

Rapport:

INDICATIEF BEMALINGSADVIES

Vervanging rioolgemaal, Terschurenvoetpad
te **Nuth**

Opdrachtgever:
Kenmerk: 22v2263

Aannemingsbedrijf G. van der Ven B.V.
Van Heemstraweg 2
5306ZG BRAKEL
Nederland

Projectnummer:

2201936

Versie: 3

Rapportdatum:

26 september 2022

Auteurs:

Vrijgave:

26-9-2022

X

Ondertekend door:

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Locatiegegevens	1
1.3	Plangegevens	2
1.3.1	Bouwplan	2
1.3.2	Verstreckte plangegevens	3
2	Onderzoeksprogramma	4
2.1	Onderzoeksopzet	4
2.2	Archief-/dossieronderzoek	4
2.2.1	Verstreckte onderzoeksgegevens derden	4
2.2.2	TNO	4
2.2.3	Overig archiefonderzoek	4
3	Bodem, water en omgeving	5
3.1	Hoogte maaiveld	5
3.2	Bodem	5
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	5
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	5
3.3	Water	6
3.3.1	Oppervlaktewater / waterkeringen	6
3.3.2	Grondwater	6
3.4	Waterdoorlatendheid	8
3.4.1	Archiefgegevens	8
4	Bemalingsadvies	9
4.1	Ontwerp ontgraving en bemaling	9
4.1.1	Bemalingsnoodzaak	9
4.1.2	Conceptueel bemalingsplan	9
4.2	Uitgangspunten berekeningen	9
4.2.1	Rekenmethode	9
4.2.2	Berekeningsaannames	9
4.2.3	Verlagingsniveaus / bouwplanning	10
4.3	Resultaat bemalingsberekening	10
4.4	Vergunnings- en meldplicht	11
4.4.1	Algemeen	11
4.4.2	Onttrekking	11
4.4.3	Lozing Keur	15
4.4.4	Lozing BLBI	17
5	Invloed bemaling op de omgeving	18
5.1	Inleiding	18
5.2	Zettingsschade	18
5.2.1	Maaiveldzakking	18
5.2.2	Invloed op bebouwing	18
5.2.3	Toetsing schadekans	19
5.3	Droogte- en vernattingsschade	21
5.4	Overige invloeden	21
5.5	Algemene richtlijnen monitoring invloeden	21

Bijlagen

- Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek
 Bijlage 2: Monitoringsgegevens waterstanden
 Bijlage 3: Verlagingscontouren tijdens

1 Projectbeschrijving

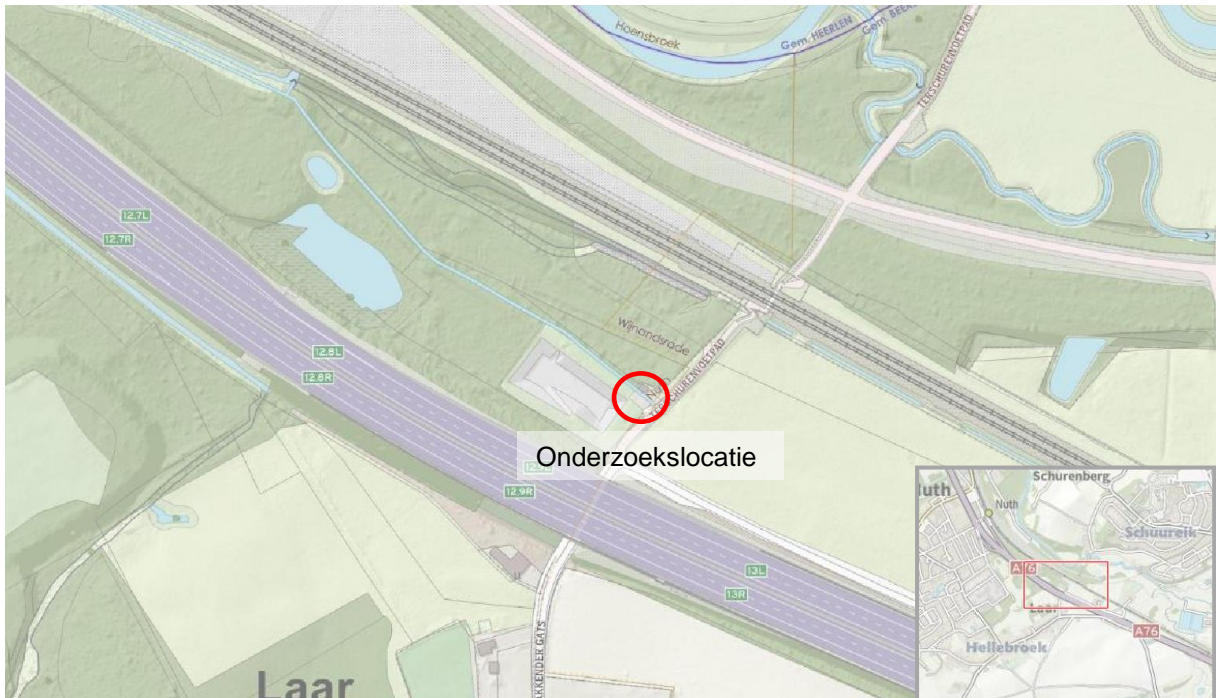
1.1 Inleiding

Voor de werkzaamheden binnen het project “Vervanging rioolgemaal, Terschurenvoetpad te Nuth” is een bemaling vereist. Onderhavig rapport heeft tot doel inzicht te geven in de verwachte onttrekkingsdebieten en grondwaterstandsverlaging die in de omgeving optreedt.

1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel. De situering van de onderzoekslocatie is globaal weergegeven in Figuur 1.1. Een indruk van de huidige terreinsituatie is weergegeven in Figuur 1.2.

Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	Terschurenvoetpad
Plaats (gemeente):	Nuth (Beekdaelen)
Provincie:	Limburg
Waterschap:	Limburg
RD-coördinaten [km]:	X: 191,05 / Y: 325,20
Kadastrale aanduiding	Kadastrale gemeente: Nuth, sectie: C, perceelnummer: 2339 en 5187
Bebouwing op de planlocatie:	Aanwezig (te vervangen rioolgemaal)
Bebouwing op de bouwplaats:	Aanwezig (te vervangen rioolgemaal)
Belendingen:	Niet aanwezig
Overige kenmerken:	Plan ligt in landelijk gebied, nabij een rioolwaterbuffer, de A76 en een spoorweg



Figuur 1.1 Situering onderzoekslocatie

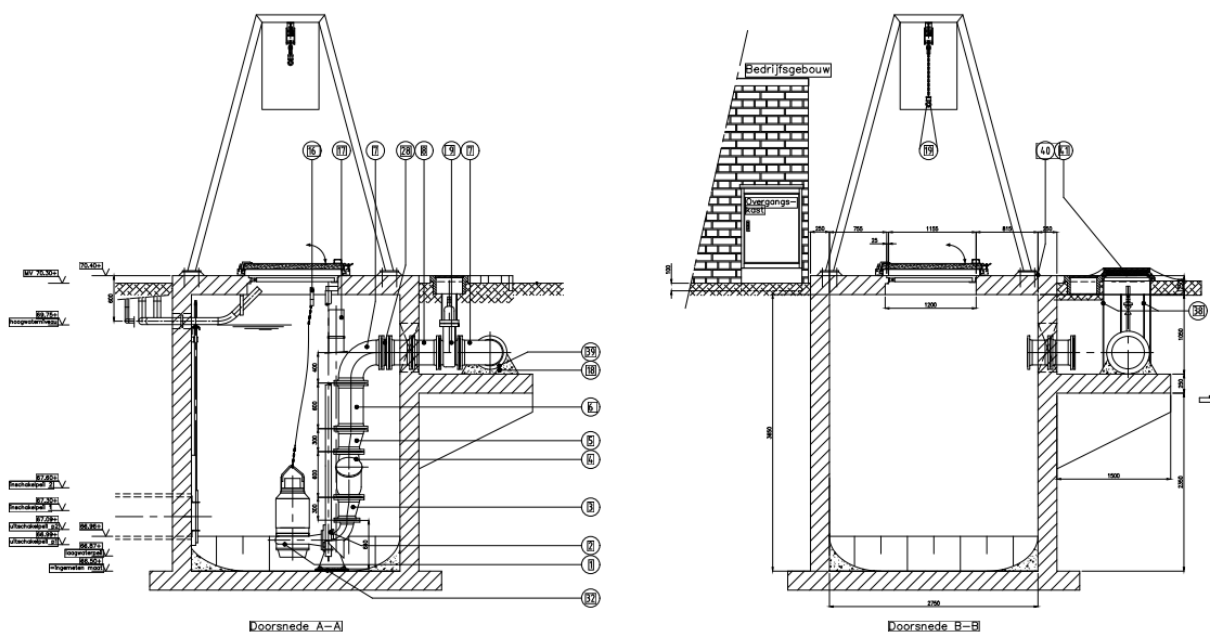


Figuur 1.2 Indruk huidige/recente situatie

1.3 Plangegevens

1.3.1 Bouwplan

Gepland is de vervanging van het bestaande rioolgemaal. Het grondvlak van het gemaal bedraagt ca. 5,0 x 3,0 m².



Figuur 1.3 Doorsnedetekeningen bestaande situatie (bron: opdrachtgever)

Op basis van de verstrekte plangegevens (zie §0) en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de navolgende peilen aangenomen:

- Maaiveld 70,30 m + NAP
- Bovenkant bestaande vloer 66,50 m + NAP
- Aanlegniveau bestaande vloer 66,25 m + NAP
- Bovenkant bestaande vloer 65,75 m + NAP
- Aanlegniveau nieuwe vloer 65,50 m + NAP

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren alvorens met de resultaten uit deze rapportage verder te werken.

1.3.2 Verstrekte plangegevens

De kenmerken van de relevante door of namens de opdrachtgever verstrekte tekeningen zijn weergegeven in de navolgende tabel:

Aantal/ nummer	Soort	Tekenaar	Datum
12-51-54-001-R1	Situatietekening	Adviesbureau Arnhem n.v.	april 1974
51011002	situatietekening	Waterschapsbedrijf Limburg	14-12-1999
51011.2010	Plattegrond, doorsneden	Waterschapsbedrijf Limburg	16-06-2008

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Onderzoeksopzet

In het kader van dit project is geen specifiek (geohydrologisch) grondonderzoek verricht. Het rapport is gebaseerd op archief- en dossieronderzoek, alsmede het aangeleverde milieukundig onderzoek.

2.2 Archief-/dossieronderzoek

2.2.1 Verstreckte onderzoeksgegevens derden

Door de opdrachtgever zijn ons de volgende onderzoeksgegevens verstrekt van derden:

- 20100520-151. "Verkennd bodem- en asbestonderzoek Terschurenvoetpad (gemaal) te Nuth", Stantec BV d.d. 16-5-2022. Uitgevoerd zijn onder meer 4 handboringen. Het betreft boornummers: 01 t/m 03A.
- 20224629-02-3691.56041-V1 "Geotechnisch Bodemonderzoek uitgevoerd op het Land Laar – Terschurenvoetpad te Nuth". GSNEED B.V. d.d. 16 mei 2022. Uitgevoerd 1 onder meer 1 sondering. Het betreft sondeernummer: CKW-01.

De gegevens hiervan zijn voor zover relevant en van toepassing gebruikt voor het opstellen van onderhavig rapport. Volledigheidshalve zijn de relevante onderzoeksresultaten in Bijlage 1.

2.2.2 TNO

Teneinde meer inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en de omgeving zijn de (hydro-)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II v2.2 en/of GeoTOP 1.4.

Teneinde inzicht te krijgen in het grondwaterregime op de locatie zijn via Dinoloket van TNO langjarige grondwaterstandsgegevens opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van de locatie. Het betreft de gegevens van peilbuizen B60D3096, -3097, B62B4368 en -4369. Voor de weergave van de relevante grondwaterstandsgegevens wordt verwezen naar Bijlage 2.

2.2.3 Overig archiefonderzoek

2.2.3.1 *Bodem-informatiekaarten / -bronnen*

Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra.
- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO.
- Kwelkaart van Nederland, Rijkswaterstaat.
- Atlas Limburg.

Tevens zijn onze eigen archiefgegevens geraadpleegd.

2.2.3.2 *Beleidsstukken*

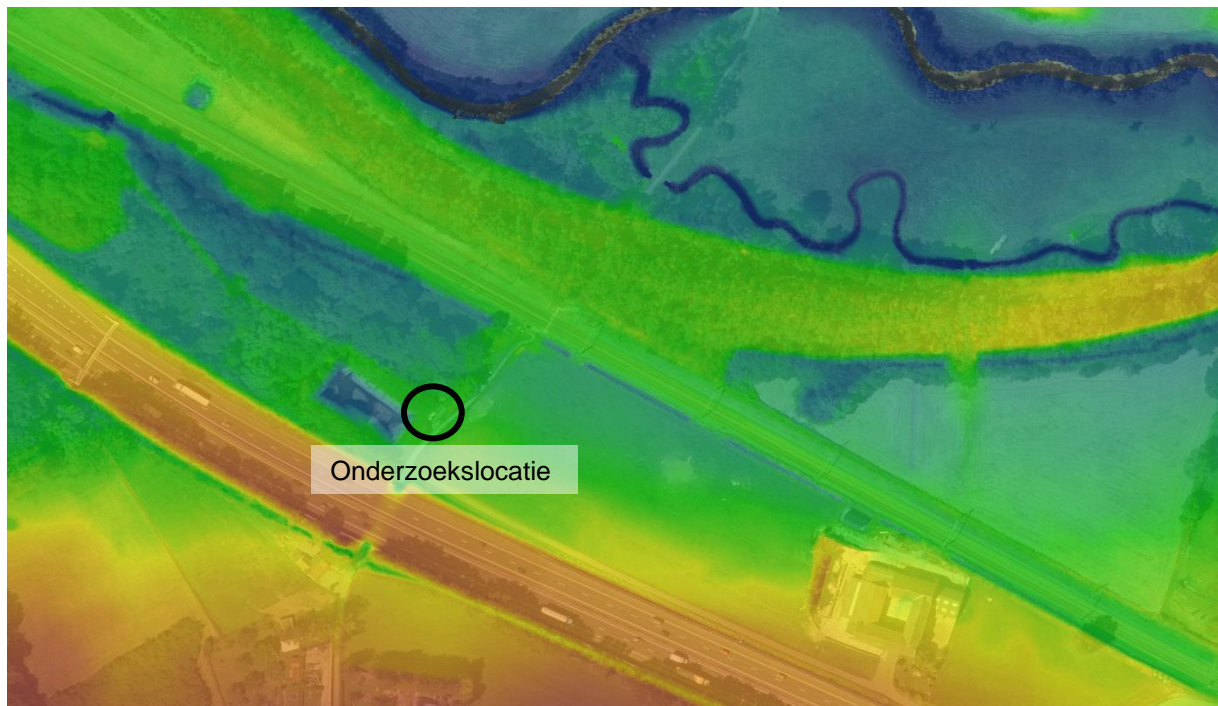
Onder meer de volgende beleidsstukken en plankaarten zijn geraadpleegd:

- Keur waterschap Limburg.
- Leggerkaart waterschap Limburg.

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van het onderzoeks-punt bedraagt 70,64 m tov NAP. Op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland wordt verwacht dat de maaiveldhoogte op de onderzoekslocatie circa 70,6 m + NAP bedraagt. Regionaal helt het maaiveld af richting de Geleenbeek/Nieuwe Caumerbeek in het Noord(oost)en. Een indruk van de maaiveldhoogte in de omgeving is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Overzicht maaiveldhoogten in de omgeving (roder is hoger, blauwer is lager), bron AHN4

3.2 Bodem

3.2.1 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie

De lokale bodemopbouw kan tot de maximaal verkende diepte als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m tov NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerken / bijzonderheden
ca. 70	Zand, siltig	Toplaag
ca. 66	Klei / silt	
ca. 63	Zand, los tot matig vast	Plaatselijke teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere silt-/kleifractie en/of een lossere pakking

3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in de navolgende tabel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en bodemsamenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot* [m tov NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie

ca. 65	Boxtel (Schimmert)	Eolische leem (löss) afgezet tijdens de glaciële periodes	leem / löss
ca. 30	Rupel	Mariene zanden en kleien uit het Oligoceen	donker, bruingrijs, matig tot zwak siltige klei, en kleilig zand
ca. - 7	Tongeren	Eocene tot Oligocene mariene en kustnabije afzettingen.	Zand, siltig en glauconiet-houdend. Klei, zandig en glauconiet-houdend. Enkele bruinkoollagen.

* Bron: Regis v.2.2 en/of GeoTOP 1.4, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

Op circa 250 m ten noordoosten van de onderzoekslocatie bevindt zich, op basis van Regis, de Benzenrade breuk.

3.3 Water

3.3.1 Oppervlaktewater / waterkeringen

Op circa 135 meter ten noord(oost)en van de onderzoekslocatie is de Geleenbeek/Nieuwe Caumerbeek gesitueerd. Een overzicht van de aanwezige watergangen is weergegeven in Figuur 3.2.



Figuur 3.2 Ligging watergangen in de omgeving van de onderzoekslocatie, leggerkaart waterschap Limburg.

3.3.2 Grondwater

3.3.2.1 Grondwaterstroming

De globale horizontale stroming van het freatisch grondwater is, volgens de grondwaterkaart van Nederland, noordoostelijk gericht (richting Geleenbeek/ Nieuwe Caumerbeek) met een verhang van circa 15 meter per kilometer. De verticale stroming van het grondwater is doorgaans neerwaarts gericht (infiltratie).

3.3.2.2 Grondwaterstand

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterniveaus zijn weergegeven in de navolgende tabel.

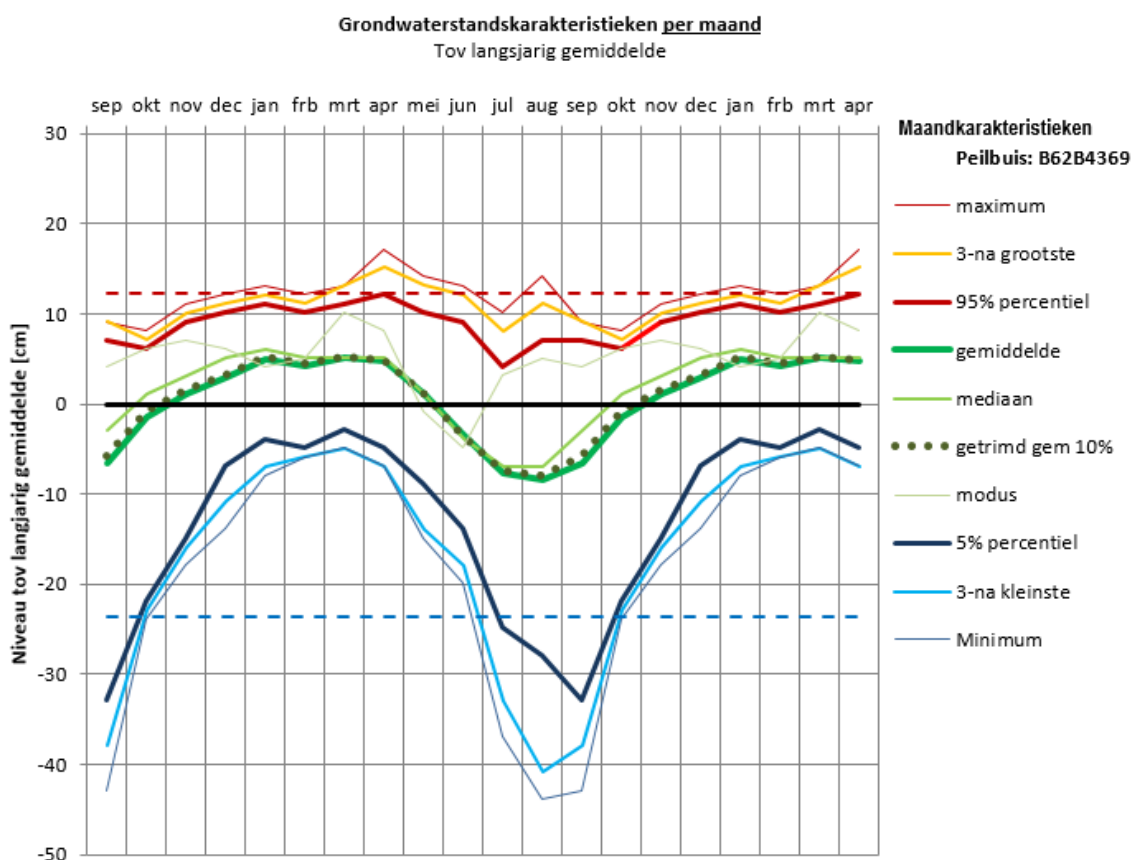
Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾ [m - mv]
Boring 01 (derden)	Freatisch	2-5-2022	Tijdens boren	1,50
Boring 02 (derden)	Freatisch	2-5-2022	Tijdens boren	2,50

Boring 03 (derden)	Freatisch	2-5-2022	Tijdens boren	1,50
Boring 03A (derden)	Freatisch	2-5-2022	Tijdens boren	1,50

- 1) Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:
- o waterniveaus gemeten direct na de plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).

3.3.2.3 Grondwaterstandsfluctuatie

Onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal de grondwaterstand in de loop van de tijd fluctueren. In de langdurig gemonitorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van circa 0,5 m geregistreerd. De laagste grondwaterstanden treden hierbij doorgaans op in juli - september, de hoogste kunnen gedurende het gehele jaar optreden (zie ook Figuur 3.3).



Figuur 3.3 Indicatie jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie in een peilbuis in de omgeving van de onderzoekslocatie

Op basis van het totaal aan voorhanden zijnde gegevens, is onze beste schatting, van het grondwaterregime op de locatie, momenteel als volgt:

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 69,4 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 69,1 m + NAP
- Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 68,8 m + NAP

De schatting dient mogelijk te worden herzien c.q. geoptimaliseerd bij beschikbaar komen van meer grondwatergegevens.

3.3.2.4 Zoet- /zoutgrensvlak

Op basis van Regis wordt verwacht dat het zoet-zoutgrensvlak zich bevindt rond een diepte van meer dan 100 m - NAP.

3.4 Waterdoorlatendheid

3.4.1 Archiefgegevens

Op basis van de gegevens van het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem van Nederland is de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen ingeschat. De waarden zijn weergegeven in navolgende tabel.

Diepte tot [m tov NAP]	Hydrogeologie	k_h [m/dag]	k_v [m/dag]
ca. 65	Boxtel (Schimmert)	-	0,01 à 0,05
ca. 30	Rupel	1 à 5	0,0001 à 0,0005 (klei)
ca. - 7	Tongeren	1 à 2,5	0,00005 à 0,0001 (klei)

4 Bemalingsadvies

4.1 Ontwerp ontgraving en bemaling

4.1.1 Bemalingsnoodzaak

Voor de vervanging van het rioolgemaal dient te worden ontgraven tot beneden de freatische grondwaterstand. Derhalve is de ondersteuning van een bemaling vereist om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren.

4.1.2 Conceptueel bemalingsplan

4.1.2.1 Bemalingskeuze

Geadviseerd wordt de grondwaterstand te verlagen middels een strengbemaling van verticale filters op korte afstand rondom de ontgraving. Mede gelet op de verstrekte gegevens wordt aangenomen dat de filters/drainen worden geplaatst tot een diepte van ca. 2 m - ontgravingsniveau (ca. 7 m – mv). Gelet op de bodemopbouw, bestaande uit voornamelijk klei/silt wordt geadviseerd uit te gaan van drainfilters (omstort met (schoon) grind).

4.1.2.2 Lozing

Voor het lozen van bronneringswater is het Besluit lozen buiten inrichtingen (BLBI) van toepassing. Conform dit besluit geldt, met verwijzing naar artikel 10.29a van de Wet milieubeheer, de volgende voorkeursvolgorde voor afvoer van onttrokken water:

- lozen in de bodem
- lozen op groot oppervlaktewater
- lozen op klein oppervlaktewater
- lozen op schoonwaterriool
- lozen op vuilwaterriool

Rekening houdend met voornoemd besluit en de terreinsituatie zal het onttrokken water, indien toegestaan, logischerwijs worden geloosd op de nabijgelegen rioolwaterbuffer. Alternatief kan het onttrokken mogelijk worden geloosd op de nabijgelegen greppel.

Opmerking

- De exacte uitvoeringswijze van de bemaling (aantal benodigde pompen, locaties van de drains) dient te worden overgelaten aan een bemaler met bij voorkeur lokale ervaring.
- Voorkomen dient te worden dat de filters onnodig diep worden geplaatst.

4.2 Uitgangspunten berekeningen

4.2.1 Rekenmethode

De bemalingsberekeningen zijn uitgevoerd met de grondwater-modelleerssoftware Modflow (USGS, 2005). Modflow is een 3D, tijdsafhankelijk, eindige differentie grondwaterstromings- en transportmodel, dat is opgezet volgens het superpositie beginsel.

4.2.2 Berekeningsaannames

De bodemopbouw is geschematiseerd in een aantal bodemlagen. De opbouw en de doorlatendheid van de diverse bodemlagen is afgeleid van de TNO-gegevens. De kenmerken van de onderscheidde lagen zijn weergegeven in navolgende tabel

Diepte [m tov NAP]	Formatie [hydrogeologische eenheid]	Samenstelling	K _h gemiddeld [m/dag]	K _v gemiddeld [m/dag]
tot + 66	Boxtel (Schimmert)	Klei / leem	0,1	0,01
tot + 60	Boxtel	Zand (siltig)	6	3
tot + 48	Rupel	Klei	0,1	0,01
tot + 40	Rupel	Zand	5	2,5
tot + 34	Rupel	Klei	0,01	0,001

tot + 30	Rupel	Zand	6	3
tot + 22	Tongeren	Klei	0,01	0,001
tot - 7	Tongeren	Zand	5	2,5

Verder zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Uit de onderzoeksgegevens komt naar voren dat de grondwaterstand op de onderzoekslocatie naar verwachting varieert tussen 69,4 m + en 68,8 m + NAP. Voor bepaling van invloed naar de omgeving en het inschatten van het totale waterbezwaar is een grondwaterstand van 69,1 m + NAP maatgevend gesteld.
- De Geleenbeek is gemodelleerd als watergang met een waterpeil van 67,5 m + NAP en een bodemniveau van 66,5 m + NAP.
- Neerslag en evapotranspiratie zijn niet in het model verdisconteerd.

4.2.3 Verlagingsniveaus / bouwplanning

Voor de aanleg van de kelder is een bouwplanning door ons bureau ingeschat. Bij berekeningen is ervan uitgegaan dat tijdens het ontgraven van de bouwput en het aanbrengen van de fundering de freatische grondwaterstand dient te worden verlaagd tot circa 0,5 m beneden het ontgravingsniveau. Na deze periode zal de grondwaterstand worden verhoogd. Een en ander is chronologisch in het grondwatermodel verwerkt. Een overzicht van de bouwplanning en de verlagingsniveaus is weergegeven in navolgende tabel.

Bouwfase [nr.]	Omschrijving werkzaamheden	Ontgravingsniv. [m + NAP]	Verlagingsniv. [m + NAP]	Bemalingsduur [weken]
1	Vervanging rioolgemaal	65,5	65,0	6

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten van dit onderzoek wordt verder gewerkt.

4.3 Resultaat bemalingsberekening

Uitgaande van de maatgevende situatie en de bouwplanning zoals weergegeven in § 4.2.3, is een prognose gemaakt van de totaal te onttrekken hoeveelheid grondwater tijdens de bouw. De resultaten zijn weergegeven in navolgende tabel.

Begingrondwaterstand	Bemalingsduur [weken]	Debiet		
		[m ³ /h]	[m ³ /dag]	[m ³ /maand]
GHG (69,4 m + NAP)	6	ca. 10	ca. 240 à 260	ca. 7.200 à 7.800
GMG (69,1 m + NAP)	6	ca. 10	ca. 225 à 250	ca. 6.750 à 7.500
GLG (68,8 m + NAP)	6	ca. 9	ca. 210 à 225	ca. 6.300 à 6.750

Opmerking

- De gepresenteerde onttrekkingsdebieten betreffen gemiddelde, berekende waarden (per fase). Doordat de lokale waterhuishouding tijd nodig heeft om zich in te stellen op het geïnitieerde verlagingsniveau kan het aanvangsdebiet (per fase) significant afwijken van de gepresenteerde, gemiddelde waarde.
- Voor de modelberekeningen is uitgegaan van een geschematiseerde bodemopbouw en inductief bepaalde bodemparameters. Door (lokale) afwijkingen in bodemopbouw en -eigenschappen kan de praktijk afwijken van de modelresultaten.
- Voor de capaciteit van de bemaling dient rekening gehouden te worden met een extra waterbezwaar door neerslag.
- Bij het opstellen van het model is enkel gebruik gemaakt van het aangeleverde milieukundig onderzoek en archiefonderzoek, zonder aanvullend veld-/ laboratoriumonderzoek voor de bepaling van de relevante bodemparameters. Als zodanig dienen de modelresultaten met de nodige voorzichtigheid te worden behandeld.
- Bij het beschikbaar komen van (eventueel) aanvullend onderzoek dienen de berekeningsresultaten mogelijk te worden herzien.

4.4 Vergunnings- en meldplicht

4.4.1 Algemeen

Voor het onttrekken en lozen van grondwater in het werkgebied van Waterschap Limburg is van toepassing:

- Waterwet
- Keur waterschap Limburg 2019
- Uitvoeringsregels Keur Waterschap Limburg 2019
- Beleidsregels Keur Waterschap Limburg 2019

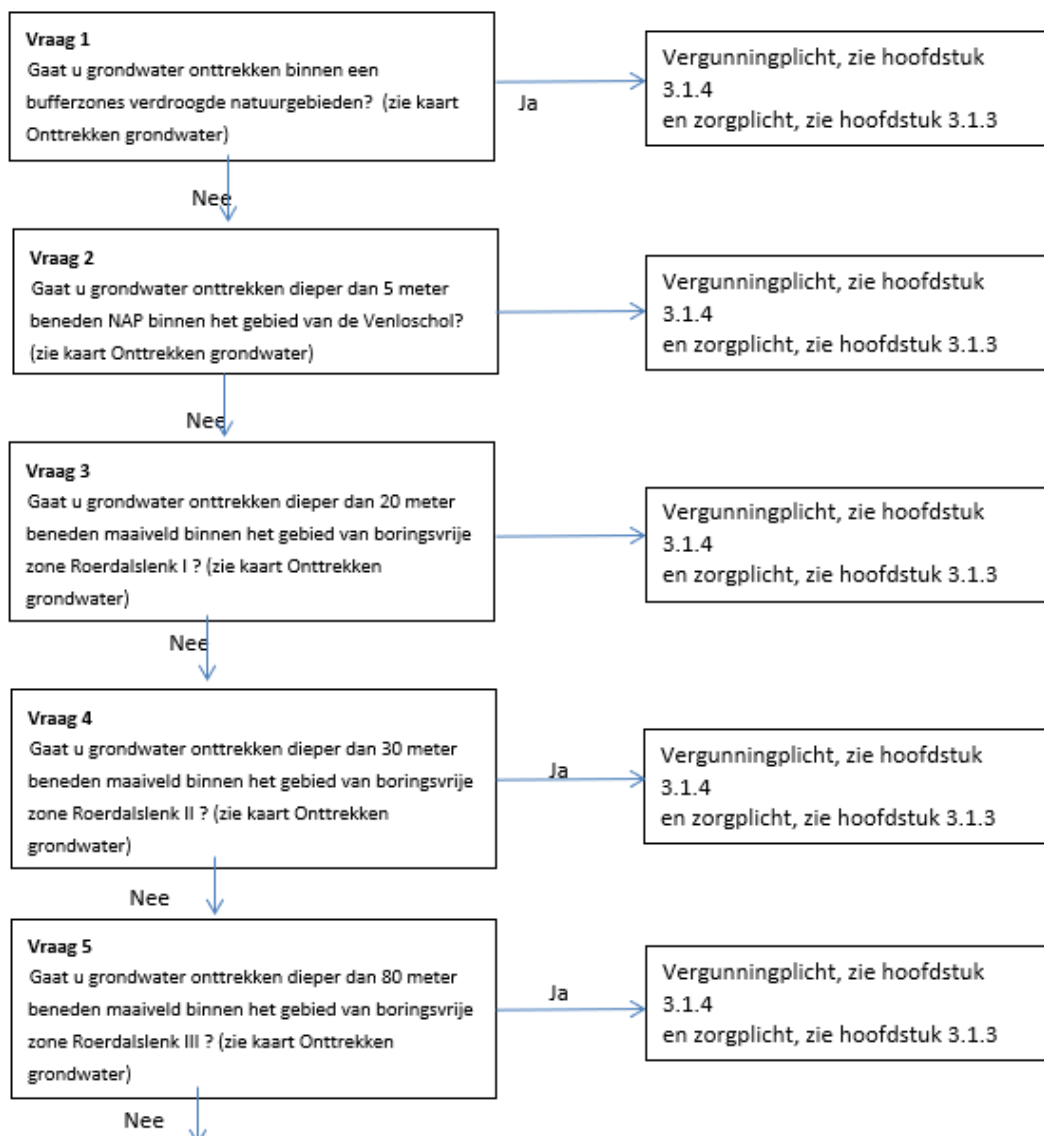
Navolgend zijn de voornaamste, relevante regels beschreven en zijn de onderzoeksresultaten hieraan getoetst.

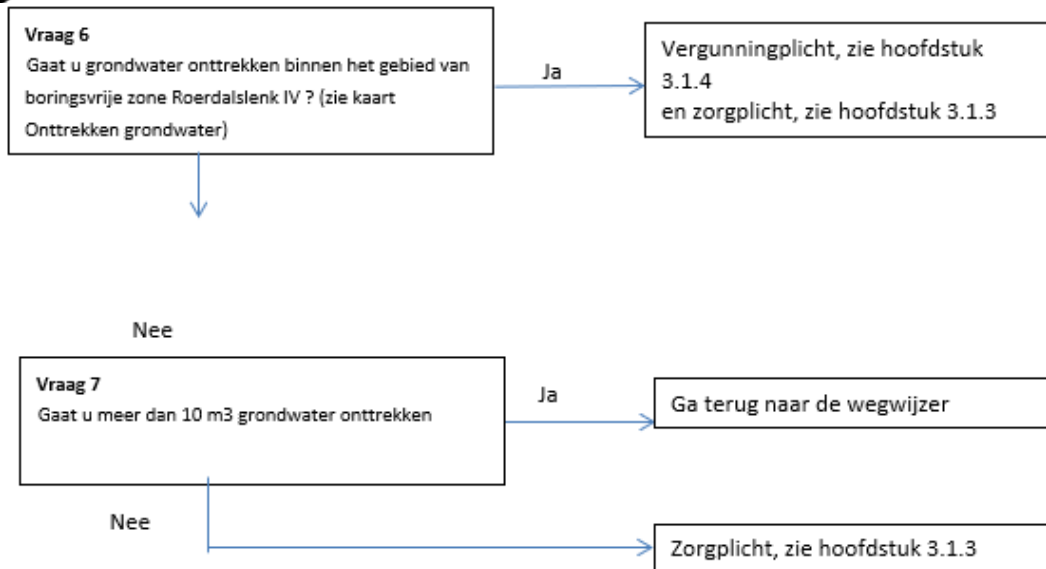
4.4.2 Onttrekking

4.4.2.1 Regelgeving

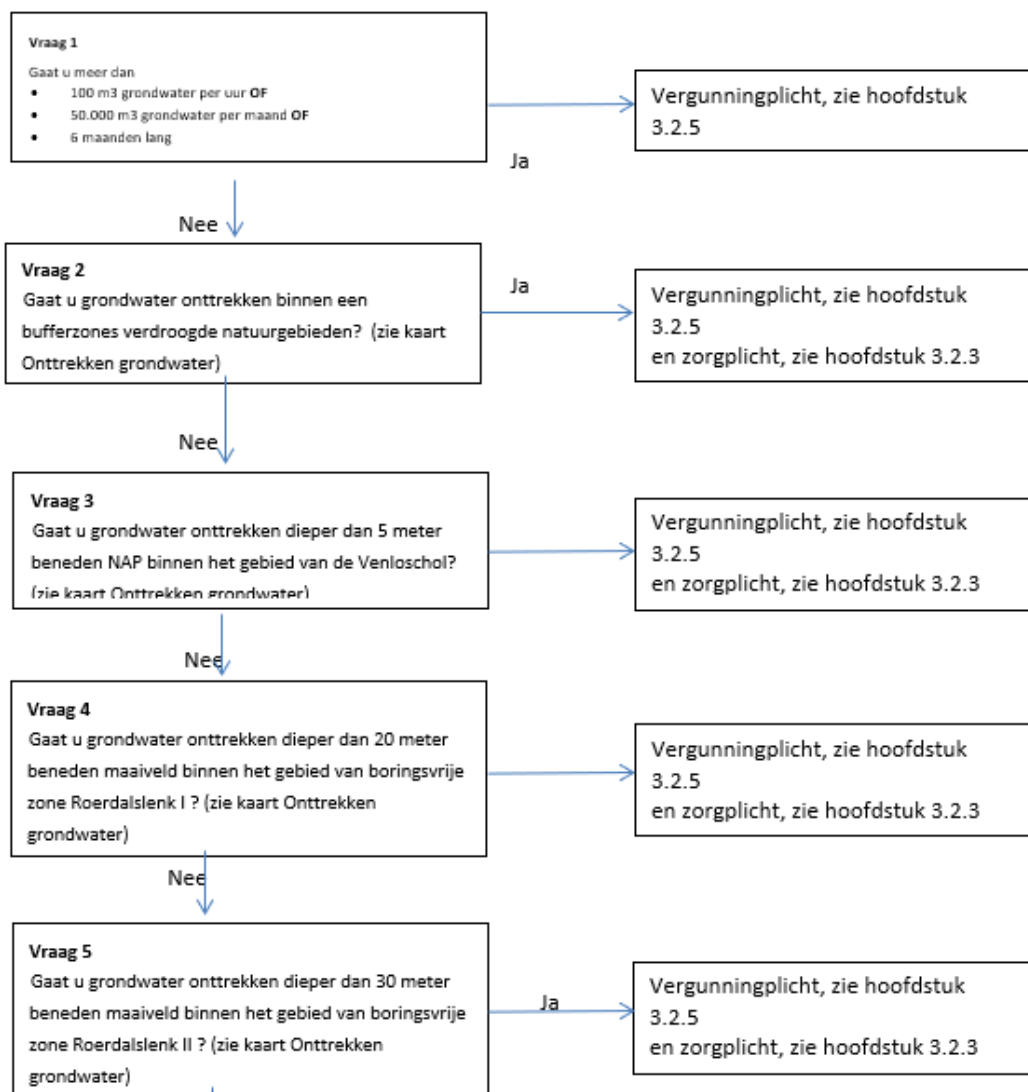
De belangrijkste regels ten aanzien van het onttrekken van grondwater zijn weergegeven in navolgende stroomschema's.

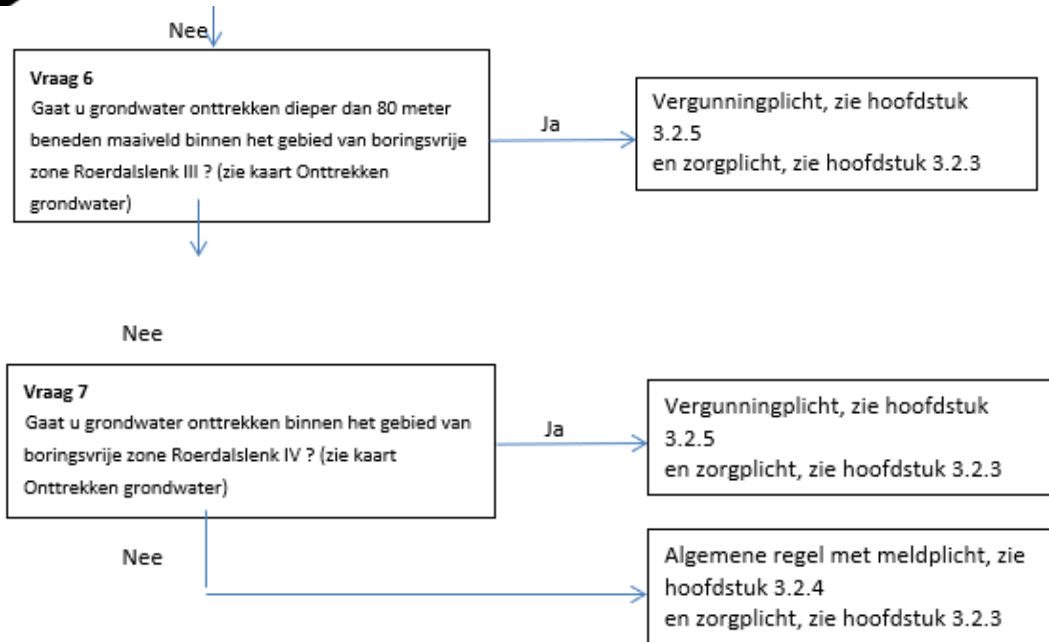
3.1.2 Stroomschema grondwateronttrekking maximaal 10 m³ grondwater per uur





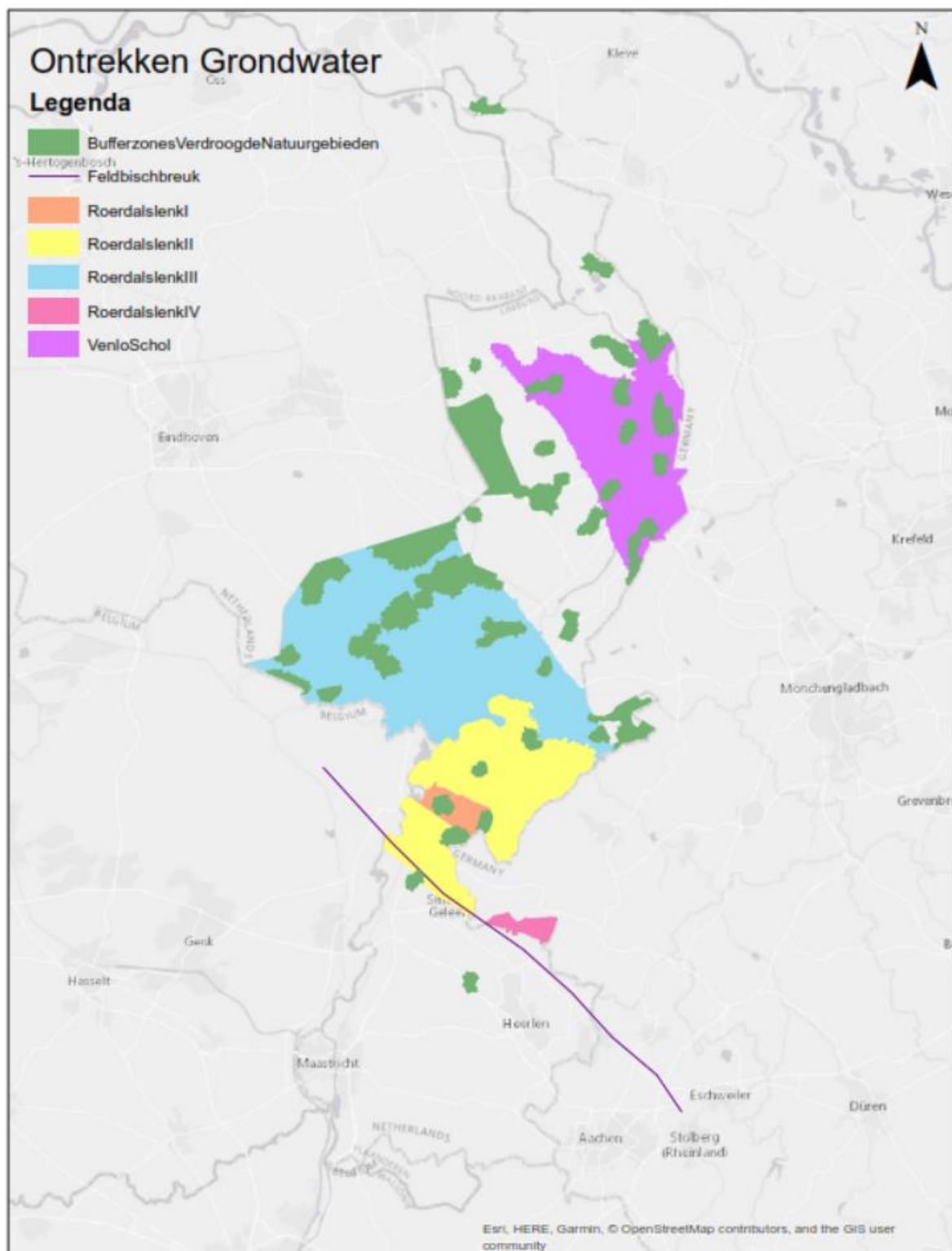
3.2.2 Stroomschema grondwateronttrekking t.b.v. bronbemaling of bodemsanering





4.4.2.2 Toetsing

Op basis van bovenstaande stroomschema's kan worden gesteld dat de bemaling mogelijk WEL vergunningsplichtig is.



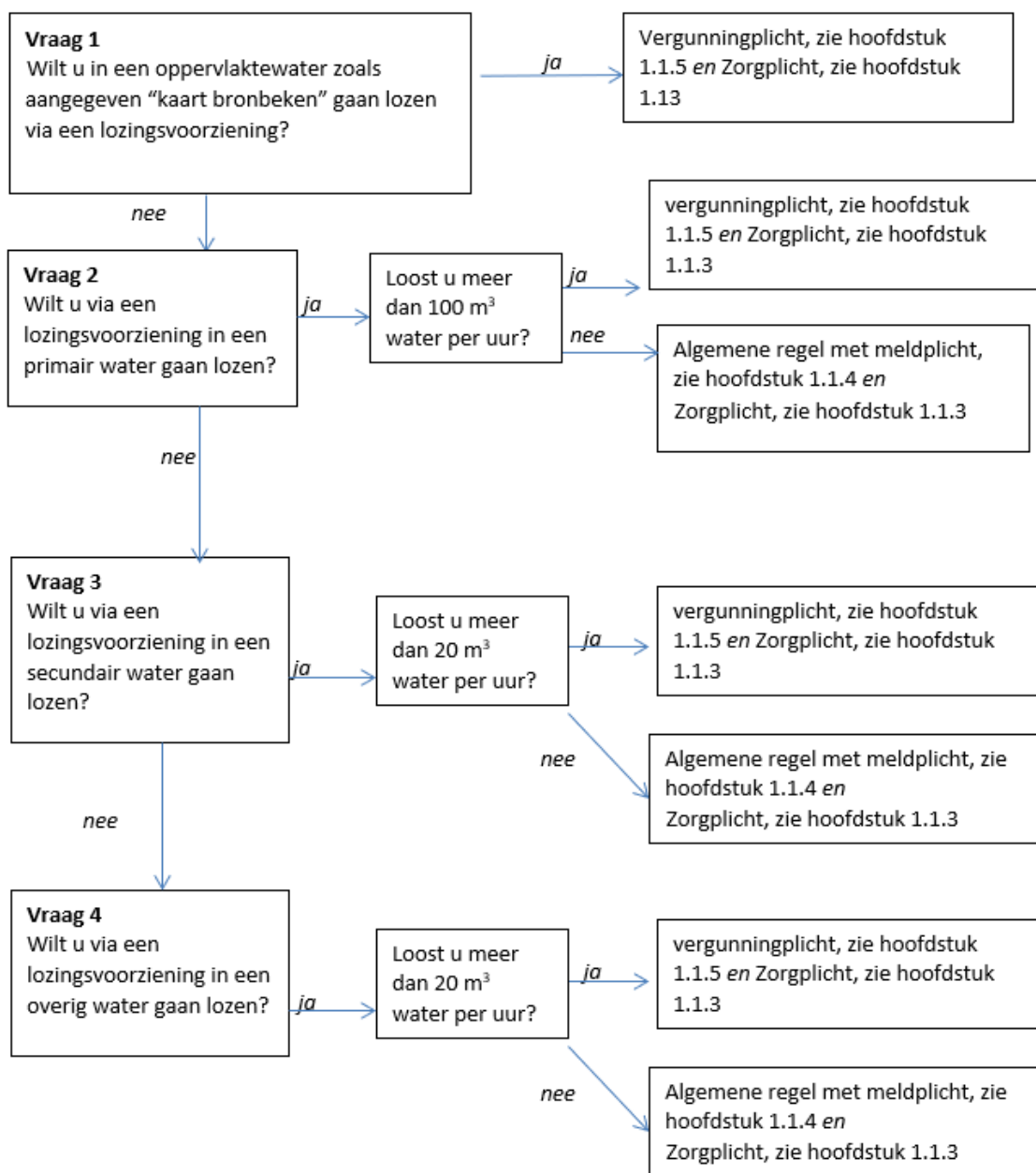
Figuur 4.1 Kaart Onttrekken Grondwater, Uitvoeringsregels Keur Waterschap Limburg 2019.

4.4.3 Lozing Keur

4.4.3.1 *Regelgeving*

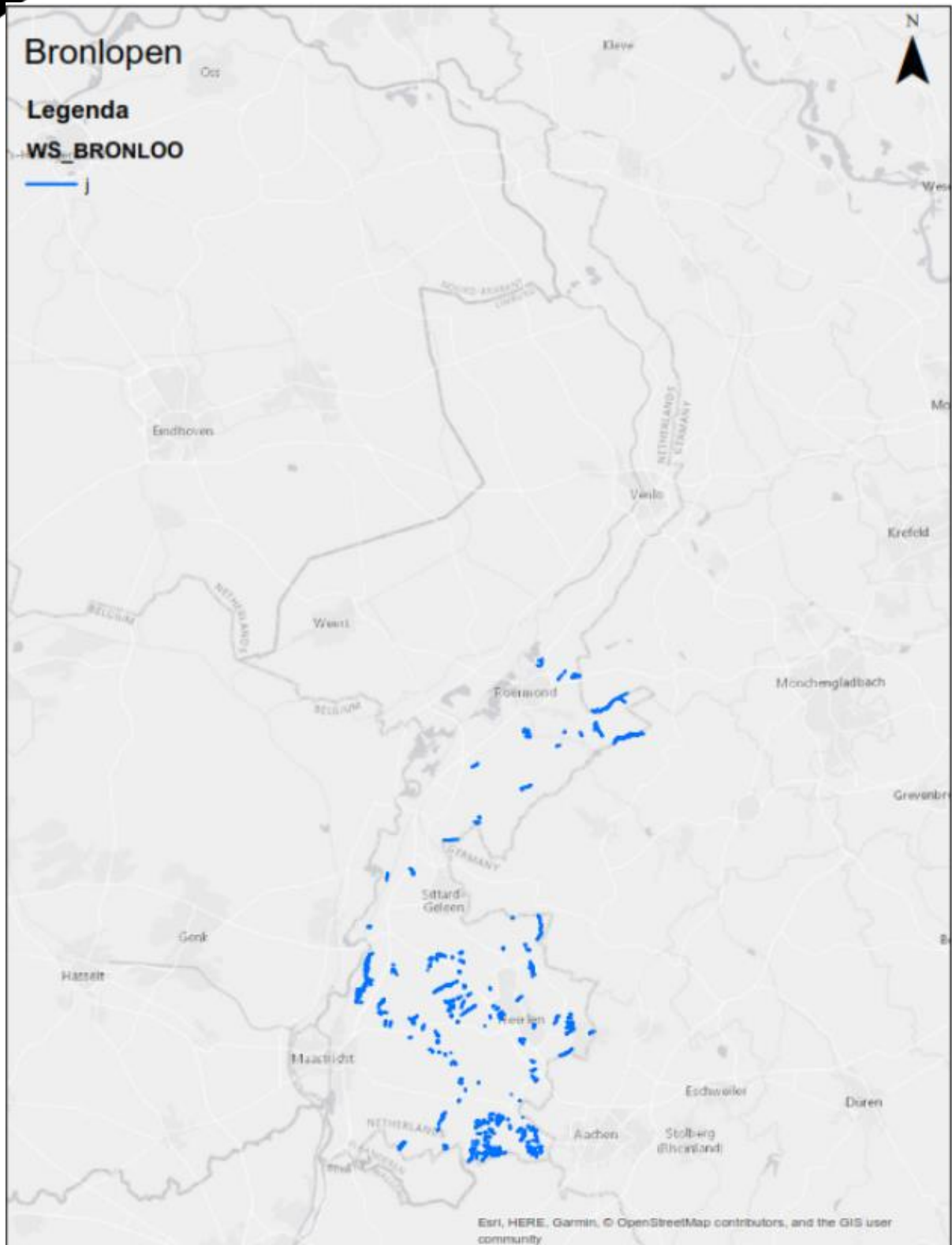
De belangrijkste regels ten aanzien van het lozen van grondwater zijn weergegeven in navolgend stroomschema:

1.1.2 Stroomschema lozen op oppervlaktewater



4.4.3.2 *Toetsing*

Op basis van bovenstaand stroomschema kan worden gesteld dat de lozing, naar verwachting, NIET vergunningsplichtig is.



Figuur 4.2 Kaart Bronbeken, Uitvoeringsregels Keur Waterschap Limburg 2019.

4.4.4 Lozing BLBI

Op 1 juli 2011 is het Besluit lozen buiten inrichtingen in werking getreden. Deze AMvB is van toepassing op lozingen die niet vanuit een particulier huishouden of een inrichting (een bedrijf, inclusief landbouwbedrijven) plaatsvinden. Voor de lozing van bronneringswater gelden conform BLBI de in navolgende tabel weergegeven eisen.

Lozingsroute	Eisen aan de lozing naast de zorgplicht*	Meldingstermijn afhankelijk van duur lozing		
		< 48 uur	< 8 weken	Langer
Bodem	Geen	Geen		
Oppervlaktewater	Geen visuele verontreiniging, < 50 mg onopgelost per liter	Geen	5 dagen vooraf	4 weken vooraf
Schoonwaterriool	< 5 mg ijzer per liter, < 50 mg onopgelost per liter	Geen	5 dagen vooraf	4 weken vooraf
Vuilwaterriool	< 5 m3 per uur, < 300 mg onopgelost per liter	Geen	5 dagen vooraf	lozingsverbod ophefbaar met maatwerkvoorschrift of verordening

* Visuele verontreiniging betreft vooral bruinkleuring door oxidatie van ijzerzouten. In het hemelwaterriool is dat niet zichtbaar, daarom is daarvoor een grenswaarde aan ijzer opgenomen.
 Bij het vaststellen van hiervoor weergegeven eisen is er van uitgegaan, dat over het algemeen kan het grondwater dat lokaal bij ontwatering vrijkomt zonder problemen lokaal in het milieu teruggebracht en dat het veelal lokaal bekend is als de kans bestaat dat het grondwater in enige mate verontreinigd kan zijn of van nature stoffen bevat, waarvan de lozing bezwaarlijk kan zijn.
 Het behoort tot de verantwoordelijkheid van degene die loost om hiermee bij het lozen rekening te houden. Dit is met name van belang daar waar de samenstelling van het grondwater afwijkt van de in het gebied voorkomende grondwaterkwaliteit. Wanneer het bevoegd gezag aan de hand van hem bekende gegevens van oordeel is dat het lozen van grondwater gelet op de samenstelling tot problemen kan leiden, kan op grond van artikel 2.1 een maatwerkvoorschrift worden gesteld waarin maatregelen worden opgenomen die een adequate bescherming van het milieu waarborgen.

Gesteld kan worden dat de lozing wel dient te worden gemeld in het kader van het BLBI.

Voor lozing op de riolering dient, gezien de geplande duur van de lozing, overleg te worden gepleegd met de gemeente en dient, in het kader van het Activiteitenbesluit een verzoek tot maatwerkvoorschrift worden ingediend.

5 Invloed bemaling op de omgeving

5.1 Inleiding

Ten gevolge van de bemaling kunnen de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Dit kan leiden tot negatieve effecten zoals het optreden van:

- zetting van maaiveld, infrastructuur, bebouwing en cultuurhistorische waarden (of wateroverlast en/of verlies van draagkracht bij grondwaterstandsverhoging);
- droogteschade aan c.q. oxidatie van archeologische waarden;
- droogte- of vernattingschade aan (landbouw)gewassen;
- verplaatsen van verontreinigingen;
- invloed op overige onttrekkingen.

De effecten zijn doorgaans het grootst indien de grondwaterstand wordt verlaagd of verhoogd tot beneden respectievelijk de niveaus die in het verleden reeds zijn opgetreden (boven GHG of onder GLG). De berekende isohypsen van het grondwater voor de maatgevende situaties zijn weergegeven in Bijlage 3.

5.2 Zettingsschade

5.2.1 Maaiveldzakking

Een verlaging van de grondwaterstand in het watervoerend zandpakket leidt tot een afname van de waterspanning en een toename van de korrelspanning in de bodem. Indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden de niveaus die in het verleden reeds zijn opgetreden, bestaat in het algemeen de kans dat een zekere maaiveldzakking optreedt.

Aangezien middels de bemaling de grondwaterstand in de directe omgeving zal worden verlaagd tot beneden dit niveau, kunnen maaiveldzakkingen optreden. Uit indicatieve zettingsberekeningen is een maaiveldzakking van ca. 5 à 10 mm naar voren gekomen, ten gevolge van de grondwaterstandsverlaging, in de directe omgeving van de onttrekking. Ter plaatsen van de A76 en spoorweg is een indicatieve maaiveldzakking berekend van ca. 1 à 3 mm. Voor de uitgangspunten van de berekeningen wordt verwezen naar paragraaf 5.2.2.2.

5.2.2 Invloed op bebouwing

Een verlaging van de grondwaterstand kan schade aan bebouwing veroorzaken. Dit kan met name optreden in de volgende situaties:

- Op staal gefundeerde bebouwing kan een zekere extra zakking ondergaan, indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden de niveaus die in het verleden reeds zijn opgetreden. Dit treedt indien door de grondwaterstandsverlaging de korrelspanning wordt verhoogd tot boven de grensspanning¹. In het algemeen geldt dat daar waar deze zakkingen ongelijkmatig zijn (hoekverdraaiing) de kans bestaat dat schade optreedt.
- Op betonpalen gefundeerde bebouwing kan een toename van negatieve kleef ondervinden indien door de grondwaterstandsverlaging een significante maaiveldzakking (> 2 à 5 cm) optreedt. Dit kan voor problemen zorgen (extra paalkopzakking of zelfs bezwijken van de fundering) indien hiermee geen rekening is gehouden in het ontwerp van de bebouwing.
- Op houten palen gefundeerde bebouwing kan problemen ondervinden met paalrot. Dit kan optreden indien de (houten) paalkoppen langdurig droog komen te staan tijdens de bemaling.

Binnen het invloedsgebied van de bemaling, waarbinnen de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden GLG-niveau, zijn enkele gebouwen aanwezig, waaronder, naar verwachting, een gebouw behorende bij het te vervangen rioolgemaal. Tevens rijkt het invloedsgebied waarbinnen wordt verlaagd tot beneden GLG-niveau tot aan de nabijgelegen spoorweg en de A76. Navolgend is een indicatieve zettingsberekening uitgewerkt voor op staal gefundeerde bebouwing/constructies/infrastructuur.

¹ De grensspanning is de maximale, ooit voorgekomen korrelspanning. De grensspanning is, behalve van de waterspanning, onder meer afhankelijk van het eigen gewicht van de grond, de ouderdom en de voorbelasting door grond, bebouwing en/of ijs.

5.2.2.1 *Berekeningsmethode*

De zakking ten gevolge van de bemaling zijn berekend voor een ingeschatte bemalingsduur van ca. 42 dagen. De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement 9.3 van Deltares Systems. Bij de berekening van de zettingen is uitgegaan van de formule van NEN-Bjerrum. Het model gebruikt de samendrukkingsparameters CR, RR, α .

5.2.2.2 *Schematische bodemopbouw en fundering belending/infrastructuur*

Ten behoeve van de berekening van de zettingen van de funderingselement(en) van de bestaande belending(en) en infrastructuur is een representatief bodemprofiel opgesteld op basis van het beschikbare grondonderzoek. Vervolgens is gebruik gemaakt van tabel 2b in NEN 9997-1 om de representatieve waarden van deze grondeigenschappen te bepalen. Aanvullende uitgangspunten hierbij zijn:

- De bemalingsduur, waarbij de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden GLG-niveau (68,8 m + NAP) is ingeschat op 42 dagen.
- Ten behoeven van het gebouw behorende bij het rioolgemaal wordt uitgegaan van:
 - Een maaiveldniveau van 70,6 m + NAP.
 - Aanlegniveau vloer van 70,4 m + NAP.
 - Constructie op staal gefundeerd met een grondoppervlak van ca. 2,5 x 3,5 m²
 - Ingeschatte vloerbelasting van 10 kN/m² tot 50 kN/m²
 - Een grondwaterstandsverlaging op de locatie tot maximaal ca. 65,1 m + NAP
 - Bouwjaar van 1930 (cf. BAG register)
- Ten behoeven van de A76 wordt uitgegaan van:
 - Een omliggend maaiveldniveau van 71,5 m + NAP
 - Bovenkant weg is aangenomen op 74,0 m + NAP
 - Gemiddelde constructiedikte is aangenomen op 2,5 m met een gemiddelde volumieke gewicht va ca. 22 kN/m³.
 - De beschouwde weglengte is aangenomen op 300 m en de wegbreedte op 31 m.
 - Een grondwaterstandsverlaging op de locatie tot maximaal ca. 67,85 m + NAP.
 - Constructiejaar van 1958 (ingeschat o.b.v. topotijdreis).
- Ten behoeven van de spoorweg wordt uitgegaan van:
 - Een omliggend maaiveldniveau van 70,4 m + NAP
 - Bovenkant spoorweg is aangenomen op 70,8 m + NAP
 - Gemiddelde constructiedikte is aangenomen op 0,4 m met een gemiddelde volumieke gewicht va ca. 22 kN/m³.
 - De beschouwde spoorweglengte is aangenomen op 300 m en de spoorwegbreedte op 12 m.
 - Een grondwaterstandsverlaging op de locatie tot maximaal ca. 68,25 m + NAP
 - Constructiejaar van 1937 (ingeschat o.b.v. topotijdreis).
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.

Geadviseerd wordt om de uitgangspunten (en aannames) te verifiëren, alvorens wordt verder gewerkt met de resultaten uit deze rapportage.

5.2.2.3 *Indicatieve rekenresultaten*

De berekende extra zetting voor voornoemde bebouwing/constructies/infrastructuur, ten gevolge van de grondwaterstandsverlaging, bij het maximale verlagingsniveaus en (funderings)afmetingen, bedraagt:

- | | |
|---|----------------|
| • Voor de bebouwing behorend bij het rioolgemaal: | ca. 6 à 10 mm. |
| • Voor de A76: | ca. 1 à 3 mm. |
| • Voor de spoorweg: | ca. 1 à 3 mm. |

5.2.3 Toetsing schadekans

5.2.3.1 *A-schade (Bouwtechnische schade)*

Voor bebouwing in een goede conditie treedt cf. NEN 9997 doorgaans geen schade op bij een hoekverdraaiing kleiner dan 1 : 500, eventuele esthetische schade kan ontstaan bij een

hoekverdraaiing tussen 1 : 500 en 1 : 300 en constructieve schade bij een hoekverdraaiing tussen 1 : 300 en 1 : 100. Bij de toetsing van de eis rotatie moet worden uitgegaan van:

- Het zakkingsverschil tussen de twee beschouwde funderingselementen.
- Tenminste 50% van de gemiddelde zakking van de beschouwde funderingselementen. Dit als gevolg van mogelijke heterogeniteit van de bodem en/of uitvoeringsonvolkomenheden.

Volgens de "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstands daling op de bebouwing" (SBR, 1998) geldt daarnaast dat:

- de gemiddelde zettingsgrenswaarde waaronder geen schade wordt verwacht (schadecategorie 1), ligt op circa 5 mm.
- de gemiddelde zettingsgrenswaarde waaronder geen waaronder slechts architectonische schade wordt verwacht (schadecategorie 2; scheuren tot enkele millimeters), ligt op 10 mm
- bij een gemiddelde zetting van meer dan 10 mm rekening dient te worden gehouden met constructieve schade.

Uitgaande van voorgaande kan worden gesteld dat:

- Voor de bebouwing behorend bij het rioolgemaal, uitgaande van een berekende zetting van ca. 6 à 10 mm, zonder aanvullende maatregelen:
 - architectonische schade in beginsel niet kan worden uitgesloten.
 - constructieve schade aan gebouwen in beginsel niet wordt verwacht.
- Voor de A76 en de spoorweg dient door de opdrachtgever/desbetreffende beheerders te worden beoordeeld of de berekende zettingen (ca. 1 à 3 mm) acceptabel zijn.

5.2.3.2 B-schade (tgv verschilzakking tussen gebouw en maaiveld)

B-schade zijn een gevolg van een verschilzakking tussen gebouw en maaiveld c.q.

leidingaansluitingen of verharding. Volgens de "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstands daling op de bebouwing" (SBR, 1998) geldt dat rekening dient te worden gehouden met B-schade indien het zakkingsverschil tussen bebouwing en maaiveld groter is dan 20 mm.

Uitgaande van het verschil tussen de berekende maaiveldzakking en gebouwszakking kan worden gesteld dat B-schade redelijkerwijs kan worden uitgesloten voor zowel bebouwing op palen als op staal.

Opmerking

- De daadwerkelijke kans op schade wordt onder meer bepaald door de historie van het terrein, de mate van verlaging en het ontwerp en de bouwtechnische conditie van de bebouwing/constructies/infrastructuur.
- Daar waar de bodemopbouw afwijkt van het grondonderzoek, of de funderingen afwijken van de uitgangspunten kunnen de zettingen uiteraard anders zijn.
- Opgemerkt wordt dat de zettingsindicatie is berekend op basis van beperkte informatie en dat deze als zodanig moet worden gehanteerd; zo zijn b.v. alle grondmechanische parameters zoals volumegewichten en samendrukkingscoëfficiënten geschat. Aan de hand van nauwkeurige belastingschema's, historisch onderzoek en uitgebreider grondmechanisch (en laboratorium) onderzoek, is een betere prognose te geven aangaande de te verwachten zettingen en zettingsverschillen.
- Teneinde adequaat te kunnen reageren op eventuele schadeclaims wordt in overweging gegeven vooropnamen te maken van (zettingsgevoelige) bebouwing/constructies/infrastructuur in de directe omgeving.
- Geadviseerd wordt om middels de aanwezige en enige extra te plaatsen peilbuizen de grondwaterstandsverlaging ten tijde van de bemaling met een zekere regelmaat te registreren, zodanig dat een te grote verlaging wordt voorkomen.
- Geadviseerd wordt te allen tijde de duur van de bemaling zoveel mogelijk te beperken en de grondwaterstand niet dieper dan strikt nodig te verlagen, dit teneinde het (onnodig) risico op zakking van de bodem te vermijden.
- Indien de gemiddeld laagste grondwaterstand in het verleden is onderschreden, bijvoorbeeld tijdens de aanleg van riolering of een kelder, is de kans op zetting(sschade) kleiner.

5.3 Droogte- en vernattingschade

Het invloedsgebied van de bemaling, waarbinnen de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden GLG-niveau, rijkt wel tot de nabijgelegen/aangrenzende bospercelen en grasland. Gelet op de relatief korte duur van de bemaling en de beperkte verlaging, wordt, in beginsel, verwacht dat de invloed van de bemaling op de natuur relatief beperkt blijft.

In overweging wordt gegeven om door middel van extra te plaatsen peilbuizen de grondwaterstandsverlaging ter plaatse van de aangrenzende percelen te monitoren. Geadviseerd wordt om tijdig met de eigenaar van de percelen in overleg te gaan met betrekking tot de methode (en noodzaak) van mitigerende maatregelen (bijvoorbeeld bedruppelen).

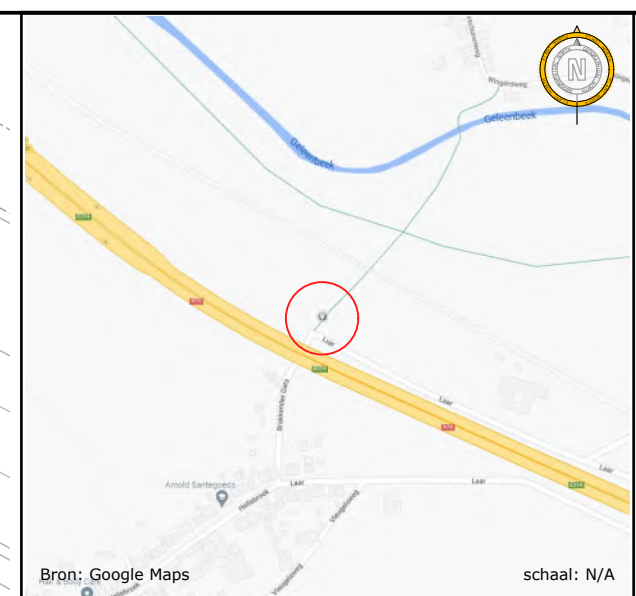
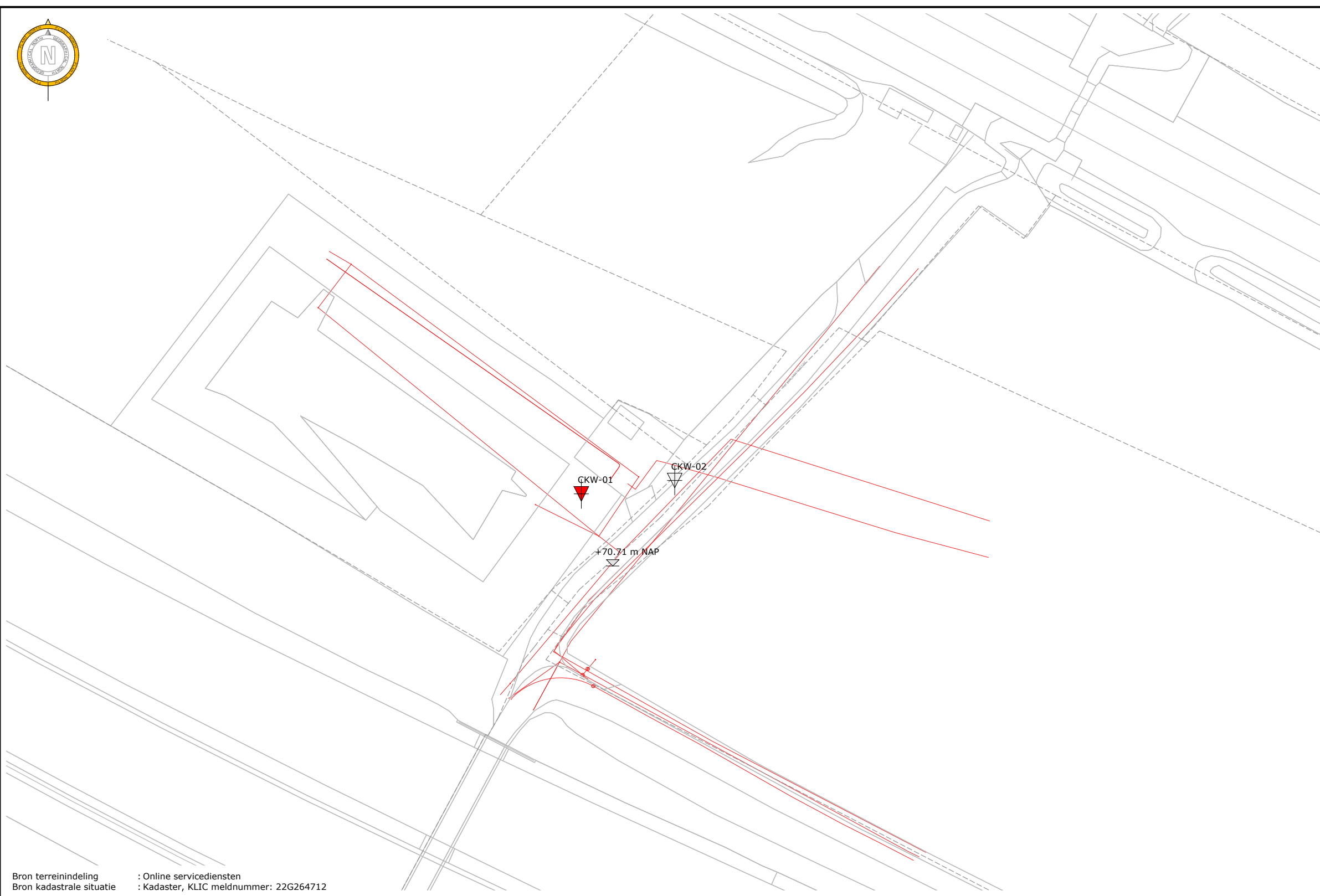
5.4 Overige invloeden

Overige invloeden, zoals invloed op grootschalige grondwaterverontreinigingen, cultuurhistorische of archeologische waarden, overige grondwateronttrekkingen, enz. worden niet behandeld in onderhavig rapport.

5.5 Algemene richtlijnen monitoring invloeden

- Geadviseerd wordt de bemaling te laten uitvoeren door een bronneerder met de nodige kennis en ervaring betreffende de lokale omstandigheden.
- De grondwaterstand dient niet meer verlaagd te worden dan strikt noodzakelijk. Dit dient middels rond de bouwput geplaatste peilbuizen te worden gecontroleerd. De waterstand in de peilfilters dient op werkdagen tenminste dagelijks gemeten te worden.
- Teneinde adequaat te kunnen reageren op eventuele schadeclaims wordt in overweging gegeven vooropnamen te maken van bebouwing in de directe omgeving van de bouwput.
- Geadviseerd wordt de geldigheid van resultaten en conclusies van het bemalingsadvies te laten verifiëren nadat het definitieve rioleringsplan en eventueel de bouwplanning zijn vastgesteld.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



SITUATIE

- Sondering met meting van de conusweerstand
- Sondering met meting van conusweerstand en kleeft
- Sondering met meting van conusweerstand, kleeft en waterspanning
- Machinale continu boring volgens Begemann-principe
- Machinaal geplaatste peilbuis
- Ondiepe handboring
- Diepe handboring
- Handboring met peilbuis
- ander type boring/sondering
- Inclusief meting van temperatuur en elektrische geleidbaarheid
- Inclusief detectie met behulp van magnetometer
- Hoogte
- Waterpeil
- Controlepunt

Bron terreinindeling : Online servicediensten
 Bron kadastrale situatie : Kadaster, KLIC meldnummer: 22G264712

CPT	Status sonderingen / boringen:	Regulier uitgevoerd	Veldproef uitgevoerd voor/door derden of uitgevoerd in eerdere fase	Uitgevoerd, met afwijking	(Nog) niet uitgevoerd	Kabels en leidingen
------------	--------------------------------	---------------------	---	---------------------------	-----------------------	---------------------

LEGENDA

Rev	Datum	Status	Getekend	Gecontroleerd	Vrijgegeven
B	16-05-2022	TER INFORMATIE	Afdeling geotechniek	Uitvoering	Project manager
A	05-05-2022	UITVOERING	Werkvoorbereiding	Uitvoering	
--	22-04-2022	UITVOERING	Werkvoorbereiding	Uitvoering	

Rev	Omschrijving
--	Gereed voor uitvoering
A	Aanpassingen onderzoeksopzet doorgegeven door opdrachtgever
B	Onderzoekslocaties zoals uitgevoerd

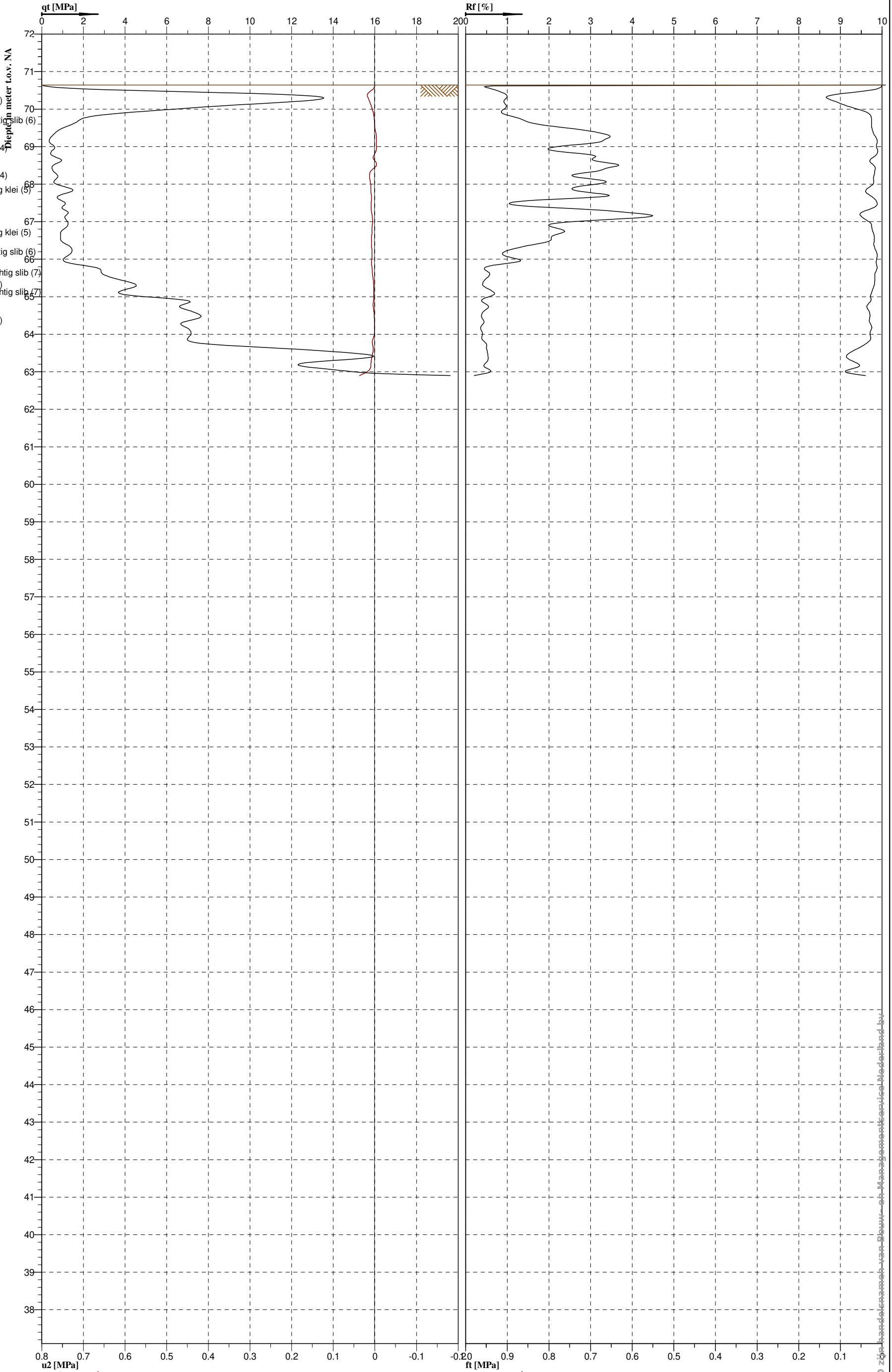
Project	Laar - Terschurenvoetpad te Nuth		
Onderdeel	Locatieoverzicht geotechnisch bodemonderzoek		
Opdrachtgever	Aannemingsbedrijf G. van der Ven bv Van Heemstraweg 2 - NL5306TA Brakel		
	Rooseveltlaan 8 NL 4536 GZ Terneuzen Nederland Tel. : +31(0) 115- 62 09 27 E-mail : info@gsned.com	Status	Schaal
	www.gsned.com	TER INFORMATIE	1:500
		Document	Formaat
		20224629-TG00001-TO	A3
			Revisie
			B
			Eenheden
			m

TECHNISCH ONTWERP

Indicatief bodemprofiel volgens:
Robertson 1986

(slechts geldig onder (grond)waterviveau)

- Zand tot slibachtig zand (8)
- Zandachtig slib tot kleiachtig slib (6)
- Klei (3)
- Slibhoudende klei tot klei (4)
- Klei (3)
- Klei (3)
- Slibhoudende klei tot klei (4)
- Klei (3)
- Kleiachtig slib tot slibachtig klei (5)
- Klei (3)
- Kleiachtig slib tot slibachtig klei (5)
- Zandachtig slib tot kleiachtig slib (6)
- Slibachtig zand tot zandachtig slib (7)
- Zand tot slibachtig zand (8)
- Slibachtig zand tot zandachtig slib (7)
- Zand tot slibachtig zand (8)
- Zand (9)



Plaats: Nuth
Project ID: 20224629
Projectomschrijving: Laar - Terschurenvoetpad te Nuth

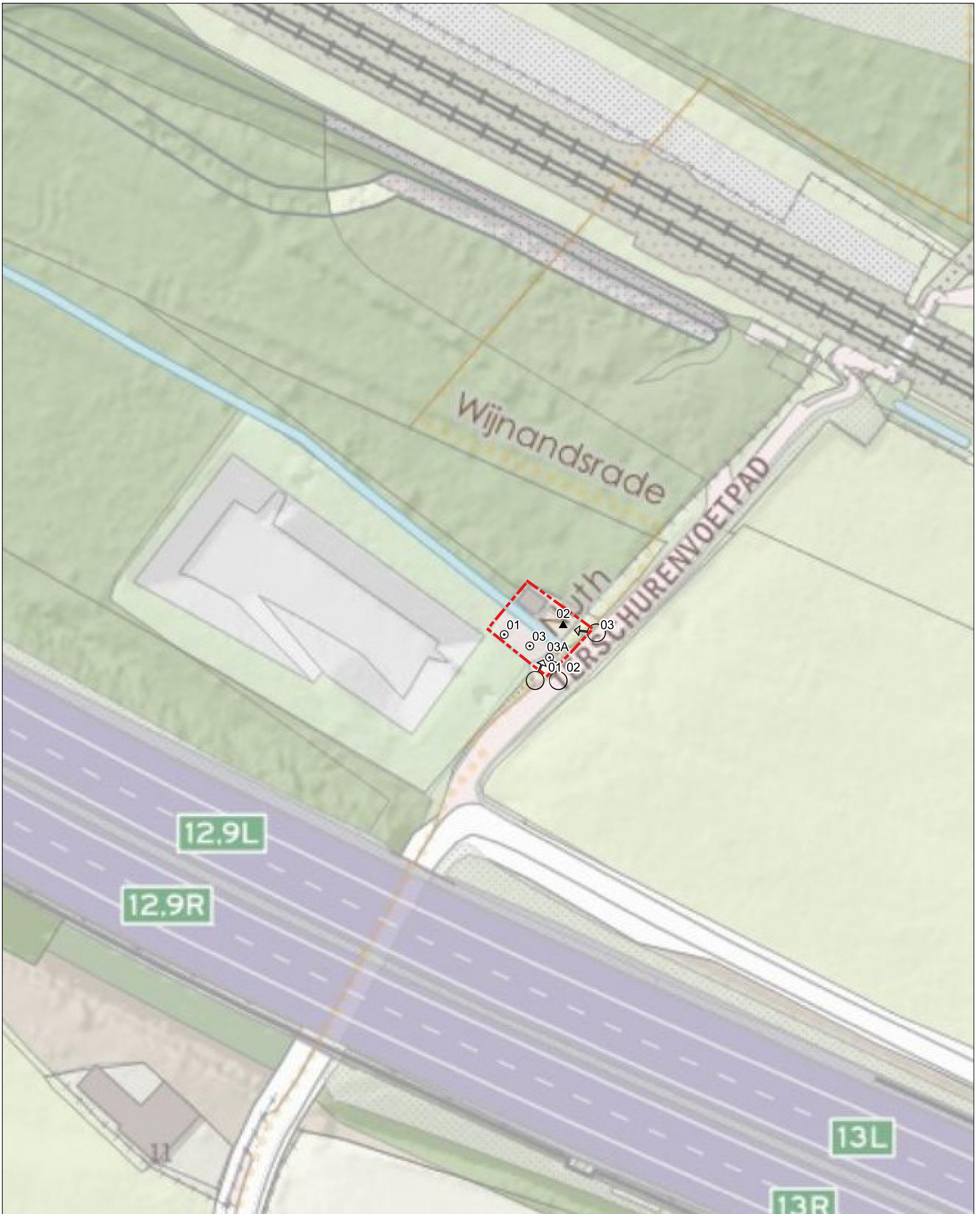
Coördinaten: X: 191043.3400 m, Y: 325198.6800 m
Opdrachtgever: Aannemingsbedrijf G. van der Ven bv

Maaiveld: 70.6400
Datum: 13-5-2022
Pagina: 1/1
Bestand: CKW-01.cpd

Veldproef: CKW-01
Schaal: 1 : 100
Cone No: 5428
Tip area [cm²]: 10
Sleeve area [cm²]: 150

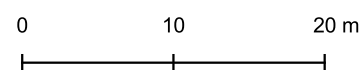


BMNED voor handelingen van Bouw- en MaatregelenService Nederland bv



Legenda

- Projectcontour
- Boring tot 4,5 -mv
- Peilbuis NEN
- Fotolocatie



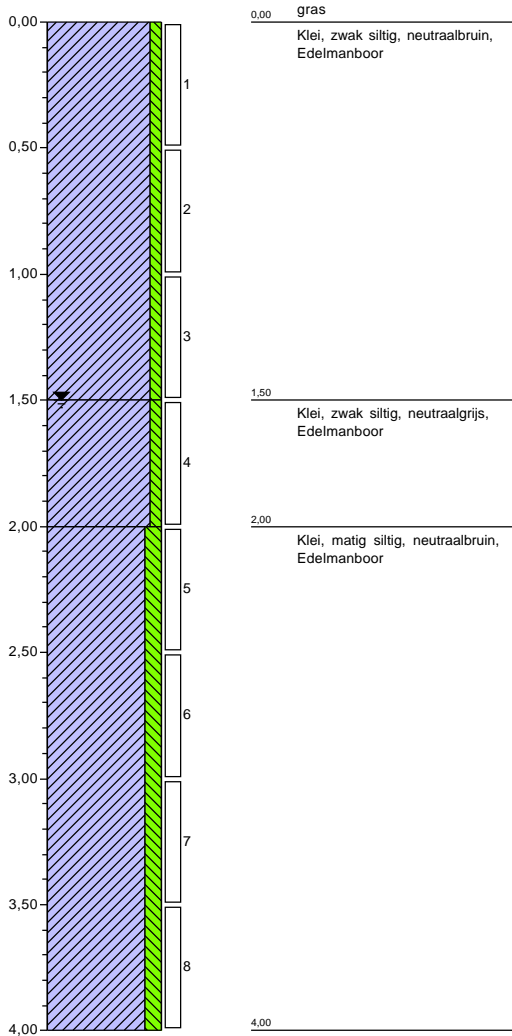
Project	VERKENNEND BODEMONDERZOEK TERSCHURENVOETPAD TE NUTH		
Opdrachtgever	G. van der Ven Aannemingsbedrijf	Proj.nr.	20100520-151
Onderdeel	Situatietekening met boorpunten	Blad	001
		Datum	16/05/2022
Formaat	A3	Wijziging	
Schaal	1:500	Datum	
get./par		get./par	
akk./par.		akk./par.	



Hoevestein 20b
4903 SC Oosterhout
Telefoon 0162 - 45 64 81

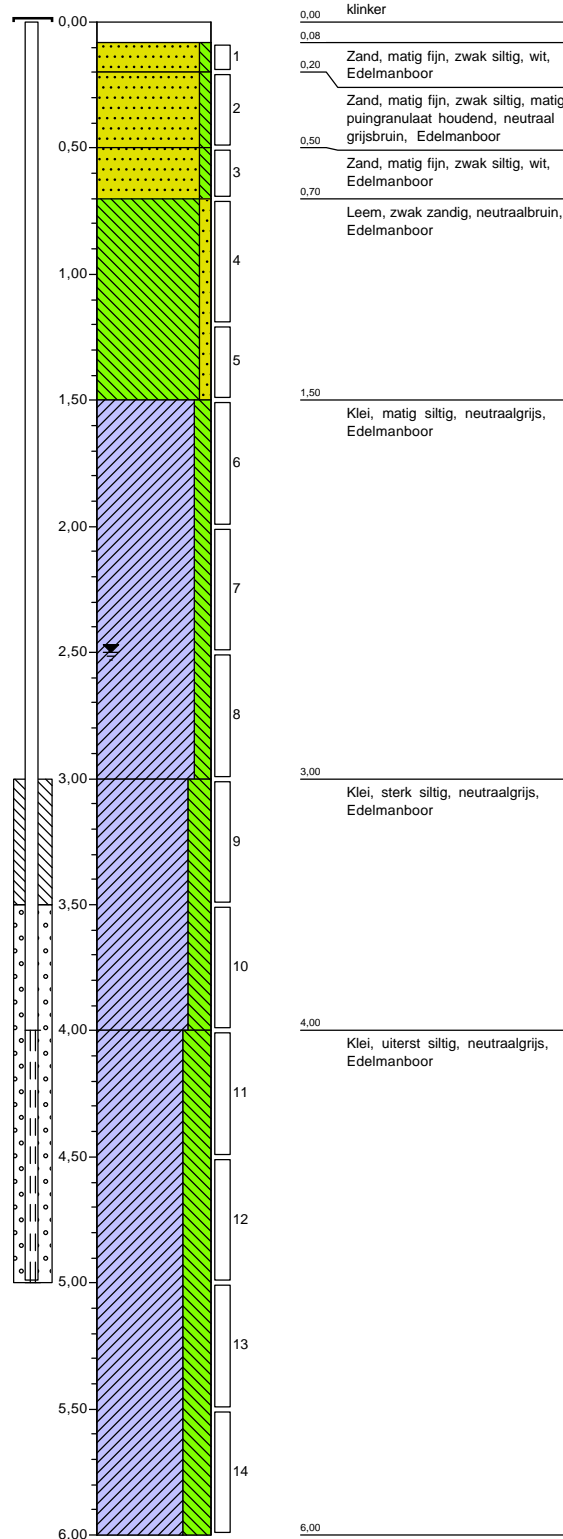
Boring: 01

Datum: 2-5-2022
Boormeester:



Boring: 02

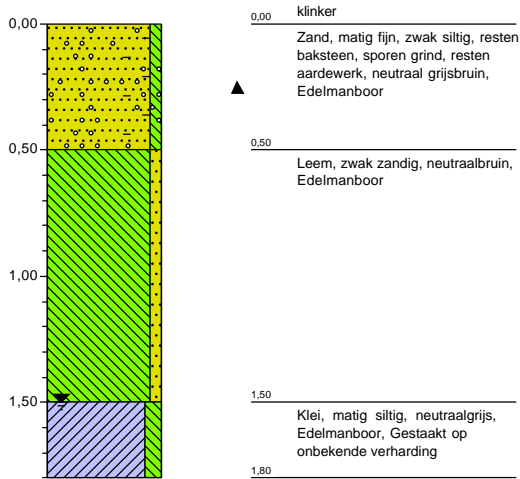
Datum: 2-5-2022
Boormeester:



Projectnaam: Laar-Terschurenvoetpad te Nuth
Projectcode: 20100520-151
Bijlage: Profielbeschrijvingen

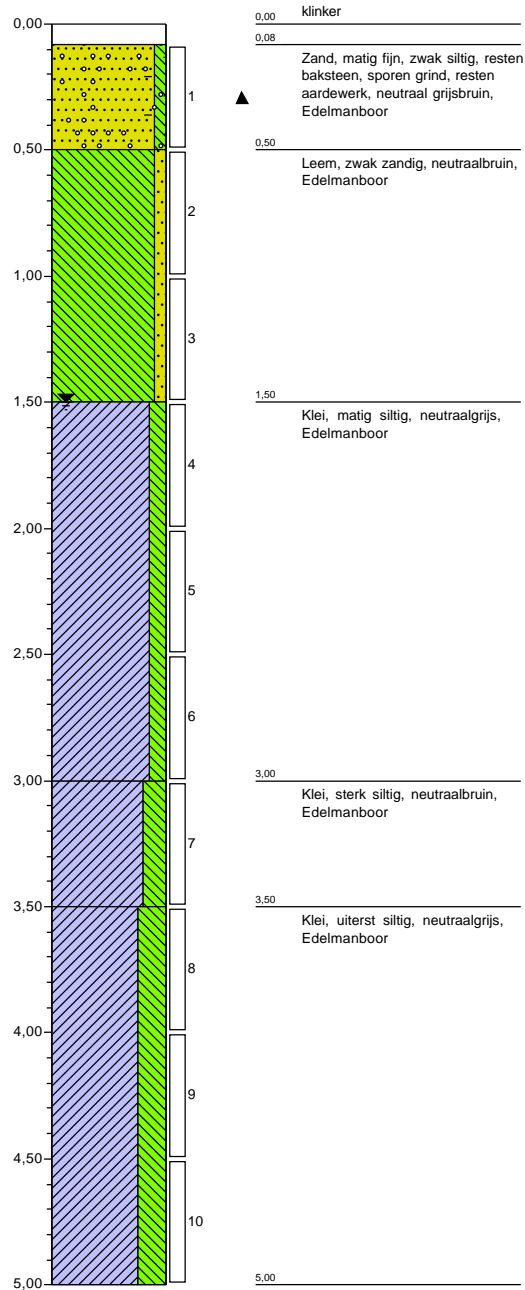
Boring: 03

Datum: 2-5-2022
Boormeester:



Boring: 03-A

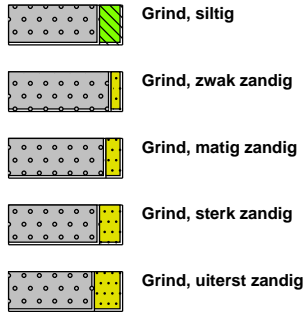
Datum: 2-5-2022
Boormeester:



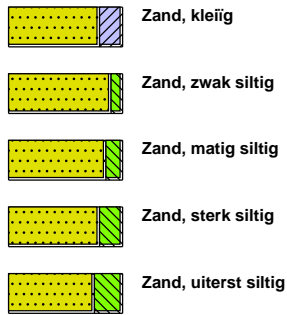
Projectnaam: Laar-Terschurenvoetpad te Nuth
Projectcode: 20100520-151
Bijlage: Profielbeschrijvingen

Legenda (conform NEN 5104)

grind



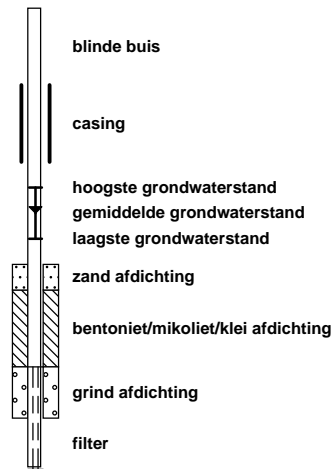
zand



veen



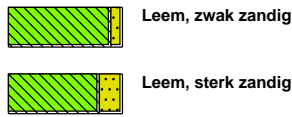
peilbuis



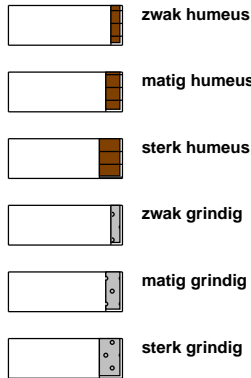
klei



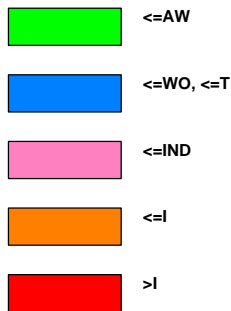
leem



overige toevoegingen



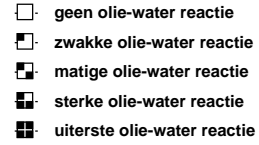
BoToVa Wbb (T12, T13)



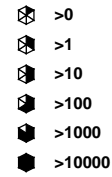
geur



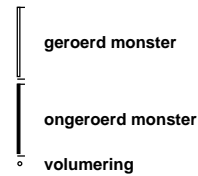
olie



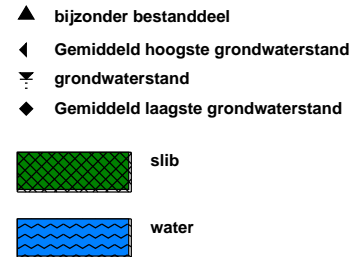
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 2 : Monitoringsgegevens waterstanden

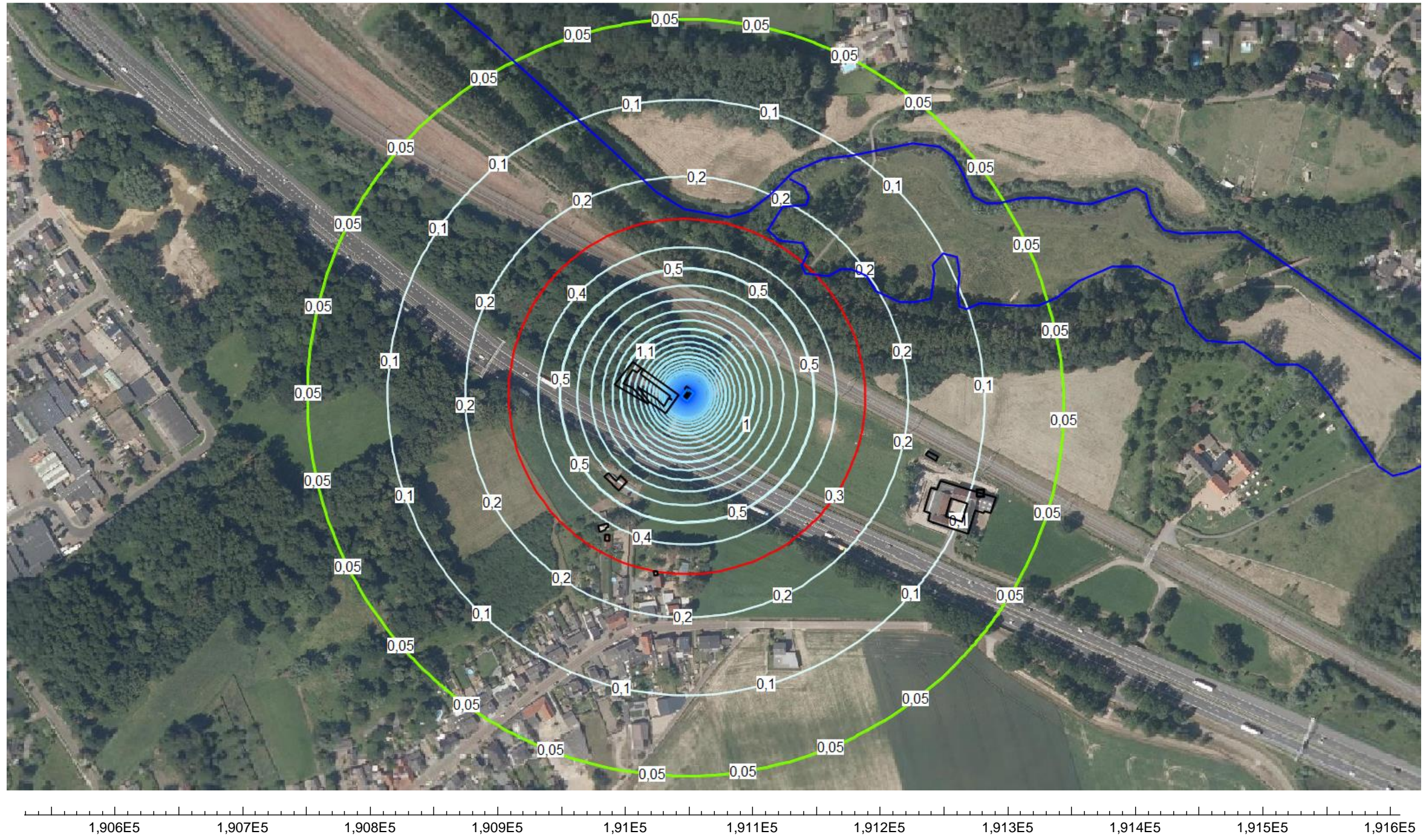


Peilbuis [nr.]	x [RD]	y [RD]	mv [m + NAP]	bk filter [m + NAP]	ok filter [m + NAP]	GHG: [m + NAP]	GMG: [m + NAP]	GLG: [m + NAP]
B60D3096	190129	325779	73,2	-	-	73,4	73,2	73,0
B60D3097	190690	325765	67,7	-	-	67,6	67,5	67,1
B62B4368	190382	324120	80,7	-	-	80,8	80,7	80,3
B62B4369	190570	324992	77,8	-	-	77,9	77,7	77,5

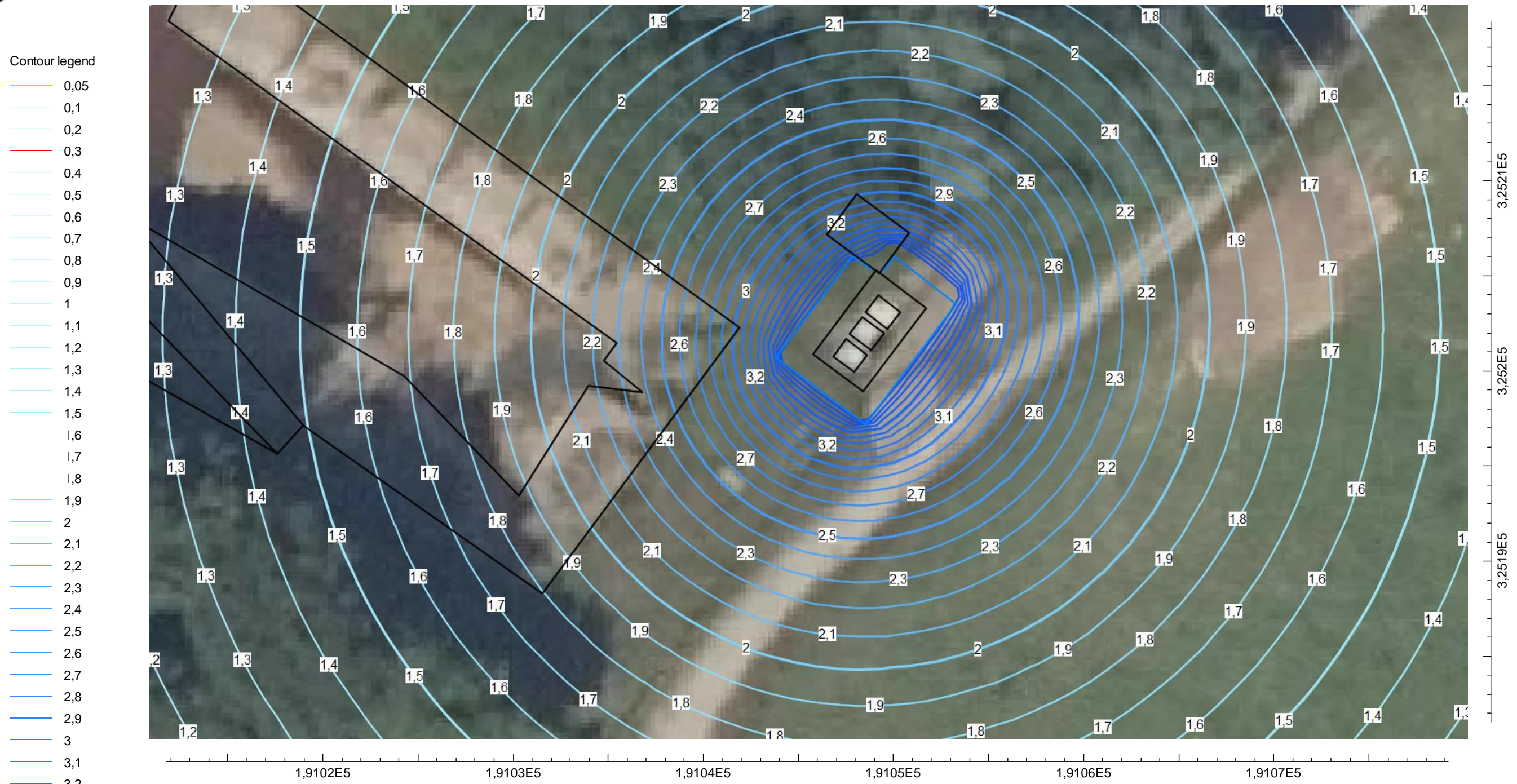
Bijlage 3 : Verlagingscontouren tijdens Bemaling

Contour legend

- 0,05
- 0,1
- 0,2
- 0,3
- 0,4
- 0,5
- 0,6
- 0,7
- 0,8
- 0,9
- 1
- 1,1
- 1,2
- 1,3
- 1,4
- 1,5
- 1,6
- 1,7
- 1,8
- 1,9
- 2
- 2,1
- 2,2
- 2,3
- 2,4
- 2,5
- 2,6
- 2,7
- 2,8
- 2,9
- 3
- 3,1
- 3,2



Figuur 5.1 Verlagingscontouren [m] van het freatisch grondwater 6 weken bemalen, uitgaande van een begingrondwaterstand van 69,1 m + NAP (GMG) op de locatie en een maximale verlaging van 65,0 m + NAP. De GLG-contour (0,3 m-verlagingscontour = 68,8 m + NAP) is weergegeven in rood, de 5 cm-verlagingscontour in groen.



Figuur 5.2 Detail van Figuur 5.1 Verlagsingscontouren [m] van het freatisch grondwater 6 weken bemalen, uitgaande van een begingrondwaterstand van 69,1 m + NAP (GMG) op de locatie en een maximale verlaging van 65,0 m + NAP. De GLG-contour (0,3 m-verlagsingscontour = 68,8 m + NAP) is weergegeven in rood, de 5 cm-verlagsingscontour in groen..

Silt Advies is trots onderdeel van de Silt Groep:



Geotechnisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk, met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Waterdoorlatendheidsmetingen
- Palen akoestisch doormeten
- Onderzoek niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Silt Advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Silt Lab

- Classificatieproeven
- Foto's monsters en boringen
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Doorlatendheidsmetingen
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11,13, 14, 28, 35)
- Opstellen analyseplan/-strategie
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl