Een warmtepomp combineren met een cv-massakachel ?

Massakachels in speksteen of ceramisch materiaal worden steeds vaker geplaatst met ingebouwde warmtewisselaars die water opwarmen. Dat water wordt opgeslaan in een buffervat, van waaruit warm water voor sanitair en ruimteverwarming wordt geleverd, dikwijls in combinatie met zonnecollectoren. Steeds frekwenter ontstaat de vraag hoe zinvol het is om op dat buffervat ook nog een warmtepomp aan te sluiten. Als importeur van massakachels voerden we een grondige studie uit van de verschillende soorten warmtepompen en de combinatiemogelijkheden met onze cv-massakachels.

De populariteit van de warmtepomp

De warmtepomp is ongetwijfeld één van de meest succesrijke groene producten. Consumenten, producenten, overheid en het hele middenveld ondersteunen de warmtepomp met een enthousiasme dat mogelijks alleen bij zonnepanelen en spaarlampen wordt overtroffen. Er werden in 2012 bijna 50.000 warmtepompen verkocht, verdeeld als volgt tussen de verschillende types :

Lucht/lucht	38.140
Lucht/water	5.135
Bodem/water, water/water	1.418
Andere	2.757
Totaal	47.450

Aantal warmtepompen verkocht in België in 2012 [1]

Electriciteitsproducenten en -verdelers zijn alvast zeer enthousiast over deze evolutie, zoals blijkt uit deze prognose van Eandis over de evolutie van het residentiële electrische jaarverbruik :

Verlichting & toestellen	2.500 kWh
Verwarming	8.000 kWh
Electrische wagens	3.000 kWh
Totaal	13.500 kWh

Prognose jaarlijks electrisch verbruik van een gemiddeld huisgezin in 2030 [2]

Naast de electrische auto staat de warmtepomp met een belang van 60 % duidelijk aan de oorsprong van het feit dat verwacht wordt dat een gemiddeld gezin 3,8 maal meer electrische energie zal gaan verbruiken tegen 2030 [3]. Eandis pleit er dan ook voor een ingrijpende verhoging van de capaciteit van het electriciteitsnet.

Uiteraard, in de modernste woningen is een warmtepomp die 8000 kWh verbruikt ondenkbaar, maar er zijn ook vele oudere woningen en zelfs in een laagenergiewoning is het soms schrikken van het reële electrische verbruik van een warmtepomp. Dat heeft alles te maken met het verschil tussen de COP en SPF van warmtepompen.

COP en SPF

Het mirakel van de warmtepomp is dat het toestel meer energie opbrengt dan je erin moet stoppen. De COP (Coëfficiënt Of Performance) van een warmtepomp wordt bepaald volgens de norm EN14511 en geeft het aantal kWh warmte dat er kan geproduceerd worden uit één kWh elektriciteit. Dit is evenwel een theoretische waarde, een weergave van de topprestatie van het toestel. Het is wel deze waarde waarop veel kopers, verkopers en beleidsmakers zich baseren.

Veel relevanter dan de COP is de SPF (Seasonal Performance Factor). Deze factor geeft de echte prestaties van een warmtepomp over het gehele stookseizoen weer. Ze houdt rekening met het elektriciteitsverbruik van alle randapparatuur, met het ontvriezen van de warmtewisselaar tijdens vriesperiodes en uiteraard met het verloop van de brontemperatuur (water, lucht, bodem) tijdens het stookseizoen. Hoe lager de brontemperatuur, hoe lager de efficiëntie.

Tenslotte is de SPF ook afhankelijk van een juiste dimensionering, met andere woorden ook deze factor kan in de praktijk lager uitvallen dan normaal. De SPF geeft dus de reële efficientie weer van een installatie op een bepaalde plek, eerder dan de efficiëntie van een toestel. Het resultaat wordt sterk bepaald door het lokale klimaat, zodat een SPF uit pakweg Zweden of Zuid-Frankrijk voor Vlaanderen weinig relevant is.

Hierna een overzicht van een studie die in Vlaanderen de SFP van 18 echte warmtepomp-installaties gemeten heeft :

	Min	Max	Gemiddeld
Water/water	3,9	3,9	3,9
Bodem/water	3,2	4,8	3,5
Lucht/water	2,2	3,5	2,8

Gemiddelde SFP van 18 warmtepompen in Vlaanderen [4]

Opvallend is dat de lucht/lucht warmtepomp niet in het lijstje voorkomt. Al in de voorstudie aan de K.U. Leuven bleek bij dit soort warmtepompen namelijk dat de PF (Performance Factor), de reële COP op een specifiek moment, enorm variëerde : van 1,2 in de winter tot 2,8 in het tussenseizoen, met een gemiddelde waarde van 1,87, rekening houdend met de graaddagen in niet gemeten maanden[5]. Het is onduidelijk waarom dit soort warmtepompen hier niet verder getest werd.

De reden waarom warmtepompen die lucht als warmtebron gebruiken minder goed scoren in de winter is anderzijds wel vanzelfsprekend : de warmtebron is dan kouder en er is meer energie nodig om er warmte uit te winnen.

Het verschil tussen lucht/lucht en lucht/water warmtepompen is vooral dat de lucht/water warmtepompen overdag warmte-accumulatie toelaten in zowel het buffervat als in de typisch aanwezige vloerverwarming. Dan hoeft de warmtepomp 's nachts minder te draaien. Een lucht/lucht warmtepomp biedt die mogelijkheid niet. En in de winter kan dat tellen : de gemeten SPF van 1,2 in de winter stemt overeen met een gemiddelde buitenluchttemperatuur van 0,1 °C. Als het 's nachts dan echt vriest, verwarmt de lucht/lucht warmtepomp niet efficienter meer dan een gewone electrische verwarming.

Het helpt ook te begrijpen dat lucht/lucht warmtepompen oorspronkelijk afkomstig zijn uit het zuiden van de V.S. Daar is in doorsnee overdag koeling nodig en 's nachts verwarming. De lucht/lucht warmtepomp bleek er een ideaal toestel om beide opdrachten te volbrengen. De temperatuur daalt er bijna nooit onder het vriespunt, zodat de SPF daar een stuk hoger ligt.

Algemeen zijn in de internationale vakliteratuur weinig studies te vinden over de SPF van lucht/lucht warmtepompen. De waarden die we vonden zijn een SPF van 1,85[6], 2[7] en nogmaals 2[8]. Teneinde zo positief mogelijk te blijven gaan we hierna uit van een SPF van 2 voor lucht/lucht warmtepompen.

Met deze informatie wordt het berekenen van het reële verbruik van warmtepompen eenvoudiger, bijvoorbeeld voor volgende virtuele laagenergie-woningen :

	Ruimte-verwarming	Sanitair verbruik	Totaal
Woning 1 - 80 m²	2.400	3.000	5.500
Woning 2 - 170 m²	5.100	5.000	10.100

Jaarlijkse warmtebehoefte van 2 virtuele laagenergiewoningen (kWh)[9]

Indien deze energie met een warmtepomp geproduceerd wordt, ziet het verbruik van de warmtepompen er als volgt uit :

	SPF	Verbruik Woning 1	Verbruik Woning 2
Water/water	3,9	1.410	2.589
Bodem/water	3,5	1.571	2.886
Lucht/water	2,8	1.964	3.607
Lucht/lucht	2,0	2.750	5.050

Jaarlijks electrisch verbruik van warmtepompen in 2 virtuele laagenergiewoningen (kWh).

Met andere woorden, de prognose van Eandis zit er met 8.000 kWh per gezin nog niet zover af, in de wetenschap dat het voor veel bestaande woningen ook tegen 2030 moeilijk wordt om aan de laagenergiestandaard te voldoen. Opgemerkt dient nog dat de lucht/lucht warmtepomp uiteraard niet voor sanitair warm water kan zorgen, wat dan meestal gewoon electrisch gebeurt, met een nog hoger verbruik tot gevolg.

Economische rendabiliteit

Voor de meeste bouwheren die een warmtepomp in hun woning installeren primeert de snelheid waarmee ze de installatie kunnen terugverdienen door besparingen op de verwarmingskosten. Die economische rendabiliteit is evenwel minder interessant indien uitgegaan wordt van de SPF :

	Rende-ment	€/kWh bron	€/kWh warmte
Water/water	390 %	0,157	0,040
Bodem/water	350 %	0,157	0,045
Lucht/water	280 %	0,157	0,056
Lucht/lucht	200 %	0,157	0,079
Aardgas	96 %	0,063	0,066
Stookolie	96 %	0,072	0,075
Pellets	96 %	0,053	0,055
Hout (massakachel)	90 %	0,028	0,031

Reële verwarmingskosten van verwarmingstoestellen okt. 2014 [10]

Het resultaat is eenvoudig als volgt samen te vatten : de lucht/lucht warmtepomp kost de gebruiker meer in verbruik dan de aardgas-cv. De lucht/water warmtepompen leveren slechts een beperkte besparing, in tegenstelling tot de water/water en bodem/water warmtepompen, waar een redelijke besparing mogelijk is.

Het probleem van de terugverdientijd wordt er niet minder op in het besef dat de meest performante warmtepompen ook de duurste investering vertegenwoordigen. Zo levert bijvoorbeeld een water/water warmtepomp in een woning met een warmtevraag van 10.000 kWh (nieuwbouw met 154 m² beschermd volume) slechts 260 € winst per jaar in vergelijk tot een aardgas-CV (cfr. tabel hierboven), bitter weinig in vergelijk tot de investering van minimaal zo'n 14.000 € [11] . De terugverdientijd bedraagt dan maar liefst 53 jaar.

In vergelijking tot houtgestookte massakachels levert geen elk type warmtepomp een economisch voordeel op, met een SPF die over het hele jaar wordt gerekend. Wanneer in de tussenseizoenen of in de zomer het rendement van een warmtepomp stijgt tot minimaal 500 % (COP 5), dan wordt de verwarmingskost gelijk aan die van de massakachel. Het ligt uiteraard anders indien de warmtepomp gevoed wordt met PV-panelen.

PER of de reële energiewinst

Electriciteitscentrales worden gekenmerkt door extreem lage rendementen, omwille van de hoge

opwekkings- en transportverliezen. Ze moeten 2,5 tot 3,2 kWh brandstof verstoken om 1 kWh aan huis te kunnen leveren, wat een gemiddeld rendement van 34%[12] vertegenwoordigt. De typische koeltorens bij electriciteitscentrales hebben tot doel het grootste deel van dit energieverlies te kanaliseren.

De PER (Primary Energy Ratio) is sterk bepalend voor de ecologische waarde van een systeem. Het is de verhouding tussen de voortgebrachte energie van bijvoorbeeld een warmtepomp en de benodigde primaire energie, zoals het reële verbruik in de electriciteitscentrale. Ze vertegenwoordigt het aantal kWh geproduceerd uit 1 kWh primaire energie.

	Productie rendement	Toestel-rendement	PER
Water/water	34 %	390 %	1,33
Bodem/water	34 %	350 %	1,19
Lucht/water	34 %	280 %	0,95
Lucht/lucht	34 %	200 %	0,68
Aardgas	94 %	104 %	0,98
Stookolie	89 %	104 %	0,92

De PER van diverse types warmtepompen beleverd vanuit het electriciteitsnet [13] [14] en voor fossiele brandstoffen[15] gestookt in condensatieketels [16]

Bij water/water en bodem/water warmtepompen compenseert de hoge SPF het lage rendement van electriciteitscentrales nog in die mate dat ze beter scoren dan de klassieke verwarmingstoestellen. Maar bij warmtepompen met lucht als warmtebron is er een reël primair energieverlies, in plaats van energiewinst. Het blijft dus veel efficiënter om een brandstof rechtstreeks voor verwarming op te stoken daar waar die verwarming nodig is.

Hernieuwbare energie ?

De warmtepomp wordt doorgaans als een bron van hernieuwbare energie bestempeld, die "uit lucht, water en bodem wordt gewonnen". Zelfs bij een water/water warmtepomp met de hoogste gemiddelde PER van 1,33 komt evenwel slechts ongeveer 25 % van de primaire energie uit hernieuwbare bron, indien de gebruikte electriciteit vanuit het net geleverd wordt.

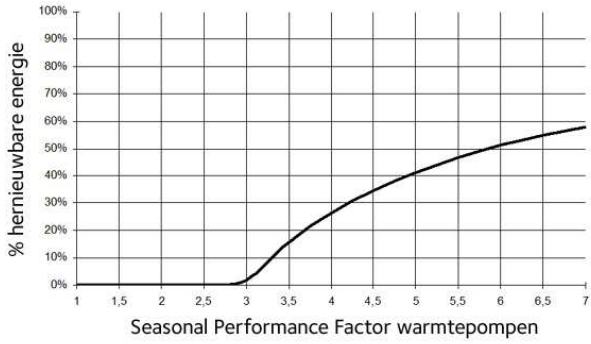
Immers, om 1 kWh warmte te leveren moet de water/water warmtepomp +/- 0,25 kWh ontvangen en voegt ze daar dus 0,75 kWh "hernieuwbare energie" uit het grondwater aan toe. Maar om die 0,25 kWh aan de warmtepomp te leveren en aldus 1 kWh aan warmte te produceren moet de electriciteitscentrale 0,75 kWh brandstof verbruiken, gezien het lage productierendement. 75% van de uiteindelijk geleverde energie is dus in oorsprong niet hernieuwbaar, 25% wel.

Hierna een gelijklopende berekening voor alle soorten warmtepompen :

	% hernieuwbare energie
Water/water	25 %
Bodem/water	16 %
Lucht/water	0 %
Lucht/lucht	0 %

Percentage primaire energie uit hernieuwbare bron, indien beleverd vanuit centrale electriciteitproductie uit niet-hernieuwbare bronnen (berekening cfr hierboven).

Bij beide types lucht-warmtepompen is het percentage hernieuwbare energie nul, want de hoeveelheid verbruikte primaire energie ligt hoger dan de aanleverde nuttige energie. *Voor alle warmtepompen dient de SPF minimaal 5,9 te bedragen om zelfs maar 50 % hernieuwbare energie op te leveren. Zelfs al stijgt de SPF tot ongekende hoogten, dan nog blijft het aandeel hernieuwbare energie beperkt, zoals blijkt uit deze grafiek :*



% Hernieuwbare energie bij warmtepompen in functie van de Seasonal Performance Factor, indien beleverd vanuit electriciteitscentrales met een productierendement van 34%.

De conclusie wordt natuurlijk totaal anders indien we ons voorstellen dat een woning voldoende PV-zonnepanelen op het dak heeft staan om de warmtepomp te voeden. Rekening houdend met een gemiddelde jaaropbrengst [17] van 100 kWh/m², hebben we voor de virtuele laagenergiewoningen hierboven besproken dan 14 tot 44 m² PV-panelen nodig... In de praktijk is deze optie dus eerder voor passiefhuizen relevant, waarbij dan het ideaal van de nulenergiewoning kan nagestreefd worden.

Maar ook hier moet de kanttekening gemaakt worden dat de warmtepomp vooral electriciteit zal verbruiken wanneer de PV-panelen er weinig produceren, met name in de winter. En dan komt de 34 % rendement van onze electriciteitscentrales weer roet in het eten gooien. Het verbruik 's winters kan in de zomer goed gemaakt worden door de overproductie van de PV-panelen aan het net te leveren, maar bij een vergroening van onze energievoorziening is de zomer niet bepaald de periode waar het schoentje wringt, wel de winter. Zelfs in deze ideale situatie kan dus moeilijk gesteld worden dat een warmtepomp staat voor 100 % hernieuwbare energie. Er dient hier ook opgemerkt te worden dat de nieuwe Tesla batterijen met een vermogen om 7 tot 10 kWh op te slaan slechts een zeer beperkte rol kunnen spelen als het om verwarming gaat.

Uiteraard is de centrale energieproductie ook al wat vergroend, maar het gaat volgens Test-Aankoop in België nog maar om zo'n 6 % groene stroom[18]. Vele milieubewuste gebruikers die een warmtepomp aankopen, kiezen inderdaad ook voor groene stroom. Jammer genoeg worden ze daarover dikwijls misleid. Volgens de cijfers van Test-Aankoop is enkel de groene stroom van de 3 kleinste spelers op de markt echt 100 % groen [19]. Voor de andere leveranciers variëert de "groenheid" van de geleverde groene stroom van 29 tot 70 % [20]. Interessant om volgen zijn terzake ook de actuele cijfers op www.greenpeace.be/groene-stroom.

Een aanzienlijk deel van die echte groene stroom komt overigens niet uit wind- of zonne-energie, maar wel uit afval en biomassa. En dan blijft het, zeker bij biomassa, bedenkelijk om die met het rendement van een ouderwetse inbouwhaard in electriciteitscentrales te verbranden.

De combinatie met cv-massakachels

Voor wie graag gezellig een vuurtje stookt is een cv-massahaard in een nieuwbouwwoning een keuze voor zowel economie als ecologie. Ze betekent het omzetten van een hernieuwbare, natuurlijke en lokale brandstof tot de meest aangename, gezonde en duurzame warmte, met maximale efficiënte en een minimale inspanning of verontreiniging. In vergelijking scoort de warmtepomp in doorsnee pover, zowel inzake hernieuwbaarheid als inzake terugverdienbaarheid. Maar dat betekent niet dat de combinatie niet mogelijk is.

Deze combinatie is vooral logisch wanneer de woning niet geschikt is voor zonnecollectoren, door een ongunstige dakoriëntering of de schaduw van bijvoorbeeld bomen. De cv-massahaard gebruiken om sanitair warm water in de zomer te produceren is immers niet erg praktisch. Dan kan een warmtepomp de oplossing vormen.

De combinatie kan ook logisch zijn indien de woning een grote capaciteit heeft om met PV-panelen electriciteit uit zonne-energie te produceren. Dan kan een warmtepomp niet alleen in de zomer, maar ook in de tussenseizoenen een zinvolle bijdrage leveren aan de warmtebehoefte, zowel voor sanitair als ruimteverwarming. Het vermindert de noodzaak om de massakachel dagelijks te stoken en gezien de zonneenergie gratisch is levert het ook een economisch voordeel op. 's Winters is de cv-massakachel dan wel de belangrijkste warmtebron.

Tenslotte kan een warmtepomp ook een optie vormen in geval de gebruiker niet in staat is om de cv-massakachel dagelijks een paar uur te stoken. In elk geval wordt bij een cv-massakachel steeds in een backup voorzien, zoals een electrische weerstand in het buffervat, een kleine wandcondensatieketel of een warmtepomp. Wanneer een gezellig dagelijks vuurtje een onderdeel vormt van de gezinscultuur, dan zal het backup-systeem enkel in uitzonderlijke gevallen gebruikt worden en is de hoge investering in om het even welke warmtepomp weinig vanzelfsprekend. Bij meer occasionele gebruikers van de cv-massakachel is een andere warmtebron nodig en dat kan dan een warmtepomp zijn, of een ander toestel.

Peter Marchand
Dutry & Co N.V.
Invoerder van ondermeer
de Tulikivi en Ortner massakachels.

Referenties

[1] "Markt trends warmtepompen in België", Warmtepompplatform ODE 2012.
[2] "Electrische Voertuigen", Eandis 6 juli 2011, p.13.
[3] "Electrische Voertuigen", Eandis 6 juli 2011, p.13.
[4] " Eindverslag IWT-CO-WP-DIRECT", K.U.Leuven (Departement Werktuigkunde) en Lessius Mechelen (Campus De Nayer), 2011.
[5] " Eindverslag IWT-CO-WP-DIRECT", K.U.Leuven (Departement Werktuigkunde) en Lessius Mechelen (Campus De Nayer), 2011.
[6] "Detailed analysis from the first phase of the Energy Saving Trust's heat pump field trial", Dunbabin & Wickins, March 2012
[7] "Innovative heating, cooling and DHW in residential housing", Urban Kronström, EHPA Brussels 2010-03-23.
[8] "Heat pumps and other DER technologies in Finland", Samuli Honkapuro, LUT 2010.
[9] De warmtebehoefte voor ruimteverwarming in een laagenergiewoning bedraagt 30 kWh/m²/jaar. Voor het sanitaire verbruik van een gezin van 4 personen wordt meestal gerekend op 3000 kWh per jaar, maar dat is een berekening uit een tijd toen dagelijks een douche nemen nog niet in was. 5000 kWh per jaar is voor een modern gezin veel realistischer.
[10] Berekening van de reële verwarmingskosten op basis van de SFP's uit de tabel van [3] (omgerekend tot "rendementen") en op basis van 70 % nachttarief en 30 % dagtarief voor het electrische verbruik (wat voor een lucht/lucht warmtepomp eigenlijk te gunstig is). Voor fossiele brandstoffen en pellets is gerekend op basis van het rendement bij HR-ketels en voor brandhout op basis van de rendementen van massakachels. Alle energieprijzen zijn afkomstig van www.warmteprijzen.be.
[11] "Richtprijzen voor de woningbouw", Beter Bouwen en Verbouwen, nov 2011.
[12] "Basishandboek Warmtekrachtkoppeling", Cogen Vlaanderen vzw 2006, Tabel 8,3, p.139.
[13] "Basishandboek Warmtekrachtkoppeling", Cogen Vlaanderen vzw 2006, Tabel 8,3, p.139.
[14] "Ambient Energy Fraction of a Heat Pump", Lu Aye, R. J. Fuller and W. W. S. Charters, Melbourne 2005.
[15] " NBSLM03E Low Carbon Technologies and Solutions", N. K. Tovey, University of East-Anglia 2010.
[16] " De diagnose van verwarmingssystemen van type 1", Leefmilieu Brussel, Oktober 2010.
[17] "Fiche PV-panelen, Bond Beter Leefmilieu, ODE Vlaanderen, 2004.
[18] "Groene Stroom niet zo groen als het lijkt", maart 2011, nr. 551 Test-Aankoop.
[19] "Groene Stroom niet zo groen als het lijkt", maart 2011, nr. 551 Test-Aankoop.
[20] "Groene Stroom niet zo groen als het lijkt", maart 2011, nr. 551 Test-Aankoop.