



Warmtepompen in de utiliteitsbouw

De do's-en-don'ts voor ontwikkelaars

Het gebruik van een warmtepomp is een aantrekkelijk systeem om te komen tot een comfortabel binnenmilieu en een gunstige energiestaat. Bij grote systemen in de utiliteitsbouw wordt een warmtepomp bij voorkeur gekoppeld aan opslag van warmte en koude (WKO) in de ondiepe ondergrond. Dit systeem vindt steeds meer toepassing. Hoewel er sinds 2008 minder wordt gebouwd, wordt er jaarlijks niet minder WKO-vermogen geïnstalleerd¹. Doordat in veel utiliteitsgebouwen niet alleen warmte nodig is, maar ook veel koude, is WKO vaak goed haalbaar. Maar succes komt niet uit de lucht vallen en veel systemen leveren in de praktijk niet wat er op papier is beloofd. Om een hoog rendement te kunnen halen, moeten alle systeemcomponenten goed op elkaar aansluiten. Ook aan het beheer van een systeem worden bijzondere eisen gesteld. Alle partijen moeten er rekening mee houden: van de start van het ontwikkelingsproces tot en met de exploitatie van een gebouw. In deze publicatie beschrijven we de do's-en-don'ts voor ontwikkelaars.

Woningbouw en utiliteitsbouw

In een eerdere publicatie hebben we de toepassing van warmtepompen in de woningbouw beschreven². Nu gaat het specifiek om de utiliteitsbouw. In principe gaat het om dezelfde technologie, maar daarmee houdt de overeenkomst tussen de twee sectoren al bijna op. In woningen is de vraag naar warmte (ook voor warm tapwater) dominant, terwijl in utiliteitsgebouwen de vraag naar koude groot is. In utiliteitsgebouwen gaat het bovendien meestal om grotere capaciteiten. Daarom wordt hier vaker gekozen voor een open bronsysteem. In utiliteitsgebouwen is de toepassing doorgaans sneller en gemakkelijker haalbaar te maken. Dat komt doordat het aantal partijen kleiner is, de partijen professioneel zijn ingesteld en het verdienmodel transparanter is. Technisch is er vaak meer mogelijk, omdat de capaciteit van het systeem nauwkeuriger op de vraag naar warmte en

¹ CBS, *Renewable energy in the Netherlands 2010*, The Hague/Heerlen 2012.

² Henk Bouwmeester i.o.v. Lente-akkoord, *Warmtepompen in de woningbouw; de do's-en-don'ts voor ontwikkelaars*, Voorburg, december 2011.



koude kan worden afgestemd. Ten opzichte van een collectief systeem in de woningbouw is het distributiesysteem bovendien eenvoudiger omdat de gemiddelde afstand tussen bron en afgiftesysteem korter is.

Toepassing van WKO in utiliteitsbouw <i>(bron: CBS, 2012)</i>	2008	2009	2010
Nieuwe systemen met open bron			
Aantal	602	383	380
Thermisch vermogen (MW)	75	50	54
Nieuwe systemen met gesloten bron			
Aantal	175	366	257
Thermisch vermogen (MW)	4	15	18
Totaal			
Aantal	777	749	637
Thermisch vermogen (MW)	79	65	72

Toepassing in utiliteitsgebouwen

De utiliteitsbouw is een zeer heterogene sector met onder andere kantoren, scholen, winkels, hotels, verzorgingshuizen en ziekenhuizen. Op dit moment is de toepassing in de kantorenmarkt het verst ontwikkeld. In het segment grote kantoren werd over 2008 de penetratie geschat op 20 tot 30 procent van de totale nieuwbouw tegen een penetratie van 10 procent in de overige sectoren van de utiliteitsbouw³. Sindsdien zijn die percentages gestegen, aangezien de nieuwbouw in omvang is afgenomen, terwijl het aantal geïnstalleerde systemen nagenoeg even groot is gebleven.

De voordelen van WKO

Het is voor bouwpartijen verplicht om bij nieuwbouw een hoge energieprestatie te realiseren. Een gemeente mag slechts een bouwvergunning afgeven, als daaraan

³ Onno Kleefkens, *Statusrapportage Warmtepompen In Nederland in 2008*, AgentschapNL, Utrecht, januari 2009.



wordt voldaan. Vanaf 1 juli 2012 is in dit verband de NEN 7120 van kracht⁴. De eisen zijn voor verschillende gebruiksfuncties in de utiliteitsbouw anders, maar in vrijwel alle situaties biedt een warmtepomp uitstekende kansen om op een kosteneffectieve manier aan de eisen te voldoen. Er is ook veel ervaring mee. Warmtepompen worden wereldwijd veel toegepast. In Nederland worden warmtepompen vaak gecombineerd met WKO. Daarbij verruimen de kansen omdat de vraag naar warmte in utiliteitsgebouwen de laatste jaren licht afneemt, terwijl de behoefte aan koeling toeneemt, vooral in kantoren, winkels, ziekenhuizen en verzorgingshuizen⁵. In sommige situaties kan de energievraag voor koeling die voor verwarming zelfs overstijgen.

Ook eindgebruikers hechten waarde aan toepassing van een warmtepomp met WKO. Het kan tot lagere exploitatiekosten leiden, al lijkt geld voor eindgebruikers vaak niet de stuwende kracht te zijn. Voor hen is vooral het imago van duurzame huisvesting belangrijk, zeker bij overheidsinstellingen en grotere bedrijven, en daarvan kan WKO de vlaggendrager zijn. In het verlengde van wensen van de eindgebruikers, zien beleggers duurzaamheid en daarbinnen de toepassing van een warmtepomp met WKO vaak als panacee om een gebouw voor langere tijd verhuurbaar te maken.

De hindernissen bij toepassing

De tarieven van traditionele energiebronnen zijn laag, ook al stijgen die ieder jaar. Bovendien kunnen grootverbruikers vaak scherpe inkoopcontracten afsluiten. Dat maakt het moeilijk om investeringen in duurzame energietechnieken snel terug te verdienen. Bovendien heeft Nederland een uitstekende gasinfrastructuur met een eigen gasvoorraad en relatief schone omzettingstechnieken. Hierdoor was Nederland lange tijd koploper in efficiënte verwarming. Vooral in de woningbouw gaat de overgang naar duurzame warmtebronnen daardoor langzamer dan in andere EU-landen⁶. In de derde plaats leidt de vigerende Wet- en Regelgeving nog tot hindernissen. Inmiddels heeft de Taskforce WKO voorstellen gedaan om die hindernissen op te ruimen⁷. Het kabinet geeft hieraan gevolg.

⁴ Zie www.nen.nl.

⁵ Gasterra, *Boek Gaswarmtepompen*, 2010.

⁶ Gasterra, *Boek Gaswarmtepompen*, 2010.

⁷ Taskforce WKO, *Groen licht voor bodemenergie*, maart 2009.



Niettemin verloopt de implementatie van warmtepompen, meestal met WKO in de utiliteitsbouw voorspoedig. De belangrijkste hindernis lijkt daarom te zijn, dat de toepassing goed moet worden geïntegreerd in het ontwerp, bij realisatie en tijdens de exploitatie van een gebouw⁸. Gebeurt dat niet of onvoldoende, dan blijven de prestaties van een installatie achter bij de vooraf berekende waarde. Succesvolle toepassing vereist een nieuwe instelling van alle partijen in de bouwkolom, nieuwe kennis bij alle partijen en een betere overdracht aan de eindgebruiker.

⁸ Zie ondermeer DWA installatie- en energieadvies i.o.v. Ministerie van VROM, *Rendementsverbetering WKO*, 6 juli 2011.



De techniek

Met een warmtepomp wordt de warmte of de koude uit een bron gebruikt voor verwarming of koeling van een gebouw. Wanneer als bron ondiepe bodemenergie wordt gebruikt, kan er tevens sprake zijn van opslag van warmte en koude. Er zijn diverse goede publicaties over de techniek van warmtepompen met bodembronnen, zoals de 'Gids voor Beslissers', een uitgave van de Dutch Heat Pump Association, voorheen stichting Warmtepompen⁹. Hier beperken we ons tot enkele hoofdzaken die voor ontwikkelaars van belang zijn.

Van bron tot gebruiker

Een warmtepomp met WKO is een totaalsysteem. Het bestaat uit één of meerdere bronnen, de warmtepomp(en), het afgiftesysteem met een regeling en het gebouw zelf. Voor een goed functioneren van het systeem is het van belang dat de componenten goed op elkaar zijn afgestemd.

1. De **bron** is het systeem waaraan de gewenste energie wordt onttrokken: warmte in de winter en koude in de zomer. De keuze voor een bronsysteem is onder meer afhankelijk van de bodemgesteldheid, ruimtelijke mogelijkheden en benodigde capaciteit.
2. De warmte die uit de bron wordt gehaald, wordt door de **warmtepomp** op het niveau gebracht dat nodig is om het gebouw te verwarmen. De capaciteit van het systeem is uitgelegd op de vraag gedurende een groot deel van het jaar. Daarbij wordt het hoogste rendement gerealiseerd als de temperatuurverschillen klein zijn. Een warmtepomp kan worden aangedreven met elektriciteit, aardgas, groen gas of combinaties hiervan.
3. Het **afgiftesysteem** in het gebouw is gedimensioneerd op verwarming bij lage temperatuur en koeling bij relatief hoge temperatuur. Dat wordt vaak gerealiseerd met klimaatplafonds, ventilatorconvectoren (fancoil), plafondinductie-units of betonkernactivering. De temperatuurtrajecten zijn bepalend voor het systeemrendement.
4. Het **gebouw** zelf kan als onderdeel van het systeem worden gezien omdat de gerealiseerde vraag naar warmte en koude bepalend is voor het al dan niet

⁹ W.F.G. Hooijkaas en A.H.L. Zwinkels, *Warmtepompen, Gids voor Beslissers*, Stichting Warmtepompen en SenterNovem, 2008, ISBN 978-90-79537-02-0.



naar tevredenheid functioneren van het systeem. Maatgevend is in hoeverre de kwaliteit van thermische isolatie, kierdichting en zonwering overeenstemt met de vooraf bepaalde specificaties.

5. Ook het **gebruikspatroon** is van invloed op het uiteindelijke succes van het systeem. Als bijvoorbeeld een verdieping langere tijd leeg staat, en er wordt in de zomer niet gekoeld, kan dat de opslag van energie in de bodem verstoren.

Brontypen

Een warmtepompsysteem kan gebruik maken van verschillende bronnen: diepe bodemenergie ofwel geothermie (dieper dan 500 meter), ondiepe bodemenergie, omgevingswarmte (aerothermische energie), oppervlaktewater (hydrothermische energie) of restwarmte van bijvoorbeeld de agrarische sector (biogene energie)¹⁰. Bij ondiepe bodemenergie kan er tevens sprake zijn van opslag van warmte en koude. Dit document gaat hoofdzakelijk over ondiepe bodemenergie.

Ondiepe bodemenergie wordt gewonnen met een open of een gesloten bronsysteem. Met een open bronsysteem wordt grondwater rondgepompt. Er is een warme bron (15 tot 20 °C) en een koude bron (circa 10 tot 15 °C) met een onderlinge afstand van circa 100 meter. In de zomer wordt water uit de koude bron gepompt. De koude wordt gebruikt voor koeling waarna het opgewarmde retourwater wordt teruggebracht in de warme bron. In de winter wordt water uit de warme bron gepompt waarna het afgekoelde retourwater terugvloeit in de koude bron. Bij een gesloten bronsysteem wordt geen grondwater verpompt. Er wordt een of meerdere verticale of horizontale warmtewisselaar(s) in de grond aangebracht waarmee warmte wordt onttrokken of toegevoegd.

Er bestaan ook varianten zoals de zogenoemde monobron. Dit is een open bron waarbij warmte en koude in één bron boven elkaar worden opgeslagen. In dit geval moet er zich in de aquifer een kleilaag bevinden die kortsluiting tussen de bronnen voorkomt. Een bijzondere vorm van een gesloten bronsysteem zijn de zogenoemde 'energiepalen': heipalen met ingebouwde warmtewisselaars die samen een bronsysteem vormen.

De ruimtelijke mogelijkheden, de bodemgesteldheid en de energieprestatie bepalen voor een belangrijk deel welk bronsysteem het best is. Zo biedt zandgrond

¹⁰ Simone te Buck e.a., *Protocol monitoring Hernieuwbare energie*, Agentschap NL, publicatienummer 2DENB1013, mei 2010.



goede mogelijkheden voor een open bronsysteem terwijl in een kleiachtige bodem een gesloten systeem minder risico geeft.

	Open systemen	Gesloten systemen
Mogelijkheden	Afhankelijk van bodemsamenstelling	In principe overal mogelijk maar de energieprestatie hangt af van de bodemsamenstelling
Koelvermogen	Groot	Beperkt
Ruimtebeslag	Meestal groter dan de kavel	Beperkt bij een klein vermogen
Kostprijs	Gunstig bij groot vermogen	Gunstig bij klein vermogen
Vergunningen	Relatief complex bij een debiet van 10 m ³ /uur of meer	Vergunningvrij of eenvoudige procedure
Monitoring	Altijd verplicht	Niet verplicht bij bronnen tot 70 kW
Onderhoud	Relatief veel onderhoud nodig	Weinig onderhoud nodig
Duurzaamheid	Vergunningverlener stelt borging van de energiebalans verplicht	Borging van de energiebalans berust op vrijwilligheid van de exploitant

Hybridesystemen

Open en gesloten bodemenergiesystemen kunnen worden gecombineerd met gebruik van restwarmte uit de omgeving of met warmte in ventilatielucht en buitenlucht. Ook is het mogelijk om een bodemenergiesysteem te combineren met een lokale waterbuffer zoals een plaatselijke (ondergrondse) regentank of een sprinklertank. Deze laatste combinatie biedt bijzondere kansen¹¹. Door de buffer goed te dimensioneren kan deze kortstondige pieken in de vraag naar warmte en koude effectief opvangen. Dat vergroot de stabiliteit van het gehele systeem zodat een gebouw met een kleinere warmtepomp en een kleinere bodembron toe kan.

¹¹ Menno van der Hoff, Dick Havenaar, Energiebesparing mini-WKO door buffer- en hybridetechnologie' in: RCC Koude & Luchtbehandeling, april 2011.



Vergunningverlening

Voor de aanleg en het gebruik van een bodemenergiesysteem zijn verschillende vergunningen nodig:

- Voor het gebruik van een open bron is een vergunning nodig van de provincie in het kader van de regelgeving over verdeling van grondwater. Voor een gesloten bron is (nog) geen vergunning nodig.
- Een systeem met twee bronnen vergt meestal meer ruimte dan het eigen erf. Voor gebruik grond van derden (vaak is dat de gemeente), moet via het opstalrecht de juridische eigendom worden verkregen.
- Voor een bouwwerk om de bron boven het maaiveld af te werken, is soms een bouwvergunning van de gemeente nodig.
- Om via de openbare ruimte de verbindingen tussen de bron en het gebouw te realiseren, is een gemeentelijke Kabel- en Leidingvergunning nodig.
- Als een bron in een dijklichaam wordt aangebracht, is een vergunning van het Waterschap nodig. Ook in andere specifieke situaties kunnen bijzondere vergunningen nodig zijn.

AMvB Bodemenergiesystemen

Naar verwachting zal op 1 januari 2013 de AMvB Bodemenergiesystemen van kracht worden¹². Daarmee verandert het vergunningstelsel. De AMvB heeft betrekking op energiebalans, retourtemperatuur, interferentie, circulatievloeistof, buitengebruikstelling en monitoring van open en gesloten systemen.

- Er komt een vergunningplicht voor gesloten systemen met een vermogen groter dan 70 kW en een meldingsplicht voor kleinere gesloten systemen.
- De gemeente (en in bijzondere gevallen de provincie) kan straks interferentiegebieden aanwijzen waar ook voor kleine gesloten systemen een vergunningplicht geldt.
- Gemeenten en provincies kunnen beleidsregels vaststellen voor de vergunningplichtige systemen, zowel gesloten als open systemen.
- De vergunningsprocedure voor open systemen wordt in de nieuwe regelgeving verkort van zes naar twee maanden.

¹² Het ontwerpbesluit is gepubliceerd in de *Staatscourant* van 5 april 2011.



Toepassing

De warmte of de koude uit de bodem wordt met een warmtepomp op het niveau gebracht dat nodig is voor verwarming of koeling van een gebouw. Daarbij is het de kunst om het systeem zo te dimensioneren, dat het verschil tussen de temperatuur die de bron levert en de temperatuur die het gebouw vraagt, zo klein mogelijk is. Tot nu toe wordt voor relatief grote systemen in utiliteitsgebouwen of complexen van woningen vaak een open bronsysteem toegepast. Voor de meer kleinschalige systemen worden tot nu toe veelal gesloten bronsystemen gebruikt. De functionaliteit van de bron op lange termijn en mogelijke interferentie met naastgelegen percelen zijn redenen om de bron in balans te houden zodat per kalenderjaar het laden en ontladen van warmte en koude in evenwicht is en de capaciteit gehandhaafd blijven. Meten en registreren is hier de basis.

Quick scan

Op www.wkotool.nl kunt u op plaats of op postcode snel een eerste inzicht krijgen in de haalbaarheid van WKO voor wat betreft de bodemgesteldheid en het vergunningenbeleid. Ook ziet u snel hoeveel een WKO-systeem kan besparen in geld en in CO₂.

Flexibiliteit

Het gebruik van een gebouw kan in de tijd sterk variëren. Als de functie van een gebouw of de bezettingsgraad verandert, veranderen ook de gevraagde vermogens. In een kantoorgebouw kan 'het nieuwe werken', met een hogere bezettingsgraad, grote gevolgen hebben voor de vraag naar warmte en koude. Bij het ontwerp van een systeem is het belangrijk te anticiperen op toekomstige veranderingen. Dat kan door een systeem bivalent te maken, waarbij verschillende bronnen kunnen worden gebruikt voor verwarming en koeling. Het is ook mogelijk een pieklastketel te installeren of een traditioneel cv-toestel.

Zo sterk als de zwakste schakel

Een warmtepompsysteem is zo sterk als de zwakste schakel van de keten. Hoe kleiner het verschil in de temperatuur die de bron levert en de temperatuur die het gebouw vraagt, hoe efficiënter het systeem werkt. Dat vergt dus een goede afstemming tussen bron, eventuele buffercapaciteit, installatie, afgiftesysteem, gebouwkwaliteit en exploitatie. Een zwakke schakel gaat ten koste van comfort of van het uiteindelijke systeemrendement.



Bodemenergie in het bouwproces

Het gebruik van bodemenergie maakt een integraal onderdeel uit van een gebouw en is er op alle manieren mee verweven. Het vraagt in het ontwerptraject, bij de bouw en tijdens de exploitatie om een andere benadering. Als een bronnensysteem, een installatie en een gebouw in het ontwerp goed op elkaar zijn afgestemd, als de uitvoering van de bouw overeenstemt met de uitgangspunten en als in het beheer rekening wordt gehouden met de specifieke kenmerken van een bodemsysteem, is het mogelijk tegen een laag energiegebruik een comfortabel binnenklimaat te realiseren.

1 Initiatief

Bij ieder nieuw project staan bouwpartijen voor de vraag hoe zij binnen alle comforteisen, de beste energieprestatie tegen de laagste kosten kunnen realiseren. Een mogelijke valkuil is dat de opdrachtgever te snel in de richting van een oplossing duwt, zoals bodemenergie. Voor een gunstige energieprestatie is, conform de Trias Energetica, beperking van het verbruik de eerste stap. Daarna volgt pas de keuze voor een milieuvriendelijke productie van warmte en koude. Het is cruciaal om bij de start van het bouw- en ontwikkelingsproces een goed Programma van Eisen te definiëren. Daarbij gaat het om eisen als energieprestatie, comfort en prijs. De opdrachtgever kan verschillende meetlatten gebruiken om de prestaties te operationaliseren, zoals het energielabel, Greencalc, BREEAM-NL en de maximale gebouwgebonden CO₂-emissie. Of bodemenergie de beste optie is om de vereiste prestatie te leveren, moet daarna blijken. In sommige situaties, bijvoorbeeld als er een hoge ventilatievoud wordt vereist, is een warmtepomp op basis van ventilatie en luchtbehandeling misschien effectiever. In andere situaties ligt het gebruik van oppervlaktewater of van restwarmte uit de omgeving meer voor de hand. In een Programma van Eisen moet helderheid zijn over de doelstellingen van een project. Om wat voor gebouw gaat het? Wat zijn de gebruikspatronen? Wat zijn de mogelijke veranderingen in de toekomst? Wat zijn de uitgangspunten voor het energieconcept? Het gebruik van bodemenergie heeft vaak ruimtelijke implicaties over de kavelgrenzen heen. In de initiatieffase is daarom ook overleg met de gemeente en de provincie nodig. In het PvE is het mogelijk de energievisie van de gemeente voor de betreffende locatie af te stemmen op het energieconcept van het gebouw.



Do Denk in een vroeg stadium na over een energieconcept van het beoogde gebouw. Toepassing van een warmtepomp kan een middel zijn om dat concept te realiseren. De kansen en mogelijkheden hangen onder meer af van het gebouw, de bodem en de omgeving.

Don't Een warmtepomp met WKO is de enige kosteneffectieve manier om tot een lage EPC en een duurzaam imago te komen. Het is niet voor niets zo populair. Het is verspilde moeite om daar veel langer over na te denken.

2 Ontwerp

Als op basis van het PvE wordt gekozen voor een warmtepomp met WKO, dan moet dit een onderdeel worden van de ontwerpopdracht. Het gebouw moet in essentie energiezuinig worden ontworpen. Dus met een gunstige oriëntatie en indeling, goede isolatie en kierdichting, gecombineerd met zonwering en een goed ventilatiesysteem. Als dat niet gebeurt, leidt een warmtepomp tot onnodige kosten in de exploitatiefase. Verder werkt een WKO-systeem het best met verwarming op lage temperatuur en koeling op relatief hoge temperatuur. Ook daar moet het gebouw op worden ontworpen. Hoe meer de vereiste afgiftetemperatuur afwijkt van wat de bron levert, hoe meer gas of elektriciteit de warmtepomp gebruikt. De ontwikkelaar moet dus samen met de architect, de installatieadviseur en de leverancier van het bronnensysteem en de warmtepomp in een cyclisch proces nadenken over plaats en capaciteit van de bronnen en eventuele buffersystemen, de energiebehoefte van het gebouw, de opstelling van installaties en de distributie voor warmte en koude in het gebouw. Ook de luchtbehandeling en het ventilatiesysteem maken integraal deel uit van het klimaatstelsel.

In het ontwerp moet flexibiliteit worden ingebouwd om veranderingen in functie of bezettingsgraad van het gebouw in de toekomst te kunnen opvangen. Denk ook na over de faseerbaarheid van het ontwerp. Bij grote installaties is een modulair systeem mogelijk zodat het systeem kan meegroeien met het gebouw. Verder is het belangrijk een back-up systeem te installeren om eventuele storingen binnen een acceptabele tijd (van bijvoorbeeld 24 uur) te verhelpen, bijvoorbeeld in de vorm van een traditionele gasketel en/of een mogelijkheid om het systeem aan te sluiten op de stadsverwarming. Ook voor koeling is een back-up systeem nodig.



Do Zorg in de ontwerpfase ervoor dat bron, opwekking, distributie en afgifte van warmte en koude op elkaar worden afgestemd. De opbouw van een WKO-systeem vereist multidisciplinaire kennis. Maak de relevante specialisten lid van het bouwteam zodat in een cyclisch proces een optimaal plan kan ontstaan.

Don't Ieder z'n vak. Specialisten moeten zich niet teveel met elkaar bemoeien. Dus als de architect een ontwerp klaar heeft, kan de installatieadviseur aan het werk om de specificaties voor een bodembron en een warmtepomp uit te rekenen.

3 Bestek en aanbesteding

Als een ontwerp goed is gemaakt, is het vervolgens een kwestie van goed uitwerken in een bestek¹³. Het is aan te bevelen om het bestek op te stellen in overleg met leveranciers en fabrikanten. In het bestek kunnen verschillende prestatie-indicatoren worden vastgelegd waar de leverancier en/of de exploitant aan dient te voldoen. Er kan ook een clause worden opgenomen waarbij hij een bonus ontvangt wanneer de gerealiseerde prestaties hoger zijn dan wat in het bestek was afgesproken. In dat geval is het uiteraard ook een voorwaarde dat de eindgebruiker over voldoende kennis en betrouwbare informatie beschikt. Desgewenst kan de eindgebruiker hiervoor een contract aangaan met een onafhankelijke adviseur. In de praktijk blijkt dat projecten waarbij in de bestekfase aandacht is geweest voor de praktijkprestaties beter scoren dan projecten waar nooit naar de prestaties is gekeken¹⁴. Denk in het bestek ook na over testen die bij oplevering zullen worden gedaan. Toezicht op de geleverde kwaliteit is cruciaal: er moet exact volgens het bestek worden gewerkt. Als de gerealiseerde kwaliteit lager is dan de kwaliteit op papier, past de capaciteit van het warmtepompsysteem later niet meer bij de vraag naar warmte en koude. Een bronnenboorder die werkt volgens de BRL SIKB 2100 en het daarbij horende

¹³ Zie www.stabu.org

¹⁴ Cauberg-Huygen, *Grootschalige monitoring van collectieve WKO installaties. Eindrapportage fase 1 en 2*, april 2012.



protocol 2101¹⁵ kan in principe aan de vereisten voldoen. Gespecialiseerde instituten kunnen onderzoek doen naar de bodemopbouw en de geohydrologische situatie. Voor het ontwerpen, bouwen, installeren en leveren van een ondergronds energieopslagsysteem, kunnen de garantievoorwaarden worden gebruikt die zijn opgesteld door de Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslagsystemen (NVOE)¹⁶. Zorg ook in het verdere bouwproces voor kwaliteitscontrole. Een handreiking hiervoor is de KopStaat Aanpak¹⁷. Deze is weliswaar gedefinieerd voor de woningbouw, maar is evenzeer in de utiliteitsbouw bruikbaar. Maak voor aanbesteding in het bestek duidelijk hoe, wanneer en volgens welke criteria controles plaatsvinden.

Do Zorg dat alle partijen zich committeren aan de gevraagde kwaliteit. Bouw daarvoor controlemomenten in en wees er vooraf helder over. Laat één partij de bron, de warmtepomp en de thermische kwaliteit van het gebouw controleren.

Don't Als je mensen niet meer kunt vertrouwen, kun je wel ophouden. Iedereen is van goede wil. Dus de kwaliteit die men op papier belooft, zal men ook op de werkvloer realiseren. Daar is geen controle voor nodig.

4 Realisatie

Een traditionele verwarmingsinstallatie heeft meestal voldoende overcapaciteit om bouwfouten te compenseren. Dan moet alleen de verwarming harder werken. Bij een warmtepomp is de bandbreedte waarbinnen het systeem goed werkt, veel kleiner. Fouten kunnen sneller aanleiding geven tot discomfort. Tijdens de bouw kunnen fouten nog worden hersteld. Daarna is dat vaak niet of slechts tegen hoge kosten mogelijk. Dat betekent dat er tijdens de bouw meer toezicht moet zijn op de geleverde kwaliteit. De controles waarvan in het bestek sprake was, moeten nu

¹⁵ Meer hierover is te vinden op de website van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer: www.sikb.nl.

¹⁶ Zie: www.nvoe.nl.

¹⁷ Claudia Bouwens, *KopStaat aanpak; Voor een gezonde kwaliteitsslag in de energiezuinige nieuwbouw van woningen*, Lente-akkoord, juni 2010 en Christine Algera e.a., *KopStaat Praktijkboek*, Lente-akkoord en Agentschap NL, december 2011.



ook daadwerkelijk worden uitgevoerd. Wordt het juiste isolatiemateriaal gebruikt? Wordt het goed aangebracht? Is het gebouw voldoende luchtdicht? Worden koudebruggen op de juiste manier voorkomen? Zijn ventilatiekanalen goed aangelegd? Als hier bij de uitvoering fouten worden gemaakt dan zal de uiteindelijke vraag naar warmte en koude groter zijn dan waar het systeem op is uitgelegd. Het is aan te bevelen om de bouwer en de leverancier van het systeem te vragen naar rapportages waaruit objectief blijkt wat de geleverde kwaliteit is. In deze fase is goede communicatie van groot belang. Heel vaak worden op het laatste moment kleine aanpassingen gedaan in het ontwerp of in de materialisering van het gebouw. Het is cruciaal dat deze mutaties ook door de installateur van het warmtepompsysteem worden goedgekeurd.

Do Zorg voor voldoende toezicht op de bouwplaats en onderneem actie zodra er iets mis dreigt te gaan. Voer controles uit en rapporteer daarover aan de leverancier van het warmtepompsysteem, de installateur, de aannemer en de andere relevante partijen.

Do Zorg voor goede communicatie tussen alle partijen die bij de bouw betrokken zijn. Iedere bestekwijziging in ontwerp of materiaalgebruik moet ook door de installateur van het warmtepompsysteem worden goedgekeurd.

Don't Bouwplaatsmedewerkers en installateurs zijn over het algemeen goed geschoold en weten heus wel wat ze doen. Je moet mensen niet steeds op hun vingers kijken. Dat kost niet alleen geld (toezichthouders), maar ook arbeidsvreugd.

5 Oplevering

Bij oplevering moet uiteraard worden gecontroleerd of de installaties en het gebouw voldoen aan de afgesproken specificaties. Verder is het noodzakelijk om alle installaties goed in te regelen. Maar er is meer. Een warmtepompsysteem met bodemenergie bewijst zich pas na enige tijd. Op het moment van oplevering zijn nog niet alle seizoenen gepasseerd en kan de werking van het systeem nog niet representatief zijn. Bovendien is bij oplevering meestal niet het hele gebouw direct volledig in gebruik. Als gedurende het eerste jaar de bronnen worden geladen, is



de werking van de installatie voor een deel afhankelijk van reservevermogen. Ook de instelling van de warmtepomp sluit in het eerste jaar na oplevering waarschijnlijk nog niet helemaal aan op de energievraag in de praktijk. Pas na geruime tijd zal er een balanssituatie ontstaan. Daarom is het aan te raden onderscheid te maken tussen technische en functionele oplevering van het systeem. De technische oplevering vindt plaats op het moment van sleuteloverdracht. Daarna moet de leverancier van het warmtepompsysteem minimaal twee jaar bij de installatie betrokken blijven. Na die periode, als het systeem optimaal functioneert, volgt een functionele oplevering. Het is belangrijk om duidelijk vast te leggen waar de betrokkenheid van de leverancier in de tussentijd uit bestaat. Hij moet niet alleen eventueel voorkomende fouten of storingen verhelpen, maar ook zorgen voor een optimale afstemming tussen gebouw, gebruikspatroon, bron en installatie. Hij kan de gebouwbeheerder vertrouwd maken met de installatie, zodat die het beheer daarna kan overnemen.

Do Maak onderscheid tussen technische en functionele oplevering. Spreek af op welke manier de leverancier van het warmtepompsysteem in de tussentijd betrokken is bij de juiste afstemming en overdracht van het systeem.

Don't Herstel zo goed mogelijk alle opleverpunten en zorg dat de eindgebruiker zo snel mogelijk het gebouw kan betrekken. Val hem daarna niet teveel lastig. Als er klachten over het warmtepompsysteem zijn, stuur hem dan door naar de installateur.

6 Beheer en exploitatie

Een warmtepompsysteem met opslag van warmte en koude functioneert optimaal als de bodembron in balans is en als het klimaat in het gebouw zoveel mogelijk kan worden geregeld met de temperatuur die de bodem geeft. De warmtepomp moet zo veel mogelijk gelijkmatig draaien. Of dat zo gebeurt, bewijst zich pas in de loop der tijd. Dan zal blijken of het systeem goed is gedimensioneerd en of de vraag naar warmte en koude ook in de praktijk past bij het gekozen installatieconcept. Het is daarom belangrijk om de werking van het systeem goed te monitoren. Het gaat daarbij onder meer om temperatuurtrajecten in het gebouw, het aantal schakelingen van de warmtepomp, het rendement van de



installatie en energiebalans in de bodem. Het is belangrijk dat de beheerder van de installatie gevoel heeft voor de gebruikspatronen in het gebouw en de werking van het systeem¹⁸. Door te spelen met de seizoenen en door goede prognoses te maken, is het mogelijk een maximaal rendement te halen. Een warmtepompsysteem met bodemenergie is in alle opzichten anders dan een traditioneel cv-systeem. Er is sprake van een voorraad energie in de bodem waar het systeem op draait. Klimaatbeheersing wordt daarmee een vorm van voorraadbeheer. Een beheerder moet daarmee leren werken. Wie met passie te werk gaat, kan het onderste uit de kan halen.

Do Zorg voor permanente monitoring. Laat één (gebouw)beheerder verantwoordelijk zijn voor een optimale werking van het systeem. Op basis van monitoring en gevoel met het systeem kan hij het hoogste rendement realiseren.

Don't Als de installatie eenmaal goed draait, moet je er niet meer aan zitten. Een goed prestatiecontract moet genoeg zijn om klachten voor te zijn en eventuele storingen snel te verhelpen.

Outsourcen of zelf doen?

De opdrachtgever en/of de eindgebruiker kunnen er voor kiezen het beheer en de exploitatie van de warmtepompinstallatie en de bodembronnen zelf te doen of uit te besteden. Er zijn ook tussenvormen mogelijk, bijvoorbeeld zelf doen met ondersteuning van een deskundige. In alle gevallen is contractvorming een belangrijk punt van aandacht. Wie is de eigenaar van het systeem? Wie verdient eraan? De belangen van de vastgoedeigenaar zijn vaak andere dan de belangen van de eindgebruiker of van een exploitatiebedrijf. Bij gehele of gedeeltelijke uitbesteding van het beheer van de installatie is het van groot belang om op deze punten te zorgen voor transparantie. De partij met de laagste prijs, is niet altijd de partij die de belangen van de eindgebruiker het beste dient.

¹⁸ Hiervoor zijn verschillende beheermodules commercieel op de markt.



Conclusies

Het gebruik van een warmtepomp met bodemenergie is sterk in opmars, zeker ook in utiliteitsgebouwen. In de komende jaren zal het steeds vaker een kosteneffectieve manier zijn om aan strengere prestatie-eisen te voldoen. Het heeft een duidelijk imago van duurzaamheid, waardoor bodemenergie voor steeds meer vastgoedpartijen een must is. Daarbij leidt het niet alleen tot een lager primair energiegebruik; het past ook uitstekend in concepten voor een gezond en comfortabel binnenmilieu.

De installatie van een warmtepompsysteem past echter niet in de traditionele manier van ontwikkelen, bouwen en beheren. Een warmtepomp met bodemenergie is een totaalconcept dat bestaat uit een bron, een warmtepomp met bijbehorende energiebuffers en back-up voorzieningen, een afgiftesysteem voor warmte en koude, het regelsysteem met monitoring en het gebouw zelf. Alle onderdelen van het systeem hangen als in een keten met elkaar samen. Die keten is zo sterk is als de zwakste schakel. Het systeem is in alle fasen van de bouw verbonden met het gebouw, zowel fysiek als procesmatig. Alle partijen in het bouwproces hebben ermee te maken. Een warmtepompsysteem vraagt daarom om geïntegreerd ontwerpen, minutieus rekenen en goed gecontroleerd bouwen. Voor de ontwikkelaar die denkt met dit systeem snel en goedkoop een lage EPC te bereiken, liggen er vele risico's op de loer.

Succes is mogelijk door een warmtepompsysteem integraal mee te nemen bij ontwerp, aanbesteding, tijdens de uitvoering, bij oplevering en in de gebruiksfase. Wie in alle fasen van het proces de toepassing goed verankert, kan mooie, energiezuinige projecten realiseren en de eindgebruiker uiteindelijk een goede dienst bewijzen.

Do Neem een warmtepompsysteem mee in alle fasen van ontwerp, aanbesteding, realisatie, oplevering en beheer. In een goed project kan een warmtepomp met bodemenergie bijdragen aan duurzaamheid en comfort.

Don't In tal van landen wordt al jaren met succes gebruik gemaakt van warmtepompsystemen. Ook in Nederland. Het is een bewezen techniek. Dat het wel eens fout gaat, is vooral de schuld van installateurs en van eindgebruikers die veel te hoge verwachtingen hebben.



Verantwoording

Deze tekst is gemaakt met bijdragen van de Werkgroep Warmtepompen van het Lente-akkoord bestaande uit Claudia Bouwens (Programmameider Lente-akkoord), Albert Koedam, Remco Bruinsma (Blauwhoed), Jo Goossens (CRA Vastgoed), Hugo van der Have (Phanos Vastgoed), Menno van der Hoff (Colt International), Patrick Jansen (Technisch Handelsbureau Rensa), Roel Knoll (NIBE Energietechniek), Ronalt Schilt (Merosch), Patrick Keij (Unica Ecopower), Onno Kleefkens (AgentschapNL), Yuri Pelser (Ymere), Hans Tuenter (IF Technology) en Jan van 't Westeinde (MAB).

Tekst

Henk Bouwmeester i.o.v. Lente-akkoord, april 2012
www.lente-akkoord.nl