

Fjernvarme til lavenergihuse?

- Udvikling og optimering af et lavenergifjernvarmenet.

Af

Peter Kaarup Olsen
og Torbjørn Ærenlund
civilingeniør studerende



Af

Svend Svendsen
Professor, BYG.DTU
Danmarks Tekniske Universitet



I forbindelse med de netop introducerede energibestemmelser i bygningsreglementerne og ophævelsen af tilslutningspligt til fjernvarme for lavenergihuse er det interessant, at overveje om der bør sættes på fjernvarme til lavenergihuse. Kan der udvikles et fjernvarmenet til bebyggelser med lavenergihuse, som gør det attraktivt at udnytte fjernvarme som varmeforsyning?

Et net med lave temperaturer og små vandstrømme

I en tidligere artikel "Fjernvarme til lavenergihuse? – energiforbrug og effektbehov" (Kraftvarme Nyt nr. 78) blev det beskrevet, at energiforbruget i et lavenergihus til rumopvarmning og brugsvand er ca. halvdelen af, hvad der forbruges i et nyt standardhus. Endvidere blev det i denne artikel beskrevet, at fremløbstemperaturen kan nedbringes i forhold til traditionelle fjernvarmenet pga. de små energiforbrug i lavenergihuse. Fakta-boksen herunder indeholder de vigtigste data fra den forrige artikel og er således designforudsætninger for fjernvarme til lavenergihuse.

Eksempel på energi- og effektbehov i lavenergihus med døgnudjævnet forbrug

- Energirammen for et lavenergihus (klasse 1) på 145 m² er 42,6 kWh/m² pr. år.
- Energiforbruget til brugsvand og rumvarme i lavenergihuset er 5250 kWh pr. år.
- Lavtemperaturfjernvarme med 50°C frem og 20°C retur kan dække temperaturbehovet.
- Udjævning af effektbehov over døgnet minimerer spidsbelastning. Det maksimale behov er under 2 kW.
- Den nødvendige maksimale fjernvarmevandstrøm for lavenergihuset er under 1 liter/minut.
- Lagertank med intelligent styring som udjævner fjernvarmeforbruget. Volumen er 230-265 liter afhængig af om, der oplagres brugsvand eller fjernvarmevand.

Fjernvarmedrift med lavere temperaturer medfører betydelige besparelser mht. varmetab i ledningsnettet. Ved anvendelse af fjernvarmetemperaturer på 50/20°C er varmetabet 44% lavere end for drift med 70/40°C. Udjævning af effektbehovet på døgnbasis hos de enkelte forbrugere betyder, at der fra fjernvarmen samtidig kun kræves meget lave effekter og dermed små vandstrømme. Dette reducerer spidsbelastningerne i nettet, hvilket er en fordel, idet der kan anvendes mindre fjernvarmerør, hvorved varmetabet og anlægsomkostningerne reduceres.

Fjernvarmerør med mindre medierør og større isoleringstykkel

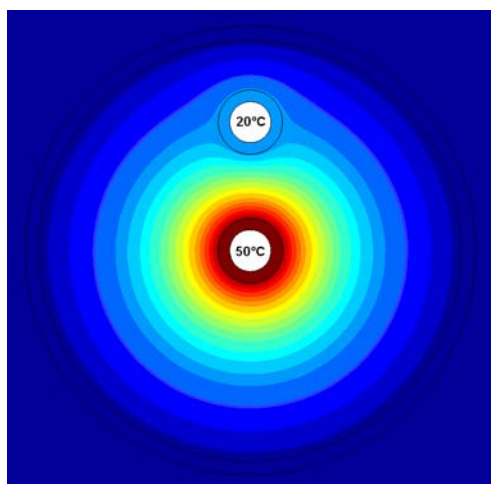
De små vandstrømme i fjernvarmenettet, der fremkommer af effektudjævningen og de generelt lave energiforbrug, betyder, at der er behov for fjernvarmerør med mindre medierør end dem, som findes på markedet i dag.

Det vurderes, at der kan være behov for fjernvarmerør med medierør i dimensioner helt ned til 10 mm udvendig diameter i PEX. For at kunne gå ned i mindre rørdimensioner bør det overvejes at anvende et 10 bar system, som det allerede kendes fra vandforsyningen. Endvidere er isoleringstykkel i eksisterende fjernvarmerør ikke tilstrækkelig, hvis der skal opnås et acceptabelt nettab. For at kunne etablere et optimalt forsyningsnet for bebyggelser med lavenergihuse er det derfor nødvendigt med nye design af fjernvarmerør, så den samlede udgift til anlæg og drift kan minimeres.

Generelt er der hos rørproducenterne stor fokus på effektivisering af fjernvarmesystemer, og da der jo kun er tale om brug af andre dimensioner men samme teknologi forventes det, at være nemt for rørproducenterne at fremstille de ønskede fjernvarmerør.

Potentialet ved at benytte dobbeltrør, hvor frem- og returrørene lægges i samme isolering, er i den senere tid fremhævet for især stikledninger. Sammenlignet med enkeltrør er både det samlede varmetab og anlægsomkostningerne lavere ved valg af dobbeltrør. Det bør derfor overvejes at benytte et system med dobbeltrør til andre dele af forsyningsnettet end stikledningerne.

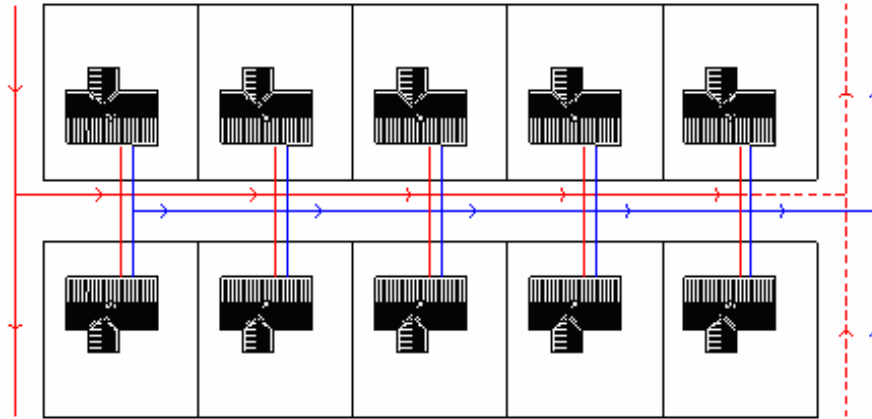
Dobeltrør findes på markedet i dag, men kun i et ganske lille udvalg af dimensioner og ikke med tilstrækkeligt små medierør. Designkonceptet bør desuden optimeres af hensyn til det samlede varmetab og vekselvirkningen mellem frem og retur. Et nyt koncept kunne være at placere returløbsrøret temperaturneutralt i isoleringen, således at der ikke er noget varmetab fra returløbsrøret og ingen varmeudveksling mellem frem- og returløbsrørene. Figur 1 viser dette koncept med det 20°C varme returløbsrør placeret, hvor isoleringen også er 20°C.



Figur 1. Nyt designkoncept for dobbeltrør.

Princip i netudformningen

Et fjernvarmenet til bebyggelser af lavenergihuse ønskes opbygget med mindst mulige medierørdimensioner for som nævnt at mindske anlægsomkostninger og varmetab. Rørdimensionerne begrænses dog af den tilladte trykdifferens i gadeledningen. Der bør derfor vælges en netudformning, som udnytter trykdifferensen bedst muligt. En netudformning, som vist på figur 2 med vendt retur i gennem en gade er derfor en oplagt løsning, men kræver dog en overordnet ringformet netstruktur, og hvis der benyttes et system med dobbeltrør, må der designes fjernvarmerør med uens medierørdimensioner.



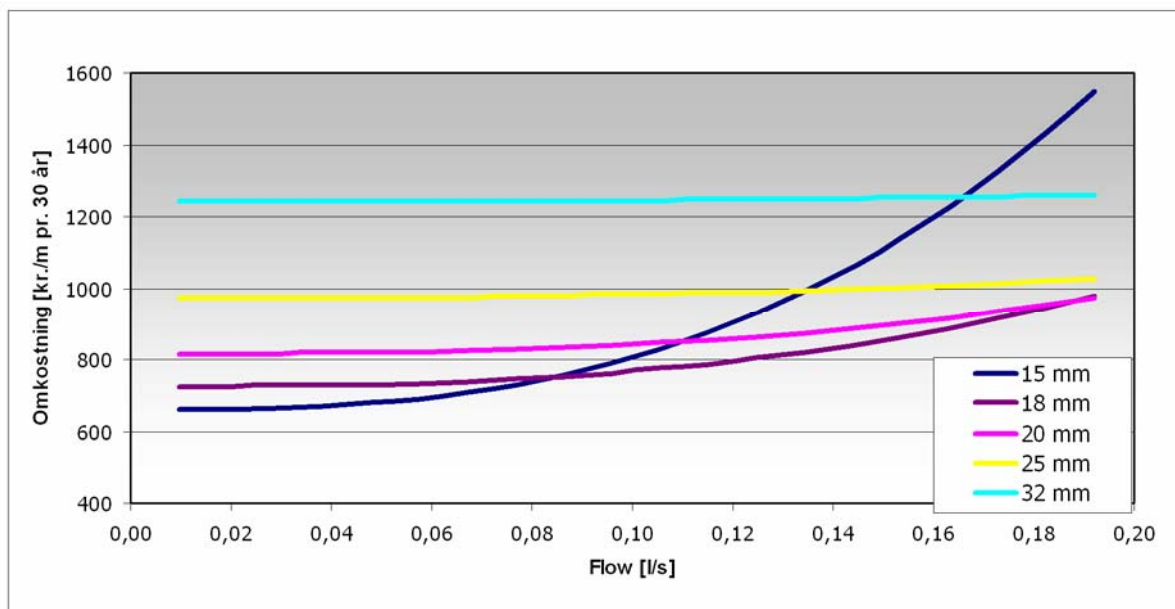
Figur 2. Princip ved ensidet forsyning af en gadeledning med vendt retur og cirkulationsledning.

Temperatur- og trykforhold

De afgørende parametre ved dimensionering af fjernvarmenettet er tryk og temperatur. Der skal vælges passende ledningsdimensioner, som ikke resulterer i, at trykniveauet ved de givne vandstrømme gennem året overstiger fjernvarmerørens trykgrænse. Et andet krav er at der året rundt, også i lavforbrugsperioder (sommer), kan leveres en tilstrækkelig fjernvarmetemperatur hos forbrugerne. Problemer med et for stort temperaturfald kan løses ved at øge vandstrømmen i gadeledningerne og sende det overskydende fjernvarmevand tilbage til fjernvarmecentralen via en cirkulationsledning som vist på figur 2.

Optimering af fjernvarmenettet

I forbindelse med design af et fjernvarmenet findes der mange parametre, der kan indgå i optimeringen. Hele nettet bør dog som udgangspunktet udlægges med de omtalte optimerede fjernvarmerør i dobbeltrørsystem. En metode til fastlæggelse af dimensioner for hoved- og gadeledninger i nettet er at opstille diagrammer, der beskriver de samlede energitab på årsbasis i form af varmetab og pumpeenergi på basis af de varierende vandstrømme). På baggrund af en totaløkonomisk analyse kan der optegnes diagrammer som vist i figur 3 over den samlede omkostning for forskellig medierørdimensioner og flow.

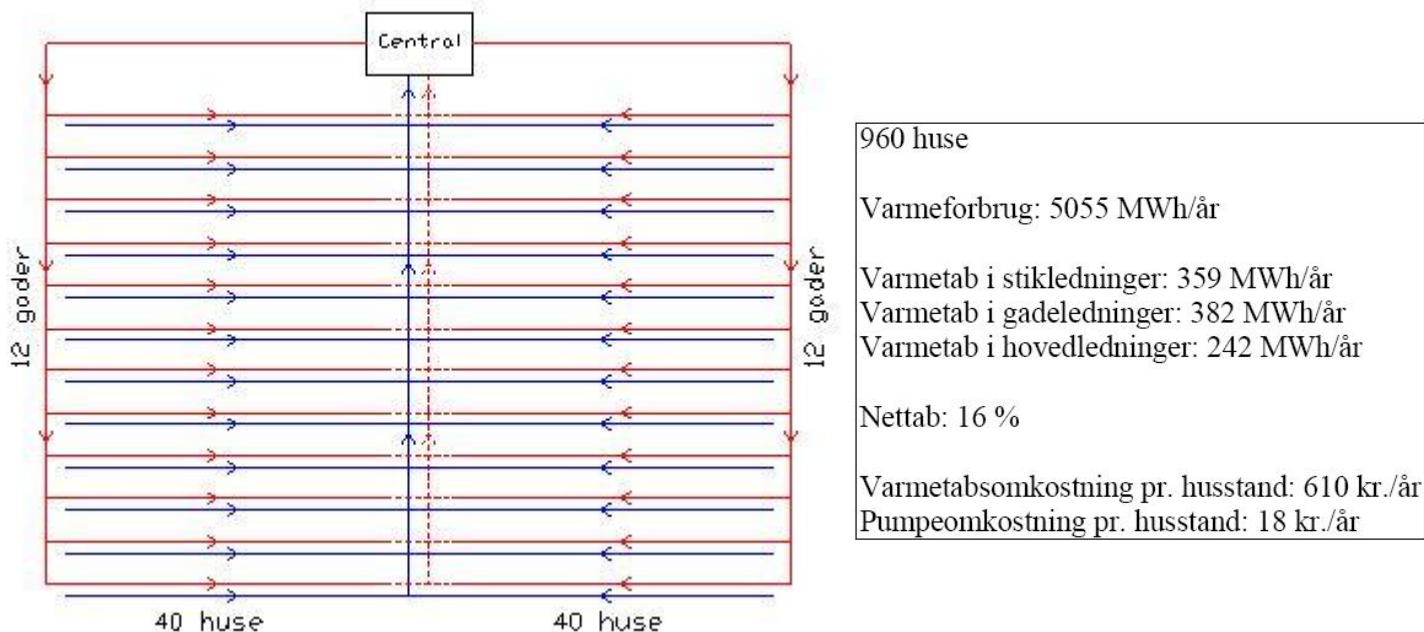


Figur 3. Prisdiagram til dimensionering af dobbelte fjernvarmerør.

Af diagrammerne kan de prismæssigt optimale ledningsdimensioner udvælges for det aktuelle nominelle flow i ledningsstykket. For at finde de endelige rørdimensioner i nettet må det dernæst undersøges om de ovennævnte temperatur- og trykforhold overholdes. Et resultat heraf kan være, at rørdimensionerne skal

justeres lidt op for at overholde trykgrænsen i system og der må påregnes en cirkulationsledning for at sikre tilstrækkelig fjernvarmetemperatur hos forbrugerne.

Et eksempel på udformningen af et lavenergifjernvarmenet til en bebyggelse på knapt 1000 nye lavenergihuse er beskrevet i et eksamensprojekt ved DTU. Dette viser at det er muligt at udvikle og optimere lavenergifjernvarmenet til bebyggelser med lavenergihuse, hvis man udnytter mulighederne i de små effekter, der er behov for i lavenergihuse med døgnudjævnet varmeforbrug. Et eksempel på et lavenergifjernvarmenet fremgår af figur 4.



Figur 4. Eksempel på et lavenergifjernvarmenet.

Typiske ledningsdimensioner passende til det givne kan ses på figur 5.

Stikledning, dobbeltrørsystem			
Udvendig medierørdiameter		Udvendig kappediameter	Varmetab
frem	retur		
10 mm	10 mm	80 mm	2,89 W/m
Gadeledninger, dobbeltrørsystem			
Udvendig medierørdiameter		Udvendig kappediameter	Varmetab
frem	retur		
32 mm	15 mm	130 mm	4,88 W/m
25 mm	15 mm	130 mm	3,78 W/m
25 mm	20 mm	130 mm	3,78 W/m
20 mm	25 mm	120 mm	3,46 W/m
15 mm	25 mm	100 mm	3,20 W/m
15 mm	32 mm	100 mm	3,20 W/m
Forbindelsesledninger, enkeltrørsystem			
Ledning	Udvendig medierørdiameter	Udvendig kappediameter	Varmetab
Frem	76,1 mm	140 mm	9,87 W/m
Retur	114,3 mm	200 mm	10,6 W/m
Cirkulation	26,9 mm	90 mm	4,97 W/m

Figur 5. Ledningsdimensioner i lavenergifjernvarmenettet.

I forbindelse med netudformningen er der anvendt en forenklet optimeringsmetode, hvor pumpeenergien medtages separat for hver delstrækning.

Økonomi

Er det rentabelt med fjernvarme til lavenergihuse? Overslagsmæssige beregninger gennemført i eksamensprojektet ved DTU viser, at anlægsinvesteringen pr. husstand er ca. 37.000 kr. ved etablering af fjernvarme til lavenergihuse. Denne pris indeholder udgifter til fjernvarmeunit, stikledning, gadeledninger, hovedledning, rørkomponenter (ventiler, forgreninger mv.) og anlægsarbejde. Over en 20 års periode er den samlede udgift til varmekonsum (brugsvand og rumvarme) og anlægsinvestering ca. 94.000 kr.

Til sammenligning vil el-opvarmning af det samme varmekonsum og nødvendige anlægsinvesteringer koste ca. 124.000 kr. Ved anvendelse af varmepumpeløsninger vil man få mindre elforbrug men større anlægsudgifter.

Overslagsberegninger viser altså at fjernvarmeforsyning til lavenergihuset er den billigste løsning, hvilket indikerer at fjernvarme bør overvejes i forbindelse med fremtidige udbygninger af bebyggelser med lavenergihuse.

Tilslutning til eksisterende net

Fjernvarmenettet er bredt udbygget i Danmark. Pga. de lave fjernvarmetemperaturer ses derfor muligheder i at tilkoble nye lavenergibebyggelser i direkte forlængelse af eksisterende fjernvarmenet. Dermed minimeres behovet for lange hovedledninger til fordel for anlægsinvesteringerne. Ved tilslutning til et eksisterende net kan der dog blive behov for en særlig afregningsordning, da lavenergiforbrugere aftager energi under specielle forhold så som lave temperaturer og små mængder fjernvarme. Pga. de anderledes aftagerforhold kan det være en idé at afregne hele lavenergibebyggelsen som én stor forbruger på det eksisterende net. Derved udskilles lavenerginettet fra de eksisterende prisordninger, der er bundet op på andre netudformninger og fjernvarmekonsum.

Konklusion

Projektet viser, at det er muligt at udvikle lavenergifjernvarme med en god økonomi for forbrugerne. Dertil kommer at fjernvarmeløsninger har store fordele i det fremtidige energisystem, hvor der bliver behov for kun at benytte lavtemperatur spildvarme og vedvarende energi til bygningsopvarmning. Derfor bør der iværksættes arbejde med udvikling af lavenergifjernvarme.

Reference: Eksamensprojektet kan ses på www.byg.dtu.dk

Kontakt til artiklens forfattere kan ske ved e-mail til ss@byg.dtu.dk