

Rapport

Projectnummer: 51005500

Referentienummer: SWNL0277941

Datum: 11-06-2021

Bemalingsadvies

Rozenbroek Milsbeek

Definitief

Opdrachtgever:
Gemeente Gennepe
Ellen Hoffmannplein 1
6590 HD GENNEPE

Verantwoording

Titel	Bemalingsadvies
Subtitel	Rozenbroek Milsbeek
Projectnummer	51005500
Referentienummer	SWNL0277941
Revisie	D01
Datum	11-06-2021

Auteur
E-mailadres

Gecontroleerd door
Paraaf gecontroleerd

Goedgekeurd door
Paraaf goedgekeurd

Inhoudsopgave

0	Checklist gegevens BRL12010	5
1	Inleiding	7
1.1	Algemeen.....	7
1.2	Doelstelling	8
1.3	Normen en richtlijnen.....	8
1.4	Leeswijzer	8
2	Achtergrondinformatie	9
2.1	Algemeen.....	9
2.2	Maaiveldhoogten	9
2.3	Bodemopbouw.....	10
2.4	Grondwater	12
2.5	Oppervlaktewater/leggergegevens.....	14
2.6	Eerder uitgevoerde bemaling	14
3	Bemalingsaspecten	15
3.1	Algemeen.....	15
3.2	Uit te voeren werkzaamheden.....	15
3.3	Uitgangspunten.....	16
3.4	Berekeningsmethoden.....	16
3.5	Opbarstgevaar	16
3.6	Verwachte debieten en waterbezwaar	17
3.7	Verlagingen.....	18
3.8	Bemalings- en lozingswijze	19
4	Vergunningsaspecten en heffingen	20
4.1	Beleid onttrekking	20
4.2	Beleid lozing	21
4.3	M.e.r.-beoordeling.....	23
4.4	Heffing onttrekking.....	23
5	Effecten en risico's	25
5.1	Algemeen.....	25
5.2	Zettingen	25
5.3	Verontreinigingen.....	26
5.4	Onttrekkingen van derden	26
5.5	Archeologische waarden en objecten	26
5.6	Natuurgebieden, groen en landbouw	27
5.7	Zoet-brak grensvlak.....	27
5.8	Conclusie	28

6	Monitoring	29
6.1	Algemeen.....	29
6.2	Monitoring	29
6.3	Samenvatting monitoringsplan	31

Bijlage 1	Rioleringsplan
Bijlage 2	Locaties boringen en doorlatendheidsmetingen
Bijlage 3	Boorprofielen
Bijlage 4	Uitwerking doorlatendheidsmeting
Bijlage 5	Grafieken grondwaterstanden
Bijlage 6	Checklist risico's
Bijlage 7	Berekeningsmethode
Bijlage 8	Debietberekeningen
Bijlage 9	Verlagingscontouren

0 Checklist gegevens BRL12010

Onderdeel	Van toepassing?		Geschiktheid beschikbare gegevens		Aanvullende gegevens nodig?	
	Ja	Nee	Acceptabel	Onvoldoende	Ja	Nee
1. Overzicht realisatieplan						
Meest recente realisatieplan, inclusief bouwputbegrenzing en funderingsplan	X		X			X
Status van het realisatieplan. Hoe zeker is de uitvoering? Zijn er alternatieven met mogelijke consequenties voor de omvang van de bemaling?	X		X			X
Diepte en omvang benodigde verlaging van de grondwaterstand	X		X			X
De meest waarschijnlijke uitvoeringsmethode(n), inclusief planning. Hou hierbij ook rekening met eventuele onzekerheden in het bouwplan	X		X			X
De meest kritische uitvoerings-methode(n), inclusief planning. Hou hierbij ook rekening met eventuele onzekerheden in het bouwplan	X		X			X
2. Karakterisering/schematisering van de ondergrond						
Geologie	X		X			X
Geohydrologie	X		X			X
Grondmechanische aspecten	X		X			X
Bodemkundige aspecten	X		X			X
3. Freatische grondwaterstanden en stijghoogten						
Grondwaterstanden	X			X	X	
Stijghoogten	X			X	X	
4. Oppervlaktewatersysteem						
Ligging, diepte en peil oppervlaktewater		X		X		X
5. Kwaliteit opgepompt, te lozen en/of te infiltreren water						
Parameters in relatie tot milieuverontreinigingen (PAK's, min. olie, metalen, enz.)		X		X		X
Parameters in relatie tot lozingseisen waterschap (minimaal eisen BLBI: zuurstof, ijzer, onopgeloste bestanddelen, temperatuur en zuurgraad)	X			X	X	
Parameters in relatie tot eisen eventuele lozing op riolering (bijv. ijzer, ammonium, kalk. pH). Neem contact op met waterschap voor specifieke eisen.	X			X	X	
6. Lozingsmogelijkheden opgepompt water						
Lozingseisen (kwaliteit, kwantiteit, temperatuur)	X		X		X	
Lozingsmogelijkheden, inclusief wenselijkheid, verplichting of noodzaak toepassen retourbemaling		X		X		X

Onderdeel	Van toepassing?		Geschiktheid beschikbare gegevens		Aanvullende gegevens nodig?	
	Ja	Nee	Acceptabel	Onvoldoende	Ja	Nee
7. Aanwezige verontreinigingen en explosieven						
Aanwezigheid, ligging en aard bodem- en grondwaterverontreinigingen		X				
Aanwezigheid explosieven	X			X	X	
8. Aanwezigheid en ligging (kwetsbare) (bodem)gebruiksfuncties						
Landbouw, natuur, groenvoorzieningen, kwetsbare bomen, kwetsbare beplantingen e.d.	X		X			X
Grondwaterbeschermingsgebieden	X		X			X
Oppervlaktewater (KRW-, Natura 2000-doelen, etc.)	X		X			X
Wegen, spoor, tunnels, kabels en leidingen, drainage, waterkeringen e.d.	X			X	X	
Zettingsgevoelige bebouwing en fundering Opbarsten (water)bodems		X	X			X
Houten palen		X		X		X
Kelders en overige verdiepte bebouwing		X		X		X
Zoet/brak en brak/zout grensvlak	X		X			X
Andere onttrekkingen/retourneringen	X		X			X
Archeologie en aardkundige waarden	X		X			X
Strategisch zoet grondwatergebied		X	X			X
Collegiale toets						
Opgesteld door: Datum: 8-6-2021	Collegiale toets door: Datum: 8-6-2021					

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Gemeente Gennep is van plan om het riool in de Rozenbroek te vervangen. Omdat de werkzaamheden beneden de grondwaterstand worden uitgevoerd, is bemaling nodig om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. De aannemer is gestart met de uitvoering van de werkzaamheden. Voorafgaand aan de bemalingswerkzaamheden is een bemalingsplan opgesteld door de bemaler. Er is in het voortraject geen bemalingsadvies opgesteld. Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden conform het bemalingsplan kon de gewenste verlaging niet behaald worden, waardoor het werk is stilgelegd. Om te voorkomen dat dit probleem bij de herstart van de bemalingswerkzaamheden opnieuw plaatsvindt, wordt voorafgaand aan deze herstart een bemalingsadvies opgesteld.

De doelstelling van het bemalingsadvies is:

- < het geven van inzicht in de verwachte debieten, optredende effecten en risico's;
- < het vormen van een basis voor het op te stellen bemalingsplan, waarin de specificaties van de bemaling en eventuele monitoring opgenomen worden;
- < het formuleren van een voorstel voor de meest geschikte bemalingswijze;
- < het vormen van een onderbouwing voor de meldingen of vergunningsaanvraag ingevolge de waterwet bij het bevoegd gezag.



Figuur 1.1 Situering riooltracé (rood)

De aannemer kan dit bemalingsadvies gebruiken als eerste opzet voor zijn technisch bemalingsplan. Hij dient eventuele onzekerheden met betrekking de uitvoering te verkleinen met zijn (gebieds)ervaring of door aanvullende werkzaamheden te (laten) verrichten.

1.2 Doelstelling

De doelstellingen van dit advies zijn als volgt:

- ◁ het inzicht geven in het te verwachten waterbezwaar en de effecten van de bemaling op de omgeving;
- ◁ het kunnen aanvragen van de noodzakelijke vergunning of verrichten van een melding in het kader van de Waterwet;
- ◁ het vormen van een basis voor het op te stellen technisch bemalingsplan door de aannemer.

1.3 Normen en richtlijnen

Bij het opstellen van het bemalingsadvies is uitgegaan van de normen en aanbevelingen, zoals vermeld in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Normen en richtlijnen

Kenmerk	Titel	Uitgave
BRL 12010	SIKB Tijdelijke grondwaterverlaging	2017
NEN 9997-1:2016/C2:2017nl	Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels	2017
CROW 4:2020	Bemaling van bouwputten en sleuven	2021

1.4 Leeswijzer

Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de bodemkundige en waterhuishoudkundige gegevens. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 komen de bemalingsaspecten aan bod (onttrekkings-debiet, waterbezwaar en verlagingen). De vergunningsaspecten en heffingen zijn in hoofdstuk 4 genoemd. De effecten van de bemaling op de omgeving zijn beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 is tot slot ingegaan op de uitvoeringsaspecten (monitoring).

2 Achtergrondinformatie

2.1 Algemeen

Om inzicht te krijgen in de te verwachten debieten, verlagingen en effecten in de omgeving is inzicht noodzakelijk in de opbouw van de bodem, optredende grondwaterstanden en oppervlaktewater(peilen). In dit hoofdstuk is ingegaan op deze aspecten. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- [1]. Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3, Rijkswaterstaat, 2019);
- [2]. bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- [3]. grondwatergegevens uit Dinoloket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS II v2.2 (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (NITG-TNO));
- [4]. uitgevoerd booronderzoek op 1-6-2021 door VWB;
- [5]. tekening 'Herinrichting Tielebeek, Bovenstreams gedeelte', Riooltekening Rozenbroek – werktekening, RHDHV, BF6646-101-601-werktekening, d.d. 20 januari 2020;
- [6]. leggergegevens en informatie over (grond)waterstanden Waterschap Limburg www.waterschaplimburg.nl;
- [7]. informatie over grondwateronttrekkingen: www.wkotool.nl.
- [8]. informatie over Natura-2000 gebieden: www.synbiosys.alterra.nl;
- [9]. informatie over archeologische objecten: www.archeologieinnederland.nl;
- [10]. informatie over de diepte van het zoet-brak grensvlak Deltares: www.deltaresdata.openearth.eu;
- [11]. interactieve kaarten en informatie binnen de provincie Limburg: <https://portal.prvlimburg.nl>.

De achtergrondinformatie dient als basis voor de berekeningen in hoofdstuk 3.

2.2 Maaiveldhoogten

De hoogte van het maaiveld varieert van NAP +12,9 m à NAP +13,5 m. In figuur 2.1 is de maaiveldhoogte weergegeven.



Figuur 2.1 Maaiveldhoogte ter plaatse van riooltracé in rood

Uit de bovenstaande figuur is af te leiden dat het maaiveld over het algemeen een maaiveldhoogte van NAP +13,0 m heeft.

2.3 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

Op 1 juni 2021 is door VWB in opdracht van Sweco twee boringen tot 6 m -mv uitgevoerd [4]. In deze boringen zijn peilbuizen geplaatst waarna doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd. Daarnaast is de doorlaatfactor ook geschat in het veld op basis van de opgeboorde grond.

In de onderstaande tabel is de aangetroffen bodemopbouw per boorlocatie weergegeven. De locaties van de boringen zijn opgenomen in bijlage 2 en de boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 2.1 Bodemopbouw per boring

Van (m -mv)	Tot (m -mv)	Grondsoort	Beschrijving	Geschatte doorlaatfactor (m/dag)
<i>Boring B01</i>				
Maaiveld	0,2	Teelaarde laag		0,8
0,2	0,4	Zand cement		
0,4	0,75	Zand	Uiterst grof, zwak siltig, resten leem	1,5
0,75	1,1	Zand	Uiterst fijn, zwak siltig	
1,1	1,35	Zand	Uiterst grof, zwak siltig	1,5
1,35	1,7	Zand	Uiterst grof, zwak siltig, grind	0,15
1,7	2,4	Zand	Matig grof, zwak siltig	1,4
2,4	3,2	Zand	Matig grof, zwak siltig, zwak grindig, sporen leem	1,1

Van (m -mv)	Tot (m -mv)	Grondsoort	Beschrijving	Geschatte doorlaatfactor (m/dag)
3,2	3,7	Zand	Matig grof, zwak siltig, zwak grindig	0,9
3,7	3,95	Zand	Zeer grof, zwak siltig, matig grindig	
3,95	5,0	Zand	Zeer grof, zwak siltig, matig grindig, matig grindhoudend	5,0
5,0	6,0	Zand	Uiterst grof, zwak siltig, sterk grindig, zwak keien	25
<i>Boring B02</i>				
Maaiveld	0,8	Zand	Matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig grindhoudend	0,8
0,8	1,45	Zand	Matig fijn, zwak siltig	2,0
1,45	1,9	Zand	Matig fijn, matig siltig, zwak grindig, laagjes leem	0,2
1,9	2,45	Zand	Matig fijn, sterk siltig, zwak grindig	0,15
2,45	3,5	Zand	Uiterst fijn, zwak siltig, sporen leem	1,1
3,5	5,4	Zand	Zeer grof, zwak siltig, matig grindig, zwak grindhoudend	2,0
5,4	6,0	Zand	Uiterst fijn, zwak siltig, enkele stenen	2,5

In de boringen is een peilbuis geplaatst waarin een doorlatendheidsmeting is uitgevoerd. In eerste instantie is water in de peilbuis gegoten, waarna de daling van de waterstand in de peilbuis gemeten is. Hiermee is een Falling Head (FH) doorlatendheidsmeting uitgevoerd. In tabel 2.2 zijn de resultaten van de doorlatendheidsmetingen weergegeven.

Tabel 2.2 Resultaten doorlatendheidsmetingen (m/dag)

Boring	Traject (m -mv)	Meting 1 (m/dag)	Meting 2 (m/dag)	Meting 3 (m/dag)	Gemiddelde (m/dag)
B01	5,0 – 6,0	79,4	59,0	71,4	69,9
B02	4,8 – 5,8	41,4	44,8	44,5	43,6

Voor de bemalingsberekeningen wordt gebruik gemaakt van een bandbreedte-analyse van de doorlaatfactor. In de minimale situatie wordt een k-waarde van 45 m/dag (boring B02) en in de maximale situatie een k-waarde van 80 m/dag (boring B01) aangehouden.

Diepe regionale bodemopbouw

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m²/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

In tabel 2.3 staat de geohydrologische schematisatie weergegeven ter plaatse van de locatie. Deze is gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG [3].

Tabel 2.3 *Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters [3]*

Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	Samenstelling	Formatie	Grondsoort	Doorlaatfactor (m/dag)		Weerstand (dagen)
					minimaal	maximaal	
Maaiveld	+12,5	Watervoerend pakket	Boxtel	Zand	2,5	5,0	-
+12,5	+12,0	Watervoerend pakket	Kreftenheye	Zand	50	100	-
+12,0	+10,8	Scheidende laag*	Kreftenheye	Leem	-	-	50 – 100
+10,8	-4,3	Watervoerend pakket	Kreftenheye	Zand	50	100	-
-4,3	-9,5	Watervoerend pakket	Peize en Waalre	Zand	10	25	-
-9,5	-18,7	Watervoerend pakket	Kiezeloöliet	Zand	10	25	-
-18,7	-47,8	Watervoerend pakket	Oosterhout	Zand	5	10	-
-47,8	-169,8	Watervoerend pakket	Breda	Zand	2,5	5,0	-
-169,8		Geohydrologische basis	Breda	Klei	-	-	10.000 – 100.000

* Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden is deze laag niet in deze mate aangetroffen. In het veld is een circa 1 m dikke bodemlaag aangetroffen die siltig en lemig was, maar is wel als zandlaag geclassificeerd.

2.4 Grondwater

Tijdens de uitvoering van de boringen is gelet op de hydromorfe kenmerken in de opgeboorde grond. Op basis hiervan is een inschatting gemaakt van de Gemiddeld hoogste grondwaterwaterstand (GHG) en Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Daarnaast is de actuele grondwaterstand (AG) gemeten. In tabel 2.4 zijn de resultaten hiervan weergegeven.

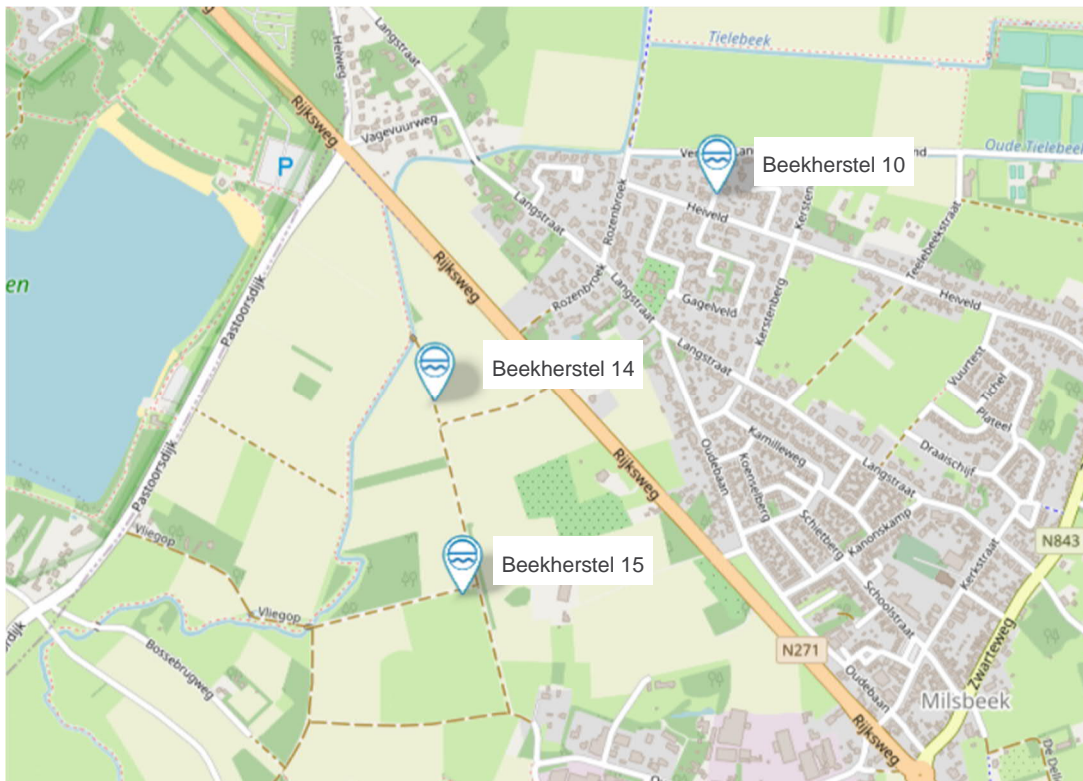
Tabel 2.4 *Afgeleide grondwaterstanden op basis van uitgevoerde boringen [4]*

Boring	Maaiveld* (m +NAP)	AG (m -mv)	AG (m +NAP)	GHG (m -mv)	GHG (m +NAP)	GLG (m -mv)	GLG (m +NAP)
B02	+13,3	3,5	9,8	1,5	11,8	-	-

- Kon niet afgeleid worden vanwege een slechte overgang, bodem lijkt geroerd

* Afgeleid uit de AHN3

In de omgeving van de locatie bevinden zich geen peilbuizen waarvan de grondwaterstanden/stijghoogten zijn opgenomen in het digitale archief van TNO [3]. Wel zijn er in de omgeving van de projectlocatie 3 peilbuizen aanwezig van Waterschap Limburg [6]. In figuur 2.2 zijn de locaties van de peilbuizen weergegeven.



Figuur 2.2 Locaties peilbuizen Waterschap Limburg [6]

In bijlage 5 zijn de gemeten grondwaterstanden weergegeven. In tabel 2.5 zijn de afgeleide grondwaterstanden weergegeven. Vanwege de beperkte meetreeks is hierbij uitgegaan van een Hoogst Gemeten Grondwaterstand (HGG). Opgemerkt wordt dat de Laagst Gemeten Grondwaterstand niet afgeleid kon worden, omdat de peilbuizen in droge periode droogvallen. Daarnaast is geen informatie beschikbaar over de peilbuizen. Vanwege de bodempbouw wordt verwacht dat de peilbuizen freatisch zijn geplaatst.

Tabel 2.5 Afgeleide hoogste grondwaterstand per peilbuis

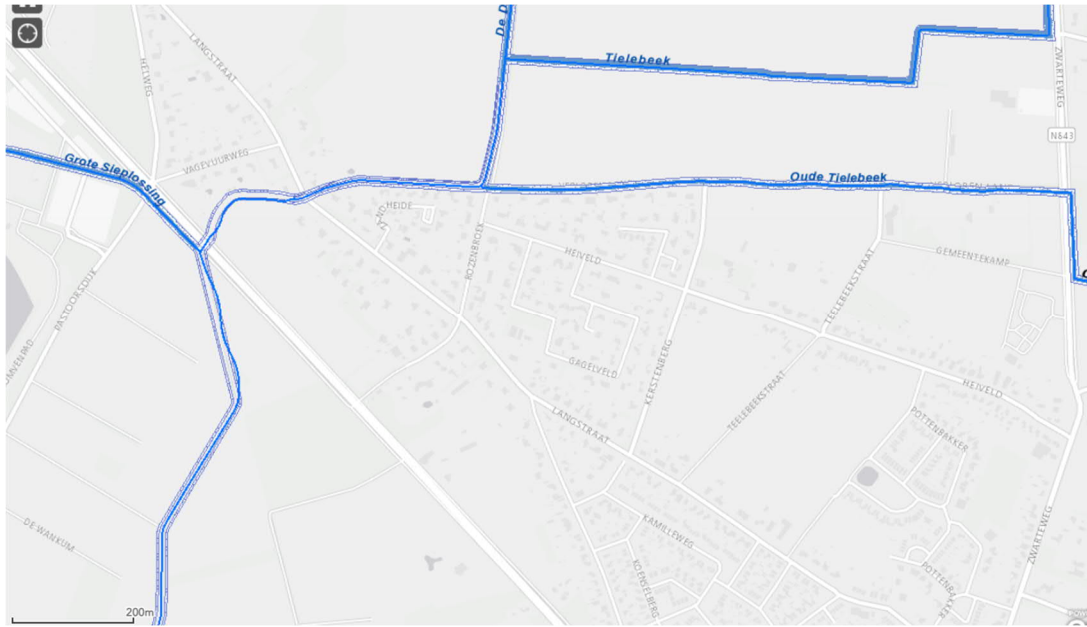
Peilbuis	Afstand (m)	HGG (m +NAP)
Beekherstel 10	270	+11,1*
Beekherstel 14	150	+10,3
Beekherstel 15	520	+10,3

* De meetreeks wordt niet betrouwbaar geacht vanwege verspringingen in de grondwaterstand

De HGG in de peilbuizen komen redelijk overeen met de geschatte GHG in de uitgevoerde boringen. Om die reden wordt voor de bemalingsberekeningen rekening gehouden met de HGG uit de peilbuizen van het waterschap. In het veld is het verschil tussen de GLG en GHG geschat op 2 meter. Voor de bemalingsberekeningen wordt uitgegaan van een GLG dat 2 m lager is dan de HGG. Op basis van een HGG van NAP +10,3 m komt dit uit op een GLG van NAP +8,3 m.

2.5 Oppervlaktewater/leggergegevens

De locatie is gelegen in het beheergebied van Waterschap Limburg. In de nabijheid van de locatie bevinden zich enkele watergangen. In figuur 2.3 is de situering van de watergangen en weergegeven [6].



Figuur 2.3 Situering watergangen [6]

In de directe omgeving van de projectlocatie bevinden zich geen primaire of secundaire waterkeringen [6].

2.6 Eerder uitgevoerde bemaling

Volgt in de definitieve versie van de rapportage, omdat deze informatie vooralsnog niet voorhanden is.

3 Bemalingsaspecten

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bemalingsaspecten om de geplande werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Achtereenvolgens komen de volgende zaken aan bod:

- < berekeningsmethode;
- < uitgangspunten voor de berekeningen;
- < opbarstgevaar;
- < onttrekkingsdebiet en waterbezwaar;
- < verlagingen in de omgeving.

Hieraan voorafgaand wordt kort de werkzaamheden beschreven die uitgevoerd worden.

3.2 Uit te voeren werkzaamheden

Werkzaamheden

Om de riolering in den droge aan te kunnen leggen, is een tijdelijke bemaling van het grondwater noodzakelijk. Van de rioleringswerkzaamheden zijn de volgende gegevens bekend. De rioleringstekening is opgenomen in bijlage 1.

De rioolputten worden dieper aangelegd dan de strengen. Aangenomen wordt dat deze op 0,5 m beneden de B.O.B. van de streng wordt aangelegd.

Tabel 3.1 Uitvoeringsgegevens bemaling [5]

Onderdeel	Eenheid	Waarde	Bron
Lengte rioelstelsel	± 215	m	[5]
Breedte sleuf bodem	± 3,2	m	[5]
Gehele streng in bemaling			[*]
Aanlegsnelheid riool	15	m/dag	[*]
Verwachte uitvoeringsperiode	5 juli t/m 13 augustus 2021		
Talud sleuf (V:H)	2:1	m/m	[*]
Maaiveldhoogte	13,0	m+NAP	[1]

* Aanname op basis van vergelijkbare projecten

Van de strengen is de in tabel 3.2 aangegeven informatie bekend.

Tabel 3.2 Gegevens strengen [5]

Streng	Lengte (m)	B.O.B-hoogte (m+NAP)
1	22,48	9,06
2	17,36	9,04
3	17,39	9,02
4	14,95	9,00
5	29,76	8,98
6	42,34	8,94
7	60,47	8,89

Voor de aanleg van de putten moet de grondwaterstand circa 0,5 m (aanname) extra verlaagd worden ten opzichte van de B.O.B. van de strengen.

3.3 Uitgangspunten

De uitgangspunten zijn uiteengezet in de volgende tabellen. Een checklist van de gegevens is opgenomen in bijlage 6.

Tabel 3.3 *Uitgangspunten bodemopbouw*

Onderdeel	Uitgangspunt
Maaiveldhoogte	NAP +13,0 m
Bodemopbouw	Conform bodemschematisatie tabel 2.1
Deklaagdikte	N.v.t

Tabel 3.4 *Uitgangspunten bemalingsaspecten*

Onderdeel	Uitgangspunt
Totale lengte riolering/sleuf	± 215 m
Aanlegsnelheid riolering	15 m/dag
Bemalingsduur (incl. Weekenden)	40 dagen
Voorbemalen/aanleg en afwerking	5 maal dagproductie per dag
Bodembreedte sleuf	3,2 m
Sleufbodem door grondverbetering en aanleg putten	0,5 m beneden B.O.B.
Grondwaterstandsverlaging/ontwateringsdiepte	0,3 m beneden sleufbodem

Tabel 3.5 *Uitgangspunten debietberekeningen*

Onderdeel	Uitgangspunt
Stationair/niet-stationair	Stationaire situatie
Bandbreedte k-waarde	45 - 80 m/dag
Dikte watervoerend pakket	± 25 m
HGG/GLG	NAP +10,3 m / NAP +8,3 m
Diepte onttrekkingsfilters	7 m -mv (3 m onder ontgravingsdiepte)
Invloed oppervlaktewater	N.v.t.

* Dit is tot en met de formatie van Peize en Waalre volgens REGIS II v2.2. Daaronder wordt de bodem minder doorlatend.

3.4 Berekeningsmethoden

Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend op basis van analytische formules (Formule van De Glee, Partially penetrating). Bij de berekening van de debieten en het waterbezwaar wordt onder andere rekening gehouden met de dikte van de deklaag (opbarstgevaar [lit 1]), doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, aanlegsnelheid en onvolkomenheid van de onttrekkingsfilters. De berekeningsmethode is in bijlage 7 nader toegelicht.

3.5 Opbarstgevaar

Het verticaal evenwicht van de putbodem dient altijd gewaarborgd te zijn. Als dit niet het geval is, bestaat kans op opbarsten van de bodem doordat de waterdruk aan de onderzijde van een waterremmende laag groter is dan het eigen gewicht van de bovengelegen grond. De diverse ontgravingsniveaus dienen te worden getoetst aan de opbarstcriteria volgens NEN 9997-1+C1. In bijlage 7 is de berekeningsmethode nader toegelicht.

Tijdens de uitvoering van de boringen zijn geen waterremmende lagen waargenomen. Daarom wordt geen risico op opbarsten van de sleufbodem verwacht.

3.6 Verwachte debieten en waterbezwaar

Het berekende waterbezwaar voor de aanleg van de riolering bij een k-waarde van 45 m/dag is samengevat in tabel 3.6. Het berekende waterbezwaar voor de aanleg van de riolering bij een k-waarde van 80 m/dag is samengevat in tabel 3.7. Door de berekeningen uit te voeren met de afwijkende doorlaatfactoren, wordt een bandbreedte gecreëerd waarin de te verwachten debieten en waterbezwaar naar verwachting binnenvallen.

In de tabellen 3.6 en 3.7 is het debiet berekend bij een GLG-situatie, gemiddelde situatie en een GHG-situatie. In de uitvoeringsperiode van 5 juli tot en met 13 augustus 2021 wordt een gemiddelde situatie verwacht. Voor een uitgebreid overzicht van het benodigd debiet wordt verwezen naar bijlage 8.

Tabel 3.6 *Verwachte debieten en waterbezwaar bij een k-waarde van 45 m/dag*

Streng	Duur bemaling (dagen)	Debiet GLG-situatie (m ³ /uur)	Debiet gemiddelde grondwaterstand (m ³ /uur)	Debiet GHG-situatie (m ³ /uur)	Verwacht waterbezwaar (m ³)
1	5	2	45	92	210 – 11.080
2	5	2	44	89	300 – 10.670
3	5	3	45	90	400 – 10.780
4	3	4	44	88	290 – 6.370
5	5	6	52	102	670 – 12.210
6	6	8	59	113	1.180 – 16.220
7	10	12	68	127	2.840 – 30.470
				TOTAAL	5.900 – 97.800

Tabel 3.7 *Verwachte debieten en waterbezwaar bij een k-waarde van 80 m/dag*

Streng	Duur bemaling (dagen)	Debiet GLG-situatie (m ³ /uur)	Debiet gemiddelde grondwaterstand (m ³ /uur)	Debiet GHG-situatie (m ³ /uur)	Verwacht waterbezwaar (m ³)
1	5	3	75	152	350 – 18.240
2	5	4	73	147	500 – 17.640
3	5	5	74	148	660 – 17.820
4	3	7	74	146	490 – 10.550
5	5	9	86	167	1.110 – 20.010
6	6	13	96	183	1.920 – 26.400
7	10	19	110	205	4.590 – 49.150
				TOTAAL	9.700 – 159.900

De werkelijk benodigde onttrekkingsdebieten zullen veelal afwijken van de berekende waarden. Het benodigde bemalingsdebiet is immers afhankelijk van variabelen zoals werkelijke stijghoogte, de eigenschappen van de lokale ondergrond, geografie, lengte onttrekkingsfilter, enzovoort.

In de bemalingsberekeningen is zoveel mogelijk uitgegaan van conservatieve waarden: in de berekeningen is bijvoorbeeld uitgegaan van een relatieve hoge stijghoogte. De berekende debieten zijn gemiddelde debieten. Om de initiële verlaging in de put of sleuf te realiseren is een hoger begindebiet nodig. Dit kan in het begin van de bemaling aanzienlijk hoger zijn dan het gemiddelde debiet.

Het waterbezwaar is bepaald op basis van de huidig beschikbare gegevens. Als een nauwkeuriger beeld van het verwacht debiet gewenst is, dient een doorlatendheidsmeting, een pompproef of een proefbronnering uitgevoerd te worden. Deze dient voor aanvang van de werkzaamheden uitgevoerd te zijn zodat de bodemparameters en effecten van de bemaling beter ingeschat kunnen worden.

3.7 Verlagingen

In tabel 3.8 zijn de maximale verlagingen in het watervoerend pakket weergegeven voor de bemaling bij een GHG-situatie (worst case benadering). In bijlage 9 zijn de verlagingen van de strengen weergegeven.

Tabel 3.8 Stationaire verlaging in watervoerend pakket bij maximaal debiet (k-waarde van 80 m/dag)

Streng	Verlaging (m)	Debiet (m ³ /uur)	Invloedstraal (m)	Verlaging (m) in het watervoerend pakket op afstand (m)						
				25	50	100	250	500	750	1.250
1	2,04	152	1.224	1,41	1,17	0,89	0,51	0,26	0,15	0,05
2	2,06	147	1.194	1,39	1,14	0,87	0,50	0,26	0,15	0,05
3	2,08	148	1.200	1,40	1,15	0,88	0,51	0,26	0,15	0,05
4	2,10	146	1.188	1,39	1,14	0,87	0,50	0,26	0,15	0,05
5	2,12	167	1.285	1,51	1,26	0,96	0,56	0,29	0,16	0,06
6	2,16	183	1.350	1,60	1,34	1,04	0,61	0,31	0,18	0,06
7	2,21	205	1.421	1,71	1,45	1,13	0,66	0,34	0,20	0,07

In tabel 3.9 zijn de verlagingen in het watervoerend pakket bij de uitvoering in een GLG-situatie weergegeven. Dit is het gebied waarbij secundaire effecten (zie hoofdstuk 5) kunnen optreden. In bijlage 9 zijn de verlagingen van de strengen weergegeven.

Tabel 3.9 Stationaire verlaging in watervoerend pakket bij minimaal debiet (k-waarde van 80 m/dag)

Streng	Verlaging (m)	Debiet (m ³ /uur)	Invloedstraal (m)	Verlaging (m) in het watervoerend pakket op afstand (m)						
				5	50	100	250	500	750	1.250
1	0,04	3	<5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2	0,06	4	6	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
3	0,08	5	19	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
4	0,10	7	38	0,08	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
5	0,12	9	91	0,11	0,07	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
6	0,16	13	188	0,14	0,10	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
7	0,21	19	302	0,19	0,14	0,11	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,05

3.8 Bemalings- en lozingswijze

Onderstaande bemalingswijze is een voorstel op basis van het berekende onttrekkings-debiet en gehanteerde uitgangspunten.

De aannemer dient op basis van zijn eigen ervaringen en deskundigheid het bemalings-systeem zelf te bepalen en uit te werken. De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen, diameter, filterdiepte, etc., dienen door de bemaler/aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige, nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een bemalingsplan (zie ook paragraaf 5.1). Onderstaande bemalingswijze is daarom alleen een voorstel en geen verplichte bemalingswijze.

Voorstel

Voorgesteld wordt om de bemaling uit te voeren met behulp van een zwaartekracht-bemaling met filters tot 7 m -mv, waarbij het filter vanaf grondwaterstand geperforeerd is. Hiermee wordt ook ontwaterd boven de bodemlaag met de aanwezigheid van leem in het zand. Wanneer deze bodemlaag waterremmend is, kan dit er voor zorgen dat de grondwaterstand boven deze bodemlaag niet verlaagd waardoor alleen in de diepere lagen wordt onttrokken. Daarnaast wordt vanwege het hoge debiet voorgesteld om filters te gebruiken met een diameter van 100 mm en deze te plaatsen met een hart-op-hart afstand van 1,0 m aan beide zijden van de sleuf. Vanwege de fluctuatie van de grondwaterstand wordt aanbevolen om de werkzaamheden uit te voeren in een periode met een lage grondwaterstand (augustus/september). Hiermee wordt voorkomen dat onnodig veel onttrokken moet worden en wordt het risico op het niet behalen van de gewenste verlaging kleiner. Wanneer de werkzaamheden uitgevoerd worden in de bovengenoemde periode, kan worden volstaan met een bemaling aan één zijde van de sleuf.

Voorgesteld wordt om het onttrokken grondwater te lozen op de nabijgelegen Tielebeek (ten oosten van de N271). Hiervoor moet minimaal 360 m en maximaal 570 m leiding gelegd worden langs de N271. Voor het leggen van de leidingen moet ontheffing worden aangevraagd bij provincie Limburg, aangezien zij eigenaar is van de percelen.

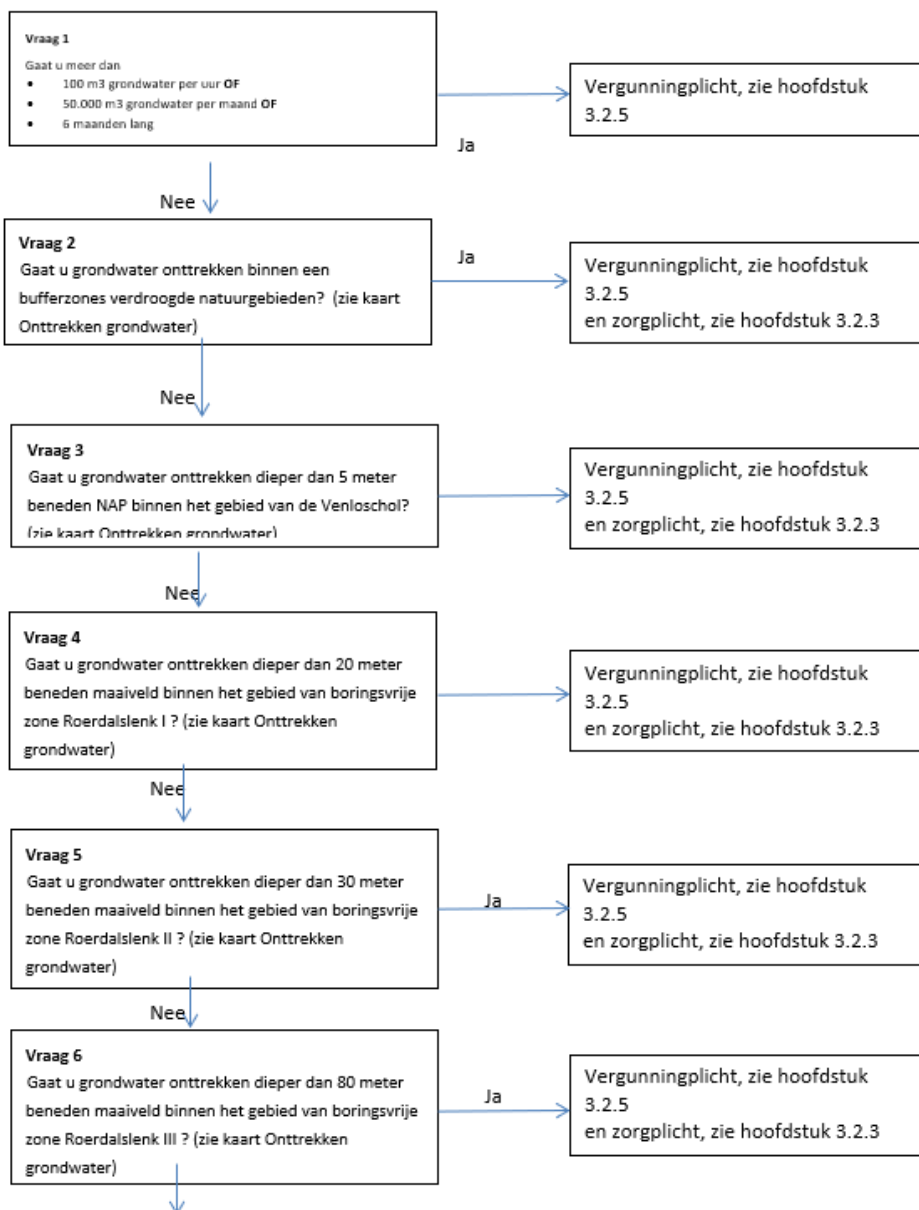
Aanbevolen wordt om de lozingsmogelijkheden ruim vóór aanvang van de bemaling te bespreken met het bevoegd gezag (zie ook hoofdstuk 4).

4 Vergunningsaspecten en heffingen

Sinds 22 december 2009 is de Waterwet van kracht. Sinds het in werking treden van deze wet is het waterschap het bevoegd gezag voor de bronneringen, zowel voor de onttrekking als lozing binnen haar beheersgebied.

4.1 Beleid onttrekking

Voor deze bemalingswerkzaamheden is Waterschap Limburg het bevoegd gezag. In het beleid van het waterschap is een stroomschema opgenomen om te toetsen of de werkzaamheden vergunningsplichtig zijn. In onderstaande figuur is dit stroomschema weergegeven.



Figuur 4.1 Stroomschema toetsing onttrekking Waterschap Limburg

Uit bovenstaande blijkt dat de **bemalingswerkzaamheden vergunningsplichtig** zijn. Dit is echter wel afhankelijk van de uitvoeringsperiode. Indien de werkzaamheden uitgevoerd worden in een periode met een lage grondwaterstand (augustus/september), kan worden volstaan met een melding. Bij de uitvoering van de werkzaamheden in juli worden debieten groter dan 100 m³/uur verwacht. Daarom is voor de uitvoering van de werkzaamheden een vergunning nodig.

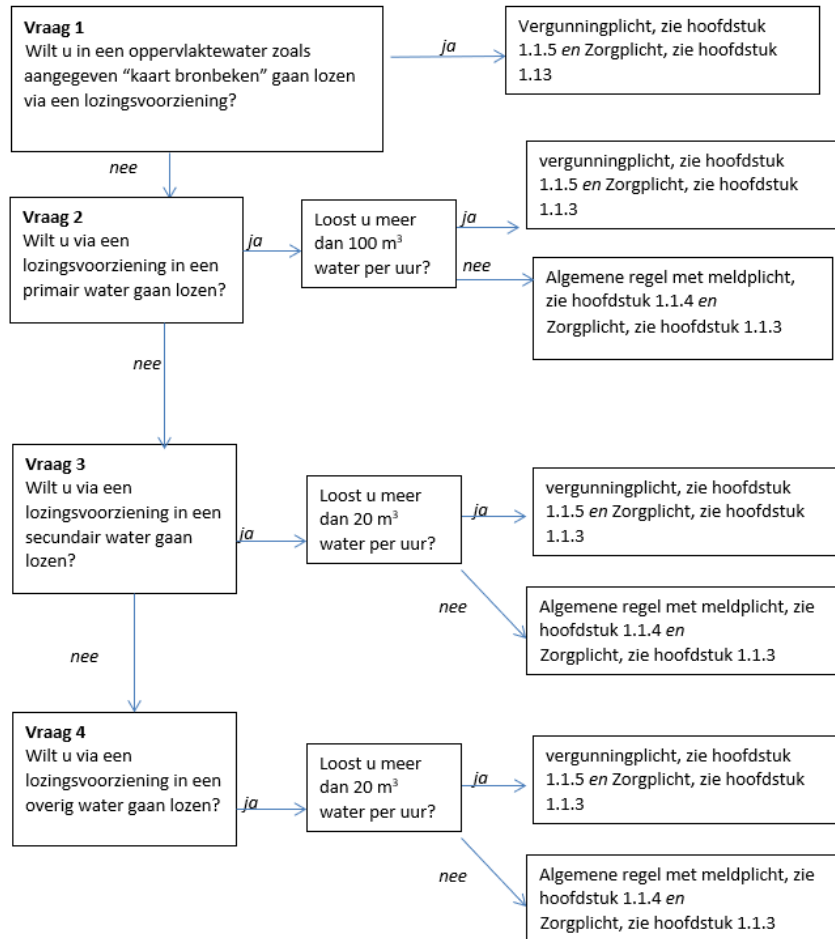
Er worden geen werken gelijktijdig uitgevoerd, waardoor er geen samenloop is van bemalingswerkzaamheden. De vergunning voor de Waterwet kan in Omgevingsloket (www.omgevingsloket.nl) ingediend worden. De behandelingstermijn voor een vergunning is acht weken. Dit termijn kan nog eens verlengd worden met acht weken.

Conform de BRL 12010 is het houden van een vooroverleg met de vergunningverlener verplicht gesteld.

4.2 Beleid lozing

Kwantitatief

Voorgesteld wordt om het onttrokken grondwater te lozen op de Tielebeek. In figuur 4.2 is het stroomschema met het beleid voor de lozing op oppervlaktewater weergegeven.



Figuur 4.2 Stroomschema toetsing lozing oppervlaktewater Waterschap Limburg

Het verwacht **lozingsdebiet** bedraagt meer dan 100 m³/uur. Voor het lozen op het oppervlaktewater is het **kwantitatieve deel** van de lozing **vergunningplichtig** op grond van de Keur van het waterschap. Dit is echter wel afhankelijk van de uitvoeringsperiode.

De behandelingstermijn voor een vergunning is acht weken. Dit termijn kan nog eens verlengd worden met acht weken.

Kwalitatief

In tabel 4.1 is het beleid ten aanzien van de lozing samengevat. Afhankelijk van het waterschap of gemeente en lozingspunt, kunnen aanvullende eisen worden gesteld in de vergunning.

Tabel 4.1 Algemene beleidsregels ten aanzien van kwalitatieve eisen aan de lozing

Lozing op/in	Eisen aan de lozing	Meldingstermijn afhankelijk van lozingsduur		
		< 48 uur	< 8 weken	Langer
Bodem	Geen			
Oppervlaktewater	Geen visuele verontreiniging < 50 mg/l onopgeloste bestanddelen	Geen	5 dagen vooraf	4 weken vooraf
Schoonwater riool	< 5 mg/l ijzer < 50 mg/l onopgeloste bestanddelen	Geen	5 dagen vooraf	4 weken vooraf
Vuilwaterriool	< 5 m ³ /uur < 300 mg/l onopgeloste bestanddelen	Geen	5 dagen vooraf	Niet toegestaan tenzij maatwerkvoorschrift of verordening

Het kwalitatieve deel van de lozing is meldingsplichtig op grond van de Keur van het waterschap, wanneer wordt voldaan aan bovenstaande voorwaarden.

4.3 M.e.r.-beoordeling

Op grond van de Wet milieubeheer en de bijlage bij het Besluit m.e.r. (onderdeel D, categorie 3.2) geldt een m.e.r.-beoordelingsplicht. M.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten zijn activiteiten waarvoor de beslissing of wel of niet de m.e.r.-procedure moet worden doorlopen, niet bij wet vastligt, maar door het bevoegd gezag moet worden genomen. Het bevoegd gezag moet bepalen of er sprake is van 'belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu', die het doorlopen van de m.e.r.-procedure wenselijk of noodzakelijk maken. Uitgangspunt ('geest van de wet') hierbij is dat er in beginsel geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft worden, tenzij sprake is van belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu.

Omdat er minder dan 1,5 miljoen m³/jaar onttrokken wordt én een vergunning aangevraagd moet worden, is het noodzakelijk een **vormvrije m.e.r.-beoordeling** op te stellen. Hierbij moet getoetst worden aan de richtlijnen in bijlage III van de Europese Richtlijn milieueffect-beoordeling met de volgende drie criteria:

- < kenmerken van de activiteit;
- < plaats van de activiteit en
- < kenmerken van het potentiële effect.

Voorafgaand aan de vergunningsaanvraag, is een **m.e.r.-beoordelingsplicht** noodzakelijk. Aanbevolen wordt om met het bevoegd gezag af te stemmen of dit rapport opgenomen kan worden als vormvrij m.e.r. Indien dit niet het geval is, zal alsnog een vormvrij m.e.r. opgesteld dienen te worden.

Binnen zes weken nadat de initiatiefnemer de notitie heeft verstrekt, moet het bevoegd gezag beslissen of een volledige milieueffectrapportage moet worden opgesteld. Deze beslissing moet door de initiatiefnemer vervolgens meegestuurd worden met de vergunningsaanvraag voor de grondwateronttrekking.

4.4 Heffing onttrekking

Voor de lozing van bemalingswater worden door de betreffende bevoegde gezagen heffingen gerekend die de lozer van het bemalingswater moet betalen. Voor de bemaling moet rekening worden gehouden met de volgende heffingen:

- < Grondwateronttrekking/-infiltratie
- < Grondwaterheffing à € 0,01626 per m³ (provincie Limburg). De heffing wordt niet geheven over onttrekkingen ten behoeve van beregeni

- < Lozing oppervlaktewater
 - „ Verontreinigingsheffing à € 48,06 per vervuilingseenheid (waterschap Limburg).
- < Lozing riool
 - „ Zuiveringsheffing à € 48,06 per vervuilingseenheid (waterschap Limburg).
 - „ Rioolheffing:
 - „ Het gebruikersdeel bedraagt voor elke eenheid van 250 kubieke meters water, bij een hoeveelheid water:
 - a. per eenheid tot en met 500 m³: € 63,60;
 - b. per eenheid boven de 500 m³ tot en met 1.000 m³: € 57,66;
 - c. per eenheid boven de 1.000 m³ tot en met 2.000 m³: € 51,30;
 - d. per eenheid boven de 2.000 m³ tot en met 5.000 m³: € 47,75;
 - e. per eenheid boven de 5.000 m³ tot en met 10.000 m³: € 45,05;
 - f. per eenheid boven de 10.000 m³ tot en met 50.000 m³: € 37,90;
 - g. per eenheid boven de 50.000 m³ tot en met 100.000 m³: € 25,18;
 - h. per eenheid boven de 100.000 m³: € 11,66,
 - met dien verstande dat per perceel de heffing maximaal € 14.187,72 bedraagt.

5 Effecten en risico's

5.1 Algemeen

Afhankelijk van waar een verlaging optreedt, kunnen (negatieve) effecten optreden voor omgevingsfactoren. Zo kan verlaging van de grondwaterstand in de deklaag effect hebben op zettingen, landbouw, natuurwaarden en archeologische velden. Verlaging van de stijghoogte kan ook effecten hebben op (drink)waterwinningen van derden en verontreinigingen in het watervoerend pakket.

In dit hoofdstuk zijn de mogelijk (nadelige) effecten als gevolg van de tijdelijke grondwaterstandsverlaging beschreven.

5.2 Zettingen

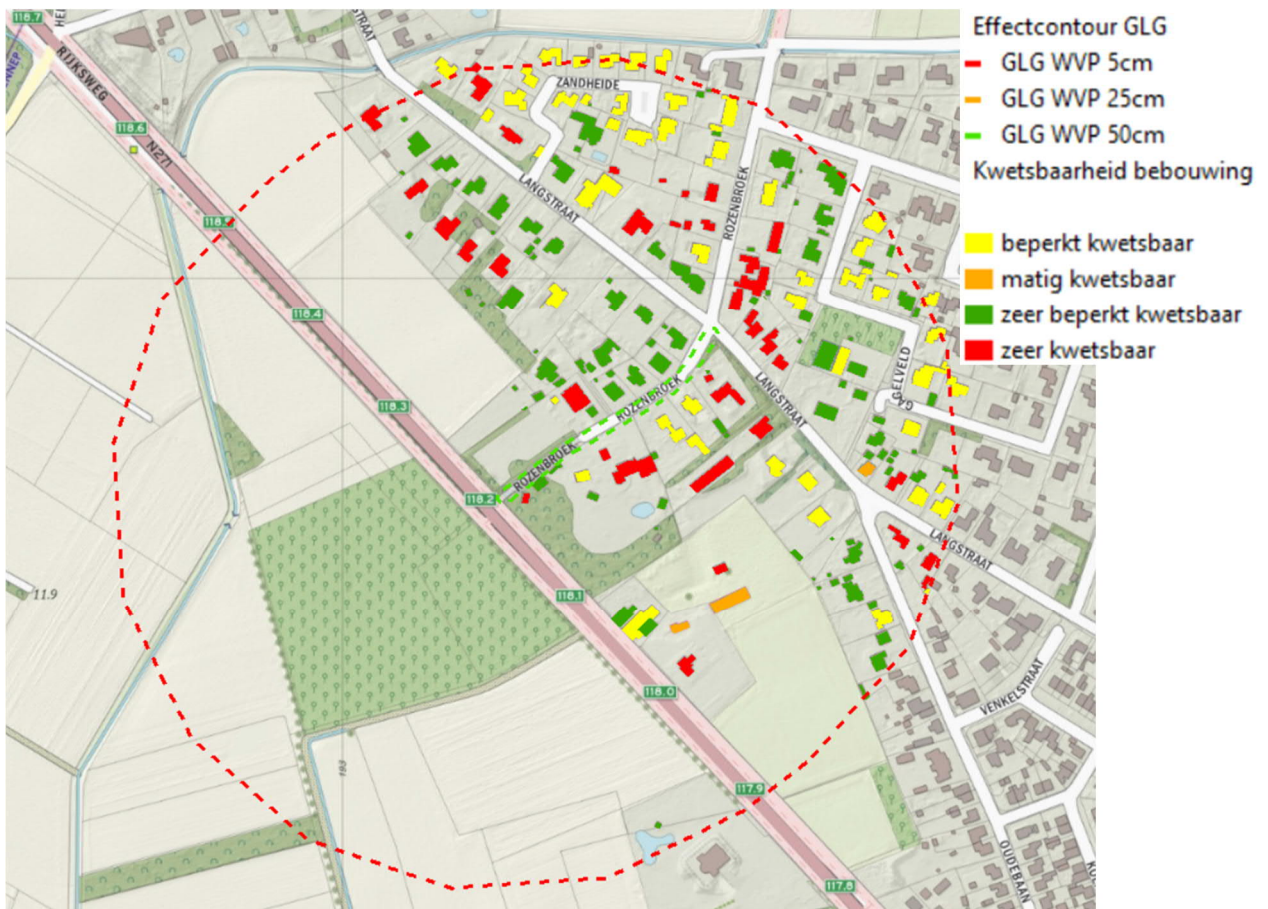
Door de verandering in korrelspanning ten gevolge van de grondwaterstandsverlaging tot beneden de *laagst gemeten waarde ooit*, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. Omdat de *laagst gemeten waarde ooit* moeilijk te achterhalen is en er daarbij geen rekening is gehouden met de factor tijd, wordt uitgegaan van de GLG-waarde. Hierbij kan met enige zekerheid van uitgegaan worden dat eventuele zettingen al volledig zijn opgetreden, aangezien lagere waarden al vaker (en dus van langere duur) zijn voorgekomen.

De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

Tot 6 m -mv zijn tijdens het veldwerk geen zettingsgevoelige lagen waargenomen. Omdat zettingsgevoelige lagen ontbreken, worden geen zettingen als gevolg van de bemaling verwacht. Zekerheidshalve zijn de kwetsbare gebouwen in de omgeving van de bemalingswerkzaamheden in figuur 5.1 weergegeven. Op basis van het bouwjaar is de volgende onderverdeling gemaakt.

Bouwjaar	Kwetsbaarheid
< 1900	zeer kwetsbaar
1901 – 1940	matig kwetsbaar
1941 – 1970	zeer kwetsbaar
1971 – 1992 (bouwbesluit)	beperkt kwetsbaar
> 1992	zeer beperkt kwetsbaar

Daarnaast wordt het riool op een vergelijkbaar niveau aangelegd dan het huidige riool. Waarschijnlijk is ten behoeve van de aanleg van het huidige riool al bemaling toepast. Indien zettingsgevoelige lagen aanwezig zouden zijn, zouden deze al zijn voorgezet door die bemaling.



Figuur 5.1 Overzicht kwetsbare bebouwing binnen invloedsgebied GLG-situatie

5.3 Verontreinigingen

Ernstige gevallen van bodemverontreinigingen mogen niet verminderd, verplaatst of verspreid worden, tenzij een (deel)saneringsplan wordt opgesteld.

Voor zover bekend, zijn er geen mobiele verontreinigingen in het grondwater aanwezig binnen het invloedsgebied [11]. Aanvullende maatregelen ten aanzien van verontreinigingen zijn daarom niet noodzakelijk.

5.4 Onttrekkingen van derden

In de omgeving van de tijdelijke grondwaterstandsverlaging bevinden zich geen open warmte-/koude systemen (WKO-systemen) [7]

De locatie is niet gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en/of boringsvrije zone. Er zijn daarom geen aanvullende maatregelen noodzakelijk [11].

5.5 Archeologische waarden en objecten

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag en/of watervoerend pakket kunnen archeologische objecten negatief beïnvloeden. Binnen het invloedsgebied van de bemalingen bevindt zich een object met een archeologische waarde [9]. Dit is een gebied met een hoge archeologische waarde (toponiem: Pastoorsdijk).

Het archeologische object bevindt zich niet in het gebied tot waar verlaagd wordt tot onder de GLG. Aangezien de grondwaterstand ter plaatse van het archeologische effect niet verlaagd wordt tot onder de GLG, wordt geen effect op het archeologisch object verwacht.

De trefkans wordt op basis van de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) als hoog beschouwd (zie figuur 5.2).



Figuur 5.2 Archeologische verwachtingskaart

Er zijn geen mitigerende maatregelen noodzakelijk ten aanzien van archeologie.

5.6 Natuurgebieden, groen en landbouw

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag kunnen leiden tot negatieve beïnvloeding van natuur. In het invloedsgebied zijn geen gebieden aanwezig die behoren tot een Natuurnetwerk Nederland (NNN) of Natura 2000-gebieden [11 en 8].

Binnen het invloedsgebied van de bemaling liggen een Natura 2000-gebied en een NNN-gebied. Het natuurgebied ligt niet in de verlagingcontour bij een GLG-situatie, waardoor geen effect op het natuurgebied wordt verwacht.

Er zijn geen aanvullende maatregelen ten aanzien van natuur noodzakelijk.

5.7 Zoet-brak grensvlak

De bemaling wordt niet uitgevoerd in (de nabijheid van) een strategisch zoetwater voorkomen [11].

Het zoet-brakgrensvlak bevindt zich op een diepte van 100 tot 200 m -mv [10]. Gelet op de diepte, bemalingsduur en/of bodemopbouw, wordt er geen invloed verwacht op het zoet-brakgrensvlak.

5.8 Conclusie

In tabel 5.2 zijn de risico's en effecten van de tijdelijke grondwaterstandsdeling samengevat. In bijlage 6 is een checklist Risico's opgenomen. Het monitoringsplan, beschreven in hoofdstuk 6, is hierop afgestemd.

Tabel 5.2 Omgevingsfactoren

Omgevingsfactor (betrekking op vergunningvoorschrift)	Object binnen invloedsgebied	Aanvullende monitoring (zie hoofdstuk 6)
Zettingsgevoelige objecten	Nee	Nee
Verontreinigingen	Nee	Nee
Onttrekkingen van derden	Nee	Nee
Archeologische waarden en objecten	Ja	Nee, omdat geen invloed wordt verwacht
Natuurgebieden, groen en landbouw	Ja	Nee, omdat geen invloed wordt verwacht

6 Monitoring

6.1 Algemeen

Onder verantwoordelijkheid van de aannemer dient de definitieve uitvoeringswijze van de bouwput, inclusief alle hulpconstructies, zoals eventuele damwanden en technische beschrijving van de bemaling, nader te worden uitgewerkt in een **werkplan**. Het definitieve gedetailleerde werkplan van de aannemer moet inzicht geven in de uiteindelijke uitvoeringswijze en fasering van de werkzaamheden in verband met opslag van materiaal, materieel-opstellingen en dergelijke.

Op basis van dit werkplan dienen onder verantwoordelijkheid van de aannemer de definitieve berekeningen van alle hulpconstructies, zoals eventuele damwandschermen, te worden gemaakt. Ook de gekozen wijze van bemaling en het monitoringsplan dienen in het werkplan nader te worden uitgewerkt. Hierbij moeten ten minste de volgende aspecten worden aangegeven:

- < gekozen wijze van bemaling, uiteindelijke situering van de filters/drains en pompen;
- < omgeving/kritische belendingen of infrastructuur;
- < monitoring.

De aannemer dient bij de bemaling aan de volgende resultaatsverplichting te voldoen:

- < de grondwaterstand in de deklaag dient tot minimaal 0,3 m en maximaal 0,5 m -putbodem verlaagd te worden;
- < de stijghoogte in het watervoerend pakket mag niet meer verlaagd worden dan noodzakelijk om opbarsten van de putbodem te voorkomen.

Onderstaand is ingegaan op de benodigde monitoring. De aannemer als uitvoeringsdeskundige is verantwoordelijk voor de monitoring en eventuele aanvulling op onderstaande monitoringswerkzaamheden.

6.2 Monitoring

Debietmeterstanden

Op grond van artikel 6.11, tweede lid, van het Waterbesluit moet degene die grondwater onttrekt per kwartaal meten hoeveel grondwater is onttrokken. Deze meting moet geschieden met een nauwkeurigheid van 95%. De resultaten van deze meting moeten uiterlijk op 31 januari van ieder jaar of, indien de onttrekking is beëindigd, binnen een maand na het tijdstip van beëindiging, aan het bestuur worden opgegeven.

Grondwaterstanden

De grondwaterstand moet minimaal 0,3 m en maximaal 0,5 m beneden de putbodem worden verlaagd. Nadat de gewenste verlaging is bereikt, wordt het bemalingsdebiet zodanig teruggebracht dat de verlaging niet verder toeneemt. Om de grondwaterstandsverlaging te kunnen monitoren, wordt voorgesteld om om de 15 m in of nabij de sleuf een peilbuis te plaatsen.

De aannemer draagt zorg voor de opname en registratie van de grondwaterstanden ten opzichte van NAP in het meetnet.

Lozingswater

Direct na aanvang van de bemaling dient het vrijkomende water bemonsterd te worden (dag 1). Vervolgens dient het lozingswater op dag 1, 3, 7 en 14 en vervolgens maandelijks bemonsterd te worden.

Het lozingswater dient te voldoen aan de volgende (algemene) lozingseisen:

Tabel 6.1 Algemene beleidsregels ten aanzien van kwalitatieve eisen aan de lozing

Lozing op/in	Eisen aan de lozing
Bodem	Geen*
Oppervlaktewater	Geen visuele verontreiniging < 50 mg/l onopgeloste bestanddelen
Schoonwater riool	< 5 mg/l ijzer < 50 mg/l onopgeloste bestanddelen
Vuilwaterriool	< 5 m ³ /uur < 300 mg/l onopgeloste bestanddelen

* bij lozing in de bodem is altijd een vergunning noodzakelijk ingevolge de Waterwet

Als er sprake is van verontreinigingen op of in de omgeving van de locaties, dient het lozingswater geanalyseerd te worden op de betreffende parameters. De analyseresultaten dienen te worden getoetst aan de gestelde vergunningseisen (tabel 3.1b van het Activiteitenbesluit).

Archeologie

Voorgesteld wordt om de grondwaterstand te monitoren ter plaatse van het archeologische object (tussen het object en de bemaling). Hiermee kan aangetoond worden dat niet verlaagd wordt tot onder de GLG. Hierbij geldt een signaalwaarde van NAP +8,4 m (aangenomen GLG +0,1 m) en een actiewaarde van NAP +8,3 m (aangenomen GLG).

Als de signaalwaarde onderschreden wordt, zal een overleg worden gehouden met het bevoegd gezag (Waterschap Limburg en gemeente Gennepe) om het nut en de noodzaak te bespreken voor het nemen van mitigerende maatregelen.

Natuur, groen en landbouw

Voorgesteld wordt om de grondwaterstand te monitoren ter plaatse van het NNN-gebied (tussen het gebied en de bemaling). Hiermee kan aangetoond worden dat niet verlaagd wordt tot onder de GLG. Hierbij geldt een signaalwaarde van NAP +8,4 m (aangenomen GLG +0,1 m) en een actiewaarde van NAP +8,3 m (aangenomen GLG).

Als de signaalwaarde onderschreden wordt, zal een overleg worden gehouden met het bevoegd gezag (provincie Limburg) om het nut en de noodzaak te bespreken voor het nemen van mitigerende maatregelen.

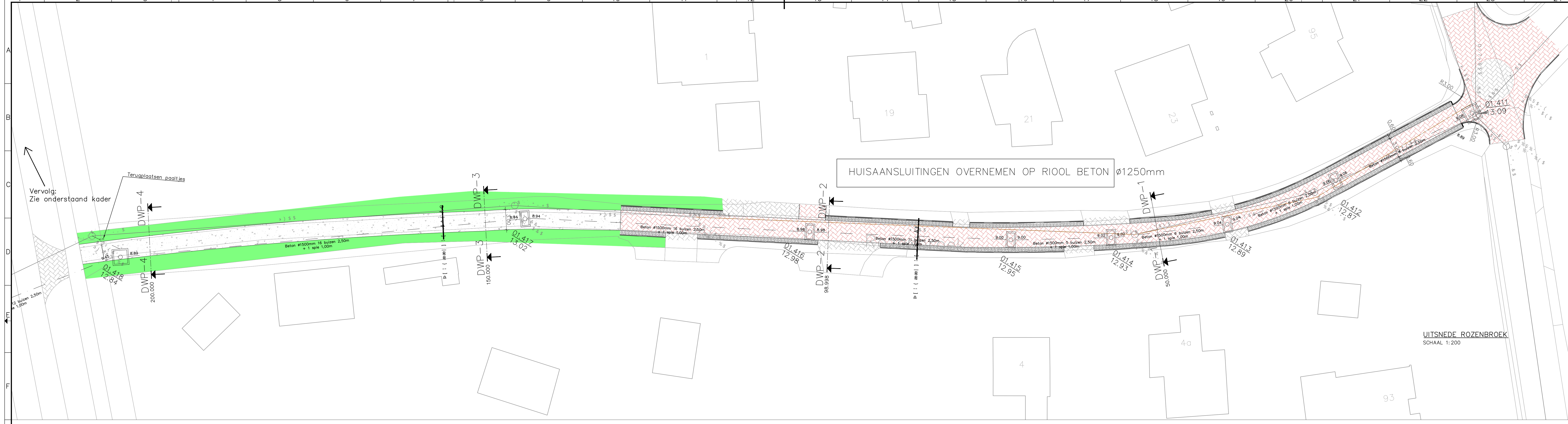
6.3 Samenvatting monitoringsplan

In tabel 6.2 is het monitoringsplan samengevat. Als gevolg van eventuele eisen van het bevoegde gezag (Waterschap Limburg) kan de noodzakelijke monitoring afwijken van de hieronder beschreven monitoringswerkzaamheden.

Tabel 6.2 Samenvatting monitoringswerkzaamheden

Onderdeel	Werkzaamheden	Actiewaarde	Actie
Onttrekking	◁ Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren van debietmeterstand.	◁ -	◁ -
	◁ Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden.	◁ Grondwaterstand minder dan 0,3 m – putbodem. ◁ Grondwaterstand meer dan 0,5 m beneden putbodem. ◁ Stijghoogte in watervoerend pakket niet meer noodzakelijk om opbarsten te voorkomen.	◁ Onttrekkingsdebiet deklaag verhogen. ◁ Onttrekkingsdebiet deklaag verlagen. ◁ Onttrekkingsdebiet watervoerend pakket verlagen.
	Lozing	◁ Bemonstering lozingswater (dag 1, 3, 7 en 14).	◁ Visuele verontreiniging ◁ Concentraties boven lozingsnorm.
Archeologische waarden en objecten	◁ Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden tussen object en bemaling	◁ Grondwaterstand lager dan NAP +8,3 m.	Informeren en overleg bevoegd i.v.m. passende (mitigerende) maatregelen.
Natuurgebieden, groen en landbouw	◁ Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden tussen natuurgebied en bemaling	◁ Grondwaterstand lager dan NAP +8,3 m.	Informeren en overleg bevoegd i.v.m. passende (mitigerende) maatregelen.

Bijlage 1 Rioleringsplan



GEK		SEALM ADR		GEREF
REF	01-21-200			01-21-200
01-21-200				01-21-200

0^^(^)^ c^A0^}^ ^} A^} AYæc^:• &@æ} ASã{ à^:

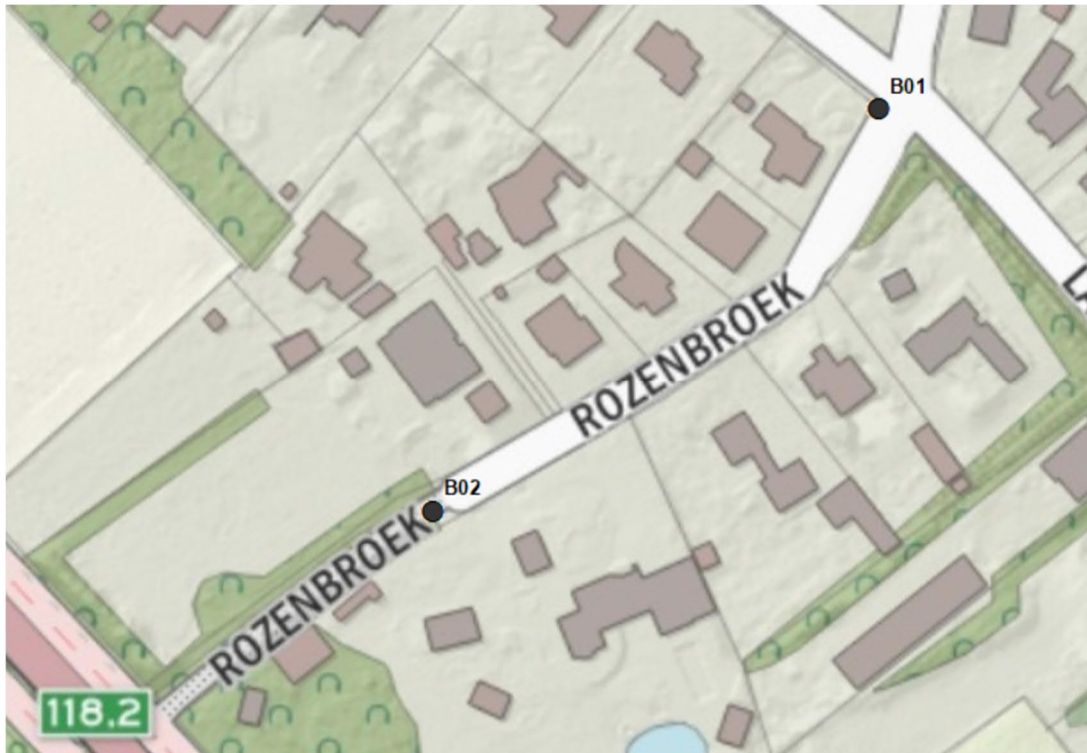
P^: à^: à&@cã~ AVã^}^ã^ã\
 O{ ç^ }•c:[{^A^ããã}c^

Uã{[c^ã^}ã^•
 U{:^}ã: [ã} ÆÊÅY^: \c^ã^}ã^•

FKGEE	Q^c^ã	FIF	Ø0IIEFEIEIEFE
-------	-------	-----	---------------

Royal
 HaskoningDHV
 Enhancing Society Together

Bijlage 2 Locaties boringen en doorlatendheidsmetingen

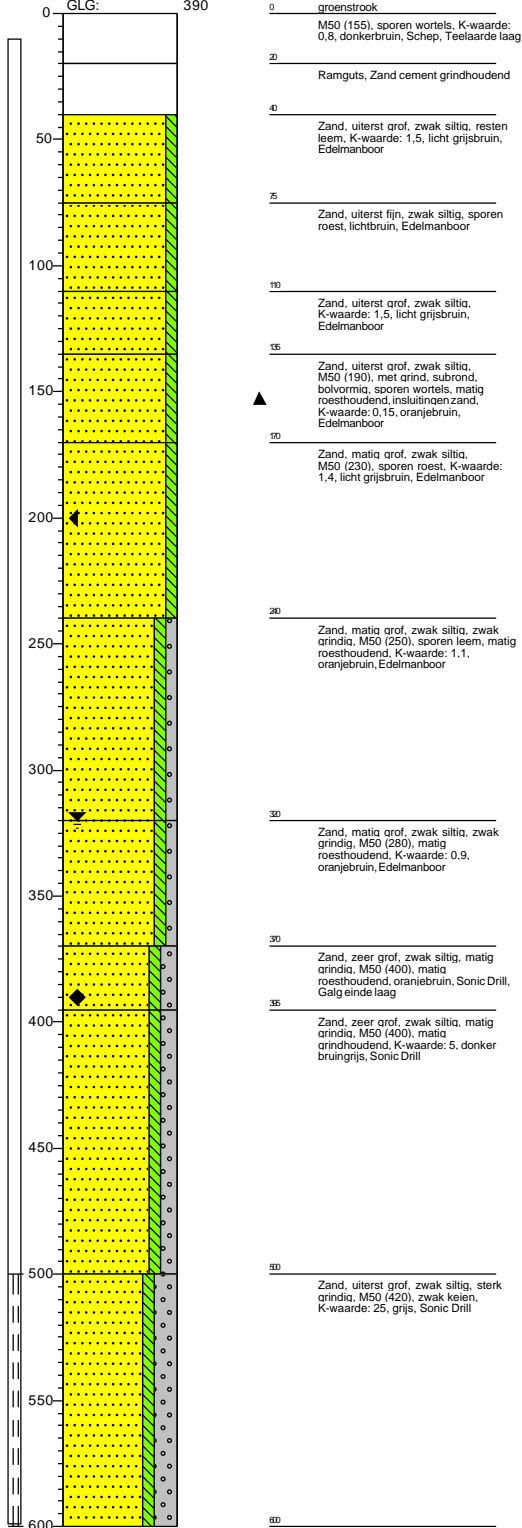


Bijlage 3 Boorprofielen

Boring: B01

Boormeester: Radboud Tiel Groenestege
 Datum: 1-6-2021

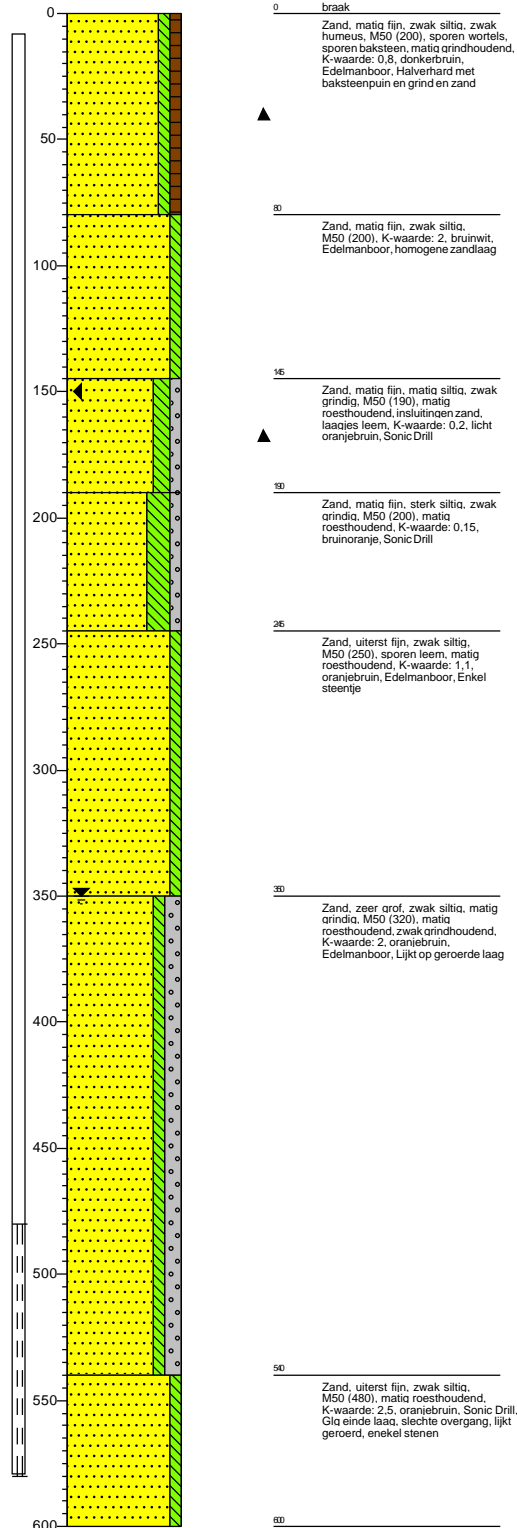
GWS: 320
 GHG: 200
 GLG: 390



Boring: B02

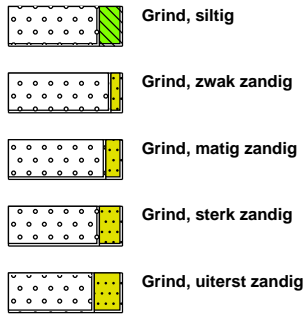
Boormeester: Radboud Tiel Groenestege
 Datum: 1-6-2021

GWS: 350
 GHG: 150

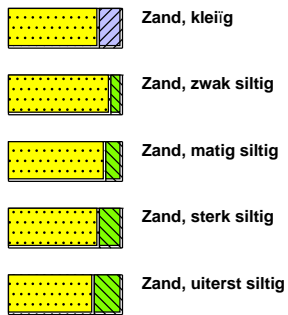


Legenda (conform NEN 5104)

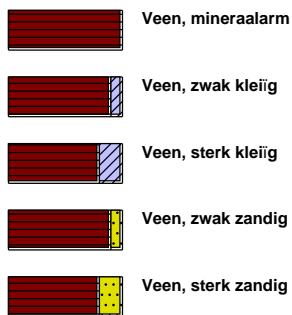
grind



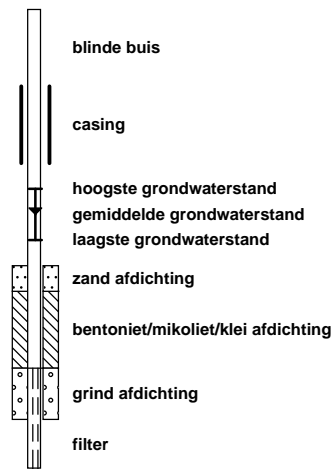
zand



veen



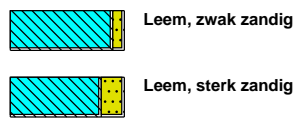
peilbuis



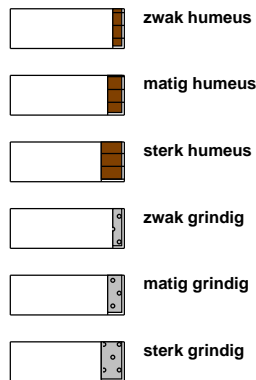
klei



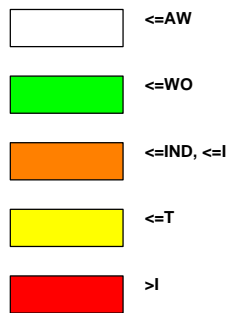
leem



overige toevoegingen



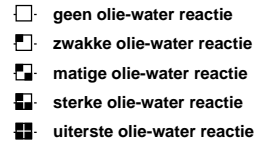
BoToVa Wbb (T12, T13)



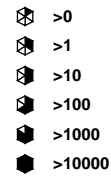
geur



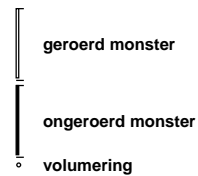
olie



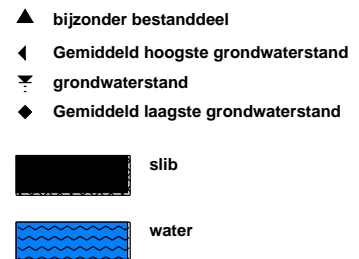
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 4 Uitwerking doorlatendheidsmeting

Berekening k-waarde met behulp van de Falling Head proef (verzadigde zone)

Opdrachtgegevens

Opdrachtgever : Gemeente Gennep
 Projectleider :
 Projectnummer : 51005500

Locatiegegevens

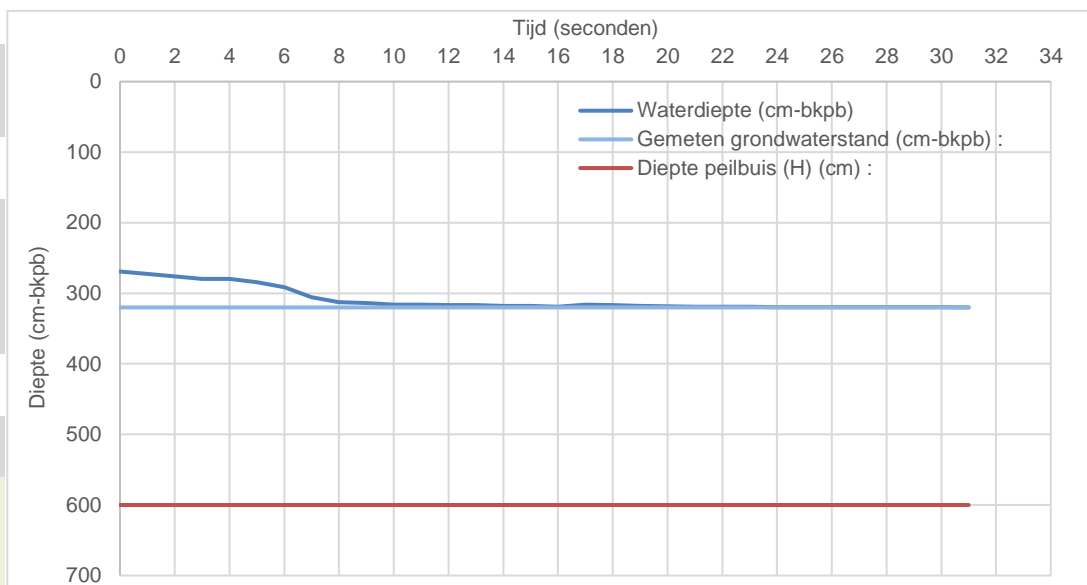
Projectnaam : Rozenbroek Milsbeek
 Datum meting : 1-6-2021
 Onderzoekspunt : B01

Basisparameters

Hoogte bkpb (cm+mv) : 0
 Diepte peilbuis (H) (cm) : 600
 Diameter van het boorgat (D) (cm) : 9,0
 Gemeten grondwaterstand (cm-bkpb) : 320
 Filterlengte (cm) : 100

Rekendata

t0 (seconden) : 2,00
 tn (seconden) : 8,00
 t (seconden) : 6,00
 h0 (cm-bkpb) : 44,16
 hn (cm-bkpb) : 7,64
 F : 202,38
 K-waarde (cm/sec) : 0,0918554
 K-waarde (m/dag) : 79,3631



Meetresultaten

Meting 1	Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb)	Waterkolom boven grondwaterstand (cm)	Waterkolom (cm)
	0,00	269,13	50,88	
	1,00	272,63	47,37	3,51
	2,00	275,84	44,16	3,21
	3,00	279,63	40,37	3,79
	4,00	279,58	40,43	-0,06
	5,00	284,53	35,47	4,96
	6,00	291,48	28,53	6,94
	7,00	305,77	14,23	14,29
	8,00	312,36	7,64	6,59
	9,00	313,93	6,07	1,58
	10,00	315,80	4,20	1,87
	11,00	316,03	3,97	0,23
	12,00	316,97	3,03	0,93
	13,00	316,85	3,15	-0,12
	14,00	317,90	2,10	1,05
	15,00	317,90	2,10	0,00
	16,00	318,83	1,17	0,93
	17,00	315,92	4,08	-2,92
	18,00	316,44	3,56	0,52
	19,00	317,61	2,39	1,17
	20,00	318,31	1,69	0,70
	21,00	318,83	1,17	0,52
	22,00	318,95	1,05	0,12
	23,00	319,30	0,70	0,35
	24,00	319,36	0,64	0,06
	25,00	319,36	0,64	0,00
	26,00	319,48	0,53	0,12
	27,00	319,59	0,41	0,12
	28,00	319,77	0,23	0,17
	29,00	319,77	0,23	0,00
	30,00	319,88	0,12	0,12
	31,00	320,00	0,00	0,12

Bron:

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech/water/WATERMES.htm#MEASPERMFIELDHEAD>

Berekening k-waarde met behulp van de Falling Head proef (verzadigde zone)

Opdrachtgegevens

Opdrachtgever : Gemeente Gennep
Projectleider :
Projectnummer : 51005500

Locatiegegevens

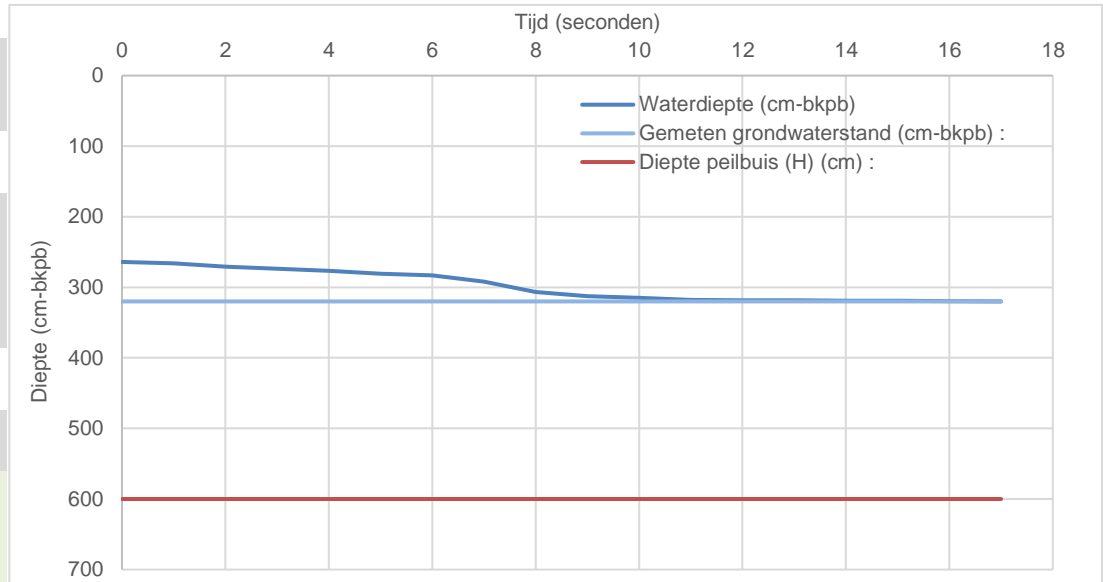
Projectnaam : Rozenbroek Milsbeek
Datum meting : 1-6-2021
Onderzoekspunt : B01

Basisparameters

Hoogte bkpb (cm+mv) : 0
Diepte peilbuis (H) (cm) : 600
Diameter van het boorgat (D) (cm) : 9,0
Gemeten grondwaterstand (cm-bkpb) : 320
Filterlengte (cm) : 100

Rekendata

t0 (seconden) : 2,00
tn (seconden) : 8,00
t (seconden) : 6,00
h0 (cm-bkpb) : 49,26
hn (cm-bkpb) : 13,38
F : 202,38
K-waarde (cm/sec) : 0,0682361
K-waarde (m/dag) : 58,9560



Meetresultaten

Meting 2

Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb)	Waterkolom boven grondwaterstand (cm)	Waterkolom (cm)
0,00	264,03	55,97	
1,00	265,90	54,10	1,87
2,00	270,74	49,26	4,84
3,00	273,78	46,23	3,03
4,00	276,40	43,60	2,63
5,00	280,78	39,23	4,38
6,00	283,28	36,72	2,51
7,00	292,09	27,91	8,81
8,00	306,62	13,38	14,53
9,00	312,57	7,43	5,95
10,00	315,19	4,81	2,63
11,00	317,82	2,18	2,63
12,00	318,23	1,78	0,41
13,00	318,23	1,78	0,00
14,00	319,04	0,96	0,82
15,00	318,87	1,13	-0,17
16,00	319,71	0,29	0,84
17,00	320,00	0,00	0,29

Bron:

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech/water/WATERMES.htm#MEASPERMFIELDHEAD>

Berekening k-waarde met behulp van de Falling Head proef (verzadigde zone)

Opdrachtgegevens

Opdrachtgever : Gemeente Gennepe
 Projectleider :
 Projectnummer : 51005500

Locatiegegevens

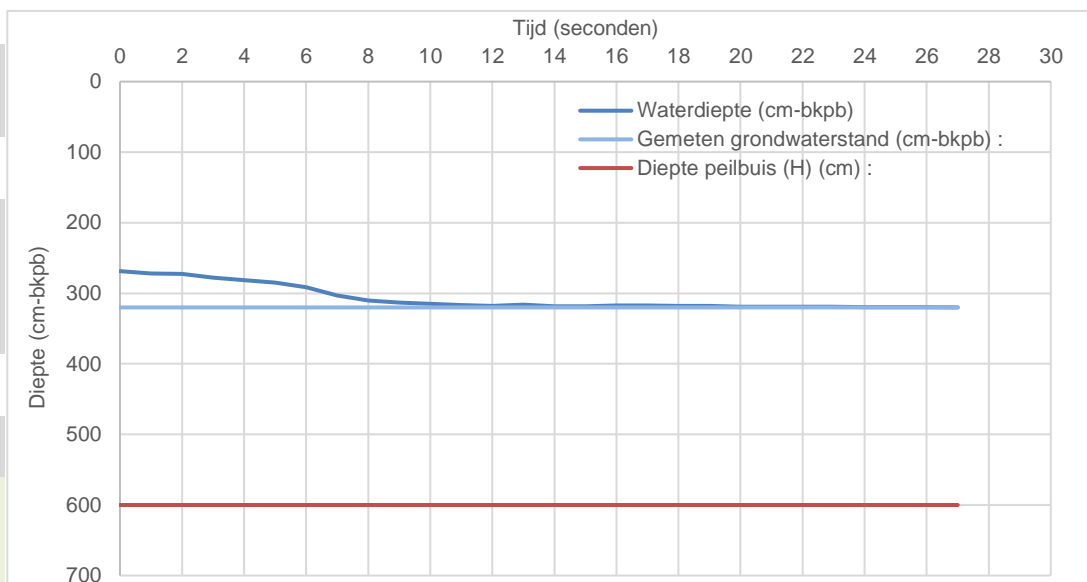
Projectnaam : Rozenbroek Milsbeek
 Datum meting : 1-6-2021
 Onderzoekspunt : B01

Basisparameters

Hoogte bkpb (cm+mv) : 0
 Diepte peilbuis (H) (cm) : 600
 Diameter van het boorgat (D) (cm) : 9,0
 Gemeten grondwaterstand (cm-bkpb) : 320
 Filterlengte (cm) : 100

Rekendata

t0 (seconden) : 2,00
 tn (seconden) : 8,00
 t (seconden) : 6,00
 h0 (cm-bkpb) : 47,75
 hn (cm-bkpb) : 9,85
 F : 202,38
 K-waarde (cm/sec) : 0,0826586
 K-waarde (m/dag) : 71,4170



Meetresultaten

Meting 3

Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb)	Waterkolom boven grondwaterstand (cm)	Waterkolom (cm)
0,00	268,63	51,37	
1,00	271,84	48,16	3,21
2,00	272,25	47,75	0,41
3,00	277,68	42,32	5,42
4,00	281,58	38,42	3,91
5,00	285,13	34,87	3,54
6,00	291,19	28,81	6,07
7,00	302,92	17,08	11,72
8,00	310,15	9,85	7,23
9,00	313,36	6,64	3,21
10,00	314,93	5,07	1,58
11,00	316,74	3,26	1,81
12,00	317,97	2,03	1,22
13,00	316,22	3,78	-1,75
14,00	318,54	1,46	2,33
15,00	318,43	1,57	-0,12
16,00	317,49	2,51	-0,93
17,00	317,08	2,92	-0,41
18,00	317,84	2,16	0,76
19,00	317,98	2,02	0,14
20,00	318,80	1,20	0,82
21,00	319,33	0,67	0,53
22,00	319,33	0,67	0,00
23,00	319,33	0,67	0,00
24,00	319,56	0,44	0,23
25,00	319,83	0,17	0,27
26,00	319,88	0,12	0,06
27,00	320,00	0,00	0,12

Bron:

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech/water/WATERMES.htm#MEASPERMFIELDHEAD>

Berekening k-waarde met behulp van de Falling Head proef (verzadigde zone)

Opdrachtgegevens

Opdrachtgever : Gemeente Gennep
 Projectleider :
 Projectnummer : 51005500

Locatiegegevens

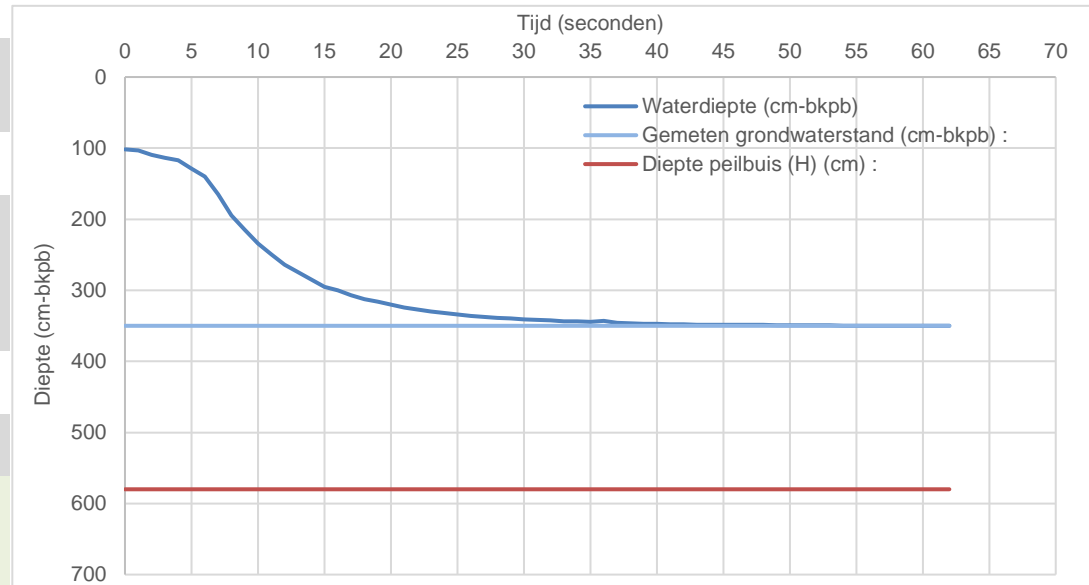
Projectnaam : Rozenbroek Milsbeek
 Datum meting : 1-6-2021
 Onderzoekspunt : B02

Basisparameters

Hoogte bkpb (cm+mv) : 0
 Diepte peilbuis (H) (cm) : 580
 Diameter van het boorgat (D) (cm) : 9,0
 Gemeten grondwaterstand (cm-bkpb) : 350
 Filterlengte (cm) : 100

Rekedata

t0 (seconden) : 7,00
 tn (seconden) : 15,00
 t (seconden) : 8,00
 h0 (cm-bkpb) : 184,92
 hn (cm-bkpb) : 54,54
 F : 202,38
 K-waarde (cm/sec) : 0,0479513
 K-waarde (m/dag) : 41,4299



Meetresultaten

Meting 1

Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb)	Waterkolom boven grondwaterstand (cm)	Waterkolom (cm)
0,00	101,73	248,27	
1,00	103,60	246,40	1,87
2,00	109,26	240,74	5,66
3,00	113,34	236,66	4,08
4,00	117,02	232,98	3,67
5,00	129,15	220,85	12,13
6,00	139,83	210,18	10,68
7,00	165,08	184,92	25,26
8,00	194,95	155,05	29,87
9,00	214,96	135,04	20,01
10,00	233,98	116,03	19,02
11,00	249,49	100,51	15,52
12,00	263,73	86,27	14,23
13,00	274,17	75,83	10,44
14,00	284,49	65,51	10,33
15,00	295,46	54,54	10,97
16,00	300,30	49,70	4,84
17,00	306,95	43,05	6,65
18,00	312,49	37,51	5,54
19,00	316,05	33,95	3,56
20,00	320,25	29,75	4,20
21,00	324,10	25,90	3,85
22,00	327,13	22,87	3,03
23,00	329,64	20,36	2,51
24,00	332,03	17,97	2,39
25,00	334,02	15,98	1,98
26,00	336,00	14,00	1,98
27,00	337,28	12,72	1,28
28,00	338,63	11,38	1,34
29,00	339,68	10,32	1,05
30,00	340,84	9,16	1,17
31,00	341,78	8,22	0,93
32,00	342,59	7,41	0,82
33,00	343,41	6,59	0,82
34,00	343,76	6,24	0,35
35,00	344,69	5,31	0,93
36,00	343,23	6,77	-1,46
37,00	346,15	3,85	2,92
38,00	346,68	3,32	0,53
39,00	347,20	2,80	0,52
40,00	347,38	2,63	0,17
41,00	347,73	2,27	0,35
42,00	347,90	2,10	0,17
43,00	348,31	1,69	0,41
44,00	348,54	1,46	0,23
45,00	348,66	1,34	0,12
46,00	348,66	1,34	0,00
47,00	348,83	1,17	0,17
48,00	348,83	1,17	0,00
49,00	349,18	0,82	0,35
50,00	349,07	0,93	-0,12
51,00	349,18	0,82	0,12
52,00	349,48	0,52	0,29
53,00	349,48	0,52	0,00
54,00	349,71	0,29	0,23
55,00	349,71	0,29	0,00
56,00	349,71	0,29	0,00
57,00	349,88	0,12	0,17
58,00	349,88	0,12	0,00
59,00	349,88	0,12	0,00
60,00	349,71	0,29	-0,17
61,00	349,71	0,29	0,00
62,00	350,00	0,00	0,29

Bron:

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech/water/WATERMES.htm#MEASPERMFIELDHEAD>

Berekening k-waarde met behulp van de Falling Head proef (verzadigde zone)

Opdrachtgegevens

Opdrachtgever : Gemeente Gennep
 Projectleider :
 Projectnummer : 51005500

Locatiegegevens

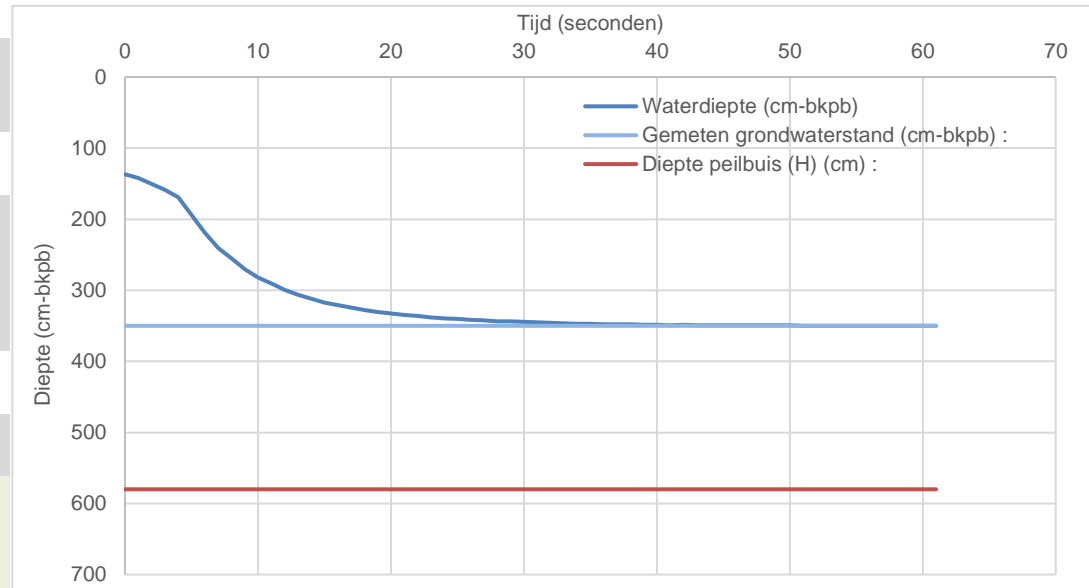
Projectnaam : Rozenbroek Milsbeek
 Datum meting : 1-6-2021
 Onderzoekspunt : B02

Basisparameters

Hoogte bkpb (cm+mv) : 0
 Diepte peilbuis (H) (cm) : 580
 Diameter van het boorgat (D) (cm) : 9,0
 Gemeten grondwaterstand (cm-bkpb) : 350
 Filterlengte (cm) : 100

Rekedata

t0 (seconden) : 6,00
 tn (seconden) : 10,00
 t (seconden) : 4,00
 h0 (cm-bkpb) : 131,13
 hn (cm-bkpb) : 67,78
 F : 202,38
 K-waarde (cm/sec) : 0,0518336
 K-waarde (m/dag) : 44,7842



Meetresultaten

Meting 2

Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb)	Waterkolom boven grondwaterstand (cm)	Waterkolom (cm)
0,00	136,79	213,21	
1,00	142,10	207,90	5,31
2,00	150,44	199,56	8,34
3,00	159,02	190,98	8,58
4,00	169,46	180,54	10,44
5,00	194,25	155,75	24,79
6,00	218,87	131,13	24,62
7,00	240,16	109,84	21,29
8,00	255,27	94,73	15,11
9,00	269,97	80,03	14,70
10,00	282,22	67,78	12,25
11,00	290,15	59,85	7,93
12,00	299,54	50,46	9,39
13,00	306,43	43,57	6,88
14,00	312,20	37,80	5,77
15,00	317,22	32,78	5,02
16,00	320,54	29,46	3,33
17,00	324,22	25,78	3,67
18,00	327,66	22,34	3,44
19,00	330,69	19,31	3,03
20,00	332,44	17,56	1,75
21,00	334,54	15,46	2,10
22,00	336,41	13,59	1,87
23,00	337,98	12,02	1,58
24,00	339,56	10,44	1,58
25,00	340,49	9,51	0,93
26,00	341,54	8,46	1,05
27,00	342,48	7,52	0,93
28,00	343,41	6,59	0,93
29,00	343,93	6,07	0,53
30,00	344,69	5,31	0,76
31,00	345,39	4,61	0,70
32,00	346,03	3,97	0,64
33,00	346,56	3,44	0,53
34,00	346,97	3,03	0,41
35,00	347,20	2,80	0,23
36,00	347,73	2,27	0,53
37,00	348,13	1,87	0,41
38,00	348,13	1,87	0,00
39,00	348,43	1,57	0,29
40,00	348,54	1,46	0,12
41,00	348,95	1,05	0,41
42,00	348,83	1,17	-0,12
43,00	349,18	0,82	0,35
44,00	349,18	0,82	0,00
45,00	349,48	0,52	0,29
46,00	349,48	0,52	0,00
47,00	349,59	0,41	0,12
48,00	349,59	0,41	0,00
49,00	349,48	0,52	-0,12
50,00	349,59	0,41	0,12
51,00	349,71	0,29	0,12
52,00	349,71	0,29	0,00
53,00	349,88	0,12	0,17
54,00	350,00	0,00	0,12
55,00	349,88	0,12	-0,12
56,00	349,88	0,12	0,00
57,00	349,88	0,12	0,00
58,00	350,00	0,00	0,12
59,00	349,71	0,29	-0,29
60,00	349,88	0,12	0,17
61,00	349,88	0,12	3,38

Bron:

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech/water/WATERMES.htm#MEASPERMFIELDHEAD>

Berekening k-waarde met behulp van de Falling Head proef (verzadigde zone)

Opdrachtgegevens

Opdrachtgever : Gemeente Gennep
 Projectleider :
 Projectnummer : 51005500

Locatiegegevens

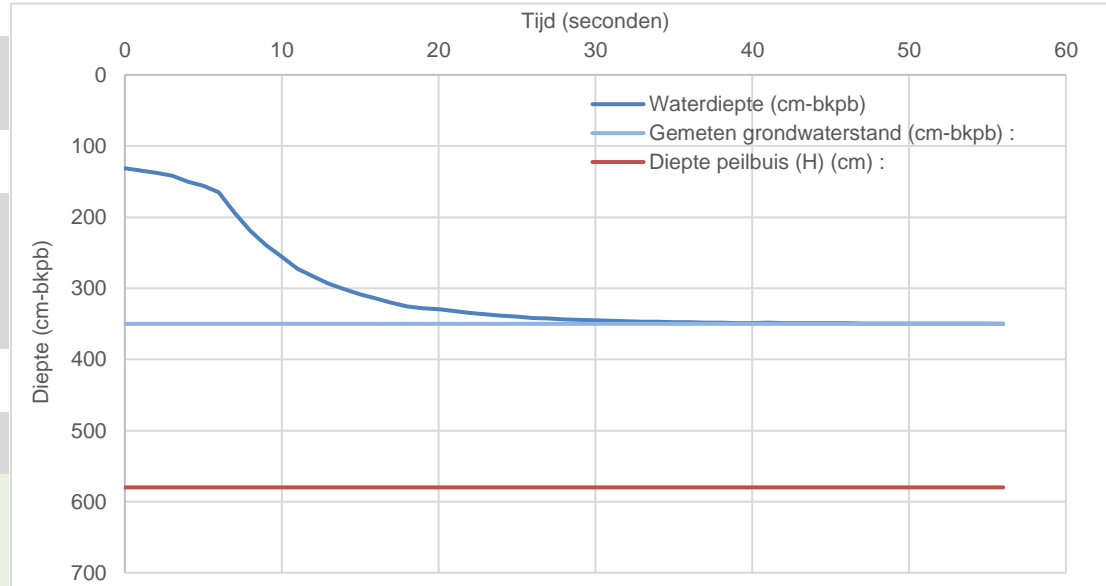
Projectnaam : Rozenbroek Milsbeek
 Datum meting : 1-6-2021
 Onderzoekspunt : B02

Basisparameters

Hoogte bkpb (cm+mv) : 0
 Diepte peilbuis (H) (cm) : 580
 Diameter van het boorgat (D) (cm) : 9,0
 Gemeten grondwaterstand (cm-bkpb) : 350
 Filterlengte (cm) : 100

Rekendata

t0 (seconden) : 11,00
 tn (seconden) : 18,00
 t (seconden) : 7,00
 h0 (cm-bkpb) : 77,18
 hn (cm-bkpb) : 24,50
 F : 202,38
 K-waarde (cm/sec) : 0,0515003
 K-waarde (m/dag) : 44,4963



Meetresultaten

Meting 3

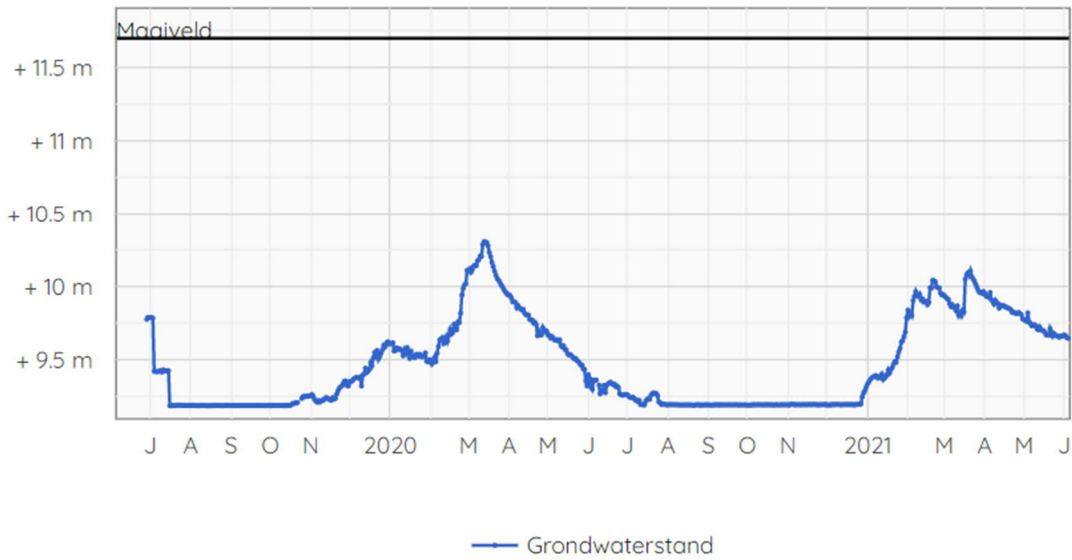
Tijd (seconden)	Waterdiepte (cm-bkpb)	Waterkolom boven grondwaterstand (cm)	Waterkolom (cm)
0,00	131,25	218,75	
1,00	134,17	215,83	2,92
2,00	137,84	212,16	3,67
3,00	141,69	208,31	3,85
4,00	150,15	199,85	8,46
5,00	156,22	193,78	6,07
6,00	164,91	185,09	8,69
7,00	193,84	156,16	28,93
8,00	219,10	130,90	25,26
9,00	239,34	110,66	20,24
10,00	256,03	93,97	16,68
11,00	272,83	77,18	16,80
12,00	283,44	66,56	10,62
13,00	293,36	56,64	9,92
14,00	301,41	48,59	8,05
15,00	308,82	41,18	7,41
16,00	314,65	35,35	5,83
17,00	320,37	29,63	5,72
18,00	325,50	24,50	5,13
19,00	328,01	21,99	2,51
20,00	329,76	20,24	1,75
21,00	332,38	17,62	2,63
22,00	334,78	15,22	2,39
23,00	336,76	13,24	1,98
24,00	338,45	11,55	1,69
25,00	340,08	9,92	1,63
26,00	341,54	8,46	1,46
27,00	342,42	7,58	0,88
28,00	343,64	6,36	1,22
29,00	344,58	5,42	0,93
30,00	345,33	4,67	0,76
31,00	345,86	4,14	0,53
32,00	346,44	3,56	0,58
33,00	346,97	3,03	0,53
34,00	347,20	2,80	0,23
35,00	347,73	2,27	0,53
36,00	348,02	1,98	0,29
37,00	348,13	1,87	0,12
38,00	348,43	1,57	0,29
39,00	348,78	1,22	0,35
40,00	348,78	1,22	0,00
41,00	348,54	1,46	-0,23
42,00	348,95	1,05	0,41
43,00	349,07	0,93	0,12
44,00	348,95	1,05	-0,12
45,00	349,07	0,93	0,12
46,00	349,18	0,82	0,12
47,00	349,59	0,41	0,41
48,00	349,48	0,52	-0,12
49,00	349,59	0,41	0,12
50,00	349,48	0,52	-0,12
51,00	349,48	0,52	0,00
52,00	349,59	0,41	0,12
53,00	349,71	0,29	0,12
54,00	349,59	0,41	-0,12
55,00	349,71	0,29	0,12
56,00	350,00	0,00	0,29

Bron:

<http://environment.uwe.ac.uk/geocal/SoilMech/water/WATERMES.htm#MEASPERMFIELDHEAD>

Bijlage 5 Grafieken grondwaterstanden

Tielebeek/Kroonbeek, Beekherstel 14



Tielebeek/Kroonbeek, Beekherstel 15



Tielebeek/Kroonbeek, Beekherstel 10



Grondwatersta...

