



Hei-tech b.v.
Middenraai 49
7912 TH Nieuweroord

Tel. 0528-340978
Fax. 0528-341398
E-mail info@hei-tech.nl
Website: www.hei-tech.nl

Invloed van de afstand van de douche tot de douchepijp op de energiebesparing.

Nieuweroord, 2 juni 2008
ir. J. Heidemans

In het algemeen zal het niet mogelijk zijn de douchepijp direct onder de douche te plaatsen. Veelal wordt de douchepijp in de meterkast of onder de trap geplaatst. Er is dan een horizontale buis in de verdiepingsvloer nodig die wel een lengte van 4 à 5 meter kan hebben. De energiebesparing zal als gevolg van deze versleping afnemen. De vraag is met hoeveel.

In de algemeen geaccepteerde berekeningsmethode voor de EPC, NEN doc. Nr. 2005/21, die een aanvulling is op NEN5128, wordt niet rechtstreeks iets vermeld over de invloed van versleping. Ook in het voorstel vanuit de EPC commissie, voor een nieuwe berekeningsmethode wordt dit niet genoemd.

In het onderstaande wordt de vermindering van de besparing als gevolg van verslepen berekend. De buis van de douche naar de warmtewisselaar zal een plastic buis (PVC) zijn die aangebracht is in de verdiepingsvloer. Deze buis kan in het beton gestort zijn of gemonteerd in de holle ruimte tussen de vloer en het plafond.

Er zijn voornamelijk drie redenen waardoor de besparing afneemt bij versleping:

1. Het duurt enige tijd voordat het afvalwater de warmtewisselaar bereikt.
2. Warmteverlies door convectie, in geval de afvoerbuis in de holle ruimte tussen het plafond en de verdiepingsvloer is geplaatst.
3. Warmte die gaat zitten in het opwarmen van de PVC buis en ingeval van een betonnen vloer ook een deel van het beton.

In de verdere beschouwingen wordt uitgegaan van een PVC buis met een diameter van 50 mm, een wanddikte van 3,2 mm en een lengte van 5 meter. Verder wordt aangenomen dat de douchewatertemperatuur 40 °C is en dat het water 2 graden afkoelt tijdens het douchen.

De tijd die het duurt voordat het afvalwater de douchepijp heeft bereikt is ongeveer 6 seconden, afhankelijk van het leidingafschot. Als men 5 minuten doucht, zal de energiebesparing $6/(5*60)*100 = 1,7\%$ lager zijn.

Door convectie wordt er warmte afgestaan aan de lucht tussen het plafond en de (houten) vloer. De hoeveelheid warmteverlies wordt bepaald door de warmteweerstand van de PVC buis en de warmteweerstand van de overdracht van de warmte naar de lucht en de warmteweerstand van het water naar de buis. De warmteweerstand van de buis is $0,0032/0,2 = 0,016 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. De warmteoverdracht aan de lucht vindt plaats door vrije convectie en kan worden berekend met $Nu = (Gr \cdot Pr)^a$, waarna de warmteoverdracht coëfficiënt kan worden berekend. Uitgaande van de afmetingen van de buis en een temperatuurverschil tussen afvalwater en lucht van 18 graden C is de warmteoverdracht coëfficiënt $11 \text{ W/m}^2/\text{K}$. Dus de totale warmteweerstand wordt dan $0,016*1/11 = 0,107 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Het oppervlak van de hele buis omtrek: $0,78 \text{ m}^2$. Het vermogensverlies is dan $0,78/0,107*(38-20) = 131 \text{ Watt}$. Hierbij is dus aangenomen dat de warmteweerstand van het afvalwater naar de buis nul is. Dit zal zeker niet het geval zijn omdat het afval water als in een gootje door de buis stroomt. Het warmtewisselend oppervlak, hierop gebaseerd, is dan ongeveer $0,2 \text{ m}^2$. Het vermogensverlies is dan $0,2/0,107*(38-20) = 34 \text{ Watt}$. De gemiddelde waarde van 88 Watt zal de werkelijkheid het beste weergeven. Bij CW4 is het vermogen om 7,5 liter/min water van 15 °C op te warmen naar 40 °C 13 kW.

Het verlies is dan $88/13000*100\%$, is 0,7 %.

De 5 meter lange PVC buis weegt 3,3 kg. Als deze opgewarmd wordt van 20 naar 40 °C is daarvoor 66 kJ nodig. Dit moet vergeleken worden met 3900 kJ die nodig is voor het verwarmen van douchewater.

Hier gaat dus $66/3900 \cdot 100 = 1,7 \%$ verloren.

Tenslotte blijft over de situatie dat de PVC buis in de vloer is gestort. In dat geval wordt de PVC buis en een gedeelte van de vloer opgewarmd. Dit is een instationair warmteoverdracht probleem met een gecompliceerde berekening. Daarom wordt een vereenvoudigde beschouwing op dit warmteoverdrachtprobleem los gelaten. Er wordt uitgegaan van een warmteweerstand van de PVC buis en van het beton. De warmteweerstand van enkel de PVC buis is $0,016 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. De warmteweerstand van het beton wordt benaderd door de berekening van een ééndimensionale warmtestroom in een half-oneindig systeem met een constante wandtemperatuur. De warmteweerstand is dan $\sqrt{(3,14 \cdot a \cdot t) / \lambda}$, waarin a de temperatuurvereffeningscoëfficiënt is en λ de warmtegeleidingscoëfficiënt van beton. De warmteweerstand is klein als men begint met douchen, maar is groter als men na 5 minuten stopt met douchen. Hiermee kan worden berekend dat de weerstand gemiddeld over 5 minuten $0,009 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ is. Er is gerekend met een warmtegeleidingscoëfficiënt van beton van 1,9, een dichtheid van 2500 en een soortelijke warmte van 1 kJ/kg. De totale warmteweerstand komt dan op $0,025 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Hiermee wordt het vermogensverlies $0,78 / 0,025 \cdot (38-20) = 351 \text{ Watt}$. Omdat het water als in een gootje door de buis stroomt kan hier weer worden gerekend met een warmtewisselend oppervlak is dan ongeveer $0,2 \text{ m}^2$. Het vermogensverlies is dan $0,2 / 0,025 \cdot (38-20) = 144 \text{ Watt}$. De gemiddelde waarde van 248 Watt zal de werkelijkheid het beste weergeven. Bij CW4 is het vermogen om 7,5 liter/min water van 15 °C op te warmen naar 40 °C 13 kW.

Het verlies is dan $248/13000 \cdot 100 \%$ is 1,9 %.

Conclusie:

De conclusie is dat bij een afvoerbuis met een lengte van 5 meter in de holle ruimte tussen plafond en verdiepingsvloer het verlies aan besparing $1,7+0,7+1,7 = 4,1 \%$ is en bij een afvoerbuis gestort in beton $1,7+0,7+1,9 = 4,3 \%$. Aangenomen mag worden dat de nauwkeurigheid binnen 1 %punt ligt.

	lucht	PVC	beton
Dichtheid (kg/m^3)	1	1400	2500
soortelijke warmte (J/kg)	1000	1000	1000
Warmtegeleidingscoëfficiënt (W/m/K)	0,025	0,2	1,9

Verder is:

Nu is het getal van Nusselt

Pr is getal van Prandtl

Gr is getal van Grashof

Literatuur:

Inleiding tot de warmtetechniek, ir J.J. Feijen

VDI-Wärmeatlas