

Waterland Roosendaal

Effectenstudie open bodemenergiesysteem t.b.v. wijzigingsaanvraag Omgevingswet



Datum 21 april 2026
Referentie PR11441/60143/MaH/20260421
Betreft Waterland Roosendaal
Behandeld door [REDACTED]
Gecontroleerd door [REDACTED]
Versienummer Definitief

VERGUNNINGAANVRAGER

Alwel Diensten
[REDACTED]
Bredaseweg 1, Etten leur
T 06 [REDACTED]
E [REDACTED]@alwel.nl

ADVISEUR BODEMENERGIE

IF Technology bv
[REDACTED]
Velperweg 35
6824 BE 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

De appartementen van Waterland in Roosendaal worden sinds 2013 duurzaam geklimatiseerd met een open bodemenergiesysteem. Vanwege verstoppingsproblemen is besloten om een nieuwe warme bron te boren. Hierom wordt een wijzigingsvergunning in het kader van de Omgevingswet aangevraagd waarin de effecten van de nieuwe bronlocatie zijn opgenomen.

Bodemenergie

De nieuwe warme bron van het open bodemenergiesysteem is beoogd in het eerste watervoerende pakket in het traject van 34 - 78 m-mv. Het systeem onttrekt en infiltreert nog steeds maximaal 270.000 m³/jaar (met 138% koudeoverschot) met een maximaal debiet van 41 m³/uur.

Energiebesparing en emissiereductie

Door het toepassen van een open bodemenergiesysteem kan jaarlijks circa 2.650 GJ (64 %) aan primaire energie worden bespaard. Deze energiebesparing leidt tot een jaarlijkse emissiereductie van 122 ton CO₂ en 175 kg NO_x. De SPF van het open bodemenergiesysteem bedraagt 4,7.

Hydrologische effecten

Het berekende hydrologische invloedsgebied reikt tot maximaal 490 m van de bronnen. De maximale grondwaterstand- en stijghoogteverandering bedraagt 0,02 m en 2,66 m. Negatieve hydrologische invloed op andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden is niet aan de orde.

Hydrothermische effecten

Beïnvloeding van de grondwatertemperatuur kan na 27 jaar energieopslag optreden tot maximaal 160 m van de bronnen. De veroorzaakte temperatuurveranderingen hebben geen nadelige gevolgen voor andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden.

Grondmechanische effecten

De berekende eindzetting bedraagt 8 mm. Deze geringe zetting en het daarmee gepaard gaande zettingsverhang (1 m per 3.200 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	7
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	12
3.5 Grondmechanische effecten	14
4 Invloed op de omgeving	16
4.1 Grondwaterkwaliteit	16
4.2 Verzilting	16
4.3 Verontreinigingen	16
4.4 Grondwatergebruikers	17
4.5 Gesloten bodemenergiesystemen	17
4.6 Grondwaterbescherming	17
4.7 Waterkering	17
4.8 Bebouwing en infrastructuur	17
4.9 Natuur en openbaar groen	18
4.10 Cultuurhistorie en archeologische waarden	18

Figuren

- 2.1 Principeschema van het open bodemenergiesysteem
- 2.2 Overzichtskaart met bronlocaties
- 3.1 Berekende stijghoogteveranderingen in het opslagpakket
- 3.2 Berekende temperaturen in het opslagpakket

Bijlagen

- 1 Vergunningsaanvraag grondwaterwet energieopslagsysteem Waterland Roosendaal d.d. 12 september 2008
- 2 Effectennotitie t.b.v. vergunningswijziging WKO Waterland te Roosendaal
- 3 Lozingsnotitie
- 4 Berekening van de SPF
- 5 Boorbeschrijving van de bronnen van het open bodemenergiesysteem Waterland Roosendaal
- 6 Berekening van de eindzetting

1 Inleiding

De appartementen van Waterland in Roosendaal worden sinds 2013 duurzaam geklimatiseerd met een open bodemenergiesysteem.

In februari 2009 is vergunning verleend voor het bodemenergiesysteem met een debiet van 41 m³ per uur en maximale waterverplaatsing van 88.000 m³ per jaar. De effectenrapportage voor de toenmalige vergunningaanvraag, d.d. 12 september 2008, is opgenomen in bijlage 1.

Nadat het open bodemenergiesysteem in 2013 in gebruik werd genomen, bleek de energiebehoefte van Waterland significant hoger dan in de vergunning opgenomen en was de warmtevraag significant groter dan de koude vraag (onbalanssituatie). In maart 2016 heeft als gevolg een wijziging van de vergunning plaatsgevonden, waarbij de maximale waterverplaatsing is gewijzigd naar 270.000 m³ per jaar met een onbalans van 15%. De effectennotitie voor de toenmalige vergunningswijziging, d.d. 26 oktober 2015, is opgenomen in bijlage 2.

De effectenstudie van de vergunning uit 2009 en de effectennotitie ten behoeve van de wijziging in 2016 gaan ervan uit dat de koude bron zich in het zuiden bevindt en de warme bron in het noorden. In de realisatie zijn de bronnen echter andersom in gebruik genomen, waardoor de koude bron (K1) de noordelijke bron is en de warme bron (W1) de zuidelijke bron.

In de periode tussen 2016 en begin 2019 is het specifieke debiet van beide bronnen sterk verslechterd. Met name bij de koude bron is het specifieke debiet sterk afgenomen. In april 2020 is daarom een nieuwe koude bron (K2) naast de oude koude bron (K1) geboord. In de periode tussen april 2020 en maart 2022 is de conditie van de nieuwe koude bron opnieuw verslechterd. Ook de conditie van de warme bron is in het laatste jaar snel teruggelopen. Hieruit blijkt dat beide bronnen last hebben van verstoppingsverschijnselen.

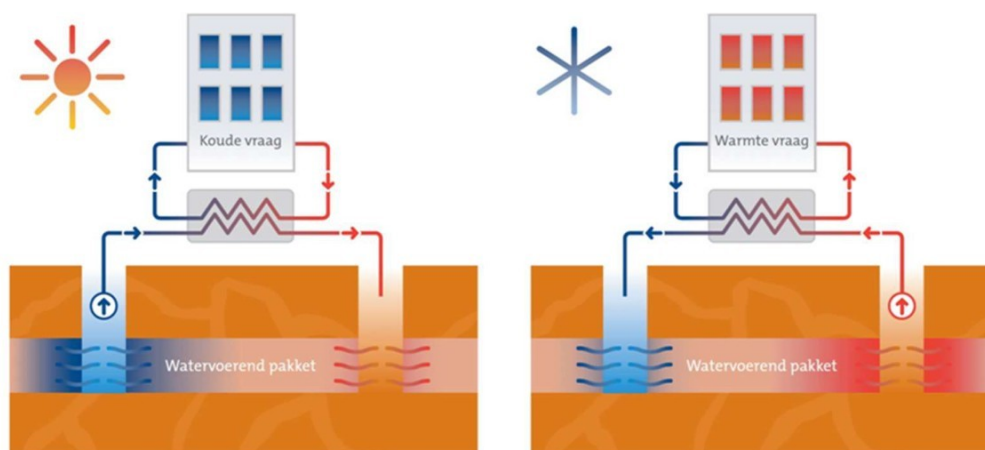
Om de verstoppingsproblematiek te verhelpen zijn verschillende acties uitgevoerd, maar de problematiek blijkt hardnekkig te zijn. Naar verwachting is de warme bron (W1) hiervan de oorzaak (zie analyse bronproblematiek, referentie: PR09250/JvD/20220707). Dit jaar zijn de bronnen opnieuw chemisch geregenereerd. Er is een update van het geohydrologisch ontwerp gemaakt, waarin de plannen uitgewerkt zijn om de warme bron opnieuw te realiseren en de omliggende belangen en de belangrijkste aandachtspunten rondom de nieuwe warme bronlocatie zijn geactualiseerd.

De voorliggende effectenstudie geeft een overzicht van de effecten (omgedraaide warme en koude bron en realiseren nieuwe warme bron) van het gewijzigde 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, is een grondwatersysteem aangelegd en wordt de warme bron vervangen door een nieuwe bron. Het grondwatersysteem bestaat na de wijziging nog steeds uit één koude en één warme bron 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. Deze zijn onveranderd gebleven sinds de laatste vergunningswijziging in 2016.

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

parameter	eenheid	winter	zomer
maximaal te verpompen waterhoeveelheid ^a	[m ³ /seizoen]	170.000	100.000
gemiddeld te verpompen waterhoeveelheid	[m ³ /seizoen]	140.000	80.000
maximaal debiet	[m ³ /uur]	41	41
maximale hoeveelheid ontwikkelwater ^b	[m ³]		1.850
maximale spuihoeveelheid ^b	[m ³ /jaar]		500
gemiddelde infiltratietemperatuur	[°C]	9	17,5
minimale/maximale infiltratietemperatuur	[°C]	5	25
bodemzijdig vermogen	[kW]	286	361
gemiddeld verplaatste energiehoeveelheid	[MWh _t /seizoen]	660	480
Koudeoverschot	[-]		138%

^a Tijdens opstartjaar of extreme seizoenen

^b Zie toelichting in onderstaande tekst

Lozingsactiviteit

Bij het aanleggen en gebruiken van een open bodemenergiesysteem komt in drie fases grondwater vrij, namelijk:

- Bij aanleg
- Bij ontwikkelen
- Bij onderhoud

Het grondwater dat tijdens de verschillende fases vrijkomt wordt op verschillende wijzen geloosd en kan variëren van een lozing (retournering) in de ondergrond, het oppervlaktewater, het hemelwater- of vuilwaterriool of middels het afvoeren. Een toelichting van de lozingsacties gedurende de drie fases is opgenomen in bijlage 3, de lozingsnotitie.

2.2 OPZET OPEN BODEMENERGIESYSTEEM

Het grondwatersysteem bestaat uit één doublet. 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]	34 - 78 (1 ^e watervoerende pakket)
minimale lengte nieuwe warme bronfilter	[m]	19
filterdiepte en lengte koude bron	[m]	40,4 - 50,0 ; 61,0 - 70,6 (totale filterlengte 19,2 m)
afstand tussen koude en warme bron	[m]	195
RD-coördinaten nieuwe warme bron	[m]	X = 90.063 / Y = 393.083
RD-coördinaten koude bron (2019)	[m]	X = 90.044 / Y = 393.274

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.

Het open bodemenergiesysteem Waterland Roosendaal is gerealiseerd in 2013 onder een vergunning waar geen SPF-eis is opgenomen. Derhalve is dit open bodemenergiesysteem op een dergelijke wijze gerealiseerd dat de bronnen en het bovengrondse systeem niet geschikt zijn voor het bemeeten van de SPF.

Wel is het SPF eenmalig berekend. De SPF van het open bodemenergiesysteem behorende bij deze vergunningaanvraag bedraagt 4,7. De berekening van de SPF is bijgevoegd in bijlage 4.

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 2.650 GJ per jaar en komt neer op een energiebesparing van 64%. Deze energiebesparing resulteert in een jaarlijkse emissiereductie van 122 ton (56%) koolstofdioxide (CO₂) en 175 kg (80%) 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 bronnen van het systeem Waterland Roosendaal (zie bijlage 5)
- Boorbeschrijving van de bronnen van het open bodemenergiesysteem van Woonzorgcentrum Wildenborch en Woonzorgcentrum St. Elisabeth

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

Tabel 3.1 | Gehanteerde bodemopbouw

diepte	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand ^b
[m-mv] ^a			[m ² /d] of [d]
0 - 2	fijn tot matig grof zand	freatisch pakket	10
2 - 10	klei en fijn zand	deklaag	800
10 - 30	matig fijn kleiig tot matig grof zand	1 ^e watervoerend pakket	220
30 - 34	klei	lokale scheidende laag	400
34 - 80	matig fijn tot matig grof zand met kleibijmenging en onderin schelpen	1 ^e watervoerend pakket	800
80 - 85	klei, leem en fijn zand	1 ^e scheidende laag	∞
> 85	matig grof tot zeer grof zand met schelpenbanken	2 ^e watervoerend pakket	-

^a maaiveldhoogte: circa 2,8 m NAP

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

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 *	peilbuis GLD000000068267	0,4	1,8	2,0
1 ^e watervoerende pakket	peilbuis B49E0174	2,4	2,8	3,1

* 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.

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]	12
grondwaterstroming opslagpakket (richting) ^a	[-]	noordwest
grondwatertemperatuur (opslagpakket) ^b	[°C]	11
zoet-/brakgrensvlak (chloride 150 mg/l) ^c	[m-mv]	170
brak-/zoutgrensvlak (chloride 1.000 mg/l) ^c	[m-mv]	170

^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. De eerste scheidende laag op 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	toelichting	doorlaatvermogen	weerstand
[m-mv] ^a		[m ² /d]	[d]
1 - 2	fictief freatisch watervoerend pakket	10 ^b	-
2 - 10	deklaag	-	800
10 - 30	1 ^e watervoerende pakket	220	-
30 - 34	1 ^e scheidende laag	-	400
34 - 35	1 ^e watervoerende pakket	19	-
35	fictieve scheidende laag	-	0,105 ^c
35 - 40	1 ^e watervoerende pakket (filter W2)	95	-
40	fictieve scheidende laag	-	0,526 ^c
40 - 50	1 ^e watervoerende pakket (filter W2 + K2)	190	-
50	fictieve scheidende laag	-	0,421 ^c
50 - 54	1 ^e watervoerende pakket (filter W2)	76	-
54	fictieve scheidende laag	-	0,421 ^c
54 - 61	1 ^e watervoerende pakket	133	-
61	fictieve scheidende laag	-	0,737 ^c
61 - 71	1 ^e watervoerende pakket (filter K2)	190	-
71	fictieve scheidende laag	-	1,69 ^c
71 - 80	1 ^e watervoerende pakket	97	-
80	hydrologische basis	-	∞

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

^b geschat doorlaatvermogen van de deklaag

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

Oppervlaktewater

In de omgeving van de locatie is oppervlaktewater aanwezig. In het grondwatermodel is een gesloten bovenrand gedefinieerd. Dit is een worstcase benadering.

Schematisering in tijd

Om de stijghoogte- en grondwaterstandveranderingen te berekenen is een berekening uitgevoerd waarbij het systeem gedurende een seizoen op maximaal debiet (41 m³/uur) draait. Aangezien het open bodemenergiesysteem in de praktijk slechts gedurende een zekere periode op maximaal debiet draait, zijn de berekende grondwaterstandveranderingen en stijghoogteveranderingen in het freatische en het eerste watervoerende pakket een overschatting van de werkelijke optredende effecten.

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	
		vergund	gewijzigd
freatisch	[m]	< 0,05	0,02
1 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	1,25	2,66 ¹

¹ met 25% verhoogd, zie toelichting 'skin'

De berekende maximale verandering van de grondwaterstand en de stijghoogte in het freatische pakket is kleiner dan 0,05 m. Derhalve zijn deze veranderingen niet in figuren weergegeven. In Figuur 3.1 zijn de berekende hydrologische effecten in het eerste watervoerende pakket (opslagpakket) gepresenteerd.

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	
		vergund	gewijzigd
freatisch	[m]	0	0
1 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	275	490

Zoals zichtbaar in Figuur 3.1 is het hydrologische invloedsgebied groter dan berekend bij de effectenstudie uit 2005. Dit is het gevolg van de kortere filterlengte en de nieuwe modelopbouw, waarbij een lager doorlaatvermogen is aangehouden. Op basis van de boorstaten en capaciteitstesten van de gerealiseerde bronnen van Waterland bleek namelijk dat een de te behalen filterlengte en het doorlaatvermogen bij de realisatie lager uitvielen dan de uitgangspunten van de eerste effectenstudie.

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.

In de modelopbouw zijn van de huidige bronnen W1 en K2 de gerealiseerde filterdiepte en -lengte gebruikt. Het filter van de Koude bron (K2) is verdeeld over twee delen en bevindt zich op 40 - 50 m-mv en 61 - 71 m-mv. Het filter van bron W1 loopt van 44 - 73 m-mv. Voor de nieuwe warme bron is uitgegaan van een aaneengesloten filter van 19 m vanaf 1 m onder de lokale scheidende laag. Dit is een worst case benadering.

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)]
1 - 2	freatisch pakket	10	4	2,4	2,8
2 - 10	deklaag	0,1	10	1,7	2,8
10 - 30	1 ^e watervoerende pakket	11	4	2,4	2,8
30 - 34	lokale scheidende laag	0,1	10	1,7	2,8
34 - 71	1 ^e watervoerende pakket (beoogd en bestaand filter)	19	4	2,4	2,8
71 - 80	1 ^e watervoerende pakket	10,8	4	2,4	2,8

In Tabel 3.8 is het onttrekking-/infiltratiepatroon weergegeven. De modelopzet houdt rekening met de effecten van het open bodemenergiesysteem in afgelopen 7 jaar, waarbij het systeem door de bronverstoppingsproblematiek met een lagere waterverplaatsing heeft gedraaid, en tevens de toekomstige 20 jaar, waarbij het systeem met de nieuwe warme bron weer op vol vermogen kan draaien. Hierbij zijn de waterhoeveelheid en infiltratietemperatuur van de jaren 2019-2023 gebaseerd op daadwerkelijke meetgegevens uit deze jaren. Van de periode winter 2024 tot winter 2026 zijn geen meetgegevens bekend en is daarom een realistische aanname gemaakt van het onttrekking-/infiltratiepatroon op basis van de gegevens uit eerdere jaren. Het onttrekking-/infiltratiepatroon van zomer 2026 tot winter 2046 komt overeen met de uitgangspunten van het systeem zoals weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 3.8 | Onttrekking-/infiltratiepatroon

seizoen	bedrijfstoestand	onttrekken uit	infiltreren in	waterhoeveelheid [m ³ /seizoen]	infiltratietemperatuur [°C]
winter 2019	warmtelevering	W1	K2	43.292	9,2
zomer 2019	koudelevering	K2	W1	30.433	16,2
winter 2020	warmtelevering	W1	K2	50.075	8,0
zomer 2020	koudelevering	K2	W1	36.180	18,2
winter 2021	warmtelevering	W1	K2	65.877	7,7
zomer 2021	koudelevering	K2	W1	30.893	19,2
winter 2022	warmtelevering	W1	K2	47.796	7,6
zomer 2022	koudelevering	K2	W1	38.629	18,5
winter 2023	warmtelevering	W1	K2	22.812	7,4
zomer 2023	koudelevering	K2	W1	29.074	18,8
winter 2024-2026	warmtelevering	W1	K2	30.000	9,0
zomer 2024-2025	koudelevering	K2	W1	30.000	17,5
winter 2026-2046	warmtelevering	W2	K2	140.000	9,0
zomer 2027-2046	koudelevering	K2	W2	80.000	17,5

De berekende thermische effecten na 27 jaar energieopslag zijn weergegeven in Figuur 3.2a (zomer) en 3.2b (winter). Het hydrothermische invloedsgebied is het gebied waarbinnen de temperatuur 0,5°C afwijkt van de natuurlijke grondwatertemperatuur ter hoogte van de gemodelleerde bronfilters (11°C). Vanwege het verschil in filterdiepte tussen de koude en de warme bron is de diepte van de horizontale doorsneden verschillend voor elk seizoen. Doordat het maximale invloedsgebied aan het einde van de zomer het grootst is op 40 m-mv en aan het einde van de winter het grootst is op 50 m-mv, wordt de grootte van het invloedsgebied beter weergegeven op twee verschillende dieptes. Het hydrothermische invloedsgebied van het open bodemenergiesysteem reikt na 27 jaar tot maximaal 160 m van de bronnen. In de laatste effectennotitie was het hydrothermische invloedsgebied na 30 jaar energieopslag 170 m.

Zoals eerder benoemd zijn in de effectennotitie ten behoeve van de wijziging in 2016 is zijn de posities van de warme en koude bron omgedraaid ten opzichte van de toepassing in de praktijk. In de gewijzigde situatie is de warme bron en dus de warme bel in het zuiden en de koude bron en bel in het noorden geplaatst. Doordat deze posities anders zijn dan in de vorige effectennotitie en de grondwaterstroming noordwest gericht is, is de onderlinge negatieve interferentie aanzienlijk lager dan in de vorige effectennotitie is gepresenteerd.

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 de opbouw in Tabel 3.4. De zettingconstanten zijn ontleend aan NEN-blad 6740 - bladzijde 20. In de zettingsberekeningen is aangenomen dat de veroorzaakte verlaging direct doorwerken in de kleilagen en dat er geen sprake is van voorbelastingen (worst-case benadering). Via deze methode is een maximale eindzetting van 8 mm berekend (zie bijlage 6). Het berekende maximale zettingsverhang bedraagt in de directe nabijheid van de bronnen (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 m per 3.200 m. Aan de rand van het berekende hydrologische invloedsgebied bedraagt de berekende eindzetting 2 mm.

In de hydrologische berekeningen is aangenomen dat het systeem continu op maximaal debiet draait. In werkelijkheid draait het systeem niet continu op maximaal debiet, waardoor de berekende hydrologische effecten een overschatting zijn. De berekende eindzetting is daarom ook een overschatting van de werkelijk optredende zetting.

Op circa 220 m ten westen van het open bodemenergiesysteem bevindt zich een spoorlijn. De maximale totaalzetting ter hoogte van het spoor bedraagt circa 2 mm. Het zettingsverhang bedraagt maximaal 1 m per 140.100 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

Het zoet-/brak- en het brak-/zoutgrensvlak bevinden zich beide op een diepte van ca. 170 m-mv en worden door de grote verticale afstand niet beïnvloed door het open bodemenergiesysteem.

4.3 VERONTREINIGINGEN

Via de rapportagemodule van Noord-Brabant zijn op 13 januari 2026 de bodemonderzoeksrapporten opgevraagd van de bodem- en grondwaterverontreinigingen in de onmiddellijke omgeving van de locatie. Hieruit bleek dat er in de omgeving van de projectlocatie geen diepe of ondiepe grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn.

Ten behoeve van het boren van de bronnen dient de booraannemer zich te houden aan het SIKB BRL protocol 2101, Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen.

4.4 GRONDWATERGEBRUIKERS

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 beslisbomen 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 ($< 0,05$ 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 eindzetting van 8 mm (zie paragraaf 3.5) en de daarmee gepaard gaande verschilzetting van 1 m per 3.400 m veroorzaakt geen schade aan gebouwen, funderingen, spoor, wegen of constructies.

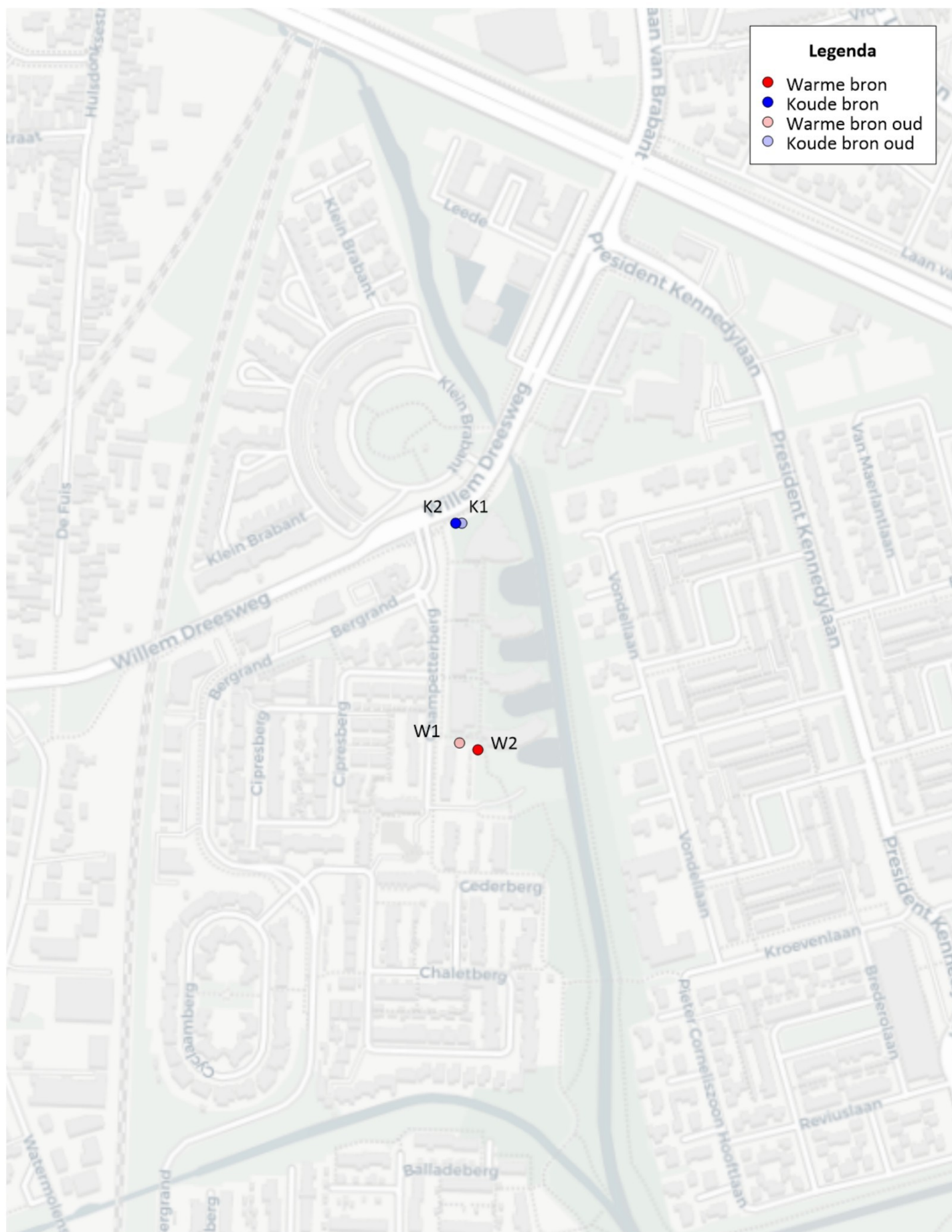
4.9 NATUUR EN OPENBAAR GROEN

De invloed op de grondwaterstand (paragraaf 3.3) is zo gering (0,01 m) dat het open bodemenergiesysteem geen invloed heeft op natuurwaarden (zoals Beschermde Gebieden Waterhuishouding/ Attentiegebieden, Vogel- en Habitatrichtlijngebieden, Natuurbeschermingswetgebieden, Natuurnetwerk Nederland of ecologische beschermingszones) en openbaar groen.

4.10 CULTUURHISTORIE EN ARCHEOLOGISCHE WAARDEN

De invloed op de grondwaterstand (paragraaf 3.3) is zo gering (0,01 m) dat het open bodemenergiesysteem geen invloed heeft op eventueel aanwezige cultuurhistorie en archeologische waarden. Het open bodemenergiesysteem ligt niet in een aardkundig waardevol gebied.

Figuren



Project: Bodemenergie Waterland Roosendaal

Datum: A: 27-02-2026
B:

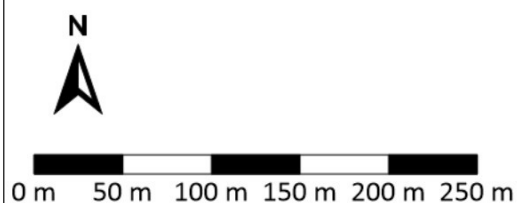
Onderwerp: Overzichtskaart met bronlocaties

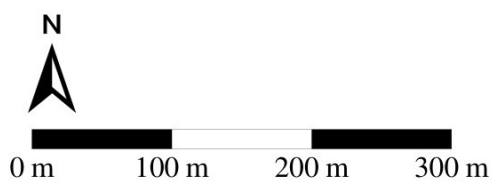
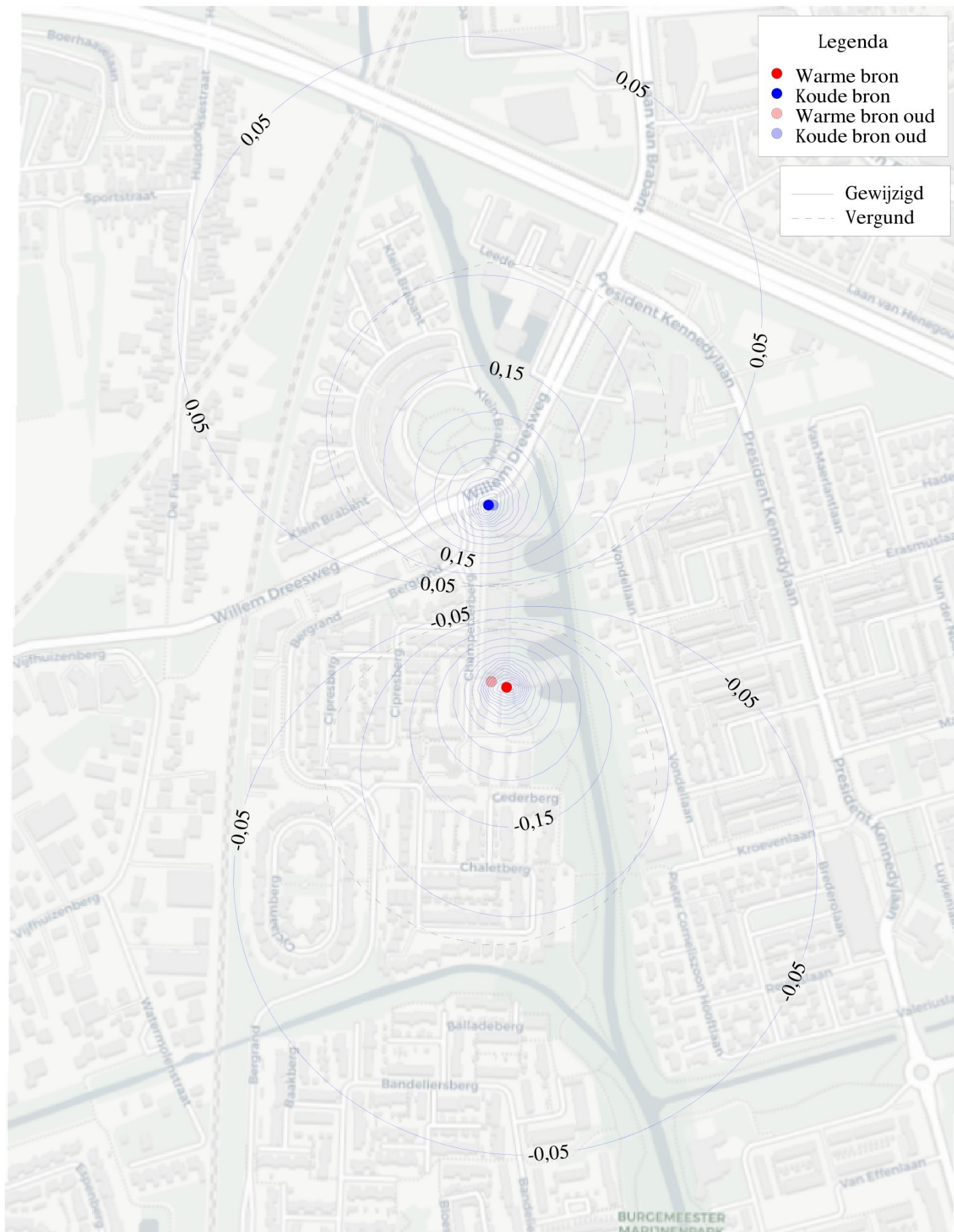
Figuur: 2.2

Stadium: effectenstudie

Referentie: PR11441/60143 Getek.: OK

Form.: A4





Project: Bodemenergie Waterland Roosendaal

Datum: A: 31-03-2026
B:

Onderwerp: Berekende maximale stijghoogteverandering
in het opslagpakket [m]

Figuur: 3.1

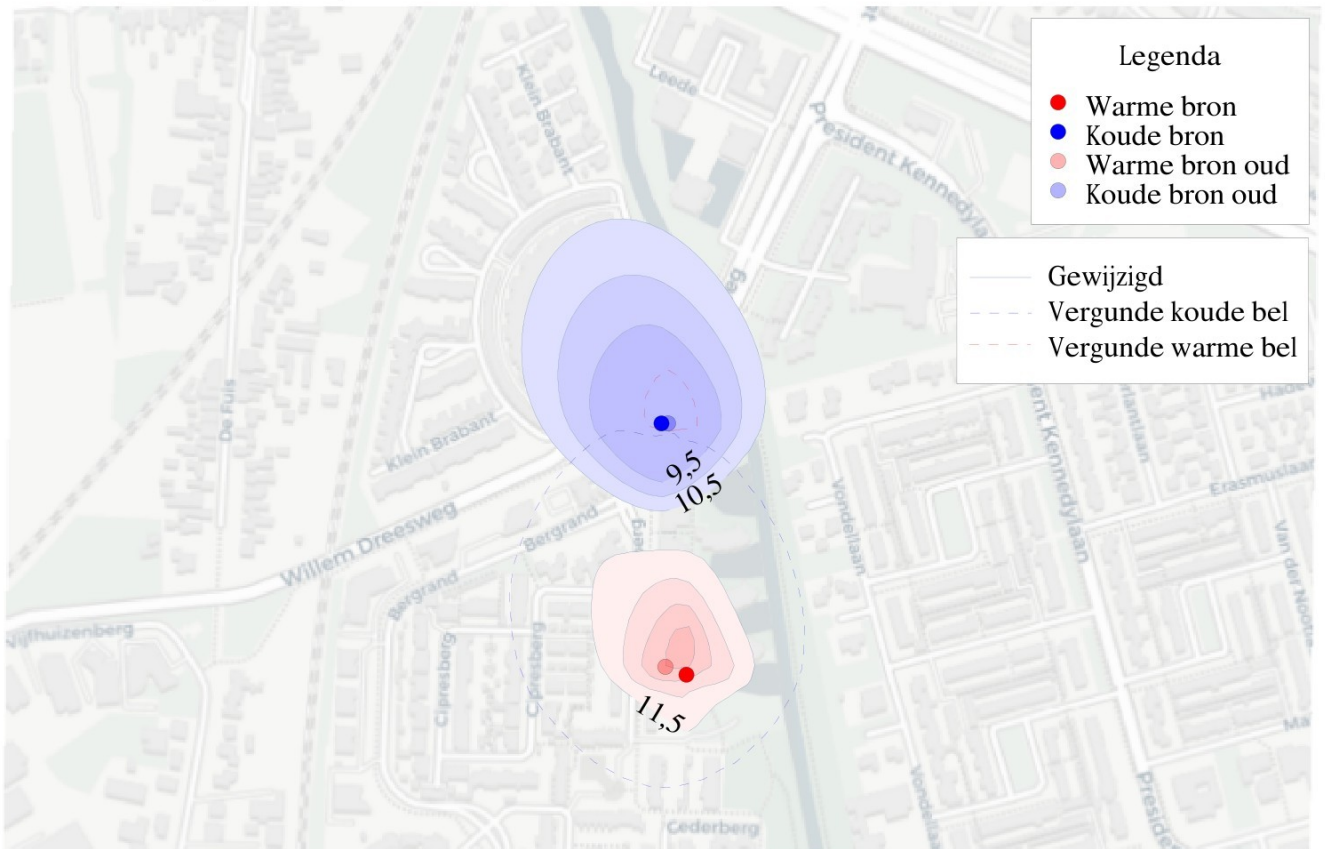
Stadium: effectenstudie

Referentie: PR11441/60143 Getek.: OK

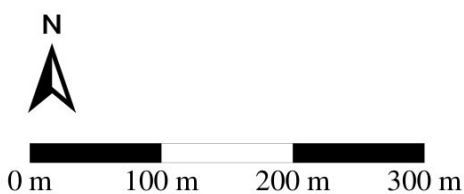
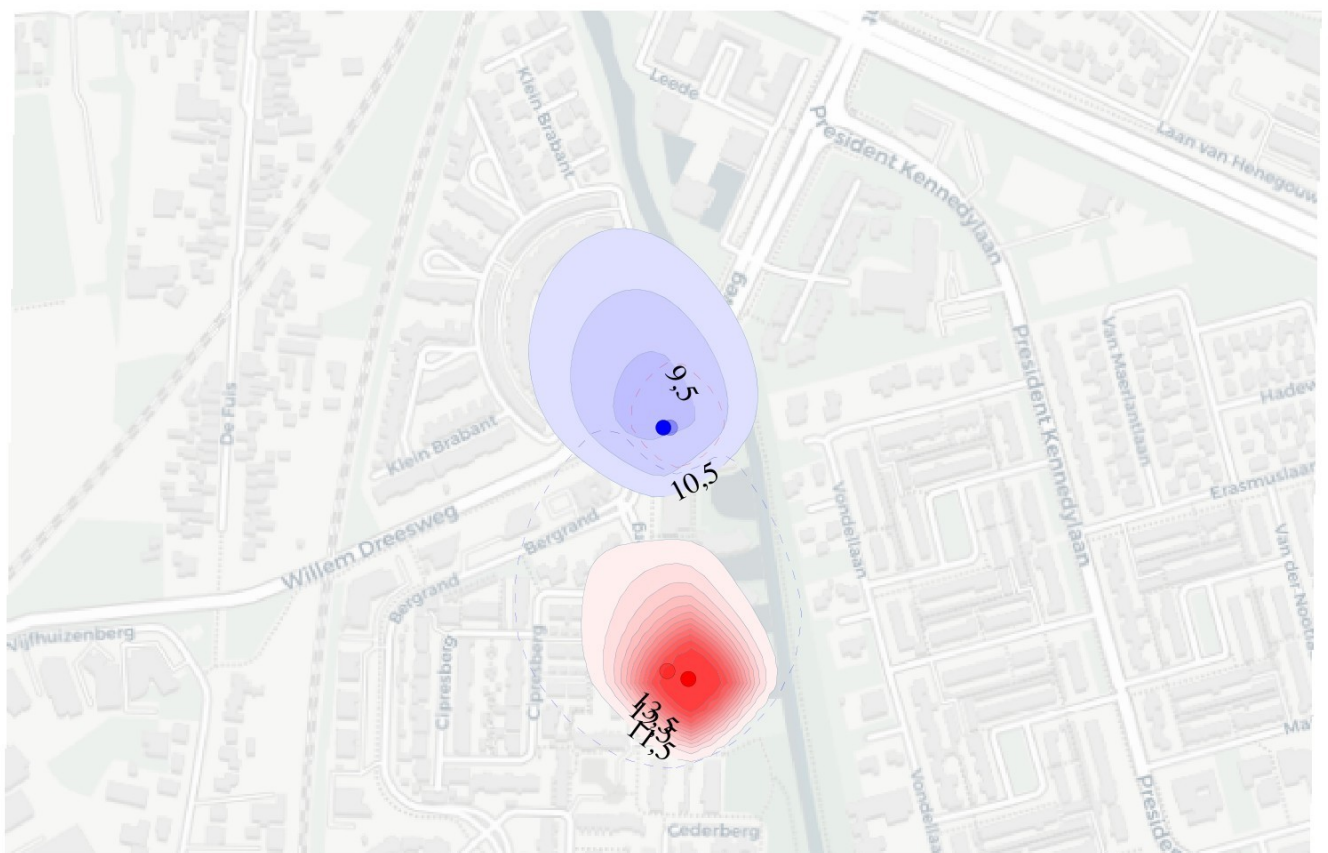
Form.: A4



situatie einde winter (50 m-mv)



situatie einde zomer (40 m-mv)



Project: Bodemenergie Waterland Roosendaal

Datum: A: 27-02-2026
B:

Onderwerp: Berekende temperaturen in het opslagpakket na 27 jaar energieopslag [°C]

Figuur: 3.2

Stadium: effectenstudie

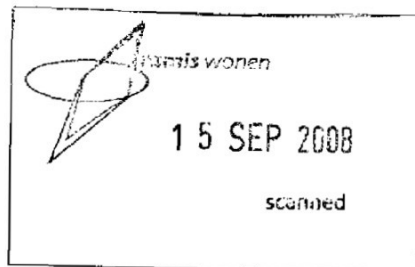
Referentie: PR11441/60143 Getek.: OK

Form.: A4



Bijlage 1

VERGUNNINGSAANVRAAG GRONDWATERWET ENERGIEOPSLAGSYSTEEM WATERLAND TE
ROOSEDAAL D.D. 12 SEPTEMBER 2008



Aramis Alleewonen

T.a.v. [redacted]

Postbus 231

4700 AE ROSENDAAL

Amersfoort, 12 september 2008

Onze ref. : 11219/2803730DB03/HTB/abl

Doorkiesnr. : 033 422 13 24 (e-mail: [redacted]@kwa.nl)

Uw ref. : --

Onderwerp : definitieve vergunningaanvraag Grondwaterwet energieopslagsysteem
Waterland te Rosendaal

Geachte [redacted]

Hierbij stuur ik u in achtvoud de definitieve vergunningaanvraag in het kader van de Grondwaterwet voor het energieopslagsysteem bij Waterland te Rosendaal.

De toekomstige vergunninghouder dient op pagina 1 van het aanvraagformulier zijn naam in te vullen en op pagina 4 te ondertekenen (in zevenvoud). Daarna kunnen de zeven exemplaren gestuurd worden naar:

Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Brabant

t.a.v. [redacted]

Postbus 90151

5200 MC 's-HERTOGENBOSCH

Tevens heb ik een exemplaar voor u meegestuurd. Ter informatie is de vergunningaanvraag in het kader van de Grondwaterwet tevens verstuurd naar [redacted] van Intechno Installatie Adviseurs.

Volgens de procedure krijgt u over 3 maanden het ontwerpbesluit van de vergunning toegezonden van de provincie. Na publicatie van het ontwerpbesluit is er een termijn van 6 weken voor het indienen van bedenkingen. Volgens procedure zal de provincie de definitieve beschikking 6 maanden na indiening van de aanvraag aan u toezenden. Hierna geldt nog een beroepstermijn van 6 weken, waarna de vergunning definitief geldig is.

Ik stel het op prijs als u bij het ontvangen van het ontwerpbesluit contact met mij opneemt, zodat we de conceptvergunning en de bijbehorende voorschriften kunnen checken.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet

[redacted signature]

Adviseur watermanagement

Bijlage(n): als genoemd (in achtvoud)

KWA Bedrijfsadviseurs B.V.

Regentesselaan 2
3818 HJ Amersfoort
Postbus 1526
3800 BM Amersfoort

Telefoon: 033 422 13 10
Telefax: 033 422 13 29
e-mail: water@kwa.nl
website: http://www.kwa.nl

Rabobank: 372977669
KvK Gooi en Eemland: 32069286



**Vergunningaanvraag Grondwaterwet
Energieopslagsysteem**

Waterland te Roosendaal

12 september 2008

Relatienummer 11219
Rapportnummer 2803730DR01A

Intechno Installatie Adviseurs
Postbus 3807
4800 DV BREDA

Auteur(s)

Bewerkt: HTB/abl
Gecontroleerd: 28-07-'08



KWA Bedrijfsadviseurs B.V.

Regentesselaan 2
3818 HJ Amersfoort
Postbus 1526
3800 BM Amersfoort

Telefoon: 033 422 13 10
Telefax: 033 422 13 29
e-mail: water@kwa.nl
website: <http://www.kwa.nl>

Rabobank: 372977669
KvK Gooi en Eemland: 32069286

Inhoudsopgave

- Aanvraagformulier
- Toelichting

Toelichting bij vergunningaanvraag energieopslagsystemen

Een kort overzicht van benodigde gegevens welke aangeleverd dienen te worden bij een vergunningsaanvraag voor een onttrekkingsvergunning ten behoeve van een energieopslagsysteem.

Onderstaand is in het kort per onderdeel aangegeven welke informatie benodigd is.

A. Ingevuld aanvraagformulier

- *Algemeen.* Uittreksel uit register van de Kamer van Koophandel overleggen waaruit blijkt dat ondertekenaar gemachtigd is om namens bedrijf op te treden.
- *V. Wijze van waterwinning.*
Te overleggen: - boorbeschrijving (en) en eventuele resultaten van boorgatmetingen;
- resultaten van pomp- of putproef;
- merk en type pomp (en)
- *VI. Gegevens omtrent het gebruik van het grondwater.*
Zie ook onderbouwing van het watergebruik onder (B).

B. Onderbouwing van het watergebruik

- 1) Inzicht in de onttrokken en geïnfilterde hoeveelheden.
- 2) Een flow-schema van het water binnen het bedrijf.

Ad 1. Inzicht in de onttrokken hoeveelheden

Hier wordt gevraagd naar de onttrokken hoeveelheid grondwater per jaar, kwartaal, maand, etmaal, uur (zie ook aanvraagformulier).

Van belang zijn verder eventuele fluctuaties in de onttrekkingshoeveelheid (seizoen fluctuaties), aantal onttrekkingsuren per dag en weekend.

Ad 2. Een flow-schema van het water binnen het bedrijf

Hierbij dient een volledige beschrijving van het toe te passen systeem onderverdeeld naar (primaire) grondwatercircuit, (secundaire) gebouw-circuit en de wijze van temperatuur overdracht.

In het flow-schema dient de waterdoorstroming in m³/uur te worden aangegeven.

C. Gevolgen van de onttrekking op de omgeving

1. Berekening van de stijghoogte verlagingen en verhogingen in de diverse watervoerend pakketten als gevolg van de onttrekking (met name de 5 cm verlagingsslijn). Hierbij dient een geohydrologische beschrijving te worden gegeven van de ondergrond ter plaatse, waarbij tevens de schematisatie (met bijbehorende parameters zoals Kd en c-waarden) is weergegeven welke is aangehouden voor de geohydrologische berekeningen. De betreffende verhoging- en verlagingsslijnen dienen bij voorkeur op een overzichtstekening te worden weergegeven.
2. Berekening van de hydrothermische effecten welke kunnen optreden ten gevolge van het koude- warmteopslagsysteem in de bodem. Hierbij dient tevens inzicht te worden gegeven in de gemiddelde en maximale injectietemperatuur van het grondwater, zowel in de zomer als ook in de winterperiode en eventuele overgangperiodes.
3. Beschrijving van de gevolgen van de grondwateronttrekking voor de landbouw, natuurgebieden, bebouwing e.d. voor zover gelegen binnen het invloedsgebied.
4. Een aanvraag voor een grondwateronttrekking voor koeldoeleinden is strijdig met het Waterhuishoudkundig beleid tenzij al het onttrokken grondwater weer in het pakket van onttrekking wordt teruggebracht en de thermische belasting gerekend over een jaar in evenwicht is. Dit uitgangspunt dient in de aanvullende gegevens te worden onderbouwd.

Voor het overige dient het bijgevoegde formulier geheel ingevuld te worden.

Verplichting:

Informatie voor aanvrager

- * Verplichting:
 - de hoeveelheden grondwater die onttrokken c.q. geïnfiltreerd worden dienen te worden gemeten en geregistreerd;
 - telkenmale in de maand januari dient aan gedeputeerde staten een opgave te worden verstrekt omtrent de in het voorafgaande kalenderjaar, per kwartaal onttrokken c.q. geïnfiltreerde hoeveelheden grondwater.
- * Voor het in behandeling nemen van een aanvraag c.q. wijziging van een vergunning worden leges in rekening gebracht:
 - op aanvragen welke betrekking hebben op een jaarlijkse hoeveelheid van maximaal 100.000 m³ is een basistarief van toepassing ter grootte van € 1.380,00 (tarief 2002);
 - bij grotere hoeveelheden wordt het basistarief vermeerderd met een toeslag overeenkomstig de legesverordening Provincie Noord-Brabant 2002, artikel 15, Grondwateronttrekking, te vinden op deze site.
- * Voor het onttrekken van grondwater wordt overeenkomstig de Grondwaterheffingsverordening Noord-Brabant 2000 kosten in rekening gebracht.
 - Deze heffing wordt geheven over de in het heffingstijdvak (kalenderjaar) onttrokken hoeveelheid grondwater gemeten in kubieke meters.
 - Het tarief vindt u onder de grondwaterheffing op deze site.
 - Indien water is geïnfiltreerd in de zin van de Grondwaterwet, dan wel indien op grond van de vergunningsvoorschriften water actief in de bodem is gebracht, wordt het aantal kubieke meters water, dat in de bodem is gebracht, in mindering gebracht op de onttrokken belastbare hoeveelheid grondwater. (b.v. koudewarmte opslagsystemen waarbij al het onttrokken grondwater volgens een gesloten systeem weer volledig wordt geïnfiltreerd in het pakket van onttrekking en waarvoor een vergunning is afgegeven door gedeputeerde).
 - Naast de in de Grondwaterwet genoemde vrijgestelde onttrekkingen worden onttrekkingen met een pompcapaciteit niet groter dan 10 m³ per uur vrijgesteld van de grondwaterheffing.
- * Wet belastingen op milieugrondslag.
 - Grondwaterbelasting:
 - het tarief van de grondwaterbelasting bedraagt per 1 januari 2004 € 0,1743 per m³ en is van toepassing voor onttrekkingen door waterleidingbedrijven en overige onttrekkingen;
 - de Grondwaterbelasting kent een negental situaties waarvoor mogelijk vrijstelling van Grondwaterbelasting kan worden verkregen.

Voor nadere informatie over de grondwaterbelasting kunt u terecht bij de Belastingdienst/Rivierenland/kantoor Arnhem,
Landelijke milieubelastingteam. Telefoon 026 – 358 10 19

Aan:
Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Brabant
Postbus 90151
5200 MC 's-Hertogenbosch

**Aanvraag van een vergunning
als bedoeld in artikel 14 of 54 van de Grondwaterwet**

De ondergetekende:

[REDACTED]

optredende namens:

ARAHIS ALLEEWONEN

wonende/gevestigd te (adres):

POSTBUS 231, 4700 AE ROSENDAAL

verzoekt vergunning te verlenen voor het onttrekken van water aan de bodem ingevolge de Grondwaterwet*

**I. Bedrijf, instelling en dergelijke ten behoeve waarvan de wateronttrekking plaats
heeft/zal hebben****

Naam:

ZIE BOVEN

Adres:

Plaats van vestiging:

Aard van het bedrijf/instelling en dergelijke:

II. Plaats en adres waar de inrichting is gelegen

"WATERLAND"

CHAMPETERBERG

ROSENDAAL

* Voor zover sprake is van infiltratie van water in de bodem dient dit op een afzonderlijke bijlage te worden vermeld.

** Doorhalen wat niet van toepassing is.

III. Kadastrale plaatsaanduiding van de inrichting

Gemeente:

ROUSENDAAL

Sectie:

N

Nummer(s):

064 1/m 873

IV. Grootte van de wateronttrekking

a. Bij een nieuwe inrichting

Door middel van de inrichting te onttrekken waterhoeveelheid in m³:

Maximaal per uur:

41

Maximaal per etmaal:

984

Maximaal per maand:

24.000

Maximaal per kwartaal:

49.500

Maximaal per jaar:

38.000

b. Bij wijziging van een bestaande inrichting

Door de wijziging(en) van de inrichting wordt de waterhoeveelheid, die thans door middel van de inrichting wordt onttrokken, volgens onderstaande opgave gewijzigd:

	tegenwoordig	toekomstig
Maximaal per uur:		
Maximaal per etmaal:		
Maximaal per maand:		
Maximaal per kwartaal:		
Maximaal per jaar:		

V. Wijze van waterwinning

a. Beschrijving van de bestaande waterwinningsmiddelen

Pompput nr.	Opstelling filter(s) in m t.o.v. maaiveld of NAP bovenkant onderkant	Filterdiameter(s) in cm	Pompcapaciteit in m ³ per uur

b. Beschrijving van de tot stand te brengen waterwinningsmiddelen

Pompput nr.	Opstelling filter(s) in m t.o.v. maaiveld of NAP*		Filterdiameter(s) in cm	Pompcapaciteit in m³ per uur
	bovenkant	onderkant		
WB	38	65	25	41
	ca.			
KB	38	65	25	41

VI. Gegevens omtrent het gebruik van het grondwater

(vereist is een volledig mogelijke beschrijving van de verschillende doeleinden, waarvoor het water wordt gebruikt, de hoeveelheden die hiervoor nodig zijn en dergelijke)

ENERGIE OPSLAG T.B.V. KOELING EN
VERWARMING

VII. Gegevens omtrent de wijze van lozing**

- ☐ Op oppervlaktewater
- ☐ Op de gemeentelijke riolering
- ☒ Via retourputten in de grond
- ☐ In een zinkput
- ☐ Op andere wijze (welke):

* Indien niet bekend, dan aangeven de diepte waarop men het grondwater wil winnen.

** Invullen voor zover van toepassing.

VIII. Kaarten, plattegronden, boorstaten en dergelijke

Bij de aanvraag dient te worden overlegd:

- a. een of meer kaarten (plattegrond) op zodanige schaal (ten minste 1:10.000) waaruit duidelijk blijkt de ligging van de bestaande en van de geprojecteerde pompputten; ook dienen daarbij te worden aangegeven de bestaande pompputten, welke buiten bedrijf zijn gesteld of alsnog buiten bedrijf zullen worden gesteld;
- b. een kadastrale tekening, waarop de ligging van de inrichting en van het gebied binnen een afstand van 100 m van de inrichting is aangegeven;
- c. de boorstaten van de aanwezige putten;
- d. een chemische analyse van het grondwater, waarbij onder meer het Cl-gehalte in mg/l is bepaald;
- e. stukken betreffende grondgesteldheid en stand van het grondwater.

De aanvraag met bijbehorende stukken dient in 7-voud te worden overlegd.

Aldus opgemaakt en ondertekend te:

d.d.:

Handtekening:

Samenvatting

Voor de conditionering van het binnenklimaat van het nieuwbouwproject Waterland aan de Champetterberg te Roosendaal is een duurzaam installatieconcept ontworpen. Dit systeem voorziet in verwarming en koeling. Een ondergronds energieopslagsysteem maakt in combinatie met een warmtepomp onderdeel uit van de installatie. Gekozen is voor een doubletsysteem. In de koude bron wordt grondwater opgeslagen voor het leveren van koude en in de warme bron wordt grondwater opgeslagen voor het leveren van warmte. De filters in de bronnen zijn geschikt voor zowel aan- als afvoer van grondwater.

KWA Bedrijfsadviseurs B.V. heeft opdracht gekregen tot het opstellen van een vergunningaanvraag (artikel 14 Grondwaterwet) voor het opslagsysteem.

De bronnen worden in het tweede watervoerend pakket aangelegd tussen circa 38 en 65 m-mv. Voor de energieopslag zal gebruik worden gemaakt van één doublet, bestaande uit een warme en een koude bron. Beide bronnen zijn geschikt voor zowel infiltratie als onttrekking van grondwater. Het doublet heeft een maximale capaciteit van 41 m³/uur.

In de zomerperiode wordt gemiddeld circa 31.000 m³ grondwater verplaatst, in de winterperiode circa 39.000 m³. In totaal dus gemiddeld circa 70.000 m³ op jaarbasis. Om rekening te houden met, in klimatologisch opzicht, extreme jaren wordt vergunning aangevraagd voor een bruto verplaatsing van 88.000 m³/jaar; 38.500 m³ in het zomerseizoen en 49.500 m³ in het winterseizoen. De netto grondwateronttrekking bedraagt 0 m³/jaar, behoudens een kleine lozing. Voor de aanleg van de nieuwe bronnen komt circa 2.000 m³ spuiwater vrij. Voor het periodieke onderhoud komt jaarlijks circa 500 m³ spuiwater vrij.

De temperatuur van het te retourneren water bedraagt in de winterperiode gemiddeld 9,5°C en tijdens de zomerperiode gemiddeld 17,5°C. Op warme zomerdagen zal de maximale temperatuur van het te retourneren water incidenteel op kunnen lopen tot 25°C (dit betekent een temperatuurverandering ten opzichte van het oorspronkelijke grondwater van +14°C). De minimale temperatuur bedraagt 5°C.

De geohydrologische en hydrothermische effecten van de energieopslag zijn met behulp van modelberekeningen bepaald. Voor de hydrologische effectberekeningen is het numerieke computerprogramma MicroFEM gebruikt, voor de hydrothermische berekeningen HST3D.

- De geohydrologische effectberekening heeft plaatsgevonden voor het maximum debiet van 41 m³/h (984 m³/dag). Uit de berekeningen blijkt dat op een afstand groter dan 275 meter de stijghoogteverandering in het tweede watervoerend pakket kleiner is dan 5 cm. De berekende stijghoogteverandering ter plaatse van de bronnen bedraagt circa 1,25 meter. In het eerste en derde watervoerend pakket is de stijghoogteverandering nihil (< 5 cm).
- Hydrothermische effecten: na 20 jaar energieopslag bedraagt de temperatuurverandering in het tweede watervoerend pakket op een afstand van 140 meter vanaf de warme bron +0,5°C. Vanaf de koude bron wordt op een afstand van circa 70 meter in het tweede watervoerend pakket een temperatuurverandering van -0,5°C berekend.

De gevolgen van toepassing van de energieopslag voor overige bij het grondwaterbeheer betrokken belangen zijn nagegaan. Geconcludeerd is dat geen significante gevolgen voor de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen worden verwacht.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1. Inleiding	4
2. Geohydrologische situatie	5
2.1 Bodemopbouw	5
2.2 Grondwaterstroming	6
2.3 Grondwaterwinningen	7
2.4 Grondwaterkwaliteit	7
2.5 Bodemverontreinigingen	7
2.6 Provinciaal beleid	7
3. Energieopslagsysteem	8
3.1 Werking opslagsysteem	8
3.2 Uitgangspunten	8
3.3 Dimensionering van het ondergrondse deel van het opslagsysteem	9
3.4 Lozingen bronnensysteem	9
3.5 Milieuaspecten	9
4. Modelberekeningen	10
4.1 Inleiding	10
4.2 Geohydrologische berekeningen	10
4.3 Hydrothermische berekeningen	11
5. Gevolgen energieopslag	13

Bijlagen:

1. Ligging locatie
2. Situatie Waterland met ligging warme en koude bron en kadastrale kaart
3. Geohydrologisch dwarsprofiel (tek. nr. 28037301-T1) en boorstaat proefboring
4. Isohyphenpatroon
5. Energieopslagsysteem: water- en energiebalans
6. Geohydrologische effectberekening (tek. nr. 28037302-T1 en 28037302-T2)
7. Hydrothermische effectberekening (tek. nr. 28037302-T3 en 28037302-T4)
8. Zettingsberekening

1. Inleiding

Voor de conditionering van het binnenklimaat van het nieuwbouwproject Waterland aan de Champetterberg te Roosendaal is een duurzaam installatieconcept ontworpen. Dit systeem voorziet in verwarming en koeling. Een ondergronds energieopslagsysteem maakt in combinatie met een warmtepomp onderdeel uit van de installatie. Gekozen is voor een doubletsysteem.

KWA Bedrijfsadviseurs B.V. heeft opdracht gekregen tot het opstellen van een vergunningaanvraag (artikel 14 Grondwaterwet) voor het opslagsysteem.

Voor de energieopslag zal gebruik worden gemaakt van één doublet, bestaande uit twee bronnen, beiden geschikt voor zowel infiltratie als onttrekking van grondwater.

In bijlage 1 is een kaart van de locatie in Roosendaal opgenomen. Bijlage 2 toont de ligging van de bronnen op de kadastrale kaart van het terrein.

In deze toelichting zal eerst worden ingegaan op de geohydrologische situatie in het onderzoeksgebied (hoofdstuk 2). De uitgangspunten van het energieopslagsysteem zijn beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt vervolgens ingegaan op de uitgevoerde hydrologische en hydrothermische modelberekeningen. De effecten van de energieopslag zijn in hoofdstuk 5 vertaald in gevolgen voor de overige bij het grondwaterbeheer betrokken belangen.

2. Geohydrologische situatie

2.1 Bodemopbouw

Bij het opstellen van de beschrijving van de bodemopbouw is gebruikgemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland, boorstaten van in de buurt gelegen boringen, opgevraagd bij het DINOLoket van TNO-NITG, REGIS en de op de locatie uitgevoerde proefboring tot 80 m-mv.

Op basis van de gegevens kan de onderstaande geohydrologische schematisatie worden opgesteld (tabel 2.1). In bijlage 3 is de geohydrologische dwarsdoorsnede weergegeven, die de regionale bodemopbouw weergeeft. De dwarsdoorsnede is op circa 1,5 kilometer ten noorden van de locatie gelegen. De schematisatie wijkt enigszins af van het profiel uit de Grondwaterkaart. In bijlage 3 is tevens de boorstaat van de proefboring op de locatie toegevoegd.

De bodemopbouw bestaat uit drie watervoerende pakketten. Het eerste watervoerend pakket (in de Grondwaterkaart aangeduid als middelste fijn, bovenste deel eerste watervoerend pakket), bestaande uit matig fijn tot matig grof zand, loopt tot 9-26 m-mv. Boven het eerste watervoerend pakket ligt een 9 meter dikke deklaag van klei en matig fijn tot matig grof, kleiig zand. Onder het eerste watervoerend pakket bevindt zich een scheidende laag, bestaande uit klei en matig fijn tot matig grof, kleiig zand. Deze scheidende laag heeft een dikte van circa 12 meter. Hieronder bevindt zich het tweede watervoerend pakket (in de Grondwaterkaart aangeduid als onderste grof). Deze laag bestaat uit matig fijn tot zeer grof zand met een enkele kleilaag. Het tweede watervoerend pakket ligt tussen 38 en 80 m-mv. Onder het tweede watervoerend pakket bevindt zich een scheidende laag van sterk slibhoudend zand, klei en schelpen. Deze scheidende laag heeft een dikte van circa 15 meter. Het derde watervoerend pakket, vanaf 95 meter beneden maaiveld, bestaat uit matig grof tot zeer grof zand, schelpen en grind. Vanaf circa 165 meter onder maaiveld begint de derde scheidende laag, die vanaf 210 m-mv overgaat in de slechtdoorlatende geohydrologische basis.

Tabel 2.1: Geohydrologische schematisatie

Diepte (m-mv) ¹⁾	Lithologie	Geohydrologische situatie
0 – 9	klei en matig fijn tot matig grof, kleiig zand (Formaties van Eindhoven en Twente)	deklaag
9-26	matig fijn tot matig grof zand (Formaties van Eindhoven, Twente)	eerste watervoerend pakket (Grondwaterkaart: middelste fijn)
26 – 38	klei en matig fijn tot matig grof, kleiig zand (Formaties van Kedichem en Tegelen)	eerste scheidende laag
38 – 80	matig fijn tot zeer grof zand en een enkele kleilaag (Zanden van Merkssem)	tweede watervoerend pakket (Grondwaterkaart: onderste grof)
80 – 95	sterk slibhoudend, fijn zand, klei en schelpen (Afzettingen van Kallio)	tweede scheidende laag
95 – 165	matig grof tot zeer grof zand, schelpen en grind (Zanden van Kattendijk, Deurne en Antwerpen)	derde watervoerend pakket
> 165	fijn slibhoudend zand en klei (Formatie van Breda en Boomse klei)	derde scheidende laag en geohydrologische basis

¹⁾ mv = maaiveld (circa NAP + 3 meter)

Aan de hand van de Grondwaterkaart en REGIS II is de doorlatendheid van de watervoerende pakket bepaald. Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket (tussen 9 en 26 m-mv) wordt ingeschat op circa 200 - 250 m²/dag. Het tweede watervoerend pakket heeft een doorlatendheid van circa 1.000 - 1.500 m²/dag. De doorlatendheid van het derde watervoerend pakket bedraagt circa 1.500 - 2.000 m²/dag.

2.2 Grondwaterstroming

Het isohypsenpatroon van het eerste en het tweede watervoerend pakket laat een noord tot noordwestelijke grondwaterstroming zien. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is circa NAP + 4,25 meter, met een stijghoogteverhang van circa 0,33 m/km. De Grondwaterstroming in het bovenste deel van het eerste watervoerend pakket bedraagt minder dan 5 meter per jaar.

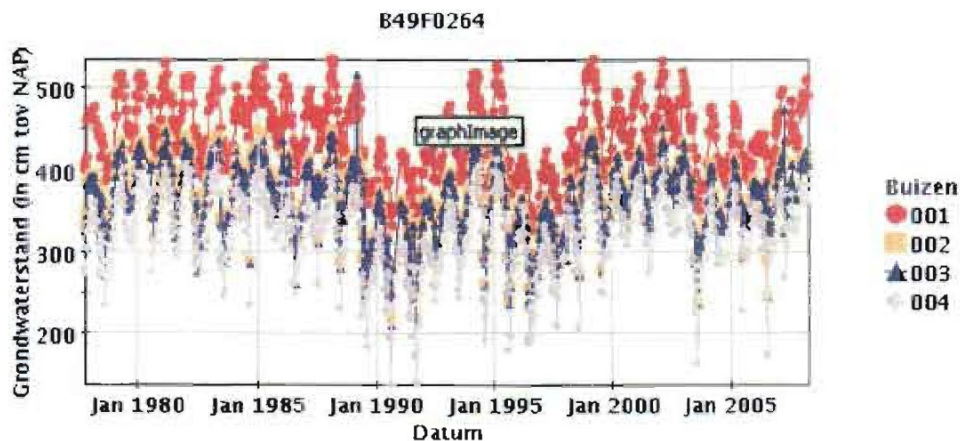
Voor het tweede watervoerend pakket bedraagt de stijghoogte circa NAP + 3,75 meter, met een stijghoogteverhang van circa 0,33 m/km. In het onderste deel van het eerste watervoerend pakket is de grondwaterstroming circa 10 à 15 meter per jaar.

De stijghoogte in het derde watervoerend pakket bedraagt circa NAP + 3,25 meter. Het stijghoogteverhang in het derde watervoerend pakket is ongeveer 0,5 m/km. De stromingssnelheid van het grondwater in het derde watervoerend pakket bedraagt circa 15 meter per jaar.

In figuur 2.1 is het stijghoogteverloop in de verschillende watervoerende pakketten weergegeven. De peilbuis bevindt zich op 1,9 kilometer ten oosten van de locatie.

Op de locatie is de stijghoogte in het eerste en tweede watervoerend pakket naar verwachting lager dan in figuur 2.1, aangezien er bij een maaiveldhoogte van NAP + 3 meter geen sprake was van kweldruk bij de proefboring.

Figuur 2.1: Stijghoogteverloop in de watervoerende pakketten



© TNO-NITG 2004

Filterdieptes:

- Buis 1: 6,5-7,5 m-mv (eerste watervoerend pakket)
- Buis 2: 43,6-44,6 m-mv (tweede watervoerend pakket)
- Buis 3: 67,3-69,3 m-mv (tweede watervoerend pakket)
- Buis 4: 112,2-114,2 m-mv (derde watervoerend pakket)

2.3 Grondwaterwinningen

Volgens het grondwateronttrekkingsregister van de provincie Noord-Brabant zijn er vier grondwateronttrekkingen gelegen in de omgeving van circa 5 km rondom de onderzoekslocatie. Daarnaast zijn de op grotere afstand gelegen pompstations Altena en Schijf opgenomen. Binnen een straal van 5 km van de onderzoekslocatie zijn geen onttrekkingen ten bate van beregening gesitueerd. Bronbemalingen zijn in tabel 2.2 niet meegenomen.

Tabel 2.2: Overzicht geregistreerde grondwaterwinningen

Onttrekker	Vergunning (m ³ /jaar)	Onttrekking 2006 (m ³ /jaar)	Filterstelling (m-mv)	Afstand (km)	Richting t.o.v. locatie	Doel
BVR Roosendaal	185.000	0	58 / 78	0,7	noordelijk	KWO
Woonzorgcentrum De Wildenborch	163.200	162.603	50 / 80	0,9	zuidoostelijk	KWO
Pompstation Borteldonk	4.000.000	3.500.966	42 / 82	2,0	zuidoostelijk	drinkwater
Audi Centrum	120.000	0	35 / 80	4,4	noordelijk	KWO
Pompstation Altena	4.000.000	3.620.233	104 / 149	6,2	westelijk	drinkwater + infiltratie
Pompstation Schijf	7.000.000	6.900.600	89 / 161	6,8	oostelijk	drinkwater + infiltratie

2.4 Grondwaterkwaliteit

Het eerste, tweede en derde watervoerend pakket zijn te classificeren als zoet. Het zoet-brakgrensvlak (150 mg Cl/l) ligt op een diepte van circa 190 m-mv, in de derde scheidende laag.

In de peilbuis van de proefboring (diepte 78-80 m-mv) is het grondwater bemonsterd en geanalyseerd. Het gemeten chloridegehalte bedroeg 16 mg Cl/l. Dit komt overeen met de verwachting dat het grondwater in het tweede watervoerend pakket zoet is. Het gemeten ijzergehalte bedroeg < 0,5 mg/l.

Er zal naar verwachting weinig tot geen putverstopping optreden door neerslag van ijzeroxide deeltjes, indien het systeem onder voldoende overdruk functioneert.

2.5 Bodemverontreinigingen

Volgens informatie van het Bodemloket zijn er in de buurt van de locatie geen urgente, mobiele bodemverontreinigingen aanwezig.

Bij de Regionale Milieudienst West-Brabant is navraag gedaan in verband met de verontreiniging van chloorkoolwaterstoffen van een chemische wasserij aan de President Kennedylaan 152 (op circa 350 meter ten zuidoosten van de locatie). Deze verontreiniging is nog niet in omvang en diepte afgeperkt.

2.6 Provinciaal beleid

De locatie ligt buiten de grondwaterbeschermingsgebieden van de pompstations Altena en Borteldonk (bron: 'Provinciale Milieuverordening Noord-Brabant'). De locatie is buiten de attentiegebieden en beschermde gebieden waterhuishouding gelegen (bron: 'Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005').

Het terrein grenst aan de noord- en zuidzijde aan een beschermd gebied waterhuishouding.

3. Energieopslagsysteem

3.1 Werking opslagsysteem

Voor de conditionering van het binnenklimaat is een duurzaam installatieconcept ontworpen. Het ondergronds energieopslagsysteem maakt in combinatie met een warmtepomp deel uit van het klimaatbeheersysteem. Gekozen is voor een doubletsysteem. Voor de energieopslag zal gebruik worden gemaakt van één doublet, bestaande uit twee bronnen, beide geschikt voor zowel infiltratie als onttrekking van grondwater.

In bijlage 5 is de energie- en waterbalans van het opslagsysteem weergegeven.

In de zomersituatie wordt het opslagsysteem gebruikt voor de koeling van het complex. Hiertoe wordt grondwater verplaatst uit de 'koude' bron. De temperatuur van het afgevoerde grondwater bedraagt circa 10,0°C. Het grondwatercircuit voorziet het complex via een warmtewisselaar (TSA) van koude. Het opgewarmde grondwater wordt vervolgens met een gemiddelde temperatuur van circa 17,5°C in de 'warme' bron gebracht. De temperatuur van het te verplaatsen water kan bij extreme buitentemperaturen oplopen tot maximaal 25°C.

In de wintersituatie wordt het opslagsysteem in combinatie met de warmtepomp toegepast voor de verwarming van het complex. De stromingsrichting in het grondwatercircuit is in de winter omgekeerd aan die in de zomersituatie. Grondwater met een temperatuur van circa 15,5°C wordt onttrokken uit de 'warme' bron. Het grondwatercircuit staat zijn warmte via de warmtewisselaar af aan het gebouw. Met behulp van de warmtepomp wordt het water verder opgewarmd. Het grondwater wordt vervolgens met een gemiddelde temperatuur van circa 9,5°C in de 'koude' bron gebracht.

3.2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn voor het opslagsysteem vastgesteld:

Zomersituatie

- gemiddelde onttrekkingstemperatuur: 10,0°C
- gemiddelde infiltratietemperatuur: 17,5°C
- maximaal verplaatsingsdebiet: 41 m³/h
- gemiddelde capaciteit: 361 kW
- equivalente vollast uren: 754 uur
- gemiddelde grondwaterverplaatsing: 30.918 m³ in het zomerseizoen
- gemiddeld ontladen koude tijdens zomerseizoen: 272 MWh

Wintersituatie

- gemiddelde onttrekkingstemperatuur: 15,5°C
- gemiddelde infiltratietemperatuur: 9,5°C
- maximaal verplaatsingsdebiet: 41 m³/h
- gemiddelde capaciteit: 286 kW
- equivalente vollast uren: 951 uur
- gemiddelde grondwaterverplaatsing: 39.000 m³ in het winterseizoen
- gemiddeld geladen koude tijdens winterseizoen: 272 MWh

De hoeveelheid geladen koude is gelijk aan de hoeveelheid ontladen koude uit de bodem. Dit is noodzakelijk om een gesloten energiebalans in stand te houden.

De uitgangspunten en modelberekeningen van het opslagsysteem hebben betrekking op een gemiddeld klimatologisch jaar. In een gemiddeld jaar bedraagt de bruto grondwaterverplaatsing circa 70.000 m³.

Om rekening te houden met in klimatologisch opzicht extreme jaren wordt een vergunning aangevraagd voor een bruto verplaatsing van 88.000 m³/jaar; 38.500 m³ voor het zomerseizoen en 49.500 m³ voor het winterseizoen.

De netto grondwateronttrekking bedraagt 0 m³/jaar, behoudens een kleine lozing (zie paragraaf 3.4).

Op warme zomerdagen zal de maximale temperatuur van het te retourneren water incidenteel op kunnen lopen tot maximaal 25°C. De minimale temperatuur bedraagt 5°C. In de bijlage is een water- en energiebalans opgenomen.

3.3 Dimensionering van het ondergrondse deel van het opslagsysteem

Alleen het tweede watervoerend pakket is tot 80 m-mv geschikt voor aanleg van het opslagsysteem (zie provinciaal beleid Noord-Brabant). De filters kunnen van 38 tot 80 m-mv worden geplaatst. Het gewenste maximale debiet van 41 m³ per uur is met een effectieve filterlengte van 20 meter, bij een boordiameter van 600 mm, naar verwachting te realiseren. Voor de globale filterstelling moet rekening gehouden worden met een diepte tussen 38 en 65 m-mv. In tabel 3 is de globale brondimensionering weergegeven. Om onderlinge beïnvloeding van de bronnen te voorkomen zijn deze op een afstand van 125 meter van elkaar geplaatst. De ligging van de bronnen is weergegeven in bijlage 2.

Tabel 3.1: Globale brondimensionering

	doublet
Max. debiet (m³/uur)	41
Boordiameter (mm)	600
Effectieve filterlengte (m)	20
Globale filterstelling (m-mv)	38-65

3.4 Lozingen bronnensysteem

De netto grondwateronttrekking bedraagt 0 m³/jaar, behoudens een kleine lozing. Voor de aanleg van de nieuwe bronnen komt circa 2.000 m³ spuiwater vrij. Voor het periodieke onderhoud komt jaarlijks circa 500 m³ spuiwater vrij.

3.5 Milieuaspecten

De toepassing van lange termijn energieopslag en warmtepompen in klimaatbeheerssystemen vormt uit milieuoogpunt een aantrekkelijk alternatief voor de reguliere systemen. Door toepassing van het opslagsysteem wordt, in vergelijking met conventionele koeling en verwarming, een besparing in het gebruik van elektriciteit en gas van circa 40% gerealiseerd. De reductie van het energieverbruik heeft een vermindering van uitstoot van CO₂ (41 ton), SO₂ en NO_x (13 kg) tot gevolg.

4. Modelberekeningen

4.1 Inleiding

Om een inschatting te kunnen maken van de gevolgen van de toepassing van energieopslag, zijn geohydrologische en hydrothermische modelberekeningen uitgevoerd. De geohydrologische berekeningen zijn uitgevoerd met het numerieke computerprogramma MicroFEM (Hemker, 2007). De hydrothermische berekeningen zijn uitgevoerd met het numerieke computerprogramma HST3D (Kipp, 1998). Met HST3D kunnen driedimensionale stof- en warmtetransportberekeningen worden uitgevoerd. MicroFEM maakt gebruik van de eindige elementen methode, HST3D van de eindige differentiemethode.

4.2 Geohydrologische berekeningen

4.2.1 Modelopzet

Het modelgebied heeft een afmeting van 2 bij 2 kilometer. In het midden van het modelnetwerk ligt het terrein met de bronnen. De randen van het modelgebied zijn op zodanige afstand van de onderzoekslocatie gekozen dat ze geen significante invloed hebben op de resultaten van de modelberekeningen. Het modelnetwerk is weergegeven in bijlage 6. De knooppuntafstand bedraagt circa 5 meter in de directe omgeving van het opslagsysteem en neemt toe naar de randen van het modelgebied.

Superpositie

De geohydrologische modelberekeningen zijn uitgevoerd als superpositieberekening: de verlagingen en verhogingen zijn uitgerekend volgens het superpositiebeginsel, waarbij in de berekening alle overige winningen, de grondwateraanvulling en de randstijghoogten van het model op nul zijn gesteld.

Modelschematisatie en geohydrologische parameters

De geohydrologische schematisatie en de gehanteerde modelschematisatie zijn weergegeven in tabel 4.1. In de tabel zijn tevens de waarden opgenomen van de geohydrologische parameters die in het model zijn ingevoerd. Het tweede watervoerend pakket is opgedeeld in twee modellagen in verband met een effectieve filterstelling van 20 meter voor de bronnen. Tussen deze lagen bevindt zich een dun, fictief scheidend laagje met een dikte van 0,1 meter. De weerstand van dit laagje is bepaald aan de hand van de doorlatendheid en dikte van boven en onderliggende laag bij een anisotropiefactor van 10.

Tabel 4.1: Geohydrologische schematisatie en modelparameters

Diepte (m-mv)	d (m)	Filterstelling	k (m/d)	kD (m ² /d)	c (d)	Model-laag	Geohydrologische laag
0-9	9				250	sld 1	deklaag
9-26	17		13	225		wvl 1	wvp 1
26-38	12				750	sld 2	sl 1
38-58	20		28	560	7,5	wvl 2	wvp 2
58-80	22		28	620		wvl 3	wvp 2
80-95	15				2.000	sld 3	sl 2
95-165	70		25	1.750		wvl 4	wvp 3

sl = scheidende laag

sld = slechtdoorlatende laag

wvl = watervoerende laag

wvp = watervoerend pakket

4.2.2 Modelberekeningen

Met behulp van het model zijn de veranderingen in stijghoogten in de watervoerende pakketten berekend. De berekeningen zijn uitgevoerd voor het maximum debiet van 41 m³/h (984 m³/dag), voor de zomersituatie (koude bron onttrekking en warme bron infiltratie van grondwater).

Berekeningsresultaten

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in tabel 4.2 en bijlage 6. In de zomerperiode treedt rondom de warme bron stijghoogteverlaging op, rondom de koude bron verhoging. De grootte van de effecten rondom de warme en de koude bron zijn nagenoeg gelijk.

Uit de resultaten blijkt dat op een afstand groter dan 275 meter vanaf de bronnen de stijghoogteverandering in de onttrekkingslaag (tweede watervoerend pakket) kleiner is dan 5 cm.

Tabel 4.2: Resultaten geohydrologische modelberekeningen

Afstand tot bronnen (m)	Max. stijghoogteverandering wvp1 en wvp3 (m)	Max. stijghoogteverandering wvp2 (m)
0	nihil (< 0,05)	1,25
120	nihil (< 0,05)	0,10
275	nihil (< 0,05)	0,05

Uit de modelberekeningen kan worden geconcludeerd dat de veranderingen in de stijghoogte zich beperken tot de onttrekkingslaag (watervoerend pakket 2). In het boven- en onderliggende watervoerend pakket treden geen veranderingen op. De effecten op de grondwaterstanden in deze watervoerende lagen zullen nihil zijn (< 0,05 meter).

4.3 Hydrothermische berekeningen

4.3.1 Modelopzet

De hydrothermische effectbepaling is erop gericht de veranderingen van de temperatuur van het grondwater te evalueren en het temperatuurverloop van het onttrokken grondwater te berekenen. Aan de hand van het isohypsenpatroon (zie bijlage 4) is de regionale grondwaterstroming in de hydrothermische modellering meegenomen.

Modelnetwerk

Het modelgebied heeft een afmeting van 2 x 2 kilometer. De bronnen liggen centraal in het modelnetwerk. De grootte van de modelcellen is 5 x 5 meter nabij de bronnen en neemt toe naar de randen van het grid.

Schematisatie

De schematisatie is gelijk aan de schematisatie van het hydrologische model. De overige invoerparameters zijn opgenomen in bijlage 7. De achtergrondtemperatuur van het grondwater is in het model op 11°C gesteld.

4.3.2 Modelberekeningen

Door de verplaatsing van het koude en het warme grondwater naar de warme en koude bronnen zal de temperatuur van het grondwater veranderen. Met behulp van het HST3D-model is het verloop van de grondwatertemperatuur berekend, waarbij het opslagsysteem gedurende twintig jaar draait volgens de uitgangspunten van paragraaf 3.2.

In bijlage 7 is de berekende temperatuur nabij de warme en de koude bron voor een periode van twintig jaar weergegeven. Uit de figuur blijkt dat het verloop van de grondwatertemperatuur ter plaatse van de bronnen na enkele jaren stationair is geworden. Nabij de warme bron stijgt de temperatuur van het grondwater tot ongeveer 17,4°C gedurende het zomerseizoen (infiltratie van warm water). Aan het begin van het winterseizoen bedraagt de temperatuur van het grondwater nog circa 16,0°C en neemt af tot circa 14,3°C aan het einde van het winterseizoen.

Nabij de koude bron wordt de temperatuur van het grondwater afgekoeld tot ongeveer 9,5°C gedurende het winterseizoen (infiltratie van koud water).

Aan het begin van het zomerseizoen bedraagt de temperatuur van het grondwater in de koude bron circa 9,7°C en neemt toe tot circa 10,2°C aan het einde van het zomerseizoen.

De berekende temperatuurverdeling van het grondwater na 20 jaar energieopslag is in bijlage 7 door middel van isothermen weergegeven.

Uit analyse van de resultaten van de thermische effectberekening blijkt dat na 20 jaar energieopslag de temperatuurverandering in het tweede watervoerend pakket op een afstand van 140 meter vanaf de warme bron +0,5°C bedraagt. Vanaf de koude bron wordt in het tweede watervoerend pakket op een afstand van circa 70 meter een temperatuurverandering van -0,5°C berekend.

5. Gevolgen energieopslag

Bij de beschrijving van de gevolgen van de energieopslag zijn de volgende aspecten onderscheiden:

- landbouw en natuur (opbrengstverandering, verandering abiotische condities)
- bebouwing en infrastructuur (zetting)
- bestaande onttrekkingen (verandering afpompings- en onttrekkingstemperatuur)
- bestaande grondwaterverontreinigingen
- beïnvloeding oppervlaktewater
- beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Gevolgen voor de landbouw en natuur

Veranderingen in de grondwaterstand ten gevolge van grondwateronttrekkingen kunnen leiden tot schade aan landbouw en natuur. De onderzoekslocatie bevindt zich in stedelijk gebied en ligt buiten de beschermde gebieden waterhuishouding en attentiegebieden, zoals opgenomen in de Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005. Naast de locatie liggen twee beschermde gebieden waterhuishouding. De effecten van het opslagsysteem treden op in het tweede watervoerend pakket. Er is geen beïnvloeding van het eerste watervoerend pakket en er treden geen nadelige effecten op met betrekking tot de beschermde gebieden. De locatie ligt buiten de gebieden die onder de vogel- en habitatrichtlijn extra bescherming genieten. Er zijn derhalve geen gevolgen van het geplande energieopslagsysteem voor landbouw en natuur.

Gevolgen voor de bebouwing en infrastructuur

Grondwaterstandverlagingen kunnen leiden tot zetting van de ondergrond, waardoor schade aan bebouwing en infrastructuur kan ontstaan.

Om inzicht te krijgen in de grootte van de zetting is gebruik gemaakt van de methode van Terzaghi. In bijlage 8 is de zettingsberekening opgenomen.

De totale druk, bestaande uit waterdruk (water pressure) en korreldruk (grain pressure), blijft gelijk voor en tijdens de energieopslag. Door stijghoogteverlaging (afvoer van grondwater) neemt de waterdruk af en de korreldruk toe. Hierdoor draagt het grondwater minder van de totale druk en neemt de compactheid van de korrels toe. Dit zorgt voor zetting van de bodemlaag. Stijghoogteverhoging (toevoer van grondwater) zorgt voor een toename van de waterdruk, waardoor de korreldruk afneemt. In dat geval treedt er geen zetting in de bodemlaag op. De stijghoogteveranderingen treden alleen op in het tweede watervoerend pakket, wat terug te zien is in de zettingsberekening in bijlage 8. De bodemparameters zijn bepaald aan de hand van NEN blad 6740.

In de directe omgeving van de putten worden de volgende waarden berekend:

maximale zetting: 7,5 mm
zettingsverhang: 0,52 mm/m

Als maat voor schade aan bebouwing worden de grenswaarden van 16 mm zetting en 3,33 mm/m zettingsverhang aangehouden als kritieke grenswaarden. Op basis van deze berekeningen wordt verwacht dat zettingsschade niet zal optreden.

Gevolgen bestaande onttrekkingen

Het geohydrologische en thermische invloedsgebied reikt in het tweede watervoerend pakket tot maximaal 275 meter rond de bronnen (5 cm verlagingsslijn en 0,5°C verschil ten opzichte van de natuurlijke grondwatertemperatuur). Volgens het provinciale grondwaterregister liggen de geregistreerde onttrekkingen (zie tabel 2.2) ruim buiten het invloedsgebied. Beïnvloeding van bestaande onttrekkingen wordt niet verwacht.

Gevolgen voor bestaande grondwaterverontreinigingen

Grondwaterverontreinigingen kunnen door grondwaterwinningen worden aangetrokken, waardoor een grotere verspreiding van de verontreiniging plaats zou kunnen vinden dan in de huidige situatie het geval zou zijn geweest. Er is geen beïnvloeding van het eerste watervoerend pakket.

Er zijn geen verontreinigingen bekend in het tweede watervoerend pakket in de omgeving van het opslagsysteem. Er worden geen nadelige invloeden verwacht op bestaande verontreinigingen.

Gevolgen voor oppervlaktewater

Uit de geohydrologische berekening blijkt dat het energieopslagsysteem alleen effect heeft op de stijghoogte in het tweede watervoerend pakket (het gepompte pakket). Er wordt derhalve geen nadelig effect verwacht ten aanzien van het oppervlaktewater.

Gevolgen voor de grondwaterkwaliteit

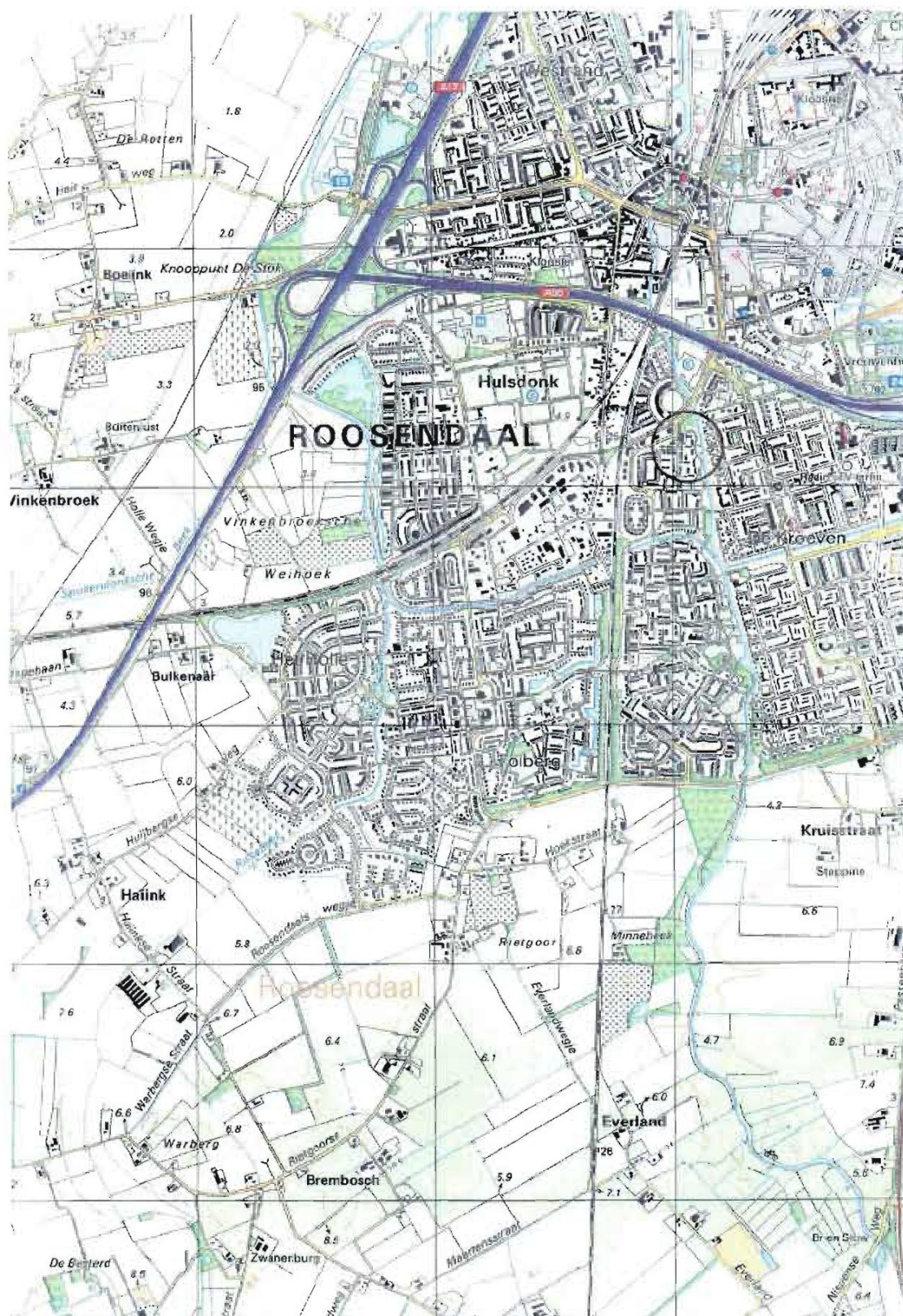
Het opslagsysteem wordt aangelegd in het tweede watervoerend pakket, tussen circa 35 en 60 m-mv. De diepte van het zoet-/zoutgrensvlak bevindt zich in de derde scheidende laag op een diepte van circa 190 m-mv. Aantasting van de zoetwatervoorraden (upconing) wordt dan ook niet verwacht.

De temperatuurverandering van het grondwater ten gevolge van de energieopslag bedraagt enkele graden Celsius. De chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater zal door de geringe temperatuurveranderingen niet significant wijzigen.

Het grondwatercircuit is door middel van een TSA gescheiden van het gebouw-circuit. Door deze scheiding zal alleen beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit kunnen optreden als er sprake is van een lekkage van de warmtewisselaar. Omdat het gebouw-circuit wordt gevuld met leidingwater waaraan verder geen andere stoffen (koelmiddel) worden toegevoegd, zal een eventuele lekkage van een warmtewisselaar geen verslechtering van de kwaliteit van het grondwater veroorzaken.

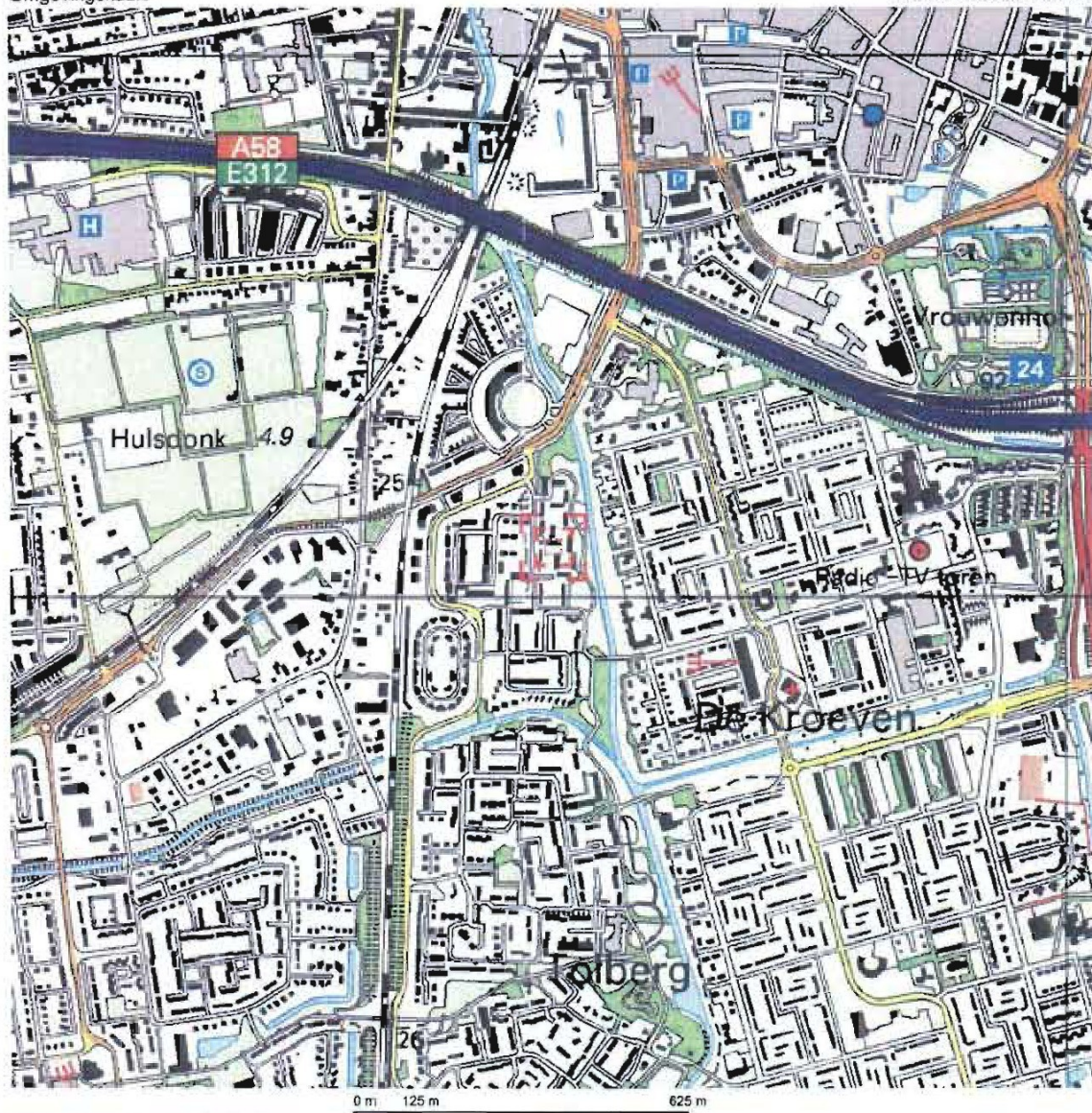
Bijlage 1

Ligging locatie



Bijlage 2

**Situatie Waterland met ligging warme en koude bron
en kadastrale kaart**



Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

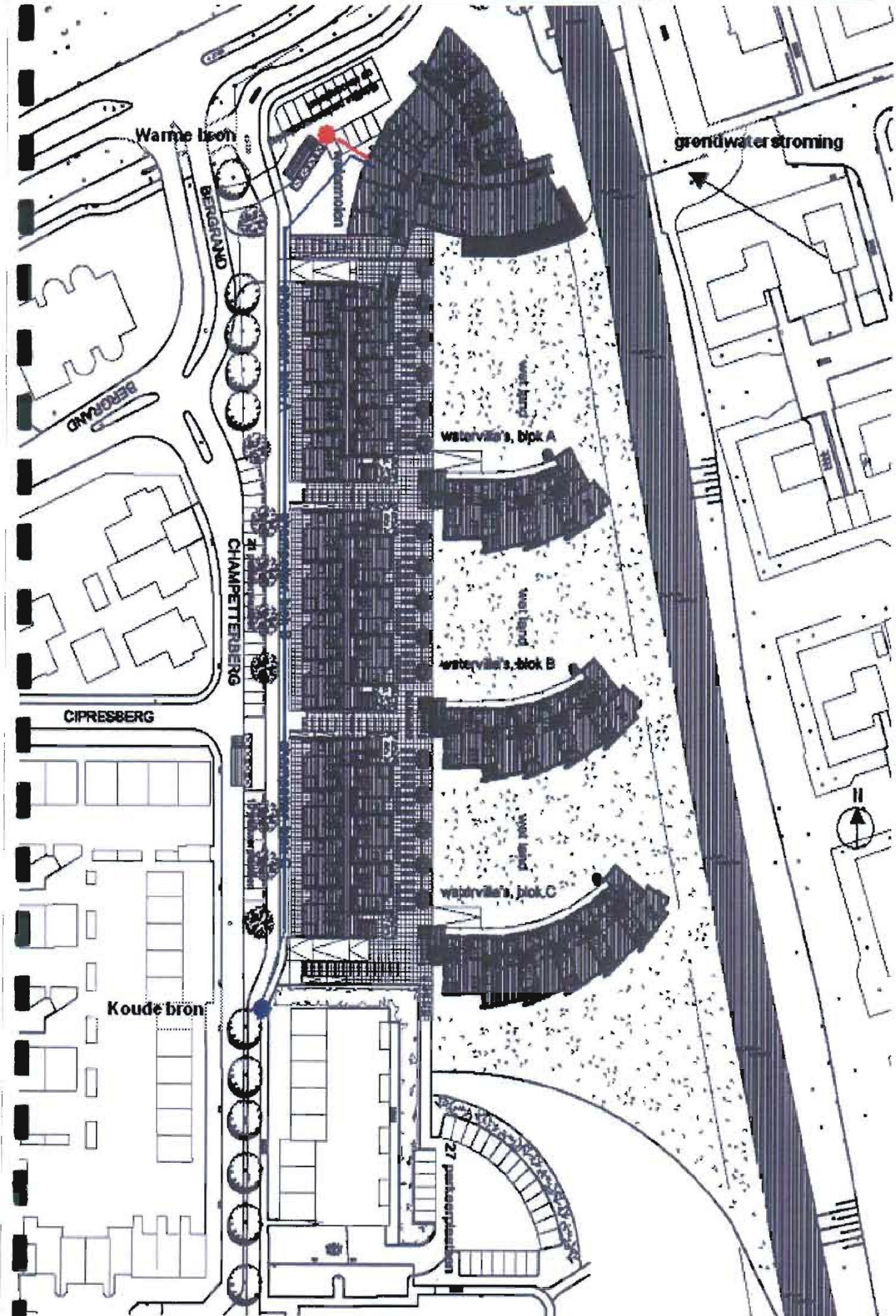
Hier bevindt zich Kadastraal object ROOSENDAAL EN NISPEN N 870

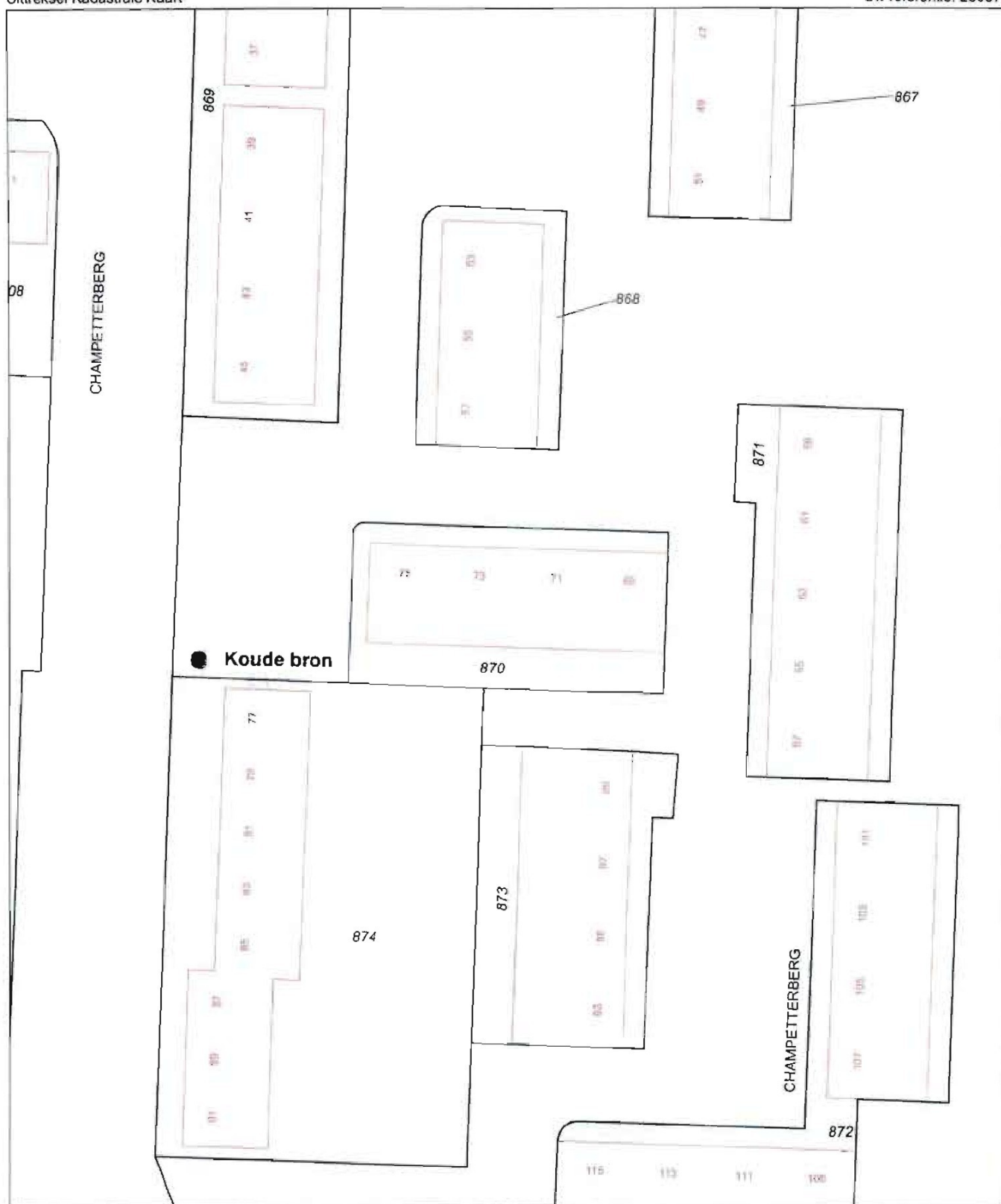
Champetterberg 69, 4707 DD ROOSENDAAL

© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster.



bebouwd gebied a huizenblok, groot gebouw b huizen c hoogbouw d kas wegen autosnelweg hoofdweg met gescheiden rijbanen hoofdweg regionale weg met gescheiden rijbanen regionale weg lokale weg met gescheiden rijbanen lokale weg weg met losse of slechte verharding onverharde weg straat/overige weg wandelgebied fietspad pad, voetpad weg in aanleg weg in ontwerp vloodt tunnel vaste brug beweegbare brug brug op pijlers	spoorwegen spoorweg: enkelspoor spoorweg: dubbelspoor spoorweg: driespoor spoorweg: versporing a station b laadponton tram a metro bovengronds b metrostation hydrografie waterloop: smaller dan 3 m waterloop: 3-6 m breed waterloop: breder dan 6 m a schutsluis b brug c vorder d koedam a grondkelder b sluis c duiker d sluik bosgebied a weide met sloten b bouwland met greppels c boomgaard d fruitkwekerij e boomkwekerij f weide met populieren g loofbos h naaldbos i gemengd bos j grasland k heide l zand m dree en riet n heide en houtwal	overige symbolen a kerk, molens b kerk, hoge koepel c kerk, molens met toren d merkant object e waterdijk f vuurtoren a gemeentehuis b postkantoor c politiebureau d wegwijzer a kapel b kruis c vliegveld d telefoon a windmolen b windmolen c windmolentje d windturbine a oliepompinstallatie b eenmast c zendmast a huizebed b monument c poldergranaat a begrafsplaats b boom c paal d opelegrank a kampantenmark b sportboom c ziekenhuis a schietbaan b straatwering c hoogspanningsleiding met mast d muur e geluidswering
--	--	---





Deze kaart is noordgericht

Schaal 1:500

12345 Perceelnummer
 25 Huisnummer
 — Kadastrale grens
 — Bebouwing
 — Overige topografie

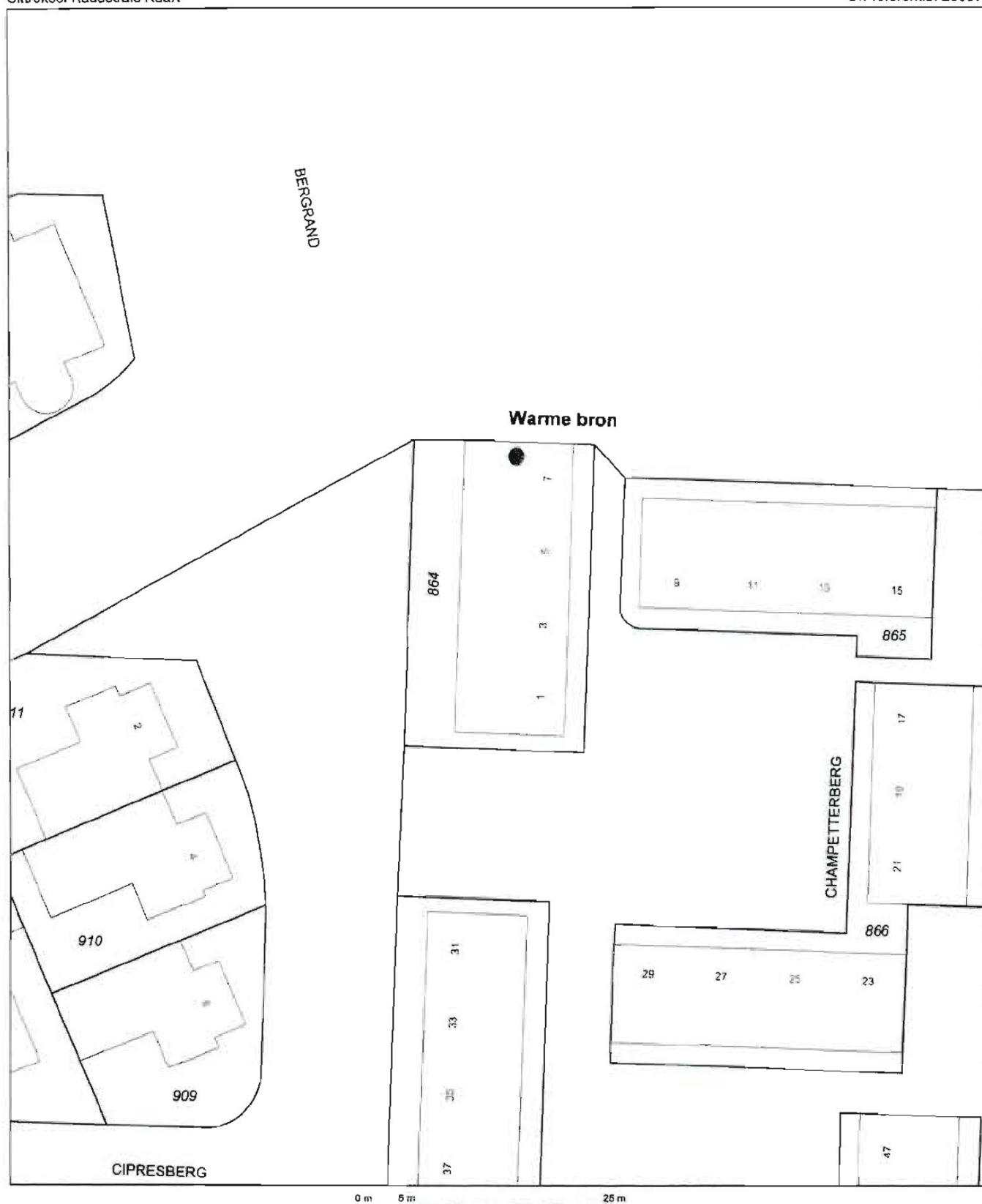
Kadastrale gemeente
 Sectie
 Perceel

ROOSENDAAL EN NISPEN
 N
 870



Voor een eensludend uittreksel, BREDA, 15 april 2008
 De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.
 De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele
 eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.



Deze kaart is noordgericht

Schaal 1:500

12345 Perceelnummer
 25 Huisnummer
 — Kadastrale grens
 — Bebouwing
 — Overige topografie

Kadastrale gemeente
 Sectie
 Perceel

ROOSENDAAL EN NISPEN
 N
 864



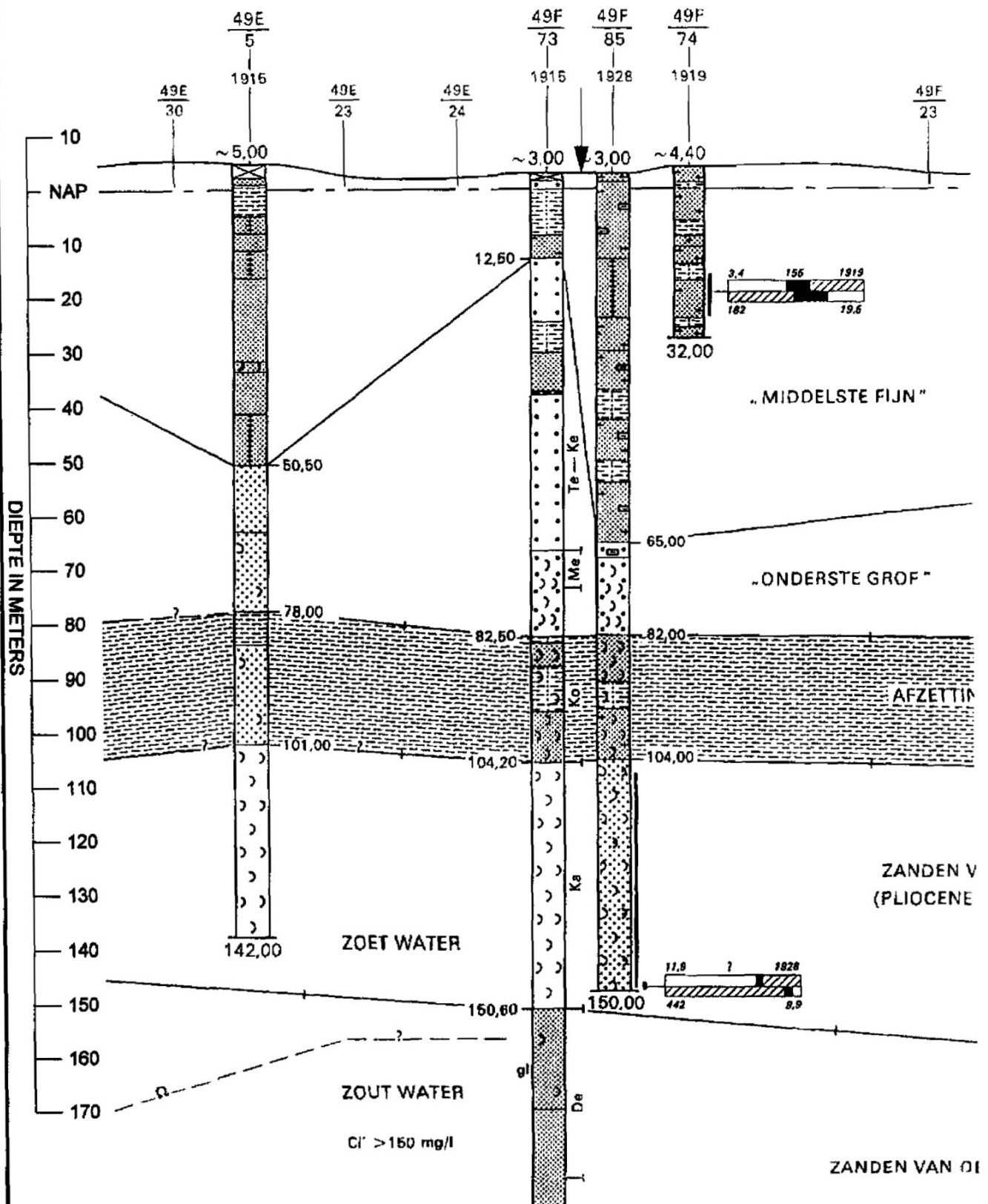
Voor een eensluitend uittreksel, BREDA, 27 mei 2006
 De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.
 De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele
 eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

Bijlage 3

**Geohydrologisch dwarsprofiel (tek.nr. 28037301-T1)
en boorstaat proefboring**

ROOSENDAAL



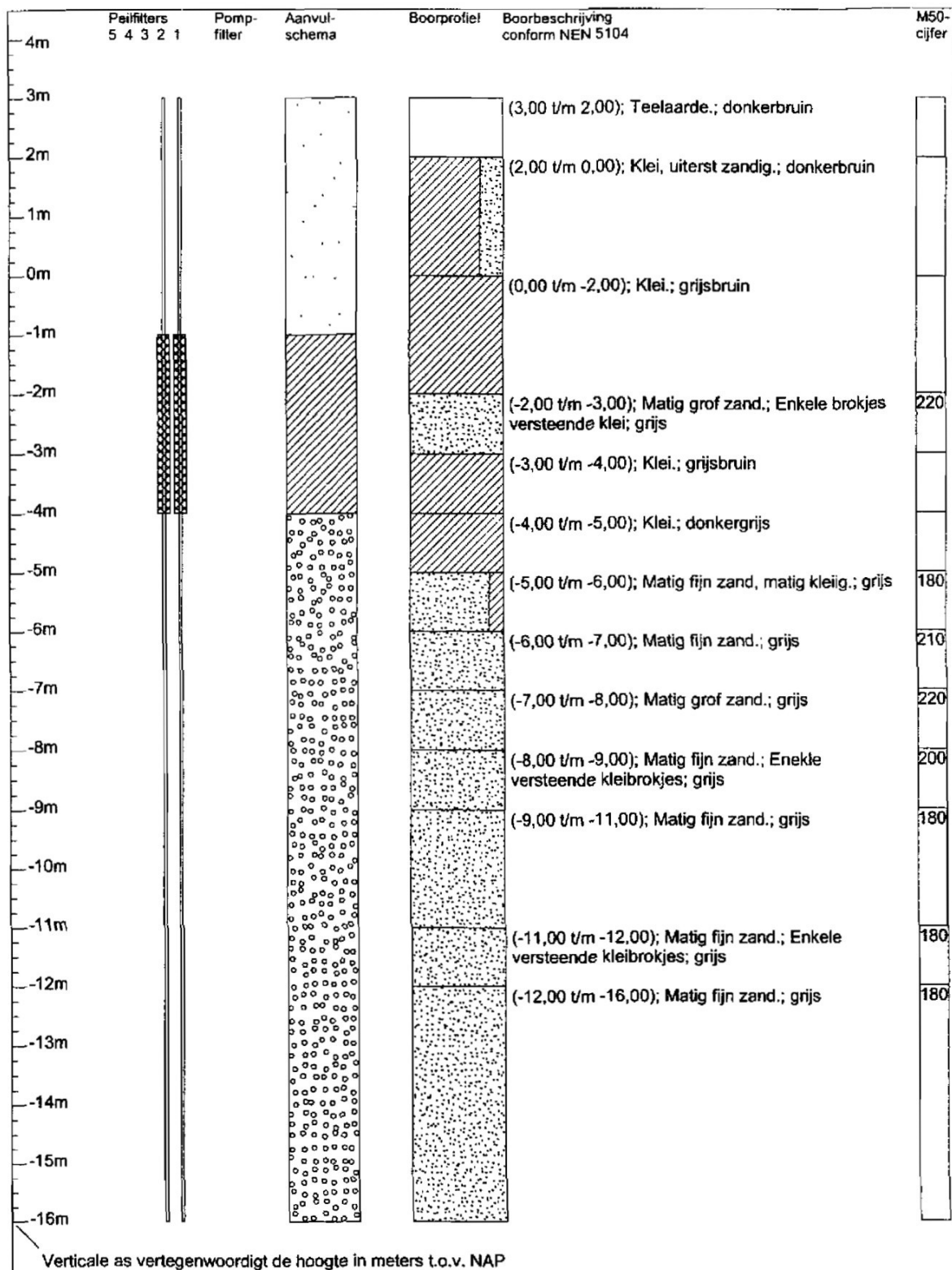
Titel: Geohydrologisch dwarsprofiel
 Project: Koude-/ warmteopslag Waterland
 Locatie: Champetterberg
 Plaats: Roosendaal
 Opdrachtgever: Intecho Installatie Adviseurs

D
C
B
A
24-07-2008
Datum:

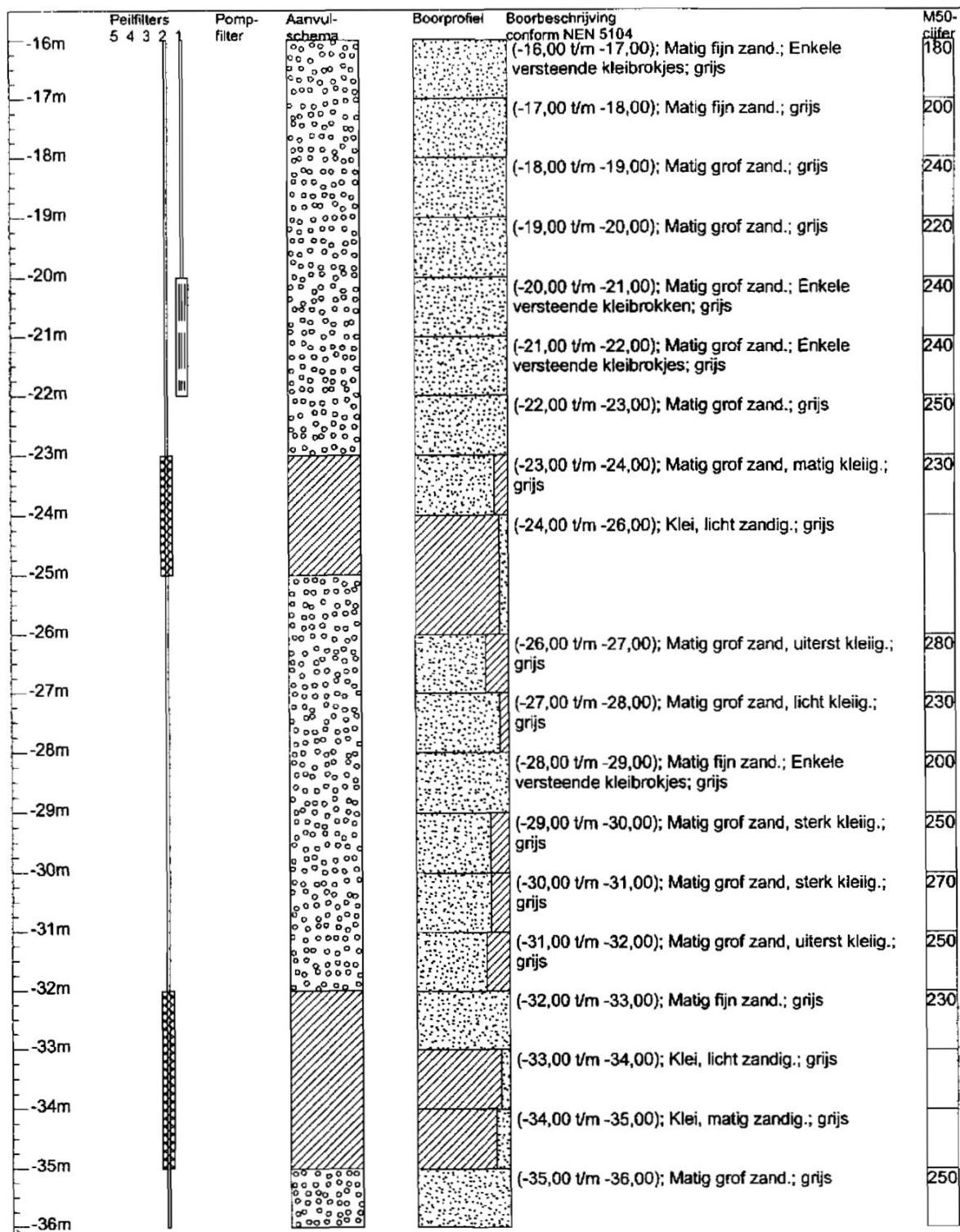
KWA
 bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
 Postbus 1526 3800 AD
 Amersfoort
 Tel. 033 - 4221300
 Email desk@kwa.nl

Tekeningnr.: 28037301-T1
 Relatie nr.: 11219
 Document nr.: 28037301-001
 Formaat: A4
 Schaal: H:150.000/V:1:1000



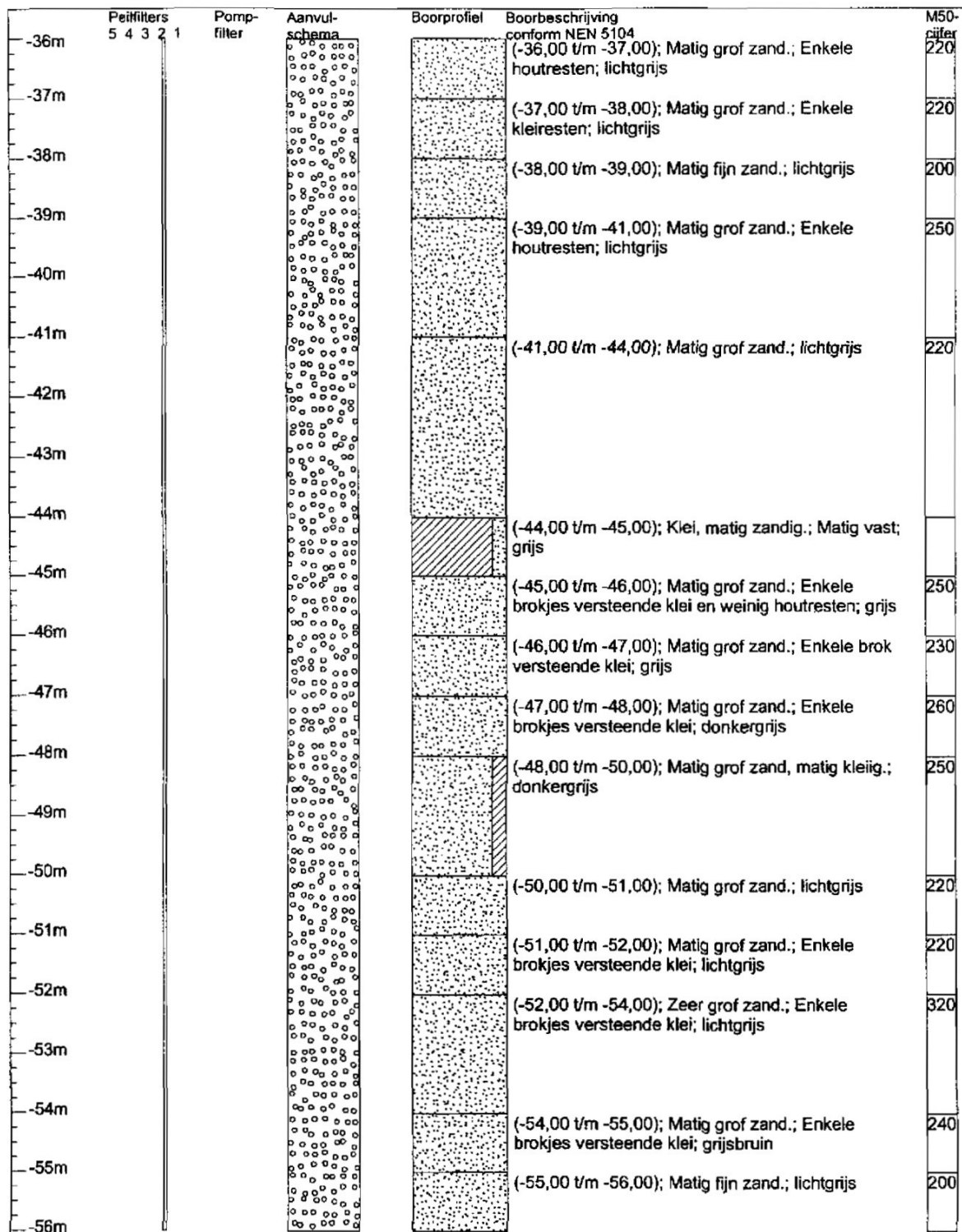
Project/Plaats	Roosendaal Waterland, proefboring	Datum	5-5-2008	Qns kenmerk	58007
Opdrachtgever	Intechno Consulting B.V.	X-coördinaat	90.032.240	Uw kenmerk	
Boormethode	Zuigboren	Y-coördinaat	393.089.210	Boornummer	
Boormeester		KM			
Mos Grondwatertechniek Heinenoord			www.mos.nl		Proefboring



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. NAP



Project/Plaats	Rosendaal Waterland, proefboring	Datum	5-5-2008	Ons kenmerk	58007
Ondrachtgever	Intechno Consulting B.V.	X-coördinaat	90.032.240	Uw kenmerk	
Boormethode	Zuigboren	Y-coördinaat	393.089.210	Boornummer	
Boormeester		KM			
Mos Grondwatertechniek Heinoord			www.mos.nl		Proefboring

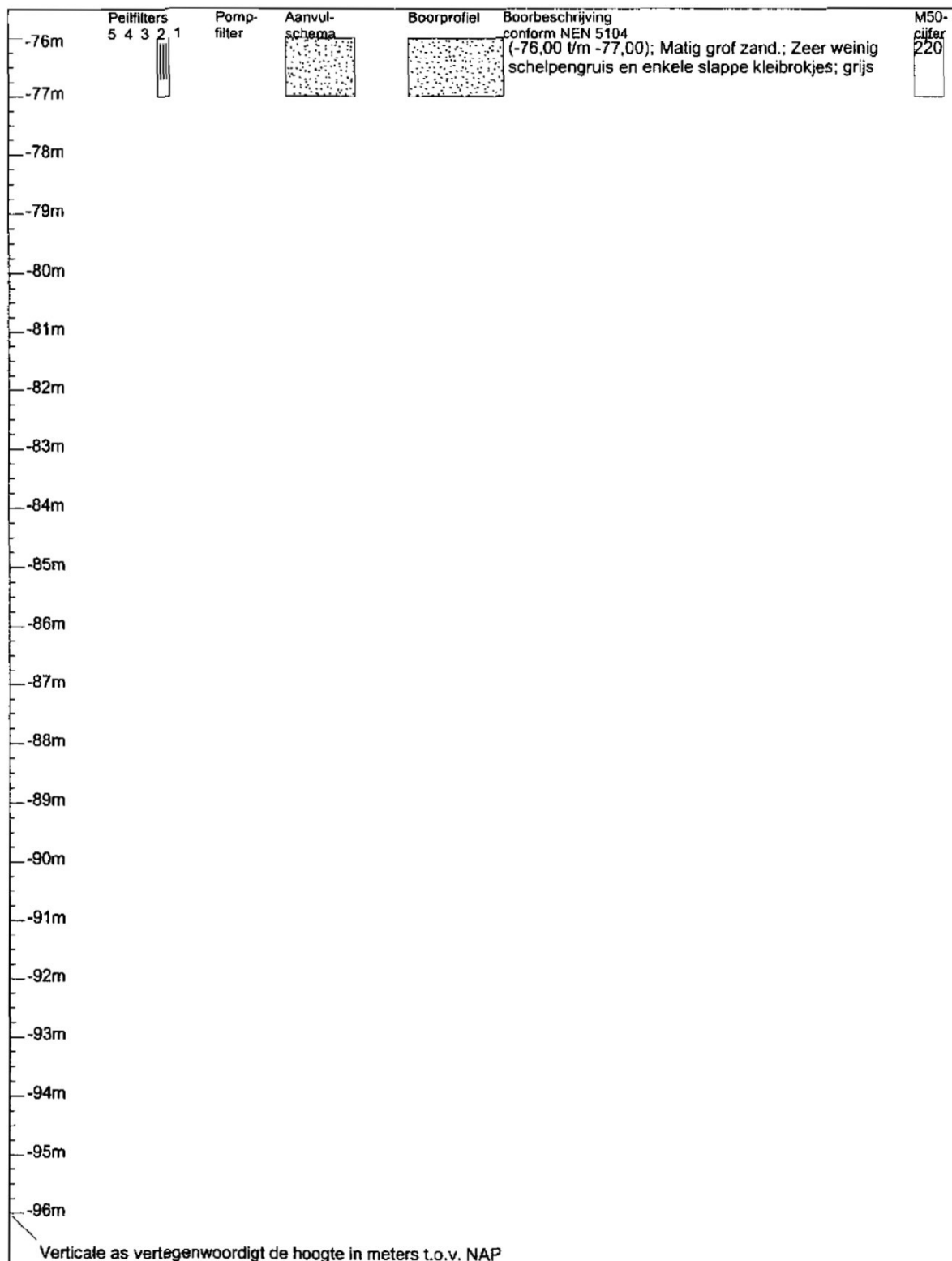


Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. NAP



Project/Plaats	Roosendaal Waterland, proefboring	Datum	5-5-2008	Ons kenmerk	58007
Opdrachtgever	Intechno Consulting B.V.	X-coördinaat	90.032.240	Uw kenmerk	
Boormethode	Zuigboren	Y-coördinaat	393.089.210	Boornummer	
Boormeester		KM			
Mos Grondwatertechniek Heinenoord			www.mos.nl		

Proefboring



MOS GRONDWATERTECHNIEK	Project/Plaats	Roosendaal Waterland, proefboring	Datum	5-5-2008	Ons kenmerk	58007
	Opdrachtgever	Intechno Consulting B.V.	X-coördinaat	90.032.240	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren	Y-coördinaat	393.089.210	Boornummer	
	Boormeester	E	KM		Proefboring	
Mos Grondwatertechniek Heinenoord.			www.mos.nl			

Peilfilters (van-tot(diameter))

Peilbuis 1: -20 m t/m -22 m (32 mm)

Peilbuis 2: -75 m t/m -77 m (32 mm)

Zandaanvullingen en kleiafdichtingen (van-tot(materiaal))

3 m t/m -1 m (Aanvulzand)

-1 m t/m -4 m (Mikoliet 00)

-4 m t/m -23 m (Aanvulgrind 2-5 mm)

-23 m t/m -25 m (Mikoliet 00)

-25 m t/m -32 m (Aanvulgrind 2-5 mm)

-32 m t/m -35 m (Mikoliet 00)

-35 m t/m -70 m (Aanvulgrind 2-5 mm)

-70 m t/m -77 m (Filtergrind)



Project/Plaats	Roosendaal Waterland, proefboring	Datum	5-5-2008	Ons kenmerk	58007
Opdrachtgever	Intechno Consulting B.V.	X-coördinaat	90.032.240	Uw kenmerk	
Boormethode	Zuigboren	Y-coördinaat	393.089.210	Boornummer	
Boormeester		KM			

Mos Grondwatertechniek Heinoord.

www.mos.nl

Proefboring

Bijlage 4

Isohypsenpatroon

locatie: KWA

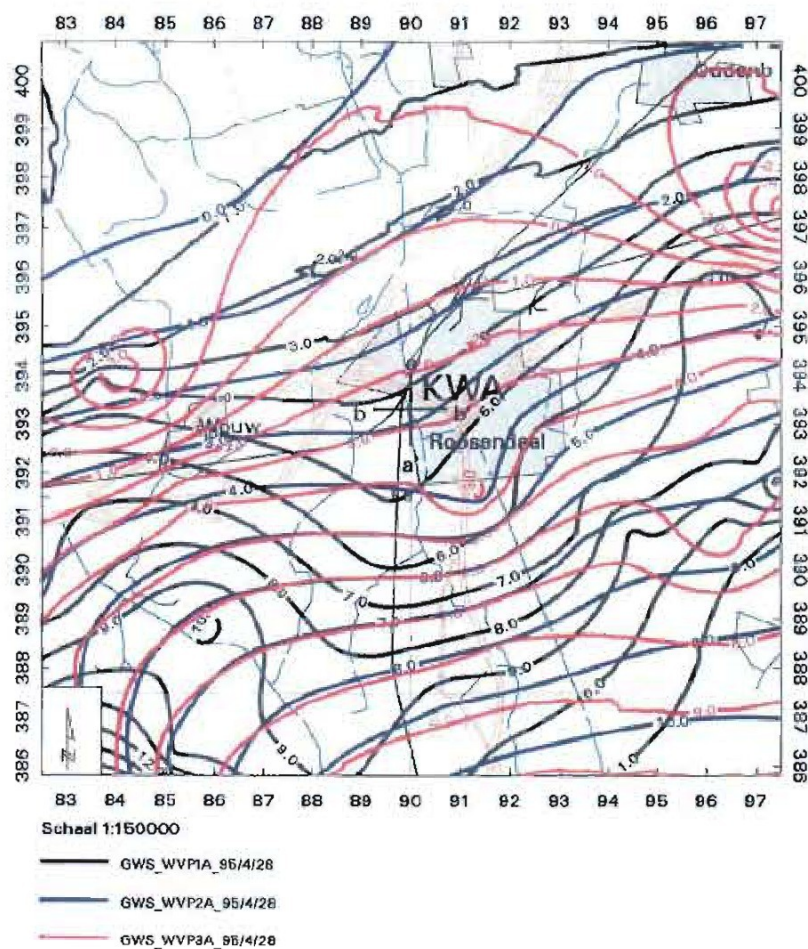
Bron: REGIS-nb

Kartering op schaal 1:50000

Aanmaakdatum plot: 19-03-2008

Profielen gebaseerd op uit
boringen en/of gedigitaliseerde
contouren geïnterpoleerde grids
met een sample-afstand van
100 meter langs de profiellijn

Nederlands Instituut voor
Toegepaste Geowetenschappen TNO

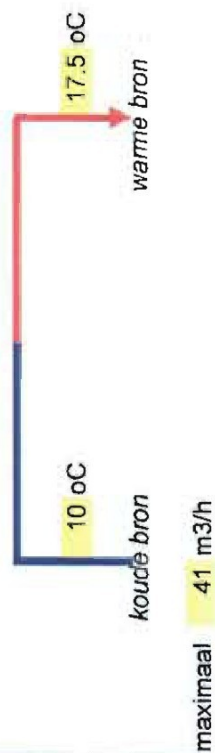


Bijlage 5

Energieopslagsysteem: water- en energiebalans

Energieopslagsysteem: water- en energiebalans

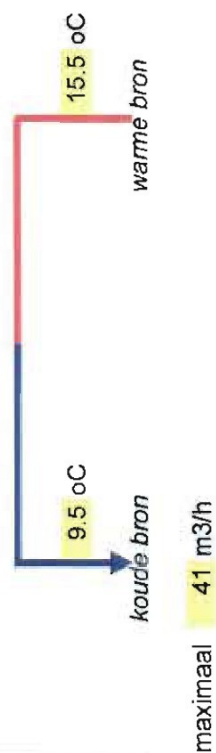
Zomersituatie



aantal eq vollast draaiuren 754 bij max broncapaciteit = 31.4 dagen

debiet (m ³ /seizoen)	30918
ontladen koude (MWh)	272
gem. capaciteit (kW)	361

Wintersituatie

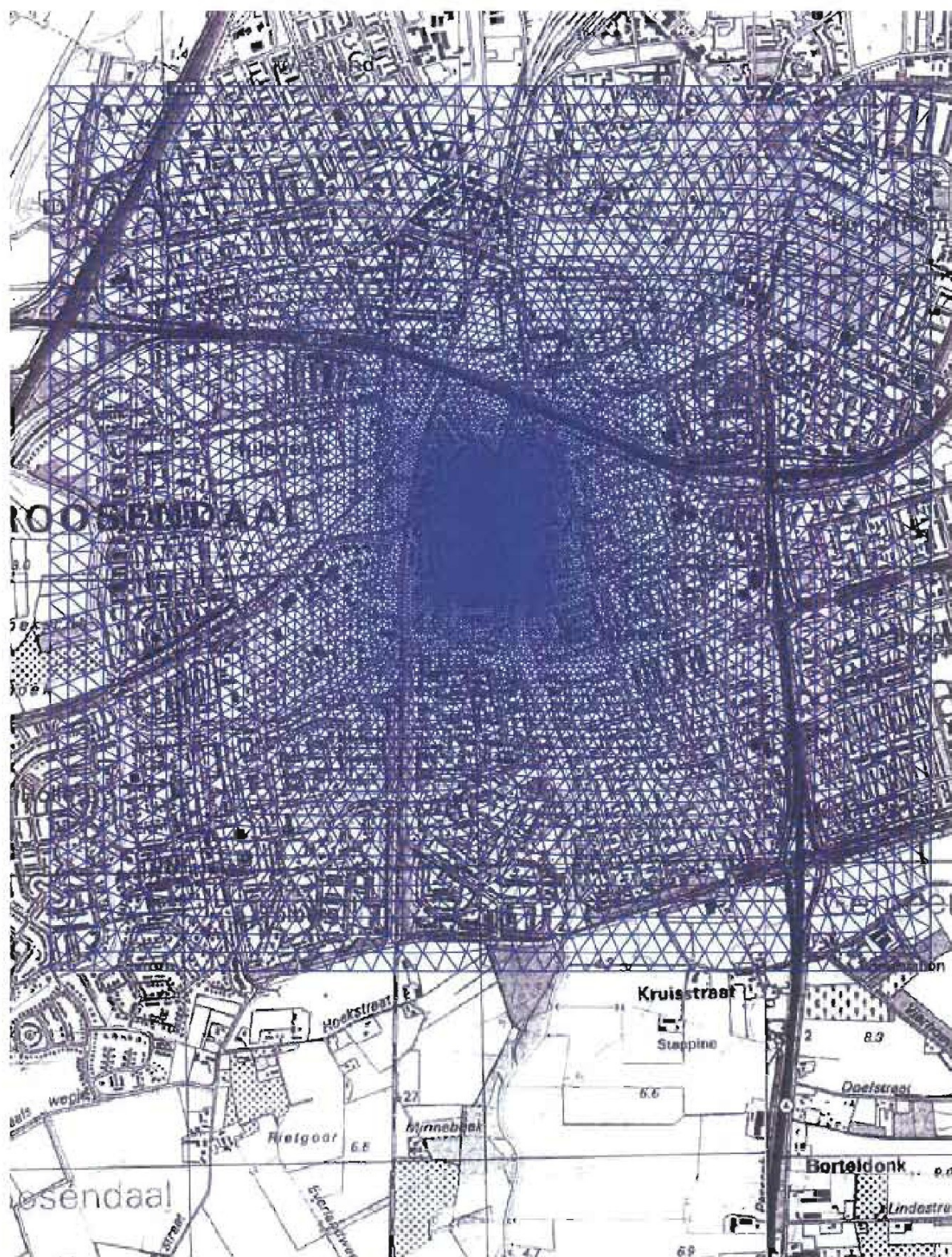


aantal eq vollast draaiuren 951 bij max broncapaciteit = 39.6 dagen

debiet (m ³ /seizoen)	39000
geladen koude (MWh)	272
gem. capaciteit (kW)	286

Bijlage 6

**Geohydrologische effectberekening
(tek.nr. 28037302-T1 en 28037302-T2)**



Titel: Modelgrid geohydrologische modellering
 Project: Koude-/ warmteopslag Waterland
 Locatie: Champetterberg
 Plaats: Roosendaal
 Opdrachtgever: Intechno Installatie Adviseurs

D
C
B
A

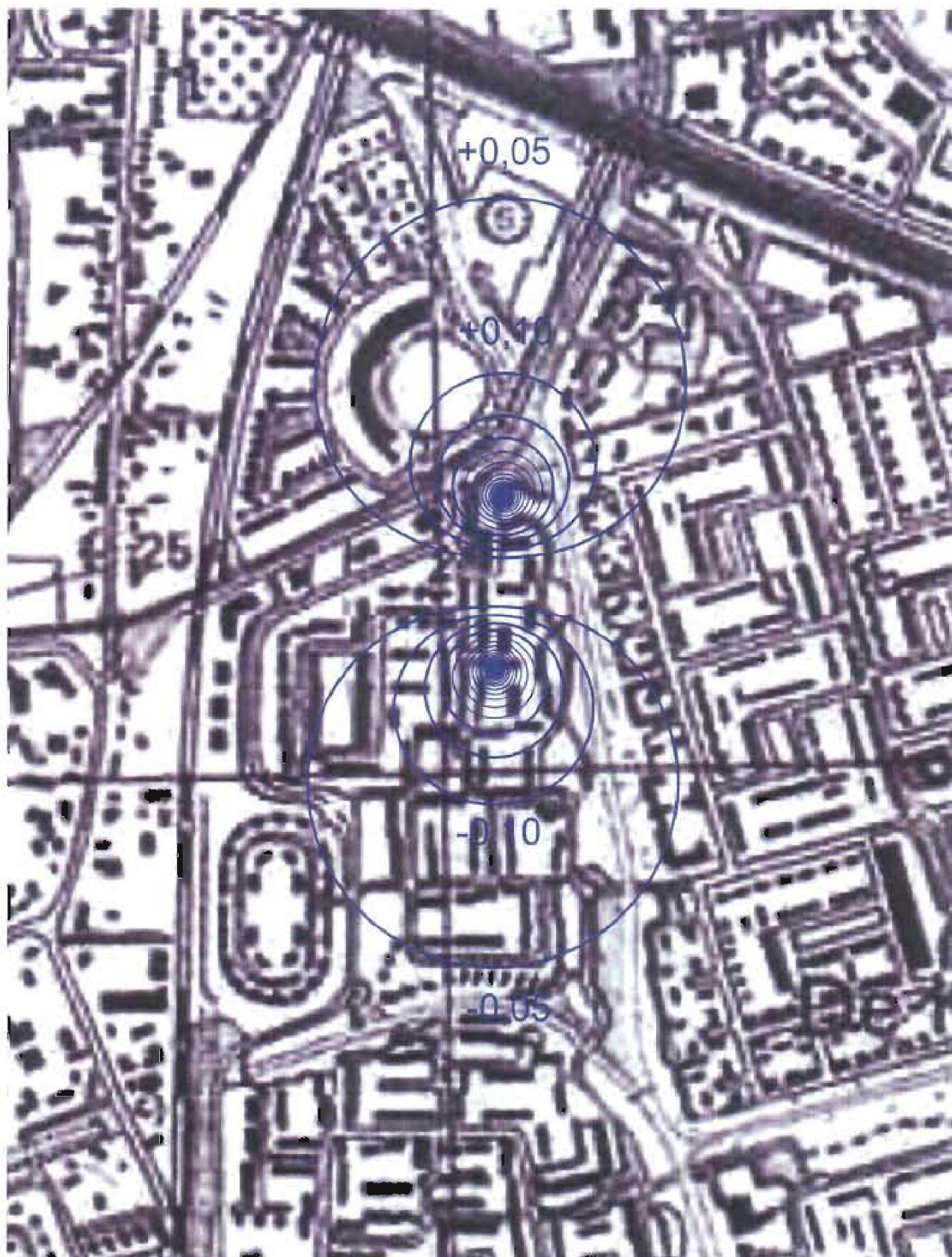
24-07-2008
Datum:

KvA
 bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
 Postbus 1526 3800 AD
 Amersfoort
 Tel. 033 - 4221300
 Email desk@kva.nl

Tekeningnr.: 28037302-T1
 Relatienr.: 11219
 Documentnr.: 2803730DR01
 Getekend: [Signature]
 Formaat: A4
 Schaal: 1:20.000

0 200 400 600 800 1000m.



Titel: Stijlhoogteverandering (m), zomerperiode
 Project: Koude-/ warmteopslag Waterland
 Locatie: Champeiterberg
 Plaats: Roosendaal
 Opdrachtgever: Intechno Installatie Adviseurs

D
C
B
A

24-07-2008
Datum:

KWA
bedrijfs Adviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
 Postbus 1526 3800 AD
 Amersfoort
 Tel. 033 - 4221300
 Email desk@kwa.nl

Tekeningnr.: 28037302-T2
 Relatienr.: 11219
 Documentnr.: 2803730DR01
 Getekend: [Redacted]
 Formaat: A4
 Schaal: 1:5.000

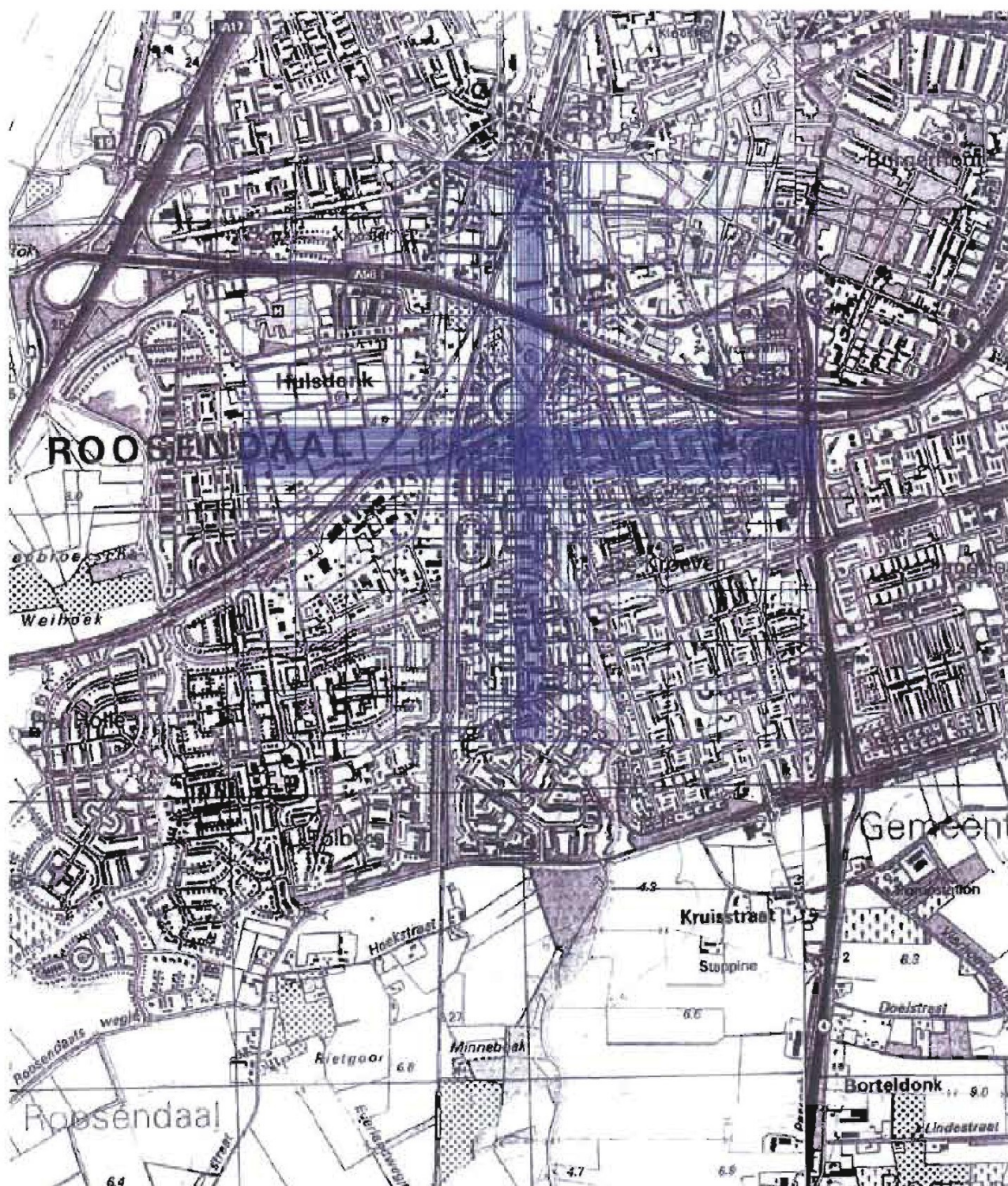
0 50 100 150 200 250m.

Bijlage 7

**Hydrothermische effectberekening
(tek.nr. 28037302-T3 en 28037302-T4)**

Invoergegevens HST3D

- natuurlijke grondwatertemperatuur	:	11,0	°C
- thermische conductiviteit	:	0,6	W / m °C
- thermische expansie coëfficiënt	:	$3,75 \cdot 10^{-4}$	1/°C
- warmtecapaciteit water	:	4189	J/kg °C
- warmtecapaciteit aquifer	:	$2,24 \cdot 10^6$	J/m ³ °C
- thermische conductiviteit		zand: 2,4	W/m °C
		klei: 1,7	W/m °C
- porositeit	:	0,3	(-)
- longitudinale dispersiviteit	:	5,0	m
- transversale dispersiviteit	:	1,0	m
- boordiameter	:	0,6	m



Titel: Modelgrid thermische modellering
 Project: Koude- / warmteopslag Waterland
 Locatie: Champetterberg
 Plaats: Roosendaal
 Opdrachtgever: Intechno Installatie Adviseurs

D
C
B
A

24-07-2008
Datum:

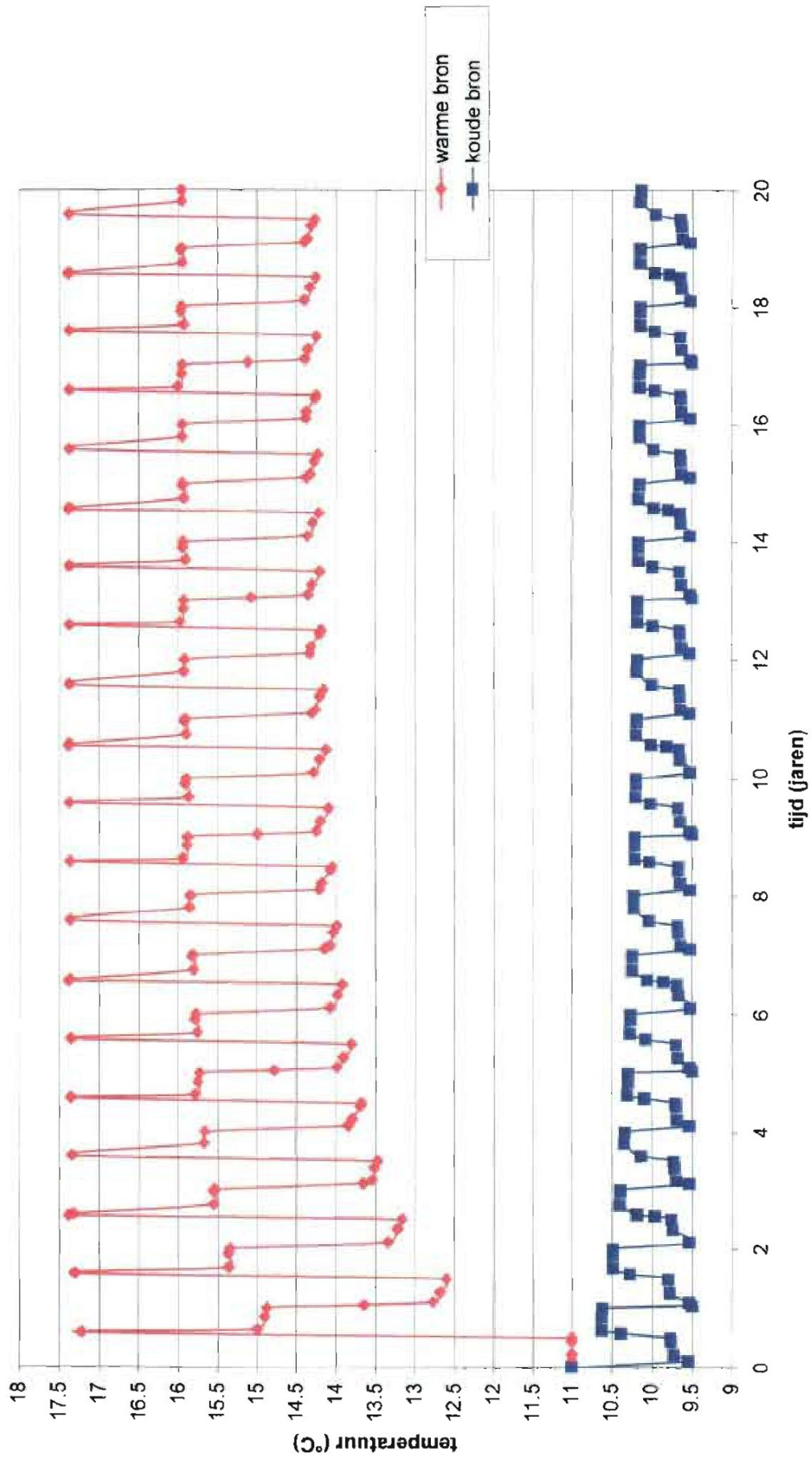
KvA
 bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
 Postbus 1526 3800 AD
 Amersfoort
 Tel. 033 - 4221300
 Email desk@kwa.nl

Tekeningnr.: 28037302-T3
 Relatienr.: 11219
 Documentnr.: 28037302R01
 Getekend: [Redacted]
 Formaat: A4
 Schaal: 1:20.000

0 200 400 600 800 1000m

Temperatuurverloop van de bronnen





Titel: Isothermen (°C), na 20 jaar in bedrijf
 Project: Koude-/ warmteopslag Waterland
 Locatie: Champetterberg
 Plaats: Roosendaal
 Opdrachtgever: Intecho Installatie Adviseurs

D
C
B
A

24-07-2008
Datum:

KWA
 bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
 Postbus 1526 3800 AD
 Amersfoort
 Tel. 033 - 4221300
 Email desk@kwa.nl

Tekeningnr.: 28037302-T4
 Relatienr.: 11219
 Documentnr.: 2803730DR01
 Getekend: [Signature]
 Formaat: A4
 Schaal: 1:5.000

0 50 100 150 200 250m.

Bijlage 8

Zettingsberekening

Zettingsberekening
Waterland te Roosendaal

Berekening zetting ter plaatse van de koude bron

Situatie zonder energieopslag

	m-NAP		m-mv
	m	h	
maasveld	4.5		
stijghoogte wvp 1	4.25		-0.25
stijghoogte wvp 2a	3.75		-0.75
stijghoogte wvp 2b	3.75		-0.75
stijghoogte wvp 3	3.25		-1.25

Energieopslagsysteem in gebruik

	m-NAP		m-mv
	m	h	
maasveld	4.5		
stijghoogte wvp 1	4.25		-0.25
stijghoogte wvp 2a	2.50		-2.00
stijghoogte wvp 2b	3.63		-0.87
stijghoogte wvp 3	3.25		-1.25

Zetting

zetting
0.0075 m

ZOMERSITUATIE

Profiel	Diepte m-mv	Dikte m	Gewicht kg/m3	Zettings constante (-)	head m-mv	total pressure kPa	water pressure kPa	grain pressure kPa	head m-mv	total pressure kPa	water pressure kPa	grain pressure kPa	change in grain press kPa	zetting m
0 deklaag	0	5	1800	50	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000
1 wvp 1	9	17	2000	1000	-0.25	144.0	90.0	54.0	-0.25	144.0	72.0	45.0	27.0	0.0000
1 wvp 2	26	12	1800	100	-0.25	340.0	260.0	80.0	-0.25	340.0	242.0	175.0	67.0	0.0000
2a wvp 2	38	20	2000	1000	-0.75	532.0	375.0	157.0	-2.00	532.0	438.0	317.5	118.5	0.0002
2b wvp 2	58	20	2000	1000	-0.75	932.0	575.0	357.0	-2.00	932.0	732.0	462.5	269.5	0.0009
2 wvp 3	80	22	2000	1000	-0.75	1372.0	795.0	577.0	-0.87	1372.0	1152.0	678.2	473.9	0.0003
3 wvp 3	95	70	2000	300	-1.25	1612.0	940.0	672.0	-1.25	1612.0	1402.0	886.8	625.1	0.0001
	165				-1.25	3012.0	1640.0	1372.0	-1.25	3012.0	2312.0	1290.0	1022.0	0.0000

Zetting en zettingsverhang

Berekende zetting ter plaatse van bron	7.5 mm
zetting op 6,0 meter afstand van bron	4.9 mm
zettingsverhang	0.52 mm per meter

Bijlage 2

EFFECTENNOTITIE T.B.V. VERGUNNINGSWIJZIGING WKO WATERLAND TE ROOSENDAAL D.D. 16
OKTOBER 2015

Effectennotitie

Datum: 26-10-2015

Referentie: 14BB016

Onderwerp: bijlage vergunningaanvraag WKO Waterland te Roosendaal

Inleiding

Voor de huidige WKO van Waterland te Roosendaal is op 13 februari 2009 een vergunning afgegeven door de provincie Noord-Brabant. Het betreft de vergunning Waterwet die recht geeft op het onttrekken van grondwater voor de WKO-installatie. Het kenmerk van de vergunning is: 1502429.

In de vergunning is een voorschrift opgenomen ten aanzien van de energiebalans van het systeem. De optimale inzet van de totale klimaatinstallatie is gebaad bij een onbalans waarbij meer warmte dan koude uit de bodem wordt onttrokken. De energiebehoefte van het gebouw en haar gebruikers blijkt bovendien significant hoger te liggen dan in de vergunning is opgenomen.

Dien ten gevolge wordt een nieuwe vergunning aangevraagd als vervanging van de bestaande vergunning. Waarbij een onbalanssituatie wordt aangevraagd, met de energiehoeveelheden in de winter en de zomer significant hoger dan in de huidige vergunning.

De effecten ten gevolge van deze wijziging zijn beschreven in deze notitie. Alleen de gewijzigde effecten (de thermische effecten) zijn in deze notitie gepresenteerd. Voor de overige effecten wordt verwezen naar de effectenstudie die als bijlage heeft gediend bij de originele vergunning. Voorliggende notitie fungeert als bijlage bij de aanvraag van de wijziging.

Gewijzigde uitgangspunten tov originele vergunning

Ten gevolge van de balanseis in de huidige vergunning, kan de warmtepomp als onderdeel van de klimaatinstallatie van Waterland, niet optimaal worden ingezet.

In de praktijk blijkt de energiebehoefte van Waterland significant hoger dan in de vergunning opgenomen bovendien ligt de warmtevraag significant groter dan de koude vraag (onbalanssituatie). Het gebouw en haar gebruikers vragen meer energie dan in het ontwerp van de installatie is ingeschat.

Het is een woningbouwproject. De warmtevraag is significant hoger dan de koudevraag. Op dit moment betekent dat, dat de warmtepomp uit moeten als de opgeslagen warmte tijdens het koelseizoen “op is”. De gasketel neemt dan de levering van energie over. Dat is geen optimaal duurzame situatie.

Voor Alleewonen is een studie uitgevoerd om de technische mogelijkheden voor een onbalanssituatie inzichtelijk te maken. Deze studie is in nauwe samenwerking met de installateur uitgevoerd. Daarbij zijn een aantal scenario's naast elkaar gezet.

1. *Doorgaan op basis van huidige onbalans (50%)* → leidt tot thermische interactie op lange termijn.
2. *Minder warmte leveren met het grondwatersysteem en meer met de ketel (30% onbalans)* → leidt tot thermische interactie en extra CO₂ uitstoot.
3. *Alle warmte leveren en een grote regeneratievoorziening aanleggen (0% onbalans)* → leidt tot zeer hoge kosten.
4. *Alle warmte leveren met een onbalans van 30% inclusief regeneratievoorziening* → leidt tot thermische interactie op lange termijn.
5. *Alle warmte leveren met een onbalans van 15%* → leidt tot de meest optimale oplossing.
 - Meest duurzaam (warmtepomp kan optimaal worden ingezet en de ketel minimaal)
 - Kostentechnisch acceptabel (er wordt een beperkte regeneratievoorziening opgenomen)
 - Risico op negatieve thermische interactie beperkt (variant met 30% onbalans bleek te risicovol, bij het gepresenteerde scenario (15%) bleek dit risico nihil)
 - Uitgangspunt is dat grondwater beschikbaar is van minimaal 11 °C bij de warme bron (eis voor optimaal functioneren warmtepomp). Zie berekeningsresultaten in figuur 3.
 - Op de thermische berekeningen is een uitgebreide gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

Scenario 5 wordt uitgerold en is opgenomen in deze effectennotitie.

Door de vergunning te wijzigen en een onbalans toe te staan, kan de warmtepomp het hele winterseizoen blijven functioneren. En de gasketel zoveel mogelijk uit blijven.

In tabel 1 zijn de energetische uitgangspunten voor de wijziging opgenomen. Tussen haakjes is aangegeven wat het uitgangspunt in de originele aanvraag was. De overige uitgangspunten zijn gelijk gebleven ten opzichte van de originele aanvraag.

Tabel 1: energetische uitgangspunten

	Eenheid	Zomer	Winter
Maximale waterverplaatsing	[m ³ /jaar]	100.000 (was 44.000)	170.000 (was 44.000)
Gemiddelde waterverplaatsing	[m ³ /jaar]	80.000 (was 31.000)	140.000 (was 39.000)
Maximaal debiet	[m ³ /uur]	41	41
Gemiddelde infiltratie temperatuur	[°C]	17,5 (was 17,5)	9 (was 9,5)
Min. en max. infiltratietemperatuur	[°C]	25	5
Energiehoeveelheid	[MWh/seizoen]	480 (was 272)	660 (was 272)
Onbalans	[%]	15%	

De uitgangspunten in tabel 1 zijn tot stand gekomen door het optimaliseren van de inzet van de WKO. Hierbij is zowel rekening gehouden met de gebouwzijdige randvoorwaarden(energievraag) als de grond waterzijdige randvoorwaarden (vermijden van negatieve thermische interactie).

Thermische berekeningen

Uitgangspunten thermische berekeningen

Het berekenen van de gewijzigde thermische effecten is uitgevoerd met het programma HSTwin. Als modelparameters zijn dezelfde gebruikt als in de originele aanvraag. Deze zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2: modelschematisatie

laag naam	dikte [m]	Doorlatend- heid [m/d]	verhang [‰]	warmtegeleiding [W/(mK)]	warmtecapaciteit [MJ/(m³K)]
geleidende toplaag	-	-	-	2,4	2,5
opslagpakket	25	28	0,5	2,4	2,5
geleidende onderlaag	-	-	-	2,4	2,5

In tabel 3 is het onttrekkings- en infiltratiepatroon weergegeven die in het model zijn opgenomen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de inzet de afgelopen jaren en de toekomstige inzet.

Tabel 3: Onttrekkings- en infiltratiepatroon

		Waternverplaatsing [m³/seizoen]	Infiltratietemperatuur [°C]
Verleden (2 jaar)	Winter (koude laden)	140.000	9
	Lente	-	-
	Zomer (warmte laden)	35.000	17,5
	Herfst	-	-
Toekomst (28 jaar)	Winter (koude laden)	140.000	9
	Lente	-	-
	Zomer (warmte laden)	80.000	17,5
	Herfst	-	-

Resultaten van de thermische berekeningen

De warme bel is het gebied waarbinnen de grondwatertemperatuur in het opslagpakket minimaal 0,5 °C hoger is dan de natuurlijke grondwatertemperatuur. De koude bel is het gebied waarbinnen de grondwatertemperatuur in het opslagpakket minimaal 0,5 °C lager is dan de natuurlijke grondwatertemperatuur. De natuurlijke grondwatertemperatuur van het opslagpakket bedraagt 11,5 °C. De berekende temperaturen na 30 jaar energieopslag zijn weergegeven in figuur 1 en 2. Het thermische invloedgebied reikt tot maximaal 170 m van de bronnen.

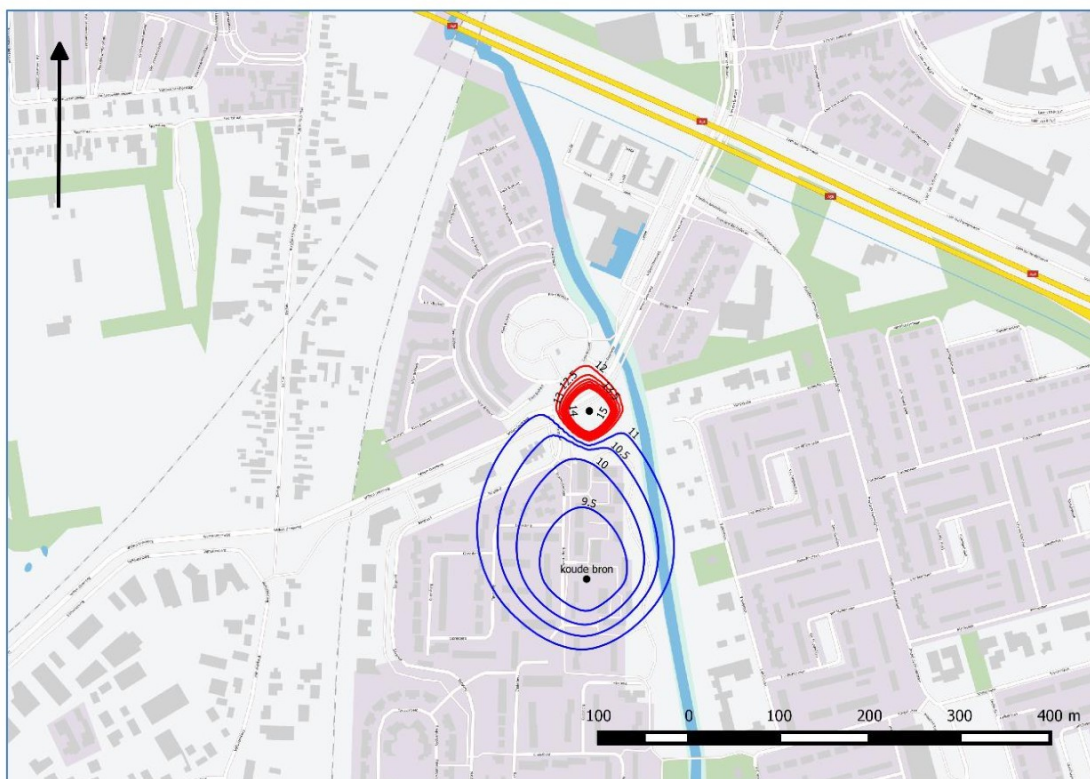
Invloed op belanghebbenden

Binnen het thermische invloedgebied zijn geen andere grondwatergebruikers aanwezig. Van negatieve thermische interactie is derhalve geen sprake.

Brontemperaturen

In figuur 3 zijn de brontemperaturen weergegeven. Te zien is dat de warme brontemperatuur aan het eind van de winter zakt tot ruim boven de 12°C. De minimaal benodigde 11°C wordt daarmee ruimschoots behaald. Van negatieve thermische interactie is derhalve geen sprake.

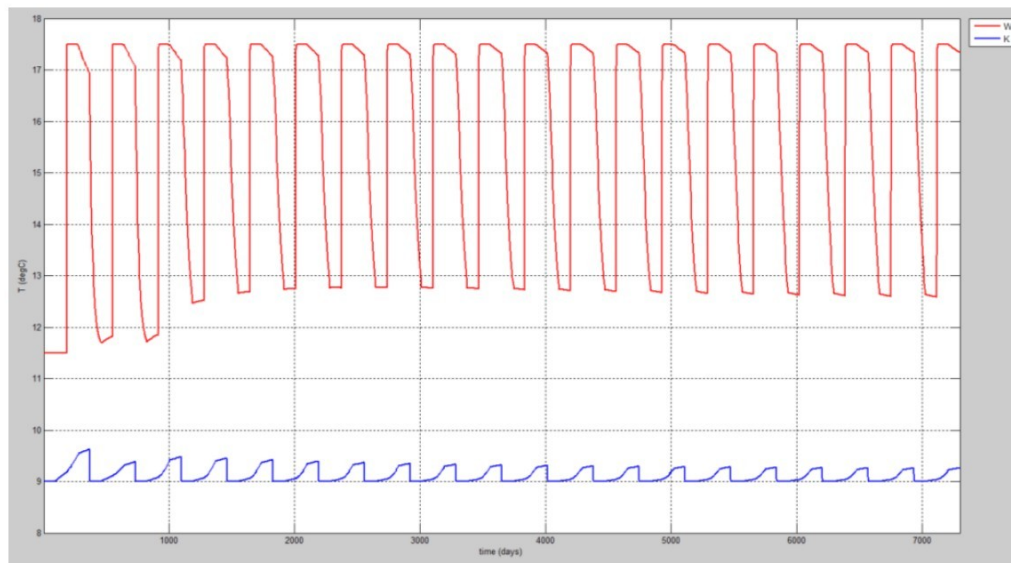
In figuur 3 is tevens te zien dat na twee jaar 50% onbalans de temperatuur van de warme bron toeneemt zodra de onbalans wordt verkleind naar 15%.



Figuur 1: thermisch invloedgebied na 30 jaar energieopslag (einde zomer)



Figuur 2: thermisch invloedgebied na 30 jaar energieopslag (einde zomer)



Figuur 3: brontemperaturen

Bijlage 3

LOZINGSNOTITIE

Datum 21 april 2026
Referentie PR11441/MH/20260421
Betreft Waterland, Roosendaal
Auteur [REDACTED]
Versie 1.0
Status Definitief

Toelichting lozingen

1 INLEIDING

De klimatisering van de appartementen van Waterland in Roosendaal 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 aan de Champetterberg in Roosendaal. De globale ligging is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 | Projectlocatie Waterland Roosendaal

Er komt grondwater vrij in drie verschillende fases:

- 1 Lozing bij aanleg (éénmalig, enkele uren per bron)
- 2 Lozing bij ontwikkelen (éénmalig, enkele weken per bron)
- 3 Lozing bij onderhoud (tweemaal per jaar per bron, circa 1 tot 2 uur per bron)

Hieronder is een toelichting gegeven op alle lozingssituaties.

2

GEGEVENS LOZINGEN

In Tabel 1 is een overzicht weergegeven met de lozingsroute, het lozingsdebiet en de te lozen waterhoeveelheid voor elke lozingssituatie die in deze vergunningaanvraag wordt behandeld. Onder de tabel wordt elke lozingssituatie nader toegelicht.

Tabel 1 | Samenvatting lozingsroute, lozingsdebiet en te lozen waterhoeveelheid per lozingssituatie

lozingssituatie	lozingsroute	maximaal lozingsdebiet [m ³ /uur]	totale waterhoeveelheid [m ³]
lozing bij aanleg	vuilwaterriool	41*	150
lozing bij ontwikkelen	oppervlaktewater	41	1.700
lozing bij onderhoud	bestaande spuileiding	41	500

* Het lozingsdebiet kan middels bufferbakken naar beneden worden bijgesteld om te voldoen aan de eisen van de gemeente

Lozing bij aanleg, eenmalige lozing

Bij het boren van de bron wordt werkwater gebruikt om het boorgat stabiel te houden. Direct na het inbouwen wordt het gebruikte werkwater met boorspoeling uit de bron onttrokken en geloosd. Per bron gaat dit om maximaal 100 m³. In totaal gaat het om maximaal 150 m³. Dit water wordt bij voorkeur geloosd op een inspectieput van het vuilwaterriool. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van een bezinkbak om het eventueel aanwezige zand en slib af te vangen. Met behulp van bezinkbakken wordt ervoor gezorgd dat zo veel mogelijk deeltjes bezinken om te streven naar maximaal 300 mg/l onopgeloste bestanddelen. Het lozingsdebiet kan middels bufferbakken naar beneden worden bijgesteld om te voldoen aan de eisen van het bevoegd gezag.

Werkwater kan additieven bevatten zoals PAC's (antisol/barasol), soda ash en bentoniet.

- PAC's zijn natuurlijke polymeren. Deze additieven zijn biologisch afbreekbaar en hebben daarom geen negatief effect op het rioolstelsel. Deze additieven blijven aanwezig in het te lozen werkwater.
- Soda ash is pH-verhogend. Dit additief kan vóór de lozing geneutraliseerd worden zodat het te lozen water een neutrale pH-waarde heeft.

Lozing bij ontwikkelen, eenmalige lozing

Na het inbouwen worden de bronnen ontwikkeld (schoongepompt), waarbij eenmalig grondwater wordt geloosd. Het lozen van het grondwater bij ontwikkelen gebeurt bij voorkeur middels tijdelijke leidingen aan maaiveld op het oppervlaktewater. Bij het lozen zal gebruik worden gemaakt van een bezinkbak om het eventueel aanwezige zand en slib af te vangen. In Tabel 2 zijn de details van deze lozing weergegeven.

Tabel 2 | Details lozing ontwikkelwater

onderwerp	eenheid	specificatie
aantal bronnen	[-]	1
ontwerpdebiet per bron	[m ³ /uur]	41
maximaal onttrekkingsdebiet per bron (130% van het ontwerpdebiet)	[m ³ /uur]	54
gemiddeld onttrekkingsdebiet per bron (50% van het ontwerpdebiet)	[m ³ /uur]	21
maximaal lozingsdebiet per bron	[m ³ /uur]	41
maximaal te lozen hoeveelheid per bron	[m ³]	1.700
maximaal te lozen hoeveelheid in totaal	[m ³]	1.700
tijdsduur lozingen	[week]	1-2
herkomst grondwater (diepte onder maaiveld)	[m-mv]	34-80

Het lozen tijdens realisatie kan globaal worden opgedeeld in vier verschillende fasen. Elk van deze fasen vraagt een andere handeling. Dat betekent dat de hoeveelheid vrijkomend grondwater per fase verschilt. Hieronder wordt elke fase apart toegelicht:

- Initieel schoonpompen
 - Hierbij wordt water met een gering debiet (op 25% van ontwerpdebiet, stapsgewijs oplopend tot ontwerpdebiet) opgepompt en geloosd.
- 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 (op 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 (op 25% van ontwerpdebiet).
- Intermitterend pompen
 - Bij deze actie wordt een onderwaterpomp in de bron herhaaldelijk aan- (op 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.

Lozing bij onderhoud, 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 350 m³/jaar. De lozing bij onderhoud vindt plaats op ontwerpdebiet. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van de bestaande spueleiding.

Waterkwaliteit

Het te lozen water betreft zoet grondwater en is vrij van verontreinigingen. In Bijlage 1 is, ter indicatie van het chloridegehalte, een analyserapport van een nabijgelegen systeem opgenomen.

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 de pompproef) blijkt dat het specifieke debiet niet voldoende is, overgaan tot chemisch reinigen (hogere effectiviteit). Het uitgangspunt is dat de bron niet chemisch wordt gereinigd. Indien dit toch nodig blijkt, dient hiervoor te zijner tijd een vergoedingsswijziging te worden aangevraagd.

3 JURIDISCH KADER

In het beleidsondersteunend document 'Lozingen bij aanleg en onderhoud van bodemenergiesystemen' zijn voor verschillende lozingen verschillende voorkeursvolgordes vastgesteld.

3.1 Lozing bij aanleg

Voor het lozen van werkwater geldt de volgende voorkeursvolgorde:

- vuilwaterriool
- op de bodem
- overige routes

Voorkeursvolgorde werkwater

Voor de lozingen bij project Waterland is de voorkeursvolgorde voor spoelwater ten gevolge van de aanleg van een bodemenergiesysteem doorlopen.

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

3.2 Lozing bij ontwikkelen en onderhoud

Voor het lozen van grondwater bij ontwikkelen en onderhoud is de voorkeursvolgorde als volgt:

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

Voorkeursvolgorde ontwikkel- en onderhoudswater

Voor de lozingen bij project Waterland in Roosendaal wordt het ontwikkelwater geloosd op het oppervlaktewater en valt buiten de scope van deze vergunningsaanvraag.

In het verleden is de lozingsroute voor het onderhoudswater afgestemd met het bevoegd gezag (zie bijlage 3) en wordt ook voor de nieuwe warme bron toegepast. De uitgangspunten uit deze vergunning worden niet gewijzigd.

BIJLAGE 1 WATERKWALITEIT



SGS Environmental Analytics

Correspondentieadres

Steenhouwerstraat 15 · 3194 AG Rotterdam

Tel.: +31 (0)10 231 47 00 · Fax: +31 (0)10 416 30 34

www.sgs.com/analytics-nl

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



SGS Environmental Analytics IS GEACCREDITEERD VOLGENS DE DOOR DE RAAD VOOR ACCREDITATIE GESTELDE CRITERIA VOOR TESTLABORATORIA CONFORM EN ISO/IEC 17025:2017 ONDER NR. L 028.

SGS Environmental Analytics – Vestiging van SGS Nederland BV, Malledijk 18 - P.O. Box 200, NL-3200 AE Spijkenisse - Nederland. Al onze werkzaamheden worden uitgevoerd onder de algemene voorwaarden gedeponeerd bij de kamer van koophandel te Rotterdam inschrijving handelsregister : 24226722.

Analyserapport

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

IE Technology

Projectnaam Proefboring Bravis Roosendaal
Projectnummer PR10346
Rapportnummer 14079331 - 1

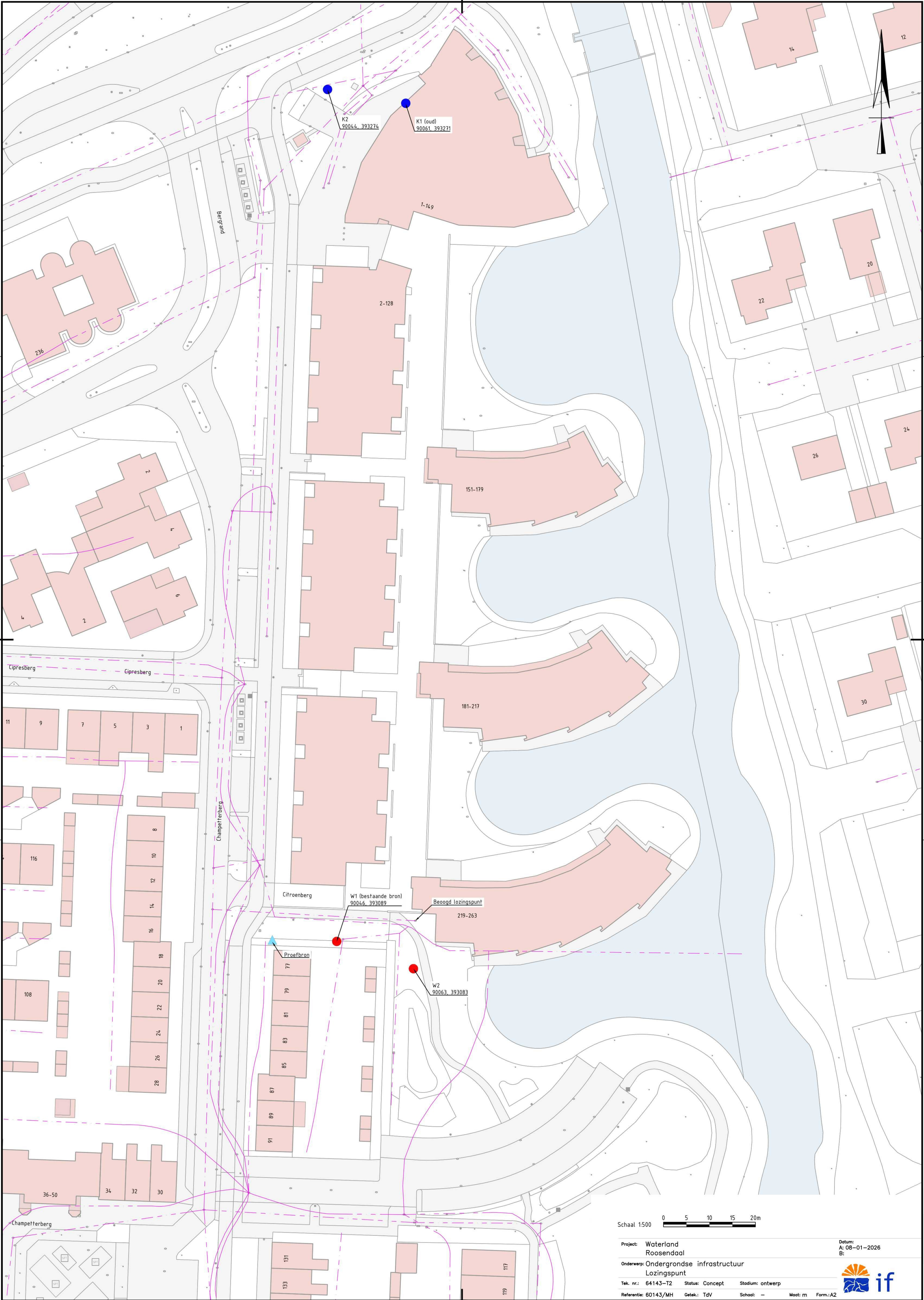
Orderdatum 08-05-2024
Startdatum 08-05-2024
Rapportagedatum 14-05-2024

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 LOZINGSPUNT RIOLERING



Schaal 1:500 0 5 10 15 20m

BIJLAGE 3 BESTAANDE BESCHIKKING

Beschikking van Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant

VERZONDEN 09 MAART 2016



op de op 13 januari 2016 bij hen ingekomen aanvraag om vergunning krachtens de Waterwet, voor een energieopslagsysteem ter plaatse van het appartementencomplex Waterland gelegen aan de Citroenberg te Roosendaal

Kadastraal bekend:

Gemeente	Sectie	Perceelnummer
Roosendaal	N	864 t/m 873

ons kenmerk
00.298.680

zaaknummer
16013042

plaats / datum
Tilburg,
9 maart 2016

Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant,
namens deze,



teammanager Bodem, Water en Civiele techniek a.i.
Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant

Onderwerp

Gedeputeerde Staten hebben op 13 januari 2016 een aanvraag ontvangen van Duurzame Energie Exploitatie AlleeWonen B.V. voor een vergunning krachtens de Waterwet. De aanvraag betreft een wijziging van een bestaand energieopslagsysteem ter plaatse van het appartementencomplex Waterland, gelegen aan de Citroenberg te Roosendaal. De aanvraag is geregistreerd onder nummer 16013042 en op het Omgevingsloket online onder OLO nummer 2142691,

Besluit

Gedeputeerde Staten besluiten, gelet op de overwegingen die zijn opgenomen in deze beschikking en gelet op artikel 6.4 van de Waterwet:

- I. vergunning met het kenmerk 1502429 d.d. 13 februari 2009 in te trekken op het moment dat deze vergunning onherroepelijk van kracht wordt. Aan Duurzame Energie Exploitatie AlleeWonen B.V. vergunning te verlenen voor het onttrekken en injecteren van grondwater ten behoeve van een bodemenergiesysteem gelegen aan de Citroenberg te Roosendaal;
- II. dat maximaal 41 m³ per uur, 984 m³ per dag, 29.520 m³ per maand, 88.000 m³ per kwartaal en 270.000 m³ per jaar mag worden onttrokken/geïnjecteerd, uitsluitend ten behoeve van het bodemenergiesysteem;
- III. de effectennotitie WKO Waterland te Roosendaal, referentie 14BB016 d.d. 23 november 2015 onderdeel uit te laten maken van deze vergunning;
- IV. aan deze vergunning de volgende voorschriften te verbinden.

Voorschriften

Voorschrift 1 Bron en filters

1. De pomp- en injectieputten zijn gerealiseerd binnen een straal van 10 meter van het punt met de volgende Rijksdriehoeksnet-coördinaten:

X-coördinaat bron 1: 90.050

Y-coördinaat bron 1: 393.275

X-coördinaat bron 2: 90.047

Y-coördinaat bron 2: 393.089

De filters zijn geplaatst vanaf een diepte van 38,0 meter -maaiveld tot maximaal 65,0 meter -maaiveld.

Voorschrift 2 Energie

1. De temperatuur van het grondwater dat door het bodemenergiesysteem in de bodem wordt teruggebracht, bedraagt ten hoogste 25°C. Hierbij worden de temperaturen van het water uit de technische ruimte die gemeten worden na het opstarten buiten beschouwing gelaten.
2. Binnen vijf jaar vanaf de inwerkingtreding van de vergunning bedraagt de totale hoeveelheid koude die aan de bodem is toegevoegd ten minste 100% en ten hoogste 115% van de totale hoeveelheid warmte in dezelfde periode. Deze situatie herhaalt zich telkens uiterlijk vijf jaar na het laatste moment waarop dit werd bereikt. De hoeveelheden worden uitgedrukt in MWh. Indien de hoeveelheid warmte en de hoeveelheid koude die vanaf de datum van ingebruikneming door het systeem aan de bodem zijn toegevoegd, zodanig van elkaar verschillen dat het niet aannemelijk is dat aan dit voorschrift kan worden voldaan, wordt op verzoek van het bevoegd gezag binnen drie maanden een plan van aanpak ingediend waarin is vastgelegd op welke wijze en binnen welke termijn aan dit voorschrift kan worden voldaan. Nadat het bevoegd gezag daarmee heeft ingestemd, maakt het plan van aanpak deel uit van de vergunning.
3. De energetische opbrengst van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem bedraagt tenminste 0,0046 MWh/m³/jr (delta T=4) voor zowel de warme als de koude bron. Indien op de datum waarop het bodemenergiesysteem twee volledige jaren in bedrijf is, deze opbrengst minder dan 80 % is dan vereist, kunnen Gedeputeerde Staten eisen dat de vergunninghouder binnen 3 maanden na die datum een plan van aanpak indient, waarin de vergunninghouder aangeeft welke maatregelen getroffen gaan worden om de warmte- en koudevoorziening zodanig bij te stellen dat aannemelijk is dat daarmee zal worden voldaan aan dit voorschrift. Nadat het bevoegd gezag met het plan van aanpak heeft ingestemd, maakt het plan deel uit van de vergunning.
4. De minimale injectietemperatuur van het te retourneren grondwater in de warme bron bedraagt altijd minimaal de natuurlijke achtergrondtemperatuur van het grondwater. Hierbij worden de temperaturen van het water uit de technische ruimte die gemeten worden na het opstarten buiten beschouwing gelaten.
5. Het bodemenergiesysteem levert het energierendement dat bij een doelmatig gebruik en goed onderhoud kan worden behaald.

Voorschrift 3 Aanleveren rapportages

1. Er wordt een registratie bijgehouden van de per maand onttrokken en in de bodem teruggebrachte hoeveelheden water met het maximale onttrekkingsdebiet per maand. Ook moet de gespuide hoeveelheid met het daarbij behorende debiet per uur worden geregistreerd. De registratie vindt plaats zoals in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.7 Meetstaat" is aangegeven.
2. Er wordt een registratie bijgehouden van de maximale en gemiddelde temperatuur per maand van het in de bodem teruggebrachte grondwater. De registratie vindt plaats zoals in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.7 Meetstaat" is aangegeven.
3. Er wordt een registratie bijgehouden van de hoeveelheden warmte en koude die in elke maand aan de bodem zijn toegevoegd en van de metingen die daaraan ten grondslag liggen. De gegevens worden gerapporteerd zoals in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.7 Meetstaat" is aangegeven.
4. Er wordt een registratie bijgehouden van de energetische opbrengst per maand tijdens de situatie indien het systeem warmte levert en tijdens de situatie waarbij het systeem koude levert en de metingen die daaraan ten grondslag liggen. De gegevens worden gerapporteerd zoals in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.7 Meetstaat" is aangegeven.
5. De registraties als genoemd in de leden 1, 2 en 3 worden gebaseerd op momentane metingen tijdens de bedrijfsvoering, met een nauwkeurigheid van ten minste 5% en een frequentie van ten minste 1 maal per 15 minuten, van:
 - a. de hoeveelheden grondwater die worden onttrokken;
 - b. de hoeveelheden grondwater die in de bodem worden teruggebracht dan wel als spui worden afgevoerd;
 - c. de temperaturen van het onttrokken en in de bodem teruggebrachte grondwater.
6. De verzamelde gegevens als bedoeld in de leden 1, 2, 3 en 4 worden jaarlijks uiterlijk op 31 maart van het jaar volgend op het rapportagejaar aan Gedeputeerde Staten opgegeven. De overzichtstabel is opgebouwd zoals weergegeven in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.7 Meetstaat".
7. De gegevens als bedoeld in voorschrift 3, lid 3, worden tevens gesommeerd vanaf de datum van ingebruikneming van het bodemenergiesysteem. De gesommeerde gegevens worden voor een periode van de voorafgaande vijf kalenderjaren in een grafiek weergegeven, waarmee wordt aangegeven of de inrichting voldoet aan voorschrift 2, lid 2. De grafiek is opgebouwd zoals weergegeven in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.7 Figuur 1".
8. Ter vaststelling van de invloed van de inrichting op de chemische samenstelling van het grondwater wordt aan het einde van het warme dan wel koude seizoen waarin de inrichting twee jaar in werking is geweest na inwerkingtreding van de vergunning, het grondwater in het gepompte pakket bemonsterd en geanalyseerd op de stoffen zoals in de "Handreiking provinciale besluiten bodemenergiesystemen (BUM deel 1) bijlage 2.3 Monitoringparameters grondwaterkwaliteit" is aangegeven. Daarbij wordt per doublet of per cluster van doubletten bij de bron die in het afgelopen seizoen grondwater heeft geïnjecteerd het grondwater bemonsterd en geanalyseerd. Het analyserapport wordt als bijlage gevoegd bij de monitoringsrapportage over het kalenderjaar waarin de bemonstering heeft plaatsgevonden, met een beschouwing van de invloed van de inrichting op de chemische samenstelling van het grondwater.

9. Indien de gemeten waarden afwijkingen vertonen ten opzichte van de vergunde situatie en/of afwijkingen bestaan in de chemische samenstelling ten opzichte van de eerder bij ingebruikname gedane analyse van het gepompte pakket, kan het bevoegd gezag aanvullend onderzoek eisen naar de effecten daarvan op de bij het grondwater betrokken belangen.
10. Nadat de inrichting twee volledige kalenderjaren in gebruik is na de inwerkingtreding van de vergunning, en na elke periode van vijf kalenderjaren die daarop volgt, levert de vergunninghouder een evaluatierapport aan waarin in elk geval het volgende is opgenomen:
 - a. de hoeveelheden warmte en koude die per maand aan de bodem zijn toegevoegd, inclusief een beschouwing van maatregelen die genomen zijn of worden om aan voorschrift 2, lid 2, te voldoen;
 - b. calamiteiten of ongewone voorvallen die zich hebben voorgedaan;
 - c. de energetische opbrengst (SPF) van het bodemenergiesysteem gedurende de afgelopen periode, inclusief een beschouwing van maatregelen die genomen zijn of worden om aan voorschrift 2, lid 3, te voldoen.

Voorschrift 4 Werkzaamheden ten behoeve van het bodemenergiesysteem

1. Het verrichten van werkzaamheden ten behoeve van het bodemenergiesysteem vindt plaats overeenkomstig het krachtens het Besluit bodemkwaliteit aangewezen normdocument door een persoon of instelling, die daarmee beschikt over een erkenning op grond van dat besluit.

Voorschrift 5 Gebruik, Beheer en Onderhoud

1. Indien mechanische putreiniging niet effectief is gebleken, mag chemische putreiniging plaatsvinden, mits Gedeputeerde Staten hieraan vooraf goedkeuring hebben verleend.
2. Alle apparatuur, werken en overige voorzieningen, die in het kader van deze vergunning zijn of worden aangebracht, moeten goed bereikbaar en toegankelijk zijn. Verder moeten deze steeds doelmatig functioneren, in goede staat van onderhoud verkeren en met zorg worden bediend.
3. Om te voorkomen dat mogelijk verontreinigd water uit het gebouwcircuit naar het grondwater kan lekken moeten de volgende voorzorgsmaatregelen worden genomen:
 - a. De inrichting moet zodanig worden uitgevoerd dat het grondwatercircuit door middel van corrosiebestendige warmtewisselaars wordt gescheiden van het water in het gebouwcircuit.
 - b. indien het gebouwcircuit is gevuld met een ander medium dan schoon drinkwater zonder toevoegingen moet het systeem gecontroleerd worden op lekkage. De controle moet jaarlijks plaats vinden door de warmtewisselaar grondwaterzijdig af te persen;
 - c. indien uit de controle in lid 5.b lekkage wordt geconstateerd moeten Gedeputeerde Staten hier terstond van op de hoogte worden gesteld en moet al het mogelijke worden ondernomen zodat geen gebouwwater in het grondwater terecht kan komen. Het systeem mag pas weer in gebruik worden genomen indien hiervoor door Gedeputeerde Staten toestemming is verleend.
4. Voor het onderhoud van de bronnen mag ten hoogste 500 m³ per jaar grondwater worden gespuid.

Voorschrift 6**Ontwikkeling / aanleg bodemenergiesysteem**

1. Per cluster van bronnen is in het boorgat van één bron, of in een waarnemingsput nabij één bron, peilbuizen geplaatst zijn die geschikt zijn voor de meting van de grondwaterstanden, stijghoogtes, grondwatertemperaturen en voor de bemonstering van het grondwater ter hoogte van:
 - a. het filtertraject van de bronnen;
 - b. de freatische grondwaterstand.
2. Het gebruik van het bodemenergiesysteem leidt niet tot grotere of anderszins negatieve effecten op bij het grondwater betrokken belangen dan welke zijn beschreven in het in dit besluit genoemd rapport. De vergunninghouder toont dit aan door voor de ingebruikname van de inrichting de hydrologische effecten zoals beschreven in het in dit besluit genoemde rapport, te verifiëren door een hydrologische veldproef. Wanneer de inrichting wezenlijk wordt gewijzigd moet deze veldproef opnieuw worden uitgevoerd. De rapportage van de proef wordt uiterlijk twee weken voorafgaand aan de ingebruikname of wijziging van de inrichting aan Gedeputeerde Staten toegezonden.
3. De vergunninghouder registreert alle gegevens van het bodemenergiesysteem met betrekking tot de vergunning, meldingen, aanleg, onderhoud en monitoring. Deze gegevens zijn te allen tijde op de locatie in te zien door de toezichthouder. Het betreft tenminste de volgende gegevens:
 - a. kopie van deze vergunning;
 - b. kopie van het effectrapport en de eventuele daarbij behorende aanvullingen;
 - c. overzicht locaties bronnen en installatie;
 - d. principeschema installatie;
 - e. kopie boorstaten bronnen;
 - f. rapportage van de verificatie van de hydrologische effecten;
 - g. specificaties bronpompen;
 - h. controlerapport van de installatie;
 - i. fabriekscertificaat van de watermeters, temperatuuropnemers en energiemeters;
 - j. installatiecertificaat van de watermeters, temperatuuropnemers en energiemeters;
 - k. recente kalibratierapporten van de watermeters, temperatuuropnemers en energiemeters, waarbij minimaal de kalibratiefrequentie wordt gehanteerd zoals die is aangegeven in het fabriekscertificaat;
 - l. jaaropgaven debiet/temperatuur/spui;
 - m. gegevens brononderhoud.

Voorschrift 7 Beëindigen gebruik bodemenergiesysteem

1. Beëindiging van de onttrekking en van het in de bodem terugbrengen van grondwater evenals de datum van afdichting van de bronnen en waarnemingsfilters, wordt ten minste vier weken voor de beëindiging aan Gedeputeerde Staten gemeld.
2. Na beëindiging van de onttrekking worden, binnen een maand, de in voorschrift 3 genoemde gegevens voor het kalenderjaar waarin de onttrekking is beëindigd aan Gedeputeerde Staten toegezonden.
3. Zo spoedig mogelijk na de beëindiging van het gebruik van een open bodemenergiesysteem wordt het systeem afgedicht conform de eisen in protocol SIKB-2101.
4. Na buitengebruikstelling wordt binnen één maand na de afdichting een verslag van de afdichting aan Gedeputeerde Staten toegezonden.

Procedurele aspecten

1 Gegevens aanvrager

Op 13 januari 2016 hebben wij een aanvraag om een Waterwetvergunning ontvangen van Duurzame Energie Exploitatie AlleeWonen B.V.

2 Projectbeschrijving

Het betreft een wijziging (koudeoverschot en nieuwe hoeveelheden) voor een bestaand bodemenergiesysteem in de gemeente Roosendaal. Een uitgebreide projectomschrijving is opgenomen in de effectennotitie.

3 Bevoegd gezag

Voor onderhavige aanvraag zijn Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant bevoegd gezag. De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant is door het college van Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant gemandateerd om de Waterwetvergunning te verlenen of te weigeren. Daarbij is de omgevingsdienst er procedureel en inhoudelijk voor verantwoordelijk dat in het besluit alle aspecten aan de orde komen met betrekking tot het gebruik van de ondergrond.

4 Procedure

Op de voorbereiding van deze beschikking zijn afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht en afdeling 13.2 van de Wet milieubeheer niet van toepassing.

De aanvraag is geregistreerd onder nummer 16013042 en omvat de volgende stukken:

- aanvraagformulier;
- onderbouwende rapportage van Buro Bron, effectennotitie WKO Waterland te Roosendaal, referentie 14BB016 d.d. 23 november 2015.

Kennisgeving van de aanvraag heeft plaatsgevonden op de website van de provincie Noord-Brabant.

Wij hebben de aanvraag getoetst op volledigheid. Wij zijn van oordeel dat de aanvraag voldoende informatie bevat voor een goede beoordeling van de gevolgen van de activiteit op de omgeving. De aanvraag is dan ook in behandeling genomen.

Het waterschap is adviseur op grond van de Waterwet. Ook worden door ons altijd verzocht te adviseren:

- de gemeente waar het systeem wordt geplaatst;
- ZLTO;
- Waterleidingbedrijf (Brabant Water of Evides).

Naar aanleiding van ons verzoek zijn geen adviezen ontvangen.

De beschikking is gepubliceerd op de website van de provincie Noord-Brabant.

Overwegingen

Toetsingskader Waterwet en Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021.

1. Inleiding

De aanvraag heeft betrekking op een bodemenergiesysteem als bedoeld in artikel 6.4 van de Waterwet. De Waterwet omschrijft in artikel 2.1 de algemene doelstellingen die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening. Een vergunning wordt geweigerd indien de doelstellingen van het waterbeheer niet verenigbaar zijn met de aanvraag en het niet voldoende mogelijk is de belangen van het waterbeheer door het opleggen van voorschriften of beperkingen voldoende te beschermen.

Het huidige vergunningenbeleid ten aanzien van grondwater is in het bijzonder gericht op het halen van de doelstellingen uit het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021. Het beleid is erop gericht om de bestaande situatie in het beheersgebied te beschermen tegen ontwikkelingen, die afbreuk doen aan die doelstellingen.

Bij het opstellen van de vergunning is getoetst aan het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021.

Voor details verwijzen wij u naar het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021, dat is verwoord op de website van de provincie (www.brabant.nl).

Bij de beoordeling van de aanvraag is in het bijzonder getoetst op de effecten die optreden als gevolg van grondwaterstand- en potentiaalveranderingen. Dit zijn:

- interferentie;
- gevolgen voor overige grondwatergebruikers;
- gevolgen ten opzichte van overige belangen;
- hydrothermische effecten;
- effecten ten aanzien van grondwaterkwaliteit;
- milieueffecten;
- invloed op bodem- en grondwaterverontreiniging;
- zetting;
- filterdiepten.

2. Beschrijving van de gevolgen van de onttrekking en injectie

Aanvraag

Op 13 januari 2016 ontvingen wij van Duurzame Energie Exploitatie AlleeWonen B.V. een vergunningaanvraag ingevolge de Waterwet voor het onttrekken en injecteren van grondwater ten behoeve van een bodemenergiesysteem. De inrichting waar het bodemenergiesysteem zal worden gerealiseerd bij het appartementencomplex Waterland is gelegen aan de Citroenberg te Roosendaal kadastraal bekend als gemeente Roosendaal, sectie N en perceelnummers 864 tot en met 873.

Bij deze aanvraag is een rapport overgelegd van Buro Bron getiteld Effectennotitie WKO Waterland te Roosendaal, referentie 14BB016 en datum 23 november 2015, dat een nadere onderbouwing vormt van deze aanvraag.

In februari 2009 is vergunning verleend voor het bodemenergiesysteem met een hoeveelheid van 41 m³ per uur en maximaal 88.000 m³ per jaar. Het blijkt dat de energiebehoefte van het gebouw en haar gebruikers significant hoger ligt dan in de vergunning is opgenomen. Het systeem is op dit moment in onbalans. Er is een studie uitgevoerd om de technische mogelijkheden van de onbalans inzichtelijk te maken. Er zijn een vijftal scenario's naast elkaar gezet.

De scenario met 15% onbalans leidt tot de meest optimale oplossing. Scenario 5 is uitgewerkt in de Effectennotitie.

Deze situatie heeft alleen effect op de thermische effecten.

De inrichting

Het bodemenergiesysteem bestaat uit één warme bron en één koude bron. Het bodemenergiesysteem is geprojecteerd in het eerste watervoerend pakket, met een filter van 20 meter in het pakket van 38,0 tot 65,0 meter -maaveld. De afstand tussen de bronnen bedraagt circa 125 meter. De te installeren maximale pompcapaciteit bedraagt 41 m³ per uur.

De maximale hoeveelheid water die per jaar wordt verplaatst bedraagt 270.000 m³. Als gevolg van het onttrekken en gelijktijdig injecteren van het grondwater zullen de grondwaterstand en de stijghoogte veranderen.

Al het onttrokken water zal worden geïnjecteerd behoudens een gedeelte spui. Deze spui is noodzakelijk voor het onderhoud van de bronnen.

Er zijn berekeningen uitgevoerd naar deze veranderingen als het bodemenergiesysteem van appartementencomplex Waterland, gelegen aan de Citroenberg te Roosendaal, in bedrijf is. De berekende veranderingen zijn weergegeven in tabel 1.

	Winter (m)	Zomer (m)
1 ^e watervoerendpakket	<0,05	<0,05
2 ^e watervoerendpakket	1,25	1,25

Tabel 1: Maximale grondwaterstands- en stijghoogteveranderingen voor het systeem van Waterland te Roosendaal

Van de veranderingen in de grondwaterstand en de stijghoogte zijn de invloedsgebieden berekend. Het invloedsgebied is het gebied waarbinnen de grondwaterstandsverandering maximaal 5 cm bedraagt. De berekende invloedsgebieden zijn aangegeven in tabel 2.

	Winter (m)	Zomer (m)
1 ^e watervoerendpakket	--	--
2 ^e watervoerendpakket	275	275

Tabel 2: Grootte invloedsgebieden voor het systeem van Waterland te Roosendaal

Interferentie

Binnen het invloedsgebied zijn geen geregistreerde bodemenergiesystemen bekend. Negatieve effecten op andere bodemenergiesystemen worden derhalve niet verwacht.

Gevolgen voor overige grondwatergebruikers

Binnen het invloedsgebied zijn geen geregistreerde grondwateronttrekkers bekend. Negatieve effecten op andere grondwateronttrekkende bedrijven worden derhalve niet verwacht.

Gevolgen voor overige belangen

De verandering van de grondwaterstand en de stijghoogten zijn zodanig klein dat geconcludeerd kan worden dat het bodemenergiesysteem geen negatieve invloed heeft op eventueel aanwezig stadsgroen, landbouw- of natuurfuncties.

Binnen het invloedsgebied van het bodemenergiesysteem bevindt zich geen, ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 dan wel de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, beschermd gebied.

Het bodemenergiesysteem bevindt zich niet in een zogenaamd beschermd gebied waterhuishouding, attentiegebied of natte natuurplek zoals begrensd in bijlage III van de Verordening water Noord-Brabant en niet in een grondwaterbeschermingszone volgens de Provinciale Milieuverordening (PMV) Noord-Brabant 2010.

Hydrothermische effecten

Door geleiding, dispersie en de natuurlijke grondwaterstroming wordt een gedeelte van het geïnjekteerde water tot buiten het directe invloedsgebied van het bodemenergiesysteem getransporteerd. Er zijn berekeningen uitgevoerd naar deze hydrothermische effecten van het systeem.

In de koude bel van het bodemenergiesysteem van Waterland, begrensd door de natuurlijke achtergrondwaarde, is de temperatuur minimaal 0,5°C lager dan de natuurlijke grondwatertemperatuur. In de warme bel is de temperatuur minimaal 0,5°C hoger. Na 30 jaar kan op 170 meter afstand van de bronnen de temperatuur met maximaal 0,5°C (hoger of lager) veranderen ten opzichte van de natuurlijke grondwatertemperatuur.

Effecten ten aanzien van de grondwaterkwaliteit

Een verandering van de temperatuur van het grondwater kan het chemisch evenwicht van reacties veranderen. Een toename van de temperatuur kan een versnelde groei van micro-organismen veroorzaken, een daling van de temperatuur kan een vertraagde groei van de micro-organismen tot gevolg hebben. Van groot belang voor de groei van micro-organismen is het voedselaanbod (AOC-gehalte: Assimileerbaar Organisch Koolstof).

Grondwater in Nederland heeft veelal een zeer laag AOC-gehalte. Gezien de geringe temperatuurverschillen en de lage AOC-gehalten worden geen significante effecten verwacht op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. Het grondwatercircuit zal van het gebouw-circuit volledig gescheiden worden gehouden.

Milieueffecten

Het bodemenergiesysteem wordt gebruikt voor appartementencomplex Waterland gelegen aan de Citroenberg te Roosendaal. Deze toepassing van energieopslag zorgt voor een besparing op het energieverbruik ten opzichte van de conventionele manier van koelen en verwarmen. Deze energiebesparing resulteert in de beperking van emissie van gasen naar de atmosfeer. Omgerekend wordt met dit systeem per jaar 35 ton CO₂ bespaard.

Invloed op bodem- en grondwaterverontreiniging

Gezien de berekende effecten kan worden gesteld dat het bodemenergiesysteem geen invloed heeft op bodem- of grondwaterverontreinigingen.

Zetting

De in de effectenstudie berekende maximale zetting en het daarbij behorende zettingsverhang is dermate klein dat schade aan gebouwen, funderingen, wegen of constructies niet wordt verwacht.

Filterdiepten

De filters van de bronnen van het systeem zijn conform de onderbouwende rapportage afgesteld van 38,0 meter – maaiveld tot maximaal 65,0 meter – maaiveld.

M.E.R. -beoordeling

De aangevraagde onttrekking van grondwater aan de bodem valt onder onderdeel D van de bijlage van het Besluit milieueffectenrapportage. Dit betekent dat gelet op artikel 2, lid 5, onder b, van het Besluit milieueffectrapportage wij als bevoegd gezag, op grond van de bijlage III bij de EEG richtlijn 85/337/EEG (gewijzigd bij richtlijn 97/11/EG en richtlijn 2003/35/eg) genoemde criteria, toepassing moeten geven aan een M.E.R.-beoordeling als bedoeld in artikel 7.16 tot en met 7.19 van de Wet milieubeheer als niet kan worden uitgesloten dat de activiteit belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu kan hebben.

Gelet op het voorgaande zijn wij van mening dat naar aanleiding van de kenmerken van het project, de plaats van het project en de kenmerken van het potentiële effect kan worden uitgesloten dat de activiteit belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu kan hebben en dat er daarom geen aanleiding is om een M.E.R.-beoordeling uit te voeren.

Afweging van belangen

In het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021 is het beleid ten aanzien van het grondwater vastgelegd. Uit het oogpunt van CO₂-reductie en het zuinig omgaan met fossiele brandstof wordt rekening gehouden met een sterke toename van de vraag om de bodem te gebruiken voor de energievoorziening. Hierdoor wordt ruimte geboden aan het ontwikkelen en exploiteren van energieopslagsystemen. Hierbij worden onder andere de volgende randvoorwaarden gehanteerd:

- een bodemenergiesysteem mag alleen ondieper dan 80 meter – maaiveld plaatsvinden, uitzonderingen zijn mogelijk in gebieden waarbij het grondwater over de gehele diepte niet geschikt is voor openbare watervoorziening vanwege de aanwezigheid van zout water;

- een bodemenergiesysteem mag niet gelegen zijn in beschermingszones (25- en 100- jaarzones) voor grondwaterwinningen voor de openbare watervoorziening en in beschermde gebieden waterhuishouding, te weten natte natuurgebieden en de daarbij behorende attentiegebieden;
- indien een bodemenergiesysteem is gelegen in of nabij bekende bodemverontreiniging(en) moet de initiatiefnemer aangeven hoe voorkomen wordt dat onder invloed van het bodemenergiesysteem de bodem en het grondwater aan negatieve beïnvloeding onderhevig zijn;
- lokale en regionale cumulatie van systemen moet worden voorkomen. De onderlinge afstand tussen inrichtingen moet dusdanig zijn dat wederzijdse negatieve beïnvloeding wordt voorkomen;
- de temperatuur van het in de bodem terug te brengen water mag maximaal 25 °C zijn;
- er mogen uitsluitend systemen worden toegepast waarbij het gewonnen water weer volledig wordt teruggebracht in de bodem;
- er mag, ook over een langere periode, geen opwarming van de bodem en het grondwater in de omgeving van de installatie optreden;
- kleine systemen (< 10 m³ per uur) moeten beperkt te blijven tot een maximale diepte van 30 meter minus maaiveld.

Gelet op het bovengenoemde merken wij het volgende op.

Onderhavige aanvraag voldoet aan de voorwaarden verwoord in het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021 aangezien netto geen grondwater aan de bodem wordt onttrokken behoudens 500 m³ spui. Deze spuihoeveelheid is noodzakelijk voor het onderhoud van de bronnen en de continuïteit van het systeem.

De hoeveelheid te injecteren water is gelijk aan de hoeveelheid te onttrekken grondwater. Daarnaast wordt het voorgestelde systeem, waarbij in de bodem gebrachte warmte of koude in een cyclus van één jaar weer wordt teruggewonnen wordt door Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant als duurzaam beschouwd. Zowel in kwantitatief als kwalitatief opzicht kan vooraf worden gesteld dat de kans op eventuele nadelige effecten van de onttrekking en/of injectie minimaal is.

Indien het spuiwater geloosd gaat worden op oppervlaktewater moet dit, wat betreft de te lozen hoeveelheid en lozingsconstructie, plaatsvinden overeenkomstig de van toepassing zijnde Keur van het Waterschap. Indien de lozing van het spuiwater plaats gaat vinden op de riolering moet voorafgaand aan de lozing dit met desbetreffende gemeente worden besproken en moet aan de benodigde regelgeving worden voldaan.

Ter verifiëring van de berekeningen moet, voorafgaand aan de inwerkingtreding en tijdens de exploitatiefase monitoring plaatsvinden. Voorafgaand aan de inwerkingtreding moet inzicht worden verkregen in de doorlatendheden van de pakketten en de maximaal optredende verlagingen. Tijdens de exploitatiefase moet de werking van het systeem inzichtelijk worden gemaakt. Hiertoe is het noodzakelijk de debieten te meten alsmede de bijbehorende temperaturen van het onttrokken en geïnjecteerde water. Op basis van deze gegevens is het mogelijk het rendement van het systeem te berekenen.

Gelet op het voorafgaande zijn wij thans van mening dat de gevraagde vergunning kan worden verleend.

Bijlage 4

BEREKENING VAN DE SPF

Project Waterland Roosendaal
Onderwerp SPF berekening ten behoeve van aanvraag Vergunning Omgevingswet
Projectnummer PR11441/60143
Datum 17 maart 2026
Auteur

Energiehoeveelheden van en naar bodem

- Qgem. koude leveren / warmte laden: 480 MWht (zomer)
 - Qgem. warmte leveren / koude laden: 660 MWht (winter)

- Qgem. regeneratie: 0 MWht (zomer)

Systeemconcept

- Aandeel directe koudelevering in zomer: 100% [80% bij bivalente koudelevering]

Kentallen componenten met WKO

- SPF warmtepomp (warmtelevering): 4,0 [3 .. 6]
 - SPF warmtepomp als koelmachine (koudefactor): 3,5 [3 .. 6]
 - SPF bronnen WKO: 35 [35 .. 50]
 - SPF regeneratie: 20 [15 .. 50]
 - SPF hulpenergie (circulatiepompen, etc.): 40 [40]

Kentallen referentie

- Rendement HR ketel (op bovenwaarde): 90% [90]
 - SPF koelmachine (koudefactor): 4,0 [3 .. 5]

Resultaten berekeningen met WKO

- Aandeel directe koudelevering: 480 MWht
 - Aandeel koudelevering met warmtepomp (als KM): 0 MWht
 - Aandeel condensorwarmte warmtepomp (als KM): 0 MWht
 - Nuttig geleverde warmte: 880 MWht
 - Nuttig geleverde koude: 480 MWht
 - Totaal nuttig geleverde warmte en koude: 1.360 MWht

- Totaal elektraverbruik: 287 MWhe

Seasonal Performance Factor (SPF)

- Berekende SPF: 4,7

Resultaten berekeningen referentie

- Totaal aardgasverbruik: 100.085 m³
 - Totaal elektraverbruik: 120 MWhe

Energiebesparing en emissiereductie

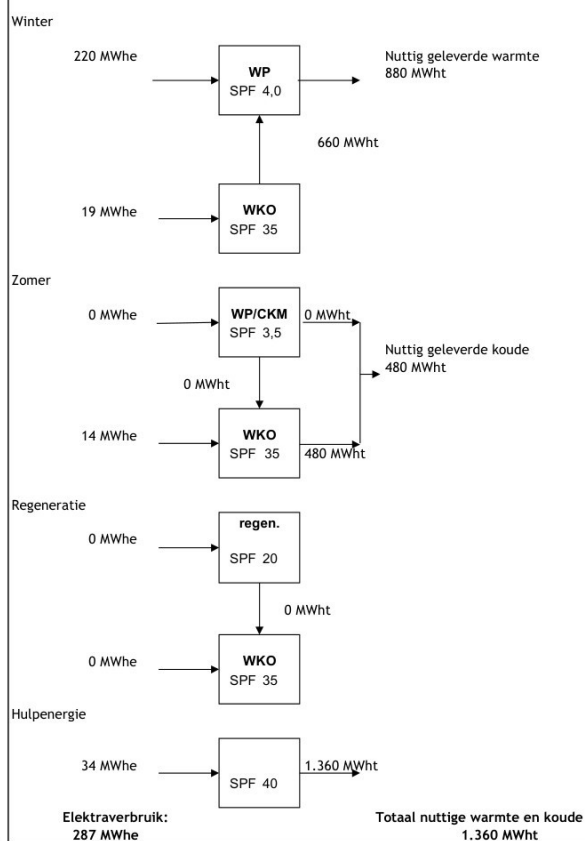
- Primaire energiebesparing: 2.650 GJ primaire energie
 64 %
 - CO₂-emissiereductie: 122 ton per jaar
 56 %
 - NO_x-emissiereductie: 175 kg per jaar
 80 %

Toegepaste kengetallen voor emissieberekening:

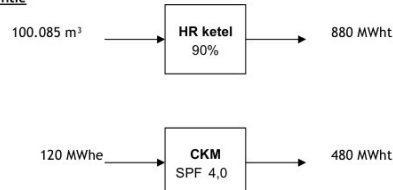
Bron, methode (zie opmerking hieronder): NTA8800
 Verbrandingswaarde aardgas (b.w.): 35,17 MJ/m³
 Rendement elektriciteitsopwekking: 69%
 CO₂ emissiefactor aardgas: 1,79 kg CO₂/m³
 CO₂ emissiefactor elektriciteit: 0,340 kg CO₂/kWh_e

* Op 1 januari 2021 zijn voor nieuwbouw de BENG (Bijna Energie Neutrale Gebouwen) eisen van kracht.
 Dit houdt in dat met ingang van 1 januari 2021 de kentallen uit de NTA8800 worden gehanteerd voor het berekenen van het primair energieverbruik en de CO₂-emissie.

Variant: WKO met warmtepomp



Referentie



Project Waterland Roosendaal
Onderwerp SPF berekening ten behoeve van aanvraag Vergunning Waterwet
Referentie PR11441/60143
Datum 17 maart 2026
Auteur XXXXXXXXXX

	Nuttige warmte en koude	Elektra- verbruik	
Winter (warmte leveren / koude laden) Verwarming Levering nuttige warmte 880 MWh 880 MWh ↓ Warmtepompen SPF (w) = 4,0 880 MWh ↑ Hulpenergie SPF = 40 Regeneratie SPF = 20 0 MWh ↓ 660 MWh ↓ Ondergrondse installatie open bodemenergiesysteem SPF = 35 Warmte leveren / koude laden 660 MWh 660 MWh ↑	880 MWh		warmte 22 MWhe hulpenergie 220 MWhe warmtepomp 0 MWhe regeneratie
Zomer (koude leveren / warmte laden) Koeling Levering nuttige koude 480 MWh 0 MWh ↓ Warmtepompen SPF (k) = 3,5 0 MWh ↓ Hulpenergie SPF = 40 Regeneratie SPF = 20 0 MWh ↓ 0 MWh ↓ Ondergrondse installatie open bodemenergiesysteem SPF = 35 Koude leveren / warmte laden 480 MWh 480 MWh ↑	480 MWh		koude 12 MWhe hulpenergie 0 MWhe warmtepomp 0 MWhe regeneratie
Berekende SPF: 4,7	1.360 MWh	287 MWhe	+

Bijlage 5

BOORBESCHRIJVING EN CAPACITEITSTEST VAN DE BRONNEN* VAN HET OPEN BODEMENERGIESYSTEEM VAN WATERLAND ROSENDAAL

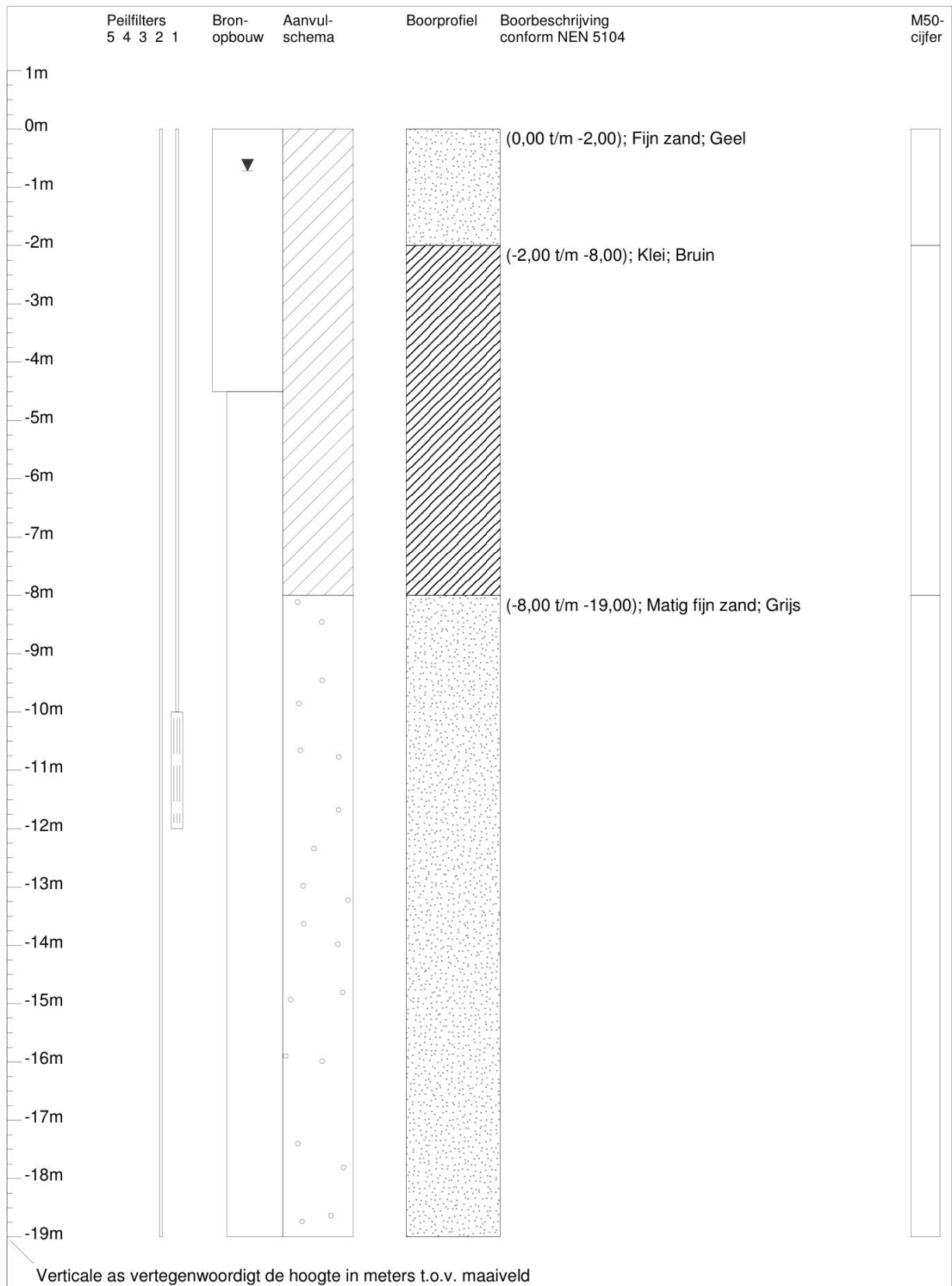
*De boorbeschrijvingen horen respectievelijk bij de bron W1, K1 en K2. Echter staan in de boorstanden verwarrende namen vermeld, omdat de warme en koude bron bij de ingebruikname zijn omgedraaid. Ter verduidelijking: de “Koude Bron” is W1, de “Warme bron” is K1 en “K1-2020” is K2.

Betekenis van afkortingen

G/g	: grind/grindig		W/w	: Waterkolom		Blinde buis	:	
Z/z	: zand/zandig							
L/s	: leem/siltig					Filter	:	
K/k	: klei/kleiig							
V/h	: veen/humeus					Grondwaterst.	:	
m	: mineraal arm							
	Overig							
			Geroerd monster	:		Ongeroerd monster	:	

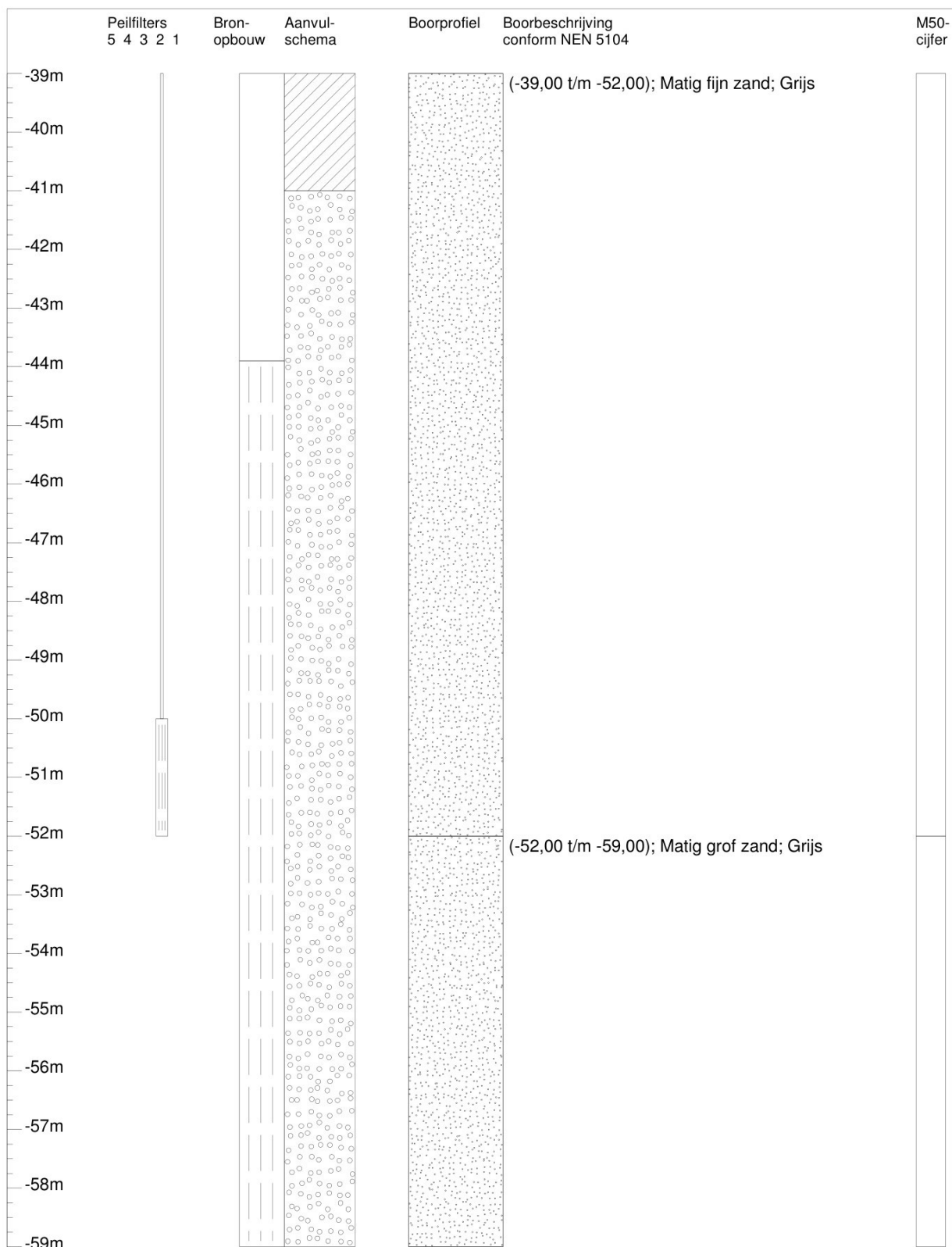
Aanvullingen en afdichtingen

	Mikolit 00
	Vulgrind 2,00 - 8,00
	Mikolit 300
	Filtergrind 0,75 - 1,25



	Projectcode	1105094-001	Certificering			
	Locatie	Gehele terrein	X-coördinaat	90.046 km	Y-coördinaat	393.089 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer	
	Boormeester				Koude bron	

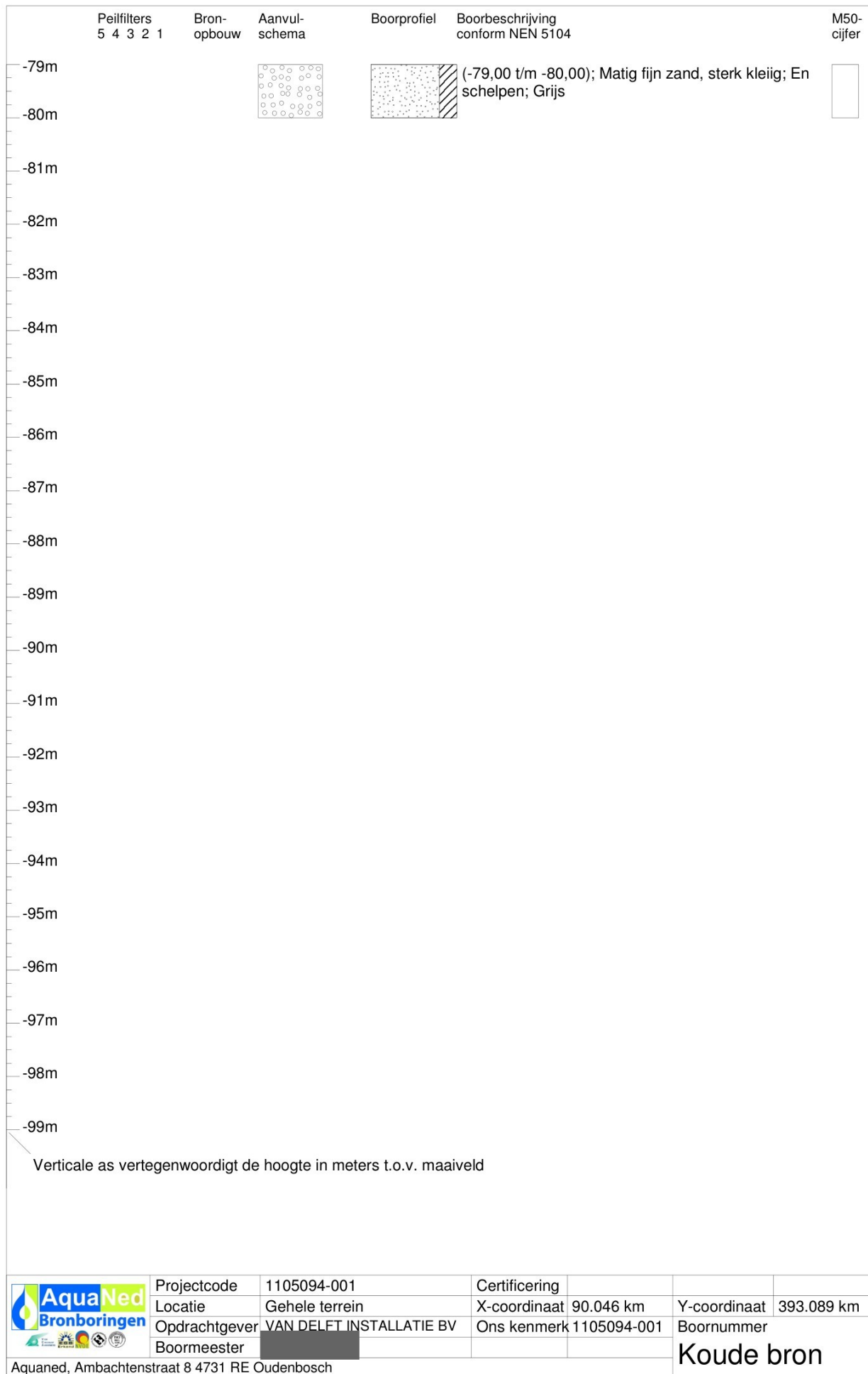
Aquaned, Ambachtenstraat 8 4731 RE Oudenbosch



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. maaiveld

	Projectcode	1105094-001	Certificering			
	Locatie	Gehele terrein	X-coördinaat	90.046 km	Y-coördinaat	393.089 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer	
	Boormeester				Koude bron	

Aquaned, Ambachtenstraat 8 4731 RE Oudenbosch



Veldwerk uitgevoerd volgens: NEN 5104

Peilfilters (van-tot(diameter))

Peilbuis 1: 10,00 m t/m 12,00 m (32 mm)

Peilbuis 2: 50,00 m t/m 52,00 m (32 mm)

Pompfilters (van-tot(diameter x perforatie diameter))

0,00 m t/m 4,50 m (315 mm x 0 mm)

4,50 m t/m 24,20 m (250 mm x 0 mm)

24,20 m t/m 43,90 m (200 mm x 0 mm)

43,90 m t/m 73,00 m (200 mm x 0,6 mm)

73,00 m t/m 73,90 m (200 mm x 0 mm)

Zandaanvullingen en kleiafdichtingen (van-tot(materiaal))

0,00 m t/m 8,00 m (Mikolit 00)

8,00 m t/m 29,00 m (Vulgrind 2,00 - 8,00)

29,00 m t/m 41,00 m (Mikolit 300)

41,00 m t/m 80,00 m (Filtergrind 0,75 - 1,25)

Algemene opmerking project

Koude bron

Locatie: Naast schutting woonhuis

Boorgatdiameter: 500 mm

Filterlengte: 29,10 meter

Ijzer = +/- 5,00 mgr.

pH = +/- 7,80

EC = 0,68

Warme bron

Locatie: Bij technische ruimte

Boorgatdiameter: 500 mm

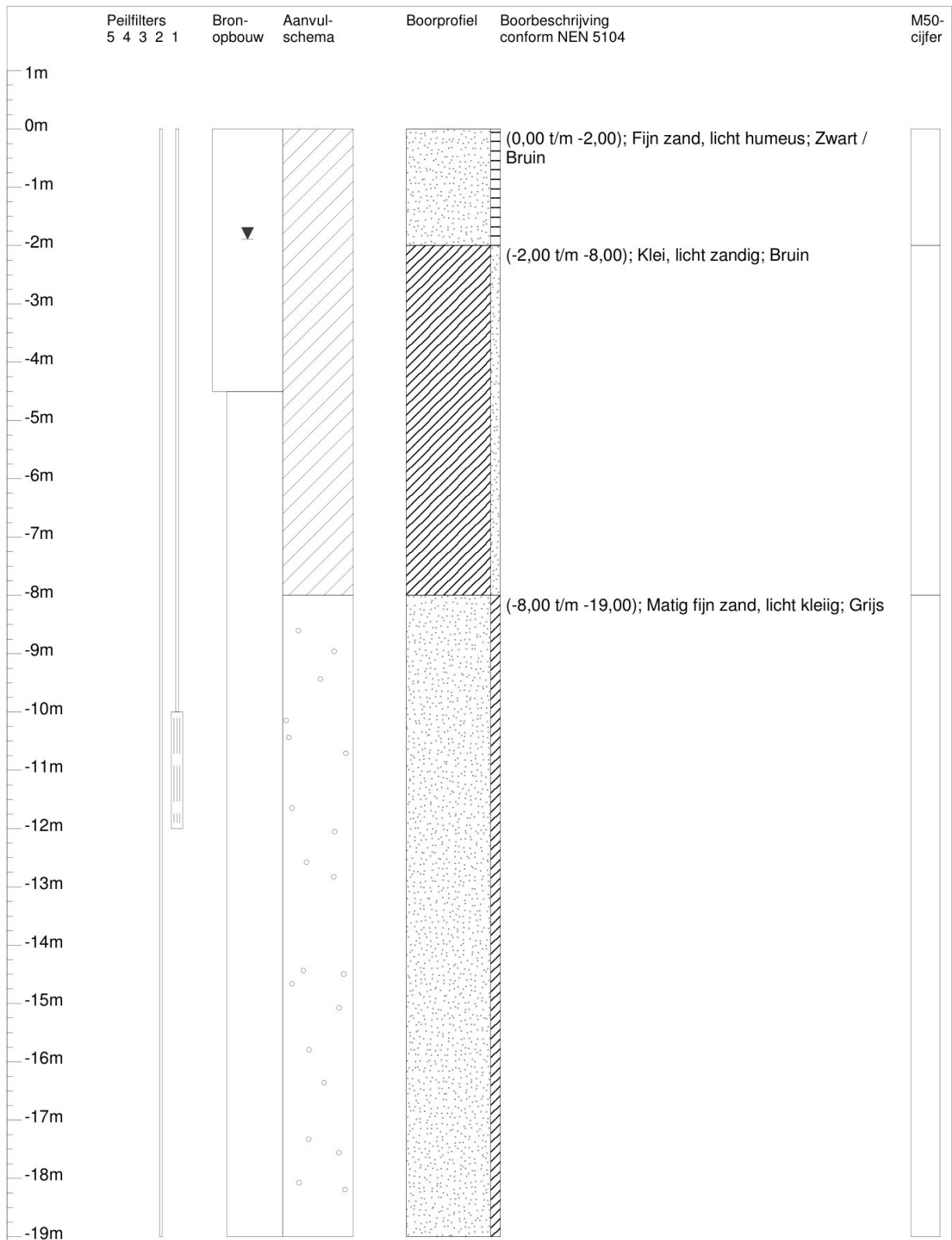
Filterlengte: 29,10 meter

Ijzer = +/- 5,00 mgr.

pH = +/- 7,80

EC = 0,68

	Projectcode	1105094-001	Certificering			
	Locatie	Gehele terrein	X-coördinaat	90.046 km	Y-coördinaat	393.089 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer	
	Boormeester					
Aquaned, Ambachtenstraat 8 4731 RE Oudenbosch						Koude bron



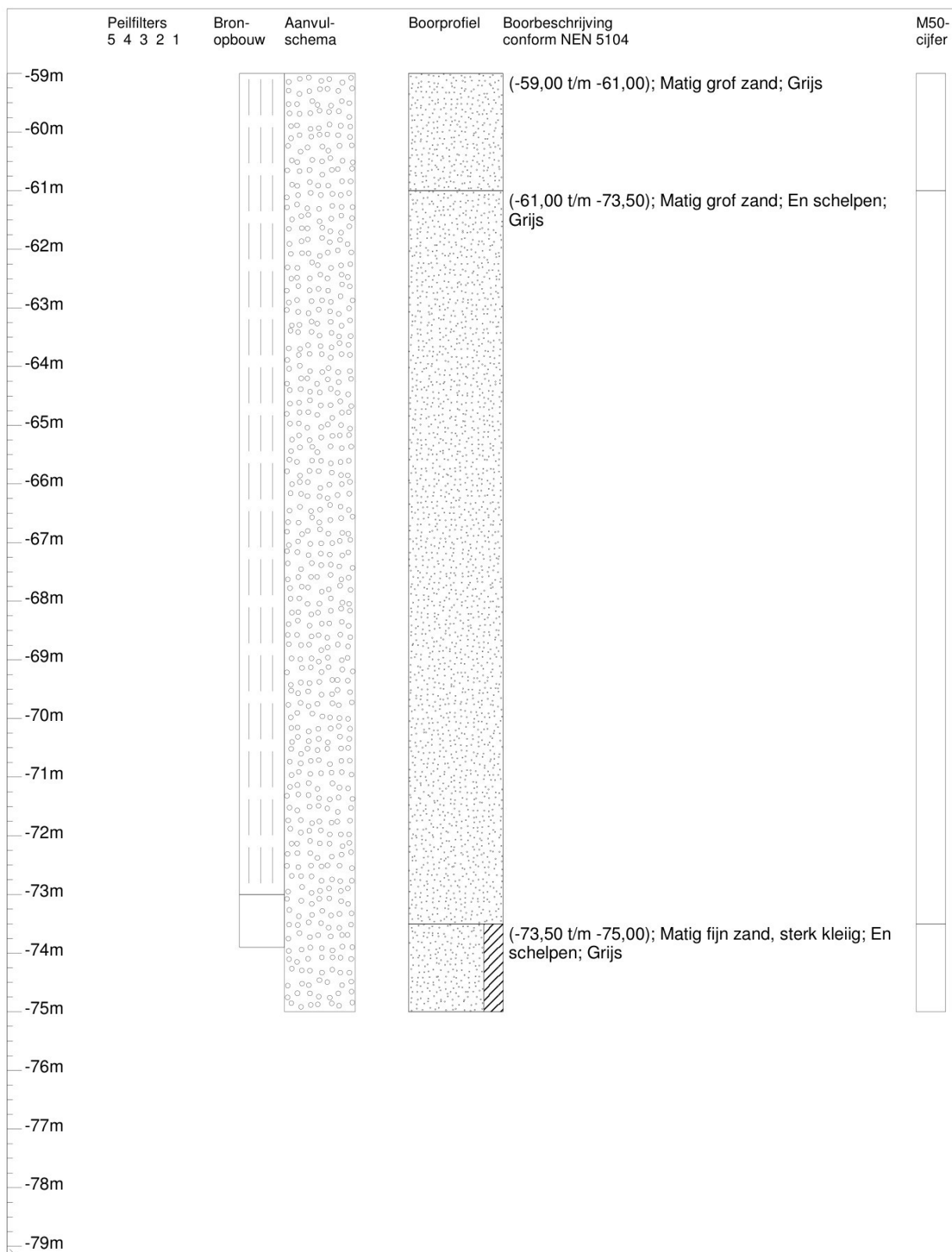
Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. maaiveld

	Projectcode	1105094-001	Certificering		
	Locatie	Gehele terrein	X-coördinaat	90.061 km	Y-coördinaat 393.271 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer
	Boormeester				Warme bron

Aquaned, Ambachtenstraat 8 7431 RE Oudenbosch



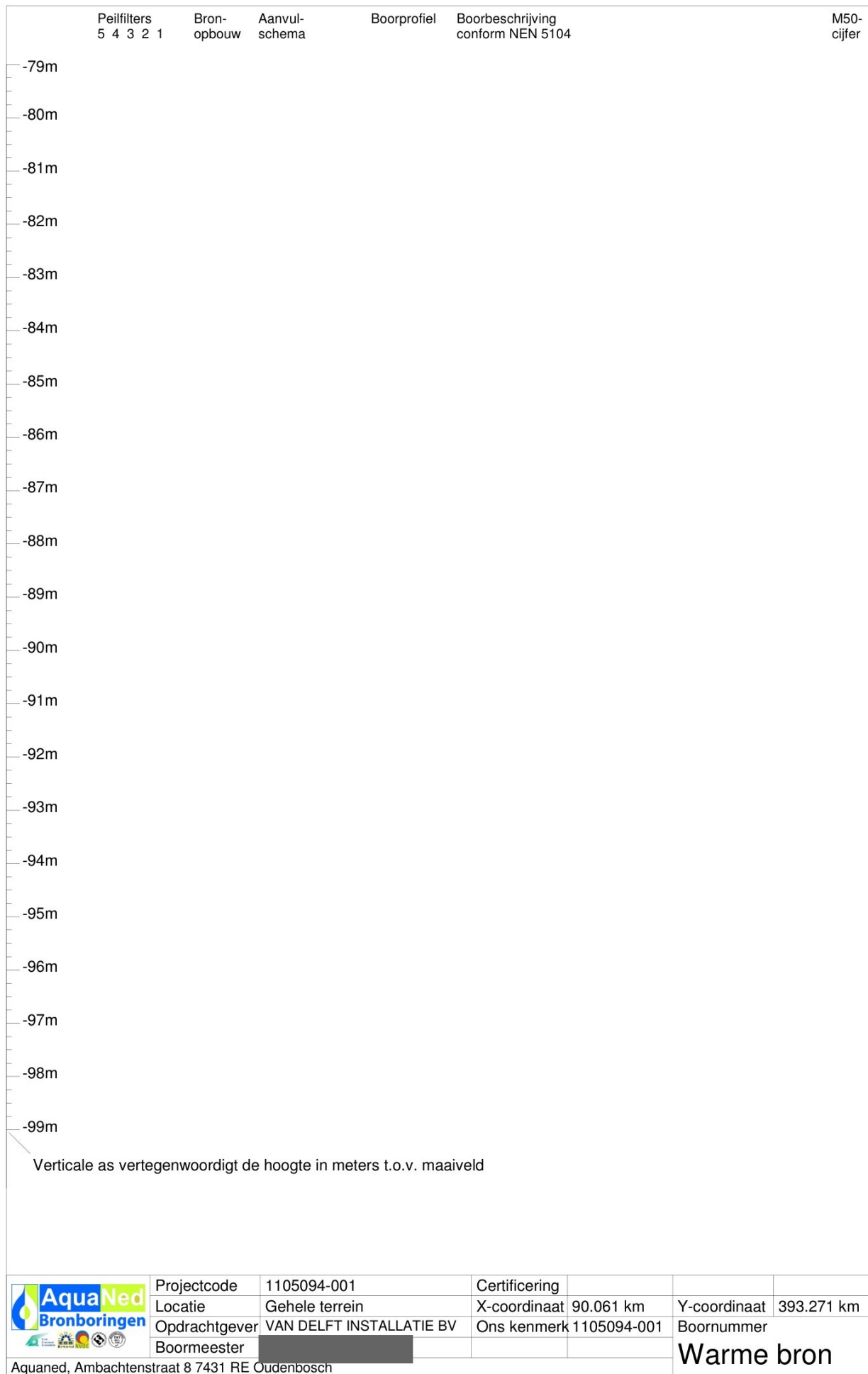
	Projectcode	1105094-001	Certificering			
	Locatie	Gehele terrein	X-coördinaat	90.061 km	Y-coördinaat	393.271 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer	
	Boormeester					
Aquaned, Ambachtenstraat 8 7431 RE Oudenbosch Warme bron						



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. maaiveld

	Projectcode	1105094-001	Certificering			
	Locatie	Gehele terrein	X-coördinaat	90.061 km	Y-coördinaat	393.271 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer	
	Boormeester				Warme bron	

Aquaned, Ambachtenstraat 8 7431 RE Oudenbosch



	Projectcode	1105094-001	Certificering			
	Locatie	Gehele terrein	X-coordinaat	90.061 km	Y-coordinaat	393.271 km
	Opdrachtgever	VAN DELFT INSTALLATIE BV	Ons kenmerk	1105094-001	Boornummer	
	Boormeester					
Aquaned, Ambachtenstraat 8 7431 RE Oudenbosch Warme bron						

Boorprofiel

Conform BRL 2100

Boring	: K1-2020	Projectnummer	: 20190174
Locatie	: ROOSENDAAL	Document	: C20182040-BP
Projectnaam	: WKO Waterland	Boringnummer	: O20201185
Adres	: Citroenberg 1-263	X / Y Coördinaten	: 90043.68 / 393274.07
Uitvoeringsperiode	: 20-04 t/m 23-04-2020	Maaiveld t.o.v. NAP	:
Boorsysteem	: Zuigboren	Boormeester	:
Diameter	: 600 mm	Einddiepte	: 73,50 m-m.v.
Opdrachtgever	: Van Delft Installatie B.V.	Boring beschreven door	: 21-4-2020

diepte in meters - maaiveld		omschrijving grondlagen volgens NEN 5104	M-waarde (µm)
0,00	1,00	ZAND, matig fijn, geel/grijs, opgebracht	200
1,00	2,00	ZAND, matig grof, bruin/zwart	240
2,00	3,00	KLEI, matig vast, bruin/grijs	
3,00	4,00	KLEI, matig vast, bruin/zwart, humeus	
4,00	5,00	KLEI, vast, bruin/zwart, humeus	
5,00	6,00	KLEI, vast, donkergrijs	
6,00	7,00	KLEI, vast, donkergrijs, enkel zandlaagje	
7,00	8,00	ZAND, matig grof, geel/grijs, veensporen	250
8,00	9,00	KLEI, vast, donkergrijs	
9,00	10,00	KLEI, vast, donkergrijs	
10,00	11,00	KLEI, vast, donkergrijs	
11,00	12,00	KLEI, vast, donkergrijs, matig zandig, veensporen	
12,00	13,00	KLEI, vast, grijs, enkel zandlaagje	
13,00	14,00	ZAND, matig fijn, grijs, zwak siltig	200
14,00	15,00	ZAND, matig fijn, grijs, veenbrokjes	200
15,00	16,00	ZAND, matig fijn, grijs, veenbrokjes	200
16,00	17,00	ZAND, matig fijn, grijs	200
17,00	18,00	ZAND, matig fijn, grijs	200
18,00	19,00	ZAND, matig fijn, grijs	200
19,00	20,00	ZAND, matig grof, grijs	230
20,00	21,00	ZAND, matig fijn, grijs	200
21,00	22,00	ZAND, matig fijn, grijs	200
22,00	23,00	ZAND, matig grof, grijs	230
23,00	24,00	ZAND, matig grof, grijs	230
24,00	25,00	ZAND, matig grof, grijs	230
25,00	26,00	ZAND, matig grof, donkergrijs, houtresten	260
26,00	27,00	ZAND, matig grof, donkergrijs, houtresten	260
27,00	28,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
28,00	29,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
29,00	30,00	KLEI, vast, donkergrijs	
30,00	31,00	KLEI, vast, donkergrijs	
31,00	32,00	KLEI, vast, donkergrijs	
32,00	33,00	KLEI, vast, donkergrijs	
33,00	34,00	KLEI, vast, donkergrijs	

Boring : **K1-2020**
Locatie : **ROOSENDAAL**
Projectnaam : **WKO Waterland**

Projectnummer : **20190174**
Document : **C20182040-BP**
Boringnummer : **O20201185**

diepte in meters - maaiveld		omschrijving grondlagen volgens NEN 5104	M-waarde (µm)
34,00	35,00	ZAND, matig fijn, donkergrijs, kleibrokken	200
35,00	36,00	ZAND, matig fijn, donkergrijs, kleibrokken	200
36,00	37,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
37,00	38,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
38,00	39,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
39,00	40,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
40,00	41,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
41,00	42,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	230
42,00	43,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	260
43,00	44,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	260
44,00	45,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	260
45,00	46,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	260
46,00	47,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	280
47,00	48,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	280
48,00	49,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	250
49,00	50,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	280
50,00	51,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	280
51,00	52,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	300
52,00	53,00	KLEI, vast, donkergrijs	
53,00	54,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	250
54,00	55,00	ZAND, matig grof, donkergrijs, kleibrokken	250
55,00	56,00	ZAND, matig grof, donkergrijs, kleibrokken	220
56,00	57,00	ZAND, matig grof, donkergrijs, zwak siltig, kleibrokken	220
57,00	58,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	240
58,00	59,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	220
59,00	60,00	ZAND, matig grof, donkergrijs, zwak siltig, kleibrokjes	230
60,00	61,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	260
61,00	62,00	ZAND, matig grof, donkergrijs	280
62,00	63,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	320
63,00	64,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	320
64,00	65,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	350
65,00	66,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	350
66,00	67,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	320
67,00	68,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	320
68,00	69,00	ZAND, zeer grof, donkergrijs	320
69,00	70,00	ZAND, matig grof, grijs, spoor schelpengruis	260
70,00	71,00	ZAND, matig grof, grijs, schelpengruis	260
71,00	72,00	ZAND, matig grof, grijs, schelpengruis, enkele kleibrokken	240
72,00	73,00	ZAND, matig grof, grijs, schelpengruis	240
73,00	73,50	ZAND, matig grof, grijs, zwak siltig, spoor schelpengruis	220

Afwerkingstaat

Boring	: K1-2020	Projectnummer	: 20190174
Locatie	: ROOSENDAAL	Document	: C20182040-AWS
Projectnaam	: WKO Waterland	Boringnummer	: O20201185

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.		lengte	materiaal	diameter mm	perf mm	filterzand
Opzetbuis	+ 0,70	4,30	5,00	pvc	315/290,8		
Stijgbuis	4,30	23,75	19,45	pvc	250/230,8		
Blind	23,75	40,40	16,65	pvc	200/184,6		
Filter	40,40	50,00	9,60	pvc	200/184,6	0,5	0,8-1,25
Blind	50,00	61,00	11,00	pvc	200/184,6		
Filter	61,00	70,60	9,60	pvc	200/184,6	0,5	0,8-1,25
Zandvang	70,60	71,30	0,70	pvc	200/184,6		

PEILBUISCONSTRUCTIE

stijgbuis m-m.v.		diam mm	materiaal	nummer	filter m-m.v.		materiaal	perf mm	diam mm
+ 0,70	7,00	32/28	pvc	1	7,00	8,00	pvc	0,5	32/28
+ 0,65	40,40	32/28	pvc	2	40,40	41,40	pvc	0,5	32/28

Verbindingen : Lijm/tromp
 Afwerking : Stalen kap ø 315 mm
 Peilbuizen d.m.v. puntstuk ø 32 mm en doorboorde kap

Capaciteitsproef

Boring : **K1-2020**

Locatie : ROOSENDAAL

Projectnaam : WKO Waterland

Testdatum : 4-5-2020

Projectnummer : **20190174**

Document : C20182040-CAP

Boringnummer : O20201185

Monteur

Debiet = 41 m³/uur

Tijd (min.)	Bron (m)	Pf 1 (m)	Pf 2 (m)
	40,40-70,60	7-8	40,40-41,40
peilhoogte t.o.v. maaiveld	+ 0,85	+ 0,78	+ 0,78
ruststand	2,02	2,46	1,94
1	3,73		
5	3,96		
10	4,03		
15	4,07		
30	4,15		
45	4,18		
60	4,23		
90	4,25		
120	4,27		
afpumping	2,25		
SV =	18	m³/u/m	

Stopproef

Tijd (min.)	Bron (m)
5	2,33
10	2,26
15	2,23
30	2,17
45	2,13
60	2,12

MFI test

Pomp debiet (m ³ /h)	42
Druk (bar)	3,0
1e liter (sec)	44
2e liter (sec)	47
3e liter (sec)	51
4e liter (sec)	54
MFI =	1,8 s/l²

Zandhoudendheid: < 0.01 mg/l

Totaal verpompte hoeveelheid grondwater: 2.102 m³
Het opgepompte grondwater is in de sloot geloosd.

Alle maten min bovenkant bron c.q. peilfilters

Bijlage 6

BEREKENING VAN DE EINDZETTING

Zettingsberekening		Versie 29 september 2004
Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keveling Buisman)		
	Projectnaam: Waterland Roosendaal Projectnummer: PR11441/60143 Datum berekening: 27-2-2026 Bijlage: 6 Rapport: Effectenstudie Specialist: OK Opmerking(en): Eindzetting nabij warme bron	

Gebruikte formule van Terzaghi:

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

GLG: 2,4 m-mv

Materiaal	[m-mv] diepte	[m] Dikte	ΔH bron	[·] C_p	[·] C_s	[·] Conein	[kg/m ³] ρ	[N/m ²] σ_k	[N/m ²] $\Delta\sigma_k$	[mm] Z
	0									
Onverz. zone		1,9	0,012	-	-	-	1800	-		0
	1,9									
Zand		2	0,012	450	1E+99	450	2000	21582	117,72	0
	2									
Klei		8,1		25	320	19,04762	1900	74212,65	206,01	1
	10									
Zand		20	0,03	450	1E+99	450	2000	208070,1	294,3	0
	30									
Klei		4		25	320	19,04762	1900	323828,1	6901,34	4
	34									
Zand		1	1,377	600	1E+99	600	2000	346391,1	13508,4	0
	35									
Zand		5	2,064	600	1E+99	600	2000	375821,1	20247,8	0
	40									
Zand		10	2,063	600	1E+99	600	2000	449396,1	20238	1
	50									
Zand		4	2,063	600	1E+99	600	2000	518066,1	20238	0
	54									
Zand		7	0,657	600	1E+99	600	2000	572021,1	6445,17	0
	61									
Zand		10	0,448	600	1E+99	600	2000	655406,1	4394,88	0
	71									
Zand		9	0,376	450	1E+99	450	2000	748601,1	3688,56	0
	80									

Verklaring van de parameters:		
symbolen	verklaring	eenheid
D	= Dikte	[m]
ΔH	= Stijghoogteverandering	[m]
C_p	= Primaire zettingsconstante	[·]
C_s	= Seculaire zettingsconstante	[·]
Conein	= 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]	8
Zettingsverhang	1 m / 3400

IF Technology **Creating energy**



Velperweg 35
6824 BE 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**