



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Varmeplan Danmark**

Dyrelund, Anders; Lund, Henrik; Möller, Bernd; Mathiesen, Brian Vad; Fafner, Klaus; Knudsen, Søren; Lykkemark, Bjarne; Ulbjerg, Flemming; Laustsen, Tina Hartun; Larsen, Jesper Møller; Holm, Peter

*Publication date:*  
2008

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Dyrelund, A., Lund, H., Möller, B., Mathiesen, B. V., Fafner, K., Knudsen, S., Lykkemark, B., Ulbjerg, F., Laustsen, T. H., Larsen, J. M., & Holm, P. (2008). *Varmeplan Danmark*. Aalborg Universitet.

### **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.

# DANSK FJERNVARMES F&U-KONTO

Projekt nr. 2008 - 01



Titel: Varmeplan Danmark

Udført af: Rambøll Danmark A/S i  
samarbejde med Aalborg Universitet

## Varmeplan Danmark

Resume



Dansk Fjernvarme, F&U-Kontoen

# Varmeplan Danmark

Resume

Oktober 2008

Dansk Fjernvarme, F&U-Kontoen

# Varmeplan Danmark

Resume

Oktober 2008

Ref 8719006

Varmeplan Danmark Resume 09 10 08

Version

Dato 2008-10-09

Udarbejdet af AD med bistand fra projektgruppen

Kontrolleret af Projektgruppen

Godkendt af JO

Rambøll Danmark A/S

Teknikerbyen 31

DK-2830 Virum

Danmark

Telefon +45 4598 6000

[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)

## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Energipolitiske målsætninger og de vandbårne systemer</b>	<b>4</b>
2.1	Energipolitiske målsætninger	4
2.2	De vandbårne systemers rolle	6
2.2.1	Varmesektoren har gjort det godt	6
2.2.2	Nye energipolitiske udfordringer	6
2.2.3	Varmeplan Danmark: Udviklingen kan fortsættes	6
2.2.4	Eksempel år 2020	6
2.2.5	Langsigtet perspektiv	7
2.2.6	En udfordring til varmeplanlægningen	7
<b>3.</b>	<b>Resumé</b>	<b>8</b>
3.1	Generelt	8
3.1.1	Kortlægning af potentialer (Scenario 1, 2 og 3)	8
3.1.2	Varmebesparelser og optimering af fjernvarmenettet	8
3.1.3	Energisystemanalyser af fjernvarme kontra individuelle opvarmningsformer	8
3.1.4	Konkrete casestudier	10
3.1.5	Affald, Geotermi, Biogas, Halm og Vindenergi	11
3.1.6	Solvarme	11
3.2	Forslag til aktionsplan	12
3.2.1	Aktionsplan 2009	12
3.2.2	Aktions plan 2010-2030	12
3.2.3	Aktions plan 2030-2050	14
3.3	Resultater for planperioden frem til 2050	15
3.4	Virkemiddelkatalog	17
3.4.1	Organisering og lovgivning	17
3.4.2	Selskaberne	18
3.4.3	Udredningsarbejder	19

## Figur- og tabelfortegnelse

Figur 3-1	Varmeforsyningsens fordeling på energiart ved udviklingsforløb A	15
Figur 3-2	Fjernvarmens lastfordeling ved udviklingsforløb A	16
Figur 3-3	Den samlede CO <sub>2</sub> -emission for fjernvarme og individuel ved forløb A	16
Tabel 1-1	Projektfølgegruppe	2
Tabel 1-2	Projektgruppen	3
Tabel 3-1	Udviklingsforløb	15

## **Bilagsrapport (selvstændigt dokument)**

- Bilag 1 Varmeatlas
- Bilag 2 Potentialet for en fremtidig fjernvarmeudbygning
- Bilag 3 Fjernvarmenettets karakteristika
- Bilag 4 Model for fjernvarmenettene i Danmark
- Bilag 5 Varmebesparelser ved merisolering
- Bilag 6 Forsyning af ny bebyggelse med fjernvarme
- Bilag 7 Forsyning af ny bebyggelse med blokvarme
- Bilag 8 Potentiale for affaldsvarme
- Bilag 9 Potentiale for biogas
- Bilag 10 Potentiale for storskala solvarme
- Bilag 11 Brug af lokale halmressourcer
- Bilag 12 Kraftvarmeoptimering
- Bilag 13 Scenarieanalyser
- Bilag 14 Potentiale for omkostningseffektive varmebesparelser
- Bilag 15 Varmeplan Danmark Model

*Forsiden symboliserer de meget "lavthængende frugter", der kan høstes i fjernvarmesektoren ved at udnytte sektorens muligheder bedre, end man gør i dag.*

## 1. Indledning

Denne rapport er udarbejdet af Rambøll Danmark A/S i samarbejde med Aalborg Universitet (AAU), Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, og med støtte fra Dansk Fjernvarmes F&U-konto. F&U-kontoen er oprettet med det formål at støtte forskning og udvikling inden for fjernvarmesektoren. Kontoens midler er tilvejebragt via et bidrag på 0,65 øre pr. GJ for alle varmekøber med en varmeproduktion eller et varmekøb på over 100 TJ pr. år.

En stor del af Danmarks energiforbrug og økonomiske ressourcer går til at tilgodese den termiske komfort i bygninger.

Det er målsætningen for Varmeplan Danmark at bidrage med forslag til, hvordan dette energi- og ressourceforbrug kan nedbringes ved at se på helhedsløsninger, der omfatter samspillet mellem klimaskærm, de vandbårne systemer, elsystemet samt alle forsyningskilder - **og med de vandbårne systemer som det centrale omdrejningspunkt.**

Denne målsætning er særlig aktuell set i lyset af den seneste udvikling i klimapolitikken – ikke mindst fordi den vandbårne infrastruktur har haft en stor andel i den positive udvikling i den danske energisektor, og at der er mange muligheder for at udnytte denne infrastruktur yderligere til at implementere de nye skærpede målsætninger.

Dette F&U-projekt skal således belyse disse muligheder med udgangspunkt i de resultater, som allerede er opnået og ved at inddrage realistiske muligheder for at fremme målsætningerne. Projektet vil således tage udgangspunkt i de eksisterende forsyningssystemer og analysere, hvorledes disse i samspil med potentielle brændsler og energikilder kan bidrage til at opfylde målsætningerne på den for samfundet mest fordelagtige måde.

For at leve op til disse målsætninger er det vigtigt, at projektet ses i sammenhæng med resten af energisektoren. Derfor har Dansk Fjernvarme nedsat nedenstående følgegruppe med repræsentanter fra et bredt udsnit af den danske energisektor.

En stor tak til de medlemmer i følgegruppen, der har deltaget aktivt og engageret i en dialog med bidrag til projektet. I den forbindelse må det understreges, at dette ikke er et udtryk for, at projektfølgegruppens medlemmer har godkendt denne rapport. Rambøll Danmark og Aalborg Universitet har inden for hver sit område det fulde ansvar for rapporten og dens konklusioner.

Navn	Organisation	e-mail
Søren Tafdrup	Energistyrelsen	st@ens.dk
Anders Christensen	Kommunernes Landsforening	ach@kl.dk
Poul Erik Morthorst	Risø	p.e.morthorst@risoe.dk
Svend Svendsen	DTU Byg	ss@byg.dtu.dk
Bent Ole Gram Mortensen	Syddansk Universitet	bom@sam.sdu.dk
Søren Dyck-Madsen	Økologisk Råd	soeren@ecocouncil.dk
Ole K Jensen	Dong Energy	oljen@dongenergy.dk
Rune Moesgaard	Vindmølleindustrien	rm@windpower.org
Kurt Emil Eriksen	Ingeniørforeningen	kurt.emil.eriksen@velux.com
Lise Lotte Padde	Miljø Økonomisk Råd	lph@dors.dk
Peter Jørgensen	Energinet DK	pej@energinet.dk
Carl Helmers	Fredericia Fjernvarme	ch@fredericia-fjv.dk
Jens Astrup Madsen/ Bruno Sander Nielsen	Landbrugsrådet	33 39 42 22 bsn@landbrug.dk
Jan Willumsen	Affald Varme Aarhus	jawi@akv.aarhus.dk

Tabel 1-1 Projektfølgegruppe

Projektets budget er beskedent set i forhold til de opstillede målsætninger. Derfor har det været nødvendigt at prioritere indsatsen.

Vi har valgt at prioritere således, at vi i videst muligt omfang kommer "hele vejen rundt" og berører alle relevante aspekter og bygger på resultater fra andre analyser og på den erfaring, som vi har fra arbejdet med opvarmningssektoren. Derfor skal også rettes en stor tak til de aktører i sektoren, som har bidraget med gode ideer og eksempler.

Derfor indeholder rapportens konklusioner en lang række anbefalinger af forskellig karakter. Nogle er baseret på meget konkret viden og lægger op til, at de bør implementeres snarest. Andre indikerer, at der er problematikker, som ser interessante ud og bør undersøges nøjere.

Rapporten er udarbejdet af Rambøll Danmark med bistand fra Aalborg Universitet, som har nedsat nedenstående projektgruppe:



Navn	Org.	Bidrag	e-mail
Anders Dyrelund	Rambøll	Projektleder, rapportering og økonomiske analyser	ad@ramboll.dk
Henrik Lund	AAU	Energisystemanalyser af planperiode og perspektivdel	lund@plan.aau.dk
Bernd Möller	AAU	GIS-analyse af fjernvarmens udbygning	berndm@plan.aau.dk
Brian Vad Mathiesen	AAU	Forudsætningskatalog for energisystemanalyser	bvm@plan.aau.dk
Klaus Fafner	Rambøll	Samfundsøkonomiske analyser iht. ENS og energimæssige fremskrivninger	klf@ramboll.dk
Søren Knudsen	Rambøll	Analyse af forsyning af ny bebyggelse med fjernvarme	sork@ramboll.dk
Bjarne Lykke-mark	Rambøll	Projekter for konvertering til fjernvarme og projekter for varmebesparelser	bly@ramboll.dk
Flemming Ulbjerg	Rambøll	Analyse af solvarmeanlæg	fu@ramboll.dk
Tina Hartun Laustsen	Rambøll	Analyse af investeringer i projekter for varmebesparelser	tihl@ramboll.dk
Jesper Møller Larsen	Rambøll	Analyse af forsyning af ny bebyggelse med blokvarme, varmebesparelser samspil med vindenergi mv.	jeml@ramboll.dk
Peter Holm	Rambøll	Analyse af forsyning af ny bebyggelse med blokvarme	ptrh@ramboll.dk

Tabel 1-2 Projektgruppen

Dialogen mellem følgegruppen og projektgruppen har været af stor betydning, da energiplanlægningen kan ses fra flere synsvinkler, som ofte ender med modstridende anbefalinger. Rapportens endelige valg af anbefalinger er derfor alene projektgruppens ansvar.

## 2. Energipolitiske målsætninger og de vandbårne systemer

### 2.1 Energipolitiske målsætninger

De vandbårne systemer har haft en meget vigtig rolle i at implementere Dansk Energipolitik, som den blev formuleret i energiplanen "Dansk Energipolitik 1976" og i de efterfølgende energiplaner. Fjernvarmen og de tilhørende vandbårne systemer i bygningerne har over de sidste årtier bidraget væsentligt til at reducere olieforbruget og forbedre forsyningssikkerheden på en samfundsøkonomisk fordelagtig måde. Udbygningen med kraftvarme og vedvarende energi i kombination med varmebesparelser har således været en afgørende forudsætning for, at Danmark har kunnet nedbringe forbruget af fossile brændsler og dermed CO<sub>2</sub>-emissionen.

De energipolitiske målsætninger lægger op til at fortsætte i samme spor med en forstærket indsats for yderligere besparelser, effektiviseringer og omlægning til vedvarende energi.

I den samfundsøkonomiske og miljømæssige analyse ses på hele samfundet med udgangspunkt i de relevante EU-direktiver på området. Desuden ses kritisk på det aktuelle regelsæt i Danmark og den samfundsøkonomiske analyse, som skal gennemføres i henhold til varmforsyningsloven. Derved er det vores håb, at vi kan komme med velbegrundede forslag til at effektivisere såvel fjernvarmesektoren som det gældende regelsæt, så det bedre fremmer de energipolitiske målsætninger.

Udgangspunktet for projektet er således at fremme realiseringen af følgende generelle og mere specifikke målsætninger:

- Opfylde EU's og Danmarks overordnede energipolitiske målsætninger om at spare fossile brændsler og dermed CO<sub>2</sub>-udslip på en omkostningseffektiv måde.
- Opfylde de nationale mål for Danmark med hensyn til at spare CO<sub>2</sub> uden for det kvoteregulerede marked.
- Øge forsyningssikkerheden.
- Tilgodese miljøhensyn.
- Opfylde varmforsyningslovens formål.
- Bane vejen for ønsket om et energiforsyning baseret 100% på vedvarende energi.
- Reducere forbrugernes samlede udgifter til at opfylde den termiske komfort.

Den overordnede energipolitik kommer bl.a. til udtryk i følgende EU-direktiver, som har relation til opvarmningssektoren og dens samspil med de øvrige sektorer:

- Direktivet om strategisk miljøvurdering, som slår fast, at der i en miljøvurdering af planer, politikker og programmer skal anlægges en samfundsmæssig vurdering på tværs af alle sektorer.
- Direktivet om kraftvarme, som skal fremme udbredelsen af kraftvarme i det liberaliserede el-marked med det formål at spare fossilt brændsel og dermed CO<sub>2</sub>-udslip.
- Direktivet om bygningers energimæssige ydeevne, som skal fremme en omkostningseffektiv reduktion af fossilt brændsel og deraf følgende CO<sub>2</sub>-udslip til bygningers opvarmning ved en energiramme, hvor der er metodefrihed til at vælge den bedste løsning, og hvor der tages hensyn til lokale forhold, som fjernvarme, blokvarme, kraftvarme og evt. vedvarende energi.
- Direktivet om energiforbrugende produkter, som skal fremme reduktion af fossilt brændsel og deraf følgende CO<sub>2</sub>-udslip i energiforbrugende produkter.
- Direktivet om vedvarende energi, som skal fremme udbredelsen af vedvarende energi som et middel til at reducere forbruget af fossilt brændsel og deraf følgende CO<sub>2</sub>-udslip.

## 2.2 De vandbårne systemers rolle

### 2.2.1 Varmesektoren har gjort det godt

Siden den første oliekrise i 1973 har forbedringer i opvarmningssektoren spillet en afgørende rolle. Selvom det opvarmede areal er steget markant, er brændselsforbruget til opvarmning faldet, og olieafhængigheden er mindsket. Siden 1980 er det årlige CO<sub>2</sub> udslip til opvarmning faldet fra ca. 25 kg/m<sup>2</sup> til 10 kg/m<sup>2</sup>.

Det skyldes en dobbelt indsats: Dels har Forbrugerne sparet 25 % på varmen, og dels er fjernvarmen udbygget fra 30 % til 46 % af markedet (svarende til 60 % af landets boliger). Udbygningen af fjernvarme har gjort det muligt at omlægge til kraftvarme og vedvarende energi.

I samme periode er naturgasprojektet gennemført og dækker nu ca. 20 % af markedet for rumopvarmning.

### 2.2.2 Nye energipolitiske udfordringer

De nye energipolitiske målsætninger om, at vi hurtigt skal reducere CO<sub>2</sub> udslippet - "knække kurven" - og, at Danmark på længere sigt skal basere sin energiforsyning på vedvarende energi, har igen skabt fokus på opvarmningssektoren og fjernvarmens muligheder.

### 2.2.3 Varmeplan Danmark: Udviklingen kan fortsættes

Varmeplan Danmark viser, at udviklingen kan fortsætte, således at CO<sub>2</sub>-udslippet fra opvarmningssektoren kan halveres endnu engang inden år 2020 og, at opvarmningssektoren stort set kan være CO<sub>2</sub>-neutral allerede omkring 2030.

Igen spiller varmesparelser og udvidelsen af fjernvarmen en afgørende rolle. Varmeplan Danmarks analyser viser, hvordan begge initiativer kombinerer kortsigtede reduktioner i CO<sub>2</sub>-emissionen med en langsigtet strategi om en energiforsyning baseret 100 % på vedvarende energi.

De første markante forbedringer i CO<sub>2</sub>-regnskabet kan ske meget hurtigt og med stor samfundsøkonomisk fordel. Det sidste meget langsigtede ryk efter 2020 kan ligeledes gennemføres med økonomisk fordel, men kun hvis det nuværende høje energiprisniveau fastholdes.

### 2.2.4 Eksempel år 2020

Varmeplan Danmark viser, hvordan ovennævnte fordele eksempelvis kan gennemføres frem til 2020 gennem en kombination af følgende tiltag.

- Forbrugerne sparer yderligere 25 % på varmen og sænker returtemperaturen.
- Fjernvarmen udbygges fra 46 % til ca. 60 % af markedet.

- Størstedelen af ny bebyggelse, formentlig omkring 70 %, forsynes med fjernvarme eller blokvarme, hvor det ud fra en helhedsbetragtning sparer CO<sub>2</sub> på den mest omkostningseffektive måde.
- Fjernvarmesystemerne sammenkobles yderligere, således at overskudsvarmen om sommeren udnyttes bedre ligesom konkurrencen mellem varmekilderne skærpes.
- Fjernvarmeproduktionen udbygges med flere varmelagre og mere vedvarende energi og overskudsvarme, herunder affaldsvarme, kraftvarme, industrioverskudsvarme, biogaskraftvarme, storskalasolvarme, biomasse kraftvarme, geotermi, biomassekedler, varmepumper samt elkedler til opsamling overskydende vindenergi.

Derved bidrager fjernvarmen yderligere til at styrke forsynings sikkerheden og fleksibiliteten i det samlede energisystem.

#### 2.2.5 **Langsigtet perspektiv**

Hvis energipriserne stiger yderligere, peger analyserne i Varmeplan Danmark i retning af at undersøge om fjernvarmen på sigt 2020-2050 bør udbygges yderligere op mod 70 % af markedet samtidig med, at naturgasforsyningen udfases og omlægges til biogas. Resten af varmemarkedet kan dækkes med individuelle varmepumper og træpillefyr suppleret med individuel solvarme. Derved reduceres CO<sub>2</sub>-udslippet uden for det kvoteregulerede marked ligeledes til nul.

#### 2.2.6 **En udfordring til varmeplanlægningen**

Det bliver en udfordring for kommunerne at fastlægge en fornuftig langsigtet områdefrænsning mellem fjernvarme og individuelle varmepumper, idet fjernvarmens fordele med effektivitet og forsynings sikkerhed skal vurderes i forhold til de relativt store investeringer i ledningsnet.

Fjernvarmens udfordring bliver at effektivisere forsyningen yderligere og særligt i områder med lav varmetæthed, hvor der tages hensyn til forbrugernes muligheder for at spare på varme og temperatur.

Tilsvarende vil det være en udfordring for bygningsejerne at reducere elforbruget, varmeforbruget, køleforbruget og returtemperaturen, hvor det er økonomisk fordelagtigt under hensyntagen til den aktuelle forsyning.

### **3. Resumé**

#### **3.1 Generelt**

I dag forsynes 46 % af det danske nettovarmebehov med fjernvarme. Denne rapport har stillet spørgsmålet, om det vil være hensigtsmæssigt for Danmark at udvide fjernvarmens andel eller, om andre alternativer er bedre. Analysen forholder sig såvel til regeringens og folketingets ønske om på kort sigt at reducere Danmarks CO<sub>2</sub>-udledning samt ønsket om på langt sigt at overgå til en energiforsyning baseret 100 % på vedvarende energi.

##### **3.1.1 Kortlægning af potentialer (Scenario 1, 2 og 3)**

Rapporten omfatter en detaljeret kortlægning af udvidelsesmulighederne for fjernvarmen baseret på BBR-registret og Geografiske Informations Systemer (GIS). Kortlægningen omfatter identifikation af længder og omkostninger til fjernvarmenet ud til hver enkelt potentiel tilslutning. Der er regnet på at udvide fjernvarmedækningen fra de nuværende 46 % af det eksisterende varmebehov til hhv.:

- 53 % (gennem øget tilkobling i eksisterende fjernvarmeområder), scenario 1,
- 63 % (gennem yderligere tilkobling af nabo-områder primært forsynet med naturgas), scenario 2 og
- 70 % (gennem yderligere tilkobling af naturgasområder op til 1 km fra eksisterende fjernvarmeområder), scenario 3.

Analysen er beskrevet i kapitel 4 og uddybet i bilag 2.

##### **3.1.2 Varmebesparelser og optimering af fjernvarmenettet**

Med udgangspunkt i ovennævnte 3 scenarier for udvidelse af fjernvarmeområderne er nettabet udregnet såvel i den nuværende situation som i en situation, hvor rumvarmebehovet generelt i hele bygningsmassen reduceres med hhv. 25 %, 50 % og 75 %. På den baggrund er der lavet en detaljeret analyse af, hvordan fjernvarmenettet kan tilpasses en langsigtet besparelsesstrategi. Analysen viser, hvordan rumvarmebesparelser kan bidrage yderligere til lavere returtemperatur, der vil kunne omsættes til visse reduktioner i nettabet og økonomiske besparelser på udbygning og renovering af fjernvarmenettet. Herudover medfører temperatursenkningen en bedre udnyttelse af produktionsenheder som f.eks. affaldsforbrændingsanlæg.

Analysen er beskrevet i kapitel 4 og uddybet i bilag 5.

##### **3.1.3 Energisystemanalyser af fjernvarme kontra individuelle opvarmningsformer**

Herefter er der foretaget en detaljeret energisystemanalyse af konsekvenserne af at omlægge de ovennævnte områder til fjernvarme sammenlignet med andre alternativer. De analyserede områder er i dag forsynet med individuelle kedler baseret på olie, naturgas eller biomasse. I forhold til dette udgangspunkt viser 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 scenario frem mod et 100 % VE-system i eksempelvis år 2060 eller derefter - selv i en situation, hvor boligernes rumopvarmningsbehov generelt kunne være reduceret helt ned til 25 % af det nuværende.

Der eksisterer imidlertid en række andre individuelle muligheder, som også er blevet analyseret:

- Mikro-kraftvarme med brændselsceller på brint 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. Og der er bedre og billigere måder at udnytte eventuel overskudsproduktion fra vindkraft på.
- Mikro-kraftvarme 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 i forhold til 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 el-varme et samfundsøkonomisk rimeligt alternativ primært pga. lave omkostninger til radiatorer mv. På kort sigt gælder dette dog ikke huse, der allerede har central-varme. Og hvad angår brændselsforbrug og CO<sub>2</sub>-emission er el-varme et dårligt alternativ. På langt sigt i et 100 % VE-system giver el-varme anledning til et højt brændselsforbrug, og samfundsøkonomien er derfor 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 fjernvarmeområder, mens de er lidt 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 samt overfor hvor langt fra de eksisterende fjernvarme-områder, man befinder sig.

Samlet set tegner 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 her peger på, at den hensigtsmæssige kombination

ligger et sted imellem at udvide den nuværende fjernvarmeandel fra 46 % til et sted imellem 53 % og 70 %.

Det skal understreges, at der i analyserne er indregnet en gradvis forbedring af fjernvarmenettets effektivitet som beskrevet ovenfor bl.a. fordi kundernes returtemperatur reduceres som følge af en målrettet energispareindsats. Det er derfor afgørende, at fjernvarmesektoren forsat har fokus på dette område.

Resultaterne af analysen er nærmere beskrevet i kapitel 7 og metode og forudsætninger er uddybet i bilag 13.

#### 3.1.4 **Konkrete casestudier**

Ovennævnte energisystemanalyser er, som det fremgår, baseret på generel statistik hvad angår forudsætninger om, hvordan områderne er varmforsynet i øjeblikket og, hvad det vil kræve at tilkoble dem til fjernvarme.

For at efterkontrollere, om disse antagelser passer med virkeligheden baseres denne rapport på en række konkrete casestudier af muligheder og konsekvenser af at udvide fjernvarmen. Det drejer sig bl.a. om følgende eksempler:

- En samlet plan for udvidelse af Vestforbrændings fjernvarmeområde til forsyning af naturgasområder i Herlev, Ballerup og Gladsaxe kommuner.
- Fjernvarmeprojekt for konvertering fra naturgas til fjernvarme i Rødovre kommune.
- Fjernvarmeprojekt for konvertering fra naturgas til fjernvarme i Rudersdal og Lyngby kommuner.
- Analyse af forsyning af ny bebyggelse med fjernvarme i Trekroner i Roskilde kommune.
- Analyse af forsyning af ny bebyggelse med fjernvarme i Sønderborg kommune.

Generelt viser casestudierne, at der er et stort potentiale for at gennemføre fjernvarmeprojekter, der er samfundsøkonomisk fordelagtige og sparer CO<sub>2</sub> emission. Forklaringen er, at der er flere storskalafordele ved fjernvarme og blokvarme, og at mange forhold har ændret sig til gunst for fjernvarmeforsyningen, siden områdeafgrænsningen mellem naturgas og fjernvarme blev fastlagt i varmeplanerne for 25 år siden.

Med hensyn til varmebehovet fra ny bebyggelse antages på baggrund af samfundsøkonomiske analyser i casestudier, at 70 % af ny bebyggelse, som lokaliseres i eller ved fjernvarmeområder samt ny bebyggelse, som indgår i en helhedsplan, forsynes med hhv. fjernvarme eller blokvarme.



### 3.1.5 **Affald, Geotermi, Biogas, Halm og Vindenergi**

En udvidelse af fjernvarmen i kombination med temperatursænkninger gør det muligt at udnytte den stigende affaldsressource bedre. Dels øges afsætningen om sommeren, og dels øges effektiviteten ved røggaskondensering. En nærmere analyse af dette aspekt er beskrevet i kapitel 6 og bilag 8, og denne gevinst er indregnet i ovennævnte energisystemanalyser.

Herudover har fjernvarmealternativet en række fordele, som kun delvist er indregnet i energisystemanalyserne. Det drejer sig om følgende:

- En udvidelse af fjernvarmeområderne vil gøre det nemmere at udnytte geotermi.
- En udvidelse af fjernvarmeområderne vil gøre det nemmere at opnå synergi i forhold til biogas (forsyning med varme til proces, samt effektiv udnyttelse af biogas til kraft/varme).
- En udvidelse af fjernvarmeområderne vil gøre det nemmere at udnytte halm.
- En udvidelse af fjernvarmeområderne vil gøre det nemmere at øge vindkraftandelen, idet fjernvarmens elkedler og store varmepumper i modsætning til individuelle varmepumper kan udnytte overskydende vindenergi uden at øge kapacitetsbehovet.
- En udvidelse af fjernvarmeområderne vil, alt andet lige, forøge forsynings-sikkerheden og fleksibiliteten i det danske energisystem.

Omfanget og mulighederne for at anvende disse vedvarende energiresourcer er behandlet i kapitel 6 og uddybet i bilag 8, 9 og 11.

I varmeplan Danmarks prognose for fremtidens opvarmning er dog medtaget et skøn over bidraget fra disse ressourcer i den samlede opgørelse.

### 3.1.6 **Solvarme**

For alle ovennævnte alternativer vil det være relevant at supplere med solvarme, men solvarmen forventes imidlertid ikke at forrykke forskellen mellem scenarierne væsentligt. De økonomiske analyser af solvarmen viser:

- at storskala solvarme vil være fordelagtig i alle fjernvarmeområder, hvor der ikke i forvejen er overskud af CO<sub>2</sub>-neutral varme, som ellers går til spilde, om sommeren og
- at solvarme kan være fordelagtig til individuelle bygninger uden for fjernvarmeområder, eksempelvis i kombination med træpillekedler.

På den baggrund anbefales i Varmeplan Danmark, at der på længere sigt udbygges med 6 mio. m<sup>2</sup> solvarme, hvoraf 4 mio. m<sup>2</sup> er storskalaanlæg til fjernvarme og 2 mio. m<sup>2</sup> er individuelle anlæg.

### 3.2 **Forslag til aktionsplan**

På baggrund af ovennævnte analyser indeholder Varmeplan Danmark et eksempel på, hvordan ovennævnte konklusioner kan udmøntes i et forslag til aktionsplan. Der er tale om et eksempel, der illustrerer de store linier. De konkrete enkeltelementer bør i sagens natur vurderes og justeres løbende.

#### 3.2.1 **Aktionsplan 2009**

Følgende tiltag forudsættes iværksat senest i 2009, med henblik på at opnå hurtige resultater for god samfundsøkonomi og CO<sub>2</sub>-reduktion, ikke mindst resultater, som kan være synlige på klimakonferencen og resultater, som kan indarbejdes helt eller delvist i kommuneplanerne ved førstkommende revision.

- Der igangsættes første del af realiseringen af scenario 1, hvor der tilsluttes 500-1.000 GWh i løbet af 2009.
- Der påbegyndes projekter til fjernvarme for biogas, storskala solvarme, el-kedler og varmepumper.
- Det overvejes, hvordan mindre fjernvarmeværker konverteres fra naturgas-kedler til biomasse, idet naturgasmotorer skal bevares til regulerkraft og med henblik på evt. at konvertere til biogas.

#### 3.2.2 **Aktions plan 2010-2030**

Følgende tiltag forudsættes iværksat i perioden 2010-2020 med henblik på at opnå en markant forbedring af opvarmningssektoren frem til 2030, som samtidig baner vejen for, at Danmark kan forsynes 100 % med VE.

- De ældste fjernvarmenet renoveres løbende, hvorved der tages hensyn til ændringer i varmebehov i op og nedadgående retning og sænkning af returtemperaturen, herunder konverteres det Københavnske dampnet til normal vandbaseret fjernvarme. Den samlede investering i renovering og konvertering anslås til i størrelsesordenen 35 mia. kr.
- Fjernvarmenettene udbygges til områder med individuel forsyning svarende til scenario 1 og 2, som afsluttes i perioden 2020-2030. De samlede investeringer anslås til 30 mia. kr.
- Fjernvarmetransmissionsnet udbygges og samkøres med mindre fjernvarmesystemer med henblik på at øge udnyttelsen af overskudsvarme om sommeren og fremme markedet for effektiv varmeproduktion.
- Fjernvarmenet eller blokvarmenet udbygges til at forsyne mindst 70 % af ny bebyggelse. Den samlede investering i fjernvarmenet til ny bebyggelse er anslået til 9 mia.kr.

- Der udbygges med ca. 50 biogasanlæg med kraftvarme, svarende til at forsyne en varmeproduktion på ca. 1.500 GWh til dækning af 50 % af årsproduktionen. Investeringen afholdes af biogasselskaberne, som sælger biogas til fjernvarmeselskabernes gasmotorer.
- Der udbygges med 2 mio. m<sup>2</sup> storskala solvarme for en investering på 2 mia. kr. med op til 25 % dækning af årsproduktionen i fjernvarmesystemer, hvor der ikke i forvejen er overskud af affaldsvarme, anden overskudsvarme eller biogas.
- Fjernvarmeselskaberne indgår aktivt i markedet for fjernkøling og udnytter synergieffekten ved at levere både varme og kulde herunder, at eldrevne varmepumper til køling også kan benyttes til opvarmning, når det er gunstigt i forhold til den samlede lastfordeling.

#### Individuelt:

- Der udbygges med lavenergihuse med individuel forsyning med solvarme, biomasse, varmepumper mv. til de resterende 30 % af nybyggeriet, som ikke kan forsynes fra fælles og mere effektive anlæg.
- Uden for fjernvarmeområderne udbygges med 1 mio. m<sup>2</sup> solvarme på individuelle bygninger for en investering på 4 mia. kr., og solvarmen kobles som hovedregel på en akkumuleringstank.
- I fjernvarmeområder udnyttes solenergien i individuelle anlæg primært ved, at solceller indbygges i tagflader og facader i takt med, at det bliver fordelagtigt.
- Der udbygges med varmepumper, primært vand/vand uden for fjernvarmeområderne og naturgasområderne.
- I de naturgasområder, som ikke ventes konverteret til fjernvarme indenfor de nærmeste år, fremmes tilslutningen af de sidste kunder. Det er samfundsøkonomisk fordelagtigt, der spares CO<sub>2</sub>, og den langsigtede konvertering til fjernvarme, varmepumper eller biogas kan gennemføres mere effektivt.
- Der spares mindst 25 % på varmebehovet, og returtemperaturen i alle varmeanlæg sænkes til ca. 35 grader for at effektivisere såvel individuelle som kollektive anlæg.

### 3.2.3 **Aktions plan 2030-2050**

For denne periode anbefales, at alle tiltag fra perioden 2010-2030 fortsætter, herunder:

- Solvarmen udbygges til i alt 4 mio. m<sup>2</sup> for fjernvarme i kombination med sæsonlagre, så udnyttelsesgraden for solvarme i kombination med biomasse bliver ca. 60 %.
- Solvarme udbygges til i alt 2 mio. m<sup>2</sup> for individuelle anlæg.
- Der udbygges med geotermiske anlæg, som kombineret med biomasseforsyningede absorptionsvarmepumper halverer forbruget af biomasse.
- Udnyttelsen af biogaskraftvarme fordobles.

I forhold til basisforudsætningen for 2030, hvor fjernvarmen udbygges fra 46 % til ca. 63 % (scenario 2), og hvor der spares mindst 25 % på varmen, kan der blive behov for at skærpe indsatsen for at opnå de energipolitiske mål med de ressourcer, der er til rådighed.

Eksempelvis kan fjernvarmen udbygges yderligere til ca. 70 % (scenario 3), og der kan spares yderligere op til 50 % eller mere – alt afhængig af energiprisernes udvikling.

### 3.3 Resultater for planperioden frem til 2050

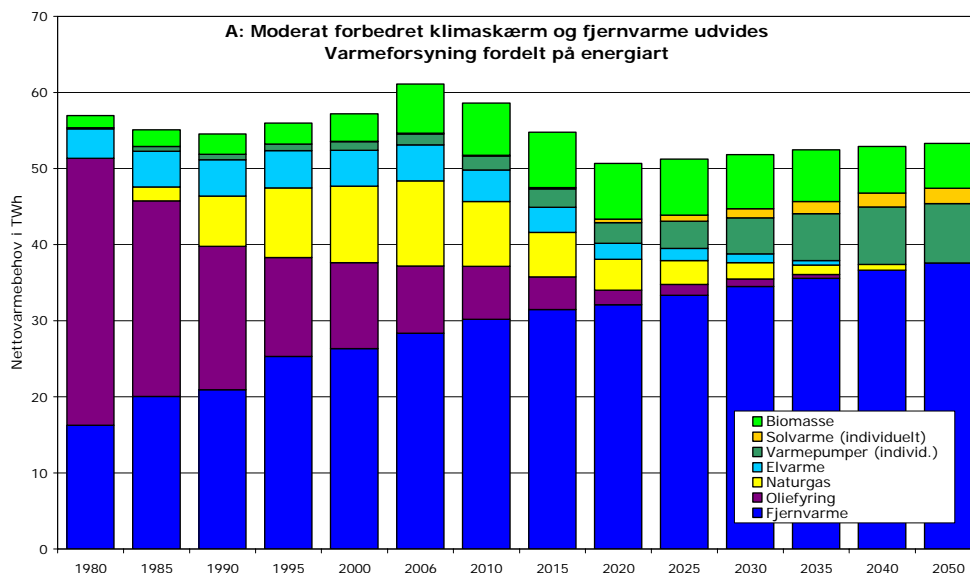
Der er således en vifte af muligheder for at kombinere udbygning med fjernvarme med yderligere besparelser. Dette er i rapporten belyst ved 3 udviklingsforløb:

Udviklings- Forløb	år 2020		år 2040-2050	
	Fjernvarme- marked	Rumvarme- besparelser	Fjernvarme- marked	Rumvarme- Besparelser
A	Scenario 2	25%	Scenario 3	25%
B	Scenario 2	25%	Scenario 3	50%
C	Scenario 2	25%	Scenario 2	25%

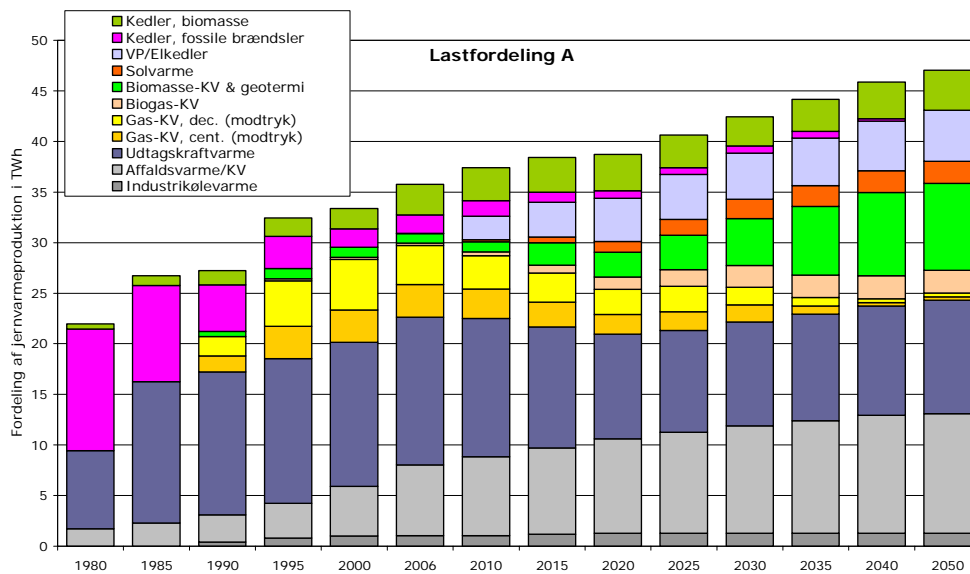
Tabel 3-1 Udviklingsforløb

Andre udviklingsforløb, eksempelvis med yderligere rumvarmebesparelser, vil også kunne vise sig relevante.

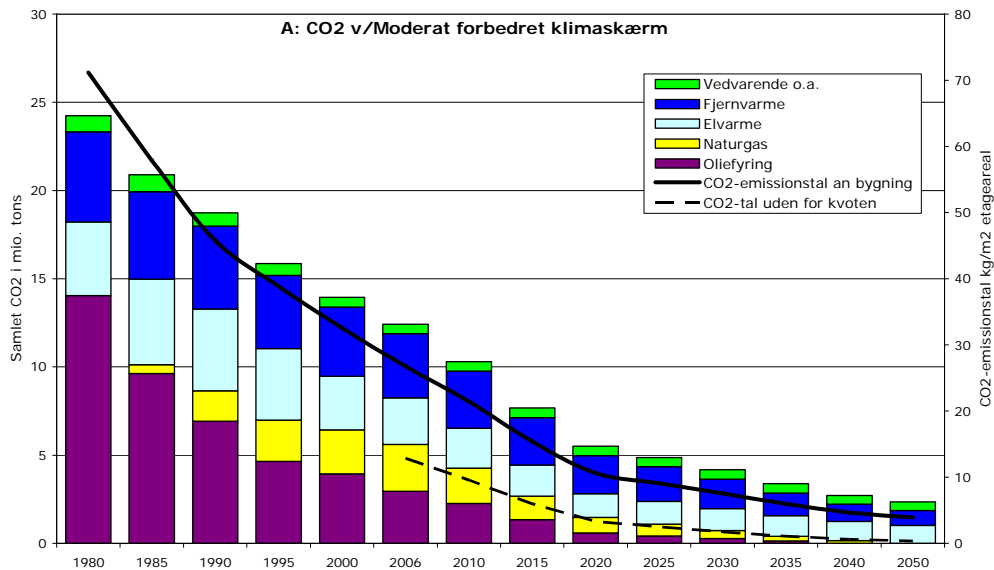
I det følgende gengives et resume af udviklingsforløb A, som er beskrevet i kapitel 8 og i bilag 15.



Figur 3-1 Varmeforsyningens fordeling på energiart ved udviklingsforløb A



Figur 3-2 Fjernvarmens lastfordeling ved udviklingsforløb A



Figur 3-3 Den samlede CO<sub>2</sub>-emission for fjernvarme og individuel ved forløb A

Det ses, at CO<sub>2</sub> reduktionen kan reduceres til et minimum allerede omkring 2020. I opgørelsen er CO<sub>2</sub> emissionen fra affaldsvarme sat til nul, da udnyttelse af varme fra affaldsforbrændingen ikke øger CO<sub>2</sub> emissionen i samfundet.

### 3.4 **Virkemiddelkatalog**

Nedenfor opstilles et forslag til virkemidler for de involverede parter, som kan medvirke til at realisere ovennævnte prognoser for opvarmningens udvikling.

#### 3.4.1 **Organisering og lovgivning**

- Energistyrelsen anmoder kommunerne om at fremme indsatsen med varmeplanlægningen i henhold til varmforsyningsloven i samarbejde med forsyningsselskaber og fremme projekter, der har god samfundsøkonomi og stor CO<sub>2</sub>-fortrængning.
- Energistyrelsen lemper på restriktionerne for det frie brændselsvalg for fjernvarmeværker, idet mindre værker får mulighed for at konvertere til biomasse indenfor visse rammer for at opnå acceptable brugerpriser og for at fremme tilslutning af nye kunder.
- Energistyrelsen samt Erhvervs- og Byggestyrelsen justerer bygningsreglementets energibestemmelse således, at det i overensstemmelse med EU direktivet fremmer omkostningseffektive helhedsløsninger, der tager hensyn til lokale forhold.
- Energistyrelsen specificerer i vejledningen for samfundsøkonomiske analyser, at man ved projektforslag for at forsyne ny bebyggelse, særligt i nye lokalplanområder, skal redegøre for, hvordan de samlede omkostninger til klimaskærm og forsyning optimeres med henblik på at nedbringe forbruget af tilført fossile brændsler til det fastsatte niveau.
- Regionerne tager klimaplanlægning og lokale energi ressourcer op som et tema, der skal indarbejdes i kommuneplanerne.
- Kommunerne igangsætter et arbejde med at reducere udledningen af klimagasser, hvori arbejdet med varmeplanlægning, ajourføring af områdeafgrænsningen, omlægning til mere effektiv forsyning samt energibesparelser i bygninger indgår som hovedelementer.
- Energistyrelsen og Energitilsynet opstiller en model, der definerer et eventuelt erstatningskrav fra naturgasselskaberne, for kunder, der konverteres, inden de har bidraget tilstrækkeligt til at tilbagebetale de afholdte investeringer i naturgasnet, der er etableret iht. et godkendt projekt. Desuden inkluderer modellen en anvisning på hvem, der indenfor varmforsyningslovens rammer kan yde denne eventuelle godtgørelse.
- Energitilsynet skærper indsatsen med benchmarking for at effektivisere fjernvarmesektoren, men med fokus på en helhedsvurdering af, hvordan selskabernes aktiviteter bidrager til at udnytte de aktuelle muligheder, eksempelvis med fokus på at opnå det optimale marked og at minimere omkostninger pr. forsynet areal.

- Energistyrelsen ajourfører forudsætningerne for samfundsøkonomisk vurdering af projekter indenfor energisektoren således, at disse afspejler de langsigtede energipolitiske målsætninger om omkostningseffektivitet og overgang til vedvarende energi og tager hensyn til effekten af stigende vindkraftandel.
- Energistyrelsen udmelder nøgletal for klimagasser for grønne regnskaber, som skal afspejle de samfundsmæssige reduktioner således, at grønne regnskaber kan indgå som en beslutningsparameter for energibesparende foranstaltninger, herunder at nøgletal skal afspejle det faktiske merforbrug af varme ved kraftvarmeproduktion (typisk faktor 3 frem for faktor 1,25), og at der også skal lægges vægt på lav returtemperatur.
- Energistyrelsens og Dansk Fjernvarmes statistikker udbygges til som minimum at fremstille opvarmningssektorens og fjernvarmesektorens udvikling, ligesom der opstilles "hitlister" med CO<sub>2</sub>-neutrale fjernvarmesystemer og byer på grundlag af energimæssigt korrekte CO<sub>2</sub>-beregninger og eksempelvis primær energiresource-faktorer (PRF) i henhold til en metode fra Euro-Heat&Power.

#### 3.4.2 Selskaberne

- Fjernvarmeselskaber udarbejder forretningsplaner eller udbygningsplaner som redegør for, hvordan selskabet kan forbedre indtjeningen med henblik på at sænke varmepriserne, for såvel de eksisterende som for potentielle nye kunder. Udbygningsplanen skal indeholde en plan for hastende meget fordelagtige projekter samt en perspektivplan for en langsigtet udbygning, der kan iværksættes, når forudsætningerne ændres for at fremme CO<sub>2</sub>-besparelser.
- Fjernvarmeselskaberne udvider arbejdet med varmebesparelser ud fra kriterier om at mindske den samlede varmeregning inkl. kapitaludgifter til investeringer på kundens ejendom.
- Fjernvarmeselskaberne udvider samarbejdet med kunderne til at omfatte returtemperatur og krav til maksimal fremløbstemperatur med henblik på at sænke temperaturniveauet optimalt under hensyntagen til fremtidens produktionsmuligheder for lavtemperatur-fjernvarme.
- Fjernvarmeselskaberne påtager sig i stigende grad (på kommerciel basis og evt. med udlicitering) rollen som varmemester og lokal energispareansvarlig for kunder og større individuelle opvarmningsanlæg (som med tiden kan konverteres til fjernvarme). Herved tilgodeser man mange kunders ønske om denne ydelse og man kan bedre planlægge og koordinere udbygningen med fjernvarme.
- Fjernvarmeselskaberne starter arbejdet med en tarifreform, der i højere grad skal afspejle den langsigtede omkostningsstruktur og markedsføringen til nye kunder, herunder:



- fordelene ved lav returtemperatur som effektiviserer produktionen og skaber kapacitet til nye kunder,
- tidsafhængige tariffer, som pr. måned tager hensyn til prisforskelle i produktionsomkostninger, og som åbner for mere køb af overskydende varme fra kunder,
- tilpasning af den variable tarif, så den mindst afspejler de langtidsvariable omkostninger under hensyntagen til behovet for at skifte dimension og
- fleksible prisbestemmelser, som fremmer de fælles løsninger for selskaber og kunder.

#### 3.4.3 **Udredningsarbejder**

- Energistyrelsen og EnerginetDK udarbejder analyser, der belyser samspillet mellem de vandbårne systemer og elsystemet, samt hvordan man kan udnytte vindkraften optimalt og spare investeringer i elsystemet ud fra et langsigtet økonomisk perspektiv for at gøre Danmark selvforsynende med VE.
- Energistyrelsen udarbejder analyser, som belyser de samfundsøkonomiske fordele ved at se samlet på, hvordan bygninger forsynes med termisk komfort (opvarmning, køling og brugsvand) under hensyntagen til alle omkostninger til klimaskærm, installationer, varmesystemer og produktion.
- Dansk Fjernvarme starter et udredningsarbejde om, hvordan fjernvarmeselskaberne bedst kan effektivisere sektoren yderligere og tage udfordringen i Varmeplan Danmark op ved at se på både tekniske, organisatoriske og finansielle muligheder.