

Bemalingsadvies

t.b.v. aanleg waterleiding WML Venray Leunen

GA190004.038.R01.V1.0

30 juni 2020



Bemalingsadvies

t.b.v. aanleg waterleiding WML Venray Leunen

Documentnummer GA190004.038.R01.V1.0

30 juni 2020

Opdrachtgever

N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg (WML)

Limburglaan 25

6229GA Maastricht

Auteurs

Adviseur geohydrologie MSc

Collegiale toets MSc

+31 88 130 06 00

info@geonius.nl

Postbus 1097

6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Paraaf
Adviseur geohydrologie	MSc	
Collegiale toets	MSc	

Inhoud

1	Inleiding.....	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	Beschrijving	5
3	Grondonderzoek.....	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Boringen en peilbuizen	6
3.3	Doorlatendheidsmetingen	6
3.4	Inmeting	6
3.5	Archiefgegevens	6
4	Geohydrologie	7
4.1	Geologie	7
4.2	Grondwaterstanden	9
4.3	Oppervlaktewater	11
4.4	Geohydrologische eigenschappen	11
5	Bemalingsadvies.....	13
5.1	Algemeen	13
5.2	Modellering	13
5.3	De bemalingsmethodiek	14
5.4	Aandachtspunten	16
5.5	Beoordeling effecten van de verlaging op de omgeving	16
5.6	Toetsing aan de Waterwet en de keur van Waterschap Limburg	17
5.6.1	Onttrekken.....	17
5.6.2	Lozen.....	18
6	Conclusie en advies.....	20
6.1	Algemeen	20
6.2	Aandachtspunten	20
6.3	Risico's en maatregelen	21

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening

Bijlage 2 Boringen

Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen

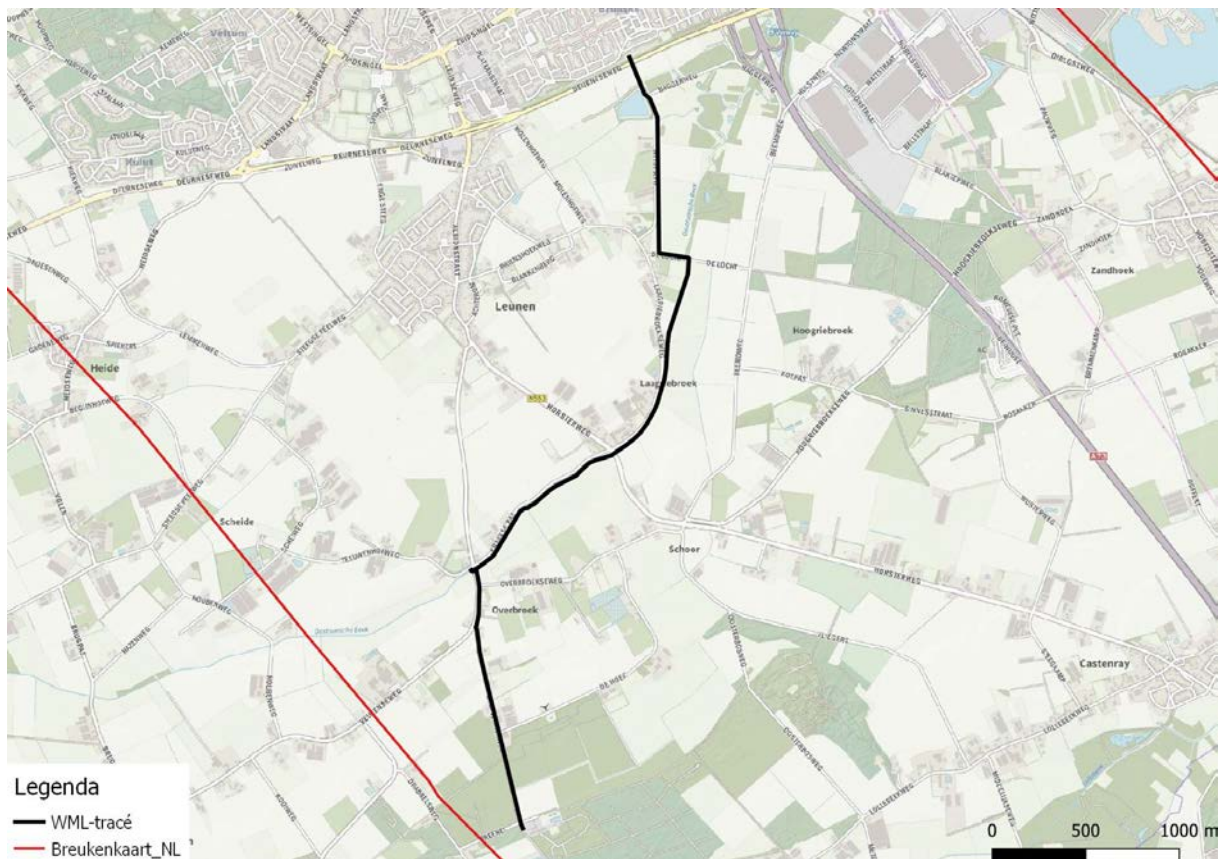
Bijlage 3 Labonderzoek

1 Inleiding

Door N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) werd aan Geonius Geotechniek B.V. opdracht gegeven een geohydrologisch onderzoek uit te voeren en een bemalingsadvies op te stellen voor de geplande aanleg van een waterleiding te Leunen, Venray (Figuur 1.1). Tevens is door ons bureau een milieukundig onderzoek uitgevoerd welke separaat is verwerkt in het rapport onder kenmerk MA190889.

Aan de hand van geohydrologisch onderzoek is een model opgesteld waarbij op basis van ondergrondse eigenschappen en plaatselijke grondwaterstanden het benodigde debiet is bepaald ter plaatse van het aanlegtracé. Aanvullend is de invloed op de omgeving van de geplande bemaling ingeschat.

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



Figuur 1.1 Ligging aanlegtracé

2 Projectbeschrijving

2.1 Beschrijving

In Leunen is de aanleg van een waterleiding van WML gepland. Voor de aanleg van de leiding zal langs het aanlegtracé lokaal een verlaging van de grondwaterstand (bemaling) noodzakelijk zijn teneinde werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Aan de hand van beschikbare data op basis van het IBRAHYM grondwatermodel, gevalideerd middels in situ gemeten grondwaterstanden, zijn ter plaatse van het aanlegtracé de benodigde grondwaterstandverlagingen bepaald. Langs het aanlegtracé is een bemalingsadvies opgesteld, waarbij middels separate modelberekeningen een inschatting van het te onttrekken debiet en de invloed op de omgeving is gedaan.

In voorliggend rapport wordt het geohydrologisch onderzoek beschreven dat hiervoor is uitgevoerd alsmede de te nemen maatregelen, gevolgen en risico's.

Voor het bemalingsadvies zijn door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden:

- De lengte van het gehele aanlegtracé bedraagt ca. 4,9 km, waarbij op basis GHG waardes (IBRAHYM) het gehele tracé dient te worden bemalen;
- Voor het bepalen van de gewenste verlaging voor de aanleg van de waterleiding is uitgegaan van een door opdrachtgever aangeleverd aanlegniveau van ca. 1,7 m- maaiveld. De benodigde drooglegging is aangenomen op 0,5 m- aanlegniveau, welke neerkomt op een gewenste grondwaterstand van 2,2 m - maaiveld;
- Conform aangeleverd uitgangspunt opdrachtgever is er voor de debietsberekeningen uitgegaan dat er 85 m/dag aan tracé wordt aangelegd. Ter plaatse van de Breevenneweg is uitgegaan van een aanlegssnelheid van 35 m/dag;
- 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. Er zal dus 170 m aan tracé gelijktijdig bemalen (85 m t.b.v. de huidige fase en 85 m t.b.v. de volgende fase). Ter plaatse van de Breevenneweg is uitgegaan dat er 70 m tegelijkertijd wordt bemalen. Het gehele bemalingstraject wordt dus niet gelijktijdig bemalen;
- Op basis een aanlegtraject van ca. 1,4 km ter plaatse van de Breevenneweg met aanlegssnelheid van 35 m/dag en een aanlegssnelheid van ca. 85 m/dag voor het overige tracé (3,5 km), is de totale bemalingsduur aangehouden op ca. 81 werkdagen.
- Er is van uitgegaan dat geen waterkerende voorzieningen worden toegepast;
- Er is geen rekening gehouden met bemalingen in de directe nabijheid die de invloed en het berekende debiet kunnen beïnvloeden;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

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

3 Grondonderzoek

3.1 Algemeen

Ten behoeve van het grondonderzoek zijn in mei 2020 in totaal 9 machinale boringen uitgevoerd. Ter plaatse van de boringen zijn tevens peilbuizen geplaatst en zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De boringen zijn uitgevoerd tot ca. 8 m- maaiveld aangezien de onttrekkingsfilters tijdens de bemaling naar verwachting tussen ca. 5 en 8 m- maaiveld dienen te worden geplaatst. In het kader van het geohydrologisch onderzoek zijn ondergrondmodellen bij het TNO-Dinoloket opgevraagd en verwerkt. Aanvullend zijn ter bepaling van lozingsparameters grondwatermonsters genomen langs het aanlegtracé.

3.2 Boringen en peilbuizen

Om de toplagen van de ondergrond nader te verkennen, zijn op de locatie 9 machinale boringen (genummerd GA200140 PB01 t/m PB09) tot ca. 8,0 m- maaiveld 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 afgewerkt met peilbuizen, waarbij ter plaatse van PB03 & PB08 een grondwatermonster is genomen welke in het laboratorium is geanalyseerd op de lozingsparameters (ijzergehalte en onopgeloste bestanddelen). De resultaten zijn opgenomen in de bijlagen.

3.3 Doorlatendheidsmetingen

De doorlatendheidsmetingen zijn in de machinale boorgaten uitgevoerd. Aangezien de doorlatendheid van de verzadigde lagen is bepaald zijn de doorlatendheidsmetingen conform de methode Hooghoudt uitgevoerd. De doorlatendheidsmetingen zijn genummerd GA190004.038 DM01 t/m DM09.

Bij de 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 stijging 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.

3.4 Inmeting

De ligging van de onderzoekspunten is op situatietekening GA190004.038.T01 weergegeven. De resultaten van het grondonderzoek zijn in de bijlagen toegevoegd. 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.

3.5 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 verschillende peilbuizen. 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 de sonderingen, boringen en TNO-gegevens door middel van het volgende lagensysteem worden beschreven, zie ook Figuur 4.1:

Het gehele aanlegtracé is ruwweg op te splitsen in 2 delen aan de hand van de lokale geologie/ondergrond (Figuur 4.2), waarbij het aanlegtracé ter plaatse van de Breevennenweg in dikte en samenstelling afwijkt van het overige tracé. Derhalve is het aanlegtracé opgedeeld in 2 delen t.b.v. de debietberekeningen.

De lokale bodemopbouw langs het aanlegtracé deel 1 is als volgt opgebouwd:

Formatie van Boxtel, tweede, derde & vierde zandige eenheid,

Vanaf maaiveld (ca. NAP +28,0 m tot NAP + 25,4 m) wordt tot ca. NAP + 17,5 m een matig fijn tot zeer fijn zandpakket aangetroffen van de Formatie van Boxtel. Het zandpakket is zwak tot matig siltig en lokaal zwak kleiig (PB09). Op basis van het REGIS II-model zet de formatie van Boxtel zich lokaal door tot ca. NAP + 14 m.

Formatie van Beegden, eerste, tweede & derde zandige eenheid

De hieronder gelegen Formatie van Beegden betreft een (zeer) goed doorlatend zandpakket welke zich doorzet tot ca. NAP + 9 m. De Formatie van Beegden kan grind bevatten.

Formatie van Peize en van Waalre, tweede, derde & vierde zandige eenheid

De hieronder gelegen formatie van Peize en van Waalre betreft een eveneens (zeer) goed doorlatend zandpakket. De formatie wordt op basis van het REGIS II-model lokaal aangetroffen tot ca. NAP 0 m.

Kiezelooliet Formatie, eerste kleiige eenheid

Vervolgens wordt een slecht doorlatende kleilaag aangetroffen tot ca. NAP - 6 m van de Kiezelooliet formatie (eerste kleiige eenheid). De formatie krijgt op basis van het REGIS II-model een aanzienlijke weerstand van ca. 15000 dagen en is ter plaatse van het aanlegtracé waar deze formatie wordt aangetroffen, als hydrologische basis aangehouden.

De lokale bodemopbouw langs het aanlegtracé deel 2 is als volgt opgebouwd:

Formatie van Boxtel, tweede, derde & vierde zandige eenheid,

Vanaf maaiveld (ca. NAP +24,2 m tot NAP + 22,1) wordt tot ca. NAP 18 m een matig fijn tot zeer fijn zandpakket aangetroffen van de formatie van Boxtel. Het zandpakket is zwak siltig en lokaal wordt klei en veen aangetroffen (PB01, PB04 & PB06).

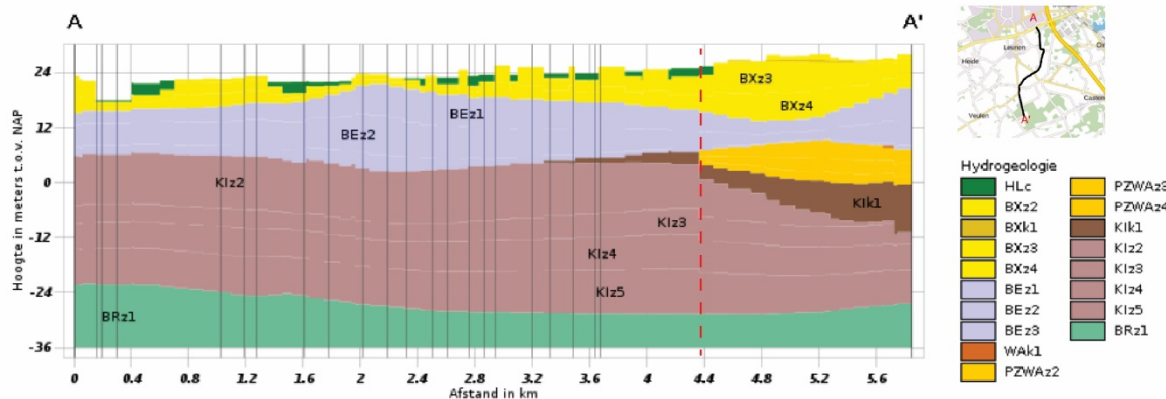
Formatie van Beegden, eerste, tweede & derde zandige eenheid

De hieronder gelegen Formatie van Beegden betreft een zeer goed doorlatend zandpakket. De formatie is in de boringen zichtbaar vanaf ca. NAP +15,5 m en bestaat uit zeer grof zand en is lokaal grindig (PB03, PB04 & PB07). Op basis van het REGIS II-model wordt de formatie van Beegden aangetroffen tot ca. NAP + 6 m.

Kiezelooliet Formatie, tweede, derde, vierde & vijfde zandige eenheid

Vervolgens wordt een goed doorlatend zandpakket van de Kiezelooliet formatie aangetroffen welke doorzet tot ca. NAP -25 m. Gezien de aanzienlijke dikte van dit pakket en diepteligging t.o.v. het maaiveld, wordt geen grondwaterstroming van dieper gelegen lagen verwacht. Derhalve is de formatie als hydrologische basis van het tweede deel van het aanlegtracé aangehouden.

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Figuur 4.1 Verticale doorsnede REGIS II-model langs het gehele aanlegtracé

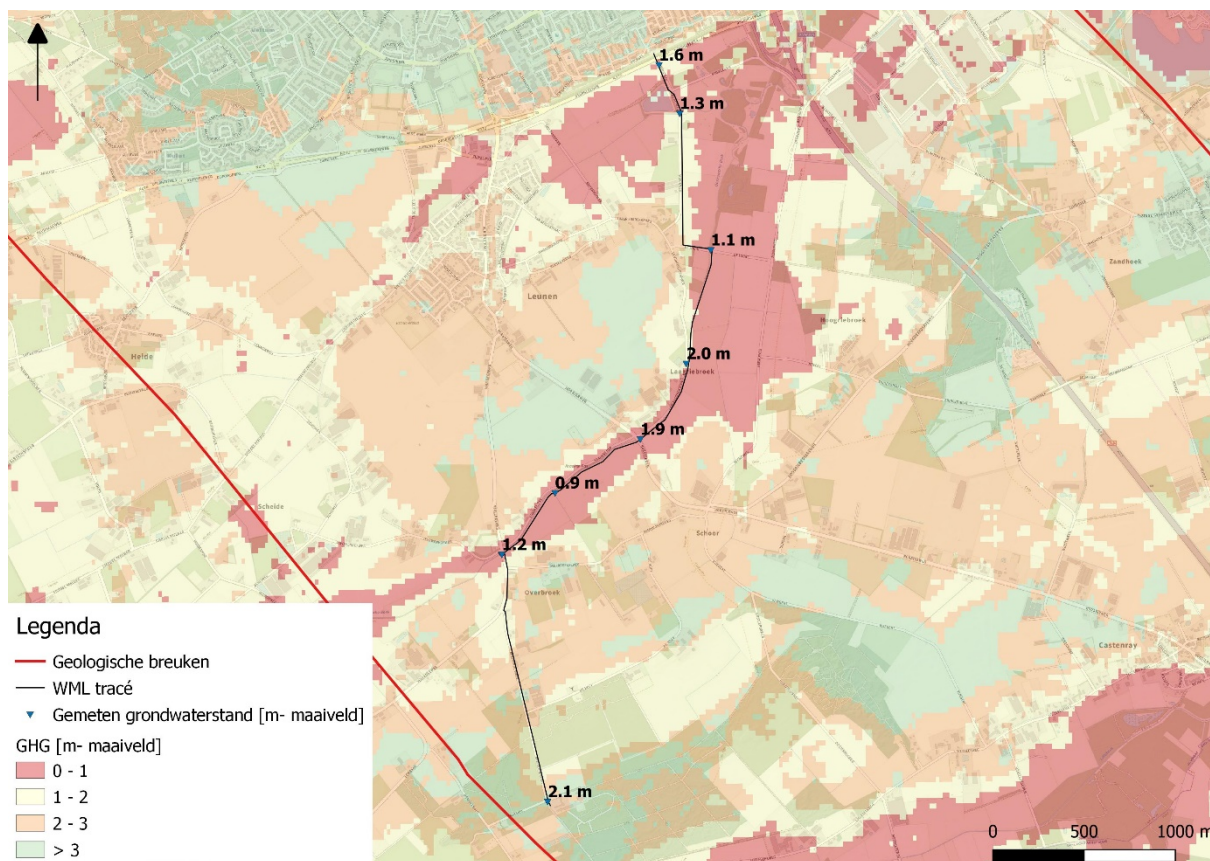


Figuur 4.2 Opdeling aanlegtracé op basis van lokale ondergrond

4.2 Grondwaterstanden

De jaarlijkse grondwaterstand kent op basis van bestaande TNO-peilbuizen (id's: B52B0456, B52B0254 & B52B0430) een fluctuatie tot maximaal ca. 2,0 m. Ter benadering van de grondwaterstand ten tijde van de bemaling, is uitgegaan van een conservatieve benadering: een gewogen hooggemiddelde freatische grondwaterstand (GHG). Hiervoor is gebruik gemaakt van het regionaal grondwatermodel IBRAHYM (figuur 4.3) welke rekening houdt met de invloed van oppervlaktewater, ondergrond en de aanwezige breuken in het gebied. Uitgaande van gemiddeld hoogste grondwaterstanden uit het IBRAHYM model, is in figuur 4.4 de benodigde grondwaterverlaging langs het aanlegtracé inzichtelijk gemaakt. Aanvullend zijn gemeten grondwaterstanden tijdens het veldwerk bijgevoegd per locatie. De gehanteerde grondwaterstanden in figuur 4.3 & 4.4 zijn gebaseerd op gemeten grondwaterstanden in mei 2020 tijdens de uitvoering van machinale boringen en doorlatendheidsmetingen, deze waarden kunnen gezien het jaargetijde als relatief laag worden beschouwd.

Wij wijzen erop dat de gemeten 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 langdurige peilbuismetingen worden verkregen. Op basis van de in situ gemeten grondwaterstanden zijn de gehanteerde GHG waardes een conservatief uitgangspunt. Afhankelijk van actuele grondwaterstanden tijdens de uitvoering van de bemaling is het reëel dat de benodigde verlaging afwijkt van de gehanteerde GHG-waardes.



Figuur 4.3 GHG-waardes o.b.v. het IBRAHYM model en gemeten grondwaterstanden ter plaatse van geplaatste peilbuizen



Figuur 4.4 Benodigde grondwaterstandsverlaging o.b.v. GHG-waardes uit IBRAHYM-model

4.3 Oppervlaktewater

Naast de Kraakse Pas en Laagriebroekseweg (ca. 2,1 km aan aanlegtracé) loopt de Oostrumsche Beek en langs de Wijdeweg en Breevenneweg loopt een smalle sloot. Tijdens het uitgevoerde veldwerk (mei 2020) is de sliblaag van de sloot ingemeten op een dikte van ca. 0,4 m. Tevens is het waterniveau van de sloot gemeten ter plaatse van PB08 en staat het waterpeil ca. 1,2 m lager dan de grondwaterstand (figuur 4.5). De nabijgelegen sloot heeft met name een drainerende functie. Op basis van de aangetroffen sliblaag en het gemeten waterpeil wordt geen noemenswaardige invloed van het oppervlaktewater op de bemaling verwacht. Derhalve is geen rekening gehouden met het oppervlaktewater in de modelberekeningen.



Figuur 4.5 Gemeten waterpeil en grondwaterstand nabij PB08

Afhankelijk van onderhoudsbaggerwerk aan de watergangen kan het voorkomen dat geen of weinig slib op de bodem aanwezig is. In dat geval zullen de debieten bij deel 2 sterk toenemen door de stroming vanuit de Oostrumsche Beek.

4.4 Geohydrologische eigenschappen

De grondwateraanvulling vanuit de onverzadigde toplagen boven de grondwaterstand wordt vertaald in een drainageweerstand. Deze wordt bepaald door de toestroming van hemelwater (afhankelijk van de aanwezige verhardingen, de topografische ligging en de aanwezigheid van een slecht doorlatende deklaag), de aanwezigheid van oppervlaktewater en het neerslagoverschot. Deze kan alleen nauwkeurig worden bepaald middels een pompproef. Op basis van het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (nhi) is de drainageweerstand van de toplaag geschat op 80 en 40 dagen.

Met de resultaten van de doorlatendheidsmetingen is de doorlatendheid van het freatisch pakket bepaald. In Tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de resultaten.

Tabel 4.1 De gemeten doorlatendheden van de bodem op basis van Hooghoudt metingen

Tracé	Meting	Traject [m- maaiveld]	Traject [m t.o.v. NAP]	Grondsoort	Doorlatendheid [m/d]
Deel 1	DM01	7,0 – 8,0	15,8 – 14,8	Zand, matig fijn	15,5 – 17,3
Deel 1	DM02	7,0 – 8,0	15,2 – 14,2	Zand, matig fijn	20,9 – 22,3
Deel 1	DM03	7,0 – 8,0	15,3 – 14,3	Zand, matig grof, grindig	27,4 – 29,2
Deel 1	DM04	7,0 – 8,0	15,1 – 14,1	Zand, zeer grof, grindig	34,3
Deel 1	DM05	7,0 – 8,0	16,5 – 15,5	Zand, matig fijn	26,8 – 27,7
Deel 1	DM06	7,0 – 8,0	17,2 – 16,2	Zand, matig fijn	37,9
Deel 1	DM07	7,0 – 8,0	16,9 – 15,9	Zand, matig fijn, grindig	24,9
Deel 2	DM08	7,0 – 8,0	18,4 – 17,4	Zand, matig fijn	13,3
Deel 2	DM09	7,0 – 8,0	21,0 – 20,0	Zand, matig fijn	11,7

Op basis van de gemeten doorlatendheden wordt voor de verkende diepte een gewogen hooggemiddelde doorlatendheid aangehouden. Op basis van DM08 & DM09 is voor de formatie van Bortel een doorlatendheid van 13 m/dag aangehouden. Ter plaatse van het 2e deel van het aanlegtracé is de formatie van Bortel geringer in dikte en zijn hogere doorlatendheden gemeten door de aanwezigheid van de formatie van Beegden. Tot de maximaal verkende diepte van ca. 8 m- maaiveld is voor de Formatie van Beegden uitgegaan van een hooggemiddelde doorlatendheid van ca. 31 m/dag (tracé deel 2). Voor dieper gelegen lagen is uitgegaan van doorlatendheden conform het REGIS II-model.

5 Bemalingsadvies

5.1 Algemeen

Uitgaande van een gewenste grondwaterstand van 0,5 m – aanlegniveau (2,2 m – maaiveld), is het te bemalen aanlegtracé opgedeeld in 2 delen op basis van de lokale ondergrond en aanlegssnelheid (figuur 2.1). Per deel is een aparte bemalingsberekening uitgevoerd ter bepaling van het totaal benodigd debiet. In de berekening is uitgegaan van GHG-waardes langs het aanlegtracé volgens het IBRAHYM-model.

Er is van uitgegaan dat de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd in een open sleuf. Er is dus geen rekening gehouden met een waterkerende constructie zoals damwanden. De uitvoeringstermijn is door ons aangenomen op ca. 81 werkdagen op basis van een aanlegssnelheid van 35 m/dag ter plaatse van de Breevennenweg en 85 m/dag voor het overige aanlegtracé.

5.2 Modellerings

De berekeningen voor het vaststellen van de bemalingswijze, onttrekkingshoeveelheden en verlaginglijnen zijn met het programma MWell uitgevoerd. MWell is een hydrologisch rekenprogramma om de verlaging van de grondwaterstijghoogte in meerdere lagen door een willekeurig aantal onttrekkingen vast te stellen. Het tijdsafhankelijke programma berekent op aan te geven tijdstippen isolijnen van de verlagingen en tijd-stijghoogterelaties. De achtergrond van de berekeningen is een analytische rekenmethodiek en komt overeen met de De Glee berekeningsmethode.

Het programma gaat uit van de invoer van bodemparameters voor oneindig uitgestrekte lagen met een gelimiteerd constante dikte. Er wordt uitgegaan van homogene doorlatendheidseigenschappen.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek en de archiefgegevens is een geohydrologisch profiel opgesteld. In Tabel 5.1 en Tabel 5.2 staat het profiel voor de modellering weergegeven. De hydraulische weerstand van de Onverzadigde zone is bepaald aan de hand van drainageweerstand uit het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI). In het model is uitgegaan van een horizontaal maaiveld. De transmissiviteit is gelijk aan het product van de doorlatendheid en de dikte van de laag.

Tabel 5.1 overzicht van het geohydrologisch profiel aanlegtracé deel 1

Laag	Bovenkant [m t.o.v. NAP]	Onderkant [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Transmissiviteit [m ² /d]	Hydraulische weerstand [d]
Onverzadigde zone	28	27	1	-	80
Formatie van Boxtel	27	14	13	169	3
Formatie van Beegden	14	9	5	332	< 1
Formatie van Peize en Formatie van Waalre	9	0	9	500	< 1
Kiezelooliet Formatie	0	∞	∞	-	∞

Tabel 5.2: overzicht van het geohydrologisch profiel aanlegtracé deel 2

Laag	Bovenkant [m t.o.v. NAP]	Onderkant [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Transmissiviteit [m ² /d]	Hydraulische weerstand [d]
Onverzadigde zone	24	23,5	0,5	-	40
Formatie van Boxtel	23,5	18	5,5	72	1
Formatie van Beegden	18	6	12	710	< 1
Kiezelooliet Formatie	6	- 25	31	970	3
Formatie van Breda	- 25	∞	∞	-	∞

Ter modellering van verticale stroming tussen scheidende lagen, is op basis van een anisotropiefactor van 3 een verticale weerstand aan de watervoerende lagen toegekend.

Voor de modellering van de bemaling zijn langs de sleuf strengen met onttrekkingspunten geprojecteerd. Daarna is een onttrekkingsdebiet ingevoerd en de verlaging ter plaatse van de sleuf gecontroleerd.

5.3 De bemalingsmethodiek

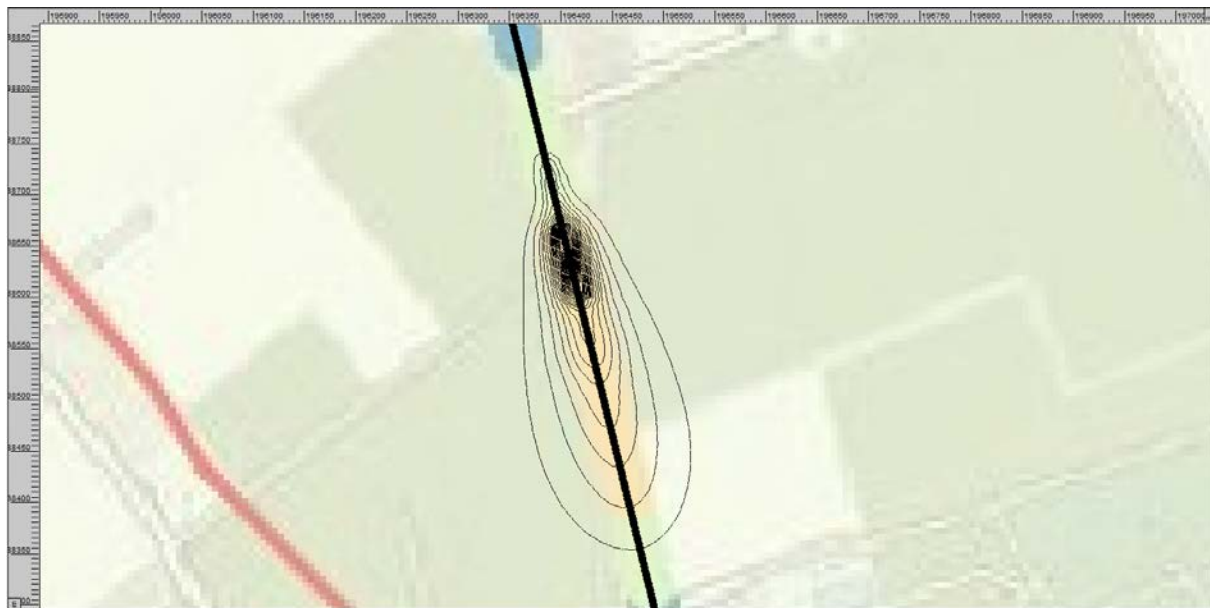
Er wordt een bemaling met behulp van verticale strengen in de zandlagen geadviseerd. De onttrekking zal met filters op een diepte van ca. 2 tot 4 meter onder de gewenste grondwaterstand plaats vinden. Er wordt geadviseerd de filterdiepte te beperken tot ca. 6 m- maaiveld, teneinde de grondwateronttrekking uit het goed doorlatend zandpakket van de formatie van Beegden zo veel mogelijk te beperken. 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. Een en ander zal zich tijdens de bemaling en in overleg met het bemalingsbedrijf nader uitwijzen. Zo mogelijk kunnen er nog filters bij geplaatst worden en het net met onttrekkingspunten verdicht worden. De uiteindelijk toe te passen filterdiepte en onderlinge filterafstand is afhankelijk van de aangetroffen grondslag, doorlatendheid, beschikbare materieel en werkruimte en zullen door de bemaler bepaald moeten worden.

Op grond van de beschikbare gegevens zijn met het programma MWell de benodigde onttrekkingen bepaald. Er is zowel een onder- als bovengrens aan debiet berekend op basis van de range aan benodigde verlaging in figuur 4.4. In Tabel 5.3 zijn de resultaten weergegeven. In figuur 5.1 & 5,2 zijn de maximaal berekende verlagingcontouren ter plaatse van aanlegtracé deel 1 & 2 weergegeven.

Tabel 5.3 Debieten

Tracé	Verlaging [m]	Debiet o.b.v. geschatte duur [m ³]	Debiet [m ³ /uur*]	Reikwijdte [m]
Deel 1	0 – 1,2	5.000 – 35.000	5 – 35	75
Deel 2	0 – 2,2	110.000 – 250.000	110 – 245	230
Totaal		115.000 – 285.000		

* Het gegeven debiet is een gemiddelde waarde, bij de start van de bemaling zal het debiet meer bedragen teneinde een stationaire toestand te creëren



Figuur 5.1 Verlagscontouren (0,05 m) ter plaatse van aanlegtracé deel 1



Figuur 5.2 Verlagscontouren (0,05 m) ter plaatse van aanlegtracé deel 2

In de berekeningen van de benodigde debieten en reikwijdtes is geen rekening gehouden met de invloed van nabijgelegen oppervlaktewater. Bij de bepaling van de invloedssfeer van de bemalingen is uitgegaan van een vlak maaiveld. Uit de modellering blijkt dat de reikwijdte (0,05 m verlagscontour) maximaal 200 m bedraagt. Aangezien geen rekening is gehouden met de invloed van oppervlaktewater kan deze waarde als een maximum worden beschouwd. Deze waarde is sterk afhankelijk van de infiltratieweerstand van nabijgelegen oppervlaktewater en de doorlatendheid op grotere afstand van de bemaling, en kan alleen betrouwbaar middels een pompproef worden bepaald

5.4 Aandachtspunten

De berekende debieten zijn relatief hoog. Dit is gevolg van de dikte en doorlatendheid van het watervoerend pakket, de hoge grondwaterstanden en de lengte van het tracé welke gelijktijdig wordt bemalen.

De bemaling dient gestuurd te worden op basis van de bereikte verlaging, zodat niet meer wordt onttrokken dan strikt noodzakelijk. Ter plaatse van de sleuf kunnen hiervoor peilbuizen worden geplaatst ter monitoring van de grondwaterstand.

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:

- Debieten per uur kunnen worden beperkt door het gelijktijdig te bemalen tracé te beperken. De duur van de bemaling (en daarmee de totale debieten) bedragen dan meer;
- optimalisatie van de filterstelling: het toepassen van kortere filters, met korte h.o.h.-afstanden en zo dicht mogelijk op de sleuf. 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.

5.5 Beoordeling effecten van de verlaging op de omgeving

De verlaging van het grondwaterniveau kan een negatief effect hebben op:

- de natuurwaarden in de omgeving ofwel ecologische beschermingsgebieden met de daarom gelegen bufferzones;
- de opbrengst van landbouwgewassen;
- de aanwezige bebouwing;
- verplaatsing van verontreinigingen;
- wijziging van het grond- en oppervlaktewatersysteem.

Ad 1 en 2

Voor een ecologisch beschermingsgebied en de bufferzones kan worden gesteld, 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. Aangezien de bemaling slechts van beperkte duur is, is dit niet verder van toepassing.

Ad 3

De aangetroffen ondergrond bestaat voornamelijk uit zand en is niet zettingsgevoelig. Lokaal is in de toplaag veen aangetroffen ter plaatse van PB04 & PB06. In hoeverre de lokale ondergrond ook daadwerkelijk zal gaan zetten, is echter afhankelijk van de natuurlijke grondwaterstandsfluctuatie (ca. 2 m o.b.v. TNO-peilbuis). Aangezien de aangetroffen veen enkel tot ca. 2,0 m- maaiveld is aangetroffen, zal de extra belasting op de ondergrond al reeds zijn opgetreden tijdens de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en wanneer de grondwaterstand opnieuw wordt verlaagd, zal er geen additionele zetting meer optreden. Mogelijk komen in de omgeving tot diepere niveaus veenlagen voor waardoor er hier een groter risico op zettingen bestaat.

Er wordt gezien de hoog benodigde debieten wel geadviseerd binnen de reikwijdte van de bemaling te inventariseren of kwetsbare (op staal gefundeerde) bebouwing of infrastructuur aanwezig is. Indien dat het geval is, kunnen de risico's op de desbetreffende locaties nader inzichtelijk worden gemaakt met aanvullende boringen. Tevens wordt geadviseerd hier een bouwkundige opname uit te voeren en tijdens de uitvoering de grondwaterstanden en deformaties te monitoren middels peilbuizen en zettingsbouten.

Ad 4

Als gevolg van een bemaling mogen eventuele grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van de bemaling geen significante verplaatsing ondergaan. Gezien het goed doorlatende freatische pakket wordt niet verwacht dat de bemaling een relatieve bijdrage levert aan de verspreiding van eventueel aanwezige verontreinigingen. Tevens zijn bij ons zijn geen grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied bekend.

Ad 5

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand zal de grondwaterstroming tijdelijk enigszins worden verstoord. Gezien de tijdelijke duur van de bemaling, de beperkte verlaging en er geen diepe waterdichte obstakels in de grond worden gerealiseerd zal het grondwaterregime na afronding van de bemaling niet of nauwelijks gewijzigd zijn. In de modelberekeningen keert de grondwaterstand binnen ca. 5 dagen terug naar de oorspronkelijke grondwaterstand.

5.6 Toetsing aan de Waterwet en de keur van Waterschap Limburg

5.6.1 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:

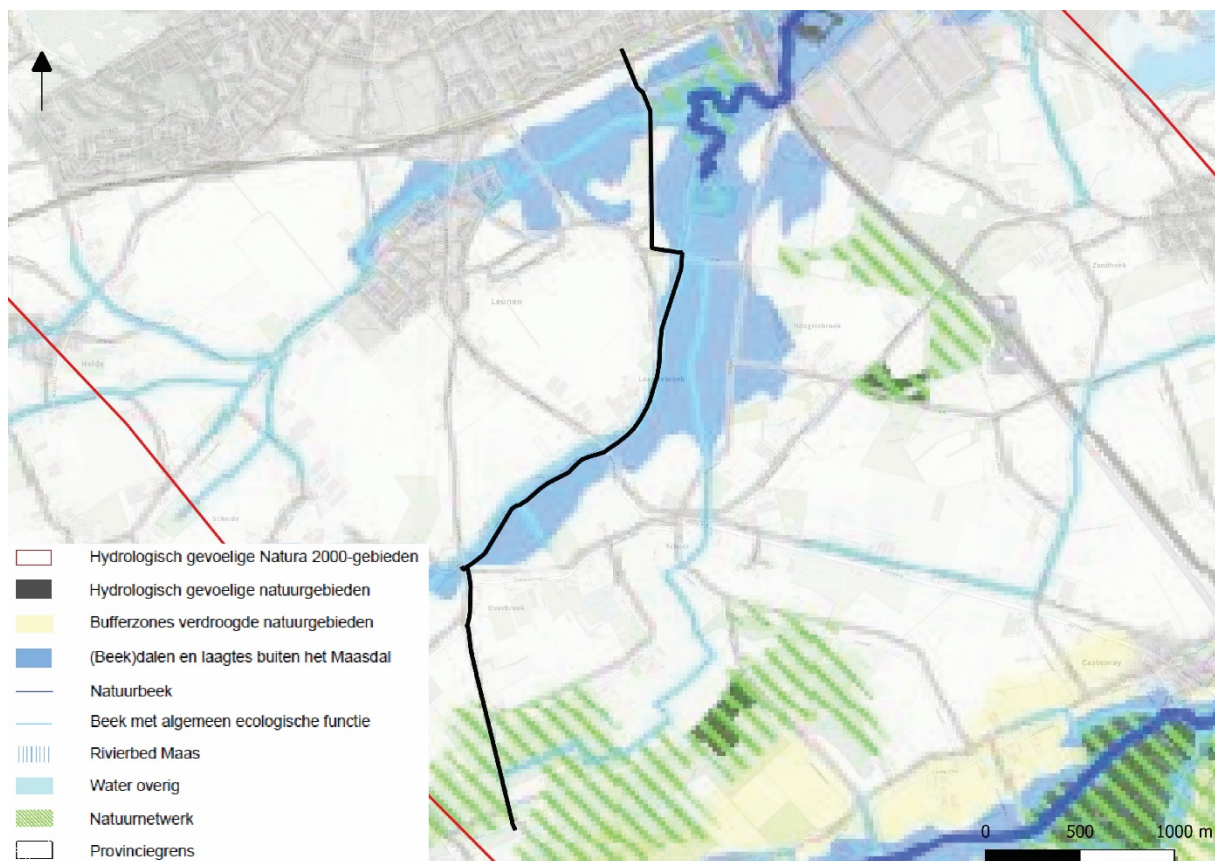
- a. ten behoeve van industriële toepassingen, indien de te onttrekken hoeveelheid water meer dan 150.000 m³ per jaar bedraagt;
- b. ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening of een bodemenergiesysteem.

Gezien de toepassing en de berekende debieten is dit niet van toepassing.

Keur

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

- de debieten meer bedragen dan 100 m³ per uur;
- de debieten meer bedragen dan 50.000 m³ per maand;
- de onttrekking langer duurt dan 6 maanden.
- Grondwater wordt onttrokken binnen een "bufferzone verdroogd natuurgebied";



Figuur 5.1 Uittreksel Provinciaal Waterplan Limburg (2016-2021).

Op basis van de keur zijn de berekende debieten van de bemaling vergunningsplichting. Het bemalingstracé valt niet in een 'bufferzone verdroogd natuurgebied'.

5.6.2 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 Rijkswaterstaat 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 m³ per uur via een lozingsvoorziening in een primair water;
- 20 m³ per uur via een lozingsvoorziening in een secundair of overig water;

Op basis van de berekende debieten zijn de bemaling en eventuele 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]**;
- (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 niet ter plaatse van PB08]**;
- (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.

Deze toetsing is gebaseerd op de in mei 2020 genomen grondwatermonsters ter plaatse van PB03 & PB08. De resultaten van het analyserapport zijn opgenomen in de bijlagen.

Gezien het verwachte lozingsdebiet is het niet toegestaan op het vuilwaterriool te lozen. Aanvullend kan op basis van genomen grondwatermonsters worden geconcludeerd dat een lozing op het oppervlaktewater zonder maatregelen niet zondermeer is toegestaan. Voordat de lozing plaatsvindt, kan middels een zandvang de hoeveelheid onopgeloste bestanddelen worden verlaagd. 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.

6 Conclusie en advies

6.1 Algemeen

- Er dient een filterbemaling toegepast te worden teneinde de grondwaterstand tot ca. 2,2 m te verlagen;
- De benodigde verlagingen dienen alvorens de werkzaamheden te starten gecontroleerd te worden;
- Voor de bemaling zijn de volgende debieten en reikwijdte naar voren gekomen:

Tracé	Verlaging [m]	Debiet o.b.v. geschatte duur [m ³]	Debiet [m ³ /uur*]	Reikwijdte [m]
Deel 1	0 – 1,2	5.000 – 35.000	5 – 35	75
Deel 2	0 – 2,2	110.000 – 250.000	110 – 245	230
Totaal		115.000 – 285.000		
Debiet/maand		85.000 – 200.000		

* Het gegeven debiet is een gemiddelde waarde, bij de start van de bemaling zal het debiet meer bedragen teneinde een stationaire toestand te creëren

- Uit de berekeningen volgt dat de reikwijdte van de bemalingen (verlaging = 0,05 m) maximaal ca. 230 m bedraagt. Op basis van de berekeningen wordt het totale waterbezwaar (bij een duur van ca. 81 werkdagen voor de bemaling) geschat op ca. 115.000 – 285.000 m³;
- De aanzienlijk hoog benodigde debieten zijn het gevolg van een hoge grondwaterstand en een dik pakket grofzandige fluviatiele afzettingen van de formatie van Beegden waarin hoge doorlatendheden zijn gemeten;
- Op basis van de keur van het Waterschap Limburg is voor de bemaling een vergunning vereist;
- Op basis van de berekende debieten is tevens de lozing vergunningsplichtig.

6.2 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.

Er wordt geadviseerd de filterdiepte te beperken tot ca. 6 m- maaiveld, teneinde de grondwateronttrekking uit het goed doorlatende zandpakket van de formatie van Beegden zo veel mogelijk te beperken. Indien filters dieper worden geplaatst, zijn hogere debieten benodigd.

Afhankelijk van onderhoudsbaggerwerk aan de watergangen kan het voorkomen dat geen of weinig slib op de bodem aanwezig is. In dat geval kunnen de debieten bij deel 2 sterk toenemen door de stroming vanuit de Oostrumsche Beek. Het is aan te bevelen de uitvoering van de werkzaamheden af te stemmen met het waterschap, zodat het werk niet tijdens of na onderhoudsbaggerwerk wordt uitgevoerd, en beginnen met een proefsleuf.

Mogelijk kan bij aanwezigheid van onvoldoende slib niet voldoende verlaging worden bereikt door 'rondpompen' van het water tussen sleuf en beek, in dat geval zal tevens uitspoeling en instabiliteit van de taluds van de sleuf optreden. Dit is ook een risico op locaties waar door stroming weinig tot geen slib aanwezig is. Mocht dit optreden, kan als oplossing actieve beslibbing van de slootbodem of bodeminjectie worden toegepast. Wellicht is het ook mogelijk tijdelijke damwanden als grondkering aan beide zijden van de sleuf toe te passen, tussen deze damwanden in den natte te ontgraven, om de leiding vervolgens in den natte af te zinken.

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

- De filterstelling niet dieper dan ca. 6 m- maaiveld aan te leggen teneinde grondwateronttrekkingen uit de formatie van Beegden zoveel mogelijk te beperken. Door de aanzienlijk hoge doorlatendheid van de formatie van Beegden dient rekening te worden gehouden met hogere debieten en reikwijdtes bij afwezigheid/geringe dikte van de formatie van Boxtel. Indien nodig, kan het benodigde debiet worden beperkt door een kleiner deel gelijktijdig te bemalen;
- Debieten per uur kunnen worden beperkt door het gelijktijdig te bemalen tracé te beperken. De duur van de bemaling (en daarmee de totale debieten) bedragen dan meer;
- Optimalisatie van de filterstelling: het toepassen van kortere filters, met korte h.o.h.-afstanden en zo dicht mogelijk op de sleuf. 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.

6.3 Risico's en maatregelen

Er wordt benadrukt dat door de variabiliteit in de parameters van de ondergrond en de doorlatendheid van de pakketten de situatie in het terrein kan afwijken. Er wordt geadviseerd tijdens de bemaling regelmatig grondwaterstandpeilingen uit te voeren. Indien nodig kan dan tijdens de uitvoering worden bijgestuurd zodat negatieve effecten worden beperkt. Tevens kan hiermee kan een onnodig groot debiet worden voorkomen.

Indien de daadwerkelijk onttrokken debieten sterk afwijken adviseren wij om met ons bureau contact op te nemen zodat kan worden bepaald wat de effecten van deze afwijking gedurende de uitvoeringstermijn zijn.

Indien gewenst kan door ons bureau een monitoring worden uitgevoerd met peilbuizen en zettingsbouten, waarbij tevens een monitorings- en interventieplan wordt opgesteld en automatisch wordt gewaarschuwd als vooraf vastgestelde interventiewaarden van de grondwaterstand worden onderschreden.

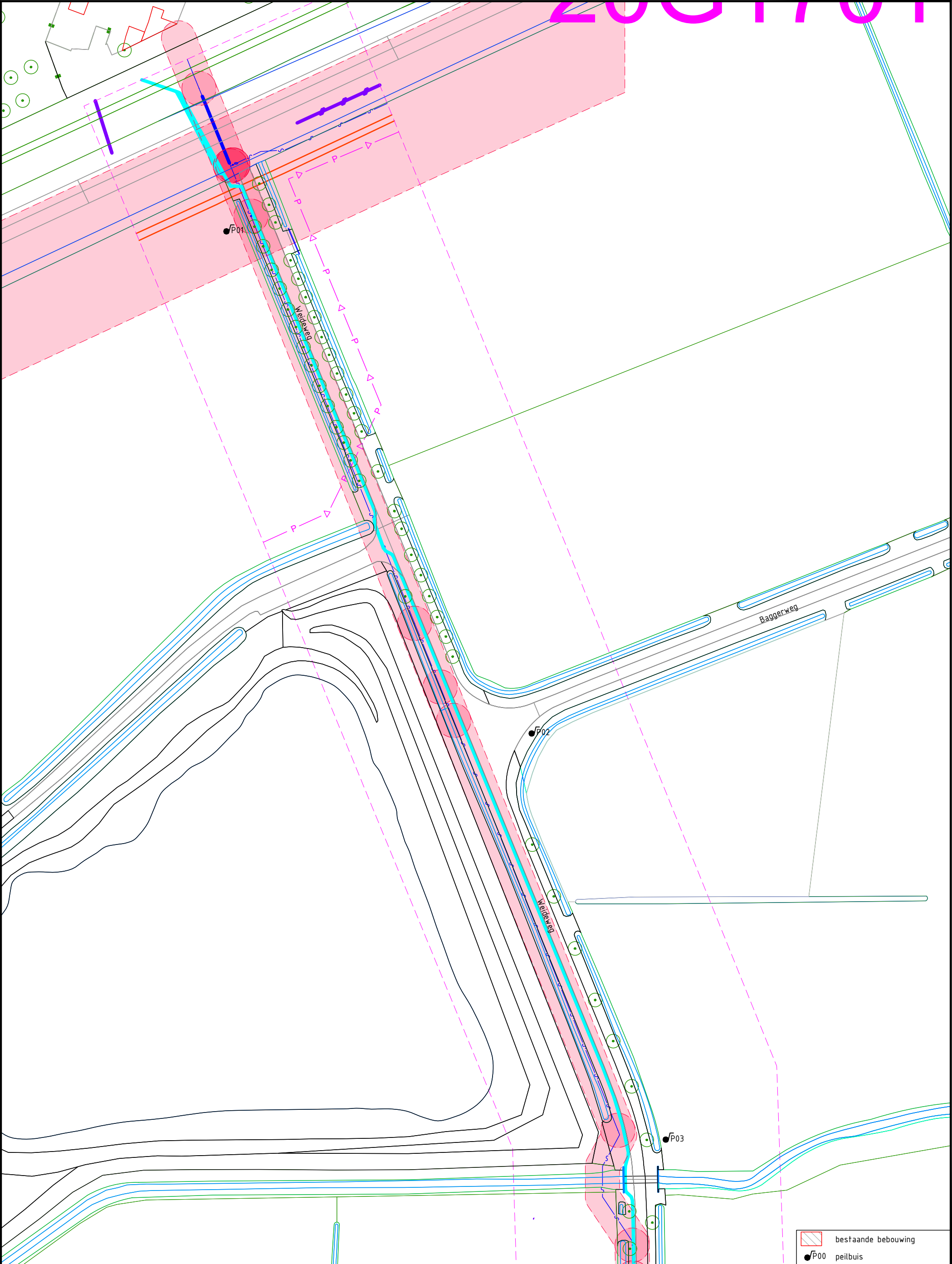
Om te beoordelen wat de nauwkeurigheid van het gehanteerde model is, verzoeken wij de opdrachtgever om de gegevens van de definitieve bemaling aan ons te verstrekken. Het betreft hierbij met name de toegepaste filterstelling, het onttrokken debiet en de bereikte verlaging in de bouwput en in de omgeving. Zodoende hopen wij u in de toekomst nog beter van dienst te kunnen zijn.

Bijlagen

Bijlage 1 Situatietekening



GEONIUS



project	Projectomschrijving		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA190004.038	projectleider	
bijlagenr	T01	getekend	
datum	23-3-2020	formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen

www.geonius.nl

050

1: 1000

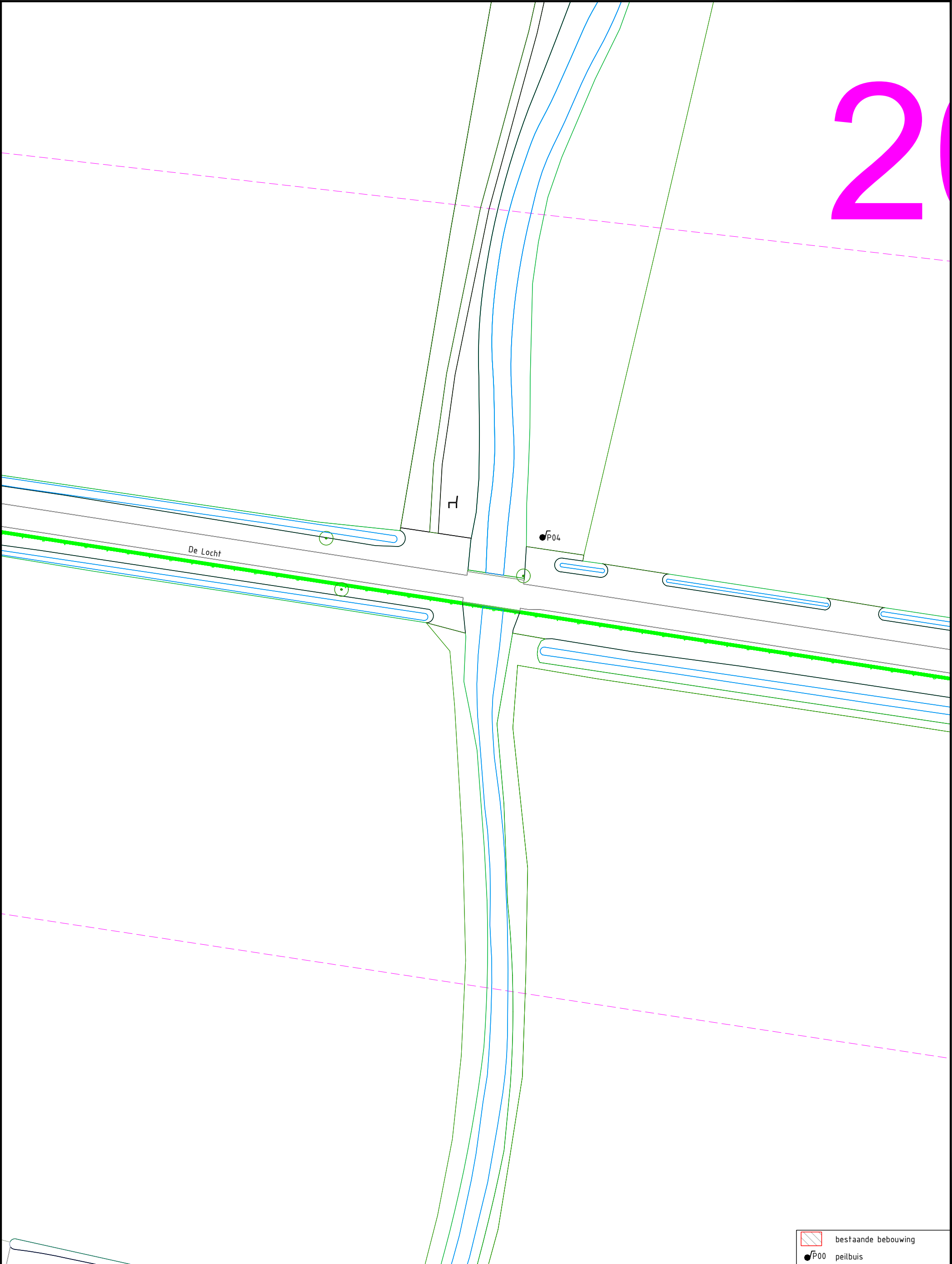
050

0

50

↑

20



 bestaande bebouwing
 P00 peilbuis

project	Projectomschrijving		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA190004.038	projectleider	
bijlagenr	T02	getekend	
datum	23-3-2020	formaat	A3

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

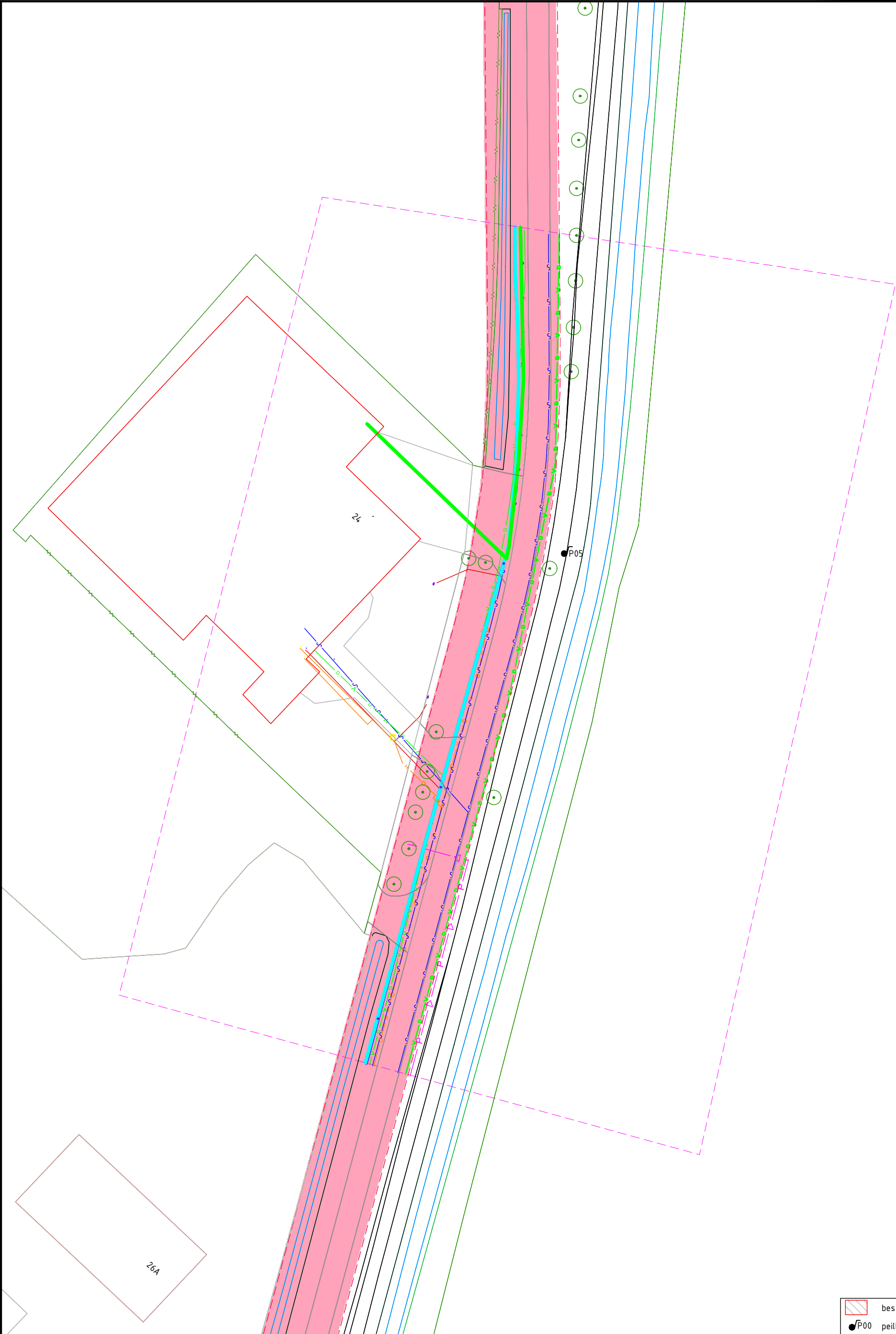
De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen

www.geonius.nl

025





 bestaande bebouwing
 P00 peilbuis

project	Projectomschrijving		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA190004.038	projectleider	
bijlagenr	T03	getekend	
datum	23-3-2020	formaat	A3

GEONIUS
Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10
6161 RD Geleen
www.geonius.nl

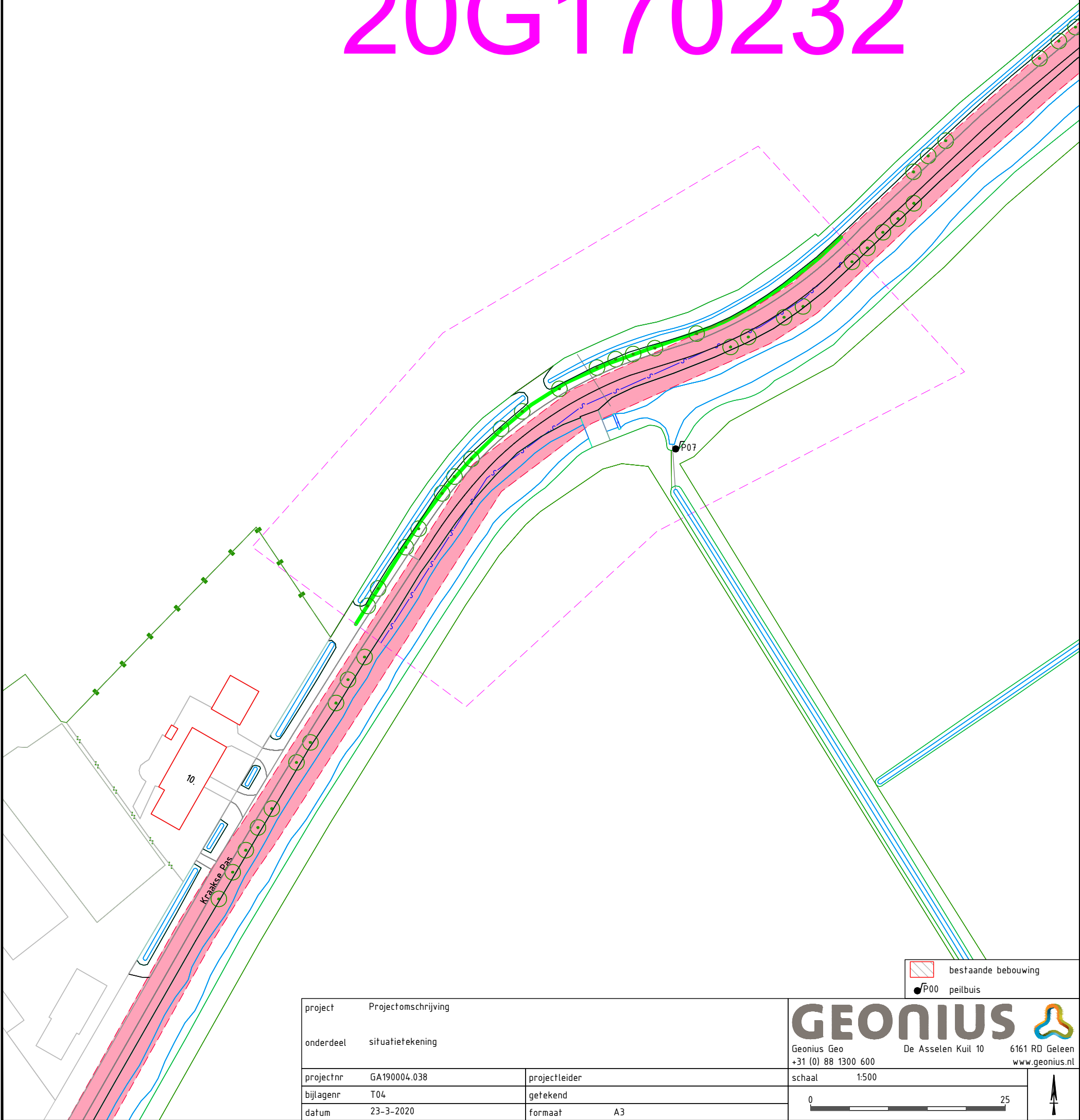


schaal 1:500





20G170232



project	Projectomschrijving		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA190004.038	projectleider	
bijlagenr	T04	getekend	
datum	23-3-2020	formaat	A3

bestaande bebouwing

peilbuis

GEONIUS

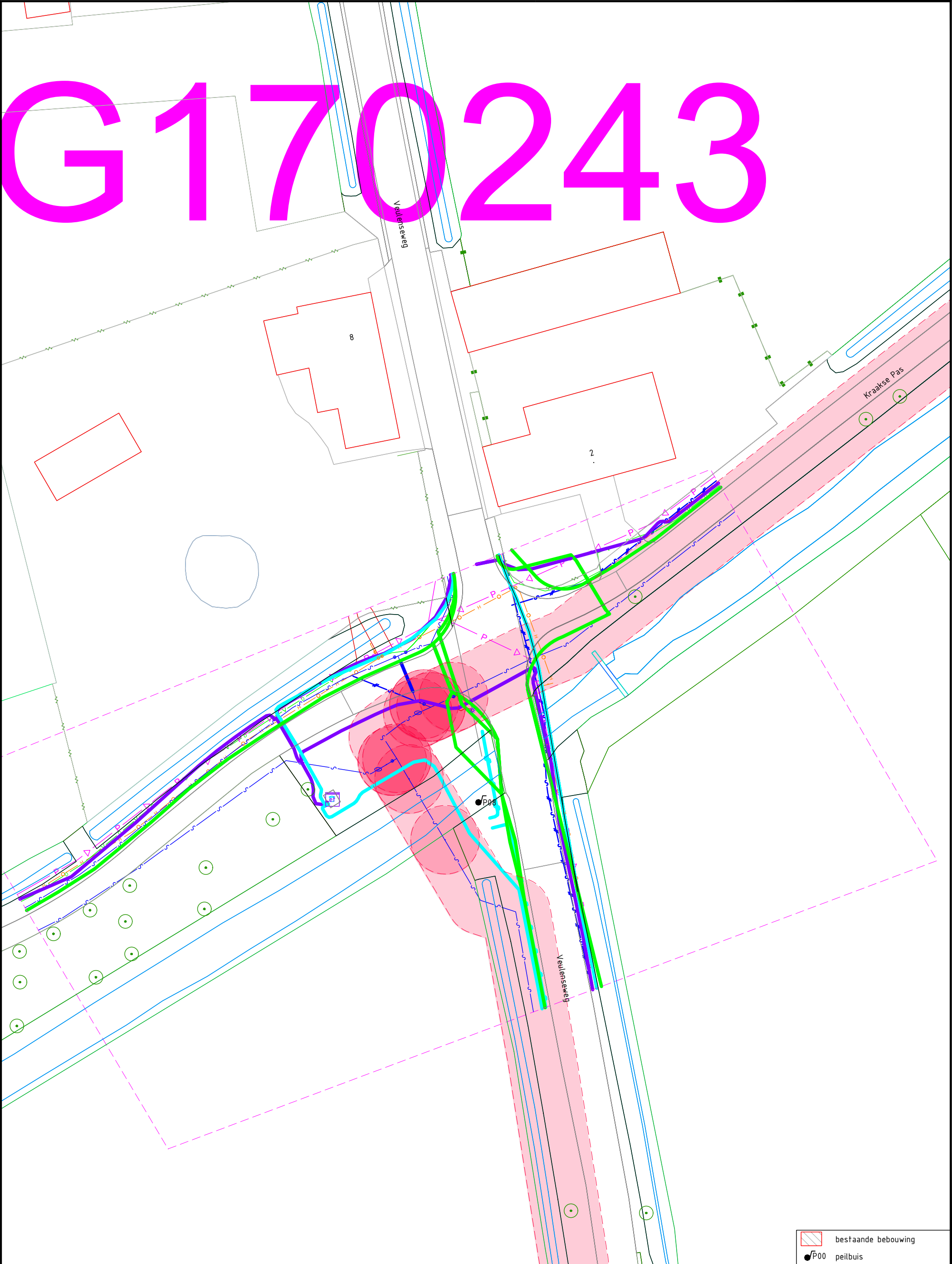
Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen

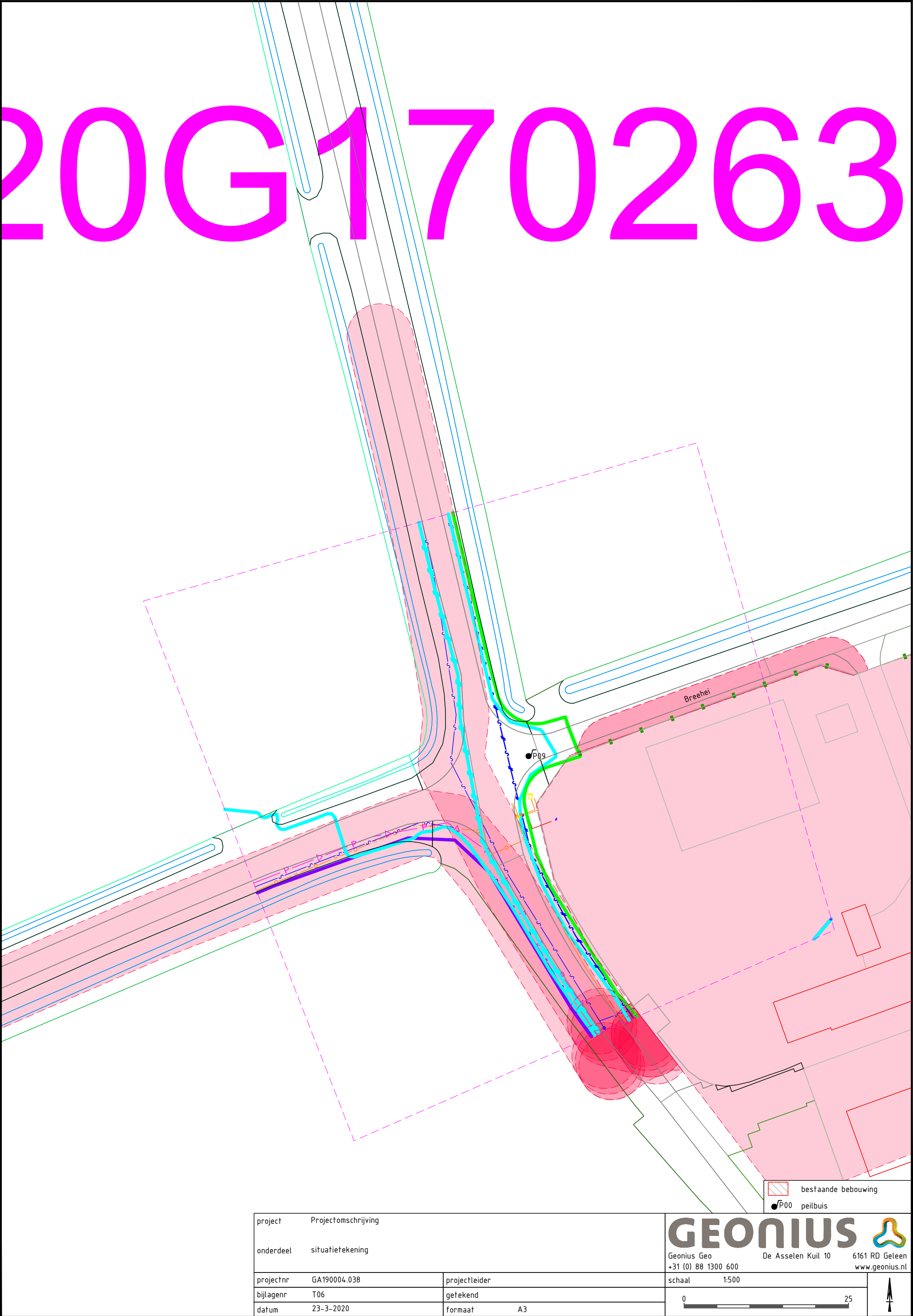
www.geonius.nl

025



G170243

project		Projectomschrijving		GEONIUS Geonius Geo De Asselen Kuil 10 6161 RD Geleen +31 (0) 88 1300 600 www.geonius.nl	
onderdeel		situatietekening			
projectnr	GA190004.038	projectleider		schaal	1:500
bijlagenr	T05	getekend			
datum	23-3-2020	formaat	A3		



project	Projectomschrijving		
onderdeel	situatietekening		
projectnr	GA190004.038	projectleider	
bijlagenr	T06	getekend	
datum	23-3-2020	formaat	A3

bestaande bebouwing

P00 peilbuis

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

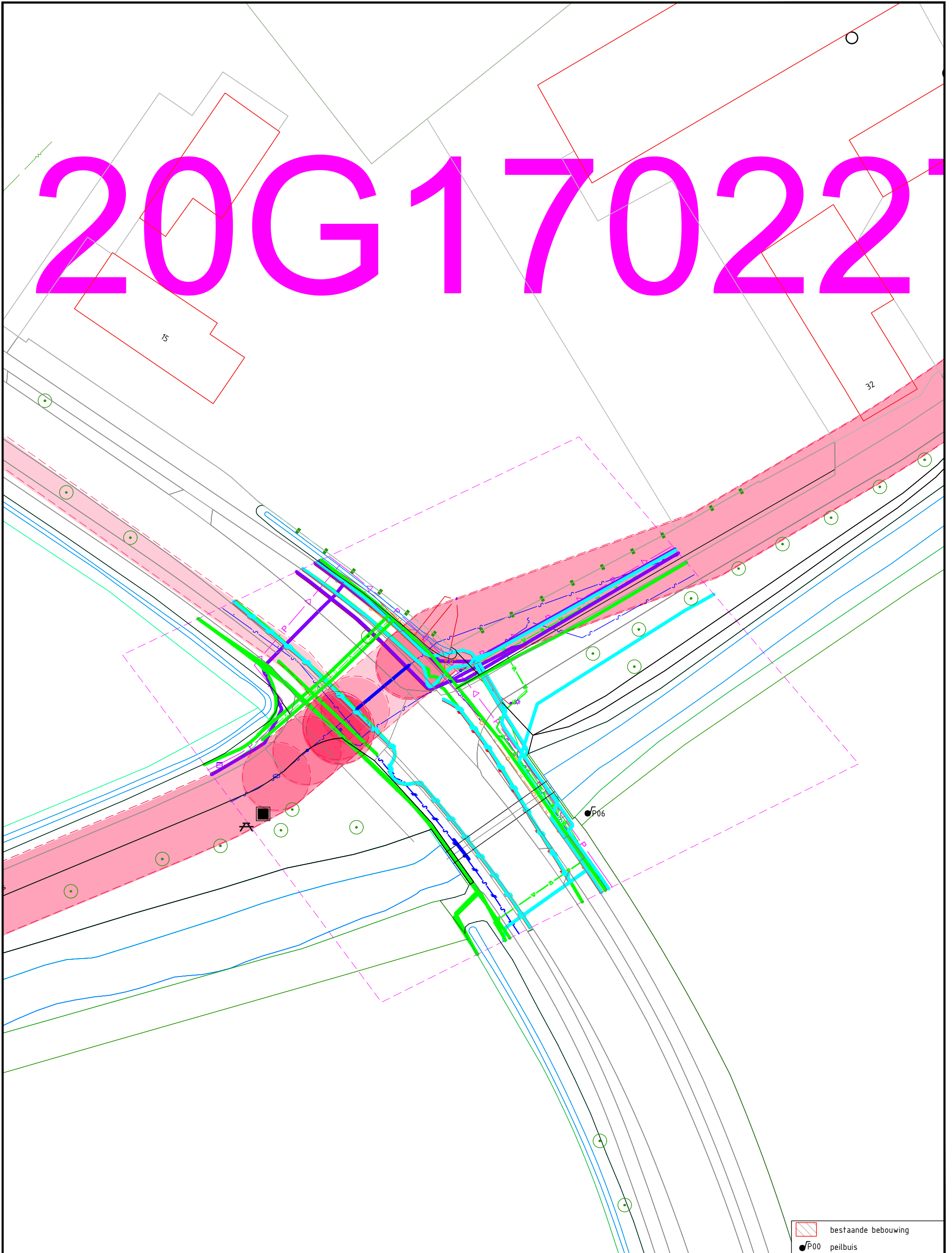
6161 RD Geleen

www.geonius.nl

025

1:500

20G17022



 bestaande bebouwing
 P00 peilbuis

project Projectomschrijving

onderdeel situatietekening

projectnr GA190004.038

bijlagenr T03

datum 23-3-2020

projectleider

getekend

formaat A3

GEONIUS

Geonius Geo
+31 (0) 88 1300 600

De Asselen Kuil 10

6161 RD Geleen
www.geonius.nl

schaal 1:500

0 25



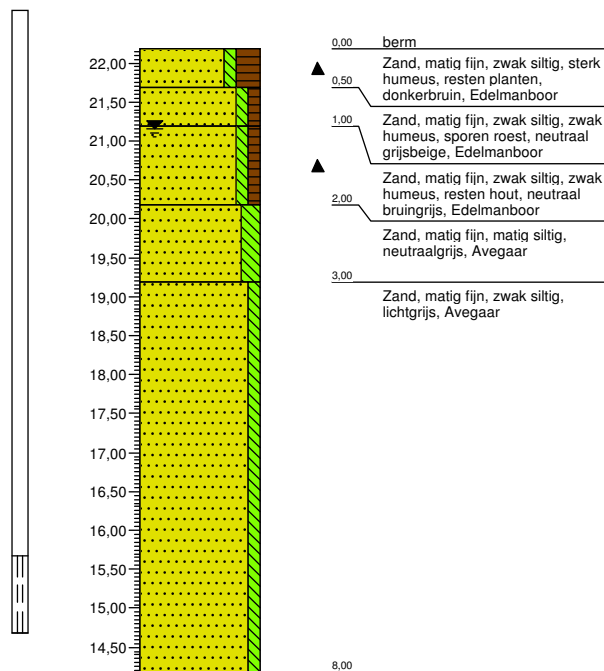
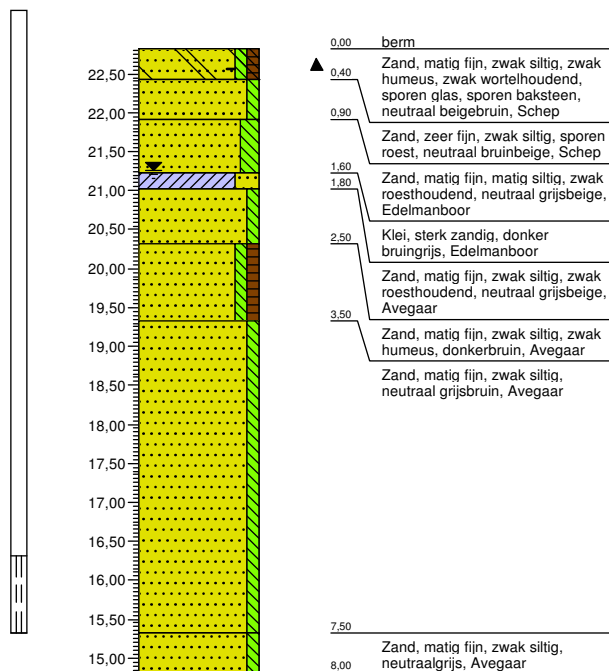
Bijlage 2 Boringen



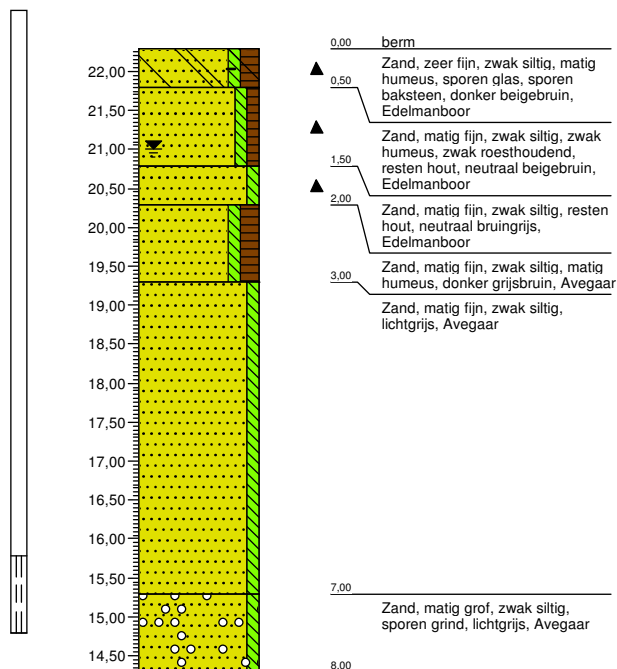
GEONIUS

boring: PB01
Maaiveldhoogte : 22,82 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : 156 cm. - mv.
Datum : 13-05-2020
Opmerking: Top PB 23,30 N.A.P.

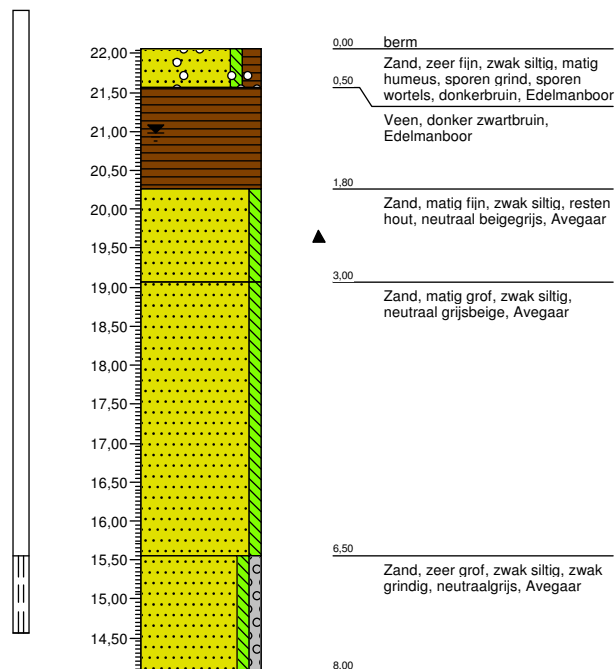
boring: PB02
Maaiveldhoogte : 22,18 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : 103 cm. - mv.
Datum : 13-05-2020
Opmerking: Top PB 22,74 N.A.P.



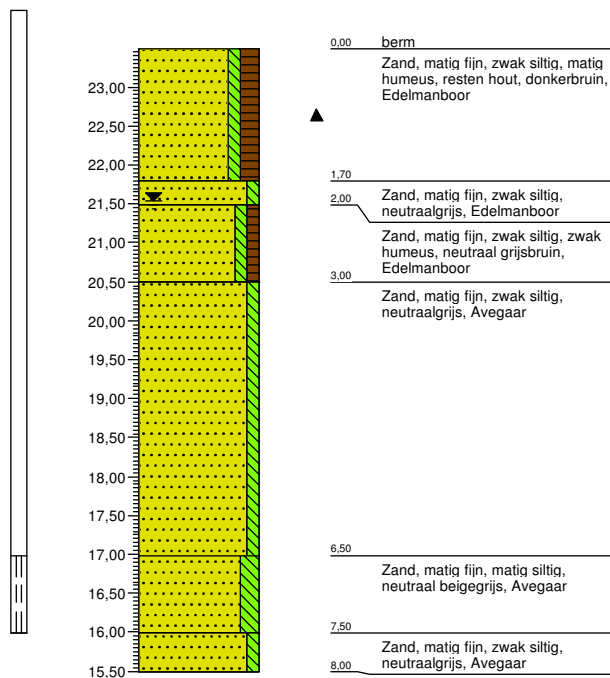
boring: PB03
 Maaiveldhoogte : 22,29 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 128 cm. - mv.
 Datum : 13-05-2020
 Opmerking: Top PB 22,80 N.A.P.



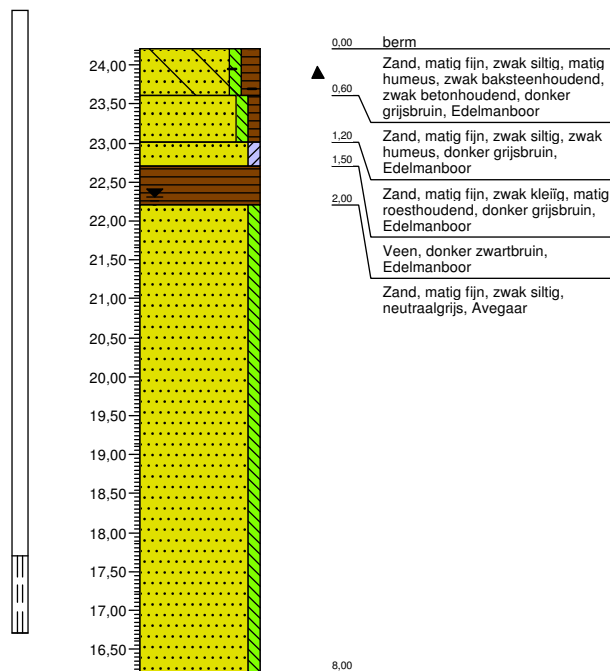
boring: PB04
 Maaiveldhoogte : 22,06 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 108 cm. - mv.
 Datum : 13-05-2020
 Opmerking: Top PB 22,60 N.A.P.



boring: PB05
 Maaiveldhoogte : 23,49 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 196 cm. - mv.
 Datum : 13-05-2020
 Opmerking: Top PB 24,12 N.A.P.

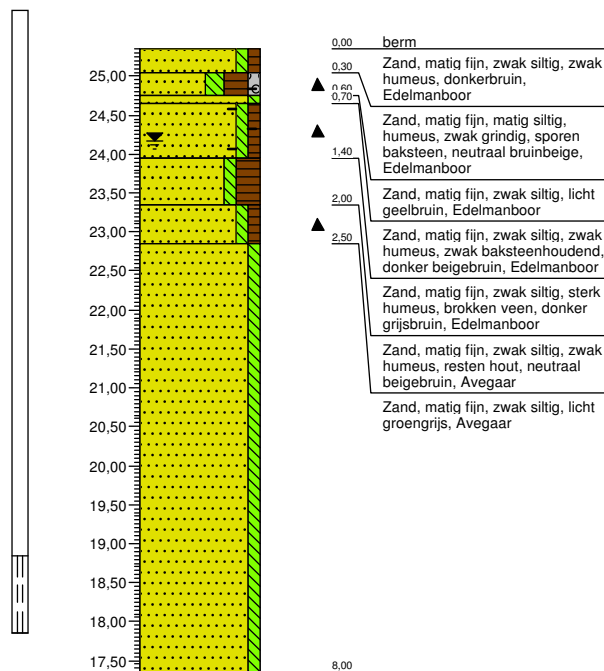
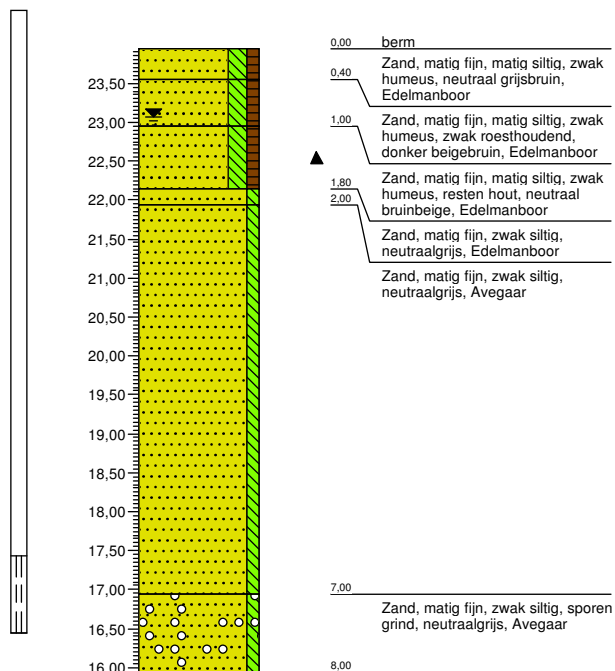


boring: PB06
 Maaiveldhoogte : 24,21 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 190 cm. - mv.
 Datum : 13-05-2020
 Opmerking: Top PB 24,81 N.A.P.



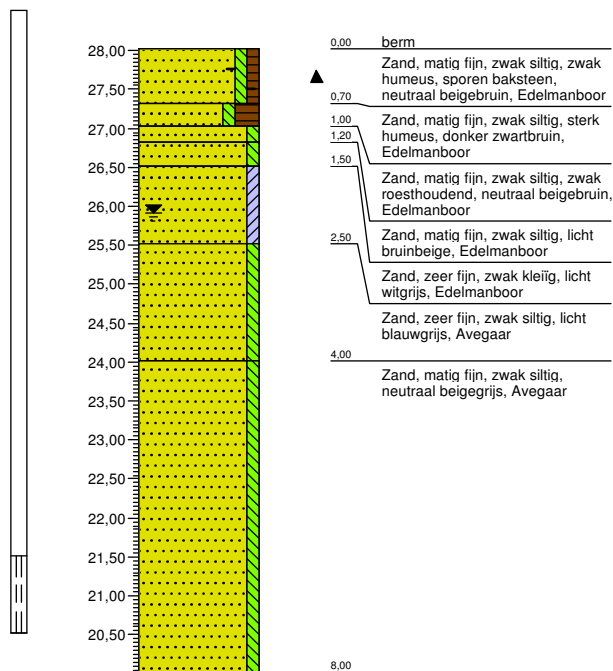
boring: PB07
Maaiveldhoogte : 23,94 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : 88 cm. - mv.
Datum : 13-05-2020
Opmerking: Top PB 24,42 N.A.P.

boring: PB08
Maaiveldhoogte : 25,35 m. t.o.v. N.A.P.
GWS : 118 cm. - mv.
Datum : 13-05-2020
Opmerking: Top PB 25,80 N.A.P.



boring: PB09

Maaiveldhoogte : 28,02 m. t.o.v. N.A.P.
 GWS : 210 cm. - mv.
 Datum : 13-05-2020
 Opmerking: Top PB 28,57 N.A.P.



Bijlage 3 Doorlatendheidsmetingen



GEONIUS

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
 lokatie : Venray-Leunen
 boring : PB01

opdr.nr : GA190004.038
 datum: 14-05-20
 meting: DB01

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

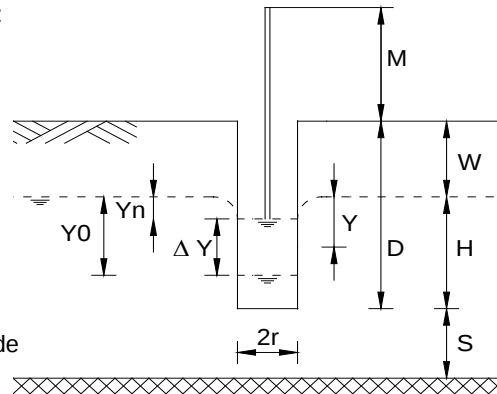
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

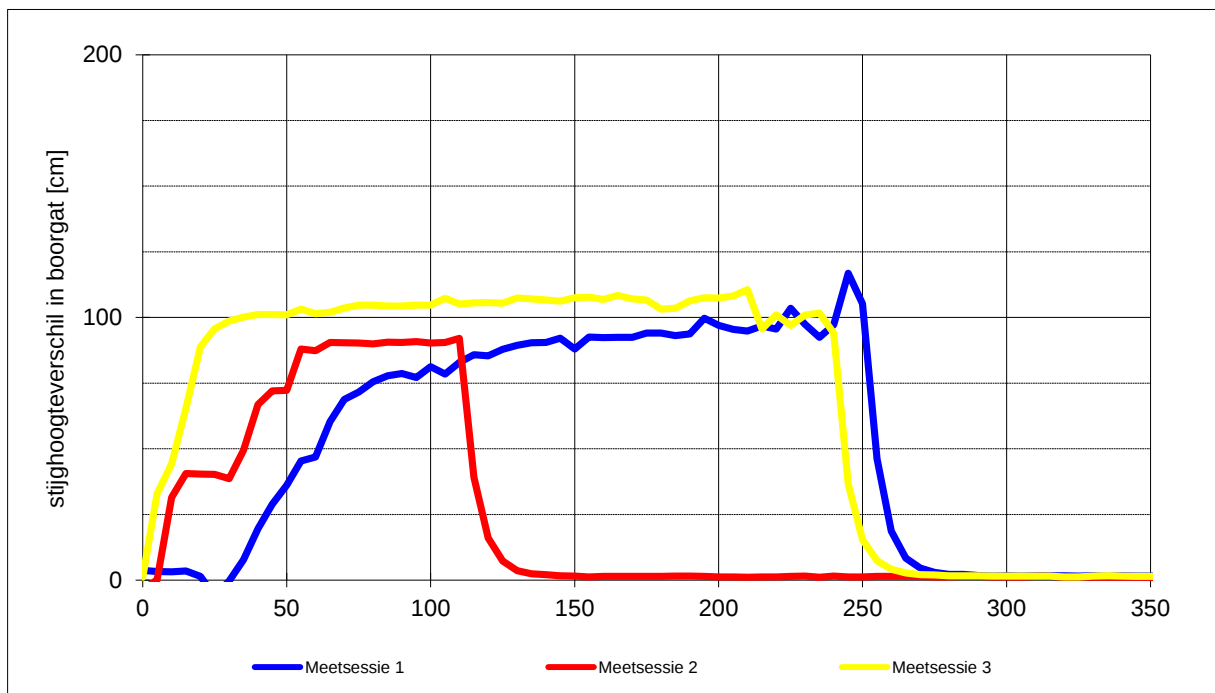


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

H :	650,0	cm
M :	50,0	cm
r :	6,0	cm
W :	150,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1	
t0 =	250 sec
Y0 =	105,23 cm
tn =	255 sec
Yn =	46,20 cm
ΔY =	59,03 cm
r =	6,00 cm
H =	650,00 cm
Y =	75,72 cm
Δt =	5 sec

k = 15,48 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	110 sec
Y0 =	92,05 cm
tn =	115 sec
Yn =	39,20 cm
ΔY =	52,85 cm
r =	6,00 cm
H =	650,00 cm
Y =	65,63 cm
Δt =	5 sec

k = 15,86 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	240 sec
Y0 =	94,09 cm
tn =	245 sec
Yn =	36,58 cm
ΔY =	57,52 cm
r =	6,00 cm
H =	650,00 cm
Y =	65,33 cm
Δt =	5 sec

k = 17,34 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
 lokatie : Venray-Leunen
 boring : PB02

opdr.nr : GA190004.038
 datum: 14-05-20
 meting: DB02

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

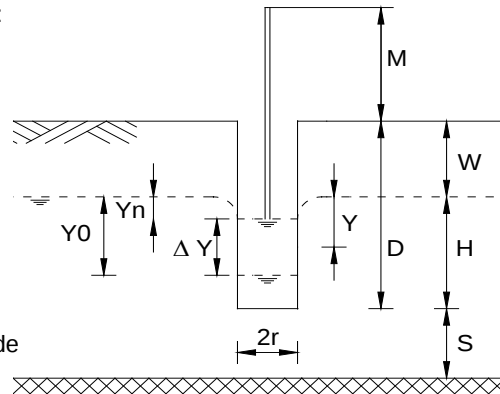
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

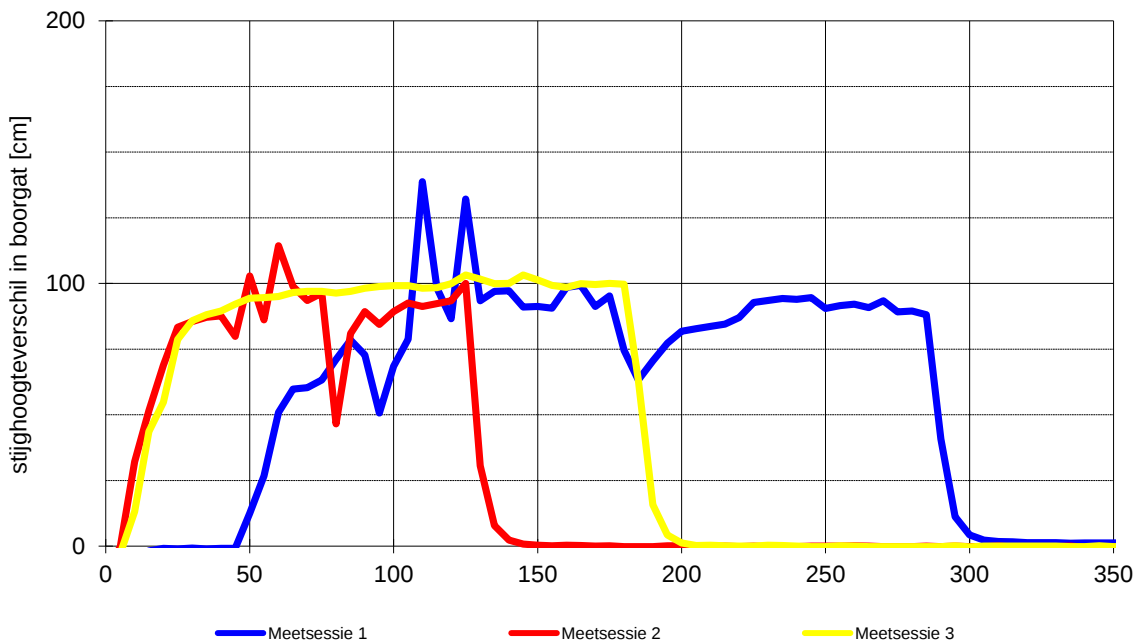
Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode



onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater
 diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat

H :	680,0	cm
M :	38,0	cm
r :	6,0	cm
W :	120,0	cm
S :	1000,0	cm



meetsessie 1	
t0 =	290 sec
Y0 =	40,82 cm
tn =	295 sec
Yn =	11,24 cm
ΔY =	29,58 cm
r =	6,00 cm
H =	680,00 cm
Y =	26,03 cm
Δt =	5 sec

k = 20,85 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	130 sec
Y0 =	30,61 cm
tn =	135 sec
Yn =	7,80 cm
ΔY =	22,81 cm
r =	6,00 cm
H =	680,00 cm
Y =	19,20 cm
Δt =	5 sec

k = 21,68 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	185 sec
Y0 =	63,22 cm
tn =	190 sec
Yn =	15,79 cm
ΔY =	47,43 cm
r =	6,00 cm
H =	680,00 cm
Y =	39,50 cm
Δt =	5 sec

k = 22,26 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
 lokatie : Venray-Leunen
 boring : PB03

opdr.nr : GA190004.038
 datum: 14-05-20
 meting: DB03

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

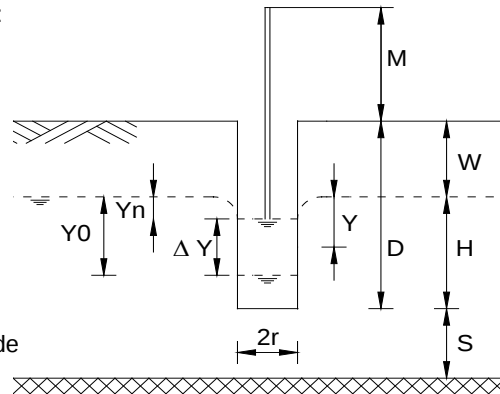
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

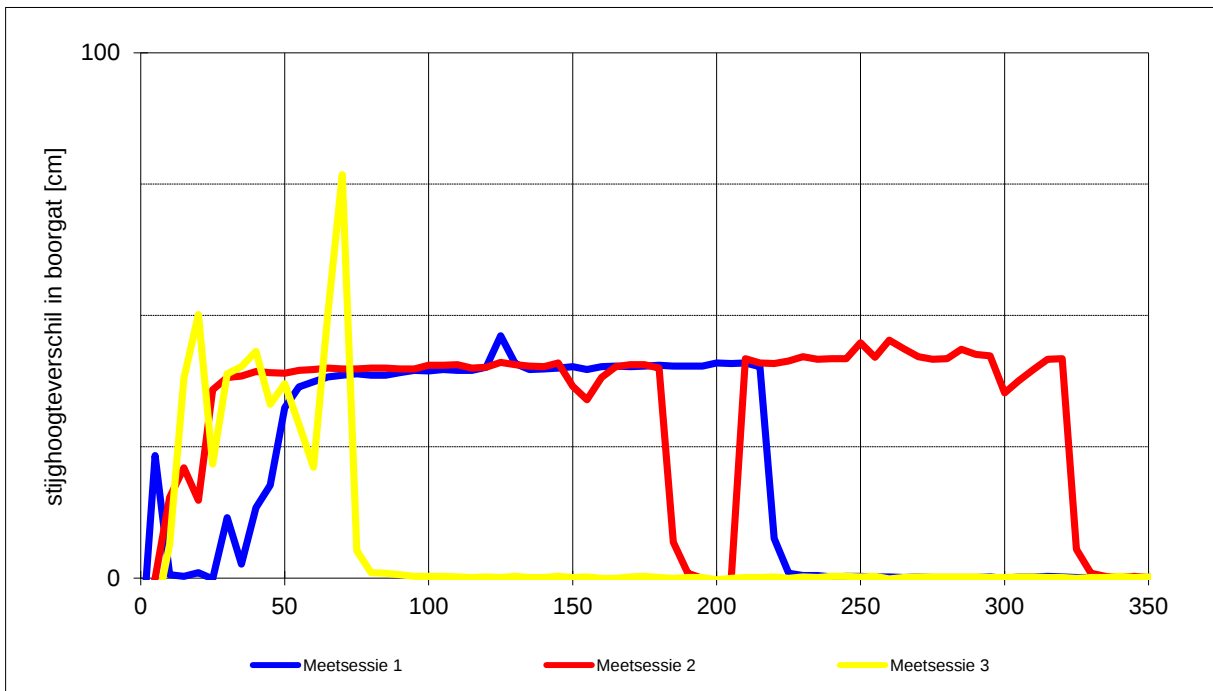


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

H :	700,0	cm
M :	85,0	cm
r :	6,0	cm
W :	100,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1	
t0 =	220 sec
Y0 =	7,53 cm
tn =	225 sec
Yn =	0,93 cm
ΔY =	6,59 cm
r =	6,00 cm
H =	700,00 cm
Y =	4,23 cm
Δt =	5 sec

k = 27,46 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	320 sec
Y0 =	41,77 cm
tn =	325 sec
Yn =	5,48 cm
ΔY =	36,28 cm
r =	6,00 cm
H =	700,00 cm
Y =	23,63 cm
Δt =	5 sec

k = 27,43 m/dag

meetsessie 3	
t0 =	76 sec
Y0 =	5,19 cm
tn =	80 sec
Yn =	1,05 cm
ΔY =	4,14 cm
r =	6,00 cm
H =	700,00 cm
Y =	3,12 cm
Δt =	4 sec

k = 29,20 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
 lokatie: Venray-Leunen
 boring: PB04

opdr.nr: GA190004.038
 datum: 14-05-20
 meting: DB04

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen:

voor $S > 0,5H$ geldt:

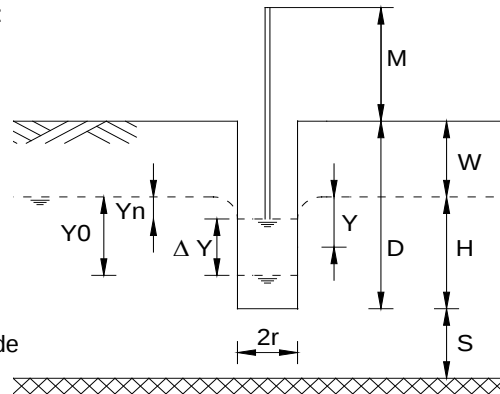
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt:

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is:

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

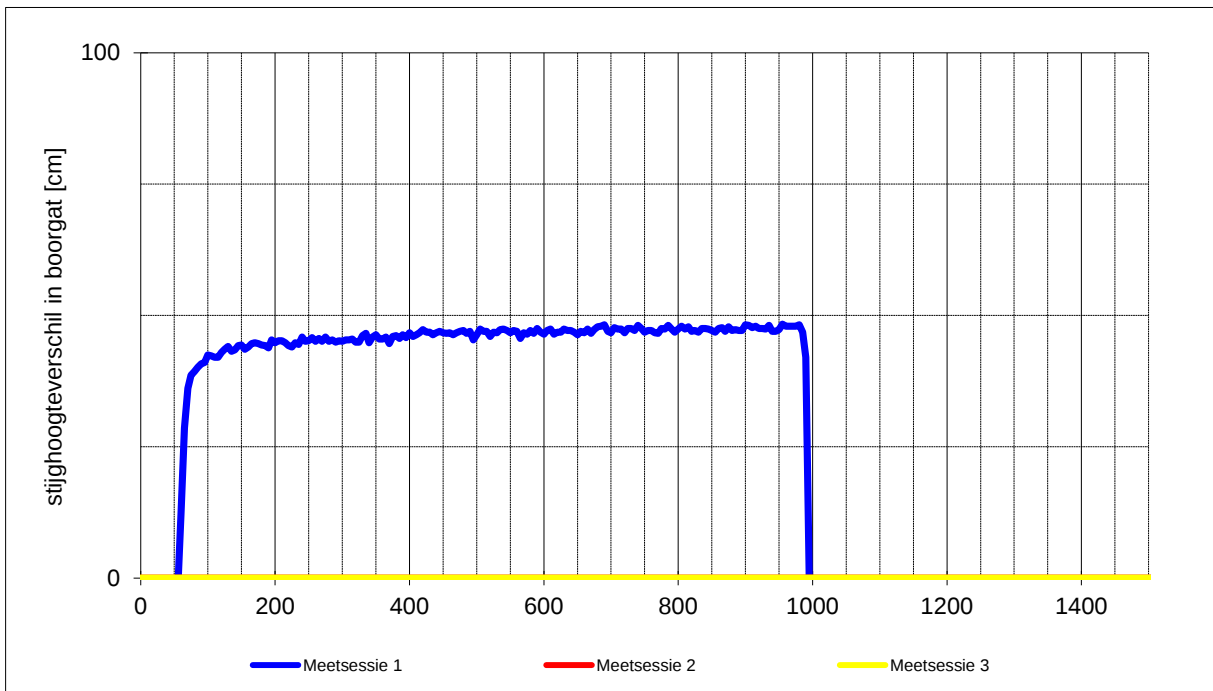


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

H :	715,0	cm
M :	42,0	cm
r :	6,0	cm
W :	85,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1

t0 =	990	sec
Y0 =	42,05	cm
tn =	995	sec
Yn =	-0,53	cm
ΔY =	42,58	cm
r =	6,00	cm
H =	715,00	cm
Y =	20,76	cm
Δt =	5	sec

k = 35,90 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
 lokatie: Venray-Leunen
 boring: PB05

opdr.nr: GA190004.038
 datum: 15-05-20
 meting: DB05

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen:

voor $S > 0,5H$ geldt:

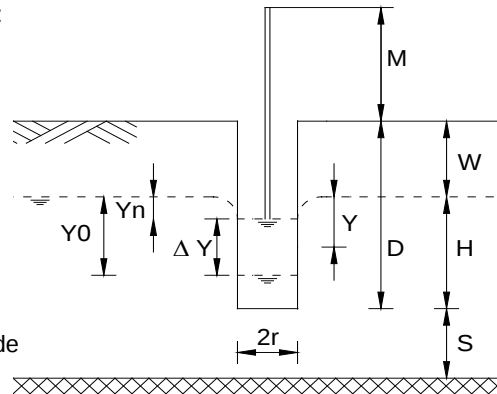
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt:

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is:

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
 r = boorgatradius
 H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

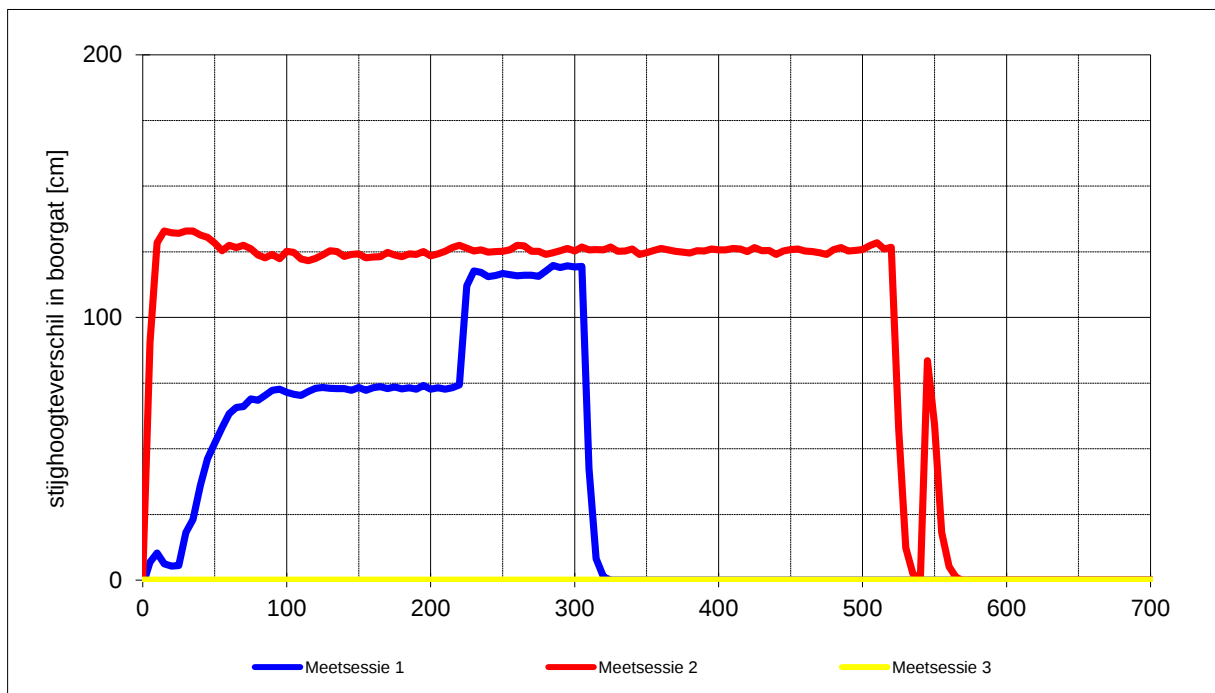


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 standaardhoogte
 radiusboorgat
 grondwater

H :	600,0	cm
M :	40,0	cm
r :	6,0	cm
W :	200,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1	
t0 =	310 sec
Y0 =	42,39 cm
tn =	315 sec
Yn =	8,15 cm
ΔY =	34,24 cm
r =	6,00 cm
H =	600,00 cm
Y =	25,27 cm
Δt =	5 sec

k = 27,68 m/dag

meetsessie 2	
t0 =	525 sec
Y0 =	57,68 cm
tn =	530 sec
Yn =	12,23 cm
ΔY =	45,44 cm
r =	6,00 cm
H =	600,00 cm
Y =	34,95 cm
Δt =	5 sec

k = 26,78 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
lokatie : Venray-Leunen
boring : PB06

opdr.nr : GA190004.038
datum: 15-05-20
meting: DB06

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

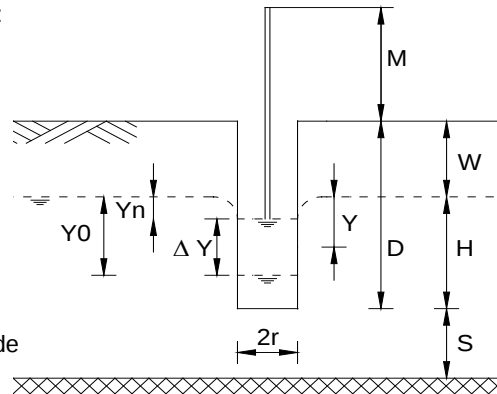
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
r = boorgatradius
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

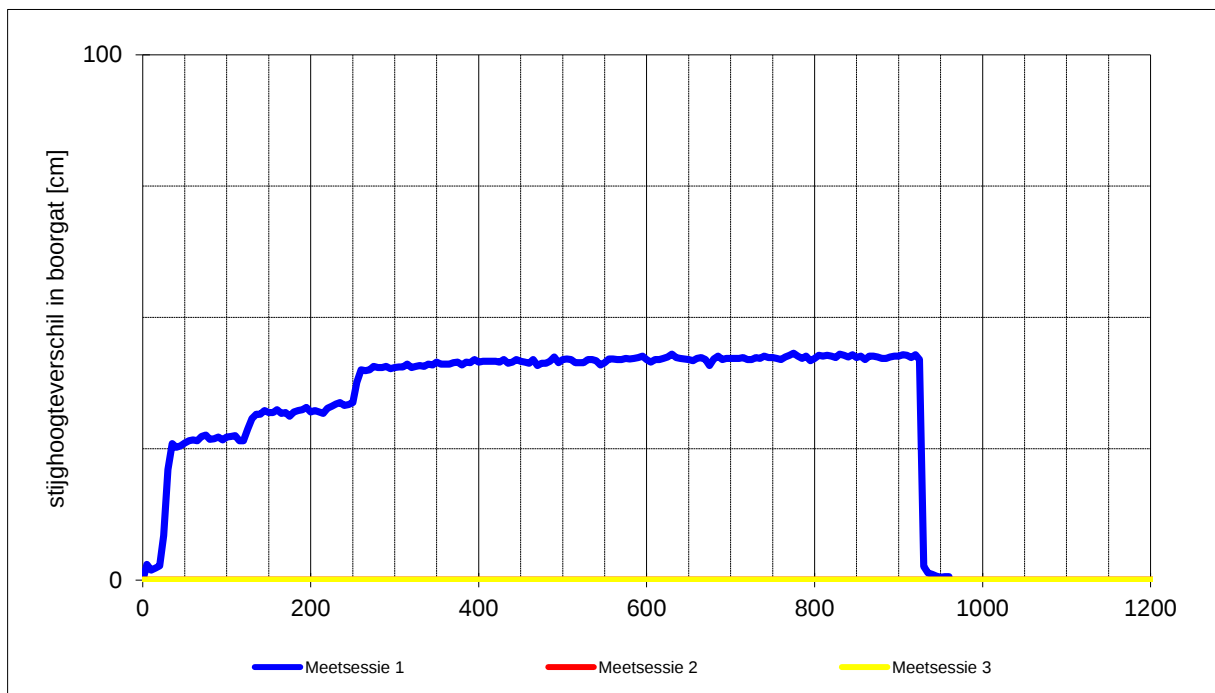


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
standaardhoogte
radiusboorgat
grondwater

H :	565,0	cm
M :	12,0	cm
r :	6,0	cm
W :	235,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1

t0 = 925 sec
Y0 = 41,97 cm
tn = 930 sec
Yn = 2,60 cm
 ΔY = 39,38 cm
r = 6,00 cm
H = 565,00 cm
Y = 22,29 cm
 Δt = 5 sec

k = 37,89 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
lokatie : Venray-Leunen
boring : PB07

opdr.nr : GA190004.038
datum: 15-05-20
meting: DB07

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

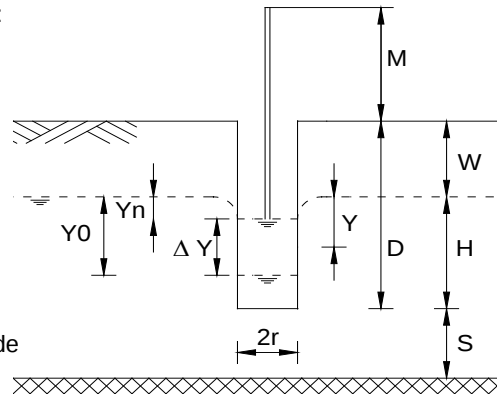
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
r = boorgatradius
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

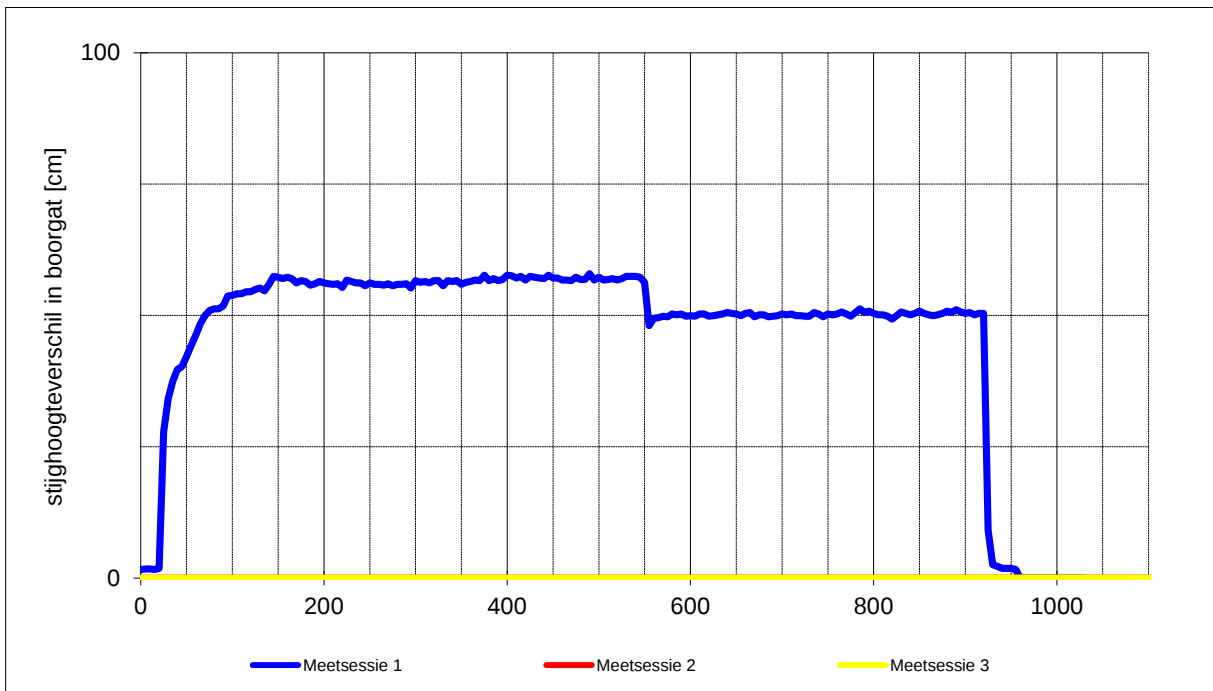


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
standaardhoogte
radiusboorgat
grondwater

H :	700,0	cm
M :	25,0	cm
r :	6,0	cm
W :	100,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1

t0 = 920 sec
Y0 = 50,38 cm
tn = 925 sec
Yn = 9,14 cm
 ΔY = 41,24 cm
r = 6,00 cm
H = 700,00 cm
Y = 29,76 cm
 Δt = 5 sec

k = 24,86 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
lokatie : Venray-Leunen
boring : PB08

opdr.nr : GA190004.038
datum: 15-05-20
meting: DB08

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

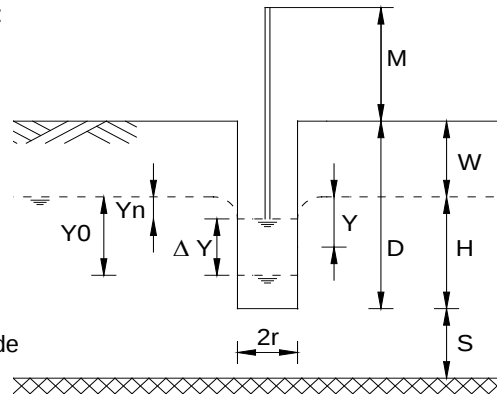
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
r = boorgatradius
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

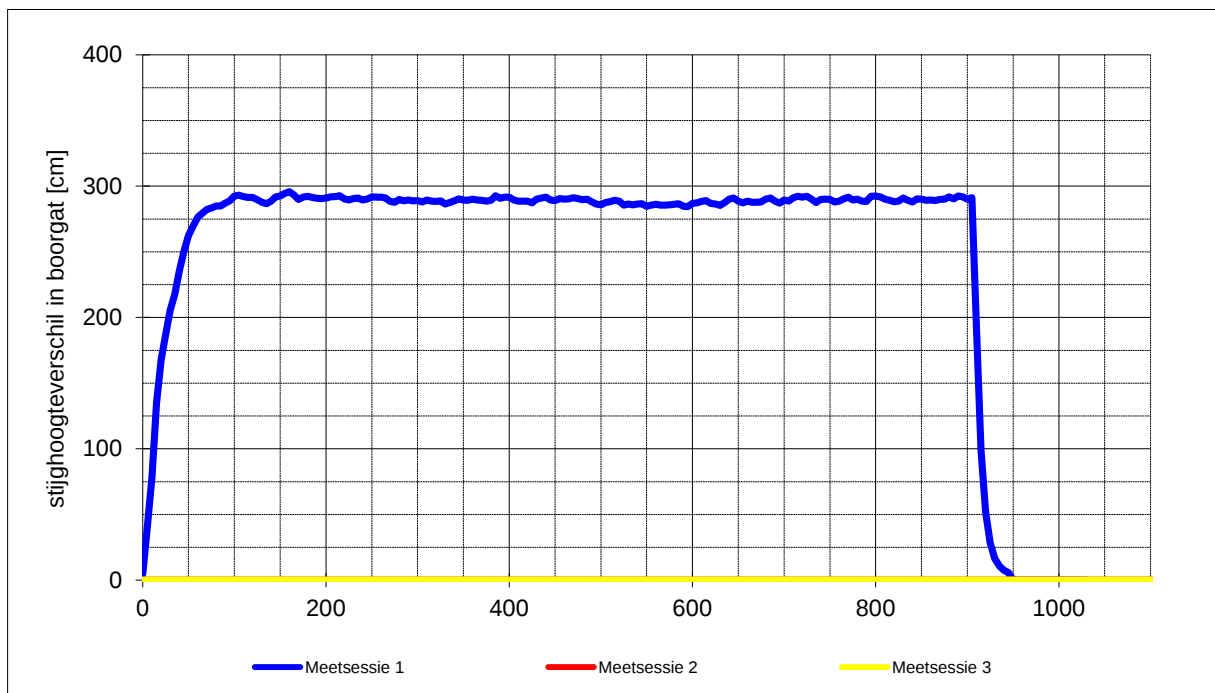


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
standaardhoogte
radiusboorgat
grondwater

H :	660,0	cm
M :	20,0	cm
r :	6,0	cm
W :	140,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1

t0 = 910 sec
Y0 = 192,72 cm
tn = 915 sec
Yn = 99,15 cm
 ΔY = 93,57 cm
r = 6,00 cm
H = 660,00 cm
Y = 145,93 cm
 Δt = 5 sec

k = 13,31 m/dag

projektschrijving: Geohydrologisch onderzoek
lokatie : Venray-Leunen
boring : PB09

opdr.nr : GA190004.038
datum: 15-05-20
meting: DB09

formule om de doorlatendheid volgens Hooghoudt te bepalen :

voor $S > 0,5H$ geldt :

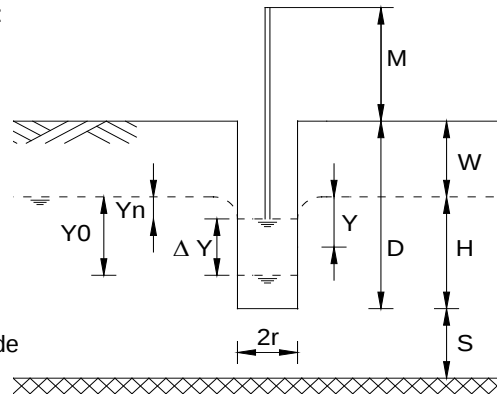
$$k = ((4000r^2)/((H+20r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

voor $S = 0$ geldt :

$$k = ((3600r^2)/((H+10r)*((2-(Y/H))*Y)))*(\Delta Y/\Delta t)$$

Hierbij is :

Y = gemiddelde waterstand over de gehele meetperiode
r = boorgatradius
H = diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
 Δt = verlopen tijd
 ΔY = stijging van de waterstand in boorgat over de gehele meetperiode

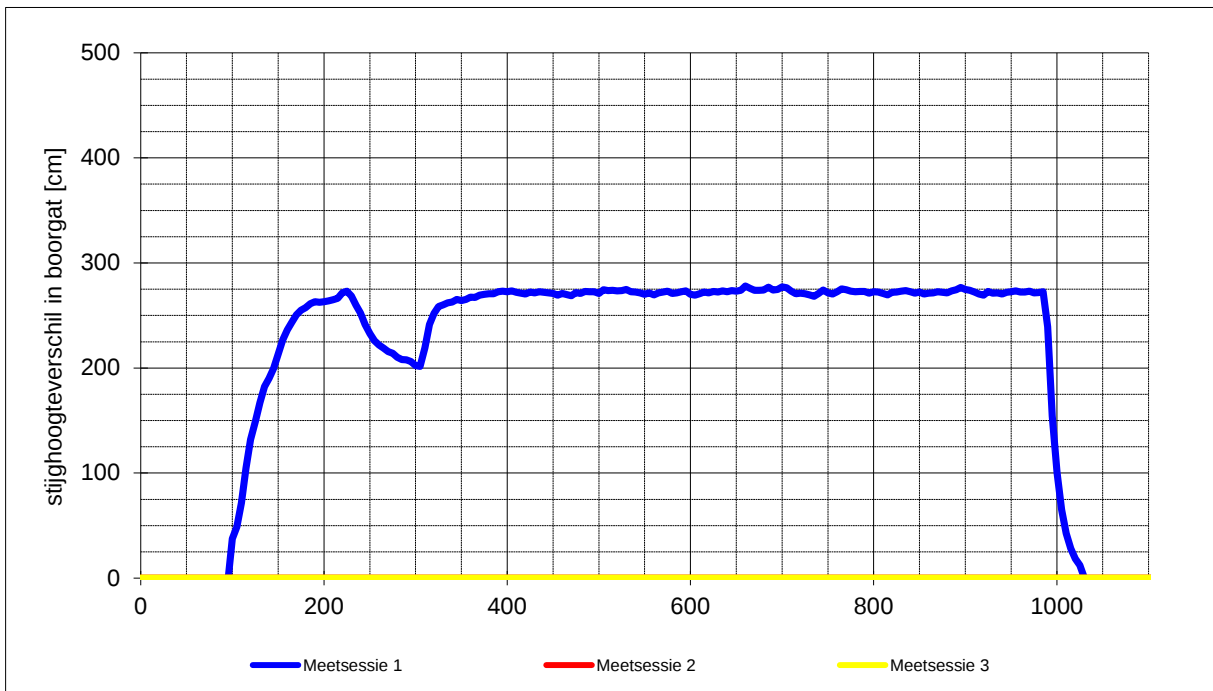


onderzoekswaarden

diepte boorgat beneden grondwaterspiegel
standaardhoogte
radiusboorgat
grondwater

H :	530,0	cm
M :	40,0	cm
r :	6,0	cm
W :	270,0	cm
S :	1000,0	cm

diepte v/e ondoorlatende laag beneden de bodem v/h boorgat



meetsessie 1

t0 =	990	sec
Y0 =	239,15	cm
tn =	995	sec
Yn =	154,39	cm
ΔY =	84,76	cm
r =	6,00	cm
H =	530,00	cm
Y =	196,77	cm
Δt =	5	sec

k = 11,72 m/dag

Bijlage 3 Labonderzoek



GEONIUS

Analysrapport

Projectnaam vo en ao WML tracé Venray-Leunen
 Projectnummer MA190889
 Rapportnummer 13275786 - 1

Orderdatum 20-05-2020
 Startdatum 20-05-2020
 Rapportagedatum 27-05-2020

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie		
001	Grondwater (AS3000)	PB03-1-1(700-800)		
002	Grondwater (AS3000)	PB08-1-1(700-800)		

Analyse	Eenheid	Q	001	002
METALEN				
ijzer totaal	µg/l		2100	3000
DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN				
onopgel.best./zweev.stof	mg/l	Q	150 ¹⁾	640 ¹⁾
monstervolume tbv analyse	ml		500	250

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf :

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