

Til
Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram, EUDP

Dokumenttype
Rapport

Dato
Oktober, 2012

FREMTIDENS FJERNVARME - LAVRESSORCE FJERNVARME SLUTRAPPORT

Journal nr. 63011-0087

FREMTIDENS FJERNVARME - LAVRESSORCE FJERNVARME SLUTRAPPORT

Revision **Ver. 01**
Dato **Oktober 2012**
Udarbejdet af **Helle Madsen (HLLM)**
Kontrolleret af **Anders Dyrelund,**
Godkendt af **Helle Madsen (HLLM)**

Ref. 0849529\I00444-1-HLLM

INDHOLD

1.	Indledning	1
2.	English summary	4
3.	Fase 1	5
4.	Fase 2	9
5.	Fase 3	12
6.	Fase 4	13
6.1	Formidling	13
6.2	Best practice	13
7.	Konklusion	14

1. INDLEDNING

Fjernvarme skaber mulighed for at anvende energi på en fleksibel og samfundsøkonomisk måde. Der er således mulighed for at optimere både fjernvarmens produktion og udbredelse. Hvor meget kan med fordel produceres centralt og decentralt som grundlast og spidslast og hvor langt er det samfundsøkonomisk fordelagtigt at distribuere fjernvarmens grundlast. I den samfundsøkonomiske analyse af fjernvarmesystemernes produktion og udbredelse indgår alle relevante omkostninger i samfundet.

Specielt i ny bebyggelse er der behov for at se samspillet mellem de samfundsøkonomiske omkostninger i bygningerne og i forsyningen, da målet er at blive uafhængig af fossile brændsler på lang sigt for de lavest mulige samfundsøkonomiske omkostninger.

Hensigten med energibesparelsesindsatsen er således ægte brændselsbesparende tiltag og dermed reduktion af CO₂-emissioner. Ensidigt fokus på en reduktion af energibehovet i nye bygninger ud fra centralt fastsatte definitioner af energirammer vil således som udgangspunkt være i strid med den samfundsøkonomiske analyse i varmeplanlægningen, som baseres på aktuelle lokale forhold. Det kan underminere grundlaget for kommunens og fjernvarmeselskabets planlægning af det fleksible og samfundsøkonomisk optimale energisystem og samtidig være en meget dyr metode til at nedbringe brændstofforbruget og den tilhørende CO₂-emission.

Formålet med dette projekt er at reducere brændselsforbruget og CO₂-emissionerne relateret til opvarmning af bygninger ved hjælp af omkostningseffektiv og intelligent anvendelse af fjernvarme og blokvarme kombineret med vedvarende energikilder.

Omkring 45 % af Danmarks udledning af drivhusgasser stammer fra el- og varmeproduktion. For at imødekomme CO₂-reduktionsforpligtelserne fremsat af eksisterende og fremtidige internationale protokoller og EU-direktiver spiller varme- og elsektoren meget væsentlige roller.

Gennem dette projekt er målsætningen at afklare disse store udfordringer dels med hensyn til at skabe nye standarder for, hvordan man kan udnytte og inkludere fordelene ved fjernvarme, som forsyner nye og eksisterende bygninger, og dels med hensyn til at generere nye teknologiske koncepter for fjernvarme, som kan anvendes i såvel Danmark som i udlandet. En øget brug af fleksibel fjernvarme og –køling udenfor Danmarks grænser anses for at være nødvendig, hvis målsætningerne for energibesparelser, vedvarende energi og CO₂-reduktioner skal nås indenfor den afsatte tid og ikke mindst på en omkostningseffektiv måde.

Det danske fjernvarmesystem har potentialet til at fortsætte sin rolle som rygraden i det danske energisystem. Fjernvarme er den mest omkostningseffektive måde at indpasse overskudsvarme fra affaldsforbrænding, kraftvarme og industri og forskellige typer af vedvarende energiteknologier i energisystemet i fremtiden og giver mulighed for at inddrage mere elektricitet fra vind og andre vedvarende energikilder. Fjernvarme skaber mulighed for fleksibelt energiforbrug og kan fungere som lager for den fluktuerende energiproduktion og kan opfylde behovet for varme og køling i bygninger.

Alle disse fordele bør overvejes i en tid, hvor fjernvarme ikke vurderes ud fra dens samfundsøkonomiske kvaliteter, men diskrimineres fra centralt fastsatte normative regler som eksempelvis bygningsreglementet, diverse certificerings ordninger eller delmålsætninger om "CO₂-neutrale bygninger". Det gælder først og fremmest nyt byggeri, men også energirenoveringer, der prioriteres ud fra normative krav.

Ensidigt fokus på at reducere energibehovet i bygninger ved tiltag alene indenfor matrikelgrænsen vil forvride hele energisystemet, underminere grundlaget for det fleksible energisystem, og samtidig være en meget dyr metode til at reducere brændstofbehov og sammenhængende CO₂-udledning.

Hovedformålet med projektet er at fokusere på nye bygninger, dog er der også relationer til eksisterende bygninger:

1) Det nye bygningsreglement gælder også for totalrenovering af eksisterende bygninger og varmeanlæg.

2) For nye bygninger eller snarere en gruppe af bygninger i områder uden fjernvarme er der en mulighed for at etablere blokvarme og bruge mere effektiv produktion af vedvarende energi. Derved er der en mulighed for at levere nærliggende individuelt forsynet bygninger fra denne blokvarme. Anlægget vil dermed per definition være et fjernvarmeværk. Anlægget kan være begyndelsen på et nyt fjernvarmesystem i bydelen. Derfor er det endnu mere tydeligt, at udvikleren af det nye blokvarmesystem bør overveje at lade en af de nærmeste fjernvarmeselskaber tage sig af driften af anlægget og eventuelt også bistå med at gennemføre blokvarmen.

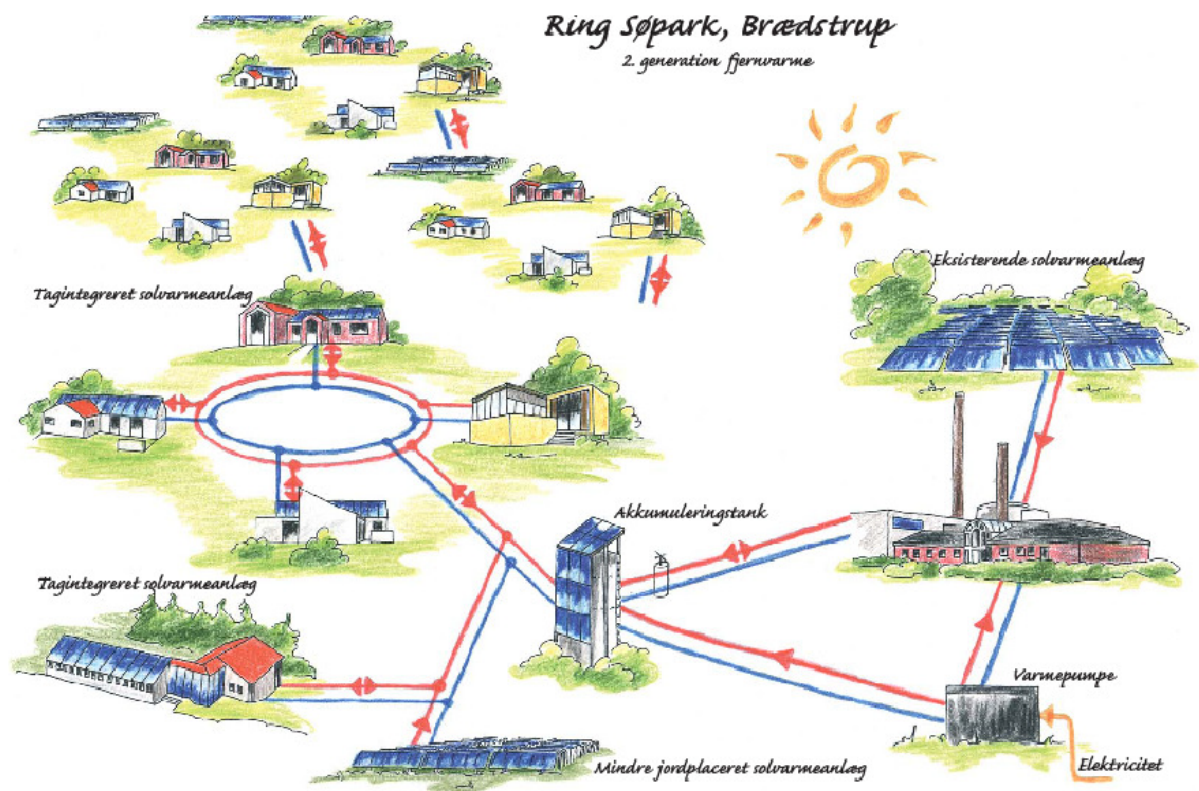
3) Det er ikke rentabelt at installere fjernvarme i nogle områder med eksisterende bygninger i dag, men udviklingen af mere effektiv lavressource fjernvarme med lav CO₂-udledning kan resultere i, at det i fremtiden er muligt (økonomisk og miljømæssigt) at installere fjernvarme i områder med eksisterende bygninger i forhold til varmepumper, når der tages hensyn til fremtidens energisystem med fluktuerende vedvarende energikilder.

Dette projekt vil udvikle og demonstrere, hvordan intelligent og effektiv udnyttelse af fjernvarme kan reducere brugen af fossile brændstoffer og CO₂-emissioner i en meget omkostningseffektiv måde, og derved ændre fokus fra at spare energi i selve bygningen

For at nå dette mål vil projektet udvikle fair kriterier for lavt ressourceforbrug fjernvarme (i forhold til bygningsreglementet) og udvikle og demonstrere optimal udnyttelse af fjernvarme, der produceres af vedvarende energikilder (dels ved fuldskala demonstration med 100 bygninger i Ring Søpark dels ved simuleringer i forhold til EnergyFlexHouse).

Et projekt som dette hvor både central og decentral solenergi placeret på forskellige steder i området indgår, har aldrig været opført før. Ligeledes skal CO₂-varmepumper indsat i et fjernvarmesystemafprøves for første gang. Det skitserede fjernvarmeprojekt er således i høj grad et udviklingsprojekt med optimerede CO₂-neutrale systemer som aldrig er opført tidligere. Derfor kan systemet karakteriseres som 2. generation fjernvarme. Herfor er en mere detaljeret analyse nødvendig for at udvikle teknologiske og gennemførlige løsninger. Nogle af komponenterne er kendt teknologi, men hvad der er nyt, er kombinationen og samspillet mellem dem og det styrende system. Det er innovativt og kræver en ekstra indsats som et pilotprojekt.

Fjernvarmesystemet udviklet i denne fase vil levere varme til både eksisterende bygninger (60 stk.) og nye bygninger (100 stk.).



Figur 1: Illustration af det foreslåede lavressource fjernvarmesystem i Brædstrup, Ring Søpark

Det understreges, at denne del af projektet ikke kun er relevant for Brædstrup. Teknik og metoder kan anvendes overalt i Danmark såvel som internationalt, hvor fjernvarme kan anvendes. Derfor skal det beskrevne projekt betragtes som særdeles vigtigt, fordi resultaterne kan spredes og anvendes bredt.

For at belyse dette, består projektet af fire faser, projektledelse samt formidling.

Det er dyrt at isolere et hus, så det opfylder specifikationerne for lavenergibyggeri klasse 1 & 2 (LE1 & LE2). Almindeligvis koster det omkring 5 % ekstra at bygge et LE2 hus i forhold til et almindeligt BR08 hus og yderligere 5 % for at bygge et LE1 hus i forhold til et LE2 hus. Desuden er det meget dyrere at isolere eksisterende bygninger. Hvis kriterierne for lavressource fjernvarme udviklet i fase 1, er accepteret i et nyt bygningsreglement, er det formentlig samfundsøkonomisk bedre selv for nye bygninger at bruge nogle af "isoleringspengene" på lavressource fjernvarme. Dette aspekt vil også blive vurderet i projektet.

2. ENGLISH SUMMARY

A one sided focus on the reduction of energy consumed in new buildings will result in a distortion of the entire energy system, undermining the foundations of the flexible energy system, while being a very expensive way of reducing fuel consumption and associated CO₂-emissions.

This project shall develop new standards for how to utilize and incorporate the benefits of district heating and generating new technological concepts for district heating.

Based on the actual ratio between the quantity of fuel used to produce the unit of heat and the final amount of delivered heat the primary energy factor is calculated to indicate if it is fair to benefit buildings supplied with district heating.

The initial idea was to establish solar heating in selected houses on the entire rooftop and produce far more heat than traditional individual solar panels. Then different heating solutions for low energy buildings should be examined, evaluated and demonstrated with particular focus on solutions in buildings with renewable energy production and connection to a district heating network.

Along the way, it has become very clear that many components have large heat losses in relation to the requirements for low energy buildings.

Many times it will be possible to reduce the total energy needs with several kWh/m² by choosing a better insulated product - it might be what makes a district heating supplied house meeting the energy requirement or not.

The idea of this project is to demonstrate how district heating of future residential areas can be economically and environmentally optimal. District heating supply of the area will differ from traditional district heating systems in several ways:

- Establishment of heat producing units in the form of solar panels and a centrally located, heat pump. Both types of units supplying heat to the district heating network.
- The solar panels are placed partly on the ground and partially integrated into individual rooftops, and the heat pump will be located centrally in the area.
- On an annual basis it will produce as much heat as consumed in the area, mind you based on CO₂-neutral renewable sources.

The project has been delayed several times due to the lack of new houses been built in the chosen area. It is now abandoned to proceed with phase 3 and the project is finished without completing phase 3

3. FASE 1

FASE 1 i dette projekt havde til hensigt at udvikle en metode, som inkluderer vedvarende energi og kraftvarme fra kraftvarmeværker (fx fjernvarme og blokvarme) i beregningerne af bygnings energiramme (jf. Bygningsreglement 2008 - BR08).

Med baggrund i den faktiske produktion på varmeværker belyses den primære ressourcefaktor for de enkelte varmeværker. Denne faktor angiver forholdet mellem mængden af brændsel anvendt til fremstilling af den leverede enhed varme og den endelige varmemængde

En mulighed for at bygningsreglementet kan fremme en miljøvenlig og omkostningseffektiv energiforsyning kan være at anvende primære ressourcefaktorer på selve forsyningen. Hermed kan der fastsættes krav til mængden af fossil energi og dermed CO₂-udslip, der bruges i bygningen, og løsningen kan findes udenfor matriklen, når det er omkostningseffektivt.

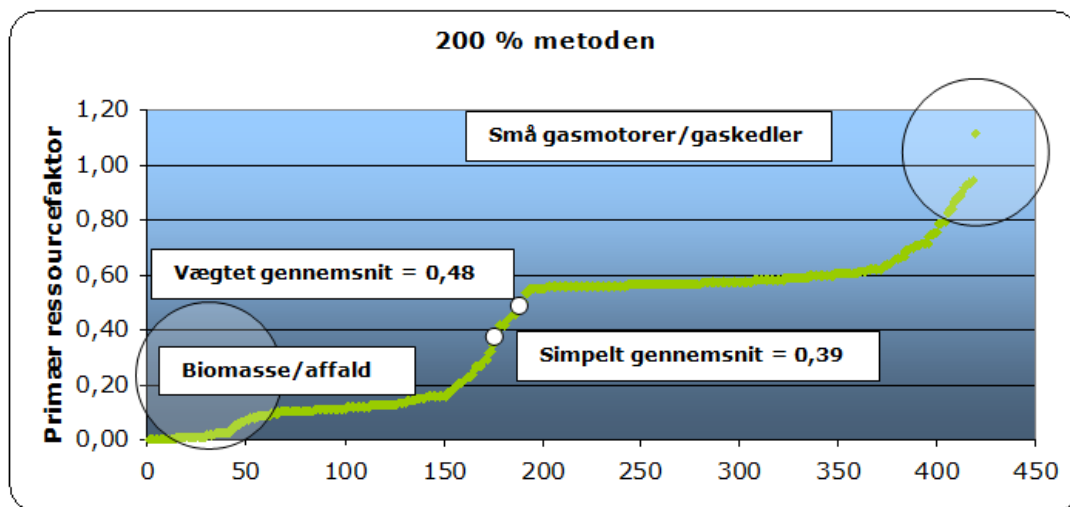
Derved vil bygningsreglementet således leve op til EU's bygningsdirektiv, som netop forudsætter, at bygningen får et mindre energiforbrug ved at udnytte muligheden for at få overført kraftvarme og vedvarende energi via fjernvarme og fjernkøling.

Ved at bruge de primære ressourcefaktorer kan der findes en værdi for varmforsyningen fra den kollektive forsyning, og den kan så sammenholdes med kravet fra bygningsreglementet. Overskrider værdien fra den kollektive forsyning den tilladte værdi ifølge bygningsreglementet, er der således metodefrihed til at finde den mest effektive metode, til at overholde kravet:

- ved at forbedre den kollektive energiproduktion,
- ved at investere mere i klimaskærm eller
- ved at investere i individuelle produktionsanlæg på matriklen.

Med effektiviseringer den kollektive forsyning kan energiforsyningen til mange bygninger forbedres med samme investering. Foruden dette undgås det endvidere, at der bruges penge på at bygge nye individuelle varmeanlæg i et kollektivt forsyningsområde, som øger efterspørgslen af el frem for varme.

De beregnede PRF påpeger, at er rimeligt at indregne fjernvarme i energirammen med en faktor lavere end 1. Som det ses i nedenstående figur er den gennemsnitlige PRF for danske fjernvarmeværker inkl. decentral kraftvarme langtfra 1 opgjort efter 200 % metoden (2006-tal).



Figur 2: PRF for danske fjernvarmeværker inkl. decentral kraftvarme opgjort efter 200 % metoden (2006)

Generelt er det værker med CO₂-neutral brændsel, som resulterer i de laveste faktorer, og de små gasmotorer og –kedler producerer varme med de højeste primære ressourcefaktorer. Dette giver også sig selv metoderne taget i betragtning.

I et fremtidigt energisystem med mere vedvarende energi vil de primære ressourcefaktorer ligge på et lavere niveau, end de gør i dag. Overordnet set kan det konkluderes, at det er berettiget at nedjustere faktorer for fjernvarme fra 1 til niveauet omkring 0,7-0,8. Dermed tages hensyn til, at fjernvarmen udnytter overskudsvarmen fra elproduktion som ellers går til spilde ved kondensproduktion.

Ifølge Figur 2 er der mange værker med en værdi, der ligger under 0,8. Der er også stadig mere end halvdelen af værkerne, der ligger under 0,6, hvilket igen indikerer, at det er logisk at reducere faktoren for fjernvarmen.

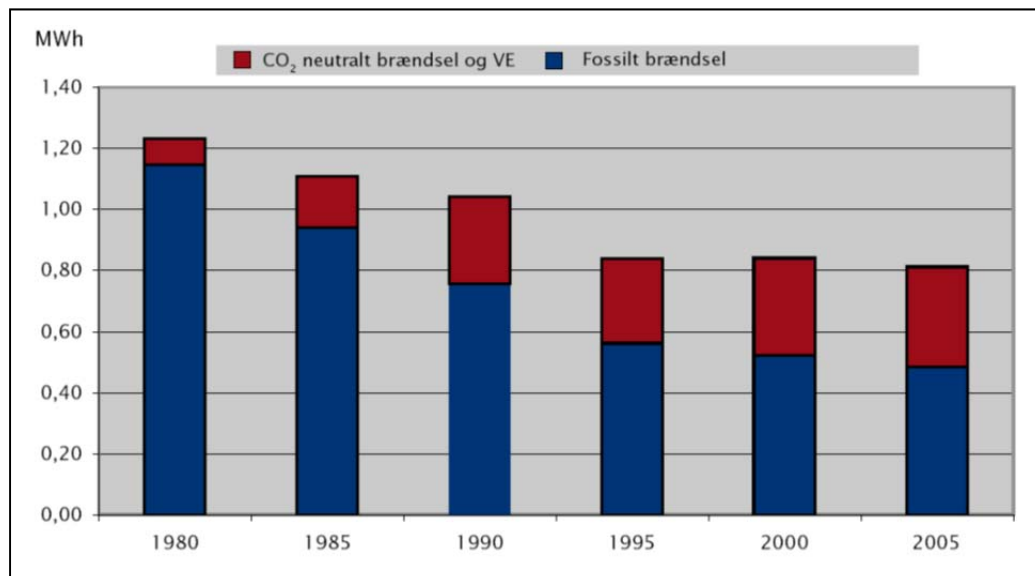
Mange af værkerne, der ligger over 0,8, må formodes at være barmarksværkerne, som nu har mulighed for at installere op til 1 MW biomasse, hvilket vil få deres primære ressourcefaktor til at falde.

Det skal dog præciseres, at det kun er for lavenergiklasse 2015 boliger, at faktoren for fjernvarme er sat til 0,8. Der kan stilles spørgsmål ved, om dette ikke er paradoksalt, da faktoren nu er afhængig af energibehovet, når den i praksis kommer fra samme anlæg og derfor er den samme i begge tilfælde. Der er dermed fastsat to faktorer, fordi det ikke er muligt at opfylde energisparekravene vedr. nettoenergiforbruget.

Overordnet set forventes det, at de primære ressourcefaktorer vil falde i fremtiden. I et fremtidigt energisystem med mere vedvarende energi vil de primære ressourcefaktorer ligge på et lavere niveau end de gør i dag, hvilket bl.a. vil skyldes øget anvendelse af geotermi, storskala solvarme, overskudsvarme, affaldskraftvarme, varmepumper på vind.

Produktionen af el og varme i Danmark sker meget forskelligt fra år til år og afhænger en lang række faktorer. Derudover ændres forsyningen over tid – hvor såvel efterspørgslen på el og varme ændres, ligesom sammensætningen og driften af produktionsanlæggene modificeres. Brugen af primære ressourcefaktorer må nødvendigvis ske som en dynamisk proces, der ændres i takt med udviklingen.

Energiforbruget til fjernvarmen er faldet over de sidste 20-30 år samtidigt med, at den anvendte mængde fossile brændsler til fjernvarmen er reduceret væsentligt. Dette er sket i samme periode, hvor der har været en overgang fra kraftværker til kraftvarmeværker, og mange nye decentrale kraftvarmeværker er bygget.

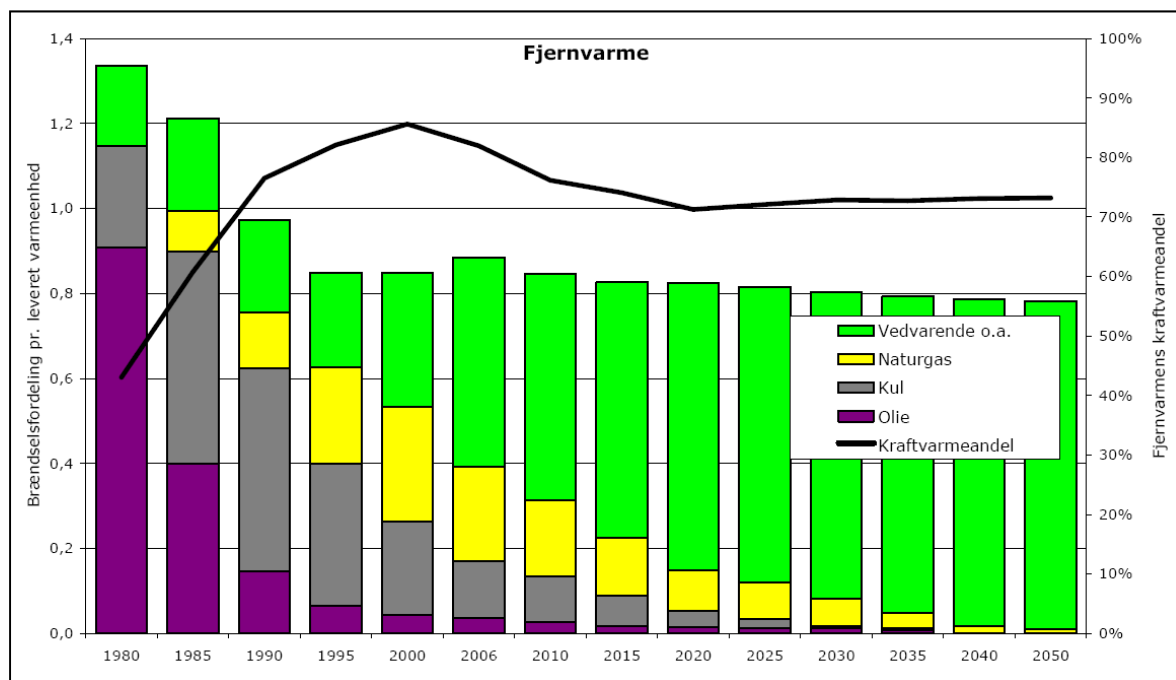


Figur 3: Primært brændselsforbrug per solgt MWh fjernvarme (Benchmarking statistik 2006-2007, Dansk Fjernvarme)

Faldet i energiforbruget samt hvor meget fossilt brændsel, der er reduceret i fjernvarmen, fremgår af Figur 3. Her ses det, at hvor de fossile brændsler tidligere udgjorde grundlaget for næsten al fjernvarmen, er andelen nu mindre end 2/3. Dette forhold resulterer i, at den primære ressourcefaktor alt andet lige også er faldet i samme periode, hvilket historisk set ikke har været tilfældet tidligere. Hvor meget den primære ressourcefaktor er faldet med afhænger af typen af de anvendte brændsler.

Med den stigende udvikling i andelen af vedvarende energi i bruttoenergiforbruget vil værdien af den primære ressourcefaktor falde løbende. En stigende mængde el produceret på vindmøller kan ligeledes medføre en ændret sammensætning af el/varmeproduktionen.

Fremtidens varmeproduktion er der lavet et bud på i Varmeplan Danmark, og hvordan brændsels sammensætningen kan se ud fremkommer i Figur 4, hvor også de historiske data fra 1980 til 2006 er anført. Ved opgørelsen af brændselsbehovene til fjernvarmeproduktionen er 200 % metoden benyttet.



Figur 4: Fremtidig varmeproduktion fordelt på brændsler og andel af kraftvarme (Varmeplan Danmark)

Forandringen i mængden af vedvarende energi i fjernvarmeforsyningen fremgår tydeligt af Figur 4, hvoraf det ses, at andelen af vedvarende energi i bruttoenergiforbruget kan stige til næsten 100 % i 2050. Målet for den vedvarende energi forventes at nås med øget anvendelse af vindmøller, storskala solvarme, biogas samt mere biomasse i kraftvarmeproduktionen.

Ved at indføre primære ressourcefaktorer flyttes fokus fra mængden af anvendt varmeenergi til mængden af fossilt brændsel anvendt til fremstilling af varmen. I den forbindelse opstår andre overvejelser om fremtidig udvikling af forbedringer i varmesektoren. I stedet for at opstille krav til en maksimal mængde anvendt varme skal der stilles krav til brændslerne, og hvordan den fremtidige produktion effektiviseres og gøres mere vedvarende. Hvordan kravene til størrelsen af fremtidige primære ressourcefaktorer skal lyde, kan der findes flere løsninger på. Der kan fastsættes en national værdi, som al varmeforsyning skal overholde, men for allerede veludviklede systemer kan det være en sovepude og lægge en dæmper på evt. forbedringer. Et alternativ kan være at tage udgangspunkt i de første, individuelle faktorer, der beregnes for systemerne og herefter fastsætte løbende procentvise reduktioner. Hermed forbedres alle systemerne med samme rate men med forskellige mængder fossilt brændsel baseret på udgangspunktet.

Alt i alt er det tvivlsomt, om det er muligt at udforme en generel metode baseret på faktorer, så bygningsreglementet fremmer samfundsøkonomiske løsninger frem for at modarbejde dem.

Den sikreste metode for at bygningsreglementet fremmer samfundsøkonomiske projekter er, at bygningsreglementet stiller krav om, at varmeforsyningen som udgangspunkt skal være i overensstemmelse med den forsyningsform, som er fastlagt i kommunens varmeplan og de øvrige forhold, der er fastlagt i lokalplanen, herunder et evt. forbud mod solceller og vindmøller på tagene eller eksempelvis individuelle grundvandsvarmeanlæg.

Bygningsreglementet skal således tilpasse faktoren på fjernvarme, så den bliver så lav, at fjernvarme også bliver den bedste forsyning for bygningsejeren i forhold til en varmepumpe og således, at bygningen bør kunne udformes uden behov for supplerende elproduktion fra solceller eller vindmøller.

Med hensyn til elproduktion bør det helt analogt til varmen være muligt at indregne andele af vindmølleparker nær ved, som tinglyses på ejendommen på lige fod med solceller. "Nær ved" kravet i EU's direktiv bør kunne tolkes således, at en havvindmøllepark indenfor Danmarks grænser er nær ved nok, da elsystemet kan overføre den producerede vindenergi.

4. FASE 2

En del af projektet er at demonstrere og vurdere fordele og interaktion, når en bygning, som fremstiller vedvarende energi, er forbundet til et fjernvarmesystem. Dette gøres for at kende de tekniske udfordringer ved dette system. Derfor undersøges forskellige fjernvarmeløsninger til lavenergibyggeri med særligt fokus på løsninger i bygninger med produktion af vedvarende energi og forbindelse til et fjernvarmenet.

I en ny udstykning, Ring Søpark, vil Brædstrup Fjernvarme etablere solvarmeanlæg på udvalgte huse og lade naboerne købe varmen, når der er overskudsproduktion. Baggrunden er, at der i nogle byer ikke er egnede arealer nok til at placere solfangerne på bar mark. Solfangerne vil blive integreret i hele tage, såkaldte soltage, og producere langt mere varme end traditionelle individuelle solvarmeanlæg. Formålet med fase 2 er at undersøge, evaluere og demonstrere forskellige fjernvarmeløsninger til lavenergibyggeri med særligt fokus på løsninger i bygninger med produktion af vedvarende energi og forbindelse til et fjernvarmenet.

Fase 2 tager udgangspunkt i Teknologisk Instituts testfacilitet EnergyFlexHouse, der består af 2 lavenergihuse, som er koblet til et mindre fjernvarmenet. Simuleringer af EnergyFlexHouse vil dels blive anvendt til at teste og demonstrere, hvordan en lavenergibygnings kan spille sammen med et fjernvarmenet. Fokus er på huset og udvekslingen med fjernvarmenettet, men der er ikke fokus på at optimere fjernvarmenettet

I projektet er der udarbejdet et katalog med installationsløsninger til fjernvarmeforsynede lavenergiboliger. Kataloget har været diskuteret med relevante interessenter i forbindelse med en workshop og har dannet grundlag for at udvælge et setup for nærmere analyse.

Setup'et består af et fjernvarmeforsynet område med flere huse, hvor et af dem er udstyret med et solvarmetag. I alle bryggers/teknikrum er der installeret en traditionel fjernvarmeunit med en 100 liters varmtvandsbeholder, der forsynes vha. af en almindelig stikledning i twinrør. Setup'et er baseret på Teknologisk Instituts lavenergihuse, EnergyFlexHouse.

På den baggrund er der udviklet et simuleringprogram, hvor det er muligt at ændre på en række parametre, som fx . soltagsareal, solindfald, styring mv. Simuleringprogrammet er meget velegnet til at visualisere Brædstrup-konceptet og vise dynamiske sammenhænge i installationsløsningerne.

Som supplement er der gennemført en række beregninger i værktøjet Be06 for forskellige installationsløsninger til lavenergibyggeri inkl. setup'et. Resultaterne er sammenlignet ud fra bestemmelserne i Bygningsreglementet BR08 og ud fra BR10, hvor det for lavenergibyggeri bliver muligt at indregne en energifaktor på 0,8 for fjernvarmen. Konklusionen er, at det fortsat vil være vanskeligt for den rene fjernvarmeløsning, at skulle konkurrere med andre teknologier baseret på vedvarende energi.

Energibehovene for forskellige setup i boliger er beregnet. Det fremgår af tabellen, at der er stor spredning mellem de forskellige beregnede energibehov, men at alle systemer kan overholde husets energiramme for lavenergiklasse 1 efter BR08 (40,1 kWh/m²).

BR10 indfører nye rammer for fjernvarme og en ny lavenergiklasse, der erstatter den eksisterende lavenergiklasse 1. For fjernvarme bliver det muligt at anvende en energifaktor på 0,8 for lavenergibyggeri. Samtidigt strammes kravet til energirammen for lavenergibyggeri. For EnergyFlexHouse betyder det, at energirammen strammes til 34,6 kWh/m² mod tidligere 40,1 kWh/m².

System	Installationsløsning	Samlet energibehov, Be06 (BR08), kWh/m ²	Samlet energibehov, Be06 (BR10), kWh/m ²
1	Fjernvarmeunit med varmtvandsbeholder, 100 liter *	36,3	30,8
2	Fjernvarmeunit + 200 liter solvarmebeholder til varmt brugsvand + 5,1 m ² solfangere *	28,3	22,7
3	Blokvarmeledningsnet til 10 huse + 62,5 m ² solvarmetag på 1 hus + fjernvarmeunit med varmtvandsbeholder, 100 liter i 10 huse + 4000 liter akkumuleringstank	30,7	23,8
4	Fjernvarmeunit med varmtvandsbeholder, 100 liter + 3,8 m ² solceller *	30,1	24,5
5	Luft/vand-varmepumpe med varmtvandsbeholder, 200 liter	27,8	27,8
6	Luft/vand-varmepumpe + 200 liter solvarmebeholder til varmt brugsvand + 5,1 m ² solfangere	22,3	22,3
7	Luft/vand-varmepumpe + 1000 liter solvarmebeholder til både varmt brugsvand og rumvarme + 12,5 m ² solfangere	20,2	20,2

Figur 5: Oversigt med beregnet samlet energibehov for 7 installationsløsninger til lavenergibyggeri

Det fremgår, at den nye energifaktor for fjernvarme (0,8) har en væsentlig indflydelse på de fjernvarmeforsynede løsninger. For fjernvarmeløsningerne kombineret med solvarme (system 2 og 3) eller solceller (system 4) er det samlede energibehov meget tæt på de varmepumpebase-rede løsninger. Den rene fjernvarmeløsning har det svært, men overholder dog den nye energi-ramme for lavenergibyggeri (34,6 kWh/m²).

For at kunne få et mere nuanceret billede af de forskellige installationsløsninger er det valgt at estimere installationsomkostningerne som et pejlemærke for omkostningsniveauet. På baggrund af prislister fra producenter, tidligere rapporter, erfaringer og V&S-prisdata er investeringsomkostningerne pr. hus for de forskellige installationsløsninger estimeret.

Investeringspriserne for installationsløsningerne, som viser et spænd mellem kr. 75.757 ekskl. moms pr. hus for en ren fjernvarmeløsning op til kr. 141.500 ekskl. moms for en luft/vand-varmepumpe med stort kombi solvarmeanlæg.

System	Installationsløsning	Investering pr. hus, kr. ekskl. moms
1	Fjernvarmeunit med varmtvandsbeholder, 100 liter *	75.757
2	Fjernvarmeunit + 200 liter solvarmebeholder til varmt brugsvand + 5,1 m ² solfangere *	101.857
3	Blokvarmeledningsnet til 10 huse + 62,5 m ² solvarmetag på 1 hus + fjernvarmeunit med varmtvandsbeholder, 100 liter i 10 huse + 4000 liter akkumuleringstank	100.992
4	Fjernvarmeunit med varmtvandsbeholder, 100 liter + 3,8 m ² solceller *	95.357
5	Luft/vand-varmepumpe med varmtvandsbeholder, 200 liter	77.900
6	Luft/vand-varmepumpe + 200 liter solvarmebeholder til varmt brugsvand + 5,1 m ² solfangere	99.800
7	Luft/vand-varmepumpe + 1000 liter solvarmebeholder til både varmt brugsvand og rumvarme + 12,5 m ² solfangere	141.500

Figur 6: Investering i kr. ekskl. moms for 7 installationsløsninger i lavenergibyggeri

I forbindelse med projektarbejdet er der opnået en række erkendelser i forhold til fjernvarme og lavenergibyggeri.

Selv med de nye regler og en energifaktor på 0,8 vil fjernvarmen have det svært uden kombination med solceller eller solvarme. Som det fremgår, vil et mindre solcelleanlæg kunne forbedre det samlede energibehov væsentligt uden, at det går udover varmesalget til kunden.

En anden løsning kunne være at kombinere ventilationsanlægget med en varmepumpe i afkastluften til produktion af varmt brugsvand. Det vil måske give mulighed for at anvende konceptet for kold fjernvarme, hvor det om sommeren vil være muligt at køre frem med en meget lav fremløbstemperatur.

Beregningerne viser også, at et solvarmetag kan være med til at kompensere for tab i ledningsnet på en meget effektiv måde – både i blokvarmeanlæg men også i det åbne fjernvarmenet. Varmetabet kan evt. reduceres yderligere ved at anvende lavenergifjernvarmekonceptet med et dimensionerende temperatursæt på 55°C/25°C i ledningsnettet, men så skal der vælges unit med gennemstrømningsvandvarmer eller med akkumulering på fjernvarmesiden.

Undervejs er det blevet meget tydeligt, at mange komponenter har et stort varmetab i forhold til de krav, der er til lavenergibyggeri. Det kommer til udtryk i Be06-beregningen, hvor det mange gange vil være muligt at reducere det samlede energibehov med flere kWh/m² ved at vælge et bedre isoleret produkt – det kan til tider være det, der gør om et fjernvarmeforsynet hus kan opfylde energirammen eller ej.

I de tilfælde, hvor fjernvarme er den planlagte opvarmningsform, er kommunens varmeplanlægning garant for, at fjernvarme også er den bedste opvarmningsform. Det vil da ikke være samfundsøkonomisk fordelagtigt, hvis en fjernvarmeløsning skal belastes med en ekstra udgift til solceller i forhold til en varmepumpeløsning. Denne analyse peger således på, at det vil være på den sikre side at sænke fjernvarmefaktoren til eksempelvis fra 0,8 til 0,6. Derved er der større sandsynlighed for, at bygherren vil vælge fjernvarme, som jo i givet fald vil være den mest samfundsøkonomiske.

5. FASE 3

Ideen med projektet er at vise, hvordan fjernvarmeforsyning af fremtidens boligområder kan ske økonomisk og miljømæssigt optimalt. Fjernvarmeforsyningen af området vil således adskille sig fra traditionelle fjernvarmesystemer på flere områder:

- I området etableres der varmeproducerende anlæg i form af solfangere og en central placeret, stor varmepumpe. Begge typer anlæg leverer varme til fjernvarmenettet.
- Solfangerne placeres dels i terræn og dels integreret i enkelte store hustage, og varmepumpen vil blive etableret centralt i området.
- På årsbasis vil der blive produceret ligeså meget varme, som der forbruges i området, vel at mærke baseret på CO₂-neutrale vedvarende energikilder.

Horsens Kommune arbejdede aktivt for at finde interesserede bygherrer til opførelse af huse i område. Der indkom ingen seriøse bud i forbindelse med det samlede udbud af området Ring Søpark, og kommunen ville nu udstykke grundene enkeltvis inden for en meget kort tidshorisont. Dog kunne der påregnes en risiko for en væsentlig forlængelse af projektperioden, eftersom byggegrundene nu udstykkes enkeltvis. Da der kun udbygges med 50 boliger i stedet for de 100 oprindelige boliger var projektet væsentligt nedskaleret.

På grund af forsinkelser med etablering af decentrale solvarmeanlæg blev det besluttet at etablere det første anlæg på varmecentralen. Denne opførelse vil danne grundlag for en erfaringsopsamling for det videre forløb med tilsvarende anlæg. Anlægget er monteret på varmeværkets tag og tilkoblet fjernvarmeforsyningen. Der er stadig æstetiske og byggetekniske udfordringer i forbindelse med eksisterende bygninger, og hvordan det skal passes ind i dansk byggestil.

Hvis det er muligt, kan der være store fordele ved at overføre solvarmen fra et gunstigt sted ved fjernvarmesystemet frem for at placere det på bygninger.

Projektet er udskudt flere gange pga. den manglende udbygning i fase 3. Det er nu opgivet at arbejde videre med fase 3, og projektet afsluttes uden at færdiggøre fase 3.

6. FASE 4

I forbindelse med dette projekt har der været en lang række formidlingsaktiviteter både nationalt og internationalt. Denne formidling har gennem artikler, foredrag, præsentationer m.m. fortalt historien om den danske fjernvarme, og hvordan denne kan gøres mere effektiv i fremtiden.

Både formidling og Best Practice sker med en hjemmeside oprettet til projektet:
<http://www.fremtidens-fjernvarme.dk/>

6.1 Formidling

I forbindelse med projektet er der udarbejdet forskellige artikler og formidlingsaktiviteter, som er offentliggjort på <http://www.fremtidens-fjernvarme.dk/>.

6.2 Best practice

Der udgives et best practice/forsyningskatalog med retningslinjer for højeffektiv fjernvarme og lavt drivhusgasudslip fra decentrale fjernvarmesystemer - herunder eksempler med beregninger.

Resultaterne fra fase 1, 2 og 3 samt danske og internationale data og resultater bliver indsamlet, behandlet og vurderet. Således vil bedste praksis for den fremtidige fjernvarme til både eksisterende og nye bygninger blive udviklet. Det er vigtigt at forbedre den nuværende fjernvarme og at have offentlige retningslinjer for bedste praksis, fordi et meget stort antal af de fjernvarmeproducerende anlæg skal udskiftes eller renoveres inden for de næste 10 år. En effektivisering af lavressource-fjernvarmen vil resultere i store reduktioner af drivhusgasserne.

Resultatet af dette projekt har store perspektiver for øget energiforsyningsikkerhed og for at fremme de mest omkostningseffektive varmeløsninger, der gør Danmark uafhængig af fossile brændsler. Projektet vil bidrage yderligere til at fastholde dansk fjernvarmes dominerende rolle indenfor de involverede brancher, herunder entreprenører, industrien, rådgiverne mv.

7. KONKLUSION

To overordnede emner for dette projekt har været,

- at sikre, at bygningsreglementet fremmer samfundsøkonomiske løsninger, eksempelvis ved at få indregnet fjernvarmens effektivitet i energirammen, så suboptimeringer undgås
- at sikre sammenhængende løsninger, så man undgår de helt decentrale løsninger uden fleksibilitet

Den helt decentrale varmeproduktion har dog også vist sig i Ring Søpark ikke at være økonomisk rentabel. Overordnet set har det dog aldrig været meningen, at der skulle tages udgangspunkt i, at hvert hus var selvforsynende, og at al varmen i et fjernvarmesystem blev produceret hos kunderne. I fjernvarmeområder er det netop meningen, at suboptimale løsninger skal undgås.

På den anden side vil modellen for det optimale blokvarmenet med fjernvarmeovervågning og evt. varmeudveksling med en kunde eller med et nabofjernvarmeanlæg kunne bruges generelt, hvor det måtte være økonomisk fordelagtigt.

Styrken ved fjernvarme og blokvarme er, at man undgår løsninger, hvor man kun kan producere varmen i bygninger til en alt for høj pris, og at der er meget store storskalafordele ved at være fælles om produktions- og lageranlæg.

Det forventes, at projektet kan få indflydelse på indregning af fjernvarme i energirammen i fremtidige bygningsreglementer, så fordelene ved vedvarende energi og kraftvarme kommer forbrugere og klimaet til gode. Dermed kan fjernvarme fortrænge anden opvarmning, som er samfundsøkonomisk urentabel.

Det er endvidere belyst, at mange komponenter har et stort varmetab i forhold til de krav, der er til lavenergibyggeri. Mange gange vil være muligt at reducere det samlede energibehov med flere kWh/m² ved at vælge et bedre isoleret produkt, og det kan muligvis gøre udslaget for, om et fjernvarmeforsynet hus kan opfylde energirammen eller ej.

Det er umiddelbart ikke hensigtsmæssigt at opstille de vedvarende energianlæg enkeltvis, da der opnås bedre økonomi med store centrale anlæg. På denne måde opnås der "mest miljø for pengene", og varmen produceres for med de laveste samfundsøkonomiske omkostninger, (inkl. prisen på CO₂).

Med store centrale anlæg, som leverer ind til et kollektivt ledningsnet som fjernvarme, opnås der stor forsyningssikkerhed, hvor en bygning ikke er afhængig af et enkeltstående produktionsanlæg.