

De onzichtbare groene energievriend

Geothermische installaties zijn op dit moment een beetje het stiefkind van de hernieuwbare energie. Misschien omdat ze veel minder zichtbaar zijn dan windmolens, zonnepanelen, biomassacentrales of een waterkrachtcentrale? Het gebrek aan zichtbaarheid verbergt helaas ook dat geothermie interessante voordelen heeft. In een reeks van artikelen lichten we ze toe.

In de aarde is een enorme hoeveelheid warmte opgesloten. Deze komt voor een deel van de zeer hete kern, waarin de temperaturen oplopen tot boven de 4000 °C. Deze warmte stroomt naar de koelere buitenkant. Daarnaast produceert ook het verval van radioactieve elementen in de aardkorst warmte. Het resultaat is een geothermische gradiënt: hoe dieper, hoe warmer. In de meeste gebieden bedraagt de stijging ongeveer 3 °C per honderd meter, of 30 °C per kilometer.

Deze warmte-energie wordt door geothermische systemen op verschillende manieren benut. De geothermische energiebronnen worden verdeeld

in verschillende categorieën, afhankelijk van de toepassingen en de diepte van de boring. Bij diepe geothermie worden hoge temperaturen bereikt en kan de warmte rechtstreeks gebruikt worden voor verwarming of zelfs voor opwekking van elektriciteit. Ondiepe geothermie houdt het bij diepten van enkele honderden meter, waar slechts een temperatuur van 10 tot 12 °C heerst. Maar met een warmtepomp kan de bijbehorende warmte-energie toch voordelig benut worden.

De verschillende systemen hebben elk hun pro's en contra's. In dit artikel presenteren wij sommige aspecten van ondiepe verticale geothermie. Deze

technologie zal volgens talrijke specialisten een belangrijkere plaats moeten krijgen in de energy mix van de toekomst.

Het principe

Voor geothermie moet een stelsel van leidingen in de bodem geboord worden. Het functioneert als warmtewisselaar en onttrekt aan de aarde warmte (zie figuur 1). De warmtepomp brengt deze vervolgens naar een hogere temperatuur, zodat ze gebruikt kan worden voor verwarming, sanitair warm water enzovoort. De gewenste temperatuur bedraagt ongeveer 35 °C voor vloerverwarming en 50 °C voor warm water.

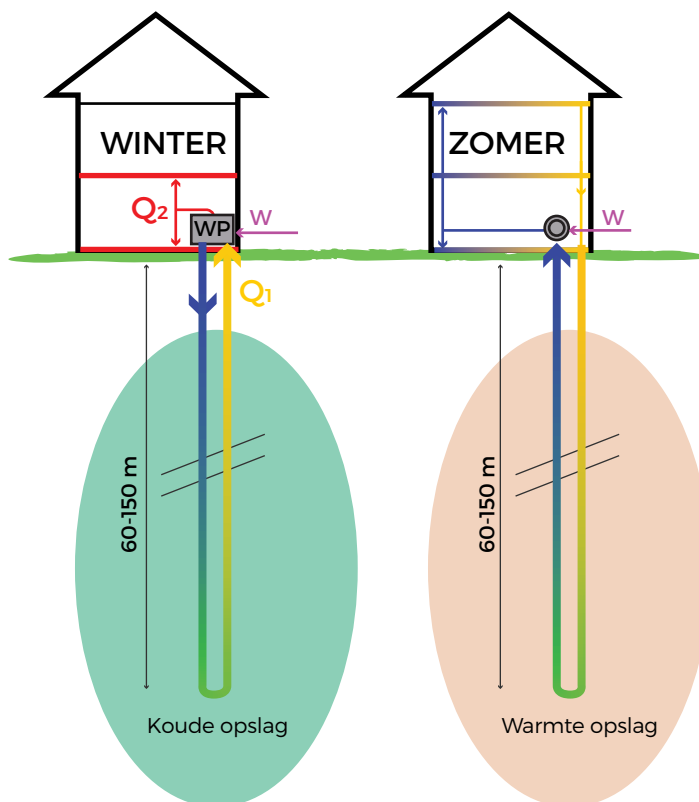
Om de warmtepomp aan te drijven is energie nodig. Elektrische warmtepompen komen het meeste voor, maar er bestaan ook warmtepompen die draaien op fossiele brandstoffen. Verder zullen we het alleen hebben over elektrische warmtepompen.

Verwarming

Loont een warmtepomp de moeite om verwarming, sanitair warm water enzovoort te produceren? Dat hangt er van af (zie figuur 2). Zulk systeem verbruikt een hoeveelheid elektrische energie W om de warmtepomp aan te drijven. We laten hier de situatie buiten beschouwing waarin de pomp aangedreven wordt met groene energie uit zonnepanelen. Om W op te wekken is dan een hoeveelheid primaire energie nodig, die vanwege de transformatieverliezen groter is dan W .

Het systeem produceert een hoeveelheid groene warmte Q_1 , die niets kost omdat ze onttrokken wordt aan de bodem. Maar ook W wordt uiteindelijk in bruikbare warmte omgezet. Om verwarming en warm water te produceren is dus een totale warmteproductie beschikbaar gelijk aan de som van W en Q_1 . In figuur 2 wordt dat de "totale bruikbare warmte" Q_2 genoemd. Het systeem wordt pas interessant als Q_2 groter is dan de primaire energie nodig om W op te wekken. Anders kan deze primaire energie beter rechtstreeks gebruikt worden om warmte te produceren.

De efficiëntie van een warmtepomp hangt onder meer af van het temperatuurverschil dat overbrugd wordt tussen de brontemperatuur en de afgiftemtemperatuur. Hoe kleiner dit verschil, hoe groter de efficiëntie. De COP of *Coefficient of Performance* van een warmtepomp



FIGUUR 1
Schema geothermische warmtepomp en free koeling

is het theoretische rendement bij een bepaald constant verschil (bij "nominale voorwaarden" in vakjargon). De COP wordt als volgt berekend:

$$COP = Q_2 / W$$

Q_2 en W hebben de betekenis van figuur 2. Om een voorbeeld te geven: een warmtepomp verbruikt in een bepaalde periode 2 000 kWh elektriciteit (W) om 8 000 kWh gratis warmte uit aan de grond te onttrekken (Q_1). De COP is dan 5.

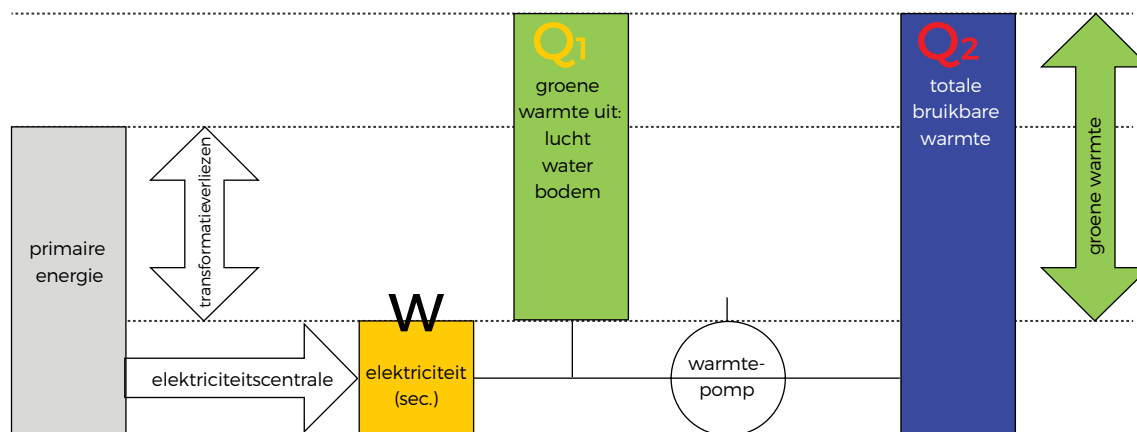
In de praktijk schommelen de temperatuurverschillen en moeten verschillen-

de systemen vergeleken kunnen worden. Daarom gebruikt men de SPF (*Seasonal Performance Factor*, zie tabel 1). Deze is het globale rendement van het systeem over een volledig stookseizoen. Hij houdt rekening met de wisselende bron- en afgiftemtemperaturen en met het verbruik van randapparatuur zoals pompen en ventilatoren. De SPF-factor is ook afhankelijk van het type bron (lucht, water, bodem) en het afgiftesysteem (radiatoren, vloerverwarming ...).

De SPF van een warmtepomp ligt hoger wanneer de warmte geput wordt »»

FIGUUR 2
Primaire energie, groene warmte en totale bruikbare warmte bij warmtepompen

Bron: vito inventaris_hernieuwbare_energiebronnen_vlaanderen_2005-2015_public





GEOTHERMIE

TABEL 1

Indicatieve SPF waarden van verschillende types WP (SPF: "Seasonal Performance Factor")

Bron: Eindverslag IWT-CO-WP-DIRECT, 2011

type warmtepomp (Wp)	gemid. SPF
Horizontaal bodem / water Wp	4,0
Verticaal bodem / water Wp	4,7
Lucht / water Wp	2,8

TABEL 2

Rekenvoorbeeld: actieve koeling / free geo koeling

Alleenstaand huis, 200 m² woonoppervlakte, 3 bewoners
Elk jaar moet 3000 kWh warmte-energie afgevoerd worden

	actieve koeling met COP-2	free geo cooling	winst
Benodigde elektrische energie (kWh)	1500	250	1250 (= 6 zonnepanelen)

» uit een bron met een hogere temperatuur. Dat verklaart waarom een lucht-water warmtepomp het minder goed doet dan de andere twee. Wanneer de warmtebehoefte op zijn grootst is, is de buitenlucht doorgaans koud. Het temperatuurverschil dat overbrugd moet worden is groot en de efficiëntie van de warmtepomp ligt lager. Er bestaat ook een verschil tussen warmtepompen gekoppeld aan verticale en horizontale leidingen in de grond. Deze laatste liggen ongeveer een meter diep en ondervinden de invloed van de buiten-temperatuur. Maar vanaf ongeveer tien meter diepte is de bodemtemperatuur onafhankelijk van het seizoen en vrij stabiel, rond de 12 °C. Daarom heeft een verticale geothermische warmtepomp het hoogste rendement. Ze heeft nog andere voordelen over een horizontale geothermische warmtepomp. Deze laatste vraagt veel ruimte en komt niet in aanmerking voor passieve koeling (zie verder). Daartegenover staat wel dat de investering lager ligt.

Koeling

We isoleren steeds beter, niet alleen in nieuwbouw maar in toenemende mate ook bij renovaties. Die trend zal aanhouden. Vlaanderen streeft naar E60 voor alle woningen in 2050. De voordelen liggen voor de hand, maar het risico op oververhitting in de zomer neemt toe. Niet de verwarming maar de koeling wordt de grootste uitdaging in de komende jaren. Dit is zeker het geval voor kantoren. Zij moeten in de zomer vaak afrekenen met oververhitting, door de zon maar ook door interne warmte-

productie die samenhangt met de hoge bezettingsgraad en de computers en andere toestellen.

Bij een omkeerbare warmtepomp is het mogelijk om de warmtepomp te gebruiken als een soort koelkast. Ze neemt dan geen warmte op uit de bodem, maar geeft er warmte uit het gebouw aan terug. De COP is dan minder gunstig dan voor de verwarming, omdat W niet meer op een nuttige manier gebruikt wordt. De formule is:

$$\text{COP koeling} = \frac{Q1}{W}, \text{ dus } \frac{(Q2-W)}{W} = \text{COP verwarming} - 1$$

Interessant aan een geothermische installatie is dat ze kan koelen zonder de warmtepomp te activeren. Er is dan alleen een circulatiepomp nodig voor de vloeistof die de warmte transporteert. Dit wordt passieve koeling of *free geo cooling* genoemd. De bodem wordt geregenereerd: de temperatuur stijgt door de warmte die eraan afgegeven wordt. Dit gaat uitputting van de bodem tegen en veroorzaakt een hoger rendement in het begin van het stookseizoen.

Lager verbruik

Free geo cooling verbruikt minder dan actieve koeling. Dat blijkt uit tabel 2, een vergelijking tussen twee alleenstaande huizen met 200 vierkante meter woonoppervlakte, waarin drie personen wonen. Het startpunt is dat er voor de koeling in een jaar tijd 3 000 kWh warmte-energie afgevoerd moet worden. In het eerste huis wordt verwarming en sanitair warm water geproduceerd met gas en is dus actieve koeling nodig. In het tweede is verticale geothermie geïnstalleerd en is passieve koeling mogelijk.

In het huis met verticale geothermie is voor koeling 1250 kWh elektrische energie minder nodig per jaar. Dat komt overeen met de productie van zes zonnepanelen. Deze elektriciteit kan gebruikt worden voor verlichting, koken, strijken, wassen en dergelijke.

Niet de enige voordelen!

Dit artikel ging over twee belangrijke troeven van ondiepe verticale geothermie: een hoog rendement voor verwarming en de mogelijkheid om passieve koeling te gebruiken. Maar aan zulke installatie zijn ook andere aspecten verbonden, zoals de rentabiliteit van de investering, de doelstellingen van de Vlaamse regering op het gebied van hernieuwbare energie, de statistieken van installaties, de EPB-berekening en de integratie in slimme netwerken. Hierop zullen we dieper ingaan in de komende nummers van Bouwbedrijf. ●

INFO

Vragen? Stuur een e-mail naar energieconsulent@vcb.be.

In de komende maanden zullen we nog uitgebreid terugkomen op geothermie, in aansluiting op het Smart Geotherm project.

Zie ook www.smartgeotherm.be.

In het kader van het Smart Geotherm project (www.smart-geotherm.be) organiseert de VCB vanaf maart 2017 in samenwerking met WTCB een infosessies over geothermie.