3D-temperatuurmetingen in de ondergrond

Warmte en koude-opslagsystemen (WKO) kunnen het energieverbruik van de Nederlandse gebouwde omgeving temperen. De rendementen van de systemen blijken in de praktijk echter vaak tegen te vallen. De oplossing zit in goed beheer en onderhoud. Een consortium onderzoekt nu de mogelijkheden van continue 3D-temperatuurmetingen in de ondergrond en verwacht daarmee de rendementen van WKO-installaties op te schroeven.

David van Baarle

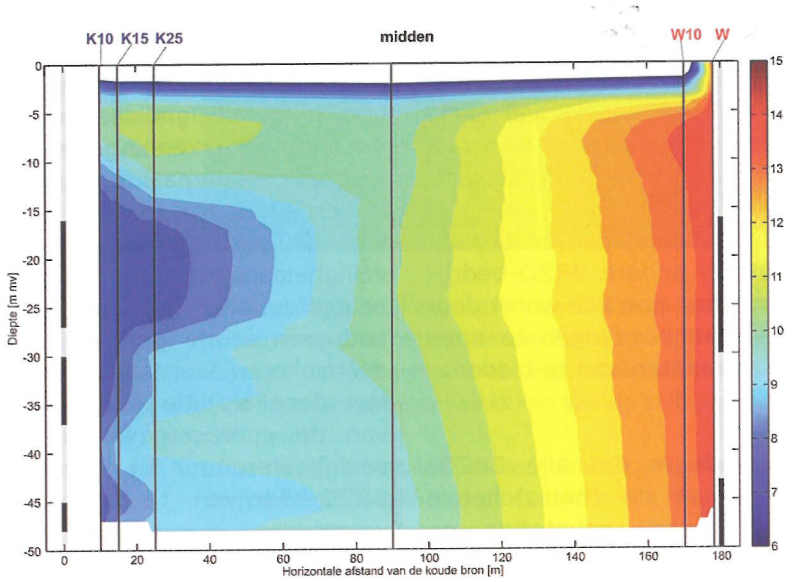
De Nederlandse gebouwde omgeving staat onder druk om zijn energieprestaties snel te verbeteren. De Europese Unie riep Nederland in 2014 nog op het matje omdat de verplichte invoering van de energielabels voor woningen spaak dreigde te lopen. Inmiddels heeft de politiek actie ondernomen. Maar ook in het afgesloten energieakkoord zijn duidelijke afspraken gemaakt om isolatie en duurzaam energiebeheer in de gebouwde omgeving te bespoedigen. En dan is er nog het appèl van minister Kamp van Economische Zaken om warmte duurzamer op te wekken om zo het gasverbruik te verminderen.

'Partijen zouden er voor kunnen kiezen om een bron te delen.'

Nu bestaat er al enkele jaren een duurzame manier om warmte en koude op te slaan. Zogenaamde warmte/koudeopslagsystemen (WKO's) gebruiken doorgaans een ondergrondse watervoerende laag, ook wel aquifer genoemd, om de warmte of koude op te slaan om deze weer te onttrekken wanneer de omstandigheden daar om vragen. Dat ze dit efficiënt doen, blijkt wel uit de besparingscijfers. Volgens de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) bespaart koelen met WKO veertig tot tachtig procent op het elektriciteitsverbruik in vergelijking met een koelmachine. Verwarmen met WKO in combinatie met een warmtepomp bespaart minimaal circa veertig procent energie ten opzichte van verwarmen met een hoogrendementsketel. Toch blijken de rendementen in de praktijk nog wel eens tegen te vallen. Veel heeft te maken met goed beheer en onderhoud van de systemen, maar men heeft ook nog niet zo'n heel goed beeld van wat zich ondergronds afspeelt.

Glasvezelmeetinfrastructuur

Het Utrecht Sustainability Institute nam met Deltares het voortouw en een groep bedrijven, kennisinstellingen en overheden pakte de handschoen op en startte in de zomer van 2014 met het project Fibre-Optic Monitoring van de ondergrondse Energiebalans van BodemEnergieSystemen (FOME-BES). Dankzij een TKI EnerGO-subsidie kan glasvezelmeetinfrastructuur worden aangelegd op vijf locaties in Utrecht, Delft en Eindhoven. Inmiddels bijna een jaar verder, zijn er eerste resultaten te melden. Alhoewel projectleider Arno Peekel van Royal HaskoningDHV daar nog geen conclusies aan wil verbinden. 'Je kunt de effecten van de seizoenen op de ondergrondse temperatuur pas echt zien als je minstens één keer een winter/zomercyclus hebt gemonitord', zegt hij. 'En dan nog kan je net met een extreem hete zomer of koude winter te maken hebben die de statistieken in de war gooien. Bij de start van het project hebben we dan



FOTO'S: FOME-BES

ook gezegd dat we pas eind 2016 conclusies willen verbinden aan de metingen die we doen. Bij één gebouw, dat van Deltares in Delft, meten we echter al wat langer en kunnen we onze modellen voorzichtig toetsen aan het daadwerkelijk gemeten temperatuursverloop.'

De manier waarop het samenwerkingsverband meet, is innovatief. Peekel: 'Normaal gesproken wordt zo'n watervoerende laag maar op enkele punten gemeten en dan vaak ook maar enkele keren per jaar. Wij brengen op enkele tientallen punten glasvezels aan in de grond vanaf maaiveld tot de diepte, waarop de warmte/koudeopslag plaatsvindt in de aquifer. We sturen door die glasvezels een laserpuls en aan de manier waarop deze vervormt, kun je de temperatuur afleiden. Dit vindt op elke meter in de diepte plaats en continu in de tijd. Door deze manier van meten krijg je een 3D-model van de ondergrond en kun je bijvoorbeeld ook zien hoe de warmte of koude zich ondergronds verplaatst. Doordat we bovendien langer in de tijd meten, voeg je er nog een vierde dimensie aan toe en kunnen we hopelijk uitspraken doen over seizoensinvloeden en stromingsgedrag.'

Continu inregelen

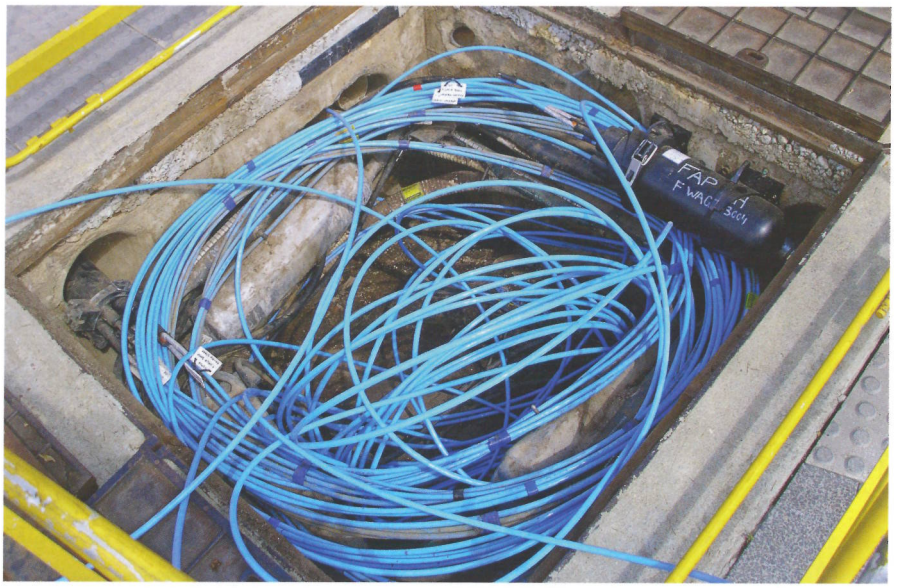
Dat klimaatinstallaties vaak niet goed zijn ingeregeld was al langer bekend. 'De voorloper van RVO, SenterNovem, heeft in 2007 een rapport uitgebracht waaruit bleek dat meer dan zeventig procent van de klimaatinstallaties niet naar behoren functioneren. Op zich is dat niet heel vreemd. Veel WKO's worden aangelegd tijdens nieuwbouwprojecten. Men schat de warmte- en koudevraag in aan de hand van de dimensies en functie van het gebouw en het aantal gebruikers. Als het gebouw vervolgens daadwerkelijk in gebruik wordt genomen, moet je de installaties goed inregelen. Pas tijdens het gebruik zie je wat de echte vraag is en wanneer er pieken of dalen optreden. Ook daar geldt weer dat de seizoenen veel invloed hebben op de vraag. En dus kan het soms wel een aantal jaren duren voordat een systeem echt goed is ingeregeld. En zelfs dan ben je nog niet klaar, want gedurende de jaren kan de functie van een gebouw veranderen, neemt het aantal gebruikers toe of af of verandert de comfortbeleving. Al die factoren hebben invloed op de prestaties van een WKO-installatie en door integraal naar zowel de onder- als de bovengrond te kijken, kun je die prestaties vergroten. Want uiteindelijk is zo'n installatie aangelegd om zoveel mogelijk energie te besparen en CO_2-uitstoot te verminderen.'

Vertienvoudiging

Gegeven de omstandigheden kan de toepassing van WKO wel eens in een stroomversnelling raken. 'Als de plannen die op tafel liggen daadwerkelijk worden uitgevoerd, kan het aandeel WKO in de komende jaren zomaar vertienvoudigen', vervolgt Peekel. 'Dat betekent wel dat de claim op de ondergrond groter wordt.

CERTIFICERING BODEMENERGIE

Sinds 1 oktober 2014 moet elk bedrijf dat werkzaamheden verricht aan een bodemenergiesysteem gecertificeerd zijn. Dit als onderdeel van de algemene maatregel van bestuur (AMvB) Bodemenergie. Wie verantwoordelijk is voor het ontwerp, de realisatie, het onderhoud of voor het beheer van de ruim drieduizend bestaande WKO-installaties die Nederland rijk is, moet een geldig certificaat kunnen overhandigen.



Als er meerdere bedrijven in hetzelfde gebied zo'n installatie willen aanleggen, is het van belang om te zien of die WKO's elkaar niet negatief beïnvloeden. Ook wil je voorkomen dat een partij een veel groter deel van de watervoerende laag claimt dan nodig is. Partijen zouden er zelfs voor kunnen kiezen om een bron te delen. Om dat soort keuzes mogelijk te maken, moet je wel weten wat er ondergronds gebeurt. We hebben theoretische aannames gedaan over de opslag en verspreiding van energie in de ondergrond, maar er zijn best veel factoren van invloed en dus zal je die modellen moeten valideren met metingen.'

Drie varianten

Nu spreken we wel over WKO-installaties, maar eigenlijk zijn er drie varianten op open WKO-systemen: recirculatiesystemen, een doublet en een monobron. De eerste is de eenvoudigste en gebruikt een vaste onttrekkings- en retourbron. Water met een vaste temperatuur van rond de tien à twaalf graden wordt opgepompt en naar gelang de behoefte verwarmd of gekoeld. Daarna wordt het water in een andere bron geïnjecteerd. Doordat de warmte en koude elkaar uitdempen, blijft de temperatuur redelijk constant. Ook een doublet gebruikt twee bronnen met dien verschil dat de warme en koude bron gescheiden blijven. De winterkoude wordt opgeslagen voor de zomer en vice versa. Bij een monobron zijn er ook twee gescheiden systemen, maar dan boven elkaar.

Peekel: 'Niet alleen de systemen verschillen van elkaar, ook de ondergrond zelf ziet er in Utrecht bijvoorbeeld anders uit dan in Delft. De ondergrond in Nederland bestaat uit een afwisseling van zand-, klei- en veenlagen. De zandlagen, ook wel aangeduid als watervoerende pakketten, worden gebruikt voor warmte/koudeopslag. Door de verschillende ontstaansgeschiedenis verschilt de bodemopbouw per regio. Zo heb je in Utrecht vanaf maaiveld een zandpakket van zo'n vijftig meter dikte, terwijl in Delft de ondergrond is opgebouwd als een soort spekkoek: dunnere lagen zand worden afgewisseld met kleilagen. Daar komt nog bij dat dankzij de Utrechtse Heuvelrug het grondwater behoorlijk in beweging is. Al die factoren hebben invloed op de manier waarop warmte en koude zich in de ondergrond verspreidt en die invloeden willen we kunnen meten.'

'Als het gebouw daadwerkelijk in gebruik wordt genomen, moet je de installaties goed inregelen.'

Peekel kiest niet voor niets de voorbeelden van Utrecht en Delft: 'We hebben bewust voor vijf pilot-locaties gekozen', zegt hij. 'Zoals gezegd had Deltares al een dergelijke installatie. In het Utrecht Science Park (Uithof) zijn de afgelopen jaren WKO-installaties aangelegd en ook in het gebied van Utrecht Centraal Station zijn veel WKO's aanwezig, die tevens bijdragen aan de verbetering van de grondwaterkwaliteit. Dan is er nog het Utrechtse kantorenpark Rijnsweerd waar men er onder andere aan denkt om het bestaande WKO-bronsysteem van verzekeraar a.s.r. te delen met de Provincie Utrecht voor de verwarming en koeling van hun gebouw. Het voormalig industrieterrein van Philips Strijp S in Eindhoven maakt ook gebruik van WKO (recirculatiesysteem) in combinatie met grondwatersanering en omdat de bodemsamenstelling in Eindhoven weer anders is dan in Utrecht en Delft is dit een mooie locatie om de resultaten van de metingen in Utrecht en Delft aan te vullen en een goed beeld te verkrijgen van de ondergrondse werking van bodemenergie in Nederland.'

Resultaten

Een van de onderzoeksdoelen is om een monitoringssysteem te ontwikkelen voor bewaking en verbetering van de energieprestaties van het integrale WKO-systeem dat kan worden ingezet in de beheerfase. 'Het kan zijn dat we genoeg hebben aan een meting van een of twee periodes en dat we daarmee de temperatuurverlopen kunnen voorspellen. Maar het zou ook kunnen dat we tot de conclusie komen dat permanente monitoring meer rendement oplevert. Het aanbrengen van een glasvezelkabel is niet zo duur meer, het systeem dat de metingen verricht en analyseert nog wel. Maar ook daar worden stappen in ondernomen om die kostprijs omlaag te brengen.

Uiteindelijk kun je de meetgegevens ook gebruiken om juridische geschillen te slechten. Als een bron minder energiebesparing oplevert dan gedacht, worden al snel onderling verwijten gemaakt. De gebouweigenaar vindt dat het systeem niet deugt, terwijl de WKO-leverancier de wanprestaties wijt aan verkeerd beheer. Door te meten weet je beter waar de oorzaak ligt en kan het probleem worden opgelost of verwerkt in de contractuele afspraken.'

Over de meetresultaten kan Peekel nog niet heel veel loslaten. 'Het enige dat ik op dit moment kan melden is dat we bij één van de WKO-installaties meer invloed van de installatie hadden verwacht op de temperaturen in de ondergrond. De metingen met de glasvezels laten zien dat dit in de praktijk anders is dan van tevoren gedacht op basis van de modelberekeningen. Maar welke conclusies we daaraan moeten verbinden, daarvoor is het nog te vroeg. We weten in ieder geval dat de metingen werken en nieuwe inzichten kunnen opleveren over het functioneren van WKO's, die relevant zijn voor beheer en onderhoud.' ■