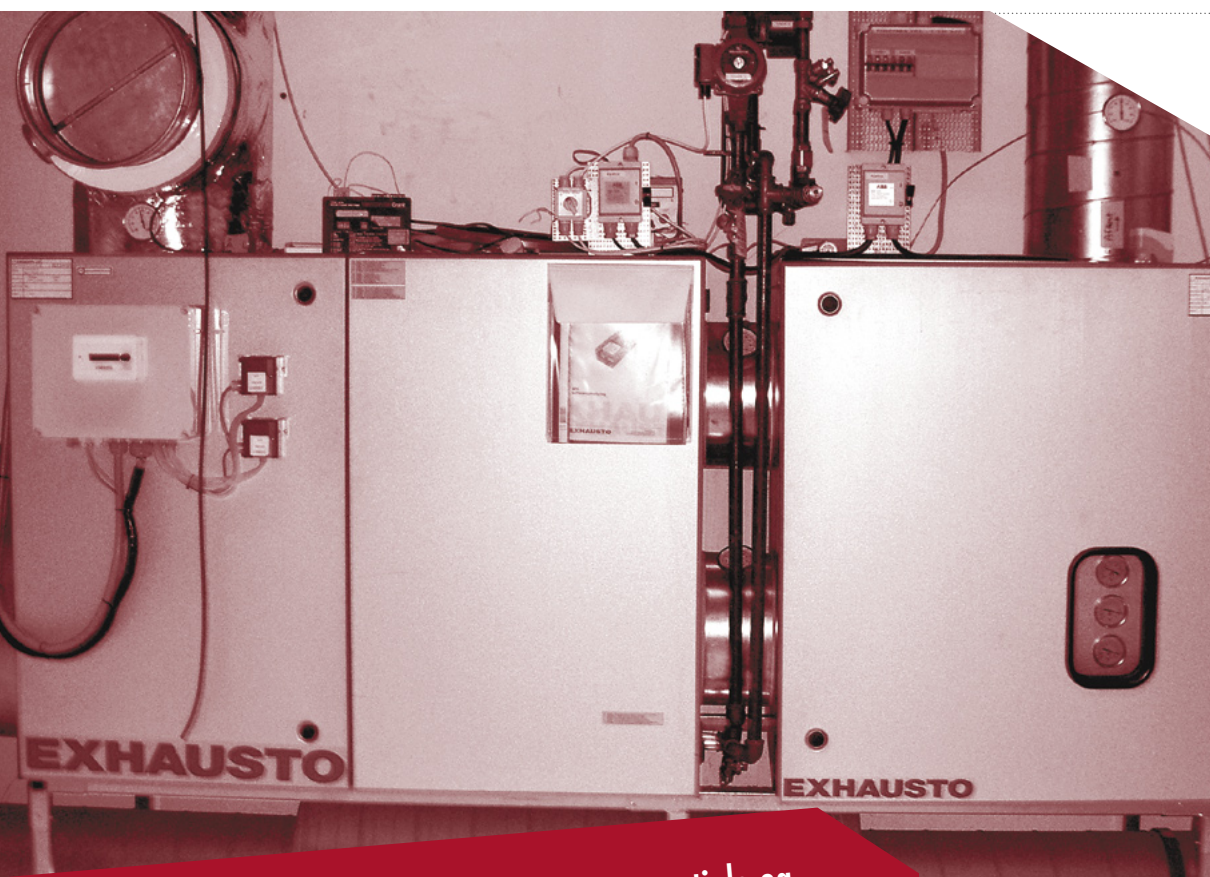


PSO 2003 - FORSKNING & UDVIKLING I EFFEKTIV ENERGIANVENDELSE

# Energirigtige pumpekoblinger i HVAC-systemer



Forprojekt for opgørelse af elbesparelspotentiale og  
identifikation af tekniske løsninger til energieffektive  
HVAC-aggregater



danskenergi | net

ELFORSK

## RESUMÉ:

Gennem målinger på en forsøgsopstilling for en flowreguleret pumpekreds er det under forskellige "stressede" driftsforhold dokumenteret, at HVAC-anlæg kan forsynes med en mere energieffektiv flowregulering uden risiko for driftsproblemer. Tværtimod viser målingerne, at den nye pumperegulering ikke alene betyder et billigere og mere energieffektivt HVAC-aggregat, men også et anlæg med driftstekniske fordele.

Det anslås, at der er et samlet besparelspotentiale for det nye HVAC-aggregat på 120-150 GWh/år. For at realisere dette potentiale skal der udvikles en ny type mini-pumpe (med effekt under 100 W), der kan reguleres kontinuert. Denne udvikling er startet i et PSO-2005 projekt.

## HVAC-AGGREGATER TIL KLIMAA NLÆG KAN TEKNISK OMLÆGGES TIL FLOWREGULERING

## MÅLSÆTNING:

Det har været formålet med forprojektet at undersøge de driftstekniske konsekvenser ved at ændre HVAC-systemer fra temperaturregulering med konstant flow til varmeblader til en flowregulering med konstant vandtemperatur, hvor flowmængden reguleres af en pumpe.

Under forprojektet skulle projektgruppen også vurdere de praktiske muligheder for at forenkle opbygningen af HVAC-aggregatet og vurdere besparelspotentialet ved at overgå til den anden reguleringsform. Resultaterne af forprojektet ville være afgørende for, om der skulle forskes i udformning af et mere energieffektivt HVAC-aggregat.

## PROCESSEN:

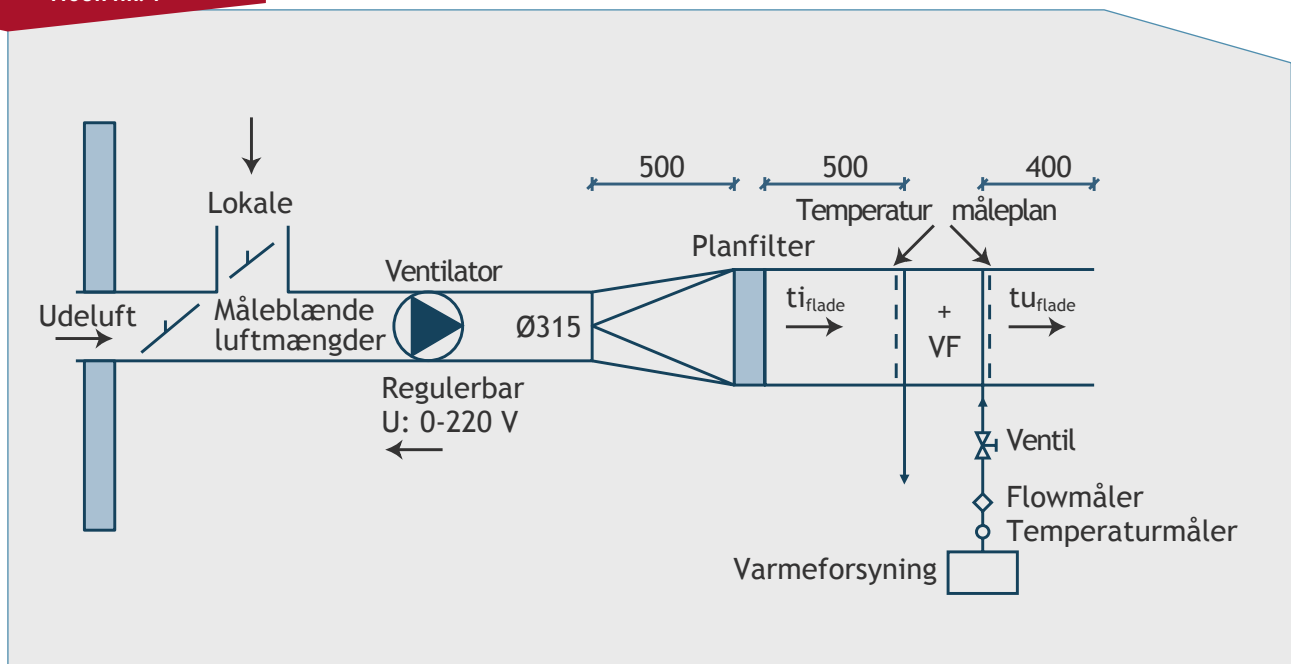
Projektet er gennemført af en projektgruppe med Teknologisk Institut Industri og Energi som projektleder og med specialviden inden for klimateknologi og praktisk anvendelse af teknologier. Aalborg Universitet har bidraget med sin viden om reguleringsprincipper, mens Exhausto har leveret HVAC-aggregat og knowhow inden for klimasystemer. Grundfos har bidraget med forsøgs-pumper og pumpe-knowhow. Endelig har diplomingeniør Peter Svendsens eksamensopgave bidraget til forprojektets resultater.

HVAC (Heat Ventilation Air Condition)-anlæg er forsynet med varmeveksling, der sikrer, at der indblæses med ønsket temperatur. Der findes både varme- og køleflader i HVAC-systemer, de første er mest udbredte i Dan-

mark. Disse flader forsynes med vand fra en blandesløjfe, der består af en nettilsluttet pumpe i sekundær kreds, motorventil i primær kreds, kontraventil og en strengreguleringsventil i både primær og sekundær kreds.

I en forsøgsopstilling med fritstående varmeblade hos Teknologisk Institut er der foretaget målinger under både statiske og dynamiske belastninger, ligesom der er udført termografering. Forsøgsopstillingen er herefter ændret, så den traditionelle blandesløjfe er blevet forsynet med en regulerbar pumpe, mens den ene strengreguleringsventil, motorventilen og kontraventilen er sparet. Der er målt på en overdimensioneret varmekreds, estimeret på en korrekt dimensioneret varmekreds og efter ændring af opstillingen målt på den flowregulerede kreds.

FIGUR NR. 1



Oversigt over forsøgsopstilling.

## RESULTATER:

For at kunne opgøre elbesparelsen ved den flowregulerede varmekreds er der udført detaljerede målinger i forsøgsopstillingen med den traditionelle varmekreds. Der er målt ved et vandflow, der er varieret fra 50 til 1100 liter i timen på forskellige værdier for tre øvrige driftsparametre:

- Luftmængde gennem fladen (25 %, 50 %, 75 % og 100 % af 1800 m<sup>3</sup> i timen)
- Vandets tilgangstemperatur (45° C, 55° C og 65° C)
- Luftens tilgangstemperatur (0° C, 6° C og 12° C)

Herudover er det gennem termografering sandsynliggjort, at der under normalt forekommende driftsforhold ikke vil være fare for frostskafer, når overgang til flowregulering reducerer vandgennemstrømningen i systemets rørføringer.

For at kunne opgøre den potentielle elbesparelse ved at overgå fra en traditionelt opbygget varmekreds til flowregulering er elforbruget opgjort i en sammenligning ved et vandflow på 600 liter i timen, dvs. et driftspunkt

for varmebladen der svarer til opvarmning af en volumenstrøm på 1800 m<sup>3</sup> i timen fra +12° C til 25° C ved fremløbstemperatur på 70° C og returtemperatur på 40° C.

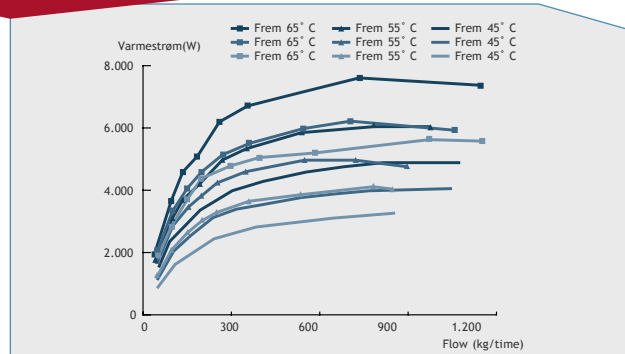
I beregningerne af elbesparelserne ved den flowregulerede varmekreds er der taget udgangspunkt i et driftsår, der består af 1300 timer med hhv. 25 %, 50 % og 75 % varmebelastning samt 400 timer med 100 %.

Den traditionelle varmekreds er målt til et årligt elforbrug på 426,4 kWh i en opstilling, der bevidst er gjort overdimensioneret, som det er tilfældet for hovedparten af de eksisterende varmekredse. En korrekt dimensioneret varmekreds vil i et tilsvarende driftspunkt have et beregnet årlig elforbrug på 256 kWh.

Den flowregulerede varmekreds har i det samme driftspunkt et målt elforbrug på 140,7 kWh om året, svarende til en elbesparelse på 67 % i forhold til normal driftspraksis og på 45 % i forhold til den optimalt dimensionerede varmekreds.

**FLOWREGULERING VIL GIVE 45-65 % EL-BESPARELSE OG BILLIGERE HVAC-AGGREGATER**

FIGUR NR. 2



Fladens afgivne varmestrom ved varierende flow, fremløbs- og indblæsningstemperaturer.

## KONKLUSION:

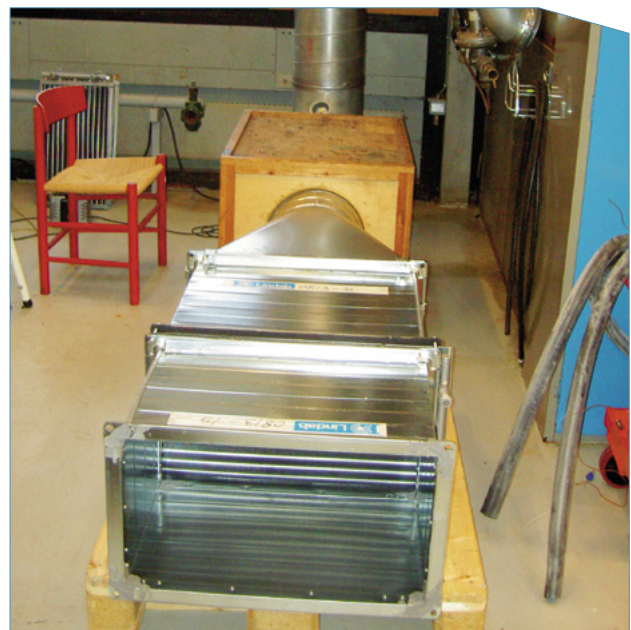
De detaljerede målinger ved mange forskellige driftsværdier har vist, at der kan opnås store elbesparelser – i størrelsesordenen 45 % - 65 % – ved at ændre den traditionelle temperaturregulering til flowregulering i HVAC-systemers varmekredse.

De store elbesparelser ved overgang til flowregulering hænger sammen med, at der ikke er brug for pumpearbejde i den primære forsyningskreds, og at der ikke skal bruges el til drift af motorventilen.

Herudover vidner målingerne om, at der formentlig også kan opnås andre driftsmæssige fordele gennem den mere dynamiske reguleringsteknik, fx at der hurtigere kan skaffes varme til klimaanlæggets brugere ved opstart af anlægget.

Ved at spare en række komponenter som shunt-, motor- og strengreguleringsventiler vil den flowregulerede blandekreds sandsynligvis kunne anskaffes til en lavere pris end den traditionelle.

Det forudsætter dog, at de helt små pumper med en effekt på mindre end 100 W kan forsynes med frekvensomformer. Ellers vil det ikke være muligt at opfylde bygningsreglementets krav til reguleringsevne.



Forsøgsopstillingen er bevidst gjort overdimensioneret for at opnå repræsentative måleresultater.

# ANBEFALINGER FOR VIDERE ANVENDELSE AF FORSKNINGSRISULTATERNE

## PRAKTISK ANVENDELSE:

Forprojektets resultater udnyttes i et F&U-projekt under PSO-2005 programmet. I dette hovedprojekt vil en række uafklarede problemstillinger ved at integrere flowregulering i eksisterende varmeanlæg blive undersøgt. Herudover vil Grundfos udvikle en prototype for en frekvensreguleret pumpe med lav installeret effekt.

For at opnå den størst mulige gevinst og bedst mulige driftssikkerhed vil der i hovedprojektet blive udviklet en komplet simuleringsmodel som platform for reguleringen. Hermed vil der både kunne tages bedre hensyn til forstyrrelser som skift i udetemperatur, skift i luftmængde, hyppige

skift i ønsket indblæsningstemperatur samt skift i udsugningstemperatur og det deraf følgende potentiale for varmegenvinding. Der skal også udvikles en metode til frostsikring direkte via pumpe-reguleringen.

For at udnytte projektets ressourcer så effektivt som muligt vil HVAC-forsøgsanlægget på Teknologisk Institut blive integreret med et nyetableret kølelaboratorium ved Aalborg Universitet via Internet-baseret kommunikation. Exhausto medvirker også i hovedprojektet med opbygning af en prototype på et HVAC-aggregat baseret på den flowregulerede pumpe.

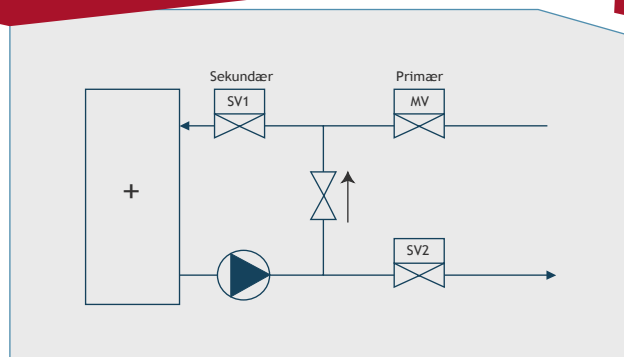
## EFFEKT:

Forprojektet vidner om, at flowregulering kan spare 45 % - 65 % af forbruget i eksisterende varmekredse i HVAC-anlæg. Hvis det lykkes at implementere et nyudviklet HVAC-aggregat i disse anlæg, vil det på landsplan føre til en elbesparelse til drift af blandekredsen på 130 GWh om året alene til varmekredserne. I HVAC-anlæg, der også er forsynet med køleflader, er der et yderligere besparelsespotentiale, selv om køledelen normalt kun er i drift under 1000 timer årligt i Danmark.

Herudover vil de forbedrede reguleringsmuligheder i den flowregulerede blandekreds formentlig også føre til en supplerende besparelse på varmeforbruget. I anlæg med varmegenvinding kan dette potentiale anslås til ca. 25 %.

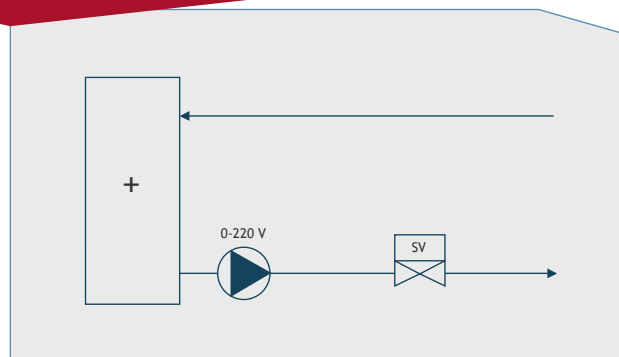
Teknologisk Institut vurderer, at den samlede anskaffelses- og installationspris for den nye energioptimerede blandesøjfe vil være noget lavere end de traditionelle. Ganske vist skal der regnes med en dyrere flowregulerende pumpe. Til gengæld spares køb af shunt-, motor- og den ene strengreguleringsventil, hvortil kommer et mindre behov for indregulering af blandesøjfens ventiler. Den flowregulerede blandesøjfe vurderes derfor hurtigt at kunne trænge ind på markedet, støttet af en målrettet markedsføring.

FIGUR NR. 3



Traditionel blandesøjfe med to strengreguleringsventiler, motorventil og kontraventil samt nettisluttede pumpe.

FIGUR NR. 4



Ny blandesøjfe med færre ventiler. Til gengæld er den forsynet med regulerbar pumpe.

[WWW.ELFORSK.DK](http://WWW.ELFORSK.DK)

### PROJEKTLEDER:

Hans Andersen  
Teknologisk Institut Industri og Energi  
Gregersensvej  
2630 Taastrup

E-mail: [hans.Andersen@teknologisk.dk](mailto:hans.Andersen@teknologisk.dk)  
Telefon: 72 20 25 31  
Mobil: 22 70 54 68  
Web: [www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)

### PROJEKT:

Titel: Energirigtige pumpekoblinger i HVAC-systemer  
Nr.: 335-021  
PSO-program 2003  
Budget: 768.600 kr., heraf 561.600 kr. i tilskud fra ELFOR  
Tidsplan: 01.03.2003 - 30.06.2004

### PROGRAMKOORDINATOR:

Forskningskoordinator Jørn Borup Jensen  
Dansk Energi Net  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frederiksberg C

E-mail: [jbj@danskenergi.dk](mailto:jbj@danskenergi.dk)  
Telefon: 35 300 934  
[www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)