

Esther Gerritsen, Dick van der Kooij
(Techniplan Adviseurs);
Ed Blankenstijn, Ronald Schilt
(SenterNovem)

Aanscherping energiestaat haalbaar dankzij warmtepomp

Sinds 1 januari 2009 zijn de EPC-eisen voor de utiliteitsbouw aangescherpt. Naast een uitstekend ontwerp kunnen de verscherpte eisen onder andere worden gehaald door toepassing van een warmtepompconcept. Warmtepompen zijn energiezuinig en voor veel utiliteitsgebouwen een geschikte manier om te voorzien in zowel verwarming als koeling.

Wat is de geschiktste systeemuitvoering, welke typen utiliteitsgebouwen lenen zich het beste voor toepassing van warmtepompen, en wat is de invloed ervan op de EPC? Uitgangspunt voor de nieuwe EPC-eisen is dat deze kunnen worden gehaald met kosteneffectieve maatregelen, ofwel maatregelen die kunnen worden terugverdiend binnen de technische levensduur. We besteden ook aandacht aan dit aspect.

ACHTERGROND WARMTEPOMPEN

Een warmtepomp is een apparaat waarmee een gebouw kan worden verwarmd en gekoeld. Bij verwarming wordt omgevingswarmte op een laag temperatuurniveau onttrokken en omgezet naar een hoger temperatuurniveau, waardoor warmte nuttig kan worden gebruikt. (afbeelding 1). Koeling werkt precies andersom. De warmtepomp wordt meestal elektrisch aangedreven, waarbij het rendement van de warmtepomp (de COP) afhankelijk is van het temperatuurverschil tussen de warmtebron en het afgiftesysteem in het gebouw.

De voordelen van een warmtepomp zijn:

- energievoorziening van een gebouw kan worden uitgevoerd zonder gebruik te maken van fossiele brandstoffen, met inkoopmogelijkheid van groene stroom vrij van CO₂;
- besparing energiekosten;
- stabielere energiekosten: elektriciteitsprijs blijkt stabielere dan de gasprijs;
- reductie CO₂-uitstoot;
- verbetering EPC.

Voorwaarden om een warmtepompsysteem toe te passen zijn een goede gebouwschil (goede isolatie, voorkomen van koudebruggen en luchtdicht) en gebruik van een laagtemperatuurafgiftesysteem.

Welke utiliteitsgebouwen zijn het geschiktst voor warmtepompen?

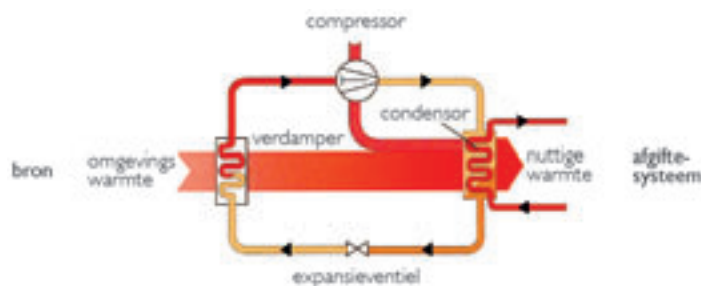
In het Bouwbesluit wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende gebruiksfuncties voor utiliteitsgebouwen, zoals kantoren, scholen, gezondheidszorg en winkels. Uit onder-

zoek blijkt dat voor veruit de meeste gebouwen een warmtepompsysteem een kosteneffectieve techniek is om de EPC te halen.

Welke omgevingswarmtebron is het geschiktst?

De vier gangbaarste warmtebronnen voor warmtepompen, die standaard kunnen worden geselecteerd in de energieprestatieberekening, zijn bodemopslagsysteem (aquifer), bodemcollector, buitenlucht en ventilatielucht. Ook wordt steeds meer gebruikgemaakt van oppervlaktewater als directe omgevingswarmtebron of voor herstel van de energiebalans in een aquifer.

Om te bepalen welke omgevingsbron het geschiktst is, is eerst meer informatie over het gebouw nodig. Wordt er



1. Schematische weergave van een warmtepomp.

| gebruiksfunctie | huidige EPC-eis | nieuwe EPC-eis | aanscherping (%) |
|-------------------------------|-----------------|----------------|------------------|
| bijeenkomstgebouwen | 2.2 | 2.0 | 9 |
| celgebouwen | 1.9 | 1.8 | 5 |
| gezondheidszorg niet klinisch | 1.5 | 1.0 | 33 |
| gezondheidszorg klinisch | 3.6 | 2.6 | 28 |
| kantoren | 1.5 | 1.1 | 27 |
| logiesgebouwen | 1.9 | 1.8 | 5 |
| onderwijs | 1.4 | 1.3 | 7 |
| sportgebouwen | 1.8 | 1.8 | 0 |
| winkels | 3.4 | 2.6 | 24 |

Tabel 1: Aanscherping EPC-eisen.



koeling toegepast? Wordt mechanische toevoer en/of afvoer van ventilatielucht toegepast? En wat is de globale omvang van de energievraag? De keuze voor het type warmtebron kan vervolgens met het stroomschema in afbeelding 2 worden gemaakt.

De belangrijkste vuistregels bij de selectie van een pomp zijn:

- Wanneer het gebouw niet wordt gekoeld, heeft een luchtgekoppelde warmtepomp de voorkeur.
- Wanneer het gebouw mechanisch wordt afgezogen, kan retourlucht worden gebruikt als warmtebron, eventueel aangevuld met buitenlucht.
- Wanneer alleen toevoerlucht wordt gekoeld, integreer dan de warmtepomp in de luchtbehandelingskast.
- Wanneer het gebouw een omvangrijke koelvraag heeft, heeft toepassing van een warmtepomp met een aquifer als warmtebron de voorkeur.

Over warmtepompsystemen met bodemcollectoren en aquifers als warmtebron is al veel gepubliceerd, bijvoorbeeld in de ontwerphandboeken Isso 39 en 73.

Over luchtgekoppelde warmtepompen is nog niet heel veel informatie bekend. Deze systemen hebben een groot toepassingspotentieel. Inmiddels worden deze systemen al in diverse gebouwen toegepast.

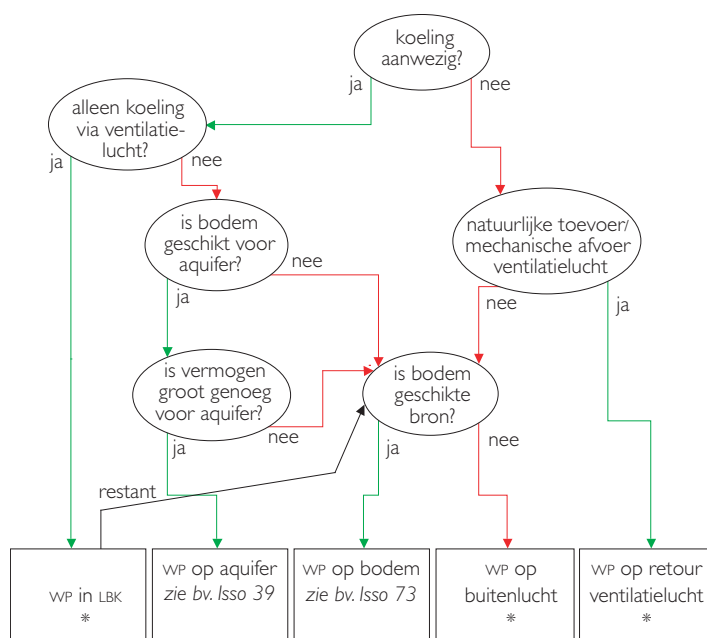
LUCHTGEKOPPELDE WARMTEPOMPSYSTEMEN

Warmtepompsystemen met lucht als warmtebron (aangegeven met een * in het stroomschema, afbeelding 2) zijn, afhankelijk van het gebouwtype en het gehanteerde installatieconcept. Hieronder enkele verschillende uitvoeringsvormen.

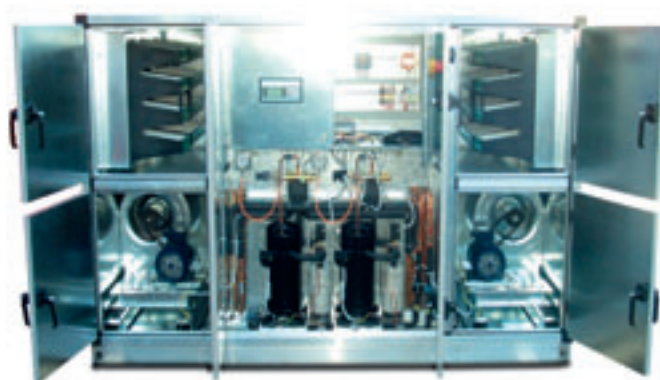
Warmtepomp op buitenlucht

Een warmtepomp op buitenlucht onttrekt naar behoefte warmte of koude aan de buitenlucht om te kunnen verwarmen of koelen. Een warmtepomp op buitenlucht kan in de complete energiebehoefte van een gebouw voorzien, maar kan ook een aanvulling zijn op een warmtepomp geïntegreerd in een luchtbehandelingskast of een warmtepomp met als warmtebron retourventilatielucht uit het gebouw. Voor gebouwen waar normaal gesproken alleen wordt verwarmd en niet wordt gekoeld, zoals een klein kantoor, een vo-school of een supermarkt, is een warmtepomp op buitenlucht het geschiktste systeem.

Tijdens een vorstperiode heeft de warmtepomp op buitenlucht een periodieke ontdooicyclus, waardoor tijdelijk geen warmte wordt geleverd. Dit nadeel is te ondervangen met een buffervat.



2. Selectieschema warmtebron.



3. Warmtepomp geïntegreerd in een luchtbehandelingskast.

Warmtepomp geïntegreerd in de luchtbehandelingskast

Een (omkeerbare) warmtepomp, geïntegreerd in de luchtbehandelingskast, onttrekt naar behoefte warmte of koude uit de retourlucht en geeft deze af aan de toevoerlucht (afbeelding 3). Dit systeem kan worden toegepast bij gebouwen met een omvangrijke luchtbehandelingsinstallatie, waarbij de toevoerlucht moet worden gekoeld of verwarmd. Voorbeelden van dergelijke gebouwen zijn een museum,



een theater, een gevangenis, een verpleeghuis en een middelgroot tot groot kantoor. Een warmtepomp, geïntegreerd in een luchtbehandelingkast, kan voorzien in het grootste gedeelte van de warmte- en koudevraag. Eventueel kan een warmtepomp op buitenlucht aanvullend zijn.

Warmtepomp op retourventilatielucht

Een warmtepomp op retourventilatielucht onttrekt warmte uit afgezogen lucht (retourlucht) uit het gebouw en geeft de warmte af aan het verwarmingssysteem. Dit type kan bijvoorbeeld worden toegepast in kleine gebouwen, zoals een groepspraktijk. Een warmtepomp op retourventilatielucht kan meestal niet voorzien in de complete warmtevraag van een gebouw. Wanneer uit de retourlucht onvoldoende

warmte kan worden onttrokken voor de totale warmtevraag, kan het systeem worden aangevuld met buitenlucht.

ENERGETISCH RENDEMENT

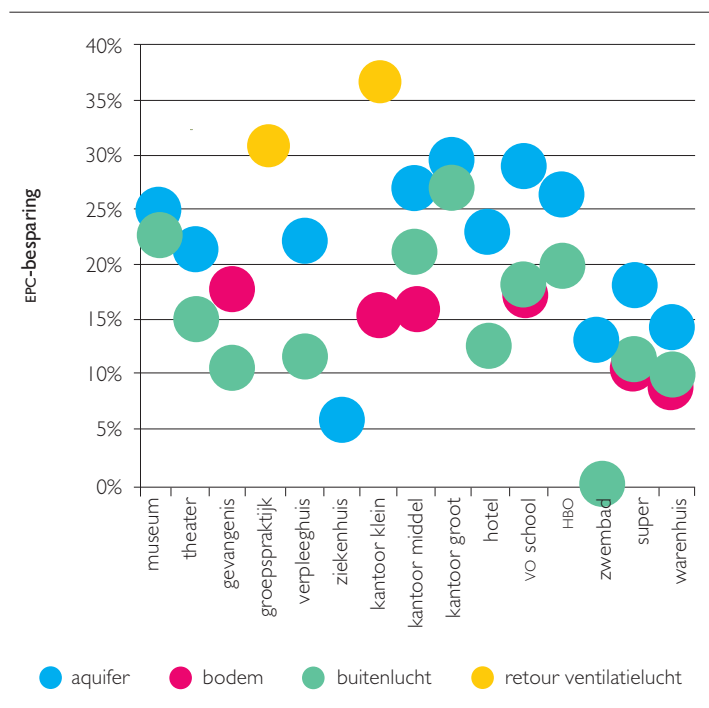
In de Energieprestatienorm NEN 2916 worden de volgende warmtepomptypen onderscheiden: bodem/buitenlucht, retour/afvallucht, grondwater/aquifer en oppervlaktewater. Afhankelijk van de aanvoertemperatuur van warmte ($T_{aanvoer}$) en het bronstelsel is het opwekkingsrendement (COP) vastgelegd (tabel 2).

| bronsysteem | COP | | |
|--------------------|------------------------------------|---|---|
| | $T_{aanvoer} < 35^{\circ}\text{C}$ | $35^{\circ}\text{C} < T_{aanvoer} < 45^{\circ}\text{C}$ | $45^{\circ}\text{C} < T_{aanvoer} < 55^{\circ}\text{C}$ |
| bodem/buitenlucht | 3,4 | 3,1 | 2,6 |
| retour/afvallucht | 6,1 | 5,1 | 4,4 |
| grondwater/aquifer | 4,7 | 4,2 | 3,6 |
| oppervlaktewater | 4,1 | 3,7 | 3,3 |

Tabel 2. COP-waarden volgens NEN 2916.

In vergelijking met een gasgestookte hoogrendementketel (equivalente COP = circa 2,3) blijkt het energetisch rendement van een warmtepomp in alle gevallen gunstiger. Verder blijkt uit de tabel dat de hoogste rendementwaarde wordt behaald met de warmtepomp op retourlucht.

Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de hoeveelheid warmte in de retourlucht meestal te klein is om te voorzien in de volledige warmtevraag, zodat als aanvulling een tweede warmtepomp (bijvoorbeeld op buitenlucht) moet worden ingezet. De totale COP van deze twee systemen samen is in de meeste gevallen lager dan van een aquifersysteem. Een warmtepompontwerp moet aan een aantal voorwaarden voldoen om de genoemde hoge rendementen te kunnen halen. Belangrijk is dat het gebouw waarin de warmtepomp wordt toegepast, goed geïsoleerd en luchtdicht is. Dit pleit voor een integraal ontwerp van gebouw en installatie. Verder moet extra aandacht worden gegeven aan het hydraulisch ontwerp, de combinatie en afstemming van de verschillende onderdelen waaruit het warmtepompsysteem bestaat, en de inregeling van het systeem.



4. EPC-besparing met warmtepompen.

INVLOED OP DE EPC-SCORE

De door DGMR en Techniplan Adviseurs uitgevoerde studie geeft inzicht in de invloed van de verschillende warmtepompconcepten op de EPC-score. Met een aquifer kan gemiddeld een EPC-besparing van 15 – 25 procent worden gehaald en met luchtgekoppelde systemen 10 – 20 procent afhankelijk van de gebruiksfunctie. De resultaten voor de verschillende gebruiksfuncties zijn grafisch weergegeven in afbeelding 4.

TOT SLOT

Warmtepompen zijn energiezuinig en voor veel utiliteitsgebouwen een geschikte manier om te voorzien in verwarming en koeling van het gebouw. De toepassing van een warmtepomp kan dus een slimme manier zijn om te vol-



Voorbeeld 1 : Onderwijsgebouw

De Avans hogeschool te Tilburg is een schoolgebouw waarvan de EPC in 2005 is vastgesteld op 1,17, destijds 22 procent lager dan de wettelijke norm en lager dan de nieuwe eis voor onderwijsfuncties van 1,3.



Deze EPC-score is onder meer behaald door toepassing van betonkernactivering en een warmtepomp met een aquifer als warmtebron. In het terrein om de school is een bronnendoublet geplaatst waaruit maximaal 25 m³/h grondwater kan worden onttrokken. Met dit systeem wordt voorzien in 100 procent van de koudevraag van het gebouw en circa 75 procent van de warmtevraag.

Voorbeeld 2 : Logiesgebouw Hotel

Het hotel van Amsterdam Symphony heeft een EPC die in het jaar 2004 is vastgesteld op 1,71. Dat is lager dan de toenmalige norm, maar ook lager dan de nieuwe eis voor logiesfuncties van 1,8.



De EPC-besparing is mede bereikt door toepassing van een warmtepomp met een aquifer als warmtebron. In het terrein om Amsterdam Symphony is een bronnendoublet geplaatst waaruit maximaal 270 m³/h grondwater kan worden onttrokken. Hierop worden niet alleen het hotel van Amsterdam Symphony aangesloten, maar

ook het kantoor en de appartementen. Met dit systeem wordt voorzien in circa 95 procent van de koudevraag van het hotel en circa 90 procent van de warmtevraag.

doen aan de aangescherpte EPC-eisen. Afhankelijk van de gebruiksfunctie en het type warmtepomp kan een EPC-besparing van 10 – 25 procent worden bereikt.

Behalve de aanscherping van de EPC-eisen wordt binnen het Bouwbesluit ook de minimale isolatiewaarde voor gevels en raamkozijnconstructies aangescherpt. Dankzij de verbetering van de thermische schil wordt de toepassing van warmtepompen vergemakkelijkt. Door de reductie van het energieverlies worden de toepassingsmogelijkheden voor zeer lage temperatuurafgiftesystemen versterkt en daarmee de efficiëntie van de warmtepomp verbeterd.

Publicaties

Isso 39 Langetermijnkoudeopslag in de bodem.

Isso 72 Ontwerpen van individuele en kleine elektrische warmtepomp-systemen.

Isso 73 Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars.

Isso 81 Handboek integraal ontwerpen van warmtepompinstallaties voor utiliteitsgebouwen.

Meer informatie

www.senternovem.nl/kompas_warmtepomp_in_bouwproces/index.asp

www.senternovem.nl/epn

www.warmtepompenwegwijzer.nl

Referenties

¹Zie het rapport 'Veel voorkomende warmtepomptechnologie voor thermische energievoorziening'

[2] van DGM/Techniplan Adviseurs. Het rapport is te downloaden op de website: www.warmtepompenwegwijzer.nl. De resultaten zijn ook verwerkt in factsheets per gebouwtype, raadpleeg hiervoor www.senternovem.nl/kompas_warmtepomp_in_bouwproces/gebouwtype

Auteurs

Esther Gerritsen en Dick van der Kooij, Techniplan Adviseurs

Ed Blankenstijn en Ronald Schilt, SenterNovem