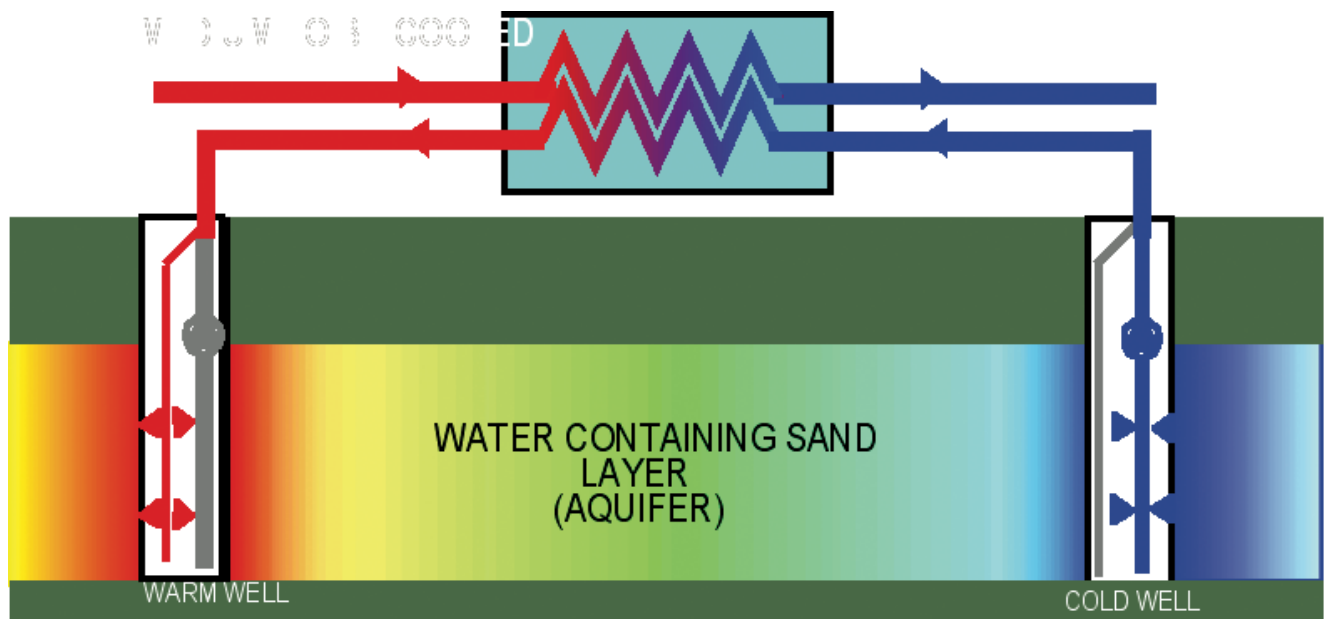


# Warmte- en koudeopslag in de grond



Figuur 1: Werkingsprincipe van thermische energieopslag in aquifers

**Energie-efficiëntie in gebouwen is verplaatst van individuele energie-maatregelen naar integrale energie-concepten. Een succesvol voorbeeld is het toepassen van seizoensgebonden energieopslag in de grond in combinatie met warmtepompen voor het koelen en verwarmen van commerciële gebouwen, universiteitsgebouwen, gemeentehuizen, ziekenhuizen et cetera. Het is een economisch renderende oplossing die de behoefte aan gas en elektriciteit met meer dan vijftig procent doet afnemen.**

Het werkingsprincipe van aquifer opslag is eenvoudig (figuur 1.) De energie wordt in een waterdragende zandlaag, een zogenoemde aquifer, opgeslagen. In het winterseizoen wordt het grond-

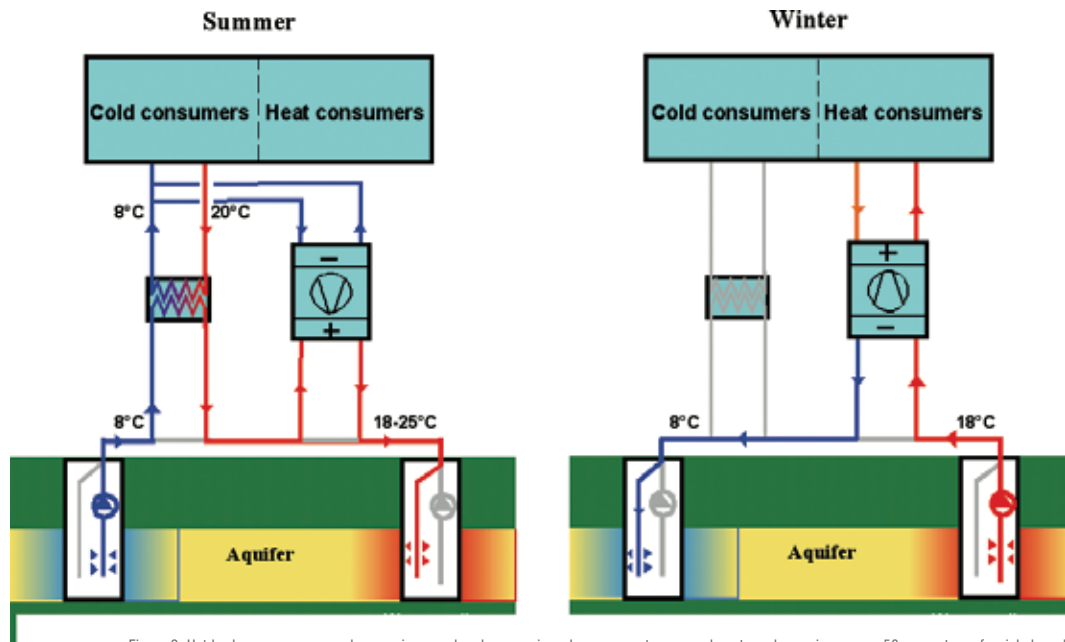
water uit de warme bron opgepompt. Het grondwater wordt met koude lucht of met een warmtepomp afgekoeld en wordt in een koude bron opgeslagen met een temperatuur van ongeveer 8°C. In de zomer verloopt het proces in omgekeerde richting. Wanneer er gekoeld moet worden, wordt het grondwater uit de koude bron opgepompt en wordt het gebruikt om het gebouw te koelen. Het grondwater wordt tot ongeveer 18°C opgewarmd en wordt in de warme bron geïnjecteerd. Het grondwatercircuit moet van het gebouwencircuit gescheiden zijn om corrosie of lekken in het grondwater te voorkomen. Dit wordt gedaan met behulp van een warmtewisselaar, welke op grondniveau of lager geplaatst moet zijn. Een te grote hoogte zou een te hoge pompdruk en energiegebruik tot

gevolg hebben, aangezien het grondwater geen gesloten systeem is.

## Opslag en warmtepompen

De COP van een koelsysteem met opslag in een aquifer is ongeveer 18. Het opslaan van koude in de winter moet echter ook meegerekend is. De combinatie van opslag en warmtepompen maakt gebruik van zowel de warmte als de koude die door de warmtepomp geproduceerd wordt mogelijk. De warmtepomp verdamper produceert koude, welke kan worden opgeslagen voor koelen in de zomer. Bij de meeste projecten wordt het koelen alleen gedaan met behulp van de opgeslagen koude om zo het systeem eenvoudig te houden. Het is echter mogelijk om de warmtepomp voor extra koeling tijdens piekuren te gebruiken.

Om een modern gebouw op een temperatuur van 20 °C te houden voldoet een lage temperatuur-warmte met een temperatuur in een range van 25 tot 50°C. Traditioneel werden verwarmingssystemen voor gebouwen ontworpen voor een watertoevoertemperatuur van 70 tot 90 °C. Door dit temperatuurniveau in het verwarmingssysteem te verlagen, wordt de efficiëntie van een gasgestookte ketel verbeterd. Aardgas is echter een kwalitatief hoogwaardige energiebron. Om het alleen voor het verwarmen van ruimten te gebruiken, kan bij wijze van spreken als mileudilict worden gezien, aangezien de exergetische efficiëntie minder dan 5 procent is. Dit betekent dat het potentieel van het gas om hoogwaardige energie op te wekken elektrisch of mechanische arbeid te verrichten bijna volledig genegeerd wordt. De traditionele ontwerp-temperatuur van 6 °C van het koelwater voor ruimteteoeling is te laag wanneer koudeopslag wordt toegepast. Ook deze temperatuur moet gekozen worden op een gematigder niveau van 9 tot 12°C. Voor een doorsnee kantoorgebouw mag dit geen probleem zijn. Het meest



Figuur 2: Het koelen en verwarmen d.m.v. seizoensgebonden energieopslag en warmtepompen levert een besparing op van 50 procent aan fossiele brandstof

kritische proces is het ontvochtigen van verse lucht in een luchtbehandelingsunit, waarvoor bovengenoemde temperaturen nog steeds acceptabel zijn.

### Innovatieve vloersystemen

Thermische activatie van betonnen platen maakt het toepassen van zeer gematigde temperatuurniveaus voor verwarmen en koelen mogelijk. Er zijn diverse prefabvloersystemen ontwikkeld waar warmte- en koelsystemen in geïntegreerd zijn. De wingvloer bestaat uit een kanaalplaatvloer van 30 cm dikte, met aan elke zijde een 'vleugel' van 60 cm breed en 10 cm dik. De vrije ruimte boven de vleugels vermindert het gewicht met ongeveer 40 procent, wat een grotere overspanning tot 10 m mogelijk maakt (voor

een vloerdikte van 40 cm zelfs 15 m). Kunststof leidingen worden in de vloer gestort en aan de wapeningsstangen bevestigd. Alle technische installaties – leidingwerk, bekabeling, toevoer voor ventilatielucht – zijn in de wingvloer geïntegreerd. De totale dikte is 34 cm, inclusief een deklaag en tapijt. Met watertemperaturen variërend van 17 tot 35 °C gedurende het hele jaar kan een uitstekend binnenklimaat bereikt worden met een extreem laag energie-verbruik.

Sinds een aantal jaren worden nieuwe methoden en strategieën ontwikkeld om zowel op bouwmaterialen als op energiegebruik te besparen. Door alle specialisaties vanaf het begin in het ontwerp van het gebouw te betrekken, kan een veel betere totale optimalisatie bereikt worden. De grenzen tussen het constructieve deel van het gebouw en de technische installatie vervagen, zoals het voorbeeld van de wingvloer aantoont. Een verfijnd architectonisch ontwerp kan de warmte en koude behoefte verminderen. Tevens kunnen verwarming en koelfaciliteiten in de constructie geïntegreerd worden. Op deze manier kan een perfect binnenklimaat met extreem lage energieconsumptie gecombineerd worden.



Figuur 3: Wingvloer-systeem met geïntegreerde kanalen voor warmte en koude doeleinden.

Samenvatting NVvK-lezing  
Hans Buitenhuis M.Sc.

DWA installatie- en energieadvies  
buitenhuis@dwa.nl