

Bravis ziekenhuis Roosendaal

Effectenstudie open bodemenergiesysteem



Datum 17 oktober 2025

Referentie PR09846/GR/20251017

Betreft Effectenstudie open bodemenergiesysteem Bravis ziekenhuis te Roosendaal

Behandeld door [REDACTED]

Gecontroleerd door [REDACTED]

Versienummer 1.1

VERGUNNINGAANVRAGER

Bravis ziekenhuis

[REDACTED]

Boerhaavelaan 25

Postbus 999

4700AZ Roosendaal

T 06 [REDACTED]

E [REDACTED]@bravis.nl

ADVISEUR BODEMENERGIE

IF Technology bv

[REDACTED]

6800 AP Arnhem

T 06 [REDACTED]

E [REDACTED]@iftechnology.nl

Dit document is uitsluitend opgesteld als onderbouwing voor de aanvraag van de vergunning in het kader van de Omgevingswet en maakt onderdeel uit van de BRL SIKB 11000, scope 1a. Dit document is nadrukkelijk geen ontwerpdocument voor het open bodemenergiesysteem in relatie tot detailengineering conform BRL SIKB 11000, scope 2a.

Samenvatting

Inleiding

Het voornemen bestaat om gebruik te maken van een open bodemenergiesysteem voor de duurzame koeling en verwarming van het ziekenhuis aan de Bulkenaar te Roosendaal.

Bodemenergie

De twaalf bronnen van het open bodemenergiesysteem zijn beoogd in het 1e watervoerende pakket in het traject van 50 - 80 m-mv. Het systeem onttrekt en infiltreert maximaal 880.000 m³/jaar met een maximaal debiet van 360 m³/uur.

Energiebesparing en emissiereductie

Door het toepassen van een open bodemenergiesysteem kan jaarlijks circa 9.430 GJ (57%) aan primaire energie worden bespaard. Deze energiebesparing leidt tot een jaarlijkse emissiereductie van 427 ton CO₂ en 640 kg NO_x. De SPF van het open bodemenergiesysteem bedraagt 4,3.

Hydrologische effecten

Het berekende hydrologische invloedsgebied reikt tot maximaal 700 m van de bronnen. De maximale grondwaterstand- en stijghoogteverandering bedraagt 0,13 m en 8,53 m. Negatieve hydrologische invloed op andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden is niet aan de orde.

Hydrothermische effecten

Beïnvloeding van de grondwatertemperatuur kan na 20 jaar energieopslag optreden tot maximaal 235 m van de bronnen. De veroorzaakte temperatuurveranderingen hebben geen nadelige gevolgen voor andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden.

Grondmechanische effecten

De maximale totaalzetting bedraagt 17 mm. Deze geringe zetting en het daarmee gepaard gaande zettingsverhang (1 m per 1.800 m) veroorzaken geen schade aan gebouwen, funderingen, de nabijgelegen spoorbaan, waterkering of wegen.

Effecten op de grondwaterkwaliteit

Het zoet-/brakgrensvlak en het brak-/zoutgrensvlak worden niet beïnvloed zodat geen sprake is van verzilting van het grondwater. Bij dit project vinden geen significante effecten plaats op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. Binnen het berekende invloedsgebied van het open bodemenergiesysteem zijn geen ernstige verontreinigingen aanwezig.

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	5
2 Systeembeschrijving	6
2.1 Uitgangspunten	6
2.2 Opzet open bodemenergiesysteem	6
2.3 Seasonal performance factor, energiebesparing en emissiereductie	7
3 Geohydrologie en effectberekeningen	9
3.1 Bodemopbouw	9
3.2 Geohydrologische kenmerken	9
3.3 Hydrologische effecten	10
3.4 Hydrothermische effecten	13
3.5 Grondmechanische effecten	14
4 Invloed op de omgeving	15
4.1 Grondwaterkwaliteit	15
4.2 Verzilting	15
4.3 Verontreinigingen	15
4.4 Grondwatergebruikers	15
4.5 Gesloten bodemenergiesystemen	16
4.6 Grondwaterbescherming	16
4.7 Waterkering	16
4.8 Bebouwing en infrastructuur	16
4.9 Natuur en openbaar groen	17
4.10 Cultuurhistorie en archeologische waarden	19

Figuren

- 2.1 Principeschema van het open bodemenergiesysteem
- 2.2 Overzichtskaart met bronlocaties
- 3.1 Berekende grondwaterstandveranderingen
- 3.2 Berekende stijghoogteveranderingen in het opslagpakket
- 3.3 Berekende temperaturen in het opslagpakket
- 4.1 Berekende grondwaterstandveranderingen - model met lokale scheidende laag
- 4.2 Berekende grondwaterstandveranderingen - model zonder lokale scheidende laag

Bijlagen

- 1 Lozingsnotitie Bravis Ziekenhuis
- 2 Berekening van de SPF (voor Zuid-Holland, Noord-Holland en Brabant)
- 3 Boorbeschrijving van de proefboring Bravis ziekenhuis en bedrijventerrein Borchwerf, veld F
- 4 Peilbuis HBpb005
- 5 Berekening van de eindzetting
- 6 Berekening tijdsafhankelijke zetting
- 7 Grondwaterstanden

1 Inleiding

Bravis bouwt een nieuw ziekenhuis op De Bulkenaar, gelegen aan de zuidwestkant van Roosendaal. Het ziekenhuis van 75.000 m² wordt de nieuwe hoofdlocatie van Bravis. Het voornemen bestaat om gebruik te maken van een open bodemenergiesysteem voor de duurzame klimatisering van het Bravis ziekenhuis.

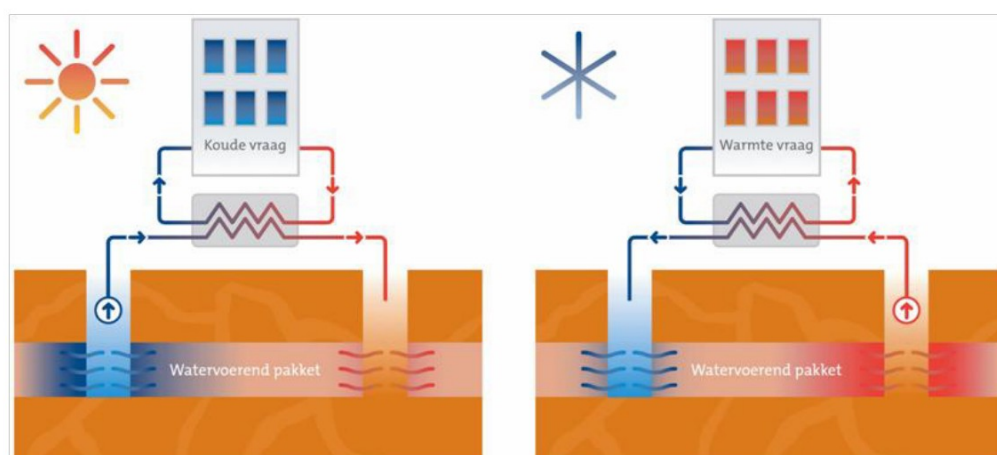
Het onttrekken en infiltreren van grondwater ten behoeve van het open bodemenergiesysteem is in het kader van de Omgevingswet vergunningplichtig. De provincie is bevoegd gezag. De aanvraag dient voorzien te zijn van een studie naar de effecten van het open bodemenergiesysteem en de invloed hiervan op de omgeving. Deze studie dient te voldoen aan de eisen die zijn opgenomen in het SIKB BRL protocol 11001 (versie 3.1) Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud ondergronds deel van bodemenergiesystemen.

De voorliggende effectenstudie geeft een overzicht van de effecten van het open bodemenergiesysteem op de bodem, het grondwater en de omgeving.

2 Systeembeschrijving

2.1 UITGANGSPUNTEN

Om lange termijn energieopslag in de bodem mogelijk te maken, wordt een grondwatersysteem aangelegd. Het grondwatersysteem bestaat uit zes koude en zes warme bronnen (zes doubletten) waarmee grondwater aan de bodem kan worden onttrokken en geïnfiltrerd (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1 | Principeschema van het open bodemenergiesysteem

De grondwaterzijdige uitgangspunten voor de vergunningaanvraag zijn opgenomen in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 | Uitgangspunten open bodemenergiesysteem t.b.v. de vergunningaanvraag Omgevingswet

parameter	eenheid	winter	zomer
maximaal te verpompen waterhoeveelheid ^a	[m ³ /seizoen]	440.000	440.000
gemiddeld te verpompen waterhoeveelheid	[m ³ /seizoen]	295.000	295.000
maximaal debiet	[m ³ /uur]	360	360
maximale hoeveelheid ontwikkelwater ^b	[m ³]	28.800	
maximale spuihoeveelheid ^b	[m ³ /jaar]	2.880	
gemiddelde infiltratietemperatuur	[°C]	8	17
minimale/maximale infiltratietemperatuur	[°C]	5	25
bodemzijdig vermogen	[kW]	2.018	2.018
gemiddeld verplaatste energiehoeveelheid	[MWh _t /seizoen]	1.711	1.711

^a Tijdens opstartjaar of extreme seizoenen

^b Zie Bijlage 1

Lozingsroute

Het lozen op het hemelwaterriool lijkt de meest aangemerkte optie (zie Bijlage 1).

2.2 OPZET OPEN BODEMENERGIESYSTEEM

Het grondwatersysteem bestaat uit zes doubletten. De locaties van de bronnen zijn weergegeven in Figuur 2.2. In Tabel 2.2 is de opzet van het bronsysteem beschreven.

Tabel 2.2 | Opzet bronsysteem

parameter	eenheid	waarde
filterdiepte	[m-mv]	50 - 80 (1 ^e watervoerende pakket)
minimale lengte per bronfilter	[m]	15
afstand tussen koude en warme bron	[m]	210
afstand tussen bronnen binnen cluster	[m]	20
RD coördinaten warme bron 1	[m]	X = 88.057 / Y = 392.107
RD coördinaten warme bron 2	[m]	X = 88.078 / Y = 392.122
RD coördinaten warme bron 3	[m]	X = 88.097 / Y = 392.136
RD coördinaten warme bron 4	[m]	X = 87.673 / Y = 392.051
RD coördinaten warme bron 5	[m]	X = 87.689 / Y = 392.076
RD coördinaten warme bron 6	[m]	X = 87.706 / Y = 392.101
RD coördinaten koude bron 1	[m]	X = 87.902 / Y = 391.935
RD coördinaten koude bron 2	[m]	X = 87.892 / Y = 391.953
RD coördinaten koude bron 3	[m]	X = 87.875 / Y = 391.978
RD coördinaten koude bron 4	[m]	X = 87.829 / Y = 392.273
RD coördinaten koude bron 5	[m]	X = 87.850 / Y = 392.279
RD coördinaten koude bron 6	[m]	X = 87.873 / Y = 392.287

Het grondwatercircuit wordt luchtdicht en onder een overdruk ten opzichte van de atmosfeer gehouden, zodat geen lucht in het grondwatercircuit kan toetreden.

2.3 SEASONAL PERFORMANCE FACTOR, ENERGIEBESPARING EN EMISSIEREDUCTIE

Seasonal Performance Factor

Het energierendement van het open bodemenergiesysteem wordt uitgedrukt als de Seasonal Performance Factor (SPF). Deze Seasonal Performance Factor is gedefinieerd als de totaal door het open bodemenergiesysteem geleverde hoeveelheden aan warmte en koude per jaar in MWh, gedeeld door het jaarlijks elektraverbruik van het open bodemenergiesysteem in MWh_e (Waterregeling art. 6.29 lid 2). Tot het open bodemenergiesysteem behoren de bronpompen van de ondergrondse installatie, de warmtepompen, de regeneratievoorziening en de hulpenergie.

De SPF van het open bodemenergiesysteem behorende bij deze vergunningaanvraag bedraagt 4,3. De berekening van de SPF is bijgevoegd in bijlage 2.

Energiebesparing en emissiereductie

Voor het bepalen van de jaarlijkse primaire energiebesparing en de jaarlijkse emissiereductie is de warmte- en koudelevering met het open bodemenergiesysteem (inclusief warmtepompen, regeneratievoorziening en hulpenergie) vergeleken met een referentie-installatie bestaande uit gasgestookte ketels voor verwarming en elektrisch aangedreven koelmachines voor koeling.

Vanaf 1 januari 2021 geldt dat alle nieuwbouw moet voldoen aan de eisen voor Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG). Bij het berekenen van de jaarlijkse primaire energiebesparing en emissiereductie is dan ook gebruik gemaakt van de hierbij behorende kentallen uit de NTA8800.

De berekende besparing in het primair energiegebruik behorende bij deze vergunningaanvraag bedraagt 9.430 GJ per jaar en komt neer op een energiebesparing van 57%. Deze energiebesparing resulteert in een jaarlijkse emissiereductie van 427 ton (48%) koolstofdioxide (CO₂) en 640 kg (76%) stikstofoxiden (NO_x).

3 Geohydrologie en effectberekeningen

3.1 BODEMOPBOUW

De bodemopbouw in de directe omgeving van de locatie is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS)
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket
- Boorbeschrijving van de proefboring Bravis Ziekenhuis en Bedrijventerrein Borchwerf, veld F (zie Bijlage 3)

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 | Gehanteerde bodemopbouw

diepte [m-mv] ^a	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand ^b [m ² /d] of [d]
0 - 5	klei, leem en matig fijn tot grof zand	deklaag	10 m ² /d, 100 d
5 - 45	matig fijn tot zeer grof zand met een enkele klei(ige) laag	1 ^e watervoerend pakket	600 m ² /d
45 - 50	klei, leem met enkele zandige laagjes	lokaal scheidende laag	100 d
50 - 80	matig fijn tot zeer grof zand	1 ^e watervoerend pakket	480 m ² /d
> 80	klei, leem en kleiig zand	hydrologische basis	∞

^a maaiveldhoogte: circa 4,4 - 5,3 m NAP

^b doorlaatvermogen: bepaald op basis van beschikbare informatie zoals pomp- en putproeven en korrelgroottes / gemiddelde weerstand: 100 d/m voor klei en 65 d/m voor leem.

3.2 GEOHYDROLOGISCHE KENMERKEN

De laagste, gemiddelde en hoogste grondwaterstand en de stijghoogte in de watervoerende pakketten zijn weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 | Grondwaterstand en stijghoogte [m NAP]

	bron	laagste	gemiddelde	hoogste
grondwaterstand ^a	peilbuis HBpb005 ^b	3,5	3,9	4,3
1 ^e watervoerende pakket	peilbuis B49E0175	3,3	3,7	4,3

^a de diepte van de grondwaterstand kan beïnvloed worden door de maaiveldhoogte en maatregelen aan maaiveld (zoals ophogen terrein en wijze van afwatering). Hierdoor kan de grondwaterstand anders zijn dan op basis van historische gegevens bepaald.

^b Zie Bijlage 4

De lokale en regionale geohydrologische kenmerken zijn opgenomen in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 | Lokale en regionale geohydrologische kenmerken

parameter	eenheid	
grondwaterstroming opslagpakket (snelheid) ^a	[m/jaar]	20
grondwaterstroming opslagpakket (richting) ^a	[-]	noordnoordwestelijk
grondwatertemperatuur (opslagpakket) ^b	[°C]	10,5 °C
zoet-/brakgrensvlak (chloride 150 mg/l) ^c	[m-mv]	170
brak-/zoutgrensvlak (chloride 1.000 mg/l) ^c	[m-mv]	180

^a bron: gebaseerd op het isohypsenpatroon uit REGIS

^b bron: Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology

^c bron: Grondwaterkaart van Nederland

3.3 HYDROLOGISCHE EFFECTEN

Om de hydrologische effecten van het open bodemenergiesysteem te berekenen, is gebruik gemaakt van het hydrologische softwarepakket MLU voor Windows (Multi Layer Unsteady state). Meer informatie over MLU is te vinden op www.microfem.com.

De bodemopbouw in het model is gebaseerd op de geohydrologische schematisering in Tabel 3.1. In de proefboring van het Bravis ziekenhuis is een relatief dikke deklaag van 10 m aangetroffen. De afwezigheid van een goed ontwikkelde deklaag in het projectgebied valt niet uit te sluiten op basis van alleen de proefboring. Op basis van REGIS lijkt de deklaag op meerdere plekken in de directe omgeving van het toekomstige ziekenhuis afwezig. Voor een worstcase benadering van de hydrologische effecten is een deklaag tot 5 m-mv aangehouden in de modelopbouw.

Op een diepte van 46 - 55 m-mv is een kleiige laag aangetroffen in de proefboring Bravis. Deze laag is dikker dan verwacht. De analyse van de stijghoogtemetingen wijst erop dat deze kleilaag over een groter gebied aanwezig is, maar het is niet uitgesloten dat de kleilaag aan de andere kant van het projectgebied dunner is of zelfs ontbreekt. Er is daarom uitgegaan van een weerstand van de lokale scheidende laag van 100 dagen als worstcasescenario.

De eerste scheidende laag op circa 80 m-mv heeft een zo hoge weerstand dat deze wordt beschouwd als hydrologische basis. Door de interactie met het tweede watervoerend pakket buiten beschouwing te laten, zijn de berekende stijghoogteveranderingen in geringe mate een overschatting van de werkelijk optredende stijghoogteveranderingen.

Uitgangspunt is dat de bodemopbouw geldt voor het totale gemodelleerde gebied. In Tabel 3.4 is de modelopbouw weergegeven.

Tabel 3.4 | Modelopbouw

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]
2,3 ^a	Open bovenrand met drainageweerstand	-	400
2,3 - 4	fictief freatisch watervoerend pakket	10 ^b	-
4 - 5	deklaag	-	100
5 - 45	1 ^e watervoerende pakket	600	-
45 - 50	lokaal scheidende laag	-	100 ^c
50 - 65	1 ^e watervoerende pakket (filter)	255	-
65	fictieve scheidende laag	-	2,0 ^d
65 - 80	1 ^e watervoerende pakket	225	-
> 80	hydrologische basis	-	∞

^a de gemiddelde grondwaterstand bedraagt circa 1,3 m-mv (zie Tabel 3.2)

^b geschat doorlaatvermogen van de deklaag

^c worstcase benadering van de weerstand van de lokale kleilaag (8 m klei waargenomen in de proefboring van Bravis ziekenhuis en 5 m in de proefboring van bedrijventerrein Borchwerf, veld F)

^d Voor de weerstand is uitgegaan van de weerstand als gevolg van de gelaagdheid van het pakket (anisotropie). De weerstand is berekend met de formule: $\frac{1}{2} \times \text{dikte laag boven het filtertraject} / \text{verticale doorlatendheid}$. Verticale doorlatendheid = horizontale doorlatendheid / 4 (anisotropiefactor van 4 aangenomen).

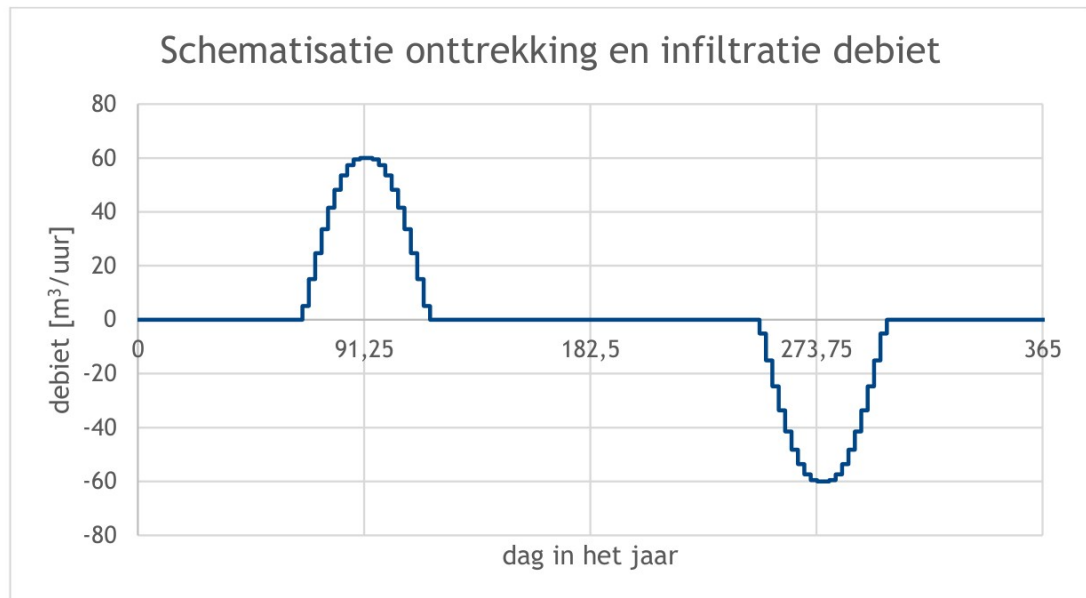
Oppervlaktewater

In de omgeving van de locatie is oppervlaktewater aanwezig. In het grondwatermodel is een bovenrand gedefinieerd met een drainageweerstand van 400 d.

Schematisering in tijd

Het uitgangspunt van de hydrologische niet-stationaire berekening is dat de inzet van het open bodemenergiesysteem niet volledig is in de tussenseizoenen (voor- en najaar). De inzet neemt toe richting het midden van de zomer en winter. In de berekening verpompen de bronnen het maximale debiet van 60 m³/uur gedurende vijf aaneengesloten dagen in hartje winter en zomer. Per seizoen wordt de gemiddelde waterverplaatsing verpompt die in de vergunning aangevraagd zal worden. Omdat in de berekening geen sprake is van rustperiodes én omdat de maximale pompcapaciteit voor vijf aaneengesloten dagen verpompt wordt, is sprake van een worst case berekening. Het regime van de fictieve inzet van de broncapaciteit voor één seizoen is weergegeven in Figuur 3.1.

Het gebruik van een niet-stationaire berekening voor het bepalen van de invloed op de grondwaterstand is realistischer, omdat beïnvloeding van de grondwaterstand vertraagd optreedt. De invloed op de grondwaterstand wordt daarom overschat als het open bodemenergiesysteem in de berekening volcontinu een heel seizoen op maximale capaciteit draait. In werkelijkheid wordt het open bodemenergiesysteem gebruikt op basis van de warmte- of koudevraag van het gebouw en is het zeer onwaarschijnlijk dat het open bodemenergiesysteem voor een heel seizoen op maximale capaciteit aan staat.



Figuur 3.1 | Fictieve gemodelleerde inzet broncapaciteit per bron van het open bodemenergiesysteem over een jaar

Skin

Tijdens de realisatie van een bron wordt gebruik gemaakt van een boorspoeling die een (tijdelijke) verstopping op de boorgatwand (skin) creëert. Deze helpt bij het in stand houden van het boorgat en beperkt verlies van werkwater in de bodem. Na het inbouwen wordt de bron ontwikkeld om deze verstopping zo goed mogelijk te verwijderen. In de praktijk blijkt het vrijwel onmogelijk om de skin volledig te verwijderen zonder aanvullende chemische reinigungsacties.

Een veelgebruikte norm voor het goedkeuren van de bron is wanneer deze 80% van het theoretisch haalbare specifieke debiet haalt. Dit houdt in dat de afpompings in de bron en het boorgat hierdoor 25% hoger kan uitvallen dan in modelberekeningen voor volledig schone bronnen is berekend.

Om het effect van een achtergebleven verstopping op de boorgatwand te simuleren, is op de berekende stijghoogteverandering in de bron een factor 1,25 toegepast. Dat betekent dat de stijghoogteveranderingen met 25% zijn verhoogd ten opzichte van een bron zonder verstopping. De hydrologische effecten buiten de boorgatwand blijven gelijk aan een scenario zonder verstopping op de boorgatwand. Door het meenemen van de invloed van enige mate van verstopping wordt zowel een worst case effect berekend in de bron als op de omgeving.

Hydrologische effecten

In Tabel 3.5 zijn de berekende maximale hydrologische effecten weergegeven.

Tabel 3.5 | Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen

watervoerende laag	eenheid	zomer- en wintersituatie
freatisch	[m]	0,13
1 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	8,53 ¹

¹ met 25% verhoogd, zie toelichting 'skin'

In de Figuren 3.1 en 3.2 zijn respectievelijk de berekende grondwaterstandveranderingen en de stijghoogteveranderingen in het 1^e watervoerende pakket (opslagpakket) weergegeven.

Het hydrologische invloedsgebied is het gebied waarbinnen het effect van het open bodemenergiesysteem op de stijghoogte groter dan 0,05 m is. De berekende maximale afstanden tussen de bronnen en de rand van het hydrologische invloedsgebied zijn in Tabel 3.6 vermeld.

Tabel 3.6 | Grootte invloedsgebieden

watervoerende laag	eenheid	zomer- en wintersituatie
freatisch	[m]	370
1 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	700

3.4 HYDROTHERMISCHE EFFECTEN

De berekeningen van de thermische effecten van het open bodemenergiesysteem zijn uitgevoerd met het programma HstWin-3D. Met het programma HstWin-3D worden warmte- en stoftransport berekend in een verzadigd driedimensionaal grondwatersysteem.

De randvoorwaarden in het HstWin-3D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in paragraaf 3.1. HstWin-3D simuleert de grondwaterstroming en het warmtetransport in meerdere lagen. In Tabel 3.7 zijn de belangrijkste geohydrologische en geothermische invoerparameters opgenomen die bij de berekeningen zijn gebruikt. De warmtegeleidingscoëfficiënten zijn ontleend aan de VDI 4640, Blatt 1/part 1. De warmtecapaciteit is bepaald met de methode van de Vries (1963), waarbij een porositeit van 35% is aangehouden.

Tabel 3.7 | Modelopbouw HstWin-3D

diepte	hydrologische beschrijving	horizontale doorlatendheid	verticale anisotropie	warmtegeleiding-coëfficiënt	volumetrische warmtecapaciteit
[m-mv]		[m/d]	[-]	[W/(mK)]	[MJ/(m³K)]
0 - 5	deklaag	0,1	10	1,7	2,8
5 - 45	1 ^e watervoerende pakket	15	4	2,3	2,8
45 - 50	lokaal scheidende laag	0,1	10	1,7	2,8
50 - 65	1 ^e watervoerende pakket (filter)	17	4	2,4	2,8
65 - 80	1 ^e watervoerende pakket	15	4	2,4	2,8
80 -90	1 ^e scheidende laag	0,1	10	1,7	2,8

In Tabel 3.8 is het gemiddelde onttrekking-/infiltratiepatroon weergegeven.

Tabel 3.8 | Gemiddeld onttrekking-/infiltratiepatroon

seizoen	bedrijfstoestand	onttrekken uit	infiltreren in	waterhoeveelheid	infiltratietemperatuur
				[m³/seizoen]	[°C]
winter	warmtelevering	W	K	295.000	8
zomer	koudelevering	K	W	295.000	17

De berekende thermische effecten na 20 jaar energieopslag zijn weergegeven in Figuur 3.2 (zomer- en wintersituatie). Het hydrothermische invloedsgebied is het gebied waarbinnen de temperatuur

0,5°C afwijkt van de natuurlijke grondwatertemperatuur ter hoogte van de gemodelleerde bronfilters (10,5°C). Het hydrothermische invloedsgebied van het open bodemenergiesysteem reikt na 20 jaar tot maximaal 235 m van de bronnen.

3.5 GRONDMECHANISCHE EFFECTEN

De stijghoogteveranderingen als gevolg van het open bodemenergiesysteem kunnen zetting veroorzaken. In welke mate deze zettingen daadwerkelijk optreden, hangt af van de zettingsgevoeligheid van de aanwezige bodemlagen en van de grootte van de stijghoogteveranderingen. Daarnaast zijn de eerder opgetreden bodembelastingen van belang. Deze zogenaamde voorbelastingen kunnen hebben plaatsgevonden bij extreem lage stijghoogten in droge jaren of door eerdere (tijdelijke) onttrekkingen.

De potentiële zetting is berekend met de formule van Koppejan. Hiervoor is de bodem geschematiseerd conform Tabel 3.4. De zettingconstanten zijn ontleend aan NEN-blad 6740 - bladzijde 20. Via deze methode wordt een eindzetting berekend, dat wil zeggen een zetting die zal optreden bij een onttrekking van oneindig lange duur (zie bijlage 5). Voor de lokaal scheidende laag is een tijdsafhankelijke berekening van de zetting uitgevoerd, omdat deze laag het grootste aandeel in de totale zetting heeft (zie bijlage 6). Aangezien de berekende stijghoogteveranderingen enigszins een overschatting zijn van de werkelijke effecten, is de berekende zetting eveneens in enige mate een overschatting van de werkelijk optredende zetting.

Voor het gebied direct naast de bronnen is een maximale totaalzetting van 17 mm berekend (zie bijlage 5). Het zettingsverhang bedraagt in de directe nabijheid van de bronnen (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 m per 1.800 m. Aan de rand van het berekende hydrologische invloedsgebied bedraagt de berekende maximale totaalzetting 2 mm.

Op circa 150 m ten noorden van het open bodemenergiesysteem bevindt zich een spoorlijn. De maximale totaalzetting ter hoogte van het spoor bedraagt circa 5 mm. Het zettingsverhang bedraagt maximaal 1 m per 72.700 m.

4 Invloed op de omgeving

4.1 GRONDWATERKWALITEIT

Invloed van de temperatuur

Een verandering van de temperatuur van het grondwater kan de reactiesnelheid en daarmee het chemisch evenwicht van reacties veranderen. In het kader van het onderzoek Meer met Bodem-energie (MMB, zie Soilpedia.nl) naar warmteopslag in de bodem is veel onderzoek gedaan naar het gedrag van water en sediment bij verwarming. Uit deze onderzoeken is gebleken dat de invloed van de temperatuurverandering die optreedt bij bodemenergie (in het algemeen minder dan 10°C) op de watersamenstelling vaak verwaarloosbaar klein is.

Invloed van menging

Bij menging van grondwater met een verschillende samenstelling wordt de grondwaterkwaliteit beïnvloed. Een belangrijke conclusie van MMB en het onderzoek door VU/KWR is dat menging bij lage temperatuursystemen het meest bepalende proces is voor de grondwaterkwaliteit. De temperatuureffecten zijn bij temperaturen onder de 25°C ondergeschikt en worden pas bij hogere temperaturen belangrijker.

Menging heeft alleen effect op de grondwaterkwaliteit als de samenstelling van het gemengde water verschilt. Hierbij kan worden gedacht aan verschillen in zoutgehalte, hardheid en de redoxtoestand van het grondwater. De invloed van menging treedt alleen op in het gebied waar het mengwater zich bevindt: direct rond de bronnen en stroomafwaarts daarvan.

Het grondwater dat bij dit beoogde project gemengd wordt, is volledig kalkverzadigd en gereduceerd (ijzerhoudend, zuurstof- en nitraatloos). Nadelige effecten zijn dan ook niet te verwachten.

4.2 VERZILTING

Gezien de weerstand en de afstand tussen de bronfilters en het zoet-/brak- en het brak-/zoutgrensvlak worden deze niet beïnvloed door het open bodemenergiesysteem.

4.3 VERONTREINIGINGEN

Bij de provincie Noord-Brabant is een overzicht opgevraagd van de bodem- en grondwaterverontreinigingen in de onmiddellijke omgeving van de locatie. Er zijn geen diepe verontreinigingen bekend op de projectlocatie.

4.4 GRONDWATERGEBRUIKERS

Bij de Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van het projectgebied. Binnen het berekende hydrologische en thermische invloedsgebied (zie paragraaf 3.3 en 3.4) bevinden zich geen overige grondwatergebruikers. Van beïnvloeding van overige grondwatergebruikers is daarom geen sprake.

4.5 GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Bij de gemeente Roosendaal is een overzicht opgevraagd van gesloten bodemenergiesystemen binnen 1.000 m van het beoogde bodemenergiesysteem.

Conform de beslismomen uit bijlage 4 van de BUM BE deel 1 is negatieve beïnvloeding van een gesloten bodemenergiesysteem mogelijk wanneer deze binnen het thermische invloedsgebied van een open bodemenergiesysteem ligt. Binnen het berekende thermische invloedsgebied (zie paragraaf 3.4) bevinden zich geen gesloten bodemenergiesystemen. Van negatieve beïnvloeding van gesloten bodemenergiesystemen is daarom geen sprake.

4.6 GRONDWATERBESCHERMING

De locatie is niet gelegen in een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied of boringsvrije zone.

4.7 WATERKERING

De locatie is niet gelegen nabij een waterkering. Er treedt geen zetting op als gevolg van het open bodemenergiesysteem ter plaatse van de waterkering.

4.8 BEBOUWING EN INFRASTRUCTUUR

De berekende grondwaterstandveranderingen zijn zeer gering ($< 0,15$ m). Van grondwateroverlast en langdurige grondwaterstandverlaging is dan ook geen sprake. De optredende stijghoogteveranderingen kunnen van invloed zijn op bestaande bebouwing en infrastructuur via zettingen.

Zettingen

In de Nederlandse Norm voor Geotechniek ontwerp (NEN-EN 1997-1+C1+A1, Eurocode 7) zijn normen opgenomen om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan infrastructuur en constructies te voorkomen.

Volgens deze NEN-norm kan verlies van bruikbaarheid optreden wanneer de zetting groter is dan 50 mm en het zettingsverhang (rotatie) groter is dan 1:500. Bij de aanwezigheid van ondiepe zettingsgevoelige bodemlagen, zoals een deklaag, kunnen verschillen in de samenstelling van de betreffende laag aanleiding geven tot verschilzettingen aan maaiveld. Wanneer de veroorzaakte zetting in de deklaag groter is dan 15 mm, kunnen effecten van betekenis optreden (Krachtwerktuigen en IF Technology, 1992).

ProRail hanteert een maximaal zettingsverhang van 1 mm per 1.000 m (6 mm per spoorstaaf van 6 m).

Invloed bodemenergie

De berekende maximale totaalzetting van 17 mm (zie paragraaf 3.5) en de daarmee gepaard gaande verschilzetting van 1 mm per 1.800 m veroorzaakt geen schade aan gebouwen, funderingen, spoor, wegen of constructies.

De berekende maximale eindzetting ter hoogte van het spoor van 5 mm (zie hoofdstuk 3.5) en de daarmee gepaard gaande verschilzetting van 1 mm per 72.700 m veroorzaakt geen schade aan het spoor.

4.9 NATUUR EN OPENBAAR GROEN

In de omgeving van het projectgebied bevinden zich een KRW-oppervlaktewaterlichaam, ecologische verbindingzones en onderdelen van het Natuurnetwerk Brabant, waaronder Haagbeuken-Essenbos, Vochtig productiebos, kruiden- en faunarijk grasland, en Eiken-/Dennen-/Beukenbos. In een eerste reactie van de natuurafdeling Provincie Noord-Brabant op 25 juni 2025, naar aanleiding van een vooronderzoek naar de hydrologische effecten op de omliggende natuurwaarden, is aangegeven dat de (meest kritische) vegetatie, het Haagbeuken-Essenbos, niet negatief wordt beïnvloed door een verlaging van enkele centimeters in de GHG of GVG in winter en voorjaar, in combinatie met een lichte stijging van de GLG in de zomer.

Wel adviseerde de natuurafdeling om bij het Waterschap na te gaan of de grondwaterstandsverandering mogelijk negatieve effecten heeft op het KRW-oppervlaktewaterlichaam. Deze vraag ligt momenteel ter beoordeling bij Waterschap Brabantse Delta.

In de huidige effectenstudie vallen de hydrologische effecten lager uit dan in de eerder opgestelde notitie, doordat in de definitieve energetische uitgangspunten is uitgegaan van een lagere gemiddelde waterverplaatsing.

Uit gegevens van REGIS, GeoTOP en boringen in de omgeving blijkt dat de lokaal scheidende laag tussen 45 en 50 m-mv niet wijdverbreid aanwezig is. Hierom is in overleg met de provincie Noord-Brabant een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om na te gaan of ook in een worst-case situatie de aanwezige natuurwaarden niet worden beïnvloed. Voor deze gevoeligheidsanalyse zijn de hydrologische effecten ook berekend voor een situatie zonder lokale scheidende laag in het eerste watervoerende pakket (zie de modelopbouw in Tabel 4.1).

Tabel 4.1 | Modelopbouw zonder lokaal scheidende laag voor gevoeligheidsanalyse

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]
2,3 ^a	Open bovenrand met drainageweerstand	-	400
2,3 - 4	fictief freatisch watervoerend pakket	10 ^b	-
4 - 5	deklaag	-	100
5 - 50	1 ^e watervoerende pakket	675	-
50 - 50	fictieve scheidende laag	-	6,0 ^d
50 - 65	1 ^e watervoerende pakket (filter)	255	-
65	fictieve scheidende laag	-	2,0 ^d
65 - 80	1 ^e watervoerende pakket	225	-
> 80	hydrologische basis	-	∞

Figuur 4.1 en Figuur 4.2 geven respectievelijk de grondwaterstandsverandering weer voor het model met de lokale scheidende laag op 45 - 50 m-mv en voor het model zonder deze laag. In het model met scheidende laag strekt het hydrologisch invloedsgebied met een grondwaterstandsverandering van meer dan 1 cm zich uit tot 880 meter vanaf de bronnen. In het model zonder scheidende laag bedraagt deze afstand 905 meter. De berekende maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen in het eerste watervoerende pakket van het model zonder lokale scheidende laag zijn in Tabel 3.5 vermeld.

Tabel 4.2 | Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen zonder en met lokale scheidende laag in eerste watervoerende pakket

watervoerende laag	eenheid	zomer- en wintersituatie	
		Zonder scheidende laag	Met scheidende laag
freatisch	[m]	0,44	0,13
1 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	7,33 ¹	8,53 ¹

¹ met 25% verhoogd, zie toelichting 'skin'

In Tabel 4.3 en Tabel 4.4 zijn de maximale grondwaterstandveranderingen per natuurtype weergegeven voor de modelopbouw met en zonder lokale scheidende laag (45 - 50 m-mv).

Tabel 4.3 | Maximale grondwaterstandveranderingen met lokale scheidende laag in eerste watervoerende pakket per natuurtype

natuurtype	eenheid	zomer- en wintersituatie	GHG en GLG
vochtig bos met productie	[m]	0,03	verzwakt
kruiden- en faunarijk grasland	[m]	0,03	verzwakt
haagbeuken- en essenbos	[m]	0,03	verzwakt
beek en Bron	[m]	0,07	versterkt
KRW-waterlichaam	[m]	0,01	verzwakt

Tabel 4.4 | Maximale grondwaterstandveranderingen zonder lokale scheidende laag in eerste watervoerende pakket per natuurtype

natuurtype	eenheid	zomer- en wintersituatie	GHG en GLG
vochtig bos met productie	[m]	0,04	verzwakt
kruiden- en faunarijk grasland	[m]	0,04	verzwakt
haagbeuken- en essenbos	[m]	0,03	verzwakt
beek en bron	[m]	0,09	versterkt
KRW-waterlichaam	[m]	0,01	verzwakt

Op basis van peilbuizen rond de omgeving van de projectlocatie geplaatst en gemonitord door Arcadis van juni 2020 - december 2022 en een peilbuisregistratie van Socotec van februari 2024 t/m augustus 2024 zijn natuurlijke grondwaterschommelingen van ca. 0,5 - 1,0 m (zie Bijlage 7).

In de winter wordt er vooral in de koude bronnen geïnfilteerd, waardoor de grondwaterstand verhoogt. In de zomer wordt er juist vooral uit de koude bronnen onttrokken, waardoor de grondwaterstand dan verlaagt. Bij de koude bronnen is de hydrologische invloed van het open bodemenergiesysteem hierdoor in dezelfde richting van het natuurlijke grondwaterregime, waardoor de GHG en GLG versterkt worden. Bij de warme bronnen worden de GHG en GLG juist verzwakt. Alleen bij de beek en bron ten noorden en ten zuiden van het projectgebied worden de GHG en GLG versterkt door de realisatie van een open bodemenergiesysteem (Tabel 4.4).

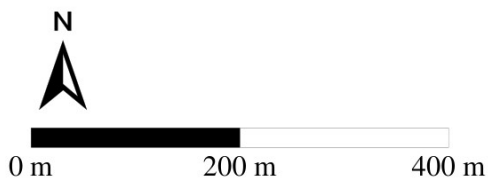
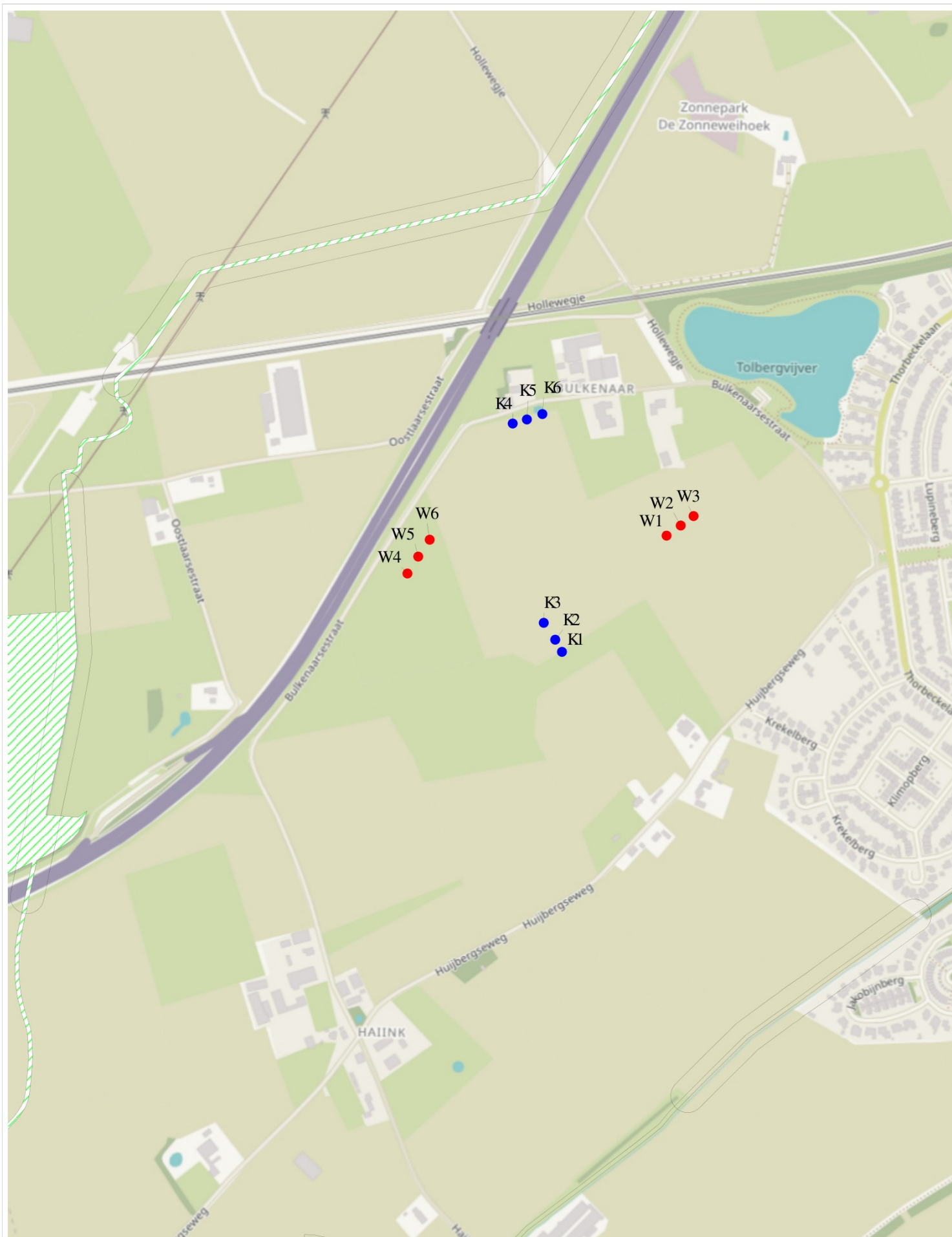
De hydrologische effecten op het Natuurnetwerk Noord-Brabant blijken kleiner dan eerder vastgesteld. Dit komt doordat in de definitieve energetische uitgangspunten is uitgegaan van een lagere gemiddelde waterverplaatsing. Voor de meeste natuurtypen leidt het open bodemenergiesysteem van het Bravis ziekenhuis tot een verzwakking van de gemiddeld hoogste en laagste

grondwaterstanden (GHG en GLG). In combinatie met de relatief grote natuurlijke variatie in grondwaterstanden, wijst dit erop dat het systeem slechts een zeer beperkte invloed heeft op de aanwezige natuurwaarden.

4.10 CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGISCHE WAARDEN

De locatie is niet gelegen nabij een archeologisch en/of aardkundig waardevol gebied.

Figuren



Project: Bodemenergie Bravis ziekenhuis Roosendaal

Datum: A: 01-07-2025
B:

Onderwerp: Overzichtskaart met bronlocaties

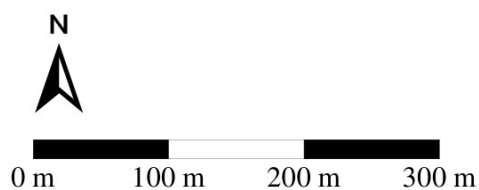
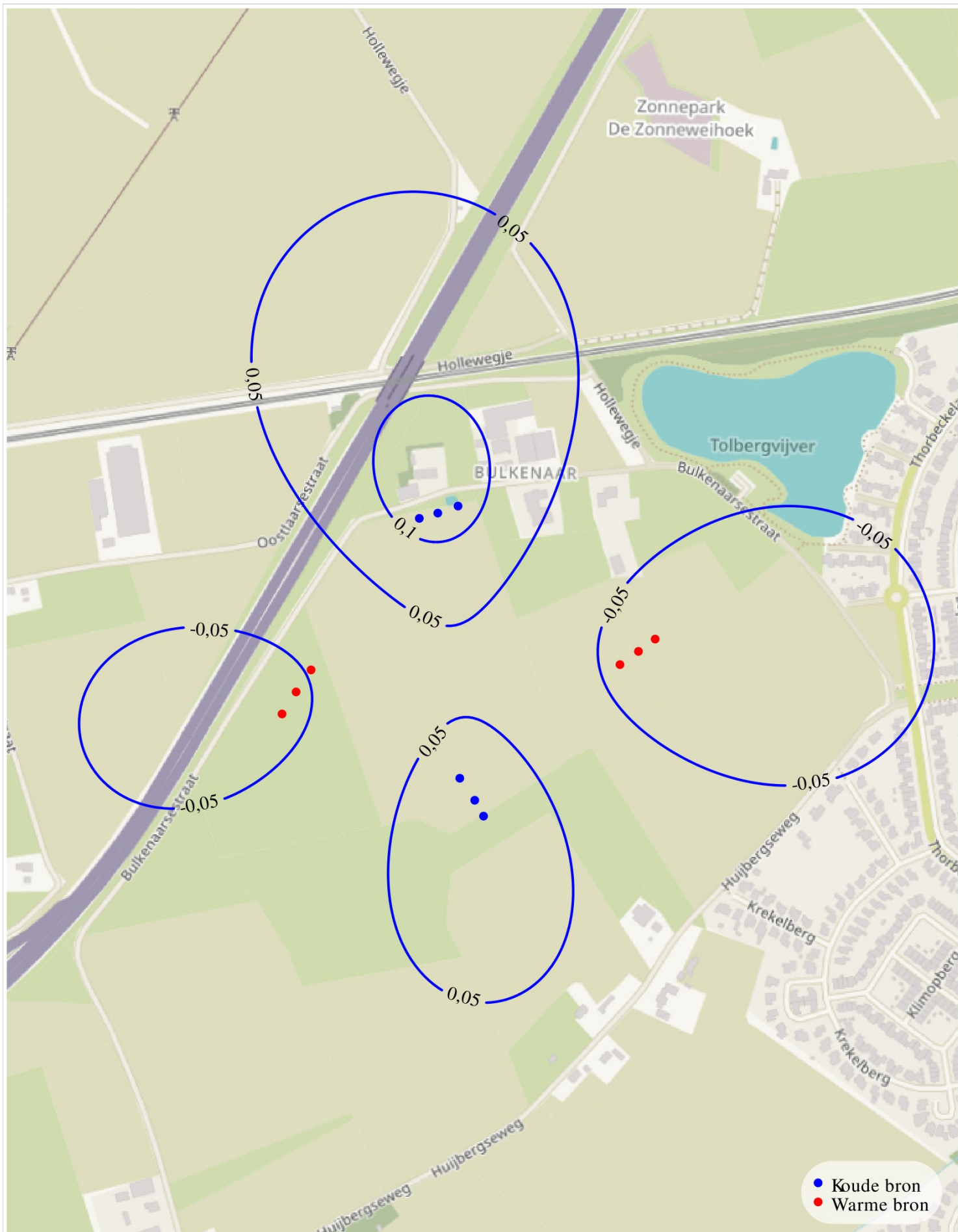
Figuur: 2.2

Stadium: effectenstudie

Referentie: PR09846/GR Getek.: DD

Form.: A4





Project: Bravis ziekenhuis Roosendaal

Datum: A: 23-07-2025
B:

Onderwerp: Berekende maximale grondwaterstandverandering [m]

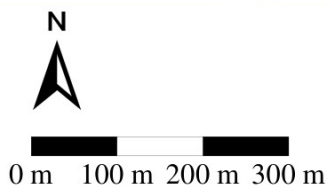
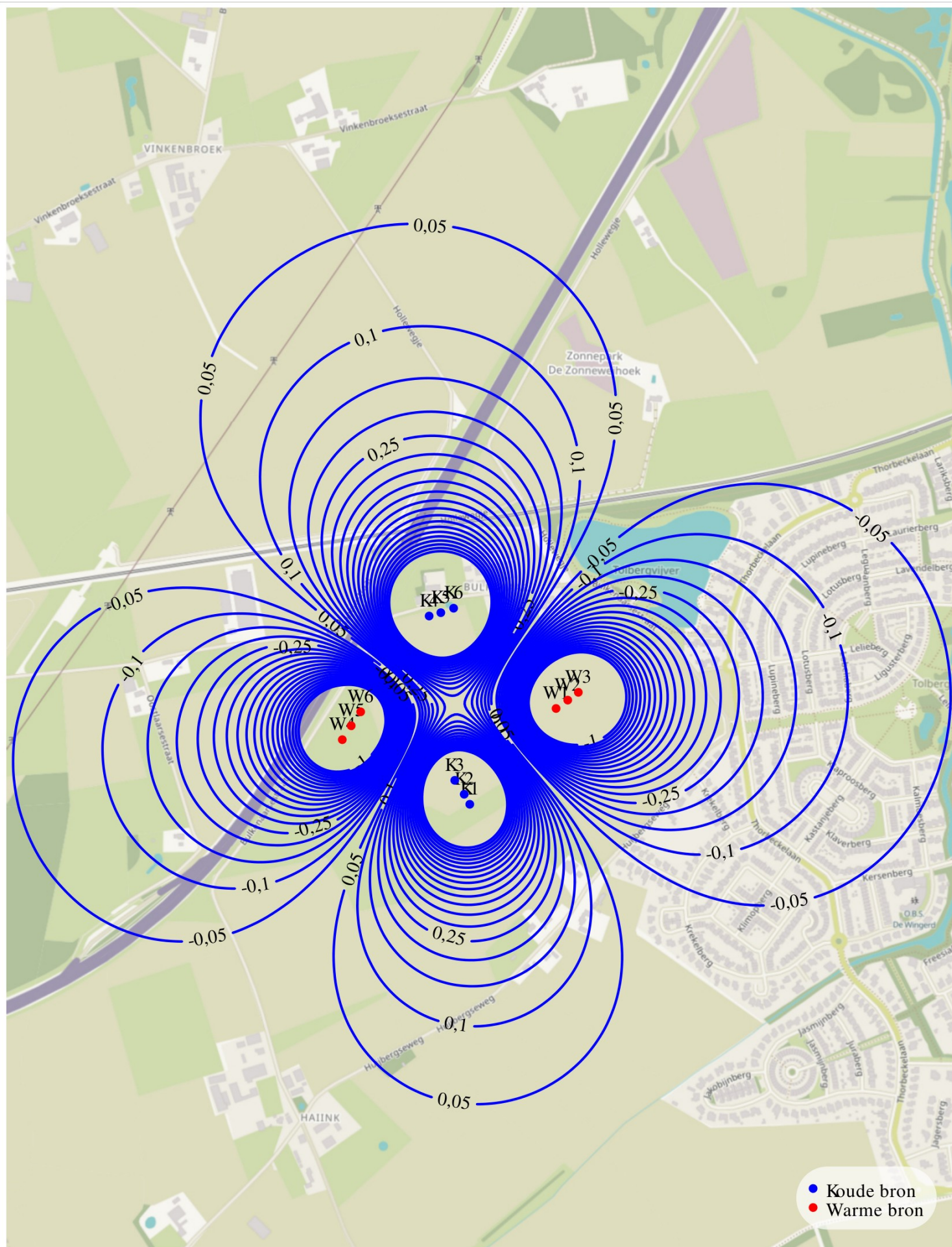
Figuur: 3.1

Stadium: effectenstudie

Referentie: PR09846/GR Getek.: DD

Form.: A4





Project: Bravis ziekenhuis Roosendaal

Datum: A: 23-07-2025
B:

Onderwerp: Berekende maximale stijghoogteverandering [m]

Figuur: 3.2

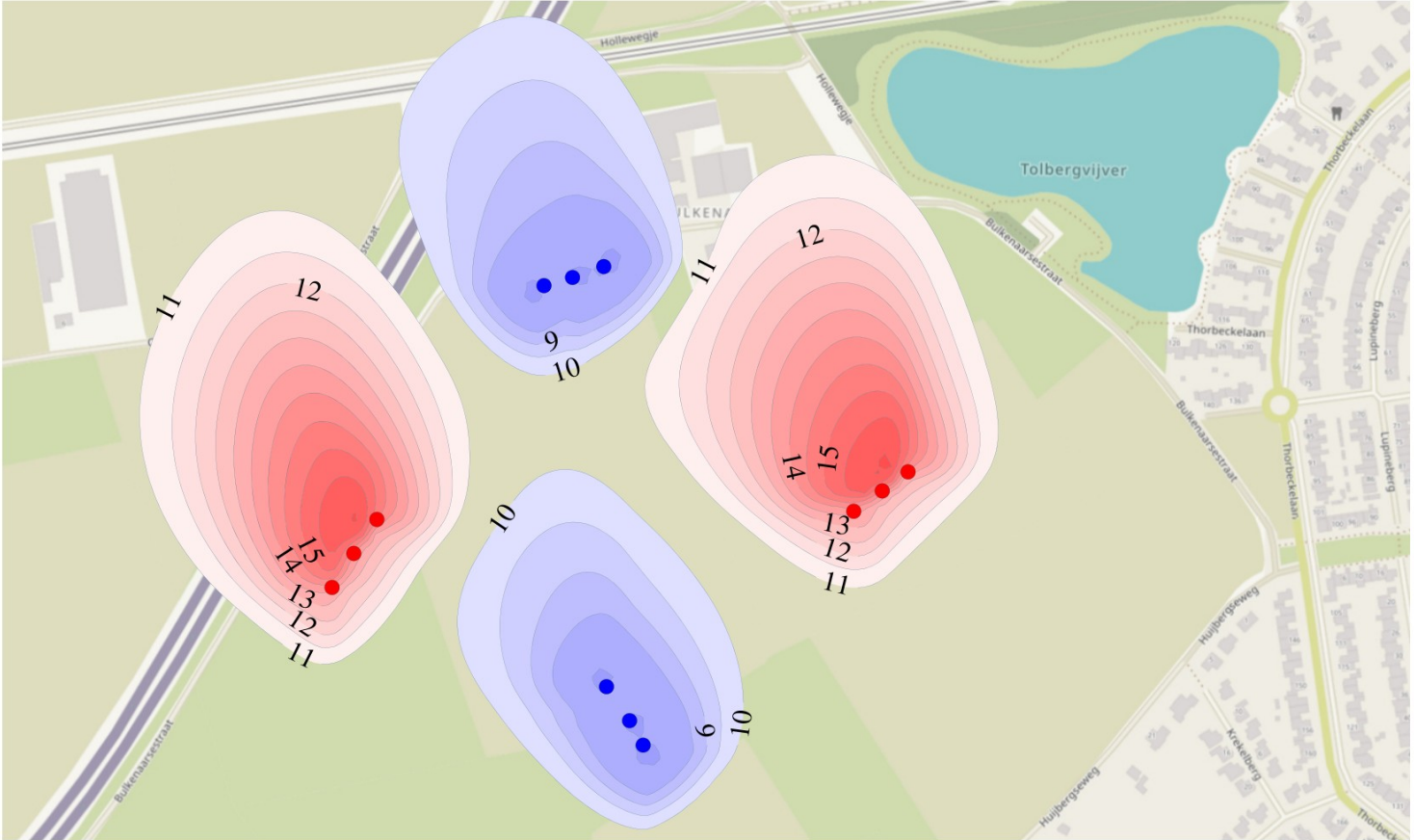
Stadium: effectenstudie

Referentie: PR09846/GR Getek.: DD

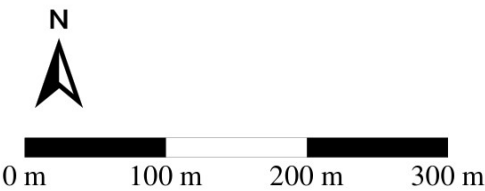
Form.: A4

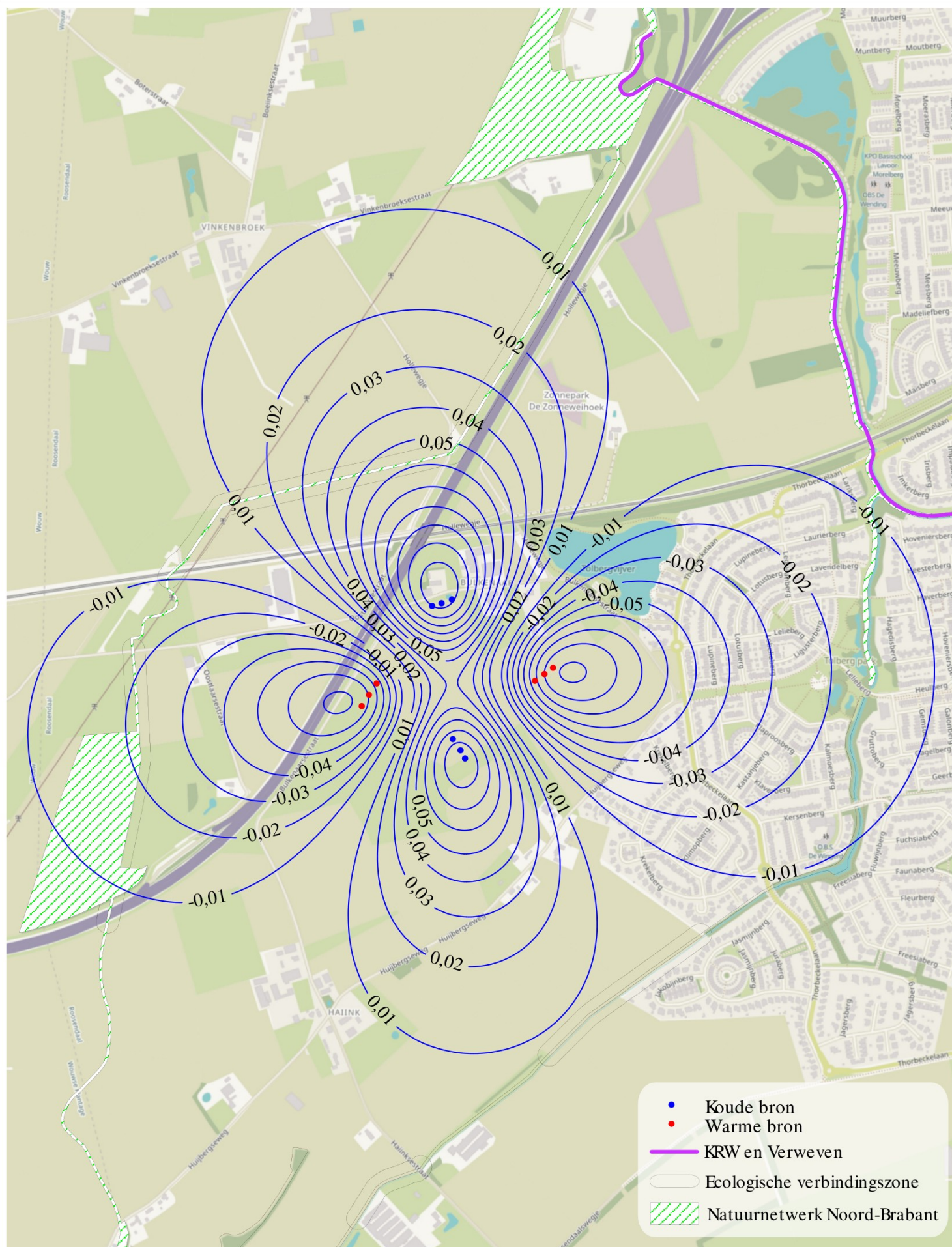


situatie einde winter



situatie einde zomer





0 m 200 m 400 m 600 m

Project: Bravis ziekenhuis Roosendaal
Met lokale scheidende laag

Datum: A: 23-07-2025
B:

Onderwerp: Berekende maximale grondwaterstandverandering [m]
en omliggende natuurwaarden

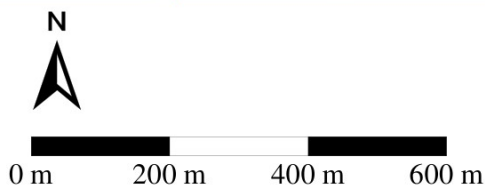
Figuur: 4.1

Stadium: effectenstudie

Referentie: PR09846/GR Getek.: DD

Form.: A4





Bijlage 1

LOZINGSNOTITIE

Datum 10 september 2025
Referentie PR09846/GR/20250910
Betreft WKO Bravis Ziekenhuis Roosendaal
Auteur 
Gecontroleerd door 
Versie 1.0

Toelichting lozingen

1 INLEIDING

De klimatisering van het nieuwe Bravis Ziekenhuis zal verzorgd worden middels een open bodemenergiesysteem. Hiermee kan koude en warmte worden onttrokken aan de bodem en worden aangewend om het gebouw mee te koelen dan wel te verwarmen. De projectlocatie is gelegen in het plangebied Bulkenaar in Roosendaal. De globale ligging is weergegeven in Figuur 1. In Bijlage 1 zijn tekeningen met de beoogde bronlocaties en het toekomstige rioolnetwerk opgenomen. De broninpassing is nog niet definitief. Daarom zijn er in de tekeningen twee varianten voor de broninpassing opgenomen.



Figuur 1 | Projectlocatie Bravis Ziekenhuis Roosendaal

Er komt grondwater vrij zowel bij de aanleg als bij het onderhoud van de bronnen. Hieronder is een toelichting gegeven op beide lozingssituaties.

2 GEGEVENS LOZINGEN

Lozing bij realisatie, eenmalige lozing

Na het boren van de grondwaterbronnen, bij het ontwikkelen (schoonpompen) hiervan, dient eenmalig grondwater te worden geloosd. In Tabel 1 zijn de details van de lozing weergegeven.

Tabel 1 | Details lozing

onderwerp	eenheid	specificatie
aantal bronnen	[-]	12 (zes warme en zes koude)
ontwerpdebiet per bron	[m ³ /uur]	60
maximaal te lozen debiet per bron (130% van het ontwerpdebiet)	[m ³ /uur]	78
gemiddeld lozingsdebiet per bron (50% van het ontwerpdebiet)	[m ³ /uur]	30
maximaal te lozen hoeveelheid per bron	[m ³]	2.400
maximaal te lozen hoeveelheid in totaal	[m ³]	28.800
tijdsduur lozingen	[week]	12 - 24
herkomst grondwater (diepte onder maaiveld)	[m-mv]	50 - 80

Het lozen tijdens realisatie kan globaal worden opgedeeld in vier verschillende fasen. Elk van deze fasen vraagt een andere handeling wat betekent dat de hoeveelheid vrijkomend grondwater per fase verschilt. De aannemer is momenteel nog niet bekend, de werkelijke werkwijze kan afwijken van de genoemde acties/fasering. Hieronder wordt elke fase apart toegelicht:

Initieel schoonpompen

- Hierbij wordt water met een gering debiet (25% van ontwerpdebiet, stapsgewijs oplopend tot ontwerpdebiet) opgepompt en geloosd.
- Deze actie dient om het werkwater met boorspoeling uit de bron te verwijderen en zal maximaal 3 tot 4 uur per bron duren. Per bron komt er maximaal 180 tot 240 m³ werkwater vrij. Dit water wordt vervolgens geloosd op het hemelwaterriool. Met behulp van bezinkbakken wordt ervoor gezorgd dat deeltjes bezinken zodat de concentratie onopgeloste bestanddelen niet overschreden wordt.

Jutten

- Hier wordt een druk van 1,5 bar op de bron gezet en weer losgelaten. Dit wordt een aantal maal achter elkaar gedaan en vervolgens wordt het water opgepompt (25% van ontwerpdebiet) en geloosd. Dit proces wordt een aantal malen herhaald.

Sectiegewijs ontwikkelen

- Hierbij wordt water per meter in de omstorting rondgepompt (of sectiegewijs gejutterd), waarbij met tussenpozen het water wordt geloosd (25% van ontwerpdebiet).

Intermitterend pompen

- Bij deze actie wordt een onderwaterpomp in de bron herhaaldelijk aan- (130% van ontwerpdebiet) en uitgezet. Dit proces zal ongeveer 1 tot 3 dagen duren. Bij deze actie komt de grootste hoeveelheid water vrij dat geloosd dient te worden.

Het lozen van het water gebeurt bij voorkeur middels tijdelijke leidingen aan maaiveld op een inspectieput van het hemelwaterriool. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van een bezinkbak om het eventueel aanwezige zand en slib af te vangen. Dit hemelwaterriool is een nieuw aan te leggen rioolstelsel en komt volledig in het beheer van het Bravis Ziekenhuis.

Periodieke lozing

Tijdens periodiek preventief onderhoud van het systeem (na ingebruikname) dient per bron maximaal 4x het ontwerpdebiet per jaar geloosd te worden. In totaal komt de maximaal te lozen hoeveelheid op 2.880 m³/jaar. Dit water dient op ontwerpdebiet (60 m³/uur) geloosd te worden. Bij voorkeur wordt hiervoor een vaste aansluiting gemaakt op een inspectieput van het hemelwaterriool.

Waterkwaliteit

Het te lozen water betreft zoet grondwater en is vrij van verontreinigingen. In Bijlage 2 is, ter indicatie van het chloride- en ijzergehalte, een analyserapport van de reeds uitgevoerde proefboring opgenomen. Deze proefboring heeft plaatsgevonden op de projectlocatie. Er wordt alleen water onttrokken ter hoogte van het filtertraject. Het filtertraject is beoogd op een diepte van 50 tot 80 m-mv. Op basis van het analyserapport heeft het grondwater op een diepte van 50 - 80 m-mv de volgende stofgehaltenes:

- Chloride: ca. 12 mg/l
- IJzer: ca. 2 mg/l

Maatregelen ter vermindering van de lozingshoeveelheid

Het heeft onze nadrukkelijke aandacht de totale lozingsvracht zo klein mogelijk te houden. De volgende maatregelen zijn daarom voorzien.

- Stilstand tussen boren en ontwikkelen zo kort mogelijk houden. Maximaal 5 werkdagen tussen inbouw bronfilter en start ontwikkelen, hierdoor komt vervuiling makkelijker vrij.
- Voorafgaande aan het ontwikkelen een pompproef uitvoeren. Het doel hiervan is het bepalen van het maximaal haalbare specifieke debiet om zodoende gericht te kunnen ontwikkelen (eerder stoppen, eerder naar andere ontwikkelacties overschakelen).
- Indien (naar aanleiding van pompproef) blijkt dat het specifieke debiet niet goed is, overgaan tot chemisch reinigen (hogere effectiviteit).

3

JURIDISCH KADER

In het Beleidsondersteunend document 'Lozingen bij aanleg en onderhoud van bodemenergiesystemen' is voor spoelwater ten gevolge van ontwikkelen en onderhoud van een open bodemenergiesysteem de voorkeursvolgorde voor lozen vastgesteld. Deze volgorde is als volgt:

- in de bodem
- oppervlaktewater
- hemelwaterriool
- vuilwaterriool
- externe verwerker

Voorkeursvolgorde

Voor de lozingen bij project Bravis Ziekenhuis is de voorkeursvolgorde doorlopen.

- Lozing in de bodem.
 - Deze optie valt af, hierbij zijn de volgende afwegingen gemaakt:
 - > Het watervoerende pakket biedt onvoldoende ruimte om een separaat lozingsfilter te plaatsen. Verwachte filterlengte van 20 meter is geheel benodigd voor het bronfilter. Zie nadere toelichting onder kopje 'retourfilter'.
 - > Terugbrengen in een ander watervoerend pakket is niet wenselijk in verband met vermenging van verschillende waterkwaliteiten.
 - > Een separate retourbron is ruimtelijk (onder- en bovengronds) zeer moeilijk in te passen. Daarbij komt ook dat een dergelijke bron ontwikkeld zal moeten worden en op (zeer) regelmatige basis opnieuw schoongemaakt dient te worden. Het is daarbij de vraag of injecteren van het ontwikkelwater van 12 bronnen in praktijk haalbaar is.
- Lozing op oppervlaktewater
 - Deze optie valt af omdat er geen geschikt oppervlaktewater bereikbaar is. Op dit moment bestaat het terrein uit weilanden met omliggende sloten. Echter, op basis van de nieuwbouwtekening worden deze sloten mogelijk gedempt.

- Lozing op hemelwaterriool
 - Dit lijkt de eerste aannemelijke optie, de vergunningaanvraag is daarom ingestoken op een lozing op hemelwaterriool.

Retourfilter

Na het boren van de bronnen dienen de bronnen zodanig ontwikkeld te worden dat ze geschikt zijn voor het onttrekken en infiltreren van grondwater op ontwerpcapaciteit en de jaarlijks te verpompen hoeveelheden.

Een retourfilter moet geplaatst worden in hetzelfde watervoerende pakket als het pakket dat voor de koude-/warmteopslag wordt benut. Het plaatsen van een retourfilter in een ander watervoerend pakket is juridisch niet toegestaan. Dit betekent dat het watervoerende pakket voldoende dik moet om zowel het bronfilter als het retourfilter te kunnen plaatsen.

Het retourfilter kan niet op gelijke hoogte afgesteld worden als het bronfilter omdat het infiltratiewater zand en slib bevat (dit leidt tot verstopte bronnen).

BIJLAGE 1 BRONLOCATIES EN TOEKOMSTIG RIOOLNETWERK



Be Briefly Recalled



- Warme bron
- Koude bron
- Leiding warm conform tekening
- Leiding koud conform tekening

BIJLAGE 2 WATERKWALITEIT

Analyserapport

IF Technology



Postbus 605

6800 AP ARNHEM

Blad 1 van 3

Uw projectnaam : Proefboring Bravis Roosendaal
Uw projectnummer : PR10346
SGS rapportnummer : 14079331, versienummer: 1.

Rotterdam, 14-05-2024

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project PR10346. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de door SGS geteste monsters en zoals door SGS ontvangen zijn. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters, het project en de monsternamedatum (indien aangeleverd) zijn overgenomen in dit analyserapport. SGS is niet verantwoordelijk voor de gegevens verstrekt door de opdrachtgever.

Het onderzoek is uitgevoerd door SGS Environmental Analytics, gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL). Indien het onderzoek is uitgevoerd door derden is dit in het rapport aangegeven.

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 3 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Voor meer informatie, omtrent bijvoorbeeld meetonzekerheid of gebruikte analysemethoden, kunt u contact opnemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,



Business Unit Manager

Analyserapport

Blad 2 van 3

IF Technology



Projectnaam Proefboring Bravis Roosendaal
 Projectnummer PR10346
 Rapportnummer 14079331 - 1

Orderdatum 08-05-2024
 Startdatum 08-05-2024
 Rapportagedatum 14-05-2024

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie						
001	Grondwater	PB F-2 (23-25)						
002	Grondwater	PB F-3 (33-35)						
003	Grondwater	PB F-4 (43-45)						
004	Grondwater	PB F-5 (57-59)						
005	Grondwater	PB F-6 (77-79)						

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003	004	005
<i>METALEN</i>							
mangaan	µg/l	Q	850	480	340	250	230
ijzer	µg/l	Q	7500	5100	6300	2100	1200
<i>DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN</i>							
chloride	mg/l	Q	21	18	22	11	12
nitraat	mgN/l	Q	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
nitraat	mg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf :



Analyserapport

IF Technology



Projectnaam Proefboring Bravis Roosendaal
Projectnummer PR10346
Rapportnummer 14079331 - 1

Orderdatum 08-05-2024
Startdatum 08-05-2024
Rapportagedatum 14-05-2024

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
mangaan	Grondwater	NEN-EN-ISO 17294-2
ijzer	Grondwater	Idem
chloride	Grondwater	NEN-ISO 15923-1
nitraat	Grondwater	NEN-EN-ISO 10304-1
nitraat	Grondwater	Idem

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	B6289651	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
001	B2170089	08-05-2024	08-05-2024	ALC204
001	B6289653	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
002	B6289650	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
002	B2170092	08-05-2024	08-05-2024	ALC204
002	B6289655	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
003	B6396081	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
003	B2170104	08-05-2024	08-05-2024	ALC204
003	B6289654	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
004	B6396003	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
004	B6289648	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
004	B2170108	08-05-2024	08-05-2024	ALC204
005	B6396054	08-05-2024	08-05-2024	ALC207
005	B2170093	08-05-2024	08-05-2024	ALC204
005	B6395986	08-05-2024	08-05-2024	ALC207

Paraaf :



Bijlage 2

BEREKENING VAN DE SPF

Project:	Het Nieuwe Bravis	Versiebeheer			
Project nummer:	RNL.120.06271	Versie	Datum	Door	Omschrijving
Omschrijving:	SPF verklaring	2.0			
Opsteller:	TPe/Sno	3.0			
Fase:	TO	4.0			
Versie:	1	5.0			
Datum:	16/09/2025				
Status:	Definitief				

Totale koudevraag gebouw **4,170,286** kWh_{th}

Totale warmtevraag gebouw **2,456,947** kWh_{th}

SPF_{BES} **4.3**

Geleverde warmte aan gebouw 2,456,947 kWh_{th}

Geleverde koude aan gebouw 2,738,803 kWh_{th}

Elektraverbruik tbv bodem 1,203,148 kWh_e

Door BES geleverd aan gebouw

Door BES geleverd aan gebouw

Door BES opgenomen

Elektraverbruik tbv bodem

		COP	aandeel
WP winterbedrijf	496,166 kWh _e	3.6	41%
WP zomerbedrijf	356,115 kWh _e		30%
Bronpompen	142,369 kWh _e		12%
Droge koeler	46,760 kWh _e	16.6	4%
Circulatiepompen	52,361 kWh _e		4%
Totaal:	1,093,771 kWh _e		
extra onvoorzien	109,377 kWh _e	10%	9%
Totaal elektra	1,203,148 kWh _e		

verliezen en nadere uitwerking

Totale koude laden in bodem

		aandeel
Geladen koude door droge koeler	776,217 kWh _{th}	28%
Geladen door CKM	- kWh _{th}	0%
Geladen koude door WP	1,962,587 kWh _{th}	72%
totaal koude in bodem geladen	2,738,803 kWh _{th}	

regeneratie winter

regeneratie winter

warmtevraag winter

Elektraverbruik tbv aanvullende koudeproductie

		aandeel
Totale koudevraag gebouw	4,170,286 kWh _{th}	
Pieklast WP - tgv te laag Q-bron	1,416,491 kWh _{th}	
Geleverd door WKO (BES)	2,738,803 kWh _{th}	66%
Koude productie WP+CKM zomer	benodigd 1,431,483 kWh _{th}	34%
CKM-WP (BES)	1,431,483 kWh _{th}	34%
	210,512 kWh _e	
	6.8 SEER	

Totaal elektraverbruik energie opwekking

Bodem energie systeem	1,203,148 kWh _e	85%
Koude warmtepomp	incl. kWh _e	
Koude CKM	210,512 kWh _e	15%
	1,413,660 kWh _e	

Bijlage 3

BOORBESCHRIJVING VAN DE PROEFBORING BRAVIS ZIEKENHUIS EN BEDRIJVENTERREIN
BORCHWERF, VELD F

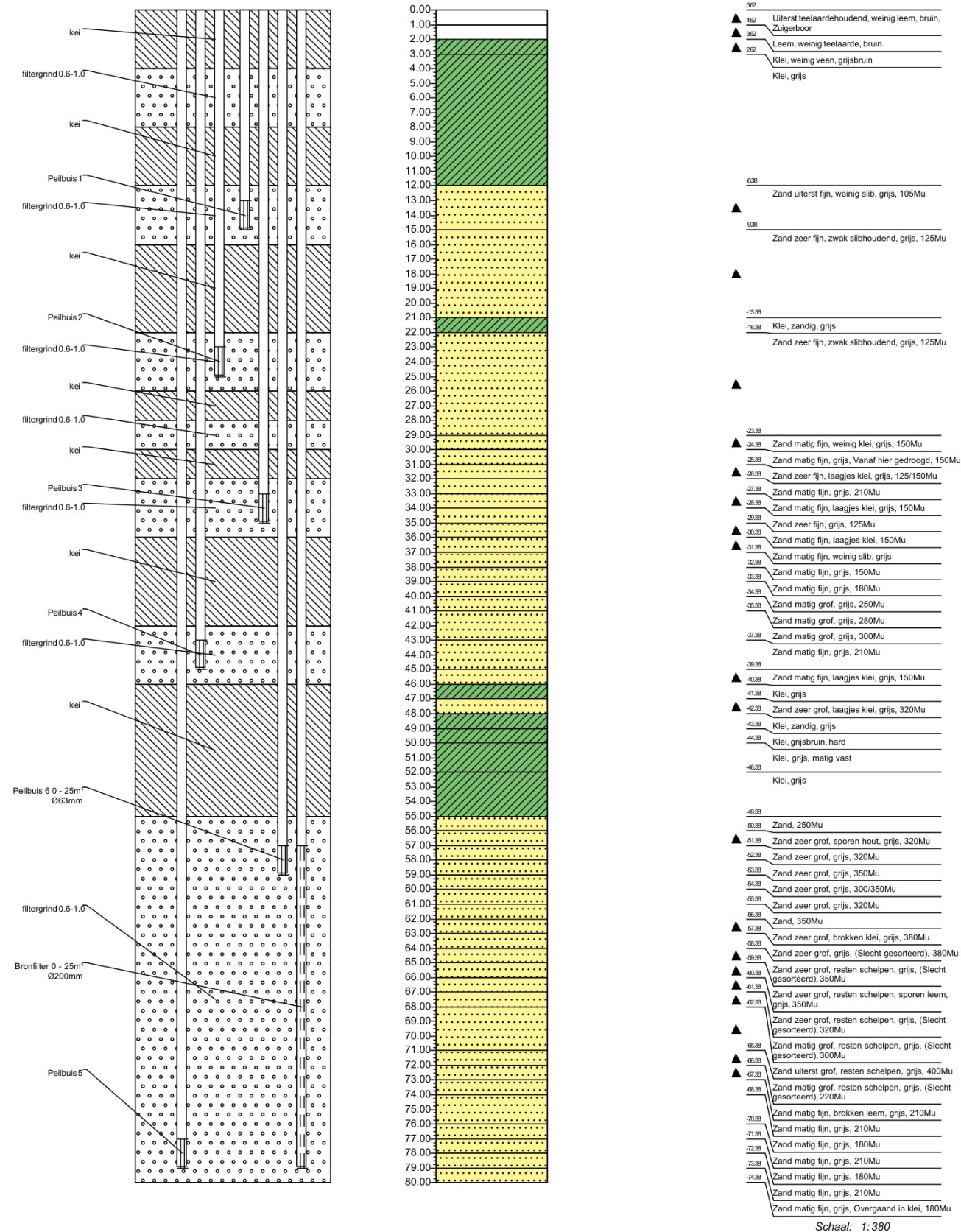
Projectnummer.: TV_23114
Projectnaam: Bulkenaarstraat, Roosendaal



Identificatie conform NEN 5140

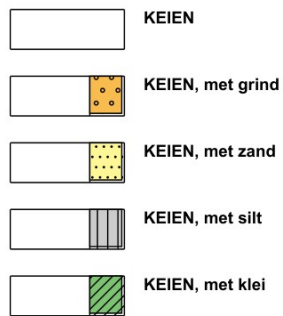
Boring: B1535
Uitvoering op: 27-3-2024
Uitvoering door:

X-coördinaat [m RD]: 87820,00
Y-coördinaat [m RD]: 392287,00
Maaiveldhoogte [m]: 5.62 t.o.v. N.A.P.



Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

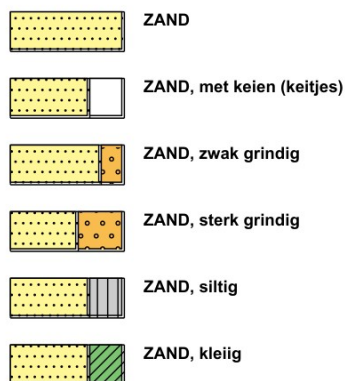
KEIEN (KEITJES)



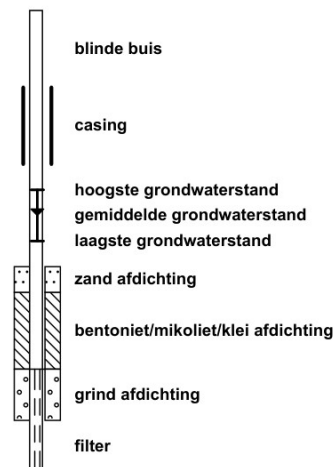
GRIND



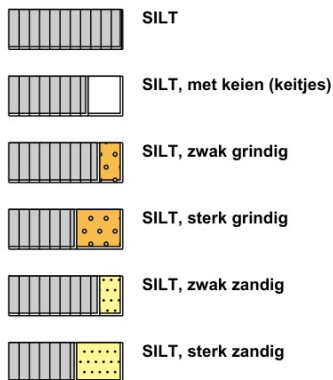
ZAND



peilbuis



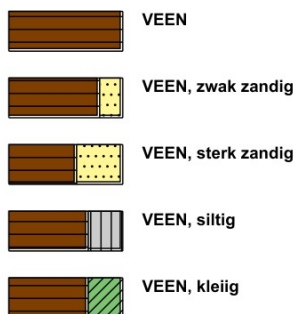
SILT



KLEI



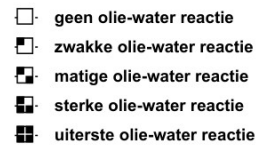
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



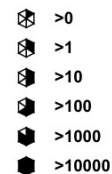
geur



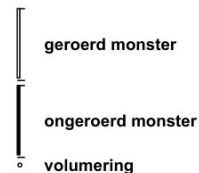
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig





INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

Ingekomen nr.	10-399
Datum	19-7-06
Projectnr.	56173
Kopieën aan	RW + RH

Boorprofiel:

Plaats	:Roosendaal (Jagersweg Zuid)	Boordiameter(s)	: Ø 350 mm
Provincie	:Noord- Brabant	Boormeester	:
Project	:Borchwerf 2	Beschrijver	:
Projectnummer	:--	Methode	: NEN 5104
Opdrachtgever	:Brabant Water	Einddiepte	: 82 m.-mv.
Adviseur / directie	:If Technology	Maaiveld t.o.v. NAP	: 2.31 m + NAP
Datum uitvoering	:28-6-2006	Geofysische meting	: nee
Bronnummer / -naam	:Proefboring	alles gedroogd bepaald	
Boormethode	:Zuigboren + luchtlichten		
Coördinaten X - Y	: X 091389 (+/- 10 m.)		
	: Y 397538 (+/- 10 m.)		

Diepte in m.-mv	Grond-soort	Kleur	Omschrijving	Bijmenging	µm
00.00-02.50	Zand		Geroerde grond	Weinig puin	
02.50-04.00	Zand/klei		Geroerde grond		
04.00-05.00	Zand	grijs/bruin	Matig fijn	Klei	150
05.00-08.00	Zand	grijs/bruin	Matig fijn		150
08.00-09.00	Zand	Grijs	Matig fijn		170
09.00-10.00	Zand	Grijs	Matig fijn		200
10.00-10.50	Zand	Grijs	Matig grof		220
10.50-16.00	Klei	Grijs	Slap		
16.00-19.00	Zand	Grijs/bruin	Matig fijn	Weinig klei	150
19.00-20.00	Zand	Grijs	Zeef fijn	Weinig klei	140
20.00-23.00	Zand	Grijs	Matig fijn		150
23.00-24.00	Zand	Grijs	Matig fijn		200
24.00-25.00	Zand	Grijs	Matig fijn		180
25.00-26.00	Zand	Grijs	Matig grof		220
26.00-27.00	Klei	Grijs	Matig slap	Weinig zand	
27.00-29.00	Zand	Grijs	Matig fijn		180
29.00-30.00	Zand	Grijs	Matig fijn		200
30.00-32.00	Zand	Grijs	Matig grof		220
32.00-33.00	Zand	Grijs	Matig fijn		200
33.00-34.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
34.00-35.00	Zand	Grijs	Matig fijn		200
35.00-36.00	Zand	Grijs	Matig fijn		180
36.00-37.00	Zand	Grijs	Matig fijn		170
37.00-38.00	Zand	Grijs	Matig grof		250

1

Méer dan 100 jaar ervaring

• bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregening
• tuinbouwcomputers



Op al deze offertes, leveringen en diensten zijn van toepassing de Algemene Leveringsvoorwaarden Installerende bedrijven (ALIB'92) vastgesteld door de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven (VNI), Unie van Electrotechnische Ondernemers (UNETO), Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (NVL). In 1992 gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage onder nummer 162/1992 en/of de Algemene Leverings-, Betalings- en Garantievorwaarden van de Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energie Opslagsystemen (NVOE) gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te Groningen op 27 oktober 2000 onder nr. 00.47.

BETALING BINNEN 14 DAGEN NETTO - RECLAMES BINNEN 8 DAGEN.



INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

Diepte in m.-mv	Grond-Soort	Kleur	Omschrijving	Bijmenging	µm
38.00-39.00	Zand	Grijs	Matig grof		220
39.00-42.50	Zand	Grijs	Matig grof		250
42.50-48.00	Klei	Grijs	Matig vast, zandig		
48.00-50.00	Klei	Grijs	Matig vast, sterk zandig		
50.00-51.00	Zand	Grijs	Matig grof		220
51.00-53.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
53.00-55.00	Zand	Grijs	Matig grof		220
55.00-56.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
56.00-57.00	Zand	Grijs	Matig grof		230
57.00-58.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
58.00-59.00	Zand	Grijs	Matig grof		230
59.00-60.00	Zand	Grijs	Matig grof	Weinig klei	230
60.00-61.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
61.00-62.50	Zand	Grijs	Matig grof		280
62.50-65.00	Klei	Grijs	Matig vast, sterk zandig	Zand	
65.00-67.00	Zand	Grijs	Matig fijn	Veel klei	200
67.00-68.00	Zand	Grijs	Matig grof	Klei	220
68.00-69.00	Zand	Grijs	Matig grof	Weinig klei	250
69.00-72.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
72.00-74.00	Zand	Grijs	Matig grof		220
74.00-75.00	Zand	Grijs	Matig grof		250
75.00-77.00	Zand	Grijs	Matig grof		270
77.00-78.00	Zand	Grijs	Matig grof	Weinig schelp	300
78.00-80.00	Schelpen		Schelpengruis	Grof zand	
80.00-81.00	Zand	Grijs	Matig grof	Schelpengruis	250
81.00-82.00	Zand	Grijs	Matig grof		250

Bijlagen:

zeefkrommes van de lagen

52-53 m.-mv.

54-55 m.-mv.

70-71 m.-mv.

75-77 m.-mv.

Méer dan 100 jaar ervaring

- bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregning
- tuinbouwcomputers



Op al deze offertes, leveringen en diensten zijn van toepassing de Algemene Leveringsvoorwaarden Installerende bedrijven (ALIB'92) vastgesteld door de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven (VNI), Unie van Electrotechnische Ondernemers (UNETO), Nederlandse Vereniging voor Lijnverheid (NVL). In 1982 gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage onder nummer 162/1982 en/of de Algemene Leverings-, Betalings- en Garantiewoorden van de Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energie Opslagsystemen (NVOE) gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te Groningen op 27 oktober 2000 onder nr. 00.47.

BETALING BINNEN 14 DAGEN NETTO - RECLAMES BINNEN 8 DAGEN.



INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

Bronconstructie:

Plaats : Roosendaal (Jagersweg Zuid) Boordiameter(s) : Ø 350 mm.
Provincie : Noord-Brabant Boormeester :
Project : Borchwerf 2 Diepte bron : 80 m.-mv.
Projectnummer : --- Maaiveld t.o.v. NAP : 2.31 m.+ NAP
Opdrachtgever : Brabant Water Waterstand in bron : (Zie gegevens putproef)
Adviseur / directie : If Technology Capaciteit bron : 20 m³/h
Datum uitvoering : 29-6-2006
Bronnummer / -naam : Proefboring Coördinaten X - Y : X 091389 (+/- 10 m.)
: Y 397538 (+/- 10 m.)

Bronconstructie:

	Diepte (m.-mv)	Lengte (m.)	Materiaal	Diameter Ø Buiten x Ø binnen (mm.)	Drukklasse PN	Perforatie (mm)
Pompkamer	00.00-30.00	30.00	Pvc	200 x 184.60	10.00	
Stijgbuis	30.00-51.00	21.00	Pvc	125 x 115.40	10.00	
Filterbuis	51.00-62.00	11.00	Pvc	125 x 115.40	10.00	00.50
Stijgbuis	62.00-68.00	06.00	Pvc	125 x 115.40	10.00	
Filterbuis	68.00-79.00	11.00	Pvc	125 x 115.40	10.00	00.50
Zandvang	79.00-80.00	01.00	Pvc	125 x 115.40	10.00	

Verbindingen : Lijmen (spie - tromp)
Bodemuitvoering : PVC
Uitvoering centreerbeugels/ringen : PVC
KIWA-keur ja/nee : Ja, exclusief bewerkingen

Afwerking : In bovengrondse gegalvaniseerde beschermkoker

Opmerking(en) : Bovenkant bron: 2,73 m.+ NAP
: Filterstelling i.o.m. van If Technology d.d. 28-6-06
: Bron gedurende 1 dag gejutterd en interrumpend gepompt.

Bijlage: : Gegevens putproef.

3

Méer dan 100 jaar ervaring

• bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregening
• tuinbouwcomputers



NEDERLANDSE VERENIGING
VOOR
ONDERGRONDSE ENERGIEOPSLAGSYSTEMEN



Op al deze offertes, leveringen en diensten zijn van toepassing de Algemene Leveringsvoorwaarden Installerende bedrijven (ALIS'92) vastgesteld door de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven (VNI), Unie van Electrotechnische Ondernemers (UNETO), Nederlandse Vereniging voor Liftveiligheid (NVL). In 1992 gedeponeerd bij de Griffie van de arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage onder nummer 162/1992 en/of de Algemene Leverings-, Betalings- en Garantievoorzieningen van de Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energie Opslag Systemen (NVOE) gedeponeerd bij de Griffie van de arrondissementsrechtbank te Groningen op 27 oktober 2000 onder nr. 00.47.

BETALING BINNEN 14 DAGEN NETTO - RECLAMES BINNEN 8 DAGEN.



INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

Peilbuisconstructie:

Nr.	Diepte (m.-mv)	Filter Van - tot (m.-mv)	Stijgbuis Van - tot (m.-mv)	Materiaal	Diameter Buiten x binnen (mm.)	Drukklasse PN	Perforatie (mm.)
1	11	10.00-08.00	08.00-00.00	Pvc	40 x 36	10.00	00.50
2	33	32.00-30.00	30.00-00.00	Pvc	63 x 58.20	10.00	00.50
3	56	55.00-53.00	53.00-25.00*	Pvc	40 x 36	10.00	00.50
4	73	72.00-70.00	70.00-25.00*	Pvc	40 x 36	10.00	00.50

Verbindingen : Lijmen (spie-tromp)
Bodemuitvoering : PVC
KIWA-keur ja/nee : Ja, excl. bewerking

Afwerking : In bovengrondse gegalvaniseerde beschermkoker

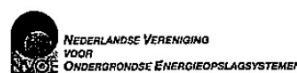
Opmerking(en) : * P3 en P4 uitgevoerd met 25 m. pompkamer Ø 63 x 58.20 mm.
: Bovenkant P1: 2.91 m.+NAP
: Bovenkant P2: 2.88 m.+NAP
: Bovenkant P3: 2.85 m.+NAP
: Bovenkant P4: 2.83 m.+NAP

Bijlage(n) : Gegevens putproef
: Tabel verloop EC-waarden tijdens schoonpompen

Méer dan 100 jaar ervaring



• bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregening
• tuinbouwcomputers





INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

Aanvulschema:

Plaats : Roosendaal (Jagersweg Zuid) Boordiameter(s) : Ø 350 mm.
Provincie : Noord-Brabant Boormeester : XXXXXXXXXX
Project : Borchwerf 2
Projectnummer : --- Maaiveld t.o.v. NAP : 2.31 m.+NAP
Opdrachtgever : Brabant Water
Adviseur / directie : If Technology
Datum uitvoering : 29-6-2006
Bronnummer / -naam : Proefboring Coördinaten X - Y : X 091389 (+/- 10 m.)
: Y 397538 (+/- 10 m.)

Diepte (m.-mv)	Filtergrind (mm.)	Aanvulgrind (mm.)	Klei Mikolit	Beton	Zand	
82.00-67.00	0.8-1.25					
67.00-63.00			M00			
63.00-50.00	0.8-1.25					
50.00-47.00			M300			
47.00-42.00			M00			
42.00-34.00		2-5				
34.00-33.00			M00			
33.00-29.00	0.8-1.25					
29.00-16.00		2-5				
16.00-10.50			M00			
10.50-07.00	0.8-1.25					
07.00-06.00			M00			
06.00-04.00		2-5				
04.00-02.00			M00			
02.00-00.00					Zand	

Méer dan 100 jaar ervaring

• bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregening
• tuinbouwcomputers





INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

RAPPORTAGE SCHOONPOMPEN PEILBUIZEN D.D. 30-6-2006:

Tijd (min.)	0	60	120	180	240	300	± 960
P1	6.62	7.12	6.06	5.01	4.87	4.89	4.89
P2	7.01	7.03	6.41	3.72	3.68	3.49	3.40
P3	6.12	6.03	5.80	4.90	4.70	4.70	4.56
P4	6.24	6.90	5.20	4.30	4.30	4.45	4.22

EC-waarde

P1: 4.48 m³/uur
P2: 5.12 m³/uur
P3: 4.80 m³/uur
P4: 4.16 m³/uur

6

Méer dan 100 jaar ervaring



• bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregening
• tuinbouwcomputers



Op al deze offertes, leveringen en diensten zijn van toepassing de Algemene Leveringsvoorwaarden Installerende bedrijven (ALIB'92) vastgesteld door de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven (VNI), Unie van Electrotechnische Ondernemers (UNETO), Nederlandse Vereniging voor Liftijverheid (NVL). In 1992 gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage onder nummer 162/1992 en/of de Algemene Leverings-, Betalings- en Garantievoorwaarden van de Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energie Opslagsystemen (NVOE) gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te Groningen op 27 oktober 2000 onder nr. 00.47.

BETALING BINNEN 14 DAGEN NETTO - RECLAMES BINNEN 8 DAGEN.



INSTALLATIEBEDRIJF VERHOEVEN-DRUNEN BV

SINDS 1898

Thomas Edisonweg 47
5151 DH Drunen
Postbus 34, 5150 AA Drunen
Telefoon 0416 372378

Fax 0416 373659
E-mail: info@verhoeven-drunen.nl
www.verhoeven-drunen.nl
ABN-AMRO 48.45.08.520

BTW nr.: NL801975839B01
K.v.K. Oost-Brabant
nr. 18130750

HANDMETINGEN TIJDENS PUTPROEF D.D. 3-7-2006:

Waterstand t.o.v. bovenkant bron = 0.42 m.+ mv.

Tijd (min.)	Bron	P1	P2	P3	P4	Watermeterstand (m³)
0	2.50	2.05	2.44	2.50	2.50	2297.14
1	3.77		2.44	3.74		
2				3.75	3.69	
3	3.85				3.71	
4	3.86			3.79		
5				3.80	3.74	
6				3.80	3.75	
7	3.88				3.76	
8				3.82	3.77	
9				3.82	3.78	
10	3.92	2.05		3.84		
11				3.85	3.78	
12	3.93			3.85		
13				3.86	3.80	
14				3.86	3.80	
15	3.95	2.05	2.44	3.87	3.81	
20	3.96	2.05	2.44	3.88	3.83	
30	3.98	2.05	2.44	3.90	3.85	
40	4.00	2.05	2.44	3.92	3.87	
50	4.01	2.05	2.44	3.93	3.88	
60	4.02	2.05	2.44	3.94	3.90	2319.09
75	4.03	2.05	2.44	3.95	3.91	
90	4.04	2.05	2.45	3.96	3.91	
105	4.05	2.05	2.45	3.97	3.92	
120	4.06	2.05	2.45	3.97	3.92	2341.06
180	4.06	2.05	2.46	3.98	3.95	2363.00
240	4.09	2.05	2.47	4.00	3.96	2384.95
300	4.09	2.05	2.47	4.00	3.96	2406.90
360	4.10	2.05	2.47	4.01	3.97	2428.88
420	4.10	2.05	2.47	4.02	3.98	2450.86
480	4.11	2.05	2.48	4.03	3.98	2472.81

0-meting : 8.11 uur
Diepte divers : ca. 10 m. minus bovenkant bron
Capaciteit : 21.96 m³/uur

7

Méer dan 100 jaar ervaring



• bronnen • energie-opslag in de bodem • pompinstallaties • waterzuivering • waterbassins • beregening
• tuinbouwcomputers



Op al deze offertes, leveringen en diensten zijn van toepassing de Algemene Leveringsvoorwaarden Installerende bedrijven (ALIB'92) vastgesteld door de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven (VNI), Unie van Electrotechnische Ondernemers (UNETO), Nederlandse Vereniging voor Lijfverzekering (NVL). In 1992 gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage onder nummer 162/1992 en/of de Algemene Leverings-, Betalings- en Garantievorwaarden van de Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energie Opslag Systemen (NVOS) gedeponeerd bij de griffie van de arrondissementsrechtbank te Groningen op 27 oktober 2000 onder nr. 00.47.

BETALING BINNEN 14 DAGEN NETTO - RECLAMES BINNEN 8 DAGEN.

Aantal pagina's inclusief voorblad 3

Dit is pagina 1 van 3



Analysecertificaat

Certificaatnummer 200616134

Bakker Milieuadviezen

Burg. v/d Klokkenlaan 51a
5141 EG WAALWIJK

Betrokken project: 120173 / Roosendaal verhoeven
 Bevestigingsdatum: 07-07-2006
 Ontvangstdatum: 11-07-2006
 Startdatum: 11-07-2006
 Rapportagedatum: 17-07-2006

Monsteromschrijving

Nummer	Datum	Grond	Diepte
1	2006/08/134:01	Grond	52.56 m-nv
2	2006/08/134:02	Grond	54.56 m-nv
3	2006/08/134:03	Grond	70.71 m-nv
4	2006/08/134:04	Grond	75.77 m-nv

Analyseresultaten

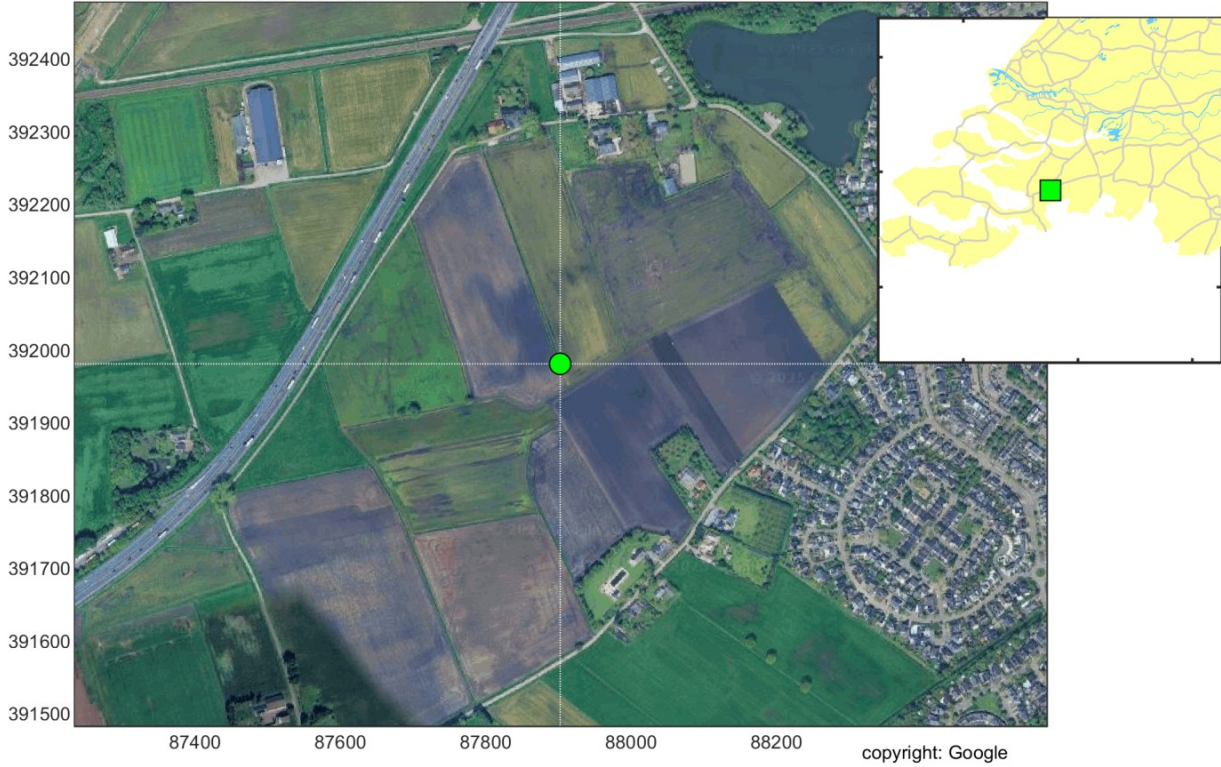
			1	2	3	4
Drogestof	Q	%	91.6	90.2	92.6	97.0
Organische stof	Q	%	0.5	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Calorief	Q	%	19	< 1	12	19
Korrelfractie verdeling						
Lutum	Q	% (m-nv) ds	9.5	5.3	2.9	5.2
Korrelfractie < 2 µm	Q	% m d	9.7	5.3	2.9	5.3
Korrelfractie < 16 µm	Q	% m d	16	5.7	3.3	6.3
Korrelfractie < 32 µm	Q	% m d	18	7.7	3.7	6.8
Korrelfractie < 50 µm	Q	% m d	19	8.8	4.1	7.2
Korrelfractie < 63 µm	Q	% m d	19	8.9	4.1	7.5
Korrelfractie < 105 µm	Q	% m d	20	11	4.6	7.7
Korrelfractie < 250 µm	Q	% m d	65	72	39	23
Korrelfractie < 500 µm	Q	% m d	100	100	100	98
Korrelfractie < 1000 µm	Q	% m d	100	100	100	100
Korrelfractie < 2000 µm	Q	% m d	100	100	100	100
Korrelfractie > 2000 µm	Q	% m d	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5

Installatiebedrijf
 Verhoeven - Drunen BV
 Th. Edisonweg 47 - 5151 DH Drunen
 Postbus 34 - 5150 AA Drunen
 Telefoon 0416 - 372378
 Fax 0416 - 373659

Het organische stofgehalte is gecorrigeerd voor een lutumgehalte van 5.4 % m/m (SIKE 3010 par. 2.2.7).

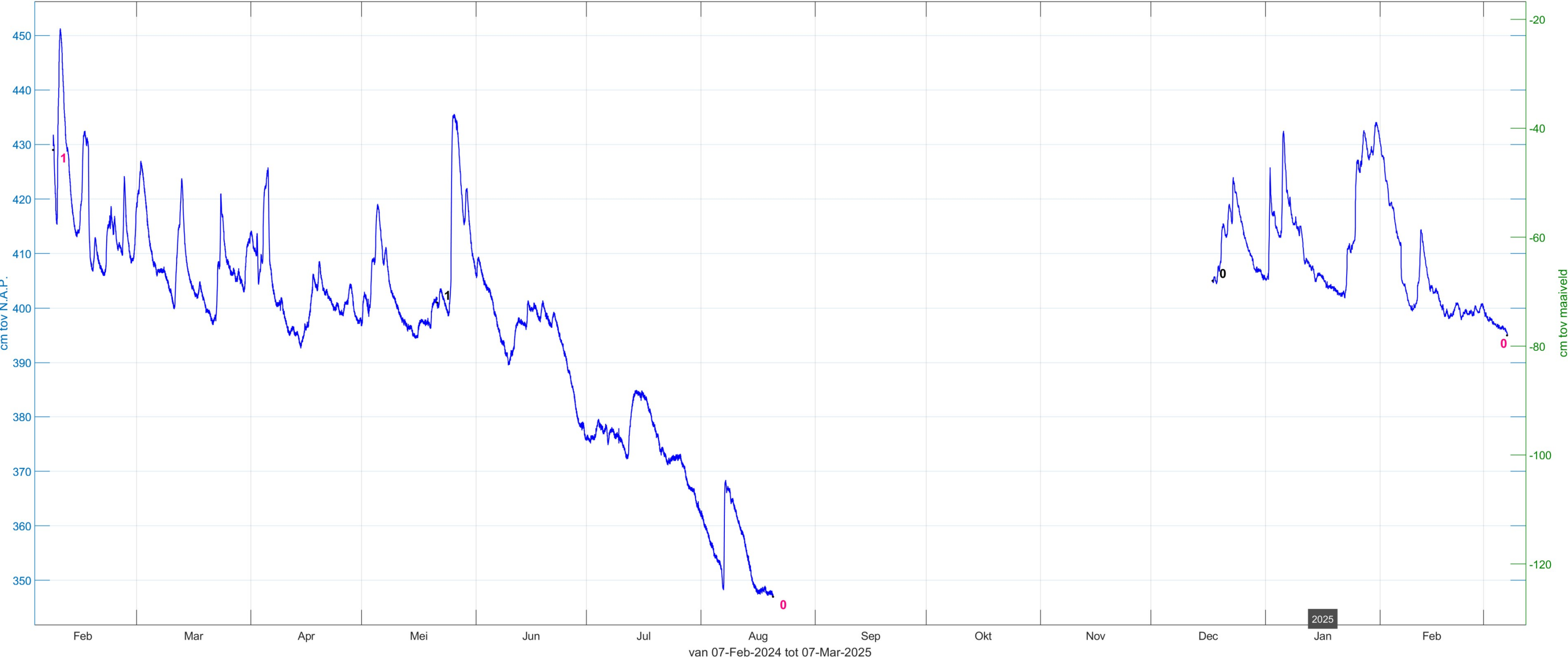
Bijlage 4

PEILBUIJS HBPB005



Peilbuiskenmerken van: HBpb005

Meetpunt: HBpb005		
X-coördinaat(RD):	87902	Projectnr: 23SP0139
Y-coördinaat(RD):	391980	Projectnaam: Grondonderzoek Bravis Ziekenhuis Roosendaal
Maaiveldhoogte:	473.0	
Eenheid:	cm tov N.A.P.	cm tov maaiveld
Filternummer:	1	1
Bovenkant buis:	517	44.0
Filterstelling van:	285	-188.0
Filterstelling tot:	185	-288.0



Bijlage 5

BEREKENING VAN DE EINDZETTING

Versie 29 september 2004

Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keverling Buisman)



Projectnaam:	Bravis Ziekenhuis
Projectnummer:	PR09846
Datum berekening:	23-7-2025
Bijlage:	4
Rapport:	Effectenstudie
Specialist:	DD
Opmerking(en):	Maximale eindzetting nabij bron

Gebruikte formule van Terzaghi:

$$z = \frac{D}{C} \ln \frac{\sigma_k + \Delta \sigma_k}{\sigma_k}$$

GLG:	1,3 m-mv
------	----------

[illegible]

Verklaring van de parameters:

symbolen	verklaring	eenheid
D	= Dikte	[m]
ΔH	= Stijghoogteverandering	[m]
C_p	= Primaire zettingsconstante	[-]
C_s	= Seculaire zettingsconstante	[-]
C_{onein}	= Totale zettingsconstante	[-]
ρ	= Bulkdichtheid	[kg/m ³]
σ_K	= Korrelspanning	[N/m ²]
$\Delta \sigma_K$	= Verandering korrelspanning	[N/m ²]
Z	= Zetting	[mm]
GLG	= Gemiddelde laagste grondwaterstand	[m-mv]

Totale zetting [mm]	17
Zettingsverhang	1 m / 1800

Bijlage 6

BEREKENING VAN DE TIJDSAFHANKELIJKE ZETTING

Zettingsberekening

Tijdsafhankelijke berekening van de maximale zetting; versie datum: 29 september 2004

	Projectnaam:	Bravis Ziekenhuis
	Projectnummer:	PR09846
	Datum:	23-7-2025
	Rapport:	Effectenstudie
	Bijlage:	5
	Specialist:	DD
	Opmerking(en):	Maximale eindzetting nabij bron

Parameters

bovenzijde scheidende laag		45 m-mv	
onderzijde scheidende laag		50 m-mv	
GLG		1,3 m-mv	
verlaging aan bovenzijde		0,24 mwk	
verlaging aan onderzijde		6,82 mwk	
primaire zettingsconstante	Cp	25	
seculaire zettingsconstante	Cs	320	
samendrukkingsconst.	C_oneindig	19,05	
doorlatendheid (vert.)	kv	1,00E-09 m/s	= 0,0000864 m/d
volumegewicht van water	γ_w	1000 kg/m ³	
verzadigd volumegewicht bovenliggende lagen	γ_{τ}	1990 kg/m ³	
tijdstip	ti	12 d	= 0,03 j

Enkelzijdig gedeelte

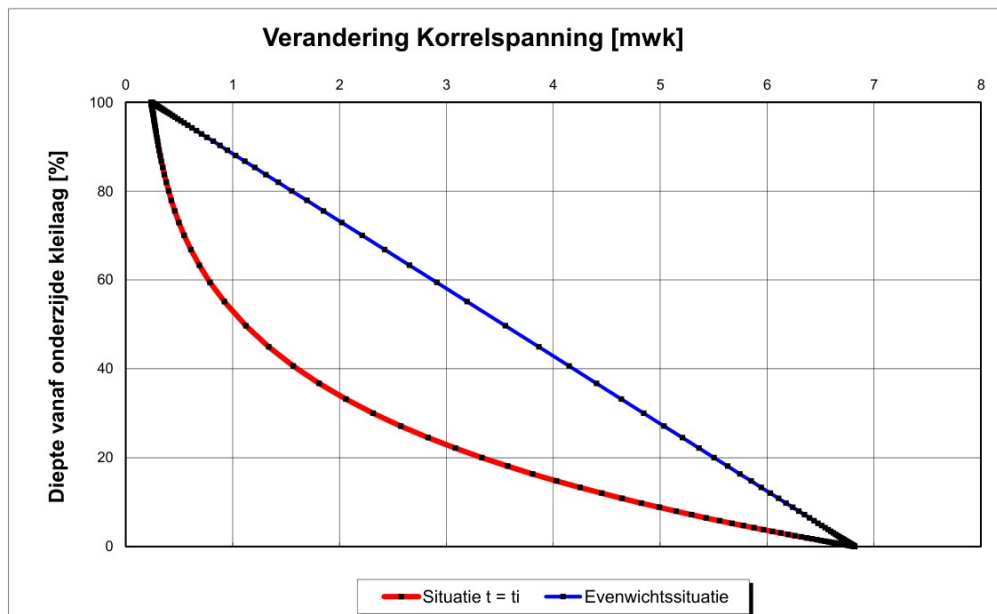
eindzetting		17,01 mm	
hydrodynamische periode		2,99E+02 d	= 0,82 j
zetting op t=ti		53 % van eindzetting	
zetting op t=ti		9,03 mm	

Dubbelzijdig gedeelte

eindzetting		1,31 mm	
hydrodynamische Periode	Th	1,58E+02 d	= 0,43 j
zetting op t=ti		43 % van eindzetting	
zetting op t=ti	zt =	0,57 mm	

Berekening

zetting na oneindig lange belasting	18,32 mm
zetting op t = ti	9,60 mm



Bijlage 7

GRONDWATERSTANDEN

NIEUWBOUW BRAVIS ZIEKENHUIS ROOSENDAAL

Grondwaterstanden in relatie tot de kruipruimte

1 Vraagstelling

Het peil van de begane-grondvloer van het Bravis ziekenhuis op De Bulkenaar in Rosendaal is vastgesteld op NAP + 6,0 m. De bovenkant van het zandpakket in de kruipruimte is aangegeven - bij een vrije hoogte van 800 mm - op circa NAP + 4,8 m. Niet uitgesloten kan worden dat ter plaatse van onderdoorgangen bij balken een lager niveau wenselijk is. De vraag is in welke mate er risico bestaat op water in de kruipruimte c.q. vochtoverlast.

2 Terrein

Het maaiveldniveau is bij de uitvoering van het grondonderzoek in januari 2024 gemeten op een niveau variërend van NAP + 5,78 tot NAP + 4,49 m. Het gemiddelde maaiveldniveau bedroeg circa NAP + 5,3 m.

Het terrein rond de nieuwbouw wordt vanaf het bestaande maaiveld afgewerkt op een hoogte van opgehoogd tot NAP + 5,8 m aansluitend op het ziekenhuis tot NAP + 5,3 m aan de randen van het terrein.

Hemelwater van het Bravis ziekenhuis wordt op het terrein gebufferd en geïnfilteerd in retentiezones. Deze zijn gesitueerd tussen de parkeervakken en aan de randen van het terrein. Hoewel de afstand tussen de retentiezones en het ziekenhuis meer dan 30 m bedraagt, kan enige beïnvloeding van de grondwaterstand onder de kruipruimte niet worden uitgesloten.

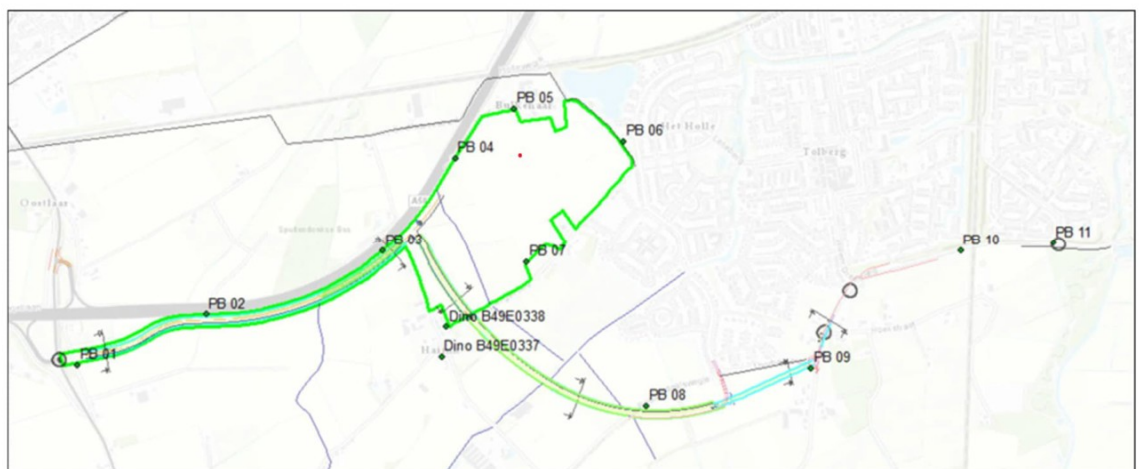
3 Grondwaterstanden

Door Arcadis zijn ten behoeve van de gebiedsontwikkeling peilbuizen rond het gebied De Bulkenaar geplaatst. Gedurende de periode juni 2020 – december 2022 is in deze peilbuizen dagelijks vier maal de grondwaterstand gemonitord. Op basis van de monitoringsresultaten en langdurige monitoring van peilbuizen uit het DINOloket is door Arcadis een inschatting gemaakt van de fluctuatie van de grondwaterstand.

In de peilbuizen rond de geprojecteerde locatie van de nieuwbouw (PB04 t/m PB07) varieert de hoogst gemeten grondwaterstand van NAP + 3,88 m bij PB04 tot NAP + 4,69 m bij PB07, terwijl de laagst gemeten grondwaterstanden variëren van NAP + 2,33 m bij PB06 tot NAP + 2,75 m bij PB05.

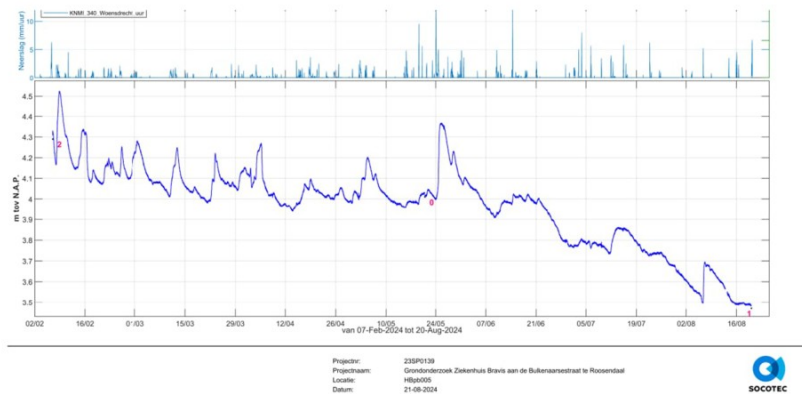
Door Arcadis is aangegeven dat de peilbuizen een vrij vlakke grondwaterspiegel weergeven en er geen duidelijke stroomrichting van het grondwater waarneembaar is.

In onderstaande figuren zijn de peilbuislocaties gegeven.



Figuur: Peilbuislocaties Arcadis (nieuwbouwlocatie bij kruis)

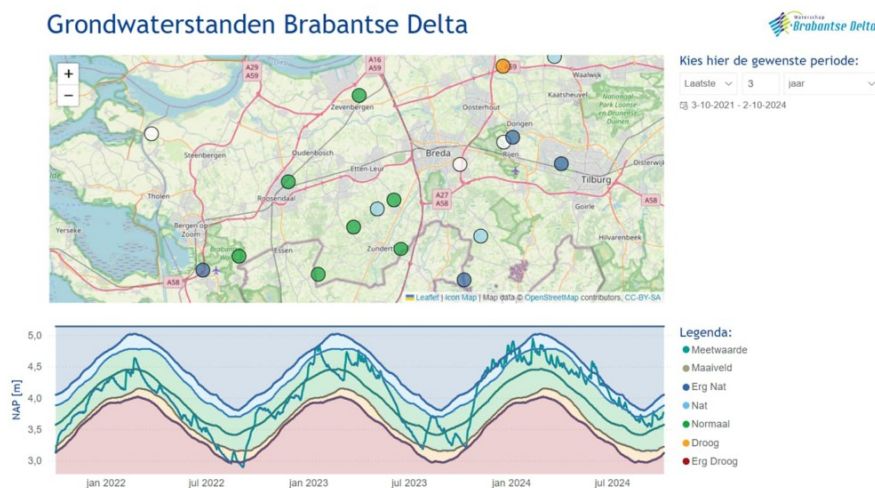
Ter verificatie van de grondwaterstand op het terrein is in het kader van het grondonderzoek voor de bouw van het Bravis ziekenhuis door Socotec een peilbuis geplaatst, die gedurende 6 maanden is gemonitord. De resultaten van de registratie in de periode 07-02-2024 t/m 20-08-2024 geven een piek op NAP + 4,52 m op 09-02-2024, waarna het peil vanaf medio juni zakt tot waarden lager dan NAP + 4,0 m.



Figuur: peilbuisregistratie Socotec

Door het Waterschap Brabantse Delta worden langdurige peilbuisregistraties uitgevoerd. Hierbij wordt de fluctuatie van de gemeten grondwaterstand vergeleken met langdurige waarnemingen. Onderstaand de resultaten van de peilbuis ten noorden van Roosendaal in de periode 3 oktober 2021 t/m 2 oktober 2024. Er kan vanuit worden gegaan dat de trend van de gemeten fluctuatie bij de locatie van het Bravis ziekenhuis.

Grondwaterstanden Brabantse Delta



Figuur: grondwaterstanden ten noorden van Roosendaal

Uit de gegevens kan worden geconcludeerd dat de maximaal gemeten grondwaterstand op de projectlocatie in februari 2024 een extreem hoge waarde is. Ook de tot oktober gemeten grondwaterstanden liggen op basis van bovenstaande figuur van de Brabantse Delta boven de gemiddeld normale waarden (evenals in dezelfde periode in 2023).

Gezien de klimaatontwikkelingen zal extremer weer, waaronder extreme neerslaghoeveelheden, in de toekomst vaker optreden. Daarbij wordt het huidige braakliggende terrein bebouwd en verhard, maar vindt wel retentie plaats. Geconcludeerd wordt dat het niet is uitgesloten dat de grondwaterstand nog hoger kan komen dan nu maximaal gemeten.

4

Conclusie

De gemeten maximale grondwaterstand van NAP + 4,52 m kan worden beschouwd als een extreme waarde. Het is niet uitgesloten dat ten gevolge van klimaatverandering in de toekomst hogere grondwaterstanden kunnen optreden. Om vochtoverlast in de kruipruimte te voorkomen wordt in het algemeen een droogstand van 0,5 m onder het niveau van de kruipruimte aangehouden.

Om het risico van een vochtige of - in geval van hogere grondwaterstanden dan nu gemeten natte - kruipruimte uit te sloten wordt geadviseerd een stand-by drainagesysteem aan te brengen. Tijdens de bouw van het ziekenhuis vergt dit een relatief lage investering. Daarbij dient de drainage op een zodanige diepte te worden aangebracht, dat wordt voorkomen dat ten gevolge van droogstand algengroei plaatsvindt; in dit geval op ca. NAP + 2,5 m. In geval van extreem hoge grondwaterstanden kan de drainage afvoeren via putten met een overstort, waarbij de drempelhoogte kan worden ingesteld op 0,5 m onder het laagste niveau van de bodemafdichting van de kruipruimte.


Geadviseerd wordt de kruipruimte goed te ventileren.

Bij bouwdelen met gevoelige apparatuur op begane-grondniveau (MRI, CT, etc.) kan de kruipruimte worden voorzien van een betonvloer om het risico van vocht in de kruipruimte uit te sluiten.

Opgesteld

ing. 
specialist civiele techniek

Ver

ing. 
senior adviseur

IF Technology **Creating energy**



Velperweg 35
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**