



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Varmeplan Danmark 2010**

Dyrelund, Anders ; Fafner, Klaus; Ulbjerg, Flemming ; Knudsen, Søren; Lund, Henrik; Mathiesen, Brian Vad; Hvelplund, Frede; Bojesen, Carsten; Odgaard, Anders; Sørensen, Rasmus Munch

*Publication date:*  
2010

*Document Version*  
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Dyrelund, A., Fafner, K., Ulbjerg, F., Knudsen, S., Lund, H., Mathiesen, B. V., Hvelplund, F., Bojesen, C., Odgaard, A., & Sørensen, R. M. (2010). *Varmeplan Danmark 2010*.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Projekt nr. 2010 - 02

Titel: Varmeplan Danmark 2010

Udført af: Rambøll Danmark i samarbejde med Aalborg Universitet

# Varmeplan Danmark 2010

## Hovedrapport



RAMBOLL

AALBORG UNIVERSITET

DANSK FJERNVARMES  
FREM

Dansk  
Fjernvarme

FJERNVARMEN  
Hår god energi er inde i varmen

### **Forsidebillede**

Billedet på forsiden illustrerer bæredygtig byudvikling indenfor energiområdet og er et godt eksempel på fremtidens fleksible energisystem. Området på billedet er udlagt til særligt forurenende virksomhed og rummer bl.a.:

- *Amagerforbrændings affaldskraftvarme, som inden 2015 vil være erstattet med nyeste teknologi med høj elvirkningsgrad og røggaskondensering*
- *Amagerværkets nye biomassefyrede kraftvarmeværk*
- *Amagerværkets 20 år gamle kulfyrede kraftvarmeværk, der satte gang i udbygningen af det Storkøbenhavnske fjernvarmesystem. Værket ventes konverteret til biomasse i takt med markedsudviklingen i elmarkedet i Nordeuropa*
- *Lynettefællesskabets spildevandsanlæg med slamforbrænding, der i 2011 udskiftes med en ny ovn med røggaskondenseringsanlæg*
- *Lynettefællesskabets biogasanlæg*
- *Geotermianlæg*
- *Absorptionsvarmepumpe med biomassekraftvarme, der opgraderer den geotermisk varme*
- *Varmeakkumuleringstank, der optimerer samspillet mellem el og varme*
- *Vindmøllepark*
- *Storskalasolvarme på 1.000 m<sup>2</sup> i baggrunden (demonstrationsprojekt)*
- *CTR's fjernvarmetransmissionsnet*
- *Københavns Energis fjernvarmedistributionsnet*

*Den fælles forsyning betyder, at de øvrige bydele i højere grad er forbeholdt mennesker og, at varmen produceres på den mest bæredygtige måde til 98 % af byen*

Til  
**Dansk Fjernvarme F&U konto**

Dokumenttype  
**Rapport**

Dato  
**September 2010**

# **DANSK FJERNVARMES F&U-KONTO VARMEPLAN DANMARK 2010**



Revision 5  
Dato 2010-09-08  
Udarbejdet af Fra Rambøll: Anders Dyrelund, Klaus Fafner, Flemming Ulbjerg, Søren Knudsen mfl.  
Fra AAU: Henrik Lund, Brian Vad Mathiesen, Frede Hvulpund, Carsten Bojesen, Anders Michael Odgaard og Rasmus Munch Sørensen  
Kontrolleret af Anders Dyrelund og Henrik Lund  
Godkendt af LEHL  
Beskrivelse Hovedrapport

Ref. 10666007 Varmeplan Danmark 2010

*Beklagelig trykfejl i Varmeplan Danmark 2008.*

*Af figur 3.3 i Varmeplan Danmark 2008 fremgår, at CO<sub>2</sub> emissionen fra opvarmningen fra 1980 til 2008 er reduceret fra 25 til 10 mio.tons/år og fra 70 til 21 kg/m<sup>2</sup>. Det svarer til, at slutforbruget er reduceret med 25 %. Desværre er der byttet om på enhederne i teksten i afsnit 2.2.1*

## Acknowledgement

Dele af energisystemanalyser og forslag til virkemidler udarbejdet af Aalborg Universitet i dette projekt bygger på modeller og analyser etableret i forskningsprojektet "Coherent Energy and Environmental System Analysis" (CEESA), som delvist er finansieret af det Strategiske Forskningsråd.

Herudover skylder vi en tak til Anders. N. Andersen fra EMD, Jesper Møller Larsen fra Aalborg Kommune samt Per Alex Sørensen og Niels From fra Planenergi I/S for input og beregninger, der ligger til grund for flere virkemiddelforslag.

Store dele af analyser og virkemidler udarbejdet af Rambøll i dette projekt bygger på erfaringer og analyser fra en lang række aktører i varmesektoren. Derfor en særlig tak til disse aktører, heriblandt Fjernvarme Fyn, Frederiksberg Forsyning, Gladsaxe Fjernvarme, DAB, Carlsberg Ejendomme, Københavns Energi og DONGEnergy. Enkelte eksempler er angivet uden kilder, men de er kendt af forfatterne.

Endelig vil vi takke følgegruppen for gode kommentarer og inspiration.

Følgegruppen kan dog ikke drages til ansvar for Varmeplan Danmarks anbefalinger, som alene er forfatternes ansvar.

Sidst i rapporten er en oversigt over følgegruppen, alle projektmedarbejdere og referencer.

## INDHOLD

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
1.1	Introduktion	1
1.2	Fra Varmeplan Danmark 2008 til Varmeplan Danmark 2010	2
<b>2.</b>	<b>Resume</b>	<b>4</b>
2.1	Scenarieanalyser for 20 % af varmemarkedet	5
2.2	Eksempler på udvikling af hele varmemarkedet	7
2.3	Ideer til vigtige aktører	13
2.3.1	Ideer til centraladministrationen	13
2.3.2	Ideer til kommunerne og KL	15
2.3.3	Ideer til fjernvarmeselskaberne	15
2.3.4	Ideer til varmemeforbrugerne	16
2.3.5	Ideer til øvrige aktører indenfor energi- og klimaområdet	16
<b>3.</b>	<b>Forslag til udbygningsplan</b>	<b>17</b>
3.1	Indledning og resumé	17
3.2	Forudsætninger	18
3.2.1	Valuta, beskæftigelse og statsfinanser	21
3.3	Varmeplan Danmark udbygningsplan 2020	22
3.3.1	Udbygningsplan	22
3.3.2	Brændselsforbrug, CO <sub>2</sub> -emission og samfundsøkonomi	23
3.3.3	Valg af udbygningsscenarie	25
3.3.4	Konsekvenser for statskassen af diverse virkemidler	25
3.3.5	Valutaforbrug, beskæftigelse og statskasevirkninger	25
3.3.6	Sammenfatning	27
<b>4.</b>	<b>Varmens samspil med energisystemet</b>	<b>28</b>
4.1	Indledning og Resumé	28
4.2	Fjernvarmens samspil med vindkraften og El-markedet	30
4.2.1	Samspil med vindkraften	30
4.2.2	Samspil med det internationale el-marked	30
4.2.3	Konklusion	32
4.3	Fjernvarmen i et 100 % Vedvarende energisystem	33
4.3.1	Rumvarmebesparelser og fjernvarmeudvidelser mod 2030	33
4.3.2	100 % vedvarende energisystemer og fjernvarme	35
<b>5.</b>	<b>Barrierer og idéer til Virkemidler</b>	<b>41</b>
5.1	Indledning	41
5.2	Strategisk energiplanlægning	42
5.3	Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger	43
5.4	Finansieringsmodeller med PSO mv.	44
5.4.1	Motivation for VE og energibesparelser i kraftvarmeområderne	44
5.4.2	Fond til finansiering af prototypeanlæg og forskning.	44
5.4.3	Motivation for VE og besparelser ved individuel varmforsyning	45
5.5	Teknologier og besparelser udenfor fjernvarmeområderne	46
5.6	Kompensation ved afkobling fra naturgas	49
5.7	Udvikling af kraftvarme - varmepumper	50
5.8	Barmarksværker	53
5.9	Fjernvarme til lavenergibyggeri	54
5.9.1	Varmebesparelse i eksisterende byggeri med fjernvarme	54
5.9.2	Fjernvarme til nyt lavenergibyggeri	55

5.10	Finansieringsmodeller med ESCO	56
5.10.1	ESCO modeller med fordele og ulemper	56
5.10.2	ESCO light	58
5.11	Tarif- og afgiftsincitamer	59
5.11.1	Langtidsmarginale omkostninger og incitamer	59
5.11.2	Tariffer for varmeproduktion	60
<b>6.</b>	<b>Energilovgivning – mål og midler</b>	<b>61</b>
6.1	Generelt	61
6.2	EU direktiver	62
6.2.1	Direktivet for strategisk miljøvurdering	62
6.2.2	Direktivet for energiforbrugende produkter	62
6.2.3	Direktivet for vedvarende energi	63
6.2.4	Direktivet for bygningers energimæssige ydeevne	64
6.3	Dansk lovgivning	65
6.3.1	Varmeforsyningsloven	65
6.3.2	Lov om energibesparelser	67
6.3.3	Lov om kommunal fjernkøling	67
6.3.4	Bygningsreglementet	68
6.4	Mål og midler i dansk energipolitik	71
6.5	Myter i dansk energipolitik	72
6.6	Fjernvarmens rolle i dansk energipolitik	74
6.6.1	Styrker	74
6.6.2	Svagheder	74
6.6.3	Trusler	74
6.6.4	Muligheder	74
6.6.5	Krav	74
<b>7.</b>	<b>En bæredygtig udvikling af byerne</b>	<b>75</b>
7.1	Hvad er bæredygtig byudvikling	76
7.2	En vision om den bæredygtige by	77
7.3	En ny bæredygtig bydel	78
7.3.1	Varmeforsyningen	78
7.3.2	Elforsyningen	80
7.3.3	Sammenfatning	80
7.4	Et nyt lokalplanområde med individuelle huse	81
7.4.1	Samfundsøkonomisk vurdering af opvarmningen	82
7.4.2	Økonomi for brugerne og kommunen som geografisk område	83
7.4.3	Samlet slutforbrugerenergi behov	84
7.4.4	Samlet vurdering	84
7.5	Et nyt lokalplanområde med rækkehuse	85
7.6	Et nyt byggeri i tæt bebyggelse	87
7.7	Et byggeri i åbent land	88
7.8	Bæredygtigt byggeri	89
7.8.1	Hvad er bæredygtigt byggeri?	89
7.8.2	Eksempel på bæredygtigt byggeri indenfor energi	89
7.9	Bæredygtige løsninger udenfor de kollektivt forsynede områder	91
7.10	Bæredygtig udvikling af eksisterende bebyggelse	92
<b>8.</b>	<b>Slutforbruget</b>	<b>93</b>
8.1	Slutforbrugernes behov for energiydelser	93
8.2	Termisk komfort og elydelser	94
8.2.1	Optimal klimaskærm	94
8.2.2	Renovering og optimering af varmeanlæg	95
8.2.3	Nye lavtemperatur varmeanlæg	95
8.2.4	Kølebehov og køleanlæg	95
8.3	Bygningsreglementets energiramme forbrug	96
8.3.1	Bygningers energiforbrug	96
8.4	Hvordan nedbringes energiramme forbruget	98
8.4.1	Indledning	98
8.4.2	Investeringer og besparelse i energiramme	98
8.4.3	Samfundsøkonomisk vurdering	98

8.4.3.1	Vurdering	99
<b>9.</b>	<b>Fjernvarme og fjernkøling</b>	<b>100</b>
9.1	Samfundsøkonomisk vurdering af fjernvarmeudbygning	100
9.2	Fjernvarme transmission	101
9.2.1	Transmissionsledninger til lave priser	101
9.2.2	Regionalt samarbejde om fælles bedste løsninger	101
9.2.3	Fjerne vekslere i store systemer	101
9.3	Fjernvarme distribution	102
9.3.1	Anlægsteknik og design, der sænker prisen	102
9.3.2	Optimal designtemperatur og driftstemperatur	102
9.3.3	Udbygge med fjernvarme til eksisterende områder	103
9.3.4	Udbygge med fjernvarme til ny bebyggelse	103
9.4	Kundeinstallationer	104
9.4.1	Brugsvandsopvarmning	104
9.4.2	Direkte eller indirekte anlæg	104
9.4.3	Incitamentter til at effektivisere tilslutning til fjernvarmen	105
9.4.4	Tilslutte med 3-benet på retur og fremløb	106
9.4.5	Kundeservice og varmemesterservice for fjernvarmekunder	106
9.4.6	Elbesparelser	108
9.4.7	Incitamentter for lavere temperatur mv.	108
9.5	Varmeakkumulering	109
9.5.1	Fleksibelt slutforbrug	109
9.5.2	Korttidsvarmelagre i fjernvarmen	109
9.5.3	Store sæsonvarmelagre	109
9.5.4	Varmetab og priser på varmelagre	110
9.5.5	Optimering af sæsonlager med solvarme	111
9.6	Fjernvarme produktionen og samspil med energisystemet	113
9.6.1	Forsynings sikkerheden i energisystemet	113
9.6.2	Samspil mellem fjernvarmeproduktionen og elmarkedet	114
9.6.3	Samspil med affaldssektoren	114
9.6.4	Samspil med anden biomasse	114
9.6.5	Samspil med naturgassen og biogassen	115
9.6.6	Geotermi	116
9.6.7	Store solvarmeanlæg	117
9.7	Fjernkøling	120
<b>10.</b>	<b>Videndeling og information</b>	<b>122</b>
<b>11.</b>	<b>Statistik og fremskrivning</b>	<b>123</b>
11.1	Hurtig udbygning med statistik og fremskrivning	124
11.2	Moderat udbygning med statistik og fremskrivning	129
11.3	Konklusion	134
<b>12.</b>	<b>Internationale relationer</b>	<b>135</b>
12.1	Statsministerens drøm	135
12.2	Hvor er Danmark førende?	135
12.3	Hvad har vi opnået i Danmark og hvordan	136
12.4	EU viser vejen for at markedsføre danske/nordiske løsninger	137
<b>13.</b>	<b>Følgegruppe og projektgruppe</b>	<b>138</b>
13.1	Følgegruppe	138
13.2	Projektgruppe	139
<b>14.</b>	<b>Referencer</b>	<b>140</b>

## BILAG

### Bilag 1 Bilagsrapport



## FIGUR- OG TABELFORTEGNELSE

Figur 2-1 Bygningsmassen fordelt på opvarmningsformer, hurtig udbygning .....	10
Figur 2-2 Fjernvarmeproduktion inkl. besparelser, hurtig udbygning .....	10
Figur 2-3 Elforbrug til opvarmning, hurtig .....	11
Figur 2-4 Den totale CO <sub>2</sub> emission fra varmesektoren, hurtig .....	11
Figur 2-5 Bygningsmassen fordelt på opvarmningsformer, moderat .....	12
Figur 3-1 EnergyPlan modellens brugergrænseflade .....	18
Figur 3-2 Varmevarighedskurve med 25 % reduktion i varmebehov .....	19
Figur 3-3 Varighedskurve for NordPool spotmarkedspris år 2005 .....	20
Figur 3-4 Brændselsforbrug i 2020 lukket system .....	23
Figur 3-5 Netto CO <sub>2</sub> emission i 2020 lukket system .....	23
Figur 3-6 Samfundsøkonomi i 2020 lukket system .....	24
Figur 4-1 Samspil mellem energisystemerne .....	28
Figur 4-2 Indtægter ved handel med el .....	31
Figur 4-3 Analyse af varmebesparelser og fjernvarmeudvidelse .....	34
Figur 4-4 Primær energiforsyning i 100 % VE scenarier .....	38
Figur 4-5 Marginale ændringer i energi og omkostninger .....	40
Figur 5-1 De nuværende afgiftsforhold for varmeproduktion .....	50
Figur 5-2 Anbefalede afgiftsforhold for varmeproduktion .....	51
Figur 6-1 Tre ens huse med samme varmebehov, men i tre energiklasser .....	69
Figur 7-1 CO <sub>2</sub> emissionens afhængighed af beliggenhed .....	75
Figur 7-2 Samfundsøkonomiske omkostninger til varme med 6 % .....	79
Figur 7-3 Omkostninger ved forskellige alternativer for solvarme .....	79
Figur 7-4 Omkostninger til elforbruget med vedvarende energi .....	80
Figur 7-5 Placering af 180 nye boliger .....	81
Figur 7-6 Samfundsøkonomiske omkostninger i alternativerne .....	82
Figur 7-7 CO <sub>2</sub> -emission over 20 år for de seks alternativer .....	82
Figur 7-8 BR10 energirammeforbrug .....	83
Figur 7-9 Relativ sammenligning af alternativer .....	83
Figur 7-10 Samlet behov for rumvarme, varmt brugsvand og el .....	84
Figur 7-11 Nyt lokalplanområde med blokvarmebebyggelse .....	85
Figur 7-12 Samfundsøkonomisk vurdering af nyt byggeri i tæt bebyggelse .....	87
Figur 7-13 Sammenligning af varmepumpe med fjernvarme .....	88
Figur 7-14 Kolding Åpark, et eksempel på bæredygtigt kontorbyggeri .....	89
Figur 8-1 Optimal isoleringstykkelse .....	94
Figur 8-2 Energirammeberegning for bolig .....	96
Figur 8-3 Energirammeberegning for erhvervsbygning .....	97
Figur 8-4 Samfundsøkonomisk omkostning ved hvert enkelt tiltag .....	98
Figur 9-1 Samfundsøkonomiske omkostninger ab anlæg .....	100
Figur 9-2 Temperaturstrategi for et stort net på 150.000 MWh .....	102
Figur 9-3 Eksempler på fejltyper på kudeanlæg .....	108
Figur 9-4 Pilotprojekt for damvarmelager i Marstal .....	110
Figur 9-5 Temperaturtab i varmelagre som funktion af størrelsen i m <sup>3</sup> .....	110
Figur 9-6 Priser på varmelagre som funktion af størrelsen i m <sup>3</sup> .....	111
Figur 9-7 Anlægsomkostninger for solvarme med og uden lager .....	111
Figur 9-8 Drift af sæsonvarmelager .....	112
Figur 9-9 Oversigt over geotermiske ressourcer .....	117
Figur 9-10 Diagram med maksimal udnyttelse af biomasse .....	117
Figur 9-11 10.000 m <sup>2</sup> solvarme på Gram Fjernvarme 2009 .....	118
Figur 9-12 Priser på solvarmeanlæg ekskl. lager .....	119
Figur 9-13 Københavns Energis Fjernkølecentral .....	120
Figur 11-1 Prognose for befolkning og opvarmet areal .....	123
Figur 11-2 Forudsat CO <sub>2</sub> emission i elforsyningen .....	123
Figur 11-3 Bygningsmasse fordelt på forsyningsart, hurtig .....	125
Figur 11-4 Forventet nettovarmebehov an bygning, hurtig .....	125
Figur 11-5 Varmeforsyning fordelt på forsyningsart, hurtig .....	126
Figur 11-6 Fjernvarmens lastfordeling inkl. nettab, hurtig .....	126

Figur 11-7 Ressourceforbrug individuel forsyning, hurtig .....	127
Figur 11-8 Ressourceforbrug for fjernvarmen, hurtig .....	127
Figur 11-9 Elforbrug til opvarmning, hurtig .....	128
Figur 11-10 Den totale CO <sub>2</sub> emission fra varmesektoren, hurtig .....	128
Figur 11-11 Bygningsmasse fordelt på forsyningsart, moderat .....	130
Figur 11-12 Forventet nettovarmebehov an bygning, moderat .....	130
Figur 11-13 Varmeforsyning fordelt på forsyningsart, moderat.....	131
Figur 11-14 Fjernvarmens lastfordeling inkl. nettab, moderat .....	131
Figur 11-15 Ressourceforbrug individuel forsyning, moderat.....	132
Figur 11-16 Ressourceforbrug for fjernvarmen, moderat .....	132
Figur 11-17 Elforbrug til opvarmning, moderat.....	133
Figur 11-18 Den totale CO <sub>2</sub> emission fra varmesektoren, moderat.....	133
Tabel 3-1 Brændselsprisforudsætninger i kap. 3, kr/GJ .....	19
Tabel 3-2 Nedbørens indflydelse på elprisen .....	20
Tabel 3-3 Omkostninger valuta og beskæftigelse .....	25
Tabel 3-4 Nettovirkninger på statskassen .....	26
Tabel 6-1 Sammenligning af varmforsyningslov og BR .....	69
Tabel 7-1 Samfunds og samlet økonomi for lokalsamfundet.....	80
Tabel 7-2 Samlet økonomi for lokalsamfund som nutidsværdi .....	84
Tabel 7-3 Samfundsøkonomi med fjernvarme eller varmepumper .....	86
Tabel 8-1 Investering og besparelse beregnet af SBI. ....	98
Tabel 8-2 Sempel tilbagebetalingstid ved optimerede løsninger.....	99
Tabel 8-3 Intern forrentning for samfundet ved optimerede løsninger .....	99
Tabel 9-1 Optimalt design for et stort net.....	103
Tabel 9-2 Biomasse som drivmiddel til mere geotermi .....	117
Tabel 13-1 Følgegruppen .....	138
Tabel 13-2 Projektgruppen .....	139



# 1. INDLEDNING

Varmeplan Danmark 2010 er en fortsættelse af den tidligere Varmeplan Danmark (2008).

## 1.1 Introduktion

Det er vores håb og indtryk, at planen fra 2008 har været med til at synliggøre fordelene ved varmeplanlægningen og de kollektive systemer og har inspireret kommuner og øvrige aktører indenfor energiområdet.

Det var også vigtigt for os med Varmeplan Danmark (2008) at vise de resultater, Danmark allerede har opnået indenfor varmesektoren. Besøgende under COP15 har givet udtryk for, at Danmark er førende indenfor opvarmning af bysamfund både med hensyn til samfundsøkonomisk planlægning og teknologi. Det har imponeret vores gæster, at forbruget af fossile brændsler til opvarmning er reduceret, så CO<sub>2</sub> emissionen er reduceret fra 70 til 21 kg/m<sup>2</sup> eller i alt fra 25 til 10 mio. tons i de seneste 30 år. Varmeplan Danmark (2008) var med til at vise, hvordan det er sket ved en kombineret indsats med besparelser og kollektiv forsyning.

Varmeplan Danmark (2008) har også været med til at inspirere forskellige planer med bud på, hvordan Danmark kan nå sine langsigtede mål, eksempelvis IDA's Klimaplan 2050, Dansk Energis Power to the People, Concitos Annual Climate Outlook 2010 og OVE's Vi har energien. Endvidere peger undersøgelser udført af Energistyrelsen, Energinet.dk og SKAT på, at de vandbårne systemer har en vigtig rolle med at udnytte vindenergi i samspil med elsektoren, se referencer.

Energistirelsens seneste udredninger om forsyningssikkerhed og den nationale handlingsplan for vedvarende energi sætter fokus på fjernvarmens rolle som en vigtig brik i kommunernes varmeplanlægning. Hvis forslaget fra KL og Energistyrelsen om strategiske energiplanlægning bliver gennemført, vil det yderligere styrke helhedsplanlægningen med fokus på samfundsøkonomi og samspillet mellem bl.a. varme, el, gas og byggeri.

Det forventes også, at Klimakommissionens rapport og den næste officielle energiplan fra Regeringen vil stille store krav og forventninger til opvarmningssektoren og kommunerne.

Udfordringen for det danske samfund er at nå det langsigtede mål om at blive tilstrækkelig uafhængig af fossile brændsler inden eksempelvis 2050 under hensyntagen til såvel samfundsøkonomi som miljø og forsyningssikkerhed. I den nuværende økonomiske situation bør hensynet til beskæftigelse og påvirkning af statskassen spille en særlig rolle.

Hvor Varmeplan Danmark (2008) fokuserede på, hvordan Danmark bør opvarmes for på lang sigt at kunne overgå til 100 % vedvarende energi, så følger Varmeplan 2010 op med en handlingsplan med fokus på, hvordan vi kommer i gang med at realisere planerne, så samfundet kan drage nytte af fordelene.

Derfor er Varmeplan Danmark 2010 disponeret med henblik på at hjælpe og inspirere politikere, kommuner, energiselskaber og øvrige aktører med at opnå konsensus om de bedste løsninger, såvel for forbrugerne og lokalsamfundet, som for samfundet på længere sigt.

Rapporten er delt op i følgende niveauer:

- Resume
- **Hovedrapport**
- Bilagsrapport med teknisk/økonomisk dokumentation for hovedrapporten
- En referenceliste med en række af de vigtigste dokumenter på området

Som det fremgår, er sammenhængen til Varmeplan Danmark (2008) afgørende. Derfor bringes i det følgende et kort resumé af de vigtigste resultater af den tidligere plan.

## 1.2 Fra Varmeplan Danmark 2008 til Varmeplan Danmark 2010

Varmeplan Danmark (2008) stillede spørgsmålene: Hvordan skal vi opvarme Danmark? Hvad er hensigtsmæssigt at gøre på kort sigt, hvor vi energipolitisk har fokus på økonomi, miljø og forsyningsikkerhed? Og hvad skal vi gøre på langt sigt, hvor vi har en energipolitisk målsætning om at overgå til 100 % vedvarende energi (VE)?

Til at besvare disse spørgsmål blev der i Varmeplan Danmark (2008) opstillet tre scenarier for potentielle udvidelser af fjernvarmeforsyningen. For hvert af disse scenarier blev 10 forskellige varmeforsyningsteknologier (individuelle såvel som kollektive) vurderet i forhold til deres indflydelse på det samlede danske energisystem mht. brændselsforbrug, el-overløb, CO<sub>2</sub>-emission og samfundsøkonomi.

Udgangspunktet var det nuværende danske energisystem, men analysen inddrog også regeringens energipolitiske målsætning om, at Danmark på sigt skal overgå til 100 % vedvarende energi. Det sidste blev inddraget ved at opstille et scenarie for årene 2020, 2040 samt 2060, hvor det danske energisystem gradvist omlægges til 100 % VE i kombination med besparelser og effektiviseringer.

Det blev understreget i planen, at der ikke havde været fokus på om og i givet fald hvordan og hvornår Danmark bør overgå til 100 % VE. Analysen fokuserede alene på, hvordan potentielle fjernvarmeområder bedst kan varmforsynes, **hvis** Danmark gradvist overgår til 100 % VE.

Formålet var at analysere, om de konklusioner mht. fjernvarme, der gør sig gældende i det nuværende system (primært baseret på fossile brændsler), også gælder på sigt i et 100 % VE scenarie.

I 2006 blev 46 % af det danske nettovarmebehov med fjernvarme. Der blev regnet på at udvide dette til hhv. 53 %, 63 % og 70 % af markedet i prioriteret rækkefølge.

De analyserede områder, som således udgør 24 % af landets varmebehov, er i dag hovedsagelig forsynet med individuelle kedler baseret på olie, naturgas eller biomasse. I forhold til dette udgangspunkt viste analyserne, at der generelt er god brændselsøkonomi, CO<sub>2</sub>-reduktioner og samfundsøkonomi i at omlægge disse til fjernvarme. Dette udsagn gælder såvel i det nuværende (år 2006) system som i et fremtidigt scenarie frem mod et 100 % VE-system i år 2060 - også selv om boligernes rumvarmebehov måtte blive reduceret helt ned til 25 % af det nuværende.

Der er en række individuelle muligheder, som også blev analyseret. Resultaterne af disse analyser er følgende:

- Mikrokraftvarme med brændselsceller på brint fra elektrolyseanlæg ser ikke ud til at være et hverken brændselseffektivt, CO<sub>2</sub>-effektivt eller samfundsøkonomisk godt alternativ, heller ikke i et langsigtet 100 % VE perspektiv. Tabene og omkostningerne er simpelthen for store. Der er bedre og billigere måder at udnytte eventuel overskudsproduktion fra vindkraft på.
- Mikrokraftvarme på naturgas er på kort sigt et brændselseffektivt og CO<sub>2</sub>-mæssigt godt alternativ. Især CO<sub>2</sub>-emissionen reduceres mærkbart fordi der omlægges el-produktion fra kul til naturgas i det samlede system. Løsningen er imidlertid meget dyr sammenlignet med fjernvarme. På langt sigt i et 100 % VE-system kræver dette alternativ tilført biogas/syngas og analyserne viser, at alternativet hverken ift. brændselsforbrug eller samfundsøkonomiske omkostninger er konkurrencedygtig med hverken fjernvarme eller biomasse-kedler.
- Med de nuværende høje olie/naturgas-priser og lave kul og el-priser er elvarme et samfundsøkonomisk rimeligt alternativ primært pga. lave omkostninger til radiatorer mv. På kort sigt gælder dette dog ikke huse, der allerede har centralvarme. Hvad angår brændselsforbrug og CO<sub>2</sub>-emission er elvarme et dårligt alternativ. På langt sigt i et 100 % VE system giver elvarme anledning til et højt brændselsforbrug, mens samfundsøkonomien ser fornuftig ud. Det sidste udsagn er dog meget følsomt overfor hvilke brændselspriser, der regnes med for biogas/syngas og biomasse på langt sigt.

- Individuelle varmepumper er det mest oplagte alternativ til fjernvarme. På kort sigt ligger de på samme niveau hvad angår brændselsforbrug, CO<sub>2</sub>-emission og samfundsøkonomi som fjernvarme. Samfundsøkonomisk er de lidt dårligere indenfor og i nærheden af eksisterende fjernvarme-områder, mens de er bedre når man kommer længere ud. På langt sigt i et 100 % VE-system er brændselsøkonomien god, men der kræves en højere andel af biogas/syngas end for fjernvarme-alternativet. Samfundsøkonomisk er varmepumperne mere eller mindre ligeværdige med fjernvarme, men dette udsagn er dog meget følsomt overfor, dels brændselspriserne, dels afstanden til eksisterende fjernvarme-områder.

For alle ovennævnte alternativer ville det være relevant at supplere med solvarme. Af tidsmæssige årsager blev solvarme imidlertid ikke direkte inddraget i analyserne i 2008, men blev behandlet andetsteds i det samlede projekt.

Samlet set tegnede der sig et billede af, at den fornuftige løsning vil være at kombinere en gradvis udvidelse af fjernvarmeområderne med individuelle varmepumper i de resterende boliger. Analyserne pegede på, at den hensigtsmæssige kombination ville være at udvide den nuværende fjernvarmeandel fra 46 % til et sted imellem 63 % og 70 %.

Der blev i analyserne indregnet en gradvis forbedring af fjernvarmenettets effektivitet i takt med forbrugernes lavere varmebehov og lavere returtemperatur. Det er derfor afgørende, at fjernvarmesektoren forsat har fokus på dette område.

Det blev desuden taget hensyn til, at mere fjernvarme vil gøre det nemmere at nyttiggøre overskudsvarme fra affaldsforbrænding. Derimod blev der ikke fuldt ud taget hensyn til, at mere fjernvarme i kombination med store varmelagre vil øge fleksibiliteten af det samlede energisystem og gøre det nemmere at udnytte geotermi, overskudsvarme, storskala solvarme, fluktuerende vindenergi og biomasse.

Disse forhold har vi set nærmere på i Varmeplan 2010.

Desuden har vi sat fokus på de barrierer og virkemidler, der kan fremme de muligheder, som opvarmningssektoren har for at nå målet om et samfund uafhængigt af fossile brændsler på en samfundsøkonomisk fornuftig måde uden velfærdstab.

## 2. RESUME

Varmeplan Danmark (2008) foretog en række scenarieanalyser af de boliger, der i dag ikke har fjernvarme, men som ligger indenfor rækkevidde af eksisterende fjernvarmeforsyningsområder svarende til 24 % af det danske varmemarked. I dag er disse boliger hovedsagelig opvarmet med individuelle kedler baseret på olie, naturgas eller biomasse. I forhold til dette udgangspunkt viste Varmeplan Danmark (2008), at der generelt er god brændselsøkonomi, CO<sub>2</sub>-reduktioner og samfundsøkonomi i at omlægge dele af disse områder til fjernvarme.

Varmeplan Danmark sammenlignede også med en række individuelle alternativer og kom frem til, at individuelle varmepumper er det mest oplagte alternativ til fjernvarme. På kort sigt ligger de på samme niveau hvad angår brændselsforbrug, CO<sub>2</sub>-emission og samfundsøkonomi som fjernvarme, og på lang sigt passer de godt ind i et system baseret på 100 % VE. Samfundsøkonomisk er individuelle varmepumper lidt dårligere indenfor og i nærheden af eksisterende fjernvarmeområder, mens de er bedre, når man kommer længere ud.

Samlet set tegnede Varmeplan Danmark (2008) et billede af, at den fornuftige løsning vil være at kombinere en gradvis udvidelse af fjernvarmeområderne fra 46 % i 2006 til mellem 63 % og 70 % af rumvarmemarkedet med individuelle varmepumper i de resterende boliger. Dette udsagn gælder såvel i det nuværende (år 2006) system som i et fremtidigt scenarie frem mod et 100 % VE-system i år 2060, og uanset boligernes rumvarmebehov generelt måtte blive reduceret helt ned til 25 % af det nuværende.

I forlængelse af disse anbefalinger opstiller Varmeplan Danmark 2010 et konkret udbygningsscenarie frem til år 2020 samt analyserer de barrierer der p.t. forhindrer en gennemførelse. Endelig oplistede en række forslag til at fjerne disse barrierer. Det bør nævnes, at indenfor dette projekts rammer har det ikke været muligt at opstille og analysere en fuldstændig og endelig liste af barrierer på området. Det skal således understreges, at der ikke er tale om en udtømmende beskrivelse af barrierer og, at virkemidlerne skal betragtes som idéer.

Ved opstillingen af det konkrete udbygningsscenarie er der foretaget en række konkrete valg mht. f.eks. en ti-års udbygningsperiode frem til år 2020 samt en bestemt fordeling mellem fjernvarme og individuelle varmepumper. Det skal understreges, at der ved opstillingen er tale om et eksempel hvad angår det konkrete valg af disse parametre.

Formålet er at kunne regne på noget konkret og vise de principielle fordele, der er ved at igangsætte den beskrevne udbygning. Det er ikke afgørende om planen gennemføres på 10 eller 20 år. Det betyder blot noget for hvornår og hvordan, man som samfund opnår de beskrevne fordele.

Udbygningsscenariet er heller ikke et udtryk for, at vi har fundet den optimale afgrænsning mellem fjernvarme og individuel forsyning. Hvad angår dette spørgsmål står Varmeplan Danmark (2008)'s anbefalinger forsat ved magt, nemlig, at det bør findes ved konkret planlægning i de enkelte lokale områder.

Udover de nævnte scenarier for 24 % af varmemarkedet inkluderede Varmeplan Danmark også en række udbygningsscenarier for hele varmemarkedet for at illustrere, hvordan det samlede brændselsforbrug og CO<sub>2</sub>-emission til opvarmningen allerede er reduceret og kan reduceres yderligere i fremtiden. Igen skal det understreges, at der hvad angår den fremtidige udvikling er tale om eksempler.

I det følgende bringes først et resumé af opstillingen og analyserne af udbygningsscenariet for 24 % af varmemarkedet og derefter eksempler på, hvordan dette kan indgå i en samlet udvikling af hele varmeforsyningen.

## 2.1 Scenarieanalyser for 24 % af varmemarkedet

Siden 2006 er fjernvarmens markedsandel vokset fra 46 % til ca. 50 % af varmemarkedet. Udbygningsscenariet er opstillet for perioden fra 2010 til 2020, og det omfatter de samme 24 % af fjernvarmemarkedet, som er defineret i Varmeplan Danmark (2008). For dette område foreslås og regnes på følgende udbygningsscenarie:

- Omlægning til fjernvarme til 80 % af det opgjorte potentiale svarende til en forøgelse af fjernvarmen fra de nuværende (år 2006) 46 % til 65 % af det samlede rumvarmemarked
- Omlægning til individuelle varmepumper i den resterende del af området svarende til ca. 5 % af det samlede rumvarmemarked
- En gradvis sænkning af temperaturniveauet i fjernvarmesystemerne
- Udvikling af den eksisterende fjernvarmeproduktion gennem etablering af varmepumper, solvarme, geotermi og biomassekedler

Som nævnt er der, hvad angår valg af en 10-års periode, tale om et eksempel, men det bør fremhæves, at varmesektoren i kombination med elsektoren har særlige muligheder for hurtigt at bane vejen for et samfund uafhængigt af fossile brændsler i forhold til andre sektorer, og at der p.t. er mange ledige ressourcer i bygge- og anlægssektoren. Et mere moderat alternativ er naturligvis, at udfasningen af naturgassen til individuel opvarmning forlænges til 2030 for samtidig at tilgodese konverteringen fra naturgas til hhv. fjernvarme, varmepumper og biogas.

Udbygningsscenariet er analyseret i den tidligere Varmeplan Danmark 2008's bud på det fremtidige energisystem i år 2020, som ift. det nuværende system har følgende ændringer:

- der gennemføres besparelser i rumvarmebehovet svarende til gennemsnitligt 25 %
- effektiviteten på kraft- og kraft/varmeværker øges
- der gennemføres el-besparelser svarende til en reduktion i el-forbruget på 10 %
- udbygning med vindkraft øges fra de nuværende små 20 % til 33 %
- 10 % af transportens benzinforbrug er omlagt til el i forholdet 3:1
- effektiviteten og kapaciteten på affaldsforbrændingsanlæggene øges

Analyserne viser, at en realisering af udbygningsscenariet omfatter en nettoforøgelse af investeringerne på 70 mia.kr. Det vil skabe dansk beskæftigelse svarende til 7-8.000 personer i 10 år. I år 2020 vil det reducere forbruget af fossile brændsler med 32 PJ/år og CO<sub>2</sub>-emissionen med 2 mio.tons/år. De samlede udgifter til opvarmning vil falde med ca. 10 % svarende til 1 mia.kr./år.

En afgørende fordel er desuden, at varmeplan Danmark 2010 scenariet gennem udvikling af flere varmelagre, decentral kraftvarme og varmepumper tilfører fleksibilitet til el-systemet svarende til, at el-overløbet reduceres med små 40 % ift. referencen (i et lukket system uden handel med el), hvilket i et åbent system med handel med el kan omsættes til en øget fortjeneste på i størrelsesordenen 50-100 mio.kr./år. De konkrete tal skal tages med den usikkerhed denne type af analyser medfører, men selve konklusionen om at fleksibiliteten øges, er robust.

Resultaterne fra Varmeplan Danmark (2008) er bl.a. anvendt i IDAs Klimaplan 2050, hvor der er fokus på at udnytte synergien mellem en samtidig og koordineret udvidelse af fjernvarmen og gennemførelse af varmebesparelser. Ved en udvidelse af fjernvarmemarkedet svarende til udbygningsscenariet, kombineret med rumvarmebesparelser på 50 % i gennemsnit i 2030 er IDA's klimaplan brugt til at vist, at der er synergier ved at kombinere udvidelsen og besparelser mht. såvel økonomi som CO<sub>2</sub>-emissioner og brændselseffektivitet. Rumvarmebesparelser og udvidelse af fjernvarmeområder har alene hver for sig fordele, men kombineret kan disse fordele blive endnu større, både mht. brændselseffektivitet og omkostninger.

I et fremtidigt energisystem baseret på 100 % vedvarende energi spiller fjernvarme en nøglerolle, hvis man skal have et brændselseffektivt energisystem. Anbefalingen om at opretholde og udvide fjernvarmen samt spare på rumvarme er analyseret i IDAs Klimaplan 2050 og i forskningsprojektet CEESA, der handler om scenarier for 100 % vedvarende energi. Fjernvarmeudvidelserne og forskellige forsyningssystemer er blevet analyseret her. Analyserne viser, at individuelle opvarmningsformer vil øge presset på biomasseressourcen, selvom der er sparet på rumvarmen. Desuden vil de individuelle opvarmningsformer have større omkostninger end fjernvarme.



Mulighederne for opvarmning af boliger er analyseret i en række 100 % VE-systemer med varierende mængder vindkraft. Analyserne er foretaget med henblik på at vurdere fjernvarmens rolle, hvis der i fremtiden er biomasseknaphed, samt i lyset af, at visse alternativer er mere omkostningseffektive end andre. Konklusionerne er:

1. Analyserne bekræfter, at en udvidelse af fjernvarmen kan reducere presset på biomasseressourcerne og er omkostningseffektive.
2. Analyserne viser, at fjernvarme er vigtig i energisystemer med meget store mængder VE fra vindmøller, idet det muliggør en brændselseffektiv og omkostningseffektiv integration af den fluktuerende vindkraft.
3. Analyserne peger på, at fjernvarme er vigtig i 100 % VE-systemer, da det kan mindske presset på biomasseressourcen ved at udnytte varme fra storskala solvarme, varmepumper i fjernvarmeområder, industriel overskudsvarme, geotermi og affaldsforbrænding.

Hvis der satses på individuel opvarmning i stedet for fjernvarmeudbygning, stiger presset på biomasseressourcen med mellem 10 PJ og 80 PJ, for henholdsvis det bedste og dårligste alternativ, dvs. jordvarmeanlæg og mikrokraftvarme. Dette skal ses i lyset af, at det samlede biomasseforbrug i 100 % VE-systemer kan reduceres til ca. 260 PJ eller mindre. Vindkraften vil ikke kunne integreres ligeså effektiv, og der må i højere grad satses på elektrolyse i stedet for varmepumper i fjernvarmeområder. Fjernvarmen muliggør varmepumper i energisystemet, hvilket vil kunne reducere biomassebehovet med ca. 50 PJ. Fjernvarmen giver desuden mulighed for at anvende solvarme til at erstatte knap 10 PJ biomasse og industriel overskudsvarme kan erstatte ca. 5 PJ biomasse mere. Geotermi kombineret med affaldskraftvarme giver en besparelse i biomasseforbruget på ca. 3 PJ, mens geotermi alene giver et merforbrug af biomasse på ca. 2 PJ. Udnyttelsen af geotermi kan blive større. Her svarer det til ca. 15 % af varmemarkedet i centrale kraftvarmeområder.

Med udgangspunkt i dette udbygningsscenarie identificerer Varmeplan Danmark 2010 en række barrierer samt kommer med idéer til at fjerne disse barrierer. Analyserne er opdelt på følgende kategorier:

- konvertering fra olie- og naturgasfyr til fjernvarme og individuelle varmepumper, herunder rumvarmebesparelser og sænkning af returtemperatur i og udenfor fjernvarmeområder
- kompensation ved afkobling fra naturgas
- udvikling af decentrale kraft/varme-værker i retning af varmepumper
- håndtering af barmarksværkerne
- fjernvarmeforsyning til lavenergibyggeri
- strategisk energiplanlægning
- nye samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger
- tarif- og afgiftsincitament

Analyserne fokuserer på at identificere barrierer indenfor hver kategori, samt at udarbejde forslag til virkemidler til at imødegå disse. De foreslåede virkemidler spænder bredt i karakter, og inkluderer således både informative, restriktive samt økonomiske virkemidler. Det bør understreges, at det af tidsmæssige årsager ikke har været muligt at foretage en fuldstændig kortlægning af barrierer og virkemidler. Især hvad angår virkemidlerne er der således tale om idéer, der vil kunne virke som inspiration, og som kan indgå i fremtidige drøftelser af, hvordan Danmark bedst realiserer sine energipolitiske målsætninger.

I den nuværende situation er påvirkningen af statskassen afgørende for de politiske handlemuligheder. Der er derfor gennemført et overslag over konsekvenserne for statskassen, som viser, at de foreslåede virkemidler vil kræve øgede tilskud hhv. reducerede skatteindtægter for i størrelsesordenen 400 mio.kr./år i 2011 stigende til 2 mia.kr./år i 2020. Til gengæld vil den øgede beskæftigelse generere øgede skatteindtægter for i størrelsesordenen 2,5 mia.kr. Nettopåvirkningen af statskassen er således positiv og ligger i størrelsesordenen 2 mia.kr. i 2011 faldende til neutral i 2020. Det skal understreges, at der hvad angår statsbudgettet er tale om et overslag, der ikke inkluderer momsvirkninger og evt. afledede multiplikatorvirkninger.

## 2.2 Eksempler på udvikling af hele varmemarkedet

Som supplement til ovennævnte system-analyser af den del af varmemarkedet, som ligger tættest på fjernvarmeområderne, er der yderligere opstillet en række eksempler på, hvordan en gennemførelse af de anbefalede løsninger generelt vil kunne nedbringe brændselsforbrug og CO<sub>2</sub>-emissioner for hele varmesektoren. Disse analyser ser kun på varmesektoren, og er ikke analyseret i sammenhæng med det øvrige energisystem på samme måde som de ovenstående beregninger. Det har derfor været nødvendigt at afgrænse analysen, som således er baseret bl.a. på en tilnærmet marginal virkningsgrad for varmeproduktion på kraft/varme-værker.

Formålet med de efterfølgende eksempler er at vise, dels hvordan Danmark historisk har haft succes med at kombinere varmebesparelser med fjernvarme, og dels hvordan denne succes med Varmeplan Danmarks anbefalinger kan fortsætte. I den forbindelse er det afgørende at sikre, at en bevarelse og udvidelse af fjernvarmen kombineres med en massiv udbygning med individuelle varmepumper udenfor byområderne og koordineres med varmebesparelser og temperatursænkninger i alle eksisterende bygninger. Varmeplan Danmark lægger sig ikke fast på præcist, hvor store disse besparelser skal være, hhv. hvornår de skal gennemføres. Derfor skal det understreges, at der i det følgende netop er tale om eksempler, der viser, hvordan fjernvarmen kan spille en afgørende rolle uanset hvor langsomt eller hvor hurtigt Danmark vælger at gennemføre varmebesparelser. Det skal dog samtidig nævnes, at de tidligere nævnte systemanalyser af hvordan Danmark kan overgå til 100 % vedvarende energi, peger på netop varmebesparelser som et helt afgørende element også i fjernvarmeområder.

Det resterende varmemarked fordeler sig på de eksisterende fjernvarmeområder i byerne og den individuelle opvarmning, som konverteres til varmepumper i landdistrikterne.

Uanset hvilken af fremtidens opvarmningsformer, det drejer sig om (fjernvarme eller varmepumper), vil kravet til bygningernes energimæssige ydeevne være det samme, nemlig:

- en god velisoleret klimaskærm
- en lav returtemperatur
- et moderat krav til fremløbstemperatur og
- en god varmekapacitet

Det antages derfor, at **alle varmemeforbrugere** uanset om de i fremtiden opvarmes med fjernvarme eller varmepumper, vil reducere varmebehovet og sænke returtemperaturen i takt med, at bygningerne løbende skal renoveres eller udskiftes. Det er svært at forudsige besparelsen i procent. Den bør besluttes af mange lokale beslutningstagere ud fra samfundsøkonomiske kriterier, og kunsten bliver at give forbrugerne tilstrækkelige incitamentter til at fremme de samfundsøkonomiske tiltag, som er til fordel for alle.

Det samlede varmemarked kan således opdeles i:

- 50 % svarende til de eksisterende fjernvarmeområder pr 2010
- 20 % svarende til potentialet for udbygning i byområder og
- 30 % svarende til landområderne

I landområderne, hvor det ikke er fordelagtigt med fjernvarme, vil varmepumper i kombination med individuel solvarme være den mest samfundsøkonomiske opvarmningsform.

Af hensyn til indpasning af vindkraft er det imidlertid vigtigt, at varmepumperne bliver afbrydelige i videst muligt omfang med rigelig kapacitet og evt. med varmelager og reserve til de meget kolde dage og dage med høje elpriser.

Varmepumperne er ideelle til landområder, da der her er masser af plads til at etablere jordslanger på en effektiv måde, hvilket ikke altid er muligt i byerne og specielt i tæt bebyggelse.

Vi forestiller os, at varmemarkedet på 30 % i landområderne består af følgende opvarmningsformer med stigende grad af fleksibilitet og afbrydelighed:

- 5 % til luft/luft varmepumpe (sommerhuse mv.) suppleret med brændeovne
- 5 % til luft/vand varmepumpe
- 10 % til vand/vand varmepumpe
- 5 % vand/vand varmepumpe kombineret med solvarme og stort lager
- 5 % vand/vand varmepumpe kombineret med solvarme, lager og træpillekedel til reserveforsyning i perioder i lange kolde perioder med høje elpriser

De sidste to kategorier kan bedst etableres på større varmecentraler og via nabovarme, hvor 2 eller flere ejendomme etablerer et fælles anlæg.

Det bliver især en udfordring:

- at udfase systematisk brug af brændeovne, så de kun benyttes til at skabe hygge og bedre livskvalitet
- at kanalisere biomasseaffald fra private ind i markedet for biomasse, så det kan tilgå de effektive anlæg med kondenserende kedler og biogas i stedet for at havne i brændeovne
- at forbedre bygningernes isoleringsstandard og varmeanlæg, så nye varmepumper kan fungere effektivt
- at skærpe Energistyrelsens energimærkning for varmepumper og samle måledata og praktiske erfaringer med komfort og effektivitet i praksis
- at fremme de fleksible varmepumper
- at fremme nabovarme på en fleksibel måde, hvor det er økonomisk rationelt

I byområderne fokuseres på, hvorledes energiområdet og især opvarmningen med fjernvarme kan bidrage til en mere samfundsøkonomisk fordelagtig og dermed bæredygtig udvikling af bysamfundene. Analyserne, som er beskrevet detaljeret i Varmeplan Danmark 2008 og videre udbygget i Varmeplan Danmark 2010 viser bl.a.:

- at de eksisterende fjernvarmesystemer gennemgående har lang restlevetid og, at de takket være forbrugernes besparelser og lavere returtemperatur får ekstra kapacitet, som kan benyttes til enten at sænke fremløbstemperaturen eller til at udvide forsyningen til de resterende bebyggelser
- at de eksisterende fjernvarmesystemer kan effektiviseres yderligere, især ved at øge samspillet mellem slutforbrugere, distribution og produktion, som det eksempelvis er beskrevet i Varmeplan Danmark 2008
- at varmeproduktionen kan effektiviseres yderligere og i stigende grad opsamle overskudsenergi, der reducerer forbruget af fossile brændsler
- at det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at udvide forsyningen så meget som muligt indenfor forsyningsområdet, herunder også til al ny bebyggelse

I Varmeplan Danmark 2010 præsenteres to forslag: en hurtig og en moderat udbygning med fjernvarme og varmepumper i kombination med ekstra besparelser. Den tidligere nævnte udbygningsplan svarer til den hurtige udbygning.

Den hurtige udbygning kan være relevant, hvis Danmark skal være helt uafhængig af fossile brændsler i alle sektorer inden 2050, og hvis man vil udnytte det forhold, at varmesektoren er den mindst problematiske sektor, som lettest kan omstilles i samspil med elsektoren.

Det vil dog kræve en meget intens og koordineret indsats på mange niveauer i form af tilskud, tilskyndelser og omskoling for at øge kapaciteten og sikre samfundsøkonomisk fornuftige investeringer både i forsyningssektoren og i byggeriet.

I begge forslag indgår, at elvarme, brændeovne og oliefyr i princippet er helt udfaset til opvarmning i 2020.

### Hurtig udbygning:

#### Fase 1, eksempler på de første satsningsområder i perioden 2010-2020.

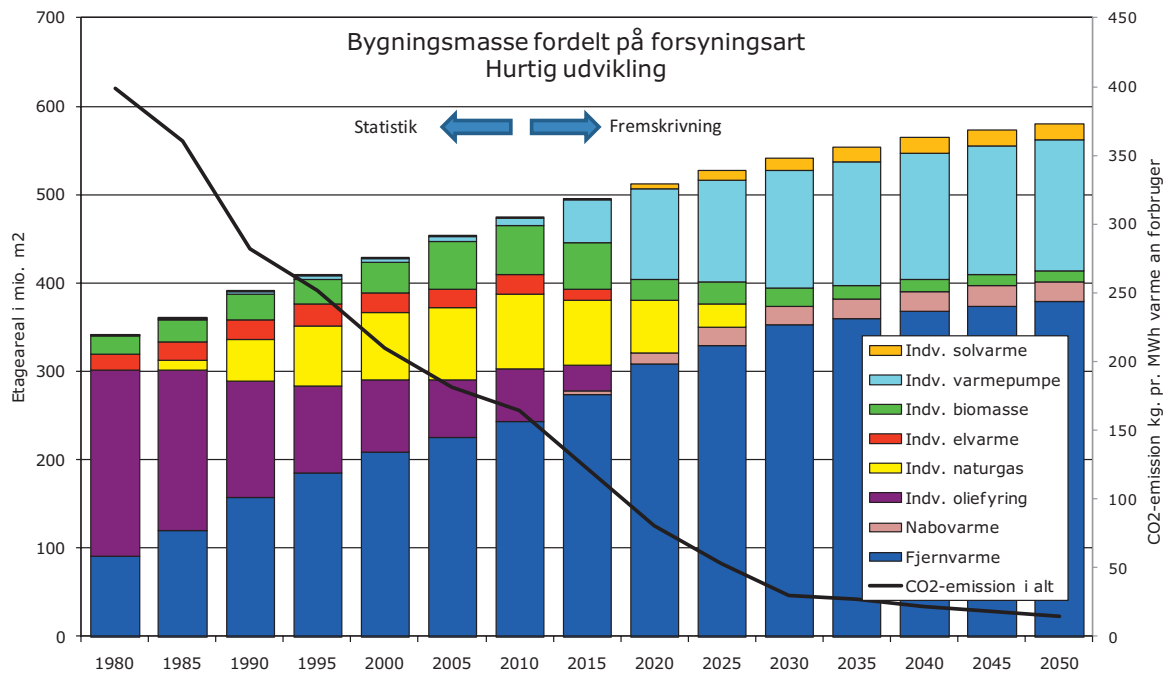
- Spare i gennemsnit 25 % på rumvarmen, svarende til ca. 20 % på nettovarmebehovet.
- Sænke returtemperaturen i gennemsnit til 40 grader.
- Udbygge med 100 % fjernvarme eller blokvarme til al ny bebyggelse i byerne.
- Udbygge med fjernvarme og nabovarme i små bysamfund til hhv. 65 % og 5 %, således at fjernvarme og nabovarme i alt når op på 70 %
- Udbygge med individuelle varmepumper op til 25 %
- Bevare 5 % individuel naturgas.
- Elvarme og olie udfases helt til individuel opvarmning i 2020.
- Benytte biogasmotorer til fjernvarme.
- Udbygge med biomasse til fjernvarme, der stimulerer biomasseproduktionen.
- Udbygge med 4 mio.m<sup>2</sup> solvarme til fjernvarme.
- Udbygge med elkedler og varmepumper til fjernvarme som supplement til decentral kraftvarme på naturgas som bevares til regulering i elsystemet.
- Udnytte kraftvarmepotentialet fra de resterende kul- og gasfyrede kraftvarmeverker
- Udnytte industriel overskudsvarme.
- Udnytte kraftvarmen fra nye biomassefyrede kraftvarmeverker, så de termiske tab ved køling minimeres hvorved virkningsgraden øges fra ca. 40 % til ca. 90 % på årsbasis.
- Udnytte energien i røggassen fra de biomassefyrede kraftvarmeverker ved røggaskondensering, så virkningsgraden øges yderligere fra ca. 90 % til ca. 105 %
- Begynde at udbygge med geotermi til større anlæg.

#### Fase 2, eksempler til at konsolidere og udvikle i perioden 2020-2030.

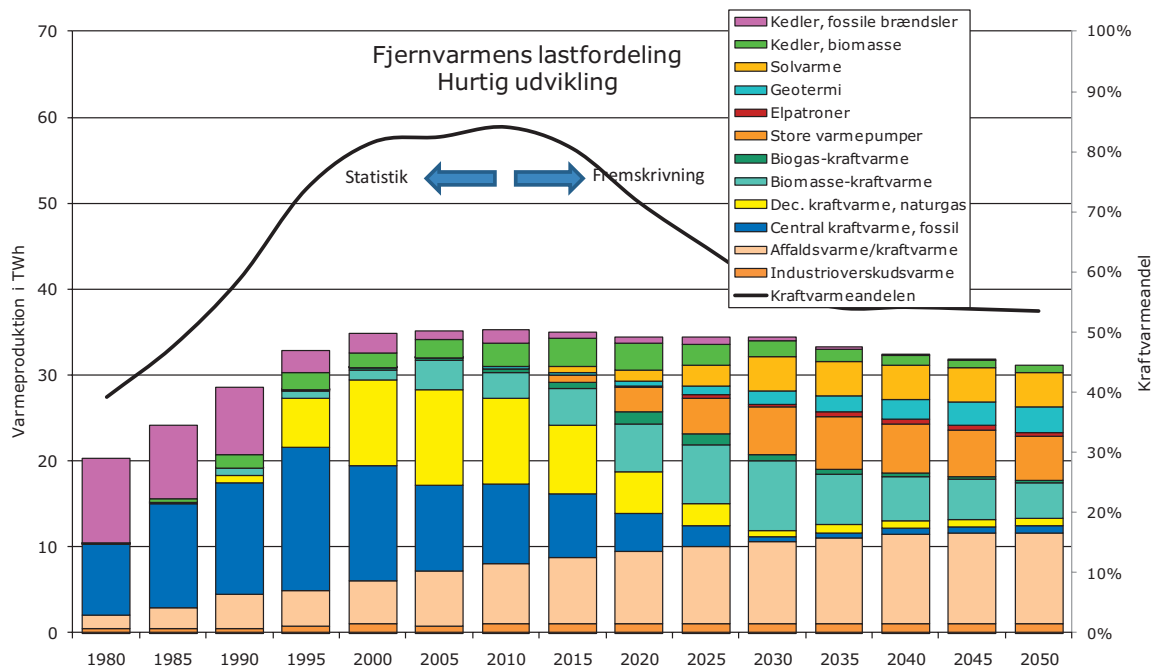
- Spare yderligere ca. 1 % p.a. på rumvarmen i takt med totalrenovering af boligmassen, således at rumvarmebesparelsen når op på 35 %
- Sænke returtemperaturen yderligere til ca. 35 grader.
- Naturgassen udfases helt, så individuelle varmepumper når op på 30 %
- Sammenkoble individuelle varmepumper til nabovarme, hvor det er fordelagtigt.
- Udbygge med varmepumper og individuel solvarme op til 2 mio.m<sup>2</sup>, suppleret med træpillekedler til større forbrugere med afbrydelige varmepumper i landområder.
- Udnytte biogaskraftvarme til fjernvarme i perioder med høje elpriser, idet biogas sammen med naturgas indgår i biogasnet til forsyning af industri, kogekunder, trafik mv.
- Udbygge med sæsonvarmelagre, der opsamler overskudsvarme om sommeren til brug om efteråret.
- Udbygge solvarme til fjernvarme yderligere til i alt 8 mio. m<sup>2</sup> fordelt på mere end 300 anlæg. Disse anlæg vil i alt fylde et areal svarende til 4x5 km<sup>2</sup> (eller en halv promille af Danmarks areal), og de vil kunne producere 10 % af fjernvarmen.
- Udbygge med geotermi i kombination med varmepumper og biomasse.

#### Fase 3, eksempler til at fortsætte med at effektivisere i perioden 2030-2050.

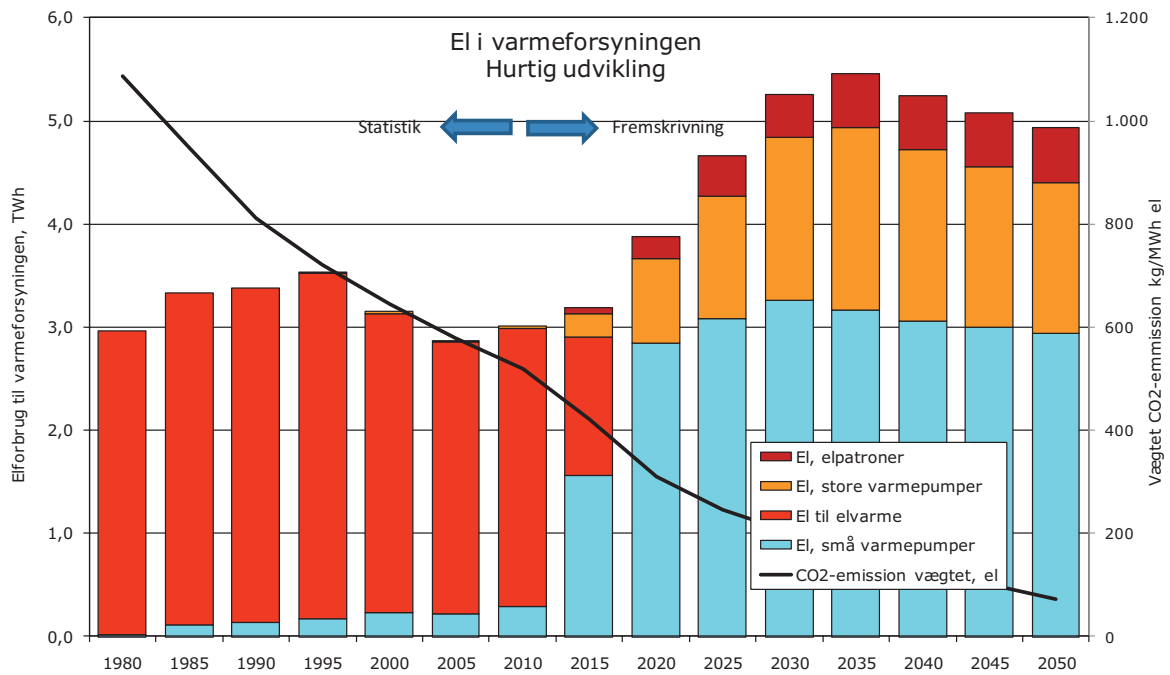
- Varmebesparelser fortsætter med at overstige tab af tilskudsvarme pga. elbesparelser, således, at det samlede varmebehov i 2050 når ned på 50 % af 2010 niveauet. Det svarer til ca. 60 % af nettovarmebehovet, og sker primært som følge af totalrenoveringer og udskiftninger af gamle bygninger.
- Udfase biomasse som grundlast i fjernvarmeproduktionen (i takt med, at biomassen efterspørges), ved at supplere med flere varmepumper, elkedler, solvarmeanlæg, geotermianlæg og sæsonlagre således, at biomassekedler kun udnyttes til reservekapacitet og spidslast.
- Udnytte affald, som ikke kan genbruges, til affaldsfyret kraftvarme med røggaskondensering og som drivmiddel for geotermisk varme.



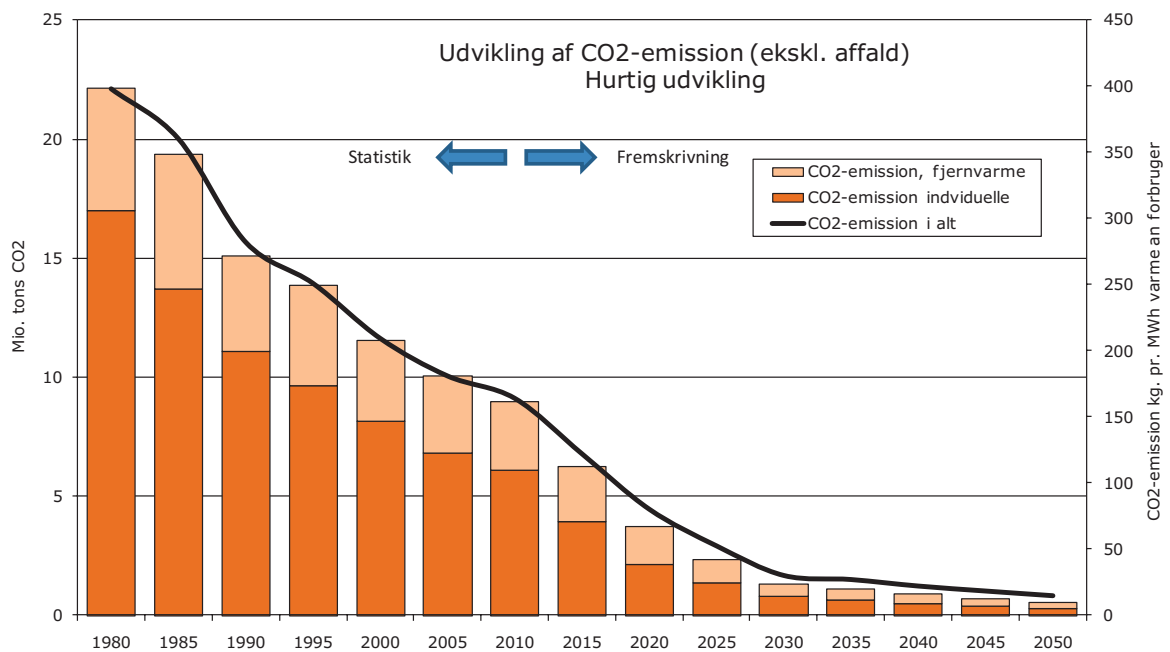
Figur 2-1 Bygningsmassen fordelt på opvarmningsformer, hurtig udbygning



Figur 2-2 Fjernvarmeproduktion inkl. besparelser, hurtig udbygning



Figur 2-3 Elforbrug til opvarmning, hurtig



Figur 2-4 Den totale CO<sub>2</sub> emission fra varmesektoren, hurtig

Det ses, at ressourceforbruget falder støt, så de fossile brændsler stort set udfases omkring 2030 medens biomassen gradvist udfases mod 2050, idet det antages, at den efterspørges til andre formål. Til gengæld efterspørges el til store og små varmepumper og til elpatroner (til at opfange el, som ellers ville gå til spilde ved stop af vindmøller).

Hvis vindmølleudbygningen øges og biomassen efterspørges mere, kan biomassen reduceres yderligere mod til gengæld at skaffe plads til øget elforbrug til flere store varmepumper i perioder med lave priser.

### Moderat udbygning, med følgende ændringer i forhold til hurtig udbygning:

#### Fase 1, eksempler på de første satsningsområder i perioden 2010-2020.

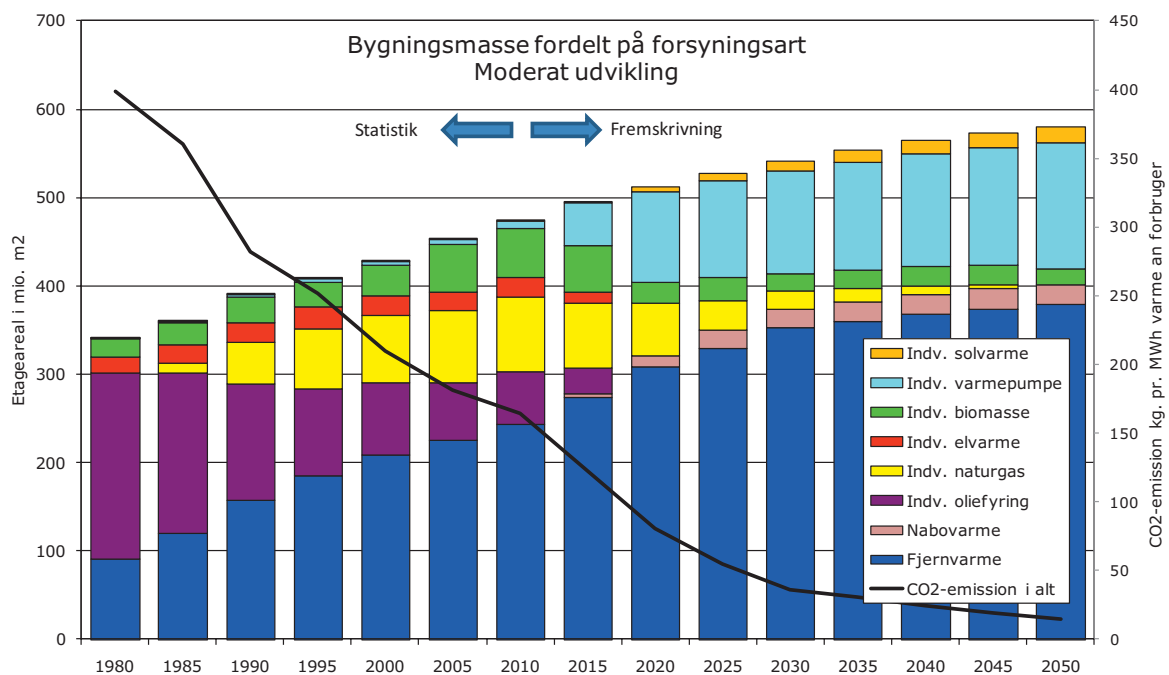
- Udbygge med fjernvarme til større bygninger i alt fra 50 % op til ca. **60 %** af markedet, hvor der er god samfundsøkonomi.
- Udbygge med varmepumper i landområder op til **20 %** af markedet
- Bevare individuel naturgas i resten, idet naturgasområderne forberedes til at blive konverteret til fjernvarme eller varmepumper.

#### Fase 2, eksempler til at konsolidere og udvikle i perioden 2020-2030.

- Udbygge med fjernvarme og varmepumper, så der resterer **5 %** af markedet på naturgas.
- Rumvarmebehovet for eksisterende bebyggelse stabiliseres efter 2020 på et niveau 25 % lavere end i 2010, svarende til, at nettovarmebehovet er 20 % lavere i gennemsnit i forhold til 2010

#### Fase 3, eksempler til at fortsætte med at effektivisere i perioden 2030-2050.

- Individuel naturgas udfases helt inden 2050.
- Nettovarmebehovet er uændret 20 % lavere end i 2010, idet mindsket tilskudsvarme fra et reduceret elforbrug, konvertering af fra el til varmt vand i husholdningerne, modsvarer de rumvarmebesparelser, der opnås ved løbende totalreivering af den gamle boligmasse.



Figur 2-5 Bygningsmassen fordelt på opvarmningsformer, moderat

Ved den moderate udbygning opnås stort set samme resultat på lang sigt med hensyn til udfasning af fossile brændsler.

Dog er der en periode omkring 2020-2030, hvor der er et lidt højere naturgasforbrug og til gengæld et lavere elforbrug til varmepumper.

I forhold til den hurtige udbygning, hvor der er ekstra rumvarmebesparelser på 25 % frem mod 2050 bruges lidt mere biomasse og el fra vindmøller i 2050.

For yderligere detaljer, se kapitel 11.

## 2.3 Ideer til vigtige aktører

Idet alle forslag fra Varmeplan Danmark 2008 fortsat er gældende, peges på følgende opdaterede idekatalog til de vigtigste aktører indenfor opvarmningssektoren:

### 2.3.1 Ideer til centraladministrationen

- at nedsætte en interministeriel strategisk energiplangruppe, der skal samordne den energi- og klimarelaterede indsats, så alle ministerier arbejder ud fra de samme forudsætninger for samfundsøkonomi og uden hindringer. Det vil samtidig fremme implementering af den strategiske miljøvurdering af nationale handlingsplaner i alle sektorer
- at nedsætte en task force i Energistyrelsen, der skal bistå den interministerielle gruppe med analyser og vejledninger i samarbejde med alle sektorer og relevante interesseorganisationer
- at igangsætte den strategiske energiplanlægning i kommunerne med de fornødne midler
- at samordne lov om varmforsyning med lov om kommunal fjernkøling, så varme og kulde administreres samlet og med samme muligheder for kommuner og selskaber
- at krav til klimaskærm fortsat bør reguleres i bygningsreglementet i nybyggeri, mens forsyningsteknologier bør afskilles herfra
- at skærpe bygningsreglementet, så det kan benyttes af kommunerne til at fremme de samfundsøkonomisk fordelagtige investeringer i opvarmning, og at samordne det med varmforsyningsloven. Det kan eksempelvis ske ved at fastlægge forsyningen i projektforslaget iht. varmforsyningsloven (dog udvidet med køling og el), medens bygningsreglementet som konsekvens heraf regulerer mindstekrav til komponenter, varmeanlæg, centrale systemer, varmebehov, kølebehov og elbehov. Alternativt kunne faktoren på fjernvarme sænkes til 0,8 for normal energiklasse og 0,6 lavenergiklasse 2015. Derved ville fjernvarmen være ligestillet med individuelle anlæg
- at sikre, at kommuner og kommunale selskaber kan låne og stille garantier udenfor de kommunale lånerammer til alle samfundsøkonomisk fordelagtige investeringer i varmforsyning, køleforsyning og energirenovering af kommunale bygninger. Her kan man benytte det eksisterende administrationsgrundlag i varmforsyningsloven
- at tolke kommunalfuldmagten, så kommunalt ejede fjernvarmeselskaber, som driver fjernvarmen på forbrugernes vegne som hvile-i-sig-selv-selskaber, får samme muligheder som private selskaber til at etablere fjernvarmforsyningsanlæg og køleforsyningsanlæg, der indgår som er en integreret del af forsyningen, på kundernes matrikler. Denne mulighed har vist sig at være vigtigt for at effektivisere og markedsføre forsyningen. Det omfatter eksempelvis lokale fordelingsnet, understationer og produktionsanlæg, men ikke centralvarme og ventilationsanlæg i bygningerne
- at der skabes klarhed omkring kompensationsspørgsmålet angående omlægning fra naturgas til fjernvarme eller varmepumper, samt at det bliver økonomisk overkommeligt og attraktivt for naturgasforbrugere at skifte fra naturgas. Dette skal ske under hensyntagen til naturgasselskabernes gældsafskrivning. En kompensation bør være omkostningsbestemt og formuleres som en udtrædelsesgodtgørelse, som skal betales af alle naturgaskunder, der kobler fra til fjernvarme eller anden forsyning. Fjernvarmeselskaberne bør kunne betale godtgørelsen ved tilslutning til fjernvarme.
- at der etableres en PSO-ordning i fjernvarmesektoren til henholdsvis varmebesparelser og effektiviseringer samt til F&U indenfor fjernvarmesektoren og snarest muligt også til køleforsy-



ning, evt. som en udvidelse af den nuværende F&U-konto i samarbejde med Center for Energibesparelser. Der kunne eksempelvis opkræves 3 øre/kWh

- at der etableres en tilsvarende forsknings- og udviklingsfond, hvortil olie- og naturgasselskaber indbetaler per kWh leveret olie og naturgas til varmeformål. Disse midler skal sikre energibesparelser, forskning og udvikling generelt, gerne administreret af Center for Energibesparelser. Der kunne eksempelvis opkræves 3 øre/kWh
- at justere og regelforenkle de samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, så de fremmer de langsigtede energipolitiske målsætninger, herunder en diskonteringsrente på 3 %, stigende priser på fossile brændsler og en progressiv stigning af prisen på CO<sub>2</sub> udslip, der tager hensyn til, at naturen ikke diskonterer CO<sub>2</sub>
- at fremme et forum for tværfaglig dialog og konferencer mellem alle aktører indenfor energiområdet, uafhængig af kommercielle interesser og med en bred sammensat bestyrelse, eksempelvis med Energistyrelsen og Center for Energibesparelser som omdrejningspunkt
- at formidle samfundsrelevant viden om energi og om økonomisk fordelagtige løsninger i skoler og på universiteter
- at fremme energimærkningsordninger, så de fremmer markedet for energirigtige produkter, eksempelvis lavenergielektronik og opvaske- og vaskemaskiner, som kan udnytte varmt brugsvand til opvarmning og dermed fremme termisk komfort og god hygiejne
- at fremme energiafgifter, der stimulerer et intelligent forbrug af energi, herunder lavtemperatur overskudsvarme og overskydende vindenergi
- at sikre et godt beslutningsgrundlag for fonde, der ønsker at varetage samfundsinteresser, (eksempelvis Landsbyggefonden, almennyttige fonde, fonde der er genereret af energiforbrugere eller boligejere mv.) således, at disse fonde kan vurdere energirelaterede investeringsprojekter ud fra de samme samfundsøkonomiske kriterier, som administreres af kommunerne i henhold til varmforsyningsloven
- at styrke varmforsyningsloven, så den i højere grad sikrer varmeforbrugernes interesser, herunder reel medbestemmelse i private netselskaber
- at styrke varmforsyningsloven, så den i højere grad fremmer en samfundsøkonomisk fornuftig anvendelse af energi, herunder krav til kollektive varmforsyningsanlæg om at omstille til mere samfundsøkonomisk fordelagtig energiforsyning
- at styrke varmforsyningsloven, så tariffer og aftaler for varmeproduktion til nettet ikke må blokere for en samfundsøkonomisk fornuftig anvendelse af energien og for ny mere samfundsøkonomisk fordelagtig varmeproduktion
- at fortsætte og forstærke indsatsen med at konvertere fra elvarme og oliefyr til systemgodkendte varmepumper udenfor de kollektivt forsynede områder
- at udvikle statistikker og fremskrivninger indenfor opvarmningssektoren med samme detaljeringsgrad som Varmeplan Danmark 2010 søjlediagrammer, så man bedre kan følge udviklingen i effektivitet og udviklingen i fleksibelt elforbrug, som ikke må forveksles med traditionel elvarme
- at udvikle emissionsfaktorer for alternativ deponering af affald, så det bliver muligt at beregne effekterne af affaldsforbrænding i forhold til deponering og indregne det i samfundsøkonomien og i grønne regnskaber

### 2.3.2 Ideer til kommunerne og KL

- at arbejde aktivt med varmeplanlægning og strategisk energiplanlægning efter behov i samarbejde med de berørte forsyningsselskaber, herunder at opdatere status og kortmateriale mv. med bistand fra selskaberne
- at etablere en arbejdsgruppe i kommunen på tværs af de forvaltninger, som arbejder med energirelaterede spørgsmål indenfor forsyning, byplanlægning, byggeri, kommunens bygninger og agenda 21 mv. Det er for at fremme tiltag, der er samfundsøkonomisk fordelagtige og fordelagtige for kommunen som geografisk område. Herved vil forvaltningen også blive bedre rustet til at gå i gang med den strategiske energiplanlægning
- at etablere et tæt samarbejde mellem arbejdsgruppen og de berørte parter i kommunen, herunder forsyningsselskaber, store bygningsejere, energileverandører mv., der kan arbejde med den kommende strategiske energiplanlægning
- at etablere en oversigt over energibehov og energistyringsnøgletal (energi i forhold til BBR-areal) mv. for alle kollektive varmforsyningsanlæg i kommunen (kapacitet over 250 kW) i samarbejde med forsyningsselskaberne. Formålet er, dels at fremme målrettede energibesparelser indenfor el og varme, dels at forbedre administrationen og datagrundlaget i varmeplanlægningen og i den kommende strategiske energiplanlægning
- at samarbejde med energiforsyningsselskaberne om at få adgang til en tilsvarende energistyringsliste i kWh/m<sup>2</sup> for alle el-, gas- og fjernvarmebrugere til brug i arbejdet med varmeplanlægning og energibesparelser. For fjernvarmeselskaber inkluderes den gennemsnitlige returtemperatur, når det er muligt.
- at etablere et samarbejde mellem arbejdsgruppen, nabokommuner og kommunale I/S'er, der arbejder indenfor energiområdet. Det vil lette kommunens arbejde med varmeplanlægning, og det vil bane vejen for arbejdet i den strategiske energiplanlægning
- at arbejde med strategisk energiplanlægning, når planlægningen som ventet bliver sat i gang
- at fremme samfundsøkonomisk fordelagtige energiinvesteringer i kommunens bygninger, idet det forudsættes, at der bliver mulighed for at låne udenfor låneloft til projekter, der er godkendt i et projektforslag analogt til godkendelser af varmforsyningsprojekter
- at anvende Varmeplan Danmarks forslag til samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger til projektgodkendelser som alternativ til Energistyrelsens beregningsforudsætninger
- at videreudvikle CO<sub>2</sub> beregneren, så det i højere grad afspejler det samfundsmæssige marginale brændselsforbrug og den marginale emission i forhold til en reference og med hensyn til fremtidens VE-baserede system med fluktuerende VE-baseret el

### 2.3.3 Ideer til fjernvarmeselskaberne

- at udarbejde forretningsplaner eller udbygningsplaner, som viser status for selskabets forsyning samt muligheder for at udvikle det til større effektivitet og til en mere samfundsøkonomisk fordelagtig forsyning med opvarmning i det potentielle forsyningsområde
- at etablere køling som et nyt forretningsområde helt analogt til varmforsyningen, i den udstrækning, der er et kølebehov i forsyningsområdet
- at deltage aktivt i kommunens arbejde med varmeplanlægning, bl.a. ved at selskabets udbygningsplan indgår som bidrag til kommunens arbejde med varmeplanlægning

- at arbejde med varmemesterservice og tilbyde alle eksisterende og potentielle varme- og kølekunder over en vis størrelse at stå for overvågning, tilsyn og drift af de primære installationer. Det skal dog ske således, at fjernvarmeselskabet ikke udsætter private aktører for konkurrenceforvridning, idet selskabet udliciterer de opgaver, der bedst varetages af markedets aktører.
- at fremme alle projekter for netudbygning og mere effektiv varmeproduktion, der er fordelagtige i henhold til selskabets udbygningsplan og kommunens planlægning
- at effektivisere og udvikle det samlede forsyningssystem i samspil med forbrugernes anlæg, når det er økonomisk fordelagtigt, herunder at mindske antallet af varmevekslere, at sammenkoble ledningsanlæg, at fremme afkøling af returvandet, at lastfordeling, akkumulering og fremløbstemperatur mv.
- at analysere de langsigtede marginalomkostninger til produktion af varme og cirkulation af vand i en fremtidig situation, hvor fjernvarmen er udbygget maksimalt (til hele byområdet), og benytte denne analyse til at udvikle en dynamisk tarifstruktur med en passende høj variabel andel, med sæsonvariationer og med større incitament til at sænke returtemperaturen
- at udvikle en tarifstruktur og vilkår for tilslutning, der gør fjernvarmen som produkt mere fleksibel og konkurrencedygtig både i forhold til eksisterende forbrugere og ny bebyggelse
- at anvende Varmeplan Danmarks forslag til samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger til projektforslag som alternativ til Energistyrelsens beregningsforudsætninger.

#### **2.3.4 Ideer til varmemeforbrugerne**

- at tilslutte sig til den planlagte kollektive forsyning i henhold til godkendt projektforslag
- at konvertere til varmepumpe, hvis der ikke skal etableres kollektiv forsyning i henhold til kommunens kommende strategiske energiplan
- at energirenovere bygninger og interne fordelingsnet, i samarbejde med forsyningsselskaber, når det er økonomisk fordelagtigt og at optimere klimaskærm, varmeanlæg, ventilationsanlæg, brugsvandssystem og evt. kølesystem
- at følge op med driftovervågning og energistyring og udnytte muligheder for gode råd fra Center for Energibesparelse, ESCO Light, forsyningsselskaber mv.

#### **2.3.5 Ideer til øvrige aktører indenfor energi- og klimaområdet**

- Formidle viden om de samfundsøkonomisk fordelagtige energitiltag i medier og i undervisningen
- Deltage aktivt i tværfaglige debatter, og bidrag med erfaringer og analyser
- Landsbyggefonden og andre almennyttige fonde, der har som formål at fremme samfundets interesser i bygge- og anlægssektoren kunne prioritere energiinvesteringer ud fra samfundshensyn på grundlag af projekter, der godkendes i henhold til Energistyrelsens forudsætninger, som også benyttes til at vurdere energiforsyningsprojekter. Det forudsættes hermed, at forudsætningerne tilpasses de langsigtede målsætninger, jf. Varmeplan Danmarks forslag til forudsætninger.

### 3. FORSLAG TIL UDBYGNINGSPLAN

*Det vigtigste hovedspørgsmål i Varmeplan Danmark (2008) var, om fjernvarmen havde nogen fremtid, hvis varmebehovet blev reduceret meget. Ville det eksempelvis være en god ide at udvide fjernvarmen til de resterende byområder, det vil sige fra ca. 46 % i 2006 til op mod 70 % af varmebehovet, eller er der andre alternativer? Svaret var ja, og det er bekræftet i efterfølgende analyser, bl.a. i IDA's klimaplan 2050. I dette kapitel arbejdes videre med disse analyser af den samlede potentielle udbygning med fjernvarme i byområder i tilknytning til eksisterende fjernvarme. Kapitlet viser hvordan der i den nuværende situation med finansiell krise og underskud på statsfinanserne er særlig grund til at realisere Varmeplanen Danmark forslag.*

#### 3.1 Indledning og resumé

Analyserne i dette kapitel er en fortsættelse af en række tilsvarende analyser i Varmeplan Danmark (2008). Som beskrevet i indledningen blev der i Varmeplan Danmark (2008) foretaget en række analyser af de boliger, der i dag ikke har fjernvarme, men som ligger indenfor rækkevidde af eksisterende fjernvarme-forsyningsområder svarende til ca. 24 % af det samlede danske varmemarked. Samlet set tegnede Varmeplan Danmark (2008) et billede af, at den fornuftige løsning vil være at kombinere en gradvis udvidelse af fjernvarme-områderne med individuelle varmepumper i disse områder. I forlængelse af disse analyser opstilles i det følgende et konkret udbygningsscenarie frem til år 2020.

Udbygningsscenariet omfatter:

- Omlægning til fjernvarme i 80 % af Varmeplan Danmarks (2008) potentiale, dvs. en udvidelse af fjernvarme-områderne fra de nuværende 46 % til ca. 65 % af det samlede varmemarked.
- Omlægning til individuelle varmepumper i de øvrige 20 % af potentiale, dvs. ca. 5 % af markedet.
- En gradvis sænkning af temperatur-niveauet i fjernvarme-systemerne.
- udvikle de eksisterende kraftvarmeværker ved at etablere varmepumper, solvarme, geotermi og biomassekedler.

Dette udbygningsscenarie er analyseret i den tidligere Varmeplan Danmark 2008's bud på det fremtidige energisystem i år 2020, som ift. det nuværende system har følgende ændringer:

- Der er gennemført besparelser i rumvarmebehovet svarende til gennemsnitligt 25 %
- Effektiviteten på kraft- og kraft/varmeværker er øget.
- Der er gennemført el-besparelser svarende til en reduktion i el-forbruget på 10 %
- Udbygning med vindkraft fra de nuværende små 20 % til 33 %
- 10 % af transportens benzinformbrug er omlagt til el i forholdet 3:1.
- Effektiviteten og kapaciteten på affaldsforbrændingsanlæggene er øget.

Analyserne viser, at en realisering af udbygningsscenariet kræver en netto-forøgelse af investeringerne på 70 mia.kr. hvilket vil skabe dansk beskæftigelse svarende til 7-8.000 personer i 10 år. I år 2020 vil det reducere forbruget af fossile brændsler med 32 PJ/år og CO<sub>2</sub>-emissionen med 2 Mio.t/år. De samlede udgifter til opvarmning vil falde med ca. 10 % svarende til 1 mia.kr./år

En afgørende fordel er desuden, at varmeplan Danmark alternativet gennem udvikling af decentral kraft/varme og individuelle varmepumper tilfører fleksibilitet til el-systemet. Dette er analyseret i kap. 4.

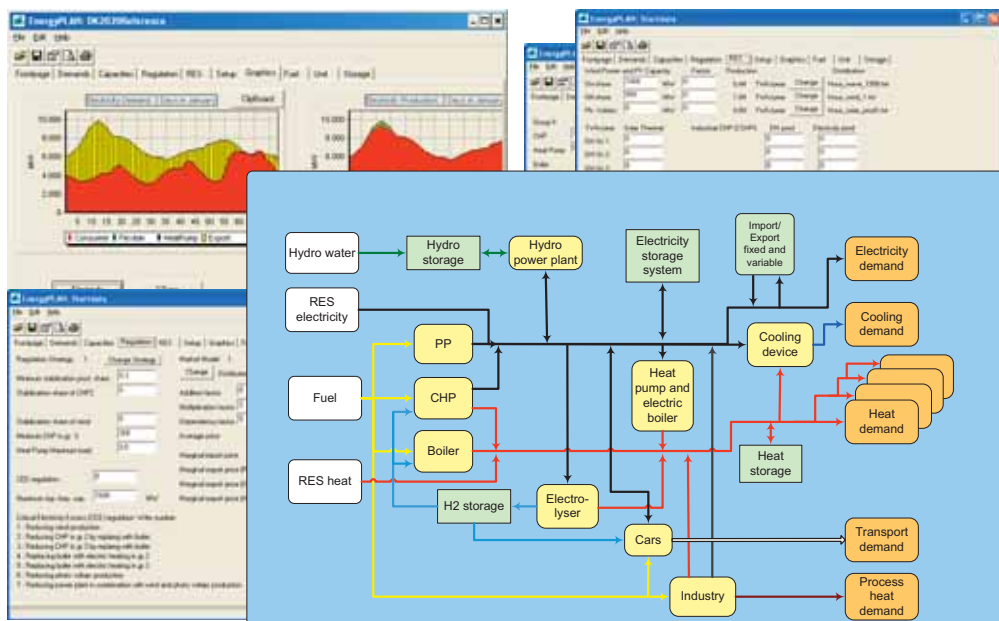
Med udgangspunkt i ovennævnte udbygningsscenarie identificerer Varmeplan Danmark 2010 en række barrierer, som er nærmere beskrevet i kap. 5. Desuden fremkommer kap. 5 med en række idéer til virkemidler. I det efterfølgende er der foretaget et estimat over konsekvenserne for statskassen hvis udbygningsscenariet realiseres gennem anvendelse af de oplistede idéer til virkemidler.

Estimatet viser at en gennemførelse af udbygningsscenarioet (inkl. finansiering af virkemidler) vil kræve øgede tilskud hhv. reducerede skatteindtægter for i størrelsesordenen 400 mio.kr./år i 2011 stigende til 2 mia.kr./år i 2020. Til gengæld vil den øgede beskæftigelse generere øgede skatteindtægter for i størrelsesordenen 2,5 mia.kr. Netto-påvirkningen af statskassen er således positiv og ligger i størrelsesordenen 2 mia.kr. i 2011 faldende til neutral i 2020. Det skal understreges at der hvad angår statsbudgettet er tale om et overslag, der ikke inkluderer moms-virkninger og evt. afledede multiplikator-virkninger.

### 3.2 Forudsætninger

De tekniske analyser og den samfundsøkonomiske konsekvensvurdering er foretaget med anvendelse af de samme metoder og værktøjer som blev anvendt til analyserne i varmeplan Danmark 2010. Det samme gælder input og forudsætninger hvad angår virkningsgrader, omkostninger osv. De nærmere forudsætninger og metoder fremgår af bilag 3 og refereres kort i det efterfølgende.

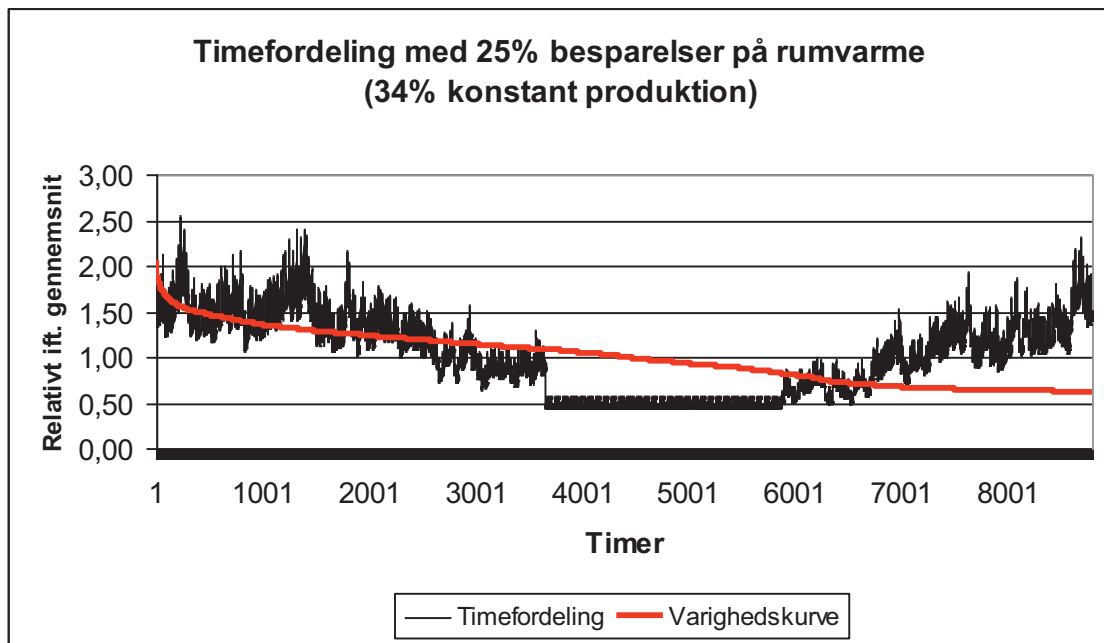
Beregningerne af konsekvenserne for det samlede danske energisystem er foretaget med energisystemanalysemodellen EnergyPLAN, som er udviklet på Aalborg Universitet. Den seneste version af modellen kan downloades fra hjemmesiden: [www.energyplan.eu](http://www.energyplan.eu). På samme hjemmeside er der link til beskrivelser og dokumentation af modellens beregningsmetode og en række forskningsartikler, der anvender eller beskriver forskellige aspekter af modellen. I figur 1 er vist en oversigt over de enkelte teknologier i modellen.



**Figur 3-1 EnergyPlan modellens brugergrænseflade**

I varmeplan Danmark 2008 blev der gennemført analyser af tre scenarier for varme-besparelser svarende til reduktioner i rumvarmebehovet på hhv. 25 %, 50 % og 75 %. I den forbindelse blev der regnet med følgende fjernvarmenettab og time-distributioner.

Konsekvenserne for fjernvarme-systemets nettab er baseret på Rambøll-notat (Bilag 4 i Varmeplan Danmark 2008), hvor der blev foretaget en detaljeret vurdering af nettabet i de forskellige potentielle udvidelser samt besparelser. I analyserne i EnergyPLAN modellen er timefordelingerne justeret tilsvarende. I det efterfølgende udbygningsscenario frem til år 2020 er der regnet med en fordeling, som vist i figuren herunder svarende til 25 % besparelser, hvor den konstante del (nettab+brugsvand) udgør ca. 34 % af produktionen af værk.



**Figur 3-2 Varmevarighedskurve med 25 % reduktion i varmebehov**

I den samfundsøkonomiske opgørelse er der anvendt en 3 % kalkulationsrente i kombination med samme anlægsomkostninger som i Varmeplan Danmark (2008). Ved opstillingen af disse anlægspriser er der lagt vægt på sammenlignelighed hvad angår valg af størrelser og levetider.

Den samfundsøkonomiske analyse er foretaget med udgangspunkt i samme brændselspriser som forudsat i Varmeplan Danmark 2008, hvor der blev taget udgangspunkt i Energistyrelsens notat "Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet" (Energistyrelsen 2008). De konkrete priser fremgår af tabellen herunder idet de samtidigt er relateret til en pris pr. tønde med dagens dollarkurs, som er steget en del siden 2008.

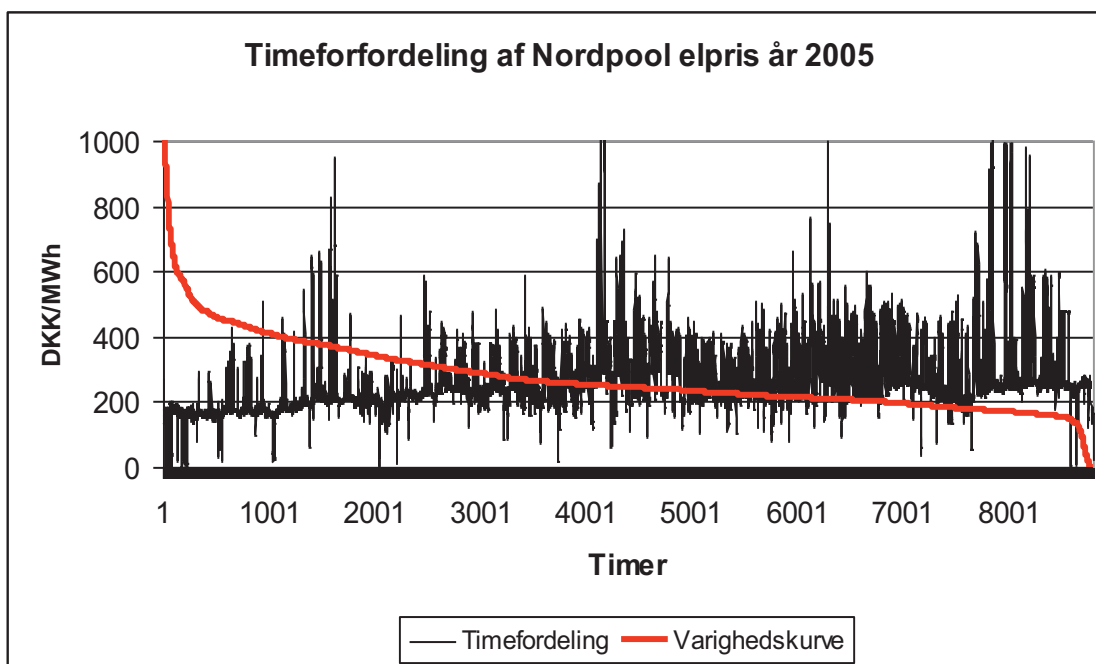
2008 \$-kurs 4,80 kr./\$	2010 \$-kurs 6,00 kr./\$	Råolie Kr./GJ	Kul	Naturgas	Fuelolie	Gasolie Diesel	Benzin JP	Biomasse )
60 \$/tønde	48 \$/tønde	49	12	30	34	61	65	18/45
95 \$/tønde	76 \$/tønde	78	18	48	55	98	104	24/60
130 \$/tønde	104 \$/tønde	107	24	66	75	134	142	30/75

\*) Halm på værker og træpiller hos individuelle forbrugere

**Tabel 3-1 Brændselsprisforudsætninger i kap. 3, kr/GJ**

Udover verdensmarkedsprisen er der jf. Energistyrelsens forudsætningskrivelse i den samfundsøkonomiske opgørelse også medtaget transport og håndteringsomkostninger for de forskellige brændsler, som nærmere redegjort for i bilag 3.

Med hensyn til el-handelspriser og CO<sub>2</sub>-omkostninger er der taget udgangspunkt i Energistyrelsens forventning til en pris anno 2030 på 350 DKK/MWh på Nord Pool i kombination med 175 kr./ton CO<sub>2</sub>. I modelleringen af udveksling med NordPool er ovennævnte gennemsnits pris i udgangspunktet fordelt over årets timer med samme fordeling som i år 2005 vist i figuren herunder. I år 2005 var gennemsnitsprisen (ikke vægtet) 277 DKK/MWh. Dette niveau er justeret op til Energistyrelsens forventninger ved at tillægge en fast pris på 60 DKK/MWh som repræsenterer CO<sub>2</sub>-kvote-prisen og herefter gange priserne med en faktor 1,047.



**Figur 3-3 Varighedskurve for NordPool spotmarkedspris år 2005**

I analyserne af fjernvarme-sektorens samspil det samlede energi-system i det efterfølgende kap. 4 spiller handel med el over landegrænserne en vigtig rolle. I disse analyser er der lagt vægt på at handel med el vil være meget afhængig af, om der i det nordiske system er tale om et normalt år, hvad angår nedbør til de norske og svenske vandkraftsystemer, eller om der er tale om et såkaldt vådår eller tørår. Med udgangspunkt i metoden beskrevet i (Lund og Münster, 2006) og anvendt blandt andet til analyserne Ingeniørforeningens Energiplan 2030 i 2006 er el-handlen vurderet i en 7 års cyklus bestående af 1 tørår, 3 vådår og 3 normalår. NordPool priserne er modelleret så gennemsnittet over disse 7 år svarer til ovennævnte forventning til en el-pris (inkl. CO<sub>2</sub>-betaling) på 350 DKK/MWh. CO<sub>2</sub>-omkostningen forudsættes at påvirke prisen med 60 DKK/MWh, som holdes konstant, mens den øvrige del er forudsat at have samme timefordeling som Nord Pool prisen i 2005 jf. figurer ovenfor.

Den konkrete fordeling på vådår, tørår og normalår fremgår af efterfølgende tabel.

DKK/MWh	Vægtning	CO <sub>2</sub> -påvirking	Variable Nord Pool (timevariation 2005)	Total gennemsnitspris
Vådår	3	60	170	230
Normalår	3	60	315	375
Tørår	1	60	572	632
7 års gns.		60	289	349

**Tabel 3-2 Nedbørens indflydelse på elprisen**

I EnergyPLAN beregningen optimerer de enkelte grupper af anlæg deres selskabsøkonomiske indtjening ud fra de marginale produktionsomkostninger inklusiv afgifter, som er angivet i Energistyrelsens notat fra juni 2006 om forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet (Energistyrelsen 2006). Afgifterne svarer nogenlunde til de nuværende, idet der for el-patroner og varmepumper i decentrale kraftvarmeverker er regnet med en afgift på 45 kr./GJ produceret varme svarende til 162 kr./MWh el for el-patronen og 567 kr./MWh el for en varmepumpe med en effektfaktor på 3,5. For kraftvarmeverker regnes med, at ca. 40 % af brændslet er afgiftsbelagt. Afgifterne anvendes alene, når det bestemmes, hvad den enkelte aktør byder ind med på markedet. Afgifterne medtages ikke i den samfundsøkonomiske opgørelse.

Den samfundsøkonomiske opgørelse er opgjort som årlige omkostninger til anlæg, drifts og vedligeholdelse, brændsel samt CO<sub>2</sub>.

I forhold til Energistyrelsens "Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet" adskiller de her beskrevne forudsætninger sig ved valget af en lavere rente og ved udeladelsen af tab og gevinster ved skatteforvridning (Energistyrelsen 2005). Der er endvidere ikke inkluderet miljø- og sundhedsmkostninger ved diverse udledninger.

Mht. brændselspriser er der taget udgangspunkt i det mellemste prisniveau svarende til en oliepris på 76 USD/tønde (dollarkurs 6,00 DKK/USD). De to andre prisniveauer er anvendt til følsomhedsanalyser.

### 3.2.1 Valuta, beskæftigelse og statsfinanser

I estimaterne af valutaomkostninger og beskæftigelse er der anvendt følgende grund-data: Investeringer er forudsat af have et importindhold på 40 %, drift og vedligeholdelse 20 % og fossile brændsler 80 %. Ved fastsættelsen af investeringernes importindhold er der taget hensyn til, at store dele af investeringerne er fjernvarmesystemer, som i tidligere undersøgelser (AAU 1985 og 1996) har vist sig at have et relativt lavt importindhold.

De resterende omkostninger er forudsat at generere dansk beskæftigelse svarende til 2 mandår pr. mio.kr. De to mandår er fastsat med udgangspunkt i at en dansk gennemsnitlig lønomkostning for en metalarbejder alt inklusive ligger på ca. 400.000 kr/år. For hver mio.kr. dansk energitilvækst regnes der således med ca. 20 % restindkomst (aflønning af kapital – opsparing) og resten som løn.

I analyserne af statskasepåvirkningen er medregnet såvel sparede arbejdsløshedsomkostninger som øgede skatteindtægter. Kontorchef i Finansministeriet, Peter Bach Mortensen har mundtligt oplyst, at en tommelfingerregel for de statsfinansielle virkninger af at flytte en person fra arbejdsløshedsunderstøttelse til arbejde er, at det giver +300.000 på statsfinanserne. I dette beløb er indregnet alle afledede virkninger, såsom moms m.v.

Med hensyn til afledede konsekvenser for skatter og afgifter er anvendt følgende satser:

Naturgasafgift for individuelle og industrikunder: 2,27 (naturgasafgift) + 0,351 (CO<sub>2</sub>-afgift) + 0,008 (NO<sub>x</sub>-afgift) = 2,629 kr/Nm<sup>3</sup>. Her er der taget hensyn til, at omlægningen til fjernvarme i industrien primært angår naturgas, der anvendes til rumvarme og varmt vand, hvor afgiften ikke kan refunderes.

Afgifter på gasolie til individuelle fyr: 205,6 (energiavgift) + 41,3 (CO<sub>2</sub>-afgift) = 246,9 øre/liter svarende til (36 MJ/liter) 246,9 kr/MWh

Afgift på el til individuelle varmepumper = 54,5 øre/kWh. Der er her anvendt satsen for den mængde, der overstiger 4.000 kWh/år og anvendes til el-varme.

For naturgasmotorer på kraft/varmeverker er den del, der anvendes til el-produktion, udregnet som elproduktion/0,65, afgiftsfri. Af resten betales 2,62 kr/m<sup>3</sup> svarende til 238 kr/MWh brændsel.

For store varmepumpe anlæg og naturgas spidslastkedler er anvendt afgiftssatsen 208 kr/MWh produceret varme.

Mht. prisudviklingen er der annonceret stigninger på de fleste afgifter på 1,8 % årligt frem til 2015. Dette svarer i store træk til den forventede prisudvikling, og da der, hvad angår alle øvrige priser, er regnet i faste priser er der ikke indregnet nogen ændring af afgiftssatserne. Det er således forudsat at afgifterne forventes at følge den almindelige prisudvikling.



### 3.3 Varmeplan Danmark udbygningsplan 2020

I forlængelse af Varmeplan Danmark (2008) er der i det følgende opstillet et konkret udbygningsscenarie frem til år 2020.

#### 3.3.1 Udbygningsplan

Der er taget udgangspunkt i Varmeplan Danmark 2008's scenarie for år 2020. Dette scenarie omfatter følgende ændringer ift. det nuværende danske energisystem:

- der er gennemført besparelser i rumvarmebehovet svarende til gennemsnitligt 25 %
- effektiviteten på kraftværker er øget fra 39 % i 2006 til 42 % og på kraftvarmeværker fra 35/48 til 38/50 (hhv. el- og varme-nyttevirkning)
- der er gennemført el-besparelser svarende til en reduktion i el-forbruget på 10 %
- udbygning med vindkraft fra de nuværende små 20 % til 33 % (målt ift. elforbruget i år 2006)
- 10 % af transportens benzinforbrug er omlagt til el i forholdet 3:1
- effektiviteten og kapaciteten på affaldsforbrændingsanlæggene er øget iht. forudsætningerne i Varmeplan Danmark 2008 svarende til at varme-produktions-potentialet øges fra 8,79 TWh i 2006 til 10,92 TWh i 2020. (Hertil kommer et potentiale for industriel overskudsvarme på 2,33 TWh. Bemærk ikke hele potentialet (affald plus overskudsvarme) kan udnyttes pga. manglende fjernvarme-behov om sommeren)

Ovennævnte scenarie kaldes i det følgende Ref2020.

I forhold til ovennævnte reference scenarie 2020 er der defineret et udbygningsscenarie, kaldet VPDK2020, som omfatter:

- omlægning til fjernvarme i 80 % af Varmeplan Danmarks (2008) potentiale, dvs. en udvidelse af fjernvarme-områderne fra de nuværende 46 % til ca. 65 % af det samlede varmemarked.
- omlægning til individuelle varmepumper i de øvrige 20 % af potentiale, dvs. ca. 5 % af markedet.
- En gradvis sænkning af temperatur-niveauet i fjernvarme-systemerne.
- udvikle de eksisterende kraftvarmeværker ved at etablere varmepumper, solvarme, geotermi og biomassekedler

Analyserne er gennemført ved at gennemregne det komplette danske energisystem i EnergyPLAN modellen som beskrevet ovenfor. Indledningsvist er systemet gennemregnet uden noget varme-forbrug i de omhandlede bygninger. Resultaterne af denne gennemregning er så brugt til at sammenligne med følgende varianter:

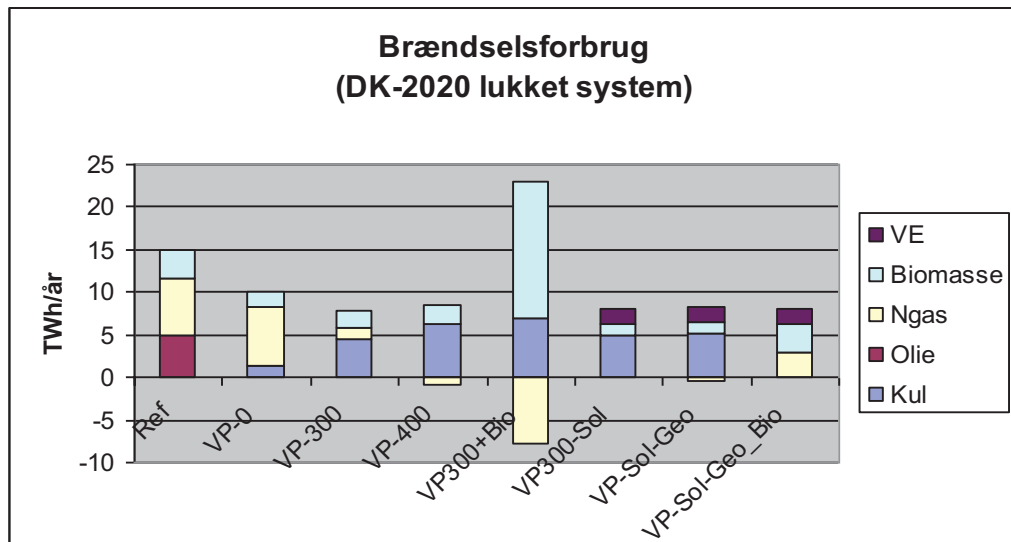
- Ref2020, hvor alle bygningerne opvarmes som nu med individuelle fyr baseret på olie, naturgas og biomasse.
- VP-0, hvor 80 % af ovennævnte bygninger tilsluttes fjernvarme og de resterende 20 % etablerer individuelle varmepumper. Fjernvarmeværkerne udvides i dette alternativ alene med spidslastkedler.
- VP-300 hhv. VP-400. Samme som ovenfor blot med tilføjelse af 300 hhv. 400 MW el varmepumpe-kapacitet på kraft/varme-værkerne.
- VP-300-Bio, hvor de nuværende naturgas-kedler på de decentrale kraft/varme-værker forudsættes erstattet af biomasse-kedler.
- VP300-Sol. Samme som ovenfor med 300 MWe varmepumpe (Naturgaskedler) samt
  - 40 % solvarme i 90 % af fjernvarmesystemerne uden kraftvarme svarende til 1,12 TWh solvarme i kombination med et lager på 75 GWh svarende til 10 dages gennemsnitsproduktion anlagt som damvarmelager med et varmetab på 0,01 % i timen.
  - 10 % solvarme i 50 % af de decentrale kraftvarmeværker svarende til 0,75 TWh/år. Dette kan iflg. beregningerne integreres med et varmelager på 5 GWh hvilket er mindre end de nuværende lagre i systemerne.
- VP-Sol-Geo. Samme som ovenfor plus tilføjelse af geotermi i de større byområder. Anlægge-ner forudsættes opført i tilknytning til og forsynet med damp til absorptionsvarmepumpe fra

affalds-kraft/varme-anlæg eller lignende. Der opføres anlæg svarende til 230 MW termisk effekt.

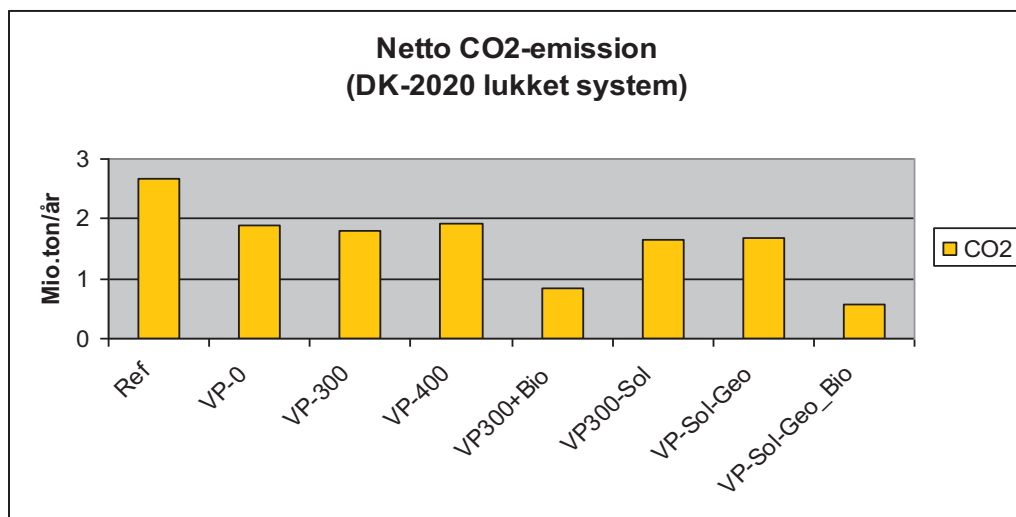
- VP-Sol-Geo-Bio. Samme som ovenfor plus tilføjelse af biomasse-kedler i fjernvarme-systemer uden kraft/varme samt til spidslast i kraft/varme-områderne. Der forudsættes her lagt en begrænsning ind på kapacitet og/eller udnyttelse, så biomasse-kedlerne ikke udkonkurrerer kraft/varme-motorer og varmepumper.

### 3.3.2 Brændselsforbrug, CO<sub>2</sub>-emission og samfundsøkonomi

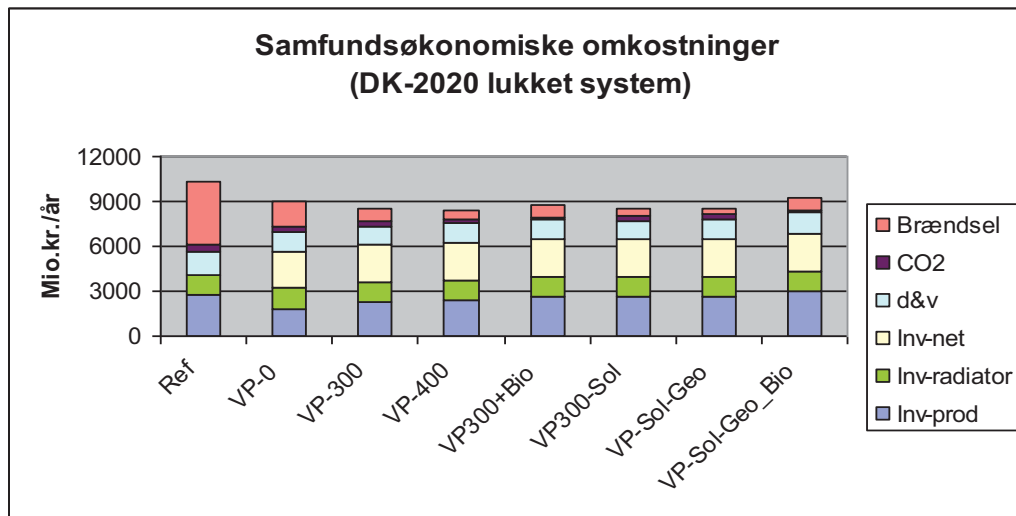
Resultatet af analyserne fremgår af de efterfølgende diagrammer herunder:



Figur 3-4 Brændselsforbrug i 2020 lukket system



Figur 3-5 Netto CO<sub>2</sub> emission i 2020 lukket system



**Figur 3-6 Samfundsokonomi i 2020 lukket system**

Det første diagram viser brændselsforbruget i det samlede system til at varmforsyne de omtalte boliger. I referencen (ref) er der et forholdsmæssigt stort brændselsforbrug til individuelle kedler. Dette brændselsforbrug reduceres mærkbart ved omlægningen til fjernvarme og individuelle varmepumper (VP0) primært fordi kraft/varme-fordelen udbredes. Tilføjes der varmepumper (VP-300 og VP400) reduceres brændselsforbruget yderligere. Dette skyldes at varmepumperne erstatter kedler på kraft/varme-værkerne. Samtidig er der en omlægning væk fra naturgas over mod kul. Dette skyldes at kulpriserne er væsentligt lavere end naturgaspriserne, hvorfor el-produktionen til varmepumperne primært vil foregå på de kulfyrede værker og knap så meget på de naturgasfyrede. En del af omlægningen skyldes imidlertid også, at varmepumperne primært erstatter naturgas-kedler og ikke kulkedler.

Erstattes de nuværende naturgasfyrede spidslastkedler (VP300+Bio) forsvinder kraft/varme og varmepumpe produktionen i disse områder og overtages (med de forudsatte brændselspriser og afgifter) helt af biomassekedlerne. Kraft/varme-værkernes el-produktion må erstattes af kul-kraftværkerne. Resultatet bliver et reduceret naturgasforbrug (motorer) til gengæld for et forøget forbrug af biomasse (kedler) og kul (kraftværker). Samlet set stiger brændselsforbruget i systemet markant og kommer på niveau med før nedlæggelse af de individuelle kedler.

Med tilføjelse af solvarme (VP300-Sol) og geotermi (VP-Sol-Geo) reduceres naturgasforbruget yderligere. Når det primært er naturgasforbruget og ikke kulforbruget der reduceres i det samlede system skyldes det igen forudsætningerne om at kulprisen er væsentligt lavere end naturgasprisen.

I det sidste alternativ (VP-Sol-Geo-Bio) er alternativet justeret til, så kulforbruget og biomasseforbruget er det samme som i referencen. Dette er gjort ved at anvende en øget mængde biomasse i dele af de decentrale kraft/varmeverkers kedler samt i de centrale kraft- og kraftvarmeverker der kan erstatte kul med biomasse. Resten af det øgede kulforbrug er erstattet med naturgas. Dette alternativ er dog en lille smule dyrere end de øvrige varianter. Dette skyldes stort set udelukkende forskellen på prisen mellem kul og naturgas.

Mht. CO<sub>2</sub>-emission er overgangen til fjernvarme og individuelle varmepumper i udgangspunktet positiv, men reduktionen er ikke voldsom. Til gengæld spares der en del biomasse i de individuelle kedler, som kan anvendes til reduktioner andetsteds i systemet. Med tilføjelse af varmepumper reduceres brændselsforbruget, men kulforbruget stiger og det samme gør CO<sub>2</sub>-emissionen. Erstatning med biomassekedler reducerer CO<sub>2</sub>-emissionen voldsomt, men kræver også en væsentligt forøget biomasse-mængde. Alternativet VP-Sol-Geo-Bio har samme biomasse-mængde som referencen med et væsentligt lavere CO<sub>2</sub>-emission reduceret fra ca. 2,5 i referencen til 0,5 mio.t/år.

Målt i årlige omkostninger er samfundsøkonomien positiv som det fremgår af nederste diagram. Diagrammet angiver de årlige omkostninger fordelt på investeringer og drift. Som det ses medfører Varmeplan Danmark udbygnings-scenarierne en omlægning væk fra brændselsomkostninger over til anlægsomkostninger. Diagrammet viser de årlige omkostninger i en fuldt udbygget version, hvor anlægsinvesteringer afdrages over anlæggets tekniske levetid med en realrente på 3 %.

### 3.3.3 Valg af udbygnings-scenarie

Som det fremgår af ovennævnte kan man vælge at realisere Varmeplan Danmark på flere forskellige måder, hvor der lægges mere eller mindre vægt på såvel varmepumper, solvarme og geotermi som på valg af brændsler mellem biomasse, kul og naturgas. I det følgende er det valgt at regne på realiseringen af scenarie VP-Sol-Geo-Bio, som udmærker sig ved at være let at sammenligne med referencen, idet biomasse og kulforbruget er det samme. Dette skal imidlertid blot tjene som et eksempel. Man kan naturligvis også vælge at realisere en løsning med mere kul og mindre naturgas hhv. biomasse. Kul er billigere, men forurener mere.

### 3.3.4 Konsekvenser for statskassen af diverse virkemidler

I kap. 5 diskuteres barrierer og virkemidler. I bilag 3 er der redegjort for, hvordan de forskellige virkemidlers indflydelse på statskassen er udregnet.

### 3.3.5 Valutaforbrug, beskæftigelse og statskasevirkninger

Ved en gennemførelse over 10 år frem til år 2020 vil anlægsomkostningerne være placeret i de første 10 år, mens besparelserne først realiseres over hele anlæggenes levetid, hvilket for fjernvarmerør er regnet som 40 år.

I tabel 3-3 er vist en udregning af, hvordan de enkelte år fordeler sig mht. total-omkostninger, valutaforbrug og beskæftigelse.

Omkostning	Sum	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Fjv-net	mio.kr	58.000	5.800	5.800	5.800	5.800	5.800	5.800	5.800	5.800	5.800	0	
Fjv-installationer	mio.kr	9.240	924	924	924	924	924	924	924	924	924	0	
Indv. VP anlæg	mio.kr	11.550	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	1.155	0	
Store VP	mio.kr	6.000	600	600	600	600	600	600	600	600	600	0	
Spidslastkedler	mio.kr	4.000	400	400	400	400	400	400	400	400	400	0	
Biomassekedler	mio.kr	5.000	500	500	500	500	500	500	500	500	500	0	
Solvarme	mio.kr	5.600	560	560	560	560	560	560	560	560	560	0	
Geotermi	mio.kr	1.400	140	140	140	140	140	140	140	140	140	0	
<b>Sum udbygning</b>	<b>mio.kr</b>	<b>100.790</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>10.079</b>	<b>0</b>	
Sparet indv. Kedler													
Oliefyr	mio.kr	11.400	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	1.140	0	
Biomasse	mio.kr	8.400	840	840	840	840	840	840	840	840	840	0	
Ngas fyr	mio.kr	10.460	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	0	
<b>Sum sparet</b>	<b>mio.kr</b>	<b>30.260</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>3.026</b>	<b>0</b>	
<b>Nettoinvestering</b>	<b>mio.kr</b>	<b>70.530</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>7.053</b>	<b>0</b>	
Øgede d&v	mio.kr	8.438	70	211	352	492	633	774	914	1.055	1.195	1.336	1.406
Sparet d&v	mio.kr	-9.609	-80	-240	-400	-561	-721	-881	-1.041	-1.201	-1.361	-1.521	-1.602
<b>Netto d/v omkostning</b>	<b>mio.kr</b>	<b>-1.171</b>	<b>-10</b>	<b>-29</b>	<b>-49</b>	<b>-68</b>	<b>-88</b>	<b>-107</b>	<b>-127</b>	<b>-146</b>	<b>-166</b>	<b>-185</b>	<b>-195</b>
<b>Brændsel</b>	<b>mio.kr</b>	<b>-19.722</b>	<b>-164</b>	<b>-493</b>	<b>-822</b>	<b>-1.150</b>	<b>-1.479</b>	<b>-1.808</b>	<b>-2.137</b>	<b>-2.465</b>	<b>-2.794</b>	<b>-3.123</b>	<b>-3.287</b>
<b>Totalomkostninger</b>	<b>mio.kr</b>	<b>49.637</b>	<b>6.879</b>	<b>6.531</b>	<b>6.182</b>	<b>5.834</b>	<b>5.486</b>	<b>5.138</b>	<b>4.790</b>	<b>4.441</b>	<b>4.093</b>	<b>3.745</b>	<b>-3.482</b>
<b>Valuatomkostning</b>	<b>mio.kr</b>	<b>12.200</b>	<b>2.688</b>	<b>2.421</b>	<b>2.154</b>	<b>1.887</b>	<b>1.620</b>	<b>1.353</b>	<b>1.087</b>	<b>820</b>	<b>553</b>	<b>286</b>	<b>-2.669</b>
<b>Beskæftigelse</b>	<b>job</b>	<b>74.874</b>	<b>8.382</b>	<b>8.220</b>	<b>8.057</b>	<b>7.894</b>	<b>7.731</b>	<b>7.569</b>	<b>7.406</b>	<b>7.243</b>	<b>7.081</b>	<b>6.918</b>	<b>-1.627</b>
Importkvote	Investeringer			0,4					0,2				0,8
Beskræftigelse:				2 mandår/mio.kr dansk værditilvækst									

**Tabel 3-3 Omkostninger valuta og beskæftigelse**

Som det fremgår, vil de samlede investeringsomkostninger stige med netto små 7 mia.kr. om året. Til gengæld spares der brændselsomkostninger (og drift) svarende lidt over 3 mia.kr. i et

fuldt udbygget scenarie. I de første ti år stiger omkostningerne således pga. de øgede investeringer mens de herefter falder. I alt er de samlede omkostninger målt over investeringernes levetid med en realrente på 3 % mindre i udbygningsplanen end i referencen, som det fremgår af de tidligere diagrammer.

Valutaforbruget øges tilsvarende i starten men mindskes herefter, og igen er det samlede valutaforbrug over levetiden mindre i udbygningsscenariet end i referencen.

Der skabes i størrelsesordenen 7-8.000 job i ti år.

I tabel 3-4 er statskasepåvirkningen vurderet. Der er tale om et estimat, der ikke inkluderer moms og afledede multiplikatorvirkninger, men som alligevel giver en god fornemmelse af størrelsesordenen såvel som et godt indtryk af hvordan de enkelte elementer påvirker statskassen.

		Sum	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tilskudspro. (sol+VP)	%		20	20	15	15	10	10	5	5	0	0	0
<b>Beskæftigelse</b>	<b>job</b>	74.874	8.382	8.220	8.057	7.894	7.731	7.569	7.406	7.243	7.081	6.918	-1.627
GWh/år													
Ngas (indv)	GWh/år	-24.600	-205	-615	-1.025	-1.435	-1.845	-2.255	-2.665	-3.075	-3.485	-3.895	-4.100
Ngas industri	GWh/år	-15.240	-127	-381	-635	-889	-1.143	-1.397	-1.651	-1.905	-2.159	-2.413	-2.540
Total Ngas (k/v)	GWh/år	-3.060	-26	-77	-128	-179	-230	-281	-332	-383	-434	-485	-510
Heraf afgiftsfri (0,38/0,62)	GWh/år	-1.875	-16	-47	-78	-109	-141	-172	-203	-234	-266	-297	-313
Afgiftsbelagt (k/v)	GWh/år	-1.185	-10	-30	-49	-69	-89	-109	-128	-148	-168	-188	-197
Ngas (kedel k/v)	GWh/år	-9.360	-78	-234	-390	-546	-702	-858	-1.014	-1.170	-1.326	-1.482	-1.560
Gasolie (indv)	GWh/år	-12.420	-104	-311	-518	-725	-932	-1.139	-1.346	-1.553	-1.760	-1.967	-2.070
Olie (industri)	GWh/år	-17.160	-143	-429	-715	-1.001	-1.287	-1.573	-1.859	-2.145	-2.431	-2.717	-2.860
Varme fra Varmepumper	GWh/år	38.700	323	968	1.613	2.258	2.903	3.548	4.193	4.838	5.483	6.128	6.450
El til individuelle VP	GWh/år	4.878	41	122	203	285	366	447	528	610	691	772	813
Mistede afgifter	mio.kr		-140	-421	-701	-981	-1.262	-1.542	-1.823	-2.103	-2.384	-2.664	-2.804
Øgede afgifter	mio.kr		71	212	353	495	636	777	919	1.060	1.201	1.343	1.413
<b>Netto midstede afgifter</b>	<b>mio.kr</b>		<b>-70</b>	<b>-209</b>	<b>-348</b>	<b>-487</b>	<b>-626</b>	<b>-765</b>	<b>-904</b>	<b>-1.043</b>	<b>-1.182</b>	<b>-1.321</b>	<b>-1.391</b>
Sparet understøttelse	mio.kr		1.006	986	967	947	928	908	889	869	850	830	-195
Øget indkomstskat	mio.kr		1.509	1.480	1.450	1.421	1.392	1.362	1.333	1.304	1.275	1.245	-293
<b>Virking før virkemidler</b>	<b>mio.kr</b>		<b>2.445</b>	<b>2.257</b>	<b>2.069</b>	<b>1.881</b>	<b>1.693</b>	<b>1.506</b>	<b>1.318</b>	<b>1.130</b>	<b>942</b>	<b>754</b>	<b>-1.879</b>
Tilskud (VP&Solvarme)	mio.kr		-232	-232	-174	-174	-116	-116	-58	-58	0	0	0
Komp. Ngas-selskaber	mio.kr		-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56	-56
Afgiftsred. indv. VP	mio.kr		-14	-41	-68	-96	-123	-151	-178	-205	-233	-260	-274
Afgiftsred. store VP	mio.kr		-23	-68	-114	-159	-204	-250	-295	-341	-386	-431	-454
<b>Virkemidler i alt</b>	<b>mio.kr</b>		<b>-324</b>	<b>-397</b>	<b>-412</b>	<b>-485</b>	<b>-500</b>	<b>-572</b>	<b>-587</b>	<b>-660</b>	<b>-675</b>	<b>-748</b>	<b>-784</b>
<b>Statskase nettovirkn.</b>	<b>mio.kr</b>		<b>2.121</b>	<b>1.860</b>	<b>1.657</b>	<b>1.397</b>	<b>1.194</b>	<b>933</b>	<b>730</b>	<b>470</b>	<b>267</b>	<b>6</b>	<b>-2.663</b>
<b>Forudsætninger</b>													
	Sparet understøttelse				0,12 Mio.kr./mandår	Indv. Ngas			2,629	0,239	0,239		
	Øget skatteindtægt				0,18 Mio.kr./mandår	Industri			2,629	0,239	0,239		
						varme fra VP				0,208	0,208		
						varme fra k/v-kedler				0,208	0,208		
						varme fra k/v-mc			2,620	0,238	0,238		
						Indv. Gasolie			2,469	0,247	0,247		
						Olie (industri)			2,469	0,247	0,247		
						Indv VP elafigt				0,545	0,545		

**Tabel 3-4 Nettovirkninger på statskassen**

Forudsætninger baserer sig blandt andet på ovennævnte vurdering af beskæftigelsesvirkningerne. Tabellen udregner størrelsen af de afgifter staten går glip af som følge af det reducerede naturgas og olieforbrug i de eksisterende kedler.

Det drejer sig om et beløb på 140 mio.kr. i 2011 stigende til 2800 mio.kr. i et fuldt udbygget scenarie år 2021. Til gengæld får staten øgede indtægter primært i form af el-afgifter på varme-

pumperne ca. det halve, således at netto-påvirkningen af ændrede CO<sub>2</sub>- og energiafgifter bliver et tab på 70 mio.kr. i 2011 stigende til små 1.400 mio.kr. i år 2021.

Til gengæld for de mistede energiafgifter opnår staten væsentlige besparelse på understøttelse og øgede skatteindtægter som følge af den øgede beskæftigelse. Dette beløber sig til ca. 2.500 mio.kr. i 2011 faldende svagt til små 2.100 mio.kr. i 2020. I 2021 er virkningen negativ idet investeringerne bortfalder samtidigt med at der spares brændsel og D&V i de mange kedler, der nu er erstattet.

Nettovirkningen, før virkemidler bliver derfor et plus på statsfinanserne på små 2.500 mio.kr. i 2011 faldende til 750 mio.kr. i 2020. Fra år 2021 bliver statskassevirkningen negativ fordi regnestykkerne ikke fortsætter ud over 2021.

De virkemidler, der foreslås i de efterfølgende kapitler, påvirker imidlertid også statskassen. Det drejer sig dels om anlægstilskud og dels om afgiftslettelser. Hertil kommer en evt. kompensation af DONGEnergy og Naturgas Fyn. I alt beløber det sig til små 300 mio.kr. i 2012 stigende til små 800 mio.kr. i et fuldt udbygget scenarie år 2021.

Nettopåvirkningen af statskassen er således et plus på ca. 2 mia.kr. i år 2011 faldende over perioden til at være neutral i år 2020 og herefter negativ. Igen skal det understreges at der er tale om et estimat, der ikke inkluderer moms og evt. afledede multiplikatorvirkninger. Dette kan ændre lidt i størrelsesordenen, men ændrer ikke ved at nettopåvirkningen af statskassen er stærkt positiv i starten i år 2011 men falder over perioden til at være neutral i år 2020 og herefter negativ.

### 3.3.6 Sammenfatning

Analyserne viser, at en realisering af det foreslåede udbygningsscenarie omfatter investeringer for netto små 70 mia.kr. og vil skabe dansk beskæftigelse svarende til 7-8.000 personer i 10 år. I år 2020 vil det reducere forbruget af fossile brændsler med 32 PJ/år og CO<sub>2</sub>-emissionen med 2,1 Mio.t/år. De samlede udgifter til opvarmning vil falde med 1 mia.kr./år ved en oliepris på 76 kr/GJ (76 USD/tønne, 6 DKK/USD).

Nettopåvirkningen af statskassen vil ligge i størrelsesordenen et plus på 2 mia.kr. i 2011 faldende til neutral i 2020.

En afgørende fordel er desuden, at Varmeplan Danmark alternativet gennem udvikling af decentral kraft/varme og individuelle varmepumper tilfører fleksibilitet til el-systemet. Dette aspekt analyseres nærmere i det efterfølgende kap. 4.

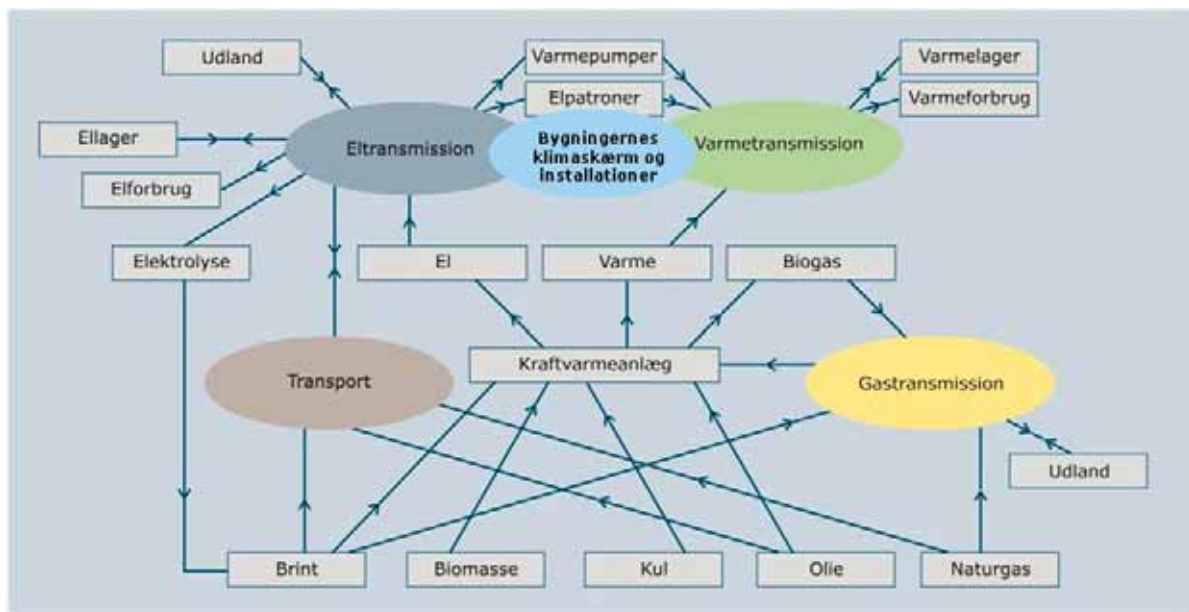
## 4. VARMENS SAMSPIL MED ENERGISYSTEMET

Det er en stor udfordring at omlægge den danske energisektor, så den bliver uafhængig af fossile brændsler. For at gennemføre det på den mest samfundsøkonomiske måde uden velværdstab kræver det, at der arbejdes sammen på tværs af alle sektorer. Det er især vigtig at se på varmesektorens samspil med resten af energiområdet. En gennemførelse af den foreslåede udbygningsplan vil tilføre fleksibilitet til el-systemet svarende til, at el-overløbet reduceres med små 40 % ift. referencen eller svarende til en øget fortjeneste ved handel med el med udlandet på i størrelsesordenen 50-100 mio.kr./år. Analyserne peger desuden på, at fjernvarme spiller en nøglerolle, hvis der er knaphed på biomasse.

### 4.1 Indledning og Resumé

I fremtidens VE-baserede energisystem får varmesektoren stor betydning i samspil med især el-sektoren og bygningerne. Desuden er der en vis sammenhæng med transportinfrastrukturen, naturgas og biogas mv.

Sammenhængen mellem energisystemerne er beskrevet detaljeret i nedenstående figur fra Energinet.dk. Figuren er i Varmeplan Danmark suppleret med bygningernes infrastruktur i form af klimaskærm og installationer, da en stor del af de samlede investeringer erlægges i denne del af energisystemet.



Figur 4-1 Samspil mellem energisystemerne

Disse sammenhænge mellem især bygningerne, fjernvarmen, naturgassen og elsystemet belyses i de flere kapitler i Varmeplan Danmark og fra forskellige angrebsvinkler.

I dette kapitel analyseres fjernvarmens samspil med energisystemet ud fra først og fremmest følgende to forskellige angrebsvinkler:

- For det første analyseres, hvad den i kapitel 3 foreslåede udbygningsplan frem til år 2020 betyder for Danmarks evne til at integrere vindkraft og handle el på det internationale elmarked. Analyserne viser, at Varmeplan Danmark alternativet gennem udvikling af decentral kraft/varme og individuelle varmepumper tilfører fleksibilitet til el-systemet svarende til, at el-overløbet reduceres med små 40 % ift. referencen (i et lukket system uden handel med el). Det kan i et åbent system med handel med el omsættes til en øget fortjeneste på i størrelsesordenen 50-100 mio.kr./år. De konkrete tal skal tages med den usikkerhed denne type af analyser medfører, men selve konklusionen om at fleksibiliteten øges, er robust.

- For det andet vurderes, hvordan en realisering af varmeplan Danmark passer ind i ønsket om på langt sigt at overgå til en energiforsyning baseret 100 % på vedvarende energi. Baggrunden er, at der i Varmeplan Danmark (2008) blev opstillet et 100 % VE-scenarie, hvor bl.a. rumvarmeforbruget var reduceret med 75 % og vindandelen af elforbruget øget til 75 %. Det blev i den forbindelse understreget, at der med ovennævnte scenarie ikke var tale om et gennemarbejdet bud på, hvordan Danmark kan/bør omlægges til 100 % VE. Der var alene tale om at tilvejebringe nogle rammer for at kunne vurdere, om konklusionerne mht. fjernvarme eller ej ville ændre sig i et langsigtet perspektiv om 100 % VE.

Siden publiceringen af Varmeplan Danmark (2008), er forslaget blevet anvendt i IDAs Klimaplan 2050 (Mathiesen et. al. 2009) og i forskningsprojektet CEESA i kombination med 50 % rumvarmebesparelser. Disse er begge gennemarbejdede bud på, hvordan et 100 % VE system kan se ud i 2050. Disse analyser er derfor her brugt til at uddybe Varmeplan Danmarks (2008) konklusioner vedr. fjernvarmens rolle på langt sigt i et 100 % VE system. I den forbindelse er der sat fokus på særligt to aspekter. Det ene er betydningen af mængden af biomasseressourcer, og det andet er samspillet med varmebesparelser.

Mht. varmebesparelser viser analyserne lavet i forbindelse med i IDAs Klimaplan 2050, at der er en synergi mellem udvidelser af fjernvarme og varmebesparelser. Ved en udvidelse af fjernvarmemarkedet svarende til udbygningsscenariet kombineret med rumvarmebesparelser på 50 % i 2030 viser analyserne, at der er synergi mht. økonomi, CO<sub>2</sub>-emmissioner og brændselseffektivitet. Rumvarmebesparelsen hhv. udvidelsen af fjernvarmeområder har hver for sig fordele, men kombineret kan disse fordele blive endnu større både mht. brændselseffektivitet og omkostninger.

Mulighederne for opvarmning af boliger er analyseret i en række 100 VE-systemer med varierende mængder vindkraft. Analyserne er foretaget med henblik på at vurdere fjernvarmens rolle, hvis der i fremtiden er biomasseknaphed, samt i lyset af, at visse alternativer er mere omkostningseffektive end andre. Konklusionerne er at:

1. Analyserne bekræfter, at en udvidelse af fjernvarme kan reducere presset på biomasseressourcerne og er omkostningseffektive.
2. Analyserne viser, at fjernvarme er vigtigere i energisystemer med store mængder VE fra vindmøller, idet det muliggør en brændselseffektiv og omkostningseffektiv integration af den fluktuerende vindkraft.
3. Analyserne peger på at fjernvarme er vigtig i 100 % VE-systemer, da det kan mindske presset på biomasseressourcen ved at udnytte varme fra storskala solvarme, varmepumper i fjernvarmeområder, industriel overskudsvarme, geotermi og en effektiv udnyttelse affaldsforbrænding.

Hvis der satses på individuel opvarmning i stedet for fjernvarmeudbygning, stiger presset på biomasseressourcen med mellem 10 PJ og 80 PJ, for henholdsvis det bedste og dårligste alternativ, dvs. jordvarmeanlæg og mikrokraftvarme. Dette skal ses i lyset af, at det samlede biomasseforbrug i 100 % VE-systemer kan reduceres til ca. 260 PJ. Vindkraften vil ikke kunne integreres ligeså effektiv, og der må i højere grad satses på elektrolyse i stedet for varmepumper i fjernvarmeområder.

Fjernvarmen muliggør store varmepumper i energisystemet, hvilket i sig selv reducerer biomassebehovet ca. 50 PJ. Fjernvarmen giver desuden mulighed for at anvende solvarme til at erstatte knap 10 PJ biomasse og industriel overskudsvarme kan erstatte yderligere ca. 5 PJ. Hvis affaldskraftvarme erstattes af affaldskraftvarme i kedler stiger biomassebehovet med ca. 4 PJ. Geotermi kombineret med affaldskraftvarme giver en besparelse i biomasseforbruget på ca. 3 PJ, mens geotermi alene giver et merforbrug af biomasse på ca. 2 PJ.



## 4.2 Fjernvarmens samspil med vindkraften og El-markedet

En væsentlig fordel ved Varmeplan Danmarks udbygningsscenarie sammenlignet med referencen er, at udbygningen med fjernvarme i kombination med især store varmepumpeanlæg baner vejen for en bedre integration af vindkraft.

I den forbindelse er det væsentligt at understrege at der både er tale om

1. at **mere** vindkraft kan nyttiggøres samtidigt med at det sikres
2. at vindkraften nyttiggøres på en **effektiv** måde, dvs. at brændselseffektiviteten opretholdes i det samlede system.

Herved adskiller fjv-varmepumpe løsningen sig fra andre løsninger som f.eks. at stoppe vindmøllerne eller at udbygge med varme-patroner. De sidstnævnte to løsninger kan nok mindske el-overløbet men sætter til gengæld brændsels-effektiviteten overstyr.

I det følgende er denne fordel kvantificeret på to måder, dels ved at vise hvordan alternativet sammenlignet med reference fører til mindre el-overløb i et lukket system (uden handel med el til udlandet) og dels fører til bedre handel i et åbent system (med handel med el).

Begge analyser er uddybet i bilag 4.

### 4.2.1 Samspil med vindkraften

I relation til integration af vindkraft viser analyserne at udbygningen med store varmepumper i tilknytning til fjernvarme er helt afgørende for effektivt at kunne omsætte vindkraft i en brændselsbesparelse i systemet. Forklaringen er følgende: Jo mere vindkraft, der produceres, jo mindre skal kraft- og kraft/varme-værkerne producere, hvis vindkraften skal udnyttes. Jo mindre kraft/varme-værkerne kommer ind, jo mere skal kedlerne producere. Hvis kedlerne erstattes af varmepumper opretholdes brændselseffektiviteten. Hertil kommer, at varmepumpen samtidig kan mindske el-overløbet en smule og nyttiggøre en større mængde vindkraft.

Størrelsen på de konkrete tal for udbygningsscenariet for år 2020 er, at et eloverløb i referencen reduceres fra 0,75 TWh/år til 0,46 TWh/år svarende til en reduktion på små 40 %.

### 4.2.2 Samspil med det internationale el-marked

I et åbent system med udveksling og handel med el med udlandet kan den samme fordel udtrykkes ved en bedre økonomi. Til at illustrere dette er der i bilag 4 foretaget en række analyser af konsekvenserne for samfundsøkonomisk fortjeneste ved handel og disse er sammenlignet med situationen uden handel for at kunne illustrere hvor meget, der tjenes på at have det åbne system.

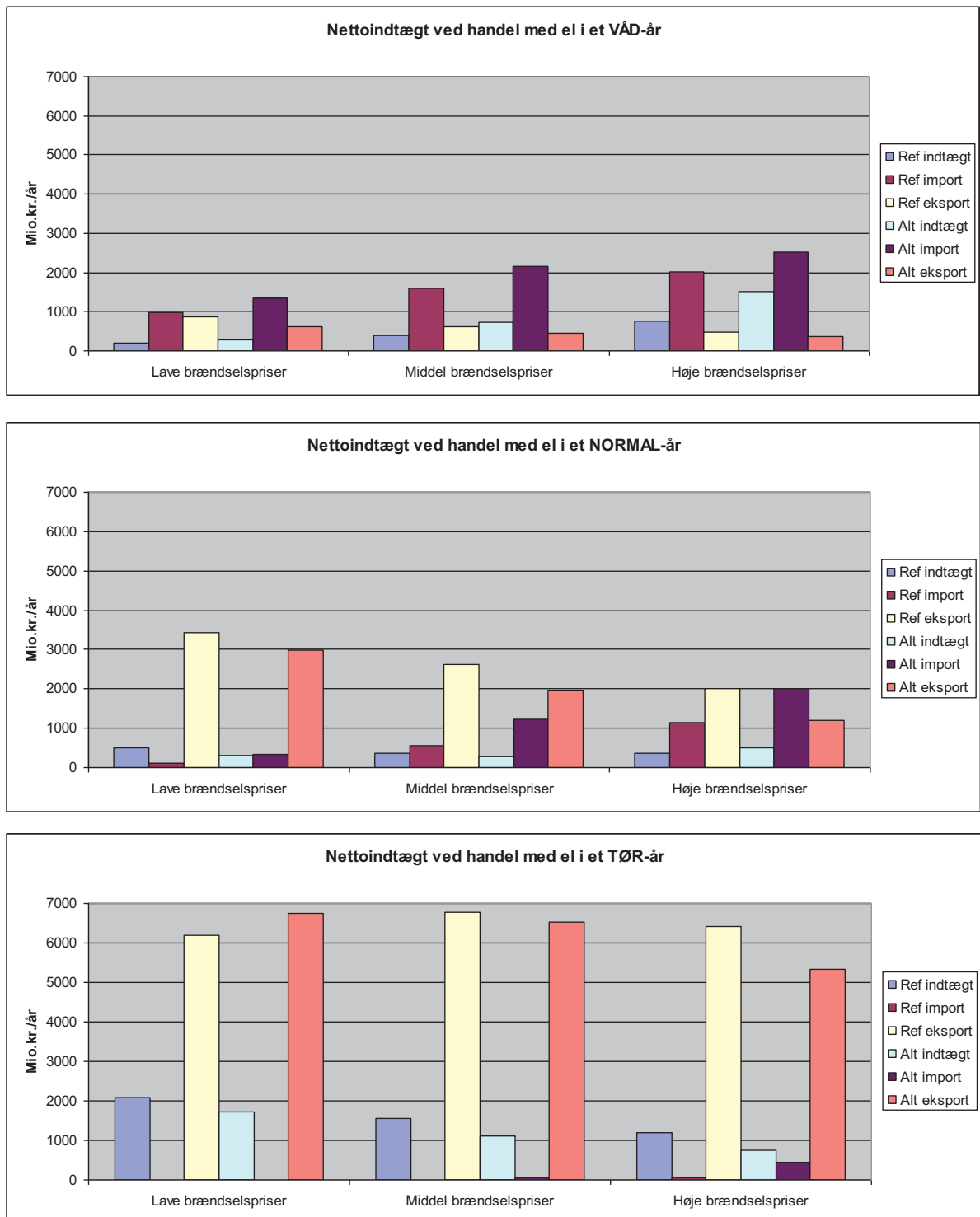
Analyserne er dels foretaget for "basis brændsels-prisniveauet" samt for et vindkraft-input på hhv. 35 % og 50 % af forbruget og dels en mere omfattende analyse af situationen med 35 % vind for tre forskellige brændselsprisniveauer.

I begge tilfælde er handlen analyseret under forudsætning af vådår, normalår og tørår hvad angår nedbør i det nordiske vandkraftsystem. De nærmere forudsætninger vedr. brændselspriser og definition af vådår, normalår og tørår er beskrevet i bilag 3 sammen med en kort beskrivelse af analyse-modellen. Resultaterne er vist i tabelform i bilag 4 samt afbilledet i figur 2.

Generelt viser analyserne, hvordan der i alle situationer er en samfundsøkonomisk fortjeneste at hente for Danmark ved handel sammenlignet med situationen uden handel. I alle situationer kan vi gennem handel sænke de samlede omkostninger til energiforsyningen sammenlignet med ikke at udveksle el med udlandet. Analyserne viser imidlertid også, at der er stor forskel på hvilken handel, der er mest fordelagtigt, alt efter om der er tale om et vådår, et normalår eller et tørår. I vådåret tjener Danmark overvejende på at importere, mens vi i tøråret tjener på at eksportere.

Varmeplan Danmark alternativet er typisk i stand til at tjene mere på handel med el med udlandet end referencen. Forudsættes en lige stor sandsynlighed for store som for hhv. middel eller la-

ve brændselspriser kan denne fordel (som nærmere beskrevet i bilag 4) kvantificeres til i størrelsesordenen 50-100 mio.kr./år i gennemsnit. Dette tal skal dog tages med forbehold og ses i forhold til den samlede handel med el og de generelle usikkerheder denne type analyser. Analysen er dog robust derhen at Varmeplan Danmark alternativet er i stand til at tjene på handel i alle de analyserede situationer.



Figur 4-2 Indtægter ved handel med el

I figuren vurderes indtægter for samfundet Danmark ved handel med el på det internationale marked under forskellige forudsætninger om brændselspriser og nedbør i forholdt til det nordiske el-system.

I figuren sammenlignes Varmeplan Danmark alternativet år 2020 med referencen. Som det ses er netto-indtægten for det danske samfund ved at udveksle el meget afhængigt af forholdet mellem brændselspriser og nedbør i relation til det nordiske el-system, men der kan tjenes penge i alle kombinationer. Nogle år tjenes der penge på fortrinsvist at sælge el mens der i andre situationer tjenes på fortrinsvist at købe el.

#### **4.2.3 Konklusion**

Konklusionen er således, at varmeplan Danmark alternativet gennem udvikling af decentral kraftvarme og individuelle varmepumper tilfører fleksibilitet til el-systemet svarende til at el-overløbet reduceres med små 40 % ift. referencen (i et lukket system uden handel med el), hvilket i et åbent system med handel med el kan omsættes til en øget fortjeneste på i størrelsesordenen 50-100 mio.kr./år. De konkrete tal skal tages med den usikkerhed denne type af analyser indebærer, men selve konklusionen, om at fleksibiliteten øges, vurderes at være robust.

### 4.3 Fjernvarmen i et 100 % Vedvarende energisystem

I dette afsnit foretages en vurdering af hvordan en realisering af varmeplan Danmark passer ind i ønsket om på langt sigt at overgå til en energiforsyning baseret 100 % på vedvarende energi. Baggrunden er, at der i Varmeplan Danmark (2008) blev opstillet et 100 % VE-scenarie, hvor bl.a. rumvarmeforbruget var reduceret med 75 % og vindandelen af elforbruget øget til 75 %. Det blev i den forbindelse understreget, at der med ovennævnte scenarie ikke var tale om et gennemarbejdet bud på hvordan Danmark kan/bør omlægges til 100 % VE. Der var alene tale om at tilvejebringe nogle rammer for at kunne vurdere om konklusionerne mht. fjernvarme eller ej ville ændre sig i et langsigtet perspektiv om 100 % VE.

Siden publiceringen af Varmeplan Danmark (2008), er forslaget blevet anvendt i IDAs Klimaplan 2050 (Mathiesen et. al. 2009) og i forskningsprojektet CEESA i kombination med 50 % rumvarmebesparelser. Disse er begge gennemarbejdede bud på, hvordan et 100 % VE system kan se ud i 2050. Disse analyser er derfor her brugt til at uddybe varmeplan Danmarks (2008) konklusioner vedr. fjernvarmens rolle på langt sigt i et 100 % VE system. I den forbindelse er der sat fokus på to særligt to aspekter. Det ene er betydningen af mængden af biomasse-ressourcer og det andet er samspillet med varme-besparelser. Analyserne er uddybet i bilag 4.

#### 4.3.1 Rumvarmebesparelser og fjernvarmeudvidelser mod 2030

Som nævnt er Varmeplan Danmark (2008) anvendt i bl.a. IDAs Klimaplan 2050. Her udvides fjernvarmeområderne gradvist frem mod 2030, så fjernvarme dækker 63-70 procent af det danske nettovarmebehov. Dette svarer til den foreslåede udbygningsplan frem til år 2020 (bilag 3). Der er ikke forudsat yderligere udvidelser fra 2030 frem til 2050 i klimaplanen. De udvidelser, der gennemføres, udnytter synergieffekten ved at kombinere besparelser i rumvarmeforbrug og sænkning af returtemperaturen med marginale udvidelser af fjernvarmenettet og tilpasninger af rørdimensioner og spidslastkedler. I IDA's Klimaplan 2050 er der gennemført rumvarmebesparelser svarende til ca. 50 % i forhold til i dag. Der fokuseres også på omkostningerne, og derfor er omkostningerne til fjernvarmeudvidelser og varmebesparelser inddraget i analyserne af planen.

Både når der implementeres varmebesparelser i fjernvarmeområder og uden for fjernvarmeområder, ændres fordelingen af varmeforbruget, således at forbruget bliver mindre time for time, mens nettab og/eller brugsvand holdes på et konstant niveau. Dette er der taget højde for i analyserne. Mht. besparelspotentialer er der taget udgangspunkt i "Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri - Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover - Økonomisk analyse" fra SBI (Wittchen, 2009). I scenarierne for 2030 anvendes marginale meromkostninger på 2.000 DKK/GJ, idet det antages, at ca. halvdelen af energibesparelserne med den bedste økonomi er foretaget i referencen. I klimaplanen er referencen baseret på Energistyrelsens fremskrivning. Levetiden estimeres til at være gennemsnitligt 50 år. For yderligere data om omkostninger til varmebesparelser henvises til baggrundsrapporten til IDAs Klimaplan 2050 (Mathiesen, et. al. 2009). Forudsætningerne vedr. omkostningerne her er således, at rumvarmebesparelser foretages samtidig med renoveringer af boligen generelt.

I referencen for 2030 i klimaplanen, er der implementeret ca. 20 % rumvarmebesparelser (Ref. 2030). I 2030 er der i planen gennemført besparelser svarende til 50 % af rumvarmebehovet i forhold til i dag, svarende til, at der skal implementeres yderligere 30 % varmebesparelser. De samlede besparelser inden for fjernvarmeområder er ca. 6,8 TWh eller 24,5 PJ i IDA 2030. Omkostningerne hertil er ca. 49,0 mia. DKK. Der er beregnet et nettab, inkl. brugsvand, svarende til 32,6 %, jf. tabel 13.16 i Varmeplan Danmark (2008).

I IDAs Klimaplan 2050 er den marginale værdi af varmebesparelserne analyseret i tre udgaver: i fjernvarmeområder alene, i individuelt opvarmede områder alene, samt i alle områder i kombination med udvidelse af fjernvarmeområder. Disse analyser viser, at væsentlige synergier kan opnås ved at kombinere marginale udvidelser af fjernvarme med varmebesparelser. I figur 3 er den marginale økonomiske værdi af rumvarmebesparelser og fjernvarmeudvidelser gengivet fra IDAs Klimaplan 2050. Disse analyser er baseret på et åbent energisystem, hvor der foretages handel med udlandet. Disse analyser er her suppleret med tekniske analyser, der viser rumvarmebesparelser og fjernvarmeudvidelsers betydning for brændselsbesparelser og for at reducere CO<sub>2</sub>-

emissionerne. De tekniske analyser er foretaget i et lukket system. Resultaterne af analyserne er illustreret i figur 3.



**Figur 4-3 Analyse af varmebesparelser og fjernvarmeudvidelse**

Figuren viser analyser af varmebesparelser og fjernvarmeudvidelse i et åbent system i den samfundsøkonomiske vurdering og i et lukket system for at kvantificere betydningen for brændselsforbrug i energisystemet og for CO<sub>2</sub>-emissioner.

Hvis varmebesparelserne foretages i eksisterende fjernvarmeområder, balancerer omkostningerne på 49 mia. DKK til isolering mv. i disse områder, under forudsætning af at de sparede brændsler kombineres med gradvist mindre kapacitet i kedler og kraftvarmeanlæg. Varmebespa-

relser i husstande i individuelt opvarmede områder giver væsentligt større gevinster på over 2 mia. DKK/år, med en samlet investering på 28 mia. DKK i disse områder. Forskellen her skyldes, at varmeproduktionen i fjernvarmeområder er mere effektiv, og at en besparelse i forbruget derved betyder tilsvarende mindre. I fjernvarmeområder kommer en stor del af varmen fra kraftvarmeproduktion, hvorimod kedler kan erstattes i individuelt opvarmede områder. Dette betyder, at brændselsbesparelserne bliver langt større i individuelt opvarmede områder. Dette billede tegner sig både i Ref. 2030 og IDA 2030.

Fjernvarme udbygges til at omfatte ca. halvdelen af de områder, der ligger op til en kilometer fra eksisterende fjernvarmeområder. Udvidelsen af fjernvarmeområder giver en gevinst på godt 2 mia. DKK/år i et system, som ligner energisystemet vi har i dag (Ref. 2030). Det er altså en god ide at udvide fjernvarmeområder, selv om denne udvidelse ikke kombineres med varmebesparelser og væsentlig mere vedvarende energi. I klimaplanens scenarie for 2030 (IDA 2030) giver fjernvarmeudvidelsen alene en gevinst på godt 1 mia. DKK/år, da der i dette system bruges 50 % mindre rumvarme i forhold til i dag.

Der er imidlertid en omkostningsmæssig synergi mellem udvidelser af fjernvarme og varmebesparelser. Hvis det hele analyseres i kombination, giver de marginale udvidelser af fjernvarmeområder, kombineret med varmebesparelser og gradvise tilpasninger af kedler og kraftvarmeanlæg en gevinst på omkring 3 mia. DKK/år både i referencen for 2030 og i IDA 2030.

Mht. rumvarmebesparelser i individuelle områder ses det, at dette stort set har den samme effekt brændselsmæssigt og CO<sub>2</sub>-mæssigt. Der er en lidt større effekt i referencen end i IDA 2030. Dette skyldes, at individuel opvarmning er mere effektiv i IDA 2030, da den i høj grad er baseret på jordvarmepumper.

Rumvarmebesparelser i fjernvarmeområder kan spare mindre brændsel i referencen end i IDA 2030. Dette skyldes, at der er et stort elbehov i referencen, og at al overskudsvarme fra elproduktionen derfor ikke kan udnyttes. Mht. reduktioner i CO<sub>2</sub>-emissionerne i referencen skyldes dette en omlægning fra kulkraft til naturgas pga. øget kraftvarmeproduktion. I IDA 2030 er der en stor brændselsmæssig effekt ved besparelser i fjernvarmeområder. Dette skyldes at strømforbruget er lavere i dette energisystem. Derfor kan kraftværksproduktionen ikke erstattes af kraftvarme, og derfor må kedler i højere grad producere fjernvarme. CO<sub>2</sub>-emissionerne stiger en anelse pga. et øget kulforbrug, men da det er biomasseforbruget der vokser, har det øgede brændselsforbrug ikke så stor en effekt på CO<sub>2</sub>-emissionerne i IDA 2030.

Omlægningen af husholdninger og industri til fjernvarme kan reducere brændselsforbruget væsentlig i referencen. Dette skyldes i høj grad, at det er mere effektivt at producere varme i kraftvarme end i individuelle olie-, naturgas- og biomassekedler. Dette afspejler sig også i CO<sub>2</sub>-emissionerne, hvor en omlægning til mere kraftvarmeproduktion har den effekt, at kulforbruget falder, og naturgasforbruget stiger på kraftværkerne. I IDA 2030 betyder omlægningen en øget kraftvarmeproduktion og en lavere kraftværksproduktion. Brændselsmæssig sker der en omlægning fra individuelle kedler på biomasse til mere kraftvarme og flere biomassekedler i fjernvarmen. Mht. CO<sub>2</sub>-emissioner har især omlægningen fra industri til fjernvarmeområder betydning i IDA 2030.

I de tekniske analyser i det lukkede system ses de samme synergier både mht. brændselsbesparelser og CO<sub>2</sub>-emissioner. Kraftvarme kan i højere grad udnyttes, og der sker en omlægning fra mindre effektive individuelle kedler. Rumvarmebesparelserne kombineret med fjernvarmeudvidelse betyder brændselsmæssige besparelser på ca. 50 PJ pr. år og reduktioner i CO<sub>2</sub>-emissionerne på 2 mio. ton pr. år.

#### 4.3.2 100 % vedvarende energisystemer og fjernvarme

I Varmeplan Danmark (2008) blev der taget udgangspunkt i energisystemet anno 2006. De alternative opvarmningsteknologier og fjernvarmeudvidelser blev også analyseret i dette 100 % VE-scenarie. Resultatet var, at fjernvarmeudvidelser også er en god idé i et sådant fremtidigt VE-scenarie men, at der ikke var tale om et gennemarbejdet bud på hvordan Danmark kan/bør omlægges til 100 % VE. Fokus var på den del af rammerne, der har med varmeforsyningen at gøre.

Derimod blev der f.eks. ikke gået i dybden med industriens eller transportens brændselsforbrug, som tegner sig for en stor del af biomasse behovet. Der var ej heller fokus solvarme, geotermi, affaldsforbrænding og industriel overskudsvarme i dette 100 % VE system.

### **IDAs Klimaplan og CEESA**

IDAs Klimaplan 2050 indeholder en samlet strategi for, hvordan udledningen af drivhusgasser kan reduceres med 90 % i 2050, blive uafhængig af fossile brændsler og samt lave en omstilling til et energisystem og en økonomi der er baseret på vedvarende energi (Mathiesen et.al, 2009). I planen er der også delmål for 2015 og 2030. Foruden reduktionen i udslippet af drivhusgasser, blev energisystemerne analyseret i lyset af at opretholde Danmarks selvforsyning med energi, at udbygge Danmarks erhvervsmæssige position på klima- og energiområdet samt at udvikle dansk økonomi og velstand. Beregningerne viste bl.a., at et sådan VE-scenarie kan reducere omkostningerne, anvendelsen af fossile brændsler og CO<sub>2</sub>-emissionerne på kort sigt, og på længere sigt bane vejen for et 100 % VE-scenarie.

IDAs Klimaplan 2050 blev til på baggrund af viden fra en række forskere fra universiteter og eksperter i virksomheder, samt vha. en række seminarer og workshops. Der blev imidlertid også inddraget viden fra en række forskningsprojekter, herunder også analyserne af fremtidens varmeforsyning i Varmeplan Danmark fra 2008.

I IDAs Klimaplan 2050 udgør fjernvarmesystemet, ligesom el-systemet, en vigtig del af rygraden i fremtidens energisystem. Et energisystem, der er baseret på 100 % vedvarende energi kræver både vedvarende energi såsom vindmøller. Men det er nødvendigt, at der er biomasseressourcer, der kan bruges til el-produktion, når vinden ikke blæser. Her er fjernvarmesystemet en central del, da det muliggør kraftvarmeproduktion og da det øger mulighederne for omkostningseffektiv integration af mere vedvarende energi. Allerede fra 2015 er det nødvendigt, at der installeres store varmepumper, der dels kan integrere vindproduktionen fra allerede planlagte vindmølleprojekter, og dels kan sikre brændelseffektiviteten ved at erstatte kedelproduktion vha. varmelagre. Varmelagre er klart den mest effektive måde at lagre såkaldt overskudproduktion fra vindmøller på. Den brændselsmæssige værdi af kraftvarmen sikres herved, samtidig med, at der er et brændselseffektivt samspil med el-systemet. Dette kombineres fra 2010 til 2020 med en udvidelse af fjernvarmesystemet, der i takt med varmebesparelser, erstatter hovedsageligt naturgaskedler i områder i tilknytning til eksisterende fjernvarmeområder i IDAs Klimaplan 2050.

Fremadrettet mod 2030 fortsætter denne udvikling gradvis i planen, i takt med, at eksisterende anlæg alligevel skal erstattes. Som anbefalet i Varmeplan Danmark (2008) kombineres marginale udvidelser med varmebesparelser, gradvise reduktioner i behovet for spidslastkedler, samt varmepumper. Nye teknologier som geotermi i centrale fjernvarmeområder, store solvarmeanlæg hovedsageligt i decentrale områder, samt forbedringer i totalvirkningsgraden på affaldskraftvarmeanlæg og de store varmepumper giver sammen med varmebesparelser og gradvise fjernvarmeudvidelser muligheden for, at der samlet set gradvis skal bruges færre fossile brændsler. De resterende fossile brændsler erstattes med biomasse frem mod 2050. I 2050 er det tillige nødvendigt at installere elektrolyseanlæg, for at undgå eloverløb.

I IDA 2030 er fjernvarme blevet udvidet til mellem scenarie 2 og 3 i Varmeplan Danmark (dvs. ca. 66 % af nettovarmebehovet), idet det er vurderet, at det fulde potentiale ikke vil blive realiseret. Der sker altså ikke yderligere udvidelser frem mod og 2050. Dette svarer til niveauet i udbygningsscenariet (bilag 3). I IDA 2015 er denne udbygning påbegyndt. Som nævnt er samfundsøkonomisk og brændselsmæssigt fornuftigt at udvide fjernvarmeområder i IDA 2030.

Denne fjernvarmeudvidelse og ovennævnte teknologier er også integreret i scenarierne i forskningsprojektet CEESA. I forskningsprojektet CEESA som er støttet af det Strategisk Forskningsråd laves integrerede energisystemanalyser og livscyklusanalyser af 100 % VE systemer, ligesom der udvikles virkemidler til omstilling mod 100 % VE. I CEESA bliver scenarierne udviklet i IDAs Klimaplan 2050 forbedret, optimeret og analyseret. CEESA projektet afsluttes i slutningen af 2010, og derfor er analyserne endnu ikke færdige. Imidlertid er det valgt at analysere fjernvarmens rolle i 100 % VE systemer med udgangspunkt i 100 % VE scenariet i CEESA projektet, som de ser ud pt. (august 2010). I disse analyser er der nu bl.a. integreret data for forgasning, lavet

yderligere omlægning i industrien fra biomasse til elforbrug, en del af lufttransporten er erstattet med højhastighedstog og der installeres flere vindmøller.

### **Anvendelse af biomasse i 100 % vedvarende energisystemer**

Der er en række udfordringer forbundet med at opretholde selvforsyning med vedvarende energi og i at analysere omkostningerne for 100 % VE systemer. Generelt viste analyserne i IDAs Klimaplan 2050, at det var muligt at nedbringe energiforbrug til ca. 440 PJ i 2050, hvoraf 284 PJ var biomasse. Omkostningerne for dette energisystem blev også analyseret, og de viste sig at være på niveau med eller under referenceenergisystemet. Vurderingen af omkostningerne i 100 % VE systemer kræver imidlertid flere analyser i fremtiden.

Ændringerne i CEESA betyder generelt, at elforbruget stiger, at elproduktionen stiger og at biomasseforbruget falder. Imidlertid betyder dette også, at eloverløbet stiger, da balancen mellem elforbrug og varmemeforbrug forrykkes. I alt stiger vindandelen af ca. 50 TWh elforbrug fra ca. 63 % i IDAs Klimaplan 2050 scenarie (IDA 2050). Derfor analyseres mulighederne for integration af vindkraft. Ved at installere flere varmepumper i fjernvarmeområder og ved at installere flere elektrolyseanlæg er det muligt at fjerne eloverløbet, og samtidig nedbringe biomasseforbruget til ca. 260 PJ biomasse og i alt ca. 436 PJ. I Varmeplan Danmark blev opvarmningsteknologierne analyseret i en skitse til et 100 % VE system, hvor det samlede biomassebehov var på 290 PJ.

Hverken i analyserne i Varmeplan Danmark i skitsen til et 100 % VE system eller i IDAs Klimaplan 2050 blev der fuldt ud taget højde for tab i mht. forgasning. I CEESA-projektet er tab mht. forgasning af brændsel til kraftværker og transport opgjort til ca. 21 % i fremtiden. Dermed kan det samlede biomassebehov i IDAs Klimaplan 2050 opgøres til ca. 315 PJ. I CEESA projektet tages højde for disse tab, og med ovennævnte forbedringer reduceres biomasseforbruget til ca. 260 PJ (status august 2010).

I CEESA er biomassebehovet således blevet reduceret med ca. 55 PJ ved at erstatte en del af biomasseforbruget i industrien med elforbrug, ved at erstatte en del af lufttransporten med højhastighedstog, og ved at installere flere vindmøller. Imidlertid vil der ske justeringer i scenariet, der vil bevirke at biomasseforbruget vil blive reduceret yderligere. Dette vurderes dog ikke at have betydning for analyserne her.

I fremtiden må der beregnes med, at der er yderligere behov for biomasse til materialeformål. Dette behov er afhængigt af produktion og behov. For Danmark er dette behov opgjort til mellem 50 og 75 PJ, såfremt der ikke er fossile brændsler til rådighed. I CEESA projektet (status august 2010) er der således et samlet behov for 310 til 335 PJ, men som nævnt forventes det, at dette behov kan reduceres yderligere.

I CEESA projektet er der identificeret et biomassepotentiale på baggrund af en række scenarier for landbrugssektoren. Resultatet er, at der er forskellige kombinationsmuligheder mellem konventionel landbrugsdrift, økologisk landbrug, natur og energiafgrøder, hvor det er muligt at tilvejebringe ca. 300 PJ. Dette kræver imidlertid, at den nuværende landbrugsproduktion ændres.

Ved yderligere pres på biomasseressourcen fra energisystemet vil der enten skulle foretages en større omstilling, f.eks. ved ændringer i opvarmningen af boliger eller øget import af biomasse.

For at analysere samspillet mellem 100 % VE-systemer og varmemeforsyningen, er der lavet en række 100 % VE-systemer. Udgangspunktet er CEESA scenariet, hvor der derpå er lavet analyser af en række opvarmningsteknologier i fjernvarmesystemer såvel som i individuel opvarmning. Her kaldes udgangspunktet for beregningerne for "VPDK2050 – 70 %", hvor 70 % betegner vindandelen af elproduktionen. Af fluktuerende produktion kommer hertil solceller (ca. 9 %) og bølgekraft (ca. 5 %). I hovedtræk er der lavet følgende justeringer i forhold til IDAs Klimaplan 2050 i VPDK2050:

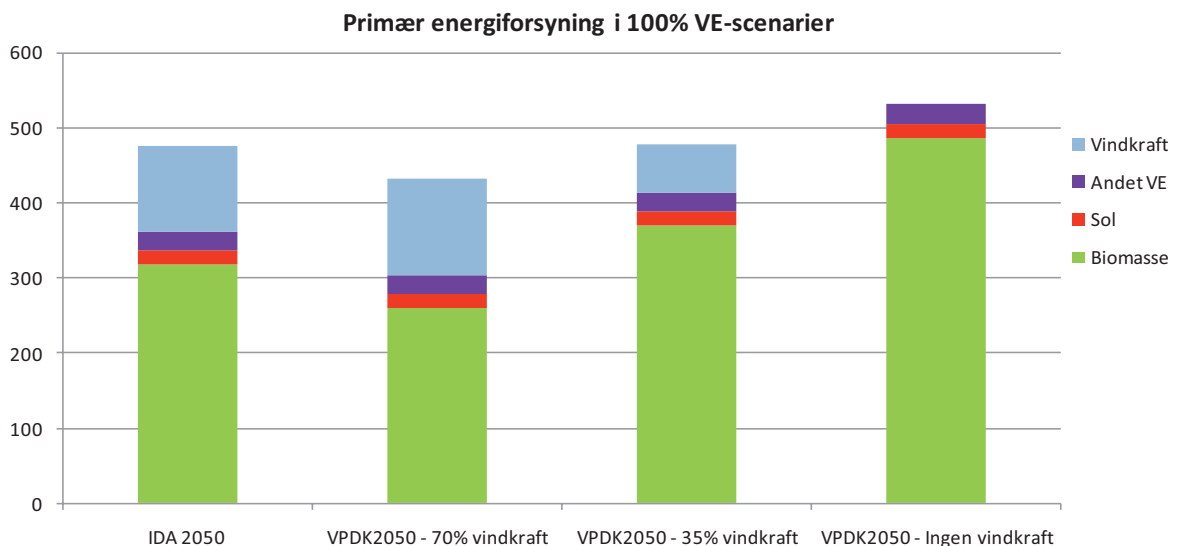
- Energiplusboliger (Bolig+ standard) er ikke medtaget i analyserne, da det ikke har betydning for analyserne af den eksisterende boligmasse



- Individuelle varmepumper har en COP på 3, i tråd med analyserne i Varmeplan Danmark (2008), og er ikke antaget kombineret med solvarmeanlæg.
- Der er installeret ca. 1.000 MW mere offshore vindkraft for at reducere biomassebehovet.
- Dette har gjort det nødvendigt at analysere og justere energisystemet, så eloverløbet kan mindskes. Derfor er der installeret 1.200 MWe store varmepumper i energisystemet i stedet for ca. 500 MWe, og der er installeret yderligere 150 MWe elektrolyseanlæg, der producerer brint til at erstatte andet brændsel i kraftvarmeverker. Hertil er der installeret brintlagre, der svarer til en uges produktion ligesom i IDA 2050.

Mht. teknologidata for VE-scenariet, herunder virkningsgrader, tab, omkostninger, levetider mv. henvises generelt til baggrundsrapporten til IDAs Klimaplan 2050 (Mathiesen et.al, 2009).

Analyserne af fjernvarmens betydning for det fremtidige biomassebehov og en vurdering af omkostningsniveauet tager udgangspunkt i VPDK2050 – 70 %. For at analysere forskellige teknologier til rumopvarmning er der konstrueret to yderlige 100 % VE scenarier. I VPDK2050 – 35 % er andelen af vindkraft reduceret til det halve, ved at reducere andelen af offshore vindmøller fra 5.625 MW til 1.300 MW, og bibeholde ca. 4.450 MW vind på land. I VPDK2050 – ingen vind, er de resterende vindmøller fjernet. Samlet set stiger biomassebehovet derved, og den marginale betydning af opvarmningsteknologier kan derved analyseres mht. biomassebehov og omkostningsniveauer. Af figur 4 fremgår scenariet i IDAs Klimaplan 2050 inkl. tab til forgasning samt de tre 100 % VE-scenarier anvendt i analyserne.



**Figur 4-4 Primær energiforsyning i 100 % VE scenarier**

Figuren viser brændsels- og biomasseforbrug i energiscenarierne i IDA's Klimaplan 2050 og i VE-scenarierne anvendt i analyserne i Varmeplan Danmark 2010.

Forudsætninger og metode til analyser af 100 % VE-scenarier er nærmere beskrevet i bilag 4.

Analyserne er opdelt i to dele:

1. Er konklusionerne vedr. udvidelse af fjernvarmeområder sammenlignet med individuelle opvarmningsteknologier også hensigtsmæssige i et gennemarbejdet bud på et 100 % VE-scenarie?
2. Hvad betyder det, hvis man ikke udnytter de teknologier, der kun kan udnyttes i fjernvarmesystemer?

Resultatet af første del er generelt en bekræftelse af analyserne i Varmeplan Danmark (2008), dvs. at jordvarmepumper (VP) er det mest brændselseffektive alternativ til fjernvarmen. For en nærmere beskrivelse af analyser og resultater henvises til bilag 4.

I anden del af analyserne er følgende teknologier i fjernvarmesystemet analyseret:

- Kedler erstatter alt andet varmeproduktion
- Storskala solvarme svarende til totalt ca. 11 % af fjernvarmebehovet. Herunder 5 % solvarme i 50 % af de centrale kraftvarmeområder. Dette svarer til 2,5 % af 24,34 TWh eller 0,61 TWh, som ifølge modelberegningerne kan integreres i kraftvarmesystemet uden ekstra varmelagre. 25 % solvarmedækning i 50 % af de decentrale kraftvarmeområder. Dette svarer til 1,39 TWh, hvilket ifølge modelberegningerne kan integreres i systemerne med et varmelager på ca. 8 GWh. Dette er mindre end de nuværende lagre, der typisk ligger på omkring en dags gennemsnitsfjernvarmebehov i 2008, svarende til ca. 1,5 dag i 2030 efter besparelser. I de 50 % decentrale kraftvarmeområder, hvor det planlægges at tilføje solvarme, er der i referencen 20 GWh varmelagre. 50 % af fjernvarmebehovet dækkes i 90 % af fjernvarmeområderne uden kraftvarme. Dette svarer til 1,33 TWh. Der regnes med et lager svarende til knap 10 dages gennemsnitlig fjernvarmeproduktion lig 80 GWh. Denne lagerkapacitet tænkes opført som damvarmelagre, hvorfor der er indregnet et lagertab på 0,01 % i timen. Herved kan 1,25 TWh svarende til 94 % af produktionen nyttiggøres.
- Store varmepumper i fjernvarmeområder, herunder 400 MWe i decentrale kraftvarmeområder og 800 MWe i centrale kraftvarmeområder. Varmepumperne er begrænset til at kunne dække, hvad der svarer til 50 % af behovet i en given time, for at sikre det nødvendige temperaturniveau er til stede, og de har en COP på 3,5 i gennemsnit.
- Industriel overskudsvarme svarende 2,65 TWh
- Varme fra affaldsforbrænding i kedler (i alt ca. 11,1 TWh affald)
- Varme fra affaldskraftvarme (i alt ca. 11,1 TWh affald)
- Affaldskraftvarme suppleret med geotermi svarende til ca. 15 % af forbruget i centrale kraftvarmeområder (ca. 3,8 TWh varmeproduktion). Bemærk at geotermianlægget er kombineret med affaldskraftvarme jf. baggrundsrapporten til IDAs Klimaplan 2050.

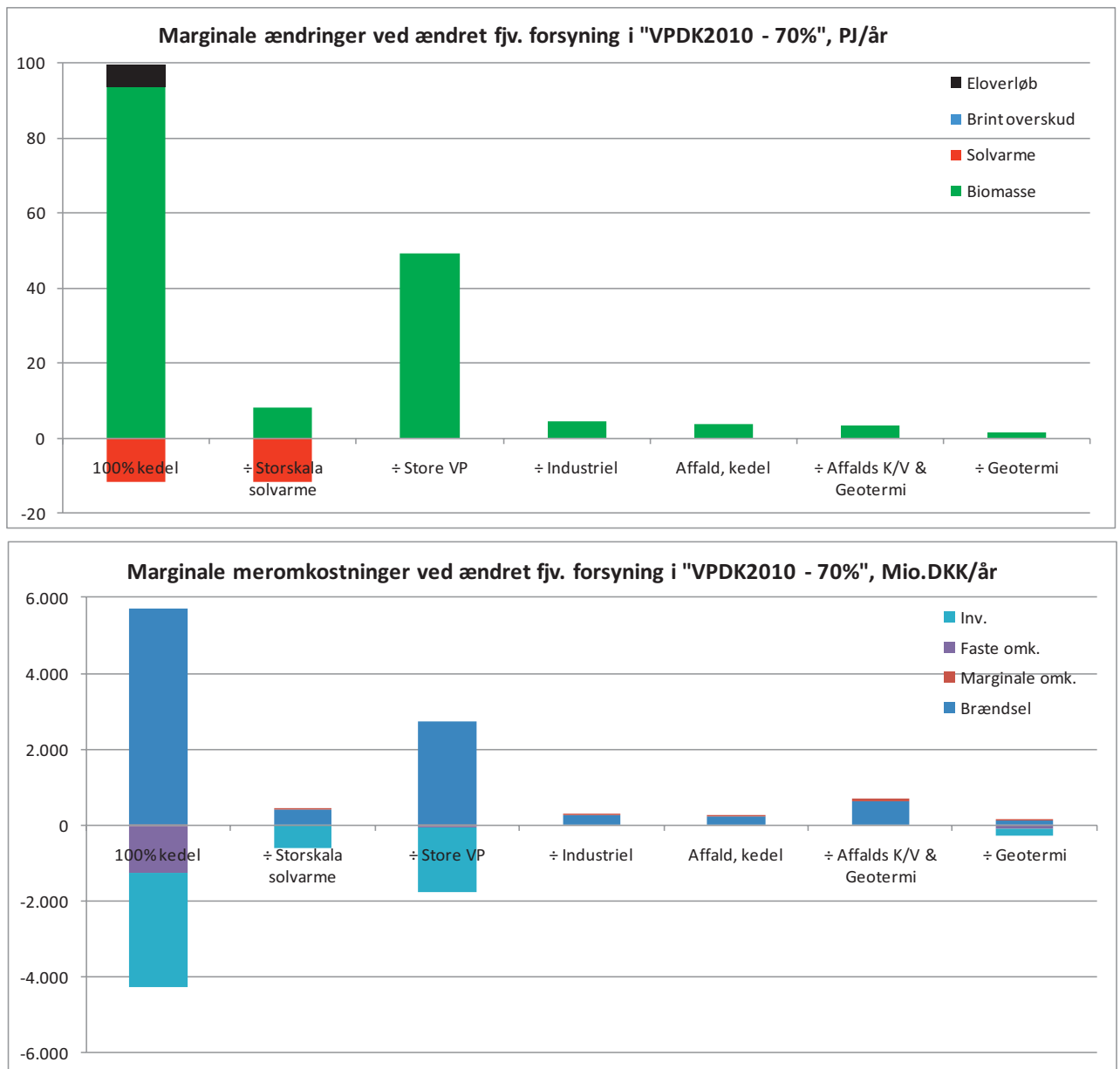
Resultaterne af er vist i figur 5. Analyserne viser, at hvis der anvendes kedler i fjernvarmeproduktionen, vil biomasseforbruget stige væsentligt på op mod 100 PJ. Hvis der ses på de øvrige teknologier, viser der sig, at de store varmepumper i fjernvarmeområder har den største betydning for brændelseffektiviteten. Hvis der ikke er varmepumper i energisystemet vil biomassebehovet sige med ca. 50 PJ. Fjernvarmen giver desuden mulighed for at anvende solvarme til at erstatte knap 10 PJ biomasse. Hvis industriel overskudsvarme ikke udnyttes, skal der anvendes ca. 5 PJ biomasse mere.

For anvendelse af affaldsforbrænding i energisystemet er billedet mere kompleks. Hvis affaldskraftvarme erstattes af affaldsforbrænding i kedler stiger biomassebehovet med ca. 4 PJ. Geotermi kombineret med affaldskraftvarme giver en besparelse i biomasseforbruget på ca. 3 PJ, mens geotermi alene giver et merforbrug af biomasse på ca. 2 PJ. Det skal understreges, at der muligvis kan anvendes mere geotermi end forudsat her, mens det for de øvrige teknologier vurderes, at potentialet er opbrugt. Grunden til anvendelse af affaldskraftvarme ikke giver anledning til større besparelser end som så er, at energisystemet forholdsvis effektivt kan producere den mængde el og varme, der mangler i systemet. Mht. eloverløb vil anvendelse af kedler betyde en stigning i eloverløbet, mens det reducerede elforbrug, hvis varmepumperne ikke producerer fjernvarme kan anvendes i elektrolyseanlæg til erstatning af forgasset biomasse i kraftvarmeverker. Da der findes andre teknologier i energisystemet, der kan anvende eloverløbet, betyder det derfor ikke et øget eloverløb. Ingen af teknologierne giver et brintoverskud, da alt brint kan anvendes i energisystemet med de lagre der er installeret.

Mht. omkostninger giver fjernvarmeproduktionen væsentligt dyrere, hvis der udelukkende anvendes kedler, eller hvis ikke der anvendes varmepumper. Bemærk at disse teknologier har udgifter til investeringer men derimod kan spare på brændelseskostningerne i systemet. Mht. til industriel overskudsvarme og affaldsforbrænding giver disse en positiv økonomi, da der ikke er medtaget omkostninger til disse anlæg. Dels pga. at industriel overskudsvarme må antages umiddelbart at kunne tilsluttes og dels da affaldshåndteringen skal betales alligevel.

Med hensyn til geotermi, giver dette et lille underskud hvilket især skyldes, at geotermien har udtag fra affaldsforbrænding, og dermed reducere elproduktionen. Dette skal ses i lyset af, at af-

faldsforbrænding vil kunne øge elproduktionen og i lyset af, at de øvrige teknologier i energisystemet producerer el og varme meget effektivt.



**Figur 4-5 Marginale ændringer i energi og omkostninger**

Figuren viser de marginale ændringer i den primære energiforsyning om i omkostninger ved ændringer i fjernvarmeproduktionen i et 100 % VE-system med 70 % vindkraft.

I bilag 4 er resultaterne af analyserne i de øvrige 100 % VE-systemer gengivet. Analyserne bekræfter, ovenstående resultater. Det bemærkes dog, at betydningen af varmepumper for behovet for biomasse stiger med andelen af vindkraft i systemet. I sig selv kan varmepumper dog betyde biomassebesparelser, hvis kedler kan erstattes og elproduktionen foregår ved kraftvarme.

Det bemærkes endvidere, at betydningen af affaldskraftvarme og geotermi i et 100 % VE-system hovedsageligt baseret på biomasse er lille brændselsmæssigt, da der her er rig mulighed for at erstatte kraftværksproduktion med kraftvarme. Mht. omkostninger kan det bemærkes, at det samfundsøkonomisk ikke er fornuftigt at investere i varmepumper i et 100 % VE-system alene baseret på biomasse. Sammenlignes omkostningsforskellene på de forskellige fjernvarmeproducenter med de individuelle alternativer ses endvidere, at der med fjernvarme er mindre risiko for, at lave ligeså samfundsøkonomisk dyre alternativer som mikrokraftvarme.

## 5. BARRIERER OG IDÉER TIL VIRKEMIDLER

*I dette kapitel gennemgås en række idéer og virkemidler, der skal medvirke til at fremme udbygningen af en mere effektiv og samfundsøkonomisk fornuftig varmesektor.*

### 5.1 Indledning

Som det fremgår af kap 3 kan Varmeplan Danmark realiseres gennem en konkret udbygningsplan i forskellige varianter, hvor der lægges mere eller mindre vægt på investeringer i varmepumper, solvarme og geotermi og dels på fordeling af brændsler mellem biomasse, kul og naturgas. Varianten VP-Sol-Geo-Bio er valgt til de konkrete regnestykker, fordi den udmærker sig ved at være let at sammenligne med referencen, idet biomasse og kulforbruget er det samme. Det skal holdes in mente, at det blot skal tjene som et eksempel. Man kan naturligvis også vælge at realisere en løsning med mere kul og mindre naturgas hhv. biomasse. Kul er billigere, men forurener mere.

Det er imidlertid afgørende at understrege, at den forslåede udbygningsplan ikke realiserer sig selv. Der eksisterer en række barrierer, som skal overkommes, før udbygningen kan føres ud i virkeligheden. Disse barrierer gælder såvel for VP-Sol-Geo-Bio som for de øvrige varianter.

Følgende skal gøres muligt, hvis udbygningsplanen skal realiseres:

1. Det skal gøres muligt for et stort antal naturgaskunder såvel private (svarende til 370 mio.m<sup>3</sup>/år) som industrielle (230 mio.m<sup>3</sup>/år) at frakoble sig naturgasnettet.
2. Det skal gøres attraktivt for fjernvarmeværker at udvide forsyningen, så det bliver muligt at tilkoble sig fjernvarmen i de nævnte områder, og det skal gøres attraktivt for den enkelte forbruger at tilkoble sig fjernvarmen. Den nuværende fjernvarmeforsyning på i alt 36 TWh/år forudsættes reduceret til 27 TWh/år i år 2020 gennem en reduktion i bygningernes rumvarmebehov på i gennemsnit 25 %. Disse 27 TWh/år udvides i udbygningsscenarioet til 39 TWh/år.
3. Det skal gøres attraktivt for fjernvarmeværkerne at investere i varmepumper, solvarme og geotermi samtidigt med, at kraft/varme-enhederne fastholdes og anvendes. Konkret er der regnet med store varmepumper svarende til 300 MWe, Solvarme svarende til en årlig produktion på 1,9 TWh/år og geotermi svarende til 230 MW termisk effekt.
4. Der skal findes en løsning for barmarksværker og lignende fjernvarmesystemer med meget høje priser, så de kan gøres så attraktive, at fjernvarmen bevares og udbygges, hvor det er hensigtsmæssigt.
5. Ovennævnte skal gøres på en måde, så det samtidigt er attraktivt at gennemføre varmebesparelser i bygningerne, således at realiseringen af de 25 % rumvarmebesparelser fremmes og på sigt, at der kan opnås yderligere besparelser.
6. I de bygninger, der ikke kan nås med fjernvarme, skal det gøres attraktivt at omlægge til individuelle varmepumper i kombination med varmebesparelser. Det drejer sig om et nettovarmebehov på 2,3 TWh/år (efter en generel reduktion på 25 % i rumvarmen).
7. Der skal udvikles tekniske og organisatoriske løsninger på attraktive fjernvarmetilbud i nye bebyggelser baseret på lavenergi, hvis de ligger i et fjernvarmerelevant område.

Indenfor dette projekts rammer har det ikke været muligt at opstille og analysere en fuldstændig og endelig liste af barrierer på området. Men der er i det følgende blevet arbejdet med en række centrale barrierer samt tilhørende udvikling af idéer til virkemidler til at overkomme disse barrierer. Det skal således understreges, dels at der ikke er tale om en udtømmende beskrivelse af barrierer, og dels, at virkemidlerne skal betragtes som idéer.

De barrierer og idéer til virkemidler som behandles er her opdelt på følgende emnegrupper med henvisning til de efterfølgende kapitler:

- 5.2 Strategisk energiplanlægning
- 5.3 Forudsætningskatalog for samfundsøkonomiske beregninger
- 5.4 Finansieringsmodeller
- 5.5 Individuelle opvarmningsteknologier og varmebesparelser i det åbne land
- 5.6 Kompensation for overgang fra individuel naturgasfyring til fjernvarme
- 5.7 Udvikling af kraftvarme - Kollektive varmepumper på kraftvarmeværker
- 5.8 Barmarksværker
- 5.9 Fjernvarme til lavenergi-byggeri
- 5.10 Finansieringsmodeller med ESCO
- 5.11 Tarif- og afgiftsincitament

Barrierer og virkemidler er nærmere beskrevet i bilag 5. I det følgende gives et kort resumé.

## 5.2 Strategisk energiplanlægning

En afgørende barriere i relation til blandt andet at kunne erstatte naturgas med fjernvarme og varmepumper er den eksisterende opdeling i varmeplanzoner, som stammer tilbage fra udbygningen med fjernvarme og naturgas.

Der er et stort behov for at revidere denne opdeling. Fremtidens energisystem bliver imidlertid mere forskelligartet og komplekst end hidtil, og det er derfor ikke hensigtsmæssigt blot at gentage tidligere tiders varmeplanlægning.

Derimod er der behov for en holistisk planlægning af det samlede energisystem såvel i kommunerne som på landsplan og med koordinering ift. besparelsessiden, el-sektoren og transportsektoren. Hvis varmeforsyningen og energisystemet i helhed skal fremtidssikres, er det nødvendigt med finansiering af planlægningen - herunder strategisk energiplanlægning.

Derfor anbefales det at strategisk energiplanlægning får tildelt DUT-midler<sup>1</sup>, hvilket med fordel kan ske med tilføjelse af strategisk energiplanlægning i varmeforsyningsloven eller lign. ved en lovændring.

<b>Strategisk energiplanlægning</b>		
<b>Barriere:</b> De eksisterende opdelinger i de gamle kommunale varmeplaner er ikke tidssvarende i relation til bl.a. fjernvarmeudvidelser, lavenergi-byggeri eller omlægning fra naturgas. Og varmeplanlægning er i nogle kommuner i dag næsten ikke eksisterende. Der er behov for strategisk energiplanlægning hvis hele energisystemet skal fremtidssikres, herunder hvis udbygningsplanen skal kunne realiseres. Men kommunerne har pt. meget begrænsede midler til denne opgave.		
VM <sup>2</sup> nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Sikre kommunerne midler til strategisk energiplanlægning, eventuelt via DUT-midler eller PSO-midler fra varme	Staten
2	Udformning af langsigtet national energistrategi (rammerne)	Staten, Klima- og Energiministerens
3	Vejledning om strategisk energiplanlægning i kommuner (vejledning)	Staten, Klima- og Energiministerens
4	Strategisk energiplanlægning – evt. med krav om revideringer hvert fjerde år (planlægning)	Kommunerne

<sup>1</sup> Det Udvidede Totalbalance midler, er princippet hvor kommunerne tildeles ekstra midler når disse pålægges ekstra opgaver som følge af lovgivning

<sup>2</sup> Virkemiddel

### 5.3 Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger

I forbindelse med godkendelse af nye varmforsyningsprojekter i henhold til Varmeforsyningsloven skal kommunen foretage en energimæssig, samfundsøkonomisk og miljømæssig vurdering af projekterne. Kommunen skal ved vurderingen påse, at projekterne er i overensstemmelse med forudsætningerne i varmforsyningsloven, herunder formålsbestemmelsen, samt at projektet ud fra en konkret vurdering er **det samfundsøkonomisk mest fordelagtige projekt**.

Med den seneste ændring af Varmeforsyningsloven juni 2010 har Folketinget understreget vigtigheden og betydningen af de samfundsøkonomiske aspekter ved varmforsyningsprojekter. Således kan kommunerne ved godkendelse af projektforslag for kollektive varmforsyningsanlæg kun godkende de samfundsøkonomisk set bedste projekter, og andre aspekter som f.eks. miljø forudsættes indarbejdet (og prissat) i de samfundsøkonomiske analyser.

Energistyrelsen har i denne sammenhæng udmeldt en række forudsætninger, der kan benyttes ved opgørelsen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. De udmeldte forudsætninger har karakter af "vejledning" og det anføres, at samtlige forudsætninger skal opfattes som generelle beregningsforudsætninger. "I den konkrete projektvurdering kan der af og til være behov for at erstatte disse generelle forudsætninger med mere projekt-specifikke, såfremt forholdene taler for det". I forhold til projekterne omfattet af udbygningsscenariet i Varmeplan Danmark er der en række punkter, hvor der bør vælges andre og mere specifikke forudsætninger.

På den præmis opstilles i det følgende **alternative forudsætninger** til brug ved gennemførelse af følsomhedsvurderinger af samfundsøkonomiske analyser af kollektive varmforsyningsprojekter – et **Varmeplan Danmark 2010 forudsætningskatalog** (se bilag.)

Forudsætningskataloget indeholder konkrete forslag til parametrene kalkulationsrente, afgiftsforvridning, brændsels- og elpriser samt ikke-prissatte miljøaspekter (partikler). Kataloget og ikke mindst begrundelserne heri kan benyttes af såvel forsyningsselskaberne, rådgivere samt myndighederne (kommunerne) ved sagsbehandling og godkendelse af nye varmforsyningsprojekter. For hver enkelt parameter er der anført en begrundelse af de respektive valg.

<b>Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger</b>		
<b>Barriere:</b> Forudsætninger for samfundsøkonomiske beregninger vælger forkert ift. de langsigtede energipolitiske mål om vedvarende energi. Især nedprioriteres langsigtede investeringstunge infrastruktur-projekter		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Forudsætningerne ændres i overensstemmelse med forslaget <i>Varmeplan Danmark 2010, Forudsætningskatalog for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet</i> .  Indtil det sker, anbefales det, at foretage projektspecifikke analyser på baggrund af det foreslåede forudsætningskatalog som alternativ til Energistyrelsens beregningsforudsætninger.	Energistyrelsen, Finansministeriet
<b>2</b>	Udarbejde og behandle projektforslag baseret på alternative forudsætningskatalog	Fjernvarmeværkerne/forsyningsselskaberne samt kommunerne.

## 5.4 Finansieringsmodeller med PSO mv.

Fremover er der behov for finansiering af energibesparelser, rådgivning, forskning, udvikling mv., men da statskassen kan have svært ved at finansiere dette, foreslås i det følgende afsnit en række finansieringsmodeller, som kan bidrage til dette.

### 5.4.1 Motivation for VE og energibesparelser i kraftvarmeområderne

I Varmeplan Danmark forudsættes, at rumvarmebehovet reduceres med 25 % i gennemsnit inden 2020 og, at returtemperaturen sænkes. Dette medfører et omfattende behov for energirådgivning, tilskud og lange lavtforrentede lån til energirenovering i forbindelse med bygningsrenovering. Det foreslås at lovgivningen ændres, så fjernvarmeselskaber pålægges at indbetale et beløb per kWh leveret varme<sup>3</sup>, fastsat af Energiministeriet (F.eks. 3 øre/kWh i 2011).

Beløbet indbetales til en lokal energisparefond knyttet til anvendelse i fjernvarmeselskabets område. Fondens midler bruges til energirådgivning, tilskud (for eksempel max. 25 %) og kaution for og langfristede lån til energibesparende foranstaltninger, herunder konvertering til fjernvarme, fjernkøling, kollektive vedvarende energianlæg, isolering, forbedring af varmeanlæg og forbedring af energiinstallationer i selskabets eksisterende eller potentielle forsyningsområde. Fondens midler kan efter klare og let gennemskuelige regler søges af forbrugere i forsyningsområdet. Det er naturligvis en forudsætning for tilskud, at projektet er samfundsøkonomisk fordelagtigt, og der opstilles forenkede forudsætninger for beregning af denne, således at det ikke vil være en hindring for, at selv private kan søge.

<b>Finansieringsmodel for flere varmebesparelser i fjernvarmeområderne</b>		
<b>Barriere 1:</b> Besparelsesrammen i "Aftale af 20. november 2009" <sup>4</sup> er sat for lavt		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Ændre lovgivningen, så fjernvarmeselskaber pålægges at indbetale et beløb per kWh leveret varme <sup>5</sup> , fastsat af energiministeriet (F.eks. 3 øre i 2011) til en energisparefond. Fondens midler kan efter klare og let gennemskuelige regler søges af forbrugere i forsyningsområdet.	Folketinget og Klima- og Energiministeren. Energistyrelsen. Kommunerne

### 5.4.2 Fond til finansiering af prototypeanlæg og forskning.

Der eksisterer et generelt behov for forskning og etablering af prototypeanlæg på fjernvarmeområdet. Dette kræver penge til finansiering og midlerne til formålet er i dag for begrænsede. Dette kan eventuelt ske via en PSO på varme, hvor der betales per kWh leveret varme. En PSO-ordning for varme har også været foreslået af Fjernvarmens Udviklingscenter. De har også foreslået en allokering af de eksisterende midler, hvilket også bør overvejes i denne sammenhæng.

Områder indenfor varmforsyningen hvor der er behov for forskning, udvikling og demonstration:

1. Udvikling af fremtidens teknologier for fjernvarmenetværk. Herunder udvikling og demonstration af individuelle komponenter som rør, pumper, varmevekslere og units, husstands- og distributions. Konkret er det afgørende at der forskes i, og udvikles teknologier som nedbringer omkostningerne ved anlæg og drift, herunder nettabet i fjernvarmedistributionen i takt og synergi med at bygningernes rumvarmebehov og returtemperatur nedbringes.
2. Videreudvikling af GIS (Geografisk Informations System) som et værktøj for varmeplanlæggere og beslutningstagere på såvel lokal projektniveau som på nationalt plan. GIS værktøjet skal eksempel udvikles som et planlægningsværktøj til brug for afgrænsning af fjernvarmeområder på lokalt niveau

<sup>3</sup> Kan evt. reguleres, så varme fra varmepumper betaler for den el der bruges til varmepumpen. Detaljer skal diskuteres nærmere.

<sup>4</sup> Aftale af 20. november 2009 mellem klima- og energiministeren og net og distributionsselskaberne inden for el, naturgas, fjernvarme og olie"

<sup>5</sup> Kan evt. reguleres, så varme fra varmepumper betaler for den el der bruges til varmepumpen. Detaljer skal diskuteres nærmere.

3. Udvikling af strategier og software værktøjer til støtte for lokale forsyningsselskaber til drift og ved overgang fra eksisterende fossilt brændsel baserede CHP anlæg som operer på spotmarkedet imod integrerede enheder som er baseret på bæredygtige ressourcer, integrerede med varmepumper etc. og som opererer på alle niveauer i el-markedet. Herunder yderligere forskning i fjernvarmeværkernes rolle som aktiv medspiller på el-markedet.
4. Analyseværktøjer til energisystemer, metoder og teorier til at studere og opstille scenarier for fremtidens bæredygtige energisystemer
5. Videreudvikling af teorier, metoder og konkrete midler til offentlig regulering på lokalt, nationalt og internationalt niveau for at sikre implementering, herunder forskning i balance mellem potentialer for besparelser og forsyning af varme i kollektive områder.

<b>Finansieringsmodel for øget forskning</b>		
<b>Barriere 2:</b> Knappe offentlige finanser.		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Etablering af en fjernvarme forsknings- og udviklingsfond, hvortil der indbetales 1 øre per leveret kWh varme til en fond der skal finansiere forsknings og prototype udvikling/afprøvning i fjernvarmeområder i hele landet. Fonden vil indbringe ca. 300 mio. kroner årligt. Administrationsmodellen bør diskuteres.	Folketinget Klima- og Energiministerens

#### 5.4.3 Motivation for VE og besparelser ved individuel varmforsyning

Der er et generelt behov i enligt beliggende huse for etablering af energibesparelser, bedre varmeanlæg og individuelle varmepumpeanlæg. Det kræver penge til finansiering af tilskud, rådgivning m.v. Med de nuværende regler er der mulig betaling via besparelserkravene til naturgasselskaber og olieselskaber ("Aftale af 20. november 2009").

Motivation og baggrunden for forslaget er at det på længere sigt, hvor det i stigende grad er mindre virksomheders og husholdningers sparepotentialer der skal mobiliseres, er vigtigt at etablere et mere markedsbaseret incitamentsystem med et klart og gennemsigtigt rådgivnings-, tilskuds- og finansieringssystem.

<b>Finansieringsmodel for besparelser og varmepumper uden for fjernvarmeområderne</b>		
<b>Barriere 3:</b> Knappe offentlige finanser, samt det forhold, at den nuværende ordning fra "Aftale af 20. november 2009" <sup>6</sup> , giver spareforpligtelsen til forsyningsselskaberne, og dermed ikke en automatisk sparemulighed, hvor initiativet tages hos almindelige forbrugere (virksomheder og husholdninger.)		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Etablering af en forsknings- og udviklingsfond, hvortil naturgasselskaber og olieselskaber indbetales 3 øre per leveret kWh olie og naturgas til varmemål. Beløbet indbetales til en fond, som via klare og ubureaukratiske regler skal finansiere tilskud til energibesparelser og certificerede energianlæg, såsom solvarmeanlæg og individuelle varmepumpeanlæg baseret på vandbårne anlæg. Fonden vil indbringe ca. 300 mil. kroner årligt. Administrationsmodellen bør diskuteres	Folketinget Klima- og Energiministerens

<sup>6</sup> Aftale af 20. november 2009 mellem klima- og energiministerens og net- og distributionsselskaberne inden for el, naturgas, fjernvarme og olie, om selskabernes fremtidige energispareindsats.



## 5.5 Teknologier og besparelser udenfor fjernvarmeområderne

For de varmemeforbrugere, hvor det ikke er samfundsøkonomisk eller selskabsøkonomisk hensigtsmæssigt at tilslutte fjernvarme, foreligger der en række barrierer før der kommer attraktive alternativer til kedler og icitamenter for forbrugerne til at vælge disse alternativer. Samt at det sker hensigtsmæssigt i forhold til det samlede energisystem.

Alternativerne er ikke i alle tilfælde økonomisk fordelagtige at investere i frem for reinvestering i kedler. Derudover er der et behov for at udbygningen af varmepumper som på sigt effektivt kan indgå i elregulering. Endeligt udfases kedler ikke i tilstrækkelig grad eller hurtigt nok under de nuværende forhold. Det foreslås, at der gives tilskud til etablering af varmebesparelser i kombination med installation af varmepumpe og/eller solfangere. De mest effektive varmepumper såsom jordvarmeanlæg skal gives et højere tilskud afhængig af års COP'en.

Dertil er det væsentligt at sikre, at det ikke er tekniske begrænsninger, eksempelvis hvis jordvarmepumpe ikke kan installeres hos en given husstand. Der bør således gives tilskud til luft-væske varmepumper, men dog således at det, om teknisk muligt, ville være billigere at etablere et jordvarmeanlæg. En reduktion i de årlige omkostninger for husstande med luft-væske varmepumper er således ønskelig. Dog skal systemer med højest samlet effektivitet fastholdes som økonomisk mest attraktive.

Det foreslås yderligere, at mulighederne for en kombineret certificeringsordning hvori idéen til et virkemiddel til barrieren omkring *Attraktive alternativer* og idéerne til virkemidlerne til barrieren *Varmepumper til elregulering* kombineres gennem en **samlet certificeringsordning** for brugere der ligger udenfor fjernvarmeområder. Formålene med certificeringsordningen er:

- at gøre varmebesparelser i kombination med sol- og varmepumper økonomisk attraktive i forhold til individuelle olie, naturgas og biomassefyrd
- at sikre, at reduktion i afgifter o.l. der reducerer driftsomkostningerne på varmepumper ikke modvirker varmebesparelser
- at give yderligere økonomisk incitament til at brugeren installerer varmepumper der anvendes til regulering i elsystemet

Der er to væsentlige elementer, der bør sikres individuelle varmepumper til elregulering:

- Ejerens komfort må ikke lide som følge af, at den individuelle varmepumpe anvendes til el-regulering. Varmepumpen skal møde varmemeforbruget og sikre indeklimaet samme niveau som ellers.
- Der skal som minimum sikres økonomisk balance mellem forbrugere med varmepumper der indgår i regulering og forbrugere der ikke gør. Dette foreslås sikret gennem førnævnte certificeringsordning.

<b>Barriere 1:</b> Effektive varmepumper og solvarme er ikke i alle tilfælde økonomisk fordelagtige at investere i frem for reinvestering i kedler i det åbne land. Der er behov for udbygningen med varmepumper der på sigt effektivt kan indgå i el-regulering.		
VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Etablering af certificering af varmepumper mht. COP og mht. mulighed for at indgå i elregulering	Energistyrelsen
2	Tilskud til effektive varmepumper og solvarme til gengæld for gennemførelse af varmebesparelser og ovennævnte certificering	Klima- og energiministeriet
3	Øget viden gennem forskning og forsøgsprojekter i anvendelse af individuelle varmepumper til elregulering	Energinet.dk, Energistyrelsen i samarbejde med universiteterne på opfordring af Klima- og Energiministeriet
4	Etablering af en efteruddannelsesordning og informationskampagne rettet mod håndværkere og installatører	Brancheorganisation

Ovenstående virkemidler bør kombineres med tilskyndelse til udfasning af brugen af individuelle opvarmningsteknologier, som man ønsker erstattet; dvs. individuelle olie-, naturgas- og biomassefyr.

Det er yderst vigtigt i denne sammenhæng, at følgende pointer synliggøres:

1. Det er en forudsætning at der sikres økonomisk rentable alternativer (som gennemgået i foregående afsnit) til de individuelle løsninger før de følgende virkemidler implementeres, således at man ikke tvinges til at opgive en opvarmningsteknologi, hvor der ikke findes et billigere alternativ
2. Problemerne ved fortsat at anvende naturgas- og biomassefyr og i tale sætte disse som "gode" opvarmningsformer bør ophøre, hvilket vil kræve et paradigmeskifte både i de relevante myndigheders tilgang samt hos befolkningen

Det skal synliggøres for befolkningen hvilken strategi staten arbejder for med varmforsyning generelt, og hvordan de forskellige teknologier passer ind i dette (eksempelvis at varmepumper kan hjælpe med integration af mere vindenergi, at biomasseresourcerne er begrænsede, og derfor skal udnyttes bedst muligt – dvs. på kraftvarmeværker eller kun til spidslast på fjernvarmeværkerne).

Information kan dog ikke forventes at gøre det alene, hvorfor det anbefales at der lægges et økonomisk incitament på forbrugeren for at skifte væk fra de uønskede opvarmningsteknologier.

Udfordringen heri består blandt andet i, at de forbrugere der ligger uden for fjernvarmeområder selv efter en udbygning af dette har en relativt høj varmeregning. Det bør således undgå at øge den årlige udgift for disse yderligere, ligesom det bør undgås at straffe dem der i god tro har foretaget nylige investeringer i eksempelvis biomassekedel eller et mere effektivt naturgasfyr.

Derfor anbefales, at der tillægges en afgift på selve investeringsprisen på de uønskede opvarmningsteknologier, og ikke på brændslet til dem. Derved opnås, at forbrugeren ikke mærkes økonomisk af tiltaget førend forbrugeren vil skifte det gamle anlæg ud. Som beskrevet tidligere er det dog yderst vigtigt, at der i sammenhæng med en sådan afgift er sikret tiltag der gør at forbrugeren vil kunne skifte til en ønskelig opvarmningsteknologi uden økonomisk ulempe. Da tiltaget i sin natur opfordrer til gradvis overgang sikres samtidig at eksempelvis elforbruget til varmepumper ikke stiger drastisk. Den gradvise overgang betyder imidlertid også at dette tiltag bør implementeres relativt hurtigt for at der kan opnås den ønskede effekt, eksempelvis:

- Afgiftsforøgelse på 100 % af oliekedlers nuværende installationspris i 2012.
- Afgiftsforøgelse på 75 % af naturgaskedlers nuværende installationspris i 2012.
- Afgiftsforøgelse på 50 % af biomassekedlers nuværende installationspris i 2012.

Det tredje foreslåede virkemiddel (forbud mod anvendelse af de uønskede teknologier) kan enten erstatte virkemidlet om "Afgifter på reinvestering i uønskede teknologier, eksempelvis ny naturgaskedel", eller indgå i kombination hermed. I givet fald skal dette ses i direkte sammenhæng med, at det vil være muligt at få alternativer, som er billigere.

Det pointeres endnu en gang, at det skal sikres, at der for alle forbrugere finder økonomisk attraktive alternativer før disse restriktive virkemidler tages i brug – hellere gulerod end pisk. Der skal derfor sendes et klart signal til forbrugerne om, hvad de bør investere i, og dette kan ske ved at give dem et incitament til at investere i de samfundsøkonomisk og systemmæssigt bedste løsninger.

Det bør overvejes om et generelt princip bør implementeres, indeholdende at hvis kedlen udskiftes skal forbrugeren være sikret en varmeregning som er f.eks. 20 % lavere end tidligere.

<b>Barriere 2:</b> Naturgas, olie og biomassekedler holder mere effektive individuelle opvarmningsformer ude		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Klar og tydelig information om hvilke opvarmningsteknologier der er samfundsøkonomisk og miljømæssigt de bedste	Offentlige myndigheder, gerne iværksat på konkret opfordring af Ministeriet
<b>2</b>	Afgifter på reinvesterings i uønskede teknologier, eksempelvis ny naturgaskedel	Klima- og Energiministeren
<b>3</b>	Gradvist forbud mod uønskede teknologier	Klima- og Energiministeren

## 5.6 Kompensation ved afkobling fra naturgas

Kravet om kompensationen er den primære barrierer ved afvikling af naturgasfyr i Danmark. Problemet har to dimensioner. Dels er uklarheden et problem i sig selv. Mange kommuner, forbrugere og fjernvarmeselskaber afstår således i øjeblikket fra at undersøge og realisere projekter alene pga. uklarhed om dette spørgsmål. Og dels er kompensationens størrelse en hindring. De krav, der i visse områder, har været stillet vil forhindre en omlægning væk fra naturgas. Der er således behov for retningslinjer for kompensationsspørgsmålet. Det er afgørende at disse regler:

- Skaber klarhed, dvs. der ikke skal være alt for mange forhandlinger, udregninger og dispensationer involveret.
- Gør det økonomisk overkommeligt og attraktivt for den enkelte forbruger at skifte, og
- Skaber sikkerhed for naturgas-selskaberne

Et bud på hvordan det kunne gøres, er følgende:

Det fastsættes, hvor meget den enkelte naturgaskunde skal betale for at frakoble sig naturgasen f.eks. 4.000 kr. svarende det beløb der dækker omkostningerne hos HMN, vurderet til en engangsafgift på ca. 4.000 kr. for en husstand med et forbrug på 2.000 m<sup>3</sup> og engangsafgifter på 50.000 og 170.000 kr. for forbrugere med hhv. 25.000 og 100.000 m<sup>3</sup> pr år. Dette beløb betales af alle uanset hvilket selskab, men kun så lang tid det konkrete selskab har gæld, dvs. for HMN kun indtil ca. 2015 og for de øvrige lidt længere. Beløbet kan enten betales af den enkelte forbruger eller af fjernvarmeselskabet, hvis der konverteres til fjernvarme.

Skaber dette økonomiske vanskeligheder for de to øvrige selskaber vil de kunne søge kompensation hos staten. Som tidligere udregnet vil det for det foreslåede udbygningsscenarie dreje sig om i størrelsesordenen 50-60 mio.kr. om året.

Det skal understreges, at det afgørende element i dette forslag er, at der skabes klarhed for forbrugere, kommunen og fjernvarmeselskaber på et niveau hvor konvertering af økonomisk muligt.

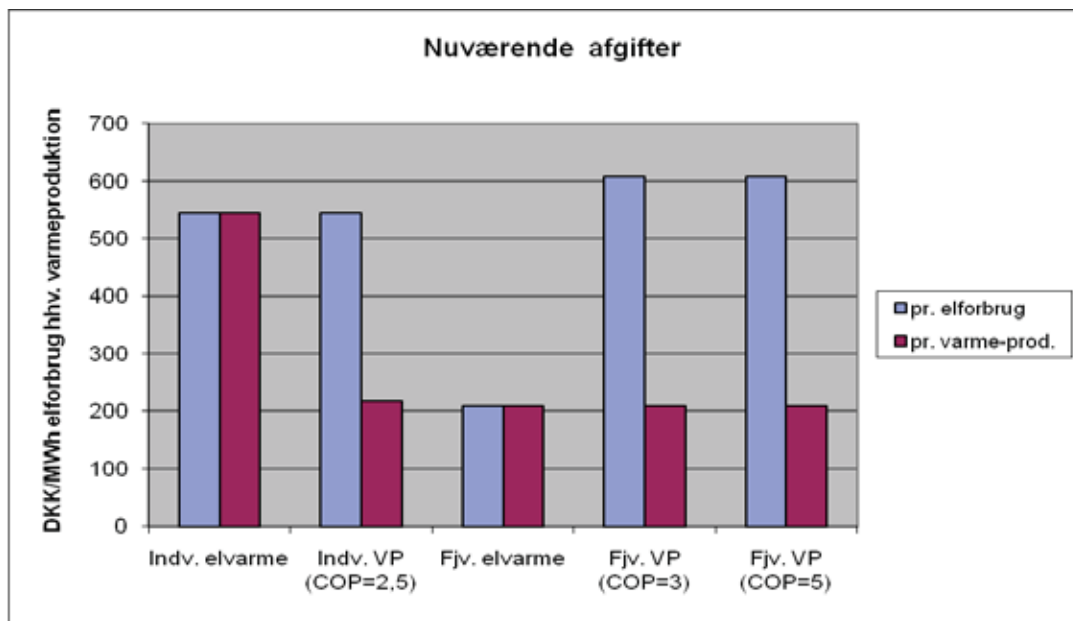
Samtidig spændes et sikkerhedsnet ud under naturgasselskaberne, men kompensationen bør dog være omkostningsbestemt. Hvis denne barriere ikke løses, vil det forhindre en masse gode samfundsøkonomiske projekter i at blive realiseret, hvilket på sigt er u hensigtsmæssigt for Danmark.

<b>Overgang fra individuel naturgasfyring til fjernvarme eller anden forsyning</b>		
<b>Barriere:</b> Uklarhed omkring kompensation samt størrelsen af denne		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Der skal fastsættes regler for kompensation, som kan skabe klarhed for fjernvarmeselskaber og deres selskabsøkonomi, fjernvarmekunderne og naturgasselskaberne. Reglerne skal tage hensyn til naturgasselskabernes gæld.	Klima- og Energiministeren
<b>2</b>	Omkostningsbestemt kompensation til dækning af naturgasselskabets faktiske omkostninger, og eventuelle manglende gældsafskrivninger på anlæg, i forbindelse med omstilling fra naturgas til fjernvarme eller anden forsyning	Klima- og Energiministeren
<b>3</b>	Staten kan medfinansiere omlægningen i de naturgasområder, hvor gældens størrelse ellers vil hæmme, at en sådan omlægning fra naturgas til fjernvarme vil finde sted	Staten

## 5.7 Udvikling af kraftvarme - varmepumper

Såvel el-patroner som varmepumper med forskellige COP'er er karakteriseret ved, at de har et input af el og et output af varme. For alle anlæg gælder, at det er input i form af el, der giver anledning til et forbrug, der har en afgiftsmæssig begrundelse ift. forsyningsikkerhed, økonomi og miljø.

De nuværende afgiftsregler beskatter imidlertid de nævnte anlæg MEGET forskelligt ift. deres el-forbrug med en klar afgifts-favorisering af el-patroner i fjernvarmesystemer, se nedenstående figur. El til individuel elvarme og individuelle varmepumper er pålagt en el-afgift på 545 DKK/MWh. De kollektive anlæg er pålagt en el-afgift på 607 DKK/MWh, men kan vælge at blive beskattet med en varme-afgift på 208 DKK/MWh varme i stedet for. Dette valg er meget attraktivt for el-patronen, men hjælper ikke varmepumper med en COP på lidt under 3 og derover. Afgifterne er sammenlignet i figuren herunder.



Figur 5-1 De nuværende afgiftsforhold for varmeproduktion

I øjeblikket bygges der el-patroner på mange kraft/varme-værker, men der bygges ingen varmepumper, selvom sådanne er under overvejelse mange steder.

Situationen er således, at de nuværende afgiftsforhold bremser udbygningen med varmepumper, mens de favoriserer udbygningen med el-patroner. Argumentet imod en afgiftsmæssig ligestilling er, at varmepumperne med deres lave marginale omkostninger vil udkonkurrere kraft/varmemotorerne. Omvendt forhindrer de høje afgifter i øjeblikket at varmepumperne overhovedet bliver bygget.

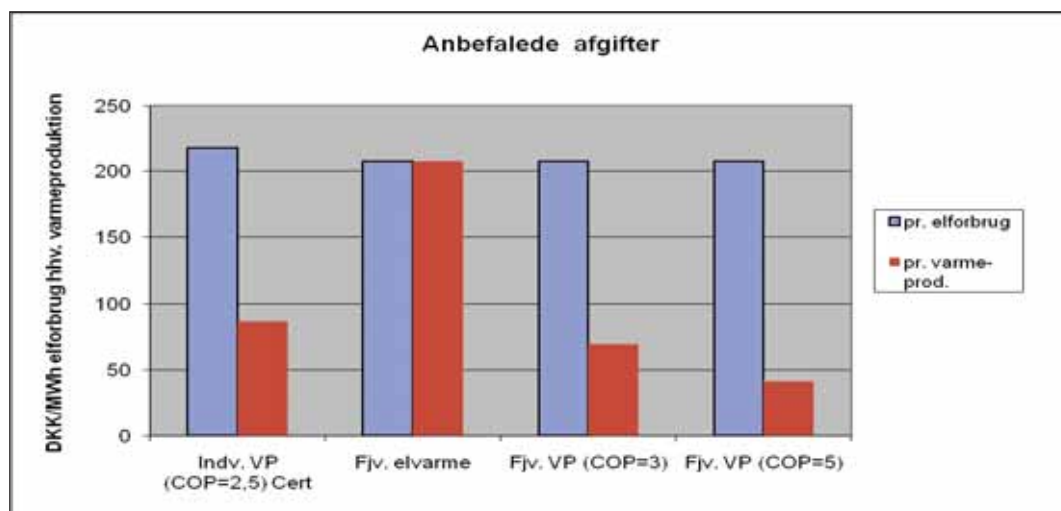
Man kan tale om en catch-22: Man har brug for varmepumperne til at erstatte kedler, når kraft/varmemotorerne reducerer deres produktion som følge af meget vindkraft og lave elpriser. Med lave el-afgifter kan det lade sig gøre at etablere varmepumperne, men så udkonkurrerer de ikke kun kedlerne men også motorerne. Med høje afgifter kan det sikres at varmepumperne kun udkonkurrerer kedlerne og ikke motorerne, men så kan det ikke betale sig at investere i varmepumperne, som har relativt høje anlægsomkostninger.

Problemet er behandlet i skatteministeriet rapport (Skatteministeriet, 2010), hvor skatteministeriet viser, hvordan ovenstående dilemma evt. kan løses med differentierede afgifter.

Det er imidlertid afgørende at få sat gang i udbygningen med varmepumper så snart som muligt. Mens det undersøges, om det vil være hensigtsmæssigt at indføre differentierede afgifter, og om det vil kunne løse problemet, foreslår vi, at man i mellemtiden gør følgende:

Man laver en afgiftsmæssig ligestilling mellem el-patroner og varmepumper, således at alle betaler 208 DKK/MWh el i afgift (og ikke pr. MWh varme). Det vil dels gøre det rentabelt at etablere varmepumper samtidigt med, at det vil motivere til så effektive varmepumper med så høj en COP som muligt. For at undgå, at varmepumperne udkonkurrerer kraft/varme-motorene indføres en begrænsning på 2500 timer/år.

Afgiftsforslaget er vist på nedenstående figur. På figuren er også indsat det tidligere nævnte forslag til afgiftssystem for en certificeret individuel varmepumpe. For de individuelle varmepumper anbefales indført et tilsvarende afgiftssystem med belønning for en høj og dokumenteret COP (certificeret) sammen med en størst mulig udnyttelse af el overløb.



Figur 5-2 Anbefalede afgiftsforhold for varmeproduktion

Der er gennemført en selskabsøkonomisk analyse ved installering af en kollektiv varmepumpe på 3 forskellige kraft/varmeverker, se bilag 5. Den afgørende barriere kan sammenfattes til, at investeringen ikke kan sænke varmeprisen i kombination med at der er tale om en stor og nogle gange risiko-fyldt investering. Den fastlåste situation forstærkes derved, at når der ikke kommer gang i udbygningen, kommer der heller ikke gang i den teknologiudvikling og afprøvning, som ville kunne skabe lavere priser og større driftserfaring og sikkerhed.

Analyserne viser, at der ved reduktion i investeringen kan skabes en fornuftig reduktion i varmepriserne og dermed en acceptabel tilbagebetalingstid for investeringen.

Ved at yde tilskud i en kort periode kan der sættes gang i investeringen dermed volumen på antallet af varmepumper. Dette vil igen stimulere prisen på varmepumper i retning af en lavere pris per installeret MW hvorefter behovet for tilskud vil reduceres.

Eksemplerne viser desuden, at restriktioner i varmepumpens årlige driftstid er nødvendige da varmepumpen ellers vil operere som grundlast, udkonkurrere kraft/varmeanlægget og forbruge fossilt (kul) baseret el. Evt. kan det overvejes at beholde den høje afgift for den benyttelse, der strækker sig ud over de 2.500 timer.

<b>Barriere 1:</b> Det gældende afgiftssystem pålægger afgift på produceret varme uden hensyntagen til virkningsgraden af den varmeproducerende enhed. Dette reducerer fordelene ved at installere en varmepumpe frem for en elpatron.		
VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Afgiftssystemet omlægges således, at varmepumper ligestilles med elpatroner mht. afgift på varmeproduktionen. Der kan således maksimalt opkræves afgift på varme i forholdet 1 del el:1 del varme.	Staten

**Barriere 2:** Varmepumper er investeringstunge relativt til el-patroner, ca. faktor 20 målt på varmeproduktionen eller faktor 6 målt på el forbruget. En af grundene til, at store varmepumper er dyre er, at der endnu ikke er etableret varmepumper i større skala på kraftvarmeværker, og priserne derfor ikke er nået ned til et naturligt leje.

VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	For at kick-starte investeringer og installation og dermed få prisen på varmepumper ned og få erfaringer med installation og drift gives, tilskud på 20 % til investeringen. Tilskuddet gives i en meget begrænset periode, hvori tilskuddets størrelse også nedtrappes kraftigt, eksempelvis med 5 % point/år: 20 %, 15 %, 10 %, 5 % og 0 % efter 4 år.	Staten

**Barriere 3:** Prisen på el afspejler i nogen grad hvordan den er produceret. En stor produktion af el fra vind anlæg vil typisk afspejles i en lav elpris. Det nuværende afgiftssystem på elforbruget er en fast værdi og skelner således ikke til hvordan den er produceret.

VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	El-afgiften bør på sigt gøres differentieret, som en procentdel af prisen eller trinopdelt, men kun for elforbrug i store varmepumper. Den differentierede elafgift bør afventes, at der er installeret en base af varmepumper på kraftvarmeværkerne. Herved sikres i højere grad at den el som anvendes i varmepumperne er vindproduceret overløb.	Staten

**Barriere 4:** Ved installation af en varmepumpe på kraft/varmeværket er der en risiko for at der, ud fra en ren selskabsøkonomisk beregning vælges en lille varmepumpe med en lang drifts tid. En sådan situation vil fortrænge en del af kraft/varme produktionen og vil betyde at en del af varmepumpens elforbrug vil stamme fra el som er produceret ud fra fossile brændsler eksempelvis kul.

VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Der indføres restriktioner på den maksimale tid som varmepumpen må være i drift. I en prøveperiode på minimum 10 år må varmepumpen være i drift i op til 2.500 timer/år.	Staten

## 5.8 Barmarksværker

Barmarksværkerne udgør et særligt problem, som bør løses såvel af hensyn til de involverede forbrugere som af hensyn til de kollektive forsyningssystemers ry og rygte.

Omfanget af problemet er ikke stort, idet der er tale om ganske få og små værker i den store sammenhæng, men de afledede og principielle konsekvenser for af resten af systemet af konkrete tiltag kan være store og væsentlige. F.eks. er et frit brændselsvalg ikke nogen god løsning, hvis det indføres i hele landet da dette ville føre til et ineffektivt system med et stort brændselsforbrug og mere eller mindre en afvikling af kraft/varmen (se analyserne i bilag 4)

Det gælder altså om at finde nogle løsninger, som giver disse værker nogle rimelige vilkår uden at principperne i de øvrige forsyningsystemer sættes over styr.

Problemet med barmarksværker er særlig stort i nogle af de tilfælde, hvor selskabet hverken ejes af forbrugerne eller kommunen. Her er der brug for, at forbrugernes ret til bestemmende indflydelse håndhæves således, at bestyrelsen eksempelvis kan beslutte, at fjernvarmenselskabet skal omlægge varmeproduktionen, så den bliver mere fordelagtig.

Tiltag i form af at gøre varmepumper og solvarmeanlæg attraktive (som nævnt i det forrige afsnit) kan være et element. Men vi forslår en række yderligere tiltag herunder:

<b>Barmarksværker</b>		
<b>Barriere:</b> Meget høje forbrugerpriser på varme		
<b>VM nr.</b>	<b>Hvad skal gøres?</b>	<b>Hvem skal gøre det?</b>
<b>1</b>	Kommunes gives redskaber til at kunne lægge barmarksværker ind under store fjernvarmesystemer og udligne prisen under bestemte forudsætninger forbundet med varmepri- sen hos forbrugeren	Staten
<b>2</b>	Der gives mulighed for begrænset etablering af biomassekedler enten efter ansøgning på givne vilkår eller generelt begrænset til f.eks. en stør- relse på 1 MW.	Kommune
<b>3</b>	Koordineret drift med henblik på øko- nomisk optimeret køb og salg af el til og fra BMV'erne. Energinet.dk skal sikre ordningen finansieres og kan også drive det. Alternativt kan et handelsselskab vinde opgaven.	Energinet.dk eller handelsselskab
<b>4</b>	Sikre forbrugernes indflydelse i besty- relsen, eksempelvis vedr. skift til me- re økonomisk fordelagtig varmepro- duktion	Energitilsynet



## 5.9 Fjernvarme til lavenergibyggeri

I dette afsnit behandles barrierer og ideer virkemidler ved fjernvarmeforsyning til lavenergibyggeri. Lavenergibyggeri defineres som byggeri som overholder bygningsregulativets klassificering og som dermed lovgivningsmæssigt kan fritages for tilslutningspligt til fjernvarme.

Der skelnes mellem:

- Varmebesparelser i eksisterende byggeri med fjernvarmeforsyning
- Fjernvarmeforsyning af nyt lavenergibyggeri, der er beliggende i eller nabo til eksisterende fjernvarmeforsyning

### 5.9.1 Varmebesparelse i eksisterende byggeri med fjernvarme

Fjernvarmeselskaberne ejes direkte eller indirekte af forbrugerne (via kommunalt ejerskab), ligesom forbrugerne har bestemmende indflydelse i alle privat ejede fjernvarmenetselskaber.

Derfor bør alle fjernvarmeselskaber arbejde for at sænke varmeforbrugernes samlede langsigtede udgifter til opvarmning, dels ved at fremme energibesparelser generelt, dels med en tarif, der giver forbrugerne ud fra de langtidsmarginale omkostninger. Flere selskaber har en tarif, der er baseret på de kortsigtede omkostninger, og bør derfor hæve den variable del.

Derfor bør det sikres at forsyningsselskaberne motiveres til at fremme de samfundsøkonomisk fordelagtige planer for varmebesparelser og temperatursænkninger i fjernvarmeområderne.

I tilknytning til energirenoveringsplaner bør alternative tekniske løsninger overvejes. Eksempelvis muligheden for at anvende returvand fra fjernvarmesystemet som primærvand til det energirenoverede byggeri og til en favorabel pris da en yderligere sænkning af fjernvarmesystemets returtemperatur oftest vil bidrage med en forøgelse af forsyningens totale virkningsgrad (kraft/varme enheder og reduceret net tab). Såfremt returtemperaturen til lavenergibyggeriet er for lav kan denne eventuelt hæves vha. varmepumpe eller opspædning med primærvand.

Der er brug for demonstrationsprojekter som kan bidrage med mere erfaring på området. Sådanne projekter bør initieres og koordineres centralt gennem eksempelvis EUDP og fjernvarme PSO midler. Parallelt hermed er det vigtigt, at der sikres en central viden opsamling og videns deling gennem eksempelvis Fjernvarmens Udviklingscenter. Det bør være muligt at opnå særlige vilkår for finansiering af energirenoveringer, eksempelvis lån med løbetider som afspejler levetiden på investeringerne på 30 til 50 år. Renten på lånene kan være energiindekserede.

<b>Barriere 1: Manglende fremdrift i varmebesparelser i fjernvarmeområder</b>		
<b>VM nr.</b>	<b>Hvad skal gøres?</b>	<b>Hvem skal gøre det?</b>
<b>1</b>	Forsyningsselskaberne skal være eller forblive kommunal eller forbruger ejede for at sikre, at forretningsøkonomiske hensyn ikke overskygger de samfundsmæssige energiinteresser.	Kommunerne/forbrugerne
<b>2</b>	Viden opbygning og videns deling omkring tekniske løsninger for varmeforsyning til lavenergibyggeri	Demonstrationsprojekter, Fjernvarmens Udviklingscenter, PSO, Universiteter, EUDP med flere.
<b>3</b>	Finansiering af målrettet energirenovering ved kaution, tilskud og langfristede og lavtforrentede lån.	Staten, pengeinstitutter, forsyningsselskaber
<b>4</b>	Strategiske varme- og energiplaner	Kommunen
<b>5</b>	Sikre tarifering, som tilskynder til reduktion af varmeforbrug og lavere returtemperatur. Her skal det sikres at tariferingen ikke medfører øget fyring i brændeovne og brug af supplerende varmepumper	Forsyningsselskab

### 5.9.2 Fjernvarme til nyt lavenergi byggeri

Et byggeri som overholder bygningsregulativet klassificering for lavenergi kan få dispensation for krav om tilslutning til fjernvarme. Fjernvarmeforsyningen kan som følge heraf ikke forlods disponere produktions- og distributionskapacitet af varme. Investeringer i produktions- og distributions system vil derfor være behæftet med usikkerheder og risiko for tab. Dette kan medføre at fjernvarmeselskabet ikke ønsker at løbe risikoen og derfor afholder sig fra muligheden for at tilbyde fjernvarme til interesserede bygherrer.

For at imødegå denne risiko kan en kommune, som ønsker en ny udstykning forsynet med fjernvarme inkorporere omkostningerne til at etablere fjernvarmeforsyningsnet, eksklusive stikledninger, i byggemodningen af området. Herved forbedres fjernvarmens konkurrenceevne overfor eksempelvis varmepumper, når bygherren skal vælge opvarmningsform.

Der er behov for udvikling og afprøvning af særlige komponenter og principper for ledningsføring til lavenergi byggeri. Pga. det lave energiforbrug i lavenergi byggeri vil nettabet med de eksisterende rør komponenter udgøre en relativ stor del af forbruget så en yderligere varmeisolering af rørene er måske rentabel. Desuden skal dimensionerne på rørføringer revurderes og måske være mindre end det der kendes i dag. Måske skal lavenergi byggeri også forsynes med særlige fjernvarmebeholdere til opvarmning af varmt brugsvand og eventuelt gulvvarme.

Endelig er der fortsat et problem i praksis med at harmonisere bestemmelserne i bygningsreglementet med varmforsyningsloven. Kommunerne skal planlægge forsyningen af ny bebyggelse ud fra samfundsøkonomiske kriterier. Denne analyse vil i de fleste planlagte bebyggelser pege på at fjernvarme er bedre end individuelle varmepumper og solvarme. Derfor bør lokalplan og fjernvarmens udbygning tilrettelægges ud fra denne forudsætning.

I henhold til BR10 beregnes energirammen med faktoren 1,0 til fjernvarme ved normalt byggeri og 0,8 ved lavenergi 2015 byggeri. Det er imidlertid sådan, at bygherren bedre kan overholde energirammekravet ved at erstatte fjernvarmen med en varmepumpe og solvarme på matriklen (som giver en faktor på 0,6) og tilmed få dispensation fra tilslutning til fjernvarmen. Problemet kunne løses ved at sænke faktoren på fjernvarme til 0,6 generelt eller ved at sikre, at varmforsyningslovens valg af opvarmningsform bliver gældende. Det kunne også løses ved at krav til klimaskærm fortsat bør reguleres i bygningsreglementet i nybyggeri, mens forsyningsteknologier bør afskilles herfra.

Man skal her være opmærksom på, at fjernvarmen kun kan etableres, i henhold til varmforsyningsloven, hvis det rent faktisk er den bedste forsyning.

<b>Barriere 2:</b> Usikkerhed i planlægning af fjernvarme produktionskapacitet og distributionsnet		
<b>VM nr.</b>	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	Sikre incitamentet for tilslutning til fjernvarme gennem prissætning, forlods tilslutning og dialog med bygherre.	Forsyningen
<b>2</b>	Udlæg ny udstykning til fjernvarme	Kommunen eller privat udstykker
<b>3</b>	Inkorporér fjernvarmenettet i byggemodningen.	Kommunen eller privat udstykker
<b>4</b>	Begræns forblivelsespligten	Forsyningen
<b>5</b>	Konkurrencedygtige priser, marginalpriser, billigere tilslutning.	Forsyningen
<b>6</b>	Bestykning og principper for ledningsføring	Rådgivere og komponent leverandører
<b>7</b>	Harmonisering af BR og Varmeforsyningsloven	Finansministeriet, Klima- og Energiministeriet og Økonomi og Erhvervsministeriet

## 5.10 Finansieringsmodeller med ESCO

Praktiske erfaringer fra flere fjernvarmeselskaber viser, at det er afgørende for stor tilslutning, at fjernvarmen tilbydes som en pakke med alle investeringer betalt, enten som en rabat eller som et tillæg til varmeprisen der medgår til finansiering i en periode. Det er ligefrem en forudsætning for salg af fjernvarme i typiske erhvervsvirksomheder, som netop er den kundetype, som er fremherskende i de store konverteringsprojekter.

Derved får fjernvarmen alle ESCO modellens fordele uden nogen af dens ulemper.

### 5.10.1 ESCO modeller med fordele og ulemper

ESCO (Energy Service Company) er en international betegnelse for et selskab, som afholder energibesparende investeringer for en energiforbruger og tjener investeringerne hjem ved at få godskrevet en væsentlig del af de opnåede besparelser i en aftalt periode.

Denne model er interessant, hvis en eller flere af følgende betingelser er opfyldt:

- Energiforbrugeren har ikke en organisation, der kan etablere det pågældende anlæg
- Energiforbrugeren har ikke den fornødne kapital til rådighed
- Energiforbrugeren har et højt krav til forrentning af egne investeringer (eller krav om en kort tilbagebetalingstid), der er højere end renten på det lån, som ESCO selskabet kan opnå

I mange af de nye markedsøkonomier er alle 3 kriterier opfyldt for mange energiforbrugere og ESCO modeller ses som en mulighed for at få gennemført tiltrængte investeringer.

Vi har i Danmark den modsatte situation for større og professionelle energiforbrugere:

- Beslutningsdygtige og kreditværdige energiforbrugere
- Et marked for rådgivningsydelser, som sætter en beslutningstager i stand til at udvikle, designe, udbyde, anlægge og drive et hvilket som helst godt projekt
- Et marked for finansielle ydelser, således at en kreditværdig beslutningstager kan opnå favorable lån til gode projekter
- Et marked for udstyr og anlægsarbejder, således at beslutningstageren kan få det rigtige udstyr til den rigtige pris
- Et marked for driftsydelser og ejendomsadministration mv., således at beslutningstageren efterfølgende formelt kan stå for driften af selv større anlæg

Hovedreglen er således, at ingen af de 3 kriterier er opfyldt for næsten alle større energiforbrugere. Dog har industrien normalt krav om kort tilbagebetalingstid og høj forrentning af egne investeringer, som overstiger markedsrenten.

Derfor har ESCO lignende modeller ikke hidtil været almindelige. Dog med få undtagelser, eksempelvis at mange bygningsejere gik ind i et ESCO lignende arrangement for at få etableret små kraftvarmeværker (LKV anlæg).

På det seneste har mange kommuner dog vist interesse for ESCO aftaler i forbindelse med investeringer i kommunens bygninger.

Det er imidlertid ikke alle projekter, der er lige egnede til ESCO aftaler. I den forbindelse er det værd at afveje fordele og ulemper.

Nogle fordele ved en ESCO model er:

- at beslutningstageren, typisk industrien, som stiller krav om kort tilbagebetalingstid kan få gennemført energibesparende projekter
- at beslutningstageren, eksempelvis kommunen, som vil slippe for selv at etablere og evt. drive anlægsprojekterne og dermed får gennemført energibesparende projekter, som ellers ikke ville blive gennemført

Nogle ulemper ved en ESCO model er:

- at beslutningstageren går glip af den fortjeneste, som ESCO selskabet beregner sig
- at beslutningstageren skal afholde udgifter til rådgivere i forbindelse med ESCO arrangementet til ydelser, der ikke er behov for, når man selv står for projektet
- at beslutningstageren risikerer, at der ikke bliver konkurrence på produkterne, hvis ESCO selskabet er leverandør af et specielt produkt, som indgår i energibesparelsesprojekterne
- at beslutningstageren ydermere risikerer, at der bliver valgt de forkerte løsninger, hvis ESCO selskabet kun vil fremme løsninger med egne produkter

Der er desuden vigtigt, at ESCO arrangementet er egnet:

- at man kan måle, hvad projektet har bidraget med
- at det ikke lægger unødige restriktioner på brugen af bygningerne og
- at administrationen ikke bliver for kompliceret

Et energiproducerende anlæg, hvor man kan måle ydelsen er eksempelvis meget egnet til et ESCO arrangement, medens udskiftning af vinduer og installering af termostater er mindre egnet, da varmebesparelsen afhænger af brugernes vaner med at lufte ud og af udnyttelsesgraden af bygningen, eksempelvis hvor ofte en skole og en børnehave bruges i weekenden.

#### **Eksempel på et ESCO arrangement, som fremmer og fastholder en forkert løsning**

Ejeren af et stort byggeri med et varmebehov på ca. 13.000 MWh ville gerne konvertere et dampbaseret opvarmningssystem til et vandbaseret og tilslutte det til et centralt effektivt kraftvarmesystem tæt ved kedelcentralen. Det var ikke muligt, hvorfor centralen fik naturgas. Senere kunne det lade sig gøre, men ejeren manglede finansiering. Et ESCO lignende selskab tilbød at finansiere hele konverteringen til vand forudsat, at der blev installeret et LKV anlæg, som ESCO selskabet skulle eje.

Da ejeren ikke kunne skaffe lånefinansiering, valgte man at acceptere tilbuddet.

Da kommunen skulle sagsbehandle efter varmforsyningsloven valgte man at godkende projektet, da det var en forbedring i forhold til referencen. Forsyning med central kraftvarme med den åbenlyst bedste samfundsøkonomi blev ikke vurderet, da man ikke kunne skaffe finansiering.

På grund af kontraktuelle forhold blokerer ESCO'en fortsat efter 15 års drift for den bedste løsning med deraf følgende store tab for samfundet, ejeren, og lokalsamfundet, som har investeret i en mere effektiv fælles forsyning i området.

Kommunens eneste mulighed for at fremme det samfundsøkonomisk bedste projekt er at erindre ESCO selskabet om, at reinvesteringer i LKV anlægget kræver projektgodkendelse i henhold til varmforsyningsloven.

Det vil derfor være en god ide, hvis offentlige myndigheder får mulighed for at kunne lånefinansiere de ekstra investeringer til energirenoveringer, der overstiger investeringer til normal vedligeholdelse og renovering, eksempelvis at tilslutte til fjernvarme, at omlægning fra et-strengt til to-strengt anlæg, at lægge ekstra isolering på taget i forbindelse med udskiftning eller at vælge lavenergiruder i stedet for standard ruder. Det bør være en forudsætning, at investeringen er samfundsøkonomisk fordelagtigt og godkendt i henhold varmforsyningsloven.

Rationalet er, at energiinvesteringer, der er rentable fordi de sparer udgifter, som ellers skulle være afholdt, ikke er et offentligt forbrug, men kan sidestilles med fjernvarmeaktiviteter.

Med en sådan ordning behøver kommuner ikke at indgå ESCO aftaler, og man vil få glæde af selv at kunne vælge de rigtige projekter. Godkendelsesordningen vil endvidere skabe opmærksomhed omkring investeringerne, så man får en ekstra kontrol af, at investeringerne er fordelagtige.

<b>Barriere 1:</b> Kommunalt ejede "hvile-i-sig-selv" selskaber har ikke samme mulighed for at investere i fjernvarme- og køleanlæg på private matrikler, som private selskaber		
VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Kommunalfuldmagten skal ændres, så kommunalt ejede fjernvarmeselskaber kan etablere brugerinstallationer (fjernvarmeunits og evt. køleunits), men ikke centralvarme og ventilationsanlæg på private matrikler, når det sker i henhold til et godkendt projektforslag og er et samfundsøkonomisk fordelagtigt projekt, der økonomisk hviler i sig selv.	Staten

<b>Barriere 2:</b> Kommunerne har ikke samme mulighed for at investere i rentable energibesparelserprojekter i kommunalt byggeri, som kommunale forsyningsselskaber har for at investere i fjernvarme. Begge typer investeringer er "hvile-i-sig-selv investeringer, der er til gavn for samfundet. Der er ikke tale om, at det offentlige forbrug øges, tværtimod.		
VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Kommunalfuldmagten skal ændres, således, at kommuner kan afholde energiinvesteringer uden for de kommunale lånerammer for energireoveringsprojekter i kommunens bygninger, der er samfundsøkonomisk fordelagtige og godkendt på niveau med varmforsyningsprojekter	Staten

### 5.10.2 ESCO light

I modsætning til større bygningsejere har mindre selskaber og individuelle husejere ikke mulighed for at søge uvildig rådgivning. De har brug for gratis eller meget billig uvildig rådgivning i

- at identificere de rigtige projekter og
- at vurdere kvalitet og pris af udstyr og ydelser

Her kan ESCO konceptet være en fordel, specielt hvis det er baseret på uvildig rådgivning.

Det netop etablerede ESCO-light koncept, der administreres af Center for Energibesparelse, ser ud til at opfylde alle de positive kriterier og har næppe nogen af de negative effekter.

#### **Styrken ved ESCO-light er ifølge Energistyrelsen**

- At gøre det nemt og overskueligt for ejeren at gennemføre projekterne
- At sikre troværdig information om muligheden for at gennemføre besparelser
- At give ejeren sikkerhed for projekt og projektomkostning ved bygningsændringen
- At give ejeren en rimelig grad af sikkerhed om den efterfølgende besparelse i energiomkostninger.

Det vil være naturligt om Dansk Fjernvarme bakker op om dette koncept, netop fordi Dansk Fjernvarme er interesseorganisation for fjernvarmedistributionsselskaber, der ejes af forbrugerne (direkte eller indirekte) eller, hvor forbrugerne har bestemmende indflydelse.

## 5.11 Tarif- og afgiftsincitament

Hvis markedskræfterne skal hjælpe til med at nå målet om en samfundsøkonomisk udvikling, er der behov for, at tarifferne og afgifterne i højere grad afspejler brugen af fossile brændsler.

### 5.11.1 Langtidsmarginale omkostninger og incitament

Varmeforbrugere med individuelle opvarmningsformer kan umiddelbart ses på opgørelsen over indkøbt energi og betaling af ydelser på lån til de faste investeringer. Afgifterne på eksempelvis el skulle gerne være høje nok til at tilskynde brugerne til at investere langsigtet i besparelser, som er samfundsøkonomisk fornuftige i forhold til en fremtid, hvor hele varmforsyningen er baseret på VE. Ejeren af en varmepumpe kan ligeledes umiddelbart se fordelene i at investere i et bedre varmeanlæg med lavere temperatur, da det forbedrer varmepumpens COP.

Det er imidlertid mere kompliceret for fjernvarmekunderne, er en del af et kollektivt fællesskab, hvor man deler faste omkostninger og deler de fordele man har ved lavere returtemperatur.

For et lokalt fjernvarmefællesskab må det dreje sig om, at sikre sig, at fællesskabet får den lavest mulige omkostning til termisk komfort på længere sigt. Det drejer sig om at minimere de **langsigtede marginalomkostninger** i den fælles forsyning og i de individuelle bygninger.

Fjernvarmetariffernes struktur bør afspejle de langtidsmarginale omkostninger. Disse afhænger meget af de lokale forhold. Normalt er de højere end de variable gennemsnitsomkostninger og mindre end de totale gennemsnitsomkostninger, men i teorien kan de være højere end de gennemsnitlige, hvis det ikke er muligt at etablere en konkurrencedygtig varmeproduktion.

Alle fjernvarmeselskaber bør derfor analysere de langsigtede marginalomkostninger med hensyn til at forsyne hele byområdet på længere sigt i et 100 % VE baseret samfund.

På det grundlag bør de gennemgå deres tarifstruktur og overveje, hvordan tarifstrukturen kan forbedres, så den bliver mere konkurrencedygtig i forhold til ny og eksisterende bebyggelse og så den giver kunderne de rigtige incitamentet til at spare på varmen sommer og vinter og til at sænke returtemperaturen.

Ved at reducere varmebehovet og flowbehovet om vinteren, kan det øge kapaciteten og give plads til at tilslutte flere kunder.

Der er her balancegang mellem på den ene side at fremme besparelser og lavere returtemperatur ved højere variable afgifter og på den anden side at undgå brug af supplerende energikilder, som har dårligere samfundsøkonomi og vælter faste omkostninger over på de andre forbrugere.

Fjernvarmeselskaberne bør ligeledes gennemgå alle aftaler og tariffer for tilslutning og sikre, at de i praksis fungerer således, at alle kunder får incitament til at tilslutte sig, når det er fordelagtigt for samfundet og for lokalsamfundet (den nye kunde, de eksisterende kunder og evt. producenter). Det er vigtigt, at der er fleksibilitet, så man i et konkret tilfælde kan give den fornødne rabat, eksempelvis at anlægsbidrag nøje afstemmes, så de ikke er urimelige i forhold til de alternative investeringer i individuelle varmepumper mv.

**Barriere 1:** Fjernvarmetariffen giver forkerte prissignaler, så kunderne ikke gennemfører de besparelser og returtemperatursænkninger, der er fordelagtige for fællesskabet på længere sigt i et 100 % VE samfund med et fuldt udbygget fjernvarmenet

VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
1	Fjernvarmeselskaberne skal i udbygningsplanen analysere de langsigtede marginalomkostninger for levering af varme sommer og vinter og for cirkulation af vand samt konkurrenceforholdene og på det grundlag forbedre tariffens prissignaler, typisk højere variabel andel, større rabat for lav returtemperatur og lavere fast tilslutningsbidrag til nyt lavenergi byggeri	Fjernvarmeselskaberne Dansk Fjernvarme via ERFAGruppe Energitilsynet via fleksible regler

### 5.11.2 Tariffer for varmeproduktion

Det er vigtigt, at aftaler og tariffer for salg af varme til fjernvarmenettene er transparente og om nødvendigt baseret på kostægte komponenter, idet tariffen ikke må være til hinder for at skifte til en mere samfundsøkonomisk varmeproduktion. Heri forudsættes, at aftaler om betaling for etablerede anlæg respekteres.

<b>Barriere 1:</b> En privatretlig aftale mellem varmeproducent og et fjernvarmenetselskab kan i en årrække blokere for, at fjernvarmeselskabet inddrager andre produktionsformer uanset, fordi selskabet er bundet til at aftage en vis mindste leverance		
VM nr.	Hvad skal gøres?	Hvem skal gøre det?
<b>1</b>	<p>Kommunen skal kunne stille pålæg om, at et kollektivt varmforsyningsanlæg anvender en bestemt form for energi, der er samfundsøkonomisk fordelagtig, uanset selskabet måtte være forpligtet til at aftage en vis fast energimængde fra en bestemt leverandør.</p> <p>Energitilsynet må erklære kontrakten ugyldig og påse, at parterne indgår en ny og transparent kontrakt, hvor leverandøren netop får sine faste omkostninger dækket ind og ikke får dækning ud over de nødvendige omkostninger.</p>	Energitilsynet og Energistyrelsen

## 6. ENERGILOVGIVNING – MÅL OG MIDLER

Der er et behov for, at aktører i energisektoren får et overblik over den lovgivning, der eksisterer på energiområdet i relation til opvarmning samt de målsætninger og prioriteringer, og forudsætninger, der er gældende i dag. Desuden er der behov for, at lovgiver får en fornemmelse af, om lovgivningen fungerer i praksis. Derfor gives i dette kapitel et overblik over de bestemmelser, der har størst betydning for arbejdet med **at fremme en samfundsøkonomisk fordelagtig opvarmning** og, der vises en række konkrete eksempler på, hvordan bestemmelserne virker i praksis.

### 6.1 Generelt

EU's energipolitik, er udmøntet i direktiver, som skal implementeres i den nationale lovgivning. Hertil kommer specifikke mål for CO<sub>2</sub> reduktioner og overordnede mål om forsyningssikkerhed.

De vigtigste direktiver for energipolitikken er direktiverne for:

- Strategisk miljøvurdering
- Energiforbrugende produkter
- Vedvarende energi og
- Bygningers energimæssige ydeevne.

Hertil kommer mere specifikke direktiver, der skal fremme markedsadgang i elsektoren, forsyningssikker naturgas, kraftvarme, affaldsvarme mv.

De overordnede målsætninger i de 4 direktiver kan sammenfattes til følgende enkle målsætning:

**at reducere forbruget af fossile brændsler og dermed CO<sub>2</sub> udslippet på den mest omkostningseffektive måde**

Direktiverne om strategisk miljøvurdering og vedvarende energi synes at være stærkt inspireret af Danmarks elforsyningslov fra 1976 og Danmarks varmforsyningslov fra 1979.

Bygningsdirektivet kunne også være inspireret af varmforsyningsloven, da det fremgår, at energiforbruget i form af det fossile brændselsforbrug skal nedbringes på en omkostningseffektiv måde under hensyntagen til mulighederne for såvel individuelle som fælles løsninger med fjernvarme og blokvarme, ligesom der kan tages særligt hensyn til vedvarende energi.

Takket være varmforsyningsloven er der næppe andre lande i verden, der er bedre til at koordinere varmforsyningen, elforsyningen, naturgasforsyningen og affaldsbehandlingen, og Danmark har således et forspring på 30 år i forhold til andre EU lande med varmeplanlægning.

Hvis den strategisk energiplanlægning gennemføres, vil Danmark fortsat være i front med hensyn til at inkludere alle sektorer, herunder byggeri, i planlægning. Det vil være nødvendigt for, at vi kan nå målet om at blive helt uafhængig af fossile brændsler på længere sigt på en økonomisk fordelagtig måde og dermed uden unødigt tab af velfærd og komfort.

Styrken ved Dansk Energipolitik, som er hovedårsagen til, at Danmark er en af de mest energieffektive nationer er, at der har været bred enighed om den førte politik i folketinget siden 1976.

Høje energiafgifter har stimuleret til at spare på de fossile brændsler, og varmeplanlægningen har stimuleret til samarbejde om fælles bedste løsninger. Den nyeste bredt funderede energipolitiske målsætning om, at Danmark på længere sigt skal være uafhængig af fossile brændsler vil yderligere stimulere til at effektivisere anvendelsen af energi. Derved bliver der igen behov for, at beslutninger og politiske forlig baseres på faktuelle oplysninger og samfundsøkonomiske analyser.



## 6.2 EU direktiver

Flere artikler fra flere EU-direktiver har betydning for opvarmningssektoren.

### 6.2.1 Direktivet for strategisk miljøvurdering

Direktivet handler om, at de miljømæssige konsekvenser af projekter, planer, programmer, politikker indenfor en række sektorer, herunder energisektoren skal vurderes på et overordnet niveau og tage hensyn til forhold i andre sektorer. Hvor VVM analyse foretages på et konkret projekt, eksempelvis et kraftværk for at vurdere om skorstenen er høj nok mv., så sker den strategiske vurdering på et højere niveau med høring af berørte sektorinteresser. Her skal eksempelvis tages stilling til, om kraftværket har den rette udformning, det rette brændsel og den rette placering mv.

#### Eksempel på manglende brug af strategisk miljøvurdering

Der kunne formentlig være sparet mange ressourcer på fejlslagen detailplanlægning af kraftværket i Greifswald, hvis man forinden havde gennemført en strategisk miljøvurdering. Her ville man formentlig være nået frem til:

- At det er en god ide at erstatte ineffektive brunkulsværker med moderne værk
- At der fortsat er brug for kul til elproduktion i Europa af hensyn til forsyningssikkerhed
- At værket skal udformes som kraftvarmeværk og lokaliseres (efter dansk forbillede) hvor der er et potentielt varmemarked, eksempelvis i Hamborg
- At værket evt. bør opdeles i et par mindre værker, der bedre passer til varmemærkerne

Selv om direktivet handler om miljø, må det også gælde de samfundsøkonomiske overvejelser og de dertil knyttede miljørelaterede omkostninger.

Overført på den danske energisektor må det betyde, at alle sektorprogrammer og regulativer mv. skal underkastes en strategisk vurdering, herunder ikke mindst elsektoren, naturgassektoren, varmesektoren, bygningssektoren, trafiksektoren og landbrugssektoren.

Kravet i varmforsyningsloven om samfundsøkonomi burde i sagens natur tage højde for forhold i alle sektorer, men der er en tendens til, at rammerne bliver for snævre, så analysen ikke omfatter alle relevante forhold i samfundet.

Det kan også formuleres på den måde, at man skal "tænke ud af boxen" og være bevidst om de reelle alternativer, der bør sammenlignes – "choice awareness".

Udspillet fra Energistyrelsen og KL om strategisk energiplanlægning er således et godt forslag, der vil udvide varmeplanlægningen, så den i endnu højere grad kommer til at omfatte de tværgående forhold på tværs af sektorerne og på tværs af kommunegrænser.

### 6.2.2 Direktivet for energiforbrugende produkter

Direktivet handler om, at medlemsstaterne skal fremme effektiviseringen af energiforbrugende produkter for derigennem at mindske forbruget af fossile brændsler, ikke mindst ved at stimulere markedet for udvikling af energieffektive produkter.

Direktivet har betydning for opvarmningssektoren på to måder:

- Man må forvente, at tilskudsvarmen fra ineffektiv belysning og ineffektiv elektronik vil blive reduceret i takt med effektiviseringen, hvorved der bliver mindre brug for køling og mere brug for opvarmning, specielt af kontorbyggeri.
- Det er en udfordring for opvarmningssektoren og byggesektoren at effektivisere opvarmning, der kan nøjes med lave temperaturer, eksempelvis i intervallet op til 60 grader til brugsvand og i særlige tilfælde op til 80 grader, som typisk vil være mulig med fjernvarme.

I bygningsreglementet kunne eksempelvis stilles krav om, at der skal være tilslutningsmulighed for vaskemaskiner til det varme brugsvand, og mærkningsordningerne burde ajourføres.

#### **Eksempel på vildledende mærkning**

I mærkningsordnen for hårde hvidevarer ses kun på energiforbrug målt i kWh uanset om det er el eller lavtemperaturvarme. Der medfører, at der eksempelvis gives A+ til en vaskemaskine eller opvaskemaskine, der kun kan bruge el til opvarmning af vandet. Derved ødelægges markedet for de mere effektive maskiner, der kan blande koldt og varmt brugsvand. Det marginale brændselsforbrug til det varme brugsvand er 3-5 gange mindre med fjernvarme og varmepumper end med marginal el. Varmt vand er fortsat vigtigt til vask for at dræbe virus og bakterier og kan ikke fuldt ud erstattes af koldt vand.

### **6.2.3 Direktivet for vedvarende energi**

VE direktivet stiller en række krav, at hver nation skal udarbejde en national handlingsplan for vedvarende energi og, at lokale og regionale myndigheder skal inddrage opvarmning og køling i planlægningen af byernes infrastruktur.

#### **VE direktivet 2009/28/EF artikel 13 pkt. 3. (citater)**

*Medlemsstaterne henstiller til alle aktører, især de lokale og regionale administrative organer, at de sikrer, at der installeres udstyr og systemer til udnyttelse af elektricitet, opvarmning og køling fra vedvarende energikilder og til fjernvarme og fjernkøling i forbindelse med planlægning, udformning, opførelse og renovering af industri- eller beboelseskvarterer. Medlemsstaterne tilskynder især de lokale og regionale administrative organer til i relevant omfang at inddrage opvarmning og køling fra vedvarende energikilder i planlægningen af byinfrastruktur.*

Danmark er således på forkant med disse krav indenfor opvarmning, da vi siden 1980 har arbejdet med planlægning af byer infrastruktur for opvarmning, hvorimod vi først er ved at starte på køleområdet.

VE direktivet stiller endvidere konkrete krav til bygningslovgivningen og kræver, at der senest 2014 skal være et krav om et vist minimum af vedvarende energi og, at dette mindstekrav blandt andet opfyldes ved hjælp af fjernvarme og fjernkøling ved anvendelse af en væsentlig andel af vedvarende energi.

Det bemærkes, at fjernvarme og fjernkøling sidestilles.

#### **VE direktivet 2009/28/EF artikel 13 pkt. 4. (citater)**

*Medlemsstaterne indfører i deres byggeforskrifter og regler passende foranstaltninger til at øge andelen af alle former for energi fra vedvarende energikilder i byggesektoren.*

*Medlemsstaterne kan ved indførelsen af sådanne foranstaltninger eller i deres regionale støtteordninger tage hensyn til nationale foranstaltninger knyttet til væsentlige forøgelse af energieffektiviteten og vedrørende kraftvarmeværker samt passiv-, lavenergi- eller nulenergibygninger.*

*Medlemsstaterne indfører om nødvendigt og senest den 31. december 2014 i deres byggeforskrifter og -reglementer eller på anden måde, der har en tilsvarende virkning, et krav om, at der skal anvendes et vist minimum af energi fra vedvarende energikilder i nye bygninger og i eksisterende bygninger, der skal gennemrenoveres. Medlemsstaterne giver mulighed for, at disse mindstekrav blandt andet opfyldes ved hjælp af fjernvarme og fjernkøling, produceret ved anvendelse af en væsentlig andel af vedvarende energikilder.*

Der er således i VE direktivet et tydeligt krav til en indsats på 3 niveauer:

- Til en national handlingsplan, se Energistyrelsens handlingsplan (ref)
- Til planlægning af kommunal infrastruktur for fjernvarme og fjernkøling og
- Til en bygningslovgivning, der skal fremme VE i byggeriet under hensyn til mulighederne for at gøre det ved hjælp af fjernvarme og fjernkøling

#### 6.2.4 Direktivet for bygningers energimæssige ydeevne

I bygningsdirektivet stilles krav om, at bygningernes energimæssige ydeevne skal forbedres på en omkostningseffektiv måde under hensyntagen til at udnytte mulighederne for blokvarme, blokkøling, fjernvarme og fjernkøling.

Dette krav understreges yderligere af, at det skal dokumenteres i ansøgningen eller i godkendelsen, at man har valgt den mest omkostningseffektive forsyningsform. Der er således fin overensstemmelse mellem bygningsdirektivet og VE direktivet.

##### **Bygningsdirektivet 2002/91/EF Artikel 1 Formål (citat)**

*Formålet med dette direktiv er at fremme bygningers energimæssige ydeevne i Fællesskabet under hensyntagen til udeklima og lokale forhold, samt indeklimakrav og omkostningseffektivitet*

##### *Bygningsdirektivet 2002/91/EF Artikel 5 Nye bygninger*

*Stk. 1. Medlemsstaterne træffer de nødvendige foranstaltninger for at sikre, at nye bygninger opfylder de mindstekrav til energimæssig ydeevne, der er omhandlet i artikel 4.*

*For nye bygninger med et samlet nytteareal på over 1.000 m<sup>2</sup> sikrer medlemsstaterne, at tekniske, miljømæssige og økonomiske muligheder for alternative systemer, f.eks.*

*— decentrale energiforsyningssystemer baseret på vedvarende energi*

*— kraftvarme*

*— fjernvarme- eller gruppeopvarmningsanlæg eller fjern- eller gruppekøleanlæg, hvis det er tilgængeligt*

*— varmepumper under visse omstændigheder,*

*er overvejet, og at der er taget hensyn hertil, inden byggeriet indledes.*

*Stk. 2 Medlemsstaterne sikrer, at den i stk. 1 omhandlede analyse af alternative systemer dokumenteres klart i ansøgningen om byggetilladelse eller i den endelige godkendelse af det udførte bygningsarbejde.*

### 6.3 Dansk lovgivning

Flere dele af den danske lovgivning indenfor energiområdet har særlig betydning for at fremme en samfundsøkonomisk anvendelse af energi.

#### 6.3.1 Varmeforsyningsloven

Varmeforsyningsloven har haft stor betydning for at den danske opvarmningssektor med kommunerne som hovedaktører har udviklet sig, så der er et godt samspil mellem varme, el, naturgas og affaldsområderne.

Desuden har loven virket for, at der blev opbygget en stor ekspertise indenfor energiområdet i kommunerne i samspil med Energistyrelsen. Den nye varmforsyningslov fra 1990, som uddelegerede mere ansvar til kommunerne og gav dem ansvar for at arbejde med varmeplanlægning som en integreret del af kommuneplanlægningen i samarbejde med berørte forsyningsselskaber, skulle have forstærket denne udvikling. Desværre gik varmeplanlægningen i mange kommuner i stå og fokus blev rettet mod anden lovgivning, fordi det samtidig var en politisk målsætning at sikre naturgasprojektets økonomi. For mange kommuner var hovedopgaven i varmeplanlægningen således at få afsat naturgas til at fortrænge olie, medens samfundsøkonomi og energieffektivitet havde lavere prioritet.

Som følge af de nyeste energipolitiske målsætninger og fordi naturgassen snart rinder ud, er der nu igen behov for at arbejde med varmeplanlægning. Det er på den baggrund, at Klima- og Energiministerens brev af 27. januar 2009 til kommunerne indeholdt en anmodning om, at kommunerne fremmer samfundsøkonomiske fordelagtige projektforslag for at konvertere fra naturgas til fjernvarme.

Det gældende administrationsgrundlag for kommunerne på området har følgende niveaudeling:

- Varmeforsyningsloven, som angiver målsætningen og de overordnede rammer.
- Projektbekendtgørelsen, som anviser proceduren for kommunens behandling af projektforslag fra forsyningsselskaber.
- Tilslutningsbekendtgørelsen, som giver kommunen mulighed for at benytte tilslutningspligt iht. et godkendt projektforslag.
- Energistyrelsens vejledning, der giver gode råd omkring sagsbehandlingen, herunder et råd om at kommunen ajourfører en varmeplan oversigt som giver overblik over godkendte projekter og mulige nye samfundsøkonomisk fordelagtige projekter.
- Finansministeriets metode til samfundsøkonomisk vurdering af infrastrukturinvesteringer for alle sektorer.
- Energistyrelsens metode til samfundsøkonomisk vurdering af projekter, som implementerer Finansministeriets metode til energiområdet, anviser en beregningsmetode, hvor man når frem til et samlet økonomisk resultat, der indeholder alle væsentlige miljøkonsekvenser, herunder CO<sub>2</sub> emission.
- Energistyrelsens brændselsprisforudsætninger, som jævnligt opdateres.

Med udspillet fra Energistyrelsen og KL om strategisk energiplanlægning, vil varmforsyningsloven igen komme i centrum og med et pålæg om at se på samspillet med andre sektorer.

#### Varmeforsyningslovens formål

I de seneste er der kommet mere fokus på klima og CO<sub>2</sub> reduktion. Det har fået mange til at fokusere CO<sub>2</sub> reduktion frem for samfundsøkonomien. Derfor har Folketinget skærpet Varmeforsyningslovens formålsparagraf ved at tydeliggøre, at CO<sub>2</sub> emissionen er inkluderet i samfundsøkonomien, som er den overordnede målsætning. Det skete i lov nr. 622 af 11. juni 2010.

#### **Lov nr. 622 af 11.juni 2010 om ændring af lov om... §4 (citater)**

##### **2. § 1, stk. 1, affattes således:**

»Lovens formål er at fremme den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige, anvendelse af energi til bygningers opvarmning og forsyning med varmt vand og inden for disse rammer at formindske energiforsyningens afhængighed af fossile brændsler.«

Det godt, at kommunerne arbejder med målsætninger indenfor opvarmning, hvor der er relativt enkelt i forhold til eksempelvis trafik. Dog må man hele tiden holde sig for øje, at det primært gælder om at nå målet i samspil med resten af samfundet, i den rigtige takt og for de lavest mulige omkostninger for samfundet og forbrugerne. Mange lokalsamfund er eksempelvis allerede CO<sub>2</sub> neutrale på opvarmning i dag, medens andre først bør være det på et senere tidspunkt.

### **Om krav til kollektive varmforsyningsanlæg**

I henhold til varmforsyningsloven skal fjernvarmeselskaber, naturgasselskaber og andre energi-producenter inddrages i varmeplanlægningen og kommunalbestyrelsen kan pålægge selskaberne at arbejde udarbejde projekter mv.

Det betyder bl.a. at kollektive varmforsyningsanlæg, som er anlæg med en kapacitet over 0,25 MW (svarende til en blokvarmecentral med ca. 50 rækkehuse) ikke må ændre opvarmningsform eller gennemføre en totalrenovering uden, at det godkendes i henhold til projektbekendtgørelsen. Der er således gode grunde til at kommunerne vedligeholder kontakten med alle kollektive anlæg i kommunen, ikke mindst af hensyn til arbejdet med energibesparelser og varmeplanlægning.

#### **Lov nr. 622 af 11.juni 2010 om ændring af lov om... §4 (citater)**

**5. I § 2 indsættes efter stk. 1 som nyt stykke:**

»Stk. 2. Kollektive varmforsyningsanlæg som nævnt i stk. 1 omfatter ikke anlæg til produktion af opvarmet vand, damp eller gas, der har en varmekapacitet på under 0,25 MW, eller anlæg til fremføring af opvarmet vand, damp eller gas, hvor de produktionsanlæg, der leverer til anlægget, sammenlagt har en varmekapacitet på under 0,25 MW.«

Stk. 2-4 bliver herefter stk. 3-5.

### **Behov for helhedsplanlægning uden forhindringer**

Folketinget besluttede i 1979, at der skulle gøres en særlig indsats for at frigøre Danmark fra olien ved at igangsætte meget store anlægsinvesteringer, ikke mindst i kommunalt regi. Derfor nedsatte man en tværministeriel varmeplangruppe med det formål at sikre, at eventuelle hindringer ryddes af vejen og, at det sker på en samfundsøkonomisk fordelagtig måde.

Dette arbejde fungerede godt og banede vejen for en sammenhængende energisektor, som er et forbillede i EU indenfor strategisk miljøvurdering anvendt på opvarmningssektoren, specielt med hensyn til planlægning af fjernvarme- og naturgasinfrastruktur, kraftvarme og affaldsvarme. Desværre blev der ikke ved den lejlighed bygget bro mellem energi- og boligsektorerne, hvilket kan være en af årsagerne til, at byggelovgivningen i ikke er baseret på de samfundsøkonomiske hensyn.

I dag er vi i en tilsvarende situation. Der skal igen gøres en særlig indsats ved at gå skridtet videre og frigøre Danmark fra alle de fossile brændsler. Det bliver vanskeligere, da det omfatter alle sektorer og, da de fleste af de lette besparelser er gennemført. Derfor bliver der i endnu højere grad behov for at koordinere alle sektorer og sikre, at der gennemføres de mest samfundsøkonomiske tiltag for at undgå velfærdstab.

Vi foreslår derfor, at der nedsættes en Interministeriel Strategisk Energiplangruppe, der skal bistå Regeringen og Folketinget med at fremme afviklingen af de fossile brændsler på den mest samfundsøkonomisk og bæredygtige måde for samfundet og forbrugerne. Der bør som minimum være repræsentanter for:

- Klima- og Energiministeriet (ansvarlig)
- Finansministeriet (prioritering af samfundsøkonomi i sektorerne)
- Skatteministeriet (intelligente afgifter)
- Indenrigs- og Sundhedsministeriet (kommunernes låneadgang mv.)
- Økonomi- og Erhvervsministeriet (bygningreglementet mv.)
- Miljøministeriet (internalisering af miljøeffekter)
- Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (biomasseressourcer)

Arbejdsgruppen vil primært skulle virke for, at hjælpe kommunerne og kommunernes selskaber med at realisere den strategiske energiplanlægning, og der skal derfor etableres et formelt samarbejde mellem gruppen og KL.

### **Varmeforsyningsloven skulle beskytte forbrugerne**

Varmeforsyningsloven skulle beskytte forbrugerne mod urimeligt høje priser og sikre, at de har indflydelse på det naturlige monopol nettet. Desværre fokuseres der i administrationen ikke helt målrettet på forbrugernes interesser.

Man burde koncentrere sig om at kontrollere de private selskaber, der ikke ejes af hverken kommuner eller forbrugere og derfor ikke styres af forbrugernes egne politiske valgte repræsentanter

Energistyrelsen og Energitilsynet bør derfor stramme op om forvaltningen af varmforsyningsloven, så den i højere grad benytter den hjemmel der er med hensyn til prislofter, prisregulering, indflydelse og påbud til kollektive varmforsyningsanlæg.

### **Beregningsforudsætninger for samfundsøkonomi**

Metoden til samfundsøkonomisk vurdering af projekter i samfundets infrastruktur er et vigtigt redskab for Finansministeriet til at sikre, at samfundets ressourcer forvaltes mest rationelt, så vi opnår de langsigtede mål og bevarer størst mulig velfærd.

Det må være en særlig opgave for Finansministeriet at sikre, at disse regler bliver brugt i alle ministerier og virker efter hensigten. Desuden bør forudsætningerne snarest justeres, så de afspejler de langsigtede energipolitiske målsætninger, ligesom der er gode muligheder for at forenkle beregningerne, så de bliver mere anvendelige og forståelige for beslutningstagerne.

## **6.3.2 Lov om energibesparelser**

Lov nr. 516 af 21.12.2009 om ændring af lov om fremme af besparelser i energiforbruget, lov om statstilskud til produktrettede energibesparelser og lov om afgift af elektricitet og om ophævelse af lov om Elsparefonden udgør grundlaget for Center for Energibesparelse.

### ***Energispareloven***

»Loven skal fremme energibesparelser og energieffektivisering hos forbrugerne i overensstemmelse med klima- og miljømæssige hensyn og hensyn til forsyningssikkerhed og samfundsøkonomi.« ifølge §1 formål, og »Klima- og energiministeren varetager en samlet koordinering af energibesparelsesaktiviteter i forhold til alle samfundets sektorer og omfattende alle aktører og virkemidler. Koordineringen skal sikre, at indsatsen for at fremme energibesparelser er sammenhængende og effektiv, og at indsatsen bliver prioriteret i overensstemmelse med de formål, som er nævnt i § 1.«

Denne lov, som omfatter alle energiarter, er således helt i tråd med varmforsyningsloven og tankerne i den strategiske energiplanlægning, hvor der prioriteres ud fra samfundsøkonomiske kriterier og på tværs af sektorer.

## **6.3.3 Lov om kommunal fjernkøling**

I VE Direktivet optræder rumopvarmning, varmt brugsvand og køling sideordnet. Køling betragtes ikke som luksus, men en nødvendig for, at mange bygninger kan fungere. I meget erhvervsbyggeri i Danmark er der (uanset naturlig ventilation mv.) et behov for køling. Behovet for termisk komfort i byggeri omfatter således både varme og kulde.

Desuden kan der være en stor synergieffekt ved at løse opvarmning og køling samlet:

- Samme selskab kan levere fjernvarme og fjernkøling til en bygning, hvorved bygningsejeren kan spare mange interne installationer og en driftsorganisation
- Alternativt må etableres individuelle køleanlæg, som kombineres med individuel opvarmning, hvorved valg af kølealternativ vil påvirke valg af opvarmningsform

- I byudviklingsområder med erhvervsbyggeri hører fjernkøling med som en del af infrastrukturen ligesom spildevand, kollektiv transport og fjernvarme
- Fjernkøling kan fremme udnyttelsen af VE til køling, med frikøling (omgivelseskulde), med VE baserede absorptionsvarmepumper og med kompressorkølere, der udnytter "vindbaseret" el i lavlastperioder i samspil med kølelagre og absorptionskølere

Med lov og kommunal fjernkøling er taget et første skridt på vejen til at implementere hele VE Direktivet og inkludere køling. Det er imidlertid langt fra tilstrækkeligt. Køling bør sidestilles med varme og varmt brugsvand og eksempelvis inkluderes i varmforsyningsloven eller i en revideret lov om køleforsyning, der er helt analog til varmforsyningsloven:

- Formålet i lov om kommunal fjernkøling om at fremme energieffektiv køling af bygninger er ikke tydelig nok. Formålet bør være at fremme samfundsøkonomien ligesom i varmforsyningsloven.
- Kommuner bør have samme muligheder for at drive fjernkøling på vegne af forbrugerne, som man har på varmforsyningsområdet. Varme og køling bør kunne være indenfor samme selskab, men naturligvis med hvert sit hvile-i-sig-selv regnskab.
- Kommuner bør kunne stille lånegaranti for kommunale eller forbrugerejede selskaber til projekter for fjernkølingsanlæg. Det er med baggrund i, at køling (helt analogt til opvarmningen) er en aktivitet, der varetages på køleforbrugernes vegne og som en naturlig del af en moderne bys infrastruktur i tætte bydele med butikcentre og erhverv mv.
- Kommunerne bør have samme mulighed for at regulere projekter for køling, som man har for projekter for varme ud fra samfundsøkonomiske kriterier

#### 6.3.4 Bygningsreglementet

Bygningsreglementet og varmforsyningsloven er vigtige redskaber til at fremme en samfundsøkonomisk anvendelse af energien og ressourcerne, men det skaber forvirring.

Samfundsøkonomiske analyser og opstillinger af energibalancer i Varmeplan Danmark 2010 viser, at bygningsreglementet i typiske byområder ikke fremmer den samfundsøkonomisk bedste forsyning. Den centralt fastsatte bestemmelse i BR påfører samfundet ekstra omkostninger, den øger energiforbruget, den modarbejder varmforsyningsloven og EU direktiverne, og den modarbejder kommunernes lokale planlægning. Det bryder med dansk tradition om, at man samarbejder hen over matrikelgrænsen i lokalsamfundet. Det kan illustreres med følgende eksempel med 3 ens huse med **samme varme- og elbehov**.

BR10 virker på samme måde med faktor 1,0 på fjernvarme for et normalt BR10 hus og med en faktor på 0,8 på fjernvarmen til et lavenergiklasse2015 hus. Det er imidlertid ikke nok til at side stille fjernvarmen med individuelle anlæg.

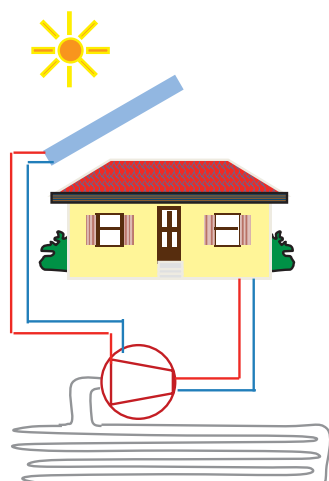
Det er nu muligt at betragte flere matrikler under ét, men kun hvis der ikke er fjernvarme. Det kan være en god løsning i områder uden fjernvarme, hvorimod bestemmelsen næppe vil fremme samfundsøkonomisk optimale løsninger, hvis der er mulighed for fjernvarme.

"BR-energirammeforbruget", som således ikke svarer til bygningens reelle energibehov kan reduceres på følgende måde:

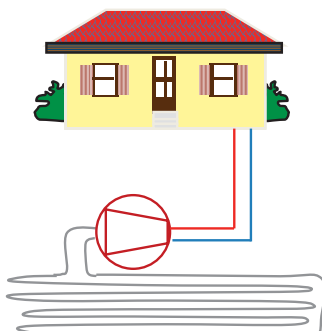
- Isolere mere, men det hjælper ikke meget, og er alt for dyrt. Selv en meter gir ikke meget.
- Skifte fjernvarmen ud med en varmepumpe på matriklen, som i eksemplet (normal praksis).
- Supplere med solvarme som i eksemplet.
- Supplere med solceller som i eksemplet.
- Supplere med en vindmølle på matriklen, hvilket er lidt billigere end solceller.
- Etablere en kælder, så arealet bliver større, hvorved "BR-energirammekravet" overholdes.
- Installere ekstra elforbrugende apparatur og personer, som øger tilskudsvarmen

Den efterfølgende figur og tabel illustrerer, at bygningsreglementet ikke reducerer bygningernes varmebehov, men derimod fremmer investering i energiproducerende anlæg på matriklen uden hensyntagen samfundsøkonomi.

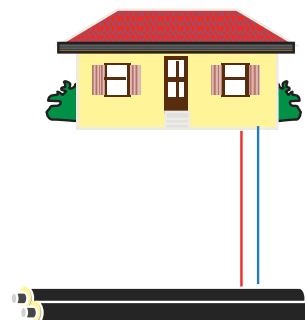
## Sol og varmepumpe



## Varmepumpe



## Fjernvarme



Figur 6-1 Tre ens huse med samme varmebehov, men i tre energiklasser

Varmebehov	7 MWh/år	7 MWh/år	7 MWh/år
Brændselsforbrug	0,57 MWh/MWh	0,71 MWh/MWh	0,50 MWh/MWh
Samfundsøkonomi	Meget dårlig	Dårlig	God
BR08	Klasse 1	Klasse 2	Normal
BR10	Lavenergiklasse2015	Normal (pil opad)	Normal

Tabel 6-1 Sammenligning af varmeforsyningslov og BR

### Et eksempel på hvordan BR virker mod hensigten:

- De 3 huse på figuren har samme klimaskærm og dermed samme varmebehov.
- Kommunen har i medfør af varmeforsyningsloven godkendt et projektforslag for fjernvarme, som her er det mest samfundsøkonomisk fordelagtige for alle 3 huse.
- Et fjerde hus længere væk bliver ikke godkendt, da en varmepumpe her er bedre.
- Der pålægges tilslutningspligt efter varmeforsyningsloven og kommuneplanloven
- Det første hus kan netop overholde det normale krav i BR08 og får fjernvarme
- Da det andet hus skal bygges, har kommunen krævet klasse 2.
- Det kan klares ikke med fjernvarme, som vægtes med faktor 1,0. Bygherren vælger derfor det billigste alternativ, hvilket er at installere en varmepumpe, som automatisk gør huset til klasse 2 hus ( $2,5/3,5=0,71 < 0,75$ ).
- Varmebehovet er uændret, investeringen er vokset og brændselsforbruget for samfundet er vokset, men alligevel er det en klasse bedre iht. BR
- Da det er et "lavenergihus", må kommunen dispensere fra tilslutningspligten
- Da det tredje hus skal bygges, har kommunen krævet klasse 1
- Det kan hverken klares med fjernvarme eller varmepumpe, så bygherren vælger at installere både varmepumpe og solvarme/solceller. Med 20 % solvarme kan faktoren på varmen blive  $0,8 \times 0,71 = 0,57$ , hvilket stort set er nok til at ændre huset til klasse 1
- I forhold til klasse 2 huset har man hverken ændret varmebehov eller elbehov, men man har lokaliseret et dyrt VE anlæg på bygningen
- BR10 viser det samme. Faktoren 0,8 på fjernvarmen er ikke sat lav nok
- Man kunne ændre fjernvarmehuset til lavenergiklasse2015 ved at installere 15 m<sup>2</sup> solceller eller en 1 kW vindmølle på matriklen, men det vil forringe samfundsøkonomien

Desuden er brændselsforbruget til det samlede elforbrug specielt i erhvervsbyggeri højere end brændselsforbruget til opvarmning.



Der føres ikke i henhold til BR kontrol med, om den teoretiske eftervisning af, om energirammen er overholdt, holder i praksis. Eksempelvis om de ret afgørende lokale anlæg på matriklen vedligeholdes og fortsat er i drift i årene efter ibrugtagning.

Anderledes er det med fjernvarmen. Her kan det kun gå fremad, da fjernvarmeselskabet ikke må ændre forsyningen uden, at kommunen godkender, at der er samfundsøkonomisk fordelagtigt.

Samtidig forlyder det, at lavenergiklasse2015 er skærpet med ca. 20 % i forhold til BR08 klasse 1 for at kompensere for, at energiforbruget stiger, når fjernvarmen får faktor 0,8. Det beror på en misforståelse, for varmepumper kan opnå en faktor på 0,7 og installeres i praksis i stedet for fjernvarme. Derfor stiger energiforbruget ikke som følge af en faktor 0,8 på fjernvarmen.

Det forlyder også, at faktoren på fjernvarmen er sat højt fordi det (af hensyn til "udkants-Danmark") ikke må være fordelagtigt at bygge i de store byer. Også det er en misforståelse, da man netop i "Udkantsdanmark" har brug for, at alle slutter op om lokalsamfundet.

I de tilfælde, hvor fjernvarme er den rigtige løsning for samfundet og lokalsamfundet, har kommunen, fjernvarmeselskabet og bygherren således følgende muligheder for at imødekomme bygningsreglementet uden unødige meromkostninger:

- At skærpe kravet til lavenergiklasse generelt og dispensere til mindstekravet, hvis forsyningen bliver fjernvarme med bedre samfundsøkonomi end den alternative individuelle løsning
- At supplere fjernvarmen med et standard solcellepanel eller med en lille vindmølle, således at BR-energirammen er overholdt med fjernvarme

Der er således behov for, at bygningsreglementet strammes op, ikke ved at sænke BR-energirammen, men ved at sikre, at det fremmer og understøtter de samfundsøkonomisk fordelagtige løsninger i samspil med kommunernes administration efter varmforsyningsloven.

Det er her interessant, at fjernvarme og varmepumper understøttes af samme tiltag. Det kunne eksempelvis ske ved:

- At bygningsreglementet stiller krav til bygningsdele ud fra samfundsøkonomiske kriterier, idet der regnes med, at fjernvarme og varmepumper har samme variabel produktionspris
- At bygningsreglementet kun stiller krav om en samlet øvre ramme for varmebehov, elbehov og kølebehov uden faktorer på produktion af energi (for at blokere for rene glashuse)
- At valg af energiforsyning med varme, el og køling skal ske i det projektforslag, som i forvejen skulle være lavet iht. varmforsyningsloven og behandlet af kommunen
- At vi således får samlet den kommunale sagsbehandling for energi, som hidtil ofte har sorteret under forskellige afdelinger
- At Energistyrelsen udarbejder en vejledning i strategisk energiplanlægning, for den planlægning og samfundsøkonomiske vurdering, der skal ligge til grund
- At bygningsreglementet også stiller krav til, at samlede bebyggelser skal udformes med et fælles vandbaseret opvarmningssystem med individuel temperaturregulering i hvert rum og med individuel afregning af al energi i hvert lejemål eller bolig
- At bygningsreglementet stiller krav om maksimal returløbstemperatur til det vandbårne system (eksempelvis 30 grader ved fremløbstemperatur 50 grader)
- At bygningsreglementet stiller krav om, at bygning og varmeanlæg skal have kapacitet nok til, at varmen kan afbrydes i 3 timer i det koldeste døgn (afbrydelige varmepumper)

## 6.4 Mål og midler i dansk energipolitik

Det er vigtigt, at man fastholder den overordnede målsætning og ikke ophøjer midler til selvstændige mål. Det kan let føre til suboptimering.

Den overordnede målsætning indenfor energiområdet kunne formuleres i to punkter:

- at fremme en samfundsøkonomisk anvendelse af energien, herunder miljøomkostninger
- at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler på lang sigt, inkl. forsyningsikkerhed

For at opfylde disse to målsætninger kan man fokusere på en række delmålsætninger og midler indenfor hvert område, eksempelvis:

- fremme VE
- fremme kraftvarme
- reducere brutto energiforbruget
- skærpe kravet til energirammen i bygningsreglementet
- fremme elbesparelser og varmebesparelser
- fremme fjernvarme
- fremme CO<sub>2</sub> neutral bygninger, bydele eller byer

De enkelte midler må imidlertid ikke modarbejde andre midler og de overordnede mål.

Hvert middel bør indordnes under den overordnede målsætning:

- kraftvarme bør kun udnyttes, når det er samfundsøkonomisk fordelagtigt
- BR10 bør udformes og administreres så det fremmer samfundsøkonomien
- fjernvarme bør kun udbygges, hvor det er samfundsøkonomisk fordelagtigt
- bygninger bør kun udformes som CO<sub>2</sub> neutrale, hvis det er samfundsøkonomisk fordelagtigt

Det er endvidere vigtigt at fokusere på helhedsbetragtninger, som omfatter hele det relevante område på nationalt, regionalt og lokale niveau. Enkle analyser viser eksempelvis, at alle bygninger, der er beliggende i et byområde, bør blive CO<sub>2</sub> neutrale på samme tid, da det næppe er fordelagtigt at afsnøre en bydel eller en bygning og afskære den fra byens kollektive transport og kollektive varmeforsyning mv. for at kunne gennemføre en lokal præstigeløsning. De energipolitiske tiltag må indpasses på det rigtige niveau i samfundet.

På regionalt niveau kan man se på økonomien for regionen som geografisk område med:

- Fjernvarmetransmission
- Kollektiv transport
- Affaldsplanlægning
- Udnyttelse af lokale biomasseressourcer
- Erhvervsudvikling

På kommuneniveau kan man se på økonomien for kommunen som geografisk område med:

- Fjernvarme
- Energibesparelser i alle bygninger
- Kollektiv transport
- Erhvervsudvikling
- Målsætning om CO<sub>2</sub> neutralitet på en rimelig måde og på et optimalt tidspunkt

På bydelsniveau kan man tilsvarende se på økonomien for:

- Fjernkøling
- Konvertering fra individuel opvarmning til fjernvarme
- Stille særlige krav til bygningernes varmanlæg mht. temperatur

På bygningsniveau kan man tilsvarende

- Tilslutte bygningen til den planlagte infrastruktur, herunder varme- og evt. køleforsyning
- Optimere energianlæg og klimaskærm i forhold til den aktuelle forsyning.

## 6.5 Myter i dansk energipolitik

Dansk energipolitik 1976 blev fulgt op af en række energipolitiske redegørelser, elforsyningsloven, varmforsyningsloven og naturgasforsyningsloven. Efterfølgende arbejdede man med varmeplanlægning, hvor der i samordningsgrupper mv. blev udvekslet erfaringer mellem aktørerne.

Siden 1990, hvor varmeplanlægningen blev decentraliseret har varmeplanlægningen og det tværgående arbejde på tværs af sektorerne været nedprioriteret. Mange kommuner har mistet den ekspertise, der var opbygget siden 1979, dels på grund af omprioritering i forvaltningen, dels fordi ekspertisen fulgte med over til kommunens forsyningsselskaber.

Varmeplanlægningen og energiplanlægning på tværs af sektorerne blev også nedprioriteret i Energistyrelsens energipolitiske redegørelser og beslutningsgrundlag til folketinget, og der har været for lidt kontakt på tværs forsyningssektoren og byggeriet.

Disse forhold har været medvirkende til forskellige energipolitiske tiltag og myter, som ikke altid har været begrundet i tværgående samfundsøkonomiske analyser.

Udsagn er blevet til myter, som kan blive til "sandheder", hvis de bliver gentaget mange gange. Varmeplan Danmark 2010 afliver en række myter med dokumentation i bilagsrapporten.

### **Myte: Det kan ikke svare sig at spare på varmen i kraftvarmeområder.**

Jo, det kan altid svare sig at spare på varmen, for det koster jo ikke noget at spare. Det kan også altid svare sig at isolere en uisoleret bygningsdel selv om der er billig kraftvarme. I kraftvarmeområderne bør man imidlertid lægge den langtidsmarginale varmepris til grund, og den er normalt noget højere end den korttidsvariable. Endvidere er der ikke væsentlig forskel på om bygningerne forsynes med fjernvarme eller individuelle varmepumper, da begge forsyningsformer har høje faste omkostninger og næsten samme variable omkostninger for forbrugeren og samfundet. Myten er nok opstået fordi elvarme og oliefyr har høje omkostninger og deraf følgende større besparelser ved isolering. I fremtidens opvarmningsformer er den variable pris derimod relativt lav og de faste omkostninger høje.

### **Myte: Fjernvarme blokerer for lavenergibyggeri**

Nej tværtimod, fjernvarme eller blokvarme er en forudsætning for, at nyt byggeri kan blive ægte lavenergibyggeri med det laveste forbrug af fossile brændsler og med den bedste samfundsøkonomi i planlagte nye bebyggelser. Myten er opstået, fordi bygningsreglementet har defineret lavenergihuse alene på grundlag af tiltag på matriklen.

### **Myte: Fjernvarme blokerer for energirenovering**

Nej tværtimod, første skridt i en fornuftig energirenovering af byggeri er at sikre, at bygningen har eller får den opvarmningsform, der er den mest samfundsøkonomisk fordelagtige på længere sigt. Dernæst gælder det om at energirenovere klimaskærm, varmeinstallationer og evt. køleinstallationer, så de er optimale set i forhold til opvarmningsformen. I de tilfælde hvor der planlægges fjernvarme, men hvor forsyningen ikke er klar endnu, kan bygherren gå i dialog med fjernvarmeselskabet om en midlertidig forsyning med fjernvarme og/eller fjernkøling. I øvrigt vil den optimale energirenovering mht. klimaskærm og varmeanlæg være stort set den samme uanset fremtidens opvarmningsform bliver fjernvarme eller individuelle varmepumper.

### **Myte: Hvis alle huse var "plusenergihuse", så behøvede vi ikke forsyningsnettet.**

Nej, huse kan ikke producere energi. Derimod kan man placere el- og varmeproducerende anlæg på bygningens matrikel, så nettoforbruget indenfor "BR-energirammen" bliver nul eller positivt. Det vil imidlertid som hovedregel være samfundsøkonomisk urentabelt, da det i byområder er fordelagtigt med fælles varmeproducerende anlæg, og da det altid fordelagtigt med fælles elproducerende anlæg frem for anlæg på bygningerne.

### **Myte: Det forlyder, at regeringen har besluttet faktor 1,0 på fjernvarme i BR10 for at tilgodese "Udkantsdanmark" i forhold til de store byer med fjernvarme.**

Hvis denne myte er sand, så virker bestemmelsen modsat. Der bygges under alle omstændigheder i de store byer af mange grunde, og man vælger varmepumper i stedet for fjernvarme, for at

overholde BR's krav. Forbrugerne i de store fjernvarmesystemer kan sagtens undvære de nye bebyggelser. Anderledes er det i "Udkantsdanmark". Her er det vigtigt for økonomien og sammenholdet i lokalsamfundet, at alle slutter op om de kollektive systemer. Det forhindret bygningsreglementets bestemmelse om, at man ikke skal samarbejde tværs over matrikelgrænsen.

**Myte: Barmarksværkerne skulle aldrig være bygget**

Der er nok nogen barmarksværker, som ikke skulle være bygget, hvis naturgas var eneste energikilde. De fleste barmarksværker er imidlertid en god investering for samfundet, i betragtning af, at de kan udnytte vedvarende energi og kraftvarme mere effektivt end individuelle anlæg. Investeringerne i fjernvarmeinfrastrukturen er endda mere rentabel end mange af de investeringer, der gennemføres i nyt byggeri for at spare energi. Problemet er særlig stort for de barmarksværker, der stadig er tvunget til at benytte naturgas som eneste brændsel, og hvor naturgaskedler producerer størstedelen af varmen, fordi naturgasmotoren ikke er konkurrencedygtig.

**Myte: Fjernvarmen skal være lavtemperatur for at forsyne lavenergibyggeri.**

Nej, det er omvendt. Lavenergibyggeri bør være lavtemperaturbyggeri med lav returtemperatur uanset om det skal forsynes med fjernvarme eller varmepumper. Den lave returtemperatur fra bygningerne gør automatisk fjernvarmen til lavtemperaturfjernvarme. Spørgsmålet om fremløbstemperaturen afhænger af de lokale forhold. Ved normal drift skal den være lavest muligt, men de koldeste dage kan den optimale fremløbstemperatur være højere, eksempelvis 80-90 grader.

**Myte: Fjernvarmenet med lav maksimal fremløbstemperatur sparer varmetab**

Nej, man får normalt det laveste varmetab på årsbasis, hvis nettet dimensioneres til en passende høj fremløbstemperatur, for eksempel 90 grader, frem for eksempelvis 70 grader og i øvrigt drives med lavest mulige fremløbstemperatur resten af året.

**Myte: Eldrevne varmepumper er vedvarende energi**

Nej, det er de ikke. Derimod sidestiller VE direktivet den omgivelsesvarme, som varmepumperne udnytter, med vedvarende energi, medens den tilførte elektricitet ikke er vedvarende. En varmepumpe med effektfaktor 3 leverer således nyttig lavtemperaturvarme, der består af 2 dele uanvendelig "vedvarende" omgivelsesvarme og 1 del elvarme. Da den marginale elproduktion til elvarme det meste af året stammer fra kulbaseret kondensproduktion af el med en virkningsgrad på ca. 40 % inkl. marginale nettab, svarer varmepumpen således til en kulkedel med en virkningsgrad på  $3 \times 0,4 = 120$

**Myte: Når vi får mere vind, kommer elvarme ind i varmen**

Nej, tværtimod. Meget vindenergi betyder, at der i højere grad bliver behov for elforbrugere, der kan tilpasse forbruget til vindens fluktuationer. Det kan elvarme ikke.

**Myte: Fjernvarme er kun rentabelt i områder med høj varmetæthed**

I forhold til individuelle naturgaskedler og elvarme, ja, men i forhold til varmepumper er fjernvarme normalt fordelagtig, selv i områder med meget lav varmetæthed. Det er specielt i områder, hvor bygningerne er lokaliseret hensigtsmæssigt.

**Myte: Fjernvarmens levetid er kun 20 år, medens klimaskærmens er 100 år - og derfor skal investeringer i klimaskærmen prioriteres højest.** Nej. Den økonomiske tidshorisont af energiinvesteringer er normalt 20 år, men levetiden af de investeringstunge fjernvarmekomponenter er på højde med den gennemsnitlige levetid af komponenter i klimaskærmen. I en ny by er fjernvarme og evt. fjernkøleinfrastrukturen lige så vigtig som klimaskærmen ud fra hensynet til en langsigtet bæredygtig udvikling

**Myte: Bygningsreglementet sikrer energieffektivitet frem i tiden, medens fjernvarmen er usikker - og derfor skal der være en høj faktor på fjernvarmen.**

Nej, tværtimod. Når byggeriet er godkendt, bliver der ikke fulgt op, hverken på reinvesteringer eller med systematiske målinger af varme- og elforbrug. Desuden er det ikke sikkert, at klimaskærmen holder hvad BE06 beregningerne lover. Anderledes er det med fjernvarmen. Her sikrer kommunen som varmeplanmyndighed at fjernvarmen forbedres.

## 6.6 Fjernvarmens rolle i dansk energipolitik

Der er et meget stort fokus på opvarmningssektoren, fordi den har fået en central rolle i energipolitikken med at frigøre os fra de fossile brændsler. Det stiller store krav til fjernvarmesektoren.

Derfor er det interessant at se på fjernvarmens stærke og svage sider.

### 6.6.1 Styrker

- Fjernvarmen er en forudsætning for at udnytte de fleste vedvarende energikilder på en effektiv måde og i stor skala, herunder solvarme, geotermi, fluktuerende vindenergi samt overskudsvarme og kraftvarme
- Fjernvarmen er en forudsætning for at lagre varmen i længere perioder uden større tab
- Fjernvarmen fremmer forsyningssikkerheden ved at kunne udnytte flere energikilder og ved at kunne lastfordele på kort sigt og omstille produktionen på mellemlang sigt
- Fjernvarmen er med storskalafordelen den mest samfundsøkonomisk fordelagtige forsyning i eksisterende og al ny planlagt bymæssig bebyggelse på længere sigt
- Fjernvarmen tjener forbrugernes interesser og ejes reelt af forbrugerne

### 6.6.2 Svagheder

- Fjernvarmen er svær at få øje på, da den hverken kan ses eller høres
- Ingen sælger fjernvarme som produkt, da der er tale om forbrugernes fælles indkøbscentral for opvarmning, som tjener de eksisterende forbrugeres interesser
- Fjernvarmen forudsætter en rimelig stabil og uafhængig planlægning på samfundsniveau
- Fjernvarmen forudsætter, at forbrugerne føler det kollektive fællesskab om at dele de fælles faste udgifter, som jo er synlige på varmeregningen i modsætning til de tilsvarende faste omkostninger til ekstra klimaskærm og produktionsanlæg på matriklen

### 6.6.3 Trusler

- Manglende samfundsplanlægning på tværs af sektorer, så andre sektorer modarbejder samfundsinteresser og dermed forbrugernes fælles interesser
- Salg til af fjernvarmen til private selskaber, der arbejder for at få en langsigtet profit
- Gennembrud indenfor kommerciel fusionsenergi, hvorved alle energi- og klimaproblemer er løst på længere sigt, og energi bliver meget billig - dog vil der stadig være brug for meget fjernvarme til at kompensere for, at elforbruget svinger medens den nye billige kapacitet er grundlast

### 6.6.4 Muligheder

- At forsyne mindst 70 % af varmemarkedet til fordel for forbrugerne og samfundet
- At bistå forbrugerne med drift af forbrugeranlæg
- At bistå forbrugerne med at reducere den samlede energiregning til investeringer i bygningen og til indkøb af energi til el-, varme- og køleydelser

### 6.6.5 Krav

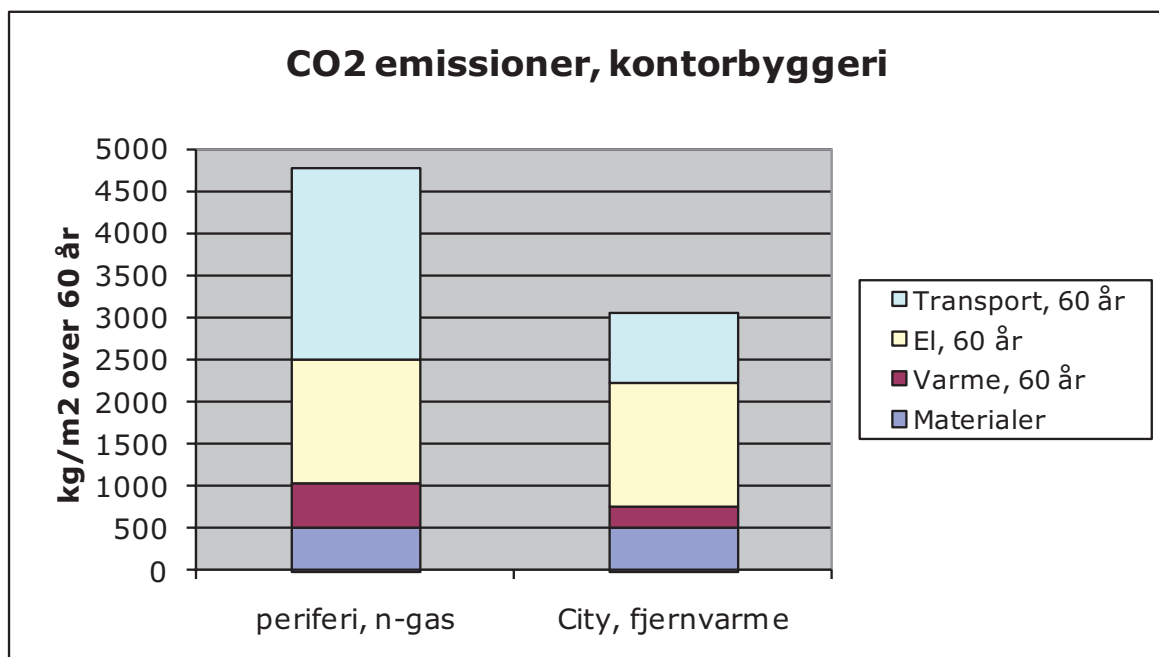
- Bidrage aktivt til den strategiske energiplanlægning på nationalt og kommunalt niveau
- Blive synlig i lokalsamfundet og over for folkevalgte politikere
- Bistå forbrugerne og kommende forbrugere aktivt med overgangsløsninger, drift og energibesparelser

## 7. EN BÆREDYGTIG UDVIKLING AF BYERNE

I fremtiden vil flere og flere bo i byerne, og byerne rummer på engang de største problemer og de største muligheder. Der er megen fokus på bæredygtig byudvikling. Netop i disse år har bæredygtig byudvikling indenfor energiområdet særlig interesse. Derfor ser vi i Varmeplan Danmark 2010 i dette kapitel på, hvordan kommunerne, forsyningsselskaberne og bygningsejerne i dag kan fremme en bæredygtig udvikling af energiområdet med fokus på nye bebyggelser. Vi benytter derfor i dette kapitel de officielle forudsætninger for samfundsøkonomisk vurdering af projekter indenfor energiområdet, som er udmeldt af Finansministeriet og Energistyrelsen. Vi ser på en ny bydel, et villaområde, en rækkehusbebyggelse og en enkelt bygning.

Det er interessant at se på forholdet mellem de energibehov, der afføder et forbrug af fossile brændsler. I diagrammet nedenfor er vist et eksempel, hvor vi ser på den samlede emission i en kontorbygningens forventede levetid på 60 år til materialer, varme, el og transport for medarbejderne til og fra arbejde.

Det ses, at emissionen fra transport og el langt overstiger emissionen fra varme og, at der er store besparelser at hente på transportområdet og varmområdet ved at lokalisere byggeriet centralt i forhold til kollektiv trafik og kollektiv fjernvarme frem for decentralt, hvor man kun har individuelle forsyningsanlæg og skal køre i bil til arbejde.



Figur 7-1 CO<sub>2</sub> emissionens afhængighed af beliggenhed

Den illustrerer, at Danmark er nået langt med opvarmning, da den lave emission fra varmen i byområder er et resultat af kommunernes varmeplanlægning i de seneste 30 år. Det ses, vi er nået langt med ny bebyggelse, men har et stort efterslæb på el og transport.

Det er tankevækkende, at der fortsat er megen opmærksomhed på, at CO<sub>2</sub> emissionen fra varmebehovet skal reduceres yderligere, selv om det ofte medfører et øget elforbrug og dermed en endnu højere CO<sub>2</sub> emission.

Det må dog bemærkes, at CO<sub>2</sub> emissionen, jf. afsnittet om varmforsyningsloven, ikke er en overordnet målsætning i planlægning, da CO<sub>2</sub> omkostningerne er inkluderet i samfundsøkonomien.

## 7.1 Hvad er bæredygtig byudvikling

Bæredygtig byudvikling er et komplekst emne. Der findes ikke noget entydigt mål, men der indgår følgende hovedaspekter:

- de miljømæssige forhold,
- de økonomiske ressourcer og
- de sociale aspekter

Set i lyset af den stigende fokus på klima, er klimaaspektet ofte blevet udskilt som en særlig delmængde af miljø og ressourcer, hvilket yderligere har bragt energien i fokus.

Energiområdet indgår i princippet i alle aspekterne, og energien særlig i fokus, da energien udgør en meget væsentlig del af klimaaspektet.

I modsætning til de fleste andre kvalitative parametre, kan energiens betydning kvantificeres i konkrete tal, nemlig de samfundsøkonomiske omkostninger i levetiden, hvori indgår den samfundsøkonomiske omkostning ved emissioner med CO<sub>2</sub> og andre skadelige stoffer. Man kan desuden forholde sig til, at man ved at fremme de samfundsøkonomisk bedste løsninger udviser social ansvarlighed i forhold til resten af samfundet.

Desuden kan man måle de valgte løsners indflydelse på lokalsamfundets økonomi og dermed få et mål for den sociale ansvarlighed på lokalt niveau.

Energiområdet indgår i en række sektorer med mere eller mindre vægt. Der er således energi involveret i

- Trafik
- Spildevandsforsyning
- Vandforsyning
- Affaldsforsyning
- Elforsyningen
- Varmeforsyningen
- Køleforsyningen

Desuden er bygningernes og beboernes forbrug af energi til opvarmning, køling og el vigtig.

I den planlægning af nye bygninger og bydele, har det været en selvfølge, at alle bygninger skulle være en del af hele byens infrastruktur for trafik og forsyning.

Først for nylig er køling kommet med som en mulig del af byens energiinfrastruktur – men naturligvis kun i områder med et passende behov for komfortkøling.

Et af delmålene med Varmeplan Danmark er at bistå kommunerne med at udforme myndighedskrav således, at byudviklingen som helhed bedst kommer til at leve op til den overordnede energipolitik på en fornuftig og bæredygtig måde.

## 7.2 En vision om den bæredygtige by

Der er mange visioner om bæredygtige byer. Kan man forene æstetik og bæredygtighed? Bæredygtighed og æstetik behøver ikke at være modsætninger, tværtimod. De bedste, mest funktionelle og bæredygtige løsninger har ofte den bedste æstetik.

I denne vision om den bæredygtige by smelter æstetik og bæredygtighed sammen.

### ***En vision om den bæredygtige by indenfor energi***

*I den bæredygtige by smelter gammelt og nyt byggeri sammen og danner rammen om bylivet.*

*Der er adgang til effektiv kollektiv trafik og gode forhold for gående og cykler.*

*Der satses på kvalitetsbyggeri med lang levetid. Arkitekterne får frie hænder til at udforme tunge bygningsdele af naturmaterialer og moderne vinduer, så de på en æstetisk måde bidrager med et godt indeklima, gode lysforhold og naturlig ventilation.*

*Der er ingen energiproducerende anlæg i de bydele, der er forbeholdt mennesker. De er ligesom spildevands- og affaldsanlæg mv. henlagt til mere egnede arealer. Der er ingen skorstene, solvarmepaneller, solceller, vindmøller, antenner, parabler eller støjende varme- og køleanlæg på byens tage. Ingen synlige tegn på energiinfrastrukturen - alt er under jorden. Bygningerne forsynes med el, fjernvarme og evt. fjernkøling, og de små ukomplicerede tekniske tilslutningsanlæg er gemt af vejen. I tætte bydele er infrastrukturen samlet i tunneller og interne rørføringer, så man begrænser gravarbejder i fremtiden.*

*Fra de nyttiggjorte tagterrasser ses røde og grønne tage, og man kan nyde udsigten i stilhed, da også den tunge trafik er gemt af vejen. I det fjerne vidner høje skorstene med hvid rød, snurrende vindmøller og et glimt fra en ellers godt gemt solmark om, at både el og varme produceres effektivt til byens energiinfrastruktur med fluktuerende vedvarende energi og overskudsvarme, som ellers ville være sendt ud til fuglene og fiskene.*

*Dog ses en enkelt høj skorsten i nabolaget, som vidner om lokal forsyningsikkerhed, ligesom solceller på visse bygninger har erstattet stål og glas til facadebeklædning og tagdækning, hvor det har passet ind i bydelens æstetik.*

*Man undgår spild af kvalitetsenergi, og der er fokus på at reducere elforbruget ved at fremme lavenergiapparater og ved at udnytte varmt brugsvand til vaske- og opvaskemaskiner.*

*Bydelens brændselsenergiforbrug til varme og varmt brugsvand er halveret og varmeplanlægningen sikrer, at lokalsamfundet udfaser de fossile brændsler på en fordelagtig måde.*

*Varmeforsyningsloven sikrer samtidig, at alle de økonomiske gevinster tilfalder varmekonsumenterne, der slutter op om den fælles forsyning. Det svære politiske problem er at afgrænse området, så det kun omfatter den forsyning, der er til fordel for helheden. På landet må man klare sig med decentrale løsninger.*



### 7.3 En ny bæredygtig bydel

Når der skal planlægges en helt ny bydel er der særlig fokus på bæredygtighed, fordi der her er muligheder for at udforme en helhedsplan, hvor der tages mange hensyn til bæredygtighed, herunder indenfor energiområdet. Det er interessant fordi det er relativt præcist at nå frem til det mest bæredygtige energiløsning ved hjælp af Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, som inkluderer alle betydende eksternaliteter indenfor miljø.

I Københavns kommune er Ørestaden, Carlsbergbyen i Valby og Nordhavn gode eksempler på bæredygtig byudvikling indenfor energiområdet, hvor man planlægger en infrastruktur med kollektiv transport og fjernvarme.

I Ørestaden nåede man ikke at få fjernkølingen med, på grund af manglende lovgivning. Hvis bydelen skulle udvikles i dag, ville det formentlig være med fjernkøling fra starten. I stedet må man vente til der er et større marked og de eksisterende anlæg skal udskiftes.

I Nordhavn og på Carlsberg er fjernkøling derimod med i overvejelserne til trods for, at lov om kommunal fjernkøling gør det vanskeligt.

Siden vi fik varmforsyningsloven har alle analyser peget på, at al ny bebyggelse i tættere bebyggelser og især i København bør have fjernvarme. Det er da også forudsat i Københavns Kommunes baggrundsrapport for at blive CO<sub>2</sub> neutral i 2025.

Der imidlertid opstået usikkerhed, om det fortsat er gældende, da bygningernes energibehov mindskes som følge af stramme krav i bygningsreglementet. Desuden har der været politisk interesse for, at man skulle gøre nye bydele CO<sub>2</sub> neutrale fra starten ved at etablere energiproducerende anlæg i bydelene.

Derfor har bl.a. Carlsberg undersøgt hvilke løsninger indenfor energiområdet, der fremmer en bæredygtig byudvikling for bydelen som helhed. Der er set på varmforsyningen og på elforsyningen. Hovedspørgsmålet er således, om Carlsberg skal isolere bydelen fra resten af byen eller, om man skal bakke op om den fælles forsyning og blive CO<sub>2</sub> neutral sammen med resten af Stor-københavn.

Analyserne viser med stor sikkerhed, at Carlsberg skal være en del af København - også på energisiden.

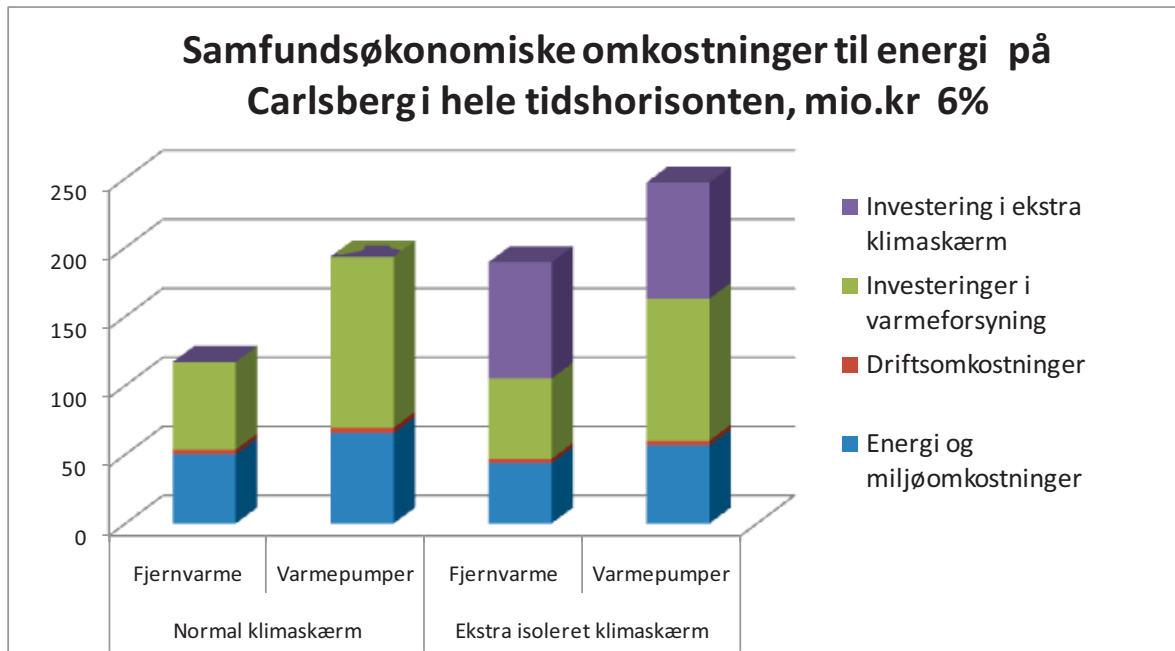
#### 7.3.1 Varmeforsyningen

Der er sammenlignet to alternativer på varmesiden:

- Fjernvarme, som er tilsluttet Københavns Energi og er en del af det storkøbenhavnske fjernvarmesystem
- Individuelle varmepumper, fortrinsvis med grundvandsboringer

For begge alternativer er forudsat enten normal klimaskærm, der opfylder mindstekravet eller ekstra isoleret klimaskærm.

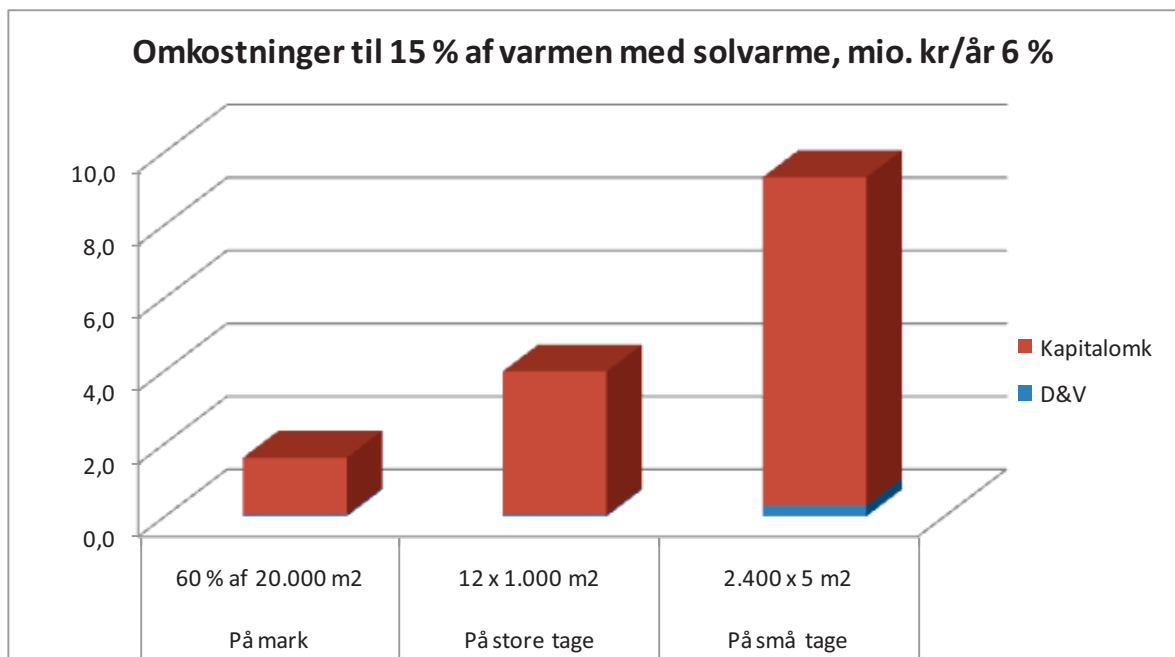
Beregningsen viser, at fjernvarme er langt den mest fordelagtige løsning og, at det ikke er fordelagtigt at forøge klimaskærmen.



Figur 7-2 Samfundsøkonomiske omkostninger til varme med 6 %

Resultatet bliver stort set det samme med 3 % i diskonteringsrente. Det skyldes, at begge alternativer er investeringstunge.

Når der etableres et sæsonlager i Storkøbenhavn, kan det blive aktuelt med solvarme, vil kunne udnyttes sammen med affaldsvarmen. Derfor belyses konsekvenserne af at etablere solvarme som kan producere 15 % af det fuldt udbyggede varmemarked på 3 forskellige måder.



Figur 7-3 Omkostninger ved forskellige alternativer for solvarme

Det ses, at det er langt mere fordelagtigt at tilslutte sig et fælles solvarmeanlæg frem for at etablere eventuelle individuelle anlæg. Desuden er kun det store fælles anlæg konkurrencedygtigt med kraftvarmeværkerne inkl. afgift.

Det er også interessant at se, hvordan bydelen bedst bidrager til økonomien for lokalsamfundet.

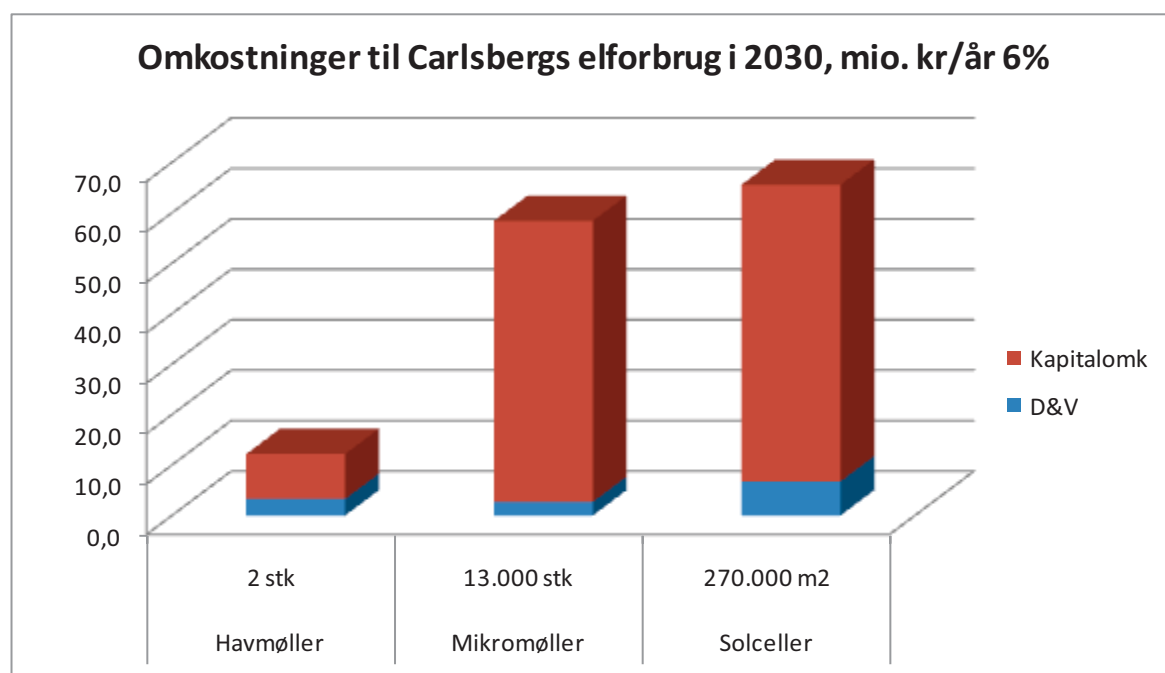
Sammenligning af alternativer Omkostninger i hele levetiden	Omkostninger ved fjernvarme	Omkostninger ved individuel	Fordel ved fjernvarme
6%	mio.kr	mio.kr	mio.kr
Samfundsøkonomi	117.057	193.368	76.311
Lokalsamfundet Storkøbenhavn	151.315	222.610	71.295
Carlsberg	167.897	222.610	54.713
KE, København	-12.335	0	12.335
CTR	-4.246	0	4.246

**Tabel 7-1 Samfunds og samlet økonomi for lokalsamfundet**

Det ses, at den samlede økonomiske gevinst for lokalsamfundet ved at vælge den kollektive løsning er ca. 70 mio.kr og, at denne gevinst ud fra en anslået prissætning også vil komme resten af Københavns varmemeforbrugere til gode. Den fælles løsningen er altså socialt ansvarlig både med hensyn til samfundet og det nære lokalsamfund.

### 7.3.2 Elforsyningen

Endelig er belyst omkostningerne for Carlsbergs elforbrugere ved at producere bydelens samlede årlige elforbrug ved fuld udbygning ved 3 forskellige alternativer, som har været fremme i debatten.



**Figur 7-4 Omkostninger til elforbruget med vedvarende energi**

Det ses, at der også her er meget store fordele ved den kollektive vedvarende energi for elforbrugerne. Samfundsøkonomien vil vise præcis samme relative forskel.

Det skal bemærkes, at der er forudsat en gunstig placering af alle disse anlæg og, at nogle solceller formentlig kan producere strøm uden meromkostninger, hvis de kan indpasses som en sydvendt facadebeklædning og erstatte en mindst lige så dyr beklædning.

### 7.3.3 Sammenfatning

De fælles løsninger er altså klart bedst både ud fra hensyn til samfundsøkonomiske ressourcer, miljø og social ansvarlighed.

Udfordringen for Carlsberg og Københavns Kommune bliver derfor at nå frem til en måde, så bygningsreglementets krav ikke påfører samfundet og lokalsamfundet København tab.

#### 7.4 Et nyt lokalplanområde med individuelle huse

De fleste nye boliger opføres i henhold til en lokalplan, hvor man sikrer, at områdets funktioner og infrastruktur lever op til de krav og målsætninger, der er gældende på området. Varmeforsyningen udgør en vigtig del af enhver bydels infrastruktur. Netop fordi områder planlægges i helheder, er der gode muligheder for at kommunen kan sikre, at bygningernes termiske komfort dækkes på den mest bæredygtige måde.

Opvarmningsformen skal fastlægges i henhold til varmforsyningsloven i et projektforslag, og lokalplanen kan bekræfte valget af opvarmningsform eller oplyse, at det fastlægges efterfølgende i et projekt iht. varmforsyningsloven. I dette afsnit ses på et typisk nyt boligområde med 180 enfamiliehuse, hvor man kan vælge mellem fjernvarme og individuelle varmepumper med individuel solvarme. Desuden kan man vælge mellem normal og ekstra isoleret klimaskærm.

Eksemplet er baseret på et projektforslag for et område i Odense, hvor Fjernvarme Fyn har undersøgt, om det er fordelagtigt for samfundet, lokalsamfundet og brugeren at forsyne området med fjernvarme i stedet for individuelle varmepumper. Analysen er nærmere belyst i bilaget.



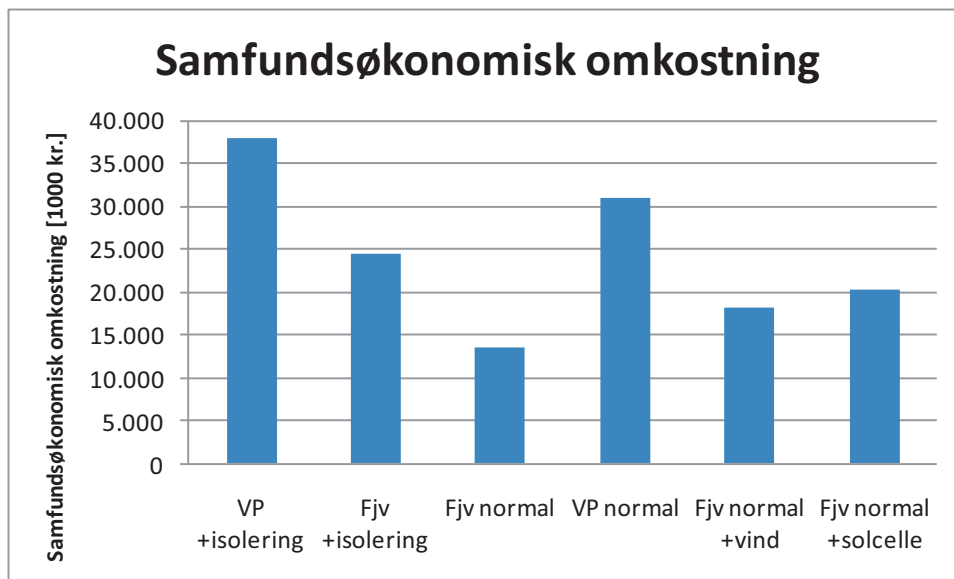
**Figur 7-5 Placering af 180 nye boliger**

Eksemplet er interessant fordi det er generelt for mange områder i Danmark og fordi det viser, at bygningsreglementets energiklasser virker modsat varmforsyningslovens krav om samfundsøkonomi. Der er derfor behov for, at kommunen differentierer krav iht. bygningsreglementet, så energirammekravet kommer til at fremme den mest samfundsøkonomisk fordelagtige og dermed også bæredygtige udformning af udstykningen. Alternativt at man dispenserer fra bygningsreglementet eller anvender utraditionelle metoder indenfor bygningsreglementets rammer.

### 7.4.1 Samfundsøkonomisk vurdering af opvarmningen

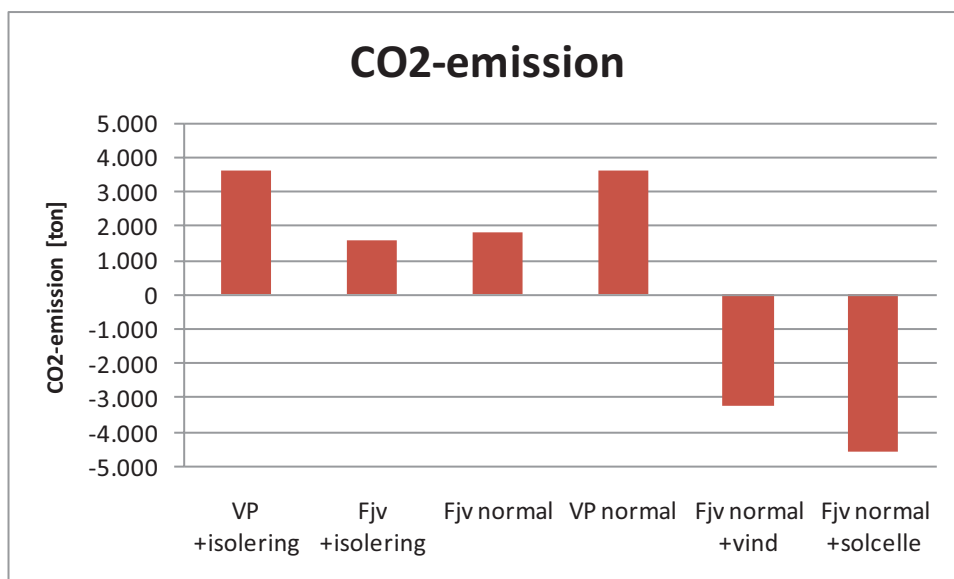
Den samfundsøkonomiske analyse er udført som en udvidet samfundsøkonomisk analyse, hvor merinvesteringer i klimaskærm i ekstra isolering for at opnå Lavenergi2015 er medtaget, således at der ses på helheden i samspillet mellem bygninger og forsyning for at opnå det samfundsøkonomisk mest optimale energimæssige udformning af boligerne. Det sker med baggrund i, at bygningerne er en del af samfundet og, at Finansministeriets og Energistyrelsens metode og forudsætninger for samfundsøkonomisk vurdering af projekter indenfor energiområdet også omfatter investeringer indenfor klimaskærmen.

Figuren nedenfor viser, at fjernvarmealternativet med normal klimaskærm har de laveste samfundsøkonomiske omkostninger.



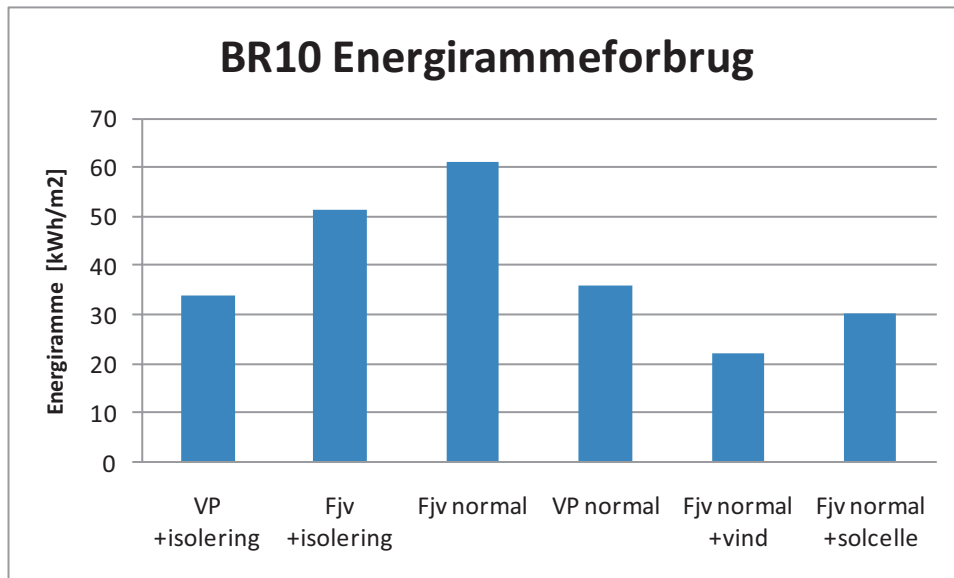
Figur 7-6 Samfundsøkonomiske omkostninger i alternativerne.

Figuren nedenfor viser den ækvivalente CO<sub>2</sub>-emission over 20 år for de seks alternativer. Det ses, at fjernvarmen har laveste CO<sub>2</sub>-emissioner, bl.a. fordi det er mere effektivt at undlade at udlede overskudsvarme fra elproduktion til naturen, end det er at få den ind med en varmepumpe.



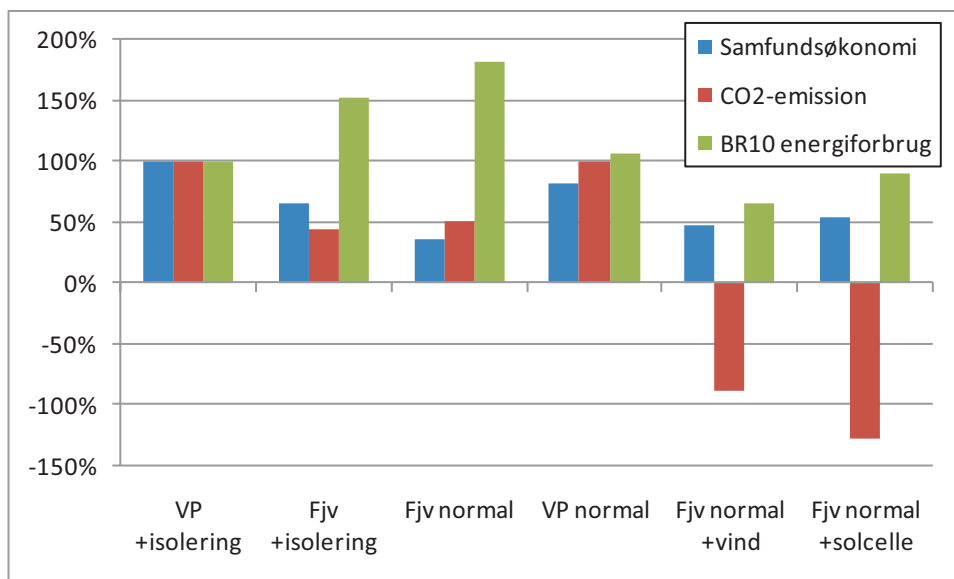
Figur 7-7 CO<sub>2</sub>-emission over 20 år for de seks alternativer.

Den følgende figur viser bygningernes "energirammebrug" som det er defineret i bygningsreglementets energirammeberegning.



Figur 7-8 BR10 energirammeforbrug.

Det ses, at bygningsreglementets klassificering af energi i form af "BR10 Energirammeforbrug" ikke er egnet til at prioritere valg af opvarmningsform, da det hverken afspejler samfundsøkonomi eller CO<sub>2</sub> emission. Man skal faktisk prioritere modsat i dette tilfælde.



Figur 7-9 Relativ sammenligning af alternativer

Den relative sammenligning omfatter samfundsøkonomisk omkostning, CO<sub>2</sub>-emission og BR10 energirammeforbrug ved de fire alternativer.

#### 7.4.2 Økonomi for brugerne og kommunen som geografisk område

Der er ligeledes udarbejdet en vurdering af økonomien for lokalsamfundet, det vil sige økonomien for selskabet (de eksisterende forbrugere) og de nye brugere, men kun for de 4 første alternativer. Økonomien er belyst ved at beregne nutidsværdien over 20 år med en kalkulationsrente på 3 % svarende til markedsrenten minus inflation.

Det ses, at alternativet med fjernvarme og normal klimaskærm er det bedste for lokalsamfundet.

Lokalsamfundets omkostninger	Varmepump +isolering	Fjernvarme +isolering	Fjernvarme normal isol.	Varmepump normal isol.
Nutidsværdi, 2010-priser ekskl. moms	1000 kr.	1000 kr.	1000 kr.	1000 kr.
<b>Nuværdiomkostning</b>	<b>36.392</b>	<b>25.142</b>	<b>18.332</b>	<b>31.305</b>
<b>Relativ gevinst</b>		<b>11.250</b>	<b>18.060</b>	<b>5.087</b>

**Tabel 7-2 Samlet økonomi for lokalsamfund som nutidsværdi**

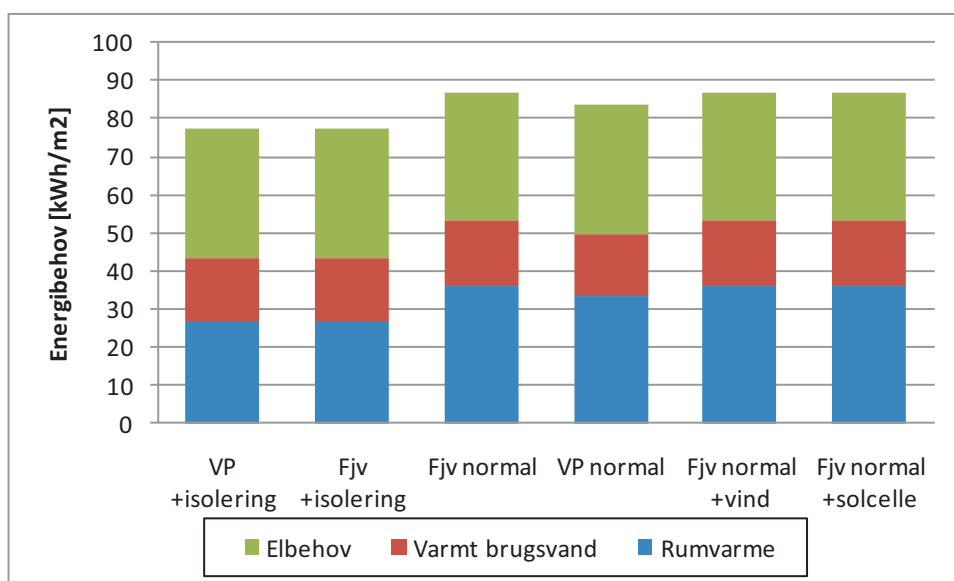
I forhold til at vælge løsningen med det laveste "BR10energirammeforbrug", (alternativ 1) kan man således spare rundt regnet:

- 5 mio.kr ved ikke at isolere unødigt og yderligere
- 13 mio.kr ved at vælge fjernvarme frem for individuel varmepumpe og solvarme

Der er i alt 18 mio.kr svarende til ca. 100.000 kr. pr hus ved at vælge den bedste løsning.

### 7.4.3 Samlet slutforbrugerenergibehov

I figuren nedenfor er vist det samlede slutforbrugerbehov til opvarmning, varmt brugsvand og el i de belyste alternativet. Lokal produktion af el indgår ikke. Det ses, elbehovet betyder mere end opvarmning, hvilket yderligere forstærkes, når man ser på det samlede brændselsforbrug, som er flere gange større til el end til varme.



**Figur 7-10 Samlet behov for rumvarme, varmt brugsvand og el**

### 7.4.4 Samlet vurdering

Der er således god overensstemmelse mellem resultatet af den samfundsøkonomiske og den brugerøkonomiske vurdering.

Paradoksalt nok er kommunens hjemmel til at påbyde tilslutningspligt sat ud af kraft for lavenergi-huse, og der ikke kan dispenseres fra de centralt fastsatte definitioner i bygningsreglementet. Det efterlader kommunen i en fastlåst situation, som kræver politisk handling.

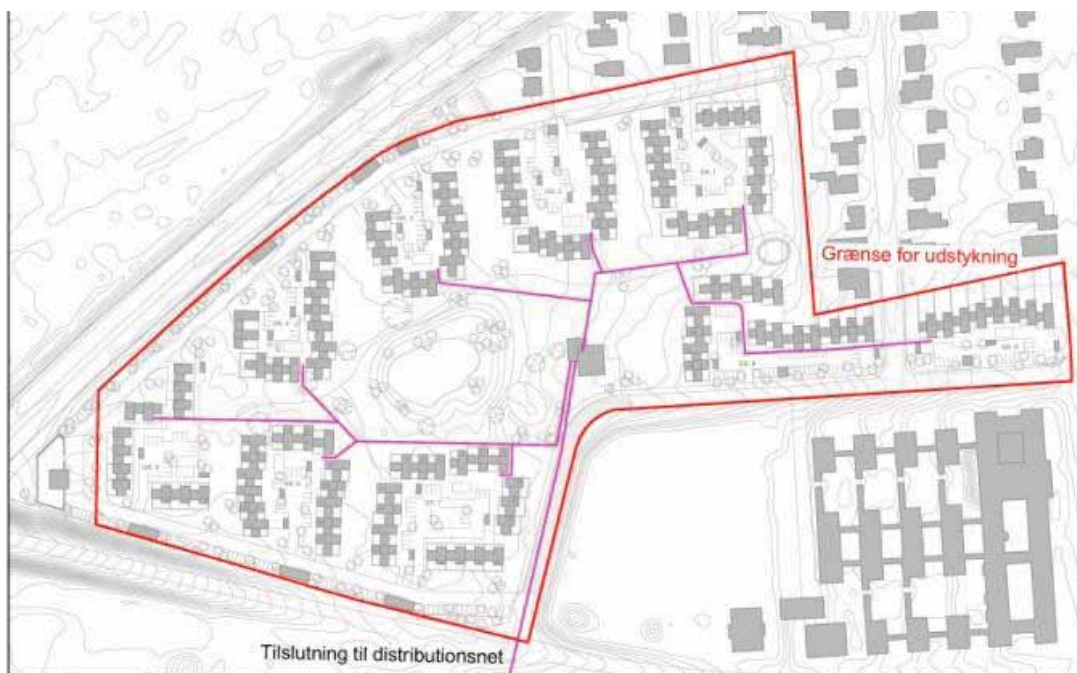
Kommunen har brug for en mulighed for at kunne dispensere fra bygningsreglementets centralt fastsatte regler, så man kan følge varmeforsyningslovens bestemmelser, der tager hensyn til de lokale forhold.

## 7.5 Et nyt lokalplanområde med rækkehuse

Der etableres ofte en samlet bebyggelse, som skal ejes og drives af samme selskab, typisk et boligselskab. Vi har haft en god tradition for, at sådanne blokbebyggelser udformes med et fælles blokvarmenet og en fælles forsyning.

I dette eksempel ses på en blokbebyggelse, der skal etableres og ejes af et boligselskab i et område, de grænser op til en del af det Storkøbenhavnske fjernvarmenet. Derfor er fjernvarme en mulighed, men uden fjernvarme ville det interessant med blokvarme.

Området fremgår af figuren nedenfor, hvor der er vist et forslag til fælles forsyning fra fælleshuset samt en stikledning fra en fjernvarmeforsynet bebyggelse umiddelbart syd for området.



**Figur 7-11 Nyt lokalplanområde med blokvarmebebyggelse**

Dette eksempel er interessant fordi denne form for bebyggelse er meget typisk for nye udstykninger med enfamiliehuse i tæt bebyggede områder.

Området er særlig interessant med hensyn til varmepumper, da der er plads til jordslanger i de grønne områder og, da forsyningen kan etableres på 4 forskellige måder:

- En varmepumpe pr rækkehus
- En varmepumpe pr blok
- En varmepumpe pr klynge eller
- Én varmepumpe i fælleshuset evt. suppleret med fælles solvarme og et lager.

I analysen sammenlignes bedste fjernvarmealternativ med bedste varmepumpealternativ:

### Varmpumpealternativ:

- Der etableres en varmepumpe med en lille tank og automatik pr. blok, i alt 30 stk. De placeres i et udvendigt skab på hver blok, og der etableres interne ledninger til hver bolig, en til gulvvarmen, en til en varmtvandsbeholder. Der installeres målere på varmen, men ikke på brugsvand. Der skal etableres 124 varmtvandsbeholdere og 14,8 km jordslanger.

### Fjernvarmealternativ:

- Der etableres en stikledning til fælleshuset, hvor der etableres veksler eller tryk- og temperaturreduktion. Herfra føres et ledningsnet som vist på figuren til hver klynge. I hver klynge



sløjfes nettet rundt til alle boligerne, som tilsluttes med et udvendigt skab. Der etableres ca. 2 km fjernvarmerørledninger og 124 stk. kundeinstallationer.

Anlægsoverslaget for de to løsninger er samordnet, så de er sammenlignelige. Der er to organisatoriske modeller for fjernvarmeløsningen:

- **Indirekte kundeforhold.** Der etableres en måler i fælleshuset hvorfra boligselskabet anlægger, ejer og driver det interne net og afregner varme med hver bolig. Dette svarer til normal praksis i etageboliger og i ældre blokvarmebebyggelser.
- **Direkte kundeforhold.** Fjernvarmeselskabet etablerer tilslutningsanlæg i fælleshuset og står for distribution frem til hver bolig, hvor der afregnes med hver bolig. Boligselskabet betaler et byggemodningsbidrag, som svarer til ledningsanlæg, installationsarbejde og målere.

I analysen er valgt den sidste model. Det har den fordel for boligselskabet, at der ikke skal udarbejdes varmeregnskab og, at der er klare organisatoriske grænser.

Den samfundsøkonomiske analyse er udført på grundlag af Energistyrelsens forudsætninger, idet der er beregnet de marginale omkostninger ved at forsyne flere kunder fra det eksisterende fjernvarmesystem, som har en restlevetid, der langt overstiger planlægningsperioden.

Samfundsøk. nuværdi af omk. i beregningspriser		
<b>Varmepumper</b>		
Energi	1.693.713	kr
Investering	7.758.059	kr
Scrapværdi	-711.929	kr
Drift	4.301.929	kr
<b>I alt</b>	<b>13.041.772</b>	<b>kr</b>
<b>Fjernvarme</b>		
Energi	1.433.443	kr
Investering	6.621.170	kr
Scrapværdi	-853.202	kr
Drift	2.076.313	kr
<b>I alt</b>	<b>9.277.725</b>	<b>kr</b>
<b>Samfundsøkonomisk fordel fjernvarme</b>	<b>3.764.048</b>	<b>kr</b>

**Tabel 7-3 Samfundsøkonomi med fjernvarme eller varmpumper**

I den efterfølgende tabel er vist selskabsøkonomien med de aktuelle priser på el og varme og med en diskonteringsrente på 4 %. Her fås en samlet gevinst som nutidsværdi for lokalsamfundet **på 3,8 mio.kr.** Den kan eksempelvis fordeles nogenlunde ligeligt mellem de nye kunder og de eksisterende kunder i fjernvarmeselskabet.

Det ses, at man når frem til stort set samme resultat som i samfundsøkonomien. Der er en fælles gevinst på ca. 3,8 mio.kr. som kan deles mellem de beboere i området og de øvrige varmekonsumenter i kommunen. Løsningen er således indlysende, men der er to udfordringer:

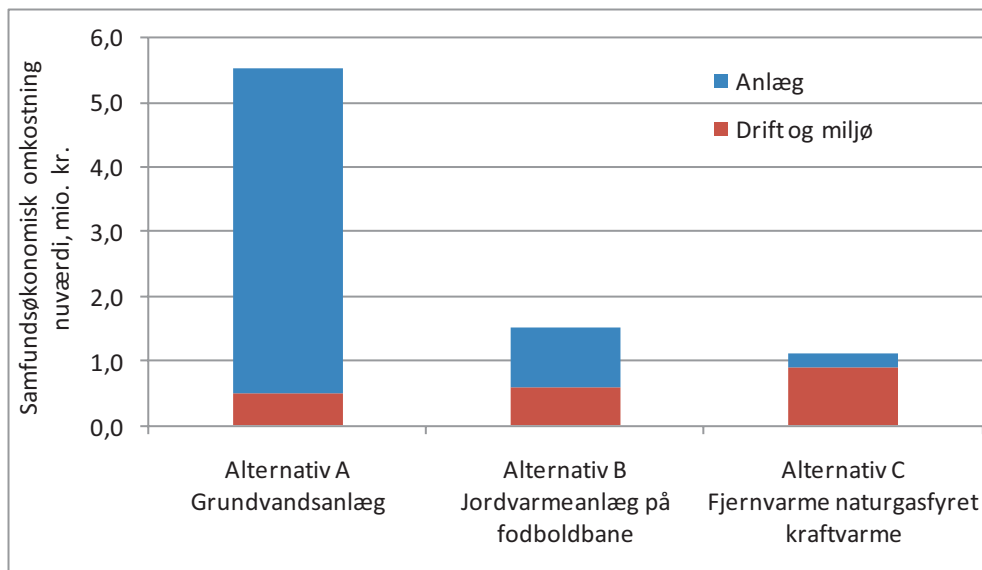
- Kommunen må (som i det foregående eksempel) tage afstand fra bygningsreglementets centralt fastsatte regler og beslutte ud fra varmekonsumens krav om, at kommunen skal fremme samfundsøkonomi, som i øvrigt tilgodeser ønsket om at mindske omkostningerne indenfor kommunen som geografisk område.
- Fjernvarmeselskabet og boligselskabet skal nå frem til en aftale, som er til fordel for begge parter, både i anlægsfasen og i den langsigtede analyse, herunder se på synergien i at koordinere anlægsaktiviteterne.

## 7.6 Et nyt byggeri i tæt bebyggelse

I et område med tæt bebyggelse skal etableres en institution, og byggeriet skal udlægges til lavenergiklasse 1 efter BR08. Det årlige varmebehov er ca. 500 MWh med en normal velisoleret klimaskærm.

Der er endnu ikke fjernvarme i området, men ifølge arbejdet med varmeplanlægningen kan det blive aktuelt med fjernvarme i løbet af et par år. Fjernvarmen er baseret på affaldskraftvarme og naturgasfyret kraftvarme.

Indtil fjernvarmen er etableret i området kunne man starte udbygningen ved at tilslutte den nye bebyggelse til en stor naturgasfyret varmecentral på nabogrunden.



Figur 7-12 Samfundsøkonomisk vurdering af nyt byggeri i tæt bebyggelse

Da byggeriet skal være lavenergibyggeri fokuseres i første omgang på en varmepumpeløsning med solceller, som automatisk gør byggeriet to lavenergiklasser bedre end en kedelcentral eller fjernvarme.

Der er umiddelbart gunstige muligheder for at etablere jordvarme på en fodboldbane på nabogrunden, men det kniber med at få tilladelse. Derfor undersøges et alternativ med et grundvandsanlæg.

En ligeværdig beregning (med samme klimaskærm og med samme areal solceller) viser med Energistyrelsens forudsætninger, at fjernvarmealternativet er bedre end varmepumpealternativet med jordvarme og markant bedre end grundvandsvarmen.

Kommunen kommer dermed i et dilemma, da fjernvarme suppleret med solceller kun opfylder klasse 2 kravet. For at sikre, at varmeforsyningslovens krav om samfundsøkonomi overholdes, kunne kommunen derfor vælge at omformulere sin beslutning som følger:

- Kommunen kræver lavenergiklasse 1 eller tilsvarende
- Kommunen dispenserer derfor fra eget krav om klasse 1 og acceptere klasse 2 med fjernvarme, da det giver den bedste samfundsøkonomi.
- Kommunen overvejer også at dispensere fra klasse 2 kravet med fjernvarme, da solceller medfører et betydeligt samfundsøkonomisk tab, ligesom de almenyttige midler, der skal finansiere byggeriet og solcellerne, nok kunne bruges bedre.

## 7.7 Et byggeri i åbent land

I en mindre by i udkanten af Danmark har man en god energiinfrastruktur. Der er en station med gode forbindelser, og der er et fjernvarmenet i hele byen baseret på overskudsvarme og en halmkedel. Man savner imidlertid flere arbejdspladser og ny bebyggelse, som kan forbedre grundlaget for de kollektive anlæg og bl.a. bidrage til at reducere varmeudgiften for varmekorbrugerne i byen.

En stor statsinstitution flytter til byen.

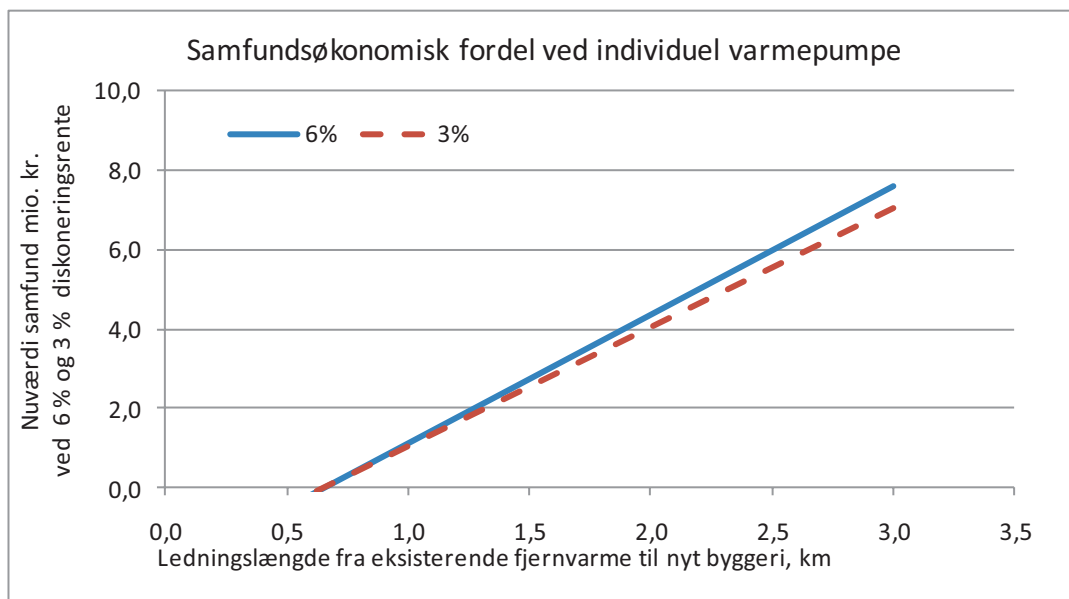
Varmebehovet er 2.500 MWh og byggeriet skal udformes som BR08 energiklasse 2, svarende til normal energiklasse efter BR10.

Byggeriet kunne ikke placeres tæt ved byen, så man valgte at placere det ved motorvejen 3 km væk - uden for gåafstand og fjernvarmeafstand. Der blev således ikke taget hensyn til de energimæssige og samfundsøkonomiske forhold ved lokaliseringen.

Med denne lokalisering langt fra byen er en varmepumpeløsning langt bedre, ikke mindst fordi der er plads nok til jordslanger.

Hvis byggeriet derimod kunne placeres indenfor mindre end den halve afstand, ville fjernvarmeløsningen være bedst.

Hvis det var muligt at reducere afstanden til højst en kilometer ville det være i gåafstand fra stationen, og der ville være en god gevinst at dele mellem bygningssejeren og resten af lokalsamfundet.



Figur 7-13 Sammenligning af varmepumpe med fjernvarme

## 7.8 Bæredygtigt byggeri

### 7.8.1 Hvad er bæredygtigt byggeri?

Det er meget fokus på bæredygtigt byggeri, og det omfatter mange aspekter af byggeriet med henblik på at sikre, at byggeriet indenfor en tidshorisont på hundrede år eller mere bidrager positivt til samfundets kommende generationer på en bæredygtig måde.

Her indgår mange parametre, herunder økonomiske ressourcer, ressourceforbrug til materialer, levetid, brændselsenergiforbrug, miljøbelastning, genanvendelse, indeklimaet samt byggeriets bidrag til lokalsamfundet og det sociale miljø.

De energimæssige forhold i bygningen udgør kun en del af problemkomplekset, som vist i afsnittet om bæredygtig byudvikling indgå i en samfundsøkonomisk vurdering. Til gengæld kan man sammenligne energiløsninger med hensyn til bæredygtighed. Eksemplerne i Varmeplan Danmark viser, at det samfundsøkonomiske resultat, som inkluderer miljøbidrag, og bidraget til lokalsamfundets økonomi er gode indikatorer, medens bygningsreglements energiklasser ikke er egnede med den nuværende definition af energirammen ikke er egnede.

### 7.8.2 Eksempel på bæredygtigt byggeri indenfor energi



**Figur 7-14 Kolding Åpark, et eksempel på bæredygtigt kontorbyggeri**

Kontorhuset Kolding Åpark 1, som er bygget i 2007/2008 er et godt eksempel.

- Byggeriet er lokaliseret i gåafstand fra stationen
- Byggeriet er tilsluttet TREFORS fjernvarmenet, som er en del af TVIS systemet
- Byggeriet køles med direkte køling af koldt åvand (koldt pga. meget grundvand)
- Dernæst er energiinstallationerne udformet optimalt, så man fremmer lavtemperatur opvarmning og lav returtemperatur med gulvvarme samt højtemperatur køling med gulvkøling i de samme gulvslanger. Gulvvarme/gulvkøling og ventilations flader supplerer hinanden
- Der er ingen lokal produktion af energi i bygningen, hverken varme, el eller køling

Man har således valgt at fastlægge husets bæredygtighedsprofil uden "symboler" og i stedet koncentreret sig om det, der reelt har størst miljømæssig betydning. Det er først og fremmest lykkedes ved at afholde sig fra at dimensionere ud fra en formel klassificering efter bygningsreglementet eller nogle af de internationale certificeringssystemer for bæredygtigt byggeri.

En samfundsøkonomisk og simpel energimæssig betragtning viste eksempelvis, at der er vigtigere at spare på det totale elforbrug end at opnå en klassificering, som vil øge elforbruget.

Tilslutningen til den kollektive forsyning og fravalg af egne installationer har betydet, at arealer til teknikrum er reduceret til et minimum, således at bygningen bliver mere effektiv.

I løbet af første driftsår er driften af ventilationsanlæg og gulvvarmeanlæg optimeret for at skabe en tilfredsstillende komfort sommer og vinter og køleinstallationen skal forstærkes for at tage højde for, at åvandets temperatur i nogle varme spidsbelastningsperioder er højere end normalt

#### Data og noter fra det grønne regnskab 2009 for Kolding Åpark 1.

Bygningsareal:	5.000 m <sup>2</sup> fordelt på 6 lejemål
Samlet elforbrug:	265 MWh/år, svarende til 53 kWh/m <sup>2</sup> /år
Samlet varmemeforbrug:	181 MWh/år, svarende til 36 kWh/m <sup>2</sup> /år
CO <sub>2</sub> fra el	24 kg/m <sup>2</sup> /år, heraf ca. 1 kg/m <sup>2</sup> /år til kølecirkulation
CO <sub>2</sub> fra varme og brugsvand	2 kg/m <sup>2</sup> /år
CO <sub>2</sub> fra køling	0 kg/m <sup>2</sup> /år

Når bygningens nøgletal benchmarkes mod andre kontorlejemål skal følgende bemærkes:

- Alle de ovenstående tal er baseret på faktiske målinger, hvor alt el og varme forbrug er medtaget, også fælles forbrug, udearealer og køkken, også det som ikke indgår i BR06
- Der ikke er "energimæssigt gratis" arealer, som bidrager til at holde forbruget nede. Bygningen har ingen kældere. Kælderarealer bidrager til at holde forbruget pr. kvm. lavt, men reducerer ikke det samlede forbrug pr. f.eks. arbejdsplads.
- Forbruget er ikke "pyntet" med lokal urentabel el-produktion. Lejerne har i stedet besluttet at købe grøn el, hvilket bidrager til en økonomisk og miljømæssig meget mere hensigtsmæssig grøn el-produktion i store centrale enheder.
- Varmeforbruget er så lavt og områdets produktion af fjernvarme så miljømæssigt optimal, at det ikke giver mening at etablere/drive lokal varmeproduktion med hverken solfangere eller jordvarme. Selv et meget begrænset elforbrug til sådanne installationer ville betyde, at bygningens samlede samfundsøkonomiske omkostninger og CO<sub>2</sub>-udledning stiger. Også for brugerne vil sådanne installationer være men dårlig forretning i dette byggeri.
- Ved sammenligning af elforbrug for de 6 lejemål har man motiveret lejerne med det markant højeste forbrug til at installere samme belysning som de øvrige lejemål.

Eksemplet indikerer, at der er behov for et dansk inspireret certificeringssystem for bæredygtigt byggeri, som tager hensyn til:

- Om byggeriet er indpasset og lokaliseret godt i forhold til det omkringliggende samfund.
- Om det udnytter de lokale muligheder og bidrager til lokalsamfundet og
- Om det er optimeret ud fra samfundsøkonomiske kriterier.

Derved kan Danmark få et forspring i forhold til øvrige lande, der først nu er ved at implementere varmeplanlægning som led i implementeringen af VE direktivet.

## 7.9 Bæredygtige løsninger udenfor de kollektivt forsynede områder

Et af de vigtigste resultater af varmeplanlægningen er at fastslå, hvor der ikke skal være kollektiv forsyning med fjernvarme eller naturgas. Det er vigtigt, at den samfundsøkonomiske analyse ser på de langsigtede marginalomkostninger for at forsyne de "yderste ender".

De samfundsøkonomiske analyser i Varmeplan Danmark for grænsen mellem fjernvarme og individuel forsyning i de foregående kapitler giver i tilgift det resultat, at individuelle varmepumper, evt. suppleret med individuel solvarme og et varmelager er fremtidens opvarmningsform på det åbne land. Her er der tilmed plads til at etablere jordslanger.

Fremtidens bygninger uden for de områder, der kan forsynes med fjernvarme, kan med hensyn til opvarmning og køling således udformes efter præcis de samme principper som bygninger i fjernvarmeområder. Det skyldes, at varmepumper og individuel solvarme stiller samme krav som fjernvarme til bygningens energimæssige ydeevne med hensyn til eksempelvis:

- Behov for lav returtemperatur på opvarmningen
- Behov for moderat krav til fremløbstemperatur, gerne opdelt i lavtemperatur til varme på ca. 35 grader og "højtemperaturkrav" til varmt brugsvand på 65 grader
- Behov for høj temperatur til kølemedie, eksempelvis 15 grader

Eksempler på lokal opvarmning og køling kan være:

- Varmepumpe med grundvandskøling og grundvandsvarme (hvis der er et kølebehov)
- Jordvarmepumpe
- Supplerende lokal solvarme
- Varmelager, der udnytter solvarmen og gør varmepumpen afbrydelig
- En træpillekedel til blokvarme og nabovarme, der supplerer varmepumpen i kolde perioder, og når elprisen er høj

Der er også storskalafordele for individuelle anlæg, som kan udnyttes med fælles naboanlæg for varme og køling.

Udenfor fjernvarme områderne står valget således mellem nabovarme, blokvarme og individuelle varmepumper med solvarme.

Nabovarme er en fælles løsning i en landsby, hvor 2, 3 eller måske 100 ejendomme slutter sig sammen om at udnytte den bedste fælles løsning, som kunne være en kombination af en varmepumpe, solvarme og evt. en træpillekedel kombineret med et lille varmelager.

Blokvarme er i princippet samme koncept for en stor ejendom, eksempelvis en skole på landet.

De individuelle varmepumper kan opdeles i 3-4 kategorier med varierende afbrydelighed og COP på de koldeste dage:

- En vand/vand varmepumpe, der kan afbrydes i nogle timer, eksempelvis i kombination med en termisk tung bygning, et varmelager og solvarme
- En vand/vand varmepumpe, der kun kan afbrydes i kort tid
- En luft/vand varmepumpe, der har dårlig COP om vinteren og ikke afbrydes
- En luft/luft varmepumpe, der har en dårlig COP om vinteren og afbrydes

Der vil således være en glidende overgang mellem de fælles løsninger og de individuelle.

### 7.10 Bæredygtig udvikling af eksisterende bebyggelse

Når den eksisterende bygningsmasse skal renoveres, er det i endnu højere grad vigtigt, at alle beslutninger baseres på samfundsøkonomi og økonomi for lokalsamfundet frem for centralt fastlagte nøgletal. Derved tilgodeses også forbrugernes økonomi på længere sigt.

Desuden skal der lægges stor vægt på bygningernes fysik og æstetik for at undgå utilsigtede skader og kortere levetid.

For at sikre den bedste løsning for samfundet og varmekonsumenteren bør man gå frem efter følgende iterative princip:

- sikre, at bygningen er tilsluttet den kollektive forsyning i henhold til kommunens varmeplanlægning
- optimere bygningens energiinstallationer under hensyn til forsyningen
- optimere klimaskærmen under hensyntagen til forsyningen og bygningens arkitektur
- optimere den kollektive forsyning under hensyntagen til forventet varmebehov og returtemperatur

Denne proces forenkles, idet fremtidens opvarmningsformer – varmepumper og fjernvarme – har samme karakteristika med hensyn til forholdet mellem faste og variable omkostninger og ønske om lav returtemperatur.

Det er således vigtigt, at byggeriet er renoveret til det optimale niveau inden der konverteres til hhv. varmepumper eller fjernvarme.

Varmepumpen får en lav COP og har måske ikke kapacitet nok til de koldeste dage, hvis varmeanlægget og klimaskærmen ikke er renoveret til et passende niveau.

Fjernvarmens netudbygning kan tilsvarende blive unødigt dyr, hvis nettet designes inden returtemperaturen er reduceret.

Desværre stilles i bygningsreglementet ikke krav til energirenovering af varmeanlæg.

Hvis det bliver et lovkrav, at eksisterende byggeri ved energirenovering skal overholde det nye bygningsreglement, uden hensyntagen til rentabilitet for samfundet og forbrugeren, er der en stor risiko for:

- at byggeriet vil blive påført urimelige ekstraudgifter
- at ældre byggeri kan blive påtvunget løsninger med dårlig bygningsfysik og æstetik
- at grundlaget for de kollektive anlæg undermineres, således at noget af det økonomiske tab ved at følge bygningsreglementets centralt fastsatte nøgletal også overføres på resten af lokalsamfundet

## 8. SLUTFORBRUGET

*Det er vigtigt at se på potentialet for at gennemføre samfundsøkonomisk fordelagtige dispositioner på slutforbrugerniveauet. Størstedelen af bygningerne befinder sig i byerne og byerne er i vækst med nye bydele. Derfor er der i Varmeplan Danmark behov for se de enkelte bygninger hvor den termiske komfort og elydelser ses i sammenhæng med resten af byen.*

### 8.1 Slutforbrugernes behov for energiydelser

Slutforbrugernes har reelt ikke behov energi, men for energiydelser. Begrebet energi dækker ikke længere problemstillingen.

***Det er nødvendigt at se på energiens kvalitet og fluktuationer.***

Man må spørge:

- Hvilken energikvalitet er der brug for?
- Er det højværdig el eller er det lavværdig lavtemperaturvarme?
- Hvornår er der brug for den?
- Er det sommer eller vinter? Er det en uge med blæst eller vindstille?

Når der er klarhed over disse forhold, er næste udfordring at effektivisere slutforbrugernes energiforbrug ved at fokusere på energiydelser frem for energiforbruget i kWh, eksempelvis:

- At omlægge varmforsyningen fra højværdig energi til lavtemperaturvarme
- At omlægge forbruget så vaskemaskinen kan bruge varmt brugsvand i stedet for el
- At effektivisere varmeanlæg til at bruge lavere temperatur
- at effektivisere køleanlæg til at bruge højere køletemperatur
- At etablere lagre, så opvarmning eller køling kan afbrydes i nogen tid
- At optimere klimaskærmen ved at udskifte vinduer eller efterisolere
- At skifte til lavenergi belysning eller lavenergielektronik mv.

Fjernvarmeselskaberne har muligheder for at arbejde med alle disse eksempler, ikke mindst fordi fjernvarmeselskabet normalt allerede kender det specifikke varmeforbrug i kWh/m<sup>2</sup> og returtemperaturen for alle kunder.

Desuden burde alle fjernvarmeselskaber have en målsætning om at varetage forbrugernes interesser om lavest mulige omkostninger til opvarmning og elforbrug, fordi fjernvarmeselskaberne reelt ejes af forbrugerne (direkte eller indirekte via kommunen og hvile-i-sig-selv principper).

Tilsvarende kunne forbrugerorganisationer udnytte denne mulighed ved at styrke samarbejdet med Dansk Fjernvarme.

Der er mange muligheder for at anvende energien mere intelligent i bygningerne, så der tages hensyn til kvalitet og tid, eksempelvis.

- At stille krav i BR om tilslutningsmulighed til varmt brugsvand, lavtemperaturvarme, højtemperaturkøling mv.
- At indrette mærkningsordningen, så der oplyses om el og varmeforbrug
- At kommunerne inddrager intelligent energi den i den strategiske energiplanlægning og
- At fjernvarmeselskaberne arbejder meget aktivt med at fremme effektiv energianvendelse både indenfor el, køling og varme.

Der er behov for **intelligente elforbrugere**, som kan benytte den billige el fra vedvarende energi i meget store mængder, når der er rigeligt af den og helt afstå fra at bruge el i flere uger, når den ikke er vedvarende. Sådanne forbrugere har vi mange af, og elnettet burde være intelligent nok til at klare opgaven. Vi mangler blot intelligente afgifter, som kan fremme det intelligente forbrug (se også afsnit om virkemidler).



## 8.2 Termisk komfort og elydelser

Der er ikke brug for varmeenergi, men termisk komfort, som dækker både varme, varmt brugsvand, køling og tørring af tøj mv. Termisk komfort kan tilfredsstilles med lavværdig energi via vandbårne systemer, hvor varme og kulde kan lagres.

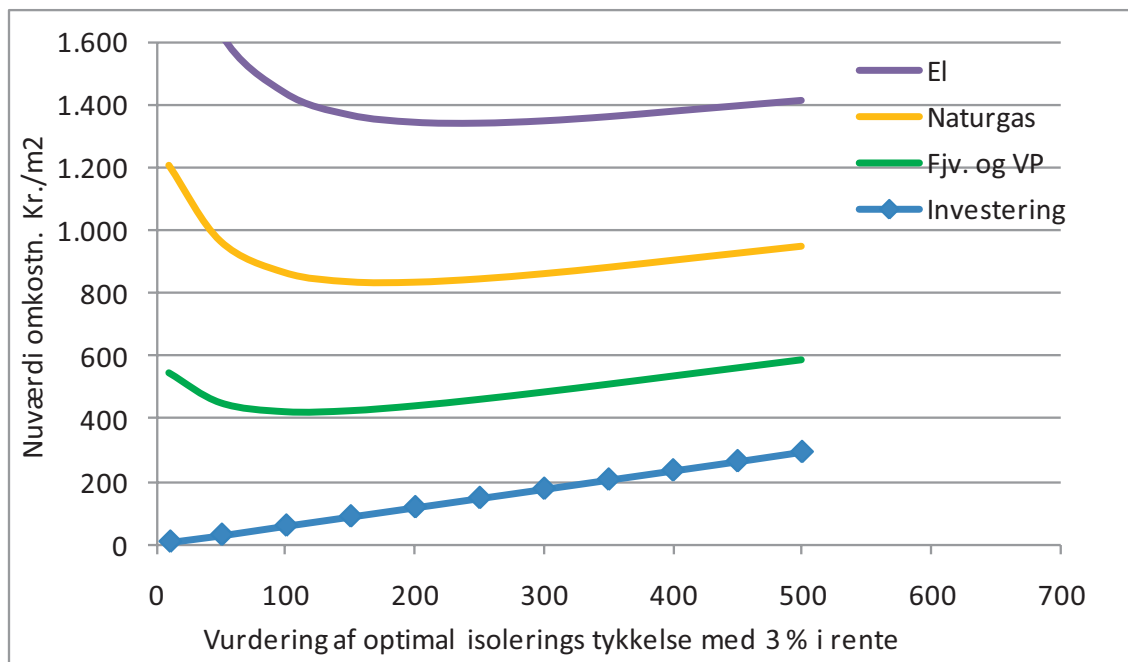
Det er omvendt med de elektriske ydelser til mekanisk energi, proces, belysning og svagstrøms-elektronik. Disse kan ikke tilfredsstilles med lavtemperatur varme og skal tilfredsstilles momentant.

Det er derfor tankevækkende, at bygningsreglementet hidtil har fokuseret meget på at nedbringe behovet af lavværdig energi, og ikke så meget på at nedbringe den højværdige.

### 8.2.1 Optimal klimaskærm

Klimaskærmen skal helst have en vis mindste isolering for at undgå kuldenedfald og ubehag ved manglende varmestråling. Desuden skal den have en høj termisk kapacitet for at mindske temperatursvingninger. Alle nye bygninger overholder og de fleste eksisterende bygninger overholder disse krav.

Dernæst skal det overvejes at isolere ekstra til et niveau, der er samfundsøkonomisk optimalt. For alle nye bygninger er mindstekravet allerede et stykke over det optimale niveau. For mange eksisterende bygninger har man foretaget efterisolering og udskiftning af vinduer til det optimale, men der er stadig mange, hvor det med samfundsøkonomisk fordel ville være fordelagtigt, hvis bygningen har en passende restlevetid, og hvis det er teknisk muligt.



Figur 8-1 Optimal isoleringstykkelse

På figuren ovenfor er vist en beretning af den samfundsøkonomisk optimale isoleringstykkelse baseret på Energistyrelsens vejledning, dog kun med 3 % i diskonteringsrente og med en levetid på 60 år.

Det ses, at 100-150 mm er rimelig optimalt under gunstige betingelser, når der opvarmes med fjernvarme og varmepumper, medens man med elvarme med fordel kan fordoble tykkelsen. Det er dog en flad kurve, og hvis der er plads, er det en ide at lægge lidt ekstra på.

Det er således en udfordring at finde frem til bygninger, hvor betingelserne er gunstige, samt at hjælpe bygningsejerne med at træffe de rigtige valg.

Her kan fjernvarmeselskaberne bidrage med rådgivning, som baseres på kendskabet til bygnin- gernes karakteristika samt specifikke varmeforbrug i kWh/m<sup>2</sup>.

### 8.2.2 Renovering og optimering af varmeanlæg

De fleste varmeanlæg har termostatregulering, men den samlede drift fungerer sjældent optima- le. Teoretisk set burde returtemperaturen være under 30 grader næsten hele året fra alle varme- anlæg. Når den i praksis er langt højere skyldes det typisk en række fejl og mangler, som relativ let ville kunne afhjælpes. Eksempelvis at sløjfe en dobbeltshunt eller reparere en ventil til en varmtvandsbeholder, der kortslutter systemet.

I nogle bygninger, hvor det meget dyrt at udskifte radiatorerne eller skifte fra et- til to- strengsanlæg kunne man se på muligheden for at koble eksisterende varmeanlæg i serie med nye varmeanlæg.

En enkel ide, som forbedrer komforten, er at koble en håndklædetørrer i serie med radiatoren i badeværelset (som typisk er for lille i forvejen) og derved mindske spildet af cirkuleret vand.

En anden genial ide er, at etablere gulvvarme i en tilbygning og forsyner den med returvandet fra det gamle varmeanlæg.

### 8.2.3 Nye lavtemperatur varmeanlæg

Gulvvarme er efterhånden standard i alle byggerier, hvilket er en fordel for alle fremtidens var- meforsyninger, hvad enten det er fjernvarme, varmepumper eller solvarme.

Denne positive udvikling frem mod gulvvarme kan tilskrives byggeindustrien og ikke lovgivnin- gen, da der aldrig har været effektive bestemmelser om design af varmeanlæg i bygningsregle- mentet.

Der burde derfor indføres god design praksis suppleret med bestemmelser i bygningsreglementet mv. for at sikre:

- At nye varmeanlæg etableres som lavtemperaturanlæg med lavest mulig retur
- At hver bolig skal have gode muligheder for at tørre tøj og sko med lavtemperaturvarme
- At hver sammenhængende bebyggelse skal have et sammenhængende fælles vandbaseret lavtemperatur distributionsnet

Man kan sige, at lavtemperaturvarmeanlæg baner vejen for lavenergiforsyning, hvad enten det er fjernvarme eller varmepumper.

### 8.2.4 Kølebehov og køleanlæg

Køling bør så vidt muligt undgås ved godt bygningsdesign og det bør udformes på en energi- mæssig hensigtsmæssig og samfundsøkonomisk fordelagtig måde, eksempelvis:

- Termisk tunge bygninger, der holder på varmen og kulden
- Naturlig ventilation uden elforbrug til ventilation
- Naturlig solafskærmning, så passiv solvarme udnyttes uden, at der skabes et kølebehov
- Gulvkøling, som kan udnytte høje køletemperaturer på omkring 15 grader frem for 5 grader
- Fælles køleanlæg i hele bygningskomplekser, så der kan etableres en effektiv køling til byg- ningen eller bygningen kan tilsluttes til et fjernkølenet

Se eksempelvis afsnit om bæredygtigt byggeri.

Ligesom med opvarmning er det et problem, at bygningsreglementet ikke fremmer de mest sam- fundsøkonomisk fordelagtige køleløsninger.

### 8.3 Bygningsreglementets energirammeforbrug

I dette afsnit vises en oversigt over nogle af de vigtigste energistrømme i bygningsreglementets energirammeberegning. Beregningen vises for en typisk bolig og for en typisk erhvervsbygning og med forskellige forudsætninger om isoleringstykkelser og varmegenindvinding (VGV).

#### 8.3.1 Bygningers energiforbrug

I nedenstående tabel ses på energiforbruget i en typisk bolig.

Bygningers energiforbrug for typisk rækkehus/etagebolig				Varierende isoleringstykkelse overalt				
				100 mm mindre	Mindste krav (BR08)	100 mm mere	200 mm mere	
<b>Varmebehov V</b>								
Varmetransmission gennem klimaskærm				kWh/m <sup>2</sup>	48	33	25	20
Ventilationstab				uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	35			
				VGV 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	11			
				VGV 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	5			
Infiltration				kWh/m <sup>2</sup>	15			
Varme i alt				uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	99	84	75	71
				VGV 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	74	59	51	46
				VGV 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	69	54	45	41
Varmt brugsvand				kWh/m <sup>2</sup>	13,1			
Cirkulation				kWh/m <sup>2</sup>	3,1			
Nettovarmebehov uden tilskudsvarme				uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	115	100	92	87
				VGV 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	90	75	67	62
				VGV 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	85	70	62	57
Varmetilskud i alt				kWh/m <sup>2</sup>	48	44	40	38
<b>Nettovarmebehov minus tilskudsvarme, V</b>				uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	67	56	51	49
				VGV 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	42	31	26	24
				VGV 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	37	26	21	19
<b>Elbehov, E</b>								
Varmt vand til vaske- og opvaskemaskiner				kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0
Behov uden for BR regulering herunder belysning				kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0
Behov indenfor BR regulering, herunder ventilation				kWh/m <sup>2</sup>	14	14	14	14
<b>Elbehov, E</b>				kWh/m <sup>2</sup>	14	14	14	14
<b>Kølebehov</b>								
Kølebehov pga. solindstråling og personvarme				kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0
Kølebehov pga. elforbrug				kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0
<b>Kølebehov i alt</b>				kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0
<b>BR08 energirammebehov faktor på el 2,5</b>								
faktor på varme 1,0 uden VGV kWh/m <sup>2</sup>				81	70	65	63	
faktor på varme 1,0 VGV 0.7 kWh/m <sup>2</sup>				56	45	40	38	
faktor på varme 1,0 VGV 0.85 kWh/m <sup>2</sup>				51	40	35	33	
<b>BR08 energirammebehov Krav til energiklasser</b>								
Krav iht. BR08 klasse 2 kWh/m <sup>2</sup>				50,4				
Krav iht. BR08 klasse 1 kWh/m <sup>2</sup>				35,3				
<b>BR10 energirammebehov</b>								
Krav iht. BR10 energiramme definition normal kWh/m <sup>2</sup>				53				
Krav iht. BR10 energiramme definition lavenergi kWh/m <sup>2</sup>				30,3				
<b>Hvor meget bidrager lokal produktion på matriklen til energirammen</b>								
Solvarme i pct. Af nettovarme 20%				kWh/m <sup>2</sup>	8	6	5	5
Solceller i pct. Af areal 10%				100 kWh/m <sup>2</sup>	25	25	25	25
<b>Alternativt BR08 Energirammebehov VGV 0.7 med lokal produktion på matriklen</b>								
<b>Ingen solceller</b>								
Fjernvarmefaktor 1,0 kWh/m <sup>2</sup>				56	45	40	38	
Fjernvarmefaktor 0,6 kWh/m <sup>2</sup>				39	33	30	29	
Varmepumpe COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>				44	36	33	31	
Varmepumpe + solvarme COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>				38	32	29	28	
<b>Solceller i pct. Af areal 10%</b>								
Fjernvarmefaktor 1,0 kWh/m <sup>2</sup>				31	20	15	13	
Fjernvarmefaktor 0,6 kWh/m <sup>2</sup>				14	8	5	4	
Varmepumpe COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>				19	11	8	6	
Varmepumpe + solvarme COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>				13	7	4	3	

Figur 8-2 Energirammeberegning for bolig

Det ses, at en normal isoleret bygning med fjernvarme og faktor 1,0 uden lokal produktion har et energirammebehov på 45 kWh/m<sup>2</sup> som er nok til at blive klasse 2, (45<50). Samme bygning bli-

ver til klasse 1 ved at udskifte fjernvarmen med varmepumpe og solvarme (32<35). I begge tilfælde hjælper det med solceller. Det ses også, hvordan effekten af øget isolering er minimal.

I nedenstående tabel ses på energiforbruget i en typisk erhvervsbygning med kølebehov og lavt brugsvandsbehov. Der regnes med køling med faktor 1,0 svarende til fjernkøling eller med kompressorkøler med COP 2,5

Bygningers energiforbrug for typisk kontorbygning					Varierende isoleringstykkelser overalt							
					100 mm mindre	Mindste krav (BR08)	100 mm mere	200 mm mere				
<b>Varmebehov</b>												
Varmetransmission gennem klimaskærm					kWh/m <sup>2</sup>	81	56	41	33			
Ventilationstab					uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	39						
Ventilationstab					VGW 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	12						
Ventilationstab					VGW 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	6						
Infiltration					kWh/m <sup>2</sup>	10						
Varme i alt					uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	130	105	90	82			
					VGW 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	103	78	63	55			
					VGW 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	97	72	57	49			
Varmt brugsvand					kWh/m <sup>2</sup>	5,2						
Cirkulation					kWh/m <sup>2</sup>	3,1						
Nettovarmebehov uden tilskudsvarme					uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	139	113	98	90			
					VGW 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	111	86	71	63			
					VGW 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	106	81	65	57			
Varmetilskud i alt					kWh/m <sup>2</sup>	53,4	49,2	44,7	41,6			
<b>Nettovarmebehov efter fradrag af tilskudsvarme</b>					uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	85	64	54	49			
					VGW 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	58	37	27	22			
					VGW 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	52	31	21	16			
<b>Elbehov</b>												
Varmt vand til vaske- og opvaskemaskiner					kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0			
Behov uden for BR regulering herunder belysning					kWh/m <sup>2</sup>	19,8	19,8	19,8	19,8			
Behov indenfor BR regulering, herunder ventilation					kWh/m <sup>2</sup>	13	13	13	13			
<b>Elbehov i alt</b>					kWh/m <sup>2</sup>	32,8	32,8	32,8	32,8			
<b>Kølebehov</b>												
Kølebehov pga. solindstråling og personvarme					kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0			
Kølebehov pga. elforbrug					kWh/m <sup>2</sup>	0	0	0	0			
<b>Kølebehov i alt</b>					kWh/m <sup>2</sup>	15,6	19,9	22,8	24,6			
<b>BR08 energirammebehov</b>					<b>faktor på el 2,5</b>							
<b>faktor på varme</b> 1,0					uden VGV kWh/m <sup>2</sup>	134	117	109	106			
<b>faktor på varme</b> 1,0					VGW 0.7 kWh/m <sup>2</sup>	106	90	82	79			
<b>faktor på varme</b> 1,0					VGW 0.85 kWh/m <sup>2</sup>	101	84	76	73			
<b>BR08 energirammebehov</b>					<b>Krav til energiklasser</b>							
Krav iht. BR08 klasse 2					kWh/m <sup>2</sup>	70,4						
Krav iht. BR08 klasse 1					kWh/m <sup>2</sup>	50,3						
<b>BR10 energirammebehov</b>												
Krav iht. BR10 energiramme definition normal					kWh/m <sup>2</sup>	71,8						
Krav iht. BR10 energiramme definition lavenergi					kWh/m <sup>2</sup>	41,3						
<b>Hvor meget bidrager lokal produktion på matriklen til energirammen</b>												
Solvarme i pct. Af nettovarme					20%	kWh/m <sup>2</sup>	12	7	5	4		
Solceller i pct. Af areal					10%	100 kWh/m <sup>2</sup>	25	25	25	25		
<b>Alternativt BR08 Energirammebehov VGV 0.7</b>					<b>med lokal produktion på matriklen</b>							
<b>Ingen solceller</b>												
Fjernvarmefaktor 1,0					kWh/m <sup>2</sup>	106	90	82	79			
Fjernvarmefaktor 0,6					kWh/m <sup>2</sup>	83	75	72	70			
Varmepumpe					COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>	90	79	75	73			
Varmepumpe + solvarme					COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>	82	74	71	70			
<b>Solceller i pct. Af areal</b> 10%												
Fjernvarmefaktor 1,0					kWh/m <sup>2</sup>	81	65	57	54			
Fjernvarmefaktor 0,6					kWh/m <sup>2</sup>	58	50	47	45			
Varmepumpe					COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>	65	54	50	48			
Varmepumpe + solvarme					COP 3,5 kWh/m <sup>2</sup>	57	49	46	45			

Figur 8-3 Energirammeberegning for erhvervsbygning

Det ses, at elbehovet næsten svarer til varmebehovet målt i kWh/m<sup>2</sup>. Desuden ses, at det kun er muligt at komme i nærheden af BR08 klasse 1 krav ved at etablere varmepumpe, solvarme og solceller. For at få fjernvarme kunne man således blive nødt til at etablere mange solceller eller en vindmølle på matriklen.

## 8.4 Hvordan nedbringes energirammeforbruget

### 8.4.1 Indledning

Statens Byggeforskningsinstitut udarbejdede i 2009 rapporten: "Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover, økonomisk analyse, SBI 2009:04". I SBI-rapporten laves en detaljeret analyse af den privatøkonomiske rentabilitet i form af direkte tilbagebetalingstid for bygningssejerne ved stramning af Bygningsreglementets energiramme krav til nyt byggeri.

I dette afsnit benyttes derfor resultaterne fra SBI rapporten til at lave en samfundsøkonomisk vurdering af stramningerne af Bygningsreglementet i henhold til Energistyrelsens forudsætninger.

### 8.4.2 Investeringer og besparelse i energiramme

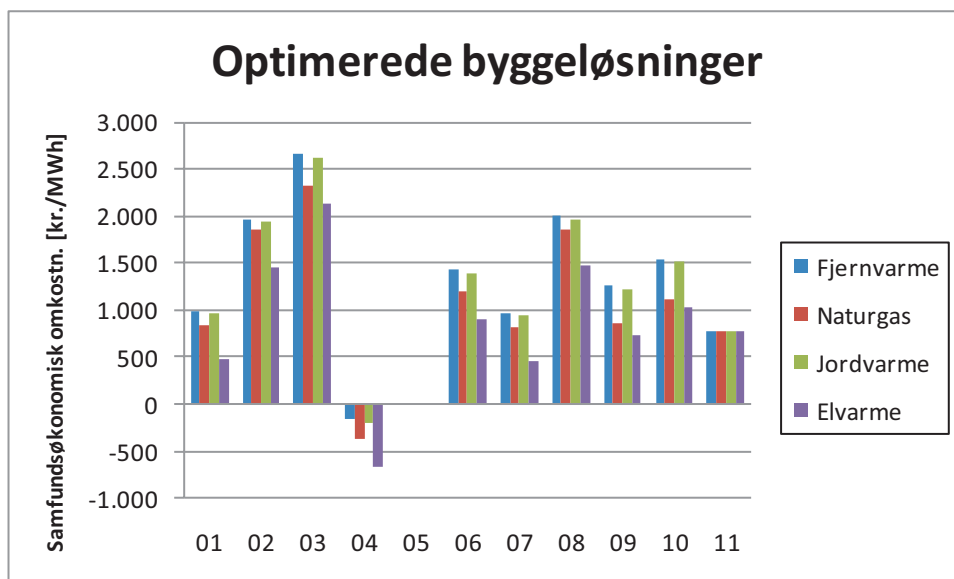
Der ses i SBI-rapporten på nedenstående tiltag til at reducere energirammen.

Tiltag		Investering		Besparelse		Teknisk levetid år
		kr./m <sup>2</sup> etageareal		kWh/m <sup>2</sup> pr. år		
		Traditionel	Optimeret	Fjernvarme	Naturgas	
01	Ydervægge + 40 mm isol.	90	80	5,6	5,3	60
02	Terrændæk + 150 mm isol.	120	100	3,8	3,6	60
03	Loft + 100 mm isolering	100	80	2,6	2,7	30
04	Vinduer karm og ramme	110	0	5,3	4,7	40
05	3- lags energiruder	180	-	3,1 (0)	3,5 (0)	20
06	Nye 3-lags energiruder	20	90	2,7 (5,8)	2,3 (5,8)	20
07	BMV og tæt bygning	170	130	11,7	11,1	20
08	Ydervæg + 60 mm isol.	130	80	3	2,9	60
09	Solvarme til VBV	170	130	9,4	10,7	20
10	Solvarme også til rum	40	25	1,5	1,7	20
11	Solceller	320	160	16,3	16,3	20
Sum		1450	875	65	65	

Tabel 8-1 Investering og besparelse beregnet af SBI.

### 8.4.3 Samfundsøkonomisk vurdering

Den samfundsøkonomiske analyse foretages for at forbedre grundlaget for en kvalificeret samfundsmæssig prioritering af ressourcerne. Der ses på optimerede løsninger.



Figur 8-4 Samfundsøkonomisk omkostning ved hvert enkelt tiltag

Den viste omkostning i kr/MWh skal sammenlignes med, at de langtidmarginale omkostninger for samfundet typisk er under 400 kr/MWh for fjernvarme og varmepumper, som er fremtidens opvarmningsformer.

#### 8.4.3.1 Vurdering

Den samfundsøkonomiske analyse viser, at der med de nuværende forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser ikke er en samfundsøkonomisk besparelse ved at foretage nogen af de 11 besparelsetiltag for at reducere energirammen. Omvendt kan det så konkluderes at stramninger i bygningsreglementet medfører et samfundsøkonomisk tab.

Ved de traditionelle byggeløsninger koster det samfundet 1.800-2.000 kr./MWh at reducere energirammen for et fjernvarme- eller naturgasforsynet StandardBR08 hus til det, der forventes at blive energirammen i 2020, hvilket er mere end varmen koster at producere.

Ved de optimerede byggeløsninger koster det samfundet 900-1.100 kr./MWh at reducere energirammen for et fjernvarme- eller naturgasforsynet StandardBR08 hus til det, der forventes at blive energirammen i 2020.

Tiltag	Fjernvarme	Naturgas	Jordvarme	Elvarme
01	90	40	74	21
02	166	73	136	39
03	194	78	159	45
04	0	0	0	0
05	-	-	-	-
06	98	41	80	23
07	70	31	58	16
08	169	73	138	39
09	87	32	72	20
10	105	39	86	25
11	18	18	18	18

**Tabel 8-2 Simpel tilbagebetalingstid ved optimerede løsninger**

Det fremgår, at det kun er i få tilfælde, at den samfundsøkonomiske tilbagebetalingstid kortere end den tekniske levetid. Det sker primært for huset med elvarme på grund af den relative høje samfundsøkonomiske pris på elvarme.

Figuren nedenfor illustrerer den interne forrentning for samfundet ved at investere i forbedret klimaskærm i henhold til SBI's forudsætninger og Energistyrelsens metode.

Tiltag	Fjernvarme	Naturgas	Jordvarme	Elvarme
01	<0%	1%	<0%	3%
02	<0%	<0%	<0%	1%
03	<0%	<0%	<0%	<0%
04	-	-	-	-
05	-	-	-	-
06	<0%	<0%	<0%	<0%
07	<0%	<0%	<0%	1%
08	<0%	0%	<0%	1%
09	<0%	<0%	<0%	<0%
10	<0%	<0%	<0%	<0%
11	<0%	<0%	<0%	<0%
Alle	<0%	<0%	<0%	1%

**Tabel 8-3 Intern forrentning for samfundet ved optimerede løsninger**

Det ses, at den interne forrentning er mindre end såvel Finansministeriets krav om 6 %, som kravet om 3 % som foreslået i Varmeplan Danmarks forudsætningskatalog.

## 9. FJERNVARME OG FJERNKØLING

Det er vigtigt, at fjernvarmesektoren effektiviseres, så den kan leve op til de udfordringer og forventninger, der vil blive stillet i varmeplanlægningen og den ventede strategiske energiplanlægning. Derfor gennemgås en lang række tiltag, der skal effektivisere forsyningen med hovedvægt på helhedsbetragtninger på tværs af sektorerne og ud fra samfundsøkonomiske betragtninger.

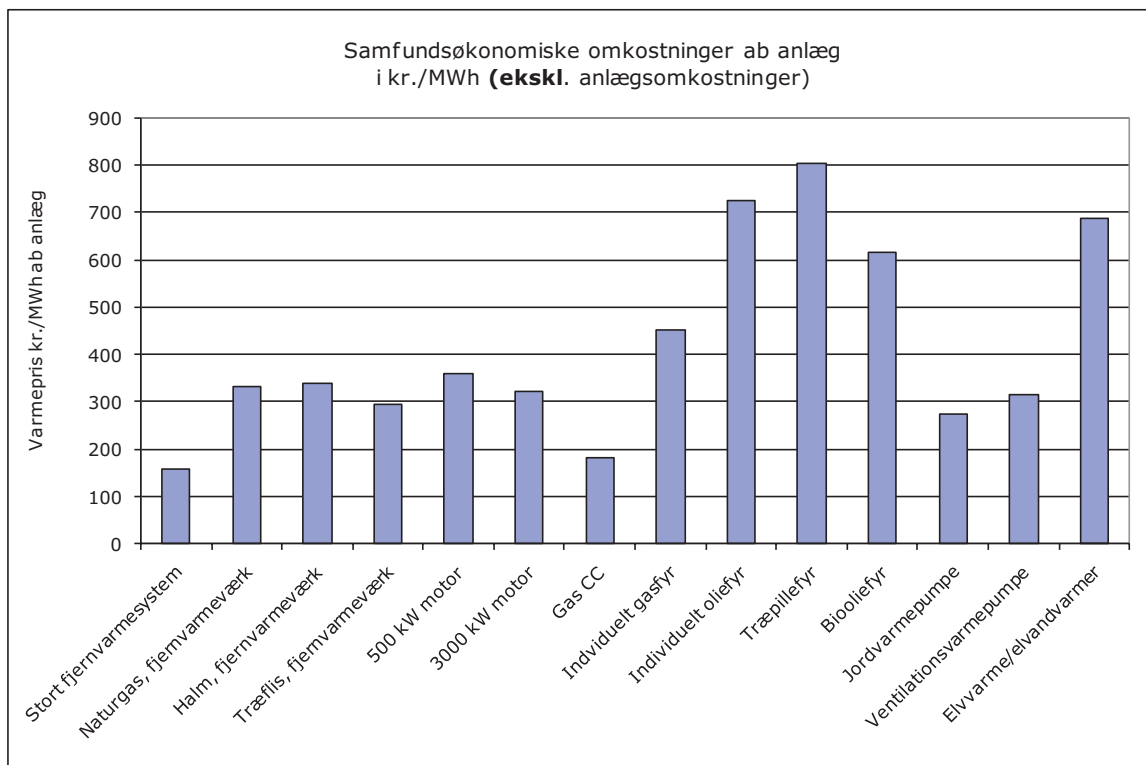
### 9.1 Samfundsøkonomisk vurdering af fjernvarmeudbygning

I de foregående bilag er den samlede fjernvarmeudbygning vurderet ud fra en langsigtet virkning og med forslag om ændrede forudsætninger, herunder en kalkulationsrente på 3 %. Disse forudsætninger kan ikke anvendes direkte, men man kan dog udnytte nogle af de analyser, der er vist i Varmeplan Danmarks forudsætningskatalog.

I et tidligere F&U projekt om samfundsøkonomisk vurdering af fjernvarmeprojekter er en vejledning i at benytte beregningerne og resultatet er visualiseret.

Denne visualisering er gentaget i nedenstående to tabeller med de opdaterede forudsætninger fra Energistyrelsen fra april 2010.

Brændselspriserne er med tillæg af miljøomkostninger, driftsomkostninger mv. omregnet til beregningspriser ab anlæg. Der mangler altså kapitalomkostninger til produktionsanlæg og til fjernvarmedistribution inden man kan sammenligne omkostningerne an forbruger.



**Figur 9-1 Samfundsøkonomiske omkostninger ab anlæg**

Forskellen mellem produktionspriserne til fjernvarmenettet og produktionspriserne på de individuelle anlæg skal altså holdes op mod prisen på fjernvarmedistribution og nettabet. Denne fremstilling er dog for simpel for naturgasfyret kraftvarme og for varmepumper. Her bør man tage hensyn til, at en naturgasmotor, der er i drift når elprisen er høj har en tilsvarende lavere varmepris, medens det omvendte er tilfældet for varmepumperne. I Varmeplan Danmarks forudsætningskatalog (bilag) er vist nogle eksempler på korrigerede elpriser baseret på en simpel analyse, hvor lageret ikke giver nogen bindinger.

## 9.2 Fjernvarme transmission

*Der sker i øjeblikket en stor udbygningen med fjernvarmetransmissionsledninger for at overføre grundlast fra områder med overskud til områder med underskud. Det er der behov for at udnytte alle ressourcer effektivt, og der pågår fortsat en teknologisk udvikling.*

Fjernvarmetransmissionen binder flere store fjernvarmesystemer sammen, men kun med svagere ledninger, der overfører grundlasten eller en del af grundlasten, hvorved ledningerne kan få en høj udnyttelse.

Mere effektive anlægsteknikker, konkurrence og regionalt samarbejde om at udnytte de fælles energiresourcer har været med til at fremme denne udvikling.

### 9.2.1 Transmissionsledninger til lave priser

Udviklingen af mere effektive transmissionsledninger fortsætter. Specielt er anlægspriserne faldet, hvor der kan etableres lange strækninger efter samme principper som naturgasrør, hvor ledningerne samles oven på jorden, og hvor jord ikke skal køres væk.

### 9.2.2 Regionalt samarbejde om fælles bedste løsninger

Det regionale samarbejde mellem kommuner og fjernvarmeselskaber og bl.a. affaldsselskaber styrkes med hensyn til at nå frem til de bedste løsninger.

Ved at transmittere grundlastvarme kan man bedre udnytte stordriftsfordelene og effektivisere varmeproduktionen.

De seneste år er eksempelvis etableret følgende transmissionsledninger:

- Hjørring-Hirtshals for at overføre overskydende affaldsvarme
- Fra Nordforbrænding til Birkerød og videre til DTU-HF for at overføre overskydende affaldsvarme
- Vestforbrænding mod Bagsværd som led i fjernvarmeudbygningen
- Supplerende ledninger omkring Århus

Desuden overvejes eksempelvis følgende transmissionsledninger:

- Fra Vestforbrænding til Farum-Værløse-Hillerød for at samkøre Kraftvarmeværket i Hillerød med de Storkøbenhavnske fjernvarmenet
- Mellem Viborg og Silkeborg for at udnytte et nyt affaldsforbrændingsanlæg etableret af L90
- Fra Sønderborg til Nordborg mv.

Desuden arbejdes i flere kommuner med at samkøre fjernvarmenet i flere lokale bysamfund for at udnytte fælles ressourcer bedre, eksempelvis i Thisted, Skive, Sønderborg og Bornholms kommuner.

### 9.2.3 Fjerne vekslere i store systemer

Flere fjernvarmetransmissionselskaber arbejder med at undgå overflødige vekslere, som nogen gange etableres af organisatoriske grunde. Desuden ser man på, om man kan indbygge sikkerhedsanordninger, som kan erstatte vekslers funktion. Fjernvarme Fyn har eksempelvis erstattet en vekslers på en transmissionsledning med et tryksikringssystem med hydroforer.



### 9.3 Fjernvarme distribution

Der er også sket en positiv udvikling med at effektivisere og udbygge fjernvarmedistributionen.

#### 9.3.1 Anlægsteknik og design, der sænker prisen

Den vigtigste parameter i varmeplanlægningen, hvor man fastlægger den optimale områdeafgrænsning, er anlægsinvesteringen i ledningsnettet.

I de seneste 30 år er realprisen på fjernvarmerør faldet, og den forventede levetid er vokset. Faktisk ved vi ikke hvor længe fjernvarmenettene vil holde, men et forsigtigt gæt er 60 år for rør. De rør, som blev etableret for 30 år siden og senere, er generelt i fin stand. Dog har man måttet udskifte visse typer muffe.

Fjernvarmerørene er blevet bedre. Levetiden forlænges, helsvejste muffe er mere tætte, twinrør reducerer anlægsudgift og varmetab etc.

Lægningsprincipperne er også blevet mere effektive og temperaturkravene er generelt mindre, så man normalt kan lægge rørene på en enklere måde uden fastspændinger og ekspansionsanordninger mv. og med færre samlinger. Det giver muligheder for mere effektive lægningsmetoder.

Der er udviklet teknikker for gennempresning og for styret underboringer, så det nu er muligt at krydse jernbaner og store veje, hvor det før var økonomisk urealistisk. Vestforbrænding har for eksempel gennemført flere underboringer, herunder krydsning af s-banen med en DN350 ledning. Dog viser erfaringerne, at der er en vis risiko for sten og uforudsete forhindringer, som kan fordyre anlægsarbejdet.

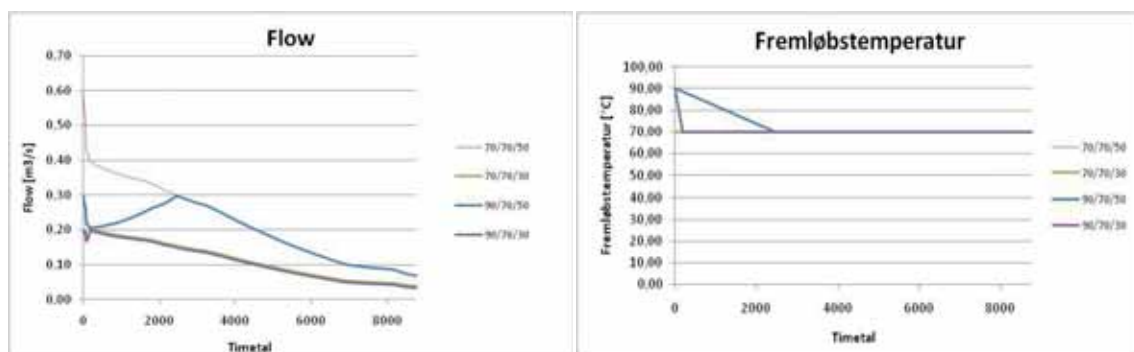
Ved at samarbejde med grundejerne om tracering kan man ofte reducere omkostningerne ved at placere ledninger på de private matrikler i græsarealer frem for i vejareal, og man kan ofte med stor fordel krydse matrikler til nabomatrikler. Det er således vigtigt, at fjernvarmeselskabet er åbent og fleksibel over for nye muligheder.

I nye udstykninger er den vigtigste design regel at mindske ledningslængden, specielt i områder med individuelle boliger. Det har stor betydning for anlægsinvesteringen og for ledningstab. Der er flere eksempler på gode erfaringer med at etablere tilslutningsskabe i ydermuren og sløjfe ledningerne fra skab til skab langs fundamentet.

#### 9.3.2 Optimal designtemperatur og driftstemperatur

Den optimale driftstemperatur til et fjernvarmenet, der er anlagt, kan optimeres ved at sammenholde pumpeudgifter, udgifter til varmetab, udgifter til produktion, indtægter fra kunder med høje temperaturkrav, fremløbstemperaturens påvirkning af returtemperaturen etc. Der er generelt enighed om, at det i næsten alle tilfælde gælder om at holde fremløbstemperaturen så lav som muligt og samtidig undgå utilfredse forbrugere.

Når man fastlægger den maksimale design temperatur og driftsstrategien, kan der dog være behov for at se på både designtilstanden og driftstilstandene, som vist i nedenstående eksempel.



Figur 9-2 Temperaturstrategi for et stort net på 150.000 MWh

I nedenstående tabel beregnes tabet og de samlede omkostninger i levetiden ved forskellige temperaturer (maksimal designtemperatur/normal fremløbstemperatur/returtemperatur)

Design tilfælde <b>150.000 MWh/år</b>	Varmetab i pct. <b>%</b>	Anlægs- omkostning mio.kr	Pumpe-udgifter mio.kr	Udtifter til varmetab mio.kr	Omkostninger i levetiden mio.kr
70/70/50	7%	231	10	47	<b>288</b>
70/70/30	5%	192	5	32	<b>228</b>
90/70/50	7%	192	17	42	<b>250</b>
90/70/30	5%	168	10	29	<b>207</b>

**Tabel 9-1 Optimalt design for et stort net**

Det ses

- at man kan spare meget hvis forbrugerne sænker returtemperaturen med 20 grader.
- at man kan spare investeringer og varmetab ved at vælge den højeste fremløbstemperatur i design tilfældet
- at man sparer meget ved at hæve fremløbstemperaturen, hvis returtemperaturen er høj
- at det stort set er lige meget om den maksimale fremløbstemperatur er 70 eller 90, når blot returtemperaturen er nede på 30 grader, så man opnår en god afkøling.

### 9.3.3 Udbygge med fjernvarme til eksisterende områder

I de seneste par år er fjernvarmeudbygningen vokset som følge af, at flere kommuner og fjernvarmeselskaber igen er begyndt at arbejde med varmeplanlægningen, ikke mindst som følge af Klima- og Energiministerens brev af 27. januar 2009 til kommunerne. Der er generelt tale om projekter med en høj samfundsøkonomisk forrentning, ofte med en intern samfundsøkonomisk forrentning over 10 %.

Det ser således ud til, at Varmeplan Danmarks prognose for udbygning med fjernvarme holder stik på dette punkt. Det er ikke muligt at nævne alle, men nogle af de mest markante tiltag er listet nedenfor:

- Vestforbrændings varmeplan 2010 med ca. 300.000 MWh er ved at blive realiseret med udbygning i Herlev, Ballerup og Gladsaxe og der er forslag om at fortsætte udbygningen
- Nordforbrænding udbygger med fjernvarme mod syd i Birkerød i Rudersdal kommune
- Holte Fjernvarme og DTU-HF har tilsvarende planer om at udbygge i Rudersdal og i Lyngby-Taarbæk kommuner
- I de fleste kommuner, der er tilsluttet CTR og VEKS, er der på grundlag af Varmeplan Hovedstaden igangsat en systematisk planlægning af fjernvarme til større kunder
- Køge kommune har besluttet at arbejde videre med et projekt for 200.000 MWh fjernvarme til større bygninger forsynet fra et eksisterende biomassefyret industrielt kraftvarmeværk
- På Bornholm udbygges med nye biomassebaserede fjernvarmenet i en række mindre byer
- I Helsingør, Næstved, Slagelse, Sønderborg, Hobro og mange andre byer er man også i gang

Endelig arbejdes med koncepter for nabovarme eller minifjernvarme i små landsbysamfund.

### 9.3.4 Udbygge med fjernvarme til ny bebyggelse

De samfundsøkonomiske analyser i varmeplanlægningen viser, at det er fordelagtigt at udbygge med fjernvarme eller blokvarme til al ny bebyggelse, der planlægges i forbindelse med byområderne, såvel for samfundet som for lokalsamfundet.

Det lave varmebehov i nyt byggeri og den lave returtemperatur, der kan opnås med gulvvarme gør det interessant at arbejde med nye koncepter for ledningsanlæg og for tilslutning, hvor man udnytter fjernvarmens storskalafordele og fleksibilitet.

## 9.4 Kundeinstallationer

*Kundeinstallationerne har fået større betydning, specielt ved forsyning af mindre forbrugere.*

### 9.4.1 Brugsvandsopvarmning

Gennemstrømningsvandvarmere (GVV) er populære blandt forbrugere og VVS-installatører, men ikke altid så populære blandt fjernvarmeværkerne, som ofte foretrækker varmtvandsbeholdere VVB. Der er derfor behov for at se nøjere på fordele og ulemper.

- Fordele ved GVV:
  - Ved korrekt dimensionering opnås en lav returtemperatur under tapning
  - Lavere varmetab, specielt hvis GVV er isoleret og har et by-pass på primærsiden til perioder uden varmtvandsforbrug
  - Leverer konstant mængde uden temperaturfald og uden tidsbegrænsning
  - Kan være pladsbesparende
  - Kræver kun en mand til installation
  - Løber ikke tør for varmt vand, men har dog en kapacitetsmæssig begrænsning i forhold til dens dimensionering
  
- Fordele ved VVB
  - Giver umiddelbart lavere belastning på stikledning og nærmeste gadeledninger
  - Sikrer fortsat varmtvandsforsyning ved eventuelle kortvarige afbrydelser af fjernvarmeforsyningen
  - Sandsynligvis længere teknisk levetid

I F&U-projektet omkring "Indpasning af gennemstrømningsvandvarmere i fjernvarmesystemer" var konklusionen at der ikke er de store økonomiske forskelle mellem GVV og VVB, når der ses på den samlede økonomi for fjernvarmeselskab og fjernvarmeforbruger. Generelt kan det siges, at konklusionen var:

- at det er mest fordelagtigt med VVB'ere i de yderste områder af fjernvarmenettene og specielt med lange stikledninger og
- at det tæt på varmecentralerne, og hvor der er korte stikledninger, er fordelagtigt med GVV'ere.

Generelt var de økonomiske forskelle dog relativt små.

Der er forskel på at forsyne parcelhuse med lange dyre stikledninger og lejligheder i etagebyggeri eller tæt lav bebyggelse, hvor stikledningen er få centimeter, og hvor prisen på de små distributionsledninger er lav.

Endelig er designkriterierne op til debat. Måske er de utidssvarende og svarer ikke til forbrugernes behov eller det samlede behov for alle familier i samme rækkehusbebyggelse. Varmtvandsbeholderen sætter loft over hvor mange brusebade, man kan tage i samme hus indenfor en time, medens gennemstrømningsvandvarmeren ikke sætter nogen grænser. Til gengæld kan der opstå mindre kortvarige temperaturfald, hvis der tages bad i alle rækkehuse på samme tid.

Det er derfor en udfordring for Dansk Fjernvarme at få gennemført flere målinger og analyser i sammen med andre relevante brancheorganisationer.

Det er desuden en udfordring for fjernvarmeselskaberne at udvikle fleksible tilslutningsbestemmelser, der bedst passer til forholdene og kundernes behov.

### 9.4.2 Direkte eller indirekte anlæg

Der er ligeledes delte meninger om fordele og ulemper ved direkte og indirekte anlæg, ikke mindst fordi det afhænger af de lokale forhold. Der er dog en tendens til, at udviklingen går i retning af direkte tilslutning, så man reducerer antallet af vekslere.

Tilslutningen af fjernvarmeforbrugerne kan principielt ske på to måder:

- Indirekte tilslutning
- Direkte tilslutning

Fordele ved direkte tilslutning:

- Lavere returtemperatur – på sigt mulighed for at sænke fremløbstemperatur
- Simple og relative billige (sparer veksler og vedligehold af veksler)
- Der undgås kortslutning af veksler ved for høj ønsket fremløbstemperatur på sekundærside
- Undgås trykexpansionssystem på sekundærside
- Ved anlæg uden blandesløjfe kan pumpe på sekundærside undværes
- Lavere vedligeholdelsesomkostninger
- Lavere driftsudgifter, da enkle automatiske anlæg kræver mindre tilsyn
- Lavere pumpeudgifter, da den pumpeenergi, man ellers drøvler i reduktionsventiler sparer pumpeenergi i sekundærkredse
- Lavere udgifter til lokal vandbehandling og spædning, da der kun spædes på det centrale værk med vand af høj kvalitet

Ulemper:

- Lækage i internt rørsystem kan medføre store mængder fjernvarmevand i bygningen
- Trykket i distributionsnettet må ikke overstige designtryk af interne varmeanlæg i bygninger.

Konvertering fra indirekte til direkte tilslutning kan tælles med som en del af fjernvarmeselskabernes energispareforpligtigelse og nogle fjernvarmeselskaber, som traditionelt kun har indirekte tilslutning er begyndt at arbejde med at konvertere kunderne til direkte tilslutning.

Det er særlig relevant når kunderne har store interne net, som yderligere har veksler mellem dette net og radiatorerne. Der er således systemer, hvor den energiproducerende enhed er adskilt fra radiatorerne med op til 3 varmevekslere, hvilket er en eller to for meget.

#### **Eksempel på direkte tilslutning hos Fjernvarme Fyn**

Det bedste eksempel i Danmark på direkte tilslutning er Fjernvarme Fyn, de forsyner Odense, Munkebo og Kerteminde mfl. Her er der stort set ikke veksler i systemet, end ikke mellem 25 bars transmissionsnet og 6,5 bars distributionsnet. Der er således ingen veksler mellem Fynsværkets damp/vand veksler og radiatorerne i Kerteminde.

Fjernvarme Fyn har opnået alle de nævnte fordele og har ikke haft væsentlige ulemper. Det sker meget sjældent, at der er lækager i bygninger i Fjernvarme Fyns fjernvarmesystem (ca. hvert 10. år), og omkostningerne ved lækageskader er væsentlig lavere end de besparelser den direkte tilslutning giver på driften. Endelig kan lækagesikring som sagt forhindre, at der opstår vandskader i forbindelse med brud i brugerens anlæg.

Fjernvarme Fyns vandtab kan ved sammenligninger i Dansk Fjernvarmes statistik forekomme højt, men når man forholder sig til, at det inkluderer tabet i alle brugeranlæg (ved skift af radiatorer mv.) så er det ikke højt.

#### **9.4.3 Incitament til at effektivisere tilslutning til fjernvarmen**

Der er behov for, at fjernvarmeselskaberne og kommunerne i planlægningen tænker kreativt med hensyn til at fremme de mest fordelagtige helheds løsninger.

I mange selskaber er man i gang med utraditionelle løsninger, som ofte kan spare alle parter omkostninger og besvær. Der er et behov for at alle gode og dårlige erfaringer formidles videre i en ERFA-gruppe.

Så snart varmeplanlægningen peger på, at et givent område nok bør udlægges til fjernvarme i et projektforslag indenfor de næste 20 år, burde det i princippet være startskuddet til, at fjernvarmeselskabet betragter alle varmemeforbrugere i området som mulige varme- og kølekunder.

Det vil sige, at man fjernvarmeselskabet bør tilbyde forsyning med overgangsløsninger, hvor kundens anlæg bevarer indtil tilslutning er mulig og hvor prisen beregnes ud fra de faktiske omkostninger, inkl. et minimalt bidrag til driftovervågning.

Derved kan man udnytte fjernvarmens kapacitet bedre, og der bliver volumen til at ansætte flere, som kan vare den samlede drift af fjernvarmeanlæg og kundeforhold.

De største fordele ved en sådan ordning er:

- At fjernvarmeselskabet kan planlægge det optimale tidspunkt for tilslutning og samkøring
- At kunden slipper for at tage sig af anlæggene
- At fjernvarmen bedre kan benytte brugte anlæg og midlertidige løsninger ved nedbrud
- At fjernvarmen kan udnytte kundens interne fordelingsnet til at forsyne andre kunder
- At fjernvarmen kan etablere et direkte kundeforhold med eventuelle lokale lejemaal
- At fjernvarmen bedre kan sammenkoble fjernvarmenettet og det lokale net uden veksler
- At fjernvarmen bedre kan rådgive kunden i de fordelagtige varme- og elbesparelser

#### **Eksempler på at overtage anlæg**

Holte Fjernvarme har gode erfaringer med at overtage både eksisterende, nye og kommende kunders ledningsanlæg og produktionsanlæg.

Derved har man sparet investeringer i nye ledninger ved forsyning af nye kunder, man har sparet spidslastkapacitet, og man har fået et bedre grundlag for at planlægge den videre udbygning.

#### **9.4.4 Tilslutte med 3-benet på retur og fremløb**

Hvis kunder kan nøjes med en temperatur, der er væsentlig lavere end den temperatur, der er i fjernvarmenettet, og hvis nettet dørjer med høj returtemperatur, kan det være en god ide at tilslutte nye kunder med et 3-benet stik. Der etableres en shuntpumpe på returledningen, så kunden efterafkøler returvandet, og der kan spædes til med fremløbsledningen når temperaturen ikke er høj nok og hvis der opstår stagnation i returledningen.

I helt specielle tilfælde, hvor en kunde har et højt temperaturkrav og en dårlig afkøling, eksempelvis hvis der leveres varme til en absorptionsvarmepumpe, og hvor der er rigelig høj fremløbstemperatur i nettet, kan kunden kobles på med et 3-benet stik, hvor der shuntes på fremløbsledningen. Kunden vil da reducere fremløbstemperaturen lidt for de efterfølgende kunder.

#### **9.4.5 Kundeservice og varmemesterservice for fjernvarmekunder**

Det er en god ide at udvide kundeservicen, dels for at bevare et godt kundeforhold, dels for at fremme de mest samfundsøkonomisk fordelagtige energibesparelser, herunder ikke mindst at afsløre fejl, der øger energiforbruget og returtemperaturen.

Oftest opstår fejl i kundernes understation og interne fordelingsnet. Det kan få konsekvenser.

- Hvis det medfører, at der ikke er varmt vand eller varme i nogle af de tilsluttede enheder, vil beboerne klage og evt. bruge supplerende elvarme for at holde varmen. Selv om fejlen er i bygningen vil fjernvarmen givetvis få skylden og få et dårligt omdømme.
- Hvis det medfører, at returtemperaturen stiger, vil det påvirke fjernvarmens økonomi negativt.

I begge tilfælde vil fjernvarmeselskabet have interesse i at forebygge det. Det kan gøres med varmemesterservice, som eksempelvis praktiseres med succes af Frederiksberg Forsyning.

Frederiksberg Forsyning har erfaret, at returtemperaturen gradvist stiger som tiden går siden der sidst var eftersyn af kundeinstallationerne. Det bekræfter formodningen om, at returtemperaturen højere end ca. 35 grader i normale vinterdage skyldes fejl og mangler i anlæg og drift.

### Eksempel på ordning med fjernvarmeeftersyn hos Frederiksberg Forsyning

Bestyrelsen i Frederiksberg Fjernvarme A/S besluttede i februar måned 2009 at tilbyde gratis fjernvarmeeftersyn af samtlige fjernvarmeanlæg på Frederiksberg.

- Eftersynet gennemføres i løbet af ca. 4 år af Frederiksberg Forsyning A/S, der står for den daglige drift af fjernvarmeforsyningen.
- Eftersynene foretages distrikt for distrikt for at kunne måle effekten af eftersynene. Der er i alt 6 fjernvarmedistrikter på Frederiksberg.
- Eftersynene foretages for at nedbringe antallet af kunder, der ikke udnytter fjernvarmen effektivt, og derfor får en unødigt ekstraregning for dårlig afkøling.

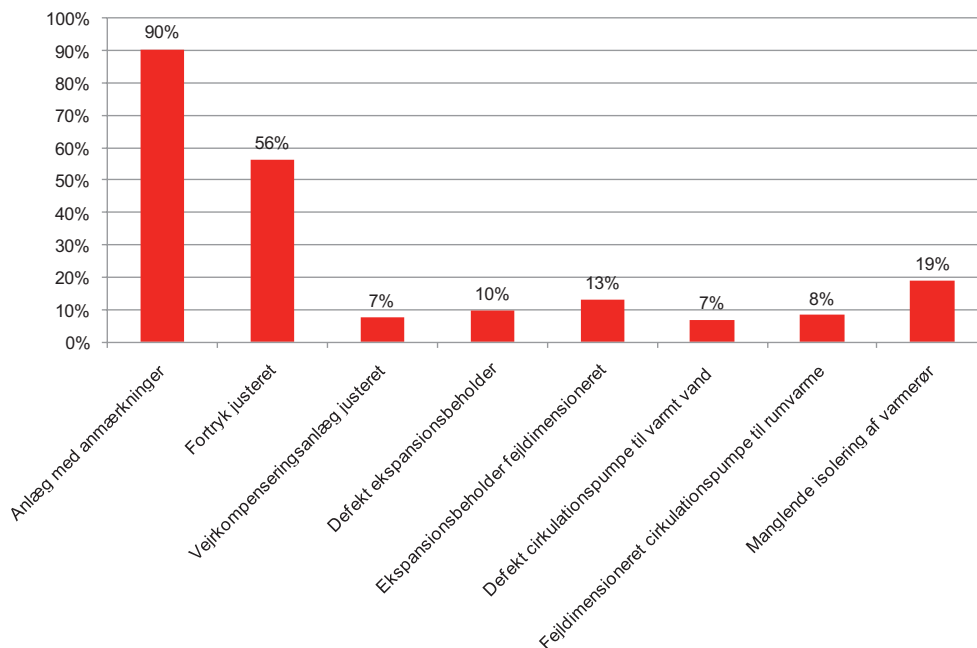
Overordnet er det målet at bidrage til en samlet reduktion af varmetabet på Frederiksberg og mindske fjernvarmens overordnede miljøbelastning - og hermed understøtte kommunens strategi for bæredygtig udvikling.

Pr. 30. juni 2010 er der besøgt 713 kunder - heraf er der fundet 53 fejlfrie anlæg - 242 er justeret og derefter i orden - tilbage er 418 anlæg med fejl, som alle har fået en rapport. De 2 mest almindelige fejl er

- at der mangler isolering på rør, herunder rør på fjernvarmesiden, hvor kunden ikke betaler for varmetabet
- at fortrykket i ekspansionsbeholderen er for lavt, hvilket gør, at en del kunder har haft svigtende varme i deres radiatorer og derfor i flere tilfælde har suppleret med elvarme

Ved besøgene tilbydes der også skiltning og personlig vejledning. Energibesparelser som kan dokumenteres, kan købes af Frederiksberg Fjernvarme A/S til markedspris. På den måde kan det give ejerne interesse for at øge energieffektiviteten.

### Fejltyper i procent af besøgte kundeforanlæg hos Frederiksberg Forsyning A/S



### Figur 9-3 Eksempler på fejltyper på kundeforretninger

Der kan være problemer for kommunale selskaber at få mulighed for at agere frit i forhold til kundernes anlæg på grund af kommunalfuldmagten, som lægger begrænsninger.

Det bør derfor afklares mellem de ansvarlige ministerier, at fjernvarmeforsyning er en hvile-i-sig-selv forretning, som naturligt kan omfatte både produktionsanlæg, distributionsanlæg, interne fordelingsnet og kundeinstallationer, hvorimod interne centralvarmeanlæg og brugsvandsanlæg i bygningerne naturligt tilhører bygningsejerne.

#### 9.4.6 Elbesparelser

Fjernvarmeselskaberne bør være opmærksomme på, at selskaberne også kan få energisparepotentiale for at hjælpe kunderne med elbesparelser gennem en operatør og, at der ofte er et større potentiale ved elbesparelser. Som hovedregel kan man regne med, at brændselsforbruget og energiomkostningen til el er ca. 5 gange større end energiomkostningen til lavtemperaturvarme.

Desuden viser de grønne regnskaber ofte, at mange erhvervsbygninger har højere elforbrug end varmemeforbrug.

Det giver muligheder for at identificere energispareprojekter, med elbesparelser og med omlægning til fra el til varme.

Der er stadig mange bygninger, der kan konvertere elvarme til fjernvarme baseret på effektiv overskudsvarme, både bygninger og dele af bygninger, eksempelvis øverste etage på Christiansborg.

#### 9.4.7 Incitament for lavere temperatur mv.

Alle fremtidens opvarmningsformer, fjernvarme såvel som individuelle varmepumper og individuel solvarme bliver mere effektive, ved lav returtemperatur fra kundernes anlæg er lav og ved lav fremløbstemperatur.

Derfor bør alle fjernvarmetariffer snarest indeholde et stærkt incitament til at reducere returtemperaturen, eksempelvis

- Rabat for lavere årlig middelreturtemperatur (målt på grundlag af enthalpi)
- En distributionsafgift i kr. pr. m<sup>3</sup> cirkuleret flow
- En belønning eller rabat for god afkøling

Den førstnævnte har den fordel, at den stort set er uafhængig af fremløbstemperaturen.

Der bør også fokuseres på at sænke fremløbstemperaturen, hvilket primært sker ved at identificere de kunder, der stiller det højeste krav, og så forsøge at finde en løsning, der tilfredsstiller kundens komfortbehov selv om fremløbstemperaturen sænkes. Den bedste løsningen kan ligge mange forskellige steder, alt afhængig af det aktuelle tilfælde, og fjernvarmen bør være klar til at hjælpe med nogle af omkostningerne.

Der kan være behov for at overbevise Energitilsynet, at omkostninger til at hjælpe enkelte kunder med at reducere behovet for maksimal fremløbstemperatur kan være en nødvendig og rentabel omkostning.

## 9.5 Varmeakkumulering

*I fremtiden bliver der behov for at udnytte alle overskudsvarmekilder og fluktuerende energi fra sol og vind. Det kan kun ske effektivt, hvis forbruget kan tilpasse sig energiproduktionen, enten som et fleksibelt forbrug eller ved at lagre varmen i kortere eller længere tid.*

### 9.5.1 Fleksibelt slutforbrug

Det bedste varmelager er et forbrug, der kan afbrydes i lang tid, eksempelvis omvendt natsænkning.

Velisolerede bygninger med stor termisk kapacitet kan sagtens undvære varme i perioder på flere timer, medens lette bygninger med et underdimensioneret varmeanlæg og med natsænkning kan kortslutte fjernvarmesystemet og påføre de øvrige forbrugere ekstra omkostninger til kapacitet i nettet og i produktionen.

Individuelle varmepumper bliver mindre energieffektive ved fluktuerende drift, men til gengæld mere økonomisk effektive.

### 9.5.2 Korttidsvarmelagre i fjernvarmen

Brugen af korttidsvarmelagre i fjernvarmesystemerne er øget i de seneste årtier i takt med udbygningen med kraftvarme. Stort set alle fjernvarmesystemer i Danmark er nu udstyret med et relativt stort varmelager, typisk svarende til 10 timers kapacitet på kraftvarmeværket eller biomassekedlen.

Varmelagrene er vigtige for at kunne optimere kraftvarmen både på de store værker, der kan producere el uden samtidig varmeproduktion, og på de mindre, der har et fast forhold mellem el og varme. Desuden er de nødvendige for at kunne udnytte varmen fra store solvarmeanlæg.

I de store transmissionssystemer i København og Århus er etableret avancerede varmelagre på kraftvarmeværkerne, som kan lagre vand op til 110 grader og med tryksektionering fra nettet.

I øvrige fjernvarmenet er varmelagrene etableret som enkle trykløse ståltanke, som også fungerer trykholder og vandlager.

Den største varmeakkumuleringstank, som er installeret på Fynsværket, er på 75.000 m<sup>3</sup>

### 9.5.3 Store sæsonvarmelagre

Lagring af varme i store mængder og over lang tid, er blevet aktuelt, ikke mindst som følge af de seneste politiske udmeldinger om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler på længere sigt. For at nå det mål på en økonomisk effektiv måde kan det blive fordelagtigt aldrig at smide energi væk, men i stedet sørge for, at alt bliver lagret, så det kan nyttiggøres senere. Der er naturligvis særlig oplagt indenfor opvarmningssektoren, hvor der som bekendt er alt for meget varme om sommeren og for lidt om vinteren.

Der er vigtigt at fremme omkostningseffektive anlæg frem for teknisk avancerede anlæg.

Solvarme er det område, der først er stødt på behovet, hvorfor der er gennemført et stykke udviklingsarbejde gennem en årrække. De første forsøg blev gjort på DTU-Byg med nulenergihuset i 70'erne, hvor man forsøgte at sæsonlagre varmen. Det stod imidlertid klart, at sæsonlagring kun kan blive effektiv, når det sker i stor skala på grund af det relative varmetab og anlægskostningerne.

Derfor har sæsonlagring særlig interesse i fjernvarmesystemer, som kan udnytte storskalafordelelsen, specielt i de systemer, som i forvejen har overskydende affaldsvarme industriel overskudsvarme om sommeren.

Derfor arbejdes med flere udviklingsprojekter for store sæsonlagre og flere værker med solvarme har allerede udtrykt ønske om at udvide dækningen med solvarme til mindst 50 % af det årlige behov i tråd med anbefalingen Varmeplan Danmark mht. den langsigtede udvikling efter 2020.





Foto: Marstal Fjernvarme

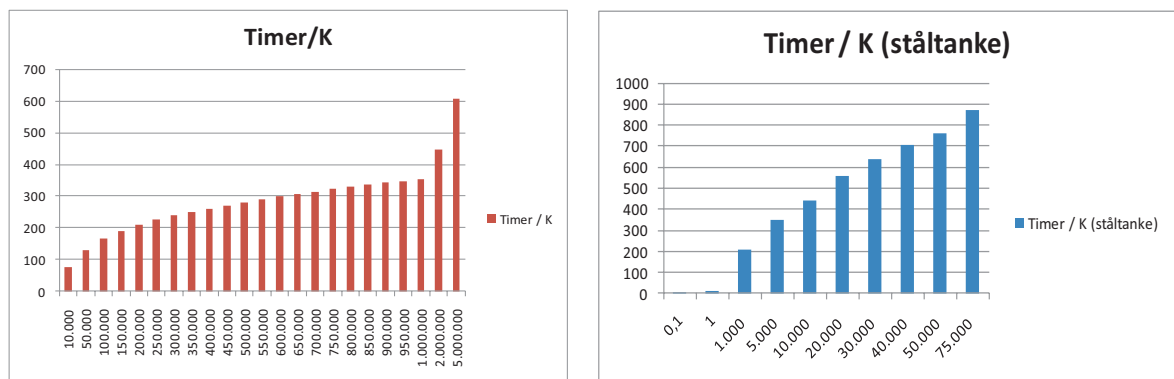
**Figur 9-4 Pilotprojekt for damvarmelager i Marstal**

I dag er den mest lovende type damvarmelagre, som er prisbillige og fungerer bortset fra, at man stadig har tekniske udfordringer med at udforme låget.

Fordelen ved denne type er, at udgravningen og den tætte membran er baseret på losseplads-teknologi, medens det hydrauliske følger samme princip som i de trykløse tanke lige bortset fra, at vandlageret må adskilles fra fjernvarmevandet med en varmeveksler. Udfordringen er at udvikle en effektiv, stabil og billig løsning for det isolerede dæk.

#### 9.5.4 Varmetab og priser på varmelagre

Der er en markant storskalafordel ved meget store sæsonvarmelagre, både med hensyn til pris og varmetab.



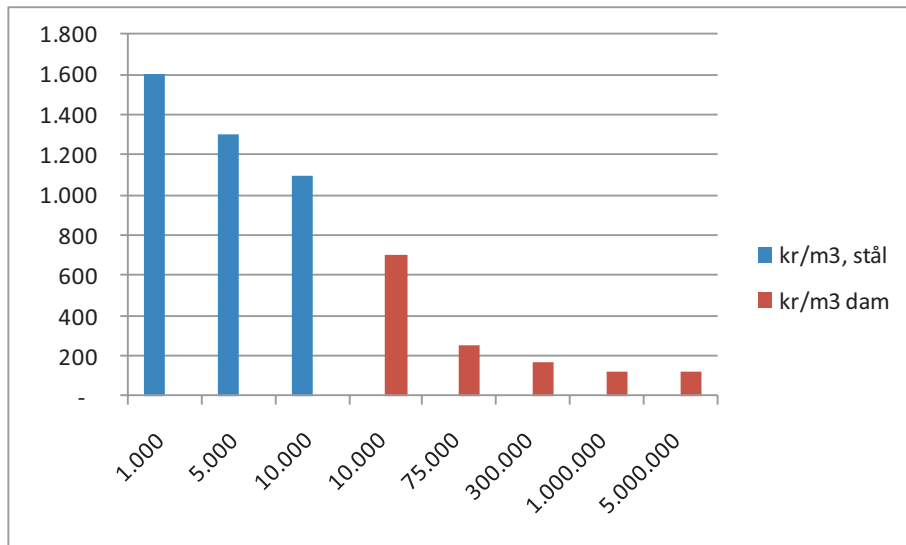
**Figur 9-5 Temperaturtab i varmelagre som funktion af størrelsen i m³**

Figuren viser det antal timer, der medgår, før temperaturen i hhv. et damvarmelager og en ståltanke er faldet fra 80°C til 79°C.

Denne periode afspejler det relative varmetab, som også afhænger af tidsrummet mellem hver tømning. Det ses, at meget store varmelagre kan holde temperaturen længe.

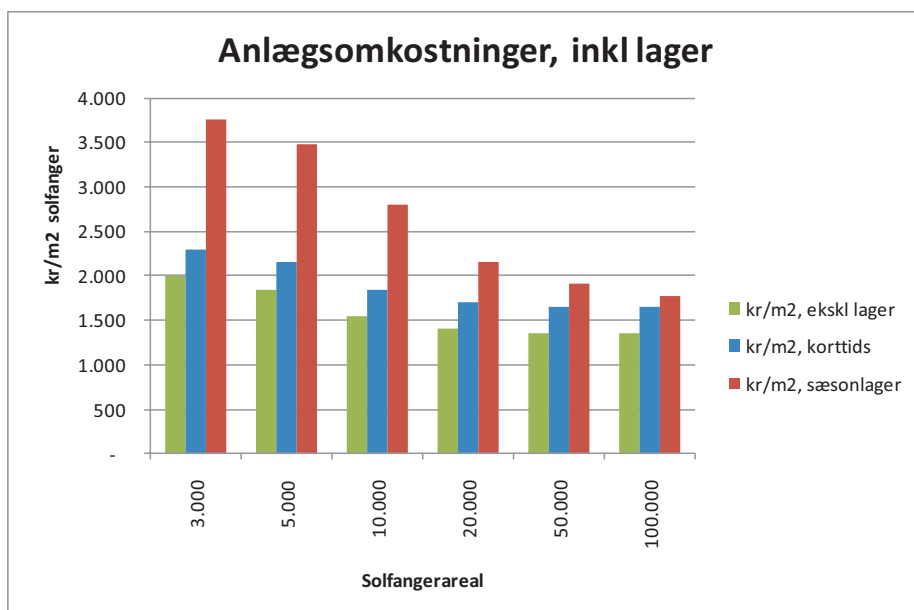
Med damvarmelagre over 1 mio. m³ er tabet ikke over 2 grader pr måned, hvilket svarer til et tab under 4 % af varmeindholdet pr måned.

Den efterfølgende figur viser eksempler på enhedspriser for at etablere trykløse varmeakkumulatører udformet som hhv. ståltanke og damvarmelagre.



Figur 9-6 Priser på varmelagre som funktion af størrelsen i m<sup>3</sup>

I figuren nedenfor er vist anlægsomkostningerne for solfangerfeltet inkl. lager og ud fra typiske design data (se bilag).



Figur 9-7 Anlægsomkostninger for solvarme med og uden lager

### 9.5.5 Optimering af sæsonlager med solvarme

Solvarmeanlægs produktion varierer meget, alt afhængig af vejret. Ydelsen afhænger både af solindstrålingen og udetemperaturen. Man må tage solvarmen, når den er der, eller lagre den. Ellers går den til spilde ved at temperaturen stiger meget og vandet evt. koger.

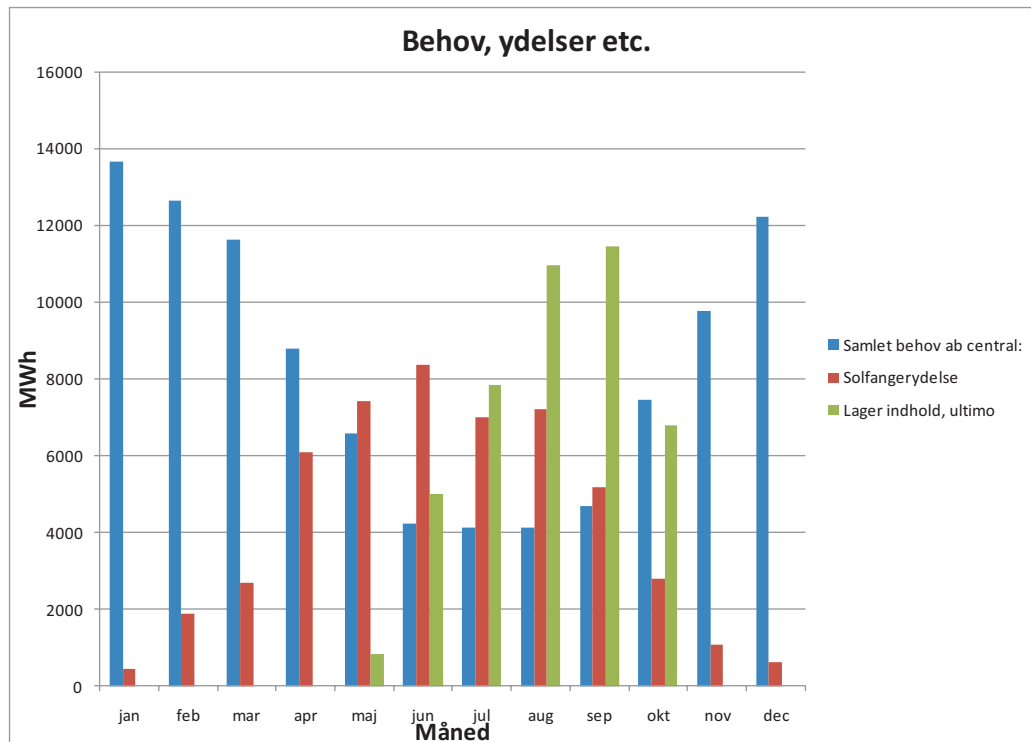
I individuelle anlæg på boliger og på skoler, hvor der ofte er lukket ned om sommeren, spildes derfor meget energi.

En af styrkerne ved de kollektive anlæg er, at man kan udnytte varmen i fællesskab. Som minimum ved at udjævne over døgnet eller ugen, eller endnu bedre over flere måneder.

I figuren nedenfor er vist optimeringen i et fjernvarmesystem med følgende enkle normerede karakteristika:

- Solvarmeanlæg 100.000 m<sup>2</sup>
- Beslaglagt landbrugsareal 220.000 m<sup>2</sup> eller 22 Ha
- Årlig varmeproduktion til nettet: 100.000 MWh
- Årlig solvarme produktion 50.000 MWh
- Største lagerkapacitet 10.000 GWh eller ca. 250.000 m<sup>3</sup> ved 40 grader

Størrelsen af lageret kan eksempelvis være: 15 m x 100 m x 150 m



**Figur 9-8 Drift af sæsonvarmelager**

Det ses, at sommervarmen først er brugt op i november, hvis den bruges hurtigst muligt. I praksis vil der dog være en fordel ved at stække varmen længere, eksempelvis hvis der er kraftvarme eller anden billig overskudsvarme til rådighed, som også kan udnyttes, når den er til rådighed.

Der er yderligere fordele ved et sæsonlager, eksempelvis:

- Alle overskudsvarmekilder kan udnyttes hele året uanset varmebehovet
- Affaldsforbrændingsanlæg kan derfor udnyttes konstant og mere effektivt
- Kraftvarmeverker kan ligeledes yde maksimal ydelse til elmarkedet hele året
- Elkedler kan udnyttes maksimalt hele året i perioder med meget lave elpriser

## 9.6 Fjernvarme produktionen og samspil med energisystemet

*Varmeplan Danmark fokuserer på samspillet med elsystemet, biomassen og naturgassen samt på mulighederne for at opdyrke de lavværdige vedvarende energikilder som storskala solvarme og geotermi.*

Fjernvarmeproduktionen kan meget hurtigt omstilles til vedvarende energi i samspil med energisystemet. Hastigheden afhænger stort set kun af hensynet til resten af energisystemet:

- Hvor hurtigt skal naturgassen udfases?
- Hvor hurtigt omstiller elsiden til biomasse, så der bliver endnu mere overskudsvarme i form af både kraftvarmepotentiale og røggaskondensering? og
- Hvor hurtigt kan man udbygge med havvindmølleparker, så der bliver grundlag for at etablere store varmepumper og elkedler til at øge værdien af vindkraften?

Flere kommuner og forsyningselskaber er allerede godt i gang med at skitsere disse muligheder:

- Samsø har for længst realiseret målet om at blive et CO<sub>2</sub> neutralt øsamfund ved hjælp af især havvindmøller og fjernvarme baseret på lokale ressourcer.
- Københavns Kommune har fulgt det samme koncept, hvor havvindmøller og maksimal fjernvarme, der konverteres til biomasse mv., er centrale forudsætninger for, at kommunen kan blive CO<sub>2</sub> neutral inden 2025
- Udfordringen følges op i Varmeplan Hovedstaden, hvor CTR, VEKS og Københavns Energi ser på det samlede fjernvarmesystem i Hovedstadsområdet
- Århus kommune og AffaldVarme Århus, som var først med en varmeplan, er også blandt de første med en detaljeret klimavarmeplan for, hvordan man med maksimal fjernvarmeforsyning og god samfundsøkonomi, kan gøre varmeforsyningen helt uafhængig af fossile brændsler og spille godt sammen med landbruget og vindmølleparkerne

### 9.6.1 Forsynings sikkerheden i energisystemet

Klima- og Energiministeriet har udarbejdet en rapport om forsynings sikkerhed, som belyser mange relevante problemstillinger.

Rapporten bekræfter, at fjernvarmesektoren har en meget vigtig rolle i at sikre forsynings sikkerhed og fleksibilitet, da fjernvarmen hurtigt kan veksle mellem mange lokale energikilder på en effektiv måde.

Vi mener, at elsystemet er det svage led i kæden og samtidig den mest vitale forsyningsform, hvor nedbrud forårsager meget store tab for samfundet.

Derfor er det oplagt at se på, hvordan naturgas, biomasse og fjernvarme i et godt samspil kan få en vigtig rolle i den langsigtede strategi for forsynings sikkerhed:

- Vi har allerede naturgasinfrastrukturen, som dækker næsten hele landet og kan forsyne industrier og proceskunder, der er afhængig af olie eller gas, ligesom nettet kan levere naturgas til næsten alle fjernvarmecentraler
- Vi har to store naturgaslagre i Danmark
- Vi har adgang til det internationale naturgasnet
- Vi kan skaffe os adgang til markedet for LNG med mange leverandører
- Naturgasfyrede decentrale kraftvarmeverker skal være med til at sikre elforsyning ved en celleopdeling, så mange decentrale enheder på bl.a. fjernvarmeverkerne kan starte hurtigt og køre i ø-drift indtil hele elsystemet er klar igen
- Naturgasnettet kan udnytte biogas og på lang sigt evt. gas fremstillet ud fra el

- Vi har mange mindre biomassefyrede fjernvarmekedler, på kort sigt afskrives ved udbygning med mere varmeproduktion, medens de på længere sigt bevares som reserve og spidslast, eksempelvis til kolde perioder med høje elpriser.
- Vi har en fjernvarmeinfrastruktur, der kan udnytte store mængder el, når elprisen er lav og til gengæld afbryde elforbruget og evt. producere el i lange perioder, eksempelvis i kolde vintre, hvor der er et stabilt højtryk over Nordeuropa med deraf følgende kulde og vindstille.

#### 9.6.2 Samspil mellem fjernvarmeproduktionen og elmarkedet

Kraftvarmevarmeværker i kombination med store varmepumper og varmelagre vil fortsat være den vigtigste energikilde til fjernvarmen, specielt i et 100 % VE system. Det er udførligt beskrevet i de foregående kapitler, særligt i kapitel 4.

#### 9.6.3 Samspil med affaldssektoren

I fortsættelse af Varmeplan 2008 er det forudsat, at affaldsenergien reduceres med 10 %.

Det er fortsat vigtigt, at affaldsvarmen udnyttes med maksimal elproduktion og røggaskondensering. Hvis affaldsvarmen ikke udnyttes, må den bortkøles, da brændbart affald ikke må deponeres. Det betyder, at alle samfundsøkonomiske analyser indenfor energiområdet indeholder samme mængde affaldsenergi. Derfor kan man ikke bruge de udmeldte emissionstal for CO<sub>2</sub> indhold i affaldet. Skal man regne på affaldsvarmens fordele, må man kende emissionstal for deponering på lossepladser og inkludere realistiske emissioner af metan mv.

I grønne regnskaber er det således misvisende at indregne emission fra affaldsvarme, da man dermed antager, at affaldet i alternativet blot kan forsvinde uden at efterlade sig spor. I stedet bør der gøres en indsats for at reducere brugen af plastik, der ikke kan genbruges.

#### 9.6.4 Samspil med anden biomasse

Der er særlig fokus på biomassen og dens udvikling, som eksempelvis beskrevet i flere rapporter.

Varmeplan Danmarks hovedkonklusion er:

- At der kan udvikles mange flere lokale biomasse ressourcer i Danmark i landbruget, i skovbruget og i forbindelse med nye aktiviteter på havet, eksempelvis med søsalat
- At fjernvarmesektoren har en vigtig rolle med at stimulere denne udvikling her og nu ved en massiv udnyttelse af lokal biomasse i de førstkommende 10 år med kedler og biogasanlæg, som er designet til biomassen
- At gasfyret kraftvarme og en mindre biomassekedel supplerer hinanden godt, idet biomassekedlen fortrinsvis erstatter de naturgaskedler, der er i drift ved lave elpriser, ligesom de lave priser vil fremme konvertering fra individuel naturgas til kraftvarme
- At lokal biomasse bør udnyttes lokalt, idet biomassen i de førstkommende 10 år gør mere gavn i en lille biomassekedel i et landsbysamfund end den gør på et stort kraftvarmeværk. Det har især betydning i Udkants Danmark og for barmarksværker.
- At dansk biomasse bør udnyttes på anlæg, der er designet til den og med maksimal røggaskondensering og kraftvarme, for de størrelser hvor det er samfundsøkonomisk fordelagtigt, eksempelvis et stort flisfyret kraftvarmeværk med røggaskondensering designet til varmemarkedet frem for som træpiller til et konventionelt kraftværk, der er egnet til kulfyring
- At der kun bør produceres træpiller i Danmark, hvis det er konkurrencedygtigt i forhold til de internationale markedspriser
- At fjernvarmekedler på biomasse hen mod år 2020 overgår fra grundlast til mellemlast og reserve i takt med, at solvarme og afbrydelige varmepumper overtager grundlasten. Derved

bevares infrastruktur med lager, kedelbygning og kedler, og kedlernes levetid forlænges, da den årlige driftstid aftager. Dette er i høj grad med til at forbedre forsyningssikkerheden

- At affaldssektoren bør arbejde for at udsortere træ som et mere ædelt brændsel, der kan lagres, flises og udnyttes i egnede kedler lige fra 1 til 200 MW
- At affaldssektoren og andre sektorer bør bidrage mest muligt med egnede råstoffer til biogasanlæggene, da det ikke er tilstrækkeligt med gylle fra landbruget
- At etableringen af biogasanlæg ligeledes kan stimuleres med forsyning til fjernvarmes eksisterende naturgasmotorer i de kommende 10 år, men at biogas på længere sigt skal bruges til ædlere formål og kun udnyttes i kraftvarmemotorer, når elpriserne er høje.

Med denne strategi vil biomassesektoren og fjernvarmesektoren understøtte hinanden, fjernvarmesektoren vil have opbygget en infrastruktur, der styrker forsyningssikkerheden på længere sigt og sektoren vil samtidig reducere brugen af biomasse, efterhånden som ressourcen efterspørges til ædlere formål.

### 9.6.5 Samspil med naturgassen og biogassen

Vi anbefaler, at udnytte den eksisterende naturgasinfrastruktur optimalt i de førstkomende årtier samtidig med, at vi udfaser naturgasforbruget.

Det kan som beskrevet i forslag til udbygning i princippet ske hurtigt eller, det kan udfases i et moderat tempo over en længere periode. Uanset hastigheden vil følgende strategi være hensigtsmæssig:

- I de villaområder og mindre bysamfund, hvor det ikke er optimalt at konvertere til fjernvarme i de kommende 10-20 år bør arbejdes på at opnå 100 % tilslutning til naturgasnettet snarest. Derved fortrænger man olie, man får bidrag til naturgasnettets økonomi, og man får bedre tid til at planlægge en optimal konvertering til enten fjernvarme eller varmepumper.
- Naturgaslagre og infrastrukturen bør sammen med de eksisterende naturgaskraftvarmeanlæg udbygges til regulerkraft, hvor spildvarmen fra elproduktionen udnyttes til varme.
- Der bør ske en fælles planlægning af naturgas og biogas. På kort sigt er det vigtigt, at naturgasmotorer kan konverteres til biogas, så gassen ikke går til spilde og således at både el og varme udnyttes.
- Den kommende strategiske energiplanlægning bør imidlertid virke for, at biogassen anvendes samfundsøkonomisk optimalt. I stedet for at bruge biogas til at producere el og varme, på tidspunkter, hvor værdien af el og varme er lav, bør det overvejes hvordan biogassen bedre kan erstatte naturgas i 1:1. Det kan eksempelvis ske ved at nedgradere naturgasnet til biogasnet i udvalgte områder, eksempelvis hvor der er et procesforbrug. Det vil sige, at biogas er grundlast medens naturgas/luft tilsættes som spidslast. Endelig kan biogassen opgraderes til naturgas, hvis der ikke er tilstrækkeligt behov for biogas lokalt.

#### Eksempel på brug af biogas

På Lynettefællesskabets spildevandsanlæg på Refshalevej har man i mange år produceret biogas fra slammet og brændt det afgassede slam. Der har kun været lidt varme til overs.

Med en ny mere effektiv ovn med røggas kondensering mv. vil der blive biogas og mere varme til overs.

Derfor overvejer Lynettefællesskabet nu i samarbejde med de øvrige energiselskaber, hvordan man bedst udnytter biogassen, eksempelvis til en ny biogasyret motor, til bygasnettet eller til naturgasnettet.

Det er således oplagt, at der lokalt etableres et godt samarbejde mellem naturgas netselskabet, fjernvarmeselskabet og kommunen om at sikre forbrugerne de bedste muligheder i en overgangsperiode indtil naturgassen skal helt udfases til individuel opvarmning. Denne overgangsperiode kan eksempelvis strække sig lige fra 10 år (hurtig udbygning) til 40 år (moderat udbygning).

Det giver en fleksibilitet og mulighed for at vælge den rigtige løsning til den tid. For et lille bysamfund, hvor det er alt for dyrt med fjernvarme ud fra de nuværende forudsætninger, vil man således holde 3 muligheder åbne for den langsigtede forsyning, eksempelvis:

- fortsat forsyning med gas, men fra et net, der er nedgraderet til biogas med naturgas som tilsætning.
- fortsat forsyning med naturgas, idet en større og større andel af naturgassen stammer fra VE
- konvertering til individuelle varmepumper
- konvertering til nabovarme med varmepumper, solvarme og træpiller
- konvertering til fjernvarme fra nærmeste værk

### 9.6.6 Geotermi

Geotermi er uden sidestykke den største vedvarende energiressource i Europa i henhold til ECO-HEATCOOL rapporten om vedvarende energi.

I Danmark er geotermien ikke konkurrencedygtig i større målestok, så længe der er store kraftvarmeressourcer og mulighed for røggaskondensering på eksisterende kraftvarmeanlæg.

På længere sigt, når kraftvarmen gradvist skal afløses af vindbaserede varmepumper, vil geotermi ved moderate temperaturer være langt mere interessant.

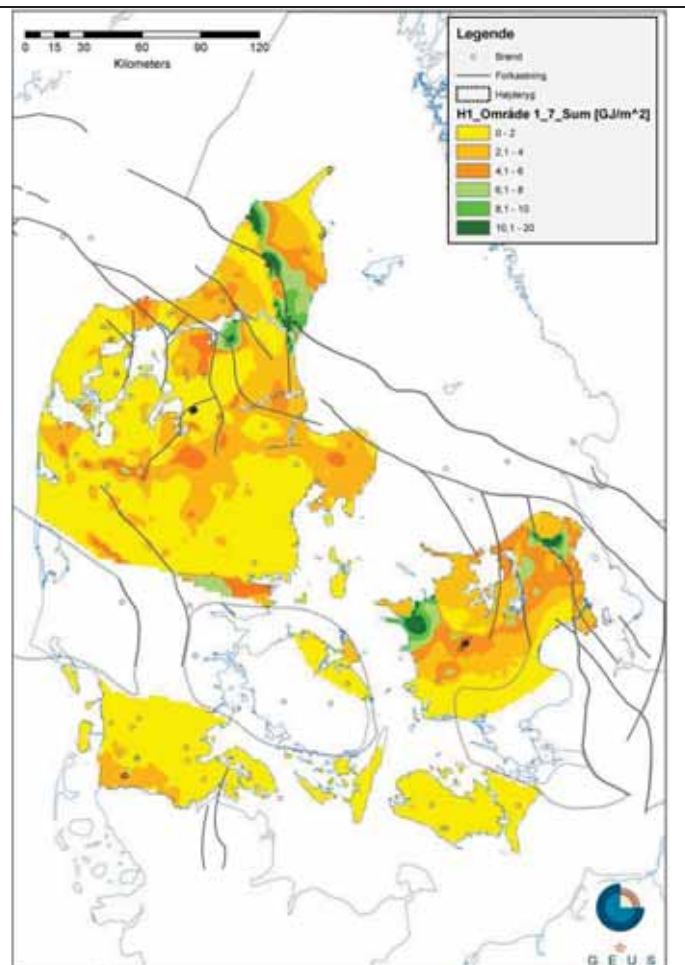
I rapporten Geotermi, varme fra Jordens indre, Status og muligheder, oktober 2009, har Energistyrelsen givet et udførligt overblik over mulighederne for at udnytte geotermi i Danmark.

I rapporten præsenteres vedlagte kort fra GEUS. Det viser den energitæthed man kan forvente i GJ/m<sup>2</sup>

Kortet vil derfor fremover kunne være en nyttig vejledning i planlægningen af de næste borer.

Det næste projekt ved Viborg er i tilknytning til en ældre boring, som har vist gode resultater. Det ligger i et mere lovende område, hvor man forventer at kunne udnytte geotermisk varme ved 70 grader direkte uden varmepumpe.

De næste prøveboringer bør finde sted i de grønne områder for at øge sikkerheden for god økonomi og for at holde optimismen højt.



**Figur 9-9 Oversigt over geotermiske ressourcer**

Geotermisk varme kan udnyttes med stigende effektivitet i takt med, at der bliver overskydende vindenergi og biomassen stiger i pris.

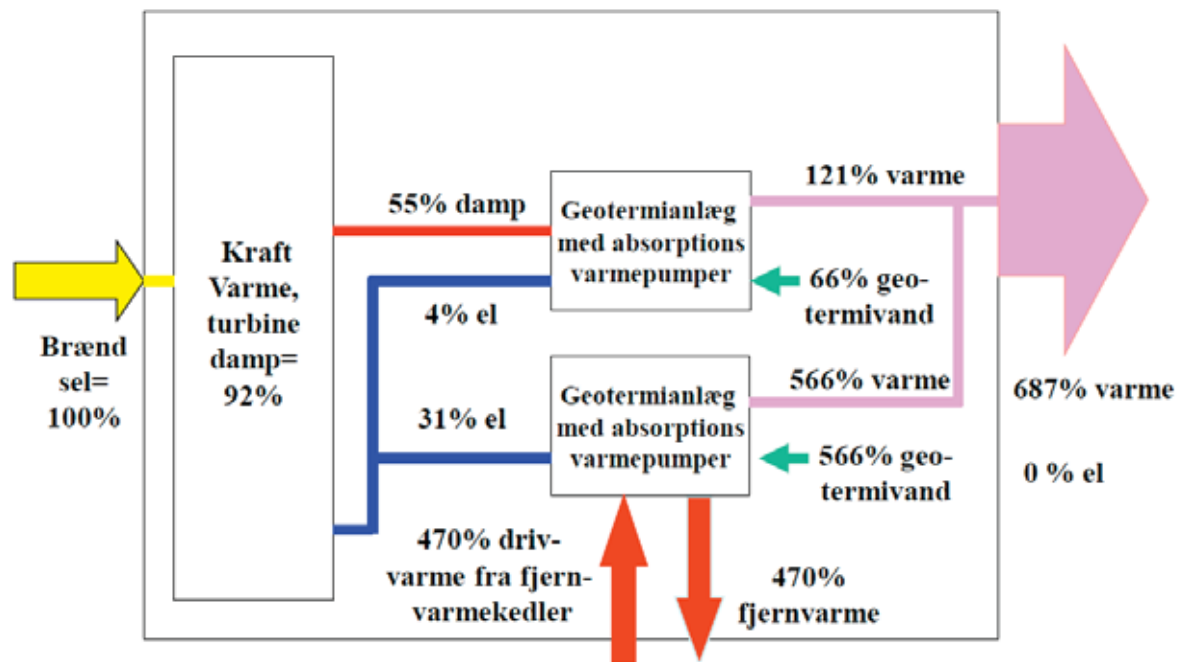
Nedenstående tabel viser, hvordan biomasseressourcerne kan anvendes til varmeproduktion i samspil med geotermi, således at andelen af geotermi stiger i takt med, at prisen på biomassen og andelen af vindenergi stiger.

Der er her set bort fra, at der i alle tilfælde kan udnyttes ca. 10 GWh ved røggaskondensering, og det er forudsat, at den geotermiske varme ikke kan udnyttes direkte, men skal opgraderes nogle grader med en varmepumpe.

Anlæg	Biomasse	Geotermi	Tab	El	Varme
Enhed	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
Kedel	100	0	8		92
El kondens	100	0	58	42	0
Kraftvarme modtryk	100	0	10	40	50
Kraftvarme/VP-absorp	100	66	14	31	121
Kraftvarme/VP-absorp/VP-el	100	202	26	0	276
Kraftvarme/VP-absorp/VP-el/kedel	100	632	45	0	687

**Tabel 9-2 Biomasse som drivmiddel til mere geotermi**

Nedenstående figur illustrerer den sidste anlægskombination med maksimal udnyttelse af geotermi i en periode med lave elpriser.



Kilde: Allan Mahler, DONGEnergy, IDA Energi seminar om Varmeplan Danmark 14.01.2009

**Figur 9-10 Diagram med maksimal udnyttelse af biomasse**

### 9.6.7 Store solvarmeanlæg

I varmeplan Danmarks prognose for udbygning af store solvarmeanlæg forventes etableret 2 mio.m<sup>2</sup> i perioden frem til år 2020. Det svarer til 200.000 m<sup>2</sup> i gennemsnit.

Siden de første anlæg blev etableret for 20 år siden, har udviklingen været meget begrænset, men indenfor det seneste år har udviklingen taget fart, ikke mindst fordi Dansk Fjernvarme har oprettet en ERFA-gruppe om solvarme, og fordi der nu tegner sig et mere klart billede af de langsigtede fordele.



Desuden har den danske solvarmeindustri automatiseret fabrikationen yderligere og mobiliseret ekstra produktionskapacitet for at klare efterspørgslen. Det har medvirket til, at priserne er faldet yderligere.



Foto: Lars Damkjær, Gram Fjernvarme

#### Figur 9-11 10.000 m<sup>2</sup> solvarme på Gram Fjernvarme 2009

Udbygningen af nye solvarmeanlæg til fjernvarme er nu i meget stærk vækst og det tegner til, at prognosen fra Varmeplan Danmark ikke er urealistisk.

- I de seneste 20 år er idriftsat i alt ca. 90.000 m<sup>2</sup>
- I 2010 blev idriftsat 5 anlæg på i alt ca. 44.000 m<sup>2</sup>
- I 2011 er planlagt idriftsat 14 anlæg på i alt ca. 162.000 m<sup>2</sup>

Desuden er flere anlæg under vejs.

Hidtil har anlæggene stort set været etableret som supplement til naturgasfyrede kraftvarmeværker, hvor man i mange tilfælde har kunnet nøjes med den eksisterende akkumulator.

I flere af anlæggene, der forventes etableret i 2011, indgår desuden lavtemperatur absorptionsvarmepumper. Forsyning af drivenergi er vand ved 75 – 95 grader. Kølekredsen anvendes til at øge virkningsgrader på kondenserende kedler og solvarmeanlæg og i enkelte tilfælde også på naturgasmotoranlægget. Derved udnyttes solvarmepanellerne som "energifangere" i de perioder, hvor anlæggene ikke kan levere tilstrækkelig høj temperatur.

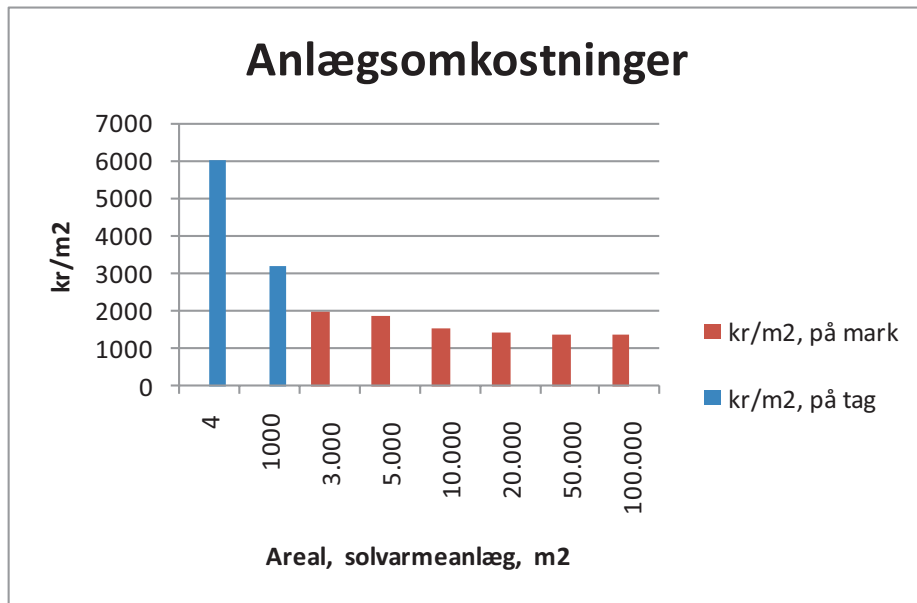
Blandt de planlagte anlæg er der nu 2, som etableres på biomassefyrede anlæg, helt i tråd med Varmeplan Danmarks anbefalinger.

For begge er gældende, at selskabsøkonomien kun netop hænger sammen, men at samfundsøkonomien er rigtig god. Dette skyldes, at der er en ret høj samfundsøkonomisk pris på biomasse og, at værkerne ikke producerer el.

Denne udvikling bør styrkes, fordi det vil frigive biomasse til andre formål, herunder til de større kraftvarmeværker og på længere sigt til transportsektoren.

Motivationen for disse værker til at etablerer i solvarme nu er, at man med solvarmen kender prisen de næste 30 år i faste priser og, at man bliver mindre afhængig af biomasse, som er steget en del i pris på det seneste.

Desuden er storskalafordelen med til at motivere fjernvarmeselskaber og forbrugere til at være fælles om store solvarmeanlæg frem for at etablere individuelle anlæg.



Figur 9-12 Priser på solvarmeanlæg ekskl. lager

De store fjernvarmeselskaber, herunder VEKS, Fjernvarme Fyn og Affald Varme i Århus har desuden skitseret planer, om anlæg på over 100.000 m<sup>2</sup>, men det drejer sig her om at sikre samspillet med affaldsvarme og anden overskudsvarme, som ellers skal bortkøles om sommeren. Derfor afventer flere af disse ideer udviklingen i storskala sæsonvarmelagre.

Med de nu besluttede anlæg nærmer vi os således visionen i Varmeplan Danmark om 200.000 m<sup>2</sup> pr år, og vi kan nå endnu højere op, når de store værker går i gang.

Der er i dag store danske leverandører af de store anlæg, som er næsten enerådende på verdensmarkedet for disse anlæg. De har investeret i øget produktionskapacitet med bl.a. svejseroboter, således at der ikke er udsigt til flaskehalse fra den side.

Interessen fra udenlandske producenter af solfangere til små anlæg til også at byde på de store anlæg har indtil nu været meget begrænset.

Til gengæld er der en vis interesse fra udenlandske kunder for store højt ydende solvarmeanlæg, leveret af de danske producenter. Danske rådgivere og leverandører har således i de seneste par år været aktive i så forskellige lande som Sydkorea, Chile, USA og Holland.

På verdensmarkedet kan det danske koncept således udfylde det gab, der er mellem små enkle standard solfangere til varmtvandsproduktion (som man ser på hustagene i Grækenland) og de meget avancerede fokuserende typer, som kan levere damp til elproduktion.

Det skyldes, at de danske udviklede anlæg har en konkurrencedygtig pris i kr/MWh, bl.a. takket vær et enkelt og effektivt design, en rimelig høj ydelse, meget lave drifts og vedligeholdelsesomkostninger samt et meget stort hjemmemarked til aftag af et stort volumen.

Denne udvikling af effektive anlæg har især været drevet frem af ildsjæle i Marstal, ligesom Brædstrup Fjernvarme har banet vejen for, at solvarme nu kombineres med naturgasfyret kraftvarme på markedsvilkår.

## 9.7 Fjernkøling

Fjernkøling er først kommet ind i billede i de seneste år. Der er etableret mindre fælles køleanlæg eller fjernvarmebaserede køleanlæg af forskellig art, eksempelvis i Hjørring, Løgstør og Hørsholm. Det første større fjernkøleanlæg er etableret af Københavns Energi omkring Kgs. Nytorv.

Der er fordele, som tilsammen kan begrunde, at kølingen prioriteres højt eksempelvis:

- Udnytte et fælles kølemedie, eksempelvis en havvandskanal, en grundvandsboring eller et fælles afsides beliggende køletårn
- Udnytte frikøling optimalt
- Udnytte overskudsvarme om sommeren via fjernvarmen til absorptionsvarmepumper
- Udnytte lave elpriser til kompressorkøling
- Udnytte et fælles kølelager
- Udnytte samtidighed, så den samlede kølekapacitet mindskes med ca. 30 %
- Frigøre arealer i kundernes teknikrum
- Frigøre arealer på tagterrasser
- Fjerne lokale gener i form af støj og risiko for legionella fra køletårne
- Spare mandskab til at passe køleanlæg
- Synergi ved, at samme selskab leverer både fjernvarme og køl til bygningen
- Fordel ved fælles langsigtet finansiering

### Eksempel på fjernkøling: Københavns Energi i Kgs. Nytorv

Anlægget er netop taget i drift, der er tilfredshed blandt kunderne, og Københavns Energi kan få økonomien til at løbe rundt. Anlægget udnytter flere af de omtalte synergier:

- Der udnyttes en kølevandskanal, så køling sker havvand i stedet for som hidtil luft
- Kølingen produceres med ca. 1/3 til hhv. frikøling, absorptionskøling med fjernvarme baseret på biomassekraftvarme samt kompressorkøling
- Kunderne i den centrale by, hvor areal er kostbart sætter pris på at få frigjort arealer til andre formål, både i parkeringskælder og på tagterrasser
- Kunderne sparer mandskab til at drive anlæggene



Foto: Københavns Energi, Carsten Andersen

Figur 9-13 Københavns Energis Fjernkølecentral

De gode erfaringer med det første projekt i København har fået Københavns Energi til at planlægge køling i flere bydele, ikke mindst de nye bydele og i ældre bydele, hvor gamle køleanlæg skal renoveres. Desværre nåede Ørestaden ikke at få etableret fjernkøling fra starten.

#### **Eksempel på uheldig konsekvens af manglende fjernkøling**

Hvis Ørestaden skulle etableres i dag ville det formentlig blive med fjernkøling baseret på havvandskøling. Desværre mistede man den mulighed da de overordnede rammer ikke var på plads. Det har heller ikke været muligt at etablere lokale samarbejder om fælles køleanlæg på tværs af matrikelgrænsen på trods af storskalafordele. Derfor har alle erhvervsbygninger med stort kølebehov nu etableret egne køleanlæg, fortrinsvis grundvandskøleanlæg.

Det er en god løsning for bygninger, der ligger isoleret, men ikke optimalt, når de ligger så tæt som i Ørestaden. Det skyldes bl.a. at varmepumpen er nødt til at producere noget af varmen om vinteren for at køle grundvandet ned igen. Den kommer altså til at være i drift i perioder, hvorved den fortrænger mere effektiv varme fra de store kraftværker.

Her kunne man opnå en samlet gevinst for lokalsamfundet, hvis bygningsejerne, Københavns Energi og CTR kunne finde en model for at inddrage varmepumperne i lastfordelingen. Derved kunne varmeplanenheden (CTR, VEKS og Københavns Energi) planlægge med at optimere varmepumperne, så de er i drift når varmeprisen er høj eller når elprisen er lav samtidig med at man overholder miljøkravet om at køle grundvandet ned.

Ligeledes kan der være fordele ved at samarbejde på tværs af matrikelgrænsen i områder med kølebehov uden fjernkøling. I begge tilfælde kunne fjernvarmeselskabet have en interesse i at bistå med at organisere og drive et fjernkøleanlæg, et fælles blokkøleanlæg eller blot i at etablere fælles mere effektive køleanlæg for bygningsejeren. Principperne for varmestyring og service for opvarmning gælder måske i endnu højere grad for køling, som er mere kompliceret.

#### **Eksempel på uheldig konsekvens af manglende køling i butikscenter**

Et lille butikscenter, der er forsynet med varme fra et stort fjernvarmesystem har ikke installeret fælles køling. I et lejemål har lejeren derfor været nødt til at installere eget luft/luft varmepumpe til køling for ikke at skræmme kunderne væk. Varmen kommer fra en stor radiator med termostat og med fordelingsmåler til fordeling af varmeomkostningerne mellem lejemålene. Lejeren har fundet ud af, at spare på den samlede varme og elregning ved at bruge varmepumpen til opvarmning, så radiatoren bruges mindst muligt.

En umiddelbar beregning viser, at denne løsning er samfundsøkonomisk meget dårlig bortset fra få timer, hvor der er oliekedler i drift i fjernvarmesystemet. Den viser også, at det er en dårlig ide for lokalsamfundet, dvs. lejeren, de øvrige lejere i butikscentret og de andre varmemeforbrugere. I de fleste timer om vinteren bruges dobbelt så meget el til varmepumpen i forhold til udtag fra et af de store kraftvarmeværker. (COP 2,5 medens 1/CV=6,0)

Det er imidlertid sandsynligt, at lejeren faktisk sparer penge på det. Dels fordi den variable fjernvarmepris er højere end de variable omkostninger, modsat varmepumpen, hvor lejeren betaler den faktiske variable omkostning. Dels fordi varmfordelingsmålerne normalt bruges til at fordele mere end de variable omkostninger. Her hedder det sig, at det er for at motivere til at spare, men det giver forkerte prissignaler.

Det er altså naboerne i butikscentret og de øvrige fjernvarmeforbrugere, der betaler.

Hvis butikscentret havde installeret et fælles kølesystem, havde man nok undgået dette spild.

## 10. VIDENDELING OG INFORMATION

*Energi er blevet et aktuelt emne, ikke mindst efter COP15. Det optager mange, som gerne vil vide mere og bidrage. Der derfor et stigende behov for information til alle beslutningstagere. Vi savner et tværgående debatforum, hvor man taler sammen på tværs af sektorerne og ud fra samme målsætning om at fremme samfundshensyn.*

Det er en udfordring for Folketinget at udmelde forudsætninger, som fremmer en samfundsøkonomisk udvikling på tværs af alle sektorer. Udfordringen ligger også i kommunerne.

I 80'erne, hvor Energistyrelsen, amterne og kommunerne, forsyningsselskaberne og andre aktører arbejder sammen om varmeplanlægningen ved konkret sagsbehandling og i samordningsgrupper, var der et højt fagligt niveau. Dette blev formidlet til nationale og lokale politikere, som tog politisk stilling på det bedst mulige grundlag. Fællesnævneren var samfundsøkonomi og uafhængighed af olie. I dag er denne viden ofte gået tabt i kommunerne, hvilket forværres af, at mange forsyningsselskaber er udskilt fra forvaltningen. Billedet forværres yderligere af, at der i det vacuum, der opstod i 90'erne, er opstået mange mindre velfunderede ideer og myter, ikke mindst fordi der ikke er nok forbindelse på tværs mellem forsyning, slutforbrug og miljø.

Hvor der i 80'erne var stor uenighed indenfor forsyningssektoren, er der i dag bred enighed om væsentlige spørgsmål blandt forsyningsselskaberne. Desværre er der stadig et gab mellem byggesektoren og forsyningssektoren, hvor man når frem til vidt forskellige resultater med hhv. centralt udmeldte energirammer og lokale analyser baseret på samfundsøkonomi.

Da vi står over for en stor udfordring som i 1979, er der behov for at styrke den tværgående indsats, dels på tværs af ministerier, dels på tværs i alle sektorer.

Det kan eksempelvis fremmes med konferencer og arrangementer, hvor man mødes på tværs af sektorerne for at diskutere mulighederne ud fra en fælles forståelse for samfundshensyn. Det vil sige, at vi skal nå målet om at blive uafhængige af fossile brændsler på den mest samfundsøkonomisk fordelagtige måde uden velfærdstab.

COP15 har skærpet interessen i medierne for klima og CO<sub>2</sub> besparelser. Her kan medierne bidrage til den positive udvikling, der er skabt ved at fremme forståelsen for helhedsløsninger og ved at gå mere i dybden.

Medierne kunne eksempelvis informere om opvarmningsformernes samlede effektivitet og omkostninger for samfund og forbruger inkl. miljøomkostninger og kapitalomkostninger til alle investeringer i forsyningsanlæg og klimaskærm. Man kunne gå i dybden ved at oplyse om de skjulte anlæg, som får opvarmningen til at fungere effektivt.

Det er ligeledes vigtigt, at eleverne på skolerne lærer om energi, så de senere bliver bedre rustet til at træffe de bedste valg. Eksempelvis kan eleverne i fysik og samfundsfag lære om energien i forskellige former, med hensyn til kvalitet og tid, og hvad den koster for samfundet og for brugere.

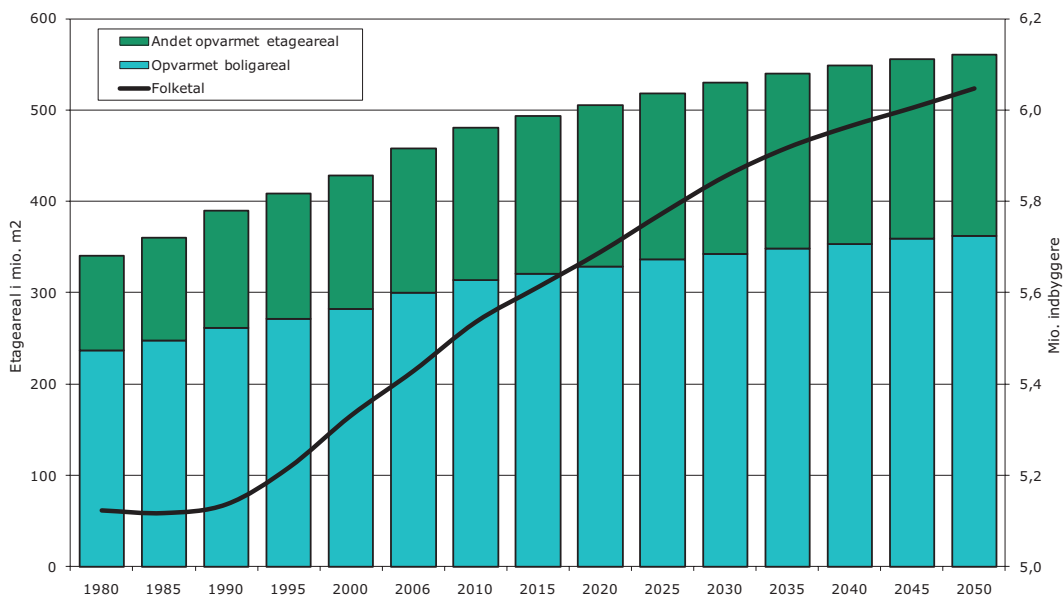
Affaldssektoren er god til at oprette klassetjenester, som lærer skoleklasserne om affaldet. Det samme burde fjernvarmeselskaberne gøre mere systematisk, så det blev muligt for alle at aflægge besøg på det lokale fjernvarmeværk i forbindelse med undervisning i samfundsfag og fysik. Her kunne Dansk Fjernvarme, Center for Energibesparelse og Undervisningsministeriet samarbejde om et godt undervisningsmateriale, hvor fokus er forbrugernes og samfundets fælles interesse.

## 11. STATISTIK OG FREMSKRIVNING

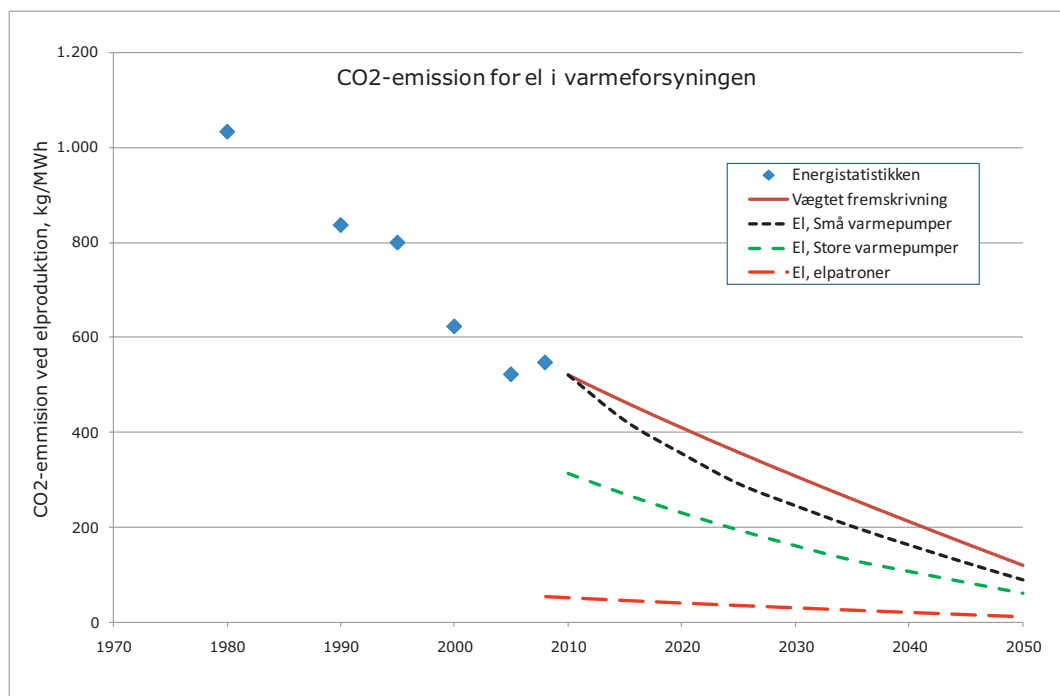
Det er interessant at følge den historiske udvikling fra 1980 og sammenholde den med mulige eksempler for udviklingen frem til 2050. Det sætter de hele i perspektiv, og det fortæller omverdenen, hvilken imponerende udvikling opvarmningssektoren har været igennem.

Bilaget er udarbejdet af Klaus Fafner, Rambøll

I det følgende opdateres statistik og prognose med en hurtig og moderat udbygningstakt og ud fra nedenstående prognose for opvarmet areal og CO<sub>2</sub> emission for el.



Figur 11-1 Prognose for befolkning og opvarmet areal



Figur 11-2 Forudsat CO<sub>2</sub> emission i elforsyningen

### 11.1 Hurtig udbygning med statistik og fremskrivning

I den hurtige udbygning udfases naturgassen inden 2030, og varmebesparelser fortsætter med en faldende tendens mod 2050, således at rumvarmebehovet i 2050 kun er 50 % af behovet i 2010.

#### Fase 1, eksempler på de første satsningsområder i perioden 2010-2020.

- Spare i gennemsnit 25 % på rumvarmen, svarende til ca. 20 % på nettovarmebehovet.
- Sænke returtemperaturen i gennemsnit til 40 grader.
- Udbygge med 100 % fjernvarme eller blokvarme til al ny bebyggelse i byerne.
- Udbygge med fjernvarme og nabovarme i små bysamfund til hhv. 65 % og 5 %, således at fjernvarme og nabovarme i alt når op på 70 %
- Udbygge med individuelle varmepumper op til 25 %
- Bevare 5 % individuel naturgas.
- Elvarme og olie udfases helt til individuel opvarmning i 2020.
- Benytte biogasmotorer til fjernvarme.
- Udbygge med biomasse til fjernvarme, der stimulerer biomasseproduktionen.
- Udbygge med 4 mio.m<sup>2</sup> solvarme til fjernvarme.
- Udbygge med elkedler og varmepumper til fjernvarme som supplement til decentral kraftvarme på naturgas som bevares til regulering i elsystemet.
- Udnytte kraftvarmepotentialet fra de resterende kul- og gasfyrede kraftvarmeværker
- Udnytte industriel overskudsvarme.
- Udnytte kraftvarmen fra nye biomassefyrede kraftvarmeværker, så de termiske tab ved køling minimeres hvorved virkningsgraden øges fra ca. 40 % til ca. 90 % på årsbasis.
- Udnytte energien i røggassen fra de biomassefyrede kraftvarmeværker ved røggaskondensering, så virkningsgraden øges yderligere fra ca. 90 % til ca. 105 %
- Begynde at udbygge med geotermi til større anlæg.

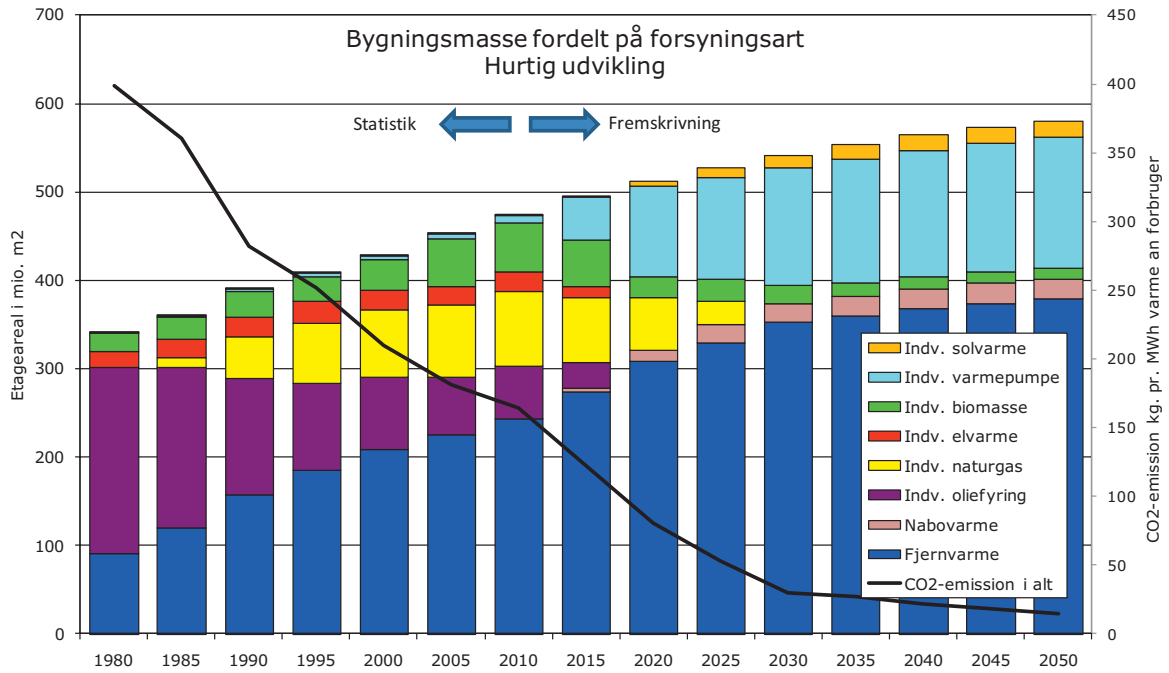
#### Fase 2, eksempler til at konsolidere og udvikle i perioden 2020-2030.

- Spare yderligere ca. 1 % p.a. på rumvarmen i takt med totalrenovering af boligmassen, således at rumvarmebesparelsen når op på 35 %
- Sænke returtemperaturen yderligere til ca. 35 grader.
- Naturgassen udfases helt, så individuelle varmepumper når op på 30 %
- Sammenkoble individuelle varmepumper til nabovarme, hvor det er fordelagtigt.
- Udbygge med varmepumper og individuel solvarme op til 2 mio.m<sup>2</sup>, suppleret med træpillekedler til større forbrugere med afbrydelige varmepumper i landområder.
- Udnytte biogaskraftvarme til fjernvarme i perioder med høje elpriser, idet biogas sammen med naturgas indgår i biogasnet til forsyning af industri, kogekunder, trafik mv.
- Udbygge med sæsonvarmelagre, der opsamler overskudsvarme om sommeren til brug om efteråret.
- Udbygge solvarme til fjernvarme yderligere til i alt 8 mio. m<sup>2</sup> fordelt på mere end 300 anlæg. Disse anlæg vil i alt fylde et areal svarende til 4x5 km<sup>2</sup> (eller en halv promille af Danmarks areal), og de vil kunne producere 10 % af fjernvarmen.
- Udbygge med geotermi i kombination med varmepumper og biomasse.

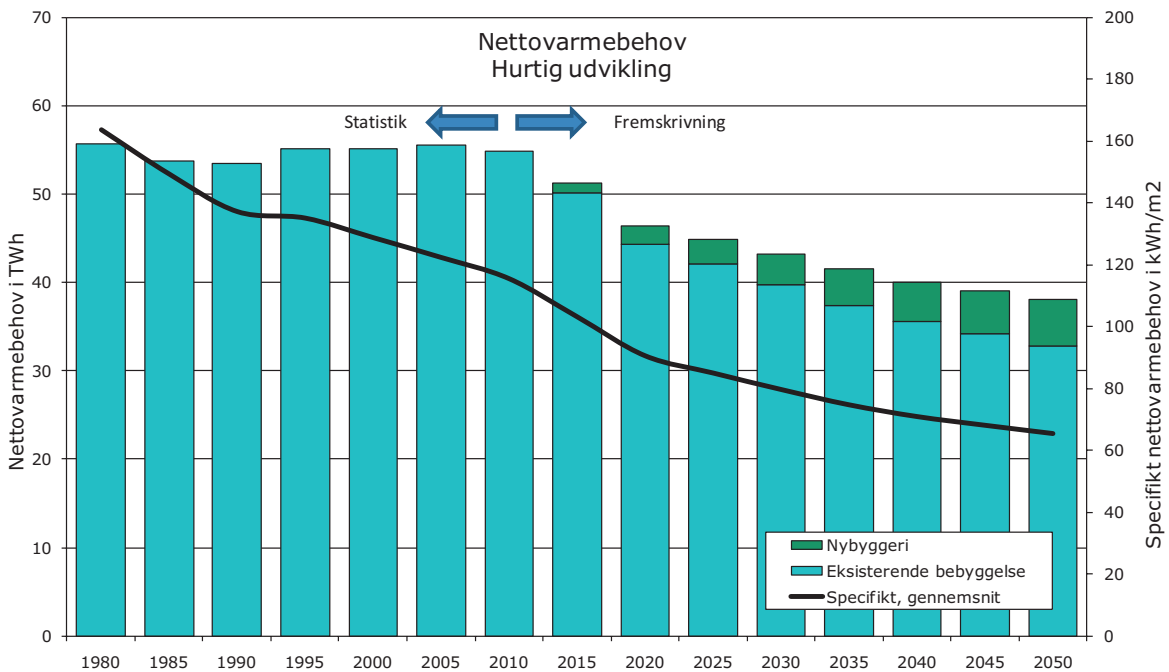
#### Fase 3, eksempler til at fortsætte med at effektivisere i perioden 2030-2050.

- Varmebesparelser fortsætter med at overstige tab af tilskudsvarme pga. elbesparelser, således, at det samlede varmebehov i 2050 når ned på 50 % af 2010 niveauet. Det svarer til ca. 60 % af nettovarmebehovet, og sker primært som følge af totalrenoveringer og udskiftninger af gamle bygninger.
- Udfase biomasse som grundlast i fjernvarmeproduktionen (i takt med, at biomassen efterspørges), ved at supplere med flere varmepumper, elkedler, solvarmeanlæg, geotermianlæg og sæsonlagre således, at biomassekedler kun udnyttes til reservekapacitet og spidslast.
- Udnytte affald, som ikke kan genbruges, til affaldsfyret kraftvarme med røggaskondensering og som drivmiddel for geotermisk varme.

I de efterfølgende diagrammer beregnes fordelingen på forsyningsarter, produktionsfordeling, ressourceforbrug, elforbrug og CO<sub>2</sub> emission, dels for individuel forsyning, dels for fjernvarmen.

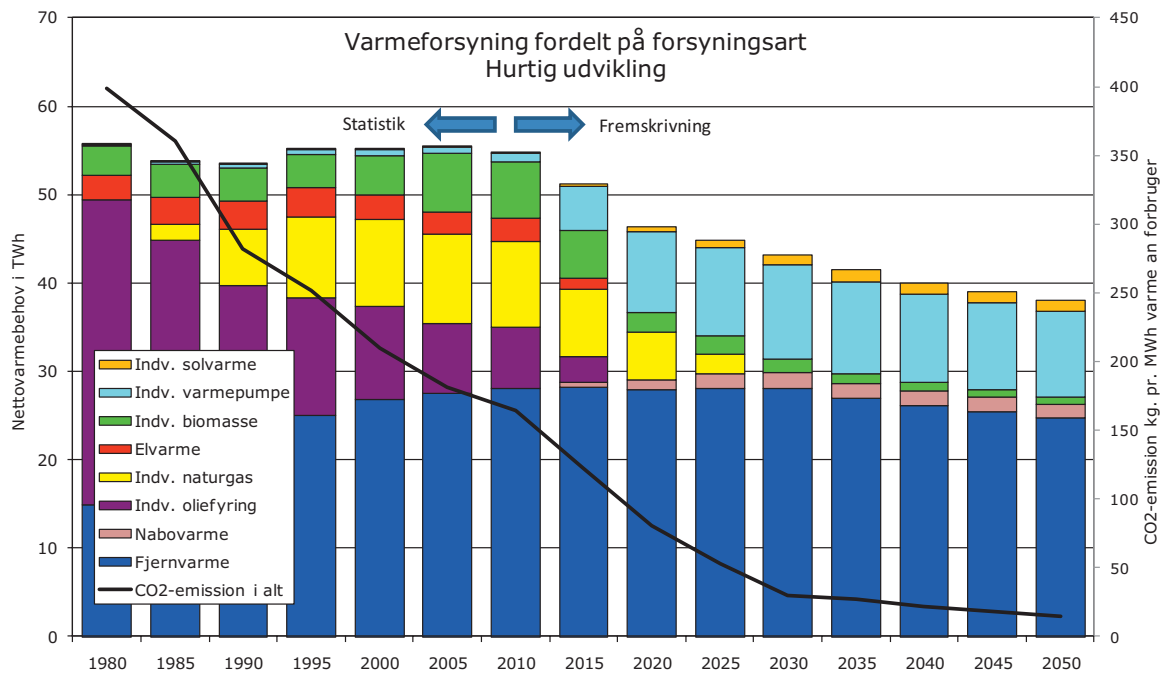


Figur 11-3 Bygningsmasse fordelt på forsyningsart, hurtig

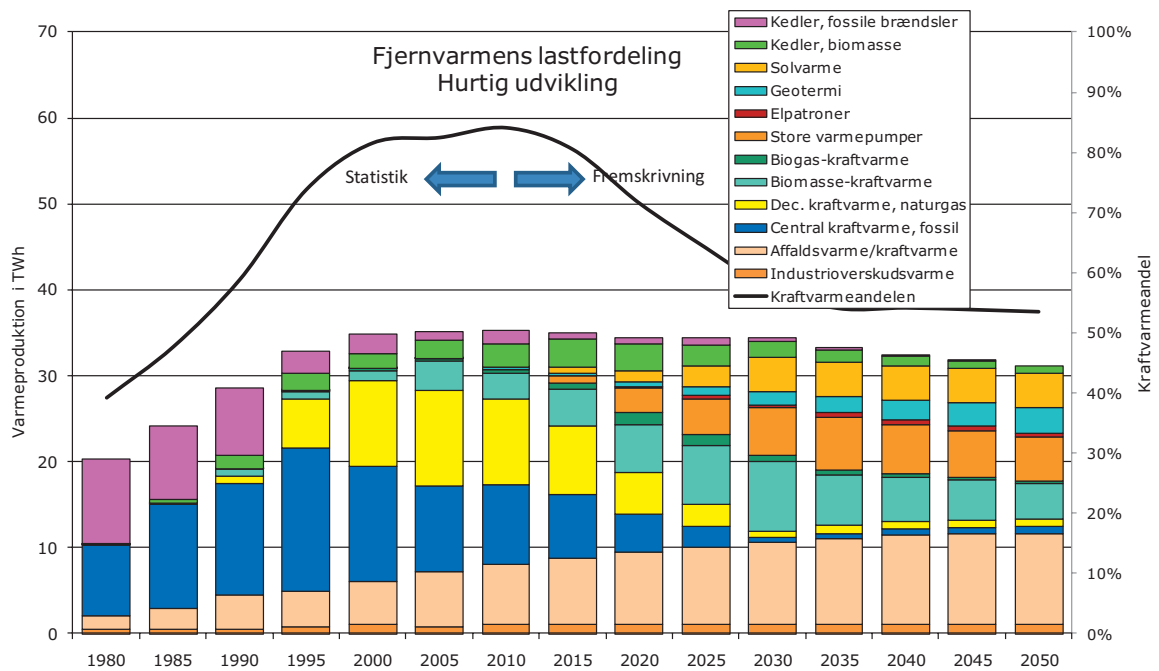


Figur 11-4 Forventet nettovarmebehov an bygning, hurtig

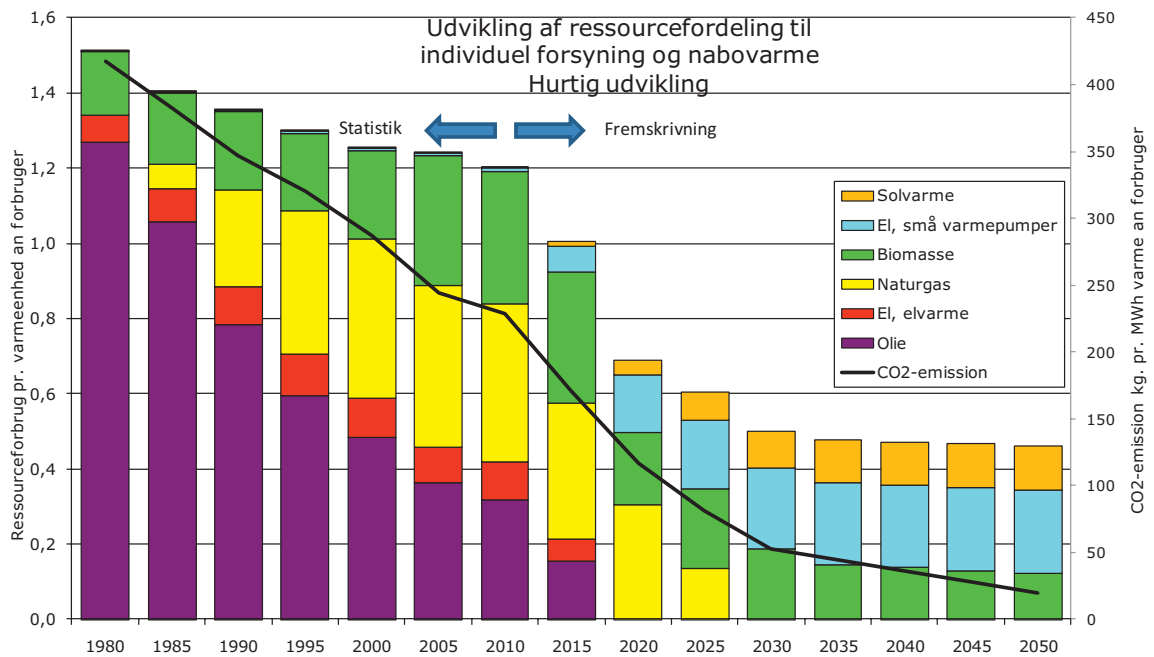




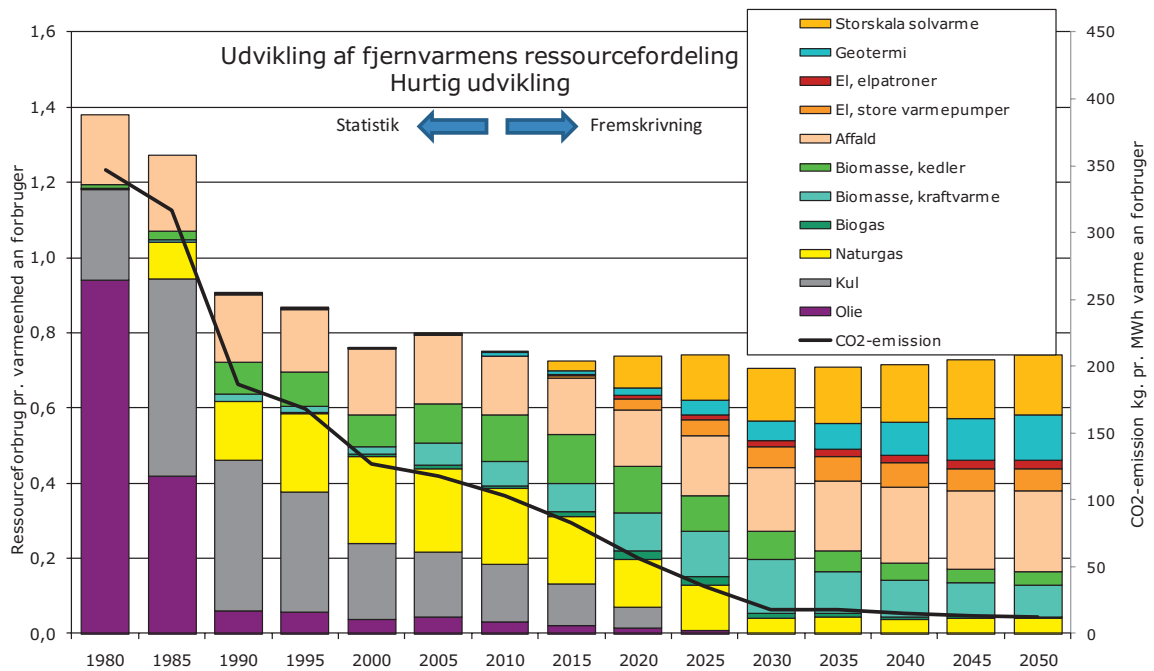
Figur 11-5 Varmeforsyning fordelt på forsyningsart, hurtig



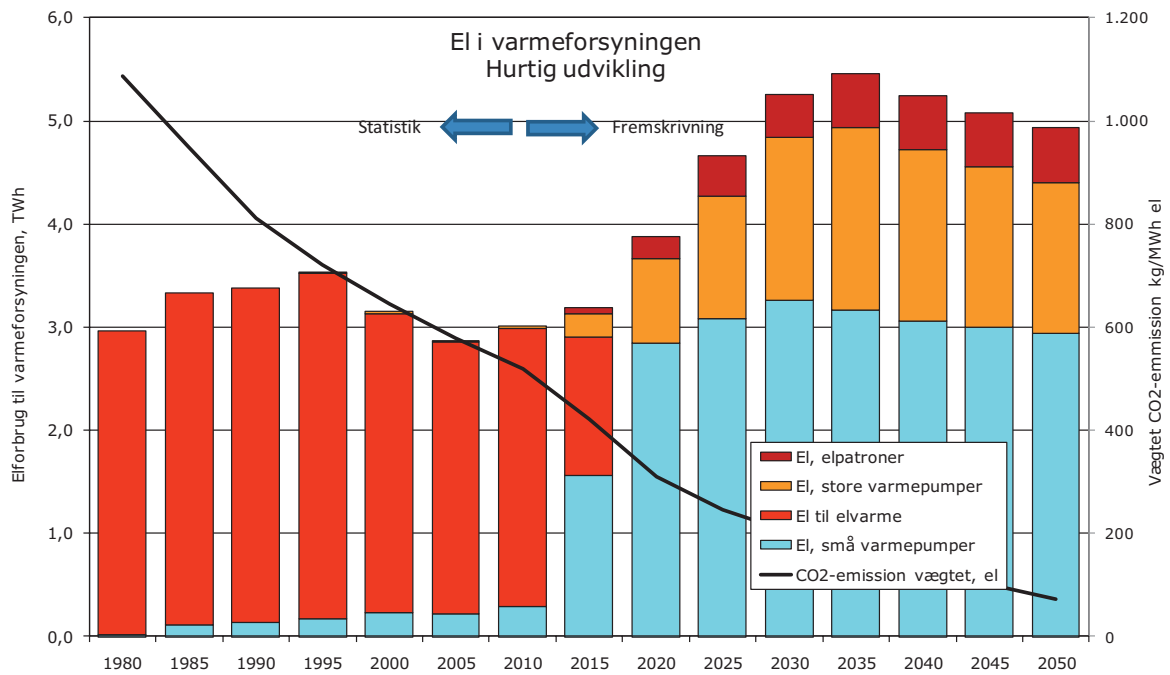
Figur 11-6 Fjernvarmens lastfordeling inkl. nettab, hurtig



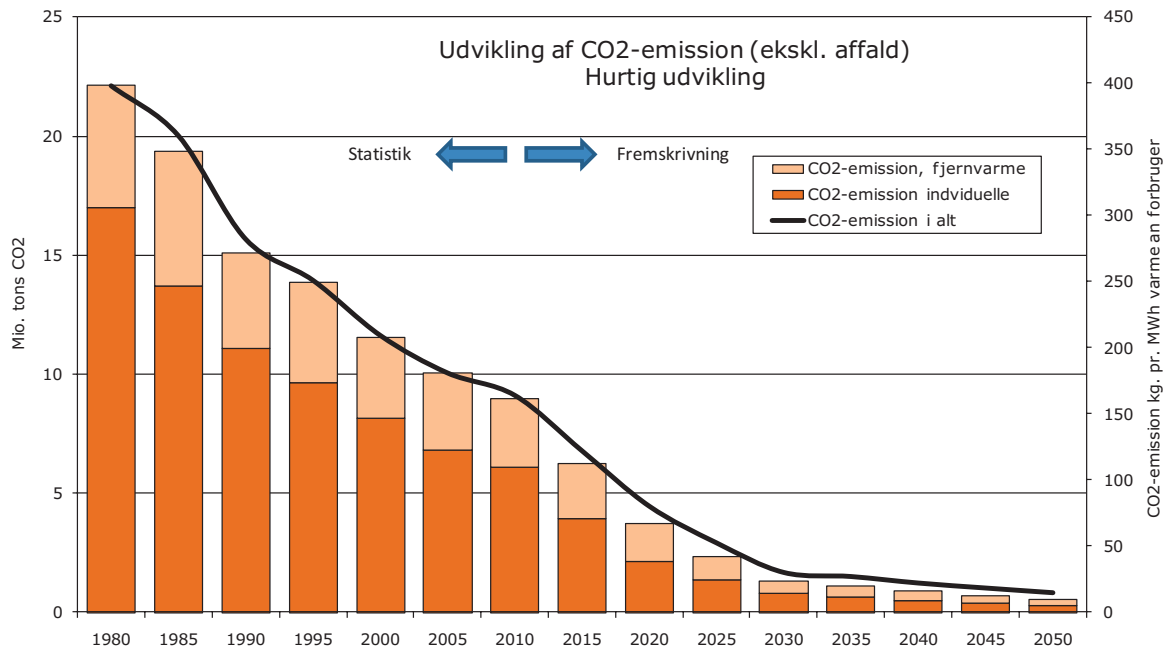
Figur 11-7 Ressourceforbrug individuel forsyning, hurtig



Figur 11-8 Ressourceforbrug for fjernvarmen, hurtig



Figur 11-9 Elforbrug til opvarmning, hurtig



Figur 11-10 Den totale CO<sub>2</sub> emission fra varmesektoren, hurtig

Det ses, at ressourceforbruget falder støt, så de fossile brændsler stort set udfases omkring 2030 medens biomassen gradvist udfases mod 2050, idet det antages, at den efterspørges til andre formål. Til gengæld efterspørges el til store og små varmepumper og til elpatroner (til at opfange el, som ellers ville gå til spildevand ved stop af vindmøller).

Hvis vindmølleudbygningen øges og biomassen efterspørges mere kan biomassen reduceres yderligere mod til gengæld at skaffe plads til øget elforbrug til flere store varmepumper i perioder med lave priser.

## 11.2 Moderat udbygning med statistik og fremskrivning

I den moderate udbygning forudsættes, at naturgassen udfases i et langsommere tempo, idet der kun udbygges med fjernvarme og varmepumper til hhv. 60 og 20 % i 2020, ligesom det antages, at slutniveauet for rumvarmebehov i perioden 2030-2050 ligger 25 % lavere end 2010 niveauet.

Den resterende naturgas udfases dernæst jævnt over de kommende 30 år frem mod 2050.

### Fase 1, eksempler på de første satsningsområder i perioden 2010-2020.

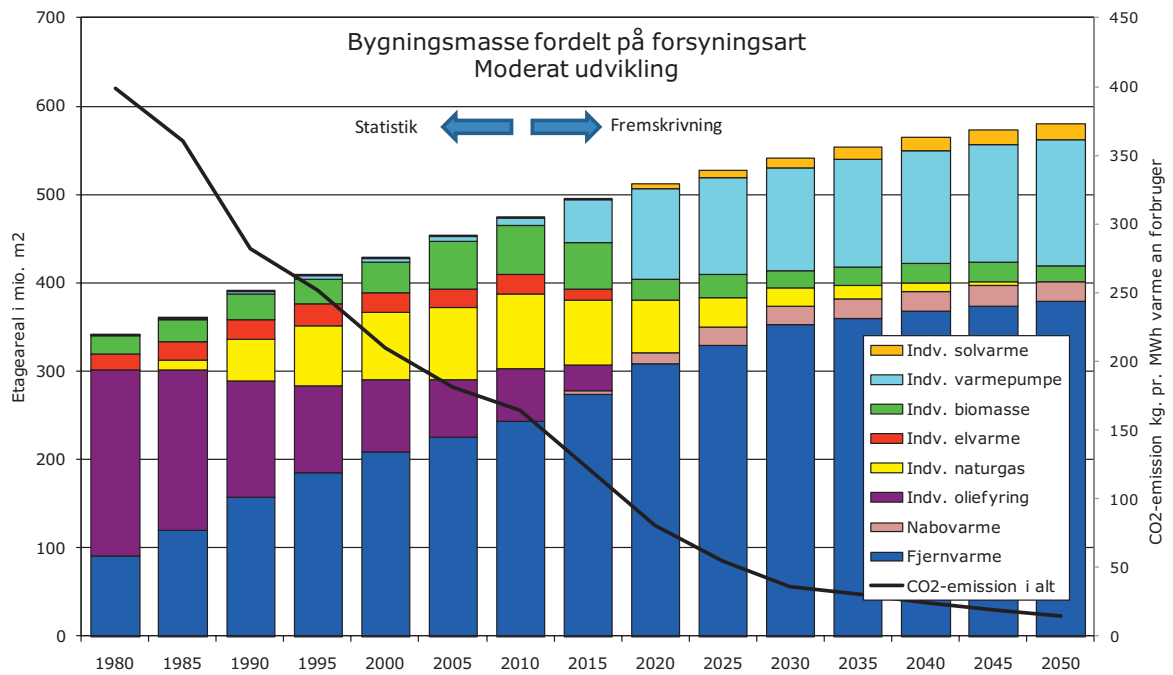
- Udbygge med fjernvarme til større bygninger i alt fra 50 % op til ca. **60 %** af markedet, hvor der er god samfundsøkonomi.
- Udbygge med varmepumper i landområder op til **20 %** af markedet
- Bevare individuel naturgas i resten, idet naturgasområderne forberedes til at blive konverteret til fjernvarme eller varmepumper.

### Fase 2, eksempler til at konsolidere og udvikle i perioden 2020-2030.

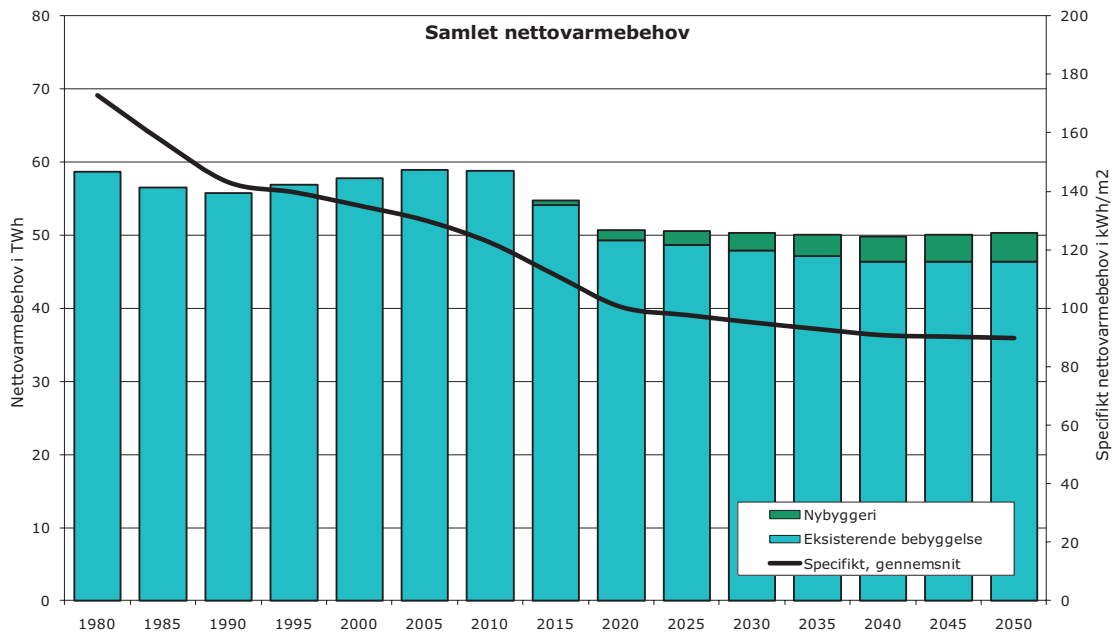
- Udbygge med fjernvarme og varmepumper, så der resterer **5 %** af markedet på naturgas.
- Rumvarmebehovet for eksisterende bebyggelse stabiliseres efter 2020 på et niveau 25 % lavere end i 2010, svarende til, at nettovarmebehovet er 20 % lavere i gennemsnit i forhold til 2010

### Fase 3, eksempler til at fortsætte med at effektivisere i perioden 2030-2050.

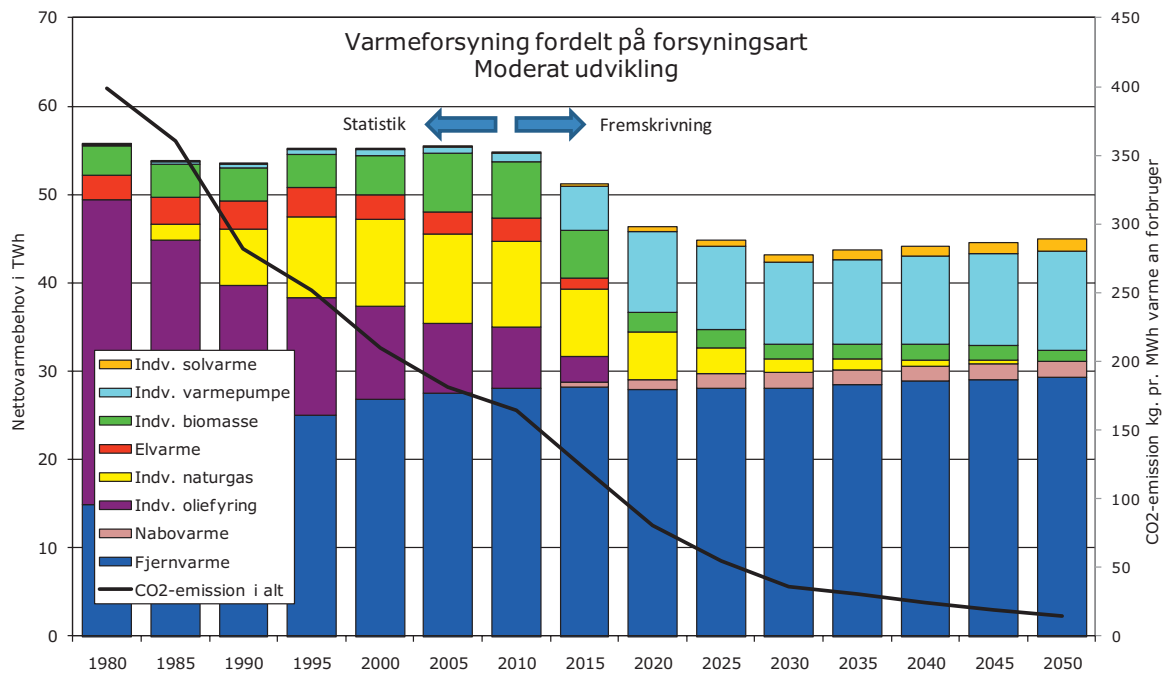
- Individuel naturgas udfases helt inden 2050.
- Nettovarmebehovet er uændret 20 % lavere end i 2010, idet mindsket tilskudsvarme fra et reduceret elforbrug, konvertering af fra el til varmt vand i husholdningerne, modsvarer de rumvarmebesparelser, der opnås ved løbende totalreovering af den gamle boligmasse.



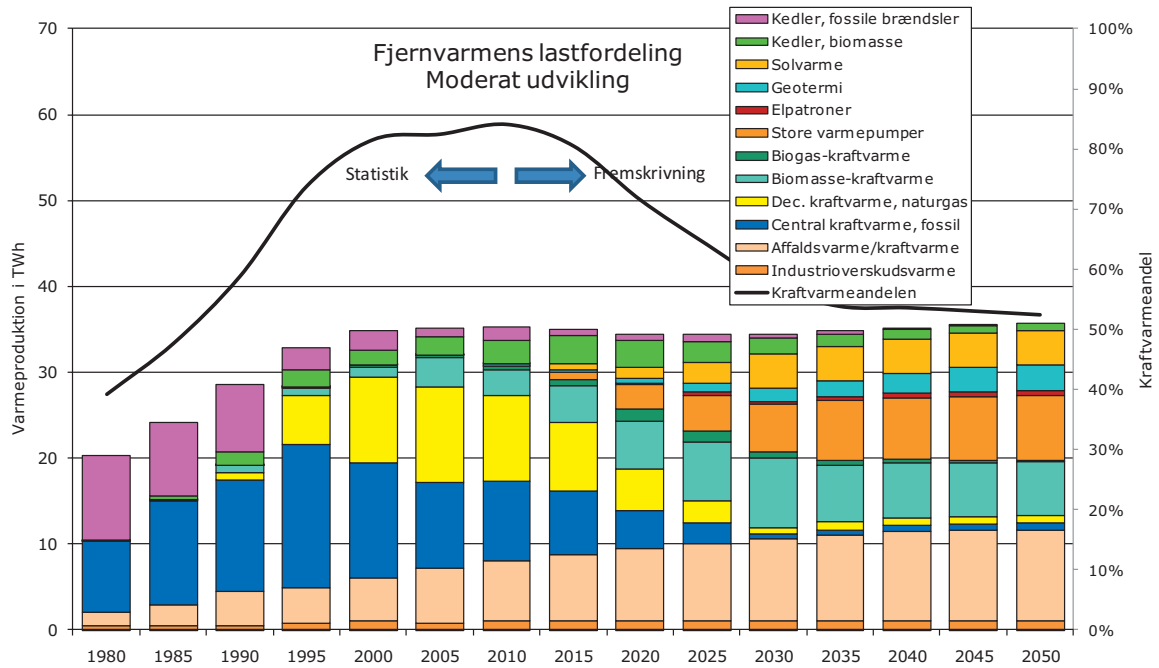
Figur 11-11 Bygningsmasse fordelt på forsyningsart, moderat



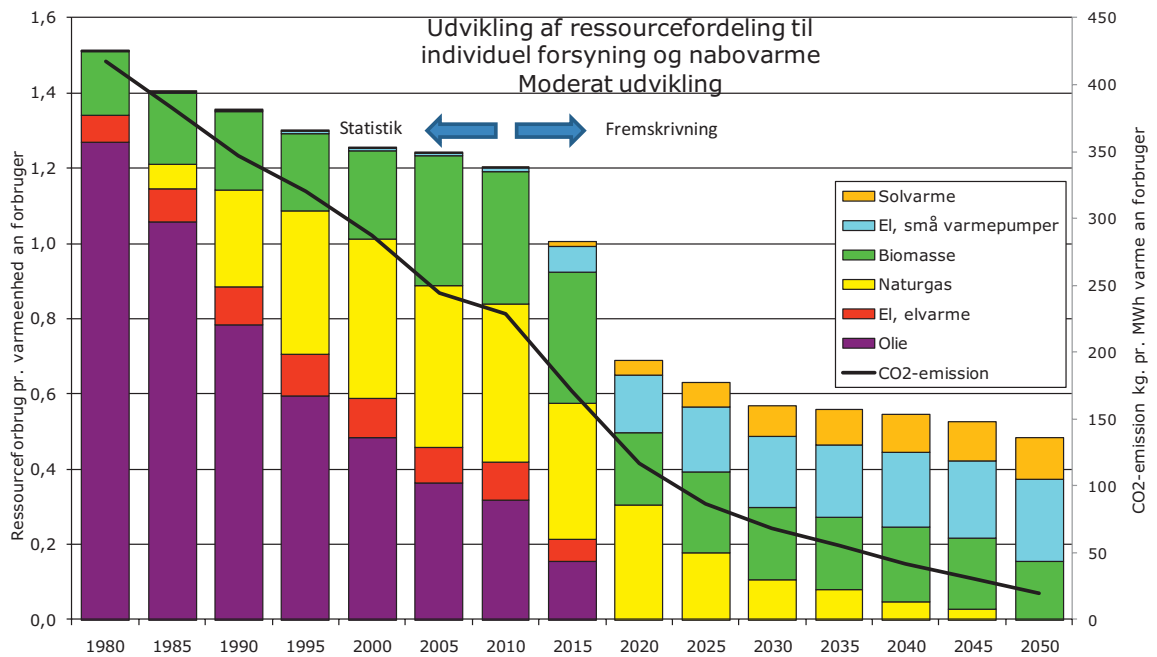
Figur 11-12 Forventet nettovarmebehov an bygning, moderat



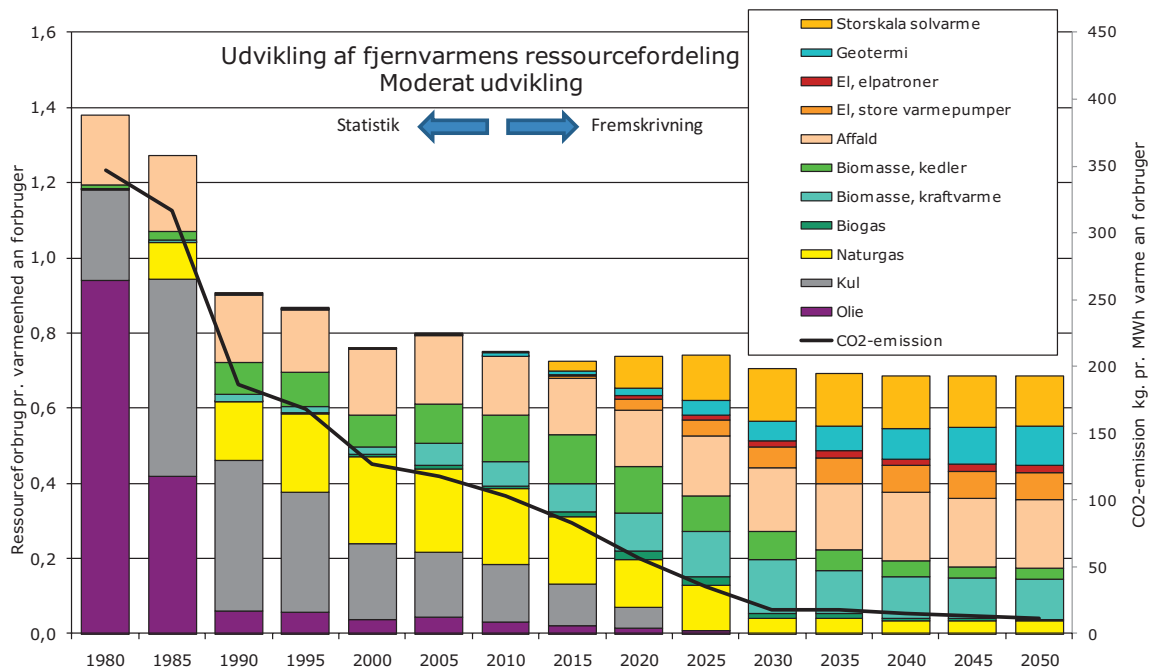
Figur 11-13 Varmeforsyning fordelt på forsyningsart, moderat



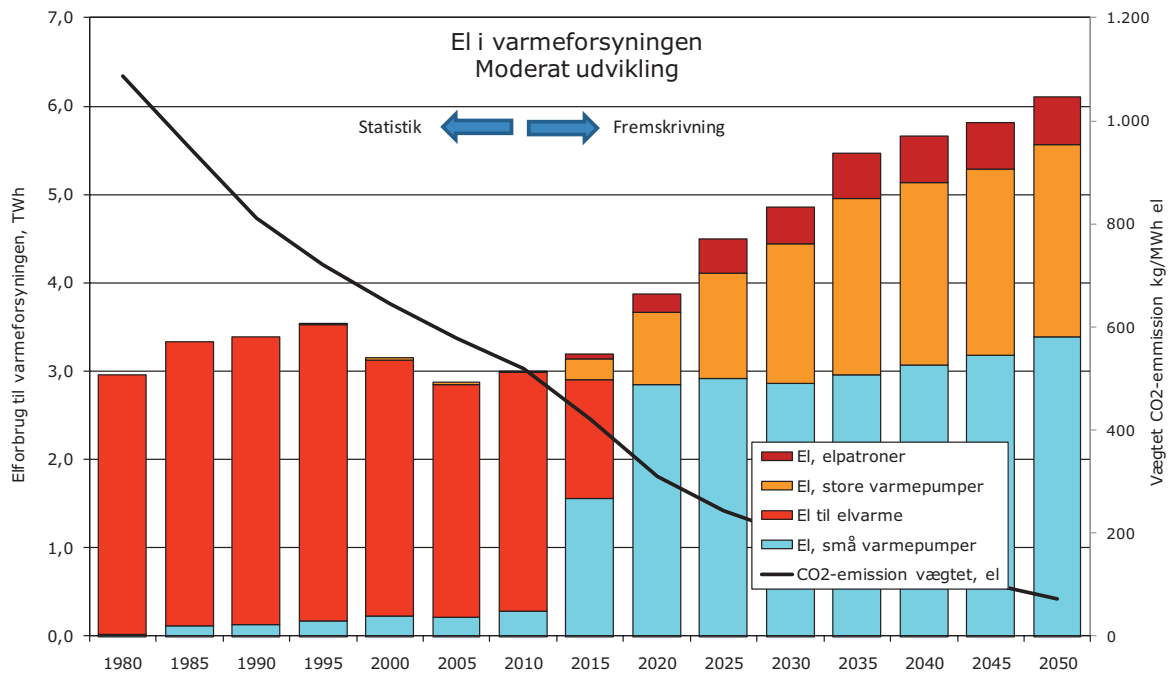
Figur 11-14 Fjernvarmens lastfordeling inkl. nettab, moderat



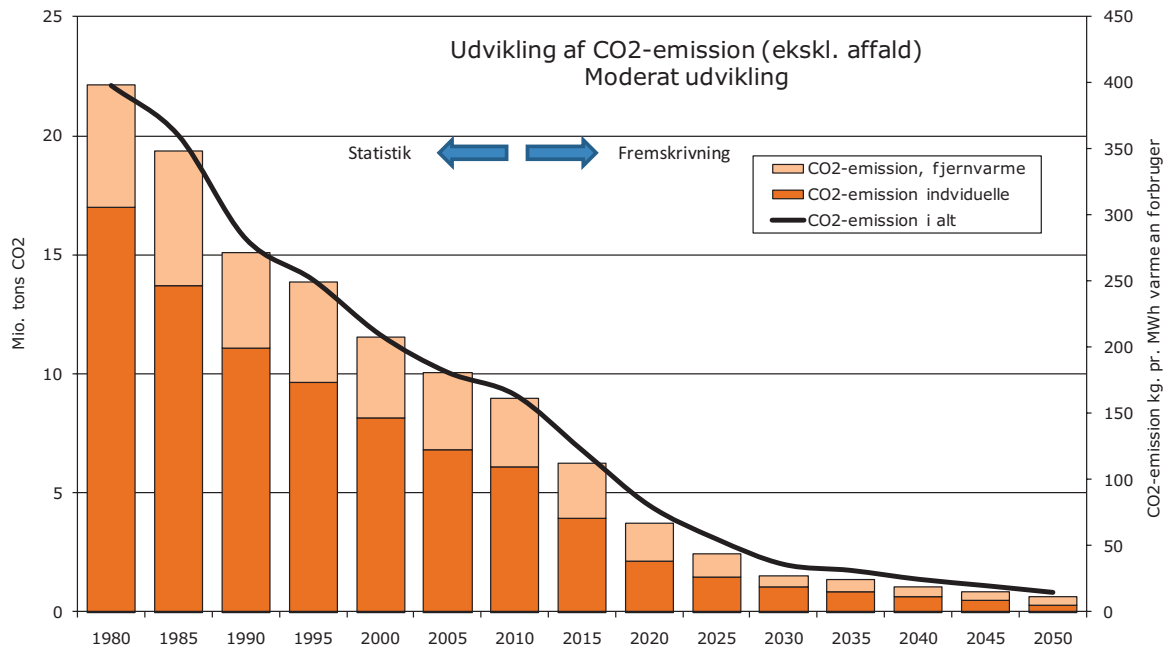
Figur 11-15 Ressourceforbrug individuel forsyning, moderat



Figur 11-16 Ressourceforbrug for fjernvarmen, moderat



Figur 11-17 Elforbrug til opvarmning, moderat



Figur 11-18 Den totale CO<sub>2</sub> emission fra varmesektoren, moderat

Det ses, at man med den moderate udbygning opnår stort set samme resultat, men med en periode omkring 2020-2030, hvor der er et lidt højere naturgasforbrug og til gengæld et lidt lavere elforbrug til varmepumper.



### 11.3 Konklusion

Det ses, at der er gode muligheder for at varmesektoren i praksis bliver uafhængig af fossile brændsler og med forskellige hastigheder og investeringsomfang.

Forskellen på resultatet i de to udviklingsforløb er meget begrænset.

- Ved at vælge den hurtige udbygning frem for den moderate spares noget naturgas i en periode fra ca. 2020-2030.
- Ved at spare yderligere fra 25 % til 50 % på rumvarmen spares lidt forbrug af biomasse, som det ses ved at sammenligne figur 11.8 og figur 11.16.

Det bemærkes også, at ressourceforbruget for fjernvarmen pr. leveret MWh an forbruger vokser lidt, hvis forbrugerne reducerer rumvarmeforbruget med yderligere 25 %

Der er altså tale om en stabil udvikling mod en varmesektor uafhængig af fossile brændsler primært fordi udviklingen er en sum af mange forskellige tiltag, som alle trækker i den rigtige retning.

Søjlediagrammerne og kurverne, der belyser forbruget af ressourcer, kan detaljeres yderligere og vise forbruget af forskellige typer biomasse og naturgas.

Vi anbefaler, at Energistyrelsen, kommunerne og evt. regionerne overvejer at udarbejde tilsvarende diagrammer. I den forbindelse er det vigtigt, at man beregner de faktiske brændselsforbrug, elforbrug og emissioner, som hidrører fra øget forbrug af varme, ellers giver det misvisende resultater.

I den forbindelse bør KL's energiberegner udvides på flere punkter:

- Brændselsforbruget til varmeproduktion bør for hvert brændsel udregnes efter merbrændselsprincippet i forhold til det mest effektive kondensværk med det pågældende brændsel. Derved undgår man at få negativ CO<sub>2</sub> emission ved naturgasfyret kraftvarme, som i virkeligheden udtrykker både øget kraftvarme og skift fra kul til naturgas, (som kan gennemføres på elsiden uafhængigt af tiltag på varmesiden).
- I stede for at værdisætte brændselsforbruget til el til en faktor 2,5 bør der skelnes mellem flere former for el, eksempelvis som det er sket i ovenstående diagrammer.
- Der bør ikke regnes med CO<sub>2</sub> emission fra brug af affaldsvarme, da forbruget sker i plastikindustrien og alternativt i affaldsbehandlingen, hvor man opgiver genbrug. Hvis man bruger CO<sub>2</sub> emission fra affald kan man ikke bruge resultatet til noget i beslutningsprocessen i kommuner og selskaber. Alternativt kan man opgøre emissionen særskilt og notere sig, at det er et plus for et alternativ, at man udnytter affaldsvarme.

## 12. INTERNATIONALE RELATIONER

*Det er af betydning for den videre udvikling af varmesektoren i Danmark, om de danske løsninger og produkter kan konkurrere på det internationale marked. Kan vi vente ny teknologi og nye metoder fra udlandet, som vil effektivisere vores opvarmningssektor og udkonkurrere danske produkter? eller kan vi vente et øget eksportmarked for Danske produkter?*

### 12.1 Statsministerens drøm

Statsminister Lars Løkke Rasmussen har en drøm: at **Danmark i 2020 skal være blandt verdens mest energieffektive lande**. Drømmen uddyber visionen om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler. Visionen skal altså opfyldes effektivt og med Danmark i front.

**Bliver drømmen opfyldt?** Spørger man vores COP15-gæster, som har studeret den Danske energieffektivitet på [www.energymap.dk](http://www.energymap.dk) og på studieture i Danmark, så er drømmen allerede opfyldt. Udenlandske eksperter udtaler, at Danmark er førende på væsentlige klimateknologier. De undrer sig over, hvordan det kan lade sig gøre. Hvad er hemmeligheden? Og vil Danmark være i stand til at bevare førerpositionen? Desværre har vi nogle selvskabte paradokser, som må ryddes af vejen, hvis vi skal bevare førerpositionen.

### 12.2 Hvor er Danmark førende?

Danmark er helt i front indenfor bl.a. vind, fjernvarme, kraftvarme, affaldsvarme, store solvarmeanlæg, energieffektive produkter til byggeriet og enzymer mv.

De fleste ved, at de moderne vindmøller blev udviklet i Danmark af små virksomheder og, at Danmark er markedsførende i eksport af vindmøller. Udenlandske eksperter har svært ved at tro, at vi har en vindenergiandel på 20 % i el-systemet, men den kan blive endnu højere på grund af vores fleksible energisystem, hvor el- og fjernvarmesystemer med varmelagre kan spille sammen med den fluktuerende vindenergi.

De færreste ved, at vi også er verdensmester i at opvarme byer. De moderne fjernvarmerør, der gør det muligt at opvarme byer energieffektivt og økonomisk fordelagtigt med vedvarende energi og overskudsvarme, blev udviklet i Danmark i Løgstør for over 40 år siden. Derfor er vi i dag markedsførende på en lang række følgeteknologier og ydelser indenfor fjernvarmesektoren.

Den 3-4. november 2009 var Danmark vært for 180 eksperter fra 27 lande til den første verdensopspændende konference om District Energy (fjernvarme og fjernkøling). Her modtog København af det Internationale Energi Agentur IEA verdens første "Global District Energy Climate Award". Der var fokus på, at 98 % af byens bygninger er tilsluttet det Storkøbenhavnske fjernvarmesystem, som vel er verdens største sammenhængende og mest energieffektive system. Dette fjernvarmesystem er da også et vigtigt aktiv i Københavns bestræbelser på at blive verdens miljømetropol.

Vores progressive energipolitik og fjernvarmeinfrastrukturen har samtidig stimuleret en række følgeteknologier og viden om byers opvarmning.

- Danmark har således verdensrekord i kraftvarme, hvor overskudsvarme fra el-produktion udnyttes til opvarmning i kombination med varmelagre.
- Danmark er verdens førende i at udnytte energien i affaldet, og vi er førende på eksportmarkedet for affaldsforbrænding
- Danmark er førende i at integrere vindenergi i energisystemet bl.a. takket være fleksibiliteten i fjernvarmesystemerne
- Danmark er ligeledes verdens førende i store solvarmeanlæg til fjernvarme- et marked i kraftig vækst, og hvor Dansk solvarmeteknologi og -viden efterspørges over hele verden

- Desuden er Danmark førende på eksportmarkedet med en række effektive komponenter til fjernvarme og opvarmning, eksempelvis pumper, biomassekedler, termostater, varmeinstallationer, vinduer og isolering
- Endelig er Danmark godt med indenfor enzymer, der medvirker til at gøre mange energiforbrugende processer mere effektive, herunder fremstilling af bioethanol.

Det er ikke kun teknologien, der er rift om. Vores viden om strategisk planlægning af byers opvarmning og om teknisk design af store fjernvarmesystemer efterspørges over hele verden, eksempelvis i Beijing, Seoul, Moskva, London og New York.

Danmark er også førende indenfor energieffektiv termisk komfort i nye byer. Konceptet med kollektiv fjernvarme og fjernkøling i nye bydele, der spiller sammen med byens el- og varmforsyning, kombineret med effektive bygninger, eksempelvis Nordhavn og Carlsberg, er på vej frem i det meste af verden. Byer som Stockholm, Gøteborg, Helsinki og Wien, har eksempelvis fjernvarmesystemer, der matcher det storkøbenhavnske system.

I byer, hvor der ikke er nogen infrastruktur i forvejen, starter man på en bar mark med at opbygge kollektive systemer, eksempelvis Dongtan i Kina, verdensudstillingen i Lissabon og 22@barcelona i Barcelona. Når man vurderer bæredygtigheden ud fra en helhedsbetragtning, får disse bydele positive point på alle kriterier, set i forhold til individuelle løsninger, hvor der suboptimeres på hver matrikel, og hvor man ikke deltager i det kollektive fællesskab.

Det er således interessant, at Beijing for 25 år siden startede med at udnytte danske erfaringer med overskudsvarme fra kraftværkerne til opvarmning af byerne. Det har haft en ufattelig positiv effekt på luftkvalitet og energieffektivitet i Beijing. Det har yderligere betydet, at fjernvarmen vokser med ca. 17 % om året i Kina, og at konceptet med fjernvarme og fjernkøling baseret på affalds- og biomassekraftvarme er den bærende energiinfrastruktur i de nye Kinesiske Ecobyer.

Indtil videre er Sverige foran Danmark indenfor fjernkøling, bl.a. på grund af usikkerhed om lovgivning og fordi Lov om Kommunal Fjernkøling stadig blokerer for at implementere VE direktivets intensioner om, at Køling skal betragtes som en del af byernes infrastruktur, hvor det er fordelagtigt. Ørestaden, som ellers er planlagt nøje med bæredygtige energiløsninger som metro og fjernvarme, mangler således fjernkøling, som formentlig først kan etableres på længere sigt.

Danske virksomheder er dog godt med på verdensmarkedet for fjernkølerør og vekslere mv., eksempelvis sendes tons tunge 3 meter høje vekslere fra Kolding til fjernkøleprojekter i Shanghai.

Nogle mener, at Danmark er bagud i forhold til Norge og Sverige, som har lavere CO<sub>2</sub> udslip. Det kan diskuteres. Norge og Sverige er begunstiget af naturressourcer og er dermed kommet bag ud med hensyn til energieffektivitet.

### 12.3 Hvad har vi opnået i Danmark og hvordan

Energistyrelsens statistik viser, at bruttoenergiforbruget har været konstant i 30 år samtidig med, at velstanden er steget næsten 100 %. Desværre viser den ikke, hvordan det er sket. Går man tallene nøjere efter, vil man se, at den største reduktion er sket indenfor opvarmning af bygninger, hvor slutforbruget er faldet til 75 %, og den samlede CO<sub>2</sub> emission til opvarmning er faldet til 40 % af 1980 niveauet. Denne positive udvikling er beskrevet i Varmeplan Danmark og er fulgt op her i Varmeplan Danmark 2010 med anvisninger på, hvordan vi kan halvere CO<sub>2</sub> emissionen fra opvarmning yderligere inden 2020 og blive næsten CO<sub>2</sub> neutral på en energieffektiv måde på længere sigt ved fortsat at effektivisere de kendte teknologier på både forbrugs- og forsyningsiden.

**Hvad er hemmeligheden?** De besøgene forstår teknologien, og de kan se resultaterne, men de har umiddelbart svært ved at se, hvordan det kan lade sig gøre.

Hemmeligheden er, at vi Danmark har tradition for at samarbejde på alle niveauer.

- Der har været bred enighed i Folketinget siden Dansk Energipolitik i 1976, hvor man tog visionære beslutninger
- Kommunerne føler ansvar for at planlægge infrastrukturen og samarbejder i fælleskommunale selskaber, når det er fordelagtigt
- I lokalsamfundet samarbejder varmemeforbrugerne i andelsselskaber - ofte i samarbejde med landbrugets andelsselskaber.

Dette samarbejde er langt fra en selvfølge i andre lande, og det kniber specielt i de vestlige storbyer, hvor der mangler det sociale fællesskab og kommunal ansvarlighed for planlægning.

Det er specielt den 30 år gamle varmforsyningslov, der har hjulpet kommunerne og forsynings-selskaberne med at indpasse naturgasprojektet og udbygge fjernvarmen med kraftvarme og vedvarende energi effektivt til fordel for samfundet og forbrugerne.

Takket være el- og varmforsyningslovene er Danmark det land verden, der har været bedst til at koordinere, el-, fjernvarme-, gas- og affaldssektorerne. Desværre har lovgivningen i bygningssektoren hidtil ikke taget nok hensyn til samfundsøkonomien. Bygningernes økonomi jo er en vigtig del af samfundsøkonomien. Værst står det som vist i Varmeplan Danmark til med bygningsreglementet, som modarbejder varmforsyningsloven og EU direktiverne og den danske tradition for samarbejde.

#### **12.4 EU viser vejen for at markedsføre danske/nordiske løsninger**

Meget tyder på, at EU er blevet meget inspireret af varmforsyningsloven, senest med direktivet for Vedvarende Energi, som har banet vejen for, at alle lande i EU skal arbejde med planlægning af fjernvarme, fjernkøling og bygningers energimæssige ydeevne ud fra omkostningseffektive helheds løsninger.

Paradoksalt nok er Danmark nu ved at sakke bag ud, da der er opbygget nogle paradokser i energipolitikken omkring bygninger, som blokerer for de klimaløsninger, der har den bedste samfundsøkonomi.

Set i et internationalt perspektiv er Danmark - fulgt af Sverige, Finland og Island - det land, der har den bedste energiinfrastruktur i byerne. Det er især takket være varmforsyningsloven og en mangeårig indsats i kommunerne i samarbejde med Energistyrelsen.

Danmark fik chok i 1973 og fremsynede politikere tog visionære beslutninger. Andre lande har først fået chokket nu og skal til at spare på energien. Udgangspunktet er som i Danmark i 1973: den ældre boligmasse er dårlig isoleret, der ses stadig planer for store kondensværker, affaldsvarmen udnyttes ikke ret meget, man samarbejder ikke om planlægningen, man arbejder med suboptimale løsninger i stedet for helhedsorienteret planlægning ud fra samfundsøkonomiske, "Cost Effective" kriterier.

Der er således et stort potentiale for, at markedsføre de effektive danske løsninger for bæredygtig byudvikling, men konkurrencen er hård. Lande der tilsyneladende er 30 år efter Danmark kan hurtigt indhente os inden 2020 ved at udnytte vores bedste erfaringer og satse på omkostningseffektive løsninger på tværs af alle sektorer. Det er derfor vigtigt, at de bæredygtige danske løsninger, som baseres på samfundsøkonomi og helhedstænkning udvikles og implementeres, så de kan vises frem som referenceprojekter for dansk viden og teknologi.

Det eksportsamarbejde, der har fungeret godt i DBDH i mange år, hvor leverandører, rådgivere, forsynings selskaber har samarbejdet med myndigheder om det samlede koncept for opvarmning af byer bør udvides, så det også omfatter øvrige forsyningsformer og byggeri.

Konceptet bør udvides til bæredygtig byudvikling indenfor energiområdet.

## 13. FØLGEGRUPPE OG PROJEKTGRUPPE

### 13.1 Følgegruppe

For at sikre, at projektet bliver bredt forankret i organisationer, der spiller en aktiv rolle i de samfundsrelaterede aspekter af varmeplanlægningen, er nedsat en følgegruppe med følgende deltagere:

Følgegruppen				
Fornavn	Efternavn	Organisation	E-mail	Telefon
Bent Ole Gram	Mortensen	Syddansk Universitet	<a href="mailto:bom@sam.sdu.dk">bom@sam.sdu.dk</a>	65 50 21 60
Birthe Rytter	Hansen	Kommunernes Landsforening	<a href="mailto:brh@kl.dk">brh@kl.dk</a>	33 70 33 70
Bjarne	Zetterstrøm	Boligselskabernes Landsforening	<a href="mailto:bz@bl.dk">bz@bl.dk</a>	33 76 20 00
Bjarne Juul	Kristensen	Energistyrelsen	<a href="mailto:bjk@ens.dk">bjk@ens.dk</a>	33 92 67 52
Brian	Elmegaard	DTU Mek	<a href="mailto:be@mek.dtu.dk">be@mek.dtu.dk</a>	45 25 19 60
Carl	Hellmers	Federicia Fjernvarme Amba	<a href="mailto:ch@federicia-fjv.dk">ch@federicia-fjv.dk</a>	76 20 28 00
Christian	Poll	Danmarks Naturfredningsforening	<a href="mailto:cpo@dn.dk">cpo@dn.dk</a>	39 17 40 00
Dorthe	Vinther	Energinet DK - DVI Strategisk Planlæg.	<a href="mailto:dvi@energinet.dk">dvi@energinet.dk</a>	70 10 22 44
Henrik	Andersen	Dansk Fjernvarme	<a href="mailto:hen@danskfjernvarme.dk">hen@danskfjernvarme.dk</a>	76 30 80 00
Jan	Willumsen	AffaldVarme Århus	<a href="mailto:jawi@akv.aarhus.dk">jawi@akv.aarhus.dk</a>	89 40 15 00
Jens Astrup	Madsen	Landbrug og Fødevarer	<a href="mailto:ja@lf.dk">ja@lf.dk</a>	33 39 42 22
Jesper Møller	Larsen	Aalborg Kommune, Fjernvarmeforsyningen	<a href="mailto:jml-forsyning@aalborg.dk">jml-forsyning@aalborg.dk</a>	99 31 48 61
Lars	Holtén	Carlsberg Ejendomme	<a href="mailto:lars.holten@carlsberg.com">lars.holten@carlsberg.com</a>	33 27 14 72
Marianne	Bender	Organisationen for Vedvarende Energi	<a href="mailto:bender@ove.org">bender@ove.org</a>	36 98 68 56
Martin	Lidegaard	Concito Danmarks grønne tænketank	<a href="mailto:ml@concito.info">ml@concito.info</a>	29 89 67 00
Ole	Odgaard	Energistyrelsen	<a href="mailto:oo@ens.dk">oo@ens.dk</a>	33 92 67 00
Per	Wulff	Vestforbrænding I/S - Affald Danmark	<a href="mailto:pw@vestfor.dk">pw@vestfor.dk</a>	44 85 71 63
Pernille	H. Rasmussen	IDA	<a href="mailto:phr@ida.dk">phr@ida.dk</a>	33 18 48 48
Peter	Bach	Energistyrelsen	<a href="mailto:pb@ens.dk">pb@ens.dk</a>	33 92 67 00
Peter	Fenger	HMN	<a href="mailto:pif@hng-mn.dk">pif@hng-mn.dk</a>	39 54 70 00
Poul Erik	Morthorst	Risø Systemanalyses	<a href="mailto:p.e.morthorst@risoe.dk">p.e.morthorst@risoe.dk</a>	46 77 46 77
Stine	Grenå	Dansk Energi	<a href="mailto:sgj@danskenergi.dk">sgj@danskenergi.dk</a>	35 30 04 37
Sune	Strøm	Vindmølleindustrien	<a href="mailto:sst@windpower.org">sst@windpower.org</a>	33 73 03 33
Svend	Svendsen	DTU Byg	<a href="mailto:ss@dtu.byg.dk">ss@dtu.byg.dk</a>	45 25 17 00
Søren	Aggerholm	SBI	<a href="mailto:soa@sbi.dk">soa@sbi.dk</a>	99 40 23 97
Søren	Dyck-Madsen	Det Økologiske Råd	<a href="mailto:soeren@ecocouncil.dk">soeren@ecocouncil.dk</a>	33 15 09 77
Søren Lehn	Petersen	Landbrugets Rådgivningscenter	<a href="mailto:slp@landscentret.dk">slp@landscentret.dk</a>	87 40 54 09
Vagn	Jelsøe	Forbrugerrådet	<a href="mailto:vj@fbr.dk">vj@fbr.dk</a>	77 41 77 20

**Tabel 13-1 Følgegruppen**

Der har været afholdt 2 møder i følgegruppen:

- Den 5. maj blev gruppen præsenteret første udkast og ideoplæg
- Den 16. august blev det endelige udkast præsenteret og drøftet

Vil takke følgegruppen for gode kommentarer og inspiration, skriftligt, såvel som ved at deltage i debatten på møderne. Følgegruppen kan dog ikke drages til ansvar for Varmeplan Danmarks anbefalinger og ideer, som alene er forfatterens ansvar.

## 13.2 Projektgruppe

Projektet udføres af Rambøll og Aalborg Universitet med deltagelse af et bredt udsnit af eksperter indenfor området.

Området spænder meget vidt. Derfor har vi inddraget medarbejdere, der arbejder til dagligt indenfor et bredt felt af specialer.

Nedenfor er angivet en liste med de medarbejdere, der har haft hovedansvar for delopgaver.

Projektgruppen				
Anders	Dyrelund	Rambøll, projektleder	<a href="mailto:ad@ramboll.dk">ad@ramboll.dk</a>	51 61 87 66
Henrik	Lund	AAU systemanalyser	<a href="mailto:lund@plan.aau.dk">lund@plan.aau.dk</a>	99 40 99 40
Brian Vad	Mathiesen	AAU systemanalyser	<a href="mailto:bvm@plan.aau.dk">bvm@plan.aau.dk</a>	99 40 99 40
Frede	Hvelplund	AAU barrierer og virkemidler	<a href="mailto:hvelplund@plan.aau.dk">hvelplund@plan.aau.dk</a>	99 40 99 40
Carsten	Bojesen	AAU barrierer og virkemidler	<a href="mailto:bojesen@plan.aau.dk">bojesen@plan.aau.dk</a>	99 40 99 40
Anders Michael	Odgaard	AAU barrierer og virkemidler	<a href="mailto:aodgaa06@student.aau.dk">aodgaa06@student.aau.dk</a>	99 40 99 40
Rasmus Munch	Sørensen	AAU barrierer og virkemidler	<a href="mailto:rms006@student.aau.dk">rms006@student.aau.dk</a>	99 40 99 40
Klaus	Fafner	Rambøll, modelberegninger	<a href="mailto:klf@ramboll.dk">klf@ramboll.dk</a>	51 61 87 65
Bjarne	Lykkemark	Rambøll, varmeplanlægning	<a href="mailto:bly@ramboll.dk">bly@ramboll.dk</a>	99 35 75 34
Flemming	Ulbjerg	Rambøll, solvarme og sæsonvarmelager	<a href="mailto:fu@ramboll.dk">fu@ramboll.dk</a>	65 42 58 87
Søren	Knudsen	Rambøll, forsyning af byudviklingsområder	<a href="mailto:sork@ramboll.dk">sork@ramboll.dk</a>	51 61 86 86
Henrik	Steffensen	Rambøll, forsyning af blokvarme	<a href="mailto:hst@ramboll.dk">hst@ramboll.dk</a>	51 61 87 63
Halldor	Kristiansson	Rambøll, bygningsinstallationer	<a href="mailto:hdk@ramboll.dk">hdk@ramboll.dk</a>	51 61 87 90
Jürgen	Nickel	Rambøll, bygningers energiforbrug	<a href="mailto:jkn@ramboll.dk">jkn@ramboll.dk</a>	51 61 65 35
Cristian	Riisager	Rambøll, hydraulisk analyse	<a href="mailto:cir@ramboll.dk">cir@ramboll.dk</a>	51 61 87 25
Karsten	Capion	Rambøll, simuleringer	<a href="mailto:kac@ramboll.dk">kac@ramboll.dk</a>	51 61 83 77

**Tabel 13-2 Projektgruppen**

## 14. REFERENCER

### **Lovgivning og direktiver**

VE direktivet, 2009/28/EF

Bygningsdirektivet, 2002/91/EF

Direktivet om energiforbrugende produkter, 2005/32/EF

Direktivet om strategisk miljøvurdering, 2001/42/EF

Lov om varmforsyning, LBK nr. 347 af 17/05/2005

Bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg, BEK nr. 1295 af 13/12/2005

Bekendtgørelse om tilslutning mv. til kollektive varmforsyningsanlæg, BEK nr. 31 af 29/01/2008

Lov om ændring af lov om elforsyning, lov om naturgasforsyning, lov om varmforsyning og forskellige andre love samt om ophævelse af lov om udnyttelse af vedvarende energikilder m.v., LOV nr. 622 af 11/06/2010, (Ændring af varmforsyningslovens formålsparagraf mv.)

Lov om kommunal fjernkøling, LOV nr. 465 af 17/06/2008

Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglementet 2010 (BR10), BEK nr. 810 af 28/06/2010

Lov om ændring af lov om fremme af besparelser i energiforbruget, lov om statstilskud til produktrettede energibesparelser og lov om afgift af elektricitet og om ophævelse af lov om Elsparefonden, LOV nr. 1516 af 27/12/2009, (Lov om Center for Energibesparelse)

### **Centrale myndigheder**

National handlingsplan for vedvarende energi i Danmark, Energistyrelsen, juni 2010

Redegørelse om mulighederne for og virkningerne af dynamiske tariffer for elektricitet, Energistyrelsen, juni 2010

Redegørelse om muligheder for og virkninger af ændrede afgifter på elektricitet med særlig henblik på bedre integration af vedvarende energi (dynamiske afgifter), Skatteministeriet, 2010

Strategisk energiplanlægning – Oplæg fra arbejdsgruppen KL-ENS, Energistyrelsen, 2010

Energiforsyningssikkerhed, redegørelse om forsyningsikkerheden i Danmark, Klima- og Energiministeriet, februar 2010

Virksomhedsrentabel udnyttelse af overskudsvarme, samt dækning af potentiale, Energistyrelsen, februar 2009

Tarifudvalgets analyse af mulighederne for energibesparelser ved forskellige modeller for taif-praksis i el-, naturgas- og varmforsyningen, Energistyrelsen mfl., februar 2009

Geotermi, varme fra jordens indre, status og muligheder i Danmark, Energistyrelsen, oktober 2009

### **Beregningsforudsætninger for samfundsøkonomiske analyser**

Finansministeriets vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger, 1999

Energistyrelsens vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområder, april 2005 (revideret juli 2007)

Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen, maj 2010.  
Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen, feb. 2008.  
Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen, 2006.  
Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen, 2005.

### **Universiteter og institutter**

Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover, økonomisk analyse, SBI 2009:04

Virkemidler til fremme af energibesparelser i bygninger, SBI 2009:6

Wittchen, "Potentielle energibesparelser i det eksisterende byggeri Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover - Økonomisk analyse (Increased demands for buildings standards from 2010)," Statens Byggeforskningsinstitut (Danish Building Research Institute), Hørsholm, Denmark, May 2009.

Choice Awareness and Renewable Energy Systems af Henrik Lund, Aalborg Universitet, marts 2009

Henrik Lund. Elementer til En Grøn Energiplan der skaber arbejdspladser. Specialarbejderforbundet i Danmark (SiD), AAU, marts 1996. 75 sider. ISBN: 87-7307-504-3

Henrik Lund, Frank Rosager og Frede Hvelplund, Valuta- og beskæftigelsesoplysninger for 60 energiteknologier. Importkvoter, beskæftigelsestal og prioriteringsanalyser. Aalborg Universitetsforlag, AAU, 1985, Serien om Energi nr. 14. ISBN: 87-7307-309-1

### **Dansk Fjernvarme F&U kontoen**

Kold Fjernvarme, Dansk Fjernvarme F&U kontoen, Rambøll, 2010

Energibesparelser baseret på solvarme og bedre afkøling af fjernvarmevandet, Dansk Fjernvarme F&U kontoen, Rambøll, august 2009

Varmeplan Danmark, Dansk Fjernvarme F&U kontoen, Rambøll og Aalborg Universitet, oktober 2008

Indpasning af gennemstrømningsvandvarmere i fjernvarmesystemer, Dansk Fjernvarme F&U kontoen, Rambøll

### **Øvrige**

Bæredygtig byudvikling indenfor energi, Carlsberg, juli 2010

Forslag til klimavarmeplan, Århus kommune, 2010

København CO<sub>2</sub> neutral i 2025, Københavns Klimaplan, 2010

Varmeplan Hovedstaden, VEKS, CTR og KE, 2009

Annual Climate Outlook, anbefalinger, Concito, juni 2010

IDA's Klimaplan 2050, 2009

B. V. Mathiesen, H. Lund, and K. Karlsson, "IDAs Klimaplan 2050, baggrundsrapport – Tekniske systemanalyser, brændselsforbrug, drivhusgasser, samfundsøkonomiske konsekvenser, erhvervspotentialer, beskæftigelseseffekter samt helbredsomkostninger (IDAs Climate Plan 2050, background report in Danish and English)," Danish Society of Engineers (IDA, Ingeniørforeningen Danmark), Copenhagen, Denmark, August 2009.



Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el, Energinet.dk, marts 2009

Power to the People, Dansk Energi, 2009

Vi har energien 2009, omstilling til bæredygtig VE på 20 år, Organisationen for Vedvarende Energi, 2009

Ingeniørforeningens Energiplan i 2030, Baggrundsrapport, IDA 2006

Lund, H. and Münster, E. *Integrated energy systems and local energy markets*. Energy Policy, Vol 34(10), pp 1152-1160, July 2006.

## **BILAG 1 BILAGSRAPPORT**

I Varmeplan Danmarks bilagsrapport er der et selvstændigt bilag til hvert kapitel i Varmeplan Danmark 2010, dog ekskl. resumeet.

Kapitlerne i hovedrapporten er således et resume af de mere udførlige bilag i bilagsrapporten, som indeholder mere dokumentation. Enkelte kapitler er næsten identiske med det tilsvarende bilag, andre er betydelig kortere.