

Warmtapwater bij warmtedistributie met LT

In nieuwbouwwoningen overtreft de energiebehoefte van warmtapwater meestal die van ruimteverwarming. De technieken die de warmtebehoefte van ruimteverwarming verzorgen zijn bovendien zeer efficiënt. Veel perspectief biedt warmtedistributie met water van relatief lage temperatuur. Hoe lager de distributietemperatuur, hoe beter de mogelijkheden om duurzaam restwarmte uit allerlei bronnen op te wekken of te gebruiken. Deze warmtedistributie leent zich prima voor ruimteverwarming, maar bij warmtapwaterbereiding is er een probleem. NEN 1006 stelt dat de temperatuur aan het tappunt minimaal 55 °C is. Dit artikel verkent enkele mogelijkheden om bij warmtedistributie met een lage temperatuur toch een comfortabele warmtapwatervoorziening te realiseren.

Ir. M. (Michiel) van Bruggen, De Energiemanager

■ UITGANGSPUNTEN

De warmtebehoefte van ruimteverwarming van woningen is inmiddels zeer sterk gereduceerd en er zijn vele technieken die daarin op een efficiënte manier voorzien. Daarentegen is de warmtebehoefte van warmtapwater de afgelopen jaren toegenomen. Alhoewel er efficiënte technieken zijn voor de opwekking van warmtapwater, lijkt het erop dat het primaire energiegebruik van woningen in de toekomst gedomineerd zal worden door het energiegebruik dat nodig is voor warmtapwaterbereiding.

In een woning is overwegend warm water nodig met een temperatuur van maximaal circa 40 °C. Deze temperatuur leent zich prima voor douches en wastafels. Met name aan het keukentappunt zijn soms hogere temperaturen nodig. De vereiste 55 °C heeft dan ook enerzijds betrekking op deze functie en anderzijds op gezondheidsaspecten, zoals het voorkomen

van Legionella-uitgroei. De eis van 55 °C aan het tappunt uit zich meestal in een temperatuur bij de warmtapwaterbereider van 60 °C. Gebruikelijk bij warmtedistributie met een lage temperatuur is een aanvoertemperatuur van 45 °C en een gewenste retourtemperatuur van maximaal 30 à 35 °C. Bij deze temperatuur is bijvoorbeeld de restwarmte van een elektriciteitscentrale te gebruiken zonder noemenswaardige bijstook.

■ WARMTEPOMP

Een belangrijke techniek voor de bereiding van warmtapwater bij lage temperatuur is de warmtepomp. Een schema van een warmtepomp is gegeven in figuur 1. Van belang zijn de temperatuurniveaus bij de condensor (warmteafgifte) en de verdamper (warmteopneming). Een hoge temperatuur bij de condensor, zoals voor warmtapwater nodig is, gaat gepaard met hoge drukken in de

condensor. Er zijn inmiddels warmtepompen op de markt die de voor warmtapwater benodigde temperatuur kunnen leveren zonder dat bijstook met een elektrisch rendement nodig is. De specificaties van de gebruikte koelvloeistof laten een hogere temperatuur bij de verdamper (hoger dan circa 25 °C) niet toe. Hierdoor kan de verdamper niet direct op de warmtedistributie aangesloten worden. Het is de verwachting dat in de toekomst een hogere toelaatbare temperatuur aan de verdamper mogelijk is, zodat een warmtepomp ook direct op de warmtedistributie aangesloten kan worden.

Het temperatuurverschil tussen de verdamper en de condensor bepaalt grotendeels het rendement van de warmtepomp. Dit rendement wordt uitgedrukt als de coëfficiënt of performance (COP). De (theoretische) COP van de warmtepomp wordt berekend met de volgende formule:

Waarin:

$$COP = \eta_{ex} * \frac{T_{verd}}{T_{cond} - T_{verd}}$$

COP : coëfficiënt of performance (=geleverde warmte/gebruikte elektrische energie)

η_{ex} : exergetisch rendement [-]

T_{verd} : verdampertemperatuur [K]

T_{cond} : condensortemperatuur [K]

In figuur 2 is de COP gegeven van een warmtepomp bij temperaturen die relevant zijn voor warmtapwaterbereiding. Te zien is dat de COP van de warmtepomp circa 4,5 is bij 65 °C, een condensortemperatuur die nodig is om warmtapwater van 60 °C te maken.

CONCEPTEN

De volgende concepten die mogelijk zijn bij warmtedistributie met een lage temperatuur komen in dit artikel aan de orde:

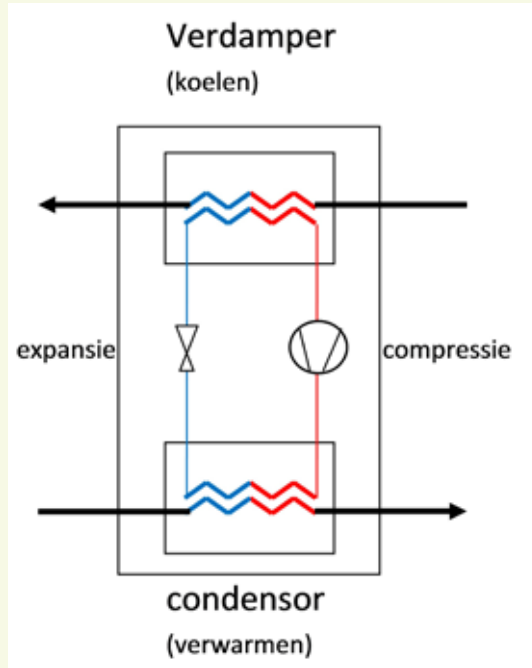
1. warmtepomp op ventilatielucht;
2. warmtepomp op retour van de vloerverwarming;
3. periodieke opwarming warmtedistributie;
4. tappuntverwarming met circulatie.

Warmtepomp op ventilatielucht

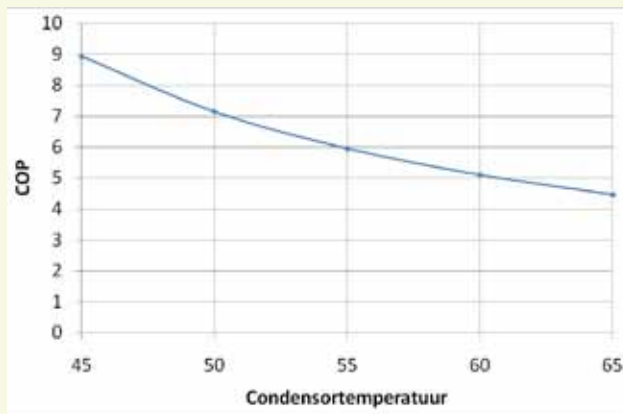
Hierbij wordt voor de bereiding van het warmtapwater geen gebruik gemaakt van de warmtedistributie maar van een reguliere warmtepompboiler met als bron ventilatielucht. Schematisch is dit concept weergegeven in figuur 3. Een aandachtspunt is dat dit concept niet te combineren is met warmterugwinning op ventilatielucht. Het rendement zal ook lager zijn dan warmtepompen die gebruik maken van de warmtedistributie.

Warmtepomp op retour vloerverwarming

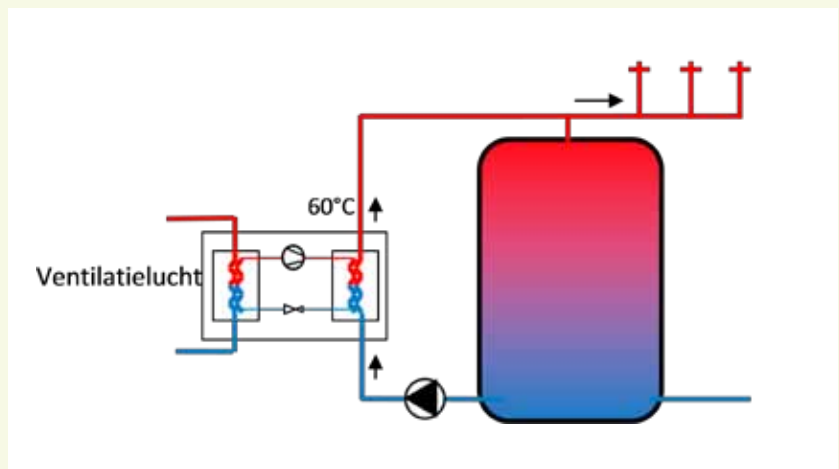
Als de verdamer op de retour van de vloerverwarming wordt aangesloten, wordt het retourwater van de vloerverwarming verder 'uitgekoeld'. In een stooksituatie warmt vervolgens het warmtedistributiesysteem de aanvoer van de vloerverwarming weer op. In een zomersituatie kan het vloerverwarmingswater ook verder 'uitgekoeld' worden, waardoor een (beperkte) mogelijkheid ontstaat voor ruimtekoeling. In een situatie waarbij er geen warmtebehoefte of koelbehoefte is houdt het warmtedistributiesysteem het vloerverwarmingswater op ruimtetemperatuur. Aan de condensorzijde verwarmt het warmtedistributiesysteem het koude water voor. Dit kan plaatsvinden in het oplaadcircuit van het voorraadvat of in de toevoer van koudwater, zoals in figuur 4 en figuur 5, op de volgende pagina, is weergegeven.



-Figuur 1- Principeschema van een warmtepomp



-Figuur 2- COP warmtepomp bij verdampertemperatuur van 25°C



-Figuur 3- Warmtapwaterbereider met een autonome warmtepompboiler op ventilatielucht

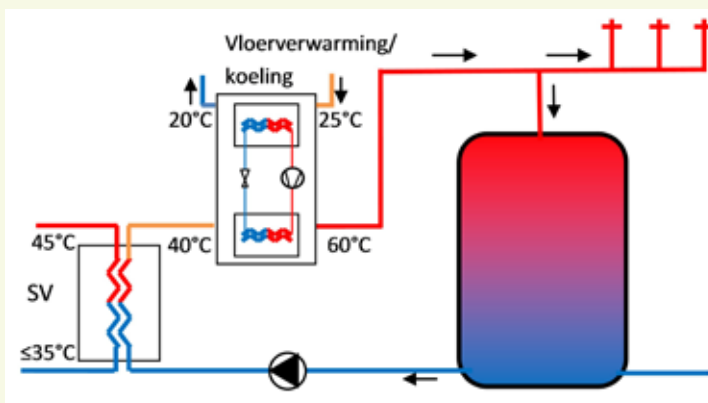
Voor de warmtapwaterbereiding wordt een oplaadsysteem gebruikt. Als er een zekere hoeveelheid warm water uit het voorraadvat getapt is, vult de warmtapwaterbereider het voorraadvat opnieuw met warm water. Essentieel voor een goede werking van het oplaadsysteem is de temperatuurgelaagdheid van het vat. Deze kan verstoord worden als er in het vat turbulentie ontstaat. Aangezien het warmtevermogen van de warmtepomp klein is (1 à 2 kW) zal het opladen geruime tijd in beslag nemen. Bij een verkeerd geplaatste toevoer naar het vat kan hierdoor makkelijk een werveling in het vat ontstaan. Een zeer nauwgezet ontwerp en uitvoering is voor dergelijke systemen dan ook essentieel.

Periodieke opwarming met warmtedistributie

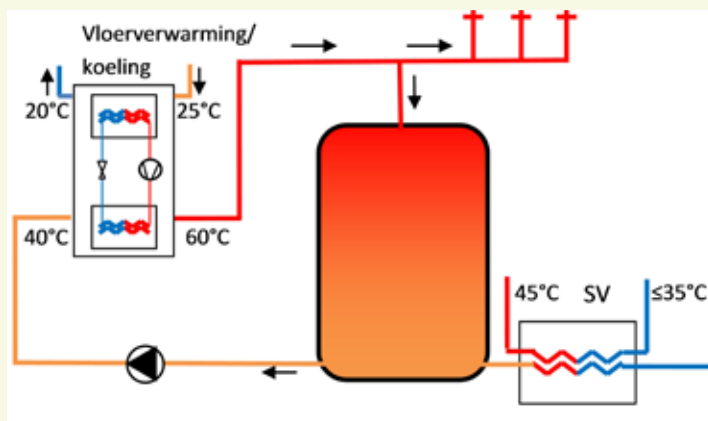
Door periodiek (dagelijks) gedurende kortere tijd het stadsverwarmingsnet naar een hogere temperatuur te brengen kan in deze periode het voorraadvat gevuld worden. Het warmtedistributiesysteem met een lage temperatuur wordt dagelijks gedurende een korte periode naar een temperatuur van circa 70 °C gebracht, bijvoorbeeld met hulpketels. Met deze hoge temperaturen wordt de boiler opgeladen tot een temperatuur van minimaal 60 °C. De omvang van het voorraadvat dient voldoende te zijn voor de warmtapwaterlevering gedurende een etmaal, zodat altijd de minimale temperatuur van 55 °C aan het tappunt gerealiseerd kan worden. Het rendement voor de warmtapwaterbereiding is lager dan bij toepassing van een warmtepomp die gebruik maakt van het warmtedistributiesysteem. Het cv-gedeelte moet berekend zijn op de periodieke temperatuurverhoging. Ook bij dit concept is een goede temperatuurgelaagdheid van het voorraadvat essentieel.

Tappuntverwarming met circulatie

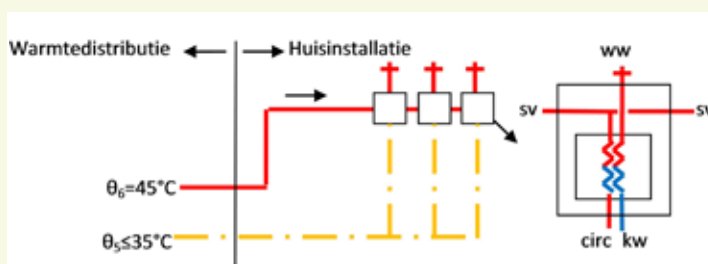
Zoals al in de inleiding beschreven hebben de meeste tappunten voldoende aan een temperatuur van 40 °C. Het warmtedistributiesysteem met een lage temperatuur kan dit temperatuurniveau direct realiseren. In verband met gezondheidsaspecten is het echter wenselijk om de temperatuur in een distributiesysteem dat tapwater gebruikt hoog te houden. Maar als de warmte pas overgedragen wordt op de tappunten, is er nauwelijks sprake van stilstaand water in een distributiesysteem. Dit is de gedachte achter tappuntverwarming met circulatie. Het stadsverwarmingswater wordt tot aan de tappunten gebracht. Pas daar wordt de warmte overgedragen aan het drinkwater. Tappunten waar een hogere temperatuur nodig is, zoals in de keuken, moeten een aparte warmtapwatervoorziening



-Figuur 4- Voorverwarming in het oplaadcircuit



-Figuur 5- Voorverwarming in de koudwaterleiding



-Figuur 6- Tappuntverwarming bij lage temperatuur warmtedistributie

krijgen, zoals een kraan voor kokend water of een close-in boiler. Dit concept is nog in een experimentele fase.

SAMENVATTING

Voor het verminderen van het primaire energiegebruik voor ruimteverwarming zijn er inmiddels vele opties. Deze richten zich zowel op het beperken van de vraag als het vergroten van de efficiëntie van de opwekking, eventueel met gebruikmaking van duurzame energie. Een warmtebron met een groot potentieel is warmtedistributie met een lage temperatuur. Maar hiermee kan niet zonder meer worden voorzien in de warmtapwaterbehoefte. Er zijn verschillende manieren om in deze situatie te

zorgen voor een efficiënte warmtapwaterbereiding. De toepassing van warmtepompen lijkt daarbij essentieel. Daarnaast zijn er nog andere methoden om te voorzien in warmtapwaterbereiding, zoals bijvoorbeeld periodieke opwarming of het gebruik van tappuntverwarming. Dit laatste is overigens nog in een experimenteel stadium.

LITERATUUR

Bruggen, M. van, TVVL/Uneto-VNI, 2011, ST 26, Rendementsverbetering bij warmtebronnen van warmtapwatersystemen