

Bemalingsadvies

t.b.v. de herinrichting van de Geleenbeek te Parklaan, Sittard
GA241931.R01.V2.0

18 december 2025



Bemalingsadvies

t.b.v. de herinrichting van de Geleenbeek te Parklaan, Sittard

Documentnummer GA241931.R01.V2.0

18 december 2025

Opdrachtgever

Vissers Ploegmakers BV

Nieuwe Waterweg 1

5347 JS Oss

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	i.o.

Inhoud

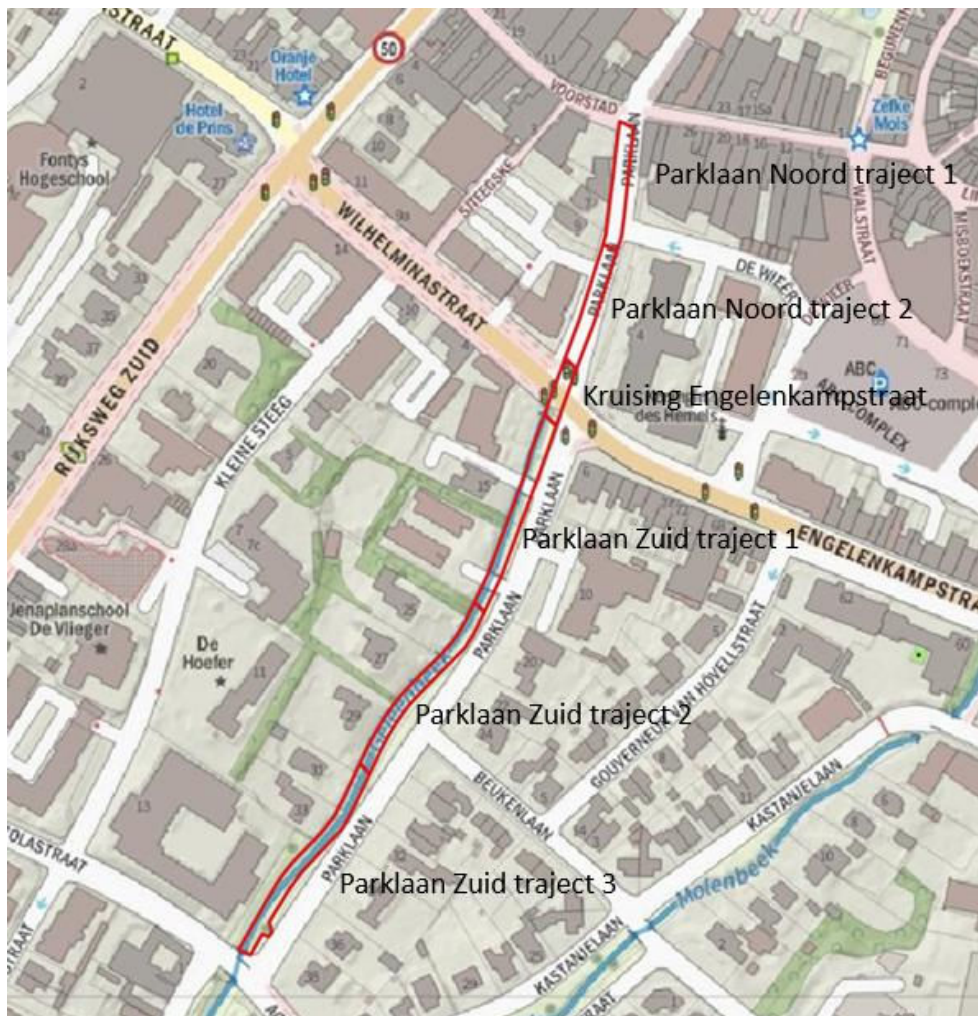
1	Inleiding	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Grondonderzoek.....	5
2.3	Beschrijving.....	5
3	Geohydrologie	7
3.1	Geologie.....	7
3.2	Grondwaterstanden	8
3.3	Oppervlaktewater	9
3.4	Geohydrologische eigenschappen.....	9
4	Bemalingsadvies	11
4.1	Algemeen.....	11
4.2	Opbarstrisico	11
4.3	Modellering.....	11
4.4	De bemalingsmethodiek	12
4.5	Aandachtspunten	14
4.6	Beoordeling effecten van de verlaging op de omgeving	14
4.7	Toetsing aan de Algemene regels grondwater van Waterschap Limburg.....	26
4.7.1	Onttrekken	26
4.7.2	Lozen	27
5	Conclusie en advies.....	29
5.1	Algemeen.....	29
5.2	Aandachtspunten.....	29
5.3	Risico's en maatregelen.....	30

1 Inleiding

In opdracht van Vissers Ploegmakers BV is door Geonius een bemalingsadvies opgesteld voor de herinrichting van de Geleenbeek te Sittard (zie figuur 1.1). Ten behoeve van de beekherinrichting en ontzanding zal, waar de werkzaamheden onder de grondwaterstand plaatsvinden, een bemaling gerealiseerd dienen te worden teneinde de werkzaamheden in den droge uit te voeren.

Doel van het onderzoek is het bepalen van het benodigde debiet en de invloed op de omgeving van de geplande bemaling.

Voorliggend rapport bevat resultaten van het bemalingsadvies en de beoordeling van de effecten op de omgeving inclusief een zettingsberekening en de invloed van de bemaling op de VOCL verontreiniging Ophoven. Dit rapport betreft een actualisatie van het eerder opgesteld bemalingsadvies (kenmerk: GA241931.R01.V1.0), dat met deze versie komt te vervallen.



Figuur 1.1 Situatietekening met trajectlocaties

2 Projectbeschrijving

2.1 Algemeen

De projectuitgangspunten zijn op basis van de in Tabel 2.1 opgenomen documenten vastgesteld, welke door de opdrachtgever zijn aangeleverd.

Tabel 2.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening	Versie	Datum
[1]	Presentatie-27-02-2024 (tekening)	-	27-02-2024
[2]	Proefbemaling Sittard - Vissers Ploegmakers (document)	-	4-12-2024
[3]	Rapportage Geonius V3.0 Geotechniek GC180167.R02		3-11-2022

2.2 Grondonderzoek

Voor de resultaten van het complete grondonderzoek verwijzen we naar onze rapportage met kenmerk GC180167.R02.V3.0 d.d. 03-11-2022.

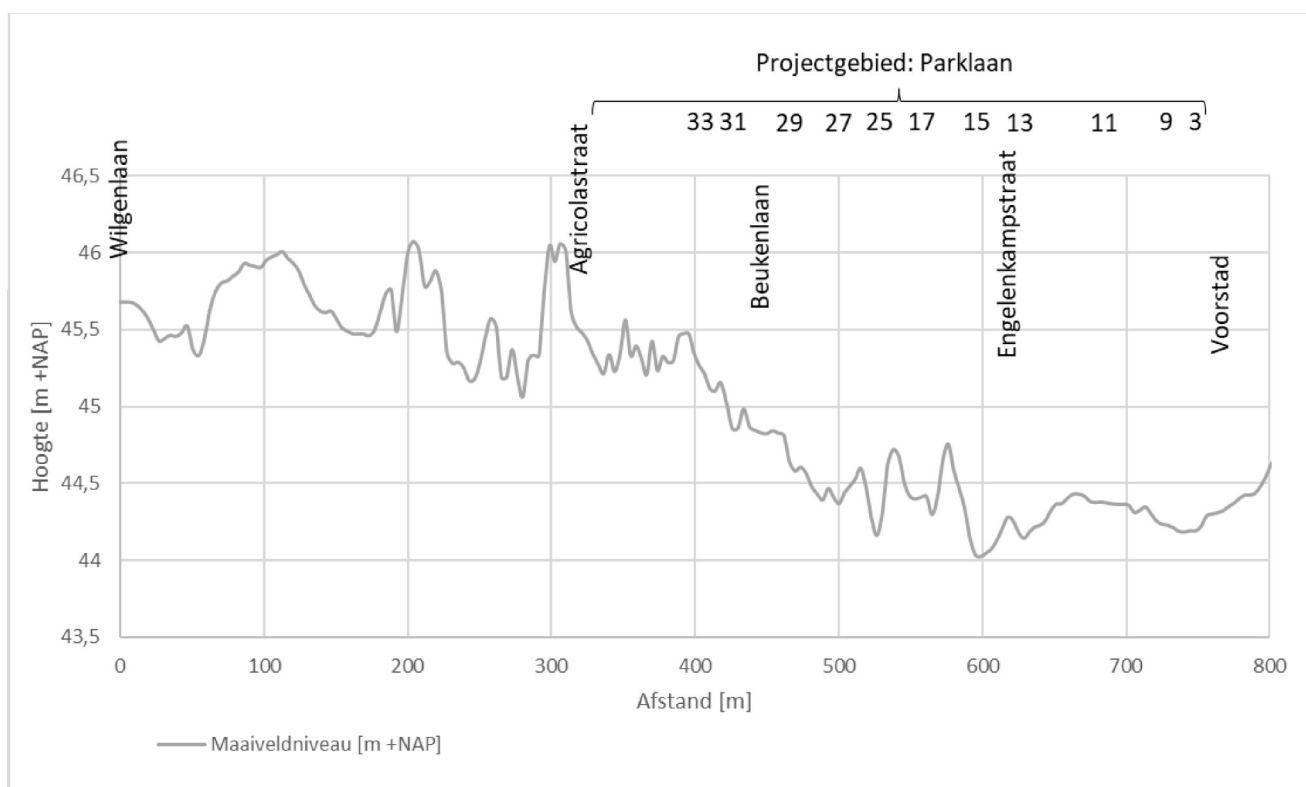
2.3 Beschrijving

Ten behoeve van de herinrichting van de Geleenbeek wordt deze deels ontkuisd en deels heringericht middels ontgraving (zie figuur 1.1). Tevens wordt op één deel van het tracé een zinkconstructie aangebracht. De aanleg wordt gefaseerd uitgevoerd. Voor het bemalingsadvies zijn, op basis van de verstrekte documenten, door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden:

- De herinrichting van de Geleenbeek wordt uitgevoerd in een open ontgraving. Naar verwachting wordt de ontgraving onder talud uitgevoerd (het toetsen van de taludstabiliteit en/ of uitwerken van een grondkering valt buiten de scope van onze opdracht). De onttrekkingsfilters worden aan weerszijden van de Geleenbeek geprojecteerd;
- Het maaiveldniveau bedraagt ca. NAP +45,5 à 44,0 m van zuid naar noord (zie figuur 2.1);
- De bemaling wordt gefaseerd uitgevoerd, waarbij de volgende fasering wordt aangehouden:
 - Beekherstel Parklaan Noord (kruising Voorstad tot kruising Engelenkampstraat): 2 moten van ca. 65 m met een uitvoeringstijd van 2 maanden per moot;
 - Beekherstel Parklaan Zuid (kruising Engelenkampstraat tot kruising Agricolastraat): 3 moten van 100 m met een uitvoeringstijd van 1 maand per moot;
 - Kruising Engelenkampstraat: 30 m met een uitvoeringstijd van 2 maanden;
- De gewenste verlaging van het grondwater tijdens de uitvoering is aangenomen op de volgende verlagingen:
 - Parklaan Noord traject 1: 2,4 m verlaging;
 - Parklaan Noord traject 2: 1,9 m verlaging;
 - Kruising Engelenkampstraat: 1,15 m verlaging;
 - Parklaan Zuid traject 1: 1,4 m verlaging;
 - Parklaan Zuid traject 2: 2,0 m verlaging;
 - Parklaan Zuid traject 3: 2,6 m verlaging.

- Er wordt vanuit gegaan dat de trajecten in een open ontgraving worden uitgevoerd;
- Er zijn geen bemalingen in de directe nabijheid actief die de invloed en het 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.



Figuur 2.1 Maaiveldniveau projectlocatie (AHN4)

3 Geohydrologie

3.1 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 3.1:

Holocene afzetting

In het beekdal worden vanaf maaiveld (ca. NAP +45,4 m tot NAP +48,0 m) tot ca. NAP +45 à +43 m Holocene beekafzettingen aangetroffen (leem en plaatselijk veen).

Formatie van Beegden

Hieronder worden over het gehele tracé tot ca. NAP +37,5 à + 34,8 m overwegend goed tot zeer goed doorlatende zandgrindlagen aangetroffen.

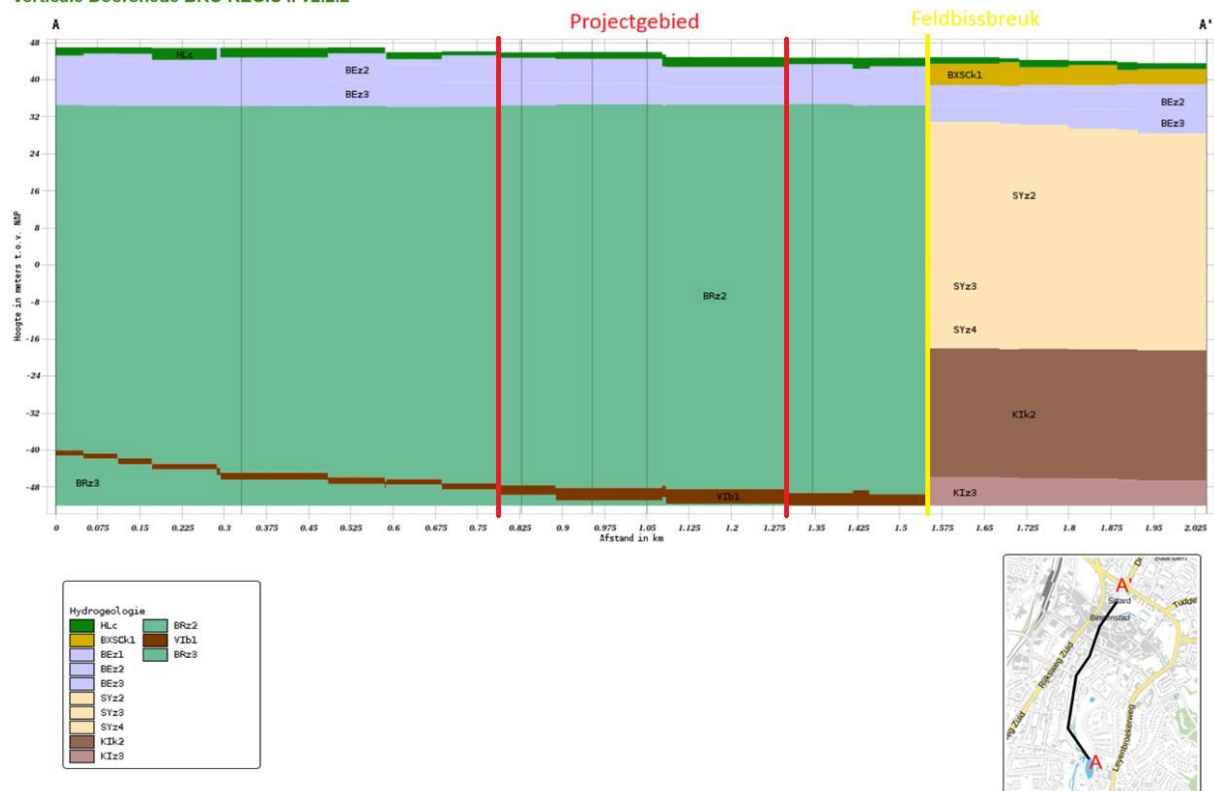
Formatie van Breda

Hieronder komen fijne en matig doorlatende (glauconiethoudende) zandlagen voor. Deze zetten zich naar verwachting door tot ca. NAP -50 m.

Formatie van Ville

Hieronder komt de slechtdoorlatende Formatie van Ville (bruinkooleenheid) voor. Deze laag wordt in de modellering als hydrologische basis beschouwd.

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.2



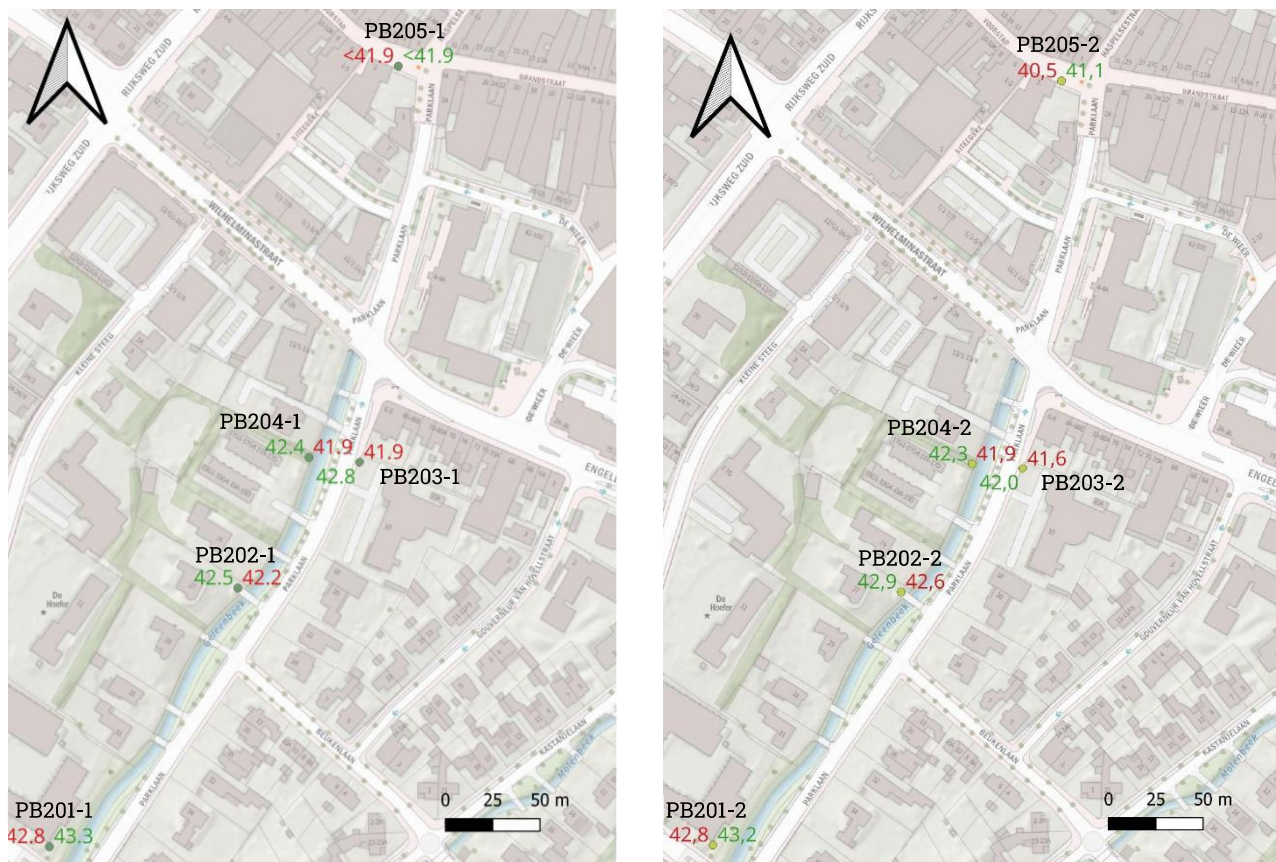
Figuur 3.1 Verticale doorsnede REGIS II v2.2.2 model

3.2 Grondwaterstanden

Tijdens het grondonderzoek gerapporteerd onder kenmerk GC180167.R02.V3.0 zijn tevens peilbuizen geplaatst. Op basis van het grondwatermeetnet kan een beeld worden verkregen van de variatie in grondwaterstanden en het verhang in het projectgebied. Op basis van de gemeten grondwaterstanden is een inschatting van de GLG en GHG voor alle peilbuizen gemaakt. Zie ook Figuur 3.2 (links). Bij PB205-1 is geen grondwaterstand gemeten, daarom ligt de grondwaterstand daar dieper dan het filter (NAP +41,9 m).

Er wordt benadrukt dat, als gevolg van de korte monitoringsduur (PB201-1 t/m PB205-1 vanaf april 2021 tot maart 2024), de GHG en GLG een inschatting betreft en de gemiddelde grondwaterstand in werkelijkheid anders kan zijn. Voor het betrouwbaar bepalen van de GLG en GHG is een meetreeks van ten minste 8 jaar benodigd.

Ter validatie zijn de gegevens uit het grondonderzoek onder kenmerk GC180167.R02.V3.0 bekeken. Hierbij werden naast de meetreeksen de hydromorfe kenmerken in de boringen en de beschikbare archiefdata van het voormalig waterschapskantoor (Parklaan 10) beschouwd. De gleyverschijnselen (roestvlekken), zoals aangetroffen in de boorstaten van PB203, PB204, DB06, en DB07, komen overeen met deze benaderde GLG. In overige boringen worden enkel sporadisch gleyverschijnselen aangetroffen, of op ondiepe niveaus (a.g.v. stagnerend regenwater) waardoor hier geen conclusies aan verbonden kunnen worden. Tevens werd geconcludeerd dat de benadering van de GLG ter hoogte van het voormalig waterschapskantoor (PB203/PB204) ook vergelijkbaar is met de archiefdata. Op basis van PB005, destijds aan de achterzijde van het kantoor, werd een GLG van NAP +41,9 m berekend. Deze monitoring is in 1988-1996 uitgevoerd, door de drogere zomers van de laatste jaren kan in de huidige situatie een lagere GLG worden verwacht.



Figuur 3.2 Inschatting GHG (groen) en GLG (rood) op basis van peilbuizen PB201-1 t/m PB205-1 [links] en inschatting GHS (groen) en GLS (rood) op basis van peilbuizen PB201-2 t/m PB205-2 [rechts]

De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, onder de plaatselijke leem-/veenlagen in de toplaag tot ca. NAP +45 à +43 m, is tevens gemeten in de peilbuizen. Er wordt weinig verschil waargenomen tussen de freatische grondwaterstand (in de deklaag) en de artesische grondwaterdruk (in het zandgrind). Op basis van de gemeten grondwaterstanden is een inschatting van de stijghoogtes gedurende een GLG en GHG situatie voor alle peilbuizen gemaakt. Zie ook Figuur 3.2 (rechts).

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 met een meetreeks van ten minste 8 jaar worden verkregen.

3.3 Oppervlaktewater

Door het projectgebied stroomt de Geleenbeek en Molenbeek (de oostelijke zijtak). De beken liggen in een deklaag van slecht doorlatende Holocene beekafzettingen, maar met name in het noordelijke deel snijdt deze de Formatie van Beegden.

3.4 Geohydrologische eigenschappen

Er wordt weinig verschil waargenomen tussen de freatische grondwaterstand (in de deklaag) en de artesische grondwaterdruk (in het zandgrind). De beek zelf zal drainerend zijn en er zal daarom in de beek wel kwel voorkomen. Echter wordt kwel niet in het gebied verwacht. Om die reden is in de berekeningen enkel het freatisch pakket beschouwd.

Op basis van de doorlatendheidsmetingen uitgevoerd tijdens het grondonderzoek gerapporteerd onder kenmerk GC180167.R02.V3.0 werd geconcludeerd dat de doorlatendheid van de toplaag afhankelijk van de samenstelling sterk varieert. De gemeten doorlatendheden variëren van ca. $0,1$ à $0,3$ m/d voor de leemlagen tot ca. 1 à 9 m/d in de zandige lagen. Door Vissers Ploegmakers is een proefbemaling uitgevoerd [2] waarbij de verlaging na 5 uur pompen met een bepaald debiet gemeten is. Door middel van iteratieve berekeningen in het QGIS-TIM model waarmee uiteindelijk ook de bemaling is gemodelleerd is een k-waarde van 2 m/d berekend voor de toplaag van 6 m dikte. Vanwege de sterk heterogene ondergrond in het holocene pakket en de doorlatendheidsmetingen uit het grondonderzoek gerapporteerd onder kenmerk GC180167.R02.V3.0 wordt voor het zuidelijk deel van de projectlocatie (zuidelijk van de Engelenkampstraat) een hooggemiddeld gewogen k-waarde aangehouden van 7 m/d.

Op diepere niveaus, in het zandgrindpakket (Formatie van Beegden) worden relatief lage doorlatendheden tot ca. 2 m/d gemeten. Dit wordt veroorzaakt door siltinspoeling vanuit de hoger gelegen leemlagen. Binnen het pakket komen enkele preferente stroombanen voor waarin hogere doorlatendheden worden verwacht. Bij de eerder uitgevoerde onderzoeken t.b.v. Fase 1 zijn doorlatendheden gemeten tot ca. 85 m/d. Het TNO-ondergrondmodel REGIS II v2.2 geeft voor de Formatie van Beegden doorlatendheden van ca. 110 m/d.

De doorlatendheid van grindpakketten is sterk heterogeen in de diepte en afhankelijk van preferente stroombanen, en tevens schaalafhankelijk. Gezien de schaal van het model wordt uitgegaan van de modelwaarden uit REGIS, deze kunnen als conservatief (hoog) worden beschouwd. Zie ook Tabel 4.2 voor de in de modellering aangehouden geohydrologische eigenschappen.

Voor de hieronder gelegen Formatie van Breda worden doorlatendheden van ca. 3 m/d gegeven. Aan de Formatie van Ville is een hydraulische weerstand van 120.000 dagen toegekend. In de modellering wordt deze als basis (ondergrens) beschouwd.

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 de stedelijke omgeving met veel verharding wordt deze op 350 dagen ingeschat.

4 Bemalingsadvies

4.1 Algemeen

In de modellering wordt de bemaling berekend tijdens een periode met hoge grondwaterstanden (GHG). De GHG situatie is maatgevend voor de debieten.

Op basis van een locatiegemiddelde GHG van 2,1 m-maaiveld en de ontgravingsdiepten zijn de in tabel 4.1 weergegeven verlagingniveau's achterhaald. De in tabel 5.1 weergegeven representatieve onderdelen worden (per sectie) apart doorberekend, waarbij wordt uitgegaan van de maatgevende situatie ter plaatse van de grootste ontgravingsdieptes (worst-case). De overige uitgangspunten t.a.v. de ontgraving en bemaling zijn in paragraaf 2.1 en 4.4 weergegeven.

Tabel 4.1: Schematisatie representatieve tracés/ onderdelen

Onderdeel	Ontwateringsniveau [m t.o.v. NAP]	Ontwateringsniveau [m - maaiveld]	Grondwaterstand [m - maaiveld]	Verlaging [m]	Duur [dagen]
Parklaan Noord traject 1	39,8	4,5	2,1	2,4	61
Parklaan Noord traject 2	40,3	4,0	2,1	1,9	61
Kruising Engelenkampstraat	41,0	3,3	2,1	1,15	61
Parklaan Zuid traject 1	40,9	3,5	2,1	1,4	31
Parklaan Zuid traject 2	40,8	4,1	2,1	2,0	30
Parklaan Zuid traject 3	40,6	4,7	2,1	2,6	31

4.2 Opbarstrisico

De weerstands biedende leemlaag wordt tijdens de graafwerkzaamheden afgegraven. Bij volledige uitgraving is daardoor geen sprake van opbarstrisico's. Voor de (graaf)werkzaamheden waarvoor een bemalingsnoodzaak geldt, is tevens geen sprake van opbarstrisico's tijdens de graafwerkzaamheden uitgaande van toepassing van bemaling met verticale filters beneden de leemlaag tijdens deze graafwerkzaamheden. Overige weerstandbiedende lagen liggen op voldoende diepte, waardoor opbarsten van de bouwput geen risico vormt.

4.3 Modellering

De berekeningen voor het vaststellen van de bemalingswijze, onttrekkingshoeveelheden en verlaginglijnen zijn met het programma Visual MODFLOW Flex 10.0 uitgevoerd. Dit is een numeriek hydrologisch rekenprogramma (eindige differentiemethode) om de effecten van bijvoorbeeld bemalingen in meerdere lagen vast te stellen. Het tijdsafhankelijke programma berekent op aan te geven tijdstippen isolijnen van de verlagingen en tijdstijghoogterelaties. Daarbij is het rekengrid zodanig verfijnd dat op locatie een celgrootte van afgerond 3 bij 3 meter wordt verkregen.

Het programma gaat uit van de invoer van bodemparameters voor oneindig uitgestrekte lagen met een gelimiteerd constante dikte. Er wordt uitgegaan van homogene bodemeigenschappen zoals weergegeven in tabel 4.2. Hierbij is uitgegaan van worst-case (hoge) doorlatendheden, diktes van goed doorlatende pakketten en een hoge grondwaterstand (GHG). Voor de randvoorwaarden wordt uitgegaan van vaste stijghoogtes aan de randen en een grondwateraanvulling om op de locatie een GHG (in noordelijke richting aflopend grondwaterspiegel) te simuleren. De Keutelbeek heeft mogelijk invloed op de bemaling, met name het primaire oppervlaktewater. Voor een conservatieve inschatting van het debiet is de Keutelbeek meegenomen in de berekeningen met een in noordelijke aflopend peil met een op de locatie geldend peil van circa NAP +41.5 à NAP + 42 m en een bodemweerstand van circa 2 dagen.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek en de archiefgegevens is een geohydrologisch profiel opgesteld. In tabel 4.2 staat het profiel voor de modellering weergegeven. Hierbij is de onderzijde van de formatie van Breda vanwege de diepte als hydrologische basis toegepast. In het model is uitgegaan van freatisch grondwater en een horizontaal maaiveld. De verticale doorlatendheid is daarbij gebaseerd op de horizontale doorlatendheid en anisotropiefactor (afhankelijk van de gelaagdheid). Deze is ingeschat op 2 voor de lagen.

Tabel 4.2: Overzicht van het representatief geohydrologisch profiel (worst-case aanpak)

Laag	Bovenkant [m t.o.v. NAP]	Onderkant [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Horizontale doorlatendheid [m/d]	n_e [-]	S [-]
Holocene afzettingen (verzadigd)	43 (zuid) naar 41.5 (noord)	40	2.5	2 (noordelijk van Engelenkampstraat) 7 (zuidelijk van Engelenkampstraat)	0.25	10^{-5}
Watervoerend pakket (Beegden)	40	36	22	110	0.27	10^{-5}
Watervoerend pakket (Breda) met onderzijde als hydrologische basis	36	-50	86	6	0.25	10^{-5}

n_e : effectieve porositeit (Grondwaterzakboekje Bot, 2016)

S: freatische en elastische bergingscoëfficiënt (Grondwaterzakboekje Bot, 2016)

Voor de modellering van de bemaling zijn langs de te ontgraven sleuven en putten strengen met onttrekkingspunten geprojecteerd in de betreffende laag. Voor het advies is uitgegaan van een sectiegewijze bemaling, waarbij werkzaamheden achtereenvolgens worden uitgevoerd op basis van de planning en fasering zoals beschreven in hoofdstuk 2.

4.4 De bemalingsmethodiek

Er wordt een bemaling met behulp van strengen in de zandlagen geadviseerd. De onttrekking zal met verticale filters op een diepte van ca. 2 tot 4 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. 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.

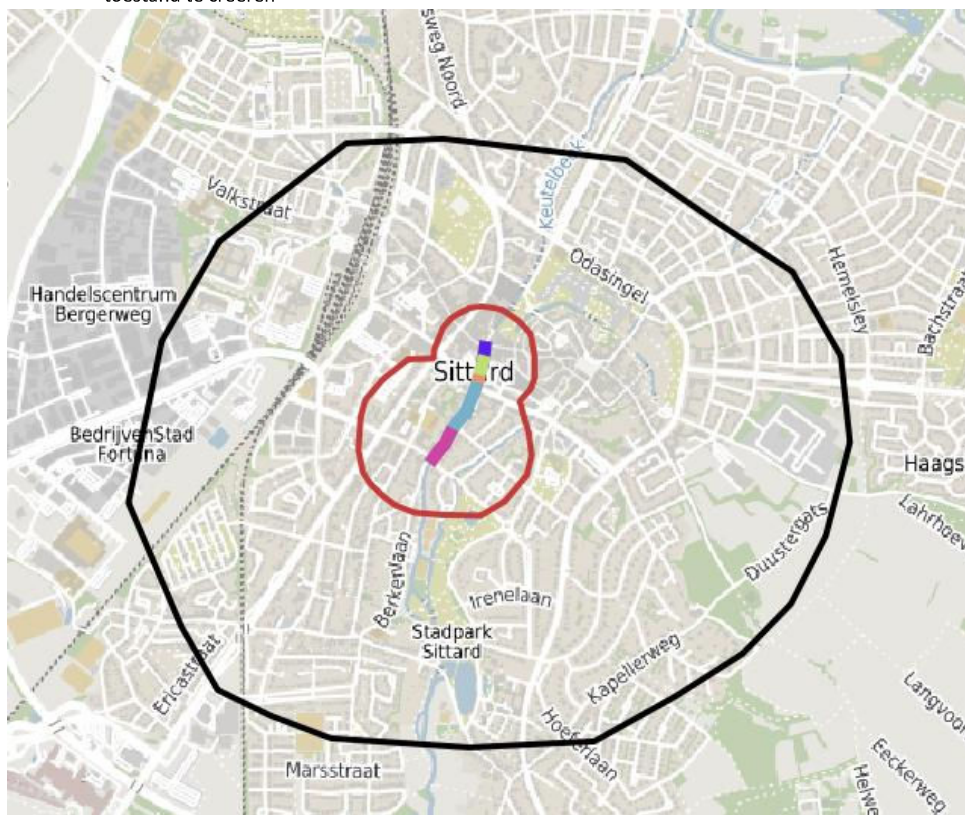
Mogelijk dient aanvullend op het bronneringswater nog regenwater welke in de bouwput valt afgepompt te worden, dit kan middels een open bemaling of dompelpomp.

Op grond van de beschikbare gegevens zijn met het programma Visual MODFLOW Flex 10 de benodigde onttrekkingen stationair bepaald. Elk traject is apart van elkaar stationair uitgerekend. In Tabel 4.3 zijn de resultaten weergegeven. In Figuur 4.1 zijn de berekende maximale verlagingscontouren van de bemaling weergegeven.

Tabel 4.3 Debieten

	Verlaging [m]	Tijdsduur	Debiet o.b.v. geschatte duur [m ³]	Debiet [m ³ /uur*]
Parklaan traject 1	2,4	2 maanden	134.000	93
Parklaan traject 2	1,9	2 maanden	115.000	80
Kruising Engelenkampstraat	1,15	2 maanden	50.000	35
Parklaan traject 1	1,4	1 maand	65.000	90
Parklaan traject 2	2,0	1 maand	84.000	116
Parklaan Zuid traject 3	2,6	1 maand	119.000	165
Totaal			567.000	

* 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 4.1. Geaccumuleerde verlagingscontouren onder GLG (rood) en onder 0,05 m verlaging (zwart)

Uit de modellering blijkt dat tot op een afstand van maximaal ca. 1.400 meter de verlaging ca. 0,05 m bedraagt, wanneer er uitgegaan wordt van een GHG-situatie. De geaccumuleerde verlagingcontour onder GLG betreft de grondwaterverlaging buiten de natuurlijke fluctuatie en heeft een reikwijdte van ca. 350 m. Aangezien beperkt 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.

4.5 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:

- 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;
- een optimalisatie van de werkzaamheden (kortere tijdsduur, kleinere lengte bemaling, waterdichte grondkeringen);
- de bemaling uit te voeren tijdens perioden met lage grondwaterstanden;
- zettingen van de leem-/veenlagen te beperken door de onttrekkingsfilters boven deze lagen te plaatsen.

4.6 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 en archeologie;
- 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 in bebouwd gebied plaatsvindt en slechts van beperkte duur is, is dit niet verder van toepassing.

Er is geen Natura 2000 gebied of gebied behorend bij het Natuur Netwerk Nederland binnen het invloedsgebied gelegen op basis van de Atlas Leefomgeving (zie Figuur 4.2). Wel zijn er 22 monumentale bomen aanwezig binnen de invloedssfeer, waarvan bij 3 monumentale bomen de verlaging lager ligt dan het GLG niveau. Om negatieve effecten op de monumentale bomen te voorkomen wordt aanbevolen te beoordelen hoe diep deze bomen wortelen. Daarnaast wordt geadviseerd deze monumentale bomen en eventuele andere kwetsbare bomen gedurende droge perioden van water te voorzien en indien de bemaling tijdens de groeiperiode van bomen plaatsvindt (april-september).



Figuur 4.2 Beschermd natuurgebieden nabij projectlocatie met groen gearceerd Natuur Netwerk Nederland en monumentale bomen aangeduid met rode stippen [Atlas Leefomgeving].

Ad 3

Bebouwing

Als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand kan zetting optreden. In hoeverre zettingen en mogelijke zettingsschade zullen optreden is afhankelijk van de funderingswijze van de bestaande bouwwerken, de bestaande bouwlasten, de grondwaterstandsverlaging, de tijdsduur van verlaging en de bodemopbouw.

Zettingen als gevolg van grondwaterstandsverlagingen treden op als resultaat van de toename van de korrelspanning. Als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand wordt de grondslag effectief zwaarder waardoor deze kan gaan zetten. Wanneer deze extra belasting op de ondergrond eenmaal is opgetreden zal naderhand ook wanneer de grondwaterstand opnieuw wordt verlaagd geen additionele zetting meer optreden.

In eerder uitgevoerd grondonderzoek [3] werd beschreven dat in het Holocene pakket een sterk heterogene ondergrond aanwezig is, bestaande uit veen tot zandige löss/leem met sterk wisselende conusweerstand en samendrukbaarheid. Tussen de onderzoekspunten kunnen dus veenlagen tot onder de GLG voorkomen, waardoor lokaal grote afwijkingen kunnen optreden in zettingsrisico's.

In de directe omgeving van de bemaling is zoals weergegeven in Figuur 4.1 bebouwing aanwezig waar de grondwaterstand tijdelijk wordt verlaagd tot beneden de GLG (meer dan 50 cm). Vanwege de aanwezigheid van de leem- en plaatselijk veenlagen en daardoor het risico op zetting is van een aantal objecten (meest kritisch gelegen) een zettingsberekening uitgevoerd.

Zetting speelt met name als de grondwaterstand voor een langere periode wordt verlaagd tot beneden de in het verleden opgetreden lage grondwaterstand. In de NEN 9997 staat het volgende met betrekking tot de grenswaarden voor constructieve vervorming en verplaatsing van fundaties:

“De maximum toegelaten relatieve rotatie van constructies in open skeletbouw, skeletbouw met wanden, dragende wanden of doorgaande metselwerkwanden is waarschijnlijk niet hetzelfde maar varieert waarschijnlijk tussen ongeveer 1:200 en 1:300, om het ontstaan van een bruikbaarheidsgrenstoestand in de constructie te voorkomen. Voor veel constructies is een maximum relatieve rotatie van 1:500 toelaatbaar. De relatieve rotatie die waarschijnlijk leidt tot een uiterste grenstoestand bedraagt ongeveer 1:150.” “Voor normale constructies met afzonderlijke funderingen zijn totale zettingen tot 50 mm in het algemeen toelaatbaar. Grotere zettingen kunnen toelaatbaar zijn mits de relatieve rotaties binnen aanvaardbare grenzen blijven en mits de totale zetting geen problemen geeft met huisaansluitingen van nutsleidingen, of leidt tot scheefstand enz.”

Voor de meest kritisch gelegen bebouwing is een zettingsberekening uitgevoerd. Dit betreft op basis van de berekende verlaging en de bodemopbouw de bebouwing zoals in tabel 4.4 beschreven. Voor ieder adres is de maximale verlaging tijdens de werkzaamheden berekend.

Uitgangspunten

Voor de indicatieve zettingsberekening zijn door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden. In Tabel 4.4 zijn de gehanteerde uitgangspunten per pand gespecificeerd.

- Er is geen informatie over de bestaande funderingen van de bebouwing. Vooralnog zijn wij ervan uitgegaan dat de panden op staal zijn gefundeerd:
 - Het aanlegniveau van de funderingen is door ons geschat op ca. 0,6 m- maaiveld;
 - Als maximale rekenwaarde voor de belastingen op de funderingen zijn door ons aangenomen op lijnlasten q_d van ca. 60 kN/m¹ en een strookbreedte van ca. 0,5 m; dit resulteert in een huidige funderingsdruk van ca. 120 kN/m²;
- Variatie van strookbreedtes en funderingsdrukken zijn niet beschouwd;
- De berekeningen zijn uitgevoerd middels Deltares software D-Settlement v23.2;
- In voorliggende berekeningen is geen rekening gehouden met mogelijke oxidatie van veenlagen door droogstanden;
- Enkel de eindsituatie is beschouwd. Hierbij wordt in de uitgevoerde zettingsberekeningen op $t = 10$ dagen de bestaande GLG verlaagd naar het verlagingniveau voor zowel de voor als achtergevel. Op basis van deze effectieve spanningsverhoging wordt vervolgens de zetting na 30 jaar bepaald. Vanwege het toegepaste rekenmodel (NEN-Bjerrum) wordt tevens een theoretische achtergrondzetting¹ berekend. Om deze reden wordt de funderingszetting bij een peilverlaging vergeleken met de zetting bij een fundatie zonder peilverlagingen;
- In dit rapport is uitgegaan van verticaal en centrische belaste funderingen alsmede een horizontaal maaiveld.
- Op basis van archiefonderzoek (Referentie: GC180167.R01.V3.0) van de woningen is nader inzicht verkregen in de funderingniveaus en verschillen hierin. Hieruit volgt dat een deel van de woningen gedeeltelijk is onderkelderd of dat verschillende funderingsniveaus- en systemen zijn toegepast. Ter controle is hiermee een aanvullende berekening uitgevoerd voor de theoretisch maatgevende situatie. Dit betreft Parklaan 13, daar hier enige invloed door de tijdelijke GLG-verlaging wordt verwacht en er

¹ Achtergrondzetting betreft zettingen die door de software worden berekend ten gevolge van het toegepaste zettingsmodel. Bij het NEN-Bjerrum model wordt een constante voor de bepaling van de kruipnelheid (secondaire zetting) aangenomen. In het geval er geen spanningsverhoging optreedt zou deze waarde theoretisch 0 zijn. De berekende achtergrondzetting betreft dus geen bodemdaling.

verschilzettingen kunnen ontstaan door verschillende funderingsniveaus en de later aangebouwde garages. Dit pand is gebouwd in 1924 met poeren en stroken op verschillende constructieniveaus, met enerzijds aangebouwde appartementen op palen gefundeerd (avegaar Ø550) en anderzijds op poeren gefundeerde aangebouwde garages op ca. 1,07 m- peil. Voor het vergelijk is de funderingsdruk op 120 kN/m² aangehouden.

Tabel 4.4 Uitgangspunten voor de meest kritisch gelegen bebouwing aan de Parklaan

Huisnummer	Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	Geschat aanlegniveau fundering [m t.o.v. NAP]	GLG [m - mv]	GLG – daling voorgevel [m]	GLG – daling achter gevel [m]
13 NEN- Bjerrum	+44,50	+43,90	2,6	1,1	0,8
13 (met aanbouw) NEN- Bjerrum	+44,50	+43,43	2,6	1,1	0,8
29	+43,60	+43,00	2,0	1,5	1,1
33	+44,80	+44,20	2,5	2,0	1,4

Grondparameters

Voor de inschatting van de vervormingen zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. De bij de berekeningen gehanteerde grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van de sonderingen, boringen uit GC180167.R02.V3.0, onze ervaring met de aangetroffen grondsoorten en Tabel 2.b. uit NEN 9997-1 en gelden voor ongeroerde grond. In Tabel 4.5 zijn de samendrukkings-eigenschappen van de verschillende grondlagen weergegeven.

Tabel 4.5 Toegepaste karakteristieke waarden grondparameters

Grondsoort	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	CR [-]	RR [-]	$C\alpha$ [-]	C_v [m ² /s]	POP [kPa]
Veen, kleilig	11,5	11,5	0,3067	0,1022	0,0153	1,0 E-7	5
Klei, zandig	15,0	15,0	0,2300	0,00767	0,0092	1,0 E-8	5
Leem, zwak zandig	19,0	19,0	0,0920	0,0307	0,0037	5,0 E-7	5
Leem, sterk zandig	19,0	19,0	0,0511	0,0170	0,0037	1,0 E-6	5
Zand, sterk siltig	18,0	20,0	0,0115	0,0038	0	gedraineerd	0
Zand, zwak siltig	18,0	20,0	0,0051	0,0017	0	gedraineerd	0
Zand, matig vast	18,0	20,0	0,0040	0,0003	0	gedraineerd	0
Grind, sterk zandig	19,0	21,0	0,0023	0,0001	0	gedraineerd	0

Hierin is:

- γ_{nat} = Aardvochtig volumiek gewicht (onverzadigd)
- γ_{sat} = Verzadigd volumiek gewicht
- CR = Stijfheidsparameters boven de grensspanning
- RR = Stijfheidsparameters ontlast-herbelast

C_α = Kruipparameter
 C_v = Verticale consolidatiecoëfficiënt
 POP = Pre-Overburden Pressure

Voor de POP is een standaardwaarde van 5 kPa aangehouden.

Modelopbouw

Voor zettingen van laagbouw zijn in tegenstelling tot het geohydrologische model voornamelijk de ondiepe grondlagen van invloed. Hierbij wordt veelal gerekend met de zettingen tot de grondlaag waar de effectieve spanningsverhoging beperkt is tot 20%. Bij een verdere optimalisatie kan dit mogelijk in mindering worden gebracht. Ter benadering van de huidige grondspanningen (op basis van de funderingsdruk van 120 kN/m²) zijn de bestaande funderingen gemodelleerd als initiële belasting.

Voor de grondprofielen per woning is gebruik gemaakt van de beschikbare sonderingen en boringen uit rapport GC180167.R02.V3.0. Een overzicht van het uitgevoerde grondonderzoek is per pand weergegeven in Tabel 6.2. Op basis van het beschikbare grondonderzoek is per pand het maatgevende grondprofiel toegepast.

Resultaten zettingsberekeningen

In Tabel 4.6 zijn de resultaten van de zettingsberekeningen weergegeven.

Tabel 4.6 Resultaten berekende (indicatieve) zettingen ten gevolge van de onttrekking (NEN-Bjerrum)

Adres Parklaan	GLG [m-mv]	Verlaging voorgevel [m-g g]	Verlaging achtergevel [m-g g]	Zetting voorgevel [mm]	Zetting achtergevel [mm]	Zettingshelling [-]
13	2.6	1.1	0.8	12	11	1:10.000
13 (met aanbouw)	2.6	1.1	0.8	13	12	1:10.000
29	2	1.5	1.1	5	5	<1:10.000
33	2.5	2	1.4	5	5	<1:10.000

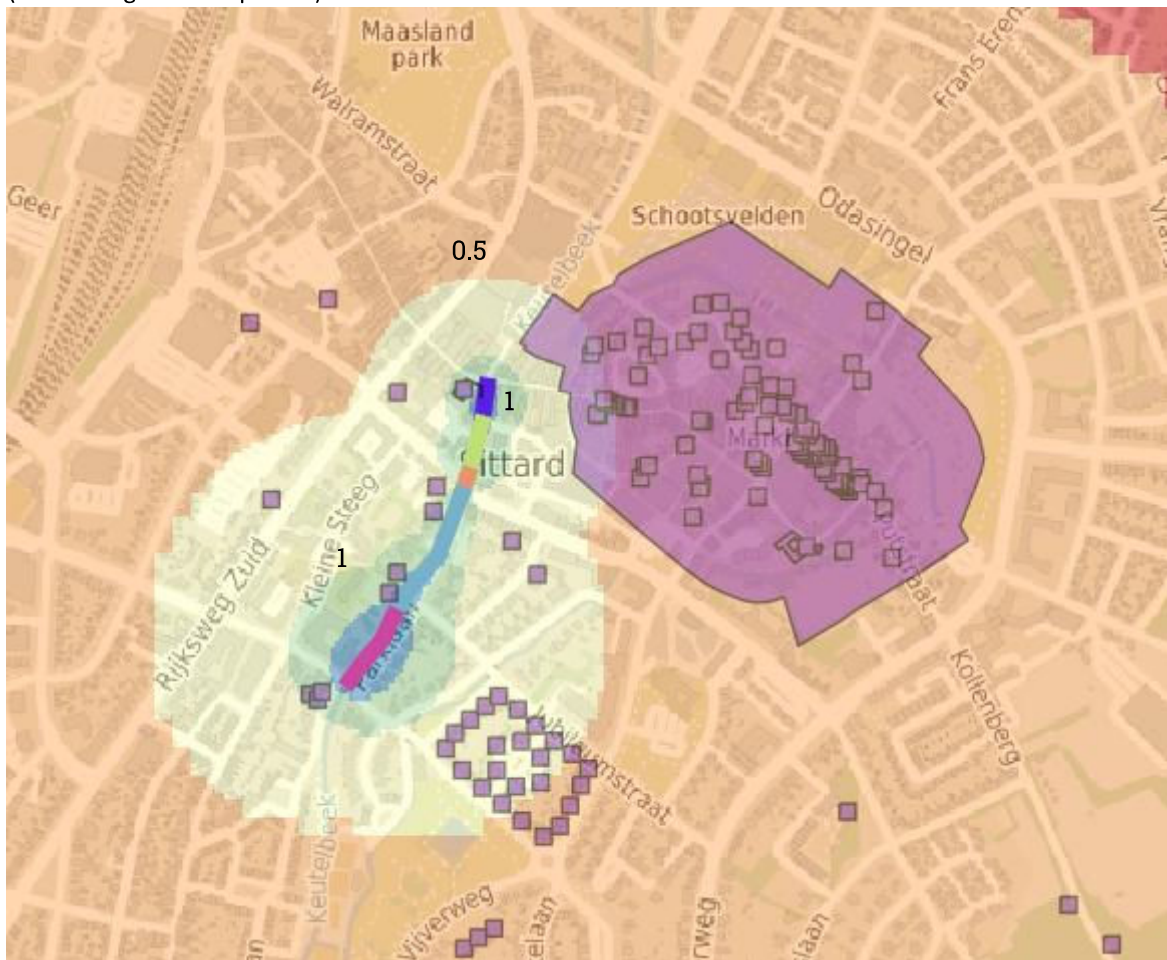
Op basis van deze zettingsberekening blijkt er niet of nauwelijks sprake van zettingsrisico's (<1:500 en < 50 mm). Wel kan plaatselijk bij bijvoorbeeld kunstwerken of aansluitingen van leidingen en nutsvoorzieningen sprake zijn van meer kritische zettingshelling. Die objecten zijn niet meegenomen in deze analyse. Verder is de zetting sterk afhankelijk van de verlaging binnen het traject van de zettingsgevoelige lagen, en is voor deze berekening de maximaal berekende verlaging over het object gehanteerd. Mogelijk dat tijdens de eerste dagen van de bemaling de zettingshelling tijdelijk groter is, doordat er een steiler verhang van de grondwaterstand is loodrecht op de bemaling.

Ondanks de resultaten van deze berekening adviseren we een bouwkundige vooropname uit te voeren van de aangrenzende bebouwing en monitoring middels peilbuizen en zettingsbouten uit te voeren bij de meest kritische objecten. Zodoende kan tijdig worden bijgestuurd indien negatieve effecten optreden, en kunnen eventuele (on)terechte claims correct worden afgehandeld. Daarnaast kan het risico verder worden beperkt door de onttrekkingsfilters niet in of onder zettingsgevoelige klei- of veenlagen te plaatsen (bijvoorbeeld toepassing horizontale drainbemaling). Om de nadelige effecten in de omgeving voor de bestaande funderingen door de grondwaterstandverlaging verder te beperken, adviseren wij om de verlaging van het grondwater in de tijd zoveel mogelijk te beperken.

Archeologie

Aan de hand van cultuurhistorische waardenkaart blijkt dat er binnen het invloedsgebied en de locatie sprake is van een locatie met middelhoge trefkans en een klein deel van een locatie met hoge trefkans ten aanzien van archeologie (Figuur 4.3). Het is onduidelijk wat voor artefacten of sporen hier nog aanwezig kunnen zijn in de ondergrond. Op deze locaties bedraagt de verlaging minder dan 50 cm (boven de GHG) en daarmee dus binnen de natuurlijke grondwaterstandfluctuatie. Hierdoor worden geen negatieve effecten van de bemaling op cultuurhistorische waarden verwacht.

Daarnaast blijken op basis van deze kaart beschermgebied van cultuurhistorie (rijksmonumenten of gemeentelijke monumenten) gelegen binnen het invloedsgebied. Daar waar de grondwaterstanden verlaagd wordt beneden de GLG (meer dan 50 cm) wordt gelden de maatregelen en adviezen uit Ad 3 Bebouwing (monitoring en vooropname).



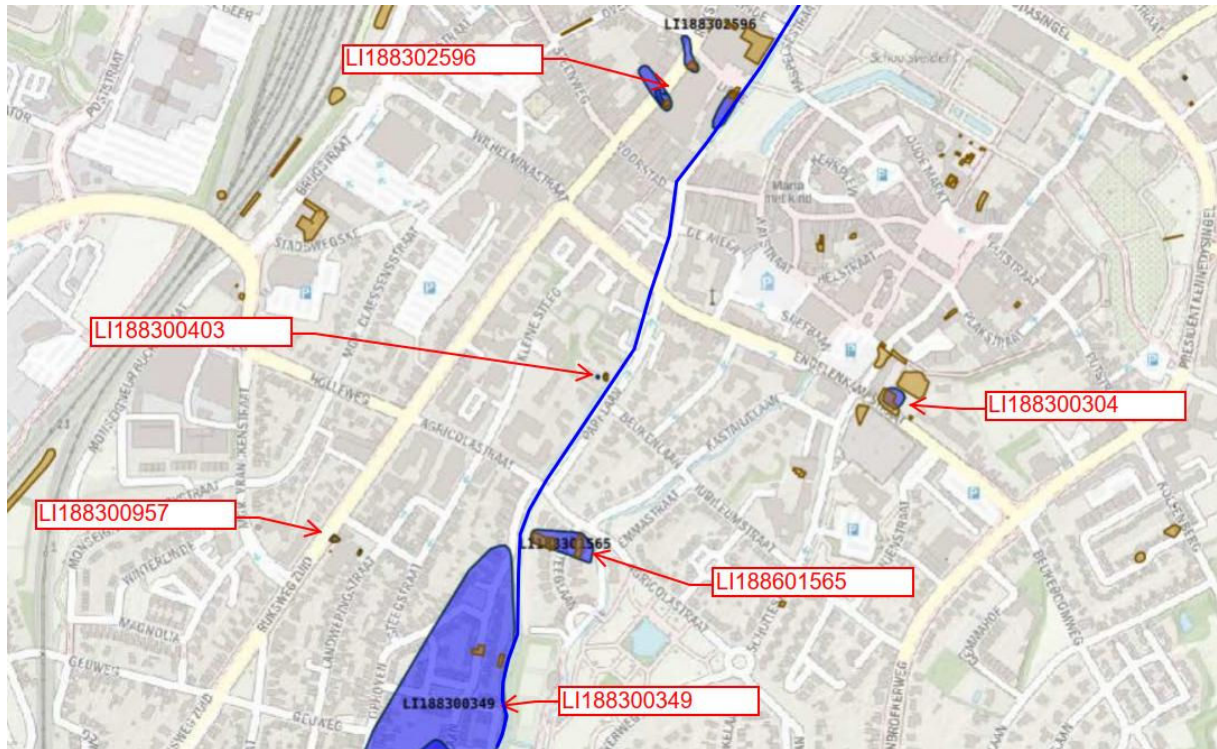
Figuur 4.3 Aanwezig archeologische waardevol gebied, rijksmonumenten (Paars) en trefkans op archeologische resten (hoge trefkans donker). Verder aangegeven de maximaal berekende verlaging van de grondwaterstand in meters.

Ad 4

Als gevolg van een bemaling mogen eventuele grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van de bemaling geen significante verplaatsing ondergaan. Uit beschikbare stukken (GC180167.R02.V3.0 d.d. 3 november 2022 en MA220005.024.M01 d.d. 21 maart 2022) blijkt dat nabij de locatie een aantal gevallen van verontreiniging bekend zijn (zie Tabel 4.7 en Figuur 4.4). In tabel 4.7 is het risico van verspreiding ingeschat. Op basis van deze inschatting is bij één geval van verontreiniging het risico op verspreiding aannemelijk en wordt daarom hiervoor een verspreidingsberekening gemaakt. Het betreft een VOCL-verontreiniging (geval "Ophoven

Sittard”) waarbij de contour van een sterke grondwaterverontreiniging plaatselijk is doorgedrongen tot 12 à 15 m-mv. Na sanering van deze verontreiniging is nog een restverontreiniging met VC aanwezig in het pakket tot maximaal 15 m-mv (zie Figuur 4.5).

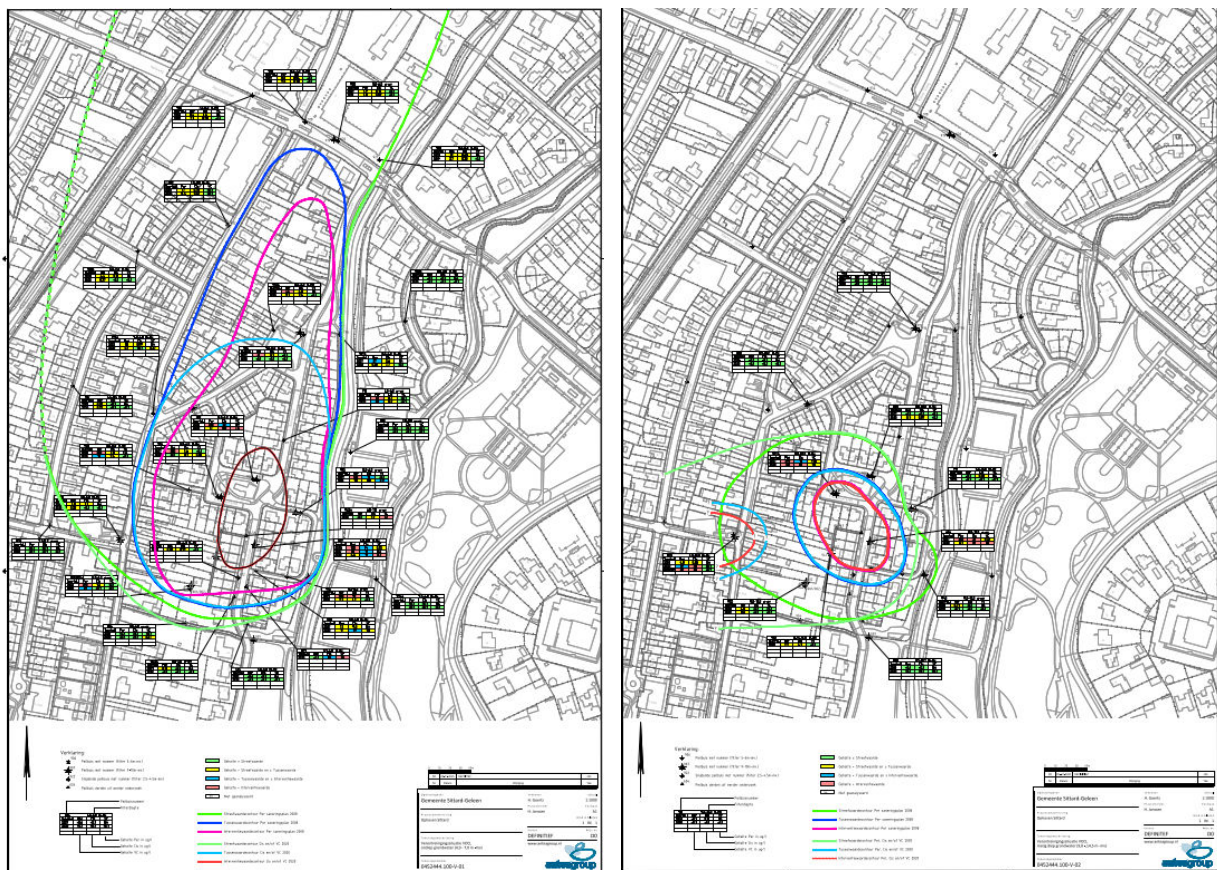
Tabel 4.7 Overzicht verontreinigingen nabij projectlocatie en inschatting risico verspreiding



Figuur 4.4 Locatie verontreinigingen nabij projectlocatie

Locatie	Conclusie	Risico verspreiding (inschatting)
LI188300403 Parklaan 27	In 2008 is voor het laatst een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetoond op circa 10 m van de beek.	Bepert vanwege beperkte omvang en immobiliteit stof.
LI188300304 Rosmolenstraat	In 1997 zijn voor het laatst sterk verhoogde concentraties vluchtige aromaten en minerale olie aangetoond op circa 340 m afstand van de beek.	Bepert vanwege afstand en immobiliteit stof.
LI188300957 Rijksweg Zuid 90-100	In 2008 zijn voor het laatst sterk verhoogde concentraties xylenen en minerale olie aangetoond op circa 220 m afstand van de beek.	Bepert vanwege afstand en immobiliteit stof.
LI188300349 Ophoven	In 2005 is voor het laatst een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetoond ter plaatse van de Berkenlaan 23/25. De VOCL verontreiniging is in 2014 stabiel verklaart maar er wordt nog wel gesproken over sterk verhoogde concentraties in het brongebied	Aannemelijk Vermoedelijk in diepe laag >interventiewaarde en bovenstreams. Niet uit te sluiten dat bemaling van meest zuidelijk gelegen traject invloed heeft op deze verontreiniging. Dit is afhankelijk van duur werkzaamheden. Advies is hier aan te rekenen en reeds voor het meest

	(Ophoven 90A). De verontreiniging(en) liggen op circa 70-170 m van de beek.	zuidelijk gelegen traject maatregelen te voorzien en/ of het werk te optimaliseren.
LI188601565 Agricolastraat 73	In 1994 is voor zover bekend voor het laatst een sterk verhoogde concentratie minerale olie aangetoond. Er is een saneringsplan beschikbaar voor deze locatie maar er zijn geen gegevens beschikbaar over de eventueel uitgevoerde sanering. De verontreiniging ligt op circa 10 m van de beek.	Beperkt vanwege afstand en immobiliteit stof.
LI188302596 Rijksweg Noord 27 en Haspelsestraat	In 2012 zijn voor het laatst sterk verhoogde concentraties minerale olie aangetoond. De verontreinigingen liggen op circa 80 m van de beek.	Beperkt vanwege afstand en immobiliteit stof.



Figuur 4.5 Situering contouren grondwaterverontreiniging VOCL Ophoven Sittard voor ondiep grondwater (5-7 m-mv) (045244.100-V-01, d.d. 03-11-2020) en diep grondwater (9-15 m-mv) (045244.100-V-02, d.d. 05-11-2020).

In de eerdere versie van het bemalingsadvies met kenmerk GA241931.R01.V1.0 is een verspreidingsberekening door middel van stroombanen uitgevoerd uitgaande van de verontreinigingscontouren zoals vastgesteld in 2020 (zie Figuur 4.5). Op basis van indicatieve stroombaanberekeningen is aangetoond dat niet kan worden uitgesloten dat bemaling op het traject Parklaan zuid 2 en 3 invloed heeft op de verontreiniging. Naar aanleiding van de resultaten van deze verspreidingsberekening heeft een herbemonstering plaatsgevonden van het grondwater in de peilbuizen in de wijk Ophoven te Sittard (zie briefrapportage MA250337.B02.V1.0). Aan de

hand van deze resultaten en een meer realistische en nauwkeurige rekenmethode voor stoftransport op basis van stofgedrag (MT3D) is een nieuwe verspreidingsberekening uitgevoerd.

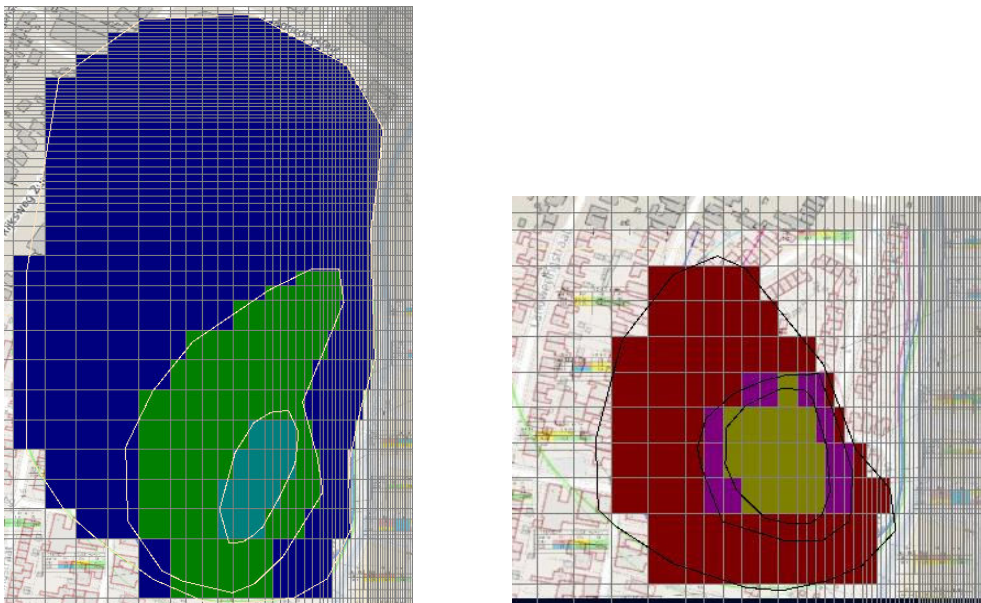
Verspreiding verontreiniging door bemaling

De grondwaterverontreiniging VOCL Ophoven Sittard kan vanwege het gecreëerde grondwaterverhang richting de bemalingsfilters verplaatst worden door de bemaling. Om de theoretische invloed van de bemaling op deze verontreinigingen te bepalen is een verspreidingsberekening uitgevoerd met het bestaande grondwatermodel en een stoftransportmodel (MT3D) voor de situatie met en zonder bemaling.

Uitgangspunten

Voor de stoftransportberekening zijn door ons de onderstaande (conservatieve) uitgangspunten aangehouden:

- Voor de initiële concentraties in het model is uitgegaan van de stof met de hoogste concentraties. Dit betreft overwegend de stof cis- en trans-1,2 dichlooretheen (navolgend cis-trans genoemd). De initiële concentraties zijn bepaald aan de hand van de laatste meetronde in 2025 (Resultaten (her)bemonstering peilbuizen wijk Ophoven te Sittard met kenmerk MA250337.B01);
- Er zijn hierbij per zone relatief hoge representatieve concentraties voor VOCL (cis-trans) (zones zijn interventiewaarde-, tussenwaarde- en streefwaardecontour) aangehouden (zie Figuur 4.6);
- Binnen de interventiewaarde-contour is een vaste concentratie aangehouden om te voorkomen dat (onrealistisch) te veel verdunning plaatsvindt (drainage beek);
- Stofeigenschappen (meest mobiele stof vinylchloride (VC)):
 - Voor het bepalen van de sorptie-eigenschappen is uitgegaan van 2% organisch stofgehalte in de verschillende modellagen. Dit komt overeen met een retardatiefactor (Rd) van ongeveer 2 voor vinylchloride (meest mobiele stof);
 - Er is geen afbraak meegenomen in de berekening;
 - Er is rekening gehouden met enige nalevering in de bron door middel van een vaste concentratie in de interventiewaardecontour;
 - Voor longitudonale dispersie is uitgegaan van 10 meter (op basis van de pluimbreedte aan het front).



Figuur 4.6 Initiële concentraties modellaag 1 (links): met (lichtblauw) gebied > interventiewaarde: 20 µg/l, (groen) gebied tussen tussenwaarde en interventiewaarde: 10 µg/l en (donkerblauw) gebied boven streefwaarde 1 µg/l. Initiële concentraties modellaag 2 (rechts): met (geel) gebied > interventiewaarde: 30 µg/l, (paars) gebied tussen tussenwaarde en interventiewaarde: 10 µg/l en (rood) gebied boven streefwaarde 1 µg/l

Resultaten

De uitkomsten van deze stoftransportberekening laten zien dat de (nieuwe) interventiewaarde-contour in de toplaag van deze verontreiniging in theorie maximaal 2 meter additioneel ten opzichte van de natuurlijke situatie verplaatst richting de bemaling (zie Figuur 4.7 en 4.8) en maximaal 3 meter additioneel verplaatst in de diepe laag (zie Figuur 4.9). Voor de (nieuwe) tussenwaarde-contour zijn de verplaatsingen additioneel ten opzichte van de natuurlijke situatie maximaal 5 tot 8 meter in de toplaag en 6 tot 7 meter in de onderlaag.

Bovenstaande geeft de volgende volumetoename voor de interventiewaarde-contour:

Modellaag 1: ca. 4 m verzadigde dikte x 20 m breedte front x 2 m verplaatsing = 160 m³ bodemvolume

Modellaag 2: ca. 4 m verzadigde dikte x 30 m breedte front x 3 m verplaatsing = 360 m³ bodemvolume

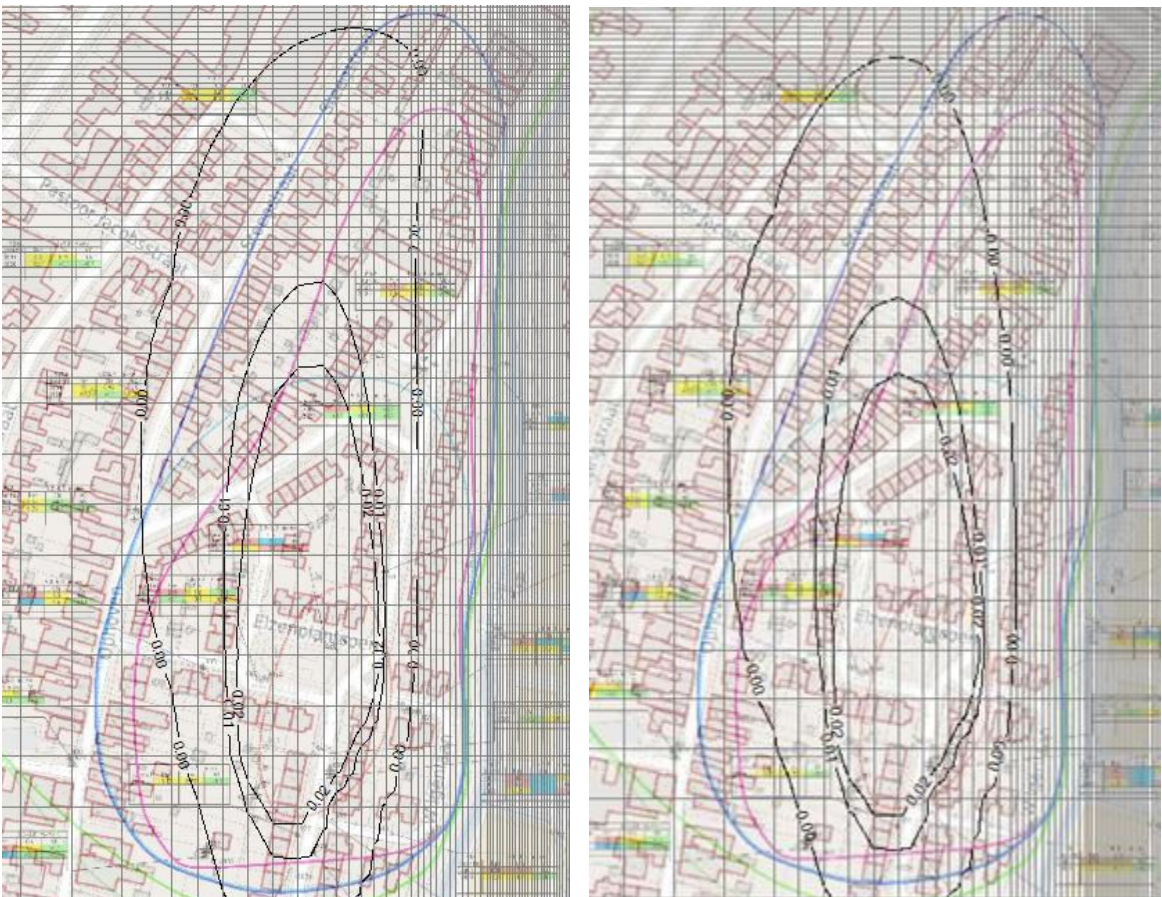
Totaal toename: 520 m³ x 0.3 porositeit = 156 m³ grondwatervolume bij vrij conservatieve uitgangspunten.



Figuur 4.7 Contouren grondwaterverontreiniging VOCL Ophoven Sittard laag 1 na 275 dagen bemaling (links) en in natuurlijke situatie (rechts)



Figuur 4.8 Contouren grondwaterverontreiniging VOCL Ophoven Sittard laag 1 na 275 dagen bemaling (links) en in natuurlijke situatie (rechts)



Figuur 4.9 Contouren grondwaterverontreiniging VOCL Ophoven Sittard laag 2 na 275 dagen bemaling (links) en in natuurlijke situatie (rechts)

Conclusie en advies

De hier beschreven stoftransportberekening geeft een meer onderbouwd en realistisch beeld ten opzichte van de berekening met alleen stroombanen (memo GA241931.M01). Desondanks is er nog wel conservatief gerekend voor:

- Beperkte drainage van de beek, waardoor andere invloeden zoals bemalingen meer invloed hebben op de lokale grondwaterstroming en daarmee verspreiding;
- Uitgangspunt voor de initiële concentraties is de stof met hoogste (CIS-TRANS) met een kD-waarde van meest mobiele stof (VC). De kD waarde is daarmee vrij conservatief, maar een hogere kD-waarde (bij hogere organisch stofgehalte en minder mobiele stof bv.) geeft aanzienlijk minder verspreiding;
- In het model is een vaste concentratie aangenomen ter plaatse van de interventiewaardecontour, waardoor bij grotere stroming (bij bemaling) meer nalevering plaatsvindt;
- Vanwege de celgrootte in het model is numerieke dispersie vrij groot, mogelijk dat ook zonder aanvullend dispersie gerekend hoeft te worden. Het is onduidelijk of dit leidt tot kleinere verspreiding.

Uit de uitgevoerde onderzoeken blijkt dat de bemaling die wordt gebruikt voor fase 2 en 3 Parklaan Zuid, nauwelijks of zelfs geen invloed heeft op de Interventiecontouren in het grondwater. Voor het ondiepe grondwater wordt in een worst-case benadering verwacht dat de verplaatsing marginaal is en maximaal 2 meter richting bemaling bedraagt. Voor het diepe grondwater wordt in een worst-case benadering verwacht dat deze marginale verplaatsing maximaal 3 meter richting bemaling betreft. De beide maximaal te verwachten verplaatsingen blijven geheel ruim binnen de Interventiecontour zoals vastgelegd in het saneringsplan van 2008 (Antea, projectnummer 3238-144596; d.d. maart 2008; LI188300349). Ten opzichte van de contour die uit het geactualiseerde grondwateronderzoek (MA250337.B02.V1.0 d.d. 12-12-2025) voort komt is sprake van een minimale verplaatsing, die geen invloed heeft op de omgeving.

In de beschikking uit 1998 (kenmerk 98/36550W; d.d. 18-8-1998) is opgenomen dat mogelijk sprake is van verspreidingsrisico's. In het saneringsplan van 2008 is vastgesteld dat, na uitvoeren van de grondsanering en in-situ sanering geen sprake meer is van risico's. In het saneringsplan uit 2008 is de volgende doelstelling vastgelegd:

“Voor de sanering van de grondwaterverontreiniging is gekozen voor een functionele saneringsvariant. De saneringsdoelstelling bestaat uit het bewaken (monitoren) en handhaven van de bestaande stabiele eindsituatie, waarbij een grote restverontreiniging (gehalten > tussenwaarde) in het grondwater achterblijft (trede 3).

Dit betekent dat de VOCL-gehalten in het grondwater uit de in paragraaf 4.2 genoemde monitoringspeilbuizen in het randgebied aan de stroomafwaartse zijde van de huidige pluim de tussenwaarde niet (langdurig) mogen overschrijden.” (per abuis staat paragraaf 4.2 genoemd, dit moet paragraaf 4.1.2 zijn)

Uit de modellering blijkt dat de tussenwaarde-contour uit het saneringsplan uit 2008 nimmer groter wordt, ergo de genoemde peilbuizen in het saneringsplan overschrijden de tussenwaarde dus niet en kan dus gesteld worden dat, bij inzet van de bemaling, niet getornd wordt aan de oorspronkelijke doelstelling van het saneringsplan.

Hiermee worden geen negatieve effecten op de omgeving verwacht en wordt ruimschoots aan de doelstelling van het saneringsplan voldaan, waardoor ook geen afwijking of aanpassing op/van het geldende saneringsplan noodzakelijk is.

Ad 5

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand zal de grondwaterstroming tijdelijk enigszins worden verstoord. Gezien de tijdelijke duur van de bemaling en er geen diepe waterdichte obstakels in de grond worden gerealiseerd zal het grondwaterregime na afronding van de bemaling niet of nauwelijks gewijzigd zijn.

4.7 Toetsing aan de Algemene regels grondwater van Waterschap Limburg

4.7.1 Onttrekken

Conform artikel 4.9 van de waterschapsverordening Waterschap Limburg is het verboden zonder vergunning grondwater tot maximaal 10 m³ per uur te onttrekken binnen het gebied van de bufferzones grondwaterafhankelijke natuur of middels een diepe onttrekking in de boringsvrije zone Roerdalslenk I (Bovenste Brunssumklei), boringsvrije zone Roerdalslenk II (Bovenste Brunssumklei), boringsvrije zone Roerdalslenk III (Bovenste Brunssumklei), boringsvrije zone Roerdalslenk IV (Bovenste Brunssumklei) of het gebied van Venloschol.

Conform artikel 4.12 – 4.15 van de waterschapsverordening Waterschap Limburg is het onttrekken van meer dan 10 m³ grondwater per uur ten behoeve van een bronbemaling of een bodemsanering, niet zijnde een diepe onttrekking, waarbij niet meer dan 100 m³ grondwater per uur, niet meer dan 50.000 m³ grondwater per maand, niet langer dan 6 maanden en buiten de bufferzones grondwaterafhankelijke natuur wordt onttrokken, moet worden voldaan aan:

Artikel 4.13

1. De freatische grondwaterstand of de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket wordt niet meer dan noodzakelijk verlaagd.
2. Indien spanningsbemaling wordt toegepast, wordt een peilbuis of meetput geplaatst om de stijghoogte te bepalen.
3. Er wordt voorkomen dat bij het aanleggen en beheren van de voorziening voor de grondwateronttrekking uitwisseling van grondwater tussen de verschillende watervoerende pakketten plaatsvindt.
4. Voorzieningen voor grondwateronttrekking worden afgedicht of verwijderd na tijdelijke en na definitieve beëindiging van de onttrekking zodat geen uitwisseling van grondwater tussen de verschillende watervoerende pakketten kan plaatsvinden en grondwaterverontreiniging vanaf maaiveld wordt voorkomen.
5. Indien retourbemaling wordt toegepast, wordt het grondwater teruggebracht in het watervoerende pakket waaruit het onttrokken grondwater afkomstig is.
6. Uiterlijk 24 uur voor aanvang van de onttrekking wordt het bevoegd gezag hierover geïnformeerd.
7. Uiterlijk 24 uur na beëindiging van de onttrekking wordt het bevoegd gezag hierover geïnformeerd.

Artikel 4.14

1. De onttrokken hoeveelheid grondwater wordt gemeten met behulp van een meetinstrument (watermeter) waarvan een geldig meetcertificaat kan worden overgelegd waaruit blijkt dat het meetinstrument voldoet aan de vereiste nauwkeurigheid van 95% conform paragraaf 4.1.1.
2. De gebruikte watermeter wordt ten minste 1 keer per jaar geïnspecteerd waardoor de vereiste nauwkeurigheid gewaarborgd blijft.

3. De watermeter wordt ingebouwd overeenkomstig de door de leverancier verstrekte voorschriften. Bij het ontbreken van inbouwvoorschriften van de leverancier worden de watermeters zodanig geplaatst, dat minimaal een rechte leiding van 10 keer de diameter van deze leiding vóór de watermeter en 5 keer de diameter ná de watermeters geïnstalleerd is. De watermeter is tijdens het meten volledig gevuld met water.
4. De watermeters worden geïnstalleerd, op een goed toegankelijke, veilige plaats zodat deze goed afleesbaar zijn.
5. Bij aanvang van de bemaling wordt de begindatum en de beginstand van de watermeter geregistreerd.
6. Bij beëindiging van de bemaling wordt de einddatum en de eindstand van de watermeter geregistreerd.
7. Voorvallen die van invloed kunnen zijn op de meting worden geregistreerd. Daarbij wordt de datum van de voorvallen vermeld.
8. Een defecte watermeter wordt uiterlijk binnen twee werkdag vervangen. Zowel de eindstand van de defecte watermeter alsook de beginstand van de nieuw geplaatste watermeter worden daarbij geregistreerd.
9. Registraties worden op verzoek binnen een tijdsbestek van twee werkdagen aan een toezichthouder van het Waterschap Limburg overgelegd.
10. Uiterlijk op 31 januari of indien de onttrekking is beëindigd, binnen een maand na het tijdstip van beëindiging van de grondwateronttrekking, worden de onttrokken gemeten hoeveelheden grondwater aan het Waterschap Limburg toegestuurd.

Artikel 4.15

1. Het is verboden de activiteit, bedoeld in artikel 4.12, te verrichten zonder dit ten minste vier weken voor het begin ervan te melden.
2. Ten minste 10 dagen voordat de activiteit op een andere manier wordt verricht dan overeenkomstig die gegevens, wordt een melding gedaan.

Conform artikel 4.16 van de waterschapsverordening Waterschap Limburg is het verboden zonder vergunning meer dan 100 m³ grondwater per uur of meer dan 50.000 m³ grondwater per maand of langer dan 6 maanden ten behoeve van een bronbemaling of een bodemsanering te onttrekken, of ten behoeve van een bronbemaling of een bodemsanering te onttrekken middels een diepe onttrekking of binnen de bufferzones grondwaterafhankelijke natuur.

Op basis van het te verwachten waterbezwaar is de onttrekking van grondwater t.b.v. een bronbemaling **vergunningsplichtig** in het kader van de Waterschapsverordening waterschap Limburg.

4.7.2 Lozen

Conform artikel 2.102 van de waterschapsverordening Waterschap Limburg is het verboden zonder vergunning:

1. meer dan 100 m³ water per uur te lozen in een oppervlaktewater met een hoge basisafvoer.
2. meer dan 20 m³ water per uur te lozen in een oppervlaktewater met een lage basisafvoer.
3. meer dan 20 m³ water per uur te lozen in een overig water.
4. water te lozen in bronlopen.

Het is conform artikel 2.104 verboden zonder melding grondwater afkomstig van ontwatering te lozen op een oppervlaktewaterlichaam. Grondwater afkomstig van ontwatering mag met het oog op doelmatig beheer van afvalwater onder voorwaarden met een melding op een oppervlaktewaterlichaam worden geloosd. De voorwaarden zijn:

Het grondwater is afkomstig:

- I. niet van een bodemsanering;
 - II. niet van een grondwatersanering;
 - III. niet van een onderzoek voorafgaand aan een bodemsanering of grondwatersanering;
- het is geen drainagewater als bedoeld in paragraaf 4.77 van het Besluit activiteiten leefomgeving (BAL);

Voor onopgeloste stoffen in het grondwater dat wordt geloosd geldt:

- I. de emissiegrenswaarde is 50 mg/l; en
- II. deze waarde wordt gemeten in een steekmonster; en
- III. deze emissiegrenswaarde is niet van toepassing op het lozen van grondwater bij wonen.

De verwachte lozingsroute voor de bemaling is het oppervlaktewater (Keutelbeek). Op basis van het te verwachten waterbezwaar is lozing op oppervlaktewateren **vergunningplichtig** in het kader van de Waterschapsverordening waterschap Limburg.

5 Conclusie en advies

5.1 Algemeen

- Er dient een filterbemaling toegepast te worden teneinde de grondwaterstand met ca. 3,1 m te verlagen;
- De benodigde verlagingen dienen alvorens de werkzaamheden te starten gecontroleerd te worden;
- Voor de bemaling zijn de volgende debieten naar voren gekomen:

Tabel 5.1 debieten

	Verlaging [m]	Tijdsduur	Debiet o.b.v. geschatte duur [m ³]	Debiet [m ³ /uur*]
Parklaan traject 1	2,4	2 maanden	134.000	93
Parklaan traject 2	1,9	2 maanden	115.000	80
Kruising		2 maanden	50.000	35
Engelenkampstraat	1,15			
Parklaan traject 1	1,4	1 maand	65.000	90
Parklaan traject 2	2,0	1 maand	84.000	116
Parklaan Zuid traject		1 maand	119.000	165
3	2,6			
Totaal			567.000	

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

- Op basis van de berekeningen wordt het totale waterbezwaar (bij een duur van 9 maanden voor de bemaling) geschat op ca. 567.000 m³;
- Op basis van het te verwachten waterbezwaar is de onttrekking van grondwater t.b.v. een bronbemaling **vergunningplichtig** in het kader van de Waterschapsverordening waterschap Limburg.
- De verwachte lozingsroute voor de bemaling is het oppervlaktewater. Op basis van het te verwachten waterbezwaar is lozing op oppervlaktewateren **vergunningplichtig** in het kader van de Waterschapsverordening waterschap Limburg.

5.2 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.

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

- 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;

- een optimalisatie van de werkzaamheden (kortere tijdsduur, kleinere lengte bemaling, waterdichte grondkeringen);
- de bemaling uit te voeren tijdens perioden met lage grondwaterstanden;
- zettingen van de leem-/veenlagen te beperken door de onttrekkingsfilters boven deze lagen te plaatsen (bijvoorbeeld toepassing van horizontale drainbemaling).

Daarnaast wordt geadviseerd:

- 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.

5.3 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 een onnodig groot debiet worden voorkomen.

Er zijn 22 monumentale bomen aanwezig binnen de invloedssfeer, waarvan bij 3 monumentale bomen de verlaging lager ligt dan het GLG niveau. Om negatieve effecten op de monumentale bomen te voorkomen wordt aanbevolen te beoordelen hoe diep deze bomen wortelen. Daarnaast wordt geadviseerd deze monumentale bomen en eventuele andere kwetsbare bomen gedurende droge perioden van water te voorzien en indien de bemaling tijdens de groeiperiode van bomen plaatsvindt (april-september).

Op basis van de uitgevoerde zettingsberekening voor de meest kritische locaties op basis van grondwaterverlaging en bodemopbouw blijkt er (in theorie) niet of nauwelijks sprake van zettingsrisico. Ondanks de resultaten van deze berekening adviseren we een bouwkundige vooropname uit te voeren en monitoring middels peilbuizen en zettingsbouten uit te voeren. Zodoende kan tijdig worden bijgestuurd indien negatieve effecten optreden, en kunnen eventuele (on)terechte claims correct worden afgehandeld. Daarnaast kan het risico verder worden beperkt door de onttrekkingsfilters niet in of onder zettingsgevoelige klei- of veenlagen te plaatsen (bijvoorbeeld toepassing horizontale drainbemaling). Om de nadelige effecten in de omgeving voor de bestaande funderingen door de grondwaterstandverlaging verder te beperken, adviseren wij om de verlaging van het grondwater in de tijd zoveel mogelijk te beperken.

Aan de hand van cultuurhistorische waardenkaart blijkt dat er binnen het invloedsgedebied en de locatie sprake is van een locatie met middelhoge trefkans en een klein deel van een locatie met hoge trefkans ten aanzien van archeologie (Figuur 4.3). Het is onduidelijk wat voor artefacten of sporen hier nog aanwezig kunnen zijn in de ondergrond. Op deze locaties bedraagt de verlaging minder dan 50 cm (boven de GHG) en daarmee dus binnen de natuurlijke grondwaterstandfluctuatie. Hierdoor worden geen negatieve effecten van de bemaling op cultuurhistorische waarden verwacht.

Daarnaast blijken op basis van deze kaart beschermgebied van cultuurhistorie (rijksmonumenten of gemeentelijke monumenten) gelegen binnen het invloedsgedebied. Daar waar de grondwaterstanden verlaagd wordt beneden de GLG (meer dan 50 cm) wordt gelden de maatregelen en adviezen uit Ad 3 Bebouwing (monitoring en vooropname).

De bemaling zorgt voor risico van verspreiding van een verontreiniging (VOCL-verontreiniging geval "Ophoven Sittard"). De verspreidingsberekening laat zien dat de interventiewaarde-contour van deze verontreiniging in

theorie met conservatieve uitgangspunten additioneel maximaal 3 meter in de diepe laag en maximaal 2 meter in de ondiepe laag verplaatst richting de bemaling (zie Figuur 4.9 en Figuur 4.8).

De beide maximaal te verwachten verplaatsingen blijven geheel ruim binnen de Interventiecontour zoals vastgelegd in het saneringsplan van 2008 (Antea, projectnummer 3238-144596; d.d. maart 2008; LI188300349). Ten opzichte van de contour die uit het geactualiseerde grondwateronderzoek (MA250337.B02.V1.0 d.d. 12-12-2025) voort komt is sprake van een minimale verplaatsing, die geen invloed heeft op de omgeving.

Uit de modellering blijkt dat de tussenwaarde-contour uit het saneringsplan uit 2008 nimmer groter wordt, ergo de genoemde peilbuizen in het saneringsplan overschrijden de tussenwaarde dus niet en kan dus gesteld worden dat, bij inzet van de bemaling, niet getornd wordt aan de oorspronkelijke doelstelling van het saneringsplan.

Hiermee worden geen negatieve effecten op de omgeving verwacht en wordt ruimschoots aan de doelstelling van het saneringsplan voldaan, waardoor ook geen afwijking of aanpassing op/van het geldende saneringsplan noodzakelijk is.

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

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