



Weging van het waterbelang Ontwikkeling De Lakermaat te Lengel

SAB Arnhem B.V.

Weging van het waterbelang

Ontwikkeling De Lakermaat te Lengel

Project
Ontwikkeling De
Lakermaat te Lengel

Projectnr.(-doc)
P22-1214(-O31)

Datum
28 februari
2025

Opgesteld door
R. Lindemulder

Gecontroleerd door
R. Hardeman

01 INLEIDING

1.1. Aanleiding

In de gemeente Montferland is voornemens om ten oosten van de dorpskern Lengel een woningbouwontwikkeling gerealiseerd. SAB Arnhem B.V. heeft BOOT verzocht een weging van het waterbelang (voorheen watertoets) op te stellen.

In het voortraject zijn meerdere grondwaterpeilbuizen gemonitord en is een geohydrologisch bureauonderzoek (bijlage D) uitgevoerd welke benut is om een uitgangspuntennotitie waterhuishouding op te stellen. Hierin is nader uitgewerkt aan welke eisen de ontwikkeling dient te voldoen en welke waterbergende voorzieningen toegepast kunnen worden met daarbij de aan te houden ontwerprichtlijnen. In een parallel spoor is tevens een grondwatereffectenonderzoek (bijlage E) uitgevoerd om het effect van de ontwikkeling op het grondwatersysteem en op nabijgelegen (grondwater)verontreinigingen in beeld te brengen.

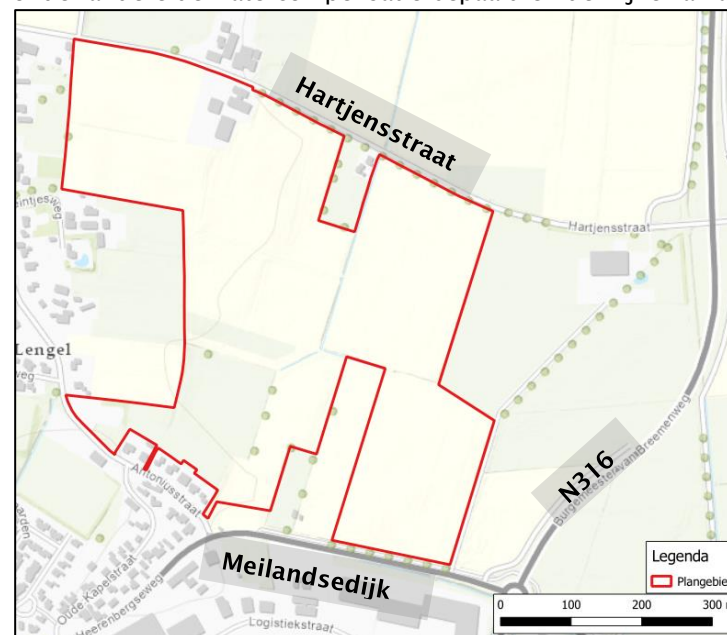
In figuur 1-1 is het plangebied (rood kader) weergegeven. Het plangebied De Lakermat te Lengel betreft circa 25 hectare landbouwgronden met de bebouwingen en het erf van boerderij De Laak aan de Hartjensstraat 2. Het plangebied ligt binnen de kern van Lengel ten noordoosten van 's Heerenberg. Ten noorden en ten oosten van het planbied is landgrondgrond aanwezig.

1.2. Doel

Deze weging van het waterbelang wordt opgesteld om zo de belangen van het watersysteem in de planvorming te borgen en invulling te geven aan een duurzame waterhuishouding.

1.3. Leeswijzer

In voorliggende weging van het waterbelang wordt allereerst de situatie binnen het plangebied in beeld gebracht. Hierbij worden de verharde oppervlakken in de huidige en toekomstige situatie bepaald. Daarnaast worden ook de (geo-)hydrologische eigenschappen van het plangebied toegelicht. In hoofdstuk 3 volgt een toelichting op het geldende beleid op nationaal-, provinciaal-, waterschaps- en gemeentelijk niveau. Hierop volgt een hoofdstuk waarin de toekomstige waterhuishouding in beeld wordt gebracht waarbij aangesloten wordt op het geldende beleid. Hierin wordt onder andere de watercompensatie bepaald en de wijze van afwatering.



Figuur 1-1: Locatie plangebied

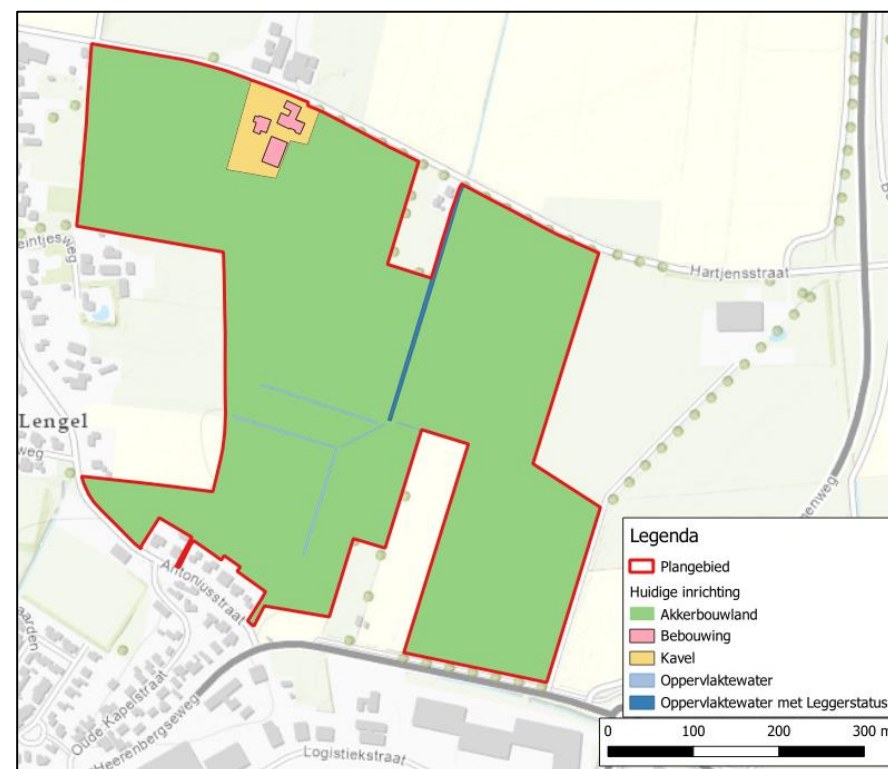
O2 BESCHRIJVING PLANGEBIED

2.1. Inrichting huidige situatie

In de huidige situatie is het plangebied in gebruik als akkerland en grasland. Op basis van de BGT en luchtfoto's zijn de verharde oppervlakten ingeschat. Binnen het plangebied is gedurende delen van het jaar (de watergang en de greppels staan tijdens zomerperiodes hoofdzakelijk droog) oppervlaktewater aanwezig. Een deel van dit oppervlaktewater heeft een Leggerstatus. In figuur 2-1 is de inrichting van het plangebied in de huidige situatie weergegeven. De bijbehorende oppervlakten zijn opgenomen in tabel 2-1.

Tabel 2-1: Overzicht oppervlakken huidige situatie

TYPE OPPERVLAK	% AFVLOEIEND	AFVLOEIEND OPPERVLAK [M ²]	ONVERHARD OPPERVLAK [M ²]	OPPERVLAK [%]
Akkerbouwland	0%	0	239.914	96%
Bebouwing	100%	1.595	0	1%
Kavel	50%	2.925	2.925	2%
Oppervlaktewater	0%	0	2.000	1%
Oppervlaktewater met leggerstatus	100%	1.290	0	1%
<i>Subtotaal</i>		<i>5.810</i>	<i>244.839</i>	
Totaal			250.649	100%



Figuur 2-1: Overzicht oppervlakken huidige situatie

2.2. Inrichting toekomstige situatie

Met de ontwikkelingen binnen het plangebied wijzigt de inrichting van het plangebied. In de toekomstige situatie worden 349 grondgebonden woningen met bijbehorende parkeergelegenheid, infrastructuur en landschappelijke inrichting gerealiseerd. Een overzicht van de inrichting in de toekomstige situatie is weergegeven in figuur 2-2 (vergroot in bijlage B). Een overzicht van de bijbehorende oppervlakken is weergegeven in tabel 2-2.

De parkeerplaatsen en voetpaden in het groen worden aangelegd met halfverharding. Ter plaatse van de halfverharding zal een deel van het hemelwater infiltreren. Daarom is in de berekeningen uitgegaan van 70% afstromend oppervlak vanaf de halfverharding.

Tabel 2-1: Overzicht oppervlakken toekomstige situatie

TYPE OPPERVLAK	% AFVLOEIEND	AFVLOEIEND OPPERVLAK [m²]	ONVERHARD OPPERVLAK [m²]	OPPERVLAK [%]
Openbaar terrein groen	0%	-	84.305	
Openbaar terrein halfverharding	70%	15.589	6.681	
Openbaar terrein parkeerplaats	70%	2.468	1.058	
Openbaar terrein verharding	100%	13.506	-	
Uitgeefbaar terrein bebouwing	100%	30.759	-	
Uitgeefbaar terrein excl. Bebouwing*	30%	29.403	66.881	
Subtotaal		91.724	158.924	
Totaal		250.649		

*) in bijlage B is per type buurt opgenomen hoeveel verharding op de kavels gerealiseerd mag worden. De kaververharding wordt opgenomen in het omgevingsplan.

Op basis van de huidige en toekomstige oppervlakken, neemt met de ontwikkelingen binnen het plangebied het verhard oppervlak met 85.914 m² (91.724 m² - 5.810 m²) toe tot een verhard oppervlak van 91.724 m² in de toekomstige situatie.



Figuur 2-2: Overzicht oppervlakken toekomstige situatie

2.3. Gebiedskenmerken

Voorafgaand aan de voorliggende weging van het waterbelang is een geohydrologisch bureauonderzoek uitgevoerd (opgenomen in bijlage D). Daarbij is een geohydrologische effectenstudie uitgevoerd (opgenomen in bijlage E). Onderstaand is een samenvatting van deze onderzoeken opgenomen.

Maaiveldverloop

Het maaiveldverloop binnen het plangebied loopt vanaf het noordwesten (NAP +16,7 m) af richting het noordoosten (NAP +14,2 m). Ook loopt het maaiveldverloop geleidelijk af van het zuidwesten (NAP +15,9 m) richting het noordoosten. Over het algemeen kan gesteld worden dat het plangebied een hoogteverloop heeft vanaf het westen richting het oosten. Het maaiveld is aan de teen van de Montferlandse berg het laagst. Het maaiveldverloop op basis van het AHN4 is weergegeven in figuur 2-3.

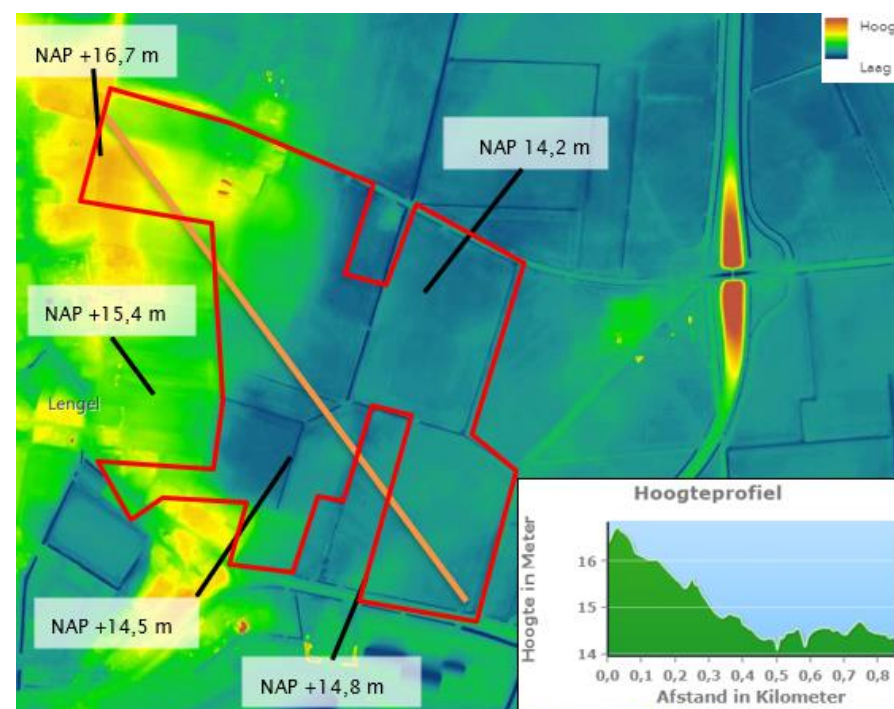
Bodemopbouw

De regionale bodemopbouw bestaat uit een deklaag van zandig klei. Daaronder ligt een midden en fijn zand pakket tot circa 6,4 m -mv. Onder het fijne zandpakket zijn diverse pakketten met grof zand gelegen tot circa 48 m -mv. Tot circa 90 m -mv is een fijnere zandlaag gelegen.

Via DINOlaket zijn ook enkele boorprofielen van losse boringen binnen het plangebied beschikbaar. Over het algemeen kan gesteld worden dat de hogere grond in het westen bestaat uit zand en dat in het oosten een kleilig deklaag aanwezig is van circa 0,5 tot 1,5 m dik.

Grondwaterstanden

In de directe omgeving van het plangebied zijn twee monitoringspeilbuizen aanwezig waarin de grondwaterstand gemonitord is. Daarbij zijn verspreid over het plangebied 4 peilbuizen gemonitord. De karakteristieken van de peilbuizen zijn weergegeven in tabel 2-3. De verdere kenmerken van de peilbuizen zijn beschreven in bijlage D.



Figuur 2-3: Maaiveldverloop plangebied (rode kader) met dwarsprofiel (oranje lijn) Bron: AHN4, 2022.

Tabel 2-3: Karakteristieken peilbuizen

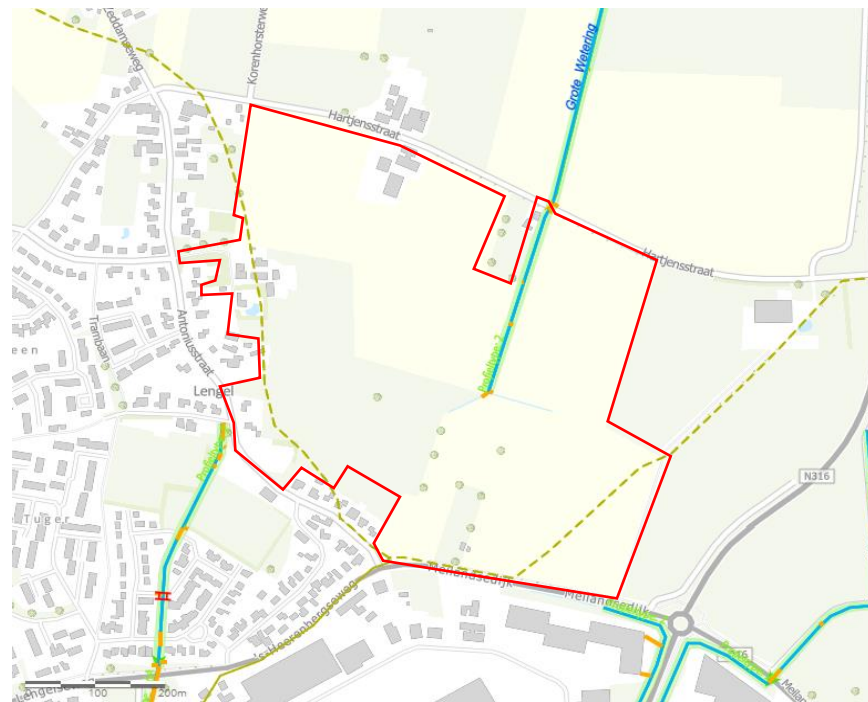
PEILBUIS	LG [M + NAP]	GLG [M + NAP]	GG [M + NAP]	GHG [M + NAP]	HG [M + NAP]
PB001	12,7	12,9	13,4	14,0	14,3
PB002	12,6	12,8	13,4	14,3	14,3
PB003	12,7	13,0	13,5	14,1	14,3
PB004	12,6	12,9	13,4	14,3	14,5
B40H1475	-	12,7	13,2	14,1	-
B40H1483	-	12,3	12,8	13,4	-

Oppervlaktewater en waterkering

In het midden en ten noorden van het plangebied is een watergang aanwezig. Dit betreft de watergang de Grote Wetering (OIJ20.160). Waterschap Rijn en IJssel is de onderhoudsplichtige voor de watergang. Een uitsnede van de legger van Waterschap Rijn en IJssel is weergegeven in figuur 2-4.

Het plangebied ligt binnen het peilgebied 'Oude IJssel'. Binnen dit peilgebied is het streefpeil NAP +12,3 m met een boven- en ondergrens van NAP +12,4 m en NAP +12,2 m.

Indien wenselijk kan de watergang gedempt of verlegd worden. Het dempen van oppervlaktewater dient wel 1:1 teruggebracht te worden binnen het peilgebied in de vorm van nieuw oppervlaktewater. Het risico van het dempen van de watergang is dat de ontwatering van het oostelijke gebied verslechterd.

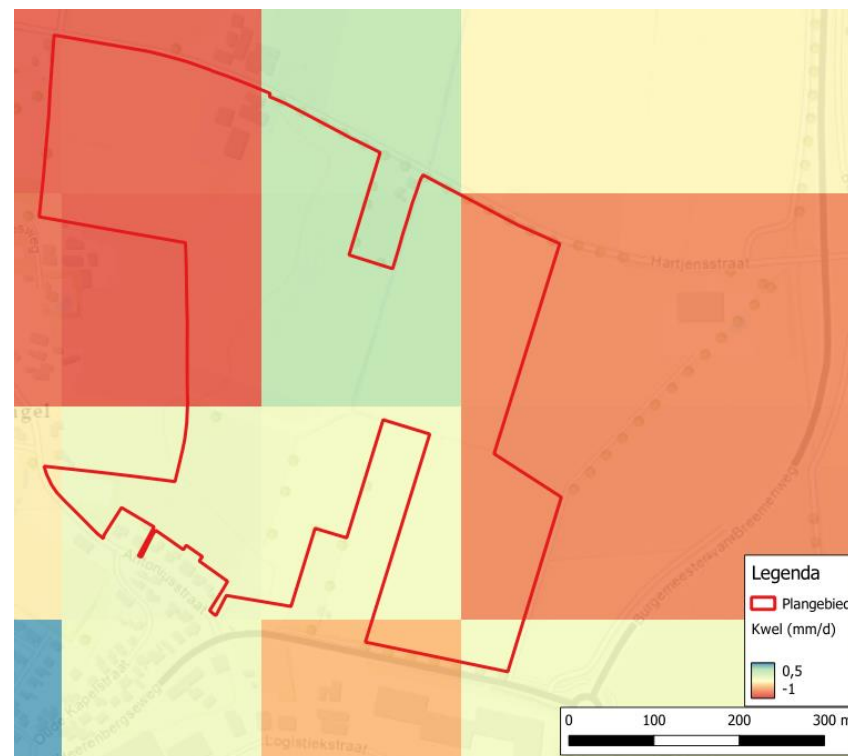


Figuur 2-4: Uitsnede Legger oppervlaktewater waterschap Rijn en IJssel.

Kwel

Op basis van gegevens uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM4.1, bron: NHI) ligt het noordwesten van het plangebied in een gebied met wegzijging (meer dan 0,5 mm/dag), zie figuur 10. In het noordoosten is sprake van kwel (0,25 mm/dag). In het zuiden van het plangebied is zowel sprake van beperkte wegzijging als kwel (<0,1 mm/dag). Over het algemeen kan gesteld worden dat aan de teen van de Montferlandse berg kwel optreedt.

Risico's door kwel wordt in het noordwesten niet verwacht. Ter plaatse van de lagergelegen delen in het zuiden en noordoosten bestaat er een risico op kwel. Binnen dit plan is het landschappelijk integreren van kwel voorzien en is het risico op kwel omgevormd naar het benutten van kwel.



Figuur 2-5: LHM4.1 wegzijging en kwel binnen en rondom het plangebied

(Grond)water overlast en infiltratiekansen

In het oosten is er een kans op wateroverlast gezien de hoge grondwaterstand, de kleideklaag en kwel, voornamelijk aan de teen van de Montferlandse berg. Tevens kan in extreme neerslagsituaties water oppervlakkig afstromen richting het oosten gezien dit lager gelegen is dan het westen van het plangebied. Omdat het oosten aan de teen van de Montferlandse berg ligt is het aanbevolen om de grondwaterstand te monitoren.

Het westen (in figuur 2-6 niet gearceerd) daarentegen is hoog in het landschap gelegen en heeft een relatief diepe grondwaterstand. Daarom is de kans op wateroverlast in het westen gering. Geadviseerd wordt om in het westen van het plangebied voldoende waterbergende/infiltratie voorzieningen te realiseren om te voorkomen dat water oppervlakkig afstroomt richting het oosten.

Inschatting is dat de bovengrond in het westen (zandlaag van Bortel tot circa 6,0 m-mv) een k-waarde heeft van 4,0 m/dag. Daaronder is een minder goed doorlatende middel grove zandlaag gelegen en wordt een k-waarde van circa 2,5 m/dag ingeschat. Geadviseerd wordt deze waarden enkel te hanteren voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen. Voor een bemaling moet in het kader van een worst-case benadering een hoge k-waarde aangehouden worden. In het oosten is de infiltratiekans geringer omdat de deklaag uit klei bestaat en sprake is van kwel.



Figuur 2-6: Overzichtskaart zones geschikt voor infiltratie (niet gearceerd) en waarschijnlijk niet geschikt voor infiltratie (oranje gearceerd) Bron: Gemeente Montferland

03 BELEID

Het algemeen waterbeleid dat van toepassing is binnen het plangebied staat beschreven in het Nationaal waterplan, in het Waterbeleid in de 21^e eeuw (WB21) en de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) van de Rijksoverheid.

Daarnaast geldt het Regionaal waterprogramma 2021-2027. Hierin beschrijft de provincie Gelderland de uitdagingen waarvoor de provincie staat, waar de provincie naartoe wil werken en wat de provincie concreet de komende tijd op het gebied van water gaat bijdragen aan de ambities uit Omgevingsvisie Gelderland en het coalitieakkoord.

Vanuit de gemeente is het waterbeleid vastgelegd in het Gemeentelijk Water & Rioleringsplan Montferland 2022-2026. Uitgangspunten gehanteerd dienen te worden bij de uitwerking van een ontwerp staan hierin beschreven.

Op Europees-, nationaal- en stroomgebiedsniveau wordt gewerkt aan de Kaderrichtlijn Water (KRW). De KRW streeft naar duurzame en robuuste watersystemen. Basisprincipes van het nationaal en Europees beleid zijn: meer ruimte voor water, voorkomen van afwenteling van de waterproblematiek in ruimte of tijd en stand-still (géén verdere achteruitgang in de huidige (2000) chemische en ecologische waterkwaliteit).

Het bovenstaande resulteert in twee drietrapsstrategieën die zijn vastgelegd in de Nota Ruimte (2006):

- Waterkwantiteit (vasthouden, bergen, afvoeren)
- Waterkwaliteit (schoonhouden, scheiden, zuiveren)

De trits voor waterkwantiteit betekent dat neerslag bij voorkeur wordt vastgehouden op de plaats waar het valt. Indien vasthouden niet mogelijk is, wordt neerslag geborgen in oppervlaktewater. De trits voor waterkwaliteit houdt in dat gestreefd moet worden naar het voorkomen van verontreinigingen. Indien schoonhouden niet mogelijk is, worden schone en vervuilende bronnen gescheiden.

De Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie, onderdeel van het Deltaprogramma 2015, schrijft voor dat rijk, provincies, gemeenten en waterschappen het

klimaatbestendig en waterrobuust inrichten van de ruimtelijke omgeving moeten opnemen in het beleid. Doel van de Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie is het sturen van het veranderingsproces om het klimaatbestendig en waterrobuust inrichten van Nederland een vanzelfsprekend onderdeel te maken van ruimtelijke (her)ontwikkeling. Hierbij wordt het uitgangspunt gehanteerd dat bij (her)ontwikkelingen geen extra risico op schade en slachtoffers mag ontstaan voor zover dat redelijkerwijs haalbaar is.

Vanuit het waterschap Rijn en IJssel is het Waterbeheerplan 2022-2027 van kracht. In het Waterbeheerplan beschrijft het waterschap wat ze in de planperiode willen bereiken en hoe ze dat wil doen.

Verder beschikt waterschap Rijn en IJssel over de 'Waterschapverordening Waterschap Rijn en IJssel'. Deze is sinds 1 januari 2024 van kracht. De Waterschapverordening vervangt de Keur en de algemene regels. In de Waterschapverordening staan alle regels die bepalen welke activiteiten waar in het beheersgebied mogen plaatsvinden en welke voorwaarden hiervoor gelden. Hierin staan de voorwaarden waaraan voldaan moet worden bij de inrichting, gebruik en onderhoud van waterkeringen, oppervlaktewaterlichamen, bergingsgebieden, ondersteunende kunstwerken en grondwater. Voor bepaalde werkzaamheden dient een watervergunning aangevraagd te worden.

3.1. Compensatie verhard oppervlak – Waterschap Rijn en IJssel

Waterschap Rijn en IJssel heeft een watertoetstabel ontwikkeld waarmee met een aantal vragen in beeld te brengen is welke wateraspecten relevant zijn en met welke intensiteit het watertoetsproces doorlopen dient te worden. De vragen zijn gericht op de locatie van de ruimtelijke ontwikkeling en welke veranderingen er mogelijk worden gemaakt. De ingevulde tabel is beschreven in paragraaf 4-2.

Voor de ontwikkeling van het plangebied dient een weging van het waterbelang (voorheen: watertoets) uitgevoerd te worden. In de weging van

het waterbelang dient beschreven te worden hoe de toename van verhard oppervlak gecompenseerd wordt. Uitgangspunt vanuit het waterschap is dat (nieuwe) ontwikkelingen minimaal hydrologisch neutraal zijn of een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. Als vuistregel 10% van het bruto planoppervlak benutten als waterberging (incl. maaipaden en taluds).

Voor ontwikkelingen binnen de (nieuwe) bebouwde kom moet het volume van de waterbergende voorziening zodanig groot zijn dat een bui T100+10% kan worden geborgen, zonder dat schade aan gebouwen ontstaat. Het benodigde volume kan berekend worden door het oppervlak aan nieuw verhard gebied (m²) te vermenigvuldigen met 80 mm. Voor ontwikkelingen in het buitengebied moet een bui T10+10% kunnen worden geborgen, dit komt overeen met een benodigd bergingsvolume van 55 mm per m² nieuw verhard oppervlak.

3.1.1. Watertoetstabel

In tabel 3-1 is de watertoetstabel van het waterschap Rijn en IJssel ingevuld voor de ontwikkeling van het plangebied. Enkele vragen zijn niet ingevuld omdat dit pas in een later stadium bepaald wordt.

Tabel 3-1: Watertoetstabel waterschap Rijn en IJssel

Thema	Vraag	Relevant
1. Algemeen	Maakt het plan deel uit van een groter plan, zoals een masterplan/ stedenbouwkundige visie?	Ja
2. Beheer en onderhoud	Wordt water aangelegd, gedempt of aangepast?	Ja
	Ligt in of nabij het plangebied een watergang?	Ja
3. Veiligheid	Ligt in of nabij het plangebied een waterkering (primaire waterkering, regionale waterkering, overige kering of kade)?	Nee
	Ligt het plangebied in een overstromingsgevoelig gebied of winterbed van een rivier?	Nee
4. Klimaatadaptatie (wateroverlast)	Neemt in het plan het verharde oppervlak van bebouwing en bestrating toe met meer dan 500m ² ?	Ja

Thema	Vraag	Relevant
	Neemt in het plan het verharde oppervlak van bebouwing en bestrating toe met meer dan 1500m ² ?	Ja
	Bevindt het plan zich in een waterbergingsgebied, laaggelegen gebied of beekdal?	Ja
	Is er in of rondom het gebied wel eens sprake (geweest) van wateroverlast of blijkt er gevoeligheid voor wateroverlast uit de klimaatatlas (https://www.weetvanwater.nl/klimaatatlas)?	Ja
	Is het plangebied gevoelig voor hittestress? (bekijk hiervoor de klimaatatlas)	Nee
	Is het verschil tussen de hoogte van de weg en de bovenzijde van de begane-grondvloer minder dan 30 centimeter?	Nee
5. Waterkwaliteit	Is in of nabij het plangebied oppervlaktewater aanwezig of gepland?	Ja
	Bevindt het plan zich in een gebied met speciale functie (zoals KRW, EVZ, N2000, natte landnatuur, zwemwater)?	Nee
6. Afvalwaterketen	Worden in het plan meer dan 10 wooneenheden gerealiseerd?	Ja
	Ligt in of nabij het plangebied een rioolwaterzuiveringsinstallatie/ rioolgemaal/ persleiding/ gemengde overstort?	Ja
	Wordt regenwater afgevoerd naar de rioolwaterzuivering?	Nee
	Vinden er activiteiten plaats op het verharde oppervlak waardoor verontreinigingen kunnen afspoelen en het oppervlaktewater mogelijk vervuild raakt?	Nee
	Zijn er kansen voor het afkoppelen van bestaand verhard oppervlak?	Nee
7. Grondwater-beheer	Bevindt het plan zich in een kwelgebied?	Ja
	Is afstand tussen GHG en bovenkant vloer kleiner dan 80 cm?	Ja/Nee
	Ligt het plan in beschermingszone of intrekgebied van een (drink)wateronttrekking?	Nee
	Is in het plangebied sprake van slecht doorlatende lagen in de ondergrond?	Ja

Thema	Vraag	Relevant
	Worden drainagevoorzieningen aangelegd binnen een beperkingengebied voor drainage?	Nee
8. Recreatie en beleving	Wordt recreatief medegebruik van wateren en oevers mogelijk gemaakt?	Nee
	Ligt in het plangebied een beschermd watererfgoed?	Nee

3.2. Beleidsregels – Gemeente Monterferland

Nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen dienen klimaatbestendig en waterrobuust te zijn. Hiervoor wordt uitgegaan van de voorkeursvolgorde voor het omgaan met hemelwater, waarbij verharding van de openbare ruimte en particulier terrein zoveel mogelijk wordt beperkt en hemelwater waar mogelijk op eigen terrein wordt verwerkt. Onderstaand de voorkeursvolgorde voor het omgaan met hemelwater:

1. Beperken van verhardingen in openbare ruimte en particuliere terreinen;
2. Niet inzamelen van hemelwater afkomstig van particulieren op locaties waar dit mogelijk en redelijk is;
3. Hemelwater lokaal inzamelen en infiltreren in bovengrondse groene voorzieningen zoals wadi's;
4. Hemelwater lokaal inzamelen en infiltreren in ondergrondse (technische) voorzieningen zoals kratten of infiltratierolering;
5. Afvoeren van afstromend hemelwater naar bergingsvijvers en oppervlaktewater;
6. Afvoer van (te) vervuild hemelwater naar de rioolwaterzuivering, tenzij dit in het buitengebied is (hier mag geen hemelwater of ander 'rioolvremd water' zoals erfafspoelwater op de riolering worden geloosd).

Nieuw stedelijk gebied moet waterneutraal worden ontworpen. Dat betekent dat niet meer water wordt afgevoerd dan in de natuurlijke situatie (voor de ontwikkeling). De richtlijn voor de maximum afvoer is 0,8 liter/seconde per hectare. Hemelwater dat niet op eigen percelen wordt geïnfiltreerd, moet worden opgevangen in voorzieningen met voldoende bergings- en of infiltratiecapaciteit. Indien er sprake is van een uitbreiding is van het GWRP vereist om 40 mm berging per verhard m² te realiseren.

Om het risico op wateroverlast te verkleinen dienen de vloerpeilen minimaal 0,2 m boven het straatpeil komen te liggen. Hierdoor wordt de bovengrond zo ingericht dat eventueel, in extreme situatie, water op straat geborgen kan worden.

Vanuit het GWRP zijn geen eisen betreft ontwateringsdiepte. Gangbare normen betreft ontwateringsdiepte zijn:

- Woning met kruipruimte: 1,0 m-vloerpeil
- Woning zonder kruipruimte: 0,7 m-vloerpeil
- Tuinen en openbare groenvoorzieningen: 0,5 m-mv
- Wegen: 0,7 tot 1,0 m-wegpeil

O4 WEGING VAN HET WATERBELANG

4.1. Wateropgave

Om de huidige afvoersituatie niet te verslechteren is het nodig om de watercompensatie te bepalen aan de hand van de totale verharding.

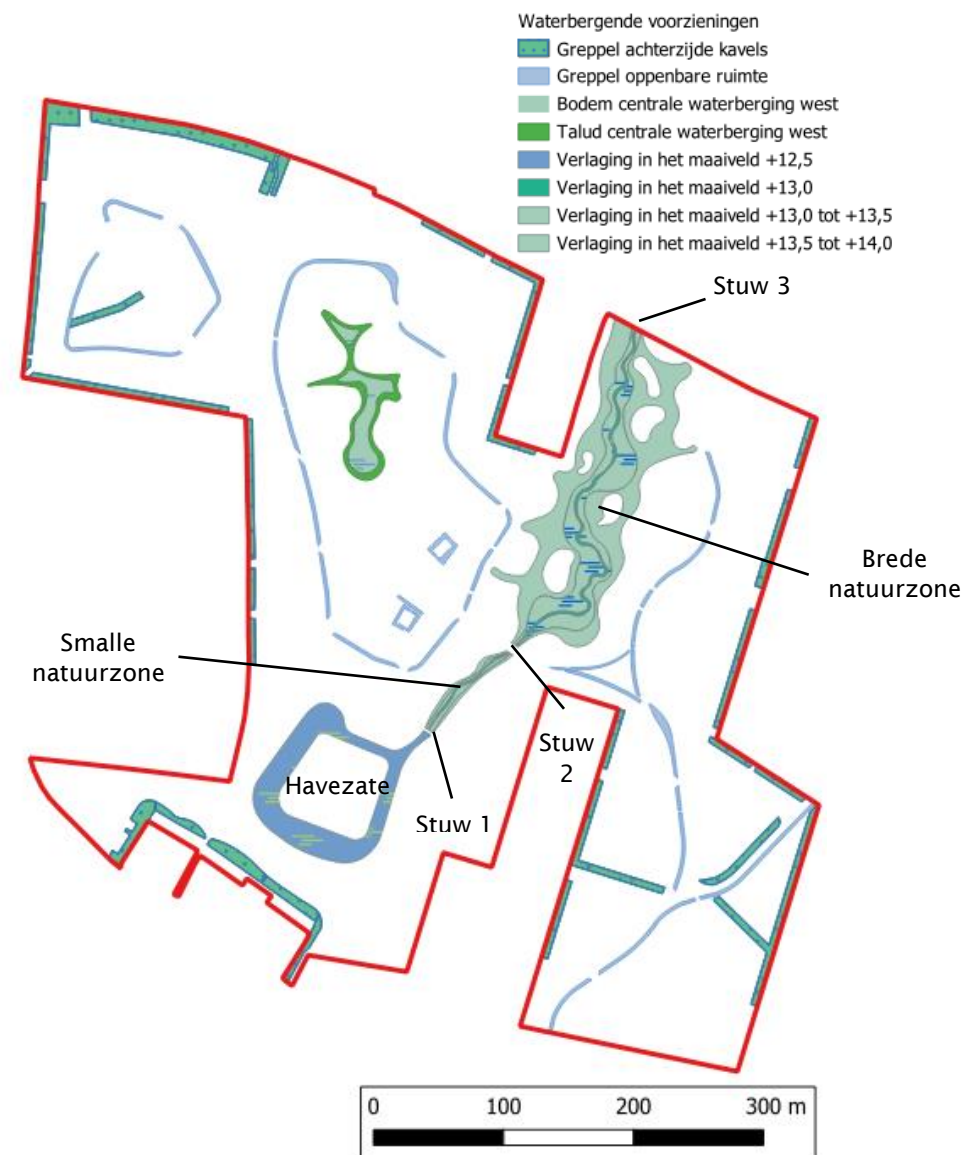
Vanuit het waterschap Rijn en IJssel geldt dat over de toename van verhard oppervlak 80 mm per m² berging gerealiseerd dient te worden. Voor de Lakermaat is de project specifieke afspraak gemaakt dat er voor het waterschap 80 mm berging over het toekomstige verharde oppervlak gerealiseerd dient te worden. Vanuit de gemeente geldt een bergingseis van 40 mm per verhard m² in de toekomstige situatie. Op basis hiervan is onderstaande berging benodigd voor de ontwikkelingen binnen het plangebied:

- Waterschap: $91.724 \text{ m}^2 \times 80 \text{ mm} = 7.338 \text{ m}^3$
- Gemeente: $91.724 \text{ m}^2 \times 40 \text{ mm} = 3.669 \text{ m}^3$

Het oppervlaktewater dat gedempt wordt betreffen watergangen/greppels zonder Leggerstatus. Hierom hoeft dit wateroppervlak niet gecompenseerd te worden. Het oppervlaktewater met een Leggerstatus wordt verlegd. Om te voldoen aan de bergingseisen die vanuit bevoegd gezag gelden, dient binnen het plangebied 7.338 m³ berging gerealiseerd te worden.

4.2. Watercompensatie

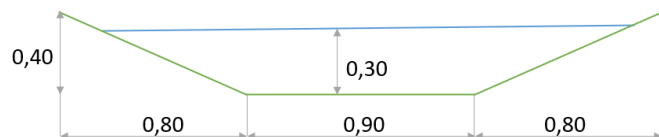
Waterberging wordt binnen het plangebied voorzien in het realiseren van greppels en centrale waterbergingen door het maaiveld te verlagen. In figuur 4-1 (vergroot in bijlage C) is een schetsontwerp van de waterbergende voorzieningen weergegeven. De verschillende types waterberging zijn in de opvolgende subparagrafen toegelicht.



Figuur 4-1: Globale ligging waterbergende voorzieningen

4.2.1. Greppels achterzijde kavel

Aan de randen van het plangebied worden aan de achterzijden van de kavels greppels toegepast. De greppels van de verschillende kavels staan met elkaar in verbinding en worden straks gezamenlijk onderhouden. De greppels hebben een totale lengte van 2.000 m en hebben een gemiddeld profiel zoals in het onderstaande figuur is opgenomen.



Figuur 4-2: Schetsontwerp dwarsprofiel greppels achterzijde kavels

De kenmerken van de greppels aan de achterzijden van de kavels zijn opgenomen in tabel 4-1. Tot het slokop niveau (0,1 m-mv) hebben de greppels in totaal een waterbergend vermogen van 900 m³. Tot het maaiveld hebben de greppels een bergend vermogen van 1.360 m³.

Tabel 4-1: Kenmerken greppels aan de achterzijde van de kavels

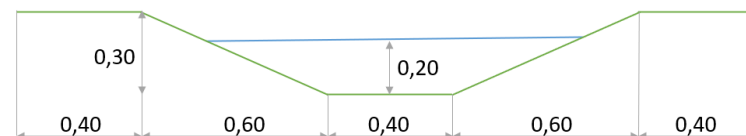
KENMERK	HOEVEELHEID	EENHEID
Breedte boven insteek	2,5	m
Talud	1:2	-
Bodem breedte	0,9	m
Diepte	0,4	m
Waterdiepte	0,3	m
Doorstromend oppervlak	0,45	m ²
Lengte	2.000	m
Infiltrerend oppervlak*	3.933	m ²
Berging bij maximale vulling	1.360	m ³
Berging tot peilopzet	900	m³
Infiltratie capaciteit**	82	m ³ /uur
Leeglooptijd bij vulling tot maaiveld	17	uur

*) Uitgaande van het bodemoppervlak en 2/3 van het taludoppervlak.

**) Uitgaande van een k-waarde van 0,5 m/dag van de toplaag.

4.2.2. Greppels openbare ruimte

In figuur 4-3 is een dwarsprofiel opgenomen voor de greppels in de openbare ruimte. De greppels zijn ter hoogte van de insteek circa 1,6 m breed. De voorgenoemde diepte van de greppels zijn 0,3 m met een talud van 1:2.



Figuur 4-3: Schetsontwerp dwarsprofiel greppels openbare ruimte

De greppels hebben tezamen een lengte van circa 1.700 m. De overige kenmerken van de greppels zijn opgenomen in tabel 4-2. De beschikbare berging in de greppels tot slokopniveau (0,1 m-mv) is circa 272 m³. Tot het maaiveld hebben de greppels een bergend vermogen van 510 m³.

Tabel 4-2: Kenmerken greppels openbare ruimte

KENMERK	HOEVEELHEID	EENHEID
Breedte boven insteek	1,6	m
Talud	1:2	-
Bodem breedte	0,4	m
Diepte	0,3	m
Waterdiepte	0,2	m
Doorstromend oppervlak	0,16	m ²
Lengte	1.700	m
Infiltrerend oppervlak*	2.040	m ²
Berging bij maximale vulling	510	m ³
Berging tot peilopzet	272	m³
Infiltratie capaciteit**	43	m ³ /uur
Leeglooptijd bij vulling tot maaiveld	12	uur

*) Uitgaande van het bodemoppervlak en 2/3 van het taludoppervlak.

**) Uitgaande van een k-waarde van 0,5 m/dag van de toplaag.

4.2.3. Centrale waterberging west (wadi)

Voor de woningen in het midden van het plangebied zijn een wadi en een verlaagd maaiveld voorzien. De centrale waterberging in het westen betreft een wadi. De kenmerken van de wadi zijn opgenomen in tabel 4-3. In de wadi is tot slokop niveau een berging van 765 m³ beschikbaar.

Tabel 4-3: Kenmerken centrale waterberging noord

KENMERK	HOEEVEELHEID	EENHEID
Oppervlak boveninsteek	2.650	m ²
Oppervlak bodem	1.420	m ²
Diepte	0,5	m
Peilopzet	0,4	m
Talud	1:3 à 1:10	-
Infiltrerend oppervlak*	2.240	m ²
Berging bij vulling tot maaiveld	1.018	m ³
Berging bij vulling tot peilopzet	765	m³
Infiltratie capaciteit**	30	m ³ /uur
Leeglooptijd bij vulling tot maaiveld	34	uur

*) Uitgaande van het bodemoppervlak en 2/3 van het taludoppervlak.

**) Uitgaande van een k-waarde van 0,5 m/dag van de toplaag.

4.2.4. Centrale waterberging oost (verlaagd maaiveld)

Rond de watergang wordt het maaiveld verlaagd. Hierdoor ontstaat een natte natuurzone rond de watergang. Het verlaagde maaiveld niveau is lager dan het opstuwpeil gecreëerd door stuwen. In de watergang worden drie stuwen toegepast. Het gebied rond de watergang is opgedeeld in drie delen; Havezate, smalle en brede natte natuurzone.

Havezate

Rond de Havezate wordt het maaiveld verlaagd tot circa NAP +12,50 m gezien de diepe verlaging wordt gesproken over een gracht rond de Havezate. Ten noordoosten van de Havezate wordt een stuw (stuw 1) gerealiseerd. Middels de stuw wordt het maximale waterpeil rond Havezate NAP +14,00 m.

Tijdens natte periodes blijft het waterpeil circa NAP +14,00 m, om die reden is er geen rekening gehouden met waterberging rond de Havezate. Tijdens droge periodes is het echter mogelijk dat het waterpeil wegzakt en dat de 'gracht' droog komt te staan.

Smalle natte natuurzone

Stroomafwaarts van de Havezate krijgt de bestaande watergang een natuurlijker verloop met meer meanderingen. Rond de watergang wordt het maaiveld verlaagd, hierdoor ontstaat een natte natuurzone. Binnen de natte natuurzone verloopt het maaiveld van NAP +13,00 m aan de rand van de watergang tot NAP +14,00 m.

Het bovenstroomse gedeelte betreft een relatief smalle natte natuurzone. Tussen de smalle en brede natuurzone wordt een stuw (stuw 2) gerealiseerd. De stuw heeft een doorstroomhoogte van NAP +13,75 m. Op deze hoogte wordt de afvoer geknepen. Als het waterpeil stijgt tot NAP +14,00 m zal het water over de stuw richting de brede natuurzone stromen.

Binnen de smalle natuurzone kan het waterpeil door middel van de stuw 0,25 m stijgen. Door de peilstijging is de beschikbare waterberging ter plaatse van de smalle natuurzone 200 m³. De kenmerken van de smalle natuurzone zijn weergegeven in tabel 4-4.

Tabel 4-4: Kenmerken verlaagd maaiveld smalle natuurzone

KENMERK	HOEEVEELHEID	EENHEID
Oppervlakte	800	m ²
Minimaal waterpeil	13,75	+m NAP
Gemiddelde maaiveldhoogte verlaagd maaiveld	13,75	+m NAP
Maximaal waterpeil	14,00	+m NAP
Peilstijging	0,25	m
Berging	200	m³

Brede natte natuurzone

Benedenstrooms van stuw 2 wordt de natte natuurzone aanzienlijk breder. Het waterpeil ter plaatse van de brede natuurzone wordt gereguleerd door stuw 3. De derde stuw wordt aan de noordrand van het plangebied

gerealiseerd. De stuw heeft een doorgang op NAP +13,50 m een maximale hoogte van NAP +14,00 m.

Door de stuw is ter plaatse van de brede natuurzone een peilstijging van 0,5 m beschikbaar. In verband met het oplopende maaiveld is aan de randen minder peilstijging mogelijk. In tabel 4-5 en 4-6 is de beschikbare berging voor de verschillende maaiveld niveaus opgenomen. Ter plaatse van de brede natuurzone is 4.542 m³ (2.520 m³ + 2.022 m³) waterberging beschikbaar.

Tabel 4-5: Kenmerken diep verlaagd maaiveld brede natuurzone

KENMERK	HOEEELHEID	EENHEID
Oppervlakte	5.040	m ²
Minimaal waterpeil	13,50	+m NAP
Gemiddelde maaiveldhoogte verlaagd maaiveld	13,25	+m NAP
Maximaal waterpeil	14,00	+m NAP
Peilstijging	0,50	m
Berging	2.520	m³

Tabel 4-6: Kenmerken ondiep verlaagd maaiveld brede natuurzone

KENMERK	HOEEELHEID	EENHEID
Oppervlakte	8.090	m ²
Minimaal waterpeil	13,50	+m NAP
Gemiddelde maaiveldhoogte verlaagd maaiveld	13,75	+m NAP
Maximaal waterpeil	14,00	+m NAP
Peilstijging	0,25	m
Berging	2.022	m³

De doorgang in stuw 3 dient de afvoer van het plangebied te knijpen tot 30l/s (20 ha * 1,5 l/s/ha). Hierdoor blijft de afvoer uit het plangebied gelijk aan de landelijke afvoer (huidige situatie) en wordt niet meer water afgevoerd dan in de huidige situatie. De uiteindelijk vormgeving van de knijpconstructie dient in een later stadium bepaald te worden.

4.2.5. Oppervlaktewater

De bestaande primaire watergang is recht gegraven. In de toekomstige situatie krijgt de watergang een natuurlijker verloop met meandering. Ter plaatse van de greppels zonder Leggerstatus wordt een verdieping van het

maaiveld gerealiseerd. Hierdoor blijft de ontwateringsfuncties van de greppels behouden.

4.2.6. Resume waterberging

Binnen het plangebied kan tot peilopzet 6.679 m³ water worden geborgen. Bij een piekneerslag zal in de greppels en in de wadi water tot boven het peilniveau stijgen omdat de slokops het water niet snel genoeg kunnen afvoeren. De berging bij een piekneerslag is 7.630 m³. De bergingscapaciteit komt overeen met 83 mm (7.630 m³ / 91.724 m²) ten opzichte van het toekomstig verhard oppervlak.

Hiermee wordt ruimschoots voldaan aan de eisen van het bevoegd gezag. Een resume van de beschikbare waterberging in de verschillende voorziening is weergegeven in tabel 4-7.

Tabel 4-7: Resume beschikbare waterberging verschillende voorzieningen

LOCATIE	BERGING TOT PEILOPZET [M ³]	BERGING TOT MAAIVELD [M ³]
Greppels achterzijde kavels	900	1.360
Greppel openbare ruimte	272	510
Centrale waterberging noord	765	1.018
Smalle natuurzone	200	200
Brede natuurzone	4.542	4.542
Totaal beschikbare berging	6.679	7.630
<i>Strengste eis</i>	<i>3.669</i>	<i>7.338</i>
Overschot	+3.010	+292

4.3. Wijze van afwatering

Percelen aan de randen van het plangebied wateren af richting de greppels aan de achterzijde van de percelen. In deze greppels is de eerste waterberging voorzien.

Ter plaatse van een groot deel van de rijbanen komt een greppel gelegen. De rijbanen waar een greppel naast gelegen komt, kunnen op een oor worden gelegd en daardoor oppervlakkig naar de greppels afwateren.

Om te voorkomen dat water vanuit de greppels het maaiveld inundeert dient op 0,1 m-mv slokops gerealiseerd te worden. Via de slokops kan het water vanuit de hogere gelegen greppels afstromen naar de lager gelegen natte natuurzones. In de natte natuurzones wordt relatief veel waterberging gerealiseerd. Daarom is de zone geschikt als overloopgebied voor het overtollige water vanuit de greppels.

Mogelijk is op enkele locatie oppervlakkige afstroming richting een waterbergende voorziening niet mogelijk gezien de afstand. Op deze locatie dient een hemelwaterriool toegepast te worden.

4.3.1. Geknepen afvoer

De doorgang in stuw 3 dient de afvoer van het plangebied te knijpen tot 30l/s (20 ha * 1,5 l/s/ha). Hierdoor blijft de afvoer uit het plangebied lager dan plaatselijke afvoer van 1,8 l/s/ha. Er wordt dus tijdelijk meer water binnen plangebied vastgehouden en het water stroomt trager richting het benedenstroomse gebied. De uiteindelijke vormgeving van de knijpconstructie dient in een later stadium bepaald te worden.

4.4. Meekoppelkansen in het gehele plangebied

Om binnen het plangebied klimaatadaptieve kansen te benutten op het gebied van verkoeling en biodiversiteit zijn onderstaande meekoppelkansen toegepast:

- Realiseren van schaduw door het aanplanten van nieuwe bomen en hiermee ruimte te creëren voor verkoeling. Zeker ter plaatse van verblijfsplekken, speelplekken en langzaamverkeerroutes is het realiseren van voldoende beschaduwning van belang;
- Toepassen van verschillende soorten om de biodiversiteit ten goede te komen. Hierbij kan gedacht worden aan het toepassen van bloemrijk grasland, het toepassen van verschillende vegetatiehoogten, fruit- en notenbomen en bessenstruiken;
- Realiseren van flora- en faunavoorzieningen en verblijfsplekken.

4.5. Overige randvoorwaarden

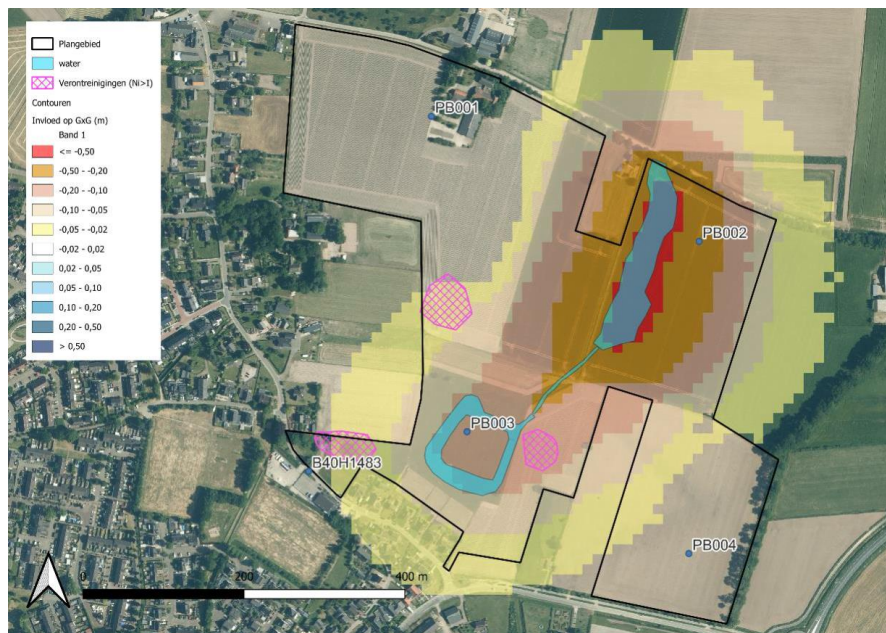
Om vervuiling van het hemelwater te beperken, wordt geadviseerd het gebruik van uitlogende bouwmaterialen te voorkomen conform het beleid van de gemeente en het waterschap.

4.6. Grondwater

In 2024 is door Buro Grondwater een geohydrologische effectenstudie uitgevoerd. Doordat de doorlaat van stuw 3 gelegen komt op NAP +13,50 m heeft het de waterloop net als in de huidige situatie een drainerend effect. Uit de geohydrologische effectenstudie blijkt dat de GHG voor een groot deel van het plangebied daalt, zie figuur 4-4. Ook buiten het plangebied treedt enige daling op van de GHG (maximaal 0,25 m).

Het peil in de huidige watergangen ter plaatse van het beekdal is NAP +13,1 à +13,5 m en dus gelijk of lager dan het stuwpeil ter plaatse van de natte natuurzone. Een lagere GHG wordt berekend doordat het wateroppervlak veel groter is dan de watergang in de huidige situatie (de natte natuurzone wordt circa 1 m afgegraven). Hierdoor heeft de natuurzone een sterkere invloed op het grondwater (door een hogere conductance). Het effect is kleiner ter plaatse van de Havezate doordat dat het waterpeil tot NAP +14,00 m wordt vastgehouden.

De GLG stijgt enigszins (circa 0,05 m tot 0,10 m), met name ten gevolge van het ophogen van het terrein en aanleg van verhard oppervlak (minder verdamping en aanpassing grondwateraanvulling).



Figuur 4-4: Model invloed op GHG (grondwatereffectenstudie, Buro Grondwater, scenario 2)

4.7. Vuilwater

Uitgaande van 349 woningen, met een gemiddelde bezetting van 2,5 personen die gedurende 10 uur 12 l/ uur per inwoner aanbieden, bedraagt de hoeveelheid vuilwater die aangeboden wordt vanuit het plangebied:

- ▶ Toekomstige afvoer VWA: $349 \times 2,5 \times 12 \text{ l/uur} = 10.470 \text{ l/uur} = 10,47 \text{ m}^3/\text{uur} = 2,9 \text{ l/s}$.

Het vuilwater van het plangebied dient aangesloten te worden op de gemeentelijke riolering. Het voornemen is om het vuilwaterriool op twee

locaties aan te sluiten op het gemeentelijk riool. De aansluitlocaties zijn met pijlen globaal weergegeven in figuur 4-5.



Figuur 4-5: Globale ligging aansluitlocatie vuilwaterriool

4.8. Waterkwaliteit

Aandachtspunt binnen het ontwerp is dat water op sommige ondiepe locaties langdurig stil kan komen te staan. Hierdoor zal het de waterkwaliteit afnemen. Wat kan leiden tot overlast. Daarom is aanbevolen het water zoveel mogelijk door te spoelen en aan te vullen met hemelwater. Door zoveel mogelijk overstorten van de greppels te koppelen aan het bovenstroomse deel van het watersysteem wordt zoveel mogelijk doorstroming mogelijk gemaakt.

Daarnaast kan ook gedacht worden aan maatregelen als afvoer van afstromend hemelwater via bodempassages om hemelwater voor afvoer te zuiveren, zuiverende vegetatie in de waterpartijen of kunstmatige maatregelen om het water in beweging te houden dan wel van zuurstof te voorzien.

4.9. Oppervlaktewater

Het plan veroorzaakt geen nadelige gevolgen voor of door het oppervlaktewatersysteem in de omgeving. Gezien het toenemend verhard oppervlak gecompenseerd wordt en het te dempen oppervlaktewater greppels betreffen.

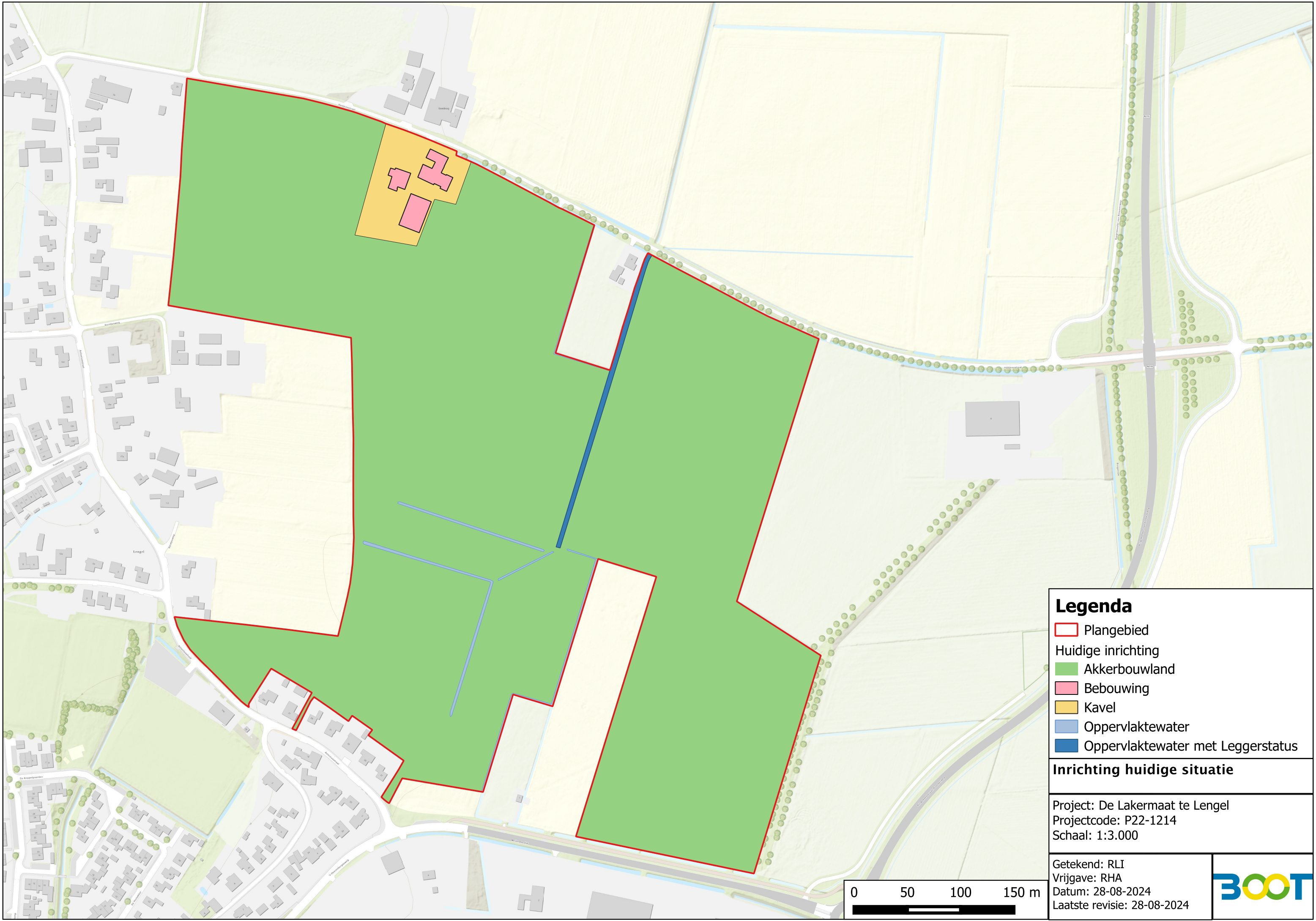
Door het toepassen van een geknepen afvoer blijft de waterafvoer vanuit het plangebied vergelijkbaar met de huidige situatie. De geknepen afvoer dient gedimensioneerd te worden op een afvoer van 30 l/s.

4.10. Waterveiligheid

Het plangebied ligt niet binnen een kern- of beschermingszone van een primaire waterkering.

Bijlage A

Huidige inrichting



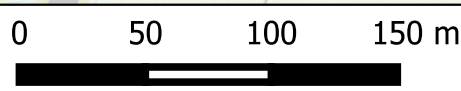
Legenda

- Plangebied
- Huidige inrichting
 - Akkerbouwland
 - Bebouwing
 - Kavel
 - Oppervlaktewater
 - Oppervlaktewater met Leggerstatus

Inrichting huidige situatie

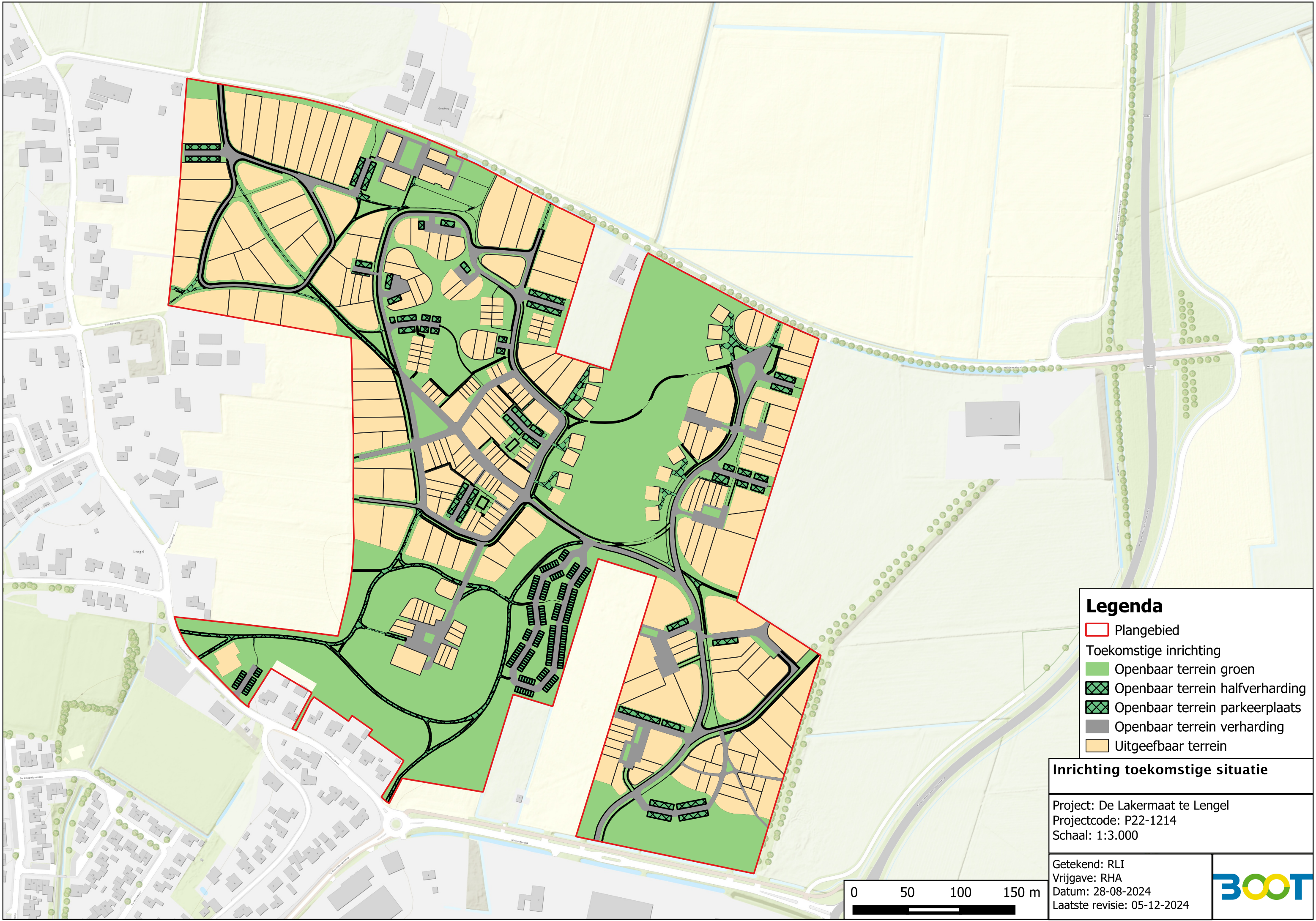
Project: De Lakermaat te Lengel
Projectcode: P22-1214
Schaal: 1:3.000

Getekend: RLI
Vrijgave: RHA
Datum: 28-08-2024
Laatste revisie: 28-08-2024



Bijlage B

Toekomstige inrichting



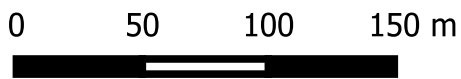
Legenda

- Plangebied
- Toekomstige inrichting
 - Openbaar terrein groen
 - Openbaar terrein halfverharding
 - Openbaar terrein parkeerplaats
 - Openbaar terrein verharding
 - Uitgeefbaar terrein

Inrichting toekomstige situatie

Project: De Lakermaat te Lengel
Projectcode: P22-1214
Schaal: 1:3.000

Getekend: RLI
Vrijgave: RHA
Datum: 28-08-2024
Laatste revisie: 05-12-2024



Buurt	Deelgebied	Ontwikkeld m2	Bebouwing %	Verharding %	Groen %	Totaal %
Dorp		13.208	35%	35%	30%	100%
Havezate		5.304	30%	30%	40%	100%
Buurtschap en dorpsrand		44.420	20%	20%	60%	100%
Gaard	Erf 1	2.021	30%	30%	40%	100%
	Erf 2	2.002	30%	30%	40%	100%
	Erf 3	1.118	30%	30%	40%	100%
	Erf 4	1.045	30%	30%	40%	100%
	Veranda 1	730	65%	0%	0%	65%
	Veranda 2	550	80%	0%	0%	80%
	Veranda 3	550	80%	0%	0%	80%
Boserven	Boserf 1	3.550	30%	30%	40%	100%
	Boserf 2	7.283	20%	20%	60%	100%
	Boserf 3	6.823	20%	20%	60%	100%
	Boserf 4	2.894	20%	20%	60%	100%
	Boserf 5	5.360	20%	20%	60%	100%
Erven	Erf 1	2.919	30%	30%	40%	100%
	Erf 2	3.149	20%	20%	60%	100%
	Erf 3	3.548	20%	20%	60%	100%
	Erf 4	6.537	20%	20%	60%	100%
Beekvallei	Beek 1	2.139	20%	20%	60%	100%
	Beek 2	1.331	20%	20%	60%	100%
	Beek 3	1.499	20%	20%	60%	100%
	Beek 4	2.200	20%	20%	60%	100%
Dorpskern		1.227	35%	10%	55%	100%
Erf Lakermaat		6.111	25%	30%	45%	100%
TOTAAL		127.518	30.759	29.403	66.881	

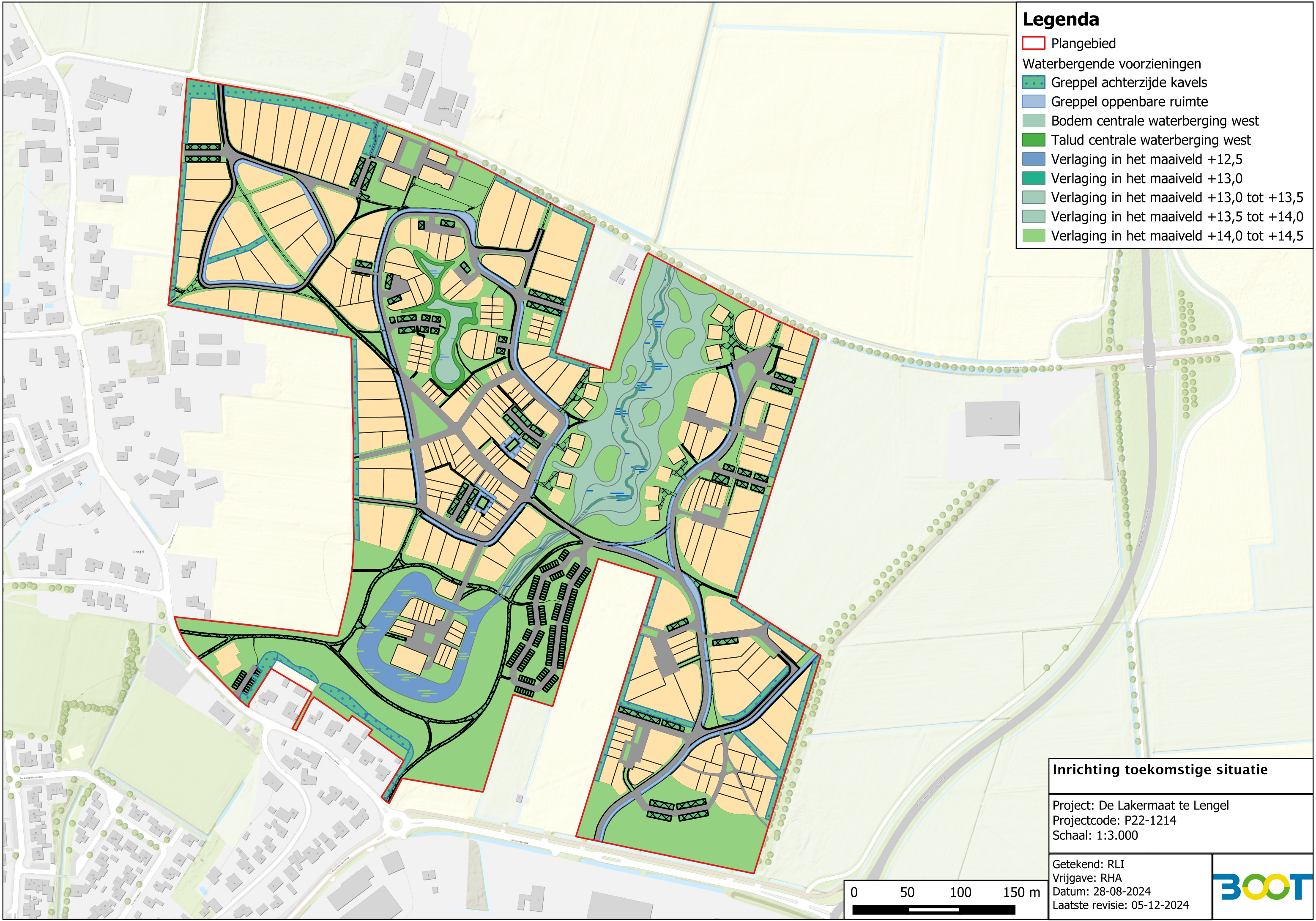
Daar komt dan nog aan openbare verharding bij:

Rijbaan	
<i>gebakken klinkers (publiek)</i>	13.506
<i>grasbeton (publiek) (70% verhard)</i>	4.554
Paden	-
<i>halfverhard (publiek) (70% verhard)</i>	11.035
Parkeren	-
<i>grasbeton (publiek) (70% verhard)</i>	2.468
Totaal openbare verharding	31.563

Totaal verharding (openbaar en binnen ontwikkelvelden (max. toegestaan)	60.966
Totaal plangebied	250.649
% verharding (maximaal) van plangebied	24%

Bijlage C

Toekomstige inrichting waterhuishouding



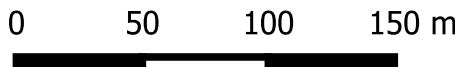
Legenda

- Plangebied
- Waterbergende voorzieningen
 - Greppel achterzijde kavels
 - Greppel openbare ruimte
 - Bodem centrale waterberging west
 - Talud centrale waterberging west
 - Verlaging in het maaiveld +12,5
 - Verlaging in het maaiveld +13,0
 - Verlaging in het maaiveld +13,0 tot +13,5
 - Verlaging in het maaiveld +13,5 tot +14,0
 - Verlaging in het maaiveld +14,0 tot +14,5

Inrichting toekomstige situatie

Project: De Lakermaat te Lengel
Projectcode: P22-1214
Schaal: 1:3.000

Getekend: RLI
Vrijgave: RHA
Datum: 28-08-2024
Laatste revisie: 05-12-2024



Bijlage D

P22-0613-002 Geohydrologisch bureauonderzoek maart 2023

NOTITIE

PROJECT : Lengel, De Lakermaat
PROJECTNUMMER : P22-0613

ONDERWERP : Geohydrologisch bureauonderzoek

DATUM : 13 maart 2023
OPGESTELD DOOR : R. Lindemulder

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De familie Meijer is voornemens om de woonwijk De Lakermaat van circa 266 tot 349 woningen nabij de kern Lengel te realiseren. BOOT is betrokken bij deze ontwikkeling en heeft in opdracht van S.A.B. Arnhem B.V. een geohydrologisch bureauonderzoek uitgevoerd.

1.2 Doel

Doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in de lokale geohydrologische opbouw (bodempopbouw, grondwaterstanden, oppervlaktewatersysteem, kwel etc.). Met deze informatie kan BOOT in het vervolgtraject eventuele (grond)water gerelateerde risico's vroegtijdig signaleren en adviseren in een optimale waterhuishouding in het plangebied. Het beschrijven van kansen betreft de waterhuishouding is geen onderdeel van deze geohydrologische bureaustudie maar zijn opgenomen in de uitgangspuntennotitie (P22-1214-003).

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van deze notitie gaat in op de huidige situatie en de geohydrologische opbouw van de ondergrond. In hoofdstuk 3 worden de geohydrologische risico's beschreven. De notitie sluit af met hoofdstuk 4 waar de conclusies en adviezen zijn opgenomen.

2 Huidige situatie

2.1 Locatie plangebied

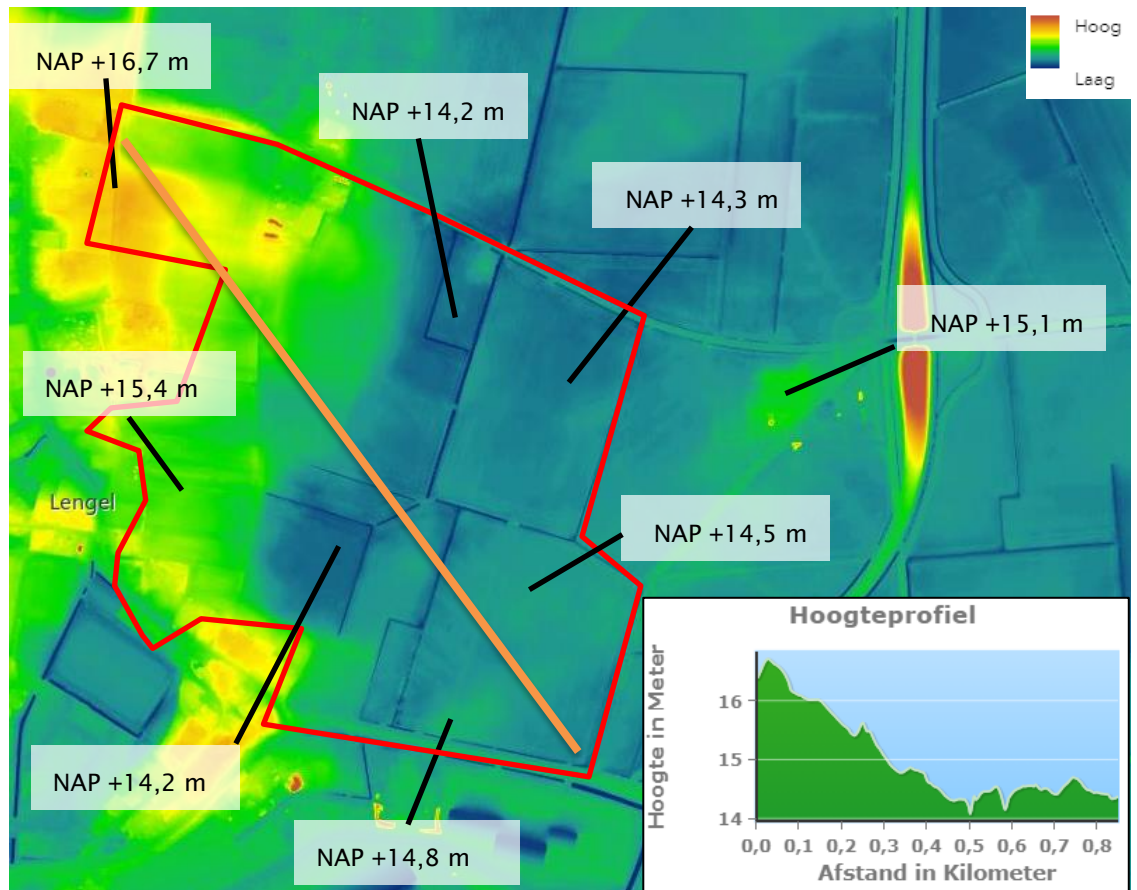
De gebiedsontwikkeling De Lakermaat te Lengel betreft circa 22,2 hectare landbouwgronden met de bebouwingen en het erf van boerderij De Laak aan de Hartjensstraat 2. Mogelijk wordt het plangebied uitgebreid met landbouwgronden van de gemeente Montferland en diverse particulieren (totaal 6,3 ha). De locatie van het plangebied en eventuele uitbreiding is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Ligging plangebied en mogelijke uitbreiding.

2.2 Maaiveld

Het maaiveldverloop binnen het plangebied loopt vanaf het noordwesten (NAP +16,7 m) af richting het noordoosten (NAP +14,2 m). Ook loopt het maaiveldverloop geleidelijk af van het zuidwesten (NAP +15,9 m) richting het noordoosten. Over het algemeen kan gesteld worden dat het plangebied een hoogteverloop heeft vanaf het westen richting het oosten. Het maaiveld is aan de teen van de Hulzenberg het laagst. Het maaiveldverloop op basis van het AHN4 is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Maaiveldverloop plangebied (rode kader) met dwarsprofiel (oranje lijn) Bron: AHN4, 2022.

2.3 Bodemopbouw

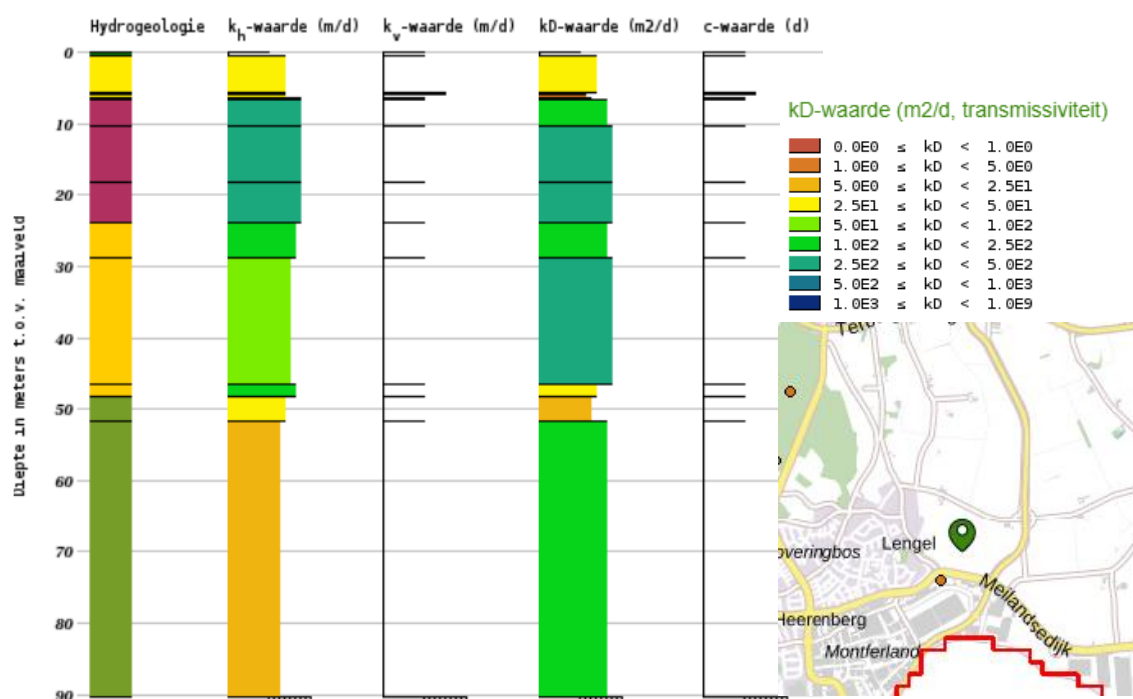
Regionale bodemopbouw

In figuur 3 is een overzicht weergegeven met de hydrogeologische eenheid (meest linkse profiel in de figuur) en de meest waarschijnlijke k-waarden (3 rechtse profielen, de horizontale doorlatendheid (kh-waarde), de verticale doorlatendheid (kv-waarde), de transmissiviteit (kD-waarde) en de hydraulische weerstand (c-waarde)). Voor de K-waarden geldt bij een rode kleur een slecht doorlatendheid en bij een blauwe kleur een zeer goede doorlatendheid.

Ter plaatse van het plangebied is de bodem vanaf maaiveld naar beneden opgebouwd uit Holocene afzetting, Formatie van Bostel (geel), Formatie van Kreftenheye (roze), Formatie van Peize en Waalre (oranje) en Formatie van Oosterhout (groen).

De regionale bodemopbouw bestaat uit een deklaag van zandig klei. Daaronder ligt een midden en fijn zand pakket tot circa 6,4 m -mv. Onder het fijne zandpakket zijn diverse pakketten met grof zand gelegen tot circa 48 m -mv. Tot circa 90 m -mv is een fijnere zandlaag gelegen.

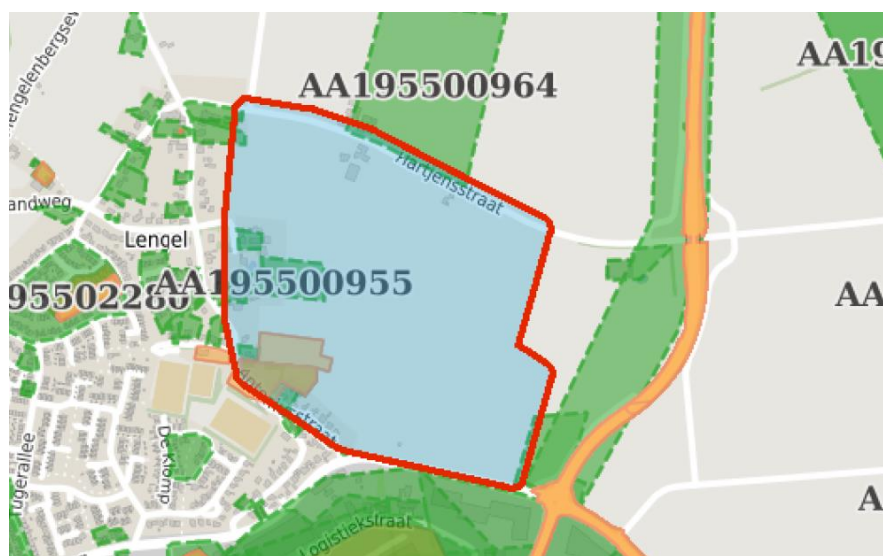
Coördinaten: 216040, 433048 (RD)
 Maaiveld: 14.42 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 298.59 m
 Geselecteerde diepte: 0.00 m - 90.32 m



Figuur 3: Geohydrologische eenheid en doorlatendheden op basis van profiel DINOloket, model BRO REGIS II v2.2 (2022).

Lokale bodemopbouw

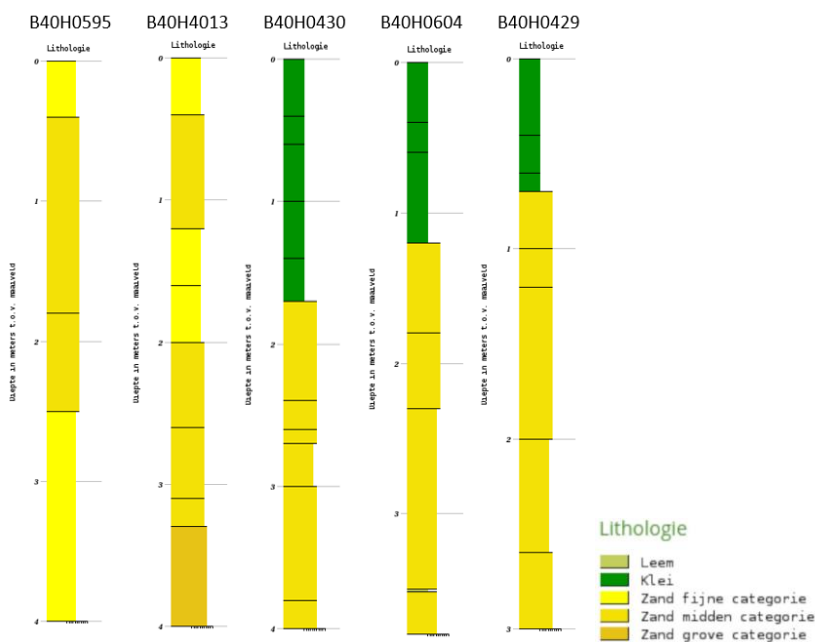
Ter plaatse van de Antoniusstraat 25 zijn in het verleden (1990 t/m 2006) diverse bodemonderzoeken uitgevoerd, zie figuur 4. Uit de bodemonderzoeken blijkt dat de bodem tot minimaal 4,5 m -mv (maximale boordiepte) bestaat uit matig fijn zand.



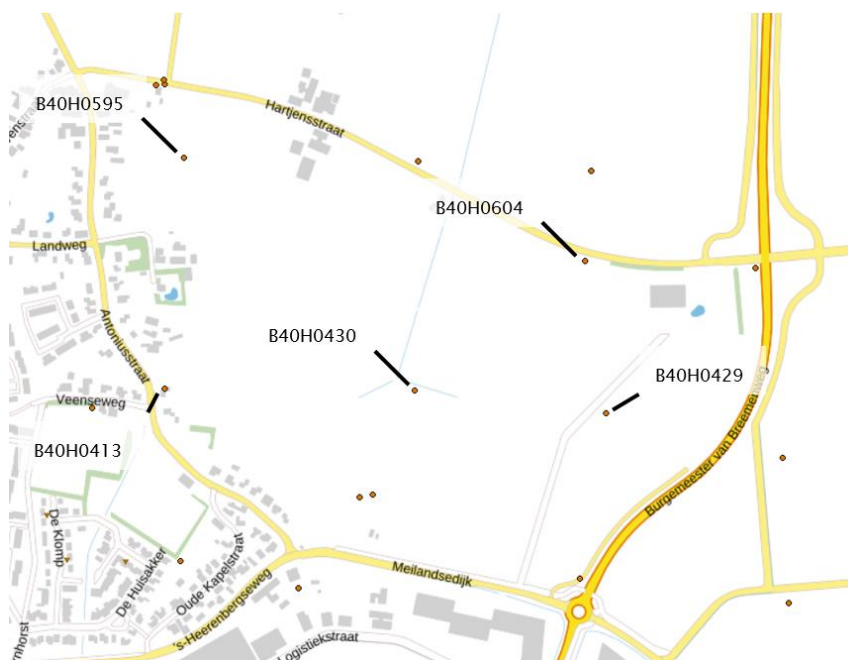
Figuur 4: Locaties eerder uitgevoerd bodemonderzoeken groen gearceerd, rood kader plangebied met buffer van 25 m. Bron: Omgevingsrapportage Gelderland.

Via DINOloket zijn ook enkele boorprofielen van losse boringen binnen het plangebied beschikbaar. Deze boorprofielen vertonen een variërend beeld. In figuur 5 is een overzicht van de boringen weergegeven. De ligging van de boringen is weergegeven in figuur 6. Over het algemeen kan gesteld worden dat de hogere grond in het westen bestaat uit zand en dat in het oosten een kleiig deklaag aanwezig is.

In het archeologische bureauonderzoek (2022111404) is een vergelijkbare bodemopbouw beschreven. In het archeologische onderzoek zijn meerdere boringen rond het plangebied toegepast, hierdoor zijn er kleine verschillen tussen de toelichtingen.



Figuur 5: Boorprofielen beschikbare boringen DINOloket van west naar oost.



Figuur 6: ligging geologische boringen DINOloket

2.4 Grondwater

Direct ten westen van het plangebied is langs de Antoniusstraat peilbuis B40H1483 gelegen. Op circa 600 m ten oosten van het plangebied is langs de Hartjensstraat peilbuis B40H1475 gelegen. De ligging van de peilbuizen is weergegeven in figuur 7.

In de peilbuizen zijn tijdens diverse periodes de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket gemonitord. De statistische gegevens van de meetreeksen zijn weergegeven in tabel 1. De statistische gegevens zijn afkomstig van Grondwatertools (TNO GDN).

Tabel 1: Statistische eigenschappen peilbuis (bron: Grondwatertools, 2022).

PEILBUIS	MEETPERIODE ¹	MAAIVELD [m NAP]	FILTER [m NAP]	STATISTISCHE EIGENSCHAPPEN ²			
				MAX [m NAP]	RHG [m NAP]	RLG [m NAP]	MIN [m NAP]
B40H1483	mei 2017 – sep 2020	+15,14	+11,66 - +12,66	+13,70	+13,28	+12,31	+12,14
B40H1475	jan 2016 – aug 2017	+14,80	+11,61 - +12,16	+14,02	+13,72	+12,64	+12,46

- 1) Meetperiode gebruikt voor de statistische eigenschappen.
- 2) RHG: representatief hoogste grondwaterstand, RLG: representatief laagste grondwaterstand.



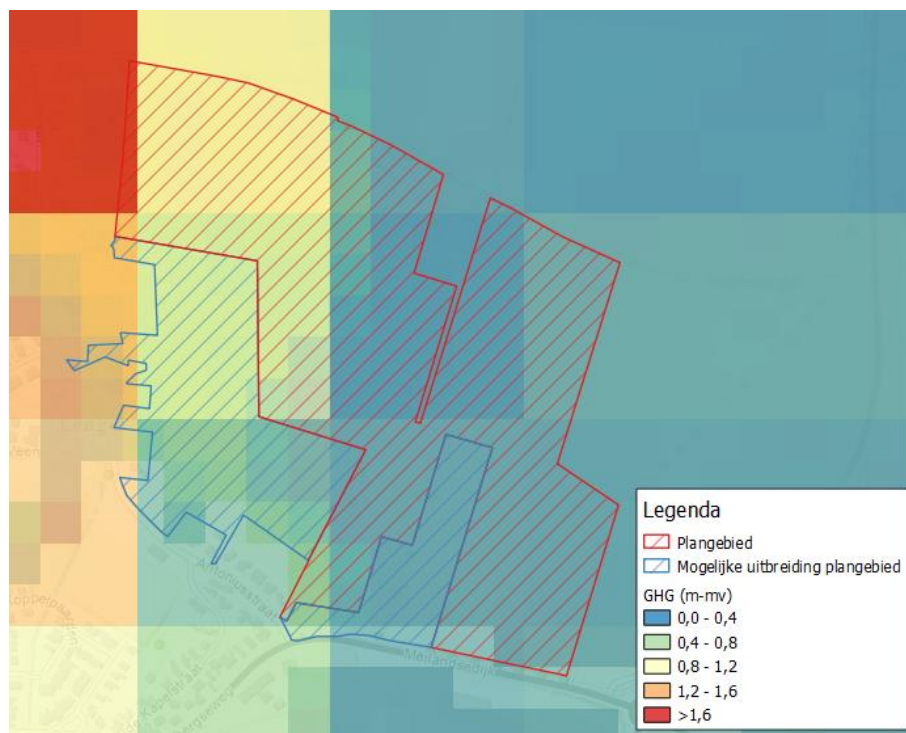
Figuur 7: ligging monitoringspeilbuizen

De RHG (representatief hoogste grondwaterstand) is gelijk aan het 90e percentiel van de gemeten grondwaterstanden; 10 % van de meetperiode wordt een hogere grondwaterstand gemeten. De RLG (representatief laagste grondwaterstand) is gelijk aan het 10e percentiel van de gemeten grondwaterstand; 10 % van de meetperiode wordt een lagere grondwaterstand gemeten.

Tijdens de uitgevoerde bodemonderzoeken aan de Antoniusstraat 25 in 1990 – 2006 zijn grondwaterstanden variërend van 1,2 tot 1,5 m -mv gemeten. De veldwerkzaamheden zijn in verschillende jaargetijden uitgevoerd.

Op basis van gegevens uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM4.1, bron: NHI) verschilt de grondwaterdiepte over het plangebied, zie figuur 8. In het westen is de GHG (gemiddelde hoge grondwaterstand) gelegen op 0,6 à 1,6 m -mv. In het zuidoosten is de GHG gelegen op 0,2 à 0,3 m -mv. In het noordoosten is de GHG dicht aan het maaiveld gelegen op 0,1 à 0,2 m -mv. De GLG (gemiddelde lage grondwaterstand) vertoont eenzelfde verloop ten opzichte van het maaiveld. In het noordwesten is de GLG 1,6 à 1,8 m -mv, in het zuiden 1,0 à 1,2 m -mv en in het noordoosten 0,8 à 1,0 m -mv.

In verband met de te verwachten hoge grondwaterstand is het aanbevolen de grondwaterstand in het oosten van het plangebied te monitoren. Vanuit de monitoring kan beter bepaald worden of voorzieningen getroffen dienen te worden voor de gewenste ontwateringsdiepte.



Figuur 8: Diepte GHG ten opzichte van maaiveld (m-mv)

Op basis van de omliggende peilbuizen, LHM4.1 en de uitgevoerde bodemonderzoeken is in het westen de RHG ingeschat op circa NAP +15,0 m, in het zuiden NAP +14,3 m en in het noordoosten op NAP +14,0 m. Geadviseerd wordt, met name in het oosten, rekening te houden met grondwaterstanden tot 0,2 m-mv.

Grondwaterkwaliteit

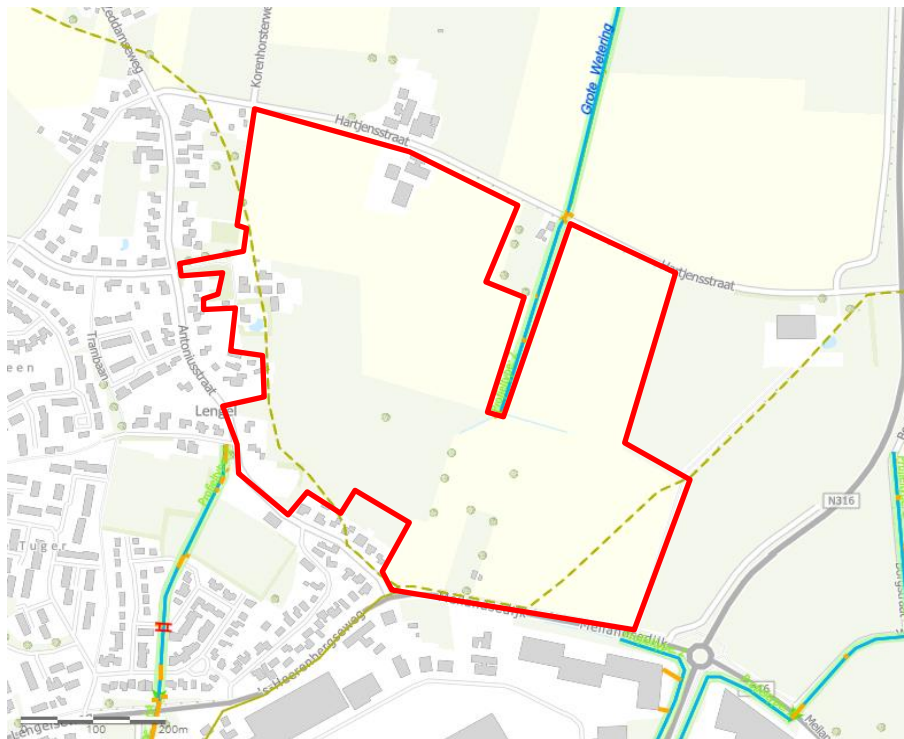
Ter plaatse van de Antoniusstraat 25 is in het verleden de kwaliteit van het grondwater onderzocht. Uit de eerder uitgevoerde onderzoeken blijkt dat het grondwater verontreinigd is met diverse zware metalen. Indien het voornemen is om grondwater bovengronds te brengen is het noodzakelijk om de kwaliteit van het grondwater in het hele plangebied te onderzoeken.

2.5 Oppervlaktewater

In het noorden van het plangebied is een inham gelegen rondom een watergang. Dit betreft de watergang de Grote Wetering (OIJ20.160). Waterschap Rijn en IJssel is de onderhoudsplichtige voor de watergang. Een uitsnede van de legger van Waterschap Rijn en IJssel is weergegeven in figuur 9.

Het plangebied ligt binnen het peilgebied 'Oude IJssel'. Binnen dit peilgebied is het streefpeil NAP +12,3 m met een boven- en ondergrens van NAP +12,4 m en NAP +12,2 m.

Indien wenselijk kan de watergang gedempt worden. Het dempen van oppervlaktewater dient wel 1:1 teruggebracht te worden binnen het peilgebied in de vorm van nieuw oppervlaktewater. Het risico van het dempen van de watergang is de ontwatering van het oostelijke gebied verslechterd.



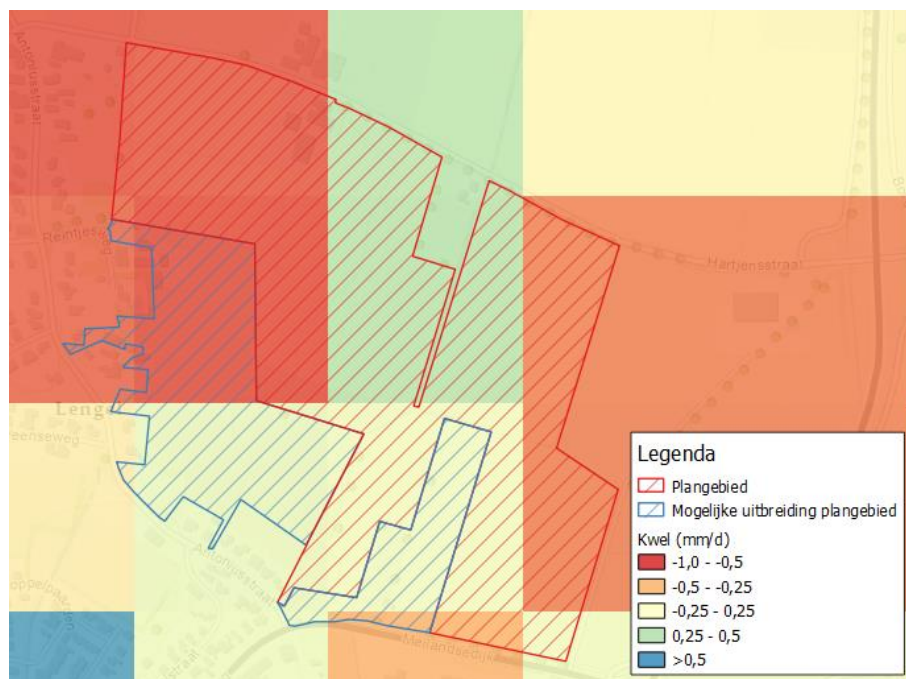
Figuur 9: Uitsnede legger oppervlaktewater Waterschap Rijn en IJssel.

3 Geohydrologische risico's

3.1 Kwel

Op basis van gegevens uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM4.1, bron: NHI) ligt het noordwesten van het plangebied in een gebied met wegzijging (1 0,5 mm/dag), zie figuur 10. In het noordoosten is er sprake van kwel (0,25 mm/dag). In het zuiden van het plangebied is zowel sprake van beperkte wegzijging als kwel (<0,1 mm/dag). Over het algemeen kan gesteld worden dat aan de teen van de Hulzenberg kwel optreedt.

Risico's door kwel wordt in het noordwesten niet verwacht. In het zuiden en noordoosten worden er wel risico's door kwel verwacht op de lageregelegen delen. Geadviseerd wordt in die gebieden beperkt te ontgraven, en bij permanente maaiveldverlaging maatregelen te nemen om de weerstand van de deklaag intact te houden.



Figuur 10: LHM4.1 wegzijging en kwel binnen en rondom het plangebied

3.2 Grondwaterbeschermingszones

Het plangebied ligt niet in een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zone of intrekgebied (bron: Kaarten provincie Gelderland).

3.3 Bemaling/ opbarsten

In het oosten is de deklaag van klei en sprake van kwel. Daarom is in het oosten wel een risico op opbarsten. Geadviseerd wordt bij ontgraving van de kleilaag een opbarstberekening uit te voeren zodat inzichtelijk wordt of, en in hoeverre, de stijghoogte verlaagd moet worden.

Gezien de deklaag van in het westen van zand is, is er geen risico op opbarsten in het westen.

Het is noodzakelijk een bemalingsadvies op te stellen voor werkzaamheden waarbij dieper ontgraven wordt dan de ingeschatte RHG, circa 0,2 m -mv (in het oosten) tot 1,5 m -mv (in het westen). Gezien de hoge RHG is dit noodzakelijk bij vrijwel alle werkzaamheden in de ondergrond (aanleg riolering, putten, diepere funderingen en/of kelders). Voor het opstellen van een bemalingsadvies wordt geadviseerd de doorlatendheid (k-waarde) van de ondiepe zandlaag inzichtelijk te maken.

3.4 (Grond)wateroverlast en infiltratiekansen

In het oosten is er een kans op wateroverlast gezien de hoge grondwaterstand, de kleideklaag en kwel, voornamelijk aan de teen van de Hulzenberg. Tevens kan in extreme neerslag situaties water oppervlakkig afstromen richting het oosten gezien dit lager gelegen is dan het westen van het plangebied. Omdat het oosten aan de teen van de Hulzenberg ligt is het aanbevolen om de grondwaterstand te monitoren.

Het westen (in figuur 11 niet gearceerd) daarentegen is hoog in landschap gelegen en heeft een relatief diepe grondwaterstand. Daarom is de kans op wateroverlast in het westen gering. Geadviseerd wordt om in het westen van het plangebied voldoende waterbergende/infiltratie voorzieningen te realiseren om te voorkomen dat water oppervlakkig afstroomt richting het oosten.

Inschatting is dat de bovengrond in het westen (zandlaag van Boxtel tot circa 6,0 m-mv) een k-waarde heeft van 4,0 m/dag. Daaronder is een minder goed doorlatende middel grove zandlaag gelegen en wordt een k-waarde van circa 2,5 m/dag ingeschat. Geadviseerd wordt deze waarden enkel te hanteren voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen. Voor een bemaling moet in het kader van een worstcase benadering een hoge k-waarde aangehouden worden. In het oosten is de infiltratiekans geringer omdat de deklaag uit klei bestaat en sprake is van kwel.

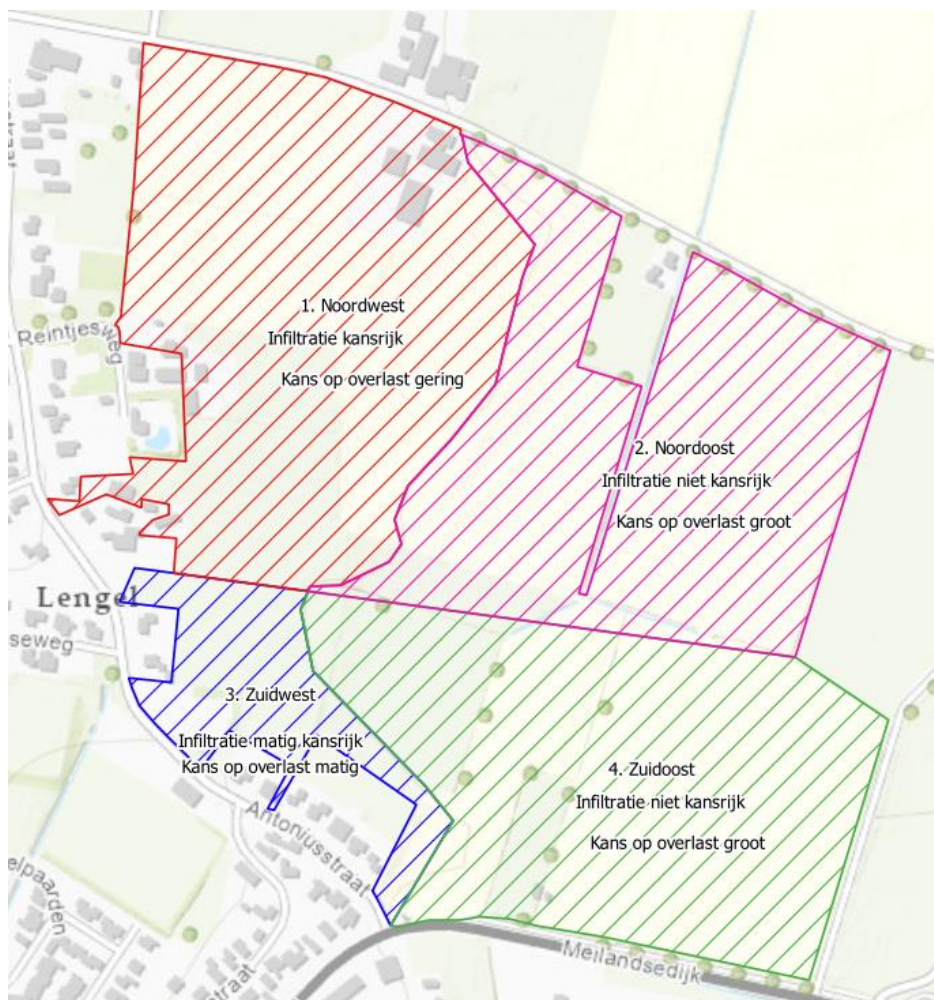


Figuur 11: Overzichtskaart zones geschikt voor infiltratie (niet gearceerd) en waarschijnlijk niet geschikt voor infiltratie (oranje gearceerd) Bron: Gemeente Montferland

4 Conclusies en adviezen

4.1 Conclusies

Het plangebied is op basis van de geohydrologische kenmerken opgedeeld in vier deelgebieden. De ligging van de deelgebieden is weergegeven in figuur 12. In tabel 3 zijn de geohydrologische kenmerken per deelgebied weergegeven.



Figuur 12: Deelgebieden

Tabel 3: (Geo-)hydrologische kenmerken deelgebieden

	1. NOORDWEST	2. NOORDOOST	3. ZUIDWEST	4. ZUIDOOST
Maaiveldhoogte	NAP +15,1 m NAP +16,7 m	NAP +14,2 m NAP +14,6 m	NAP +15,1 m NAP +15,8 m	NAP +14,2 m NAP +14,8 m
Deklaag	Fijn zand tot 0,5 m-mv	Klei tot 1,0 m-mv	Fijn zand tot 0,5 m-mv	Klei tot 1,0 m-mv
Ondiepe bodem tot 5 m-mv	Midden zand	Fijn zand	Fijn tot grof zand	Midden zand
Diep bodem vanaf 5 m-mv	Grof zand	Grof zand	Grof zand	Grof zand
RHG	0,6 – 1,6 m-mv NAP +15,0 m	0,1 – 0,2 m-mv NAP +14,0 m	0,3 – 0,6 m-mv NAP +14,5 m	0,2 – 0,3 m-mv NAP +14,2 m
Kwel/wijzing	Wegzijging	Kwel	Kwel/wegzijging	Kwel/wegzijging
Bemaling tijdens werkzaamheden	Vanaf 1 m-mv	Vanaf 0,1 m-mv	Vanaf 0,5 m-mv	Vanaf 0,2 m-mv
Kans op grondwateroverlast	Gering	Groot ¹	Matig ²	Groot ¹
Infiltratie	Kansrijk ³	Niet kansrijk ⁴	Matig kansrijk ⁵	Niet kansrijk ⁴

- 1) Op basis van de lagere ligging van deze deelgebieden, er sprake is van kwel, de hoge grondwaterstand en kleiig deklaag is op deze locaties een grote kans op grondwateroverlast. Het ophogen van deze deelgebieden zou een mogelijke oplossing zijn.
- 2) Het zuidwestelijke deel is lager gelegen dan het noordwestelijke deel hierdoor kan er sprake zijn van kwel. Kwel kan leiden tot grondwateroverlast. Dit geldt voornamelijk voor de lageregelegen delen met een relatief hoge grondwaterstand.
- 3) De zandige deklaag en relatief diepe grondwaterstand maakt de bodem kansrijk voor infiltratie.
- 4) Door de kleiige deklaag en de hoge grondwaterstand is de bodem niet kansrijk voor infiltratie.
- 5) Binnen het zuidwestelijke deel is zowel sprake van kwel als wegzijging. Daarbij varieert het maaiveld en daarmee de diepte van het grondwater. Binnen dit deelgebied zijn zowel plaatsen kansrijk als niet kansrijk voor infiltratie, zie figuur 10.

4.2 Adviezen

In het geohydrologische bureauonderzoek zijn diverse adviezen beschreven. Onderstaand de adviezen nogmaals opgesomd.

- Gezien de aanwezigheid van een kleiige deklaag in het oosten is de verwachting dat er risico is op opbarsten. Bij diepere ontgraving wordt aanbevolen om boringen verspreidt over het plangebied uit te voeren om de dikte van de kleiige deklaag vast te stellen.
- Bij werkzaamheden dieper dan circa 0,2 m -mv in het oosten en 1,5 m -mv in het westen is waarschijnlijk bemaling nodig.

- In verband met de te verwachten hoge grondwaterstand is het aanbevolen de grondwaterstand in het oosten van het plangebied te monitoren.
- Indien het voornemen is om grondwater bovengronds te brengen is het noodzakelijk om de kwaliteit van het grondwater in het hele plangebied te onderzoeken.
- Het graven van nieuw oppervlaktewater is een kans voor de ontwatering van het plangebied. Graven van oppervlaktewater is een kans om de ontwatering binnen het plangebied ten goede te komen. Het is voornamelijk een kans in het oostelijke gebied met hoge grondwaterstanden.
- Om grondwateroverlast te voorkomen en voldoende ontwateringsdiepte te realiseren is het aanbevolen om de oostelijke deelgebieden op te hogen.

Bijlage E

Geohydrologische effectenstudie De Lakermaat, P171.01, d.d. 20-06-2024



BURO
GRONDWATER

Geohydrologische effectenstudie De Lakermaat

Project nummer: P171.01

Document versie: 02

Document status: Definitief

Datum: 09-12-2024



Opgesteld door:

Buro Grondwater
Stevensweg 112
3319 AL
Dordrecht
info@burogrondwater.nl

In opdracht van:

Buro Boot
Plesmanstraat 5
3900 AM Veenendaal

	Naam	Handtekening
<i>Opgesteld</i>	W. Sommer	
<i>Gecontroleerd</i>		

Deze rapportage mag niet gebruikt worden tenzij in bovenstaande tabel ondertekend voor opgesteld en gecontroleerd en de rapport status definitief is.

© Dit rapport valt onder het auteursrecht van Buro Grondwater. Elke niet geautoriseerde reproductie of elk gebruik door iemand anders zonder nadrukkelijke toestemming van de opdrachtgever is strikt verboden.



Inhoud

1 Projectinformatie	3
1.1 Doel en aanleiding	3
1.2 Projectinformatie	3
1.3 Leeswijzer.....	4
1.4 Kwaliteit / onafhankelijkheid	5
2 Geohydrologie.....	6
2.1 Bodemopbouw.....	6
2.2 Oppervlaktewater	9
2.3 Grondwater	10
3 Modelbeschrijving.....	12
3.1 Algemeen	12
3.2 Eigenschappen model	12
3.3 Validatie referentiesituatie	16
4 Effectberekeningen	22
4.1 Modelaanpassingen	22
4.2 Effect op grondwaterstanden	24
4.3 Effect op grondwaterverontreiniging	30
5 Conclusie	33

Bijlagen

Bijlage 1:	Situatietekeningen en doorsneden
Bijlage 2:	Plantekeningen
Bijlage 3:	Boringen DINOloket
Bijlage 4:	Locaties en boorprofielen peilbuizen
Bijlage 5:	GxG huidige situatie (modelgebied)
Bijlage 6:	Tekening grondbalans
Bijlage 7:	Verkennd bodemonderzoek: resultaten grondwater
Bijlage 8:	Verkennd bodemonderzoek: resultaten grond
Bijlage 9:	Actualiserend bodemonderzoek: resultaten grondwater

1 Projectinformatie

1.1 Doel en aanleiding

In opdracht van BOOT heeft Buro Grondwater een geohydrologische effectenstudie opgesteld voor de geplande ontwikkeling De Lakermaat bij Lengel. Het voornemen is circa 349 woningen te realiseren.

Het doel van dit onderzoek is om de (mogelijke) effecten te evalueren van de herinrichting van het plangebied op:

1. grondwaterstanden in het plangebied;
2. grondwaterstanden in de omgeving van het plangebied;
3. het verplaatsen van een bekende grondwaterverontreiniging in de omgeving.

De locatie van het plangebied en de belangrijkste ingrepen die invloed hebben op de grondwaterstand en -stroming zijn weergegeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1: Plantekening.

1.2 Projectinformatie

De planlocatie bevindt zich aan de noordoostzijde van het dorp Lengel. In de huidige situatie bestaat het gebied uit agrarische percelen. In het plangebied worden huidige watergangen en greppels

gedempt en worden nieuwe watergangen en greppels aangelegd. Ook wordt het terrein opgehoogd ter plaatse van de bebouwing en plaatselijk afgegraven voor de aanleg van een gracht en beekvallei.

Situatietekeningen en doorsneden van de toekomstige situatie en omgeving zijn opgenomen in bijlage 1. Plantekeningen met thema's water, groen, maaiveldhoogte en de globale indeling van het terrein zijn opgenomen in bijlage 2.

In de omgeving van Antoniusstraat 25 is een bekende grond-/ en grondwaterverontreiniging aanwezig [8]. Uit de uitgevoerde onderzoeken blijkt dat zowel in de vaste bodem als in het grondwater overschrijdingen van de interventiewaarden van diverse zware metalen zijn aangetoond. De verontreiniging met nikkel is hierbij maatgevend. De grondwaterverontreiniging bevindt zich op een diepte van 2,5 tot 4,5 m-mv [8]. Onderdeel van het onderzoek is om te bepalen of de planontwikkelingen invloed hebben op de verspreiding van de grondwaterverontreiniging.

Voor deze rapportage is onder meer gebruik gemaakt van onderstaande bronnen:

- [1] Openbare beschikbare gegevens van o.a. Dinoloket en AHN
- [2] Correspondentie vanaf de opdrachtgever
- [3] Buro Boot, Geohydrologisch bureauonderzoek, 13 maart 2023
- [4] Buro Boot, Uitgangspuntennotitie waterhuishouding De Lakermaat te Lengel, 13 maart 2023
- [5] Bureau voor Archeologie Rapport 1396, 11 december 2023
- [6] Bureau voor Archeologie Rapport 1306, 9 maart 2023
- [7] De Klinker, Verkennend bodemonderzoek, asbestonderzoek en waterbodemonderzoek Lakermaat Lengel, 21 december 2023
- [8] De Klinker, Actualiserend grond- en grondwateronderzoek Antoniusstraat 25 Lengel, 14 december 2023
- [9] Tekening 240130 LSP grondbalans Lakermaat-A0- grondbalanstekening LSP
- [10] Profielen 240130 LSP plankkaart Lakermaat-Profielen A-A A3, B-B A3
- [11] Het veldwerkbureau, Geotechnisch grondonderzoek Hartjensstraat Lengel, 22 april 2024
- [12] Oranjewoud, Nader onderzoek Antoniusstraat 25, 5 december 2008
- [13] Oranjewoud, Resultaten grondwateronderzoek Antoniusstraat 25, 26 januari 2011
- [14] Oranjewoud, Resultaten grondwateronderzoek Antoniusstraat 25, 12 juli 2011
- [15] Provincie Gelderland, besluit Antoniusstraat 25, 30 januari 2012
- [16] https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-grondwaterkwaliteit/rapporten/rapportage_2015_2018/nikkel

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beknopt de geohydrologische situatie omschreven. In hoofdstuk 3 wordt de modelopbouw beschreven. De effectberekeningen in deze rapportage zijn uitgevoerd met het regionale grondwatermodel AMIGO (Actueel Model Instrument Gelderland Oost). De resultaten van de berekeningen zijn gepresenteerd in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 sluit af met de conclusies.

1.4 Kwaliteit / onafhankelijkheid

Op deze rapportage is “De Nieuwe Regeling 2011” (DNR 2011) van toepassing. Dit betreft regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieursbureau. De technische aannames en dergelijke dienen gecontroleerd te worden. Bij veronderstelde afwijkingen en dergelijke zoals ook tijdens uitvoering, dient men in overleg te treden met de projectbegeleiding. Deze rapportage, met maatvoering etcetera is oriënterend bedoeld; er kunnen geen rechten aan ontleend worden, ook niet voor bijvoorbeeld méér- of minderwerk bij de uitvoering.

Buro Grondwater en BOOT zijn onafhankelijke adviesbureaus en hebben geen andere relatie met de eigenaar van de onderzochte locatie dan opdrachtnemer.

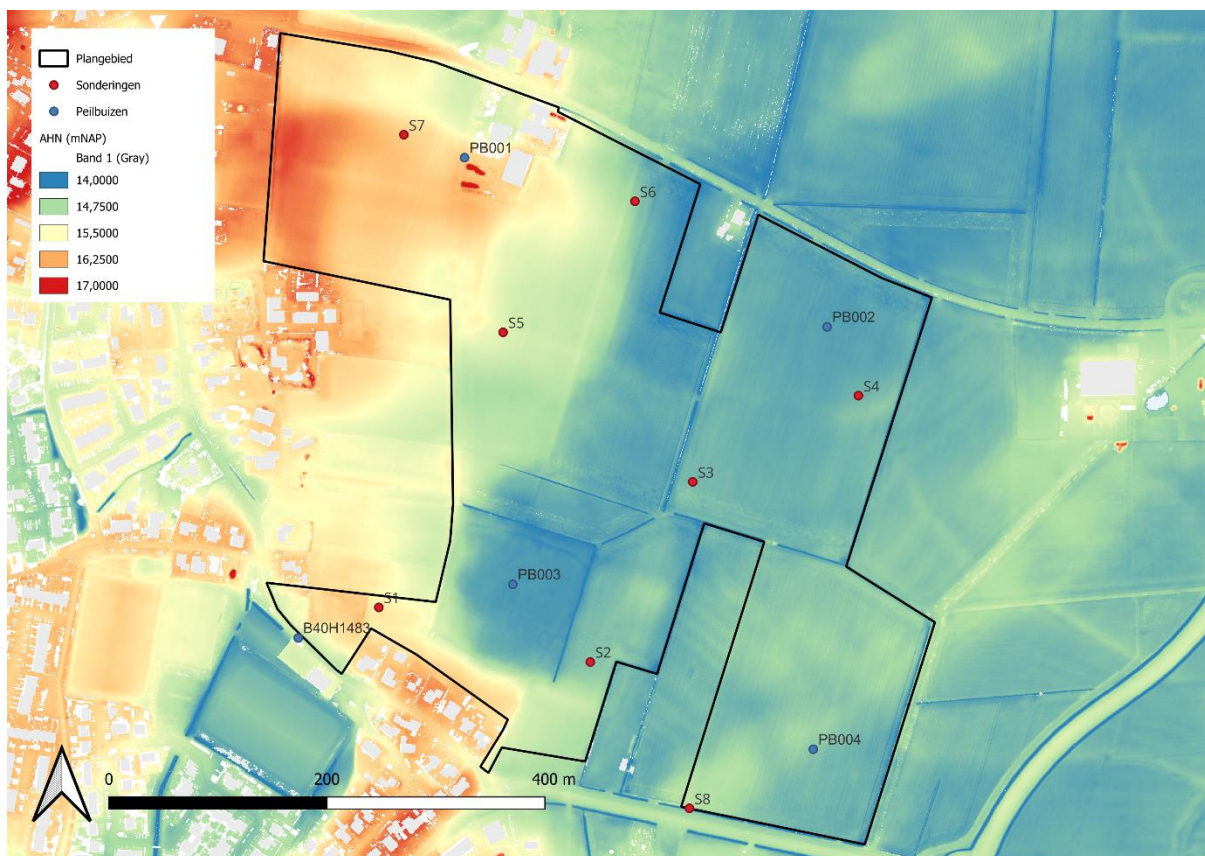
2 Geohydrologie

2.1 Bodemopbouw

In dit hoofdstuk wordt een beknopte samenvatting gegeven van de geohydrologische situatie.

Bestaande maaiveldhoogte

Het niveau van het maaiveld ter plaatse van het projectgebied bedraagt over het algemeen circa NAP +14,2 à +14,8 m. In het noordwestelijk deel en het zuidwestelijk deel is het maaiveldniveau hoger, tot circa NAP +17,0 m. Een overzicht is weergegeven in Figuur 2-1.



Figuur 2-1: Maaiveldhoogte (mNAP).

Lokale bodemopbouw

Binnen het plangebied zijn enkele boorprofielen beschikbaar via DINOloket en verschillende bodemonderzoeken [7,8,12,13,14]. Over het algemeen blijkt dat de bodem ter plaatse van de hogere grond in het westen bestaat uit zand en dat in het oosten vanaf maaiveld een kleiige deklaag aanwezig is van circa 0,5 tot 1,5 m dik [3].

In het kader van geotechnisch onderzoek zijn verspreid over het plangebied 8 sonderingen uitgevoerd tot een diepte van circa 20 m-mv [11]. De locaties zijn opgenomen in Figuur 2-1. De

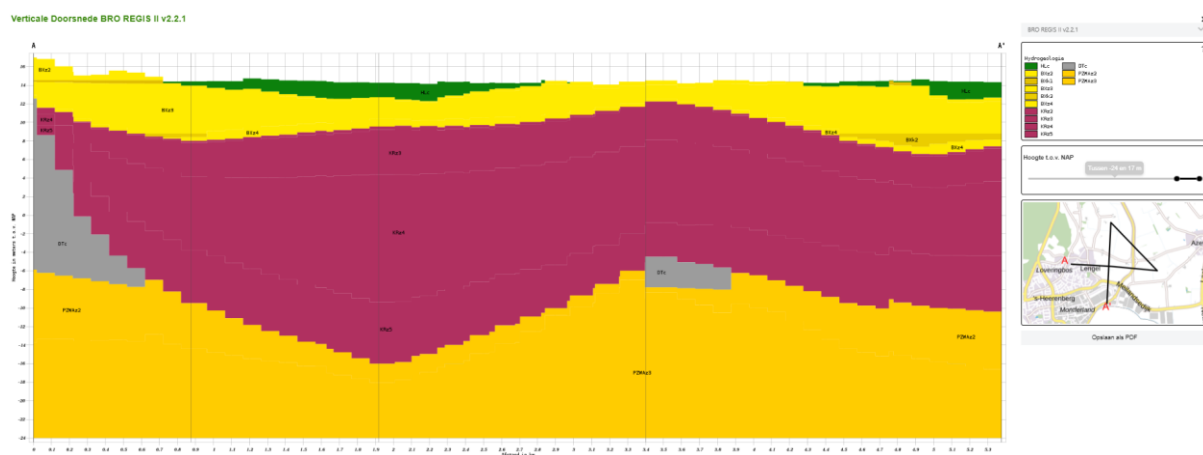
sondeergrafieken bevestigen het beeld dat in het oostelijk deel klei aanwezig is in de bovenste meter vanaf maaiveld (sonderingen S2, S3, S4 en S8); en dat deze laag afwezig is in het westelijk deel (S1, S5, S6, S7). Onder dit niveau is tot de maximale sondeerdiepte (circa NAP -5 m) zand aangetroffen, waarbij in sonderingen S1, S2, S3, S4, S6 en S8 op een niveau tussen NAP +4 en +8 m een klei of veenlaag aanwezig is met een dikte van 2 à 4 m. Deze klei/veenlaag is niet aangetroffen in sonderingen S5 en S7.

Regionale bodemopbouw

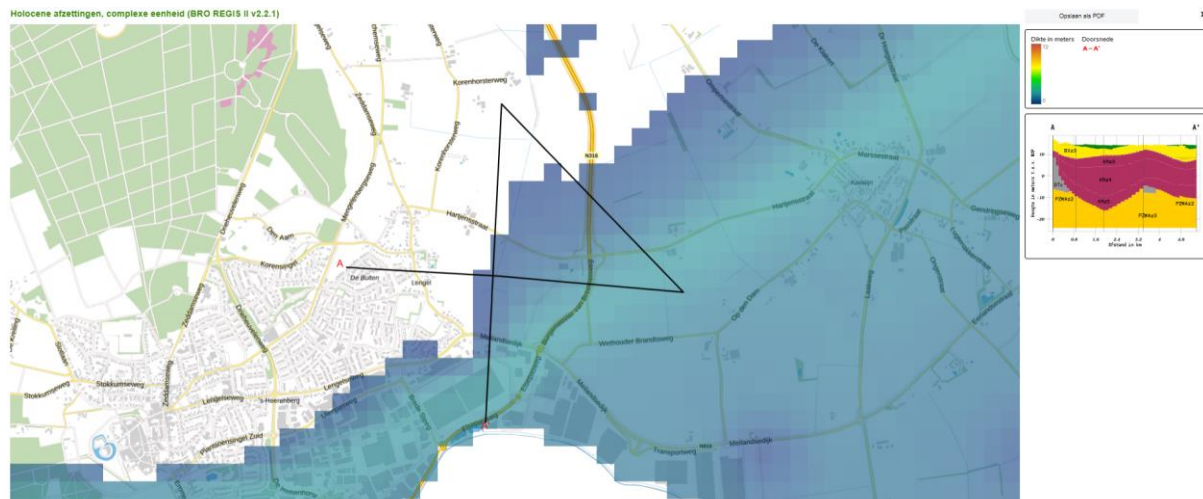
Regionaal geohydrologisch model Regis II v2.2.1 (zie doorsnede Figuur 2-2) geeft aan dat lokaal vanaf maaiveld een circa 1 à 2 m dikke holocene laag aanwezig is. Deze wordt wel aangegeven in het oostelijk deel van het plangebied en niet in het westelijk deel (zie Figuur 2-3); dit komt overeen met wat is aangetroffen in de boringen. Daaronder worden zandige formaties verwacht.

Op een niveau van circa NAP +8 m wordt lokaal een kleilaag aangegeven; de verspreiding in Regis is weergegeven in Figuur 2-4. Het lijkt erop dat deze kleilaag in Regis is opgenomen omdat deze is aangetroffen in 1 boring (B40H0038). Verder zijn er via DINOloket in de directe omgeving geen andere boringen aanwezig om de aan-/ of afwezigheid van deze laag aan te tonen.

Het sondeeronderzoek [11] toont aan dat deze kleilaag onder het oostelijk deel van het plangebied ook aanwezig is. Om inzicht te krijgen in de verspreiding van deze laag buiten het plangebied zijn aanvullende boringen van DINOloket verzameld die op grotere afstand liggen van het plangebied (zie bijlage 3). Het blijkt dat deze laag niet aanwezig is westen en noordwesten van het plangebied, maar wel ten zuiden en oosten.



Figuur 2-2: Doorsnede Regis II v2.2.1: tot NAP -24 m.

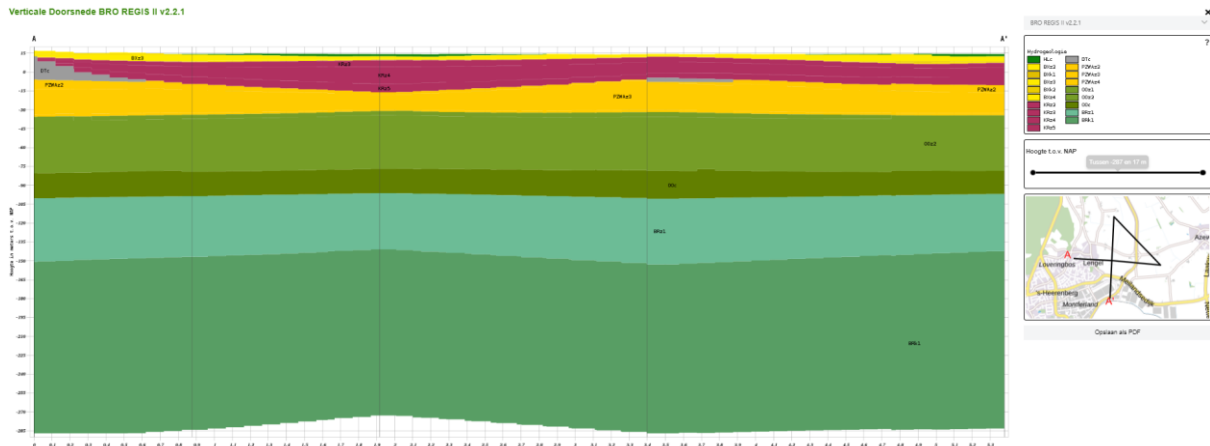


Figuur 2-3: Verspreiding Holocene deklaag.



Figuur 2-4: Verspreiding kleilaag op circa NAP +8 m.

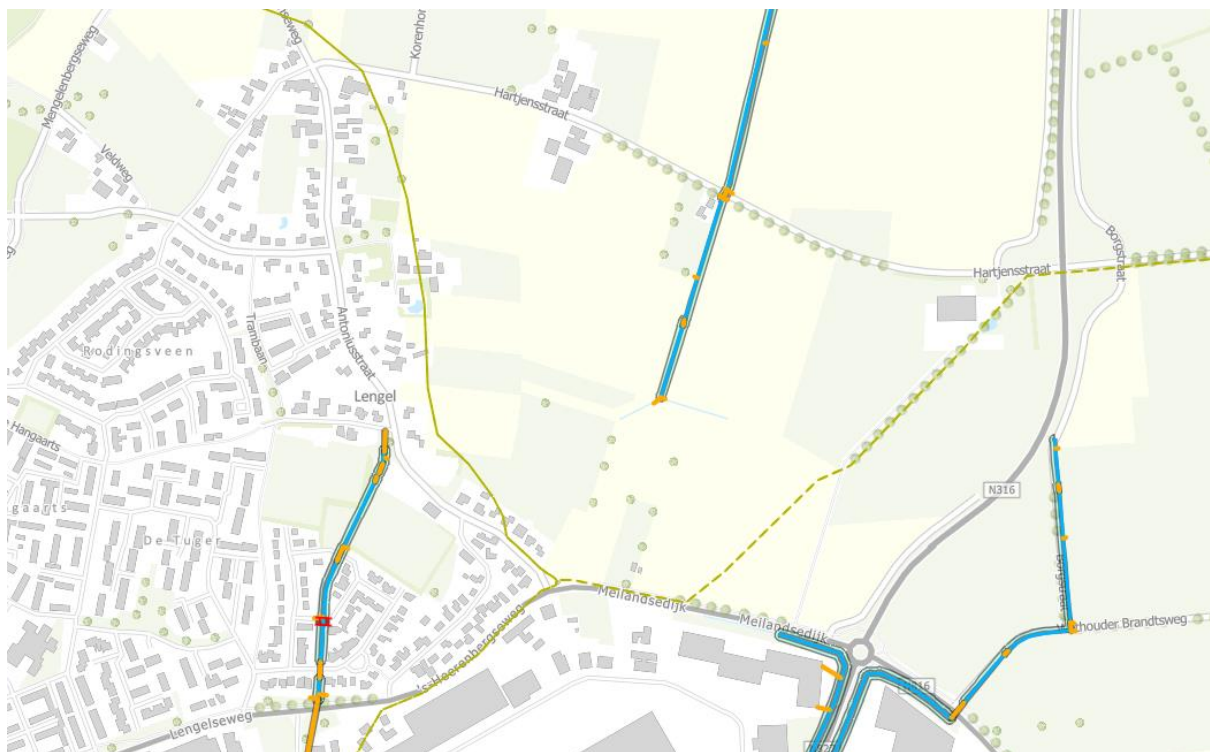
De diepere bodemopbouw bestaat op basis van Regis vooral uit watervoerende lagen waarbij op circa NAP -80/-90 m een complexe afzetting aanwezig is (OOC in Figuur 2-5) en vanaf circa NAP -150 m een kleipakket (BRk1). Gezien de dikte van deze laag kan deze voor dit project worden beschouwd als de geohydrologische basis. Geologisch model GeoTOP is voor het plangebied niet beschikbaar.



Figuur 2-5: Doorsnede Regis II v2.2.1: tot NAP -285 m.

2.2 Oppervlaktewater

De planlocatie bevindt zich in beheersgebied van waterschap Rijn en IJssel. Het plangebied ligt binnen het peilgebied 'Oude IJssel'. Binnen dit peilgebied is het streefpeil NAP +12,3 m met een boven- en ondergrens van NAP +12,4 m en NAP +12,2 m [3]. In het noorden van het plangebied is een watergang aanwezig, dit betreft de watergang de Grote Wetering (OIJ20.160), zie Figuur 2-6. De eerstvolgende stuw (ST54870060) heeft een peil van NAP +12,4 maar ligt een stuk noordelijker. De bodemhoogte van de watergang bevindt zich hier op circa NAP +13,1 m en valt een deel van het jaar droog.



Figuur 2-6: Vigerende legger waterschap Rijn en IJssel.

2.3 Grondwater

Voor dit project zijn in het plangebied 4 peilbuizen geplaatst (zie locaties in Figuur 2-1). Kenmerken van de peilbuizen zijn samengevat in Tabel 2-1. De metingen van juni 2023 tot juni 2024 zijn weergegeven in Figuur 2-7. Globaal wordt verwacht dat de grondwaterstand die in de zomer is gemeten (circa NAP +12,8 m) gelijk is aan de GLG. In december 2023 zijn grondwaterstanden gemeten tot NAP +14,25 m; aangezien het najaar van 2023 extreem nat was wordt verwacht dat de GHG iets lager is circa NAP +14,0 m.

Er is weinig verschil in grondwaterstand tussen de 4 locaties. In de zomer was de grondwaterstand in peilbuizen 001 en 003 iets hoger dan in 002 en 004 wat duidt op grondwaterstroming in oostelijke richting. In de winter varieerde de grondwaterstromingsrichting; van (noord)westelijk in november naar zuidoostelijk in december.

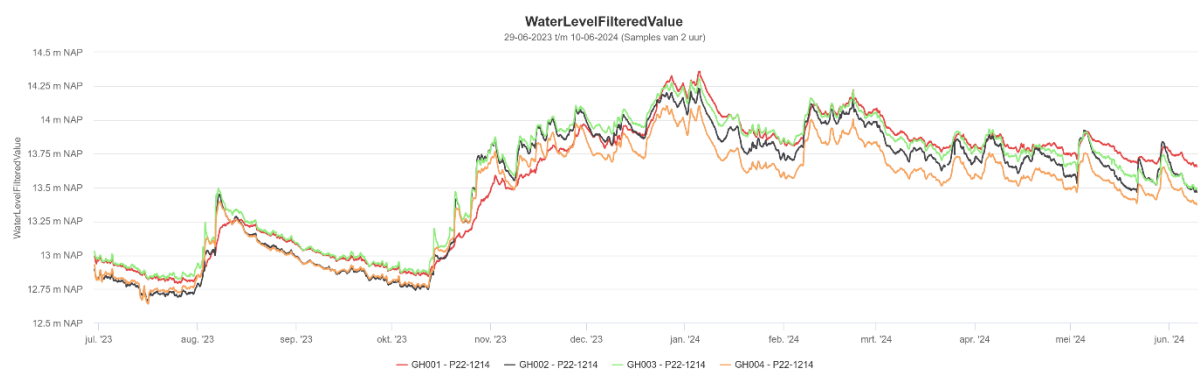
Peilbuis 001 is gelegen in het hoger gelegen noordwestelijk deel van het plangebied; hier was de grondwaterstand circa 1,9 à 3,1 m-mv. De andere peilbuizen liggen in het lager gelegen deel van het plangebied; hier was de grondwaterstand circa 0,2 à 1,5 m-mv. De boorprofielen zijn bijgevoegd in bijlage 4.

Tabel 2-1: Kenmerken peilbuizen

Naam	X [m]	Y [m]	MV [m+NAP]	TOP [m-MV]	BOT [m-MV]	TOP [m+NAP]	BOT [m+NAP]	Ontwatering** [m]
PB001	215824,64	433318,00	15,91	3,00	4,00	12,91	11,91	1,91
PB002	216157,36	433162,99	14,19	2,00	3,00	12,19	11,19	0,19
PB003	215868,91	432927,10	14,09	2,00	3,00	12,09	11,09	0,09
PB004	216144,62	432776,09	14,49	2,00	3,00	12,49	11,49	0,49

*MV = maaiveldniveau, TOP = bovenkant filter, BOT = onderkant filter

**bij een GHG van NAP +14,0 m



Figuur 2-7: Meetreeksen peilbuizen.



**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

3 Modelbeschrijving

3.1 Algemeen

De effectberekeningen in deze rapportage zijn uitgevoerd met het regionale grondwatermodel AMIGO (Actueel Model Instrument Gelderland Oost).

AMIGO is voor het beheergebied van het waterschap Rijn en IJssel ontwikkeld in opdracht van het waterschap Rijn en IJssel, de provincie Gelderland en het waterbedrijf Vitens. Gezamenlijk vormen deze partijen de gebruikersgroep AMIGO. Het model wordt door de gebruikersgroep en door externen toegepast in het grondwaterbeheer voor het onderzoeken van de effecten van ingrepen op het grondwatersysteem en de effecten van de omgeving op het grondwater. Beleids- en klimaatstudies, bepalen van intrekgebieden t.b.v. (drink)waterwinning en het verkrijgen/vergeven van vergunningen, zijn studies waarbij het model wordt ingezet.

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het niet-stationaire AMIGO-model versie 3.2. Het doel is om de niet-stationaire effecten van de planontwikkeling op grondwaterstanden in het plangebied en in de omgeving daarvan inzichtelijk te maken. Daarnaast is het doel om eventuele effecten op verspreiding van de bekende grondwaterverontreiniging ter plaatse van Antoniusstraat 25 te bepalen.

3.2 Eigenschappen model

Modelgebied

Voor de berekeningen is een uitsnede gemaakt van het AMIGO model van 5x5 km rondom de planlocatie; waarbij de effecten van de planontwikkeling binnen het modelgebied blijven. De wijzigingen hebben in eerste plaats invloed in modellagen 1 en 2. Het modelgrid is 25x25 m; voor de berekeningen is dit verfijnd naar 12,5x12,5 m om het effect van ingrepen meer nauwkeurig in beeld te kunnen brengen.

Modelperiode

AMIGO is beschikbaar voor de periode 2-4-2004 tot 31-3-2020 (5844 dagen). De tijdstap in het model is 1 dag. De grondwateraanvulling is gebaseerd op meteorologische gegevens (neerslag en verdamping) en dus representatief voor het huidige klimaat.

Laagopbouw model

De laagopbouw van AMIGO is gebaseerd op de schematisatie in REGIS en GeoTOP. In het totale modelgebied zijn 15 lagen gedefinieerd. Elke modellaag bestaat uit een watervoerende laag (van 'top' tot 'bot') en een waterremmende laag (tussen 'bot' en 'top' van de modellaag eronder). Elke modellaag heeft een doorlaatvermogen (kD) en een weerstand (c) naar de onderliggende laag. In de uitsnede (5x5 km rondom het projectgebied) komen een aantal lagen niet voor. Van deze lagen is de kD en c waarde gelijk aan 0,1. Soms is wel een watervoerende laag aanwezig, maar geen



slecht doorlatende laag daaronder; in dat geval is alleen c gelijk aan 0,1. De diktes en eigenschappen van de lagen variëren binnen het modelgebied. De opbouw van de modellagen op een centraal punt binnen het plangebied is opgenomen in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Laagopbouw MIPWA op de projectlocatie

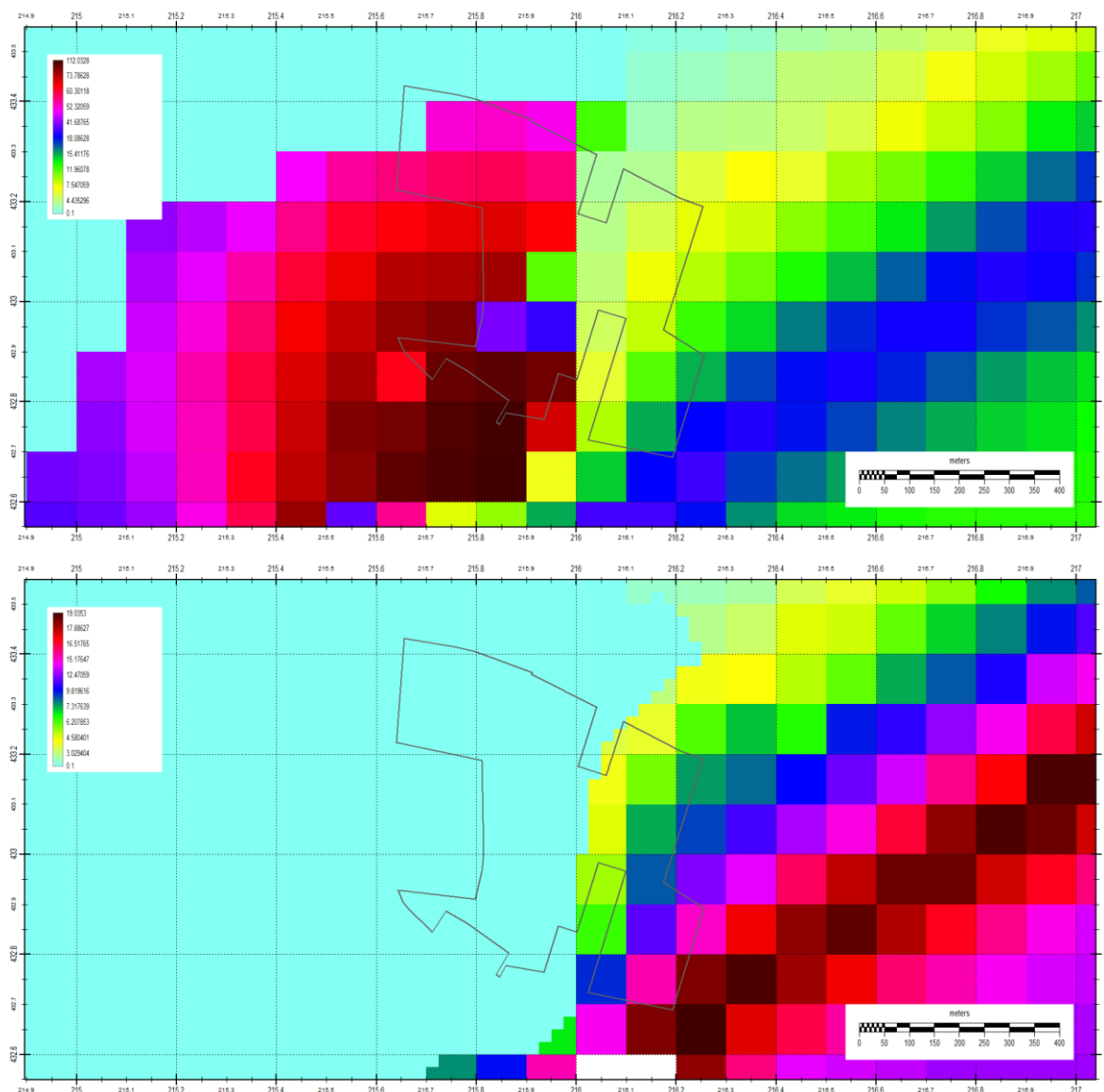
Modellaag	Top (mNAP)	Bot (mNAP)	Dikte WVL (m)	Dikte SDL (m)	KD (m ² /d)	c (d)
1	14,29	14,22	0,07	0,04	0,43	11,75
2	14,18	8,80	5,38	0,44	45,41	324,81
3	8,36	4,62	3,74	0,01	185,11	0,10
4	4,61	-2,62	7,23	0,01	414,82	0,10
5	-2,63	-8,23	5,60	0,01	276,43	0,10
6	-8,24	-8,25	0,01	0,01	0,10	0,10
7	-8,26	-8,27	0,01	0,01	0,10	0,10
8	-8,28	-8,29	0,01	0,01	0,10	0,10
9	-8,30	-13,86	5,56	0,01	185,52	0,10
10	-13,87	-32,34	18,47	0,01	460,87	0,10
11	-32,35	-34,11	1,76	0,01	44,72	0,10
12	-34,12	-34,13	0,01	0,01	0,10	0,10
13	-34,14	-37,34	3,20	0,01	21,54	0,10
14	-37,35	-88,48	51,13	10,26	227,89	332,42
15	-98,74	-147,11	48,37		143,78	

WVL = watervoerende laag, SDL = slecht doorlatende laag

Modellaag 1 is in het plangebied circa 0,1-1,5 m dik en modellaag 2 is 4,0-6,0 m dik. De ingrepen (ophoging/ afgraven van het terrein, dempen/graven van sloten en greppels) vinden dus plaats in modellagen 1 en 2. Zoals ook in Regis is aangegeven zijn onder dit niveau tot circa -90 m watervoerende lagen aanwezig (zie beschrijving onder hoofdstuk 2.1). De doorlatendheid in modellagen 1 en 2 is circa 5-8 m/d, daaronder (modellagen 3 t/m 5) is de formatie van Kreftenheye aanwezig met een veel hogere doorlatendheid (50-60 m/d).

Aanpassing weerstand laag 1

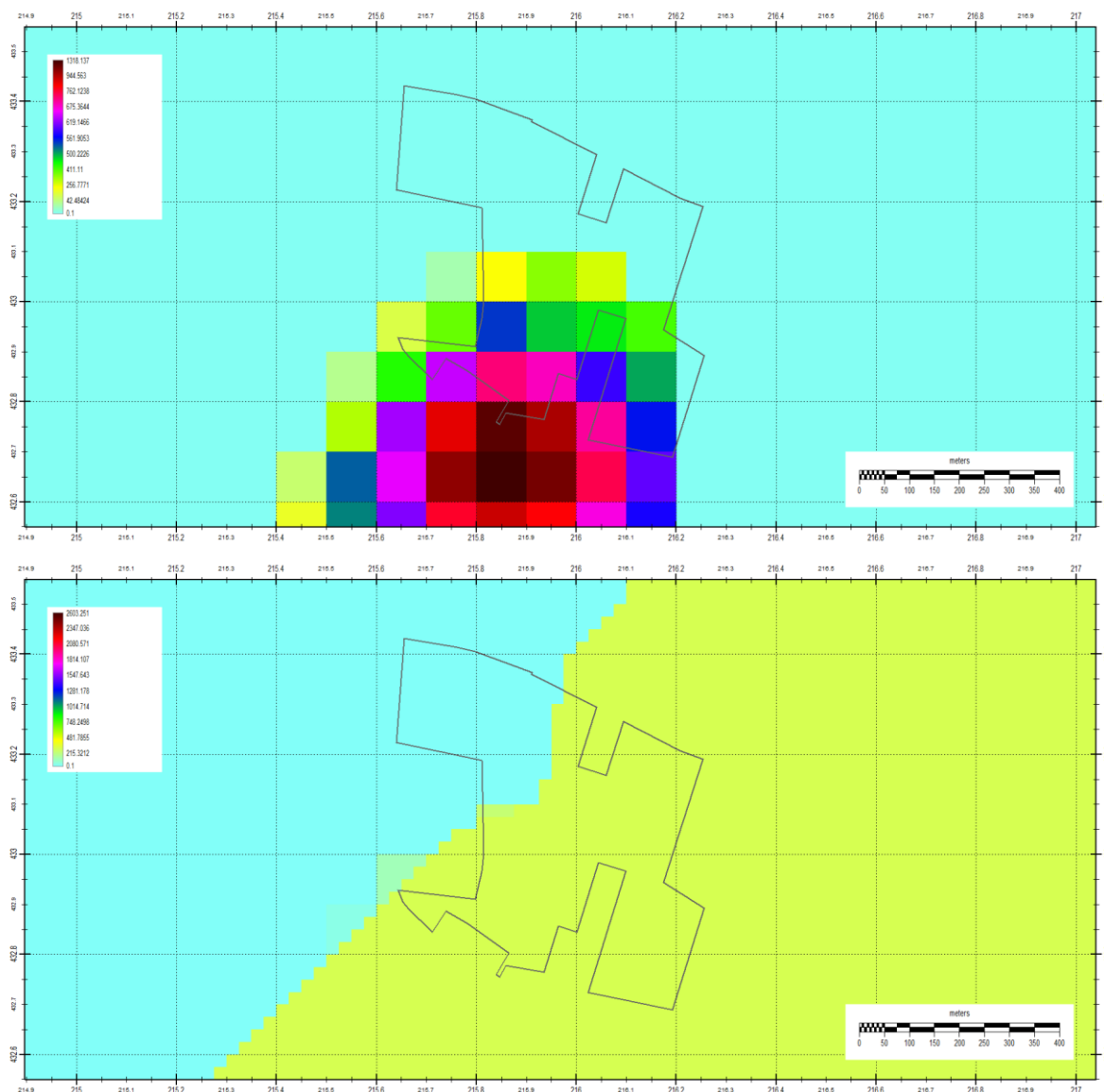
In het model is voor de weerstand onder laag 1 in het westelijk deel een hogere weerstand opgenomen dan voor het oostelijk deel. Uit de boringen en sonderingen blijkt dat in het plangebied in het oostelijk deel van het plangebied vanaf maaiveld een kleilaag (1-2 m dik) aanwezig is en in het westelijk deel niet. Op basis daarvan wordt dus juist in het oostelijk deel een hogere weerstand verwacht dan in het westelijk deel. Dit is aangepast in het model (zie Figuur 3-1).



Figuur 3-1: Weerstand (d) modellaag 1: origineel (boven), aangepast (beneden).

Aanpassing weerstand laag 2

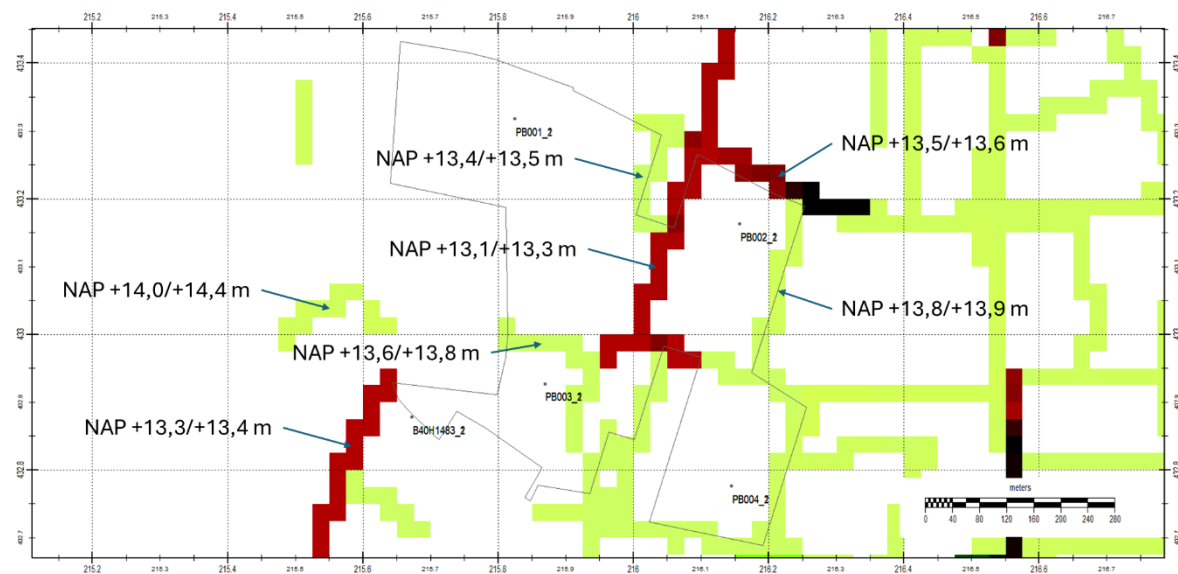
Onder laag 2 is (net als in REGIS) op basis van 1 boring een weerstand opgenomen. Met behulp van sonderingen in het plangebied en een aantal boringen op grotere afstand buiten het plangebied is afgeleid dat deze slechtdoorlatende laag op circa NAP +8 m in het hele oostelijke deel van het plangebied en daarbuiten aanwezig is. De weerstand van de laag is niet bekend; op basis van de dikte (2-4 m) van de laag is de weerstand geschat op 300 d. Dit is aangepast in het model (zie Figuur 3-2).



Figuur 3-2: Weerstand (d) modellaag 2: origineel (boven), aangepast (beneden).

Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem is in het model opgenomen in de river package (met idf bestanden). De locaties van oppervlaktewater en het peil is weergegeven in Figuur 3-3. De bodemhoogte is NAP +13,0/+13,5 m, de conductance varieert tussen 3-4 m²/d en de infiltratiefactor is 0 (dat betekent dat watergangen alleen kunnen draineren; niet infiltreren). Het drainagepeil in het model is hoger dan het streefpeil (zie hoofdstuk 2.2). Waarschijnlijk betreft het sloten/greppels die droog kunnen vallen en is als drainageniveau een hoogte gekozen van enkele decimeters boven slootbodempl. In de hoofdwatgang in het midden van het plangebied zijn enkele duikers aanwezig; voor de duikers is in de legger een hoogte opgenomen van een bodemhoogte opgenomen van NAP +13,0/+13,1 m. De in het model opgenomen hoogtes zijn dus in overeenstemming met de legger.



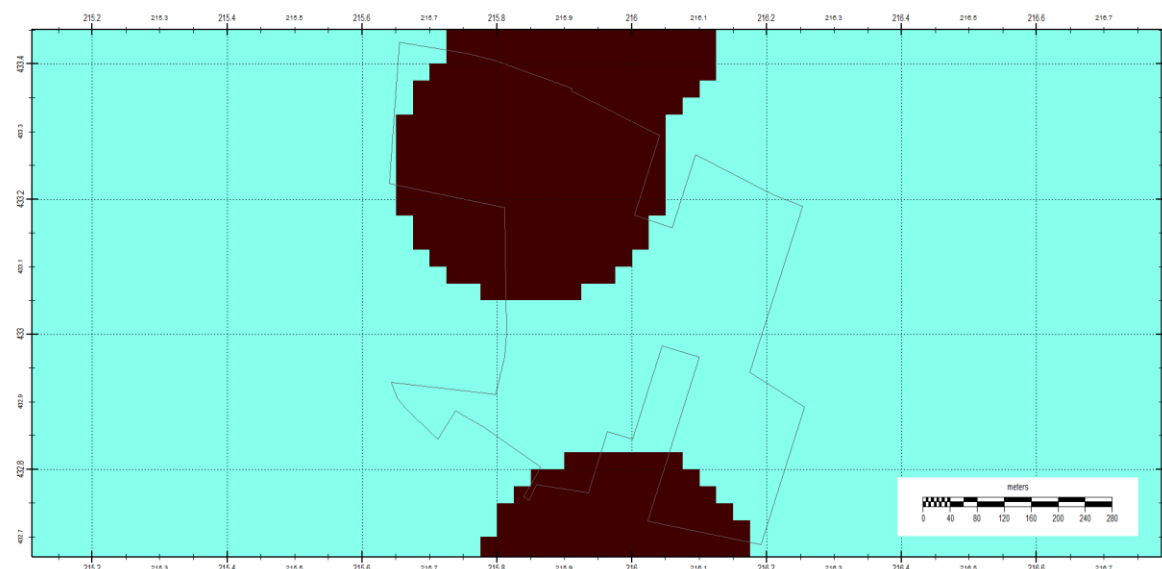
Figuur 3-3: Oppervlaktewatersysteem en peil (mNAP).

Drainage

In het model is in het plangebied geen drainage opgenomen.

Berekening

In het noordelijk en zuidelijk deel van het plangebied is berekening opgenomen.



Figuur 3-4: Locaties met berekening (zwart) en zonder berekening (lichtblauw).

3.3 Validatie referentiesituatie

De validatie van het model is uitgevoerd op basis van de 4 peilbuizen in het plangebied en 2 peilbuizen in de omgeving waarvan gegevens beschikbaar zijn via DINOloket. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 3-5.



Figuur 3-5: Peilbuislocaties.

Plangebied

In het plangebied zijn 4 peilbuizen geplaatst waarbij de grondwaterstand is gemeten van juni 2023 tot juni 2024 (zie alinea 2.3). Omdat de meetperiode waarin metingen zijn genomen niet overeenkomt met de modelperiode is een directe vergelijking van metingen en modelresultaat niet mogelijk. De metingen kunnen wel worden vergeleken met de grondwaterkarakteristieken van de door het model berekende grondwaterstand ter plaatse van de peilbuizen. Hiervoor zijn voor alle 4 de peilbuislocaties de volgende karakteristieken bepaald op basis van de resultaten van het grondwatermodel:

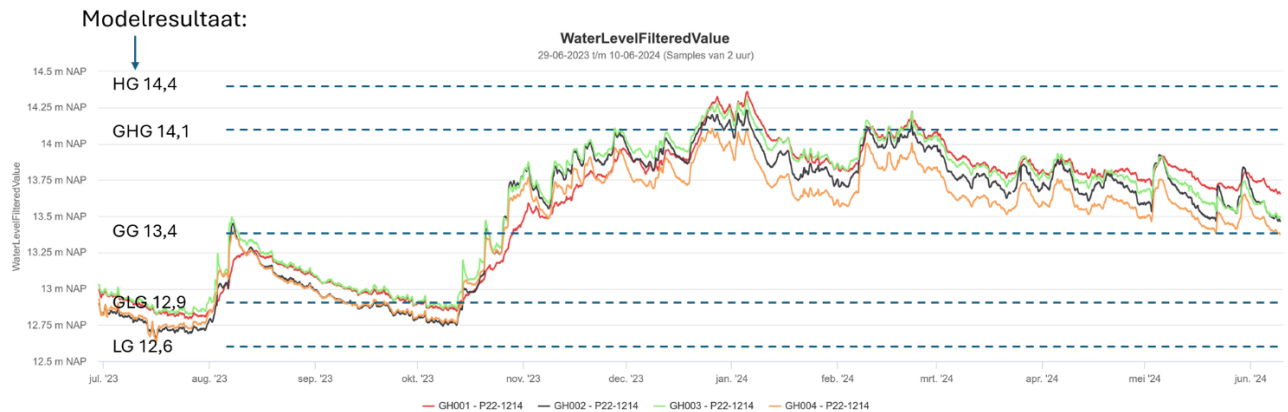
- HG = hoogste grondwaterstand
- GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand
- GG = gemiddelde grondwaterstand
- GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand
- LG = laagste grondwaterstand

De GHG is bepaald op basis van de 93,75-percentielwaarde en de GLG op basis van de 6,25-percentielwaarde van de reeks. De karakteristieken komen voor de 4 peilbuizen sterk overeen (Tabel 3-2). Uit vergelijking van de meetdata met de grondwaterkarakteristieken blijkt dat de modelresultaten zeer goed overeenkomen met de gemeten grondwaterstanden (Figuur 3-6). In de figuur zijn de gemiddelde karakteristieken opgenomen van de 4 peilbuizen; in het model zijn er kleine verschillen (0,1-0,3 m) tussen peilbuizen.



Tabel 3-2: Karakteristieken berekende grondwaterstand ter plaatse van de peilbuizen in het plangebied.

Naam	LG [m+NAP]	GLG [m+NAP]	GG [m+NAP]	GHG [m+NAP]	HG [m+NAP]
PB001	12,7	12,9	13,4	14,0	14,3
PB002	12,6	12,8	13,4	14,3	14,3
PB003	12,7	13,0	13,5	14,1	14,3
PB004	12,6	12,9	13,4	14,3	14,5



Figuur 3-6: Vergelijking meetdata (grafiek) en grondwaterkarakteristiek op basis van modelresultaat (stippellijnen).

Omgeving

Via DINOloket zijn binnen het modelgebied (5x5 km) gegevens beschikbaar van 2 peilbuizen. Kenmerken van deze peilbuizen zijn opgenomen in Tabel 3-3. Om te bepalen of de modelresultaten overeenkomen met de gemeten grondwaterstanden zijn van zowel de meetreeks en van de door het model berekende grondwaterstanden de GLG, GG en GHG bepaald (zie Tabel 3-4). Ook zijn de gemeten en berekende grondwaterstanden weergegeven in Figuur 3-7.

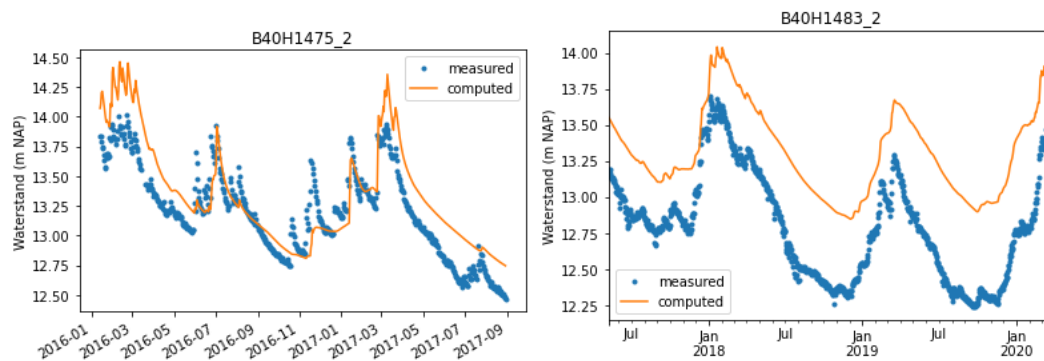
Tabel 3-3: Kenmerken peilbuizen omgeving.

Naam	X [m]	Y [m]	MV [m+NAP]	TOP [m+NAP]	BOT [m+NAP]
B40H1475	217059	433200	14,80	12,61	11,61
B40H1483	215672	432878	15,14	12,66	11,66

*MV = maaiveldniveau, TOP = bovenkant filter, BOT = onderkant filter

Tabel 3-4: Karakteristieken peilbuizen omgeving.

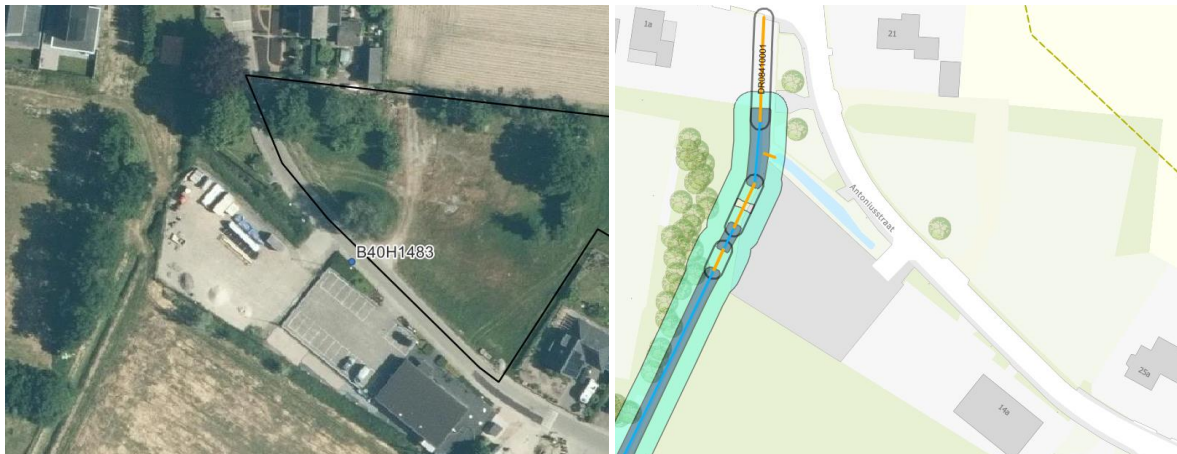
Naam	Meetreeks			Modelreeks		
	GLG [m+NAP]	GG [m+NAP]	GHG [m+NAP]	GLG [m+NAP]	GG [m+NAP]	GHG [m+NAP]
B40H1475	12,6	13,2	13,8	12,7	13,2	14,1
B40H1483	12,3	12,8	13,4	13,1	13,5	13,9



Figuur 3-7: Gemeten en berekende grondwaterstand in peilbuizen in de omgeving.

Voor peilbuis B40H1475 komen de berekende GLG en GG zeer goed overeen met de meetwaarden. De GHG wordt door het model te hoog berekend. Een verklaring zou kunnen zijn dat er lokaal greppels aanwezig zijn die normaal droog zijn, maar bij hoge grondwaterstand een drainerende werking hebben.

Bij peilbuis B40H1483 worden door het model grondwaterstanden berekend die systematisch 50 tot 70 cm hoger zijn dan de meetwaarden. Nabij de locatie van de peilbuis is oppervlaktewater aanwezig: de hoofdwatgang in Figuur 3-8 (rechts). Deze watgang is in het model opgenomen met een bodemniveau van NAP +13,3 m en een peil van NAP +13,4 m. In de watgang is in de legger een duiker aangegeven met een hoogte binnenkant onderkant buis (BOK) van NAP +13,37/+13,38 m. De bodemhoogte en peil lijken in het model dus goed te zijn opgenomen. Op basis van de legger is nabij de peilbuislocatie nog ander water aangegeven, mogelijk een greppel (lichtblauw in Figuur 3-8 rechts). Deze is niet duidelijk zichtbaar via luchtfoto's en google streetview. Deze sloot/greppel is niet opgenomen in het model. De grondwaterstand in de meetreeks zakt uit tot circa NAP +12,3 m; dit is dieper dan de hoogte van de duiker (circa NAP +13,4 m). Het is dus niet waarschijnlijk dat een greppel de oorzaak kan zijn van de lagere grondwaterstand die wordt gemeten. Omdat de berekende grondwaterstand uitzakt tot onder het drainageniveau is de berekende (lage) grondwaterstand niet gevoelig voor de gridgrootte (de river is in dat geval niet actief/ infiltratiefactor = 0). Een verdere gridverfijning heeft dus geen zin. Een andere oorzaak is niet bekend. Ter controle zou de peilbuis opnieuw ingemeten kunnen worden.



Figuur 3-8: Locatie peilbuis B40H1483 luchtfoto (links) en legger (rechts).

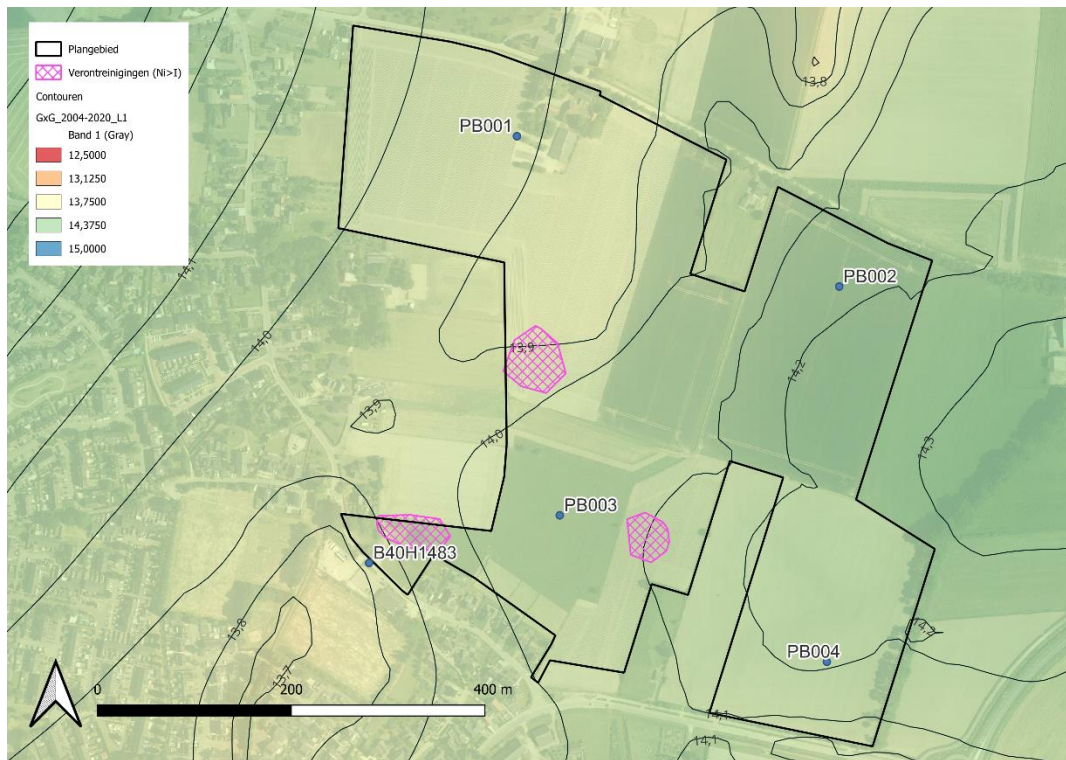
Conclusie

De grondwaterstand ter plaatse van peilbuis B40H1483 wordt door het model niet goed gerepresenteerd. De reden hiervoor is onbekend. De metingen in de peilbuis (NAP +12,3 à +13,4 m) zijn lager dan in de peilbuizen in het plangebied (NAP +12,9 à +14,1 m) en zou dus kunnen betekenen dat de grondwaterstromingsrichting lokaal zuidwestelijk is en daarmee afwijkt van het regionale patroon welke oostelijk is. Ondanks dat het model ter plaatse van deze peilbuis een hogere grondwaterstand berekend dan de metingen wordt in de GHG situatie in de omgeving van deze peilbuis ook een zuidwestelijke grondwaterstroming berekend (zie Figuur 3-9).

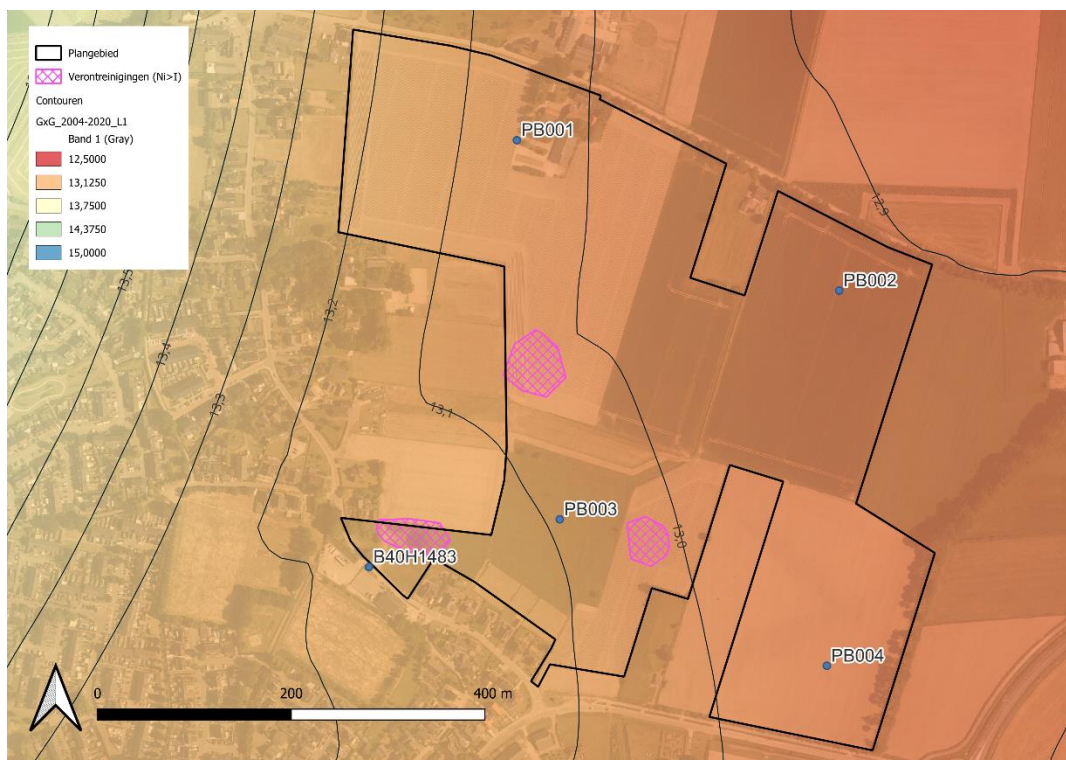
De modelresultaten komen goed overeen met de metingen in peilbuis B40H1475 en zeer goed met de metingen in de peilbuizen in het plangebied. Daarom wordt geconcludeerd dat het model bruikbaar is om veranderingen in de grondwaterstand in het plangebied te berekenen.

De met het model berekende grondwaterstanden voor de huidige situatie zijn weergegeven in Figuur 3-9 (GHG) en Figuur 3-10 (GLG). De getoonde GxG zijn van modellaag 1; de resultaten voor modellaag 2 zijn vrijwel identiek.

Dezelfde gegevens voor het hele modelgebied zijn bijgevoegd in bijlage 5. In de figuur is duidelijk terug te zien dat in het gebied ten noorden van het Netterdens Kanaal waar de kleilaag onder modellaag 2 (circa NAP +8 m) in het model is opgenomen, dat de GHG boven de kleilaag circa 0,25-0,40 m hoger is dan op locaties waar deze kleilaag niet is opgenomen. Dat komt doordat er in geval van een kleilaag een weerstand zit tussen het freatisch grondwater en het (zeer) goed doorlatende watervoerend pakket daaronder (formatie van Kreftenheye). Omdat de kleilaag in het westelijk deel van het plangebied niet aanwezig is, en wel in het oostelijk deel is dit effect in het plangebied minder groot.



Figuur 3-9: Model huidige situatie GHG (modellaag 1).



Figuur 3-10: Model huidige situatie GLG (modellaag 1).

4 Effectberekeningen

Het plan is om de nieuwe gracht (Havezate) en het beekdal in de toekomst via een stuw te laten afwateren op het watersysteem van het waterschap in het noorden van het plangebied. Ter plaatse van het beekdal wordt circa 1 m grond afgegraven. Het uitgangspunt is dat dit gebied (zie Figuur 4-1) een deel van het jaar onder water staat en bij lage grondwaterstand (deels) droogvalt. Mogelijk worden ook stuwen geplaatst bij de Havezate en na de verbindingssloot tussen de Havezate en het beekdal. Hierdoor is het mogelijk om verschillende (drainage) peilen in te stellen. De hoogte van de stuwen is nog niet vastgesteld. Om de invloed van de stuwhoogten inzichtelijk te maken zijn 2 scenario's doorgerekend:

Scenario 1: Alle stuwen hebben een overstorthoogte van NAP +13,5 m (gelijk aan de huidige gemiddelde grondwaterstand).

Scenario 2: Een getrapst stuwpeil welke hoog is bij de Havezate (NAP +14,0 m) en afneemt na de verbindingssloot (NAP +13,75 m) en ten noorden van de beekvallei (NAP +13,0 m). Zie Figuur 4-1.



Figuur 4-1: Stuwpeil (drainage) niveaus scenario 2.

4.1 Modelaanpassingen

Om effecten van de planontwikkeling door te rekenen zijn de volgende aanpassingen gemaakt aan het model:

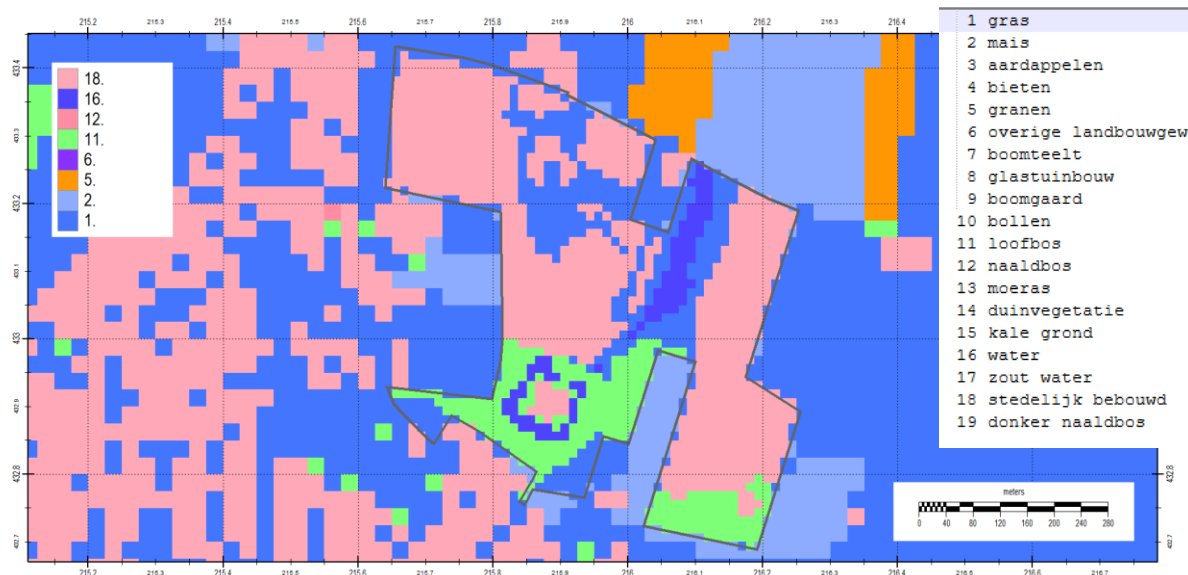
Dempen van bestaande sloten in plangebied

Zie Figuur 3-3. De sloten aan de rand van het plangebied blijven bestaan.

Aanpassing maaiveldhoogte en maaiveldinrichting (Capsim)



Voor de neerslag en verdamping en de interactie met de onverzadigde zone rekent AMIGO met CAPSIM/MetaSWAP. Voor de toekomstige situatie is het landgebruikstype aangepast volgens Figuur 4-2. Het plangebied wordt dus gekenmerkt door stedelijk bebouwd (18), gras (1), loofbos (11) en water (16).



Figuur 4-2: Landgebruikstype.

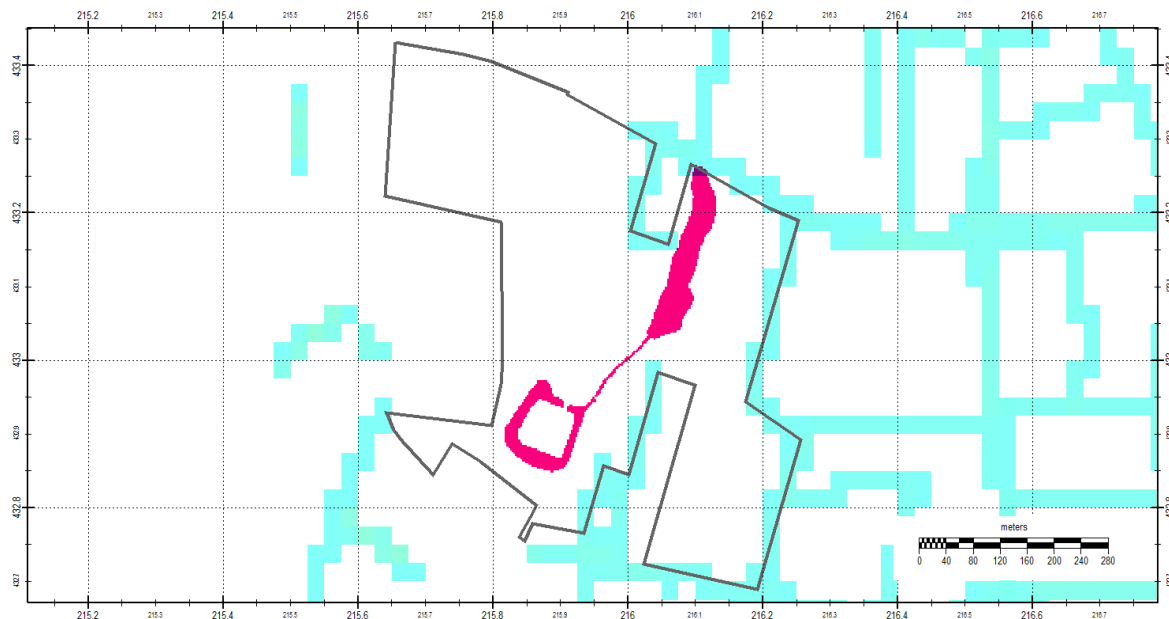
De te bebouwen delen van het terrein worden opgehoogd en de beekvallei (en Havezate) worden juist afgegraven. Het maaiveldniveau voor de toekomstige situatie is bepaald op basis van het huidige maaiveldniveau (in AMIGO) welke plaatselijk is verlaagd met 0,5 à 1,0 m of verhoogd met 1,0 à 2,0 m volgens de grondbalans tekening [9] (zie bijlage 6). De hydrologische eigenschappen (KD en c-waarden) van de modellen zijn niet aangepast.

Berekening

Verwijderd uit plangebied.

Toevoegen nieuw oppervlaktewater in plangebied

Omdat het peil van het nieuwe oppervlaktewater in het plangebied (Havezate, verbindingssloot en beekvallei) wordt gereguleerd via stuwen, waarbij het water wordt afgevoerd wanneer dit boven het stuwpeil is, maar er geen wateraanvoer (vanuit het watersysteem van het waterschap) plaatsvindt is het nieuwe oppervlaktewater in het model opgenomen via de DRAIN-package. Het drainagepeil is gevarieerd (scenario 1 en scenario 2). De conductance is bepaald op basis van een drainageweerstand van 2 d. De ligging van het nieuwe oppervlaktewater, en de huidige watergangen die behouden blijven zijn weergegeven in Figuur 4-3. Het uitgangspunt is dat andere greppels/wadi's in het plangebied (zie bijlage 2) boven de GHG worden aangelegd en (over het algemeen) geen drainerende werking hebben.



Figuur 4-3: Ligging oppervlaktewater: bestaand (blauw) en nieuw (roze).

4.2 Effect op grondwaterstanden

Het aangepaste model is doorgerekend voor de periode 2-4-2004 tot 31-3-2020 (niet-stationair). Op basis van de modelresultaten zijn weer de GxG¹ bepaald van de (freatische) grondwaterstand. De invloed van de uitbreiding van de planontwikkeling wordt gegeven door het verschil tussen de GxG op basis van het aangepaste model minus de GxG in de referentiesituatie. Onderstaand worden de resultaten voor Scenario 1 en Scenario 2 gepresenteerd.

Scenario 1

In de huidige situatie varieert de grondwaterstand in het plangebied globaal tussen NAP +13,0 en +14,0 m. In scenario 1 hebben de Havezate en het beekdal een stuwpeil van NAP +13,5 m. Circa de helft van het jaar hebben deze dus een drainerende werking op de grondwaterstand. Het drainagepeil is hoger dan de sloot in de huidige situatie, maar het oppervlak van Havezate en beekdal is groter dan de sloot in de huidige situatie waardoor er meer drainage optreedt. Hierdoor daalt de GHG in een groot deel van het plangebied (zie Figuur 4-6). Ook buiten het plangebied treedt enige daling op van de GHG (maximaal 0,25 m). Het peil in de huidige watergangen ter plaatse van het beekdal is NAP +13,1 à +13,5 m (Figuur 3-3) en dus gelijk of lager dan het stuwpeil ter plaatse van het beekdal in scenario 1. Dat toch een lagere GHG wordt berekend komt doordat het wateroppervlak in scenario 1 veel groter is dan de sloot in de huidige situatie (het beekdal wordt circa 1 m afgegraven). Hierdoor heeft het oppervlaktewater een sterkere invloed op het grondwater (door een hogere conductance).

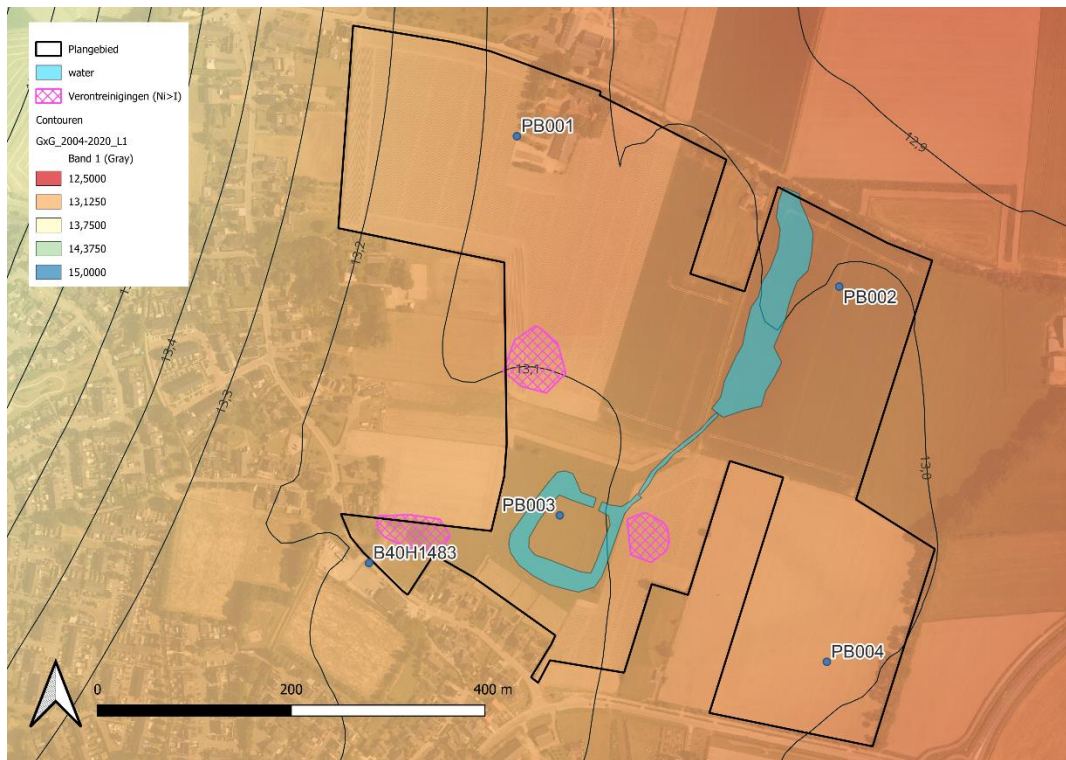
¹ De GHG/GLG worden berekend als het gemiddelde van de 3 hoogste/laagste grondwaterstanden per jaar, gemiddeld over de duur van de modelperiode; op basis van de berekende grondwaterstand om de 2 weken (14^e en 28^e van de maand).



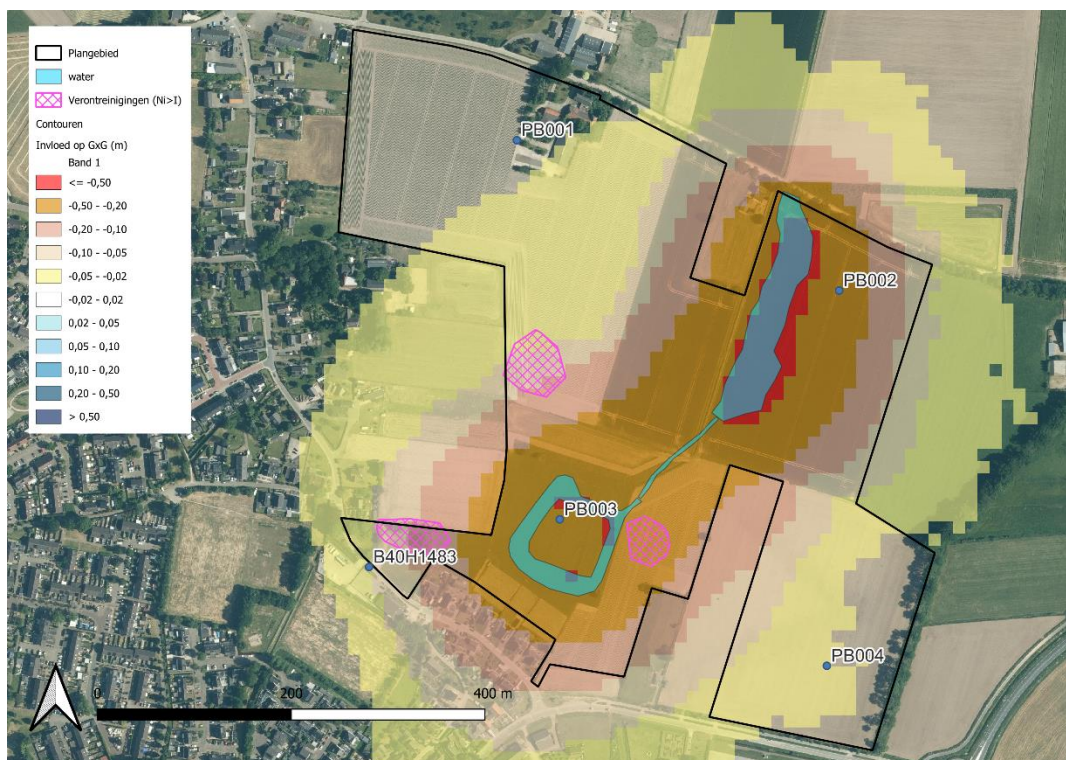
De GLG stijgt enigszins (maximaal circa 0,11 m) ten gevolge van het ophogen van het terrein en verandering van het landgebruik (aanpassing grondwateraanvulling o.b.v. metaswap) (zie Figuur 4-7).



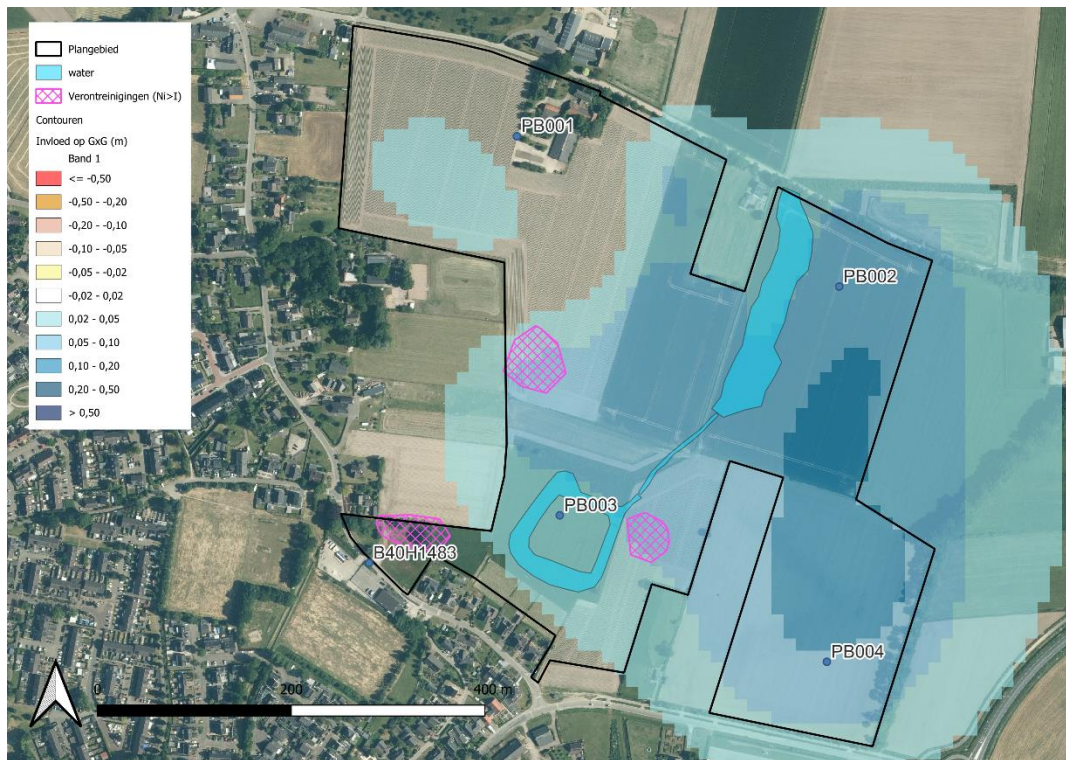
Figuur 4-4: Model GHG scenario 1 (modellaag 1).



Figuur 4-5: Model GLG scenario 1 (modellaag 1).



Figuur 4-6: Model invloed op GHG scenario 1 (modellaag 1).



Figuur 4-7: Model invloed op GLG scenario 1 (modellaag 1).



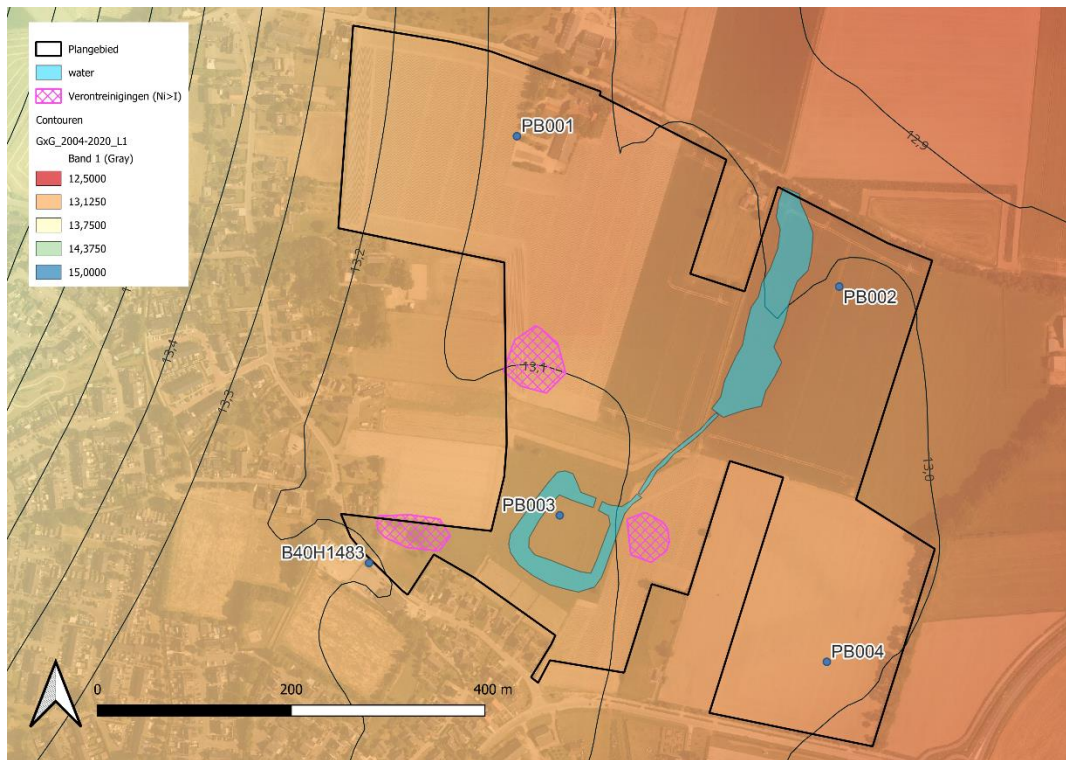
Scenario 2

Doordat in scenario 2 ter plaatse van de Havezate een hoger stuwwaai wordt aangehouden (NAP +14,0 m) neemt de invloed op de GHG af ter plaatse van de Havezate (zie Figuur 4-10). De effecten rondom de beekvallei zijn globaal hetzelfde; wel is het invloedsgebied kleiner dan in scenario 1.

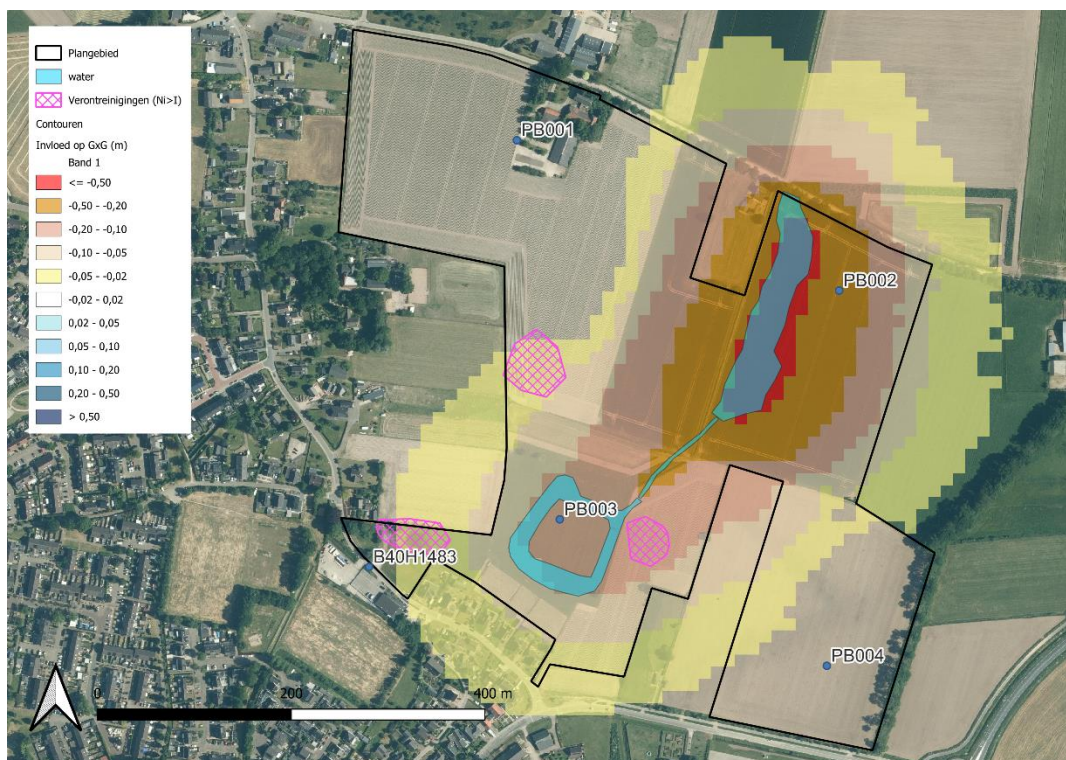
De invloed op de GLG is in scenario 1 en scenario 2 vrijwel gelijk (zie Figuur 4-11).



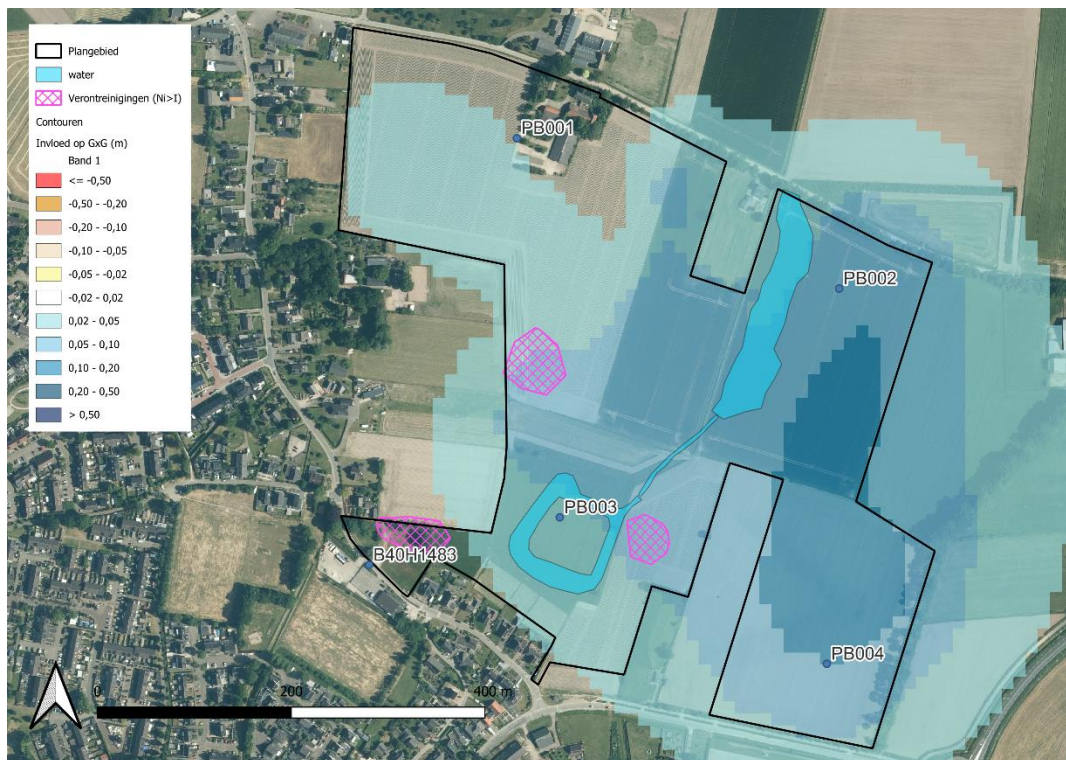
Figuur 4-8: Model GHG scenario 2 (modellaag 1).



Figuur 4-9: Model GLG scenario 2 (modellaag 1).



Figuur 4-10: Model invloed op GHG scenario 2 (modellaag 1).



Figuur 4-11: Model invloed op GLG scenario 2 (modellaag 1).

4.3 Effect op grondwaterverontreiniging

Zoals eerder genoemd is in het plangebied grond-/ en grondwaterverontreiniging aanwezig [7]. In het grondwater is plaatselijk in de peilbuizen op de zuidwestzijde van het terrein een sterk tot matig verhoogd gehalte nikkel aangetroffen. In de meeste peilbuizen is verder een licht verhoogd gehalte zware metalen aangetoond. De verhoogde concentraties koper houden mogelijk verband met het bekende geval van bodemverontreiniging aan de Antoniusstraat 25 (voormalige kindervagenfabriek). De locaties met een verhoogd gehalte nikkel tot boven de interventiewaarde (>I) zijn opgenomen in bijlage 7.

De locaties met gehalten in de grond (>I) zijn opgenomen in bijlage 8. De interventiewaarde voor nikkel in grondwater is 75 µg/l.

Antoniusstraat 25

Ter plaatse van Antoniusstraat 25 is een actualiserend bodemonderzoek uitgevoerd [8]. Voor deze locatie wordt beschreven dat hier in 1946 kindervagenfabriek ANEB gevestigd is in een school te Lengel. Dertien jaar later ging de fabriek verder onder de naam Ebbing. Op 8 januari 1966 brandde de productiefaciliteit geheel af, alleen de kantoren en de showroom konden worden gered, de fabriek is van 1946 tot 1971 ingeschreven bij de Kamer van Koophandel. Na beëindiging van het gebruik van de locatie door de kindervagenfabriek is de locatie door een aantal andere bedrijven en de gemeente Montferland gebruikt ten behoeve van opslag van materialen. De gemeente heeft de

locatie verworven in 1968. In het verleden zijn op deze locatie diverse bodemonderzoeken uitgevoerd [12/13/14]. Voor de locatie is op een Besluit vaststelling ernst en spoedeisendheid opgesteld (30 januari 2012; provincie Gelderland). In het besluit staat dat het gaat om een niet spoedeisend geval van ernstige bodemverontreiniging.

Er is sprake van een grondvervuiling en een grondwatervervuiling. De grondvervuiling dient gesaneerd te worden op een natuurlijk moment, zoals bij bouwactiviteiten. Voor de grondwatersanering geldt dit niet.

Uit actualiserend onderzoek [8] blijkt dat in 2023 in een aantal peilbuizen nog gehalten zware metalen (>I) in het grondwater zijn aangetroffen (zie bijlage 9). Ook in de grond zijn overschrijdingen (>I) van het gehalte zware metalen in grond aangetroffen.

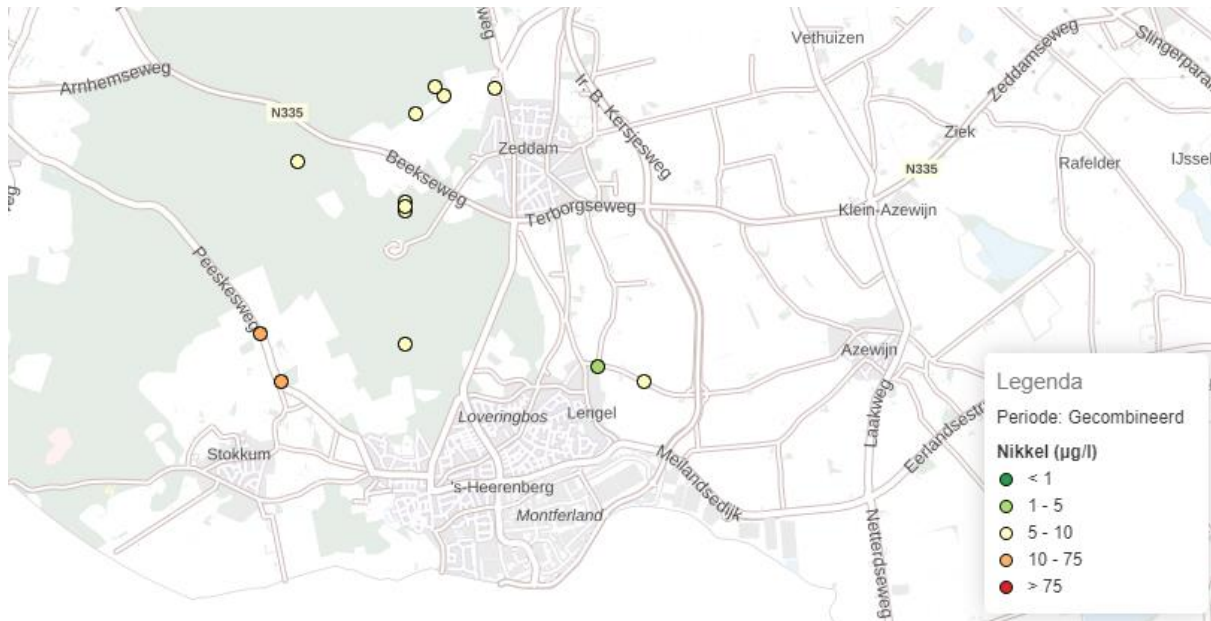
Verplaatsing

De locaties met gehalten nikkel/zware metalen (>I) in het grondwater zoals aangetroffen tijdens onderzoeken [7] en [8] zijn ook weergegeven in Figuur 4-4 t/m Figuur 4-11. De weergegeven contouren zijn niet als zodanig afgeperkt maar zijn weergegeven om een relatie te kunnen leggen met de lokale grondwaterstromingsrichting. In de huidige situatie is de verplaatsing van het grondwater in de zomer globaal in oostelijke richting (Figuur 3-10); in de wintersituatie is er geen éénduidige stromingsrichting (Figuur 3-9).

Als gekozen wordt voor een algemeen stuwwaai van NAP +13,5 m (scenario 1) ontstaat er met name in de winter een verhang richting de Havezate waarbij verontreinigd grondwater richting de Havezate verplaatst en daar uiteindelijk ook in terecht komt. Als gekozen wordt voor een hoger stuwwaai in de Havezate (NAP +14,0 m – scenario 2) is dit effect rondom de Havezate vrijwel afwezig (Figuur 4-8). Omdat de natuurlijke grondwaterstroming (over het algemeen) oostelijk is kan in dat geval uiteindelijk echter ook verontreinigd grondwater in de Havezate of het beekdal terecht komen.

Nikkel komt overigens ook van nature voor in de bodem en kan daarin terechtkomen via atmosferische depositie en (voor een klein deel) uit bemesting [16]. De meeste normoverschrijdingen van nikkel komen voor in het ondiepe grondwater. Verder worden hoge concentraties nikkel alleen in zandgronden aangetroffen. De relatief lage pH van zandgronden leidt tot het oplossen van aan de bodem gebonden nikkel in het grondwater.

De gehalten die zijn aangetroffen in het bodemonderzoek [7 en 8] zijn echter wel hoger dan gehalten in de omgeving (zie Figuur 4-12).



Figuur 4-12: Nikkelgehalte grondwater (bron: grondwatertools.nl).

5 Conclusie

Grondwaterstanden

Het algemene beeld is dat door aanleg van de Havezate en beekvallei de fluctuatie van de grondwaterstand afneemt. In de winter komt de grondwaterstand minder hoog, en in de zomer zakt deze minder diep uit. Dit effect is het sterkst nabij het nieuw aan te leggen oppervlaktewater. De ontwikkelingen hebben ook invloed op de grondwaterstand buiten het plangebied. In een klein gebied aan de noordkant kan de GHG afnemen met maximaal 25 cm. In een groter gebied rondom het plangebied neemt de GHG af met 0,02 tot 0,13 m.

De invloed op de GLG is kleiner. Binnen het plangebied neemt deze toe met maximaal 0,11 m en buiten het plangebied met 0,02 tot 0,09 m.

De gemeten grondwaterstanden en de berekende effecten betreffen het freatisch grondwater onder de kleilaag die in het oostelijk deel van het plangebied vanaf maaiveld 0,5 à 1,5 m klei aanwezig is (zie bv bijlage 4). Indien hier wordt opgehoogd waarbij deze kleilaag aanwezig blijft kunnen boven de kleilaag schijngrondwaterstanden optreden. Dit kan voorkomen worden door de kleilaag (lokaal) te verwijderen.

Verplaatsen grondwaterverontreiniging

Door de drainerende werking van het nieuwe oppervlaktewater gaat verontreinigd grondwater sneller stromen en verplaatst deze richting de gracht/beekvallei. In scenario 1 meer dan in 2. Het verhogen van het stuwpeil in de Havezate is een effectieve maatregel om verplaatsing van verontreinigd grondwater richting de Havezate te beperken. Doordat de natuurlijke grondwaterstroming (over het algemeen) oostelijk is kan in dat geval uiteindelijk echter ook verontreinigd grondwater in de Havezate en het beekdal terecht komen.

In het besluit van provincie Gelderland [15] is vastgelegd dat een verandering van gebruiksfunctie schriftelijk moet worden gemeld bij de provincie en dat sanering noodzakelijk kan zijn op een natuurlijk moment (zoals bij bouwactiviteiten). Voorgesteld wordt om de verontreiniging te saneren en/of een risicobeoordeling uit te voeren naar aanleiding van het wijzigen van het grondgebruik; onder andere t.a.v. blootstelling die op kan treden als verontreinigd water in de Havezate of het beekdal terechtkomt.

Ter controle van de lokale grondwaterstromingsrichting wordt aanbevolen om de peilbuis en grondwaterstand ter plaatse van peilbuis B40H1483 opnieuw in te meten (en te vergelijken met de grondwaterstand in de peilbuizen in het plangebied).



BURO
GRONDWATER

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Bijlagen

Bijlage 1: Situatietekeningen en doorsneden



LEGENDA GREX

Programma

- Sociale huur of koop (55woningen)
- Betaalbare koop (60 woningen)
- Bijzonder wonen (CPO) 18 woningen
- Vrije sector koop (70 woningen)
- Vrije sector/vrije kavels duur (87 woningen)

Verharding

- Gebakken klinkers
- Halfverharding (grind/ stabilizer)
- Grasbeton (naast rijloper)
- Gebakken klinkers (erven)

Groen en water

- Bos natuur
- Voedselbos
- Blomrijk grasland (bermen, greppel ,overig)
- Nat bloemrijk hooiland (beekvallei)
- Water Havezate
- Intensief gazon (hondenveld, brink, speelplek, ...)
- Hagen (erfgras kavels)
- Struweel (groene buffer)
- Greppel

Project
De Lakemaat Lengel

Opdrachtgever
Lakemaat B.V.

Fase
LSP CONCEPT

Onderwerp
oppervlaktes input GREX

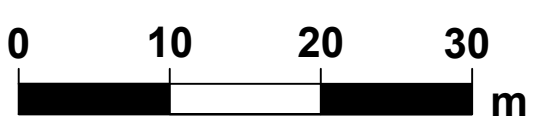
Schaal
1:1000

Formaat
A0

Datum
29/01/2024

Tekening nr. **166**

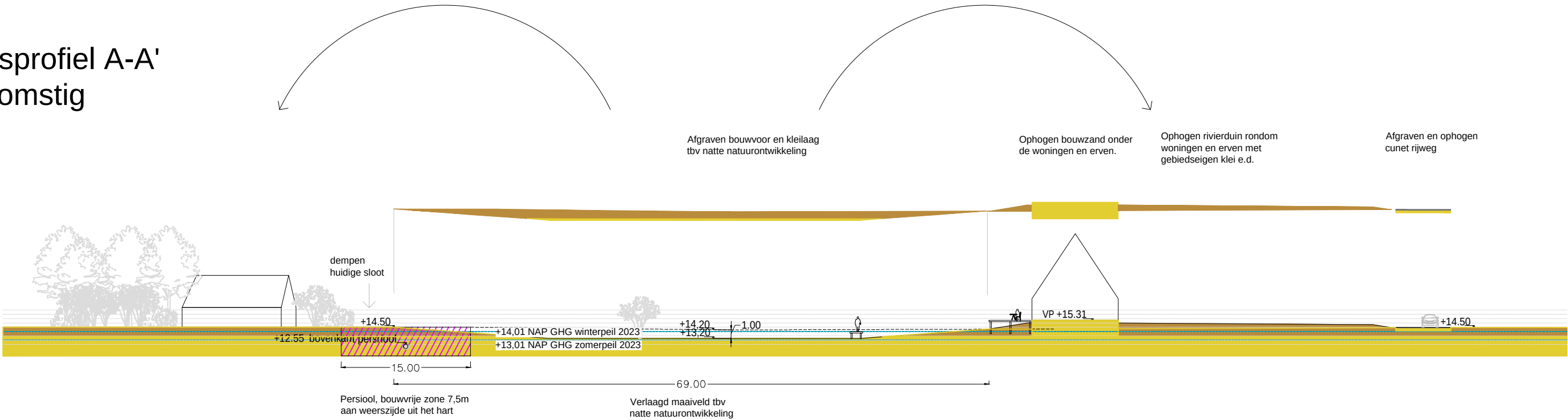
Noordpijl



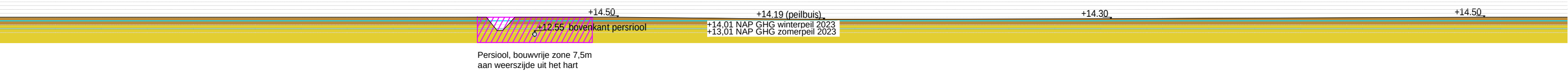
www.buroharro.nl
0 654 692 908
Radiopad 31
6816 TS Arnhem

buroharro
landschap & stedenbouw

Dwarsprofiel A-A'
Toekomstig

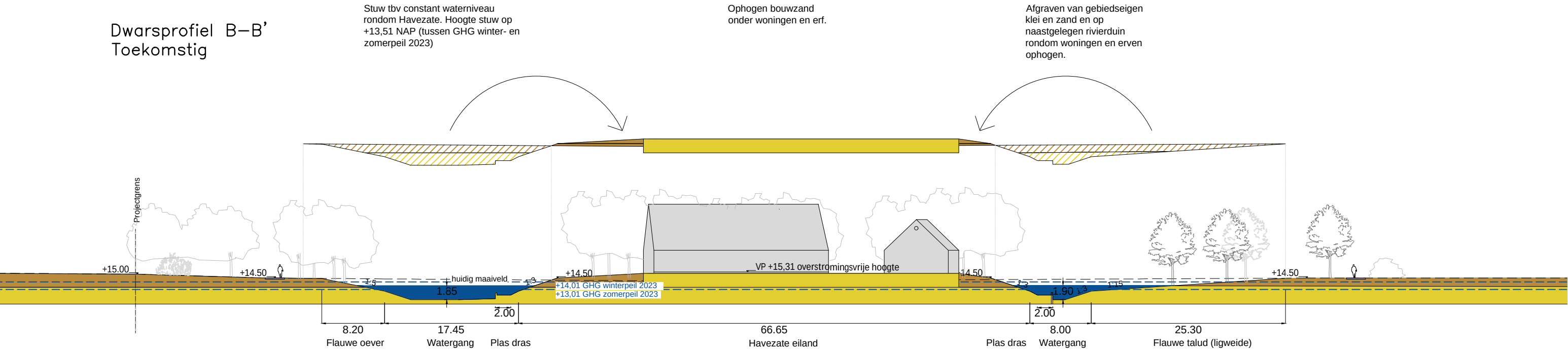


Dwarsprofiel A-A'
Huidig

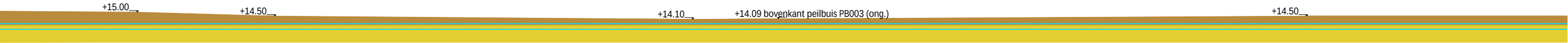


PROFIELEN HAVEZATE
SCHAAL: 1–500

Dwarsprofiel B–B’
Toekomstig



Dwarsprofiel B–B’
Huidig



Bijlage 2: Plantekeningen

Indeling:



Maaiveldhoogte:





**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Groen:



Water:

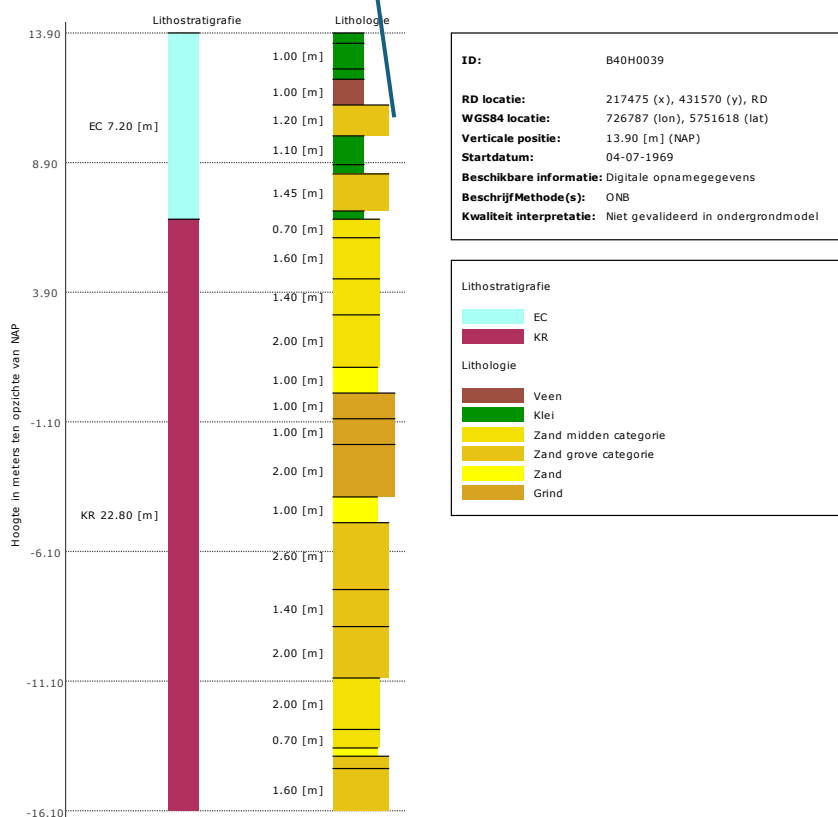
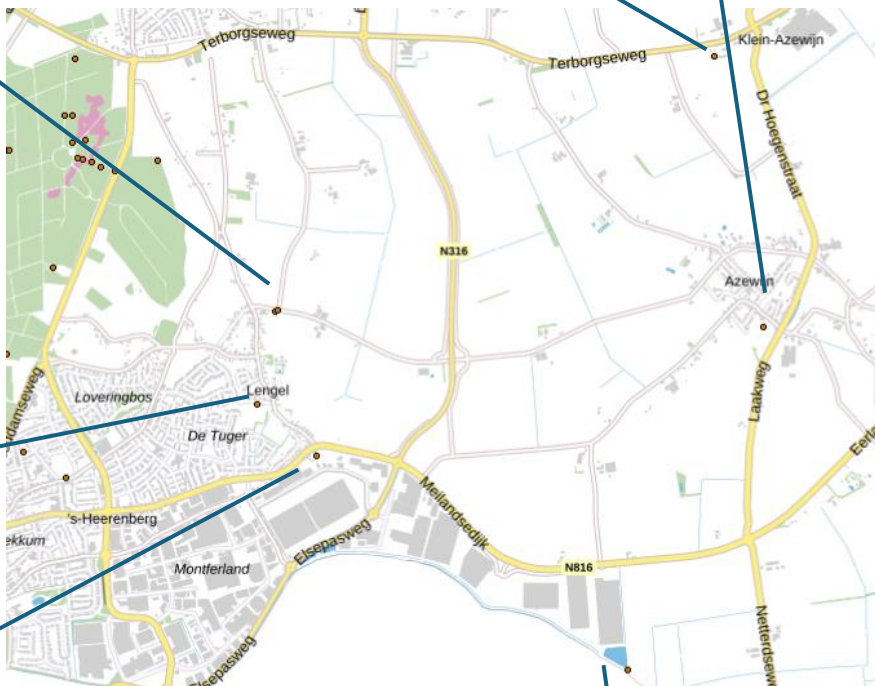
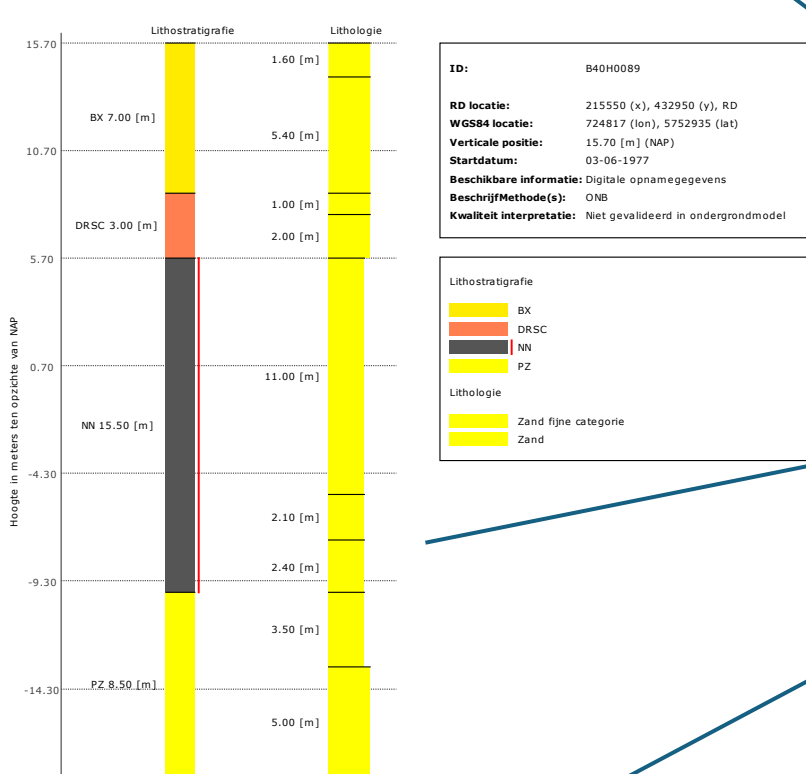
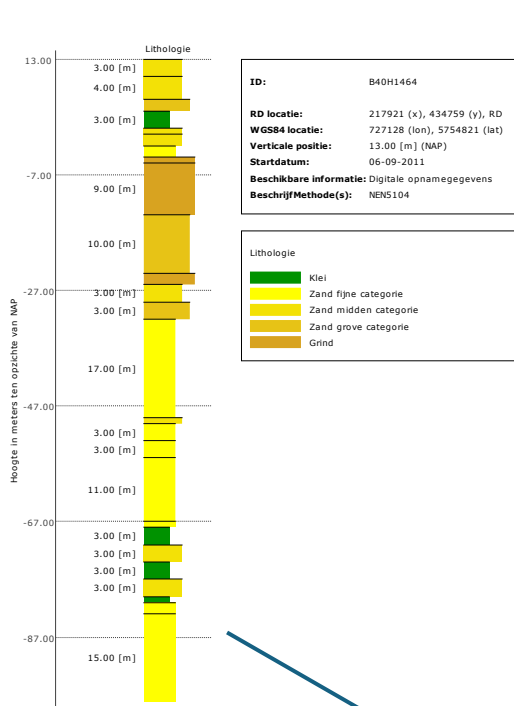




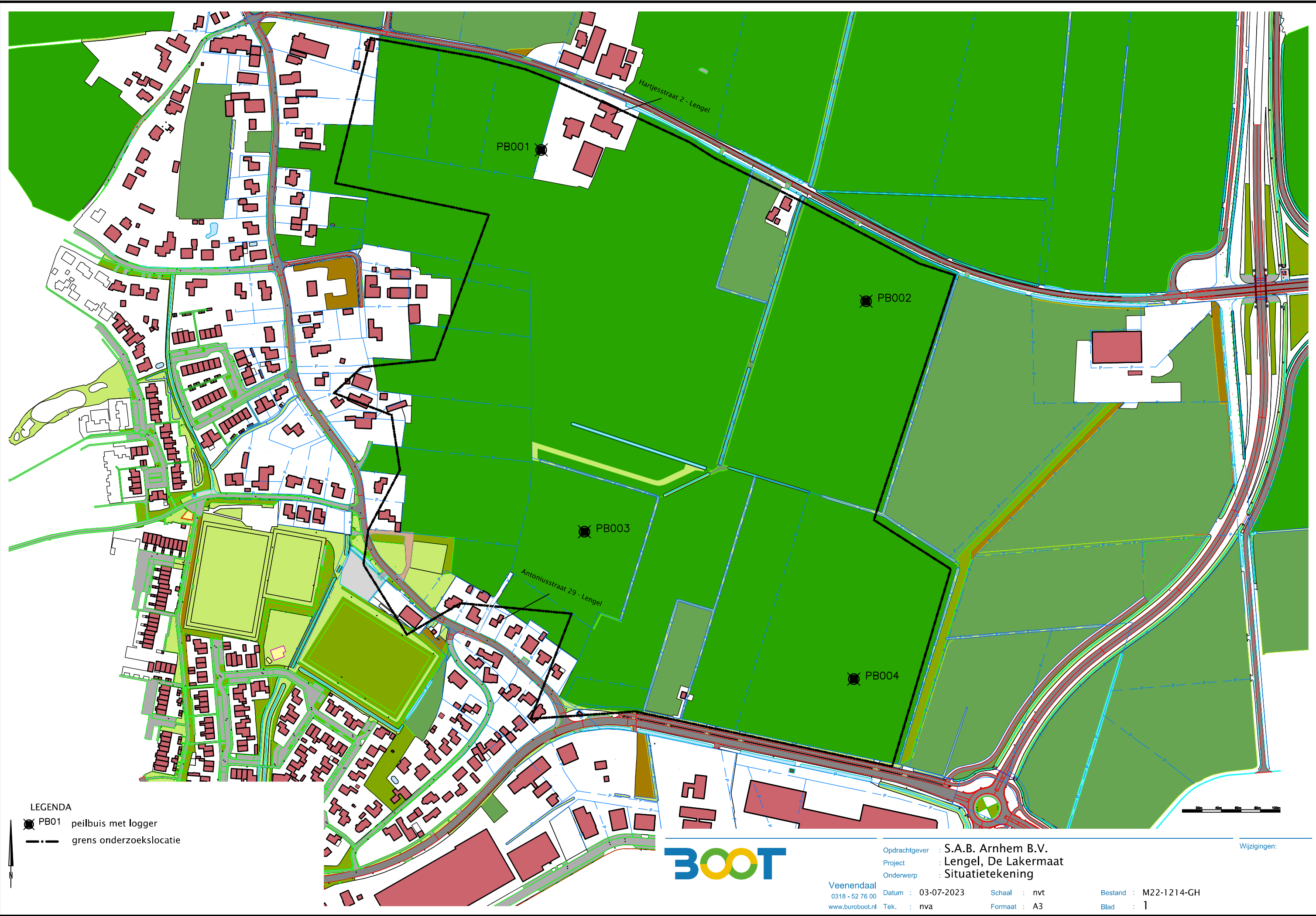
**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Bijlage 3: Boorprofielen DINOloket



Bijlage 4: Locaties en boorprofielen peilbuizen



LEGENDA

- PB01 peilbuis met logger
- - - - - grens onderzoekslocatie

BOOT

Veenendaal
0318 - 52 76 00
www.buroboot.nl

Opdrachtgever : S.A.B. Arnhem B.V.
Project : Lengel, De Lakermaat
Onderwerp : Situatietekening

Datum : 03-07-2023
Tek. : nva

Schaal : nvt
Formaat : A3

Bestand : M22-1214-GH
Blad : 1

Wijzigingen:

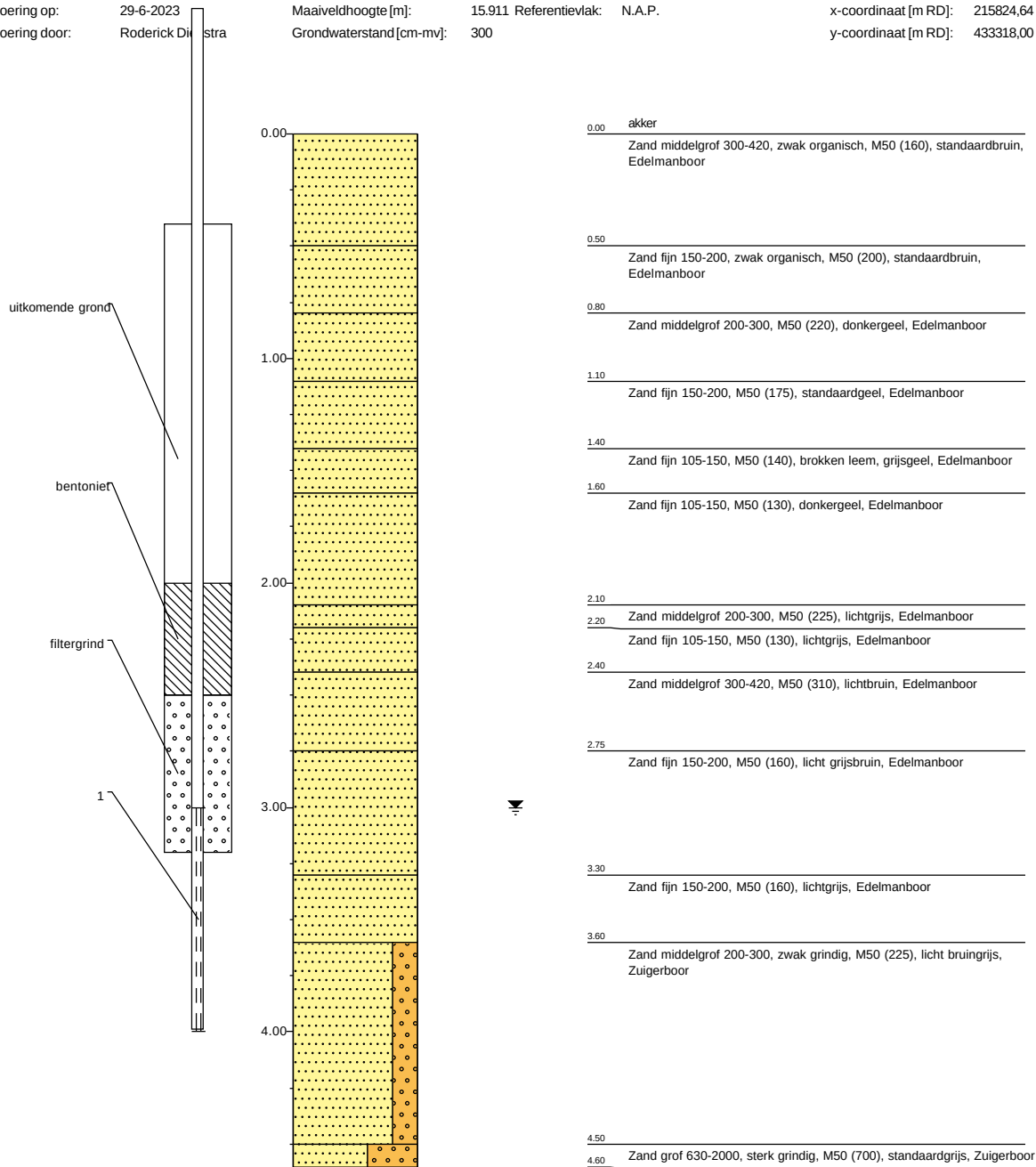
Boring: PB001

Uitvoering op: 29-6-2023
Uitvoering door: Roderick Dijkstra

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688

Maaiveldhoogte [m]: 15.911 Referentievlak: N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 300

x-coördinaat [m RD]: 215824,64
y-coördinaat [m RD]: 433318,00



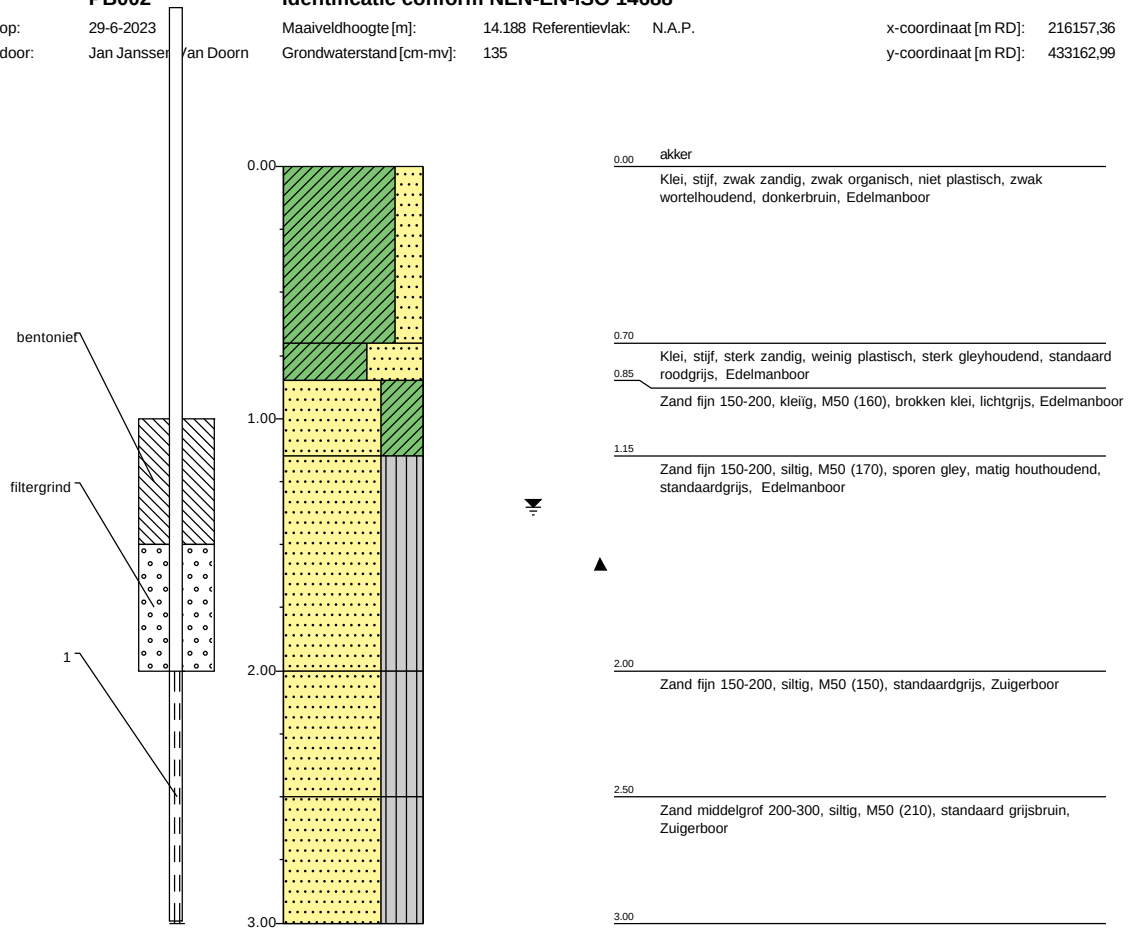
Boring: PB002

Uitvoering op: 29-6-2023
Uitvoering door: Jan Janssen / van Doorn

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688

Maaiveldhoogte [m]: 14.188 Referentievlak: N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 135

x-coördinaat [m RD]: 216157,36
y-coördinaat [m RD]: 433162,99



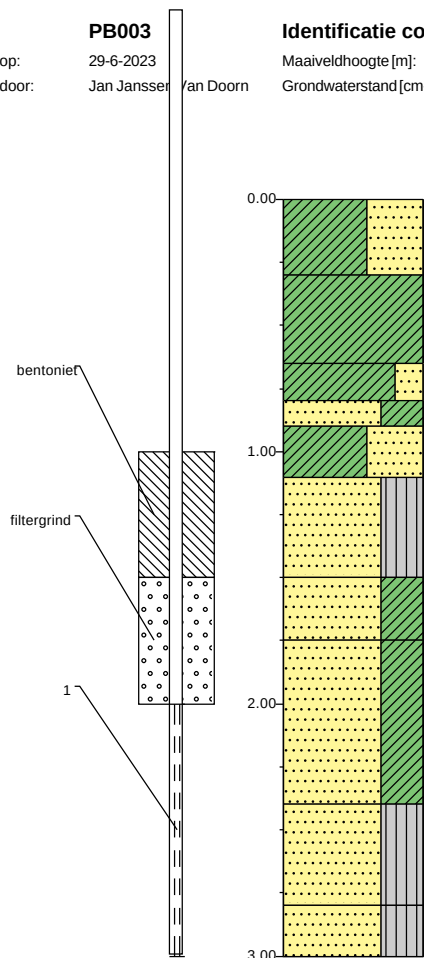
Boring: PB003

Uitvoering op: 29-6-2023
Uitvoering door: Jan Janssen / van Doorn

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688

Maaiveldhoogte [m]: 14.093 Referentievlak: N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 120

x-coördinaat [m RD]: 215868,91
y-coördinaat [m RD]: 432927,10



0.00	weiland
	Klei, stijf, sterk zandig, zwak organisch, niet plastisch, zwak wortelhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
0.30	
	Klei, zeer stijf, niet plastisch, matig gleyhoudend, standaard bruingrijs, Edelmanboor
0.65	
	Klei, stijf, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, donkerbruin, Edelmanboor
0.80	
0.90	
	Zand fijn 150-200, kleilig, zwak organisch, M50 (170), brokken klei, standaardbruin, Edelmanboor
1.10	
	Klei, stevig, sterk zandig, zwak organisch, laagjes zand, standaard grijsbruin, Edelmanboor
	Zand fijn 150-200, siltig, M50 (180), sporen gley, lichtgrijs, Edelmanboor
1.50	
▲	
	Zand fijn 150-200, kleilig, M50 (170), matig houthoudend, sporen gley, lichtgrijs, Edelmanboor
1.75	
	Zand fijn 150-200, kleilig, M50 (170), resten hout, standaardgrijs, Zuigerboor
▲	
2.40	
	Zand fijn 150-200, siltig, M50 (190), met grind, matig gleyhoudend, standaard roodbruin, Zuigerboor
2.80	
	Zand fijn 150-200, siltig, M50 (180), lichtgrijs, Zuigerboor
3.00	

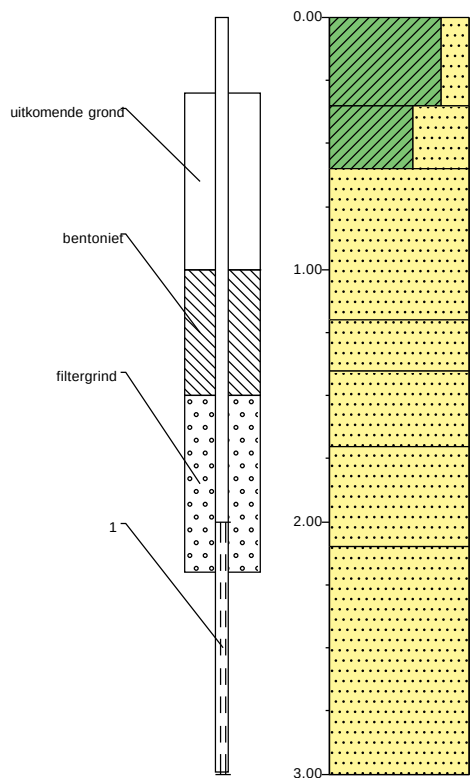
Boring: PB004

Uitvoering op: 29-6-2023
Uitvoering door: Roderick Diekstra

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688

Maaiveldhoogte [m]: 14.49 Referentievlak: N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 180

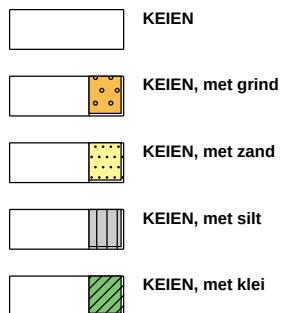
x-coördinaat [m RD]: 216144,62
y-coördinaat [m RD]: 432776,09



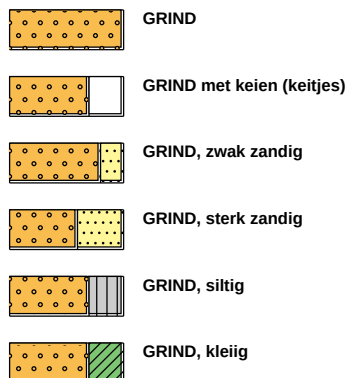
0.00	akker
	Klei, stijf, zwak zandig, zwak organisch, weinig plastisch, licht grijsbruin, Edelmanboor
0.35	
	Klei, slap, sterk zandig, licht bruingrijs, Edelmanboor
0.60	
	Zand fijn 150-200, M50 (180), sporen gley, lichtgrijs, Edelmanboor
1.20	
	Zand fijn 150-200, M50 (170), sporen gley, licht geelgrijs, Edelmanboor
1.40	
	Zand middelgrof 200-300, M50 (250), licht roodgrijs, Edelmanboor
1.70	
	Zand fijn 105-150, M50 (130), brokken leem, standaardgrijs, Zuigerboor
2.10	
	Zand middelgrof 300-420, M50 (340), standaardgrijs, Zuigerboor
3.00	

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

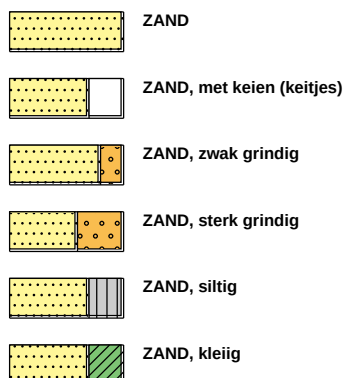
KEIEN (KEITJES)



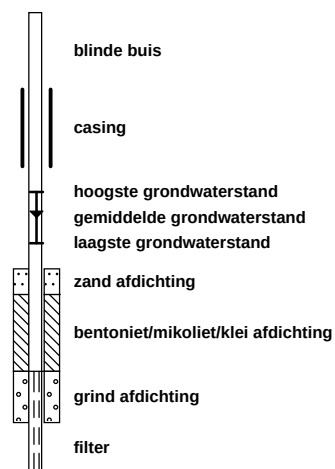
GRIND



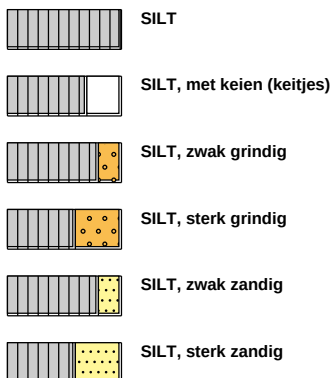
ZAND



peilbuis



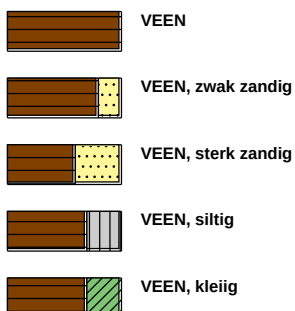
SILT



KLEI



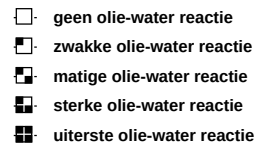
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



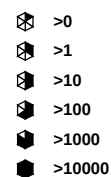
geur



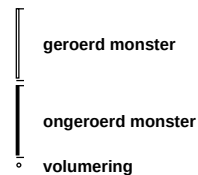
olie



p.i.d.-waarde



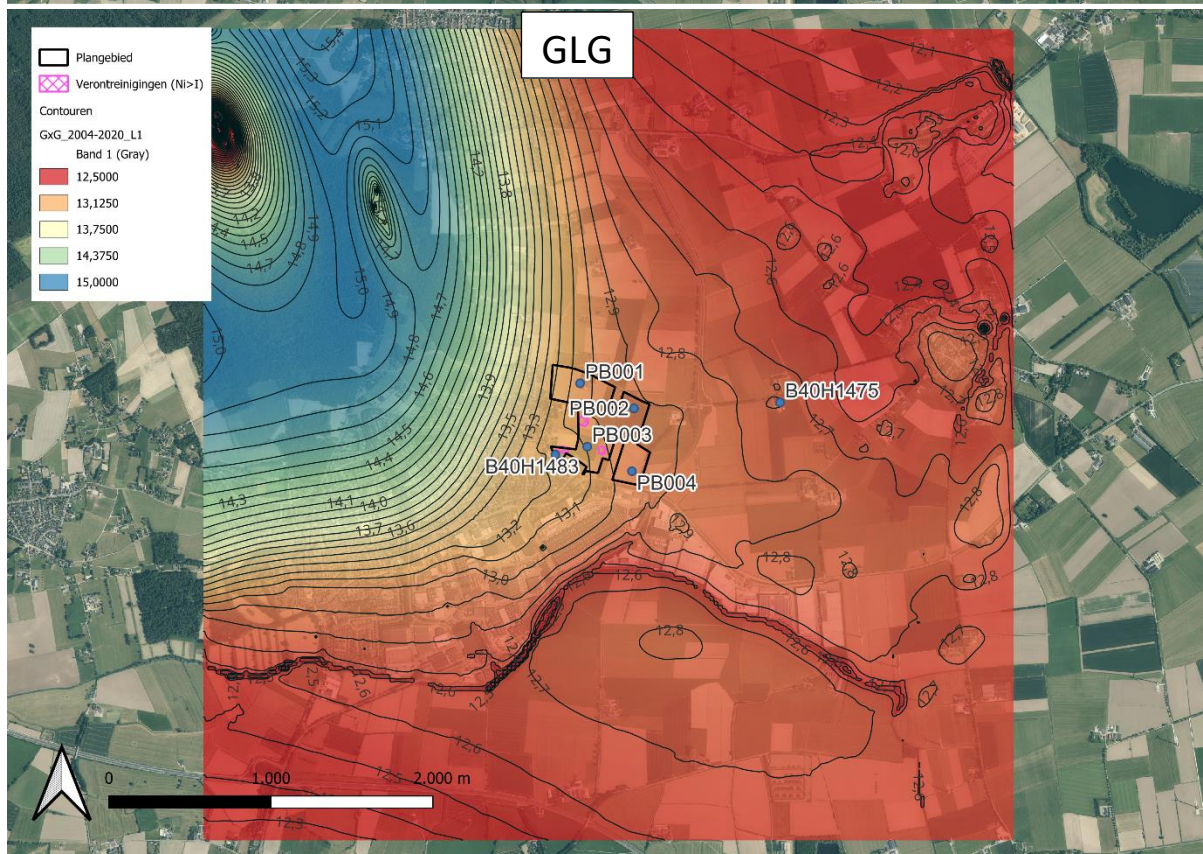
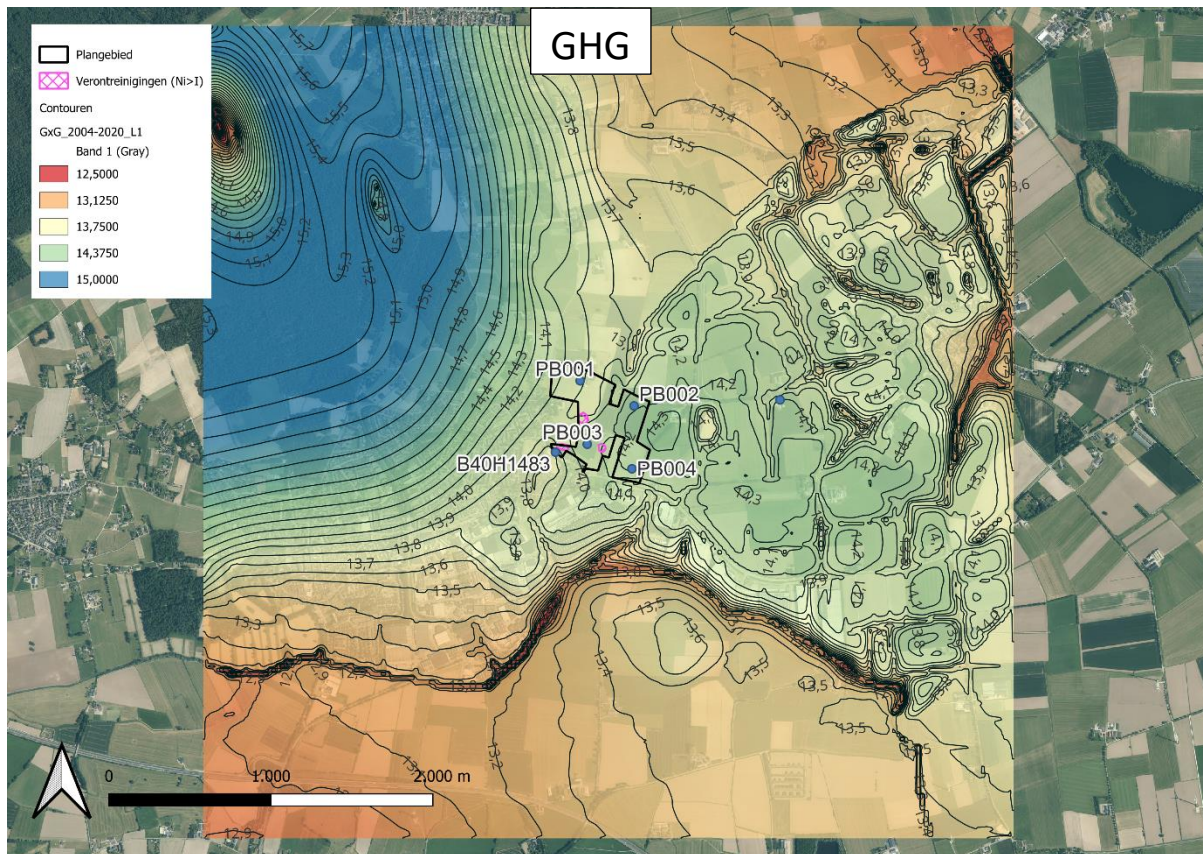
monsters



overig



Bijlage 5: Berekende GHG en GLG modelgebied (huidige situatie)





**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Bijlage 6: Tekening grondbalans



Ontwateringswisen

Om het risico op wateroverlast te verkleinen dienen de vloerpeilen minimaal 0,2 m boven het straatpeil komen te liggen. Hierdoor wordt de bovengrond zo ingrijpt het eventueel, in extreme situaties, water op straat geborgen kan worden. Vanuit het CWRP zijn geen eisen betreft ontwateringsdiepte. Gangbare normen betreft ontwateringsdiepte zijn:

- Woning met knipruimte: 1,0 m-vloerpeil
- Woning zonder knipruimte: 0,7 m-vloerpeil
- Tuinen en openbare groenruimten: 0,5 m-mv
- Wegen: 0,7 tot 1,0 m-wegpeil

(Bron: Boot, pag. 8, "Water def - P22-1214-002 Geohydrologisch bureauonderzoek maart 2023 DEF")

Overstromingsrisico's

Eigen onderzoek naar klimaatrobust landschapelijk en stedenbouwkundig plan. Gegevens obv Atlas van de Leefomgeving en - Hieruit blijkt dat het overgrote (costelijk) deel van het plangebied in overstromingsrisicogebied ligt (zie kaartje in werkboek LSP). Bij een dijkdoorbraak betekent dat het gebied ongeveer 1,25meter onderwater loopt (huidig maaiveld = +14,3 NAP + 1,25 = +15,55 NAP). Advies is om nieuw vloerpeil woningen boven overstromingsrisicogrens te bouwen, dus minstens +16 NAP. Aldus ook advies van het Rijk (Deltacommissie)

LEGENDA

- Struweel greppel
- Beekvallei
- Rivierduinen
- Gaard
- Greppels
- Water permanent Havezate
- Wegen zandlandschap
- Wegen kleilandschap
- Bouwzand woningen en erven kleilandschap
- Woningen
- Overgang bodem zand (west) en klei (oost)
- Afstromrichting hemelwater
- Huidig maaiveldhoogte NAP
- Projectgrens
- Stuw
- Greppel/ watergang herzien

Project
De Lakemaat Lengel

Opdrachtgever
Lakemaat B.V.

Fase
LSP CONCEPT grondbalansmodel

Onderwerp
oppervlaktes input GREX

Schaal
1:1000

Formaat
A0

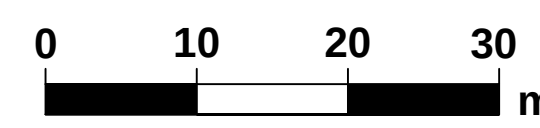
Datum
29/01/2024

Tekening nr. -

Project nr.

166

Noordpijl



www.buroharro.nl
0 654 692 908
Radiopad 31
6816 TS Arnhem

buroharro
landschap & stedenbouw



**BURO
GRONDWATER**

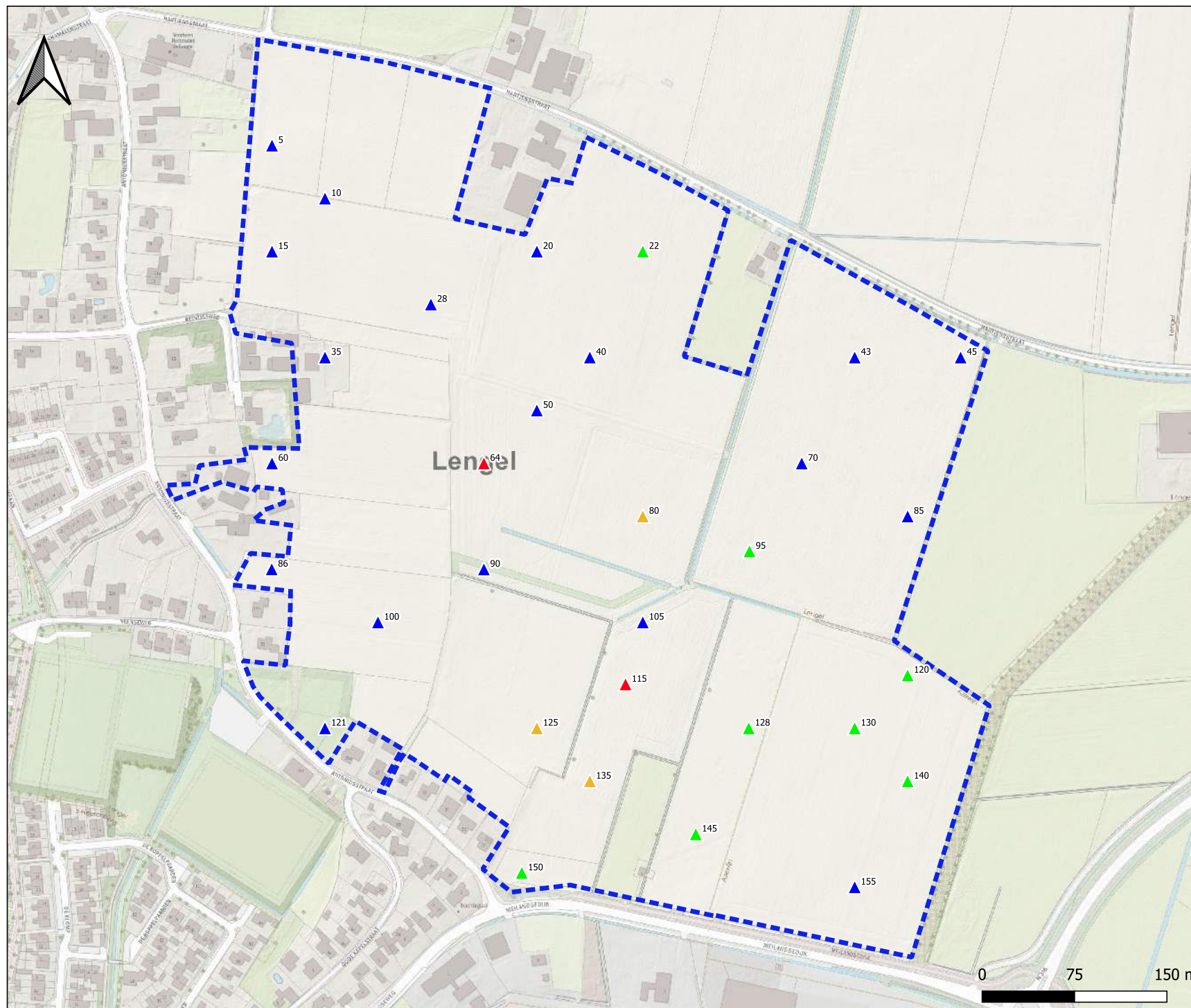
Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Bijlage 7: Verkennend bodemonderzoek: resultaten grondwater

Bijlage 5d

Legenda

-  Onderzoeksgebied
- toetsing nikkel in grondwater
-  >I
 -  >T
 -  >S
 -  <S



Situatitekening nikkel in
grondwater

projectnummer K2220312
Lakermaat Lengel



**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Bijlage 8: Verkennend bodemonderzoek: resultaten grond

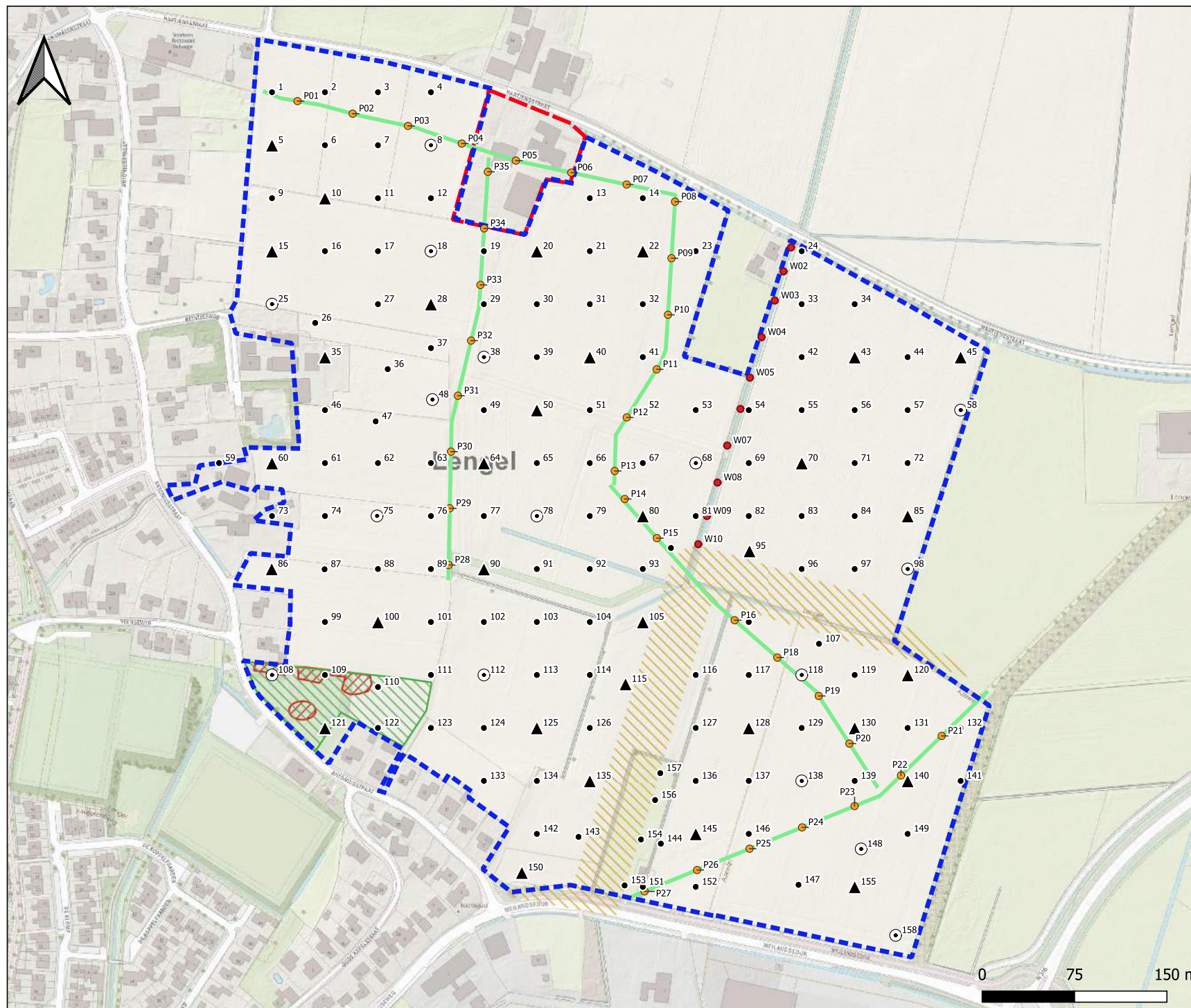
Bijlage 5a

Legenda

-  Onderzoeksgebied
-  Boerderij met erf
-  Waterschapssloot
-  Boringsvrije zone gasleiding

Geval van bodem verontr.

-  > interventiewaarde
-  > streefwaarde
-  Vml wegen_paden
-  peilbuizen
-  boring 0,5 m in wabo
-  boringen 0,5 m
-  boringen 2,0 m
-  boringen vml paden (0,5 m)



Situatietekening overig terrein

projectnummer K2220312
Lakemaat Lengel



**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Bijlage 9: Actualiserend bodemonderzoek: resultaten grondwater

Bijlage 6

Legenda

 Onderzoeksgebied

Resultaten grondwater
(zware metalen)

 <S

 >S

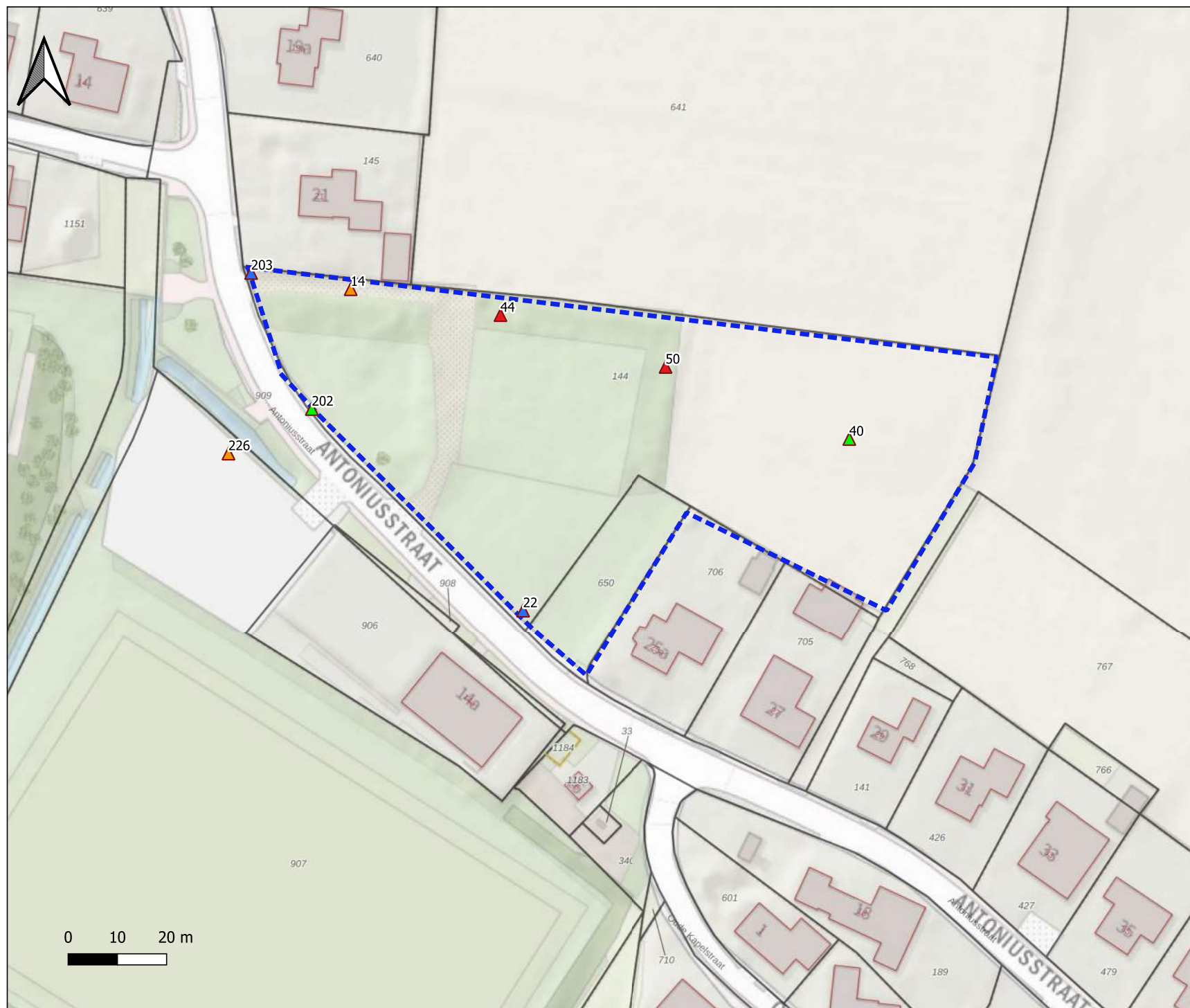
 >T

 >Int

Situatietekening grondwater

projectnummer K2320205
Antoniusstraat 25 Lenge!

 **de Klinker**
Milieu Adviesbureau





**BURO
GRONDWATER**

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52

Buro Grondwater
info@burogrondwater.nl
www.burogrondwater.nl
+316 406 091 52



**BURO
GRONDWATER**

SAMENWERKEN AAN EEN TOEKOMSTBESTENDIGE LEEFOMGEVING