



## Forudsætninger og foreløbige resultater fra scenarieanalyserne

Workshop den 26. januar 2009  
i Dansk Design Center

# Indhold

---

- Scenariefilosofi
- Hovedforudsætninger
- Resultater fra grundscenariet
- Forskelle mellem de tre scenarier
- Foreløbige konklusioner
- Næste skridt



# Scenariefilosofi og valg af scenarier

- Der regnes på 2010, 2015, 2020 og 2025 samt perspektiv til 2050
- Eksisterende kraftvarmeværker og net med i deres tekniske levetid. Udfasning først efter 2015. Dampnettet i Købehavn konverteres til vand frem mod 2025.
- I scenarierne er det økonomi der bestemmer brændselsvalget på kraftvarmeværkerne i det omfang det vurderes teknisk muligt (samlet optimering af el- og varme)
- Der er et grundscenarie, som er en fremskrivning ud fra eksisterende energipolitiske aftaler, fremskrivning af brændsels- og CO2 priser samt lovgivning
- Der udarbejdes 2 scenariepakker:
  - 1. Der tages udgangspunkt i markante men realiserbare besparelser og decentral teknologi.
  - 2: Der tages udgangspunkt i mulighederne for at udbygge fjernvarmen og centrale teknologier
- Der regnes på varianter og følsomheder



# Projektets hovedspørgsmål

- Kan der sikres en fornuftig udvikling i varmepris og energieffektivitet på lang sigt samt opretholdelse af forsyningssikkerheden samtidig med at der satses meget mere på CO2 reduktion og vedvarende energi?
- Hvilke lokale og decentrale teknologier spiller godt sammen med fjernvarmen? – hvilke gør ikke
- Hvor store mængder uudnyttet industriel overskudsvarme findes og er de realiserbare?
- Hvor og hvornår næste kraftvarmeværker bør etableres? – alle brændsler inkl. affald indgår
- Hvordan udvikler varmemarkedet sig. Besparelser, nybyggeri, områdeafgrænsning?



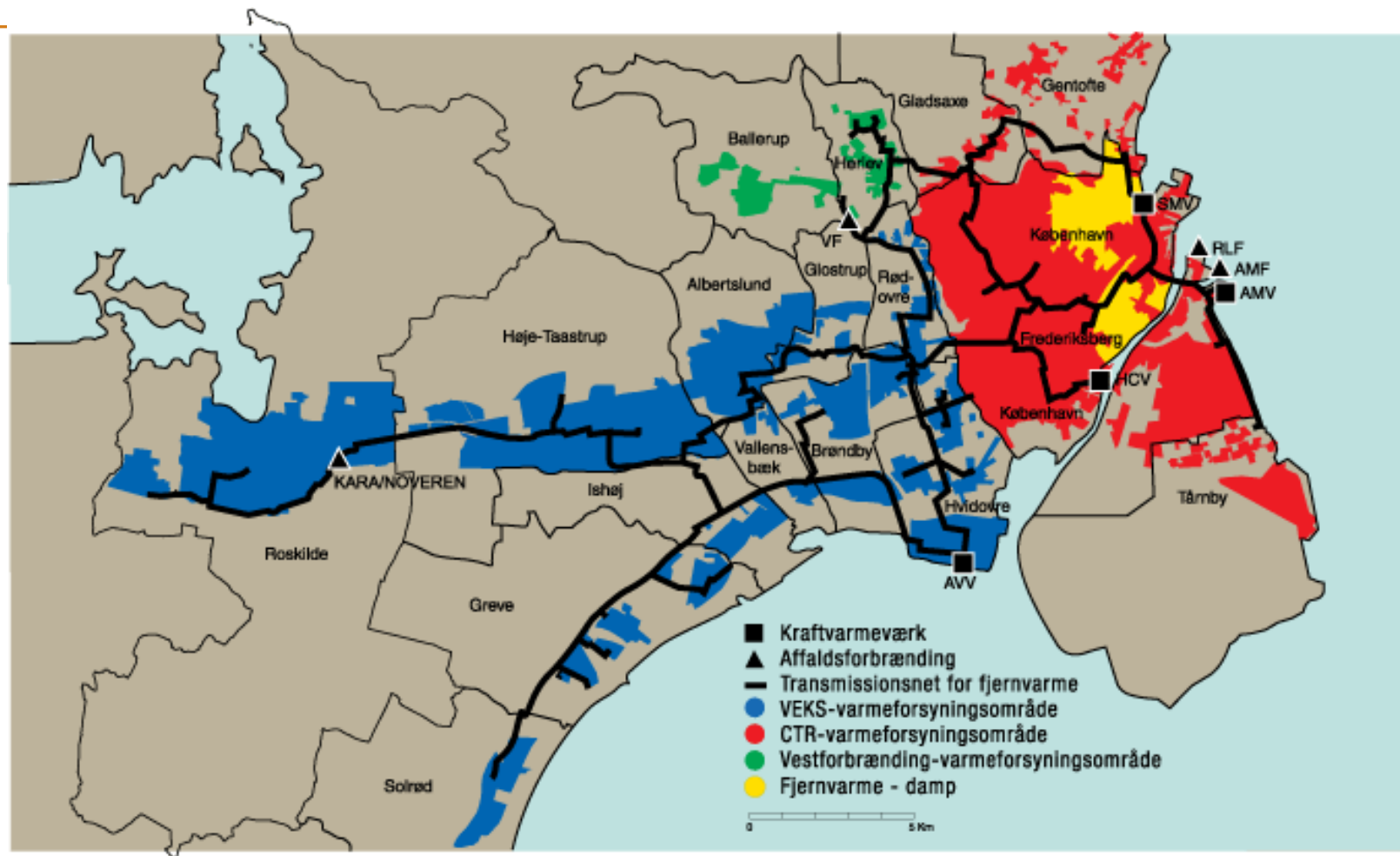
# Grundscenarie og variationer frem mod 2025

## (Eksempler på forudsætninger)

	2025 grundscenarie	Eksempler på variationer
<b>Globalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oliepris 107 USD/tønne</li> <li>CO<sub>2</sub>-pris: 225 kr./ton i hele perioden</li> <li>Ingen væsentlige teknologispring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ændrede brændsels- og CO<sub>2</sub>-priser</li> <li>Konkurrencedygtige mikroteknologier</li> </ul>
<b>Nationalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rammer fra energiaftalen fra februar 2008</li> <li>Afgifter som nu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ændrede afgifter og VE tilskud</li> <li>Betydeligt mere vindkraft i Danmark</li> </ul>
<b>Lokale tiltag</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ældre anlæg på HC Ørstedsværket, Svanemølleværket og Amagerværket udgår</li> <li>Affaldsmængder stiger med 1,3 pct. årligt, nye forbrændingsanlæg</li> <li>Mulighed for kul og biomasse på Amagerværket og Avedøreværket</li> <li>Implementering af energibesparelser og øget fjernvarmedækning</li> <li>Konvertering af dampnettet i København</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Øgede varmebesparelser og øget udbredelse af fjernvarmenet</li> <li>Investeringer i transmissionsnet og i varmelagring</li> <li>Skrotning og etablering af kraftvarmeværker</li> <li>Øget anvendelse af biomasse</li> <li>Øget lokal VE-produktion (solvarme og varmepumper)</li> <li>Ønske om 100 pct. VE-baseret fjernvarme</li> </ul>



# Det sammenhængende kraftvarmesystem i hovedstaden



# Dagens situation

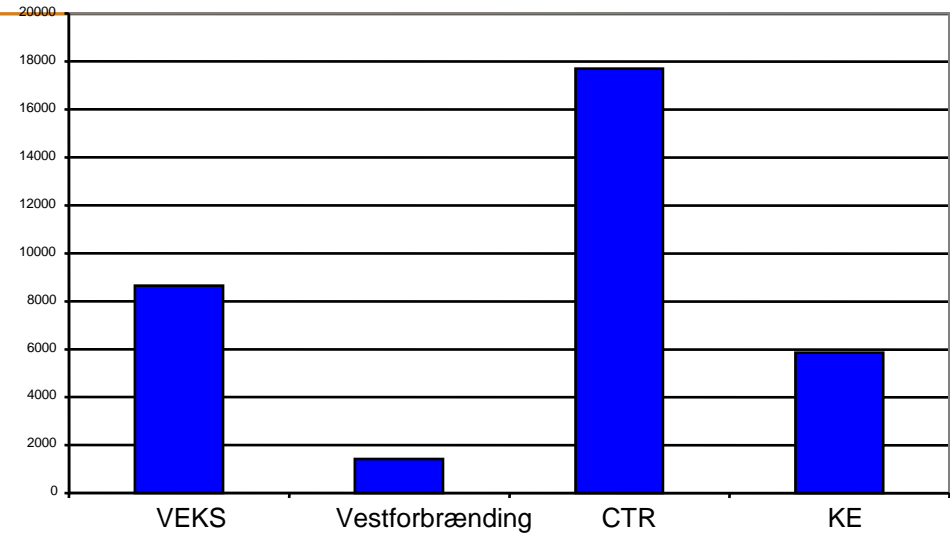
Det samlede varmeforbrug er ca. 33 PJ  
~ ca. 25 % af det samlede danske fjernvarmeforbrug.

Produktionen fordeler sig på kul, gas, biomasse, affald og olie:

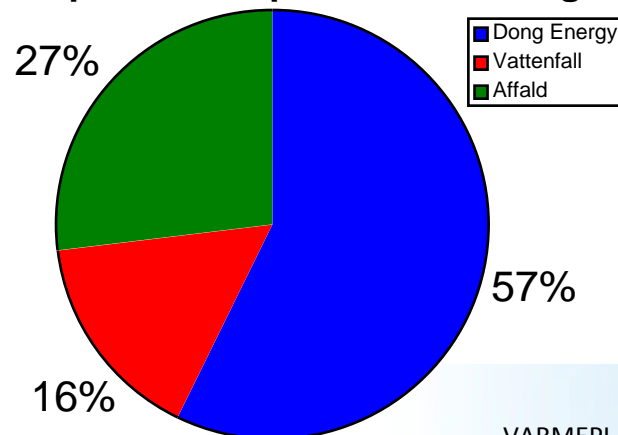
- Avedøreværket
- Amagerværket
- H.C. Ørsted Værket
- Svanemølleværket
- Vestforbrænding
- KARA
- Amagerforbrænding
- Geotermi
- Spidslast

Produktion af såvel vand- som dampbåren varme

## Varmeforbrug (TJ)



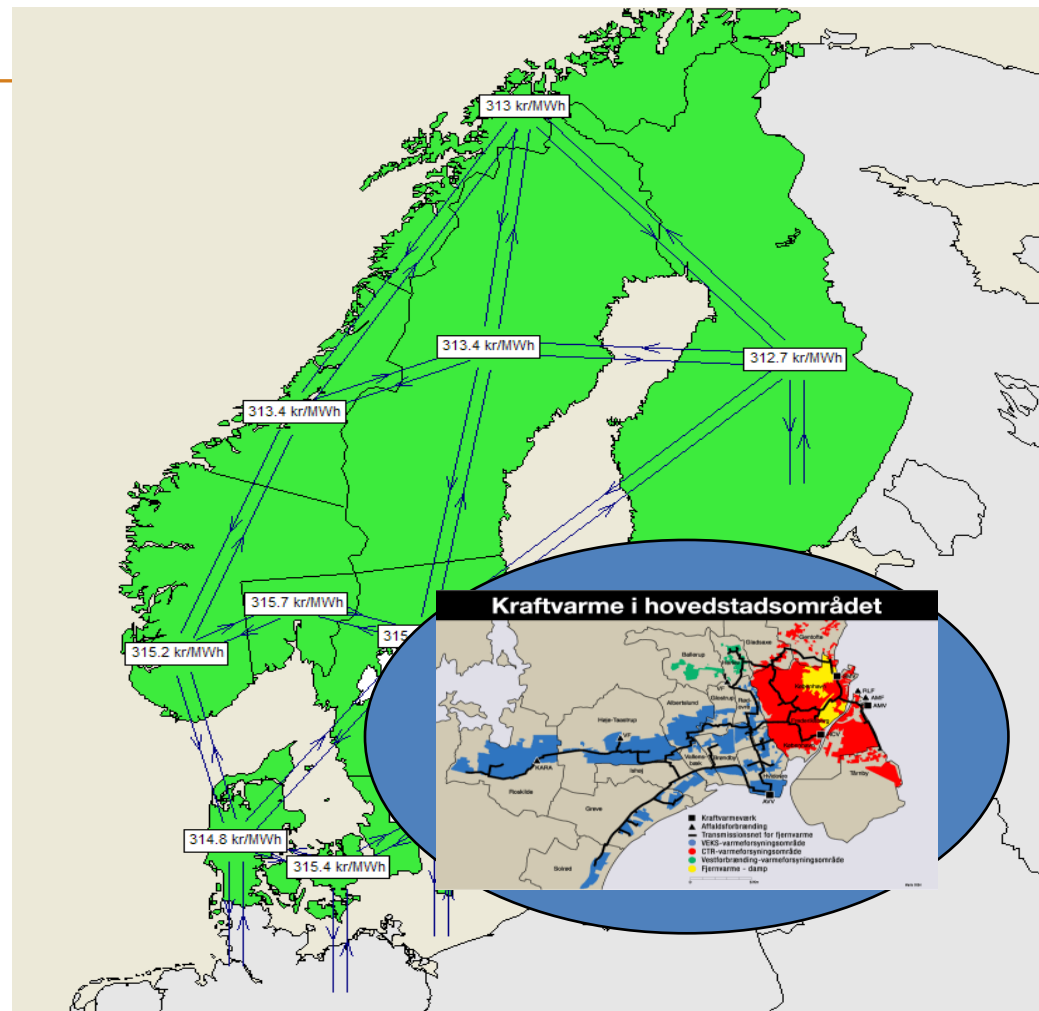
## Varmeproduktion på kraftvarme- og affaldsværker



# El og varme er forbundne kar

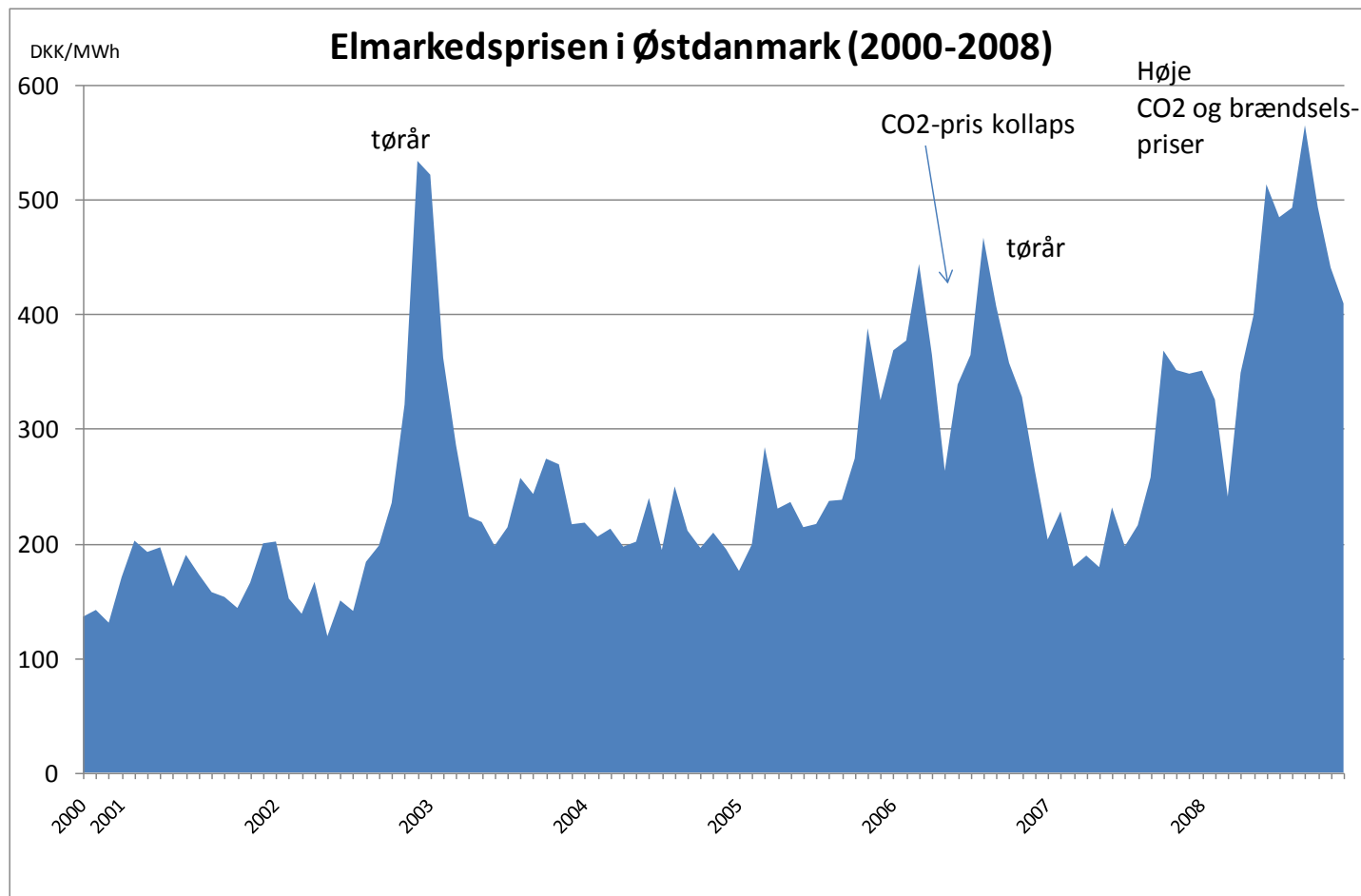
## Udvikling i det Nordeuropæiske elmarked frem mod 2025:

- 2% af de termiske kraftværker udfases årligt. investeringer især i kul, naturgas og vindkraft
- Vindudbygning i Norden og i Tyskland på i alt ca. 40.000 MW
- Udbygning af det overordnede el-transmissionsnet



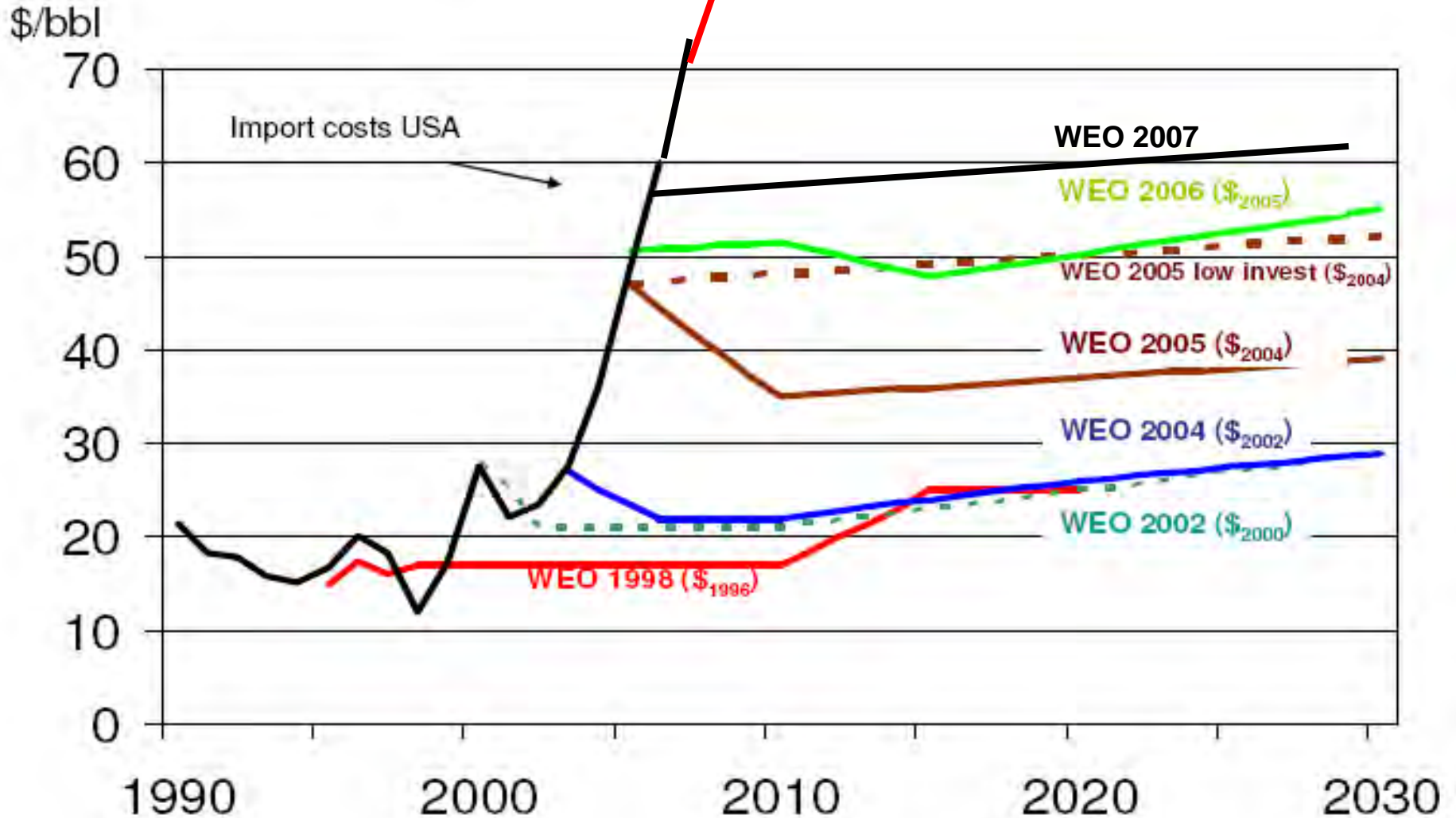
# El-markedsprisen i Østdanmark

Månedsgennemsnit, 2000 - 2008



# At spå om brændselspriser er svært.. men nødvendigt

WEO 2008

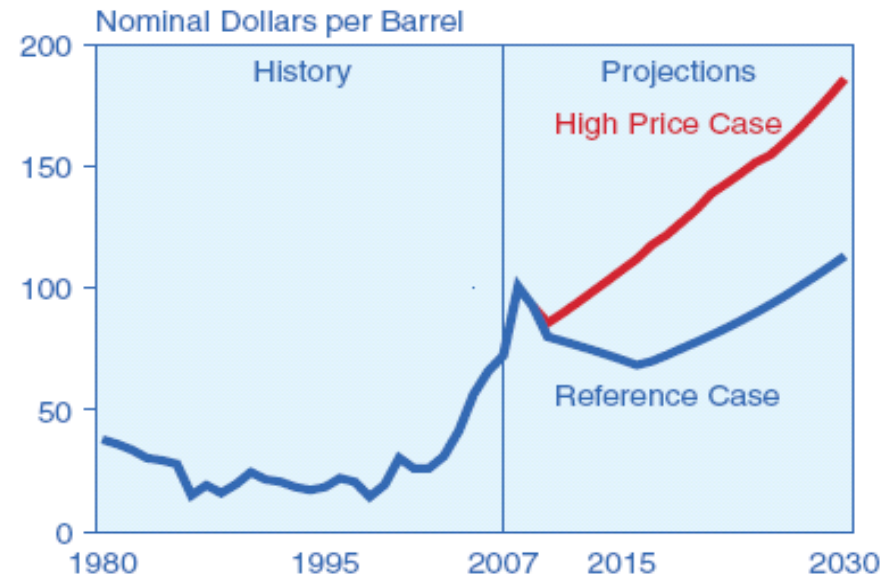


# Brændselspriser i grundscenariet

fastlagt september 2008

- **Olie:** Anvende højprisscenariet fra IEO (Beskrevet som mest sandsynlige).
- **Kul:** 2008 gns – 20% i 2010, herefter stigning som olie
- **Gas:** Midt imellem olie og kul
- **CO2:** Langsigtet vurdering i henh. Energistyrelsen
- **Bio:** Kulpris + CO2pris + transporttillæg (piller)

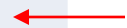
Figure 3. World Oil Prices in Two Cases, 1980-2030



# Brændselspriser 2025

kr./GJ	VPH	WEO-2008	Pris jan 2009
Olie	110	108	42
Gas	74	69	45
Kul	34	25	18
Træpiller	81	-	(61)
CO <sub>2</sub> , kr./ton	225	-	85

Træpillepris fra  
DF statistik 4 kv. 2008



Forskel pris kul/træpiller: VPH 2025: 47 kr./GJ. Jan. 2009: 43 kr./GJ. 2008: 23-25 kr./GJ



# Øvrige rammer

- EU klimaafnate fastholdes: 20% CO<sub>2</sub> reduktion og 20% VE i 2020.
- Danske virkemidler for energibesparelser og afgifter i henhold til indgåede energipolitiske aftaler
  - Elproduktion baseret på biomasse opnår markedspris samt tilskud på 15 øre/kWh, for den del som overstiger biomasseaftalen
  - Varmeproduktion baseret på biomasse og anden VE er fritaget for energiafgifter. I kraftvarmeområder svarer dette til et tilskud på op til ca. 50 kr./GJ afhængig af kraftvarmeværkets virkningsgrader.
  - Afgifter indekseres i henhold til lov 1536 med 1,8 % pr. år fra 2008 – 2015. Dette antages at fortsætte efter 2015.
- Hvile i sig selv princippet for afbrænding af affald på centrale kraftværker er ophævet.

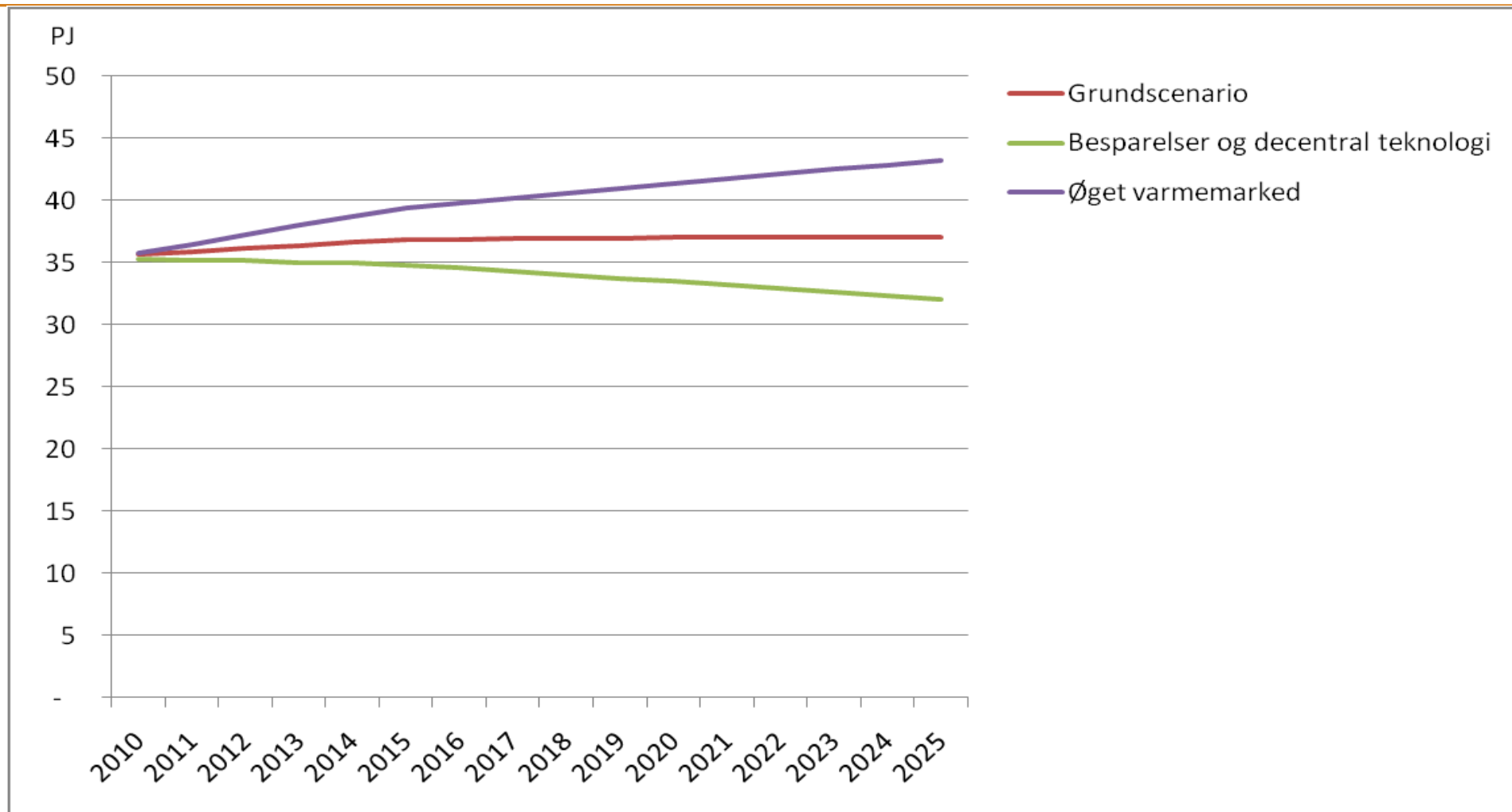


# Beregnet 3 scenarier for årene 2010, 2015, 2020 og 2025

- **Grundscenarie:** Moderat udvikling af varmeforbruget, baseret på kommunale planer/prognoser. Varmebesparelser på 8 % til 2025, og stigning på grund af nybyggeri giver nogenlunde uændret forbrug over årene. Konvertering af dampnettet til fjernvarme frem mod 2025.
- **Besparelser og decentral teknologi:** Ambitiøse varmebesparelser, på i alt ca. 25% i 2025. Svanemølleværket og H.C. Ørsted Værket ophører som grundlast inden 2020. Udbygning med varmepumper, solvarme og industriel overskudsvarme i fjernvarmesystemet.
- **Øget varmemarked:** Ambitiøs plan for konvertering fra individuel olie og naturgas til fjernvarme i CTR og VEKS kommunerne inkl. Køge og Lyngby, i alt ca. 7 PJ. Udbygning med geotermi (stjerneanlæg) samt fjernkøling i det indre København



# Varmemarkedets udvikling



# Scenarie "Øget varmemarked"

Potentiale, TJ	Erhverv & større ejendomme	Villaer	
<b>VEKS kommuner</b>	<p>Dette potentiale udvikles i scenariet frem mod 2025</p> <p>Svarer til knap 20 % udvidelse af varmemarkedet</p> <p>Antages 90 % tilslutning til fjernvarme</p> <p>Fjernvarme-baseret fjernkøling: 200 TJ</p>		
Albertslund		0	0
Brøndby		239	139
Glostrup		337	88
Greve		364	550
Hvidovre		90	388
Høje Tåstrup		333	83
Ishøj		148	87
Roskilde		708	141
Rødovre		175	213
Solrød		154	136
Vallensbæk		62	118
<b>CTR-kommuner</b>			
Gentofte	1551	690	
Gladsaxe	500	0	
Tårnby	162	400	
<b>Øvrige kommuner</b>			
Køge	683	450	
Lyngby	681	650	
<b>Sum</b>	<b>6187</b>	<b>4131</b>	

Potentialet er opgjort an forbruger



# Scenarie ”Besparelser og decentral teknologi”

- 24 % varmebesparelser i bygningerne i 2025
  - heraf 8 % i grundscenariet
- **Varmeplan Århus (2008)**
  - Teknisk varmebesparelspotentiale på ca. 31 % i Århus på baggrund af beregninger for ni standardbygningstyper
  - Kræver store investeringer af forbrugerne
  - Derudover ”ikke-tekniske” potentialer i form af forbedrede/ændrede energivaner



# Hovedforudsætninger affald og biomasse

- Affald er sammensat af ca. 60% husholdningsaffald og ca. 40% erhvervsaffald. Den del af affaldet der regnes som VE udgør 78%.
- Affaldsmængder stiger med 1,3 % årligt fra nuværende mængder.
- Affald skal brændes jævnt henover året. Dog: Erhvervsaffald (40 %) kan mellemdeponeres fra uge til uge for ca. 50 kr./ton.
- Biomasse: Biomasseaftalen fortsættes som minimum for anvendelsen af biomasse på de enkelte værker. Herudover anvendes biomasse efter økonomisk optimering og tekniske begrænsninger på de enkelte værker.
- Medforbrænding af affald tænkes vurderet som følsomhedsanalyse.



# Solvarme i fjernvarmesystemet

Med i scenariet: Lavt forbrug og decentral produktion

- 37.500 m<sup>2</sup> placeret henholdsvis vest- og øst for Damhussøen. I alt 170 TJ
- Sol-time-profil taget fra Marstal fjernvarme (år 2005).



# Industriel overskudsvarme

## Scenarie: Besparelser & dec.

- Lavtemperatur varmekilde, 35-40 °C.
- Fjernvarme leveret ved 85 °C.
- COP = 3,6.
  
- Kortlægningen viste et meget begrænset potentiale ved høj temperatur.
- Potentialet ved lavtemperatur i fjernvarmeområder er vurderet til ca. 400 TJ i CTR og KE



# Varmepumper – Kilde: jordvarme

## Scenarie: Besparelse & dec.

- Anlæg installeret i område indre by
- Varmeydelse: 65 MJ/s. (vil være flere små)
- Drivenergi: Elektricitet.
- Gns. temperatur ind: 5 °C.
- Fjernvarme: 85 °C.
- COP = 2,6.



# Affald (forudsætninger)



- Der forudsættes udbygget med konkrete ovne på kendte lokaliteter i et omfang således at der hvert år kan brændes affaldsmængder svarende til 1,3 % årlig stigning
  - Amagerforbrænding: I 2014 lukkes de 4 gamle ovne, og der idriftsættes 2 nye ovne (i alt 70 tons/time).
  - KARA: I 2014 erstattes 2 gamle ovne af ny kraftvarmeenhed. Ny kraftvarmeenhed i 2023.
  - Vestforbrænding: 2 gamle kedler lukkes i 2014. Samme år idriftsættes en ny kraftvarmeenhed i Høje Taastrup.
  - Røggaskondensering indgår ikke, udover Vestforbrændings ovnlinie 5



# Geotermi

## Grundscenarie og Besparelse & dec.:

- Eksisterende demoanlæg på ca. 25 (13) MW

## Øget varmemarked:

- Stjerneanlæg på 135 (70) MW efter 2015
- Eventuelt sæson-varmelager er ikke indregnet.

Geotermi drives af damp fra værkerne med COP på ca. 2



# Geotermi, solvarme, overskudsvarme og varmepumper

	Solvarme	Geotermi	Lavtemperatur Overskudsvarme COP = 3,6	Varmepumper COP = 2,6
Varmeomkostninger (Kr/GJ)	80	75	65	80
Afgifter på el	-	5	50	50
Samlet varmeomkostning	80	80	115	130
Marginal værdi af varmen.	Ca. 40	40 - 80	40 - 80	40 - 80



# Resultater

---



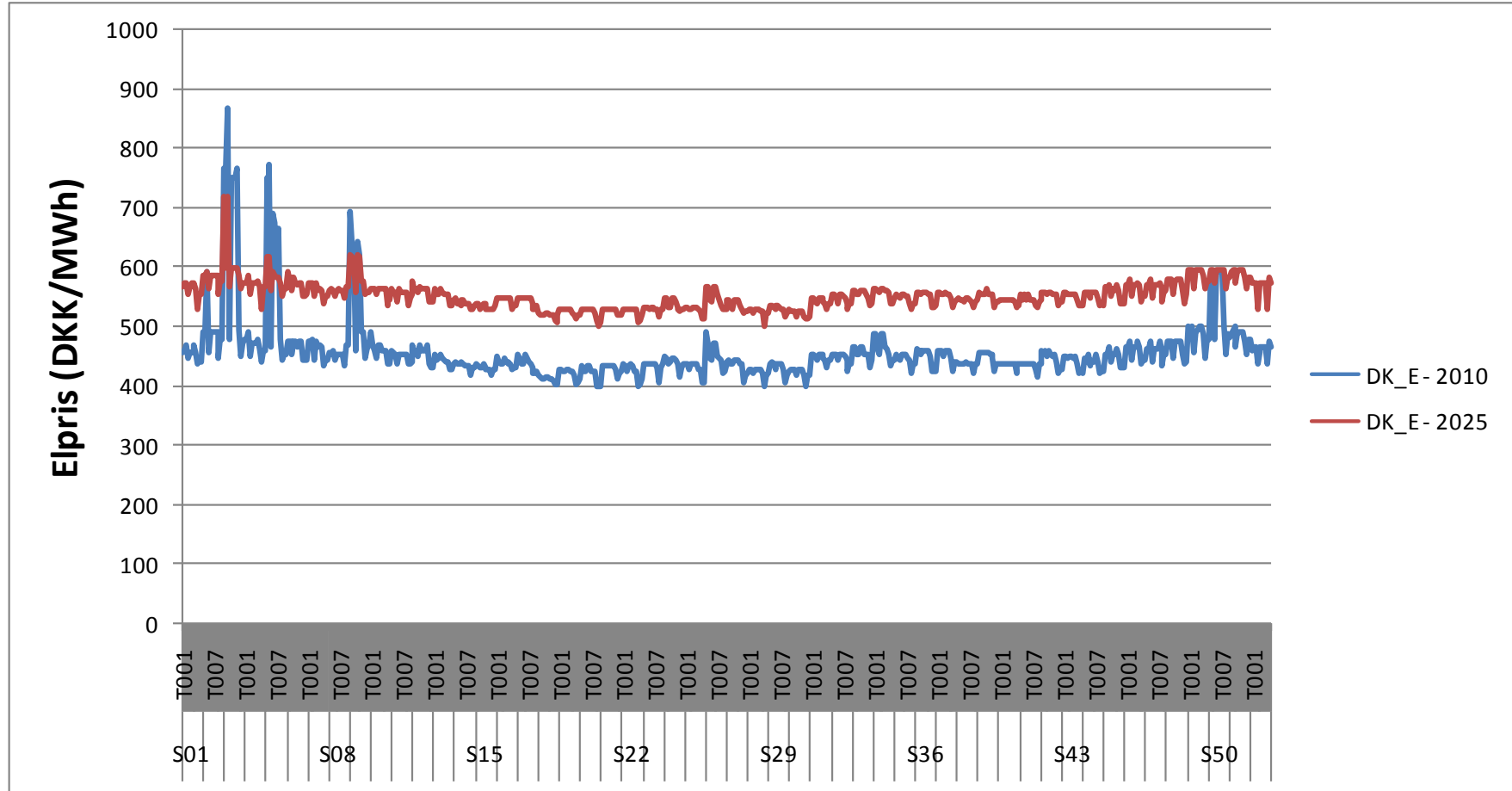
københavns **E**



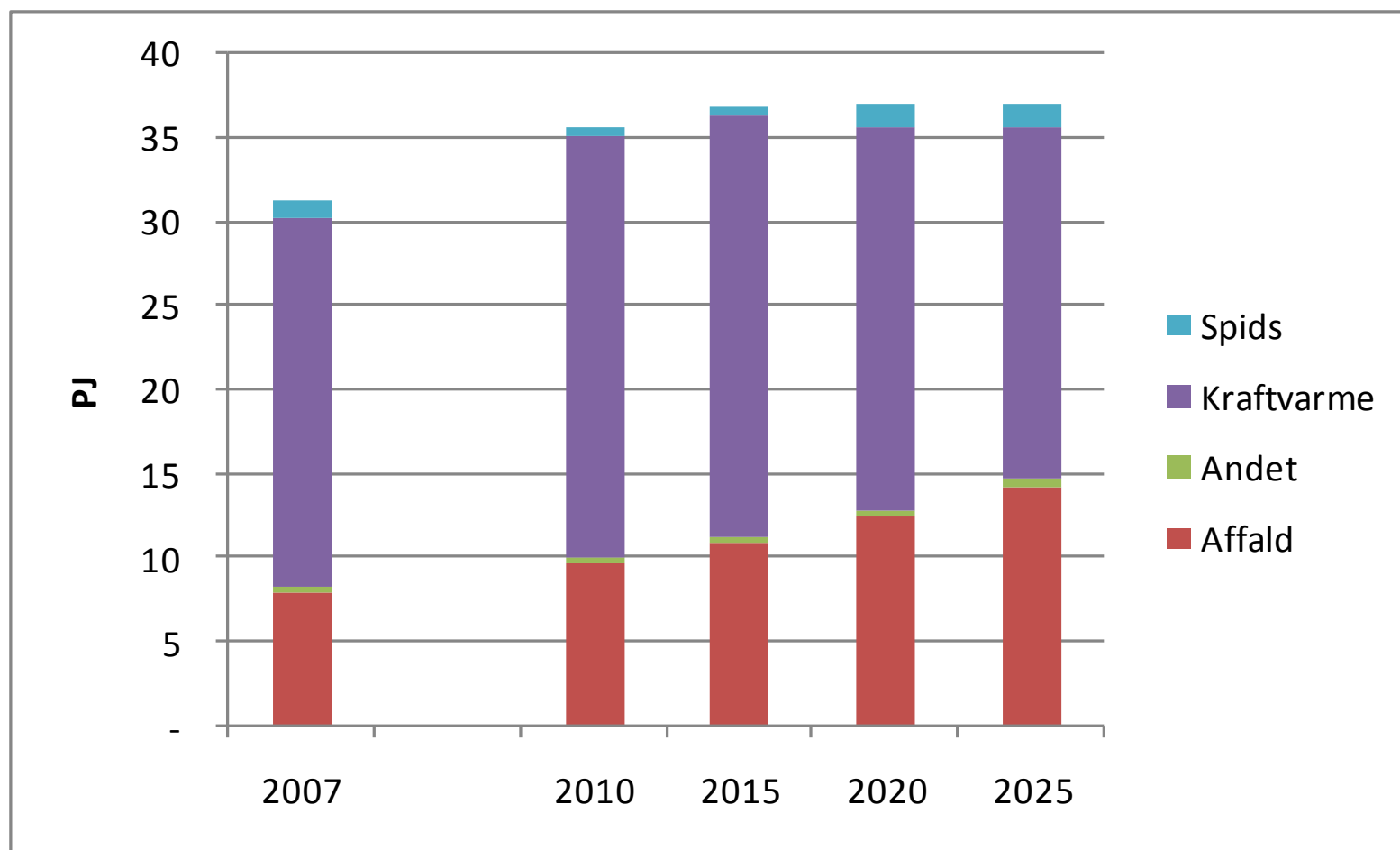
VARMEPLAN  
Hovedstaden



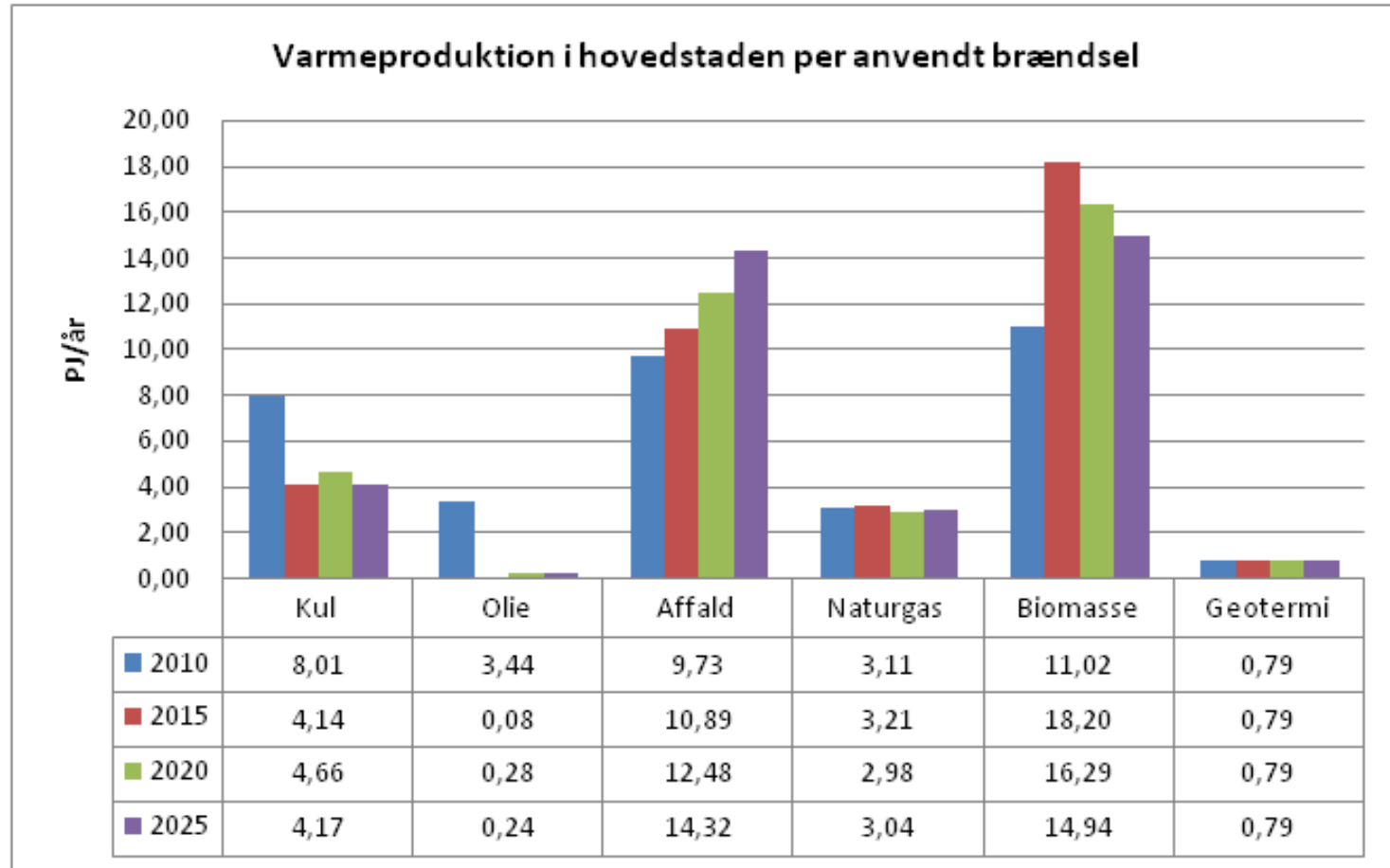
# Elpriser i Østdanmark 2010 og 2025



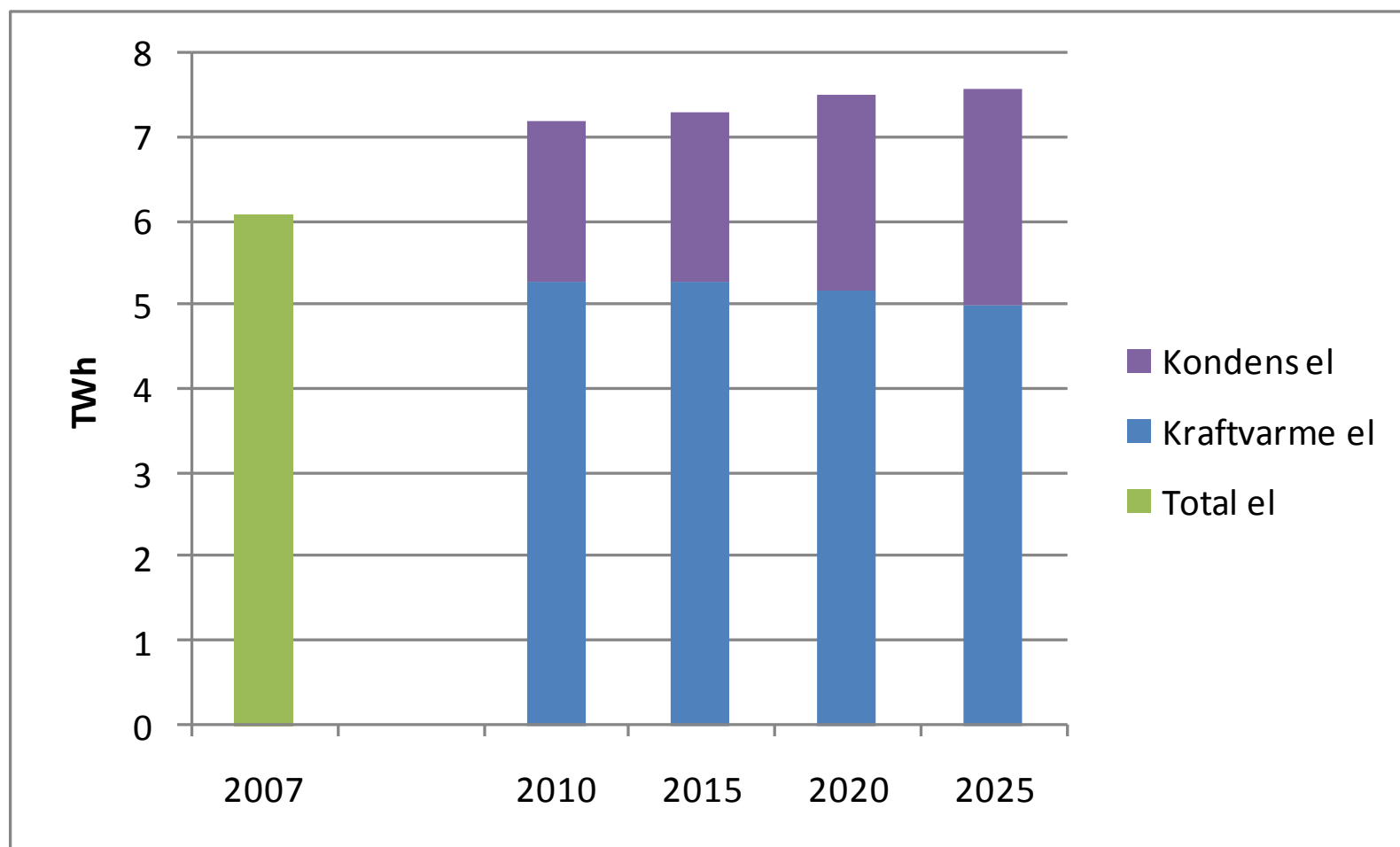
# Varmeproduktion i grundscenariet



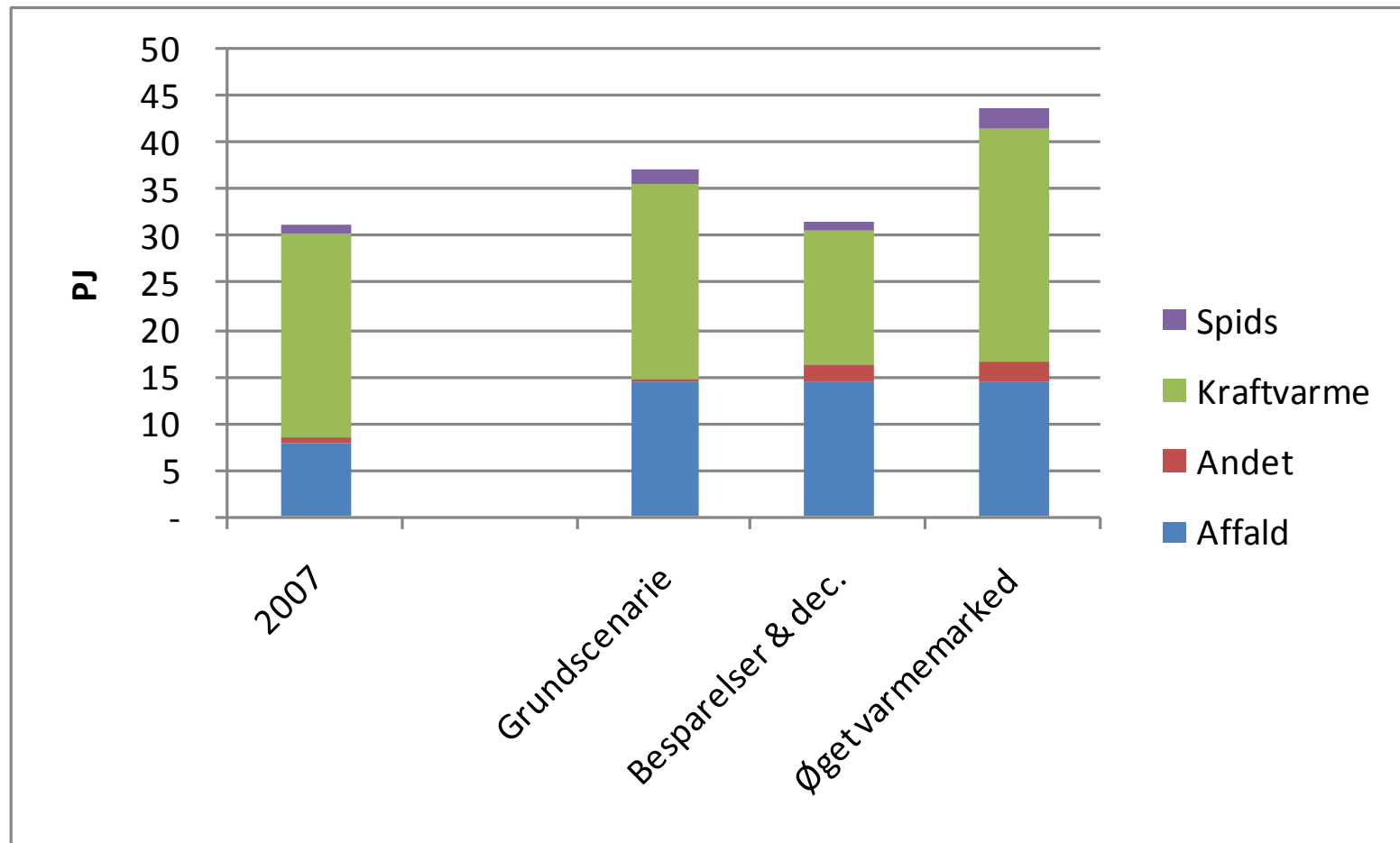
# Varmeproduktion i grundscenariet



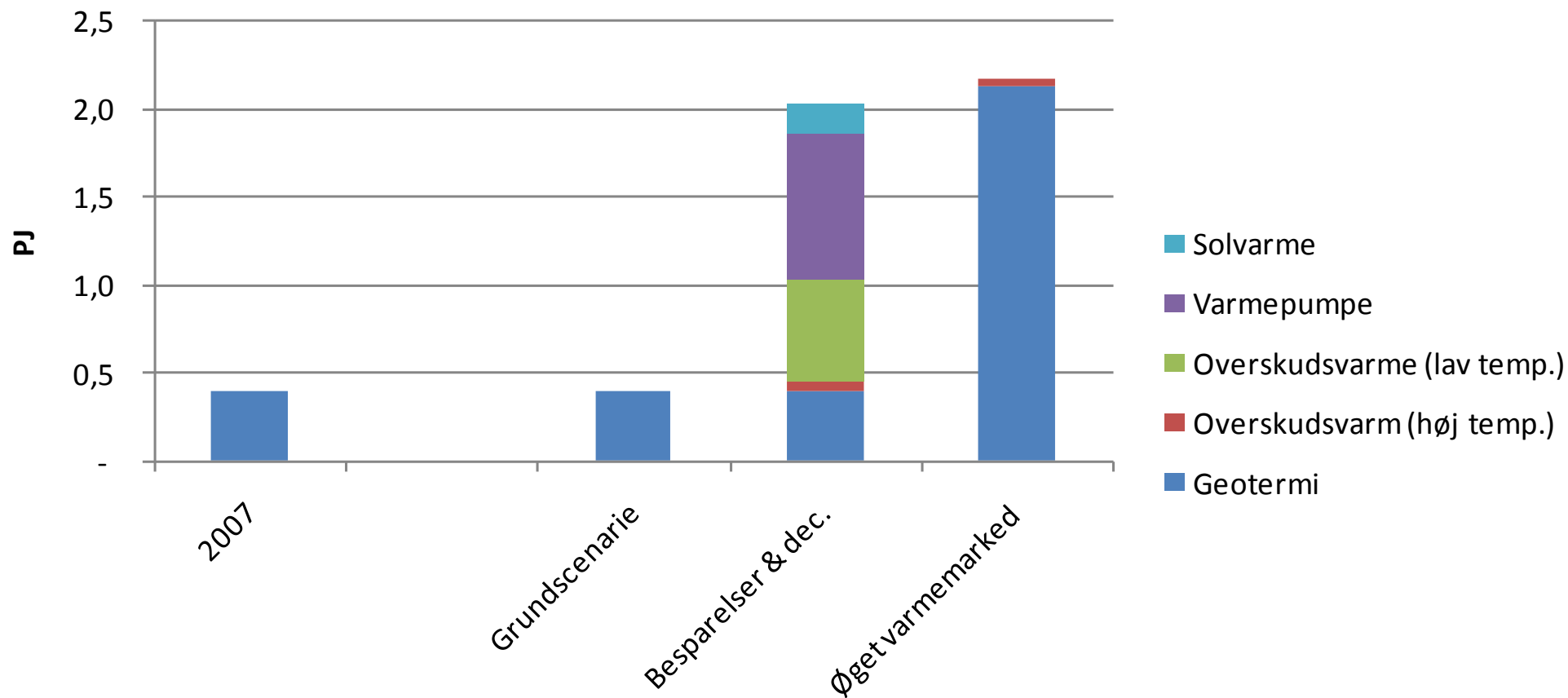
# Elproduktion i grundscenariet



# Varmeproduktion i de 3 scenarier 2025

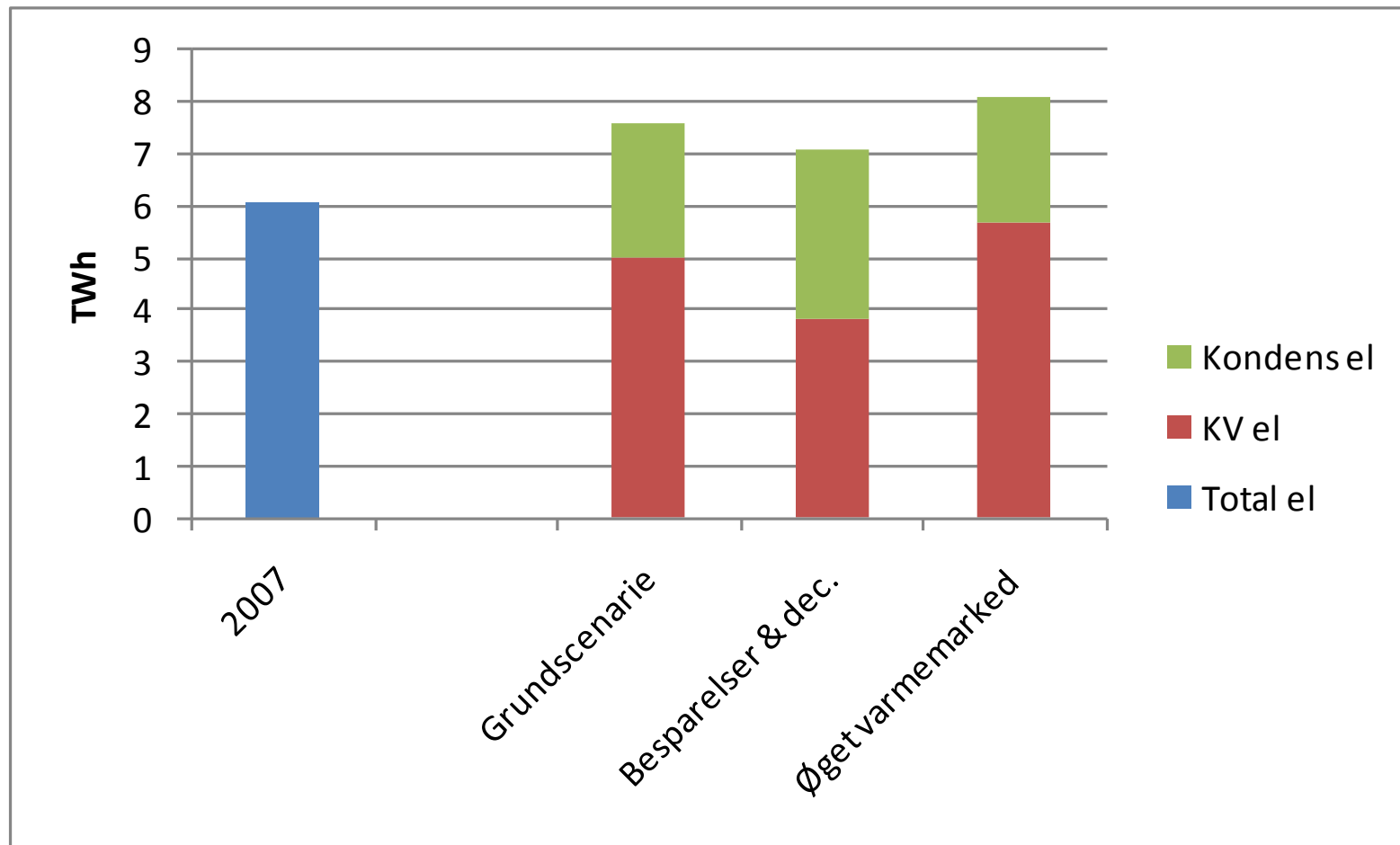


# ”Anden” varmeproduktion i de 3 scenarier 2025



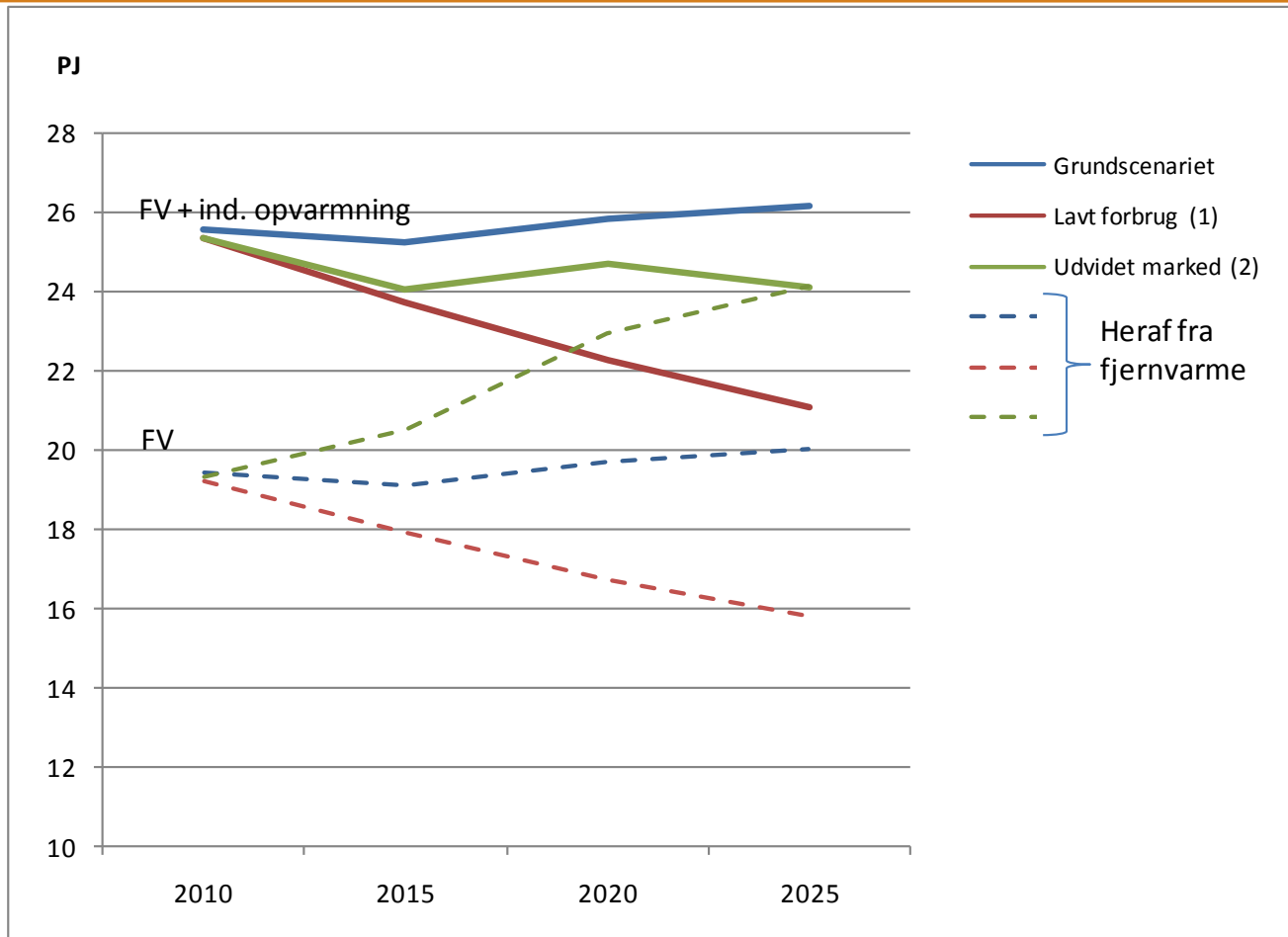
# Elproduktion i de tre scenarier 2025

## og samlet elproduktion i 2007

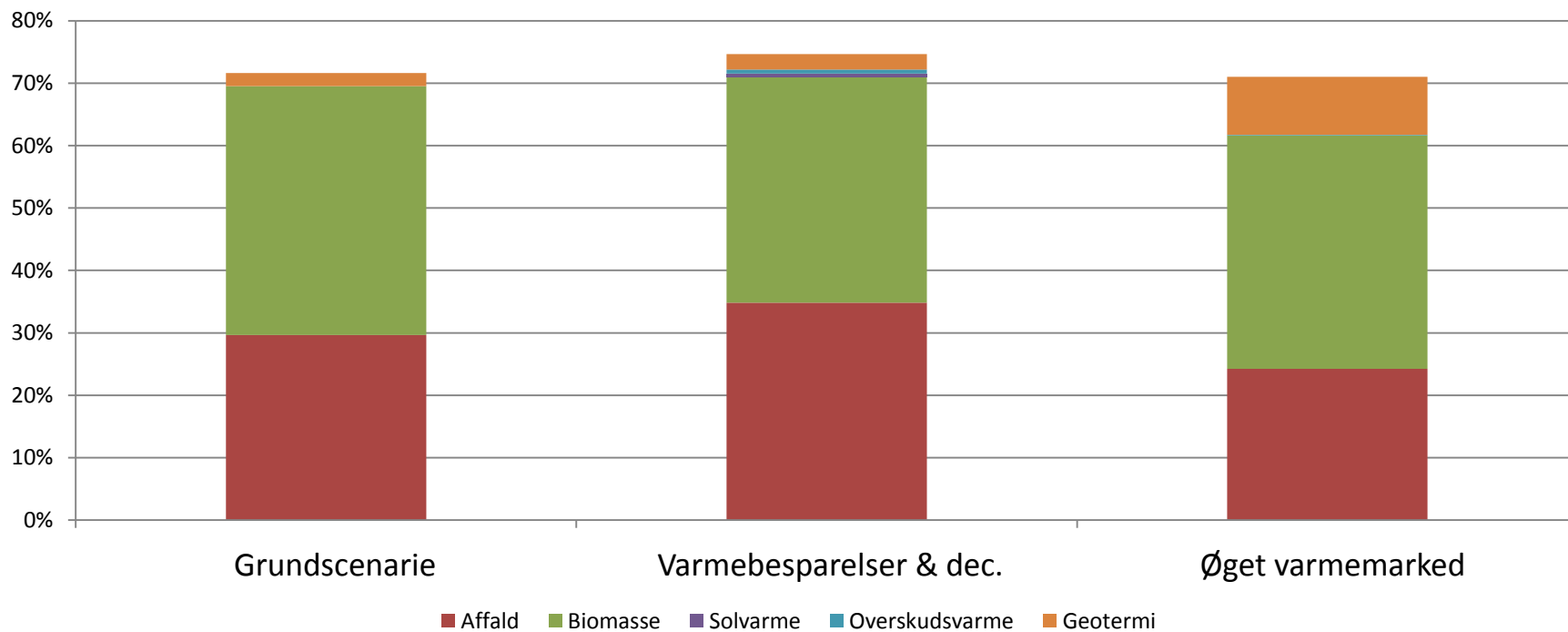


# Brændselsforbrug til varme

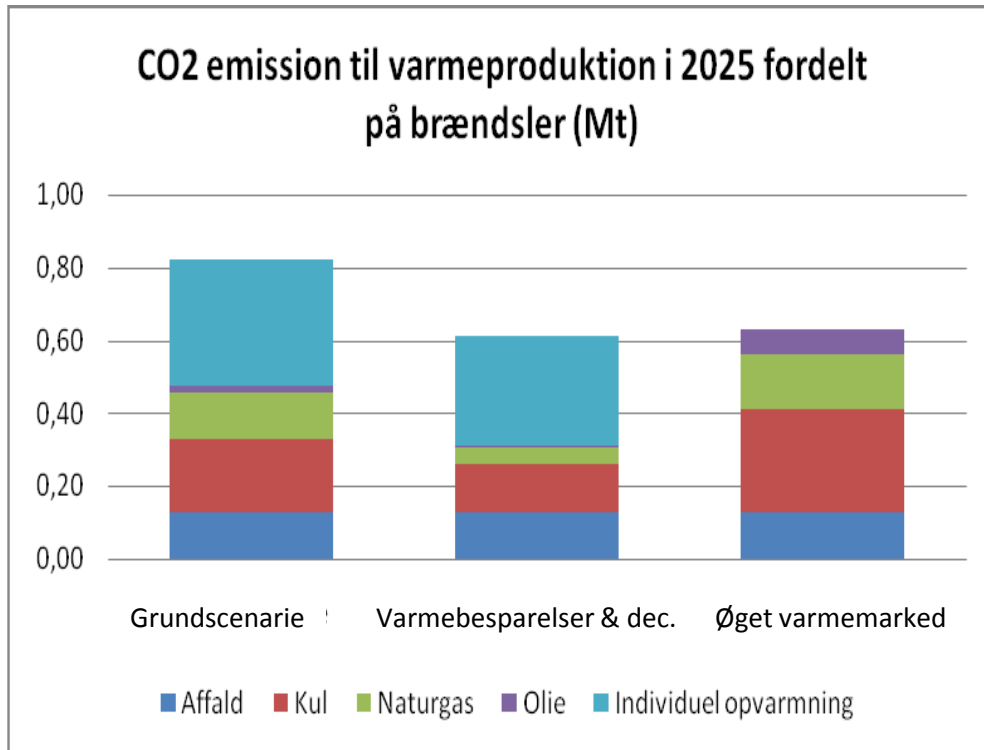
## 200% metode for kraftvarme



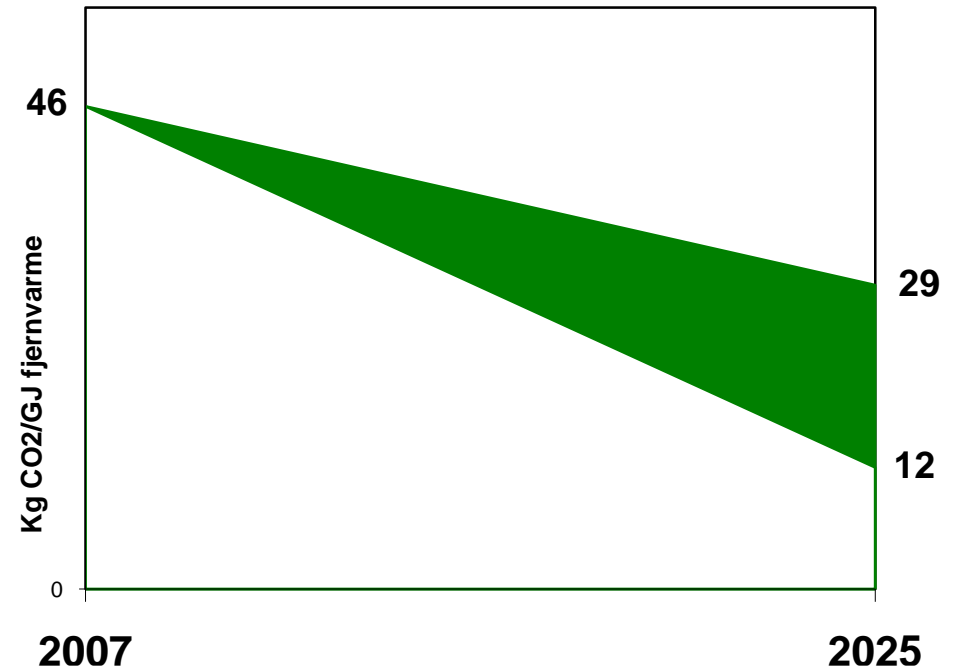
# VE andel af varmeproduktion i de 3 scenarier 2025



# CO<sub>2</sub> emissioner i de tre scenarier



Usikkerhed om tilgængelighed af biomasse og om CO<sub>2</sub> indhold i affald kan dog ændre billedet.



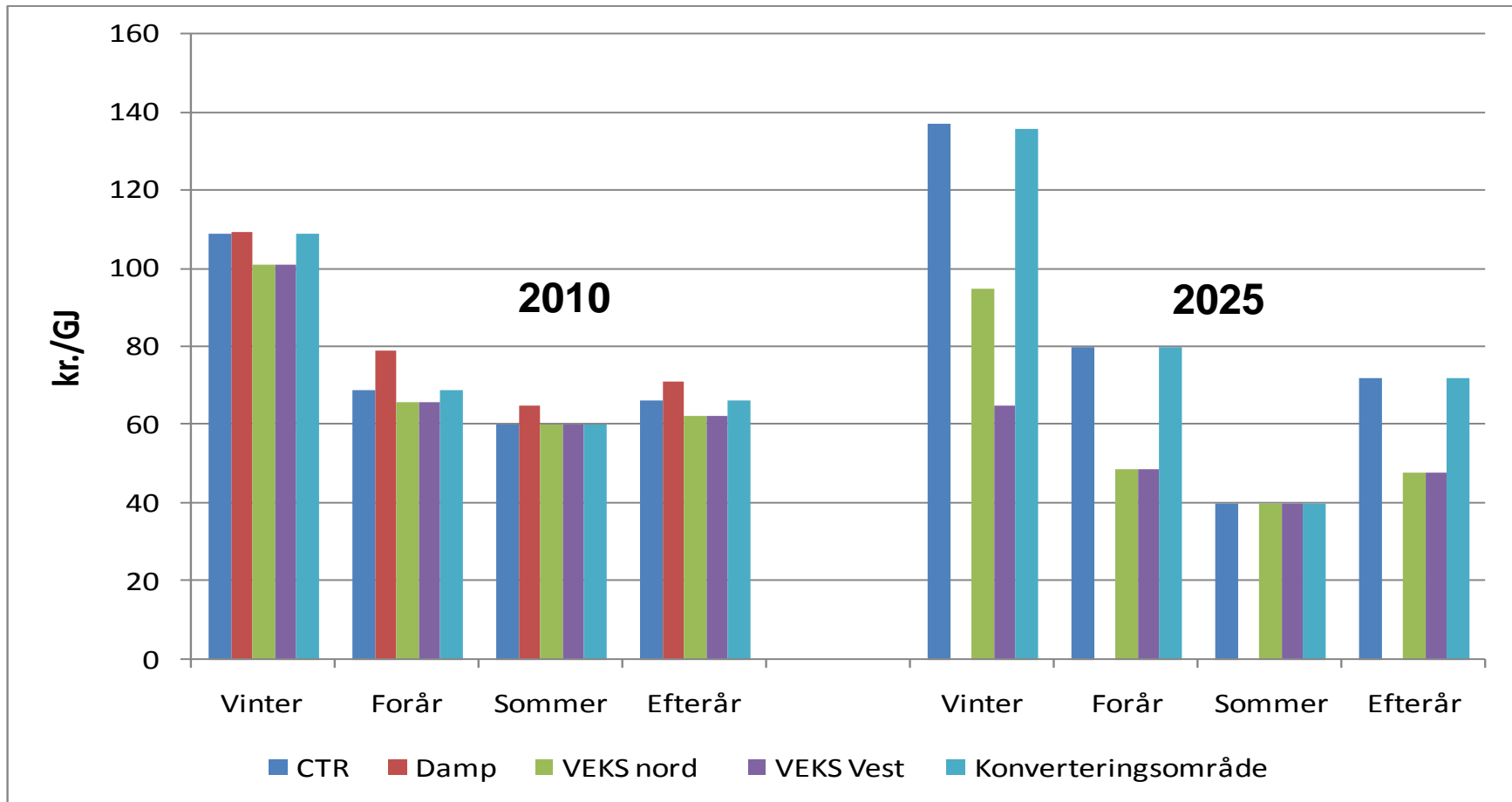
# Marginal varmeomkostning

- Den marginale varmeomkostning bestemmes af omkostningen ved at øge varmeforbruget med 1 enhed. Om vinteren kan den marginale varmeomkostning i visse perioder blive bestemt af spidslastanlæg.
- Hvis der ikke var mulighed for at gemme affald i nogle uger om sommeren, ville den marginale varmeomkostning være nul (affaldet skal brændes), eller mindre end nul (varmen skal bortkøles).
- Modellen har mulighed for at mellemdeponere affald i nogle uger. Modellen vælger at have op til 50.000 tons affald liggende på deponi i 2010, faldende til ca. 30.000 tons i 2025.



# Marginal varmeomkostning

## Grundscenarie - 2010 og 2025

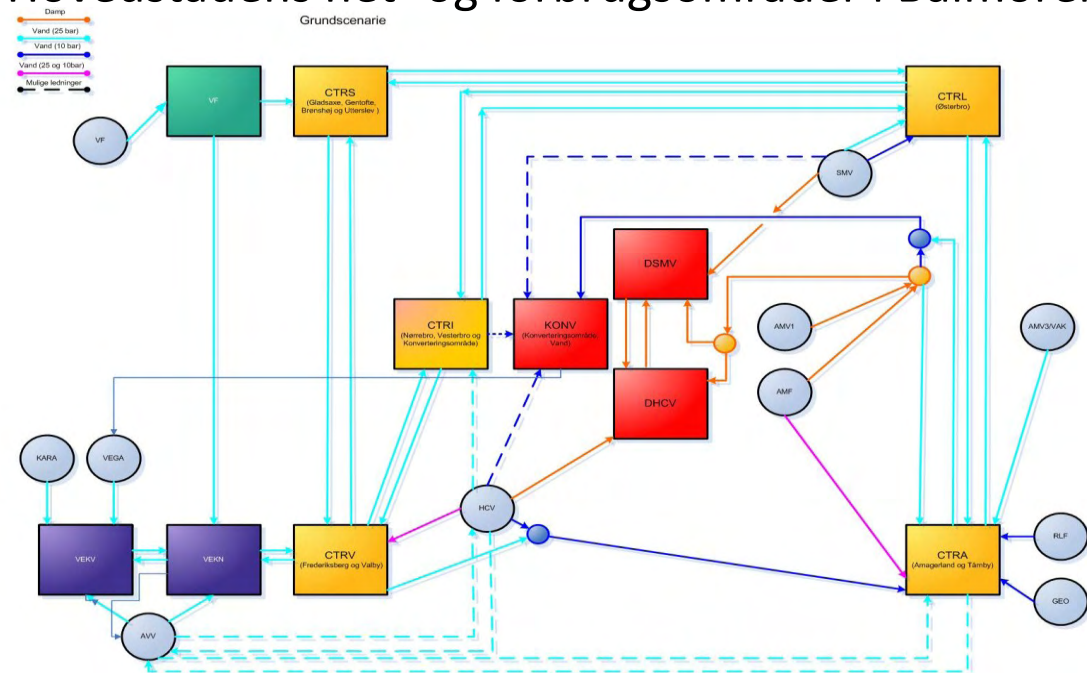


# Overordnede netscenarier vha. Balmorel

Overordnet model af nettet indgår i Balmorel:  
Beregninger suppleres med detaljerede netanalyser efter behov

- Værdien af de største netbegrænsninger (flaskehalse) i varmenettet undersøges i scenarierne
- Placeringen af grundlastkapacitet fremover er afgørende for resultaterne
- Lavlastsituationer kan være interessant i nærheden af værker, bl.a. affaldsforbrænding
- Betydningen af besparelser eller udvidelse af fjernvarmesystemet vurderes i forhold nettet

## Hovedstadens net- og forbrugsområder i Balmorel



# Foreløbige resultater for net

- Foreløbige beregninger indikerer, at de begrænsninger i systemet, som det vil gives størst værdi at mindske ved etablering af ny overførelseskapacitet, er ”gamle kendinge”
  - Over Damhussøen og fra Avedøre ind i VEKS-systemet
  - Mellem Vestforbrænding og CTR systemet
- Teoretiske muligheder for løsning
  - Forstærke overførelse til Damhussøen og videre ind i byen
  - Forstærke overførelse ud af Avedøre til VEKS
  - Ny forbindelse fra Avedøre til Amager
  - Forstærke fra Vestforbrænding til CTR
- Alle forstærkninger kræver nye store dyre rørføringer. Økonomien i at fjerne flaskehalse vurderes videre i projektet
- Værdien af fjernelse af flaskehalse vil være påvirket af:
  - Udvidelse af fjernvarmen, specielt vest for Damhussøen
  - Tilgængelig grundlastkapacitet Øst for Damhussøen, set i relation til omfanget af varmebesparelse



# Foreløbige konklusioner fra arbejdet

- Med grundscenariets brændsels- og CO<sub>2</sub> priser samt gældende regler for afgifter og tilskud kan kraftværkerne med fordel, samlet set, omstille fra kul til biomasse i kraftvarmeproduktionen. Kul vil fortsat være konkurrencedygtigt til ren elproduktion.
- Biomasse på de centrale kraftværker giver mulighed for meget hurtigt at øge fjernvarmens VE andel betydeligt. Forudsætningerne for beslutning om øget biomasseanvendelse skal fortsat drøftes med kraftværksselskaberne.
- I alle tre scenarier opnås en VE-andel i fjernvarme på over 70 %. En hovedforudsætning er, at staten fortsat vil belønne biomasse med afgiftsfordelen på varmesiden og tilskud til elproduktion. I grundscenariet er værdien af afgiftsfordel og eltilskud godt 1 mia. kr./år i 2025.
- Biomasseanvendelsen stiger fra ca. 7,5 PJ i 2007 til 35 PJ i 2015. I perioden 2015 til 2025 falder biomassemængden til 30 PJ på grund af øget varmeproduktion fra affaldsanlæggene.
- CO<sub>2</sub> emissionen fra fjernvarmeproduktion falder fra ca. 1,7 mio. tons i 2007 til ca. 0,5 mio. tons i 2025.



# Foreløbige konklusioner fra arbejdet

- Lukningen af grundlastproduktion inde i København vil medføre mere anvendelse af spidslast allerede efter 2015. Dette vurderes videre for at sikre fornuftig prisudvikling
- Besparelsscenarioet viser, at såfremt der gennemføres meget markante varmebesparelser kan de naturgasfyrede kraftvarmeværker i København lukkes som grundlastanlæg i 2020 uden at investere i ny termisk kraftværkskapacitet. Dette kræver dog investeringer i fjernvarmenettet og i decentrale varmekilder, som fx varmepumper.
- Scenariet med øget varmemarked viser, at udbygning på affaldsanlæggene samt geotermi sammen med den eksisterende kraftværkskapacitet kan levere varme til 20% øget varmemeforbrug, i forhold til grundscenariet. I dette scenarie får spidslast dog øget drift. Det øgede varmemeforbrug i VEKS systemet giver ikke lige så store udfordringer for transmissionsnettet som lukning af kraftværkerne i København



# Foreløbige konklusioner fra arbejdet

- Kraftvarmeværkerne og i mindre grad affaldsforbrændingsanlæggene i Hovedstadsområdet vil fortsat have stor betydning for elsiden. Anlæggene vil til sammen producere ca. halvdelen af det østdanske elforbrug. Derfor er samspillet mellem el- og varmesystemerne fortsat et meget vigtigt emne.
- Forudsætningen om stigninger i affaldsmængderne på 1,3 % om året medfører at værdien af at kunne gemme affald over året også stiger. Placering af kommende anlæg bør også vurderes i forhold til flaskehalse i varmesystemet.
- Den kraftvarmebaserede elproduktion falder frem mod 2025 på grund af lavere elvirkningsgrader på affaldsanlæg end på de kraftvarmeværker som fortrænges. Til gengæld øges kondenselproduktionen.



# Foreløbige konklusioner fra arbejdet

- Øgede brændsels- og CO<sub>2</sub>-afgifter vil øge fordelene ved kraftvarme frem for separat produktion af el og varme.
- Geotermi kan muligvis blive et økonomisk attraktivt alternativ til biomassekraftvarme på længere sigt. Dette skal undersøges yderligere, og hænger bl.a. sammen med prisudviklingen på faste brændsler.
- De foreløbige konklusioner er derimod, at solvarme, overskudsvarme og varmepumper er et dyrere virkemiddel. Dette hænger bl.a. sammen med afgiftsreglerne.
- Nødvendige virkemidler og omkostninger ved besparelser i det omfang som indgår i scenarie1: Varmebesparelser og decentral teknologi er ikke detaljeret analyseret.



# Det videre arbejde i projektet

---

- Opsamling fra workshop – hvad skal der regnes mere på af varianter og følsomheder?
- Følsomheder. Herunder muligheder og økonomi i at øget VE procenten med mindre biomasse og affald, samt en vurdering af mulighederne og økonomi i 100 % VE
- Vurdering af netscenarier
- Vurdering af behov for ny produktion – central og decentralt i forhold til nettet
- Perspektivscenarie 2050
- Slutrapport juni 2009

