

Effectenstudie Vergunningswijziging

Bodemenergiesysteem

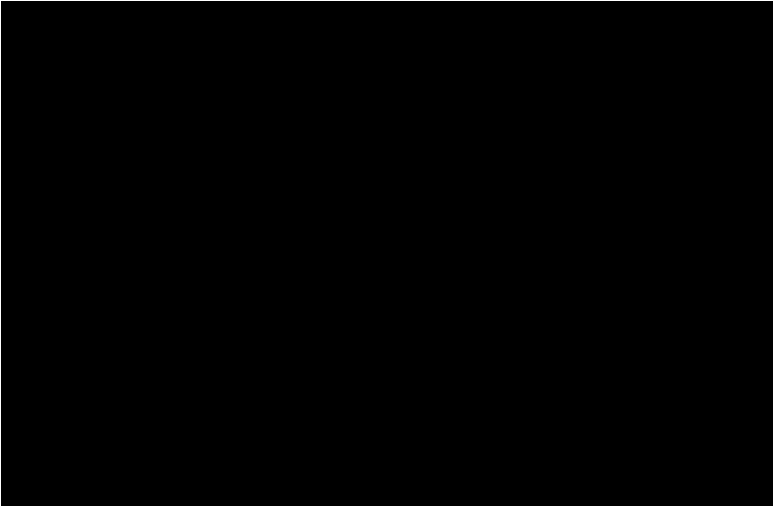
Ebbingekwartier - Groningen

Dit rapport is opgesteld in opdracht van
WarmteStad

Documentbeheer

De ondergetekende projectleider van VHGM verklaart dat het ontwerp onafhankelijk van de opdrachtgever is uitgevoerd conform de eisen van BRL SIKB 11000 en het daarbij horende protocol.

Concept

	Naam	Datum	Paraaf
Opgesteld door			

Goedgekeurd door

Definitief

Opmerkingen
verwerkt door

Goedgekeurd door

De volgende partijen zijn betrokken bij het tot stand komen van dit rapport

Vergunninghouder

Naam	WarmteStad
Adres	[Redacted]
Contactpersoon	[Redacted]
Telefoonnummer	[Redacted]
E-mailadres	[Redacted] rijfgroningen.nl

Adviseur bodemenergiesysteem

Naam	VHGM
Adres	Mariastraat 44 2181 CV Hillegom
Contactpersoon	[Redacted]
Telefoonnummer	[Redacted]
E-mailadres	[Redacted]

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Projectbeschrijving	5
1.2	Projectorganisatie	5
1.3	Inhoud effectenstudie	5
1.4	Gebruikte informatie	5
2	SYSTEEMBESCHRIJVING	6
2.1	Energetische uitgangspunten	6
3	GEOHYDROLOGISCHE BESCHRIJVING	7
3.1	Bodemopbouw	7
3.2	Grondwaterparameters	8
3.2.1	Grondwaterstroming en doorlatendheden	8
3.2.2	Grondwaterkwaliteit en -temperatuur	8
4	OMGEVINGSFACTOREN	9
4.1	Vergunde bodemenergiesystemen	9
4.2	Gebieden met richtlijnen	10
5	HYDROLOGISCHE EN HYDROTHERMISCHE EFFECTEN	11
5.1	Inleiding	11
5.2	Uitgangspunten	11
5.2.1	Schematisatie bodemopbouw model	11
5.2.2	Hydrologische uitgangspunten	12
5.2.3	Hydrothermische uitgangspunten	12
5.3	Resultaten hydrologische effectberekeningen	13
5.3.1	Stijghoogteveranderingen	13
5.3.2	Invloed op kwel- of infiltratiesituatie	13
5.3.3	Beïnvloeding zoet / brak / zout grensvlak	13
5.3.4	Invloed op overige onttrekkingen	14
5.3.5	Invloed op nabijgelegen verontreinigingen	14
5.3.6	Invloed op gebieden met richtlijnen	14
5.4	Resultaten hydrothermische effectberekeningen	14
5.4.1	Temperatuursveranderingen	14
5.5	Grondmechanische effecten	15
5.5.1	Eindzettingen en zettingsverhang	15
5.5.2	Invloed op ondergrondse infrastructuur	15
5.5.3	Opbarstrisico's	15
	16	
6	BIJLAGEN	
Bijlage 1	Situatietekening met bronlocaties	
Bijlage 2	Hydrologische effecten	
Bijlage 3	Hydrothermische effecten	
Bijlage 4	Zettingsberekening	
Bijlage 5	Boorstaten Ebblingekwartier	

1 Inleiding

1.1 Projectbeschrijving

In het Ebbingekwartier in Groningen wordt een bestaand WKO-systeem uitgebreid, waardoor er meerdere gebouwen aangesloten kunnen worden. Hierdoor nemen het debiet en de waterhoeveelheid toe en derhalve dient de vergunning gewijzigd te worden.

De bestaande vergunning Grondwaterwet heeft Zaaknummer 293529 met stempeldatum 10 december 2010. Het briefnummer van het Besluit is: 2010-65.244d/49.

Het project is gelegen aan de Bloemstraat in Groningen (zie bijlage 1) en heeft globaal de coördinaten $x=233.760$ en $y = 582.540$.

Het grondwatersysteem bestaat uit 1 warme en 1 koude bron. De filters zijn geplaatst in het derde watervoerend pakket.

Opmerking: De concept effectenstudie wordt ingediend voor commentaar. Na commentaar van de provincie wordt een definitieve effectenstudie gemaakt. Voor de vergunning Waterwet wordt deze ingediend. Deze effectenstudie is geen ontwerpdocument conform de BRL 11000.

1.2 Projectorganisatie

Partij	Opdrachtgever	Onderdeel
WarmteStad		- Vergunninghouder
VHGM	WarmteStad	- Ontwerp ondergronds deel scope 1a - Effectenstudie - Verzorgen vergunningswijziging

1.3 Inhoud effectenstudie

In dit rapport worden de effecten van het systeem op de omgeving beschreven. De beschrijving van het energie- en het grondwatersysteem zijn weergegeven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt een uitgebreide beschrijving van de bestaande geohydrologie gegeven. In hoofdstuk 4 worden de omgevingsfactoren beschreven. Hoofdstuk 5 beschrijft de hydrologische en hydrothermische effecten.

1.4 Gebruikte informatie

Voor het maken van de effectenstudie is gebruikt gemaakt van de volgende informatie:

- Door de opdrachtgever verstrekte projectgegevens;
- Tekening, plattegrond van het terrein en de gebouwen;
- De energetische uitgangspunten van het gebouw- en grondwatersysteem;
- REGIS II v2.2 en de door TNO uitgebrachte Grondwaterkaart;
- Door TNO verstrekte stijghoogtegegevens van nabijgelegen peilbuizen;
- Door de gemeente verstrekte informatie over relevante bodem- en grondwaterverontreinigingen in de omgeving van de projectlocatie;
- Door de provincie verstrekte informatie over grondwateronttrekkingen in de omgeving van de projectlocatie;
- Door de provincie beschikbaar gestelde informatie over natuurgebieden, aardkundige waarden, archeologie en grondwaterbeschermingsgebieden;
- Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) om de hoogte van het maaiveld te bepalen;
- Atlas Leefomgeving voor het bouwjaar van panden in de omgeving.

2 Systeembeschrijving

2.1 Energetische uitgangspunten

Door nieuwbouwontwikkelingen in de omgeving welke worden aangesloten op het bestaande bodemenergiesysteem zullen het debiet en de waterhoeveelheid toenemen. De huidige bronnen zullen in gebruik blijven. Door de aansluiting van gebouwen met verschillende gebouwfuncties is een bodemzijdige energiebalans het uitgangspunt. De nieuwe energetische uitgangspunten zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 energetische uitgangspunten grondwatersysteem

		Nieuwe uitgangspunten		Huidige uitgangspunten bestaande vergunning	
	Eenheid	Winter	Zomer	Winter	Zomer
Maximaal debiet (opstartfase)	m ³ /h	150	150	100	100
Nominaal debiet	m ³ /h	150	150	100	100
Maximale waterhoeveelheid	m ³ /a	450.000	450.000	150.000	150.000
Nominale waterhoeveelheid	m ³ /a	450.000	450.000	180.000	180.000
Gemiddelde infiltratietemperatuur	°C	7	14	7	17
Uiterste infiltratietemperatuur	°C	5	25	5	25
Geladen warmte	MWh/a	- 2.500	+ 2.500	-1.392	+1.392

Het gerealiseerde filtertraject is in tabel 2.2 weergegeven. De locatie van de bronnen is weergegeven op de situatietekening van het project (bijlage 1).

Tabel 2.2 Locatie van de bronnen en filtertraject

	X – coördinaat	Y – coördinaat	Filtertraject	
			m -mv	m -N.A.P.
Warme bron	233.828	582.575	70,0 – 79,0 en 82,0 – 98,3	68,8 – 77,8 en 80,8 – 97,1
Koude bron	233.704	582.503	70,4 – 80,0 en 84,8 – 104,0	69,2 – 78,8 en 83,6 – 102,8

2.2 Besparingen

In tabel 2.4 zijn de besparingen van het bodemenergiesysteem berekend. Hiervoor zijn onderstaande uitgangspunten aangehouden. Daarnaast is met de energiehoeveelheid en de waterhoeveelheid het jaarlijkse elektraverbruik berekend voor de bronpomp, warmtepomp en circuitpompen.

Tabel 2.4 Uitgangspunten en besparingen van het bodemenergiesysteem

Uitgangspunten	Eenheid	Nieuwe vergunning		Huidige vergunning
Bodemzijdige energievraag	MWh	Verwarmen	2500	1392
		Koelen	2500	1392
Opwekkingsrendement elektriciteitsnet	%	69		
Well-to-Wheel verlies	%	20		
Energie in aardgas	kWh/m ³	8,79		
Emissie CO ₂ per gashoeveelheid	kg/m ³	1,8		
Emissie NO _x per gashoeveelheid	kg/m ³	0,002		
Totale besparing t.o.v. een conventionele installatie	Eenheid	Nieuwe vergunning	Huidige vergunning	Extra besparing
Primaire energiebesparing	MWh _{th}	3.947.756	1.909.566	2.038.190
Aardgasequivalenten (primaire energie)	m ³	449.119	260.018	189.101
Besparing CO ₂ emissie	kg	808.414	468.032	340.382
Besparing NO _x emissie	kg	898	520	378

3 Geohydrologische beschrijving

3.1 Bodemopbouw

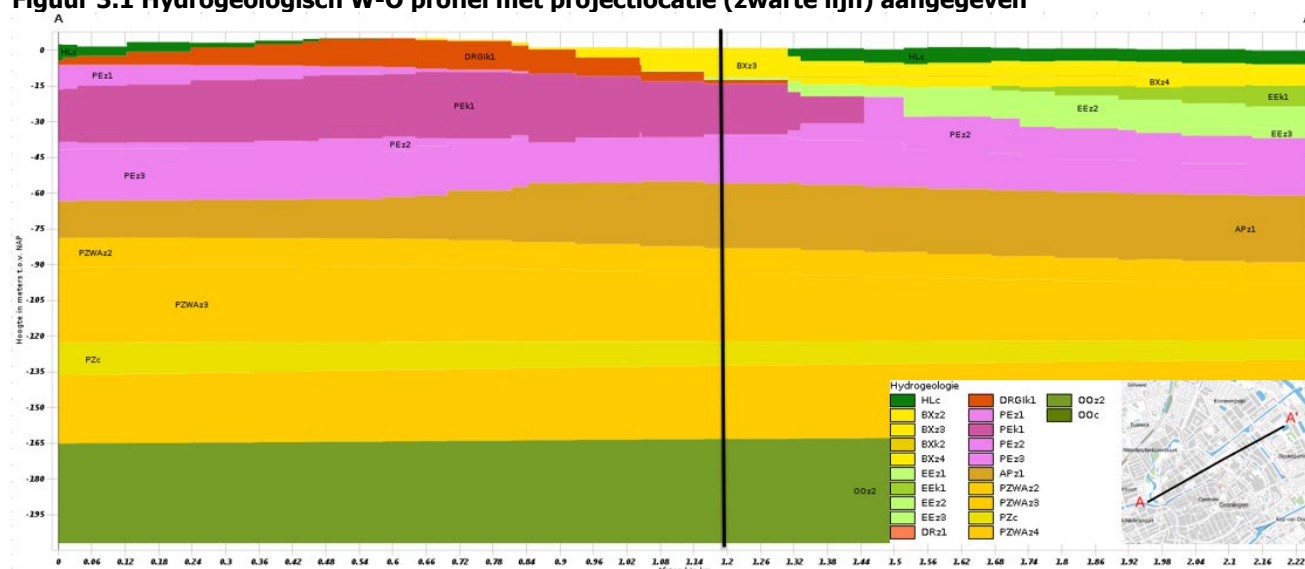
Het maaiveld van de projectlocatie ligt op ca. 1,2 m +N.A.P. Dwarsdoorsneden van de bodem in combinatie met grondlagenstaten zijn bestudeerd om inzicht te krijgen in de stratigrafie (bodemopbouw). De hiervoor geraadpleegde bronnen zijn REGIS II v2.2 en grondlagenstaten van de reeds aangelegde bronnen. In bijlage 2 is de grondlagenstaat weergegeven.

Op basis van bovengenoemde bronnen is de bodem geschematiseerd zoals in tabel 3.1. In figuur 3.1 is een hydrogeologisch profiel uit REGIS II v2.2 opgenomen. De zwarte lijn geeft de projectlocatie binnen het profiel weer. In de figuur zijn de verschillende lagen aangeduid met een label. Dit label bestaat uit een afkorting van de formatie (bv. PZWA voor Peize-Waalre) gevolgd door een c, k (complexen of kleilaag) of z (zandlagen) en eventueel een nummer in het geval van zandlagen.

Tabel 3.1 Geohydrologische schematisering

Diepte t.o.v. mv [in m] mv = ca. 0,8 m -N.A.P.			Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Doorlatendheid / weerstand
mv	tot	5	Fijn kleiig zand, met een enkele kleilaag	Deklaag	250d
5	tot	15	Zand, matig fijn tot uiterst grof, met enkel kleilaagje	WVP1	150 m ² /d
15	tot	45	Klei, gestuwde afzetting, en afgewisseld met zand.	SDL1	3.000d
45	tot	70	Zand, matig fijn tot uiterst grof, met enkel kleilaagje	WVP2	1.125 m ² /d
70	tot	155	Zand, matig grof tot uiterst grof	WVP3	3.825 m ² /d
Vanaf circa 155			Fijn zand en kleilagen	Geohydrologische basis	-

Figuur 3.1 Hydrogeologisch W-O profiel met projectlocatie (zwarte lijn) aangegeven



3.2 Grondwaterparameters

3.2.1 Grondwaterstroming en doorlatendheden

Op basis van de gegevens van projecten in de omgeving zijn de grondwaterstand en stijghoogten in de verschillende watervoerende pakketten onderzocht. In tabel 3.2 worden deze gegevens opgesomd.

Tabel 3.2 Gegevens grondwaterstanden en stijghoogten

Pakket	Grondwaterstand / stijghoogte		Fluctuatie [m]	Bron
	m -mv	m -N.A.P.		
Freatisch pakket	2,2	1,0	± 0,5	B07D0451
WVP1	2,3	1,1	± 0,3	B07D0451
WVP2	2,3	1,1	± 0,3	B07D0451
WVP3	2,3	1,1	± 0,3	B07D0422, B07D0323

Daarnaast is ook de horizontale grondwaterstroming bepaald. Dit is in tabel 3.3 weergegeven.

Tabel 3.3 Grondwaterstroming

Watervoerend pakket	Grondwaterstroming [m/jaar]	Doorlatendheid [m/dag]	Stromingsrichting
WVP1	5 - 10	15	NO
WVP2	< 5	45	NO
WVP3	< 5	45	NO

3.2.2 Grondwaterkwaliteit en -temperatuur

In tabel 3.4 zijn gegevens weergegeven van de grondwaterkwaliteit en -temperatuur.

Tabel 3.4 Grondwaterkwaliteitparameters

Parameter	Waarde	Eenheid	Bron
Zoet/brakgrens (chloridegehalte 150 mg/l)	ca. 30	m -N.A.P.	TNO Grondwateranalyses
Brak/zoutgrens (chloridegehalte 1.000 mg/l)	Ca. 45	m -N.A.P.	TNO Grondwateranalyses en
Temperatuur opslagpakket	11	°C	Metingen in bronnen

4 Omgevingsfactoren

4.1 Vergunde bodemenergiesystemen

Binnen een straal van ca. 1 km van de projectlocatie staan 5 open bodemenergiesystemen en 5 gesloten bodemenergiesysteem geregistreerd. De betreffende systemen zijn samengevat in de tabellen 4.1 en 4.2.

Tabel 4.1 Gegevens open bodemenergiesystemen

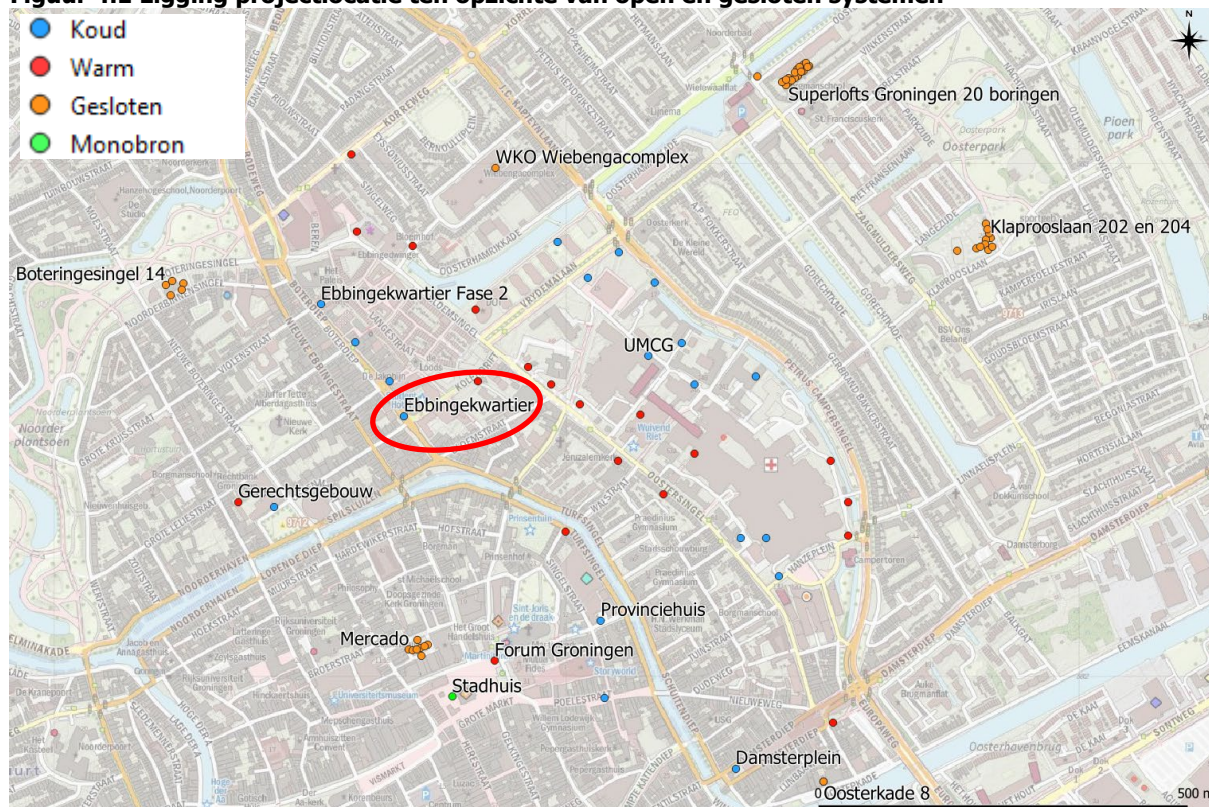
X	Y	Naam	Debiet [m³/h]	Waterhoeveelheid [m³/j]	WVP	Afstand [m]
233.683	582.640	Ebbingekwartier Fase 2	800	4.000.000	2 + 3	75
233.999	582.282	Provinciehuis Groningen	125	350.000	2 + 3	384
234.194	582.509	UMCG	1.900	5.000.000	2 + 3	445
233.352	582.348	Gerechtsgebouw Guyotplein	40	232.000	2 + 3	446
233.941	581.993	Groninger Forum	200	1.050.000	2 + 3	589
233.775	581.960	Stadhuys Groningen	50	150.000	2 + 3	591

Tabel 4.2 Gegevens gesloten bodemenergiesystemen

X	Y	Naam	Energie-rendement [SPF]	Warmte - vraag [MWh]	Koude-vraag [MWh]	Bodemzijdig vermogen [kW]	Eind-diepte [m]	Afstand [m]
233.860	582.990	wko Wiebengacomplex	4	10	1	5	130	452
233.703	582.052	Mercado	5	48	24	24	183	501
233.231	582.762	Boteringesingel	5.2	108	24	40	173	560
234.440	583.163	Superlofts	4.6	139	35	69	115	922
234.808	582.833	Klaprooslaan	4	114	27	78	223	1094

De ligging van deze systemen is in figuur 4.1 weergegeven.

Figuur 4.1 Ligging projectlocatie ten opzichte van open en gesloten systemen



4.2 Gebieden met richtlijnen

Op basis van de provinciale kaarten en informatie opgevraagd bij de provincie en gemeente Groningen blijkt dat er geen gebieden met richtlijnen binnen een straal van 2 km van de projectlocatie aanwezig zijn. Hieronder zijn de onderstaande gebieden inbegrepen. Wanneer een van de belangen een aandachtspunt heeft, volgt een korte beschrijving.

	Mogelijke belangen	Opmerking, aandachtspunt:
1	Keur van het waterschap	De boringen zijn niet in waterlopen of waterkeringen aangebracht.
2	Grondwaterbescherming – Grondwaterbeschermingsgebieden en waterwingebieden	Ligt niet binnen 2 km van de projectlocatie.
3	PMV – Aardkundige waarden en specifiek provinciaal beleid	Ligt niet binnen 2 km van de projectlocatie.
4	Wet bodembescherming	Ter plaatse van de bronnen zijn geen verontreinigingen aanwezig (paragraaf 4.2)
5	Archeologische waarden	De boringen zijn al gerealiseerd en er zullen geen hydrologische effecten optreden aan het oppervlak.
6	Natuurbelangen en landbouwgebieden	Ligt niet binnen 2 km van de projectlocatie.
7	Interferentiegebied/ Masterplan	De locatie ligt in een interferentiegebied. Er gelden alleen regels voor gesloten bodemenergiesystemen, niet voor open systemen.
8	Zettingsgevoelige objecten	In de omgeving van de projectlocatie zijn enkele oude gebouwen aanwezig, welke over het algemeen gevoeliger zijn voor zetting.
9	Ondergrondse constructies	Omdat de bronnen en het leidingwerk reeds zijn aangelegd, zullen hier geen knelpunten optreden.

Legenda:

Geen beperkingen	Aandachtspunt
------------------	---------------

5 Hydrologische en hydrothermische effecten

5.1 Inleiding

Door het verhogen van het debiet en de waterhoeveelheid zullen zowel de hydrologische als de hydrothermische effecten toenemen. In dit hoofdstuk worden deze geohydrologische effecten gekwantificeerd d.m.v. een modelstudie.

Om deze effecten te berekenen is een modelberekening opgesteld met het door Python aangestuurde softwarepakket FloPy. Voor de hydrologische berekening wordt gebruik gemaakt van MODFLOW wat gebaseerd is op de eindige differentiemethode en door de U.S. Geological Survey is ontwikkeld.

Voor de hydrothermische berekeningen wordt gebruik gemaakt van het warmte- en stoftransport-model MODFLOW en MT3DMS, ook ontwikkeld door de U.S. Geological Survey. Deze modules zijn ook met behulp van Python en FloPy uitgevoerd.

5.2 Uitgangspunten

In tabel 5.1 zijn de bronlocaties en het gewenste filtertraject voor het open bodemenergiesysteem aangegeven. In dit rapport wordt uitgegaan van een filterlengte van 30 m.

Tabel 5.1 Uitgangspunten bronnen effectenberekening

Uitgangspunten open bodemenergiesysteem			
		Ebbingekwartier	
Coördinaten		X	Y
	Warme bron	233.828	582.575
	Koude bron	233.704	582.503
Modelinvoer	m -N.A.P.	70 – 100	
Filterlengte	m	30	
		Warme bron	Koude bron
Maximaal debiet	m ³ /h	150	150
Waterhoeveelheid infiltratie	m ³ /a	450.000	450.000
Waterhoeveelheid onttrekken	m ³ /a	450.000	450.000
Gemiddelde infiltratietemperatuur	°C	14	7

5.2.1 Schematisatie bodemopbouw model

De geohydrologische schematisatie is gebaseerd op de in dit rapport beschreven bodemopbouw (zie paragraaf 3.1). De onderverdeling van de lagen is gebaseerd op de boorstaten opgenomen in bijlage 2.

Tabel 5.2 geeft de schematisatie weer van de geohydrologische bodemopbouw die gebruikt is in het model. Door de minder homogene zandlagen is een anisotropie met de factor 4 aangehouden.

Tabel 5.2 Samenvatting schematisatie bodemopbouw voor modellering

Laag nr.	Type model-laag	Diepte (m-N.A.P.)		Dikte modellaag (m)	Doorlatendheid		Typering
		van	tot		k _h (m/d)	k _v (m/d)	
1	Deklaag	0	-5	5	0,08	0,02	Klei
2	WVP1	-5	-15	10	15	3,75	Zand matig grof/matig fijn
3	SDL	-15	-45	30	0,04	0,01	Klei
4	WVP2	-45	-65	20	45	12,5	Zand uiterst grof
5	WVP3A	-65	-70	5	45	12,5	Zand uiterst grof
6	WVP3B	-70	-100	30	45	12,5	Zand uiterst grof
7	WVP3D	-98	-120	22	45	12,5	Zand uiterst grof
8	WVP3D	-120	-160	40	45	12,5	Zand uiterst grof

*De onttrekkings- en infiltratiefilters zijn gemodelleerd in watervoerend pakket 3 (laag 6)

Oppervlaktewater en neerslag

De hydrologische effecten van het energieopslagsysteem zijn gedefinieerd als het verschil tussen de hydrologische situatie voor en na aanleg van het beoogde energieopslagsysteem. Regionale aspecten zoals neerslag en oppervlaktewaterregimes zijn niet meegenomen in de berekeningen. De uitkomsten voor deze studie zijn echter toereikend voor het verkrijgen van een indicatie van de hydrologische effecten van het bodemenergiesysteem.

5.2.2 Hydrologische uitgangspunten

Voor het bepalen van de hydrologische invloed van het bodemenergiesysteem op de omgeving zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Een bodemopbouw zoals weergegeven in dit rapport;
- De berekeningen zijn uitgevoerd voor een stationaire situatie;
- Uitgangspunt is een worstcasebenadering;
- De berekeningen zijn uitgevoerd voor het maximale ontwerpdebiet voor het nieuwe grondwatersysteem van 150 m³/uur.

5.2.3 Hydrothermische uitgangspunten

De hydrothermische effecten zijn berekend voor zowel de zomer- als de winterperiode. Hierbij wordt uitgegaan van een tijdsperiode van 20 jaar. Voor de thermische berekeningen is uitgegaan van de in tabel 2.1 opgenomen energetische uitgangspunten. Daarnaast is gebruik gemaakt van onderstaande uitgangspunten voor de bodem.

Tabel 5.3 Uitgangspunten thermische berekening

Tabel 3.5 Uitgangspunten thermische berekening					
Laag nr.	Type model-laag	Diepte		Warmtecapaciteit verzadigd zand	Warmtegeleidings-coëfficiënt
		m -N.A.P.		MJ/m³*K	W/m*K
1	Deklaag	0	-5	2,4	1,6
2	WVP1	-5	-15	2,5	2,2
3	SDL	-15	-45	2,4	1,6
4	WVP2	-45	-65	2,45	2,3
5	WVP3A	-65	-70	2,45	2,3
6	WVP3B	-70	-98	2,45	2,3
7	WVP3D	-98	-120	2,45	2,3
8	WVP3D	-120	-160	2,45	2,3
Parameter					
Grondwaterstroming		Richting		-	
		Verhang [‰]		-	
Natuurlijke grondwatertemperatuur [°C]				11	

Voor het bepalen van de jaarlijkse cyclus is het jaar opgedeeld per maand. Op basis van het aantal vollasturen voor koeling en verwarming is het gebruik van het systeem geschematiseerd. Door het nominale debiet te hanteren (in plaats van het maximum debiet) wordt met de grootste temperatuurverschillen (ΔT 's) gerekend, waardoor de temperatuurverschillen als een worstcasesituatie worden benaderd. Een en ander is samengevat in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Model invoer debietverdeling in m³/ maand

	Ebbingekwartier	
	Warme bron	Koude bron
Januari	-90.000	90.000
Februari	-90.000	90.000
Maart	-67.500	67.500
April	-22.500	22.500
Mei	67.500	-67.500
Juni	90.000	-90.000
Juli	112.500	-112.500
Augustus	112.500	-112.500
September	67.500	-67.500
Oktober	-22.500	22.500
November	-67.500	67.500
December	-90.000	90.000

5.3 Resultaten hydrologische effectberekeningen

Op basis van de bovengenoemde uitgangspunten zijn de hydrologische effecten berekend. In bijlage 2 zijn de uitkomsten van de modelberekening met de berekende stijghoogteveranderingen in het filtertraject weergegeven.

5.3.1 Stijghoogteveranderingen

De grondwaterstanden en stijghoogteveranderingen als gevolg van het geplande bodemenergiesysteem zijn samengevat in tabel 5.5. De hydrologische effecten zijn gevisualiseerd in bijlage 2.

Tabel 5.5 Berekende grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen en grootte 5 cm-invloedsgebied

Laag	Bodemlaag	Grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen bij de bronnen ¹⁾	Grootte 5 cm-invloedsgebied
1	Deklaag	Stijghoogteverandering < 0,01 m	-
2	WVP1	Stijghoogteverandering < 0,01 m	-
4	WVP2	Stijghoogteverandering max. 0,19 m	Ca. 255 m
6	WVP3	Stijghoogteverandering max. 2,07 m	Ca. 250 m

1) Buiten de bronconstructie / in het pakket zelf

5.3.2 Invloed op kwel- of infiltratiesituatie

De in paragraaf 5.3.1 berekende veranderingen van de freatische grondwaterstand en de stijghoogten in WVP1 zijn verwaarloosbaar (< 1 cm). Om deze reden zal het bodemenergiesysteem geen meetbare invloed hebben op de verticale grondwaterstroming tussen de deklaag en WVP1.

5.3.3 Beïnvloeding zoet / brak / zout grensvlak

In paragraaf 3.2.2 is vermeld dat de overgang van zoet naar brak water en van brak naar zout water in de dikke scheidende laag tussen WVP1 en WVP2 wordt verwacht. In het model vindt een verlaging plaats in deze kleilaag van 0,07 m/jaar. Dit wordt per seizoen omgedraaid, waardoor verplaatsing van deze grenzen door de werking van het bodemenergiesysteem gering is.

5.3.4 Invloed op overige onttrekkingen

In paragraaf 4.1 zijn de reeds bestaande onttrekkingen rondom het bodemenergiesysteem geïnventariseerd. Een aantal bronnen van Ebbingekwartier Fase 2 en UMCG bevinden zich in het invloedsgebied met het verhoogde debiet. Deze effecten zijn beschreven in Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hydrologische effecten op omliggende systemen.

Bron	Effect [m]
UMCG W8	0,06
UMCG W10	0,11
UMCG W9	0,08
Ebbingekwartier fase 2 K2	0,12
Ebbingekwartier fase 2 W4	0,06

De effecten op overige bronnen zijn kleiner dan 0,05 m en worden niet significant geacht.

5.3.5 Invloed op nabijgelegen verontreinigingen

In paragraaf 4.2 zijn de geregistreerde verontreinigingen in de omgeving van de projectlocatie geïnventariseerd. Uit de gegevens blijkt dat er geen ernstige grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn.

5.3.6 Invloed op gebieden met richtlijnen

In paragraaf 4.3 wordt vermeld dat er geen gebieden met richtlijnen rondom de projectlocatie bekend zijn. Derhalve zijn negatieve effecten op dergelijke gebieden niet aan de orde. Omdat er geen effecten aan de oppervlakte optreden zullen er geen effecten zijn op de groenvoorziening of eventuele archeologische waarden in de bodem.

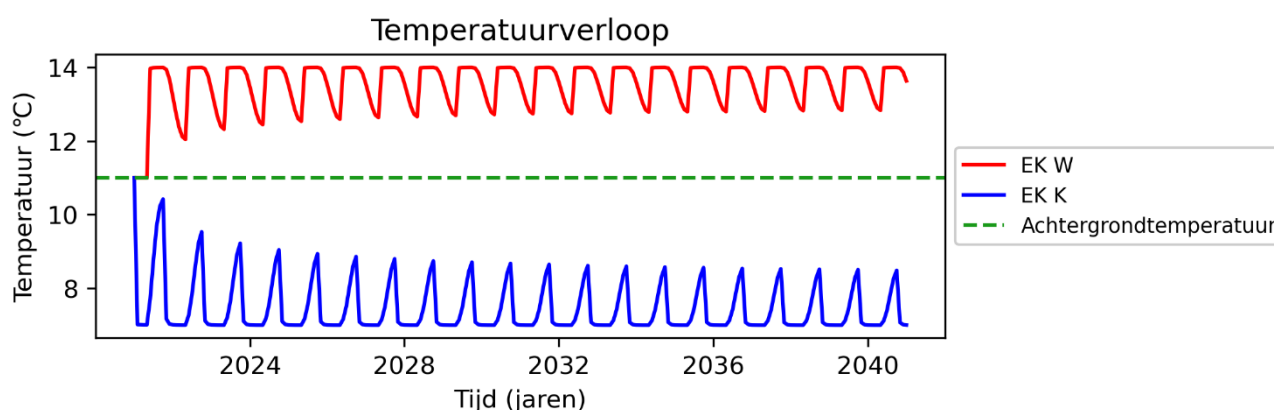
5.4 Resultaten hydrothermische effectberekeningen

Op basis van de bovengenoemde uitgangspunten zijn de hydrothermische effecten berekend na een periode van 20 jaar. In bijlage 4 zijn de uitkomsten van deze berekeningen grafisch weergegeven, waarbij het invloedsgebied is gedefinieerd als de 0,5 °C verlagings- c.q. verhogingslijn. Voor de winterperiode is dit de 10,5 °C isotherm en voor de zomerperiode is dit de 11,5 °C isotherm.

5.4.1 Temperatuursveranderingen

Het berekende 0,5 °C invloedsgebied beperkt zich, in het filtertraject tussen 70 en 98 m -mv, tot circa 121 m vanuit de warme bron aan het einde van de zomer en 123 m vanuit de koude bron aan het einde van de winter. Daarnaast is in het onderstaande figuur het temperatuurverloop in de warme en koude bronnen weergegeven.

Figuur 5.1 Temperatuurverloop warme en koude bron



De bronnen bevinden zich in de omgeving van gelijke bronnen (warm bij warm, koud bij koud) waardoor er uitsluitend positieve effecten zullen plaatsvinden.

5.5 Grondmechanische effecten

5.5.1 Eindzettingen en zettingsverhang

Op basis van de berekende stijghoogteverlagingen en de beschikbare bodemgegevens zijn met behulp van de Formule van Terzaghi de maaiveldzettingen berekend. Uit deze berekening blijkt dat de maaiveldzettingen dichtbij de bronnen kleiner zijn dan 2,52 mm (zie bijlage 4). De cumulatieve zetting bedraagt maximaal 10 mm ter plaatse van de bronnen.

Om zettingsproblemen te voorkomen wordt in de praktijk een zettingsverhang van minder dan 1 meter per 300 meter (3,33‰) nagestreefd. Schade aan gebouwen treedt meestal op vanaf een zettingsverhang van 1 meter op 150 meter (6,66‰). Het maximale zettingsverhang is berekend op 0,06‰ bij de koude bron en 0,03‰ bij de warme bron. Hiermee worden geen noemenswaardige zettingen verwacht als gevolg van het grondwatersysteem.

5.5.2 Invloed op ondergrondse infrastructuur

De in paragraaf 4.3 berekende veranderingen van de grondwaterstand zijn kleiner dan 1 cm en daarmee niet noemenswaardig. Tevens blijven zettingen in de deklaag beperkt tot minder dan 2,5 mm (zie bijlage 4). Derhalve worden ongewenste effecten op ondergrondse infrastructuur niet verwacht.

5.5.3 Opbarstrisico's

Met het oog op reeds bestaande bebouwing en infrastructuur dient opbarsten van waterremmende lagen te worden voorkomen. Gezien de geplande filterstelling in WVP3 (met een gewicht van circa 819 kN/m² boven SDL1, onderzijde op 45 m –N.A.P.) en de berekende stijghoogteverandering van worstcase maximaal circa 2,07 m (opwaartse waterdruk onder SDL1 van maximaal circa 452 kN/m² bij een maximum stijghoogte als uitgangspunt) zijn opbarstrisico's in onderhavige situatie niet aan de orde.

Om bodemsplijting te vermijden mag de maximale injectiedruk niet hoger uitkomen dan 10,3 mwk. Met een maximale stijghoogteverhoging van 2,07 m bij de warme bron en 2,04 bij de koude bron van het Ebbingekwartier zijn risico's hiermee beperkt.

Bijlagen Effectenstudie

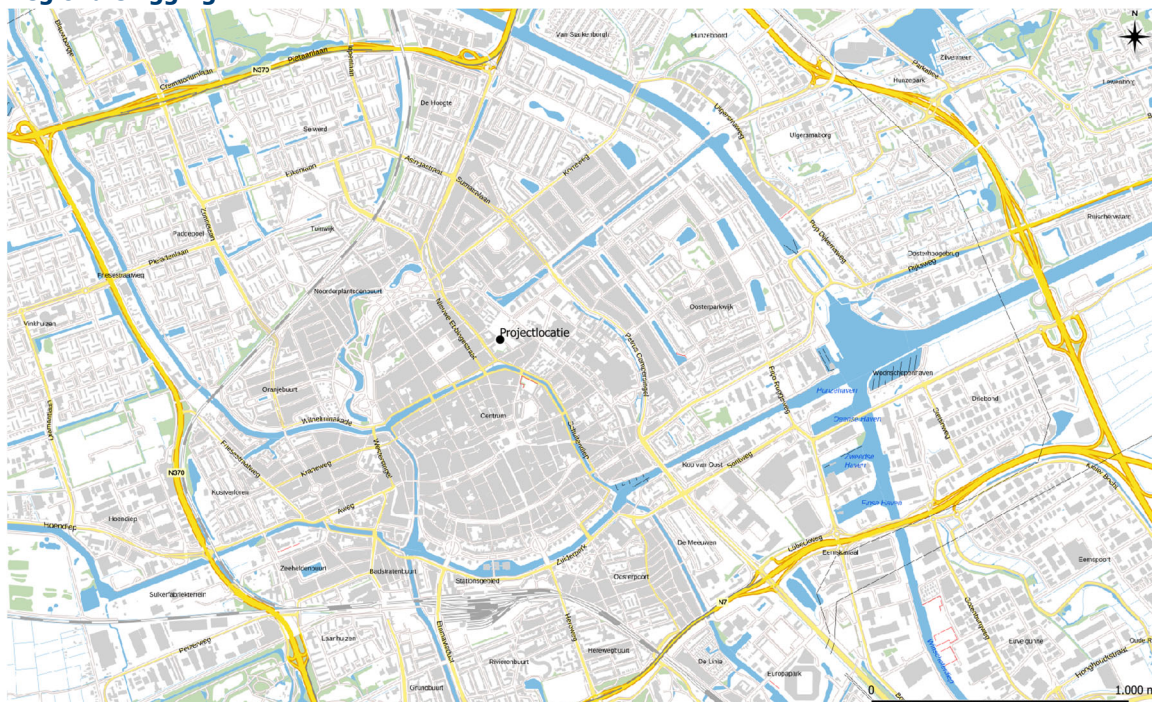
Bodemenergiesysteem

Ebbingekwartier - Groningen

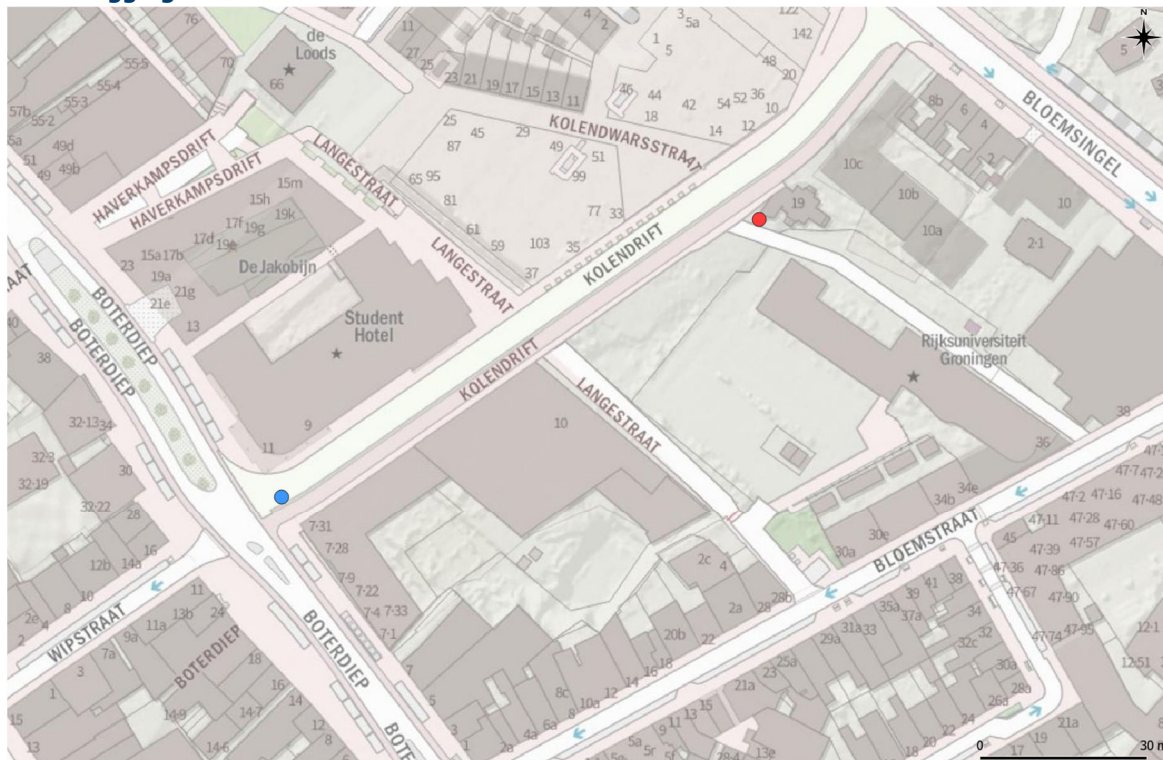
Dit rapport is opgesteld in opdracht van
WarmteStad

Projectlocatie Ebbingekwartier, Groningen

Regionale ligging



Lokale ligging

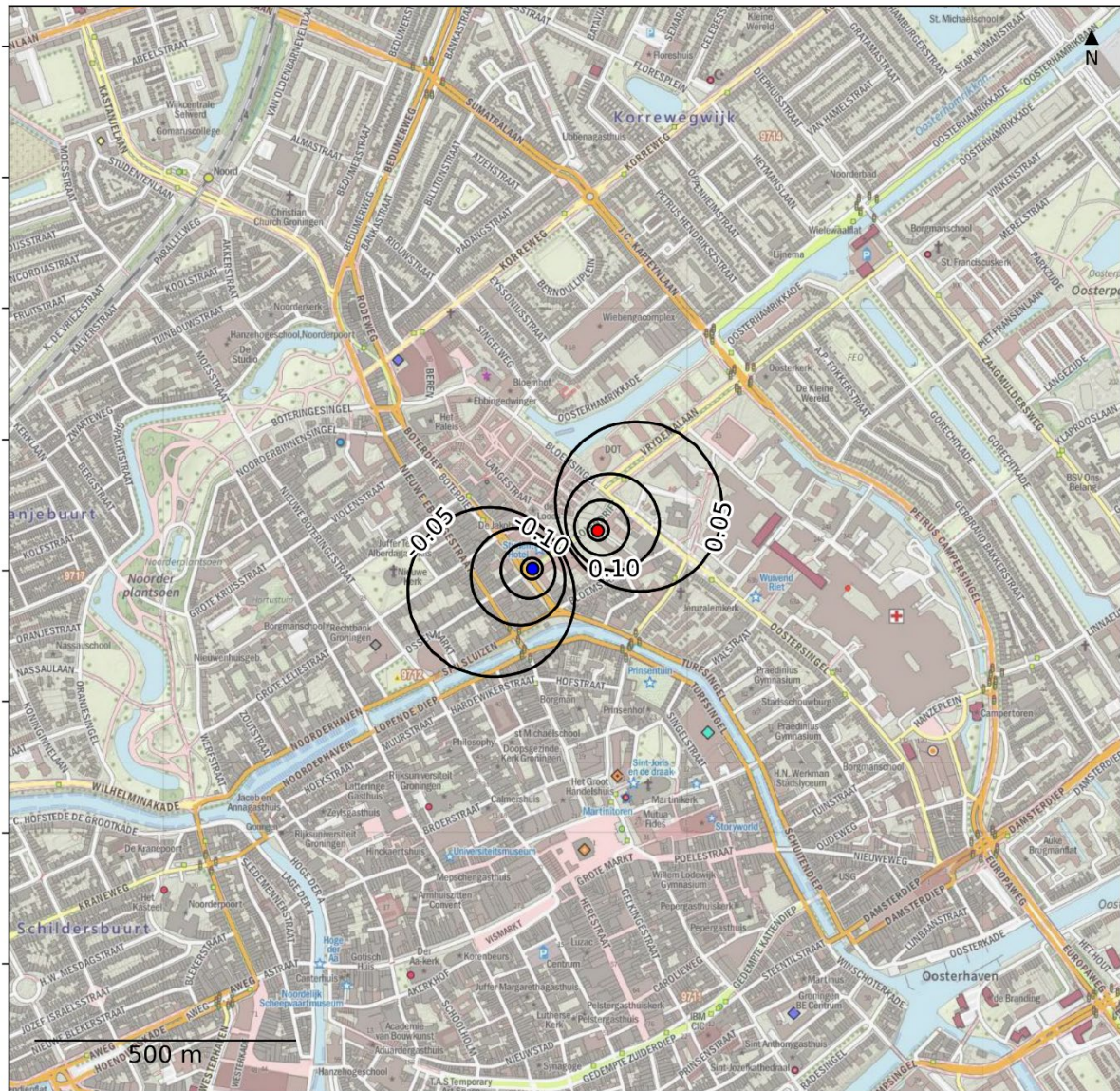


	X-coördinaat	Y-coördinaat
Warme bron	233.828	582.575
Koude bron	233.704	582.503

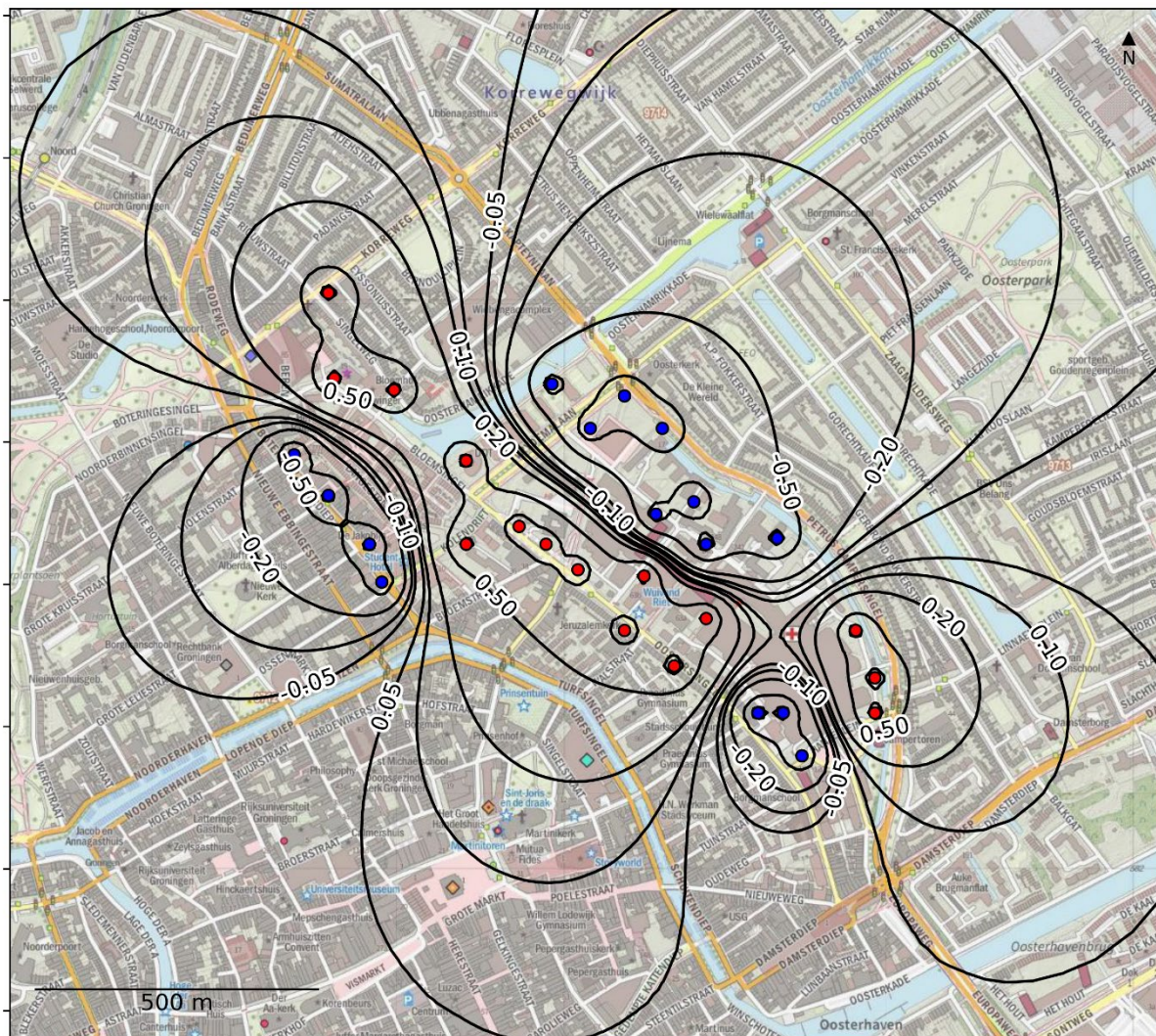
Hydrologische effecten

In onderstaande figuren zijn de berekende grondwaterstandveranderingen weergegeven voor WVP 3 ter hoogte van de filters. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een stationaire situatie bij maximaal debiet.

Figuur 1 Berekende hydrologische effecten ter hoogte van de filters in WVP3



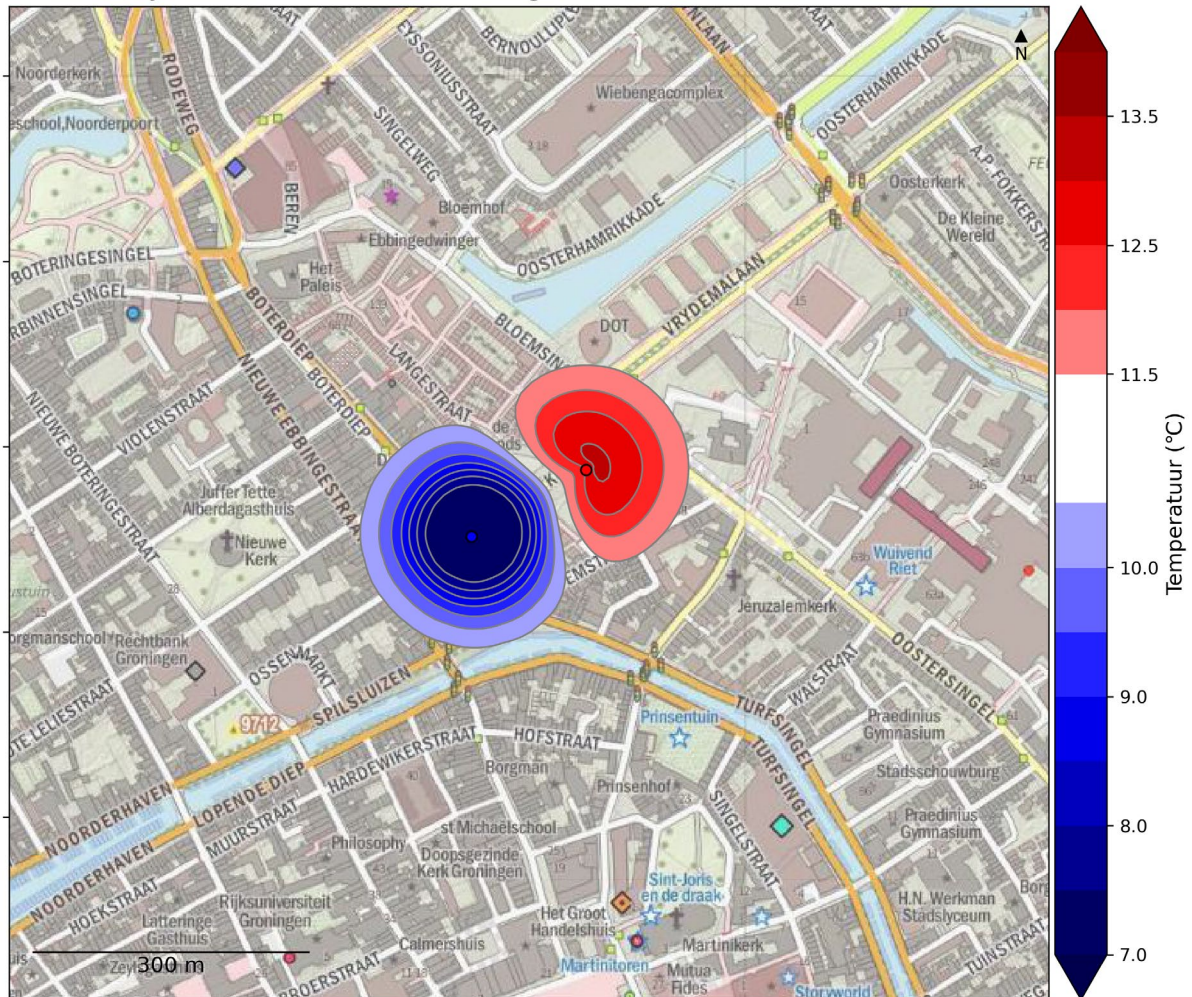
Figuur 2 Berekende hydrologische effecten ter hoogte van de filters in WVP3 inclusief UMCG en Ebbingekwartier Fase 2



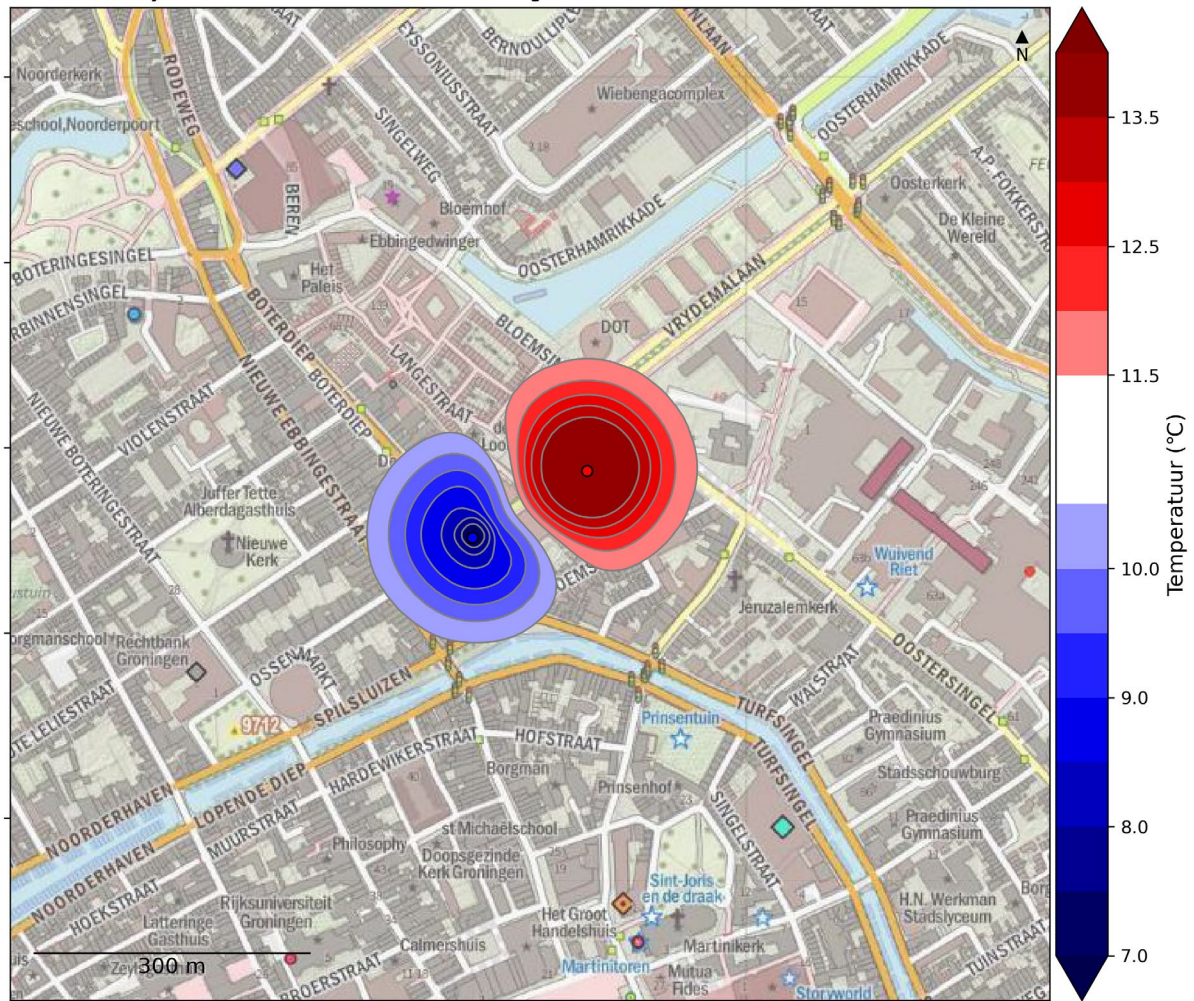
Berekende isothermen na 20 jaar

In de onderstaande figuren zijn de berekende isothermen weergegeven voor de situatie aan het einde van de winter- en zomerperiode na 20 jaar bedrijf.

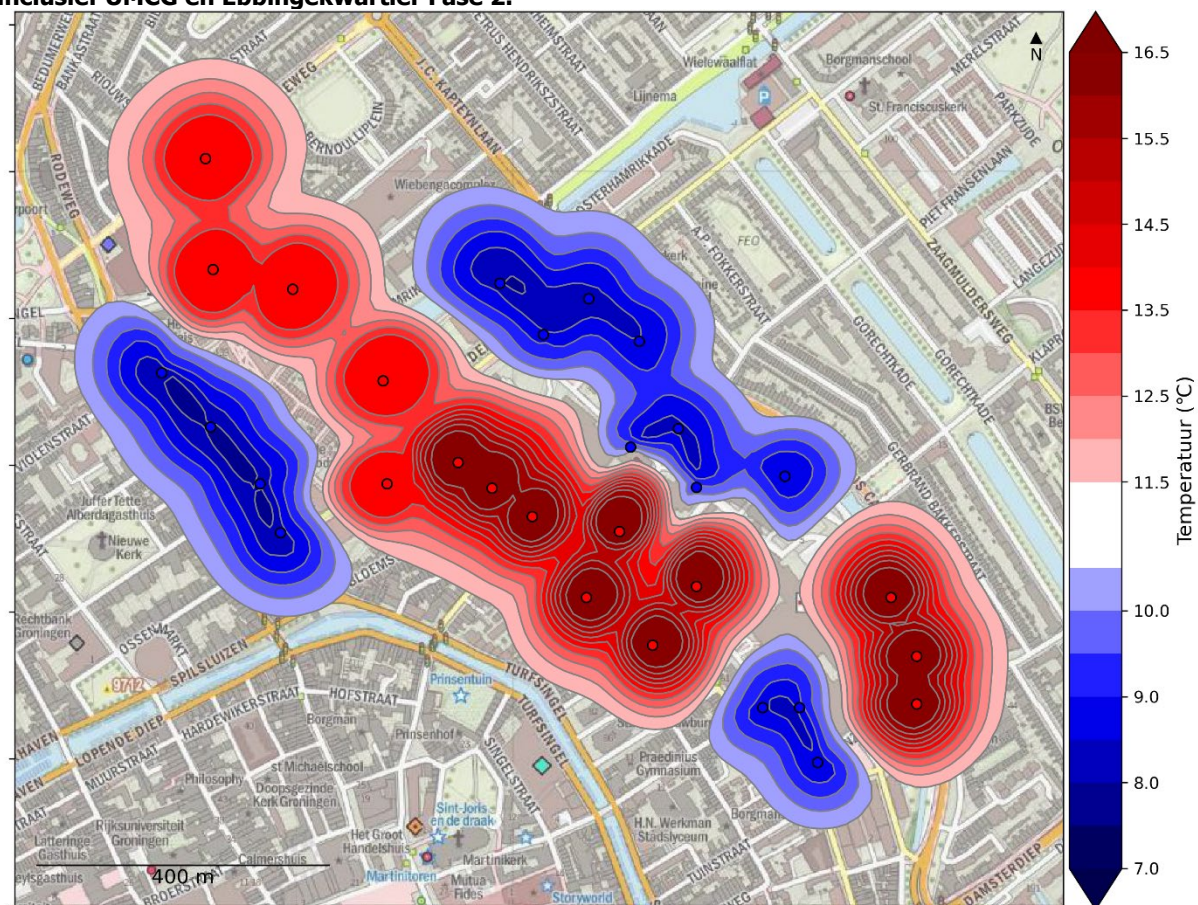
Figuur 1 Berekende thermische effecten aan het eind van de winter na een periode van 20 jaar



Figuur 2 Berekende thermische effecten aan het eind van de zomer na een periode van 20 jaar

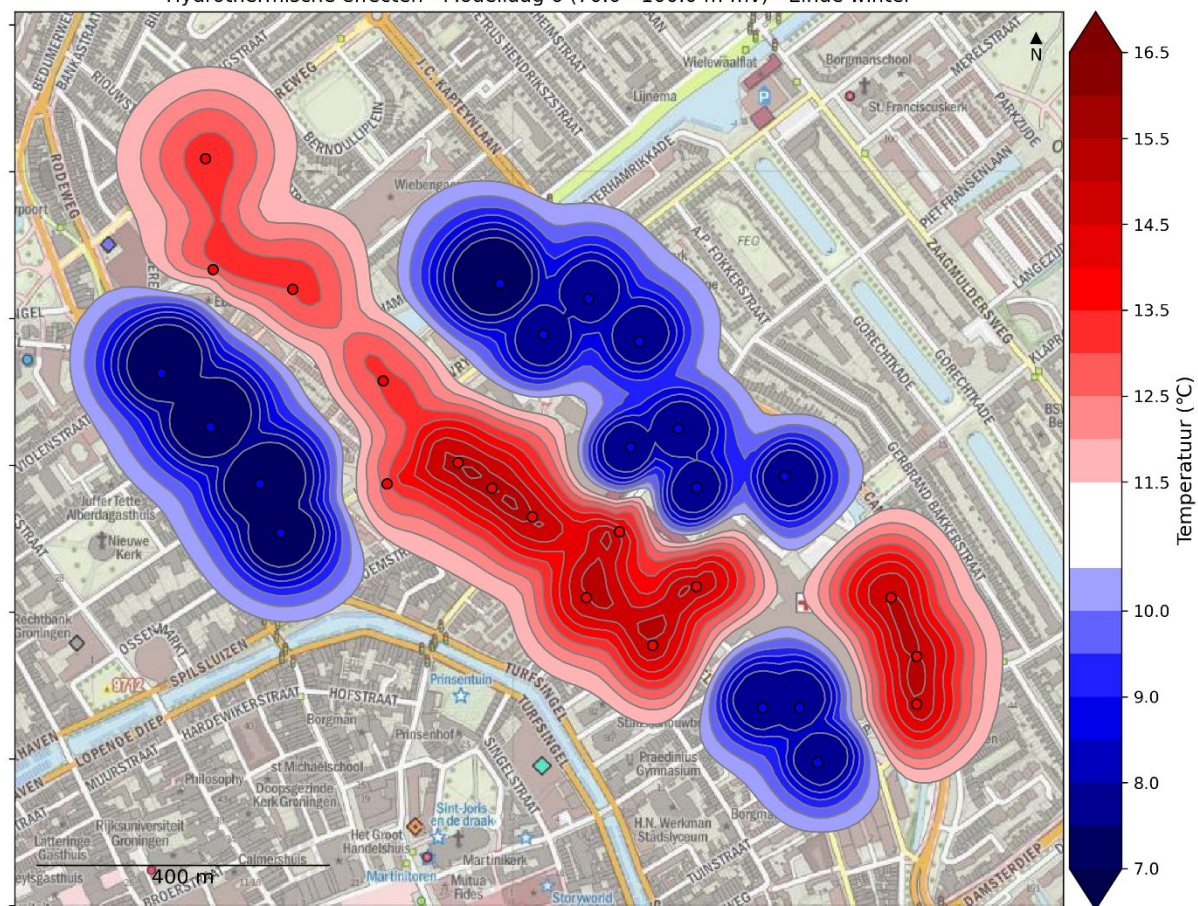


Figuur 3 Berekende thermische effecten aan het eind van de zomer na een periode van 20 jaar inclusief UMCG en Ebbingekwartier Fase 2.



Figuur 4 Berekende thermische effecten aan het eind van de winter na een periode van 20 jaar inclusief UMCG en Ebbingekwartier Fase 2.

Hydrothermische effecten - Modellaag 6 (70.0 - 100.0 m-mv) - Einde winter



Zettingsberekening bij de bronnen

Terzaghi $Z = \frac{h}{c} * \ln \frac{\bar{\sigma}_{kl} + \Delta \sigma_k}{\bar{\sigma}_{kl}}$		Parameters	
Z	Zakking als gevolg van zetting	ΔH	Stijghoogteverschil
h	Dikte van samendrukbare laag	Cp	Primaire zettingsconstante
c	Constante voor samendrukbaarheid van de laag	Cs	Seculaire zettingsconstante
$\bar{\sigma}_{kl}$	Gemiddelde oorspronkelijke korrelspanning in de samendrukbare laag	Conein	Totale zettingsconstante
$\Delta \sigma_k$	Verandering korrelspanning in de samendrukbare laag	ρ	Bulkdichtheid
* De bodemopbouw beschreven in hoofdstuk 3 is als uitgangspunt genomen		σk	Korrelspanning
* GLG aangenomen op 1,2 m +N.A.P.		Δσk	Verandering korrelspanning
		Z	Zetting

Zettingsberekening bij bron										
Materiaal, sortering	[m-mv] Diepte	[m] Dikte	[m] ΔH bron	[-] Cp	[-] Cs	[-] Conein	[kg/m³] ρ	[kN/m²] σk	[kN/m²] Δσk	[mm] Z
Klei (zwak zandig), Los	0	5	0	10	110	7,3	1500	75	0	0,0
Zand (sterk siltig/kleiig), Vast	-5	10	0	400	1E+99	400	1900	165	0	0,0
Klei (schoon), Vast	-15	30	-0,07	30	500	24,2	1900	435	-0,7	2,0
Zand (schoon), Vast	-45	20	-0,19	1500	1E+99	1500	1900	615	-1,9	0,0
Zand (schoon), Vast	-65	5	-0,4	1500	1E+99	1500	1900	660	-4	0,0
Zand (schoon), Vast	-70	28	-2,04	1500	1E+99	1500	1900	912	-20,4	0,4
Zand (schoon), Vast	-98	22	-0,2	1500	1E+99	1500	1900	1110	-2	0,0
Zand (schoon), Vast	-120	40	-0,07	1500	1E+99	1500	1900	1470	-0,7	0,0
Totale zetting bij de bronnen	-160									2,52

Zettingsverhang

Berekende zetting op:

Afstand [m]	0	10
Zetting [mm]	2,52	1,95

Zettingsverhang 0,06 ‰



Zettingsberekening bij de bronnen (cumulatief)

Terzaghi		$Z = \frac{h}{c} * \ln \frac{\overline{\sigma}_{kl} + \Delta \sigma_k}{\overline{\sigma}_{kl}}$	Parameters ΔH Stijghoogteverschil Cp Primaire zettingsconstante Cs Seculaire zettingsconstante Conein Totale zettingsconstante ρ Bulkdichtheid σk Korrelspanning Δσk Verandering korrelspanning Z Zetting
Z	Zakking als gevolg van zetting		
h	Dikte van samendrukbare laag		
c	Constante voor samendrukbaarheid van de laag		
$\overline{\sigma}_{kl}$	Gemiddelde oorspronkelijke korrelspanning in de samendrukbare laag		
$\Delta\sigma_k$	Verandering korrelspanning in de samendrukbare laag		
* De bodemopbouw beschreven in hoofdstuk 3 is als uitgangspunt genomen			
* GLG aangenomen op			
1.2 m +N.A.P.			

Zettingsberekening bij bron										
Materiaal, sortering	[m-mv] Diepte	[m] Dikte	[m] ΔH bron	[-] Cp	[-] Cs	[-] Conein	[kg/m³] ρ	[kN/m²] σk	[kN/m²] Δσk	[mm] Z
Klei (zwak zandig), Los	0	5	0.02	10	110	7.3	1500	75	0.2	1.8
Zand (sterk siltig/kleiig), Vast	-5	10	0.02	400	1E+99	400	1900	165	0.2	0.0
Klei (schoon), Vast	-15	30	0.26	30	500	24.2	1900	435	2.6	7.4
Zand (schoon), Vast	-45	20	0.55	1500	1E+99	1500	1900	615	5.5	0.1
Zand (schoon), Vast	-65	5	0.73	1500	1E+99	1500	1900	660	7.3	0.0
Zand (schoon), Vast	-70	30	1.58	1500	1E+99	1500	1900	930	15.8	0.3
Zand (schoon), Vast	-100	20	0.52	1500	1E+99	1500	1900	1110	5.2	0.1
Zand (schoon), Vast	-120	35	0.36	1500	1E+99	1500	1900	1425	3.6	0.1
Zand (schoon), Vast	-155									
Totale zetting bij de bronnen										9.86

Zettingsverhang

Berekende zetting op:

Afstand [m]	0	10
Zetting [mm]	9.86	10.32

Zettingsverhang -0.05 ‰



postbus 109
7700 ac dedemsvaart
internet: www.haitjema.nl

tel. (0523) 61 20 61
fax (0523) 61 59 50
e-mail: info@haitjema.nl

BOORPROFIEL

Boring : W1

Projectnr. : 2010-066-12

Plaats : GRONINGEN
Locatie : Bloemstraat / Bloemsingel
Uitvoeringsperiode : 16-11 t/m 24-11-2010
Boorsysteem/diam. : Zuigboor/Luchtlift, 700/550
Opdrachtgever : RENDO -

Document : RBP-2010-066-12-298951.doc
Boringnummer : 5344

Coördinaten : 233.847/582.569

m.v. tov NAP :

Boormeester :

Einddiepte : 105.00 m-m.v.

Ø700 mm van 0.00 - 30.00 m-m.v.

Ø550 mm van 30.00 - einddiepte

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlgs. NEN 5104	M-waarde (µm)
0.00 - 1.00	ZAND, matig fijn, grijs (opgebracht)	
1.00 - 3.00	KLEI, vast, donkergrijs	
3.00 - 4.00	ZAND, matig grof, geel/grijs, zwak humeus	230
4.00 - 9.00	ZAND, matig fijn, geel/grijs, zwak siltig	200
9.00 - 10.00	ZAND, matig fijn, grijs, matig siltig, kleibrokjes	200
10.00 - 12.00	KLEI, matig vast, donkergrijs, matig zandig	
12.00 - 15.00	GRIND, fijn tot matig grof, zwak zandig	
15.00 - 38.00	KLEI, zeer vast, donkergrijs/zwart (potklei)	
38.00 - 42.00	KLEI, zeer vast, donkergrijs, spoortje grind	
42.00 - 45.00	ZAND, matig grof, geel/grijs	
45.00 - 46.00	KLEI, matig vast, donkergrijs, zwak zandig	
46.00 - 48.00	ZAND, matig grof, grijs, houtresten	250
48.00 - 51.00	ZAND, matig grof, grijs	250
51.00 - 53.00	ZAND, matig grof, grijs	230
53.00 - 55.00	ZAND, matig grof, grijs	270
55.00 - 56.00	ZAND, matig grof, grijs	240
56.00 - 58.00	ZAND, matig grof, grijs	270
58.00 - 60.00	ZAND, zeer grof, grijs	350
60.00 - 62.00	ZAND, zeer grof, grijs, houtresten	350
62.00 - 65.00	ZAND, zeer grof, grijs	400
65.00 - 67.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	600
67.00 - 68.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	600
68.00 - 69.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	500
69.00 - 73.00	ZAND, uiterst grof, grijs, spoortje grind	450
73.00 - 77.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	600
77.00 - 78.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig, enkele kleibrokken (vast)	450
78.00 - 79.00	ZAND, uiterst grof, grijs, spoortje grind	450
79.00 - 80.00	ZAND, zeer grof, grijs	350
80.00 - 81.00	ZAND, zeer grof, grijs, veel houtresten, kleibrokjes	400

tel. (0523) 61 20 61
fax (0523) 61 59 50
e-mail: info@haitjema.nl

Projectnr. : 2010-066-12
Document : RBP-2010-066-12-298951.doc
Boringnummer : 5344

[illegible]



postbus 109
7700 ac dedemsvaart
internet: www.haitjema.nl

tel. (0523) 61 20 61
fax (0523) 61 59 50
e-mail: info@haitjema.nl

AFWERKINGSTAAT POMPPUT

Boring : W1

Plaats : GRONINGEN
Locatie : Bloemstraat / Bloemsingel
Uitvoeringsperiode : 16-11 t/m 24-11-2010
Boorsysteem/diam. : Zuigboor/Luchtlift, 700/550
Opdrachtgever : RENDO -

Projectnr. : 2010-066-12

Document : RAP-2010-066-12-299658.doc
Boringnummer : 5344

Coördinaten : 233.847/582.569

m.v. tov NAP

Boormeester

Einddiepte : 105.00 m-m.v.

Ø700 mm van 0.00 - 30.00 m-m.v.
Ø550 mm van 30.00 - einddiepte

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.	lengte m	mat.	diam. mm	perf. mm	filtergrind
Opzetbuis	+0.52 - 24.00	24.52	Pvc	315/290 ⁸		
Stijgbuis	24.00 - 70.00	46.00	Pvc	250/230 ⁸		
Filter	70.00 - 79.00	9.00	Pvc	250/230 ⁸	0.6	0.8-1.25
Filter blind	79.00 - 82.00	3.00	Pvc	250/230 ⁸		
Filter	82.00 - 98.30	16.30	Pvc	250/230 ⁸	0.6	0.8-1.25
Zandvang	98.30 - 99.00	0.70	Pvc	250/230 ⁸		

VERBINDINGEN

Lijm/tromp.

AFWERKING/OPMERKINGEN



Boring : W1

Projectnr. : 2010-066-12
Document : RAS-2010-066-12-299659.doc
Boringnummer : 5344

Ø700 mm van 0.00 - 30.00 m-m.v.
Ø550 mm van 30.00 - einddiepte

[illegible]

3.1 BOORPROFIEL

Boring : K1

Projectnummer : 2010-066-12

Plaats : GRONINGEN
 Locatie : Bloemstraat / Bloemsingel
 Uitvoeringsperiode : 03-01 t/m 14-01-2011
 Boorsysteem/diam. : Zuigboor/Luchtlift, 700/550 mm
 Opdrachtgever : RENDO

Document : RBP-2010-066-12-316873.doc
 Boringnummer : 5362
 Coördinaten : 233.701/582.502
 m.v. t.o.v. NAP :
 Boormeester : XXXXXXXXXX
 Einddiepte : 115.00 m-m.v.
 ø 700 mm van 0.00 – 30.00 m-m.v.
 ø 550 mm van 30.00 – einddiepte

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlgs. NEN 5104	M-waarde (µm)
0.00 - 1.00	ZAND, matig fijn, grijs (opgebrand)	
1.00 - 2.00	KLEI, slap, groen/grijs	
2.00 - 3.00	KLEI, slap, groen/grijs, enkele stenen	
3.00 - 5.00	KLEI, slap, groen/grijs	
5.00 - 6.00	KLEI, slap, groen/grijs, matig weinig	
6.00 - 7.00	KLEI, matig vast, groen/grijs, sterk zandig	
7.00 - 8.00	KLEI, slap, groen/grijs, matig zandig	
8.00 - 9.00	KLEI, matig vast, groen/grijs, matig zandig	
9.00 - 10.00	KLEI, slap, groen/grijs, zwak zandig, veenresten	
10.00 - 11.00	KLEI, slap, donkerbruin, matig humeus	
11.00 - 12.00	KLEI, slap, donkerbruin, matig zandig, matig humeus	
12.00 - 15.00	KLEI, matig vast, donkerbruin	
15.00 - 23.00	KLEI, vast, donkerbruin	
23.00 - 37.00	KLEI, zeer vast, donkergrijs/zwart (potklei)	
37.00 - 40.00	KLEI, zeer vast, donkergrijs, zwak zandig	
40.00 - 41.00	KLEI, matig vast, donkergrijs, zwak zandig, zwak grindig	
41.00 - 44.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	800
44.00 - 45.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	700
45.00 - 46.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	500
46.00 - 47.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	500
47.00 - 48.00	ZAND, uiterst grof, grijs, sterk grindig	500
48.00 - 50.00	ZAND, uiterst grof, grijs, sterk grindig	600
50.00 - 51.00	ZAND, uiterst grof, grijs	450
51.00 - 53.00	KLEI, slap, grijs, sterk zandig	
53.00 - 54.00	KLEI, slap, grijs, sterk zandig, zwak grindig	
54.00 - 56.00	ZAND, zeer grof, grijs	360
56.00 - 57.00	ZAND, uiterst grof, grijs	450
57.00 - 60.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	600
60.00 - 65.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	600

3.1 BOORPROFIEL

Boring : K1

Projectnummer : 2010-066-12
Document : RBP-2010-066-12-316873.doc
Boringnummer : 5362

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlgs. NEN 5104	M-waarde (μm)
65.00 - 68.00	ZAND, uiterst grof, grijs	650
68.00 - 72.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	600
72.00 - 75.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak siltig	600
75.00 - 76.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak lemig	450
76.00 - 78.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak lemig	600
78.00 - 80.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	650
80.00 - 82.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	700
82.00 - 83.00	ZAND, uiterst grof, grijs, houtresten	550
83.00 - 84.00	ZAND, uiterst grof, grijs	550
84.00 - 86.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig, houtresten	500
86.00 - 87.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	550
87.00 - 89.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	550
89.00 - 90.00	ZAND, uiterst grof, grijs, sterk grindig	800
90.00 - 93.00	ZAND, uiterst grof, grijs	450
93.00 - 94.00	ZAND, uiterst grof, grijs	500
94.00 - 96.00	ZAND, uiterst grof, grijs	550
96.00 - 97.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	450
97.00 - 98.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	500
98.00 - 99.00	ZAND, uiterst grof, grijs	550
99.00 - 100.00	ZAND, uiterst grof, grijs	450
100.00 - 102.00	ZAND, uiterst grof, grijs	600
102.00 - 105.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	600
105.00 - 106.00	ZAND, uiterst grof, grijs	450
106.00 - 107.00	ZAND, uiterst grof, grijs, houtresten	550
107.00 - 109.00	ZAND, uiterst grof, grijs	420
109.00 - 110.00	ZAND, zeer grof, grijs	400
110.00 - 111.00	ZAND, zeer grof, grijs	350
111.00 - 112.00	ZAND, uiterst grof, zwak grindig	600
112.00 - 113.00	ZAND, uiterst grof, grijs	500
113.00 - 114.00	KLEI, matig vast, grijs	
114.00 - 115.00	KLEI, matig vast, grijs, zwak zandig	

3.2 AFWERKINGSTAAT POMPPUT

Boring : K1

Projectnummer : 2010-066-12

Plaats : GRONINGEN
 Locatie : Bloemstraat / Bloemsingel
 Uitvoeringsperiode : 03-01 t/m 14-01-2011
 Boorsysteem/diam. : Zuigboor/Luchtlift, 700/550 mm
 Opdrachtgever : RENDO

Document : RAP-2010-066-12-316875.doc
 Boringnummer : 5362
 Coördinaten : 233.701/582.502
 m.v. tov NAP :
 Boormeester : XXXXXXXXXX
 Einddiepte : 115.00 m-m.v.
 ø 700 mm van 0.00 – 30.00 m-m.v.
 ø 550 mm van 30.00 – einddiepte

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.	lengte m	mat.	diam. mm	perf. mm	filtergrind
Opzetbuis	+0.52 - 24.00	24.52	Pvc	315/290 ⁸		
Stijgbuis	24.00 - 70.40	46.40	Pvc	250/230 ⁸		
Filter	70.40 - 80.00	9.60	Pvc	250/230 ⁸	0.6	0.8-1.25
Filter blind	80.00 - 84.80	4.80	Pvc	250/230 ⁸		
Filter	84.80 - 104.00	19.20	Pvc	250/230 ⁸	0.6	0.8-1.25
Zandvang	104.00 - 104.70	0.70	Pvc	250/230 ⁸		

PEILBUISCONSTRUCTIE

stijgbuis m-m.v.	diam. mm	mat.	nr.	filter m-m.v.	mat.	perf. mm	diam. mm
+0.50 - 42.00	32/28	Pvc	1	42.00 - 44.00	Pvc	0.5	32/28
+0.50 - 71.00	32/28	Pvc	2	71.00 - 73.00	Pvc	0.5	32/28

VERBINDINGEN

Lijm/tromp.

AFWERKING/OPMERKINGEN

3.3 AANVULSTAAT

Boring : K1

Projectnummer : 2010-066-12

Plaats : GRONINGEN
 Locatie : Bloemstraat / Bloemsingel
 Uitvoeringsperiode : 03-01 t/m 14-01-2011
 Boorsysteem/diam. : Zuigboor/Luchtlift, 700/550 mm
 Opdrachtgever : RENDO

Document : RAS-2010-066-12-316876.doc
 Boringnummer : 5362
 Coördinaten : 233.701/582.502
 m.v. tov NAP :
 Boormeester : XXXXXXXXXX
 Einddiepte : 115.00 m-m.v.
 ø 700 mm van 0.00 – 30.00 m-m.v.
 ø 550 mm van 30.00 – einddiepte

Diepte in meters - maaiveld	Aanvulmateriaal	Diepte in meters - maaiveld	Aanvulmateriaal
0.00 - 5.00	Mikolit 00		
5.00 - 15.00	Aanvulgrind 2-5		
15.00 - 17.00	Mikolit 00		
17.00 - 25.00	Aanvulgrind 2-5		
25.00 - 27.00	Mikolit 00		
27.00 - 38.00	Aanvulgrind 2-5		
38.00 - 41.00	Mikolit 00		
41.00 - 45.00	Filterzand 0.8-1.25		
45.00 - 47.00	Mikolit 00		
47.00 - 52.00	Aanvulgrind 2-5		
52.00 - 54.00	Mikolit 00		
54.00 - 64.00	Aanvulgrind 2-5		
64.00 - 68.00	Mikolit 300		
68.00 - 106.00	Filterzand 0.8-1.25		
106.00 - 115.00	Aanvulgrind 2-5		