



Gedeputeerde Staten vd Provincie Groningen
Afd. Omgeving en Milieu
Postbus 610
9700 AP Groningen

Correspondentieadres:

Postbus 885
9700 AW Groningen
Tel. 050
mail: @rug.nl

Behandeld door
Directie Facilitair Bedrijf

Datum
23 juni 2021

Ons kenmerk
FB21.0275

Onderwerp
Herzien vergunning 2003-8702/19 en dossier 164717 inzake onttrekking grondwater
locatie UMCG, sectie A te Groningen

Geachte heer, mevrouw,

In aansluiting op de in 2003 verleende en in 2009 gewijzigde vergunning ten behoeve van het onttrekken van grondwater op het perceel plaatselijk bekend UMCG, sectie A te Groningen willen wij het volgende aan u voorleggen.

De verleende en gewijzigde vergunning is gericht op het verduurzamen van de bestaande gebouwen op locatie UMCG. Parallel daaraan is het UMCG in samenwerking met de Rijksuniversiteit Groningen en Triade voornemens het terrein aan de noordzijde ter hoogte van de voormalige Antonius Deusinglaan te (her)ontwikkelen. Partijen hebben hierbij duurzaamheid hoog in het vaandel. Iets dat niet alleen aansluit bij de ambities van genoemde partijen maar ook ingegeven wordt door de huidige bouwnormen genaamd BENG (Bijna Energie Neutraal Gebouw). In dat kader wordt gedacht aan de inzet van een Warmte en Koude Opslag systeem (WKO). Voor de daarvoor noodzakelijke bronnen is een uitbreiding van de bestaande en benoemde vergunning wenselijk.

De huidige vergunning is in 2009 verruimd naar een maximale te onttrekken hoeveelheid grondwater ter grootte van 1.300 m3 per uur, 31.200 m3 per etmaal, 617.500 m3 per maand en 3.235.000 m3 per jaar. Onderdeel van de verruimingsaanvraag in 2009 was de m.e.r. beoordelingsverplichting. Daar is in 2009 aan voldaan, korthedshalve verwijzen we daar naar.

Om de te ontwikkelen panden conform BENG normen te kunnen bouwen vragen we hierbij een verruiming van de bestaande vergunning aan ter grootte van 1.493.077 m3 per jaar. Het totaal maximaal te onttrekken debiet komt dan op 4.728.077 m3 per jaar. In de tabel op de bijlage zijn de debieten gespecificeerd. Evenzo zijn de beoogde bronlocaties in de bijlage gemarkeerd.

Omdat de hydrologische invloed van nieuwe en bestaande bronnen zich niet alleen beperkt tot de eigen locaties heeft Adviesbureau IF Technologie op ons verzoek de effecten verwerkt in bijgevoegde rapportage. Daarbij is rekening gehouden met de bronnen in de directe omgeving. Daarin zijn niet alleen de bestaande vergunde debieten verwerkt maar ook de met name door Warmtestad geplande uitbreiding. De onderlinge invloeden blijken acceptabel en zorgen niet

voor storende effecten. In die zin vormt de hierbij aangevraagde verruiming geen gevaar voor andere systemen of plannen.

Besluit:

Namens UMCG vragen wij u de bestaande vergunning met kenmerk 2003-8702/19 en dossier 164717 inzake onttrekking grondwater locatie UMCG, sectie A te Groningen te herzien.

Van:

7 doubletten met een gezamenlijke capaciteit van 1.300 m3 per uur, 31.200 m3 per etmaal, 480.000 m3 per maand, 1.437.500 m3 per kwartaal en 3.235.000 m3 per jaar

Naar:

10 doubletten met een gezamenlijke capaciteit van 1.900 m3 per uur, 45.600 m3 per etmaal, 701.538 m3 per maand, 2.100.962 m3 per kwartaal en 4.728.077 m3 per jaar

De locaties van de reeds vergunde en nieuw te realiseren bronnen zijn op de bijlage aangegeven.

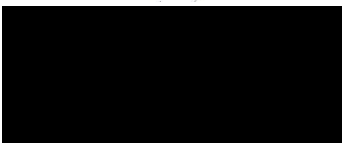
Ten overvloede melden wij dat parallel aan deze aanvraag er in hetzelfde gebied een aanvraag is ingediend door Warmtestad. Op voorhand hebben Warmtestad en wij de beoogde capaciteiten op elkaar afgestemd en deze door IF Technology in de hydrologische berekeningen laten verwerken.

Mocht er behoefte zijn aan aanvullende informatie dan horen we dat graag.

Met vriendelijke groet,

Namens de vergunninghouder UMCG

Tevens namens de ontwikkelende partijen Triade, RUG en UMCG



Energiemanager,
afd. Energie- en Watermanagement

Bijlagen:

Bijlage 1 = specificatie brondebieten;

Bijlage 2 = effecten studie, IF Technology met kenmerk 57262/HeM/20210422

Bijlage 1

Verruiming (wko) vergunning Grondwaterwet UMCG

dossier 2003-8702/19 en 2009 kenmerk kenmerk nr. 164717

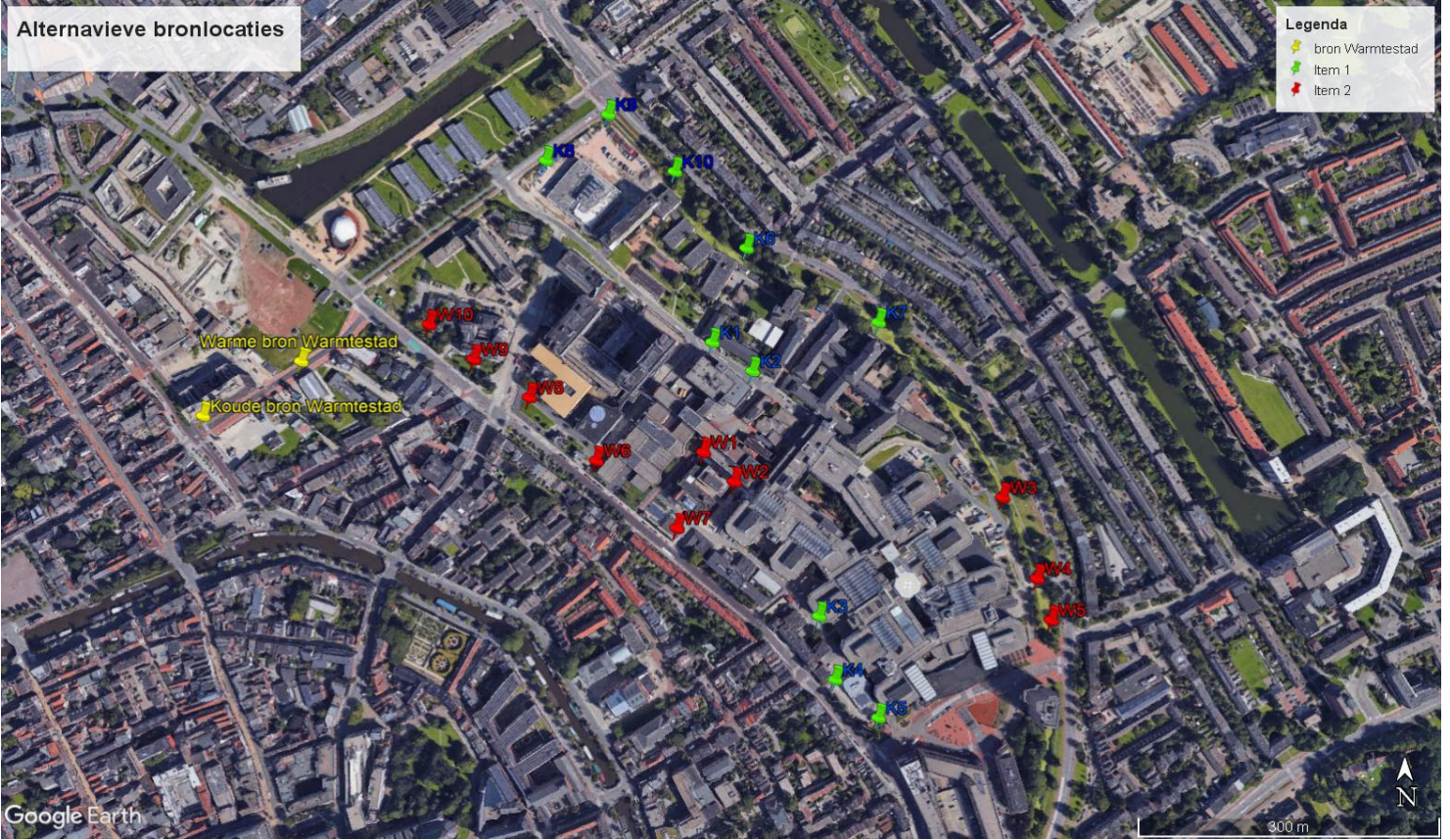
opgesteld dd: 4-6-2021

door: [redacted]

In 2003 is er een wko- vergunning, formeel bekend als vergunning m.b.t. de Grondwaterwet dossier 2003-8702/19 , afgegeven aan het UMCG. In 2009 is een verruiming van de vergunning met als kenmerk nr. 164717 verleend. Een deel van deze vergunning is reeds ingevuld. Een ander deel (zuidzijde) is gereserveerd voor toekomstige ontwikkelingen. In theorie zou het gereserveerde deel, weliswaar na een wijzigingsverzoek, in gezet kunnen worden voor de ontwikkelingen op de Noordpunt. Echter een uitbreiding tot maximaal 1.500.000 m3/jaar zou nagenoeg dezelfde impact hebben als het aanwenden van het gereserveerde deel aan de zuidzijde. Vooralsnog lijkt die optie het meest geschikt. Des te meer omdat de nieuwe te ontwikkelen locaties dan zelfstandig conform de BENG eisen gerealiseerd kunnen worden. Onderstaande tabel geeft de te verwachten en aan te vragen debieten weer.

		m3/h	m3/etmaal	m3/maand	m3/kwartaal	m3/jaar			m3/h	m3/etmaal	m3/maand	m3/kwartaal	m3/jaar
Huidige vergunning	K1	150	3.600	55.385	165.865	373.269	OF	W1	150	3.600	55.385	165.865	373.269
	K2	150	3.600	55.385	165.865	373.269	OF	W2	150	3.600	55.385	165.865	373.269
	K3	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W3	200	4.800	73.846	221.154	497.692
	K4	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W4	200	4.800	73.846	221.154	497.692
	K5	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W5	200	4.800	73.846	221.154	497.692
	K6	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W6	200	4.800	73.846	221.154	497.692
	K7	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W7	200	4.800	73.846	221.154	497.692
		1.300	31.200	480.000	1.437.500	3.235.000	OF		1.300	31.200	480.000	1.437.500	3.235.000
uitbreiding	K8	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W8	200	4.800	73.846	221.154	497.692
	K9	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W9	200	4.800	73.846	221.154	497.692
	K10	200	4.800	73.846	221.154	497.692	OF	W10	200	4.800	73.846	221.154	497.692
		600	14.400	221.538	663.462	1.493.077	OF		600	14.400	221.538	663.462	1.493.077
totaal		1.900	45.600	701.538	2.100.962	4.728.077							

De beoogde bronlocaties aan de noorzijde ter hoogte van de voormalige weg Antonius Deusinglaan



Bronlocaties						
K1	53°13'26.59"N	6°34'23.77"O	W1	53°13'22.86"N	6°34'23.28"O	
K2	53°13'25.61"N	6°34'25.97"O	W2	53°13'21.87"N	6°34'24.97"O	
K3	53°13'17.30"N	6°34'29.62"O	W3	53°13'21.33"N	6°34'39.68"O	
K4	53°13'15.14"N	6°34'30.51"O	W4	53°13'18.57"N	6°34'41.60"O	
K5	53°13'13.86"N	6°34'32.87"O	W5	53°13'17.16"N	6°34'42.37"O	
K6	53°13'29.79"N	6°34'25.64"O	W6	53°13'22.58"N	6°34'17.40"O	
K7	53°13'27.27"N	6°34'32.90"O	W7	53°13'20.29"N	6°34'21.82"O	
K8	53°13'32.76"N	6°34'14.64"O	W8	53°13'24.73"N	6°34'13.74"O	
K9	53°13'34.31"N	6°34'18.06"O	W9	53°13'26.02"N	6°34'10.68"O	
K10	53°13'32.39"N	6°34'21.71"O	W10	53°13'27.20"N	6°34'8.23"O	

UMCG Groningen

Effectenstudie open bodemenergiesysteem



Datum 22 april 2021
Referentie 57262/HeM/20210422
Betreft effectenstudie
Behandeld door [REDACTED]
Gecontroleerd door [REDACTED]
Versienummer 1

VERGUNNINGAANVRAGER

[REDACTED]
Blauwborgje 8
Postbus 885
9700 AW Groningen
T 050 - [REDACTED]
E [REDACTED]@rug.nl

ADVISEUR BODEMENERGIE

IF Technology bv
[REDACTED]
Postbus 605
6800 AP Arnhem
T [REDACTED]
E [REDACTED]@iftechnology.nl

Dit document is uitsluitend opgesteld als onderbouwing voor de aanvraag van de vergunning in het kader van de Waterwet. Dit document is geen ontwerpdocument voor het open bodemenergiesysteem als benoemd in BRL 11000 protocol 11001.

Samenvatting

Inleiding

Het voornemen bestaat om gebruik te maken van een open bodemenergiesysteem voor de duurzame koeling en verwarming van de uitbreiding van het UMCG aan de Hanzeplein 1 in Groningen.

Bodemenergie

De twintig bronnen van het open bodemenergiesysteem zijn gerealiseerd of beoogd in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket in het traject van 65 - 165 m-mv. Het systeem onttrekt en infiltreert maximaal 4.955.000 m³/jaar met een maximaal debiet van 1.900 m³/uur.

Energiebesparing en emissiereductie

Door het toepassen van een open bodemenergiesysteem kan jaarlijks circa 53.694 GJ (65 %) aan primaire energie worden bespaard. Deze energiebesparing leidt tot een jaarlijkse emissiereductie van 2.544 ton CO₂ en 3.418 kg NO_x.

Hydrologische effecten

Het berekende hydrologische invloedsgebied reikt tot maximaal 2.900 m van de bronnen. De maximale grondwaterstand- en stijghoogteverandering bedraagt 0,05 m en 3,97 m. Negatieve hydrologische invloed op andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden is niet aan de orde.

Hydrothermische effecten

Beïnvloeding van de grondwatertemperatuur kan na 20 jaar energieopslag optreden tot maximaal 140 m van de bronnen. De veroorzaakte temperatuurveranderingen hebben geen nadelige gevolgen voor andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden.

Grondmechanische effecten

De maximale totaalzetting bedraagt 11 mm. Deze geringe zetting en het daarmee gepaard gaande zettingsverhang (1 m per 39.000 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 negatief 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 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 Energiebesparing en emissiereductie	9
3 Geohydrologie en effectberekeningen	10
3.1 Bodemopbouw	10
3.2 Geohydrologische kenmerken	11
3.3 Hydrologische effecten	11
3.4 Hydrothermische effecten	13
3.5 Grondmechanische effecten	14
4 Invloed op de omgeving	15
4.1 Grondwaterkwaliteit	15
4.2 Verzilting	15
4.3 Verontreinigingen	15
4.4 Grondwatergebruikers	16
4.5 Gesloten bodemenergiesystemen	17
4.6 Interferentiegebied	17
4.7 Grondwaterbescherming	17
4.8 Bebouwing en infrastructuur	18
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 eerste watervoerende pakket
3.2	Berekende stijghoogteveranderingen in het opslagpakket
3.3	Berekende temperaturen in het opslagpakket
4.1	Cumulatief berekende temperaturen in het opslagpakket

Bijlagen

1	Toelichting vergunningaanvraag grondwaterwet uitbreiding energieopslagsysteem UMCG d.d. 10 juni 2009
2	Boorbeschrijving van bodemenergiesysteem UMCG
3	Berekening van de eindzetting
4	Berekening tijdsafhankelijke zetting

1 Inleiding

Het voornemen bestaat om gebruik te maken van een open bodemenergiesysteem voor de duurzame klimatisering van UMCG. UMCG is gelegen aan de Hanzeplein 1 in Groningen.

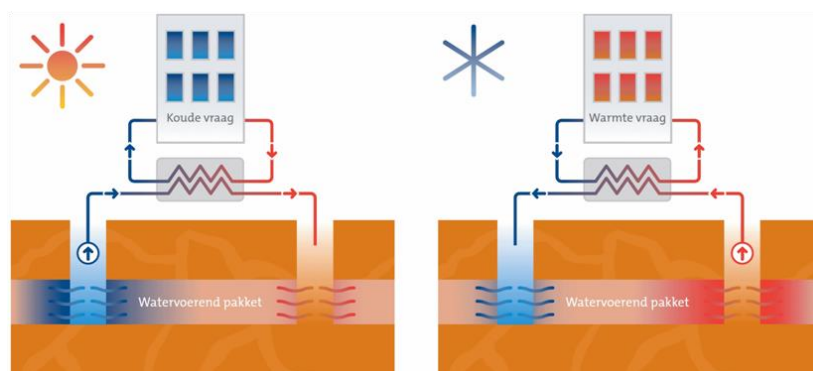
In 2009 is vergunning verleend voor een open bodemenergiesysteem voor het UMCG te Groningen (164717, 10 juni 2009). Er is een vergunning verleend voor een capaciteit van 1.300 m³/uur en een waterverplaatsing van 3.235.000 m³/jaar. Op dit moment zijn twee van de zeven beoogde doubletten gerealiseerd. Het UMCG breidt in de komende jaren ten noorden uit. Het UMCG is van plan om de nieuwe gebouwen van duurzame warmte en koude te voorzien. Gezien de intentie om de reeds vergunde bronnen te gebruiken voor de bestaande bouw, zijn voor de nieuwe gebouwen drie nieuwe doubletten beoogd. Hierdoor wordt de bestaande vergunning Waterwet uitgebreid met 600 m³/uur en 840.000 m³/seizoen (drie doubletten). De wijziging wordt aangevraagd voor een totale capaciteit van 1.900 m³/uur en 4.955.000 m³/jaar.

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

2 Systeembeschrijving

2.1 UITGANGSPUNTEN

Om lange termijn energieopslag in de bodem mogelijk te maken, is een grondwatersysteem aangelegd en vergund. Het bestaande grondwatersysteem bestaat uit zeven koude en zeven warme bronnen (zeven doubletten, waarvan twee doubletten zijn gerealiseerd) waarmee grondwater aan de bodem kan worden onttrokken en geïnfiltrerd (zie Figuur 2.1). Voor de nieuwe ontwikkeling ten noorden wordt de bestaande vergunning uitgebreid met drie warme en drie koude bronnen (drie doubletten). Deze nieuwe doubletten hebben dezelfde uitgangspunten als de reeds vergunde doubletten.



Figuur 2.1 | Principeschema open bodemenergie

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

Tabel 2.1 | Totale uitgangspunten open bodemenergiesysteem t.b.v. de vergunningaanvraag Waterwet

parameter	eenheid	vergund		wijziging	
		winter	zomer	winter	zomer
maximaal te verpompen waterhoeveelheid ^a	[m ³ /seizoen]	1.637.500	1.637.500	2.477.500	2.477.500
gemiddeld te verpompen waterhoeveelheid	[m ³ /seizoen]	1.437.500	1.437.500	2.157.500	2.157.500
maximaal debiet	[m ³ /uur]	1.300	1.300	1.900	1.900
maximale hoeveelheid ontwikkelwater ^b	[m ³]	80.000		128.000	
maximale spuihoeveelheid ^b	[m ³ /jaar]	10.400		15.200	
gemiddelde infiltratietemperatuur	[°C]	7,5	16,5	7,5	16,5
minimale/maximale infiltratietemperatuur	[°C]	5	25	5	25
gemiddeld verplaatste energiehoeveelheid	[MWh _t /seizoen]	8.200	8.200	12.500	12.500

^a Tijdens opstartjaar of extreme seizoenen

^b Zie toelichting in onderstaande tekst

Ontwikkelen bronnen

Nadat een bron geboord is, het filter en de peilbuizen zijn ingebouwd en het boorgat is aangevuld, wordt de bron ontwikkeld. Doel van het ontwikkelen is het schoonmaken van de bron. Hierbij wordt de verstopping op de boorgatwand, die bij het boren is ontstaan, zo goed mogelijk verwijderd door het schoonpompen van de bron.

Tijdens dit proces wordt grondwater (ontwikkelwater) onttrokken en geloosd. Het grondwater wordt onttrokken met een maximaal debiet van 100 tot 130% van het ontwerpdebiet, in dit geval 200 tot 260 m³/uur/bron. Met dit maximale debiet wordt slechts gedurende korte tijd (maximaal 15 minuten) gepompt tijdens de laatste fase van het ontwikkelen. Per bron wordt totaal maximaal 8.000 m³ grondwater onttrokken in een periode van ongeveer twee weken. Voor het ontwikkelen van de zestien nog te realiseren bronnen wordt in totaal maximaal 128.000 m³ grondwater onttrokken en geloosd.

Omdat het hier zout grondwater betreft is lozen op oppervlaktewater waarschijnlijk geen optie. De lozing wordt daarom uitgevoerd op het (vuilwater)riool. Toestemming voor lozen op het riool wordt in een later stadium van het project aangevraagd bij de gemeente.

Spuihoeveelheid

In verband met preventief onderhoud van de bronnen worden deze een aantal keer per jaar gespuid. Bij deze actie wordt uit de bronnen enige tijd grondwater onttrokken met het maximale debiet. Per jaar wordt niet meer dan 15.200 m³ grondwater gespuid. Op dit moment is nog niet bekend hoe het spuiwater geloosd zal worden. Toestemming voor lozing op het riool of oppervlaktewater wordt in een later stadium van het project aangevraagd bij de gemeente of het waterschap

2.2 OPZET OPEN BODEMENERGIESYSTEEM

Het grondwatersysteem bestaat uit tien doubletten. De locaties van de bronnen zijn weergegeven in Figuur 2.2 en Tabel 2.2. De bestaande/vergunde bronposities van doubletten 1 t/m 7 zijn kruislings geclusterd gepositioneerd. De nieuwe doubletten worden aan de noordwestelijke cluster toegevoegd. In Tabel 2.2 is de opzet van het bronsysteem beschreven.

Tabel 2.2 | Opzet bronsysteem

parameter	eenheid	waarde
filterdiepte	[m-mv]	65 - 165 (gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket)
minimale lengte per bronfilter	[m]	W1: 38,5 m W2: 38,5 m K1 : 40,0 m K2 : 37,5 m nog te realiseren bronnen: 35 m (45 m vergund)
minimale afstand tussen koude en warme bron	[m]	ca. 100
afstand tussen bronnen binnen cluster	[m]	35
RD coördinaten warme bron 1 (gerealiseerd)	[m]	X = 234.215 / Y = 582.445
RD coördinaten warme bron 2 (gerealiseerd)	[m]	X = 234.240 / Y = 582.420
RD coördinaten warme bron 3 (vergund)	[m]	X = 234.515 / Y = 582.420
RD coördinaten warme bron 4 (vergund)	[m]	X = 234.550 / Y = 582.340

parameter	eenheid	waarde
RD coördinaten warme bron 5 (vergund)	[m]	X = 234.580 / Y = 582.275
RD coördinaten warme bron 6 (vergund)	[m]	X = 234.100 / Y = 582.420
RD coördinaten warme bron 7 (vergund)	[m]	X = 234.190 / Y = 582.355
RD coördinaten warme bron 8 (nieuwe)	[m]	X = 234.026 / Y = 582.530
RD coördinaten warme bron 9 (nieuwe)	[m]	X = 233.971 / Y = 582.569
RD coördinaten warme bron 10 (nieuwe)	[m]	X = 233.925 / Y = 582.604
RD coördinaten koude bron 1 (gerealiseerd)	[m]	X = 234.215 / Y = 582.560
RD coördinaten koude bron 2 (gerealiseerd)	[m]	X = 234.255 / Y = 582.540
RD coördinaten koude bron 3 (vergund)	[m]	X = 234.340 / Y = 582.270
RD coördinaten koude bron 4 (vergund)	[m]	X = 234.390 / Y = 582.230
RD coördinaten koude bron 5 (vergund)	[m]	X = 234.415 / Y = 582.195
RD coördinaten koude bron 6 (vergund)	[m]	X = 234.225 / Y = 582.650
RD coördinaten koude bron 7 (vergund)	[m]	X = 234.370 / Y = 582.585
RD coördinaten koude bron 8 (nieuwe)	[m]	X = 234.041 / Y = 582.778
RD coördinaten koude bron 9 (nieuwe)	[m]	X = 234.103 / Y = 582.827
RD coördinaten koude bron 10 (nieuwe)	[m]	X = 234.172 / Y = 582.769

Op basis van aangetroffen bodem in de omgeving is het haalbaar om een debiet van 200 m³/uur/bron te realiseren met een minimale filterlengte van 35 m. Op basis van dit voortschijddend inzicht wordt verzocht om de voorschrift met betrekking tot de minimale filterlengte in de vergunning te wijzigingen van 45 m naar 35 m.

In Tabel 2.3 is de verdeling van de huidige vergunde doubletten, de nieuwe doubletten en de daarbij horende debieten en waterhoeveelheden weergegeven. Van deze doubletten zijn doublet 1 en 2 gerealiseerd. Doublet 1 en 2 zijn gerealiseerd conform de vergunning.

Tabel 2.3 | Debiet- en waterverdeling over doubletten UMCG

	eenheid	doublet 1,2 (vergund)	doublet 3 t/m 7 (vergund)	doublet 8 t/m 10 (uitbreiding)
maximale waterverplaatsing	[m ³ /seizoen]	118.750	280.000	280.000
gemiddelde waterverplaatsing	[m ³ /seizoen]	onbekend	240.000	240.000
debiet	[m ³ /uur]	150	200	200

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

2.3 ENERGIEBESPARING EN EMISSIEREDUCTIE

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 53.694 GJ per jaar en komt neer op een energiebesparing van 65%. Deze energiebesparing resulteert in een jaarlijkse emissiereductie van 2.544 ton (57%) koolstofdioxide (CO₂) en 3.418 kg (80%) stikstofoxiden (NO_x).

Bij de realisatie van de bronnen komt stikstof vrij. Deze beperkte uitstoot stikstof is van tijdelijke aard en valt onder de gedeeltelijke vrijstelling van de natuurvergunningsplicht van de bouwsector.

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 bodemenergiesysteem van de bestaande bronnen van het UMCG (zie bijlage 2)

Op basis van bovenstaande gegevens is de gehanteerde bodemopbouw in deze aanvraag geactualiseerd. De gewijzigde bodemopbouw is in Tabel 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1 | Gehanteerde bodemopbouw

diepte [m-mv] ^a	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand ^b [m ² /d] of [d]
0 - 5	klei	deklaag	500 d, 10 m ² /d
5 - 10	fijn zand	1 ^e watervoerende pakket	75 m ² /d
10 - 45	klei	1 ^e scheidende laag	3.000 d
45 - 165	matig fijn tot uiterstgrof zand, met de diepte neemt de kleiige bijmenging en het aantal kleilagen toe	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket	3.500 m ² /d
> 165	klei en fijn zand	hydrologische basis	∞

^a maaiveldhoogte: circa + 1 m t.o.v. NAP

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

De gehanteerde bodemschematisatie wijkt af van de geohydrologische schematisatie uit de effectenstudie uit 2008 (zie bijlage 1). Het eerste watervoerende pakket is minder dik, de eerste scheidende laag dikker en het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket loopt minder diep door. Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket neemt, de weerstand van de eerste scheidende laag neemt toe en het doorlaatvermogen van het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket neemt af ten opzichte van de vergunde situatie.

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-mv]

	bron	laagste	gemiddelde	hoogste
grondwaterstand	peilbuis B07D0422	2,2	2,1	1,8
1 ^e watervoerende pakket	peilbuis B07D0422	2,1	1,9	1,7
gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket	peilbuis B07D0422	2,2	2,0	1,8

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]	< 5
grondwaterstroming opslagpakket (richting) ^a	[-]	oostelijk
grondwatertemperatuur (opslagpakket) ^b	[°C]	11,0
zoet-/brakgrensvlak (chloride 150 mg/l) ^c	[m-mv]	15
brak-/zoutgrensvlak (chloride 1.000 mg/l) ^c	[m-mv]	60

^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 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 schematisatie in Tabel 3.1. 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]		[m ² /d]	[d]
2,1 ^a	gesloten bovenrand	-	∞
2,1- 3	fictief freatisch watervoerend pakket	10 ^b	-
3 - 5	deklaag	-	500
5 - 10	1 ^e watervoerende pakket	75	-
10 - 45	1 ^e scheidende laag	-	3.000
45 - 65	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket	800	-
65	fictieve scheidende laag	-	1,0 ^c
65 - 100	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket (filter)	1.400	-
100	fictieve scheidende laag	-	6,5 ^c
100 - 165	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket	1.300	-
> 165	hydrologische basis	-	∞

^a de gemiddelde grondwaterstand bedraagt circa 2,1 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: $\frac{1}{2} \times \text{dikte laag boven dan wel onder het filtertraject} / \text{verticale doorlatendheid}$. Verticale doorlatendheid = horizontale doorlatendheid / 4 (anisotropiefactor van 4 aangenomen).

Oppervlaktewater

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

Schematisatie in tijd

Om de stijghoogte- en grondwaterstandveranderingen te berekenen is een berekening uitgevoerd waarbij het systeem gedurende een seizoen op maximaal debiet (1.900 m³/uur) draait. Aangezien het bodemenergiesysteem in de praktijk slechts gedurende een zekere periode op maximaal debiet draait, zijn de berekende grondwaterstandveranderingen en stijghoogteveranderingen in het eerste en het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket een overschatting van de werkelijke optredende effecten.

Hydrologische effecten

In Tabel 3.5 zijn de berekende maximale hydrologische effecten weergegeven.

Tabel 3.5 | Maximale grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen

watervoerende laag	eenheid	vergunde zomer- en wintersituatie	nieuwe zomer- en wintersituatie
freatisch	[m]	-	0,05
1 ^e watervoerende pakket	[m]	0,07	0,11
gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	2,20	3,97

De berekende maximale verandering van de grondwaterstand is kleiner dan 0,05 m. Derhalve zijn deze veranderingen niet in een figuur weergegeven. In Figuur 3.1 en Figuur 3.2 zijn de berekende hydrologische effecten in respectievelijk het eerste en het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket (opslagpakket) gepresenteerd.

Als gevolg van de uitbreiding van het open bodemenergiesysteem van UMCG neemt de maximale stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket toe met 0,03 m en in het opslagpakket toe met 1,77 m. De maximale berekende stijghoogteverandering in het opslagpakket neemt toe doordat de minimale effectieve filterlengte van alle nog te realiseren bronnen is verminderd naar 35 m en de noordelijke clusters met drie doubletten worden uitgebreid.

Het hydrologische invloedsgebied is het gebied waarbinnen het effect van het bodemenergiesysteem op de stijghoogte groter dan 0,05 m is. De berekende grootte van de invloedsgebieden in de verschillende pakketten zijn in Tabel 3.6 vermeld.

Tabel 3.6 | Grootte invloedsgebieden

watervoerende laag	eenheid	vergunde zomer- en wintersituatie	nieuwe zomer- en wintersituatie
freatisch	[m]	-	-
1 ^e watervoerende pakket	[m]	680	820
gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket (opslagpakket)	[m]	1.300	2.900

Als gevolg van de uitbreiding van het open bodemenergiesysteem van UMCG neemt het invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket toe met 140 m en in het opslagpakket toe met 1.600 m. De grotere invloedsgebieden zijn het gevolg van de kortere minimale effectieve filterlengte van 35 m.

3.4 HYDROTHERMISCHE EFFECTEN

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

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

Tabel 3.7 | Modelopbouw HST3D

diepte	hydrologische beschrijving	horizontale doorlatendheid	verticale anisotropie	warmtegeleiding-coëfficiënt	volumetrische warmtecapaciteit
[m-mv]		[m/d]	[-]	[W/(mK)]	[MJ/(m ³ K)]
0 - 5	deklaag	0,2	10	1,7	2,0
5 - 10	1 ^e watervoerende pakket	10	4	2,2	2,0
10 - 45	1 ^e scheidende laag	0,1	10	1,7	2,0
45 - 65	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket	40	4	2,4	2,0
65 - 100	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket (filter)	40	4	2,4	2,0
100 - 155	gecombineerde 2 ^e en 3 ^e watervoerende pakket	40	4	2,4	2,0
155 - 165	hydrologische basis	0,1	10	1,7	2,0

In Tabel 3.8 is het onttrekking-/infiltratiepatroon weergegeven.

Tabel 3.8 | Onttrekkings-/infiltratiepatroon

seizoen	bedrijfstoestand	onttrekken uit	infiltreren in	waterhoeveelheid [m ³ /seizoen]	infiltratietemperatuur [°C]
doublet 1 & 2					
winter	warmtelevering	W	K	118.750	7,5
zomer	koudelevering	K	W	118.750	16,5
doubletten 3 t/m 10					
winter	warmtelevering	W	K	280.000	7,5
zomer	koudelevering	K	W	280.000	16,5

De berekende thermische effecten na 20 jaar energieopslag zijn weergegeven in Figuur 3.3. Het hydrothermische invloedsgebied is het gebied ter hoogte van de gemodelleerde bronfilters waarbinnen de berekende temperatuur na 20 jaar minimaal 0,5°C afwijkt van de natuurlijke grondwartertemperatuur (11,0°C). Het hydrothermische invloedsgebied van het bodemenergiesysteem reikt na 20 jaar tot maximaal 140 m van de bronnen.

De reikwijdte van het thermische invloedsgebied wijzigt niet als gevolg van de uitbreiding van het open bodemenergiesysteem van het UMCG.

3.5 GRONDMECHANISCHE EFFECTEN

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

De potentiële zetting is berekend met de formule van Koppejan. Hiervoor is de bodem geschematiseerd conform Tabel 3.4. De zettingconstanten zijn ontleend aan NEN-blad 6740 - bladzijde 20. Via deze methode wordt een eindzetting berekend, dat wil zeggen een zetting die zal optreden bij een onttrekking van oneindig lange duur (zie bijlage 3). Voor de eerste scheidende laag is een tijdsafhankelijke berekening van de zetting uitgevoerd, omdat deze laag het grootste aandeel in de totale zetting heeft (zie bijlage 4). Aangezien de berekende stijghoogteveranderingen enigszins een overschatting zijn van de werkelijke effecten, is de berekende zetting eveneens in enige mate een overschatting van de werkelijk optredende zetting.

Voor het gebied direct naast de bronnen is een maximale totaalzetting van 11 mm berekend (zie bijlage 4). Het zettingsverhang bedraagt in de directe nabijheid van de bronnen (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 mm per 39.000 m. Aan de rand van het berekende hydrologische invloedsgebied bedraagt de berekende maximale totaalzetting 2 mm. Op circa 1.100 m ten zuiden van het bodemenergiesysteem bevindt zich een spoorlijn. De maximale totaalzetting ter hoogte van het spoor bedraagt circa 3 mm. Het zettingsverhang is kleiner dan 1 mm per 100.000 m.

De vergunde totaalzetting bedraagt 11 mm. Door de uitbreiding van het UMCG neemt de totaalzetting dus niet toe.

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 (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 opslagpakket bevat brak en zout grondwater. Dit grondwater is niet geschikt voor de bereiding van drinkwater. Aantasting van de drinkwaterreserves is bij dit project niet aan de orde.

Afhankelijk van de diepte waarop de bronfilters worden geplaatst treedt mogelijk enige menging van brak- en zout grondwater op. Deze menging blijft beperkt tot de directe omgeving van de bronnen.

4.3 VERONTREINIGINGEN

Bij de gemeente Groningen is op 2 april 2021 een overzicht opgevraagd van de bodem- en grondwaterverontreinigingen in de onmiddellijke omgeving van de locatie.

De verontreinigingen zijn niet dieper doorgedrongen dan 10 m-mv en bevinden zich daardoor in de deklaag en het eerste watervoerende pakket. De invloed van het beoogde bodemenergiesysteem op de grondwaterstand en de stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket is dusdanig klein dat eventuele oppervlakkige verontreinigingen niet worden beïnvloed door het beoogde bodemenergiesysteem.

4.4 GRONDWATERGEBRUIKERS

Bij de provincie is op 2 december 2020 een overzicht opgevraagd van grondwatergebruikers. Op basis van dit overzicht zijn de grondwatergebruikers binnen een straal van 1.000 m en in de directe omgeving van het hydrologische invloedsgebied van het bodemenergiesysteem geïnventariseerd. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de grondwateronttrekkingen en bodemenergiesystemen.

Tabel 4.1 | Grondwateronttrekkingen binnen een straal van 1.000 m

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. project	watervoerend pakket	maximaal debiet	waterhoeveelheid
	[m]		[m ³ /uur]	[m ³ /jaar]
Ebbingekwartier Fase 1 ^a	80	2 ^e /3 ^e	100	360.000/600.000
Ebbingekwartier Fase 2	90	2 ^e /3 ^e	800	4.000.000
Provinciehuis Groningen	165	2 ^e /3 ^e	125	350.000
Het Groninger Forum	430	2 ^e /3 ^e	200	1.050.000
Stadhuis Groningen	550	2 ^e /3 ^e	50	150.000
Gerechtsgebouw Groningen	560	2 ^e /3 ^e	40	232.000
Universiteits Bibliotheek RUG	650	2 ^e /3 ^e	65	193.000

^a Momenteel loopt het initiatief om de bestaande vergunning van Ebbingekwartier Fase 1 uit te breiden naar 150 m³/uur met een waterverplaatsing van 600.000 m³/uur.

In het naastgelegen Ebbingekwartier zijn initiatiefnemers voornemens om het open bodemenergiesysteem uit te breiden met een viertal doubletten. In deze studie wordt rekening gehouden met het beoogde totale bodemenergiesysteem van Ebbingekwartier.

Hydrologische invloed bodemenergie

Binnen het berekende hydrologische invloedsgebied van het beoogde bodemenergiesysteem bevinden zich de bodemenergiesystemen uit Tabel 4.1. In Tabel 4.2 zijn de berekende maximale stijghoogteverandering ter plaatse van de bronfilters van de omliggende bodemenergiesystemen opgenomen. Binnen een robuust ontwerp wordt rekening gehouden met eventuele extra stijghoogteverandering in de bron als gevolg van verstopping van de eigen bron of invloeden van buitenaf. Verwacht wordt dat de extra stijghoogteverandering van UMCG bij de meeste bodemenergiesystemen binnen dit robuuste ontwerp vallen.

De hydrologische invloed van het bodemenergiesysteem van UMCG op de systemen van Ebbingekwartier Fase 1 en het Provinciehuis is dusdanig dat deze zijn voorgelegd aan de vergunninghouders van deze bodemenergiesystemen. Deze invloed valt binnen de ontwerpnormen van de omliggende open bodemenergiesystemen. Geconcludeerd wordt dat het bodemenergiesysteem van UMCG in de praktijk is geen effect heeft op de bedrijfsvoering en het rendement van de overige bodemenergiesystemen.

Tabel 4.2 | Stijghoogteverandering bij omliggende bodemenergiesysteem

bedrijfsnaam	stijghoogteverandering wijzigingssituatie
	[m]
Ebbingekwartier Fase 1	0,67
Ebbingekwartier Fase 2	0,74
Provinciehuis Groningen	0,64
Het Groninger Forum	0,29
Stadhuis Groningen	0,25
Gerechtsgebouw Groningen	0,21
Universiteits Bibliotheek RUG	0,24

Thermische invloed bodemenergie

Binnen het berekende thermische invloedsgebied van het bodemenergiesysteem van UMCG is het bodemenergiesysteem van Ebbingekwartier aanwezig. In Figuur 4.1 zijn de thermische effecten weergegeven van de systemen van UMCG en Ebbingekwartier.

De bronnen van UMCG zijn dusdanig gepositioneerd dat deze grenzen aan hetzelfde type bronnen (warm of koud) van Ebbingekwartier. Negatieve thermische interactie treedt niet op.

Geconcludeerd wordt dat het opslagsysteem van UMCG geen negatieve thermische invloed heeft op de overige bodemenergiesystemen in de omgeving of andersom.

4.5 GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Bij de provincie Groningen is een overzicht opgevraagd van gesloten bodemenergiesystemen binnen 2.000 m van het beoogde bodemenergiesysteem.

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

4.6 INTERFERENTIEGEBIED

De bronnen van de beoogde ontwikkeling liggen binnen het interferentiegebied UMCG. Binnen dit gebied zijn gesloten bodemenergiesystemen vergunningplichtig. Voor open bodemenergiesystemen zijn geen aanvullende regels opgenomen. De gewenste uitbreiding van het open bodemenergiesysteem voldoet dus aan de randvoorwaarden binnen het interferentiegebied.

4.7 GRONDWATERBESCHERMING

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

4.8 BEBOUWING EN INFRASTRUCTUUR

De berekende grondwaterstandveranderingen zijn zeer gering (maximaal 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 m per 1.000 m (6 mm per spoorstaaf van 6 m).

Invloed bodemenergie

De berekende maximale eindzetting van 10 mm (zie paragraaf 3.5) en de daarmee gepaard gaande verschilzetting van 1 m per 52.000 m veroorzaakt geen schade aan gebouwen, funderingen, wegen of constructies.

De berekende maximale eindzetting ter hoogte van het spoor van 3 mm (zie hoofdstuk 3.5) en de daarmee gepaard gaande verschilzetting van minder dan 1 m per 100.000 m veroorzaakt geen schade aan het spoor.

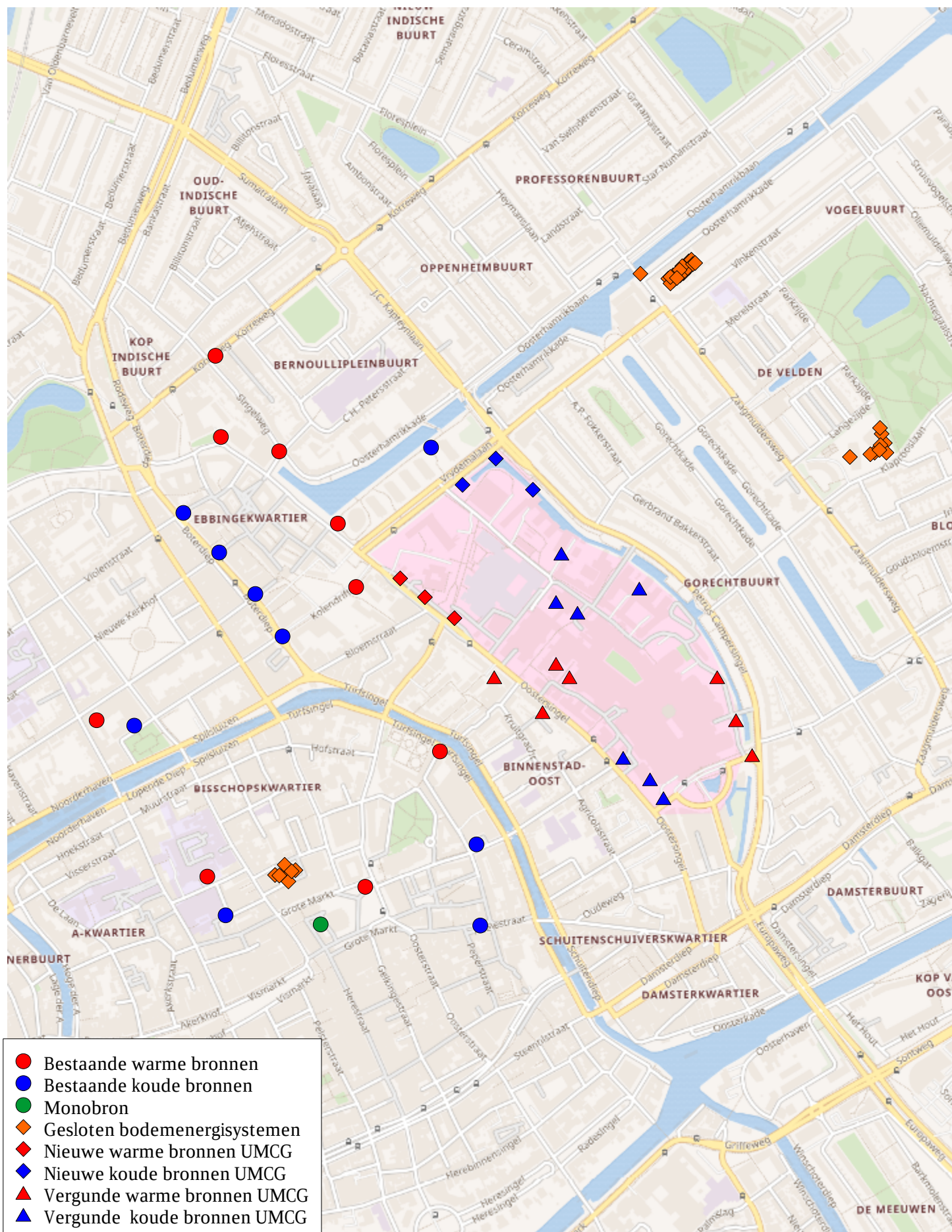
4.9 NATUUR EN OPENBAAR GROEN

De invloed op de grondwaterstand (paragraaf 3.3) is zo gering (maximaal 0,05 m) dat het bodemenergiesysteem geen invloed heeft op natuurwaarden (zoals 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 (maximaal 0,05 m) dat het bodemenergiesysteem geen invloed heeft op eventueel aanwezige cultuurhistorie en archeologische waarden.

Figuren



Project: Bodemenergie UMCG

Datum: A: 21-04-2021
B:

Onderwerp: Overzichtskaart met bronlocaties

Figuur: 2.2

Stadium: effectenstudie

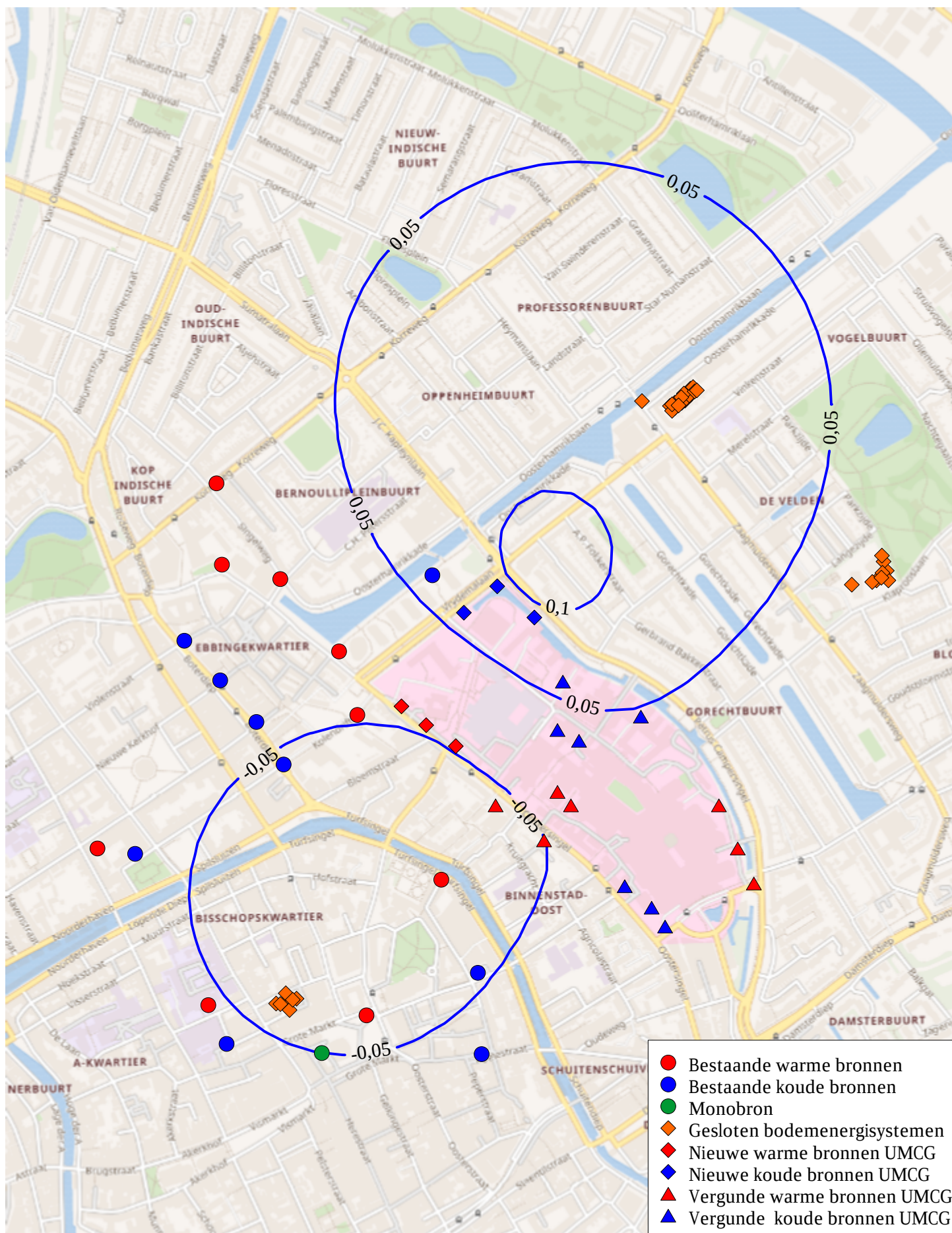
Referentie: 57262/HeM

Getek.:

Form.: A4



0 m 200 m 400 m 600 m



0 m 150 m 300 m 450 m

Project: Bodemenergie UMCG

Datum: A: 02-04-2021
B:

Onderwerp: Berekenende maximale stijghoogteverandering
in het eerste watervoerende pakket [m]

Figuur: 3.1

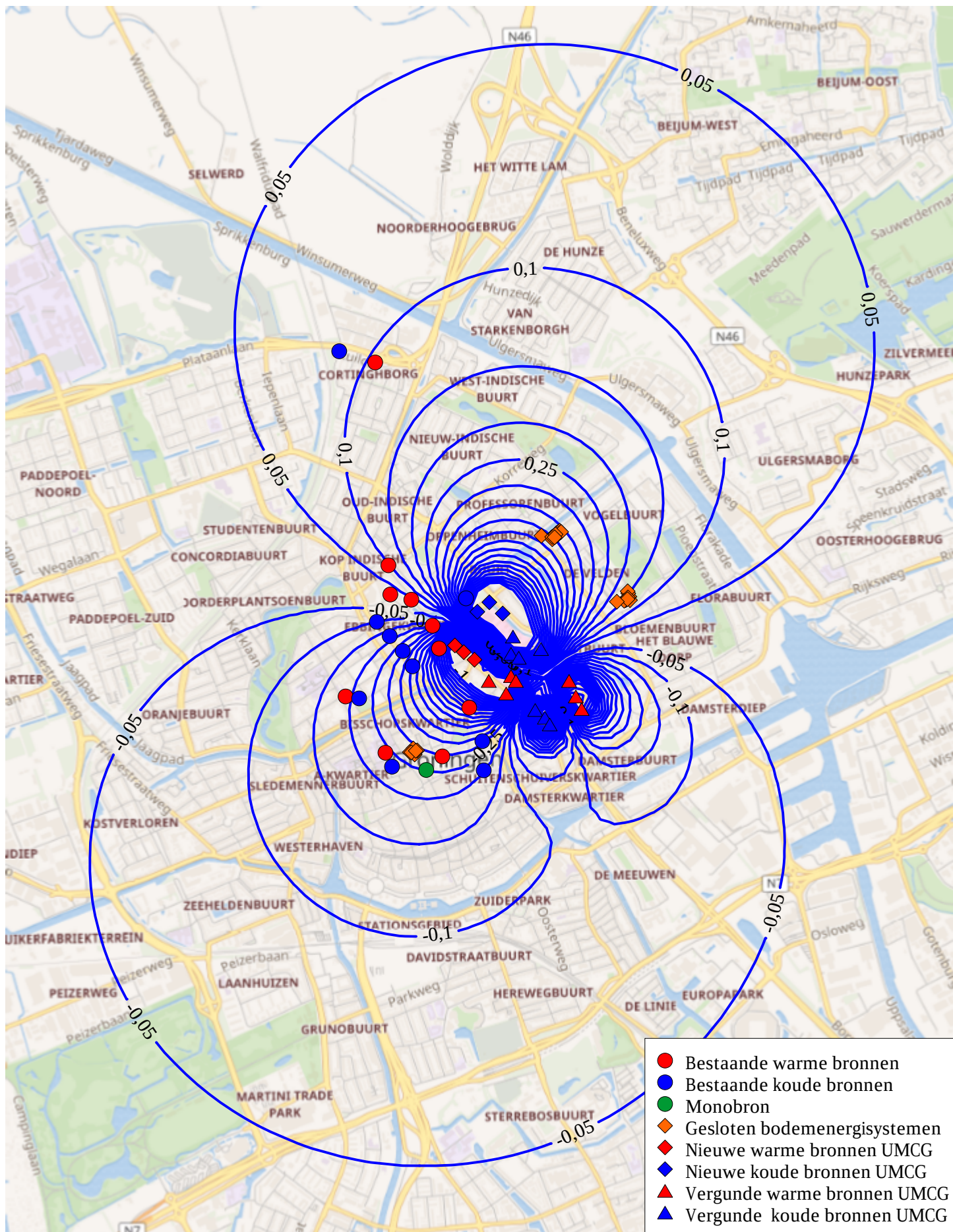
Stadium: effectenstudie

Referentie: 57262/HeM

Getek.:

Form.: A4





0 m 500 m 1000 m 1500 m

Project: Bodemenergie UMCG

Datum: A: 02-04-2021
B:

Onderwerp: Berekende maximale stijghoogteverandering
in het opslagpakket [m]

Figuur: 3.2

Stadium: effectenstudie

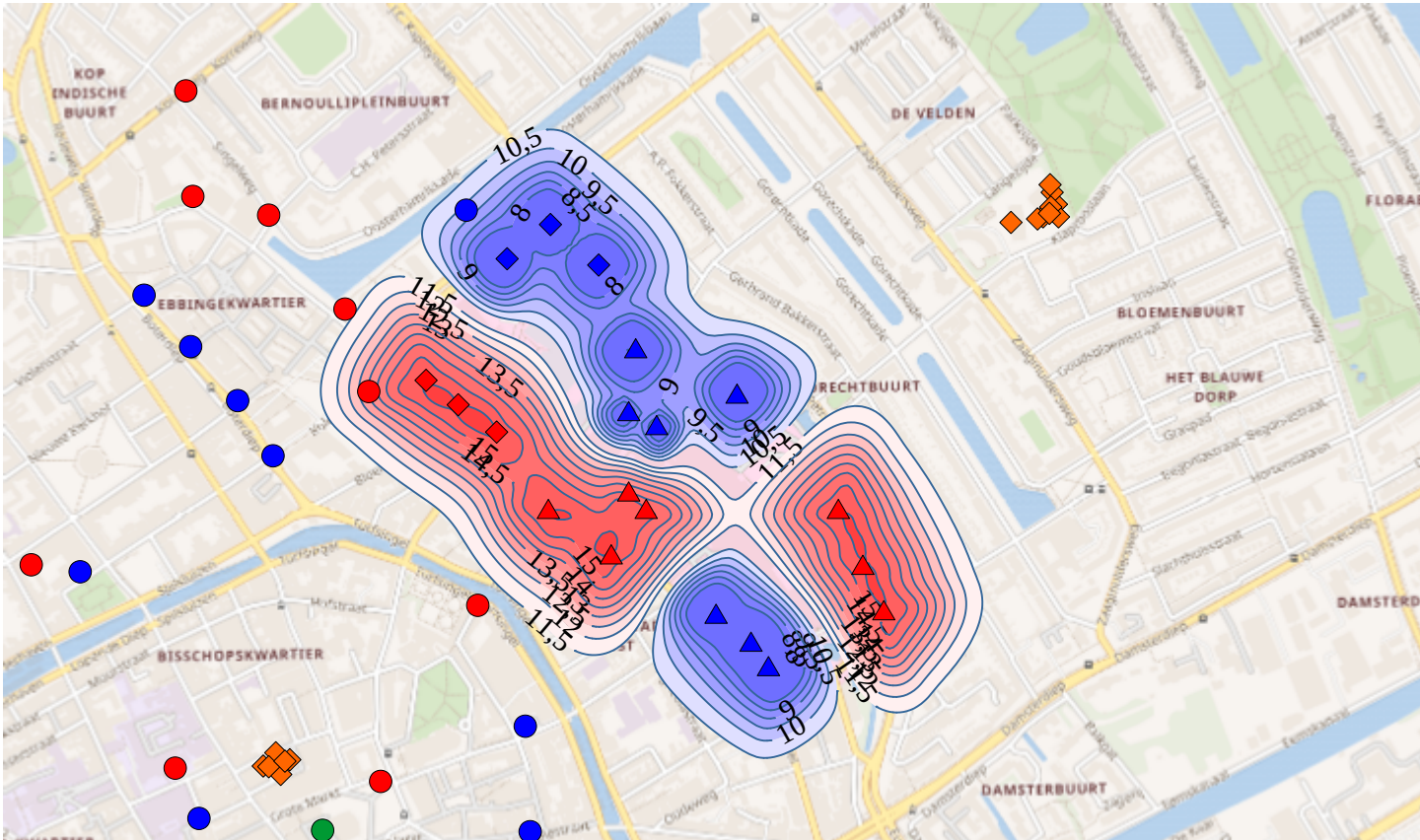
Referentie: 57262/HeM

Getek.:

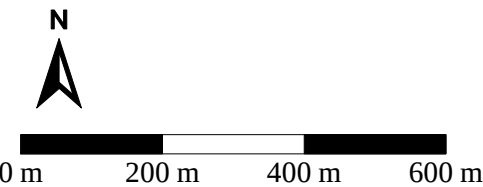
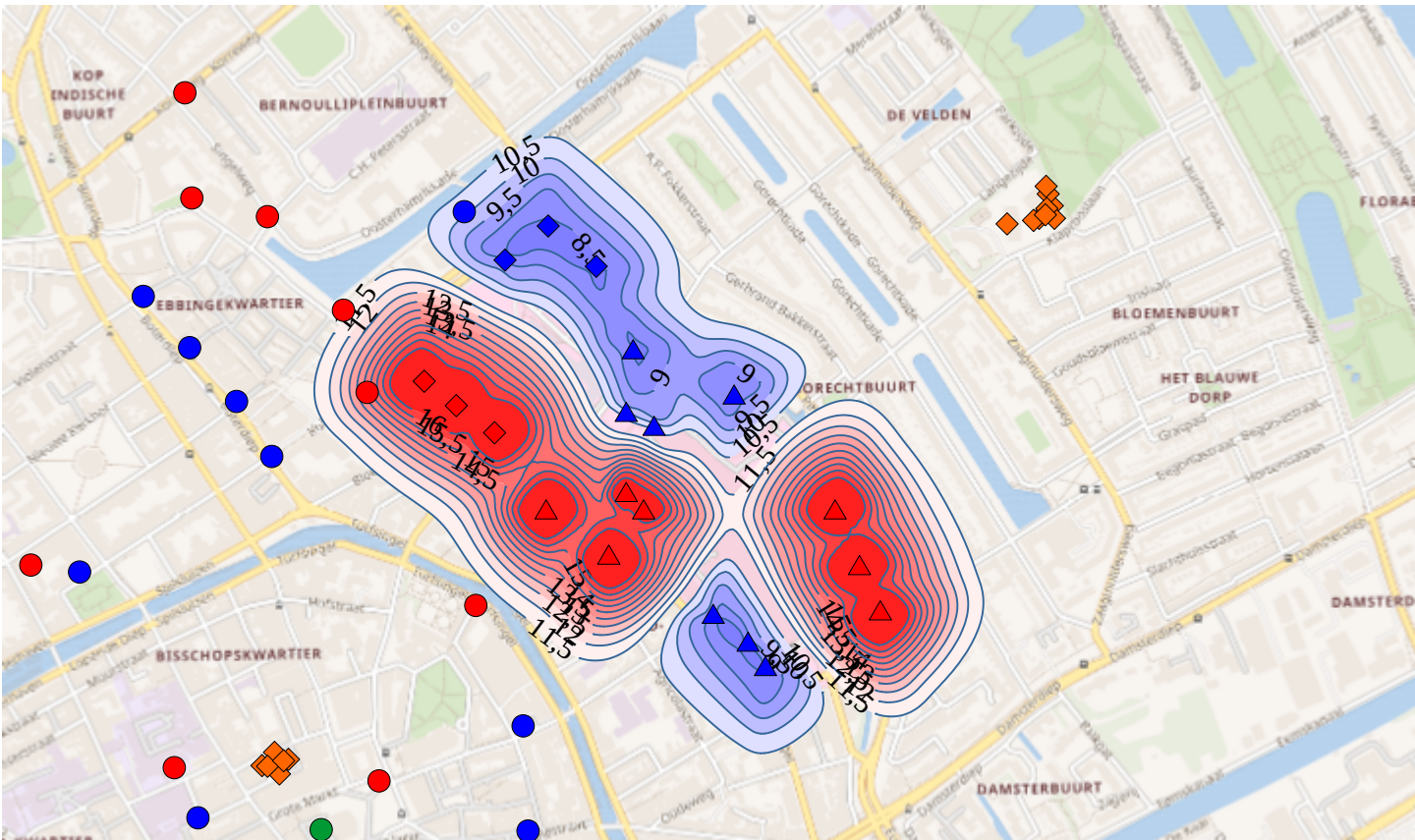
Form.: A4



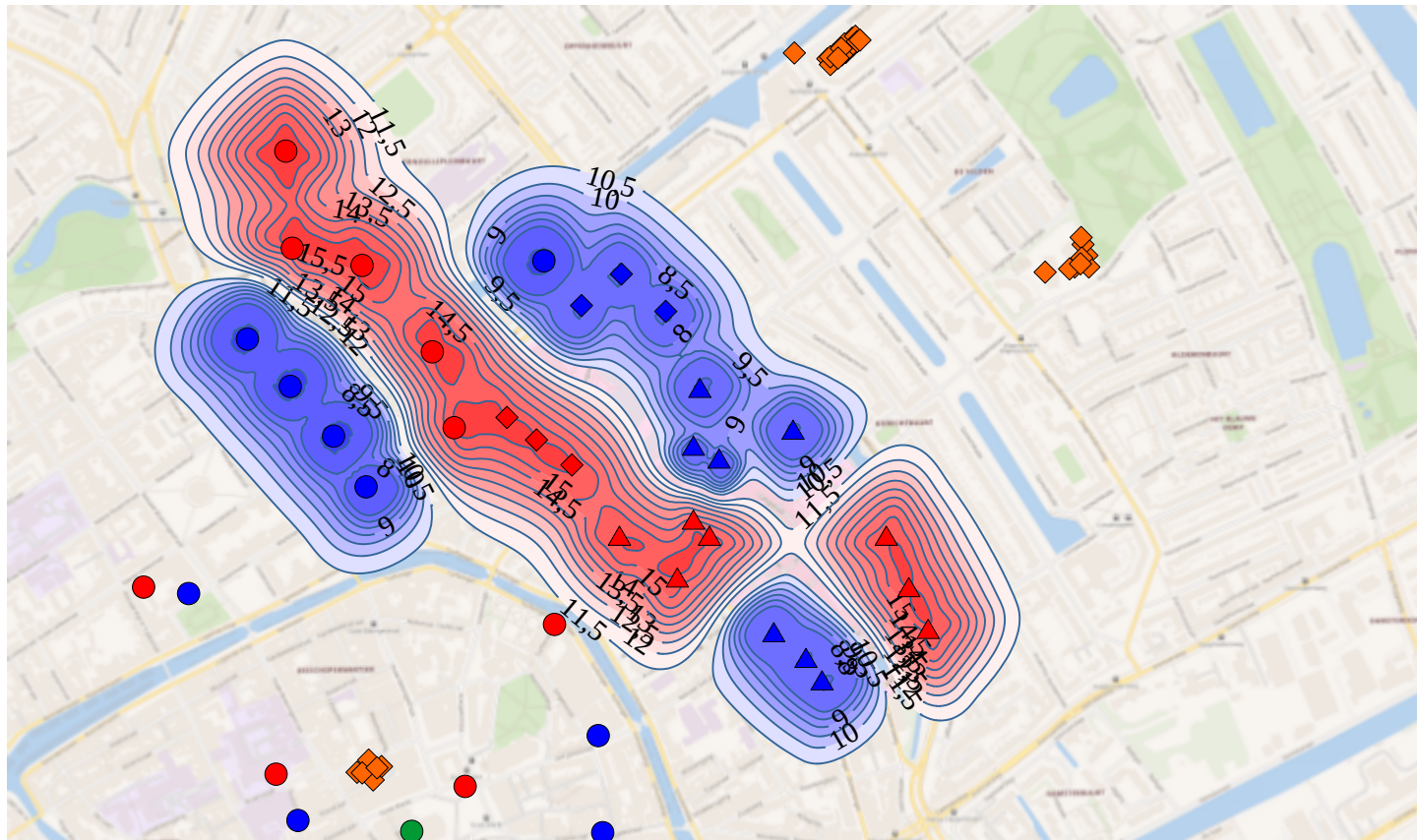
situatie einde winter



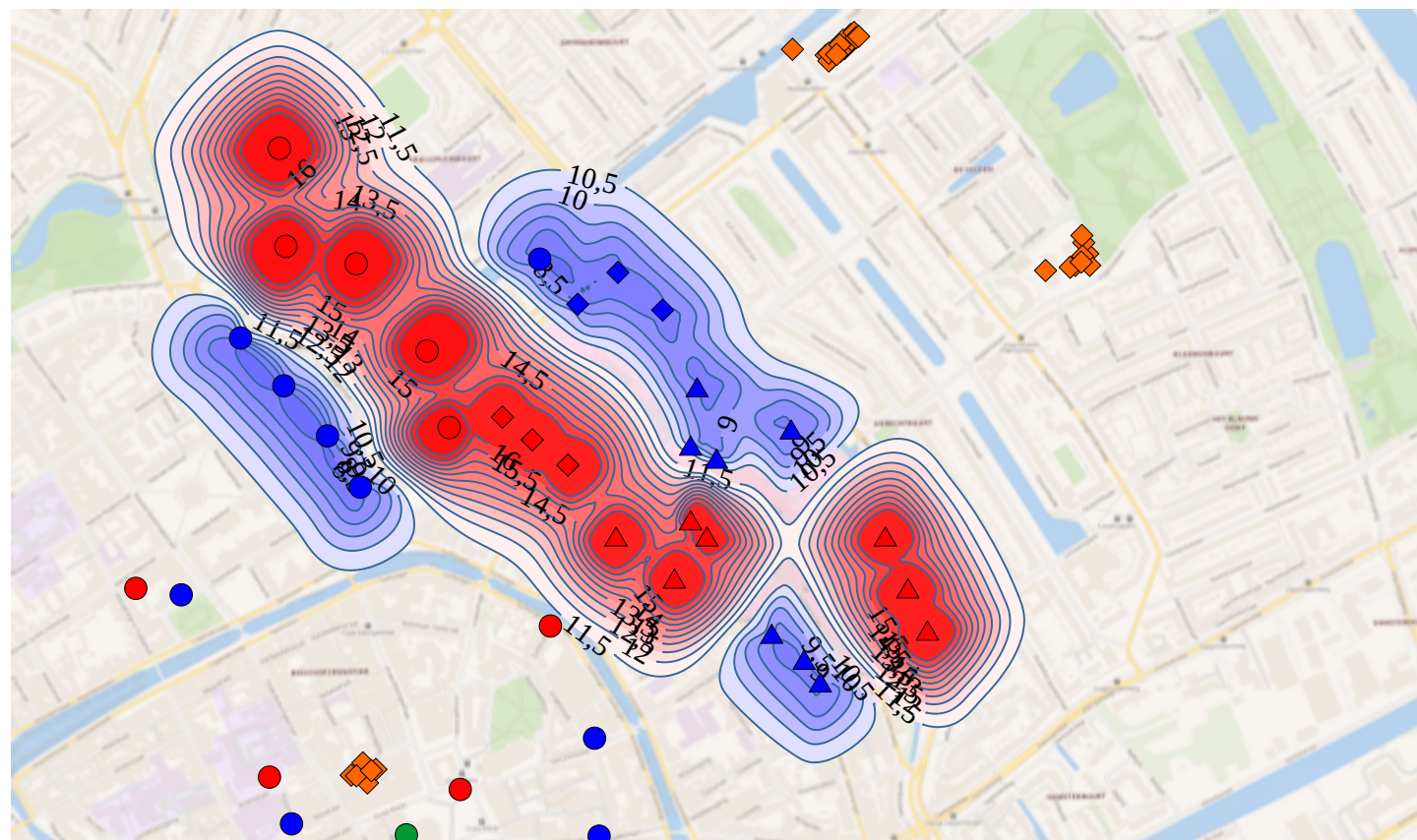
situatie einde zomer



situatie einde winter



situatie einde zomer



Project: Bodemenergie UMCG

Datum: A: 05-04-2021
B:

Onderwerp: Berekende temperaturen in het opslagpakket in de
cumulatieve situatie na 20 jaar energieopslag [°C]

Figuur: 4.1

Stadium: effectenstudie

Referentie: 57262/HeM

Getek.:

Form.: A4



0 m 200 m 400 m 600 m

Bijlage 1

VERGUNNINGAANVRAAG UMCg 10 JUNI 2009

Toelichting vergunningaanvraag Grondwaterwet Uitbreiding energieopslagsysteem

Universitair Medisch Centrum Groningen

CONCEPT

28 juli 2008

Relatienummer 6762.01
Rapportnummer 2705930CR04

In opdracht van:
Universitair Medisch Centrum Groningen
Bouw en Infrastructuur
Postbus 30001
9700 RB GRONINGEN

Auteur(s)

Bewerkt: [REDACTED]
Gecontroleerd: 23-07-'08
Initialen: [REDACTED]
Paraaf:



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

©

Samenvatting

Het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG) wil de ondergrondse energieopslag uitbreiden voor het bestaande complex en de nieuwbouw bij het UMCG. Op dit moment heeft het UMCG een vergunning voor het huidige systeem van twee brondoubletten (twee warme en twee koude bronnen). De totale vergunningshoeveelheid bedraagt 435.000 m³/jaar met een maximaal debiet van 300 m³/uur.

De bedoeling is om het energieopslagsysteem uit te breiden met vijf brondoubletten, elk met een maximaal debiet van 200 m³/uur, een uitbreiding met 1.000 m³/uur. Naar verwachting wordt jaarlijks 2,4 miljoen m³/jaar grondwater verpompt met het nieuwe opslagsysteem (1,2 miljoen m³ in de zomer en 1,2 miljoen m³ in de winter). Om rekening te houden met in klimatologisch opzicht extreme jaren wordt een vergunning aangevraagd voor een uitbreiding met een bruto verplaatsing van 2,8 miljoen m³/jaar (1,4 miljoen m³ in de zomer en 1,4 miljoen m³ in de winter).

Het totale opslagsysteem heeft na uitbreiding dan zeven brondoubletten met een maximaal debiet van 1.300 m³/uur. Het totaal verpompte debiet bedraagt dan maximaal 3.235.000 m³/jaar. De netto grondwateronttrekking bedraagt 0 m³/jaar. Voor het periodieke onderhoud van de nieuwe bronnen komt in totaal circa 8.000 m³ spuiwater per jaar vrij. Dit spuiwater wordt – na buffering en filtering – weer in de bronnen geretourneerd.

Voor de uitbreiding van het opslagsysteem is vergunning nodig krachtens artikel 14 van de Grondwaterwet. Het UMCG heeft aan KWA Bedrijfsadviseurs B.V. opdracht gegeven tot het opstellen van een aanvraag voor de wijzigingsvergunning (artikel 14 Grondwaterwet) voor het opslagsysteem. Het voorliggende rapport vormt de toelichting bij de vergunningaanvraag voor uitbreiding.

De nieuwe bronnen van het energieopslagsysteem worden in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket geplaatst, met filters tussen circa 65 en 115 meter beneden maaiveld. De bronnen worden in clusters van warme en koude bronnen geplaatst. Er worden twee warme en twee koude clusters aangelegd.

De temperatuur van het te infiltreren water bedraagt in de winterperiode minimaal 5°C en gemiddeld 7,5°C. Tijdens de zomerperiode bedraagt de gemiddelde infiltratietemperatuur gemiddeld 16,5°C. Op warme zomerdagen zal de maximale temperatuur van het infiltratiewater incidenteel op kunnen lopen tot 25°C.

De geohydrologische effecten van de uitbreiding van het energieopslagsysteem zijn met behulp van modelberekeningen bepaald. Voor de hydrologische effectberekeningen is het numerieke computerprogramma MicroFEM gebruikt. De hydrothermische effecten zijn met HST3D berekend.

- **Geohydrologische effecten:**

De geohydrologische modelberekeningen zijn uitgevoerd voor twee situaties:

1. Effect van de uitbreiding van het opslagsysteem. Berekend is het effect van de vijf nieuwe doubletten, met een maximum onttrekkings- en infiltratiedebiet van 1.000 m³/h (24.000 m³ per dag), voor de zomersituatie (koude bronnen onttrekking, warme bronnen infiltratie). Uit de berekeningen blijkt dat op een afstand van maximaal 1.100 meter de stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket kleiner is dan 5 cm. De berekende stijghoogteverandering ter plaatse van de bronnen bedraagt, in de zomerperiode, maximaal 2,2 meter (bij bron K4). In het eerste watervoerend pakket wordt een maximale verandering van 6 cm berekend aan de noord- en oostkant van het UMCG. De effecten reiken in het eerste watervoerend pakket tot maximaal 510 meter van het UMCG (stijghoogteverandering < 0,05 meter). De freatische grondwaterstand in de deklaag wordt niet significant beïnvloed (berekende verandering < 0,05 meter).

2. Effect van het totale opslagsysteem. Berekend is het effect van de zeven doubletten, met een maximum onttrekkings- en infiltratiedebiet van 1.300 m³/h (31.200 m³ per dag), voor de zomersituatie (koude bronnen onttrekking, warme bronnen infiltratie). Uit de berekeningen blijkt dat op een afstand van maximaal 1.300 meter de stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket kleiner is dan 5 cm. De maximale stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde pakket ter plaatse van de bronnen bedraagt 2,2 meter (bij de bronnen K6 en W4). In het eerste watervoerend pakket wordt een maximale verandering van 8 cm berekend aan de noordkant, en een verandering van 7 cm aan de oostkant. De effecten reiken in het eerste watervoerend pakket tot maximaal 670 meter van het UMCG (stijghoogteverandering < 0,05 meter). Volgens de berekeningen wordt de freatische grondwaterstand in de deklaag niet significant beïnvloed (stijghoogteverandering < 0,05 meter).
- **Hydrothermische effecten:**
De temperatuurverandering in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket door het totale opslagsysteem bedraagt na 20 jaar in bedrijf op een afstand van maximaal 140 meter vanaf de warme bronnen +0,5°C. Rond de koude bronnen bedraagt de temperatuurverandering -0,5°C op een afstand van maximaal 135 meter.

De gevolgen van toepassing van de energieopslag voor overige bij het grondwaterbeheer betrokken belangen zijn nagegaan. Speciale aandacht is besteed aan het energieopslagsysteem bij het Provinciehuis, dat op circa 350 meter ten zuidwesten van het UMCG ligt. De berekende geohydrologische en hydrothermische effecten zijn dermate gering, dat de werking van het opslagsysteem bij het Provinciehuis niet of vrijwel niet nadelig wordt beïnvloed.

Overige belangen bij het grondwaterbeheer zijn nagegaan. Geconcludeerd is dat ook verder geen significante gevolgen voor de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen worden verwacht.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1.	Inleiding	5
2.	Geohydrologische situatie	6
2.1	Bodemopbouw	6
2.2	Grondwaterstanden en -stroming	7
2.3	Grondwaterwinningen	8
2.4	Grondwaterkwaliteit	9
2.5	Grondwaterverontreinigingen	9
3.	Energieopslagsysteem	10
3.1	Werking opslagsysteem	10
3.2	Uitgangspunten	10
3.3	Beschrijving bestaande bronnensysteem	11
3.4	Globale dimensionering uitbreiding opslagsysteem	11
3.5	Lozingen bronnensysteem	12
3.6	Milieuaspecten	12
4.	Modelberekeningen	13
4.1	Geohydrologische berekeningen	13
4.2	Hydrothermische berekeningen	17
5.	Gevolgen energieopslag	20

Bijlagen:

1. Ligging locatie
2. Kadastrale kaart en situatie met ligging bronnen (tek. nr. 27059301-T1)
3. Geohydrologisch dwarsprofiel (tek. nr. 27059302-T1) en REGIS-dwarsdoorsnede
4. Isohypsenpatroon
5. Energieopslagsysteem: water- en energiebalans
6. Geohydrologische effectberekening (tek. nr. 27059303-T1 t/m 27059303-T6)
7. Hydrothermische effectberekening (tek. nr. 27059303-T7 t/m 27059303-T9)
8. Zettingsberekening

1. Inleiding

Het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG) wil de ondergrondse energieopslag uitbreiden voor het bestaande complex en de nieuwbouw bij het UMCG. Op dit moment heeft het UMCG een vergunning voor het huidige systeem van twee brondoubletten. De totale vergunninghoeveelheid bedraagt 435.000 m³/jaar met een maximaal debiet van 300 m³/uur.

Bedoeling is om het energieopslagsysteem uit te breiden met vijf brondoubletten, elk met een maximaal debiet van 200 m³/uur, een uitbreiding met 1.000 m³/uur. Naar verwachting wordt jaarlijks 2,4 miljoen m³/jaar grondwater verpompt met het nieuwe opslagsysteem. Om rekening te houden met in klimatologisch opzicht extreme jaren wordt een vergunning aangevraagd voor een uitbreiding met een bruto verplaatsing van 2.800.000 m³/jaar

Het totale opslagsysteem heeft na uitbreiding dan zeven brondoubletten met een maximaal debiet van 1.300 m³/uur. Het totaal verpompte debiet bedraagt dan maximaal 3.235.000 m³/jaar.

Tabel 1.1: Samenvatting onttrekkinggegevens

	m ³ /jaar	m ³ /seizoen	m ³ /uur	aantal bronnen
Huidige vergunning	435.000	237.500	300	2 x 2
Aanvraag uitbreiding	2.800.000	1.200.000	1.000	2 x 5
Totaal	3.235.000	1.437.500	1.300	2 x 7

Voor de uitbreiding van het opslagsysteem is vergunning nodig krachtens artikel 14 van de Grondwaterwet. Het UMCG heeft aan KWA Bedrijfsadviseurs B.V. opdracht gegeven tot het opstellen van een aanvraag voor de wijzigingsvergunning (artikel 14 Grondwaterwet) voor het opslagsysteem. Het voorliggende rapport vormt de toelichting bij de vergunningaanvraag voor uitbreiding.

Vergunning wordt aangevraagd voor uitbreiding van het energieopslagsysteem met een bruto verplaatsing van 2.800.000 m³ grondwater per jaar. Op grond van het Besluit m.e.r. geldt een m.e.r.-beoordelingsplicht. Voorafgaand aan deze vergunningaanvraag dient de provincie een beoordeling te maken of een m.e.r.-procedure moet worden doorlopen. Een aanmeldingsnotitie voor de m.e.r.-beoordelingsplicht is hiervoor opgesteld.

In bijlage 1 is een kaart van de locatie in Groningen opgenomen. In bijlage 2 is de kadastrale kaart opgenomen en een terreintekening met de ligging van de bestaande en nieuw aan te leggen bronnen.

In deze toelichting wordt eerst 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

De schematisatie van de verwachte bodemopbouw en de geohydrologische situatie ter plaatse van de onderzoekslocatie is weergegeven in tabel 2.1. De schematisatie is gebaseerd op boorstaten van het bestaande opslagsysteem bij UMCG en van boringen in de omgeving, de REGIS-schematisatie en de Grondwaterkaart.

De bodemopbouw bestaat uit drie watervoerende pakketten. Vanaf maaiveld wordt een 6 meter dikke deklaag aangetroffen, bestaande uit klei. Daaronder ligt een dun eerste watervoerend pakket, dat bestaat uit matig grof tot zeer grof zand. Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van circa 11 meter. Onder het eerste watervoerend pakket ligt een scheidende laag, bestaande uit kleilagen, afgewisseld met kleilig of siltig zand. Deze scheidende laag (Eemklei) heeft een dikte van ongeveer 18 meter. Op de locatie vormen het tweede en derde watervoerend pakket één geheel, aangezien de scheidende laag tussen deze watervoerende pakketten ontbreekt. Het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket begint op circa 35 meter beneden maaiveld en heeft naar schatting een dikte van 175 meter. Het bovenste deel van dit pakket (tot circa 65 m-mv) bestaat uit matig grof zand van de Formatie van Peelo. Het onderste deel (vanaf 65 m-mv) is veel grover, en bestaat uit matig grof tot uiterst grof grindig zand (Formaties van Appelscha en Peize). Op grotere diepte gaat dit watervoerend pakket over in de fijnere zanden van de Formaties van Maassluis en Oosterhout. Volgens de REGIS-schematisatie begint de Formatie van Maassluis op circa 115 meter onder maaiveld. Er zijn geen diepe boringen in de omgeving die dit kunnen bevestigen. De diepte van de slecht doorlatende basis ligt volgens REGIS op circa 210 meter onder maaiveld.

Tabel 2.1: Geohydrologische schematisatie

Diepte (m-mv) ^{*)}	Lithologie	Geohydrologische situatie
0 – 6	klei, lokaal veen (<i>Formatie van Naaldwijk</i>)	deklaag
6 – 17	matig grof tot zeer grof zand (<i>Formatie van Boxtel</i>)	eerste watervoerend pakket
17 – 35	afwisseling van kleilagen en lagen met kleilig of siltig zand. Westkant UMCG: potklei (<i>Eem Formatie / Peeloklei</i>)	eerste scheidende laag
35 – circa 210	tot circa 65 m-mv matig grof zand (<i>Formatie van Peelo</i>) vanaf circa 65 m-mv matig grof tot uiterst grof grindig zand (<i>Formaties van Appelscha en Peize</i>) onderin het pakket overgang naar fijnere zanden (<i>Formaties van Maassluis en Oosterhout</i>)	tweede en derde watervoerend pakket
> circa 210	klei (<i>Formatie van Breda</i>)	slecht doorlatende basis

^{*)} mv = maaiveld (circa NAP + 1,0 meter)

Ter plaatste van de locatie is een overgang aanwezig van Eemklei naar Peeloklei (potklei). Bij boring K1 wordt 7,5 meter slappe tot matig vaste Eemklei aangetroffen (met zandlagen daartussen). Ten oosten van de locatie neemt de dikte van de Eemklei toe tot een circa 20 meter dikke aaneengesloten kleilaag. Aan de westkant van het UMCG is Peeloklei aanwezig, bijvoorbeeld de parkeerkelder (nabij bron W6) is 20 meter diep en is tot 1 meter in de Peeloklei geplaatst. Ten westen van de locatie verdwijnt de Eemklei en ook het eerste watervoerend pakket, en neemt de dikte van de Peeloklei toe. Ter plaatse van het Provinciehuis, op 350 meter ten zuidwesten van de locatie, is vanaf maaiveld 30 meter klei aanwezig, grotendeels bestaande uit Peeloklei.

Volgens pompproeven, beschreven in de Grondwaterkaart, bedraagt het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket circa 25 tot 160 m²/dag. Het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket wordt ingeschat op circa 4.000 m²/dag bij een pompproef ten zuiden van de stad Groningen, en op circa 6.000 m²/dag ten westen van Groningen.

Volgens REGIS II is het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket 50 à 100 m²/dag. De bovenkant van het tweede watervoerend pakket heeft een doorlaatvermogen van 150 à 250 m²/d (Formatie van Peelo), het grove gedeelte heeft een doorlaatvermogen van circa 1.000 m²/d (Formaties van Appelscha en Peize), de diepere zandlagen circa 500 m²/d. In totaal bedraagt het doorlaatvermogen van het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket volgens REGIS II circa 1.700 m²/d.

2.2 Grondwaterstanden en -stroming

De grondwaterstand op de locatie bedraagt circa 0,5 à 0,9 meter beneden maaiveld (informatie Haitjema), dit betekent NAP +0,1 à 0,5 meter. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter plekke van de onderzoekslocatie bedraagt volgens REGIS I ongeveer NAP -1,5 meter, in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket ongeveer NAP -1,0 à -1,2 meter. In bijlage 4 is het isohypsenpatroon opgenomen (REGIS I).

In figuur 2.1 is het verloop van de stijghoogte in peilbuis B7D422 opgenomen. Deze peilbuis ligt op circa 200 meter ten zuidwesten van het UMCG. De filters van deze peilbuis liggen in de eerste scheidende laag en in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. De gemiddelde stijghoogte bedraagt circa NAP -1,0 meter.

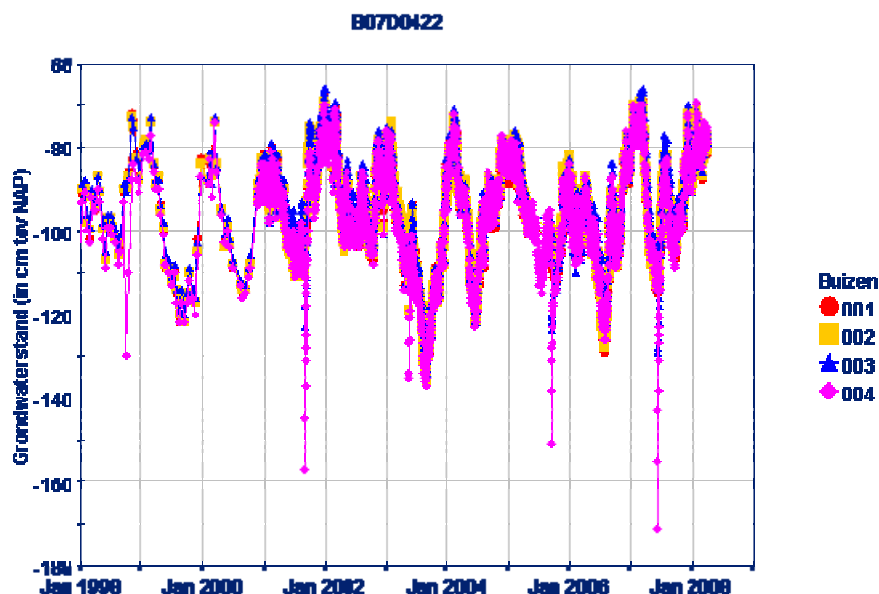
Figuur 2.1: Stijghoogteverloop in peilbuis B7D422, op circa 200 meter ten zuidwesten van het UMCG.

Buis 1: filter 27,85 – 28,85 m-mv (scheidende laag)

Buis 2: filter 47,85 – 48,85 m-mv (wvp 2+3)

Buis 3: filter 68,85 – 69,85 m-mv (wvp 2+3)

Buis 4: filter 86,85 – 87,85 m-mv (wvp 2+3)



Het isohypsenpatroon van het eerste watervoerend pakket laat een noordoostelijke grondwaterstroming zien. Het stijghoogteverhang bedraagt circa 0,15 m/km. De grondwaterstroming is laag en bedraagt < 5 meter per jaar.

De stromingsrichting in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket is tevens noordoostelijk gericht. Het stijghoogteverhang bedraagt minder dan 0,1 m/km. De grondwaterstroming in het tweede en derde watervoerend pakket is eveneens laag, circa 5 meter per jaar.

2.3 Grondwaterwinningen

Volgens het grondwateronttrekkingsregister en de grondwaterkaart (via de website) van de Provincie Groningen is er een aantal onttrekkingen gelegen binnen een straal van circa 3 km rond de onderzoekslocatie (zie tabel 4).

Het meest nabijgelegen opslagsysteem, van het Provinciehuis, ligt op 350 meter ten zuidwesten van het UMCG. Het maximale debiet van het opslagsysteem van het Provinciehuis bedraagt 70 m³/uur (zomer en winter), de verplaatste waterhoeveelheid is maximaal 44.000 m³ in de winter en 25.000 m³ in de zomer. De warme bron ligt aan de noordwestkant, de koude bron aan de zuidoostkant van het gebouw.

Tabel 4: Overzicht geregistreerde grondwaterwinningen

Locatie	Afstand (km)	Richting	Filterdiepte (m-mv)	Vergund (m ³ /j)
UMCG Groningen	-	-	65-120	435.000
Provinciehuis Groningen	0,35	ZW	65-95	69.000
Van der Wiel Infra en Milieu B.V. (sanering)	0,7	W	3-8	250.000
Facilitair Bedrijf RUG (regnr 74)	0,8	ZW	80-130	193.000
MBO Guyotplein B.V.	0,9	W	90-109	66.000
Gemeente Groningen afd. bodem (sanering)	1,0	ZO	5-40	700.000
IKEA beheer BV	1,3	ZO	80-160	393.000

Locatie	Afstand (km)	Richting	Filterdiepte (m-mv)	Vergund (m ³ /j)
Friesche vlag Groningen	1,6	ZO	26-90	1.360.000
RGD dir. Noord	1,6	ZW	65-95	299.000
Energie Exploitatie Tasman Toren	1,6	O		320.000
Géové / Menzis	1,9	ZO	80-135	435.000
Essent Noord	1,9	ZO	70-90	250.000
ROC Euroborg	2,3	ZO	78-132	125.000
Wolter & Dros Groningen	2,8	O		101
Facilitair Bedrijf RUG Zernike terrein	3,2	NW	67-136	945.000

2.4 Grondwaterkwaliteit

Het grondwater in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket op de locatie bestaat volgens de beschikbare gegevens uit brak tot zout water.

Bij grondwateranalyses van monsters uit de proefboring bij het Provinciehuis (1991) zijn de volgende chloride-concentraties gemeten:

filter 30-31 m-mv: 130 mg Cl⁻/l (wvp 1, bij Provinciehuis nog boven de Peelo-klei)

filter 50-51 m-mv: 200 mg Cl⁻/l (wvp 1, bij Provinciehuis nog boven de Peelo-klei)

filter 71-72 m-mv: 260 mg Cl⁻/l (wvp 2+3)

filter 89-90 m-mv: 6.800 mg Cl⁻/l (wvp 2+3)

Verder blijkt uit de grondwateranalyses bij het Provinciehuis dat het grondwater in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket ijzerhoudend is, met een ijzerconcentratie van 8 tot 20 mg/l.

2.5 Grondwaterverontreinigingen

Uit het bodeminformatiesysteem van de Milieudienst Groningen (contactpersoon de heer De Wolde) zijn de volgende locaties bekend, waar grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn:

locatie	afstand (km)	richting
Oostersingel 59, UMCG	-	
W.A. Scholtenstraat 8 – 18	0,2	west
Bloemsingel, Ciboga (voormalige gasfabriek)	0,3	noordwest
Lijnbaanstraat 13 – 15 / 36 -50	0,3	zuid
Boterdiep 25 – 33	0,5	west
Damsterdiep 17 – 35	0,4	zuid
Eyssoniusplein 3 – 7	0,4	noordwest
Grote Markt, Oostzijde	0,5	zuidwest
Eemskanaal 17 – 21	0,6	zuidoost
Rademarkt 25	0,6	zuidwest
Veemarkstraat 90 – 92	0,6	zuid

Deze verontreinigingen liggen in de deklaag, sommige zijn mogelijk doorgedrongen tot het eerste watervoerend pakket. Voor zover bekend zijn er geen grondwaterverontreinigingen in het tweede en derde watervoerend pakket aanwezig.

De verontreiniging bij het UMCG zelf betreft een verontreiniging in de deklaag. Voor zover bekend bij het UMCG zijn op de locaties van de bronnen geen verontreinigingen aanwezig (informatie UMCG).

Een belangrijke locatie is verder het Ciboga-terrein (voormalige gasfabriek) ten noordwesten van het UMCG. Het grondwater is hier sterk verontreinigd. De verontreiniging heeft een ondiepe verbreiding en komt niet in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket voor.

3. Energieopslagsysteem

3.1 Werking opslagsysteem

Voor de conditionering van de gebouwen heeft het UMCG een grote koelbehoefte. Naar verwachting zal de koelbehoefte in de toekomst verder toenemen. Op dit moment wordt het merendeel van de koeling opgewekt met de compressiekoelmachines. Het UMCG maakt reeds beperkt gebruik van ondergrondse energieopslag. Het bestaande systeem bestaat uit twee 'warme' en twee 'koude' bronnen. Het totaal vergunde debiet van het bestaande opslagsysteem is 435.000 m³/jaar met een maximaal debiet van 300 m³/uur.

Het UMCG wil voor de koeling meer gebruik gaan maken van ondergrondse energieopslag. Het nieuw aan te leggen opslagsysteem zal bestaan uit vijf 'warme' en vijf 'koude' nieuwe bronnen. Alle bronnen zijn geschikt voor onttrekking én infiltratie van grondwater. De maximale capaciteit bedraagt 200 m³/uur per bron en 1.000 m³/uur voor de totale uitbreiding. In totaal zal het energieopslagsysteem van het UMCG dan bestaan uit zeven 'warme' en zeven 'koude' bronnen, met een maximaal debiet van 1.300 m³/uur.

In de zomersituatie wordt het opslagsysteem gebruikt voor de koeling van het UMCG. Het grondwater dat na opwarming in de bodem wordt geïnfiltreerd heeft een gemiddelde temperatuur van circa 16,5°C. De temperatuur van het te infiltreren water kan bij extreme buitentemperaturen oplopen tot max. 25°C.

In de wintersituatie wordt het energieopslagsysteem weer geladen. Het afgekoelde grondwater wordt met een gemiddelde temperatuur van 7,5°C in de bodem geïnfiltreerd. De minimale infiltratietemperatuur is 5°C.

3.2 Uitgangspunten

Bij de vaststelling van de uitgangspunten is uitgegaan van een gemiddelde inzet van drie brondoubletten (600 m³/uur) gedurende 2.000 vollasturen per seizoen, dit is de zogenaamde 'base-load'. De overige twee brondoubletten dienen als reserve voor opvang van piekvraag.

De volgende uitgangspunten zijn voor de uitbreiding van het opslagsysteem vastgesteld:

Zomersituatie

- gemiddelde onttrekkingstemperatuur: 8,5°C
- gemiddelde infiltratietemperatuur: 16,5°C
- gemiddeld debiet: 600 m³/h
- gemiddelde capaciteit: 5.585 kW
- equivalente vollasturen: 2.000 uur
- gemiddelde grondwaterverplaatsing: 1.200.000 m³ in het zomerseizoen
- gemiddeld ontladen koude tijdens zomerseizoen: 11.171 MWh

Wintersituatie

- gemiddelde onttrekkingstemperatuur: 15,5°C
- gemiddelde infiltratietemperatuur: 7,5°C
- gemiddeld debiet: 600 m³/h
- gemiddelde capaciteit: 5.585 kW
- equivalente vollasturen: 2.000 uur
- gemiddelde grondwaterverplaatsing: 1.200.000 m³ in het winterseizoen
- gemiddeld geladen koude tijdens winterseizoen: 11.171 MWh

In bijlage 5 zijn de energie- en waterbalans van de uitbreiding van het opslagsysteem weergegeven, en van het totale opslagsysteem na uitbreiding.

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. In één jaar wordt door het nieuwe opslagsysteem circa 11 GWh_{th} energie opgeslagen en ontladen in de bodem. Met het totale opslagsysteem wordt dan circa 13 GWh_{th} opgeslagen en ontladen.

De uitgangspunten van de uitbreiding van het opslagsysteem hebben betrekking op een gemiddeld klimatologisch jaar. In een gemiddeld jaar wordt met de uitbreiding circa 2.400.000 m³ grondwater verpompt. Om rekening te houden met in klimatologisch opzicht extreme jaren wordt een vergunning aangevraagd voor een uitbreiding met een bruto verplaatsing van 2.800.000 m³/jaar; 1.400.000 m³ in het zomerseizoen en 1.400.000 m³ in het winterseizoen. De netto grondwateronttrekking bedraagt 0 m³/jaar, behoudens een spui-lozing voor onderhoud van de bronnen (zie paragraaf 3.4).

De vergunning voor het totale opslagsysteem na uitbreiding bedraagt dan 1.437.500 m³ per seizoen en 3.235.000 m³/jaar.

Op warme zomerdagen zal de maximale afvoertemperatuur van het water incidenteel op kunnen lopen tot maximaal 25°C. De minimale afvoertemperatuur bedraagt 5°C.

3.3 Beschrijving bestaande bronnensysteem

Het bestaande bronnensysteem van UMCG bestaat uit twee warme en twee koude bronnen, elk met een capaciteit van 150 m³/uur. De filters van de bronnen zijn gesteld tussen circa 68 en 110 meter diepte, de effectieve filterlengte bedraagt circa 40 meter. Boordiameter 500 mm (op einddiepte), filterdiameter 250 mm.

Uit informatie van Haitjema blijkt dat in de bronnen een maximale peilverlaging van circa 1,6 meter optreedt bij een onttrekking van 150 m³/uur. De bronnen worden elk half jaar gecontroleerd door Haitjema. De bronnen zijn niet verslechterd sinds ingebruikname in 2004, eerder nog iets verbeterd.

3.4 Globale dimensionering uitbreiding opslagsysteem

Het nieuw aan te leggen opslagsysteem zal bestaan uit vijf 'warme' en vijf 'koude' nieuwe bronnen. Alle bronnen zijn geschikt voor onttrekking én infiltratie van grondwater. De maximale capaciteit bedraagt 200 m³/uur per bron.

De ligging van de bronnen is weergegeven in bijlage 2. Drie van de vijf nieuwe brondoubletten worden aan de zuidoostkant van het terrein aangelegd. Het 'warme' en 'koude' cluster van deze brondoubletten zijn omgekeerd aan het bestaande opslagsysteem. De andere twee nieuwe brondoubletten worden in de buurt van het bestaande opslagsysteem geplaatst, deze doubletten versterken het 'warme' en 'koude' cluster van het bestaande systeem. Op deze wijze ontstaat een 'dambordpatroon' met twee 'warme' en twee 'koude' clusters.

De bronnen worden in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket geplaatst, vanaf een diepte van circa 65 m-mv. In tabel 5 is de globale bron dimensionering opgenomen. Wanneer rekening wordt gehouden met de fijnere zanden van de Formatie van Maassluis, die op circa 115 m-mv beginnen, kan een filterlengte van maximaal 50 meter worden geplaatst. Met een boordiameter van 800 mm is een capaciteit van 200 m³/uur haalbaar met een effectieve filterlengte van 45 à 50 meter.

De brondimensionering is uitgevoerd volgens de NVOE-richtlijn voor infiltratiebronnen (uitgangspunten: doorlaatvermogen van de bodem $k = 50$ m/d en 2.000 vollasturen).

Tabel 3.1: Dimensionering nieuwe bronnen

Max. debiet (m³/uur)	200
boordiameter (mm)	800
effectieve filterlengte (m)	45 à 50
globale filterstelling (m-mv)	65 - 115

3.5 Lozingen bronnensysteem

Om de bronnen op langere termijn met een goede capaciteit te laten functioneren, worden de bronnen tweemaal per jaar geregenereerd (schoongespoeld). Voor dit periodieke onderhoud van de nieuwe bronnen komt in totaal circa 8.000 m³ spuiwater per jaar vrij. Dit spuiwater wordt – na buffering en filtering – weer in de bronnen geretourneerd.

Voor de aanleg en het ontwikkelen van de bronnen komt circa 50.000 m³ zout grondwaterwater vrij. Ook dit water zal weer in de bronnen worden geretourneerd, door middel van 'tweelingpompen'.

3.6 Milieuaspecten

De toepassing van energieopslag zorgt voor een aanzienlijke energiebesparing, waarbij tevens de uitstoot van CO₂ en NO_x wordt beperkt. De voorgestelde duurzame installatie resulteert in een energiebesparing van naar schatting 70% ten opzichte van de huidige wijze van koeling met voornamelijk compressiekoelmachines. De reductie van het energieverbruik door de uitbreiding van het systeem heeft een vermindering van uitstoot van circa 2.900 ton CO₂ en circa 900 kg NO_x tot gevolg.

4. Modelberekeningen

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 elementenmethode, HST3D van de eindige differentiemethode.

4.1 Geohydrologische berekeningen

4.1.1 Modelopzet

Modelgebied en modelnetwerk

Het modelgebied heeft een afmeting van 8 bij 8 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 bestaande winningen, de grondwateraanvulling en de randstijghoogten van het model op nul zijn gesteld.

Modelschematisatie en geohydrologische parameters

De geohydrologische schematisatie en de gehanteerde geohydrologische parameters zijn weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1: Geohydrologische schematisatie en modelparameters

Diepte (m-mv)	d (m)	Filter- stelling	k (m/d)	kD (m ² /d)	c (d)	Model- laag	Geohydrologische laag
0 – 6	6			10	500 (c _{drain}) 600 (c _{dekl})	sl0 wvl1 sl1	deklaag
6 – 17	11		10	110		wvl2	wvp1
17 – 35	18				1.000 (Eemklei) 10.000 (Peeloklei)	sl2	sdl1
35 – 65	30		10	300	40	wvl3	wvp2+3
65 – 115	50		50	2.500	105	wvl4	wvp2+3
115 – 210	95		10	950		wvl5	wvp2+3

wvl = watervoerende modellaag

sl = scheidende modellaag

wvp = watervoerend pakket

sdl = scheidende laag

Toelichting op de modelparameters

- Het topsysteem is gemodelleerd door een modelmatige gebiedsdekkende drainage-weerstand, met een weerstandwaarde van 500 dagen. Hiermee wordt de uitwisseling met het oppervlaktewater in de omgeving gemodelleerd.
- De deklaag heeft een weerstand van 600 dagen. Om de freatische grondwaterstand in de deklaag te kunnen modelleren, is in de deklaag een fictieve watervoerende laag opgenomen met een lage doorlatendheidswaarde van 10 m²/dag.

- Voor het eerste watervoerend pakket is een k-waarde van 10 m/dag aangehouden, de doorlatendheid bedraagt 110 m²/dag. Dit ligt in de ordegrrootte van de waarden die in de Grondwaterkaart worden genoemd en van de REGIS II schematisatie.
- De verbreiding van de Peelklei (potklei) is in het model specifiek opgenomen. De verbreiding is overgenomen uit de REGIS II kartering. In bijlage 6 is de verbreiding van de Peelklei binnen het modelgebied gepresenteerd. Volgens de REGIS-schematisatie bedraagt de weerstand van de Peelklei in het verspreidingsgebied minimaal 25.000 dagen, en kan oplopen tot 75.000 dagen. In het model is een (wat voorzichtigere) waarde van 10.000 dagen aangehouden.
- Voor de Eemklei is in de REGIS-schematisatie een weerstandswaarde van minimaal 1.000 dagen opgenomen. De weerstand van de Eemklei neemt in oostelijke richting toe, de weerstand bedraagt daar meer dan 5.000 dagen. In het model is in het verbreidingsgebied van de Eemklei overal een waarde van 1.000 dagen opgenomen. In gebieden waar de Eemklei dikker is, is dit een veilige benadering.
- Het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket is in drie sublagen onderverdeeld. De bodemlaag tussen 35 en 65 meter diep (Formatie van Peelo) bestaat uit matig grof zand. Hiervoor is een k-waarde van 10 m/dag aangenomen (de doorlatendheid bedraagt dan $kD = 300 \text{ m}^2/\text{dag}$). De bodemlaag tussen 65 en 115 meter diep bestaat uit grof grindig zand (Formatie van Appelscha en Peize), waarvoor een k-waarde van 50 m/dag is aangenomen (doorlatendheid $kD = 2.500 \text{ m}^2/\text{dag}$). De bodemlaag beneden 115 meter diep bestaat uit de fijnere zandlagen van de Formatie van Maassluis en Oosterhout, waarvoor een k-waarde van 10 m/dag is aangenomen ($kD = 950 \text{ m}^2/\text{dag}$). De totale doorlatendheid van het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket bedraagt in het model 3.750 m²/dag. Dit komt globaal overeen met de laagste waarden zoals bepaald in pompproeven in de omgeving, zoals gerapporteerd in de Grondwaterkaart. Vergeleken met de REGIS-schematisatie zijn de aangehouden doorlatendheidswaarden in het model circa twee maal zo groot (de doorlatendheden in de REGIS-schematisatie zijn over het algemeen lager dan in overige rapportages).
- Tussen de sublagen van het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket zijn in het model fictieve scheidende lagen opgenomen. De weerstand van deze scheidende laagjes is bepaald op basis van een anisotropiefactor $k_x/k_z = 10$.

4.1.2 Modelberekeningen

Met behulp van het model zijn de veranderingen in stijghoogten in de watervoerende lagen berekend. De modelberekeningen zijn uitgevoerd voor twee situaties:

1. Effect van de uitbreiding van het opslagsysteem. Berekend is het effect van de vijf nieuwe brondoubletten, met een maximum onttrekkings- en infiltratiedebiet van 1.000 m³/h (24.000 m³ per dag), voor de zomersituatie (koude bronnen onttrekking, warme bronnen infiltratie).
2. Effect van het totale opslagsysteem. Berekend is het effect van de zeven brondoubletten, met een maximum onttrekkings- en infiltratiedebiet van 1.300 m³/h (31.200 m³ per dag), voor de zomersituatie (koude bronnen onttrekking, warme bronnen infiltratie).

De effecten zijn in de wintersituatie omgekeerd aan die in de zomersituatie.

Berekeningsresultaten effecten uitbreiding opslagsysteem

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in tabel 4.2 en bijlage 6. In tabel 4.2 is van elk cluster telkens de bron met de grootste verlaging gepresenteerd.

Rondom de warme bronnen treden in de zomersituatie stijghoogteverhogingen op, rondom de koude bronnen verlagingen. In de winterperiode zijn de verlagingen en verhogingen omgekeerd.

• *effecten in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket*

Uit de resultaten blijkt dat de stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde pakket ter plaatse van de bronnen maximaal 2,2 meter bedraagt (bij bron K4). Ter plaatse van bron W7 wordt een stijghoogteverandering van 1,6 meter berekend, de stijghoogteverandering bij de overige bronnen varieert tussen 1,6 en 2,2 meter.

Berekend wordt dat aan de oostkant op een afstand groter dan 1.100 meter vanaf bron W4 de stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde pakket kleiner is dan 5 centimeter. Aan de noordkant strekt het invloedsgebied zich tot 900 meter uit. Aan de zuid- en westkant is het invloedsgebied kleiner, respectievelijk 570 en 400 meter.

- *effecten in het eerste watervoerend pakket*

In het eerste watervoerend pakket wordt een maximale verandering van 6 cm berekend aan de noord- en oostkant. Aan de noordkant blijkt dat op een afstand groter dan 320 meter vanaf bron K6 de stijghoogteverandering in het eerste watervoerend pakket kleiner is dan 5 centimeter. Aan de oostkant strekt het invloedsgebied zich tot 510 meter uit in het eerste watervoerend pakket. Aan de zuid- en westkant worden geen significante veranderingen in het eerste watervoerend pakket berekend (effecten < 0,05 meter).

- *effecten in de deklaag*

Volgens de berekeningen wordt de freatische grondwaterstand in de deklaag niet significant beïnvloed (effecten < 0,05 meter).

- *effecten bij de bestaande bronnen van het UMCG*

Ter plaatse van de reeds bestaande warme bronnen W1 en W2 van het UMCG wordt als gevolg van de uitbreiding van het opslagsysteem een stijghoogteverandering van 0,15 en 0,17 meter berekend. In de zomer is dit een verhoging, in de winter een verlaging. Bij de koude bronnen K1 en K2 is dit een stijghoogteverandering van 0,32 en 0,31 meter (zomer verlaging, winter verhoging). Voor zowel de koude als de warme bronnen geldt, dat als gevolg van de uitbreiding van het opslagsysteem een wat hogere injectiedruk nodig is bij de infiltratie en een wat grotere opvoerhoogte optreedt bij onttrekking.

- *effecten bij de bronnen van het Provinciehuis*

Ter plaatse van de warme bron van het Provinciehuis wordt als gevolg van de uitbreiding van het opslagsysteem van het UMCG een effect berekend van 8 cm in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. In de zomer is dit een verhoging, in de winter een verlaging. Dit betekent dat bij infiltratie in de warme bron in de zomer een wat hogere overdruk nodig is, en bij onttrekking uit de warme bron in de winter de pomp een wat hogere opvoerhoogte zal moeten overwinnen.

Ter plaatse van de koude bron van het Provinciehuis wordt als gevolg van de uitbreiding van het opslagsysteem van het UMCG een effect berekend van 3 cm in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. Dit effect is als nihil te beschouwen.

Tabel 4.2: Resultaten geohydrologische modelberekeningen uitbreiding opslagsysteem

	bron K6 (noordkant)	bron W4 (oostkant)	bron K4 (zuidkant)	bron W6 (westkant)
<i>maximale stijghoogteverandering in wvp 2+3 (m):</i>				
	-1,88	+2,15	-2,21	+1,73
<i>afstand tot lijnen van gelijke stijghoogteverandering in wvp 2+3 (m)</i>				
1,0 m	12	40	45	12
0,5 m	75	140	130	60
0,10 m	510	650	400	270
0,05 m	900	1.100	570	400
<i>maximale stijghoogteverandering in wvp 1 (m):</i>				
	-0,06	+0,06	< -0,05	< +0,05
<i>afstand tot lijnen van gelijke stijghoogteverandering in wvp 1 (m)</i>				
0,05 m	320	510	-	-

Berekeningsresultaten effecten totale opslagsysteem

De resultaten van de effectberekening van het totale opslagsysteem zijn opgenomen in tabel 4.3 en bijlage 6.

- effecten in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket**

Uit de resultaten blijkt dat de stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde pakket ter plaatse van de bronnen maximaal 2,2 meter bedraagt (bij de bronnen K6 en W4). Ter plaatse van bron W1 en W2 wordt een stijghoogteverandering van 1,50 meter berekend, de stijghoogteverandering bij de overige bronnen varieert tussen 1,5 en 2,2 meter.

Berekend wordt dat aan de noordkant op een afstand groter dan 1.300 meter vanaf bron K6 de stijghoogteverandering in het gecombineerde tweede en derde pakket kleiner is dan 5 centimeter. Aan de oostkant strekt het invloedsgebied zich tot 1.250 meter uit. Aan de zuid- en westkant is het invloedsgebied kleiner, respectievelijk 360 en 600 meter.

- effecten in het eerste watervoerend pakket**

In het eerste watervoerend pakket wordt een maximale verandering van 8 cm berekend aan de noordkant, en een verandering van 7 cm aan de oostkant. Aan de noordkant blijkt dat op een afstand groter dan 670 meter vanaf bron K6 de stijghoogteverandering in het eerste watervoerend pakket kleiner is dan 5 centimeter. Aan de oostkant strekt het invloedsgebied zich tot 600 meter uit in het eerste watervoerend pakket. Aan de zuid- en westkant worden geen significante veranderingen in het eerste watervoerend pakket berekend (stijghoogteverandering < 0,05 meter).

- effecten in de deklaag**

Volgens de berekeningen wordt de freatische grondwaterstand in de deklaag niet significant beïnvloed (stijghoogteverandering < 0,05 meter).

- effecten bij de bronnen van het Provinciehuis**

Ter plaatse van de warme bron van het Provinciehuis wordt als gevolg van het totale opslagsysteem van het UMCG een effect berekend van 18 cm in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. In de zomer is dit een verhoging, in de winter een verlaging. Dit betekent dat bij infiltratie in de warme bron in de zomer een wat hogere overdruk nodig is, en bij onttrekking uit de warme bron in de winter de pomp een wat hogere opvoerhoogte zal moeten overwinnen.

Ter plaatse van de koude bron van het Provinciehuis wordt als gevolg van het totale opslagsysteem van het UMCG een effect berekend van 7 cm in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. In de zomer is dit een verhoging, in de winter een verlaging. Dit betekent dat bij onttrekking uit de koude bron in de zomer de pomp een wat lagere opvoerhoogte zal moeten overwinnen, en bij infiltratie in de koude bron in de winter een wat lagere overdruk nodig is.

Tabel 4.3: Resultaten geohydrologische modelberekeningen totale opslagsysteem

	bron K6 (noordkant)	bron W4 (oostkant)	bron K4 (zuidkant)	bron W6 (westkant)
maximale stijghoogteverandering in wvp 2+3 (m):				
	-2,18	+2,19	-2,09	+1,90
afstand tot lijnen van gelijke stijghoogteverandering in wvp 2+3 (m)				
1,0 m	35	45	35	20
0,5 m	130	150	105	80
0,10 m	750	700	280	380
0,05 m	1.300	1.250	360	600
maximale stijghoogteverandering in wvp 1 (m):				
	-0,08	+0,07	< -0,05	< +0,05
afstand tot lijnen van gelijke stijghoogteverandering in wvp 1 (m)				
0,05 m	670	600	-	-

4.2 Hydrothermische berekeningen

4.2.1 Modelopzet

De hydrothermische effectbepaling is erop gericht de veranderingen in temperatuur van het grondwater te evalueren en het temperatuurverloop van het onttrokken grondwater te berekenen.

Modelnetwerk

Het modelgebied heeft een afmeting van 4 x 4 kilometer. De bronnen liggen centraal in het modelnetwerk. De grootte van de modelcellen is 10 x 10 meter direct nabij de bronnen en neemt toe naar de randen van het grid.

Schematisatie

De schematisatie is opgenomen in tabel 4.3. Om modeltechnische redenen zijn de bodemlagen tot 65 meter diepte samengenomen in één modellaag. De eigenschappen van deze modellaag zijn bepaald als (gewogen) gemiddelde van de bodemlagen waaruit deze modellaag bestaat. In het gebied waar Peelklei voorkomt, is de verticale doorlatendheid van de eerste modellaag tien maal zo klein genomen als in de rest van het modelgebied. De thermische invoerparameters zijn verder opgenomen in bijlage 7.

In het model is de regionale grondwaterstroming meegenomen, zoals beschreven in paragraaf 2.2. De achtergrondtemperatuur van het grondwater is in het model op 12°C gesteld.

Tabel 4.3: Hydrothermische schematisatie en modelparameters

Diepte (m-mv)	d (m)	Filterstelling	k_x (m/d)	k_z (m/d)	th. cond. (x) (W/m °C)	th. cond. (z) (W/m °C)	Modellaag	Geohydrologische laag
0 – 65	65		6,3	0,035 0,0035	2,4	1,7	1	dekl, wvp1 sdl1, wvp2+3
65 – 115	50		50	5	2,4	2,4	2	wvp2+3
115 – 210	95		10	1	2,4	2,4	3	wvp2+3

wvl = watervoerende modellaag

wvp = watervoerend pakket

4.2.2 Modelberekeningen

Met behulp van het hydrothermisch model zijn de veranderingen van de temperatuur van het grondwater berekend. Met het model zijn twee modelberekeningen uitgevoerd:

1. situatie vóór uitbreiding van het opslagsysteem van UMCG
2. situatie na uitbreiding

In de eerste situatie zijn de bestaande opslagsystemen van het UMCG en het Provinciehuis in het model opgenomen, en doorgerekend voor een periode van 20 jaar. De gehanteerde uitgangspunten van beide opslagsystemen zijn opgenomen in onderstaande tabel. Deze berekening is opgenomen als referentiesituatie.

In de tweede situatie is ook de uitbreiding van het opslagsysteem in het model opgenomen. De uitgangspunten van de nieuwe bronnen van het systeem zijn opgenomen in paragraaf 3.2 en in bijlage 5.

Tabel 4.4: Uitgangspunten bestaande energieopslagsystemen UMCG en Provinciehuis

	UMCG (W1, W2, K1 en K2)		Provinciehuis	
	zomer	winter	zomer	winter
debiet (m ³ /uur)	2 x 150 = 300	2 x 40 = 80	70	70
vollasturen	483	1.812	432	480
infiltratietemperatuur (°C)	16,5	7,5	18	7,5

Berekeningsresultaten situatie vóór uitbreiding

Door de infiltratie van het koude en het warme grondwater in de bronnen verandert de temperatuur van het grondwater. In bijlage 7 is de berekende temperatuur nabij de warme en de koude bronnen van het bestaande opslagsysteem van UMCG en het Provinciehuis voor een periode van twintig jaar weergegeven. Uit de figuren blijkt dat het verloop van de grondwatertemperatuur ter plaatse van de bronnen na enkele jaren stationair is geworden. Deze berekening is met name uitgevoerd als referentiesituatie, ter vergelijking met de situatie na uitbreiding van het opslagsysteem bij UMCG.

- **bestaande bronnen UMCG**

Nabij de warme bronnen W1 en W2 van het UMCG stijgt de temperatuur van het grondwater tot ongeveer 16,5°C gedurende het zomerseizoen (injectie van warm water). Aan het begin van het winterseizoen bedraagt de grondwatertemperatuur van het onttrokken grondwater ongeveer 15,7°C en neemt af tot circa 14,8°C aan het einde van het winterseizoen.

Nabij de koude bronnen van het UMCG wordt de temperatuur van het grondwater afgekoeld tot ongeveer 7,5°C gedurende het winterseizoen (injectie van koud water). Aan het begin van het zomerseizoen bedraagt de grondwatertemperatuur van het onttrokken grondwater circa 7,6°C en neemt toe tot circa 8,7°C aan het einde van het zomerseizoen.

- **bronnen Provinciehuis**

Bij de warme bron van het Provinciehuis stijgt de temperatuur van het grondwater volgens de modelberekening tot circa 17,6°C gedurende het zomerseizoen. Aan het begin van het winterseizoen bedraagt de grondwatertemperatuur van het onttrokken grondwater ongeveer 16°C en neemt af tot circa 15°C aan het einde van het winterseizoen.

Nabij de koude bron van het Provinciehuis wordt de temperatuur van het grondwater afgekoeld tot ongeveer 7,5°C gedurende het winterseizoen (injectie van koud water). Aan het begin van het zomerseizoen bedraagt de grondwatertemperatuur van het onttrokken grondwater circa 8,2 à 8,4°C en neemt toe tot circa 9,1°C aan het einde van het zomerseizoen.

De berekende temperatuurverdeling van het grondwater na twintig jaar energieopslag in de bestaande situatie is in bijlage 7 door middel van isothermen in het kaartvlak weergegeven.

Uit de resultaten van de thermische effectberekening blijkt dat na twintig jaar energieopslag de temperatuurverandering in de onttrekkings- en infiltratielaag op een afstand van circa 75 meter van de warme bron van het Provinciehuis +0,5°C bedraagt. Bij de koude bron van het Provinciehuis treedt op 70 meter een temperatuurverandering van -0,5°C op.

Berekeningsresultaten situatie na uitbreiding

De situatie na uitbreiding is eveneens voor een periode van twintig jaar uitgerekend. Om modeltechnische redenen is de modelberekening gestart vanuit de situatie dat alle opslagsystemen aan het begin van de modelperiode starten.

In bijlage 7 is de berekende temperatuur nabij de nieuwe bronnen van het UMCG voor een periode van twintig jaar weergegeven. De berekende temperatuur bij de bestaande bronnen van UMCG en het Provinciehuis is opgenomen in de figuren van de referentiesituatie, zodat de verschillen meteen duidelijk zijn.

- **nieuwe bronnen UMCG**

Nabij de nieuwe warme bronnen van het UMCG stijgt de temperatuur van het grondwater tot ongeveer 16,5°C gedurende het zomerseizoen (injectie van warm water). Aan het begin van het winterseizoen bedraagt de grondwatertemperatuur van het onttrokken grondwater ongeveer 16,4°C en neemt af tot circa 15°C aan het einde van het winterseizoen.

Nabij de nieuwe koude bronnen van het UMCG wordt de temperatuur van het grondwater afgekoeld tot ongeveer 7,5°C gedurende het winterseizoen (injectie van koud water). Aan het begin van het zomerseizoen bedraagt de grondwatertemperatuur van het onttrokken grondwater nog circa 7,5°C en neemt toe tot circa 8,7°C aan het einde van het zomerseizoen.

De berekende temperatuurverdeling van het grondwater na twintig jaar energieopslag in de situatie na uitbreiding is in bijlage 7 door middel van isothermen in het kaartvlak weergegeven.

Uit de resultaten van de thermische effectberekening blijkt dat na twintig jaar energieopslag de temperatuurverandering in de onttrekkings- en infiltratielaag op een afstand van maximaal 140 meter vanaf de warme bronnen $+0,5^{\circ}\text{C}$ bedraagt. Bij de koude bronnen treedt op maximaal 135 meter een temperatuurverandering van $-0,5^{\circ}\text{C}$ op.

- *bestaande bronnen UMCG*

Bij de bestaande bronnen van het UMCG is het temperatuurverloop vrijwel gelijk aan de situatie vóór uitbreiding. Kleine verschillen zijn de wat lagere temperatuur in bron W1 aan het einde van het winterseizoen en de wat hogere temperatuur bij bron K2 aan het einde van het zomerseizoen. De verschillen bedragen $0,2$ à $0,3^{\circ}\text{C}$.

- *bronnen Provinciehuis*

Bij de bronnen van het Provinciehuis is het berekende temperatuurverloop in de warme bron eveneens vrijwel gelijk aan de situatie vóór uitbreiding. Bij het temperatuurverloop bij de koude bron zijn kleine verschillen te zien: aan het begin van het zomerseizoen wordt bij de koude bron een wat hogere temperatuur berekend ($0,2^{\circ}\text{C}$). Wellicht is dit echter te wijten aan numerieke berekeningsfouten, na het 14^e jaar treedt dit verschil niet meer op. Aan het einde van het zomerseizoen is de berekende temperatuur wel consistent $0,1^{\circ}\text{C}$ hoger dan in de situatie vóór uitbreiding.

Uit de kaart met berekende isothermen in bijlage 7 blijkt dat de warme bel grondwater van het Provinciehuis de warme bel rond de bronnen W6 en W7 van het UMCG bijna raakt. Verder blijkt dat het thermisch invloedsgebied rond de bronnen van het Provinciehuis vrijwel gelijk blijft.

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)
- andere onttrekkingen (verandering afpompings- en onttrekkingstemperatuur)
- bestaande grondwaterverontreinigingen
- beïnvloeding van oppervlaktewater
- beïnvloeding grondwaterkwaliteit

Gevolgen voor landbouw, natuur of plantsoenen

Veranderingen in de grondwaterstand ten gevolge van grondwateronttrekkingen kunnen leiden tot schade aan landbouw en natuur. De onderzoekslocatie bevindt zich in stedelijk gebied. Het opslagsysteem wordt in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket aangelegd en heeft geen effecten op de freatische grondwaterstand. Negatieve gevolgen voor landbouw, natuur of plantsoenen worden niet verwacht.

Gevolgen voor bebouwing en infrastructuur

Grondwaterstandverlagingen kunnen leiden tot zetting van de ondergrond, waardoor schade aan bebouwing en infrastructuur kan ontstaan. Uit de geohydrologische effectberekeningen blijkt dat de stijghoogteverlagingen met name in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket optreden en relatief gering zijn. Uit een zettingsberekening (in bijlage 8) blijkt dat ter plaatse van de bronnen een maximale zetting van 11 mm wordt verwacht (maximale effecten, berekend ter plaatse van bron K6). Als maat voor schade aan gebouwen wordt een grenswaarde van 16 mm aangehouden. Nadelige gevolgen voor bebouwing en infrastructuur worden derhalve niet verwacht.

Gevolgen voor andere onttrekkingen

Het geohydrologische invloedsgebied reikt in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket tot maximaal 1.300 meter rond de bronnen (5 cm verlagingsslijn), het hydrothermisch invloedsgebied tot maximaal 140 meter (0,5°C verandering ten opzichte van de achtergrondtemperatuur van het grondwater).

Het energieopslagsysteem van het Provinciehuis ligt binnen het geohydrologisch invloedsgebied. De effecten op het opslagsysteem van het Provinciehuis zijn in hoofdstuk 4 nagegaan. Hieruit blijkt dat het geohydrologisch effect van het totale opslagsysteem van UMCG ter plaatse van de warme bron van het opslagsysteem van het Provinciehuis maximaal 18 cm bedraagt. Uit de hydrothermische berekeningen blijkt dat de temperatuur van de koude bron ter plaatse van het Provinciehuis aan het einde van het zomerseizoen 0,1°C hoger is als gevolg van de uitbreiding van het opslagsysteem van het UMCG. De berekende geohydrologische en hydrothermische effecten zijn dermate gering, dat de werking van het opslagsysteem bij het Provinciehuis naar verwachting niet of vrijwel niet nadelig wordt beïnvloed.

De opslagsystemen van de RUG (0,8 km ten zuidwesten), de MBO Guyotplein (0,9 km ten westen) en Ikea liggen buiten het invloedsgebied van het opslagsysteem van het UMCG: het invloedsgebied van het UMCG strekt zich in de richting van deze opslagsystemen niet zo ver uit. De vergunde onttrekkingen ten behoeve van de saneringen van Van der Wiel en de Gemeente Groningen liggen eveneens buiten het invloedsgebied, en vinden bovendien in ondiepere bodemlagen plaats. Gevolgen voor deze onttrekkingen worden verder 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. Zoals beschreven in paragraaf 2.5 blijkt dat in de omgeving van UMCG enkele (sterke) grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn die mogelijk tot in het eerste watervoerend pakket zijn doorgedrongen. Deze grondwaterverontreinigingen liggen allen in een gebied noordwestelijk, westelijk tot zuidelijk van het opslagsysteem.

Aan de noord- en oostkant van het UMCG heeft het energieopslagsysteem invloed op de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket (berekende verlaging van het totale systeem bedraagt maximaal 8 centimeter). Aan de zuidkant en westkant worden geen significante veranderingen in het eerste watervoerend pakket berekend (stijghoogteverandering < 0,05 meter). De verontreinigingen zoals beschreven in paragraaf 2.5 liggen allen buiten het invloedsgebied in het eerste watervoerend pakket van het opslagsysteem. Derhalve worden negatieve effecten van het systeem op grondwaterverontreinigingen in het eerste watervoerend pakket niet verwacht.

In het tweede en derde watervoerend pakket zijn geen grondwaterverontreinigingen bekend. Negatieve gevolgen, zoals ongewenste verspreiding, zullen hier dan ook niet optreden.

Gevolgen voor oppervlaktewater

In de omgeving van het UMCG zijn singels, vaarten en vijvers aanwezig. Het opslagsysteem wordt in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket aangelegd en heeft geen effecten op de freatische grondwaterstand. Gevolgen voor het oppervlaktewater worden dan ook niet verwacht.

Gevolgen voor de grondwaterkwaliteit

Het opslagsysteem wordt aangelegd in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket. Het grondwater in het gecombineerde tweede en derde watervoerend pakket op de locatie bestaat volgens de beschikbare gegevens uit brak tot zout water. 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 gebouwcircuit. Door deze scheiding zal alleen beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit kunnen optreden als er sprake is van een lekkage van de warmtewisselaar. Omdat het gebouwcircuit wordt gevuld met leidingwater waaraan verder geen andere stoffen (koelmiddel) worden toegevoegd, zal een eventuele lekkage van de warmtewisselaar geen verslechtering van de kwaliteit van het grondwater veroorzaken.

Bijlage 1

Ligging locatie



Bijlage 2

**Kadastrale kaart en situatie met ligging bronnen
(tek. nr. 27059301-T1)**



Deze kaart is noordgericht

Klantenreferentie

Legenda

12345 Perceelnummer

25 Huisnummer

— Kadastrale grens

— Bebouwing/topografie

Voor een eemeluudend uittreksel, GRONINGEN, 16 juni 2008.
De afwaarder van het kadaster en de openbare registers

Uittreksel uit de kadastrale kaart

Kadastrale gemeente GRONINGEN A T/M R

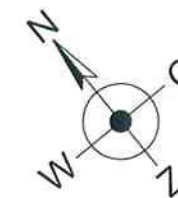
Sektie A

Perceelnummer 10922

Schaal 1: 2000

Aan dit uittreksel mogen geen rechten worden ontleend.
De auteursrechten zijn voorbehouden aan de Dienst voor het kadaster en de openbare registers



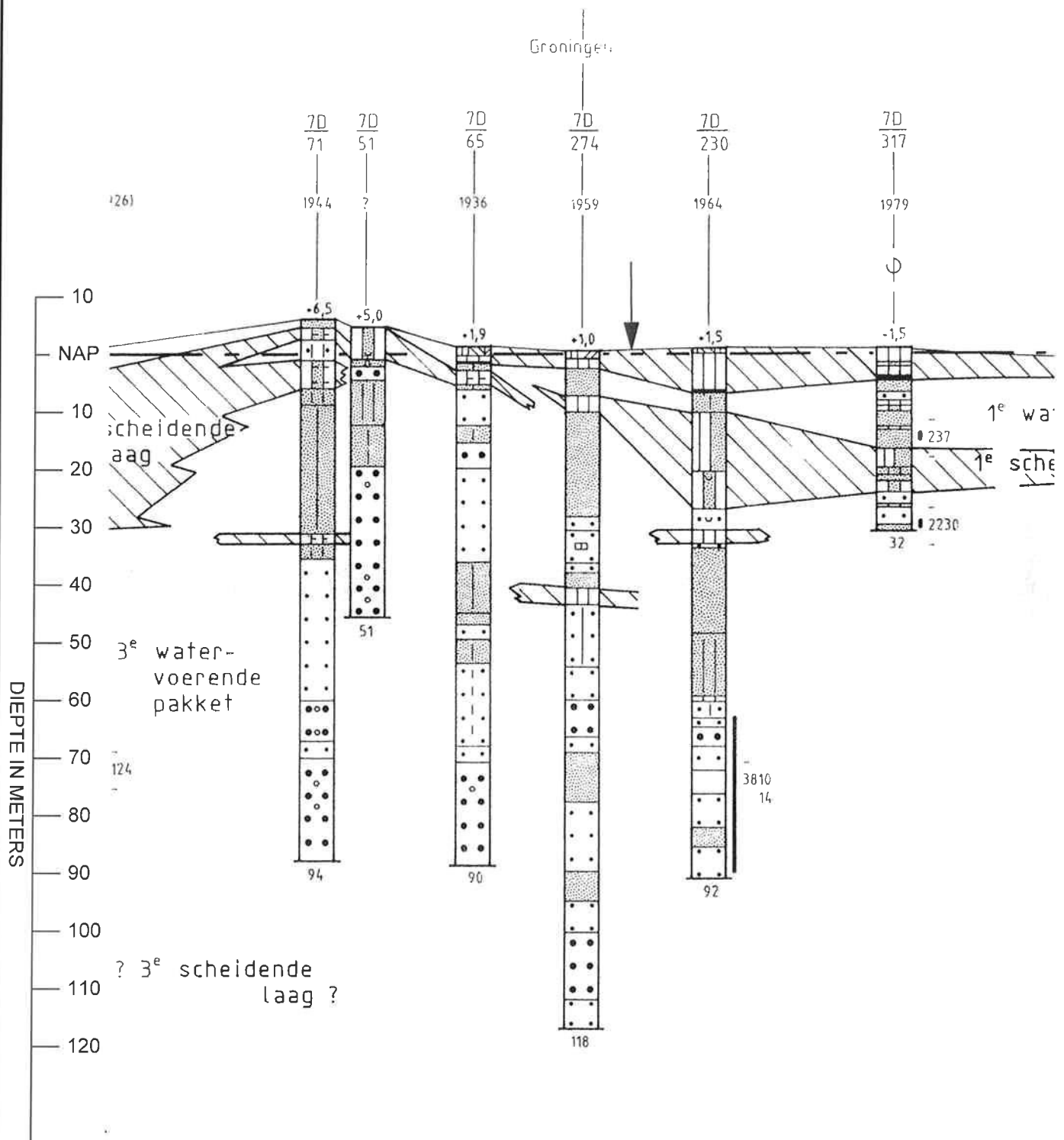


Titel:	Situatie met ligging bronnen	D C B A
Project:	Energieopslag UMCG	
Locatie:	Hanzeplein 1	
Plaats:	Groningen	
Opdrachtgever:	Universitair Medisch Centrum Groningen	
		Datum: 17-06-2008
		Tekeningnr.: 27059301-T1
		Relatienr.: 6762.01
		Documentnr.: 270593
		Gefekend: [redacted]
		Schaal: 1:2.000
Regentesselaan 2 3818 HJ Postbus 1526 3800 BM Amersfoort Tel. 033 - 4221310 Email bodem@kwa.nl		

0 20 40 60 80 100m.

Bijlage 3

**Geohydrologisch dwarsprofiel (tek. nr. 27059302-T1)
en REGIS-dwarsdoorsnede**



Titel: Geohydrologisch dwarsprofiel
 Project: Energieopslag UMCG
 Locatie: Hanzeplein 1
 Plaats: Groningen
 Opdrachtgever: Universitair Medisch Centrum Groningen

D
C
B
A

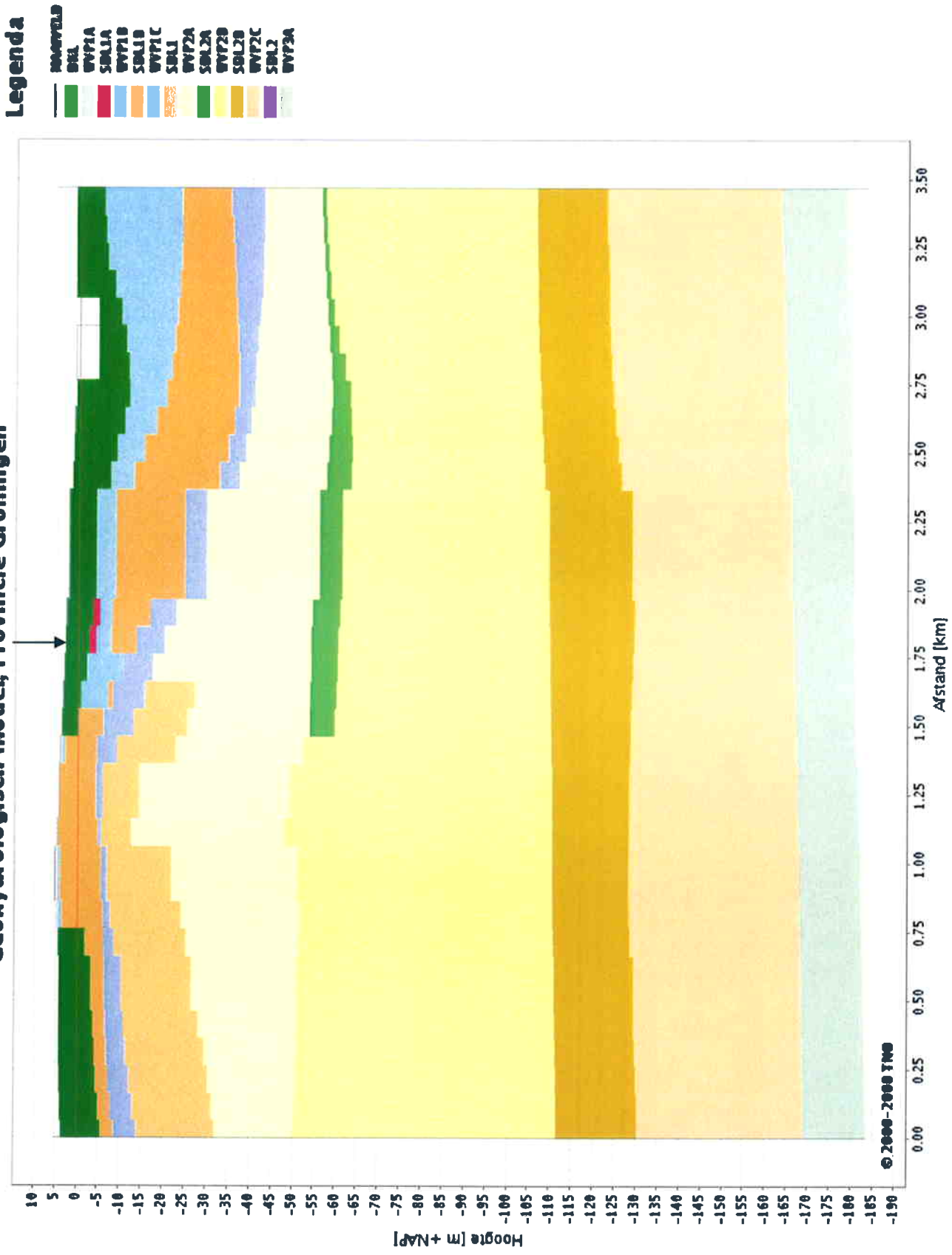
17-06-2008
Datum:

KwA
 bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
 Postbus 1526 3800 BM
 Amersfoort
 Tel. 033 - 4221310
 Email bodem@kwa.nl

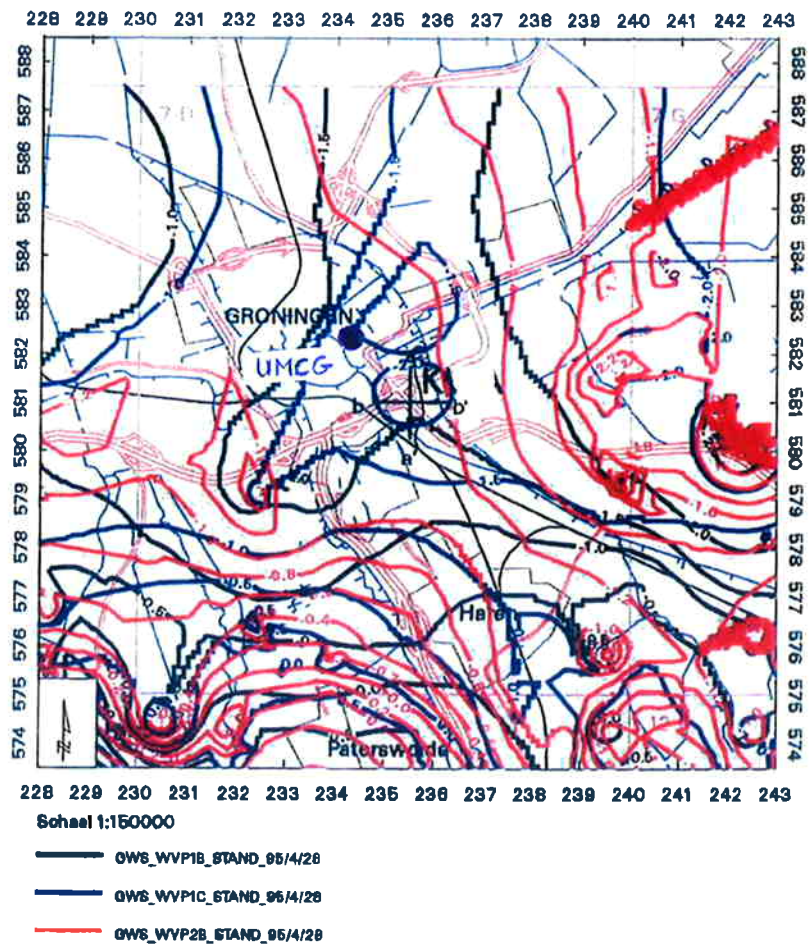
Tekeningnr.: 27059302-T1
 Relatienr.: 6762.01
 Documentnr.: 270593
 Getekend: [Redacted]
 Formaat: A4
 Schaal: H:1:50.000/V:1:1.000

Geohydrologisch model, Provincie Groningen



Bijlage 4

Isohypsenpatroon

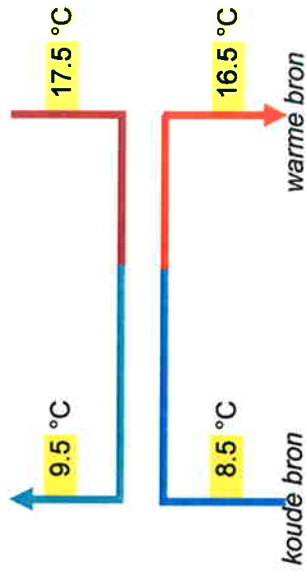


Bijlage 5

Energieopslagsysteem: water- en energiebalans

Energieopslagsysteem: water- en energiebalans uitbreiding opslagsysteem

Zomersituatie



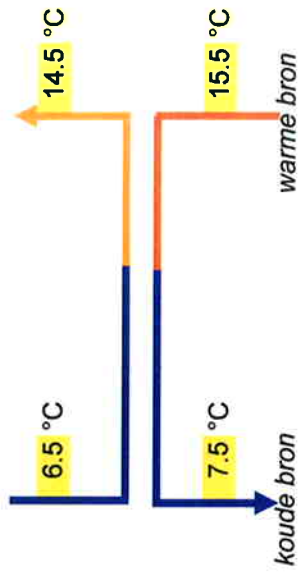
secundair
debiet (m³/h)
capaciteit (kW)

600 = 167 liter/sec
5,585

primair
gemiddeld debiet (m³/h)
aantal eq vollast draaiuren
capaciteit (kW)
debiet (m³/seizoen)
ontladen koude (MWh)

600 = 167 liter/sec
2,000 = 83 dagen
5,585
1,200,000
11,171

Wintersituatie



secundair
debiet (m³/h)
capaciteit (kW)

600 = 167 liter/sec
5,585

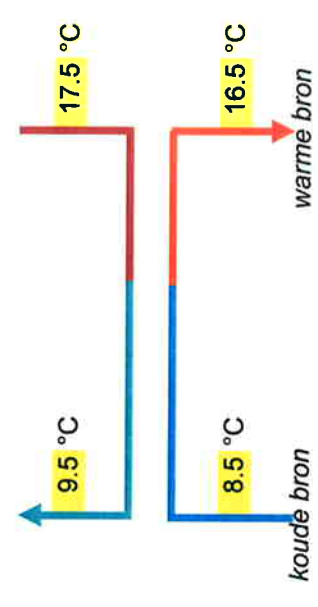
primair
debiet (m³/h)
aantal eq vollast draaiuren
capaciteit (kW)
debiet (m³/seizoen)
geladen koude (MWh)

600 = 167 liter/sec
2,000 = 83 dagen
5,585
1,200,000
11,171

Energieopslagsysteem: water- en energiebalans totale systeem na uitbreiding



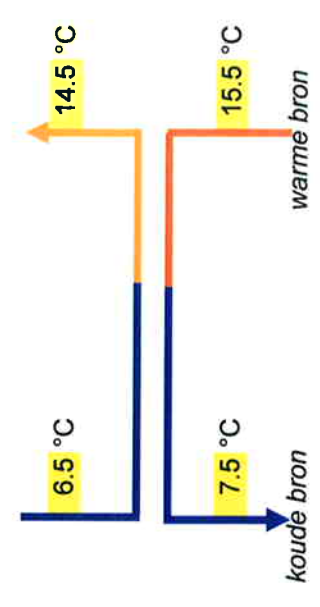
Zomersituatie



secundair
debiet (m3/h) 900 = 250 liter/sec
capaciteit (kW) 8,378

primair
gemiddeld debiet (m3/h) 900 = 250 liter/sec
aantal eq vollast draaiuren 1,597 = 67 dagen
capaciteit (kW) 8,378
debiet (m3/seizoen) 1,437,500
ontladen koude (MWh) 13,381

Wintersituatie

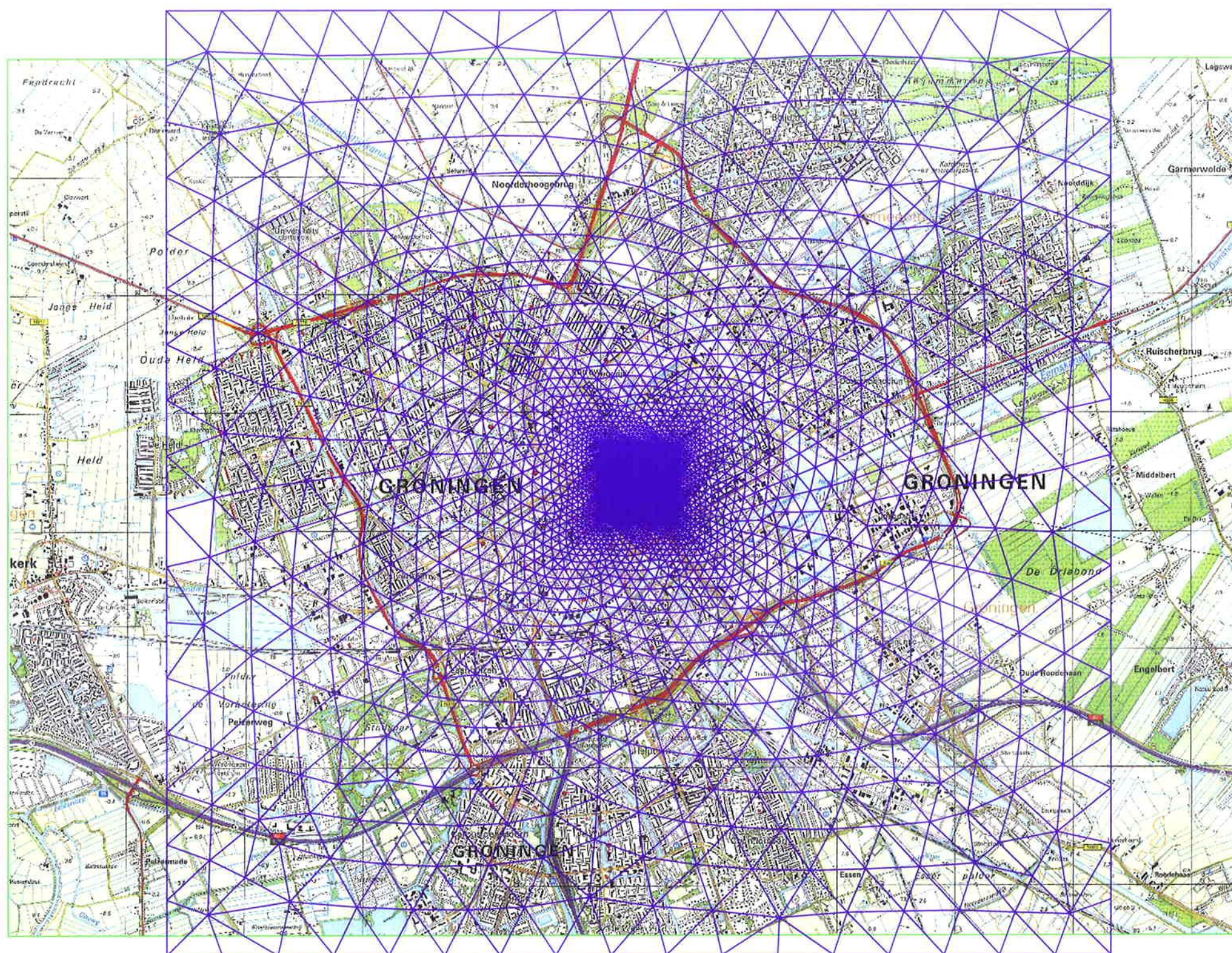


secundair
debiet (m3/h) 900 = 250 liter/sec
capaciteit (kW) 8,378

primair
debiet (m3/h) 900 = 250 liter/sec
aantal eq vollast draaiuren 1,597 = 67 dagen
capaciteit (kW) 8,378
debiet (m3/seizoen) 1,437,500
geladen koude (MWh) 13,381

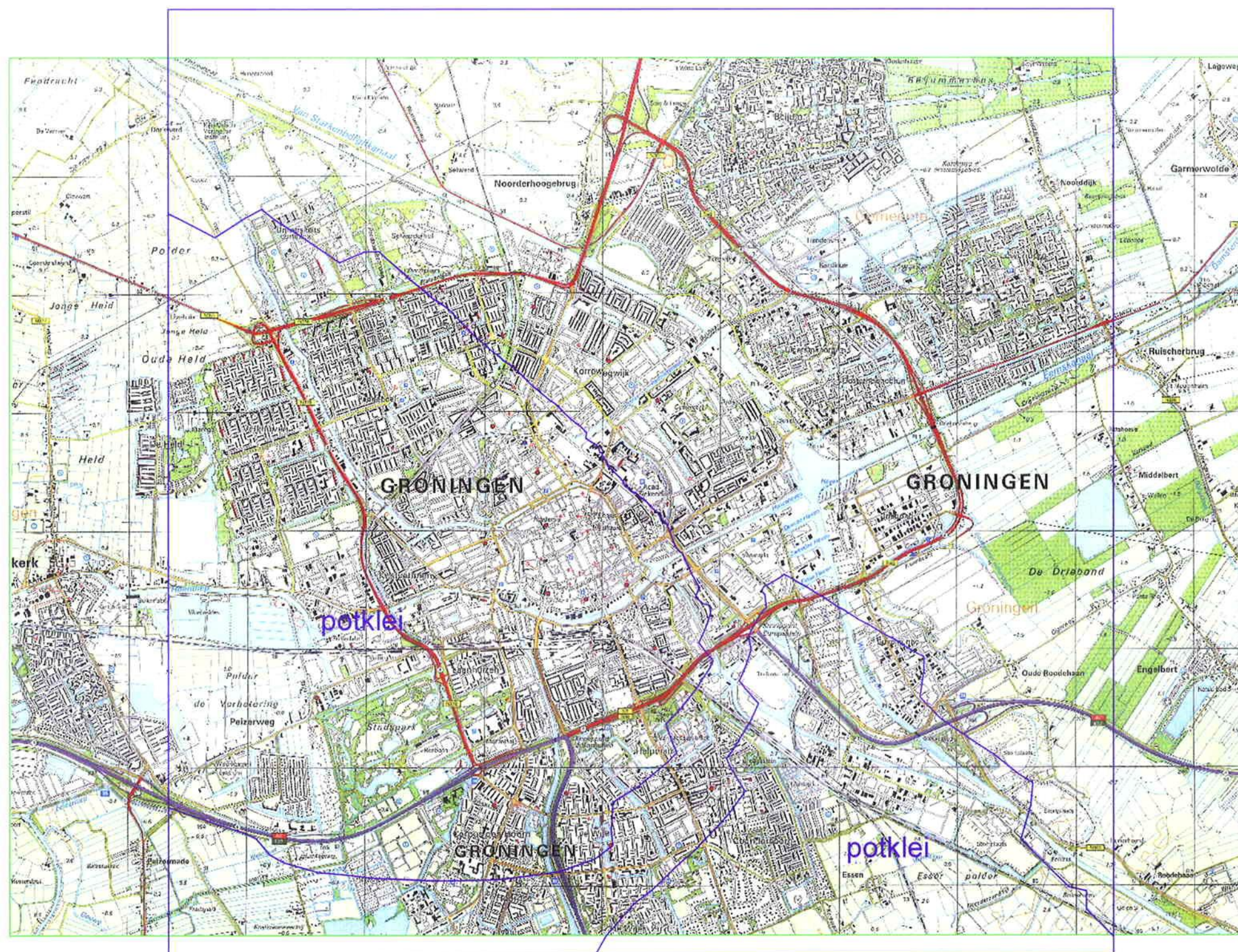
Bijlage 6

**Geohydrologische effectberekening
(tek. nr. 27059303-T1 t/m 27059303-T6)**



Titel:	Modelgrid hydrologische effectberekening	D C B A	23-07-08 Datum:
Project:	Energieopslag UMCG		
Locatie	Hanzeplein 1		
Plaats	Groningen		
Opdrachtgever:	Universitair Medisch Centrum Groningen		
		Tekeningnr.:	27059303-T1
Regentesselaan 2 3818 HJ Postbus 1526 3800 BM Amersfoort Tel. 033 - 4221310 Email bodem@kwa.nl		Relatienr.:	6760.01
		Documentnr.:	2705930DR01
		Getekend:	
		Formaat:	A3
		Schaal:	1:40.000

0 400 800 1200 1600 2000m



Titel: Verbreiding potklei in het model
Project: Energieopslag UMCG
Locatie: Hanzeplein 1
Plaats: Groningen
Opdrachtgever: Universitair Medisch Centrum Groningen

D
C
B
A

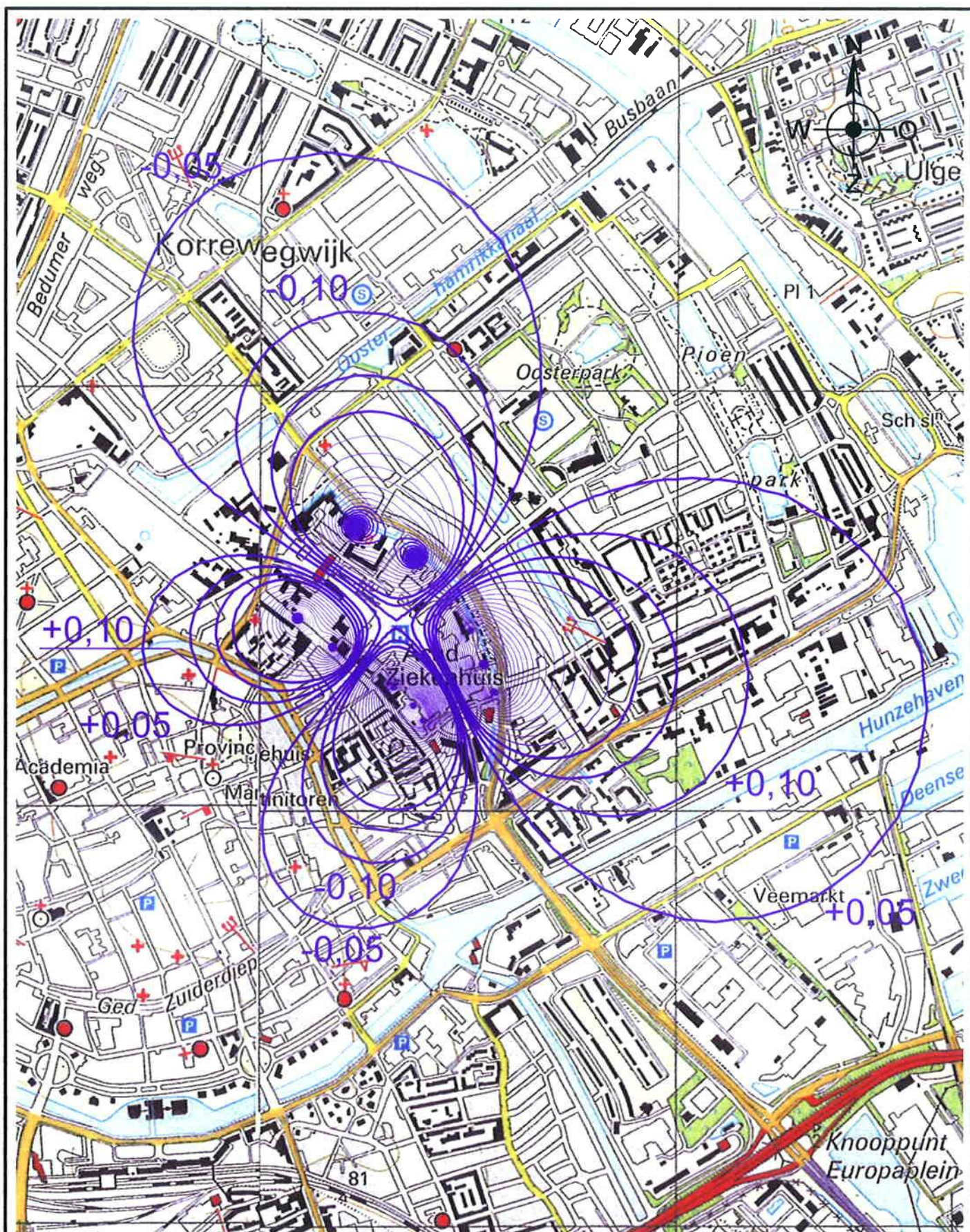
23-07-08
Datum:

KWA
bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
Postbus 1526 3800 BM
Amersfoort
Tel. 033 - 4221310
Email bodem@kwa.nl

Tekeningnr.: 27059303-T2
Relatienr.: 6760.01
Documentnr.: 27059303001
Getekend: [Signature]
Formaat: A3
Schaal: 1:60.000

0 400 800 1200 1600 2000m



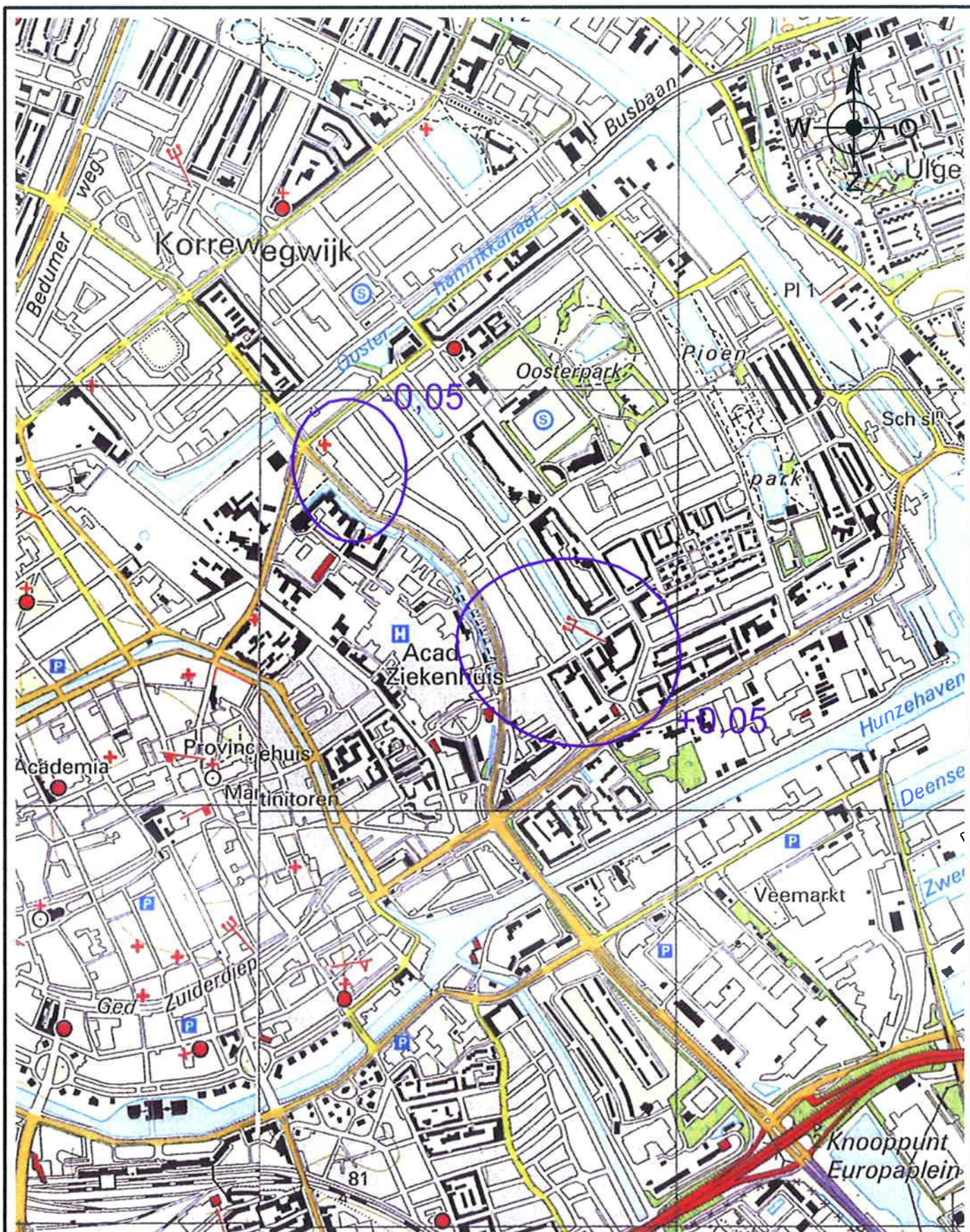
Titel:	Stijghoogteverandering (m), wvp 2+3, door uitbreiding (zomerperiode)	D
Project:	Energieopslag UMCG	C
Locatie:	Hanzeplein 1	B
Plaats:	Groningen	A
Opdrachtgever:	Universitair Medisch Centrum Groningen	23-07-08
		Datum:

KWA
bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
Postbus 1526 3800 BM
Amersfoort
Tel. 033 - 4221310
Email bodem@kwa.nl

Tekeningnr.: 27059303-T3
Relatienr.: 6762.01
Documentnr.: 270593030001
Gefekend:
Formaat:
Schaal: 1:12.500

0 100 200 300 400 500m



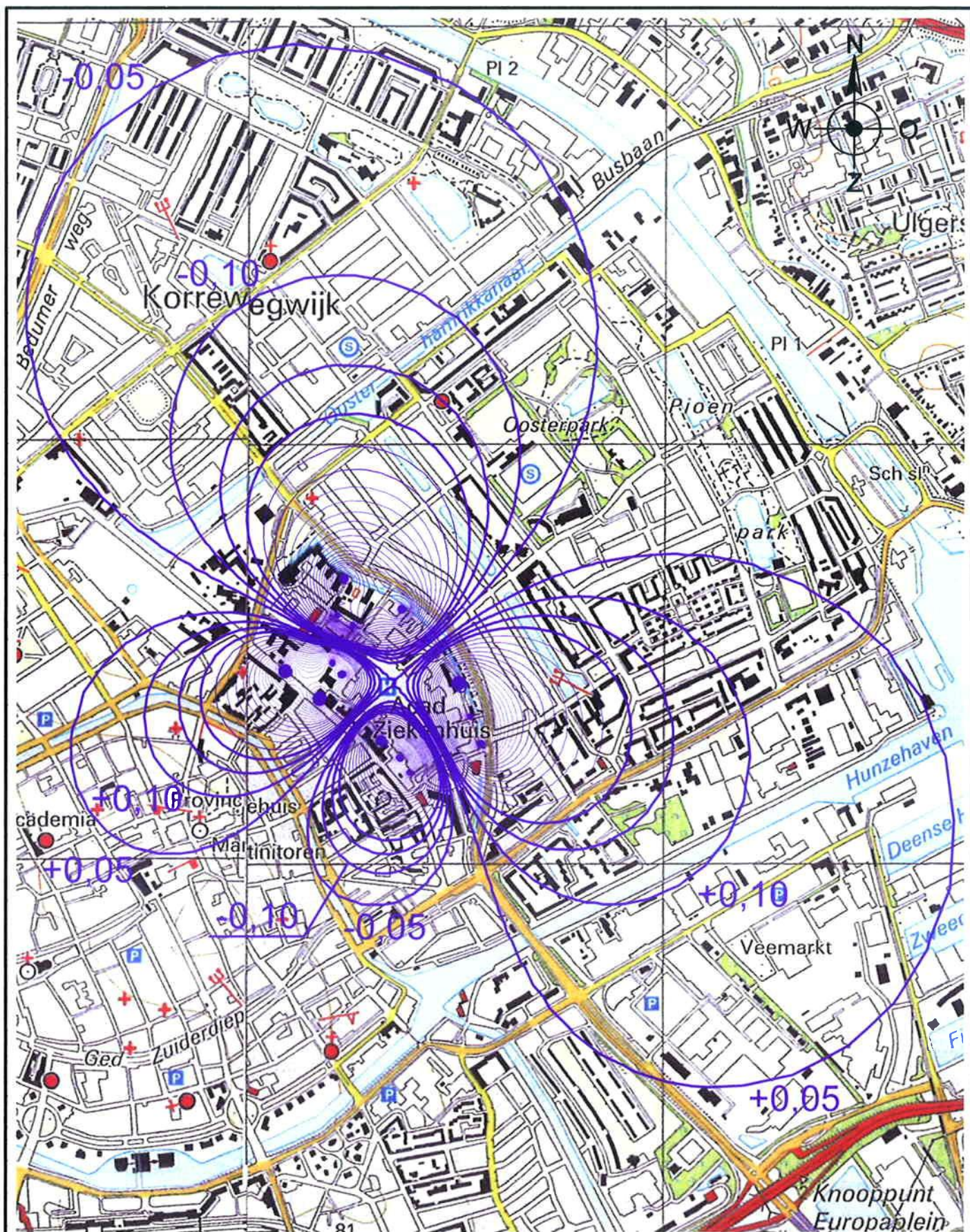
Titel:	Stijghoogteverandering (m), wvp 1, door uitbreiding (zomerperiode)	
Project:	Energieopslag UMCG	D
Locatie:	Hanzeplein 1	C
Plaats:	Groningen	B
Opdrachtgever:	Universitair Medisch Centrum Groningen	A
		23-07-08
		Datum:

KWA
bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
Postbus 1526 3800 BM
Amersfoort
Tel. 033 - 4221310
Email bodem@kwa.nl

Tekeningnr.: 27059303-T4
Relatienr.: 6762.01
Documentnr.: 2705930DR01
Gefekend: [REDACTED]
Formaat: A4
Schaal: 1:12.500

0 100 200 300 400 500m



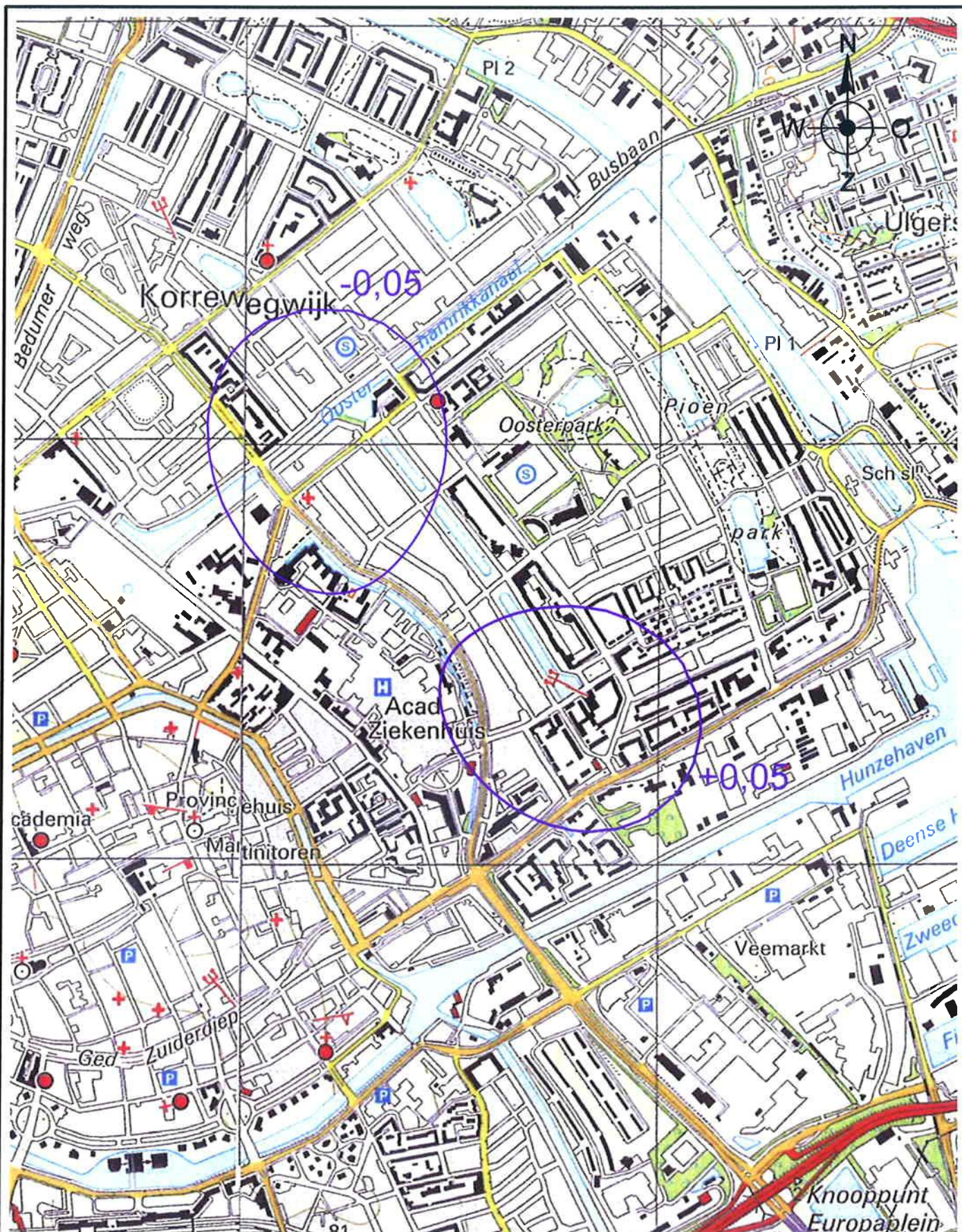
Titel:	Stijghoogteverandering (m), wvp 2+3, totale syteem (zomerperiode)	
Project:	Energieopslag UMCG	D
Locatie:	Hanzeplein 1	C
Plaats:	Groningen	B
Opdrachtgever:	Universitair Medisch Centrum Groningen	A
		23-07-08
		Datum:

KWA
bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
Postbus 1526 3800 BM
Amersfoort
Tel. 033 - 4221310
Email bodem@kwa.nl

Tekeningnr.: 27059303-T5
Relatienr.: 6762.01
Documentnr.: 27059303DR01
Getekend: [Redacted]
Formaat: A4
Schaal: 1:12.500

0 100 200 300 400 500m.



Titel:	Stijghoogteverandering (m), wvp 1, totale syteem (zomerperiode)	D C B A
Project:	Energieopslag UMCg	
Locatie:	Hanzeplein 1	
Plaats:	Groningen	
Opdrachtgever:	Universitair Medisch Centrum Groningen	Datum: 23-07-08

KWA
bedrijfsadviseurs

Regentesselaan 2 3818 HJ
Postbus 1526 3800 BM
Amersfoort
Tel. 033 - 4221310
Email bodem@kwa.nl

Tekeningnr.: 27059303-T6
Relatienr.: 6762.01
Documentnr.: 27059303-T6
Getekend: [Redacted]
Formaat: A4
Schaal: 1:12.500

0 100 200 300 400 500m

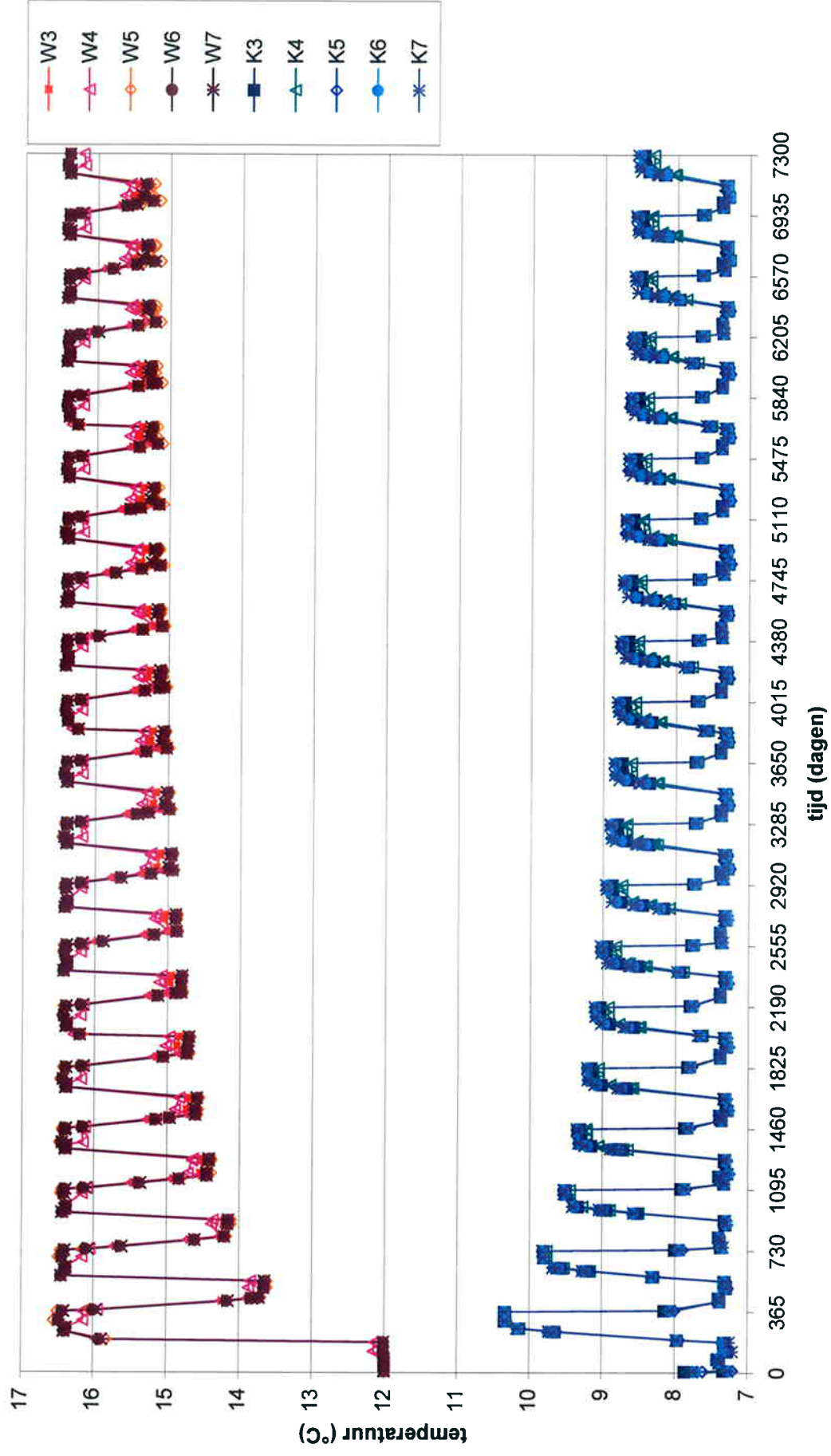
Bijlage 7

**Hydrothermische effectberekening
(tek. nr. 27059303-T7 t/m 27059303-T9)**

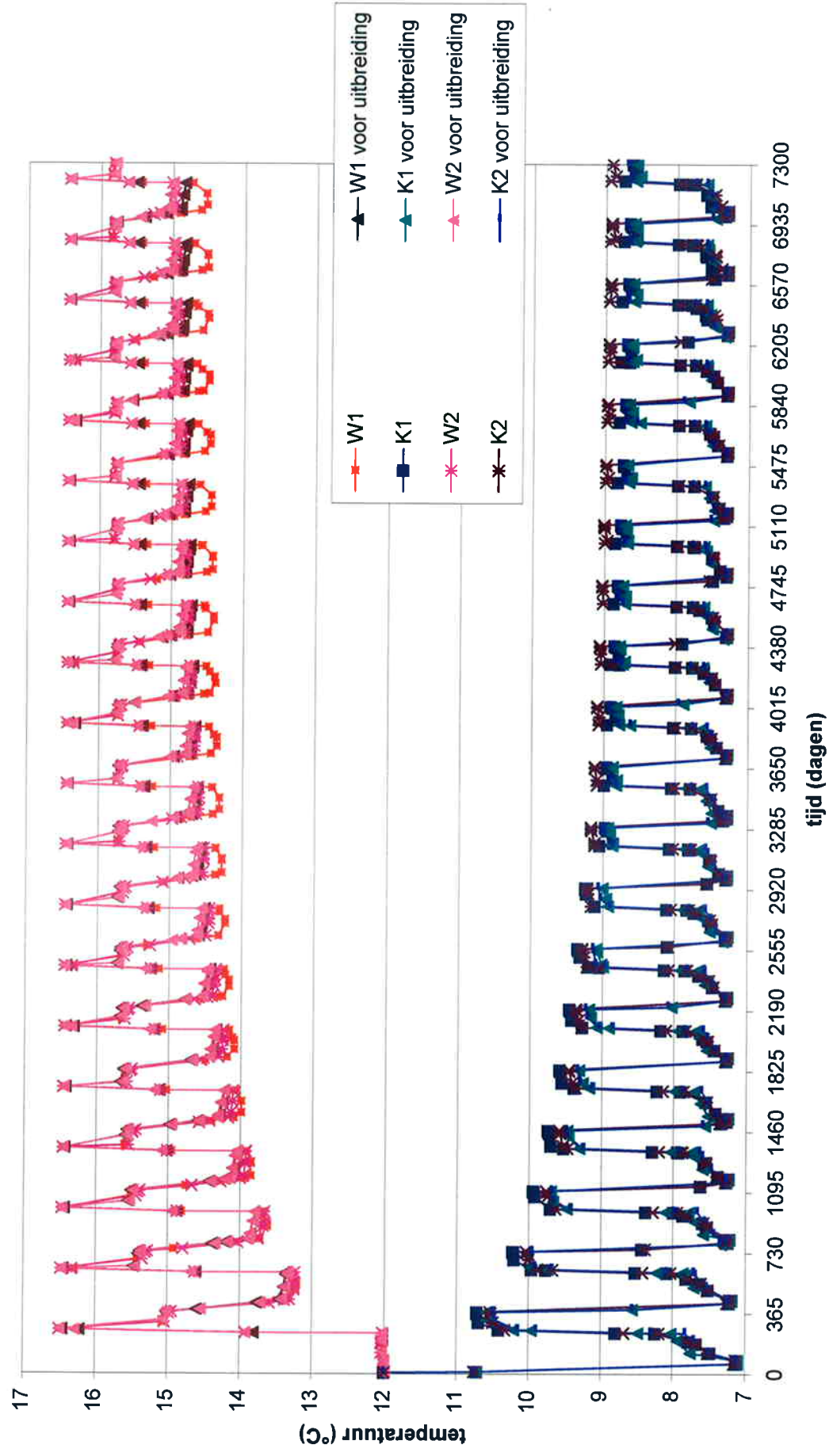
Invoergegevens HST3D

– natuurlijke grondwatertemperatuur	12	°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
– thermische conductiviteit klei	1,7	W/m °C
– porositeit	0,3	(-)
– diameter boring	600	mm

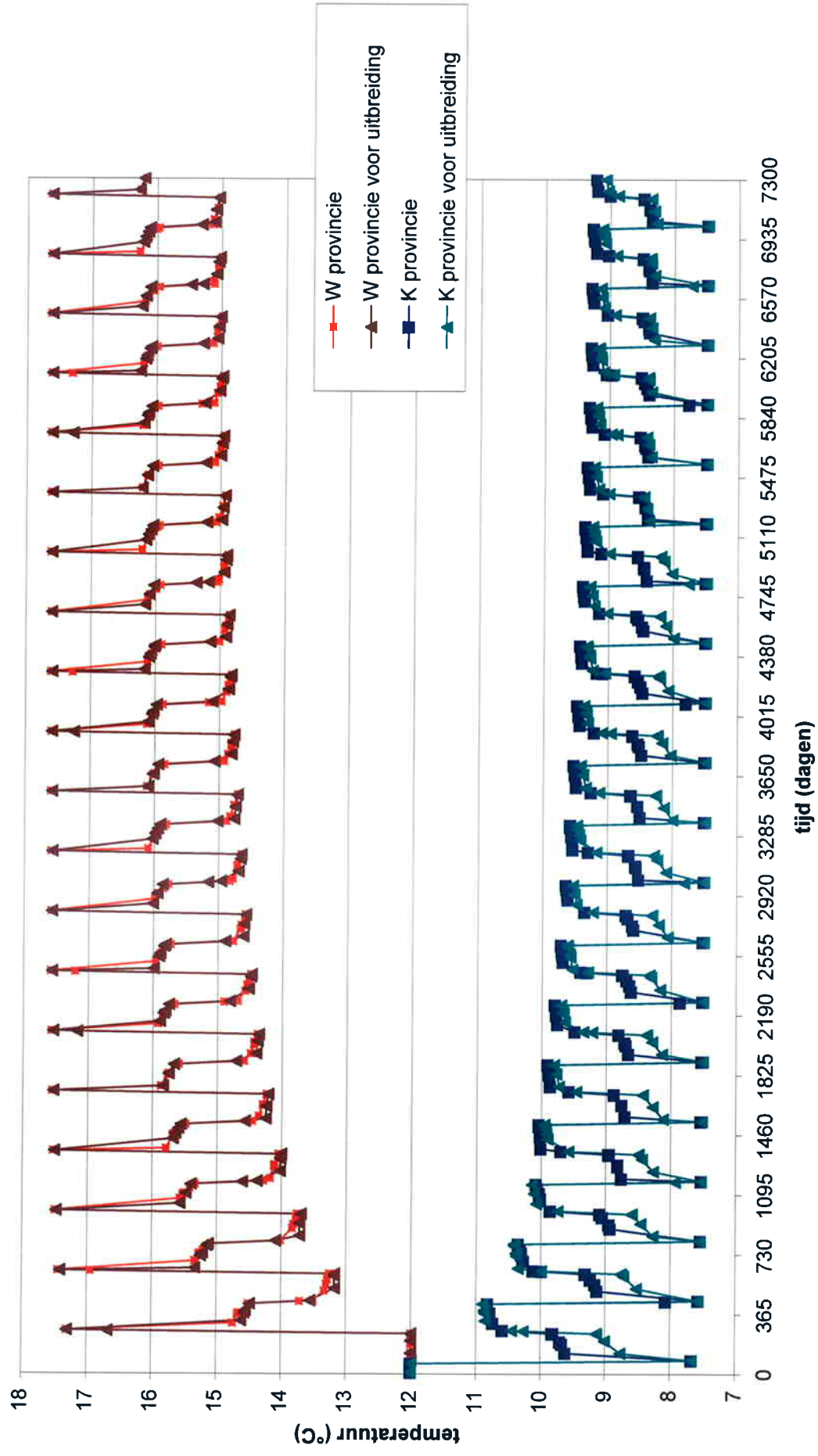
Temperatuurverloop in de bronnen gedurende 20 jaar energieopslag

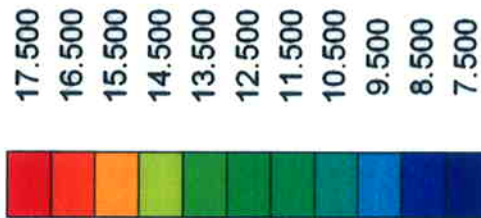
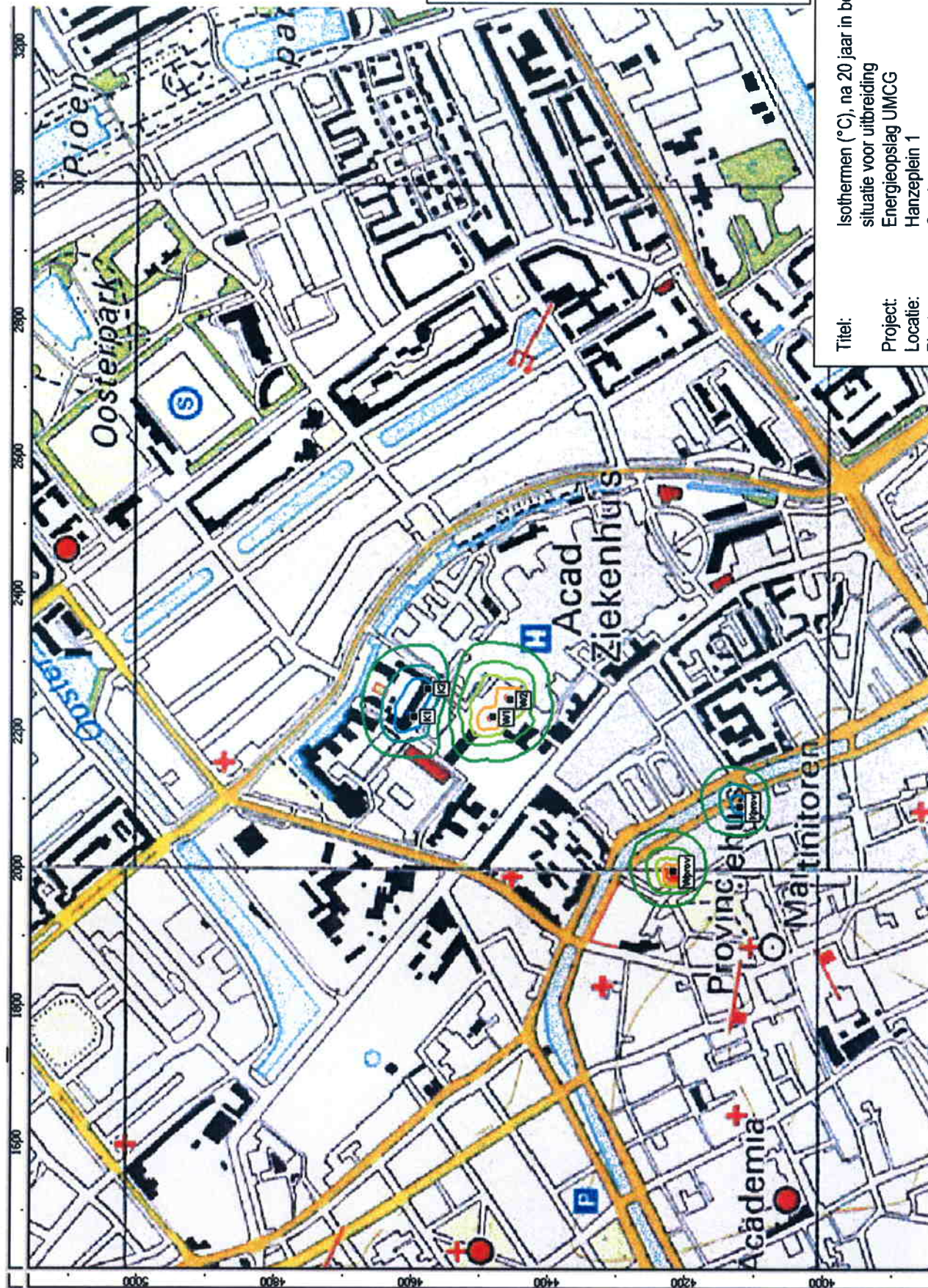


Temperatuurverloop in de bestaande bronnen van UMG gedurende 20 jaar energieopslag



Temperatuurverloop in de bronnen van het provinciehuis gedurende 20 jaar energieopslag





Titel: Isothermen (°C), na 20 jaar in bedrijf, situatie voor uitbreiding

Project: Energieopslag UMCG

Locatie: Hanzeplein 1

Plaats: Groningen

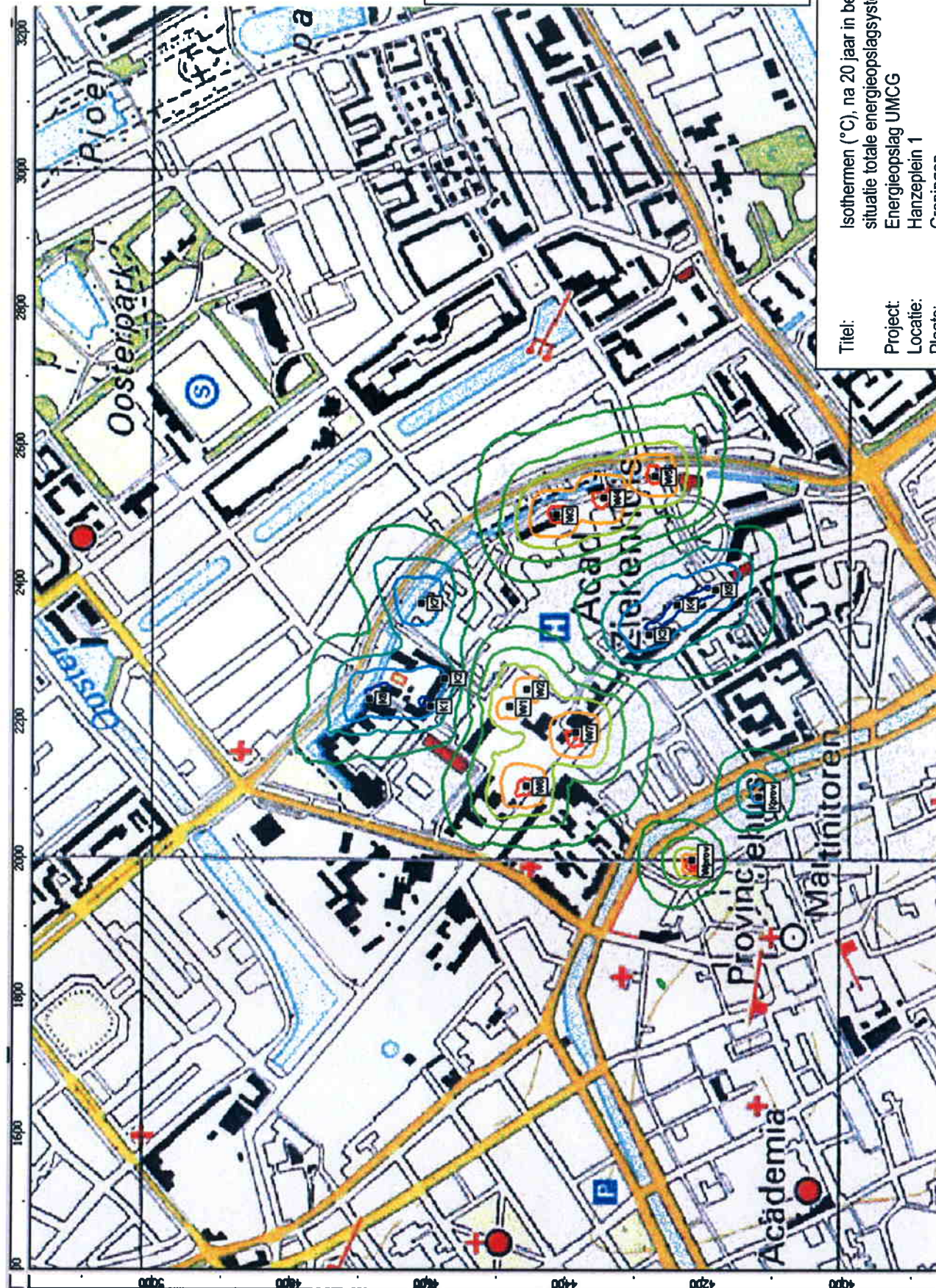
Opdrachtgever: Universitair Medisch Centrum Groningen

Tekening nr.: 27059303-T8

KWA Bedrijfsadviseurs

Postbus 1526 BM Amersfoort

Tel. 033 - 4221310



17.500
16.500
15.500
14.500
13.500
12.500
11.500
10.500
9.500
8.500
7.500



Titel: Isothermen (°C), na 20 jaar in bedrijf,
situatie totale energieopslagsysteem
Project: Energieopslag UMCG
Locatie: Hanzeplein 1
Plaats: Groningen
Opdrachtgever: Universitair Medisch Centrum Groningen
Tekening nr: 27059303-T9

KWA Bedrijfsadviseurs
Postbus 1526 BM Amersfoort
Tel. 033 - 4221310

Bijlage 8

Zettingsberekening

Zettingsberekening
UMCG Groningen

berekening zetting ter plaatse van bron K6

Huidige situatie

	m+NAP	m-mv
maaiveld	1.0	
stijghoogte 0	0.25	-0.75
stijghoogte 1	-1.50	-2.50
stijghoogte 2a	-1.00	-2.00
stijghoogte 2b	-1.00	-2.00
stijghoogte 2c	-1.00	-2.00

Energieopslag en osmose in gebruik

	m+NAP	m-mv
maaiveld	1.0	
stijghoogte 0	0.25	-0.75
stijghoogte 1	-1.57	-2.57
stijghoogte 2a	-1.48	-2.48
stijghoogte 2b	-3.20	-4.20
stijghoogte 2c	-1.14	-2.14

Zetting

zetting
0.011 m

Profiel	Diepte	Dikte	Gewicht	Zettings	head	total	total	water	grain	grain	head	total	total	water	grain	grain	change in
	m-mv	m	kg/m3	constante	m-mv	pressure	pressure	pressure	pressure	pressure	m-mv	pressure	pressure	pressure	pressure	pressure	grain press
				(-)		kPa	kPa	kPa	kPa	kPa		kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	zetting
																	m
0 deklaag	0	6	1800	150	-0.75	0.0	48.0	-7.5	13.8	7.5	-0.75	0.00	48.00	-7.5	13.4	7.5	0.35
1 wvp1	6	11	2000	1500	-2.50	96.0	206.0	35.0	90.0	61.0	-2.57	96.00	206.00	34.3	89.3	61.7	0.70
	17				-2.50	316.0		145.0		171.0	-2.57	316.00		144.3		171.7	0.000
sdl1	18	18	1800	25	-2.00	640.0	478.0	330.0	237.5	240.5	-2.48	640.00	478.00	325.2	234.8	243.3	2.75
2a wvp2+3	35	30	2000	1500	-2.00	1240.0	940.0	630.0	480.0	310.0	-4.20	1240.00	940.00	608.0	466.8	314.8	0.001
2b wvp2+3	65	50	2000	1500	-2.00	2240.0	1740.0	1130.0	880.0	610.0	-4.20	2240.00	1740.00	1108.0	858.0	632.0	22.00
2c wvp2+3	115	100	2000	1500	-2.00	4240.0	3240.0	2130.0	1630.0	1110.0	-2.14	4240.00	3240.00	2128.6	1618.3	1132.0	11.70
	215									2110.0						2111.4	0.000

Zetting en zettingsverhang

berekende zetting ter plaatse van bron K6	11 mm
zetting op 25 meter afstand van bron K6	10 mm
zettingsverhang	0.02 mm per meter

Bijlage 2

BOORBESCHRIJVING VAN DE BRONNEN VAN HET BODEMENERGIESYSTEEM VAN UMCg

BOORPROFIEL

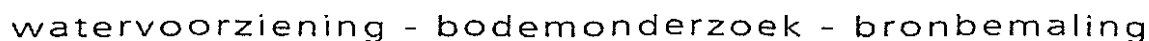
Boring : W1

Plaats : GRONINGEN
Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 22-09 t/m 01-10-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_2
Boringnummer : 3674

Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : 
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlgs. NEN 5104	M-waarde
0.00 - 1.00	ZAND, matig grof, grijs	300
1.00 - 2.00	ZAND, matig grof, grijs, matig sterk grindig	300
2.00 - 3.00	ZAND, uiterst grof, geel, matig sterk grindig	550
3.00 - 4.00	ZAND, uiterst grof, geel, matig grindig, zwak kleiig	420
4.00 - 5.00	KLEI, matig vast, grijs	
5.00 - 6.00	ZAND, matig grof, grijs, matig kleiig	220
6.00 - 8.00	ZAND, zeer grof, geel/grijs	340
8.00 - 9.00	ZAND, matig grof, geel/grijs, zwak siltig	240
9.00 - 10.00	ZAND, zeer grof, geel	330
10.00 - 11.50	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	550
11.50 - 13.00	KLEI, matig vast, grijs	
13.00 - 16.00	ZAND, matig fijn, grijs, matig kleiig	180
16.00 - 22.00	KLEI, matig vast, grijs	
22.00 - 23.00	KLEI, matig vast, grijs, veel stenen	
23.00 - 27.00	KLEI, matig vast, donker-grijs, veel stenen	
27.00 - 30.00	KLEI, matig vast, donker-grijs, matig zandig, weinig stenen	
30.00 - 31.00	KLEI, matig vast, donker-grijs, sterk zandig, matig grindig	
31.00 - 32.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig, zwak kleiig, matig steentjes	1000
32.00 - 36.00	ZAND, uiterst grof, grijs	700
36.00 - 38.00	ZAND, uiterst grof, grijs	640
38.00 - 41.00	ZAND, matig grof, grijs	230
41.00 - 42.00	KLEI, matig vast, grijs	
42.00 - 43.00	KLEI, matig slap, grijs, matig zandig	
43.00 - 44.00	ZAND, matig fijn, grijs	180
44.00 - 52.00	ZAND, matig grof, grijs	220
52.00 - 55.00	ZAND, matig grof, grijs	250
55.00 - 61.00	ZAND, matig grof, grijs	230
61.00 - 66.00	ZAND, matig grof, grijs	260
66.00 - 67.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig, matig weinig houtresten	450



BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING HOFLEVERANCIER



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

Boring : W1

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_2
Boringnummer : 3674

[illegible]



watervoorziening - bodemonderzoek - bronbemaling

grondboorbedrijf
haitjema b.v.

BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING HOFLEVERANCIER



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 : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 22-09 t/m 01-10-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : APP200017111-DE_2
Boringnummer : 3674

Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : XXXXXXXXXX
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.	lengte m	mat.	diam. mm	perf. mm	filtergrind
opzetbuis	+ 0.13 - 24.36	24.49	pvc	369.2/400		
stijgbuis	24.36 - 70.82	46.46	pvc	230.8/250		
filter	70.82 - 109.30	38.48	pvc	230.8/250	0.6	0.8-1.25
zandvang	109.30 - 110.00	0.70	pvc	230.8/250		

PEILBUISCONSTRUCTIE

stijgbuis m-m.v.	diam. mm	mat.	nr.	filter m-m.v.	mat.	perf. mm	diam. mm
+ 0.50 - 45.40	103/110	pvc	I1	45.40 - 65.00	pvc	0.6	103/110
+ 0.50 - 90.00	36/40	pvc	pf.1	90.00 - 92.00	pvc	0.5	36/40
92.00 - 110.00	36/40	pvc					

CAPACITEITSPROEF

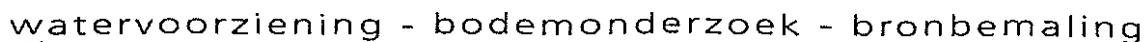
proefpompen d.d.:							
		bron	pf. 1	pf. 2	pf. 3	pf. 4	pf. 5
ruststand in m -							
daling in m bij	m³/uur						
daling in m bij	m³/uur						
daling in m bij	m³/uur						
daling in m bij	m³/uur						

VERBINDINGEN

Lijm/tromp

AFWERKING/OPMERKINGEN

Stalen kap ø 400 mm



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

[illegible]



watervoorziening - bodemonderzoek - bronbemaling

grondboorbedrijf
haitjema b.v.

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 : K2

Plaats : GRONINGEN
Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 02-10 t/m 14-10-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_3
Boringnummer : 3675
Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : [REDACTED]
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
ø 650 – 30.00 m
ø 500 – 111.00 m

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlgs. NEN 5104	M-waarde
0.00 - 6.00	KLEI, matig slap, grijs	
6.00 - 7.00	ZAND, matig grof, geel	220
7.00 - 8.00	ZAND, matig grof, geel	260
8.00 - 9.00	KLEI, matig slap, geel/grijs, matig zandig	
9.00 - 11.00	ZAND, zeer grof, grijs, matig kleiig, matig weinig grindjes	380
11.00 - 12.00	KLEI, zeer slap, grijs	
12.00 - 16.00	ZAND, matig fijn, licht-grijs, matig siltig	180
16.00 - 19.00	KLEI, matig slap, bruin/grijs, zwak zandig	
19.00 - 20.00	KLEI, matig vast, bruin/grijs, matig veel stenen, grove stenen	
20.00 - 21.00	KLEI, matig vast, bruin/grijs, zeer weinig stenen	
21.00 - 22.00	ZAND, matig grof, geel/grijs, zwak kleiig	220
22.00 - 23.00	ZAND, matig grof, geel/grijs, sterk kleiig	220
23.00 - 24.00	ZAND, matig grof, geel/grijs	250
24.00 - 26.00	ZAND, matig grof, geel/grijs, matig kleiig	250
26.00 - 30.00	KLEI, matig vast, grijs, zwak zandig	
30.00 - 31.00	ZAND, zeer grof, grijs	380
31.00 - 32.00	ZAND, matig grof, grijs	270
32.00 - 33.00	KLEI, matig slap, grijs, uiterst zandig	
33.00 - 34.00	KLEI, matig slap, grijs	
34.00 - 35.00	ZAND, zeer grof, grijs, sterk kleiig	380
35.00 - 36.00	ZAND, uiterst grof, grijs	500
36.00 - 37.00	ZAND, matig grof, grijs	240
37.00 - 38.00	GRIND, matig fijn, grijs, sterk zandig	
38.00 - 39.00	ZAND, matig grof, grijs, sterk grindig, weinig kleisteen, stenen	220
39.00 - 42.00	ZAND, matig fijn, grijs	
42.00 - 43.00	ZAND, matig fijn, grijs, sterk kleiig, weinig kleisteen	
43.00 - 55.00	ZAND, matig grof, grijs	260
55.00 - 58.00	ZAND, matig grof, grijs	280
58.00 - 60.00	ZAND, matig grof, grijs	260



grondboorbedrijf

haitjema b.v.

BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING HOF LEVERANCIEER



watervoorziening - bodemonderzoek - bronbemaling

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

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

BOORPROFIEL vervolg -1-

Boring : K2

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_3
Boringnummer : 3675

[illegible]



watervoorziening - bodemonderzoek - bronbemaling

grondboorbedrijf
haitjema b.v.

BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING HOF LEVERANCIER



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 : K2

Plaats : GRONINGEN
Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 02-10 t/m 14-10-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : APP200017111-DE_3
Boringnummer : 3675

Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : XXXXXXXXXX
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.	lengte m	mat.	diam. mm	perf. mm	filtergrind
opzetbuis	+ 0.25 - 24.36	24.61	pvc	369.2/400		
stijgbuis	24.36 - 69.38	45.02	pvc	230.8/250		
filter	69.38 - 79.00	9.62	pvc	230.8/250	0.6	0.8-1.25
" (blind)	79.00 - 82.00	3.00	pvc	230.8/250		
filter	82.00 - 109.86	27.86	pvc	230.8/250	0.6	0.8-1.25
zandvang	109.86 - 110.56	0.70	pvc	230.8/250		

PEILBUISCONSTRUCTIE

stijgbuis m-m.v.	diam. mm	mat.	nr.	filter m-m.v.	mat.	perf. mm	diam. mm
+ 0.50 - 44.00	103/110	pvc	I1	44.00 - 63.60	pvc	0.6	103/110
+ 0.50 - 82.00	36/40	pvc	pf.1	82.00 - 84.00	pvc	0.5	36/40
84.00 - 110.56	36/40	pvc					

CAPACITEITSPROEF

proefpompen d.d.:						
	bron	pf. 1	pf. 2	pf. 3	pf. 4	pf. 5
ruststand in m -						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						

VERBINDINGEN

Lijm/tromp

AFWERKING/OPMERKINGEN

Stalen kap ø 400 mm



grondboorbedrijf
haitjema b.v.

BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING NO FLEVERANCIER



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

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

AANVULSTAAT

Boring : **K2**

Plaats : GRONINGEN

Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel

Uitvoeringsperiode : 02-10 t/m 14-10-2003

Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm

Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : AS200017111-DE_3
Boringnummer : 3675

Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : XXXXXXXXXX
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

[illegible]



watervoorziening - bodemonderzoek - bronbemaling

grondboorbedrijf
haitjema b.v.

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 : K1

Plaats : GRONINGEN
Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 15-10 t/m 24-10-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_4
Boringnummer : 3676

Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : XXXXXXXXXX
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlgs. NEN 5104	M-waarde
0.00 - 1.00	KLEI, matig slap, geel/grijs, uiterst zandig	
1.00 - 3.00	KLEI, matig vast, grijs, sterk puinhoudend	
3.00 - 5.00	KLEI, matig slap, grijs	
5.00 - 6.00	KLEI, matig slap, grijs, sterk zandig	
6.00 - 9.00	ZAND, matig grof, grijs	230
9.00 - 12.00	ZAND, zeer grof, grijs, enkel grindje	330
12.00 - 15.00	ZAND, matig fijn, grijs	200
15.00 - 17.00	ZAND, matig grof, grijs	220
17.00 - 19.00	KLEI, matig slap, grijs, zwak zandig	
19.00 - 20.00	KLEI, matig slap, grijs, matig zandig, matig veel stenen	
20.00 - 21.00	ZAND, uiterst grof, grijs, uiterst veel stenen, zwak kleiig	430
21.00 - 22.00	ZAND, zeer grof, grijs, zwak grindig	350
22.00 - 23.00	ZAND, zeer grof, grijs	320
23.00 - 26.50	ZAND, matig grof, grijs, matig kleiig	280
26.50 - 29.00	KLEI, matig vast, donker-bruin, matig sterk humeus	
29.00 - 33.00	ZAND, matig grof, grijs	250
33.00 - 35.00	KLEI, matig slap, grijs, weinig stenen	
35.00 - 36.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak kleiig, matig grindig, veel stenen	850
36.00 - 37.00	ZAND, zeer grof, grijs, matig grindig, matig veel stenen	350
37.00 - 39.00	ZAND, matig grof, grijs, zwak grindig	230
39.00 - 42.00	ZAND, matig grof, grijs, zwak grindig, enkel steentje	250
42.00 - 51.00	ZAND, matig grof, grijs	260
51.00 - 53.00	ZAND, matig grof, grijs	230
53.00 - 57.00	ZAND, matig grof, grijs, zwak houtresten	280
57.00 - 63.00	ZAND, zeer grof, grijs, zwak houtresten	340
63.00 - 66.00	ZAND, matig grof, grijs, matig/zwak siltig, matig veel kleibrokjes	220
66.00 - 70.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	680
70.00 - 78.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig grindig	1100
78.00 - 79.00	ZAND, uiterst grof, grijs	550



grondboorbedrijf
haitjema b.v.

BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING HOF LEVERANCIER



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

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

BOORPROFIEL vervolg -1-

Boring : K1

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_4
Boringnummer : 3676

[illegible]

AFWERKINGSTAAT POMPPUT

Boring : K1
Plaats : GRONINGEN
Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 15-10 t/m 24-10-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : APP200017111-DE_4
Boringnummer : 3676
Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : XXXXXXXXXX
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.	lengte m	mat.	diam. mm	perf. mm	filtergrind
opzetbuis	+ 0.25 - 24.36	24.61	pvc	369.2/400		
stijgbuis	24.36 - 67.50	43.14	pvc	230.8/250		
filter	67.50 - 90.00	22.50	pvc	230.8/250	0.6	0.8-1.25
" (blind)	90.00 - 92.50	2.50	pvc	230.8/250		
filter	92.50 - 110.00	17.50	pvc	230.8/250	0.6	0.8-1.25
zandvang	110.00 - 110.70	0.70	pvc	230.8/250		

PEILBUISCONSTRUCTIE

stijgbuis m-m.v.	diam. mm	mat.	nr.	filter m-m.v.	mat.	perf. mm	diam. mm
+ 0.50 - 41.40	103/110	pvc	I1	41.40 - 61.00	pvc	0.6	103/110
+ 0.50 - 88.00	36/40	pvc	pf.1	88.00 - 90.00	pvc	0.5	36/40
90.00 - 110.70	36/40	pvc					

CAPACITEITSPROEF

proefpompen d.d.:

	bron	pf. 1	pf. 2	pf. 3	pf. 4	pf. 5
ruststand in m -						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						

VERBINDINGEN

Lijm/tromp

AFWERKING/OPMERKINGEN

Stalen kap ø 400 mm



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

[illegible]

BOORPROFIEL

Boring	: W2	Projectnr.	: 200017111
Plaats	: GRONINGEN	Document	: BP200017111-DE_1
Locatie	: AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel	Boringnummer	: 3673
Uitvoeringsperiode	: 08-09 t/m 19-09-2003	Coördinaten	: 234.250-582.550 (globaal)
Boorsyst./diam.	: Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm	m.v. tov NAP	: 1.50 m + NAP
Opdrachtgever	: Homij Technische Installaties B.V.	Boormeester	: 
		Einddiepte	: 111.00 m-m.v.
			ø 650 – 30.00 m
			ø 500 – 111.00 m

Diepte in meters – maaiveld	Omschrijving grondlagen vlg. NEN 5104	M-waarde
0.00 - 1.00	ZAND, matig grof, geel	220
1.00 - 2.00	KLEI, matig vast, grijs, weinig puin	
2.00 - 3.00	ZAND, zeer grof, geel	350
3.00 - 5.00	KLEI, matig vast, grijs	
5.00 - 6.00	ZAND, matig grof, geel/grijs, zwak kleiig	250
6.00 - 12.00	ZAND, matig grof, geel/grijs	260
12.00 - 13.00	KLEI, matig slap, grijs	
13.00 - 15.00	KLEI, matig slap, grijs, zwak zandig	
15.00 - 20.00	KLEI, matig vast, donker-grijs	
20.00 - 22.00	KLEI, matig vast, donker-grijs, matig zandig, weinig grind	
22.00 - 27.00	KLEI, matig vast, donker-grijs, zwak zandig, zeer veel stenen < 50 cm	
27.00 - 30.00	ZAND, matig grof, grijs	230
30.00 - 33.00	KLEI, matig vast, grijs, uiterst zandig	
33.00 - 34.00	ZAND, zeer grof, grijs	340
34.00 - 37.00	ZAND, uiterst grof, grijs	420
37.00 - 38.00	ZAND, zeer grof, grijs	320
38.00 - 40.00	ZAND, uiterst grof, grijs	450
40.00 - 43.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig sterk kleiig	420
43.00 - 45.00	KLEI, matig slap, grijs, zwak zandig	
45.00 - 47.00	ZAND, matig grof, grijs	240
47.00 - 53.00	ZAND, matig grof, grijs	280
53.00 - 57.00	ZAND, matig grof, grijs	220
57.00 - 59.00	ZAND, matig grof, grijs, weinig houtresten	230
59.00 - 60.00	ZAND, zeer grof, grijs	320
60.00 - 63.00	ZAND, zeer grof, grijs	350
63.00 - 65.00	ZAND, uiterst grof, grijs	580
65.00 - 67.00	ZAND, uiterst grof, grijs, matig weinig kleibrokjes	650
67.00 - 68.00	ZAND, zeer grof, grijs, matig veel kleibrokjes	330
68.00 - 69.00	ZAND, uiterst grof, grijs, zwak grindig	500



grondboorbedrijf
haitjema b.v.

BIJ KONINKLIJKE BESCHIKKING HOFLEVERANCIER



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 vervolg -1-

Boring : W2

Projectnr. : 200017111
Document : BP200017111-DE_1
Boringnummer : 3673

[illegible]



watervoorziening - bodemonderzoek - bronbemaling

grondboorbedrijf
haitjema b.v.

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 : W2

Plaats : GRONINGEN
Locatie : AZG Cluster Noordpunt, Oostersingel
Uitvoeringsperiode : 08-09 t/m 19-09-2003
Boorsyst./diam. : Zuigboor/Luchtlift, 650/500 mm
Opdrachtgever : Homij Technische Installaties B.V.

Projectnr. : 200017111
Document : APP200017111-DE_1
Boringnummer : 3673

Coördinaten : 234.250-582.550 (globaal)
m.v. tov NAP : 1.50 m + NAP
Boormeester : XXXXXXXXXX
Einddiepte : 111.00 m-m.v.
 ø 650 – 30.00 m
 ø 500 – 111.00 m

CONSTRUCTIE

	diepte m-m.v.	lengte m	mat.	diam. mm	perf. mm	filtergrind
opzetbuis	+ 0.43 - 24.36	24.79	pvc	369.2/400		
stijgbuis	24.36 - 70.82	46.46	pvc	230.8/250		
filter	70.82 - 109.30	38.48	pvc	230.8/250	0.6	0.8-1.25
zandvang	109.30 - 110.00	0.70	pvc	230.8/250		

PEILBUISCONSTRUCTIE

stijgbuis m-m.v.	diam. mm	mat.	nr.	filter m-m.v.	mat.	perf. mm	diam. mm
+ 0.50 - 45.40	103/110	pvc	II	45.40 - 65.00	pvc	0.6	103/110
+ 0.50 - 90.00	36/40	pvc	pf.1	90.00 - 92.00	pvc	0.5	36/40
92.00 - 110.00	36/40	pvc					

CAPACITEITSPROEF

proefpompen d.d.:						
	bron	pf. 1	pf. 2	pf. 3	pf. 4	pf. 5
ruststand in m -						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						
daling in m bij m ³ /uur						

VERBINDINGEN

Lijm/tromp

AFWERKING/OPMERKINGEN

Stalen kap ø 400 mm

[illegible]

Bijlage 3

BEREKENING VAN DE EINDZETTING

Zettingsberekening			Versie 29 september 2004
Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keverling Buisman)			
	Projectnaam:	UMCG Groningen	
	Projectnummer:	57262	
	Datum berekening:	...	
	Boring:	...	
	Rapport:	Effectenstudie	
	Specialist:	JvD	
	Opmerking(en):	...	

Gebruikte formule van Terzaghi:

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

GLG:
 2,2 m-mv

Materiaal	[m-mv] diepte	[m] Dikte	ΔH	C_p	C_s	Conein	[kg/m3] ρ	[N/m²] σ_k	[N/m²] $\Delta \sigma_k$	[mm] Z
	0									
Onverz.zone		2,2	0,44	-	-	-	1800	-		0
	2,2									
Klei		2,8		20	240	15	1800	49834,8	2653,61	10
	5									
Zand		5	0,101	600	1,00E+99	600	2000	85347	990,81	0
	10									
Klei		35		50	600	37,5	1800	247212	8407,17	31
	45									
Zand		20	1,613	600	1,00E+99	600	2000	482652	15823,5	1
	65									
Zand		35	3,965	1000	1,00E+99	1000	2100	769594,5	38896,7	2
	100									
Zand		65	0,982	1000	1,00E+99	1000	2100	1309144,5	9633,42	0
	165									

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/m³]
σ_k	= Korrelspanning	[N/m²]
$\Delta \sigma_k$	= Verandering korrelspanning	[N/m²]
Z	= Zetting	[mm]
GLG	= Gemiddelde laagste grondwaterstand	[m-mv]

Totale zetting [mm]
 44

Bijlage 4

BEREKENING VAN DE TIJDSAFHANKELIJKE ZETTING

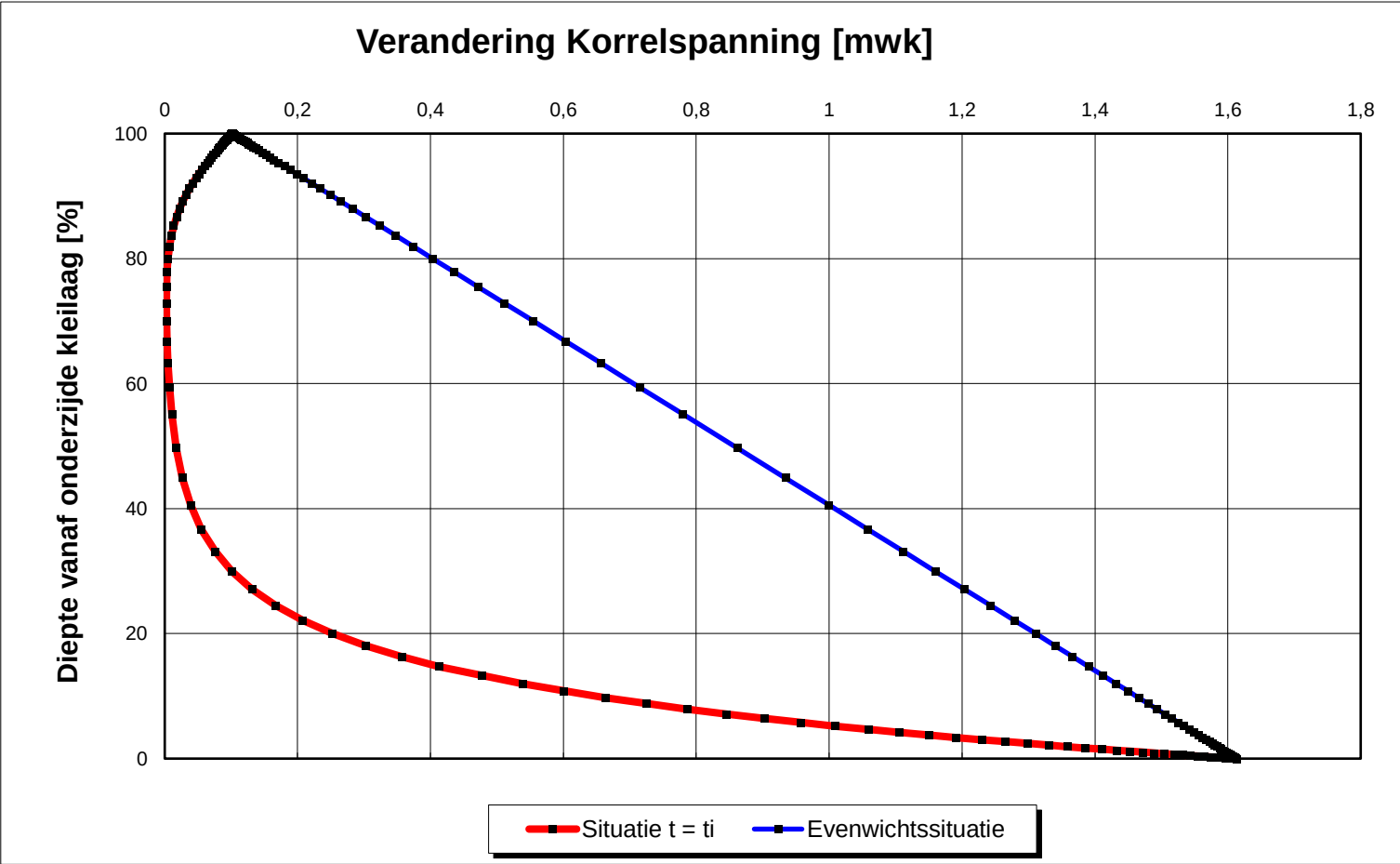
Zettingsberekening		
Tijdsafhankelijke berekening van de maximale zetting; versie datum: 29 september 2004		
	Projectnaam:	UMCG
	Projectnummer:	57262
	Datum:	31-mrt-21
	Boring:	
	Rapport:	effectenstudie
	Bijlage:	
	Specialist:	JvD
Opmerking(en):		

Parameters			
bovenzijde scheidende laag		10 m-mv	
onderzijde scheidende laag		45 m-mv	
GLG		2,2 m-mv	
verlaging aan bovenzijde		0,101 mwk	
verlaging aan onderzijde		1,613 mwk	
primaire zettingsconstante	Cp	50	
seculaire zettingsconstante	Cs	600	
samendrukkingsconst.	C_oneindig	37,50	
doorlatendheid (vert.)	kv	1,35E-09 m/s	= 0,00011664 m/d
volumegewicht van water	γ_w	1000 kg/m3	
verzadigd volumegewicht bovenliggende lagen	γ_τ	1900 kg/m3	
tijdstip	ti	58 d	= 0,16 j

Enkelzijdig gedeelte		
eindzetting	23,82 mm	
hydrodynamische periode	9,45E+03 d	= 25,90 j
zetting op t=ti	17 % van eindzetting	
zetting op t=ti	4,08 mm	

Dubbelzijdig gedeelte		
eindzetting	4,15 mm	
hydrodynamische Periode	6,17E+03 d	= 16,90 j
zetting op t=ti	19 % van eindzetting	
zetting op t=ti	0,78 mm	

Berekening	
zetting na oneindig lange belasting	27,97 mm
zetting op t = ti	4,86 mm



IF Technology **Creating energy**



Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

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

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

IF Technology **Creating energy**