







Feitenboek

Energie-efficiënte HVAC systemen

Engineering
GREAT
Solutions

-  IMI PNEUMATEX
-  IMI TA
-  IMI HEIMEIER
-  IMI AERO-DYNAMIEK

HVAC-systemen kunnen aanzienlijke en concrete besparingen opleveren

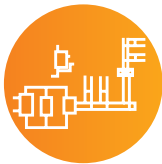
Door milieuzorg, wetgeving en stijgende energieprijzen is er een toenemende behoefte aan efficiency in gebouwen.

Er zijn verschillende manieren om de efficiency te verbeteren en aangezien HVAC-systemen tot 50% van het energieverbruik in een gebouw voor hun rekening nemen, moet hier in het bijzonder naar worden gekeken.



Gebouw eigenschappen

U kunt het energieverbruik van het systeem verlagen door bouwkundige aanpassingen zoals bv: nieuwe isolatie, dubbel glas, etc. Dat is zeer effectief, maar vereist ook grote investeringen, met een lange terugverdientijd. Daarnaast zal na oplevering het volledige HVAC-systeem opnieuw waterzijdig moeten worden ingeregeld.



HVAC-systeem

Het optimaliseren van de waterzijdige inregeling in het HVAC-systeem verlaagt het energieverbruik en verbetert de regeling en het comfort. Dit is de meest kosteneffectieve oplossing die direct en zichtbaar resultaat oplevert. Optimalisatie van de waterzijdige inregeling van een bestaand systeem kan het energieverbruik gemiddeld tot wel 30% verlagen.



Menselijk gedrag

U kunt de manier waarop mensen van het gebouw gebruik maken willen veranderen, maar dat is moeilijk en onvoorspelbaar. Als het systeem niet het vereiste comfort levert, zullen mensen “zelf aan de knoppen willen draaien”. Vaak veroorzaakt dit gedrag onnodig energieverbruik en klachten over het comfort. Als het systeem vanaf het begin goed is ingeregeld, heeft dit een positieve invloed op het comfort en de productiviteit van mensen tegen minimale energiekosten.

Optimalisatie van de waterzijdige inregeling heeft effect op drie kerngebieden



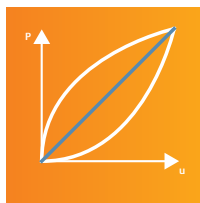
Ontwerpdebiet

Afgifte



Kleine verschillen in ruimtetemperatuur kunnen al een enorme impact op de energie-efficiency hebben. Indien de ruimtetemperatuur in een verwarmingssysteem 1°C te hoog is, kan dit een extra energieverbruik veroorzaken tussen 6 en 11%. Bij 1°C te laag in een koelsysteem kan een extra energieverbruik tussen 12 en 18% optreden. Met IMI Hydronic's expertise en oplossingen op het gebied van waterzijdige inregeling en complete productrange, wordt het in geen enkel gedeelte van het gebouw te warm of te koud.

Ruimtetemperatuur



Af te geven
vermogen

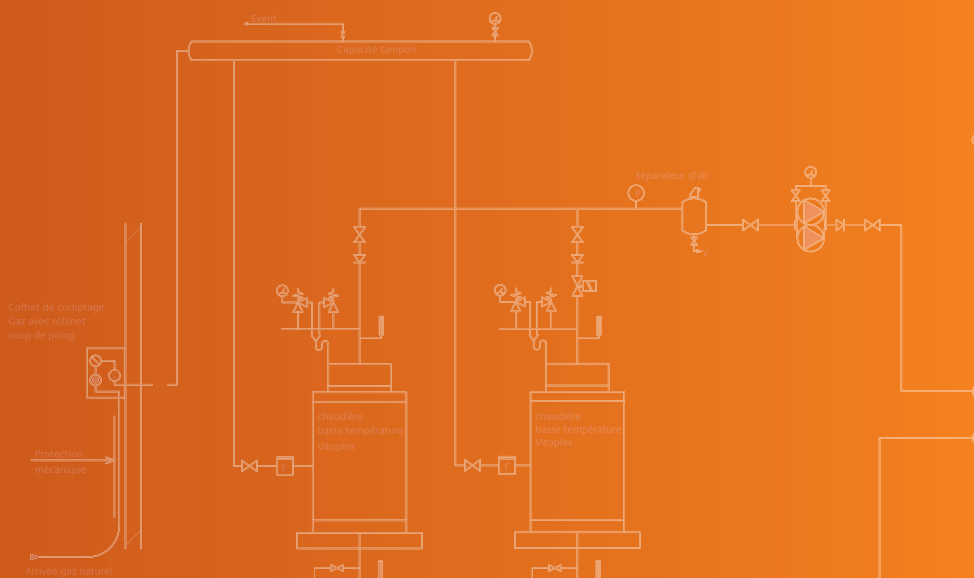
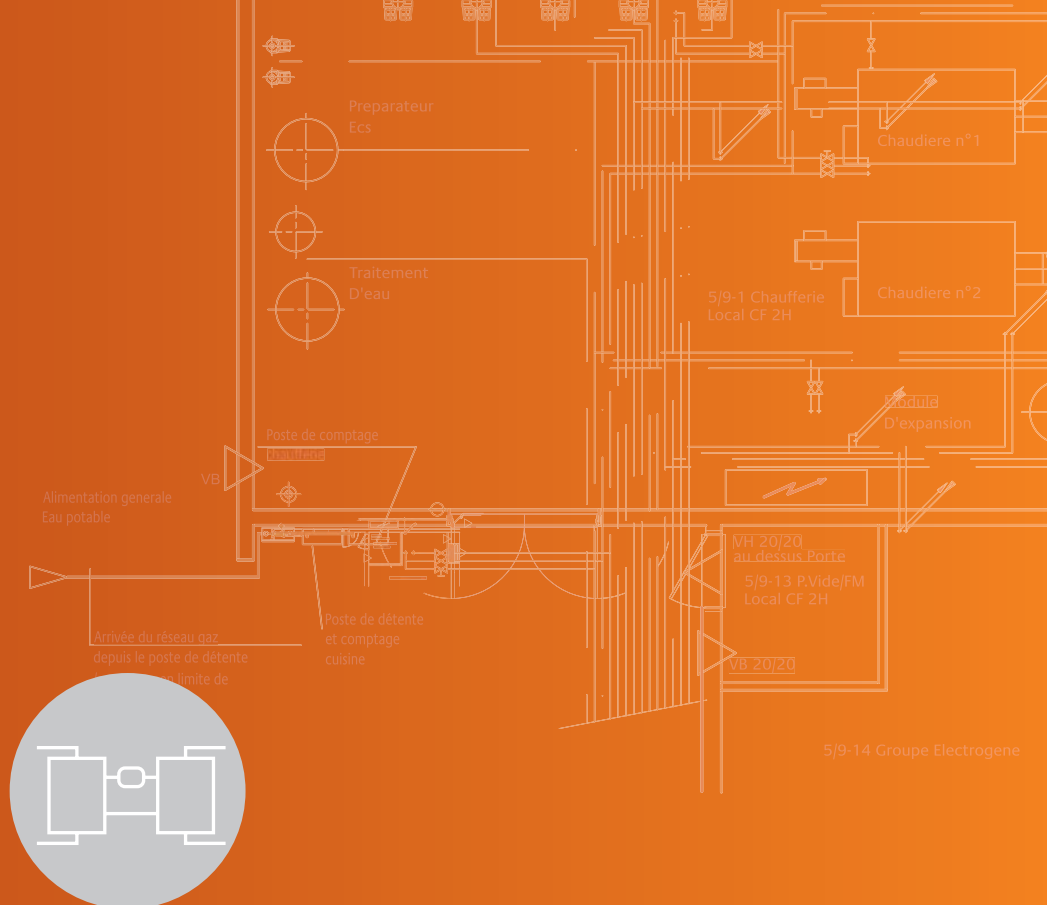
Het soort van regeling en manier van waterzijdig inregelen hebben direct invloed op het totale debiet en de opvoerhoogte van de pomp.

20 Feiten

bieden u talloze
mogelijkheden

De feiten in dit boek zijn van onschatbare waarde wanneer we spreken over de voordelen van waterzijdige HVAC-optimalisatie.

U kunt ze in vele verbanden toepassen, zoals bij het aantonen van besparingsmogelijkheden, milieuvoordelen bespreken en/of illustreren hoe snel waterzijdige inregeling zich terugverdient.





Feit

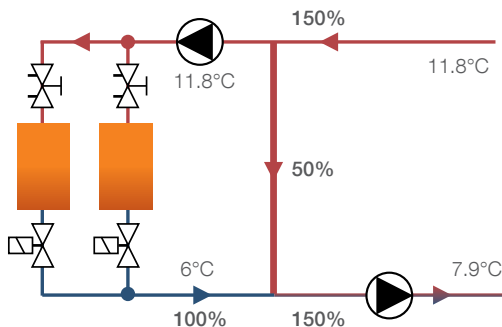
Nr. 1

Het verlagen van de koelwater
aanvoertemperatuur met **1°C**
leidt tot **4%** minder efficiency.

Indien de pomp aan de distributiezijde overgedimensioneerd is en het systeem niet waterzijdig in geregeld, dan is er in de distributiezijde een hoger debiet dan dat er aan de opwekkerszijde aangeboden wordt. Hierdoor krijgen we via de bypass bijmenging van retourwater en ontstaat een mengpunt tussen retour- en aanvoerwater.

Vanwege de incompatibiliteit van het debiet is de aanvoerwatertemperatuur (bij koeling) hoger dan bepaald in het ontwerp, waardoor de eindunits niet hun volledige vermogen kunnen leveren. Hierdoor zal het gewenste comfort bij de gebruikers niet gehaald worden.

Door het setpoint van de koelmachine te verlagen, kan de incompatibiliteit worden gecompenseerd, maar hierdoor wordt wel meer energie verbruikt. Vakliteratuur van koelmachinefabrikanten wijst op circa 4% extra energieverbruik, als de temperatuur van het koelwater in de aanvoer met één graad Celsius wordt verlaagd.



Referentie: Citate: Administrativa in Minas Gerais (1,5°C verhoging van het setpoint aanvoerwater na inregelen = 6% meer efficiency) BRAZILIË

Feit

Nr. 2

Een lagere retourtemperatuur kan de prestatiecoëfficiënt (COP) van koelmachines tot wel **15%** verlagen.

Een lagere retourtemperatuur dan bepaald is in het ontwerp, kan verschillende waterzijdige oorzaken hebben:

- Een niet-ingeregeld debiet via een bypass dat een mengpunt creëert tussen de koelwateraanvoer en het retourwater.
- Het gebruik van drieweg- in plaats

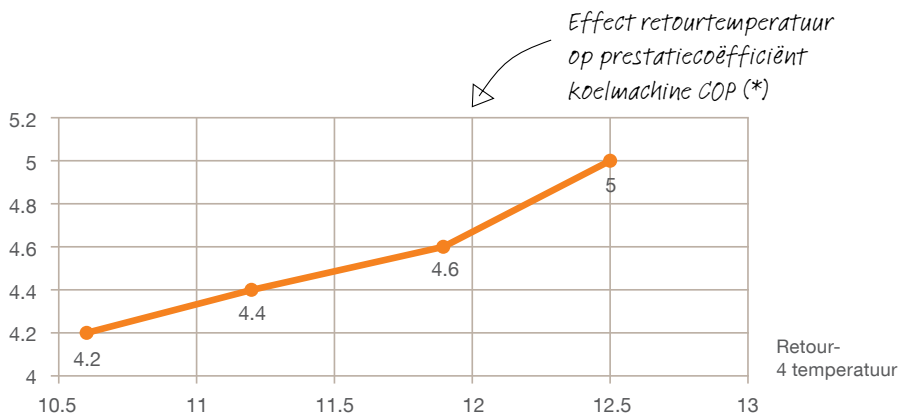
van tweeweg-regelafsluiters (Constant- vs. Variabel debietsysteem).

- Een niet-waterzijdig ingeregelde installatie, waarbij de meeste eindunits met overdebiët werken.
 - Te hoge opvoerhoogte bij de pomp ingesteld, bij verkeerde pompkarakteristieken.
-

Een lagere retourwatertemperatuur (bij koeling) zorgt voor een kleinere ΔT .

Temperatuurverschil: $\Delta T = T_a - T_r$

(T_a : Aanvoertemperatuur; T_r : Retourtemperatuur). Deze kleinere ΔT heeft een aanzienlijk effect op de prestatiecoëfficiënt (COP), namelijk tot wel 15%.



(*) simulatie door software koelmachinefabrikant

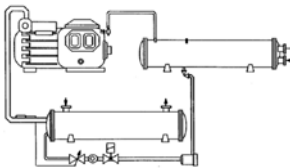
Feit

Nr. 3

Bij koelsystemen kan de ‘vervuilingsfactor’ (vuilafzetting) de efficiency van de koelmachine tot wel **5%** en de waterzijdige weerstand tot wel **10%** negatief beïnvloeden.

In warmtewisselaars fungeert vuilafzetting op de binnenwand van de leiding als isolatie, met gevolgen voor de warmteoverdracht en de waterzijdige weerstand. De toename van de waterzijdige weerstand is van invloed op het energieverbruik van de pomp.

De thermische impact van vervuiling wordt vaak uitgedrukt in een vervuilingsfactor, R_f , welke als volgt wordt weergegeven: $R_f = \delta / \lambda f$ waarbij δ de dikte van de wand en λf de warmtegeleidingscoëfficiënt weergeeft (*).



*Gesimuleerd met software
koelmachinefabrikant*

| | | | |
|---|--------|-------|-------|
| Vuilafzetting (mm) | 0 | 0,17 | 0,35 |
| COP | 2.84 | -2.5% | -5.3% |
| Verdamper Dp (bij gelijkblijvend koelvermogen) | 53 kPa | +3.1% | +8.7% |

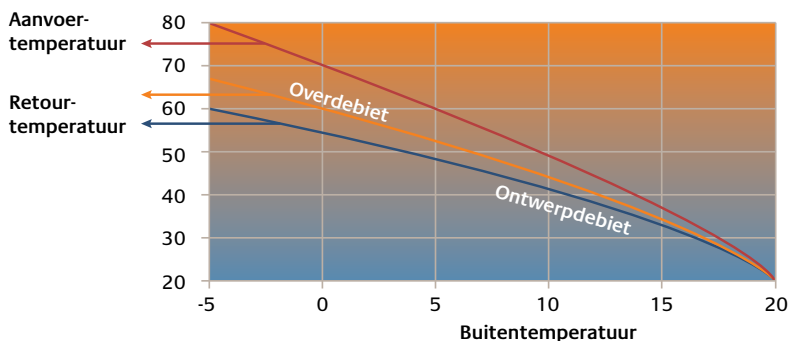
(*) Publicatie: online “Heatexchanger-fouling.com”

Referentie: Centraal koelsysteem voor appartementengebouw in Nanjing (China). Grote impact van vuilafzetting op koelvermogen (14% lager energieverbruik na het schoonmaken van de verdamper)

Feit

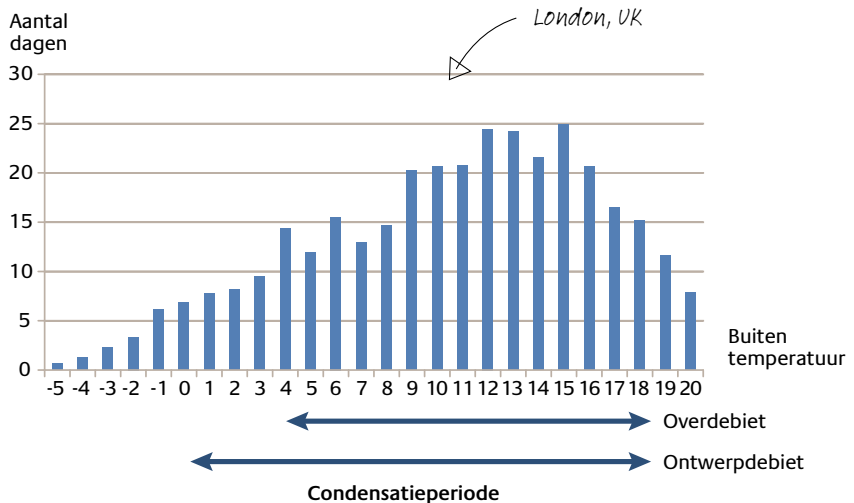
Nr. 4

Door overdebiet kan de condensatieperiode tot wel **20%** afnemen, met aanzienlijke gevolgen voor het rendement van de condenserende ketel (HR Ketel).



Om condenserende ketels zo efficiënt mogelijk te maken, moet de retourwatertemperatuur onder het dauwpunt van het verbrandingsgas blijven en ΔT dus hoog worden gehouden. Dit is alleen mogelijk indien het variabele debiet in de eindunits/batterijen stabiel en nauwkeurig (modulerend) worden geregeld en overdebiet als gevolg van niet-ingeregelde systemen wordt voorkomen.

In een systeem met overdebieten is de retourtemperatuur hoger dan benodigd. Het aantal dagen dat de ketel kan condenseren wordt dan tot wel 20% verlaagd. Uitgaande van een energie-besparing van 15% door de condensatietechnologie wordt het effect van overdebiet geschat op 3% van het energieverbruik van de ketel.



Referentie: Empalot France (12,3% door efficiency van de HR ketel en betere regeling ruimtetemperatuur)

Feit

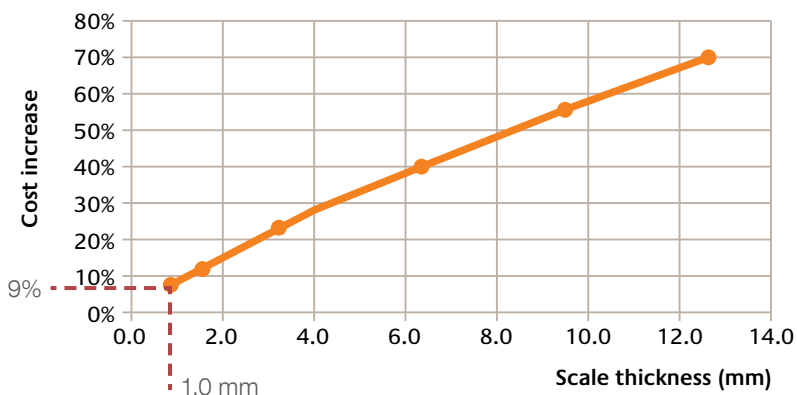
Nr. 5

1 mm kalkaanslag in de ketel kan leiden tot wel **9%** (*) extra energieverbruik.

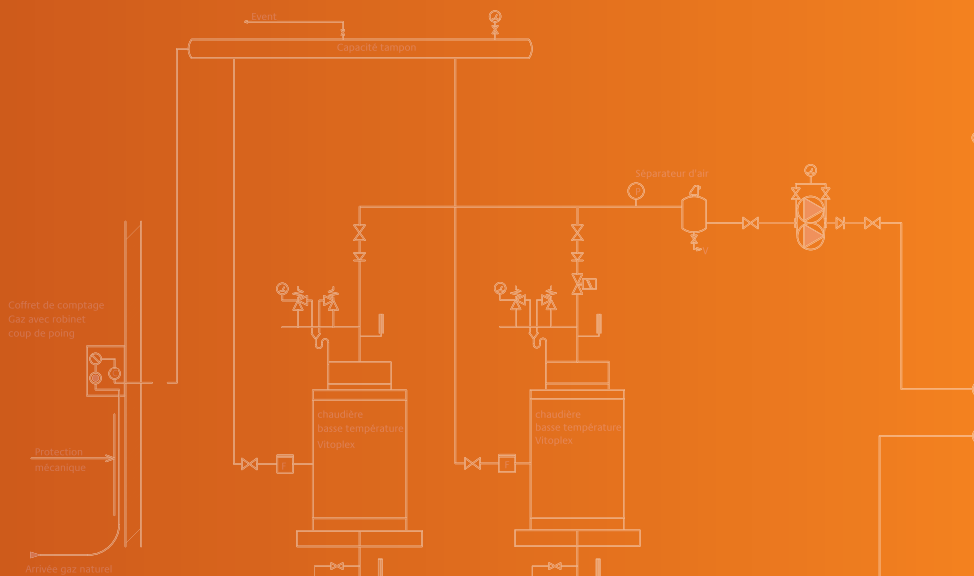
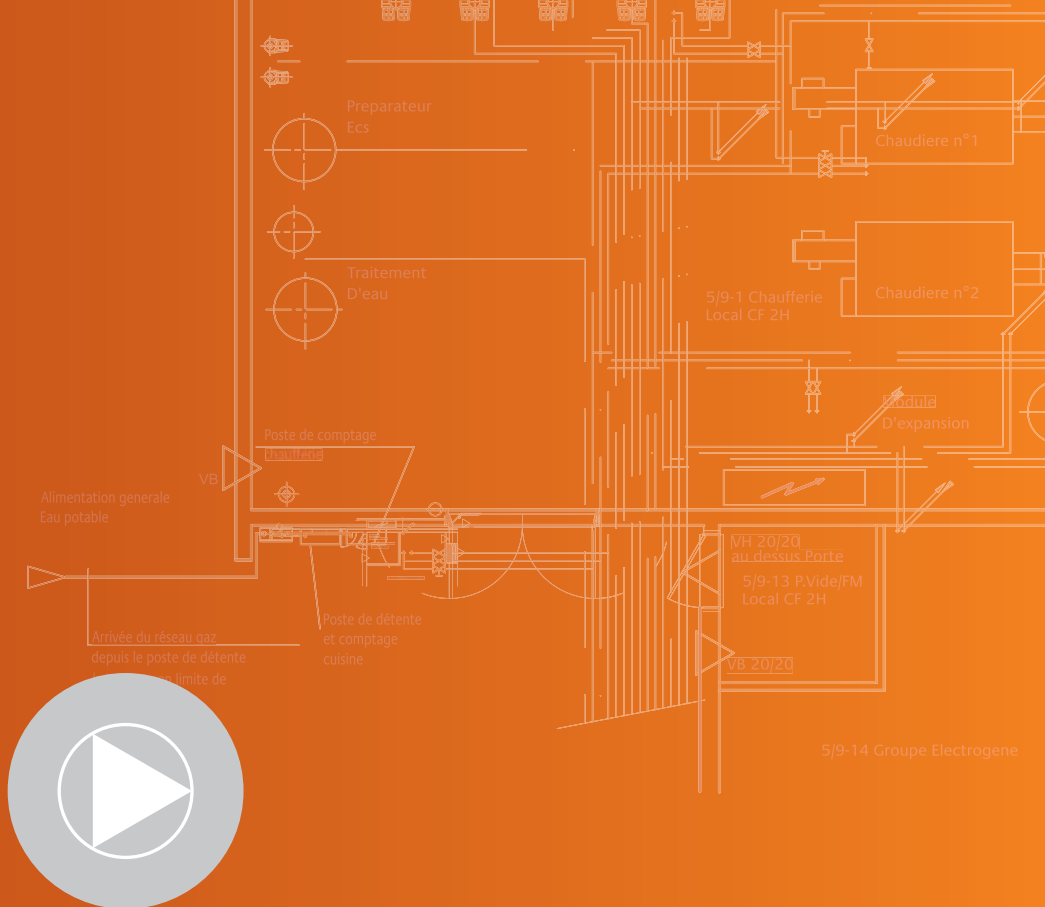
In een systeem met een slechte drukhuishouding (te klein gedimensioneerd, afblazende en lekkende veiligheidsventielen door overdruk, kwaliteitsproblemen, etc.) zal men regelmatig water bij moeten vullen als gevolg van lekkage en afblazende veiligheidsventielen.

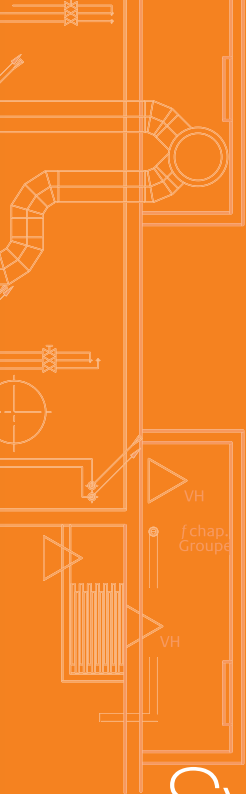
Vulwater bevat kalk dat vooral wordt afgezet op de warmste oppervlakken van de warmtewisselaar van het CV-systeem.

Kalk fungeert als isolatie en is van invloed op de warmteoverdracht en creëert een hogere waterzijdige weerstand. Dit heeft tot gevolg dat de ketel minder efficiënt werkt en meer energie verbruikt. De kalkaanslag kan plaatselijk thermische cavitatie veroorzaken, wat aanzienlijke schade toebrengt aan de ketel. Behalve kalkaanslag, veroorzaakt water dat zuurstof bevat, ook corrosie en dus vuilafzetting in de vorm van magnetiet in het gehele verwarmingssysteem.



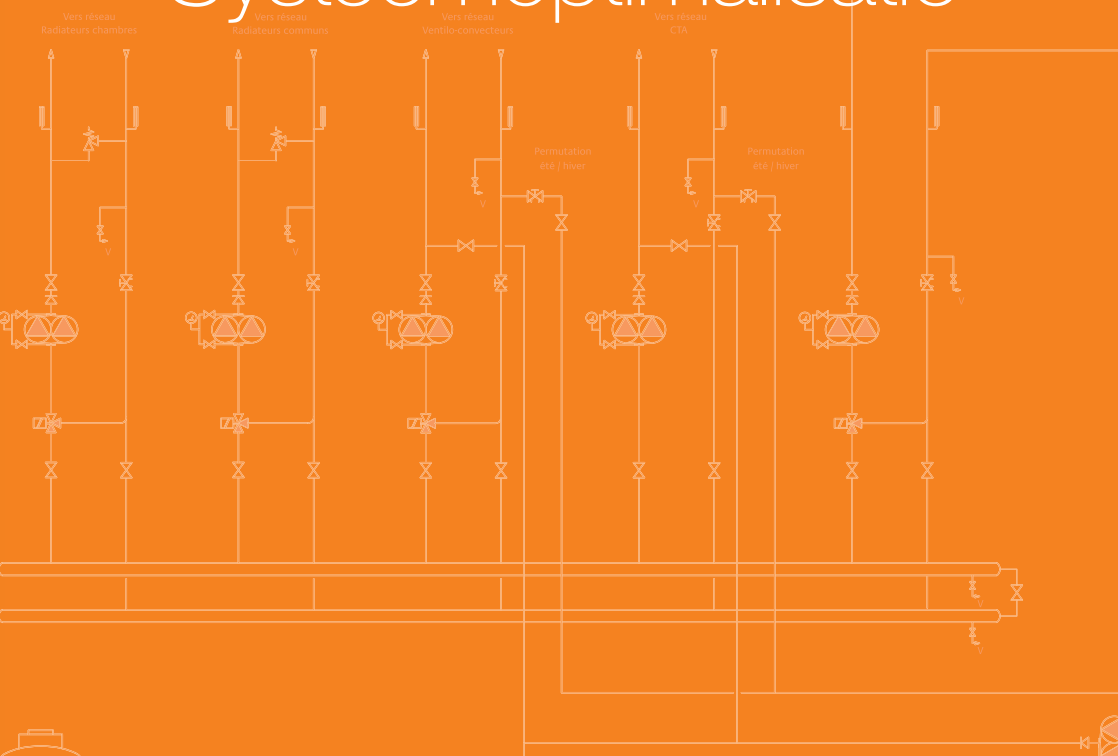
(*) Resultaten van tests door de Universiteit van Illinois en het Amerikaanse Bureau of Standard.





Distributie

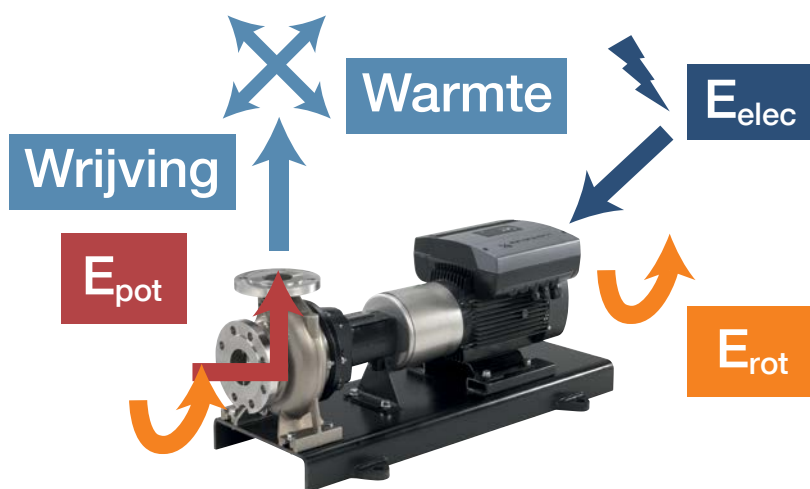
Systeemoptimalisatie



Feit

Nr. 6

Bij koelsystemen (constant debiet), bedraagt het elektrische energieverbruik ongeveer **7%** tot **17%** van het totale energieverbruik van het koelsysteem.



Het energieverbruik van de pomp staat direct in verhouding tot het waterdebiet, de opvoerhoogte en het rendement van de pomp. Bij koeling verwarmt de pomp het water! Deze opwarming van het koelwater moet extra geleverd worden door de koelmachine. Daarom wordt bij koeling het energieverbruik van de pomp dubbel betaald: voor de pomp en voor de extra koeling.

$$\text{Pompkosten} \approx C_0 + \frac{\text{Opvoerhoogte} \times \text{Debiet}}{\text{Rendement pomp}}$$

Een schatting van de elektrische energie die de pomp verbruikt tijdens een seizoen bij een installatie volgens het constant volume principe, wordt in onderstaande formule weergegeven:

$$C_{pr} = \frac{H}{\Delta T_c} \times \frac{0,235}{S_c \times \eta_p \times \eta_m} \times (\text{COP} + \eta_m) \approx 3,34 \times \frac{H}{\Delta T_c}$$

With

C_{pr} : Pompkosten in procenten van het energieverbruik door het koelsysteem

H : Opvoerhoogte (mWG)

η_p : Efficiency pump

η_m : Efficiency motor

S_c : Verhouding tussen het gemiddelde verwarmingsvermogen per seizoen en het maximaal benodigde vermogen

ΔT_c : Nominaal verschil watertemperatuur

Voorbeeld::

Bij $H = 250 \text{ kPa}$ (25 mWG) en $\Delta T_c = 5,5^\circ\text{C}$ vertegenwoordigen de pompkosten 15,2 % van het totale energieverbruik van het koelsysteem ($S_c=0,4$; $\eta_p=0,75$; $\eta_m=0,92$; prestatiecoëfficiënt per seizoen $\text{COP}=3$)

Opmerking: In heating, recent research demonstrates that pump consumption represents 1.5% of the energy consumption in buildings such as offices, schools, hospitals in Sweden. "Efficiency of building related pump and fan operation," PhD thesis by Caroline Markusson, Chalmers University of Technology, May 2009.

Feit

Nr. 7

De kosten van elektrisch energieverbruik van pompen in een ingeregeld systeem liggen tot wel **40%** lager dan in een niet ingeregeld systeem.

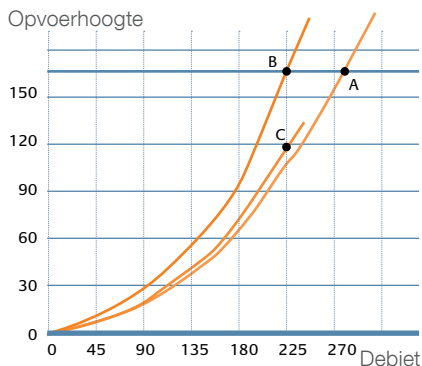
De pompkosten staan in relatie tot de opvoerhoogte van de pomp en het gevraagde debiet. Systemen die niet waterzijdig zijn ingeregeld krijgen doorgaans een te hoog totaaldebiet vanwege plaatselijke onderdebieten. Systemen met 50% overdebiet t.o.v. het ontwerp, zijn zeker geen uitzondering !! (*)

Goede inregeling biedt de mogelijkheid om het setpoint van de toerengeregelde pomp te optimaliseren. (besparingen op opvoerhoogtes verschillen per project, daarnaast selecteren ontwerpers de pompen uit zekerheidsoverwegingen gemiddeld 10% groter)

Uitgaande van een installatie met 30% overdebiet en een opvoerhoogte welke 10% te hoog is, kan bij een juiste inregeling van het systeem al een besparing opleveren van 40% op het energieverbruik van de pomp.

Voorbeeld:

- A. Niet-ingeregeld systeem:
Energieverbruik pomp 12,8 kW (100%)
- B. Ingeregeld systeem:
Energieverbruik pomp 10,2 kW (80%)
- C. Ingeregeld systeem i.c.m.
toerengeregelde pomp:
Energieverbruik pomp 7,31 kW (57%)



Referenties: Hammarplast Consumer fabriek (61%) ZWEDEN, Citate Administrativa in Minas Gerais (21%) BRAZILIË, Pfizer (31%) Frankrijk.

(*) Bron: Onderzoek door Costic (Frans onderzoeks- en trainingscentrum in HVAC), gepubliceerd in CFP Journal april-mei 2002.

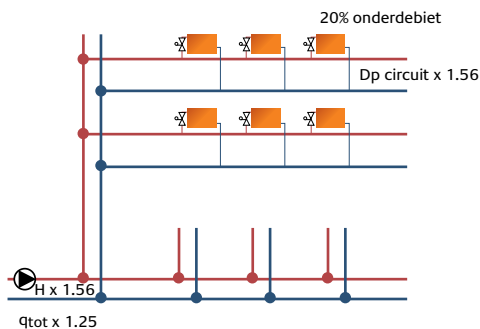
Feit

Nr. 8

Verhoging van de opvoerhoogte van de pomp ter compensatie van een onderdebiet van **20%** naar meerdere eindunits, verhoogt het elektrische energieverbruik van de pomp met **95%**.

Het is zeer gebruikelijk dat de opvoerhoogte van de pomp wordt verhoogd ter compensatie van het onderdebiet in bepaalde delen van het systeem. Om een onderdebiet van 20% in sommige eindunits te compenseren, moet het totaaldebiet met 25% worden verhoogd ($0,8 \times 1,25 = 1$). Aangezien de waterzijdige weerstand van het systeem toeneemt met het kwadraat van het debiet, moet de opvoerhoogte met 56% ($1,25 \times 1,25$) worden verhoogd om het extra benodigde debiet te realiseren.

Meestal wordt een dergelijke verhoging van de opvoerhoogte verkregen door verandering van de pomp instelling of vervanging door een krachtigere pomp. Ervan uitgaande dat de efficiency van de pomp en motor hetzelfde blijven, zullen de energiekosten voor de pomp in verhouding stijgen met de opvoerhoogte van de pomp en het debiet. Deze situatie leidt tot een extra energieverbruik van $1,25 \times 1,56 = 1,95$, dus 95% hoger dan het normale energieverbruik.



Opmerking: In plaats van het vervangen van de pomp of aanpassen van de instellingen laten sommigen de backup-pomp tegelijkertijd met de normale pomp draaien. Ook dit veroorzaakt extra energieverliezen door de pomp(en).

Feit

Nr. 9

Een goed ingeregeld
verwarmings- of koelsysteem
kan tot wel **35%** energie
besparen.



Indien er niet ingeregeld wordt zal een eindunit (fancoil-unit, radiator, LBK) welke dicht bij de pomp ligt een overdebiet krijgen en daarmee onderdebiet veroorzaken op de verder weg geplaatste eindunits.

Bij verwarmingssystemen komt het regelmatig voor dat ruimtes die dicht bij de ketel liggen, en daarmee dus dicht bij de pomp, overdebiet hebben, met als gevolg een te hoge temperatuur, terwijl in ruimtes die verder liggen de temperatuur met moeite wordt bereikt. Verschillen in de ruimtetemperatuur kunnen gemakkelijk oplopen met 2°C tot 4°C. Dit leidt tot een hoger totaaldebiet dan nodig is en als gevolg daarvan een hoger energieverbruik door de pomp en een slecht rendement van de opwekkers.

Meestal worden hierdoor meer opwekkers (ketels, koelmachines) ingezet dan noodzakelijk is, met gevolgen voor de rendementen van de HR-ketels of het COP van de koelmachines.

*Deze verschillende factoren
kunnen samen een extra
energieverbruik van 10% tot 35%
veroorzaken!*

Voorbeeldberekening bij CV

Gemiddelde afwijking ruimtetemperatuur: 2°C

Extra energievraag pomp: 40% (Feit N°7)

Lager rendement HR-ketel

Energy impact : 12% tot 22% (Feit Nr 12)

Energy impact : 0.2% tot 0.6%

Energy impact : 1% tot 3% (Feit Nr 4)

Totaal : 13.1% to 24.8%

Voorbeeld berekening bij koeling

Gemiddelde afwijking ruimtetemperatuur: 1°C

Extra energievraag pomp: 40% (Feit N°7)

Gemiddelde COP koelmachine (prestatiecoëfficiënt):

Energy impact : 12% tot 18% (Feit Nr 13)

Energy impact : 2.8% tot 6.8% (Feit Nr 6)

Energy impact : 5% tot 15% (Feit Nr 1)

Totaal : 18.7% to 35.0%

Referenties: Tianjin Saixiang Hotel (31%) CHINA, Sundsvall (15%) ZWEDEN, Empalot (12,3%) FRANKRIJK, Kantoorgebouw Nederlandse regering (10%)

Feit

Nr. 10

Verhoging van de water-temperatuur met 1°C leidt tot **3%** meer warmteverlies in het leidingwerk.

Bij een waterzijdig probleem of in het geval van een te lage of te hoge ruimtetemperatuur wordt vaak de aanvoerwater temperatuur verhoogd (bij verwarming) of verlaagd (bij koeling).

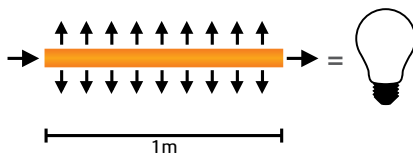
Gevolg: andere ruimtes in het gebouw worden te warm of te koud.

Ook worden de energieverliezen in de transport- en aansluitleidingen groter. Dit gaat ten koste van het totale rendement van het HVAC systeem.

Uitgaande van een gemiddelde watertemperatuur van 50°C en een omgevingstemperatuur van 20°C, neemt het warmteverlies met 3% toe voor elke graad dat de temperatuur hoger wordt ingesteld, dan het ontwerp.

Om een ruimtetemperatuur van 1°C te laag te compenseren, moet de watertemperatuur met ca. 4°C worden verhoogd (afhankelijk van het ontwerp), wat inhoudt dat het warmteverlies in de leiding met **12%** toeneemt!

$$P_m = \frac{\Delta T}{40} \times \left(3 + 5 \times \frac{de}{3,5 + 0,0036 \times \frac{l}{\lambda}} \right)$$



*Vereenvoudigde formule
voor het berekenen van
leidingwarmteverlies*

P_m : Leidingwarmteverlies per meter (W/m)

ΔT : Temperatuurverschil tussen water- en omgevingstemperatuur

de : Buitendiameter leiding (mm)

l : Isolatiedikte (mm)

λ : Isolatieconductiviteit (W/m.K)

Feit

Nr. 11

Door corrosie en vuilafzetting in het leidingwerk stijgen de kosten van het elektrische energieverbruik van de pompen in verwarmings- of koel-systemen gedurende de eerste gebruiksjaren tot wel **35%** (*).

Drukverlies in een leiding, ook wel leidingweerstand genoemd, is afhankelijk van:

- de inwendige diameter van de leiding
- de wandruwheid van de leiding
- de warmteoverdracht en viscositeit van het medium
- het debiet

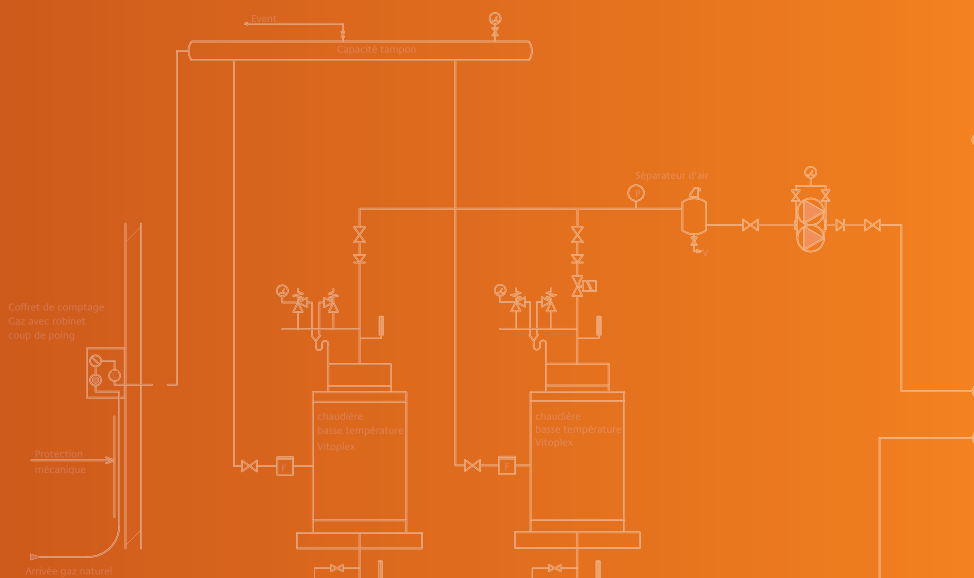
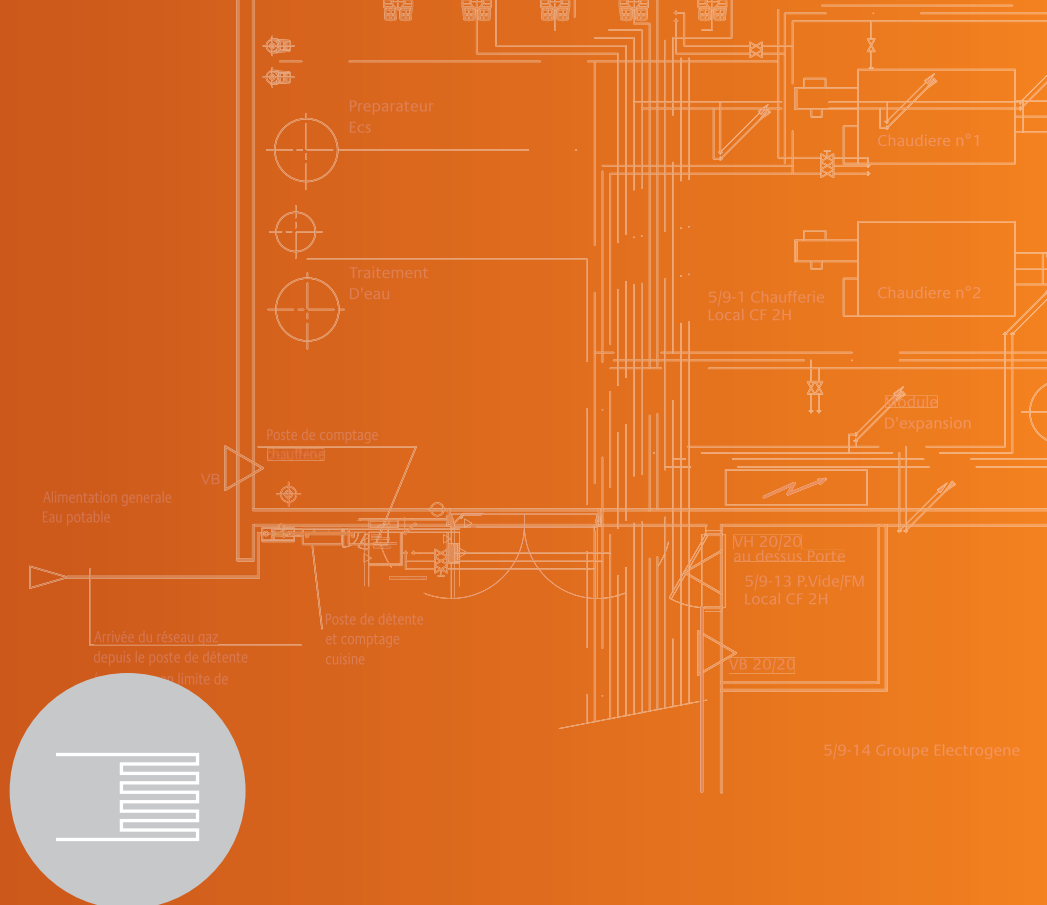
De aanwezigheid van zuurstof ten gevolge van slecht drukbehoud veroorzaakt corrosie. Vuilafzetting door slechte waterkwaliteit en een te lage watersnelheid in sommige delen van de installatie beïnvloeden de interne wandruwheid van de leiding voortdurend. In de eerste gebruiksjaren van +15% tot 70% en na twintig tot vijftig jaar van +150% tot 24000% (**).

Om deze toename in drukverlies te compenseren, moet de opvoerhoogte van de pomp in dezelfde mate worden verhoogd. Het gevolg is een verhoogd energieverbruik van de pomp.



Bijvoorbeeld: (*) Uitgaande dat het drukverlies in de leiding 50% van het totale drukverlies in het systeem bedraagt. Indien het drukverlies in de leiding met 70% toeneemt, zal het energieverbruik van de pomp met 35% toenemen om het ontwerp debiet te behouden.

↖ *Inwendige DN 100 stalen leiding*





Feit

Nr. 12

Bij een verwarmingssysteem bedragen de kosten van 1°C hogere ingestelde ruimte-temperatuur **6%** tot **11%** van het jaarlijkse energieverbruik van de installatie.

Bij verwarmen is het extra energieverbruik direct gekoppeld aan het temperatuurverschil tussen de ruimtetemperatuur en de buitentemperatuur.

Dit extra energieverbruik kan met onderstaande formule berekend worden:

$$S\% = \frac{100}{S_c \times (t_{ic} - t_{ec} - ai)}$$

S%: Extra energieverbruik uitgedrukt in procenten bij een stijging van de ruimtetemperatuur met 1°C

S_c: Verhouding tussen het gemiddelde seizoen vermogen bij verwarming en het maximaal benodigde verwarming vermogen.

t_{ic}: Ruimtetemperatuur ontwerp

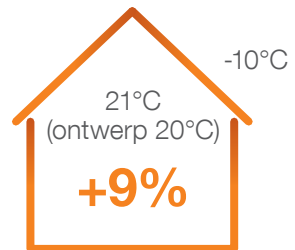
t_{ec}: Buitentemperatuur ontwerp

ai: Warmtewinst binnen, uitgedrukt in graden, die van invloed is op de ruimtetemperatuur

Voorbeeld:

Voor t_{ic} = +20°C, t_{ec} = -10°C, ai = 2°C and S_c = 0.4

Het extra energieverbruik S = 9%



Een stabiele en nauwkeurige ruimtetemperatuur regeling biedt comfort aan mensen en is een van de meest effectieve manieren om het energieverbruik in een gebouw te verlagen.

Feit

Nr. 13

Bij koelsystemen bedragen de kosten van 1°C lager ingestelde ruimtetemperatuur **12%** tot **18%** van het jaarlijkse energieverbruik van de installatie.

Koelsystemen; indien de ruimtetemperatuur bijvoorbeeld 23°C i.p.v. 24°C (1°C te laag) is ontstaat er een energieverbruik dat direct kan worden gekoppeld aan de belasting in het gebouw (intern en extern).

Dit extra energieverbruik kan volgens onderstaande formule worden berekend:

$$S\% = \frac{100}{S_c \times (t_{ec} - t_{ic} + ai)}$$

S%: Extra energieverbruik uitgedrukt in procenten bij een daling van de ruimtetemperatuur met 1°C

S_c: Verhouding tussen het gemiddelde seizoen vermogen bij koeling en het maximaal benodigde verwarming vermogen

t_{ic}: Ruimtetemperatuur ontwerp

t_{ec}: Buitentemperatuur ontwerp

ai: Warmtewinst binnen uitgedrukt in graden die van invloed is op de ruimtetemperatuur

Voorbeeld:

Bij t_{ic} = +23°C, t_{ec} = 35°C, ai = 4°C and S_c = 0.4

Extra energieverbruik S = 16%

Een stabiele en nauwkeurige ruimtetemperatuur regeling biedt comfort aan mensen en is een van de meest effectieve manieren om het energieverbruik in een gebouw te verlagen.

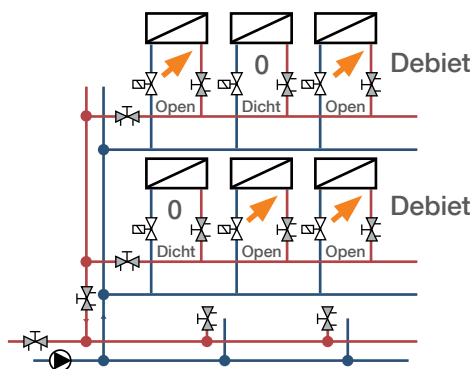
Feit

Nr. 14

Interactieve aan/uit-regelsystemen leiden tot wel **7%** extra energieverbruik.

In variabel debiet systemen met 2-weg aan/uit regelafsluiters neemt de leidingweerstand af wanneer een aantal van de 2-wegregelafsluiters sluiten. Hierdoor ontstaat een hogere beschikbare druk voor de nog openstaande circuits. Dit veroorzaakt een overdebiet, wat leidt tot verandering van het energieverbruik van de pomp en de retourtemperatuur naar de koelmachines en condenseerde ketels. Bij een deellast situatie van 50% kan een aan/uit regeling een overdebiet veroorzaken tot wel 50% (*) hoger dan het benodigde debiet. Hierdoor verbruikt de pomp tijdens het koelseizoen tot wel 3% (*) extra van het totale koel energieverbruik.

Ook de retourtemperatuur wordt beïnvloed met 1,5°C tot 2°C bij een deellast van 50%, wat leidt tot wel 4% lagere COP (feit nr. 2). Deze twee aspecten samen zorgen voor een tot wel 7% hoger energieverbruik bij een aan/uit regelsysteem. Daarbij komt ook nog het extra energieverbruik als gevolg van ruimtetemperatuur schommelingen.



(*) Mathematische simulatie (Hydronic College, Jean Christophe Carette)

Referentie: Renovatie universiteitsgebouw (Hongkong, China), prestatiecoëfficiënt met 21% verbeterd.

Feit

Nr. 15

Een combinatie van centrale nachtverlaging en lokale afwezigheidsmelding maakt een energiebesparing tot wel **20%** mogelijk.

Er kan energie worden bespaard door afname (van warmte) of toename (van koude) van de ruimtetemperatuur bij afwezigheid overdag en 's nachts. Hoe langer de verlagingstijd, hoe hoger de energiebesparing. De energiebesparing door een verlaging kan volgens de onderstaande formule worden berekend:

$$E_{\text{besparing}} \% = 100 - \frac{t_{\text{verlaging}} \times (100 - (T_{\text{instel.}} - T_{\text{verlaging}}) \times E_{\text{besparing}} (1^\circ\text{C})) + t_{\text{instel.}} \times 100}{24}$$

$t_{\text{verlaging}}$ (uren): Duur verlagingstemperatuur

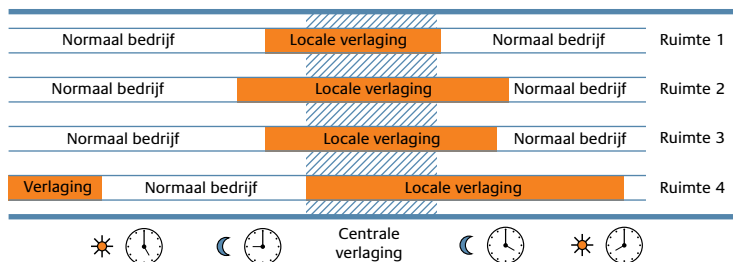
$t_{\text{ingesteld}}$ (uren): Duur gewenste temperatuur

$T_{\text{verlaging}}$ (°C): Verlagingstemperatuur

$T_{\text{ingesteld}}$ (°C): Gewenste ruimtetemperatuur

$E_{\text{besparing}} (1^\circ\text{C})$ (%): Energiebesparing bij temperatuurverlaging van 1°C

Uitgaande van een ruimtetemperatuur van 20°C van 8.00 tot 18.00 uur (10 uren) en een verlagingstemperatuur die 3°C lager ligt (17°C) gedurende de rest van de dag (14 uren). Ervan uitgaande dat elke graad een besparing oplevert van 10% (feit nr. 14) is een energiebesparing tot wel **17,5% (*)** mogelijk.



(*) Opmerking: Dit percentage houdt geen rekening met de invloed op de efficiency van de opwekker (ketel, warmtepomp, etc.)

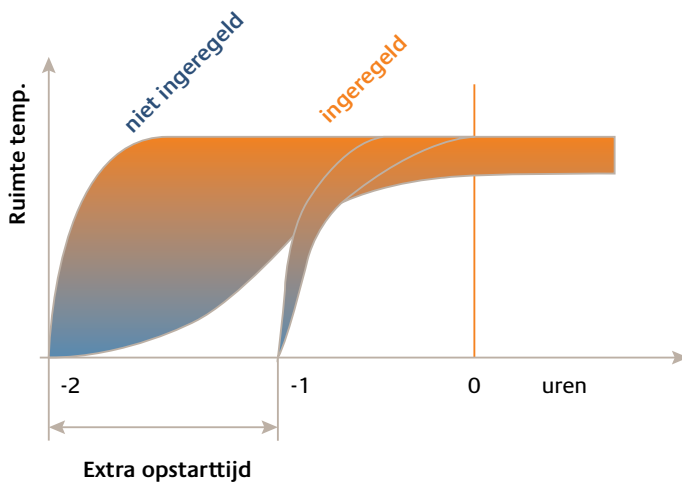
Publicatie: "De mogelijkheden voor energiebesparing met E-Pro" (Heimeier), onderzoek uitgevoerd door prof. dr. Mathias Fraaß, WOF- Planungsgemeinschaft Berlin, 2006

Feit

Nr. 16

Elk uur dat een verwarmings-systeem eerder wordt opgestart dan noodzakelijk kost **1,25%** meer t.o.v. het totale energieverbruik.

Een niet-ingeregeld systeem maakt het opstarten lastig omdat sommige ruimtes aanzienlijk langer nodig hebben om de gewenste temperatuur te bereiken vanuit de nachtverlaging. Dit dwingt de gebruiker om het systeem eerder op te starten dan noodzakelijk, waardoor meer energie wordt verbruikt. Indien de opstart vanwege een waterzijdige verstoring een uur eerder moet plaatsvinden dan normaal, wordt **1,25% (*)** meer energie verbruikt.



In sommige gebouwen is het niet eenvoudig om na de nachtverlaging de comforttemperatuur te bereiken. Men besluit de optimalisering uit te schakelen. Hierdoor gaat tot wel **20%** aan energie verloren!

(*) Op basis van formule bij feit nr. 15

Feit

Nr. 17

In vergelijking met handbediende radiatorafsluiters kunnen thermostatische radiatorafsluiters tot wel **28%** energiebesparing opleveren.



Rekeninghoudend met het thermische gedrag van een woning, buitencondities in de winter, het type ketel en het menselijk gedrag heeft de Universiteit van Dresden onderzoek gedaan naar de invloed van het gebruik van thermostatische radiatorafsluiters in vergelijking met handbediende uitvoeringen.

Uitgangspunten:

- een verwarming systeemontwerp van 90°C/70°C,
- een gebouw geïsoleerd volgens Duitse norm 1982,
- een condenserende (HR) ketel

De energiebesparing wordt op 28% geschat wanneer thermostatische afsluiters worden vergeleken met handbediende uitvoeringen die volledig geopend zijn.

Bij een systeemontwerp van 70°C/55°C levert dit een besparing op van 19%.

| Energie besparing systeem | Ketel | | | | Isolatie conform Duitse norm |
|---------------------------|---------------------|-------------|------------------|-------------|------------------------------|
| | Lage temperatuur | Condensatie | Lage temperatuur | Condensatie | |
| % | 8,08 | 9,54 | 13,08 | 15,53 | 1977 |
| | 15,98 | 19,01 | 21,26 | 28,38 | 1982 |
| | 70°C / 55°C | | 90°C / 70°C | | |
| | Temperatuur traject | | | | |

Op basis van software simulatie.

Feit

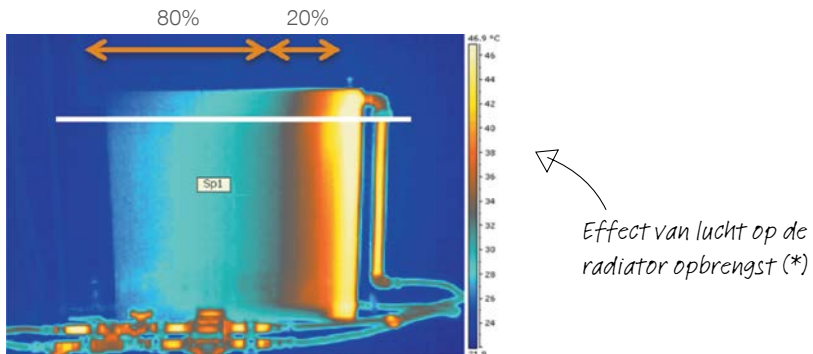
Nr. 18

Luchtophoping in radiatoren
kan het afgegeven vermogen
tot wel **80%** reduceren.

De aanwezigheid van lucht in het water moet worden beperkt. Niet alleen om corrosie en het risico op cavitatie en geluid te verminderen, maar ook omdat het de warmteafgifte van de radiator reduceert.

De thermische afbeelding hieronder laat zien dat luchtophoping de watercirculatie in de radiator hindert en het af te geven vermogen aanzienlijk beperkt.

Als reactie op de verminderde afgifte, verhoogt men de aanvoerwatertemperatuur van de ketel en de opvoerhoogte van de pomp. Dit heeft veel impact op het energieverbruik van het verwarmingssysteem (feit nr. 4, 8 en 12).



(*) Thermische afbeelding van de onderzoeksgroep 'Energie & Duurzame Ontwikkeling'
Karel de Grote-Hogeschool, Departement Industriële Wetenschappen, Antwerpen, België

Feit

Nr. 19

Vervanging van oude thermostatische regelelementen (1988 of eerder) door nieuwe, levert tot wel **7%** extra energiebesparing op.

De Universiteit van Dresden (Duitsland) heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van energiebesparing door het vervangen van thermostatische radiatorafsluiters van vóór 1988 door 'nieuwe' thermostatische radiatorafsluiters. Uit dit onderzoek blijkt dat het mogelijk is om ruimtetemperaturen te verlagen door de bestaande thermostatische radiatorafsluiters te vervangen door nieuwe (veel minder fluctuatie in de gewenste ruimtetemperaturen). Deze verbeterde regeling van de ruimtetemperatuur levert een energiebesparing op, die afhankelijk is van de ontwerp condities; zie onderstaande tabel.

| Ontwerp temperatuur | Energie besparing |
|---------------------|-------------------|
| 90°C/70°C/20°C | 7% |
| 70°C/55°C/20°C | 5% |

(*) TUD, Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung (onderzoek Universiteit van Dresden)

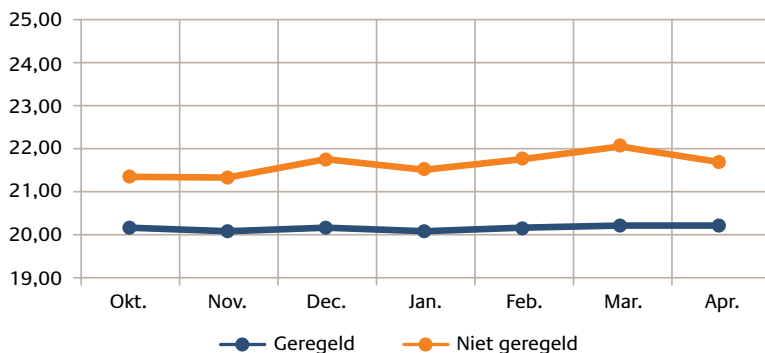
Feit

Nr. 20

Het toepassen van individuele ruimtethermostaten bij vloerverwarmingsystemen kan tot wel **20%** energiebesparing opleveren.

Bij toepassing van individuele ruimtetemperatuurregelaars, ligt de ruimte temperatuur zeer dicht bij de het gewenste setpoint van 20°C . (zie blauwe lijn)
De waarden voor gevallen waarin het systeem niet is voorzien van een individuele ruimtetemperatuurregelaars laten een ruimtetemperatuur zien die ca. 1,5 - 2 K hoger is. (zie rode lijn)

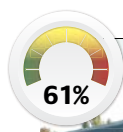
Deze afwijking in ruimtetemperatuur beïnvloedt het energieverbruik tot wel 20% (Feit nr. 12)!



Onderzoek: Energy and Costs Savings by Re-Fitting Individual Room Temperature Control Systems for Floor Heating by Joachim Plate (Managing Director of the Association for surface heating and surface cooling in Germany).

In vrijwel elk HVAC-systeem kan energie worden bespaard.

IMI Hydronic Engineering gebruikt haar expertise om het energieverbruik in distributiesystemen wereldwijd te verlagen.

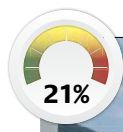


61%



Hammarplast Consumer AB, Zweden
Industrieel koelsysteem
Energiebesparing 61%

Door het inregelen van het koelwatersysteem heeft IMI Hydronic het energieverbruik van de pompen met ruim 60% verlaagd.

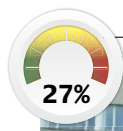


21%



Cidade Administrativa, Brazilië
Kantoorgebouw met koeling
Energiebesparing 21%

Dankzij de expertise van IMI Hydronic op het gebied van systeeminstelling en het behalen van efficiëntiedoelstellingen kon de Braziliaanse overheid het energieverbruik van de pompen met maar liefst 21% verlagen.

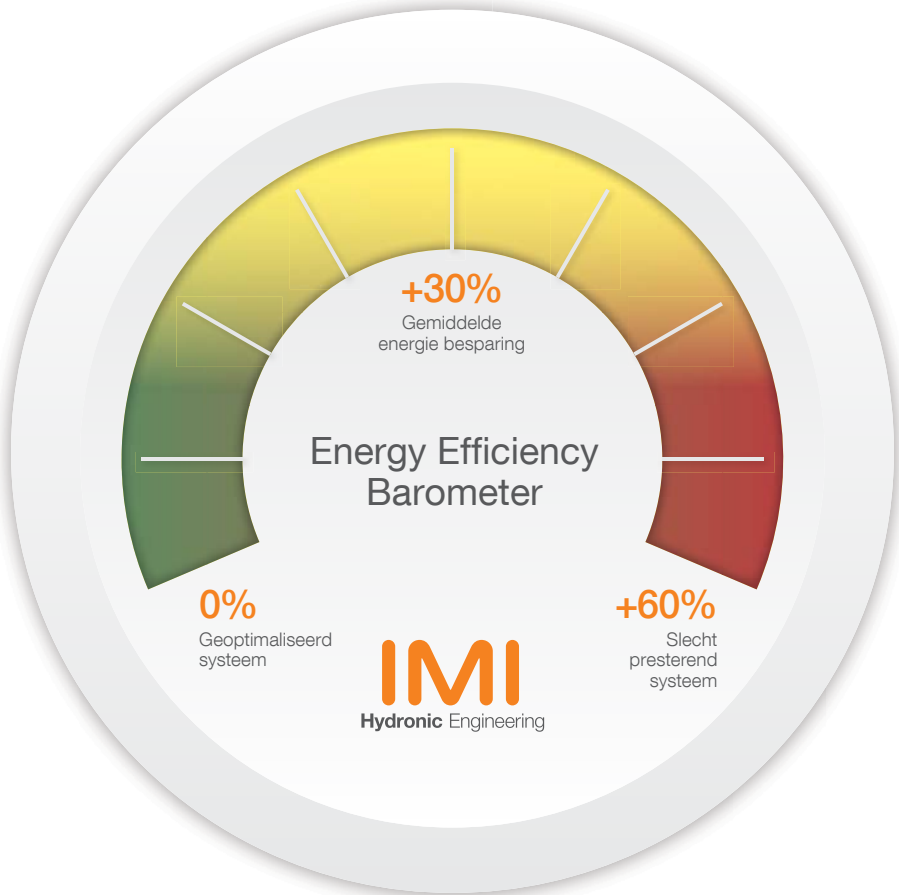


27%



MOL Hongaars olie- en gasbedrijf, Hongarije
Kantoorgebouw HVAC-installatie
Energiebesparing 27%

IMI Hydronic heeft in nauwe samenwerking met de HVAC-engineer technisch advies en ondersteuning geboden vanaf de ontwerpfase tot de daadwerkelijke inregeling. Dit leidde tot een geoptimaliseerd systeem en een energiebesparing van 27%.



Kijk voor meer voorbeelden op
www.imi-hydronic.com

 **IMI PNEUMATEX**

 **IMI TA**

 **IMI HEIMEIER**

 **IMI AERO-DYNAMIEK**

IMI Hydronic Engineering BV

Postbus 188
2400 AD Alphen aan den Rijn
Tel: 0172- 49 20 41
info.nl@imi-hydronic.com
www.imi-hydronic.com

IMI Aero-Dynamiek bv

Havenstraat 9
Postbus 173
3860 AD Nijkerk
Tel: 033 245 90 64
welkom@aero-dynamiek.nl
www.aero-dynamiek.nl