

Lavere returvandstemperatur som følge af flowbaseret pumpestyring

Forskningsprojekt afslører potentiale for at spare på el-forbruget og opnå lavere returløbstemperatur med flowbaseret pumpestyring.



F&U-PROJEKT

Af Karl Erik Widell, NU Energy A/S & Hans Møller Andersen, Centec ApS

Et netop afsluttet projekt støttet af Dansk Fjernvarme og med deltagelse af tre medlemsværker har vist, at man i et typisk dansk fjernvarmesystem ved indførelse af flowbaseret pumpestyring ikke alene vil opnå en besparelse i elforbruget til pumpedriften, men også vil se en reduktion i returvandstemperaturen.

Der er gennem de seneste få år installeret flowbaseret pumpestyring på et antal danske fjernvarmecentraler, og i denne forbindelse har man kunnet konstatere en sænkning af returvandstemperaturen på nogle få grader. I mange situationer vil en sådan generel sænkning af returtemperaturen kunne have en ikke uvæsentlig energimæssig og økonomisk betydning.

Temperatursænkningen blev først iagttaget hos Ærø Fjernvarme og siden på andre værker. Der var derfor en klar interesse i at få belyst dette forhold nærmere, og Dansk Fjernvarme var parat til at støtte dette arbejde finansielt. Tre værker – Fredericia, Stenstrup og Ærøskøbing – har stillet driftsdata for i alt fem centraler til rådighed for nærmere analyse. Projektet er i øvrigt forestået af virksomhederne NU Energy A/S og Centec ApS

Projektet har omfattet dels en teoretisk del og dels en empirisk del. Den sidste del er blevet mere omfattende rent arbejdsmæssigt end først antaget, idet det har været forbundet med

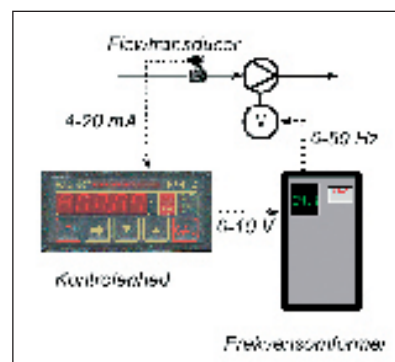
en del vanskeligheder at gøre historiske driftsdata fra værkernes back-up filer klar til nærmere analyse. Det er dog lykkedes at tilvejebringe data, der kunne danne grundlag for opstilling af en statistisk model, der kunne beskrive driftsforholdene og desuden opstille sammenlignelige data, der kunne vise effekten af flowbaseret pumpestyring. Dette arbejde er udføreligt beskrevet i en særskilt artikel.

Den flowbaserede styring er baseret på, at pumpens hastighed justeres i overensstemmelse med det faktiske flow gennem systemet, der igen er bestemt af ventilernes stilling hos forbrugerne.

En flowsensor registrerer løbende flow'et gennem det pågældende system og overfører data til en reguleringsenhed. Fra denne reguleringsenhed går et bearbejdet signal til en frekvensomformer, som bestemmer pumpens hastighed.

Opbygningen fremgår af nedenstående figur.

Reguleringen omfatter, som det fremgår af figuren, en flowsensor, en



Principskitse, flowbaseret pumpestyring

speciel reguleringsenhed og en frekvensomformer.

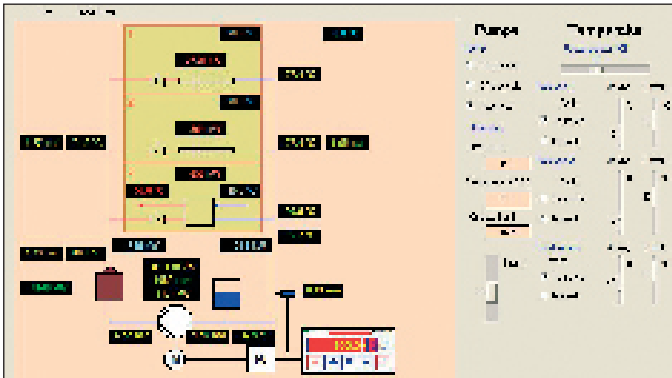
Der er for de fem anlæg gennemført analyser baseret på driftsdata for længere perioder før og efter ibrugtagning af flowbaseret styring og på data fra kortvarige eksperimentelle ændringer i enkelte driftsparametre. De viser samstemmende en reduktion af returtemperaturen hovedsagelig på 1-2 °C.

I den teoretiske del af projektet er der taget udgangspunkt i en model, der omfatter en varmecentral og en netdel, der omfatter tre forskellige forbrugere. Formålet med denne model har ikke været at modellere et specifikt anlæg, men at vise nogle af de grundlæggende forhold, som er bestemmende for samspillet mellem net og varmecentral.

Varmecentralen består i modellen af en varmekilde (kedel eller varmeveksler) og en cirkulationspumpe, der kan køres med tre forskellige styringsstrategier – 1) flowbaseret styring, hvor omdrejningstallet er bundet til det aktuelle flow, 2) trykdifferensstyring, og 3) konstant omdrejningstal, dvs ureguleret. Netsiden udgøres af tre typiske forbrugergrupper samt transmissionsledning med tryk- og varmetab.

Figuren på næste side viser en model af hele systemet.

Man kan nu i denne 'systemmodel' variere ventilstyringen (termostat eller manuel), pumpestyringen (flow, tryk eller ureguleret) samt temperatur



Model for alternativ pumpestyring

I venstre del af figuren vises hele systemet skematisk med varmekilde, cirkulationspumpe, forbrugere mv.

I højre del vises forskellige mulige indstillinger som udetemperatur, ønsket rumtemperatur, ventilåbninger, etc. og der er knapper til valg af styringstrategi.

To forbrugergrupper repræsenterer opvarmningsbehov af forskellig størrelse, som kan være ureguleret eller termostatreguleret på basis af indetemperaturen.

Den tredje forbrugergruppe repræsenterer opvarmning af en konstant mængde brugsvand.

og aflæse tilhørende returvandstemperatur.

Videre kan man belyse virkningen af at benytte termostatstyring hos den ene forbruger, men ingen automatisk styring hos den anden.

Der er foretaget en lang række gennemregninger af forskellige samvarende værdier for de forskellige variable. Resultatet kan opsummeres i følgende:

- I et varmesystem med 100% termostatstyring vil returtemperaturen ikke afhænge af den anvendte pumpestyring.
- I systemer med ufuldkommen termostatstyring vil returtemperaturen kunne afhænge af pumpestyringen.
- Returtemperaturens følsomhed over for ændringer i fremløbstemperaturen kan være et mål for andelen af uregulerede forbrugere.

- Ureguleret forbrug reducerer returtemperaturens variation. Selv en begrænset andel ureguleret forbrug kan have betydning for hvor lav returtemperatur, der kan opnås.

I projektets empiriske del har det grundlæggende problem været at finde dokumentation for, hvorledes returtemperaturen varierer med pumpeens omdrejningstal, og bedømme, hvordan dette stemmer overens med de teoretiske overvejelser.

I virkelige driftssituationer varierer mange parametre mere eller mindre uafhængigt af hinanden, og det kan derfor være meget vanskeligt at isolere små forskelle i returtemperatur ved direkte sammenligning. Der er derfor nødvendigt at tilnærme de tilgængelige data med matematiske funktioner, som tillader at adskille indflydelsen af de enkelte parametre. Dette er gjort ved hjælp af en statistisk model, ANN (Artificial Neural Network), som "trænes" med de målte data.

Modellen anvendes til at sammenligne data for returtemperaturen som funktion af cirkulationspumpernes omdrejningstal, for en periode før ibrugtagning af flowbaseret styring med kurver efter dette tidspunkt.

Et typisk eksempel er et forsøg, der den 26.-27. februar 2004 er udført på varmecentralen på Friggvej i Fredericia, idet sætpunktet for omdrejningstallet er blevet hævet over en kortere periode.

Data på figuren på næste side viser en forskel i returtemperaturen i de to tilfælde, således at returtemperaturen stiger med 1-2 °C ved en forøgelse af omdrejningstallet på 100 rpm og omvendt.

Tilsvarende analyser er foretaget for centralerne i Danmarksgade og Indre Ringvej i Fredericia og for centralerne i Stenstrup og i Ærøskøbing. Videre er analyserne foretaget dels ved kortere forsøgsrækker og dels ved at sammenligne data for længere perioder før installation af flowbaseret styring og efter installationen. I alle tilfældene viser det samme billede sig – nemlig en reduktion i returvandstemperaturen som resultat af den flowbaserede styring og den medfølgende nedgang i pumpernes omdrejningstal.

(fortsættes side 14)

FORSKEL I TEMPERATUR	FORSKEL I TEMPERATUR
Fredericia Fjernvarme:	
• Danmarksgade:	2°C ved middellast og 4°C ved lavlast
• Indre Ringvej:	1°C
• Friggvej:	1-2°C
Stenstrup:	2°C
Ærøskøbing:	3°C ved middellast og en del højere ved lavlast

