

Warmteterugwinning uit douchewater

Met een terugverdientijd van enkele jaren is warmteterugwinning uit douchewater in zwembaden maar ook in bijvoorbeeld sporthallen en appartementengebouwen een aantrekkelijke vorm van energiebesparing. Er kan een besparing worden gerealiseerd van 30 tot 50% op het energiegebruik van het douchewater. Metingen aan een douchewarmtewisselaar in een zwembad in Denemarken tonen dit aan.

J. (Jacob) Heidemans, Hei-Tech



-Figuur 1- Voorbeeld van een douchebak-wtw, Recoh-tray



-Figuur 2- Voorbeeld van een douchegoot-wtw, Recoh-drain



-Figuur 3- Voorbeeld van een utiliteits-wtw, Recoh-multivert



-Figuur 4- Het Deense zwembad Vandhuset Park Vendia in Hjørring

In nieuwbouwwoningen wordt steeds vaker warmte teruggewonnen uit het douchewater. De geïnstalleerde warmtewisselaar verlaagt de EPC ongeveer evenveel als een zonneboiler in veel woningen. Maar de kosten voor het installeren van een douchewarmtewisselaar liggen aanzienlijk lager dan die van een zonneboiler. Deze warmtewisselaars zijn in diverse uitvoeringen leverbaar:

- verticale warmtewisselaar, buis-in-buis-principe (douchepijp-wtw);
- horizontale warmtewisselaar, schotelvormig (douchebak-wtw, zie figuur 1);
- vloergeïntegreerd, drain (douchegoot-wtw, zie figuur 2).

Bekende toepassingen zijn:

- grondgebonden woningen: douchepijp-wtw;
- gestapelde bouw: douchebak-wtw en douchegoot-wtw.

Minder bekend is de toepassing van een utiliteits-wtw (figuur 3), bestaande uit een serie parallel geschakelde warmtewisselaars. Deze grote warmtewisselaar is bestemd voor warmteterugwinning uit douchewater in grote sanitaire voorzieningen, zoals appartementengebouwen, hotels, sporthallen, sauna's en zwembaden. Op plaatsen dus waar diverse douches zijn aangesloten op een centrale warmwatervoorziening.

■ BEPALING VAN DE BESPARING

Veel Europese landen hanteren een normering en classificatie van het energiegebruik van een

woning of een gebouw, vergelijkbaar met de Nederlandse EPC. Nederland loopt daarbij voorop, zeker wat betreft de normen voor warmteterugwinning uit douchewater. Tot voor kort was deze vorm van warmteterugwinning in de meeste landen nog onbekend. In alle landen waar warmteterugwinning uit douchewater zijn intrede doet, ontstaat er discussie over de berekeningsmethode van de besparing die de warmtewisselaar oplevert. Die besparing is voor een woonhuis betrekkelijk eenvoudig te berekenen, maar toch duurt het meestal lang eer er een besluit wordt genomen. Voor grote systemen is de bepaling van de besparing gecompliceerder vanwege de lange leidingen tussen de douches en de warmtewisselaars en vanwege de variabele volumestroom van het leidingwater en afvalwater. Metingen in de praktijk, zoals uitgevoerd in het Deense zwembad Vandhuset Park Vendia in Hjørring (figuur 4), zijn uiterst nuttig om te controleren of berekende besparingen overeenstemmen met besparingen in de praktijk. Het openbare zwembad in Denemarken heeft elf douches voor vrouwen en elf douches voor mannen. De mannendouches zijn aangesloten op een Recoh-multivert warmtewisselaar van Hei-tech en de vrouwendouches op een warmtewisselaar van een Duitse fabrikant. De warmtewisselaars zijn geplaatst in de kelder van het zwembad.

■ SNEL TERUGVERDIEND

Het Deense Technologisk Institut verricht

in het zwembad de metingen. Dit instituut registreert continu de temperaturen en volumestromen op basis waarvan de besparing kan worden berekend. Uit de metingen blijkt dat in de maand maart jl. de besparing bij de herendouches 3.939 kWh was, zo'n 33%. Daarmee bedraagt de besparing op gas ongeveer 5.000 m³ per jaar ofwel € 3.000,-. Exclusief installatie kost deze douchewarmtewisselaar ongeveer €8.000,-. Binnen drie jaar is de warmtewisselaar dus terugverdiend. Ter vergelijking: voor een zonne-energiesysteem zijn 40 collectoren nodig met een oppervlak van ruim 2 m² per stuk en een boiler van 3.000 liter om een gelijkwaardige besparing te realiseren. De materiaalkosten van een dergelijk systeem, compleet met pomp en regeling, bedragen minimaal €35.000,-. De kosten zijn dus vijf maal zo hoog. Daarbovenop komen nog de hogere installatiekosten van een zonne-energiesysteem. Bij een besparing van 33% met de warmtewisselaar kan het vermogen van de ketel 33% lager zijn en een boiler met 33% minder inhoud worden toegepast. Dit maakt de installatie goedkoper, waardoor de extra kosten voor deze warmtewisselaar geheel of gedeeltelijk vervallen.

■ TYPE BUIS-IN-BUIS

De warmtewisselaar voor de mannendouches bestaat uit een aantal verticale buisvormige warmtewisselaars, type buis-in-buis (figuur 5, volgende pagina). Door de binnenbuis stroomt het afvalwater langs de wand naar

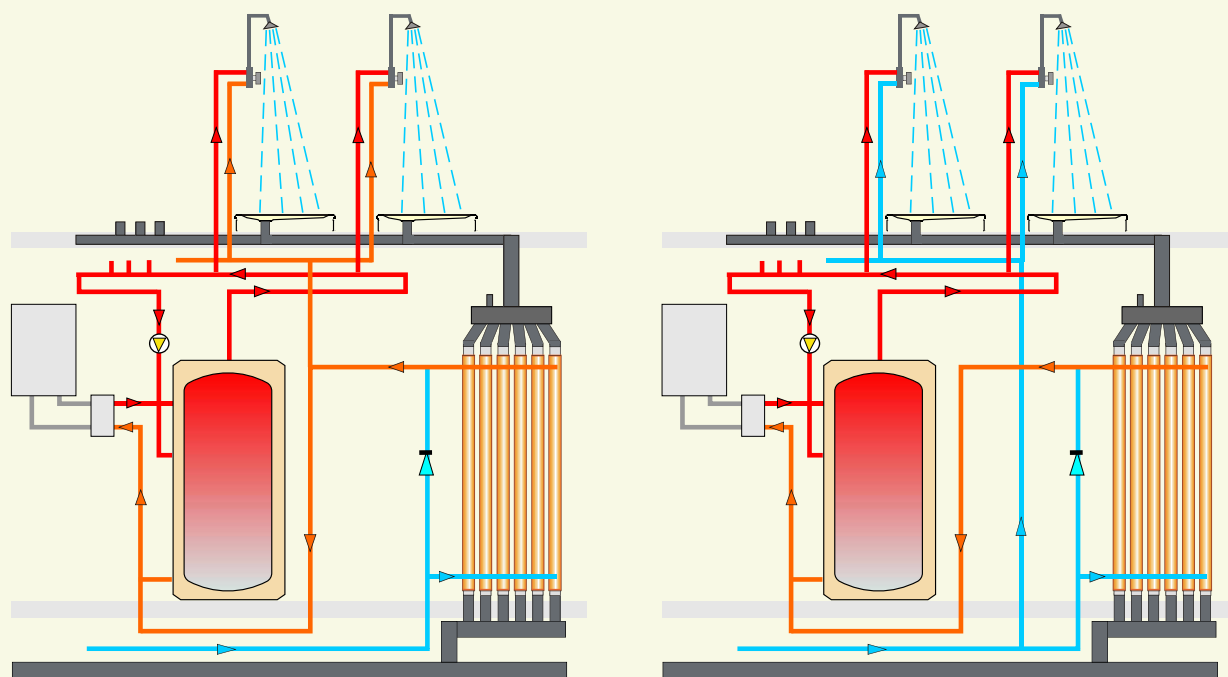
beneden. Dit gebeurt met hoge snelheid, waardoor de warmteoverdracht zeer hoog is en de warmtewisselaar niet vervuild. Om de binnenbuis is een extra buis aangebracht die voor een dubbele scheiding zorgt tussen het afvalwater en het leidingwater. Tussen deze buis en de buitenbuis stroomt het leidingwater dat voorverwarmd wordt van beneden naar boven, dus in tegenstroom. De dubbele scheiding tussen leidingwater en afvalwater dient als extra veiligheid om vervuiling van het leidingwater net te voorkomen en is een eis in nagenoeg alle Europese landen. Kenmerkend is het hoge rendement dat bij een relatief klein warmtewisselend oppervlak wordt verkregen.

■ TWEE SYSTEMEN

Het systeem met de douchewarmtewisselaar kan worden uitgevoerd zoals weergegeven in figuur 6. In systeem A wordt zowel het koude water dat naar de douche gaat als het koude water dat naar de boiler gaat voorverwarmd. In systeem C wordt alleen het water dat naar de ketel gaat voorverwarmd.

Het rendement van systeem A is ruim 30% hoger dan dat van systeem C. De keuze voor systeem A betekent wel dat er rekening moet worden gehouden met de aanleg van extra leidingen voor het voorverwarmde water naar de douches.

In systeem A bestaat er kans op legionellabesmetting. De temperatuur van het voorverwarmde water kan namelijk hoger zijn dan 25 °C. Een oplossing kan zijn de temperatuur



-Figuur 6- Douchewarmteterugwinning volgens systeem A (links) en systeem C

van het voorverwarmde water dat naar de douches stroomt door middel van een mengventiel te beperken tot 20 of 25 °C. Hierdoor neemt het rendement van dit systeem iets af, maar is de besparing groter tegen een geringe meerinvestering.

In systeem C is geen gevaar op legionellabesmetting, omdat het voorverwarmde water in de boiler wordt verwarmd naar 60 °C.

Voor zover bekend zijn er geen systemen met Recoh-multivert warmtewisselaars in bedrijf die volgens systeem A zijn geïnstalleerd.

Ook de warmtewisselaar in Park Vendia in Denemarken is aangesloten volgens systeem C. In de praktijk is gebleken dat installateurs en andere betrokkenen zeer beducht zijn voor legionellabesmetting en daarom niet systeem A adviseren, zelfs niet met een mengventiel. Het is zeer twijfelachtig of deze angst gerechtvaardigd is. Bijvoorbeeld in Frankrijk zal, zoals het ernaar uitziet, de oplossing met het mengventiel worden opgenomen in de normen.

■ TWEE MERKEN

Bij de warmtewisselaar voor de vrouwen-douches worden de buisvormige warmtewisselaars horizontaal onder afschot opgesteld (figuur 7, volgende pagina). Door de, volledig gevulde, binnenbuis stroomt het afvalwater. Hierdoor is de warmteoverdracht relatief laag en zijn de afmetingen van de warmtewisselaar overeenkomstig groot. Vergelijking van de Recoh-multivert met de buis-in-buis-warmtewisselaar van Duitse makelij laat het volgende zien:

- het rendement van beide warmtewisselaars is nagenoeg het zelfde;
- het warmtewisselende oppervlak van de Recoh-multivert is 40% van dat van de Duitse warmtewisselaar;
- de Duitse warmtewisselaar heeft een groot vloeroppervlak nodig, namelijk 10 m². De Recoh-multivert neemt minder plaats in, te weten minder dan 1 m²;
- omdat in de Duitse warmtewisselaar het afvalwater met een lage snelheid stroomt, is de kans op vervuiling groot. Iedere twee weken reinigen door middel van spoelen, is noodzakelijk. Bij toepassing van de Recoh-multivert is dit niet nodig;
- de Duitse warmtewisselaar is 25% duurder dan de Recoh-multivert;
- de Duitse warmtewisselaar heeft geen dubbele scheiding tussen afvalwater en leidingwater, de Recoh-multivert wel.

De hoge snelheid waarmee het afvalwater langs de wand naar beneden stroomt zorgt ervoor dat er bij de Recoh-vert geen vervuiling optreedt. Hei-tech heeft in het verleden regelmatig metingen gedaan aan warmtewisselaars

Efficiëntie metingen Recoh-Vert			
Nummer	Jaar	Efficiëntie	Efficiëntie
		niet gereinigd	gereinigd
420452	2007	59,8	59,7
420568	2006	62,8	62,0
430728	2008	62,7	63,1
8101455	2008	59,7	59,6

-Tabel 1-

die meerdere jaren in bedrijf waren. Onlangs is het rendement gemeten van vijf warmtewisselaars die een aantal jaren in bedrijf zijn geweest. Het rendement is gemeten in de situatie zoals ze gemonteerd zijn en nogmaals na het schoonmaken van de warmtewisselaars. De resultaten in tabel 1 laten zien dat het rendement niet afneemt. De conclusie is dat reinigen van de Recoh-vert en de Recoh-multivert niet nodig is.

■ DIMENSIONERING

De dimensionering van de warmtewisselaar is belangrijk voor de investering en de terugverdientijd. Het was mogelijk om voor het Deense zwembad een hogere besparing te realiseren met een kleinere warmtewisselaar dan er is geïnstalleerd. Hoe kan dit?

Het aantal douches dat tegelijkertijd in gebruik is, verandert voortdurend. Er is een variabele vraag naar warm water en daarmee



-Figuur 5- Warmtewisselaar mannendouches

ook een variabele toevoer van afvalwater. Het rendement van een douche-wtw hangt af van de volumestroom en zal in het algemeen toenemen als de volumestroom afneemt. Echter, bij de Recoh-multivert neemt het rendement af bij zeer lage volumestromen. Het afvalwater stroomt langs de wand van de binnenbuis naar beneden. Ondanks de aanwezigheid van een rotator stroomt de vloeistoffilm van het afvalwater bij een kleine volumestroom niet onmiddellijk van bovenaf over de hele omtrek van de binnenbuis. Hierdoor is het warmtewisselend oppervlak kleiner en daalt het rendement.

Vaak nemen installateurs en adviseurs als uitgangspunt dat douches allemaal tegelijkertijd in gebruik zijn. Bij toepassing van elf douches valt de keuze op een warmtewisselaar met elf douchepijpen. In de praktijk zijn er meestal slechts drie of vier tegelijkertijd in gebruik. De volumestroom is dan zo laag dat het rendement afneemt.

Er zijn bepaalde normen en richtlijnen voor het berekenen van de gelijktijdigheid. Bijvoorbeeld als er honderd douches (douchemplaatsen) zijn, wordt in het algemeen gerekend met een gelijktijdigheid van $1/\sqrt{100}$: er worden dus maximaal tien douches gelijktijdig gebruikt. Men kan in dat geval dus kiezen voor een warmtewisselaar met tien in plaats van honderd douchepijpen. Dit heeft dus niet alleen met rendement te maken maar ook met kosten. Het Duitse bedrijf Solvis heeft praktijkmetingen gedaan naar de gelijktijdigheid en het lijkt te zijn dat de gelijktijdigheid die volgens de normen is berekend aan de veilige kant is. Het statistisch verloop van de volumestroom is daarom hoofdzakelijk bepalend voor de keuze van het aantal douchepijpen. De kosten van de installatie en de terugverdientijd zijn hiervan sterk afhankelijk.

NIET TERUGWINBARE VERLIEZEN

Warmteverliezen aan de omgeving, zowel van het afvalwater als van het voorverwarmde leidingwater, zijn niet terug te winnen. Zo is in Park Vendia de temperatuur van het afvalwater gedaald van 38 °C, waarmee het uit de douchekop komt, tot 32 °C, waarmee het de warmtewisselaar bereikt.

Afvalwaterzijdige verliezen zijn:

1. Warmteverlies in de doucheruimte

Dit warmteverlies wordt veroorzaakt door warmteafgifte van het douchewater aan de lucht in de doucheruimte en aan de (tegel) vloer van de doucheruimte. Standaard in woonhuizen is algemeen geaccepteerd (bijvoorbeeld in de EPC-berekening) dat dit warmteverlies 3 °C is. In het zwembad in Denemarken is gemeten dat de temperatuu-daling van de douchekop tot aan de warmtewisselaar 6 °C is. Aangezien de lengte van de afvalwaterleiding daar zeer kort is, zal het grootste deel van deze 6 °C temperatuu-daling in de doucheruimte plaatsvinden. Dit is vrij hoog en komt door de korte douchetijd per persoon en omdat het douchen vaak plaatsvindt op een reeds afgekoelde vloer.

2. Het opwarmen van de plastic afvoerbuiss

In zwembaden zal nagenoeg continu gedoucht worden. De afvoerbuiss zal dus redelijk op temperatuur blijven en moet dus eenmalig opgewarmd worden. Bij een appartementengebouw zal het deel van de afvoerbuiss dat het verst van de warmtewisselaar af ligt slechts enkele keren per dag opgewarmd worden. De buiss koelt dus weer af, waarmee de energie die nodig was voor het opwarmen verloren gaat.

3. Warmteverlies door transmissie en convectie
Als er continu wordt gedoucht gedurende een bepaalde periode van de dag en er dus steeds afvalwater door de afvoerbuiss stroomt, is het warmteverlies eenvoudig te berekenen. Als er niet continu douchewater door de buiss stroomt zal het warmteverlies slechts optreden zolang er douchewater door de buiss stroomt. Na het douchen koelt de buiss weer af. De mate van afkoeling hangt af van de periode tussen de douches. De buiss zal echter steeds weer opgewarmd worden als er gedoucht wordt. Dit warmteverlies is afhankelijk van de isolatie en van de lengte van de afvoerbuiss. Het warmteverlies door transmissie kan tot een minimum beperkt worden als de afvoerbuiss geïsoleerd wordt. Er zal gedurende de dag redelijk continu gedoucht worden, waardoor het opwarmen van de kunststof buiss eenmalig in de ochtend plaatsvindt.

4. Tijdsvertraging

Het duurt enige tijd voordat het afvalwater de warmtewisselaar heeft bereikt. Hierdoor zal de besparing lager worden. Bij een zwembad waarbij gedurende de hele dag gedoucht wordt is er een min of meer een continu fluctuerende volumestroom, zodat het effect op het rendement gering is. Bij een appartementengebouw wordt besparing wel negatief beïnvloed, met 2 tot 4%.

Warmteverliezen treden ook op in de leiding tussen de warmtewisselaar en de boiler. In het algemeen is deze afstand klein en zijn deze verliezen te verwaarlozen. Verder treden warmteverliezen op in de voorverwarmde koudwaterleiding van systeem A. Afhankelijk van de volumestroom en de leidingwater-temperatuur zal het leidingwater worden voorverwarmd tot een temperatuur van 15 tot 25 à 30 °C. Als de maximumtemperatuur wordt beperkt tot 25 °C, dan zal de temperatuur in het algemeen niet of nauwelijks hoger zijn dan de temperatuur in het gebouw. Deze warmteverliezen zullen dus meestal laag zijn.

MEER BESPARINGEN

Nog meer besparing is mogelijk door de Recoh-multivert aan te sluiten volgens systeem A. Een warmtewisselaar die is geïnstalleerd volgens systeem C kan een besparing op het energiegebruik voor douchewater opleveren tussen de 30 en 40%. Een warmtewisselaar die is geïnstalleerd conform systeem A levert een besparing op van 40 to 50%. Een combinatie van Recoh-multivert en een zonneboiler kan een besparing opleveren van meer dan 60% als het zonne-energiesysteem een deel van de overgebleven energie verwarmt. Dit is in verhouding wel duurder.



-Figuur 7- Warmtewisselaar vrouwendouches