

Effektiv fjernvarme i fremtidens energisystem

Fjernvarmens landsmøde

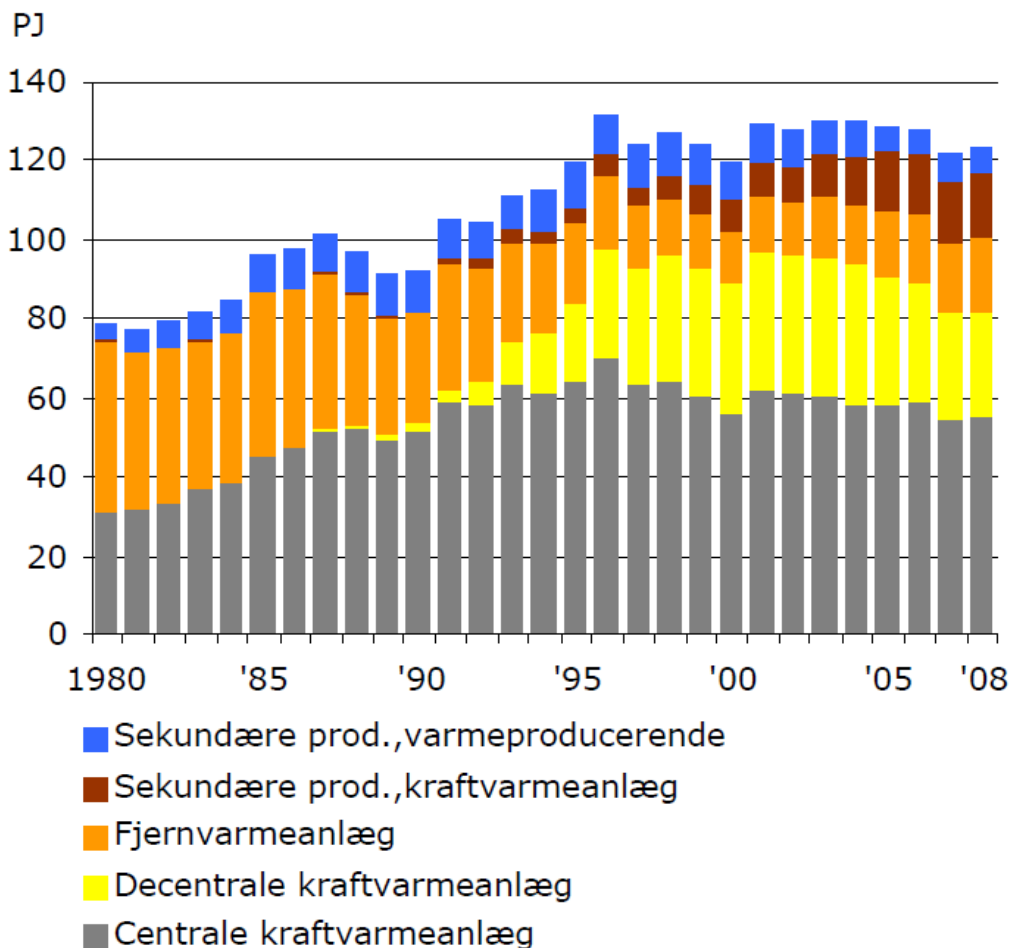
Aalborg kongrescenter den 30. oktober 2009

Hans Henrik Lindboe
Ea Energianalyse a/s
www.eaea.dk

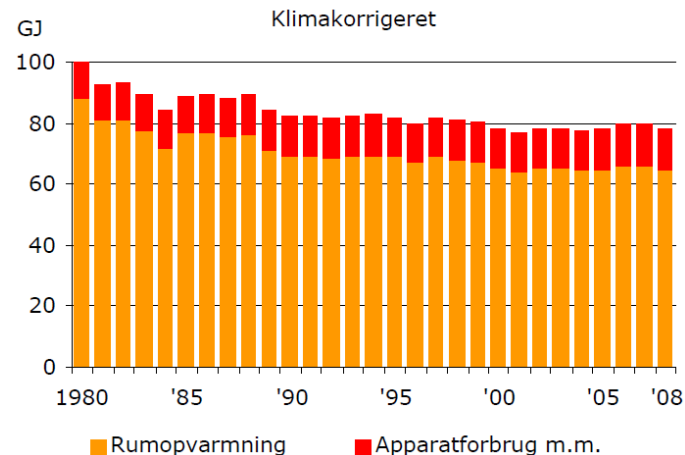
30 års udvikling i Danmark

Kilde: Energistyrelsen

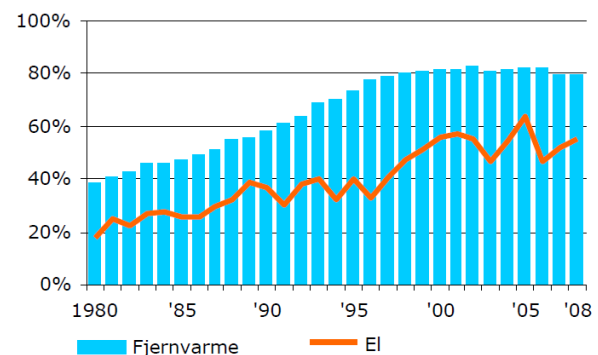
Fjernvarmeproduktion fordelt efter produktionsanlæg



Energiforbrug pr. husholdning

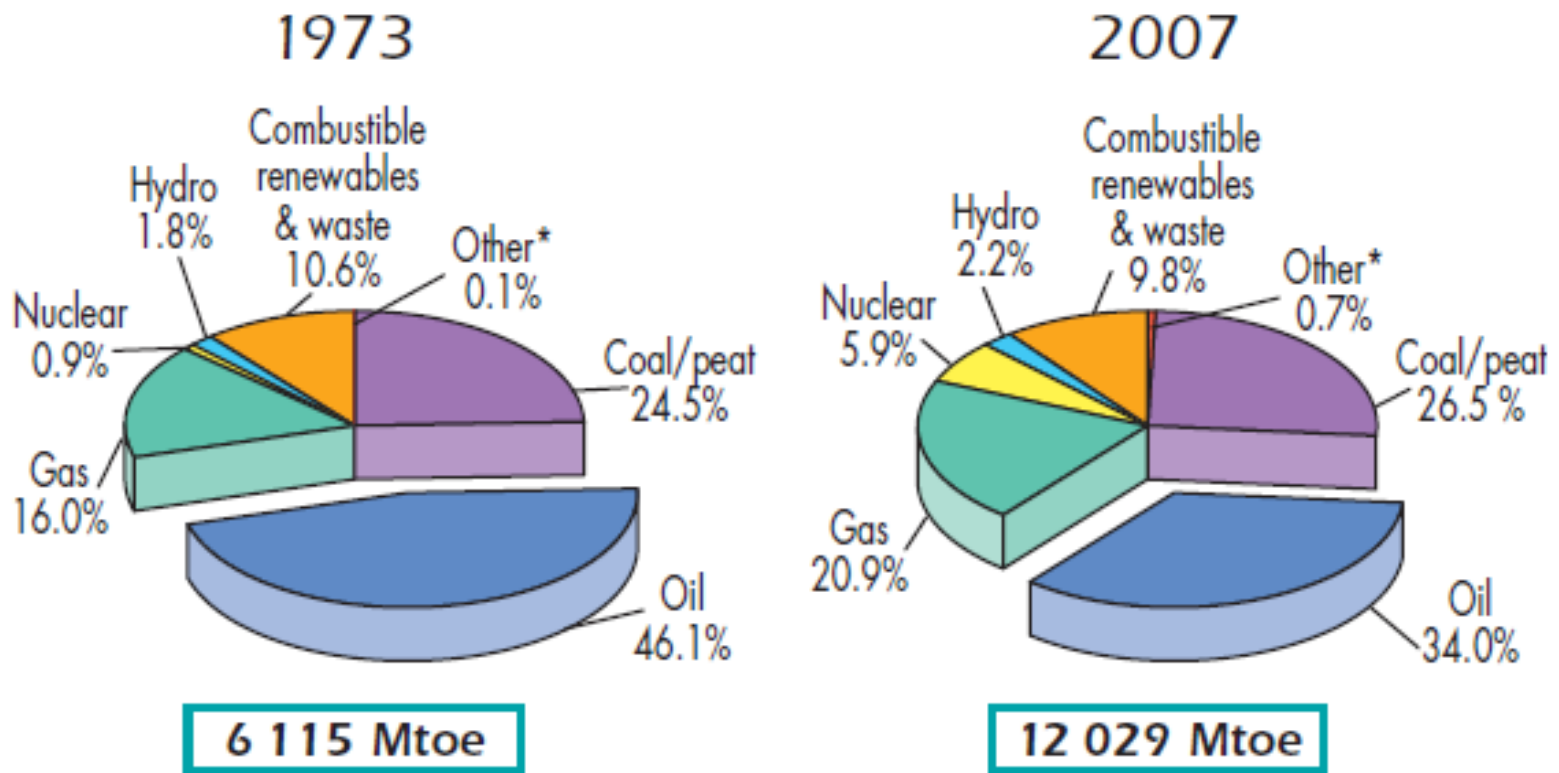


Kraftvarmeandel af termisk el- og fjernvarmeproduktion



..Og 35 år på verdensplan

1973 and 2007 fuel shares of TPES

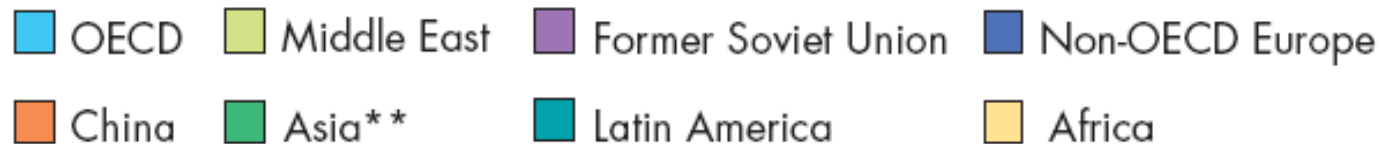
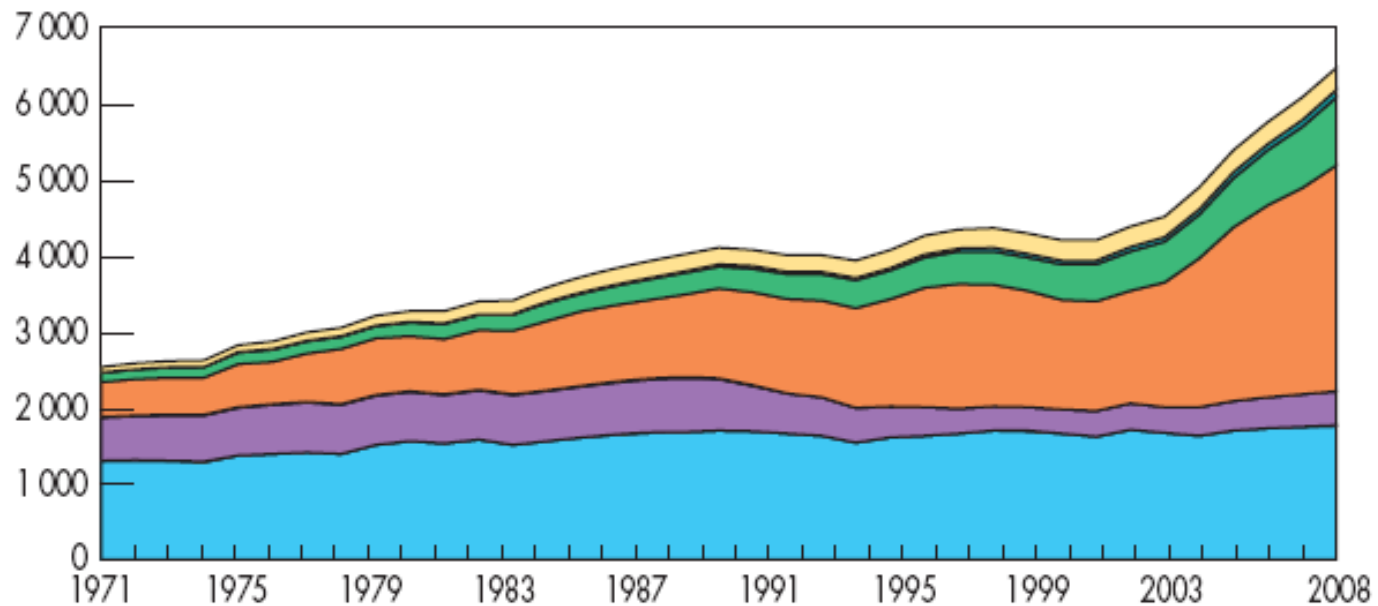


*Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Især kul er voldsomt stigende.

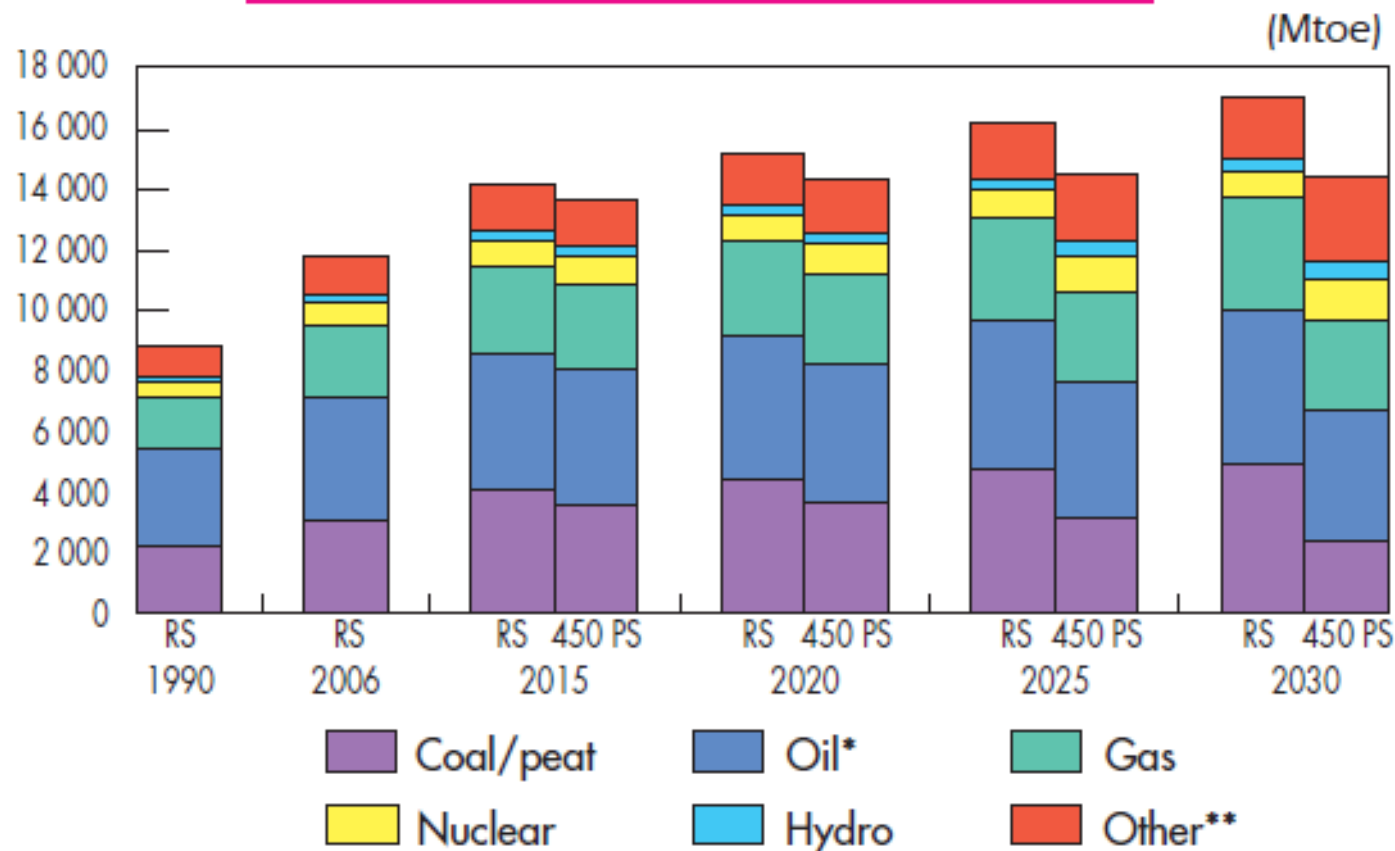
Hard Coal Production

Evolution from 1971 to 2008 of hard coal* production by region (Mt)



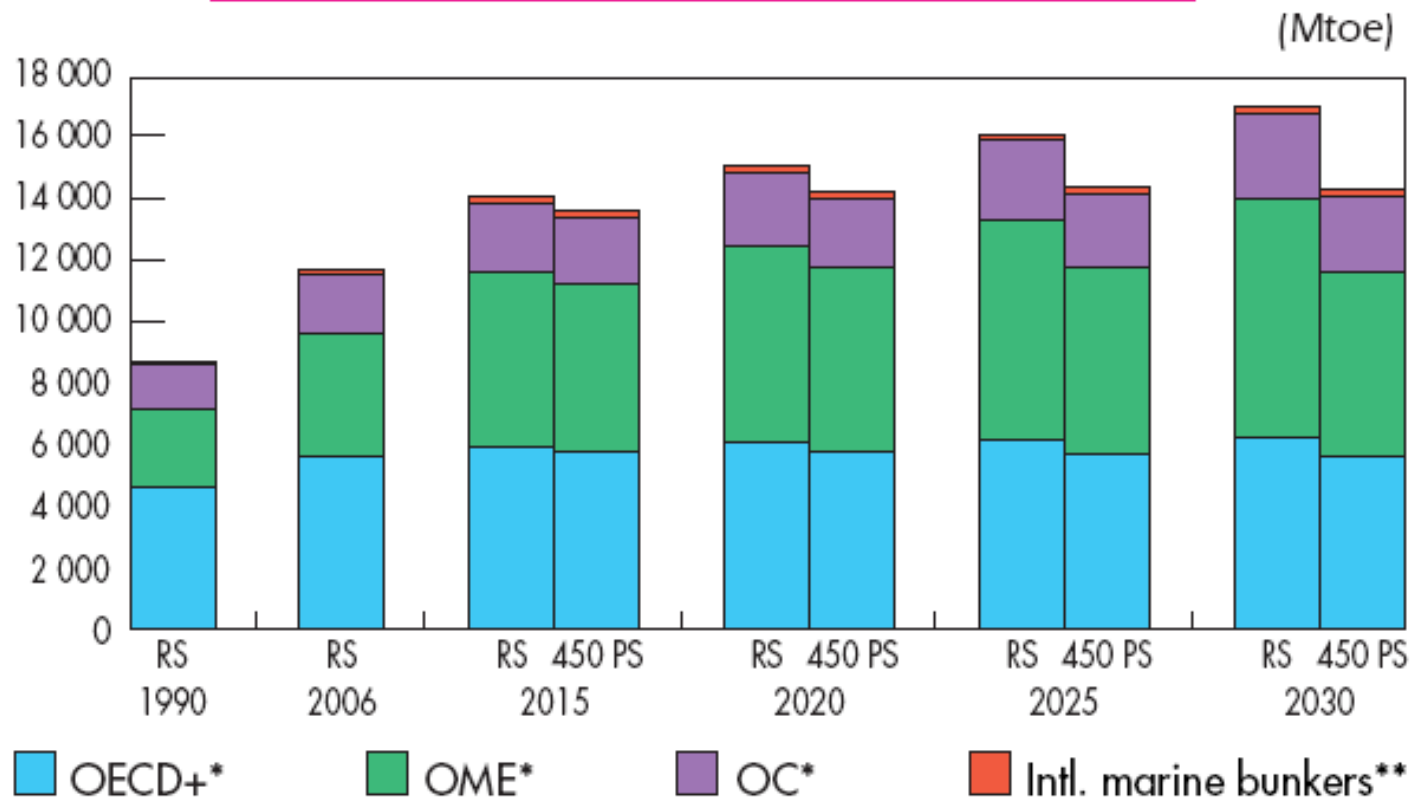
Fremtidsscenarier fra IEA (1)

TPES Outlook by Fuel



Fremtidsscenarier fra IEA (2)

TPES Outlook by Region*



RS: Reference Scenario
(based on current policies)

450 PS: 450 Policy Scenario***
(based on policies under consideration)

Tre store drivere på energiområdet:

- Forsyningssikkerhed
 - EU er i stigende grad afhængig af energiimport fra få lande. Olie og gas.
 - Rusland lukker for gashanerne
- Klima og miljø
 - Under 2 grader temperaturstigning
 - Forsuring (SO_2 og NO_x)
- Det indre marked (EU)
 - Liberalisering af el og gas markeder

Topmøde marts 2007

2020 mål

- 20% bindende CO₂ målsætning
 - 30%, hvis industrilande gennemføre lignende beslutninger
- 20% VE af EU's samlede energiforbrug
 - Kommissionen konkretiserer til nationale mål.
- 10% biobrændstof
 - Hvis bæredygtig 2. generation er tilgængelig
- 20% energibesparelser
 - Relativt til fremskrivninger
- En fælles energipolitik, fortsat liberalisering, F&U

Klima- og energipakke januar 2009

- Målsætninger for 2020 konkretiseret og fordelt på nationale mål
- 2005 er nyt basisår for CO₂ reduktion
 - Der skal reduceres 14% fra 2005-2020
 - Mulighed for fleksible mekanismer
- Kvotesektoren, overgår til EU anliggende
 - KS reducere 21%, landene 10% **(DK 20%)**
 - Kvoter i energisektor auktioneres som hovedregel
- 20% VE (af nettoenergi) **(DK 30%)**, heraf 10% transport, bæredygtighedskriterier.

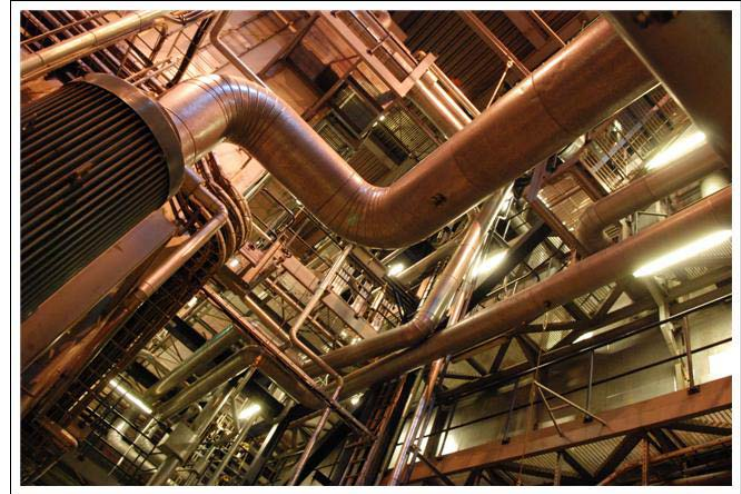
Klimaspørgsmålet

- Tidligere spørgsmål: Har mennesket indflydelse på klimaet, og hvis ja kan det så betale sig at ændre adfærd ?
- Konsensus om, at menneskeskabte temperaturstigninger kan måles. Advarslerne skærpes for hver gang IPCC udgiver en "assessment rapport".
- Videnskabelig enighed om, at CO₂ emissionen som primært kommer fra afbrænding af fossil energi, skal reduceres med 50% - 80% inden 2050 hvis 2° loftet skal overholdes. Måske er det ikke nok.
- Økonomer er (stort set) enige om at det bedst kan betale sig at gøre noget ved det hurtigt.
- Spørgsmålet som også skal drøftes på klimatoopmødet i Danmark i december: Hvem skal gøre hvad ?

Effektiv fjernvarme i fremtidens energisystem

- Projekt støttet af EFP 2007

- Ea Energianalyse
- Risø DTU
- RAM-løse edb
- Referencegruppe fra fjernvarmesektoren



- Formålet:

- at belyse, fjernvarmens mulige rolle i fremtidens energisystem.
- Hvordan samspillet mellem elmarkedet og fjernvarmen kan effektiviseres
- Hvilke rammebetingelser der især har betydning for fjernvarmens fortsatte udvikling og effektivisering?

Referencegruppen

- Inga Thorup Madsen, CTR,
- Carl Hellmers, Fredericia Fjernvarme
- Torkil Kjærsgaard, Skanderborg Fjernvarme,
- Magnus Foged, Københavns Energi,
- Jesper Skovhus Andersen, Ringkøbing Fjernvarme
- John Tang , Dansk Fjernvarme.
- Mads Keller, Dansk Fjernvarme

Arbejdsformen i projektet har især været, at oplæg fra Ea, Risø og RAM-løse er blevet vurderet og kommenteret af referencegruppen.

Analysemetode

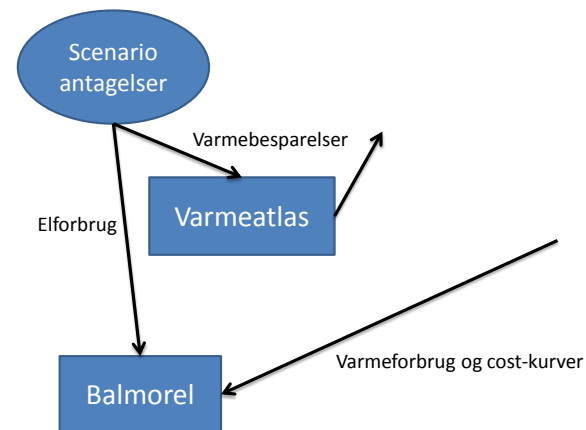
- Model af el og kraftvarme i Norden og Tyskland
- Teknologikatalog, varmeetlas og omkostninger ved netudvidelser.
- Investeringsmodul der foretager "optimale" investeringer (mindst mulige okostninger).



Modellen beregner en **markedslikevægt** for

- Produktion af el og fjernvarme
- Forbrug af el og fjernvarme
- International elhandel
- Emissioner
- Investeringer i el- og fjernvarmeproduktion
- Priser
- Samfunds og aktørøkonomi
- Netudvidelser

Data til beregningsmodellen



El og varme er forbundne kar

Elprisen har stor betydning for fjernvarmen

Hvis termiske anlæg
ofte sætter elprisen

Gennemsnits-
elprisen bliver høj,
varme er ofte et
billigt
overskudsprodukt,

Kraftvarme bliver
fortsat dominerende,
Fjernvarme klart
bedste læsning

Hvis vindkraft ofte
sætter elprisen

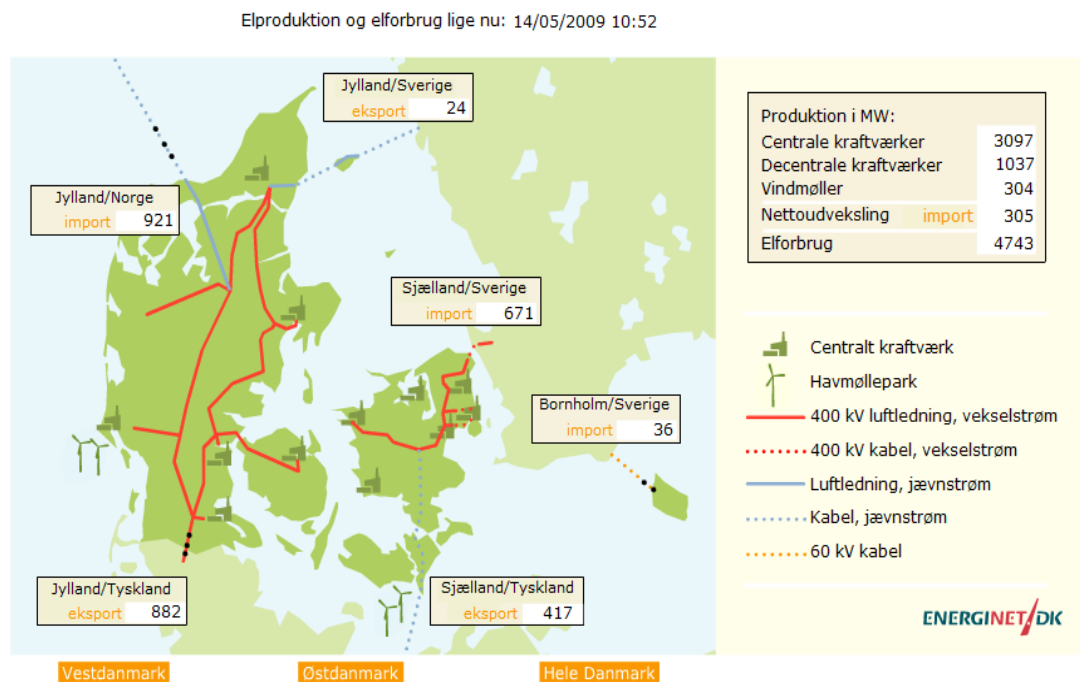
Gennemsnitselpris
en bliver lavere,
overskudsvarme
bliver dyrere

Varmepumper bliver
mere interessante.
Større konkurrence
mellem individuelle og
kollektive løsninger

Elsystemet i Danmark 2009

Et internationalt system

- Elforbrug i Danmark ca. 35 TWh
- Elforbrug i Nordeuropa ca. 1200 TWh
- Nordisk lagerkapacitet ca. 100 TWh
- Vi har "ellager" til hele Nordeuropa til ca. 30 dages elforsyning
- Varme ca. 230 PJ, 50% heraf er fjernvarme



Installeret vind: 3200 MW
Centrale og dec: 9500 MW
Forbindelser: 5500 MW

Et godt grundlag med Varmeplan Danmark

Varmeplan Danmark

- I dag dækker fjernvarmen 46 % af det danske varmebehov.
- **Scenarie 1:** Fjernvarmen udvides til at dække 53 % ved øget tilslutning i eksisterende fjernvarmeområder.
- **Scenarie 2:** Fjernvarmen udvides til at dække 63 % ved at tilslutte naboområder, som i dag primært forsynes med naturgas.
- **Scenarie 3:** Fjernvarmen udvides til at dække 70 % ved at tilslutte naturgas op til 1 km fra eksisterende fjernvarmeområder.



EFP projektet

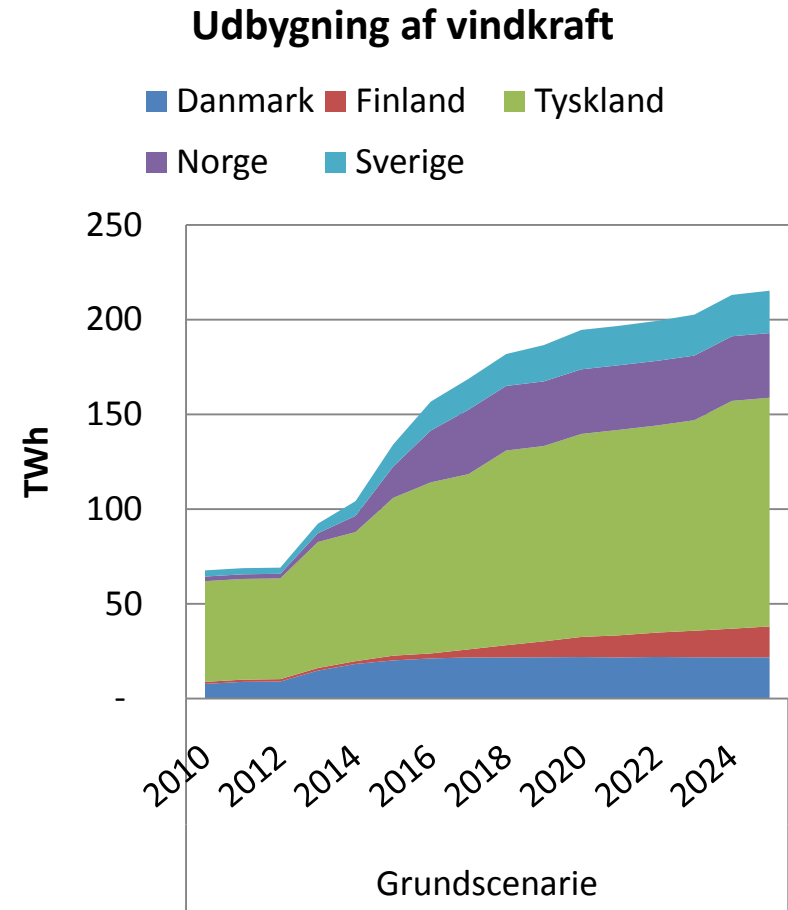
- Under hvilke forudsætninger er det rentabelt at udvide fjernvarmesystemerne?
- Hvor langt skal man i så fald gå?
- Konkurrenceforholdet imellem individuel og kollektiv varmeproduktionsteknologi
- Hvad er elmarkedets og reguleringens indflydelse på de valg der træffes lokalt?

Analyser:

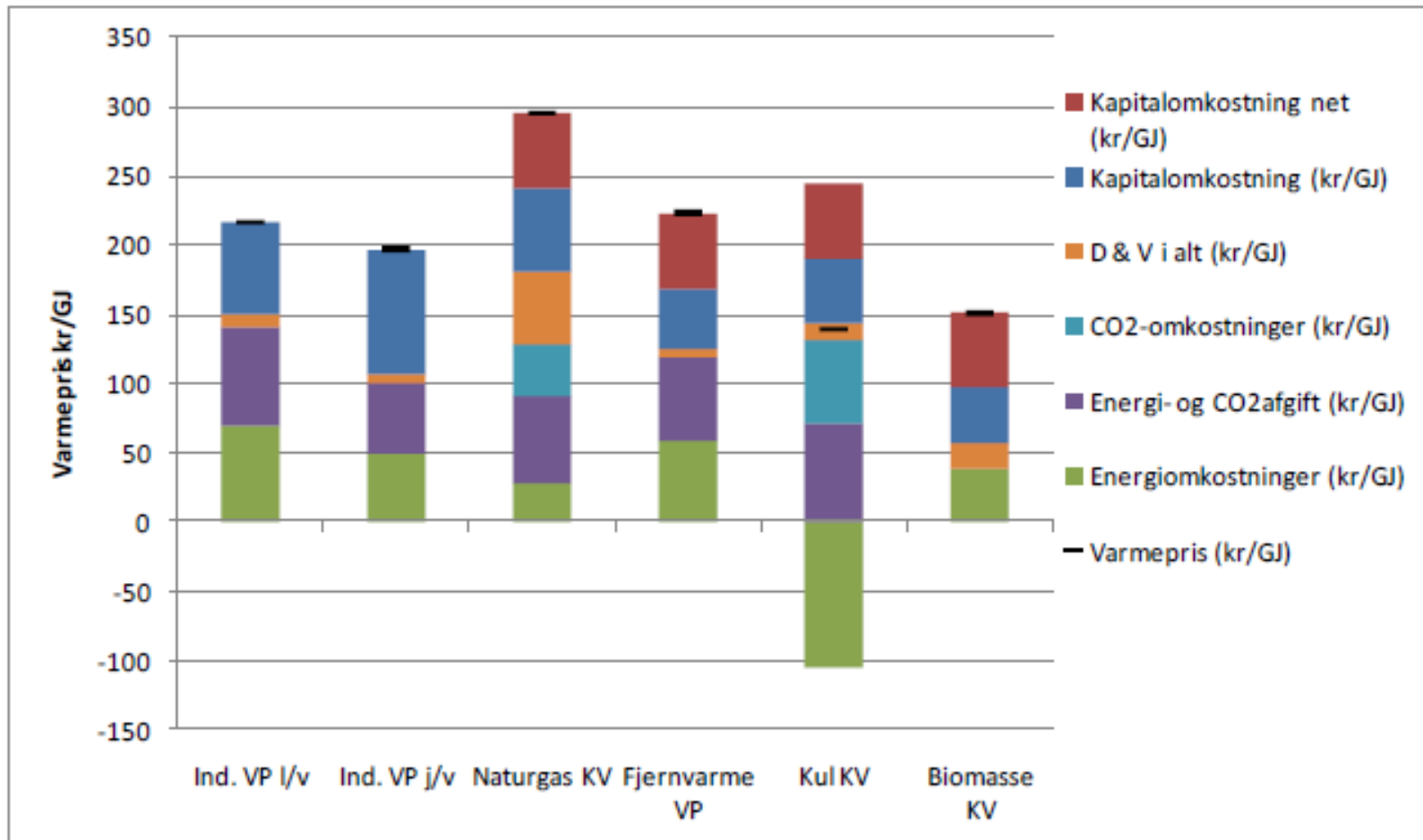
- **Grundscenarie 2025.** I Grundscenariet dækkes mindst 30 % af det endelige energiforbrug med VE i 2020 (knap 50% i el- og fjernvarmesektoren), og der gennemføres energibesparelser svarende til 20 % af det endelige energiforbrug i 2020.
- **Besparelsscenario 2025.** I Besparelsscenarioet forudsættes, at der gennemføres reduktion af varmebehovet på 45 % i 2025 i forhold til 2006.
- **Reguleringsscenario 2025.** Reguleringsscenarioet er en variant af Grundscenariet. Der regnes på samme forudsætninger som i Grundscenariet - men inklusiv afgifter og tilskud.
- **Perspektivscenario 2050.** CO2 emissionen reduceres med 80% i modelområdet
- **Case analyser.** Ringkøbing fjernvarme og Hovedstadens kraftvarmesystem

Rammer for fjernvarmen i fremtiden

- Betydelig reduktion af CO₂ frem mod 2025 og 2050
- Fri for fossile brændsler på lang sigt
- Muligvis stigende elforbrug
- Sandsynligvis meget mere vindkraft
- Velfungerende internationale markeder for elektricitet, brændsler og for CO₂
- Omfattende varmebesparelser
- Olie, gas, kul og biomasse bliver alle knappe ressourcer
- Fortsat stigende affaldsmængder til forbrænding



Varmeproduktionsomkostninger teknologivurdering

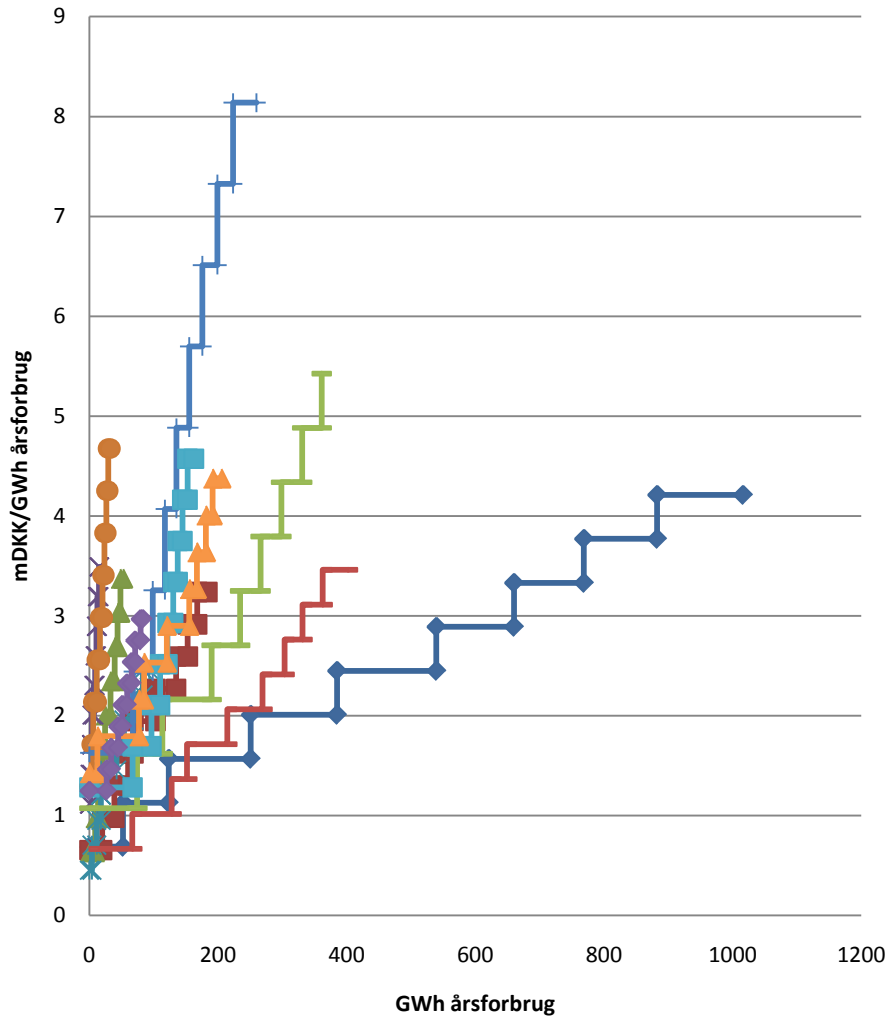


Netudvidelser

Hovedkilde: Varmeplan Danmark

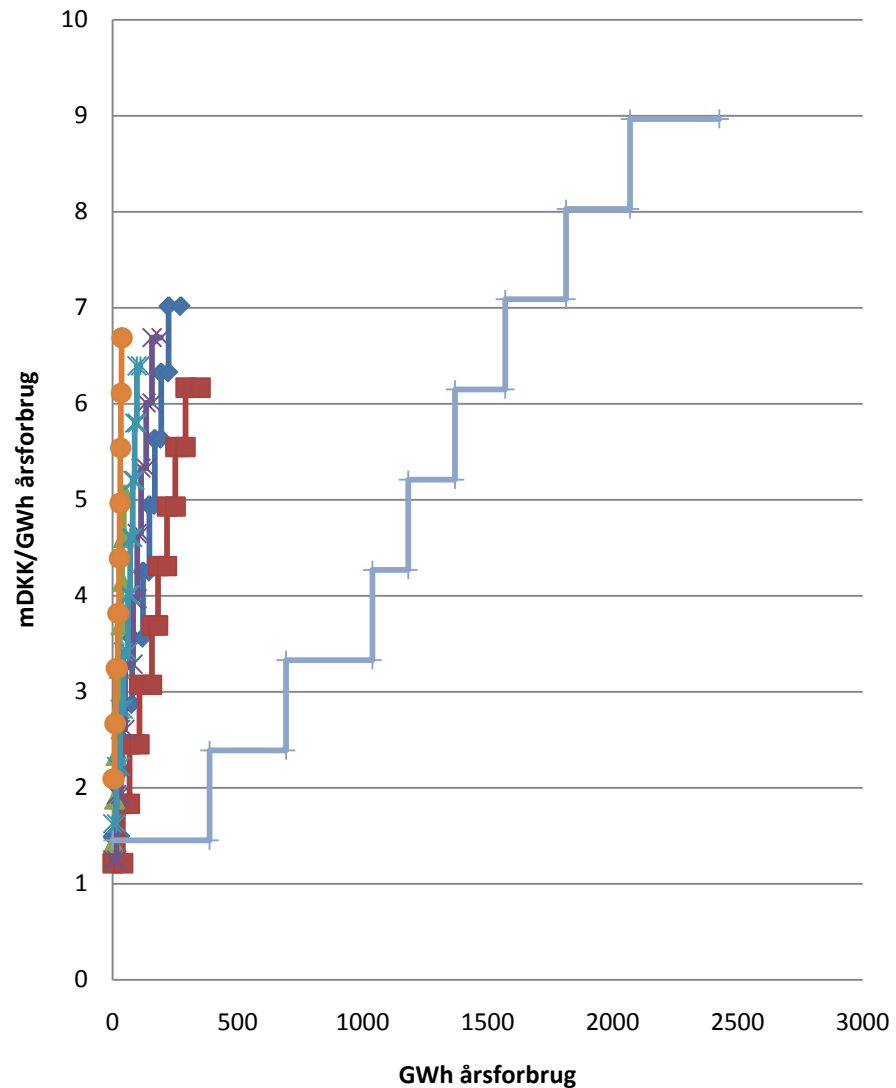
- Mulighed for (a) fortætning i eksisterende områder samt (b) udvidelse af området.
- Fortætning kræver investering i brugerinstallation og stikledning. Netudvidelse kræver dertil investering i transmission samt gadenet.
- Varmeatlas baseret på GIS værktøj udviklet på AU.

Marginale udvidelsesomkostninger
Vestdanmark



- ◆— Små gasfyrede værker
- ▲— Affaldsværker
- *— Halmfyrede værker (lav KV-andel)
- +— Odense
- Aalborg
- ◇— Andre centrale områder
- Store gasfyrede værker
- ×— Halmfyrede værker (høj KV-andel)
- Andet decentralt
- Trekantsområdet (TVIS)
- ▲— Århus
- Mellemstore byer

Marginale udvidelsesomkostninger
Østdanmark

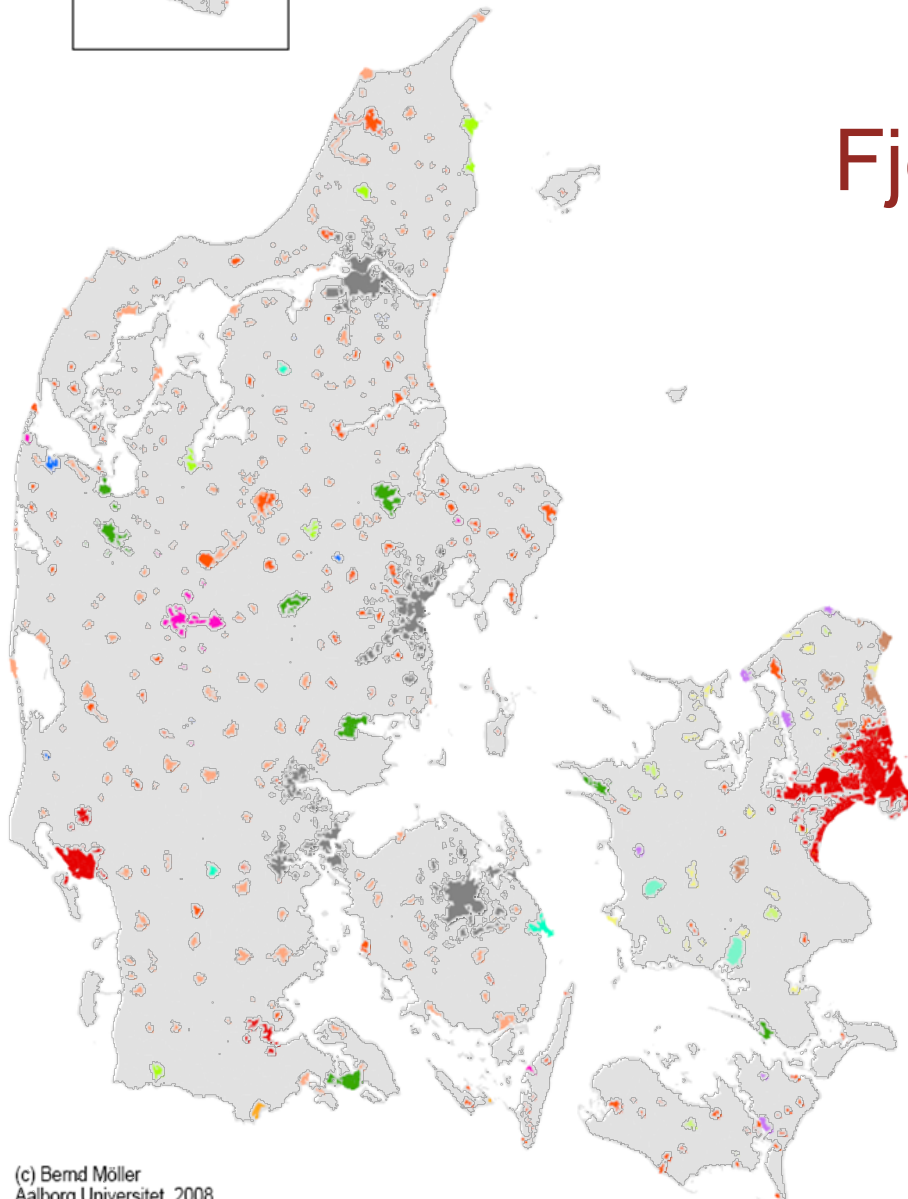
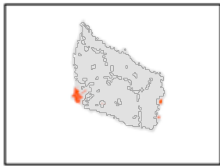


- ◆— Små gasfyrede værker
- ▲— Halmfyrede værker
- *— Andet decentralt
- +— Hovedstaden
- Store gasfyrede værker
- ×— Affaldsværker
- Andre centrale områder

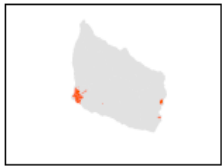


Modellens valgmuligheder ved individuelt forsynede områder

- Den eksisterende forsyning med individuelle naturgasfyr og oliefyr nedskrives lineært på 15 år.
- Det er muligt at installere enten nyt olie- eller naturgasfyr. Naturgas dog kun op til den nuværende installerede kapacitet, da det er fravalgt at regne på fortætning af naturgasnet eller udlægning af naturgasnet til nybyggeri. Andre individuelle muligheder er varmepumper, enten luft til vand eller jord til vand systemer.
- Modellen kan også vælge at investere i netudvidelse i forbindelse med eksisterende nærliggende fjernvarmesystem. På dette værk kan der installeres nye kraftvarmeenheder, varmekedler, varmepumper og varmelagre.

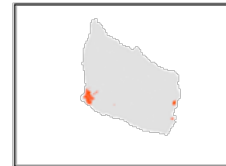


Fjernvarmeområder som
er repræsenteret i
modellen



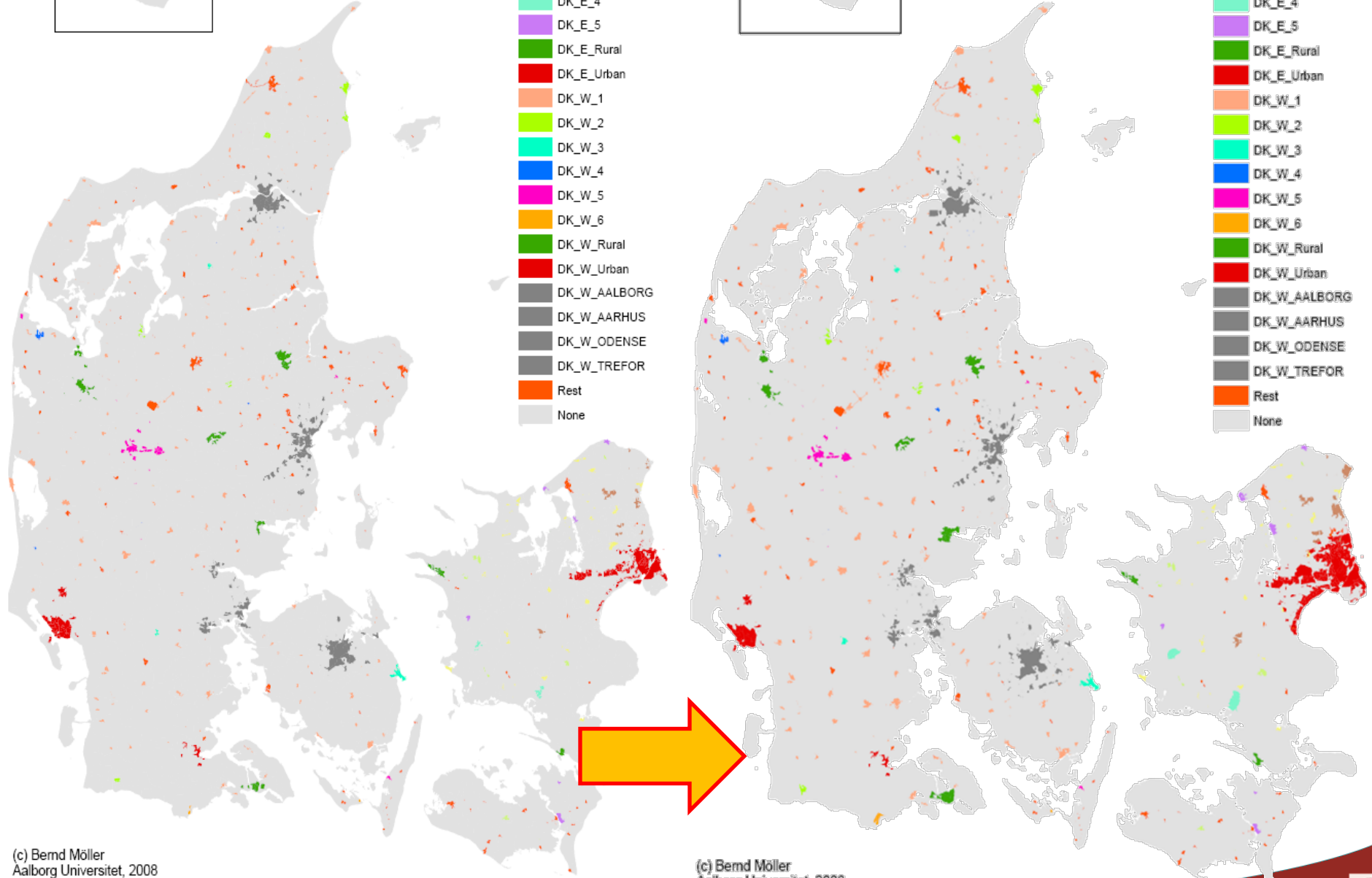
Nuværende varmenet

- DK_E_1
- DK_E_2
- DK_E_3
- DK_E_4
- DK_E_5
- DK_E_Rural
- DK_E_Urban
- DK_W_1
- DK_W_2
- DK_W_3
- DK_W_4
- DK_W_5
- DK_W_6
- DK_W_Rural
- DK_W_Urban
- DK_W_AALBORG
- DK_W_AARHUS
- DK_W_ODENSE
- DK_W_TREFOR
- Rest
- None



Maksimal udvidelse

- DK_E_1
- DK_E_2
- DK_E_3
- DK_E_4
- DK_E_5
- DK_E_Rural
- DK_E_Urban
- DK_W_1
- DK_W_2
- DK_W_3
- DK_W_4
- DK_W_5
- DK_W_6
- DK_W_Rural
- DK_W_Urban
- DK_W_AALBORG
- DK_W_AARHUS
- DK_W_ODENSE
- DK_W_TREFOR
- Rest
- None



Resultater, konklusioner og anbefalinger

Elsystemet i Grundscenariet i 2025

- I Tyskland investeres især i kulkraft og vindkraft, og i mindre grad i biomassekraftvarme. (A-kraft er kun tilladt i Finland i modellen)
- I vore nabolande udbygges med i alt godt 22.000 MW vindkraft
- I Danmark investeres kun i landvind (I reguleringsscenariet investeres endvidere i 2000 MW havvind).
- Kondenselproduktion reduceres betydeligt i 2025 i forhold til 2010.
- Elprisen er stigende, vindkraften indpasses effektivt gennem markedet.
- Den øgede VE mængde modvirkes CO₂-mæssigt i et vist omfang af udfasningen af A-kraft i Tyskland

CO₂ indhold i elproduktion i gennemsnit

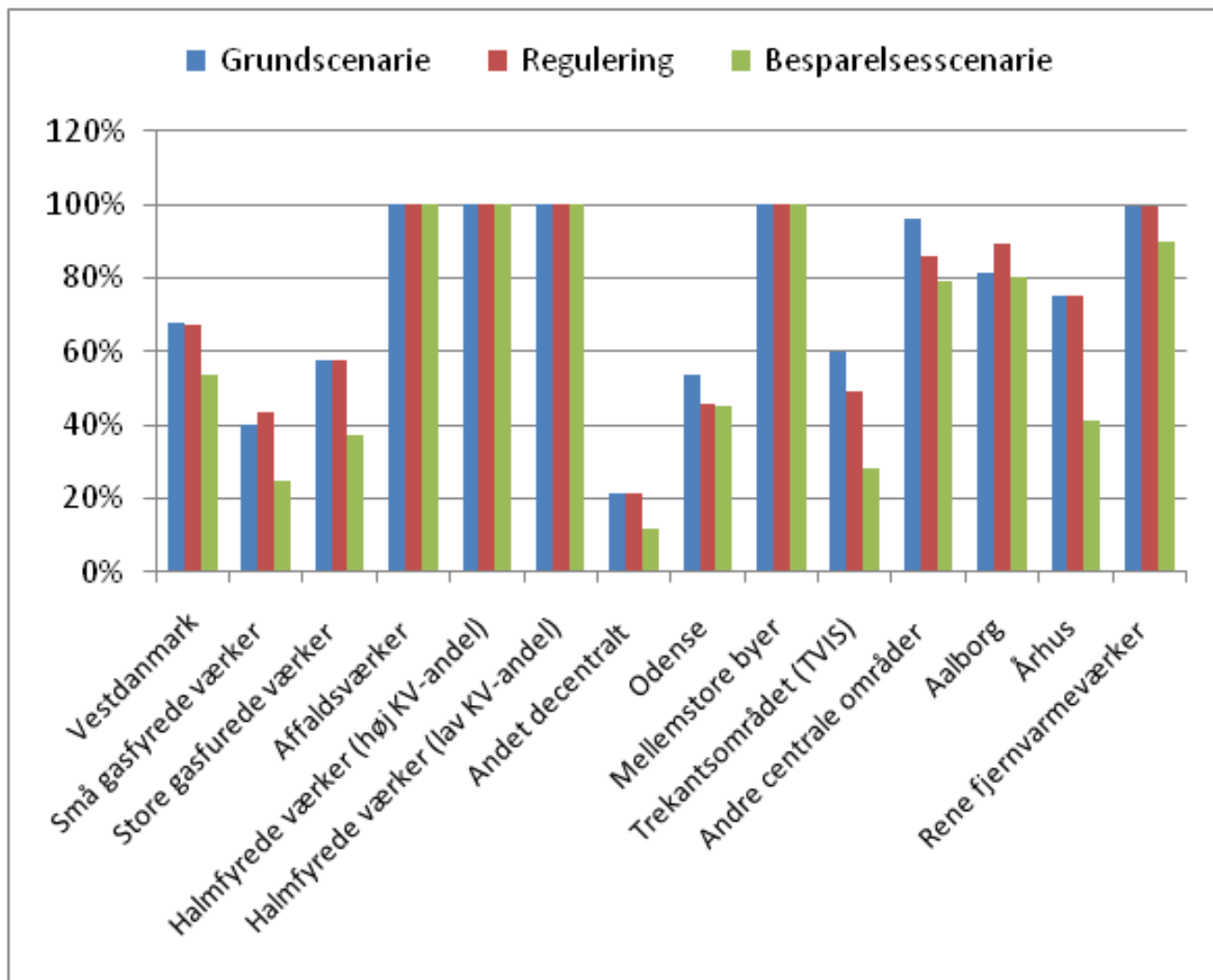
g/kWh	Danmark	Finland	Tyskland	Norge	Sverige	Samlet
2010	527	226	509	11	39	346
2025	293	45	521	-	37	329

Investeringer i el- og varmeproduktion i Danmark

Teknologi MW	Grund	Besp.	Regulering
<i>Kul KV</i>	<i>460</i>	<i>280</i>	<i>690</i>
<i>Bio KV</i>	<i>200</i>	<i>40</i>	<i>700</i>
<i>Biogas –KV</i>	<i>600</i>	<i>375</i>	<i>690</i>
<i>Affaldkv</i>	<i>100</i>	<i>160</i>	<i>100</i>
VP-kollektiv	300	120	40
VP (L-V)	4600	3300	0
VP (J-V)	0	0	4600
Varmelager (MWh)	2500	3200	2400

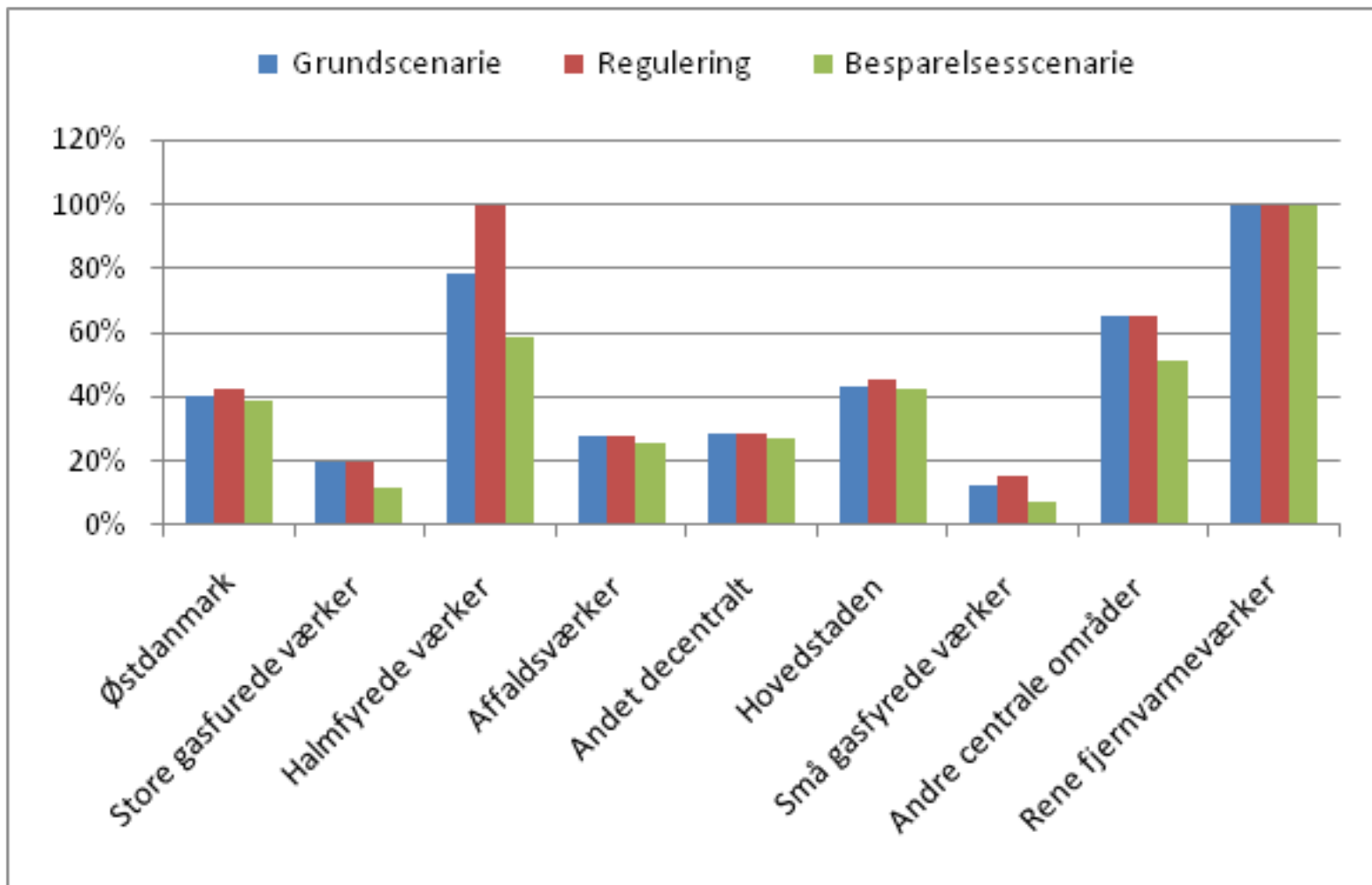
Netudvidelser Vestdanmark

12 PJ (68%) i grundscenariet

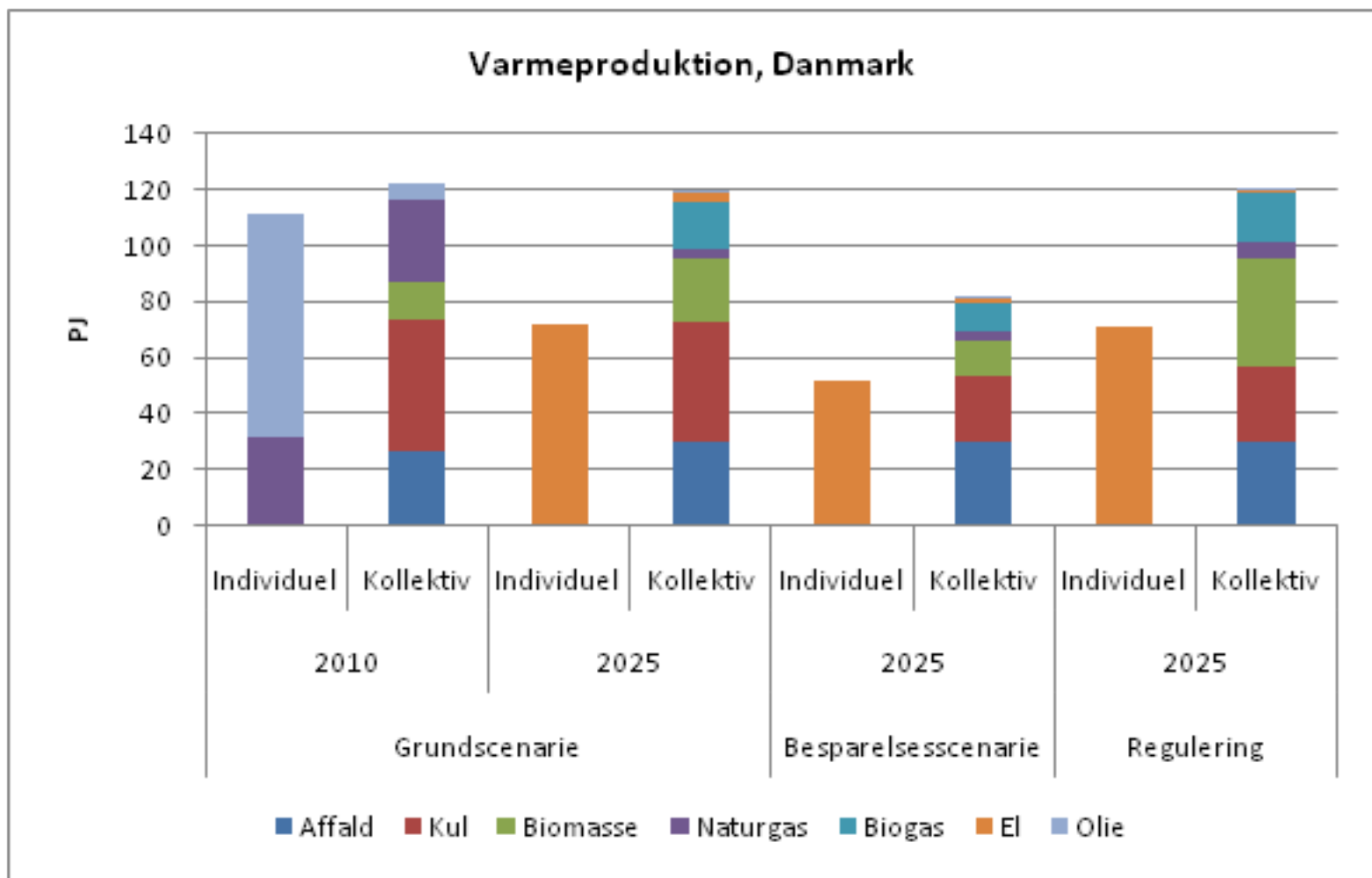


Netudvidelser Østdanmark

7,5 PJ (40%) i grundscenariet



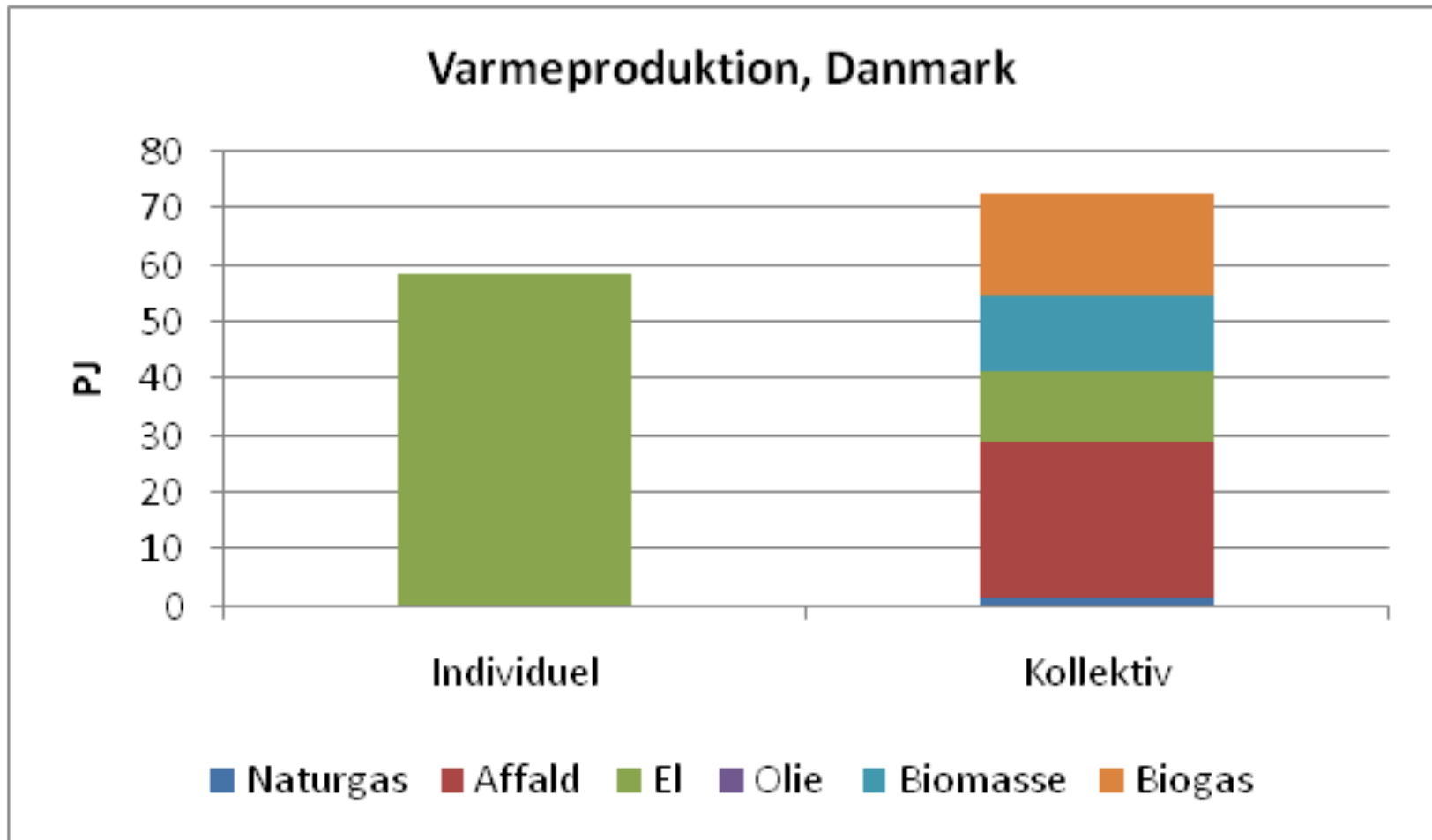
De tre scenarier i 2025



Resultater fra scenarierne i 2025

- Udvidelse af fjernvarme i Danmark til at dække en større del af den samlede efterspørgsel efter opvarmning end i dag, er et robust resultat i alle scenarier i 2025.
- Selv med meget ambitiøse varmebesparelser (reduktion på 45%), vil fjernvarmen dække en stigende del af opvarmningsbehovet.
- Det eksisterende tilskuds- og afgiftssystem øger investeringer i vindkraft og biomasse betydeligt, og reducerer fjerner incitament til investeringer i varmepumper.
- Med det eksisterende tilskuds- og afgiftssystem vil en væsentlig del af kulforbruget blive udskiftet med biomasse.
- Individuel opvarmning omlægges primært til varmepumper og til fjernvarme. Med gældende afgifter investeres i dyre men effektive varmepumper.

Perspektivscenariet i 2050



Perspektivscenariet i 2050

Elsystemet i modelområdet

TWh/år	Danmark	Finland	Tyskland	Norge	Sverige	Total
Biogas	4	2	18		2	26
Naturgas	0	0	126			127
Atomkraft		40				40
Biomasseog affald	10	18	300		34	462
Vand		19	16	173	97	305
Vind	43		161	19	21	244
Total	57	79	621	192	154	1,103

Tabel 1: Elproduktion i Perspektivscenariet, baseret på modellens investeringsvalg under angivne begrænsninger, samt krav om 90% reduktion af CO2 emissionen fra el- og varmesektoren.

Resultater fra perspektivscenariet

- Ved krav om 80% CO₂ reduktion i 2050 kan kvoteprisen stige til over 500 kr/ton. CCS og A-kraft (undtagen i Finland) indgår ikke i denne analyse.
- 25% af elproduktionen i Norden og Tyskland er vindkraft, over 10.000 MW i Danmark. En modelforudsætning er 50% udbygning af transmissionsnettet.
- Individuelt efterspørgsel efter varme dækkes af varmepumper. Kollektiv efterspørgsel dækkes af Affald, biogas, biomasse og varmepumper.

Konklusioner

- Kraftvarmebaseret fjernvarme samt omlægning til individuelle varmepumper kan blive et omkostningseffektivt element i Danmarks bestræbelser på at nå klimamål og mål for VE.
- Der er sandsynligvis behov for en gentænkning af den nationale varmeplanlægning, for at de økonomiske set lavthængende frugter skal kunne nås i praksis. Flere steder er der god samfundsøkonomi i at konvertere naturgas til fjernvarme.

Konklusioner

- Øget vindkraft er ikke en trussel mod fortsat udbygning med fjernvarme og kraftvarme. Det er dog vigtigt, at kraftvarmen produceres mere fleksibelt. Flexibiliteten øges gennem øget brug af varmelagre, elpatroner og varmepumper.
- Den samfundsøkonomiske værdi af varmebesparelser i bebyggelser i kraftvarmeområder vil ofte være betydeligt lavere end omkostningerne ved at gennemføre besparelserne. Casestudiet i Hovedstadsområdet viste, at varmebesparelser der koster mere end ca. 100 kr./GJ ikke er samfundsøkonomiske i 2025.

Konklusioner

- Der er god samfundsøkonomi i biogaskraftvarme som et vigtigt element til at nå målene, når CO₂ værdien af metan indregnes.
- Samfundsøkonomien i fjernvarmebaseret køling kan være positiv i områder med meget lave varmeproduktionsomkostninger om sommeren.
- Der bør tages forbehold for, at modellen ukritisk vælger de mest økonomiske løsninger – der bliver i modellens verden ikke plads til de ”næstbedste” løsninger.

Anbefalinger

- Afgifter og tilskud har stor betydning og bør understøtte de langsigtede investeringer og driftsformer der er bedst samfundsøkonomisk set. Afgifter er en barriere for bl.a. varmepumper. Andre studier viser, at dynamiske afgifter kan bidrage til udvikling af det dynamiske elsystem.
- Fjernvarmenettene udgør en vigtig del af den infrastruktur der er en forudsætning for det dynamiske og effektive energisystem. Med en høj VE andel. Investeringer i denne dynamik i form af varmelagre, ooganlæg der er velegnede til at levere reguleringsydelser, kræver tillid til at dette bliver et behov i fremtiden. Energinet.dk kan bidrage ved tydeligt at fremlægge sin vurdering af fremtidens behov for, og pris på, reguleringsydelser.
- Beregningerne viser, at en meget stor del af fremtidens fjernvarmeforsyning vil blive baseret på VE. Med det eksisterende afgiftssystem vil statens afgiftsprovenuets derfor falde betydeligt over tid. Det anbefales derfor at der skabes klarhed over et fremtidigt afgiftssystem der sikre den nødvendige sikkerhed for de investeringer som skal foretages.

Særlige behov for demonstrationsprojekter som er drøftet i projektet

- Lavtemperaturfjernvarme i nye udstykninger – herunder ændret brugsvandsdimensionering vedr. effekt og temperatur. Nødvendigt med særligt opfølgingsprogram vedr. sundhed (legionella).
- Varmepumper til udnyttelse af f.eks. fjordvand og i tilknytning til overskudsvarme med lav temperatur. Behov for demonstration af både teknik men især økonomi.
- Øget fleksibilitet i biogasproduktion, for at øge værdien af gassen
- Fjernvarmebaseret køling/ventilation
- Lokal varmeproduktion med varmeleverance til det fælles net. Varmemåleren skal kunne "løbe baglæns".
- Sæsonlagring – hvad koster det at gemme varmen til vinter?

Tak for opmærksomheden.