



BEMALINGSADVIES

AAN DE VALLEI

Opdrachtgever:
Projectnr:
Datum:

Leigraaf Midden-Limburg BV
DIP264-0005
3 februari 2025

BEMALINGSADVIES

AAN DE VALLEI

Opdrachtgever:	Leigraaf Midden-Limburg BV
Projectnr:	DIP264-0005
Rapportnr:	20250203-DIP264-RAP-Bemalingsadvies Aan de Vallei-3.0
Status:	Definitief
Datum:	3 februari 2025

Opsteller:

Verificatie:

Validatie:

T 088 - 33 66 333
E info@kragten.nl

© 2025 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	6
1.1	Aanleiding.....	6
1.2	Leeswijzer.....	6
2	UITGANGSPUNTEN.....	7
2.1	Gegevens.....	7
2.2	Locatiebeschrijving en oppervlaktewateren.....	7
2.3	Maaiveldniveau.....	8
2.4	Bodemopbouw en geologie.....	9
2.4.1	Dinoloket.....	9
2.4.2	Geschematiseerde bodemopbouw.....	10
2.5	Grondwaterstanden.....	11
2.5.1	Peilbuizen Dinoloket.....	11
2.5.2	Lokale grondwatermonitoring.....	13
2.5.3	Vergelijking met waterparagraaf opgesteld door Arcadis.....	15
2.5.4	Maatgevende grondwaterstanden in het projectgebied.....	16
2.6	Dimensies en vereiste grondwaterstanden.....	17
3	BEREKENINGEN.....	19
3.1	Uitgangspunten en berekeningen.....	19
3.2	Waterbezwaar.....	19
3.2.1	GHG-situatie.....	19
3.2.2	GLG-situatie.....	20
4	EFFECTEN VAN DE BEMALING BIJ GHG-SITUATIE.....	22
4.1	Grondwaterstandsverlaging.....	22
4.2	Monumentale bomen, natuurgebieden en landbouw.....	22
4.3	Archeologie.....	23
4.4	Zettingen, bebouwing en infrastructuur.....	24
4.5	Andere onttrekkingen.....	24
4.6	Verontreinigingen.....	25
5	EFFECTEN VAN DE BEMALING BIJ GLG-SITUATIE.....	27
5.1	Grondwaterstandsverlaging.....	27
5.2	Monumentale bomen, natuurgebieden en landbouw.....	27
5.3	Archeologie.....	28
5.4	Verontreinigingen.....	29
6	BELEID.....	30
6.1	Grondwateronttrekking.....	30
6.2	Lozing van het onttrokken water.....	30

BIJLAGEN

B1	DIMENSIES EN VEREISTE GRONDWATERSTANDEN
-----------	--

TABELLEN

Tabel 1 Schematische bodemopbouw.....	10
Tabel 2 Peilbuizen en metadata.....	12
Tabel 3 : Metadata van de peilbuizen.....	14
Tabel 4: Handmetingen bij de peilbuizen.....	14
Tabel 5 Benodigd debiet tijdens een GHG-situatie (winter).....	20
Tabel 6 Benodigd debiet tijdens een GLG situatie (zomer).....	21
Tabel 7 Dimensies en vereiste grondwaterstanden voor een GHG situatie.....	33
Tabel 8 Dimensies en vereiste grondwaterstanden voor een GLG situatie.....	34

AFBEELDINGEN

Afbeelding 1 Overzichtsk kaart.....	8
Afbeelding 2: Maaiveldhoogte.....	9
Afbeelding 3 Bodemopbouw volgens REGIS II v2.2.....	10
Afbeelding 4 Grondwaterkaart van TNO, 28-08-1972. Rode cirkel geeft de globale ligging van het projectgebied weer.....	11
Afbeelding 5 Locaties peilbuizen, inclusief het gemiddelde freatisch grondwater niveau (m +NAP) uit het Landelijk Hydrologisch Model.....	12
Afbeelding 6 Gemeten grondwaterstanden.....	13
Afbeelding 7 Locaties peilbuizen (infiltratiemetingen niet van toepassing voor dit onderzoek).....	13
Afbeelding 8 Grondwaterstanden (m NAP).....	14
Afbeelding 9 Grondwaterstanden (m onder maaiveld).....	15
Afbeelding 10 Ingeschatte maatgevende grondwaterstanden 2011 – 2012 (blauwe punten-gele vlakken) en 2023 (roze punten en vlakken) in m onder maaiveld en m NAP, bron: Arcadis 2021 en eigen grondwatermonitoring.....	16
Afbeelding 11 Inschatting van GHG en GLG in het projectgebied.....	17
Afbeelding 12 Te bemalen delen.....	18
Afbeelding 13 Effect op de grondwaterstand.....	22
Afbeelding 14 Invloedsgebied van de bemaling (globaal met paars omkaderd) ten opzichte van omliggende Natuur-2000 gebieden en Natuur Netwerk Nederland gebieden. 23	
Afbeelding 15 Gebieden met een archeologische waarde (roze) en een indicatie van het invloedsgebied van de bemaling (paarse cirkel). Binnen de gele cirkel is de grondwaterstandsverlaging ongeveer 0,4 m bij deeltracé 10.....	24
Afbeelding 16 Locaties van grondwateronttrekkingen ten opzichte van het invloedsgebied van de bemaling (globaal aangegeven met paars).....	25
Afbeelding 17 Perceel van Heinsbergerweg 367 met sterke verontreiniging van zink. Het tracé van de aan te leggen riolering doorkruist dit perceel.....	26
Afbeelding 18 Effect op de grondwaterstand.....	27
Afbeelding 19 Invloedsgebied van de bemaling (globaal met paars omkaderd) ten opzichte van omliggende Natuur-2000 gebieden en Natuur Netwerk Nederland gebieden. 28	
Afbeelding 20 Gebieden met een archeologische waarde (roze) en een indicatie van het invloedsgebied van de bemaling (paarse cirkel). Binnen de gele cirkel is de grondwaterstandsverlaging ongeveer 0,4 m bij deeltracé 9.....	29

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In het kader van de herinrichting van Aan de Vallei te Roermond (deelgebied 1) wordt een nieuw riool aangelegd. Aangezien de grondwaterstand zich in de meeste delen van deelgebied 1 boven het niveau van de riolering bevindt is bemaling noodzakelijk om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Om het benodigde debiet en de mogelijke effecten van deze bemaling te bepalen wordt een bemalingsadvies opgesteld. Het advies is opgesteld conform het SIKB-protocol 12010 'voorbereiden melding of vergunning'.

Het doel van dit bemalingsadvies is:

- Het bepalen van het waterbezwaar van de bemaling.
- Het bepalen van de noodzaak voor het aanvragen van een vergunning of melding voor de grondwateronttrekking bij het bevoegd gezag.
- Het in beeld brengen van de effecten van de grondwateronttrekking en de afgeleide effecten op belangen van derden in de omgeving.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de locatie en de uitgangspunten van de bemaling besproken. Het betreffende waterbezwaar is in hoofdstuk 3 opgenomen. De effecten van de bemaling tijdens een GHG situatie worden in hoofdstuk 4 besproken en de effecten tijdens een GLG situatie worden beschreven in hoofdstuk 5. Het vigerende beleid voor de onttrekking en de toetsing hieraan komt in hoofdstuk 6 aan bod. Hoofdstuk 6 behandelt de conclusies en aanbevelingen.

2 UITGANGSPUNTEN

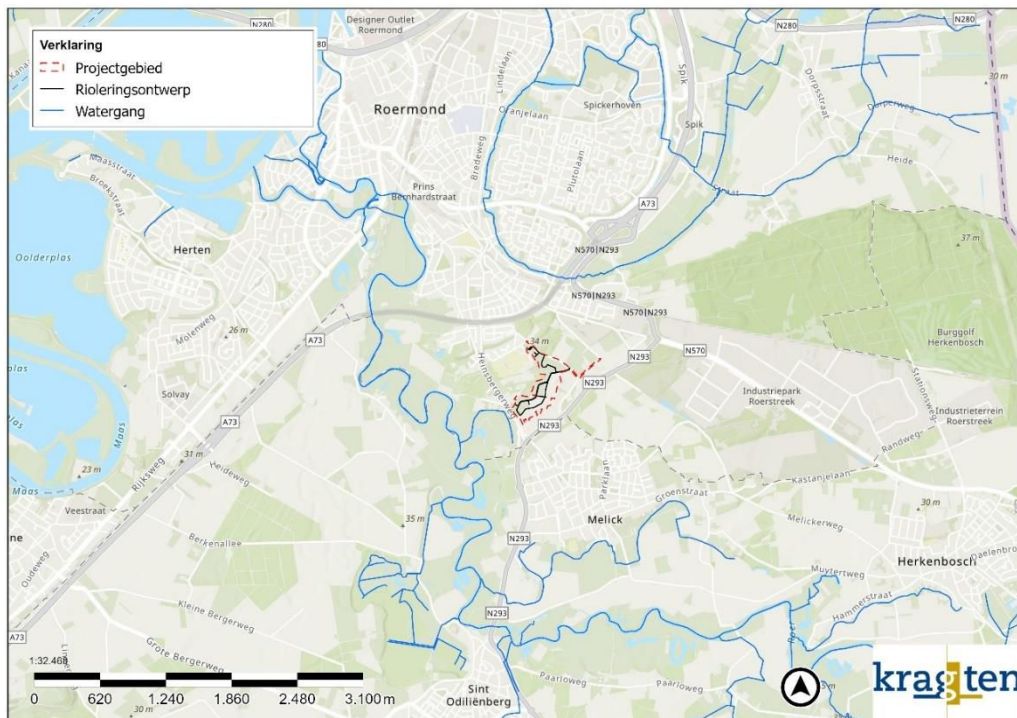
2.1 Gegevens

Voor het opstellen van dit bemalingsadvies zijn meerdere gegevensbronnen beschikbaar, zoals hieronder genoemd. Indien het documenten van externe oorsprong betreft is de versie gebruikt zoals beschikbaar op de datum van het opstellen van deze notitie.

- Peilbuis- en boorgegevens, www.dinoloket.nl, TNO
- REGIS II database, www.dinoloket.nl, TNO
- Waterschapsverordening Waterschap Limburg
- Actueel hoogtebestand Nederland (AHN4), www.ahn.nl
- Bemaling van bouwputten, Stichting Bouwresearch
- Landelijk Register Monumentale Bomen, Bomenstichting, geraadpleegd 25-11-2024
- Archeologische Monumentenkaart, geraadpleegd 25-11-2024
- Grondwaterkaart van TNO, d.d. 28-08-1972
- Verkennend bodemonderzoek, Econsultancy, 8 januari 2007
- Vooronderzoek NEN 5725 plan Melickerveld te Roermond in de gemeente Roermond, Econsultancy, 13-05-2011
- Grondwatermonitoring en GHG-bepaling Kragten, 05-02-2024
- Ontwerptekening van de riolering, Kragten, 16-10-2024, tekeningnummer: 2024-1040 en 2024-1041
- Verkennend Bodemonderzoek, Geonius, 2013
- Memo Heinsbergerweg, Kragten, 2025

2.2 Locatiebeschrijving en oppervlaktewateren

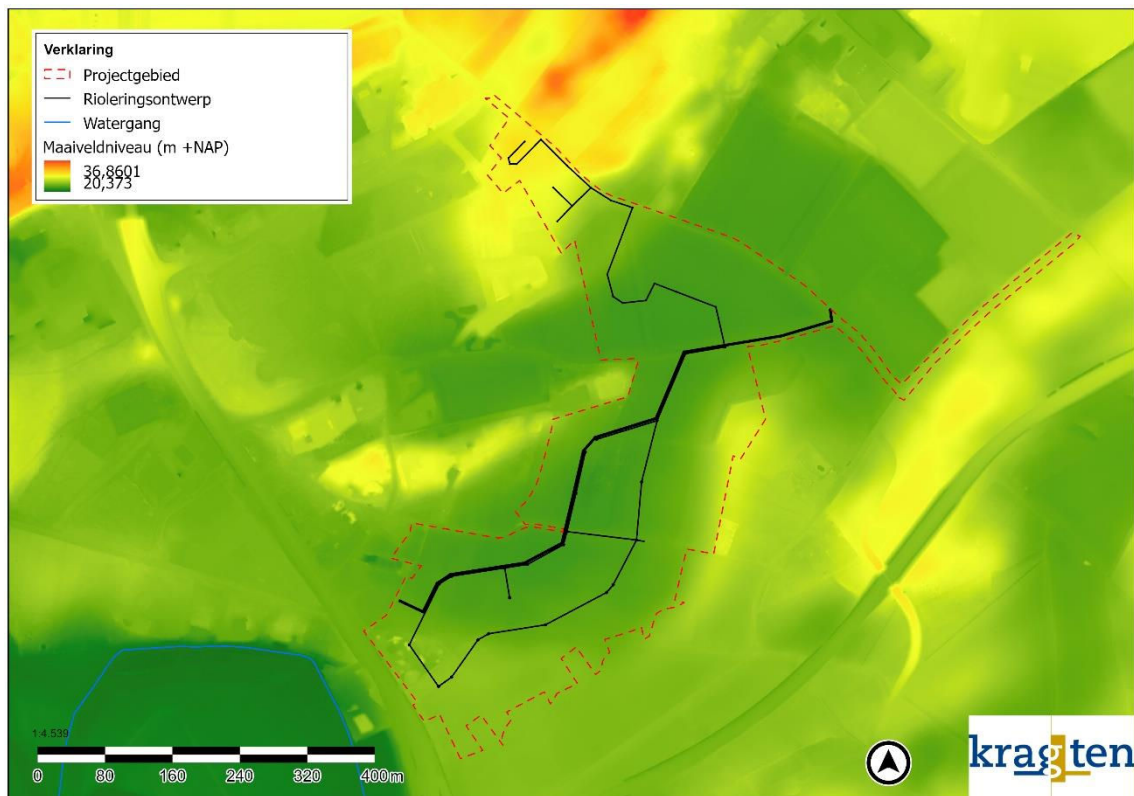
De locatie van de bemaling is gelegen in het Melickerveld tussen Roermond en Melick (zie Afbeelding 1). Het projectgebied bevindt zich niet in een grondwaterbeschermingszone, een natuurbeschermingszone of een grondwatergevoelig natuurgebied. In een straal van ca. 2 km liggen meerdere leggerwatergangen, zoals de Roer en de Maasnielderbeek. De Maas en de Maasplassen liggen op circa 3,2 km van het projectgebied.



Afbeelding 1 Overzichtskaat.

2.3 Maaiveldniveau

Met behulp van het AHN4 is het maaiveldniveau van het terrein in beeld gebracht, zie Afbeelding 2. In het noordelijke uiteinde van het projectgebied ligt het maaiveld aanzienlijk hoger dan in het overige deel van het projectgebied. Dit uiteinde ligt op een landduin en de maaiveldhoogte loopt op tot NAP +30,0 m. In het overige deel van het projectgebied varieert de maaiveldhoogte tussen NAP + 22,5 m en NAP + 26,7 m.



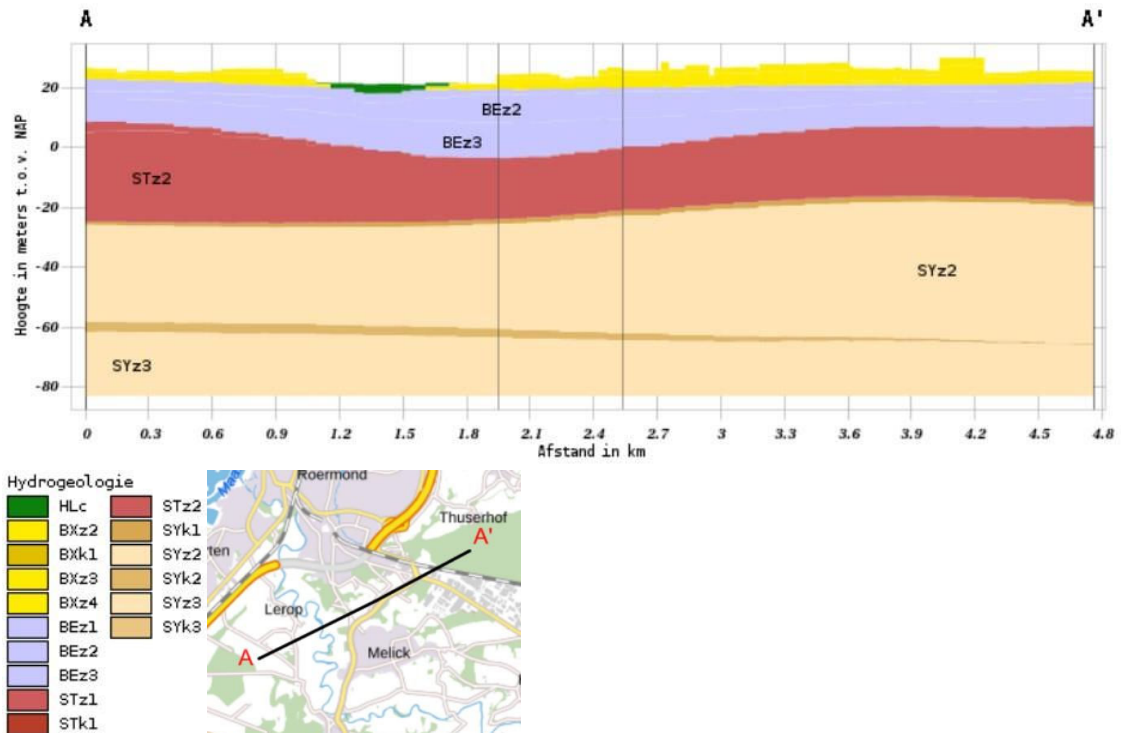
Afbeelding 2: Maaiveldhoogte.

2.4 Bodemopbouw en geologie

2.4.1 Dinoloket

Met behulp van Dinoloket is de bodemopbouw van de projectomgeving in beeld gebracht. Het geohydrologische model REGIS II v.2.2 biedt inzicht in de verschillende lagen in de ondergrond. Een doorsnede is opgenomen in Afbeelding 3. De locatie van het projectgebied is aangegeven met de grijze verticale lijnen.

De bovenste 3,5 m bestaat uit meerdere zandige eenheden uit de Formatie van Boxtel. Ten zuidwesten van het projectgebied zijn Holocene afzettingen aanwezig als deklaag. Dit zijn afzettingen van de Roer en/of Maas. Onder de Formatie van Boxtel bevinden zich zandige eenheden uit de Formatie van Beegden (met grindige bijmengingen) en de Formatie van Sterksel, die samen ongeveer 40 m dik zijn ter plaatse van het projectgebied. Het freatisch pakket wordt aan de onderzijde volledig afgesloten door een kleiige eenheid uit de Formatie van Stramproy. Vervolgens is een zandige eenheid uit de Formatie van Stramproy aanwezig met een dikte van circa 37 m. Deze zandige eenheid vormt het eerste watervoerende pakket. Dit eerste watervoerende pakket wordt volledig afgesloten door een kleilaag uit de Formatie van Stramproy.



Afbeelding 3 Bodemopbouw volgens REGIS II v2.2

2.4.2 Geschematiseerde bodemopbouw

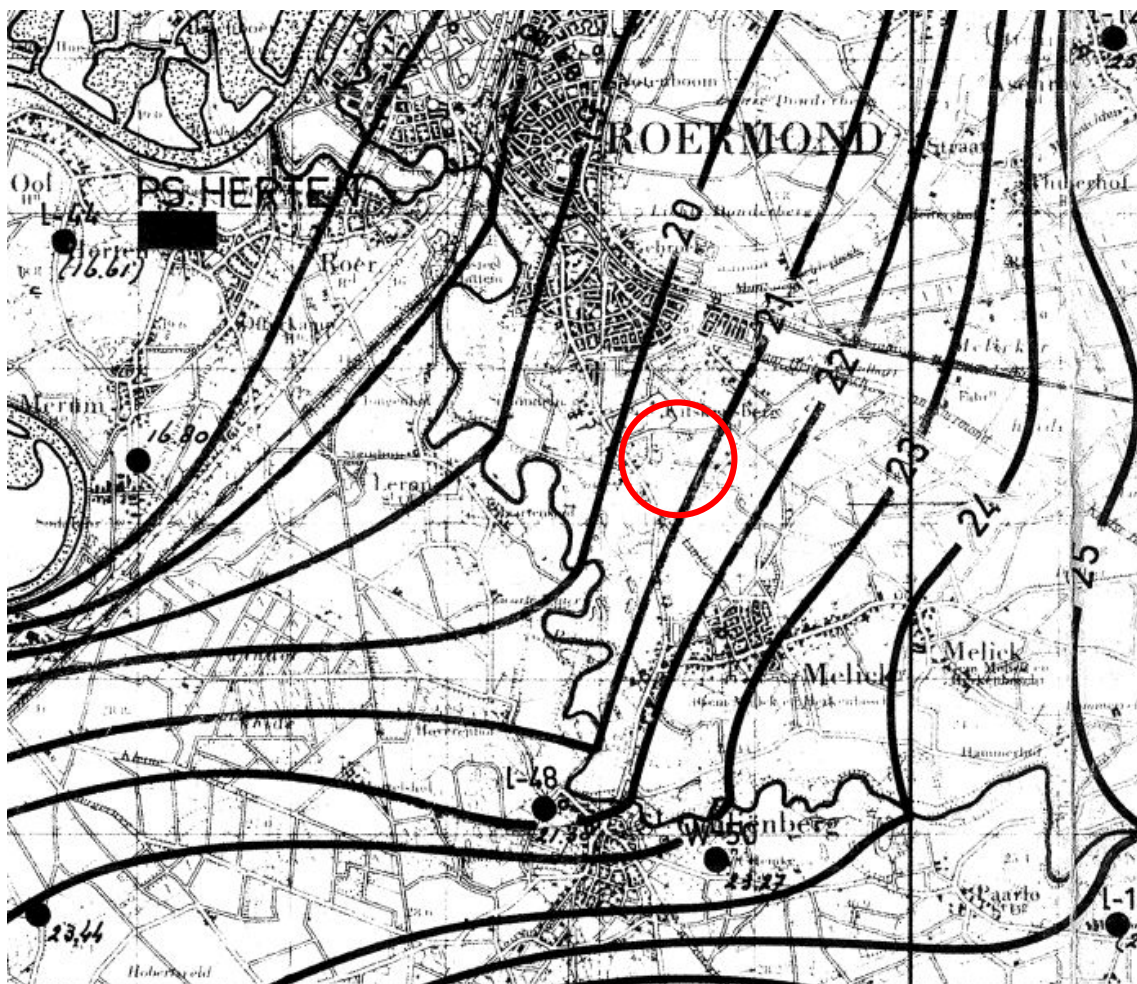
Een doorsnede van de bodemopbouw is opgenomen in onderstaande afbeelding. De bodemopbouw is geschematiseerd en in tabel 1 weergegeven. Deze tabel is opgesteld aan de hand van het uitgevoerde bodemonderzoek, boringen uit Dinoloket en REGIS II. De parameters zijn bepaald aan de hand van het bodemonderzoek en het document 'Bemaling van bouwputten - SBR'.

Tabel 1 Schematische bodemopbouw

Globale hoogte (m NAP)	Dikte (m)	Geologische formatie	Textuur	Geohydrologie	k-waarde (m/d)	Parameter
23,1	3,5	Boxtel	Midden en fijn zand	Freatisch pakket	24	$kD = 84 \text{ m}^2/\text{d}$
19,6	21,8	Beegden	Grof zand, grind en midden zand	Freatisch pakket	200	$kD = 4.360 \text{ m}^2/\text{d}$
-2,2	20,4	Sterksel	Grof en midden zand	Freatisch pakket	100	$kD = 2.040 \text{ m}^2/\text{d}$
-22,6	1,7	Stramproy	Zandige klei, klei en midden zand	Scheidende laag	0,05	$c = 34 \text{ d}$
-24,3	37,2	Stramproy	Midden, fijn en grof zand	Eerste watervoerende pakket	25	$kD = 930 \text{ m}^2/\text{d}$
-61,5	2,6	Stramproy	Zandige klei, klei en midden zand	Geohydrologische basis	0,1	$c = 26 \text{ d}$

2.5 Grondwaterstanden

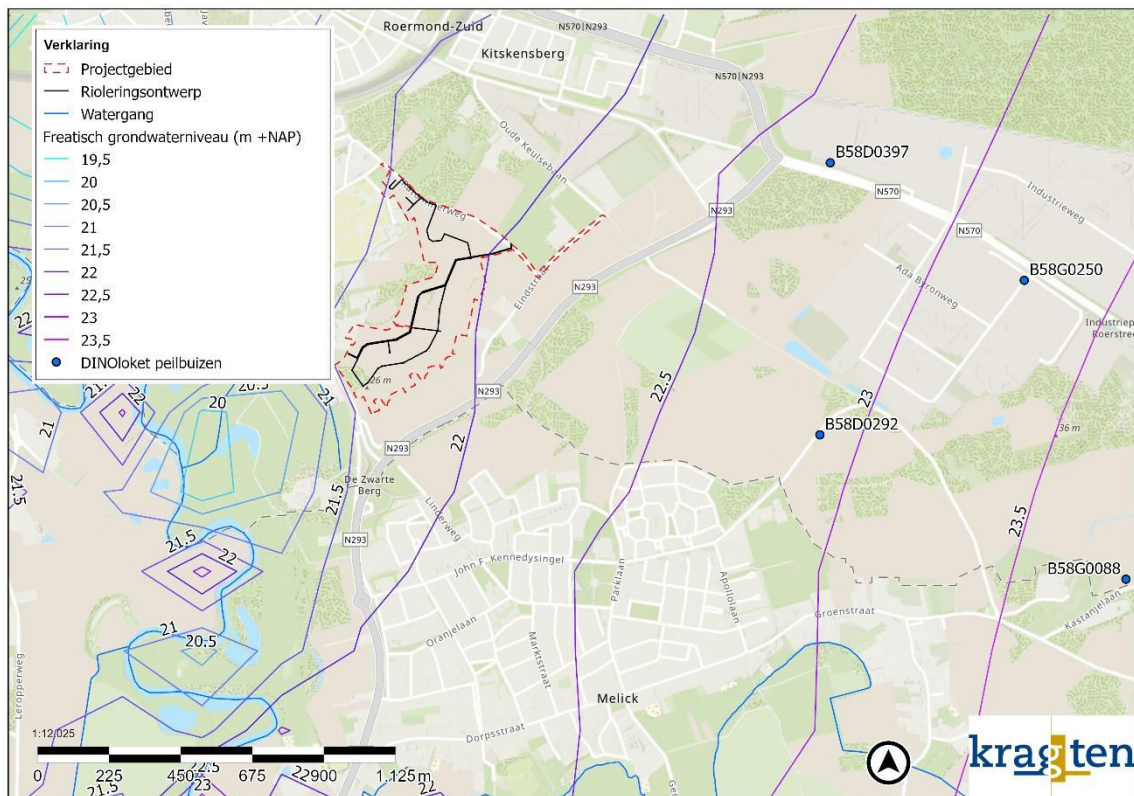
Informatie over de grondwaterstanden is middels meerdere bronnen beschikbaar. Om een algemeen beeld van de freatische grondwaterstand te verkrijgen is allereerst de historische grondwaterkaart van TNO (1972) geraadpleegd. Deze is opgenomen op Afbeelding 4. Het projectgebied is globaal met een rode cirkel aangegeven. Op de afbeelding is te zien dat de freatische grondwaterstroming ter plaatse van het projectgebied westnoordwestelijk gericht is. De grondwaterstand lag ten tijde van het opstellen van de kaart rond NAP +20,5 m.



Afbeelding 4 Grondwaterkaart van TNO, 28-08-1972. Rode cirkel geeft de globale ligging van het projectgebied weer.

2.5.1 Peilbuizen Dinoloket

Om de recente grondwaterstanden te bepalen is gebruik gemaakt van de aanwezige peilbuizen in Dinoloket en het Landelijk Hydrologisch Model (LHM). De locatie van deze peilbuizen is weergegeven op Afbeelding 5. Van de Dinopeilbuizen is een selectie gemaakt om de bruikbaarheid voor dit bemaalingsadvies te bepalen. De voornaamste criteria zijn: dichtbij het projectgebied gelegen en een voldoende lange reeks (lieft minimaal 8 jaar) voor de bepaling van de maatgevende grondwaterstanden (GHG, GVG en GLG). Als resultaat blijven 4 peilbuisfilters over waarvan de metadata zijn opgenomen in Tabel 2.



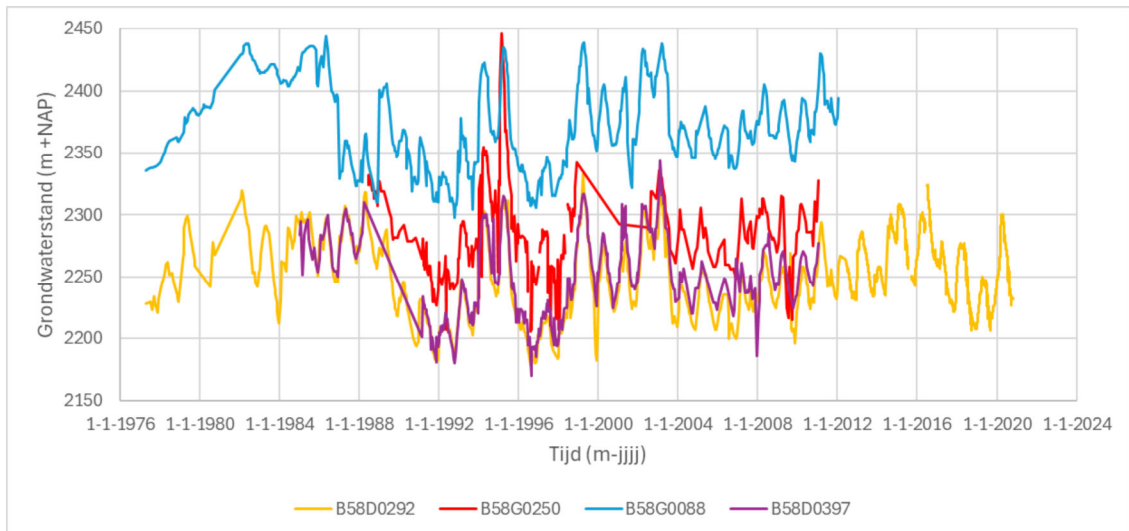
Afbeelding 5 Locaties peilbuizen, inclusief het gemiddelde freatisch grondwatervniveau (m +NAP) uit het Landelijk Hydrologisch Model.

Tabel 2 Peilbuizen en metadata.

Naam	Filter	Maaiveld (m NAP)	Bovenkant filter (m NAP)	Onderkant filter (m NAP)	Meting in formatie	GHG (m NAP)	GVG (m NAP)	GLG (m NAP)
B58D0292	1	25,3	13,35	12,35	Boxtel	22,8	22,6	22,2
B58D0397	1	26,4	6,4	-12,6	Boxtel	22,9 (indicatie)	-	21,9 (indicatie)
B58G0088	1	26,2	14,6	13,6	Boxtel	24,0	23,8	23,4
B58G0309	1	25,9	23,07	22,07	Boxtel	23,1 (indicatie)	-	22,6 (indicatie)

De gemeten grondwaterstanden zijn opgenomen in Afbeelding 6. Uit de grafiek komt naar voren dat peilbuizen B58D0292 en B58D0397 vergelijkbare grondwaterstandsmetingen hebben in zowel orde grootte als in fluctuaties. Peilbuis B58G0250 vertoont ook dezelfde fluctuaties maar heeft ietwat hogere grondwaterstanden. De gemeten grondwaterstanden van peilbuis B58G0088 zijn aanzienlijk hoger dan die van de andere peilbuizen. Zowel de grondwaterkaart van TNO (Afbeelding 4) als de kaart van LHM (Afbeelding 5) tonen aan dat de grondwaterstroming ter plaatse van het projectgebied naar het westen gericht is.

De dichtstbijzijnde peilbuizen met voldoende metingen om een (inschatting van) een GHG te kunnen bepalen liggen op minimale afstand van 1,3 km. Deze afstand is relatief groot voor een nauwkeurige indicatie van de GxG's. Daarom is ook een lokale grondwatermonitoring ingericht, zie hiervoor de volgende paragraaf.

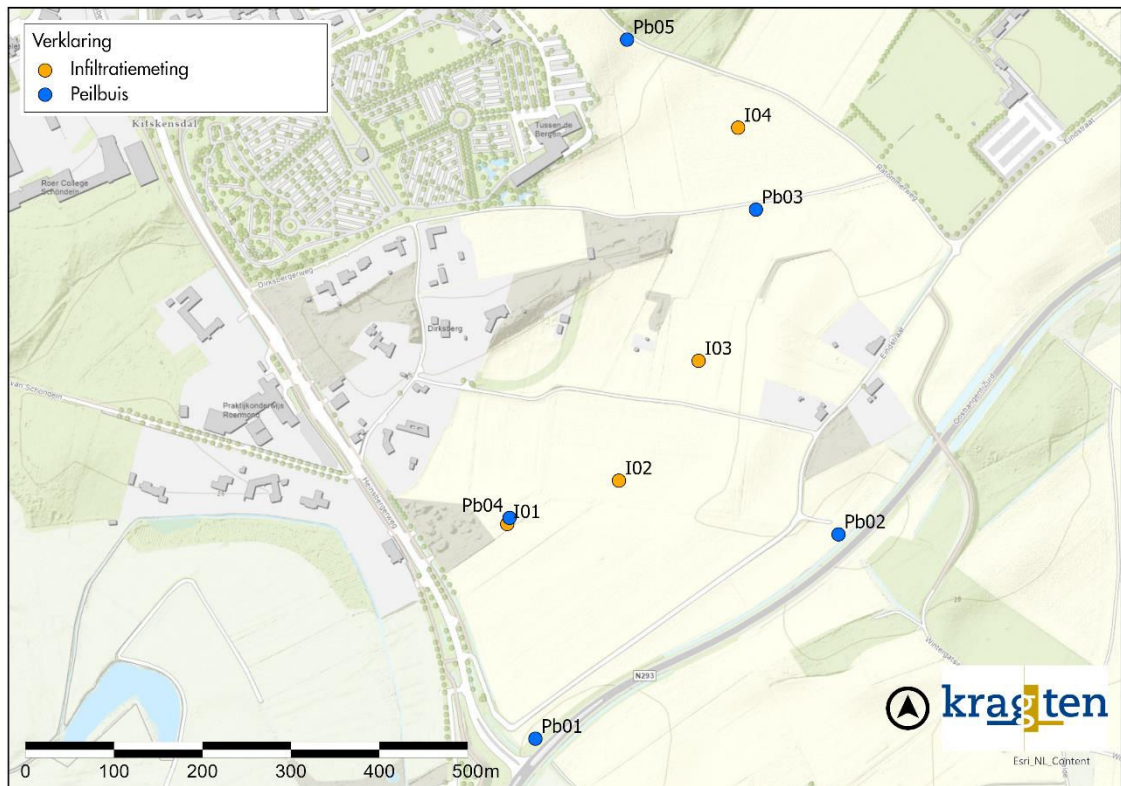


Afbeelding 6 Gemeten grondwaterstanden.

2.5.2 Lokale grondwatermonitoring

Om inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterspiegel ter plaatse van het projectgebied is een grondwatermonitoring opgestart, waarvoor vijf peilbuizen in het projectgebied geplaatst zijn, zie Afbeelding 7. De peilbuizen zijn gedurende 1 jaar uitgelezen. Zie Tabel 3 voor de metadata van de peilbuizen en Tabel 4 voor de handmetingen die gedaan zijn.

Gezien de relatief grote afstand van de Dinoloket-peilbuizen (> 1,3 km), worden de vijf peilbuizen voor de grondwatermonitoring van het projectgebied (Afbeelding 7) als meer betrouwbaar geacht voor de bepaling van de maatgevende grondwaterstanden in het projectgebied.



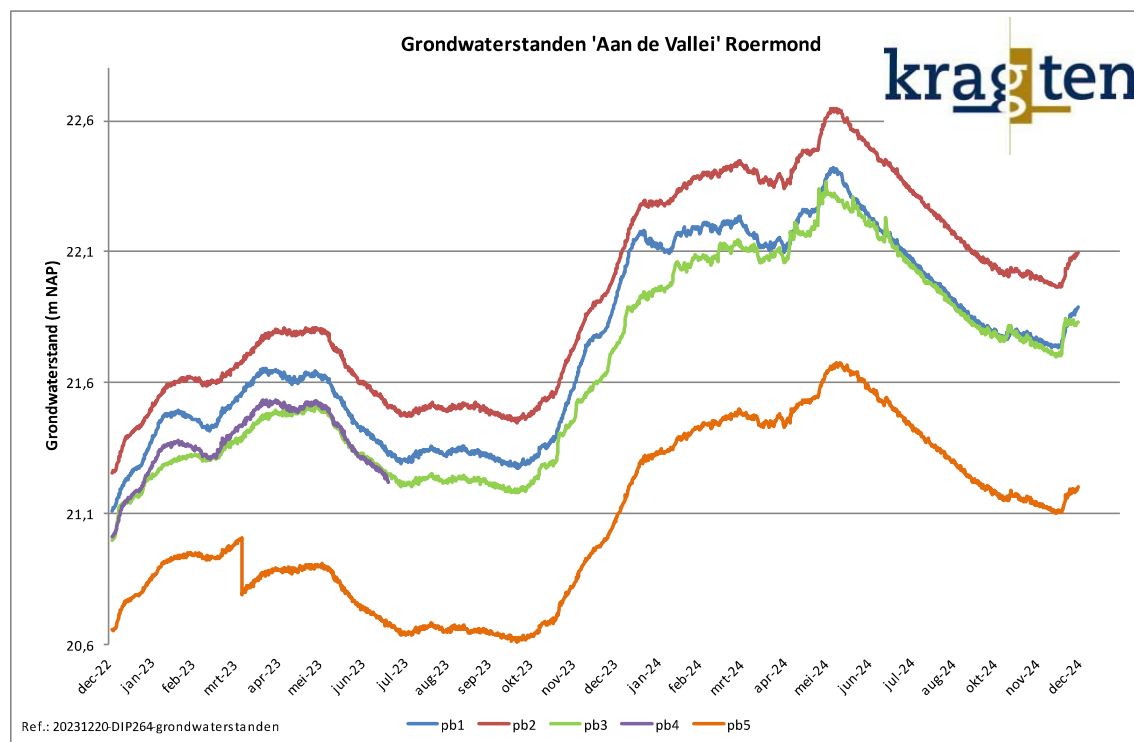
Afbeelding 7 Locaties peilbuizen (infiltratiemetingen niet van toepassing voor dit onderzoek).

Tabel 3 : Metadata van de peilbuizen.

Meetpunt	Plaats	X	Y	Z bovenkant peilbuis (m NAP)	Z maaiveld (m NAP)	Kabel lengte (m)	Diver
Pb01	Roermond	198455,3	353002,2	25,3	24,8	6,2	EC861
Pb02	Roermond	198797,9	353233,4	25,2	24,8	6,1	EC873
Pb03	Roermond	198704,5	353600,5	23,6	23,1	5,1	EC331
Pb04	Roermond	198425,9	353251,9	25,2	24,7	6,4	EC339
Pb05	Roermond	198559,1	353792,1	26,7	26,2	7,7	EC350
BARO thv. Pb05	Roermond						DE557

Tabel 4: Handmetingen bij de peilbuizen.

Meetpunt	Handmetingen (grondwaterstand in m NAP)				
	22-12-2022	2-3-2023	14-07-2023	12-12-2023	01-12-2024
Pb01	21,1	21,5	21,3	21,8	21,9
Pb02	21,3	21,6	21,5	21,9	22,1
Pb03	21,0	21,3	21,2	21,6	21,8
Pb04	21,0	21,3	21,2	-	-
Pb05	20,7	21,0	20,7	20,9	21,2



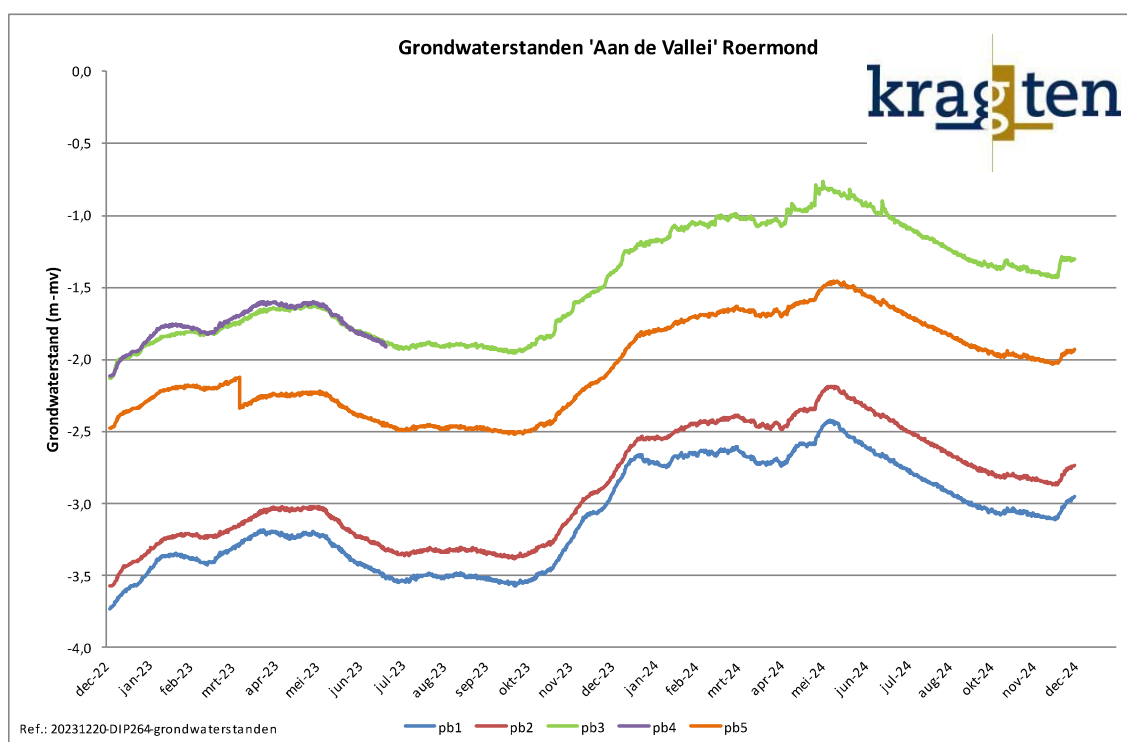
Afbeelding 8 Grondwaterstanden (m NAP).

Afbeelding 8 toont de grondwaterstanden in m NAP van de 5 peilbuizen. Over de periode van december 2022 – juli 2023 varieert de grondwaterstand tussen NAP +20,7 m en NAP +21,8 m. Het grondwater ligt bij alle peilbuizen redelijk diep onder het maaiveld, in een range van circa 1,6 m – 3,7 m onder maaiveld (Afbeelding 9). De lijnen van de grondwaterstanden zijn tot juli redelijk vlak en juist niet grillig, wat aangeeft dat het grondwater niet heel snel op neerslag reageert. Opvallend is dat het grondwater na de winterperiode weer stijgt (maart, april, mei) en dat het grondwater in deze maanden nog hoger staat dan het grondwater in de winterperiode. Dit kan verklaard worden doordat het voorjaar en voorzomer periodes waren met veel neerslag. Verder zit er op 28 maart in peilbuis 5 plotseling een sprong van 0,2 m, waarvan de oorzaak onbekend is. De grondwaterstand in deze peilbuis komt wel overeen met de handmetingen.

Vanaf juni begint het grondwater vervolgens te zakken tot NAP +20,5 m (pb 5) en NAP +21,3 m (pb 2). Vanaf oktober stijgt het grondwater tot NAP +21,0 m (pb 5) en NAP +21,9 m (pb 2) in december. Het grondwater staat in december 2023 dus een stuk hoger (tot circa 0,6 m) dan het grondwater in december 2022.

In de winter van 2023-2024 is het grondwater gestegen. In het voorjaar van 2024 was de grondwaterstand in het gebied uitzonderlijk hoog. In de zomer is de grondwaterstand gezakt maar het bleef hoger dan de stand tijdens dezelfde periode in 2022 en 2023. Vanaf de winter 2024 is de grondwaterstand weer gestegen. De grondwaterstanden in december 2024 zijn hoger dan de grondwaterstanden uit de winter van 2022-2023 en lager dan die van 2023-2024.

Verder lijkt het grondwater naar het noordwesten/westen te stromen.

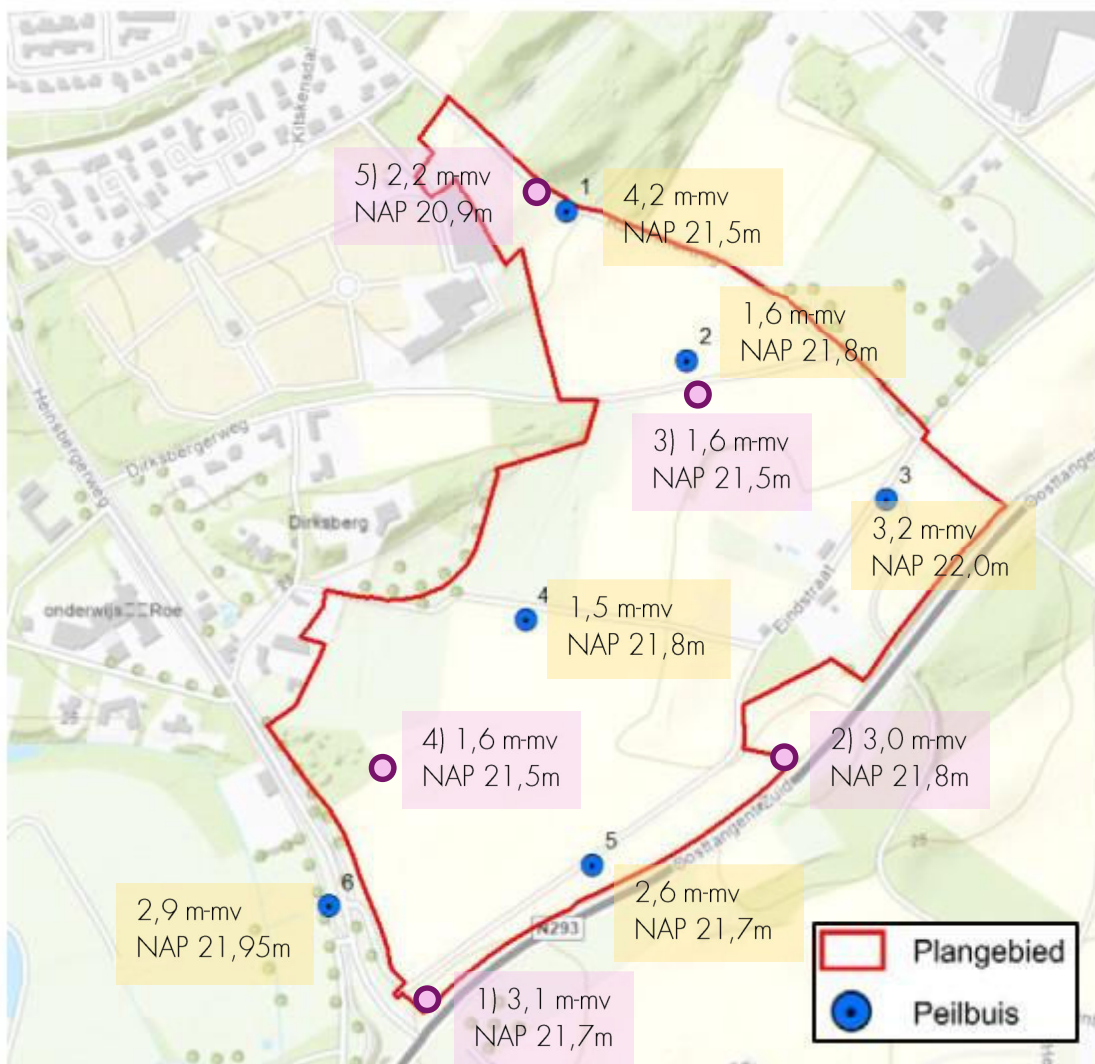


Afbeelding 9 Grondwaterstanden (m onder maaiveld).

2.5.3 Vergelijking met waterparagraaf opgesteld door Arcadis

Arcadis heeft 15 juli 2021 een waterparagraaf opgesteld ('Waterparagraaf Melickerveld Roermond'), waarin de grondwaterstanden geanalyseerd worden. Tussen 2011 en 2012 is de grondwaterstand ook gemeten in dit projectgebied. Arcadis stelt dat hieruit blijkt dat de ingeschatte hoogste grondwaterstand in het grootste deel van het plangebied dieper dan 1,5 m beneden maaiveld ligt, waardoor er mogelijkheden zijn voor infiltratievoorzieningen.

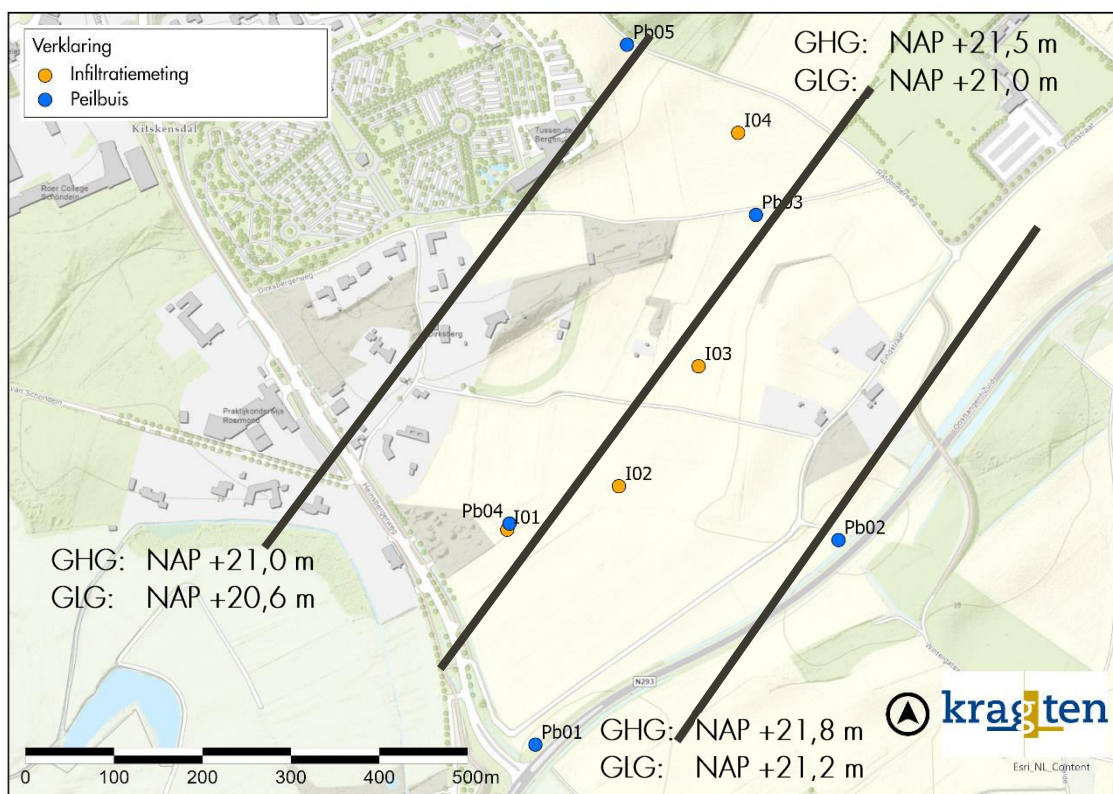
De ingeschatte maatgevende grondwaterstanden die Arcadis heeft opgesteld op basis van de grondwatermonitoring 2011-2012 vallen iets hoger uit dan de grondwaterstanden die uit deze grondwatermonitoring komen (Afbeelding 10). In het noorden tot circa 60 cm hoger en in het midden van het projectgebied tot circa 30 cm hoger. Arcadis geeft in de waterparagraaf ook aan dat de maatgevende grondwaterstand doorgaans 0,2 à 0,3 m hoger dan de GHG ligt. Verder is de orde van grootte over het algemeen wel hetzelfde. Dit houdt in dat de hoogste gemeten grondwaterstanden in de recente monitoring ongeveer overeenkomen met de GHG.



Afbeelding 10 Ingeschatte maatgevende grondwaterstanden 2011 – 2012 (blauwe punten-gele vlakken) en 2023 (roze punten en vlakken) in m onder maaiveld en m NAP, bron: Arcadis 2021 en eigen grondwatermonitoring.

2.5.4 Maatgevende grondwaterstanden in het projectgebied

Aan de hand van bovenstaande gegevens is een inschatting gemaakt van de grondwaterisohypsen om meer inzicht te geven in het verloop van het grondwater (Afbeelding 11). Hierbij is gebruik gemaakt van de meetgegevens tot en met 2023. Het bijstellen van de maatgevende grondwaterstanden op basis van de meetgegevens tot en met 2024 wordt niet realistisch geacht omdat dit een uitzonderlijk nat jaar was.



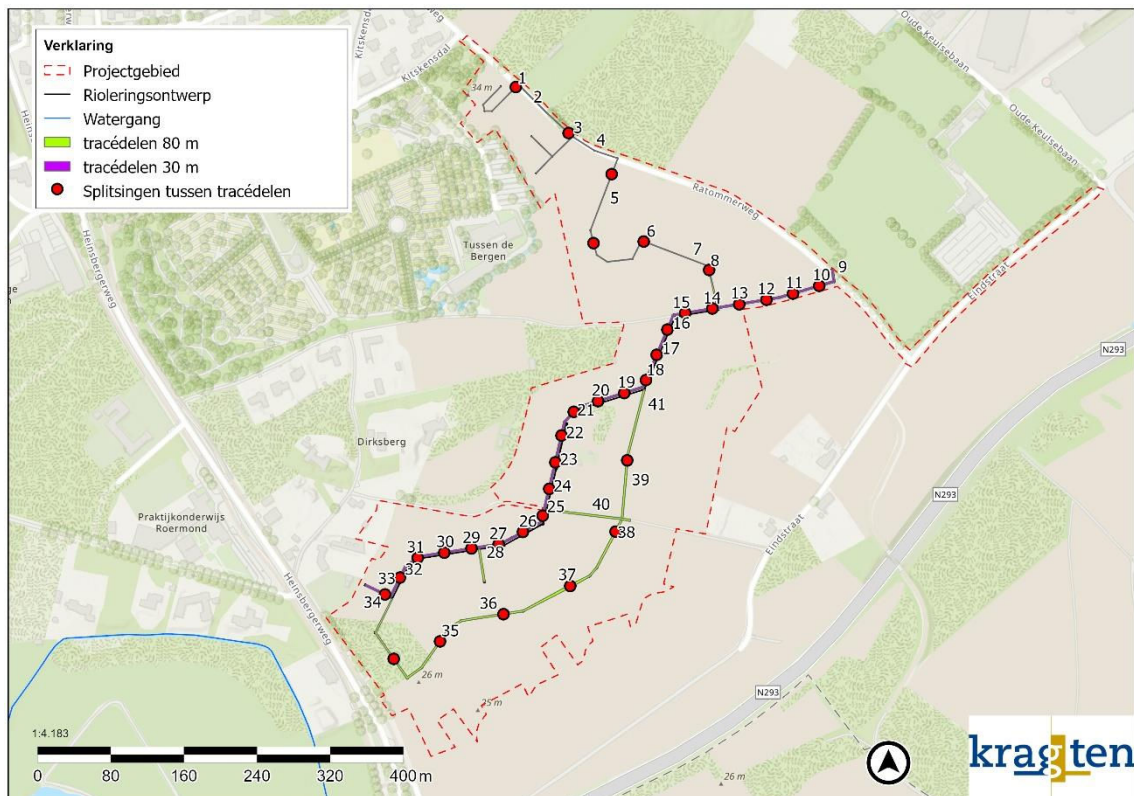
Afbeelding 11 Inschatting van GHG en GLG in het projectgebied.

Omdat de uitvoeringsperiode van de werkzaamheden nog onbekend is, wordt zowel de GHG-situatie als de GLG-situatie doorgerekend. De GHG-situatie is een conservatieve aanpak, waarbij de daadwerkelijk te verpompen hoeveelheid waarschijnlijk lager zal zijn. Bij de GLG-situatie zal de te verpompen hoeveelheid waarschijnlijk hoger zijn.

Per tracédeel is de maatgevende grondwaterstand bepaald. De tracédelen en de bijbehorende GxG's staan beschreven in de volgende paragraaf.

2.6 Dimensies en vereiste grondwaterstanden

Op basis van de kenmerken van het aan te leggen riool is ingeschat dat de aanlegssnelheid ongeveer 30 m/d bedraagt voor het riool met een doorsnede $\varnothing$ van 1.500 mm en 80 m/d voor het riool met een doorsnede $\varnothing$ van 250 mm. De delen waar het 250 mm en 1.500 mm riool parallel aan elkaar liggen is een aanlegssnelheid ingeschat van 30 m/d. Het tracé is daarom opgedeeld in delen van ongeveer 80 m en in delen van ongeveer 30 m. In totaal zijn er 17 delen van 80 m en 24 delen van 30 m. Deze zijn weergegeven op Afbeelding 12.



Afbeelding 12 Te bemalen delen.

Voor elk tracédeel is bepaald welke grondwaterstandsverlaging noodzakelijk is. Deze verlaging wordt bepaald door de ligging van de Binnen Onderkant Buis (b.o.b.) van de nieuwe riolering. De laagste b.o.b. is hierbij maatgevend. Aangezien het wenselijk een drooglegging van ca. 30 cm te realiseren dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot een niveau van 30 cm onder de b.o.b. Om de maximaal en minimaal benodigde onttrekkingshoeveelheid te bepalen is het model doorgerekend voor een GHG en een GLG-situatie. De dimensies en bijbehorende grondwaterstanden per tracédeel staan in Bijlage B1.

3 BEREKENINGEN

3.1 Uitgangspunten en berekeningen

Het waterbezwaar wordt bepaald met het numerieke grondwatermodel MicroFem. Dit is een grondwatermodel gebaseerd op de 'eindige elementen'-methode.

Voor de modellering zijn de volgende uitgangspunten aangenomen:

- Het debiet is berekend met een superpositiemodel. Dat wil zeggen dat er vanuit is gegaan dat de berekende grondwaterstandsverlagingen kunnen worden opgeteld bij de huidige situatie.
- De situatie is instationair berekend.
- In het model is de bodemopbouw verwerkt zoals weergegeven in tabel 1.
- De onttrekking vindt plaats vanuit het watervoerende pakket met behulp van verticale filters aan beide zijden van de sleuf. De filters dienen diep genoeg geplaatst te worden om droogvallen te voorkomen maar niet te diep om de verlaging te beperken.
- Bij de berekening is de tweede kleilaag van de Formatie van Stramproy beschouwd als geohydrologische basis.
- Het landelijk oppervlak van de projectomgeving is in het model gemodelleerd als een drainageweerstand van 500 dagen en het stedelijk oppervlak als een drainageweerstand van 200 dagen.
- De aan te leggen leiding met een diameter van $\varnothing$ 1.500 mm is opgedeeld in deeltracés van 30 m en de aan te leggen leiding met een diameter $\varnothing$ van 250 mm is opgedeeld in deeltracés van 80 m. Het tracé waar zowel een leiding van 1.500 mm als van 250 mm aangelegd dient te worden, wordt tevens opgedeeld in deeltracés van 30 m. De werkvolgorde is afgebeeld in Afbeelding 12.
- Per dag wordt één deel bemalen en het volgende deel voorbemalen. Op zaterdag en zondag wordt 1 tracédeel voorbemalen. In het model is een doorlooptijd van de bemaling van 59 werkdagen aangehouden. Deze doorlooptijd is gebaseerd op de aanlegssnelheid van 80 m/d voor de aan te leggen riolering met een diameter $\varnothing$ van 250 mm en 30 m/d voor de aan te leggen leiding met een diameter van $\varnothing$ 1.500 mm of een tracé waarin beide leidingen worden aangelegd.
- Aangezien de ondergrond uit zandige afzettingen bestaat is er geen kans op opbarsten van de sleufbodem.

De werkelijk benodigde onttrekkingsdebieten wijken naar alle waarschijnlijkheid af van de berekende waarden. Het benodigde bemalingsdebiet is immers afhankelijk van variabele zaken, zoals werkelijke grondwaterstand, de eigenschappen van de lokale ondergrond, geografie, enzovoort.

Omdat de uitvoeringsperiode nog onbekend is, is zowel de GHG als de GLG situatie doorgerekend. Veelal kunnen de berekende waarden van de GHG als bovengrens worden beschouwd en de berekende waarden van de GLG als ondergrens.

3.2 Waterbezwaar

3.2.1 GHG-situatie

Het berekende waterbezwaar is opgenomen in onderstaande tabel. De gewenste grondwaterstand ter plaatse van de delen 1-7, 28, 34 en 35 ligt boven de GHG. Voor deze delen is in de GHG-situatie dan ook geen bemaling noodzakelijk.

Het totaal benodigde debiet is ongeveer 107.400 m³. Dit grote volume te verpompen water wordt veroorzaakt doordat de ondergrond een hoge doorlatendheid heeft, door de lengte van het aan te leggen tracé en door het hoge startdebiet. Het maximale uurdebiet is 155 m³/uur.

Tabel 5 Benodigd debiet tijdens een GHG-situatie (winter).

Tracédeel	Benodigde grondwaterstandsverlaging, afgerond op 0,1 m (m)	Benodigd debiet (m ³ /uur)	Benodigd debiet (m ³ /dag)	Aantal dagen bemaling (d)	Totale onttrokken hoeveelheid (m ³)
1	0	0	0	2	0
2	0	0	0	2	0
3	0	0	0	2	0
4	0	0	0	2	0
5	0	0	0	2	0
6	0	0	0	3	0
7	0	0	0	2	0
8	0,1	10	240	2	480
9	2,2	80	1920	2	3.840
10	2,2	90	2160	2	4.320
11	2,1	70	1680	3	5.040
12	2,0	70	1680	2	3.360
13	2,0	65	1560	2	3.120
14	1,9	70	1680	2	3.360
15	1,9	70	1680	2	3.360
16	1,9	75	1800	3	5.400
17	1,8	65	1560	2	3.120
18	1,8	55	1320	2	2.640
19	1,8	65	1560	2	3.120
20	1,7	65	1560	2	3.120
21	1,6	60	1440	3	4.320
22	1,7	55	1320	2	2.640
23	1,7	60	1440	2	2.880
24	1,6	55	1320	2	2.640
25	1,6	65	1560	2	3.120
26	1,6	45	1080	3	3.240
27	1,4	60	1440	2	2.880
28	0	0	0	2	0
29	1,4	50	1200	2	2.400
30	1,4	60	1440	2	2.880
31	1,3	60	1440	3	4.320
32	1,2	30	720	2	1.440
33	1,2	50	1200	2	2.400
34	0	0	0	2	0
35	0	0	0	2	0
36	0,3	25	600	3	1.800
37	0,8	75	1800	2	3.600
38	1,0	80	1920	2	3.840
39	1,5	120	2880	2	5.760
40	1,4	155	3720	2	7.440
41	1,1	115	2760	2	5.520
Totale onttrekkingshoeveelheid (m ³)					107.400

3.2.2 GLG-situatie

Het totaal benodigde debiet is lager wanneer tijdens een GLG-situatie de riolering wordt aangelegd. De gewenste grondwaterstand ter plaatse van de delen 1-8, 28, 34-36 ligt boven de GLG. Voor deze delen is

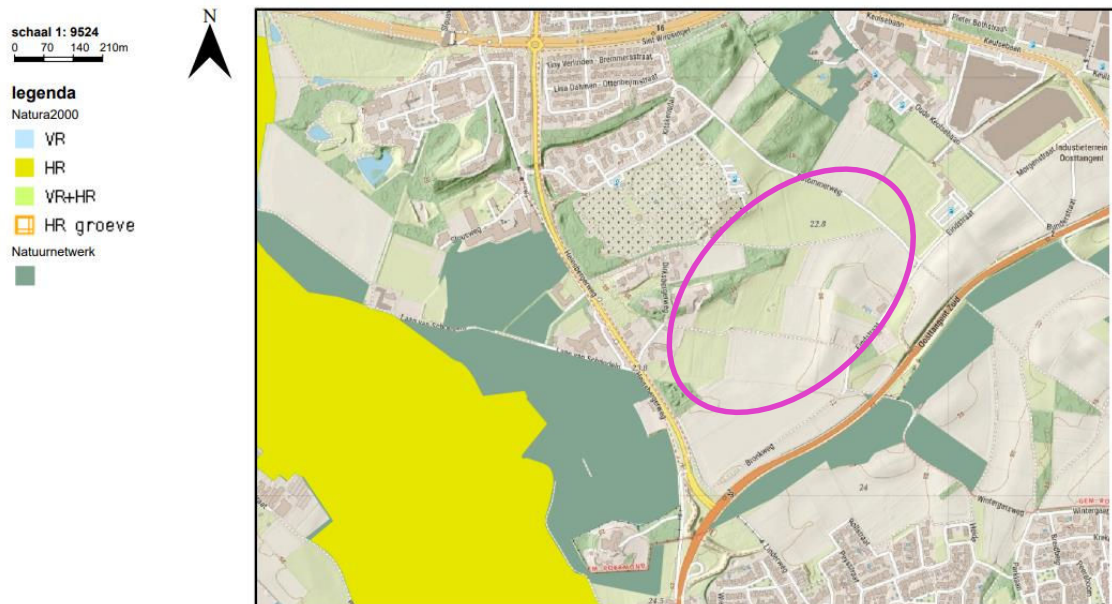
tijdens een GLG-situatie dan ook geen bemaling noodzakelijk. Het totaal benodigde debiet is voor een GLG-situatie ongeveer 75.120 m³. Het maximale uurdebiet tijdens een GLG-situatie is 110 m³/uur.

Tabel 6 Benodigd debiet tijdens een GLG situatie (zomer).

Tracédeel	Benodigde grondwaterstandsverlaging, afgerond op 0,1 m (m)	Benodigd debiet (m ³ /uur)	Benodigd debiet (m ³ /dag)	Aantal dagen bemaling (d)	Totale onttrokken hoeveelheid (m ³)
1	0	0	0	2	0
2	0	0	0	2	0
3	0	0	0	2	0
4	0	0	0	2	0
5	0	0	0	2	0
6	0	0	0	3	0
7	0	0	0	2	0
8	0	0	0	2	0
9	1,7	80	1.920	2	3.840
10	1,6	70	1.680	2	3.360
11	1,5	60	1.440	3	4.320
12	1,5	50	1.200	2	2.400
13	1,5	75	1.800	2	3.600
14	1,4	50	1.200	2	2.400
15	1,3	50	1.200	2	2.400
16	1,3	55	1.320	3	3.960
17	1,2	40	960	2	1.920
18	1,2	40	960	2	1.920
19	1,2	50	1.200	2	2.400
20	1,2	50	1.200	2	2.400
21	1,1	40	960	3	2.880
22	1,1	35	840	2	1.680
23	1,1	40	960	2	1.920
24	1,0	40	960	2	1.920
25	1,0	45	1.080	2	2.160
26	1,0	30	720	3	2.160
27	0,9	40	960	2	1.920
28	0	0	0	2	0
29	0,9	35	840	2	1.680
30	0,8	40	960	2	1.920
31	0,8	45	1.080	3	3.240
32	0,7	20	480	2	960
33	0,7	40	960	2	1.920
34	0	0	0	2	0
35	0	0	0	2	0
36	0	0	0	3	0
37	0,2	30	720	2	1.440
38	0,4	40	960	2	1.920
39	0,9	80	1.920	2	3.840
40	0,9	110	2.640	2	5.280
41	0,6	70	1.680	2	3.360
Totale onttrekkingshoeveelheid (m ³)					75.120

Binnen het invloedsgebied zijn verschillende landbouwpercelen aanwezig. Deze landbouwgebieden bevinden zich niet binnen de contouren van de 0,4 m grondwaterstandsverlaging. De grondwaterstandsverlaging is dan ook niet groter dan de normale grondwaterfluctuaties van 0,4 m. Hierdoor worden er geen negatieve effecten verwacht door de bemaling.

provincie limburg

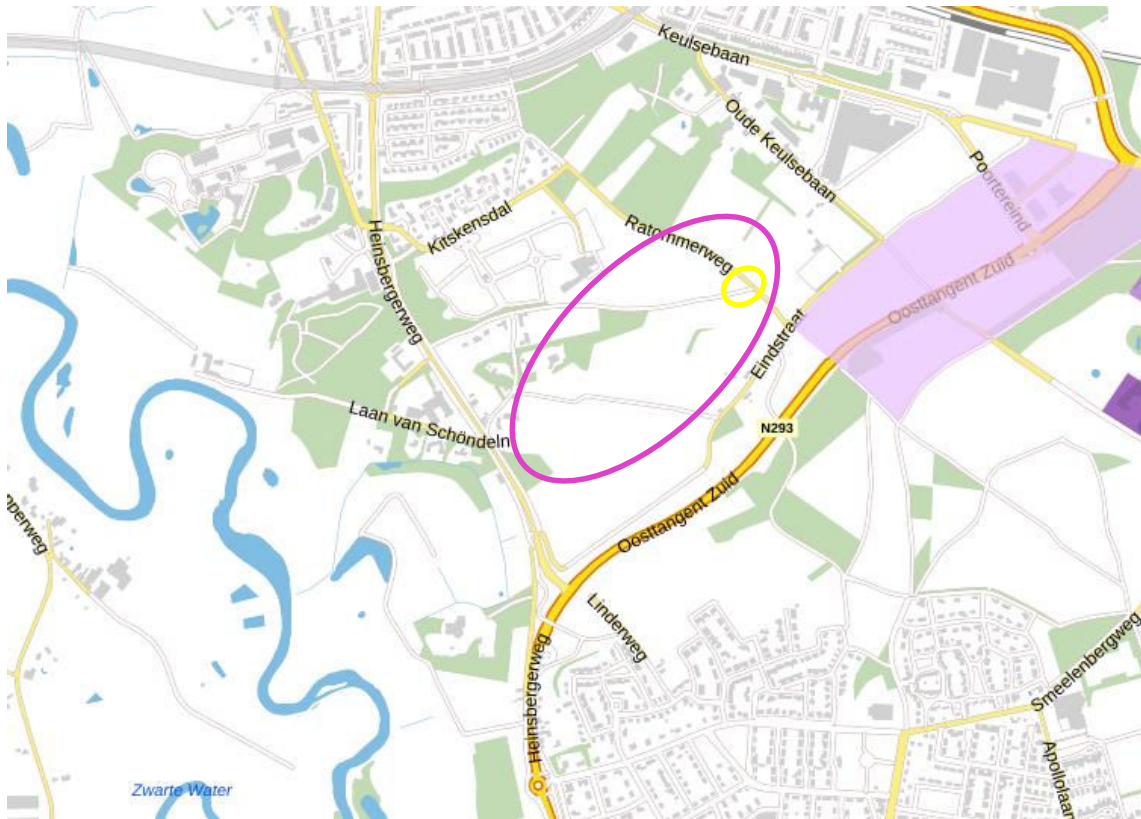


Datum: 25-11-2024 - Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend.

Afbeelding 14 Invloedsgebied van de bemaling (globaal met paars omkaderd) ten opzichte van omliggende Natura-2000 gebieden en Natuur Netwerk Nederland gebieden.

4.3 Archeologie

Het invloedsgebied van de bemaling reikt niet tot het gebied met een hoge archeologische waarde, zie Afbeelding 15. Hierom worden geen negatieve effecten verwacht in het gebied met hoge archeologische waarde.



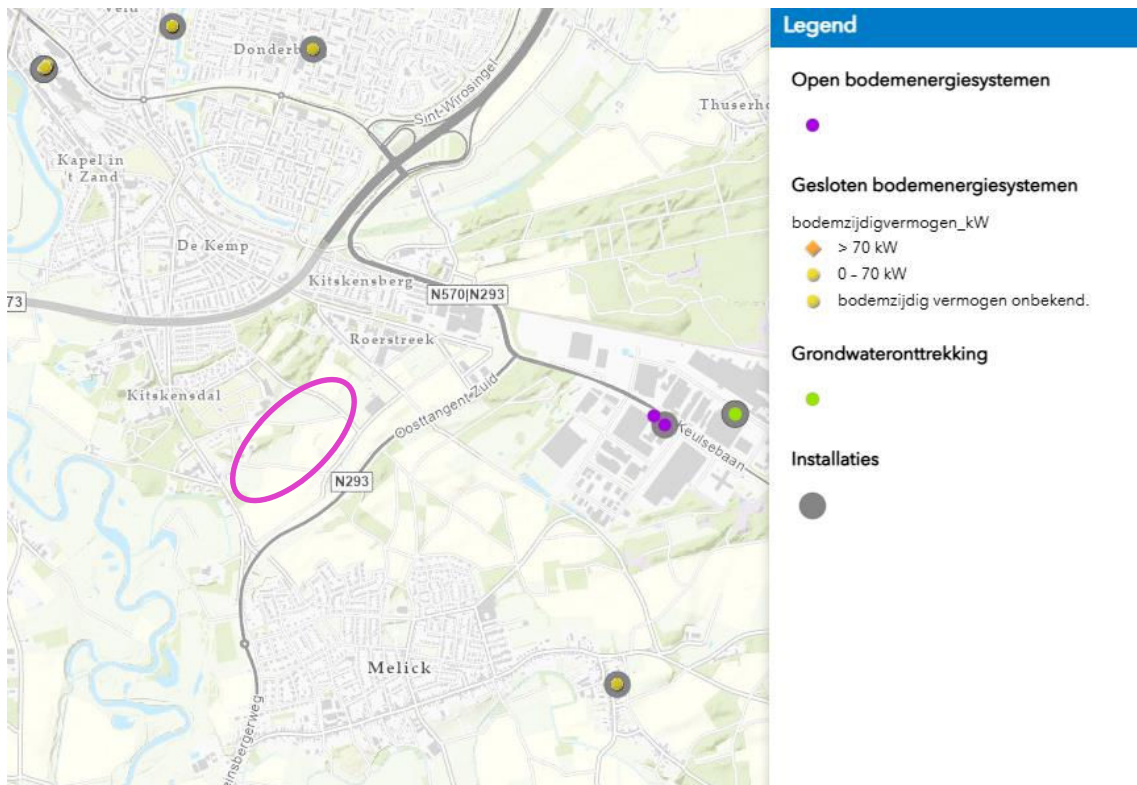
Afbeelding 15 Gebieden met een archeologische waarde (paars) en een indicatie van het invloedsgebied van de bemaling (paarse cirkel). Binnen de gele cirkel is de grondwaterstandsverlaging ongeveer 0,4 m bij deeltracé 10.

4.4 Zettingen, bebouwing en infrastructuur

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen zoals klei, leem- en veenlagen leiden tot zettingen. In de ondergrond bevinden zich, op basis van de beschikbare gegevens, in het te vergraven deel geen zettingsgevoelige lagen. De kans op zettingen, welke schade aan bebouwing of infrastructuur kunnen veroorzaken is dan ook gering.

4.5 Andere onttrekkingen

Volgens de WKO-tool liggen binnen het invloedsgebied van de bemaling geen grondwateronttrekkingen, zie Afbeelding 16.



Afbeelding 16 Locaties van grondwateronttrekkingen ten opzichte van het invloedsgebied van de bemaling (globaal aangegeven met paars).

4.6 Verontreinigingen

Grondwaterverontreinigingen kunnen gemobiliseerd worden door een bemaling. Dit is niet het geval voor bodemverontreinigingen. Daarom worden in deze analyse alleen grondwaterverontreinigingen meegenomen. In de directe omgeving van het projectgebied zijn verschillende bodem/grondwateronderzoeken uitgevoerd. Onderzoeken waarbij (lichte) grondwaterverontreinigingen zijn aangetroffen zijn hieronder opgesomd:

- In december 2006 is veldwerk uitgevoerd (Verkennd bodemonderzoek, Econsultancy) waarbij een grondwaterbemonstering heeft plaatsgevonden. In het verkennend bodemonderzoek is geconcludeerd dat het grondwater licht verontreinigd is met cadmium, chroom en nikkel. Deze metaalverontreinigingen zijn hoogstwaarschijnlijk te relateren aan regionaal verhoogde achtergrondconcentraties van metalen in het grondwater, gezien de aangetroffen lichte verontreinigingen in het grondwater in gehalten onder de voor het gebied geldende achtergrondgrenswaarde voorkomen.
- Ter plaatse van de Eindstraat is in 2003 door Milieutechnisch Adviesbureau Heel bv, in opdracht van Van Pol Beheer bv, een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd (projectnummer 524VPB/03/R, d.d. 27 oktober 2003). Het grondwater bleek plaatselijk licht verontreinigd met chroom.
- Ter plaatse van de Dirksbergerweg is in 2008 door Econsultancy, in opdracht van Leigraaf Midden-Limburg bv, een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Het grondwater bleek licht tot matig verontreinigd met nikkel en licht verontreinigd met cadmium en zink.
- Ter plaatse van de Dirksbergerweg, perceel 26 ($\pm 1.000 \text{ m}^2$) is in 1999 door Milieutechnisch Adviesbureau Heel bv een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd (projectnummer M830-ENG/99, d.d. 22 april 1999). De aanleiding voor het onderzoek vormde de geplande nieuwbouw op de locatie. Het grondwater bleek sterk verontreinigd met nikkel en verder licht verontreinigd met cadmium en chroom.
- Ter plaatse van de Dirksbergerweg, perceel 25 ($\pm 4.000 \text{ m}^2$) is in 1999 door Milieutechnisch Adviesbureau Heel bv een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd (projectnummer M831-HON/99, d.d. 11 mei 1999). De aanleiding voor het onderzoek vormde de geplande nieuwbouw op de locatie. Het grondwater bleek licht verontreinigd met cadmium, chroom en nikkel.

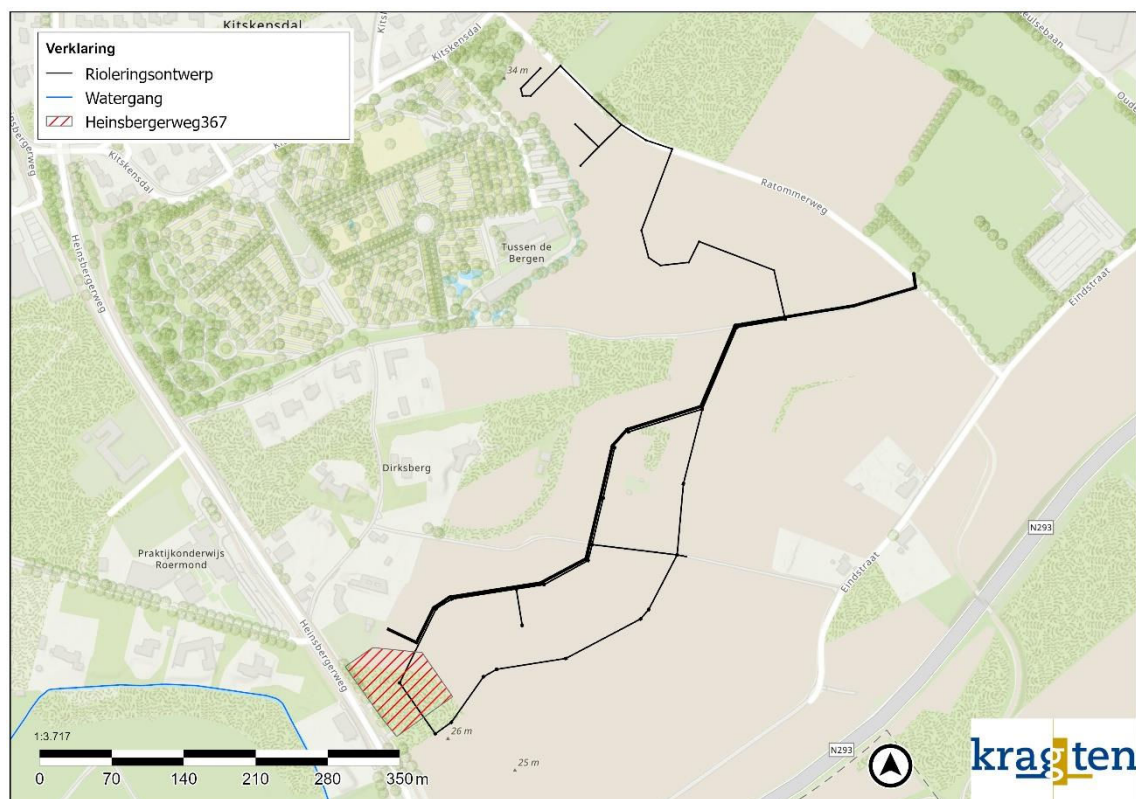
- Ter plaatse van het perceel kadastraal bekend gemeente Roermond, sectie M, nummer 84 ($\pm 13.740 \text{ m}^2$) is in 2002, in opdracht van de heer ing. H.H.C. Neelen, door Econsultancy een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd (rapportnummer 01041179 ROE.NEE.NEN, d.d. 4 september 2002). Het onderzoek is destijds uitgevoerd in het kader van de Bouwverordening, alsmede een bestemmingsplanwijziging. Het grondwater bleek plaatselijk licht verontreinigd met cadmium, nikkel en zink.
- In 2003 is ter plaatse van het (destijds toekomstige) wegtracé van de N293 Oosttangent door CSO eveneens een milieukundig onderzoek (volgens het plan van aanpak Bouwstoffenbesluit) uitgevoerd (rapportnummer 03.RB219, d.d. 25 november 2003). Het grondwater bleek plaatselijk licht verontreinigd met chroom en/of naftaleen.

De bemaling veroorzaakt bij de bovenstaande verontreinigingen geen nadelige effecten vanwege de lage concentraties.

Ter plaatse van de Provinciale Opslagplaats Roermond aan de Heinsbergerweg 367 is in 1996, in opdracht van de provincie Limburg, door Bureau CHO een nulsituatieonderzoek uitgevoerd (kenmerk B.96036.A), december 1996). Het onderzoek is destijds uitgevoerd in het kader van de Wm-vergunning. Het grondwater bleek licht tot sterk verontreinigd met zink en licht verontreinigd met chroom. Het tracé van de aan te leggen riolering doorkruist het perceel van Heinsbergerweg 367, zie Afbeelding 17.

In 2013 is op de locatie wederom een uitgebreid verkennend bodemonderzoek (Geonius, verkennend bodemonderzoek) uitgevoerd. Hierbij zijn in de boven-, de ondergrond en het grondwater licht verhoogde gehalten (met name aan zware metalen) aangetoond. Een sterk verhoogd gehalte aan zink is niet meer aangetoond.

Ook recent onderzoek (Memo Heinsbergerweg Kragten, 2025) concludeert dat deze verontreiniging geen verhoogd risico voor de bemaling oplevert.



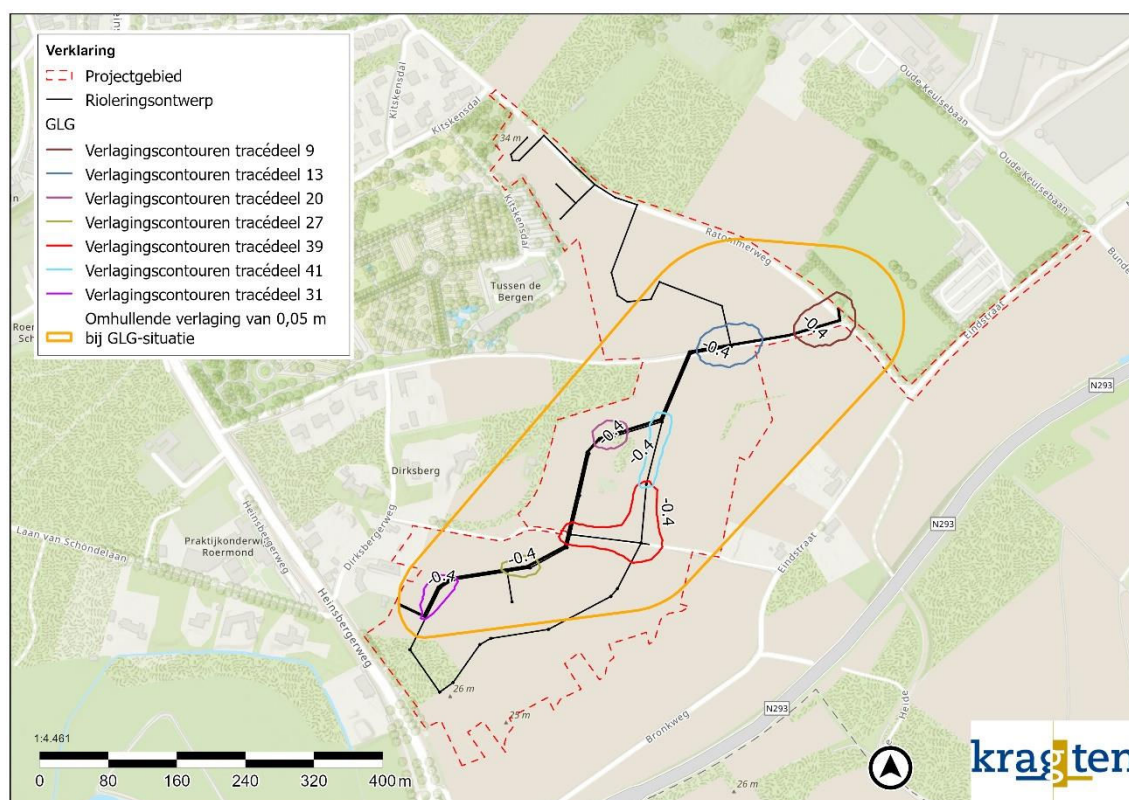
Afbeelding 17 Perceel van Heinsbergerweg 367 met sterke verontreiniging van zink. Het tracé van de aan te leggen riolering doorkruist dit perceel.

5 EFFECTEN VAN DE BEMALING BIJ GLG-SITUATIE

5.1 Grondwaterstandsverlaging

Als gevolg van de bemaling treedt een grondwaterstandsverlaging op in het freatisch pakket. Afbeelding 18 geeft van 7 tracédelen de omhullende verlaging weer van 0,05 m. Deze 7 tracédelen zijn gekozen op basis van hoge debieten of de ligging aan de rand van het projectgebied. Deeltracés 34 en 35 liggen het verst aan het zuidwestelijk uiteinde, maar deze deeltracés hebben geen grondwaterstandsverlaging nodig. Verder is de 0,4 m verlagingcontour van de 7 tracédelen afgebeeld.

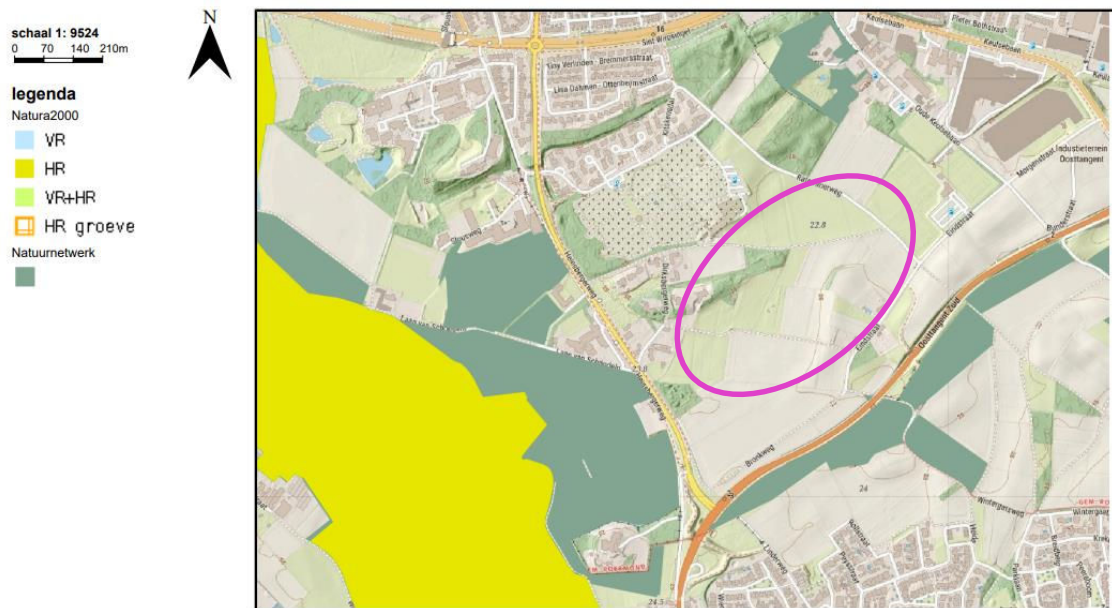
Buiten de 0,05 m contour treedt geen effect meer op van de bemaling. De verlaging die in het invloedsgebied van de bemaling optreedt, ligt vanaf de 0,4 m contour buiten de normale fluctuaties van het grondwater wanneer de GLG als onderwaarde wordt genomen.



Afbeelding 18 Effect op de grondwaterstand.

5.2 Monumentale bomen, natuurgebieden en landbouw

Met behulp van het landelijk register monumentale bomen is nagegaan of zich in de omgeving monumentale bomen bevinden die een negatief effect van de bemaling kunnen ondervinden. Er bevinden zich geen monumentale bomen in het invloedsgebied van de bemaling van een GLG-situatie. Het invloedsgebied reikt niet tot Natuur Netwerk Nederland (NNN) gebieden en een Natura-2000 gebied (Roerdal), zie Afbeelding 19. Hierdoor worden er geen negatieve effecten van de bemaling worden verwacht op deze natuurgebieden.

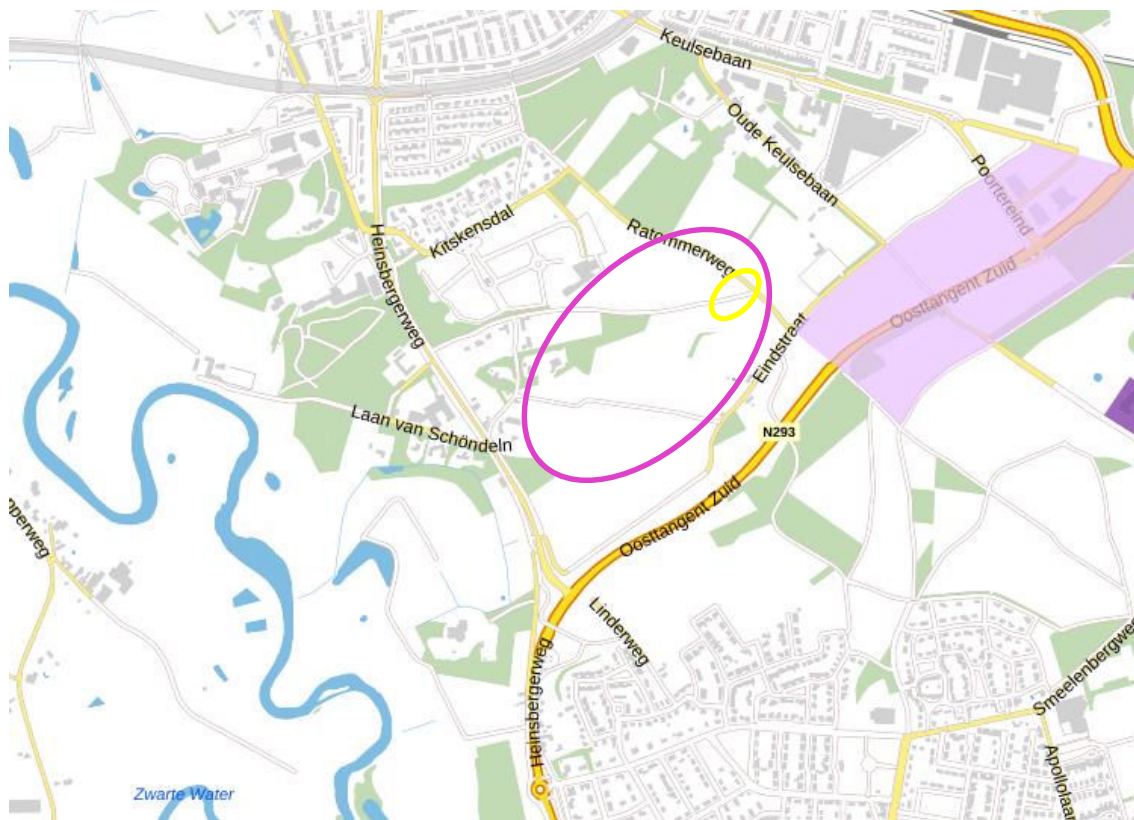


Datum: 25-11-2024 - Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend.

Afbeelding 19 Invloedsgebied van de bemaling (globaal met paars omkaderd) ten opzichte van omliggende Natura-2000 gebieden en Natuur Netwerk Nederland gebieden.

5.3 Archeologie

Het invloedsgebied van de bemaling reikt niet tot het gebied met een hoge archeologische waarde, zie Afbeelding 20. Hierom worden geen negatieve effecten verwacht in het gebied met hoge archeologische waarde.



Afbeelding 20 Gebieden met een archeologische waarde (roze) en een indicatie van het invloedsgebied van de bemaling (paarse cirkel). Binnen de gele cirkel is de grondwaterstandsverlaging ongeveer 0,4 m bij deeltracé 9.

5.4 Verontreinigingen

De grondwaterverontreinigingen beschreven in 4.6 bevinden zich ook binnen het invloedsgebied van de bemaling tijdens een GLG-situatie.

6 BEOORDELINGSREGELS VERGUNNING

6.1 Grondwateronttrekking

Waterschap Limburg is, aangezien het hier gaat om een tijdelijke bemaling, het bevoegd gezag voor deze grondwateronttrekking. De regels ten aanzien van grondwateronttrekkingen zijn opgenomen in de waterschapsverordening van Waterschap Limburg. In deze verordening worden een aantal scenario's opgenoemd waarbij meldplicht, en in sommige gevallen vergunningsplicht geldt.

Hierin staat vermeld dat het verboden is om 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.

Voor deze bemaling is het uurdebiet groter dan 100 m³. Hierdoor is deze bemaling vergunningsplichtig. Ook op basis van het maanddebiet is deze bemaling vergunningsplichtig (bij >50.000 m³). Dit geldt voor zowel de GHG-situatie als GLG-situatie.

6.2 Lozing van het onttrokken water

Op ongeveer 80 m ten zuidwesten van het projectgebied ligt een leggerwatergang, de Melicker Leigraaf, van Waterschap Limburg. Deze beek mondt na ca. 750 m uit in de Roer. Gezien de debieten tussen 30 m³/uur en 155 m³/uur voor de GHG-situatie en tussen 20 m³/uur en 110 m³/uur is het wenselijk om het onttrokken water te lozen op deze watergang.

De regels ten aanzien van lozingen op oppervlaktewater zijn opgenomen in de waterschapsverordening van Waterschap Limburg. In deze verordening worden een aantal scenario's opgenoemd waarbij meldplicht, en in sommige gevallen vergunningsplicht geldt. Hierin staat vermeld dat het verboden is om zonder vergunning meer dan 100 m³ water per uur te lozen in een oppervlaktewater met een hoge basisafvoer. Voor lozingen met dergelijke debieten is een gedegen uitstroomvoorziening (bodem/oeverbekleding en stortsteen in de watergang noodzakelijk).

7 CONCLUSIE

Voor het in den droge aanleggen van een riolering ter behoeve van de herinrichting van Aan de Vallei te Roermond (deelgebied 1), is een freatische bemaling noodzakelijk. Het te verwachten debiet is maximaal 155 m³/uur voor een GHG-situatie en maximaal 110 m³/uur voor een GLG-situatie. In totaal wordt binnen een periode van 59 dagen (ca. 9 weken) 107.400 m³ freatisch water onttrokken tijdens een GHG-situatie en 75.120 m³ tijdens een GLG-situatie.

Ten aanzien van belangen in de omgeving (natuur, landbouw, archeologie, andere onttrekkingen) worden als gevolg van de bemaling geen negatieve effecten verwacht. Ook worden geen zettingen verwacht als gevolg van de bemaling.

Ter plaatse van de Provinciale Opslagplaats Roermond aan de Heinsbergerweg 367 is in 1996, in opdracht van de provincie Limburg, door Bureau CHO een nulsituatieonderzoek uitgevoerd (kenmerk B.96036.AJ, december 1996). Het grondwater bleek licht tot sterk verontreinigd met zink en licht verontreinigd met chroom. Het tracé van de aan te leggen riolering doorkruist het perceel van Heinsbergerweg 367. Onderzoek van Geonius (2013) toont aan dat het grondwater niet meer sterk verontreinigd is, maar slechts licht verontreinigd met zware metalen. Onderzoek van Kragten (2025) concludeert dat deze verontreinigingen geen negatieve effecten ondervinden van de bemaling.

De bemaling is vergunningsplichtig op basis van het maandelijks debiet (> 50.000 m³/uur) en het uurdebiet (> 100 m³/uur). Ook voor het lozen is een vergunning benodigd, omdat het uurdebiet groter is dan 100 m³/uur.

BIJLAGEN

B1 DIMENSIES EN VEREISTE GRONDWATERSTANDEN

Tabel 7 Dimensies en vereiste grondwaterstanden voor een GHG-situatie.

Tracédeel	laagste b.o.b. (m NAP)	b.o.b. incl. drooglegging (m NAP)	GHG (m + NAP)	Benodigde grondwaterstandsverlaging, afgerond op 0,1 m (m)
1	27,62	30 cm	21,0	0
2	25,2	30 cm	21,0	0
3	25,2	30 cm	21,0	0
4	22,8	30 cm	21,1	0
5	22,49	30 cm	21,2	0
6	22,17	30 cm	21,3	0
7	21,73	30 cm	21,4	0
8	21,6	30 cm	21,4	0,1
9	19,72	30 cm	21,6	2,2
10	19,75	30 cm	21,6	2,2
11	19,78	30 cm	21,6	2,1
12	19,81	30 cm	21,5	2,0
13	19,84	30 cm	21,5	2,0
14	19,87	30 cm	21,5	1,9
15	19,9	30 cm	21,5	1,9
16	19,93	30 cm	21,5	1,9
17	19,96	30 cm	21,5	1,8
18	19,99	30 cm	21,5	1,8
19	20,02	30 cm	21,5	1,8
20	20,05	30 cm	21,4	1,7
21	20,08	30 cm	21,4	1,6
22	20,11	30 cm	21,5	1,7
23	20,15	30 cm	21,5	1,7
24	20,18	30 cm	21,5	1,6
25	20,21	30 cm	21,5	1,6
26	20,23	30 cm	21,5	1,6
27	20,26	30 cm	21,4	1,4
28	21,79	30 cm	21,5	0
29	20,29	30 cm	21,4	1,4
30	20,32	30 cm	21,4	1,4
31	20,35	30 cm	21,3	1,3
32	20,4	30 cm	21,3	1,2
33	20,44	30 cm	21,3	1,2
34	22,65	30 cm	21,3	0
35	22,14	30 cm	21,4	0
36	21,5	30 cm	21,5	0,3
37	21,14	30 cm	21,6	0,8
38	20,86	30 cm	21,6	1,0
39	20,42	30 cm	21,6	1,5
40	20,38	30 cm	21,5	1,4
41	20,7	30 cm	21,5	1,1

Tabel 8 Dimensies en vereiste grondwaterstanden voor een GLG-situatie.

Tracédeel	laagste b.o.b. (m NAP)	b.o.b. incl. drooglegging (m NAP)	GLG (m + NAP)	Benodigde grondwaterstandsverlaging, afgerond op 0,1 m (m)
1	27,62	30 cm	20,6	0
2	25,2	30 cm	20,6	0
3	25,2	30 cm	20,6	0
4	22,8	30 cm	20,6	0
5	22,49	30 cm	20,7	0
6	22,17	30 cm	20,8	0
7	21,73	30 cm	20,9	0
8	21,6	30 cm	21	0
9	19,72	30 cm	21,1	1,7
10	19,75	30 cm	21	1,6
11	19,78	30 cm	21	1,5
12	19,81	30 cm	21	1,5
13	19,84	30 cm	21	1,5
14	19,87	30 cm	21	1,4
15	19,9	30 cm	20,9	1,3
16	19,93	30 cm	20,9	1,3
17	19,96	30 cm	20,9	1,2
18	19,99	30 cm	20,9	1,2
19	20,02	30 cm	20,9	1,2
20	20,05	30 cm	20,9	1,2
21	20,08	30 cm	20,9	1,1
22	20,11	30 cm	20,9	1,1
23	20,15	30 cm	20,9	1,1
24	20,18	30 cm	20,9	1,0
25	20,21	30 cm	20,9	1,0
26	20,23	30 cm	20,9	1,0
27	20,26	30 cm	20,9	0,9
28	21,79	30 cm	20,9	0
29	20,29	30 cm	20,9	0,9
30	20,32	30 cm	20,8	0,8
31	20,35	30 cm	20,8	0,8
32	20,4	30 cm	20,8	0,7
33	20,44	30 cm	20,8	0,7
34	22,65	30 cm	20,8	0
35	22,14	30 cm	20,9	0
36	21,5	30 cm	21	0
37	21,14	30 cm	21	0,2
38	20,86	30 cm	21	0,4
39	20,42	30 cm	21	0,9
40	20,38	30 cm	21	0,9
41	20,7	30 cm	21	0,6