



Casestudie: Geothermics, Lochristi

Auteurs: Jad Al Koussa, Koen Allaerts

Datum: 16-02-2016

Deze studie werd uitgevoerd in het kader van het IWT-VIS traject Smart Geotherm (2011-2017)

1 Inleiding

Dit document kadert in het IWT VIS traject Smart Geotherm en geeft een overzicht van de meetresultaten van een bodemgekoppeld warmtepompsysteem bij een eengezinswoning in Lochristi.

De woning werd gemonitord over een periode van enkele jaren (2011-2015), de meetdata werd verzameld en geanalyseerd. De resultaten van deze meetcampagne zijn samengevat in dit rapport.



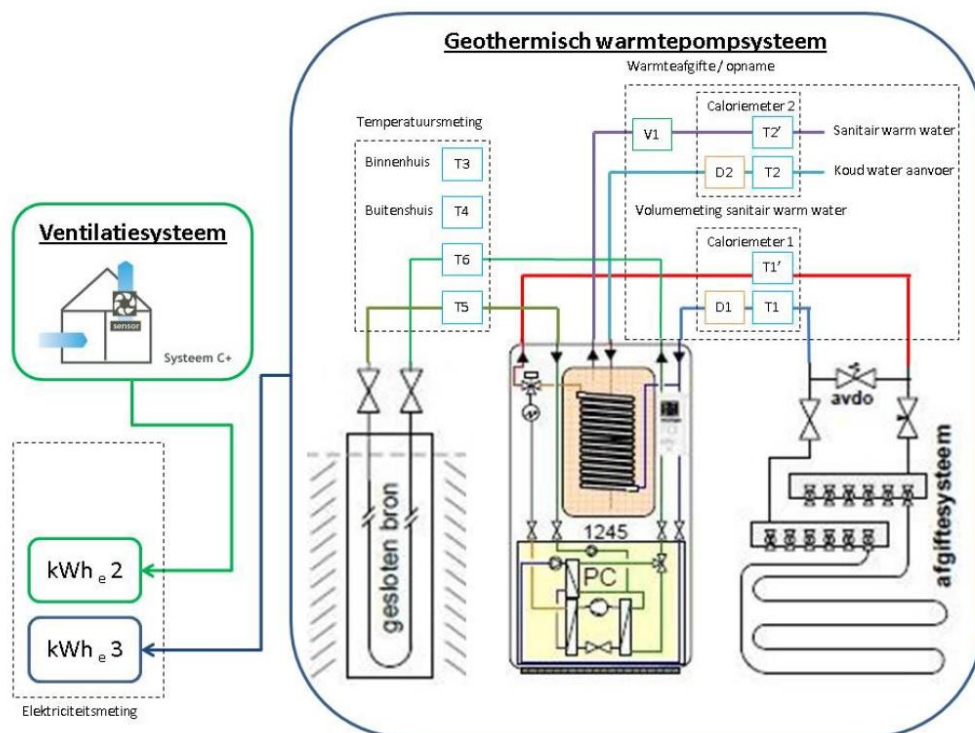
Figuur 1: Zij aanzicht van de woning

Inhoudstafel

1	Inleiding.....	2
2	Systeemeigenschappen	4
3	Meetresultaten	5
3.1.1	Algemene werking	5
3.1.2	Seasonal Performance Factor (SPF)	8
3.1.3	Boorgatenergieopslag	8
4	Conclusie	11
5	Referenties.....	12
6	Bijlage.....	13

2 Systemeigenschappen

Een eengezinswoning met een vloeroppervlakte van 214m² in Lochristi werd gemonitord. Het gebouw heeft een K-peil van 30 volgens de Vlaamse EPB regelgeving. Een bodemgekoppelde warmtepomp voorziet de ruimteverwarming (RV) en de aanmaak van sanitair warm water (SWW). De woning kan passief gekoeld worden via de bodemwarmtewisselaars. De totale boorgat lengte bedraagt 220m (U-lus). De warmtepomp is van fabrikant Nibe type Fighter F 1145 – 08PC (zie bijlage) met een nominaal thermisch vermogen van 8kW. Het sanitair warm water wordt opgeslagen in een boiler met een inhoud van 285 liter. De woning wordt geventileerd door middel van een ventilatiesysteem type C+ met vochtigheids- en aanwezigheidsdetectie. Het verwarmingssysteem is schematisch weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Hydraulisch diagram van het verwarmingssysteem

Het systeem werd opgestart in 2011, volgende parameters worden gemeten en gelogd:

- De temperatuur van het water/glycol mengsel in de bodemwarmtewisselaars
- Het debiet en de aanvoer- en retourtemperatuur van de vloerverwarming
- De temperatuur en het debiet van het sanitair warm water (achter de boiler)
- Binnen- en buitentemperatuur
- Elektriciteitsverbruik van het verwarmingssysteem (incl. circulatiepompen) en van de ventilatie unit.

De meetdata werd geregistreerd op twee verschillende tijdstappen:

- 10 minuten basis voor de verschillende temperaturen, debieten en modus van het verwarmingssysteem.

- Dagbasis (24u) voor de dagelijks gemiddelde temperatuur, de geleverde warmte en het aantal draaiuren.

3 Meetresultaten

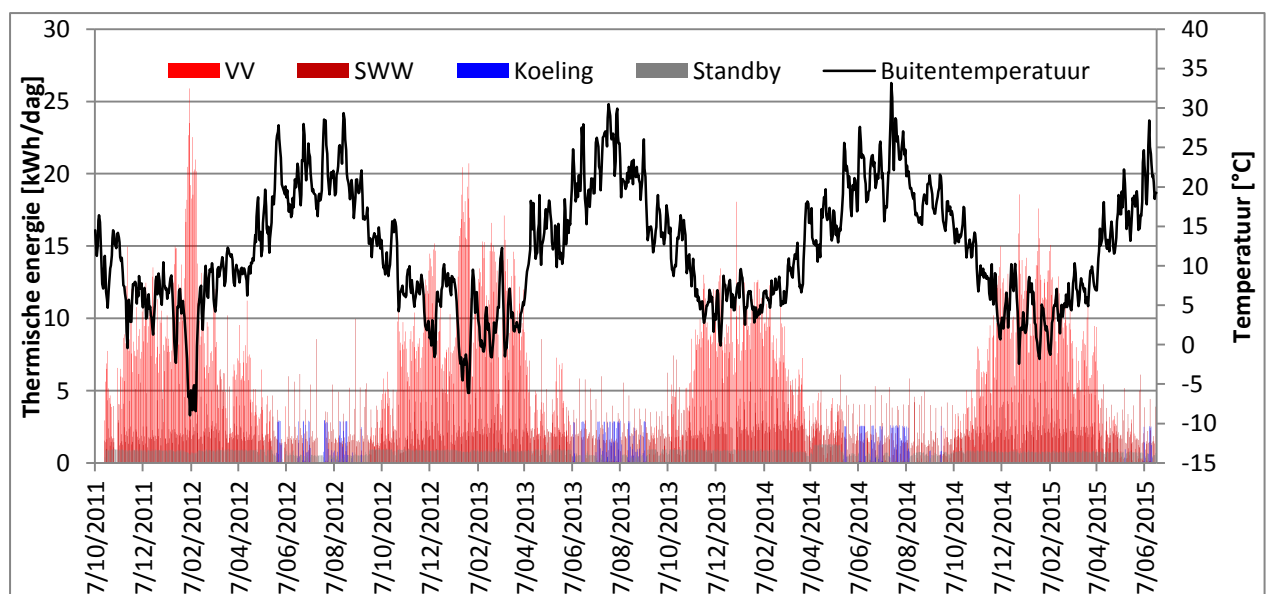
In dit deel worden de belangrijkste meetgegevens weergegeven en geanalyseerd.

3.1.1 Algemene werking

Figuur 3 toont de gemiddelde buitentemperatuur en het elektriciteitsverbruik in de verschillende modi van oktober 2011 tot juni 2015. De warmtepomp heeft vier verschillende modi:

- “RV”: ruimteverwarming via de vloerverwarming.
- “SWW”: wanneer de warmtepomp warmte aan de boiler levert.
- “Koeling”: passieve koeling, de bypass over de warmtepomp wordt geactiveerd.
- “Stand-by”: er is geen warmte- of koudevraag.

Het elektriciteitsverbruik is telkens inclusief het verbruik van de circulatiepompen van de BEO en de vloerverwarming (samen 115W). Zoals kan afgeleid worden uit Figuur 3 is het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp het hoogst in mode ruimteverwarming (RV). Op 5 februari 2012 werd het hoogste dagverbruik geregistreerd (26kWh_e). Diezelfde nacht daalde de buitentemperatuur tot -9°C.



Figuur 3: De gemiddelde buitentemperatuur over de hele meetperiode en het elektriciteitsverbruik in de verschillende modi.

De winter van 2014 was relatief zacht met een totaal elektriciteitsverbruik van 758kWh_e in vergelijking met de winter van 2013 waarbij in totaal 1.014 kWh_e verbruikt werd (zie Tabel 1).

De vraag naar sanitair warm water is relatief constant over de verschillende jaren en varieert licht over de seizoenen. Het energieverbruik voor sanitair warm water is het hoogst in de winter. Het hoogste energieverbruik voor SWW bedroeg 252 kWh_e in de winter van 2013 en was het laagst in de zomer van 2014 (180 kWh_e).

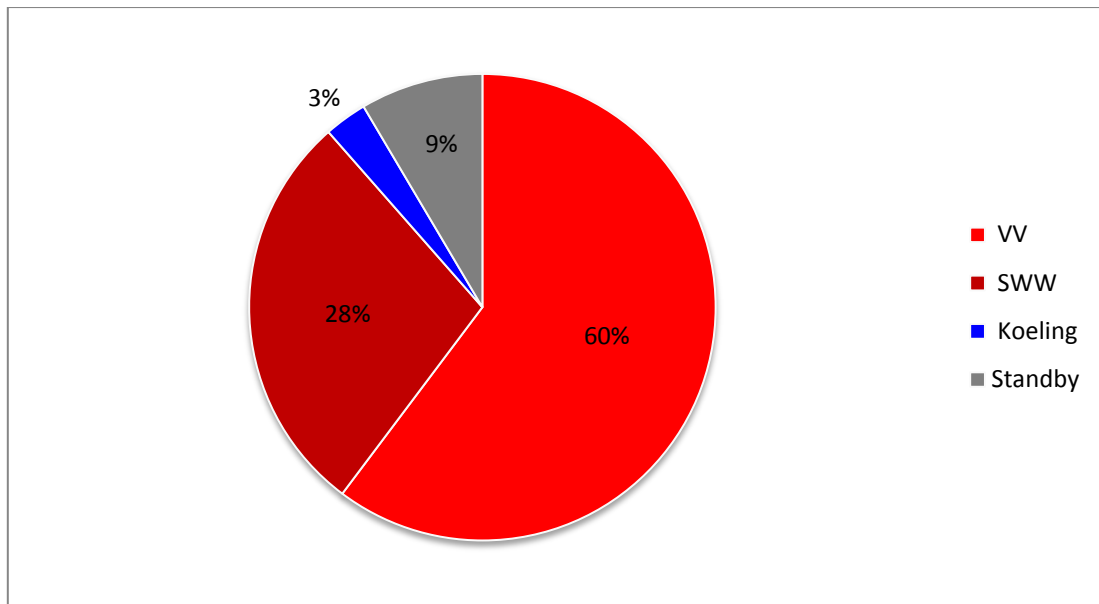
Jaar	Seizoen	Koeling [kWh _e]	RV [kWh _e]	SWW [kWh _e]	Stand-by [kWh _e]
2012	Winter	0	972	228	75
	Lente	18	278	197	67
	Zomer	70	3	193	38
	Herfst	0	612	193	79
	Totaal	88	1.865	811	259
2013	Winter	0	1.014	252	75
	Lente	12	386	235	71
	Zomer	104	15	207	36
	Herfst	0	490	228	77
	Totaal	116	1.905	922	259
2014	Winter	0	758	247	76
	Lente	29	155	220	74
	Zomer	85	8	180	35
	Herfst	0	479	211	69
	Totaal	114	1.400	858	254
2015	Winter	0	929	247	68
	Lente	15	224	209	62
	Totaal	15	1.153	456	130

Tabel 1: Totaal elektriciteitsverbruik van de warmtepomp

Het elektriciteitsverbruik voor koeling is bijzonder laag en bijna uitsluitend aanwezig tijdens warme perioden in de zomer. Zoals kan afgeleid worden uit de cijfers van Tabel 1 was de zomer van 2013 (104kWh_e) relatief warm in vergelijking met de zomer van 2012 (70kWh_e).

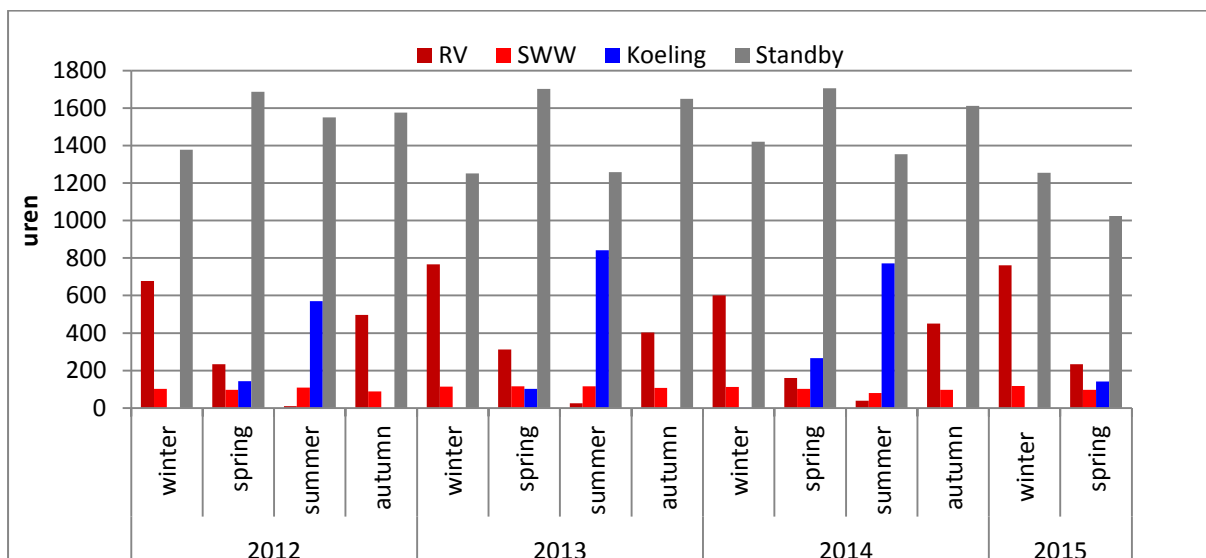
Het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp in stand-by mode is vrij constant over de hele meetperiode en bedraagt gemiddeld 0.7 kWh_e per dag. Dit verbruik is hoofdzakelijk afkomstig van de circulatiepompen.

Figuur 4 toont de verdeling van het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp voor de verschillende modi; 60% van het elektriciteitsverbruik werd gebruikt voor ruimteverwarming (vloerverwarming VV), 28% voor sanitair warm water, 9% in stand-by mode en 3% voor koeling.



Figuur 4: Verdeling van het elektriciteitsverbruik over de verschillende modi

Het aantal draaiuren van de warmtepomp per modus en seizoen is weergegeven in Figuur 5. Zoals kan afgeleid worden uit de resultaten staat de warmtepomp het grootste deel van de tijd stil in stand-by mode, vooral in de tussenseizoenen (lente en herfst) wanneer de buitentemperaturen nog zacht zijn en er weinig vraag is naar verwarming of koeling. Het aantal draaiuren voor de aanmaak van sanitair warm water is vrij constant. Het valt op dat in de zomer van 2013 en 2014 de warmtepomp meer in koelmode stond in de zomer dan in verwarmingsmode in de winter van datzelfde jaar. Anderzijds is het totaal aantal draaiuren in verwarmingsmode per jaar wel hoger dan het aantal draaiuren in koelmode.



Figuur 5: Aantal draaiuren van de warmtepomp over de hele meetperiode per modus.

3.1.2 Seasonal Performance Factor (SPF)

De SPF bepaald de efficiëntie van de warmtepomp over een stookseizoen en wordt beschouwd als de verhouding van de geleverde warmte ten opzichte van het elektriciteitsverbruik om deze warmte te leveren.

Error! Reference source not found. toont de thermische energie geleverd en elektrische energie verbruikt door de warmtepomp (incl. circulatiepompen) voor de verschillende modi. De SPF voor ruimteverwarming bedraagt 5,72 over de meetperiode, de SPF voor sanitair warm water bedraagt 2,15 (incl. thermische verliezen van de boiler). De SPF voor verwarming (RV+SWW) bedraagt 4,58. Wanneer het elektriciteitsverbruik in stand-by mode mee in rekening gebracht wordt daalt de SPF tot 4,18. De SPF voor koeling bedraagt 15,67 over de meetperiode met inbegrip van het elektriciteitsverbruik van de primaire en secundaire circulatiepomp.

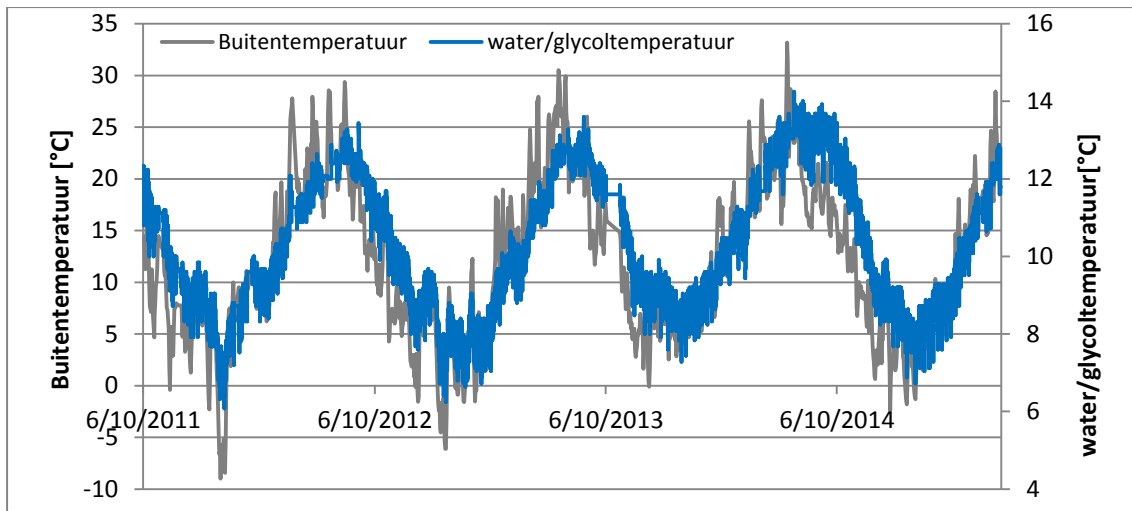
Volgens de gegevens van de fabrikant van de warmtepomp bedraagt de nominale COP (coëfficiënt of performance) 5,05 excl. het elektriciteitsverbruik van de circulatiepompen. Wanneer het elektriciteitsverbruik van de circulatiepompen bij de berekening van de SPF buiten beschouwing wordt gelaten kan de gemeten SPF de nominale COP overstijgen. De SPF voor (passieve) koeling is vergelijkbaar met de gerapporteerde SPF van andere gelijkaardige systemen.

	RV	SWW	RV+SWW	Koeling	Stand-by	Totaal
Thermische energie [kWh _{th}]	38.783	6.836	45.619	5.226	0	45.619
Elektrische energie [kWh _e]	6.783	3.182	9.965	334	958	10.923
SPF	5,72	2,15	4,58	15,67		4,18

Tabel 2: Warmte geleverd door en elektriciteitsverbruik van de warmtepomp met berekening van de SPF

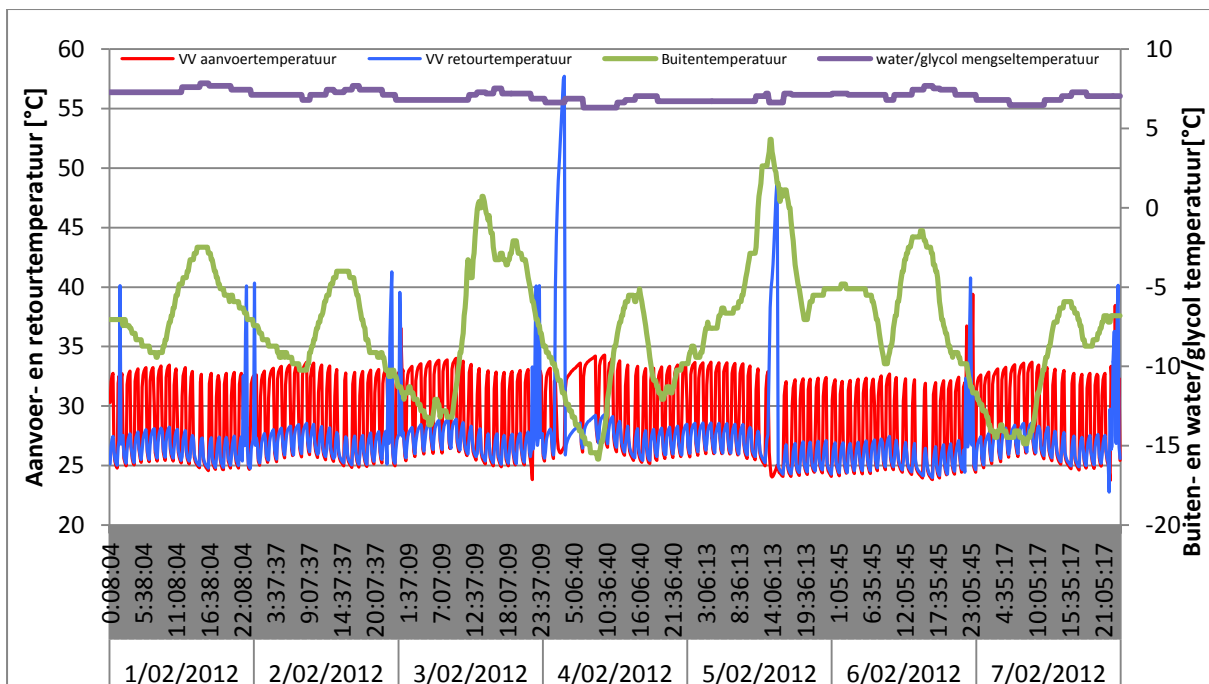
3.1.3 Boorgatenergieopslag (BEO)

De temperatuur van het water/glycol mengsel in de bodemwarmtewisselaars werd opgevolgd en telkens geregistreerd twee minuten nadat de primaire pomp werd gestart. Op deze manier heeft men een indicatie van de bodemtemperatuur. Figuur 6 toont de gemiddelde buitentemperatuur en de temperatuur van het water/glycol mengsel in de bodemwarmtewisselaars. Deze laatste varieert mee in functie van het seizoen waarbij het maximum bereikt wordt in de zomer en het minimum in de winter. De temperatuur bereikte een minimum van 6,5 °C in de winter en een maximum van 14°C in de zomer. Het jaarlijkse temperatuursverloop over de meetperiode is vrij constant, er is geen sprake van een divergerende bodemtemperatuur. De gemiddelde temperatuur van het water/glycolmengsel steeg sinds de zomer van 2012 tot de zomer van 2014 slechts 0,8°C. Anderzijds, in de winter van 2013 was de gemiddelde temperatuur van het mengsel 0,2°C lager dan in de winter van 2012. In de winter van 2014 steeg de gemiddelde temperatuur opnieuw met 0,7°C ten opzichte van 2013.



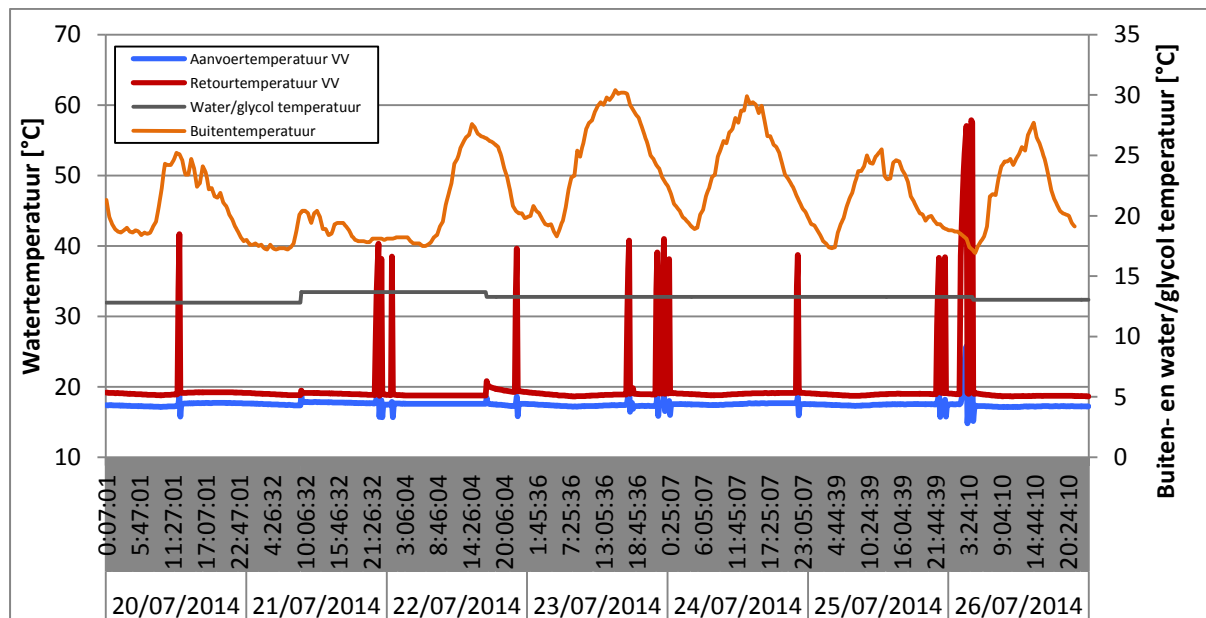
Figuur 6: Overzicht van de gemiddelde buitentemperatuur en de temperatuur van het water/glycol mengsel in de bodemwarmtewisselaars

In Figuur 7 wordt de aanvoer- en retourtemperatuur van de vloerverwarming, de buitentemperatuur en de glycol mengseltemperatuur getoond tijdens een koude week in februari 2012. De aanvoertemperatuur van de vloerverwarming schommelde tussen 32 en 34°C, de retourtemperatuur varieerde tussen 24 en 29°C. De retourtemperatuur vertoont enkele pieken die verklaart kunnen worden door het omschakelen van SWW mode naar RV mode (interferentie). De aanvoertemperatuur van de vloerverwarming varieert eerder matig in functie van de buitentemperatuur wat duidt op een relatief vlakke stooklijn. De temperatuur van het water/glycol mengsel varieert tussen 6,3 en 7,4°C en varieert logischerwijs evenredig mee met de warmtevraag.



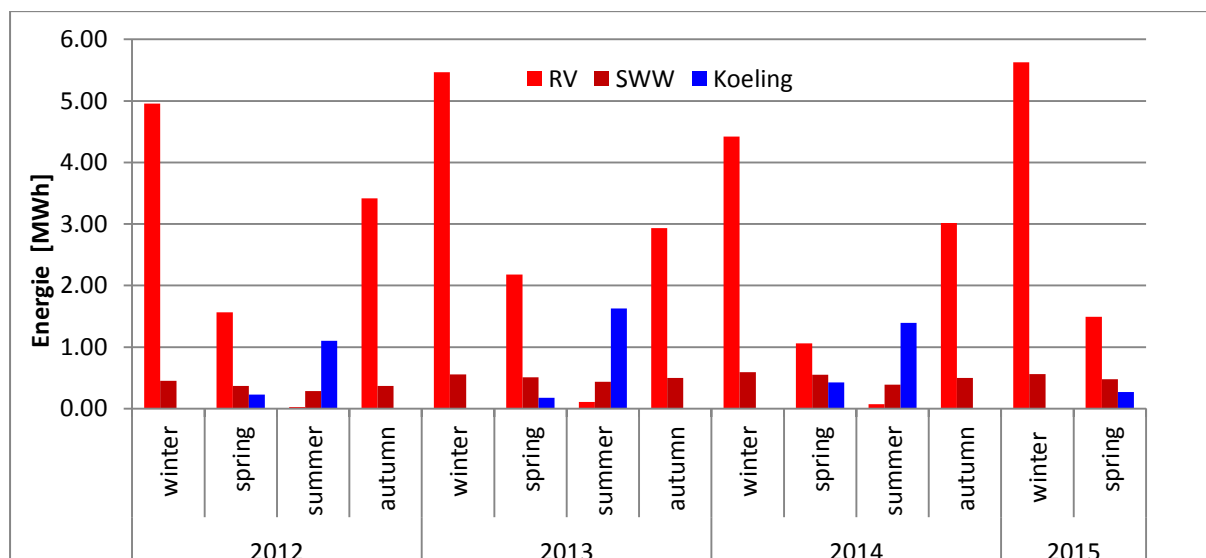
Figuur 7: Aanvoer- en retourtemperatuur van de vloerverwarming (links), de buitentemperatuur en de water/glycol mengseltemperatuur rechts

In Figuur 8 worden dezelfde gegevens getoond als in Figuur 7 echter gedurende een warme week in de zomer waarbij er constant gekoeld wordt. Ook hier vertoont de retourtemperatuur van de vloerverwarming pieken als gevolg van het omschakelen van SWW mode naar koelmode. De aanvoertemperatuur is vrij constant en schommelt tussen 17,2 en 17,8°C. De retourtemperatuur varieert tussen 18,7 en 19,2°C. De temperatuur van het water/glycol mengsel schommelt tussen 12,8 en 13,6°C.



Figuur 8: Aanvoer- en retourtemperatuur van de vloerkoeling (links), de buitentemperatuur en de water/glycol mengseltemperatuur rechts

Wanneer er rekening wordt gehouden met de thermische energiebalans in Figuur 9 is het duidelijk dat er veel meer warmte uit de bodem onttrokken wordt dan opnieuw wordt geïnjecteerd. Deze onbalans veroorzaakt in dit geval echter geen thermische depletie van het boorveld wat aangeeft dat het boorveld voldoende groot gedimensioneerd is om volledige natuurlijke regeneratie toe te staan.



Figuur 9: Thermische energiebalans over de meetperiode opgedeeld per seizoen.

4 Conclusie

De metingen in dit rapport tonen de algemene prestaties van een bodemgekoppeld warmtepompsysteem in een eengezinswoning over de periode 2011 – 2015. Voor wat betreft de hoeveelheid gemeten warmte en koude werd gebruik gemaakt van de dagelijks gecumuleerde waarden omwille van de hogere nauwkeurigheid ten opzichte van de data met 10-min. tijdstap.

De meetwaarde van de buitentemperatuur kon oplopen tot 50°C, waarschijnlijk als een gevolg van rechtstreeks invallende zonstraling. Omwille van deze reden werd weerdata van een nabijgelegen weerstation gebruikt.

Voor wat betreft de meetresultaten kan er besloten worden dat het warmtepompsysteem een goed rendement haalt vergelijkbaar met de opgegeven performantie (COP) van de constructeur. Desondanks de onevenwichtige thermische belasting van het boorveld is de gemiddelde bodemtemperatuur over de seizoenen heen relatief constant.

5 Referenties

- [1] Geothermics: ingenieursbureau, grondboringen en installatiebedrijf van warmtepompen
www.geo-thermics.be

6 Bijlage

Technische gegevens van de warmtepomp

3x400V					
3x400V		5	6	8	10
Vermogensgegevens bij nom. doorstroming <small>Betreft prestaties van warmtepomp excl. circulatiepompen</small>					
0/35					
Nominaal vermogen	kW	4,89	6,48	8,19	10,06
Koelvermogen	kW	3,83	5,17	6,57	8,11
Elektrisch vermogen	kW	1,06	1,31	1,62	1,95
COP	-	4,62	4,94	5,05	5,15
0/50					
Nominaal vermogen	kW	3,79	5,15	6,73	8,46
Koelvermogen	kW	2,61	3,61	4,81	6,14
Elektrisch vermogen	kW	1,18	1,53	1,92	2,32
COP	-	3,20	3,36	3,51	3,64
Vermogensgegevens volgens EN 14511:2011					
0/35					
Nominaal vermogen	kW	4,65	6,07	7,67	9,66
Elektrisch vermogen	kW	1,08	1,32	1,64	2,01
COP _{EN14511}	-	4,30	4,59	4,68	4,81
0/45					
Nominaal vermogen	kW	3,98	5,19	6,70	8,55
Elektrisch vermogen	kW	1,17	1,46	1,83	2,27
COP _{EN14511}	-	3,40	3,56	3,67	3,77
Extra vermogen	kW	1/2/3/4/5/6/7 (om te zetten naar 2/4/6/9)			
Elektrische gegevens					
Nominale spanning		400V 3NAC 50 Hz			

Tabel 3: Technische data van de warmtepomp (8kW versie)