

# Bemalingsadvies

Geohydrologisch onderzoek rioolreconstructie Aasterbergerweg Echt  
GA210003.013.R01.V5.0

15 juli 2022



# Bemalingsadvies

Geohydrologisch onderzoek rioolreconstructie Aasterbergerweg Echt

Documentnummer GA210003.013.R01.V5.0

15 juli 2022

## Opdrachtgever

Gemeente Echt-Susteren

Nieuwe Markt 55

6101CV Echt

## Auteurs

Adviseur geohydrologie

Collegiale toets

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

**Geonius.nl**

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geohydrologie		
Collegiale toets		

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Projectbeschrijving .....</b>	<b>6</b>
2.1	Beschrijving .....	6
<b>3</b>	<b>Grondonderzoek .....</b>	<b>8</b>
3.1	Algemeen .....	8
3.2	Machinale boringen en peilbuizen .....	8
3.3	Archiefgegevens .....	8
<b>4</b>	<b>Geohydrologie .....</b>	<b>9</b>
4.1	Geologie .....	9
4.2	Grondwater .....	11
4.3	Oppervlaktewater .....	13
4.4	Geohydrologische eigenschappen .....	13
<b>5</b>	<b>Bemalingsadvies .....</b>	<b>14</b>
5.1	Algemeen .....	14
5.2	Modellering .....	14
5.3	De bemalingsmethodiek .....	15
5.4	Aandachtspunten .....	16
<b>6</b>	<b>Evaluëren omgevingseffecten .....</b>	<b>17</b>
6.1	Algemeen .....	17
6.2	Verlaging van de grondwaterstand .....	17
6.3	Zetting/ zakking .....	18
6.4	Verdrogingsschade .....	19
6.5	Invloed op het zoet/zout grensvlak .....	19
6.6	Overige grondwateronttrekkingen .....	19
6.7	Kwel of wegzijging .....	20
6.8	Archeologie .....	20
6.9	Invloed op (grond)waterverontreinigingen .....	20
<b>7</b>	<b>Toetsing aan de wetgeving .....</b>	<b>23</b>
7.1	Onttrekken .....	23
7.2	Lozen .....	23
<b>8</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>26</b>
8.1	Algemeen .....	26
8.2	Aandachtspunten .....	27
8.3	Risico's en maatregelen .....	27

# Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 In situ tekening grondonderzoek

Bijlage 3 Boringen

Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen

Bijlage 5 Grondwaterstanden

Bijlage 6 Zeefkromme analyse

Bijlage 7 grondwateranalyse



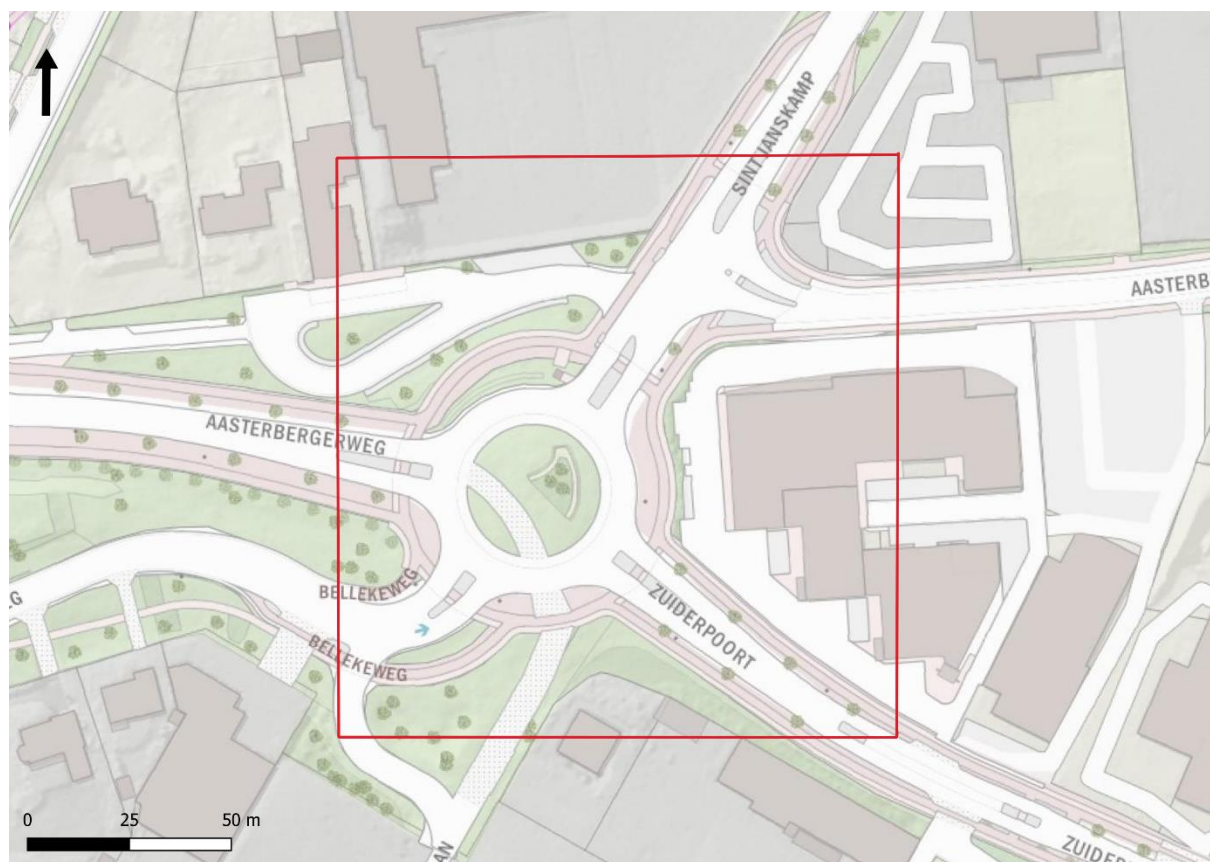
# 1 Inleiding

Door Gemeente Echt-Susteren werd aan Geonius opdracht gegeven om een geohydrologisch onderzoek uit te voeren en een bemalingsadvies op te stellen voor de geplande (riool)reconstructie van de rotonde Aasterbergerweg & Zuiderpoort, te Echt. Het projectgebied is afgebeeld in Figuur 1.1.

Door ons bureau is op de locatie tevens een milieu hygiënisch bodemonderzoek uitgevoerd. Deze is separaat gerapporteerd, onder kenmerk MA210646.R01. Naar aanleiding van de verwachte grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van de bemaling is door ons bureau tevens een aanvullend verkennend grondwaterkwaliteitsonderzoek uitgevoerd binnen het hydrologisch invloedsgebied van de bemaling. Deze is separaat gerapporteerd, onder kenmerk MA110005.028.B02. De resultaten t.b.v. het milieukundig onderzoek zijn deels gebruikt in voorliggend rapport.

Het doel van het bemalingsadvies is middels geohydrologisch onderzoek een inschatting te maken van het benodigde debiet teneinde werkzaamheden t.b.v. de aanleg van het riool in den droge uit te kunnen voeren. Tevens is middels grondwatermodellering de invloed van de bemaling op de nabije omgeving bepaald.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het geohydrologisch onderzoek, het bemalingsadvies en de beoordeling van de effecten op de omgeving.



Figuur 1.1 Projectgebied

# 2 Projectbeschrijving

## 2.1 Beschrijving

Aan de Asterbergerweg en Zuiderpoort is de (riool)reconstructie van een rotonde gepland. Voor het bemalingsadvies zijn, op basis van de verstrekte documenten, door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden:

- Het maaiveldniveau bedraagt gemiddeld ca. NAP +26,5 m;
- Het totale tracé bedraagt ca. 625 m. Dit is onderverdeeld in ca. 150 m te verwijderen riolering (waarbij de twee direct naast elkaar gelegen strengen aan de oostzijde van de rotonde zijn meegenomen als een enkele sleuflengte) en ca. 475 m aan te leggen riolering, waarvan enkel voor ca. 400 m bemaling nodig is om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Dit is gebaseerd op de ontwerptekening CA200117-UO-T03\_RIB\_v1.0-1, welke zich bevindt in bijlage 1. Hierbij is uitgegaan van de meest conservatieve situatie waarbij parallel gelegen tracé onderdelen separaat aangelegd en bemalen worden. De verwachte aan te leggen riolering is ook weergegeven in Figuur 2.1;
- De binnen-onderkant-buis (b.o.b.) niveaus van het riool bedragen ca. NAP +22,6 à 25,5 m. Aangenomen is dat het ontgravingsniveau ca. 0,2 m beneden b.o.b.-niveau ligt en het gewenste verlagingsniveau onder de ontgraving ca. 0,3 m;
- In de modelberekening van de bemaling is ervan uitgegaan dat één dag voorafgaand aan de werkzaamheden de bemaling voor het desbetreffende deel van het tracé al wordt gestart. Aangenomen is dat er drie sleuflengtes (ca. 60 m) tegelijkertijd in bemaling zullen staan. Het gehele traject wordt dus niet gelijktijdig bemalen;
- De afbreek/aanleggsnelheid van het riool is in voorliggend rapport aangenomen op 20 m/dag. De totale bemalingsduur over het gehele aanlegtracé (maximaal ca. 550 m) komt hiermee op ca. 28 werkdagen (inclusief een dag vooraf om te starten met bemalen), hetgeen overeenkomt met ca. 39 kalenderdagen. Echter hoeft afhankelijk van de maatgevende situatie een deel van het tracé niet bemalen te worden. Op basis van de ontwerptekening CA200117-UO-T03\_RIN\_v1.0-1 is een verdeling gemaakt van de tracé onderdelen die in het geval van een GHG en GLG-situatie bemalen dienen te worden. Een overzicht hiervan is opgenomen in onderstaande tabellen:

Tabel 2.1 Bepaling tracé lengte waar bemaling voor nodig is in verschillende situaties

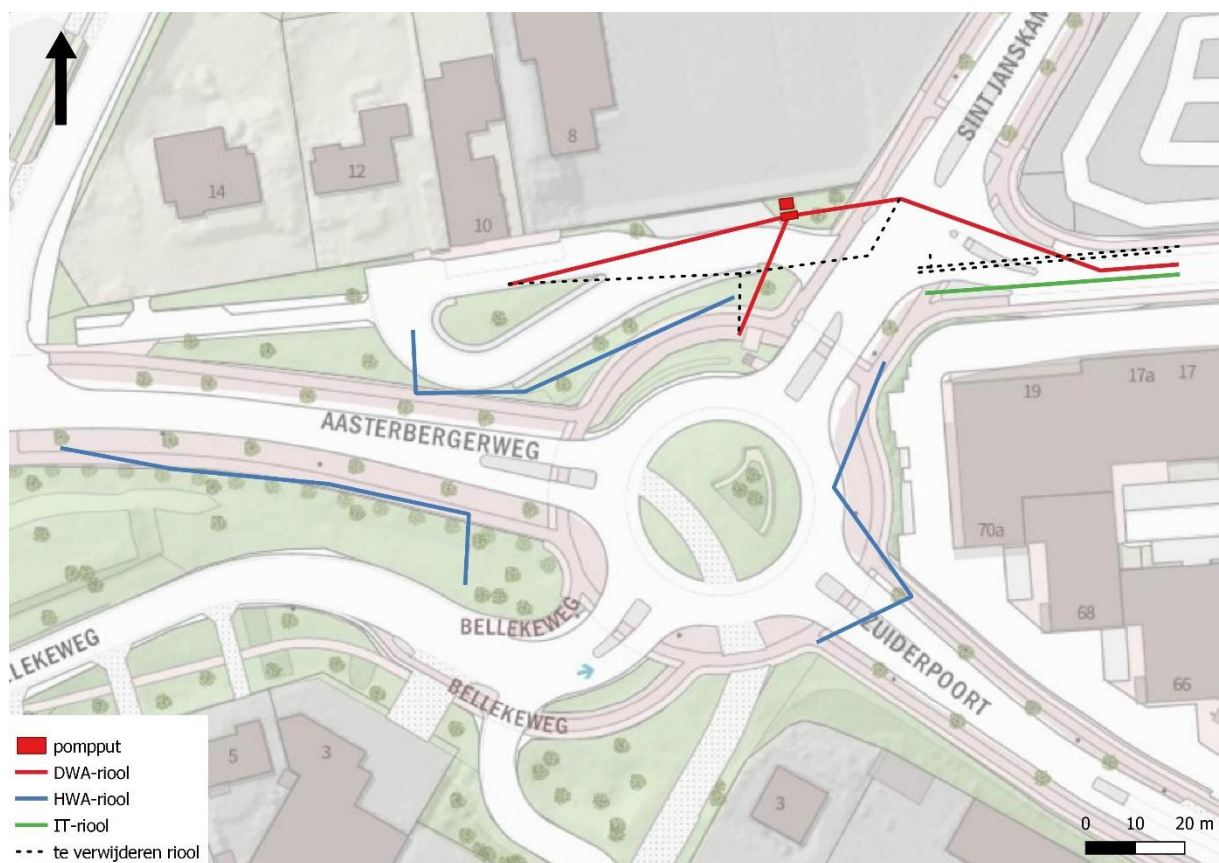
Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Te bemalen tracé lengte [m]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	415	-
1,0	80	50
1,5	50	5
2,0	5	-
<b>Totaal</b>	<b>550</b>	<b>55</b>

Tabel 2.2 Bepaling tracé lengte en bemalingsduur

Situatie	Te bemalen tracé lengte [m]	Duur van bemaling [kalender dagen]
GHG (NAP +23,7m)	550	39
GLG (NAP +23,0m)	55	5

- Er is van uitgegaan dat geen waterkerende voorzieningen worden toegepast;
  - Er dient rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de fundering van de belendende bebouwing alsmede mogelijk aanwezige ondergrondse infrastructuur. Het uitwerken van een bouwputbegrenzing behoort niet tot onze scope, maar wij wijzen erop dat het toepassen van een bouwputbegrenzing (zoals damwanden) wel noodzakelijk is teneinde een goede en veilige uitvoering te kunnen bewerkstelligen. Indien gewenst kan dit nader door ons worden uitgewerkt. Een bouwputbegrenzing kan van invloed zijn op de benodigde debieten;
- Er zijn geen bemalingen in de directe nabijheid actief die de invloed en het debiet kunnen beïnvloeden;
- Voor meer informatie omtrent de milieukundige gesteldheid wordt verwezen naar de rapportage van Geonius Milieu B.V. met kenmerk MA210646.

**Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het advies mogelijk moet worden aangepast.**



Figuur 2.1 Geplande rioolreconstructie

# 3 Grondonderzoek

## 3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in oktober 2021, 3-tal machinale boringen (genummerd GA210003.013 MB01 t/m, MB03) tot ca. 5,0 m- maaiveld uitgevoerd waarbij peilbuizen geplaatst zijn. In de peilbuizen zijn vervolgens doorlatendheidsmetingen uitgevoerd (genummerd DM01 t/m DM03). In de volgende paragrafen is het uitgevoerde onderzoek verder beschreven.

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA210003.013.T01 in bijlage 2 weergegeven. De onderzoekspunten zijn met behulp van 06-GPS ingemeten t.o.v. het Rijksdriehoekstelsel en NAP (nauwkeurigheid ca. 0,10 m). Alle gegevens van de inmetingen zijn een momentopname en zijn alleen te gebruiken voor voorliggend onderzoek.

## 3.2 Machinale boringen en peilbuizen

Om de toplagen nader te verkennen en om doorlatendheidsmetingen uit te kunnen voeren zijn op locatie drie machinale boringen uitgevoerd. Tijdens de boorwerkzaamheden is het bodemmateriaal lithologisch onderzocht. Bij het lithologisch onderzoek worden de grondsoorten geclassificeerd volgens NEN 5104. De boorstaten zijn opgenomen in de bijlagen.

De boringen zijn daarna afgewerkt met een peilbuis. Hierin zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Aangezien de doorlatendheid van de verzadigde lagen is bepaald en wegens lokale omstandigheden, zijn de doorlatendheidsmetingen conform de methode omgekeerde Hooghoudt uitgevoerd. Bij de omgekeerde Hooghoudtmethode wordt een gat geboord tot in de te beproeven laag. Vervolgens wordt in het boorgat de apparatuur geplaatst voor de bepaling van de waterdoorlatendheid. Daarna wordt onder gestandaardiseerde omstandigheden de daling van het waterpeil gemeten per tijdsinterval. Per proef worden drie metingen gedaan. De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van het bodemmateriaal, de structuur en de bodemopbouw. Met deze veldgegevens kan de doorlatendheid van het beproefde traject met behulp van de formule van Ernst worden berekend.

## 3.3 Archiefgegevens

Bij TNO-dinoloket zijn peilbuisgegevens en boringen opgevraagd en verwerkt. Met de beschikbare gegevens is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) berekend voor ingeschat voor de dichtstbijzijnde peilbuis.

Daarnaast is het REGISII-model geraadpleegd teneinde meer inzicht te verkrijgen in de geomorfologische ligging en geohydrologische eigenschappen van de ondergrond.



# 4 Geohydrologie

## 4.1 Geologie

De op de locatie te verwachten bodemopbouw kan op basis van boringen en TNO-gegevens door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven, zie ook Figuur 4.:

### *Formatie van Beegden, 2<sup>e</sup> & 3<sup>e</sup> zandige eenheid*

Vanaf maaiveld (ca. NAP +26,5 m) wordt een antropogene, middel grof, zandige toplaag met weinig stenen of baksteen aangetroffen tot een variërende diepte van 0,15 m tot 0,8 m- maaiveld. Tot ca. NAP +13,5 m wordt een goed doorlatend zandpakket verwacht, met een horizontale doorlatendheid van 100-200 m/d en een standaarddeviatie (sdh) van 92 m/d. Bij de boringen zijn voornamelijk zandlagen aangetroffen. Tot NAP +23,5 m betreft dit middel grof, siltig zand en vanaf NAP +23,5 m betreft dit fijn tot middel grof, zwak zandig grind. Ter plaatse van MB02 en MB03 zijn deze zandlagen plaatselijk onderbroken door zandige klei en silt lagen van 0,5 tot 1,5 m dikte.

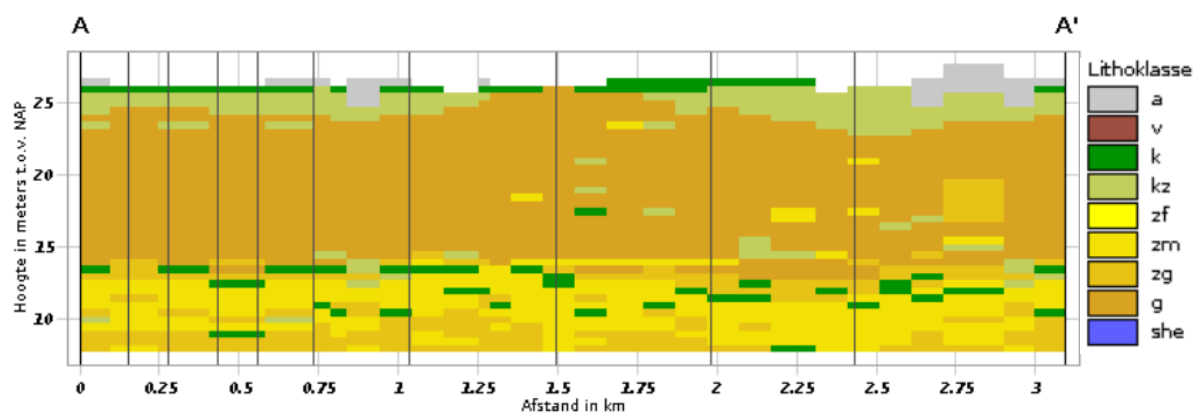
### *Formatie van Stramproy, 2<sup>e</sup> – 4<sup>e</sup> zandige eenheid*

De hieronder gelegen Formatie van Stramproy betreft een goed doorlatend zandpakket, met een horizontale doorlatendheid van 5-10 m/d en een sdh van 3,5 m/d, welke zich doorzet tot ca. NAP -6 m. Volgens TNO-gegevens wordt dit zandpakket plaatselijk doorkruist met kleilagen.

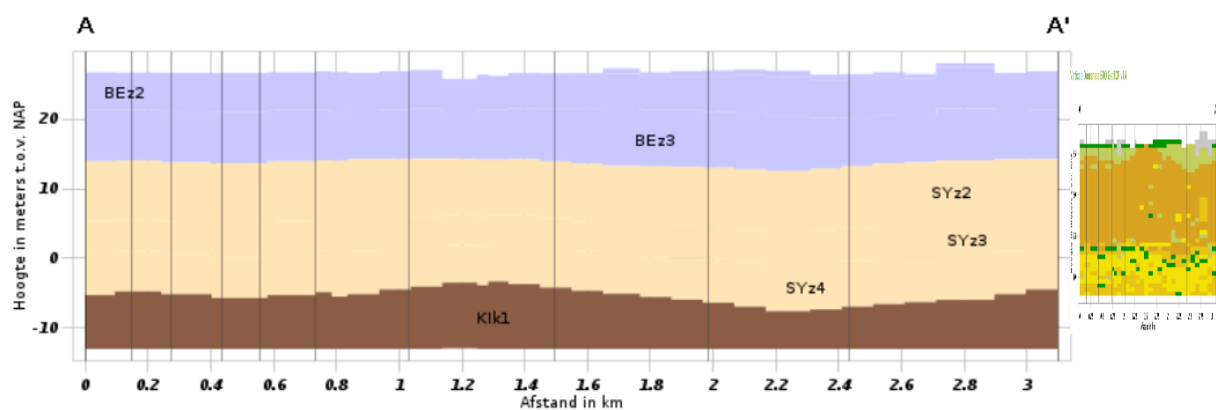
### *Kiezeloöliet Formatie, 1<sup>e</sup> kleiige eenheid*

Vervolgens wordt een slecht doorlatende kleilaag, met een verticale doorlatendheid van 0,0005-0,001 m/d en een weerstand van 10000-100000 d, aangetroffen tot ca. NAP -15m. Deze laag wordt in de berekeningen als hydrologische basis beschouwd.

# Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



## Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2

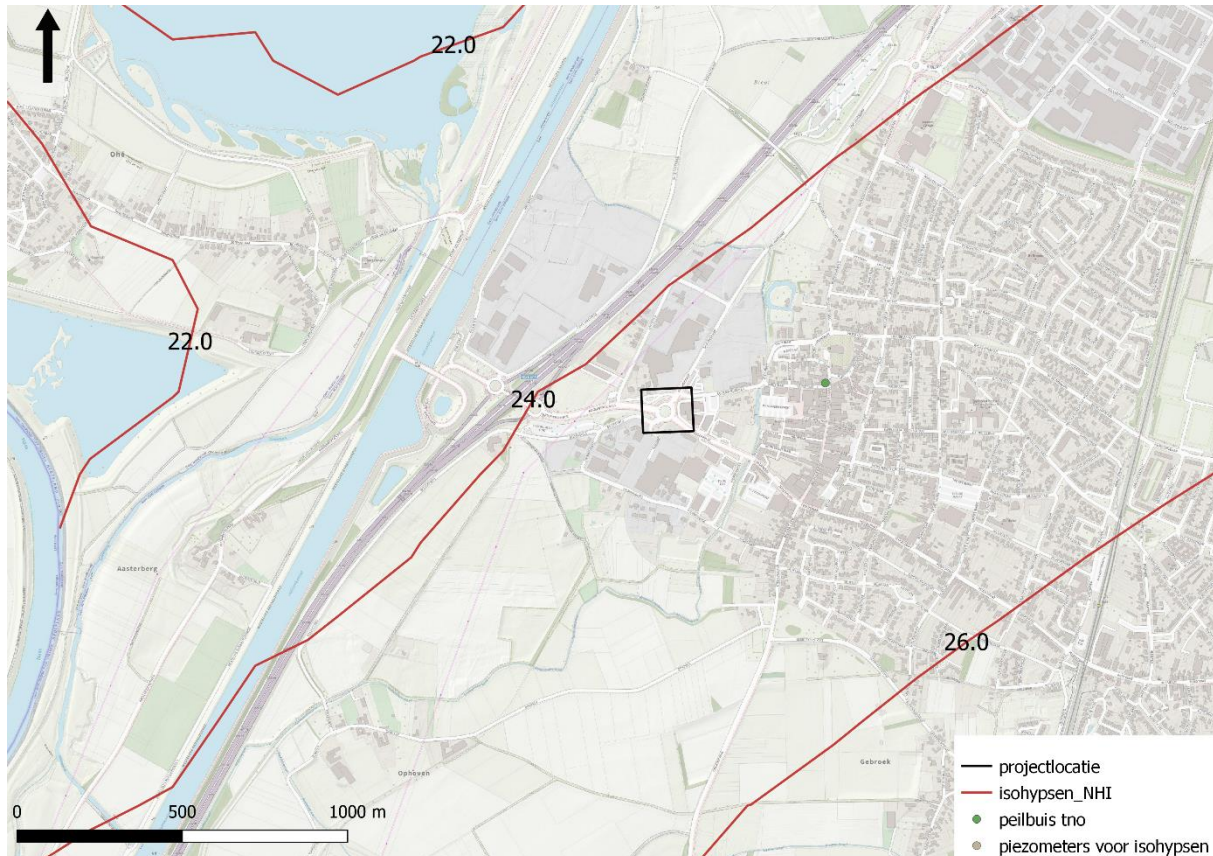


Figuur 4.1 Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4 & BRO REGIS II v2.2

## 4.2 Grondwater

### Archiefgegevens

Uit de gegevens van de regionale peilbuizen is aan de hand van grondwatertools een regionaal stromingspatroon te herleiden in de richting van het Julianakanaal (zie figuur 4.2). Het stromingspatroon van grondwatertools is gebaseerd op een beperkt aantal metingen en geeft daarmee een vrij grof beeld. Op de locatie en de directe omgeving hiervan zijn echter maar weinig grondwaterstandsgegevens beschikbaar om een lokaal stromingspatroon te kunnen bepalen.



Figuur 4.2 Situering TNO-peilbuizen met stromingspatroon voor het 1e watervoerend pakket uit het NHI met grondwaterstanden in m+NAP.

In TNO DINO *loket* is de dichtstbijzijnde peilbuis (B60A0025) beschouwd. Deze peilbuis bevindt zich op ca. 500m van de projectlocatie, het maaiveld ligt op NAP +23,8 m, de filterniveaus liggen op NAP +20,38 tot +11,88 m en er is een meetreeks van 14-03-1951 t/m 02-12-2020. De grondwaterstanden ter plaatse van de peilbuis varieert tussen ca. NAP +23,0 tot +23,9 m (gemeten tussen januari 2020 t/m maart 2021). Aangezien de aquifer gekoppeld en freatisch is en deze peilbuis wat betreft de stromingsrichting op ongeveer gelijke hoogte ligt met de projectlocatie en wordt deze peilbuis beschouwd om een indicatie te krijgen van de grondwaterstanden ter plaatse van de projectlocatie. Op basis van deze peilbuisgegevens zijn de GHG en GLG ingeschat op respectievelijk ca. NAP +23,7 en +23,0 m, ofwel 2,7 en 3,5 m- maaiveld.

Daarnaast is het IBRHAYM regionale model geraadpleegd om meer inzicht te krijgen in de grondwaterstanden op de projectlocatie. Volgens dit model is de GHG op de locatie 2,5 m- maaiveld (NAP +24,0) en de GLG 3,5 m- maaiveld (NAP +23,0).

### Boringen op de projectlocatie

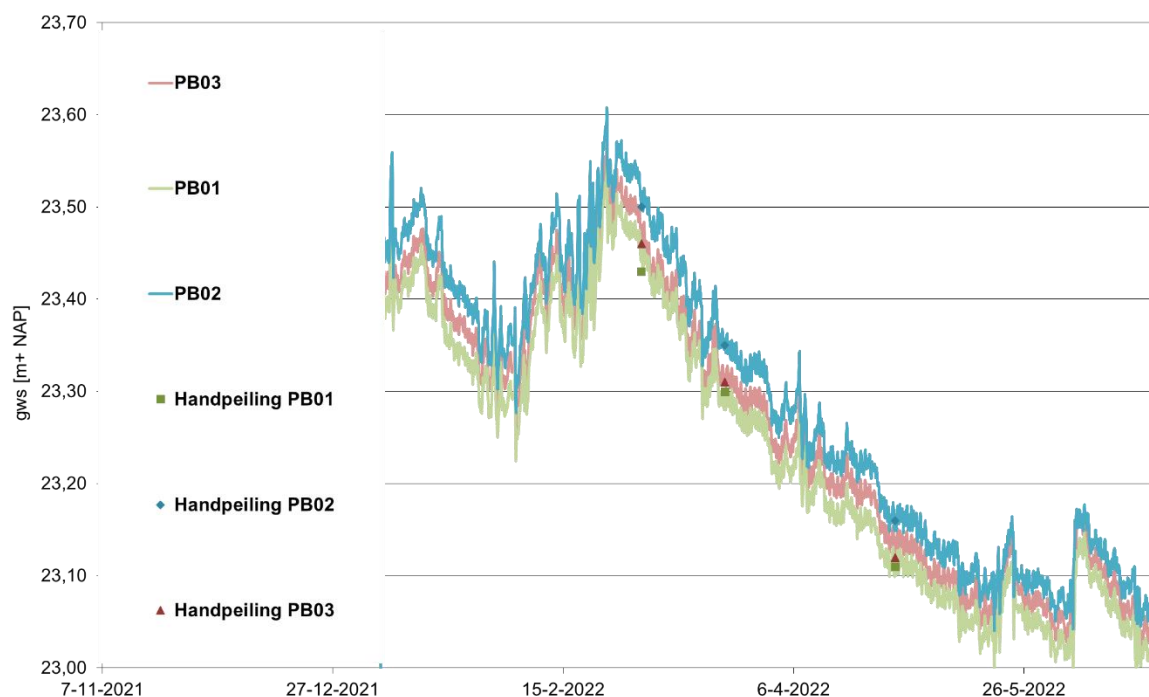
Tijdens het grondonderzoek is de freatische grondwaterstand aangetroffen op ca. 3,2 m- maaiveld (NAP +23,2 m), 3,5 m- maaiveld (NAP +23,4 m) en 3,4 m- maaiveld (NAP +23,1 m) ter plaatse van de boorgaten MB01 t/m MB03. Het betreft hierbij slechts een eenmalige meting, waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels peilbuismetingen worden verkregen.

### In-situ grondwatermonitoring

Op 6 januari 2022 is ter plaatse van de onderzoekslocatie grondwatermonitoring opgestart in drie peilbuizen (zie situatietekening GA210003.013.T01). Deze monitoring vond plaats gedurende ca. zes maanden, ofwel tot 6 juli 2022, met tussentijdse uitlezing.

De resultaten van de grondwatermonitoring zijn weergegeven in figuur 2.2. Hieruit blijkt dat de grondwaterstand tussen januari en juni varieerde tussen ca. NAP +23,6 en +23,0 m. Dit komt neer op een fluctuatie van ca. 0,6 m. Er zijn weinig onderlinge verschillen tussen de peilbuizen, waarmee de aanname van het gebruik van één constante grondwaterstand op te projectlocatie onderbouwd wordt. De gemeten hoge grondwaterstanden, gemeten gedurende een hydrologisch natte periode, komen goed overeen met de eerder uit handpeilingen en archiefgegevens aangenomen grondwaterstanden. De gemeten lage grondwaterstanden komen ook goed overeen met de eerder uit handpeilingen en archiefgegevens aangenomen grondwaterstanden, al is niet met zekerheid te zeggen dat deze representatief zijn aangezien de hydrologisch droge periode nog niet voorbij is. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de uit regionale gegevens herleide GHG juist is.



Figuur 4.1 Gemeten grondwaterstanden tijdens een zes maanden monitoringsperiode van ca. januari tot juli

### Conclusie

Op basis van de beschikbare gegevens (peilbuizen en boorstaten) wordt voor de projectlocatie uitgegaan van de representatieve grondwaterstanden in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Representatieve grondwaterstanden en stijghoogten

Pakket	GHG (m NAP)	GLG (m NAP)
freatisch	+23,7	+23,0

GHG = gemiddelde hoogste grondwaterstand, GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

## 4.3 Oppervlaktewater

Op ca. 230m ten oosten van de projectlocatie loopt een watergang, de Molenbeek Echt. Er is geen tot weinig informatie beschikbaar over de functie van deze beek en het streefpeil. Indien meer informatie hierover gewenst is, kan dit worden opgevraagd bij het desbetreffende gezag. Het Julianakanaal, een kanaal dat een deel van het water van de Maas doorvoert, is gelegen op ca. 600m ten westen van de projectlocatie. Op basis van langjarige gegevens van Rijkswaterstaat wordt verwacht dat het gemiddeld peil van het Julianakanaal ter hoogte van de locatie NAP +32,7 m bedraagt. Dit is hoger dan de GHG, waardoor water mogelijk kan infiltreren vanuit het kanaal.

## 4.4 Geohydrologische eigenschappen

Met de resultaten van de doorlatendheidsmetingen is de doorlatendheid bepaald. In Tabel 4.2 is een overzicht gegeven van de resultaten.

Tabel 4.2 de doorlatendheid van de bodem op basis van doorlatendheidsmetingen

Meting	Traject [m-maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
DM01	4,0 – 5,0	22,6 – 21,6	Middel grof, zwak zandig grind	14,9 – 19,8
DM02	4,0 – 5,0	22,7 – 21,7	Fijn, zwak zandig grind	19,8 – 31,2
DM03	4,0 – 5,0	22,5 – 21,5	Fijn tot middel grof, zwak zandig grind	7,0 – 12,3

Op basis van de zeefkromme analyse zijn doorlatendheden berekend tussen 12 en 60 m/d. De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage 6.

Indien gewenst kunnen additionele doorlatendheidsmetingen volgens de constant-head methode worden uitgevoerd om de doorlatendheid accurater te bepalen.



# 5 Bemalingsadvies

## 5.1 Algemeen

De uitgangspunten zijn samengevat in Tabel 5.1 en Tabel 5.2. De verschillende benodigde verlagingen op basis van de b.o.b. hoogten van de ontwerptekening zijn vereenvoudigd tot vier situaties waarbij zowel een GHG als een GLG-situatie zijn beschouwd. Geadviseerd wordt om de grondwaterstand te peilen ten tijde van uitvoering om te verifiëren wat de benodigde verlaging is voor de verschillende aan te leggen riolen.

Tabel 5.1 Te bemalen tracé lengte voor verschillende verlagingen en verschillende situaties met betrekking tot de grondwaterstand.

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Te bemalen tracé lengtes [m]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	415	-
1,0	80	50
1,5	50	5
2,0	5	-
<b>Totaal</b>	<b>550</b>	<b>55</b>

Tabel 5.2 De bemalingsduur voor verschillende verlagingen en verschillende situaties met betrekking tot de grondwaterstand.

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Bemalingsduur [kalenderdagen]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	29	-
1,0	4	3
1,5	3	2
2,0	2	-
<b>Totaal</b>	<b>28</b>	<b>5</b>

## 5.2 Modellerings

Met het programma MicroFEM V4.10 zijn berekeningen uitgevoerd om het benodigde debiet van de bemaling en de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving van het project in te schatten. MicroFEM is een eindige elementen programma voor grondwaterstroming. Met het model kunnen zowel stationaire als niet-stationaire berekeningen worden uitgevoerd. Het grondwatermodel is gebaseerd op de parameters in tabel 5.2. De straal van het model bedraagt circa 2,5 km. Het model is opgezet volgens het superpositie beginsel.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek en de archiefgegevens is een geohydrologisch profiel opgesteld. In Tabel 5.3 staat het profiel voor de modellering weergegeven. In het model is uitgegaan van freatisch grondwater en een horizontaal maaiveld. De transmissiviteit is gelijk aan het product van de doorlatendheid en de dikte van de laag. Voeding door neerslag is meegenomen op basis van een entreeweerstand van 100 d.

Uit de uitgevoerde doorlatendheidsmetingen blijkt de doorlatendheid tussen ca. 7 en 30 m/d te zijn, terwijl de doorlatendheid ter plaatse van de uit te voeren werkzaamheden volgens TNO-gegevens 185 m/d zou moeten zijn. Dit verschil is mogelijk te verklaren doordat de doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd aan de bovenkant van de grindlaag, waar dichtslibbing van toepassing zou kunnen zijn. De bemalingsfilters zullen dieper in de

grindlaag geplaatst worden. Om die reden is voor de modellering uitgegaan van de doorlatendheid uit het BRO Regis II v2.2 model voor de Formatie van Beegden van 185 m/d in plaats van de gemeten doorlatendheid.

Tabel 5.3 Overzicht van het geohydrologisch profiel

Laag	Bovenkant [m t.o.v. NAP]	Onderkant [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Transmissiviteit [m <sup>2</sup> /d]	Hydraulische weerstand [d]
Beegden (t/m filter niveau)	+26,5	+20,1	3,3	610*	100
Beegden (onder filter niveau)	+20,1	+13,5	6	1221	0,1
Stramproy	+13,5	-6	19,5	158	15
Kiezeloöliet klei	-6	-15	∞	-	∞

\*gecorrigeerd op verzadigde dikte

## 5.3 De bemalingsmethodiek

Er wordt een bemaling met behulp van strengen in de zandlagen geadviseerd. De onttrekking zal met filters op een diepte van ca. 1 tot 2 meter onder de gewenste grondwaterstand plaats vinden. Afhankelijk van de doorlatendheid van de grond en de vereiste drooglegging zal de horizontale afstand tussen de filters ca. 1 tot 5 meter bedragen. Teneinde grondwaterstroming tussen de filters te voorkomen, en daarmee het risico op uitspoeling van het talud te verkleinen, wordt geadviseerd van korte filterafstanden (1 à 2 m) gebruik te maken. Dit is ook afhankelijk van de toegepaste bouwputbegrenzing.

De exacte uitvoeringswijze van de bemaling (aantal benodigde pompen, de definitieve locatie en omvang van de drains/situering van de filters) dient te worden overgelaten aan de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige en te worden vastgelegd in een werkplan (conform BRL 12000).

Op grond van de beschikbare gegevens zijn met het programma MicroFEM de benodigde onttrekkingen bepaald. In Tabel 5.4 en Tabel 5.5 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5.4 Debieten per uur voor de verschillende situaties

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Debieten [m <sup>3</sup> /u]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	70	-
1,0	175	165
1,5	270	260
2,0	375	-

Tabel 5.5 Debieten voor de verschillende situaties o.b.v. geschatte duur

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Debieten o.b.v. geschatte duur [m <sup>3</sup> ]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	50.000	-
1,0	17.000	16.000
1,5	19.000	19.000
2,0	18.000	-
<b>Totaal</b>	<b>104.000</b>	<b>35.000</b>

Het totale waterbezwaar wordt geschat op minimaal ca. 35.000 m<sup>3</sup> en maximaal ca. 104.000 m<sup>3</sup> afhankelijk van de grondwaterstand tijdens uitvoering.

Gebaseerd op de gemiddeld berekende doorlatendheid van de putproeven en/of zeefkromme analyse (30m/d) wordt het totale waterbezwaar in een GHG-situatie geschat op ca. 25.000 m<sup>3</sup> (met een gemiddeld debiet van 15 tot 95 m<sup>3</sup>/uur afhankelijk van de verlaging).

Gezien het grote verschil in de gemeten en de verwachte doorlatendheid zou de in-situ doorlatendheid ter diepte van de filters nauwkeuriger bepaald kunnen worden door het bemalen van een proefsleuf voorafgaand aan de werkzaamheden.

## 5.4 Aandachtspunten

De bemaling dient gestuurd te worden op basis van de bereikte verlaging, zodat niet meer wordt onttrokken dan strikt noodzakelijk. Het te onttrekken debiet is afhankelijk van de uiteindelijke fasering, filterstelling en de grondwaterstanden tijdens de uitvoering, de resultaten dienen derhalve als oriënterend te worden ervaren.

De debieten en de invloed op de omgeving kunnen beperkt worden door:

- Het aanpassen van de fasering: door het gelijktijdig te bemalen tracé te verkorten. Afhankelijk van de tijd waarin na het starten van de bemaling voldoende verlaging wordt bereikt kan de bemaling korter voor start van het betreffende tracé worden aangezet, dit beperkt het totale debiet;
- Het gelijktijdig aanleggen en bemalen van parallel gelegen onderdelen van het tracé. Dit leidt mogelijk tot een hoger debiet per uur of per dag, maar een lager totaal waterbezwaar;
- Anderzijds kunnen de debieten per uur worden beperkt door de bemaling langer voor start van het betreffende tracé aan te zetten. Het totale debiet zal echter toenemen door de langere duur;
- optimalisatie van de filterstelling: het toepassen van kortere filters, met korte h.o.h.-afstanden en zo dicht mogelijk op de sleuf. Door horizontale bemaling of het plaatsen van filters aan twee zijden van de sleuf zou ondieper bemaalt kunnen worden. De mogelijkheden hiertoe zijn afhankelijk van de beschikbare werkruimte en materieel, dit zal door de bemaler bepaald dienen te worden;
- de bemaling uit te voeren tijdens perioden met lage grondwaterstanden.

# 6 Evalueren omgevingseffecten

## 6.1 Algemeen

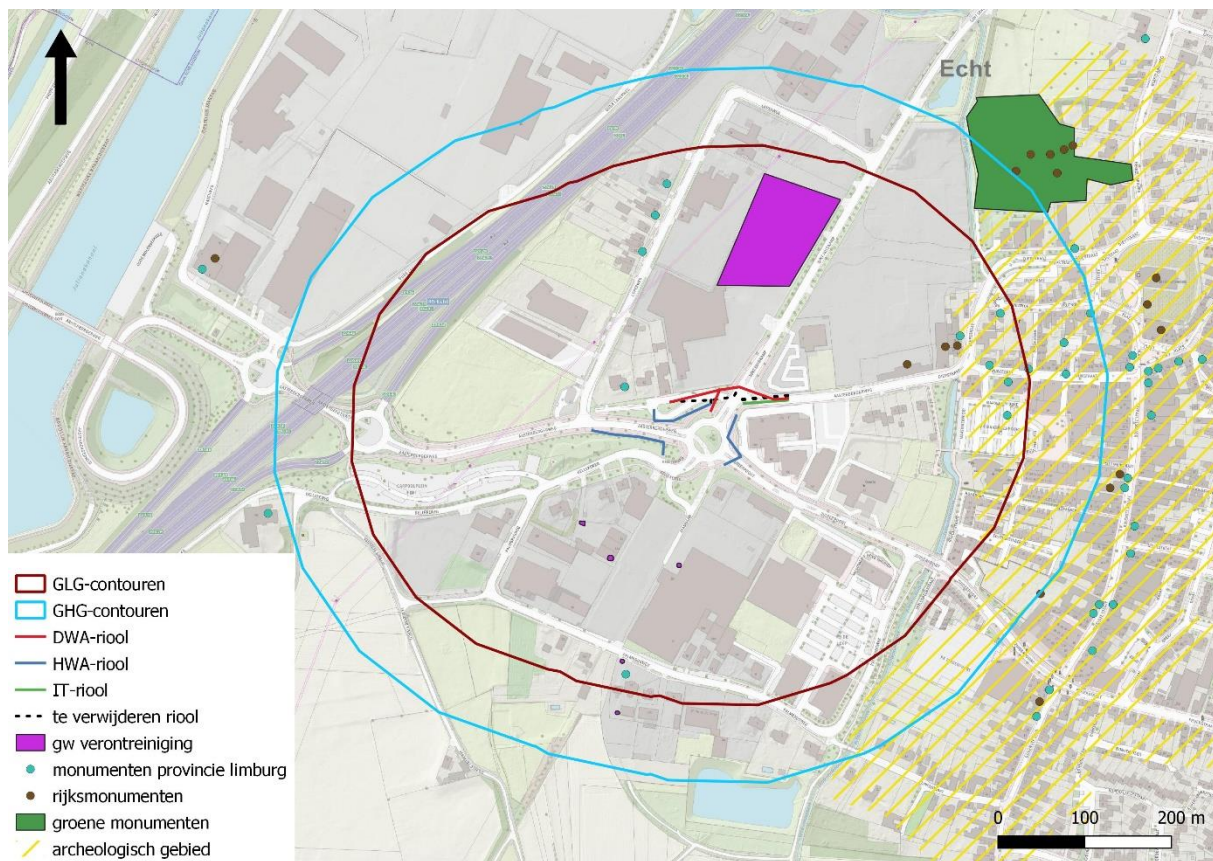
Ten gevolge van de bemaling kunnen de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten (zoals het optreden van maaiveldzettingen, invloed op landbouw, natuur of stedelijk groen, het verplaatsen van eventuele verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet/zout grensvlak). In onderstaande paragrafen worden deze zaken behandeld.

## 6.2 Verlaging van de grondwaterstand

In Tabel 6.1 is een prognose uitgewerkt van de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving ten gevolge van de bemaling bij een uitvoering tijdens GHG. Op basis van de prognose van de verlaging reikt het hydrologisch invloedsgebied (5 cm verlagingslijn) tot maximaal circa 350 m van de bouwput en vindt verlaging buiten natuurlijke fluctuatie plaats binnen een straal van maximaal circa 280 m in een GLG-situatie (zie Tabel 6.1 en Figuur 6.1).

Tabel 6.1 Prognose van de verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving tijdens de verschillende situaties

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Hydrologisch invloedsgebied (0,05 m- verlaging) [m]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	370	-
1,0	320	280
1,5	340	280
2,0	320	-

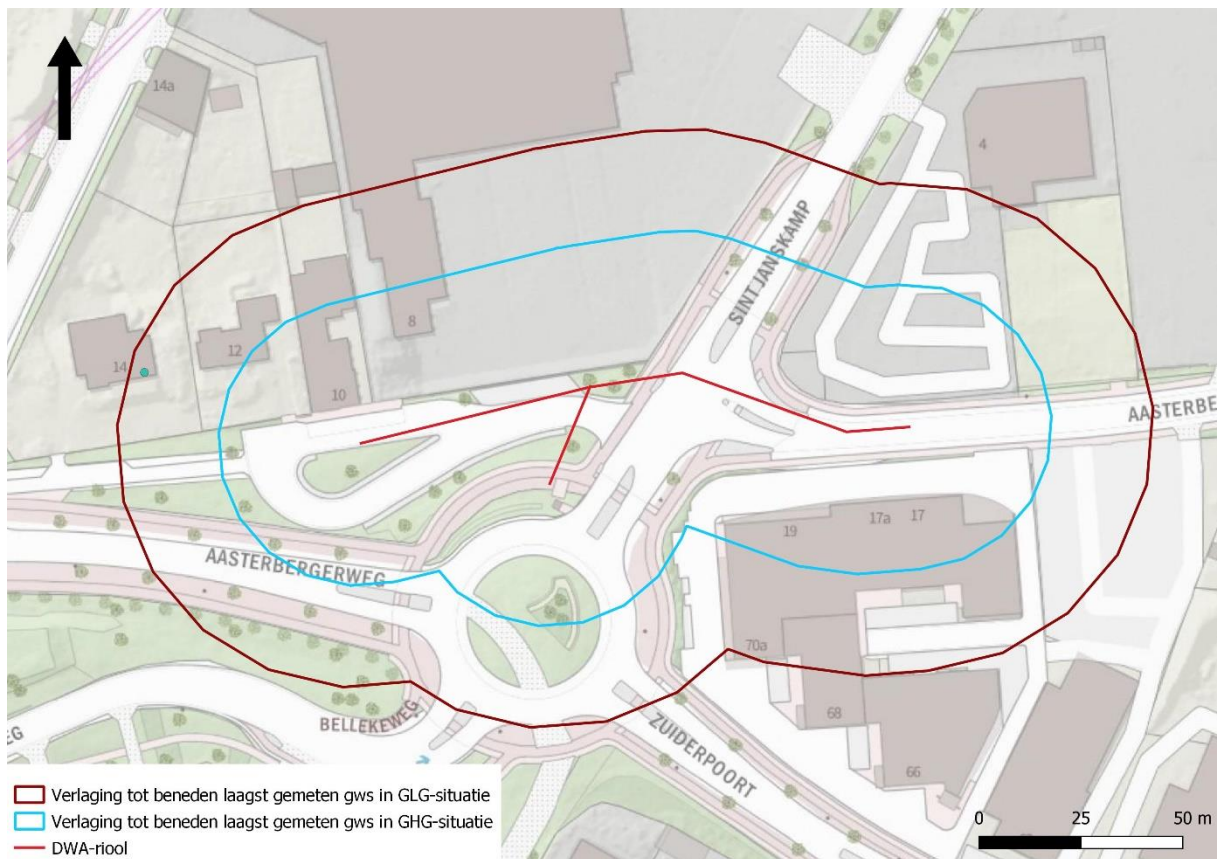


Figuur 6.1 Maximale verlaging t.o.v. de geplande rioolreconstructie in een GHG- en GLG- situatie.

## 6.3 Zetting/ zakking

Zetting treedt op als de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Het gewenste verlagningsniveau (maximaal NAP +22,1 m) bevindt zich beneden de GLG (NAP +23,0 m), derhalve kunnen zettingen mogelijk optreden in zettingsgevoelige lagen. Zoals beschreven in de boorstaten (zie bijlage 3) is er tussen de GHG en het gewenste niveau van drooglegging hoofdzakelijk grind aanwezig. Plaatselijk zijn op variërende diepte ook kleilagen aangetroffen, echter liggen deze boven de GLG, waardoor risico op zettingen uitgesloten is. Aangezien grind niet zettingsgevoelig wordt geacht en gezien de tijdelijke aard van de bemaling worden hieruit geen zettingen verwacht. Bij een bodemopbouw bestaande uit zand of grind is de laagst gemeten grondwaterstand maatgevend met betrekking tot zettingen, dit is ca. NAP +22,6 m (TNO-peilbuis B60A0025), ofwel ca. 0,4 m beneden GLG. Aangezien het gewenste verlagningsniveau op enkele locaties (enkel ter plaatse van het DWA-riool) lager ligt dan dit niveau, namelijk NAP +22,1 of NAP +21,6 m, wordt geadviseerd om binnen het gebied waar de grondwaterstand beneden dit niveau verlaagt wordt een bouwkundige vooropname uit te voeren alvorens de werkzaamheden te starten en tijdens uitvoering naar eigen inzicht eventuele zettingen te monitoren (bij voorkeur wel bij kritische en/of monumentale panden) (zie Figuur 6.2). Dit komt overeen met een verlagningscontour van ca. 1,0 m in een GHG-situatie (max. ca. 35 m) en een verlagningscontour van ca. 0,5 m in een GLG-situatie (max ca. 60 m).





Figuur 6.2 Gebied waar een grondwaterverlaging verwacht wordt tot beneden de laagst gemeten grondwaterstand, waarbinnen een bouwkundige nul opname gewenst is.

## 6.4 Verdrogingsschade

Voor flora kan gesteld worden dat de verlagingen lager moeten zijn dan 0,05 meter, om geen schade aan de vegetatie te veroorzaken. Dit betekent echter niet dat bij verlagingen van 0,05 m of groter schade zal ontstaan. Dit is namelijk afhankelijk van een groot aantal factoren zoals, type begroeiing, seizoen waarin de bemaling plaats vindt en de weersomstandigheden tijdens deze periode. Het hydrologisch invloedsgebied van de bemaling reikt niet tot een Natura 2000-gebied of ander beschermd natuurgebied. Wel bevindt zich een groen monument aan de rand van dit invloedsgebied (zie Figuur 6.1). Echter is de grondwaterverlaging ter plaatse van deze locatie vrij klein (ca. 0,05 m), waardoor geen schade wordt verwacht. Gezien de verwachte uitvoeringstermijn zich buiten het groeiseizoen bevindt en de bemaling van tijdelijke aard is, wordt ook geen verdrogingsschade aan stedelijk groen verwacht.

## 6.5 Invloed op het zoet/zout grensvlak

Het brak/zout grensvlak bevindt zich op circa NAP -300 tot -400 m (Geologische dienst Nederland). Gezien de bemalingsdiepte is geen invloed van de bemaling op de ligging van dit grensvlak te verwachten.

## 6.6 Overige grondwateronttrekkingen

Op basis van de WKO-tool bevindt zich binnen het invloedsgebied van de bemaling een grondwateronttrekking (installatie ID 84164) op circa 175 m ten noordoosten. Hier wordt een maximale verlaging van circa 0,1 à 0,2 m verwacht in een GHG-situatie. De (mogelijke) effecten van de geplande werkzaamheden vallen binnen de natuurlijke jaarlijkse fluctuaties daarom zal er minimaal tot geen onderling effect met het bodemenergiesysteem. In een GLG-situatie wordt in de bovenste laag een verlaging van maximaal circa -0,05 à -0,1 m verwacht ter

plaats van dit systeem. De verlaging in de laag waarbinnen het WKO-systeem actief is zal waarschijnlijk nog kleiner zijn. Vanwege deze minimale verlaging wordt geen onderling effect verwacht op het bodemenergiesysteem.

## 6.7 Kwel of wegzijging

De ontgraving en bemaling beperken zich tot het freatisch pakket en zijn tijdelijk van aard, effect op kwel of inzijging wordt niet verwacht.

## 6.8 Archeologie

Effecten van de bemaling op de archeologie ter plaatse van de rioolreconstructie zijn weg te schrijven aangezien de werkzaamheden plaatsvinden in reeds verstoorde grond voor de eerdere aanleg van riolering. Het invloedsgebied van de bemaling bereikt echter wel het gebied met hoge archeologische waarde. Volgens onze archeoloog zijn de effecten van de bemaling op de archeologie ter plaatse van het stadscentrum weg te schrijven. Mogelijk bevat het stadscentrum archeologische waarden die negatief beïnvloed kunnen worden door grondwaterstandsverlaging. Echter zijn bij eerdere onderzoeken alleen archeologische waarden gevonden boven de grondwaterstand. Daarnaast is, ter plaatse van het stadscentrum, de verlaging van de grondwaterstand ten opzichte van de gemiddeld laagste grondwaterstand vrij klein (maximaal ca. -0,05 tot -0,1 m), waardoor het effect op eventueel aanwezige archeologische waarden verwaarloosbaar zou zijn. Desalniettemin is het aan het bevoegd gezag om dit te verifiëren.

## 6.9 Invloed op (grond)waterverontreinigingen

De geplande werkzaamheden hebben in theorie alleen invloed op mobiele grondwaterverontreinigingen die aanwezig zijn binnen de invloedsfeer van de bemaling. Deze is berekend op afgerond 870 meter. Navolgend zijn de bekende hierbinnen gelegen grondwaterverontreinigingen benoemd (Geonius, kenmerk: MA220005.028.B02, d.d. 25 april 2022):

### **Projectlocatie (rotonde Aasterbergerweg-Zuiderpoort):**

In het uitgevoerde milieu hygiënisch bodemonderzoek ter plaatse van de geplande rioolreconstructie (Geonius, kenmerk MA210646.R01.V1.0, d.d. 25 februari 2022) zijn in het grondwater maximaal licht verhoogde gehalten aan barium, naftaleen, 1,1-dichlooretheen, tetrachlooretheen en/of 1,1,1-trichloorethaan aangetoond middels onderzoek op locatie.

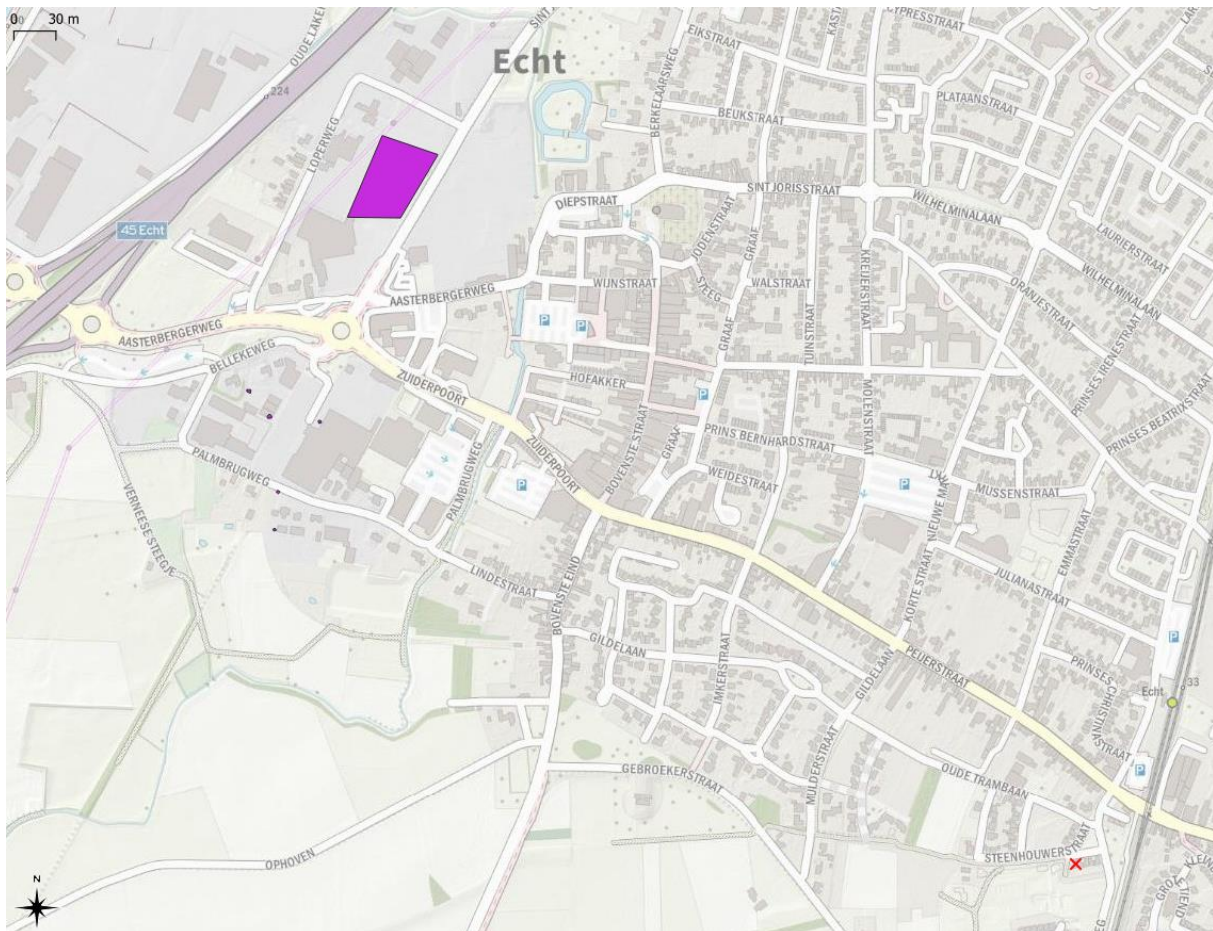
### **Locatie code LI-090100022:**

Onderhavige locatie staat bij de provincie Limburg geregistreerd onder locatiecode "LI-090200022". Binnen deze locatiecode zijn in het verleden diverse onderzoeken uitgevoerd. Slechts enkele hiervan hebben betrekking op het grondwater. Ten behoeve van het onderzoek zijn alle beschikbare bodemonderzoeken bij de Provincie Limburg opgevraagd die vallen onder locatiecode "LI-090200022". Van al deze gegevens is een beoordeling gemaakt welke relevant zijn m.b.t. het onderzoeksgebied en de kwaliteit van het grondwater.

Uit onderzoek van de door de Provincie beschikbaar gestelde documenten, blijkt met betrekking tot het grondwater dat:

- Ten zuidwesten van de locatie is in het verleden een sterke verontreiniging aangetroffen met nikkel, een matige verontreiniging met zink en een lichte verontreiniging met zware metalen (voornamelijk Bellekeweg).

- Ten zuiden van de locatie is een sterke verontreiniging met minerale olie en een lichte verontreiniging met zware metalen, aromaten, fenolen, naftaleen en 1,1,1 trichloorethaan aangetroffen. Plaatselijk is een overschrijding van de interventiewaarde voor zware metalen en + 1,1,1 trichloorethaan aangetroffen (Trambaan, bedrijventerrein De Loop).
- Ten westen van de locatie is het grondwater matig verontreinigd met 1,1-dichlooretheen en licht verontreiniging met 1,1,1-trichloorethaan, 1,1,2-trichloorethaan en cis-1,2-dichlooretheen (Aasterbergweg).



Figuur 6.3 Gebied van het raamsaneringsplan De Loop met daarin de grondwaterverontreinigingen volgens de provinciale atlas van Limburg (paars) alsook de locatie van de verontreinigingsbron (Mommers Printservice).

De herkomst van de voornaamste verontreinigingen zijn globaal gezien, te relateren aan volgende oorzaken:

- Zware metalen:  
Regionaal komen verhoogde concentraties van metalen in het grondwater voor.
- 1,1,1-trichloorethaan:  
Als gevolg van de bedrijfsactiviteiten is op het terrein van Mommers Printservice (later Viasystems Mommers genaamd) onder andere een grondwaterverontreiniging ontstaan met 1,1,1-trichloorethaan. Deze grondwaterverontreiniging heeft zich in de loop der tijd verspreid richting de rivier de Maas, waardoor inmiddels onder een groot deel van de dorpskern van Echt de verontreiniging wordt aangetroffen.
- Minerale olie:  
Er is vermoeden van een bron met een soort ontvetter op geringe afstand van de aangetroffen verontreiniging (Trambaan 15). Deze zijn in de toenmalige bedrijfsvoering niet gebruikt zodat de

oorzaak van de verontreiniging onbekend is en minimaal 20 jaar oud (Nader onderzoek Lyons, kenmerk 970391.LBS, d.d. 16 februari 1998). De bron van de verontreiniging lijkt zich stroomopwaarts te bevinden.

Het gehele gebied wordt als één gebied gezien en valt om deze reden onder het raamsaneringsplan De Loop. De verontreinigingen, dienen onder dit plan gesaneerd te worden. Het raamsaneringsplan (Lyons, kenmerk 970462.LBS, d.d. maart 1999) stelt, dat op basis van de berekende resultaten in de huidige situatie voor wat betreft de aangetroffen verontreinigingen, geen actuele humane, ecologische en verspreidingsrisico's zijn.

Ter plaatse van de bron heeft in het verleden een bronsanering en een grondwatersanering plaatsgevonden, waarbij het betreffende eind-situatiebodemonderzoek door het bevoegd gezag (Provincie Limburg) is beoordeeld (brief d.d. 7 maart 2006, kenmerk: 2006/7953). Uit de toets is gebleken dat de sanering conform saneringsplan is uitgevoerd en het beoogde resultaat heeft bereikt. De sterke verontreiniging in de grond en het grondwater is vrijwel volledig verwijderd. Er zijn slechts nog lichte verontreinigingen aanwezig.

Voor zover bekend is in 2013 het laatste relevante grondwateronderzoek (Econsultancy, kenmerk: 12051415, d.d. 28 februari 2013) uitgevoerd met betrekking tot de aanwezige grondwaterverontreiniging met VOCL. Hierbij zijn in de directe omgeving 3 peilbuizen geplaatst (04; rotonde Aasterbergerweg/Zuiderpoort, 05 en 06; Loperweg nabij nr. 25). Op basis van de eerder uitgevoerde onderzoeken blijkt dat de concentraties aan 1,1,1-trichloorethaan en zijn afbraakproducten sterk te zijn afgenomen. Het aanvullend grondwateronderzoek heeft tot doel te bepalen of de concentraties aan 1,1,1-trichloorethaan en zijn (afbraak)producten daadwerkelijk zijn afgenomen. Het grondwater is plaatselijk licht verontreinigd met 1,1,1-trichloorethaan, 1,1,2-trichloorethaan, tetrachlooretheen en vinylchloride. Ter plaatse van het meest noordelijk deel van de onderzoekslocatie zijn in diverse peilbuizen geen verontreinigingen (meer aangetroffen). Het grondwateronderzoek staft de conclusie dat het grondwater slechts licht verontreinigd is met VOCL.

## **Conclusie**

Geconcludeerd wordt dat ten gevolge van het voornemen geen nadelige milieugevolgen te verwachten zijn ten aanzien van het verspreiden van grondwaterverontreiniging vanwege de lage concentraties en het diffuus voorkomen van deze stoffen binnen het gebied. Wel dient bij lozing van het bronneringswater rekening te worden gehouden met de lokaal licht verhoogde concentraties aan barium, naftaleen, 1,1-dichlooretheen, tetrachlooretheen en/of 1,1,1-trichloorethaan. Daarom wordt wel aanbevolen om dit met het bevoegd gezag af te stemmen.

# 7 Toetsing aan de wetgeving

## 7.1 Onttrekken

### Waterwet

Conform artikel 6.4 van de Waterwet geldt een verbod zonder daartoe strekkende vergunning van gedeputeerde staten grondwater te onttrekken of water te infiltreren:

- a. ten behoeve van industriële toepassingen, indien de te onttrekken hoeveelheid water meer dan 150.000 m<sup>3</sup> per jaar bedraagt;
- b. ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening of een bodemenergiesysteem.

### Keur

Op grond van de Keur van het Waterschap Limburg geldt vergunningsplicht voor het onttrekken van grondwater indien:

- de debieten meer bedragen dan 100 m<sup>3</sup> per uur;
- de debieten meer bedragen dan 50.000 m<sup>3</sup> per maand;
- de onttrekking langer duurt dan 6 maanden.

Op basis van de berekende debieten is de bemaling **vergunningsplichtig**.

## 7.2 Lozen

### Algemeen

Conform Artikel 1.4 van het besluit lozingen buiten inrichtingen (Blbi) is de gemeente bevoegd gezag voor lozingen in de bodem, op een diepte minder dan 10 m- maaiveld. Indien lozen dieper dan 10 m- maaiveld plaatsvindt zijn Gedeputeerde staten van de provincie bevoegd gezag.

Bij lozingen op oppervlaktewateren in beheer bij het Rijk is Rijkwaterstaat bevoegd gezag, bij lozen op overige oppervlaktewateren is het waterschap bevoegd gezag.

Bij lozingen op de riolering is de gemeente bevoegd gezag.

### Kwantiteit

Voor lozingen geldt een vergunningsplicht indien de lozing meer bedraagt dan:

- 100 m<sup>3</sup> per uur via een lozingsvoorziening in een primair water;
- 20 m<sup>3</sup> per uur via een lozingsvoorziening in een secundair of overig water;

Op basis van de berekende debieten is de lozing op oppervlaktewater **vergunningsplichtig**.

### Kwaliteit

Deze algemene regel ziet niet op de waterkwaliteitsaspecten van het lozen van verontreinigende en schadelijke stoffen. Dat is geregeld in het Besluit lozingen buiten inrichtingen (Blbi).

Conform artikel 3.2 geldt:

- (lid 2) het lozen op of in de bodem is toegestaan;



- (lid 3) het lozen in een oppervlaktewaterlichaam is toegestaan indien:
  - a. het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt **[voldoet niet]**; en
  - b. als gevolg van het lozen geen visuele verontreiniging optreedt;
- (lid 5) Het lozen in een voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater, niet zijnde een vuilwaterriool, is toegestaan indien het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 50 milligram per liter bedraagt **[voldoet niet]** en het ijzergehalte in enig steekmonster ten hoogste 5 milligram per liter bedraagt **[voldoet niet]**;
- (lid 7) Het lozen in een vuilwaterriool is verboden, tenzij:
  - a. het lozen ten hoogste 8 weken duurt **[voldoet]**;
  - b. de geloosde hoeveelheid ten hoogste 5 kubieke meter per uur bedraagt **[voldoet niet]**; en
  - c. het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster ten hoogste 300 milligram per liter bedraagt **[voldoet]**;
- (lid 8) Het bevoegd gezag kan met betrekking tot de tijdsduur en de hoeveelheid, bedoeld in het zevende lid bij maatwerkvoorschrift of bij verordening als bedoeld in artikel 10.32a van de Wet milieubeheer andere waarden stellen.

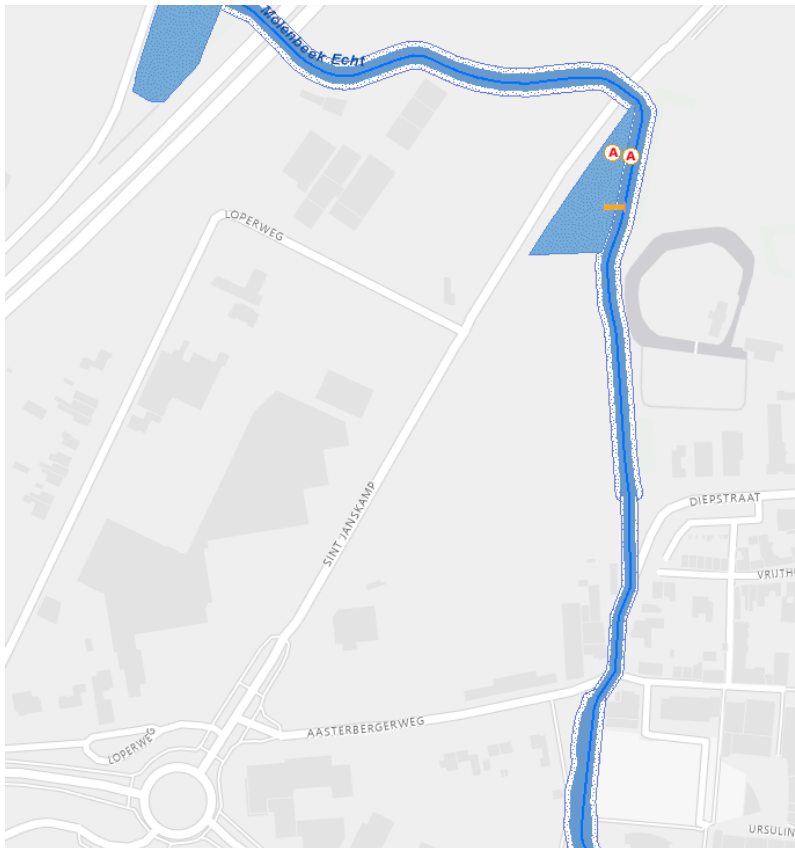
Het lozen op de vuilwaterriolering is alleen gewenst als lozing op de bodem, het oppervlaktewater of de hemelwaterriolering niet doelmatig is.

Gedurende de lozing dient het lozingswater op een doelmatige wijze bemonsterd te kunnen worden en dient het lozingsdebiet op doelmatige wijze bepaald te kunnen worden.

Het actief terugbrengen van bronneringswater in dezelfde watervoerende laag als waaruit het is onttrokken, wordt niet beschouwd als een lozing of infiltratie maar als een retourbemaling. Indien retourbemaling wordt toegepast, is het vanuit een oogpunt van goed grondwaterbeheer noodzakelijk dat het grondwater wordt teruggebracht in het grondwaterpakket waaruit het is onttrokken.

Voor de volledige regelgeving wordt verwezen naar het Besluit lozen buiten inrichtingen.

Op basis van het verwachte lozingsdebiet en de resultaten van de chemische analyse is lozing op oppervlaktewater of het vuilwaterriool niet zondermeer toegestaan. Vanwege de hoge aangetroffen ijzerconcentratie, wordt er geadviseerd om de achtergrondwaarde van ijzer in grondwater te achterhalen. Op basis hiervan kunnen de lozingsvoorwaarden door het bevoegd gezag eventueel aangepast worden. Op basis van de berekende debieten is lozing op oppervlaktewater vergunningsplichtig en lozing op het vuilwaterriool verboden.



Figuur 7.1 Leggerkaart waterschap Limburg ter plaatse van de onderzoekslocatie

In de omgeving van de rotonde bevindt zich gescheiden riolering. De hemelwaterafvoer watert af in een buffer (zie Figuur 7.1) alvorens op de Molenbeek Echt (primaire watergang) uit te komen. Dit lijkt de meest geschikte optie tot lozing. Om aan de lozingskwaliteitsvoorwaarden te voldoen wordt geadviseerd om gebruik te maken van zuiveringsmethoden ten aanzien van ijzer en onopgeloste bestanddelen. Ook wordt geadviseerd om contact op te nemen met het bevoegd gezag over de mogelijkheden tot lozing.

# 8 Conclusie

## 8.1 Algemeen

- Er dient een filterbemaling toegepast te worden teneinde de grondwaterstand met ca. 0,5 tot 2,0 m te verlagen afhankelijk van de grondwaterstand. Dit dient voor uitvoering geverifieerd te worden;
- De benodigde verlagingen dienen alvorens de werkzaamheden te starten gecontroleerd te worden;
- Voor de bemaling zijn de volgende debieten en reikwijdte naar voren gekomen op basis van de verschillende beschouwde situaties:

Tabel 8.1 Debieten per uur voor de verschillende situaties

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Debieten [m³/u]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	70	-
1,0	175	165
1,5	270	260
2,0	375	-

Tabel 8.2 Debieten voor de verschillende situaties o.b.v. geschatte duur

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Debieten o.b.v. geschatte duur [m³]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	50.000	-
1,0	17.000	16.000
1,5	19.000	19.000
2,0	18.000	-
<b>Totaal</b>	<b>104.000</b>	<b>35.000</b>

Tabel 8.3 Prognose van de verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving tijdens de verschillende situaties

Gewenste verlaging t.o.v. GHG of GLG [m]	Hydrologisch invloedsgebied (0,05 m- verlaging) [m]	
	GHG (NAP +23,7 m)	GLG (NAP +23,0 m)
0,5	370	-
1,0	320	280
1,5	340	280
2,0	320	-

- Het totale waterbezwaar wordt geschat op minimaal ca. 35.000 m³ en maximaal ca. 104.000 m³ afhankelijk van de grondwaterstand tijdens uitvoering;
- Op basis van de gemiddeld berekende doorlatendheid van de putproeven en/of zeefkromme analyse (30m/d) wordt het totale waterbezwaar geschat op maximaal ca. 25.000 m³ (met een gemiddeld debiet van 15 tot 95 m³/uur afhankelijk van de verlaging);
- Op basis van de maximaal berekende debieten (BRO REGIS doorlatendheid) en op basis van de Keur van Waterschap Limburg is voor zowel de bemaling als de lozing een vergunning vereist;

- Op basis van een worst-case doorlatendheid volgt uit de berekeningen dat de reikwijdte van de bemalingen (verlaging = 0,05 m) maximaal ca. 370 m bedraagt onder GHG-situatie en ca. 280 m in een GLG-situatie.

## 8.2 Aandachtspunten

De bemaling dient gestuurd te worden op basis van de bereikte verlaging, zodat niet meer wordt onttrokken dan strikt noodzakelijk.

De debieten en de invloed op de omgeving kunnen beperkt worden door:

- Het aanpassen van de fasering: door het gelijktijdig te bemalen tracé te verkorten. Afhankelijk van de tijd waarin na het starten van de bemaling voldoende verlaging wordt bereikt kan de bemaling korter voor start van het betreffende tracé worden aangezet, dit beperkt het totale debiet;
- Het gelijktijdig aanleggen en bemalen van parallel gelegen onderdelen van het tracé. Dit leidt mogelijk tot een hoger debiet per uur of per dag, maar een lager totaal waterbezwaar;
- Anderzijds kunnen de debieten per uur worden beperkt door de bemaling langer voor start van het betreffende tracé aan te zetten. Het totale debiet zal echter toenemen door de langere duur;
- Optimalisatie van de filterstelling: het toepassen van kortere filters, met korte h.o.h.-afstanden en zo dicht mogelijk op de sleuf. Door horizontale bemaling of het plaatsen van filters aan twee zijden van de sleuf zou ondieper bemaalt kunnen worden. De mogelijkheden hiertoe zijn afhankelijk van de beschikbare werkruimte en materieel, dit zal door de bemaler bepaald dienen te worden;
- De bemaling uit te voeren tijdens perioden met lage grondwaterstanden.

## 8.3 Risico's en maatregelen

In verband met de grote verschillen in de gemeten en verwachte doorlatendheden en de hoge verwachte debieten en reikwijdte van de berekende debieten wordt geadviseerd om direct een vergunning aan te vragen. Indien nodig kunnen de te verwachten debieten nauwkeuriger bepaald worden, door middel van een pompproef voorafgaand aan de werkzaamheden of door middel van doorlatendheidsmetingen conform Constant Head methode om de doorlatendheid op de maatgevende diepte (filterdiepte) accurater te bepalen.

Zettingsrisico's worden niet verwacht, desondanks wordt geadviseerd om een bouwkundige vooropname uit te voeren in het gebied waar het grondwater verlaagd wordt tot beneden de laagst gemeten grondwaterstand. Dit komt overeen met een straal van ca. 35 m in een GHG-situatie en ca. 60 m in een GLG-situatie.

Uit het onderzoek volgt dat ten gevolge van het voornemen geen nadelige milieugevolgen te verwachten zijn ten aanzien van het verspreiden van grondwaterverontreiniging vanwege de lage concentraties en het diffuus voorkomen van deze stoffen binnen het gebied. Wel dient bij lozing van het bronneringswater rekening te worden gehouden met de lokaal licht verhoogde concentraties aan barium, naftaleen, 1,1-dichlooretheen, tetrachlooretheen en/of 1,1,1-trichloorethaan. Daarom wordt wel aanbevolen om dit met het bevoegd gezag af te stemmen.

# Bijlagen

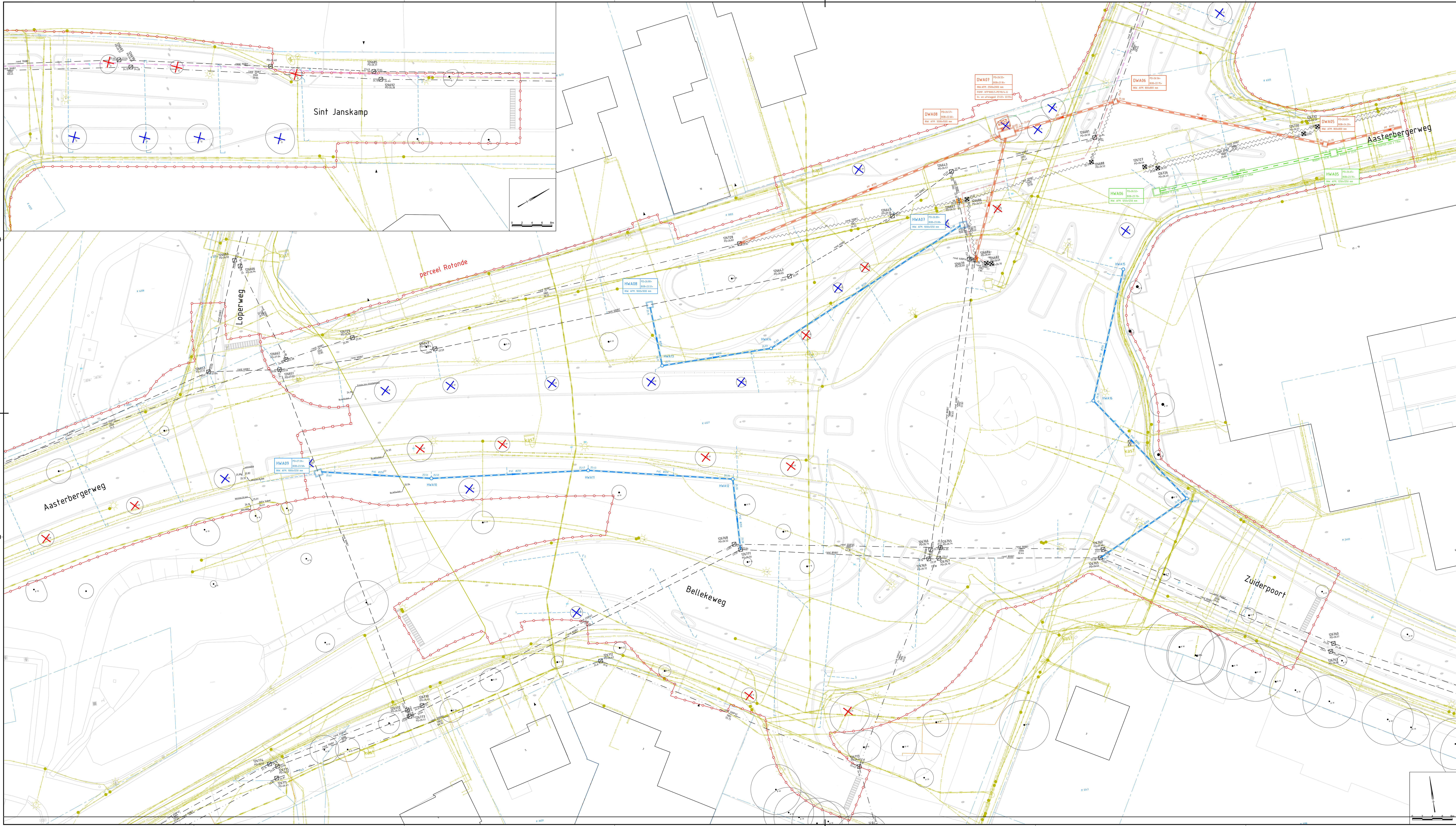


## Bijlage 1 Situatietekening



**GEONIUS**





- LEGENDA**
- ALGEMEEN**
- WERKGRENS
  - KADASTRALE GRENS
- RIGOLERING**
- BESTAAND TE HANDHAVEN PERSLEIDING
  - BESTAAND TE VERWIJDEREN PERSLEIDING
  - BESTAAND TE HANDHAVEN RIOL
  - BESTAAND TE HANDHAVEN RIOL
  - BESTAAND TE HANDHAVEN RIOL
  - BESTAAND TE VERWIJDEREN RIOL
  - GEHEELS BESTAANDE RIOLSTRENG
  - BESTAANDE TE HANDHAVEN INSPECTIEPUT
  - BESTAANDE OP TE BREKEN INSPECTIEPUT
  - GEHEELS BESTAANDE RIOLPUT
  - AAN TE BRENGEN SCHILDKUUR
- K&L**
- KABELS EN LEIDINGEN
  - BESTAANDE SCHARRELKAST
- BEPLANTING**
- BESTAAND TE HANDHAVEN BOOM
  - TE ROOIJEN BOOM
  - TE FREZEN BOOM

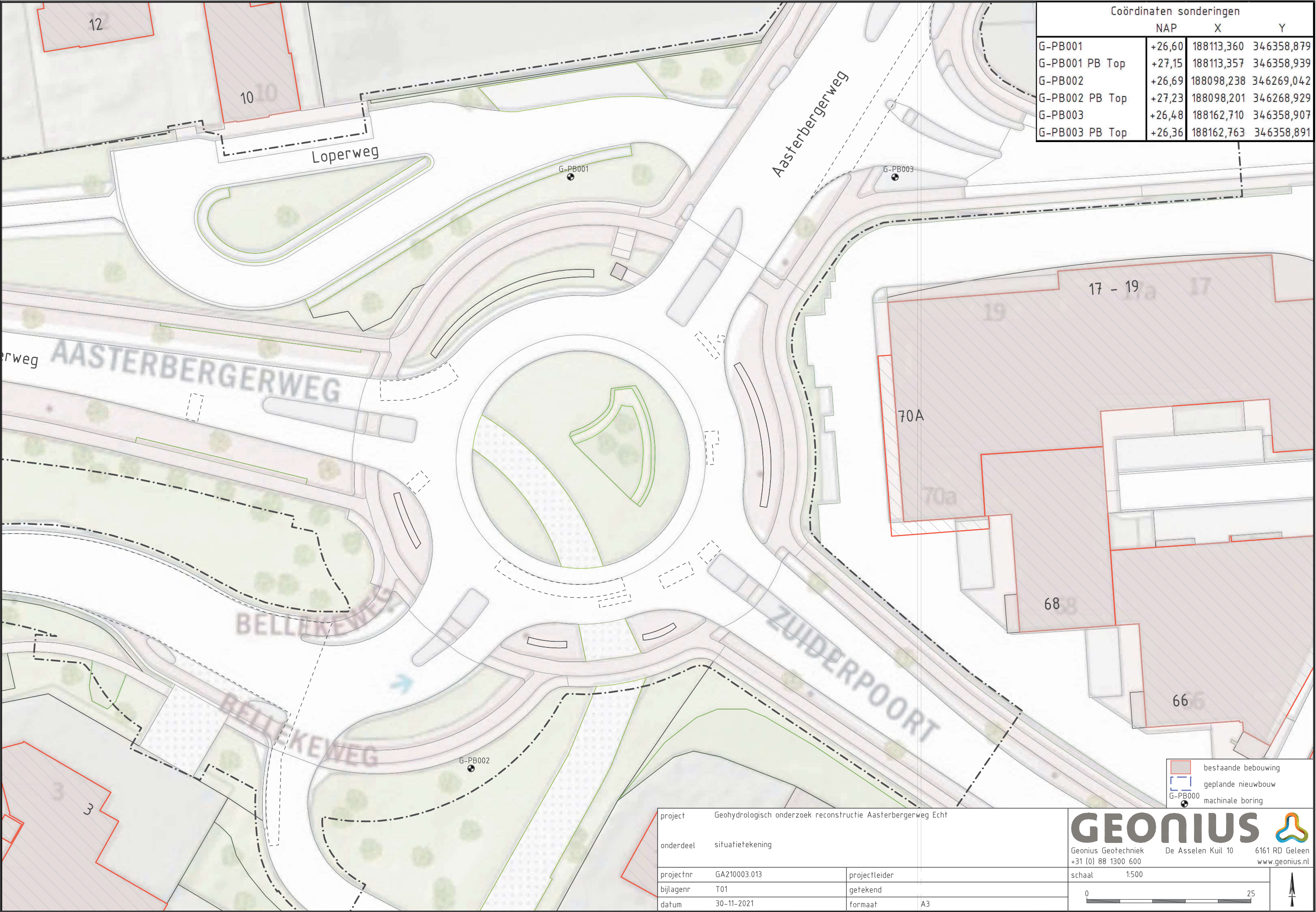




## Bijlage 2 In situ tekening grondonderzoek



**GEONIUS**



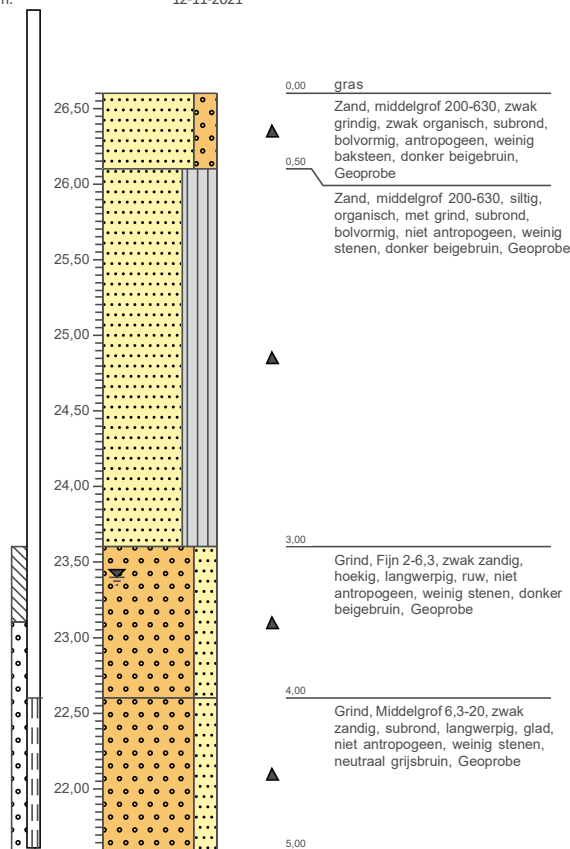
## Bijlage 3 Boringen



**GEONIUS**

Boring: G-PB001

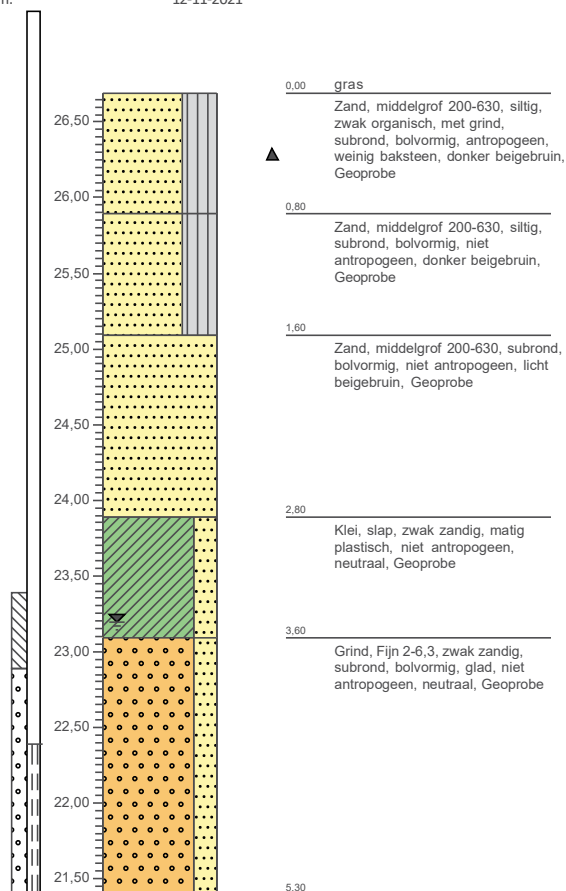
Maaiveldhoogte: 26,6 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188113,36  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 320 Y-coördinaat: 346358,88  
 Datum: 12-11-2021





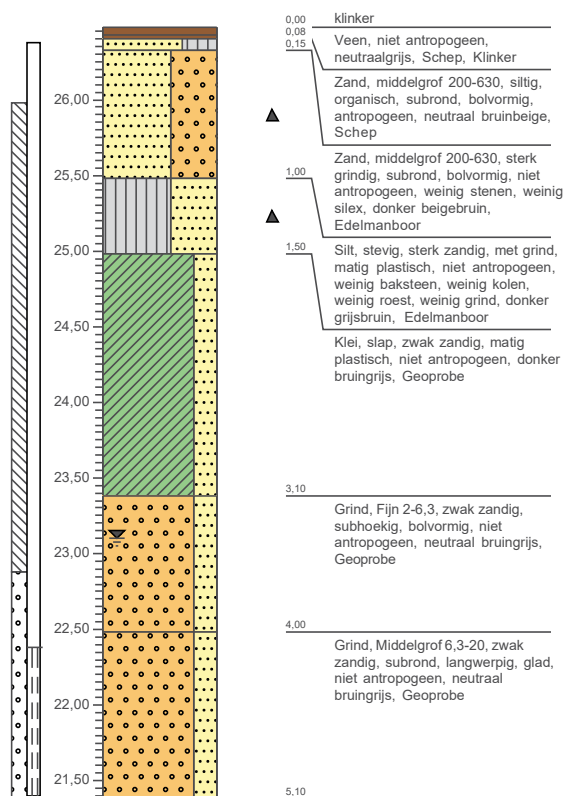
Boring: G-PB002

Maaiveldhoogte: 26,69 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188098,24  
 Grondwaterstand (cm. - mv.): 350 Y-coördinaat: 346269,04  
 Datum: 12-11-2021

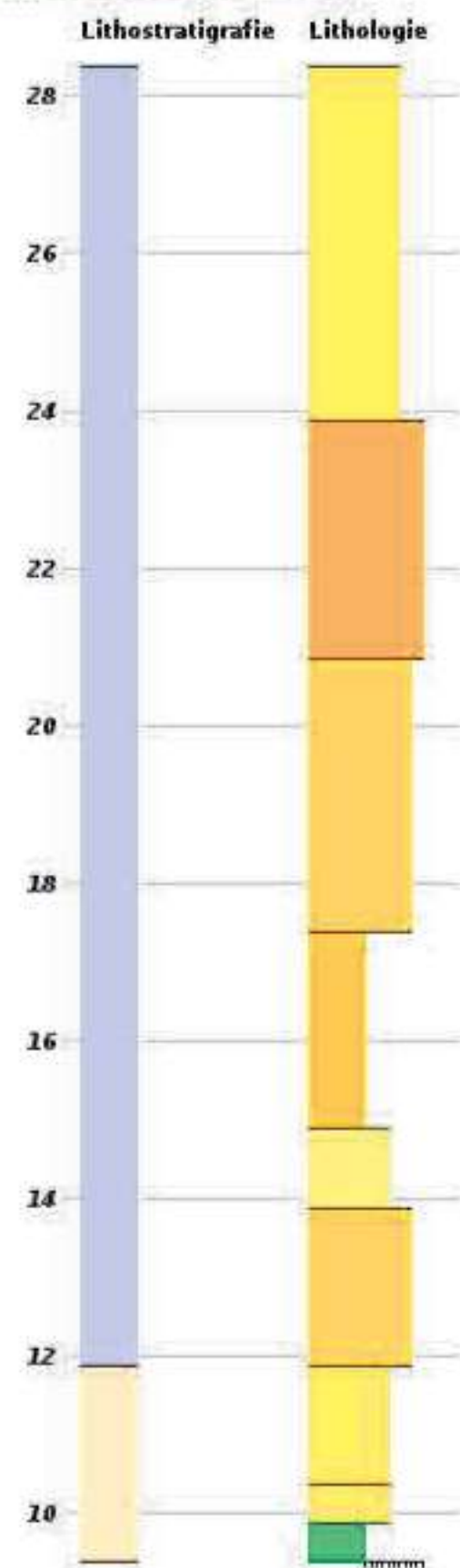


Boring: G-PB003

Maaiveldhoogte: 26,48 m.t.o.v. N.A.P. X-coördinaat: 188162,71  
 Grondwaterstand (cm. -mv.): 338 Y-coördinaat: 346358,91  
 Datum: 12-11-2021



## ormonsterprofiel



Identificatie : B60A0025  
Coördinaten : 188604 , 346403 (RD)  
Maaiveld: 28.38 m t.o.v. NAP  
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens  
Beschrijfmethode: Onbekend  
Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

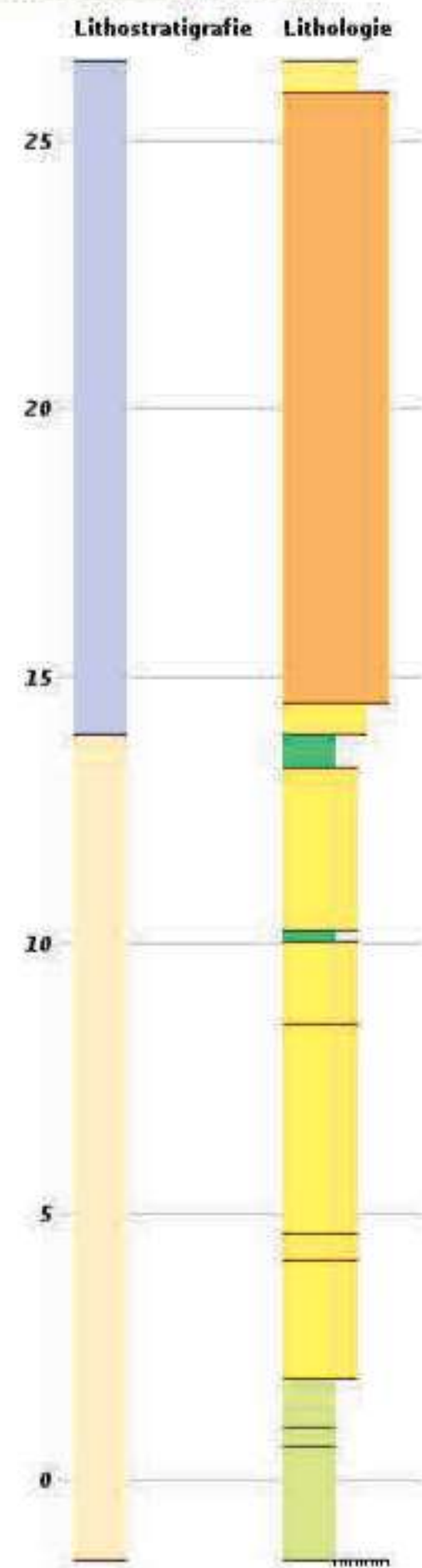
### Lithostratigrafie

BE  
SY

### Lithologie

Klei  
Zand fijne categorie  
Zand midden categorie  
Zand grove categorie  
Grind  
Kwartsiet

## ormonsterprofiel



Identificatie : B60A0026  
Coördinaten : 188120 , 346040 (RD)  
Maaiveld: 26.50 m t.o.v. NAP  
Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens  
Beschrijfmethode: Onbekend  
Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

### Lithostratigrafie

BE  
SY

### Lithologie

Leem  
Klei  
Zand fijne categorie  
Zand midden categorie  
Grind

## Bijlage 4 Doorlatendheidsmetingen



**GEONIUS**

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

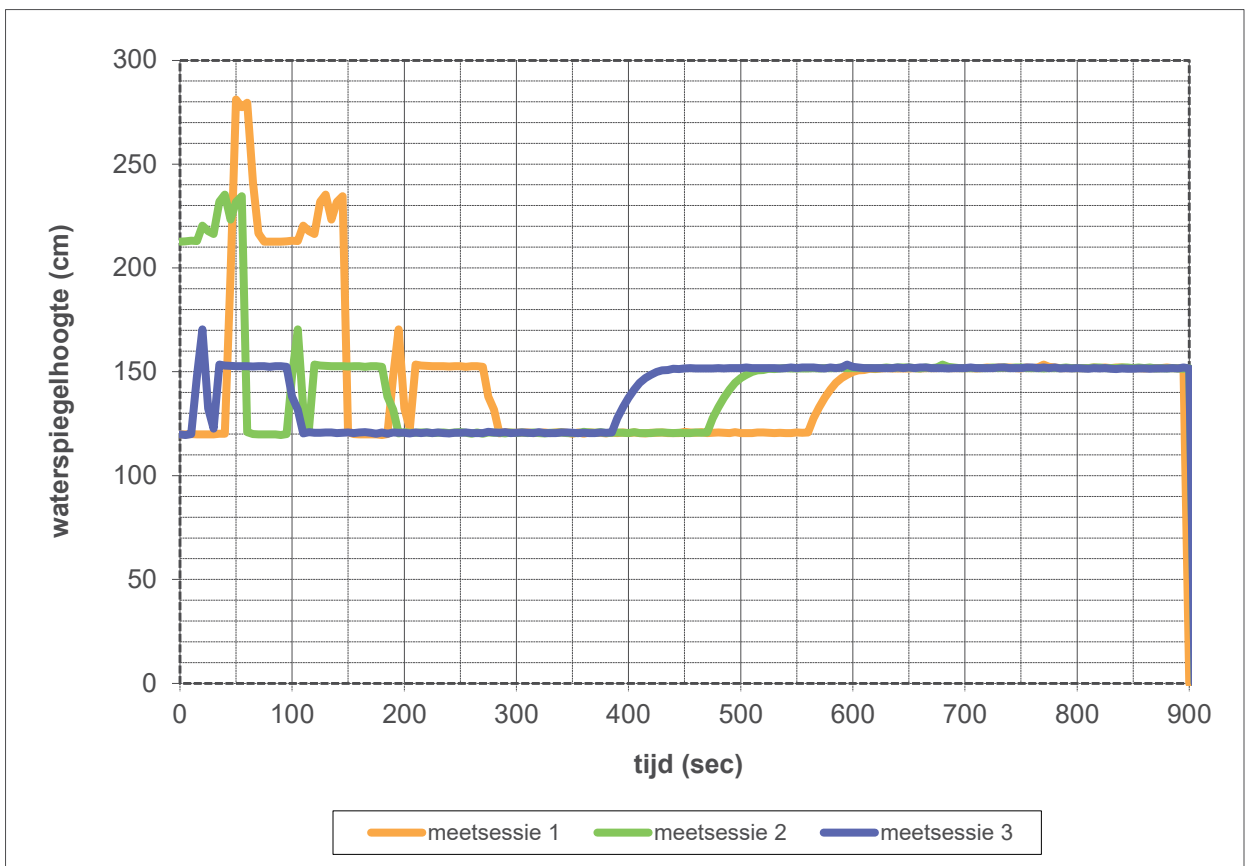
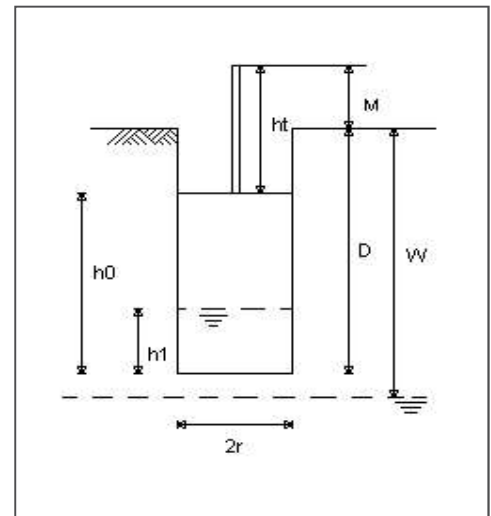
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	500	cm
Standaardhoogte	M :	50	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	310	cm



#### Meetsessie 1

$t_0$ =	55	sec
$h_0$ =	277,36	cm
$t_1$ =	85	sec
$h_1$ =	212,67	cm
$k_f$ =	2,19E-04	m/s
$k_f$ =	18,91	m/dag
$rc$ =	-2,16E-02	m/s

#### Meetsessie 2

$t_0$ =	105	sec
$h_0$ =	170,43	cm
$t_1$ =	120	sec
$h_1$ =	153,40	cm
$k_f$ =	1,73E-04	m/s
$k_f$ =	14,91	m/dag
$rc$ =	-1,14E-02	m/s

#### Meetsessie 3

$t_0$ =	95	sec
$h_0$ =	152,41	cm
$t_1$ =	120	sec
$h_1$ =	120,62	cm
$k_f$ =	2,29E-04	m/s
$k_f$ =	19,82	m/dag
$rc$ =	-1,27E-02	m/s



Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

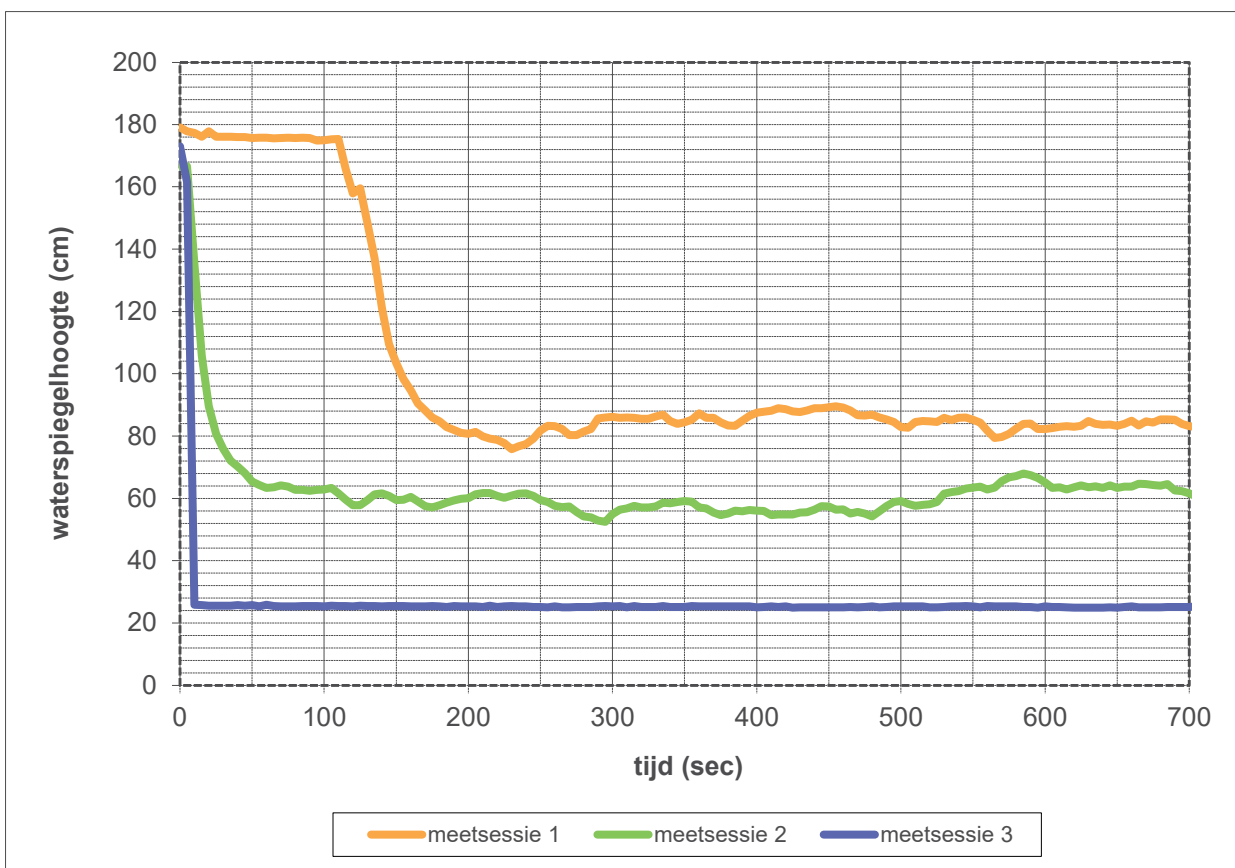
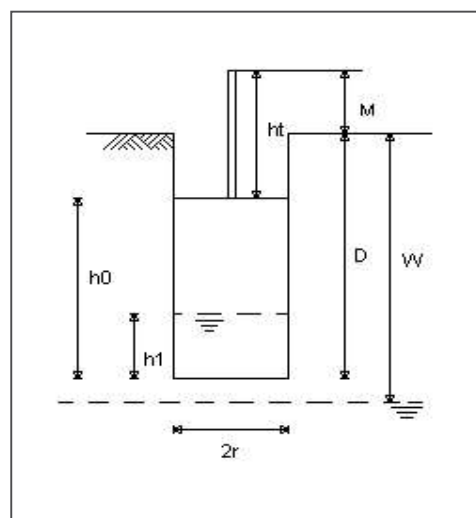
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boorgatradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	530	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	420	cm



#### Meetsessie 1

$t_0$ =	115	sec
$h_0$ =	165,60	cm
$t_1$ =	190	sec
$h_1$ =	82,01	cm
$k_f$ =	2,29E-04	m/s
$k_f$ =	19,78	m/dag
$rc$ =	-1,11E-02	m/s

#### Meetsessie 2

$t_0$ =	0	sec
$h_0$ =	166,48	cm
$t_1$ =	65	sec
$h_1$ =	63,58	cm
$k_f$ =	3,61E-04	m/s
$k_f$ =	31,17	m/dag
$rc$ =	-1,58E-02	m/s

#### Meetsessie 3

$t_0$ =	0	sec
$h_0$ =	173,01	cm
$t_1$ =	10	sec
$h_1$ =	25,89	cm
$k_f$ =	4,55E-03	m/s
$k_f$ =	393,01	m/dag
$rc$ =	-1,47E-01	m/s

Formule om de doorlatendheid volgens Porchet te bepalen :

$$k_f = 1,15 * r * (\log(h_0 + r/2) - \log(h_1 + r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

Hierbij is :

$h_0$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_0$

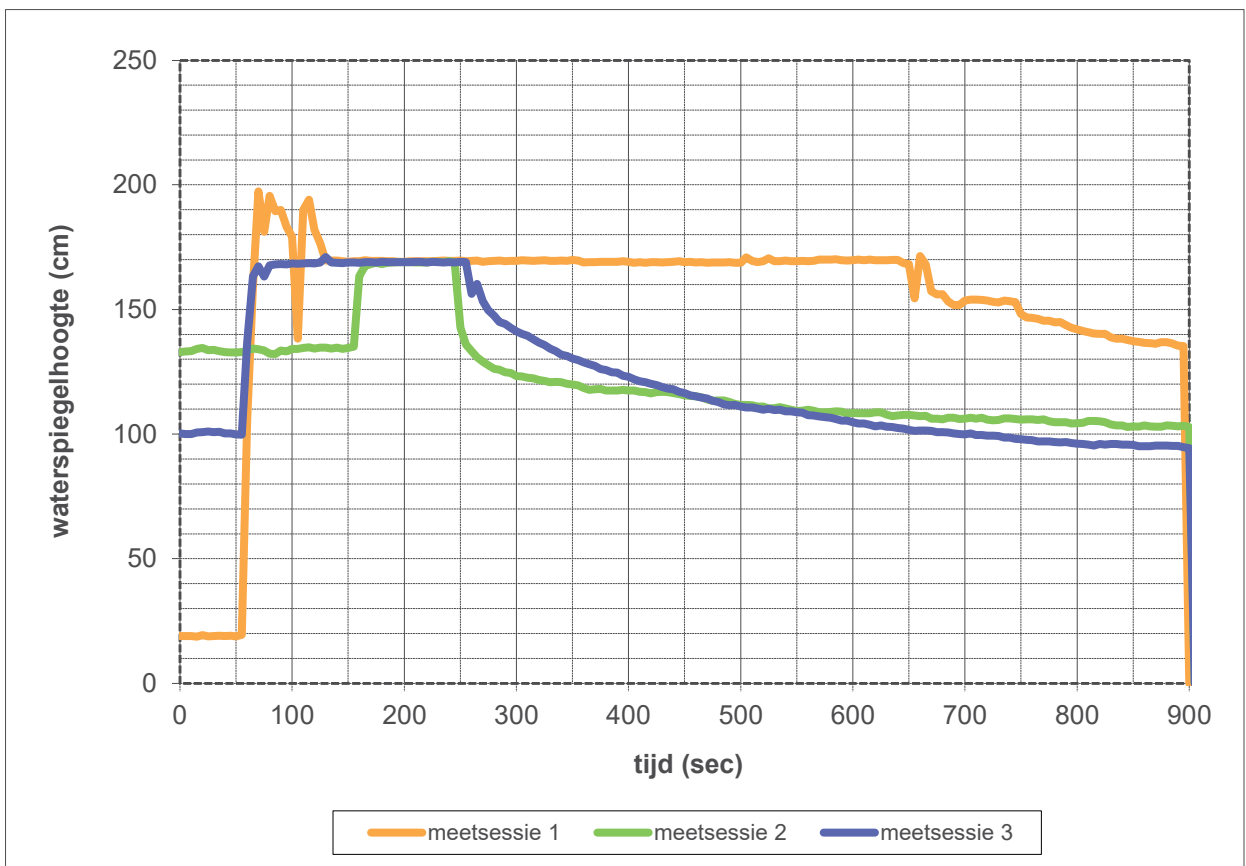
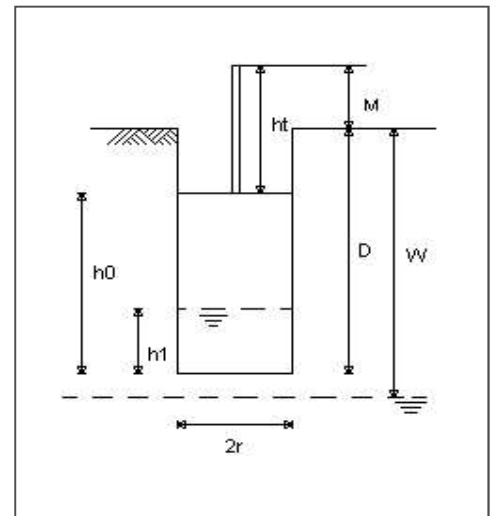
$h_1$  = waterhoogte in boorgat op tijdstip  $t = t_1$

$r$  = boogtradius

$dt$  = verlopen tijd van  $t = t_0$  tot  $t = t_1$

Onderzoekswaarden

Diepte boorgat	D :	500	cm
Standaardhoogte	M :	0	cm
Radius boorgat	R :	5	cm
Grondwater	W :	375	cm



#### Meet sessie 1

$t_0$ =	110	sec
$h_0$ =	189,87	cm
$t_1$ =	145	sec
$h_1$ =	169,33	cm
$k_f$ =	8,05E-05	m/s
$k_f$ =	6,96	m/dag
$rc$ =	-5,87E-03	m/s

#### Meet sessie 2

$t_0$ =	250	sec
$h_0$ =	142,73	cm
$t_1$ =	265	sec
$h_1$ =	130,83	cm
$k_f$ =	1,42E-04	m/s
$k_f$ =	12,30	m/dag
$rc$ =	-7,93E-03	m/s

#### Meet sessie 3

$t_0$ =	265	sec
$h_0$ =	160,23	cm
$t_1$ =	300	sec
$h_1$ =	141,22	cm
$k_f$ =	8,87E-05	m/s
$k_f$ =	7,66	m/dag
$rc$ =	-5,43E-03	m/s

## Bijlage 5 Grondwaterstanden



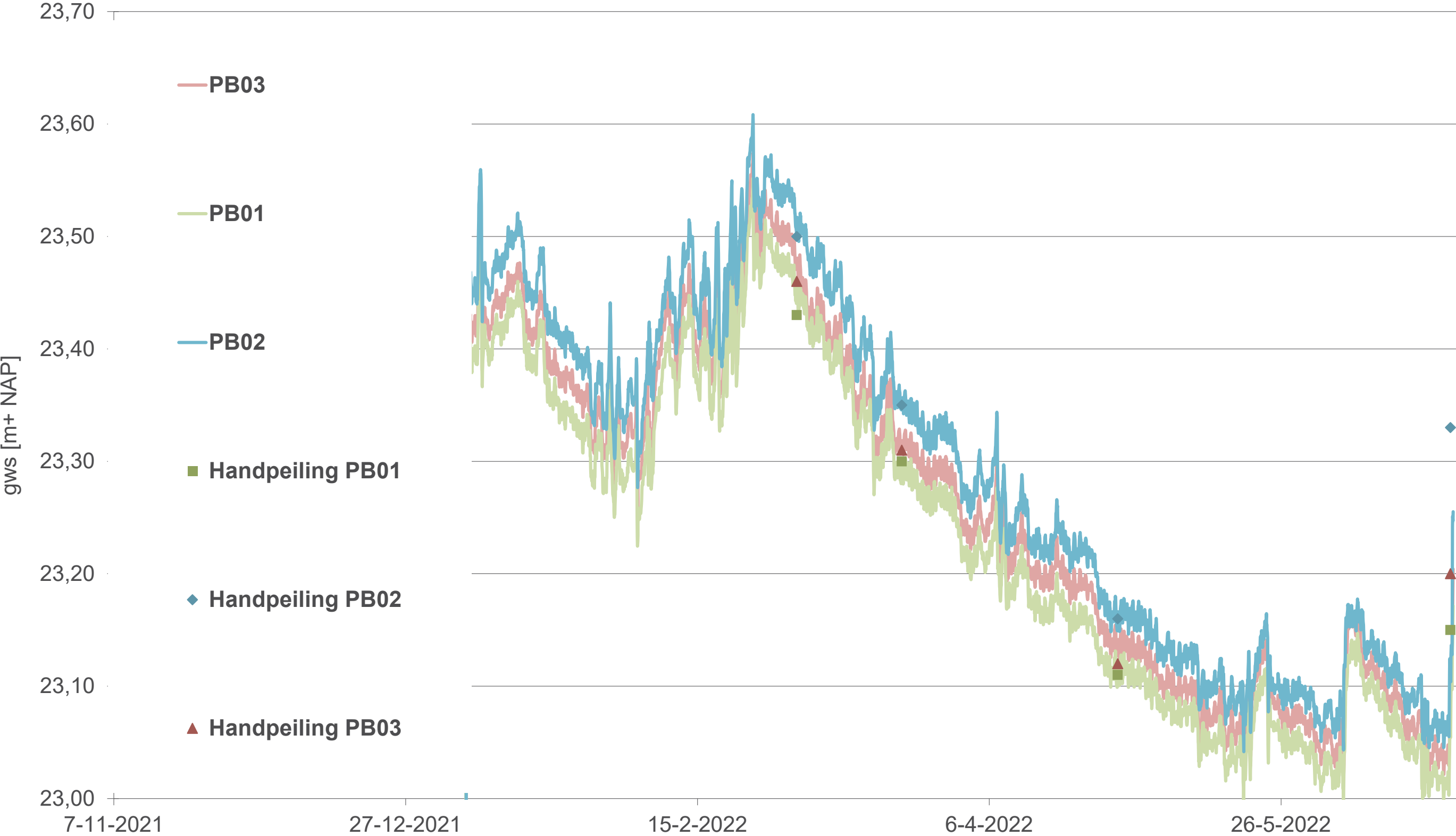
**GEONIUS**

**Bijlage: Grondwaterstanden diver**

Projectnummer: GA210003.013  
Omschrijving: Grondwatermonitoring  
Locatie: rotonde Aasterbergerweg-Zuiderpoort Echt

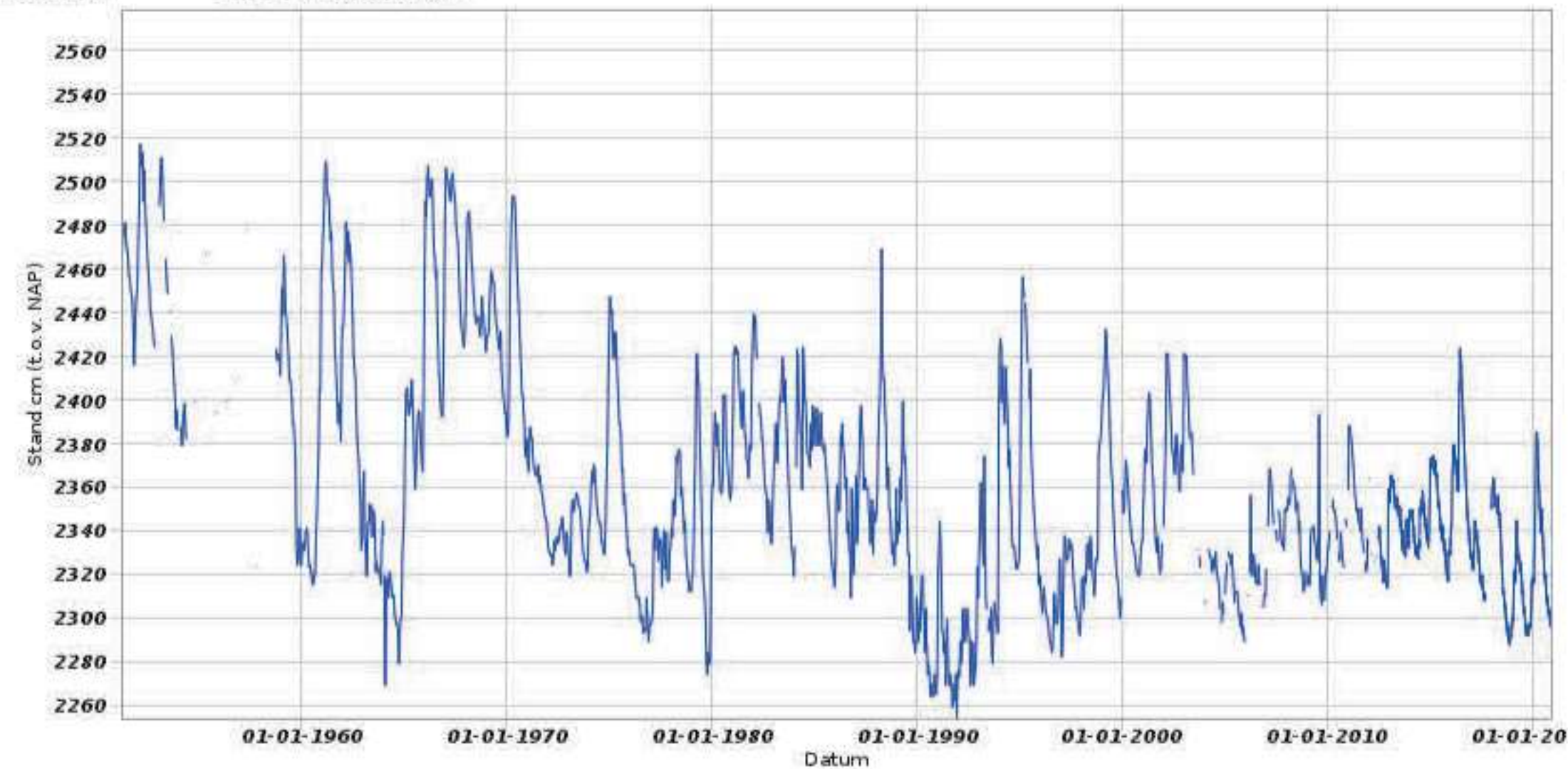


De grondwaterstand is gemeten met divers waarbij de totale druk (luchtdruk en waterdruk) wordt gemeten. Voor het berekenen van de grondwaterstand dient de meting gecorrigeerd te worden voor luchtdruk. Voor het bepalen van de luchtdruk wordt gebruik gemaakt van een baro-diver



# Grondwaterstanden

Identificatie: B60A0025  
Identificatie buis: B60A0025-001  
Coördinaten: 188604, 346403 (RD)  
Maaiveld: 28.35 m t.o.v. NAP



# Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.

-  Wegen
-  Geotechniek
-  Milieu
-  Geodesie
-  Water
-  Ruimtelijke ontwikkeling
-  Landschap
-  Archeologie
-  Ecologie