

Project  
Provinciehuis Noord-Brabant  
Evaluatie WKO-installaties

Betreft:  
WKO monitoring nieuwbouw 2018

Datum  
05 april 2019

Referentie  
01308ALG

Document nummer  
19020005 .v1

## Meetrapportage 2018

Ten behoeve van project Provinciehuis Noord-Brabant  
nieuwbouw te 's-Hertogenbosch.

Vergunning Grondwaterwet,  
Kenmerk; C2090894/3312578

Behandeld door  
ir. Koop-Pieter Ziel  
gezien ing. Paul Gerats

Opdrachtgever  
Provincie Noord-Brabant  
Brabantlaan 1  
5216 TV 's-Hertogenbosch  
Bureau Huisvesting  
t.a.v. dhr. A.M.L.M. Bergman

Adviseur  
Sweegers en de Bruijn bv  
Europalaan 12g  
5232 BC 's-Hertogenbosch  
Tel. 088 030 7300

## INHOUD

<b>1</b>	<b>SAMENVATTING</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
2.1	Installatieprincipe	4
<b>3</b>	<b>METINGEN EN RESULTATEN</b>	<b>6</b>
3.1	Inleiding	6
3.2	Verpompte waterhoeveelheden	7
3.3	Energiebalans	9
3.4	Stijghoogten	10
3.5	Bodemtemperaturen	11
3.6	Waterkwaliteit	12

### Bijlagen

Bijlage A	Stijghoogtemetingen 2018
Bijlage B	Peilput- en brontemperaturen 2018
Bijlage C	KNMI klimaatjaar 2018

## 1 SAMENVATTING

In 2018 werd in totaal 14.246 m<sup>3</sup> aan bronwater is verpompt, waarvan 3.992 m<sup>3</sup> werd onttrokken uit de warme bron en 10.254 m<sup>3</sup> uit de koude bron. Zowel maandelijks, per kwartaal, als op jaarbasis werden de vergunde hoeveelheden in 2018 niet overschreden.

Het onttrokken debiet uit de koude bron (index-KB) correleert niet met het aantal koeldagen (index-KL). Dit duidt erop dat de installatie op zijn maximale capaciteit heeft gedraaid en daarom niet het hoge aantal koeldagen kan dekken. Daarnaast blijkt dat de het onttrokken debiet uit de warme bron (index-WB) achter blijft bij het aantal graaddagen (index-GR). Deze trend is over de afgelopen 3 jaar zichtbaar. Dat de warmtevraag achterblijft ten opzichte van de prognose kan diverse oorzaken hebben, zoals veranderde setpoints/instellingen, systeemvervuiling, gebouwbezetting, etc. Op basis van de ontvangen meetdata kan hier geen oordeel over geveld worden.

In 2018 is 223 GJ aan warmte en 95 GJ aan koude geladen. Dit betekent een warmteoverschot in de bodem van 128 GJ met een energie onbalans van 40% ten opzichte van de totale hoeveelheid aan geladen energie (318 GJ). Van 2002 tot en met 2018 bedraagt de cumulatieve afwijking in de energiebalans 7%, waarbij meer warmte dan koude geladen is. Daarmee heeft het systeem over langere termijn gezien, een evenwichtssituatie ontwikkeld.

Het gemiddelde temperatuurverschil bij warmte laden bedraagt 5,21°C in 2018, en het gemiddelde temperatuurverschil bij koude laden 5,70°C. Op seizoenbasis behalen de gemiddelde temperatuurverschillen in de praktijk een maximaal temperatuurverschil van 5 à 6°C (ervaring bij andere projecten). Dit betekent dat zowel het proces van warmte laden als het proces van koude laden beide zeer efficiënt zijn verlopen. In vergelijking met voorgaande jaren liggen de gemiddelde temperatuurverschillen (op jaarbasis) boven het langjaargemiddelde.

De fluctuaties van de grondwaterdruk bij de koude en warme bron als gevolg van injectie en onttrekking blijven beperkt tot ca. 1,0 meter. Op basis van de metingen kan worden geconcludeerd, dat de warme en koude bron naar behoren functioneren. Er is geen sprake van merkbare verstoppingsverschijnselen van de bronfilters, omdat de verschillen in gemeten stijghoogte gering zijn.

Aan de absolute meetwaarden en de beïnvloeding van de grondwaterstand door de WKO-installatie kunnen (in relatie tot N.A.P.) geen conclusies worden gekoppeld. De meetwaarden zijn niet gekoppeld aan NAP kunnen daardoor uitsluitend dienen voor relatieve beoordeling van de injectie- en onttrekkingsdruk bij de bronnen en de invloed daarvan bij de peilput.

Tijdens koude laden varieert de onttrekkingstemperatuur van de warme bron tussen ca. 13,4 en 17,5°C, waarbij de injectietemperatuur in de koude bron varieert tussen 8,1 en 12,5°C. Tijdens koude ontladen varieert de onttrekkingstemperatuur van de koude bron tussen ca. 10,3 en 14,1°C, waarbij de injectietemperatuur in de warme bron varieert tussen 15,8 en 20,8°C. De brontemperaturen overschrijden geen kritieke waarden.

De temperatuur in de peilput vertoont lichte fluctuaties tussen ca. 11,6 en 12,3°C. Daarmee overschrijden de metingen geen kritieke waarden. De temperatuurmeting van de 2<sup>e</sup> peilput ontbrak in de gegevensverstrekking.

Op basis van de drukmetingen van het gebouwinstallatiewater kan geconcludeerd worden dat er geen sprake is van lekkage van gebouw installatiewater.

## 2 INLEIDING

Voor het koelen van de gebouwen is tijdens de ontwerpfase gezocht naar een alternatieve, milieuvriendelijke oplossing. Een milieuvriendelijk alternatief is gevonden in de toepassing van grondwater als koel- en verwarmingsmedium. Het systeem waarbij het thermisch gebruikte bronwater weer in de bodem wordt teruggebracht voor hergebruik in het volgende seizoen wordt warmte-koudeopslag (WKO) genoemd.

De provincie Noord-Brabant heeft 7 maart 1994 het Provinciehuis vergunning verleend voor het onttrekken en infiltreren van grondwater ten behoeve van warmte koude opslag in de bodem. Het betreft vergunningnummer 257885 d.d. 7 maart 1994 ten behoeve van de warmte koude opslaginstallatie nieuwbouw. De WKO-installatie voor de nieuwbouw is in september 1994 in bedrijf genomen.

Omdat het maximale toegestane jaardebiet in het verleden regelmatig werd overschreden is een nieuwe vergunning aangevraagd waarbij het maximale toegestane jaardebiet is verruimd van 12.000 tot 22.000 m<sup>3</sup> op jaarbasis. De nieuwe vergunning met kenmerk; C2090894/3312578 is afgegeven op 7 december 2012.

### 2.1 Installatieprincipe

De WKO-installatie bestaat uit twee bronnen die beide afwisselend als onttrekkings- en injectiebron gebruikt kunnen worden. Voor de werking van het systeem wordt verwezen naar het rapport "Nieuwbouw Provinciehuis 's-Hertogenbosch juni 1993 Haalbaarheidsonderzoek Warmte en Koudeopslag in de Bodem" opgesteld door Sweegers en de Bruijn bv in samenwerking met IF-Technology b.v. en DWA installatie en energieadvies.

In het kader van het meetprogramma zijn reeds rapportages opgesteld nl.:

- Evaluatierapportage Warmte-Koude Opslag 1995/1996, Nieuwbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 19 juni 1996 (meetperiode 26-04-1995 t/m 16-04-1996);
- Evaluatierapportage Warmte-Koude Opslag 1996, Nieuwbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 5 maart 1997;
- Evaluatierapportage Warmte-Koude Opslag 1997, Nieuwbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 9 februari 1998;
- Evaluatierapportage Warmte-Koude Opslag 1998, Nieuwbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 21 januari 1999;
- Evaluatierapportage Warmte-Koude Opslag 1999, Nieuwbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 2 februari 2000;
- Evaluatierapportage Warmte-Koude Opslag 2000, Nieuwbouw en Hoogbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 5 juli 2001;
- Meetrapportage 2002 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 21 februari 2003;
- Meetrapportage 2003 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 03 februari 2004;
- Meetrapportage 2004 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 10 maart 2005;
- Meetrapportage 2005 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 28 maart 2006;
- Meetrapportage 2006 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 10 juli 2007;
- Meetrapportage 2007 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 21 juli 2008;
- Meetrapportage 2008 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 20 mei 2009;
- Meetrapportage 2009 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 02 april 2010;
- Meetrapportage 2010 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 01 maart 2011;
- Meetrapportage 2011 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 08 maart 2012;
- Meetrapportage 2012 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 03 april 2013;
- Meetrapportage 2013 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 29 april 2014;
- Meetrapportage 2014 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 1 april 2015;
- Meetrapportage 2015 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 19 mei 2016;
- Meetrapportage 2016 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 17 februari 2017;
- Meetrapportage 2017 Warmte Koude Opslagsysteem Nieuwbouw d.d. 13 maart 2018.

Vanaf 2002 zijn meetrapportages opgesteld zoals werd voorgesteld door Bureau Grondwater (beknopter dan een evaluatierapportage en meer gestandaardiseerd). In deze meetrapportage worden de verrichte metingen van 2018 vastgelegd.

### 3 METINGEN EN RESULTATEN

#### 3.1 Inleiding

Er wordt een beschrijving en analyse van een aantal meetpunten gevraagd, zoals de verpompte water-energiehoeveelheden, de stijghoogten, de bodemtemperaturen en de waterkwaliteit. In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van het jaar 2018.

Voor het meetprogramma wordt geen gebruik gemaakt van de temperaturopnemers in de warme en de koude bron. De temperaturopnemers van de bronnen zijn niet representatief omdat ze niet in snel stromend water zijn opgenomen en daardoor relatief veel beïnvloed worden door de omgeving. De trendregistratie van de brontemperaturen is derhalve gekoppeld aan de opnemers nabij de TSA en afhankelijk gemaakt worden van de status van de bronpompen.

Er kan een vergelijking worden getrokken met de WKO-installatie van het hoofdgebouw van het provinciehuis, waar een bijna identieke installatie (qua werkingsprincipe) is geïnstalleerd met een ca. 6-voudig hoger maximaal bronwaterdebiet.

##### Warme bron

De warme bron is voorzien van een peilbuis. De temperatuur van de warme bron wordt in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket gemeten. De meetwaarde is indicatief voor de werkelijke brontemperatuur. De filterbuis is aangebracht in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket op een diepte van 27,5 tot 49,5 meter min maaiveld (zie bijlage 2 van meetrapportage 2002 voor een exacte omschrijving).

##### Koude bron

De koude bron is ook voorzien van een peilbuis. De temperatuur van de koude bron wordt in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket gemeten. De meetwaarde is indicatief voor de werkelijke brontemperatuur. De filterbuis is aangebracht in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket op een diepte van 31,5 tot 48,5 meter min maaiveld (zie bijlage 2 van meetrapportage 2002 voor een exacte omschrijving).

##### Peilput

Er is een peilput aanwezig welke is voorzien van twee peilbuizen. Eén peilbuis bevat een filter op een diepte van ca. 50,5 tot 63 meter. De andere peilbuis bevat een filter van ca. 64 tot 80 meter. De locaties van de bronnen en de peilput worden weergegeven in bijlage 1 van de meetrapportage 2002.

### 3.2 Verpompte waterhoeveelheden

Door het gebouwbeheersysteem worden de verpompte waterhoeveelheden geregistreerd. Onderstaand in tabel 1 worden de onttrokken brondebieten uit de warme en koude bron in 2018 weergegeven.

Tabel 1 – Onttrokken brondebiet 2018

Maand	Totaal per maand [m <sup>3</sup> ]	Totaal per kwartaal [m <sup>3</sup> ]	Uit warme bron [m <sup>3</sup> ]	Uit koude bron [m <sup>3</sup> ]
jan-18	502	3.057	502	0
feb-18	1.732		1.732	0
mrt-18	823		823	0
apr-18	256	2.680	29	227
mei-18	1.014		0	1.014
jun-18	1.410		0	1.410
jul-18	3.489	7.251	0	3.489
aug-18	3.168		0	3.168
sep-18	593		2	591
okt-18	390	1.258	43	347
nov-18	209		203	7
dec-18	658		657	0
<b>Totaal</b>	<b>14.246</b>		<b>3.992</b>	<b>10.254</b>

De vergunning is afgegeven voor een maximale onttrekking en injectie van 22.000 m<sup>3</sup> per jaar, 11.000 m<sup>3</sup> per kwartaal, 6.820 m<sup>3</sup> per maand 220 m<sup>3</sup> per etmaal en 22 m<sup>3</sup> per uur. Uit tabel 1 blijkt dat in 2018 in totaal 14.246 m<sup>3</sup> aan bronwater is verpompt, waarvan 3.992 m<sup>3</sup> werd onttrokken uit de warme bron en 10.254 m<sup>3</sup> uit de koude bron. Zowel maandelijks, per kwartaal, als op jaarbasis werden de vergunde hoeveelheden in 2018 niet overschreden.

In tabel 2 worden de onttrokken debieten uit de warme en koude bron van 2009 tot en met 2018 weergegeven alsmede het aantal graad- en koeldagen.

Tabel 2 – Onttrokken brondebieten 2009-2018

Jaar	Uit warme bron [m <sup>3</sup> ]	Uit koude bron [m <sup>3</sup> ]	Totaal [m <sup>3</sup> ]	Graaddagen	Koeldagen
2009	9.180	8.791	17.971	925	111
2010	13.055	7.600	20.655	1.291	140
2011	8.895	3.544	12.439	705	79
2012	10.748	7.826	18.574	868	114
2013	15.804	9.992	25.796	1.067	145
2014	6.774	5.328	12.102	556	109
2015	8.269	4.283	12.552	693	153
2016	2.696	5.748	8.443	860	153
2017	4.016	6.643	10.659	783	143
2018	3.992	10.254	14.246	837	284
<b>Gemiddeld</b>	<b>8.091</b>	<b>7.054</b>	<b>15.145</b>	<b>792</b>	<b>122</b>

Een graad- en koeldag zijn rekeneenheden die meegenomen kunnen worden in de beoordeling van het energetische verbruik van een gebouw. Een graaddag is gedefinieerd als stookgrens minus de gemiddelde temperatuur over de gehele dag, geminimaliseerd op 0. Als de gemiddelde temperatuur over een bepaalde dag 10°C was, dan heeft die dag een equivalent van 8 graaddagen ten opzichte van een standaard stookgrens van 18°C. Als de gemiddelde temperatuur hoger ligt dan de stookgrens, dan is er geen verwarming nodig, het aantal graaddagen is dan 0. Vice versa geldt dit voor het aantal koeldagen. Voor het provinciehuis is ≤ 10°C aangehouden als stookgrens en ≥ 18°C als koelgrens, omdat bij die waarden de WKO (en warmtepomp) in bedrijf is.

Om een relatie te kunnen leggen tussen het brondebiet en het klimaatjaar zijn een indexcijfers berekend.

Het indexcijfer voor de warme bron (index-WB) is berekend door het onttrokken jaardebiet te delen door het gemiddelde onttrokken debiet over de afgelopen 10 jaar. Dezelfde berekeningsmethodiek geldt ook voor het onttrokken jaardebiet uit de koude bron (index-KB).

Het indexcijfer voor de graaddagen (index-GR) is berekend door het aantal graaddagen per jaar te delen door het gemiddelde aantal graaddagen over de afgelopen 10 jaar. Dezelfde berekeningsmethodiek geldt ook voor het aantal koeldagen per jaar (index-KL).

De indexcijfers die hieruit volgen worden aan elkaar gerelateerd om per jaar een relatie te kunnen leggen tussen het onttrokken brondebiet en het heersende klimaat. Tabel 3 geeft de indexeringen weer.

Tabel 3 – indexering onttrokken debiet i.r.t. het gemiddeld onttrokken debiet en het aantal graad- en koeldagen over de afgelopen 10 jaar

Jaar	index WB	index GR	index KB	index KL
2009	1,1	1,2	1,2	0,9
2010	1,6	1,6	1,1	1,1
2011	1,1	0,9	0,5	0,6
2012	1,3	1,1	1,1	0,9
2013	2,0	1,3	1,4	1,2
2014	0,8	0,7	0,8	0,9
2015	1,0	0,9	0,6	1,3
2016	0,3	1,1	0,8	1,3
2017	0,5	1,0	0,9	1,2
2018	0,5	1,1	1,5	2,3

Bij de graad- en koeldagen geeft een indexcijfer (index-GR/index-KL) van 1,0 aan dat het een gemiddelde winter of zomer was. Is het indexcijfer (index-GR/index-KL) hoger dan 1,0 dan betrof het een strenge winter of warme zomer. Vice versa geldt bij een indexcijfer (index-GR/index-KL) lager dan 1,0 dat het een zachte winter of een koele zomer betrof.

De warme bron heeft conform verwachting gefunctioneerd als index-WB nagenoeg gelijk is aan index-GR. Hetzelfde geldt ook voor de koude bron wanneer index-KB nagenoeg gelijk is aan index-KL. Wordt er een grote afwijking waargenomen in index-WB of index-KB ten opzichte van index-GR of index-KL, dan is dit een signaal dat er een verstoring in het proces van koude laden of koude ontladen heeft plaatsgevonden.

Uit tabel 3 blijkt dat het onttrokken debiet uit de koude bron (index-KB) niet correleert met het aantal koeldagen (index-KL). Dit duidt erop dat de installatie op zijn maximale capaciteit heeft gedraaid en daarom niet het hoge aantal koeldagen kan dekken. Daarnaast blijkt dat de het onttrokken debiet uit de warme bron (index-WB) achter blijft bij het aantal graaddagen (index-GR). Deze trend is over de afgelopen 3 jaar zichtbaar. Dat de warmtevraag achterblijft ten opzichte van de prognose kan diverse oorzaken hebben, zoals veranderde setpoints/instellingen, systeemvervuiling, gebouwbezetting, etc. Op basis van de ontvangen meetdata kan hier geen oordeel over geveld worden.

#### Resumé

In 2018 werd in totaal 14.246 m<sup>3</sup> aan bronwater is verpompt, waarvan 3.992 m<sup>3</sup> werd onttrokken uit de warme bron en 10.254 m<sup>3</sup> uit de koude bron. Zowel maandelijks, per kwartaal, als op jaarbasis werden de vergunde hoeveelheden in 2018 niet overschreden.

Het onttrokken debiet uit de koude bron (index-KB) correleert niet met het aantal koeldagen (index-KL). Dit duidt erop dat de installatie op zijn maximale capaciteit heeft gedraaid en daarom niet het hoge aantal koeldagen kan dekken. Daarnaast blijkt dat de het onttrokken debiet uit de warme bron (index-WB) achter blijft bij het aantal graaddagen (index-GR). Deze trend is over de afgelopen 3 jaar zichtbaar.

Dat de warmtevraag achterblijft ten opzichte van de prognose kan diverse oorzaken hebben, zoals veranderde setpoints/instellingen, systeemvervuiling, gebouwbezetting, etc. Op basis van de ontvangen meetdata kan hier geen oordeel over geveld worden.

### 3.3 Energiebalans

Per maand wordt weergegeven hoeveel warmte en koude er geladen is. Deze gegevens worden onderstaand weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 – Energiehoeveelheden 2018

Maand	Warmte laden [GJ]	Koude laden [GJ]
jan-18	0	12
feb-18	0	41
mrt-18	0	18
apr-18	7	1
mei-18	28	0
jun-18	35	0
jul-18	74	0
aug-18	62	0
sep-18	11	0
okt-18	7	1
nov-18	0	6
dec-18	0	16
<b>Totaal</b>	<b>223</b>	<b>95</b>

In 2018 is 223 GJ aan warmte en 95 GJ aan koude geladen. Dit betekent een warmteoverschot in de bodem van 128 GJ met een energie onbalans van 40% ten opzichte van de totale hoeveelheid aan geladen energie (318 GJ). De geladen hoeveelheden energie correleren met het klimaatjaar 2018.

Tabel 5 geeft de hoeveelheid geladen warmte en koude weer, alsmede de energiebalans per jaar en cumulatief. Daarnaast is per jaar (op basis van de energiehoeveelheid en het jaar debiet) berekend wat het gemiddelde temperatuurverschil was bij zowel warmte laden als koude laden.

Tabel 5 – Energiebalans en efficiëntie 2002 t/m 2018

Jaar	Energiehoeveelheden		Energie balans		Gem. temp.verschil	
	Warmte laden [GJ]	Koude laden [GJ]	Per jaar [%]	Cumulatief [%]	Warmte laden [°C]	Koude laden [°C]
2002	159	57	47%	47%	4,64	3,16
2003	282	91	51%	50%	6,50	5,51
2004	92	110	-9%	35%	3,79	3,50
2005	136	132	1%	26%	5,95	6,00
2006	131	142	-4%	20%	3,72	5,87
2007	138	118	8%	18%	4,26	4,39
2008	128	135	-3%	15%	4,40	4,40
2009	182	170	3%	13%	4,90	4,40
2010	169	266	-22%	7%	5,30	4,85
2011	87	145	-25%	5%	5,85	3,87
2012	151	162	-4%	4%	4,62	3,61
2013	190	222	-8%	3%	4,56	3,37
2014	116	82	17%	3%	5,20	2,90
2015	92	103	-6%	3%	5,20	2,90
2016	132	70	31%	4%	5,48	6,19
2017	153	108	17%	5%	5,51	6,44
2018	223	95	40%	7%	5,21	5,70
<b>Totaal</b>	<b>2.561</b>	<b>2.208</b>		<b>7%</b>	<b>5,01</b>	<b>4,53</b>

Tabel 5 geeft weer dat de cumulatieve afwijking vanaf 2002 tot en met 2018 7% bedraagt, waarbij meer warmte dan koude geladen is. Daarmee heeft het systeem over langere termijn gezien, een evenwichtssituatie ontwikkeld.

Het gemiddelde temperatuurverschil bij warmte laden bedraagt 5,21°C in 2018 en het gemiddelde temperatuurverschil bij koude laden 5,70°C. Op seizoenbasis behalen de gemiddelde temperatuurverschillen in de praktijk een maximaal temperatuurverschil van 5 à 6°C (ervaring bij andere projecten). Dit betekent dat zowel het proces van warmte laden als het proces van koude laden beide zeer efficiënt zijn verlopen. In vergelijking met voorgaande jaren liggen de gemiddelde temperatuurverschillen (op jaarbasis) boven het langjaargemiddelde.

#### Resumé

In 2018 is 223 GJ aan warmte en 95 GJ aan koude geladen. Dit betekent een warmteoverschot in de bodem van 128 GJ met een energie onbalans van 40% ten opzichte van de totale hoeveelheid aan geladen energie (318 GJ). Van 2002 tot en met 2018 bedraagt de cumulatieve afwijking in de energiebalans 7%, waarbij meer warmte dan koude geladen is. Daarmee heeft het systeem over langere termijn gezien, een evenwichtssituatie ontwikkeld.

Het gemiddelde temperatuurverschil bij warmte laden bedraagt 5,21°C in 2018, en het gemiddelde temperatuurverschil bij koude laden 5,70°C. Op seizoenbasis behalen de gemiddelde temperatuurverschillen in de praktijk een maximaal temperatuurverschil van 5 à 6°C (ervaring bij andere projecten). Dit betekent dat zowel het proces van warmte laden als het proces van koude laden beide zeer efficiënt zijn verlopen. In vergelijking met voorgaande jaren liggen de gemiddelde temperatuurverschillen (op jaarbasis) boven het langjaargemiddelde.

### **3.4 Stijghoogten**

De stijghoogten in het 1e watervoerende pakket bij de warme bron, koude bron en peilput worden iedere 8 minuten gemeten. In bijlage A worden de gemeten stijghoogten per jaar weergegeven in een tweetal grafieken.

De stijghoogte van de warme bron fluctueert tussen 7,0 (onttrekkingsdruk) en 7,8 (injectiedruk) meter waterkolom. De stijghoogte van de koude bron fluctueert tussen 6,5 (onttrekkingsdruk) en 7,7 (injectiedruk) meter waterkolom. De stijghoogte in de peilput varieert nauwelijks. Op basis van de metingen kan worden geconcludeerd dat de warme en koude bron naar behoren functioneren. Er is geen sprake van merkbare verstoppingsverschijnselen van de bronfilters, omdat de verschillen in gemeten stijghoogte gering zijn.

Aan de absolute meetwaarden en de beïnvloeding van de grondwaterstand door de WKO-installatie kunnen (in relatie tot N.A.P.) geen conclusies worden gekoppeld. De meetwaarden zijn niet gekoppeld aan NAP en kunnen daardoor uitsluitend dienen voor relatieve beoordeling van de injectie- en onttrekkingsdruk bij de bronnen en de invloed daarvan bij de peilput.

#### Resumé

De fluctuaties van de grondwaterdruk bij de koude en warme bron als gevolg van injectie en onttrekking blijven beperkt tot ca. 1,0 meter. Op basis van de metingen kan worden geconcludeerd, dat de warme en koude bron naar behoren functioneren. Er is geen sprake van merkbare verstoppingsverschijnselen van de bronfilters, omdat de verschillen in gemeten stijghoogte gering zijn.

Aan de absolute meetwaarden en de beïnvloeding van de grondwaterstand door de WKO-installatie kunnen (in relatie tot N.A.P.) geen conclusies worden gekoppeld. De meetwaarden zijn niet gekoppeld aan NAP kunnen daardoor uitsluitend dienen voor relatieve beoordeling van de injectie- en onttrekkingsdruk bij de bronnen en de invloed daarvan bij de peilput.

### **3.5 Bodemtemperaturen**

De temperaturen in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket bij de warme bron, koude bron en peilput worden iedere 8 minuten gemeten. In bijlage B worden de gemeten temperaturen per jaar weergegeven in een tweetal grafieken. Één figuur met temperaturen tijdens laden en één met temperaturen tijdens ontladen.

Tijdens koude laden varieert de onttrekkingstemperatuur van de warme bron tussen ca. 13,4 en 17,5°C, waarbij de injectietemperatuur in de koude bron varieert tussen 8,1 en 12,5°C. Tijdens koude ontladen varieert de onttrekkingstemperatuur van de koude bron tussen ca. 10,3 en 14,1°C, waarbij de injectietemperatuur in de warme bron varieert tussen 15,8 en 20,8°C. De brontemperaturen overschrijden geen kritieke waarden.

De grafieken van de bodemtemperaturen zijn samengesteld uit temperatuurmetingen nabij de TSA en zijn gerelateerd aan de status van de bronpomp. Met andere woorden, indien de bronpomp niet actief is wordt de oude waarde opgeslagen. Hierdoor is omgevingsbeïnvloeding (opwarming) uitgesloten.

De temperatuur in de peilput vertoont lichte fluctuaties tussen ca. 11,6 en 12,3°C. Daarmee overschrijden de metingen geen kritieke waarden. De temperatuurmeting van de 2<sup>e</sup> peilput ontbrak in de gegevensverstrekking.

#### Resumé

Tijdens koude laden varieert de onttrekkingstemperatuur van de warme bron tussen ca. 13,4 en 17,5°C, waarbij de injectietemperatuur in de koude bron varieert tussen 8,1 en 12,5°C. Tijdens koude ontladen varieert de onttrekkingstemperatuur van de koude bron tussen ca. 10,3 en 14,1°C, waarbij de injectietemperatuur in de warme bron varieert tussen 15,8 en 20,8°C. De brontemperaturen overschrijden geen kritieke waarden.

De temperatuur in de peilput vertoont lichte fluctuaties tussen ca. 11,6 en 12,3°C. Daarmee overschrijden de metingen geen kritieke waarden. De temperatuurmeting van de 2<sup>e</sup> peilput ontbrak in de gegevensverstrekking.

### 3.6 Waterkwaliteit

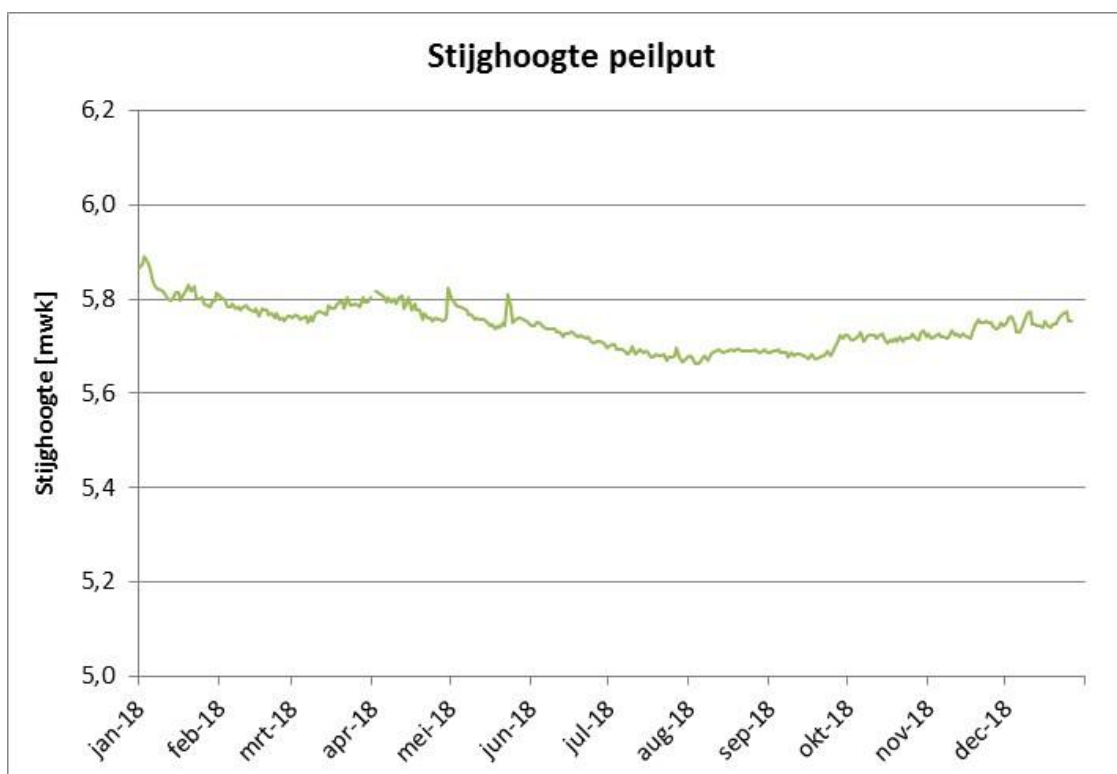
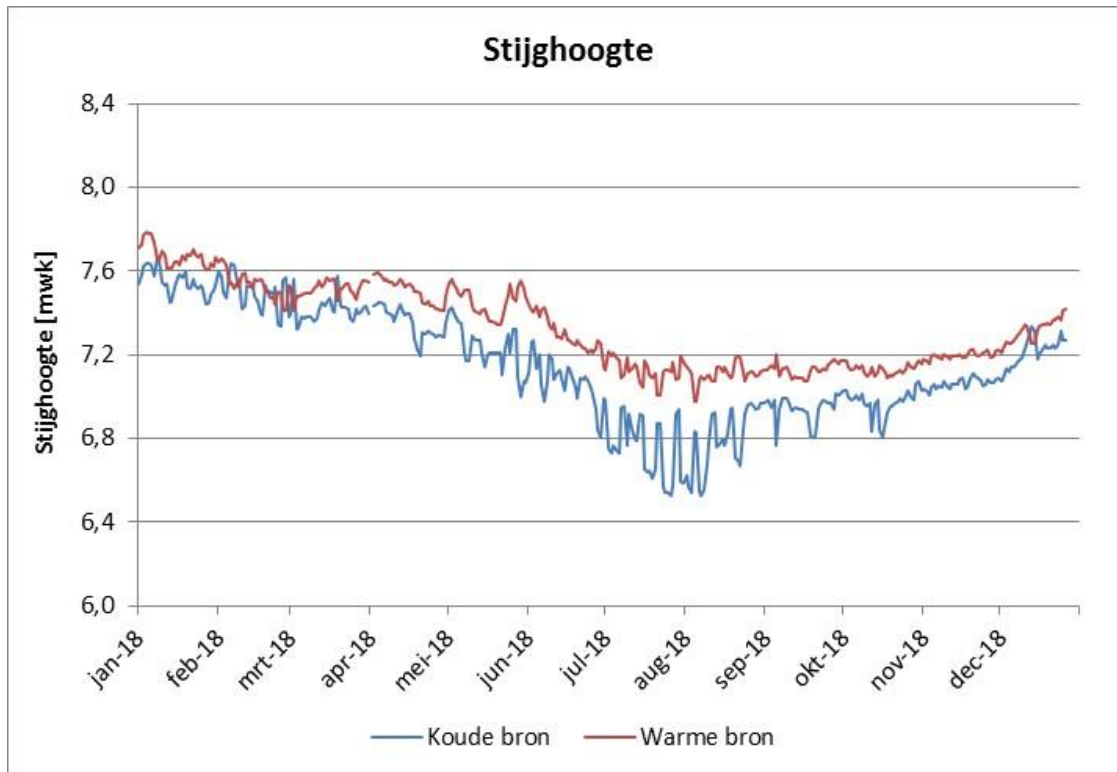
Indien lekkages optreden zal dit automatisch leiden tot drukverlies in het gesloten systeem van de gebouwinstallaties. De lekkage zal dan in ieder geval worden gesignaleerd waarna actie kan worden ondernomen. Het bodemopslagsysteem dient dan automatisch te worden geblokkeerd, waardoor de terugslagkleppen en de drukhandhavingstoestellen zorg dragen voor een scheiding tussen gebouwinstallatiewater en grondwater. Op basis van de drukmetingen van het gebouwinstallatiewater kan geconcludeerd worden dat er geen sprake is van lekkage van gebouwinstallatiewater in het bronwater. Tot op heden heeft zich geen lekkage in de TSA voorgedaan.

#### Resumé

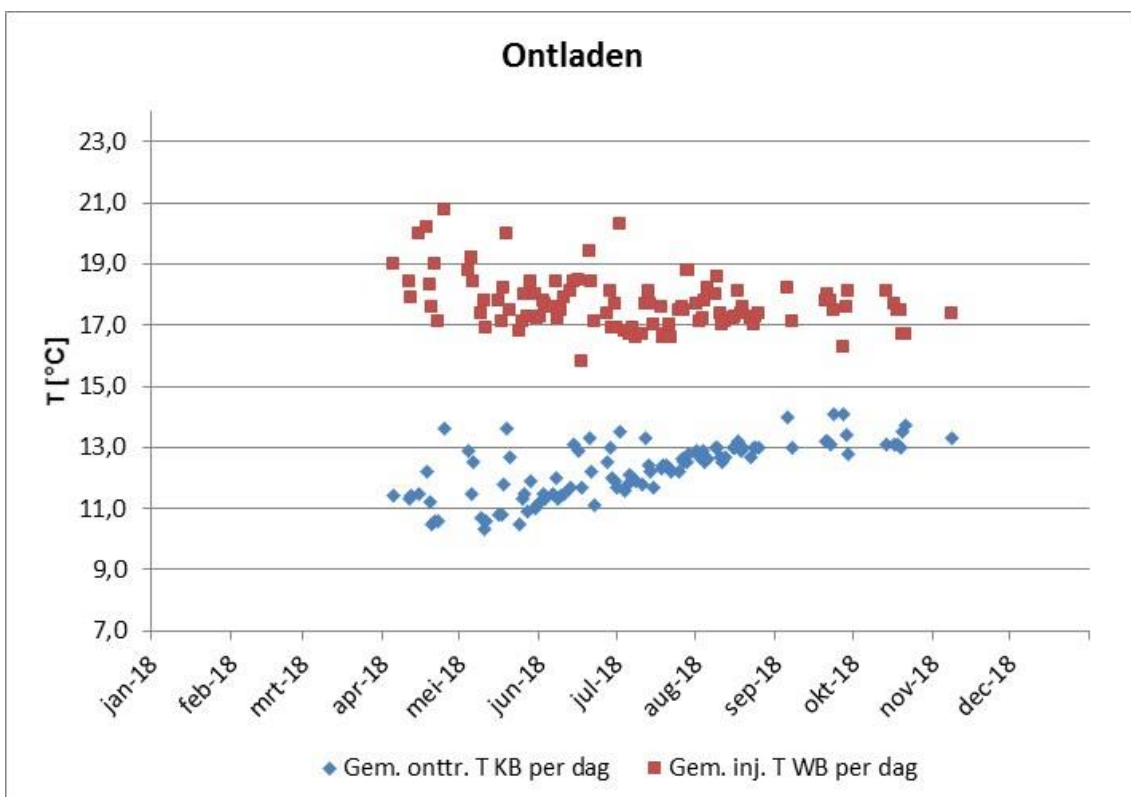
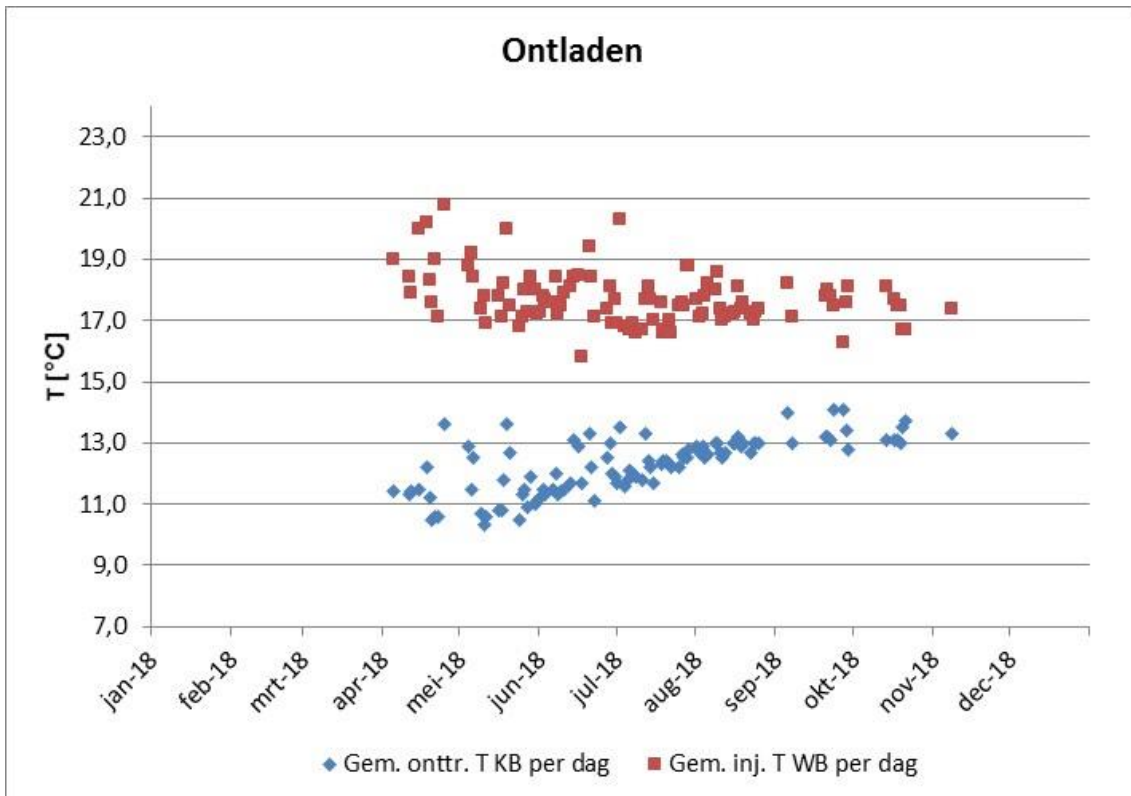
Op basis van de drukmetingen van het gebouwinstallatiewater kan geconcludeerd worden dat er geen sprake is van lekkage van gebouw installatiewater.

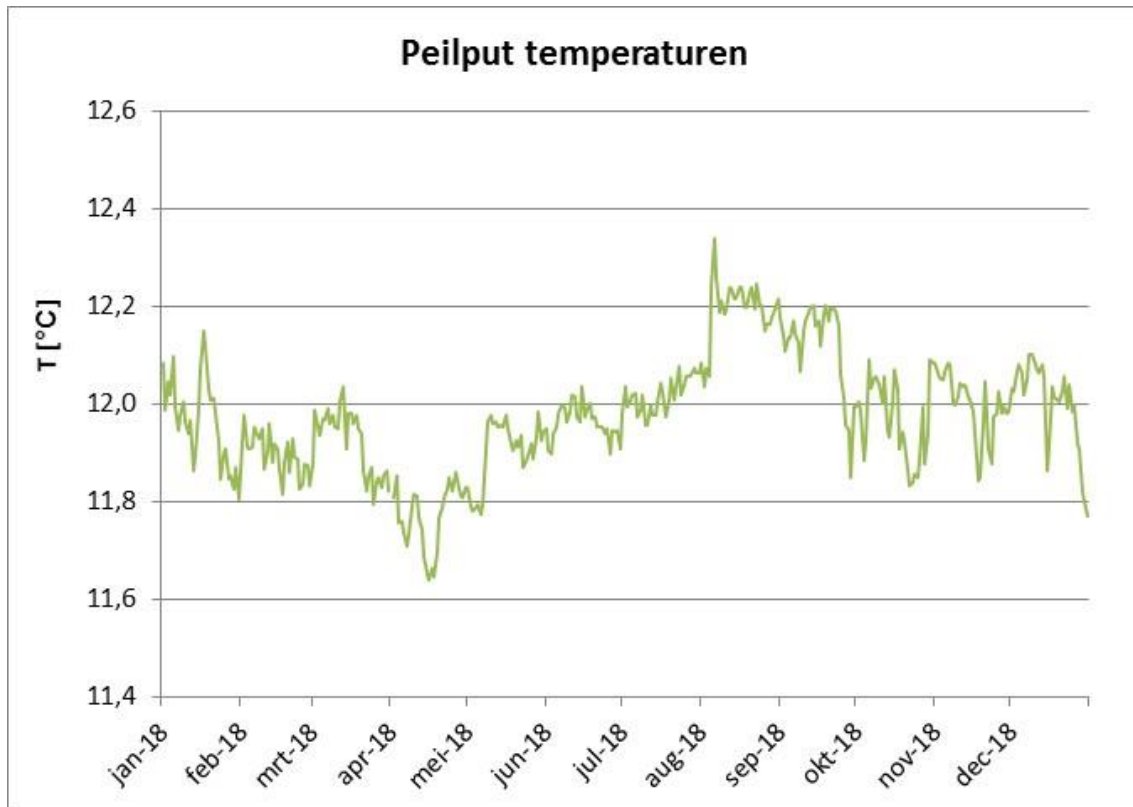
Sweegers en de Bruijn bv

## Bijlage A Stijghoogtemetingen 2018



## Bijlage B Peilput- en brontemperaturen 2018





## Bijlage C: KNMI klimaatjaren 2018

## Maandgemiddelde temperatuur De Bilt 2018

