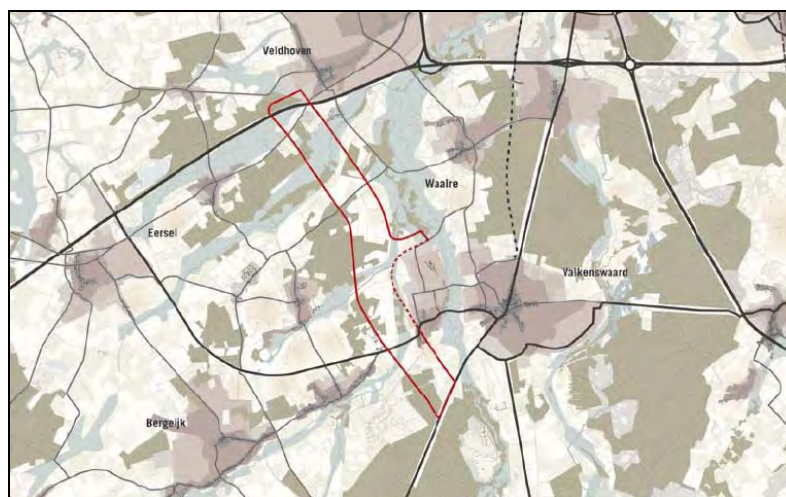




ProjectMER nieuwe verbinding Grenscorridor N69

Achtergrondrapport bodem, ondergrond en water



7 februari 2014

Verantwoording

Titel	ProjectMER nieuwe verbinding Grenscorridor N69
Opdrachtgever	Provincie Noord-Brabant
Vrijgegegeven door	ir. M.P. Boerefijn
Gecontroleerd door	ir. M.P. Boerefijn
Projectleider	ir. M.L. Verspui
Auteur(s)	ir. J. de Putter en J. Hoekstra MSc.
Projectnummer	1211681
Aantal pagina's	146 (exclusief bijlagen)
Datum	7 februari 2014
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Ruimtelijke Kwaliteit
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon +31 30 28 24 82 4
Fax +31 30 28 89 48 4

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	9
1.1 Voorgenomen activiteit	9
1.2 Dit document	11
1.3 Alternatieven en varianten nieuwe verbinding.....	11
1.4 Leeswijzer	12
2 Beleidskader bodem, ondergrond en water.....	13
2.1 Europees niveau	13
2.2 Rijksniveau	13
2.3 Provinciaal niveau	14
2.4 Regionaal niveau.....	15
3 Methode effectbeoordeling nieuwe verbinding.....	16
3.1 Inleiding	16
3.2 Onderzoeksmethodiek	16
3.2.1 Methode doorsnijding aardkundige waarden	16
3.2.2 Methode omvang grondverzet.....	17
3.2.3 Methode beïnvloeding ondergrond.....	18
3.2.4 Methode beïnvloeding grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming	20
3.2.5 Methode beïnvloeding bodemkwaliteit	23
3.2.6 Methode directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit	24
3.2.7 Methode beïnvloeding oppervlaktewaterkwantiteit.....	26
3.2.8 Methode directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit	27
4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen	29
4.1 Beschrijving huidige situatie	29
4.2 Autonome ontwikkelingen	49
5 Effecten tracéalternatieven	53
5.1 Inleiding	53
5.2 Toelichting alternatieven	53
5.2.1 Uitgangspunten ontwerp	56
5.3 Effecten tracéalternatieven.....	57

5.3.1	Criterium aardkundige waarden	57
5.3.2	Criterium grondverzet	57
5.3.3	Criterium ondergrond	57
5.3.4	Criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming	58
5.3.5	Criterium bodemkwaliteit	62
5.3.6	Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit	62
5.3.7	Criterium oppervlaktewaterkwantiteit	63
5.3.8	Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit	64
5.3.9	Samenvattende beschouwing effecten bodem, ondergrond en water	65
6	Effecten van de varianten op een extra aansluiting Dommelen	67
6.1	Toelichting op deze set varianten	67
6.1.1	Uitgangspunten verbinding Dommelen	71
6.2	Effecten	71
6.2.1	Criterium aardkundige waarden	71
6.2.2	Criterium grondverzet	71
6.2.3	Criterium ondergrond	73
6.2.4	Criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming	73
6.2.5	Criterium Bodemkwaliteit	76
6.2.6	Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit	78
6.2.7	Criterium oppervlaktewaterkwantiteit	80
6.2.8	Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit	81
6.2.9	Samenvattende beschouwing effecten bodem, ondergrond en water	84
6.3	Bandbreedte effecten overige mogelijke aansluitingsvarianten Dommelen	86
7	Effecten van de varianten op de weginpassing	89
7.1	Toelichting varianten	89
7.1.1	Uitgangspunten ontwerp	95
7.2	Effecten	96
7.2.1	Criterium Aardkundige waarden	96
7.2.2	Criterium Grondverzet	96
7.2.3	Criterium Ondergrond	97
7.2.4	Criterium grondwaterkwantiteit en -stroming	97
7.2.5	Criterium Bodemkwaliteit	100
7.2.6	Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit	100
7.2.7	Criterium oppervlaktewaterkwantiteit	102
7.2.8	Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit	103

8	Mitigatie en optimalisatie.....	105
9	Optimalisatiealternatieven en –varianten	107
9.1	Inleiding	107
9.2	Toelichting optimalisatiealternatieven	107
9.3	Effecten optimalisatiealternatieven.....	115
9.3.1	Criterium aardkundige waarden	115
9.3.2	Criterium grondverzet.....	115
9.3.3	Criterium ondergrond	116
9.3.4	Criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming	117
9.3.5	Criterium bodemkwaliteit	122
9.3.6	Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit	122
9.3.7	Criterium oppervlaktewaterkwantiteit	124
9.3.8	Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit	125
9.3.9	Samenvattende beschouwing effecten optimalisatiealternatieven	126
9.4	Toelichting optimalisatievarianten	128
9.5	Aansluiting Dommelen	128
9.6	Variant archeologisch monument Veldhoven	134
9.7	Variant ontwerpogave de Run en Keersop	136
9.8	Variant gewijzigd tracé Do ten westen van Dommelen	140
9.9	Variant lokale verbindingen	142
9.10	Variant half verdiepte ligging Braambosch	143
10	Leemten in kennis en monitoringsprogramma	145
10.1	Leemten in kennis	145
10.2	Monitoring.....	145

Bijlage(n)

- 1 Literatuurlijst
- 2 Geologisch onderzoek breuken (Rapport Deltares)
- 3 Grondwatermodellering (Rapport RHDHV)

1 Inleiding

1.1 Voorgenomen activiteit

Dit achtergrondrapport bodem, ondergrond en water maakt deel uit van het projectMER voor de nieuwe verbinding Grenschorridor N69. De hoofddoelstelling voor de Grenschorridor is tweeledig:

- De leefbaarheids- en bereikbaarheidsproblematiek in de Grenschorridor N69 (gerelateerd aan de problematiek van de huidige N69) oplossen
- De kwaliteit van landschap, natuur, water, landbouw en recreëren versterken

De 25 samenwerkende partijen van het bestuurlijk overleg Grenschorridor N69 hebben twee jaar intensief overlegd om te komen tot een totaaloplossing voor bovengenoemde doelen. Dit heeft geresulteerd in een voorkeursalternatief Westparallel Plus dat bestaat uit de volgende drie pijlers:

1. De nieuwe verbinding

Er komt een nieuwe 2 x 1-baans 80 km/uur verbinding, de 'Westparallel'. Hiervoor is in de provinciale structuurvisie een zoekgebied vastgesteld (zie figuur 1.1). Met de realisatie van deze nieuwe verbinding ontstaat een nieuwe internationale route die loopt van de grensovergang met België tot aan de aansluiting A67 Veldhoven-West voor een verbeterde bereikbaarheid van de Brainport en de economische centra van Noord-België.

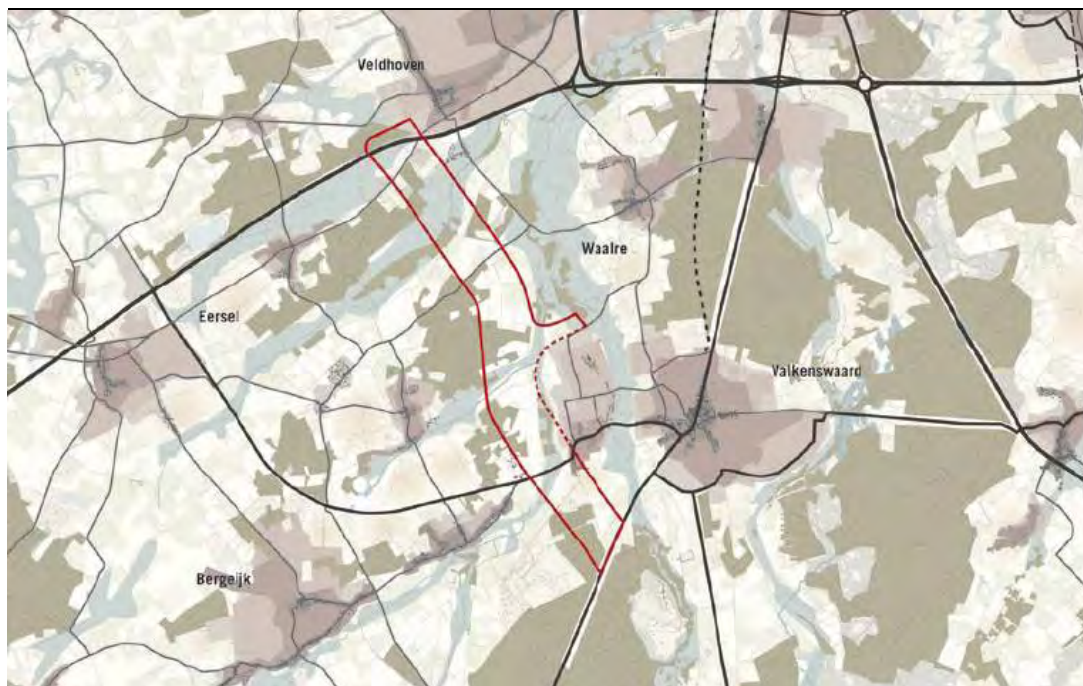
2. Gebiedsimpuls

Met de gebiedsimpuls wordt een ruimtelijke kwaliteitsverbetering gerealiseerd. Voor de gebiedsimpuls zijn vijf gebieden aangewezen (zie figuur 1.1) met ambities voor versterking van landbouw, natuur, landschap, water en recreatie. De gebiedsimpuls is aanvullend op de compensatie en mitigatie die verplicht is bij de aanleg van de nieuwe verbinding.

3. Nulplusmaatregelen

Dit is een pakket aan maatregelen dat ervoor gaat zorgen dat de doorstroming op de lokale wegen verbetert en met sluipverkeerwerende maatregelen zorgt dat de juiste verkeersstroom sneller op de juiste route komt. Dit pakket bevat ook maatregelen ter bevordering van het gebruik van fiets en (H)OV.

Het voorliggend MER heeft betrekking op de nieuwe verbinding.



Figuur 1.1 De rode contour is het zoekgebied voor de Westparallel, zoals opgenomen in de “Structuurvisie deel E Grenscorridor”. De stippellijn geeft het zoekgebied weer voor een mogelijke extra aansluiting van de Westparallel op Dommelen.

Plangebied en studiegebied

Het plangebied voor de nieuwe verbinding is met een rode contour weergegeven in figuur 1.1. Dit is het gebied dat is opgenomen in de Structuurvisie waarbinnen fysieke ingrepen plaatsvinden om het voornemen mogelijk te maken. Binnen dit plangebied liggen de alternatieven en varianten die worden beoordeeld op milieueffecten. Naast het plangebied is ook het begrip studiegebied van belang. Het studiegebied is het gebied waar effecten als gevolg van de voorgenomen activiteit, in dit geval de aanleg van de nieuwe verbinding, kunnen optreden. Het betreft het plangebied en de omgeving daarvan. Het studiegebied kan per milieueffect verschillen.

1.2 Dit document

Het voorliggende rapport is het achtergrondrapport bodem, ondergrond en water behorende bij het milieueffectrapport (MER) nieuwe verbinding Grenscorridor N69. In het MER zijn de milieu- en gezondheidseffecten van de alternatieven en varianten voor de nieuwe verbinding beschreven.

Mede op basis van het MER neemt het bevoegd gezag een besluit over het tracé en de uitvoeringswijze van de nieuwe verbinding. Er zijn verschillende achtergrondrapporten opgesteld, waarin per thema (verkeer, gezondheid, geluid, luchtkwaliteit, externe veiligheid, hinder, landschap-cultuurhistorie-recreatie, archeologie, natuur, bodem-water en landbouw) een effectbeschrijving en mogelijke mitigerende en compenserende maatregelen zijn opgenomen.

Themagroep Water

Dit rapport is opgesteld in nauwe samenspraak met de Themagroep Water. Deze themagroep voor de nieuwe verbinding is 5 keer bij elkaar geweest om (1) concept versies van dit achtergrondrapport te bespreken voor het onderdeel grondwater én (2) voor het bespreken van de grondwatermodellering welke door RoyalhaskoningDHV (2013) is uitgevoerd ten behoeve van dit achtergrondrapport. De themagroep bestond uit vertegenwoordigers van waterschap de Dommel, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, provincie Noord-Brabant, Bergeijk en Valkenswaard.

1.3 Alternatieven en varianten nieuwe verbinding

De nieuwe verbinding 'Westparallel' wordt een 80 km/uur gebiedsontsluitingsweg met 1 x 2 rijstroken. Het onderzoek in het MER richt zich op alternatieven en varianten binnen het vastgestelde plangebied die de bandbreedte dekken van te verwachten effecten. Met de term "alternatieven" worden de verschillende tracés bedoeld die ruimtelijk verspreid liggen binnen het plangebied en in het MER op effecten worden onderzocht en vergeleken. In hoofdstuk vijf worden vier tracéalternatieven onderzocht. Op verschillende manieren kan binnen een alternatief nog worden gevarieerd. Deze variaties binnen een alternatief worden aangeduid met de term "varianten" (zie hoofdstuk 6 en 7). In het MER worden varianten onderzocht, waarbij wordt gevarieerd met:

- Een nieuwe aansluiting van Dommelen op de nieuwe verbinding
- Aansluitingen op bestaande wegen
- De uitvoering van de nieuwe verbinding (hoogteligging en wegprofiel)

Op basis van de uitkomsten van het onderzoek in hoofdstuk 5 t/m 7 en de belangen in het gebied zijn door de Bestuurlijke Werkgroep nieuwe verbinding op 26 juni 2013 vijf optimalisatiealternatieven samengesteld. Aan de vijf optimalisatiealternatieven zijn kansrijke varianten gekoppeld voor een eventuele extra aansluiting bij Dommelen en inpassing van de weg. De effecten van de optimalisatiealternatieven en –varianten worden in hoofdstuk 9 onderzocht.

1.4 Leeswijzer

Het achtergrondrapport bodem, ondergrond en water is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2: beleidskader en regelgeving
- Hoofdstuk 3: methode effectbeoordeling nieuwe verbinding
- Hoofdstuk 4: huidige situatie en autonome ontwikkelingen
- Hoofdstuk 5: effecten tracéalternatieven
- Hoofdstuk 6: effecten varianten extra aansluiting Dommelen
- Hoofdstuk 7: effecten varianten weginpassing
- Hoofdstuk 8: mitigatie en optimalisatie
- Hoofdstuk 9: optimalisatiealternatieven
- Hoofdstuk 10: leemten in kennis en monitoringsprogramma

Voor een uitgebreidere beschrijving van de achtergrond van het project en overige algemene projectinformatie wordt verwezen naar het hoofdrapport MER.

2 Beleidskader bodem, ondergrond en water

Op verschillende niveaus hebben overheden in hun beleidskader aangegeven waaraan ruimtelijke ontwikkelingen moeten voldoen. Met bestaand beleid dient zo veel mogelijk rekening te worden gehouden. Daarnaast vormt wet- en regelgeving een dwingend kader bij de planvorming rond de nieuwe verbinding. In dit hoofdstuk is een overzicht opgenomen van wet- en regelgeving en van het beleid ten aanzien van het thema bodem, ondergrond en water dat relevant is voor de m.e.r.-procedure en het te nemen ruimtelijk besluit voor de nieuwe verbinding.

2.1 Europees niveau

Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water is een Europese richtlijn die tot doel heeft de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te waarborgen en te verbeteren. Hiertoe hebben de waterbeheerders oppervlaktewaterlichamen geclassificeerd. Aan de classificatie hangt een maatregelenpakket om de kwaliteit te verbeteren. De doelen per waterlichaam zijn opgenomen in de waterbeheerplannen.

2.2 Rijksniveau

Waterbeheer 21ste eeuw, Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW-actueel)

In het Nationaal Bestuursakkoord Water Actueel is een aantal inhoudelijke uitgangspunten vastgesteld voor het waterbeheer in Nederland:

- Stedelijk gebied mag niet vaker dan eenmaal per 100 jaar inunderen (overstromen) vanuit de inliggende waterlopen
- Hoogwaardige land- en tuinbouw of kassen mogen niet vaker dan eenmaal in de 50 jaar inunderen vanuit de inliggende waterlopen
- Akkerbouwgebied mag niet vaker dan eenmaal per 25 jaar inunderen vanuit de inliggende waterlopen
- Grasland mag niet vaker dan eenmaal per 10 jaar inunderen vanuit de inliggende waterlopen

Daarnaast gaat het Waterbeheer 21^{ste} eeuw uit van de trits 'vasthouden, bergen, afvoeren'.

2.3 Provinciaal niveau

Provinciaal Waterplan Noord-Brabant 2010-2015

Het Provinciaal Waterplan heeft beleidskaders die richting geven aan het waterbeleid. Deze kaders vloeien onder meer voort uit de Kaderrichtlijn Water en Natura2000. Daarin is aangegeven hoe met waterkwaliteit en ecologische waterdoelstellingen moet worden omgaan. Ook het Europese natuurbeleid en zwemwaterbeleid zijn van invloed op het provinciale waterplan. Een voorbeeld van provinciaal beleid is dat er geen permanente bemaling mag plaatsvinden om bijvoorbeeld een tunnel of verdiepte ligging droog te houden (om opbarsten/opdrijven te voorkomen). Daarnaast gaat het beleid uit van “water-neutraal-bouwen”. Dit houdt in dat negatieve effecten van nieuwe ontwikkelingen op de (grond)waterhuishouding worden voorkomen.

Op provinciaal niveau geeft de Structuurvisie ruimtelijke ordening (2010) de kaders voor het ruimtelijke beleid, zoals bijvoorbeeld voor de Ecologische Hoofdstructuur of het landelijk gebied. In het provinciale waterplan wordt expliciet rekening gehouden met de specifieke kenmerken van Noord-Brabant. Dit betekent dat bijvoorbeeld de beken en het grondwater in dit plan een belangrijke plaats hebben gekregen. Beide vormen immers de basis van de Brabantse watersystemen.

Natte Natuurparels

Natte Natuurparels zijn EHS gebieden die zijn aangewezen als zeer waardevolle natte natuurgebieden waar de geohydrologische condities van groot belang zijn voor de natuurwaarden. Het provinciale doel is: verbetering en herstel van het natuurlijke (grond- en oppervlakte-) watersysteem. Deze Natte Natuurparels maken deel uit van de EHS en zijn eerder al vastgelegd in de Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005 en in de revitaliseringsplannen met een beschermingszone van gemiddeld 500 meter. In de Natte Natuurparels en de beschermingszones (deze zijn in de Verordening ruimte Noord-Brabant gecombineerd en opgenomen als ‘attentiegebieden EHS’) gelden beperkingen in de vorm van een aanlegvergunningstelsel voor activiteiten die de grondwaterstand negatief kunnen beïnvloeden, zoals drainage en diepploegen.

Bodem in Provinciaal Milieuplan Noord-Brabant 2012-2015

In het Provinciaal Milieuplan (PMP) staat welke ambities de provincie Noord-Brabant in de periode 2012-2015 op het gebied van milieu wil waarmaken. Het Milieuplan richt zich op het realiseren van een gezonde leefomgeving. Voor het thema bodem schetst het milieuplan hoe op basis van de wettelijke taken en bevoegdheden, de provincie samen met de bevoegde gemeenten kwaliteit van de ondergrond wil verbeteren.

Het verbeteren van de bodemkwaliteit gebeurt langs twee sporen te weten: het wegnemen van onaanvaardbare risico's als gevolg van bodemverontreiniging (saneren) en het stimuleren van het duurzaam gebruik van de bodem.

Bodem in de Structuurvisie Noord-Brabant, 2010

Om de aardkundige waarden te beschermen tegen bijvoorbeeld bodemverstoringen heeft de provincie Noord-Brabant de 'Aardkundig waardevolle gebiedenkaart Noord-Brabant' opgesteld. Op deze kaart zijn 42 gebieden van provinciale of nationale betekenis opgenomen. De kaart maakt onderdeel uit van de Structuurvisie ruimtelijke ordening en de waarden krijgen extra ruimtelijke bescherming via de Verordening ruimte. Per aardkundig waardevol gebied zijn de belangrijkste kenmerken en beschermingscriteria opgesomd, bijvoorbeeld voor het opnemen en beschermen van deze waarden in het bestemmingsplan.

2.4 Regionaal niveau

Waterbeheerplan waterschap De Dommel 2010-2015

In het waterbeheerplan beschrijft het waterschap de doelen en inspanningen voor 2010-2015.

Twee onderwerpen hebben hoge prioriteit:

1. Het voorkomen van wateroverlast
2. Het herstellen van het watersysteem van Natura2000-gebieden en behalen van KRW doelen

Er is momenteel regelmatig sprake van regionale wateroverlast, zowel op de landbouwgronden als in het bebouwd gebied. Bij de beekdalen die in zeer natte perioden van oudsher overstromen worden geen overstromingsnormen toegepast, omdat overstromingen in de beekdalen behoren tot het functioneren van een natuurlijk watersysteem. Om wateroverlast toch tot een aanvaardbaar niveau te brengen zijn waterbergingsgebieden nodig.

Vanuit de gedachte van "droge voeten" worden waar nodig gestuurde waterbergingsgebieden aangelegd, zodat de kans op regionale wateroverlast en overlast op kwetsbare natuurgebieden acceptabel is. Daarnaast kiest het waterschap voor de inrichting en het beheer van watergangen voor het behalen van de ecologische doelen uit de Europese Kaderrichtlijn Water en de functies 'waternatuur' en 'verweven' uit het Provinciaal Waterplan. Dit betekent bijvoorbeeld het continueren van beekherstelprojecten en de aanleg van ecologische verbindingszones.

Keur, beleidsregels en algemene regels inrichting watersysteem 2011

De Keur is de verordening van het waterschap waarin regels zijn opgesteld voor onderhoud en handelingen in het grond- en oppervlaktewatersysteem en rondom keringen. Voor handelingen waarbij (vrijwel) geen negatieve effecten zijn te verwachten zijn beleidsregels en algemene regels opgesteld. Deze leiden voor standaard handelingen tot een verlichte motiveringsplicht maar dus niet tot een vergunningsplicht.

3 Methode effectbeoordeling nieuwe verbinding

3.1 Inleiding

Per criterium wordt in dit hoofdstuk toegelicht hoe de effectbepaling en -beoordeling is uitgevoerd. Waar relevant en mogelijk zijn de effecten kwantitatief bepaald: oppervlaktes (in ha of m², afhankelijk van de omvang van het effect), of aantallen. In de andere gevallen heeft een kwalitatieve effectbepaling plaatsgevonden. Na het bepalen en beschrijven van de effecten worden deze vertaald naar een kwalitatieve score. Voor de effectbeoordeling wordt voor alle milieuthema's gebruik gemaakt van de volgende 5-puntsschaal.

Tabel 3.1 Effectbeoordeling ten opzichte van de referentiesituatie

++	Positief
+	Beperkt positief
0	Neutraal
-	Beperkt negatief
--	Negatief

Voor de beoordeling van de effecten zijn per toetsingscriterium klassengrenzen vastgesteld. De klassengrenzen zijn bepaald door rekening te houden met de reikwijdte van alle onderzoeksresultaten en de mate van het effect. Dit wordt hierna per criterium toegelicht.

Indien nodig wordt ook een tussenbeoordeling zoals 0/- of 0/+ toegepast, als het een licht negatief of positief effect betreft.

3.2 Onderzoeksmethodiek

3.2.1 Methode doorsnijding aardkundige waarden

Aardkundige waarden zijn onderdelen in het landschap die iets vertellen over de natuurlijke ontstaanswijze van het gebied, zoals een dekzandrelief of een beekdal. Deze zijn vaak nog zichtbaar in het landschap en op de hoogtekkaart. Bij doorgraving van de bodem met een wegtracé kunnen aardkundige waarden permanent worden aangetast. Hoe groter de doorsnijding van gebieden met aardkundige waarden, hoe groter het potentiële negatieve effect.

Gegevens

Bij de provincie Noord-Brabant is de aardkundige waardevolle gebieden kaart opgevraagd. Hierin staan de beschermde objecten vermeld inclusief een beschrijving van de specifieke (wetenschappelijke) waarde. Tevens zijn de actuele geologische processen beschreven die nu in deze gebieden optreden.

Effectbepaling

Per tracé is onderzocht of er gebieden met aardkundige waarden worden doorsneden. In GIS is het doorsneden oppervlak berekend.

Werkwijze beoordeling

In tabel 3.2 is de beoordeling weergegeven van het aspect aardkundige waarden.

Tabel 3.2 Beoordeling aardkundige waarden

Klasse-indeling	Score	beoordeling
n.v.t.	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
n.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
0 ha	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
0,1 – 1	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
> 1 ha	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect

3.2.2 Methode omvang grondverzet

Voor het aanleggen van een weg is een fundering (bv. een zandbed) noodzakelijk om voldoende draagvermogen te creëren. In sommige varianten komt de weg verdiept of verhoogd te liggen. Afhankelijk van de grondsoort en de huidige maaiveldhoogte wordt het bestaande maaiveld afgegraven (bijvoorbeeld een kleilaag) of opgehoogd (bijvoorbeeld het zandbed). Daarnaast wordt in sommige alternatieven aan de randen van het wegprofiel een afwateringssloot gegraven of een grondwal aangelegd. De provincie heeft als beleid om af te graven grond zoveel mogelijk binnen het project te gebruiken of anders elders nuttig toe te passen (bijvoorbeeld met behulp van de provinciale grondbank).

De verstoring van het natuurlijk maaiveld is een permanent effect. Dit treedt bij alle alternatieven en varianten op. De verstoring is het grootste bij een verdiepte aanleg. Daarnaast is er een tijdelijk effect: naarmate meer grondverzet plaats moet vinden zal een (tijdelijke) toename van vrachtransport en eventuele overlast plaatsvinden.

Gegevens

Er wordt gebruik gemaakt van de toekomstige wegprofielen en uitgangspunten m.b.t. de engineering van de nieuwe weg.

Effectbepaling

Er is per alternatief globaal berekend, hoeveel grond er moet worden aangevoerd en moet worden afgevoerd. Deze grondstromen zijn afzonderlijk van elkaar bekeken.

In de berekeningen is worstcase geen rekening gehouden met het hergebruiken van de af te graven grond. Er wordt dan ook gesproken over grondverzet, niet over een grondbalans.

Nadrukkelijk wordt opgemerkt dat het om een indicatieve berekening gaat met als belangrijkste doel een onderlinge vergelijking van de alternatieven en varianten. Meer gedetailleerde berekeningen worden uitgevoerd tijdens de volgende projectfase (voorbereiding realisatie).

Tabel 3.3 Beoordeling grondverzet

Klasse-indeling	Score	beoordeling
n.v.t.	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
n.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
< 100.000 m ³	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
100.000 – 1.000.000 m ³	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
> 1.000.000 m ³	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect

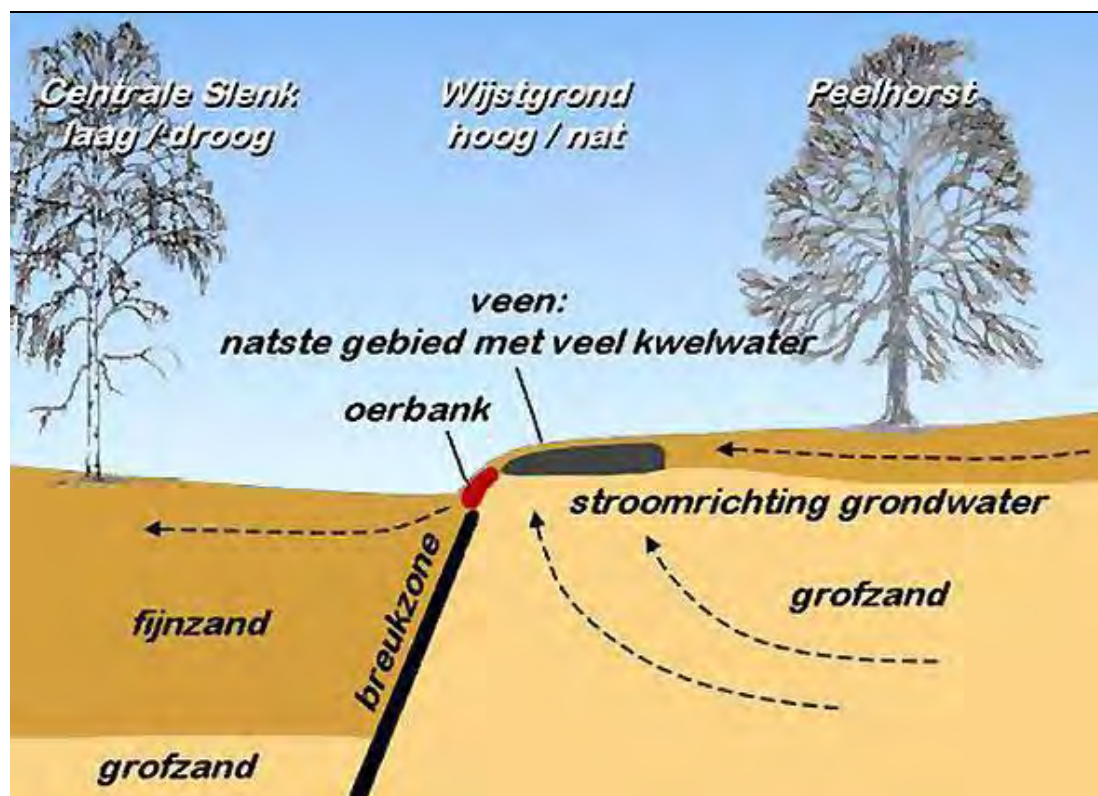
3.2.3 Methode beïnvloeding ondergrond

Doorsnijding breuken

Geologische breuken kunnen één of meerdere van de volgende wezenlijk kenmerken bevatten (zie figuur 3.1):

- Hoogteverschil
- Nat aan de hoge zijde van de breuk, droog aan de lage zijde
- Niet-beekdal gebonden veen of eerdgronden
- Lineaire ijzeroerafzettingen
- Kwelindicatoren
- Een weerstand tegen grondwaterstroming tussen de ene en andere zijde van de breuk (met als consequentie een sprong in de grondwaterstand)
- Lineaire sediment sprong

Uit onderzoek van Deltares (2013), dat ten behoeve van dit MER is opgesteld, blijkt dat alleen dit laatste kenmerk (lineaire sediment sprong) aantoonbaar voorkomt in het plangebied (zie bijlage 2).

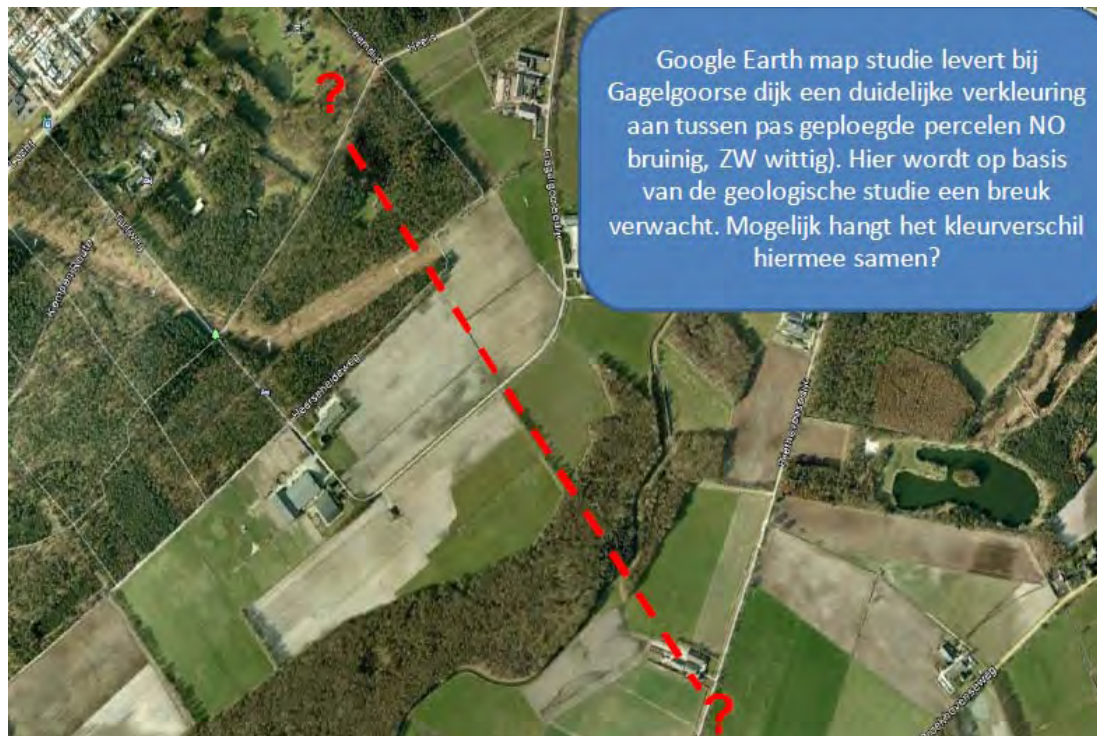


Figuur 3.1 Schematische weergave van een breuk en wijstverschijnselen (het hoog gelegen deel heeft een hogere grondwaterstand dan het lager gelegen gedeelte)

Werkwijze beoordeling lineaire sedimentsprong

Bij dit criterium wordt beoordeeld in hoeverre de alternatieven en varianten een effect hebben op de aanwezigheid en zichtbaarheid van de lineaire sedimentsprong. Uit onderstaande luchtfoto lijkt deze sprong op een luchtfoto zichtbaar. Overigens is deze overgang in het veld niet duidelijk waarneembaar omdat de “sprong” daarvoor te geleidelijk verloopt.

Het effect is negatief beoordeeld als de aanwezigheid en herkenbaarheid van de sedimentsprong wordt aangetast door de nieuwe verbinding.



Figuur 3.2 Indicatie van de lineaire sedimentsprong (Deltares 2013)

3.2.4 Methode beïnvloeding grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming

Bij dit criterium gaat het om eventuele effecten op de grondwaterstand en/of de stroming van het grondwater. Een eventueel effect op de grondwaterstand kan leiden tot nat- of juist droogteschade op gebruiksfuncties zoals landbouw of natuur. Een eventueel effect op de grondwaterstroming kan bij grondwaterafhankelijke natuurgebieden leiden tot een wijziging van de (grond)waterkwaliteit als daardoor kwelstromen veranderen.

Relatie met effecten op grondwaterkwaliteit

De nieuwe verbinding kan een direct en een indirect effect hebben op de kwaliteit van het grondwater. Bij het directe effect gaat het om de verspreiding van weggerelateerde stoffen naar het grondwater. Deze effecten worden beschouwd bij het criterium "directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit" (zie paragraaf 3.2.6). Bij het indirecte effect gaat het om een wijziging van de grondwaterkwaliteit als gevolg van een wijziging in de grondwaterstroming (met name kwel) door bijvoorbeeld nieuw te realiseren watergangen langs het tracé en/of een eventuele (half) verdiepte ligging. Deze indirecte effecten op de grondwaterkwaliteit maken onderdeel uit van het criterium dat in deze paragraaf is beschreven (vanwege de relatie met het effect op de grondwaterstroming).

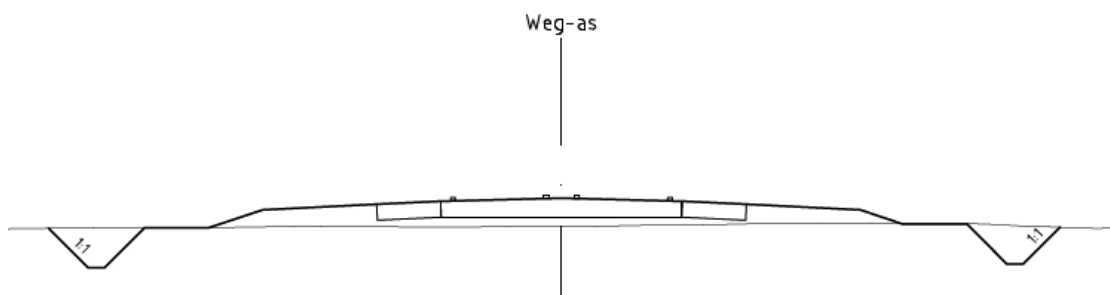
In de paragrafen hieronder worden vijf potentiële ingrepen beschreven die een effect kunnen hebben op de grondwaterstand en/of de grondwaterstroming (inclusief afgeleid effect daarvan op de grondwaterkwaliteit).

Watergangen langs het tracé

Het standaard wegprofiel dat door de provincie wordt gehanteerd voor een provinciale weg op maaiveld is weergegeven in Figuur 3.3. Een onderdeel van dit profiel zijn watergangen aan beide zijden van de weg waarbij wordt uitgegaan van een bodem van de watergang op circa 1,5 m minus maaiveld. Deze watergangen dienen een tweeledig doel:

- Realiseren van voldoende ontwateringsdiepte onder de weg om vorstschade te voorkomen
- Opvangen van overtollig neerslagwater dat niet infiltreert in de wegberm

De watergangen kunnen een infiltrerende of drainerende werking hebben en dus een invloed op de grondwaterstand en de grondwaterstroming. Voor het bepalen van de effecten wordt gebruik gemaakt van de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) omdat dit voor (natte) natuurwaarden een belangrijke indicator is.



Figuur 3.3 Standaard wegprofiel

Doorsnijding grondwatersprong

In de vorige paragraaf is toegelicht dat een grondwatersprong één van de kenmerken kan zijn van een breuk. Bij een dergelijke grondwatersprong is sprake van hoge grondwaterstanden en/of kwel. Bij de effectbeoordeling is geanalyseerd of en in welke mate doorsnijding van een grondwatersprong is te verwachten.

Bemaling

Bij de aanleg van de weg kan het voorkomen dat de uit te graven grond tot op of zelfs beneden het natuurlijke grondwaterniveau reikt. Dan vindt er grondwaterbemaling plaats (droge ontgraving) of er wordt gewerkt met bijvoorbeeld onderwaterbeton (natte ontgraving). Bij een droge ontgraving kan het tijdelijk onttrekken van grondwater van invloed zijn op de omgeving. De belangrijkste effecten zijn zetting van gebouwen of infrastructuur, verdroging van bijvoorbeeld landbouwgrond en verstoring van kwelgevoede natuur (onder andere Natte Natuurparels).

Kwalitatief is beoordeeld in welke mate negatieve effecten van tijdelijke bemaling bij de aanleg van de weg kunnen optreden. Indien een tracé verlaagd wordt aangelegd tot op of onder het grondwatervniveau zijn de potentiële effecten groter dan een aanleg 'in den droge'.

Ondergrondse constructies

Ondergrondse constructies zoals een (half)verdiepte ligging kunnen een effect hebben op de grondwaterstanden en/of de grondwaterstroming. Bovenstrooms van de constructie kan opstuwing optreden met een verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. Benedenstrooms kan een verlaging van de grondwaterstand optreden eventueel in combinatie met een afname van de kwel. In lijn met de Notitie Reikwijdte en Detailniveau zijn de te verwachten effecten ingeschat in nauw overleg met Deltares, het waterschap en de provincie (expertkennis).

Infiltratie regenwater

Tot slot wordt de infiltratie van regenwater beïnvloed als gevolg van de aanleg van verhard oppervlak. Er gelden de volgende opties:

- Verhoogde ligging bij kruising van een beekdal: afvoer van regenwater naar een locatie/watergang buiten het beekdal om eventuele verontreiniging van het oppervlaktewater in het beekdal te voorkomen
- Verhoogde ligging buiten het beekdal: infiltratie van regenwater in de naastgelegen berm (of in de naastgelegen watergang bij hevige neerslag)
- Ligging op maaiveld: infiltratie van regenwater in de naastgelegen berm (of in de naastgelegen watergang bij hevige neerslag)
- (half)verdiept: oppompen van het water en lozing op daarvoor geschikte watergangen (eventueel na een voorzuivering)¹.

Werkwijze beoordeling

Zoals hierboven beschreven kan de nieuwe verbinding op vijf manieren een effect hebben op de grondwaterstand en/of de grondwaterstroming (en daarmee indirect ook een effect op de grondwaterkwaliteit). Geredeneerd vanuit het principe van waterneutraal bouwen is een verlaging van de grondwaterstand $\geq 0,05$ m in alle gevallen als negatief beoordeeld². Als een dergelijke verlaging zich voordoet in Natte Natuurparels dan is het effect als zeer negatief beoordeeld omdat er vanuit het beleid extra belang wordt gehecht aan een goede (grond)waterhouding in deze gebieden. Tevens is sprake van een zeer negatief effect als de omvang van de diepe kwel naar een Natte Natuurparel afneemt omdat met name deze diepe kwel noodzakelijk is voor een goede (grond)waterkwaliteit in deze gebieden.

¹ Lozen onder natuurlijk verval is niet mogelijk vanwege de diepte van een half verdiepte ligging en verdiepte ligging op respectievelijk 3 en 6 m minus maaiveld.

² Als klassegrens is een effect van $>0,05$ m gehanteerd. Deze klassegrens is een veel gebruikte grens om aan te geven of er wel of niet sprake is van een significant effect, mede in verband met geldende (model)onzekerheden. Een kleinere omvang (bijvoorbeeld 0,02 cm) is niet realistisch omdat bij de effectbeoordeling gebruik wordt gemaakt van expert kennis.

(on)diepe kwel

Kwel is grondwater dat vanuit de ondergrond omhoog stroomt naar het maaiveld en/of watergangen. Overeenkomstig de systeemanalyse van bureau Waardenburg (2009) wordt in deze rapportage onderscheid gemaakt tussen ondiepe kwel en diepe kwel. Met “diepe kwel” wordt in dit rapport kwelwater bedoeld dat (bijna) niet antropogeen is beïnvloed. Dit is grondwater dat soms honderden jaren oud is, of is geïnfiltreerd in relatief schone gebieden zoals nabijgelegen bossen. Met “ondiepe kwel” wordt kwelwater bedoeld dat antropogeen is beïnvloed, bijvoorbeeld door meststoffen. Dit grondwater is meestal jonger, bijvoorbeeld enkele jaren tot decennia, en is geïnfiltreerd in de nabijheid van het gebied waar omhoog kwel. De grondwaterkwaliteit in natte natuurgebieden is met name gebaat bij diepe kwel in mindere mate ook met ondiepe kwel.

Tabel 3.4 Beoordeling grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming

Klasse-indeling	Score	beoordeling
Verhoging van de grondwaterstand in een Natte Natuurparel en/of toename van diepe kwel naar een Natte Natuurparel	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
n.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
Geen of zeer beperkte effecten op grondwater	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
Verandering van de grondwaterstand ($\geq 0,05$ m) buiten een Natte Natuurparel en geen afname van diepe kwel naar een Natte Natuurparel	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
Verlaging van de grondwaterstand ($\geq 0,05$ m) in een Natte Natuurparel en/of afname van diepe kwel naar een Natte Natuurparel	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect

3.2.5 Methode beïnvloeding bodemkwaliteit

De nieuwe weg kan mogelijk bestaande bodemverontreinigingen doorsnijden. In het kader van de Wet op de Bodembescherming wordt deze activiteit als bodemsanering gezien waarmee ook de geldende procedures rondom saneringen gevolgd dienen te worden. Dit houdt in dat de doorsneden bodemverontreiniging gesaneerd moet worden. Defacto is de sanering van bodemverontreinigingen een activiteit waardoor de bodem schoner wordt. Hiermee wordt het effect dus positief beoordeeld. Het effect treedt permanent op.

Werkwijze beoordeling

Bij de provincie Noord-Brabant is informatie over bekende bodemverontreinigingen opgevraagd. De alternatieven en varianten zijn beoordeeld op de doorsnijding van bodemverontreinigingen in m². In tabel 3.5 is de beoordeling weergegeven van het aspect bodem en grondwaterkwaliteit.

Tabel 3.5 Beoordeling bodemkwaliteit

Klasse-indeling	Score	beoordeling
n.v.t.	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
n.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
0-1 ha	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
1-10 ha	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
> 10 ha	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect

3.2.6 Methode directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Bij dit criterium gaat het om de directe beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door de verspreiding van weggerelateerde stoffen én om de directe beïnvloeding van aanwezige grondwaterverontreinigingen.

Grondwaterverontreinigingen

Het mogelijk aantrekken van grondwaterverontreinigingen als gevolg van grondwaterbemalingen is een negatief effect. Dit kan optreden indien bij een (grote) bemaling grondwater wordt onttrokken. Hierdoor kan verplaatsing van een verontreinigingspluim plaatsvinden. Dit effect treedt op tijdens de realisatiefase maar kan leiden tot een permanente verplaatsing van de verontreiniging.

Afstromend wegwater en verwaaiing

Wegwater kan verontreinigd zijn met pek en verkeersgerelateerde microverontreinigingen. Dit wegwater infiltreert in de bodem naast de weg, infiltreert in de watergangen naast de weg (bij hevige neerslag) of verwaait met de wind. Als een dergelijk effect zich voordoet op een Natte Natuurparel dan is het effect als zeer negatief beoordeeld omdat er vanuit het beleid extra belang wordt gehecht aan een goede (grond)waterkwaliteit in deze gebieden.

Werkwijze beoordeling

Bij de provincie Noord-Brabant zijn bekende grondwaterverontreinigingen opgevraagd. Bij de beoordeling is gelet op de afstand tot de bemaling en de mobiliteit van de verontreiniging. Het effect van afstromend wegwater en verwaaiing is bepaald door rekening te houden met de afstand van de weg tot aan Natte Natuurparels omdat dit de gebieden zijn die het meest kwetsbaar zijn voor grondwaterverontreinigingen.

In tabel 3.6 is de beoordeling weergegeven van het aspect grondwaterkwaliteit.

Tabel 3.6 Beoordeling directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Klasse-indeling	Score	Beoordeling
• N.v.t.	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
• N.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
• Geen of zeer beperkte verplaatsing van grondwaterverontreinigingen	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
• (Vrijwel) Geen verwaaiing van wegwater naar Natte Natuurparel		
• Geen of beperkte verslechtering van de grondwaterkwaliteit door infiltratie van wegwater		
• Verplaatsing van mobiele grondwaterverontreiniging binnen de invloedssfeer van de bemaling	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
• Beperkte verwaaiing van wegwater naar Natte Natuurparel		
• Verslechtering grondwaterkwaliteit door infiltratie van wegwater		
• Grote verplaatsing van omvangrijke zeer mobiele grondwaterverontreinigingen als gevolg van de bemaling	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect
• Grootschalige verwaaiing van wegwater naar Natte Natuurparel		
• Sterke verslechtering grondwaterkwaliteit door infiltratie van wegwater		

3.2.7 Methode beïnvloeding oppervlaktewaterkwantiteit

Oppervlaktewater (effect op hoofdwatergangen bij normaal peil)

Als gevolg van de aanleg van de nieuwe weg worden enkele waterlopen/overstromingsgebieden gekruist. Bij dit criterium gaat het om het effect op de waterafvoer bij situaties met een normaal waterpeil.

Waterberging (effect op hoofdwatergangen bij hoog peil)

De alternatieven en varianten van de nieuwe weg doorkruisen huidige overstromingsgebieden in het dal van de Run en de Keersop. Het gaat om gebieden die van nature overstromen in de huidige situatie³. Hierdoor wordt de hoeveelheid water die geborgen kan worden tijdens een hoogwaterperiode beïnvloed. Dit effect is permanent.

Afwatering & Ontwatering (overige watergangen)

De lokale waterhuishouding kan worden beïnvloed door:

- Het aanpassen (bijvoorbeeld dempen of verleggen) van kleine watergangen die worden gekruist door de weg
- Het graven van een watergang aan beide zijden van het wegprofiel

Als gevolg van deze aanpassingen kan er lokaal een andere ontwatering (slootpeil) optreden. Dit effect treedt permanent op.

Werkwijze beoordeling

De verandering in oppervlaktewater is bepaald op basis van een indicatie van het benodigde aantal pijlers en het oppervlak te dempen of te graven water.

Het verlies aan waterberging is bepaald door een indicatieve berekening van het ruimtebeslag (oppervlak aan pijlers + grondlichaam).

De verandering in afwatering en ontwatering is kwalitatief beoordeeld en scoort negatief indien er concrete opstuwing van waterlopen te verwachten is of significante verslechtering van de ontwaterings situatie. Het aspect scoort neutraal indien er geen opstuwing plaatsvindt en de ontwatering gelijk blijft. In tabel 3.7 is de beoordeling weergegeven van het aspect oppervlaktewaterkwantiteit.

³ Het gaat dus om de huidige "natuurlijke" waterberging en niet om een eventuele toekomstige gestuurde waterberging (welke groter is dan de huidige natuurlijke waterberging). Over de gestuurde waterberging is nog geen formeel besluit genomen door het waterschap

Tabel 3.7 Beoordeling oppervlaktewaterkwantiteit

Klasse-indeling	Score	beoordeling
• n.v.t.	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
• n.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
• < 0,1 ha verlies oppervlaktewater	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
• < 0,1 ha verlies waterberging		
• Zeer beperkte opstuwing waterlopen en beperkte lokale verstoring waterhuishouding		
• 0,1 - 1 ha verlies oppervlaktewater	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
• 0,1 - 1 ha verlies waterberging		
• Opstuwing waterlopen en lokale verstoring waterhuishouding		
• > 1 ha verlies oppervlaktewater	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect
• > 1 ha verlies waterberging		

3.2.8 Methode directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Bij dit criterium gaat het om de directe beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit door de verspreiding van weggerelateerde stoffen middels lozing, afstroming en verwaaiing.

Werkwijze beoordeling

De beoordeling voor dit aspect hangt af van de omvang van de weggerelateerde vervuiling én de kwetsbaarheid van het gebied. Daarbij geldt dat een rechtstreekse lozing van wegwater op een watergang het meest omvangrijk is gevolgd door uitspoeling en verwaaiing. De meest kwetsbare gebieden zijn de Natte Natuurparels.

In tabel 3.8 is de beoordeling weergegeven van het aspect oppervlaktewaterkwaliteit.

Tabel 3.8 Beoordeling directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Klasse-indeling	Score	Beoordeling
n.v.t.	++	Het voornemen leidt tot een sterk positief effect
n.v.t.	+	Het voornemen leidt tot een positief effect
- Lozing: geen lozing - Verwaaiing en afstroming: geen significante verwaaiing of afstroming in NNP	0	Het voornemen leidt tot een nihil of neutraal effect
- Lozing: ongezuiverde lozing buiten NNP of gezuiverde lozing in NNP - Verwaaiing en afstroming: beperkte afstroming of verwaaiing naar wateren in NNP	-	Het voornemen leidt tot een negatief effect
- Lozing: ongezuiverde lozing in NNP - Verwaaiing en afstroming: grootschalige afstroming of verwaaiing naar dichtbij gelegen stagnante wateren in NNP	--	Het voornemen leidt tot een sterk negatief effect

4 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

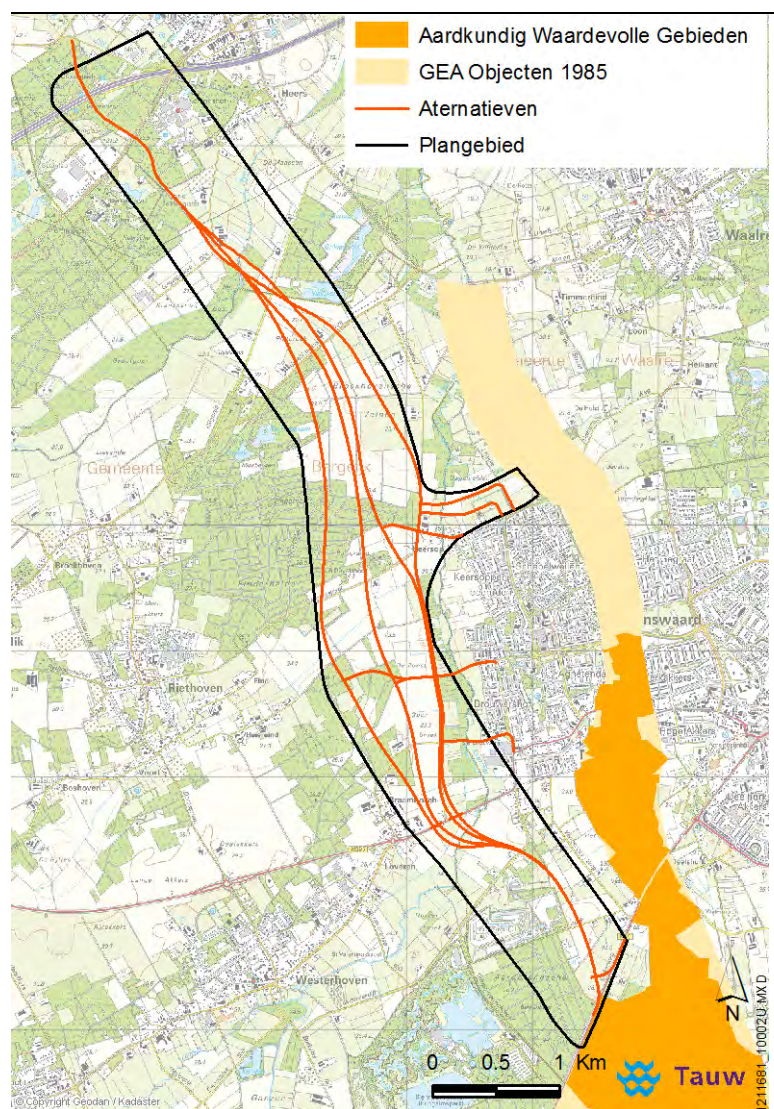
In de referentiesituatie is de huidige situatie van het plangebied en omgeving aangevuld met de autonome ontwikkeling tot en met 2025. De autonome ontwikkeling omvat de ontwikkelingen die plaats vinden als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd. De milieueffecten van de voorgenomen ontwikkelingen worden beoordeeld ten opzichte van deze referentiesituatie.

4.1 Beschrijving huidige situatie

Dit hoofdstuk beschrijft voor de ondergrond, de bodem en het (grond)water de huidige situatie. Voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar de rapportage van de grondwatermodellering voor de N69 (bijlage 3, RoyalhaskoningDHV, 2013).

Aardkundige waarden

Binnen de corridor zijn geen aardkundige waarden aanwezig. Ten zuidwesten van de corridor, aan de overzijde van de huidige N69 ligt een aardkundig waardevol gebied. Dit gebied is 361 ha groot en strekt zich vanuit Valkenswaard richting Natuurreserveaat “De Malpie”. Het is aangewezen als een aardkundig waardevol gebied. Binnen het gebied bevinden zich beekdalen, een dekzandreliëf en stuifzandduinen.



Figuur 4.1 Ligging Aardkundige waarden

Bodem en ondergrond

De nieuwe weg ligt op het Brabants plateau en doorsnijdt het beekdal van de Run en het beekdal van de Keersop. Beide beken vormen onderdeel van de bovenloop van de Dommel. Het plateau bestaat uit dekzand en het bodemtype bestaat hier uit haar- en veldpodzolen en duinvaaggronden. Ter plaatse van de beekdalen komen enige beekdalafzettingen voor, bestaande uit beekerdgronden en moerige eerdgronden (enige beekdalbodems).

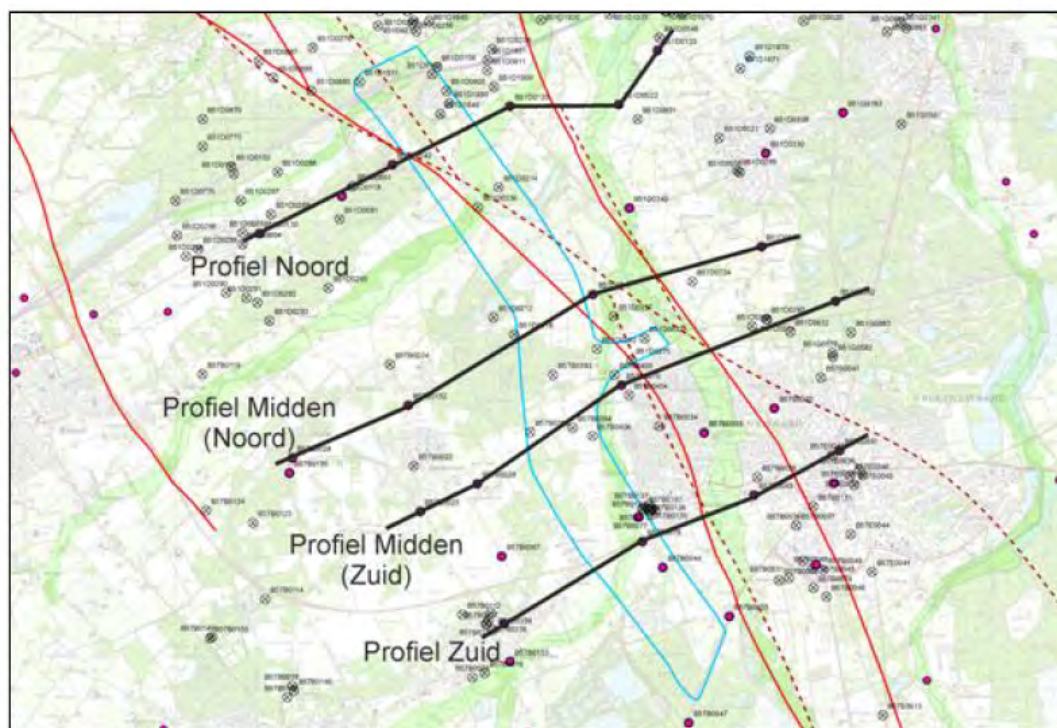
De ondiepe bodemopbouw varieert ruimtelijk sterk, deels als gevolg van natuurlijke processen en deels als gevolg van lokale herinrichtingmaatregelen. Dat betekent dat effecten van een wegconstructie lokaal verschillend kunnen uitwerken. Voor de diepe ondergrond is het beeld eenduidiger.

Tabel 4.1 Geohydrologische schematisatie

Laag	Geologisch eenheid	KD (m ² /dag)	C (dagen)	Onderzijde (m NAP)
1	Form. Van Bortel	100	10	15
2	Form. Van Stamproy - Sterksel	350	10-1700	0
3	Form. Van Stamproy - Sterksel	600	10-200	-30
4	Form. Van Stamproy - Sterksel	1000	Nvt	-75

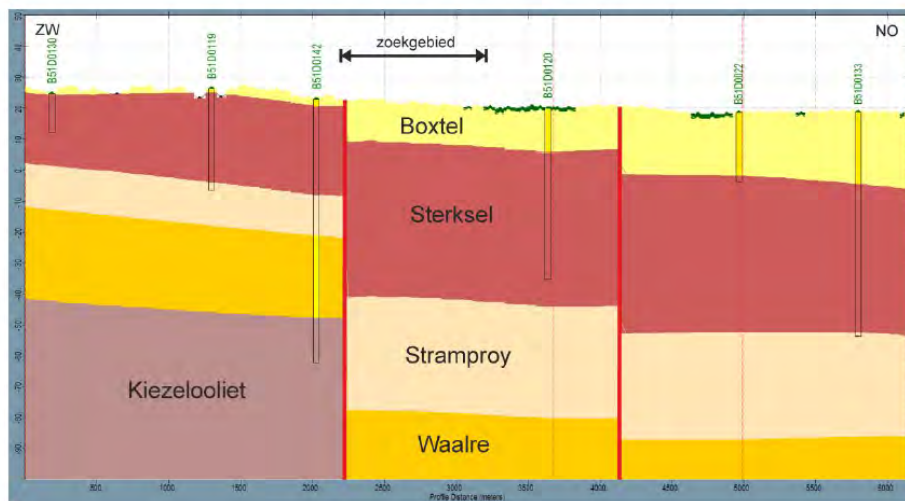
De watervoerende lagen variëren ruimtelijk in KD-waarde (=doorlaatvermogen van de ondergrond). Voor deze eerste inschatting is een gebiedsgemiddelde genomen. De breukzones geven scherpe overgangen in laagdikte. Volgens het TNO onderzoek zijn er geen belangrijke laterale effecten van de breuken gevonden omdat de doorlatendheid van de aan elkaar grenzende formaties groot is. Wel zijn in het noordwesten van het plangebied gronden met wijstverschijnselen aangetroffen. Dat is een natte grondwatertoestand die het gevolg is van een slecht doorlatend breukvlak.

In het noordelijke deel van het plangebied komt een geologische breukzone voor (zie bijlage 2). In bijlage 2 wordt deze breukzone uitgebreid beschreven in het onderzoek van Deltares. De nieuwe weg ligt in de breukzone, die de zuidwestelijke rand vormt van de Roerdalslenk. De Roerdalslenk daalt ten opzichte van westelijk Noord-Brabant en het Kempisch Plateau. Door deze daling liggen dezelfde geologische lagen in de Roerdalslenk op een grotere diepte dan er buiten, en hebben ze dikwijls een grotere dikte. De breuken zijn NW-ZO georiënteerd en bestaan uit diepe en ondiepe breuken. Ondiepe breuken kunnen tot aan het oppervlak waarneembaar zijn en kunnen de ondiepe grondwaterstroming verstoren. Diepe boringen zijn alleen uitgevoerd vanaf 200 meter diepte bij seismische metingen bij olie- en gasexploraties. In onderstaande figuur zijn de ondiepe en diepe breuken weergegeven.



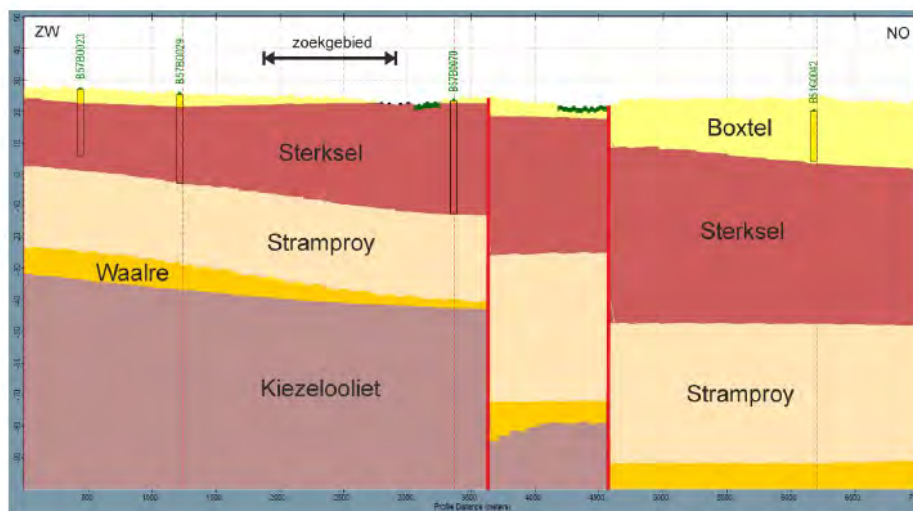
Figuur 4.2 Breuken in het plangebied. De gestippelde rode lijnen zijn diepe breuken, de overige rode lijnen zijn ondiepe breuken. Bron: Deltares

Profiel Noord



Figuur 4.3 Geologische doorsnede noordzijde waarbij ook de ligging van het plangebied ("zoekgebied") is weergegeven (bron: Deltares)

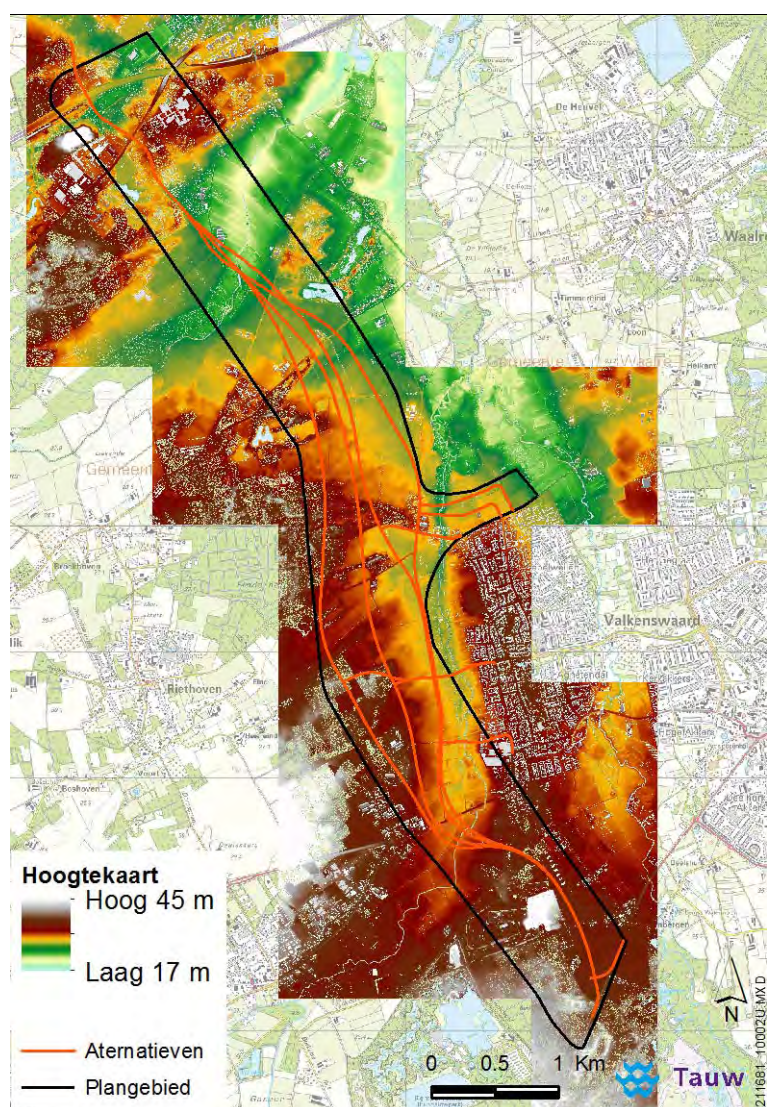
Profiel Midden (Zuid)



Figuur 4.4 Geologische doorsnede midden-zuid waarbij ook de ligging van het plangebied ("zoekgebied") is weergegeven (bron: Deltares)

Hoogte

Het maaiveld bevindt zich op circa 25 meter +NAP. Het huidige maaiveld ter plaatse van de nieuwe weg varieert tussen 23 m +NAP in de beekdalen tot 26 m +NAP op het plateau, zie Figuur 4.5. Op deze hoogtekaart is goed te zien dat het plangebied het beekdal van de Run loodrecht doorkruist en dat het plangebied vervolgens de rand van het plateau en het beekdal van de Keersop volgt en vervolgens doorloopt richting de bestaande N69.



Figuur 4.5 Hoogtekaart

Oppervlaktewater

Door het plangebied stromen diverse waterlopen waaronder de Gender, de Run en de Keersop. Langs de zuidzijde van het plangebied loopt de meanderende beek de Keersop, die langs Dommelen richting het noorden stroomt en samenkomt met de Dommel. Parallel aan de Keersop lopen er twee watergangen in het beekdal door het plangebied, die in beheer zijn bij het waterschap. Het beekdal is goed gedraineerd, er is een relatief intensief afwateringspatroon aanwezig (onder andere de watergangen KS70 en KS74, zie figuur 4.7).

Direct ten zuiden van Riethoven loopt van west naar oost een grotere watergang (KS77). Deze watergang volgt een laagte wat een zijdal vormt van de Keersop. Er takken meerdere kleine watergangen aan op deze watergang ten zuiden van Riethoven. Ten noordwesten van Dommelen takt de KS77 aan op de Keersop.

Het dal van de Run wordt minder intensief ontwaterd dan de Keersop. De Run doorkruist het plangebied circa 1 kilometer ten zuiden van de A67. Aan de oostzijde van het plangebied stroomt de Run in de Dommel waar ze in een groter beekdal richting het noorden stromen. Tussen de drie beschreven waterlopen die zijn opgenomen in de legger van het waterschap zijn geen andere leggerwatergangen aanwezig. De leggerwatergangen bevinden zich dus alleen in de (zij)beekdalen.





Figuur 4.7 Waterlopen in het dal van de Keersop

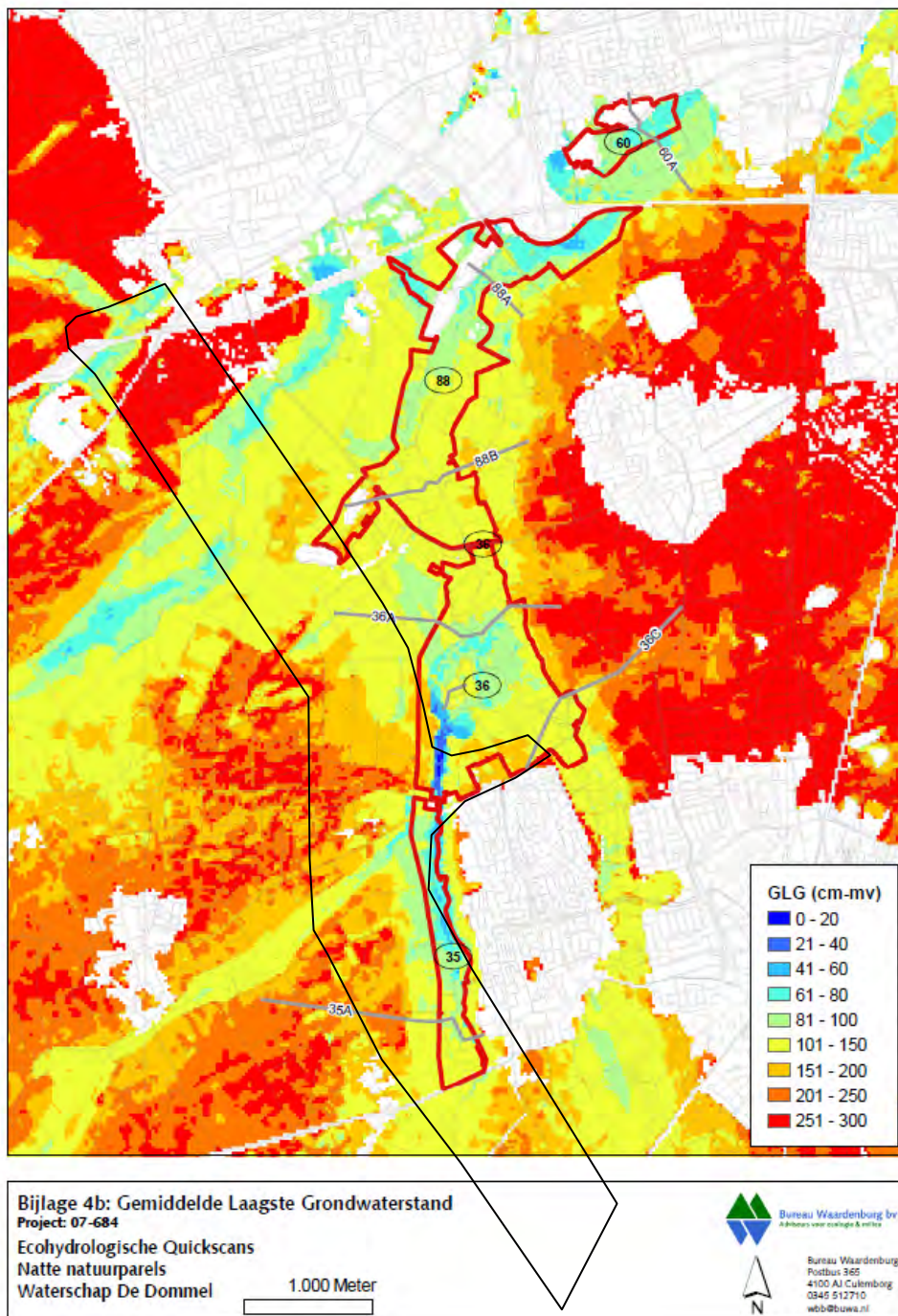
Grondwater

Figuur 4.9 bevat de grondwaterstand die optreedt aan het einde van een gemiddelde zomer. De gemiddelde grondwaterstand aan het begin van het groeiseizoen is opgenomen in figuur 4.10. Uit deze figuur blijkt dat er in de beekdalen sprake is van hoge grondwaterstanden. Met name in de oostelijk gelegen bossen is sprake van lage grondwaterstanden. In de beekdalen komt kwel voor en ook in de waterloop direct ten westen van de Keersopperdreef (zie figuur 4.12). Daarnaast is er kwel gesignaleerd op locaties nabij (ondiepe) breuken in het noordelijke deel van het plangebied.

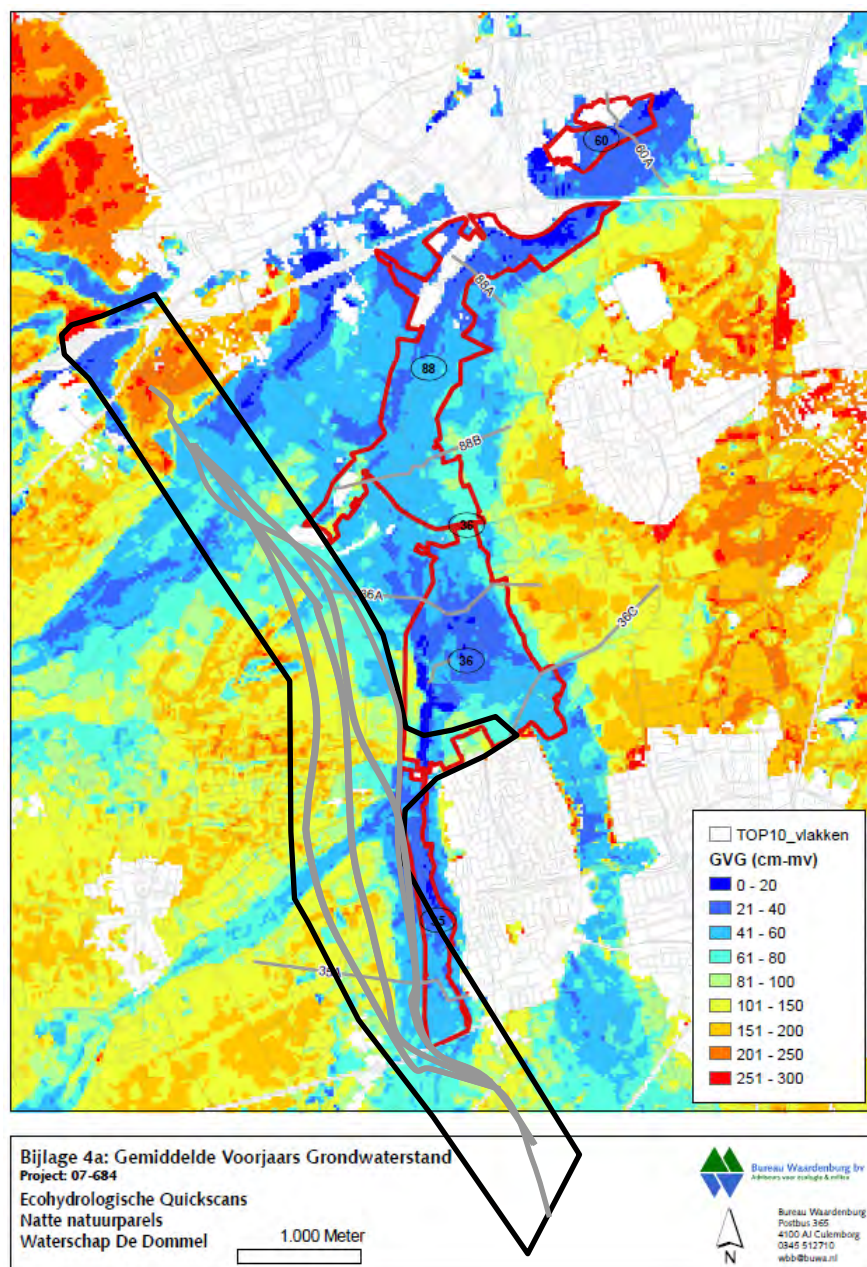
De betreffende figuren geven een beeld van het functioneren van het grondwatersysteem op basis van de thans beschikbare informatie. Lokale heterogeniteiten in de bodemopbouw, zoals een gat in een kleilaag, kunnen voor lokale afwijkingen zorgen. En ook andere lokale invloeden kunnen een effect hebben op het grondwatersysteem. Bijvoorbeeld als het hoofdriool dat is gelegen onder/nabij de Keersopperdreef lekt en dus grondwater draineert.



Figuur 4.8 Isohypsens (grondwaterdruk) in het eerste watervoerend pakket



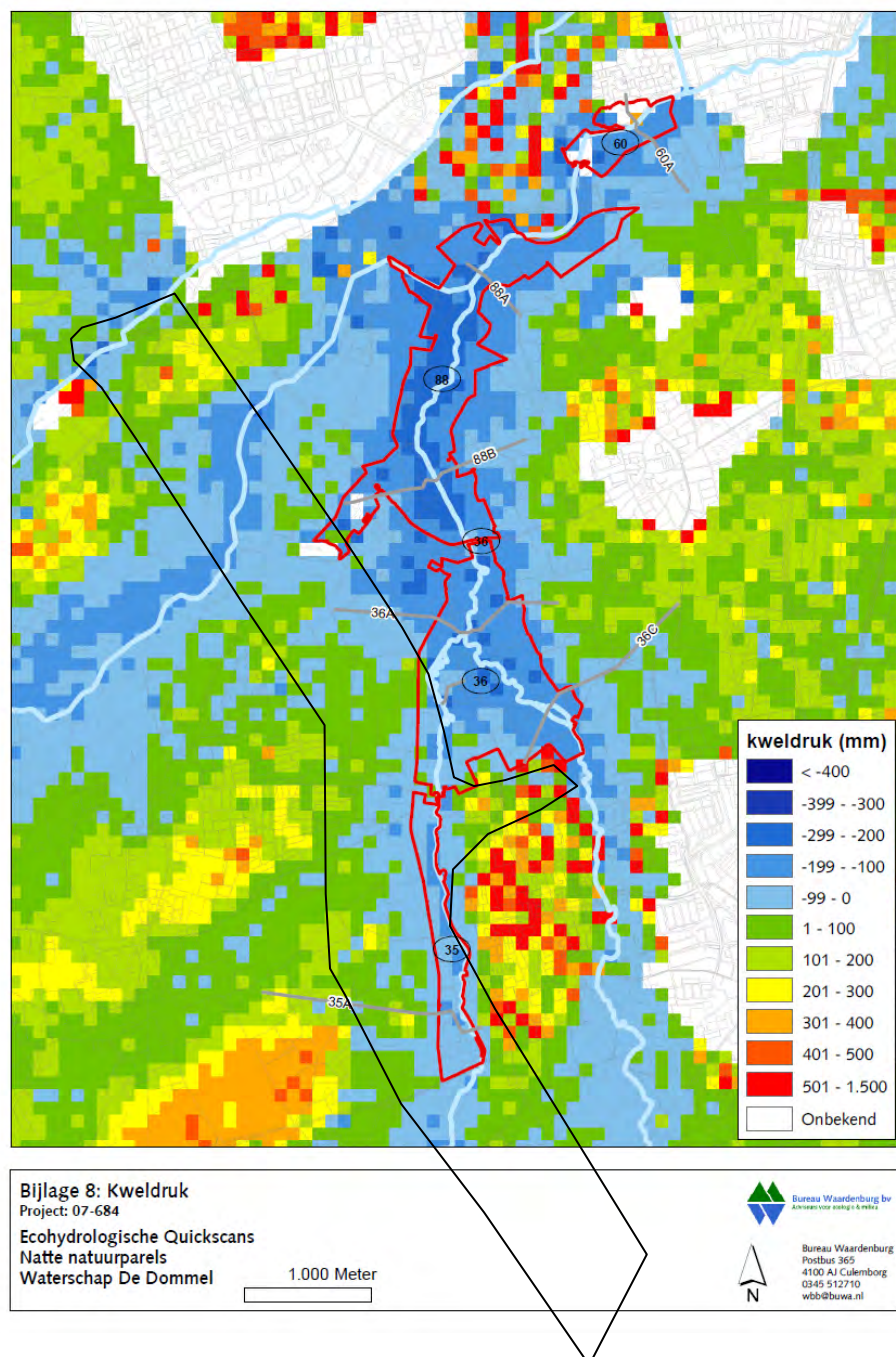
Figuur 4.9 De gemiddelde grondwaterstand aan het einde van de zomer in centimeters beneden maaiveld



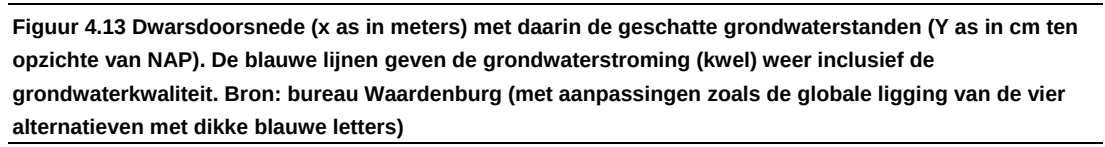
Figuur 4.10 De gemiddelde grondwaterstand in het begin van het voorjaar in centimeters beneden maaiveld. De ligging van de vier trace alternatieven is met grijze lijnen weergegeven



Figuur 4.11 Locaties binnen het plangebied waar kwel voorkomt (op basis van gebiedskennis). De stippellijnen geven kwel weer in de beekdalen. De ronde lijnen geven gebieden aan waar kwel is gesignaleerd buiten de beekdalen (bron: Deltares, zie bijlage 2)



Figuur 4.12 Kweldruk (blauwe kleur). Infiltratiegebieden zijn weergegeven met een groene, gele of rode kleur



Grondwateronttrekkingen

Uit het provinciale register met grondwateronttrekkingsvergunningen zijn onderstaande onttrekkingen in en rond het studiegebied bekend. De onttrekking door de brouwerij ligt dicht bij de Natte Natuurparel Keersopdal. Uit een onderzoek van het waterschap blijkt dat deze onttrekking een effect heeft $< 0,05$ m op de freatische grondwaterstanden in de natte natuurparel. Dit kleine effect komt door de grote diepte waarop het grondwater wordt onttrokken.

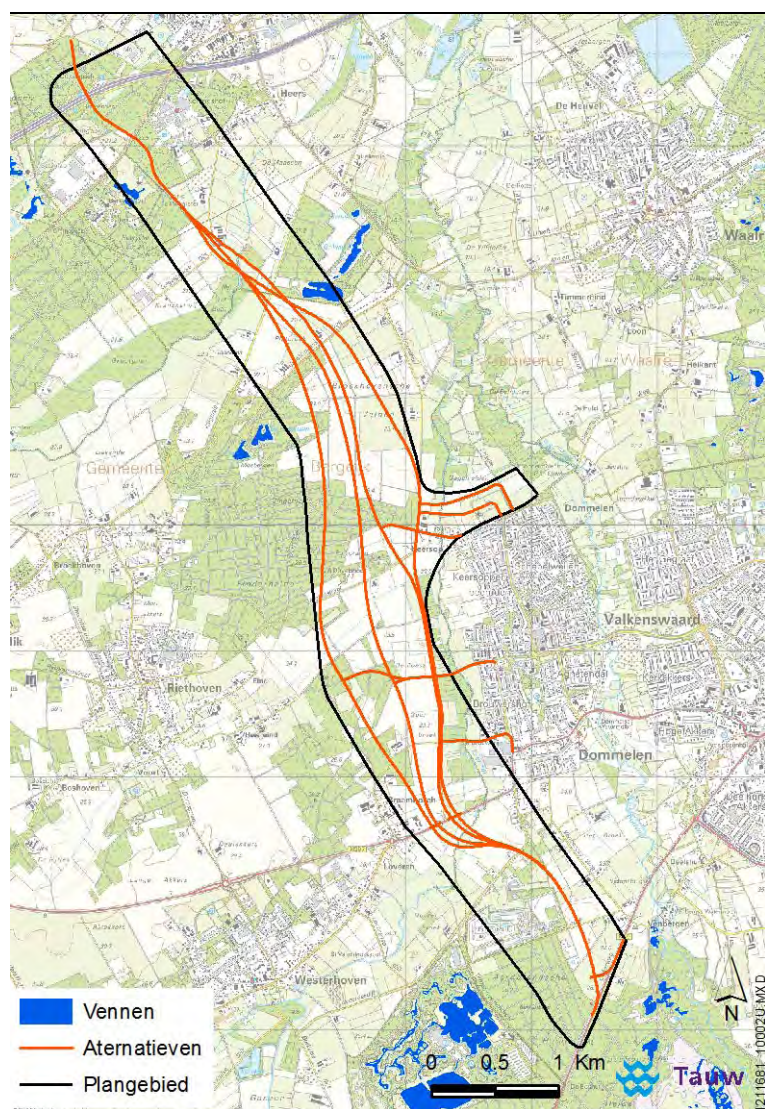
Tabel 4.2 Lokale grondwateronttrekkingen

Naam	Inr Gemeente	Jaar v. Dat	Urvgmax	Jrvgmax	Xcoord	Ycoord	Filtvan	Filttot
Pompstation Klotputten	Eindhoven	2009	100	3350000	158604	380062	200	280
InBev Nederland NV (Interbrew Dommelen)	Valkenswaard	2009	240	700000	157675	373100	117	164
Initial Hokatex Unit Veldhoven (voorheen wasserij Pigeaud)	Veldhoven	2009	0	28000	156400	379620		58
Kempen Campus (KWO)	Veldhoven	2009	80	524000	154700	379500	35	60
Maxima Medisch Centrum Veldhoven (KWO)	Veldhoven	2009	130	930000	157240	379590	30	80
Nieuwbouwcomplex de Abdijtuinen (KWO)	Veldhoven	2009	100	850000	156000	380000	25	80

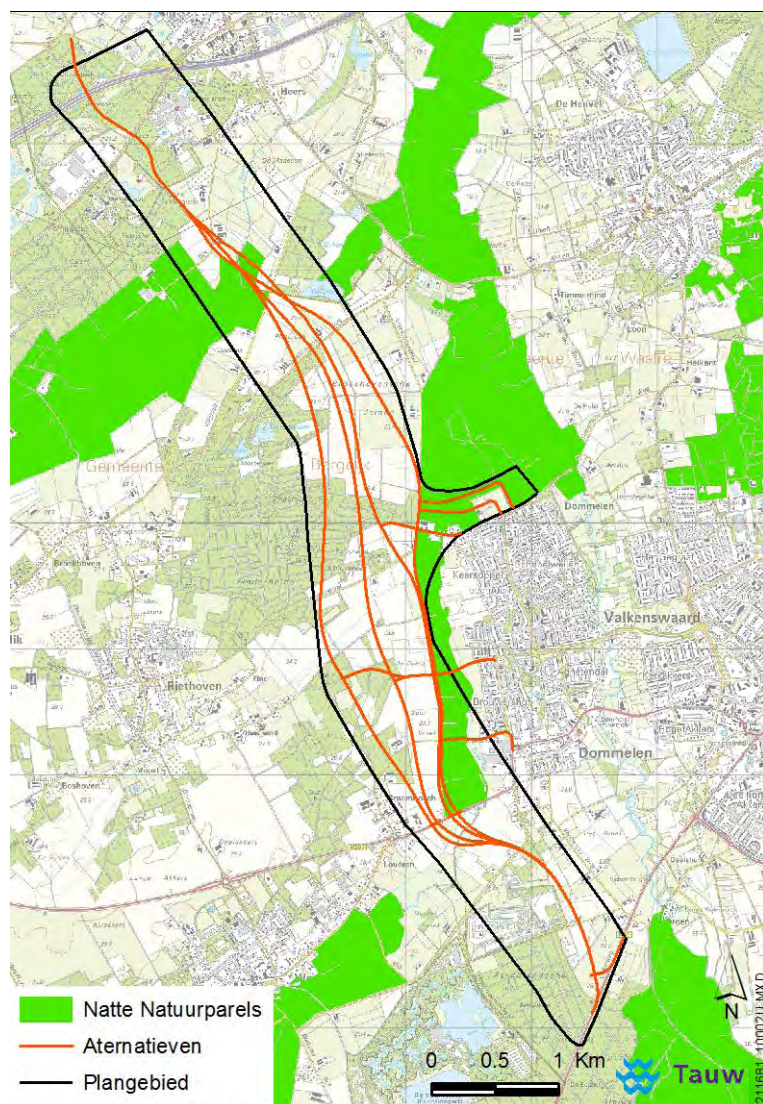
Natte Natuurparels en vennen

De EHS gebieden Groot Goor en Keersopdal zijn beide aangewezen als Natte Natuurparel (zie Figuur 4.15)⁴. Binnen het plangebied komen ook diverse vennen voor maar geen van de alternatieven doorsnijdt deze vennen (zie Figuur 4.14).

⁴ Voor een beschrijving van de natuurdoelen en natuurwaarden in deze gebieden wordt verwezen naar het achtergrondrapport Natuur (Tauw, 2013)



Figuur 4.14 Locatie vennen

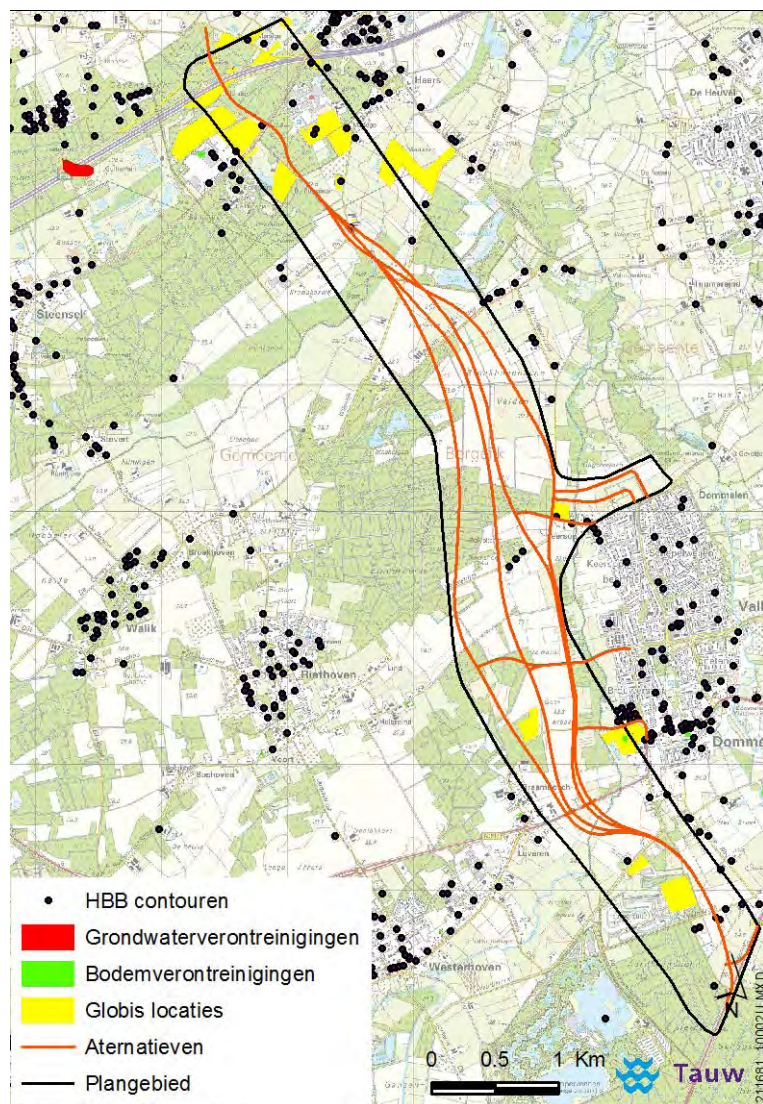


Figuur 4.15 Natte Natuurparels Groot Goor (noordelijk deel plangebied) en Keersopdal (ter hoogte van Dommelen)

Bodem- en grondwaterkwaliteit

Er liggen meerdere locaties binnen het plangebied waar een bodemonderzoek heeft plaats gevonden of een historische activiteit heeft plaatsgevonden (bron: Globis), zoals een stortplaats. Voor de meeste van deze locaties is nader onderzoek nodig. Een aantal van de locaties is reeds gesaneerd of er is geen nader onderzoek meer nodig.

Aan de noordzijde is een bekende bodem- en een ernstige grondwaterverontreiniging aanwezig in het plangebied ter plaatse van het benzinestation langs de A67 (interventiewaarde wordt overschreden). Daarnaast is er een bekende bodemverontreiniging ter plaatse van het industrieterrein in Dommelen, waarbij nader onderzoek nodig is. Buiten het plangebied zijn enkele bekende grondwaterverontreinigingen aanwezig, die mogelijk aangetrokken kunnen worden tijdens de bemaling in de aanlegfase.



Figuur 4.16 Grondwaterverontreinigingen (rood) en potentiële bodemverontreinigingen (groen)

4.2 Autonome ontwikkelingen

Herstel Natte Natuurparels

Het beleid van provincie, waterschap en natuurorganisaties gaat uit van herstel van de Natte Natuurparels. De komende jaren wordt er onder regie van het waterschap een gebiedsproces doorlopen om te komen tot het meest optimale maatregelenpakket voor dit herstel. Op dit moment is dus nog geen inzicht in de aard en de omvang van de te nemen maatregelen. Over dergelijke maatregelen heeft dus ook nog geen finale besluitvorming plaatsgevonden zoals een besluit in het kader van de Waterwet. Er is daarom strikt genomen geen (juridische) zekerheid of, en welke maatregelen, er exact genomen worden om het (grond)watersysteem te herstellen. Tegelijkertijd geldt dat het herstel van de Natte Natuurparels is opgenomen in het programma voor de Kader Richtlijn Water (KRW) met een realisatie voor het einde van 2027. Dit betekent dat er een resultaatverplichting geldt voor het uitvoeren van maatregelen. En ook blijkt uit eerdere herstelmaatregelen in het gebied dat deze effectief zijn geweest (o.a. inrichtingsmaatregelen in het Keersopdal). De vraag is dus of in de referentiesituatie wel of niet wordt uitgegaan van een herstel van de Natte Natuurparel. De gehanteerde werkwijze is hieronder toegelicht.

In de hoofdstukken 5, 6 en 7 zijn de effecten van de 4 tracéalternatieven met bijbehorende varianten vergeleken met een (referentie)situatie waarbij is uitgegaan van volledig herstel van de Natte Natuurparels en dus hoge grondwaterstanden. Omdat nog niet duidelijk is of en welke maatregelen er daadwerkelijk genomen wordt er in deze hoofdstukken tevens een gevoeligheidsanalyse opgenomen waarbij de effecten van de nieuwe verbinding ook zijn bepaald voor een (grond)watersysteem dat overeenkomt met de huidige situatie. Met andere woorden: bij deze gevoeligheidsanalyse is er vanuit gegaan dat er tot 2025 geen maatregelen worden genomen om het (grond)watersysteem te herstellen. Op deze wijze wordt de mogelijke bandbreedte van effecten inzichtelijk gemaakt in het MER.

In hoofdstuk 9 zijn de effecten van de optimalisatiealternatieven en -varianten beschreven ten opzichte van het huidige watersysteem (en dus niet met verhoging van de grondwaterstand in de NNP). Hier is voor gekozen omdat na het opstellen van de hoofdstukken 5, 6 en 7 uit modelonderzoek van RoyalHaskoningDHV (2013) is gebleken dat de effecten van de alternatieven niet wezenlijk verschillen voor een situatie met herstelmaatregelen (en dus een hogere grondwaterstand in de Natte Natuurparel) en de huidige situatie (met de huidige grondwaterstanden⁵).

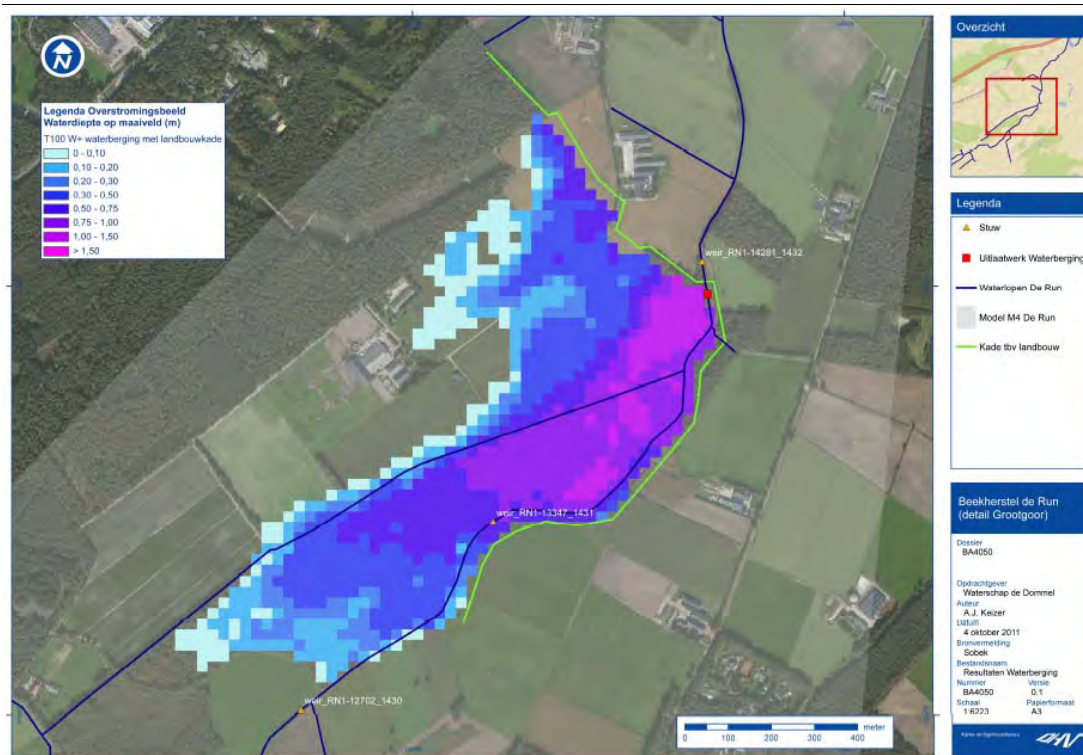
⁵ Daarbij speelt mee dat RoyalHaskoningDHV in haar rapport de effecten van de optimalisatiealternatieven heeft berekend ten opzichte van de huidige situatie, vanwege gebrek aan zicht op de maatregelen die mogelijk worden genomen om het beoogde herstel te realiseren (zie bijlage 3).

Aansluiting A67

In het noordelijke deel van het plangebied realiseert Veldhoven een nieuwe aansluiting op de A67, de nieuwe verbinding sluit aan op deze nieuwe weg. De effecten van deze ingreep zijn beschreven in het MER van de gemeente Veldhoven.

Gestuurde waterbergingen

Voor de Run is er een plan om dit beekdal gedeeltelijk in te richten als “gestuurde waterberging”. Omdat er nog geen finale besluitvorming over dit plan heeft plaatsgevonden is deze waterberging strikt genomen geen autonome ontwikkeling in het kader van dit MER en maakt dus geen onderdeel uit van de referentiesituatie. Wel wordt, zoals beschreven in hoofdstuk 3, het effect in beeld gebracht op het huidige overstromingsgebied (natuurlijke waterberging).



Figuur 4.17 Voorkeursalternatief waterbergingszone project de Run



Figuur 4.18 Ontwikkelingsvisie Keersop

Klimaatverandering

Klimaatverandering kan, afhankelijk van het seizoen en de exacte klimaatontwikkeling, resulteren in meer of juist minder neerslag en daarmee in hogere/lagere grondwaterstanden en hogere/lagere waterafvoeren in watergangen. Voor de nieuwe verbinding wordt, conform het geldende beleid, gestreefd naar een (grond)waterneutraal ontwerp van de weg. Dit betekent per definitie dat de weg in dat geval geen negatieve effecten heeft op zowel het huidige als toekomstige (grond)watersysteem. Omdat dit een ontwerpuitsgangspunt is, en dus een voorwaarde, wordt klimaatverandering niet expliciet als thema in dit MER beschouwd. Wel worden criteria onderzocht die raken aan de effecten van klimaatverandering zoals het effect op het volume oppervlaktewater dan onder natuurlijke omstandigheden kan worden geborgen in de beekdalen.

5 Effecten tracéalternatieven

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de effecten van de tracéalternatieven voor de nieuwe verbinding beschreven en beoordeeld. De belangrijkste conclusies van de effectbeoordeling zijn samengevat en weergegeven in paragraaf 5.3.9.

5.2 Toelichting alternatieven

De nieuwe verbinding wordt een 80 km/uur gebiedsontsluitingsweg met 1x2 rijstroken. Het onderzoek in het MER richt zich op alternatieven en varianten binnen het vastgestelde plangebied voor de Westparallel die de bandbreedte dekken van te verwachten effecten. Er is sprake van vier tracéalternatieven die onderling alleen van elkaar verschillen met betrekking tot de ligging van het tracé (zie figuur 5.1). Voor de overige aspecten is bij alle tracéalternatieven uitgegaan van het volgende:

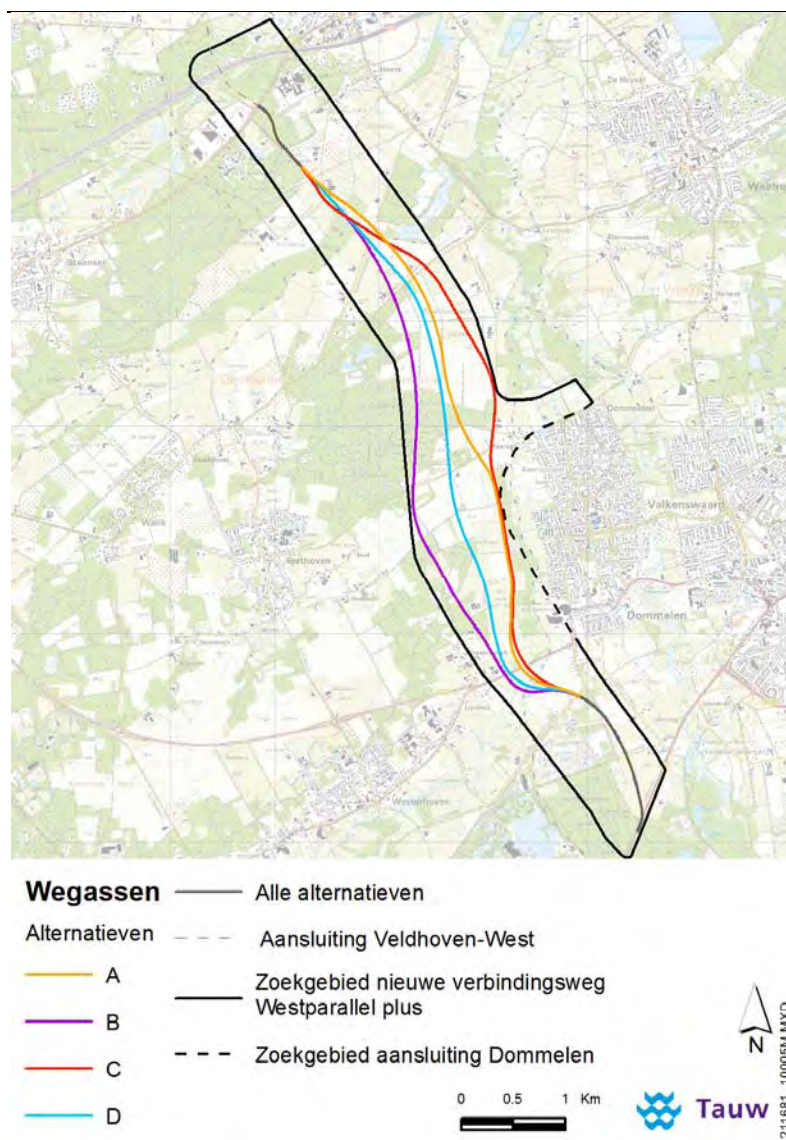
- 1x2 rijstroken op maaiveld. Bij de kruising met de Run en de Keersop loopt de weg op palen (Run: +/- 350m, Keersop +/- 250m) om deze beekdalen te passeren. De middelste watergang wordt gekruist met een korte brug
- Gelijkvloerse aansluiting op de A67 en De Locht met verkeersregelininstallaties (VRI). Beide aansluitingen zijn onderdeel van de autonome ontwikkeling om een nieuwe aansluiting Veldhoven-West te realiseren. Dit deel (vanaf de A67 tot de aansluiting de Locht wordt uitgevoerd met 2x2 rijstroken). De milieueffecten van de *realisatie* van de nieuwe aansluiting Veldhoven-West worden dus niet in het projectMER voor de Grenscorridor behandeld. Wel wordt inzichtelijk gemaakt wat het effect is van de aansluiting van de nieuwe verbinding op het *gebruik* van de nieuwe aansluiting (verkeersintensiteit, lucht, geluid et cetera)
- Gelijkvloerse aansluiting op Dommelen zuid met een VRI (N397)
- Geen extra aansluiting op Dommelen
- Gelijkvloerse aansluiting op bestaande N69 met een VRI (Luikerweg)
- Kruisende wegen conform tabel 5.1

Een verschil in effecten tussen de tracéalternatieven heeft daarom alleen te maken met een verschil in horizontale ligging van de tracés.

Tabel 5.1 Principekeuzes voor de kruisende wegen bij alle alternatieven

Kruisende weg	Inrichting bij alternatief A, B, C en D
Gagelgoorsedijk	Brug over nieuwe verbinding
Riethovensedijk	Brug over nieuwe verbinding
Broekhovenseweg	Tunnel onder nieuwe verbinding
Molenstraat	Brug over nieuwe verbinding
M. Smetsstraat	Afsluiten
Victoriedijk	Afsluiten

De ligging van de alternatieven is weergegeven op figuur 5.1.



Figuur 5.1 Ligging Tracéalternatieven

5.2.1 Uitgangspunten ontwerp

Om de effecten voor het thema Bodem, ondergrond en water te bepalen zijn hieronder aanvullende uitgangspunten met betrekking tot de engineering beschreven. Deze vormen de basis voor de effectbepaling. Hierbij zijn de wegprofielen aangevuld met extra engineeringsgegevens. In alle gevallen geldt daarbij dat de diepte van de watergang in de engineeringsfase geoptimaliseerd wordt zodat er zo min mogelijk grondwater wordt afgevoerd.

Standaardprofiel (*hierbij wordt een zandbed op maaiveld aangebracht, langs de beide zijden wordt een watergang gegraven*)

- Breedte waarover wordt gegraven (inclusief talud en watergang) = 30 m
- Hoogte wegas (t.o.v. omgeving) + 0,70 m
- Breedte bodem watergang = 0,50 m
- Breedte watergang aan maaiveld = 2,50 m
- Diepte watergang = 1,5 m⁶

Tunnel onder de nieuwe verbinding

- Diepte tunnel Broekhovenseweg = 6 m-mv
- Bemalingsniveau tunnel: 0,5 meter onder het ontgravingsniveau (tijdelijke bemaling)
- De tunnels worden waterdicht afgewerkt (geen blijvende bemaling)
- Het afstromend neerslagwater wordt afgepompt naar het riool

Verhoogde ligging op palen

- Lengte tussen peilers: 25 m
- 4 palen per peiler
- Oppervlak per peiler: 4 x 1,5 m doorsnede = 7 m² per 25 m tracé.

Tabel 5.2 Totaaloverzicht tracéalternatieven

Alt.	Extra aansluiting Dommelen	Weginpassing		
		Vormgeving aansluitingen	Varianten oversteken	Varianten hoogteligging en wegprofiel
A	Geen	VRI's	Zie tabel 5.1	2*1 rijstrook op maaiveld. Bij
B				Run en Keersop op palen in
C				beekdal. Bij middelste
D				watergang een korte brug

⁶ De bodem van de watergang ligt op circa 1,5 m minus maaiveld. De ontwateringsdiepte (=waterpeil) is hoger als er zich water in de watergangen bevindt

5.3 Effecten tracéalternatieven

5.3.1 Criterium aardkundige waarden

Er worden geen aardkundige waarden doorsneden. Voor alle alternatieven is de score neutraal.

Tabel 5.3 Effecten criterium aardkundige waarden

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium aardkundige waarden	0	Geen effect op sediment sprong	Geen effect op sediment sprong	Geen effect op sediment sprong	Geen effect op sediment sprong
Beoordeling	0	0	0	0	0

5.3.2 Criterium grondverzet

Voor het criterium grondverzet scoren de alternatieven nagenoeg gelijkwaardig. Omdat de hoogteligging van alle alternatieven gelijk is, is ook de hoeveelheid grondverzet ongeveer gelijk. Kleine verschillen ontstaan door variatie van de lengte van ieder alternatief. Alle alternatieven scoren negatief op het aspect grondverzet.

Tabel 5.4 Criterium grondverzet

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium af te graven grond	0	35.000 m ³	35.000 m ³	35.000 m ³	35.000 m ³
Criterium aan te brengen grond	0	130.000 m ³	130.000 m ³	130.000 m ³	130.000 m ³
Beoordeling	0	-	-	-	-

5.3.3 Criterium ondergrond

Doorsnijding breuken

In het noordelijke deel van het plangebied is sprake van een lineaire sedimentsprong als gevolg van de aanwezige breuk. Deze sprong is zichtbaar op bijvoorbeeld luchtfoto's maar niet direct in het veld waarneembaar (daarvoor is de sprong te subtiel/geleidelijk).

Bij geen van de alternatieven heeft de nieuwe verbinding een effect op de zichtbaarheid van de sprong omdat de sprong/overgang zichtbaar blijft na de realisatie van de weg⁷. De Broekhovenseweg loopt met een tunnel onder de nieuwe verbinding door. Deze tunnel ligt dus op het tracé van de bestaande Broekhovenseweg en dwars/loodrecht op de breuk. Een significant effect op de zichtbaarheid van de lineaire sediment sprong is daarom niet te verwachten. Dit criterium blijft daarom verder buiten beschouwing in dit MER.

Tabel 5.5 Effecten criterium ondergrond

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium doorsnijding breuken	0	Geen effect op sediment sprong	Geen effect op sediment sprong	Geen effect op sediment sprong	Geen effect op sediment sprong
Beoordeling	0	0	0	0	0

5.3.4 Criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming

Bij dit criterium gaat het om de effecten op de grondwaterstand, de grondwaterstroming en om de daarvan afgeleide effecten op de grondwaterkwaliteit (middels beïnvloeding van kwelstromen).

Watergangen naast het tracé

Bij alle alternatieven wordt de nieuwe weg op maaiveld aangelegd met een watergang langs beide zijden van de weg. De bodem van de watergang ligt op circa 1,5 minus maaiveld. In natte gebieden zal er continue water in de watergangen staan. Uitgaande van een waterdiepte van circa 0,5 m is er sprake van een drainerende werking van de watergangen in gebieden met een grondwaterstand hoger dan 1,0 m minus maaiveld. Uit figuur 4.10 blijkt dat er dus een drainerende werking is te verwachten van de watergangen in het beekdal van de Run en de Keersop. In het beekdal van de Run zijn de effecten beperkt van omvang (vanwege het verhoogde deel van het tracé op palen).

Tevens geldt dat effecten van de alternatieven in dit beekdal niet wezenlijk verschillen van elkaar omdat alle alternatieven hier vrijwel hetzelfde tracé volgen. In het beekdal van de Keersop is wel sprake van verschillen tussen de alternatieven. De alternatieven A en C liggen hier over een lengte van circa 2 km naast kwelafhankelijke natuur waarbij voor de referentiesituatie is uitgegaan van grondwaterstanden op/nabij maaiveld. De watergangen resulteren in dit natte gebied in een

⁷ Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat door de sedimentsprong lokaal sprake kan zijn van hogere grondwaterstanden. Bij de nadere detaillering van het voorkeursalternatief wordt hiermee rekening gehouden.

verlaging van de grondwaterstand van circa 1 m (direct naast de watergang). Deze verlaging neemt af in oostelijke richting en reikt tot ongeveer de Keersop⁸.

Een bijkomend effect van de drainerende werking van de watergangen is dat zowel ondiepe als diepe kwel wordt afgevangen door de watergangen.

Met name de afname van de diepe kwel heeft een zeer negatief effect op de grondwaterkwaliteit in de Natte Natuurparel omdat de natuurwaarden afhankelijk zijn van deze goede waterkwaliteit. Alternatief D ligt ter hoogte van Dommelen in een gebied waarbij in de huidige situatie bijna uitsluitend sprake is van een grondwaterstand welke dieper is dan 1 m minus maaiveld (zie figuur 4.10). Het effect van de watergangen op de grondwaterstand en grondwaterstroming (en daarvan afgeleid de grondwaterkwaliteit) wordt als licht negatief beoordeeld vanwege het kleine deel van het tracé dat ter hoogte van Dommelen een grondwaterstand heeft ondieper dan 1 m minus maaiveld én omdat dit deel is gelegen binnen de beschermingszone welke geldt voor de Natte Natuurparel⁹.

Alternatief B ligt in een gebied met diepere grondwaterstanden én is gelegen buiten de eerder genoemde beschermingszone. Er worden geen negatieve effecten verwacht van de watergangen op de grondwaterstand en/of grondwaterstroming.

Gevoeligheidsanalyse - geen herstel Natte Natuurparel

In paragraaf 3.2 is toegelicht dat er op dit moment geen absolute garantie is dat het (grond)watersysteem in de Natte Natuurparels in 2025 (volledig) is hersteld. Dit tekstkader beschrijft de effecten van de alternatieven voor een situatie die uitgaat van het huidige (grond)watersysteem in de Natte Natuurparel.

In de huidige situatie liggen er watergangen langs en in de Natte Natuurparel met een drainerende werking. Het betreft met name de watergangen KS74 (langs de Keersopperdreef) en KS70 (in het beekdal). Uit informatie van het waterschap blijkt dat het waterpeil van de KS-70 in natte periodes gemiddeld op ongeveer 0,40 m minus maaiveld staat en in droge periodes gemiddeld op ongeveer 0,50 m minus maaiveld. Bij KS-74 gaat het om respectievelijk circa 0,55/0,60 m in natte periodes en ongeveer 0,60/0,65 m in droge periodes.

Uitgaande van een gemiddelde ontwateringsdiepte voor de watergangen langs de Keersopperdreef van 60 cm daalt bij de realisatie van alternatief C (op de Keersopperdreef) de grondwaterstand aan de rand van de Natte Natuurparel met circa 0,40 m. Tevens leidt deze diepere ontwatering tot een afname van de diepe kwel naar de Natte Natuurparel. Zowel de verlaging van de grondwaterstand als de afname van de diepe kwel is (veel) kleiner dan bij de gehanteerde referentiesituatie met volledig herstel van de Natte Natuurparel. Er is voor alternatief

⁸ De watervoerendheid en het waterpeil van de Keersop worden niet beïnvloed door de realisatie van de nieuwe verbinding omdat de afvoer van de Keersop groot is. De grondwaterstand direct naast de Keersop wordt daarom ook niet beïnvloed door de alternatieven

⁹ Het betreft een beleidsmatig vastgestelde beschermingszone van 500 m rondom Natte Natuurparels

C nog wel sprake van een zeer negatief effect omdat het de verlaging van de grondwaterstand groter is dan 0,05 m en er diepe kwel wordt afgevangen door de watergangen langs het tracé. Bij alternatief A zijn de effecten minder groot dan bij alternatief C omdat bij dit alternatief de weg verder van de Natte Natuurparel af komt te liggen. Gegeven de gehanteerde beoordelingssystematiek blijft er sprake van een zeer negatief effect omdat ook in deze situatie de kwel naar het beekdal in omvang afneemt.

Kort samengevat geldt dat de alternatieven duidelijk minder effect hebben op de grondwaterstand en grondwaterstroming in de Natte Natuurparels als wordt uitgegaan van het huidige (grond)watersysteem in plaats van een hersteld (grond)watersysteem. Dit leidt echter niet tot een andere effectscore omdat de alternatieven ook bij het huidige (grond)watersysteem in de Natte Natuurparel leiden tot een daling van de grondwaterstand en de kweldruk.

Infiltratie van regenwater

Bij alle alternatieven wordt bij een weg op maaiveld het regenwater naast de weg geïnfiltreerd in de obstakelvrije zone tussen het asfalt en de nieuwe watergangen. Bij hevige neerslag kan het neerslagwater dat niet in de bodem infiltreert afstromen naar de watergang. Met het ontwerp van deze watergangen wordt gestreefd naar infiltratie van dit water (en dus zo min mogelijk afvoer). Vanwege deze infiltratie in de berm en de infiltratie in de watergangen treedt er bij alle alternatieven geen effect op omdat de grondwateraanvulling niet wezenlijk verandert.

Tijdelijke bemaling

Het aspect bemaling is voor de alternatieven eveneens niet onderscheidend. Een tijdelijke bemaling dient naar verwachting alleen te worden uitgevoerd om de tunnel bij de Broekhovenseweg te realiseren. Daarnaast kan sprake zijn van bemaling voor het verleggen van kabels en leidingen, met name als bij alternatief A en C de naftaleen-transportleiding van Sabic (gelegen direct naast de Keersopperdreef) verlegd moet worden. In alle gevallen geldt dat er vanuit de Waterwet strikte regels gelden voor het voorkomen van negatieve effecten als gevolg van deze tijdelijke bemaling. Er zijn dan ook geen (grote) negatieve effecten te verwachten.

Ondergrondse constructies

De alternatieven voorzien allen in een tunnel bij de Broekhovenseweg. Deze tunnel ligt parallel aan de grondwaterstroming en heeft een beperkte lengte. Een wezenlijk effect op de grondwaterstand en/of grondwaterstroming wordt daarom niet verwacht.

Doorsnijding grondwatersprong

Er worden geen effecten verwacht van de nieuwe verbinding op de doorsnijding van een eventuele grondwatersprong nabij breuken omdat uit het onderzoek van Deltares blijkt dat er geen grondwatersprong voorkomt.

Wel is het mogelijk dat er bij het realiseren van de tunnel onder de nieuwe verbinding lokaal een breukzone wordt doorsneden in het noordelijke deel van het plangebied (tunnel Broekhovenseweg). De doorsnijding van de breukzone vindt in dat geval min of meer loodrecht plaats omdat de wegen die de nieuwe verbinding kruisen min of meer loodrecht op de breukzones staan. De doorsnijding is dus relatief beperkt. Daarnaast worden er in dat geval maatregelen genomen om negatieve effecten van de doorsnijding van de breuk te voorkomen. Om deze reden wordt het effect van de doorsnijding van de grondwatersprong voor alle alternatieven en varianten als nihil ingeschat (neutraal effect).

In de onderstaande tabel zijn de effecten op het onderdeel grondwaterkwantiteit samengevat.

Tabel 5.6 Effecten criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming (inclusief daarvan afgeleid effect op de grondwaterkwaliteit door wijziging van kwelstromen)

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Watergangen naast tracé	In beekdalen hoge grondwaterstand en kwel	Verlaging grondwaterstand en afname van ondiepe en diepe kwel. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Geen wezenlijke effect.	Verlaging grondwaterstand en afname van ondiepe en diepe kwel. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Lokaal een verlaging van de grondwaterstand en gering afname van ondiepe kwel.
Infiltratie regenwater	Vrije infiltratie	De infiltratie hoeveelheid verandert niet	De infiltratie hoeveelheid verandert niet	De infiltratie hoeveelheid verandert niet	De infiltratie hoeveelheid verandert niet
Tijdelijke bemaling	Geen	Beperkte tijdelijke bemalingen met als aandachtspunt de Sabc leiding	Beperkte tijdelijke bemalingen	Beperkte tijdelijke bemalingen met als aandachtspunt de Sabc leiding	Beperkte tijdelijke bemalingen
Ondergrondse constructie	Geen	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect
Doorsnijding grondwatersprong	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding
Beoordeling	0	--	0	--	0/-

5.3.5 Criterium bodemkwaliteit

Alle alternatieven doorsnijden in het noordelijk deel van het plangebied een stortplaats met een vergelijkbaar oppervlak. Deze stortplaats dient nog nader onderzocht te worden. De provincie Noord-Brabant heeft hier een lage prioriteit aan toegekend. Hieruit wordt geconcludeerd dat het positieve milieueffect van sanering van deze stortplaats beperkt is (omdat er anders grotere prioriteit aan wordt toegekend).

Alternatief C doorsnijdt een locatie met een opslag HBO-tank die nader onderzocht moet worden. Ook hier worden geen (grote) milieueffecten verwacht. Daarom wordt voor alle alternatieven een neutraal tot nihil effect verwacht. In tabel 5.7 zijn de te doorsnijden oppervlakken weergegeven.

Tabel 5.7 Effecten criterium bodemkwaliteit

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium doorsneden bodemverontreinigingen (in m ²)	0	1.400	1.400	3.000	1.400
Beoordeling	0	0	0	0	0

5.3.6 Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Grondwaterverontreinigingen

De dichtstbijzijnde bekende grondwaterverontreiniging bevindt zich 120 meter van de alternatieven. De invloedssfeer van de tijdelijke bemaling voor de aanleg van de tunnel Broekhovenseweg reikt niet tot deze verontreiniging. Er worden dan ook geen effecten verwacht van de alternatieven op het aspect grondwaterverontreinigingen.

Afstromend wegwater en verwaaiing

Het afstromend wegwater wordt bij de obstakelvrije zone eerst over de wegberm geleid om te infiltreren. Deze wegberm heeft een zuiverende werking. Hierdoor zal het grootste deel van de verontreinigingen van het afspoelend wegwater uiteindelijk in het bovenste deel van de berm terechtkomen (inerte stoffen zoals chloride uitgezonderd). De effecten op de grondwaterkwaliteit als gevolg van afstromend wegwater zijn daarom naar verwachting beperkt, uitgezonderd de infiltratie van inerte stoffen direct naast kwetsbare gebieden zoals een Natte Natuurparel. Er kan dus een negatief effect optreden bij de alternatieven A en C.

Bij verwaaiing gaat het om de bovengrondse verspreiding van weggerelateerde stoffen buiten het wegprofiel. Het gaat hierbij om een afstand van orde grootte 20-30 m van de kant van de weg¹⁰.

¹⁰ In het kader afstromend wegwater van Rijkswaterstaat (november 2012) is beschreven dat de effecten van verwaaiing meetbaar zijn tot een afstand van 10 a 20 meter van de weg. Vanwege de overheersende westelijke windrichting is in dit rapport een grotere

Bij de alternatieven op/langs de Keersopperdreef kan dit tot negatieve effecten leiden op de (grond)waterkwaliteit in deze Natte Natuurparel. Daarbij geldt dat dit effect voor alternatief A groter is dan voor C omdat A op de Keersopperdreef ligt en C er naast (aan de westzijde).

Tabel 5.8 Effecten criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium grondwaterverontreinigingen	0	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing
Criterium wegwater en verwaaiing	0	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 10 a 20 m breed (kant van de weg ligt op circa 10 m afstand van de grens van de NNP).	Geen effect	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed.	Geen effect
Beoordeling	0	-	0	-	0

5.3.7 Criterium oppervlaktewaterkwaliteit

Het criterium oppervlaktewaterkwaliteit toetst diverse milieueffecten. Dit betreft de doorsnijding van oppervlaktewater, het verlies aan waterberging en de invloed op afwatering en ontwatering.

Oppervlaktewater (effect bij normaal peil)

Bij de continue watervoerende watergangen (de Run, middelste watergang en de Keersop) wordt bij geen van de alternatieven een talud, pijler o.i.d. in de watergang geplaatst vanwege het toepassen van bruggen met een voldoende overspanning. Er is dus bij alle alternatieven sprake van een neutraal effect op dit criterium.

Waterberging (effect bij hoog peil)

Alle alternatieven doorsnijden de 2 beekdalen in even grote mate. Hier wordt de weg op palen uitgevoerd waarbij enige natuurlijke waterberging verloren gaat als gevolg van de realisatie van pijlers. Daarnaast grenzen de alternatieven A en C aan het toekomstige waterbergingsgebied Keersopperdreef (geen autonome ontwikkeling). Het verlies aan berging is weergegeven in tabel 5.9.

afstand gehanteerd van 20 a 30 m. Dit vanwege het feit dat de Natte Natuurparel Keersopdal oostelijk van de tracealternatieven is gelegen.

Afwatering & Ontwatering

De lokale waterhuishouding verandert in beperkte mate als gevolg van het dempen van kruisende kleine watergangen en greppels. Naast de weg wordt aan weerszijden een watergang aangelegd. Hierdoor kan lokaal de ontwatering veranderen. Al het gedempt oppervlaktewater wordt zoveel mogelijk gecompenseerd.

Tabel 5.9 Effecten criterium oppervlaktewaterkwantiteit

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium oppervlaktewater (m ²)	0	0	0	0	0
Criterium waterberging (m ²)	0	150	150	150	150
Afwatering en ontwatering	0	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem
Beoordeling	0	0	0	0	0

5.3.8 Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Bij dit criterium gaat het om de directe beïnvloeding van de kwaliteit van het oppervlaktewater door weggerelateerde stoffen. Bij geen van de alternatieven vindt er een directe lozing van wegwater plaats op een watergang in een Natte Natuurparel. Wel kan er bij de alternatieven A en C langs de Keersopperdreef beïnvloeding plaats vinden van de oppervlaktewaterkwaliteit door afstroming en infiltratie van wegwater en door verwaaiing (tot circa 20 a 30 m van de rand van de weg). Het effect op de oppervlaktewaterkwaliteit is in principe beperkt omdat de aanwezige watergangen over het algemeen op grotere afstand van de nieuwe verbinding liggen. Wel is sprake van water op maaiveld in een deel van de Natte Natuurparels.

Ter plaatse van de bruggen over de Run en de Keersop wordt het wegwater niet geloosd op deze watergangen maar wordt het water afgevoerd naar een nabijgelegen watergang en/of het riool. Het effect van verwaaiing op beide watergangen is zeer gering omdat de lengte van de bruggen over beide watergangen zeer beperkt is (de watergangen worden min of meer loodrecht gekruist).

Tabel 5.10 Effecten criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Alternatief	Referentie	A (oost naast Keersopperdreef)	B (west)	C (oost op Keersopperdreef)	D (midden)
Criterium afstroming en verwaaiing van wegwater	0	Beïnvloeding van de oppervlakte-waterkwaliteit in een strook van circa 10 a 20 m breed (kant van de weg ligt op circa 10 m afstand van de grens van de NNP).	Geen significante effecten	Beïnvloeding van de oppervlakte-waterkwaliteit in een strook van circa 20 a 30 m breed	Geen significante effecten
Beoordeling	0	-	0	-	0

5.3.9 Samenvattende beschouwing effecten bodem, ondergrond en water

In voorgaande paragrafen zijn de effecten van de nieuwe verbinding beschreven en beoordeeld. In deze paragraaf worden de conclusies samengevat.

Voor de criteria aardkundige waarden, grondverzet, ondergrond (breuken), bodemkwaliteit en oppervlaktewaterkwaliteit zijn er geen effecten en/of zijn deze niet onderscheidend tussen de verschillende alternatieven.

Voor drie criteria is wel sprake van wezenlijke effecten én onderscheidende verschillen tussen de alternatieven. Het gaat om de effecten op grondwaterkwaliteit/grondwaterstroming (inclusief afgeleide effecten op grondwaterkwaliteit), directe beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit en de directe beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit. De alternatieven A en C hebben door hun ligging langs/op de Keersopperdreef een (zeer) negatief effect op de grondwaterstand, de grondwaterstroming en op de (grond)waterkwaliteit in de Natte Natuurparel. Dit effect ontstaat door de drainerende werking van de watergangen langs het tracé. Deze zorgt voor een verlaging van de grondwaterstand én afname van de kwel naar het beekdal. Ook is sprake van een negatief effect op de (grond)waterkwaliteit in deze Natte Natuurparel als gevolg van afstroming en verwaaiing van wegwater. Voor alle criteria geldt dat deze effecten voor alternatief C (weg op de Keersopperdreef) groter zijn dan van alternatief A (weg naast de Keersopperdreef). Alternatief D heeft een licht negatief effect op de grondwaterstand, de grondwaterstroming en indirect ook op de grondwaterkwaliteit omdat lokale kwelstromen kunnen veranderen. Alternatief B heeft op deze criteria geen wezenlijke effecten.

De effecten op bodem, ondergrond en (grond)water zijn samengevat in onderstaande tabel. Als er bij één of meerdere criteria sprake is van negatieve effecten op de Natte Natuurparel dan is het meest negatieve effect op dit kwetsbare gebied als totaal effect overgenomen. Met andere woorden: de negatieve effecten op de Natte Natuurparel bepalen in dat geval de totaalscore. In alle andere gevallen (dus zonder negatieve effecten op de Natte Natuurparel) zijn alle criteria even zwaar gewogen bij het bepalen van de totale effectscore.

Gevoeligheidsanalyse - geen herstel Natte Natuurparel

De alternatieven hebben duidelijk minder effect op de grondwaterstand en grondwaterstroming in de Natte Natuurparels als wordt uitgegaan van het huidige (grond)watersysteem in plaats van een hersteld (grond)watersysteem. Dit leidt echter niet tot een andere effectscore omdat de alternatieven ook bij het huidige (grond)watersysteem in de Natte Natuurparel leiden tot een significante daling van de grondwaterstand en de kweldruk.

	Referentie	Oost naast Keersopperdreef	West	Oost op Keersopperdreef	Midden
Alternatieven en varianten	Ref	A	B	C	D
Aardkundige waarden	0	0	0	0	0
Grondverzet	0	-	-	-	-
Ondergrond (breuken)	0	0	0	0	0
Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0
Grondwaterkwantiteit en –stroming (inclusief indirecte effecten op grondwaterkwaliteit)	0	- -	0	- -	0/-
Grondwaterkwaliteit (directe beïnvloeding)	0	-	0	-	0
Oppervlaktewaterkwantiteit	0	0	0	0	0
Oppervlaktewaterkwaliteit (directe beïnvloeding)	0	-	0	-	0
Totaal effect	0	- -	0	- -	0/-

6 Effecten van de varianten op een extra aansluiting Dommelen

6.1 Toelichting op deze set varianten

In het MER wordt onderzocht of er naast de aansluiting Dommelen zuid nog een extra aansluiting nodig is op of nabij Dommelen voor een goede en veilige afwikkeling van het verkeer van en naar de nieuwe verbinding. Hiervoor zijn de volgende mogelijkheden onderzocht (van noord naar zuid):

- Dommelen noord-sportpark 1 (noordelijk van de sportvelden, met gelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen noord-sportpark 2 (ter hoogte van de sportvelden, met ongelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen noord via bestaande Keersop brug (met gelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen midden 1 (met gelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen midden 2 (met ongelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen Dommelsch (via bedrijfsterrein van Dommelsch)
- Extra aansluiting M. Smetsstraat (conform bestemmingsplan Lage Heideweg)

Bovengenoemde varianten hebben allemaal ook een aansluiting op de N397. Daarnaast is er een variant onderzocht waarbij de aansluiting van Dommelen verloopt via de M. Smetsstraat in plaats van de N397:

- M. Smetsstraat zonder aansluiting N397

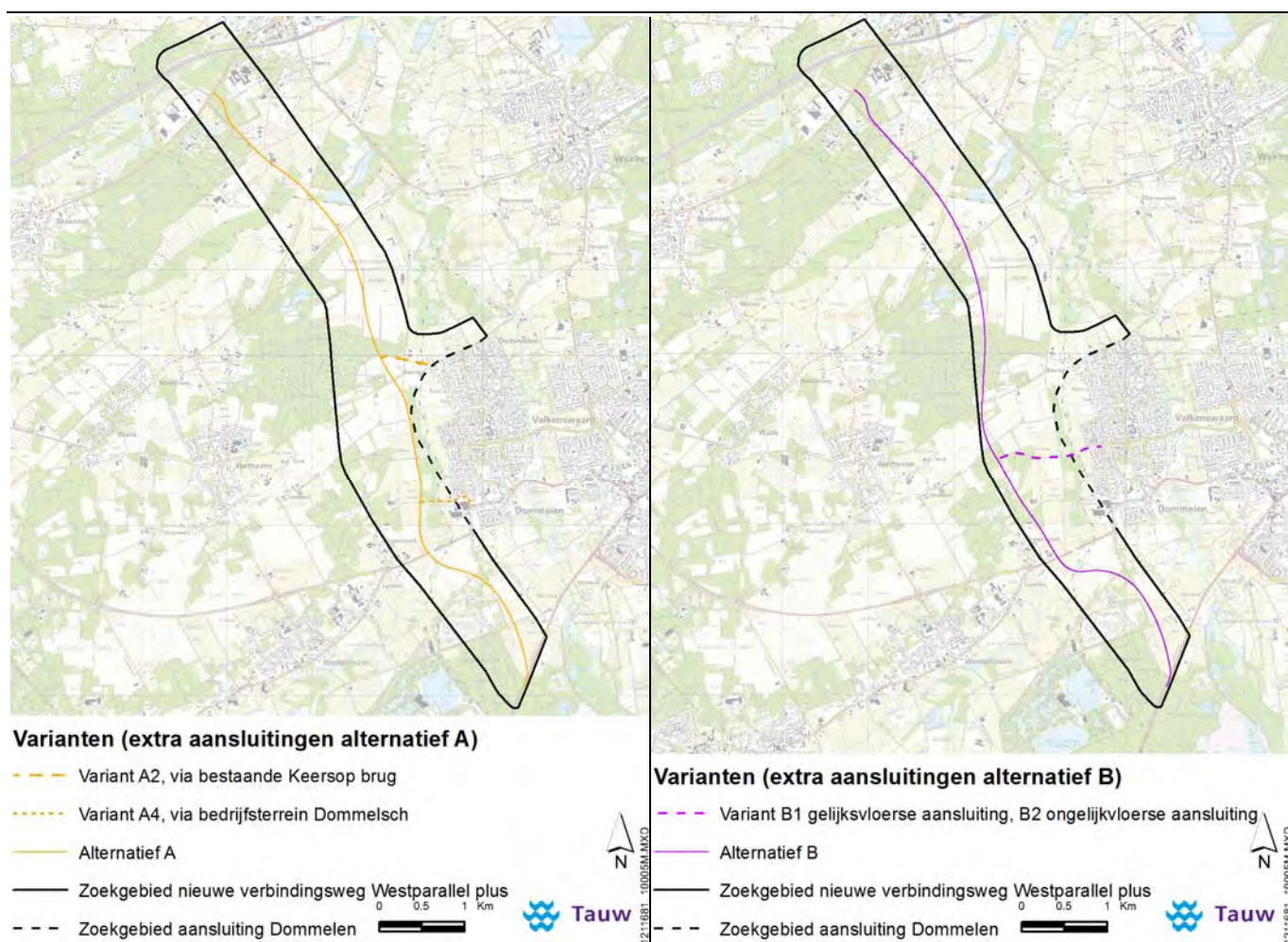
Aan elk alternatief zijn 2 of 3 van de bovenstaande varianten toegevoegd waarbij de (horizontale) ligging van het tracéalternatief niet is gewijzigd. Er is dus alleen gevarieerd met een extra aansluiting op Dommelen. Door de effecten van een variant te vergelijken met het bijbehorende tracéalternatief zonder extra aansluiting ontstaat inzicht in de effecten van dergelijke wijzigingen. Bijvoorbeeld: bij alternatief A is geen extra aansluiting op Dommelen voorzien. Variant A2 komt exact overeen met alternatief A maar dan met een extra (gelijkvloerse) aansluiting aan de noordzijde van Dommelen (via de Keersop). Door de effecten van variant A2 te vergelijken met de effecten van alternatief A wordt het effect van een extra aansluiting op die plek inzichtelijk gemaakt.

Bij de toedeling van de mogelijkheden voor een extra aansluiting op Dommelen aan de tracéalternatieven is een bandbreedtebenadering gehanteerd. Dit betekent dat niet alle aansluitingsvarianten zijn beschouwd voor de vier tracés. In plaats daarvan zijn er totaal negen varianten gekozen die samen de bandbreedte dekken van de te verwachten effecten van een extra aansluiting op Dommelen. Met andere woorden: door deze negen onderscheidende varianten te onderzoeken kunnen de effecten voor de andere combinatiemogelijkheden hiervan worden afgeleid.

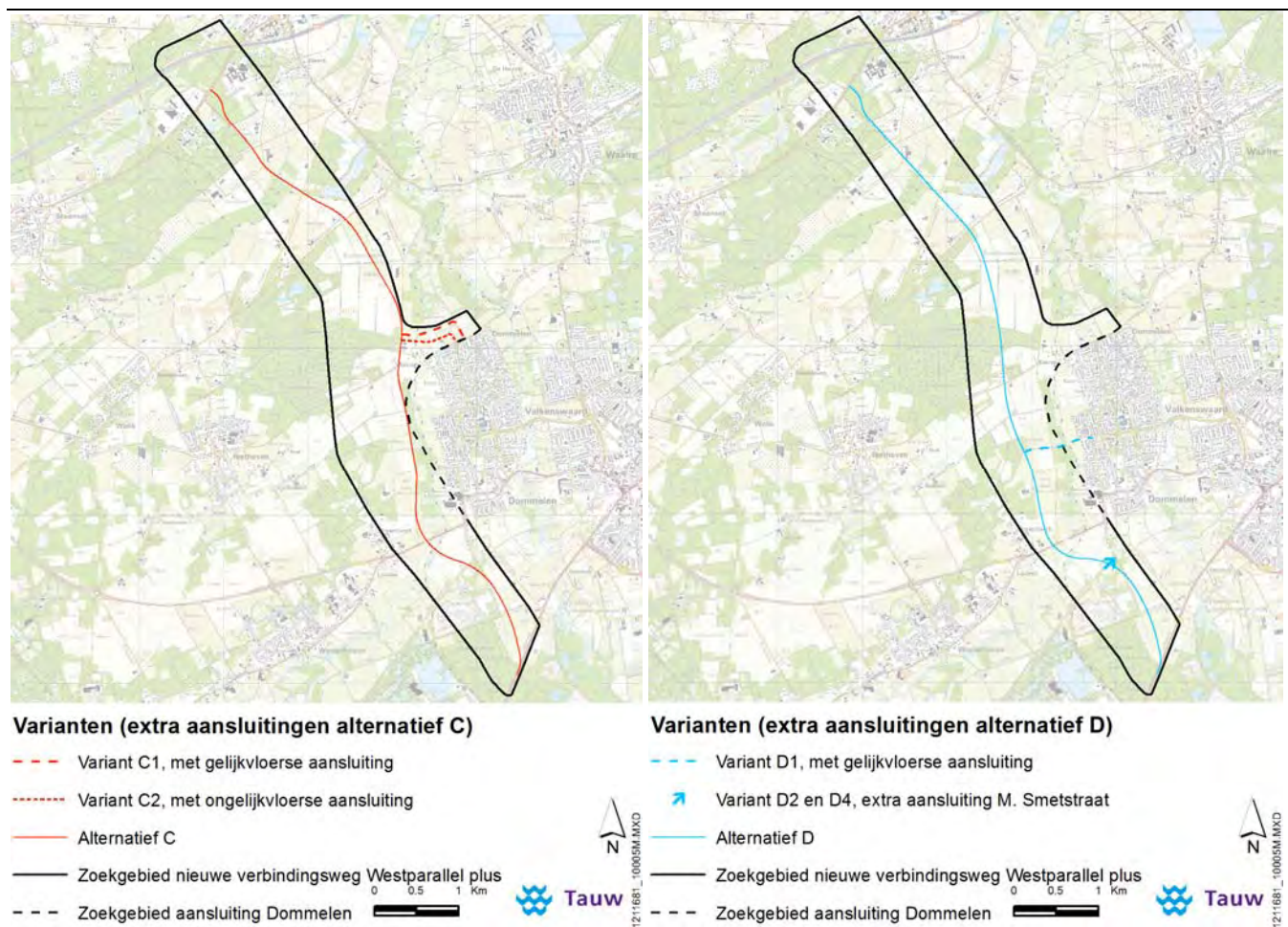
Tabel 6.1 Varianten extra aansluiting Dommelen (grijze arcering = geen wijziging tov alternatief)

Variant	<u>AANSLUITING DOMMELEN</u>	Weginpassing		
		Vormgeving aansluitingen	Varianten oversteken	Varianten hoogteligging en wegprofiel
A2	Dommelen noord via bestaande Keersop brug (met gelijkvloerse aansluiting)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A		
A4	Dommelen-Dommelsch (via bedrijfsterrein van Dommelsch)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A		
B1	Dommelen midden 1 (met gelijkvloerse aansluiting)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief B		
B2	Dommelen midden 2 (met ongelijkvloerse aansluiting)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief B		
C1	Dommelen noord-sportpark 1 (met gelijkvloerse aansluiting)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief C		
C2	Dommelen noord-sportpark 2 (met ongelijkvloerse aansluiting)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief C		
D1	Dommelen midden 1 (met gelijkvloerse aansluiting)	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D		
D2	Extra aansluiting M. Smetsstraat	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D		
D4	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D		

De ligging van de varianten is weergegeven op de figuren 6.1 en 6.2.



Figuur 6.1 Varianten extra aansluiting Dommelen: A2, A4 en B1 en B2



Figuur 6.2 Varianten extra aansluiting Dommelen: C1, C2, D1, D2 en D4

6.1.1 Uitgangspunten verbinding Dommelen

Bij de varianten met een nieuwe aansluitingsweg tussen Dommelen en de nieuwe verbinding zijn de volgende ontwerpuitgangspunten gehanteerd voor deze nieuwe aansluiting Dommelen:

- De Keersop wordt gekruist met een brug. Het overige deel van de nieuwe aansluiting wordt aangelegd op een hoogte van circa 0,7 m + maaiveld
- Aan beide zijden van de aansluiting wordt een watergang aangelegd

6.2 Effecten

In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de effecten van de aansluitingsvarianten. Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat de gepresenteerde effecten betrekking hebben op de Westparallel (zoals beschreven in hoofdstuk 5) plus de effecten van een extra aansluiting op Dommelen. Omwille van de leesbaarheid focust de tekst met name op de effecten van de extra aansluiting¹¹.

Daarnaast is van belang dat er varianten zijn met een nieuwe aansluiting over een nieuw te realiseren route en varianten die gebruik maken van een bestaande route. Van een nieuwe route is sprake bij:

- Dommelen noord-sportpark 1 (noordelijk van de sportvelden, met gelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen noord-sportpark 2 (ter hoogte van de sportvelden, met ongelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen midden 1 (met gelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen midden 2 (met ongelijkvloerse aansluiting)
- Dommelen-Dommelsch (via bedrijfsterrein van Dommelsch)

Bij de volgende varianten is sprake van een aansluiting via een bestaande route:

- Dommelen noord via bestaande Keersop brug (met gelijkvloerse aansluiting)
- Extra aansluiting M. Smetsstraat (conform bestemmingsplan Lage Heideweg)
- M. Smetsstraat zonder aansluiting N397

6.2.1 Criterium aardkundige waarden

Er worden geen aardkundig waardevolle gebieden doorsneden. Alle varianten worden neutraal beoordeeld.

6.2.2 Criterium grondverzet

Per tracé is globaal berekend hoeveel grond moet worden afgegraven (afgevoerd) en moet worden aangevoerd. Ten opzichte van de tracéalternatieven (zonder extra aansluiting) is sprake van een toename van de hoeveelheid aan- en af te voeren grond met 0-5% (bij het gebruik van een bestaande weg) tot maximaal 25% (een nieuwe weg welke wordt aangesloten op het westelijke gelegen alternatief B). Bij alle varianten is sprake van een negatieve effectbeoordeling, gelijk aan de tracéalternatieven.

¹¹ Voor een beschrijving van de vier tracéalternatieven wordt verwezen naar hoofdstuk 5

Tabel 6.2 Effecten van een noordelijke aansluiting bij Dommelen. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen noord via bestaande Keersop brug	Dommelen noord- sportpark 1	Dommelen noord- sportpark 2
	A2	C1	C2
Criterium af te graven grond	35.000 m ³	40.000 m ³	35.000 m ³
Criterium aan te brengen grond	150.000 m ³	155.000 m ³	155.000 m ³
Beoordeling	-	-	-

Tabel 6.3 Effecten van een midden aansluiting bij Dommelen. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Dommelen midden gelijkvloers
	B1	B2	D1
Criterium af te graven grond	40.000 m ³	40.000 m ³	35.000
Criterium aan te brengen grond	160.000 m ³	160.000 m ³	155.000 m ³
Beoordeling	-	-	-

Tabel 6.4 Effecten van een zuidelijke aansluiting bij Dommelen. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen-Dommelsch	Extra aansluiting Lage Heideweg	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
	A4	D2	D4
Criterium af te graven grond	35.000 m ³	35.000 m ³	35.000 m ³
Criterium aan te brengen grond	150.000 m ³	140.000 m ³	130.000 m ³
Beoordeling	-	-	-

6.2.3 Criterium ondergrond

Bij dit criterium gaat het om een eventueel effect op ondergrondse breuken en dan met name een eventueel effect op de zichtbaarheid van de lineaire sedimentsprong. Geen van de varianten heeft hierop een wezenlijk negatief effect.

6.2.4 Criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming

Bij dit criterium gaat het om de effecten op de grondwaterstand, de grondwaterstroming en om de daarvan afgeleide effecten op de grondwaterkwaliteit (middels beïnvloeding van kwelstromen).

Watergangen naast het tracé

De bijkomende effecten van een extra aansluiting worden hieronder beschreven.

Bij de varianten met een aansluiting via een nieuwe route zal de grondwaterstand, grondwaterstroming en daarvan afgeleide grondwaterkwaliteit veranderen indien de watergangen langs de nieuwe route tot onder het grondwaterniveau wordt aangelegd. Er is daarbij sprake van essentiële verschillen tussen de verschillende varianten:

- Een aansluiting Dommelen-midden of Dommelen-Dommelsch: een aansluiting heeft hier de grootste effecten omdat er een nieuwe ontsluitingsroute komt die de Natte Natuurparel over een relatief lang traject kruist. Voor de Natte Natuurparel gaat het om een verlaging van de grondwaterstand (van maximaal circa 1 m in de referentiesituatie) én om een afname van de diepe kwel.
- Een aansluiting Dommelen noord-sportpark (1 of 2): een aansluiting heeft hier beperktere effecten omdat deze route deels loopt over gronden met een lagere grondwaterstand (bv. sportveld en maïsakker). In de directe nabijheid van de Keersop is echter wel sprake van hoge grondwaterstanden én er kan ook een effect optreden op het nabijgelegen Heike (bv. omdat kwelwater wordt afgevangen door de watergangen langs de nieuwe route).
- De drie aansluitingen over bestaande routes: er zijn (bijna) geen effecten te verwachten

Gevoeligheidsanalyse – geen herstel Natte Natuurparel

Evenals voor de tracéalternatieven geldt dat de effecten van een nieuwe aansluiting duidelijk minder effect hebben op de grondwaterstand en grondwaterstroming in de Natte Natuurparels als wordt uitgegaan van het huidige (grond)watersysteem in plaats van een hersteld (grond)watersysteem. Dit leidt echter niet tot een andere effectscore omdat een aansluiting over een nieuwe route ook bij het huidige (grond)watersysteem in de Natte Natuurparel leidt tot een daling van de grondwaterstand en een afname van de kwel

Infiltratie van regenwater

Er wordt geen wezenlijk effect verwacht op de grondwaterstanden/grondwaterstroming als gevolg van de infiltratie van regenwater (zie tevens hoofdstuk 4).

Tijdelijke bemaling

Evenals bij de alternatieven worden er geen wezenlijk effect verwacht als gevolg van bemaling (zie tevens hoofdstuk 4 voor een toelichting).

Ondergrondse constructies

De aansluitingen hebben geen ondergrondse constructies.

Doorsnijding grondwatersprong

Geen van de aansluitingen doorsnijdt een grondwatersprong omdat de breuken liggen in het noorden van de plangebied én omdat de nieuwe aansluitingen uitgaan van een ligging op maaiveld.

In de onderstaande tabel zijn de effecten op het onderdeel grondwaterkwantiteit samengevat.

Tabel 6.5 Effecten op grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming bij een noordelijke aansluiting inclusief daarvan afgeleide effecten op de grondwaterkwaliteit door wijziging van kwel. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen noord via bestaande Keersop brug	Dommelen noord- sportpark 1	Dommelen noord- sportpark 2
	A2	C1	C2
Watergangen naast tracé	Verlaging grondwaterstand (max. circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel door nieuwe verbinding en extra aansluiting. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Verlaging grondwaterstand (max. circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel door nieuwe verbinding en extra aansluiting. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Verlaging grondwaterstand (max. circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel door nieuwe verbinding en extra aansluiting. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP
Infiltratie regenwater	De infiltratie hoeveelheid verandert niet	De infiltratie hoeveelheid verandert niet	De infiltratie hoeveelheid verandert niet
Tijdelijke bemaling	Beperkte tijdelijke bemalingen met als aandachtspunt de Sabc leiding	Beperkte tijdelijke bemalingen met als aandachtspunt de Sabc leiding	Beperkte tijdelijke bemalingen met als aandachtspunt de Sabc leiding
Ondergrondse constructies	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect
Doorsnijding grondwatersprong	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding
Beoordeling	--	--	--

Tabel 6.6 Effecten op grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming bij een midden aansluiting inclusief daarvan afgeleide effecten op de grondwaterkwaliteit door wijziging van kwel. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Dommelen midden gelijkvloers
	B1	B2	D1
Watergangen naast tracé	Langs de aansluiting een verlaging van de grondwaterstand (max. circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Langs de aansluiting een verlaging grondwaterstand (max circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Langs de aansluiting een verlaging grondwaterstand (max 1 circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP
Infiltratie regenwater	De infiltratie hoeveelheid verandert niet	De infiltratiehoeveelheid verandert niet	De infiltratiehoeveelheid verandert niet
Tijdelijke bemaling	Beperkte tijdelijke bemalingen	Beperkte tijdelijke bemalingen	Beperkte tijdelijke bemalingen
Ondergrondse constructies	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect
Doorsnijding grondwatersprong	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding
Beoordeling	- -	- -	- -

Tabel 6.7 Effecten op grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming bij een zuidelijke aansluiting inclusief daarvan afgeleide effecten op de grondwaterkwaliteit door wijziging van kwel. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen-Dommelsch	Extra aansluiting M. Smetsstraat	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
	A4	D2	D4
Watergangen naast tracé	Verlaging grondwaterstand (max. circa 1 m) en afname van ondiepe en diepe kwel door nieuwe verbinding en extra aansluiting. Daardoor ook een verslechtering van de grondwaterkwaliteit in de NNP	Lokaal een verlaging van de grondwaterstand en gering afname van ondiepe kwel.	Lokaal een verlaging van de grondwaterstand en gering afname van ondiepe kwel.
Infiltratie regenwater	De infiltratiehoeveelheid verandert niet	De infiltratiehoeveelheid verandert niet	De infiltratiehoeveelheid verandert niet
Tijdelijke bemaling	Beperkte tijdelijke bemalingen met als aandachtspunt de Sabic leiding	Beperkte tijdelijke bemalingen	Beperkte tijdelijke bemalingen
Ondergrondse constructies	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect	Geen of een gering effect
Doorsnijding grondwatersprong	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding	Geen doorsnijding
Beoordeling	++	0/-	0/-

6.2.5 Criterium Bodemkwaliteit

Bij de varianten A2 en C1 doorsnijdt de nieuwe aansluiting een mogelijke bodemverontreiniging. Hier is nader onderzoek nodig om de daadwerkelijke aard en omvang van de verontreiniging te bepalen. Het effect is voor alle varianten als neutraal beoordeeld omdat het te saneren oppervlak relatief klein is.

Tabel 6.8 Effecten op de bodemkwaliteit bij noordelijke aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen noord via bestaande Keersop brug	Dommelen noord- sportpark 1	Dommelen noord- sportpark 2
	A2	C1	C2
Criterium doorsneden bodemverontreinigingen (in m ²)	4.900	6.000	3.000
Beoordeling	0	0	0

Tabel 6.9 Effecten op de bodemkwaliteit bij een midden aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Dommelen midden gelijkvloers
	B1	B2	D1
Criterium doorsneden bodemverontreinigingen (in m ²)	1.400	1.400	1.400
Beoordeling	0	0	0

Tabel 6.10 Effecten op de bodemkwaliteit bij van een zuidelijke aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen-Dommelsch	Extra aansluiting M. Smetsstraat	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
	A4	D2	D4
Criterium doorsneden bodemverontreinigingen (in m ²)	1.400	1.400	1.400
Beoordeling	0	0	0

6.2.6 Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Grondwaterverontreinigingen

Er bevinden zich geen grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van een eventuele bemaling.

Afstromend wegwater en verwaaiing

De nieuwe aansluiting kan een effect hebben op de grondwaterkwaliteit in de Natte Natuurparel in verband met de infiltratie van inerte stoffen zoals chloride én in verband met verwaaiing van wegwater. Het effect van verwaaiing reikt tot circa 20 a 30 van de kant van de weg.

Met betrekking tot de effecten van (alleen) een extra aansluiting is er sprake van de volgende verschillen tussen de varianten:

- Het grootste effect: Een aansluiting bij Dommelen-noord via sportpark (1 of 2), Dommelen-midden of Dommelen-Dommelsch omdat er een nieuwe ontsluitingsroute komt door de Natte Natuurparel.
- Minder groot effect: Een aansluiting bij Dommelen noord over de bestaande route (Keersop) omdat gebruik wordt gemaakt van een bestaande route in een relatief smal deel van de Natte Natuurparel.
- Geen effect: Een aansluiting via de M. Smetsstraat heeft geen effect op dit criterium omdat gebruik wordt gemaakt van bestaande routes die niet zijn gelegen in een natte natuurparel.

Tabel 6.11 Effecten van een directe beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit bij een noordelijke aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen noord via bestaande Keersop brug	Dommelen noord-sportpark 1	Dommelen noord-sportpark 2
	A2	C1	C2
Criterium grondwaterverontreinigingen	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing
Criterium wegwater en verwaaiing	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 10 a 20 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting
Beoordeling	-	- / - -	- / - -

Tabel 6.12 Effecten van een directe beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit bij een midden aansluiting.
Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Dommelen midden gelijkvloers
	B1	B2	D1
Criterium grondwaterverontreinigingen	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing
Criterium wegwater en verwaaiing	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs nieuwe aansluiting
Beoordeling	-	-	-

Tabel 6.13 Effecten van een directe beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit bij een zuidelijke aansluiting.
Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen-Dommelsch	Extra aansluiting M. Smetsstraat	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
	A4	D2	D4
Criterium grondwaterverontreinigingen	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing
Criterium wegwater en verwaaiing	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 10 a 20 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting	Geen effecten	Geen effecten
Beoordeling	- / - -	0	0

6.2.7 Criterium oppervlaktewaterkwantiteit

Oppervlaktewater (effect bij normaal peil)

Alle varianten passeren de Keersop met een brug. De doorstroming van de Keersop wordt hierdoor niet beïnvloed bij situaties met een normaal peil. Er treden dus geen effecten op.

Waterberging (effect bij hoog peil)

Bij de varianten met een ontsluitingsweg via een nieuwe route vindt er een ophoging plaats in het beekdal van de Keersop. Dit leidt tot een verlies aan oppervlakte natuurlijke/huidige waterberging van orde grootte 5.000 m². Bij de overige varianten, die dus gebruik maken van een bestaande weg, gaat er geen oppervlakte aan natuurlijke/huidige waterberging verloren.

Afwatering & Ontwatering

Bij de varianten met een ontsluitingsweg via een nieuwe route wordt de lokale waterhuishouding beïnvloed in verband met de realisatie van nieuwe watergangen langs de weg. Dit betekent dat bestaande watergangen mogelijk worden verlegd of aangepast.

Tabel 6.14 Effecten op oppervlaktewaterkwantiteit bij een noordelijke aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen noord via bestaande Keersop brug	Dommelen noord- sportpark 1	Dommelen noord- sportpark 2
	A2	C1	C2
Criterium oppervlaktewater (m ²)	0	0	0
Criterium waterberging (m ²)	0	5.000	5.000
Afwatering en ontwatering	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Doorsnijding watersysteem Keersopdal	Doorsnijding watersysteem Keersopdal
Beoordeling	0	-	-

Tabel 6.15 Effecten op oppervlaktewaterkwantiteit bij een midden aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracéalternatief én een extra aansluiting

	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Dommelen midden gelijkvloers
	B1	B2	D1
Criterium oppervlaktewater (m ²)	0	0	0
Criterium waterberging (m ²)	5.000	5.000	5.000
Afwatering en ontwatering	Doorsnijding watersysteem Keersopdal	Doorsnijding watersysteem Keersopdal	Doorsnijding watersysteem Keersopdal
Beoordeling	-	-	-

Tabel 6.16 Effecten op oppervlaktewaterkwantiteit bij een zuidelijke aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen-Dommelsch	Extra aansluiting M. Smetsstraat	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
	A4	D2	D4
Criterium oppervlaktewater (m ²)	0	0	0
Criterium waterberging (m ²)	5.000	0	0
Afwatering en ontwatering	Doorsnijding watersysteem Keersopdal	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem
Beoordeling	-	0	0

6.2.8 Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

De effecten van afstroming en verwaaiing van wegwater zijn afhankelijk van de lengte van de weg langs kwetsbaar gebied. Voor de alternatieven A en C gaat het om een lengte van circa 2 km (traject Keersopperdreef, zie hoofdstuk 4). Bij de varianten die de Natte Natuurparel doorsnijden via een nieuwe route neemt deze lengte toe met circa 200 à 300 m waarbij afstroming/verwaaiing aan tweede zijden plaatsvindt langs kwetsbare gebied.

Het effect hiervan op de waterkwaliteit in de watergangen is echter beperkt omdat de aanwezige watergangen overwegend op grotere afstand van de nieuwe verbinding zijn gelegen en/of er voldoende doorstroming plaatsvindt van de watergangen. Er wordt daarom geen (sterke) verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit verwacht.

WERKDOCUMENT

Tabel 6.17 Effecten van een directe beïnvloeding van oppervlaktewaterkwaliteit bij een noordelijke aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen noord via bestaande Keersop brug	Dommelen noord- sportpark 1	Dommelen noord- sportpark 2
	A2	C1	C2
Criterion afstroming en verwaaiing van wegwater	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 10 a 20 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting
Beoordeling	-	-	-

Tabel 6.18 Effecten van een directe beïnvloeding van oppervlaktewaterkwaliteit bij een midden aansluiting. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Dommelen midden gelijkvloers
	B1	B2	D1
Criterion afstroming en verwaaiing van wegwater	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs nieuwe aansluiting	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 a 30 m breed langs nieuwe aansluiting
Beoordeling	-	-	-

Tabel 6.19 Effecten van een directe beïnvloeding van oppervlaktewaterkwaliteit bij een zuidelijke aansluiting bij Dommelen. Het gaat om het totale effect van het tracealternatief én een extra aansluiting

	Dommelen-Dommelsch	Extra aansluiting M. Smetsstraat	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
	A4	D2	D4
Criterium afstroming en verwaaiing van wegwater	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 10 a 20 m breed langs het alternatief en de nieuwe aansluiting	Geen significante effecten	Geen significante effecten
Beoordeling	-	0	0

6.2.9 Samenvattende beschouwing effecten bodem, ondergrond en water

Bodem en ondergrond

Bij de varianten met een noordelijke aansluiting wordt circa 1.500 a 4.500 m² meer bodemverontreiniging afgegraven / gesaneerd dan bij de alternatieven en de varianten met een midden- of zuidelijke aansluiting. De effectscore wijzigt hierdoor niet.

Bij de realisatie van een nieuwe aansluiting neemt het grondverzet met circa 5-25% toe. Deze toename is het kleinste bij het gebruik van een bestaande route (zoals de brug over de Keersop) en het grootste bij de realisatie van een nieuwe verbindingsweg. Voor alle varianten is sprake van een negatieve effectbeoordeling op dit criterium.

Water

Ten opzichte van de alternatieven leidt een nieuw te realiseren aansluiting door de Natte Natuurparel tot negatievere effecten op het (grond)watersysteem. Bij drie varianten is sprake van een aansluiting over een bestaande weg. Het gaat eenmaal om een route over de bestaande Keersop (A2) en tweemaal via de M. Smetsstraat (D2 en D4). Bij deze varianten zijn de effecten van de aansluiting op Dommelen kleiner dan de effecten van een nieuwe route.

Totaaleffect

De effecten op bodem, ondergrond en (grond)water zijn samengevat in de volgende tabel. Als er bij één of meerdere criteria sprake is van negatieve effecten op de Natte Natuurparel dan is het meest negatieve effect op dit kwetsbare gebied als totaal effect overgenomen. Met andere woorden: de negatieve effecten op de Natte Natuurparel bepalen in dat geval de totaalscore. In alle andere gevallen (dus zonder negatieve effecten op de Natte Natuurparel) zijn alle criteria even zwaar gewogen bij het bepalen van de totale effectscore.

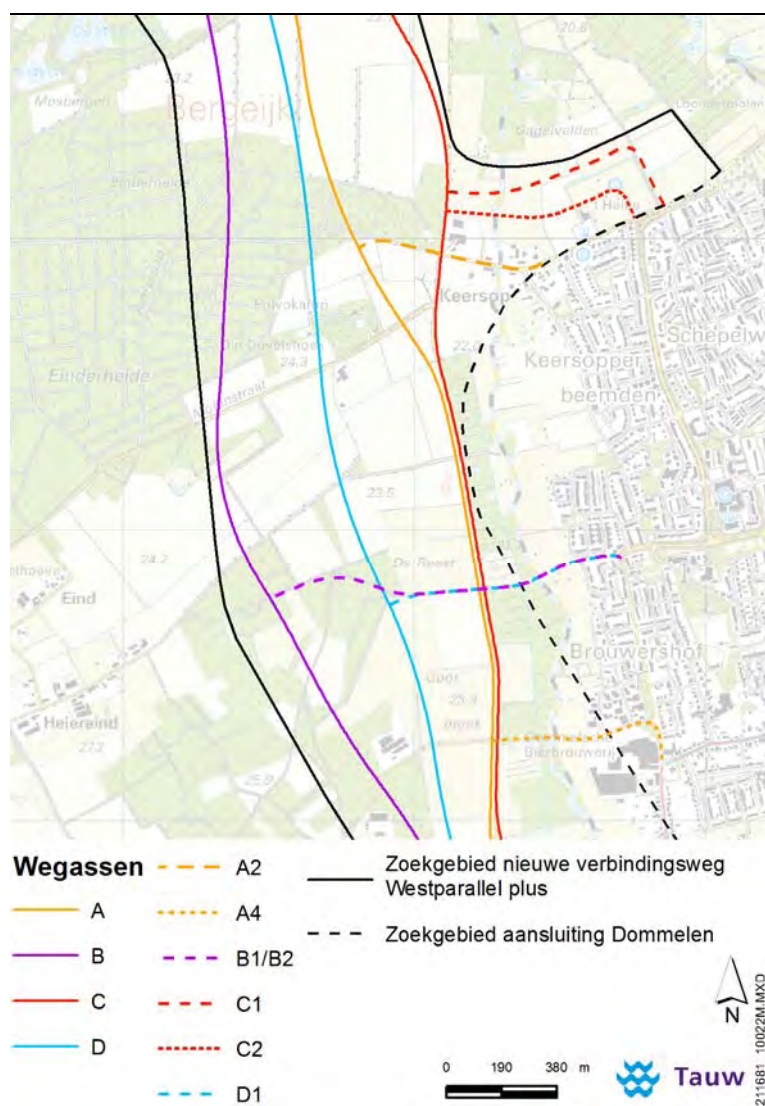
Tabel 6.20 Samenvatting effecten alternatieven bodem, ondergrond en water

	Referentie	Oost naast Keersopperdreef	Dommelen noord via bestaande Keerson brug	Dommelen-Dommelsch	West	Dommelen midden gelijkvloers	Dommelen midden ongelijkvloers	Oost op Keersopperdreef	Dommelen noord-sportpark 1	Dommelen noord-sportpark 2	Midden	Dommelen midden gelijkvloers	Extra aansluiting Lage Heideweg	M. Smetsstraat zonder aansluiting N397
Alternatieven en varianten	Ref	A	A2	A4	B	B1	B2	C	C1	C2	D	D1	D2	D4
Aardkundige waarden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grondverzet	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ondergrond (breuken)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grondwaterkwantiteit en –stroming (inclusief indirecte effecten op grondwaterkwaliteit)	0	--	--	--	0	--	--	--	--	--	0/-	--	0/-	0/-
Grondwaterkwaliteit (directe beïnvloeding)	0	-	-	-/-	0	-	-	-	-/-	-/-	0	-	0	0
Oppervlaktewaterkwantiteit	0	0	0	-	0	-	-	0	-	-	0	-	0	0
Oppervlaktewaterkwaliteit (directe beïnvloeding)	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	0	0
Totaal effect	0	--	--	--	0	--	--	--	--	--	0/-	--	0/-	0/-

6.3 Bandbreedte effecten overige mogelijke aansluitingsvarianten Dommelen

In de voorgaande paragrafen zijn negen varianten beschouwd die bestaan uit een combinatie van een tracéalternatief en een aansluiting op Dommelen. Voor zeven varianten geldt dat er telkens een aansluitende weg loopt vanaf het tracéalternatief tot aan het bestaande wegennet aan de westkant van Dommelen. Deze zeven varianten kunnen variëren in lengte, mede afhankelijk van het alternatief waaraan ze gekoppeld zijn. De twee varianten op de M. Smetsstraat (D2 en D4) zijn hierop een uitzondering. Deze varianten kunnen niet in lengte variëren, omdat ter plaatse van deze aansluiting alle alternatieven dezelfde ligging hebben. Figuur 6.3 geeft de ligging van deze zeven aansluitingsvarianten bij Dommelen op kaart weer. In totaal zijn er echter 28 (7 x 4) verschillende combinaties denkbaar als alle aansluitingsvarianten worden gekoppeld aan de vier alternatieven. Deze paragraaf beschrijft de mogelijke effecten van het koppelen van een aansluitingsvariant aan een ander alternatief.

Daarbij wordt gefocust op de effecten op de grondwaterstand en grondwaterstroming (inclusief daarvan afgeleid effect op de kweldruk) omdat deze het meest bepalend zijn voor de omvang van het totale effect van een alternatief of variant.



Figuur 6.3 Overzicht van de ligging van de 4 alternatieven en de bijbehorende zeven aansluitingsvarianten bij Dommelen

Tabel 6.21 Afleiding bandbreedte effecten overige mogelijke aansluitingsvarianten voor het criterium Grondwaterkwantiteit en –stroming (inclusief indirecte effecten op grondwaterkwaliteit door een verandering van kweldruk)

<i>Het verlengen van onderstaande aansluitingsvariant tot aan alternatief D en/of B heeft het volgende effect:</i>	
A2	Beperkte extra effecten omdat een deel van de verlengde aansluiting is gelegen in een gebied met een hoge grondwaterstand
A4	Beperkte extra effecten omdat een deel van de verlengde aansluiting is gelegen in een gebied met een hoge grondwaterstand
C1	Beperkte extra effecten omdat een deel van de verlengde aansluiting is gelegen in een gebied met een hoge grondwaterstand
C2	Beperkte extra effecten omdat een deel van de verlengde aansluiting is gelegen in een gebied met een hoge grondwaterstand
<i>Het inkorten van onderstaande aansluitingsvariant tot aan alternatief D en/of A en/of C heeft het volgende effect:</i>	
B1	Beperkt geringere effecten omdat minder locaties worden doorsneden met een hoge grondwaterstand
B2	Beperkt geringere effecten omdat minder locaties worden doorsneden met een hoge grondwaterstand
<i>Het verlengen van onderstaande aansluitingsvariant tot aan alternatief B of het inkorten tot aan alternatief A en/of C heeft het volgende effect:</i>	
D1	Beperkt geringere effecten omdat minder locaties worden doorsneden met een hoge grondwaterstand

7 Effecten van de varianten op de weginpassing

7.1 Toelichting varianten

De varianten weginpassing verschillen van de tracé-alternatieven met betrekking tot:

- Vormgeving van de aansluitingen
- De kruisende wegen (oversteken)
- Hoogteligging van de weg en het wegprofiel.

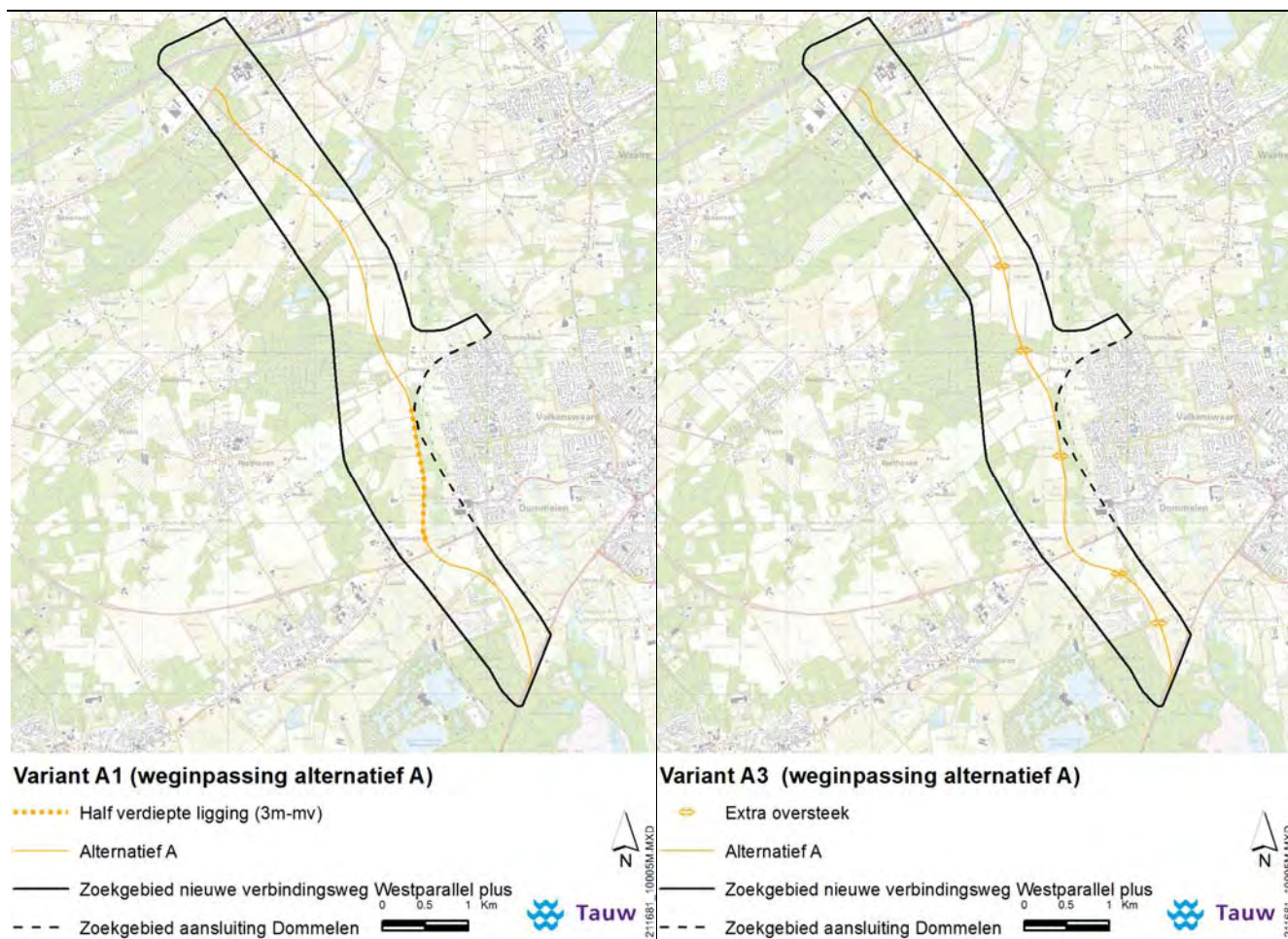
Door de effecten van een variant te vergelijken met de effecten van het bijbehorende tracéalternatief ontstaat inzicht in de voor- en nadelen van dergelijke wijzigingen. In onderstaande tabel is dit samengevat:

Tabel 7.1 Varianten weginpassing (grijze arcering = geen wijziging tov alternatief)

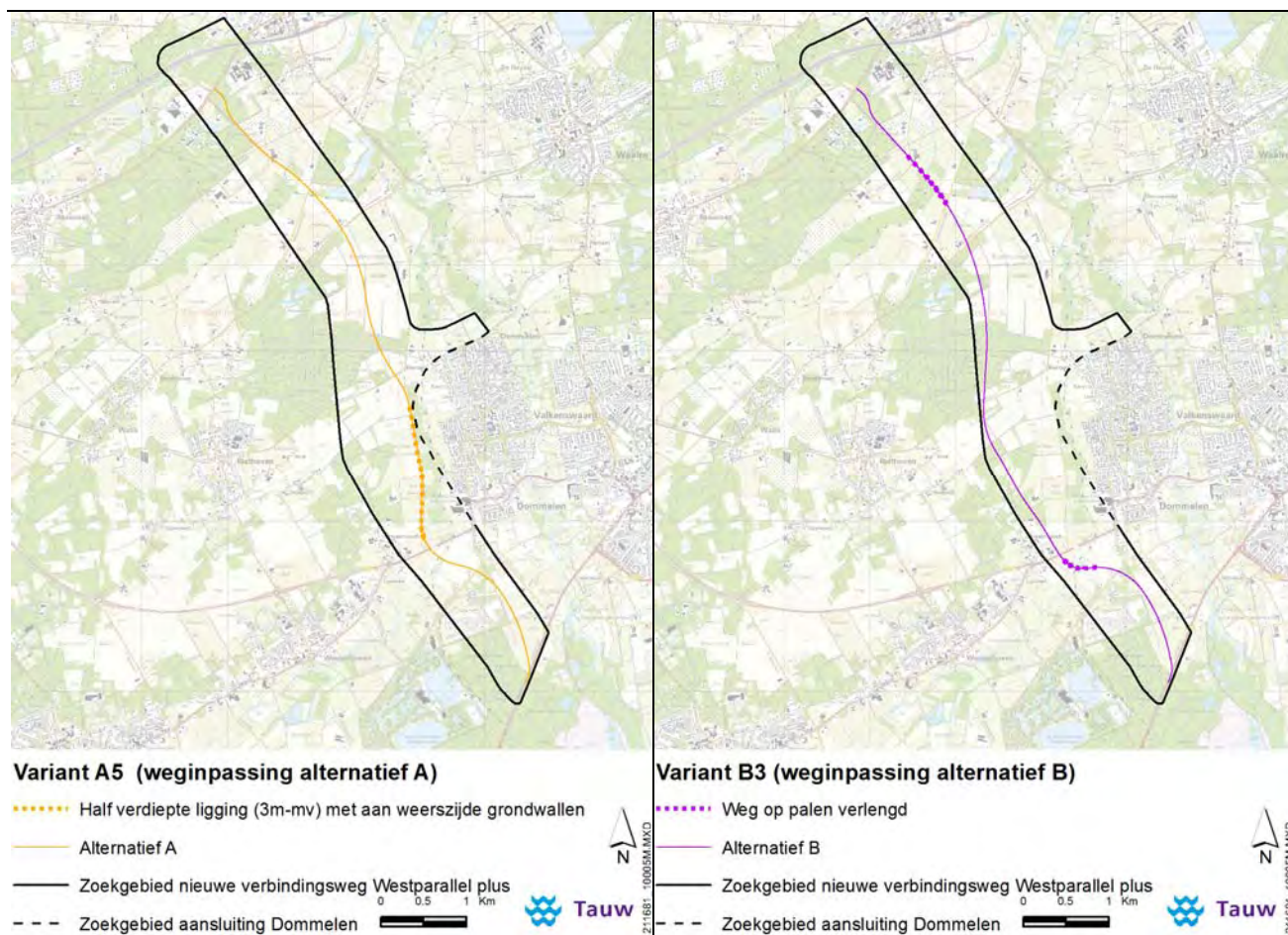
Var.	Aansluiting Dommelen	WEGINPASSING		
		Vormgeving aansluitingen	Varianten oversteken	Varianten hoogteligging en wegprofiel
A1	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Half verdiepte ligging (± 3 m -mv) ter plaatse van Dommelen West
A3	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing. Extra oversteken voorzien bij De Takkers, Bosweg, De Roest, M. Smetsstraat en Victorieweg	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A
A5	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief A	Half verdiepte ligging (± 3 m -mv) ter plaatse van Dommelen West met aan weerszijde van de weg een grondwal met een hoogte van 1,5 m t.o.v. mv (dus variant A1 + talud)
B3	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief B	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief B	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief B	750 m op palen bij de Run, brug bij middelste watergang en bij Keersop op palen met recreatieve en natuurlijke verbinding (500 m)
C3	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief C	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief C	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief C	Brede middenberm ter plaatse van Dommelen West

Var.	Aansluiting Dommelen	WEGINPASSING		
		Vormgeving aansluitingen	Varianten oversteken	Varianten hoogteligging en wegprofiel
		alternatief C		
D3	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Rotondes	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D
D5	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Over totale lengte tracé aan weerszijde van de weg een grondwal met een hoogte van 1,5 m t.o.v. mv
D6	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	Geen wijzigingen t.o.v. alternatief D	1x2 rijstrook op maaiveld. Bij de Run (± 350 m) en Keersop (± 250 m) op palen in beekdal. Vanaf beekdal Run half verhoogd (± 3 m +mv). Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie (± 6 m -mv)

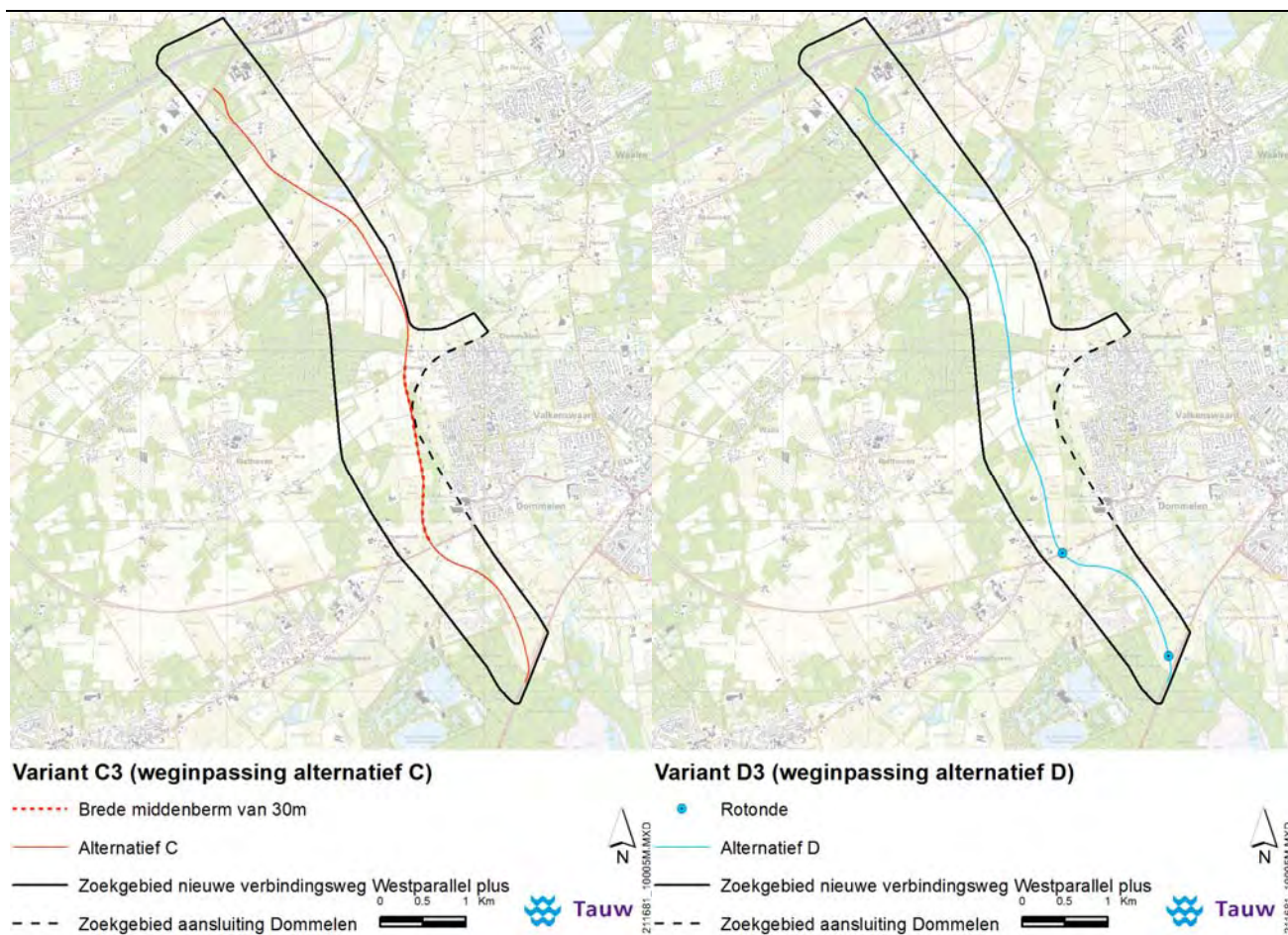
De ligging van de varianten is weergegeven op de figuren 7.1 tot en met 7.4.

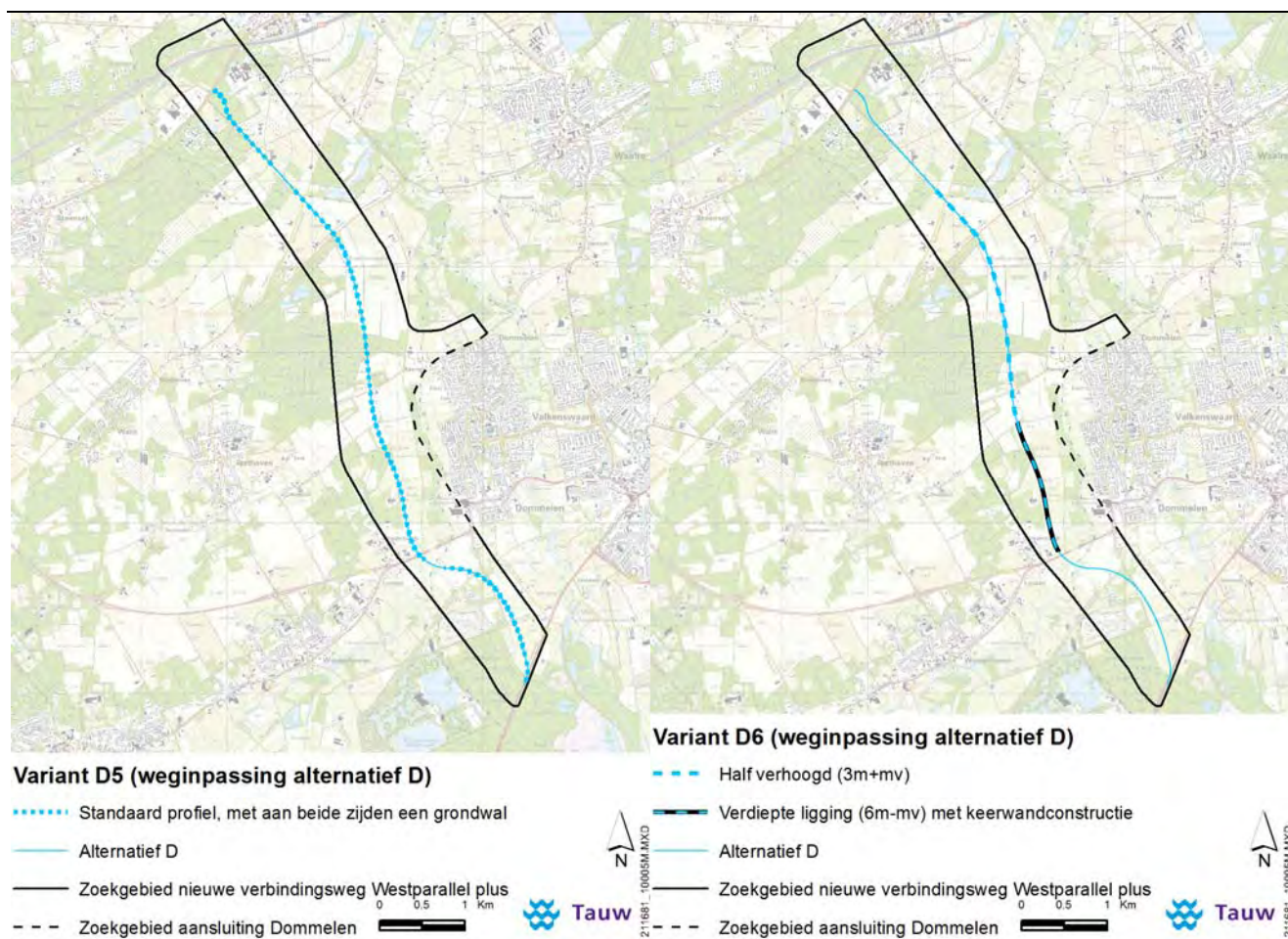


Figuur 7.1 Ligging varianten weginpassing: A1 en A3



Figuur 7.2 Ligging varianten weginpassing: A5 en B3


Figuur 7.3 Ligging varianten weginpassing: C3 en D3



Figuur 7.4 Ligging variant weginpassing: D5 en D6

7.1.1 Uitgangspunten ontwerp

Deze paragraaf beschrijft de gehanteerde civieltechnisch uitgangspunten voor de verschillende varianten.

Standaardprofiel met verbrede tussenberm (*hierbij worden twee zandbedden op maaiveld aangebracht, daar tussen komt de verbrede berm waar het maaiveld niet wordt aangepast, langs alle zijden (4) wordt een watergang gegraven*)

- Totale breedte waarover wordt gegraven (inclusief talud en watergang) = 37,5 m
- Hoogte wegas (t.o.v. omgeving) + 0,70 m
- Breedte bodem watergang = 0,5 m
- Breedte watergang aan maaiveld = 2,50 m
- Diepte watergang = 1,5 m

Half verdiepte ligging (folie constructie)

- Breedte waarover wordt afgegraven (inclusief talud en watergang) = 29 m
- Diepte afgraving = 4,0 m

Bij dit ontwerp wordt ervan uitgegaan dat de weg onder het grondwater is gelegen in een volledig waterdichte constructie. De constructie wordt zo gerealiseerd dat er geen bemaling/drainage noodzakelijk is om opdrijven van de constructie te voorkomen (dus geen blijvende grondwateronttrekking).

Verdiepte ligging (keerwandconstructie (betonnen U-profiel))

- Breedte waarover wordt afgegraven = 15 m
- Diepte afgraving = 7,0 m

Bij dit ontwerp wordt ervan uitgegaan dat de weg onder het grondwater ligt in een volledig waterdichte constructie. De constructie wordt zo gerealiseerd dat er geen bemaling/drainage noodzakelijk is om opdrijven van de constructie te voorkomen (dus geen blijvende grondwateronttrekking).

Half verhoogde ligging (langs beide zijden wordt een watergang gegraven)

- Totale breedte waarover wordt gegraven (inclusief talud en watergang) = 40 m
- Hoogte wegas (tov omgeving) + 3,00 m
- Breedte bodem watergang = 0,50 m
- Breedte watergang aan maaiveld = 2,50 m
- Diepte watergang = 1,5 m

Grondwal (dit zijn de afmetingen van een grondwal aan één zijde)

- Breedte grondwal (aan één zijde) = 6,6 m
- Hoogte grondwal (tov omgeving) + 1.65 m

7.2 Effecten

7.2.1 Criterium Aardkundige waarden

Geen van de alternatieven doorsnijdt aardkundig waardevol gebied, net als de tracéalternatieven.

7.2.2 Criterium Grondverzet

De hoeveelheid af te graven en aan te brengen grond is weergegeven in onderstaande tabel. Met name een (half) verdiepte ligging en een talud resulteert in relatief veel grondverzet.

Tabel 7.2 Effecten weginpassing onderzochte varianten (m³ af te graven grond)

	Half verdiepte ligging	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing.	Half verdiepte ligging met talud	Over grotere lengte op palen bij beekdal de Run en Keersop	Brede middenberm	Rotondes	Talud naast weg op maaiveld	Op maaiveld ter plaatse van Keersop. (Voor)bij Run half verhoogd Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie
	A1	A3	A5	B3	C3	D3	D5	D6
Criterium af te graven grond	140.000	35.000	145.000	30.000	40.000	35.000	35.000	200.000
Criterium aan te brengen grond	105.000	130.000	130.000	120.000	530.000	130.000	245.000	430.000

Tabel 7.3 Effecten weginpassing doorvertaald naar alternatieven. In de tekst boven deze tabel is toegelicht of een andere weginpassing tot andere effecten kan leiden. In onderstaande tabel is aangegeven of de effectscore van een tracealternatief wijzigt bij een andere weginpassing.

	Half verdiepte ligging	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing.	Half verdiepte ligging met talud	Over grotere lengte op palen bij beekdal de Run en Keersop	Brede middenberm	Rotondes	Talud naast weg op maaiveld	Op maaiveld ter plaatse van Keersop. (Voor)bij Run half verhoogd Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie
Alternatief A	<	=	<	=	<	=	<	<
Alternatief B	<	=	<	=	<	=	<	<
Alternatief C	<	=	<	=	<	=	<	<
Alternatief D	<	=	<	=	<	=	<	<



= de variant weginpassing is op basis van dit alternatief in het MER onderzocht

= de beoordeling van de variant weginpassing voor dit alternatief is doorvertaald op basis van het alternatief dat in het MER is onderzocht (zie groen gearceerde cellen)

<<: variant scoort veel minder goed dan tracéalternatief

< : variant scoort minder goed dan tracéalternatief

=: variant is vergelijkbaar met tracéalternatief

>: variant scoort beter dan tracéalternatief

>>: variant scoort veel beter dan tracéalternatief

7.2.3 Criterium Ondergrond

Bij dit criterium gaat het om een eventueel effect op ondergrondse breuken en dan met name om een eventueel effect op de zichtbaarheid van de lineaire sedimentsprong. Geen van de varianten heeft hierop een effect, net als de tracéalternatieven.

7.2.4 Criterium grondwaterkwantiteit en -stroming

Watergangen naast tracé en ondergrondse constructie

In de varianten A1, A5 en D6 wordt het gedeelte van de weg ter hoogte van Dommelen (half) verdiept uitgevoerd. Langs het (half) verdiepte deel van het tracé worden geen watergangen aangelegd. De negatieve effecten die deze watergangen hebben bij een ligging op maaiveld treden dus niet op bij een (half) verdiepte ligging. Wel zal bij een (half) verdiepte ligging de grondwaterstroming blokkeren en daarmee een effect ontstaan op grondwaterstanden en kwel (en dus indirect ook op de grondwaterkwaliteit).

Het verwachte effect daarvan is een verhoging van de grondwaterstand aan de westzijde van een verdiepte weg van maximaal orde grootte 0,10 m¹². Aan de oostzijde van een verdiepte weg bedraagt de verlaging van de grondwaterstand maximaal orde grootte 0,10 m. Bij een half verdiepte ligging is het effect ongeveer half zo groot. Tevens wordt de toestroming van kwel naar de Natte Natuurparel geblokkeerd/beperkt door een (half) verdiepte ligging. Ten slotte is het aannemelijk dat de verhoging van de grondwaterstand westelijk van de (half) verdiepte ligging wordt opgeheven door het realiseren van extra ontwatering zoals peilgestuurde drainage. Dit om natschade aan de daar gelegen landbouwgrond te voorkomen. Door deze extra ontwatering wordt er kwel afgevangen, waardoor de grondwaterkwaliteit in de natte natuurparel negatief wordt beïnvloed. Dit is een negatief (bij)effect van de realisatie van een (half)verdiepte ligging.

Bovengenoemde effecten zijn bepaald op basis van expert inschatting. Een belangrijk gegeven daarbij is dat het goed doorlatende bovenste watervoerend pakket een dikte heeft van circa 25 à 30 m (Sterksel, zie onderstaande figuur). Dit pakket wordt zeer lokaal voor circa 10 à 15% geblokkeerd bij een half verdiepte ligging en voor circa 20% à 25% bij een verdiepte ligging. Vanwege het goed doorlatende karakter van dit pakket is de inschatting dat dit niet zal leiden tot grote effecten stroomafwaarts. Er resteert immers nog genoeg goed doorlatend watervoerend pakket.

Per saldo krijgen de varianten met een (half) verdiepte een zelfde effectscore als de tracealternatieven omdat de verlaging van de grondwaterstand ook bij een (half) verdiepte ligging $\geq 0,05$ m is én er sprake is van een afname van de kwel (door de blokkerende werking van de constructie én als gevolg van de aangenomen extra ontwatering westelijk van de weg).

Gevoeligheidsanalyse – geen herstel Natte Natuurparel

Als voor de Natte Natuurparels wordt uitgegaan van het huidige (grond)watersysteem in plaats van een hersteld (grond)watersysteem dan zullen de effecten van een half verdiepte ligging geringer zijn. Dit komt doordat de kwelstroom die wordt geblokkeerd in de referentiesituatie groter is dan in de huidige situatie. Voor de effectscores heeft dit geen consequenties omdat er ook een daling van de grondwaterstand en de kweldruk optreedt als wordt uitgegaan van het huidige (grond)watersysteem.

¹² Een dergelijke verhoging kan leiden tot natschade bij de landbouwpercelen die westelijk van de verdiepte ligging zijn gelegen. Of en in welke dit leidt tot aanvullende maatregelen, zoals extra ontwatering, is niet bekend. In hoofdstuk 9 wordt hier nader op ingegaan

Bij variant A3 worden er meer tunnels aangelegd bij diverse kruisende wegen. Deze tunnels lopen min of meer parallel aan grondwaterstroming, zijn relatief klein van omvang en worden waterdicht uitgevoerd. Het effect op de grondwaterstand / grondwaterstroming (inclusief kwel) is daarom minimaal.

De overige varianten scoren vergelijkbaar als de betreffende tracéalternatieven.

Infiltratie van regenwater

Bij de varianten met een (half) verdiepte ligging wordt neerslagwater opgepompt en, na een eventuele voorzuivering, geloosd op daarvoor geschikt oppervlaktewater en/of het riool. Dit betekent een afname van de infiltratie van neerslagwater in de bodem. Bij de overige varianten is er geen sprake van een wezenlijk effect op dit criterium.

Tijdelijke bemaling

Voor de aanleg van de half verdiepte ligging vindt waarschijnlijk bemaling plaats (droge ontgraving). Voor de varianten A1 en A5 kan dit leiden tot grote negatieve effecten op de grondwaterstand/grondwaterstroming in de Natte Natuurparel. Bij deze varianten ligt de half verdiepte ligging immers op/langs de Keersopperdreef.

Voor de verdiepte ligging (D6) ligt een natte ontgraving voor de hand. In dat geval wordt gebruik gemaakt van onderwaterbeton en dus niet van een tijdelijke bemaling.

Doorsnijding grondwatersprong

Geen van de inpassingsvarianten doorsnijdt een grondwatersprong omdat de (half) verdiepte ligging bij de varianten A1, A5 en D6 is gelegen in het zuidelijke deel van het plangebied (de breukzone is gelegen in het noordelijke deel).

Tabel 7.4 Effecten weginpassing doorvertaald naar alternatieven. In de tekst boven deze tabel is toegelicht of een andere weginpassing tot andere effecten kan leiden. In onderstaande tabel is aangegeven of de effectscore van een tracealternatief wijzigt bij een andere weginpassing.

	Half verdiepte ligging	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing.	Half verdiepte ligging met talud	Over grotere lengte op palen bij beekdal de Run en Keersop	Brede middenberm	Rotondes	Talud naast weg op maaiveld	Op maaiveld ter plaatse van Keersop. (Voor)bij Run half verhoogd Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie
Alternatief A	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief B	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief C	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief D	=	=	=	=	=	=	=	=



= de variant weginpassing is op basis van dit alternatief in het MER onderzocht

= de beoordeling van de variant weginpassing voor dit alternatief is doorvertaald op basis van het alternatief dat in het MER is onderzocht (zie groen gearceerde cellen)

<<: variant scoort veel minder goed dan tracéalternatief

<: variant scoort minder goed dan tracéalternatief

=: variant is vergelijkbaar met tracéalternatief

>: variant scoort beter dan tracéalternatief

>>: variant scoort veel beter dan tracéalternatief

7.2.5 Criterium Bodemkwaliteit

De inpassingvarianten hebben geen invloed op dit criterium omdat de vergravingsbreedte niet wezenlijk veranderd in de nabijheid van de aanwezige bodemverontreinigingen.

7.2.6 Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Grondwaterverontreinigingen

Als gevolg van tijdelijke onttrekkingen tijdens de aanlegfase kunnen mogelijk grondwaterverontreinigingen worden aangetrokken. Dit is afhankelijk van de invloedsstraal van de bemaling. In de engineeringsfase dient dit nader te worden uitgewerkt. Voor de varianten A1 en A5 is dit risico het grootste vanwege de bemaling van de half verdiepte ligging.

Afstromend wegwater en verwaaiing

Bij een (half) verdiepte ligging vindt er geen infiltratie plaats van wegwater in de bodem omdat dit water, na een eventuele zuivering, wordt geloosd op daarvoor geschikte watergangen en/of het riool (varianten A1, A5 en D6). Tevens is bij deze varianten de omvang van verwaaiing minder groot vanwege de afschermde werking van de (half) verdiepte ligging. Dit speelt met name bij variant A5 (vanwege een talud naast de verdiepte ligging) en variant D6 (vanwege de verdiepte ligging). Bij de overige varianten is er geen verschil met de beoordeling van de alternatieven (zie hoofdstuk 5).

Tabel 7.5 Effecten weginpassing doorvertaald naar alternatieven. In de tekst boven deze tabel is toegelicht of een andere weginpassing tot andere effecten kan leiden. In onderstaande tabel is aangegeven of de effectscore van een tracealternatief wijzigt bij een andere weginpassing

	Half verdiepte ligging	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing.	Half verdiepte ligging met talud	Over grotere lengte op palen bij beekdal de Run en Keersop	Brede middenberm	Rotondes	Talud naast weg op maaiveld	Op maaiveld ter plaatse van Keersop. (Voor)bij Run half verhoogd Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie
Alternatief A	>	=	>	=	=	=	=	>
Alternatief B	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief C	>	=	>	=	=	=	=	>
Alternatief D	=	=	=	=	=	=	=	=

= de variant weginpassing is op basis van dit alternatief in het MER onderzocht

= de beoordeling van de variant weginpassing voor dit alternatief is doorvertaald op basis van het alternatief dat in het MER is onderzocht (zie groen gearceerde cellen)

<<: variant scoort veel minder goed dan tracéalternatief

<: variant scoort minder goed dan tracéalternatief

=: variant is vergelijkbaar met tracéalternatief

>: variant scoort beter dan tracéalternatief

>>: variant scoort veel beter dan tracéalternatief

7.2.7 Criterium oppervlaktewaterkwantiteit

Het criterium oppervlaktewaterkwantiteit toetst diverse milieueffecten. Dit betreft de doorsnijding van oppervlaktewater, het verlies aan waterberging en de aantasting in afwatering en ontwatering.

Oppervlaktewater (effect bij normaal peil)

Geen van de varianten doorsnijdt het oppervlaktewater. Dit aspect is dan ook niet onderscheidend voor de alternatieven.

Waterberging (effect bij hoog peil)

Alle varianten doorsnijden de 2 beekdalen in even grote mate als bij de alternatieven. Ook bij variant B3 (met grotere lengte op palen) is er met betrekking tot een effect op de waterberging geen verschil met de alternatieven omdat het gehanteerde overstromingsgebied bij de alternatieven al werd gekruist op pijlers.

Afwatering & Ontwatering

Bij alle varianten worden watergangen gerealiseerd voor het bergen/infiltreren/afvoeren van neerslagwater. Dit geldt ook voor de varianten met een (half) verdiepte ligging, waarbij het gaat om neerslagwater dat wordt opgepompt vanuit de (half) verdiepte constructie. Alle varianten hebben dus een vergelijkbaar effect als de alternatieven.

Tabel 7.6 Effecten weginpassing doorvertaald naar alternatieven. In de tekst boven deze tabel is toegelicht of een andere weginpassing tot andere effecten kan leiden. In onderstaande tabel is aangegeven of de effectscore van een tracealternatief wijzigt bij een andere weginpassing.

	Half verdiepte ligging	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing.	Half verdiepte ligging met talud	Over grotere lengte op palen bij beekdal de Run en Keersop	Brede middenberm	Rotondes	Talud naast weg op maaiveld	Op maaiveld ter plaatse van Keersop. (Voor)bij Run half verhoogd Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie
Alternatief A	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief B	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief C	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief D	=	=	=	=	=	=	=	=

= de variant weginpassing is op basis van dit alternatief in het MER onderzocht

= de beoordeling van de variant weginpassing voor dit alternatief is doorvertaald op basis van het alternatief dat in het MER is onderzocht (zie groen gearceerde cellen)

<<: variant scoort veel minder goed dan tracéalternatief

< : variant scoort minder goed dan tracéalternatief

=: variant is vergelijkbaar met tracéalternatief

>: variant scoort beter dan tracéalternatief

>>: variant scoort veel beter dan tracéalternatief

7.2.8 Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Bij de alternatieven was sprake van een negatief effect voor de tracés op maaiveld op/langs de Keersopperdreef (alternatief A en C). Als deze tracés (half) verdiept worden uitgevoerd, conform variant A1 en A5, dan neemt de afstroming en verwaaiing af. Het neerslagwater wordt immers opgepompt en na een eventuele zuivering geloosd op daarvoor geschikte watergangen en/of het riool. Het effect van verwaaiing is (veel) minder groot vanwege de afschermded werking van de (half) verdiepte ligging. Dit is met name het geval bij variant A5 (vanwege het talud).

Tabel 7.7 Effecten weginpassing doorvertaald naar alternatieven. In de tekst boven deze tabel is toegelicht of een andere weginpassing tot andere effecten kan leiden. In onderstaande tabel is aangegeven of de effectscore van een tracealternatief wijzigt bij een andere weginpassing.

	Half verdiepte ligging	Meer oversteken uitvoeren met brug of tunnel. Meer ontsluitingswegen naar percelen en bebouwing.	Half verdiepte ligging met talud	Over grotere lengte op palen bij beekdal de Run en Keersop	Brede middenberm	Rotondes	Talud naast weg op maaiveld	Op maaiveld ter plaatse van Keersop. (Voor)bij Run half verhoogd Bij Dommelen West een verdiepte ligging met keerwandconstructie
Alternatief A	<	=	<	=	=	=	=	<
Alternatief B	=	=	=	=	=	=	=	=
Alternatief C	<	=	<	=	=	=	=	<
Alternatief D	=	=	=	=	=	=	=	=

= de variant weginpassing is op basis van dit alternatief in het MER onderzocht

= de beoordeling van de variant weginpassing voor dit alternatief is doorvertaald op basis van het alternatief dat in het MER is onderzocht (zie groen gearceerde cellen)

<<: variant scoort veel minder goed dan tracéalternatief

< : variant scoort minder goed dan tracéalternatief

=: variant is vergelijkbaar met tracéalternatief

>: variant scoort beter dan tracéalternatief

>>: variant scoort veel beter dan tracéalternatief

8 Mitigatie en optimalisatie

Maatregelen om effecten te voorkomen of te mitigeren

Op basis van onderzochte negatieve effecten wordt op kwalitatieve wijze nut, noodzaak en effectiviteit van eventuele mitigerende (verzachtende) maatregelen beschreven. Daarnaast zijn optimalisaties mogelijk. Het kan hierbij bijvoorbeeld gaan om een beperkte wijziging van het tracé.

Tabel 8.1 Voorstel voor optimalisaties en mitigerende maatregelen

Negatief effect	Mitigatie/optimalisatie	Impact op milieueffecten
Grondverzet	Lokaal hergebruik van afgegraven grond	Minder milieu-effecten omdat per saldo minder grond wordt aan- en afgevoerd.
Infiltratie verontreinigd wegwater	Zuiverende berm toepassen en/of uitgebreide zuivering plaatsen (meer dan wettig noodzakelijk is)	Bij de effectbeoordeling is uitgegaan van een standaard wegberm. Bij een (half) verdiepte ligging is voor de effectbeoordeling uitgegaan van een beperkte voorzuivering waarmee sober en doelmatig wordt voldaan aan de (lozings)normen. Nut en noodzaak van een uitgebreidere zuivering vraagt om een detailafweging waarbij de kosten/milieueffecten van de uitgebreidere zuivering worden vergeleken met het effect van schoner lozingswater.
Verwaaiing wegwater	Zoab toepassen, verdiepte ligging en/of een obstakel toepassen (zoals een scherm of beplanting)	Zoab kan de omvang van verwaaiing sterk reduceren. De impact van overige maatregelen is afhankelijk van de aard en de omvang van de toe te passen obstakels en de specifieke locatie
Drainage van grondwater	De weg en/of de watergang/bermsloot naast de weg hoger leggen. Peilgestuurde drainage. Zorgen dat de watergangen geen/minder drainerende werking heeft door deze het gehele wegprofiel te omringen met bijvoorbeeld een folieconstructie (gesloten systeem).	Een verhoogde ligging van de weg in combinatie met een verhoogde ligging van de watergangen/bermsloten is het meest kansrijk. Overige mitigerende maatregelen kunnen de effecten slechts gedeeltelijk beperken of hebben andere nadelen.
Blokkerende werking van een ondergrondse constructie	Met maatregelen (zoals een hevel) de stroming van grondwater langs/over/onder de constructie herstellen	Met deze maatregelen kan waarschijnlijk een deel van het effect worden voorkomen maar niet het gehele effect. Tevens is de levensduur en het onderhoud van deze maatregel een aandachtspunt.
Afwatering en ontwatering	Bestaande en nieuwe watergangen alleen koppelen waar dat geen ongewenste effecten oplevert. Anders deze watergangen gescheiden houden (bv. door duikers toe te passen)	Afhankelijk van de locatie
Waterberging (situaties met hoog waterpeil)	Een nieuwe ontsluitingsweg tussen Dommelen en de nieuwe verbinding realiseren op palen	Een neutraal effect op het subcriterium waterberging.

9 Optimalisatiealternatieven en –varianten

9.1 Inleiding

In de hoofdstukken 5 tot en met 7 van de achtergrondrapporten zijn de effecten van 4 tracéalternatieven, diverse aansluitingsvarianten Dommelen en weginpassingsvarianten onderzocht. In hoofdstuk 8 zijn mogelijke mitigerende maatregelen aangegeven om de milieueffecten te beperken. Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek en de belangen in het gebied zijn door de Bestuurlijke Werkgroep nieuwe verbinding op 26 juni 2013 5 optimalisatiealternatieven samengesteld. Deze optimalisatiealternatieven worden toegelicht in paragraaf 9.2 en op milieueffecten beoordeeld in paragraaf 9.3.

Aan de 5 optimalisatiealternatieven zijn kansrijke varianten gekoppeld voor een eventuele extra aansluiting bij Dommelen en inpassing van de weg. De optimalisatievarianten worden toegelicht in paragraaf 9.4 en op milieueffecten beoordeeld in de daarop volgende paragrafen.

9.2 Toelichting optimalisatiealternatieven

In deze paragraaf worden de vijf geoptimaliseerde alternatieven beschreven. In het MER is uitgebreider toegelicht welke afwegingen een rol hebben gespeeld bij het samenstellen van deze alternatieven.

Beschrijving van de optimalisatiealternatieven

De vijf optimalisatiealternatieven zijn, kort samengevat, optimalisaties van de eerder onderzochte vier tracéalternatieven:

- Ao-folie en Ao-verdiept: de ligging van tracé alternatief A is geoptimaliseerd.
- Bo: de ligging van tracé alternatief B is geoptimaliseerd
- Co: de ligging van tracé alternatief C is geoptimaliseerd
- Do: de ligging van tracé alternatief D is geoptimaliseerd

Naamgeving optimalisatiealternatieven

De naam van het optimalisatiealternatief bestaat de hoofdletter van het alternatief waarvan het is afgeleid (bv. A), de letter “o” (van optimalisatie) en bij alternatief A tevens op welke wijze het tracé is ingepast (in folie of verdiept).

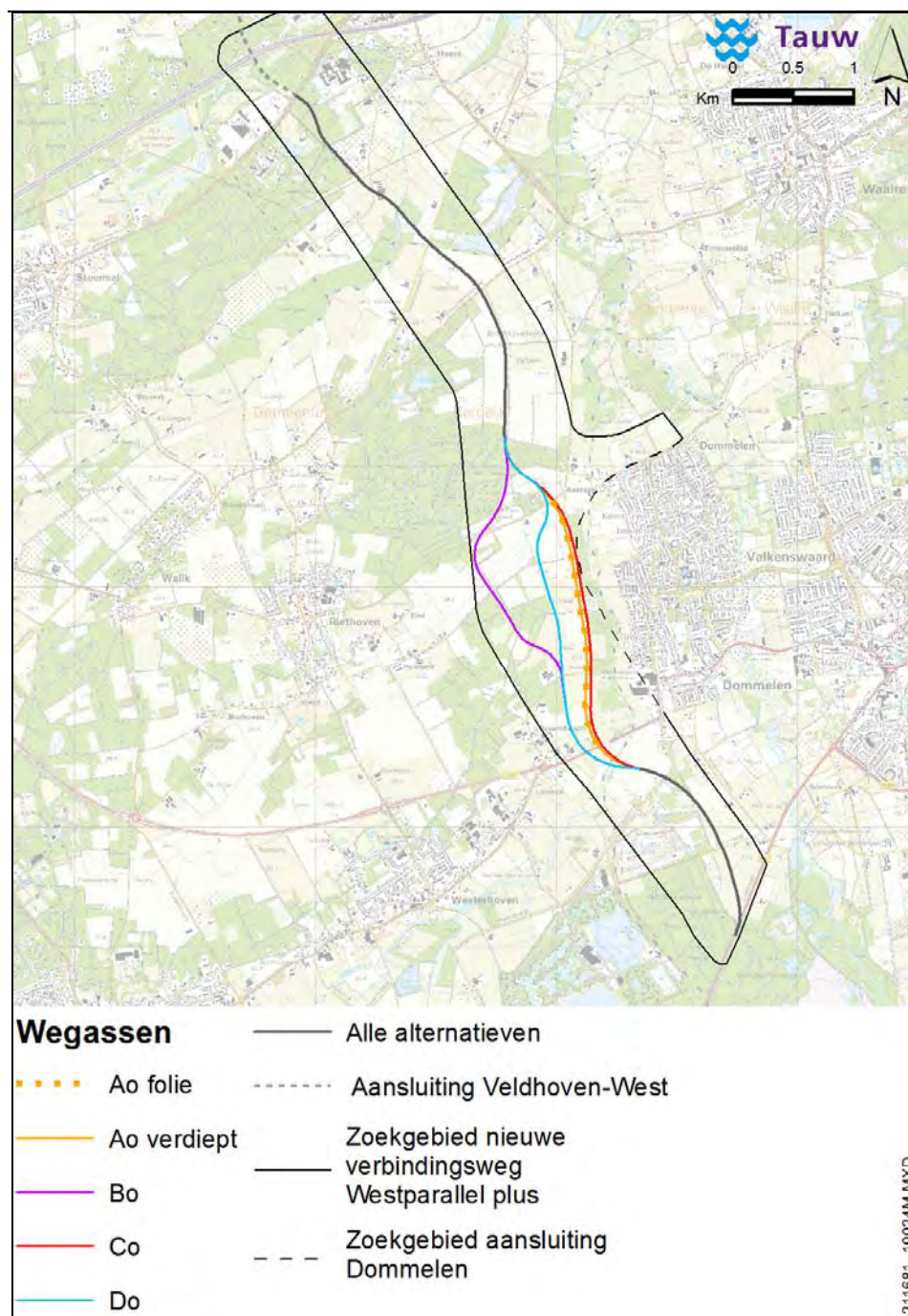
Ook voor de kruisende wegen zijn in de optimalisatiealternatieven enkele optimalisaties doorgevoerd. In de volgende tabel is een overzicht opgenomen van de principekeuzes die voor deze optimalisaties zijn gemaakt.

Tabel 9.1 Principekeuzes voor de kruisende wegen bij alle optimalisatiealternatieven

Verbinding	Inrichting bij de optimalisatiealternatieven
Bospad Heers (KP01)	Recreatie-brug over de nieuwe verbinding
Gagelgoorsedijk (KP03)	Landbouw-brug over de nieuwe verbinding
Riethovensedijk (KP04)	Landbouw-brug over de nieuwe verbinding
Broekhovenseweg (KP05)	Nieuwe verbinding gaat onder de Broekhovenseweg door
Bospad Einderheide (KP15)	Recreatie-brug over de nieuwe verbinding
Molenstraat (KP07)	Brug over de nieuwe verbinding
Braambos (KP13)	Recreatie-brug over de nieuwe verbinding
M. Smetsstraat (KP10)	Recreatie-brug over de nieuwe verbinding
Victoriedijk (KP11)	Afsluiten

In het noorden en zuiden van het plangebied volgen de 5 alternatieven die door de Bestuurlijke Werkgroep zijn opgesteld allen hetzelfde tracé (zie figuur 9.1). Wel is op twee delen van het noordelijke tracé sprake van een nadere ontwerpogave en dus van enkele inpassingsvarianten. Het gaat om een stuk tracé nabij het archeologisch monument bij de Locht én om de passage van de Run. Deze varianten worden nader toegelicht in paragraaf 9.4.

In de volgende paragrafen worden de 5 alternatieven beschreven met een nadruk op het middelste deel van het plangebied, waar de ligging van de vijf alternatieven van elkaar verschilt.



Figuur 9.1 Ligging van de 5 optimalisatiealternatieven

Alternatief Ao-folie

In het middelste deel van het projectgebied ligt tracé Ao-folie direct westelijk naast de Keersopperdreef en volgt in dit gebied dus de bestaande infrastructuur. Op het tracé tussen de N397 en de weg Keersop wordt een aaneengesloten folielaag aangebracht naast en onder de nieuwe verbinding. Op deze wijze komt de weg in een gesloten “watersysteem” te liggen waardoor er geen uitwisseling plaatsvindt met de omliggende grondwaterstand. Neerslagwater dat op of direct naast de weg valt komt in een zandbed terecht tussen de weg en de folielaag. Dit water wordt middels drainage onttrokken en naar bestaande of nieuwe watergangen/waterpartijen geleid¹³.

De Keersopperdreef wordt afgewaardeerd tot recreatieve verbinding. Onderdelen van deze transformatie zijn het dempen van de bestaande watergangen aan beide zijden van de Keersopperdreef én het verhogen van de Keersopperdreef. Om eventuele natschade aan landbouwgrond te voorkomen is ten westen van de nieuwe verbinding voorzien in een nieuwe watergang.

Tussen de Keersopperdreef en de nieuwe verbinding wordt een grondwal geplaatst ter hoogte van de hagedrukleiding van Sabic.

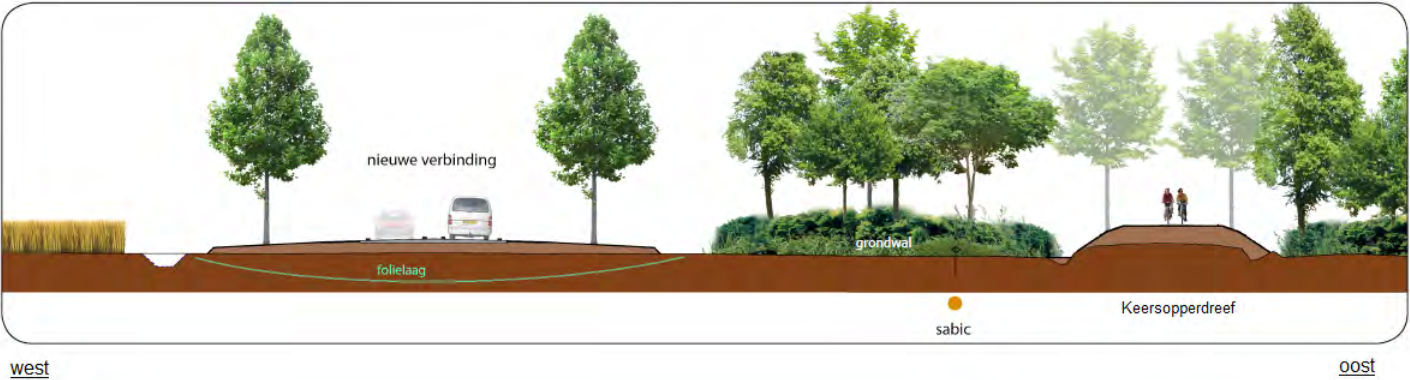
Ten opzichte van tracéalternatief A is de ligging van het tracé ter plaatse van het Einderbos aangepast. Het tracé volgt daar een meer westelijke route waardoor het tracé, ten opzichte van tracéalternatief A, meer de bestaande landschappelijke structuren en kavelpatronen volgt.

Ao-verdiept

Dit alternatief volgt hetzelfde tracé als alternatief Ao-folie. Ten hoogte van Dommelen wordt de weg half verdiept uitgevoerd (conform figuur 9.3). De weg komt bij dit alternatief dus circa 3 meter onder maaiveld te liggen (onderkant van de constructie is circa 4 meter onder het maaiveld). Ook bij dit alternatief wordt het neerslagwater dat valt op en vlak naast de weg onttrokken middels drainage en afgevoerd naar watergangen/waterpartijen elders. En ook bij dit alternatief wordt de Keersopperdreef afgewaardeerd tot recreatieve verbinding. Onderdelen van deze transformatie zijn het dempen van de bestaande watergangen aan beide zijden van de Keersopperdreef én het verhogen van de Keersopperdreef. Om eventuele natschade aan landbouwgrond te voorkomen is ten westen van de nieuwe verbinding voorzien in een nieuwe watergang.

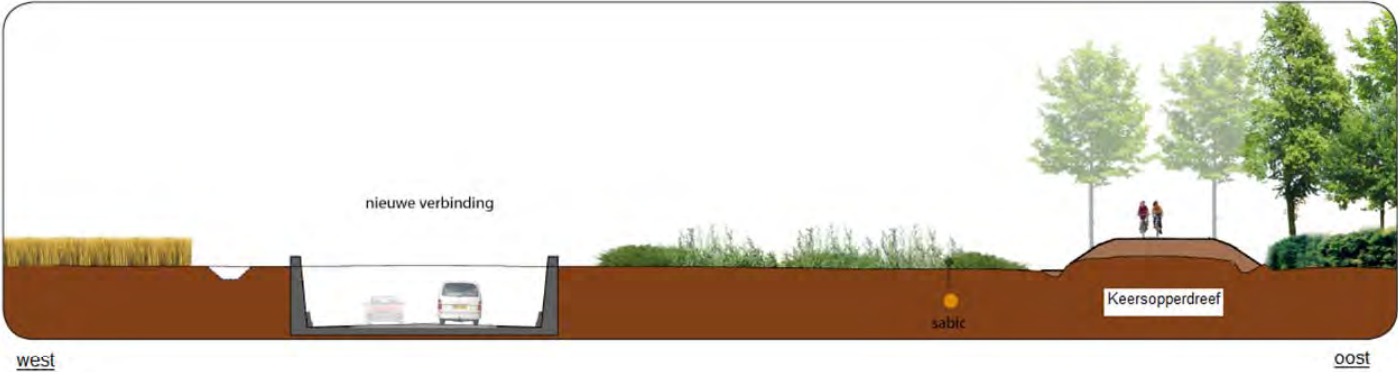
¹³ Deze watergangen worden zodanig ontworpen dat er geen negatieve effecten op de grondwaterstand zullen optreden.

ALTERNATIEF Ao-folie rijbaan op maaiveld



Figuur 9.9.2 Schematische dwarsdoorsnede van alternatief Ao-folie tussen N397 en de weg Keersop

ALTERNATIEF Ao-verdiept rijbaan half verdiept (3m-mv tussen KW02 en KP09)



Figuur 9.9.3 Schematische dwarsdoorsnede van alternatief Ao-verdiept tussen N397 en de weg Keersop

Alternatief Bo

Dit alternatief ligt aan de westkant van het plangebied en ligt verder verwijderd van het beekdal van de Keersop. Het tracé ligt daarmee minder in het open landelijk gebied en loopt over grotere afstand tussen en door de EHS-bossen (onder andere de Einderheide). Het maaiveld is ter plaatse van de bossen een aantal meter hoger dan in de beekdalen.

Alternatief Bo ligt ten opzichte van alternatief B in de omgeving van Braambosch wat meer oostelijk om het nabijgelegen archeologisch monument te sparen en eventuele effecten ter plaatse van de woningen van Braambosch zoveel mogelijk te voorkomen/beperken. Tevens volgt het tracé Bo, ten opzichte van tracéalternatief B, meer de bestaande landschappelijke structuren en kavelpatronen.

Bij alternatief Bo ligt de as van de weg circa 0,75 meter boven maaiveld (dit is overeenkomstig alternatief B). Om effecten op het grondwater te voorkomen/beperken is de bodemhoogte van watergangen verhoogd tot circa 1,0 meter onder maaiveld (dit was 1,5 meter onder maaiveld bij alternatief B).

ALTERNATIEF Bo rijbaan op maaiveld



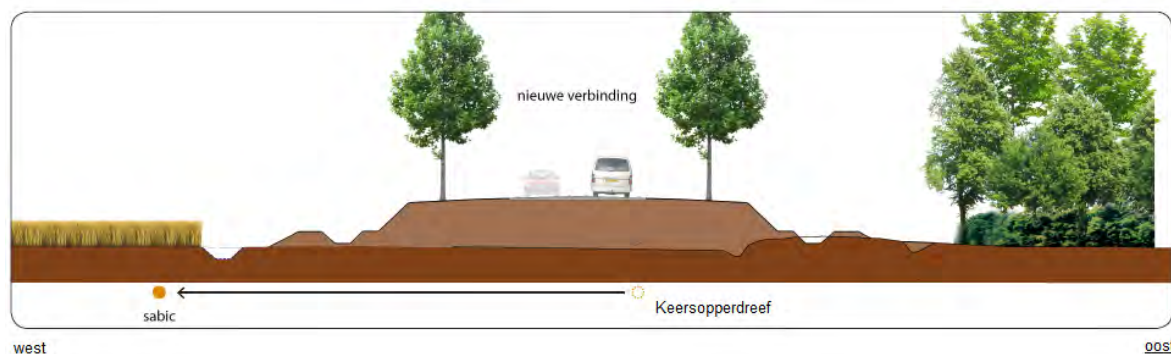
Figuur 9.4 Schematische dwarsdoorsnede van alternatief Bo en Do

Alternatief Co

Alternatief Co volgt hetzelfde tracé als alternatief Ao-folie maar ligt tussen de N397 en de weg Keersop iets oostelijker, op de huidige Keersopperdreef in plaats van naast de Keersopperdreef. Om effecten op de Natte Natuurparel te voorkomen/beperken is het gehele wegprofiel inclusief de watergangen zodanig verhoogd dat de bodem van de nieuwe watergangen op dezelfde hoogte komt te liggen als het huidige maaiveld. Op deze wijze wordt voorkomen dat de watergangen een negatieve invloed hebben op de omliggende grondwaterstand.

Bij dit alternatief komt de bestaande Keersopperdreef dus te vervallen inclusief de bestaande watergangen langs de Keersopperdreef. Om eventuele natschade aan landbouwgrond te voorkomen is ten westen van de nieuwe verbinding voorzien in een nieuwe watergang.

ALTERNATIEF Co rijbaan verhoogd (1,77m+mv tussen KP07 en KP09)



Figuur 9.4 Schematische dwarsdoorsnede van alternatief Co tussen N397 en de weg Keersop

Alternatief Do

Ten opzichte van tracéalternatief D volgt Do meer de bestaande landschappelijke structuren en kavelpatronen. Daarnaast is ter hoogte van de Molenstraat sprake van een meer oostelijke ligging om doorsnijding van het nabijgelegen bos Einderheide, met daarin recreatievoorzieningen, zoveel mogelijk te voorkomen/beperken. Dit alternatief ligt voor een groot deel in het midden van het plangebied en heeft hetzelfde wegprofiel als alternatief Bo. De as van de weg ligt dus op circa 0,75 meter boven het huidige maaiveld en de bodemhoogte van de watergangen op circa 1 meter minus maaiveld.

Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen maken onderdeel uit van alle optimalisatiealternatieven:

- Stil asfalt op het gehele traject van de nieuwe verbinding, uitgezonderd nabij de aansluitingen (omdat stil asfalt daar technisch niet goed mogelijk is). Door de open structuur van het asfalt betreft het tevens een mitigerende maatregel om verwaaiing van potentieel vervuild wegwater te beperken
- Versterken van bestaande landschapsstructuren langs de weg, zoals houtwallen en bomenraaien, om de inpassing van de weg te verbeteren.
- Alleen verlichting toepassen waar dat echt nodig is, bijvoorbeeld nabij de aansluitingen
- Inrichting van de obstakelvrije zone (zone direct naast de asfaltverharding) met grond die eventuele verontreinigingen kan adsorberen

9.3 Effecten optimalisatiealternatieven**9.3.1 Criterium aardkundige waarden**

In het plangebied bevinden zich geen aardkundige waarden. Voor alle alternatieven is de effectscore neutraal.

9.3.2 Criterium grondverzet

De optimalisatiealternatieven Bo en Do hebben het minste grondverzet omdat bij deze alternatieven het gehele tracé op maaiveld of op palen ligt (uitgezonderd de verdiepte ligging nabij de Broekhovenseweg). Aanvullend daarop is bij de alternatieven Ao-folie, Ao-verdiept en Co extra grondverzet nodig tussen de N397 en Keersop:

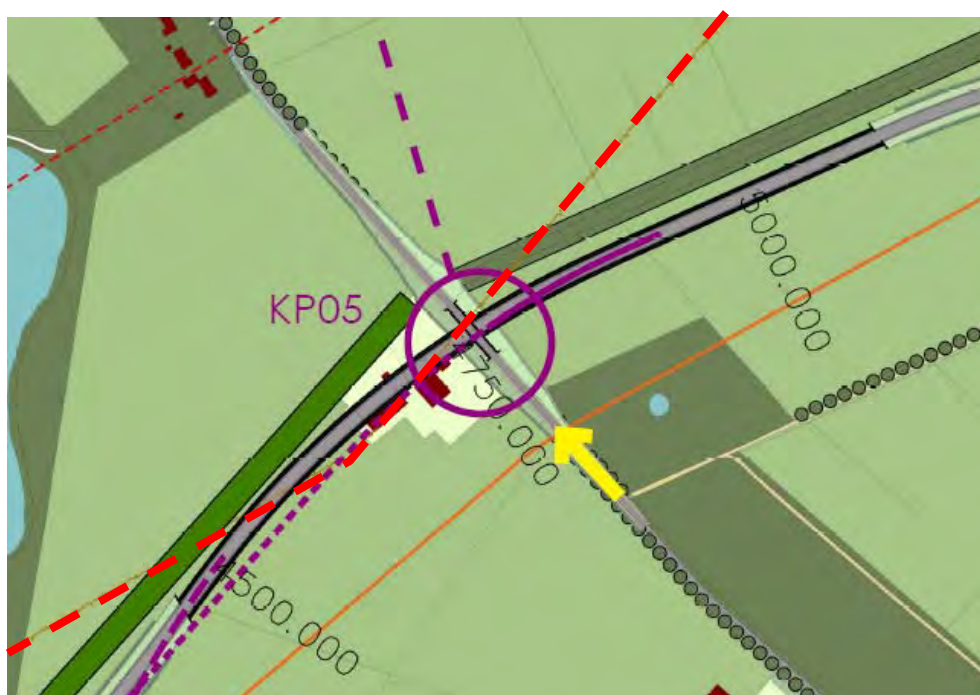
- Ao-folie: de folielaag onder de nieuwe verbinding ligt op 1,5 á 2,0 m beneden maaiveld. Er is extra grondverzet nodig om deze folielaag te realiseren, waaronder de aanvoer van zand voor het opvullen van de “foliebak”. Tevens is sprake van een grondwal tussen de nieuwe verbinding en de Keersopperdreef
- Ao-verdiept: de onderkant van de constructie van de halfverdiepte ligging reikt tot circa 4 m beneden maaiveld. Dit alternatief leidt daarmee tot het meeste grondverzet.
- Co: verhoogde ligging. De verhoogde ligging leidt tot extra grondverzet.

Daarnaast worden bij de bovengenoemde drie optimalisatiealternatieven de bestaande watergangen langs de Keersopperdreef gedempt en wordt er een nieuwe watergang aan de westzijde van de nieuwe verbinding gegraven.

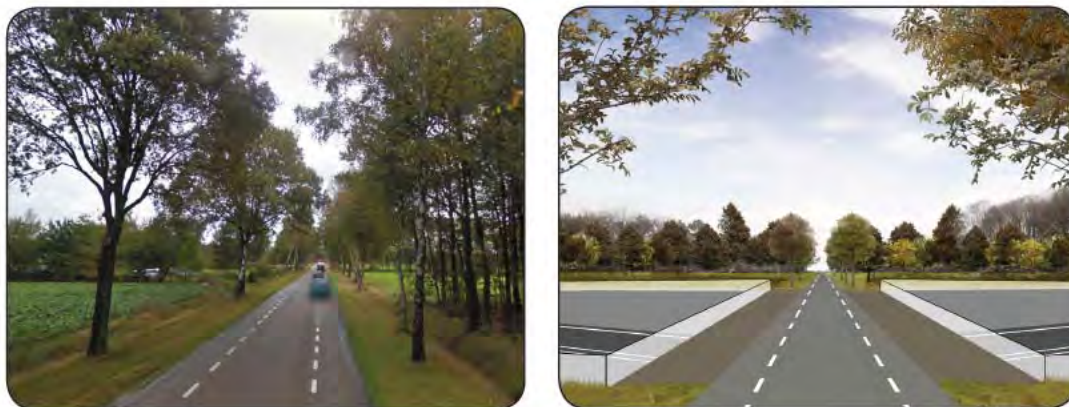
De effectbeoordeling is voor alle optimalisatiealternatieven negatief (-) en dus gelijk aan de beoordeling van de oorspronkelijke alternatieven A,B,C en D negatief (-).

9.3.3 Criterium ondergrond

Bij alle optimalisatiealternatieven is sprake van een verdiepte ligging van de nieuwe verbinding onder de Broekhovenseweg (zie figuur 9.6). Deze verdiepte ligging heeft een totale lengte van circa 650 m en loopt min of meer parallel aan de ondergrondse breuk zoals deze door Deltares is geïnventariseerd (zie de rode stippellijn in figuur 9.5).



Figuur 9.5 Uitsnede nabij de Broekhovenseweg (de weg met daarop de gele pijl). De verdiepte ligging van de nieuwe verbinding is weergegeven tussen dikke zwarte lijnen en reikt ter plaatse van de Broekhovenseweg tot circa 5 à 6 m minus maaiveld. De indicatieve ligging van de breuk is weergegeven met een rode lijn (bron: Deltares, 2013)



Figuur 9.6 Fotoïnpassing van de Broekhovenseweg in de richting van de gele pijl (zie bovenstaande figuur voor de kijkrichting). Links is de huidige situatie, rechts met een verdiepte ligging van de nieuwe verbinding

Bij de beoordeling op het criterium ondergrond gaat het om de zichtbaarheid van de lineaire sedimentsprong die het gevolg is van de aanwezig breuk. Uit figuur 9.5 blijkt dat door de verdiepte ligging de aanwezige breuk over relatief grote lengte wordt vergraven waardoor ook de zichtbaarheid van de lineaire sedimentsprong, voor zover ter plaatse aanwezig, negatief kan worden beïnvloed. Vanwege deze vergraving over grote lengte wordt dit effect als negatief beoordeeld.

Tabel 9.1 Effecten criterium ondergrond

Alternatief	Referentie	Ao-folie	Ao-verdiept	Bo	Co	Do
Criterium doorsnijding breuken	0	Mogelijk een effect op sediment sprong en breuk nabij Broekhovense-weg	Mogelijk een effect op sediment sprong en breuk nabij Broekhovense-weg	Mogelijk een effect op sediment sprong en breuk nabij Broekhovense-weg	Mogelijk een effect op sediment sprong en breuk nabij Broekhovense-weg	Mogelijk een effect op sediment sprong en breuk nabij Broekhovense-weg
Beoordeling	0	-	-	-	-	-

9.3.4 Criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming

Door RoyalHaskoningDHV (2013) is in nauwe samenspraak met de Themagroep Water (zie paragraaf 1.2) een niet-stationair (tijdsafhankelijk) grondwatermodel gerealiseerd waarmee de effecten van de optimalisatiealternatieven zijn doorerekend ten opzichte van het huidige watersysteem. Tevens bevat het rapport van RoyalHaskoningDHV een kwalitatieve inschatting van de effecten van de optimalisatiealternatieven ten opzichte van de referentiesituatie. In deze paragraaf worden de conclusies van deze modelstudie samengevat.

Effecten op de referentiesituatie en de huidige situatie zijn vergelijkbaar (zie tevens paragraaf 4.2)

RoyalHaskoningDHV concludeert in haar onderzoek dat de effecten van de optimalisatiealternatieven niet wezenlijk verschillen voor de referentiesituatie (met hogere grondwaterstanden in de Natte Natuurparel) en de huidige situatie. Om deze reden worden de modelresultaten (waarbij is uitgegaan van het huidige watersysteem) als basis gebruikt voor de effectbepaling en vervalt dus ook nut en noodzaak van een gevoeligheidsanalyse waarbij zowel de huidige situatie als de referentiesituatie wordt beschouwd.

Watergangen naast tracé (en ondergrondse constructies langs Keersopperdreef)

Uit de modelberekeningen blijkt dat alle optimalisatiealternatieven hydrologisch neutraal zijn te realiseren (uitgezonderd de verdiepte ligging bij de Broekhovenseweg, zie hierna). Hiermee wordt bedoeld dat bij alle alternatieven het effect op de grondwaterstand van alleen de nieuwe verbinding (inclusief daarvoor noodzakelijke ontwateringsmiddelen) kleiner is dan 5 cm. Voor de Bo en Do alternatieven blijkt dat de naast de weg gelegen watergangen geen drainerende werking hebben vanwege de diepe grondwaterstand ter plaatse van deze tracés. Tevens blijkt uit de modellering dat de effecten van puur en alleen een half-verdiepte ligging (onderdeel van Ao-verdiept), een folielaag (onderdeel van Ao-folie) of een verhoogde ligging (onderdeel van Co) kleiner zijn dan 5 cm. Omdat bij deze laatst genoemde drie alternatieven tevens sprake is van het dempen/verplaatsen van de watergangen langs de Keersopperdreef volgt uit de modellering per saldo een positief effect:

- het dempen van de watergang ten oosten van de Keersopperdreef resulteert in een verhoging van de grondwaterstand in de NNP Keersopperbeemden met maximaal 40 cm direct oostelijk van de te dempen watergang (zie Figuur 9.8).
- het “verplaatsen” van de watergang ten westen van de Keersopperdreef in westelijke richting leidt niet tot een verandering van de grondwaterstand voor de naast gelegen landbouw. Er treedt dus geen (extra) nat- of droogteschade op.

Uitgaande van de gehanteerde klassegrenzen voor dit criterium (zie tabel 3.4) is voor de alternatieven Ao-folie, Ao-verdiept en Co lokaal sprake van een zeer positief effect omdat de verhoging van de grondwaterstand in de Keersopperbeemden meer dan 5 cm bedraagt.

Modulaire werkwijze

Het dempen/verplaatsen van de watergangen langs de Keersopperdreef maakt expliciet onderdeel uit van de optimalisatiealternatieven Ao-folie, Ao-verdiept en Co vanwege de verkeerskundige en landschappelijke relatie tussen deze alternatieven en de Keersopperdreef (zie paragraaf 9.2). Als een dergelijke maatregel, bijvoorbeeld als onderdeel van de gebiedsimpuls, wordt gecombineerd met alternatief Bo of Do dan zou dat resulteren in dezelfde positieve effecten op de Natte Natuur Parel Keersopperbeemden als die nu zijn berekend voor de alternatieven op/naast de Keersopperdreef.

Infiltratie van regenwater

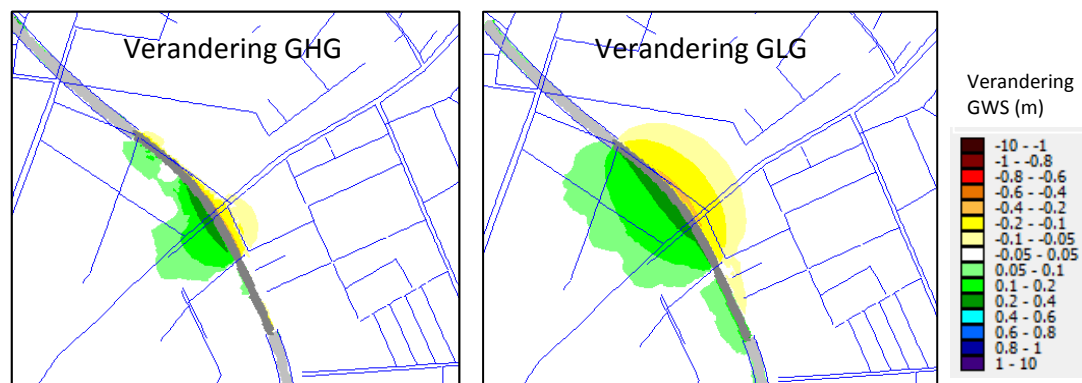
Bij Bo, Co en Do infiltreert het neerslagwater direct naast de nieuwe verbinding (in de wegberm en/of in de watergangen naast de weg). Bij Ao-folie en Ao-verdiept wordt het neerslagwater dat valt binnen de bakconstructie opgevangen met bijvoorbeeld drainage (bij Ao-folie) en/of een gootconstructie naast het asfalt (Ao-verdiept). Dit opgevangen water wordt geïnfiltreerd in, nader te selecteren, gebieden in de nabijheid van de nieuwe verbinding. Bij alle alternatieven wordt het neerslagwater dus in de bodem geïnfiltreerd (neutraal effect).

Tijdelijke bemaling

Voor de realisatie van Ao-folie is naar verwachting bemaling noodzakelijk en wellicht ook voor de realisatie van Ao-verdiept (maar waarschijnlijk wordt bij dit alternatief onderwaterbeton toegepast). Daarnaast is bij alle alternatieven voor de realisatie van de verdiepte ligging onder de Broekhovenseweg bemaling noodzakelijk op de delen waar geen onderwaterbeton wordt toegepast. Vanwege de grote afstand zal dit effect echter niet reiken tot de Natte Natuurparel Groot Goor.

Ondergrondse constructie Broekhovenseweg én ondergrondse grondwatersprong (alle optimalisatiealternatieven)

Westelijk van de verdiepte ligging wordt met het grondwatermodel een verhoging van de grondwaterstand berekend van circa 5 tot 20 cm. De verlaging oostelijk van de verdiepte ligging bedraagt circa 5 tot 20 cm. Dit effect is relatief groot omdat de tunnel nabij de aanwezige breuk is gelegen (zie Figuur 4.3). Het watervoerend pakket heeft hier, vanwege de aanwezige breuk, slechts een beperkte dikte waardoor de verdiepte ligging zorgt voor een relatief grote blokkade voor de grondwaterstroming. Uitgaande van de gehanteerde klassegrenzen voor dit criterium (zie tabel 3.4) betekent de verandering van de grondwaterstand met maximaal circa 20 cm lokaal een negatief effect voor alle alternatieven.



Figuur 9.7 Berekende verandering van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in m.

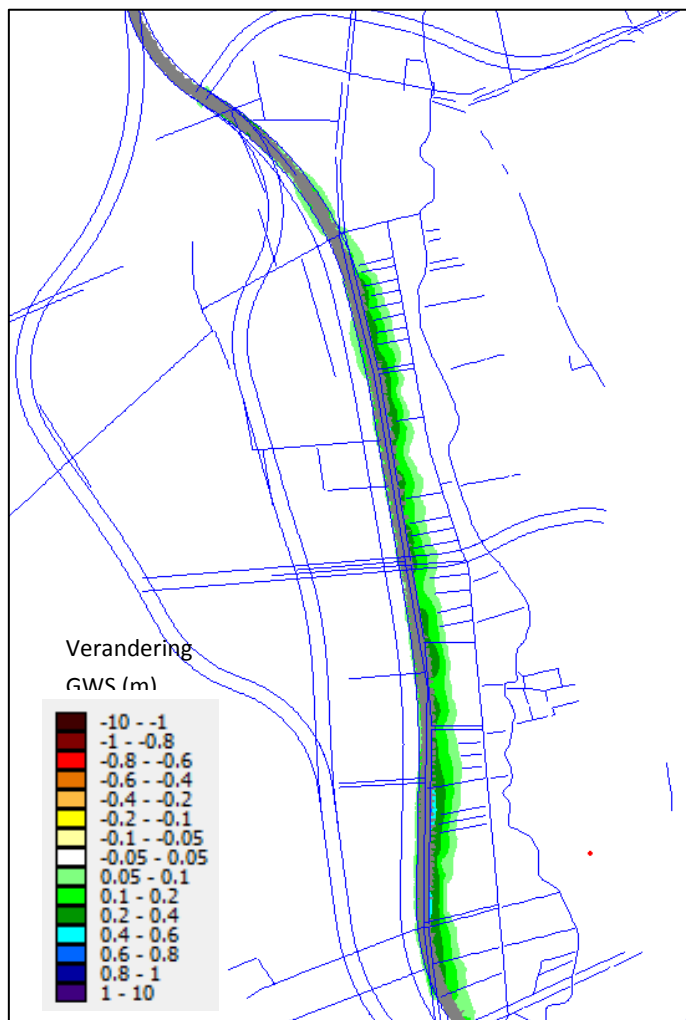
Totaalbeoordeling

Bij de alternatieven Bo en Do is per saldo sprake van een neutraal effect omdat het traject waarbij sprake is van een beïnvloeding van de grondwaterstand (verdiepte ligging Broekhovenseweg) veel korter is dan het overgrote deel van het tracé waarbij geen sprake is van beïnvloeding van de grondwaterstand.

Aan de alternatieven Ao-verdiept en Co is per saldo een positief effect toegekend omdat zowel sprake is van negatieve effecten (verdiepte ligging Broekhovenseweg), zeer positieve effecten (NNP Keersopperbeemden) en neutrale effecten (overig deel van het tracé). Voor alternatief Ao-folie geldt aanvullend daarop dat er vrijwel zeker een omvangrijke bemaling nodig is in de nabijheid van de Natte Natuur Parel Keersopperbeemden om de folieconstructie te realiseren. Daarom is aan dit alternatief per saldo een neutraal effect toegekend.

Tabel 9.2 Effecten criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming

Alternatief	Referentie	Ao-folie	Ao-verdiept	Bo	Co	Do
Watergangen naast tracé	In beekdalen hoge grondwaterstand en kwel	Verhoging van de grondwaterstand in NNP ivm dempen oostelijke watergang langs de Keersopperdreef	Verhoging van de grondwaterstand in NNP i.v.m. dempen oostelijke watergang langs de Keersopperdreef	Geen effect op de omgeving	Verhoging van de grondwaterstand in NNP i.v.m. dempen oostelijke watergang langs de Keersopperdreef	Geen effect op de omgeving
Infiltratie regenwater	Vrije infiltratie	De hoeveelheid infiltratie verandert niet	De hoeveelheid infiltratie verandert niet	De hoeveelheid infiltratie verandert niet	De hoeveelheid infiltratie verandert niet	De hoeveelheid infiltratie verandert niet
Tijdelijke bemaling	Geen	Naar verwachting negatieve effecten van bemaling langs NNP Keersopperbeemden	Beperkte tijdelijke bemalingen (met als uitgangspunt dat er onderwaterbeton wordt toegepast langs de Keersopperdreef)	Beperkte tijdelijke bemalingen	Beperkte tijdelijke bemalingen	Beperkte tijdelijke bemalingen
Ondergrondse constructie en grondwatersprong	Geen	Negatief effect nabij Broekhovenseweg	Negatief effect nabij Broekhovenseweg	Negatief effect nabij Broekhovenseweg	Negatief effect nabij Broekhovenseweg	Negatief effect nabij Broekhovenseweg
Beoordeling	0	0	+	0	+	0



Figuur 9.8 Berekende verandering van de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) voor alternatief Co. Het effect voor de alternatieven Ao-folie en Ao-verdiept is vergelijkbaar.

9.3.5 Criterium bodemkwaliteit

Alle alternatieven doorsnijden enkele (potentiële) bodemverontreinigingen. Omdat het doorsneden oppervlak met potentiële verontreiniging (ruim) kleiner is dan 1 ha is voor alle optimalisatiealternatieven sprake van een neutrale effectscore.

9.3.6 Criterium directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Grondwaterverontreinigingen

Bij de alternatieven A,B,C en D is geconstateerd dat de aanwezige grondwaterverontreinigingen op ruime afstand liggen van de tracéalternatieven. Ook voor de optimalisatiealternatieven is een negatieve beïnvloeding vanwege deze grote afstand niet te verwachten.

Afstromend wegwater en verwaaiing

In hoofdstuk 5 is toegelicht dat bij de alternatieven B en D de afstroming en verwaaiing van wegwater geen negatieve effecten zal hebben op de Natte Natuurparels vanwege de grote afstand tot deze kwetsbare gebieden. Om dezelfde reden zal er geen negatief effect optreden bij de alternatieven Bo en Do. Voor de alternatieven Ao-folie en Ao-verdiept wordt eveneens geen negatief effect verwacht op de grondwaterkwaliteit in de Natte Natuurparels omdat:

- Bij deze alternatieven de afstand tussen de weg en de grens van de Natte Natuurparels circa 20 á 30 m bedraagt (in hoofdstuk 5 is beschreven dat dit afstand is tot waar effecten van verwaaiing zijn waargenomen)
- Verwaaiing is geminimaliseerd door de toepassing van een open asfalt constructie (dit is één van de mitigerende maatregelen) en door hogere objecten tussen de weg en de Natte Natuurparel. Bij Ao-folie gaat het daarbij om de grondwal en de verhoogde ligging van de Keersopperdreef. Bij Ao-verdiept betreft het de constructie van de verdiepte ligging en de verhoogde ligging van de Keersopperdreef. In beide gevallen wordt eventuele verwaaiing “afgevangen” door deze hogere objecten
- Een eventueel negatief effect van infiltratie (en vervolgens afstroming) van vervuild wegwater is geminimaliseerd door de toepassing van absorberende wegbermen, bijvoorbeeld door humus te verwerken in de wegberm (ook dit is één van de mitigerende maatregelen)

Voor Co geldt dat de weg dicht bij de NNP is gelegen en er geen hogere objecten zijn gelegen tussen de nieuwe verbinding en de NNP. Ondanks de toepassing van open asfalt en absorberende wegbermen zal er hierdoor alsnog negatieve beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit plaatsvinden. Dit effect is als negatief beoordeeld.

Tabel 9.3 Effecten criterium grondwaterkwaliteit

Alternatief	Referentie	Ao-folie	Ao-verdiept	Bo	Co	Do
Criterium grondwaterverontreinigingen	0	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing	Geen risico verplaatsing
Criterium afstroming en verwaaiing van wegwater	0	Geen effect	Geen effect	Geen effect	Beïnvloeding van de (grond)waterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 m breed.	Geen effect
Beoordeling	0	0	0	0	-	0

9.3.7 Criterium oppervlaktewaterkwantiteit

Het criterium oppervlaktewaterkwantiteit toetst diverse milieueffecten. Dit betreft de doorsnijding van oppervlaktewater, het verlies aan waterberging en de invloed op afwatering en ontwatering.

Oppervlaktewater (effect bij normaal peil)

Bij de continue watervoerende watergangen (de Run, KS77 en de Keersop) wordt bij geen van de optimalisatiealternatieven een talud, pijler o.i.d. in de watergang geplaatst vanwege het toepassen van bruggen met een voldoende overspanning. Er is dus bij alle optimalisatiealternatieven sprake van een neutraal effect op dit subcriterium.

Waterberging (effect bij hoog peil)

Alle optimalisatiealternatieven doorsnijden de 2 beekdalen in even grote mate. Hier wordt de weg op palen uitgevoerd waarbij enige natuurlijke waterberging verloren gaat als gevolg van de realisatie van pijlers. Het verlies aan berging is voor alle optimalisatiealternatieven gelijk en is weergegeven in Tabel 9.4.

Afwatering & Ontwatering

Bij alle optimalisatiealternatieven wordt er naast de weg aan weerszijden een watergang aangelegd met een bodemdiepte van 1 m beneden maaiveld, uitgezonderd:

- *Alle alternatieven:* de verdiepte ligging onder de Broekhovensweg en de verhoogde ligging op palen bij de passage van de Run en de Keersop. In beide gevallen komen er geen watergangen langs de weg maar wordt het neerslagwater opgevangen en elders geïnfiltreerd
- *Ao-folie, Ao-verdiept en Co:* bij deze drie alternatieven worden er op het tracé tussen de N397 en Keersop de volgende aanpassingen doorgevoerd aan het watersysteem:
 - Dempen van de bestaande watergang oostelijk van de Keersopperdreef
 - “verplaatsen” van de bestaande watergang die westelijk van de Keersopperdreef ligt naar het westen zodanig dat deze net ten westen van de nieuwe verbinding komt te liggen.

Deze watergang heeft als doel de ontwatering van de naast gelegen landbouwgronden. De afwatering/afvoer van het water dat door de landbouw is beïnvloed, vindt overeenkomstig het huidige watersysteem plaats via de bestaande watergang door de Keersopperbeemden¹⁴ (watergang KS70, zie figuur 4.7). Dit betekent dat er bij de alternatieven Ao-folie en Ao-verdiept op verschillende plekken onder de nieuwe verbinding sifons worden aangelegd om het water dat afkomstig is van het westelijke gelegen landbouwgebied onder de nieuwe verbinding door te leiden naar de watergang KS70 (zie de oost-west lopende watergangen in figuur 4.7). Bij alternatief Co kan worden volstaan met het toepassen van duikers in plaats van sifons omdat de weg bij alternatief verhoogd wordt aangelegd.

¹⁴ Het omleiden van dit door de landbouw beïnvloede water buiten de Keersopperbeemden is één van de mogelijke maatregelen in het kader van de Gebiedsimpuls. Omwille van eenduidigheid focust het MER voor de nieuwe verbinding alleen op de maatregelen die nodig zijn om de nieuwe verbinding te kunnen realiseren. Het realiseren van een nieuwe watergang met een ontwateringsdoel langs de nieuwe verbinding is zo'n noodzakelijke maatregel omdat het landbouwgebied anders te nat zou worden. Het aanvullend aanpassen van het huidige afwateringssysteem maakt echter geen onderdeel uit van dit MER omdat een dergelijke aanvullende maatregel niet noodzakelijk is voor de realisatie van de nieuwe verbinding maar onderdeel uitmaakt van de Gebiedsimpuls.

Beoordeling

De effecten van de alternatieven Ao-folie en Ao-verdiept zijn per saldo als licht negatief beoordeeld vanwege de te realiseren sifons (die beheertechnische nadelen hebben zoals de kans op verstoppingen)¹⁵. Bij de andere alternatieven (Bo, Co en Do) is het effect op het huidige oppervlaktewatersysteem als een neutraal beoordeeld.

Tabel 9.4 Effecten criterium oppervlaktewaterkwantiteit

Alternatief	Referentie	Ao-folie	Ao-verdiept	Bo	Co	Do
Criterium oppervlaktewater (m ²)	0	0	0	0	0	0
Criterium waterberging (m ²)	0	150	150	150	150	150
Afwatering en ontwatering	0	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem én toepassing van sifons	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem én toepassing van sifons	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem	Beperkte doorsnijding huidig watersysteem
Beoordeling	0	0/-	0/-	0	0	0

9.3.8 Criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Bij dit criterium gaat het om de directe beïnvloeding van de kwaliteit van het oppervlaktewater door weggerelateerde stoffen. De effecten van deze beïnvloeding zijn qua principe vergelijkbaar met het criterium "directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit" (zie paragraaf 9.3.3):

- *Bo en Do*: geen effecten vanwege de grote afstand van de nieuwe verbinding tot de Natte Natuurparels en het toepassen van open asfalt
- *Ao-folie en Ao-verdiept*: geen effecten vanwege de afstand tot de NNP, het toepassen van open asfalt en de verhogingen tussen de nieuwe verbinding en de NNP (respectievelijk een grondwal en de "muur" van de verdiepte ligging)
- *Co*: Voor Co geldt dat de weg dicht bij de NNP is gelegen en er geen hogere objecten zijn gelegen tussen de nieuwe verbinding en de NNP. Ondanks de toepassing van open asfalt en absorberende wegbermen kan er hierdoor alsnog negatieve beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit plaatsvinden. Dit effect is als negatief beoordeeld

¹⁵ Dit negatieve effect is indien gewenst te beperken door het landbouw water westelijk van de nieuwe verbinding af te voeren en dus niet meer via de KS70 (zie tevens de vorige voetnoot).

Tabel 9.5 Effecten criterium directe beïnvloeding oppervlaktewaterkwaliteit

Alternatief	Referentie	Ao-folie	Ao-verdiept	Bo	Co	Do
Criterium afstroming en verwaaiing van wegwater	0	Geen effect	Geen effect	Geen effect	Beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Natte Natuurparel in een strook van circa 20 m breed.	Geen effect
Beoordeling	0	0	0	0	-	0

9.3.9 Samenvattende beschouwing effecten optimalisatiealternatieven

In voorgaande paragrafen zijn de effecten van de optimalisatiealternatieven beschreven en beoordeeld. In deze paragraaf worden de conclusies samengevat.

Voor de criteria aardkundige waarden, grondverzet, ondergrond (breuken) en bodemkwaliteit zijn er geen effecten en/of zijn deze niet onderscheidend tussen de verschillende alternatieven. Hierbij geldt voor het criterium “ondergrond” de nuance dat de negatieve effectbeoordeling betrekking heeft op een mogelijk negatief effect op de sedimentsprong en de aanwezige breuk als gevolg van de verdiepte ligging van de nieuwe verbinding onder de Broekhovenseweg. Het wegontwerp, en dus ook de effectbeoordeling, is hier voor alle optimalisatiealternatieven gelijk. Dit betekent dat deze leemte in kennis met betrekking tot de exacte omvang van eventuele effecten op de ondergrond als een nadrukkelijke ontwerpogave is aan te merken indien er inderdaad gekozen wordt voor een (half)verdiepte ligging onder de Broekhovenseweg.

Met betrekking tot grondwaterkwaliteit en oppervlaktewaterkwaliteit geldt dat alleen het optimalisatiealternatief met een verhoogde ligging naast de NNP (alternatief Co) een negatief effect kan hebben op beide criteria. Bij de andere alternatieven zullen dergelijke effecten niet optreden vanwege met name de afstand tussen de weg en de NNP en de aanwezigheid van een grondwal of wand (van de half verdiepte ligging) tussen het wegdek en de NNP (schermwerking). Op het oppervlaktewatersysteem hebben de alternatieven Ao-folie en Ao-verdiept een licht negatief effect vanwege de toepassing van sifons onder de nieuwe verbinding. Bij de overige alternatieven zijn geen sifons nodig en is sprake van een neutraal effect.

Voor het criterium grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming is bij de alternatieven Bo en Do per saldo sprake van een neutraal effect omdat het traject waarbij sprake is van een beïnvloeding van de grondwaterstand (verdiepte ligging Broekhovenseweg) veel korter is dan het overgrote deel van het tracé waarbij geen sprake is van beïnvloeding van de grondwaterstand.

Aan de alternatieven Ao-verdiept en Co is voor het effect op de grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming per saldo een positief effect toegekend omdat sprake is van negatieve effecten (verdiepte ligging Broekhovenseweg), zeer positieve effecten (NNP Keersopperbeemden) en neutrale effecten (overig deel van het tracé). Voor alternatief Ao-folie geldt aanvullend daarop dat er vrijwel zeker een omvangrijke bemaling nodig is in de nabijheid van de Natte Natuur Parel Keersopperbeemden om de folieconstructie te realiseren. Daarom is aan dit alternatief per saldo een neutraal effect toegekend.

Totaaleffect

De effecten op bodem, ondergrond en (grond)water zijn samengevat in onderstaande tabel. Dit totaaleffect is gebaseerd op een gemiddelde van alle beschouwde criteria. Dit betekent dat alle alternatieven per saldo een licht negatief effect scoren behalve Ao-verdiept (neutraal effect).

Tabel 9.9.6 Samenvatting van effecten van de optimalisatiealternatieven

	Referentie	Ao-folie	Ao-verdiept	Bo	Co	Do
Aardkundige waarden	0	0	0	0	0	0
Grondverzet	0	-	-	-	-	-
Ondergrond (breuken)	0	-	-	-	-	-
Bodemkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Grondwaterkwantiteit en –stroming (inclusief indirecte effecten op grondwaterkwaliteit)	0	0	+	0	+	0
Grondwaterkwaliteit (directe beïnvloeding)	0	0	0	0	-	0
oppervlaktewaterkwantiteit	0	0/-	0/-	0	0	0
Oppervlaktewaterkwaliteit (directe beïnvloeding)	0	0	0	0	-	0
Totaal effect	0	0/-	0	0/-	0/-	0/-

9.4 Toelichting optimalisatievarianten

In deze paragraaf worden de varianten beschreven die zijn gekoppeld aan de optimalisatiealternatieven. Het betreft varianten voor:

- Extra aansluiting Dommelen.
- Archeologisch monument Veldhoven.
- Ontwerpogave de Run en Keersop.
- Westelijke ligging van alternatief Do ter hoogte van de Molenstraat
- Lokale verbindingen
- Half verdiepte ligging van de alternatieven Bo en Do ter hoogte van Braambosch.

In de volgende paragrafen worden deze varianten nader toegelicht en worden de effecten van de varianten beschreven ten opzichte van de optimalisatiealternatieven. Met andere woorden: in de volgende paragrafen is beschreven of en hoe de effecten wijzigen als aan het optimalisatiealternatief een van de beschouwde varianten wordt toegevoegd¹⁶.

9.5 Aansluiting Dommelen

Toelichting varianten

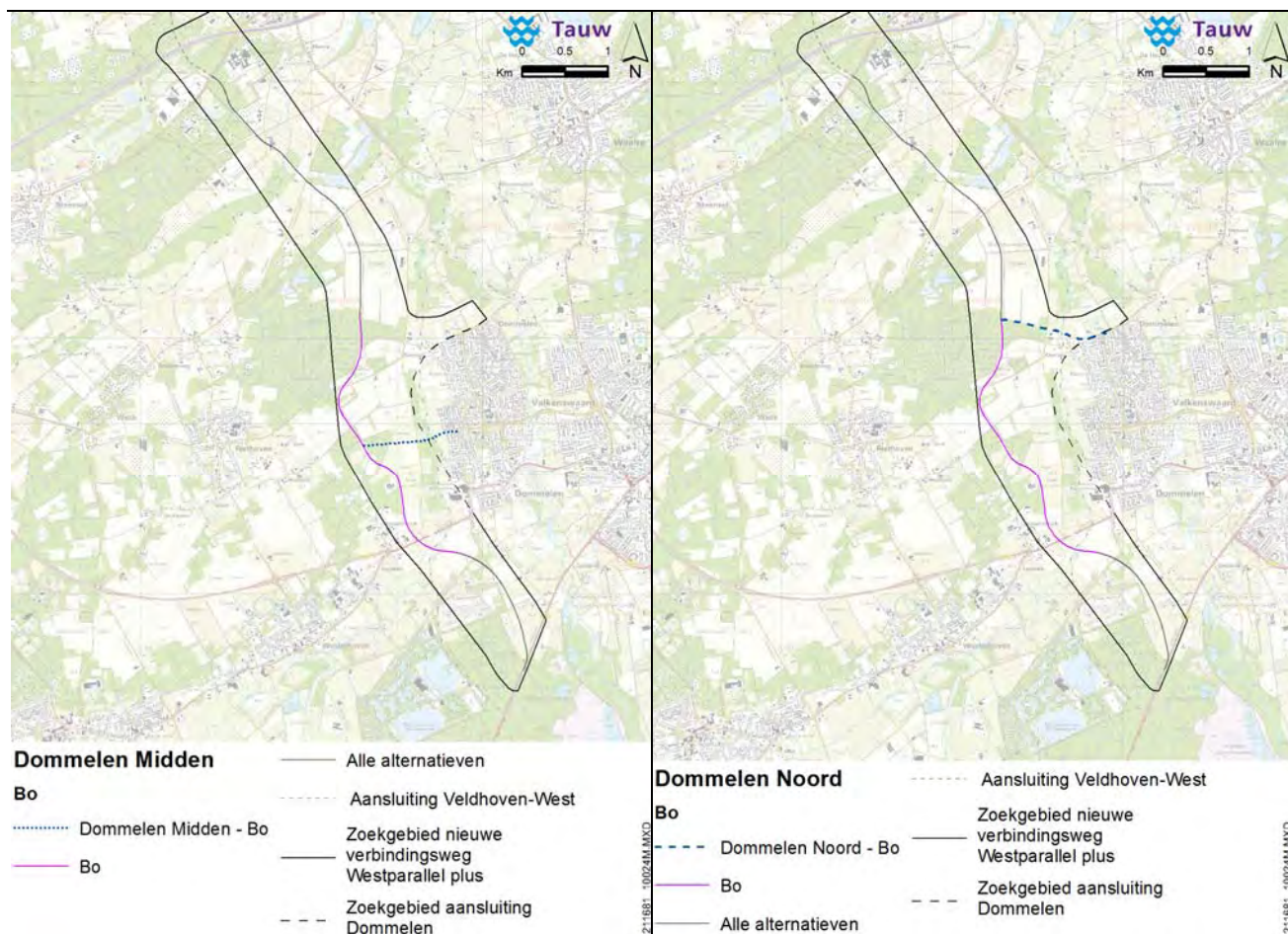
Alle alternatieven gaan uit van een aansluiting van de nieuwe verbinding op de provinciale weg N397. Voor de optimalisatiealternatieven wordt onderzocht of er naast deze aansluiting nog een extra aansluiting nodig is op of nabij Dommelen voor een goede en veilige afwikkeling van het lokale verkeer van en naar de nieuwe verbinding. Door de Bestuurlijke Werkgroep is de keuze gemaakt om twee routes nader te beschouwen:

- Noord: Gelijkvloerse of ongelijkvloerse aansluiting via het sportpark
- Midden: via het tracé Dommelen midden (verlengde Tienendreef)

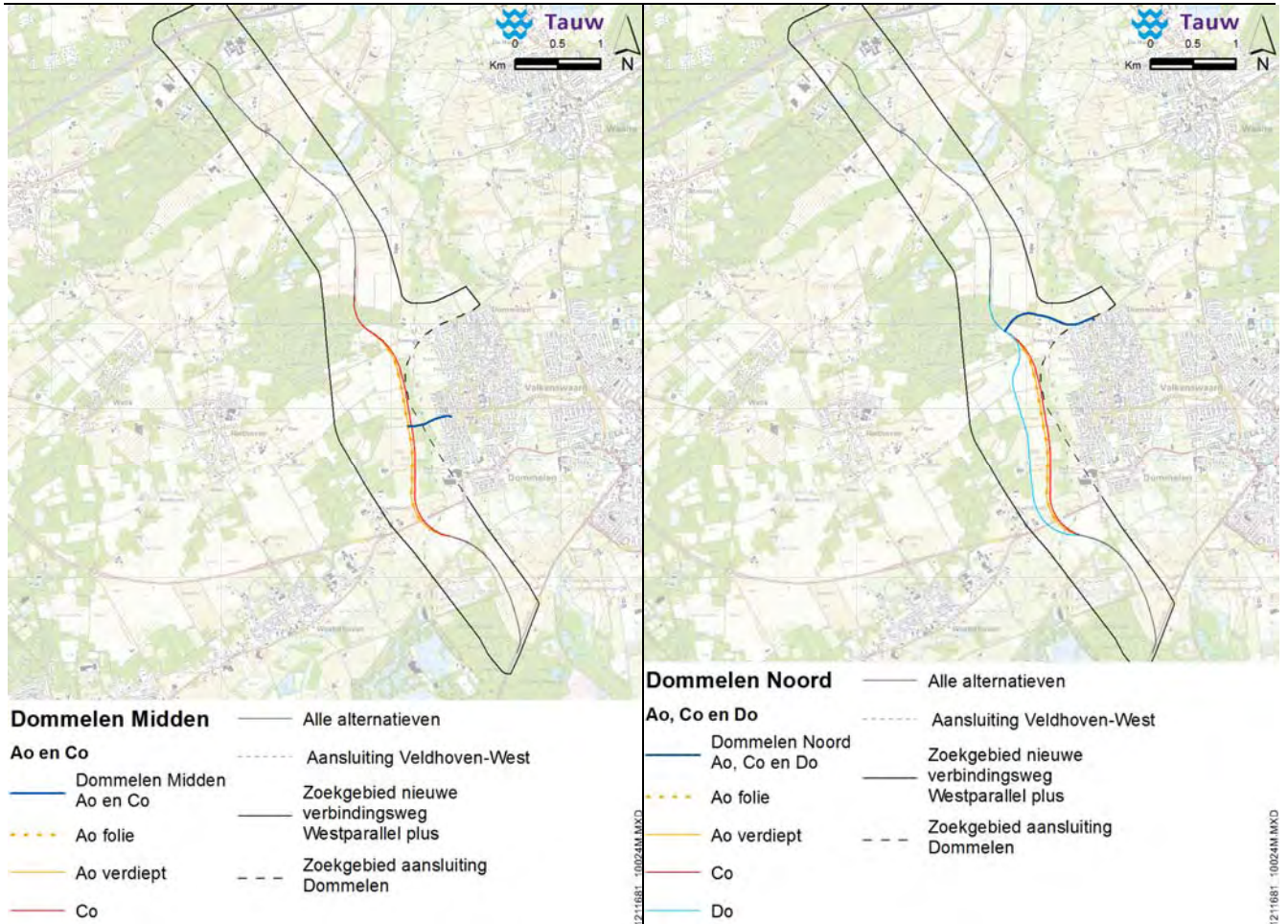
De volgende aansluitingsvarianten worden dus niet meer onderzocht:

- Dommelen zuid via M. Smetsstraat en Dommelen-Dommelsch. Deze aansluitingen hebben, zo dicht bij de aansluiting op de N397, onvoldoende meerwaarde en hebben een negatief effect op de doorstroming van de nieuwe verbinding
- Dommelen noord via de brug over de Keersop: deze route voor een extra aansluiting is afgefallen omdat er een beter alternatief is (namelijk via het sportpark). Daarnaast waren er negatieve effecten op dit cultuurhistorisch waardevolle deel van het plangebied

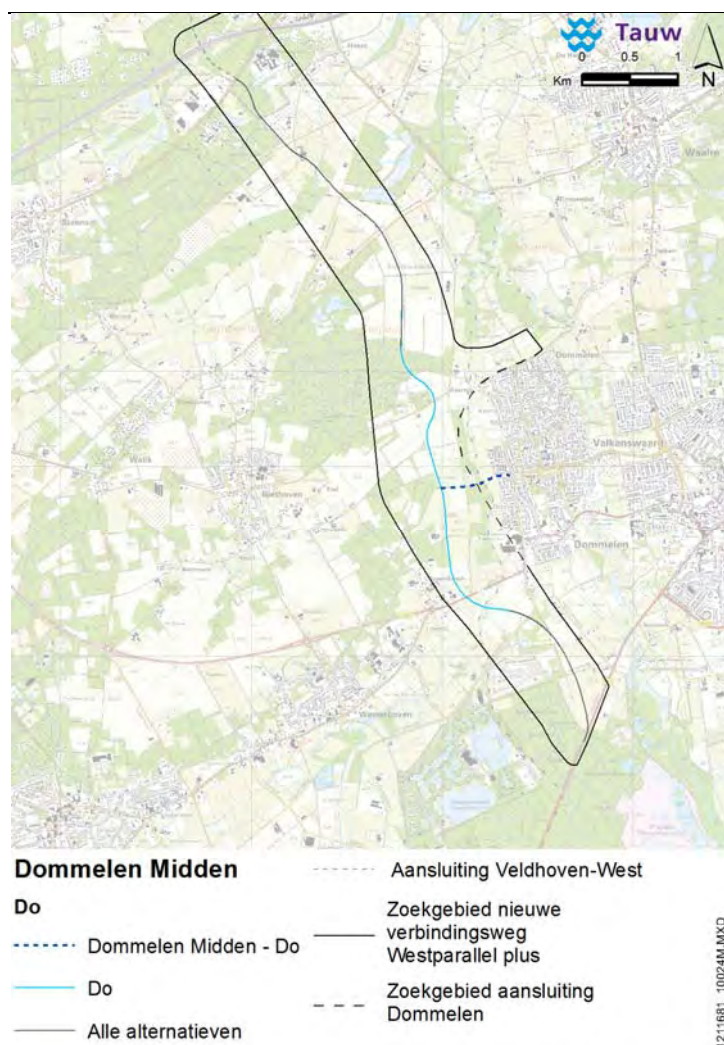
¹⁶ De effecten van de optimalisatiealternatieven (paragraaf 9.3) zijn bepaald ten opzichte van de referentiesituatie en maken een eenduidige vergelijking met de eerder onderzochte alternatieven en aansluitingsvarianten mogelijk. De effecten van de optimalisatievarianten zijn beschreven ten opzichte van het optimalisatiealternatief waaraan ze zijn gekoppeld. Bij deze werkwijze is meteen inzichtelijk wat de voor- en nadelen van de varianten zijn ten opzichte van de optimalisatiealternatieven.



Figuur 9.6 Aansluiting Dommelen Midden en Dommelen Noord op alternatief Bo



Figuur 9.7 Aansluiting Dommelen Midden en Dommelen Noord op de alternatieven Ao-folie, Ao-verdiept, Co en Do (alleen noord)



Figuur 9.8 Aansluiting Dommelen Midden op het alternatief Do

Effecten van de varianten

Grondwaterkwantiteit en –stroming

Uit de modelberekeningen van RoyalHaskoningDHV (2013) blijkt dat met name watergangen een groot effect hebben op de grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming. Dit betekent dat een nieuwe aansluiting op/nabij maaiveld met daarnaast watergangen die draineren een (zeer) negatief effect heeft op de grondwaterkwantiteit en grondwaterstroming in de Natte Natuurparel. Tevens blijkt uit de modelberekeningen dat met bijvoorbeeld een verhoogde wegligging een waterneutrale aansluiting is te realiseren.

Grondwaterkwaliteit (directe beïnvloeding)

Er bevinden zich geen grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van een eventuele bemaling voor de realisatie van een extra aansluiting. Wel zal er verspreiding van weggerelateerde stoffen plaatsvinden naar de omgeving van de weg door afstroming en verwaaiing. Daarbij geldt dat er voor de aansluitingen wel wordt uitgaan van zuiverende wegbermen maar niet van open (stil) asfalt vanwege technische beperkingen van dit type asfalt op 50 of 60 km/uur wegen. Hierdoor treedt er bij alle aansluitingen verwaaiing van wegwater op naar de NNP. Dit effect is het grootste bij de noordelijke aansluiting omdat daar de NNP breder is dan ter hoogte van de midden aansluiting.

Oppervlaktewaterkwantiteit

Evenals bij de tracéalternatieven A,B,C en D wordt er bij een extra aansluiting op Dommelen circa 5.000 m² bestaande waterberging gedempt bij de aansluitingen omdat er sprake is van een aansluiting op maaiveld en/of een beperkt grondlichaam. Het verlies aan oppervlak van circa 5.000 m² dient elders gecompenseerd te worden.

Daarnaast leiden de extra aansluitingen tot een extra beïnvloeding/aanpassing van het bestaande watersysteem. Dit betekent dat er extra watergangen moeten worden verlegd of aangepast.

Oppervlaktewaterkwaliteit

Bij dit criterium gaat het om de directe beïnvloeding van de kwaliteit van het oppervlaktewater door weggerelateerde stoffen. De effecten van deze beïnvloeding zijn qua principe vergelijkbaar met het criterium “directe beïnvloeding grondwaterkwaliteit” (zie hierboven). Dit betekent dat er langs een eventuele extra aansluiting beïnvloeding van de kwaliteit van (min of meer stilstaande) watergangen/waterpartijen kan plaatsvinden als gevolg van verwaaiing.

Effecten op overige criteria

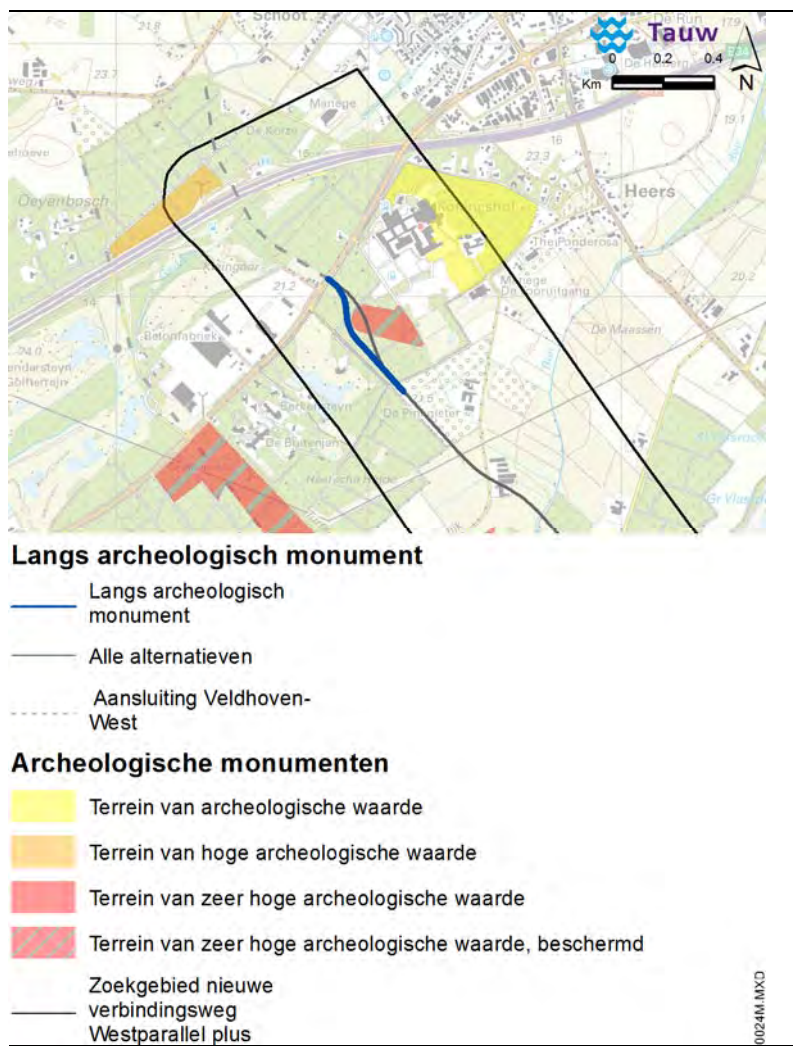
Op de volgende criteria leidt een eventuele extra aansluiting niet tot significante en/of onderscheidende effecten:

- *Aardkundige waarden*: in het plangebied bevinden zich geen aardkundige waarden
- *Grondverzet*: ten opzichte van de optimalisatiealternatieven betekent een nieuwe aansluiting circa 20.000 a 25.000 m3 extra grondverzet. Dit grondverzet is het minste bij een korte aansluiting (bv. Dommelen midden op Ao-folie, Ao-verdiept en Co) en het meeste bij een lange aansluitingsroute (bv. Dommelen midden op Bo of een noordelijke aansluiting)
- *Ondergrond*: het tracé van de noordelijke aansluiting loopt over een breuk maar bevat ter plaatse van deze passage geen ondergrondse constructies. Een effect op de breuken is daarom niet te verwachten.
- *Bodemkwaliteit*: Bij de noordelijke aansluiting wordt een mogelijke bodemverontreiniging doorsneden maar het milieueffect hiervan is relatief beperkt.

9.6 Variant archeologisch monument Veldhoven

Toelichting variant

Uit de eerdere effectbeoordeling is gebleken dat aan de noordkant van het tracé een archeologisch monument ligt dat door alle alternatieven wordt doorsneden. Daarom is een alternatieve route ontworpen die ten westen van het monument ligt (zie figuur 9.8).



Figuur 9.9 Ligging variant “archeologisch monument Veldhoven”

Effecten van de variant

Uit de beschrijving en de kaarten van de huidige situatie is af te leiden dat er met betrekking tot bodem, ondergrond en (grond)water geen significante verschillen zijn tussen de optimalisatiealternatieven en deze variant (zie hoofdstuk 4). De effecten van de variant zijn dus vergelijkbaar met de effecten van de optimalisatiealternatieven.

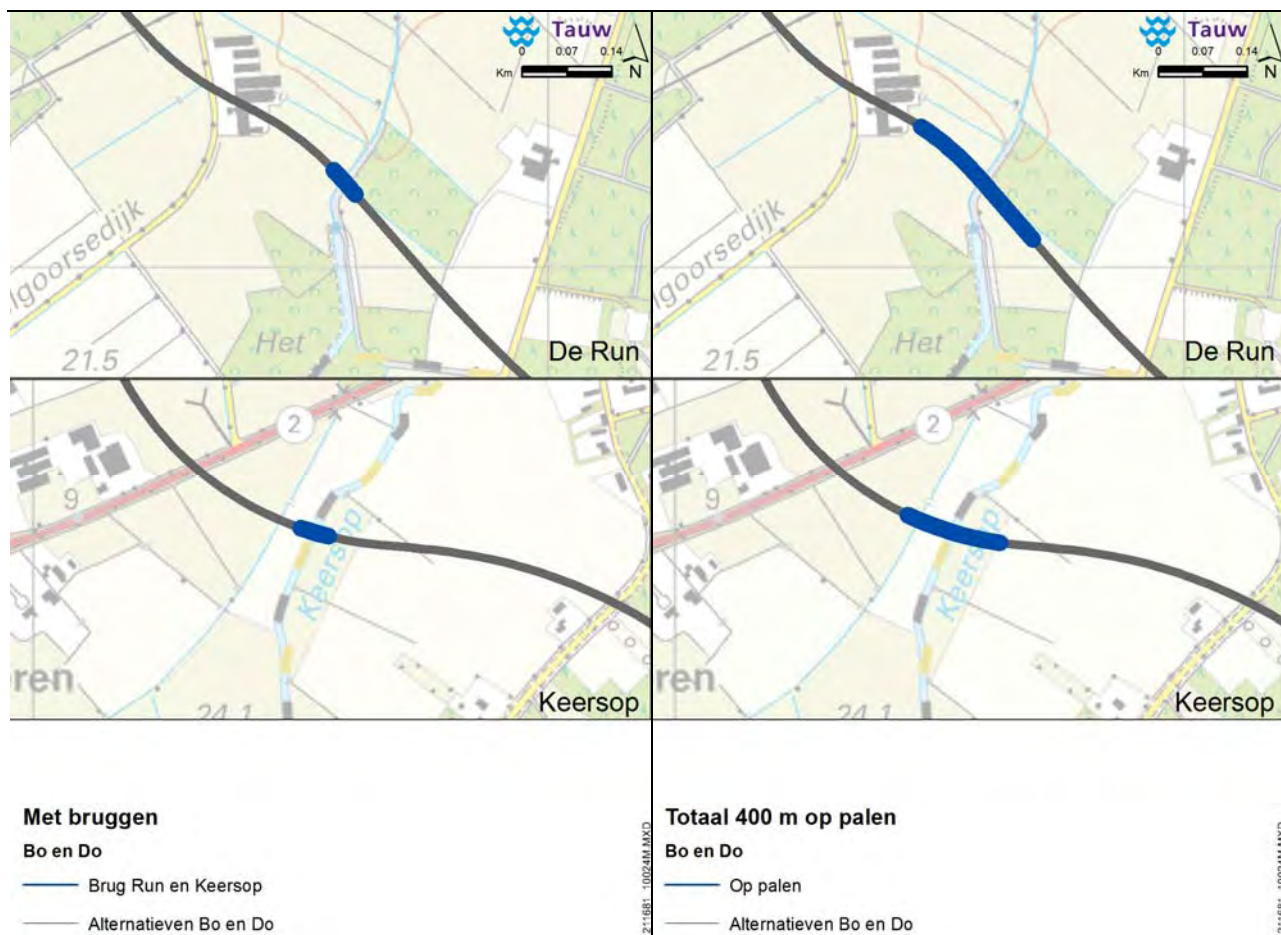
9.7 Variant ontwerpogave de Run en Keersop

Toelichting varianten

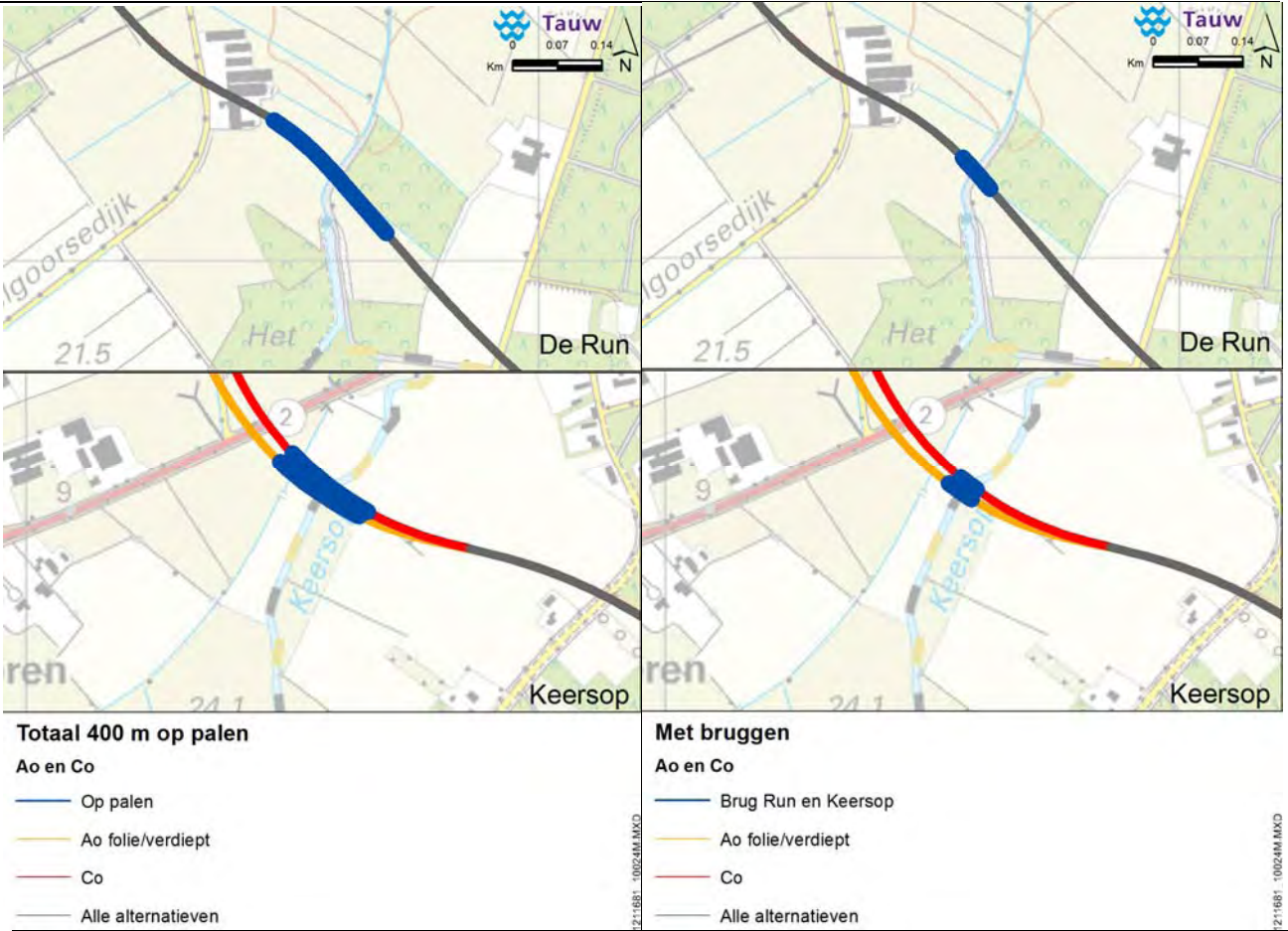
Bij de vijf optimalisatiealternatieven is ter hoogte van de Run gekozen voor ligging direct ten westen van de Sabic-leiding. De Sabic leiding hoeft hierdoor niet verplaatst te worden, wat kosten en ruimtebeslag (voor een nieuw leidingtracé) bespaart. Als inpassingsvarianten zijn er ook twee iets meer westelijk gelegen tracés onderzocht (tussen Gagelgorsdijk en Broekhovenseweg). Deze twee varianten leiden, ten opzichte van de optimalisatiealternatieven, mogelijk tot minder effecten op natuur en landschap.

Daarnaast is de meerwaarde onderzocht van een verhoogde ligging ter plaatse van de Run en de Keersop. De optimalisatiealternatieven gaan voor de Run en de Keersop uit van respectievelijk 350 meter en 250 meter verhoogd op palen. De twee variaties bestaan uit:

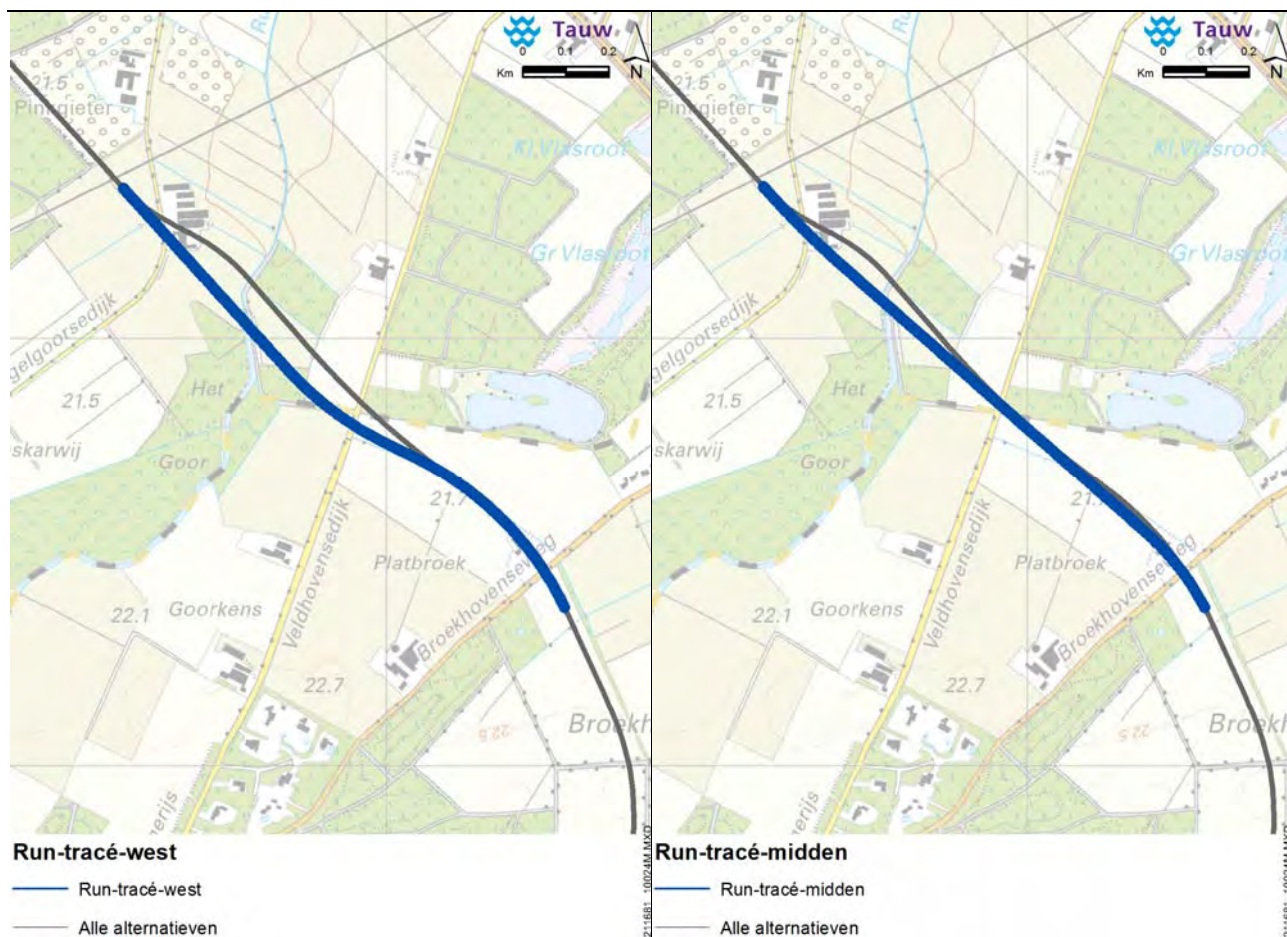
- 400 meter op palen, respectievelijk 250 meter (Run) en 150 meter (Keersop)
- Twee bruggen (circa 20 meter overspanning per brug)



Figuur 9.10 Variant 400 m op palen, respectievelijk 250 m (Run) en 150 m (Keersop) en variant met bruggen over de Run en de Keersop voor de alternatieven Bo en Do



Figuur 9.11 Variant 400 m op palen, respectievelijk 250 m (Run) en 150 m (Keersop) en variant met bruggen over de Run en de Keersop voor de alternatieven Ao-folie, Ao-verdiept en Co



Figuur 9.12 Twee varianten met een meer westelijk tracé nabij de Run voor alle vijf de alternatieven (midden/west)

Effecten van de varianten, andere ligging van het tracé

Uit de beschrijving en de kaarten van de huidige situatie is af te leiden dat er met betrekking tot bodem, ondergrond en (grond)water geen significante verschillen zijn tussen de optimalisatiealternatieven en deze varianten (zie hoofdstuk 4). Een meer westelijk gelegen tracé (bijvoorbeeld west of midden, zie figuur 9.13) leidt dus niet tot significant andere effecten op dit thema.

Effecten van de varianten, 400 m op palen of een brug

Een korter traject op palen of bruggen over de Run en de Keersop is van invloed op het volume oppervlaktewater dat kan worden geborgen in het beekdal van de Keersop (natuurlijke waterberging). Bij een traject met totaal 400 m op palen (in plaats van 500 m) is deze invloed relatief beperkt. Bij een traject met bruggen leidt het grondlichaam voor en na de brug tot een afname van bergend oppervlak.

Hiermee wordt bedoeld dat er minder ruimte in het beekdal beschikbaar is om bij (zeer) hoge waterstanden oppervlaktewater te bergen in het beekdal. Daarnaast leidt het grondlichaam tot een vernauwing in het beekdal en doordoor tot een beperktere doorstroming van de laaggelegen gronden in het beekdal. Dit betekent dat, ten opzichte van de huidige inrichting of met een weg op palen, de doorstroming in het beekdal wordt beperkt en dus dat er bij een overstroming enige opstuwing plaatsvindt bovenstrooms van de nieuwe verbinding. Met de huidige kennis en inzichten is voor de Run niet eenduidig vast te stellen of dit effect als negatief of als positief aangemerkt kan worden. Opstuwing kan immers leiden tot minder wateroverlast benedenstrooms maar wellicht ook tot enige wateroverlast bovenstrooms.

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 komt er bij de Run mogelijk een gestuurde waterberging met als doel heeft om de doorstroming in het beekdal bij hoge waterstanden te beperken cq. te sturen. In het hoofdstuk leemte in kennis en informatie (hoofdstuk 10) is beschreven dat er op dit moment nog geen zekerheid is over een eventuele gestuurde waterberging bij de Run. Tevens is beschreven dat er voor de Run goede mogelijkheden zijn om de eventuele waterberging en de realisatie van een nieuwe weg te combineren.

Voor de passage van de Keersop geldt dat daar geen gestuurde waterberging is voorzien en dat daar, zonder aanvullende maatregelen zoals duikers, een weg op een grondlichaam+brug in het beekdal tot negatieve effecten kan leiden op zowel het bergingsvolume als de doorstroming in het beekdal. Dit effect speelt bij alle alternatieven.

Op de overige criteria geldt dat een korter traject op palen en/of bruggen niet leidt tot significant andere effecten dan de beschouwde optimalisatiealternatieven.

9.8 Variant gewijzigd tracé Do ten westen van Dommelen

Toelichting variant

Bij deze variant is een wat meer westelijke ligging onderzocht ter plaatse van de Molenstraat. Deze ligging dient als terugval-optie voor het geval dat blijkt dat de meer oostelijke ligging van het optimalisatiealternatief Do leidt tot ongewenste effecten op de (hydrologie van de) Natte Natuurparel Keersopperdal.



Figuur 9.13 Aangepast tracé Do bij Keersop

Effecten van de variant

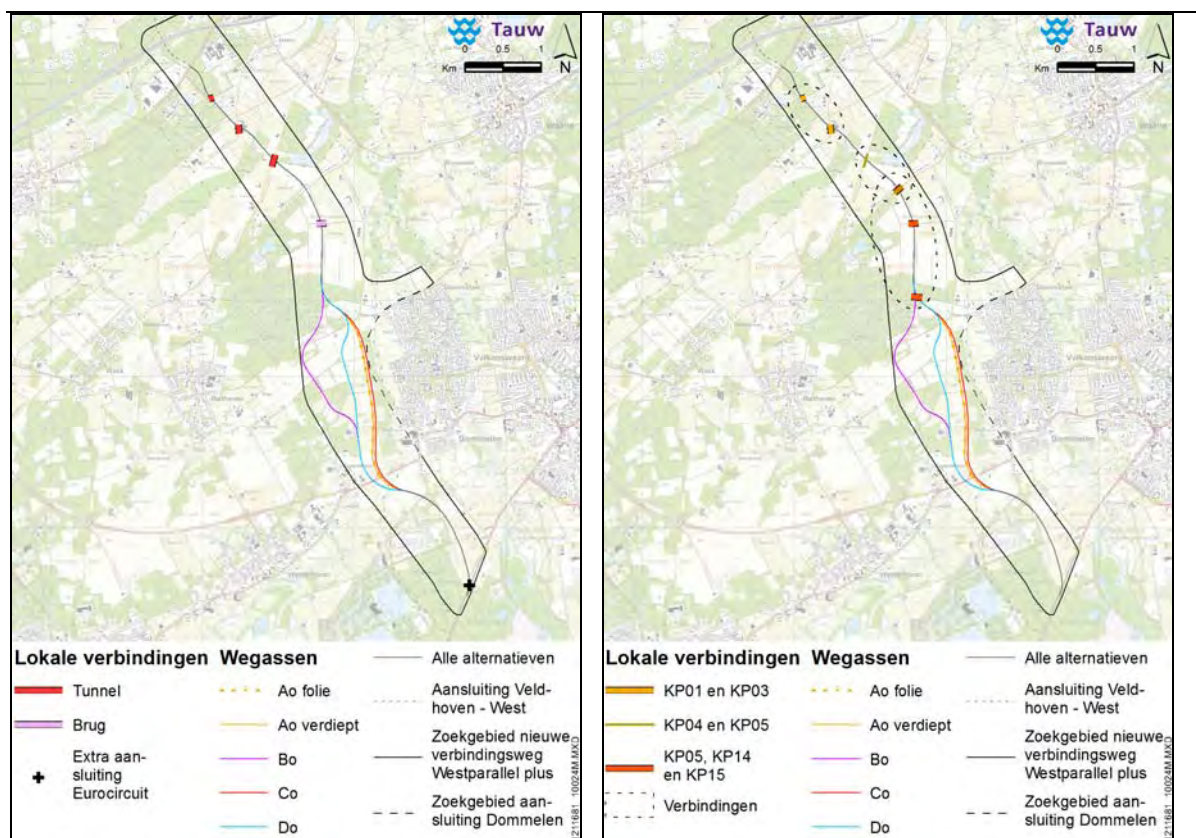
Uit de modelberekeningen van RoyalHaskoningDHV blijkt dat de oorspronkelijke ligging van alternatief Do (oostelijk dus) geen effect heeft op de grondwaterstand en grondwaterstroming. Omdat het aangepaste tracé meer westelijk (en dus hoger) is gelegen zijn er ook bij een aangepast tracé geen negatieve effecten op het grondwater te verwachten.

9.9 Variant lokale verbindingen

Toelichting varianten

Bij alle optimalisatiealternatieven is uitgegaan van een gelijkvloerse aansluiting van de nieuwe verbinding op de N397 en de bestaande N69. Tevens is uitgegaan van diverse bruggen en een tunnel om het verkeer op kruisende wegen (de lokale verbindingen) te faciliteren. De varianten gaan uit van:

- tunnels in plaats van bruggen en tevens een extra afslag richting het Eurocircuit ter plaatse van de aansluiting van de nieuwe verbinding op de bestaande N69
- zoeken naar combinaties door verschillende lokale verbindingen die gebruik maken van 1 brug of tunnel.



Figuur 9.14 Varianten lokale verbindingen (tunnels in plaats van bruggen, links en zoeken naar combinaties, rechts)

Effecten van de varianten, tunnels in plaats van bruggen

Het toepassen van tunnels in plaats van bruggen kan leiden tot enige extra effecten op het grondwater tijdens de realisatiefase (effecten van bemaling). Naar verwachting is dit effect minimaal omdat er vanuit wet- en regelgeving voorwaarden gelden om negatieve effecten van een bemaling te voorkomen.

Ook kan een tunnel tijdens de gebruiksfase de grondwaterstand en grondwaterstroming beïnvloeden in verband met opstuwung/blokkade van het grondwater. Naar verwachting is dit effect gering omdat de oriëntatie van de tunnels (grootweg oost-west) min of meer gelijk is aan de regionale stromingsrichting van het grondwater.

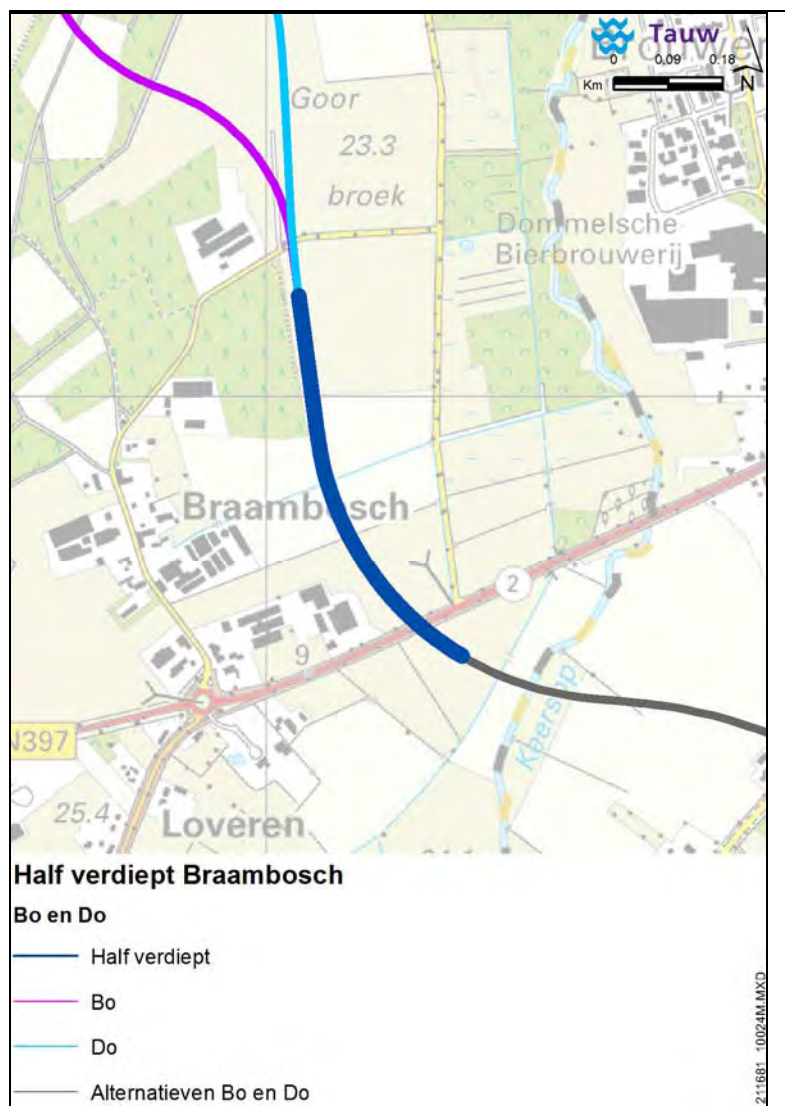
Voor de overige criteria zullen er geen significant andere effecten optreden bij het toepassen van tunnels in plaats van bruggen.

Effecten van de varianten, combineren van lokale verbindingen

Bij deze variant worden lokale verbindingen gecombineerd met als resultaat dat het aantal bruggen/ tunnels afneemt. Omdat de optimalisatiealternatieven voor alle verbindingen uitgaan van bruggen leiden minder verbindingen niet tot significant andere effecten op bodem, ondergrond en (grond)water.

9.10 Variant half verdiepte ligging Braambosch**Toelichting variant**

Bij de alternatieven Bo en Do is sprake van een weg op maaiveld. De variant in deze paragraaf gaat voor beide alternatieven uit van een half verdiepte ligging ter plaatse van Braambosch met als doel om de weg in dit gebied beter in te passen in de omgeving. Het gaat hierbij dus om een ligging van 3 meter onder het maaiveld.



Figuur 9.15 Half verdiepte ligging bij alternatief Bo en Do

Effecten van de variant

Een half verdiepte ligging bij Braambosch leidt tot meer grondverzet dan een ligging op maaiveld. De half verdiepte ligging leidt daarnaast niet tot andere effecten op (grond)water. Daarmee wordt deze variant gelijk beoordeeld als de eerder getoetste optimalisatiealternatieven.

10 Leemten in kennis en monitoringsprogramma

10.1 Leemten in kennis

Op basis van de beschikbare gegevens, zoals het onderzoek van Deltares (2013), is een goed beeld verkregen van de onderscheidende milieueffecten op bodem, ondergrond en (grond)water. In relatie tot de besluitvorming is er wel sprake van leemten in kennis met betrekking tot het herstel van de Natte Natuurparels.

Herstel Natte Natuurparels

In paragraaf 4.2 is beschreven dat er over de te nemen maatregelen voor herstel van het (grond)watersysteem in de Natte Natuurparels nog geen finale besluitvorming heeft plaatsgevonden zoals een besluit in het kader van de Waterwet. In het MER zijn daarom de effecten gepresenteerd voor een situatie met een volledig hersteld (grond)watersysteem (=referentiesituatie) en uitgaande van het huidige (grond)watersysteem (=gevoeligheidsanalyse). Op deze wijze is de mogelijke bandbreedte van te verwachten effecten in het MER inzichtelijk gemaakt.

Kansen om projecten te combineren

Het Waterschap neemt op termijn een besluit over een eventuele gestuurde waterberging bij de Run (zie Figuur 4.17). Het is nog niet duidelijk of een dergelijke waterberging er op termijn gaat komen. Als dat wel het geval is dan zijn er goede mogelijkheden om de werkzaamheden voor de gestuurde waterberging te combineren met de nieuwe verbinding.

Daarnaast zijn er voor de alternatieven op/naast de Keersopperdreef goede mogelijkheden om het werk voor de nieuwe verbinding te combineren met het omleiden van landbouwwater dat nu wordt afgevoerd via de Keersopperbeemden¹⁷. Bijvoorbeeld door dit landbouwwater af te voeren via een nieuw te realiseren watergang direct ten westen van de nieuwe verbinding.

10.2 Monitoring

Voorgesteld wordt om in het monitoringsprogramma het volgende op te nemen:

- Monitoring van grondwaterstanden
- De kwaliteit van de bovenste laag van de obstakelvrije zone (bv. elke 5 jaar). Indien nodig dan dient deze laag afgegraven te worden zodat de zuiverende werking blijft gegarandeerd.

¹⁷ Het gaat hierbij om water dat is beïnvloed door landbouwkundige activiteiten. Dit water wordt momenteel afgevoerd via de KS70 (zie figuur 4.7)

Bijlage

1

Literatuurlijst

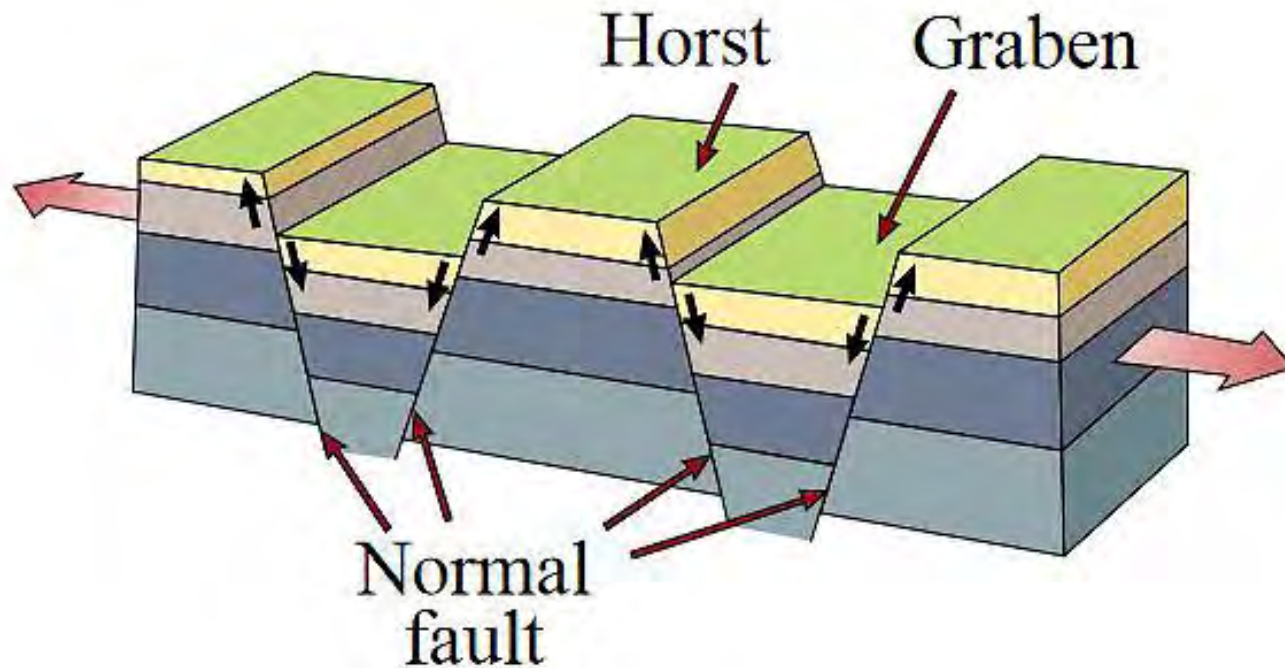
1. Bodemkaart van Nederland. Stichting Bodemkartering Nederland, Wageningen
2. Waterschap de Dommel, 2011. Notitie Reikwijdte en Detailniveau milieueffectrapportage project Keersop
3. Waterschap de Dommel, 2011. Notitie Reikwijdte en Detailniveau milieueffectrapportage project de Run
4. Balen, R.T. van, K. Kasse, D. Edelman, 2003; de Gilze-Rijen breuk bij Tilburg. Grpndboor &
5. Hamer nr.5 2003.
6. Bense, V., 2002 ; Hydrogeologische karakterisering van breukzones in zuidoost Nederland. Stromingen 8, 2002, nr.3.
7. Bense, V.F., 2004; The hydraulic properteis of faults in unconsolidated sediments and their impact on groundwater flow. PhD thesis Vrije Universiteit, Amsterdam.
8. Berkvens, R. (redactie), 2011; Kempisch erfgoed in beeld. Een regionale erfgoedkaart voor de kempen- en A2 gemeenten bergeijk, bladell, errsel, oirschot, reusel-De Mierden, Waalre, Valkenswaard, Cranendonck en Heeze-Leende. SRE Milieudienst, Eindhoven.
9. Cools, J.M.A., 2012; Onderzoek naar beschermde en bedreigde planten- en diersoorten in het zoekgebied Westparallel N69.
10. Edelman, D., 2003; doorlatendheid van de ondergrond. Info@rvde.nl.
11. Kouwe en Vrijhof, 1958; De landbouwwaterhuishouding in de provincie Noord-Brabant (COLN-TNO).
12. Oranjewoud, Haskoning, 2011; Fitenanalyse overstromingsgebied Keersop.
13. Rijksgeologische Dienst, 1973; Geologisch onderzoek waterwingebied Valkenswaard.
14. Verlijdsdonk, B., 2006; MER/SMB Lage Heideweg Valkenswaard.
15. RoyalhaskoningDHV, 2013: grondwatermodellering N69, hydrologische onderbouwing voor nieuwe verbinding en Gebiedsimpuls,

Bijlage

2

Geologisch onderzoek breuken (Rapport Deltares)

Geologische breuken langs het N69 tracé?



27 april 2013

Roelof Stuurman (Deltares, grondwater),

Patrick Kiden (TNO, grensoverschrijdende geologische profielen)

*In het veld geassisteerd door Gilles Erkens en Gerrit Hendriksen (Deltares)
en Bert Woertink (Woertink Waterpompen)*

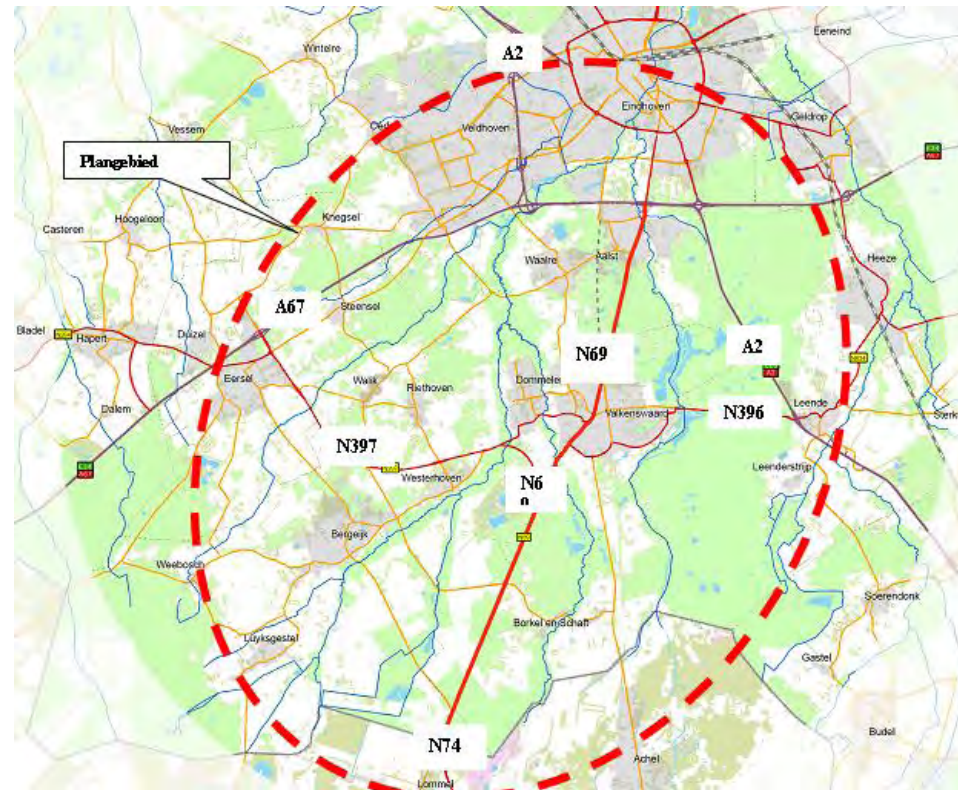
Inhoud

1. Doelstelling;
2. Geologisch Bureau onderzoek;
3. Grondwater Bureau onderzoek;
 - 3.1 breuk en grondwaterstroming;
 - 3.2 kaartenonderzoek naar “wijst”indicaties;
4. Kwel indicaties verzameld tijdens workshop;
5. Veld onderzoek (boringen, roestkartering)
6. Conclusies
7. Adviezen in relatie tot wegaanleg

1: Doelstelling onderzoek

1. Het karteren van geologische breuken en kwelzones in en rond het N69 tracé;
2. Het beschrijven van de invloed van de breuken op de grondwaterstroming: komt wijst-kwel voor?;
3. Adviseren hoe bij de aanleg van de N69 rekening kan worden gehouden met de aanwezigheid van de breuk en/of wijstverschijnselen.

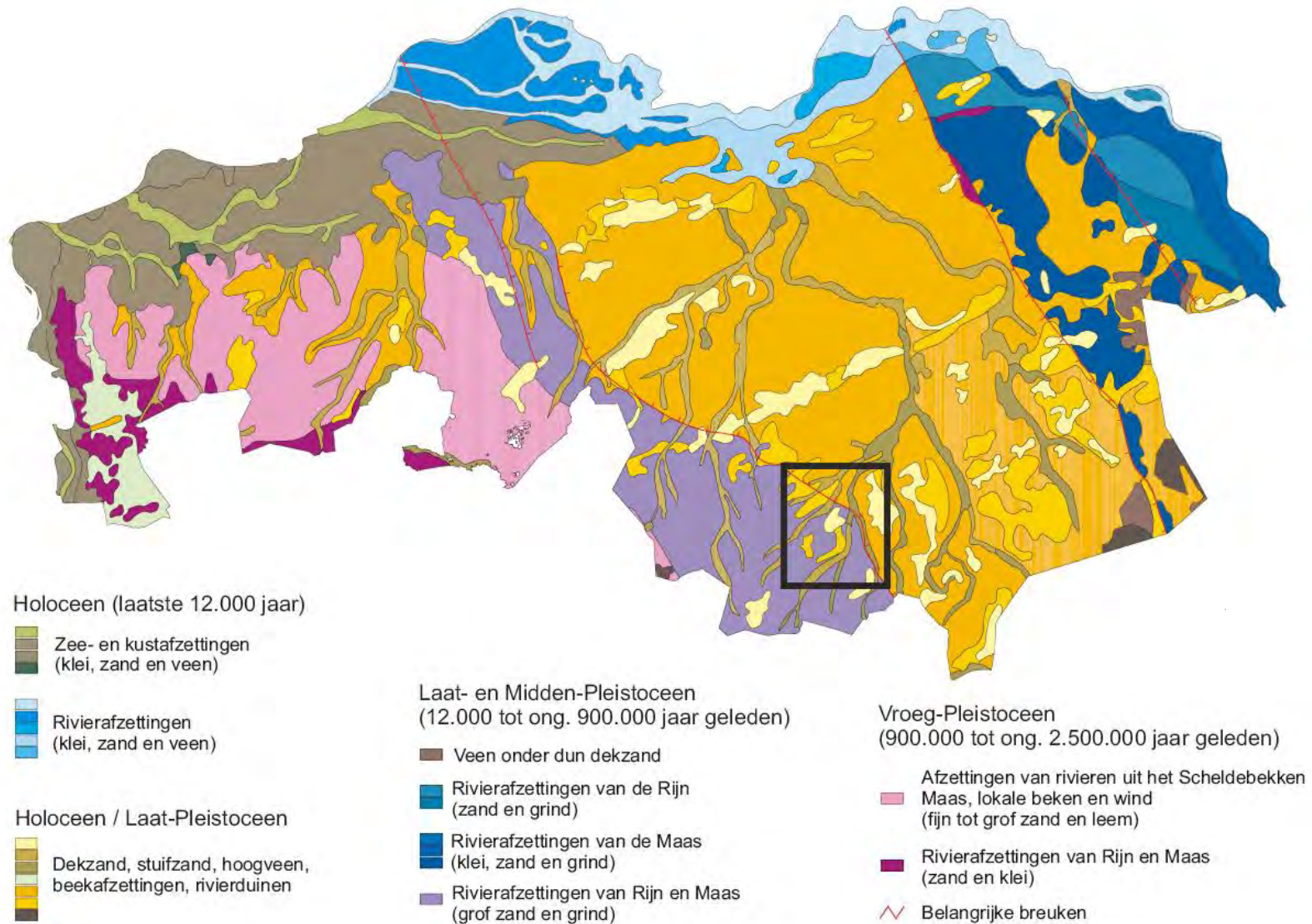
2: Geohydrologisch onderzoek Westparallel N69 (bureaustudie)



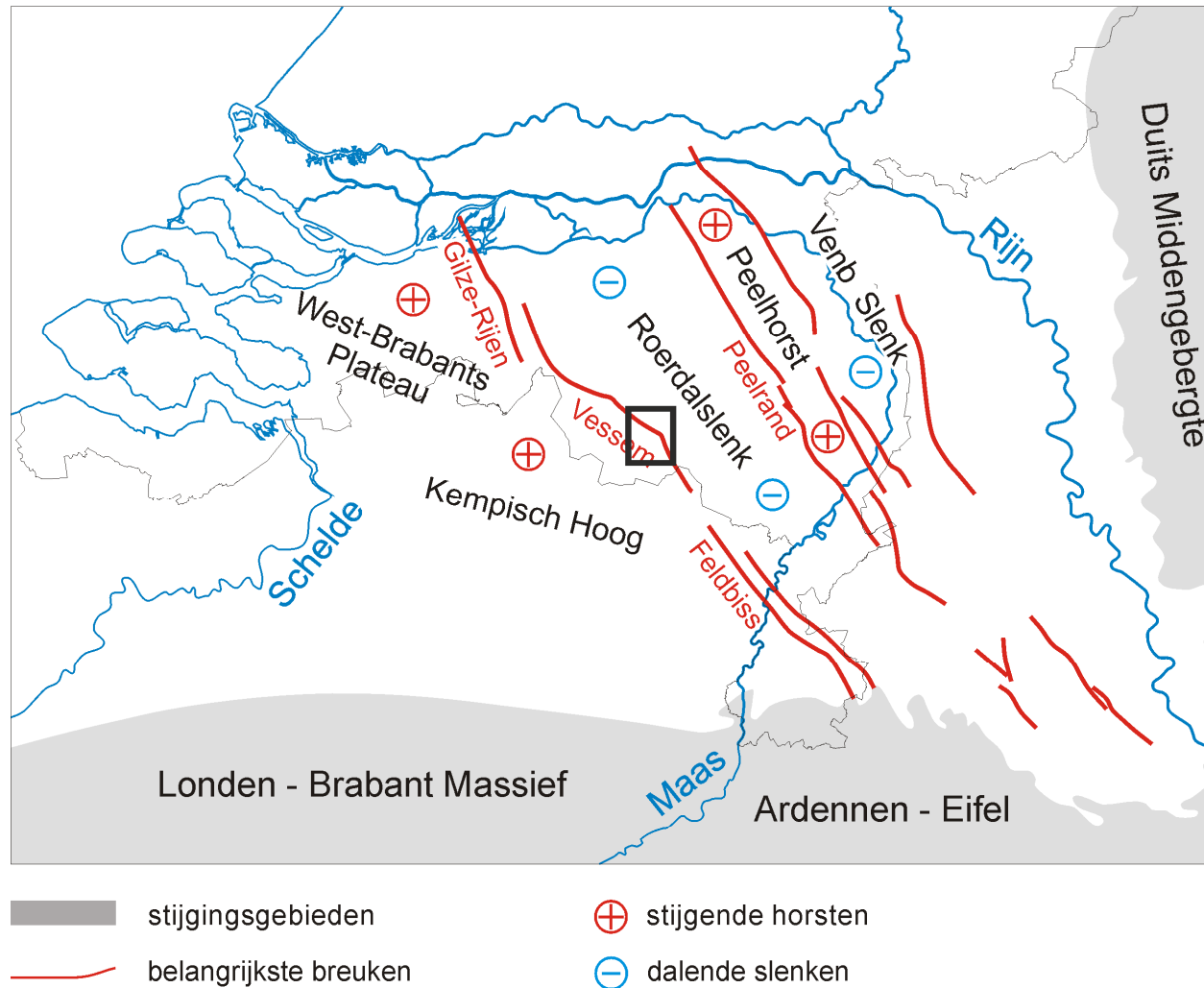
2.1 Zoekgebied N69: Algemene situering

- Het zoekgebied ligt in de breukzone die de zuidwestelijke rand vormt van de Roerdalslenk.
- De Roerdalslenk daalt ten opzichte van westelijk Noord-Brabant en het Kempisch Plateau
- Door deze daling liggen dezelfde geologische lagen in de Roerdalslenk op een grotere diepte dan er buiten, en hebben ze dikwijls een grotere dikte. Als gevolg hiervan kunnen doorlatende en ondoorlatende lagen ten opzichte van elkaar verspringen

2.2 Overzicht geologie Noord-Brabant



2.3 Tektonische structuur Noord-Brabant



Wat levert de oude geologische kaart?

RIJKS GEOLOGISCHE DIENST
Geologische kaart van Nederland
Schaal 1 : 50 000

51 EINDHOVEN
Kwartblad III

Groep I Holocene

1.13e

Stuifzand. Plekken op het midden- en hoogterras, waar onderdrukking is ontstaan. Het zand is in dunnecomplexen opgebouwd of in een dunne laag over den ondergrond uitgespreid. De versloten zanden zijn overwegend zeer fijn korrelig, doch bevatten ook zeer kleine steentjes tot e.a. 5 mm grootte. Tusschen dit stuifzand en de fijn korrelige zanden van middenteras en hoogterras is gemiddeld onderscheid op te merken. Kleinschaligheid is zeldzaam.

1.9

Bekafzetting. Overwegend fijn en meestal humus zand, in enkele gevallen grover zand met eenig fijn grind. Afgewaschte ligging steeds zeer gering.

1.6e

Moorzanden. Dikte van 0.5 tot meer dan 20 dm. Meestal zeer zandig. Door uitwassing, en ontginning onderbroken; humus zand met hier en daar dunne veenlagen in humus zanden over.

1.6e II 6

Beginnende moerasvorming op het midden- of hoogterras door uitwassing en ontginning onderbroken; humus zand met hier en daar dunne veenlagen, welke door ontginning geheel verdwijnen.

Groep II Plistocene

II 6

Middenteras van de Maas. Overwegend fijnkorrelige en soms iets kleinschalige zanden met enkele zandige kleibakken, afwisselend met enkele dunne laagjes van middenteras zand met steentjes tot 2 cm. Dikte der middenterasafzettingen tot 45 m. Aan de basis dikwijls dunne veenlagen of zand met plantresten (staandheid van een vegetatieflora).

II 1

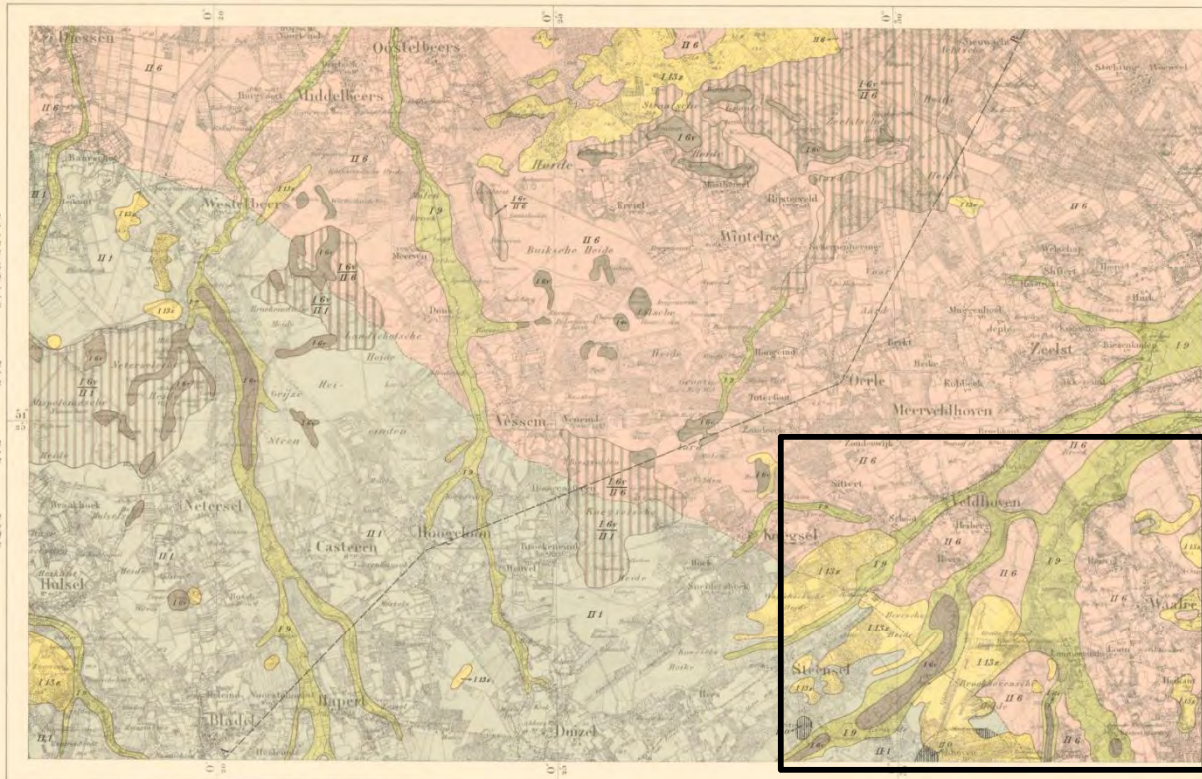
Hoogterras van Maas en Rijn. Fijne tot middelfijnkorrelige zanden met enkele lagen en lensen grof zand met grind; groote stenen zijn schaarsch. Gesteenten van Maas en Rijn. Het grove zand is meestal gemengd met iets witte klei. Dikte der grof korrelige lagen wisselend tusschen 5 en circa 100 dm. In dit lagencomplex kunnen ook kleilagen voor.

II 0

Præglacial onder dan het hoogterras. Begonnen met een kleihorizon, daaronder grove, grindhoudende zanden en fijnkorrelige zanden afwisselend met kleilagen.

II 6

De bovenste kleihorizon van II 0 op geringere diepte dan 20 dm.



Topografie naar de topografische en militaire kaart des Rijks 1 : 50 000
Geologische opname door Th. Rothfeld in 1913, 1924 en 1925
Topografische richting: 's-Gravenhage 1931

Profiel volgens AB
Horizontale schaal 1 : 50 000
Verticale schaal 1 : 2000

44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	
IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III
50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	110
IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III	IV	III
50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	110



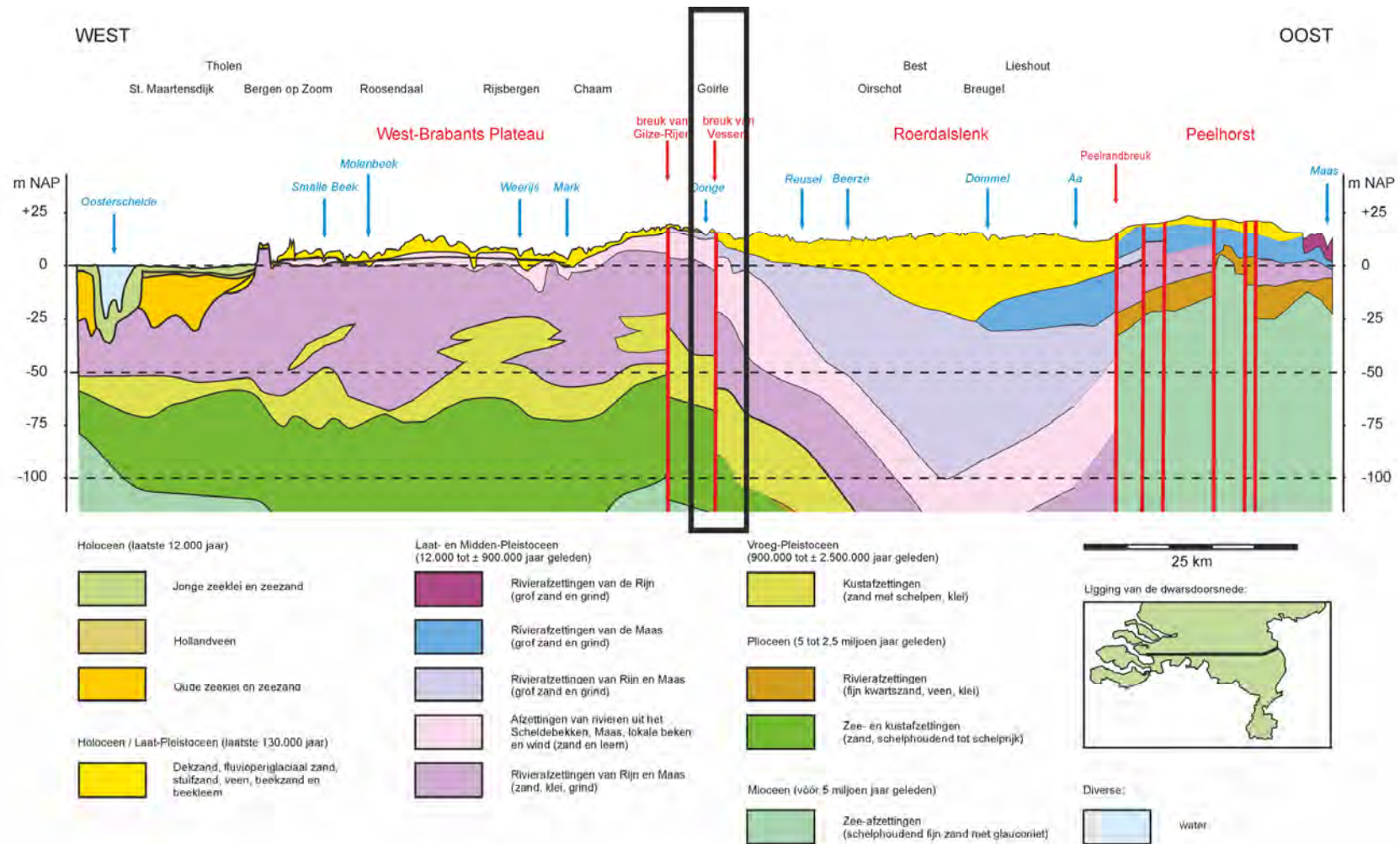
Deze geologisch kaart uit 1920 geeft een duidelijke breukligging aan. Uit nieuwe boringen blijkt dat deze breuk bij Dommelen meer oostwaarts ligt.

Detail historische geologische kaart

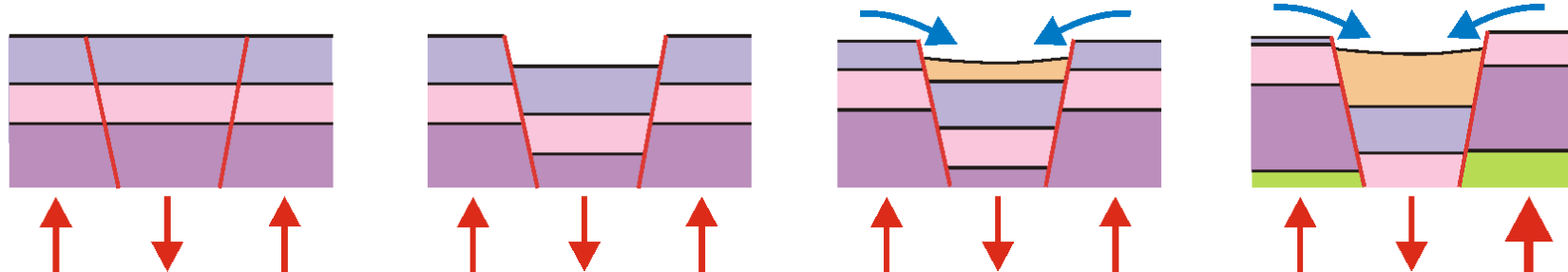


Deze kaart (noordelijk deel studiegebied) heeft geen nuttige informatie opgeleverd. Gehoopt was dat deze kartering van bijna 100 jaar geleden, in een landelijk gebied dat minder verstoord is dan nu, wijstindicaties zichtbaar zijn.

Geologisch profiel Noord-Brabant



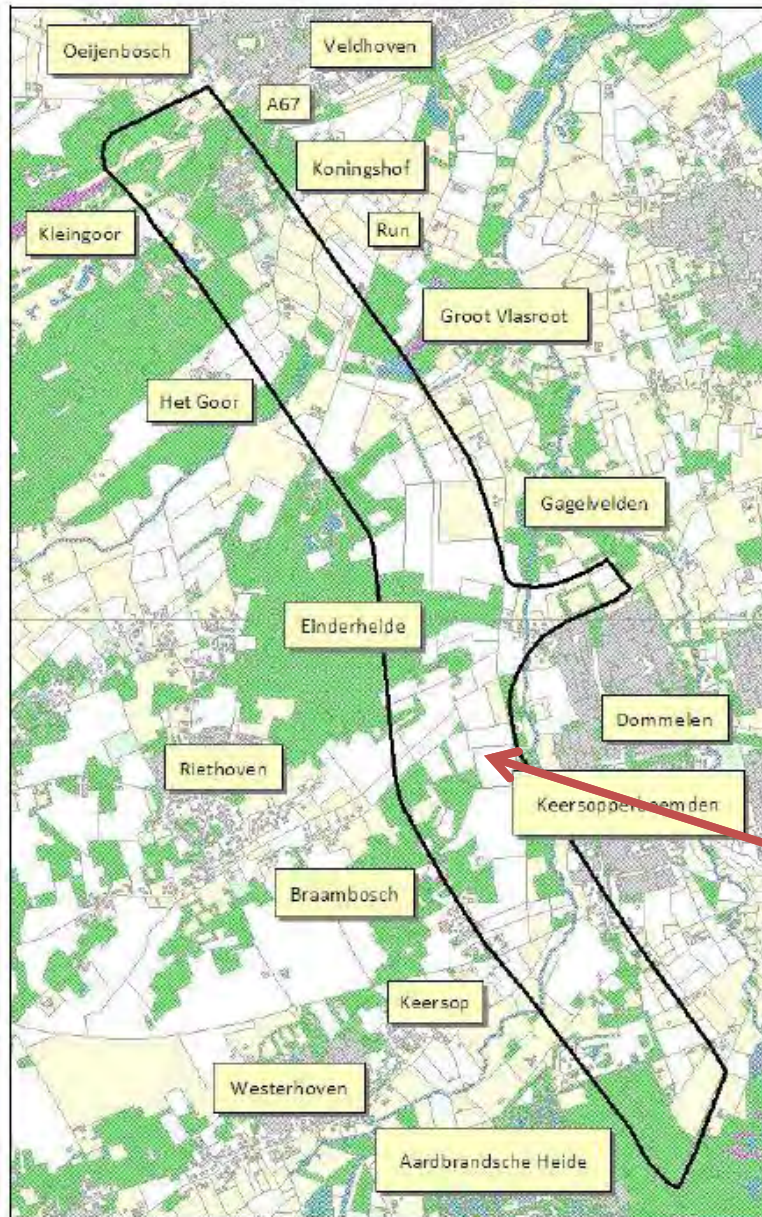
Opheffing en daling in een gebied met breuken (slenken en horsten)



2.4 Toponymen (bron: Cools, 2013)

Deze kaart is toegevoegd om de ligging van het zoekgebied te verduidelijken.

Toponymen kunnen natuurlijk ook een indicatie leveren over de waterhuishouding. Broek en Goor zijn algemene termen voor natte situaties. In het gebied komt ook de locatie De Roest voor. Dit zal een verband hebben met ijzerrijke kwel.



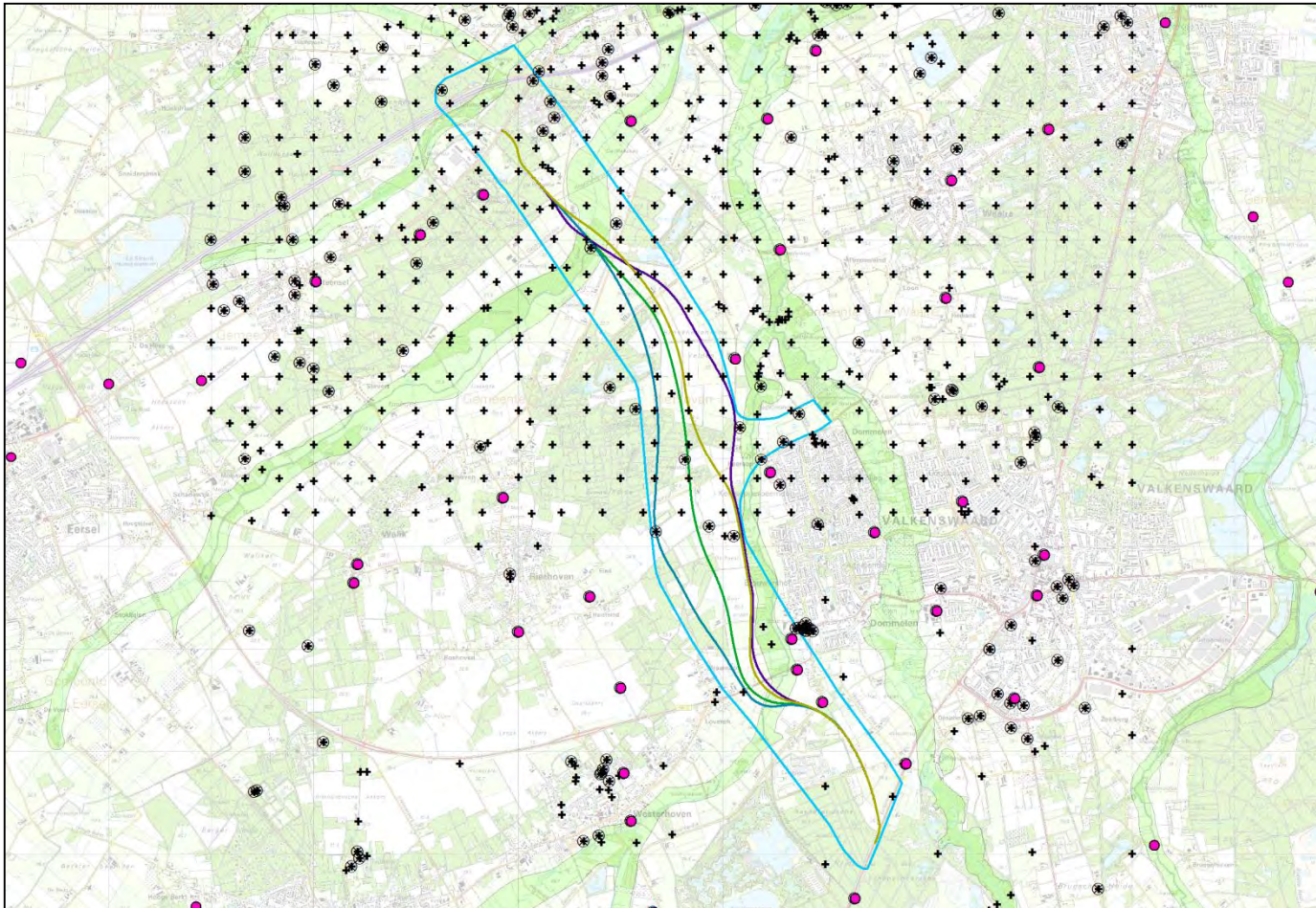
Kaart 1: ligging en begrenzing van het onderzoeksgebied.

Ligging locatie "De Roest"

2.5 Breuken in het zoekgebied: reconstructie

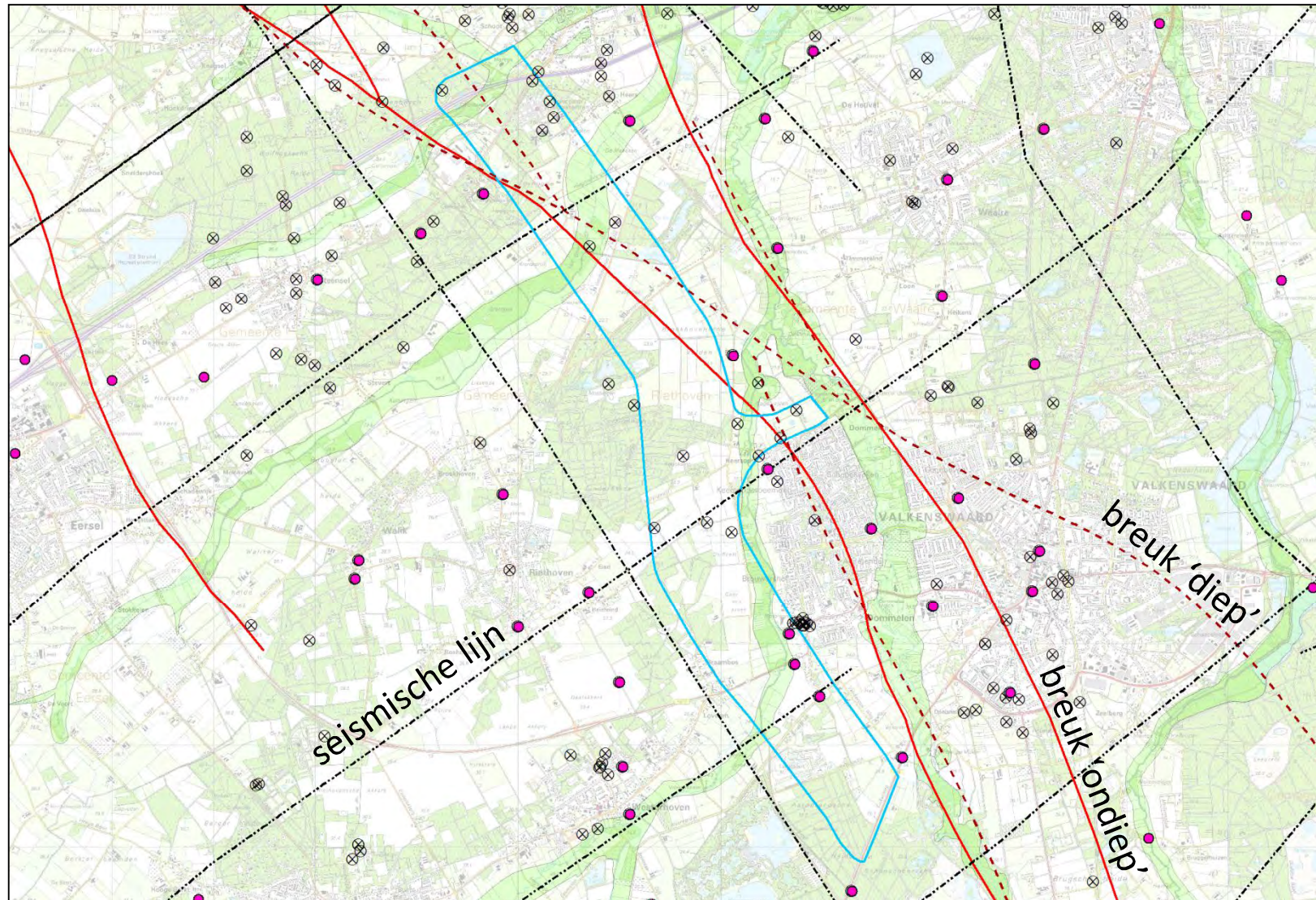
- Recentste gegevens en interpretaties beschikbaar bij Geologische Dienst Nederland – TNO (2012 tot begin februari 2013)
- Bovenste paar honderden meters: vnl. boringen
- Vanaf 200-500 m diepte: seismiek voor olie- en gas-exploratie

Alle boringen in omgeving zoekgebied



- Kruisjes: boringen ≤ 4 m diep, meestal handboringen
- Cirkels: diepere boringen > 4 m diep, meestal mechanische boringen, in dit gebied tot max. ong. 100 m diep
- Magenta cirkels: boringen gebruikt voor DGM / REGIS II modellen. Dit zijn meestal de betere boringen met een redelijk betrouwbare stratigrafische interpretatie

Diepere boringen, seismische lijnen en breuken



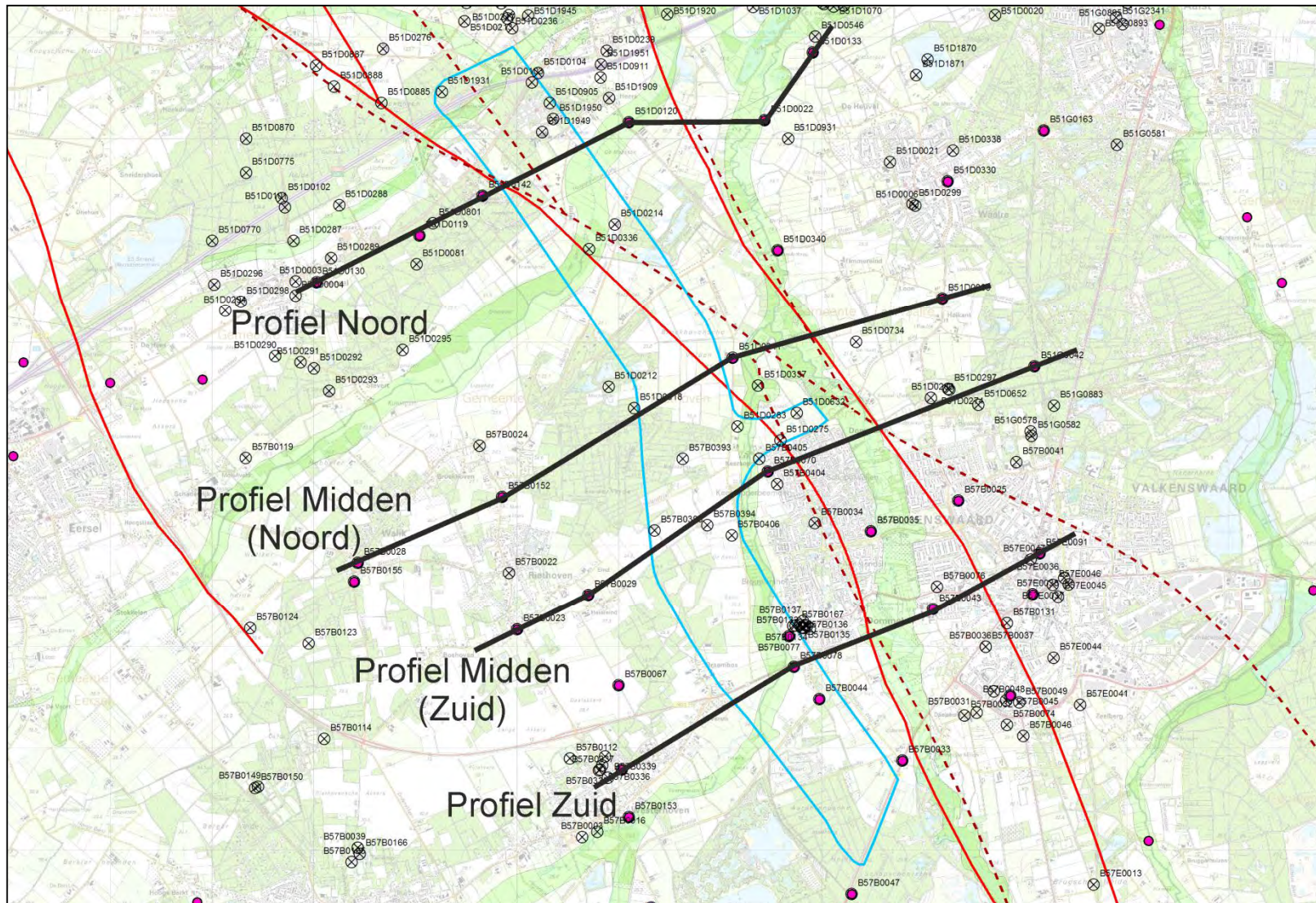
‘Diepe’ en ‘ondiepe’ breuken

- Breuk ‘diep’ = breuk geïnterpreteerd uit olie- en gas-seismiek op diepten tussen 200 m (in het beste geval) en 2000 m (of dieper). De breuken zijn in het bovenste bereik (waar ze dus niet meer zichtbaar zijn in de seismiek) naar boven geëxtrapoleerd. De kaart geeft de geëxtrapoleerde ligging aan op het 0 m NAP-vlak (dit is hier dus ongeveer 22-25 m onder maaiveld). De interpretatie vond plaats in de periode januari – begin februari 2013 en is nog niet openbaar beschikbaar.
- Breuk ‘ondiep’ = breuken zoals gemodelleerd in de laatste versie van het DGM-ondergrondmodel van de Geologische Dienst Nederland (v02r13, 2012). Deze versie is nog niet openbaar beschikbaar via DINOLoket en kan afwijken van de laatste openbare versie van REGIS II die van 2008 dateert.
- De diepe en ondiepe breuken zijn verschillende interpretaties van dezelfde fenomenen, maar op basis van andere gegevens en methodes. De GDN werkt momenteel aan het op elkaar afstemmen van deze verschillende interpretaties om zo te komen tot één aaneensluitend breukenbestand voor zowel de diepe als de ondiepe ondergrond.

Nauwkeurigheid ligging breuken

- Breuk bepaald door aanwezigheid 'sprong' in diepteligging van geologische lagen aan 'hoge' en 'lage' kant van de breuk
- Nauwkeurigheid ligging afhankelijk van:
 - Ondiepe bereik (aan of dichtbij maaiveld): dichtheid boringen in omgeving van breuk
 - Diepere bereik (200-2000 m): ligging breuken alleen nauwkeurig bepaald bij kruising met seismische lijn. Extra onnauwkeurigheid door extrapolatie naar oppervlakte.

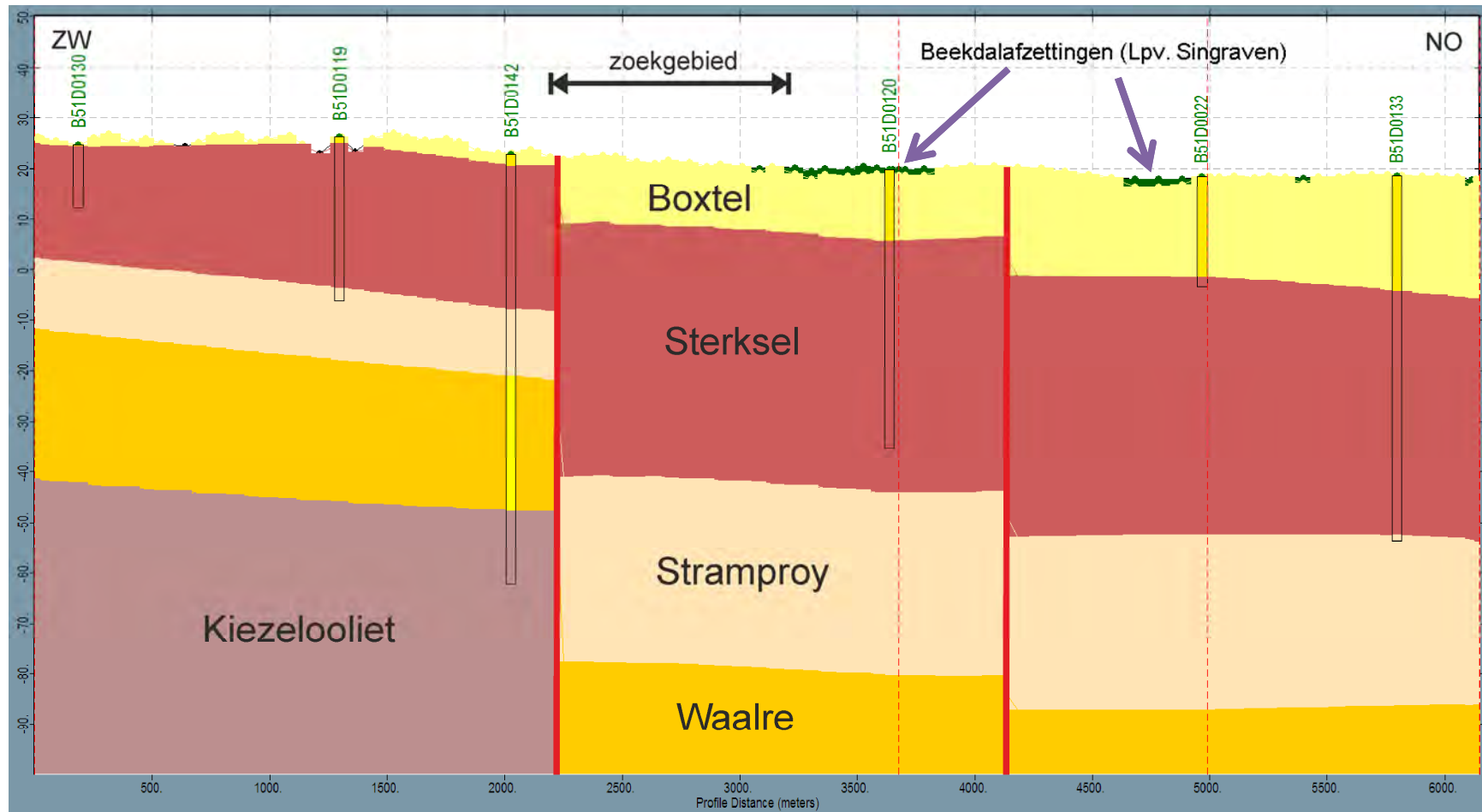
Ligging profielen



Geologische opbouw (vanaf maaiveld naar de diepte)

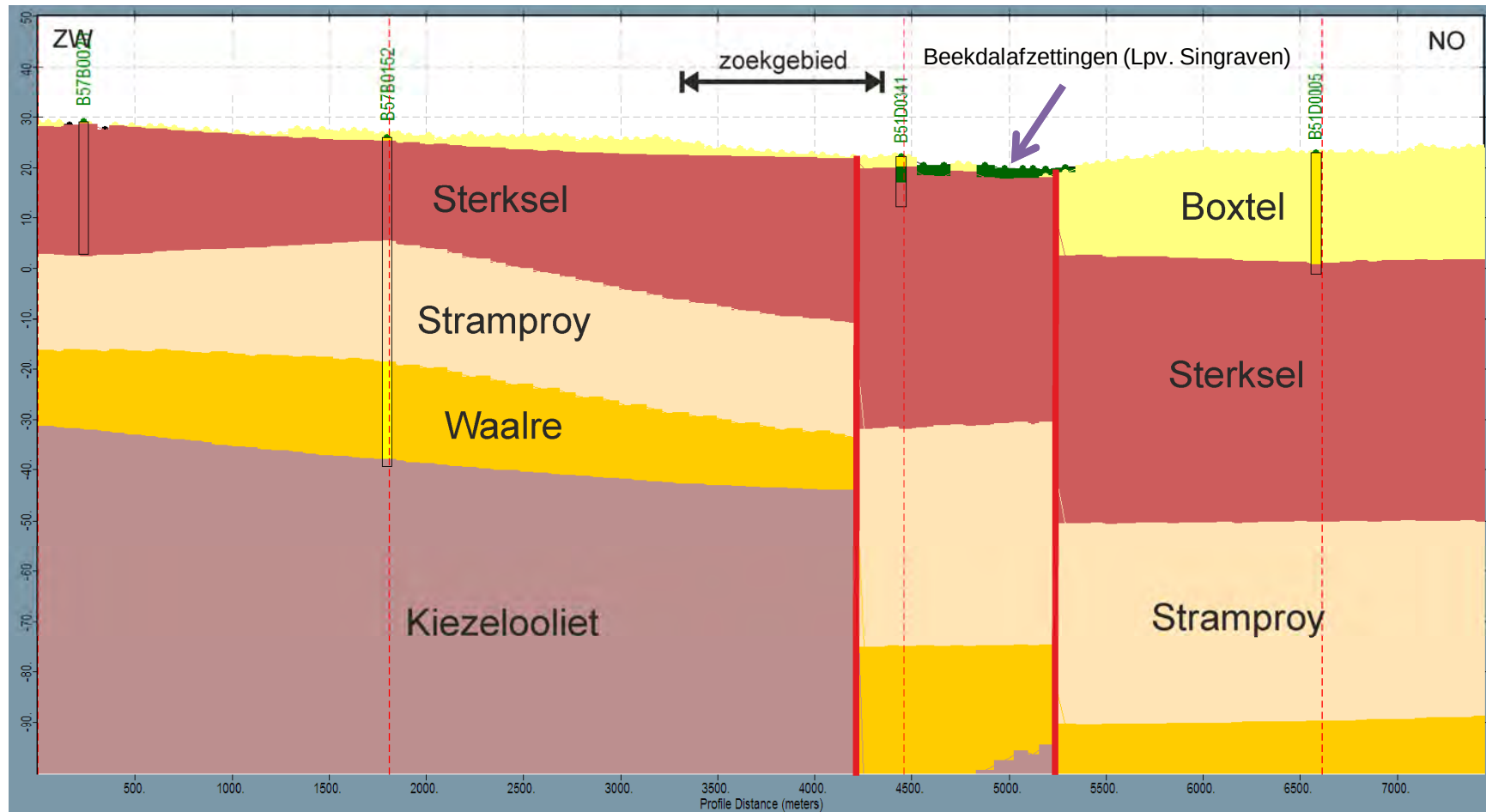
- Formatie van Boxtel (vroeger Nuenen Groep): dekzand (matig fijn), Brabantse leem en beekafzettingen met lokaal veen. Aan de 'lage' kant van breuken evt. verspoeld Sterksel (grof zand met grind)
- F. v. Sterksel: grindhoudend grof zand
- F. v. Stramproy (Kedichem): fijn zand met leemlagen
- F. v. Waalre (Tegelen): matig fijn tot matig grof zand met kleilagen
- Kiezelooliet Formatie: matig fijn tot matig grof zand met kleilagen

Profiel Noord

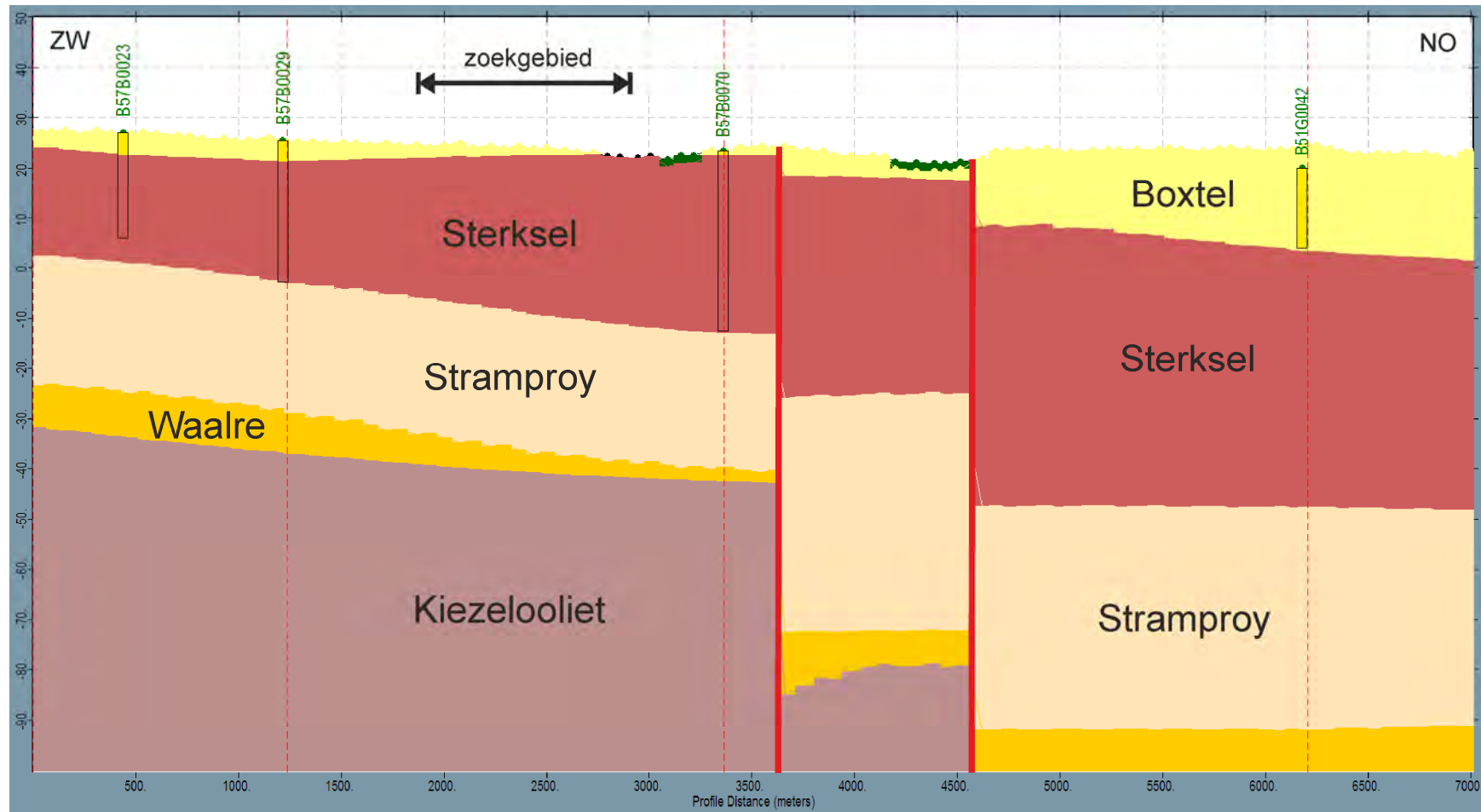


Stroming is ZW -> NO. KD F. V. Sterksel neemt ter plaatse van de breuk met ca. 30% af. Mogelijk treedt hierdoor opstuwing op. T.g.v. de hoge doorlatendheid van Sterksel is de kans hierop klein (KD= doorlatendheid x dikte van het pakket in m²/d)

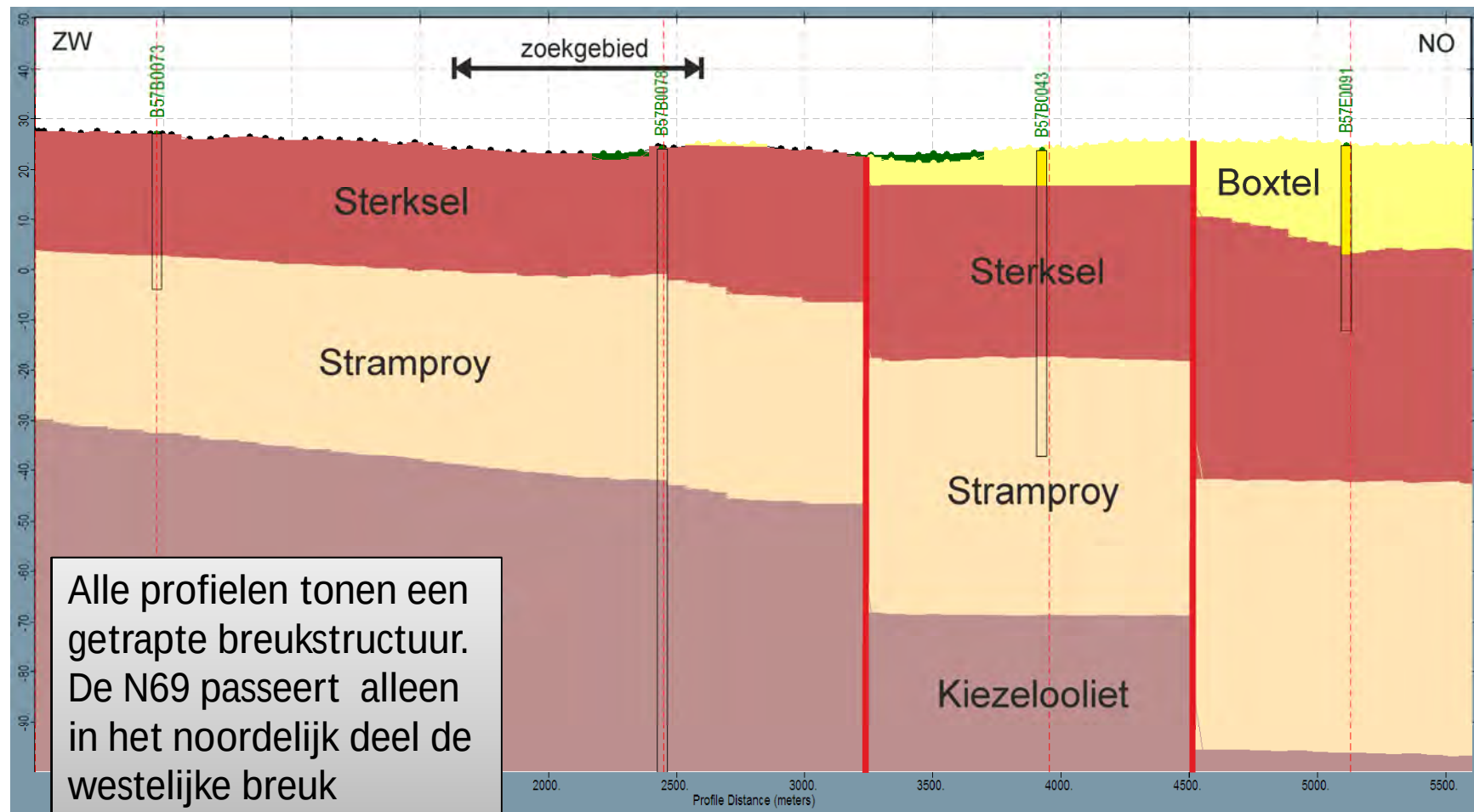
Profiel Midden (Noord)



Profiel Midden (Zuid)

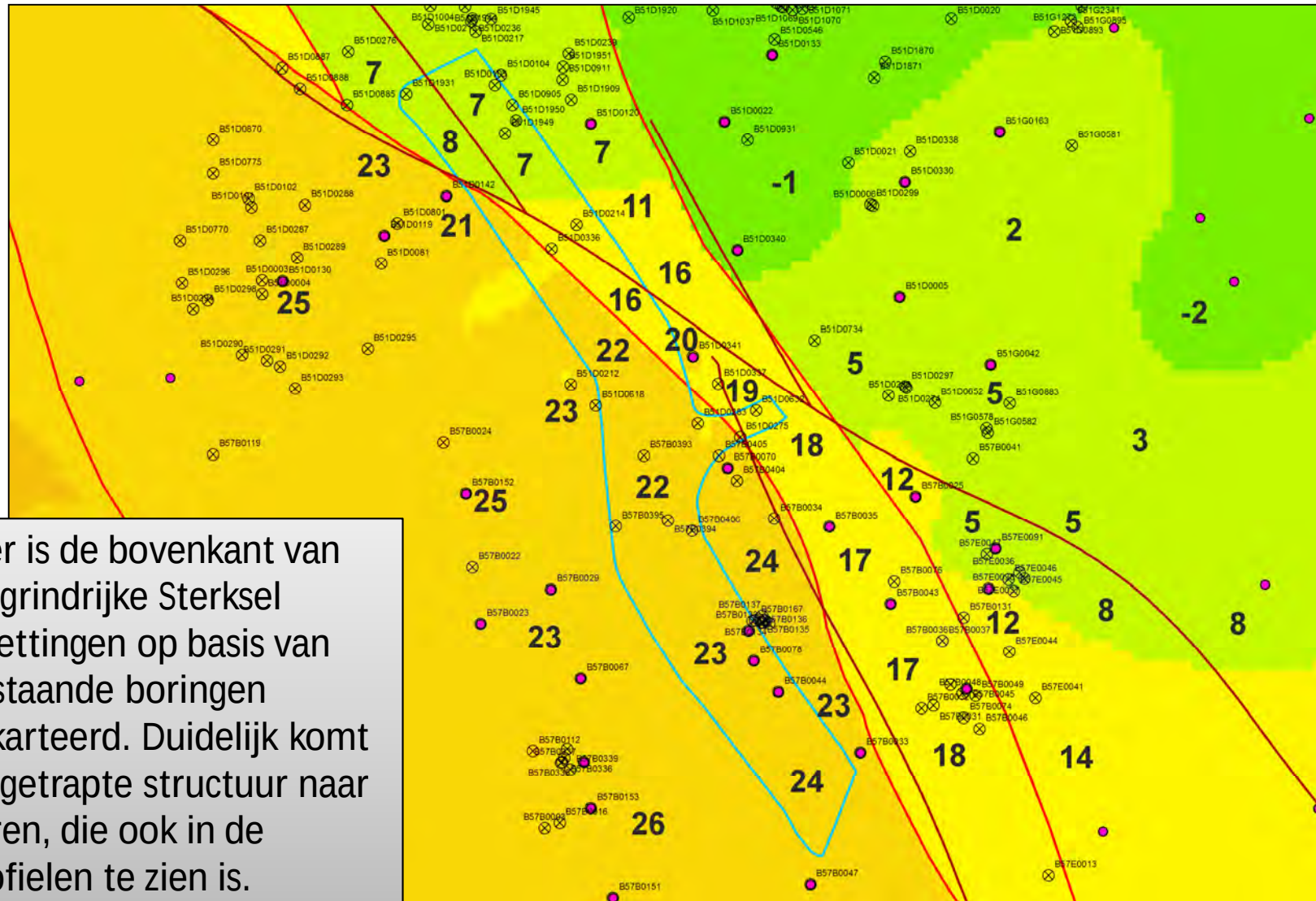


Profiel Zuid

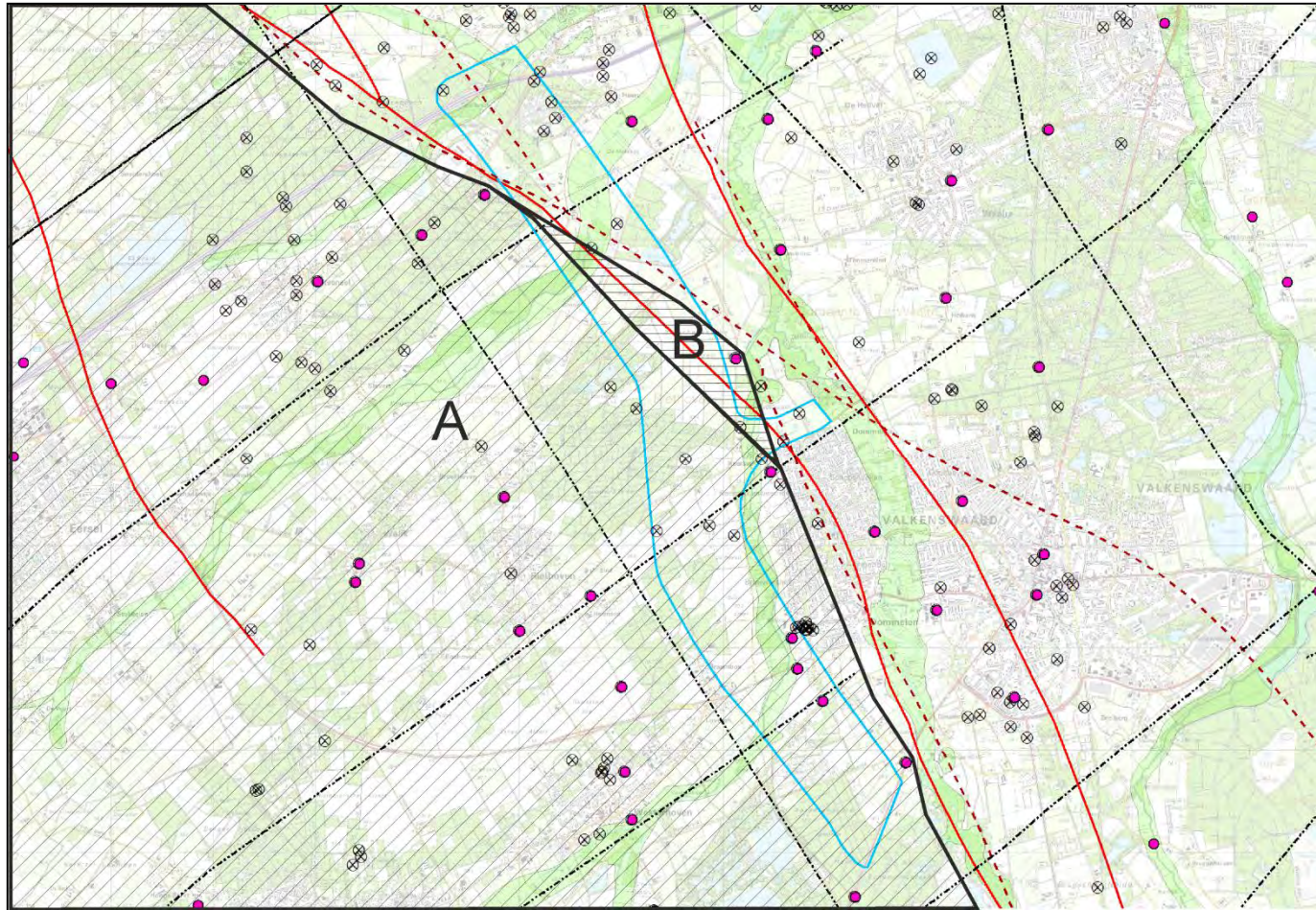


Diepteligging top Sterksel in m NAP

(maaiveld ligt gemiddeld tussen 22 en 28 m +NAP)



2.6 Interpretatie breuken



- Gebied A (schuine arcering): geen breuken aan maaiveld.
- Gebied B (horizontale arcering): gegevens onduidelijk; breuk mogelijk in dit gebied, of ten noordoosten ervan.
- Rest van het gebied ten noordoosten van A en B: breuken aanwezig, maar locatie nog onzeker, ligging op enkele honderden meter nauwkeurig

- Gebied A (zie kaart: schuine arcering):
 - Geen breuken aan maaiveld
 - Aan 'hoge' kant van breuk
 - Formatie van Sterksel aan of op max. 1-2 onder maaiveld (buiten beekdalen)
- Gebied B (horizontale arcering):
 - Gegevens onduidelijk
 - Breuk ligt mogelijk in dit gebied, of ten noordoosten ervan
 - Top Sterksel mogelijk enkele meters dieper dan in gebied A
- Rest van het gebied ten noordoosten van A en B:
 - Breuken aanwezig
 - Locatie breuken als aangegeven op kaart maar nog onzeker
 - Ligging op enkele honderden meter nauwkeurig

3: Bureau onderzoek grondwater



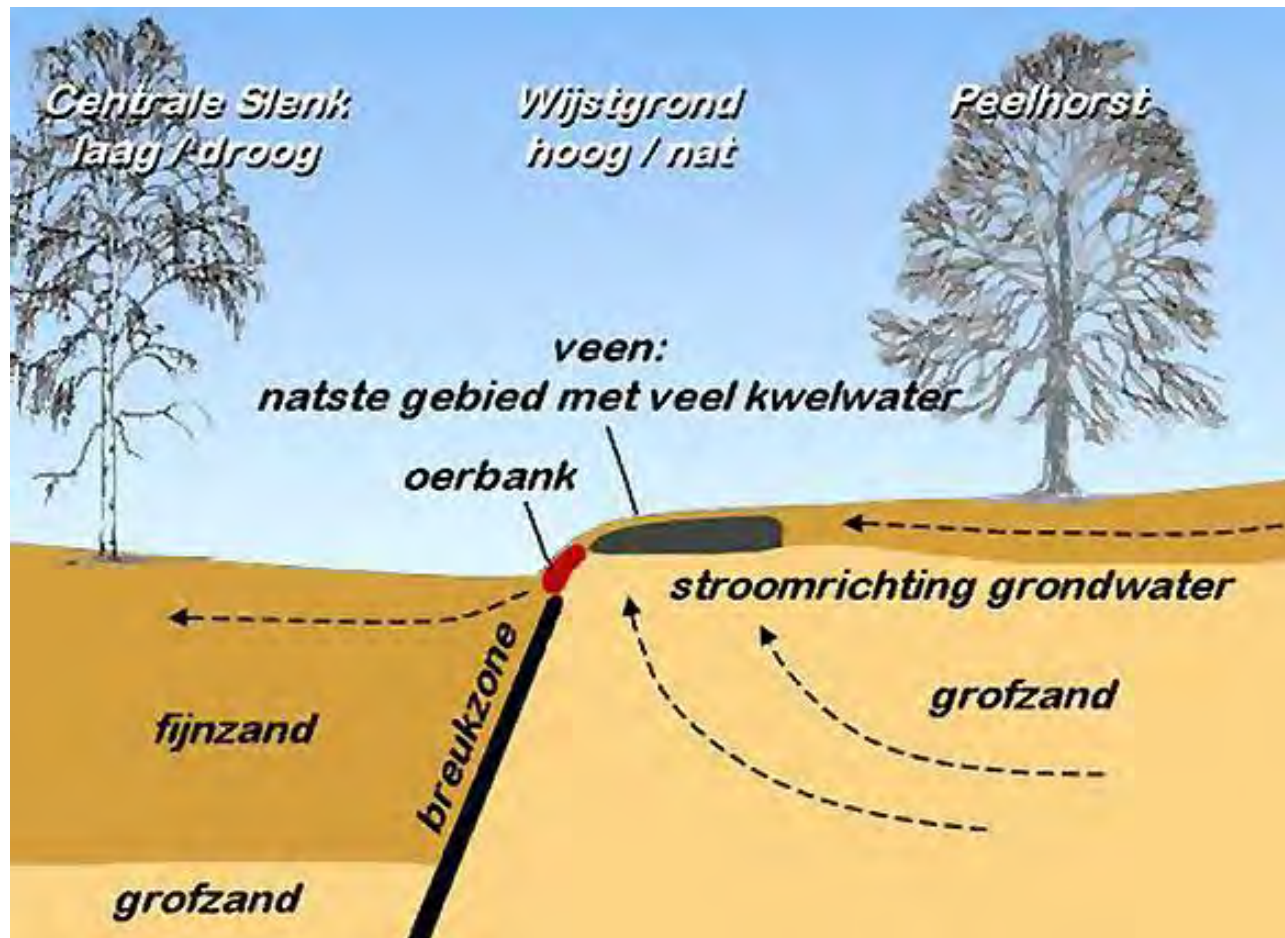
Roestwater in Rundal
Foto: Alexander van Dort

3.1 Breuk en grondwaterstroming

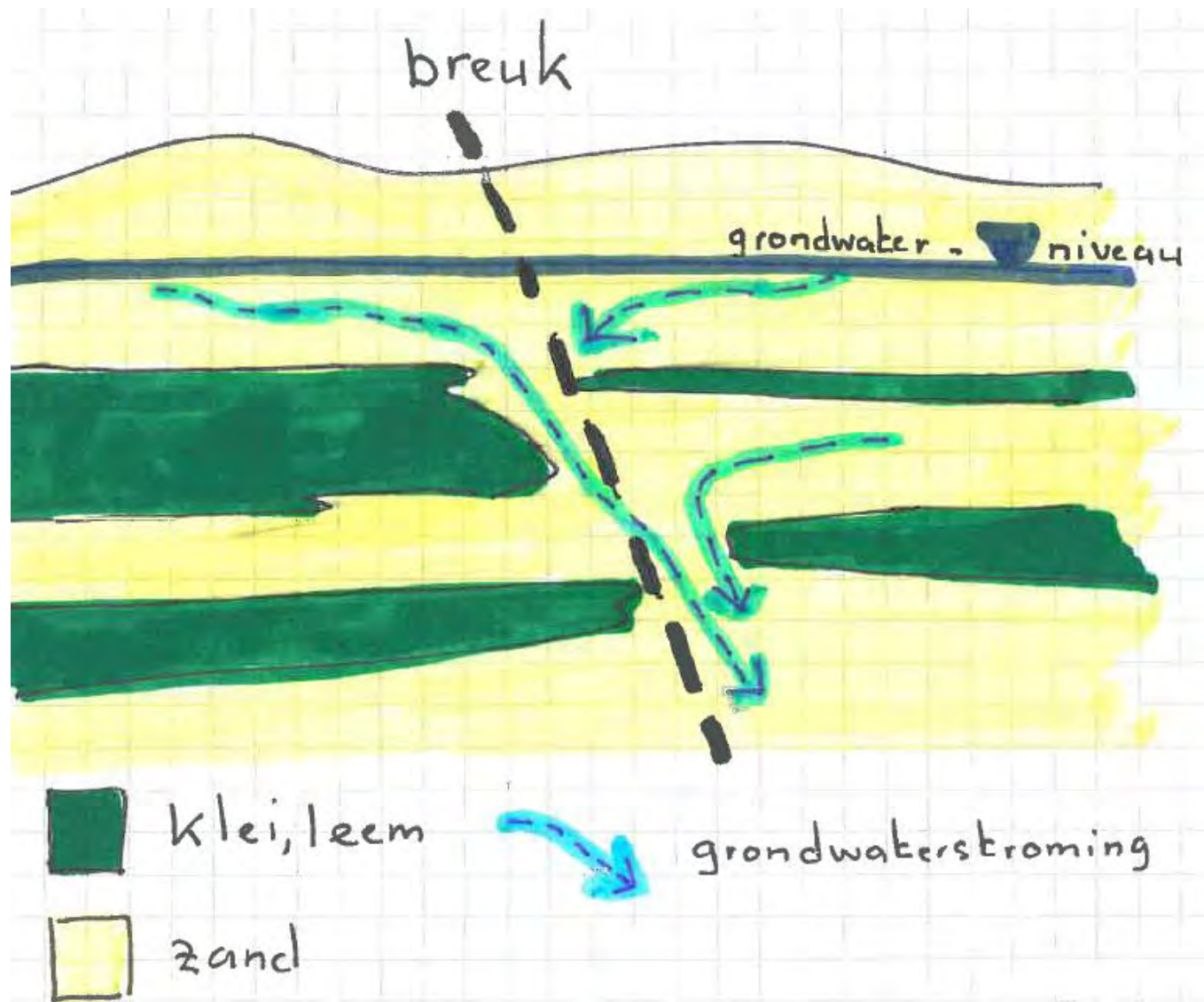
4 type situaties

1. Grondwaterstroming blokkerende breuk;
 - Nat stroomopwaarts, droog stroomafwaarts.
2. Opstuwende KD sprong breuk (KD stroomopwaarts > stroomafwaarts breuk);
 - Nat stroomopwaarts, droog stroomafwaarts.
3. Grondwater transporterende breuk;
 - Infiltratie naar diepere pakketten (locale grondwaterstand verlaging ?)
4. Drainerende KD sprong breuk (KD stroomopwaarts < stroomafwaarts breuk)
 - Verdrogende invloed stroomopwaarts breuk

Grondwatersituatie bij Uden, in Oost-Brabant (wijstgronden)



De breuk heeft een blokkerende werking voor grondwaterstroming. Daarom stroomopwaarts van de breuk kwel aan maaiveld of in sloten, veenbodems en kwelvegetatie, “warm”grondwater, ijzerconcreties.



Schematisatie van een breuksituatie waar juist grondwater infiltratie plaatsvindt. Het profiel is gebaseerd op een studie bij de waterwinning Tilburg, ten hoogte Gilze-Rijen Storing.

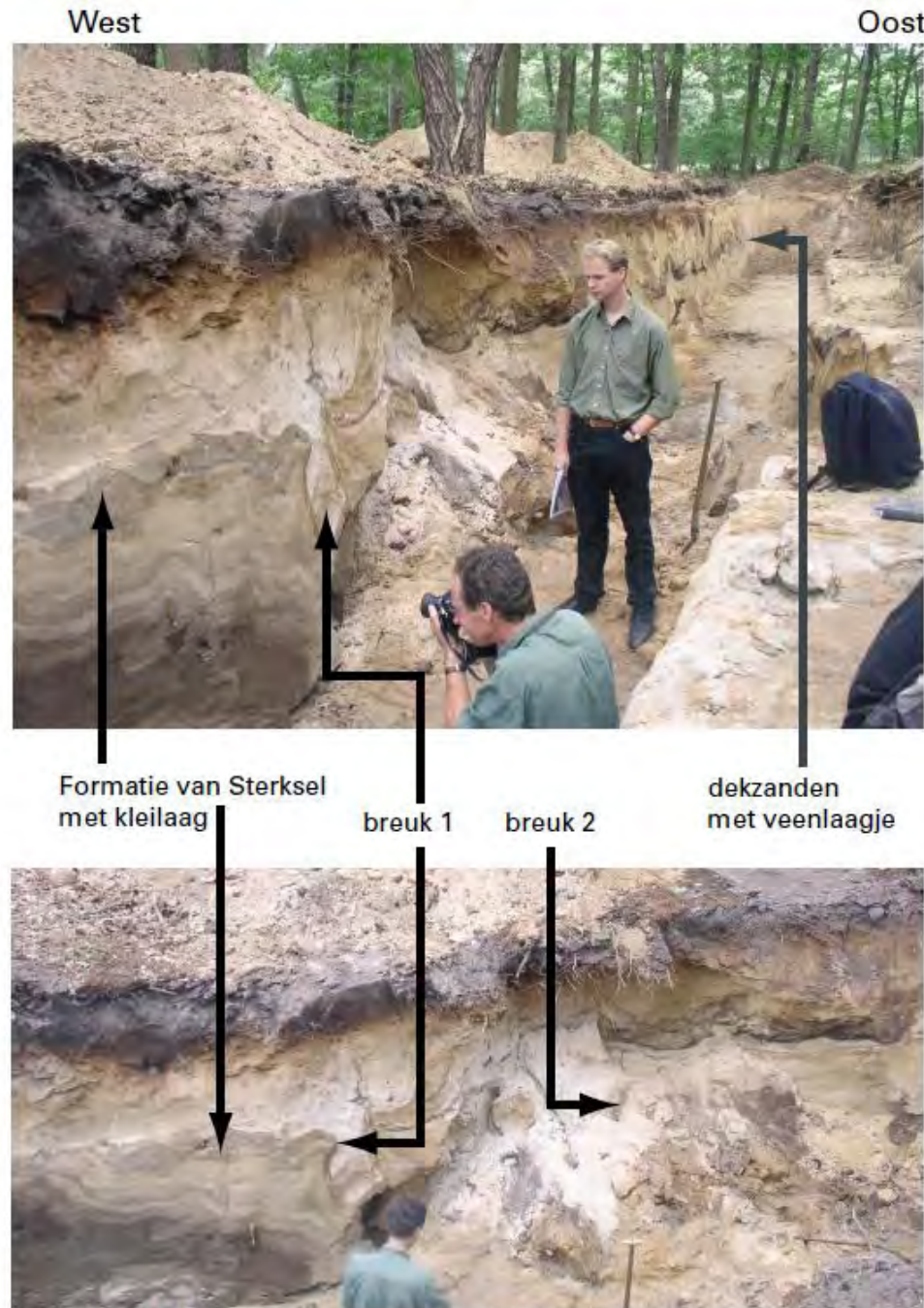


Abb. 2. Overzicht foto's van de sleuf. De sleuf is oost-west georiënteerd. De afgebeelde wand is de noordwand.

Profielkuil door Gilze-Rijen storing (zelfde breukcomplex als N69 trace), met verspringing van kleilagen, waartussen uitgelopen zand (preferente, sterke infiltratie).

Temperatuur- en waterchemie onderzoek van Edelman (2003), toont aan dat hierdoor infiltratie tot grote diepte kan plaatsvinden (zie figuur vorige sheet)

Van Balen e.a. (2003) zien in Tilburg zelfs breuken op meters afstand van elkaar, waarlangs kleilagen zijn verschoven en preferente infiltratie stroming is ontstaan ;

In tegen stelling tot "wijst" werkt een breuk hier grondwaterstand verlagend; N69 ligt in het zelfde breuken complex als Tilburg (zie sheet 7, Feldbiss, Vessem, Gilze Rijen breuken)

3.2 kaartenonderzoek naar “wijst” indicaties

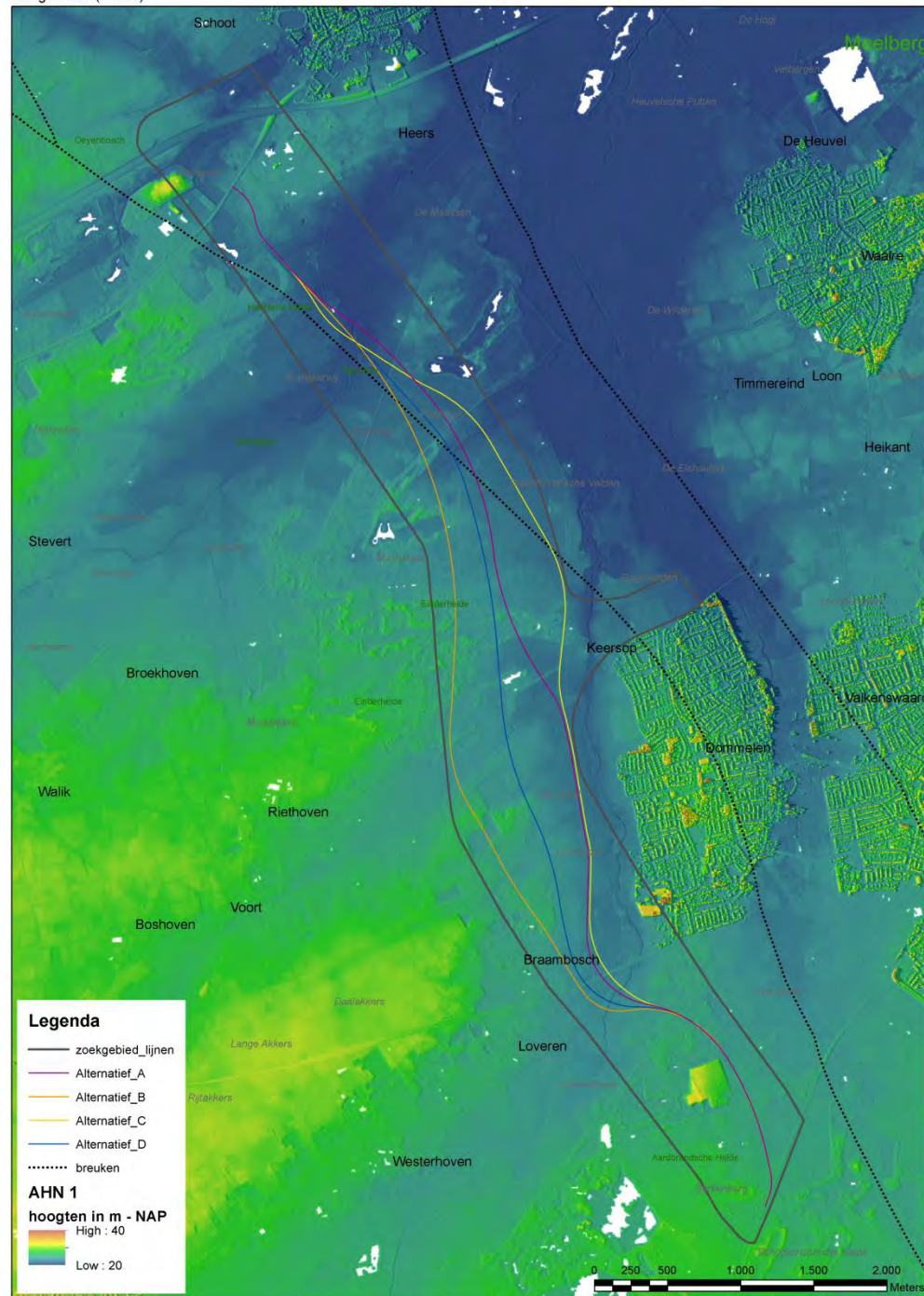
Bestaande literatuur en kaarten zijn bestudeerd op aanwijzingen voor wijst.

In de volgende sheets staan resultaten gepresenteerd.

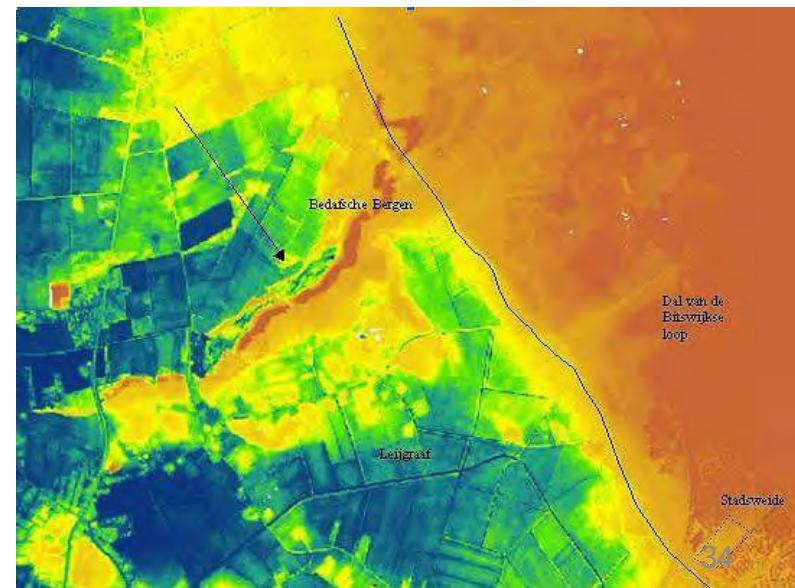
Tijdens deze fase van het onderzoek is vooral gekeken naar “wijst” indicatoren (zie tabel volgende sheet).

“wijst” indicatoren

1. Hoogteverschil (maaiveldsprong)
2. Nat hoog, droog laag
3. Continue ijzerrijke kwelstroom (incl. continue afvoer waterlopen)
4. Niet-beekdal gebonden veen of eerdgronden
5. Lineaire ijzeroer afzettingen
6. Kwelindicators (vegetatie)
7. Sprong grondwaterstand
8. Lineaire sediment sprong

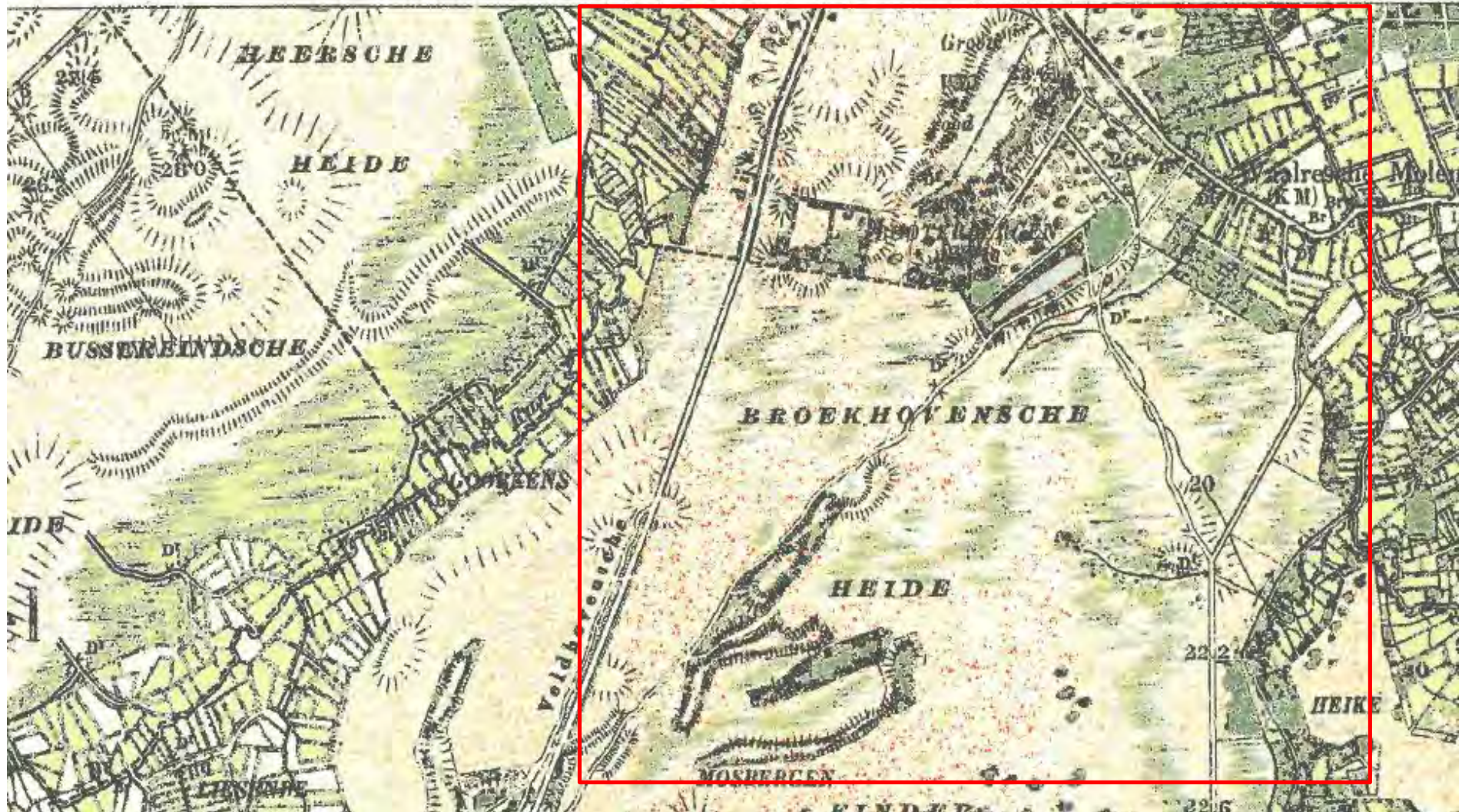


- Gedetailleerde maaiveldhoogte informatie levert geen breukachtige sprongen op.
- In Oost-Brabant komt dat wel (maar niet altijd) voor. Zie hieronder maaiveldsprong bij peelrandbreuk Uden



RIETHOVEN.
(Verkend in 1898).
Schaal van 25¹000.
N^o 690 Veldhoven.

Zie legenda op volgende
slide.
Historische kaart geeft geen
breukindicaties op.





STAD



Dorp

(hoofplaats der gemeente),
(de overige dorpen zijn met kleiner letter beschreven).



Gehucht of buurt



Molensloot



Kasteel of voornaam buitenplaats

met tuinen en vijver



Buitenwoning met tuin



Huus met moerlands en boengraaf



Kapel of heide



Meer met ringwoud en bog



Schapehoof



Visvijver



Watermolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Windmolen



Bouwland met grappels hagen en oeffening



Natte weide met water en stenen schuilen



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Natte weide met water en slooten



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram



Straatweg met en zonder Tram

met natte slooten en boomen

Weide met sloot en houten en steenen schuilen

Natte weide met water en slooten

Moeras en dringende plassen

Veen met veenputten

Veenontginning

Boschen van opgaand loofhout

van kruipend hout of grondhout met en zonder natte slooten

van opgaand naaldbout

van laag naaldbout met en zonder drooge slooten

Opgravingen in strooken hakhout

Riedland

Heide met ven

Schorren

Spoorweg in laag terrein (met ophooging)

met Station

in klimmend terrein (met ingraafing)

met Huis en parallelweg

met overweg

(zonder ophooging)

met Wachhuis

(met dubbel spoor)

Meer

Terreinheffingschaal

Terreinheffingschaal

Terreinheffingschaal

Terreinheffingschaal

met mijpaal en Tol

met en zonder Tram

met houts brug

met steenen brug of houten

Landweg met slooten tussen brug en hek

Landweg met hagen en steenen sloot

Landweg

Verhoogde weg met landheffing

Landweg

Landweg met water

Zee, rivier en polderdijk met bermloot (met en zonder kanaalweg)

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met mijpaal en Tol

met en zonder Tram

met houts brug

met steenen brug of houten

Landweg met slooten tussen brug en hek

Landweg met hagen en steenen sloot

Landweg

Verhoogde weg met landheffing

Landweg

Landweg met water

Zee, rivier en polderdijk met bermloot (met en zonder kanaalweg)

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

met oever

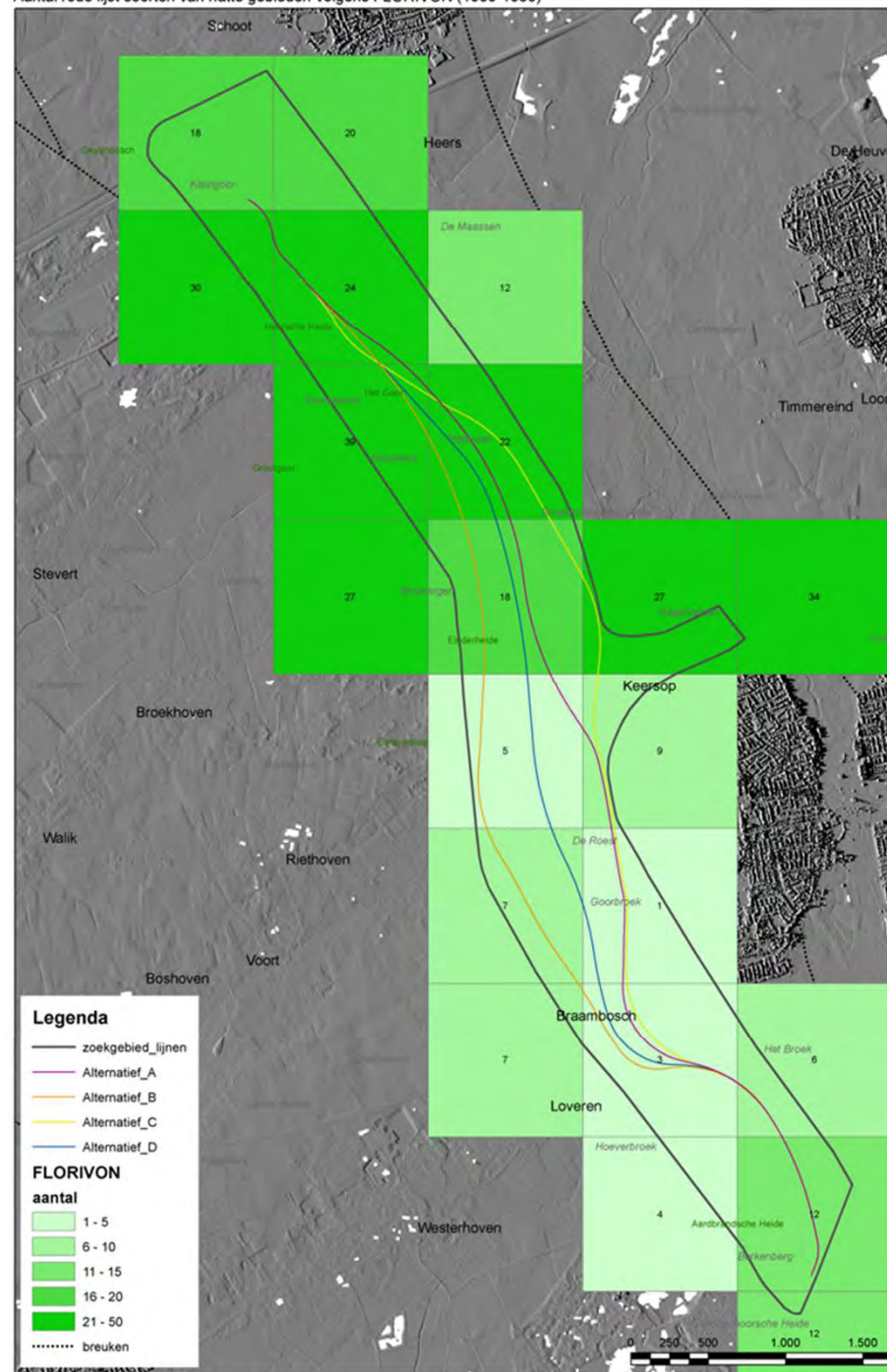
met oever

met oever

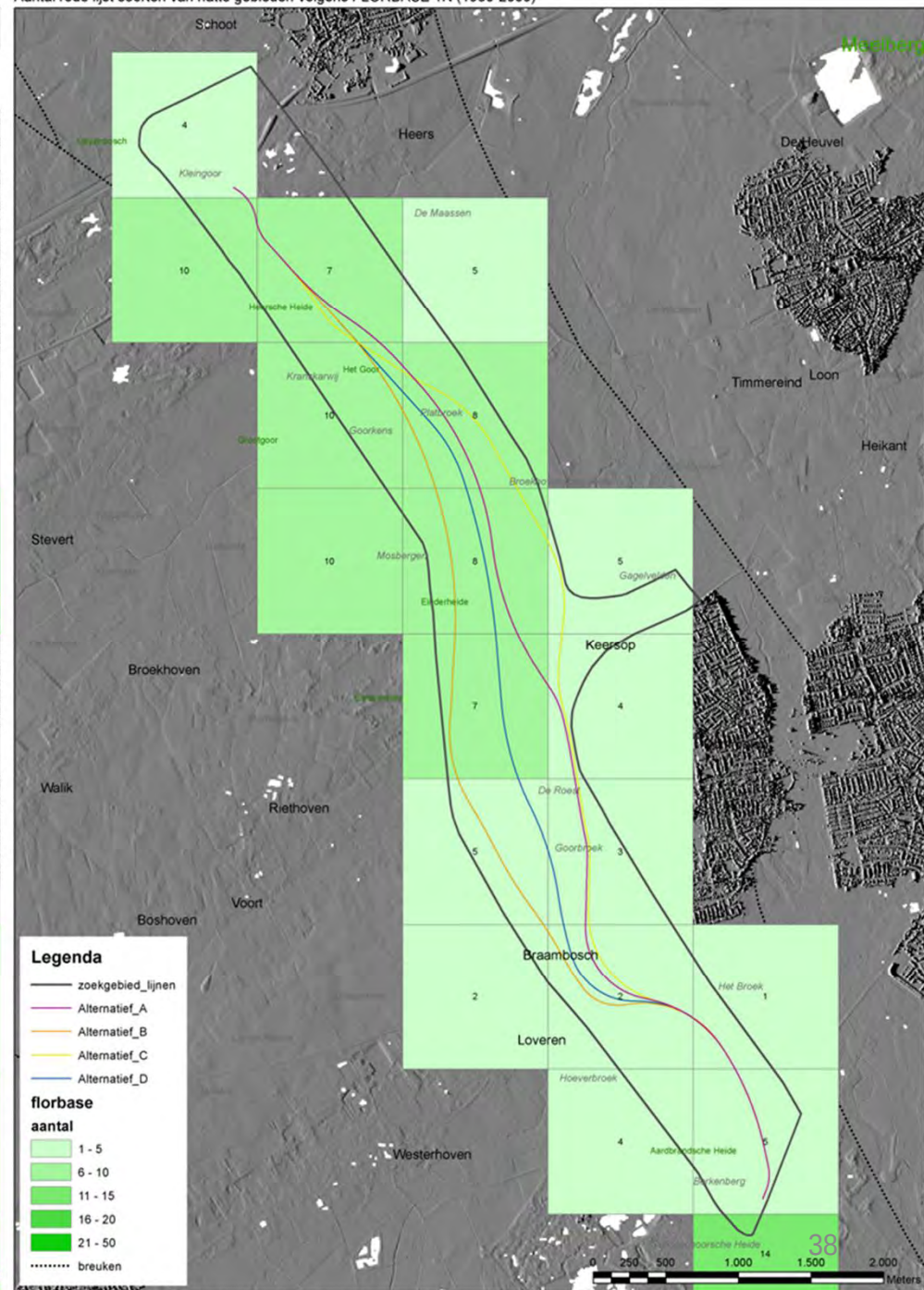
3.3 Vegetatie indicaties

- Wijstgronden bezitten hoge natuurwaarden, met specifieke kwelindicatoren;
- Zowel historische database FLORIVON (1900-1950), als FLORBASE (1980-2000) leveren geen wijst indicaties voor het N69 gebied;
- Het recente N69 natuuronderzoek van Cools (2012) levert geen signalen;
- Dat gebied hoofdzakelijk een agrarische bestemming kent, kan een eventuele relatie tussen wijst en kwelindicatoren vertroebelen.

Aantal rode lijst soorten van natte gebieden volgens FLORIVON (1900-1950)

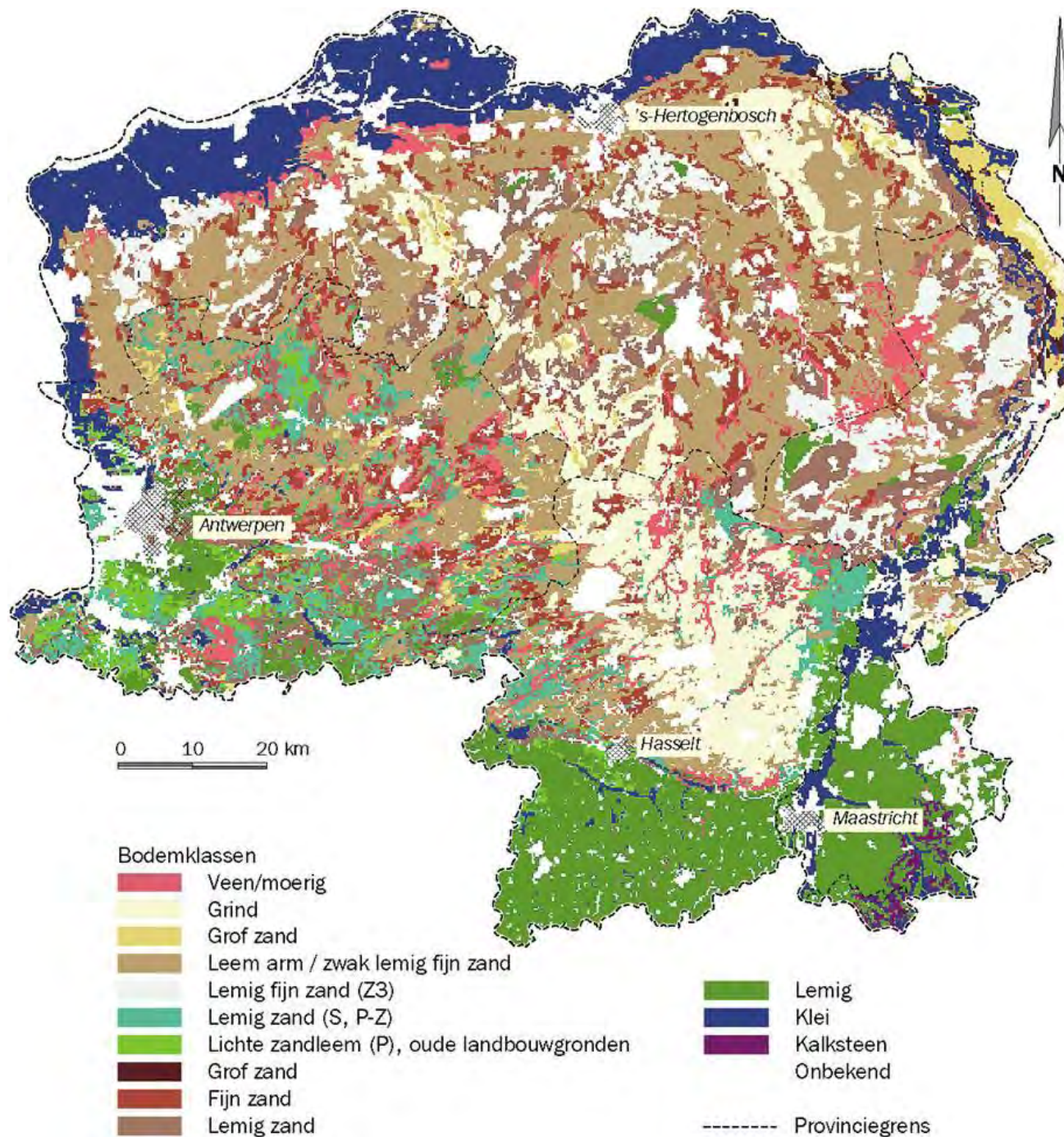


Aantal rode lijst soorten van natte gebieden volgens FLORBASE 1N (1980-2000)



Geomorfologische- en bodemkaart

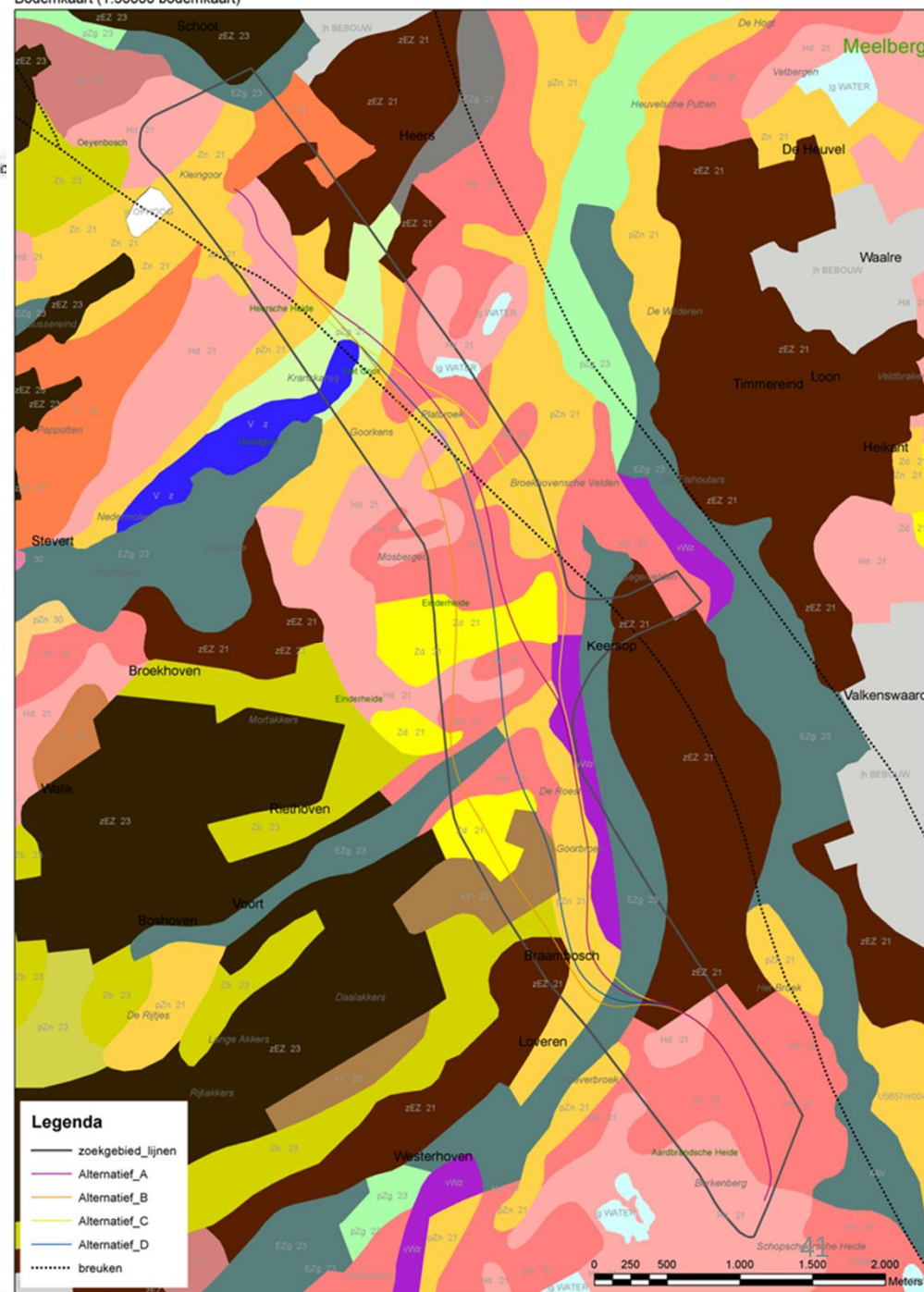
- Deze kaarten geven geen wijst achtige structuren, zoals in Oost-Brabant wel zichtbaar zijn;
- De geomorfologische kaart toont wel de lithologische breukgrens in het studiegebied: de overgang van grofzandige afzettingen aan maaiveld, naar fijnkorrelige zanden aan de oostzijde van de breuk;
- Er is (in tegenstelling tot Uden) sprake van een geleidelijke overgang van grofzandige afzettingen naar fijnkorrelige zanden aan de oostzijde van de breuk.



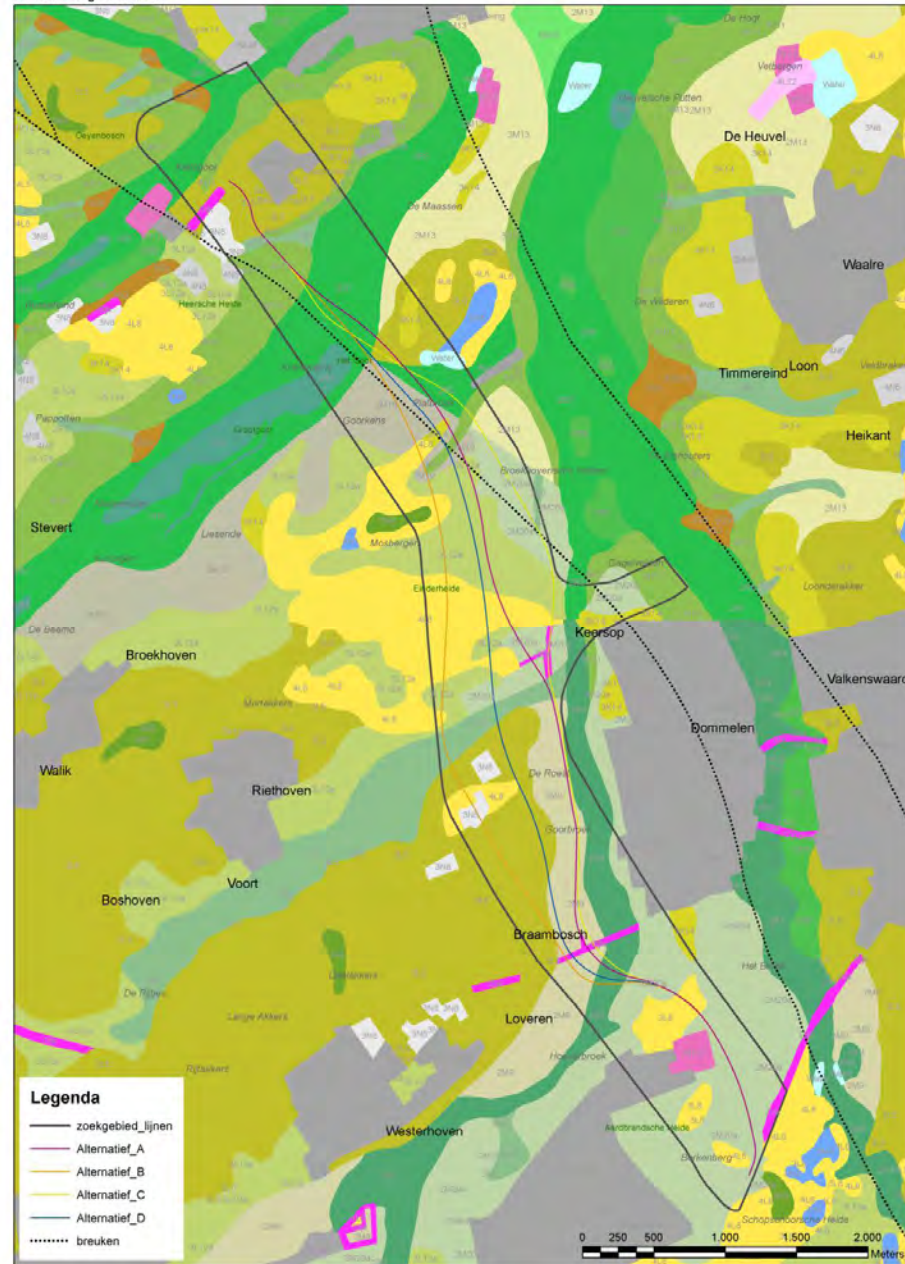
Lithologie (sedimenttype korrelgrootte), op basis van de bodemkaarten van Nederland en België. De kaarten tonen duidelijk de ligging van het grindrijke Kempisch Plateau, de hoge westelijke kant van ons studiegebied. Deze ondiepe ligging van grind werd door ons gebruikt om de breuk te karteren.



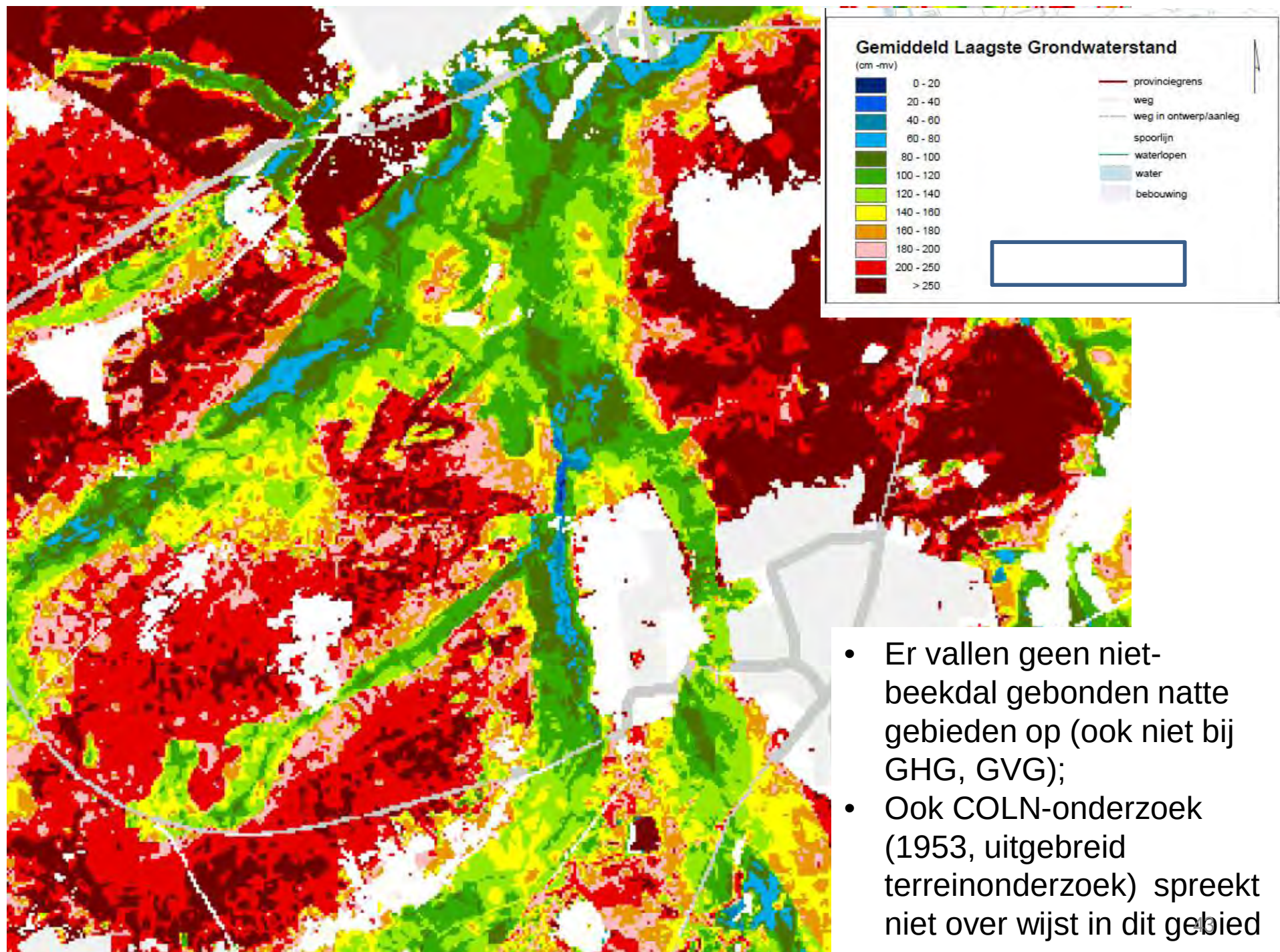
Bodemkaart (1:50000 bodemkaart)



Geomorfologische kaart

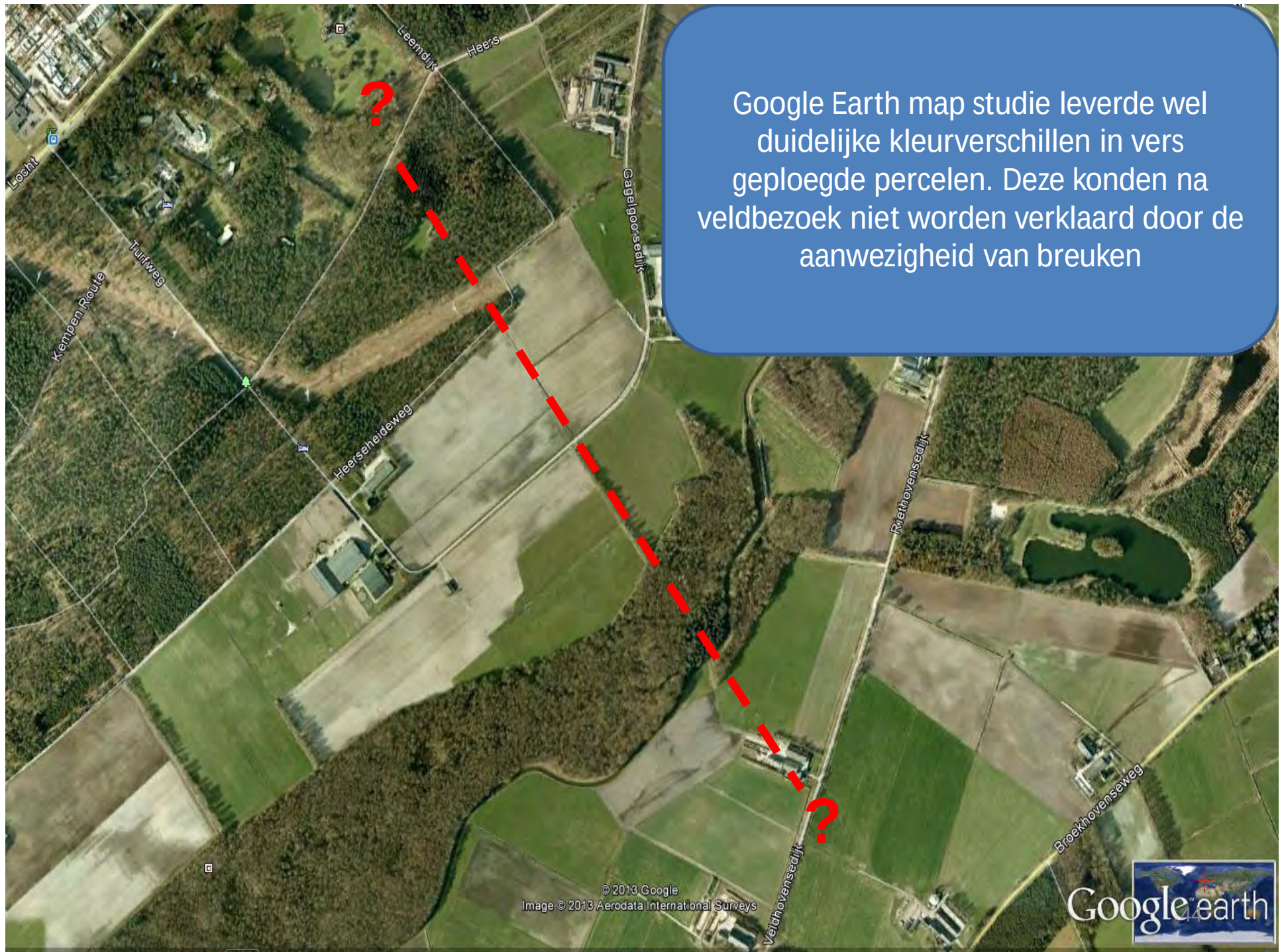


Geomorfologische kaart
(legenda niet beschikbaar)



- Er vallen geen niet-beekdal gebonden natte gebieden op (ook niet bij GHG, GVG);
- Ook COLN-onderzoek (1953, uitgebreid terreinonderzoek) spreekt niet over wijst in dit gebied

Google Earth map studie leverde wel duidelijke kleurverschillen in vers geploegde percelen. Deze konden na veldbezoek niet worden verklaard door de aanwezigheid van breuken



“wijst” indicatoren

	Peelrand	N69-zone
hoogteverschil	Vaak	nee
Nat hoog, droog laag	Vaak	nee
Niet-beekdal gebonden veen of eerdgronden	ja	nee
Lineaire ijzeroer afzettingen	Ja	nee
kwelindicators	ja	nee
Sprong grondwaterstand	ja	nee
Lineaire sediment sprong	ja	ja

4: Workshop Kwelindicaties

Op 5 februari 2013 is door de provincie een bijeenkomst in Riethoven georganiseerd. Tijdens deze bijeenkomst hebben gebiedsspecialisten uit de landbouw- en natuursector informatie uitgewisseld. Ter plaatse hebben zij ook op kaart aangegeven waar roestrijk water in het gebied voorkomt.

Aanwezigen Inbreng gebiedskennis 5-2-2013

- Alexander van Dort, Frans Swinkels namens de BMF;
- Huub Coppens, Kees Moonen, Jos van de Sanden, Antoine Rieswijk en Johan Elshof namens de ZLTO
- Ivo van der Grinten namens Natuurmonumenten
- Erik Heskes, Nicolle Lambrechts en Madelon Peelen namens de Provincie
- Roelof Stuurman, Deltares

Resultaat roestvlekken kaart uit indicaties in het veld (zie volgende sheet)

Kwel indicatie Vlekkenkaart (op basis gebiedskennis, workshop)



De vlekken zijn tijdens ons veldbezoek bezocht. De gearceerde kwel is te verklaren als “gewone” beekdalkwel. De punt- en cirkel vormige aanduidingen lijken indicatief voor “wijst”

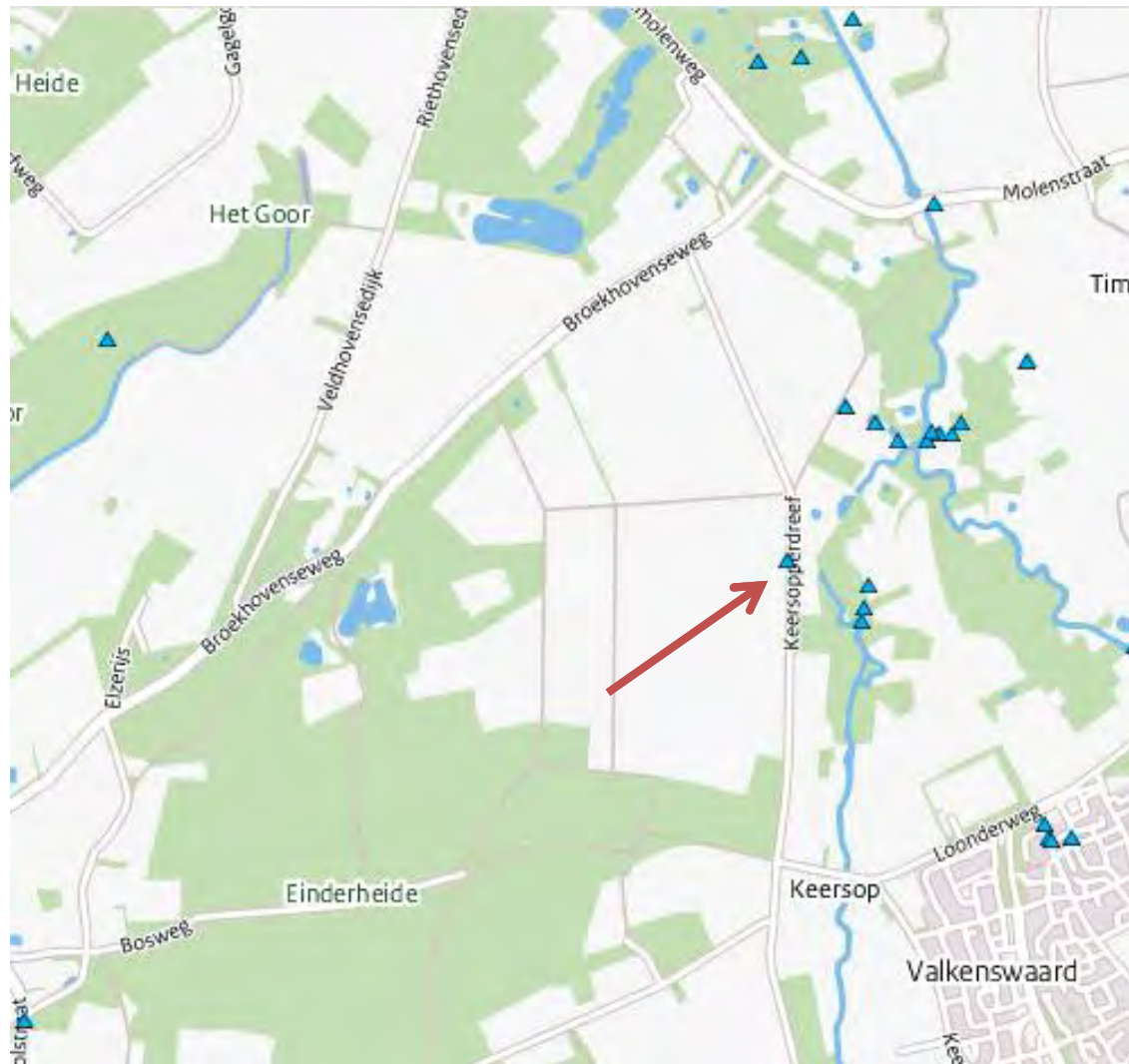
5. Veldonderzoek (boringen, roestkartering)

- Boren
- Roestlopen
- Metingen (GRW-standen / EC / pH / Temp)

Veldacties

1. Sloten aflopen die breuken passeren op zoek naar roest en kwel. Locaties werden gekarteerd, foto's gemaakt en EC/pH gemeten;
2. Bestaande grondwaterreeksen uitwerken;
3. Boringen uitvoeren loodrecht op de breuken om deze ligging nauwkeurig te verifiëren en het verloop in grondwaterstand te bestuderen;
4. Uitgevoerd 19 maart 2013;

Slechts 1 grondwatermeetpunt beschikbaar



In het zoekgebied is slechts 1 meetpunt beschikbaar (zie pijl). Deze metingen geven geen relevante informatie op.

Doel veldbezoek Maart 2013

- Nadat op basis van bestaande boringen en seismische data de breuken in kaart zijn gebracht, zijn 3 profielen (loodrecht op de breuken) aangegeven, waarlangs verschillende ca. 5 meter diepe boringen zijn uitgevoerd (zie volgende sheet);
 - De doelen zijn:
 1. Verificatie en precisering van de ligging van de breuken;
 2. Bepalen van de grondwaterstand (actueel, GLG, GHG)
 3. Verschillen in grondwater-standen tussen de boorlocaties
- Tevens zijn looproutes langs waterlopen in kaart gebracht;
 - De doelen zijn:
 1. De waterbodem bestuderen op kwelkarakteristieken (bodem borrelen, snelle toename afvoer/stroming);
 2. De kleur van het water bestuderen, ijzer of geen ijzer?

Ligging profiellijnen en looproutes



Uitvoering ondergrond onderzoek:

1. Twee boorteam (2 personen), waarvan één persoon expert geologie is;
2. Gebruik makend van Edelman handboor en onder de grondwaterspiegel van zuigboor;
3. 3 raaien, 14 boringen tot max. 5 meter



Boorbeschrijving

- Redox grenzen (GLG, GHG);
- Actuele grondwaterstand;
- GPS (1.5 m nauwkeurig);
- Maaiveldhoogte ingemeten
- De boorbeschrijvingen worden opgenomen in DINOLOKET en zijn dan publiek via de website www.dinoloket.nl beschikbaar.

Einde boring

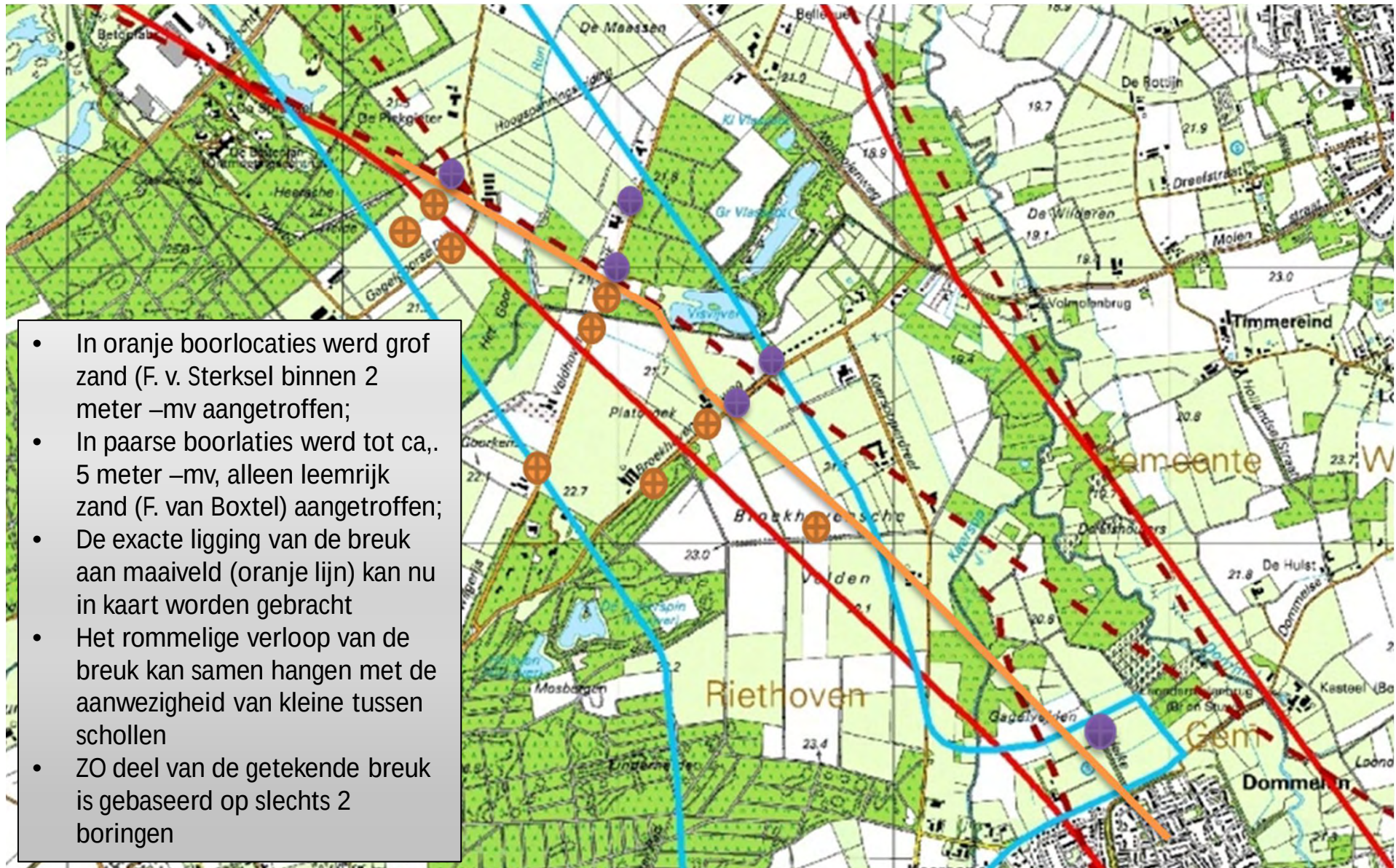
GLG

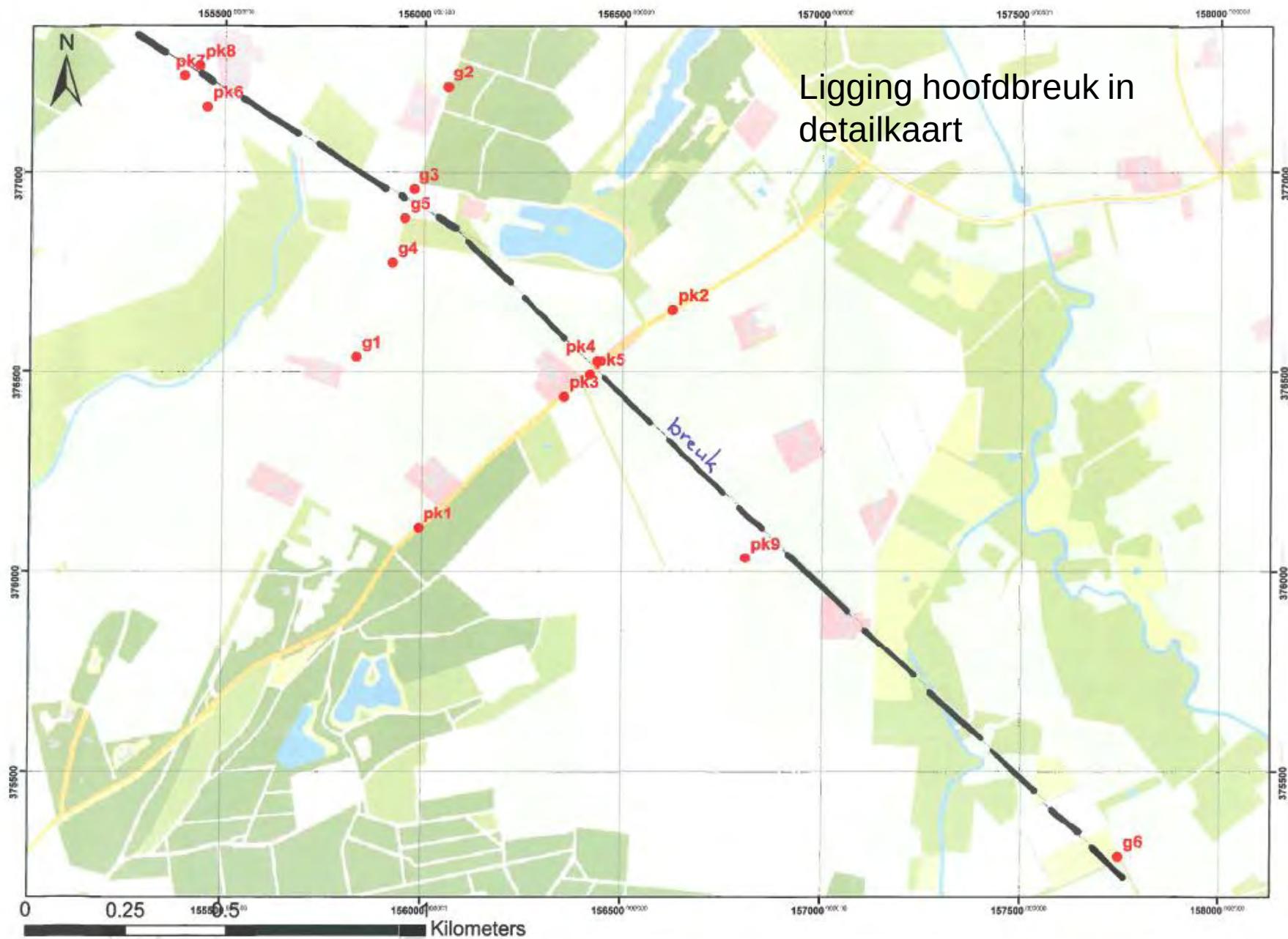
Humeuze
bodem (boven)

boven

19/03/2013 07:07

Resultaat boringen





Roest lopen

- Wijst is een bijzondere vorm van kwel;
- Kwel wordt vaak gekarakteriseerd door ijzerrijk water, in algemeen veroorzaakt doordat in diepere aardlagen ijzer in oplossing komt (redox-processen) en in de sloot/beek in aanraking komt met zuurstof, en daardoor oxideert (roest).
- Let op! Ijzerrijke kwel hoeft niet exclusief op Wijst te wijzen. Het kan ook optreden in beekdalen. In bovenlopen (heidelopen) kan ondiep drainagewater ook veel ijzer bevatten t.g.v. zure bodemomstandigheden;
- Wij zijn dus op zoek naar ijzerrijke kwel buiten de beekdalen, met een neutrale zuurgraad, dat het gehele jaar een significante waterafvoer veroorzaakt.

Resultaat roest lopen



Stroomopwaarts van de breuk komen afwisselend locaties voor met “wijstverschijnselen” of juist niet.

1. Sterke indicatie (ijzerrijk water, afvoer snel toenemend, ook afvoer tijdens droge perioden) voor Wijst zijn aanwezig bij:

- 50 m ten oosten Broekhovense weg, net voor breukligging;
- Zone bij Gagelgoorse Dijk, stroomopwaarts van de breuk;

2. Indicatie voor Wijst in centraal-oostelijk deel Broekhovense velden;

3. Duidelijk geen wijst in sloot Platbroek, stroomopwaarts breuk

19/03/2013 07:49



Kwel (mogelijke wijstzone) ten oosten
Broekhovense weg (evenwijdig aan de weg, enkele
tientallen meters stroomopwaarts breuk). Zone
begint 200 m stroomopwaarts van de breuk. Sterke
toename waterafvoer (kwel). Wateroverlast in
perceel.

19/03/2013 09:59



Bagger uit de “wijstsloot”, bij
de Broekhovense weg, toont
Sterksel materiaal.

19/03/2013 10:03



Broekhovense Weg - Mogelijke
“Wijstsloten”

19/03/2013 10:04

Sloot Broekhovense weg. Sterke kwel wordt zichtbaar door (1) roest, (2) stroomribbels in sloot en (3) noodzaak beschoeiing en (4) stroming door en over de beschoeiing.

19/03/2013 10:02

Sloot in Platbroek. Valt droog
in de zomer, nooit roestrijk
water

19/03/2013 09:16





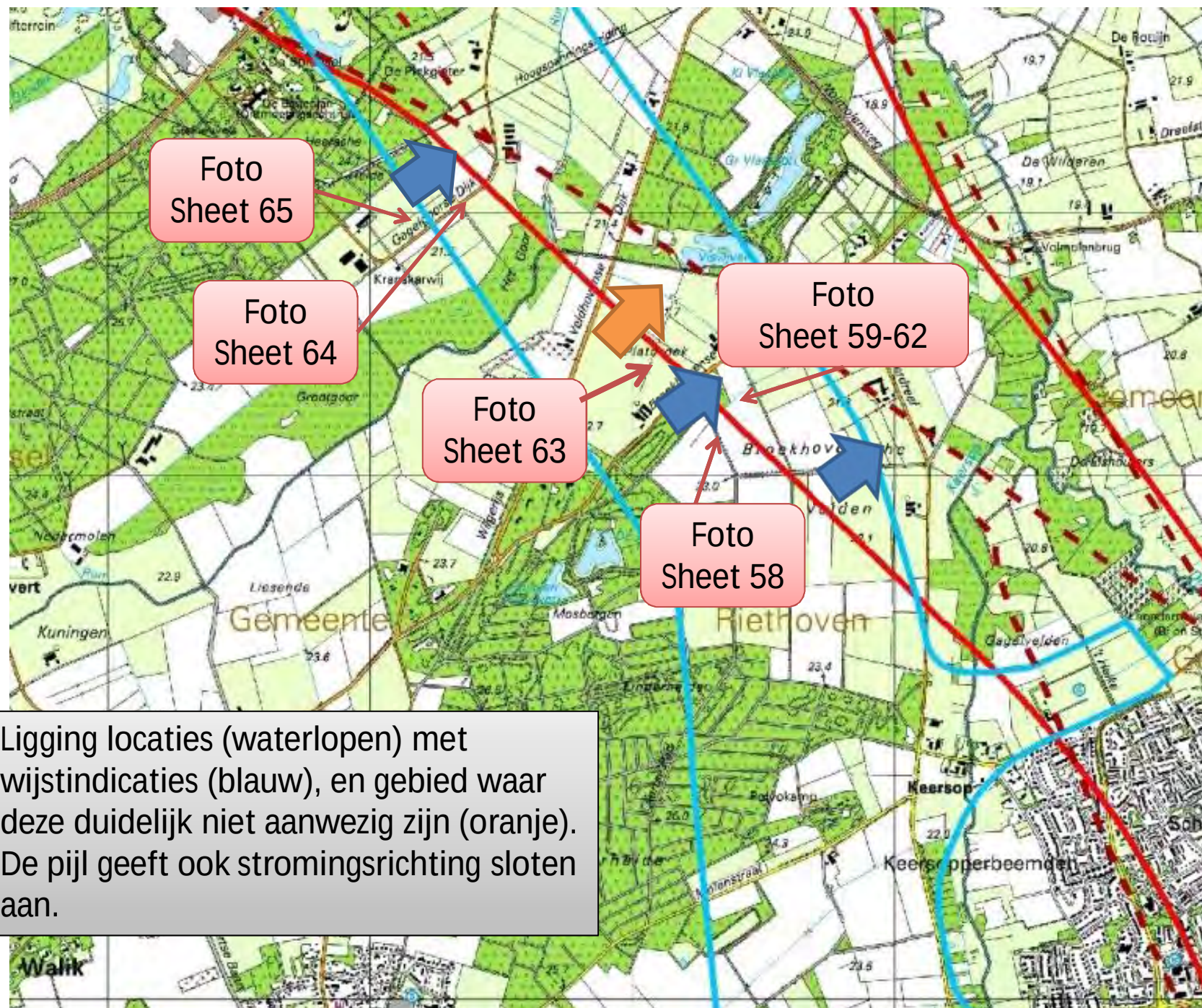
Platbroek:

- Breuk ligt net voor de personen in het veld;
- Sloot in grasveld bevat hele jaar stromend roestrijk water;
- Oevers verzakken



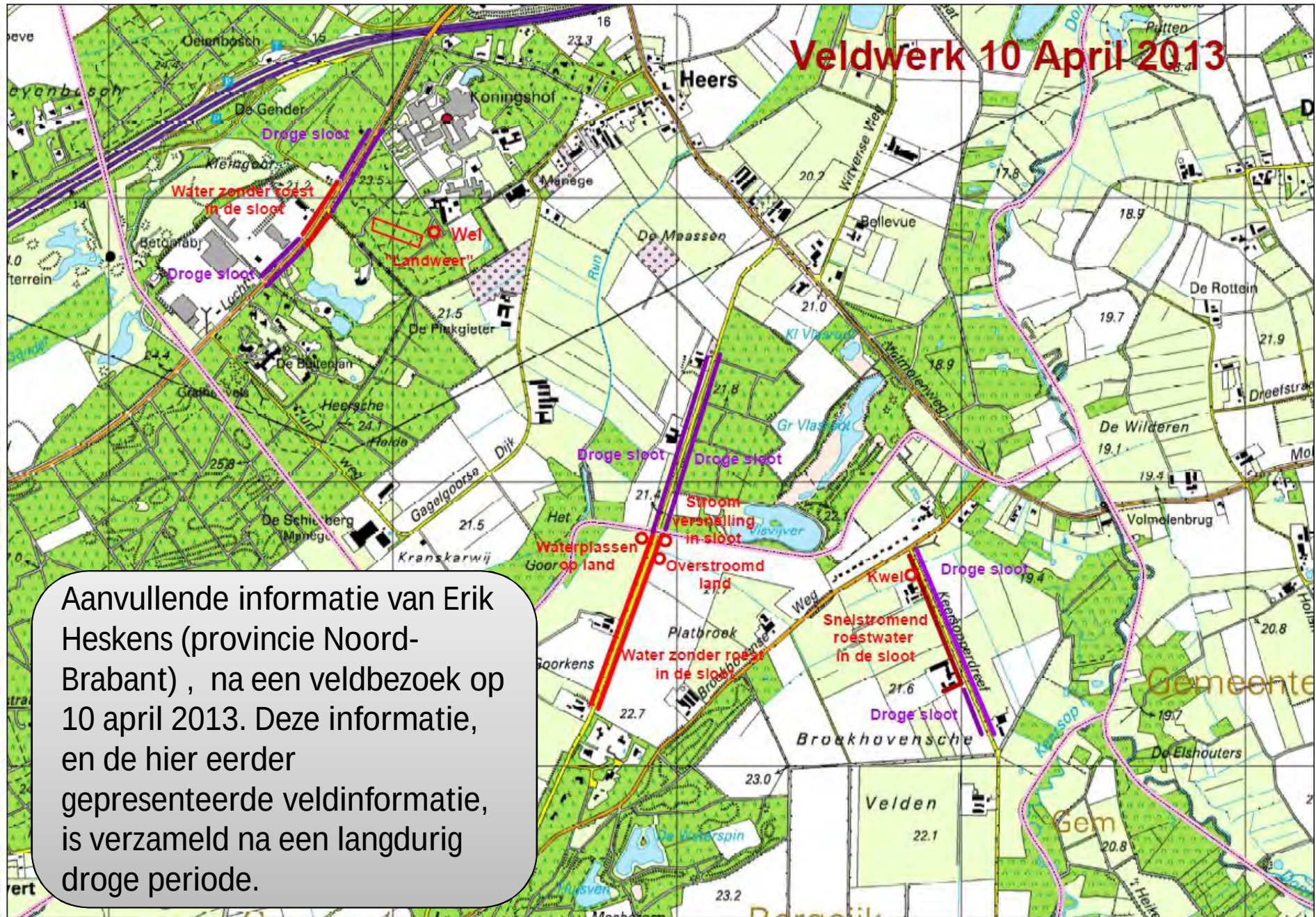
Gagelgoorse dijk: Ca. 100 meter
stroomopwaarts van de breuk ,
stroomt het hele jaar ijzerrijk water, en
verzakt de oever.

19/03/2013 12:47



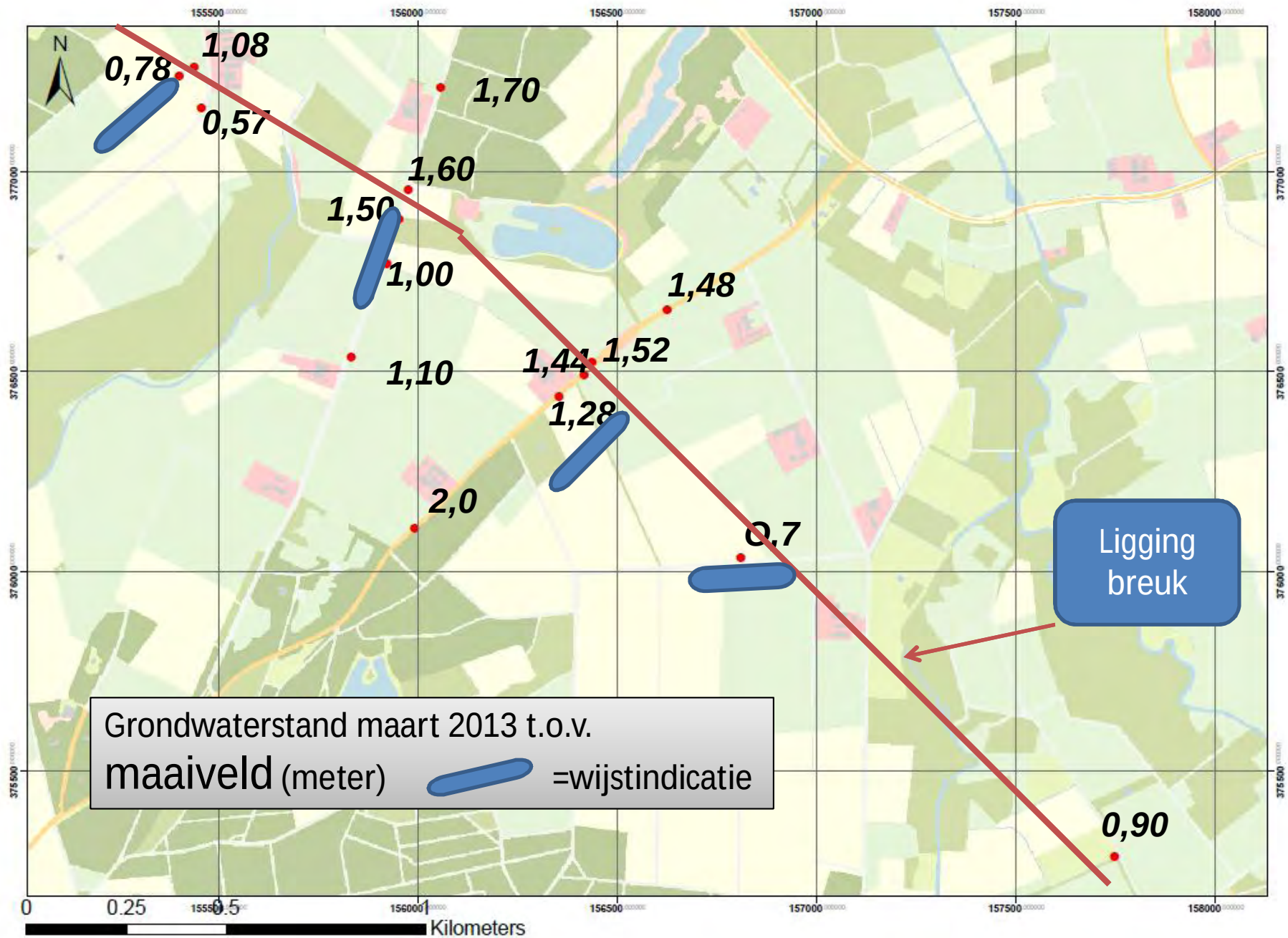
Ligging locaties (waterlopen) met
wijstindicaties (blauw), en gebied waar
deze duidelijk niet aanwezig zijn (oranje).
De pijl geeft ook stromingsrichting sloten
aan.

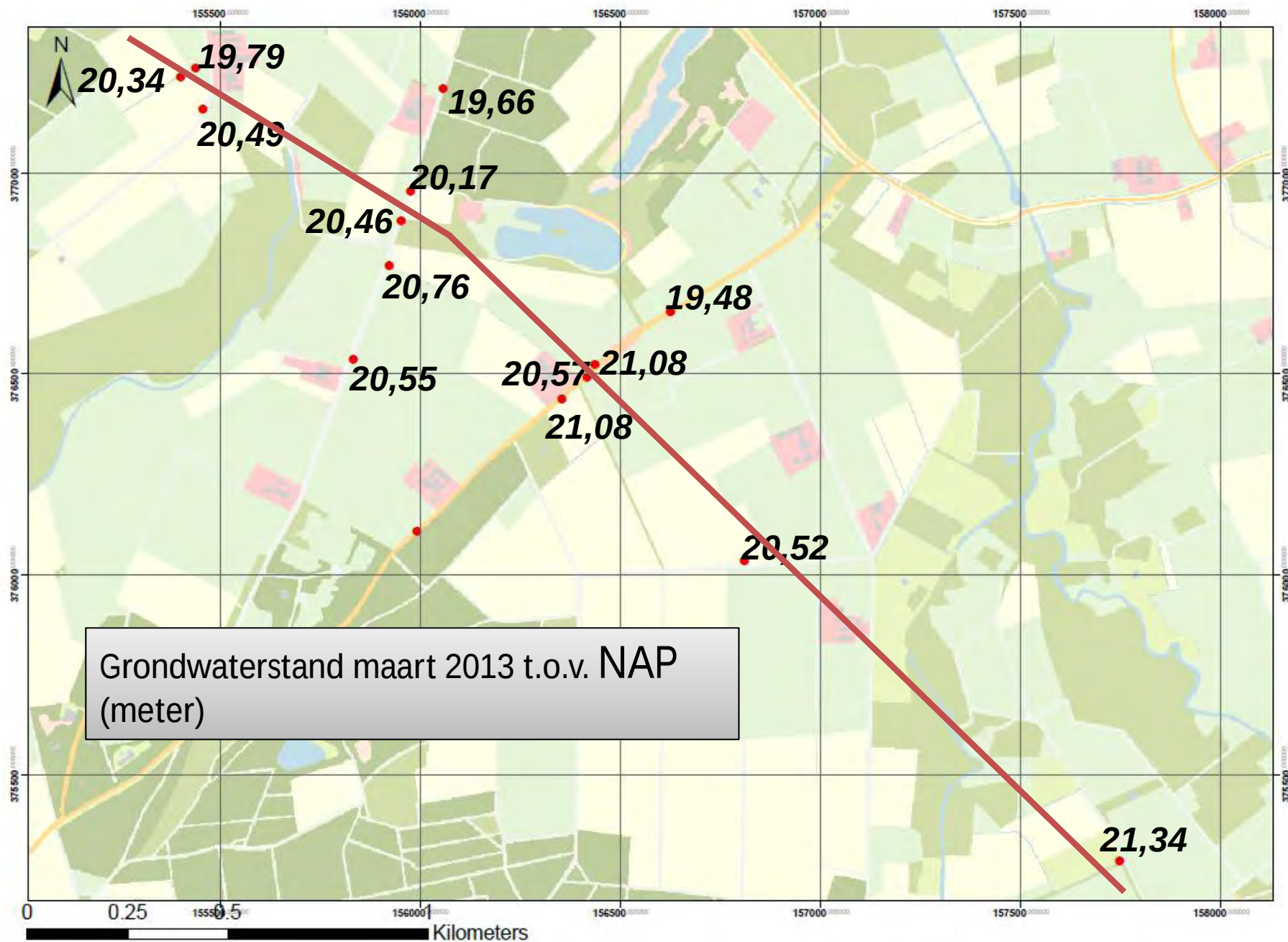
Veldwerk 10 April 2013



Resultaat grondwaterstands metingen

- De grondwaterstand t.o.v. NAP zou aanwijzingen kunnen leveren;
- De grondwaterstandsmetingen (zie volgende 2 slides) hebben echter geen overtuigende informatie over de breukligging, c.q. grondwater opstuwing, opgeleverd. Een mogelijk aanwijzing is de “sprong” bij de Gagelgoorsedijk van 55-70 cm (zie NAP kaart) op korte afstand;
- De grondwaterstanden lieten wel zien dat op enkele plaatsen de grondwaterstand zich ondieper dan 100 cm bevindt. In deze zones kunnen nieuwe bermsloten ontwatering veroorzaken.
- Eventuele grondwaterstand indicaties voor wijst kunnen zijn vertroebeld omdat de grondwaterstand sterk word beïnvloed door aangrenzende greppels en sloten.





6. Conclusies (1)

- Alleen in het noordelijk gedeelte van het N69 tracé komen breuken in de ondergrond voor;
- De ligging van de breuk kon met behulp van de nieuwe boringen nauwkeuriger (tot 25-50 m) worden aangegeven, dan op basis van archiefdata mogelijk was. De breukligging is onregelmatig.
- In het noordelijke deel is mogelijk sprake van een opstuwende KD-sprong. De dikte van de F. van Sterksel neemt bij de breuk met ca. 30% af. Stroomafwaarts neemt deze echter toe.
- Er zijn op 3 locaties (Gagelgoorse dijk, Broekhovense weg, Broekhovensche Velden) sterke aanwijzingen gevonden op “wijstachtige” kwelverschijnselen. Op andere plaatsen langs (stroomopwaarts) de breuk komen deze juist niet voor.
- Deze wijstindicatie is gebaseerd op de volgende karakteristieken: (1) ijzerhoudende kwel die ontstaat in een zone direct stroomopwaarts van de breuk, (2) de kwelintensiteit is groot. Dit uit zich in een op korte afstand snel toenemende slootafvoer en als oeverinstabiliteit (verzakking, of noodzaak beschoeiing).

Conclusies (2)

- Tijdens de wegaanleg op maaiveld of op verhoogd weglichaam is de aanwezigheid van breuken nauwelijks een risico;
 - Alleen de aanleg van de bermsloten vraagt om een zorgvuldige aanpak;
 - Stuwtdjes in de bermsloot kunnen structurele drainage verhelpen;
 - Het onoordeelkundig dichtgooien van sloten kan tot wateroverlast leiden.
- Eventueel verdiepte aanleg ter plaatse van de breuk, kan in een kwel zone tot locale vernatting leiden.
- Bij verhoogde aanleg op palen wordt aanbevolen deze palen niet in de breuk aan te brengen.

Aanbevelingen

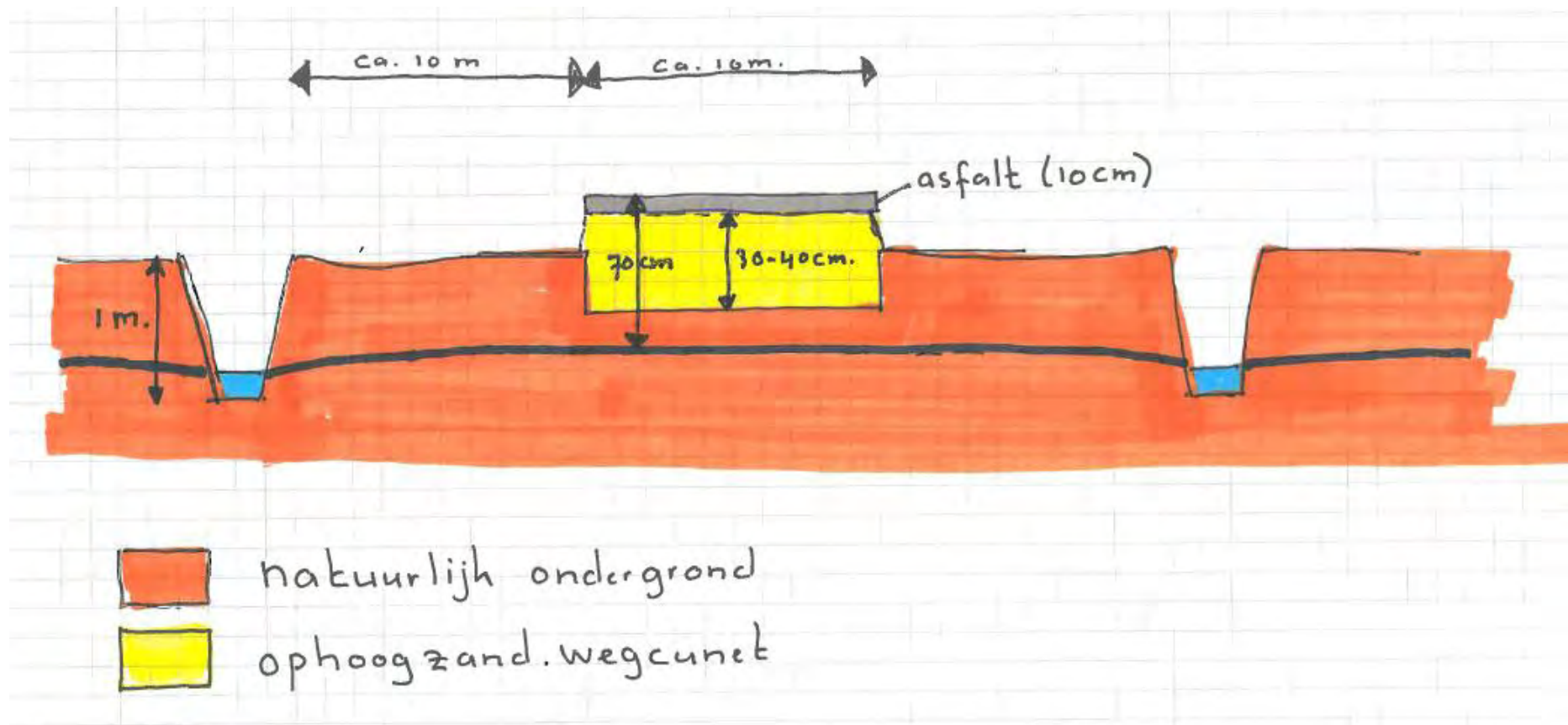
- Als het definitieve trace bekend wordt, kan de breuk tijdens een veldactie op een paar meter nauwkeurig worden bepaald;
- Met behulp van aanvullende metingen kan het voorkomen van “wijst” beter onderbouwd worden. Dit kan door een vier- tot vijftal peilbuizen tijdelijk in een wijst indicerende sloot te plaatsen (2-3 m diep). Bijvoorbeeld 3 meetpunten stroomopwaarts van de breuk en 2 stroomafwaarts. De grondwaterkwaliteit, temperatuur en stijghoogte t.o.v. oppervlaktewaterpeil kan dan aanvullende onderbouwing opleveren. In de wijstzone zou grondwater warmer en mineraalrijker (schoner) zijn, en de stijghoogte hoger dan oppervlaktewaterpeil. Stroomafwaarts van de breuk/wijstzone zou het stijghoogteverschil met het oppervlaktewaterpeil significant minder moeten zijn, en de waterkwaliteit meer lokaal bepaald (landbouw watertype), en daardoor de temperatuur lager;
- Met behulp van een profielkuil ter plaatse van de breuk kan de breukinvloed beter worden begrepen.
- Theoretisch zou met behulp van snelle en goedkope geofysische technieken (georadar, electromagnetische methode) de breuk in detail kunnen worden bepaald. Het zou interessant zijn om dit uit te zoeken.

7. Adviezen in relatie tot wegaanleg

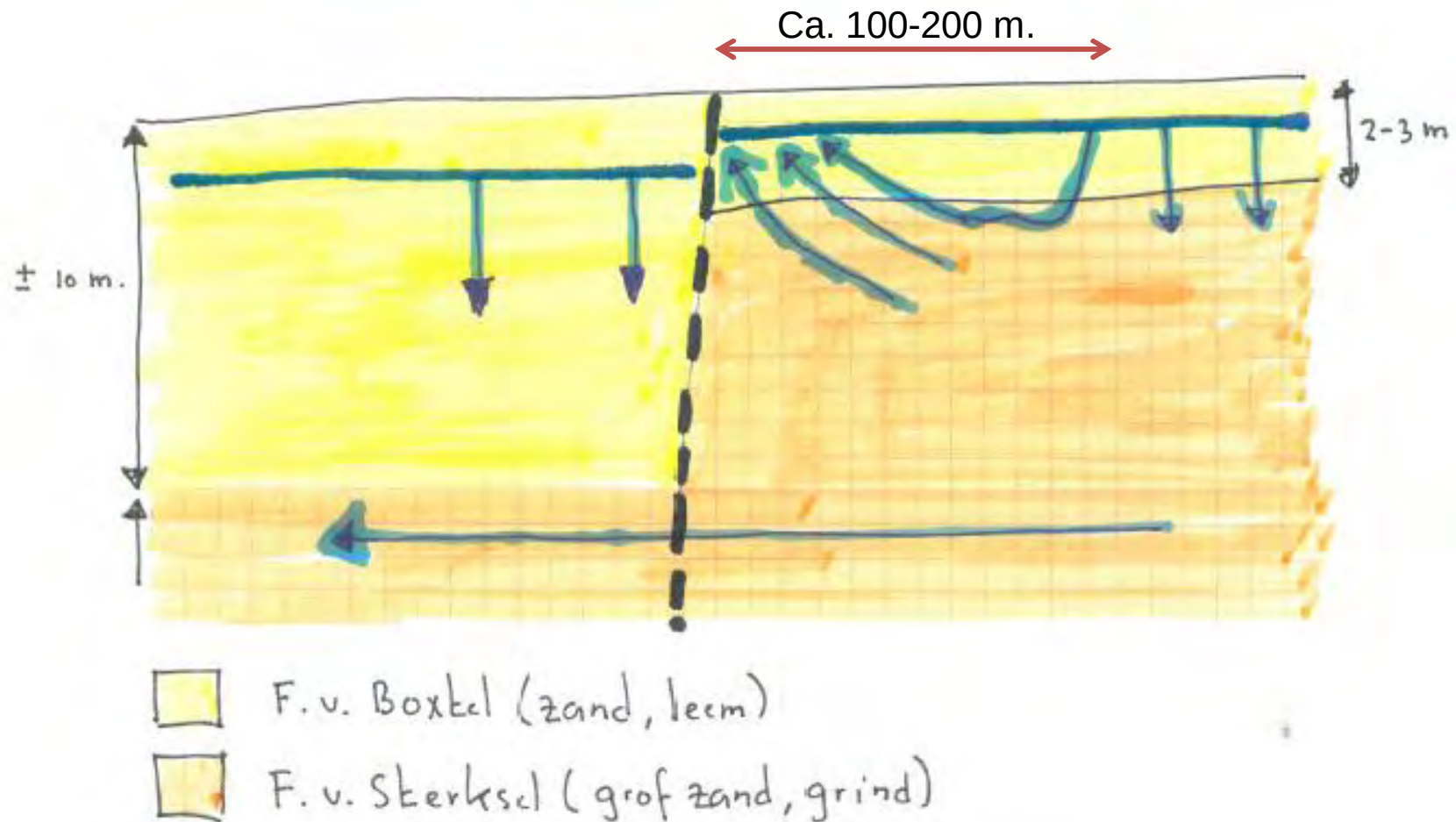
In de volgende sheets is getekend hoe de wegaanleg, bij passage van een water blokkerende of opstuwende breuk, de lokale grondwaterstroming kan beïnvloeden. Tevens is beschreven hoe deze risico's kunnen worden bestreden.

Ontwerp weg

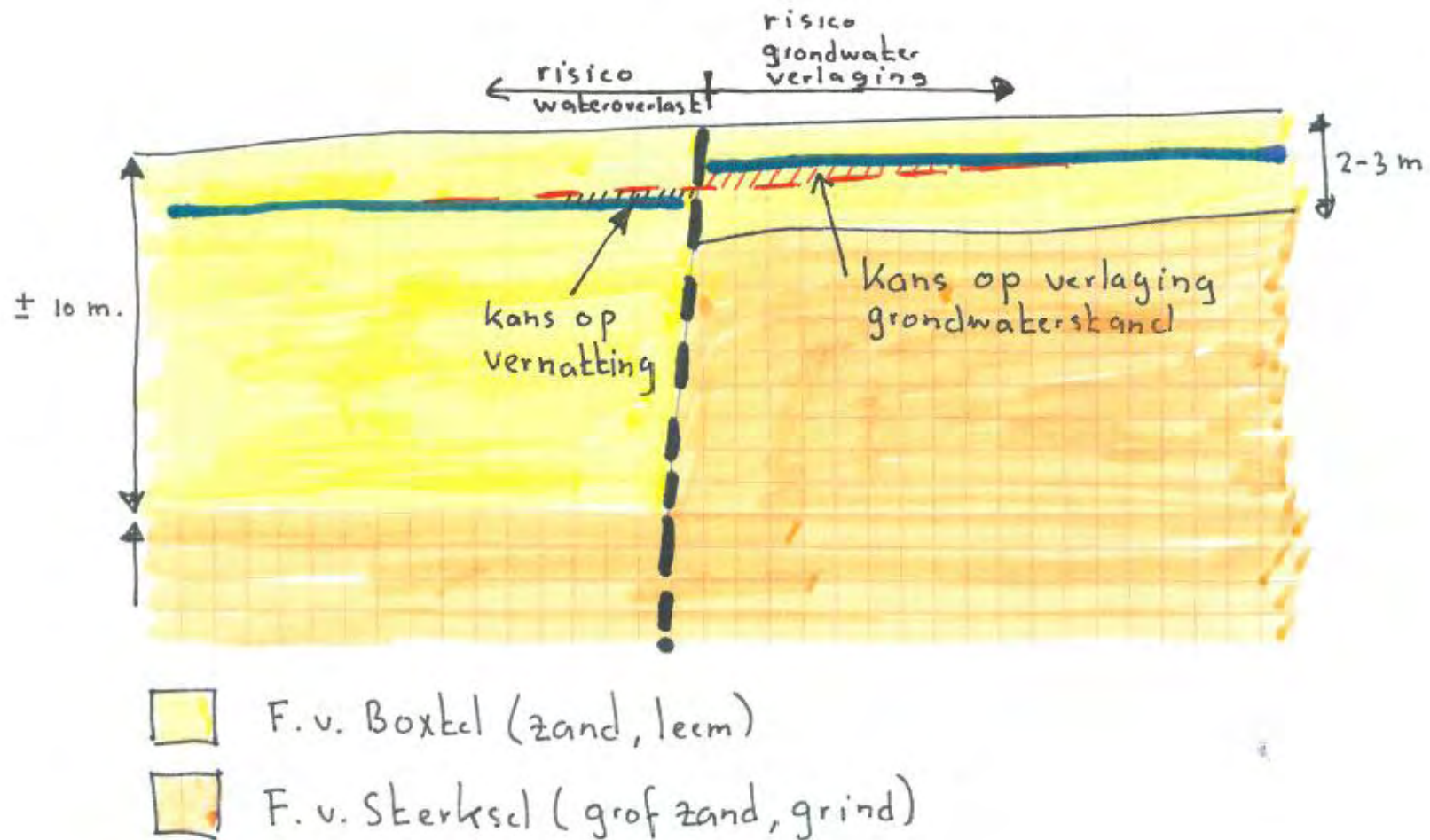
De weg wordt in het algemeen, (1) op maaiveld aangelegd, volgens onderstaande tekening .
Daarnaast kan de weg op (2) een verhoogd talud, (3) op palen of (4) verdiept worden aangelegd.



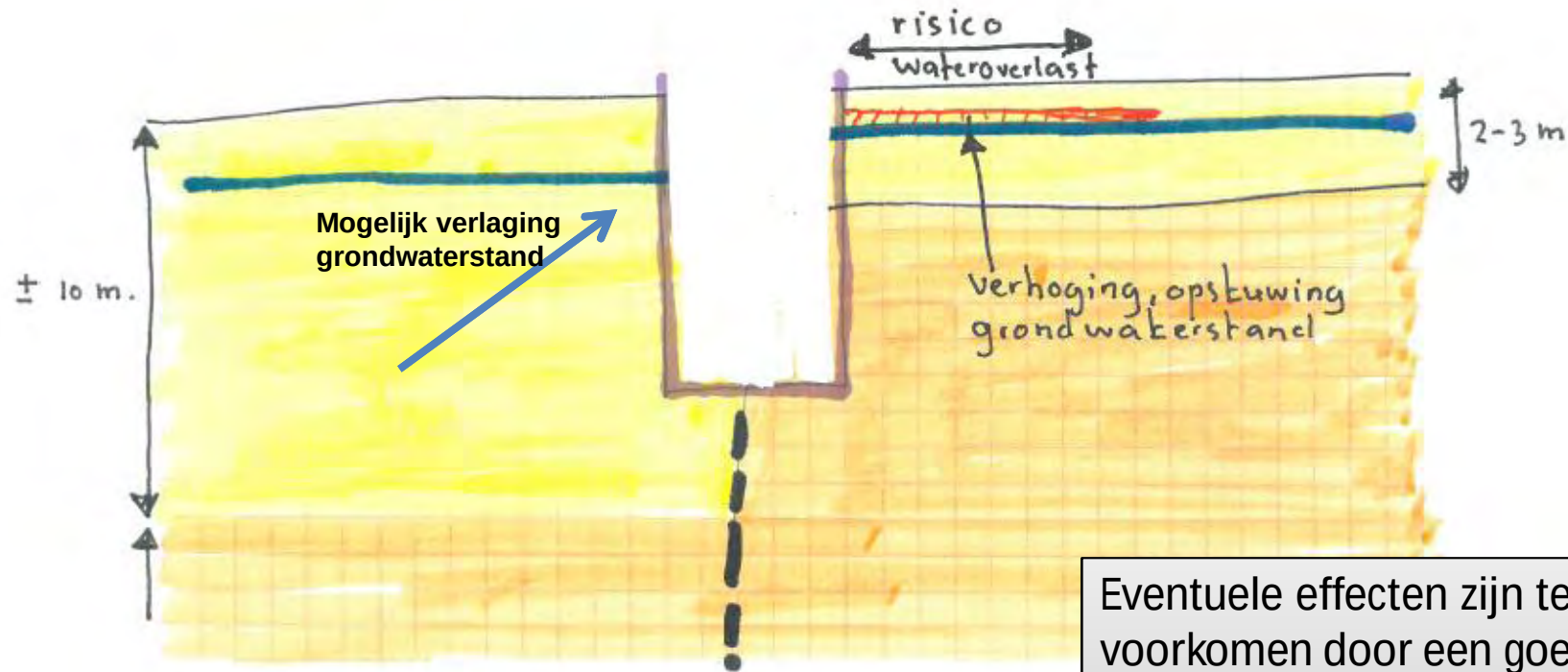
Grondwaterstroming, ter plaatse van de breuk bij opstuwing



Vergraving loodrecht op de breuk (bermsloot)



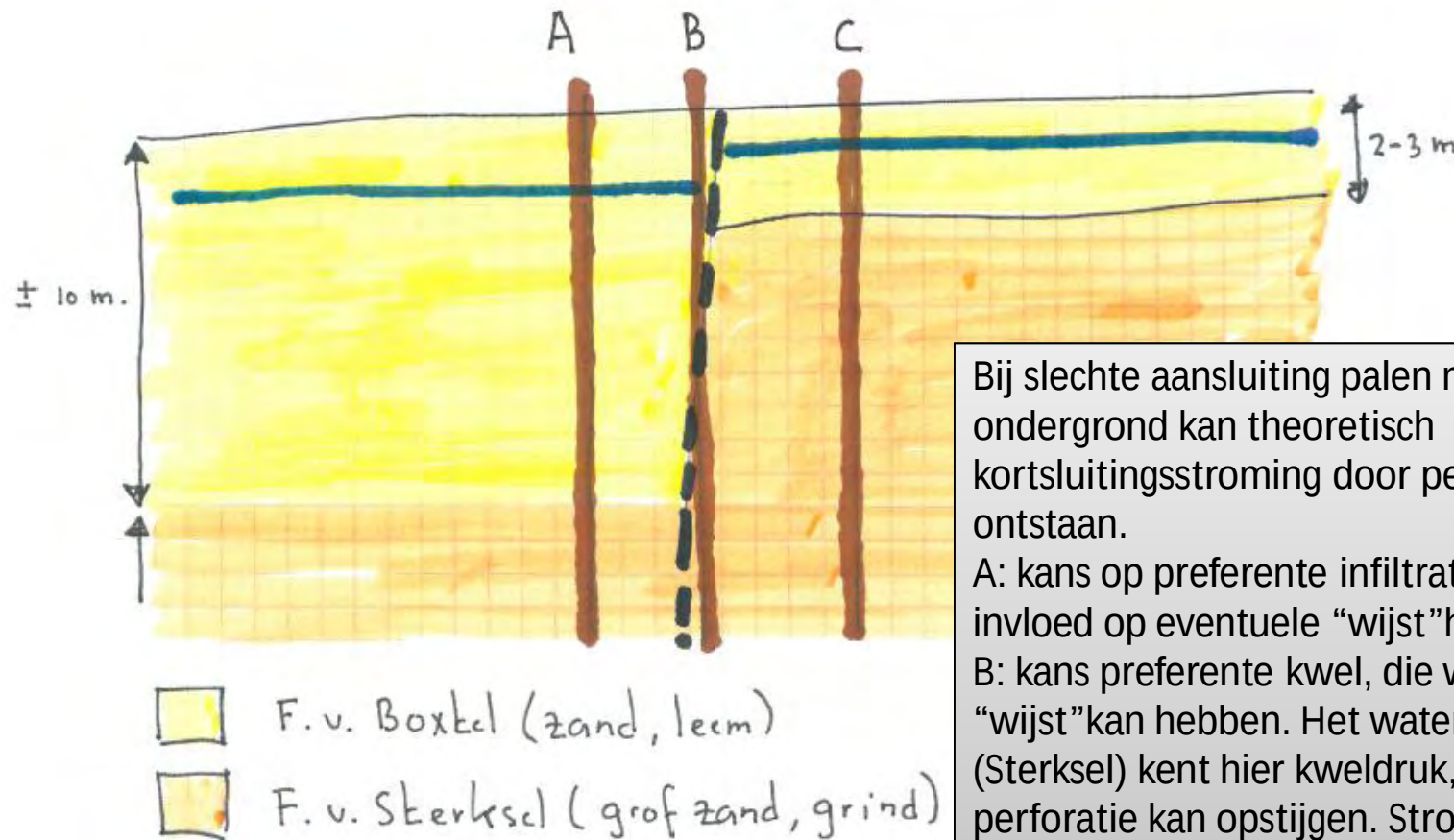
Verdiepte aanlegging, ter plaatse van de breuk



-  F.v. Boxtel (zand, leem)
-  F.v. Sterksel (grof zand, grind)

Eventuele effecten zijn te voorkomen door een goed ontwerp, dat rekening houdt met de geologie en grondwaterstoming. Een ontwerp dat de blokkerende werking voorkomt of opheft.

Constructie op palen, ter plaatse van de breuk



Bij slechte aansluiting palen met omgevende ondergrond kan theoretisch verticale kortsluitingsstroming door perforatie ontstaan.

A: kans op preferente infiltratie die geen invloed op eventuele “wijst” heeft;

B: kans preferente kwel, die wel invloed op “wijst” kan hebben. Het watervoerde pakket (Sterksel) kent hier kweldruk, dat bij perforatie kan opstijgen. Stroomopwaarts van de breuk neemt dan kwel af, en stroomafwaarts kan wateroverlast ontstaan;

C: geringe kans op preferente kwel

Type wegaanleg (Breedte 10 m, berm 10 m, bermsloot 1-1,5 m, bermslootdiepte ca. 1 m, ontwateringsdiepte 70 cm)	Bijzonderheden	Risico's in relatie tot breuken
Op maaiveld	- Afgraven 30-40 cm, - Opvullen en ophogen tot ca. 30 cm boven oorspronkelijke maaiveld met zand/grind. - Asfalt ca. 10 cm. - In principe geen buisdrainage	- Als bermsloot door grondwaterstroming blokkerende breuk wordt gegraven, kan tijdens de werkzaamheden wateroverlast en grondverplaatsing ontstaan en structureel extra ontwatering plaatsvinden (kans gering); - M.b.v. stuwtje kan structureel effect eenvoudig worden bestreden
Op talud	Verhoogd talud	Als "op maaiveld"
Verhoogd op palen	- Palen ca. 20 m diep, - Bij passeren beken, - Geen pijlers in beek, wel in beekdal (1:50 j overstroming)	- Gering - Palen door de breuk kunnen een klein risico vormen (lekkage). Daarom bij voorkeur niet door de breuk
verdiept	- gesloten bak (3-6 m diep) met folie. Ca 2 km lang - Met damwanden - Tunnel (4-5 m diep)	- Effect bemaling tijdens aanleg, incl. waterkwaliteit bemalingswater - Opstuwing grondwater - Grondwaterval mogelijk bij aanleg (kans gering)

literatuurbonnen

- Balen, R.T. van, K. Kasse, D. Edelman, 2003; de Gilze-Rijen breuk bij Tilburg. Grpndboor & Hamer nr.5 2003.
- Bense, V., 2002 ; Hydrogeologische karakterisering van breukzones in zuidoost Nederland. Stromingen 8, 2002, nr.3.
- Bense, V.F., 2004; The hydraulic properteis of faults in unconsolidated sediments and their impact on groundwater flow. PhD thesis Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Berkvens, R. (redactie), 2011; Kempisch erfgoed in beeld. Een regionale erfgoedkaart voor de kempen- en A2 gemeenten bergeijk, bladell, errsel, oirschot, reusel-De Mierden, Waalre, Valkenswaard, Cranendonck en Heeze-Leende. SRE Milieudienst, Eindhoven.
- Cools, J.M.A., 2012; Onderzoek naar beschermde en bedreigde planten- en diersoorten in het zoekgebied Westparallel N69.
- Edelman, D., 2003; doorlatendheid van de ondergrond. Info@rvde.nl.
- Kouwe en Vrijhof, 1958; De landbouwwaterhuishouding in de provincie Noord-Brabant (COLN-TNO).
- Oranjewoud, Haskoning, 2011; Fitenanalyse overstromingsgebied Keersop.
- Rijksgeologische Dienst, 1973: Geologisch onderzoek waterwingebied Valkenswaard.
- Verlijdsdonk, B., 2006; MER/SMB Lage Heideweg Valkenswaard.

Bijlage

3

Grondwatermodellering (Rapport RHDHV)

Grondwatermodellering N69

Hydrologische onderbouwing voor Nieuwe Verbinding en Gebiedsimpuls N69

Waterschap De Dommel

17 oktober 2013

Concept eindrapport

BC4339



Larixplein 1
Postbus 80007
5600 JZ Eindhoven
+ 31 88 348 42 50 Telefoon
+31 88 348 42 51 Fax
info@rhdhv.com E-mail
www.royalhaskoningdhv.com Internet
Amersfoort 56515154 KvK

Documenttitel Grondwatermodellering N69
Hydrologische onderbouwing voor Nieuwe
Verbinding en Gebiedsimpuls N69
Verkorte documenttitel Grondwatermodellering N69
Status Concept eindrapport
Datum 17 oktober 2013
Projectnaam Grondwatermodellering N69
Projectnummer BC4339
Opdrachtgever Waterschap De Dommel
Referentie BC4339/R00002/501329/BW/Eind

Auteur(s) dr. J. van Sijl
Collegiale toets ir. J.A.P.H. Vermulst
Datum/paraaf 17-10-2013
Vrijgegeven door ir. J.A.P.H. Vermulst
Datum/paraaf 17-10-2013

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Achtergrond en aanleiding	1
1.2 Probleem- en doelstelling	2
1.3 Leeswijzer	3
2 BESCHRIJVING MODELGEBIED	4
2.1 Algemeen	4
2.2 Beschrijving modelgebied	4
2.2.1 Begrenzing van het modelgebied	4
2.2.2 De regionale waterhuishouding	5
2.2.3 Geohydrologie en grondwater	6
3 MODELSCHEMATISATIE	8
3.1 Inleiding en aanpak	8
3.1.1 Van regionaal model naar detailmodel	8
3.2 Modelgebied, verdichting rekengrid en randvoorwaarden	8
3.2.1 Modelgebied	8
3.2.2 Dichtheid rekengrid	9
3.2.3 Randvoorwaarden	10
3.3 Zoneringen en laagopbouw	10
3.4 Oppervlaktewatersysteem	10
3.4.1 Bodemhoogtes en breedtes	10
3.4.2 Peilen	10
3.5 Buisdrainage	12
3.6 Grondwateraanvulling	12
3.7 Maaiveld	12
3.8 Definitie GxG en Kwel	13
4 IJ KING VAN HET MODEL	14
4.1 Aanpak	14
4.2 Stationaire ijking	14
4.3 Tijdsafhankelijke ijkingsresultaten	18
5 ACTUEEL GROND- EN OPPERVLAKTEWATERREGIME (AGOR)	19
5.1 Algemeen	19
5.2 Grondwaterstanden	19
5.3 Kwel en wegzijging	21
6 OPTIMALISATIEVARIANTEN	23
6.1 Algemeen	23
6.2 Beschrijving optimalisatievarianten	23
6.3 Effecten op het grondwater	28

7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	34
8	LITERATUUR	35

BIJLAGEN

1. Resultaten stationaire ijking
2. Resultaten tijdsafhankelijke ijking
3. Kaarten AGOR
4. Grondwatereffecten optimalisatievarianten

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond en aanleiding

De Provincie Noord-Brabant is in 2009 gestart met een brede belangenbenadering samen met 25 partijen om de leefbaarheidsproblemen rond de N69 tussen Hasselt en Eindhoven op te lossen. Dit heeft geleid tot het voorkeursalternatief Westparallel Plus. Op 22 juni 2012 hebben Provinciale Staten de Structuurvisie deel E: 'Grenscorridor N69' vastgesteld. Daarnaast hebben de samenwerkende partijen op 27 juni 2012 het Gebiedsakkkoord N69 ondertekend. Hierin zijn afspraken vastgelegd over het realiseren van de nieuwe weg (Nieuwe Verbinding), het realiseren van de Nulplusmaatregelen en het invulling geven aan de Gebiedsimpuls.

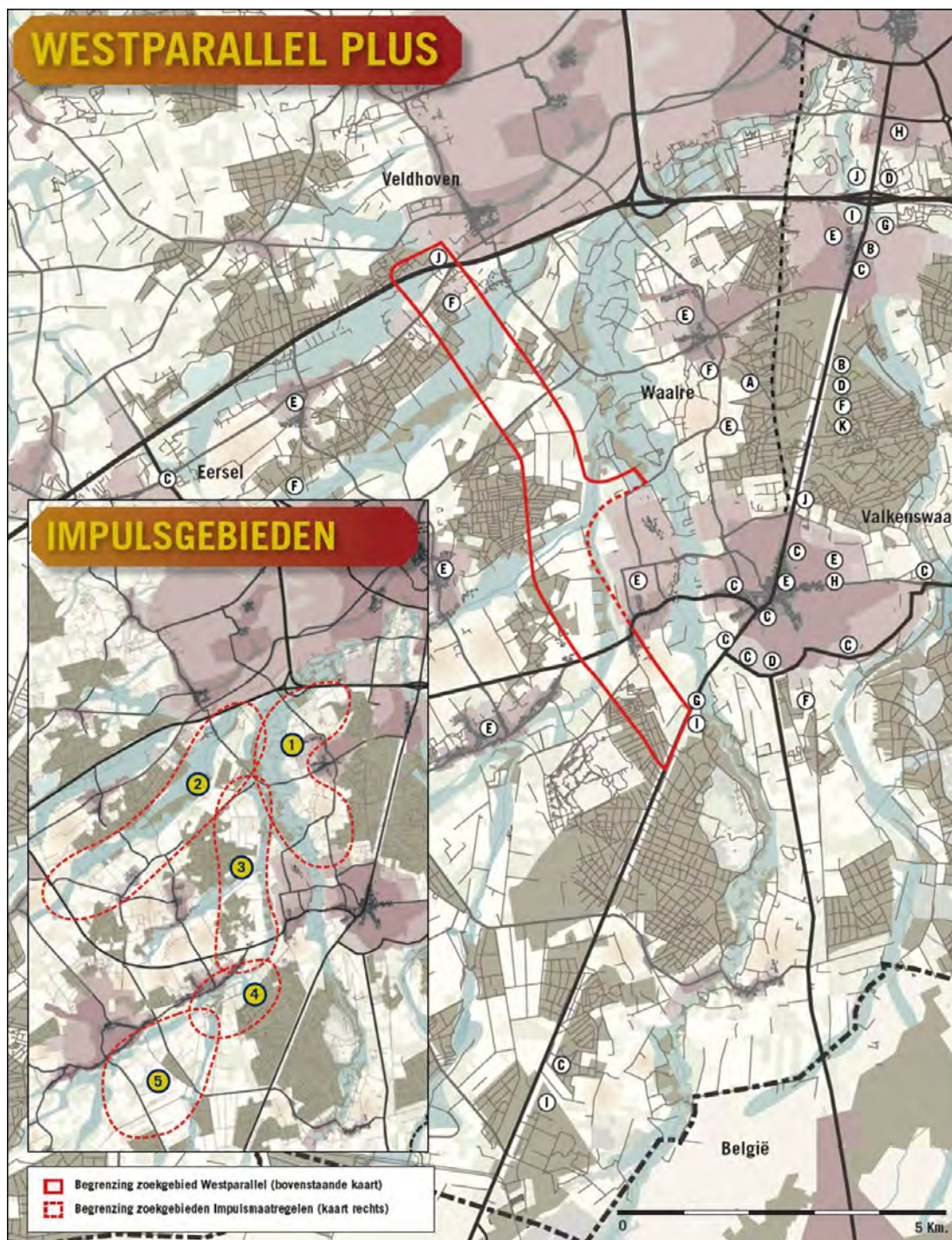
Nieuwe Verbinding: projectMER – Provinciaal Inpassingsplan

Voor de Nieuwe Verbinding (Westparallel) stelt de Provincie een projectMER op en werkt het voorkeursalternatief vervolgens uit in een Provinciaal Inpassingsplan. Als eerste stap is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau voor de projectMER Grenscorridor N69 opgesteld die in de periode 21 januari – 4 maart 2013 in de inspraak heeft gelegen. Op basis van deze notitie en ingebrachte zienswijzen werkt de Provincie momenteel het projectMER nader uit. Bestuurlijk is inmiddels afgesproken om in het najaar van 2013 het voorkeursalternatief te bepalen. Op basis hiervan wordt het projectMER afgerond en het Provinciaal Inpassingsplan uitgewerkt dat eind dit jaar in procedure wordt gebracht.

Gebiedsimpuls

Met de Gebiedsimpuls komt er een extra investering in het gebied om de ruimtelijke kwaliteit te verbeteren. Voor de Gebiedsimpuls zijn vijf gebieden in beeld (zie figuur 1.1). Het zijn gebieden, vaak gekoppeld aan een beek, waar grote kansen liggen om de ruimtelijke kwaliteit te versterken. De gebiedsimpuls richt zich op maatregelen voor landbouw, natuur, landschap, water en recreatie en komt boven op de compensatie en mitigatie die verplicht is bij de aanleg van een infrastructurele verbinding. Bij de uitwerking van de gebiedsimpuls streven de partijen naar een optimale balans tussen deze vijf thema's.

In figuur 1.1 is het zoekgebied van de Westparallel begrensd. Tevens zijn hier de 5 impulsgebieden die in beeld zijn vanuit de Gebiedsimpuls nader begrensd.



Figuur 1.1: Plangebied Grenscorridor N69: zoekgebied Westparallel en Impulsgebieden

1.2 Probleem- en doelstelling

Binnen de projectMER Grenscorridor N69 was een kwalitatieve onderbouwing van de grondwatereffecten voorzien op basis van expert-judgement. Dit betekent dat er geen grondwatermodellering voorzien was om daarmee mogelijke grondwatereffecten te kwantificeren op natuur- en landbouwgebieden.

Vanuit het de betrokken partijen en inmiddels ook de Commissie MER is een dringend beroep gedaan om deze mogelijke effecten kwantitatief in beeld te brengen. Het gaat hierbij onder andere over een mogelijke verdiepte aanleg van de nieuwe weg alsook de grondwatereffecten op Natte Natuurparels en landbouw van de voor de weg benodigde drainagemaatregelen en overige aanpassingen in het oppervlaktewatersysteem.

Daarnaast zijn vanuit de Gebiedsimpuls in de periode februari-april 2013 mogelijke hydrologische maatregelen geïnventariseerd ter verbetering van de thema's landbouw, natuur en water. Vanuit dit spoor is ook behoefte aan een kwantitatieve onderbouwing van de effecten van deze maatregelen.

De concrete doelstellingen van deze grondwaterstudie waren:

1. Opstellen van een lokaal grondwatermodel met als aandachtsgebied het zoekgebied van de Westparallel N69 inclusief de begrenzing van de 5 impulsgebieden. Het model moet tijdsafhankelijk gekalibreerd zijn.
2. In beeld brengen van de huidige situatie (het Actuele Grond- en Oppervlaktewaterregime (AGOR)).
3. Doorrekenen een vijftal optimalisatievarianten voor de N69 en het analyseren van de effecten ervan.

Het grondwatermodel is zodanig opgezet, dat het t.z.t. ook mogelijk is om effectberekeningen uit te voeren vanuit de Gebiedsimpuls.

1.3 Leeswijzer

Het voorliggende rapport omvat de onderbouwing van de modelopzet en –ijking en de rekenresultaten voor de huidige situatie (AGOR) en een vijftal optimalisatievarianten.

In hoofdstukken 2 en 3 volgen een beschrijving van het modelgebied en een toelichting op de modelschematisatie. Hoofdstuk 4 behandelt de opzet en resultaten van de ijking. In hoofdstukken 5 en 6 worden de rekenresultaten voor de huidige situatie (AGOR) en de vijf optimalisatievarianten gepresenteerd en toegelicht. Tot slot volgen in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen.

2 BESCHRIJVING MODELGEBIED

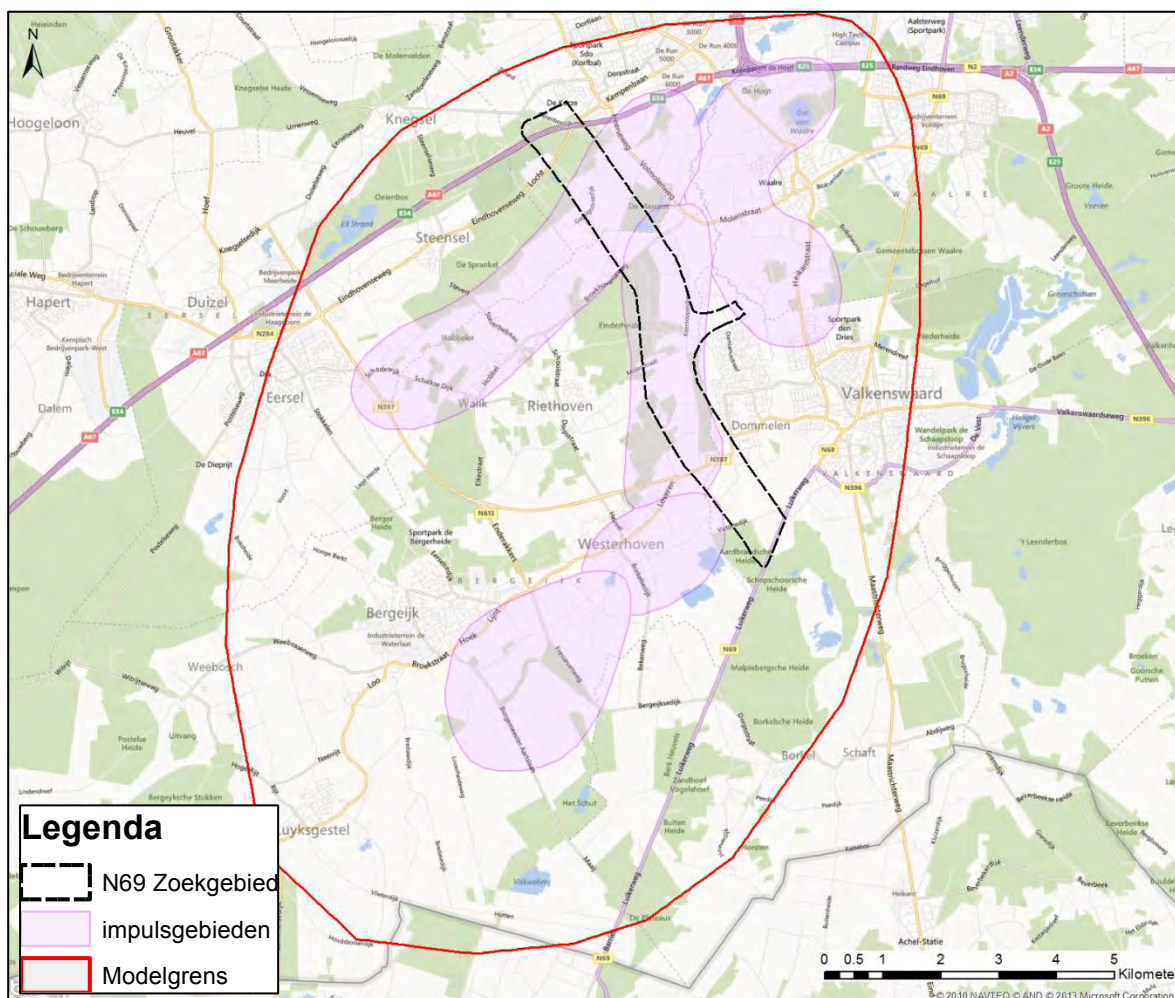
2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk volgt een beschrijving van het modelgebied. Achtereenvolgens wordt de ligging van het modelgebied gepresenteerd en toegelicht en wordt ingegaan op de waterhuishouding en de geologische opbouw van het gebied.

2.2 Beschrijving modelgebied

2.2.1 Begrenzing van het modelgebied

Figuur 2.1 geeft de begrenzing van het modelgebied weer.



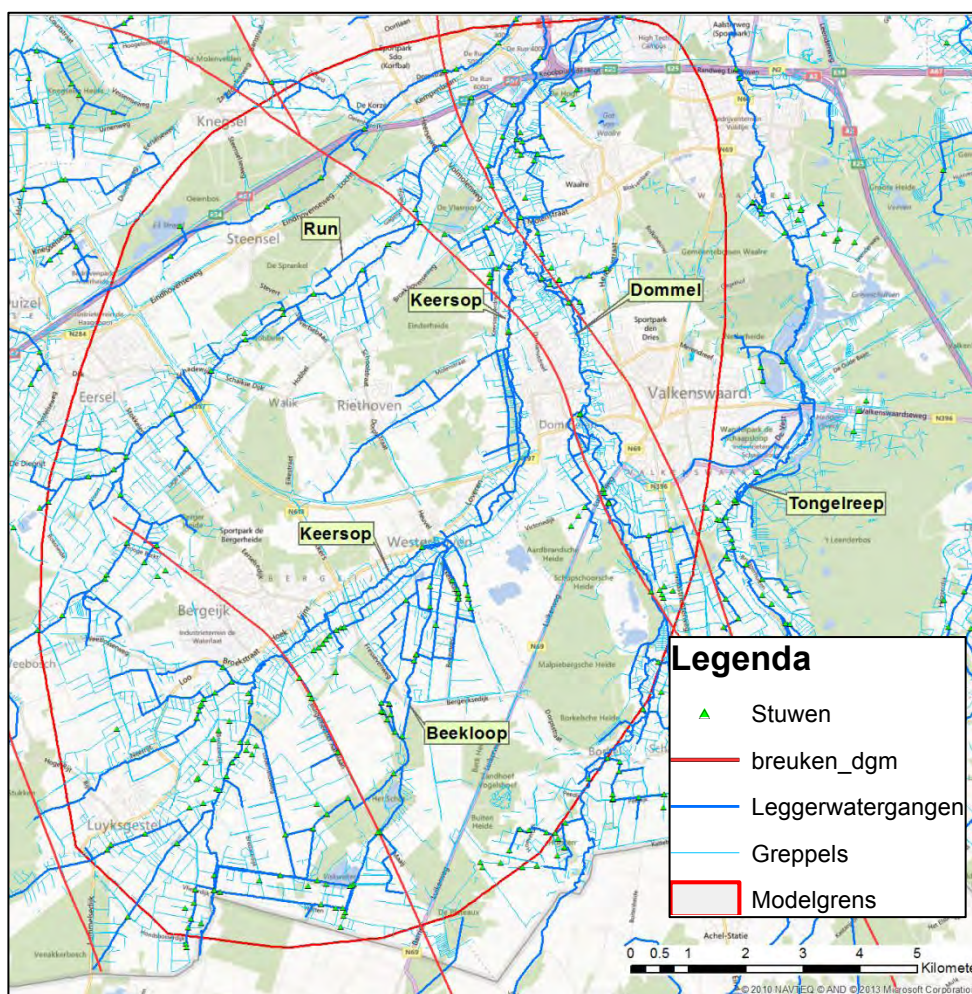
Figuur 2.1: Begrenzing modelgebied en impulsgebieden N69

Het modelgebied is gedefinieerd op basis van:

1. De locatie van het zoekgebied van de N69.
2. De impulsgebieden en de natte natuureparels Beekloop/Keersop en Grootgoor (de Run).
3. Het watersysteem van aantakende sloten en greppels rondom de Beekloop, Keersop en Run.
4. De grootschalige noord-noordoostelijke grondwaterstromingsrichting.

2.2.2 De regionale waterhuishouding

De beken Run, Keersop, Beekloop en Dommel stromen van zuid naar noord door het modelgebied, zie figuur 2.2. De meest westelijke beek is de Run, die noordelijk langs Bergeijk en Riethoven stroomt en aan de noordzijde van het modelgebied in de Dommel uitmondt. De Keersop stroomt zuidwestelijk van Luijksgestel, Bergeijk en Westerhoven en komt even ten noorden van Dommelen in de Dommel uit. De Beekloop is een kleine beek, die bij Westerhoven uitmondt in de Keersop. De Dommel is de meest oostelijke beek in het modelgebied. Deze stroomt langs Borkel en Schaft, Valkenswaard en Dommelen.



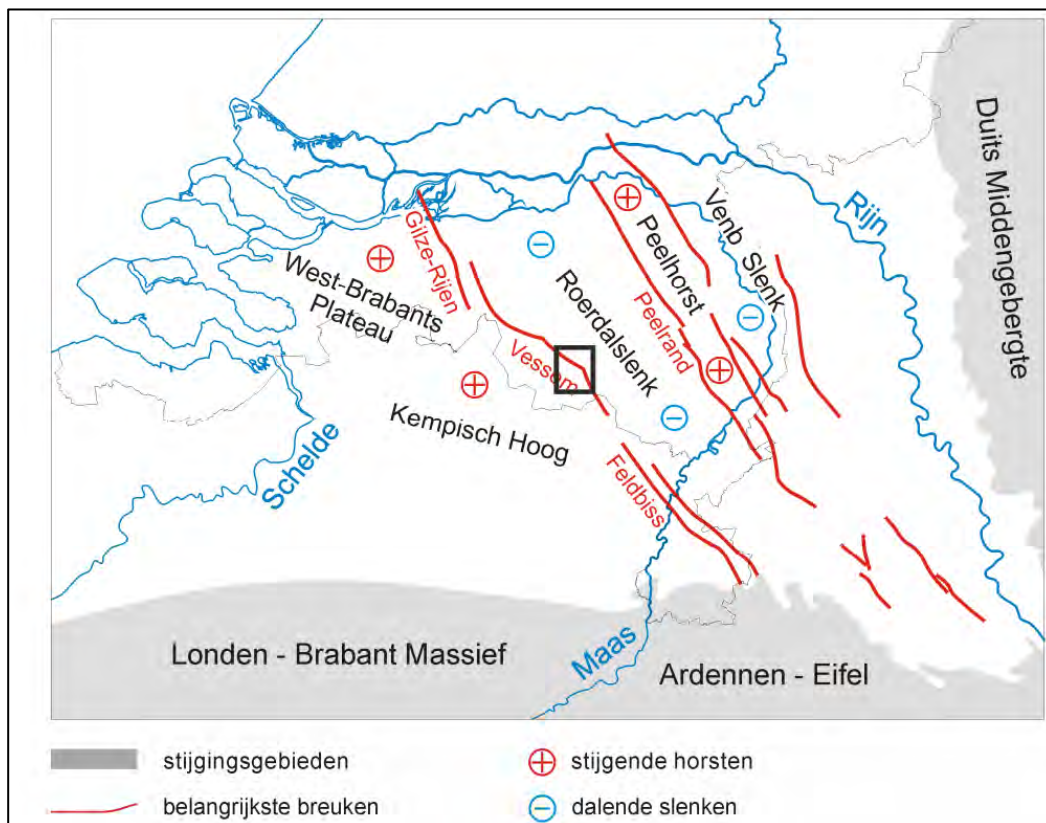
Figuur 2.2: Watersysteem N69

2.2.3 Geohydrologie en grondwater

Dwars door het modelgebied ligt de breukzone die de begrenzing vormt tussen de Roerdalslenk (ook wel aangeduid als de Centrale Slenk) en het Kempisch Plateau. De breukzone ligt in het verlengde van de Feldbissbreuk. In tegenstelling tot de Feldbiss in Limburg zijn de breuken hier vertakt. De precieze ligging van de breuken is niet altijd bekend en met name in het zuidoostelijke deel van het modelgebied is de breuk vertakt.

In de watersysteemkaart (figuur 2.2) en de overzichtskaart in figuur 2.3 zijn de breukliggingen weergegeven, zoals bekend van TNO karteringen (DGM). De Roerdalslenk, noordoostelijk van de Feldbiss breukzone, daalt ten opzichte van westelijk Noord-Brabant en het Kempisch Plateau. Door deze daling liggen dezelfde geologische lagen in de Roerdalslenk op een grotere diepte dan op het Kempisch Plateau, en hebben ze vaak een grotere dikte. Als gevolg hiervan kunnen doorlatende en ondoorlatende lagen ten opzichte van elkaar verspringen.

Ten zuidwesten van de Feldbiss breukzone kenmerkt de bodemopbouw zich door een dunne bedekking met zanden van de formatie van Boxtel, gevolgd door de formaties van Sterksel en Stramproy die ter plaatse van het aandachtsgebied uiterst grof zand en grind bevatten. Hieronder bevindt zich een relatief dunne scheidende laag van de formaties van Waalre en een kleilaag behorende tot de kiezeloöliet formatie. Dit wordt gevolgd door kiezeloöliet zandformaties, met daaronder het zeer dikke kleipakket van de formatie van Breda-Ville.



Figuur 2.3: Het modelgebied ligt op de rand van de Roerdalslenk en het Kempisch Hoog, en wordt doorsneden door (het verlengde van) de Feldbissbreuk [5]

3 MODELSCHEMATISATIE

3.1 Inleiding en aanpak

3.1.1 Van regionaal model naar detailmodel

Het model voor de N69 is opgezet als een uitsnede en detaillering van het regionale model dat begin 2013 door Royal HaskoningDHV is opgezet voor het beheersgebied van Waterschap de Dommel [1, 2]. Dit regionale model, dat als basis het Brabantmodel heeft, is opgebouwd conform de werkwijze van de hydrologische gereedschapskist. Dit houdt in dat het model op reproduceerbare wijze is gegenereerd uit basisgegevens die gestructureerd zijn opgeslagen in een databank.

Het model voor het beheergebied van het Waterschap de Dommel is regionaal geijkt op basis van gemeten grondwaterstanden, stijghoogten en afvoeren. Het beschrijft de werking en samenstelling van het regionale systeem op juiste wijze en vormt daarom een geschikte basis voor verdere modelverfijning.

Om berekeningen tot op perceelsniveau mogelijk te maken is het model verder gedetailleerd. Het rekengrid is verdicht en alle ontwatering is als lijn in het modelgrid opgenomen. Daardoor kunnen naast de primaire en secundaire waterlopen die al als lijn in het regionale modelgrid zitten ook de afzonderlijke greppels/sloten in het detailmodel worden geparameteriseerd.

Om dit mogelijk te maken moeten (onder meer) de volgende aanvullende data aan het model worden toegevoegd:

- peilen;
- informatie over (buis)drainage;
- afwatering van het lokale systeem;
- greppels.

Dit hoofdstuk beschrijft de conceptuele aanpassingen en verfijningen die zijn doorgevoerd om tot een geschikt grondwatermodel te komen. De ijking van het model wordt apart behandeld in hoofdstuk 4.

3.2 Modelgebied, verdichting rekengrid en randvoorwaarden

3.2.1 Modelgebied

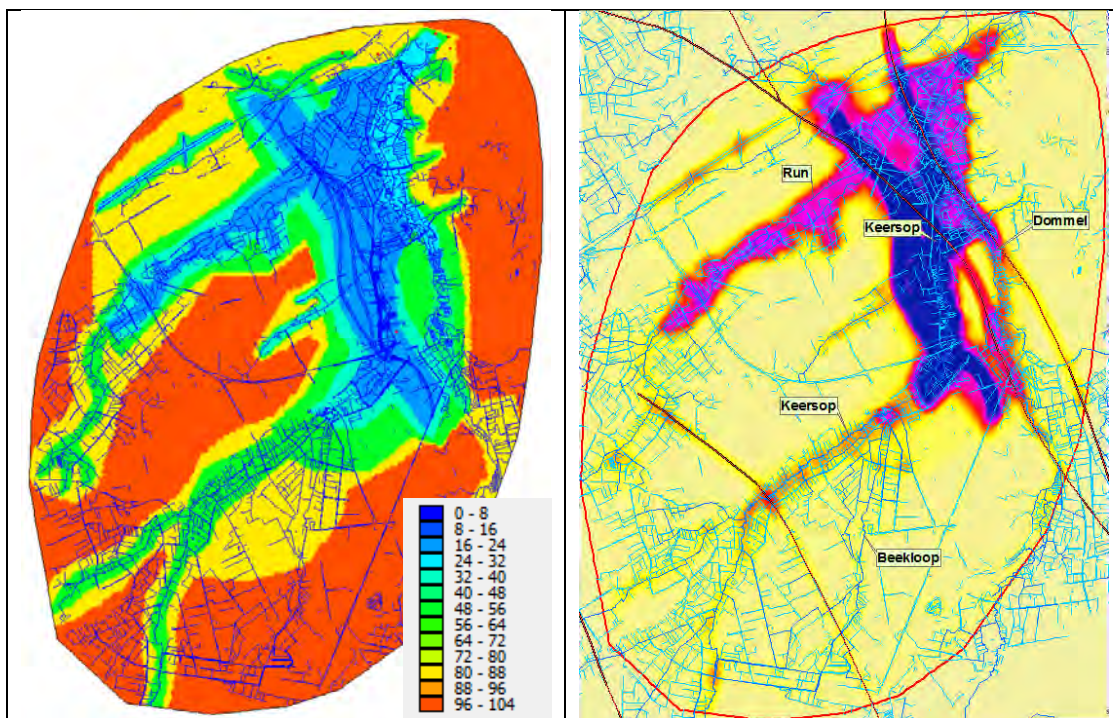
De modelgrens voor het deelmodel is zodanig gekozen dat de randen geen invloed hebben op de berekeningen van effecten van maatregelen in het zoekgebied van de N69. Daarom zijn de twee beekdalen die ten oosten en westen van de Keersop liggen (de Run en de Dommel) opgenomen in het detailmodel (figuur 2.1). De modelgrens ligt in het westen op ongeveer 4 tot 6 km en in het oosten op 3 km van het projectgebied. In het zuiden ligt de modelgrens ook op ongeveer 3 km van de zuidrand van het projectgebied. In het noorden is de grens net voorbij de samenloop van de Dommel en de Run gekozen.

3.2.2 Dichtheid rekengrid

Binnen het zoekgebied van de N69 Westparallel en een zone daaromheen is het rekengrid zodanig verfijnd, dat met het model uitspraken tot op perceelsniveau kunnen worden gedaan (knoopafstand 10 à 25 meter). Daarnaast is enige mate van verfijning doorgevoerd binnen de impulsgebieden en de natte natuurplekels binnen het modelgebied. Rekentechnisch is het echter niet mogelijk om ook hier een knooppuntsafstand van 10 à 25 m te realiseren. De knoopafstand bedraagt in deze aandachtsgebieden 25 m.

Het rekengrid is samengesteld op basis van de leggerwatergangen van het Waterschap de Dommel. Ter plaatse van het zoekgebied van de N69 en de beekdalen van de Run en de Keersop is het rekengrid verder verfijnd door m.b.v. polygonen de vlakdekkende knooppuntafstand op te geven (minder dan 25 m in de beekdalen en het zoekgebied van de N69) en zijn alle watergangen, greppels en overige detailontwatering expliciet als lijn gemodelleerd. Tevens zijn potentiële afwateringselementen van alle optimalisatievarianten van de N69 opgenomen, en zijn de breuken in het modelgebied expliciet als lijn gemodelleerd. Hierdoor kunnen de breukeigenschappen –indien nodig– op de exacte locatie worden aangepast.

In gebieden met veel ontwatering (kleine slootafstanden) en/of aandachtsgebieden is het grid het meest verdicht (knoopafstand 10 à 25 m). Buiten deze zone neemt de knooppuntsafstand geleidelijk toe. Zowel leggerwatergangen als greppels zijn ook hier expliciet geschematiseerd, om het model ook voor vervolgstudies geschikt te maken. De knooppuntsafstand op de lijnelementen bedraagt minimaal 5 meter. De uiteindelijke opgelegde knooppuntsafstanden en knooppunt dichtheid zijn weergegeven in figuur 3.1



Figuur 3.1: Knooppuntsafstand in meters (links) en resulterende knooppunt dichtheid per m² (rechts, geel is lage dichtheid, paars is hoge dichtheid)

3.2.3 Randvoorwaarden

De met het regionale model (tijdsafhankelijk) berekende grondwaterstanden en stijghoogtes zijn als randvoorwaarde gebruikt in het detailmodel. Het verloop van de grondwaterstand en stijghoogte aan de randen van het model wordt door deze aanpak beter geschematiseerd dan door een vaste modelrand aan te nemen.

3.3 Zonerings en laagopbouw

Het regionale model bevat drie zones: één voor Vlaanderen en twee voor oost- en westelijk Noord-Brabant. Binnen deze zones worden de modelparameters waaronder gelaagdheid en doorlatendheid anders geschematiseerd. De grens tussen oostelijk en westelijk Brabant wordt gevormd de Feldebbiss breukzone. Aangezien deze dwars door het modelgebied heen loopt is voor deze studie de zonering uniform gemaakt voor geheel Brabant. Hiervoor is de zonering voor de Roerdalslenk (oost-Brabant) gebruikt.

3.4 Oppervlaktewatersysteem

3.4.1 Bodemhoogtes en breedtes

Voor de grotere waterlopen in het plangebied zijn de bodemhoogtes en breedtes (natte omtrek) overgenomen uit het gebiedsdekkende regionale SOBEK-model van Waterschap de Dommel. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een gemiddelde winter- en zomerbreedte.

Voor de greppels waarvoor vanuit het Brabant model of legger geen inschattingen van bodemhoogte beschikbaar zijn, zijn voor de bodemhoogte aannames gedaan op basis van de landgebruikskaat. Deze aannames zijn weergegeven in tabel 3.1. Voor de breedte van de greppels is overal 1 m (natte omtrek) aangehouden.

Tabel 3.1: Inschatting bodemhoogtes greppels en detailontwatering o.b.v. landgebruik

Landgebruik	Diepte greppel t.o.v. maaiveld (cm)
Gras/weiland	100
Akkerbouw	120
Bos	50
Overig	100

3.4.2 Peilen

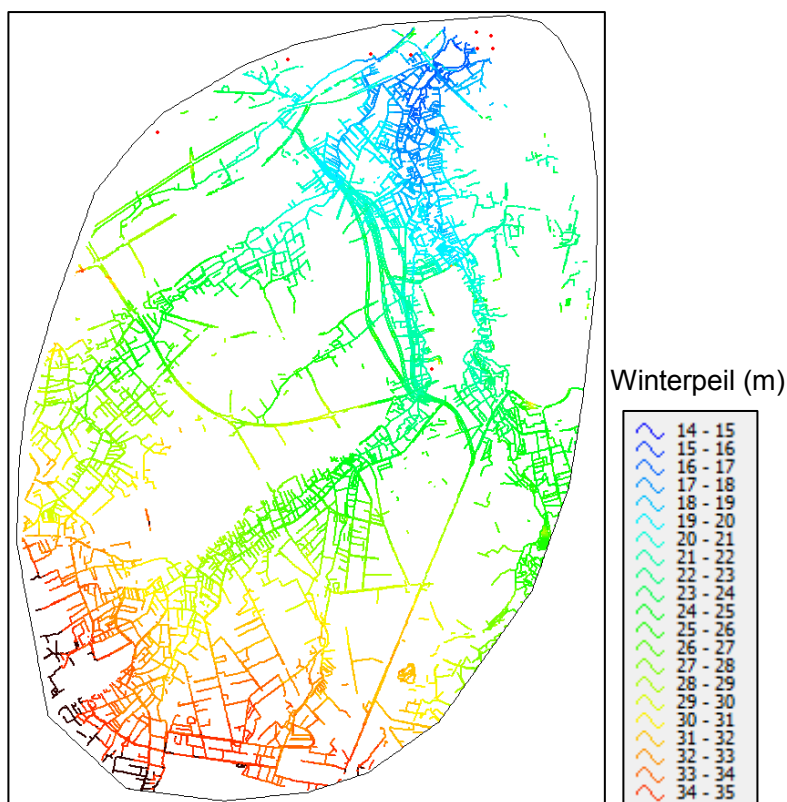
De oppervlaktewaterpeilen in de grotere watergangen in het grondwatermodel zijn berekend met het regionale SOBEK-model en overgezet naar het grondwatermodel. Er zijn 4 cases gemodelleerd, waarbij onderscheid is gemaakt tussen een gemiddelde zomersituatie en een gemiddelde wintersituatie (o.b.v. $Q=5\%$ en $Q=20\%$ afvoer karakteristieken) en waarbij onderscheid is gemaakt tussen de situatie vóór en ná 2008 (verandering in stuwpeilen in de Keersop).

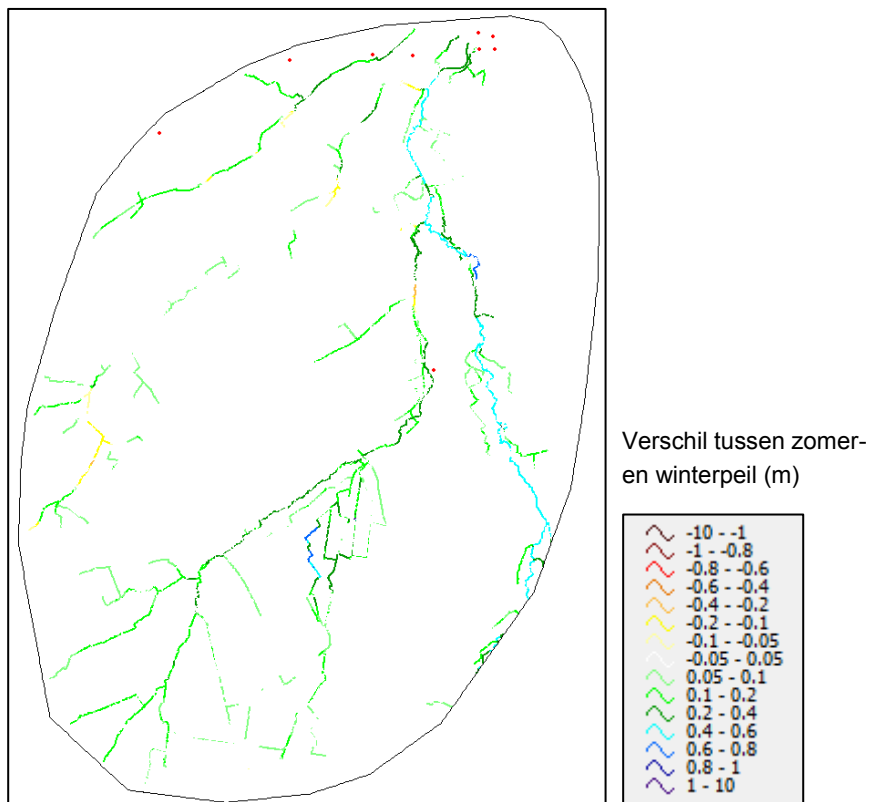
Deze peilen zijn voor het zomerhalfjaar (1 april – 1 oktober) en winterhalfjaar (1 oktober – 1 april) opgelegd (zie figuur 3.2). Voor lang niet alle watergangen zijn de peilen berekend m.b.v. SOBEK (vergelijk de bovenste en onderste kaart in figuur 3.2).

Om de zomer- en winterpeilen in die (niet in SOBEK opgenomen) watergangen te kunnen bepalen, is het van belang dat de aansluitingen op het hoofdwatersysteem, alsmede de bodemhoogtes van deze watergangen inzichtelijk zijn.

Met behulp van de berekende peilen, de informatie over de stuwen in het gebied en ingemeten en/of ingeschatte bodemhoogtes zijn de berekende oppervlaktewaterpeilen vertaald naar alle aangetakte waterlopen in het gebied. Hierbij is het berekende peil en het bemalen gebied als randvoorwaarde opgelegd aan het grondwatermodel.

Vanuit deze peilen is aan de hand van de stuw- en bodemhoogte-informatie het peil gemodelleerd. De bodemhoogte is bepaald aan de hand van het maaiveld ter plaatse van de watergang. Omdat het AHN hier vaak afwijkingen vertoont als gevolg van opgehoogde kanten of maaiafval zijn eerst de waterlopen uit het maaiveld gesneden (2m bufferzone). Vervolgens is met TIN-interpolatie het maaiveld vlakdekkend ingebracht in de greppelbodem parameter.





Figuur 3.2: Oppervlaktewaterpeilen leggerwatergangen en gefilterde greppels (boven) en verschil tussen winter en zomerpeil uit het regionale SOBEK-model (onder)

3.5 Buisdrainage

Buisdrainage wordt in het grondwatermodel als vlak gemodelleerd met een drainagediepte en een drainageweerstand. Voor de percelen met buisdrainage zijn in het grondwatermodel de volgende parameterwaarden opgenomen.

Tabel 3.2: Modellerings buisdrainage

Parameter	Waarde
Drainagediepte	80 cm – mv
Drainageweerstand	70 dagen

3.6 Grondwateraanvulling

De methodiek van de bepaling van de grondwateraanvulling is ongewijzigd overgenomen uit het Brabantmodel.

3.7 Maaiveld

Lokale depressies in het maaiveld kunnen leiden tot onjuiste berekening van afvoer via maaiveld. Deze depressies zijn met behulp van een filteringstechniek uit het maaiveldhoogtebestand gehaald.

3.8 Definitie GxG en Kwel

De waarden voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand, GHG, gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, GVG en gemiddeld laagste grondwaterstand, GLG (GxG), die gepresenteerd zijn in deze studie, zijn berekend uit de resultaten van het grondwatermodel voor de periode 1997-2005 (hydrologisch gemiddelde periode).

Per jaar is de GxG (GxG_{jaar}) als volgt gedefinieerd en bepaald:

- GHG: 6,25% overschrijdingswaarde;
- GLG: 93,75% overschrijdingswaarde;
- GVG: de grondwaterstand op 1 april.

De resultaten van kwel in deze studie worden gepresenteerd over dezelfde periode als de GVG. De voorjaarskwel is de langjarig gemiddelde kwel op 1 april. De kwel is berekend als de som van de flux richting het topsysteem (vlakparameter) en de totale flux naar de watergangen (rivierparameter).

4 IJKING VAN HET MODEL

4.1 Aanpak

De opzet en ijking van het grondwatermodel bestond uit de volgende stappen:

1. Maken van een uitsnede uit het regionale model (zie hoofdstuk 3).
2. Invoeren van detailinformatie (zie hoofdstuk 3).
3. Stationaire verificatieberekening.
4. Aanpassingen aan de schematisatie.
5. Stationaire ijking met behulp van Monte Carlo technieken.
6. Tijdsafhankelijke validatie en ijking.

Stappen 1 en 2 vormen tezamen de opzet van het grondwatermodel en zijn beschreven in hoofdstuk 3. Stappen 3 t/m 5 vormen de stationaire ijking en zijn beschreven in § 4.2. Stap 6, de tijdsafhankelijke validatie en ijking is gepresenteerd en toegelicht in § 4.3.

4.2 Stationaire ijking

Doel van de stationaire ijking is om structurele afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden en stijghoogten te minimaliseren, met name binnen het zoekgebied van de N69 (aandachtsgebied).

Na het opzetten van het model en het verfijnen van het modelgrid is onder meer de volgende detailinformatie aan het model toegevoegd (zie ook hoofdstuk 3):

- zomer- en winterpeilen op de leggerwatergangen o.b.v. SOBEK berekeningen;
- eigenschappen van de detailontwatering (peil, bodemhoogte, breedte);
- aanpassingen aan het topsysteem (expliciete modellering van greppels, afwatering via gefilterd maaiveld).

Vervolgens is met het opgezette detailmodel een eerste stationaire verificatieberekening uitgevoerd. Op basis van de uitkomsten van deze verificatieberekening is een aantal grootschalige parameteraanpassingen gedaan. Met name de doorlatendheden ter plaatse van de Feldbiss breukzone zijn aangepast. De doorlatendheid van modellaag 9 t/m 16 (vanaf de kleifformatie van Waalre tot onder de Breda klei) is in het model sterk gereduceerd.

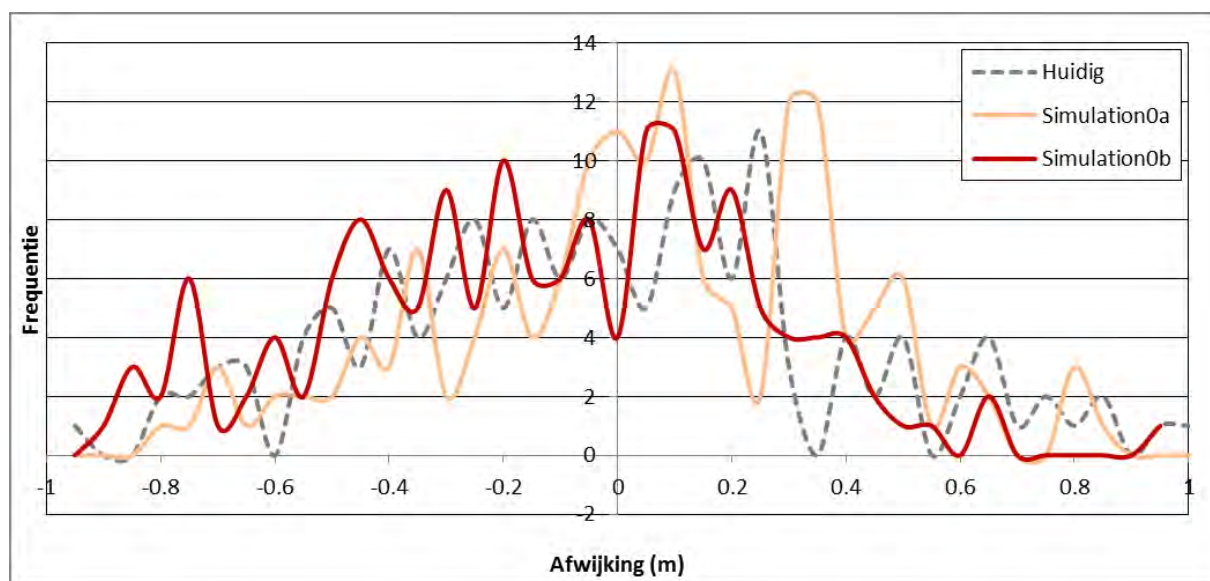
Na deze handmatige aanpassingen is een ijkingsslag uitgevoerd m.b.v. Monte Carlo technieken. Voorafgaand aan de Monte Carlo analyse is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op een groot aantal modelparameters. De meest gevoelige parameters bleken de kD en c -waarden van de volgende pakketten:

1. De weerstandsbiedende kleilagen van de formatie van Peize-Waalre (wak1) en de kiezelooliet formatie (kik1).
2. De zand- tot grof grind afzettingen van de formatie van Sterksel (stz1 en stz2).
3. De kiezelooliet formatie zandpakketten die zich onder de kleilagen van Peize-Waalre en kik1 bevinden (kiz3, kiz4 en kiz5).

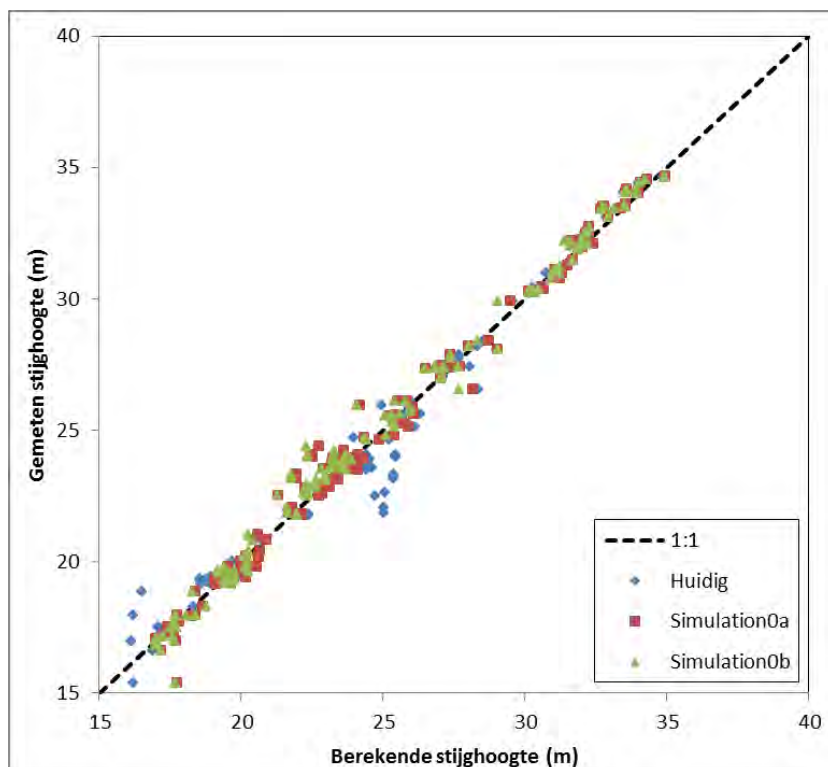
Na deze gevoeligheidsanalyse is voor een selectie van parameters een optimalisatie uitgevoerd. Met behulp van een vooraf gekozen bandbreedte is middels latin hypercube sampling een set ijkingsfactoren samengesteld en zijn de combinaties (ca. 2 x 250 berekeningen) doorgerekend. Hieruit zijn de beste 20 berekeningen geanalyseerd, en zijn voor de drie laagpakketten uit de gevoeligheidsanalyse ijkfactoren bepaald en in het model gebracht.

De resultaten van de stationaire ijking na de handmatige ijkingsslag (simulation0a) en de Monte Carlo analyse (simulation0b) zijn weergegeven in de figuren 4.1 en 4.2.

- In deze figuren is te zien dat er voorafgaand aan de ijking (huidig = regionaal model op het grid van het detailmodel) sprake was van een asymmetrische verdeling van afwijkingen, waarbij er een lichte nadruk is op positieve afwijkingen rond de 15-30 cm (berekende stijghoogten hoger dan gemeten).
- Na de handmatige ijkingsslag (simulation0a) is de verdeling meer gecentraliseerd, maar zien we nog een grote piek in afwijkingen rond 35 cm hoger berekend dan gemeten.
- Na de Monte Carlo analyse (simulation0b) zijn deze afwijkingen sterk verminderd. Wel blijft er een piek rond ca. 5 cm bestaan en zijn de te laag berekende waarden iets talrijker geworden.



Figuur 4.1: Frequentie verdeling van afwijkingen in alle modellagen



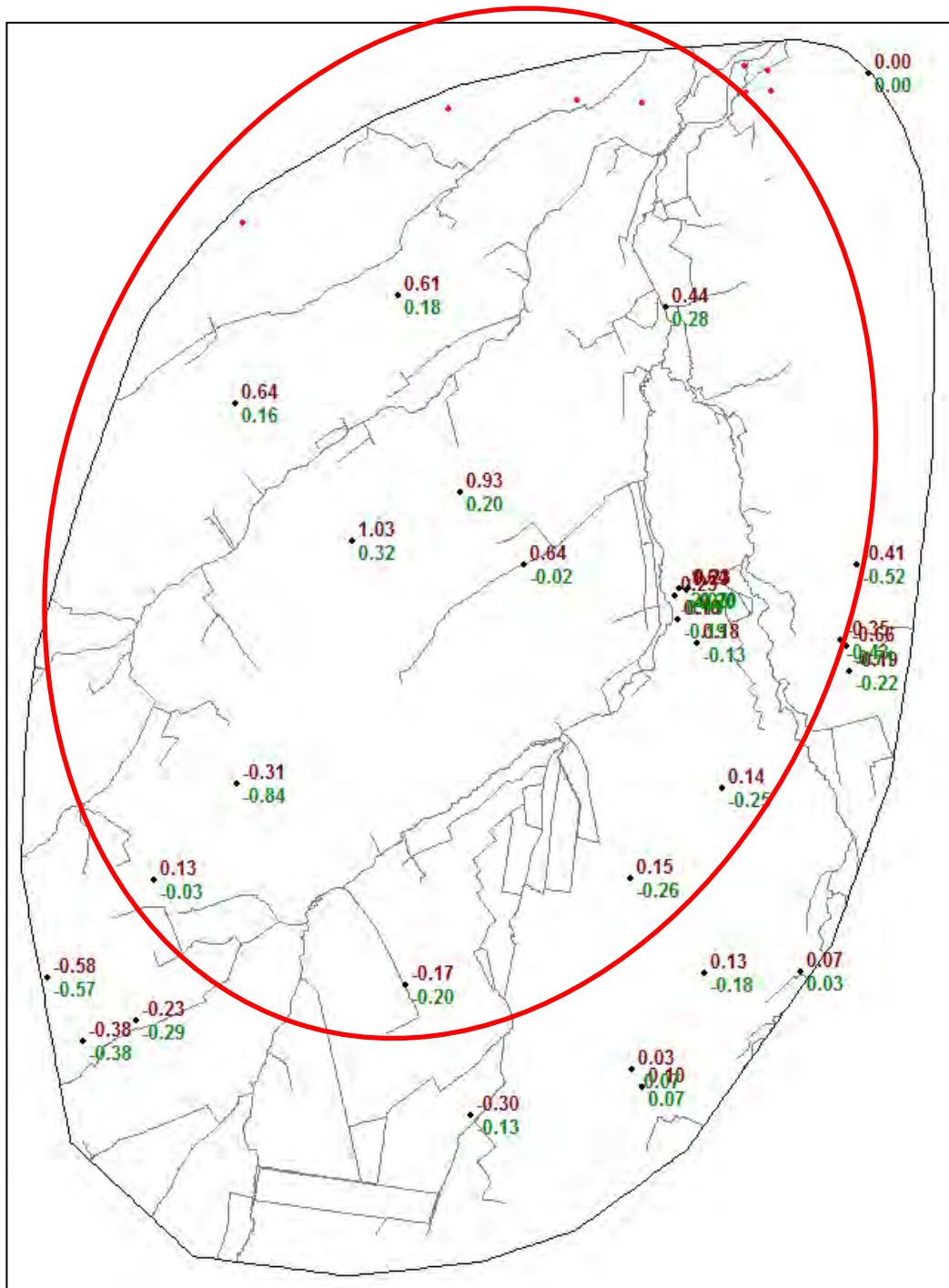
Figuur 4.2: Gemeten versus berekende stijghoogtes van alle modellagen

De meeste metingen bevinden zich in modellagen 3-6 en 13 (zie bijlage 1 voor een overzicht van modellagen).

Tijdens de ijking is gelet op twee aspecten:

1. De gemiddelde (absolute) afwijking dient te worden geminimaliseerd voor het gehele modelgebied.
2. Tegelijkertijd dienen de absolute afwijkingen in de directe omgeving van het aandachtsgebied rondom de N69 zo klein mogelijk te zijn.

Dit leidt soms tot tegenstrijdige ijkingresultaten, waarbij aspect 1 verbetering laat zien (het hele modelgebied), maar de metingen nabij het zoekgebied (aspect 2) juist een verslechtering, of vice versa. De reden voor deze tegenstrijdigheid is dat het model een schematisatie van de werkelijkheid betreft. Dit houdt in dat alle bekende gegevens over de ondergrond worden gemodelleerd. Er zullen echter ook gebieden zijn waar, door gebrek aan meer gedetailleerde gegevens (ondergrond of stijghoogtemeting), deze tegenstrijdigheid niet met ijking alleen kan worden opgelost. Hier zouden aanvullende veldwaarnemingen een mogelijke verbetering kunnen betekenen (buiten de scope van deze studie). Voor de voorliggende studie is daarom gekozen voor een zone waarbinnen we de grondwaterstanden en stijghoogtes zo goed mogelijk absoluut hebben geijkt, zodat de potentiële effecten van de N69 met de grootst mogelijke zekerheid kunnen worden vastgesteld. Deze zone is in weergegeven in figuur 4.3.



Figuur 4.3: Zone waarbinnen meer gewicht is gegeven aan absolute verschillen tussen gemeten en berekende waarden (hier weergegeven: berekend t.o.v. gemeten stijghoogtes modellaag 5. In rood de situatie vóór ijking, in groen na ijking.)

Tabel 4.1 geeft voor het gehele modelgebied de gemiddelde afwijking en de gemiddeld absolute afwijking weer per modellaag, vóór en na de stationaire ijking.

In bijlage 1 zijn nog meer resultaten van de stationaire ijking opgenomen, te weten een kaart met alle beschikbare peilbuizen, een dwarsdoorsnede met alle modellagen en afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden en stijghoogten na de stationaire ijking.

Tabel 4.1: Modelafwijkingen per modellaag vóór en ná stationaire ijking

Modellaag	# metingen	Detailmodel zonder aanpassingen		Gecalibreerd detailmodel.	
		gem afwijking (m)	gem absolute afwijking (m)	gem afwijking (m)	gem absolute afwijking (m)
1	2	-0.77	0.77	0.09	0.09
2	2	-0.62	0.62	0.41	0.41
3	30	-0.21	0.29	0.11	0.35
4	61	0.12	0.32	-0.07	0.27
5	32	0.03	0.36	-0.22	0.30
6	11	-0.01	0.31	-0.14	0.29
7	3	-0.04	0.10	-0.51	0.51
8	5	-0.13	0.15	-0.37	0.38
9	1	-2.37	2.37	-0.56	0.56
10	2	-0.47	1.28	1.02	1.28
11	2	0.12	0.95	0.38	0.38
12	0	-	-	-	-
13	3	0.22	1.16	-1.00	1.00
14	13	1.55	1.90	-1.07	1.07
15	0	-	-	-	-
16	0	-	-	-	-

4.3 Tijdsafhankelijke ijkingresultaten

Het model is tijdsafhankelijk doorgerekend voor de periode van 1997 t/m 2005. Voor een aantal peilbuizen uit modellagen 1 t/m 5 zijn de berekende stijghoogtes vergeleken met gemeten tijdstijghoogtereeksen rondom het aandachtsgebied van de N69. De resultaten van deze tijdsafhankelijke ijking/validatie zijn opgenomen in bijlage 2.

Over het algemeen wordt de dynamiek (het verschil tussen de minimale en maximale stijghoogte, en de seizoensgebonden veranderingen) door het model goed benaderd.

De ondiepe stijghoogten (modellagen 1 en 3) worden in de winterperiode in het algemeen goed benaderd. Gedurende de zomer zakt de stijghoogte in sommige peilbuizen te diep weg (bijvoorbeeld peilbuis B51D0517).

In modellaag 4 treden in sommige meetpunten structureel lagere grondwaterstanden op dan berekend (B51D0005), waarbij de dynamiek wel goed wordt benaderd door het model.

In andere peilbuizen is de overeenkomst in zowel dynamiek als absolute stijghoogte zeer goed (bijv. B57B0022 en B57B0155). Opvallend is dat het eerste jaar in de rekenperiode (1997) door het model structureel meer dynamiek wordt berekend dan metingen laten zien. Dit duidt mogelijk op een te natte beginsituatie in het model. Waarschijnlijk is de inlooperperiode van het model te kort gekozen (alleen het jaar 1996), waardoor de droogteperiode 1995-1996 in het grondwatermodel niet goed tot uitdrukking is gekomen.

5 ACTUEEL GROND- EN OPPERVLAKTEWATERREGIME (AGOR)

5.1 Algemeen

Met het stationair en tijdsafhankelijk geijkte grondwatermodel is de huidige hydrologische situatie doorgerekend, ofwel het Actueel Grond- en Oppervlaktewaterregime (AGOR). De huidige hydrologische situatie is doorgerekend voor de weerjaren 1997 tot en met 2005. Deze periode is meteorologisch gezien representatief voor het langjarig gemiddelde van de laatste 30 jaar.

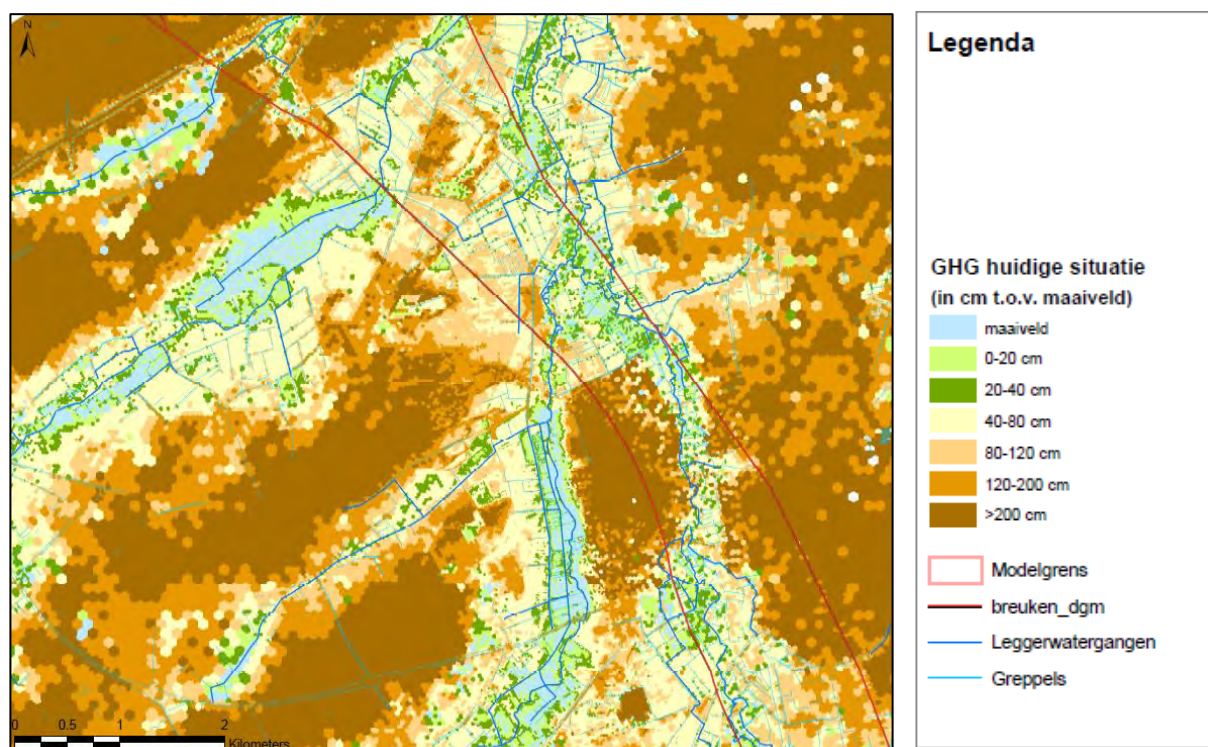
In dit hoofdstuk worden de rekenresultaten voor het AGOR gepresenteerd en toegelicht. In paragraaf 5.2 worden de berekende grondwaterstanden gepresenteerd. Paragraaf 5.3 gaat in op de berekende (voorjaars)kwel.

5.2 Grondwaterstanden

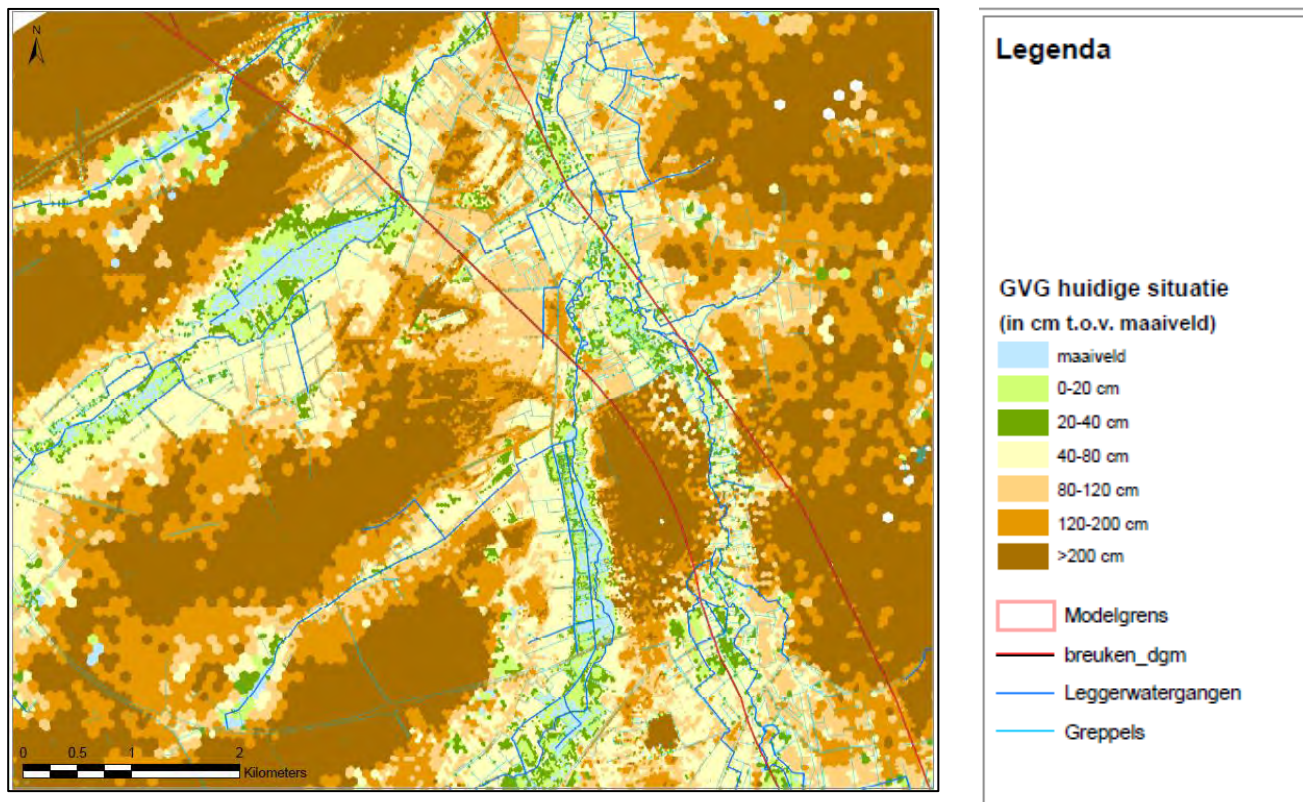
Op basis van de 8-jarige reeks berekende grondwaterstanden (weerjaren 1997 t/m 2005) zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bepaald. Deze zijn als volgt gedefinieerd en bepaald:

- GHG: 6,25% overschrijdingswaarde per jaar en vervolgens gemiddeld over 8 jaar;
- GLG: 93,75% overschrijdingswaarde per jaar en vervolgens gemiddeld over 8 jaar;
- GVG: de gemiddelde grondwaterstand op 1 april.

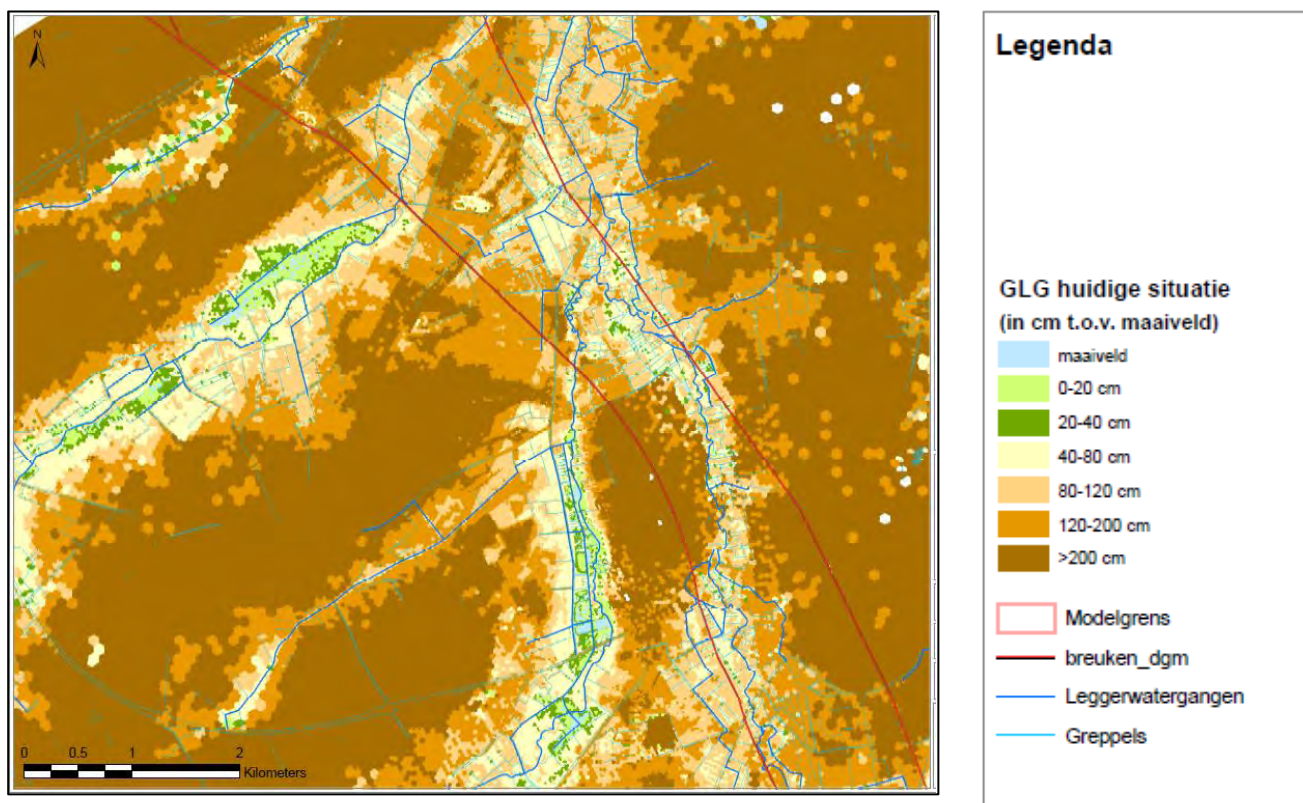
De berekende GHG, GVG en GLG voor de huidige situatie zijn weergegeven in kaarten 1 tot en met 3 van bijlage 3 en in de onderstaande figuren 5.1 t/m 5.3.



Figuur 5.1: Berekende GHG huidige situatie



Figuur 5.2: Berekende GVG huidige situatie



Figuur 5.3: Berekende GLG huidige situatie

In de beekdalen (van de Keersop, de Run en de Dommel) ligt de GHG veelal tussen 40 cm beneden maaiveld en maaiveld. Met name in het dal van de Keersop en delen van het dal van de Run wordt over een grote aaneengesloten oppervlakte een GHG aan maaiveld berekend. Buiten de beekdalen ligt de GHG in het algemeen dieper dan 40 cm beneden maaiveld, op de hoogste zandruggen zelfs dieper dan 2 meter onder maaiveld.

De GVG varieert van “aan maaiveld” in delen van het dal van de Keersop en de Run tot meer dan 2 meter onder maaiveld in de hoogste delen van het modelgebied.

De GLG ligt in de beekdalen veelal tussen 0 en 120 cm beneden maaiveld. In de natste delen van het dal van de Keersop wordt een GLG aan of net onder maaiveld berekend. Buiten de beekdalen ligt de GLG in het algemeen dieper dan 120 cm beneden maaiveld en over grote oppervlakten zelfs meer dan 2 m beneden maaiveld.

5.3 Kwel en wegzijging

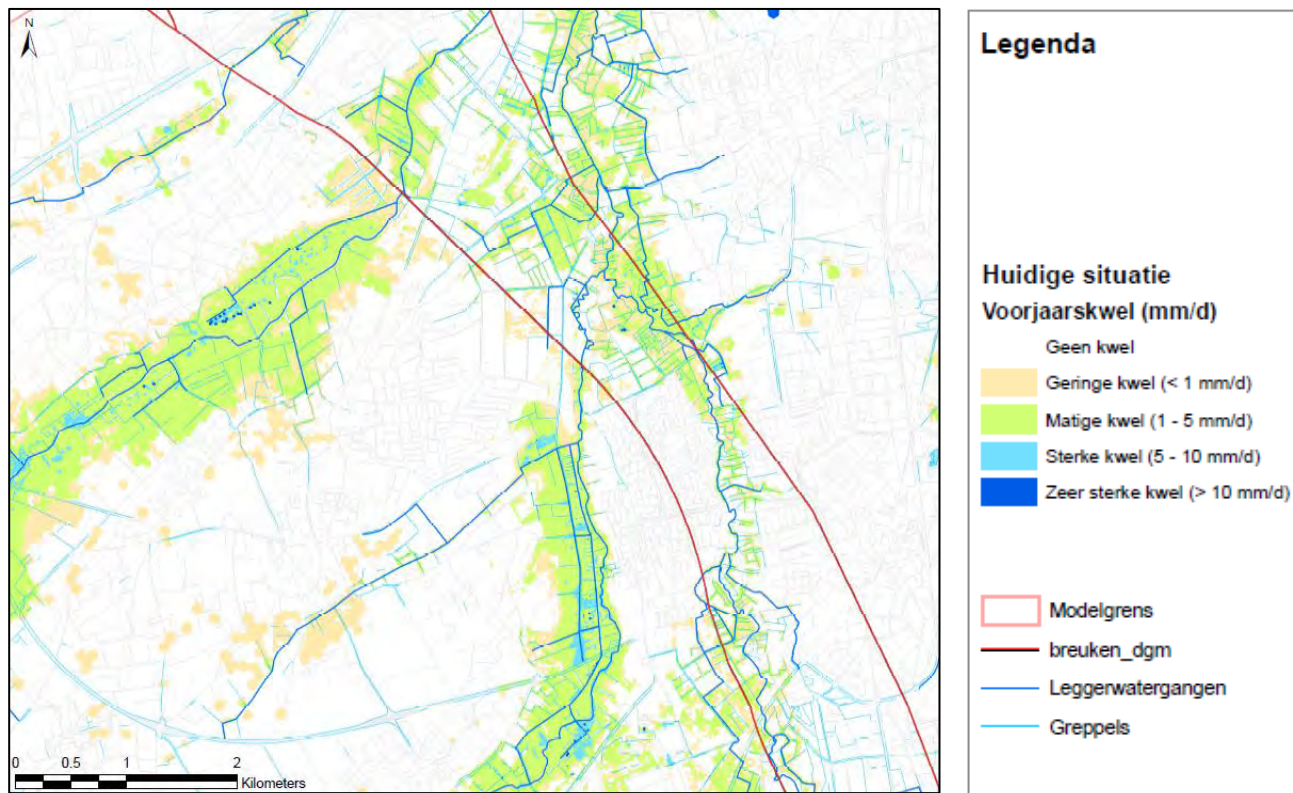
De resultaten van kwel in deze studie worden gepresenteerd voor dezelfde periode als de GVG. De voorjaarskwel is de langjarig gemiddelde kwel op 1 april. De kwel is berekend als de totale flux vanuit het eerste watervoerende pakket naar het freatische pakket. Modelmatig wordt de kwelflux berekend als de som van alle berekende fluxen naar de in het model geschematiseerde watergangen, greppels en drainagesystemen. Niet alle berekende en gepresenteerde kwel is ecologisch relevant. Alleen bij hoge grondwaterstanden en ondiepe watergangen en greppels zorgt kwel voor buffering van het bodemvocht in de wortelzone. Bij diepere grondwaterstanden en/of diepere watergangen en drainagesystemen wordt de kwel dieper afgevangen en wordt de waterkwaliteit in de wortelzone uitsluitend beïnvloed door neerslag.

De berekende voorjaarskwel voor de huidige situatie is weergegeven in kaart 4 van bijlage 3 en in de onderstaande figuur 5.4.

In de beekdalen van de Keersop en de Run wordt vrijwel vlakdekkend matige kwel (1 tot 5 mm/d en lokaal sterke kwel (5 tot 10 mm/d) berekend. De kwalificaties matig en sterk zijn enigszins arbitrair. Om een indruk te krijgen van de impact van de kwel op de waterbalans is het goed om een vergelijking te maken met de grondwateraanvulling uit neerslag. Deze bedraagt gemiddeld 1 mm/d. In geval van sterke kwel (5 tot 10 mm/d) is de kwel (flux vanuit het diepe grondwater) dus 5 tot 10 keer hoger dan de netto neerslag.

Opvallend is dat in het dal van de Dommel slechts lokaal geringe tot matige kwel wordt berekend. De Dommel is dieper ingesneden dan de Keersop en de Run, waardoor het grootste deel van de kwel direct wordt afgevangen door de beek zelf.

Buiten de beekdalen wordt in het algemeen geen kwel berekend. Slechts lokaal in de lagere delen wordt geringe kwel berekend (minder dan 1 mm/d).



Figuur 5.4: Berekende voorjaarskwel huidige situatie

6 OPTIMALISATIEVARIANTEN

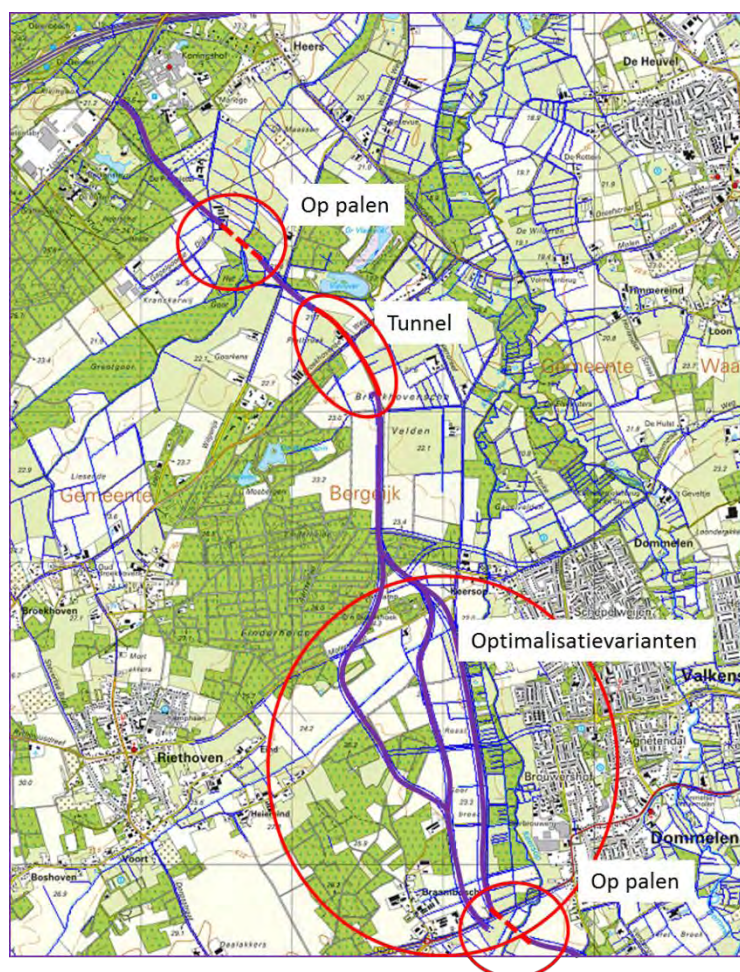
6.1 Algemeen

Met het geijkte grondwatermodel zijn de grondwatereffecten berekend van een vijftal onderzochte optimalisatievarianten voor het tracé van de N69.

Paragraaf 6.2 bevat een beschrijving van de optimalisatievarianten. Tevens is aangegeven hoe de optimalisatievarianten zijn geschematiseerd in het grondwatermodel. In paragraaf 6.3 worden de grondwatereffecten van de optimalisatievarianten gepresenteerd en toegelicht. Niet alleen wordt gefocust op de effecten ten opzichte van de huidige situatie (AGOR, zie hoofdstuk 5), er wordt ook een doorkijk gemaakt naar effecten ten opzichte van een referentiesituatie, waarin de natte natuurparels hydrologisch zijn hersteld.

6.2 Beschrijving optimalisatievarianten

Figuur 6.1 geeft het totale tracé weer van de N69 westparallel. Ter plaatse van de kruisingen van het tracé met de beekdalen van de Run en de Dommel is een weg op palen gepland.

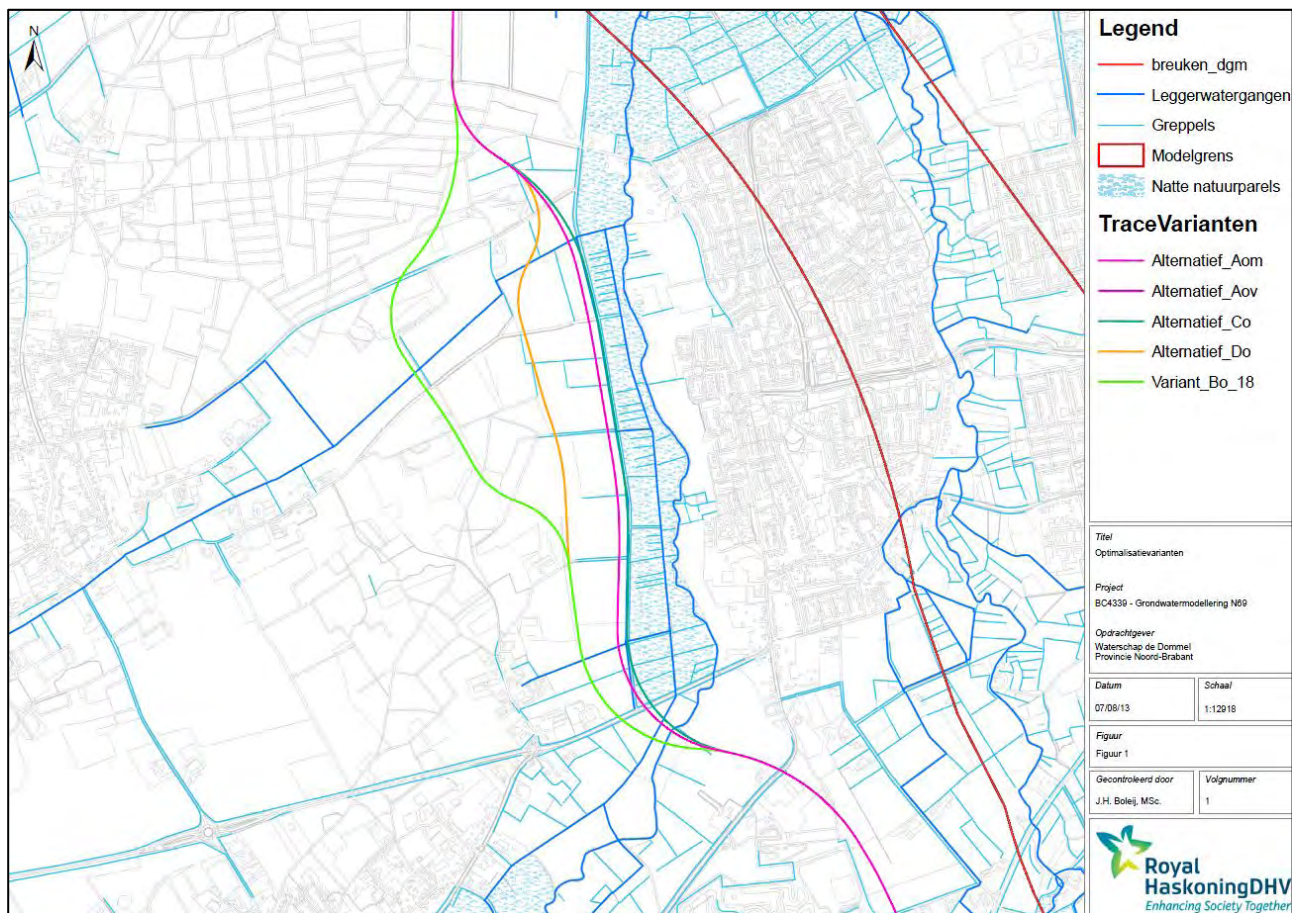


Figuur 6.1: Overzicht tracévarianten N69 westparallel

Ter plaatse van de kruising van het tracé met de Broekhovenseweg is een dichte tunnelbak gepland. Voor het tracé langs de Keersop zijn onder regie van de provincie Noord-Brabant vijf optimalisatievarianten uitgewerkt voor het tracé van de N69, die vervolgens bestuurlijk zijn vastgesteld. Het betreft de volgende vijf optimalisatievarianten:

1. Ao-maaiveld (Aom).
2. Ao-verdiept (Aov).
3. Co.
4. Do.
5. DBo.

Figuur 6.2 geeft een overzicht van de optimalisatievarianten. De varianten Aom en Aov volgen hetzelfde traject. Een deel van variant Do en Bo overlapt. Variant Co ligt iets oostelijker dan de varianten Aom en Aov. De optimalisatievarianten zijn alleen onderscheidend voor het in figuur 6.2 weergegeven deeltracé langs de Keersop. Ten noorden en ten zuiden van dit deeltracé komen de varianten met elkaar overeen (zie ook figuur 6.1).

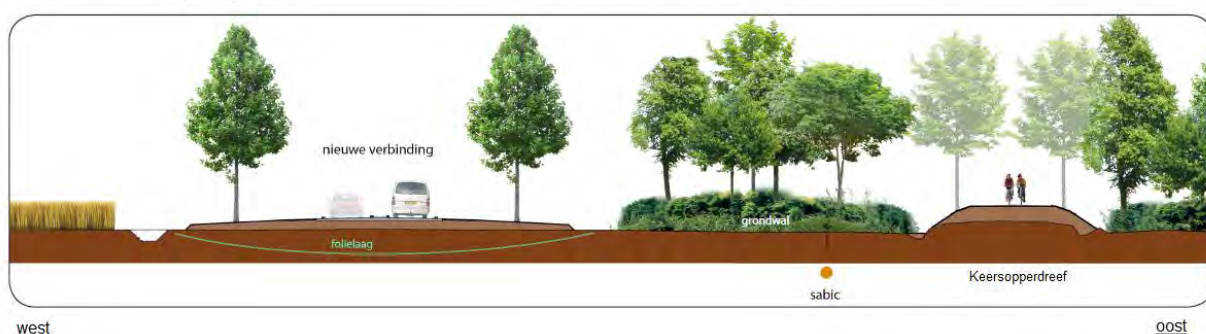


Figuur 6.2: Overzicht optimalisatievarianten N69

Hieronder worden de vijf onderzochte optimalisatievarianten nader toegelicht.

1. Variant Aom (Ao-maaiveld)

In deze variant wordt de weg op maaiveld aangelegd op circa 10 meter ten westen van de bestaande Keersopperdreef. In deze variant wordt gebruik gemaakt van een foliebak-constructie als weergegeven in figuur 6.3. De Keersopperdreef blijft als parallelweg gehandhaafd, maar wordt in de nieuwe situatie verhoogd aangelegd. De bestaande berm sloten verdwijnen. Aan weerszijden van de nieuwe Keersopperdreef komen greppels te liggen voor de afvoer van neerslagwater. Het bodemniveau van deze greppels ligt op of boven het huidige maaiveld.



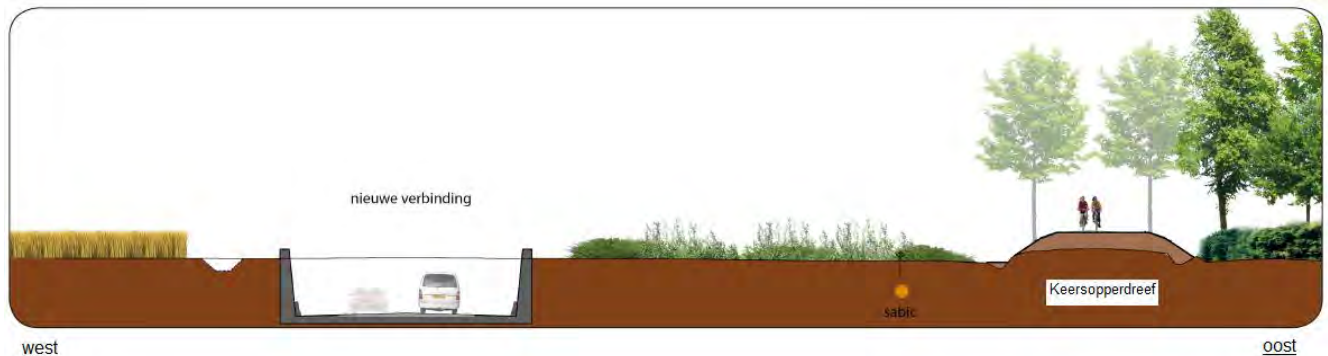
Figuur 6.3: Dwarsdoorsnede variant Aom (Ao-maaiveld) met folieconstructie en verhoogde ligging Keersopperdreef

De folielaag onder de weg zorgt ervoor dat de weg hydrologisch gescheiden wordt van de rest van het topsysteem. Infiltrerend wegwater wordt afgevangen, afgevoerd naar een zuiveringslocatie en vervolgens naar een herinfiltratielocatie geleid. De herinfiltratielocatie is niet gemodelleerd. Ter plaatse van de foliebak-constructie is de grondwateraanvulling gelijkgesteld aan nul. Verder is in het model de horizontale doorlatendheid van de eerste modellaag verminderd (de folie zorgt voor afsluiting van de eerste modellaag).

De bestaande berm sloten aan de westzijde van de Keersopperdreef heeft een belangrijke drainerende functie voor het landbouwgebied ten westen van de Keersopperdreef. Om de drainagetoestand van de landbouwgronden ten westen van het tracé van de N69 niet te verslechteren, is in het grondwatermodel uitgegaan van een nieuwe watergang ten westen van het tracé van de N69.

2. Variant Aov

In deze variant wordt de weg aangelegd op circa 10 meter ten westen van de bestaande Keersopperdreef. De weg wordt half verdiept aangelegd met gebruik van een U-bak constructie als weergegeven in figuur 6.4.



Figuur 6.4: Dwarsdoorsnede variant Aov (Ao-verdiept). Half verdiepte ligging door middel van een U-bak constructie

De Keersopperdreef blijft als parallelweg gehandhaafd, maar wordt in de nieuwe situatie verhoogd aangelegd. De bestaande bermsloten verdwijnen. Aan weerszijden van de nieuwe Keersopperdreef komen greppels te liggen voor de afvoer van neerslagwater. Het bodemniveau van deze greppels ligt op of boven het huidige maaiveld.

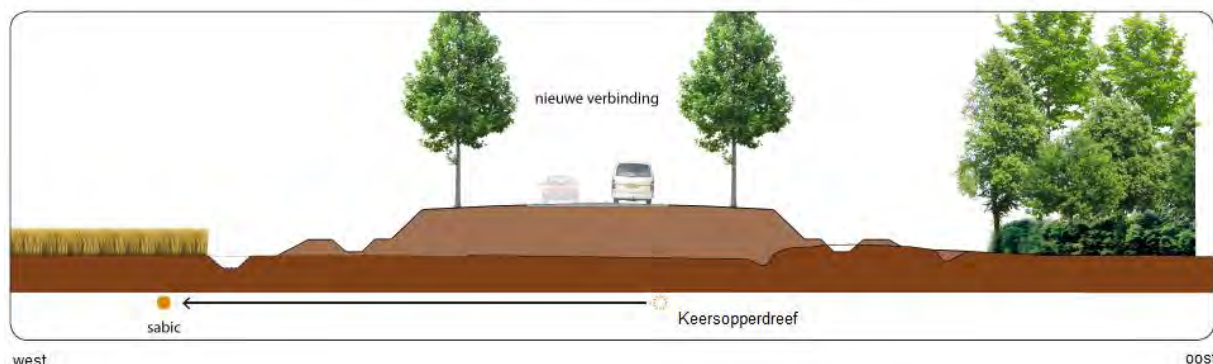
De tunnelbak zorgt ervoor dat de weg hydrologisch gescheiden wordt van de rest van het topsysteem. Infiltrerend wegwater wordt afgevangen, afgevoerd naar een zuiveringslocatie en vervolgens naar een herinfiltratielocatie geleid. De herinfiltratielocatie is niet gemodelleerd. Ter plaatse van de tunnelbak is de grondwateraanvulling gelijkgesteld aan nul. Verder is in het model de horizontale doorlatendheid van de eerste modellaag verminderd (de tunnelbak zorgt voor afsluiting van de eerste modellaag).

De bestaande bermsloot aan de westzijde van de Keersopperdreef heeft een belangrijke drainerende functie voor het landbouwgebied ten westen van de Keersopperdreef. Om de drainagetoestand van de landbouwgronden ten westen van het tracé van de N69 niet te verslechteren, is in het grondwatermodel uitgegaan van een nieuwe watergang ten westen van het tracé van de N69.

3. Variant Co

In deze variant wordt de N69 gerealiseerd ter plaatse van het bestaande tracé van de Keersopperdreef. De extra breedte ten opzichte van de bestaande Keersopperdreef wordt gevonden in het agrarische gebied ten westen van de Keersopperdreef; de oppervlakte van de bestaande natte natuurparel Keersopperbeemden blijft dus gehandhaafd.

In deze variant wordt de N69 verhoogd aangelegd, zoals weergegeven in de onderstaande figuur 6.5. De bestaande bermsloten verdwijnen. Aan weerszijden van de nieuwe Keersopperdreef komen greppels te liggen voor de afvoer van neerslagwater. Het bodemniveau van deze greppels ligt op of boven het huidige maaiveld.



Figuur 6.5: Dwarsdoorsnede variant Co, verhoogde ligging ter plaatse van bestaande tracé Keersopperdreef

De bestaande berm-sloot aan de westzijde van de Keersopperdreef heeft een belangrijke drainerende functie voor het landbouwgebied ten westen van de Keersopperdreef. Om de drainagetoestand van de landbouwgronden ten westen van het tracé van de N69 niet te verslechteren, is in het grondwatermodel uitgegaan van een nieuwe watergang ten westen van het tracé van de N69.

4. Variant Do

In deze variant wordt de N69 op circa 200 meter ten westen van de Keersopperdreef aangelegd op het niveau van het huidige maaiveld met een standaardwegprofiel met berm-sloten aan weerszijden met een diepte van 1 meter beneden maaiveld, zie figuur 6.6.



Figuur 6.6: Dwarsdoorsnede varianten Do en DBo, standaard wegprofiel met berm-sloten van 1 m - maaiveld

5. Variant DBo

In deze variant wordt de N69 op enkele honderden meters ten westen van de Keersopperdreef aangelegd met een standaardwegprofiel met berm-sloten aan weerszijden met een diepte van 1 meter beneden maaiveld, zie figuur 6.6. Het zuidelijk deel van het tracé, ter hoogte van Braambosch, wordt aangelegd in een halfverdiepte tunnelbak. Ter plaatse van de tunnelbak wordt de weg hydrologisch gescheiden van de rest van het topsysteem. Infiltrerend wegwater wordt afgevangen, afgevoerd naar een zuiveringslocatie en vervolgens naar een herinfiltratielocatie geleid. De herinfiltratielocatie is niet gemodelleerd. Ter plaatse van de tunnelbak is de grondwateraanvulling gelijkgesteld aan nul.

Verder is in het model de horizontale doorlatendheid van de eerste modellaag verminderd (de tunnelbak zorgt voor afsluiting van de eerste modellaag).

6.3 Effecten op het grondwater

Met het geijkte grondwatermodel zijn de 5 optimalisatievarianten tijdsafhankelijk doorgerekend, uitgaande van de weerjaren 1997 tot en met 2005. Op basis van de 8-jarige reeks aan modeluitkomsten zijn per optimalisatievariant de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bepaald, alsmede de voorjaarskwel. Hiervoor is dezelfde aanpak gevolgd als voor de huidige situatie (zie hoofdstuk 5).

Hieronder volgt een toelichting op de grondwatereffecten voor de 5 optimalisatievarianten en een resumé van de effectberekeningen. Aan het eind wordt tevens een doorkijk gemaakt naar effecten ten opzichte van een referentiesituatie, waarin de natte natuurplek hydrologisch zijn hersteld.

Grondwatereffecten variant Aom (Ao-maaiveld)

Kaarten 1a, 2a, 3a en 4a in bijlage 4 geven voor het gehele tracé van de N69 westparallel de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer. De geplande tunnel onder de Broekhovenseweg zorgt voor enige opstuwing van het grondwater, dat hier van zuidwest naar noordoost stroomt. Zuidwestelijk van de geplande tunnelbak zijn verhogingen van de GHG, GVG en GLG te verwachten van 5 tot ruim 20 cm. Noordoostelijk van de tunnelbak worden verlagingen van de GHG, GVG en GLG berekend van 5 tot maximaal 20 cm.

Op een aantal plaatsen langs het tracé van de N69 worden in een smalle strook beperkte veranderingen in de GHG, GVG en GLG berekend van maximaal +/- 10 cm. Deze zijn het gevolg van veranderingen in de grondwateraanvulling. In het grondwatermodel is aangenomen dat de bermstroken een grasvegetatie krijgen. Daar waar het tracé door bouwland of bos gaat, verandert de grondwateraanvulling ter plaatse van de bermstrook en zijn beperkte grondwaterstandsveranderingen te verwachten.

Deze effecten buiten het deeltracé langs de Keersop zijn identiek voor alle optimalisatievarianten en worden hieronder niet opnieuw besproken.

Kaarten 1 tot en met 4 in bijlage 4 geven de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer in het deeltracé langs de Keersop. Ten oosten van het tracé van de N69 worden stijgingen van de GHG, GVG en GLG verwacht van 5 tot maximaal 40 cm. Deze stijgingen, die ook doorwerken tot in de natte natuurplek Keersopperbeemden, zijn het gevolg van het dempen van de bermsloten aan weerszijden van de Keersopperdreef. Het dempen van de bermsloten resulteert hier ook in een afname van de kwel en lokale toenames van kwel binnen de natte natuurplek Keersopperbeemden. Kwel die in de huidige situatie wordt afgevangen door de bermsloten, wordt nu meer verspreid over het aanliggende natuurgebied.

Ten westen van het tracé van de N69 is uitgegaan van een nieuwe watergang. Deze resulteert lokaal in enige verlaging van de GHG, GVG en GLG in het landbouwgebied ten westen van de N69.

De gepresenteerde grondwatereffecten zijn hoofdzakelijk het gevolg van het dempen van de bermsloten aan weerszijden van de Keersopperdreef en het aanleggen van een nieuwe watergang ten westen van de N69. De effecten van alleen het foliescherm zijn gekwantificeerd in een separate verkennende berekening en bleken verwaarloosbaar.

Grondwatereffecten variant Aov (Ao-halfverdiept)

Kaarten 5 tot en met 8 in bijlage 4 geven voor deze variant de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer in het deeltracé langs de Keersop. De effecten komen vrijwel overeen met die van de variant Aom. Ten oosten van het tracé van de N69 worden stijgingen van de GHG, GVG en GLG verwacht van 5 tot 40 cm.

Deze stijgingen, die ook doorwerken tot in de natte natuurparel Keersopperbeemden, zijn het gevolg van het dempen van de bermsloten aan weerszijden van de Keersopperdreef. Het dempen van de bermsloten resulteert hier ook in een afname van de kwel en lokale toenames van kwel binnen de natte natuurparel Keersopperbeemden. Kwel die in de huidige situatie wordt afgevangen door de bermsloten, wordt nu meer verspreid over het aanliggende natuurgebied.

Ten westen van het tracé van de N69 is uitgegaan van een nieuwe watergang. Deze resulteert lokaal in enige verlaging van de GHG, GVG en GLG in het landbouwgebied ten westen van de N69.

De gepresenteerde grondwatereffecten zijn hoofdzakelijk het gevolg van het dempen van de bermsloten aan weerszijden van de Keersopperdreef en het aanleggen van een nieuwe watergang ten westen van de N69. De effecten van alleen de tunnelbak zijn gekwantificeerd in een separate verkennende berekening en bleken verwaarloosbaar. De tunnelbak sluit het watervoerende pakket slechts voor een klein deel (ca. 10 %) af, waardoor het opstuwingseffect verwaarloosbaar is.

Grondwatereffecten variant Co

Kaarten 9 tot en met 12 in bijlage 4 geven voor deze variant de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer in het deeltracé langs de Keersop. Door het dempen van de bestaande bermsloten aan weerszijden van de Keersopperdreef zijn ten oosten van het N69-tracé stijgingen van de GHG, GVG en GLG te verwachten van 5 tot maximaal 30 cm. Deze stijgingen werken enkele tientallen meters door tot in de natte natuurparel Keersopperbeemden.

Het dempen van de bermsloten leidt hier ook tot een afname van kwel en lokale toenames van kwel binnen de natte natuurparel. Kwel die in de huidige situatie wordt afgevangen door de bermsloten, wordt nu meer verspreid over het aanliggende natuurgebied.

Ten westen van het tracé van de N69 is uitgegaan van een nieuwe watergang. In het noordelijk deel van het deeltracé Keersop resulteert deze in enige verlaging van de GHG, GVG en GLG in het landbouwgebied ten westen van de N69.

Grondwatereffecten variant Do

Kaarten 13 tot en met 16 in bijlage 4 geven voor deze variant de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer in het deeltracé langs de Keersop.

Deze tracévariant loopt aanzienlijk hoger door het landschap dan de varianten Aom, Aov en Co. De geplande bermsloten aan weerszijden van de N69 leiden niet of nauwelijks tot een toename van de drainage en hebben dus geen significante grondwatereffecten tot gevolg. Aan weerszijden van het tracé worden lokaal beperkte grondwaterstandsveranderingen en kwelveranderingen berekend, die het gevolg zijn van een verandering in landgebruik in de bermstrook (bos / bouwland naar grasvegetatie).

Grondwatereffecten variant DBo

Kaarten 17 tot en met 20 in bijlage 4 geven voor deze variant de berekende veranderingen in GHG, GVG, GLG en voorjaarskwel weer in het deeltracé langs de Keersop. Deze tracévariant loopt aanzienlijk hoger door het landschap dan de varianten Aom, Aov en Co. De geplande bermsloten aan weerszijden van de N69 leiden niet of nauwelijks tot een toename van de drainage en hebben dus geen significante grondwatereffecten tot gevolg. Evenals de verdiepte ligging in variant Aov heeft ook de verdiepte ligging ter hoogte van Braambosch geen significante opstuwingeffecten tot gevolg.

Aan weerszijden van het tracé worden lokaal beperkte grondwaterstandsveranderingen en kwelveranderingen berekend, die het gevolg zijn van een verandering in landgebruik in de bermstrook (bos / bouwland naar grasvegetatie).

Resumé grondwatereffecten optimalisatievarianten

De berekende grondwatereffecten voor de 5 optimalisatievarianten zijn samengevat in tabel 6.1.

De berekende grondwatereffecten worden voornamelijk veroorzaakt door veranderingen van landgebruik in de bermstroken, het dempen van de bermsloten aan weerszijden van de Keersopperdreef en de geplande tunnelbak onder de Broekhovenseweg. De folieconstructie in variant Aom, de tunnelbak in variant Aov en de tunnelbak bij Braambosch in variant DBo hebben geen significante grondwatereffecten tot gevolg.

Aangezien de optimalisatievariant Co deels is geprojecteerd op het huidige tracé van de Keersopperdreef, is het dempen van de bestaande bermsloten automatisch onderdeel van deze variant en vallen de hydrologische effecten positief uit ten aanzien van de NNP Keersop. Voor de overige optimalisatievarianten kan het dempen van de bestaande bermsloten langs de Keersopperdreef als autonome ontwikkeling worden meegenomen. Afhankelijk hiervan vallen de effecten positief of neutraal uit.

Tabel 6.1: Overzicht grondwatereffecten optimalisatievarianten

Optimalisatievariant	Grondwatereffecten buiten deeltracé Keersop	Grondwatereffecten deeltracé Keersop
Aom (Ao-maaiveld)	- Opstuwingseffect tunnelbak Broekhovenseweg. Verhoging grondwaterstanden ZW van N69 en verlaging grondwaterstanden NO van N69. - Lokale veranderingen grondwaterstanden door omzetting bos/bouwland naar grasvegetatie in bermstroken.	- Verhogingen GXG ten O van N69, doorwerkend tot in NNP Keersopperbeemden, als gevolg van dempen bermsloten Keersopperdreef. - Kwelafname ter plaatse van te dempen bermsloten, lokale toename kwel binnen NNP. - Verlagingsen GXG ten W van N69, als gevolg van nieuwe watergang ten W van N69. - Geen significante grondwatereffecten als gevolg van foliescherm.
Aov (Ao-verdiept)	- Opstuwingseffect tunnelbak Broekhovenseweg. Verhoging grondwaterstanden ZW van N69 en verlaging grondwaterstanden NO van N69. - Lokale veranderingen grondwaterstanden door omzetting bos/bouwland naar grasvegetatie in bermstroken.	- Verhogingen GXG ten O van N69, doorwerkend tot in NNP Keersopperbeemden, als gevolg van dempen bermsloten Keersopperdreef. - Kwelafname ter plaatse van te dempen bermsloten, lokale toename kwel binnen NNP. - Verlagingsen GXG ten W van N69, als gevolg van nieuwe watergang ten W van N69. - Geen significante grondwatereffecten als gevolg van tunnelbak.
Co	- Opstuwingseffect tunnelbak Broekhovenseweg. Verhoging grondwaterstanden ZW van N69 en verlaging grondwaterstanden NO van N69. - Lokale veranderingen grondwaterstanden door omzetting bos/bouwland naar grasvegetatie in bermstroken.	- Verhogingen GXG ten O van N69, doorwerkend tot in NNP Keersopperbeemden, als gevolg van dempen bermsloten Keersopperdreef. - Kwelafname ter plaatse van te dempen bermsloten, lokale toename kwel binnen NNP. - Lokale verlagingen GXG ten W van N69, als gevolg van nieuwe watergang ten W van N69.
Do	- Opstuwingseffect tunnelbak Broekhovenseweg. Verhoging grondwaterstanden ZW van N69 en verlaging grondwaterstanden NO van N69. - Lokale veranderingen grondwaterstanden door omzetting bos/bouwland naar grasvegetatie in bermstroken.	- Geen significante grondwatereffecten door bermsloten aan weerszijden N69. - Lokale veranderingen GXG en kwel door verandering landgebruik in de bermstroken (bos/bouwland naar grasvegetatie).
DBo	- Opstuwingseffect tunnelbak Broekhovenseweg. Verhoging grondwaterstanden ZW van N69 en verlaging grondwaterstanden NO van N69. - Lokale veranderingen grondwaterstanden door omzetting bos/bouwland naar grasvegetatie in bermstroken.	- Geen significante grondwatereffecten door bermsloten aan weerszijden N69. - Lokale veranderingen GXG en kwel door verandering landgebruik in de bermstroken (bos/bouwland naar grasvegetatie). - Geen significante grondwatereffecten door verdiepte ligging Braambosch.

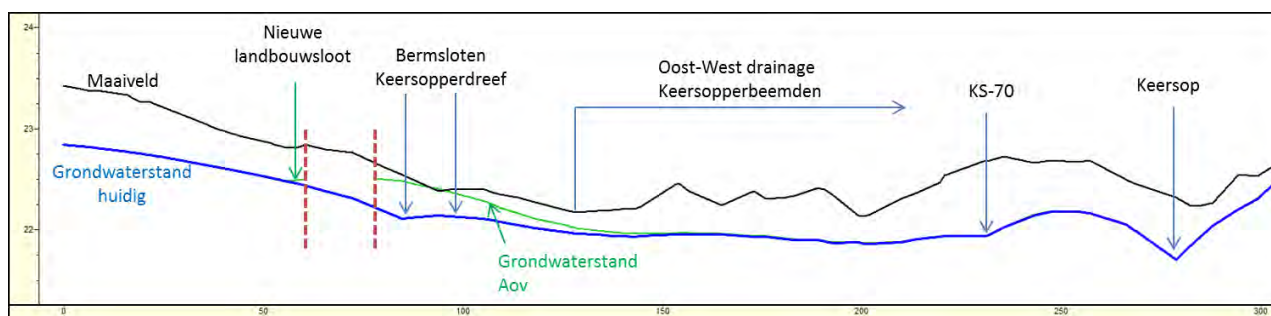
Effecten ten opzichte van referentiesituatie na vernatting NNP Keersopperbeemden

In het voorgaande zijn alleen de effecten gepresenteerd en beschreven ten opzichte van de huidige hydrologische situatie. De komende jaren werken het waterschap en de terreinbeherende organisaties aan een verdere vernatting binnen de natte natuurparel Keersopperbeemden. Aanvullend op de modelberekeningen ten opzichte van de huidige hydrologische situatie (AGOR) is op kwalitatieve wijze bepaald wat de effecten zijn ten opzichte van een referentiesituatie waarbij vernattingsmaatregelen zijn doorgevoerd om de verdroging van de NNP Keersopperbeemden op te heffen.

Het dempen van de berm sloten aan weerszijden van de Keersopperdreef (onderdeel van de optimalisatievarianten Aom, Aov en Co) leidt tot verhogingen van de grondwaterstanden (GHG, GVG en GLG) binnen de natte natuurparel Keersopperbeemden. De overige onderzochte maatregelen (folieconstructie, tunnelbakken, verandering van landgebruik in de bermstroken) hebben binnen de natte natuurparel geen significante grondwatereffecten tot gevolg.

Om de natte natuurparel ten opzichte van de huidige situatie te vernatten zullen bestaande greppels en sloten binnen de natte natuurparel zoveel mogelijk worden gedempt. Een belangrijke maatregel is met name het verondiepen of dempen van de watergang KS70, die nu van zuid naar noord door de natte natuurparel loopt. Waar mogelijk zullen ook de peilen van de Keersop worden verhoogd.

Het verondiepen en/of dempen van de KS70 en andere sloten en greppels binnen de natte natuurparel zorgt ervoor dat de grondwaterstandsverhogingen als gevolg van het dempen van de berm sloten langs de Keersopperdreef verder doorwerken tot in de natte natuurparel. Beide maatregelen hebben dus een versterkend effect. Dit is schematisch weergegeven in figuur 6.7.



Figuur 6.7: Schematische weergave versterkend effect N69 bij vernatting NNP Keersopperbeemden

In de huidige situatie is in grote delen van de natte natuurparel Keersopperbeemden al sprake van zeer ondiepe grondwaterstanden (zie ook hoofdstuk 5 en kaarten in bijlage 3). Bij verdere vernatting zal op steeds meer plaatsen en steeds langduriger het grondwater aan maaiveld komen te staan. Dit heeft een afvlakkend effect op grondwaterstandsstijgingen.

De GXG-kaarten voor de huidige situatie (zie bijlage 3) geven inzicht in de structureel voorkomende grondwaterstanden in de huidige situatie. In piekafvoersituaties en na het realiseren van vernattingsmaatregelen binnen de natte natuurparel Keersopperbeemden zijn lokaal beduidend hogere grondwaterstanden te verwachten.

Van belang is dat in het wegontwerp en aan te leggen constructies rekening wordt gehouden met eventueel hogere toekomstige grondwaterstanden als gevolg van vernattingsmaatregelen binnen de NNP en verhoogde (grond)waterstanden in geval van piekafvoersituaties.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het hydrologisch onderzoek leidt tot de volgende conclusies en aanbevelingen:

- Alle onderzochte optimalisatievarianten zijn hydrologisch neutraal aan te leggen.
- Het onderscheid tussen de optimalisatievarianten voor wat betreft hydrologische effecten wordt voornamelijk veroorzaakt door het dempen van de bermsloten langs de Keersopperdreef.
- Aangezien de optimalisatievariant Co deels is geprojecteerd op het huidige tracé van de Keersopperdreef, is het dempen van de bestaande bermsloten automatisch onderdeel en zijn positieve hydrologische effecten te verwachten voor de natte natuurpleel Keersopperbeemden.
- Voor de overige optimalisatievarianten kan het dempen van de bestaande bermsloten langs de Keersopperdreef als autonome ontwikkeling worden meegenomen. Afhankelijk hiervan vallen de effecten positief of neutraal uit.
- De conclusies ten aanzien van de hydrologische effecten van de optimalisatievarianten zullen in een referentiesituatie (na vernattingsmaatregelen binnen de NNP Keersopperbeemden) niet wijzigen.
- Het verondiepen en/of dempen van de KS70 en andere sloten en greppels binnen de natte natuurpleel zorgt ervoor dat de grondwaterstandsverhogingen als gevolg van het dempen van de bermsloten langs de Keersopperdreef verder doorwerken tot in de natte natuurpleel. Beide maatregelen hebben dus een versterkend effect. Door de (gecombineerde) vernatting zullen de grondwaterstanden binnen de NNP op steeds meer plaatsen en steeds langduriger aan maaiveld komen te staan. Dit heeft een afvlakkend effect op de grondwaterstandsstijgingen.
- Van belang is dat in het wegontwerp rekening wordt gehouden met eventueel hogere grondwaterstanden ten gevolge van autonome ontwikkelingen binnen de NNP en grondwaterstanden bij piekafvoersituaties.

8 LITERATUUR

[1] Kwaliteitsrapportage grondwatermodellen Noord-Brabant en Limburg (2013), Royal HaskoningDHV en Waterschap Aa en Maas namens de stuurgroep DHZ, 9X1077/R0001/905050/DenB

[2] Kwaliteitsrapportage regionaal grondwatermodel Waterschap de Dommel (eind 2013 – begin 2014), dit rapport is op het moment van schrijven nog in voorbereiding.

[3] Achtergrondrapport Grondwatermodellering Keersop (2012) Royal Haskoning en Waterschap de Dommel, 9W8223/R00004/902829/AH/DenB

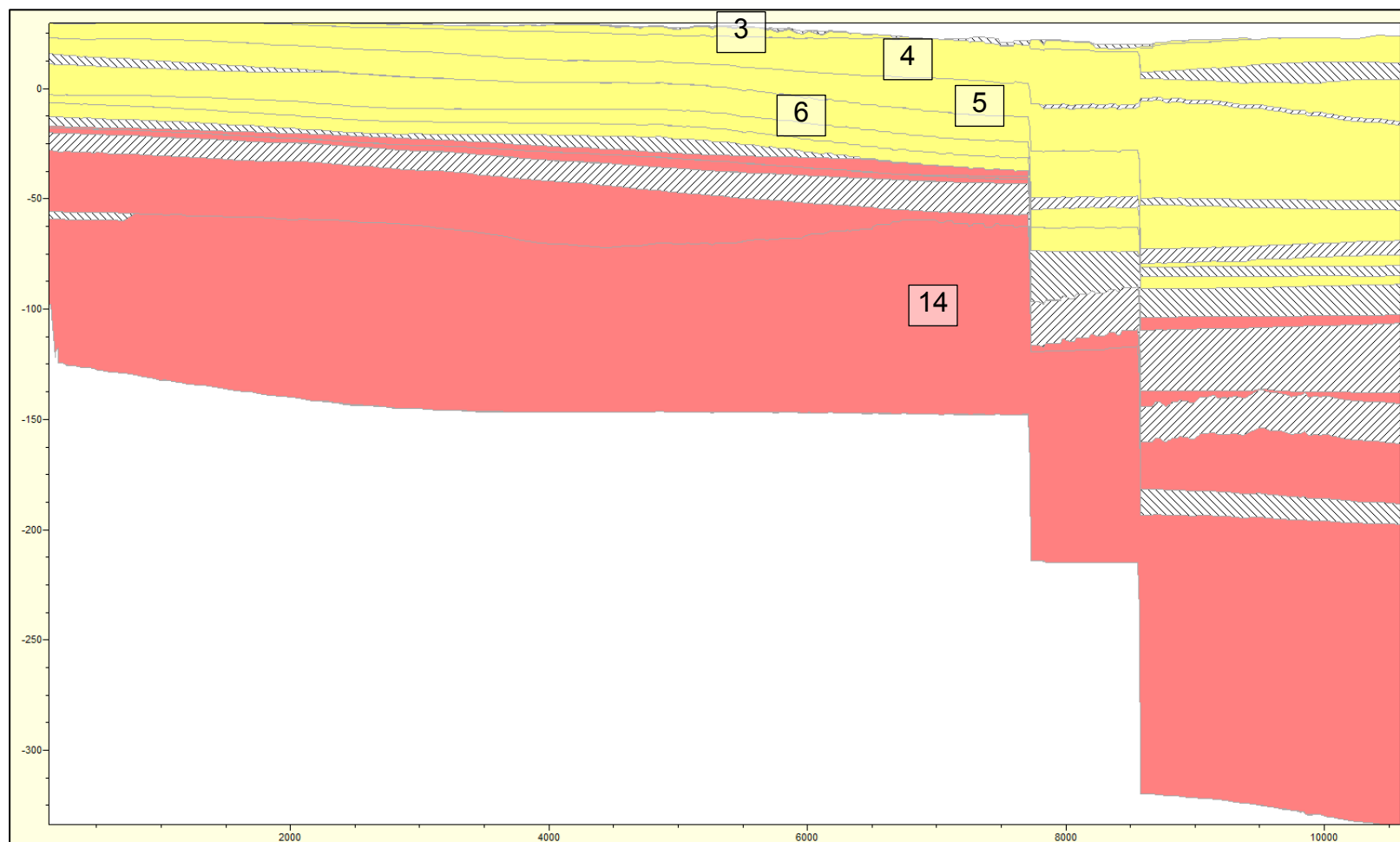
[4] Grondwatermodellering Natte Natuurparel Grootgoor (2011), Witteveen en Bos en Waterschap de Dommel, BLT144/abdm/019

[5] Geologisch onderzoek Westparallel N69 (2013) Deltares en Provincie Noord Brabant.

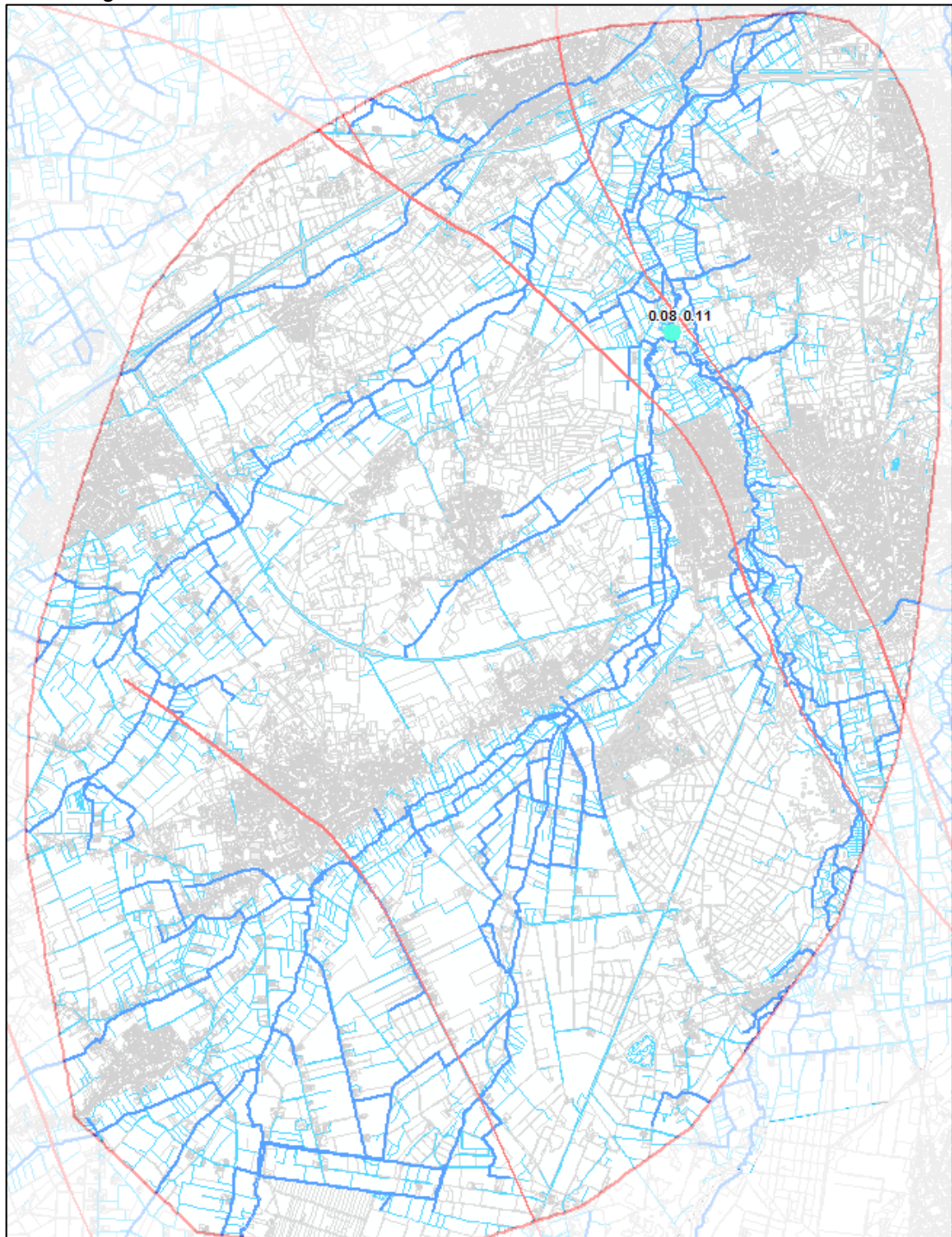
Bijlage 1

Resultaten stationaire ijking

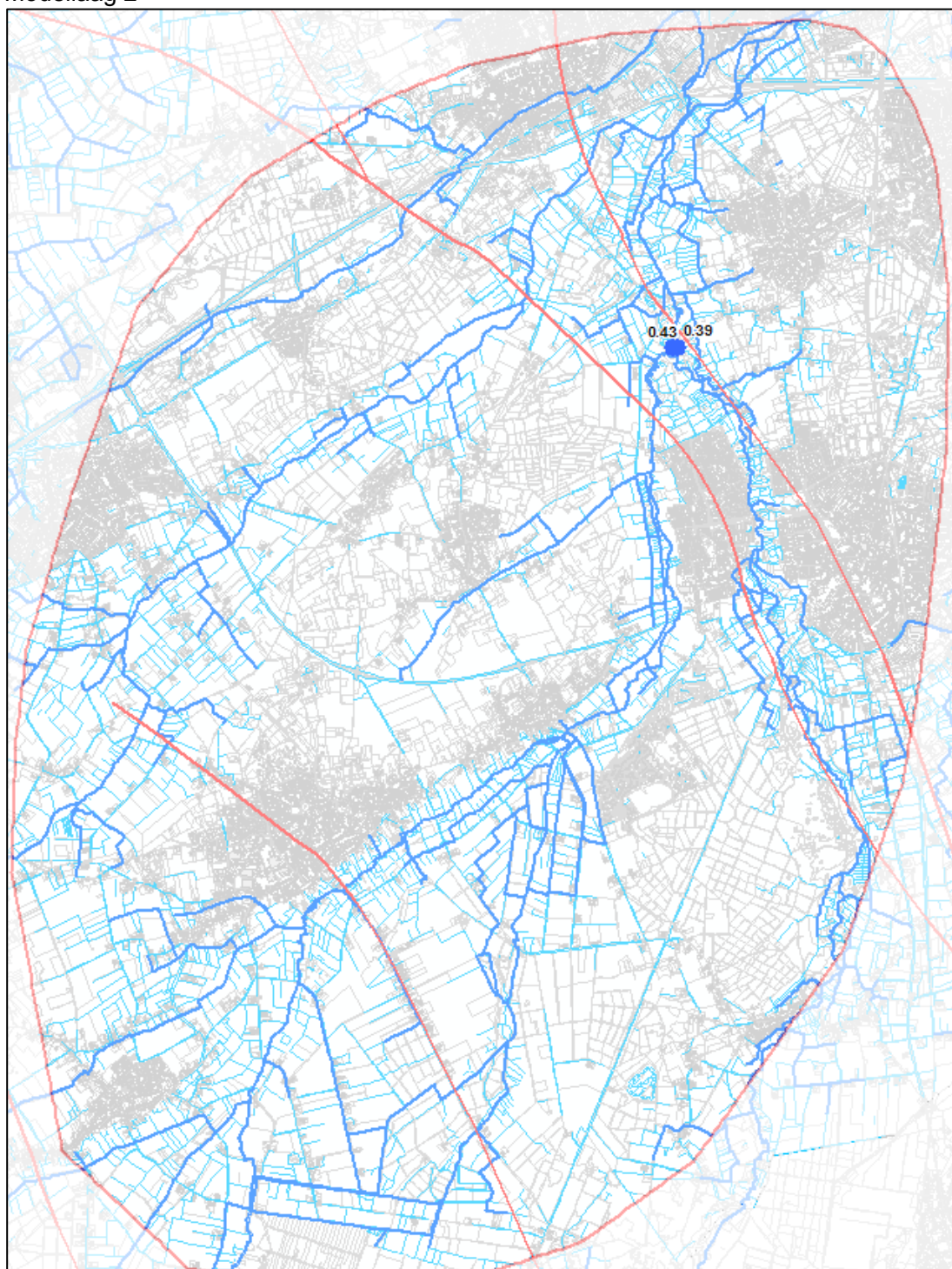
Modellagen. Aquifers zijn weergegeven in geel en rood. De scheidende lagen zijn gearceerd.



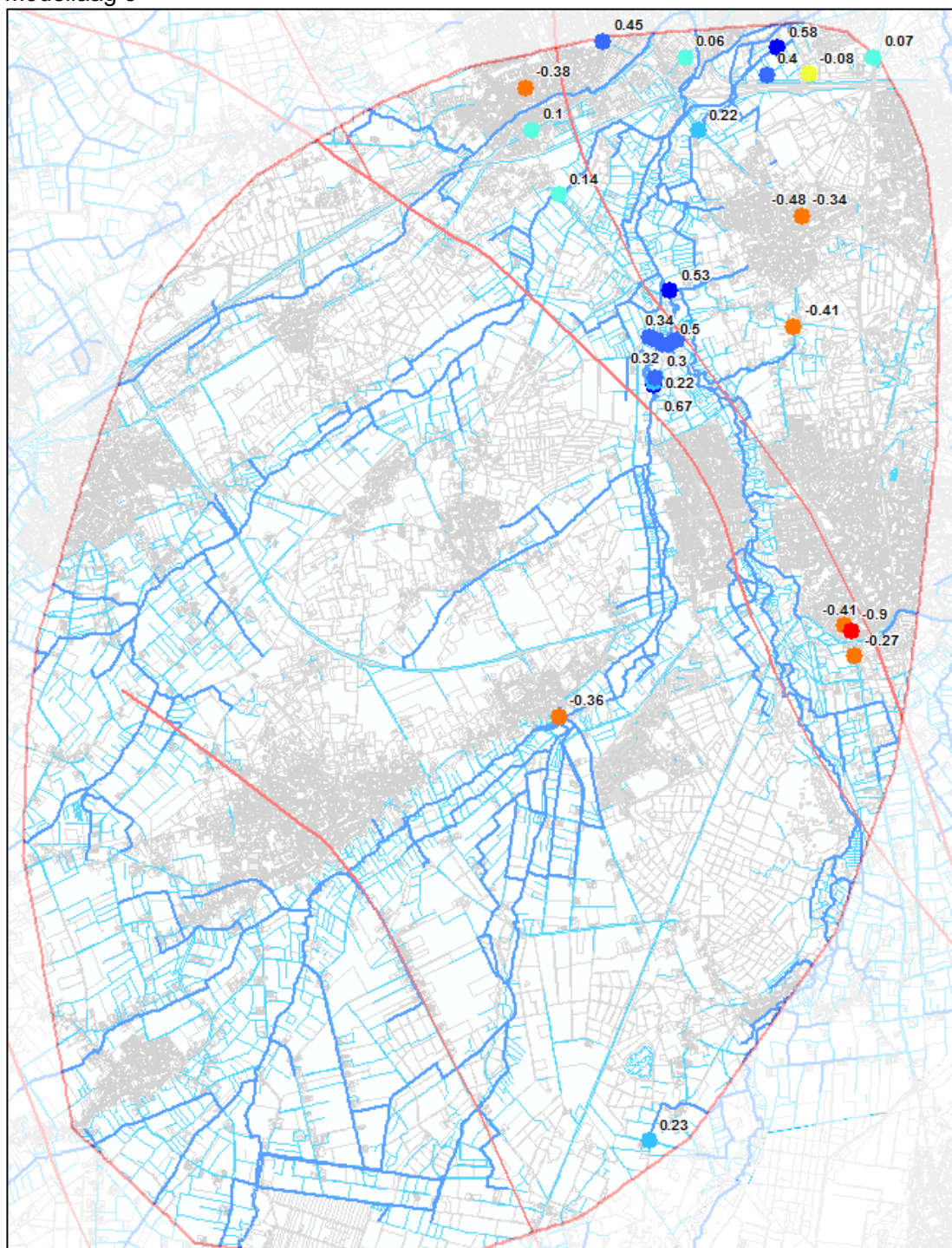
Modellaag 1



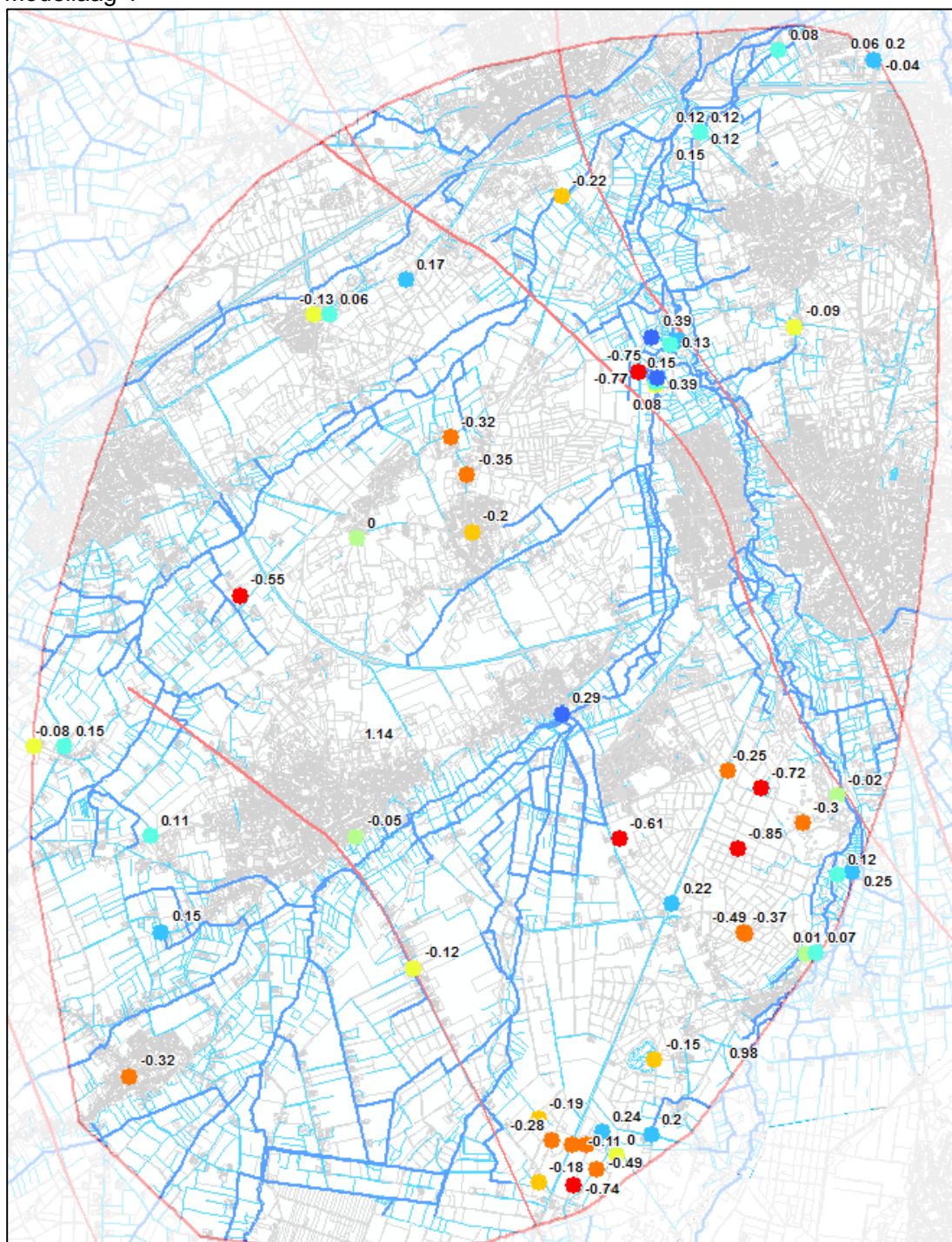
Modellaag 2



Modellaag 3

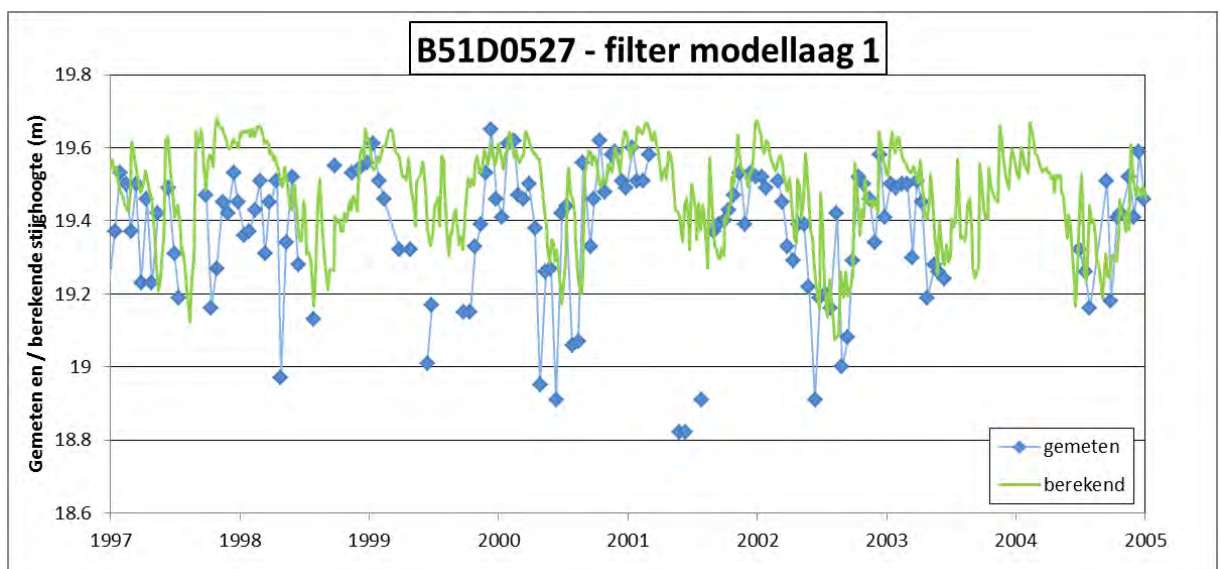
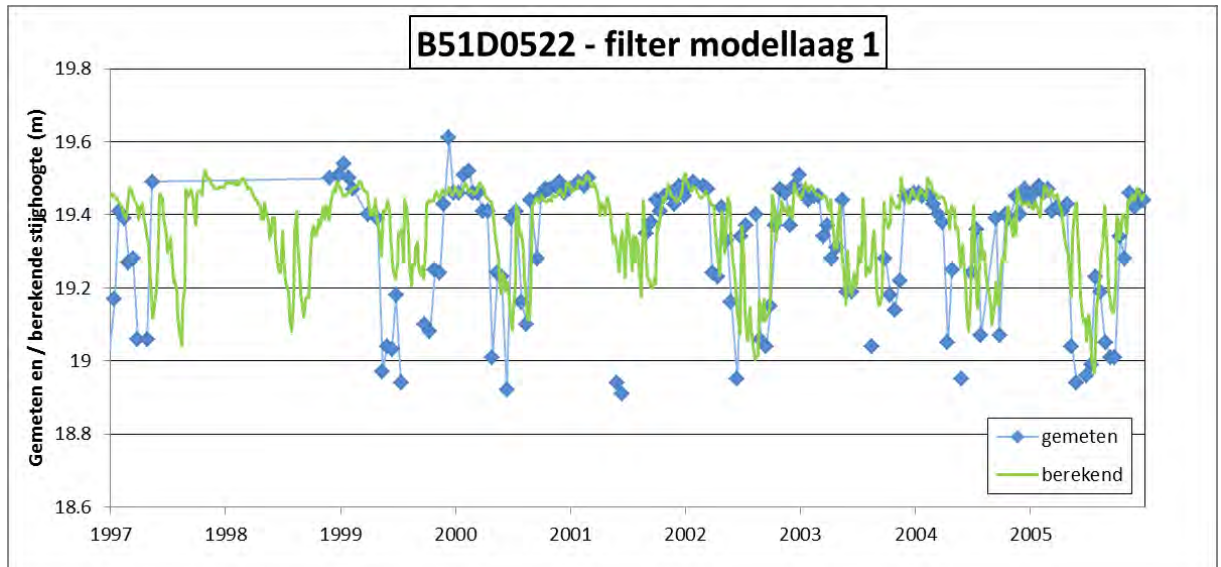


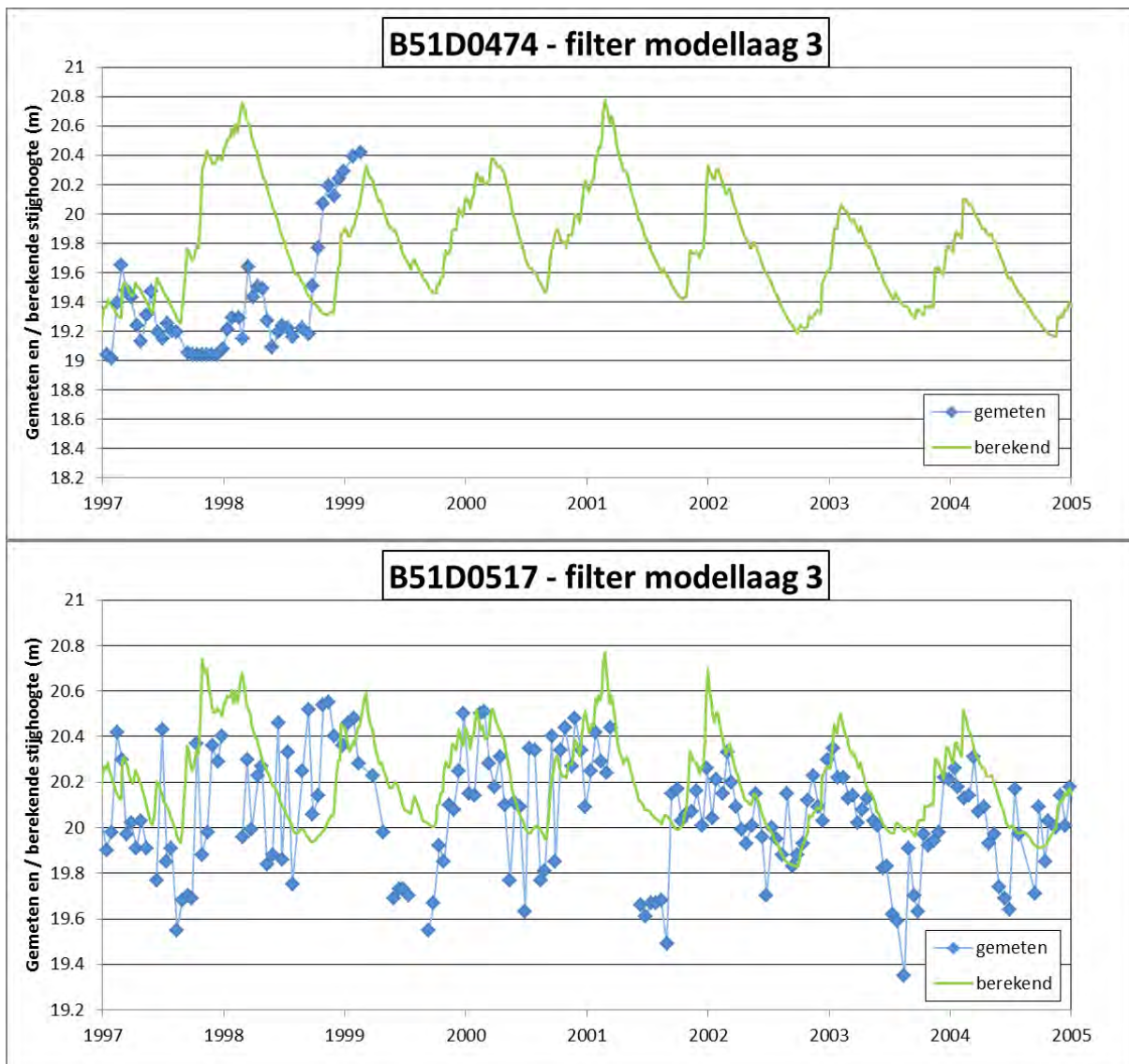
Modellaag 4

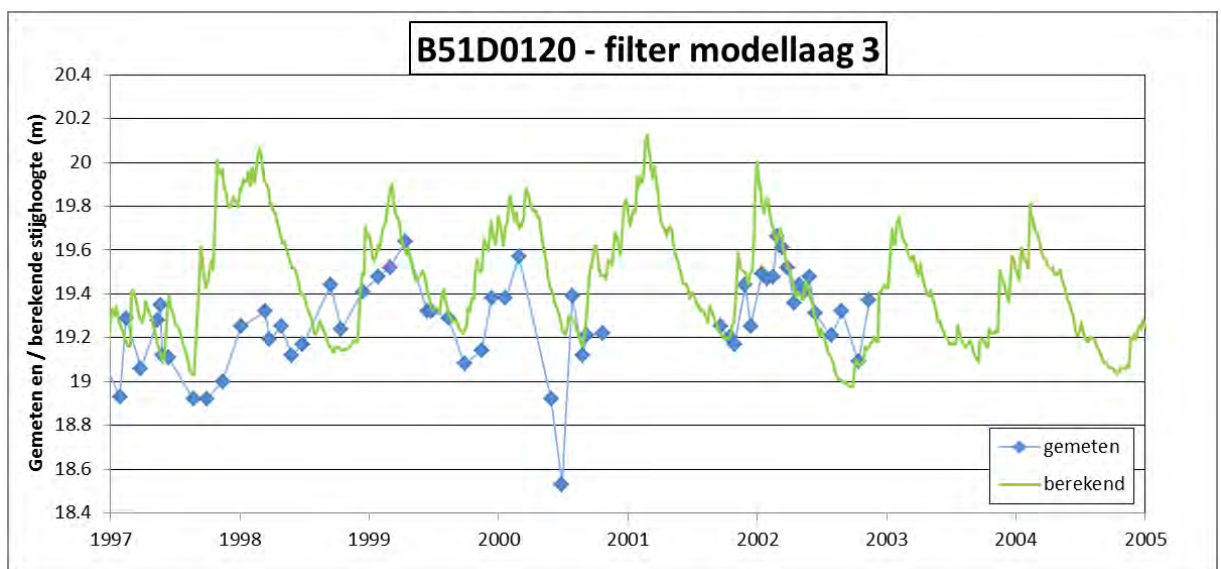
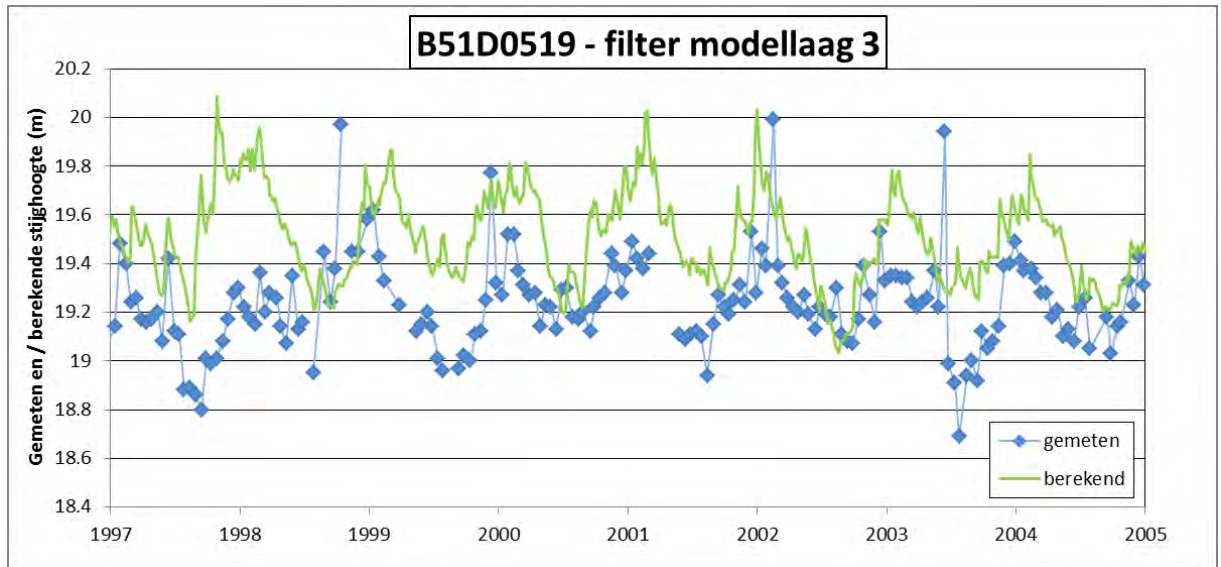


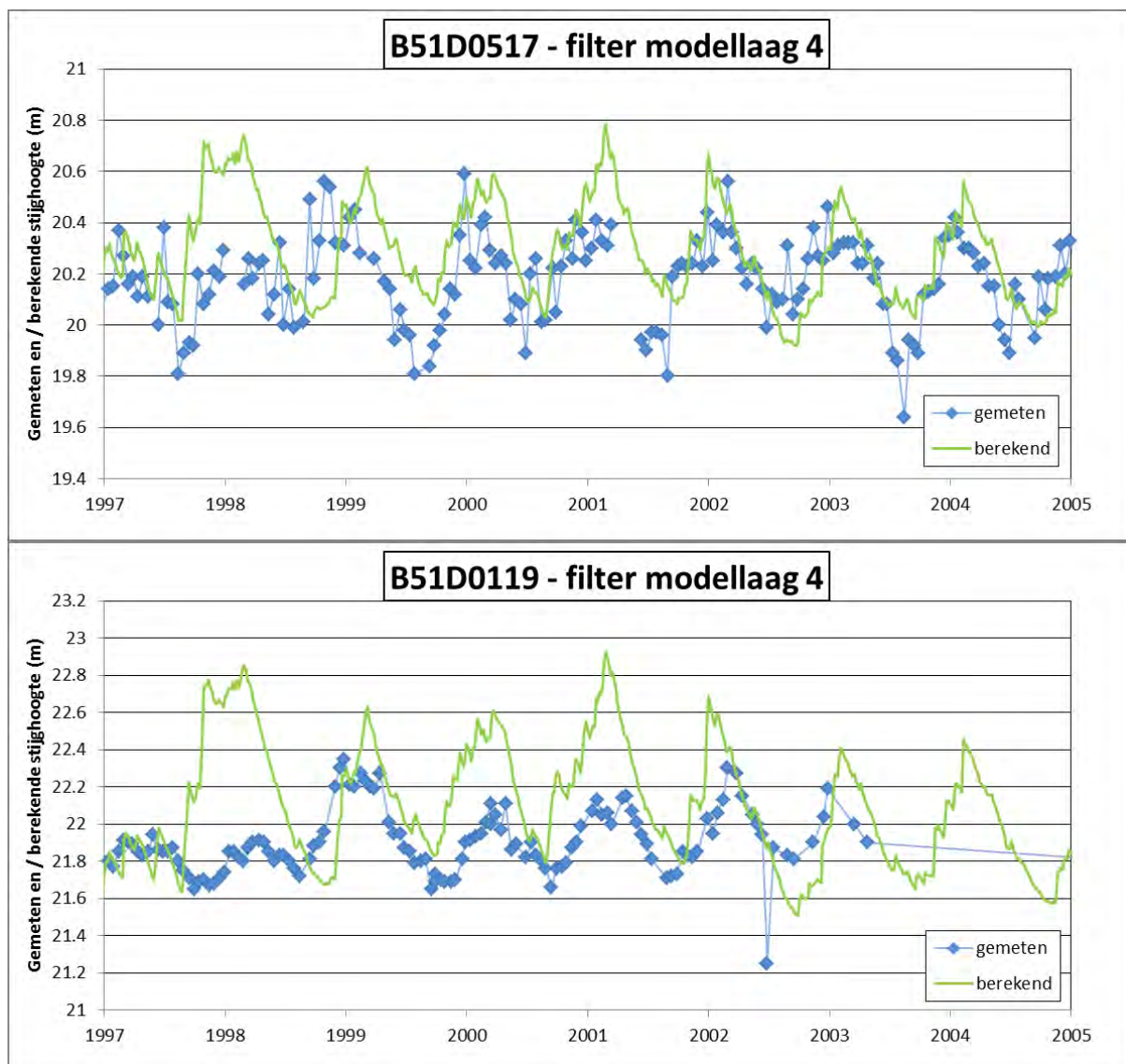
Bijlage 2

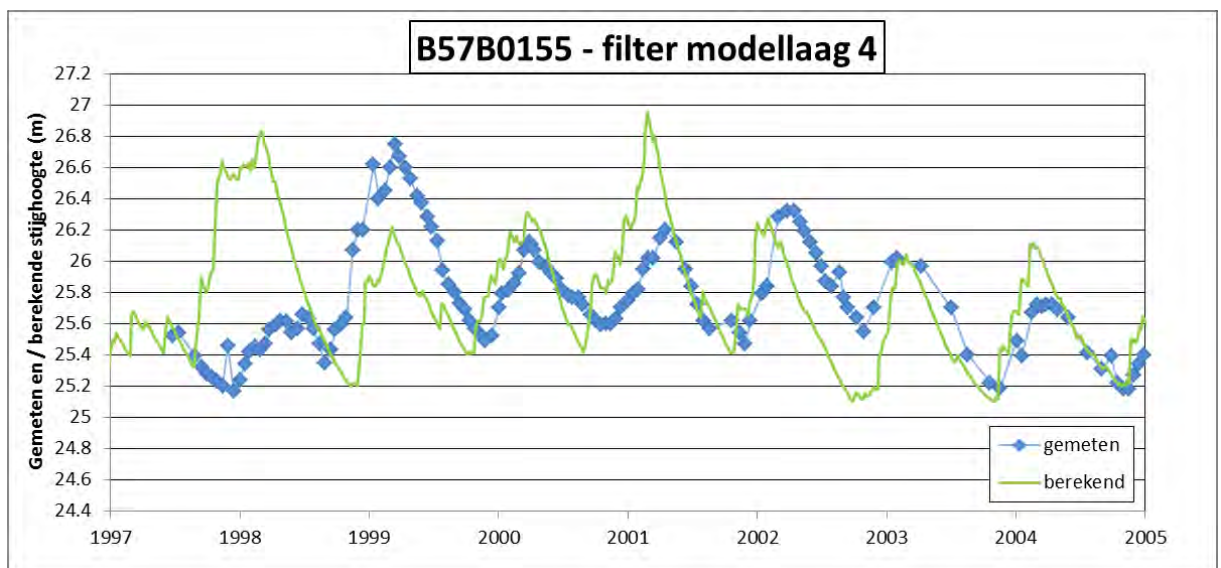
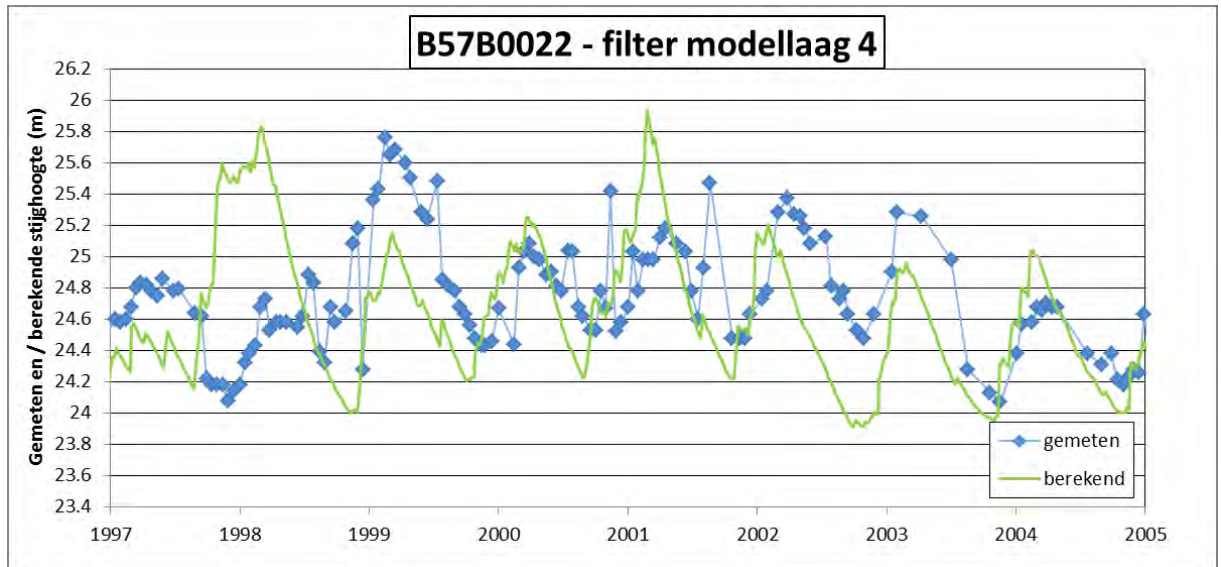
Resultaten tijdsafhankelijke ijking

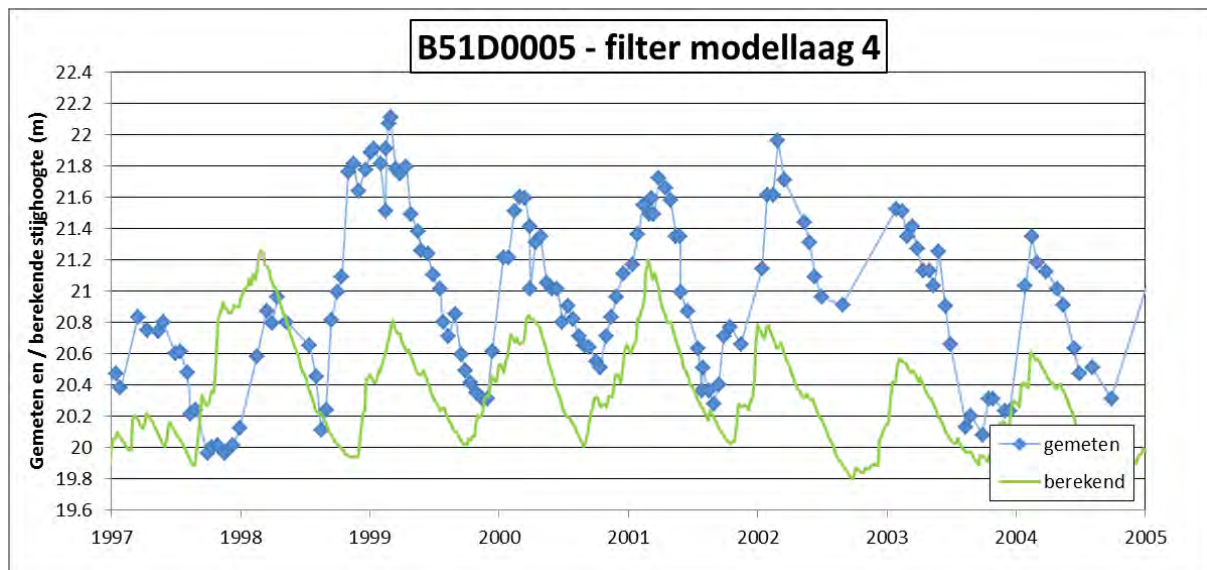


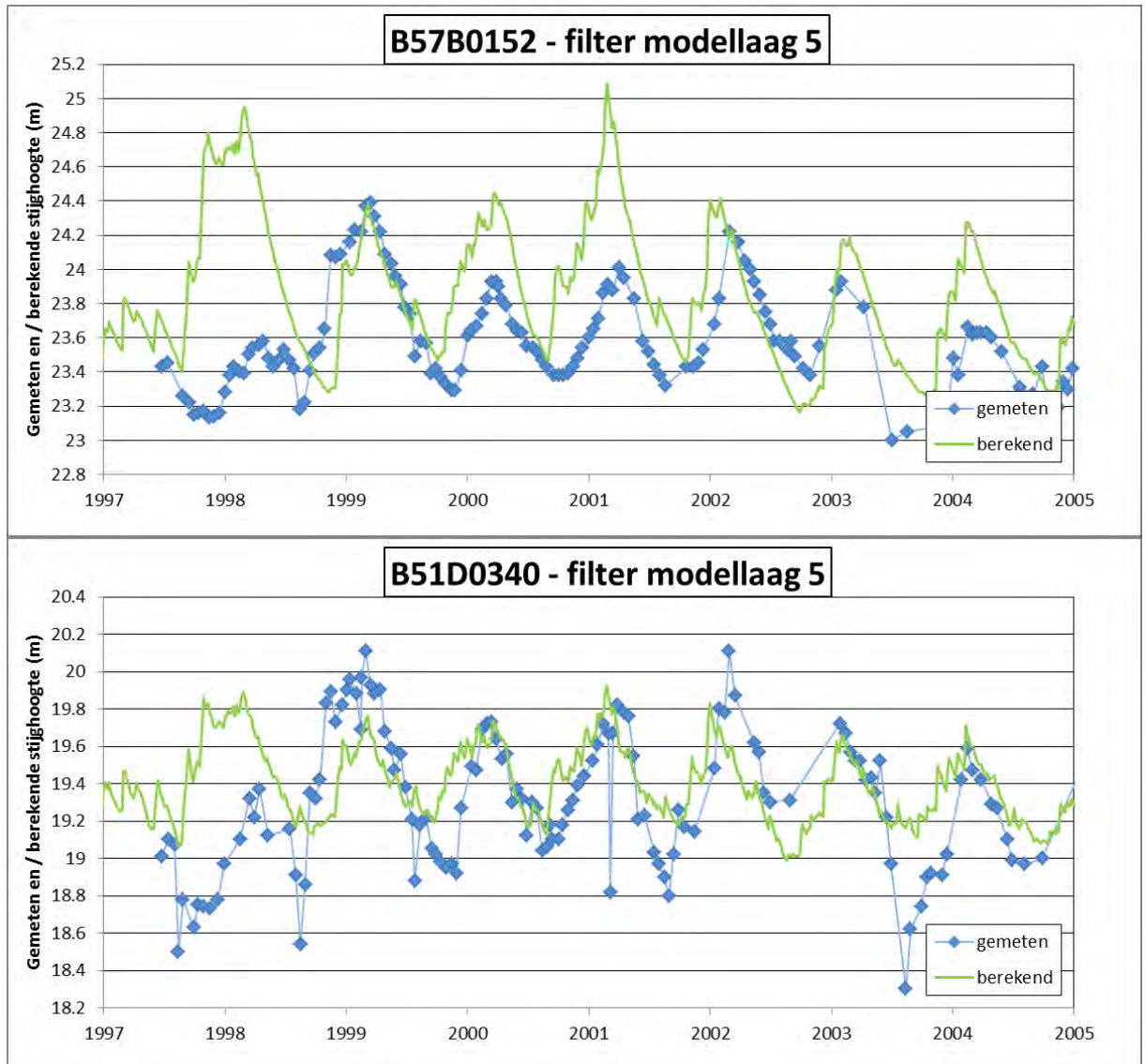


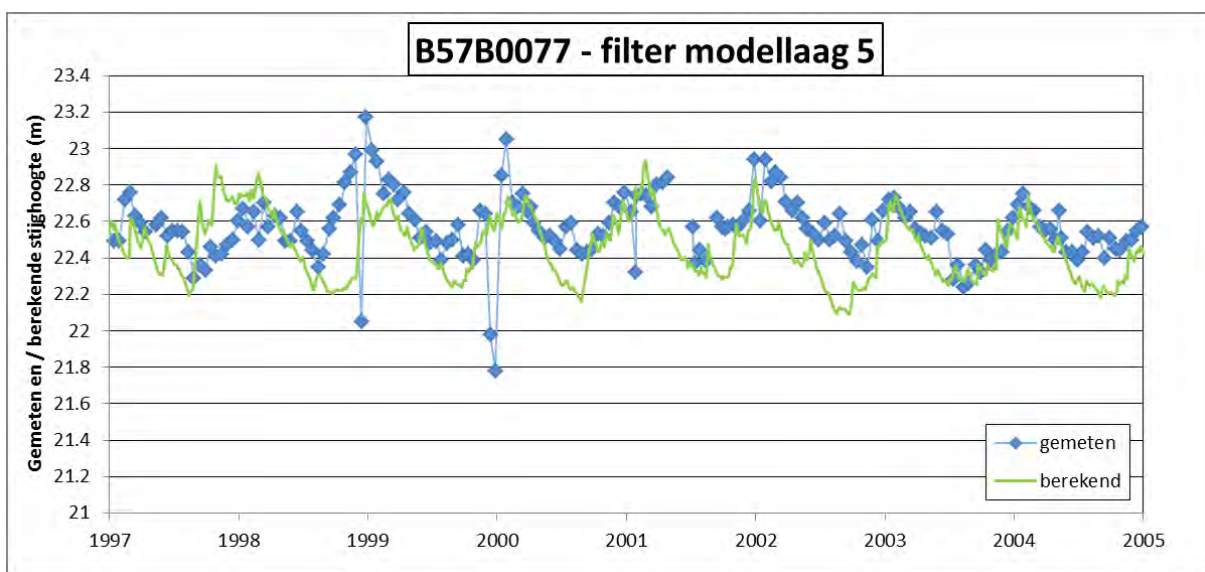
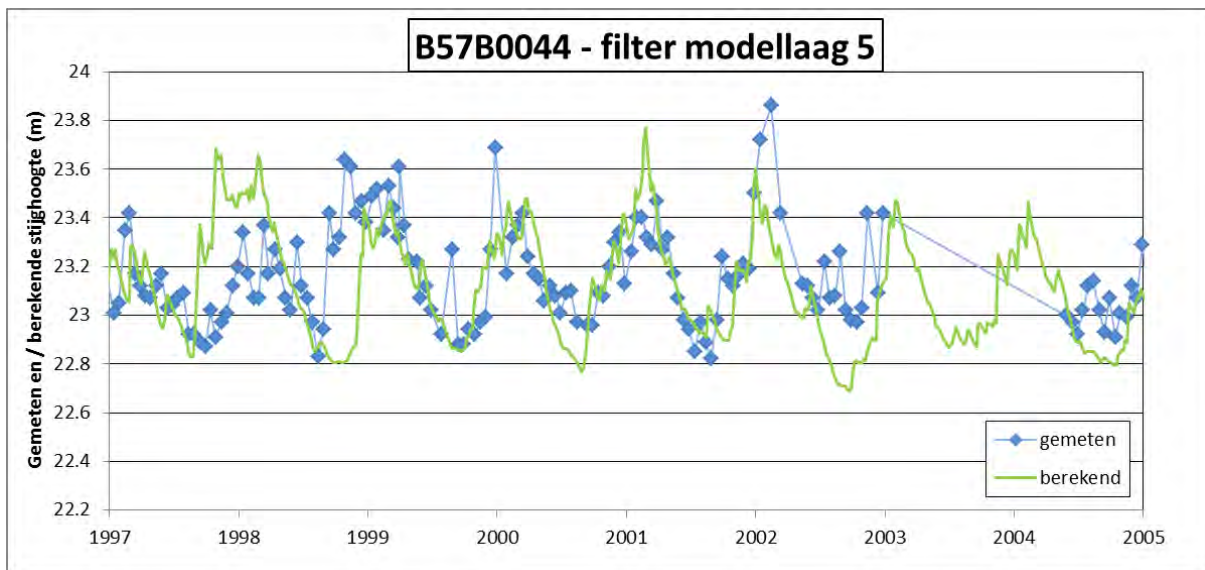


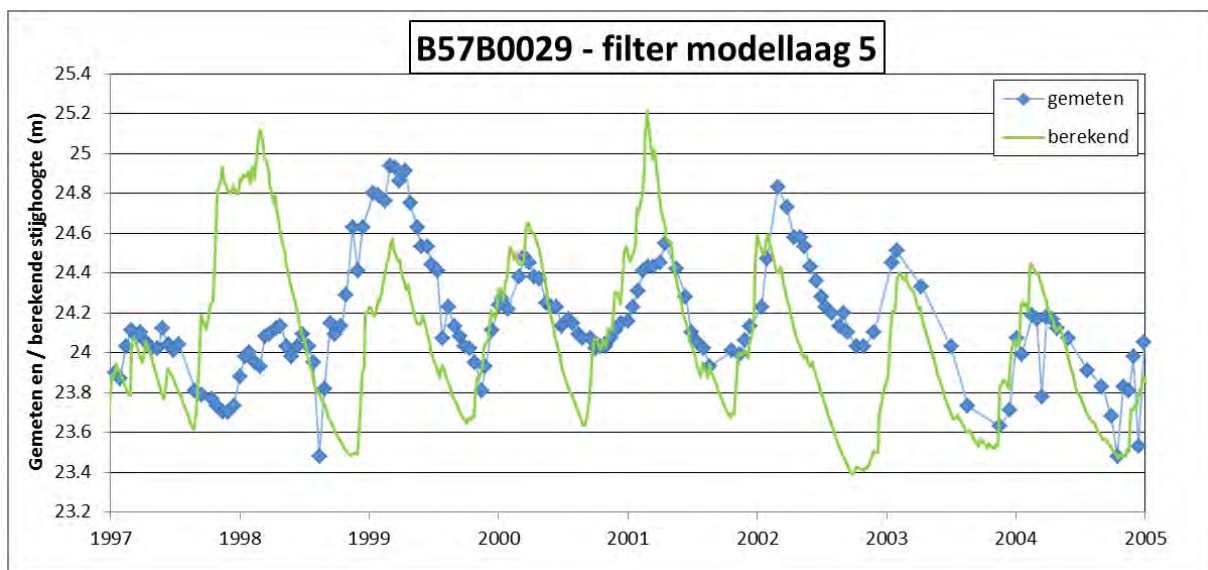






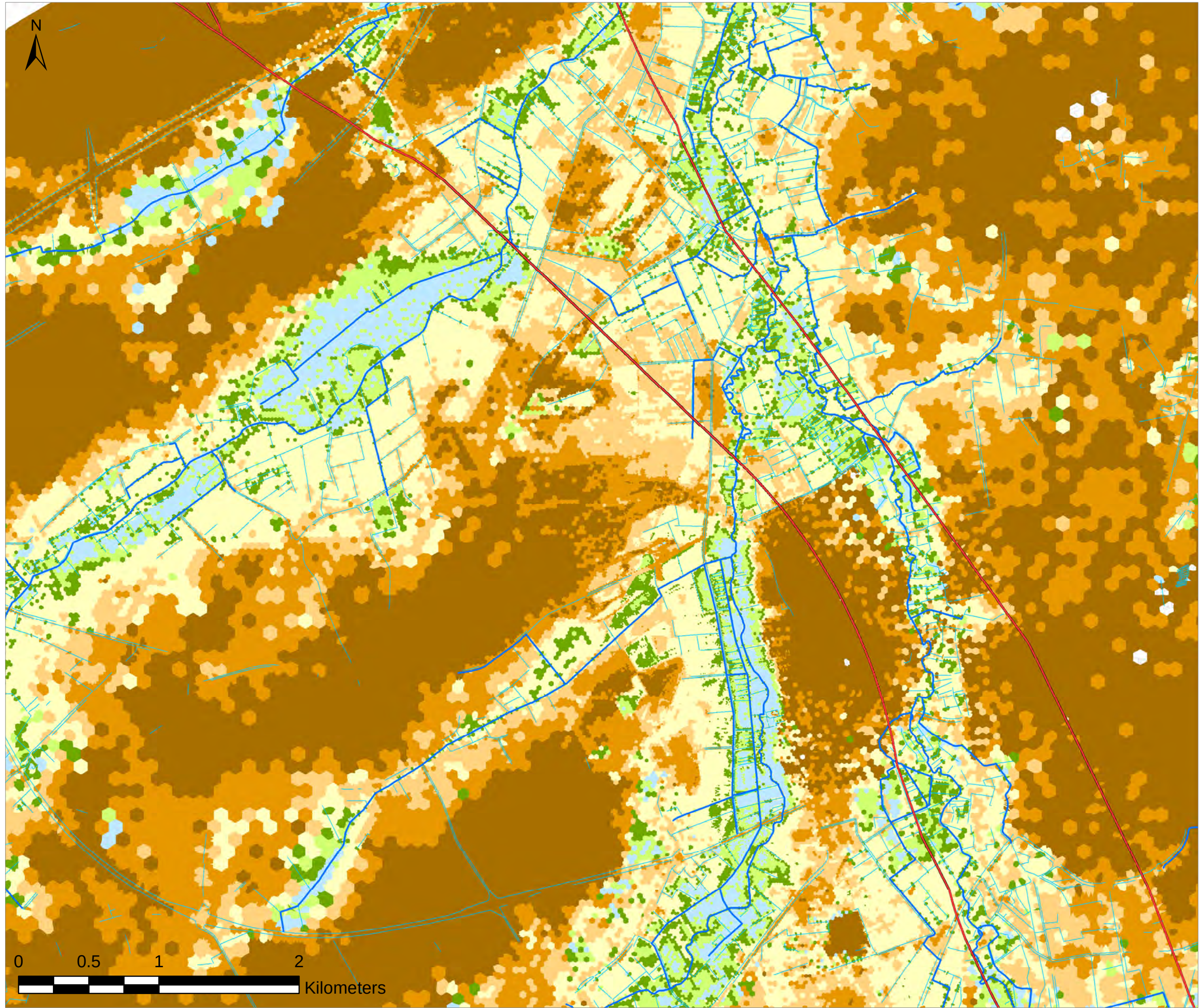






Bijlage 3

Kaarten AGOR



Legenda

GHG huidige situatie
(in cm t.o.v. maaiveld)

- maaiveld
- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-80 cm
- 80-120 cm
- 120-200 cm
- >200 cm

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Huidige situatie
GHG ten opzichte van maaiveld (cm)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

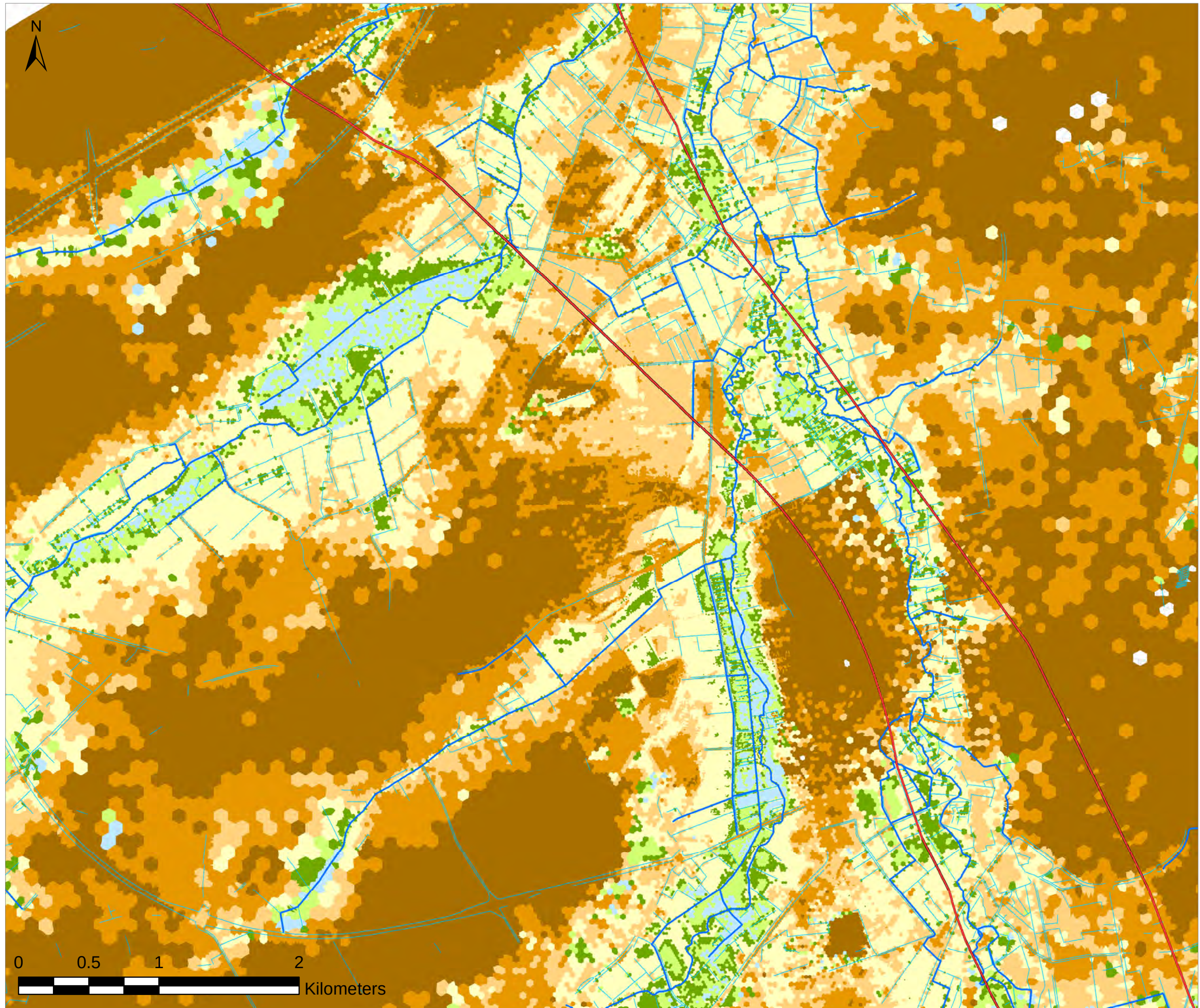
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i>	<i>Schaal (A3)</i>
10/10/2013	1:25000

Figuur
Kaart 1

<i>Gecontroleerd door</i>	<i>Volgnummer</i>
Jelle van Sijl	1





Legenda

GVG huidige situatie
(in cm t.o.v. maaiveld)

- maaiveld
- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-80 cm
- 80-120 cm
- 120-200 cm
- >200 cm

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Huidige situatie
GVG ten opzichte van maaiveld (cm)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

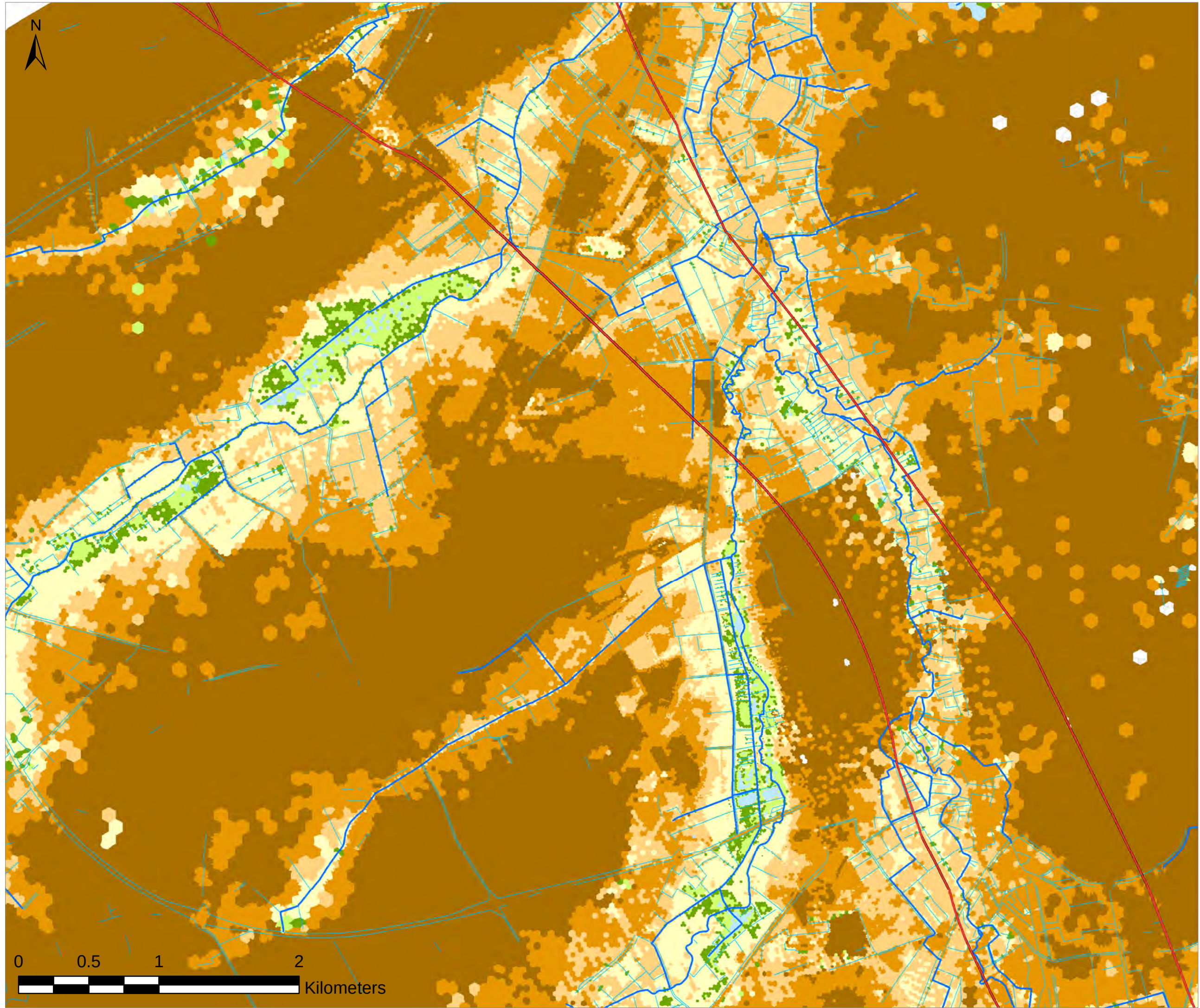
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 10/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:25000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 2

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Legenda

**GLG huidige situatie
(in cm t.o.v. maaiveld)**

- maaiveld
- 0-20 cm
- 20-40 cm
- 40-80 cm
- 80-120 cm
- 120-200 cm
- >200 cm

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Huidige situatie
GLG ten opzichte van maaiveld (cm)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum
14/10/2013

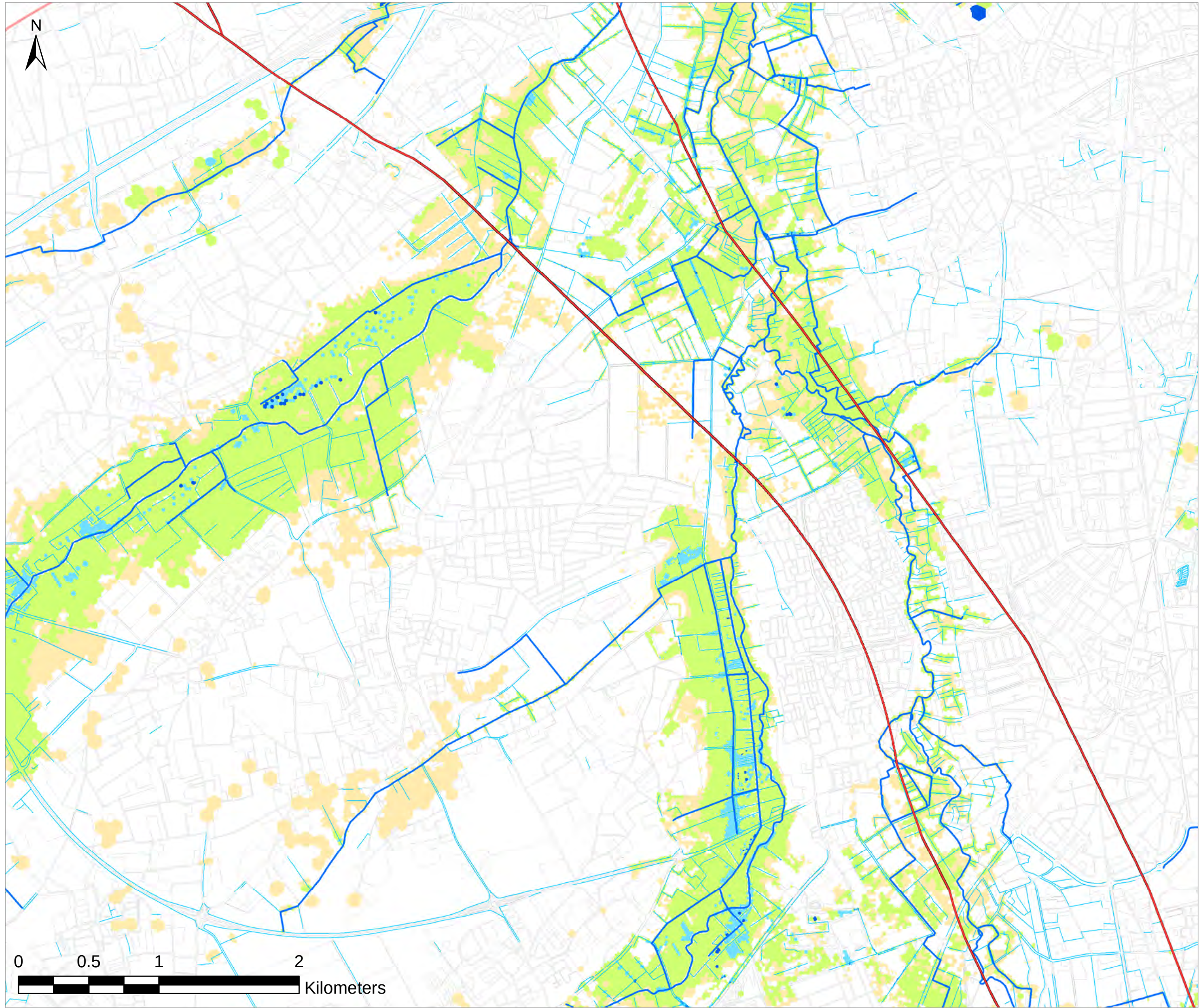
Schaal (A3)
1:25000

Figuur
Kaart 3

Gecontroleerd door
Jelle van Sijl

Volgnummer
1





Legenda

Huidige situatie

Voorjaarskwel (mm/d)

- Geen kwel
- Geringe kwel (< 1 mm/d)
- Matige kwel (1 - 5 mm/d)
- Sterke kwel (5 - 10 mm/d)
- Zeer sterke kwel (> 10 mm/d)

- Modelgrens
- breuken_dgm
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Huidige situatie
Voorjaars kwel (mm/dag)

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 14/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:25000
----------------------------	-------------------------------

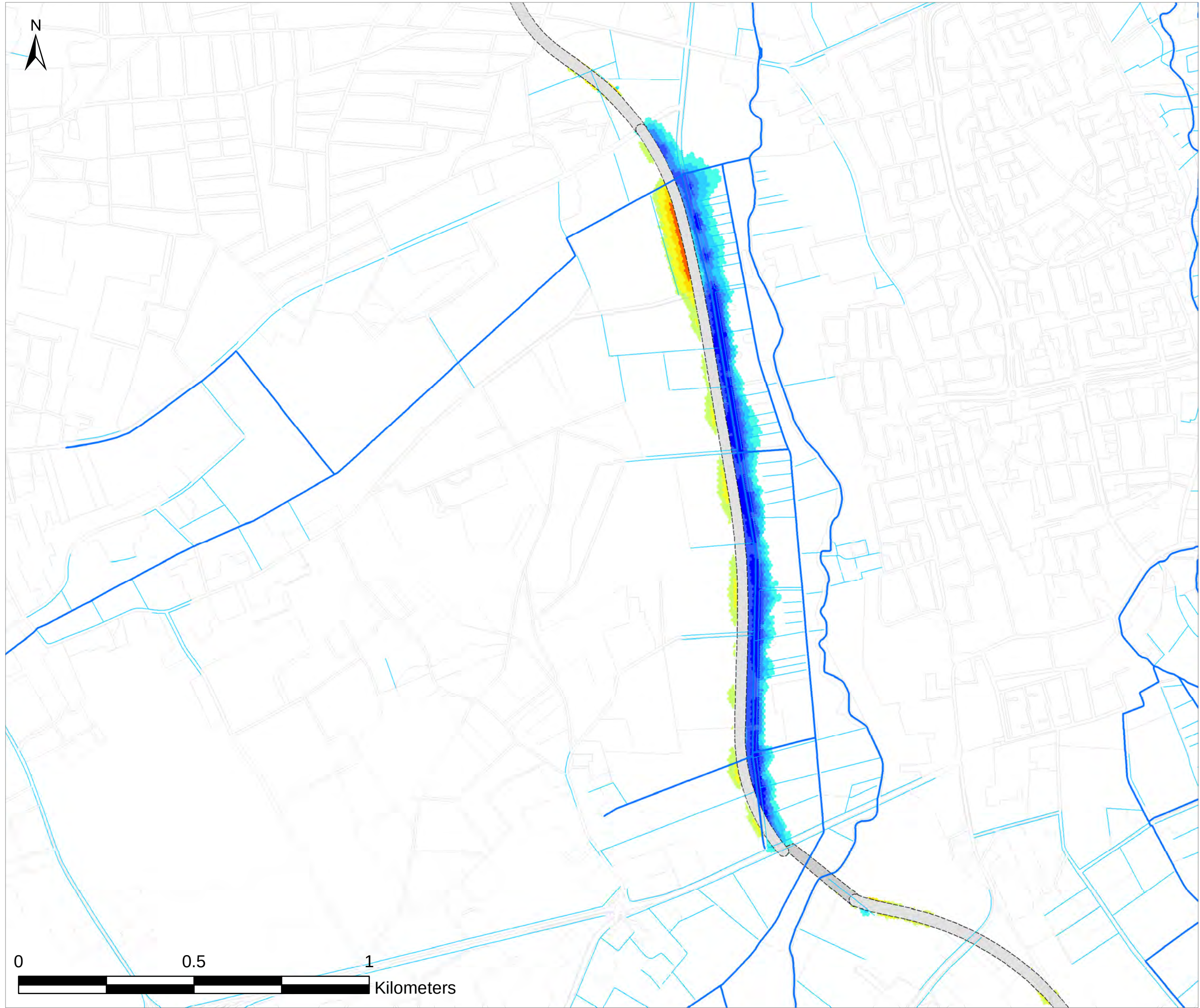
Figuur
Kaart 4

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------



Bijlage 4

Grondwatereffecten optimalisatievarianten



Scenario Aom
Verandering GHG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

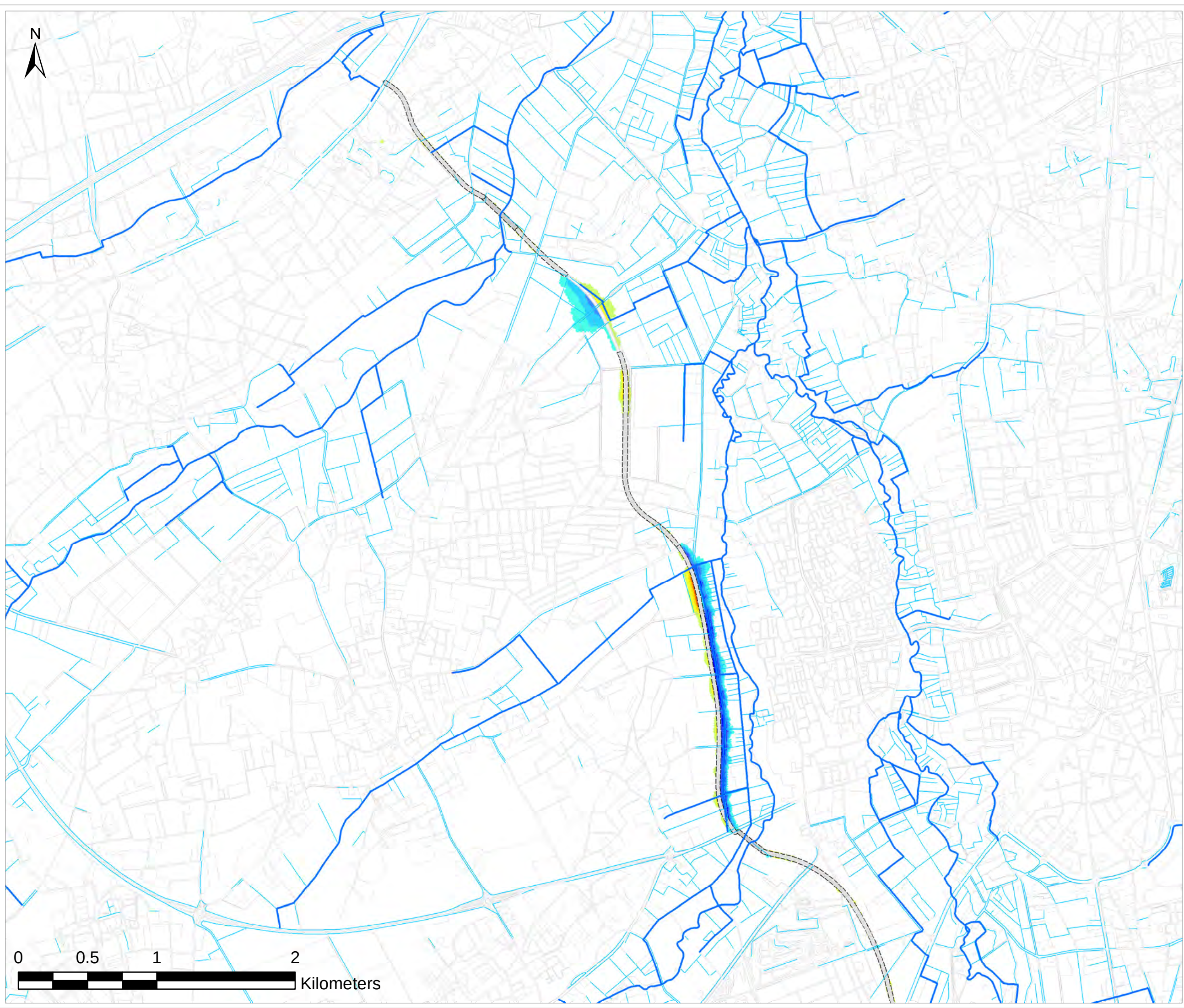
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 1

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Aom

Verandering GHG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

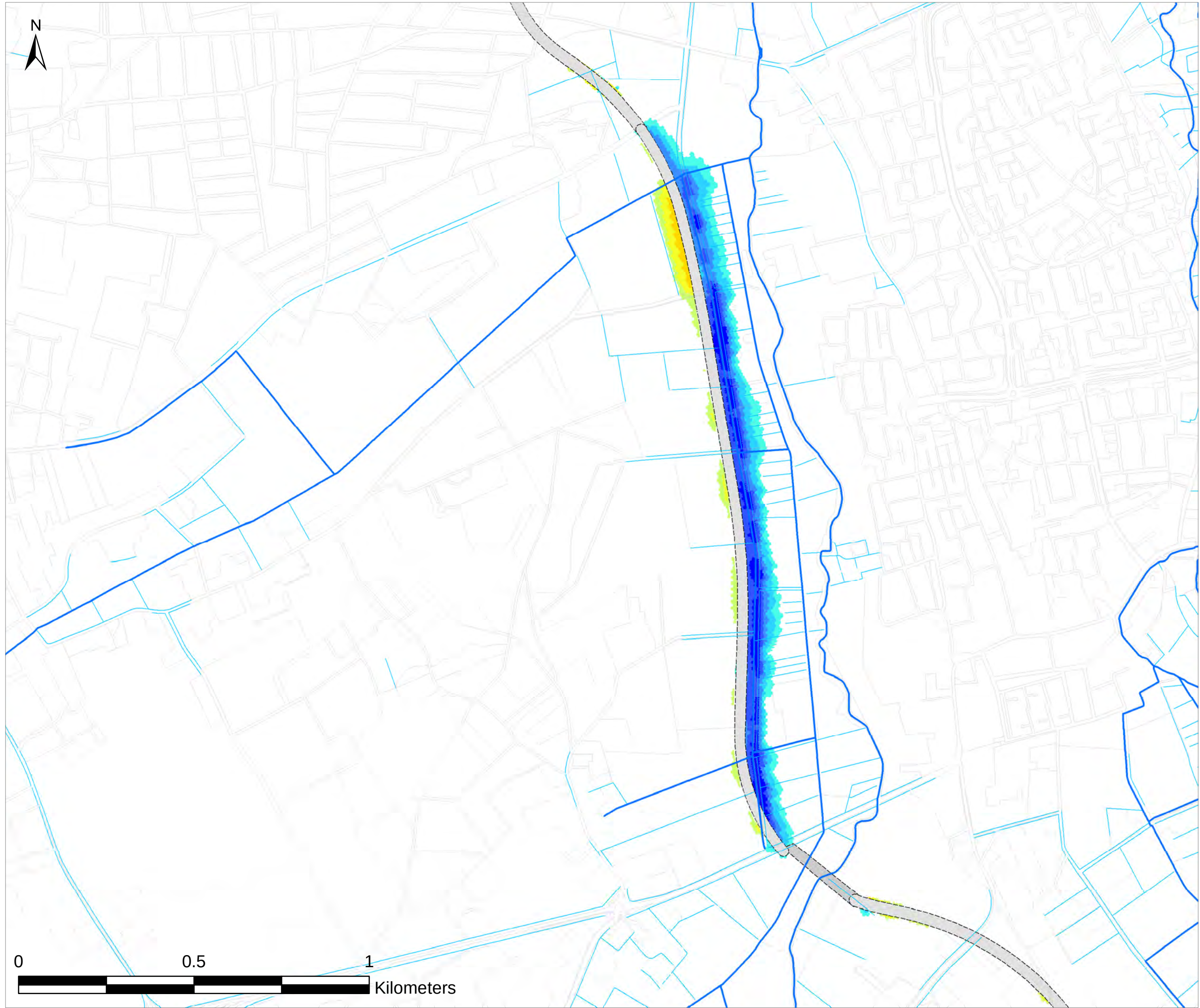
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum 16/10/2013	Schaal (A3) 1:25000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 1a

Gecontroleerd door Jelle van Sijl	Volgnummer 1
---	------------------------





Scenario Aom
Verandering GVG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering GVG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

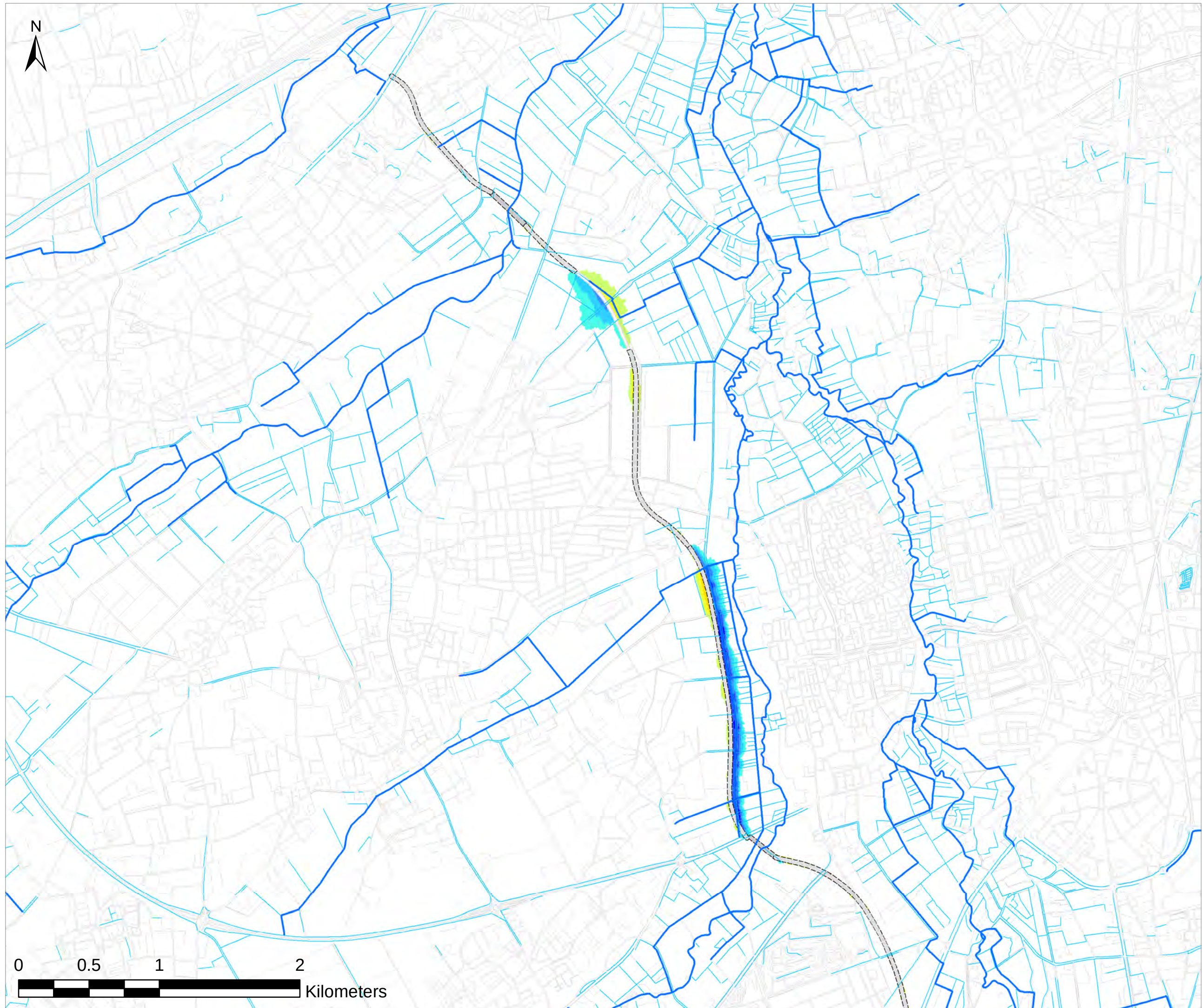
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 2

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Aom

Verandering GVG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel

Scenario Aom
Verandering GVG

Project

BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever

Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

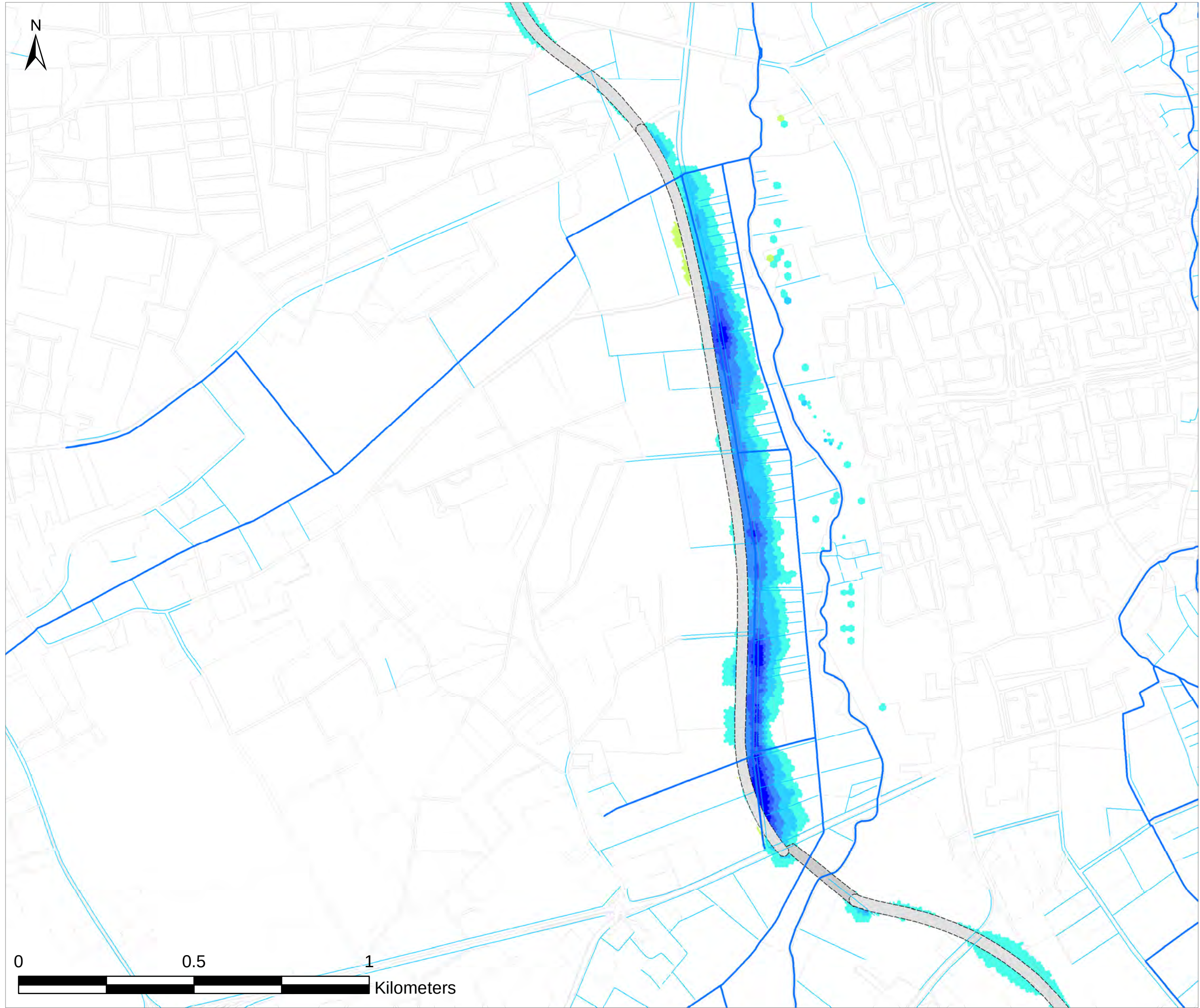
<i>Datum</i>	<i>Schaal (A3)</i>
16/10/2013	1:25000

Figuur

Kaart 2a

<i>Gecontroleerd door</i>	<i>Volgnummer</i>
Jelle van Sijl	1





Scenario Aom

Verandering GLG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

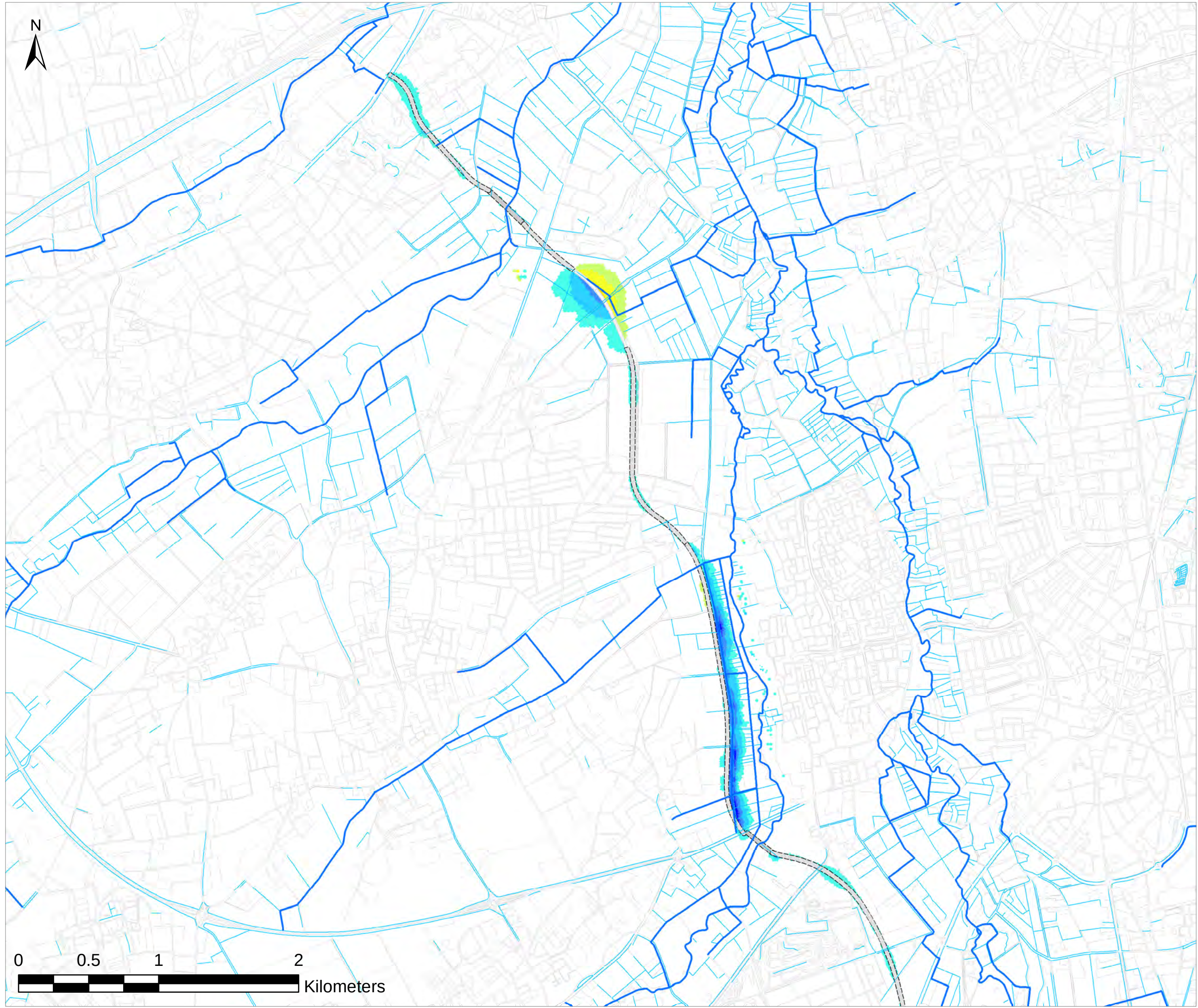
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum 14/10/2013	Schaal (A3) 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 3

Gecontroleerd door Jelle van Sijl	Volgnummer 1
---	------------------------





Scenario Aom
Verandering GLG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

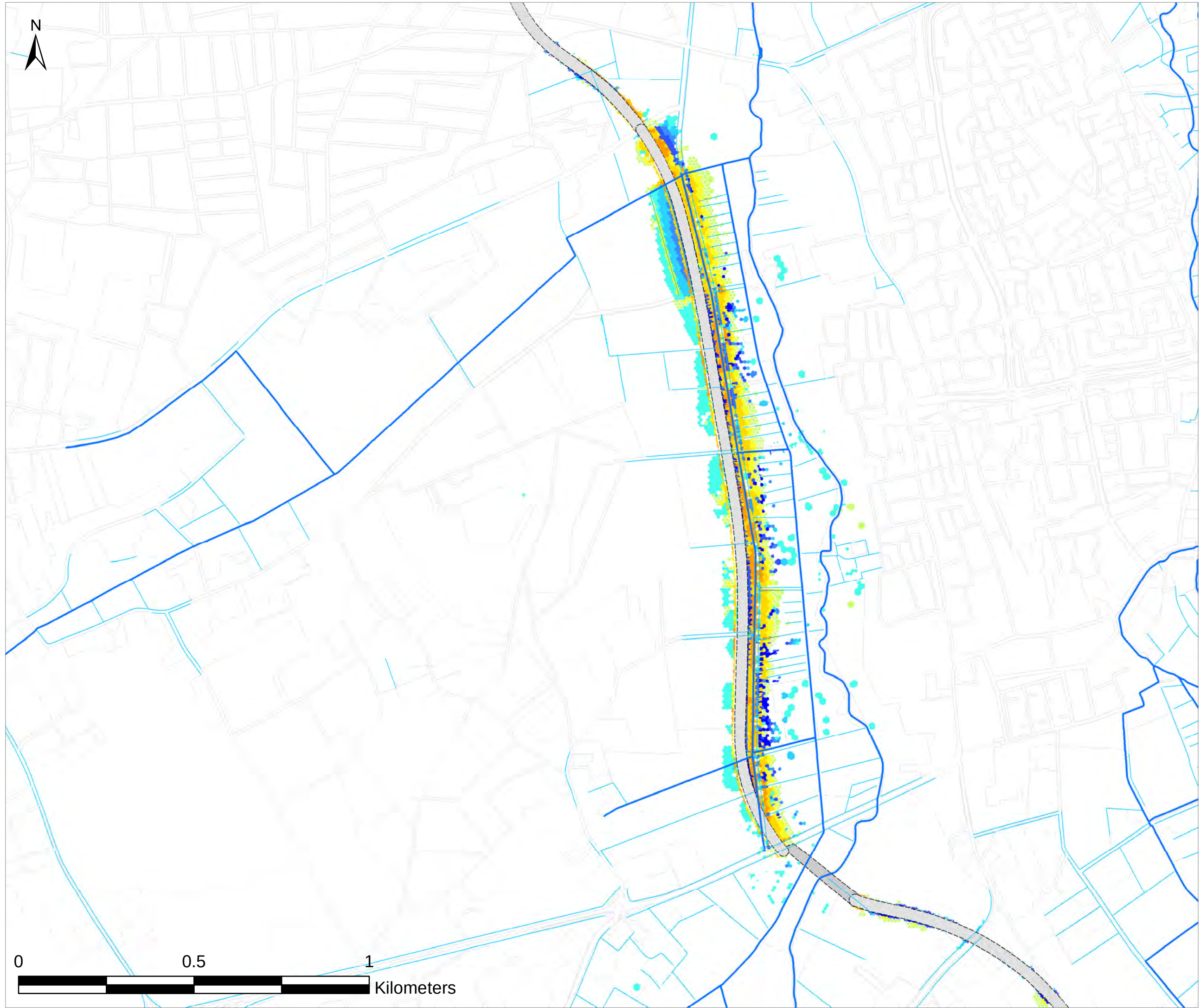
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:25000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 3a

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Aom

Verandering voorjaarskwel (in mm/d t.o.v. huidige situatie)

> 5 mm/d lager

2-5

1-2

0.5-1

0.2-0.5

geen verandering

0.2-0.5

0.5-1

1-2

2-5

>5 mm/d hoger

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

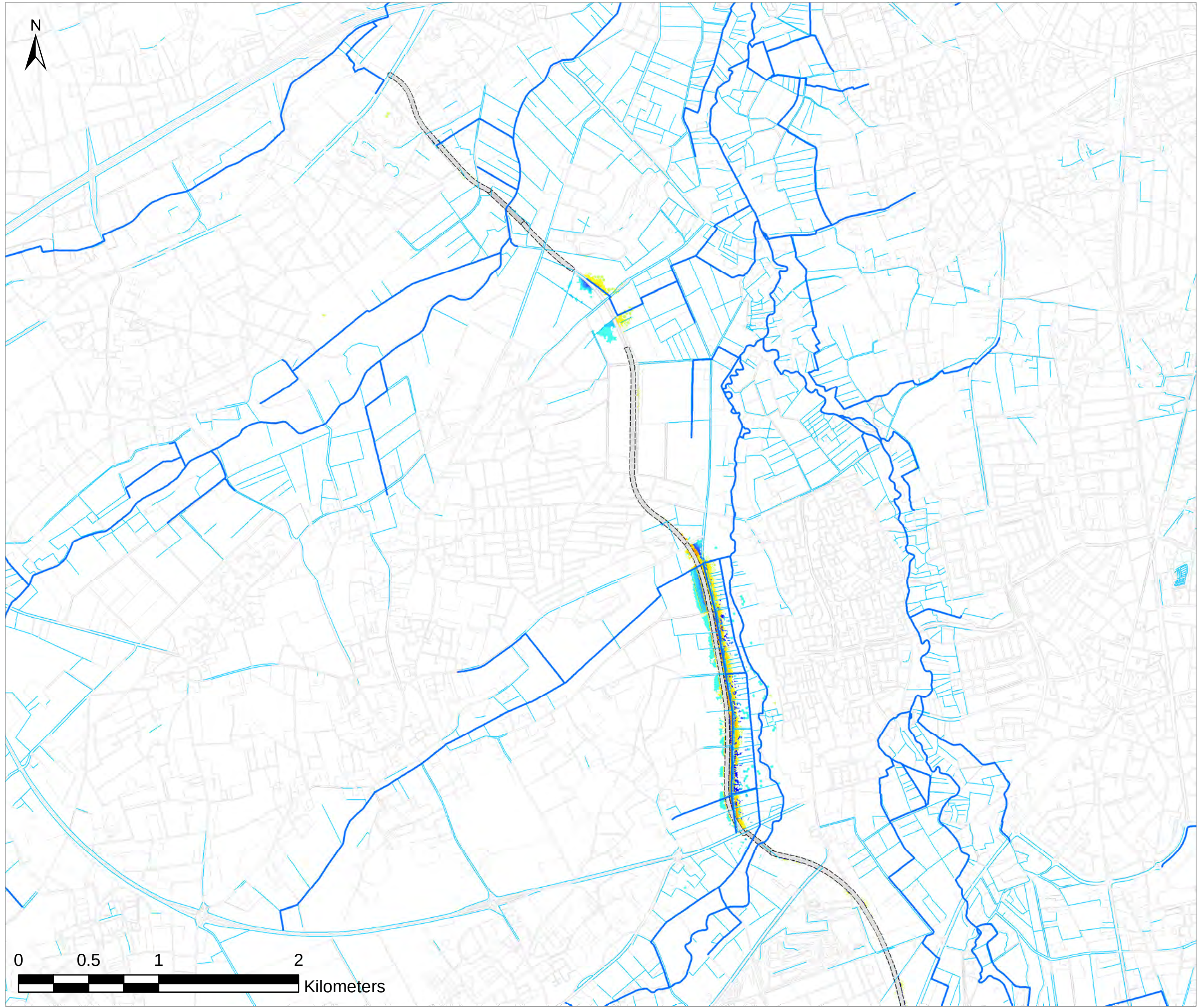
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 14/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 4

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Aom

Verandering voorjaarskwel (in mm/d t.o.v. huidige situatie)

> 5 mm/d lager

2-5

1-2

0.5-1

0.2-0.5

geen verandering

0.2-0.5

0.5-1

1-2

2-5

>5 mm/d hoger

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel
Scenario Aom
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

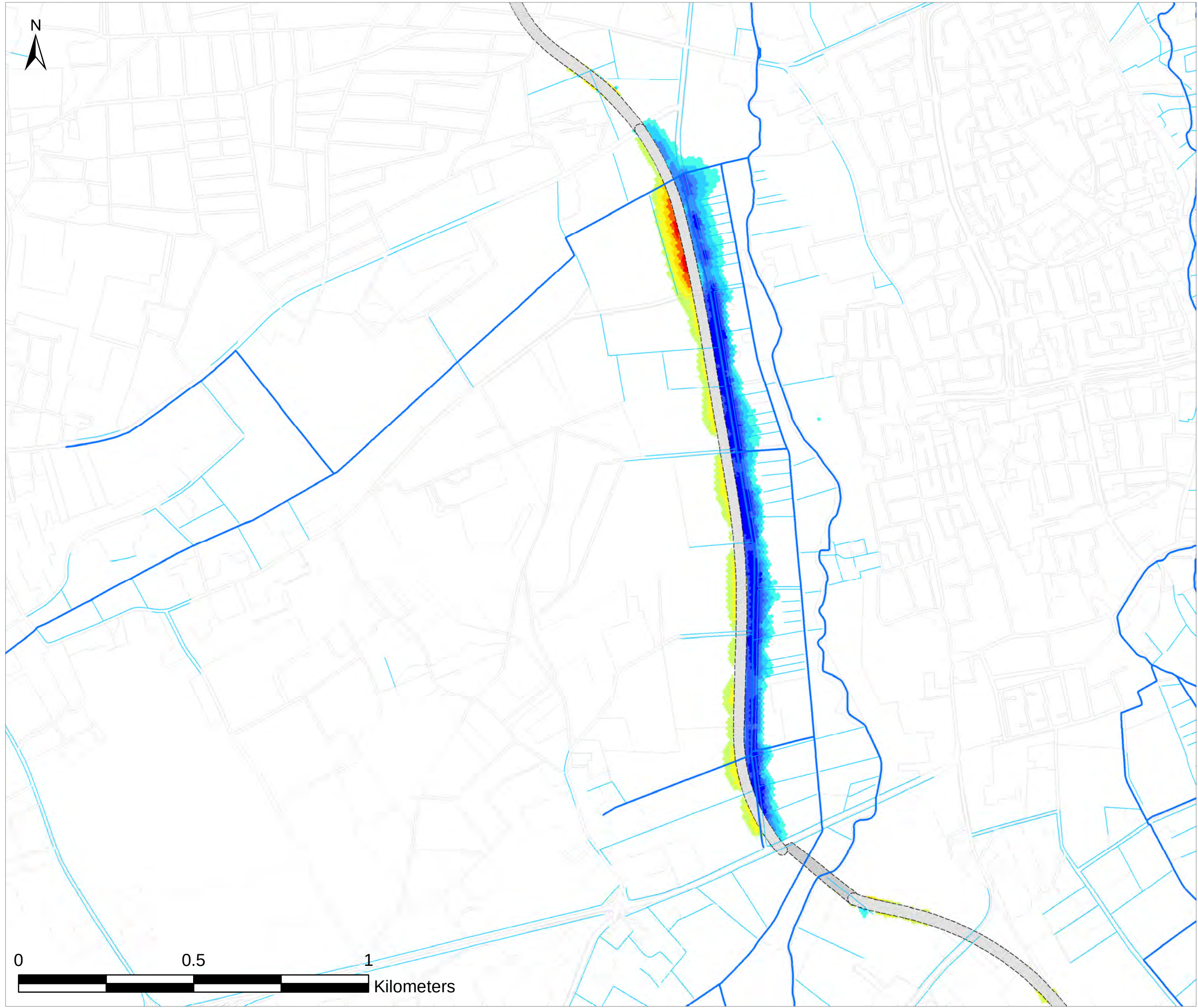
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:25000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 4a

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Aov

Verandering GHG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aov
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

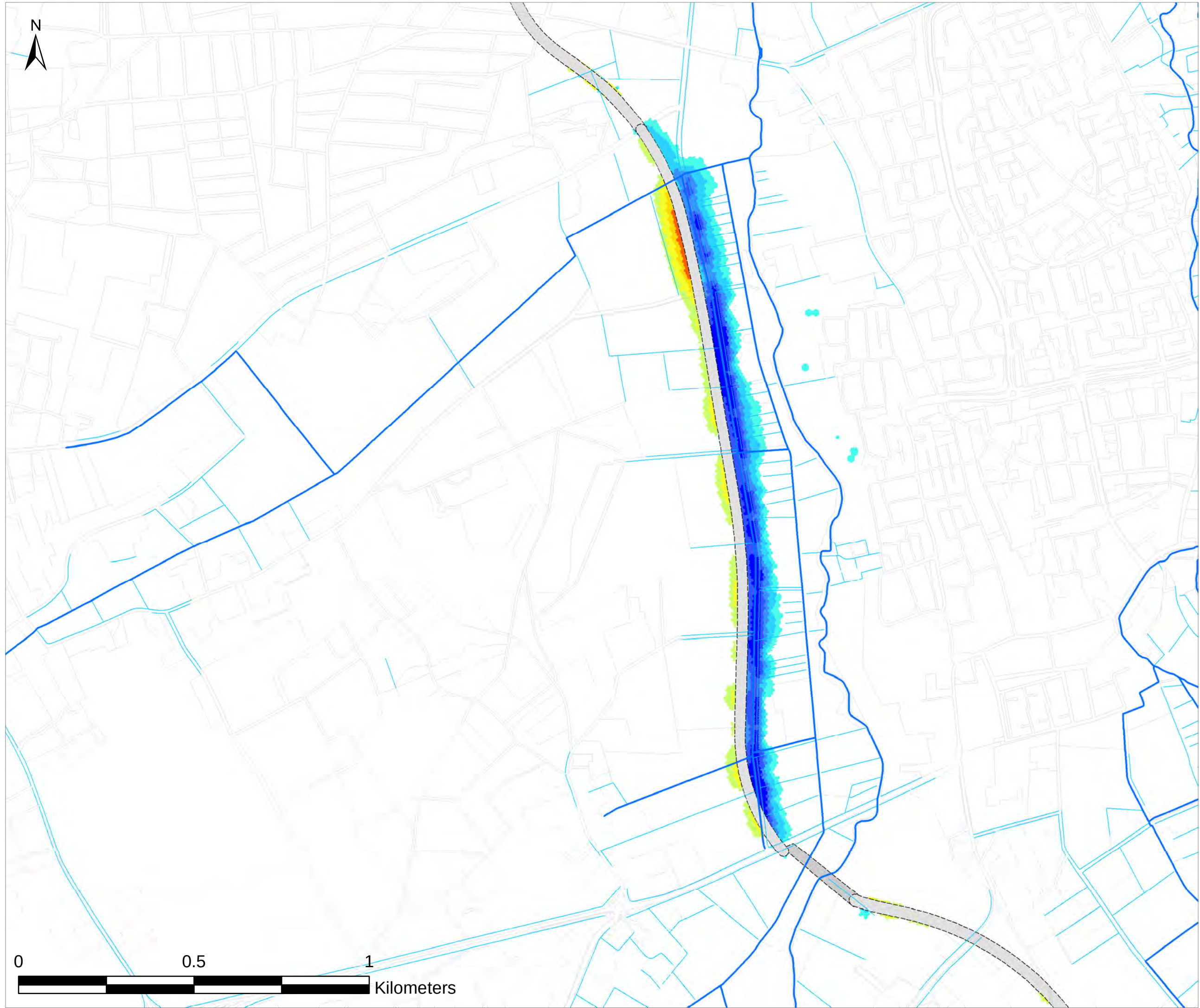
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
16/10/2013	1:10000

Figuur
Kaart 5

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Scenario Aov
Verandering GVG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aov
Verandering GVG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

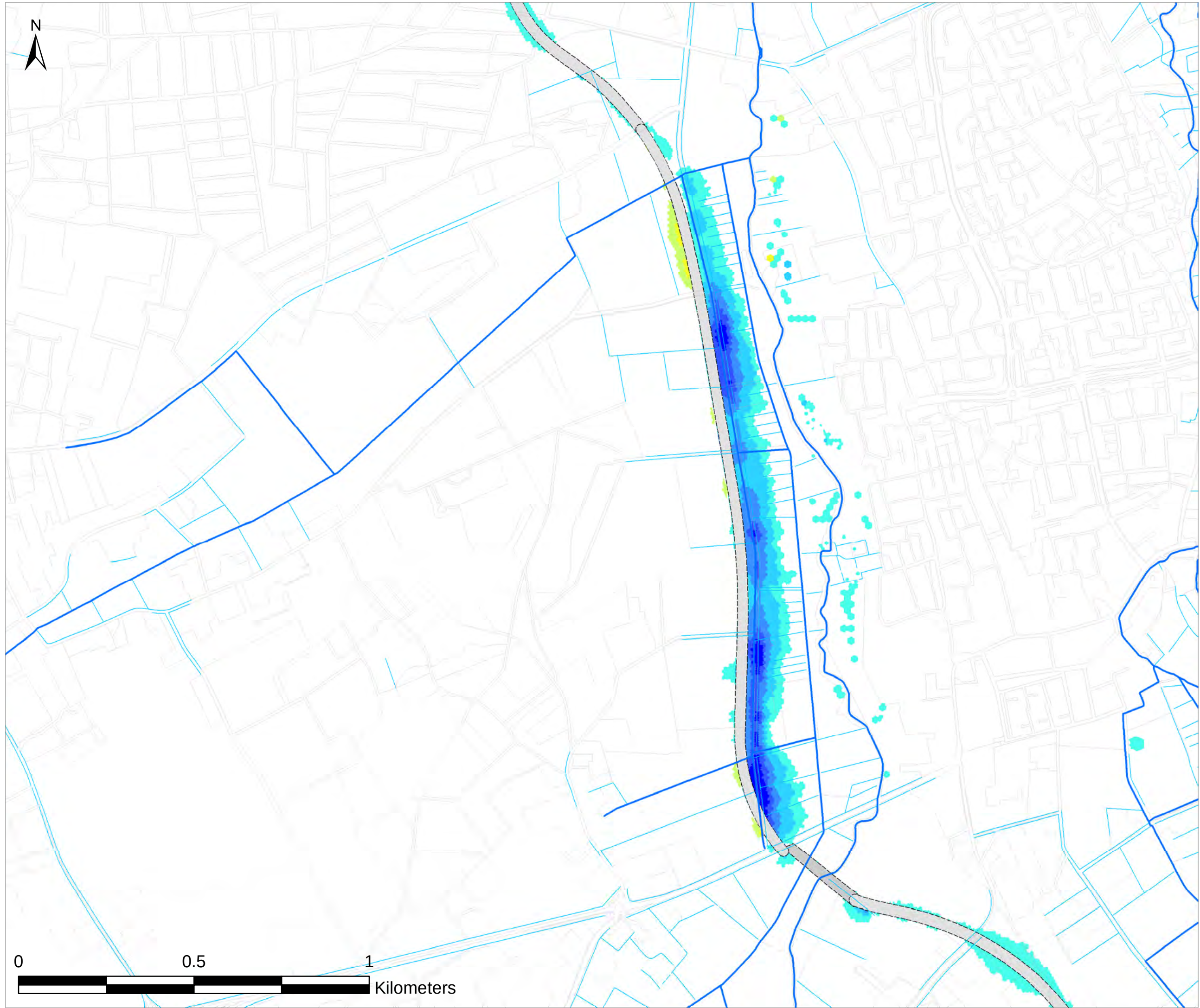
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 6

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Aov

Verandering GLG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Aov
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

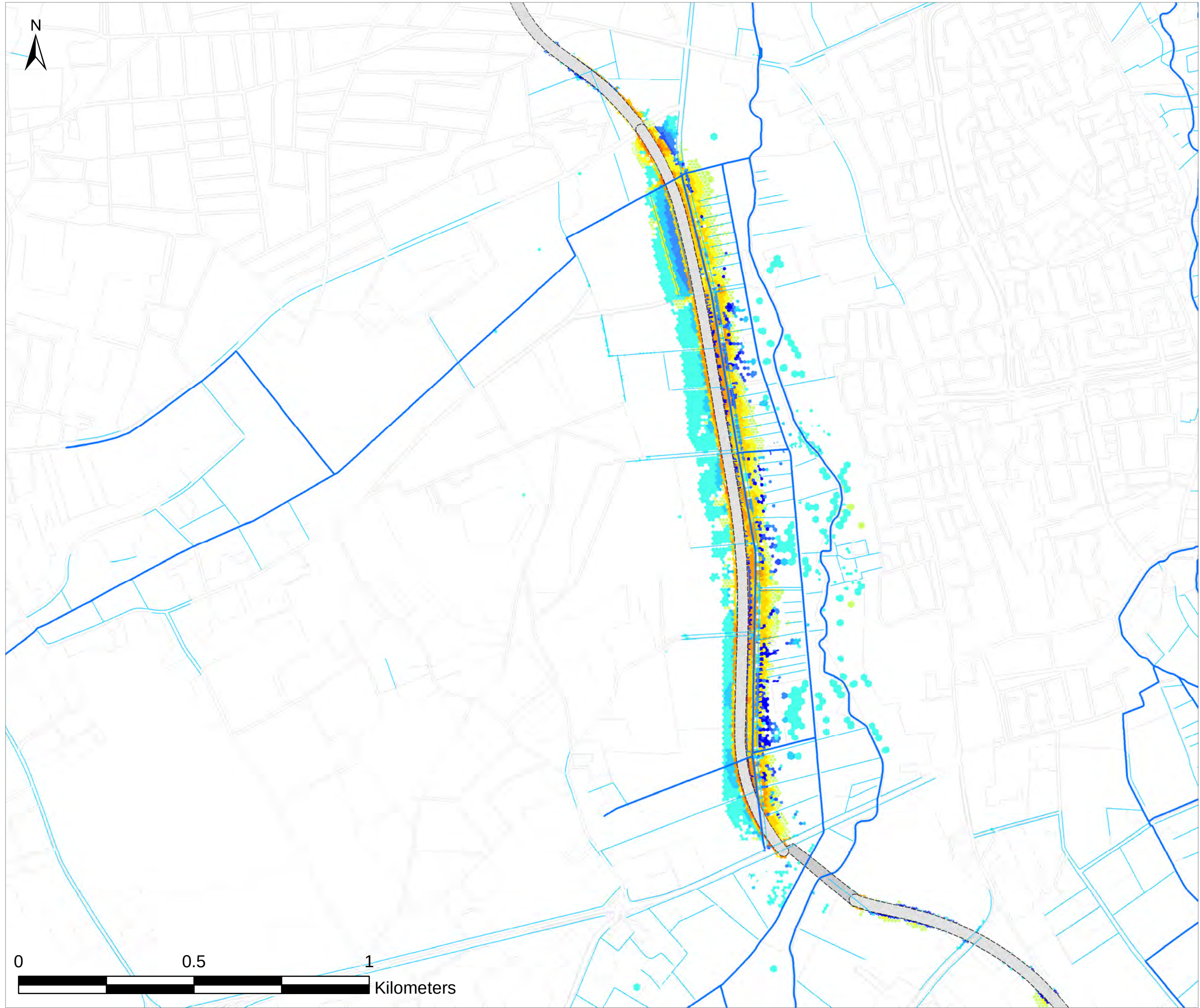
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
16/10/2013	1:10000

Figuur
Kaart 7

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Scenario Aov

Verandering voorjaarskwel (in mm/d t.o.v. huidige situatie)

> 5 mm/d lager

2-5

1-2

0.5-1

0.2-0.5

geen verandering

0.2-0.5

0.5-1

1-2

2-5

>5 mm/d hoger

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel
Scenario Aov
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

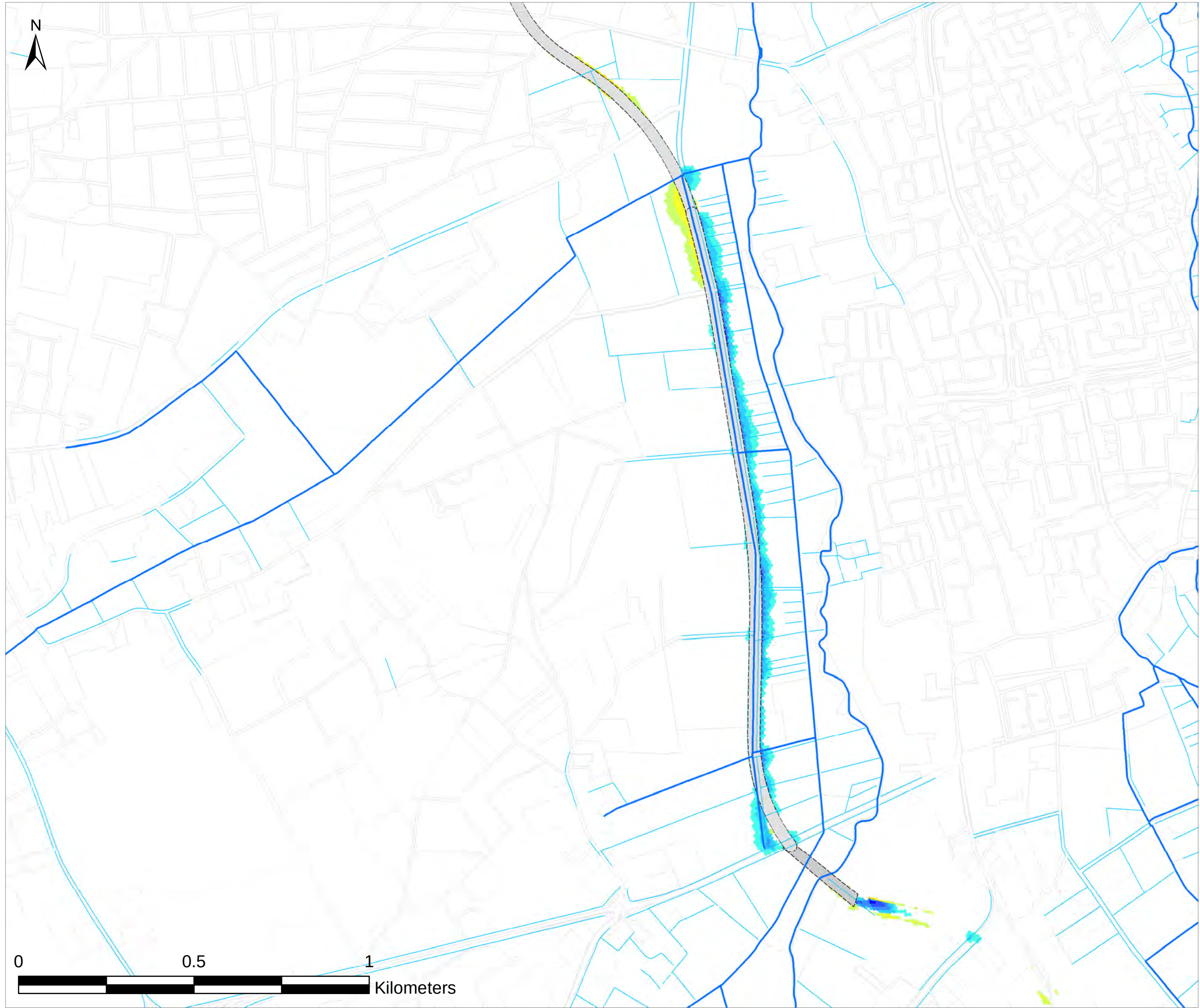
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 8

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Co

Verandering GHG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Co
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

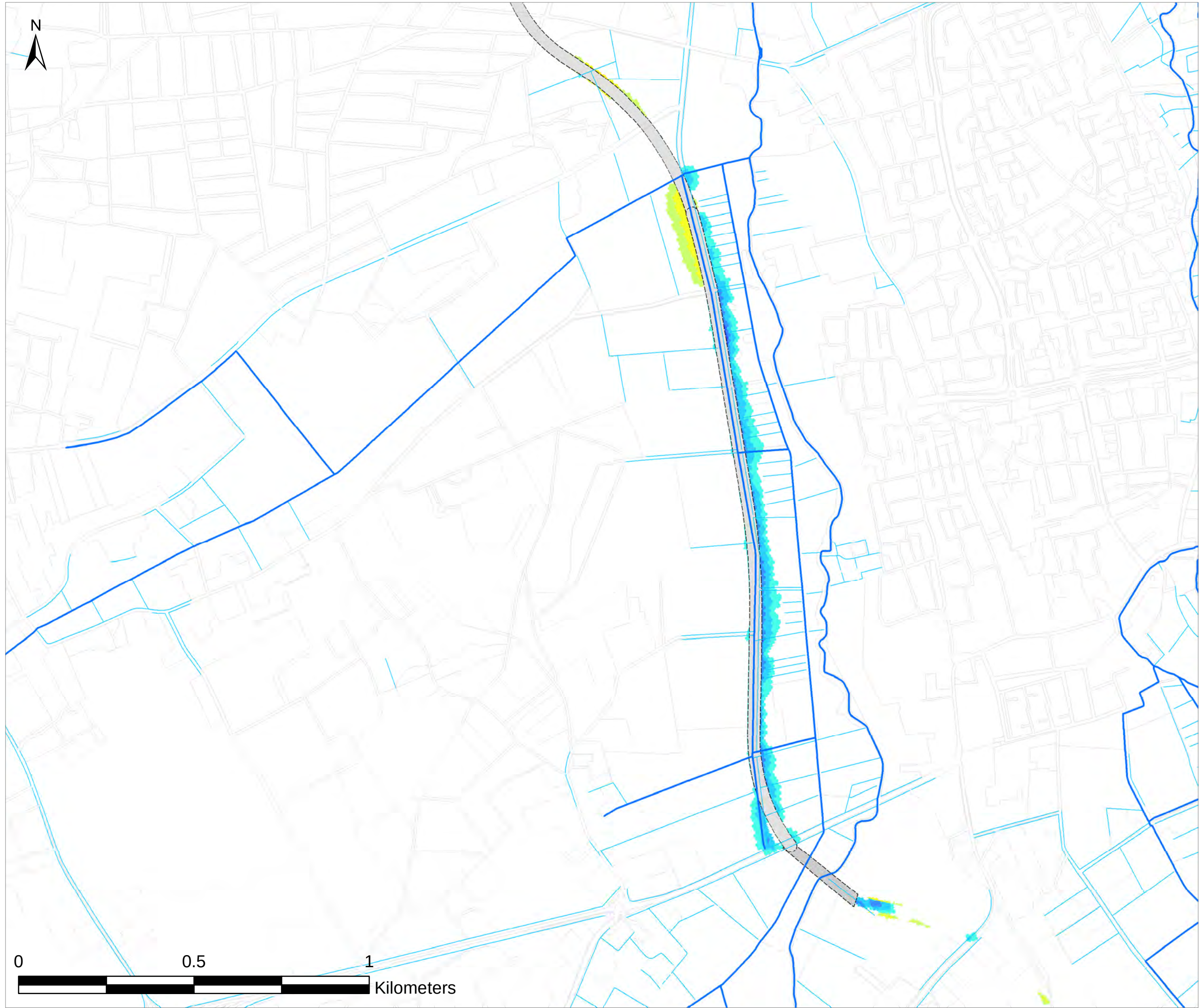
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum	Schaal (A3)
16/10/2013	1:10000

Figuur
Kaart 9

Gecontroleerd door	Volgnummer
Jelle van Sijl	1





Scenario Co
Verandering GVG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Co
Verandering GVG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

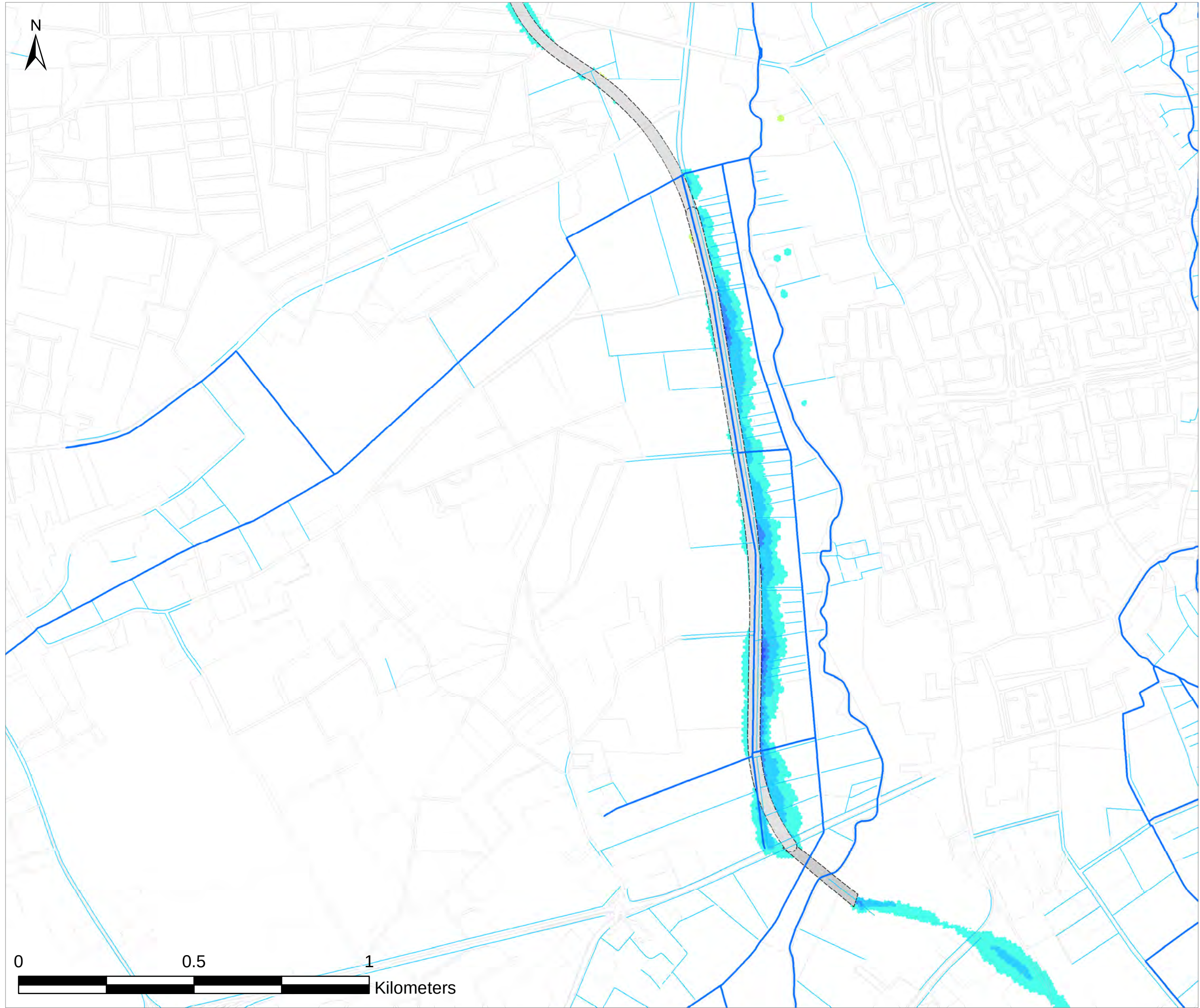
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 14/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 10

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Co

Verandering GLG (in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Co
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

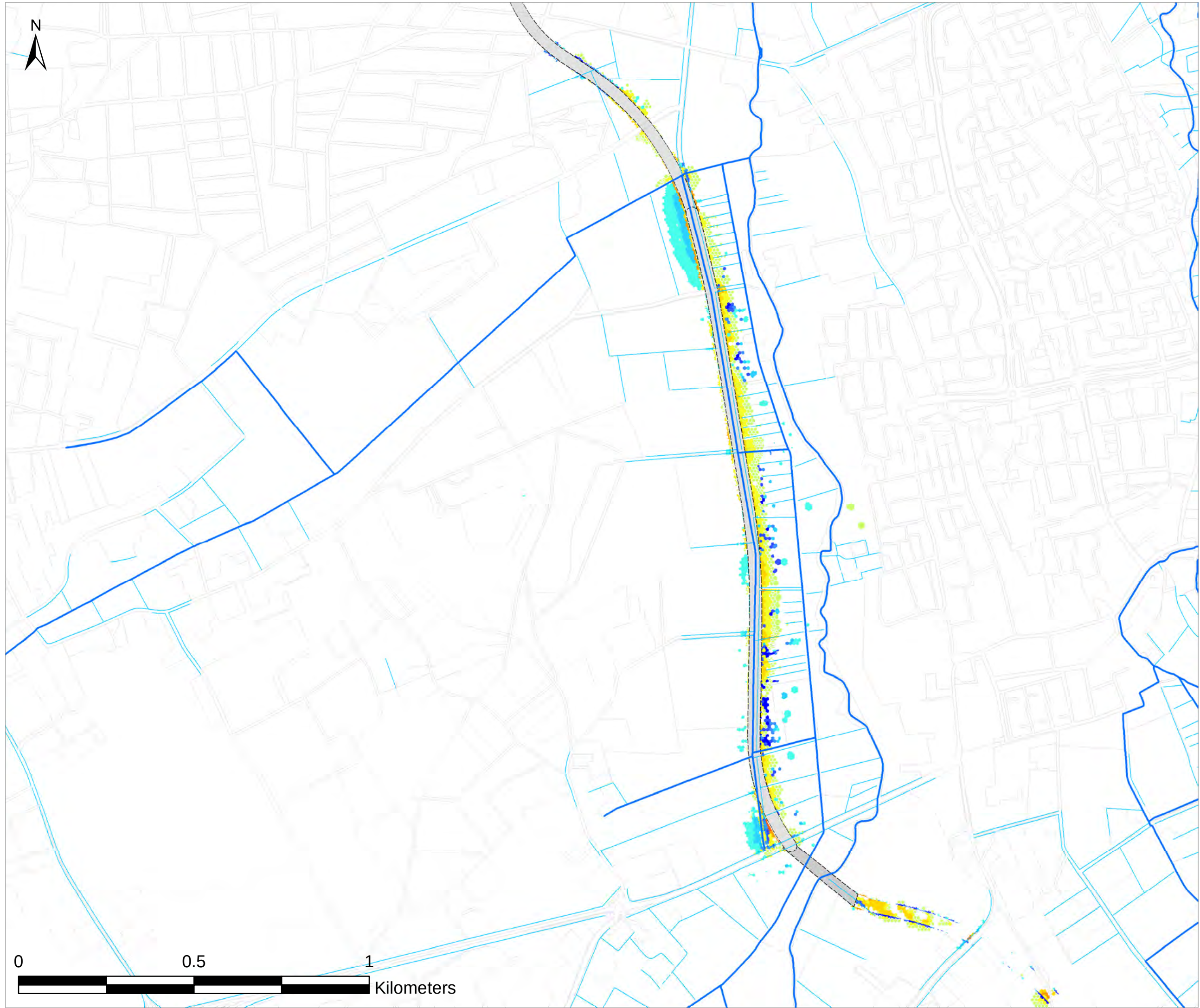
Datum 14/10/2013	Schaal (A3) 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 11

Gecontroleerd door Jelle van Sijl	Volgnummer 1
---	------------------------



0 0.5 1 Kilometers



Scenario Co

Verandering voorjaarskwel (in mm/d t.o.v. huidige situatie)

> 5 mm/d lager

2-5

1-2

0.5-1

0.2-0.5

geen verandering

0.2-0.5

0.5-1

1-2

2-5

>5 mm/d hoger

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel
Scenario Co
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

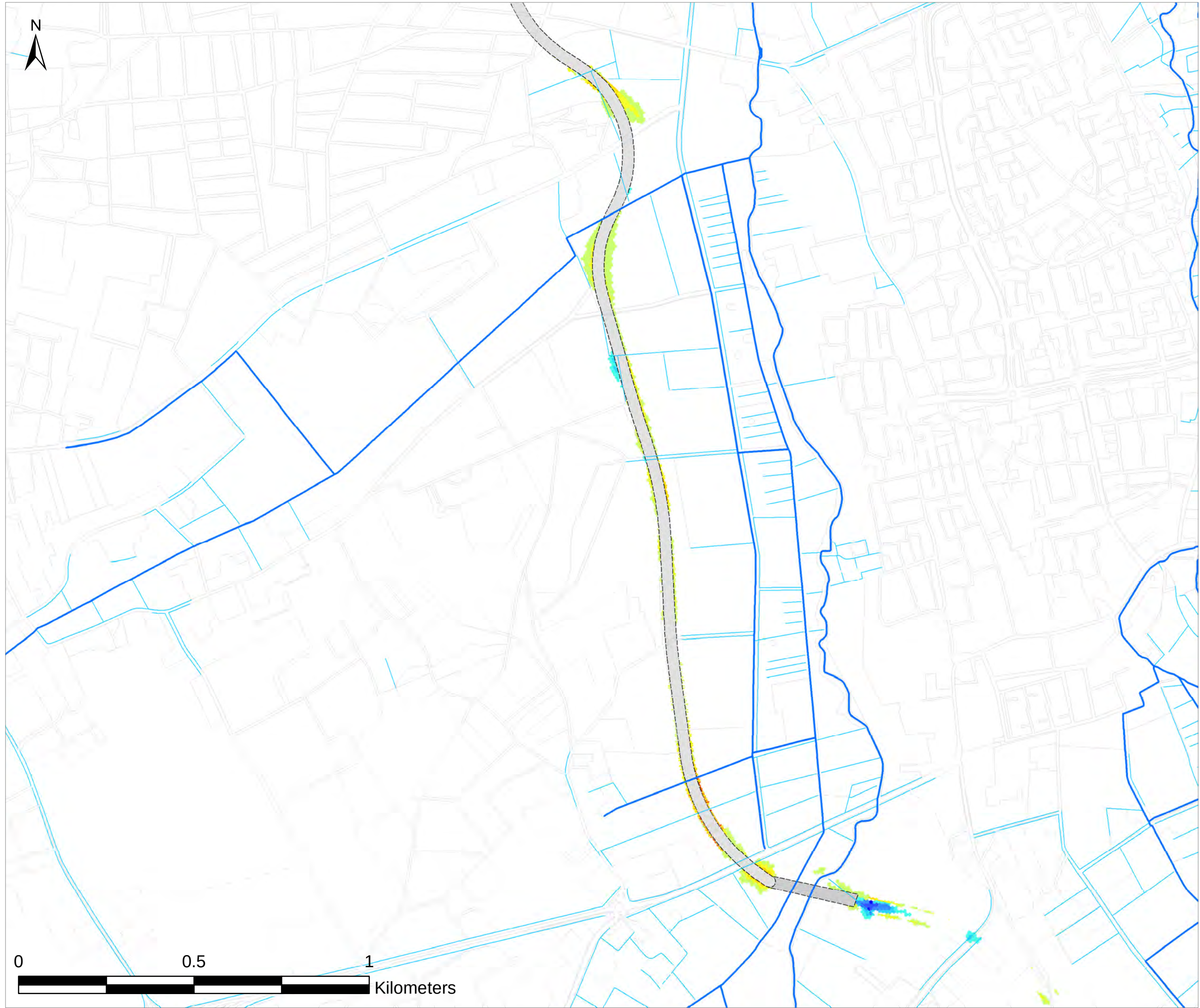
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 12

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Do

Verandering GHG (in cm t.o.v. huidige situatie)

>40 cm verlaging

30-40

20-30

10-20

5-10

verandering < 5 cm

5-10 cm verhoging

10-20

20-30

30-40

>40 cm verhoging

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel

Scenario Do
Verandering GHG

Project

BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever

Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum

16/10/2013

Schaal (A3)

1:10000

Figuur

Kaart 13

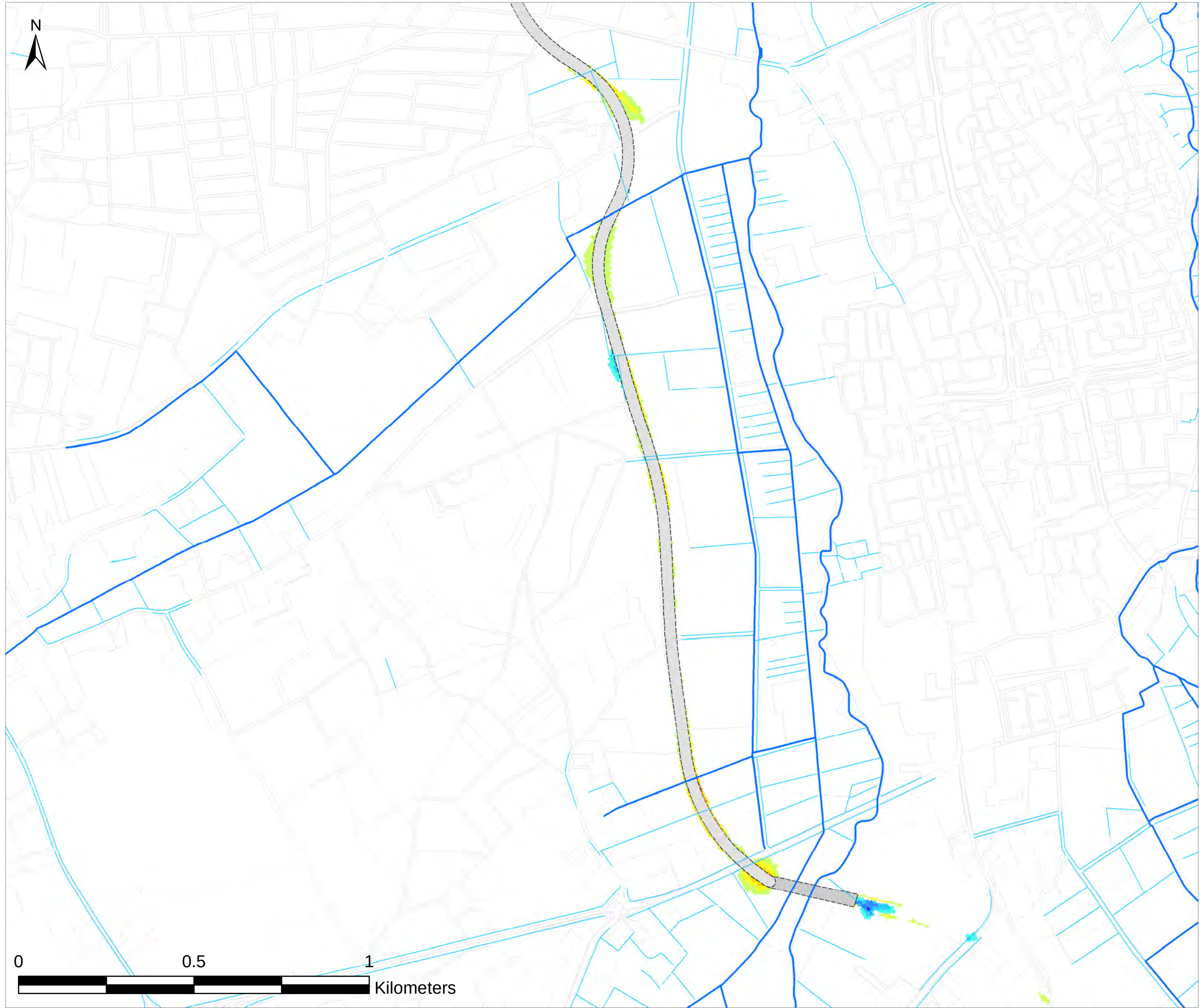
Gecontroleerd door

Jelle van Sijl

Volgnummer

1





Scenario Do

Verandering GVG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

>40 cm verlaging

30-40

20-30

10-20

5-10

verandering < 5 cm

5-10 cm verhoging

10-20

20-30

30-40

>40 cm verhoging

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel

Scenario Do
Verandering GVG

Project

BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever

Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum

16/10/2013

Schaal (A3)

1:10000

Figuur

Kaart 14

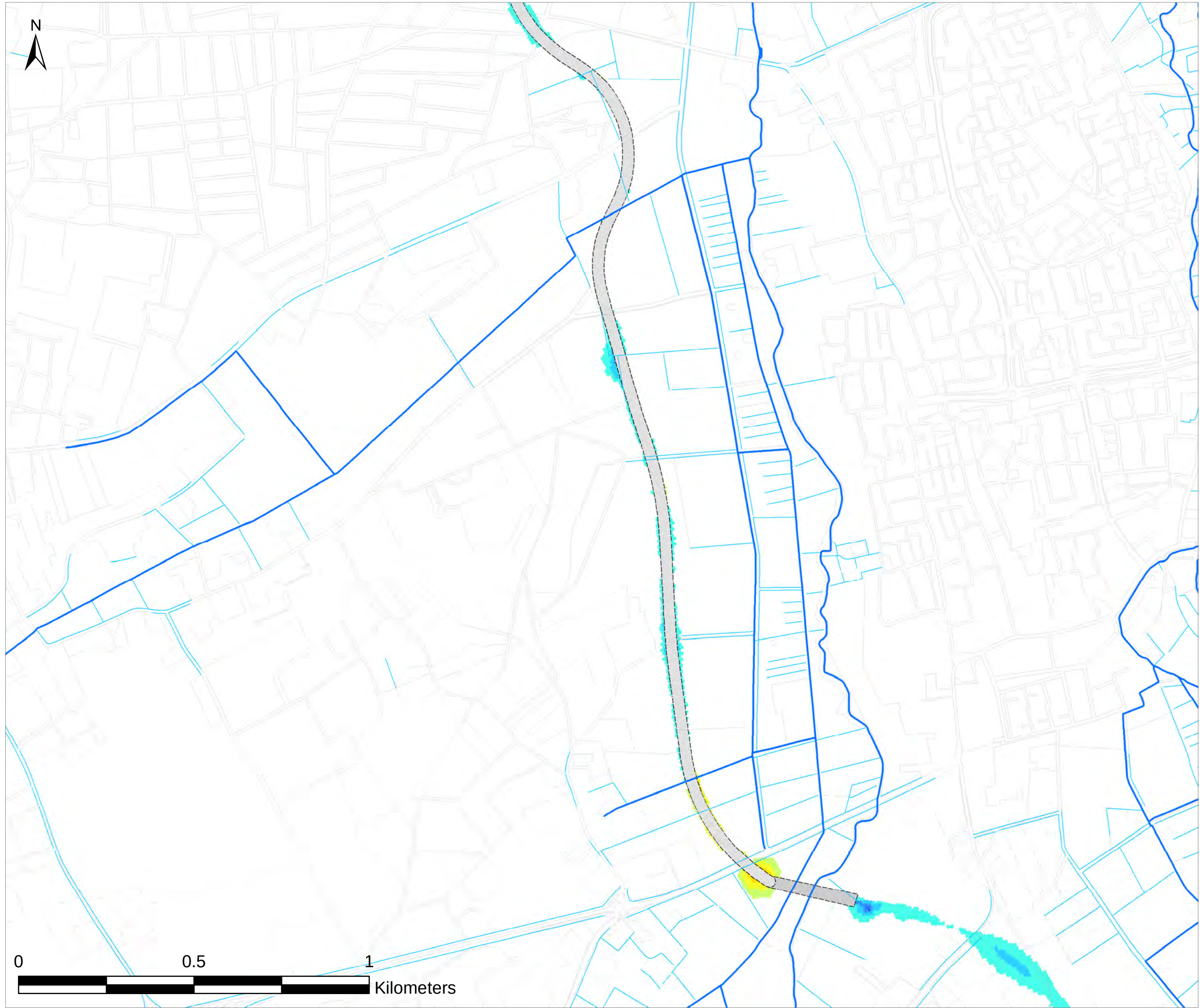
Gecontroleerd door

Jelle van Sijl

Volgnummer

1





Scenario Do
Verandering GLG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario Do
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

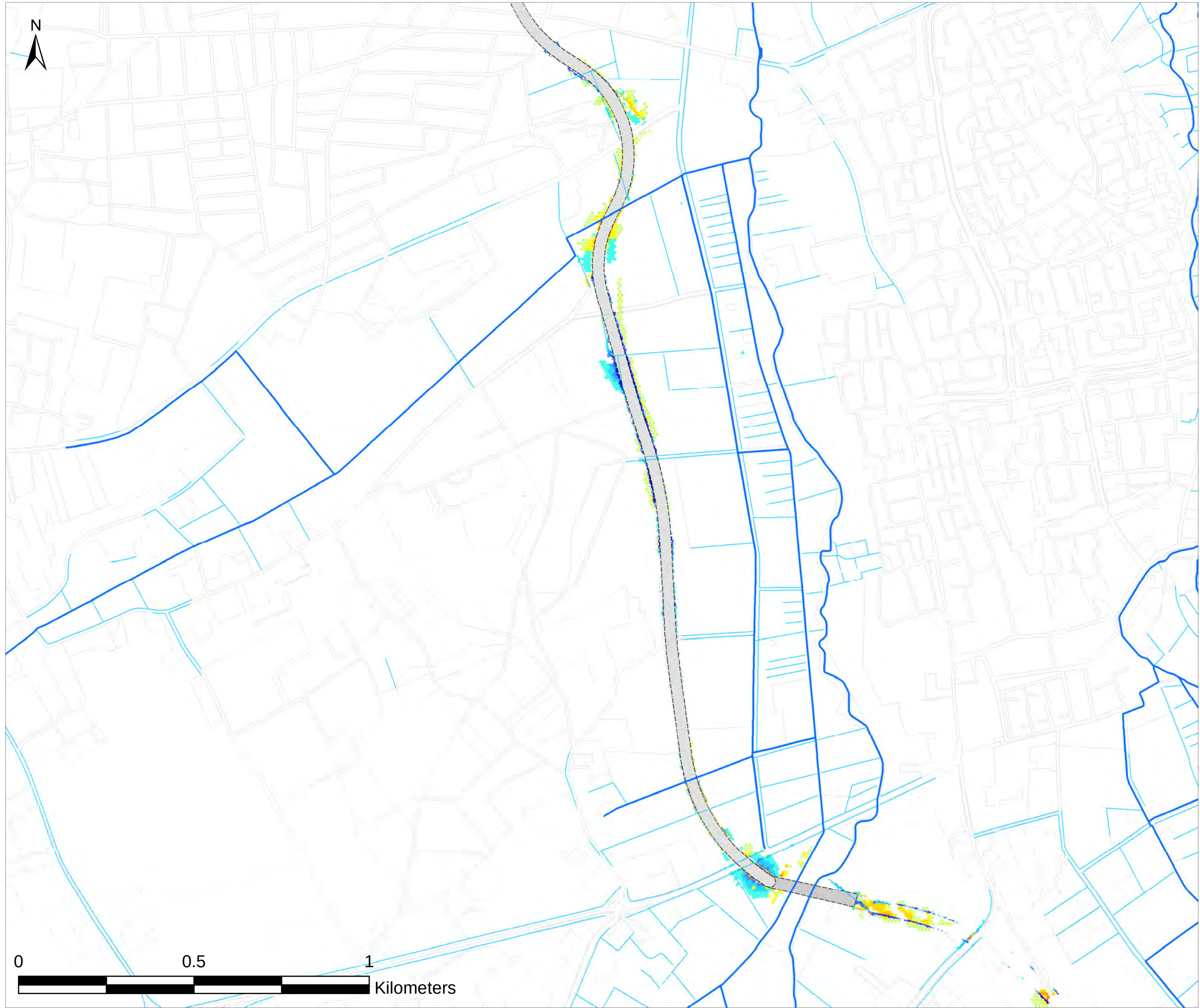
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 15

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario Do

Verandering voorjaarskwel (in mm/d t.o.v. huidige situatie)

> 5 mm/d lager

2-5

1-2

0.5-1

0.2-0.5

geen verandering

0.2-0.5

0.5-1

1-2

2-5

>5 mm/d hoger

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel
Scenario Do
Verandering voorjaarskwel

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

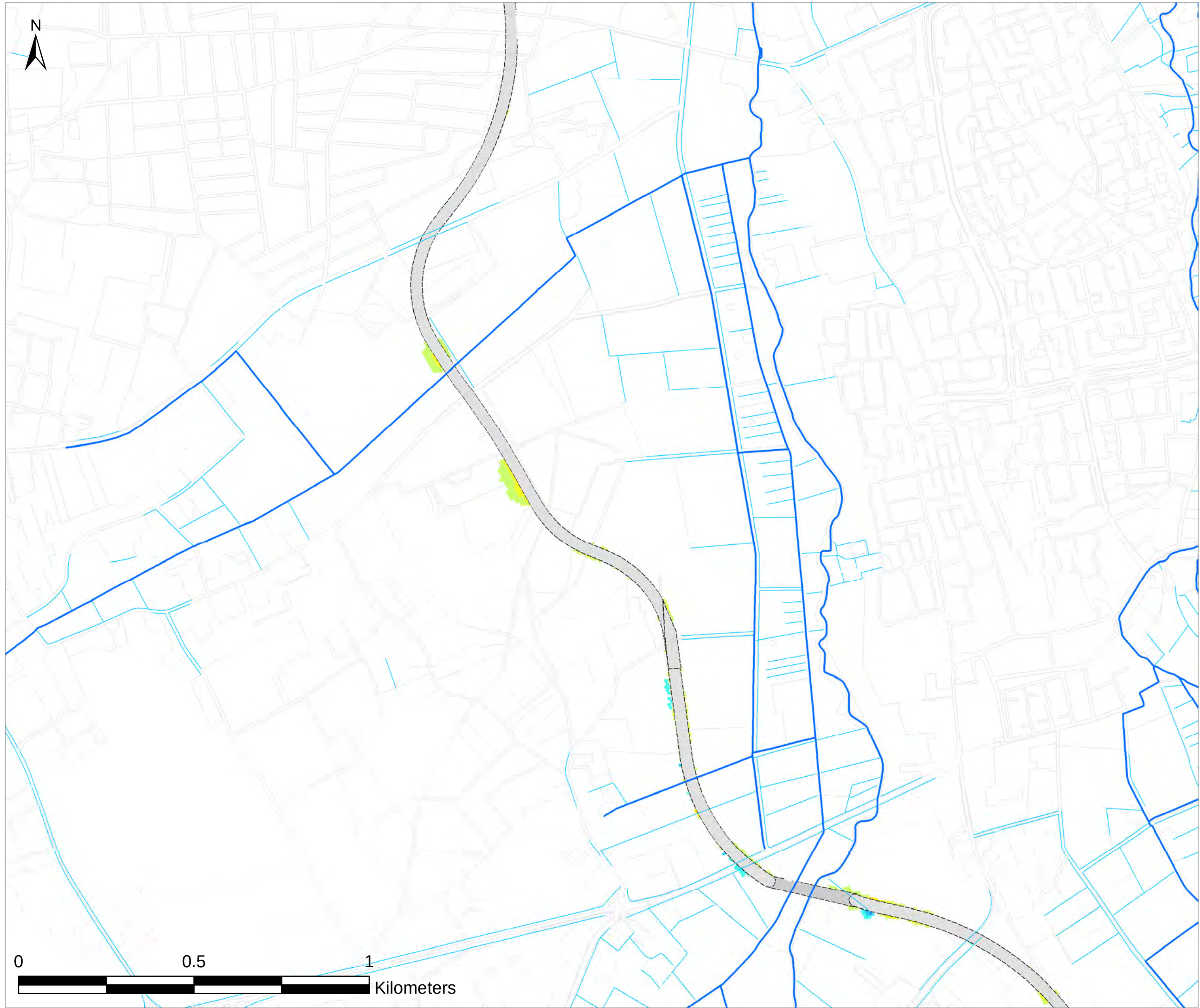
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 16

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario DBo
Verandering GHG
(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
- 30-40
- 20-30
- 10-20
- 5-10
- verandering < 5 cm
- 5-10 cm verhoging
- 10-20
- 20-30
- 30-40
- >40 cm verhoging

- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario DBo
Verandering GHG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

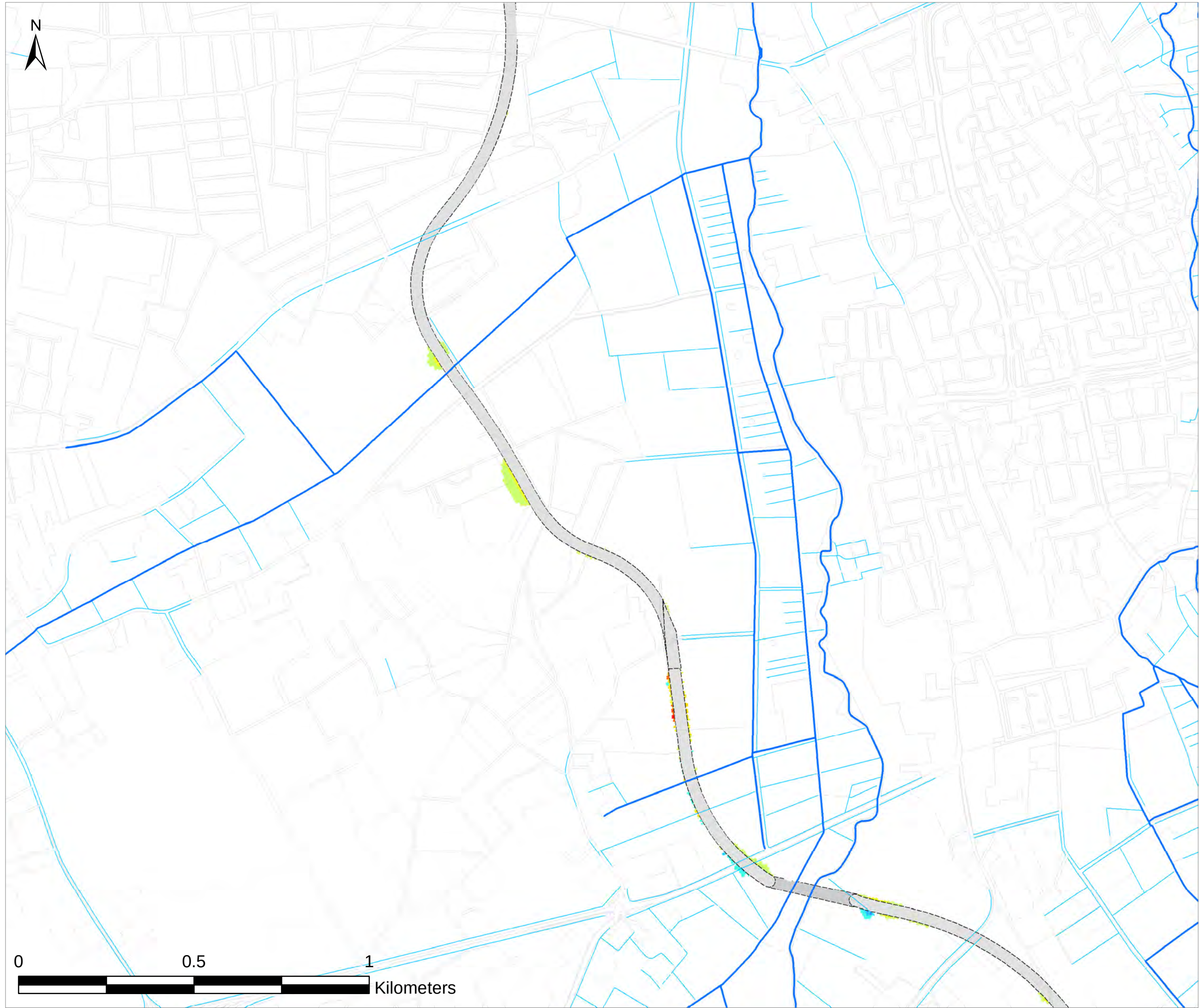
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 17

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario DBo

Verandering GVG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

>40 cm verlaging

30-40

20-30

10-20

5-10

verandering < 5 cm

5-10 cm verhoging

10-20

20-30

30-40

>40 cm verhoging

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel

Scenario DBo
Verandering GVG

Project

BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever

Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum

16/10/2013

Schaal (A3)

1:10000

Figuur

Kaart 18

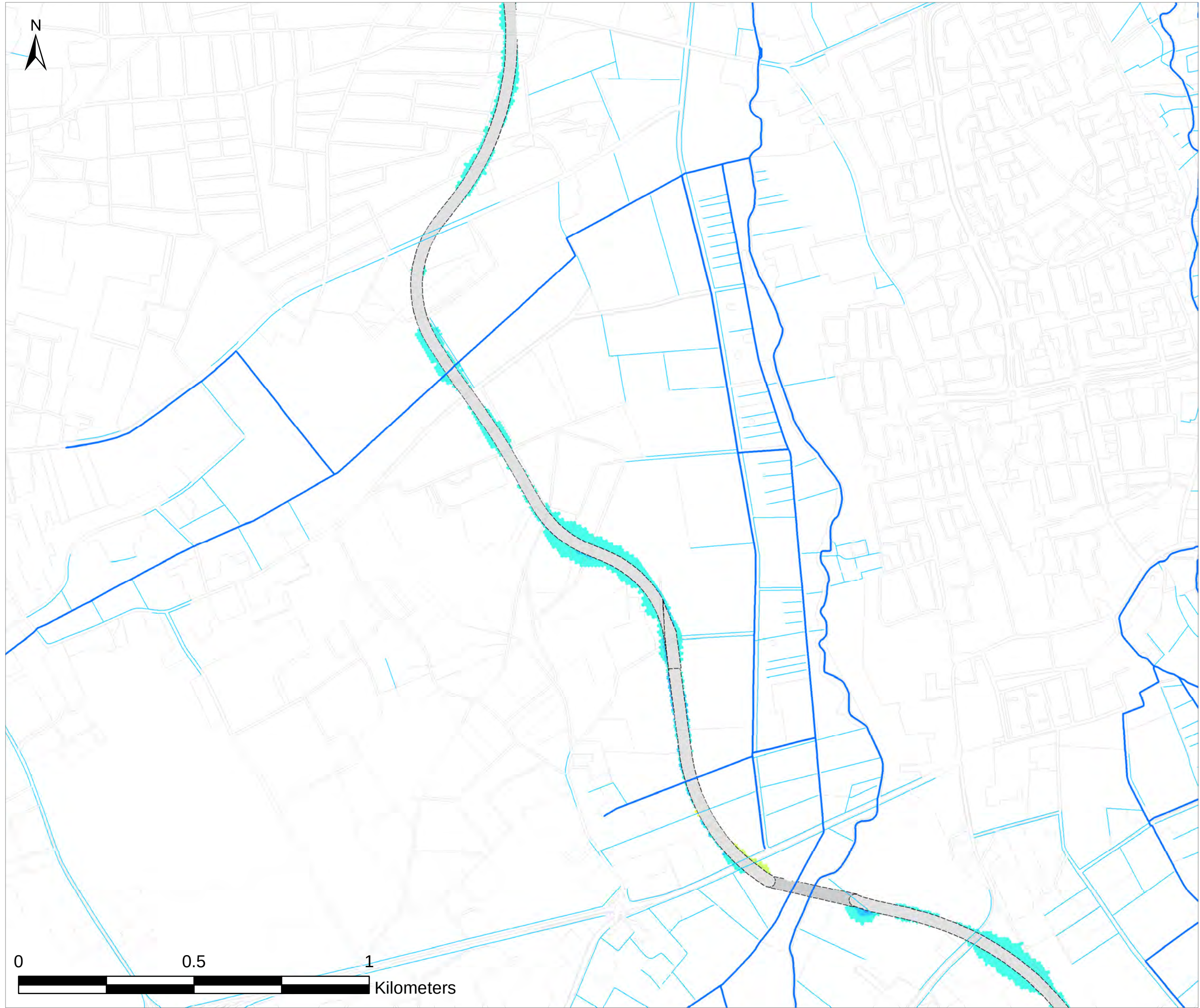
Gecontroleerd door

Jelle van Sijl

Volgnummer

1





Scenario DBo

Verandering GLG

(in cm t.o.v. huidige situatie)

- >40 cm verlaging
 - 30-40
 - 20-30
 - 10-20
 - 5-10
 - verandering < 5 cm
 - 5-10 cm verhoging
 - 10-20
 - 20-30
 - 30-40
 - >40 cm verhoging
- wegtrace variant
- weg op palen
- Tunnel Broekhovenseweg
- Leggerwatergangen
- Greppels

Titel
Scenario DBo
Verandering GLG

Project
BC4339 - Grondwatermodellering N69

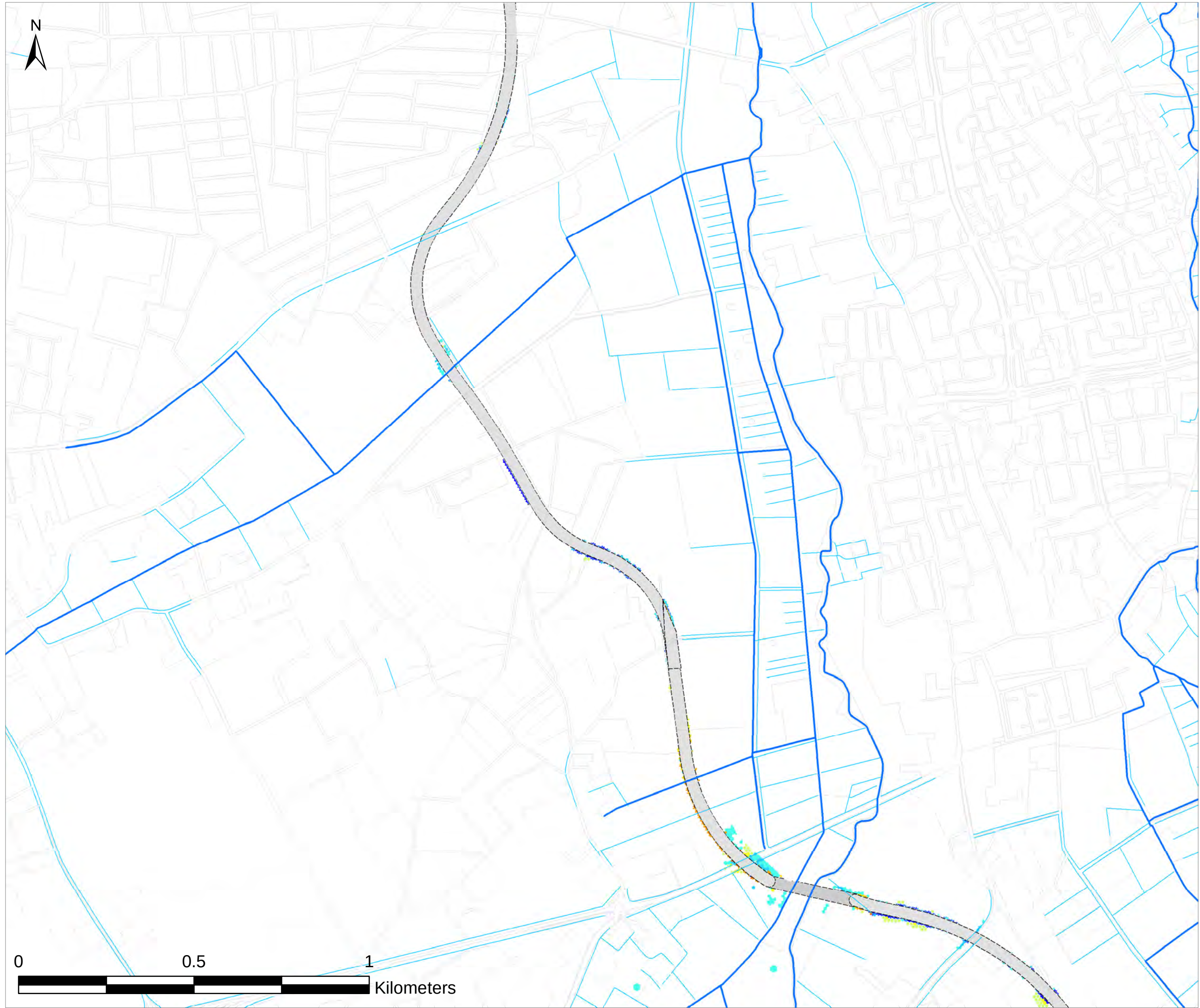
Opdrachtgever
Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

<i>Datum</i> 16/10/2013	<i>Schaal (A3)</i> 1:10000
----------------------------	-------------------------------

Figuur
Kaart 19

<i>Gecontroleerd door</i> Jelle van Sijl	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------





Scenario DBo

Verandering voorjaarskwel (in mm/d t.o.v. huidige situatie)

> 5 mm/d lager

2-5

1-2

0.5-1

0.2-0.5

geen verandering

0.2-0.5

0.5-1

1-2

2-5

>5 mm/d hoger

wegtrace variant

weg op palen

Tunnel Broekhovenseweg

Leggerwatergangen

Greppels

Titel

Scenario DBo
Verandering voorjaarskwel

Project

BC4339 - Grondwatermodellering N69

Opdrachtgever

Waterschap de Dommel
Provincie Noord-Brabant

Datum

16/10/2013

Schaal (A3)

1:10000

Figuur

Kaart 20

Gecontroleerd door

Jelle van Sijl

Volgnummer

1



**Royal
HaskoningDHV**

Enhancing Society Together

