aan de Ulvenhoutselaan 127 ligt een blindganger.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 978	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	24	--
27 mei 1963	Melding van de aanwezigheid van een granaat aan de Ulvenhoutselaan 50.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 978	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	25	B1
12 februari 1965	Bij het in orde maken van de bermen langs de Strijbeekseweg te Ulvenhout is een granaat gevonden.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 685	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen. De vermelding draagt wel bij aan de context van de gevechtshandelingen die aldaar hebben plaatsgevonden.	--	--
3 juni 1969	Melding van het vinden van een granaat achter een pand aan de Strijbeekseweg 60a te Strijbeek, gemeente Ulvenhout.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 685	Nee, er is onvoldoende aanvullende informatie om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
5 oktober 1970	Melding van het vinden van een granaat in het Mastbos te Breda.	2.5	Gemeentearchief Breda, inventarisnr. 978	Nee, de vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
18 november 1970	Melding van het vinden van een granaat in een greppel schuin tegenover Markdal 25.	2.5	Gemeentearchief Nieuw-Ginneken, inventarisnr. 685	Nee, er is onvoldoende aanvullende informatie om CE verdacht gebied af te bakenen.	26	--
1971	Voor het pand Markdal 25 in een greppel te Ulvenhout aan de openbare weg: 1 mortierbrisantgranaat 2 inch	2.7	EODD, moranummer 1971000040	Nee, er is onvoldoende aanvullende informatie om CE verdacht gebied af te bakenen.	Uo-nummer	--
1974	Kasteel Bouvigne te Breda: 1 mortiergranaat	2.7	EODD, moranummer 1974000408	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	Uo-nummer	B1
1982	Langs de Mark (Markdal): 1 75 mm AP.HE (brisantgranaat)	2.7	EODD, moranummer 1982000762	Nee, de precieze locatie is niet te herleiden. De vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	Uo-nummer	--
1983	Markweg 11: 1 huls 20 mm	2.7	EODD, moranummer 1983003496	Nee, er is onvoldoende aanvullende informatie om CE verdacht gebied af te bakenen.	Uo-nummer	--
1984	Bouvignedreef in bosperceel: 1 mortiergranaat 5 cm	2.7	EODD, moranummer 1984001049	Nee, de precieze locatie is niet te herleiden. De vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	Uo-nummer	--
1986	Galderseweg tussen 3-9 Galder, aan de kant van de weg aan de andere zijde van de sloot: 1 munitietrommel mitrailleur 7,62 mm, gevuld.	2.7	EODD, moranummer 1986001946	Nee, het betreft naoorlogse munitie.	Uo-nummer	--
1987	Kasteel Bouvigne: ▪ 1 compleet schot 20 mm + p. [sic] ▪ 15 stuks klein kaliber munitie	2.7	EODD, moranummer 1987000245	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	Uo-nummer	B1
1991	Slotgracht van Kasteel Bouvigne: 1 7,5 cm artilleriegranaat HE compleet schot	2.7	EODD, moranummer 1991000405	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	Uo-nummer	B1
1992	Ulvenhoutselaan t.o.v. perceel 26: ▪ 1 3.7 inch brisantgranaat ▪ 5 seinpatronen	2.7	EODD, moranummer 199220036	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	Uo-nummer	B1

1940-1945, naoorlogse ruimingen						
Datum	Gebeurtenis	Hoofdstuk	Bron	Bruikbaar t.b.v. afbakening	Nr . FK[1]	Nr . BBK[2]
1995	Markweg 3: 1 brisantgranaat 3.7 inch	2.7	EODD, moranummer onbekend	Nee, er is onvoldoende aanvullende informatie om CE verdacht gebied af te bakenen.	Uo-nummer onbekend	--
2001	Bouvignedreef (speelweide). Melding van 1 vermoede mortiergranaat 2 inch. Verplaatst: locatie onbekend	2.7	EODD, moranummer 2001001415	Nee, de precieze locatie is niet te herleiden. De vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
2004	Galderseweg, speelplaats in bos: 3 rookmortierganaten 2 inch	2.7	EODD, moranummer 2004000085	Nee, de precieze locatie is niet te herleiden. De vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--
2004	Bouvignelaan 35: 1 eihandgranaat	2.7	EODD, moranummer 2004060058	Ja, in combinatie met andere bronnen, zoals literatuur. Het gebied is situationeel afgebakend.	Uo-nummer	B1
2011	Ulvenhoutselaan 91: 1 oefenbuskruitgranaat 5 cm	2.7	EODD, moranummer 20110875001	Nee, er wordt niet op oefengranaten afgebakend.	--	--
2011	Mastbos : 1 lichtgranaat 2 inch mortier (niet verschoten)	2.7	EODD, moranummer 20111530001	Nee, de locatie is niet te herleiden. De vermelding is te globaal om CE verdacht gebied af te bakenen.	--	--

4 BEOORDELING BRONNENMATERIAAL

4.1 Indicatie van explosieven in het analysegebied

Er is in de meidagen van 1940 geen sprake geweest van grondgevechten in het analysegebied. Er zijn echter wel indicaties voor schade aan bruggen, welke vermoedelijk zijn opgeblazen.

Voorafgaand aan de bevrijding door de geallieerden was er sprake van grondgevechten in het analysegebied. Tijdens de gevechten is de Schele Brug over de Mark opgeblazen.

In het analysegebied waren militaire objecten aanwezig. Het betrof stellingen, wapenopstellingen, een mijnenveld en loopgraven. Tevens waren er tankgrachten in het analysegebied aanwezig. Er zijn echter geen indicaties voor beschietingen van de tankgracht. Derhalve is deze niet afgebakend.

Er zijn geen militaire vliegtuigen in het analysegebied gecrasht. Er zijn wel V-wapens in en nabij het analysegebied gecrasht.

Ter plaatse van het analysegebied is sprake geweest van bombardementen.

Het analysegebied heeft geleden onder gevechtshandelingen.

Er zijn in het verleden CE in het analysegebied gevonden. Het betrof met name brisant- en mortiergranaten.

Er is na de Tweede Wereldoorlog sprake geweest van naoorlogse bodemingrepen in het analysegebied (contra-indicaties). Zo heeft er bebouwing plaatsgevonden en is de Mark op verschillende locaties verlegd. CE zijn ten gevolge van deze bodemingrepen mogelijk verwijderd c.q. binnen het onderzoeksgebied verplaatst.

Op basis van de beschikbare feiten zijn er voldoende indicaties beschikbaar waaruit blijkt dat er mogelijk CE in het analysegebied aanwezig zijn.

4.2 Leemten in kennis bronnenmateriaal

- Bij een historisch onderzoek kan nooit een volledig overzicht van alle bronnen worden verkregen. Er is bij dit onderzoek is er gebruik gemaakt van een bronnenselectie. Getuigen die meer kunnen vertellen over munitiedumpingen, vliegtuigcrashes en bombardementen kunnen ondertussen zijn overleden.
- Luchtfoto's van de Royal Air Force geven doorgaans een betrouwbare indicatie voor wat betreft de vraag of er mogelijk CE in het onderzoeksgebied aanwezig zijn. Luchtfoto's geven altijd een momentopname weer. Er kunnen vòòr, na en tussen verschillende opnamedata CE in het onderzoeksgebied terecht zijn gekomen. Het is, vanwege getroffen camouflagemaatregelen, maar zeer de vraag of alle geschutsopstellingen etc. op luchtfoto's kunnen worden teruggevonden. Aangezien het analysegebied in de Tweede Wereldoorlog deels uit water bestond, kunnen sporen van gevechtshandelingen niet op luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog worden waargenomen.

- De ruimrapporten van de EOD kennen hun beperkingen, voor wat betreft de nauwkeurigheid van de vindplaatsbeschrijvingen. Het is niet altijd mogelijk om exact aan te geven waar de CE werden aangetroffen. Deze munitie is bovendien geruimd. Dergelijke beperkingen zijn er ook bij andere geraadpleegde bronnen, zoals bijvoorbeeld documenten uit de gemeentearchieven. Er kan alleen een CE verdacht gebied worden afgebakend met behulp van concrete locatiebeschrijvingen
- In het gemeentearchief van Alphen-Chaam zijn geen inventarissen aanwezig met betrekking tot in de gemeente aangetroffen/geruimde CE uit de Tweede Wereldoorlog.
- AVG is niet in het bezit van archiefmateriaal uit België of aan het land gerelateerde gebeurtenissen. Het analyse- en onderzoeksgebied bevinden zich gedeeltelijk op Belgisch grondgebied. Onder andere de geraadpleegde luchtfoto's hebben als uitgangspunt gediend om te kunnen bepalen of er (mogelijk) sprake is van CE verdacht gebied.
- De geraadpleegde kaart waarop de locaties van de neergekomen V-wapens biedt onvoldoende aanknopingspunten om een CE verdacht gebied af te bakenen.

4.3 Soort en verschijningsvorm van explosieven

In de lijst van gebeurtenissen (hoofdstuk 3) worden de volgende gevechtshandelingen genoemd:
- Defensie (loopgraven, mijnenveld, geschutstellingen en wapenopstellingen)
- Grondgevechten en artilleriebeschietingen
- Luchtaanvallen
- Vernielingsladingen bruggen

Voor de genoemde handelingen is beoordeeld of – als gevolg van de handeling –CE in het onderzoeksgebied aangetroffen kunnen worden. Zo ja, dan is tevens beoordeeld welke van de zestien hoofdsoorten CE uit de WSCS-OCE, versie 1, in de bodem aanwezig kunnen zijn.

4.3.1 Locaties militaire defensieve maatregelen

De volgende hoofdsoorten CE zijn mogelijk ter plaatse van de (voormalige luchtafweer-) stellingen in het onderzoeksgebied aanwezig:

Soort explosief	Nationaliteit	Subsoort	Verschijningsvorm
Hand- en geweergranaten	Duits	o.a. Steelhandgranaten, Gewehrgranaten No. 30	Gedumpt / achtergelaten
Klein kaliber munitie (KKM)	Duits	9 mm, 7,92 mm	Gedumpt / achtergelaten
Geschutgranaten	Duits	2 cm t/m 8,8 cm	Gedumpt / achtergelaten

De volgende hoofdsoorten CE zijn mogelijk ter plaatse van de (voormalige) wapenopstellingen in het onderzoeksgebied aanwezig:

Soort explosief	Nationaliteit	Subsoort	Verschijningsvorm
Hand- en geweergranaten	Duits	Steelhandgranaten, Gewehrgranaten No. 30	Gedumpt / achtergelaten
Klein kaliber munitie (KKM)	Duits	9 mm, 7,92 mm	Gedumpt / achtergelaten

De volgende hoofdsoorten CE zijn mogelijk ter plaatse van de (voormalige) loopgraven in het onderzoeksgebied aanwezig:

Soort explosief	Nationaliteit	Subsoort	Verschijningsvorm
Hand- en geweergranaten	Duits	Steelhandgranaten, Gewehrgranaten No. 30	Gedumpt / achtergelaten
Klein kaliber munitie (KKM)	Duits	9 mm, 7,92 mm	Gedumpt / achtergelaten

De volgende hoofdsoorten CE zijn mogelijk ter plaatse van de (voormalige) mijnenvelden/ op landmijnen verdachte gebieden in het onderzoeksgebied aanwezig:

Soort explosief	Nationaliteit	Subsoort	Verschijningsvorm
Landmijnen	Duits	Riegelmijnen, Tellermijnen, Schümijnen	Gedumpt / achtergelaten

4.3.2 Grondgevechten en artilleriebeschietingen met geschutgranaten

In de geraadpleegde bronnen wordt gesproken over grondgevechten in september en oktober 1944. De volgende hoofdsoorten CE zijn mogelijk ter plaatse van de locaties waar strijd werd geleverd aanwezig:

Soort explosief	Nationaliteit	Subsoort	Verschijningsvorm
Hand- en geweergranaten	Duits, geallieerd	Steelhandgranaten, Gewehrgranaten No. 30, Mills 36	Gedumpt / achtergelaten
Klein kaliber munitie (KKM)	Duits, geallieerd	9 mm, 7,92 mm, .303 inch	Gedumpt / achtergelaten
Geschutgranaten	Duits, geallieerd	2 cm t/m 3,7 inch	Verschoten

4.3.3 Tactische luchtaanvallen

De geraadpleegde bronnen maken melding gemaakt van de volgende gevechtshandelingen:

- De afworp van geallieerde vliegtuigbommen en het afvuren van 3 inch raketten, alsmede beschietingen met 20 mm vliegtuigboordwapenmunitie. Er was sprake van tactische duikbombardementen

De volgende soorten CE zijn als gevolg van de bovengenoemde gevechtshandelingen mogelijk in de bodem aanwezig:

Soort explosief	Nationaliteit	Subsoort[6]	Verschijningsvorm
Afwerpmunitie	Geallieerd	500 lb.	Afgeworpen
Raketten	Geallieerd	3 inch (vermoedelijk met 60 lb. SAP gevechtskop)	Verschoten
Vliegtuigboordwapenmunitie	Geallieerd	20 mm	Verschoten

[6] Deze subsoorten gelden voor de tactische luchtaanvallen voor het Duitse hoofdkwartier d.d. 13 oktober 1944. Voor de andere op afwerpmunitie verdachte gebieden kon de subsoort niet worden achterhaald.

4.3.4 Vernielingsladingen bruggen

Er wordt in de geraadpleegde bronnen melding gemaakt van de aanwezigheid van één vernielingslading bij een brug in het onderzoeksgebied in 1944. Deze brug werd opgeblazen.

Wanneer er sprake is geweest van een geïmproviseerde vernielingslading, dan kunnen CE ten gevolge van de detonatie zijn weggeslingerd. De vraag of CE zijn weggeslingerd is afhankelijk van de gebruikte typen CE.

Soort explosief	Nationaliteit	Verschijningsvorm
Vernielingslading, CE in werking getreden	Duits	Weggeslingerd

4.4 Aantal mogelijk aan te treffen explosieven

De volgende aantallen CE kunnen mogelijk in het onderzoeksgebied worden aangetroffen. E.e.a. is gebaseerd op een inschatting van AVG omdat er in de (historische) bronnen geen exacte aantallen worden genoemd:

Soort explosief	Aantal mogelijk aan te treffen explosieven
Afwerpmunitie	Eén-enkele
3 inch raketten	Verschoten
Geschutmunitie en vliegtuigboordwapenmunitie	Enkele-tientallen
Hand- en geweergranaten	Eén-enkele
Klein kaliber munitie	Enkele-tientallen
Vernielingsladingen	Eén-enkele
Landmijnen	Eén-enkele

4.5 Horizontale en verticale begrenzing verdacht gebied

De verdachte gebieden die in deze paragraaf worden besproken zijn ingetekend op de CE bodembelastingskaart. In de volgende deelparagraaf wordt de begrenzing van ieder verdacht gebied besproken en gemotiveerd.

4.5.1 Verdachte locaties achtergelaten/gedumpte munitie

Er is sprake van de volgende verdachte deelgebieden:
- Wapenopstellingen
- Stellingen
- Loopgraaf
- Mijnenveld

CE kunnen in wapenopstellingen zijn achtergelaten/gedumpt. Conform WSCS-OCE tabel wordt de volgende afbakening voor wapenopstellingen gehanteerd:
- Wapenopstelling: Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of andere (semi)automatisch wapen, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk. De locatie van de wapenopstelling is verdacht op CE

CE kunnen in en in de omgeving van stellingen en luchtafweerstellingen zijn achtergelaten of gedumpt. Conform WSCS-OCE tabel wordt de volgende afbakening voor stellingen gehanteerd:

- Geschutopstelling: een gebied van 25 meter rondom het hart van de geschutsopstelling is verdacht op de mogelijke aanwezigheid van CE

CE kunnen in loopgraven zijn achtergelaten. Conform WSCS-OCE tabel wordt de volgende afbakening voor loopgraven gehanteerd:

- Militaire loopgraven: Het gebied binnen de contouren van de loopgraven is verdacht op CE, bij voorkeur bepaald aan de hand van georefereerde luchtfoto's.

CE kunnen in of nabij mijnenvelden zijn achtergebleven. Conform WSCS-OCE tabel wordt de volgende afbakening voor mijnenvelden gehanteerd:

- Mijnenveld: geregistreerd mijnenveld waarvan het mijnenlegrapport aanwezig is. Niet alle volgens het mijnenlegrapport gelegde landmijnen zijn geruimd. Geen feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist. De grenzen zoals aangegeven in het mijnenlegrapport en/of ruimrapport zijn verdacht op CE

De ondergrens van de op gedumpte munitie verdachte gebieden is de toenmalige bodem van het militaire object in de Tweede Wereldoorlog. De maximale diepte waarop CE kunnen worden aangetroffen is naar onze inschatting 2 meter minus het maaiveld (uit de Tweede Wereldoorlog), met uitzondering van landmijnen, welke tot 0,50 meter minus het maaiveld kunnen worden aangetroffen. De op gedumpte munitie verdachte gebieden zijn primair afgebakend op basis van waargenomen sporen op luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog.

Voor het onderzoeksgebied geldt dat de gedumpte munitie respectievelijk op circa 5.20 m +NAP (bodembelastingkaartnummer B2, huidige maaiveldhoogte: circa 7,20 m +NAP), 0,60 m +NAP (bodembelastingkaart B5, huidige maaiveldhoogte: circa 2,60 m +NAP) en 1,40 m +NAP (bodembelastingkaart B8, huidige maaiveldhoogte: circa 1,90 m +NAP) kunnen worden aangetroffen. Deze gegevens zijn gebaseerd op het Actueel Hoogtebestand Nederland. De NAP-hoogte kan in de praktijk variëren.

4.5.2 Verdachte locaties vernielingsladingen

Dit betreft de locaties waar mogelijk vernielingsladingen kunnen worden aangetroffen:

- Vernielingsladingen. Locaties van in werking gestelde vernielingsladingen, waarbij de mogelijkheid bestaat op het aantreffen van niet (geheel) gedetoneerde springlading(en). De locaties waar de vernielingsladingen in werking zijn gesteld, zijn verdacht op CE. De afbakening wordt situationeel bepaald. Het betreft 25 meter aan weerszijden van de brug, waarbij alleen de waterbodem verdacht is.

Vernielingsladingen of delen daarvan kunnen op de waterbodem (het leggerprofiel uit de Tweede Wereldoorlog worden aangetroffen), ingeval zij bijvoorbeeld bij bruggen zijn aangebracht.

4.5.3 Verdachte locaties tactische luchtaanvallen

Dit betreft de locaties die in de Tweede Wereldoorlog het doelwit zijn geweest van tactische luchtaanvallen

- Tactische luchtaanvallen op een pin point target met afwerpmunitie
- Tactische luchtaanvallen op een pin point target met 3 inch raketten
- Beschietingen met vliegtuigboordwapenmunitie (20 mm)

Een 'pin point target' betreft een gebied dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen (in dit geval een militair hoofdkwartier). Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 181 meter, gemeten vanuit het hart van het doel als zijnde CE verdacht aan te merken.

Afwerpmunitie van 500 lb. kan in de vastgestelde verdachte gebied (voormalige Duitse hoofdkwartier en omgeving) worden aangetroffen tot een maximale conusweerstand van 10 MPa met een minimale laagdikte van 1 meter. De bovengrens is het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog. De exacte indringingsdiepte kan voorafgaand aan de uitvoeringsfase van een project met behulp van sondeergegevens worden bepaald. Via de website van Dinoloket is getracht sondeergegevens op te vragen. Vanwege het ontbreken van voldoende sondeergegevens is het niet mogelijk uitspraken te doen over de maximale indringingsdiepte van afwerpmunitie.

Tevens wordt er afgebakend op 3 inch raketten. Ook in dit geval is er sprake van een pin point target. Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 108 meter gemeten vanuit het hart van het doel als zijnde CE verdacht te verklaren. De 3 inch raketten kunnen tot op maximaal 3,5 meter minus het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog worden aangetroffen. Het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog is de bovengrens van het CE verdachte gebied (dit geldt ook voor de op afwerpmunitie verdachte locaties).

Het op vliegtuigboordwapenmunitie verdachte gebied is situationeel bepaald. Vliegtuigboordwapenmunitie kan tot maximaal 0,5 meter minus het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog worden aangetroffen. Het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog is de bovengrens van het CE verdachte gebied.

4.5.4 Verdachte locaties grondgevechten en artilleriebeschietingen

Dit betreft de locaties die in de Tweede Wereldoorlog zijn getroffen door (geallieerde) geschutmunitie en/of waar grondgevechten hebben plaatsgevonden. De zwaarste categorie geschutmunitie die kan worden aangetroffen is volgens de beschikbare gegevens geschutmunitie van 3,7 inch die tot maximaal 2,5 meter minus het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog kan worden aangetroffen. Het maaiveld uit de Tweede Wereldoorlog is de bovengrens van het CE verdachte gebied. Vanwege de hoogteverschillen in het CE verdachte gebied is het niet mogelijk functionele uitspraken te doen over de diepte waarop geschutmunitie in het onderzoeksgebied kan worden aangetroffen.

5 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusie

AVG heeft in opdracht van ARCADIS Nederland BV een vooronderzoek CE uitgevoerd voor het onderzoeksgebied Markdal.

Op basis van de beoordeelde feiten van het vooronderzoek is geconcludeerd dat er indicaties zijn voor de mogelijke aanwezigheid van CE.

De volgende gevechtshandelingen / CE gerelateerde handelingen hebben plaatsgevonden:
- Het neerkomen van afwerpmunitie
- Het afvuren van 3 inch raketten
- Beschietingen met vliegtuigboordwapenmunitie
- Grondgevechten en beschietingen met geschutmunitie
- Het aanbrengen van vernielingsladingen
- De aanleg van (luchtafweer-)stellingen, loopgraven, een mijnenveld en wapenopstellingen

De volgende CE kunnen mogelijk in het onderzoeksgebied worden aangetroffen:
- Afwerpmunitie
- Vliegtuigboordwapenmunitie 20 mm
- 3 inch raketten
- Geschutmunitie en CE gebruikt tijdens grondgevechten
- (geïmproviseerde) vernielingsladingen
- Gedumpte munitie
- Landmijnen

Het onderzoeksgebied is gedeeltelijk verdacht op CE. Het CE verdachte gebied is horizontaal afgebakend op de CE-bodembelastingkaart (zie bijlage 6.5).

De horizontale en verticale afbakening van de CE verdachte gebieden wordt besproken in hoofdstuk 4.5.

5.2 Advies vervolgtraject

De door AVG voor ARCADIS Nederland BV geadviseerde vervolgstappen worden in de hierop volgende paragrafen besproken.

5.2.1 Horen getuigen en aanvullend onderzoek / onderzoeksbeperking

Het is mogelijk om, als aanvulling op dit vooronderzoek, getuigen te selecteren op basis van relevantie, hierbij gebruik makend van de reeds bekende CE verdachte gebieden die staan weergegeven op de CE bodembelastingkaart. Nieuwe informatie kan vervolgens worden toegevoegd aan de definitieve versie van deze rapportage, alsmede het GIS kaartmateriaal.

5.2.2 Verkleinen CE verdachte gebieden

Voor de CE verdachte gebieden bestaat de mogelijkheid om in een vervolgtraject een nadere verdiepingsslag te maken en te kijken of deze met behulp van informatie over naoorlogse werkzaamheden kunnen worden verkleind. Denk hierbij aan:

- Kaartmateriaal/bestekstekeningen waarmee feitelijk kan worden aangetoond dat (delen van) CE verdachte gebieden naoorlogs zijn geroerd. Op basis van deze gegevens kan mogelijk de horizontale en/of de verticale afbakening van het CE verdachte gebied worden gereduceerd

5.2.3 Opsporing CE

ARCADIS Nederland BV kan ook direct tot opsporing van CE overgaan. Het CE onderzoek maakt onderdeel uit van de opsporingsfase die in paragraaf 6.6 van de WSCS-OCE is beschreven. De opsporingsfase omvat het geheel van organisatie en uitvoering, achtereenvolgens: werkvoorbereiding, detecteren, interpreteren, lokaliseren, laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven, tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de EOD en proces-verbaal van oplevering aan de opdrachtgever en Bevoegd Gezag.

Om een gedegen detectieonderzoek te kunnen uitvoeren dient het opsporingsgebied goed beloopbaar en vrij van obstakels te zijn. Dat wil zeggen dat alle bovengrondse obstakels, zoals hekwerk, begroeiing en gewas voor aanvang van de detectie moet zijn verwijderd. Na het verwijderen van de bovengrondse obstakels kan de locatie worden gedetecteerd. Bomen en begroeiing dienen boven het maaiveld te worden gerooid/gesnoeid. Indien een analoge detectie wordt uitgevoerd dienen alle verdachte objecten die worden gedetecteerd en waarvan de meetwaarden overeenkomsten vertonen met mogelijk aanwezige CE in kaart te worden gebracht door de locatie door middel van GPS in te meten. Bij deze vastlegging dient tevens de vermoedelijke diepte te worden vastgelegd. Bij het uitvoeren van een computerondersteunde detectie wordt de data vastgelegd in een datalogger. De data wordt na de detectie uitgelezen in een speciaal hiervoor ontworpen softwareprogramma.

De hoeveelheid te benaderen objecten kan pas worden bepaald na het uitvoeren van de detectie. De uit de detectie aangemerkte verdachte objecten worden uitgezet in het opsporingsgebied met behulp van GPS. Deze punten worden vervolgens handmatig en indien nodig machinaal benaderd. Aangetroffen objecten worden vervolgens geïdentificeerd en indien nodig veiliggesteld.

6 BIJLAGEN

6.1 Bronnenlijst

6.1.1 Archieven

- Archief Explosieven Opruimings Dienst Defensie Soesterberg / Semi Statische Archief Diensten Rijswijk
- Bedrijfsarchief AVG
- Gemeentearchieven Breda, Ginneken en Bavel en Nieuw-Ginneken
- Kadaster Zwolle
- Koninklijke Bibliotheek 's-Gravenhage
- Luftbilddatenbank Estenfeld
- Nederlands Instituut voor Oorlogsdocumentatie Amsterdam
- Nederlands Instituut voor Militaire Historie 's-Gravenhage
- Provinciaal Archief / Brabants Historisch Informatie Centrum
- Universiteit Wageningen, afdeling Speciale Collecties
- The National Archives Londen

6.1.2 Literatuur

- H. Amersfoort / P. Kamphuis (red.), *Mei 1940. De strijd op Nederlands Grondgebied* ('s-Gravenhage 2005)
- T. Bozuwa-Wetselaar, *In de schaduw van de Grote Kerk: opgroeien in oorlogstijd* (Breda 2005)
- C.P. Coenders, *Breda in oorlog 1939-1945* (Breda 1984)
- A. Hallema, *Breda vertelt van zijn bevrijding, 28-30 october 1944* (Breda 1947)
- C. Klep / B. Schoenmaker (red.), *De bevrijding van Nederland 1944 – 1945. Oorlog op de flank* (Den Haag 1995)
- A. Meijers, *Achtung Minen – Danger Mines. Het ruimen van landmijnen in Nederland 1940-1947* (Soesterberg 2013)
- F.J. Molenaar, *De luchtverdediging in de meidagen van 1940. Deel 1 en deel 2* ('s-Gravenhage 1970)
- B.C. de Pater/ B. Schoenmaker e.a., *Grote Atlas van Nederland 1930-1950* (2006)
- T. Peeters, *De eerste Poolse pantserdivisie in Nederland: "operatie Breda"* (Breda 1979)
- P. de Schipper, *Bij de bevrijding begon de oorlog* (Raamsdonksveer 2005)
- J. van Woensel, *Vrij van Explosieven. De geschiedenis van het EOCKL en zijn voorgangers 1944-2004* (2004)
- G.J. Zwanenburg, *En nooit was het stil….Kroniek van een Luchtoorlog. Deel 1 & 2.*(Den Haag 1990/1992)

6.1.3 Websites

- http://www.avg.eu
- http://www.explosievenopsporing.com
- http://www.explosievenopsporing.nl
- http://verliesregister.studiegroepluchtoorlog.nl
- www.vergeltungswaffen.nl

6.1.4 Overig

- T. Eversteijn, *Bombardementen en verongelukte vliegtuigen in de periode 10 mei 1940 - 5 mei 1945*

6.2 Certificaat WSCS-OCE

AVG Explosieven Opsporing Nederland

te Waalwijk
KvK: 12029421

heeft aangetoond dat het managementsysteem en de verrichtte werkzaamheden voldoen aan het:

Systeemcertificaat
Opsporen Conventionele Explosieven WSCS-OCE: 2012, versie 1

Het bedrijf voldoet daarmee aan de in de bovengenoemde werkveldspecifieke certificatieschema vastgelegde eisen ten aanzien van:

Deelgebied A: Opsporing (inclusief vooronderzoek)
Deelgebied B: Civieltechnisch Opsporingsproces

Evaluatie van het managementsysteem heeft plaatsgevonden volgens het certificatiereglement van TÜV Nederland.

Deze certificatie is onderworpen aan een jaarlijkse evaluatie door TÜV Nederland.

Registratienummer:	13380/11.1
Ingangsdatum:	15-12-2015
Certificaat geldig tot:	15-12-2018
Datum eerste certificaat:	15-12-2006

Managing Director
Dhr. E.W.A.C. Franken

TÜV Nederland
De Waal 21 C
5684 PH Best
T: +31 (0) 499 – 339 500
F: +31 (0) 499 – 339 509
E: info@tuv.nl
W: www.tuv.nl

1 / 1

6.3 Richtlijnen WSCS-OCE afbakening verdachte gebieden

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Verdedigingswerk	Groepering van wapenopstellingen en/of geschutsopstellingen, rondom afgezet met een versperring (bijvoorbeeld weerstandskern of steunpunt).	x		Het grondgebied binnen de grenzen van het verdedigingswerk is verdacht. De grenzen worden bij voorkeur bepaald aan de hand van georefereerde luchtfoto's.
Wapenopstelling	Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of andere (semi-) automatisch wapen, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	x		Locatie van de wapenopstelling.
Geschutopstelling (statisch en mobiel)	Locatie van geschut, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.	x		25 meter rondom het hart van de geschutopstelling, maar niet verder dan een eventueel aangrenzende watergang.
Munitieopslag in open veld	Locatie van munitievoorraad in het open veld, niet zijnde binnen een verdedigingswerk.	x		Locatie van de veldopslaglocatie.
Loopgraaf	Militaire loopgraaf.	x		Het gebied binnen de contouren van de loopgraaf is verdacht, bij voorkeur bepaald aan de hand van georefereerde luchtfoto's.
Tankgracht of –geul	Een diepe (al dan niet droge) gracht of geul met steile wanden, aangebracht om pantservoertuigen tegen te houden.		x	Niet verdacht, tenzij er aanwijzingen zijn dat er mogelijk munitie in gedumpt is.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenlegrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MMOD géén landmijnen aangetroffen.		x	n.v.t.
Landmijnen verdacht gebied	Middels een aanwijzing, niet zijnde een mijnenlegrapport, op landmijnen verdacht verklaard gebied. In het verdachte gebied zijn bij de controle door de MMOD, of bij naoorlogse activiteiten landmijnen aangetroffen.	x		De grenzen zoals aangegeven in het ruimrapport.
Mijnenveld	Geregistreerd mijnenveld, waarvan mijnenlegrapport aanwezig is. Alle volgens het legrapport gelegde landmijnen zijn geruimd.		x	n.v.t.
Mijnenveld	Geregistreerd mijnenveld waarvan mijnenlegrapport aanwezig is. Niet alle volgens het mijnenlegrapport gelegde landmijnen zijn geruimd. Geen feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist.	x		De grenzen zoals aangegeven in het mijnenlegrapport en/of ruimrapport.
Mijnenveld	Mijnenlegrapport aanwezig. Niet alle volgens het legrapport gelegde landmijnen zijn geruimd. Feitelijke onderbouwing bekend waarom er landmijnen worden vermist.		x	n.v.t.
Versperringen	Versperringen, zoals strandversperringen en Drakentanden.		x	Tenzij er indicaties zijn dat CE onderdeel uitmaken van de versperring.
Infrastructuur zonder geschutsopstelling of munitievoorraad	Militaire werken zoals woononderkomen of werken met een burgerdoel zoals schuilbunker.		x	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van nabijverdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Schuilloopgraaf	Loopgraaf voor burgerbevolking om in te schuilen.		x	n.v.t.

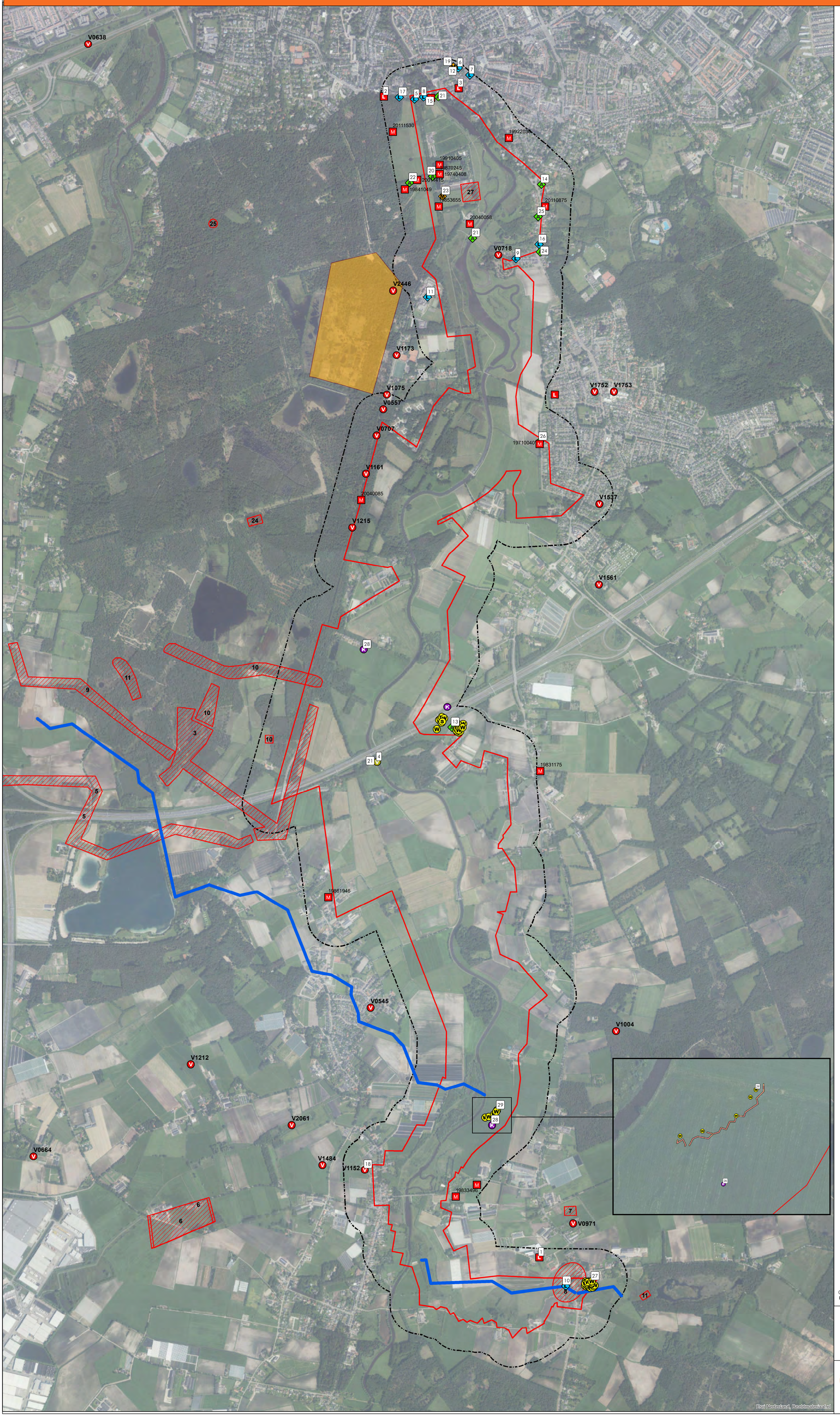
Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Kampementen	Grondgebied met onderkomens zoals tenten.		x	Tenzij er indicaties zijn op CE vanwege de aanwezigheid van munitieopslag of nabij-verdediging in de vorm van bijvoorbeeld wapenopstellingen.
Mangat	Gat in grond met schuilfunctie, niet in gebruik genomen als schutterput.		x	n.v.t.
Vernielingslading	Locatie van aangebrachte vernielings-lading.	x		Locatie van de vernielingslading.
Artillerie-, mortier- of raketbeschieting	Gebied dat is beschoten door mobiel of vast geschut, mortieren of grondge-bonden (meervoudig) raketwerpersys-teem.	x		Situationeel te bepalen.
Raketbeschieting inslagenpatroon bekend	Gebied dat is getroffen door een ra-ketbeschieting met jachtbommenwer-pers.	x		Op basis van een analyse van het in-slagenpatroon wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslag-patroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dat is exclusief de eventuele horizontale verplaat-sing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.
Inslagpunt blind-ganger, zijnde een vliegtuigbom	Vliegtuigbom die niet in werking is ge-treden.			Te bepalen volgens rekenmethode waarin ten minste rekening wordt gehouden met de volgende parameters: de afwerphoogte, de afwerpsnelheid, het gewicht van de bom, de diameter van de bom en de weerstand van de bodem. Op basis van in ieder geval deze vijf parameters wordt berekend tot welke diepte CE theoretisch kunnen indringen en hoe ver de maximale horizontale verplaatsing is.
Crashlocatie vlieg-tuig	Aanwezigheid van CE vanwege de crash.	x		Situationeel te bepalen.
Krater van gedeto-neerde incidentele luchtafweergranaat	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een incidentele luchtaf-weergranaat bevindt.		x	Tenzij er indicaties zijn dat het geen inci-dentele luchtafweergranaat betreft.
Inslagpunt van een V-1 wapen	Gebied dat is getroffen door de inslag van een V-1 wapen.	x		15 meter rondom een inslagpunt vanwege de mogelijke horizontale verplaatsing onder de grond.
Krater van een (ge-deeltelijk) gedeto-neerd V-1 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-1 wapen bevindt.	x		50 meter rondom een inslagpunt vanwege de mogelijke aanwezigheid van explosieve componenten.
Krater van een (ge-deeltelijk) gedeto-neerd V-2 wapen	Gebied waarin zich de krater van de detonatie van een V-2 wapen bevindt.	x		Situationeel te bepalen.
Dumplocatie van munitie en/of toe-behoren	Dumplocatie van CE en/of toebehoren in landbodem of op waterbodem.	x		Locatie van de dump en afbakening verder situationeel te bepalen, bijvoorbeeld dum-ping in stilstaand of stromend water.
Ongecontroleerde (massa)explosie	(Sympathische) detonatie van een explosieven voorraad zoals ontploffing munitieopslag of munitie trein.	x		Situationeel te bepalen.
Vernietigingslocatie voor CE	Eén of meerdere springputten.	x		De contour(en) van de springput(ten) en af-bakening verder situationeel te bepalen, bijvoorbeeld gelet op de afstand van even-tuele uitgeworpen CE buiten deze con-tour(en).

Indicatie	Algemene omschrijving	Uitgangspunt conclusie		Uitgangspunten voor afbakening verdacht gebied
		Verdacht	Onverdacht	
Vernielingslading (in werking gesteld)	Locatie van in werking gestelde vernielingslading, waarbij de mogelijkheid bestaat op het aantreffen van niet (geheel) gedetoneerde springlading(en).	x		Locatie waar de vernielingslading in werking is gesteld en afbakening verder situationeel te bepalen.
Tapijtbombardement	Gebied dat is getroffen door een bombardement met middelzware en/of zware bommenwerpers, met als doel om schade aan te richten over een groot gebied.	x		Op basis van een analyse van het inslagenpatroon (1) wordt de maximale afstand tussen twee opeenvolgende inslagen binnen een inslagpatroon bepaald. Het verdachte gebied wordt afgebakend door deze afstand te projecteren op de buitenste inslagen van het inslagenpatroon. Dat is exclusief de eventuele horizontale verplaatsing van de buitenste blindganger binnen het inslagenpatroon.
Duikbombardement op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 181 meter gemeten vanuit het hart van het doel. (2/3)
Duikbombardement op zgn. 'Line Target', inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een bombardement met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 91 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn. (2/4)
Raketbeschieting op zgn. 'Pin Point Target', inslagenpatroon onbekend	Gebied dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om een vooraf bepaald specifiek object te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 108 meter gemeten vanuit het hart van het doel. (2/5)
Raketbeschieting op zgn. 'Line Target, inslagenpatroon onbekend	Lineair gebied, nabij een spoorlijn, dat is getroffen door een raketbeschieting met jachtbommenwerpers, met als doel om de spoorlijn of treinstel op deze spoorlijn te treffen.	x		Het verdachte gebied wordt bepaald door een afstand van 80 meter gemeten vanuit het hart van de spoorlijn. (2/6)

1. Verzameling van de locaties van inslagen van één bepaald toestel of één bepaald bombardement.
2. Afstanden zijn afkomstig van een Britse studie (empirisch onderzoek) naar de accuratesse bij aanvallen door eenmotorige duikbommenwerpers gedurende de periode oktober 1944 – april 1945 (AIR 55/322). Eventueel effect van vijandelijk luchtafweer tijdens deze duikbombardementen is niet in de studie meegenomen.
3. De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50% van de vliegtuigbommen binnen 119 meter neer is gekomen en de maximaal gemeten afstand t.o.v. het doel 181 meter was.
4. De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel waarbij opgemerkt moet worden dat 50 % van de vliegtuigbommen binnen 46 meter neer is gekomen en de maximaal afstand t.o.v. het doel 91 meter was.
5. De genoemde afstand is de gemiddelde afstand t.o.v. het doel (gebouwen) waarbij opgemerkt moet worden dat de gemiddelde spreiding van de raketten t.o.v. het middelpunt van een salvo 69 meter was, en dat de gemiddelde afstand van het middelpunt van een salvo t.o.v. het doel 39 meter was.
6. De genoemde afstand is de maximale afstand gemeten n.a.v. luchtfoto-interpretatie.

6.4 Presentatiekaart verzamelde historische feiten

FEITENKAART CE - MARKDAL



Legenda

- Onderzoeksgebied
- Analysegebied
- Inzet van EODD
- Vernielingslading in werking gesteld
- Melding van de MMOD
- Melding van een luchtaanval
- Krater >2 meter
- Stelling
- Melding uit literatuur
- Wapenopstelling
- melding uit archief
- V1
- Loopgraaf
- Tankgracht
- KKM schietbaan
- Mijnenleg rapport

0 50 100 200 300 400 500 METER

N

AVG Explosieven Opsporing Nederland
Postbus 160
6590 AD Gennep

Feitenkaart
Conventionele Explosieven

Gemeente Breda / Alphen-Chaam
Markdal

Opdrachtgever:
ARCADIS

ARCADIS Nederland B.V.
Mercatorplein 1
5223 LL 's-Hertogenbosch

Projectnummer:	1662194
Tekeningnummer:	FK-01
Formaat:	A1
Getekend:	H-D
Datum:	21-4-2017
Voor akkoord:	M.A. Abee

Deze tekening is eigendom van AVG Explosieven Opsporing Nederland. Openbaarmaking, fotokopie, kopie of gebruik van uitgevoerde het aanbrengen van wijzigingen en aanvullingen. Van deze tekening mag niet worden vervielvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, scan of op welke andere wijze dan ook, zonder toestemming van AVG Explosieven Opsporing Nederland. ©2012

6.5 CE-bodembelastingkaart

BODEMBELASTINGKAART CE - MARKDAL

B7
B3
B8
B1
B4
B6
B5
B2

Legenda

- Onderzoeksgebied
- Verdacht gebied geschutmunitie
- Verdacht gebied raketten en boordwapenmunitie
- Verdacht gebied landmijnen
- Verdacht gebied gedumpte munitie
- Verdacht gebied afwerpmunitie
- Verdacht gebied geïmproviseerde vernielingsladingen

Alleen oorlogshandelingen in of nabij het onderzoeksgebied zijn afgebakend.

Nummers naast de symbolen op de kaart verwijzen naar de feitentabel in de vooronderzoek rapportage.

395000

390000

114700

Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl

N

0 50 100 200 300 400 500 METER

AVG Explosieven Opsporing Nederland
Postbus 160
6590 AD Gennep

Bodembelastingkaart
Conventionele Explosieven

Gemeente Breda / Alphen-Chaam
Markdal

Opdrachtgever:
ARCADIS

ARCADIS Nederland B.V.
Mercatorplein 1
5223 LL 's-Hertogenbosch

Projectnummer:	1662194
Tekeningnummer:	BK-01
Formaat:	A1
Getekend:	HvD
Datum:	18-4-2017
Voor akkoord:	M.A. Abee

Deze tekening is eigendom van AVG Explosieven Opsporing Nederland. Het is de opdrachtgever niet toegestaan deze tekeningen te gebruiken uitgezonderd het aanbrengen van wijzigingen. Van deze tekening mag niets worden vervielvoudigd en/of openbaar gemaakt of in u. stuk, aan of op alle andere wijze dan ook, zonder toestemming van AVG Explosieven Opsporing Nederland. ©2012

7 BIJLAGE 7 FLORA EN FAUNA

Betreft een separaat rapport

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

QUICKSCAN FLORA&FAUNA MARKDAL

Onderdeel conditionerende onderzoeken

12 JANUARI 2017

Contactpersonen

MARK VAN HEUKELUM
Adviseur Ecologie & Waterkwaliteit

M +31 (0) 6 290 555 34
E mark.vanheukelum@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Aanleiding 5

1.2 Gebiedsbeschrijving 5

1.3 Uit te voeren werkzaamheden en gevolgen 5

1.4 QuickScan Flors&fauna 5

2 METHODE 6

2.1 De nieuwe natuurbeschermingswet 6

2.2 Uitgevoerde onderzoek 7

3 GEBIEDENBELEID 8

3.1 Welke gebieden/gebiedscategorieën zijn relevant? 8

Natura 2000 gebieden – Ulvenhoutse Bos 8

Natuurnetwerk Brabant (NNB) 8

3.2 Effectbeschrijving 8

3.3 Effectbeoordeling (=toetsing aan de wet) 9

3.4 Conclusies en noodzakelijke vervolgstappen 9

Mogelijke effecten 9

Vervolgstappen 9

4 SOORTENBELEID 10

4.1 Aanwezigheid beschermde soorten en/of geschikt habitat 10

4.2 Effectbeschrijving 13

Samenvatting vervolgstappen 15

4.3 Effectbeoordeling 15

Zorgplicht 16

4.4 Mitigerende maatregelen en ontheffing 16

Mitigerende maatregelen 16

Ontheffing 16

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Door de Provincie Noord-Brabant is het beekdal van de Mark aangewezen als natte natuurparel. De Mark is vanaf de bron in Vlaanderen tot aan Breda zo'n 40 km lang. Bepalend voor het karakter is het forse verval van ongeveer 30 meter, waardoor het water stevig kan stromen. De andere 40 km, van Breda door de polders naar het Volkerak heeft maar een verval van ongeveer 1 meter. Door de rechttrekking in de 70-er jaren zijn van de ruim veertig meanders die er waren, nog maar een handvol over. Er liggen verschillende herinrichtingsplannen waarin de Mark weer gaat meanderen en een deel van zijn natuurlijke karakter terug krijgt. De herinrichtingsplannen moeten ervoor zorgen dat in dit gebied natte natuur optimaal tot bloei kan komen.

1.2 Gebiedsbeschrijving

De Mark is een beek die bij Dreef de Belgisch-Nederlandse grens over gaat en bij de Duivelsbrug Breda binnen stroomt. Door de geologische ontstaansgeschiedenis van het Markdal bestaat het dal uit sterk lemig zand en leemlagen Leemlagen liggen op ca. 2 m-mv, maar ook dieper, rond 4 m-mv. Het landschap van het Markdal is een typisch beekdallandschap, met een van oorsprong meanderende beek met drassige oevers. De natuurlijke vegetatie van elzen en wilgen die bij de lage, drassige delen hoort is terug te vinden bij de Markweg en de Bieberg. In de meer gecultiveerde delen vindt men op de lagere gronden grasland. De oevers lopen langzaam op naar de Strijbeekseweg in het oosten en de Galderseweg in het westen. In het oosten is op de hogere, meer zandige gronden naast weiland ook tuinbouw te vinden, in het westen ligt op de zandige hogere gronden voornamelijk bos.

1.3 Uit te voeren werkzaamheden en gevolgen

De herinrichtingsplannen houden onder andere in dat meanders worden teruggebracht. Werkzaamheden zoals het dempen, graven of verbreden van watergangen kan tot wel 300 meter van de Bovenmark plaats vinden. Binnen de grenzen van het weergegeven interessegebied worden de hydrologische effecten verwacht. Het kan daarbij gaan om zowel vernatting als verdroging van meer dan 5 cm.

1.4 Quickscan Flora & fauna

Bij ruimtelijke ontwikkelingen en projecten dient rekening te worden gehouden met onder de Wet natuurbescherming beschermde soorten. Werkzaamheden die schadelijk zijn voor deze soorten zijn niet zonder meer toegestaan. Of effecten op deze soorten kunnen optreden, wordt in eerste instantie beoordeeld middels een verkennende toets, de zogenaamde Quickscan. Deze Quickscan heeft tot doel de waarde van het plangebied voor beschermde soorten in beeld te brengen en te voorzien in een eerste inschatting van mogelijke effecten van de voorgenomen werkzaamheden op beschermde soorten. Op basis hiervan wordt de activiteit getoetst aan de Wet natuurbescherming en wordt bepaald of er maatregelen noodzakelijk zijn om overtreding van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming te voorkomen of dat er ontheffing dient te worden aangevraagd. Ook kan duidelijk worden welk vervolgonderzoek noodzakelijk is om effecten al dan niet te kunnen uitsluiten.

Het plangebied is aangewezen als toekomstig natte natuurparel en maakt daarnaast (deels) onderdeel uit van het Natuurnetwerk Brabant. Beide gebieden zijn opgenomen in de provinciale structuurvisie en planologisch beschermd. Toetsing aan dit beleidskader is dan ook noodzakelijk. Gezien de aard van de activiteiten en ligging ten opzichte van Natura 2000-gebieden is toetsing aan de Natuurbeschermingswet ook aan de orde.

2 METHODE

2.1 De Wet natuurbescherming

Vanaf 1 januari 2017 is de Wet natuurbescherming (hierna Wnb) in werking getreden. Deze wet vervangt drie wetten: de Natuurbeschermingswet 1998, de Boswet en de Flora- en faunawet. De Wet natuurbescherming staat in het teken van de verbinding tussen ecologie en economie en bescherming van natuur.

Soortbescherming

De Wnb regelt onder andere de bescherming van in het wild voorkomende planten en dieren (voorheen Flora- en faunawet). In de wet is onder meer bepaald dat beschermde dieren niet gedood, gevangen of verontrust mogen worden en beschermde planten niet geplukt, uitgestoken of verzameld. Daarnaast is het niet toegestaan om de directe leefomgeving van beschermde soorten, waaronder nesten en holen, te beschadigen, te vernielen of te verstoren (artikelen 3.1, 3.5 en 3.10). Bovendien dient iedereen voldoende zorg in acht te nemen voor alle in het wild levende planten en dieren (algemene zorgplicht, artikel 1.11).

De verbodsbepalingen, die handelingen die het voortbestaan van planten en diersoorten in gevaar kunnen brengen verbieden, is een belangrijk onderdeel van de Wet natuurbescherming. Deze verboden zorgen ervoor dat in het wild levende soorten zoveel mogelijk met rust worden gelaten. Deze verschillen per beschermingsgroep. De Wet natuurbescherming kent drie verschillende beschermingsregimes:

- Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijnsoorten (§3.1 Wnb)
- Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijnsoorten (§3.2 Wnb)
- Beschermingsregime andere soorten (§3.3 Wnb)

De provincie Noord-Brabant heeft in haar verordeningen uit de lijst van ‘andere soorten’ diersoorten aangewezen waarvoor een vrijstelling geldt en dus geen ontheffing van verbodsbepalingen voor hoeft te worden aangevraagd. De zorgplicht is voor de vrijgestelde soorten overigens wel van toepassing.

Bij ruimtelijke plannen, met mogelijke gevolgen voor beschermde planten en dieren, is het verplicht om vooraf te toetsen of deze kunnen leiden tot overtreding van de verbodsbepalingen. Wanneer dat het geval dreigt te zijn, moet onderzocht worden of er maatregelen (mitigatie en/of compensatie) genomen kunnen worden om dit te voorkomen of om de gevolgen voor beschermde soorten te verminderen. Onder bepaalde voorwaarden geldt een vrijstelling of is het mogelijk van het bevoegd gezag ontheffing van de verbodsbepalingen te krijgen voor activiteiten op het gebied van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting.

Deze ontheffing wordt slechts verleend indien:

- Er geen bevredigend alternatief is;
- Er sprake is van een wettelijk belang;
- Geen afbreuk wordt gedaan aan een gunstige staat van instandhouding van de soort.

De Wnb beschermt na inwerkingtreding onder andere een aantal planten en vissen die onder de Flora- en faunawet niet beschermd waren. Hiermee is rekening gehouden in onderliggende natuurtoets.

Gebiedsbescherming

In Nederland zijn 164 Natura 2000-gebieden aangewezen. Iedereen die vermoedt of kan weten dat zijn handelen of nalaten, gelet op de instandhoudingdoelen, nadelige gevolgen voor een Natura 2000-gebied kan hebben, is verplicht deze handelingen achterwege te laten of te beperken. Het bevoegd gezag kan schadelijke activiteiten beperken en eisen dat een vergunning Natuurbeschermingswet wordt aangevraagd. Regulier beheer en bestaand gebruik zijn (of worden) opgenomen in Natura 2000-beheerplannen. Na vaststelling van de beheerplannen hoeft daarvoor geen vergunning aangevraagd te worden.

In de nieuwe Wet natuurbescherming blijft de bescherming van Natura 2000-gebieden vrijwel hetzelfde. De bescherming van Beschermde Natuurmonumenten komt te vervallen. Wel kunnen provincies ervoor kiezen om deze gebieden alsnog te beschermen via het provinciale beleid. De provincie voegt dan gebieden toe aan de EHS / het NNN (Natuurnetwerk Nederland) of wijst ze aan als bijzonder provinciaal natuurgebied of –landschap.

2.2 Uitgevoerd onderzoek

Voorliggende QuickScan betreft een bureaustudie naar de (niet uit te sluiten) aanwezigheid van beschermde soorten en/of geschikt habitat. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Nationale Databank Flora & Fauna (NDFF) en de verspreidingsatlas van Floron. Voor al deze soorten is onderzocht:

- of de uit te voeren werkzaamheden en/of de te verwachten hydrologische effecten van de uitgevoerde werkzaamheden kunnen leiden tot het overtreden van verbodsbepalingen;
- of een mogelijk effect is te voorkomen door het nemen van maatregelen of naar de noodzaak tot aanvraag van een ontheffing;
- Welke nader te nemen stappen (vervolgonderzoek) nodig zijn om mogelijke effecten uit te sluiten;

3 GEBIEDENBELEID

3.1 Welke gebieden/gebiedscategorieën zijn relevant?

Natura 2000 gebieden – Ulvenhoutse Bos

Op slechts 300 meter van het plangebied ligt het Natura 2000 gebied 'Ulvenhoutse Bos'. Het Natura 2000-gebied Ulvenhoutse Bos is een klein bosgebied ten zuidoosten van Breda. Het is een van de weinige Brabantse natuurgebieden met een goed ontwikkelde beekbegeleidende bosvegetatie. Het gebied kent de volgende doelstellingen:

	Kernopgaven (2)			
	Kernopgaven (1)			
	Doelstelling kwaliteit			
	Doelstelling oppervlakte			
	Landelijke staat van instandhouding			
Habitattypen				
H9120 - Beuken-eikenbossen met hulst	-	=	=	
H9160A - Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)	--	>	>	5.08,W
H91E0C - *Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	-	>	>	5.07, ,W

Belangrijkste knelpunt is hydrologische situatie; (te) lage grondwaterstand vormt een bedreiging voor de habitattypen met een doelstelling.

Natuurnetwerk Brabant (NNB)

Het Markdal is onderdeel van het Natuurnetwerk Brabant (NNB). Het NNB is onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland en het betreft een netwerk van deels bestaande en deels nieuwe natuurgebieden die door ecologische verbindingszones met elkaar verbonden zijn. De provincie Noord-Brabant wilt in 2027 alle gaten in het netwerk hebben gedicht. De concrete ambitities staan beschreven in het natuurbeheerplan. Hierin staan twee kaarten; de beheertypekaart en de ambitiekaart. Het plangebied (vooral daar waar langs de rivier gewerkt gaat worden) bestaat voornamelijk uit 'nog om te vormen landbouw'. Op de ambitiekaart is zichtbaar dat het gebied langs de Bovenmark grotendeels dient te worden omgevormd tot o.a. Haagbeuken- en Essenbossen. Het Markdal staat aangemerkt als natte natuurparel.

3.2 Effectbeschrijving

Mogelijke effecten die door het uitvoeren van de werkzaamheden en de herinrichting van het gebied kunnen optreden zijn:

- Verdroging/vernatting - hydrologische effecten ten gevolge van het aanpassen van het watersysteem;
- Geluidsoverlast – gedurende het uitvoeren van de werkzaamheden;
- Stikstofdepositie – gedurende het uitvoeren van de werkzaamheden;

3.3 Effectbeoordeling (=toetsing aan de wet)

	N-2000 Ulvenhoutse bos	NNB
Verdroging/vernatting	Volgens de knelpuntenanalyse van dit N2000-gebied, wordt verdroging vooral veroorzaakt door het waterpeil in de beek de Bavelse lei en de aanwezigheid van lokale greppels. Echter, van de werkzaamheden wordt benoemd dat deze plaats kunnen vinden/effect kunnen hebben tot wel 300 meter vanaf de Bovenmark. Hydrologisch effect op het Ulvenhoutse bos is daarmee niet uit te sluiten.	De verwachte verdroging/vernatting liggen in lijn met de ambitie om het Markdal om te vormen naar een natte natuurparel. De effecten stimuleren juist de natuurtypen die in de ambitiekaart zijn aangegeven. Hydrologisch effect heeft geen negatief effect op de realisatie van de natuurwaarden zoals aangegeven in de ambitiekaart van het NNB.
Stikstof depositie	Alle drie de habitattypen zoals beschreven in §3.1 zijn slechts in beperkte mate gevoelig voor overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof. Het hangt dus van de inzet van het materieel tijdens de uitvoering af of sprake is van significante effecten.	N.v.t.
Geluidoverlast	De doelstelling is enkel gericht op habitattypen.	N.v.t. Eventueel geluidsoverlast is enkel van toepassing op aanwezige beschermde soorten. Dit wordt behandeld in hoofdstuk 4, soortenbeleid.

3.4 Conclusies en noodzakelijke vervolgstappen

Mogelijke effecten

Effecten van de geplande werkzaamheden en de hydrologische gevolgen hiervan op Natura 2000 gebied ‘Ulvenhoutse bos’ kunnen niet op voorhand worden uitgesloten. Eventuele negatieve effecten zijn in strijd met de doelstellingen en kernopgave van dit Nature 2000 gebied.

De habitattypen van Natura 2000 gebied ‘Ulvenhoutse bos’ zijn slechts in beperkte mate gevoelig voor overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof. Of er een effect is van stikstofdepositie op het gebied is afhankelijk van de omvang van de werkzaamheden en de inzet van het materiaal.

Vervolgstappen

Er dient onderzoek te worden gedaan tot waar de hydrologische effecten als gevolg van de werkzaamheden reiken en of dit een negatief effect kan hebben op de waterhuishouding van het Ulvenhoutse Bos. Om geluidhinder te voorkomen dienen voorts mitigerende maatregelen te worden voorgeschreven.

Er dient te worden na gegaan wat de verwachte mate van stikstofdepositie is van de werkzaamheden in het Natura 2000 gebied ‘Ulvenhoutse bos’ en of de kritische depositiewaarde wordt over schreden.

4 SOORTENBELEID

4.1 Aanwezigheid beschermde soorten en/of geschikt habitat

In de Nationale Databank Flora & Fauna (de NDFF) is gezocht naar waarnemingen in de afgelopen 5 jaar van beschermde soorten binnen de Wet natuurbescherming. Daarnaast is gekeken naar verspreidingskaarten van beschermde soorten op mogelijke aanwezigheid. Zoals benoemd in §2.1 onderscheidt de Wet natuurbescherming drie beschermingscategorieën, namelijk de Vogelrichtlijnsoorten (§3.1), de Habitatrichtlijnsoorten (§3.2) en de categorie Andere soorten (§3.3). De Vogelrichtlijnsoorten en Habitatrichtlijnsoorten kennen een strikte bescherming, de 'andere soorten' een lichtere bescherming. Onder de Vogelrichtlijn vallen in beginsel alle van nature in het wild in Nederland voorkomende vogelsoorten.

Tabel 1 geeft de waargenomen beschermde soorten weer, ondergebracht naar het juiste beschermingsregime. Tevens is voor de categorie Andere soorten benoemd of de soorten zijn vrijgesteld vanuit de provinciale verordening. Verder is per soortgroep aangegeven of er op basis van verspreidingskaarten nog meer soorten te verwachten zijn.

Tabel 1. Waargenomen en potentieel voorkomende beschermde soorten

Soort waargenomen volgens de NDFF	Vrijgesteld in provinciale verordening? (geldt alleen voor soorten §3.3)	Toelichting	Conclusie
Beschermingsregime soorten Vogelrichtlijn §3.1 Wet natuurbescherming			
Broedvogels		Ruim 70 soorten waargenomen volgens de NDFF. Geschikt broedgebied voor diverse soorten.	Algemene broedvogels komen voor
Broedvogels met jaarrond beschermde nesten		In het gebied zijn de gierzwaluw, buizerd en sperwer waargenomen. Voor al deze soorten is een territorium vastgesteld.	Aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten niet uit te sluiten.
Beschermingsregime soorten Habitatrichtlijn §3.2 Wet natuurbescherming			
Vleermuizen		*Vleermuizen zijn enkel buiten het plangebied waargenomen. Dit betreft de gewone- en de ruige dwergvleermuis. Echter, binnen het plangebied bevinden zich bomenlanen en watergangen, welke een functie kunnen vervullen als vliegroutes. Tevens is het gebied niet uit te sluiten als foerageergebied voor vleermuizen.* *Voorkomende soorten binnen het gebied op basis van verspreidingskaarten zijn de volgende (allen beschermingscategorie strikt beschermd): gewone dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis, ruige dwergvleermuis en watervleermuis.*	*Vliegroutes en foerageergebied van vleermuizen (beschermings-categorie strikt beschermd) mogelijk aanwezig.*
Gewone dwergvleermuis		Waargenomen buiten het plangebied.	Aanwezigheid vliegroutes en foerageergebied binnen het plangebied niet op voorhand uit te sluiten.
Ruige dwergvleermuis		Waargenomen buiten het plangebied.	Aanwezigheid vliegroutes en foerageergebied binnen het plangebied niet op voorhand uit te sluiten.

Amfibieën & Reptielen		*Voorkomende soorten binnen het gebied op basis van verspreidingskaarten zijn de volgende (allen beschermingscategorie strikt beschermd): heikikker, kamsalamander en poelkikker. Heikikker en poelkikker zijn rond het plangebied waargenomen, kamsalamander niet. Geschikt habitat voor alle drie de soorten is (beperkt) aanwezig,* vooral de verruigde hoekjes langs de Boven-Mark.	Heikikker, kamsalamander en poelkikker (beschermings-categorie strikt beschermd) aanwezig / aanwezigheid niet uit te sluiten. Geschikt habitat binnen plangebied beperkt aanwezig.
Heikikker		Waargenomen buiten het plangebied. Habitat: aquatisch habitat betreft ondiep, zonbeschenen water, vennen, poelen en slootjes. Landhabitat betreft vochtige, dichte vegetaties (heide, kruidenrijk vochtig grasland).	Geschikt habitat binnen plangebied beperkt aanwezig. Buiten het plangebied veelvuldig aanwezig. Aanwezigheid kan niet worden uitgesloten.
Poelkikker		Waargenomen buiten het plangebied. Habitat: vennen, poelen, rivier begeleidende wateren en sloten.	Geschikt habitat binnen plangebied beperkt aanwezig. Buiten plangebied veelvuldig aanwezig. Aanwezigheid kan niet worden uitgesloten.
Overig			
Gevlekte witsnuitlibel		Waargenomen buiten het plangebied. Habitat: laagveenmoeras, vegetatierijke vennen en duinplassen.	Geschikt habitat binnen plangebied niet aanwezig. Buiten het plangebied aanwezig.
Beschermingsregime andere soorten §3.3 Wet natuurbescherming			
Grond gebonden zoogdieren		*Binnen het onderzoeksgebied en in de directe omgeving komen algemene soorten grondgebonden zoogdieren (beschermingscategorie overig) voor.* *Voor overige zwaar beschermde soorten is het gebied geschikt als leefgebied voor de eekhoorn en de steenmarter. Beide soorten zijn waargenomen. Voor de steenmarter geldt dat het plangebied hoofdzakelijk als foerageergebied functioneert. Mogelijk bevinden er schuilplaatsen in boomholtes, dicht struweel of bebouwing.*	
Aardmuis	Ja		*Algemene zorgplicht*
Bosmuis	Ja		*Algemene zorgplicht*
Bunzing	Ja		*Algemene zorgplicht*
Dwergmuis	Ja		*Algemene zorgplicht*
Eekhoorn	Nee	Waargenomen binnen het plangebied. Komt voor in kleine boomopstanden en bomenrijen. Habitat: bos, park en houtwallen in de buurt van bos.	Geschikt habitat binnen plangebied aanwezig.
Egel	Ja		*Algemene zorgplicht*

Haas	Ja		*Algemene zorgplicht*
Huisspitsmuis	Ja		*Algemene zorgplicht*
Konijn	Ja		*Algemene zorgplicht*
Ree	Ja		*Algemene zorgplicht*
Steenmarter	Nee	Waargenomen binnen het plangebied. Habitat: parklandschap, rotsige hellingen en in de nabijheid van dorpen en boerderijen.	Geschikt habitat binnen plangebied aanwezig.
Veldmuis	Ja		*Algemene zorgplicht*
Vos	Ja		*Algemene zorgplicht*
Wezel	Ja		*Algemene zorgplicht*
Amfibieën & Reptielen		Algemene soorten (beschermingscategorie overig) amfibieën als bruine kikker, kleine watersalamander en gewone pad komen binnen het projectgebied voor. Het gebied biedt geschikt habitat voor deze soorten door de aanwezigheid van oevers, sloten en greppels. Deze soorten zijn onder de provinciale verordening vrijgesteld. Het gebied ligt daarnaast binnen het verspreidingsgebied van de alpenwatersalamander en de vinpootsalamander. Habitat en waarnemingen van de vinpootsalamander bevinden zich enkel buiten het plangebied. Waarnemingen van alpenwatersalamander bevinden zich tot binnen (aan de rand van) het plangebied. Vooral de verruigde hoekjes langs de Boven-Mark, kunnen geschikt habitat aanwezig zijn. Buiten en langs de rand van het plangebied is de levendbarende hagedis waargenomen. Binnen het projectgebied is echter geen geschikt leefgebied voor deze soort aanwezig. Op basis van de aanwezige habitats, is de aanwezigheid van overige reptielensoorten uitgesloten.	Algemene soorten aanwezig / aanwezigheid niet uit te sluiten. *Geen reptielen te verwachten*
Alpenwatersalamander	Nee	Waargenomen binnen het plangebied. Waarneming binnen gebied betreft de trektijd. Habitat: aquatisch habitat met name vennen, poelen en kleine geïsoleerde wateren. Landhabitat met name (loof)bossen en ongebruikte graslanden.	Geschikt habitat binnen plangebied beperkt aanwezig. Aanwezigheid kan niet worden uitgesloten.
Bruine kikker	Ja		*Algemene zorgplicht*
Gewone pad	Ja		*Algemene zorgplicht*
Kleine watersalamander	Ja		*Algemene zorgplicht*
Levendbarende hagedis	Nee	Waargenomen buiten het plangebied. Habitat: heide en hoogveen.	Geschikt habitat binnen plangebied niet aanwezig.
Vinpootsalamander	Nee	Waargenomen buiten het plangebied. Habitat: zwak zure vennen, plassen,	Geschikt habitat binnen plangebied niet aanwezig.

		(bos)poelen en zwak stromende beekjes.	
Vaatplanten		Er komt één beschermde soorten binnen het projectgebied voor, namelijk dreps. Echter, de waarneming en het geschikte habitat liggen buiten de scope van de werkzaamheden (de wegberm van de A27). Daarnaast zijn waarnemingen van soorten van de Rode Lijst vastgesteld binnen de scope van de werkzaamheden: donkergroene basterdwederik, kamgras en moeraskartelblad.	Geen beschermde soorten aanwezig. Rode Lijst soorten komen voor in het plangebied.
Dreps	Nee	Waargenomen buiten het plangebied. De soort is aangetroffen in de wegberm van de A27. Habitat: akkers, (spoor/weg)bermen, braakliggende grond	Geschikt habitat binnen plangebied niet aanwezig.
Overig			
Bosbeekjuffer	Nee	Waargenomen buiten het plangebied. Habitat: (beschaduwde) bosbeken	Geschikt habitat binnen plangebied niet aanwezig.

4.2 Effectbeschrijving

In Tabel 2 is per soortgroep voor de (potentieel) aanwezige soorten een beschrijving gegeven van mogelijke effecten als gevolg van de voorgenomen herinrichtingswerkzaamheden. Hierin is onderscheid gemaakt tussen effecten direct ten gevolge van de uit te voeren werkzaamheden (graven, dempen, verbeden van watergangen) en de te verwachte hydrologische effecten na het aanpassen van het watersysteem (verdroging/vernatting +/-5 cm).

Tabel 2. Mogelijke effecten en vervolgstappen per soortgroep..

Soortgroep	Mogelijke effecten en te nemen vervolgstappen
(Broedende) vogels	Mogelijk effect Het gebied vormt geschikt voortplantingshabitat voor diverse vogelsoorten. Het uitvoeren van de werkzaamheden kan leiden tot verstoring van broedvogels. **Hydrologische effecten hebben geen direct effect op broedvogels.** Voorkomen van effect Indien werkzaamheden buiten het broedseizoen plaatsvinden, is ook geen sprake van verstoring. Vervolgstappen Het broedseizoen is indicatief. Ook buiten het broedseizoen zijn broedende vogels beschermd. Zorg dat voorafgaand aan de werkzaamheden het gebeid wordt gecontroleerd op nesten. Hou daarbij rekening met het mogelijk direct (opzettelijk vernielen van nesten) en indirect (opzettelijk verstoren door geluidshinder) overtreden van verbodsbepalingen.
Broedvogels met jaarrond beschermde nesten	Mogelijk effect Het gebied vormt geschikt voortplantingshabitat voor een aantal vogelsoorten met jaarrond beschermde nesten. Het uitvoeren van de werkzaamheden kan leiden tot verstoring van broedvogels. **Hydrologische effecten hebben geen direct effect op broedvogels met jaarrond beschermde nesten, maar kunnen indirect wel effect hebben op de bomen/vegetatie waarin deze nesten zich bevinden.** Voorkomen van effect

	Indien bij het uitvoeren van de werkzaamheden geen jaarrond beschermde nesten worden verstoord of vernield, is ook geen sprake van verstoring. Als dit wel het geval is, is een ontheffing verplicht. Het aanbieden van vervangende broedgelegenheid (kunsthorst) zal zonder twijfel deel uitmaken van de ontheffingvoorwaarden. Vervolgstappen Voer tijdig een onderzoek uit naar de aanwezigheid van jaarrond beschermde nesten.
Grondgebonden zoogdieren	Mogelijk effect Werkzaamheden leiden mogelijk tot het doden en verwonden van grondgebonden zoogdieren die niet op tijd het gebied kunnen ontvluchten bij de start van de werkzaamheden. In het gebied komen de beschermde eekhoorn en steenmarter voor. Indien bomen, struweel of bebouwing worden verwijderd kan dit leiden tot het opzettelijk verstoren van deze soorten. **Hydrologische effecten hebben geen direct effect op algemeen voorkomende grondgebonden zoogdieren. Lokaal kan de grond natter of droger worden, dit heeft geen significant effect op verblijfplaatsen of foerageergebied van steenmarter of eekhoorn.** Voorkomen van effect Indien bij het uitvoeren van de werkzaamheden geen bomen, struweel of bebouwing wordt verwijderd, is ook geen sprake van verstoring. Vervolgstappen Indien er wel bomen, struweel of bebouwing moet worden verwijderd, dient te worden onderzocht of deze locaties/structuren worden gebruikt door eekhoorn of steenmarter. Vanuit de algemene zorgplicht dienen mitigerende maatregelen te worden opgesteld, om het doden of verwonden van algemeen voorkomende soorten te voorkomen.
Vleermuizen	Mogelijk effect In het gebied bevinden zich bomenrijen en watergangen die mogelijk als vliegroute voorvleermuizen dienen. Tevens kan het gebied een functie als foerageergebied voor vleermuizen vervullen. Gezien het type werkzaamheden gaat er geen (potentieel) foerageergebied verloren. **Hydrologische effecten hebben geen direct effect op vleermuizen**, **maar kunnen indirect wel effect hebben op de bomen die dienen als vliegroute of waarin zich nesten kunnen bevinden.** Voorkomen van effect Indien bij het uitvoeren van de werkzaamheden geen bomenrijen of watergangen worden verwijderd of de hydrologische veranderingen geen effect hebben op de vitaliteit van deze bomenrijen, is ook geen sprake van het verwijderen/onderbreken van vliegroutes. Verder kan in het uitvoeren van de werkzaamheden maatregelen worden genomen om het mogelijk verstoren van vleermuizen te voorkomen. Vervolgstappen Indien er wel bomenrijen of watergangen worden verwijderd, dient te worden onderzocht of deze structuren als vliegrouten dienen voor vleermuizen.
Amfibieën	Mogelijk effect Werkzaamheden leiden mogelijk tot het doden en verwonden van algemeen voorkomende amfibieën die niet op tijd het gebied kunnen ontvluchten bij de start van de werkzaamheden. In het gebied komen de beschermde **heikikker, poelkikker en alpenwatersalamander** voor. Bij het vergraven van watergangen kunnen dieren worden verstoord of gedood en kan leefgebied worden vernietigd. **Hydrologische effecten hebben geen direct effect op algemeen voorkomende algemeen voorkomende amfibieën. Lokaal kan de grond verdrogen, dit kan een significant hebben effect op heikikker, poelkikker en/of alpenwatersalamander.** Voorkomen van effect Indien heikikker, poelkikker of alpenwatersalamander of geschikt habitat voor deze soorten inderdaad binnen het werkgebied aanwezig is, dan kan overtreding van verbodsbepalingen niet worden uitgesloten. Vervolgstappen Er dient nader onderzoek te worden gedaan naar de aanwezigheid van heikikker, poelkikker of alpenwatersalamander of geschikt habitat voor deze soorten binnen het werkgebied. Indien aanwezig, dan

	dient een ontheffingsaanvraag voor de werkzaamheden te worden gedaan. Vanuit de algemene zorgplicht dienen mitigerende maatregelen te worden opgesteld, om het doden of verwonden van algemeen voorkomende soorten te voorkomen.
Vaatplanten	Mogelijk effect In het plangebied is één beschermde soort waargenomen, namelijk dreps. Echter, deze is waargenomen in de wegberm van de A27, daar waar geen werkzaamheden zullen plaatsvinden. In het overige plangebied bevindt zich geen geschikt habitat voor deze soort. **Er zijn geen beschermde plantsoorten aanwezig die effect ondervinden ten gevolge van de veranderende hydrologische situatie.** Voorkomen van effect *Geen effect aanwezig* Vervolgstappen *Niet van toepassing*
Overig	Mogelijk effect In het plangebied zijn de bosbeekjuffer en de gevlekte witsnuitlibel waargenomen. Echter, deze zijn waargenomen in slootjes/greppels/poeltjes aan de rand van het gebied, daar waar geen werkzaamheden zullen plaatsvinden. In het overige plangebied bevindt zich geen geschikt habitat voor deze soort. **Hydrologische effecten hebben geen direct effect op de bosbeekjuffer en de gevlekte witsnuitlibel.** Voorkomen van effect *Geen effect aanwezig* Vervolgstappen *Niet van toepassing*

Samenvatting vervolgstappen

Aanvullende onderzoeken:
- Veldonderzoek naar aanwezigheid jaarrond beschermde nesten;
- Veldonderzoek naar de aanwezigheid van (geschikt habitat van) heikikker, poelkikker, kamsalamander of alpenwatersalamander;
- Indien bomen, dicht struweel of bebouwing worden verwijderd, veldonderzoek naar de aanwezigheid van verblijfplaatsen van eekhoorn, steenmarter of vleermuizen;
- Indien lijnvormige elementen (bomenrijen, watergangen) worden aangetast, veldonderzoek naar de aanwezigheid van vliegroutes;

4.3 Effectbeoordeling

In onderstaande tabellen is per soortgroep weergegeven welke verbodsbepalingen van de Wnb mogelijk worden overtreden als gevolg van het de werkzaamheden.

Tabel 3. Mogelijke overtredingen van de Wnb voor Habitatrichtlijnsoorten van beschermingscategorie strikt.

Soort	Mogelijk effect bij:	Opzettelijk doden of vangen	Opzettelijk verstoren	Eieren opzettelijk vernielen of rapen	Beschadigen of vernielen voortplantingsplaats en of rustplaatsen	Opzettelijk plukken, verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen planten
Amfibieën: heikikker	Dempen, graven of verbreden van watergangen.	X	X		X	

Amfibieën: poelkikker	Dempen, graven of verbreden van watergangen.	X	X		X

Tabel 4. Mogelijke overtredingen van de verbodsbepalingen van de Wnb voor andere soorten van beschermingscategorie overig.

Soort	Mogelijk effect bij:	Opzettelijk doden of vangen	Opzettelijk beschadigen of vernielen voortplantings- of rustplaatsen	Opzettelijk plukken, verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen
Amfibieën: alpenwatersalamander	Dempen, graven of verbreden van watergangen.	X	X	
Amfibieën: algemeen voorkomende	Alle werkzaamheden	X	X	
Grondgebonden zoogdieren: algemeen voorkomende	Alle werkzaamheden	X	X	

Zorgplicht

Voor de algemeen voorkomende soorten zoogdieren en amfibieën die binnen het projectgebied voorkomen heeft de provincie Noord-Brabant in haar verordening een vrijstelling gegeven. Mogelijke effecten op enkele exemplaren hebben geen invloed op de populatie. Er hoeft geen ontheffing te worden aangevraagd voor de in het gebied aanwezige op deze lijst voorkomende zoogdieren en amfibieën. Houd echter wel rekening met de zorgplicht. Dit houdt in dat tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden alles wordt gedaan om handelingen die mogelijk schade toebrengen aan deze soorten worden achterwege worden gelaten, er maatregelen worden genomen om deze schade voorkomen en/of voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen, deze zoveel mogelijk beperkt of ongedaan maakt. Ook mag men het welzijn van dieren niet onnodig aantasten en dieren onnodig laten lijden.

4.4 Mitigerende maatregelen en ontheffing

Mitigerende maatregelen

Op dit moment bevindt het project zich nog in de ontwerpfase. Wanneer het definitieve ontwerp en de planning van de werkzaamheden bekend zijn, dan dient een gerichte lijst met mitigerende maatregelen en/of een ecologisch werkprotocol worden opgesteld. Aanbevolen wordt om in de verder planvorming nu al gehoor te geven aan het ‘voorkomen van effecten’ en de vervolgstappen zoals aangegeven in Tabel 2.

Ontheffing

Voor het mogelijk opzettelijk doden en verstoren (opzet = als u had kunnen weten dat de soort aanwezig is) van alpenwatersalamanders tijdens de werkzaamheden, is het mogelijk maatregelen te treffen om dit te voorkomen. Indien door het uitvoeren van deze maatregelen het overtreden van verbodsbepalingen kan worden uitgesloten, is het niet noodzakelijk een ontheffing aan te vragen.

Indien de aanwezigheid van (geschikt habitat voor) poelkikker, kamsalamander en heikikker na vervolgonderzoek niet is uit te sluiten, dan is het mogelijk doden en verstoren en/of het beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen en/of rustplaatsen tijdens de werkzaamheden, voor de heikikker, kamsalamander en poelkikker niet uit te sluiten. Voor deze soorten dient dan ontheffing te worden aangevraagd.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Onze referentie: 079431724 A

8 BIJLAGE 8 ARCHEOLOGIE

Betreft een separaat rapport

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE MARKDAL, GEM. BREDA EN ALPHEN-CHAAM (NB).

06 JUNI 2017

Contactpersonen

W.A. YTSMA
Adviseur Archeologie & Cultuurhistorie

T +31646647269

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Auteur: drs. E.W. Brouwer

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

1.1 Aanleiding van het onderzoek 5

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied 5

1.3 Doel van het onderzoek 7

1.4 Werkwijze 7

1.5 Gemeentelijk en provinciaal beleid 7

2 LANDSCHAP 9

2.1 Inleiding 9

2.2 Geologie, geomorfologie en bodem 9

3 ARCHEOLOGIE 21

3.1 Waarnemingen 21

3.2 AMK-terreinen 22

3.3 Onderzoeksmeldingen 23

4 HISTORIE 26

5 CONCLUSIES EN VERWACHTINGSMODEL 28

5.1 Conclusies 28

5.2 Synthese 28

5.3 Verwachtingsmodel 29

5.3.1 Toelichting verwachtingsmodel 34

6 AANBEVELING 35

BRONNEN 37

BIJLAGE 1: PLAN- EN ONDERZOEKSGEBIED 38

BIJLAGE 2: GEOMORFOLOGISCHE KAART 39

BIJLAGE 2B: AHN 40

BIJLAGE 2C: AHN (BEEKDAL) 41

BIJLAGE 3: BODEMKAART 42

BIJLAGE 4: WAARNEMINGEN EN AMK-TERREINEN 43

BIJLAGE 5: ONDERZOEKSMELDINGEN 44

BIJLAGE 6 OUDE BEEKLOPEN 45

BIJLAGE 7 VERWACHTINGSKAART 46

BIJLAGE 8 ADVIESKAART 47

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding van het onderzoek

Waterschap Brabantse Delta is voornemens het Markdal te herinrichten, Het gaat daarbij om het realiseren van een duurzaam en vitaal Markdal, zoals in de doelen die het waterschap samen met de gemeenten Breda en Alphen-Chaam en de provincie Noord-Brabant heeft gesteld. Onderdeel daarvan is het realiseren van een natuurlijke inrichting (onder andere in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Eén van de doelen behelst een deel van de loop van de Mark natuurlijker te maken. De Mark is in de jaren ’70 van de afgelopen eeuw grotendeels genormaliseerd – dat wil zeggen, veel van de natuurlijke meanders zijn rechtgetrokken en gekanaliseerd.[1] Er zijn nu plannen nieuwe meanders aan te leggen in de rivier. Deels worden daarbij de oorspronkelijke meanders gevolgd, maar er worden ook nieuwe meanders aangelegd. Het herstel van en de aanleg van nieuwe riviermeanders gaat gepaard met ontgravingen in het rivierdal, waardoor eventueel aanwezige archeologische resten in het plangebied aangetast kunnen worden.

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Een kaart van het plan- en onderzoeksgebied is afgebeeld in bijlage 1. Het plangebied wordt gevormd door het rivierdal van de (Boven) Mark, ruwweg van Breda tot de Belgische grens. Het deel vormt de bovenloop van de Mark, een rivier die in België (bij Koekhoven) haar oorsprong heeft. Het Nederlandse deel van de rivier is tegenwoordig ongeveer 15 – 20 m breed. Ruimtelijk heeft het Markdal het karakter van een beekdal. De Boven Mark kent een zonering in landschappen[2] (zie bijlage 1):

- zone A : nabij Breda is het Markdal parkachtig en stedelijk beïnvloed, met intensief recreatief gebruik;
- zone B : het middelste deel – doorsneden door de A58 – voert de rivier door een landgoedachtig landschap, met verweving van landgoederen, landbouw, natuur en landschapselementen;
- zone C : het zuidelijk deel is landbouwachtig, met verweving van landbouw, natuur, landschapselementen en zelfstandige kavels met (agrarische) bewoning.

Rond de kernen van Ulvenhout en Galder is een overgangszone van bebouwd naar onbebouwd gebied.

Het plangebied wordt gevormd door die delen van het dal waar hermeanderingen zijn gepland. De locaties van de daadwerkelijk aan te leggen meanders zijn momenteel nog niet bekend. Tevens zijn de profielen nog onbekend, al zijn wel natuurvriendelijke oevers – dat wil zeggen, oevers met een flauw verhang - voorzien. Op dit moment zijn twee varianten in beeld: herinrichtingsvarianten C en D (zij bijlage 1). De ontgravingen ten behoeve van hermeandering in herinrichtingsvariant C hebben een gezamenlijke trajectlengte van ongeveer 8 km; herinrichtingsvariant D heeft een totale lengte van ongeveer 4,5 km.

Voor een beter begrip van de bodemkundige situatie en de cultuurhistorische en archeologische potentie van het gebied is een onderzoeksgebied aan het onderzoek toegevoegd. De introductie van een onderzoeksgebied heeft tot doel meer informatie te verzamelen. Een onderzoeksgebied van 500 m rondom de ingrepen van de verschillende varianten wordt voldoende geacht.

[1] bron: Feitenoverzicht Kaderrichtlijn Water.
[2] ontleend aan Perspectief voor het Markdal, 2015.

Objectgegevens onderzoek		
ARCADIS Projectnummer	C03091.000091	
Projectnaam	Bureauonderzoek archeologie Markdal, gem. Breda en Alphen-Chaam (NB)	
Plaats	Breda, Ulvenhout, Galder	
Gemeente	Breda en Alphen-Chaam	
Provincie	Noord-Brabant	
Archeoregio	4, Brabants zandgebied	
Onderzoeksmeldingsnr.		
Auteur	Drs. E.W. Brouwer	
Kwaliteitscontrole	Dr. J. Wijnen	
Uitvoerder	Laagland archeologie vof	
Contactpersoon	I. Benjamins ingrid.benjamins@arcadis.com	
Opdrachtgever	Waterschap Brabantse Delta	
RD-coördinaten	noord zuid	113515/396030 113285/391325
Lengte plangebied	herinrichtingsvariant C herinrichtingsvariant D	circa 8 km circa 4,5 km
Bevoegd Gezag	Gemeenten Breda en Alphen-Chaam	
Uitvoeringsperiode onderzoek	december 2016	
Beheerder en plaats documentatie	ARCADIS Nederland BV, locatie Assen Laagland archeologie, locatie Ommen	

Tabel 1. Onderzoeksgegevens.

1.3 Doel van het onderzoek

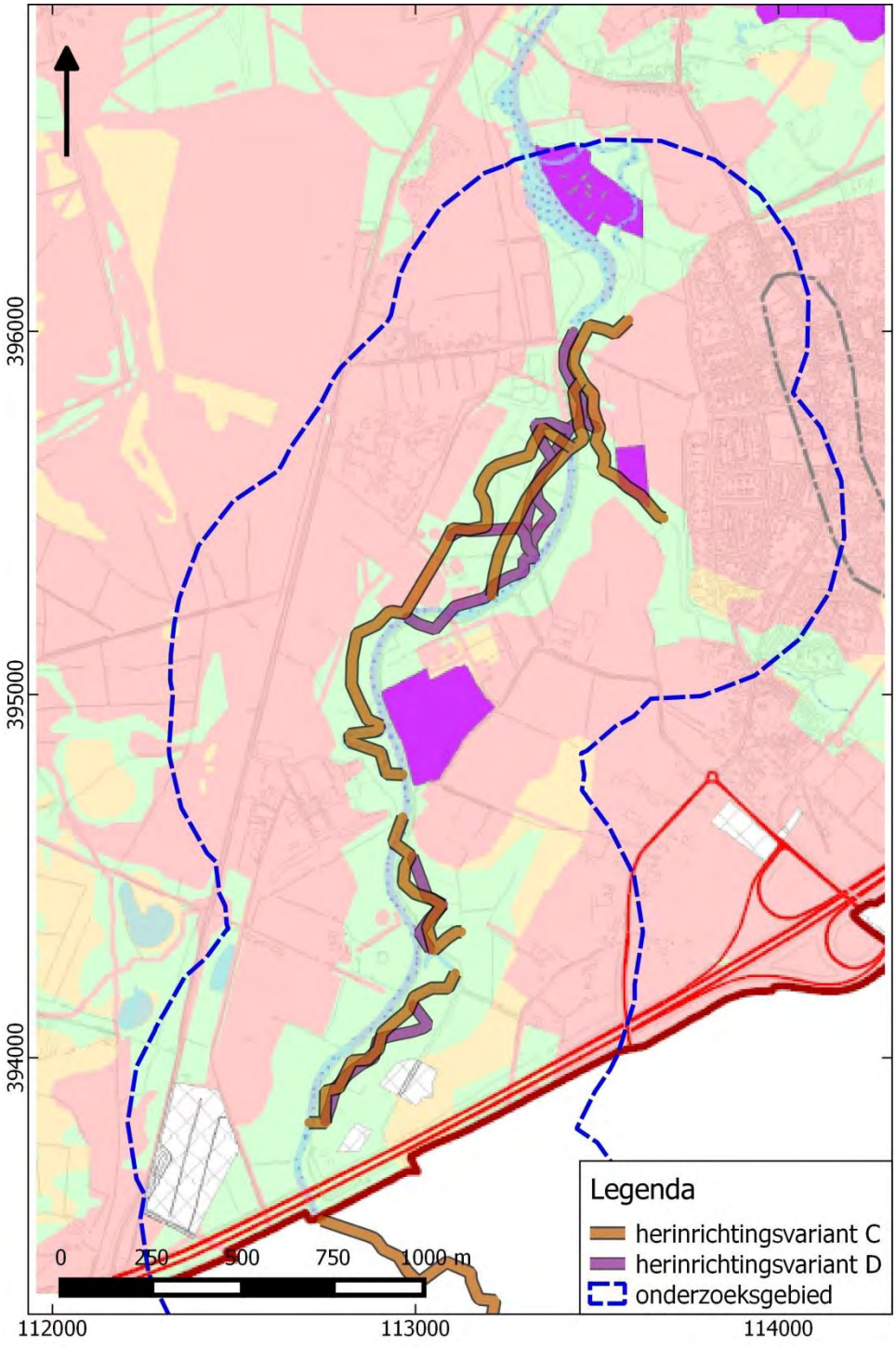
Het bureauonderzoek heeft tot doel informatie te verwerven over bekende of verwachte archeologische waarden binnen een omschreven gebied. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van bestaande bronnen om daarmee te komen tot een gespecificeerde archeologische verwachting.

1.4 Werkwijze

Het bureauonderzoek richt zich op archeologische bronnen als de gemeentelijke (verwachtings-) waardenkaart en beleidskaart, Archis3 en de Archeologische Monumentenkaart (AMK). Er is gebruik gemaakt van de geomorfologische en bodemkaart (1:50.000). Voor een groot deel van het plangebied is een gedetailleerde bodemkaart (1:10.000) gebruikt. Daarnaast is gebruik gemaakt van het AHN2, waarbij *focal mean* analyse is toegepast. Deze techniek beoogt dekzandopduikingen in beekdalen op te sporen door de natuurlijke helling van het beekdal te compenseren. Voorts is gebruik gemaakt van oude topografische kaarten, paleogeografische kaarten, specifiek voor het onderzoeksgebied beschikbare bodemkundige, cultuurhistorische en archeologische bronnen.

1.5 Gemeentelijk en provinciaal beleid

De gemeenten Breda en Alphen-Chaam beschikken over een eigen archeologisch beleid. De gemeente Breda beschikt bovendien over een archeologische beleidsadvieskaart. Onderstaande afbeelding toont de trajecten van de herinrichtingsvarianten, geprojecteerd op de gemeentelijke beleidskaart van Breda.



Afbeelding 1. Uitsnede uit de gemeentelijke archeologische beleidsadvieskaart van Breda (van Ulvenhout tot de A58). Zalmroze: hoge archeologische verwachting. - Groen: middelhoge archeologische verwachting. - Geel: lage archeologische verwachting. - Paars: terrein van archeologische waarde.

De herinrichtingsvarianten liggen overwegend in een zone van middelhoge archeologische verwachting. Op enkele locaties raken of doorsnijden de herinrichtingsvarianten zones met een hoge verwachting. Eén traject voert vlak langs/raakt een AMK-terrein.

2 LANDSCHAP

2.1 Inleiding

Het menselijke doen en laten werd en wordt in grote mate bepaald door de landschappelijke omgeving, en de mogelijkheden die daardoor geboden worden. De geologische, geomorfologische en bodemkundige situaties zijn daarom van belang voor een archeologisch onderzoek.

2.2 Geologie, geomorfologie en bodem

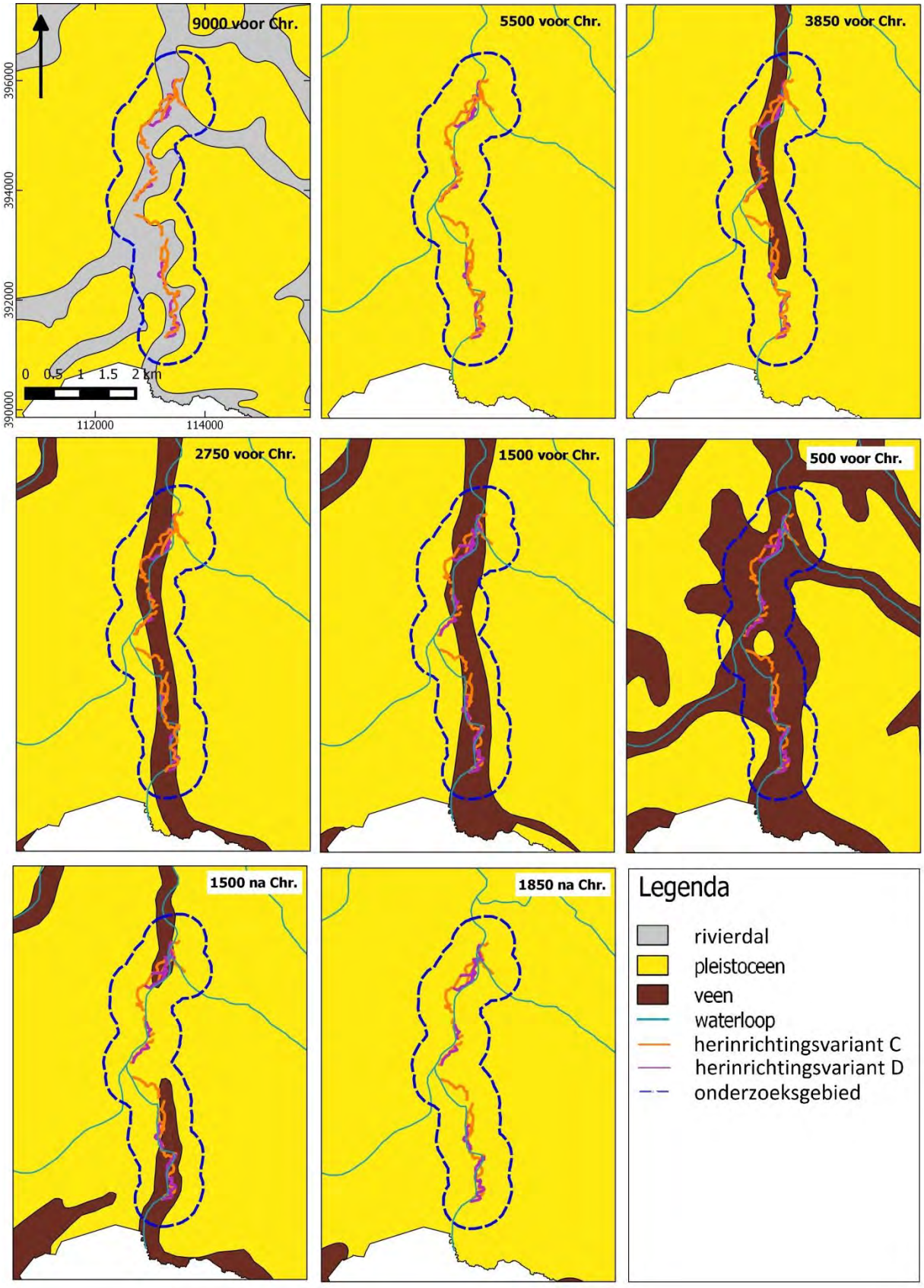
Geologie

In dit deel van Noord-Brabant bestaat de landschappelijke basis uit Oud-Pleistocene afzettingen die tot ongeveer 2,5 miljoen jaar oud zijn. Deze zijn gevormd in een waddenzeegebied, waarin de grote rivieren afwaterden en sediment transporteerden. Deze afzettingen bestaan uit grote kleilenzen met daartussen zandbanen (Formatie van Kedichem. Van zuid- naar oostelijke richting is sprake van een naar beneden hellend vlak. Ter hoogte van de lijn Turnhout – Westmalle (de zuidgrens) liggen de afzettingen op ongeveer 30 m +NAP; ten noorden van Breda is de bovenkant van het pakket gedaald tot onder NAP. De zandbanen konden in latere tijden gemakkelijk verwaaien of verspoelen, waardoor laagten ontstonden.

In de loop van het Midden-Pleistoceen werd in deze zand- en kleiafzettingen het Dal van Breda uitgeslepen door een rivier. In deze brede erosiegeul – waar nu het riviertje de Mark stroomt - bevinden de oude afzettingen zich diep onder het maaiveld, tot circa 25 m. Buiten het Markdal zijn deze afzettingen juist soms heel ondiep – soms tot minder dan 1 m –mv – te vinden. Langs het rivierdal van de Mark werd op de oude afzettingen dekzand afgezet gedurende het Laat-Pleistoceen (Formatie van Twente). Als gevolg van de toen heersende windrichting zijn daarbij ZW-NO georiënteerde dekzandruggen gevormd. Langs de Mark konden bovendien rivierduinen ontstaan. De dekzandruggen konden soms de oudere dalen afdammen, waardoor een ingewikkeld afwateringspatroon ontstond. Diverse beeklopen zijn daarom opgebouwd uit noord-zuid en zuidwest-noordoost gerichte delen, al lijkt daar bij de (Boven)Mark geen sprake van te zijn.

De landschappelijke situatie aan het begin van het Holoceen wordt getoond in onderstaande afbeelding (9000 voor Chr.): op de locatie waar later de Mark zou stromen bevindt zich een breed rivierdal. Grote delen van dit dal raken bedekt met dekzand en rivierduinen. De Mark is een kleine, meanderende rivier binnen het oude rivierdal. Vanaf 6700-6500 voor Chr. ontstaat veen in het beekdal.[3] Het veenpakket in het rivierdal neemt tot 1500 voor Chr. gestaag in omvang toe en tussen 1500 – 500 voor Chr. ontstaat ook op diverse lage plekken en langs zijtakken van de Mark veengroei, dat zich tot ongeveer 800 kon handhaven.

[3] pers. comm. F.J.C. Peters, 2017



Afbeelding 2. Paleogeografische ontwikkeling van het plangebied. Naar Vos e.a., 2013.

Geomorfologie

Op de geomorfologische kaart (bijlage 2A) liggen de herinrichtingsvarianten grotendeels op een beekdalbodem met meanderruggen en geulen (legenda-eenheid 2R7). Op diverse locaties wordt de beekdalbodem geflankeerd door een glooiing van beekdalzijde (4H11) en ook de herinrichtingsvarianten doorsnijden deze glooiing. In deelgebied Midden raakt herinrichtingsvariant C een zone met lage landduinen (met bijbehorende vlakten/laagten, 3L8). In deelgebied Zuid nadere beide herinrichtingsvarianten een zone met landduinen (3L8) tot ongeveer 25 m.

Elders in deelgebied Zuid naderen beide herinrichtingsvarianten een dekzandrug (3K14) tot ongeveer 5 m. Herinrichtingsvariant C doorsnijdt hier ook terrasafzettingswelvingen (3L12a).

Op het AHN (bijlage 2B) is het verhang van zuid naar noord goed te zien: bij de Belgische grens ligt het beekdal op ongeveer 4 m +NAP; in het noordelijke deel van het plangebied bij Breda is dit gedaald naar ongeveer 2 m. Over een afstand van ongeveer 5 km is dat echter geen steil verhang.

Het AHN toont voorts met name in deelgebied Zuid een smal beekdal dat links en rechts wordt geflankeerd door hogere gronden. Daarbij is meestal sprake van een tamelijk scherpe overgang van hoog naar laag. Verder in noordelijke richting wordt het beekdal wat breder en is de overgang minder steil. De dekzandruggen, landduinen en glooiingen zijn alle op het AHN terug te vinden. Bijlage 2C toont het AHN van het rivierdal. Hierop zijn de opduikingen met groen omcirkeld (A t/m U).

> AHN en *focal mean*
>
> Binnen het beekdal is gezocht naar kleine dekzandopduikingen. Hiertoe is de zogenaamde '*focal mean*' techniek gebruikt, waarmee de natuurlijke flauwe beekhelling – die soms kleine opduikingen kan maskeren - gecompenseerd wordt. Aangezien de steile overgangen van beekdal – zandgebied verstorend werken, zijn op basis van het (ongecompenseerde) AHN de relatief lage gronden rondom de Mark geselecteerd. Vervolgens is hier een *focal mean* analyse op los gelaten (neighbourhood size 75). Gebleken is echter dat deze techniek geen meerwaarde biedt. De oorzaak hiertoe is waarschijnlijk te zoeken in het gegeven dat het rivierdal van de Mark tamelijk smal en vlak is. Het ongecompenseerde AHN is daarom gebruikt om de dekzandopduikingen en steilranden te identificeren.

In delen waar het rivierdal erg smal was vonden bij hoge rivierstanden het eerst overstromingen plaats. Die overstromingen konden in de wat bredere delen grote stukken van het dal onder water zetten (afbeelding 3).

Afbeelding 3. Foto van 10 februari 1931: Wateroverlast in het buitengebied bij Ulvenhout. Bron: Breda Beeldcollectie, stadsarchief Breda.

In de 14e eeuw werd de Mark verbreed onder invloed van de zee.[4] Dit zorgde voor overstromingen waarbij in het meest noordelijke deel van het plangebied zand en verder zuidelijk vooral klei kon worden afgezet.

Bodemkaart

De bodemkaart is afgebeeld in bijlage 3A. Deze is samengesteld uit een gedetailleerde bodemkaart (1:10.000) en een globale bodemkaart (1:50.000). De bodemkaarten zijn beschikbaar gesteld als pdf en zijn in een geografisch informatiesysteem ingemeten. In deelgebied Noord en Midden is de gedetailleerde bodemkaart afgebeeld in grote delen van de zone ten oosten van de rivier. Het gebied ten westen van de Mark is een weergave van de globale bodemkaart. Deelgebied Zuid en het zuidelijke deel van deelgebied Midden is een weergave van de gedetailleerde bodemkaart.

Onderstaande tabellen benoemen de bodemeenheden binnen het onderzoeksgebied per deelgebied. Daarbij is aangegeven of de betreffende bodemeenheid op de bodemkaart (1:50.000) of gedetailleerde bodemkaart (1:10.000).

Deelgebied Noord

legenda-eenheid	bodemtype	bijzonderheden	schaal x 1000
EZg23/pZg23	lage enkeerdgronden, lemig fijn zand/ beekeerdgronden, lemig fijn zand		1:50
tZg35	zwarte beekeerdgronden van zeer fijn, sterk lemig zand.	zonder ijzerhuidjes, eerddek 15-30 cm dik	1:10
cZg35	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand.	met roest, eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZg37	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, uiterst lemig zand	met roest, eerddek 30-50 cm dik	1:10
zVab	meerveengrond met mineraal dek	van zeggeveen, rietzeggeveen of mesotroof broekveen	1:10
zVcb	meerveengrond met mineraal dek	van zeggeveen, rietzeggeveen of mesotroof broekveen	1:10
zWp	moerige podzolgrond met een moerige bovengrond.		1:10
Zn53	vlakvaaggrond, matig fijn zwak lemig zand		1:10
cZn35	gooreerdgrond, sterk lemig zeer fijn zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZn53	gooreerdgrond,matig fijn zwak lemig zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 30-50 cm dik	1:10
tZn53	beekeerdgrond van zwak lemig matig fijn zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 15-30 cm dik	1:10
Hn21	veldpodzolgrond met zwak - matig siltig fijn zand		1:50

[4] Nollen, 2011.

cHn21	laarpodzolgrond met zwak – matig siltig fijn zand	met plaggendek dunner dan 50 cm	1:50
cHn53	laarpodzolgrond, matig fijn zwak lemig zand	plaggendek minder dan 50 cm dik	1:10
EZ35	enkeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand	plaggendek 50-80 cm dik	1:10
EZg23	lage enkeerdgrond van met lemig fijn zand	plaggendek	1:50
EZg35	lage enkeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand	plaggendek 50-80 cm dik	1:10
EZ53	enkeerdgrond van matig fijn zwak lemig zand	plaggendek 50-80 cm dik	1:10
zEZ21	hoge zwarte enkeerdgrond met leemarm en zwak lemig fijn zand	plaggendek dikker dan 50 cm	1:50
zD21	duinvaaggrond met leemarm en zwak lemig fijn zand		1:50

Tabel 2 Bodemtypen in deelgebied Noord.

Deelgebied Midden

legenda-eenheid	bodemtype	bijzonderheden	schaal x 1000
tZg35	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand.	zonder ijzerhuidjes, eerddek 15-30 cm dik	1:10
Zg35	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand.	eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZg35	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand.	met roest, eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZg37	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, uiterst lemig zand	met roest, eerddek 30-50 cm dik	1:10
zVcb	meerveengrond met mineraal dek	van zeggeveen, rietzeggeveen of mesotroof broekveen	1:10
zWp	moerige podzolgrond met een moerige bovengrond.	zand ondieper dan 120 cm	1:10
cZn35	gooreerdgrond, sterk lemig zeer fijn zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZn53	gooreerdgrond, matig fijn zwak lemig zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 30-50 cm dik	1:10
Hn51	veldpodzolgrond van leemarm matig fijn zand		1:10
Hn53	veldpodzol van matig fijn zwak lemig zand		1:10

cHn21	laarpodzolgrond met zwak – matig siltig fijn zand	met plaggendek dunner dan 50 cm	1:50
cHn53	laarpodzolgrond, matig fijn zwak lemig zand	plaggendek minder dan 50 cm dik	1:10
EZ53	enkeerdgrond van matig fijn zwak lemig zand	plaggendek 50-80 cm dik	1:10

Tabel 3 Bodemtypen in deelgebied Midden

Deelgebied Zuid

legenda-eenheid	bodemtype	bijzonderheden	schaal x 1000
tZg35	zwarte beekeerdgronden van zeer fijn, sterk lemig zand.	zonder ijzerhuidjes, eerddek 15-30 cm dik	1:10
Zg35	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand.	eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZg35	zwarte beekeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand.	met roest, eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZn35	gooreerdgrond, sterk lemig zeer fijn zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 30-50 cm dik	1:10
cZn53	gooreerdgrond,matig fijn zwak lemig zand	zonder ijzerhuidjes, eerddek 30-50 cm dik	1:10
Hn35	veldpodzolgrond van sterk lemig zeer fijn zand		1:10
Hn53	veldpodzol van matig fijn zwak lemig zand		1:10
cHn53	laarpodzolgrond, matig fijn zwak lemig zand	plaggendek minder dan 50 cm dik	1:10
EZ53	enkeerdgrond van matig fijn zwak lemig zand	plaggendek 50-80 cm dik	1:10
EZg35	lage enkeerdgrond van zeer fijn, sterk lemig zand	plaggendek 50-80 cm dik	1:10
zD51	duinvaaggrond met leemarm en matig fijn zand		1:10
Y51	holtpodzolgrond, leemarm en matig fijn zand	humushoudende bovengrond minder dan 30 cm dik	1:10
Y53	holtpodzolgrond, zwak lemig en matig fijn zand	humushoudende bovengrond minder dan 30 cm dik	1:10

Tabel 4 Bodemtypen in deelgebied Zuid.

Voor een beter overzicht toont onderstaande kaart een (vereenvoudigde) bodemkaart waarbij onderscheid is gemaakt tussen de (hogere) zandgronden, vaak met een plaggendek en de rivierdalafzettingen (eerddekken, klei en veen). Tevens zijn de vergraven delen aangegeven.

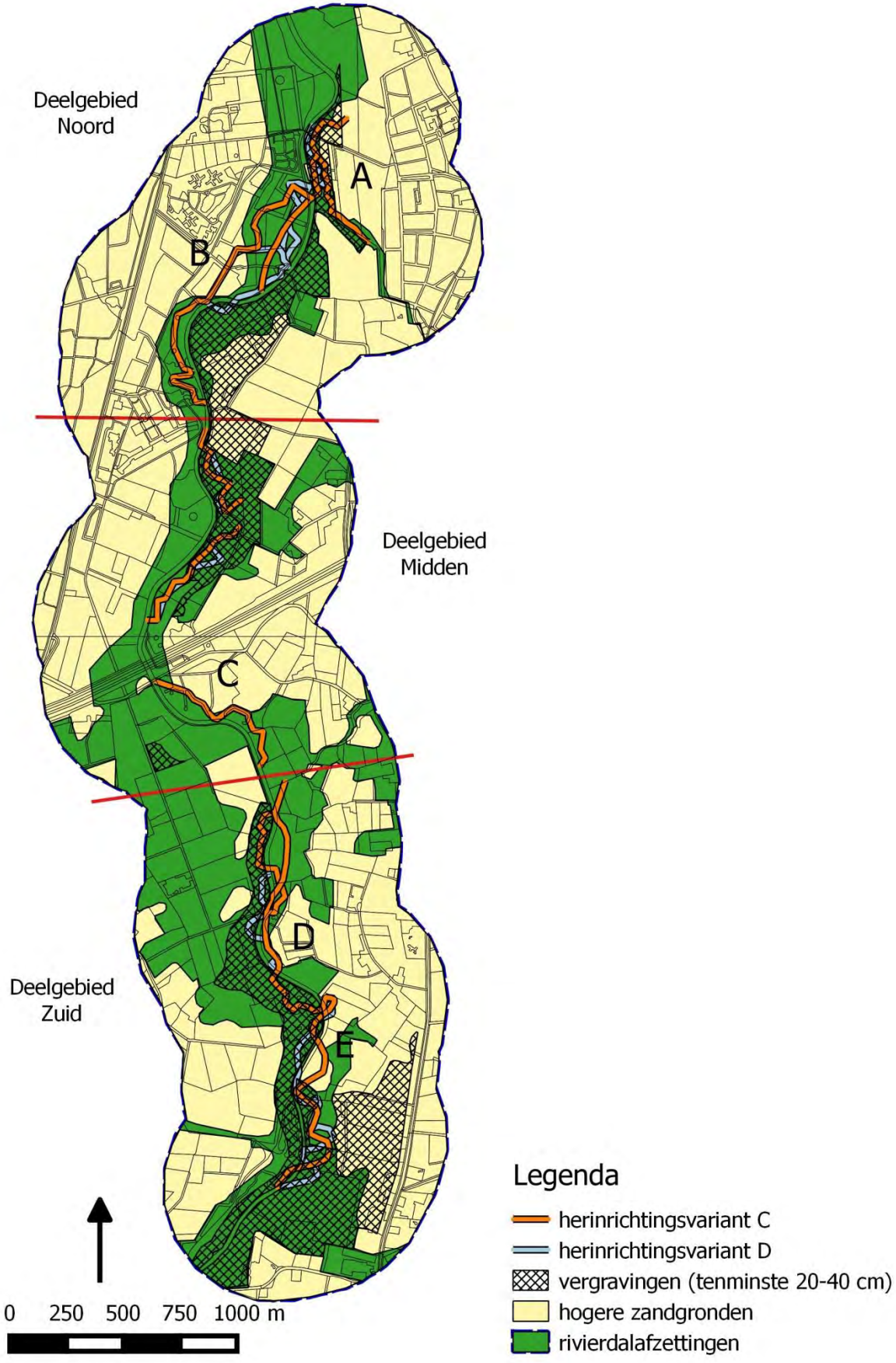
De zandgronden bestaan overwegend uit enkeerdgronden en laarpodzolgronden, met andere woorden: zandgronden met een antropogeen dek. Dit plaggendek is in de loop van de middeleeuwen ontstaan doordat gedurende vele jaren regelmatig met mest vermengde plaggen werden opgebracht op de akkers. Op enkele locaties komen zandgronden voor zonder plaggendek. Dit betreft meestal veldpodzolgronden en, in deelgebied zuid, enkele holtpodzolgronden. Veldpodzolgronden worden vaak gezien als gedegradeerde holtpodzolgronden. Die degradatie wordt daarbij toegeschreven aan menselijke activiteiten. Door ontbossing en overbeakkering/-begrazing al vanaf het neolithicum kreeg de bodem onvoldoende gelegenheid te herstellen, waardoor een schrale, ietwat zure bodem ontstond.

Op enkele locaties zijn stuifzanden aanwezig in het onderzoeksgebied. Stuifzanden zijn vaak in de loop van de late middeleeuwen ontstaan.[5] Ook hier speelt overbegrazing en overbeakkering een hoofdrol. De vegetatie verdwijnt en de wind krijgt grip op het onderliggende zand, dat gaat stuiven.

In en nabij de beekdalen komen ook lage enkeerdgronden voor. Dit zijn relatief laaggelegen zandgronden met een wat minder dik plaggendek. Dit bodemtype is vooral te vinden in de bovenlopen van beekdalen waar geen al te grote waterlast optrad.

De rivierdalgronden bestaan overwegend uit eerdgronden (beekeerdgronden en gooreerdgronden). Op enkele locaties komen nog veengronden voor, waarop in recente of subrecente tijd een zanddek (bouwvoor) is aangebracht. De veengronden en de eerddekken kunnen worden gezien als een restant van het veenpakket dat hier groeide van ruwweg 3850 voor Chr. tot in de late middeleeuwen. Vaak is klei aanwezig, afgezet door stromend water. In veel gevallen is het sterk humushoudende eerddek omgewerkt en vermengd met zand en/of voorzien van een deklaagje, een en ander ter verbetering van de bodemeigenschappen.

[5] Ellenkamp, 2015.

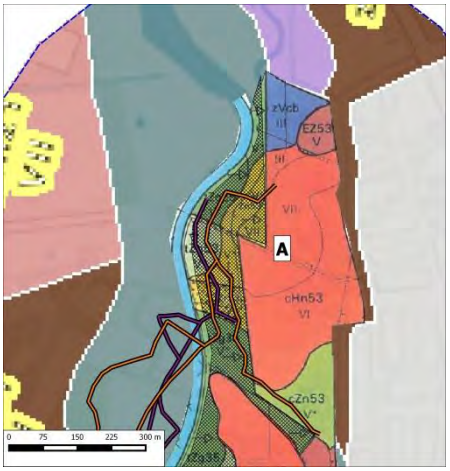


Afbeelding 4. Vereenvoudigde bodemkaart (gebaseerd op gedetailleerde bodemkaart 1:10.000 en globale bodemkaart 1:50.000).

Grote delen van de eerdgronden op de oostelijke oever in plangebied Noord en Midden zijn vergraven. Of dit voor de westelijke oever ook geldt is niet bekend. Ook delen van de hogere zandgronden zijn vergraven, waaronder een zone met laarpodzolen op de grens tussen plangebied Noord en Midden. In plangebied Zuid zijn grote delen van de rivierdalgronden aan de westelijke oever vergraven, evenals rivierdal- en zandgronden ten oosten van het rivierdal in het zuidelijke deel van dit deelgebied.

De gedetailleerde bodemkaart geeft aan dat de verstoring hier tenminste 20-40 cm diep reikt. Het eerddek van de beekeerd- en gooreerdgronden varieert in dikte van ongeveer 15 – 50 cm. Dit betekent dat de zandige ondergrond hier en daar nog intact kan zijn.

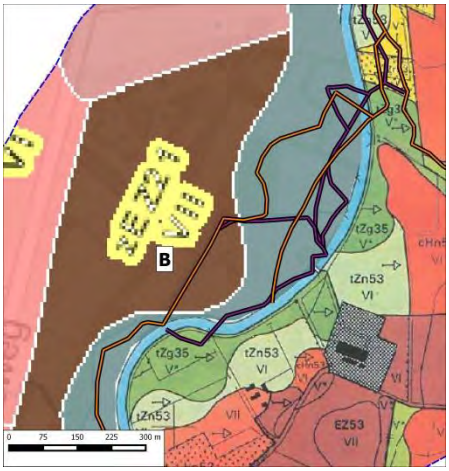
De nieuwe meanders van de herinrichtingsvarianten zijn grotendeels voorzien in de rivierdalafzettingen. Op een vijftal locaties (aangeduid A t/E in afbeelding 4) zijn echter werkzaamheden voorzien in de hogere zandgronden.



Afbeelding 5. Detail locatie A

Deelgebied Noord – zone A

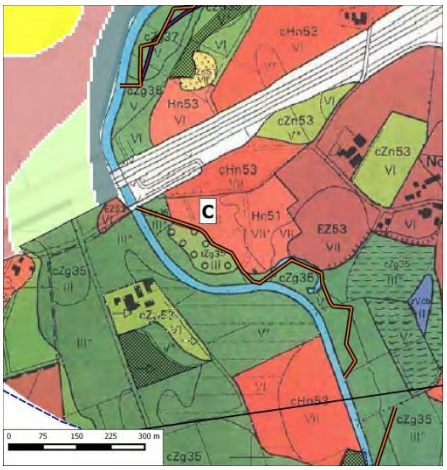
Herinrichtingsvariant C doorsnijdt hier een vlakvaaggrond (Zn35) en een laarpodzolgrond (cHn53). Een vlakvaaggrond vertoont weinig bodemvorming. Dit bodemtype komt vaak voor in uitgestoven laagten in stuifzandgebieden. De laarpodzolgrond is feitelijk een veldpodzolgrond waarop vanaf de middeleeuwen een dun (< 50 cm) plaggendek is opgebracht.



Afbeelding 6. Detail locatie B

Deelgebied Noord – zone B.

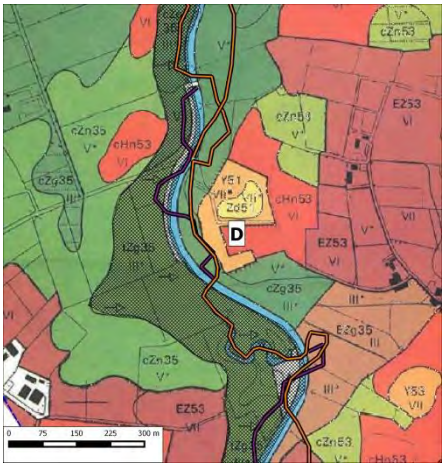
Herinrichtingsvariant C en ten dele ook herinrichtingsvariant D doorsnijdt hier een hoge zwarte enkeerdgrond. Op basis van de omliggende bodemeenheden gaat het hier waarschijnlijk op een plaggendek dat op een veldpodzolgrond is opgeworpen. Het plaggendek is minimaal 50 cm dik en is in de loop van de middeleeuwen en nieuwe tijd gevormd door langdurige plaggenbemesting.



Afbeelding 7. Detail locatie C.

Deelgebied Midden – zone C

In zone C ligt herinrichtingsvariant C in de overgangszone tussen rivierdal en hoge zandgronden. Die zandgronden bestaan uit een veldpodzolgrond en een enkeerdgrond. Ter hoogte van de enkeerdgrond volgt de herinrichtingsvariant een al bestaande, afgesneden oude meander.



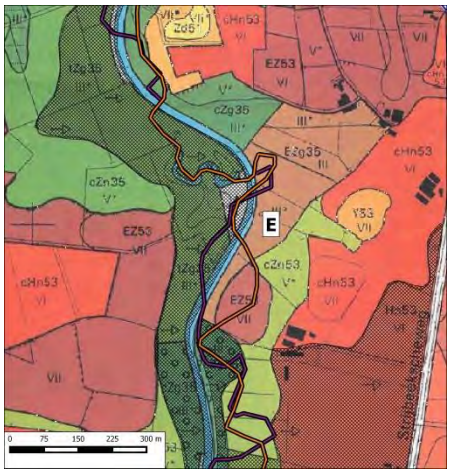
Afbeelding 8. Detail locatie D

Deelgebied Zuid – zone D

In deze zone zijn beide herinrichtingsvarianten gepland op de grens tussen rivierdal en hoge zandgronden. De zandgrond wordt hier gevormd door een loopodzol. In de loopodzol bevindt zich een klein stuifzandgebied. Verder oostelijk gaat de loopodzolgrond over in een laarpodzol. Nog verder naar het oosten bevindt zich een hoge enkeerdgrond.

Deelgebied Zuid – zone E

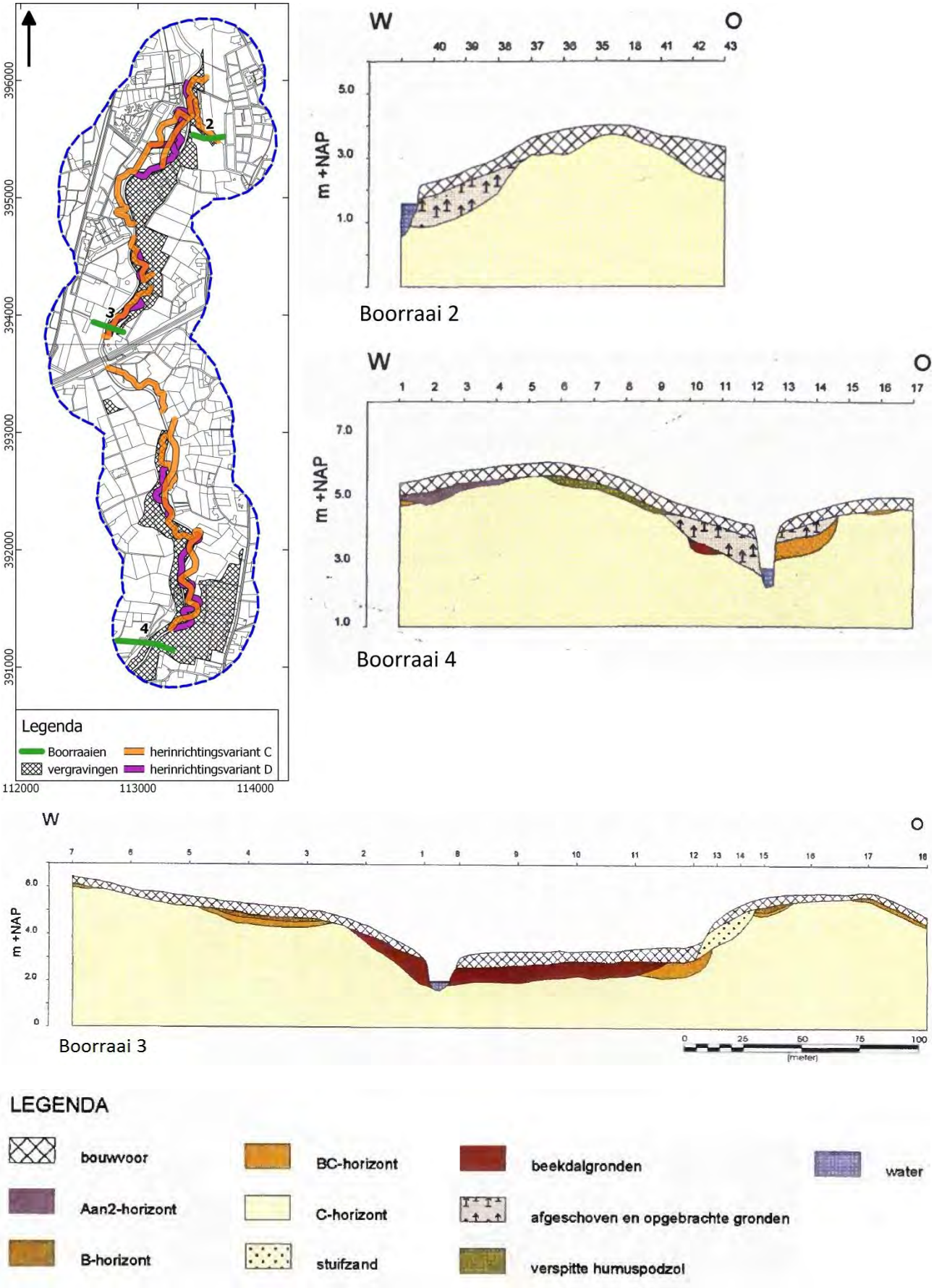
In zone E doorsnijden beide herinrichtingsvarianten een lage enkeerdgrond. Verder zuidelijk snijdt herinrichtingsvariant C zowel de lage enkeerdgrond als een hoge enkeerdgrond. Deze ligt min of meer als een schiereiland temidden van het rivierdal en wordt daarbij in het oosten begrensd door een gooreerdgrond.



Afbeelding 9. Detail locatie E.

In het kader van een bureauonderzoek heeft Raap booronderzoek verricht.[6] Enkele van de uitgevoerde boorrraaien zijn in het Markdal gezet. Onderstaande kaart toont de locaties van de betreffende boorraaien. Daarnaast zijn de boorraaien grafisch weergegeven.

[6] Soonius, 1995



Afbeelding 10. Raaiprofielen naar Soonius, 1995. De locaties van de boorraaien op de kaart is bij benadering.

Bovenstaande raaiprofielen tonen een smalle, diep ingesneden rivier. Nabij de Mark bevindt zich in alle drie raaiprofielen een bouwvoor van ongeveer 50 cm dik. In raaiprofiel 2 en 4 zijn de beekdalgronden nagenoeg verdwenen. De bodem bestaat hier uit een bouwvoor en opgebrachte gronden met een dikte van ongeveer 1 m en meer.

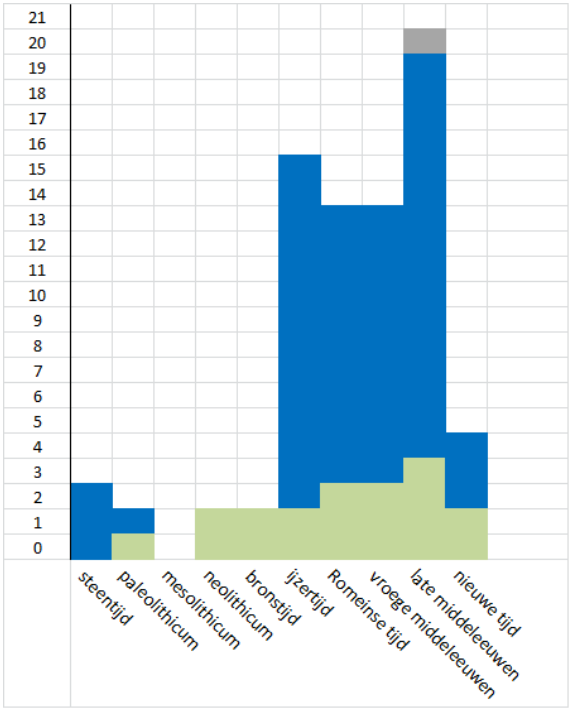
Halverwege het plangebied, iets boven de A58, zijn de beekdalgronden intact. Op de westelijke oever is sprake van een smalle oever en scherp hellend dekzand (C-horizont); de oostelijke oever is breder: het dekzand helt hier geleidelijker omhoog. Op de overgang van hoge zandgronden naar het beekdal bevindt zich een klein stuifzandpakket, dat deels op een BC-horizont ligt. Die BC-horizont vormt tevens de overgang naar de rivierdalgronden.

3 ARCHEOLOGIE

3.1 Waarnemingen

In het onderzoeksgebied komen zeer veel waarnemingen voor. Bijlage 4A toont de waarnemingen binnen het onderzoeksgebied, geclassificeerd naar periode en complextype. Bijlage 4B toont de waarnemingen, geprojecteerd op de vereenvoudigde bodemkaart. Bijlage 5 bevat een lijst met de betreffende waarnemingen. Onderstaande afbeelding toont de waarnemingen in aantallen[7] naar periode en vindplaats, uitgesplitst in beekdal en zandgronden.

Deelgebied Noord



De meeste waarnemingen uit deelgebied Noord zijn afkomstig van de hoge zandgronden die het rivierdal flankeren (29 waarnemingen). In de rivierdalgronden zijn acht waarnemingen geregistreerd.

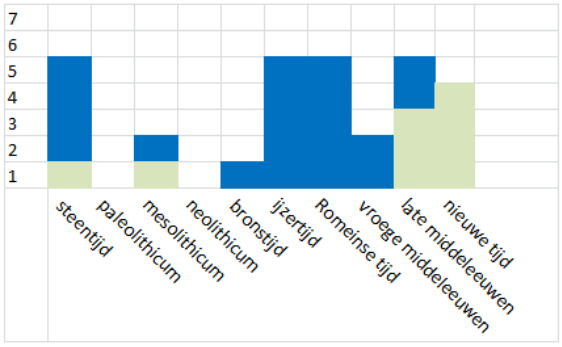
De meeste waarnemingen zijn afkomstig uit de periode ijzertijd – late middeleeuwen, met een duidelijke piek voor wat betreft ijzertijd en late middeleeuwen. Opvallend is dat er geen waarnemingen uit het mesolithicum in dit deelgebied bekend zijn, al kunnen de drie waarnemingen uit de steentijd mogelijk wel tot deze periode gerekend worden.

Enkele waarnemingen hebben betrekking op een versterkt huis. Dit terrein is tevens aangemerkt als AMK-terrein (2075, zie hieronder). Volgens de beschrijving op de AMK ligt het terrein op een plaggendek temidden van afgegraven percelen. De aanduiding op de bodemkaart (beekdalgrond) is niet correct. Het AMK-terrein ligt op twee zandopduikingen.

Afbeelding 11. Aantallen waarnemingen in deelgebied Noord.
blauw: hogere zandgronden, lichtgroen: beekdalgronden, grijs: onbekend

Deelgebied Midden

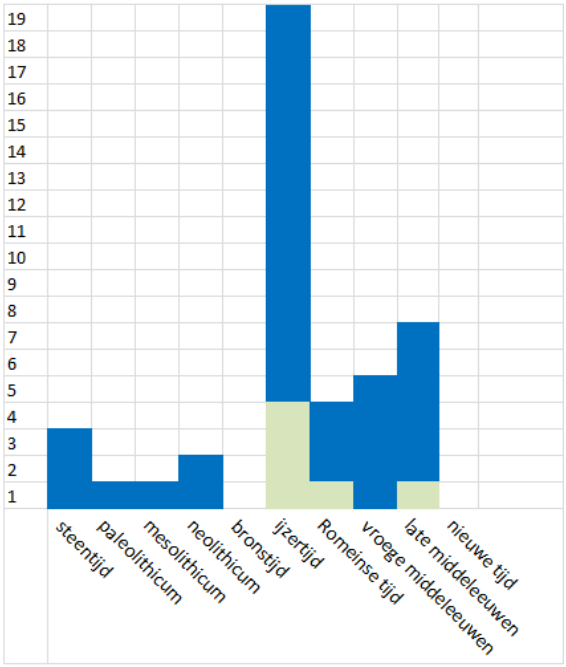
In deelgebied Midden zijn 16 waarnemingen geregistreerd. Daarvan zijn zes afkomstig van de rivierdalgronden, de resterende tien bevinden zich op de zandgronden. In dit gebied komen relatief veel waarnemingen uit de steentijd, ijzertijd/Romeinse tijd en late middeleeuwen/nieuwe tijd voor. De waarnemingen uit de late middeleeuwen/nieuwe tijd hangen deels samen met een versterkt huis in het beekdal (waarnemingen 37444 en 44710)



Afbeelding 12. Aantallen waarnemingen in deelgebied Midden. blauw: hoge zandgronden, lichtgroen: beekdal-gronden

[7] waarnemingen die aan meerdere perioden kunnen worden toegeschreven zijn in elke betreffende periode als waarneming geturft.

Deelgebied Zuid



In dit deelgebied zijn 31 waarnemingen geregistreerd. Vijf daarvan zijn in het rivierdal gelegen; de overige 26 bevinden zich op de zandgronden. In dit deelgebied zijn relatief veel waarnemingen uit de ijzertijd bekend. Deze clusteren op een drietal locaties, waar nederzettingen zijn gevonden. Eén van de clusterlocaties ligt in het rivierdal, in een gebied waar op basis van de gedetailleerde bodemkaart sprake is van een vergraven bodem. De ijzertijdnederzettingen bevinden zich (tegenwoordig) nabij de binnenbochten van twee meanders. De meest noordelijke waarnemingscluster is gelegen op een zone met een loopodzolgrond en een stuifzanddek. Dit zandgebied ligt op een zandtong die min of meer als een schiereiland in het rivierdalgebied ligt.

Afbeelding 13. Aantallen waarnemingen in deelgebied Zuid.
blauw: hoge zandgronden, lichtgroen: beekdalgronden

Resumerend zijn er relatief weinig waarnemingen in het rivierdal geregistreerd. Enkele van de waarnemingen hangen bovendien samen met versterkte huizen/havezathen uit de late middeleeuwen – nieuwe tijd en betreffen tamelijk gecentraliseerde archeologische fenomenen. Rivierdalen en gradiëntzones (gebieden met een sterke overgang van hoog- naar laaggelegen gebieden) vormden vaak de bevoorkeurde habitat van jagers/verzamelaars (laat-paleolithicum – vroeg-neolithicum). Mogelijk was het rivierdal van de Mark niet een gebied dat intensief bezocht werd in deze periode. Uit andere perioden zijn onder andere diverse nederzettingen bekend. Die zijn vooral gevestigd op de zandgronden, maar wel vaak grenzend aan het beekdal. In het deelgebied Noord zijn vooral waarden uit de ijzertijd en late middeleeuwen aangetroffen. In deelgebied Midden is geen sprake van een eenduidige clustering in perioden en in deelgebied Zuid zijn vooral resten uit de ijzertijd aangetroffen.

3.2 AMK-terreinen

Binnen het onderzoeksgebied komen vijf AMK-terreinen voor. Onderstaande tabel geeft een beschrijving van deze AMK-terreinen en noemt de afstand tot de trajecten van de herinrichtingsvarianten.

AMK-nummer	waarde	omschrijving	afstand tot herinrich-tingsvariant C en D
2070	zeer hoog	terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd/ Romeinse tijd. Betreft een hooggelegen akker met plaggendek. De dikte van het plaggendek neemt naar het zuidwesten af tot circa 40 cm.	C: 0 D: 430 m
2071	zeer hoog	terrein met sporen van bewoning uit de vroege middeleeuwen (Karolingisch). Op de akker zijn	C: 0 D: 70 m

		duizenden aardewerkscherven gevonden. Op het terrein ligt een plaggendek.	
2072	zeer hoog	terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd. Het terrein ligt op de rand van een rivierdal. Hoog terrein aan de oever van de Mark. Op het terrein ligt een plaggendek	C: 20 m D: 100 m
2073	zeer hoog	terrein met sporen van bewoning uit de ijzertijd/Romeinse tijd. Er is waarschijnlijk ook bewerkt vuursteen aangetroffen, mogelijk een (vuist??)bijl en pijlpunten. Bij het ijzertijdmateriaal gaat het ook om paalgaten en ijzerslakken, deels in aangrenzend, afgegraven perceel.	C: 30 m D: 60 m
2075	hoog	terrein met resten van een versterkt huis, een oude hof met grachten. Het huis is voor 1300 reeds verlaten. Het huis lag op de rand van een beekdal, een hoog terrein met plaggendek langs de Mark, omringd door afgegraven percelen en enkele essen.	C: 245m D: 255m

Tabel 5. AMK-terreinen in het onderzoeksgebied

3.3 Onderzoeksmeldingen

In het Markdal zijn in het verleden diverse archeologische onderzoeken uitgevoerd. De onderzoeksresultaten van deze onderzoeken worden meestal niet genoemd in Archis3. Naast Archis3 is op internet en in EDNA[8] gespeurd naar de betreffende rapporten.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de uitgevoerde archeologische onderzoeken in het beekdal, voorzover deze beschikbaar zijn in Archis3 en/of EDNA.

Zaak-id.	auteur	type onderzoek	resultaten en advies
2010533	Koopmanschap e.a., 2004. Oranjewoud BV	booronderzoek (verkennend)	de bodemopbouw bestaat uit een bouwvoor van ongeveer 50 cm dik, gevolgd door resten van beekeerdgronden. De beekeerdlagen tonen een afwisselend beeld van grove en minder grove korrelgrote en tegelijkertijd venig en minder venig. In de meeste boringen is (recent) puin geconstateerd. Er zijn geen archeologische indicatoren aangetroffen. In de boringen zijn geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een voorde aangetroffen. Het onderzochte gebied was vermoedelijk te nat voor menselijke bewoning. De hogere delen langs het plangebied hebben wel bewoning gekend. Ter hoogte van de huidige brug kan zich een voorde hebben bevonden. Advies: op basis van de onderzoeksresultaten wordt verder onderzoek niet noodzakelijk geacht, uitgezonderd de locatie van de vermoedelijke locatie van een voorde. Bij eventuele bodemverstoringen dient hier een gravend onderzoek plaats te vinden.
2024852	van Mousch e.a., 2009. BAAC	proefsleuven	De oostelijke helft van het plangebied is sterk verstoord. In het middelste deel is een deels intact podzolprofiel aangetroffen onder een humeus dek van 60-80 cm, met daaronder een verspitte B-horizont als gevolg van grondverbetering. In het westelijk deel ligt in de richting van het Markdal. Het grondwater was hier dermate hoog (een paar decimeter onder

[8] www.edna.nl

			mv) dat weinig uitspraken konden worden gedaan over de geomorfologische opbouw. Waarschijnlijk is de bodem hier redelijk diep verstoord. In het westelijk deel van het terrein zijn vier paalsporen aangetroffen die niet gedateerd konden worden. Vermoedelijk zijn ze middeleeuws of jonger. Daarnaast zijn nog enkele diepe ingravingen gevonden, vermoedelijk uit de nieuwe tijd. Advies: in een deel van het westelijke plangebied (recreatievelden) is een overwegend intact bodemprofiel aanwezig. Voor dit deel wordt behoud geadviseerd. Tevens wordt aanbevolen de aangrenzende percelen ten zuiden van dit deel te inventariseren door middel van proefsleuven. Op grond van de uiteindelijke onderzoeksresultaten zouden de intacte delen van het terrein zoveel mogelijk behouden moeten blijven.
2033688	Nollen e.a., 2011, gem. Breda	proefsleuven	De bodemopbouw bestaat uit afwisselende lagen zand, klei en veen. Het zijn natuurlijk gevormde lagen die de helling van de Mark hebben opgevuld. De C-horizont bestaat uit een iets kleiig grijs zandpakket. Hierop is een dikke veenlaag aanwezig (Hollandveen), dat bestaat uit donkerbruin veen met veel plantenresten. De ouderdom van de onderkant van het veenpakket is met behulp van ^{14}C gedateerd tussen 6680 – 6520 (midden-mesolithicum). Bovenop het veen ligt een laag vette grijze klei die in zuidelijke richting uitwigt. Deze kleilaag is waarschijnlijk grotendeels afgezet tussen circa 1350 en 1550. Op de klei ligt een dikke, gevlekte en iets lemige zandlaag. Daarbovenop bevindt zich een blauwgrijze lemige zandlaag met roestvlekken en een mangaanbandje, die geleidelijk overgaat naar lichtgrijs. Deze laag wordt afgedekt door de bouwvoor. In het onderzochte gebied zijn drie greppels waargenomen. Eén daarvan is zeer recent. De tweede greppel dateert uit de nieuwe tijd (op basis van 17^{e} eeuws aardewerk uit de vulling van deze greppel). De oudste greppel is voor of in de 17^{e} eeuw gegraven (op basis van aardewerk uit de vulling). Advies: er zijn geen behoudenswaardige vindplaatsen aangetroffen en deze worden ook niet verwacht. Vervolgonderzoek wordt daarom niet geadviseerd.
203726	Nollen e.a., 2010. gem. Breda	begeleiding	tijdens de begeleiding zijn twee profielen gedocumenteerd. De top wordt gevormd door een bouwvoor (tegels en bouwzand), gevolgd door een intacte oude akkerlaag. Elders in het plangebied ligt een 2-40 cm dikke bouwvoor op de C-horizont. Deze ligt op het gele dekzand (C-horizont). Vanwege de natte omstandigheden moest voor de civieltechnische werkzaamheden een funderingsbak gebruikt worden, waardoor de profielopbouw lastig te bekijken was. Er zijn geen archeologische vondsten, sporen of structuren aangetroffen. Advies: er is hier geen sprake van een behoudenswaardige vindplaats. Vervolgonderzoek op deze locaties wordt daarom niet aanbevolen.
2042145	Hos e.a., 2012. Gem. Breda	begeleiding	de eerste ontginning van het terrein heeft mogelijk reeds voor 1000 plaatsgevonden. In het noordelijk deel van het plangebied is dekzand aangetroffen op circa 80 cm –mv. Er zijn geen archeologische resten aangetroffen, maar de omvang van de ontgraving was te gering om uitspraken te doen over de aan- of afwezigheid van archeologische resten. Advies: archeologisch onderzoek buiten het reeds onderzochte plangebied blijft noodzakelijk
2036520100	Berfkens, 2013,	proefsleuven en	Het onderzoeksgebied (Oud Hof) ligt op een kleine

	gem. Breda	begeleiding	dekzandkop. Rondom ligt een laagte, opgevuld door een veenpakket met daaronder klei- en zandlaagjes. Het terrein lag ingeklemd tussen de Mark in het westen en een oude meander in het oosten. De moerassige en venige depressies zijn het uitgangspunt geweest voor de te graven grachten, die tijdens het proefsleuvenonderzoek zijn aangetroffen. Deze raakten later weer opgevuld. Het onderzoek heeft geen informatie opgeleverd over aanwezigheid of aard van bebouwing, beplanting, paden of toegang. Bewoningssporen waren geen onderwerp van onderzoek en zijn ook niet aangetroffen. Wel is eerder gebleken dat dat er ooit houten gebouwen op het terrein hebben gestaan, die in de 13e – 14e eeuw zijn vervangen door bakstenen gebouwen. Het is aannemelijk dat er nog muren en dergelijke aanwezig zijn, alhoewel ondiepe sporen waarschijnlijk door latere grondverstoringen verdwenen zullen zijn.
2001460	Soonius, 1995. RAAP bv	bureauonderzoek (aangezien dit onderzoek een groot deel van het oppervlak van het huidige onderzoeks-gebied bestrijkt, is dit terrein niet specifiek met rood aangegeven op de kaartbijlage).	Op basis van voornamelijk een gedetailleerde bodemkaart is een archeologische verwachtingskaart opgesteld. De terreinen die op deze bodemkaart zijn aangemerkt als vergraven tot minimaal 20-40 cm –mv zijn hierop aangemerkt als gebieden met een lage verwachting. De niet-vergraven delen van het rivierdal liggen in een zone met een middelmatige verwachting. Hoge zandgronden nabij het beekdal liggen op een hoge verwachting of hoge verwachting (enkeerdgronden). Als onderdeel van het bureauonderzoek zijn een aantal verkennende boringen gezet (zie afbeelding 10) en veldkarteringen gedaan. Advies: op basis van een aantal vindplaatsen, geselecteerd op de veldkartering, literatuuronderzoek en verkennend booronderzoek, wordt op een aantal locaties ‘kwaliteitsbepalend onderzoek’ geadviseerd. Deze terreinen liggen niet in de onmiddellijke omgeving van de herinrichtingsvarianten.

Tabel 6. Onderzoeksmeldingen

Resumerend zijn er diverse archeologische onderzoeken uitgevoerd. Diverse vindplaatsen of relevante archeologische sporen zijn daarbij buiten de bekende archeologische terreinen/vindplaats aangetroffen. Bij een aantal gravende onderzoeken is sprake van (zeer) slechte vondstomstandigheden, veroorzaakt door de hoge grondwaterstand. De bovengrond blijkt in een aantal gevallen verstoord. Daar waar een intact bodemprofiel is aangetroffen, wordt vaak vervolgonderzoek of behoud geadviseerd.

4 HISTORIE

Oude rivierloop

Vermoedelijk had de Mark vroeger een groter waterafvoerend vermogen dan tegenwoordig, waardoor de rivier stroomopwaarts beter bevaarbaar was. De rivier stond tot 1827 in open verbinding met de zee. In de haven van Breda was hierdoor een eb- en vloedverschil van 60 cm. Na 1827 werden bij de monding bij Dintelsas sluizen aangelegd. In het midden van de 16e eeuw konden schepen van ongeveer 15 m lang en 3 m breed de Mark tot Hoogstraten in België bevaren.[9] Door verzanding en het zich steeds sterker accentueren van de meanderbochten is de bevaarbaarheid later sterk verminderd. Tot 1816 kon men nog met platbomende vaartuigen tot aan de Meerselsche Dreef (België) komen[10], maar rond 1950 was de Mark vanaf Breda in zuidelijke richting nog slechts 1 km bevaarbaar voor scheepjes van 20 ton.

In 1968 werd begonnen met de normalisering van de kleine rivier. Daarbij werden meanders rechtgetrokken, werd de rivier aanzienlijk verbreed en uitgediept en werden stuwen gebouwd. Tegenwoordig is de Mark circa 15 – 20 m breed en ongeveer 3 m diep.[11]

Bijlage 6 toont de rivierlopen rond 1832, 1900 en 1975 (1968), ontleent aan respectievelijk de eerste kadastrale kaart (minuutplan), de Bonnebladen en de topografische kaart.[12] De kaarten tonen de situatie voor de normalisering.

De kaart toont dat de rivier sinds 1832 tot aan de normalisering weinig veranderd is. In het algemeen liggen de rivierlopen van de verschillende perioden vrijwel op dezelfde locaties. Op locaties waar verschillen zijn te constateren, moet de oorzaak in eerste instantie aan onnauwkeurigheden in de oude kaarten of de toegepaste herprojectie gezocht worden.

Op de kaart in bijlage 6 zijn tevens de trajecten van de beide herinrichtsvarianten aangegeven. Op diverse locaties worden de oude rivierlopen gevolgd, maar er zijn ook deeltrajecten waar aanleg buiten de oorspronkelijke rivierloop is voorzien.

Voorden

Op basis van de al genoemde oude kaarten en het stadsarchief Breda[13] zijn een aantal locaties van mogelijke voorden op onderstaande kaart aangegeven. Voorden – doorwaadbare plaatsen - zijn vaak de voorlopers van bruggen en vlonders. Voorden die vaak gebruikt werden, werden vaak geplaveid met keien, soms met houten insluitbanden of staken aan weerszijden.Voorden kunnen soms opgespoord worden dankzij toponiemen met '*voort*', '*voorde*', '*trecht*' of '*tricht*'. Binnen het onderzoeksgebied komen deze toponiemen niet voor. Soms kan het wegenpatroon op oude kaarten een aanwijzing vormen voor de aanwezigheid van een voorde: daar waar diverse wegen in een beekdal samenkomen, is vaak ooit sprake geweest van een voorde. Soms ook kan de aanwezigheid van een voorde achterhaald worden op basis van de morfologie van het beekdallandschap: daar waar het beekdal op zijn smalst is – en waar dus een relatief kort drassig, moeilijk begaanbaar stuk doorkruist hoeft te worden – blijkt vaak een logische locatie voor een voorde. Vanwege dezelfde gunstige landschappelijke omstandigheden en de al bestaande infrastructuur is in latere tijden op dezelfde locatie vaak een brug aangelegd.

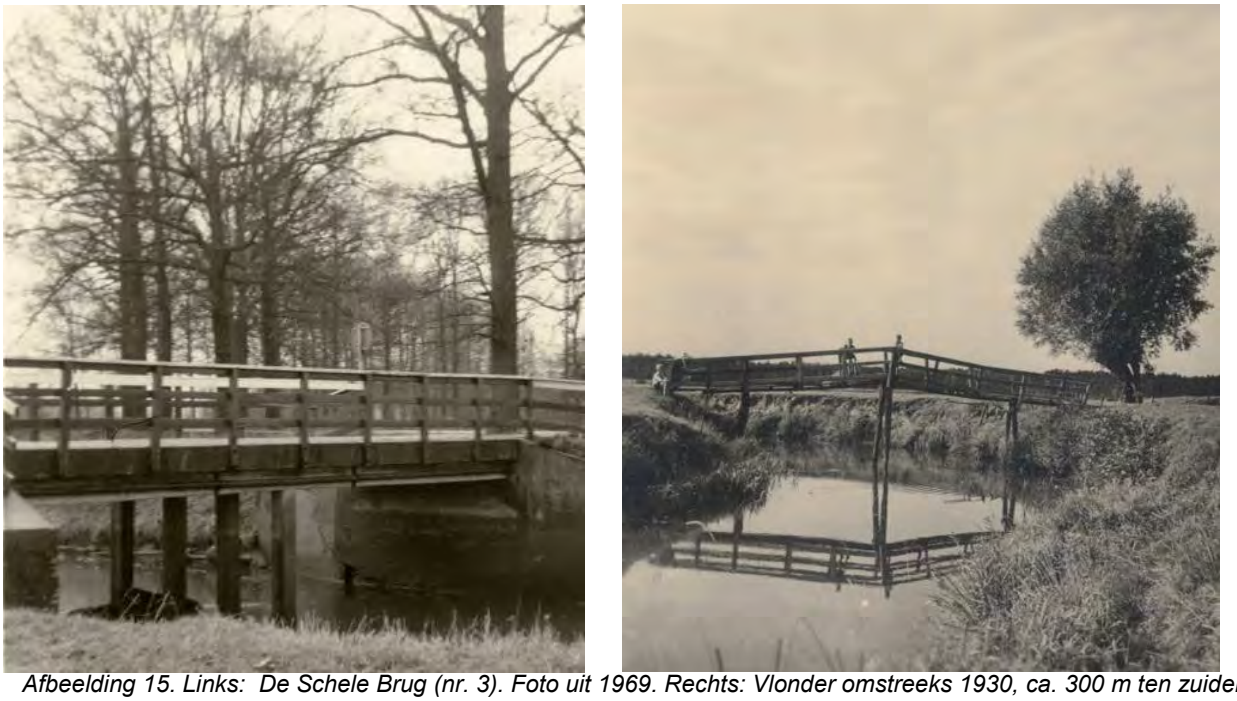
De locaties van vermoedelijke voorden in het rivierdal zijn aangegeven in bijlage 7 (advieskaart). In onderstaande tabel wordt een korte toelichting gegeven:

nummer	benaming	bron
1	Nieuwenhuis	Bonneblad (circa 1900)

[9] bron: Vriend, 1953
[10] *ibid*.
[11] bron: Feitenoverzicht Kaderrichtlijn Water.
[12] De beeklopen zijn door middel van georeferentie op de huidige topografische ondergrond geprojecteerd. Ervaring leert dat het georefereren van oude kaarten vaak gepaard gaat met onnauwkeurigheden. De beeklopen van 1900 en met name 1832 zoals aangegeven in bijlage 6 zijn dan ook bij benadering.
[13] stadsarchief.breda.nl

2	Blauwe Kamer	Bonneblad (circa 1900)
3	Scheele Brug	Bonneblad (circa 1900)
4	(voetbrug)	Bonneblad (circa 1900)
5	(voetbrug)	Bonneblad (circa 1900)
6	(voetbrug)	Bonneblad (circa 1900)
7	(vlonder)	Stadsarchief Breda, circa 1930.

Afbeelding 14. Mogelijke voorden in het onderzoeksgebied.



Afbeelding 15. Links: De Schele Brug (nr. 3). Foto uit 1969. Rechts: Vlonder omstreeks 1930, ca. 300 m ten zuiden van Daesdonck. Bron: Breda Beeldcollectie, stadsarchief Breda.

Tot ver in de vorige eeuw waren het vaak eenvoudige houten bruggen, op houten palen gefundeerd (zie bovenstaande afbeelding). De houten constructies moesten waarschijnlijk vaak gerepareerd worden na overstromingen.

5 CONCLUSIES EN VERWACHTINGSMODEL

5.1 Conclusies

Het beekdal is op veel plekken relatief smal en/of vlak. De overgang naar de omliggende, hogergelegen zandgronden is meestal tamelijk scherp (gradiëntzone). In het beekdal komen vooral beek- en gooreerd-gronden voor. Het eerddek vormt een restant van het veenpakket dat zich hier vanaf het midden-mesolithicum tot in de late middeleeuwen gevormd heeft. Op de omliggende zandgronden is vaak een plaggendek aangebracht, vaak dikker dan 50 cm, maar ook lagere plaggendekken komen veel voor. Lagere zandgronden in het overgangsgebied van (hoge) zandgronden naar rivierdal zijn soms ook voorzien van plaggendekken. Grote delen van het rivierdal en het omliggende zandgebied zijn vergraven. Dit blijkt uit de gedetailleerde bodemkaart (verstoord tot minimaal 20-40 cm –mv), maar ook uit diverse archeologisch onderzoeken binnen het onderzoeksgebied.

De herinrichtingsvarianten C en D volgen deels de bestaande waterloop, afgesneden meanders of delen van de oude, inmiddels gedempte waterloop voordat deze in de tweede helft van de vorige eeuw werd genormaliseerd, een en ander zoals dit op oude kaarten is weergegeven. De herinrichtingsvarianten liggen overwegend binnen het rivierdal, maar op een vijftal locaties doorsnijden ze het zandgebied. Het profiel-verloop van de beide herinrichtingsvarianten is in dit stadium nog niet bekend, al kan ervan uitgegaan worden dat de oeverhellingen op delen van het traject verflauwd zullen worden (aanleg natuurvriendelijke oevers).

Tot in de 16^{e} eeuw konden vrachtscheepjes vanaf Breda de rivier bevaren tot in België; rond circa 1950 was de rivier door verzanding alleen nog tot ongeveer 1 km ten zuiden van Breda bevaarbaar. Bij de normalisatie in de jaren ’70 van de afgelopen eeuw is de rivier grotendeels rechtgetrokken en verbreed tot circa 15-20 m.

Vooral op de zandgronden aan weerszijden van het rivierdal zijn veel waarnemingen uit met name de ijzertijd en late middeleeuwen bekend. Waarnemingen uit de Romeinse tijd en vroege middeleeuwen komen eveneens veel voor. Waarnemingen in het beekdal zijn relatief schaars, maar afkomstig uit een bredere periode (steentijd – late middeleeuwen). Op de overgang tussen zandgronden en rivierdal bevindt zich een viertal AMK-terreinen van zeer hoge archeologische waarde waar resten uit met name de ijzertijd, Romeinse tijd en/of vroege middeleeuwen zijn aangetroffen.

Op de gemeentelijke archeologische beleidsadvieskaart van Breda heeft het rivierdal van de Mark een middelhoge verwachting, terwijl de omliggende zandgronden overwegend een hoge verwachting hebben. Op een aantal (deel)locaties is tijdens gravend onderzoek binnen het onderzoeksgebied een intact bodemprofiel aangetroffen. Hier is vervolgonderzoek of behoud geadviseerd, hoewel er tijdens het betreffende onderzoek meestal geen vindplaatsen zijn aangetroffen.

In 1995 heeft RAAP een bureauonderzoek voor een groot deel van het plangebied uitgevoerd. Op de daarbij behorende globale archeologische verwachtingskaart, die is gebaseerd op de gedetailleerde bodemkaart (schaal 1:10.000) heeft het beekdal overwegend een middelmatige verwachting en de omliggende zandhoogten een hoge. De terreinen die als ‘vergraven’ zijn aangegeven, krijgen van deze auteur daarbij een lage verwachting.

5.2 Synthese

De omgeving van het Markdal is rijk aan archeologische resten. De meeste hiervan zijn aangetroffen in de hoge zandgronden, maar veel daarvan zijn aangetroffen in de directe nabijheid van het rivierdal. Dit betreft met name een aantal nederzettingsterreinen uit de ijzertijd-vroege middeleeuwen. In het rivierdal zijn tevens waarnemingen aangetroffen, maar veel minder dan in de omliggende zandgronden.

In het rivierdal gaat het om waarnemingen uit alle archeologische perioden, waaronder mesolithicum, neolithicum en een aantal ijzertijdnederzettingen. Het rivierdal van de Mark raakte vanaf het midden-mesolithicum begroeid met veen. Hierdoor waren de lage delen vanaf die periode niet meer geschikt voor bewoning. Op basis van het AHN kunnen echter diverse opduikingen in het beekdal worden geïdentificeerd. Het kan daarbij gaan om dekzandopduikingen, maar ook het gevolg zijn van latere bodemingrepen of een combinatie van beide. Deze opduikingen zijn soms niet op de bodemkaart aangegeven. Dekzandopduikingen in een rivierdal vormden, samen met gradiëntzones (rivierdal versus hoge zandgronden) aantrekkelijke nederzettingslocaties in het verleden. De kleine zandkopjes kenden mogelijk

incidentele bewoning in het mesolithicum, maar de grotere kunnen ook resten uit nederzettingscontext bevatten uit de periode steentijd – vroege middeleeuwen.

Uit later uitgevoerde archeologische onderzoeken op percelen die op de gedetailleerde bodemkaart zijn aangegeven als 'vergraven', blijkt de verstoring vaak lang niet altijd tot in archeologisch relevante lagen (zandgronden) door te lopen. De lage verwachting die Soonius (1995) deze percelen toekent is, daarom niet terecht.

Op basis van beschikbare bronnen (voornamelijk het Bonneblad uit 1900) zijn een aantal mogelijke voorden geïdentificeerd. Archeologisch gezien zijn ze niet alleen als fenomeen als zodanig van belang, maar vaak is in de directe omgeving van een voorde sprake van diverse *off-site* fenomenen, zoals afvalresten of – bij zeer oude voorden – van rituele deposities.

5.3 Verwachtingsmodel

De archeologische verwachtingskaart is opgenomen in bijlage 7. Hieronder zijn de geomorfologische, bodemkundige en archeologische kenmerken beschreven van de zones waar nieuwe ontgravingen zijn gepland. Per zone is een archeologische verwachting genoemd. De archeologische verwachtingen zijn toegelicht in de volgende subparagraaf

Deelgebied Noord

Zone 1

Kenmerken

Geomorfologisch	gradiëntzone (overgangsgebied hoge zandgronden – lage rivierdalgronden)	
AHN	zandopduiking A	
Bodemkundig	hoge zandgrond:	laarpodzol vlakvaaggrond, ontstaan door verstuiving (vergraven)
	rivierdalgronden	zwarte beekeerdgrond (vergraven) beekeerdgrond (vergraven)
Archeologisch	waarnemingen ijzertijd – late middeleeuwen waaronder nederzettingscomplex. voorden	

Verwachting
hoog: steentijd, ijzertijd – late middeleeuwen

> Op de zandgebieden, de gradiëntzone en zandopduiking A kunnen uit de ijzertijd – late middeleeuwen worden verwacht, met nadruk op ijzertijd, Romeinse tijd en vroege middeleeuwen. Met name in de gradiëntzone kunnen ook resten uit de steentijd verwacht worden.
>
> In het rivierdal kunnen zich resten van een voorde bevinden: hoge kans op off site resten uit de periode neolithicum – late middeleeuwen. Op dekzandopduiking A kunnen resten uit de steentijd worden verwacht.

Delen van het zandgebied, de gradiëntzone en het rivierdal zijn vergraven. De exacte diepte van de ontgraving en de dikte van een nog aanwezige eerdlaag, stuifzanddek of plaggendek is niet bekend. Mogelijk is de top van het onderliggende dekzand nog intact.

Zone 2 en 4

Kenmerken

Geomorfologisch	rivierdal
AHN	zandopduiking B
Bodemkundig	beekeerdgrond/lage enkeerdgrond

Archeologisch	-

Verwachting

hoog: mesolithicum

Op de (mogelijke) zandopduiking B en C worden archeologische resten verwacht (mesolithicum, kampementen).

middelhoog: mesolithicum

In het overige deel van deze zone (vlakke rivierdal) kunnen resten uit dezelfde periode voorkomen. Mogelijk ook zijn er onder het eerd- en/of plaggendek dekzandkopjes afgedekt, die niet op het AHN zijn waar te nemen.

Zone 3

Kenmerken

Geomorfologisch	aftakking van de Mark naar de Chaamse Beek. Het is een smal beekdal met aan weerszijden hoge zandgronden.
AHN	-
Bodemkundig	gooreerdgrond (beekdal, deels vergraven) aan weerszijden op hoge zandgronden met dun plaggendek.
Archeologisch	herinrichtingsvariant C raakt/doorsnijdt hier AMK-terrein 2071. In dit terrein zijn zeer veel aardewerkfragmenten uit de vroege middeleeuwen gevonden (nederzetting). In de directe omgeving zijn waarnemingen uit de steentijd, ijzertijd en middeleeuwen bekend, waaronder nederzettingscomplextypen. Deze zijn voornamelijk op de zandgronden aangetroffen, maar uit het rivierdal zijn ook waarnemingen bekend. Herinrichtingsvariant C volgt hier grotendeels een oude en nog bestaande waterloop. Direct ten noorden van deze zone ligt mogelijk een oude voorde.

Verwachting

hoog: steentijd, ijzertijd en vroege- late middeleeuwen.

Deze verwachting is gebaseerd op de geomorfologische ligging (rivieraftakking temidden van hoge hoge zandgronden met een plaggendek en de al bekende waarden in de directe omgeving, waaronder het rivierdal. Vermoedelijk gaat het in zone 3 vooral om *off-site* resten uit deze perioden.

Zone 5

Kenmerken

Geomorfologisch	relatief breed rivierdal
AHN	-
Bodemkundig	zwarte beekeerdgrond, vergraven.
Archeologisch	mogelijk een voorde. Ongeveer 100 m ten zuiden van deze zone ligt AMK-terrein 2072 (zeer hoge archeologische waarde, nederzettingsresten uit de ijzertijd). Dit AMK-terrein ligt op een hoge en grote zandopduiking aan de rand van het rivierdal.

Verwachting

hoog: steentijd, ijzertijd – late middeleeuwen.

deze verwachting is gebaseerd op het nabije nederzettingsterrein uit de ijzertijd en de mogelijke aanwezigheid van een voorde. In deze zone gaat het vermoedelijk vooral om *off-site* resten.

Zone 6

Kenmerken

Geomorfologisch	rivierdal
AHN	zandopduikingen D en E
Bodemkundig	beekeerdgrond/lage enkeerdgrond
Archeologisch	drie waarnemingen uit de steentijd, waarvan twee ongeveer 90 m ten westen en één circa 35 m van zone 6 (in het zandgebied). Aan de overzijde van de Mark ligt AMK-terrein 2072 (nederzettingsresten uit de ijzertijd).

Verwachting

Hoog: mesolithicum, neolithicum en ijzertijd.

deze verwachting betreft de beide mogelijke zandopduikingen en is gebaseerd op de bekende archeologische waarden in de onmiddellijke omgeving.

Middelhoog: mesolithicum, neolithicum en ijzertijd

deze verwachting betreft het resterende deel van het rivierdal en is gebaseerd op de bekende archeologische waarden in de onmiddellijke omgeving.

Deelgebied Midden

Zones 7, 9, 10

Kenmerken

Geomorfologisch	vlak rivierdal
AHN	-
Bodemkundig	zwarte beekeerdgronden (vergraven)
Archeologisch	in het rivierdal komen enkele waarnemingen uit de steentijd voor.

Verwachting

middelhoog: mesolithicum, neolithicum en ijzertijd

deze verwachting is gebaseerd op de bekende archeologische waarden in de omgeving. Het terrein is echter vergraven en er zijn geen duidelijke opduikingen te zien op het AHN. De hoge zandgronden liggen hier wat verder van de Mark. In het verleden waren in dit deel veel meanders. Mogelijk hebben oude meanders eventuele resten geërodeerd.

Zone 8

Kenmerken

Geomorfologisch	vlak rivierdal
AHN	-
Bodemkundig	zwarte beekeerdgronden (vergraven)
Archeologisch	in het rivierdal komen enkele waarnemingen uit de steentijd voor. Door deze zone l loopt mogelijk een voorde.

Verwachting

Hoog: neolithicum – late middeleeuwen

deze verwachting baseert zich op de mogelijke voorde. Hierdoor is er een hoge kans op *off-site* resten uit deze perioden.

middelhoog: mesolithicum, neolithicum en ijzertijd

deze verwachting is gebaseerd op de bekende archeologische waarden in de omgeving. Het terrein is echter vergraven en er zijn geen duidelijke opduikingen te zien op het AHN. De hoge zandgronden liggen hier wat verder van de Mark. In het verleden waren in dit deel veel meanders. Mogelijk hebben oude meanders eventuele resten geërodeerd.

Zones 11 en 12

Kenmerken

Geomorfologisch	rivierdal – zone 11 ligt daarbij aan de rand van de hoge zandgronden.
AHN	zone 11 ligt bijna volledig op dekzandopduiking K; zone 12 ligt deels op L.
Bodemkundig	zwarte beekeerdgronden. Zone 11 ligt aan de rand van een veldpodzolgrond.
Archeologisch	Bij zone 11 liggen mogelijk twee voorden. Tussen beide zones ligt AMK-terrein 2070 (zeer hoge verwachting, resten uit de ijzertijd – Romeinse tijd). Dit AMK-terrein ligt op een hoge akker met een dik plaggendek.

Verwachting

hoog: mesolithicum – neolithicum, ijzertijd – vroege middeleeuwen.

In de gradiëntzone tussen hoge zandgronden en rivierdal in zone 11 kunnen resten uit de steentijd worden verwacht, evenals de opduiking in zone 12. In het rivierdal zijn met name *off-site* resten uit de periode ijzertijd – vroege middeleeuwen te verwachten. Op de zandgronden in zone 11 zijn daarnaast nederzettingsresten uit deze perioden te verwachten.

Deelgebied Zuid

Zones 13 en 14

Kenmerken

Geomorfologisch	rivierdal
AHN	zone 13: zandopduiking N; zone 14: opduiking O
Bodemkundig	zwarte beekeerdgrond
Archeologisch	-

Verwachting

Hoog: mesolithicum.

deze verwachting betreft de beide mogelijke zandopduikingen

Zone 15

Kenmerken

Geomorfologisch	vlak rivierdal
AHN	-
Bodemkundig	zwarte beekeerdgronden (vergraven). Ten noorden bevindt zich een dekzandopduiking waarop een dun plaggendek is opgebracht. Een tong van deze uitloper loopt ten westen langs deze zone.
Archeologisch	-

Verwachting

middelhoog: mesolithicum – vroege middeleeuwen

Mogelijk zijn hier off-site resten uit deze periode aanwezig, maar de kans wordt niet erg hoog geacht. Het terrein is vergraven en er zijn geen duidelijke opduikingen te zien op het AHN. Er is evenmin sprake van een gradiëntzone of bekende archeologische waarden in de onmiddellijke omgeving. Toch kan niet uitgesloten worden dat de bodem archeologische resten bevat, gezien de vele bekende archeologische waarden in een wijdere omgeving.

Zone 16

Kenmerken

Geomorfologisch	smal rivierdal, grenzend aan hoge zandgronden
AHN	op de periferie van zandopduiking
Bodemkundig	zwarte beekeerdgronden, grenzend aan een holtpodzolgrond en een laarpodzolgrond.
Archeologisch	Op ongeveer 40 m van het plangebied bevindt zich AMK-terrein 2073. Dit is een terrein van zeer hoge archeologische waarde, waar nederzettingsresten uit de ijzertijd en Romeinse tijd zijn gevonden. Mogelijk liggen ook resten uit de steentijd in het terrein. In de onmiddellijke nabijheid van het tracé van de herinrichtingsvarianten - op de grens tussen zandgrond en rivierdal - zijn waarnemingen uit het neolithicum bekend. In de directe omgeving van het AMK-terrein zijn nog diverse waarnemingen uit de ijzertijd bekend, alsmede een waarneming uit het paleolithicum. In deze zone ligt mogelijk een voorde.

Archeologische verwachting

hoog: neolithicum, ijzertijd, Romeinse tijd en vroege middeleeuwen

op basis van de landschappelijke situatie en de bekende archeologische waarden in de omgeving en de mogelijke voorde zijn hier resten uit zowel resten uit nederzettingscontext te verwachten (zandgronden) als *off-site* resten uit deze perioden (rivierdal).

Zone 17 en 18

Kenmerken

Geomorfologisch	dekzandtong, temidden van een rivierdal
AHN	dekzandopduiking S in zone 18
Bodemkundig	zone 17: lage enkeerdgrond
	zone 18: enkeerdgrond. Het meest zuidelijke deel is vergraven.
Archeologisch	In zone 18 bevindt zich een waarneming uit de late middeleeuwen. In de onmiddellijke omgeving van beide zones zijn resten uit de ijzertijd en late middeleeuwen bekend, waaronder een nederzettingscomplextype uit de ijzertijd.

Verwachting

hoog: ijzertijd t/m late middeleeuwen

deze verwachting is vooral gebaseerd op de landschappelijke ligging en de bekende archeologische waarden in de omgeving. Aangezien het hier om zandgronden gaat, is er bovendien een hoge kans op nederzettingsresten.

Zone 19

Kenmerken

Geomorfologisch	gradiëntzone (hoge zandgronden versus laag rivierdal)

AHN	het noordelijk deel ligt mogelijk op dekzandopduiking U (zandgrondgebied). Het resterende terrein ligt grotendeels op een dekzandopduiking T.
Bodemkundig	Het meest noordelijke deel ligt op een veldpodzolgrond (vergraven). Ten zuiden daarvan ligt een gooreerdgrond, waarvan het grootste deel is vergraven.
Archeologisch	ten noordwesten van deze zone liggen diverse waarnemingen uit de ijzertijd en late middeleeuwen.

Verwachting

middelhoog: steentijd, ijzertijd-late middeleeuwen (overig)

De kans op resten vanaf de steentijd in het noordelijk deel is hoog, maar dit deel ligt in een zone met een vergraven veldpodzolgrond. Aangezien hier geen cultuurdek aanwezig is, zijn archeologische kwetsbaar. Het gegeven dat het om een vergraven terrein gaat, maakt de kans groot dat de archeologische context van resten hier aangetast is.

Het resterende deel ligt in een gradiëntzone en op een tamelijk grote dekzandopduiking, wat het een aantrekkelijk gebied maakt voor bewoning in het mesolithicum.

5.3.1 Toelichting verwachtingsmodel

Resten uit het mesolithicum betreffen vooral vuursteen- en houtskoolconcentraties van (tijdelijke) jachtkampementen. Ondiepe grondsporen kunnen ook voorkomen (haardkuilen). Deze resten worden in de top van het pleistocene dekzand aangetroffen, onder bouwvoor, eerddek of plaggendek. Met name de wat kleinere dekzandopduikingen en gradiëntzones in beek(rivier)dalen of andere locaties met vers zoet water waren bevoorkeurde vestigingslocaties voor de jagers/verzamelaars.

Resten uit het neolithicum tot en met de ijzertijd bestaan vooral uit bewerkt vuursteen, aardewerk en grondsporen zoals paalkuilen, greppels, afvalkuilen en dergelijke. Nederzettingen werden op de zandgronden gesticht. Resten uit deze periode zijn eveneens in de top van het dekzand te vinden. Grondsporen kunnen zich daarbij tot op grote diepte in het dekzand uitstrekken en mobiele resten zijn vaak ook in de onderste lagen van een plaggendek te vinden.

Resten uit de Romeinse tijd tot en met de late middeleeuwen bestaan overwegend uit aardewerk. Vanaf de late middeleeuwen komt baksteen en steengoed meer en meer in gebruik. Ook hier bestaan de grondsporen uit paalkuilen, greppels, afvalkuilen en dergelijke. Resten bevinden zich in de top van het dekzand, waarbij grondsporen tot diep in de ondergrond kunnen voorkomen.

Voorden bestaan meestal uit veldkeien, soms bijelkaar gehouden door houten palen. In de nabijheid van voorden zijn off-site resten te verwachten. De oudste kunnen uit het neolithicum dateren. In de prehistorie tot in de vroege middeleeuwen werden bij voorden soms offergaven gedeponeerd. Vanaf de vroege middeleeuwen kunnen ook afvalresten en dergelijke worden verwacht.

6 AANBEVELING

Op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek zijn een aantal zones geïdentificeerd waar vervolg-onderzoek gewenst is. Deze zones zijn aangegeven op de archeologische advieskaart in bijlage 8. Uitgangspunt daarbij is, dat locaties waar tegenwoordig of in historische tijden de rivier (heeft) gelopen vanuit archeologisch oogpunt meestal niet relevant zijn, aangezien hier geen of geen noemenswaardige nieuwe verstoring plaatsvindt. Dit hangt echter af van het moment wanneer de oude lopen zijn gedempt: voor circa 1900 werden oude waterlopen soms gedicht door het laten afzinken van een schip, waarna de loop werd gedempt. Dergelijke scheepswrakken zijn van belang.

Uit het historisch onderzoek blijkt dat de rivier in vroeger tijden breder is geweest en vanaf de 16e eeuw langzaam dichtslibde. De situatie in de 19e eeuw, op basis waarvan de oude rivierloop is achterhaald, toont daarbij de situatie op het moment dat de rivier nauwelijks nog bevaar was en sinds de 16e eeuw meer ontwikkelde meanders had. De werkelijke erosie door de Mark moet dus omvangrijker zijn geweest dan op de kaartbijlagen is aangegeven. Dit betekent dat zones die op de verwachtingskaart zijn aangegeven als ‘nieuwe ontgraving’ mogelijk in het verleden toch onderdeel van de toenmalige rivierstroom zijn geweest.

Tegelijkertijd dient er opnieuw op gewezen te worden dat de gereconstrueerde beeklopen een bepaalde afwijking zullen hebben ten opzichte van de werkelijke situatie. Enerzijds omdat de kaarten met onvoldoende nauwkeurig zijn opgesteld en anderzijds omdat er bij grote gebieden onmiskenbaar een foutmarge sluipt bij georeferentie. Tot slot blijkt uit archeologisch onderzoek in beekdalen elders soms dat een beek op andere locaties moet hebben gestroomd dan op oude kaarten is aangegeven. Wellicht achtte men destijds de precieze loop van een beek niet altijd belangrijk genoeg om nauwkeurig in te meten. Daarnaast is bekend dat kaartenmakers vaak zaken van oudere kaarten kopieerden.

Ideale inrichting van de hermeandering

Om de minst mogelijke impact op eventuele archeologische waarden te hebben, zou de uiteindelijke herinrichtingsvariant steeds zoveel mogelijk in de huidige en oude rivierbeddingen aangelegd moeten worden. Het traject en breedte van de oude rivierbeddingen zoals aangegeven in bijlage 6 dient daarbij door middel van (extensief) booronderzoek geverifieerd te worden.

Indien het niet mogelijk/wenselijk is de bestaande herinrichtingsvarianten aan te passen, zouden de nieuwe meanders idealiter strikt binnen het rivierdalgebied aangelegd moeten worden.

In alle gevallen zouden gradiëntzones aan de rand van en dekzandopduikingen in het rivierdal ontzien moeten worden. Op en nabij de locaties van mogelijke voorden, AMK-terreinen en waarnemingen (met name voor wat betreft het complextype ‘nederzetting’) dienen idealiter bodemverstorende werkzaamheden vermeden te worden.

De archeologische advieskaart (bijlage 8) en de hieronder uitgewerkte adviezen met betrekking tot vervolgonderzoek zijn opgesteld in de aanname dat meanders conform herinrichtingsvarianten C of D aangelegd gaan worden en dat planaanpassing geen optie is.

Conform het beleid van de gemeente Breda zullen proefsleuven aangelegd moeten worden.

Om deze reden ligt een archeologische begeleiding meestal niet voor de hand. Mede om deze reden is in de meeste gevallen gekozen voor archeologisch booronderzoek als eerste stap. Op basis van de resultaten van dit booronderzoek kunnen advieszones worden geselecteerd voor nader onderzoek.

Advieszones – Gravend onderzoek

Voor advieszones A, B, C, D, H, I, J, K, L, M, N en O wordt - in lijn met het gemeentelijk beleid van Breda – proefsleuvenonderzoek aanbevolen. Voor advieszones E, F en G in de gemeente Alphen-Chaam wordt eveneens gravend onderzoek aanbevolen (proefsleuven). Dit zijn gebieden op zandgronden, in het rivierdal of in gradiëntzones waar de herinrichtingsvarianten bovendien AMK-gebieden of specifieke waarnemingen snijden of raken, of gebieden doorsnijden waar een voorde wordt vermoed.

Advieszones - booronderzoek

Voor advieszones 1 t/m 6 wordt verkennend booronderzoek aanbevolen. Dit zijn ingreepgebieden binnen de gemeente Alphen – Chaam in het rivierdal. Dit onderzoek heeft tot doel te controleren of en tot welke diepte de bovengrond verstoord is en of eventuele archeologisch relevante lagen (de top van het dekzand) nog intact is. Op basis van dit booronderzoek kunnen mogelijk tevens dekzandopduikingen onder eerdlagen en/of verstoorde lagen worden opgespoord.

BRONNEN

Digitale bronnen en kaarten

- Actueel Hoogtebestand van Nederland
- Archeologische Monumenten Kaart (AMK)
- Archeologisch Informatiesysteem Archis3; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE)
- Bestemmingsplan Oosteinde Parkweg
- Bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra
- Geomorfologische Kaart (1:50:000); Alterra

Literatuur

Berfkens, R. 2013. Oud Hof (Ulvenhout), gemeente Breda. Archeologisch onderzoek door middel van proefsleuven en archeologische begeleiding. Erfgoedrapport Breda 116. Breda.

Feitenoverzicht Kaderrichtlijn Water. Boven Mark: ML25_13

Perspectief voor het Markdal. Plan voor het Markdal in het Provinciale Meerwaardetraject, versie 22 juli 2015, opgesteld door Vereniging Markdal in samenwerking met bewoners van het Markdal, medewerkers van de dienst landelijk gebied en provincie, betrokken deskundigen en medewerkers van gemeenten en waterschap.

Ellenkamp, G.R., 2015. Cluster 5, tracé aansluitleiding GOS Milheeze. Gemeente Deurne. Archeolandschappelijk onderzoek. RAAP-rapport 2384. Weesp.

Haarhuis, H.F.A. en E.P. Graafstal, 1993. *Vleuten-Harmelen; een archeologische kartering, inventarisatie en waardering.* Amsterdam.

Hos, T.H.L en L. de Jone, 2012. Breda Galderseweg 45, Zwart-Wit. Archeologische begeleiding. Erfgoedrapport Breda 87. Breda.

Koopmanschap, H. en M. Marinelli, 2004. Inventariserend archeologisch onderzoek Markdal en Strijbeekse beek Ulvenhout/Galder. Heerenveen.

Leenders, K.A.H.W., 1982. De Oude Hof van Ulvenhout, in: *Brieven van Paulus 7 (36)*: pp. 106-111.

Leenders, K.A.H.W., 1983. T Oude Hof van Ulvenhout, in: *Brieven van Paulus 8 (41)*: p. 118.

Mousch, R.G. van en N.J. Krekelbergh, 2009. Breda. Landgoed De Klokkenberg. Inventariserend veldonderzoek door middel van proefsleuven. BAAC-rapport A-08.0449. Archeologische rapporten Breda 102. 's-Hertogenbosch.

Nollen, J. en L. de Jonge. Markdal Ulvenhout. Archeologische begeleiding. ErfgoedRapport Breda 29. Breda

Nollen, J. en K. van Campenhout, 2011. Breda Markpoeln, Daasdonk – Bouvigne – Inventariserend veldonderzoek door middel van proefsleuven. Erfgoed Breda 23. Breda.

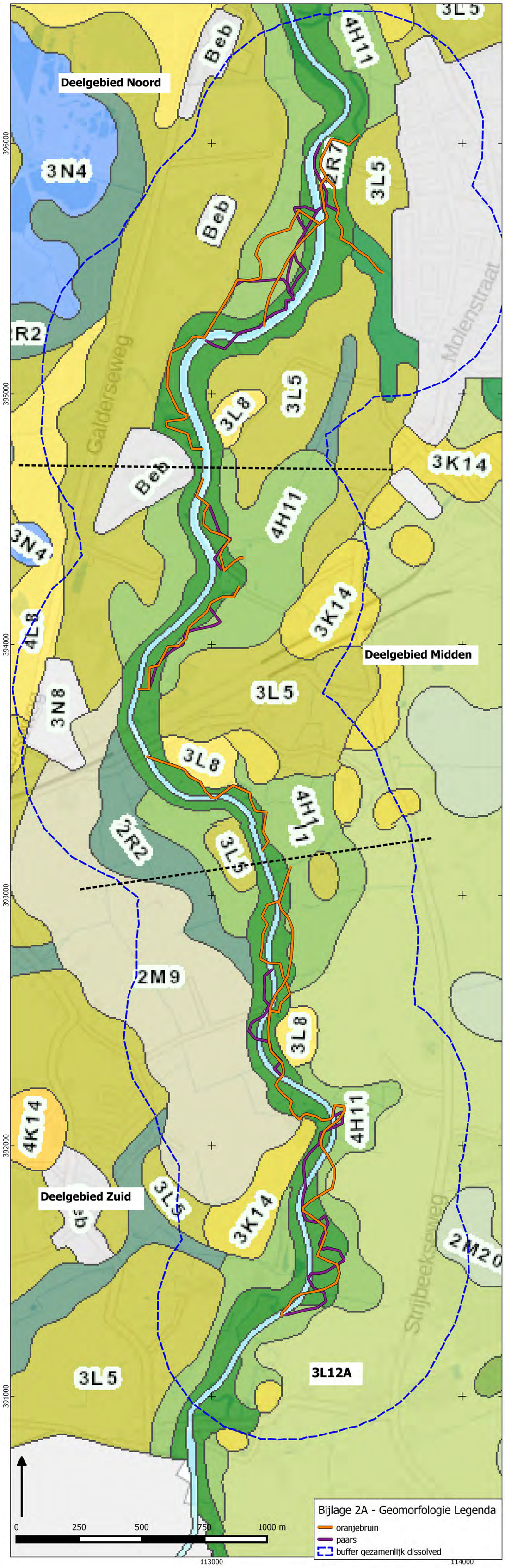
Vos, P. en S. de Vries (2013): 2e generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0). Deltares, Utrecht.

Vriend, H., 1953/ De rivier de Mark door de eeuwen heen (I). Inleiding tot de geografische geschiedenis van de Mark en Dintel en het aangrenzende polderland in het Noordwestelijk gedeelte van Noord-Brabant. In: Jaarboek De Ornagjeboom 6 (1953): pp. 11- 37.

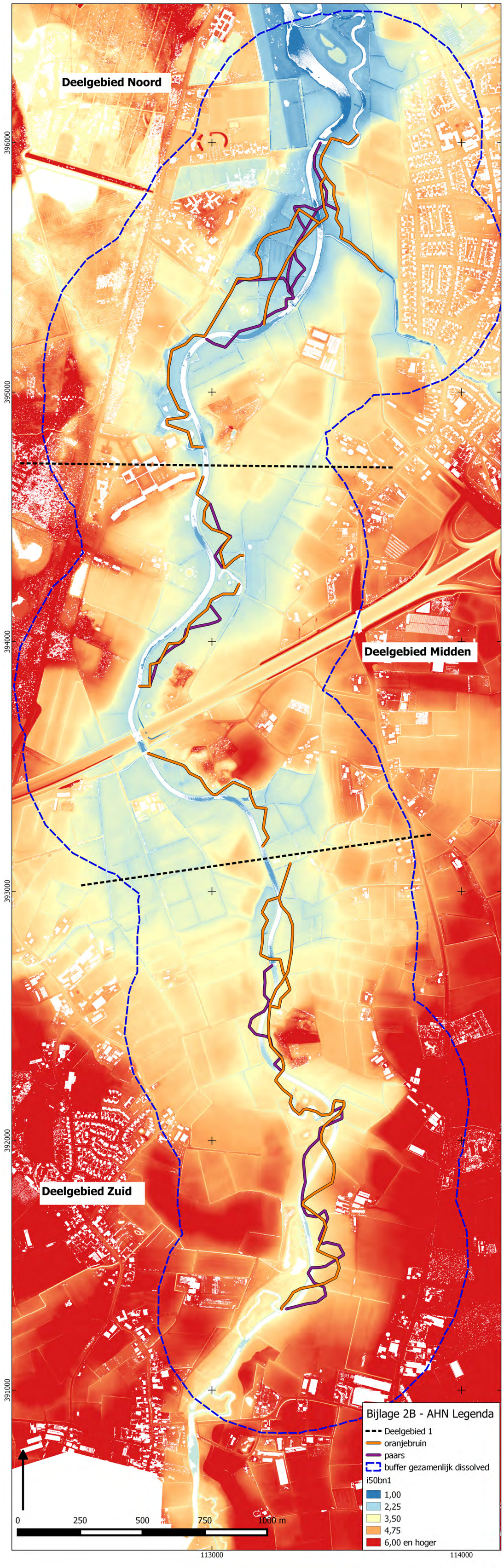
Waterschap Brabantse Delta. Feitenoverzicht Kaderrichtlijn Water. Boven Mark: NL25_13. Situatie op 10/03/2010

BIJLAGE 1: PLAN- EN ONDERZOEKSGEBIED

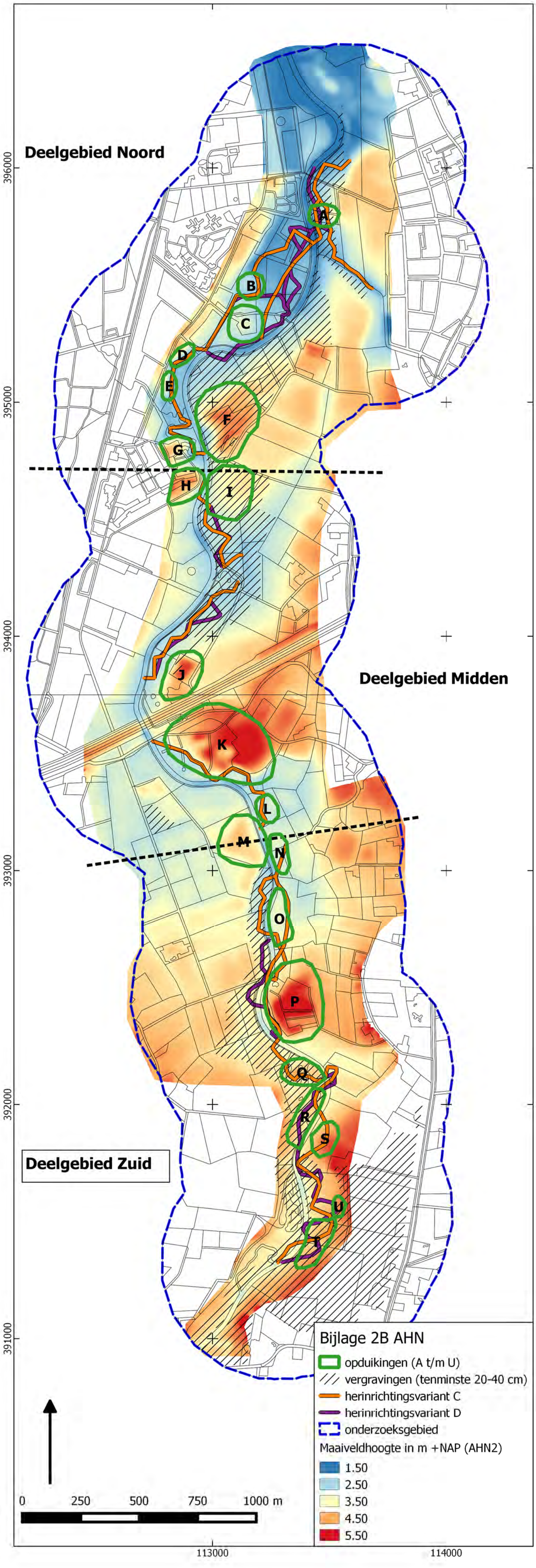
BIJLAGE 2: GEOMORFOLOGISCHE KAART


Deelgebied Noord
Deelgebied Midden
Deelgebied Zuid
3L5
4H11
Beb
3N4
2R7
3L5
2R2
Molenstraat
3L8
3L5
3K14
Beb
4H11
3N4
4C2
3K14
3N8
3L5
3L8
4H11
2R2
3L5
2M9
3L8
4H11
4K14
3L5
3K14
2M20
Strijbeekseweg
3L5
3L12A
0
250
500
750
1000 m
Bijlage 2A - Geomorfologie Legenda
oranjebruin
paars
buffer gezamenlijk dissolved
396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000

BIJLAGE 2B: AHN


Deelgebied Noord
Deelgebied Midden
Deelgebied Zuid
396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000
0
250
500
750
1000 m
Bijlage 2B - AHN Legenda
Deelgebied 1
oranjebruin
paars
buffer gezamenlijk dissolved
i50bn1
1,00
2,25
3,50
4,75
6,00 en hoger

BIJLAGE 2C: AHN (BEEKDAL)


Deelgebied Noord
Deelgebied Midden
Deelgebied Zuid
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000
0
250
500
750
1000 m
Bijlage 2B AHN
opduikingen (A t/m U)
vergravingen (tenminste 20-40 cm)
herinrichtingsvariant C
herinrichtingsvariant D
onderzoeksgebied
Maaiveldhoogte in m +NAP (AHN2)
1.50
2.50
3.50
4.50
5.50

BIJLAGE 3: BODEMKAART

Deelgebied Noord

Deelgebied Midden

Deelgebied Zuid

396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000

0 250 500 750 1000 m

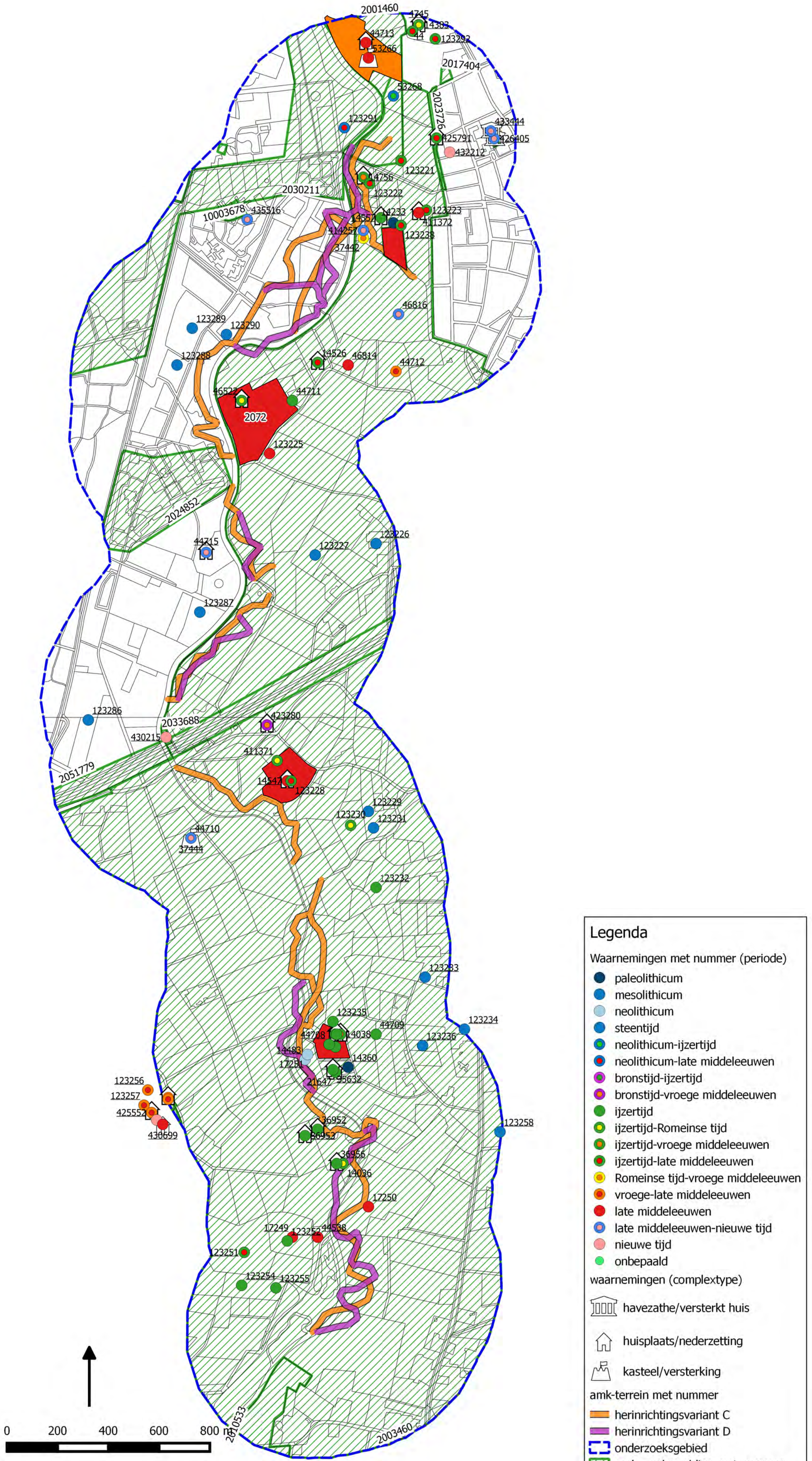
Legenda

herinrichtingsvariant C

herinrichtingsvariant D

vergravingen (tenminste 20-40 cm)

BIJLAGE 4: WAARNEMINGEN EN AMK-TERREINEN


2001460
4745
14383
44713
44
123292
53266
2017404
53268
2023726
123291
433414
125791
426405
432212
123221
14756
2030211
123222
10003678
435516
14233
123223
14557
111372
414257
123238
37442
46816
123289
123290
123288
14526
46814
44712
46523
44711
2072
123225
2024852
44715
123227
123226
123287
123286
423280
2033688
430215
411371
2051779
14547
123228
123229
123230
123231
44710
37444
123232
123233
123235
123234
44709
44708
14038
123236
14483
14360
17251
21647
95632
123256
123257
425552
430699
36952
86953
123258
36956
14036
17250
17249
123252
44538
123251
123254
123255
2010533
2003460
0
200
400
600
800 m
Legenda
Waarnemingen met nummer (periode)
paleolithicum
mesolithicum
neolithicum
steentijd
neolithicum-ijzertijd
neolithicum-late middeleeuwen
bronstijd-ijzertijd
bronstijd-vroege middeleeuwen
ijzertijd
ijzertijd-Romeinse tijd
ijzertijd-vroege middeleeuwen
ijzertijd-late middeleeuwen
Romeinse tijd-vroege middeleeuwen
vroege-late middeleeuwen
late middeleeuwen
late middeleeuwen-nieuwe tijd
nieuwe tijd
onbepaald
waarnemingen (complextype)
havezathe/versterkt huis
huisplaats/nederzetting
kasteel/versterking
amk-terrein met nummer
herinrichtingsvariant C
herinrichtingsvariant D
onderzoeksgebied
onderzoeksmelding met nummer

Deelgebied Noord

Deelgebied Midden

Deelgebied Zuid

0 200 400 600 800 m

Legenda

Waarnemingen met nummer (periode)

- paleolithicum
- mesolithicum
- neolithicum
- steentijd
- neolithicum-ijzertijd
- neolithicum-late middeleeuwen
- bronstijd-ijzertijd
- bronstijd-vroege middeleeuwen
- ijzertijd
- ijzertijd-Romeinse tijd
- ijzertijd-vroege middeleeuwen
- ijzertijd-late middeleeuwen
- Romeinse tijd-vroege middeleeuwen
- vroege-late middeleeuwen
- late middeleeuwen
- late middeleeuwen-nieuwe tijd
- nieuwe tijd
- onbepaald

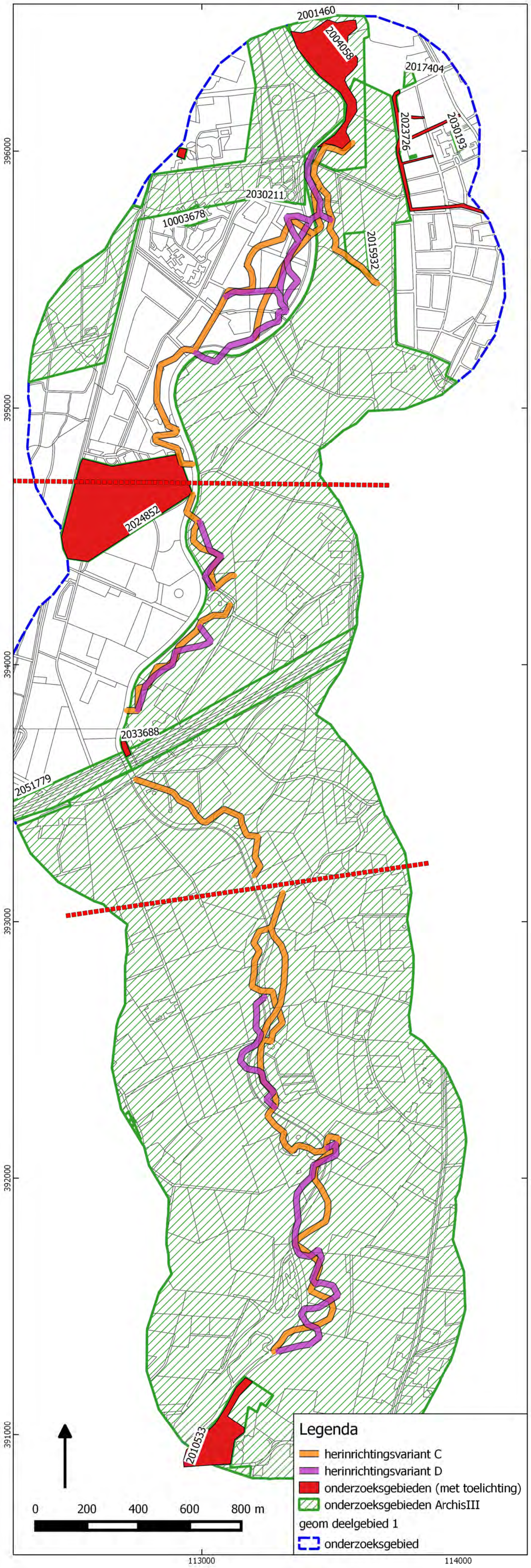
waarnemingen (complextype)

- havezathe/versterkt huis
- huisplaats/nederzetting
- kasteel/versterking

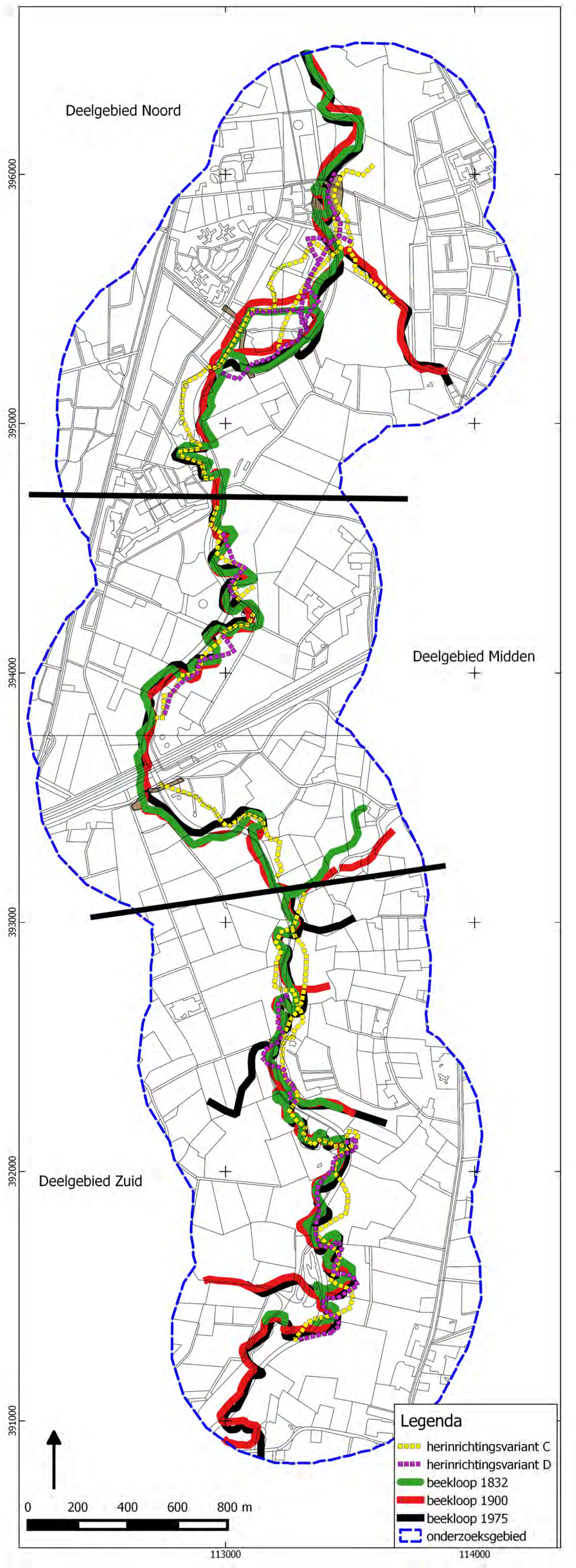
amk-terrein met nummer

- herinrichtingsvariant C
- herinrichtingsvariant D
- zandgronden
- rivierdalgronden
- vergravingen (tenminste 20-40 cm)

BIJLAGE 5: ONDERZOEKSMELDINGEN


2001460
2004058
2017404
2023726
2030193
2030211
10003678
2015932
2024852
2033688
2051779
2010533
396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000
0
200
400
600
800 m
Legenda
herinrichtingsvariant C
herinrichtingsvariant D
onderzoeksgebieden (met toelichting)
onderzoeksgebieden ArchisIII
geom deelgebied 1
onderzoeksgebied

BIJLAGE 6 OUDE BEEKLOPEN


Deelgebied Noord
Deelgebied Midden
Deelgebied Zuid
396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000
0
200
400
600
800 m
Legenda
herinrichtingsvariant C
herinrichtingsvariant D
beekloop 1832
beekloop 1900
beekloop 1975
onderzoeksgebied

BIJLAGE 7 VERWACHTINGSKAART

Deelgebied Noord

Deelgebied Midden

Deelgebied Zuid

396000
395000
394000
393000
392000
391000

112000
113000
114000

0 200 400 600 800 m

Archeologische Verwachtingskaart

- nieuwe ontgravingen buiten huidige en historisch bekende rivierlopen (A t/m U)
- herinrichtingsvariant C
- herinrichtingsvariant D
- dekzandopduikingen (1 t/m 19)

AMK-terreinen

- Terrein van hoge archeologische waarde
- Terrein van zeer hoge archeologische waarde
- waarnemingen
- voorden
- rivierdalgronden
- zandgronden
- onderzoeksgebied

BIJLAGE 8 ADVIESKAART

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Onze referentie:

Deelgebied Noord

Deelgebied Midden

Deelgebied Zuid

396000
395000
394000
393000
392000
391000
113000
114000

A
B
C
D
H
I
J
K
L
M
N
O
1
2
3
4
5
E
F
G
6

0 200 400 600 800 m

Advieskaart

- advies booronderzoek
- advies gravend onderzoek
- attentiezone: hier geen ontgravingen aan de noordoostelijke oever
- herinrichtingsvariant C
- herinrichtingsvariant D

AMK-terreinen

- Terrein van hoge archeologische waarde
- Terrein van zeer hoge archeologische waarde
- waarnemingen
- mogelijke voorden
- vergravingen (tenminste 20-40 cm)
- zandgronden
- onderzoeksgebied

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018

5200 BA 's-Hertogenbosch

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03091.000091

Onze referentie: 079431694 B

BIJLAGE 8: AERIUS-BEREKENING

MEMO

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

ONDERWERP
AERIUS berekening tbv bestemmingsplannen Markdal

PROJECTNUMMER
C03091.000091.006

DATUM
19-12-2017

ONZE REFERENTIE
079691553 A

VAN
Paul Hartskeerl (Arcadis)

AAN
Waterschap Brabantse Delta, t.a.v. de heer Joost van der Stee

KOPIE AAN
Marcel van Miert (Vereniging Markdal); Ellen van Aart (Waterschap BD); Jorrit van der Zanden (Arcadis); Frans Dotinga (Arcadis)

Aanleiding

Voor het natuurontwikkelingsproject Markdal is een bestemmingsplanwijziging nodig voor twee bestemmingsplannen in de gemeenten Breda en Alphen-Chaam. Hiervoor wordt een r.o. en m.e.r.-procedure doorlopen. Voor de uitvoerbaarheid van beide plannen is o.a. een AERIUS berekening noodzakelijk op grond van de Natuurbeschermingswet. Met deze berekening wordt aangetoond of de toename aan stikstofdepositie op het maatgevende Natura 2000 gebied “Ulvenhoutse Bos”, de grenswaarde overschrijdt.

Een overschrijding van de grenswaarde kan eventueel worden gesaldeerd, omdat een drietal intensieve veehouderijbedrijven in Strijbeek een of meerdere woonbestemmingen krijgen. Het betreft:

- Een varkens bedrijf aan de Markweg 15;
- Een geitenbedrijf aan de Markweg 4b;
- Een varkensbedrijf aan de Strijbeekseweg achter 54a.

Uitgangspunten berekening stikstofdepositie

Vanwege de rode ontwikkelingen in het Markdal dient onderzocht te worden of er sprake is van toename in stikstofdepositie. Hierbij wordt de toe- en afname in verkeer onderzocht wat veroorzaakt wordt door de toegestane (rode) ontwikkelingen. Daarnaast wordt de toename in emissie door het verwarmen van de toegestane ontwikkelingen onderzocht.

In onderstaande tabel staan de rode ontwikkelingen en gehanteerde input in Aerius samengevat weergegeven.

Tabel 1: Rode ontwikkelingen Markdal en gehanteerde input voor stikstofdepositieberekening, plansituatie 2028

Adres	Rode ontwikkeling[1]	Input Aerius # motorvoertuigen	# Cv-ketels	Input Aerius emissie NO_x [kg/j] vanwege Cv-ketels
Markweg 15	2 w + 2w/w	36 lv[2]	4	6,9

[1] W=woning, w/w= woon/werklocatie
[2] Lv=lichte motorvoertuigen

Adres	Rode ontwikkeling[1]	Input Aerius # motorvoertuigen	# Cv-ketels	Input Aerius emissie NO_x [kg/j] vanwege Cv-ketels
Markweg 4b	3w	18 lv	3	5,2
Strijbeekseweg achter 54a	2w	12 lv	2	3,4
Strijbeekseweg tegenover 56	1w/w	12 lv	1	3,4
Strijbeekseweg 51	3w/w	36 lv	3	5,2
Strijbeekseweg 40c	Parkeren	150 lv + 1 zv[3]	2	3,4
Daesdonckseweg 3	1w	6 lv	1	1,7
Strijbeekseweg 46	3w/w	36 lv	3	5,2
Koekelberg 6	1w	6 lv	1	1,7
Strijbeekseweg 18	1w	6 lv	1	1,7

De verkeersgegevens zijn aangeleverd door de gemeente. De gegevens van de directe emissies afkomstig van de woningen c.q. woon/werklocaties, als gevolg van Cv-ketels, zijn gebaseerd op gegevens uit de landelijke Emissieregistratie. Hierin zijn onder meer de NO_x-emissies van huishoudens geregistreerd die samenhangen met particuliere verwarminsinstallaties. Uit de Emissieregistratie NO_x over het jaar 2010 en het aantal huishoudens in dat jaar is de gemiddelde jaarlijkse NO_x-emissie per huishouden bepaald op 1,72 kg/jr.

Conclusie
Volgens de AERIUS berekening in de bijlage (07 december 2017; kenmerk: RPdhw6KGhnDa) blijft de toename aan stikstofdepositie op het Natura 2000-gebied “Ulvenhoutse Bos” onder de grenswaarde van 0,05 mol N/ha/jaar. Dit is op basis worst-case aannames voor de emissies veroorzaakt door de rode ontwikkelingen die mogelijk worden gemaakt in beide bestemmingsplannen.

Saldering van stikstofdepositie met de te saneren veehouderijbedrijven is niet nodig om de uitvoerbaarheid van beide bestemmingsplannen te onderbouwen. Indien nodig kan de saldering worden ingezet bij vergunning-toetsen van de afzonderlijke ontwikkelingen. Dan kunnen de afnames ook 1-op-1 worden gekoppeld aan de ontwikkelingen die daarvoor in de plaats komen.

[3] Zv=zwaar motorvoertuig

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat resultaten van een stikstofdepositieberekening met AERIUS Calculator. U dient dit document te gebruiken ter onderbouwing van een vergunningaanvraag in het kader van de Wet natuurbescherming.

De resultaten geven de stikstofeffecten van deze activiteit weer voor Natura 2000-gebieden. AERIUS Calculator maakt enkel voor de PAS-gebieden inzichtelijk welke stikstofgevoelige habitattypen er voor komen en op welke hiervan een effect is. Op basis hiervan is aangegeven voor hoeveel hectares ontwikkelingsruimte benodigd is.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en stikstofoxide (NOx), of één van beide. Hiermee is de depositie van de activiteit berekend en uitgewerkt.

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in de Calculator.

Berekening plan 2028

- Kenmerken
- Samenvatting emissies
- Depositieresultaten
- Gedetailleerde emissiegegevens

Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl en pas.natura2000.nl.

AERIUS CALCULATOR

Contact

Rechtspersoon	Inrichtingslocatie
Bureau van Miert	Strijbeekseweg 1, 4856 AB Strijbeek

Activiteit

Omschrijving	AERIUS kenmerk
Rode ontwikkelingen Markdal	RmuTZuGqVNyx

Datum berekening	Rekenjaar	Rekeninstellingen
17 januari 2019, 16:09	2028	Berekend voor Wnb.

Totale emissie

	Situatie 1
NOx	40,26 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Resultaten

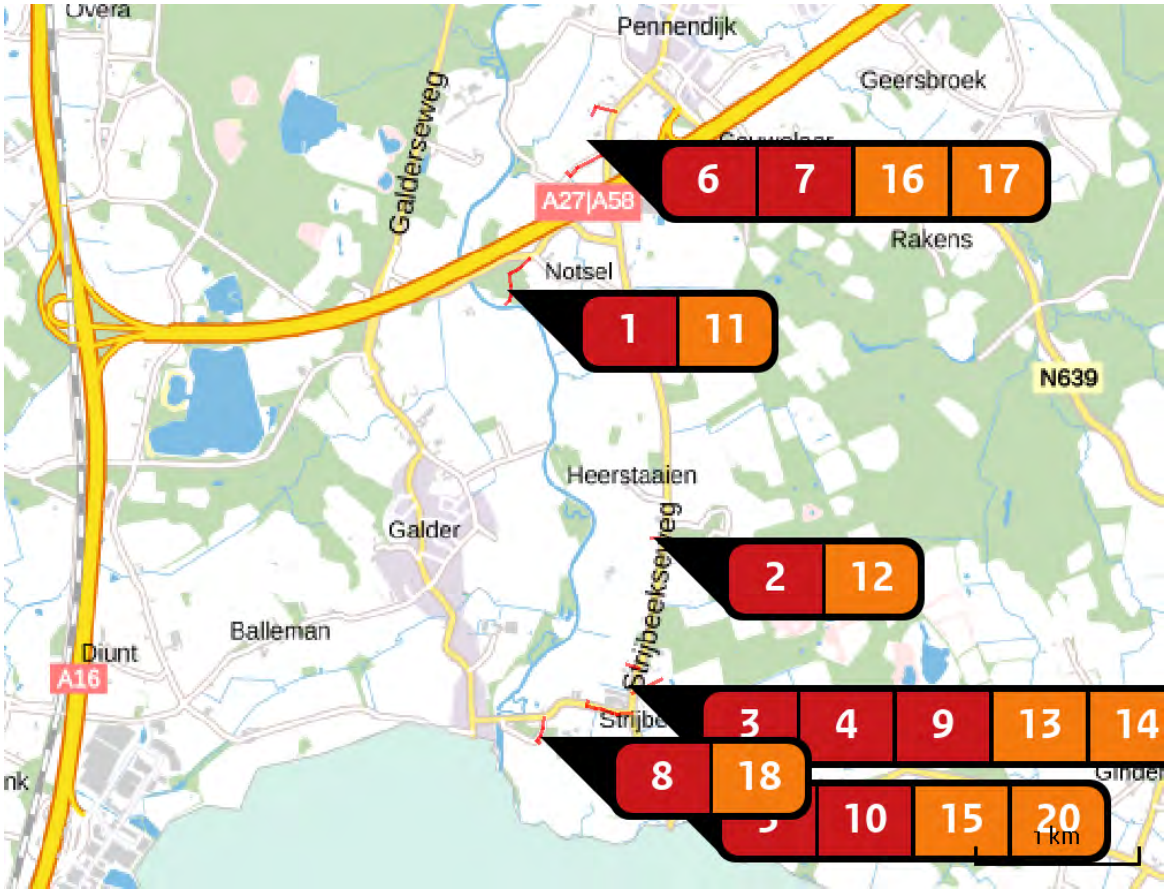
Hectare met hoogste bijdrage (mol/ha/j)

Natuurgebied	Bijdrage
-	-

Toelichting

Rode ontwikkelingen Markdal

Locatie
plan 2028



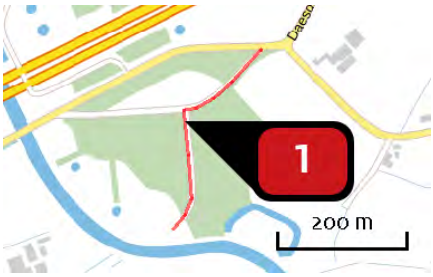
Emissie
plan 2028

Bron Sector			Emissie NH3	Emissie NOx
1		7 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
2		6 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
3		8 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
4		5 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
5		4 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
6		10 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j

Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
7	9 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
8	1 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
9	2 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
10	3 Wegverkeer | Buitenwegen	< 1 kg/j	< 1 kg/j
11	CV 1 Wonen en Werken | Woningen	-	6,90 kg/j
12	CV 2 Wonen en Werken | Woningen	-	5,20 kg/j
13	CV 3 Wonen en Werken | Woningen	-	3,40 kg/j
14	CV 4 Wonen en Werken | Woningen	-	3,40 kg/j
15	CV 5 Wonen en Werken | Woningen	-	5,20 kg/j
16	CV 6 Wonen en Werken | Woningen	-	3,40 kg/j
17	CV 7 Wonen en Werken | Woningen	-	1,70 kg/j
18	CV 8 Wonen en Werken | Woningen	-	5,20 kg/j
19	CV 9 Wonen en Werken | Woningen	-	1,70 kg/j

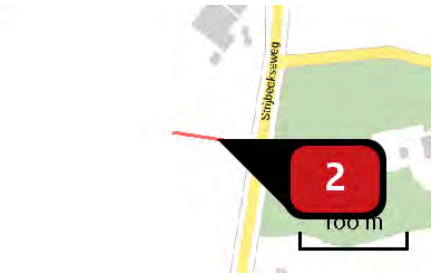
Bron Sector		Emissie NH3	Emissie NOx
20	CV 10 Wonen en Werken | Woningen	-	1,70 kg/j

Emissie (per bron)
plan 2028



Naam	7
Locatie (X,Y)	112986, 393572
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	6,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



Naam	6
Locatie (X,Y)	113889, 391976
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	150,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j
Standaard	Zwaar vrachtverkeer	1,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j

Naam	8
Locatie (X,Y)	113739, 391194
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

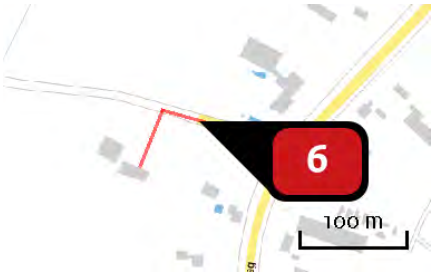
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	36,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j

Naam	5
Locatie (X,Y)	113826, 391073
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	36,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j

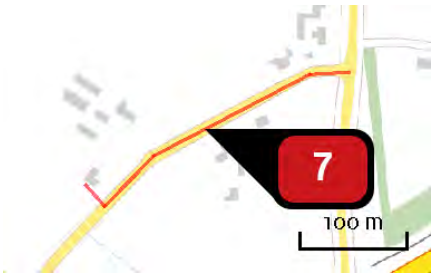
Naam	4
Locatie (X,Y)	113882, 390535
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	12,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



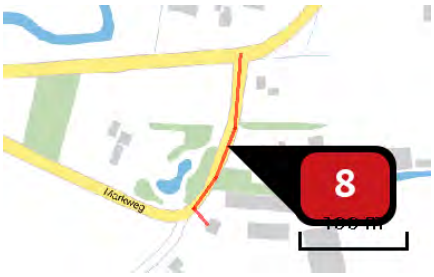
Naam	10
Locatie (X,Y)	113548, 394602
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	6,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



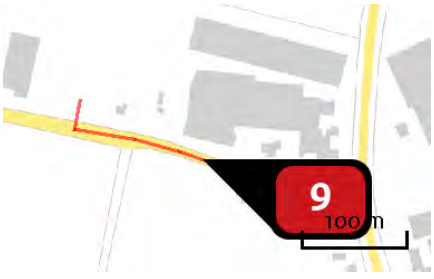
Naam 9
Locatie (X,Y) 113452, 394262
NOx < 1 kg/j
NH3 < 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	6,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



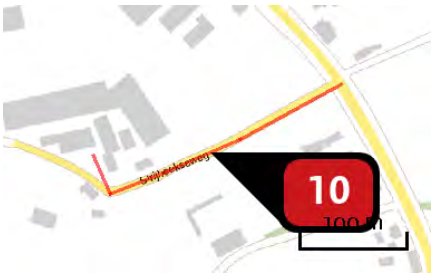
Naam 1
Locatie (X,Y) 113185, 390799
NOx < 1 kg/j
NH3 < 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	36,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



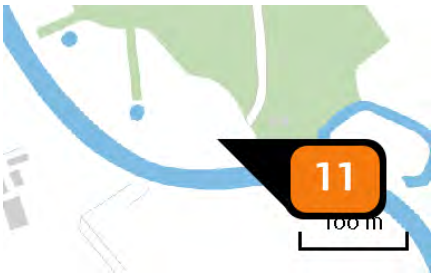
Naam 2
Locatie (X,Y) 113579, 390923
NOx < 1 kg/j
NH3 < 1 kg/j

Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	18,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j

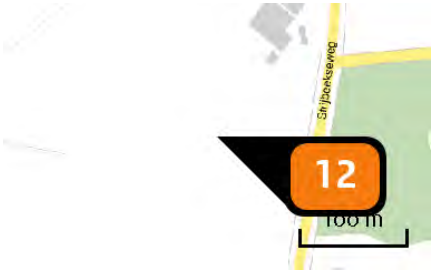


Naam	3
Locatie (X,Y)	113810, 390497
NOx	< 1 kg/j
NH3	< 1 kg/j

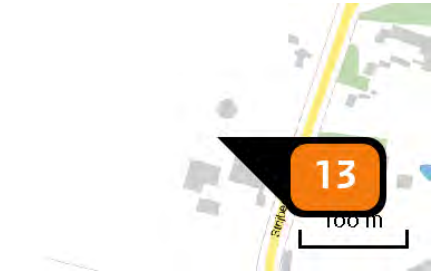
Soort	Voertuig	Aantal voertuigen (/dag)	Stof	Emissie
Standaard	Licht verkeer	12,0	NOx	< 1 kg/j
			NH3	< 1 kg/j



Naam	CV 1
Locatie (X,Y)	112952, 393408
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	6,90 kg/j



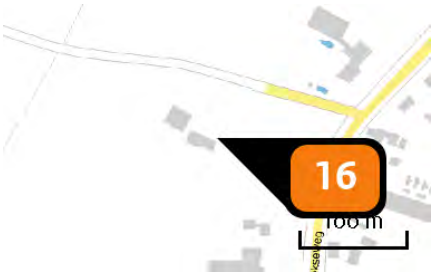
Naam	CV 2
Locatie (X,Y)	113836, 391977
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	5,20 kg/j



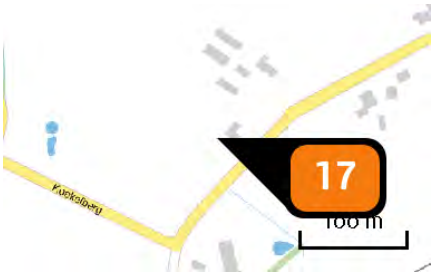
Naam	CV 3
Locatie (X,Y)	113695, 391198
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	3,40 kg/j

Naam	CV 4
Locatie (X,Y)	113931, 391115
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	3,40 kg/j

Naam	CV 5
Locatie (X,Y)	113877, 390491
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	5,20 kg/j



Naam	CV 6
Locatie (X,Y)	113501, 394557
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	3,40 kg/j



Naam	CV 7
Locatie (X,Y)	113332, 394211
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	1,70 kg/j

Naam	CV 8
Locatie (X,Y)	113165, 390722
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	5,20 kg/j

Naam	CV 9
Locatie (X,Y)	113474, 390982
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	1,70 kg/j

Naam	CV 10
Locatie (X,Y)	113706, 390497
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	0,000 MW
Temporele variatie	Continue emissie
NOx	1,70 kg/j

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden verleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

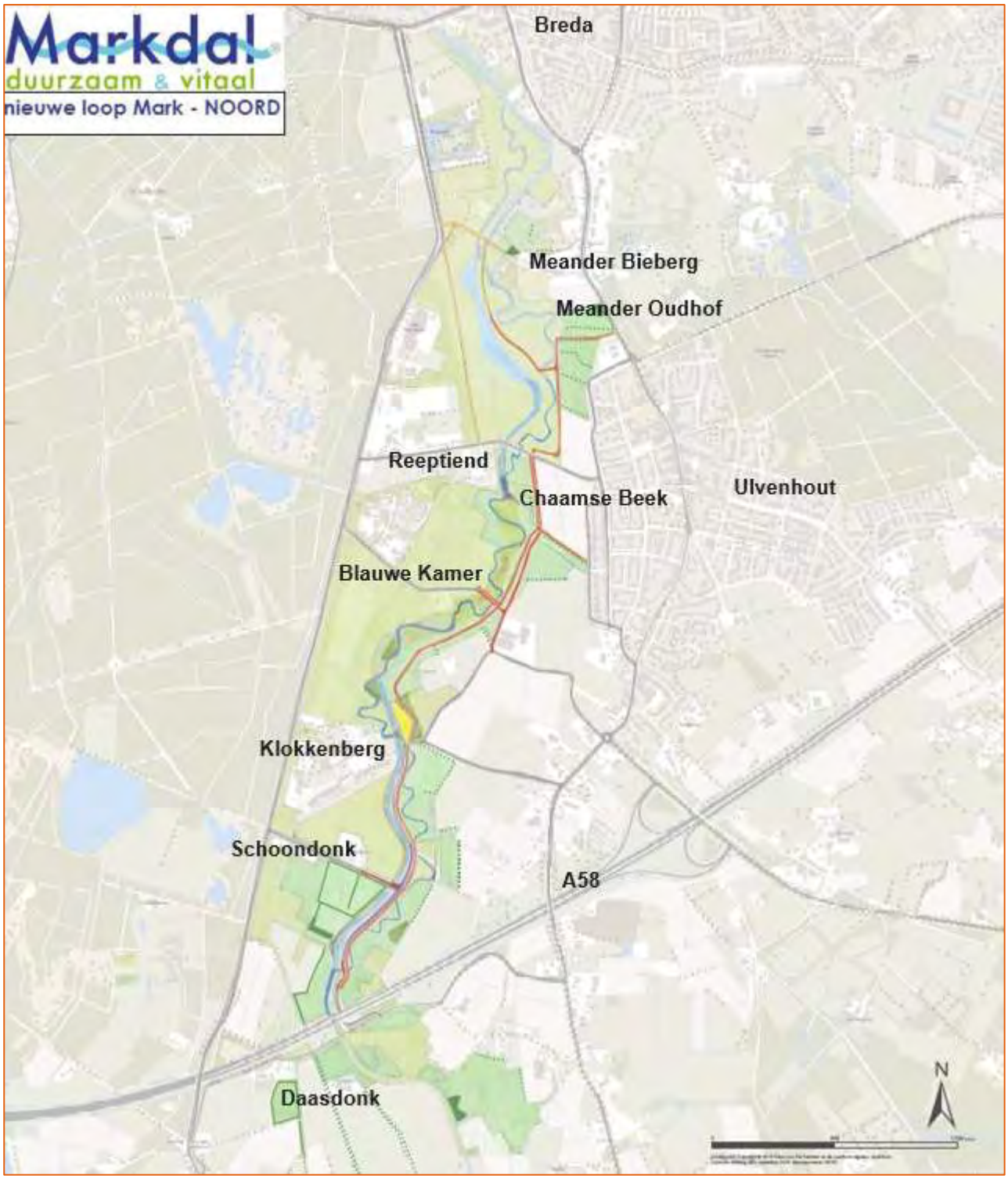
Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS	versie 2016L_20180926_2a474e88d4
Database	versie 2016L_20170828_c3f058f00f

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/nl/factsheets/uitleg

BIJLAGE 9: ONDERBOUWING VOORLOPIG VKA

Het vVKA is weergegeven op onderstaande figuren. De hydrologische inrichting van het Markdal is in deze bijlage beschreven van noord naar zuid. In het vVKA zijn onder andere de nieuwe loop van de Mark en de gebieden voor nieuwe en bestaande natuur opgenomen. In de beschrijving van de inrichting wordt tevens inzicht gegeven in de gemaakte afweging voor de inrichting. Daarnaast wordt op hoofdlijnen invulling gegeven aan natuur, landschapselementen en recreatie.



Notsel
Daasdonk
Middeltiend
Markstuw
Heerstaaien
Hoogedonk
Kerselse beek
Meander Kersel
Meander Markweg
Strijbeekse beek
N

Bieberg meander

Deze meander wordt aangesloten op de Oudhofmeander. Dit heeft geen hydrologische of ecologische meerwaarde, maar wordt vooral vanuit historisch oogpunt gedaan. Het aansluiten van de meander Bieberg zat niet in variant C of D, maar is later toegevoegd om landschappelijke redenen, namelijk de wens één waterloop in te richten.

Oudhofmeander

In de Oudhofmeander kan slechts een beperkte bodemverhoging plaatsvinden. Bij een sterke verondieping en versmalling van de meander (variant D) stijgt het waterpeil van de Boven Mark en Chaamse Beek ter hoogte van Ulvenhout sterk, wat tot een onacceptabele grondwaterstandsverhoging in de dorpskern van Ulvenhout leidt. Vernatting in de bebouwde kom van Ulvenhout is voor gemeente Breda niet acceptabel. Enige bodemverhoging, bijvoorbeeld als gevolg van zandtransport uit bovenstrooms nieuw te graven meanders, kan wel toegestaan worden (variant C) tot 0 mNAP aan de zijde van Reeptiend.

De meander Oudhof wordt verlengd, via een fietsbrug onder het Sulkerpad, en sluit ten zuiden van het Sulkerpad aan op de Boven Mark. De vorm van de meanders rond het Sulkerpad zijn geïnspireerd op de vorm van historische meanders, zoals die hier ooit voorkwamen.

De huidige “puindam” ten noorden van de fietsbrug van het Sulkerpad (Reeptiend) wordt verwijderd of sterk verlaagd, waardoor deze niet meer opstuwt. Ten zuiden van de fietsbrug komt een nieuwe verhoogde puindam. De verhoging draagt enigszins bij aan het vernatten van de natuurpercelen rond Blauwe Kamer en het overbruggen van het hoogteverschil van stuw Blauwe Kamer. Door de puindam te verplaatsen wordt peilverhoging bij de huizen langs Reeptiend voorkomen. Bij deze huizen zijn de afgelopen jaren diverse klachten over wateroverlast geweest.

Ter hoogte van het bosje op de historische aarden wal op de oostoever van de Boven Mark blijft de huidige loop gehandhaafd over een lengte van ca. 60 meter. De aarden wal is een archeologisch monument en wordt om die reden niet vergraven of doorsneden door een nieuwe meander. De bodemhoogte van dit gekanaliseerde profiel wordt wel verondiept.

Tussen de bestaande meander en de Ulvenhoutselaan zal nieuwe natuur worden aangelegd. Van oorsprong is dit een kleinschalig verkaveld gebied geweest. Door hier weer beplanting aan te brengen, loodrecht op de Boven Mark, wordt het kleinschalige karakter hersteld. Om een goede ecologische verbinding te realiseren tussen het Markdal en het Ulvenhoutse Bos, is het wenselijk om ook aan de Markdal zijde een bosje aan te leggen. Dit is nog niet nader uitgewerkt in het VKA. Het wandelpad loopt langs het bestaande natuurgebied en sluit daar aan op het bestaande pad. Er wordt tevens een verbinding gemaakt met de Ulvenhoutsebaan, zodat de mogelijkheid voor het maken van een ommetje ontstaat.

Tussen Reeptiend en de Klokkenbergmeander (de Blauwe Kamer)

Het gebied ten noorden van de Blauwe Kamer is rijk aan cultuurhistorie en de potenties voor kwelafhankelijke vegetatie zijn hier groot. Om deze reden zijn de gronden ten noorden en ten westen van de Blauwe Kamer zoveel mogelijk ontzien bij inrichtingsmaatregelingen ten behoeve van het vrij stromend maken van de Boven Mark en is er voor een meandering aan de oostzijde van het Markdal gekozen (=variant D). Variant C was niet wenselijk, omdat de meander dan ten westen van de hoeve Blauwe Kamer door een deel van de natte natuurparel zou komen te liggen, waar hoge potentie is voor schrale, kwelafhankelijke natuur. Verder is er met deze inrichting invulling gegeven aan de wens om in het Markdal het jaren 60 landschap met één waterloop te benaderen. Ten zuidwesten van de hoeve Blauwe Kamer liep de meander zowel in variant C als D langs de rand van het rivierdal. Daardoor was er op het betreffende perceel van Brabants Landschap weinig potentie meer voor kwelafhankelijke natuur. Daarom is in het VKA ervoor gekozen de meander meer naar de oostkant van het rivierdal te verleggen.

Vereniging Markdal heeft de sterke wens tot het herstellen van een natuurlijk rivierdallandschap met één rivier. Deze wens is vertaald als een meanderende hoofdloop binnen een breed 2-fasen profiel. Binnen het projectgebied is deze locatie, qua doorwerking op waterstanden, het meest geschikt voor een dergelijke inrichting. De eigenaar van de grond rond de Blauwe Kamer (Brabants Landschap) vraagt om ter hoogte van de Blauwe Kamer consequent voor één inrichtingsvariant te kiezen, dus voor een 2-fasen profiel vanaf de Koekelenbergse Tiend (gebied op oostoever tussen Klokkenberg en Blauwe Kamer) en de monding van de Chaamse Beek. Door de omvorming van de rivier naar een 2-fasen profiel kan het nodig zijn dat bij de aantakking van de Chaamse Beek de beek voor een deel verlegd moet worden. Bij het komen tot een inrichtingsplan wordt dit nader gedetailleerd.

De nieuwe meanders zijn relatief breed en ondiep. Hierdoor wordt de stroomsnelheid in de meander niet te hoog, zodat overmatige oevererosie wordt voorkomen, en wordt de peilfluctuatie beperkt, wat gunstig is voor de omliggende natte natuur. Nadeel van deze verhoudingen is dat ’s zomers de stroomsnelheid kleiner is dan de gewenste 20 cm/s, wat minder gunstig is voor het behalen van de KRW-doelen. De lengte van de meanderende Boven Mark binnen het winterbed is ca. 1,5 km.

Waar de Chaamse Beek en de Boven Mark samen komen zal veel stromingsdynamiek optreden. De huidige gekanaliseerde loop van de Mark wordt daar gedempt en op het samenvloeiingspunt worden de oevers verstevigd.

Het toekomstige winterbed van het 2-fasen profiel wordt ca. 50-90 cm uitgegraven worden ten opzichte van het huidige maaiveld. De bodembreedte van het 2-fasen profiel is minimaal 60 meter en de bodem loopt glooiend over in het bestaande maaiveld, behalve op de plekken waar de meanders de grens vormen tussen het 2-fasen profiel en de hoge dal flanken. Daar vormen de steile buitenbochtoevers van de meanders de overgang naar de hogere gronden.

Aan de zuidkant van de Blauwe Kamer is er een smal en laag perceel van Brabants Landschap gelegen waar veel kwel aan maaiveld komt. Vanwege de potenties op dit perceel wordt deze strook niet afgegraven, maar wordt het 2-fase profiel hier geheel op de locatie van de huidige loop en op de oostoever gerealiseerd.

Stuw Blauwe Kamer wordt verwijderd. De landschappelijke impact van de stuw is groot en botst met het zo natuurlijk mogelijke rivierdal dat hier beoogd wordt. De uitdrukkelijke wens voor een inpassing van een passage op deze locatie (voetgangers, ruiters en onderhoudsmaterieel) wordt nog nader onderzocht.

Binnen het 2-fasen profiel zijn de potenties voor kwelafhankelijke natuur beperkt door de hoge overstromingsfrequentie met voedselrijk Markwater. De ecologische waardevolle vegetatie zal zich dus vooral op de Blauwe Kamer ontwikkelen. De potentie is hier hoog, maar om deze te realiseren zijn wel optimalisatie van het beheer en maatregelen om kwel beter te benutten nodig. Nabij de monding van de historische verdedigingssloot in de Boven Mark wordt daarom een stuwtje geplaatst om het waterpeil in deze sloot te verhogen. Hierdoor neemt de drainerende werking van de sloot af en kan er meer kwelwater ten goede komen aan de natuurpercelen van Brabants Landschap rond de hoeve Blauwe Kamer.

De huidige loop van de gekanaliseerde Boven Mark blijft in het winterbed op enkele plekken herkenbaar als een ondiepe plas waar zich rietmoeras kan ontwikkelen. Het stroombed kan plaatselijk breed genoeg uitgevoerd worden dat zich bos mag ontwikkelen. Voor voldoende afvoer capaciteit zal circa 60 m breedte van het stroombed uit korte (grasland) vegetatie moeten bestaan. Bij het graven van het stroombed blijven bestaande bosjes zoveel mogelijk gespaard.

De meanderende zomerloop raakt de historische verdedigingssloot langs Hoeve De Blauwe Kamer bijna. Dit om het idee van de verdedigingssloot in ere te houden. Er wordt echter geen open verbinding tussen de nieuwe meander en de verdedigingssloot gemaakt zodat het water in de verdedigingssloot vooral van lokale aard en dus van relatief goede kwaliteit zal zijn.

Aan de rand van de nieuw in te richten natuur komt het nieuwe fietspad te liggen dat via de voormalige plek van de stuw, verbonden wordt met de westzijde van de Mark. Een nieuw, gedeeltelijk vrijliggend voetpad maakt ook hier ommetjes van uit Ulvenhout mogelijk.

Op de plaats waar de Chaamse Beek de Mark in stroomt zal extra aandacht worden besteed aan het beleefbaar maken van de plek en het water in het bijzonder.

Klokkenbergmeander

De meander Klokkenberg is een mix van variant C en D. In het VKA vormt deze meander de overgang van het inrichtingstype hoogwatergeul (bij Klokkenberg) naar het type tweefasenprofiel (bij Blauwe Kamer). Dit gaf landschappelijk de mooiste aansluiting op de meandering bij Blauwe Kamer. Deze meander krijgt een extra slinger op de westoever om deze goed te laten aansluiten op de loop bij de Blauwe Kamer. Een slinger op de oostoever is hier niet wenslijk, om dat zich hier een historisch monument bevindt. De huidige puindam nabij de instroom van de meander Klokkenberg wordt verhoogd van 1,4 tot 1,8 mNAP. Aan de oostoever wordt wel een deel van de het bestaande bosje verwijderd, om daarmee de hoogteverschillen duidelijker zichtbaar te maken. Het voetpad loopt hier op de hoge oever dóór het bos.

Klokkenbergmeander tot A58

Om grootschalige overstroming van Daasdonk (ten zuiden van de snelweg) te voorkomen, blijft de bestaande loop als hoogwatergeul gehandhaafd. Hierbij is gekozen voor variant C. Variant D geeft aanzienlijk meer overstroming bij Daasdonk. Dit is onacceptabel vanwege de beschikbaarheid van gronden rond Daasdonk. Op de oostoever wordt een lange meander gegraven. Dit is ook komt ook grotendeels overeen met de laagste plek in het rivierdal. Historisch hebben de meander ook vooral op de oostoever gelegen. De historische en nog steeds bestaande meander Schoondonk wordt in de nieuwe meander opgenomen. Om de lange meander permanent watervoerend te maken worden in de huidige loop dammen aangelegd waardoor deze als hoogwatergeul gaat functioneren. De dammen houden daarnaast in de zomerperiode meer water in het gebied vast, wat positief is voor de potenties voor de natuurterreinen ten zuiden van het Klokkenberg complex.

De oevers langs de huidige loop (de toekomstige hoogwatergeul) worden glooiend afgegraven, waardoor een meer gevarieerde nat-droog overgang ontstaat (met uitzondering van het deel waar een fietspad ligt). De bodem van de hoogwatergeul wordt verondiept.

Aan beide zijden van de huidige Mark tussen de snelweg en Klokkenberg is (jonge) kwel aanwezig. Om deze kwel te kunnen benutten, wordt de oostoever van de meander tussen de snelweg en de meander Schoondonk gedeeltelijk afgegraven, waardoor een lange gradiënt van nat naar droog ontstaat. Op het “eiland” tussen de nieuwe meander en de huidige loop wordt geen kwel verwacht. Daarom wordt dit eiland niet afgegraven.

Het rivierdal behoudt aan de oostoever een open karakter: langs een deel van de kavels is een enkele bomenrij voorzien. De westzijde had van oorsprong een meer gesloten karakter, wat deels nog herkenbaar is in het gebied. Dit karakter wordt weer versterkt door het aanbrengen van bos- of houtsingels. Om de donk van Notsel te benadrukken wordt een bosje aangelegd, net ten noorden van de A58.

Rond de snelweg A58 en Scheelebrug

Op dit traject is geen onderscheid tussen varianten C en D. Vanaf de Scheelebrug tot de nieuwe meander ten noorden van de snelweg blijft de huidige breedte van de Boven Mark gehandhaafd. De bodem kan verondiept worden tot 0,4 mNAP. De huidige bodemhoogte is ca. -1 mNAP (diepste punt). De bodemhoogte sluit daarmee niet optimaal aan bij de benedenstrooms liggende meander, waar de bodemhoogte hoger ligt. Echter om bovenstrooms van de snelweg A58 geen ongewenste opstuwing te voorkomen heeft de Boven Mark hier ten opzichte van boven- en benedenstrooms een ‘verdiepte’ ligging. De ecologische potentie op dit (korte) traject is beperkt. De doorvaarhoogte onder de snelwegbrug en Scheelebrug is in de toekomst ca. 1 meter bij mediane afvoer. Dit is net wat minder dan de gewenste doorvaarhoogte van 1,25 meter voor kanoërs.

A58 tot de Middeltiend

Op dit traject is gekozen voor variant C. Het verschil tussen C en D is de meander over particuliere grond, die wel in variant C zit maar niet in variant D. Er is gekozen voor variant C omdat daar meer meanderlengte mee gecreëerd wordt, waardoor het peilverschil over stuw Galder beter wordt opgevangen. Vanaf de snelweg tot aan de laagte van Notsel worden twee meanders aangelegd op particuliere grond. De meest noordelijke meander wordt nieuw gegraven. Door de beperkte breedte en lengte (350 meter) van de meander ligt de stroomsnelheid vrij hoog.

Om te voorkomen dat de meander zichzelf sterk verbreed, en om ervoor te zorgen dat de waterpeilen bovenstrooms in de laagte van Notsel worden verhoogd, wordt een korte vispassage aangelegd, waarbij ook de oevers worden verstevigd. Het eiland tussen de nieuwe meander en de bestaande loop wordt voor de eigenaar ontsloten met twee bruggen. De nieuwe meander wordt permanent watervoerend gemaakt door een dam aan te leggen nabij de instroom van de meander. De dam wordt aan de stroomopwaartse zijde van dit traject aangebracht, zodat de particuliere (natuur)percelen aan

beide zijden van de hoogwatergeul niet te sterk vernatten en nog als extensief grasland gebruikt kunnen worden. Er moet een voorziening voor de passage van kano's worden aangelegd. De hoogwatergeul wordt aan de oostzijde voorzien van een glooiende oever en de bodemhoogte van de hoogwatergeul wordt verondiept. De westoever met het fietspad wordt niet vergraven.

De bestaande meander bij Notsel wordt aangesloten. De meander mag wat versmald worden. Het eiland wordt voor de eigenaar toegankelijk gemaakt. De meander wordt permanent watervoerend gemaakt door een dam aan te leggen. Ook hier moet een voorziening voor de passage van kano's worden aangelegd. De bodemhoogte van de hoogwatergeul wordt 1,1 mNAP en de oostoever wordt glooiend aangelegd binnen het huidige profiel.

In de laagte van Notsel wordt een nieuwe meander aangelegd met een lengte van ca. 200 meter. De meander is permanent watervoerend door een dam in de huidige Boven Mark. Deze dam vormt bovendien de toegang tot het eiland.

Tussen de meanderende Mark en de laagte bij Notsel wordt een lage kade aangelegd. Deze kade zat niet in variant C of D, maar is later in het VKA toegevoegd om de kwelafhankelijke natuur meer kans te geven. Daardoor overstroomt de laagte van Notsel niet ieder jaar met (voedselrijk) Markwater. Dat vergroot de potentie voor vochtig hooiland. In de huidige afwateringssloot komt een duiker met terugslagklep, zodat de laagte wel kan afwateren op de Boven Mark. Een stuwtje zorgt ervoor dat de Notselseloop niet droogvalt in de zomer. De Notselseloop wordt verlegd van het midden van de laagte naar de noordzijde. Daardoor blijven de (bebouwde) percelen langs de rand van de laagte ontwatert en kan het hart van de laagte vernat worden door de bestaande sloten te verondiepen tot greppels. De bestaande sloten worden niet volledig gedempt, zodat er geen regenwaterlenzen of moeras ontstaat.

Niet alle gewenste percelen in de laagte van Notsel zijn voor natuurontwikkeling beschikbaar. Daarom blijft een traject van ca. 200 meter lang gekanaliseerd. De breedte en oevers worden niet of hooguit zeer plaatselijk aangepast. Wel wordt de bodem verhoogd.

Het bestaande fietspad aan de westoever zal worden verbreed en er zal een voetpad naast worden gelegd.

Middeltiend tot Heerstaaien

Er is gekozen voor variant C in dit traject met beschikbaarheid van grond als beperkende factor. Bij variant D werd de stuw verwijderd, maar daarmee kwam ook de gewenste brugfunctie te vervallen. Omdat een brug hier noodzakelijk is, is er mede vanuit financieel oogpunt voor gekozen om de stuw te handhaven en de meander er omheen te leiden (de drempel in de stuw is te hoog om de meander door de stuw te leiden). Verder geeft variant D meer overstroming van landbouwgrond ten zuiden van de stuw. Om toch voldoende meanderlengte in de nieuwe hoofdloop te brengen wordt op het relatief korte traject tussen de Middeltiend en stuw Galder een meander aangelegd op de westoever. Een meander op de westoever heeft bovendien als voordeel dat het potentiële kwelgebied op de oostoever wordt ontzien. Direct benedenstrooms van stuw Galder steekt de meander over naar de oostoever. Daarbij gaat de meander door een particulier bosje en schuurt deze tegen de donk van Heerstaaien, waardoor de donk geaccentueerd wordt.

De meander op de westoever (ruim 300 meter lang) wordt permanent stromend gemaakt door een dam aan te leggen in de huidige Boven Mark. Door de dam aan de noordzijde van de hoogwatergeul aan te leggen, wordt het waterpeil in de natte natuurparel nog wat extra verhoogd. Bovendien wordt de bodem van de hoogwatergeul verhoogd. Met het oog op toekomstig beheer is hier gekozen om in deze strook een beekbegeleidend bos te laten ontwikkelen. Langs de Koereit is nog een oude verkaveling aanwezig. De ooit, met dichte beplanting omgeven weitjes, worden in ere hersteld.

De meander op de oostoever (600 m meter lang) wordt permanent stromend gemaakt door de huidige Markstuw, die een vaste kruinhoogte van 2,5 mNAP krijgt. De bovenstrooms gelegen hoogwatergeul wordt verondiept tot en de oostoever wordt glooiend aangelegd.

Daarbij gaat de meander door een particulier bosje en schuurt deze tegen de donk van Heerstaaien, waardoor de donk geaccentueerd wordt. Om dit te benadrukken zal een deel van het laaggelegen bos worden verwijderd.

Heerstaaien

Hier is gekozen voor een variant dat het meest op variant D lijkt. Bij variant C was een lang tweefasenprofiel ingetekend. Dat bleek niet haalbaar bij de stuw Galder. De forse meander en moerasachtige laagte biedt hier veel kansen voor gevarieerde natuur en een afwisselend landschap. Bij Heerstaaien steekt de meandering over naar de westoever om daar aan te sluiten op de historische meander, die momenteel niet aangesloten is. De historische meander (300 meter lang) wordt verlengd met ca. 150 meter. Vanuit landschappelijk oogpunt en om meer variatie in het rivierdal aan te brengen, wordt de huidige loop omgevormd tot een moerassige laagte. Vervolgens wordt nog een nieuwe meander op de oostoever gegraven.

Vervolgens wordt een nieuwe meander op de oostoever gegraven van 300 meter lang. De huidige loop ter hoogte van deze meander wordt gedempt en in de binnenbocht van deze meander ontstaat een moerassige laagte. Direct ten zuiden van deze meander komt een nieuwe brug voor fietsers, wandelaars en menners.

Het contrast tussen hoog en laag kan hier optimaal worden beleefd door de beplante donk van Heerstaaijen en de moerassige laagte ten zuiden ervan. Vanuit verschillende standpunten dienen hier zichtassen open te blijven.

Heerstaaien tot bestaande meander bij Galder

In dit traject is voor geen van beide varianten gekozen. In variant D is geëxperimenteerd met een V-vormige laagte, waarbinnen de Mark meandert. Dit op verzoek van de werkgroep landschap en cultuurhistorie. Het verschil met een twee fasen profiel is dat er bij de V-vormige laagte minder grondverzet wordt gepleegd. Dat gaf echter veel peilverhoging naar de omliggende landbouw en ook in België. Variant C (en overigens ook D) gaf geen goed resultaat voor de KRW (stroomsnelheid lag te laag).

Daarom is hier gekozen voor een hoogwatergeul oplossing, waarbij de hoogwatergeul op de westoever is geprojecteerd, zodat de oostoever beschikbaar is als grote natuur eenheid. Om een sterke toename van de overstromingen in België te voorkomen blijft de bestaande loop grotendeels als hoogwatergeul gehandhaafd. De oostoever van de toekomstige hoogwatergeul wordt afgevlakt en de hoogwatergeul wordt verondiept De waterdiepte in de hoogwatergeul zal in de toekomst in de zomer ongeveer 1 meter zijn. Aan de zuidzijde van de hoogwatergeul is een bestaande dam aanwezig waardoor de meander permanent watervoerend is. Om verdroging tegen te gaan wordt ook aan de noordzijde van de hoogwatergeul een dam aangelegd.

Op de oostoever is een groot aaneengesloten stuk grond beschikbaar voor natuurontwikkeling. De historische loop lag voor een groot deel op de oostzijde van het rivierdal. In het VKA is ervoor gekozen om op deze gronden geen meanders aan te leggen, maar een grootschalig hooiland/weiland te ontwikkelen. Mogelijk komt hier straks kwel in de wortelzone. De aanwezige kwel in dit perceel is lokaal van aard en dus jong. Door plaatselijke afgraving wordt wel gerefereerd naar de historische meanders die hier ooit hebben gelegen, voor de kanalisatie van de rivier en de egalisatie van het rivierdal. Nieuwe beplanting wordt gebruikt om de verkaveling loodrecht op de Mark en om de nieuwe laagtes te benadrukken.

Op de westoever wordt een lange meander van ca. 900 meter gerealiseerd. Deze oever is lager dan de oostoever en de nieuwe meander kan aansluiten op de bestaande meander bij Galder. Aangezien de nieuwe meander aan de westzijde wordt gerealiseerd, zal het fietspad ook in westelijke richting moeten opschuiven. Het voetpad komt hier parallel aan te liggen.

LITERATUURLIJST

Agentschap voor Natuur en Bos. (sd). *Heesbossen*. Opgeroepen op juli 4, 2018, van Natura2000 Vlaanderen: https://www.natura2000.vlaanderen.be/gebied/heesbossen

Arcadis. (12 januari 2017a). *Bureauonderzoek Archeologie Markdal, Gem. Breda en Alphen-Chaam (NB).*

Arcadis. (12 januari 2017b). *QuickScan Flora & Fauna Markdal.*

Arcadis. (19 december 2017). *Aerius-berekening. Rode ontwikkelingen Markdal.*

Arcadis. (2 juni 2017). *Analyse bodemkwaliteit interessegebied Markdal.*

Arcadis. (2017). *Raming Voorontwerp Markdal.*

Arcadis. (2018). *Landschapsecologische systeemanalyse Markdal.*

Arcadis. (24 mei 2017a). *Herinrichting Markdal. Hydrologisch modelstudie en vooronderzoeken.*

Arcadis. (24 mei 2017b). *Watersysteemanalyse Markdal.*

Arcadis. (8 mei 2017). *Quickscan vergroten robuustheid omgeving A58.*

Deltares. (12 januari 2010). *Een onderzoek naar de ondergrond en (grond-)watersituatie in relatie tot de herontwikkeling van landgoed De Klokkenberg.*

Gemeente Breda. (n.b.). *Erfgoed in context. ErfgoedVisie Breda 2008-2015.*

Kiden, P., & Verbruggen, C. (2001). Het verhaal van een rivier: de evolutie van de Schelde na de laatste ijstijd. In J. Bourgeois, G. Crombé, G. De Mulder, & M. Rogge, *Een duik in het verleden. Schelde, Maas en Rijn in de pre- en protohistorie.*

Massop e.a. (2018). *Buisdrainagekaart 2015. Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmeting van 2012.* Alterra-rapport 2700 ISSN 1566-7197.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (sd). *Ulvenhoutse Bos*. Opgeroepen op juli 4, 2018, van Natura 2000: https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=1&id=n2k129

Provincie Noord-Brabant. (2017a). *Nadere regels Verordening ruimte - Markdal. Concept.*

Provincie Noord-Brabant. (2017b). *Nadere regels Verordening ruimte - Markdal (toelichting). Concept.*

Studie Wolverine; Klees, D. (2016). *Kwel in het Markdal. Onderzoeksrapport naar locaties met kwel in het Markdal. .*

Studio Wolvering; Klees, D. (2018). *Onderbouwing realisatie NNB Markdal.*

Vereniging Markdal. (2017). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau plan-MER Herinrichting Markdal.*

Vereniging Markdal. (2018a). *Lijst van initiatieven Markdal.*

Vereniging Markdal. (2018b). *Onderbouwing herbegrenzing NNB bestemmingsplan Markdal.*

Vereniging Markdal e.a. (18 maart 2016). *Omgevingsvisie Perspectief voor het Markdal. Plan voor het Markdal in het Provinciale Meerwaardetraject.*

Vereniging Markdal e.a. (2014). *Perspectief voor Strijbeek.*

Waterschap Brabantse Delta. (15 maart 2017). *Voorkeursalternatief Markdal en de effecten op Vlaanderen.*

Waterschap Brabantse Delta. (2018). *Memo herbegrenzing natte natuurparel Markdal.*

Waterschap Brabantse Delta. (30 november 2017). *Watersysteemanalyse Boven Mark.*

COLOFON

PLANMER MARKDAL

KLANT
Vereniging Markdal

AUTEUR
Marjolijn van Lier, Leon van Ruiten

PROJECTNUMMER
C03091.000091

ONZE REFERENTIE
079927377 F

DATUM
28 januari 2019

GECONTROLEERD DOOR

Frans Dotinga
Adviseur water en milieu

VRIJGEGEVEN DOOR

Jorrit van Zanden
Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com