



Belang van monitoring

versie 1.0

Auteur(s): K. Allaerts

Datum: 25/02/2017

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

1 Omschrijving

Dit document kadert in het IWT VIS traject Smart Geotherm en geeft een kort overzicht van de belangrijkste bevindingen van het monitoren van de verschillende geothermische systemen die in dit project opgevolgd werden.

Tijdens de uitvoering van het project is o.a. gebleken dat bestaande en nieuwe geothermische systemen niet steeds optimaal functioneerden. Een vaak voorkomende oorzaak is het gebrek aan opvolging van het systeem.

In dit document wordt niet alleen dieper ingegaan op de verschillende hard- en softwaresystemen maar tevens op de rol van de energieverantwoordelijke.

2 Inhoudstabel

1	Omschrijving	2
2	Inhoudstabel.....	3
3	Lijst van figuren.....	4
4	Monitoring.....	5
4.1	Belang van monitoringsystemen.....	5
4.2	Energieverantwoordelijke en energiebeheer	5
4.3	Metingen en apparatuur	5
4.4	Gebouw- en energiebeheersystemen.....	7
4.5	Residentiële installaties en kleine monovalente systemen.....	8
4.6	Metingen bij middelgrote en grote bivalente systemen	8
4.7	Algemeen besluit bij de monitoringprojecten	10
5	Literatuur.....	Error! Bookmark not defined.
6	Bijlagen	Error! Bookmark not defined.

3 Lijst van figuren

Figuur 1: Complete warmtemeter (debietmeter, rekenunit en temperatuursensoren)(bron: www.kamstrup.com)	6
Figuur 2 Datalogger voor analoge en digitale metingen (bron: www.datataker.com)	6
Figuur 3: Voorbeeld van een GBS user interface	7
Figuur 4: Vereenvoudigd schema van een bivalent verwarmingssysteem met bodemgekoppelde warmtepomp en aanbevolen metingen.	9

4 Monitoring

4.1 Belang van monitoringsystemen

Moderne gebouwen verbruiken steeds minder energie terwijl de eisen die gesteld worden aan het binnenklimaat en het comfort steeds toenemen. Om dit te kunnen realiseren worden nieuwe gebouwen voorzien van de meest performante systemen maar dit vormt echter nog geen garantie voor een efficiënt en energiezuinig geheel. Bij het ontwerp van gebouwen en de daarbij horende technieken worden er vaak beslissingen genomen op basis van initiële investeringskosten en wordt er minder aandacht besteed aan de operationele kosten op langere termijn. Net omwille van de hogere investeringskosten voor bijvoorbeeld geothermische systemen wordt er vaak bespaard op inregeling en nazorg van de installatie. De basis om te komen tot een goed werkend geheel is nochtans een goede afregeling en opvolging van de algemene werking en prestaties van het systeem.

4.2 Energieverantwoordelijke en energiebeheer

Monitoring is een belangrijk onderdeel van energiebeheer maar energiebeheer is veel meer dan het verzamelen van meetdata en opvolgen van energiestromen in een gebouw. Zo worden alle energieverbruiken in kaart gebracht en opgevolgd, wordt er een energieboekhouding opgesteld, bijgestuurd en gesensibiliseerd indien nodig. Het doel is echter steeds hetzelfde; het energieverbruik en de daarbij horende kosten reduceren zonder in te boeten op vlak van comfort.

Het energiebeheer wordt uitgevoerd door de energieverantwoordelijke. Deze functie kan intern of extern ingevuld worden; bijvoorbeeld door een persoon van de technische dienst of door de milieuverantwoordelijke. In eerste instantie zal de energieverantwoordelijke de installatie in kaart brengen en de gebouwen karakteriseren aan de hand van verbruiksgegevens en meetdata. Vervolgens onderzoekt de energieverantwoordelijke het besparingspotentieel van mogelijke REG maatregelen. Indien de maatregelen rendabel blijken worden deze uitgevoerd en wordt de impact ervan opgevolgd. Naast het beheer en het opvolgen van de prestaties en het energieverbruik van het gebouw wordt het energieverbruik geïnventariseerd in een energiekadaster. Deze historische verbruiksgegevens zijn waardevolle informatie om eventuele afwijkingen vast te kunnen stellen (bv. plotse stijging energieverbruik t.o.v. referentiesituatie bij gelijkaardige omstandigheden). Tenslotte worden de verbruikers gesensibiliseerd, dit is allicht de moeilijkste taak van de energieverantwoordelijke maar het resultaat kan een grote impact hebben op het energieverbruik.

De rol van energieverantwoordelijke en het nut van energiebeheer in het algemeen is cruciaal om de energie-efficiëntie en comfort in gebouwen te kunnen maximaliseren. De energieverantwoordelijke wordt daarom het best reeds aangesteld voordat de HVAC installatie van het gebouw opgeleverd wordt, op die manier is er een duidelijke communicatie tussen de installateur en de gebruikers van het gebouw en kan de inregeling optimaal gebeuren.

4.3 Metingen en apparatuur

De belangrijkste metingen en apparatuur die gebruikt worden voor het opvolgen van geothermische systemen zijn:

- Warmtemeting: bestaande uit een debietmeting, 2 temperatuurmetingen en een centrale rekenunit. Deze onderdelen kunnen geïntegreerd zijn in een toestel zoals weergegeven is in Figuur 1. Bij grotere leidingdiameters gebruikt men vaker debietmeters met een aparte, externe rekenunit en temperatuursensoren. Wanneer men een warmtemeting in een BEO circuit plaatst, moet er extra aandacht geschonken worden aan de specificaties van de apparatuur (glycol bestendig) en aan de richting van de energiestroom (warmte en/of koude). Het is aangewezen om warmtemeters met een bus communicatiesysteem te gebruiken, op die manier kan meestal ook de debietmeting en de temperatuurmeting apart uitgelezen worden.



Figuur 1: Complete warmtemeter (debietmeter, rekenunit en temperatuursensoren)(bron: www.kamstrup.com)

Opmerking: Pompen worden steeds slimmer en krijgen bijkomende functionaliteiten. Zo zijn verschillende moderne circulatiepompen reeds uitgerust met een debiet- en drukmeting, temperatuurmeting en bezitten de pompen een interne regeling (constante druk, temperatuurregeling, etc.).

- Temperatuurmeting (PT100/PT1000, thermokoppel, ...)
- Elektriciteitsmeting (eenvoudige kWh meting met pulsuitgang of seriële bus)
- Gebouwbeheersysteem (GBS) of energiemanagementsysteem (EMS) (middelgroot- en grootschalige toepassingen)
- Dataloggingsysteem (kleinschalige toepassingen). Een dataloggingsysteem is een systeem dat gebruikt wordt om meetdata te verzamelen en op te slaan. Het systeem heeft geen of beperkte controle functionaliteiten. Meetdata kan lokaal of extern opgeslagen worden.



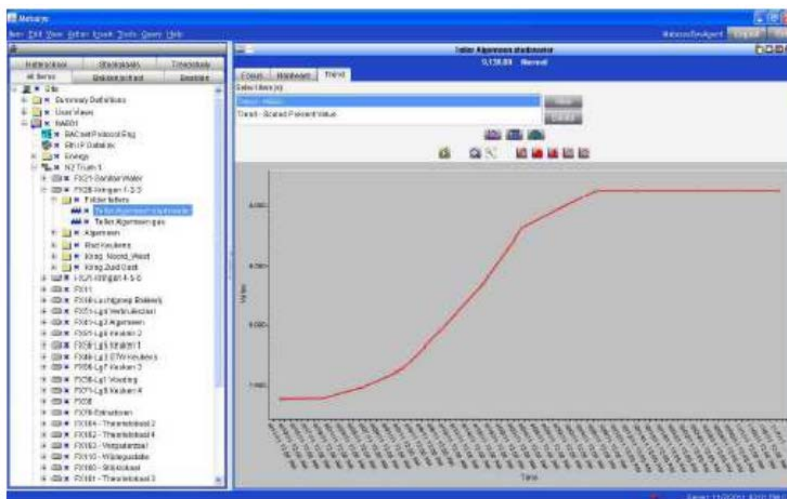
Figuur 2 Datalogger voor analoge en digitale metingen (bron: www.datataker.com)

4.4 Gebouw- en energiebeheersystemen

Een gebouw- of energiemanagementsysteem is een intelligent computergestuurd controlenetwerk dat gebruikt wordt om technische systemen en installaties zoals verwarming, koeling, ventilatie en verlichting aan te sturen en op te volgen. Het systeem koppelt de functionaliteit van verschillende individuele systemen om zo een compleet geïntegreerd systeem te vormen, bv:

- Klimatisatie, HVAC
- Beveiliging en bewaking
- Brandalarm
- Liften
- ...

De huidige generatie van GBS systemen hebben open communicatieprotocollen en zijn web-based zodat ze eenvoudig en van overal toegankelijk zijn. De systemen zijn eenvoudig schaalbaar van enkele tot duizenden metingen. In industriële context wordt ook wel gesproken van een SCADA systeem (supervisory, control and data acquisition) maar beide systemen hebben gelijkaardige functionaliteit.



Figuur 3: Voorbeeld van een GBS user interface

Samengevat wordt een GBS gebruikt voor volgende zaken:

- Dagelijkse controle en beheer van het gebouw en de systemen, setpunten, foutmeldingen, alarmen e.d.
- Energiemanagement en energiebeheer: Verzamelen van meetdata, visualisatie en monitoring
- Interactie en communicatie met andere systemen (bv meteorologische data, andere beheersystemen)

Een GBS of EMS systeem is onmisbaar voor grotere installaties. Zeker bij appartementsgebouwen waarbij gewerkt wordt met centrale verwarmingssystemen en waarbij de verschillende verbruikers afgerekend worden op de afgenomen hoeveelheid warmte. De warmtemeters worden in dat geval gelogd via het centrale GBS en de meterstanden moeten niet meer manueel afgelezen worden.

4.5 Residentiële installaties en kleine monovalente systemen

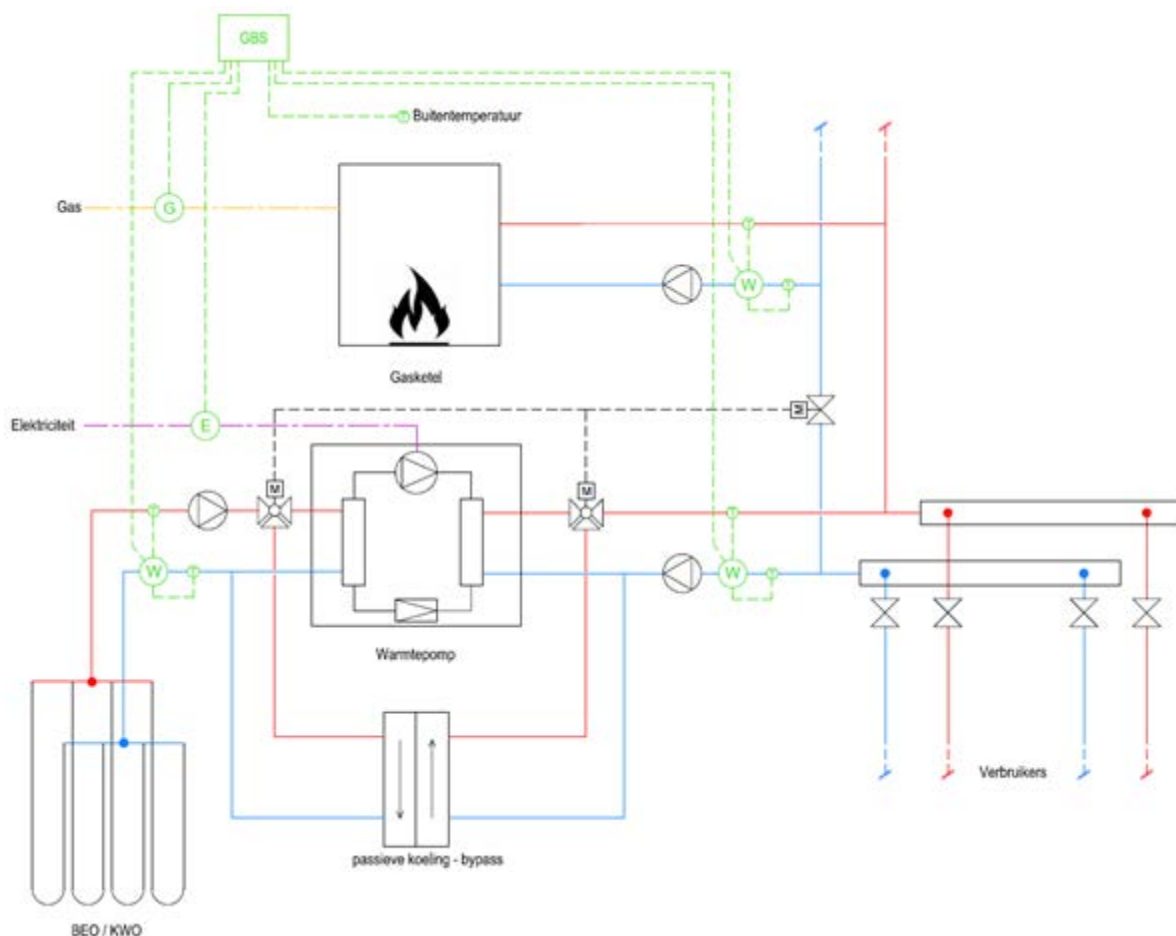
Bij residentiële geothermische installaties is het verzamelen van meetdata en de monitoring ervan vaak minder kritisch dan bij grotere systemen. Zo zal de verwarmingsinstallatie in een woning of appartement vaak monovalent zijn, m.a.w. er is maar één verwarmingssysteem aanwezig waardoor de regeling vrij eenvoudig en robuust is en eventuele onregelmatigheden rechtstreeks leiden tot discomfort en op die manier vrij snel gedetecteerd worden. De metingen zijn in dit opzicht eerder indicatief en de frequentie waarmee deze verzameld moeten worden is ook relatief laag. Er zijn verschillende fabrikanten van warmtepompen voor de residentiële markt die standaard metingen inbouwen en meetgegevens opslaan en waarbij deze via een userinterface ter beschikking van de gebruikers gesteld worden. Vaak beperken deze metingen zich tot temperatuurmetingen en controlesignalen (bv. aansturing pompen en kleppen). Indien men een stap verder wil gaan en het rendement (COP of SPF) van de warmtepomp (en eventueel energiebalans van de bodem) wil opvolgen moeten er ook (bij voorkeur bidirectionele) warmtemeters geplaatst worden om de geleverde warmte en koude in kaart te brengen.

4.6 Metingen bij middelgrote en grote bivalente systemen

Zoals reeds aan bod kwam bij het ontwerp van bodemgekoppelde warmtepompsystemen is het vaak zo dat de warmtepomp gedimensioneerd wordt op een deel van de piekwarmtevraag, de zogenaamde betafactor. Doordat de warmtepomp vaak niet (traploos) moduleerbaar is wordt de warmtepomp “ondergedimensioneerd” en kan op deze manier toch het grootste deel van de totale warmtevraag voorzien. Om aan de piek warmte- en of koudevraag te kunnen voldoen zijn dus bijkomende piek verwarmings- en of koelsystemen nodig. Omwille van deze reden zijn geothermische installaties in grote gebouwen vrijwel steeds bivalent uitgevoerd.

Bij bivalente geothermische systemen is inregeling en monitoring extra belangrijk. Immers, wanneer er bijvoorbeeld een storing optreedt in de geothermische installatie zal een andere warmtebron overnemen. Dit is wenselijk op vlak van comfort en continuïteit, echter op vlak van energie efficiëntie moeten dergelijke situaties vermeden worden of althans zo kort mogelijk blijven.

Deze grotere systemen zijn vrijwel steeds gekoppeld aan een centraal gebouwbeheersysteem zodat het relatief eenvoudig is om meetdata te raadplegen en de actuele status van de installatie op te volgen. De beheerder kan onmiddellijk op de hoogte gebracht worden bij kritische storingen via mail of SMS. Een typisch schema van een bivalent verwarmingssysteem met bodemgekoppelde warmtepomp is weergegeven in Figuur 4 (bv appartementsgebouw met centrale stookplaats).



Figuur 4: Vereenvoudigd schema van een bivalent verwarmingssysteem met bodemgekoppelde warmtepomp en aanbevolen metingen.

Volgende metingen kunnen in dergelijk systeem best voorzien en of opgevolgd worden:

- Warmtemeting aan de verdamper zijde van de warmtepomp
- Warmtemeting aan de condensorzijde van de warmtepomp
- Warmtemeting aan de uitgang van de secundaire warmtebron (bv gasgestookte ketel(s))
- Elektrisch energieverbruik van de warmtepomp
- Gasverbruik van de ketels
- Buitentemperatuur
- Ruimtetemperatuur in de verschillende zones

Deze metingen laten toe om de belangrijkste prestaties van het verwarmingssysteem te bepalen en op te volgen. Zo kan de COP en SPF van de warmtepomp berekend worden en kan de thermische balans van de bodem opgevolgd worden. De thermische dekkingsgraad van de warmtepomp is een van de belangrijkste parameters die opgevolgd moet worden. De thermische dekkingsgraad is de fractie van de totale warmtevraag die gedekt wordt door de warmtepomp. Deze moet bij voorkeur zo hoog mogelijk zijn. Om dit te kunnen berekenen is het noodzakelijk om de thermische output van de andere warmtebronnen of de totale warmtevraag (vlak voor de collector) te meten. De buitentemperatuur wordt vrijwel steeds gebruikt als input voor de stooklijn van de verbruikers (radiatoren, BKA, vloerverwarming). Anderzijds kan deze meting ook gebruikt worden om korte termijn voorspellingen uit te

voeren (bv. het schakelen tussen verwarmings-, rust- en koelmode) om zo de regeling meer dynamisch te maken en het thermische comfort te verbeteren.

De meetfrequentie is bij voorkeur niet lager dan 1 meting per uur (uurlijks gemiddelde). Bij het verfijnen en afstellen van de regeling is het interessant om een meetfrequentie van 1 of 5 minuten te hanteren.

4.7 Algemeen besluit bij de monitoringprojecten

Op basis van het algemene verloop van de monitoring van de projecten, zonder verder in te gaan op de technische prestaties van de systemen, kan besloten worden dat een energiezuinig gebouw met een optimaal werkend HVAC systeem enkel tot stand kan komen wanneer aan volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Er is een gebouwbeheersysteem aanwezig met voldoende mogelijkheden voor het opvolgen van het energieverbruik en de algemene werking van het HVAC systeem.
- Er werd een energieverantwoordelijke aangesteld die de meetdata beheerd, opvolgt en gericht acties onderneemt.

De gebouwen die deel uitmaakten van de meetcampagnes zijn over het algemeen goed uitgerust met voldoende meetapparatuur. Bij de grote en middelgrote systemen was er steeds een centraal GBS aanwezig waarin de data verzameld en beheerd wordt.

Over het algemeen werkten de bivalente systemen, in dit geval steeds bodemgekoppelde warmtepompen in combinatie met condenserende gasgestookte ketels, niet optimaal. Eerst en vooral moet er voldoende aandacht besteed worden aan de inregeling van de systemen. Dit neemt vrij veel tijd in beslag aangezien de warmte- en koudevraag steeds variëren in functie van oa:

- Weersvoorspelling, klimaat (verwarmings- en koelseizoen)
- Interne warmtelasten en bezetting
- Gewenste binnenklimaat (T, RV, nachtverlaging, ventilatie)
- Gebruikersgedrag

Zeker wanneer er gewerkt wordt met meerdere afgiftesystemen (combinatie BKA, vloerverwarming, ventilatie, radiatoren) is de inregeling van het HVAC systeem cruciaal. Er moet met andere woorden gedurende voldoende lange tijd communicatie zijn tussen de installateur van het HVAC systeem en de gebruikers van het gebouw, in het ideale geval via een centrale tussenpersoon of energieverantwoordelijke.

Uit de meetcampagnes bleek dat, van zodra er geen energieverantwoordelijke aangesteld was, dit een grote impact heeft op het goed functioneren van het HVAC systeem. Wanneer de energieverantwoordelijke ontbreekt wordt er in de meeste gevallen slechts ingegrepen na klachten van de gebruikers over comfort en beperken eventuele verbeteracties zich tot het aanpassen van een stooklijn of geeft men prioriteit aan de snellere systemen (bv gasketel) waarbij men de impact op het totale energieverbruik uit het oog verliest. Bovendien worden defecten zoals bv. een warmtepomp die in storing staat niet tijdig opgemerkt.

Tot slot kunnen we besluiten dat bodemgekoppelde warmtepompsystemen betrouwbaar zijn en dat deze goede prestaties halen mits goed ontwerp en regeling. Bovendien worden de gebouwen en HVAC systemen steeds zuiniger en slimmer en meetdata is eenvoudig te raadplegen. Dit is een positieve evolutie want meetdata vormt de basis om te komen tot een goed werkend geheel. De rol van de energieverantwoordelijke is hierbij cruciaal maar wordt echter nog vaak vergeten.

