

# GVV eller VVB i fjernvarmesystemer?

F&U-projekt viser, at der ikke kan gives en entydig konklusion af, hvilken type installation der er mest omkostningseffektiv.



## EFFEKTIVISERING

Af Søren Vesterby Knudsen, Rambøll Danmark A/S

Der er i øjeblikket meget fokus på at reducere omkostningerne ved fjernvarmeforsyning af boliger, for at fjernvarmen fortsat kan være konkurrencedygtig i forhold til andre varmforsyningsformer. Derfor finder flere fjernvarmeverker det frustrerende, at flertallet af forbrugere ønsker at installere gennemstrømningsvandvarmere (GVV) frem for varmtvandsbeholdere (VVB), idet der kræves større stik- og gadeledninger til GVV på grund af større effektbehov.

Et nyt F&U-projekt støttet af Dansk Fjernvarme viser imidlertid, at der ikke umiddelbart kan gives en entydig anbefaling af, hvilken type installation der generelt sikrer den mest omkostningseffektive fjernvarmeforsyning.

Roskilde Forsyning og Rambøll Danmark A/S har netop afsluttet projektet, hvor indpasningen af GVV'ere i fjernvarmesystemer er undersøgt. Projektet omfatter en totaløkonomisk sammenligning af fjernvarmeforsyning til huse med GVV kontra huse med VVB. Derudover omfatter projektet forbrugertilfredsundersøgelse blandt kunder med GVV, målinger hos kunder med GVV samt teoretiske beregninger vedrørende temperaturfald og tryktab i stikledninger.

### Tilfredse forbrugere

Forbrugertilfredshedsundersøgelsen blev gennemført blandt 125 fjernvarmekunder med GVV, hvoraf 50 svare-

de på spørgeskemaet. Undersøgelsen viste, at der blandt fjernvarmekunderne er stor tilfredshed med GVV'ere, idet der er få, der har oplevet tilkalkningsproblemer og langt de fleste er tilfredse med temperaturen på det varme vand. Undersøgelsen viste også, at VVS-installatørerne har en stor indflydelse på kundernes valg. Omkring 46% af de adspurgte havde GVV blandt andet på anbefaling fra en VVS-installatør.

### Målinger

For at undersøge, hvorledes GVV'ere belaster stikledningen og nettet, blev der foretaget målinger hos to fjernvarmekunder med GVV. For begge fjernvarmekunder gælder det, at de er placeret yderst i deres respektive forsyningsområde, samt at de begge har en lang stikledning på omkring 40 m.

De to GVV'ere har forskellig styring i tomgang, som opstår om sommeren i perioder mellem varmtvandsforbrug. Den ene GVV styres efter at holde stikledningen varm svarende til den ønskede varmtvandstemperatur på

50°C. Den anden GVV har mulighed for at styre tomgangstemperaturen uafhængigt af den ønskede varmtvandstemperatur ved hjælp af et bypass. Under målingerne var ventilen i bypasset indstillet til at holde ca. 30°C i fremløbet i tomgang.

Tabel 1 viser nogle af resultaterne af målingerne. Hos kunde 1, der har tomgangstemperatur på 50°C, blev der målt i to døgn i august 2006, mens der hos kunde 2 blev målt i 1 døgn i september 2006.

Det fremgår af tabel 1, at det maksimale flow i stikledningen hos de to kunder langt fra når op på designflowet på 700-800 l/h, som svarer til normkravet på 32,3 kW. Normkravet på 32,3 kW til GVV skal dække et samtidigt behov for brusebad og tapning ved køkkenvask, hvilket målingerne umiddelbart tyder på sjældent forekommer.

Samtidig kan man argumentere med, at mange i dag har opvaske-maskine, og derfor er det måske ikke nødvendigt at dimensionere for et samtidigt effektbehov til brusebad og

	Enhed	Kunde 1	Kunde 2
<b>Maksimalt flow</b>	l/h	320	300
<b>Maksimal effekt</b>	kW	10	12
<b>Gennemsnitligt energiforbrug</b>	kWh/dag	4	6
<b>Gennemsnitligt flow</b>	l/h	23	10
<b>Fremløbstemperatur (vægtet gens.)</b>	°C	47,7	48,0
<b>Returløbstemperatur (vægtet gens.)</b>	°C	41,4	24,0
<b>Afkøling (vægtet gennemsnit)</b>	°C	6,3	24,0

Tabel 1: Resultater af målinger hos to fjernvarmekunder. Kunde 1 har tomgangstemperatur sat til ca. 50°C, mens kunde to har tomgangstemperatur sat til ca. 30°C.

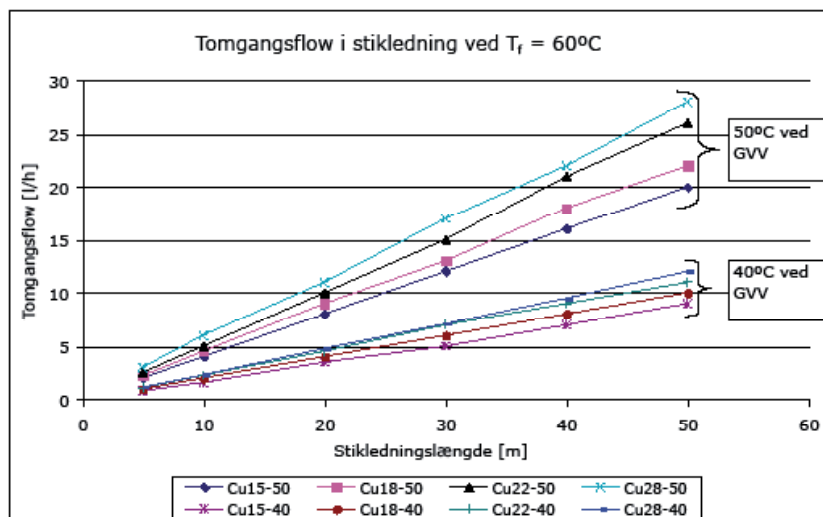
tapning fra køkkenvask. Dertil kommer, at mange i dag også benytter sparebrugere, hvilket reducerer tappeflowet og dermed også effekt- og flowbehovet i stikledningen.

Det fremgår ligeledes af tabel 1, at der er stor forskel i den gennemsnitlige afkøling hos de to kunder.

Det skyldes primært forskellen i tomgangstemperatur hos de to kunder, hvor den høje tomgangstemperatur sammenholdt med en lang stikledning og placering yderst i nettet med en lav fremløbstemperatur gør, at der er et tomgangsflow på 17-25 l/h for at opretholde ca. 50°C ved GVV'en hos kunde 1.

Hos kunde 2 er der kun et meget lille tomgangsflow, og der er perioder mellem tapninger, hvor der slet ikke er noget flow i stikledningen. Ulempen ved den lave tomgangstemperatur hos kunde 2 er imidlertid, at der kan være lang ventetid på at få varmt vand ved brugsvandstapninger. anbefalingen er derfor, at hvis der installeres en GVV hos kunder yderst i nettet med en lang stikledning, så bør GVV'en have mulighed for at sætte tomgangstemperaturen uafhængigt af den ønskede brugsvandstemperatur.

Tomgangstemperaturen bør sættes til ca. 40°C, idet 40°C i mange tilfælde er



Figur 1: Tomgangsflow som funktion af stikledningslængde. Cu15-50 betegner stikledning i Cu15 med 50°C ved GVV, mens Cu15-40 betegner stikledning i Cu15 med 40°C ved GVV. Fremløbstemperatur ved afgrening er 60°C.

en brugbar varmtvandstemperatur, og varmtvandstemperaturen vil hurtigt stige til de ønskede 50°C. Dette vil reducere tomgangsflowet i stikledningen og øge den gennemsnitlige afkøling i forhold til, hvis tomgangstemperaturen sættes til 50°C svarende til den ønskede varmtvandstemperatur.

Figur 1 illustrerer tomgangsflowet i stikledningen som funktion af stikledningslængden ved forskellige stikledningsdimensioner. Tomgangsflowet er bestemt med en fremløbstempera-

tur på 60°C i stikafgreningen og henholdsvis 50°C og 40°C ved GVV'en. Det ses, at tomgangsflowet reduceres væsentligt ved lange stikledninger ved at reducere tomgangstemperaturen fra 50°C til 40°C.

### Totaløkonomi

Som et led i F&U-projektet er der foretaget en totaløkonomisk vurdering af fjernvarmeforsyning til hus med GVV, hus med VVB og hus med GVV kom-

(Fortsættes næste side)

(Fortsat fra forrige side)

bineret med stikpumpe. Den totaløkonomiske vurdering består af summen af brugerøkonomi og selskabsøkonomi.

Den totaløkonomiske vurdering er foretaget for både nye og eksisterende huse med arealer på 120 m<sup>2</sup> og 180 m<sup>2</sup> samt med stikledningslængder på 5 m, 15 m og 50 m. Vurderingen er ligeledes foretaget for 3 forskellige marginale varmeproduktionspriser; 40 kr./GJ, 60 kr./GJ og 100 kr./GJ svarende til henholdsvis et halm/flis varmekværk, et stort kraftvarmenet og et mindre kraftvarmenet.

- Den totaløkonomiske vurdering af eksisterende huse er foretaget for at kunne vurdere forholdene ved renoivering af stikledninger. For nye huse, som antages bygget i nybyggede områder, hvor der samtidig skal lægges hovedledninger, er der medtaget en merudgift, når hovedledningerne

skal dimensioneres for huse med GVV frem for huse med VVB.

Den totaløkonomiske vurdering er baseret på en tidshorizont på 30 år og en realrente på 3%.

Tabel 2 viser som eksempel resultatet af den totaløkonomiske vurdering for nye huse på 180 m<sup>2</sup> med en stikledningslængde på 15 m og ved en varmeproduktionspris på 60 kr./GJ. Det ses, at ved det aktuelle eksempel har løsningen med VVB den laveste totale omkostning, men det ses også at forskellene er relativ små. De totale meromkostninger ved GVV er ca. 6%, mens de totale meromkostninger ved GVV+stikpumpe er under 2-3%.

Brugerøkonomien viser de laveste omkostninger ved GVV-løsningen, mens selskabsøkonomien for fjernvarmeselskaberne viser de højeste omkostninger ved GVV-løsningen. Brugerøkonomien tager dog ikke højde for, at forbrugerne i sidste ende

kommer til at betale for fjernvarmeselskabets merudgifter ved en given løsning.

- Generelt viser den totaløkonomiske vurdering, at der ved korte stikledninger er de laveste omkostninger ved løsningen med GVV, mens det ved 'normale' stikledningslængder på 15 m er løsningen med VVB, der har de laveste omkostninger, som vist i tabel 2. Ved lange stikledninger på 50 m er det enten VVB eller GVV+stikpumpe, der har de laveste omkostninger alt efter den marginale varmeproduktionspris.

Den totaløkonomiske sammenligning viste samtidig, at varmetabsomkostningerne ikke har den store indflydelse på resultaterne. Det er i stedet anlægsomkostningerne, der har den dominerende indflydelse på resultaterne. Varmetabsomkostningernes lille betydning for resultaterne hænger sammen med, at der er benyttet twinrør i undersøgelsen.

Type	Nutidsværdi pr. hus over 30 år			Merudgift pr. hus i forhold til VVB		
	Bruger kr.	Selskab kr.	Total kr.	Bruger kr.	Selskab kr.	Total kr.
<b>GVV</b>	18.774	50.805	69.579	-2.293	6.392	4.100
<b>VVB</b>	21.067	44.412	65.480			
<b>GVV+stikpumpe</b>	22.024	45.201	67.225	957	788	1.745

Tabel 2: Nutidsværdi pr. hus for nye huse på 180 m<sup>2</sup> med en stikledningslængde på 15 m. Marginal varmeproduktionspris på 60 kr./Gj. Nutidsværdien er både angivet over 30 år og pr. år.

	Nutidsværdi pr. hus pr. år			Merudgift pr. hus pr. år i.f.t. VVB		
	Bruger kr.	Selskab kr.	Total kr.	Bruger kr.	Selskab kr.	Total kr.
<b>GVV</b>	626	1694	2320	-76	214	138
<b>VVB</b>	702	1480	2182			
<b>GVV+stikpumpe</b>	734	1507	2241	32	27	59

På baggrund af den totaløkonomiske vurdering kan der ikke gives en entydig konklusion af, hvilken type installation, der giver den mest omkostningseffektive fjernvarmeforsyning, idet resultatet afhænger af stikledningslængde, placering i fjernvarmenettet, og ved lange stikledninger afhænger det også af varmeproduktionsprisen. Meget generelt kan det siges, at ved korte stikledninger skal der benyttes GVV, ved mellem stikledninger skal der benyttes VVB,

mens der ved lange stikledninger skal benyttes VVB eller GVV+stikpumpe. Det skal dog understreges, at den totaløkonomiske forskel mellem de enkelte løsninger er relativ lille.

Dimensioneringen af ledningsnettet til GVV i forbindelse med den totaløkonomiske vurdering er baseret på et dimensionerende flowbehov på 700-800 l/h. Målinger hos to fjernvarmekunder med GVV viste maksimale flow på omkring 300 l/h. Hvis disse

målinger er repræsentative, og stikledninger til GVV kan dimensioneres for et lavere flowbehov end i henhold til normkravet, vil dette gøre GVV'en mere attraktiv for fjernvarmeselskaber. Det anbefales derfor, at dette forhold undersøges nærmere.

F&U-rapporten kan ses på Dansk Fjernvarmes hjemmeside.

sork@ramboll.dk