

Bidrag til idékonkurrence

Fjernvarmens Udviklingscenter
Sommer-2011



Udarbejdet af:

08500 Mette Thordahl Nørgaard
mettethordahl@gmail.com

08522 Mads Kallestrup Petersen
petersen_mads@hotmail.com

Resumé

Dette bidrag til idékonkurrencen har udgangspunkt i et afgangsprøveprojekt. I projektet er der undersøgt muligheden for anvendelse af boostervarmepumper i fjernvarme- og lokale kollektive forsyningsløsninger i områder med lavenergibyggeri. Boostervarmepumperne, som er placeret ved forbrugerne, bruges til at hæve en lav fremløbstemperatur, således at temperaturen får et niveau, hvor den kan bruges til opvarmning af brugsvandet. Dette gør det muligt at have en fremløbstemperatur på ned til 30 °C, som via et gulvvarmeanlæg opvarmer bygningen. Den lave fremløbstemperatur giver et lavt varmetab i ledningsnettet. Derudover kan det, afhængig af energiproduktionen, give en fordel i form af bedre virkningsgrad på systemet.

Det er fundet, at der ved forsyning med en lokal kollektiv varmepumpe, kan være potentiale i anvendelse af boostervarmepumper. Den kollektive produktion kan med fordel for brugerøkonomi og energi, suppleres med et solfangeranlæg, som dækker varmebehovet i sommerperioden. En af hovedårsagerne til, at der opnås fordel ved denne forsyningsform er, at der anvendes 2 varmepumper i seriekobling, der medfører en god COP for begge varmepumper.

Indledning

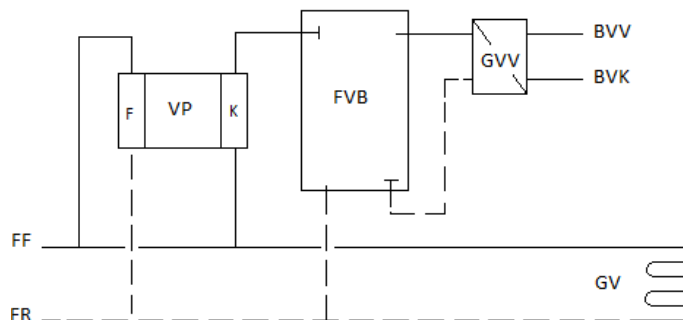
Som nævnt bygger dette bidrag til idékonkurrencen på det afgangprojekt. Projektet er lavet med udgangspunkt i en udstykning med 85 parcelhuse, hver på 145 m² og i lavenergi-klasse 2015. Varmetætheden er for udstykningen beregnet til 7,8 kWh/(m²*år).

Ønskes yderligere oplysninger omkring projektet kan vi kontaktes via mail.

Boostervarmepumpen

For at mindske varmetabet i ledningsnettet sænkes temperaturen i forsyningsnettet. Hvis de lave fremløbstemperaturer skal kunne anvendes, er det en forudsætning, at huset har gulvvarme.

Til varmt brugsvand hæves temperaturen på forsyningen ved hjælp af en varmepumpe (VP), hvorefter den lagres i en fjernvarmebeholder (FVB) med gennemstrømningsvandvarmer (se Figur 1). Ved denne løsning kan der benyttes en temperatur ned til 50 °C, uden risiko for legionella. Den lave temperatur gør, at varmepumpen opnår en bedre COP. Løsningen er undersøgt for fremløbstemperaturer hos forbrugeren på 30, 35 og 40 °C, alle med en returtemperatur på ca. 25 °C. COP for boostervarmepumpen er ca. 5,4, konstant over året.



Figur 1 - Simpelt princip for "BVP"

	Fordele	Ulemper
BVP	<ul style="list-style-type: none">- Lavt varmetab i ledningsnettet- Jævn belastning af ledningsnettet- Mulighed for høj effektivitet på energiproduktionen- Relativ god forsyningssikkerhed	<ul style="list-style-type: none">- Brugeren er låst til gulvvarme- Relative høje anlægsomkostninger- Større elforbrug til parcellet og til pumpeudgifter i ledningsnettet

Tabel 1 - Fordele/ulemper ved boostervarmepumper

Fjernvarmebeholderen har en effektiv volumen på 175 l og lades med 945 W, hvilket gør, at effekten til varmt brugsvand udjævnes. Varmepumpens effekt er afhængig af, hvor

meget fjernvarmevand skal hæves i temperatur og svinger derfor fra 360 W ved 40 °C til 730 W ved 30 °C og dækker behovet for varmt brugsvand og varmetab fra beholderen.

Ledningsnettet

Via "TERMIS" er der dimensioneret 4 ledningsnet. Et for hvert undersøgt temperaturniveau. Af Tabel 2 ses resultaterne for varmetabet og den nødvendige pumpeenergi.

Temperaturniveau	Total energi- forbrug [kWh]	Total VT [kWh]	VT [%]	Pumpeenergi [kWh]
30 °C.	545.706	67.560	11,0	17.107
35 °C	552.601	73.449	11,7	5.198
40 °C	559.495	86.226	13,4	3.480
"Klassisk" lavtemperatur FJV (55 °C)	572.871	128.562	18,3	2.966

Tabel 2 - Varmetab og pumpeenergi

Lokal kollektiv energiproduktion

Når der kobles til et stort eksisterende fjernvarmenet, er afstanden fra det tilkoblede område til nettet af stor betydning for anlægsomkostninger og varmetab, og derfor er en lokal kollektiv forsyning relevant. Ved en lokal kollektiv forsyning vil en lav frem- og returtemperatur, som ved løsningen med boostervarmepumpen, kunne give en god virkningsgrad. Der er i rapporten regnet med 2 forskellige kollektive forsyningsløsninger: varmepumpe og en kombination af varmepumpe og solfanger. Varmepumper og solfangere har en større fordel ved lavenergihuse, end ved gamle huse. Dette skyldes, at en større andel af varmebehovet ligger om sommeren, hvor varmepumpen og solfangeren yder bedst.

Varmepumpe

Nettet forsynes af en varmepumpe der kan dække op til 60 % af spidslasten, derudover er der en el-patron til at yde det resterende under spidslast. El-patronen er valgt da den har lave anlægsomkostninger, og kun skal dække ca. 1 % af det årlige energiforbrug. Af Tabel 3 ses SPF¹ afhængig af fremløbstemperaturen. I beregningerne er der ikke taget højde for, at SPF bliver lavere i det tilfælde der anvendes solfangeranlæg om sommeren.

Fremløbstemperatur [°C]	SPF
30	6,7
35	5,9
40	5,2
55	3,9

Tabel 3 - SPF for lokal kollektiv energiproduktion med varmepumpe

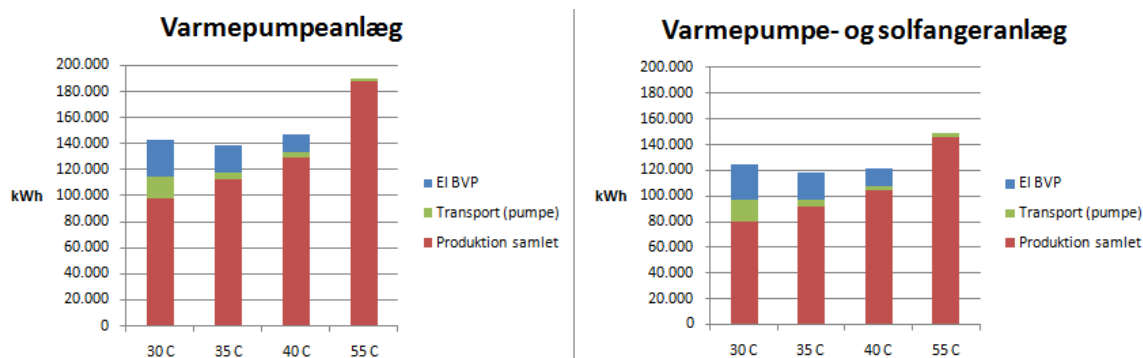
Varmepumpe og solvarme

Nettet forsynes med samme varmepumpe og el-patron som ovenfor, og derudover suppleres med solvarme, der primært kan dække behovet om sommeren (størrelse afhænger af fremløbs- og returtemperatur og effekt). Af Tabel 4 ses effektiviteten afhængig af fremløbstemperaturen.

Fremløbstemperatur [°C]	30	35	40	55
Ydelse [kWh/(m ² *år)]	630	606	582	513

Tabel 4 - Effektivitet for solfangeranlæg

Effektiviteten forbedres ved lave fremløbstemperaturer, dette ses af Figur 2.



Figur 2 - Årligt energiforbrug

¹ SPF - seasonal performance factor, svarende til en årsmidlet COP.

Sammenfatning

I dette afsnit ses udpluk af konklusionen gjort i projektet. Derfor er der i tabel elementer som ikke er nævnt i dette bidrag.

Det er vigtigt at bemærke, at konklusionen bygger på en udstykning bestående af 85 lavenergiklasse huse, og at konklusionen derfor kan være anderledes ved andre udstykninger.

På Tabel 5 ses resultaterne for samfundsøkonomi, anlægsøkonomi, brugerøkonomi og vægtet energiforbrug, for de forskellige scenarier. Tabellen er indrettet med datalinjer, som indikerer om løsningen ligger i den høje eller lave ende. Nedenfor ses en forklaring for benævnelsen, brugt i rapporten

- "Ref. (55)": Distributionsnet med en fremløbstemperatur på 55 °C.
- "FJV": Scenarier med en fjernvarmeforsyning (ikke nævnt her).
- "Koll. VP": Lokal kollektiv forsyning med en varmepumpe.
- "Koll. VP+sol": Lokal kollektiv forsyning med varmepumpe og solfanger.
- "BVP": Scenarier med boostervarmepumper.
- "Jord-VP": Individuelle jordvarmepumper ved forbrugerne.

	Samfundsøkonomi	Anlægsøkonomi	Brugerøkonomi	Vægtet energiforbrug *
	[kr.]	[kr.]	[kr.]	[kWh/år]
Ref (55) FJV	147.903	88.677	290.133	6.689
Ref. (55) koll. VP	166.812	107.195	317.692	5.601
Ref. (55) koll. VP+sol	171.160	119.230	301.645	4.387
BVP(40) FJV	167.019	104.045	291.356	6.585
BVP(35) koll. VP	177.595	122.563	307.899	4.030
BVP(35) koll. VP+sol	182.383	130.327	302.560	3.466
Jord-VP	195.778	117.475	317.874	4.877

Tabel 5 - Samfundsøkonomi, anlægsøkonomi, brugerøkonomi og vægtet energiforbrug for et hus (*ganget 2,5 på el og 0,8 på fjernvarme ifølge BR10)

Ved afstande til det eksisterende fjernvarmenet større end 1,9 km for "klassisk" lavtemperaturfjernevarme, vil individuelle varmepumper give en bedre samfundsøkonomi. Her vil der være mulighed for at lave et lokalt kollektivt energiproducerende anlæg til forsyning af ledningsnettet. Anlægget er undersøgt både som en løsning med varmepumpe, og en kombineret af varmepumpe og solfangeranlæg. Hvordan de to løsninger ligger i forhold til hinanden afhænger i høj grad af anlægsprisen, kalkulationsrenten og energiprisen. Begge anlæg har vist sig at være bedre løsninger end individuelle jordvarmepumper, i forhold til samfundsøkonomi og brugerøkonomi.

Det har vist sig, at med en energiprisstigning under 6 %, giver et "klassisk" distributionsnet (55 °C) den bedste økonomi. Hvis energiprisen stiger mere end 6 %, vil det være en økonomisk bedre løsning med boostervarmepumper ved forbrugerne.

Ved afstand over ca. 1,5 km til eksisterende ledingsnet kan det, samfundsøkonomisk bedre betale sig at lave et lokalt kollektivt anlæg frem for at tilslutte det eksisterende net. Dette skyldes blandt andet god produktionseffektivitet i det kollektive anlæg på grund af lave driftstemperaturer.

Der er stort potentiale i anvendelse af lokale kollektive energiproducerende anlæg, specielt ved anvendelse af lagring og overskudsel. Boostervarmepumpen kan også have potentiale, men det kræver dog, at princippet videreudvikles eller at energiprisen stiger mere end 6 %. En videreudvikling kan være anvendelse af overskudsel eller forbedring af COP.