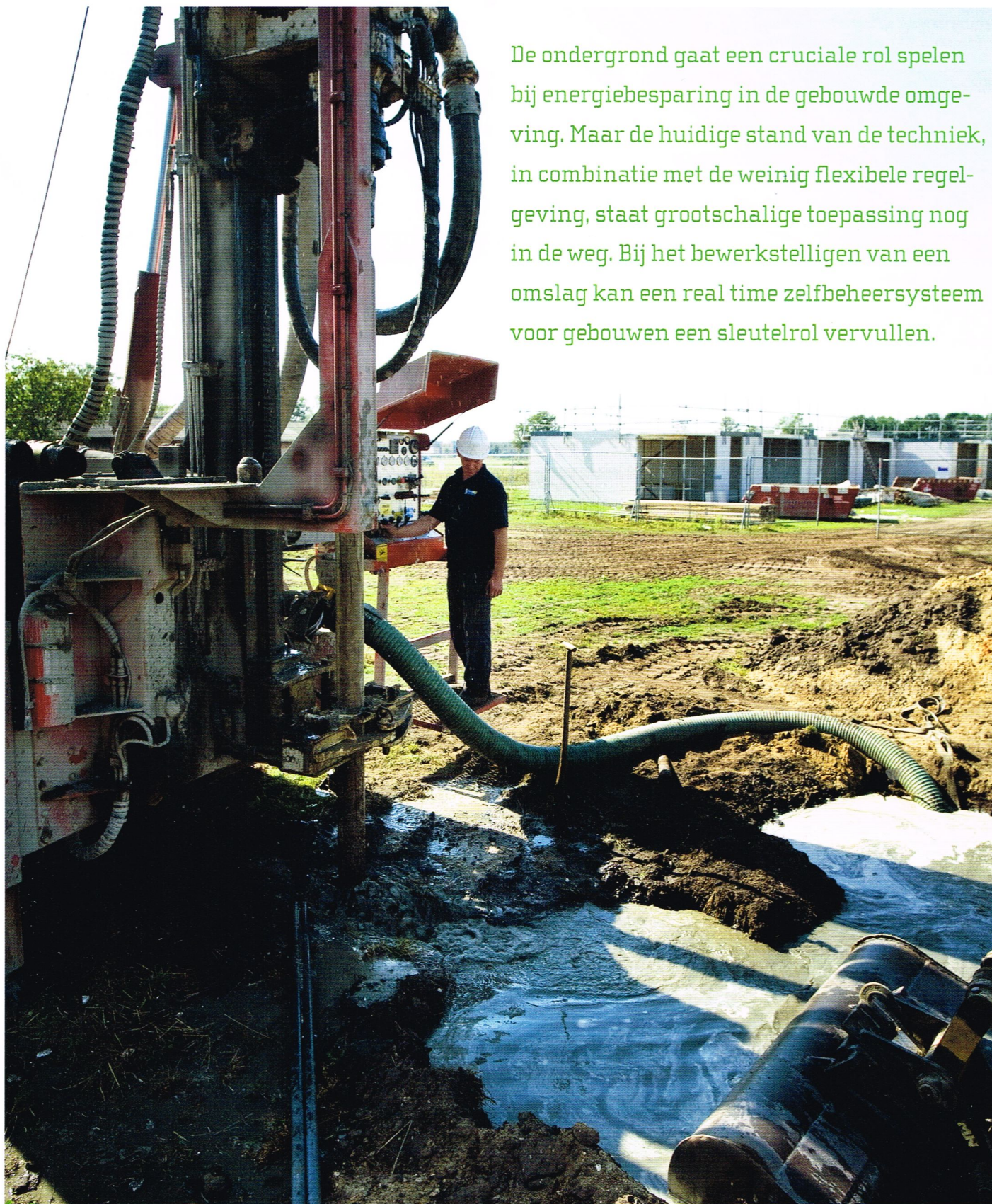
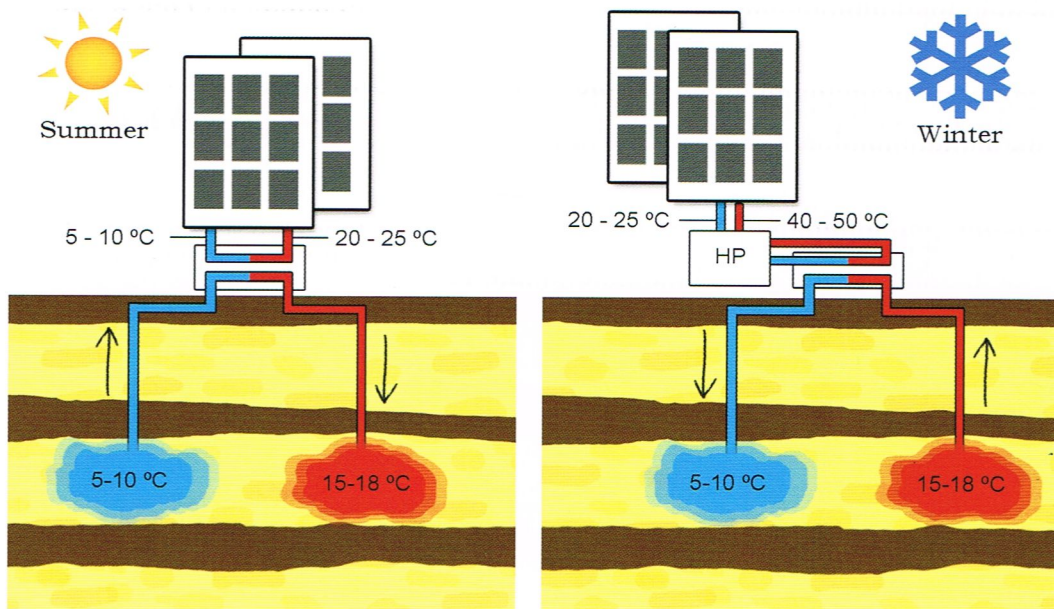


Zelforganisatie versnelt uitrol van bodemenergiesystemen

De ondergrond gaat een cruciale rol spelen bij energiebesparing in de gebouwde omgeving. Maar de huidige stand van de techniek, in combinatie met de weinig flexibele regelgeving, staat grootschalige toepassing nog in de weg. Bij het bewerkstelligen van een omslag kan een real time zelfbeheersysteem voor gebouwen een sleutelrol vervullen.





Figuur 1. Het onderzoek richt zich op het opslaan van warmte in de zomer en kou in de winter

Als de energietransitie volgens plan verloopt, gebruiken we in 2050 voor verwarming en koeling van gebouwen met name geothermie (50%) en de opslag van bodemenergie (25%). Over die warmte- en koudeopslag (WKO) gaat het NWO-project¹ dat onderzoek doet naar zelforganisatie van bodemenergiesystemen. Het project staat onder leiding van Tamás Keviczky, universitair hoofddocent bij het Delft Center for Systems and Control. “Een zogenoemd open systeem maakt gebruik van grondwaterbronnen”, legt hij uit. “Zo’n systeem slaat het overschot aan warmte in de zomer en kou in de winter tijdelijk op in de bodem, met als doel om die een half jaar later weer te winnen voor de verwarming of koeling van het gebouw.” Nederland telt momenteel ruwweg 2.500 van dergelijke installaties. De verwachting is dat dit aantal binnen zes jaar zal toenemen tot 7.500. “Dat leidt niet alleen tot een reductie van 11% CO₂-uitstoot binnen de gebouwde omgeving, maar ook tot een geschatte besparing van 4 miljard euro de komende dertig jaar.”

Lastige tak van sport

De huidige prestaties van bodemenergie blijven achter bij de verwachtingen. Volgens Keviczky is dat vooral te wijten aan het functioneren van de techniek en de regelgeving. “Beide zijn niet berekend op onzekerheden die de ontwikkeling van

een gebied met zich meebrengen. Allerlei factoren zijn daarop van invloed, waaronder de aard van watervoerende lagen, de interactie met naburige systemen en de variabiliteit van de weersomstandigheden. Het gebruik van gebouwen speelt eveneens een rol. Dat maakt het koelen en verwarmen van gebouwen tot een lastige tak van sport. Je zou eigenlijk real time moeten kunnen inspelen op de lokale situatie. Van te voren plannen op basis van verwachtingen is namelijk niet goed mogelijk.”

Op dit moment gebeurt dat met zogenaamde masterplannen. Er zijn nu al meer dan vijftig gebieden in Nederland die als ‘druk’ zijn aangemerkt. Daarvoor zou een apart gebiedsplan voor WKO moeten komen en in sommige gevallen is dit al gemaakt. Keviczky wijst erop dat dit met de verwachte stijging van het aantal bodemenergiesystemen, in combinatie met de complexiteit van de regelgeving, een enorme versnippering tot gevolg zal hebben. “Los van het feit of die plannen goed functioneren of niet, is het ook niet wenselijk dat we straks voor iedere buurt zo’n plan moeten maken. Daarom is er een algemeen raamwerk nodig dat overal toepasbaar is.”

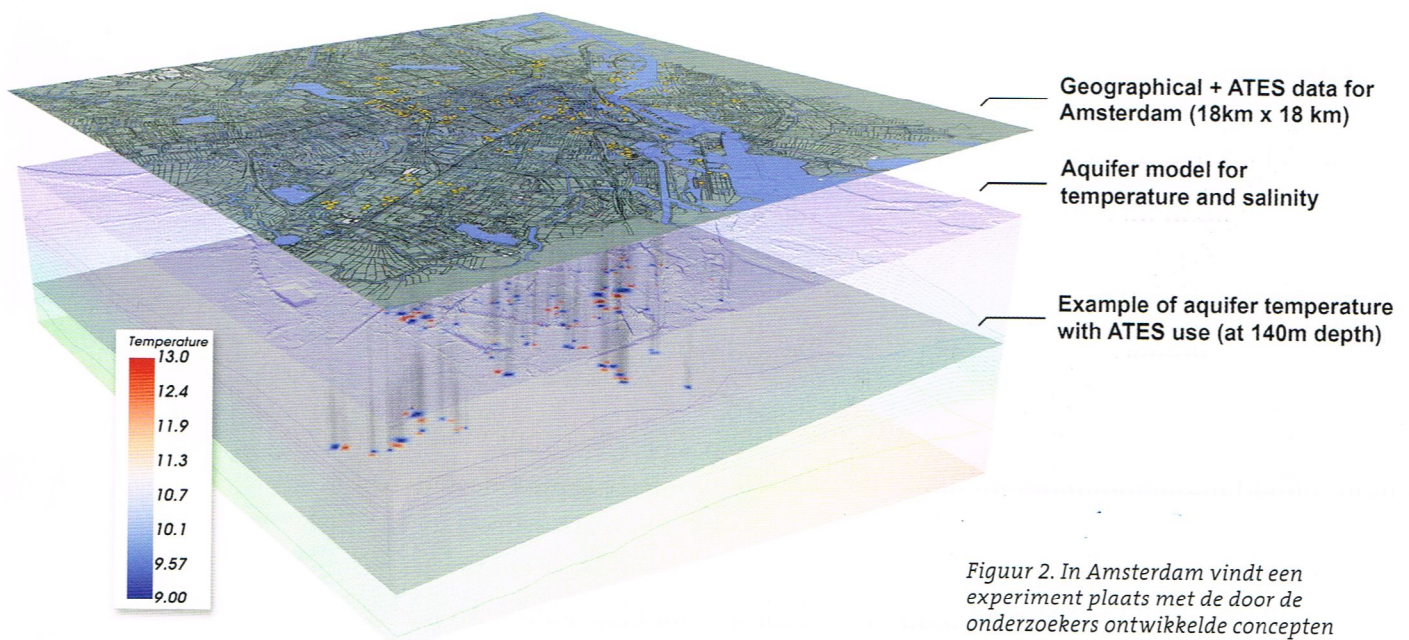
Decentraal besturingssysteem

Een ander punt is dat het vooraf rekening houden met de eerder genoemde

onzekerheden tot suboptimaal gebruik leidt. “Veiligheidsmarges zijn te groot. Er is geen flexibiliteit, bijvoorbeeld als de uitgangspunten van het ontwerp veranderen. Daarom werken wij aan een concept waarmee je juist op basis van werkelijk ruimtegebruik de ondergrond beheert. Waar we op aankoersen, is een besturingssysteem dat door verschillende gebruikers afzonderlijk kan worden gebruikt. Tot nu toe waren alle onzekerheden in de modelvorming nog niet goed meegenomen.”

Multidisciplinair

Om tot een optimaal systeem te komen, combineert het team van vijf Delftse onderzoekers inzichten uit de technische bestuurskunde, de meet- en regeltechniek en de geohydrologie. Martin Bloemendal (Technische Universiteit Delft én KWR) richt zich vooral op de geohydrologische aspecten van bodemenergiesystemen. Hij kijkt naar het effect van onderlinge interactie tussen warme en koude bronnen van de WKO-systemen en op de efficiency van energiebesparing. Tevens vormt hij de link met de Nederlandse bodemenergiepraktijk. Promovendus Vahab Rostampour Samarin doet onderzoek naar de gedistribueerde controle van complexe netwerksystemen. Daarbij zijn verschillende actoren betrokken zonder dat deze hun activiteiten met elkaar afstemmen. Dat is precies de situatie die



Figuur 2. In Amsterdam vindt een experiment plaats met de door de onderzoekers ontwikkelde concepten

je hebt bij een gebied waar verschillende gebouwen staan die allemaal gebruik zouden willen maken van WKO. Het beheer is versnipperd en wordt nergens centraal aangestuurd.

Grip op onzekerheid

Marc Jaxa-Rozen, eveneens promovendus, doet onderzoek naar het management en de samenwerking rond WKO-systemen. Hij houdt zich vooral bezig met de vraag welk beleid tot optimale toepassing van bodemenergie kan leiden. Hierbij spelen de vele onzekerheden rond de (toekomstige) ontwikkeling van bodemenergie een belangrijke rol. Jaxa-Rozen test daarom hoe onder verschillende onzekerheden tot het meest robuuste beleid kan worden gekomen. Doel is te komen tot een 'agent based model', een veel gebruikte techniek in de

wetenschap om het gedrag van actoren te simuleren. Keviczky: "Elk bodemenergiesysteem is een regeleenheid die autonoom kan functioneren op basis van een bepaald stel regels. Ieder gebouw is een 'agent' en heeft een regelaar die bepaalt hoe het bodemenergiesysteem aan de energiebehoefte moet voldoen. De eigenschappen en kenmerken van het gebouw en het systeem zijn dus in de regelaar opgenomen."

Om de regelacties van de regelaar te bepalen, wordt de zogenaamde Model Predictive Control-benadering gehanteerd. Dit betekent dat de beheerder niet alleen vooruit kijkt en rekening houdt met de verwachte vraag naar energie in de toekomst, maar ook naar hoe de beheersstrategie invloed heeft op de energieprestaties. "De berekende regelactie wordt

uitgevoerd op een grondwatermodel van het gebied", legt Keviczky uit. "Daarbij houden we rekening met alle bodemenergiesystemen die daaraan verbonden zijn. Zo wordt het mogelijk om in één systeem alle onttrekking van warmte en kou via de aangesloten bodemenergiesystemen bij te houden en te monitoren, terwijl individuele gebouwen nog steeds autonoom het gebruik van hun eigen bronnen kunnen bepalen. Ons onderzoek heeft nu al aangetoond dat zelfbeheer door gebruikers van de ondergrond zorgt voor optimaal gebruik van de bodem en behoud van flexibiliteit op de lang termijn."

Van Gogh Museum

De vijfde Delftse onderzoeker is Eunice Herrera. Zij is net begonnen aan een Amsterdams pilotproject. "We testen hierin de ontwikkelde tools op daadwerkelijke gebouwen – in dit geval rond het bekende Van Gogh Museum. Ik implementeer de door mijn collega ontwikkelde energiesysteemregelaars voor vereenvoudigde gebouwmodellen in meer complexe gebouwssystemen. Hiermee wil ik in eerste instantie vooral kijken of ze aan de eisen voldoen voor implementatie in de praktijk. De vervolgstap is dat we het systeem gebruiksklaar maken voor daadwerkelijke implementatie."

Contactpersoon: Tamás Keviczky,
t.keviczky@tudelft.nl

