

Project
Provinciehuis Noord-Brabant
Evaluatie WKO-installaties

Betreft:
WKO monitoring hoofdgebouw 2018

Datum
04 april 2019

Referentie
01308ALG

Document nummer
19020009 .v1

Meetrapportage 2018

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

Vergunning Grondwaterwet; 510494

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

1	SAMENVATTING	3
2	INLEIDING	5
2.1	Installatieprincipe	5
3	METINGEN EN RESULTATEN	6
3.1	Inleiding	6
3.2	Verpompte waterhoeveelheden	7
3.3	Energiebalans	9
3.4	Stijghoogten	11
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 90.429 m³ aan bronwater werd verpompt, waarvan 50.015 m³ werd onttrokken uit de warme bron en 40.414 m³ uit de koude bron. Zowel maandelijks 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). Het onttrokken debiet uit de koude bron was de helft van het aantal koeldagen. Dit duidt erop dat de installatie op zijn maximale capaciteit heeft gedraaid en daarom niet het hoge aantal koeldagen kan dekken.

Het onttrokken debiet uit de koude bron ligt ook duidelijk boven het gemiddelde van over de afgelopen 10 jaar. Het onttrokken debiet uit de koude bron is het hoogste van de afgelopen 10 jaar. In het algemeen blijkt dat de vraag naar warmte en koude over de afgelopen 3 jaar overeenkomt met de verwachting.

In 2018 is 737 GJ aan warmte en 1.201 GJ aan koude geladen. Dit betekent een koudeoverschot in de bodem van 464 GJ met een energie onbalans van 24% ten opzichte van de totale hoeveelheid aan geladen energie (1.939 GJ). Opvallend is dat de hoeveelheid geladen koude achterblijft in periodes welke kouder zijn dan het langjarig gemiddelde. Naar verwachting wordt de warmtepomp weggedrukt door de cv-ketel bij periodes welke kouder dan gemiddeld zijn. De ketel springt dan te dominant bij waardoor de retourtemperatuur uit de afgiftesystemen te hoog terugkomt en het rendement van de warmtepomp inzakt.

Vanaf 2002 tot en met 2018 bedraagt de cumulatieve afwijking in de energiebalans -2%. Daarmee heeft het systeem over langere termijn gezien een evenwichtssituatie ontwikkelt. De invloed van de warmtepomp komt duidelijk naar voren, aangezien de hoeveelheid geladen koude in de afgelopen 3 jaar ongeveer even groot is. Hierdoor kan een structureel koudeoverschot ontstaan. Het wordt daarom aanbevolen om koeling bij een lager buitentemperatuur vrij te geven (bijvoorbeeld bij 19°C in plaats van 20°C).

In 2018 bedraagt het gemiddelde temperatuurverschil bij warmte laden 4,37°C en het gemiddelde temperatuurverschil bij koude laden 5,75°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 het proces van warmte laden minder efficiënt verloopt en het proces van koude laden efficiënt verloopt. In vergelijking tot voorgaande jaren laat het proces van warmte laden een dalende trend zien.

De stijghoogte van de warme bron fluctueert tussen 19,1 en 20,0 meter waterkolom. De stijghoogte van de koude bron fluctueert tussen 19,7 en 21,2 meter waterkolom. Op basis van beide 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.

De meting van de peilput is sinds juli 2015 verstoord. Hoewel de meetdata voorhanden is, is de abrupte verschuiving van de stijghoogte (van ca. 21 naar 3 mwk) ten opzichte van 2015 niet te achterhalen. Het kan zijn veroorzaakt door instabiliteit van de registratie en regelinstelling of mogelijk falen van de opnemer. De drukopnemers hebben al vaker ter discussie gestaan met betrekking tot meetnauwkeurigheid en betrouwbaarheid (snel defect raken).

De meetwaarden zijn niet gekoppeld aan NAP. De meetwaarden 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. 12,0 en 16,9°C, waarbij de injectietemperatuur in de koude bron varieert tussen 7,2 en 10,6°C. Tijdens koude ontladen varieert de onttrekkingstemperatuur van de koude bron tussen ca. 8,3 en 11,3°C, waarbij de injectietemperatuur in de warme bron varieert tussen 13,1 en 18,1°C. De brontemperaturen overschrijden geen kritieke waarden.

De peilput temperatuur varieert tussen ca. 13,7 en 14,1°C. Dit is een stijging ten opzichte van de vertrouwde cyclus, welke sinds 2009 nagenoeg constant tussen ca. 10,9 en 11,1°C fluctueerde. De oorzaak van de stijging blijft onbekend. Desondanks overschrijden de bronnen noch de peilput geen kritieke waarden.

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 15 juli 1998 het provinciehuis vergunning verleend voor het onttrekken en infiltreren van grondwater ten behoeve van warmte koude opslag in de bodem. Het betreft vergunningnummer 510494 d.d. 15 juli 1998 ten behoeve van de warmte koude opslaginstallatie hoofdgebouw. De renovatie van het hoofdgebouw van het provinciehuis is najaar 1999 afgerond waarna de WKO-installatie voor het hoofdgebouw in bedrijf is genomen.

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 "Koudeopslag Provinciehuis Noord-Brabant Effectenstudie grondwatersysteem"

IF-Technology nummer 1/9732/GW d.d. 3 februari 1998. Deze rapportage is gebruikt voor onderbouwing van de vergunningaanvraag.

In het kader van het meetprogramma zijn reeds de volgende rapportages opgesteld:

- Evaluatierapportage Warmte Koude Opslag 2000, Nieuwbouw en Hoogbouw Provinciehuis Noord-Brabant d.d. 5 juli 2001;
- Meetrapportage 2002 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 21 februari 2003;
- Meetrapportage 2003 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 03 februari 2004;
- Meetrapportage 2004 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 10 maart 2005;
- Meetrapportage 2005 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 28 maart 2006;
- Meetrapportage 2006 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 10 juli 2007;
- Meetrapportage 2007 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 21 juli 2008;
- Meetrapportage 2008 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 20 mei 2009;
- Meetrapportage 2009 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 02 april 2010;
- Meetrapportage 2010 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 01 maart 2011;
- Meetrapportage 2011 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 08 maart 2012;
- Meetrapportage 2012 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 03 april 2013;
- Meetrapportage 2013 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 29 april 2014;
- Meetrapportage 2014 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 1 april 2015;
- Meetrapportage 2015 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 4 april 2016;
- Meetrapportage 2016 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 13 maart 2017;
- Meetrapportage 2017 Warmte Koude Opslagsysteem Hoofdgebouw d.d. 12 maart 2018.

In januari 2001 is gebleken dat de trendregistratie niet goed geactiveerd was sinds de ingebruikname eind 1999, en niet goed functioneerde. De trendrapportage van het jaar 2000 is hoofdzakelijk gebaseerd op de ervaringen uit het verleden met de soortgelijke installatie (alleen een factor 6 kleiner) van de nieuwbouw van het provinciehuis Noord-Brabant. Voor het jaar 2001 is geen evaluatierapport opgesteld omdat de trendregistratie pas vanaf september 2001 goed functioneerde. Voor de jaren 2002 t/m 2013 zijn de meetrapportages opgesteld zoals werd voorgesteld door Bureau Grondwater (beknoper dan een evaluatierapportage en meer gestandaardiseerd).

Tot 2014 werden hiervoor luchtbehandelingskasten gebruikt om ventilatielucht vóór te verwarmen in de winter en te koelen in de zomer. De installatie is in 2015 aangepast en uitgebreid met een warmtepomp waarmee extra koude kan worden geladen en goedkoop en duurzaam warmte kan worden gegenereerd.

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- en energiehoeveelheden, de stijghoogten, de bodemtemperaturen en de waterkwaliteit. Dit hoofdstuk geeft de resultaten weer van het jaar 2018.

Voor het meetprogramma wordt geen gebruik gemaakt van de temperatuuropnemers in de warme en de koude bron. De temperatuuropnemers 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 van de status van de bronpompen. Tevens wordt verwezen naar de rapportage van de WKO-installatie van de nieuwbouw van het provinciehuis, waar een bijna identieke installatie (qua werkingsprincipe) is geïnstalleerd met een ca. 6-voudig lager maximaal bronwaterdebiet.

Warme bron

De warme bron is niet voorzien van een peilbuis. De temperatuur van de warme bron wordt bovengronds gemeten. Tijdens onttrekking of injectie van bronwater is de meetwaarde representatief voor de brontemperatuur. Tijdens langdurige stilstand zal de waarde van de temperatuuropmeter de omgevingstemperatuur (in de technische ruimte nabij de TSA) weergeven. Het filter is aangebracht in het 1^e watervoerend pakket op een diepte van 28,5 tot 72,5 meter min maaiveld (zie bijlage 2 van de meetrapportage 2002 voor een exacte omschrijving).

Koude bron

De koude bron is ook niet voorzien van een peilbuis. De temperatuur van de koude bron wordt bovengronds gemeten. Tijdens onttrekking of injectie van bronwater is de meetwaarde representatief voor de brontemperatuur. Tijdens langdurige stilstand zal de waarde van de temperatuuropmeter de omgevingstemperatuur (in de technische ruimte nabij de TSA) weergeven. Het filter is aangebracht in het 1^e watervoerend pakket op een diepte van 33,5 tot 72,5 meter min maaiveld (zie bijlage 2 van de meetrapportage van 2002 voor een exacte omschrijving).

Peilput

Er is een peilput 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 op een diepte van ca. 64 tot 80 meter. De locaties van de bronnen en de peilput worden weergegeven in bijlage 1 van de meetrapportage van 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 [m³]	Totaal per kwartaal [m³]	Uit warme bron [m³]	Uit koude bron [m³]
jan-18	9.445	26.831	9.445	0
feb-18	6.662		6.662	0
mrt-18	10.723		10.723	0
apr-18	5.847	16.653	3.922	1.925
mei-18	4.748		0	4.748
jun-18	6.058		0	6.058
jul-18	11.582	26.086	0	11.582
aug-18	10.169		0	10.169
sep-18	4.336		436	3.899
okt-18	6.911	20.859	4.879	2.033
nov-18	7.841		7.841	0
dec-18	6.107		6.107	0
Totaal	90.429		50.015	40.414

De vergunning is afgegeven voor een maximale onttrekking en injectie van 160.000 m³ per jaar, 80.000 m³ per maand, 3.000 m³ per dag en 125 m³ per uur. Uit tabel 1 blijkt dat in 2018 in totaal 90.429 m³ aan bronwater werd verpompt, waarvan 50.015 m³ werd onttrokken uit de warme bron en 40.414 m³ uit de koude bron. Geen van de vergunde hoeveelheden werd in 2018 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 [m³]	Uit koude bron [m³]	Totaal [m³]	Graaddagen	Koeldagen
2009	42.159	29.692	71.851	925	111
2010	51.215	25.594	76.809	1.291	140
2011	32.532	11.032	43.564	705	79
2012	37.140	21.236	58.376	868	114
2013	47.273	28.228	75.501	1.067	145
2014	13.239	23.831	37.070	556	109
2015	18.338	22.223	40.561	693	153
2016	57.059	32.809	89.867	860	153
2017	55.332	26.452	81.784	783	143
2018	50.015	40.414	90.429	837	284
Gemiddeld	38.309	25.679	63.988	792	122

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 en tabel 4 geven de indexeringen weer.

Tabel 3 – indexering onttrokken debiet i.r.t. het gemiddeld onttrokken debiet en het aantal graad- en koeldagen over de afgelopen 7 jaar voor de installatie van de warmtepomp

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

Tabel 4 – indexering onttrokken debiet i.r.t. het gemiddeld onttrokken debiet en het aantal graad- en koeldagen over de afgelopen 3 jaar na installatie van de warmtepomp

Jaar	index WB	index GR	index KB	index KL
2016	1,1	1,1	1,0	1,3
2017	1,0	1,0	0,8	1,2
2018	0,9	1,1	1,2	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.

Er zijn twee aparte tabellen (tabel 3 en 4) opgesteld om de indexering te bepalen. In 2015 is namelijk een warmtepomp geïnstalleerd. Dit heeft er toe geleid dat het onttrokken debiet uit de warme bron 20.000 m³/h hoger is komen te liggen. Er kan daarom niet doorgerekend worden met het gemiddelde onttrokken debiet over de afgelopen 10 jaar, want dat zou leiden tot vertekende indexcijfers. Daarom wordt vanaf 2016 een aparte tabel weergegeven voor de situatie met warmtepomp.

Uit tabel 4 blijkt dat het onttrokken debiet uit de koude bron (index-KB) niet correleert met het aantal koeldagen (index-KL). Het onttrokken debiet uit de koude bron was de helft van het aantal koeldagen. Dit duidt erop dat de installatie op zijn maximale capaciteit heeft gedraaid en daarom niet het hoge aantal koeldagen kan dekken.

Het onttrokken debiet uit de koude bron ligt duidelijk boven het gemiddelde van over de afgelopen 10 jaar. Het onttrokken debiet uit de koude bron is het hoogste van de afgelopen 10 jaar. In het algemeen blijkt dat de vraag naar warmte en koude over de afgelopen 3 jaar overeenkomt met de verwachting.

Resumé

In 2018 werd in totaal 90.429 m³ aan bronwater werd verpompt, waarvan 50.015 m³ werd onttrokken uit de warme bron en 40.414 m³ uit de koude bron. Zowel maandelijks 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). Het onttrokken debiet uit de koude bron was de helft van het aantal koeldagen. Het lijkt erop te duiden dat de installatie op zijn maximale capaciteit heeft gedraaid en daarom niet het hoge aantal koeldagen kan dekken.

Het onttrokken debiet uit de koude bron ligt ook duidelijk boven het gemiddelde van over de afgelopen 10 jaar. Het onttrokken debiet uit de koude bron is het hoogste van de afgelopen 10 jaar. In het algemeen blijkt dat de vraag naar warmte en koude over de afgelopen 3 jaar overeenkomt met de verwachting.

3.3 Energiebalans

Per maand wordt weergegeven hoeveel warmte en koude er geladen is. Deze gegevens worden onderstaand weergegeven in tabel 5.

Tabel 5 – Energiehoeveelheden 2018

Maand	Warmte laden [GJ]	Koude laden [GJ]
jan-18	0	225
feb-18	0	133
mrt-18	12	230
apr-18	1	78
mei-18	93	0
jun-18	215	0
jul-18	187	0
aug-18	128	0
sep-18	72	10
okt-18	29	129
nov-18	0	229
dec-18	0	167
Totaal	737	1.201

In 2018 is 737 GJ aan warmte en 1.201 GJ aan koude geladen. Dit betekent een koudeoverschot in de bodem van 464 GJ met een energie onbalans van 24% ten opzichte van de totale hoeveelheid aan geladen energie (1.939 GJ). Opvallend in tabel 4 is de hoeveelheid geladen koude in februari, aangezien februari kouder dan gemiddeld was. Naar verwachting wordt de warmtepomp weggedrukt door de cv-ketel bij periodes welke kouder dan gemiddeld zijn. De ketel springt dan te dominant bij waardoor de retourtemperatuur uit de afgiftesystemen te hoog oploopt en het rendement van de warmtepomp inzakt en uitschakelt.

Tabel 6 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 jaardebiet) berekend wat het gemiddelde temperatuurverschil was bij zowel warmte laden als koude laden.

Tabel 6 – 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	787	407	32%	32%	3,80	2,73
2003	1.059	525	34%	33%	5,28	5,37
2004	508	712	-17%	18%	4,40	6,32
2005	777	715	4%	14%	6,35	6,73
2006	1.009	756	14%	14%	6,29	4,64
2007	521	442	8%	13%	5,31	4,43
2008	531	568	-3%	11%	5,43	4,28
2009	704	717	-1%	10%	5,65	4,05
2010	737	1.157	-22%	5%	6,85	5,38
2011	346	559	-24%	3%	7,46	4,09
2012	593	613	-2%	3%	6,68	3,95
2013	798	794	0%	2%	6,77	4,02
2014	560	208	46%	4%	5,62	3,75
2015	471	575	-10%	4%	5,07	7,51
2016	867	1.403	-24%	1%	6,32	5,88
2017	737	1.276	-27%	-2%	6,67	5,52
2018	737	1.201	-24%	-2%	4,37	5,75
Totaal	11.743	12.628		-4%	5,78	4,96

Tabel 5 geeft weer dat de cumulatieve afwijking vanaf 2002 tot en met 2018 -2% bedraagt, waarbij meer koude dan warmte is geladen. Daarmee heeft het systeem over langere termijn gezien een evenwichtssituatie ontwikkeld. Ook komt in tabel 5 de invloed van de warmtepomp duidelijk naar voren, aangezien de hoeveelheid geladen koude en warmte in de afgelopen 3 jaar ongeveer even groot is. Hierdoor kan een structureel koudeoverschot ontstaan. Het wordt daarom aanbevolen om koeling bij een lagere buitentemperatuur vrij te geven (bijvoorbeeld bij 19°C in plaats van 20°C).

Het gemiddelde temperatuurverschil bij warmte laden bedraagt 4,37°C in 2018 en het gemiddelde temperatuurverschil bij koude laden 5,75°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 het proces van warmte laden minder efficiënt verloopt en het proces van koude laden efficiënt verloopt. In vergelijking tot voorgaande jaren laat het proces van warmte laden een dalende trend zien.

Resumé

In 2018 is 737 GJ aan warmte en 1.201 GJ aan koude geladen. Dit betekent een koudeoverschot in de bodem van 464 GJ met een energie onbalans van 24% ten opzichte van de totale hoeveelheid aan geladen energie (1.939 GJ). Opvallend is dat de hoeveelheid geladen koude achterblijft in periodes welke kouder zijn dan het langjarig gemiddelde. Naar verwachting wordt de warmtepomp weggedrukt door de cv-ketel bij periodes welke kouder dan gemiddeld zijn. De ketel springt dan te dominant bij waardoor de retourtemperatuur uit de afgiftesystemen te hoog terugkomt en het rendement van de warmtepomp inzakt en uitschakelt.

Vanaf 2002 tot en met 2018 bedraagt de cumulatieve afwijking in de energiebalans -2%. Daarmee heeft het systeem over langere termijn gezien een evenwichtssituatie ontwikkeld. De invloed van de warmtepomp komt duidelijk naar voren, aangezien de hoeveelheid geladen koude in de afgelopen 3 jaar ongeveer even groot is. Hierdoor kan een structureel koudeoverschot ontstaan. Het wordt daarom aanbevolen om koeling bij een lager buitentemperatuur vrij te geven (bijvoorbeeld bij 19°C in plaats van 20°C).

In 2018 bedraagt het gemiddelde temperatuurverschil bij warmte laden 4,37°C en het gemiddelde temperatuurverschil bij koude laden 5,75°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 het proces van warmte laden minder efficiënt verloopt en het proces van koude laden efficiënt verloopt. In vergelijking tot voorgaande jaren laat het proces van warmte laden een dalende trend zien.

3.4 Stijghoogten

De stijghoogten in het 1^e 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 19,1 (onttrekkingsdruk) en 20,0 (injectiedruk) meter waterkolom. De stijghoogte van de koude bron fluctueert tussen 19,7 (onttrekkingsdruk) en 21,2 (injectiedruk) meter waterkolom. Op basis van beide 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.

De meting van de peilput is sinds juli 2015 verstoord. Hoewel de meetdata voorhanden is, is de abrupte verschuiving van de stijghoogte (van ca. 21 naar 3 mwk) ten opzichte van 2015 niet te achterhalen. Het kan zijn veroorzaakt door instabiliteit van de registratie en regeling of mogelijk falen van de opnemer. De drukopnemers hebben al vaker ter discussie gestaan met betrekking tot meetnauwkeurigheid en betrouwbaarheid (snel defect raken).

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.

De meting van de peilput is sinds juli 2015 verstoord. Hoewel de meetdata voorhanden is, is de abrupte verschuiving van de stijghoogte (van ca. 21 naar 3 mwk) ten opzichte van 2015 niet te achterhalen. Het kan zijn veroorzaakt door instabiliteit van de registratie en regeling of mogelijk falen van de opnemer. De drukopnemers hebben al vaker ter discussie gestaan met betrekking tot meetnauwkeurigheid en betrouwbaarheid (snel defect raken).

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^e 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. Eén figuur met temperaturen tijdens laden en één met temperaturen tijdens ontladen.

Tijdens koude laden varieert de onttrekkingstemperatuur van de warme bron tussen ca. 12,0 en 16,9°C, waarbij de injectietemperatuur in de koude bron varieert tussen 7,2 en 10,6°C. Tijdens koude ontladen varieert de onttrekkingstemperatuur van de koude bron tussen ca. 8,3 en 11,3°C, waarbij de injectietemperatuur in de warme bron varieert tussen 13,1 en 18,1°C. De brontemperaturen overschrijden geen kritieke waarden.

De grafieken van de brontemperaturen 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.

In 2018 varieert de peilput temperatuur tussen ca. 13,7 en 14,1°C. Dit is een stijging ten opzichte van de vertrouwde cyclus, welke sinds 2009 nagenoeg constant tussen ca. 10,9 en 11,1°C fluctueerde. De oorzaak van de stijging blijft onbekend. Desondanks overschrijdt de bodemtemperatuur in de peilput geen kritieke waarden.

Resumé

Tijdens koude laden varieert de onttrekkingstemperatuur van de warme bron tussen ca. 12,0 en 16,9°C, waarbij de injectietemperatuur in de koude bron varieert tussen 7,2 en 10,6°C. Tijdens koude ontladen varieert de onttrekkingstemperatuur van de koude bron tussen ca. 8,3 en 11,3°C, waarbij de injectietemperatuur in de warme bron varieert tussen 13,1 en 18,1°C. De brontemperaturen overschrijden geen kritieke waarden.

De peilput temperatuur varieert tussen ca. 13,7 en 14,1°C. Dit is een stijging ten opzichte van de vertrouwde cyclus, welke sinds 2009 nagenoeg constant tussen ca. 10,9 en 11,1°C fluctueerde. De oorzaak van de stijging blijft onbekend. Desondanks overschrijden de bronnen noch de peilput geen kritieke waarden.

3.6

Waterkwaliteit

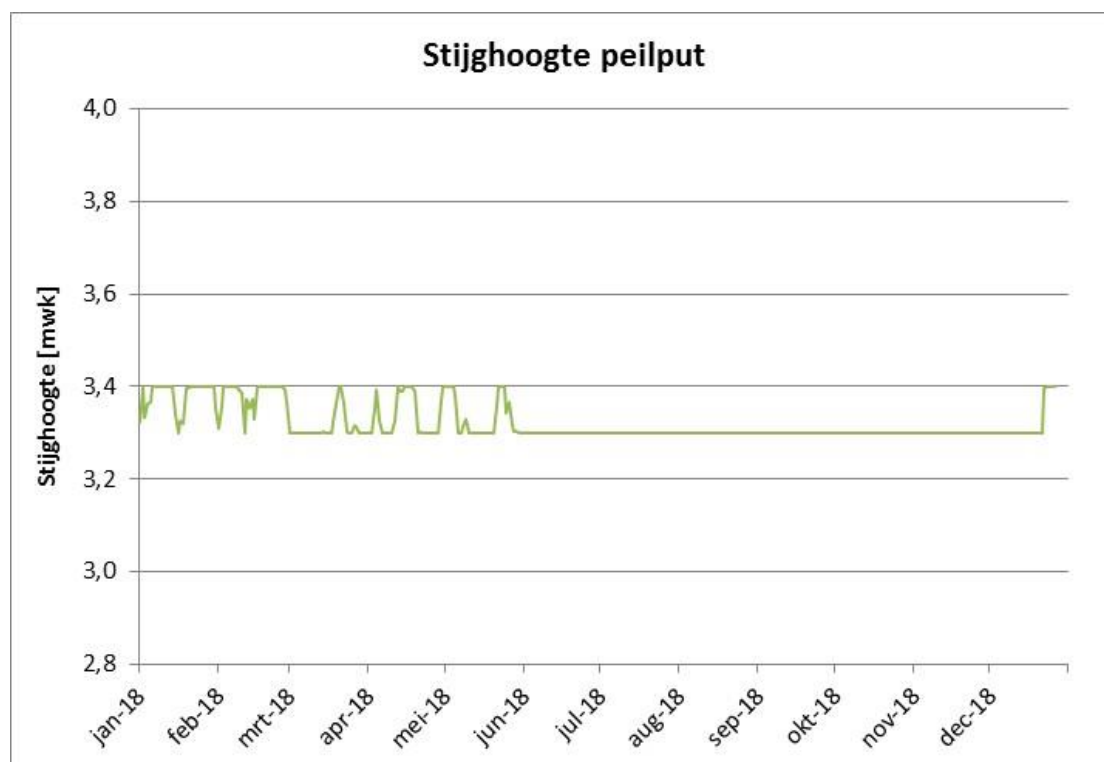
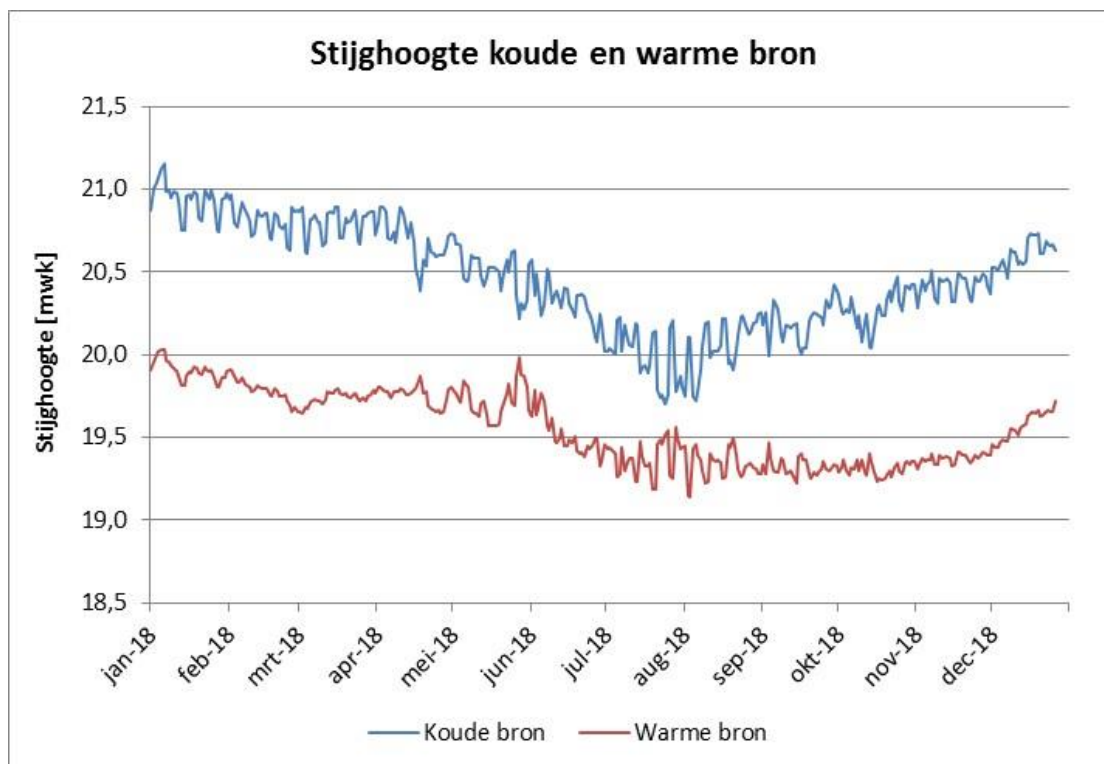
Het gebouwsysteem is eind 2008 voor het laatst getest op lekkages. De rapportage en de resultaten zijn opgenomen in bijlage 4 van de evaluatierapportage van 2009. Er is toentertijd geen lekkage geconstateerd. Indien lekkages optreden zal dit automatisch leiden tot drukverlies in het gesloten systeem 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 druk-handhavingstoestellen 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

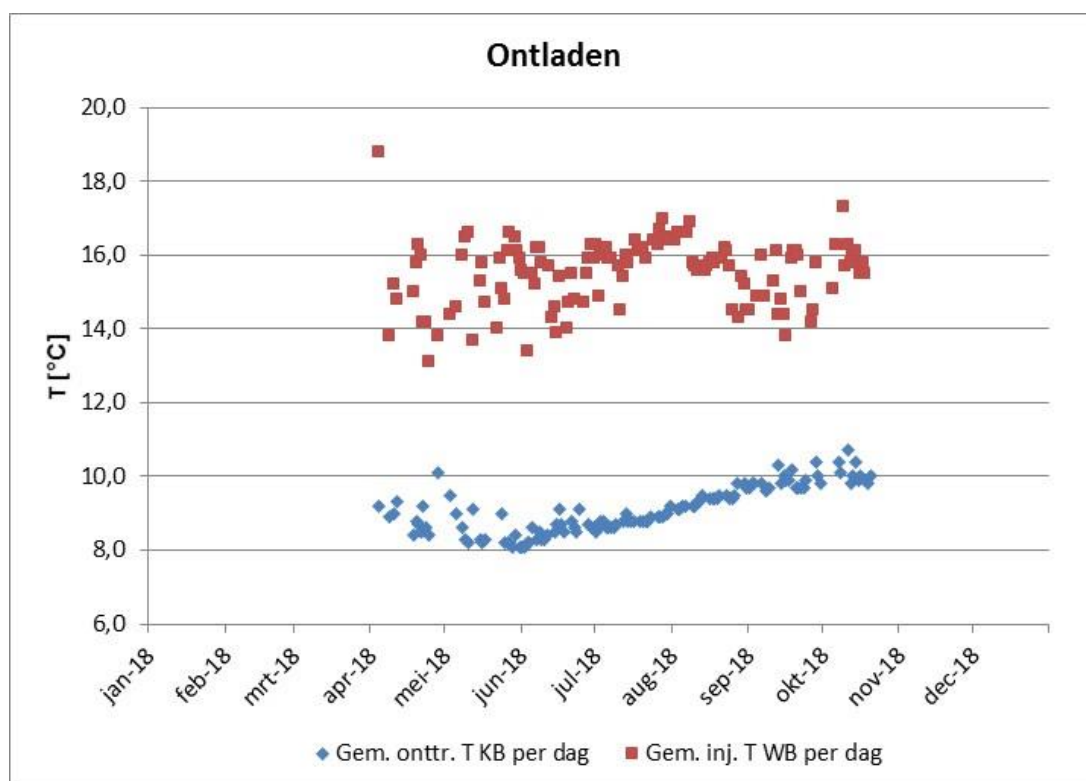
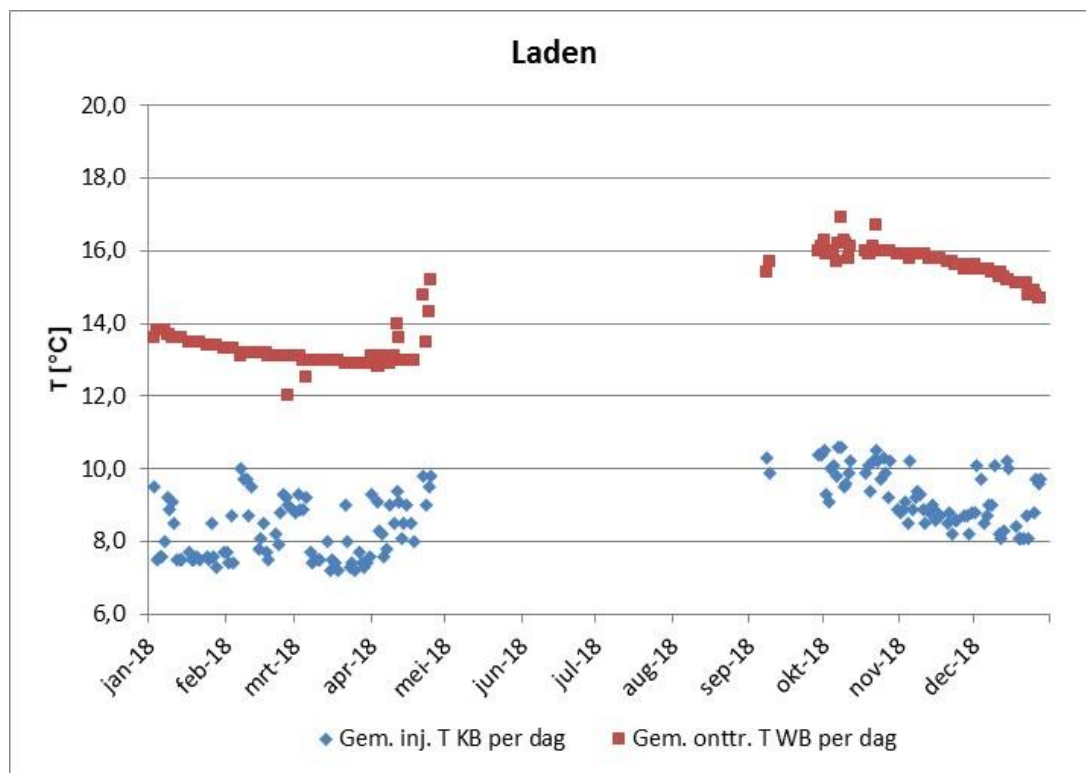
Op basis van de drukmetingen van het gebouwinstallatiewater kan geconcludeerd worden dat er geen sprake is van lekkage van gebouw installatiewater.

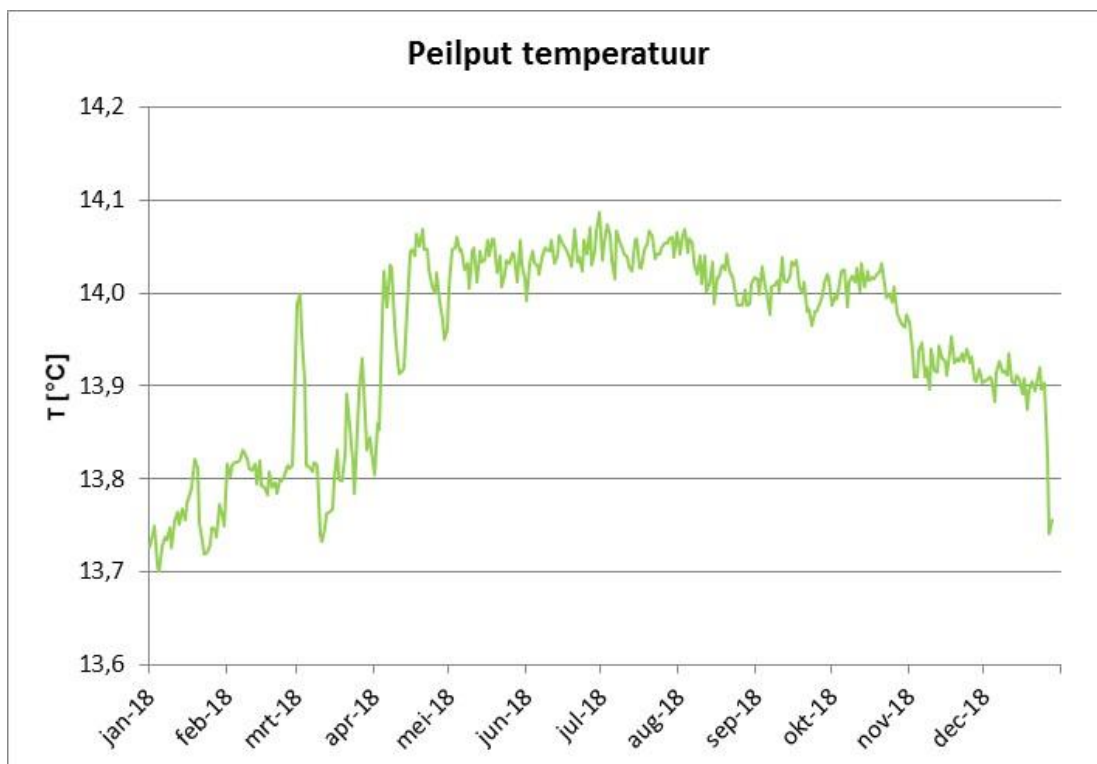
Sweegers en de Bruijn bv

Bijlage A: Stijghoogtemetingen 2018



Bijlage B: Peilput- en brontemperaturen 2018





Bijlage C: KNMI klimaatjaar 2018

Maandgemiddelde temperatuur De Bilt 2018

