

De booster warmtepomp als duurzame warmtapwaterbereider

Het benutten van rest- en duurzame warmte in de bebouwde omgeving wordt gezien als één van de opties die kan bijdragen in de energietransitie van fossiel naar duurzaam. Daarbij geldt: hoe lager de systeemtemperatuur, hoe meer er van die duurzame energie beschikbaar is – of hoe hoger het opwekkingsrendement in geval van een collectieve warmtepomp. Dit artikel beschrijft de oplossing van het probleem dat ontstaat bij temperatuurverlaging: het maken van warm tapwater in collectieve laagtemperatuursystemen.

M. (Martijn) Bos, directeur Ecoon Exergy Solutions

De veranderende energiemarkt en de noodzaak tot verduurzaming hebben grote invloed op het ontwerp van HVAC-installaties en het nadenken daarover. Vanuit het oogpunt van de destijds geldende kosten zijn de installaties die ontworpen waren op een systeemtemperatuur van 90°C tot 70°C zeer goed verdedigbaar. Sindsdien is echter de ontwerptemperatuur, door veranderende marktomstandigheden, stapsgewijs verlaagd. Op dit moment worden steeds meer afgiftesystemen ontworpen onder de 35°C aanvoertemperatuur. Een extra stimulans voor zeer lage ontwerptemperaturen is het verhoogde comfort voor de bewoner en de behoefte aan een groter verwarmd oppervlak indien er ook sprake is van passieve koeling. Het is mogelijk dat de investering in deze zeer lage systeemtemperaturen vanuit kosten-oogpunt op dit moment discutabel is. Maar aangezien er vloerverwarmingsfabrikanten zijn die 50 jaar garantie geven, kan de installatie maar beter op de toekomst voorbereid zijn door een zo laag mogelijke systeemtemperatuur als uitgangspunt te nemen.

■ DUURZAME WARMTE

Om het benutten van rest- en duurzame warmte te stimuleren is gestart met het waar-

deren van deze warmte in de EPG. Een interessante vraag daarbij is: 'wat is rest- of duurzame warmte?'. De overheid kijkt alleen of er voor de opwekking al dan niet fossiele brandstof is gebruikt. Naar exergetische optimalisatie wordt niet gekeken. Zo is de warmte uit een afvalverbrander voor 53% duurzaam, omdat het aandeel biomassa in afval 53% is. Het maakt daarbij niet uit of het gaat om warmte van bijvoorbeeld 120°C of 45°C, terwijl die eerste temperatuur wel ten koste gaat van de elektriciteitsproductie. Als het productieproces volledig wordt geoptimaliseerd voor elektriciteitsproductie blijft er restwarmte over van circa 45°C, die vervolgens op de omgeving wordt geloosd omdat de exergetische waarde bijna nul is. De vraag is of deze warmte niet als 100% restwarmte – en daarmee als duurzaam – zou moeten worden gewaardeerd en zo een kans krijgt op hergebruik. 40°C is per slot van rekening een prima temperatuur voor LT-afgiftesystemen. In tuinbouwgebieden zien we een aantal voorbeelden waarin de restwarmte van een tuinbouwbedrijf als input gebruikt wordt voor het verwarmen van woningen. Restwarmte is dus een relatief begrip. Met de introductie van de vierde generatie

warmtenetten door de Zweedse professor Svend Frederiksen en Sven Werner [1], met als basis een veel lagere temperatuur dan we nu gewend zijn, wordt duidelijk dat ook internationaal wordt ingezet op het benutten van laagtemperatuurwarmte in de bebouwde omgeving. De Denen zijn hier kampioen in – en dat maakt ze op het gebied van energie onafhankelijk. Vanuit de bestaande bouw en het NOM (nul op de meter) initiatief door Platform31 zijn er, om meerdere redenen, duidelijke wensen om de systeemtemperaturen van bestaande warmtenetten te verlagen [2]. Een andere stimulans voor collectieve installaties komt uit de gestapelde woningbouw. De wooneenheden worden kleiner en de schilisolatie neemt toe waardoor de warmtebehoefte voor verwarmen zowel relatief als absoluut afneemt. Toekomstige nieuwbouw richt zich op inbreidingslocaties, en door schaarste meestal in de vorm van appartementen. Door de geringe energiebehoefte zijn individuele installaties nauwelijks meer een optie. Collectieve installaties met super lage bedrijfstemperaturen zijn de toekomst, al dan niet voorzien van koeling. Om de inzet van deze laagtemperatuurwarmte voor verwarmen mogelijk te maken zal er

energetisch een goede oplossing gevonden moeten worden voor het maken van warm tapwater. Omdat het collectief aanbieden van warm tapwater op te veel technische en energetische problemen stuit en we af willen van de 70°C aanvoertemperatuur, is het collectief verzorgen van warm tapwater geen optie. Het opwekken van warm tapwater zal dus decentraal in de woning moeten plaatsvinden. Daarvoor staan ons een paar mogelijkheden ter beschikking [3]:

-elektrische boiler

De voor- en nadelen zijn genoegzaam bekend. Mogelijk dat in de toekomst, in combinatie met de slimme meter en een tijdelijk overschot aan duurzame energie, de E-boiler wordt herwaardeerd, maar dat zal altijd in combinatie zijn met één van de volgende systemen;

-ventilatielucht-warmtepompboiler

Dit is een mogelijkheid, maar de hoeveelheid warm tapwater is afhankelijk van de hoeveelheid ventilatielucht. Indien de ventilatiehoeveelheid bepaald wordt door de benodigde hoeveelheid tapwater, hetgeen regelmatig voorkomt, gaat het systeem voorbij aan zijn doel. De combinatie van ventilatielucht-warmtepompboiler en ventilatie-WTW is niet mogelijk. Ook de vraaggestuurde ventilatie is, in combinatie met de ventilatielucht-warmtepompboiler, niet mogelijk;

-booster warmtepomp

Deze kleine water-water-warmtepomp is in staat warm tapwater te maken van laagtemperatuurwarmte. Het vervolg van dit artikel gaat over deze booster warmtepomp.

BOOSTER WARMTEPOMP

Bij het onderzoeken van de haalbaarheid van het eerste grootschalige laagtemperatuurwarmtenet in woningen, de Waalsprong in Nijmegen [4], werd al snel duidelijk dat er andere dan de bestaande technieken moesten worden ingezet om tapwater te maken met een zo hoog mogelijk rendement. Dit hoge rendement is niet alleen noodzakelijk vanuit energetisch perspectief, ook kostentechnisch is het belangrijk omdat de opwekking elektrisch plaatsvindt tegen consumententarief. Hoewel dit eerste LT-warmtenet uiteindelijk is omgebouwd tot een conventioneel stadsverwarmingsproject, was het wel het startsein om de marktproducten voor deze toepassing te ontwikkelen.

Inmiddels zijn er enkele aanbieders op de markt van de booster warmtepomp, waaronder Itho Daalderop/Ecoon en Nathan met een product van Alpha InnoTec, beide met een capaciteit van circa 2 kW thermisch en is er belangstelling vanuit andere fabrikanten naar dit in Nederland ontwikkelde concept. Door de eisen die aan de booster warmte-



-Figuur 1- Boosterwarmtepomp met de volgende kenmerken:

Aanvoertemperatuur verdampers:	15 - 40°C
Maximale tapwatertemperatuur:	70°C
Vermogen thermisch:	ca. 2 kW.
Opgenomen elektrisch vermogen:	400 - 700 Watt
Jaar COP bij aanvoer 24/40°C:	3,73/4,78
Jaar COP bij aanvoer 40°C met voorverwarmer:	ca. 8,5
Afmetingen (bxhxd) cm:	60x37x35

pomp worden gesteld zijn er slechts een paar keuzemogelijkheden voor de opbouw van het koudecircuit. De gewenste 40°C aanvoertemperatuur voor de verdampers (aanvoer vanuit het collectieve systeem), de hoge condensatietemperatuur voor legionellaveilig warm tapwater en het kleine vermogen van circa 2 kW thermisch, beperkten de keuze tot R-134a als koudemiddel en een paar compressor-aanbieders. Toch zijn er grote verschillen in uitvoering, rendement en opbouw en dat is een goede zaak voor het verder uitbouwen van deze manier van warmtapwaterproductie.

FLEXIBELE OPSTELLING

Het thermisch vermogen van 2 kW maakt een aanvullende buffer noodzakelijk om voldoende warm tapwater te kunnen leveren, waarbij niet het vermogen van de booster warmtepomp maar de grootte van het boilervat het warmtapwatercomfort bepaalt. Een voorbeeld: voor tapklasse 4 [5] is circa 10,4 kWh per etmaal aan warmte nodig (180 liter van 10°C naar 60°C). Met een vermogen van 2 kW van de warmtepomp is de bedrijfstijd daarbij circa 5 uur per etmaal. Hierdoor is er voldoende overcapaciteit voor uitzonderingen of een grotere installatie. Een boilervat van 90 en 150 liter volstaat in dit voorbeeld en bij een vat van 200 liter kan het laden tot eenmaal per etmaal beperkt worden. Dit laatste kan aantrekkelijk zijn en gekoppeld worden aan de beschikbaarheid van (rest)warmte of stroomtarieven. De marktaanbieders hebben er op dit moment voor gekozen de booster warmtepomp en het boiler- of buffervat als losse componenten te leveren. Dit biedt het voordeel dat de installatie op het gebruik kan worden afgestemd en dat de opstellingsruimte gesplitst kan worden. Buiten de benodigde opstellingsruimte hebben voorraadtoestellen het nadeel van stilstandsverliezen. Hoewel deze niet meteen zichtbaar zijn in de kwaliteits- of gelijkwaardigheidsverklaring zijn ze daar wel in verwerkt. [4]

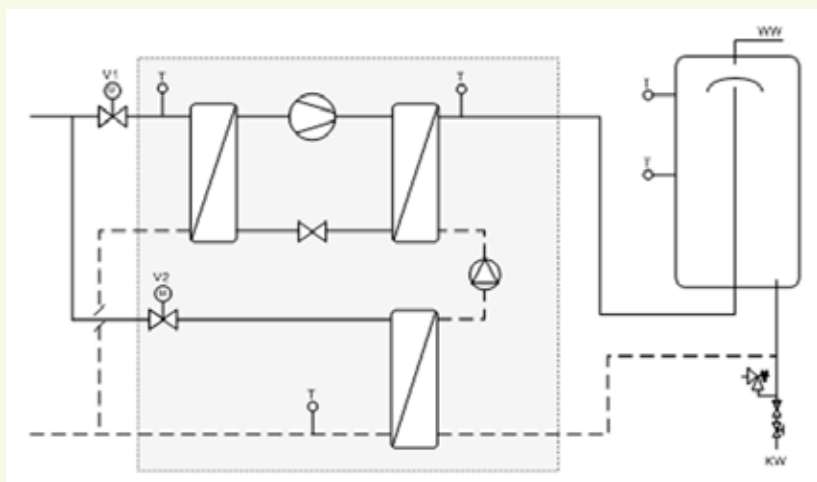


-Figuur 2- Opstelling booster warmtepomp met separaat boilervat

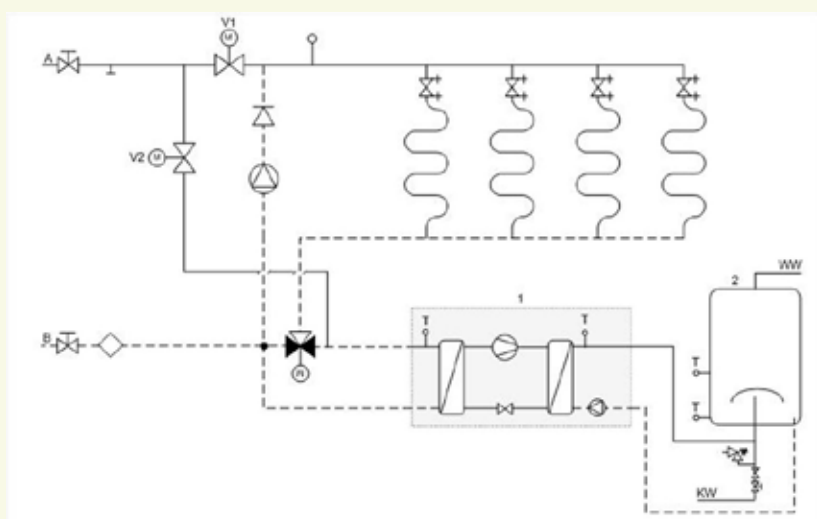
Opmerking

Omdat de stilstandsverliezen ook optreden gedurende de 24 uren-meting zijn ze niet direct zichtbaar in de verklaring, maar beïnvloeden ze wel de COP. Toch worden deze stilstandsverliezen voor de validatie van de beproeving apart gemeten. In het geval van Ecoon/Itho Daalderop werd 14 watt 'op de stekker', dus elektrisch, geregistreerd bij een 150 liter vat. Bij een veronderstelde COP van circa 3,8 is dat 53 watt thermisch.

Een onderbelicht aspect bij de opslag van warm tapwater is de aftapbaarheid van de buffer. Bij metingen door TNO wordt dit wel standaard gemeten, maar niet op het document vermeld omdat het voor de kwaliteits- of gelijkwaardigheidsverklaring niet van belang. Toch is het voor de markt een interessant gegeven, omdat een goed geconstrueerd kleiner vat soms net zoveel warm water kan leveren als een groter vat waar minder aandacht is besteed aan de gelaagdheid. Vermelding op de kwaliteits- of gelijkwaardigheidsverklaring maakt dit zichtbaar en zou dus moeten gebeuren.



-Figuur 3- Schema booster warmtepomp met voorverwarmer



-Figuur 4- De booster warmtepomp onttrekt op koeldagen de warmte uit het afgiftesysteem, waarbij de circulatiepomp moet draaien. Op de overige dagen van het jaar zal de warmte vanuit het warmtenet komen.

■ VOORVERWARMER

Bij woningen die zijn aangesloten op een warmtenet met een permanente aanvoertemperatuur van 40°C kan het aantrekkelijk zijn om het koude water van 10°C eerst voor te verwarmen met het systeemwater en het ontbrekende deel met de warmtepomp aan te vullen. Hiermee kunnen zeer hoge COP's behaald worden met waarden die boven de 8,5 liggen. Deze manier van tapwater verwarmen vraagt wel om een speciale regeling van de booster warmtepomp, plus een toerengeregelde pomp en een aangepast boilervat met hoge instroom waarbij het tapwater in één keer van 10°C naar 60°C wordt opgewarmd zodat er een oplaadsysteem ontstaat. Een goede gelaagdheid in het boilervat bepaalt in hoge mate het systeemrendement: hoe kouder

het water naar de voorverwarmer, hoe groter zijn aandeel. Een nadeel van deze opstelling zijn de relatief hoge kosten, omdat de voorverwarmer in Nederland voorzien moet zijn van dubbele scheiding. Echter, op het moment dat hotfill gewaardeerd en gemeengoed wordt, kan het voorverwarmde water van circa 35°C, dus zonder tussenkomst van de warmtepomp, goed voor dit doel gebruikt worden.

■ LEGIONELLAVEILIG

Een speciaal aandachtspunt is de bestrijding van de legionellabacterie in combinatie met voorraadtoestellen. Omdat de vaststelling van de COP plaatsvindt bij een tapwatertemperatuur van 55°C is het meer dan aan te bevelen periodiek het gehele circuit te desinfecteren. Deze regeling is in de warmtepomp van Ecoon/

Itho Daalderop ingebouwd, waarbij eenmalig de DeltaT over de condensor wordt vastgesteld. Deze wordt vervolgens opgeteld bij de als veilig geachte tapwatertemperatuur van 60°C. Zodra de aanvoertemperatuur naar het boilervat die temperatuur heeft bereikt is het gehele circuit gedesinfecteerd.

■ NORMATIEVE WAARDERING

Een gegeven bij dit soort warmtepompen is dat de aangeboden warmte op de verdampersluis kan variëren. Dit is onder andere het geval in weersafhankelijk geregelde systemen en installaties met een collectieve *change over*. Booster warmtepompen zijn daarop ontworpen en kunnen een relatief hoge temperatuur naar de verdampersluis aan tot wel 40°C. De huidige meetmethodiek voor kwaliteits- en gelijkwaardigheidsverklaringen voor warmtapwaterwarmtepompen [4] is gebaseerd op een gefixeerde brontemperatuur, terwijl hier behoefte is aan een grote spreiding. In samenwerking met RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, voorheen AgentschapNL), TNO, KIWA en marktpartijen is daarom een aangepaste meetmethodiek voor booster warmtepompen ontwikkeld voor het maken van warm tapwater. Onderzocht is of bij twee metingen met een aanvoertemperatuur van 24°C en 40°C, waarbij de flow over de verdampersluis constant is gedurende de twee metingen, de COP voor de tussenliggende temperaturen geïnterpoleerd en naar 20°C geëxtrapoleerd mag worden. Dit is onderzocht door een derde meting uit te voeren bij 32°C aanvoertemperatuur. De afwijking in COP bleek, bij interpolatie van 24°C naar 40°C en van 24°C naar 32°C en van 32°C naar 40°C, binnen de tolerantie van 5% te liggen en is daarmee verdedigbaar. Een aanvullende eis die de fabrikanten zichzelf hebben opgelegd is het afsluiten van de flow over de verdampersluis zodra de compressor niet in bedrijf is, omdat dit het meest overeen komt met de praktijksituatie. Om de gemeten COP's ook bruikbaar te maken in de EPG/EPG is er in samenwerking met RVO, onder begeleiding van Entry Technology, een werkgroep opgericht die een normatieve bijlage ontwikkelt als aanvulling op de NEN7120. Deze tool zal worden voorgelegd aan de NEN-normcommissie en ISSO, met het voorstel om deze (eerst als bijlage) op te nemen in de NEN7120. De normatieve bijlage moet rekening houden met verschillende opwekkingsrendementen van de centrale warmte door het jaar heen. Voor het bepalen van de COP voor het warm tapwater moeten de rendementen van de centrale warmte en die van de booster warmtepomp worden samengesteld. Er zijn twee systemen onderzocht. Eén waarbij

de booster warmtepomp direct en permanent op het warmtenet is aangesloten en een waarbij in de zomer het afgiftesysteem (vloerverwarming) als bron voor de verdampers wordt gebruikt. Buiten het feit dat de bron 100% duurzaam is, minus de hulpenergie voor de circulatiepomp van de vloer en het feit dat niet hoeft te worden samengesteld, wordt in veel gevallen de koelpenalty vanuit de EPC vermeden omdat met de productie van warm tapwater de woning wordt gekoeld.

■ BREED TOEPASSINGSGBIED

De booster warmtepomp leent zich voor inzet van zowel groot- als kleinschalige projecten. Bij WKK-installaties is warm tapwater altijd al het onderdeel dat het rendement negatief beïnvloedt. Bovendien blijkt meestal uit metingen dat dit in de praktijk nog slechter is dan waarvan werd uitgegaan. Door decentrale warmtapwaterbereiding met de booster-warmtepomp wordt die negatieve invloed geëlimineerd en kan het aantal leidingen in het collectieve net worden gereduceerd. Ook met 2-pijpsystemen met een collectieve change over kan nog steeds warm tapwater worden

gemaakt.

Een zeer interessante optie die op dit moment wordt onderzocht is de gecascadeerde geothermie, waarbij eerst de hoge temperatuur wordt aangeboden aan een bestaand (stadsverwarmings)net en vervolgens de retour van 40°C wordt gebruikt als aanvoer voor een nieuwbouwlocatie. Maar ook het gebruik van restwarmte van bijvoorbeeld een supermarkt kan worden aangeboden voor de daarboven liggende appartementen.

Toepassing in de bestaande bouw is weggelegd voor onder andere galerijflats voorzien van geisers en elektrische boilers. Door de verdampers van de booster warmtepomp in de woning aan te sluiten op de bestaande cv-installatie kan centraal, zeker buiten het stookseizoen, de warmte duurzaam worden opgewekt. Bij de combinatie van elektrische boilers en de booster warmtepomp kan overwogen worden de bestaande boilers als voorraadtoestel voor de booster warmtepomp te hergebruiken.

Na de introductie van de booster warmtepomp in 2012 heeft de installatiebranche verschillende andere toepassingen bedacht, vooral in combinatie met zonthermische installaties en

in combinatie met tapwatercirculatieleidingen, omdat daarbij de booster warmtepomp in staat is temperaturen te maken die gewenst zijn.

Op de website van www.ecoon.nl zijn meerdere toepassingsvoorbeelden te vinden.

■ LITERATUUR

1. Werner, S., Prof. District Heating and Cooling, ISBN 978-44-08530-2, 2013
2. Evert Vrins Energieadvies, Warmtenetten en Nul op de meter renovaties, Stroomversnelling/Platform 31, Projectnummer: 2014 - 343
3. Braber, K.; Geelen, C.; Manussen, T. BuildDesk Benelux B.V, Rendement van tapwatersystemen: blijven evalueren of duurzaam evolueren? Rapportnummer 90409/CG/101244, 2011
4. Roos, J.; Braber, K.; Willems, E.; Preiffer, E.; Kaandorp, A. Hybride LT-warmtenet Waalsprong, Nijmegen, 2009
5. Traversari, A.A.L. MBA, Beproevingrichtlijn tapwater warmtepompen, Projectnummer 33777



Gezond en duurzaam verwarmen en koelen

Toepassing:
Vloerverwarming, plafond- en wandverwarming/koeling





BioClima capillaire klimaatmatten als oppervlakte afgiftesysteem zet nieuwe maatstaven en geeft verwarmen vanuit plafond, wand (d.m.v. straling) of vloer en koelen vanuit plafond of wand een nieuwe dimensie.

Door een overdrachtsoppervlak dat tot 300% groter is dan bij traditionele afgiftesystemen, kan de installatieontwerper technisch betere ontwerpen realiseren dan voorheen met traditionele systemen niet, of alleen tegen hoge meerinvesteringen, mogelijk was.

Vanwege de hoog efficiënte activering, dicht aan de oppervlakte (6 tot 10 mm), de kleine capillaire buisdiameter (ø 4,3 mm), de geringe buisafstand (20 mm) en het kleine temperatuurverschil tussen aanvoer en retour (2K), kunnen ruimten al voldoende worden verwarmd met watertemperaturen van 30/28°C, tot ver onder het vriespunt.

Als bijkomend voordeel op het zeer hoge belevingscomfort bij toepassing van het BioClima systeem, is dat door de lage wateraanvoertemperaturen het rendement van een warmtepomp met meer dan 35% wordt verbeterd. De reactiesnelheid van het BioClima systeem bedraagt slechts 6-15 minuten. Dit geldt ook bij toepassing als vloerverwarming. En niet 4 uur, zoals gebruikelijk bij traditionele vloerverwarmingssystemen.

Voor behaaglijkheid en een superieur comfort kiest u voor BioClima. Meer voordelen en informatie: www.BioClima.nl

Navos Klimaattechniek B.V.
Kleveringweg 20, 2616 LZ Delft
T: 015 - 215 37 28
W: www.BioClima.nl
E: Navos@Navos.nl

Winnaar
Innovatieprijs
ENERGIE2009
DE VAKBEURS VOOR OPTIMAAL BESPREN



Partner
Duurzaam Gebouwd

