

# FJERNVARME- SCENARIER FOR HOVEDSTADS- REGIONEN

Analyse af hovedstadsregionens  
fremtidige varmforsyning til  
"Energi på Tværs"





Ea Energianalyse

# **Analyse af hovedstadsregionens fremtidige fjernvarmeforsyning**

**ENERGI PÅ TVÆRS**

Maj 2015

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse  
Frederiksholms Kanal 4, 3. th.  
1220 København K  
T: 88 70 70 83  
F: 33 32 16 61  
E-mail: [info@eaea.dk](mailto:info@eaea.dk)  
Web: [www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)

## Indhold

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Sammenfatning .....</b>                                   | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Baggrund og formål .....</b>                              | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>Metode og scenarier .....</b>                             | <b>10</b> |
| 3.1      | Den anvendte optimeringsmodel.....                           | 10        |
| 3.2      | Scenarier .....  | 10        |
| 3.3      | Overordnede forudsætninger .....                             | 12        |
| <b>4</b> | <b>Forudsætninger om regionens fjernvarmeforsyning .....</b> | <b>15</b> |
| 4.1      | Fjernvarmebehov .....  | 15        |
| 4.2      | Affald .....   | 16        |
| 4.3      | Varmepumpepotentialer.....                                   | 18        |
| 4.4      | Fjernvarmeproduktion i 2015.....                             | 18        |
| <b>5</b> | <b>Resultater – Ved gældende regulering.....</b>             | <b>21</b> |
| 5.1      | Fjernvarmeproduktion fordelt på brændsler .....              | 21        |
| 5.2      | Solvarme .....   | 28        |
| 5.3      | Decentrale gas-kraftvarmeanlæg .....                         | 31        |
| 5.4      | Opsamling.....   | 32        |
| <b>6</b> | <b>Resultater - Samfundsøkonomisk perspektiv .....</b>       | <b>34</b> |
| 6.1      | Fjernvarmeproduktion fordelt på brændsler .....              | 34        |
| 6.2      | Varmepumper .....  | 39        |
| 6.3      | Opsamling.....   | 41        |
| <b>7</b> | <b>Økonomi .....</b>   | <b>42</b> |
| <b>8</b> | <b>Bilag: Forudsætninger .....</b>                           | <b>46</b> |
| 8.1      | Fjernvarmeområder i hovedstadsregionen.....                  | 46        |
| 8.2      | Brændselspriser .....  | 47        |
| 8.3      | CO <sub>2</sub> -pris.....                                   | 47        |



|   |    |
|---|----|
| 8.4 Elpris .....  | 48 |
| 8.5 Vigtigste forudsætninger omkring eksisterende og planlagte produktionsanlæg ..... | 48 |
| 8.6 Data for investering i varmeproduktionsteknologier .....                          | 49 |
| 8.7 Mulige investeringer afhængig af fjernvarmeområdetets størrelse ...               | 50 |
| 8.8 Varmepumpe-potentialer.....   | 51 |

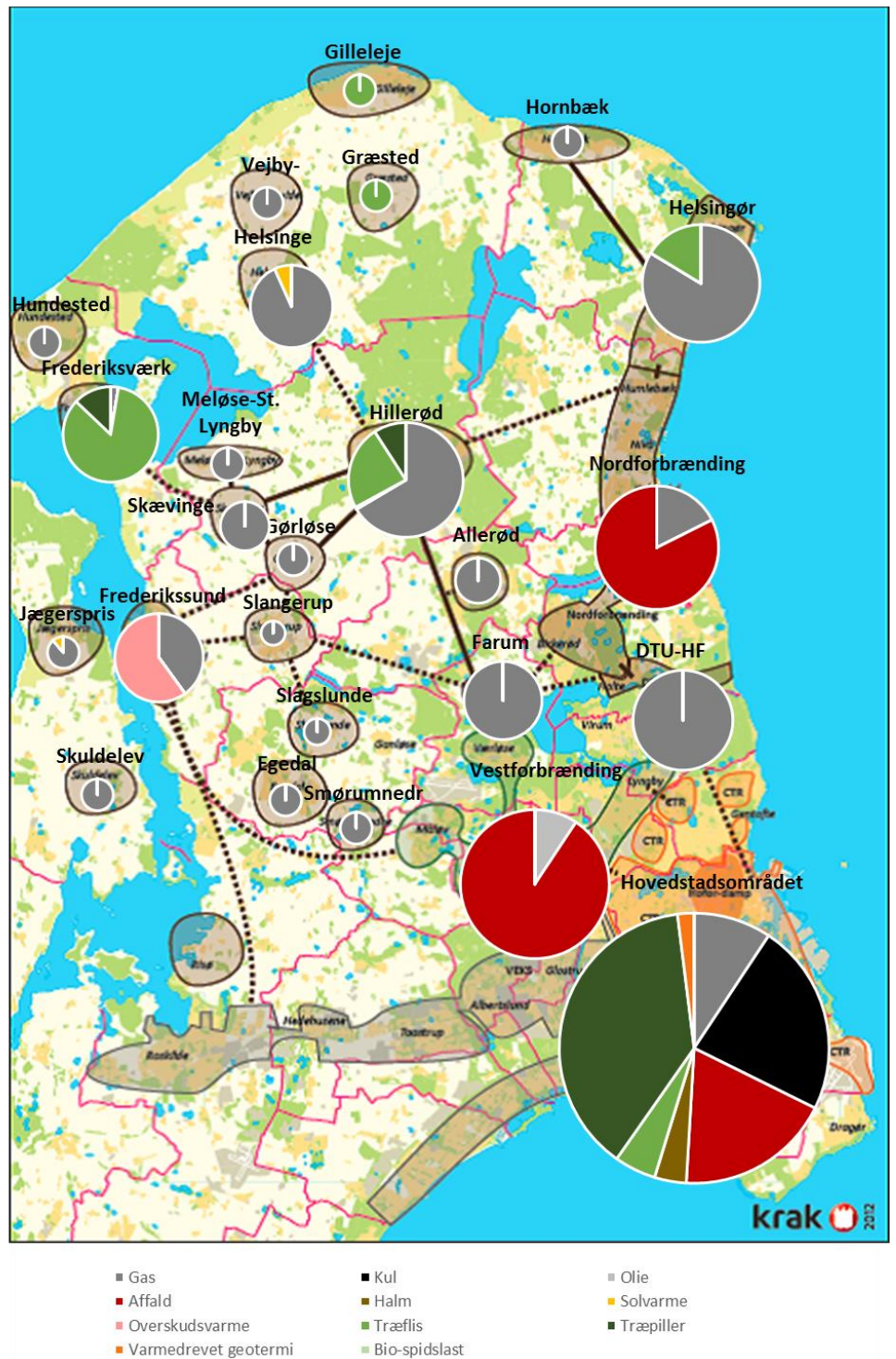
# 1 Sammenfatning

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Formål                           | Formålet med analysen er at undersøge hvordan fjernvarmeproduktionen i regionen kan udvikle sig såfremt de nationale og regionale energi- og klimamål skal nås i 2035 og 2050.  |
| Bygger på varmeselskabernes data | De fleste fjernvarmeselskaber i hovedstadsregionen har igennem det seneste halvandet år arbejdet med at koordinere data og udbygningsvisioner frem mod 2035. Formålet med samarbejdet er bl.a. at vurdere økonomien i tættere sammenkobling af fjernvarmenettene. Varmeselskaberne har fået opbygget et samlet datasæt i el- og varmemarkedsmodellen Balmorel, og der er gennemført en række indledende modelberegninger. Med Balmorel modellen kan der gennemføres optimale investeringer i varmeproduktion og varmenet under fastlagte rammebetingelser og med indlagte målsætninger.   |
| Analyserne i dette projekt       | Varmeselskabernes projekt forventes afsluttet sommeren 2015, og der er endnu ikke konklusioner om økonomien i videre udbygning og sammenbinding af varmetransmission. I Energi på Tværs tages der derfor udgangspunkt i eksisterende og planlagte varmetransmissionsforbindelser, og fokus i denne analyse lægges på selve varmeproduktionen.   |
| Scenarier og rammer              | <p>Der analyseres 3 scenarier frem mod 2050: En reference, og to scenarier (biomasse og vind) hvor klimamålene nås i 2050. I både biomasse- og vindscenariet antages det, at der ikke kan anvendes importeret biomasse til el- og varmeproduktion i 2050<sup>1</sup>. I biomassescenariet tillades nettoimport af biomasse i de mellemliggende år. I begge scenarier forudsættes der etableret bio-brændstoffabrikker med leverance af overskudsvarme frem mod 2050.</p> <p>Endvidere gennemføres investeringsanalyserne under to forskellige sæt af rammebetingelser: Dels i et samfundsøkonomisk perspektiv og dels i et selskabsøkonomisk perspektiv med gældende skatter, tariffer, tilskud og afgifter. Disse to analysesæt skal bl.a. vise konsekvenserne af, at der ikke altid er sammenhæng mellem de samfundsøkonomiske og de selskabsøkonomiske rammer i varmesektoren. Den såkaldte projektbekendtgørelses kraftvarmekrav<sup>2</sup> antages kun opretholdt under de selskabsøkonomiske rammer.</p> |

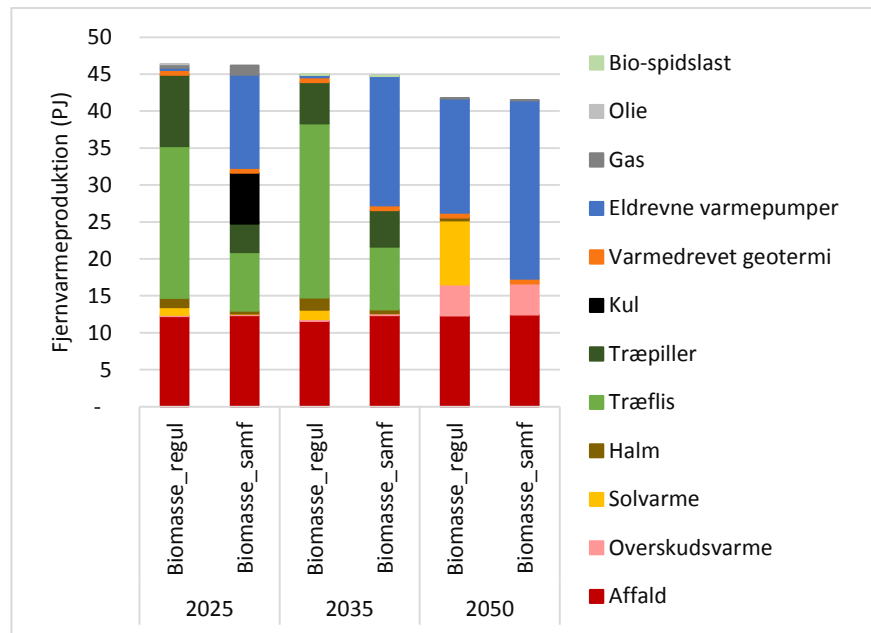
---

<sup>1</sup> Med udgangspunkt i Vindscenariet fra rapporten Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050, Energistyrelsen 2014.

<sup>2</sup> Kraftvarmekravet betyder at der i eksisterende naturgasområder ikke kan investeres i biomassekedler medmindre de figurerer på en offentliggjort liste over særligt dyre fjernvarmeområder..



Figur 1. Geografisk illustration af modeloptimeret fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen i udgangspunktet (2015) fordelt på brændsler. Baseret på optimering med gældende afgifter, tilskud og tariffer (scenariet Reference\_regul). NB: Størrelsen af cirkeldiagrammerne for Hovedstadsområdet og Vestforbrænding er skalleret ned for overskuelighedens skyld.



Figur 2. Hovedresultater i biomassescenariet. Resultater vises dels under selskabsøkonomiske (Biomasse\_regul) og samfundsøkonomiske (Biomasse\_samf) rammer.

De samfundsøkonomiske og de selskabsøkonomiske incitamenter er meget forskellige, hvilket tydeligt afspejles i scenariernes investeringsforløb.

#### Biomasse og solvarme

Med gældende afgifter og tilskud vil den fossile varmeproduktion allerede i 2025 være næsten 100% omstillet til biomasse. I de mindste fjernvarmebyer hvor der ikke kan etableres biomassekraftvarme investeres betydeligt i solvarmeanlæg, ofte med sæsonvarmelagre. Solvarmeinvesteringerne og investeringer i sæsonvarmelagre accelererer frem mod 2050.

#### Sæsonvarmelagring

Sæsonvarmelagre vil især blive taget i anvendelse i de selskabsøkonomiske scenarier, og investeringerne foretages især efter 2035. I de selskabsøkonomiske scenarier investeres således i varmelagre med op til 5 PJ varmelagre, svarende til mere end 10% af det samlede varmeforbrug. Lagrenes funktion er primært at gemme solvarme. I de samfundsøkonomisk optimerede scenarier udgør sæsonvarmelagrene kun ca. ¼ heraf.

#### Varmepumper god samfundsøkonomi

I den samfundsøkonomiske optimering investeres i langt højere grad i varmepumper, og der investeres stort set ikke i solvarmeanlæg. Meget peger altså på, at varmepumper ofte er det samfundsøkonomisk bedste alternativ i fjernvarmeforsyningen. Analyserne viser, at varmepumperne på kort og mellem-

lang sigt er særligt attraktive i de små fjernvarmeområder da de her ikke konkurrerer med affaldsværker og biomase-kraftvarme.

Decentral kraftvarmeværker bevares

I begge scenarier, og under begge rammesæt, vælger optimeringsmodellen at levetidsforlænge og bevare de eksisterende gasfyrede kraftvarmeværker fremfor at skrotte dem og spare de faste udgifter. Disse anlæg får dog meget lidt driftstid, og får frem mod 2050 især en berettigelse ved at producere elektricitet i perioder med høje elpriser (når det ikke blæser). Fra 2035 er det ikke længere naturgas, men opgraderet biogas disse anlæg anvender.

Solvarme

Med en uændret regulering vil det være selskabsøkonomisk fordelagtigt at etablere kollektive solvarmeanlæg i regionen i stor skala - op til 9 PJ i 2050 svarende til ca. 20 % af fjernvarmeforsyningen på årsbasis. En vigtig forudsætning for dette resultat er, at der afsættes op til 15 % af landbrugsarealet i hver kommune. I 2050 dækker solvarmen således ca. 15 km<sup>2</sup> landbrugsareal i regionen ved optimale investeringer under gældende regulering. Det er i analysen groft antaget, at der kan findes egnede landbrugsarealer tæt ved eksisterende fjernvarmenet.

Varmepumper

Når der investeres under samfundsøkonomiske rammer bliver regionens varmepumpepotentialer fra både industriel overskudsvarme (46 MW-varme), spildevand (117 MW-varme) samt drikkevand udnyttet fuldt ud (23 MW-varme)<sup>3</sup>. Dertil viser analysen, at det er fordelagtigt at etablere varmepumper baseret på havvand/søvand som varmekilde (ca. 500-900 MW-varme i 2050) de steder, hvor denne varmekilde er antaget til rådighed. Endelig investeres også i store varmepumper baseret på udeluft (ca. 500-700 MW-varme i 2050). Der vil dog i praksis givetvis være en række udfordringer der skal overvindes. For udeluft-baserede varmepumper kan der være udfordringer omkring støj og pladskrav, og virkningsgrader kan i praksis være lavere end her forudsat<sup>4</sup>.

Ændret regulering vil spare penge

Samfundets méromkostninger ved at varmeselskaberne i regionen optimerer deres investeringer under gældende selskabsøkonomiske rammer frem for under idealiserede samfundsøkonomiske rammer er beregnet til ca. 1 mia kr./år i 2050. Dette tal repræsenterer en ekstrem situation og skal naturligvis tolkes med forsigtighed. Men resultatet peger på at der er et betydeligt effektiviseringspotentiale for samfundet ved at skabe bedre overensstemmelse mellem samfundsøkonomi og selskabsøkonomi når beslutninger omkring den grønne omstilling skal træffes.

<sup>3</sup> De angivne varmekapaciteter repræsenterer varmeproduktionskapaciteter for varmepumperne.

<sup>4</sup> COP på 2,5 i gennemsnit er antaget.



## 2 Baggrund og formål

I notatet "Energiscenarier for hovedstadsregionen" i Energi på Tværs er der opstillet scenarier for hvordan hovedstadsregionen kan omstilles til 100 % vedvarende energi mod 2050. Scenarierne omfatter både el-, fjernvarme-, individuel opvarmning-, transport- og industri-sektoren og munder ud i forslag til en række virkemidler for hvordan den grønne omstilling kan realiseres.

I dette notat analyseres regionens fremtidige fjernvarmforsyning nærmere i en el- og varmemarkedsmodel. Det overordnede formål med analysen er:

- *At undersøge hvilke varmeproduktionsteknologier, varmeselskaberne med fordel kan investere for at leve op til regionens energi- og klimamål mod 2050?*

Afgifter, tariffer og tilskud inden for energisektoren kan have stor betydning for hvilke teknologier, der vil være mest attraktive selskabsøkonomisk i regionens fremtidige fjernvarmforsyning. Det er usikkert, hvordan den regulering af energisektoren vil udforme sig mod 2050. Derfor analyseres regionens fremtidige fjernvarmforsyning dels i et samfundsøkonomisk perspektiv (dvs. uden skatter, tariffer og afgifter) og dels i et selskabsøkonomisk perspektiv med gældende skatter, tariffer og afgifter. Derved kan der gives et mere nuanceret billede af, hvilke teknologier det vil være relevant at satse på. Samtidig kan der via den samfundsøkonomiske analyse samtidig undersøges, hvorvidt den gældende regulering understøtter den mest omkostningseffektive grønne omstilling for samfundet.

## 3 Metode og scenarier

### 3.1 Den anvendte optimeringsmodel

|  |   |
|--|---|
| Modellen Balmorel                                | Til analyserne anvendes el- og varmemarkedsmodellen Balmorel. Modellen optimerer det sammenhængende fjernvarme- og elsystem ud fra en minimering af de samlede omkostninger.  |
| Input til modellen                               | Som input til modellen angives fjernvarmebehov, elbehov, eksisterende og planlagte produktionsanlæg, lagre og transmissionsanlæg, brændsels- og CO <sub>2</sub> -priser og energi/klimapolitiske målsætninger mv. De eksisterende/planlagte anlæg udtjenes i modellen efterhånden som deres levetider udløber.  |
| Princippet i modellen                            | <p>Ud fra dette foretager modellen investeringer i yderligere produktions- og lagerkapaciteter hvis det er nødvendigt for at tilfredsstille el- og varmebehovet og/eller hvis det er økonomisk attraktivt. I optimeringen beregnes modellen dermed hvorvidt det kan betales sig at investere i fx biomasse- eller gasfyrede kraftvarmeværker eller kedler, varmepumper, kollektive solvarmeanlæg, geotermianlæg, varmepumper, elpatroner og/eller varmelagre.</p> <p>Derudover beregner modellen, hvordan driften skal fordeles mellem anlæggene for hvert tidsegment over året. Denne lastfordeling bestemmes ud fra hvad der giver de laveste omkostninger for systemet samlet set.</p> |
| Geografisk afgrænsning                           | Det danske elsystem er via udlandsforbindelserne er tæt integreret med det tyske og de nordiske elnet. Derfor omfatter modellen ikke alene hovedstadsregionens fjernvarme men også resten af Danmark samt de Nordiske lande og Tyskland. I analysens resultater fokuseres der så på hovedstadsregionen.   |
| Scenarier i tråd med øvrige analyser i projektet | <h3>3.2 Scenarier</h3> <p>Optimeringsmodellen anvendes til at pege på hvilke teknologier der vil være økonomisk attraktive i hovedstadsregionens fjernvarmeforsyning mod 2050. For at kunne give et nuanceret og robust billede af dette, er der undersøgt forskellige scenarier som samtidig er analyseret under forskellige forudsætninger. Der er defineret følgende scenarier – et Vind-scenarie og et Biomasse-scenariet - som er i tråd med scenarierne i notatet ”Energiscenarier for hovedstadsregionen”.</p>   |
| Vind-scenarie                                    | I <i>Vind-scenariet</i> forudsættes en udvikling hvor vindkraft er særligt dominerende med en høj grad af elektrificering i det omgivende energisystem (individuelle varmepumper, elbiler og elektrolyseanlæg til biobrændstof-produktion   |

mv.). Kun begrænsede mængder biomasse forudsættes til rådighed til fjernvarme- og elsektoren og mængderne reduceres gradvist mod 2050. Dette ud fra at de begrænsede biomasse-ressourcer i Danmark og hensynet om at der bør allokeres en hvis mængde biomasse til de øvrige sektorer; særligt transportsektoren. Scenariet illustrerer samtidig en udvikling, hvor genanvendelse af ressourcer prioriteres højt og hvor affaldsmængder til forbrænding reduceres mod 2050. Dermed forudsættes det, at affaldsforbrændingskapaciteten i hovedstadsregionen såvel som i resten af Danmark reduceres betydeligt mod 2050.

|   |   |
|---|---|
| Biomasse-scenarie                           | I <i>Biomasse-scenariet</i> antages en lidt mere moderat udbygning med vindkraft og en mindre udtalt elektrificering. De typer af biomasse, der handles internationalt, træpiller og træflis, er her forudsæt tilgængelige til fjernvarme- og elproduktion i ubegrænsede mængder (til givne brændselspriser). Mod 2050 antages dog som i Vind-scenariet meget begrænsede mængder biomasse til rådighed i 2050. Som beskrevet i notatet ”Energiscenarier for hovedstadsregionen” er dette ud fra en betragtning om, at det danske energisystem på lang sigt forventes at være vindkraft-domineret. |
| 100 % VE i fjernvarme- og elsektoren i 2035 | I både Vind- og Biomasse-scenariet baseres på forudsættes det, at det nationale mål om 100 % vedvarende energi i fjernvarme- og elsektoren i 2035 skal nås og at kul skal udfases i 2030. For de to forskellige scenarier viser modellen så, hvordan dette VE-målet kan nås billigst muligt.  |
| Reference-scenarie                          | Til sammenligning er der også opstillet et <i>Reference-scenarie</i> , hvor modellen sammensætter det fremtidige energisystem uden disse VE-krav; dvs alene ud fra hvad der giver de laveste omkostninger.  |
| Analysen laves med/uden gældende regulering | Som forklaret i afsnit 2 analyseres regionens fremtidige fjernvarmeforsyning dels i et samfundsøkonomisk perspektiv (dvs. uden skatter, tariffer og afgifter <sup>5</sup> ) og dels i et selskabsøkonomisk perspektiv med gældende skatter, tariffer og afgifter.   |
| Scenarieår                                  | Udviklingen i regionens fjernvarmeforsyning analyseres i år 2015, 2025, 2035 og 2050 (2015 anvendes blot som et udgangså og opstilles kun for Referencen).  |

---

<sup>5</sup> Den samfundsøkonomiske el tarif er alene inkluderet som et udtryk for den samfundsøkonomiske omkostning for at drive og vedligeholde elnettet (estimeret til 17,8 øre/kWh baseret på Energistyrelsen, 2012: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet).

### 3.3 Overordnede forudsætninger

Antagelser omkring frit brændselsvalg

For scenarierne baseret på gældende regulering, er projektbekendtgørelsen fastholdt således, at der som udgangspunkt ikke er forudsat frit brændselsvalg. Dermed er det som udgangspunkt ikke antaget muligt at investere i biomasse-kedler; det er alene tilladt i decentrale fjernvarmeområder uden naturgasfyret fjernvarme. Derudover er den nylige aftale om frit brændselsvalg på de 50 dyreste barmarksværker implementeret<sup>6</sup>; i de af regionens fjernvarmeområderne, der figurerer på denne liste er det dermed gjort muligt at investere i op til 1 MW biomassekedel (Hundested, Vejby Tisvilde, Helsing, Jægerspris, Skuldelev og DTU-HF).

Fjernvarmeforbindelser

Eksisterende og planlagte fjernvarmeforbindelser mellem fjernvarmenettene i regionen er inkluderet i modellen. Dog foretages der i optimeringen ikke investering i yderligere fjernvarmeforbindelser. En sådan analyse kræver yderligere viden, som først er ved at blive indsamlet i projektet "Regional fjernvarmeanalyse" (fase 3), som afsluttes til juni 2015.

Ikke fokus på spidslast-anlæg

Analysen har fokus på hvordan, der kan opnås en omkostningseffektiv grøn omstilling i fjernvarmeforsyningen, mens der ikke er fokus på forsyningsikkerhed. Samtidig er datagrundlaget for eksisterende/planlagte spidslastkedler i regionen usikkert. I modellen er der derfor sikret tilstrækkelig spidslastkedelkapacitet i alle fjernvarmeområder<sup>7</sup>. Modellen anvendes derfor alene til at pege på relevante investeringer i grundlast/mellem-last anlæg, ikke spidslastkedler.

Lokale varmepumpe-potentialer

Lokale potentialer for varmepumper er inkluderet i modellen ud fra data og vurderinger af tilgængelige varmekilder i regionen<sup>8</sup>. Der er inkluderet følgende varmekilder:

- Industriel overskudsvarme
- Spildevand
- Drikkevand
- Havvand/søer
- Udeluft

Dertil er der inkluderet et projekt for udnyttelse af varme til fra et planlagt fjernkølingsanlæg i Høje Tåstrup; dvs. hvor varme afgivet fra fjernkøleanlæg-

<sup>6</sup> <http://www.danskfjernvarme.dk/nyheder/nyt-fra-dansk-fjernvarme/arkiv/2014/141126aftale-paa-plads-frit-braendselsvalg-til-50-barmarksvaerker>.

<sup>7</sup> I Reference-scenariet er spidslastkedler antaget at være naturgas-fyrede mens de i Biomasse- og Vind-scenariet er antaget fyret med VE-gas fra 2035, hvor fossil brændsler udfases i el- og fjernvarmesektoren i Danmark.

<sup>8</sup> Potentialerne er præsenteret i notatet "Lokale vedvarende energiresourcer - Potentiale vurdering til Energi på tværs".

get udnyttes til fjernvarmeproduktion ved brug af varmepumpen/erne fra fjernkøleanlægget.

I bilaget er det angivet, hvilke af kommunerne, der er antaget at råde over de forskellige varmekilder, og det samlede varmekildepotentiale for regionen er også angivet.

#### Solvarme

Det er vanskeligt at vurdere, hvor store arealer der realistisk set kan afsættes til kollektive solvarmeanlæg i hver kommune og dette kan variere meget afhængigt af de lokale forhold. I betragtning af dette er der i analysen forudsat et højt øvre loft for hvor store solvarmeinvesteringer der tillades; derunder at 15 % af landbrugsarealet i hver kommune kan reserveres til solvarmeanlæg. Den enkelte kommune kan så vurdere realismen i de solvarmeinvesteringer, som analysen peger på.

#### Lokale potentialer for geotermi ikke undersøgt

Lokale potentialer for geotermi ud fra geologiske forhold mv. har ikke været undersøgt, da dette ligger uden for projektets rammer. Resultaterne omkring geotermi skal derfor tages med dette forbehold. Der undergår et projekt for Energistyrelsen, som kan bidrage til at kortlægge mulighederne for geotermi i Danmark.

#### Rørføring fra fx solvarmeanlæg og varmepumper

Der er ikke inkluderet eventuelle ekstraomkostninger til rørføring fra produktionsanlæg til fjernvarmenettene. Disse omkostninger vil afhænge af den konkrete placering af anlæggene i forhold til det givne fjernvarmenet. Afhængig af placeringen vil analysen dermed undervurdere de samlede investeringsomkostninger for etablering af nye produktionsanlæg; nok særligt for solvarme, varmepumper og geotermi, hvor produktionsanlægget ikke nødvendigvis vil blive placeret i nærheden af fjernvarmenettet.

De overordnede forudsætninger for scenarierne er angivet i Tabel 1.



Tabel 1. Overordnede forudsætninger for scenarierne.

|   | År        | Reference   | Biomasse    | Vind        |
|---|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Kul udfaset i el- og fjernvarmesektoren i DK fra 2030 og investeringer i kulkraft udelukket i hele perioden | 2030-2050 | Nej         | Ja          | Ja          |
| 100 % VE i el- og fjernvarmesektoren i DK fra 2035  | 2035-2050 | Nej         | Ja          | Ja          |
| Træflis/træpille-potentiale til el/fjernvarme (internationalt handlet ressource)*                           | 2015-2025 | Ubegrænset  | Ubegrænset  | 165 PJ      |
|   | 2035      |             |             | 60 PJ       |
|   | 2050      |             |             | 0 PJ *      |
| Halm til rådighed til el/fjernvarme (lokal ressource)   | 2015-2035 | 22 PJ       | 22 PJ       | 22 PJ       |
|   | 2050      | 8 PJ        | 8 PJ        | 8 PJ        |
| Biogas/SNG til rådighed til el/fjernvarme (lokal ressource)**   | 2015-2035 | 25 PJ       | 25 PJ       | 25 PJ       |
|   | 2050      | 22 PJ       | 22 PJ       | 22 PJ       |
| Affaldsfyret varme produktionskapacitet i region plus KARA  | 2025      | 470 MW      | 470 MW      | 470 MW      |
|   | 2035      | 470 MW      | 470 MW      | 265 MW      |
|   | 2050      | 470 MW      | 470 MW      | 265 MW      |
| Vindkraft, mål i DK (minimum produktion)****  | 2025      | 23,8 TWh    | 23,8 TWh    | 23,8 TWh    |
|   | 2035      | 29,4 TWh    | 29,4 TWh    | 29,4 TWh    |
|   | 2050      | 29,4 TWh    | 48,9 TWh    | 48,9 TWh    |
| El-forbrug til individuelle varmepumper og elbiler  | 2015      | 3,4 TWh     | 3,4 TWh     | 3,4 TWh     |
|   | 2025      | 3,4 TWh     | 4,7 TWh     | 5,0 TWh     |
|   | 2035      | 3,4 TWh     | 6,0 TWh     | 6,6 TWh     |
|   | 2050      | 3,4 TWh     | 15,7 TWh    | 15,7 TWh    |
| El-forbrug til bio-brændstoffabrikker***  | 2025      | -           | -           | -           |
|   | 2035      | -           | 0,1         | 3           |
|   | 2050      | -           | 10          | 10          |
| El-pris, gennemsnitlig for Øst-danmark som resultat af optimering   | 2025      | 296 kr./MWh | 306 kr./MWh | 306 kr./MWh |
|   | 2035      | 379 kr./MWh | 385 kr./MWh | 392 kr./MWh |
|   | 2050      | 344 kr./MWh | 393 kr./MWh | 387 kr./MWh |

\*I Vind-scenariet er potentialet i 2015-2025 antaget at være svarende til fire gange den nationale ressource. I 2050 er der ud fra Energistyrelsens Vind-scenarie ikke allokeret træflis/træpiller til el- og fjernvarmeproduktion, da træressourcen prioriteres til andre sektorer. Interpolation er anvendt for mellemliggende år. Kilde: Energistyrelsen, 2014: Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050.

\*\*SNG (Synthetic Natural Gas). Biogas opgraderet til naturgaskvalitet og boostet med brint så mængden øges. Kilde: Energistyrelsen, 2014: Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050.

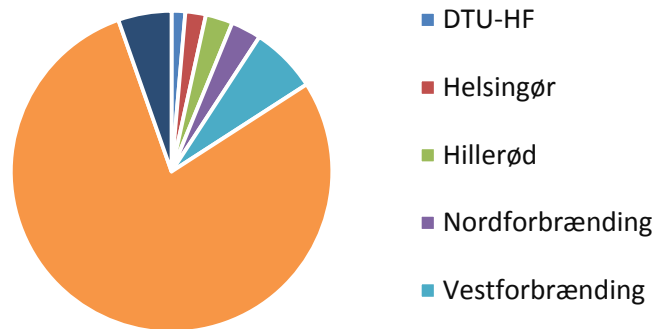
\*\*\*1/3 af biobrændstofproduktionen fra Energistyrelsens scenarier er antaget placeret i Danmark.

\*\*\*\*Energinet.dks forudsætninger for planlagt udbygning med dansk vindkraft er anvendt frem til for 2035. I 2050 er der i Vind- og Biomasse-scenariet sat mål for yderligere vindkraftudbygning.

## 4 Forudsætninger om regionens fjernvarmeforsyning

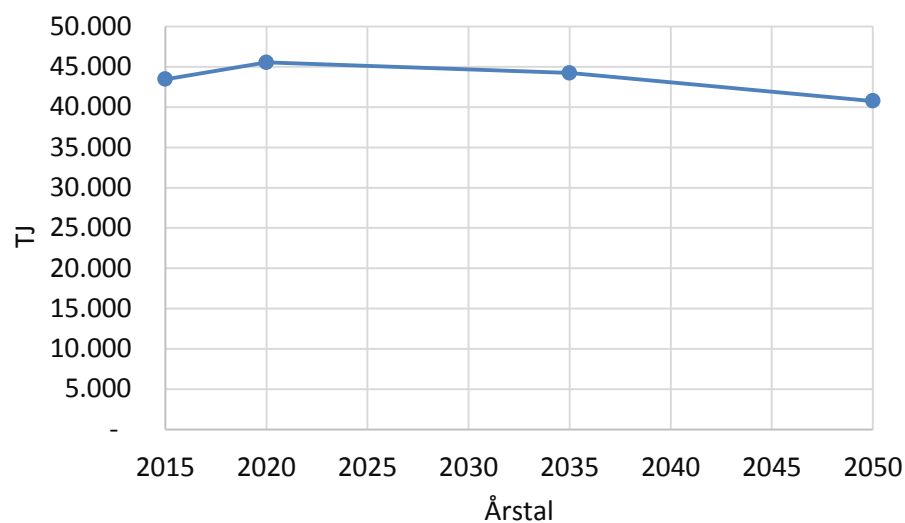
### 4.1 Fjernvarmebehov

Hovedstadsområdet står naturligt for den største del af det samlede fjernvarmebehov i hovedstadsregionen. Det fremgår af Figur 3, der viser hvordan regionens fjernvarmebehovet i 2015 er fordelt på fjernvarmeområder.



*Figur 3. Brutto fjernvarmebehov i 2015 (inkl. nettab) fordelt på fjernvarmeområder. VEKS forsyningsområde indgår som en integreret del af hovedstadsområdets fjernvarmenet. Derfor er fjernvarmeforbruget i VEKS her inkluderet i hovedstadsområdet, selvom ikke hele dette geografiske område reelt hører under hovedstadsregionen.*

Fjernvarmeforbruget i regionen antages at stige på kort sigt som følge af fjernvarmekonverteringer mens det forventes at falde på længere sigt som følge af varmebesparelser. Dette er illustreret i Figur 4.



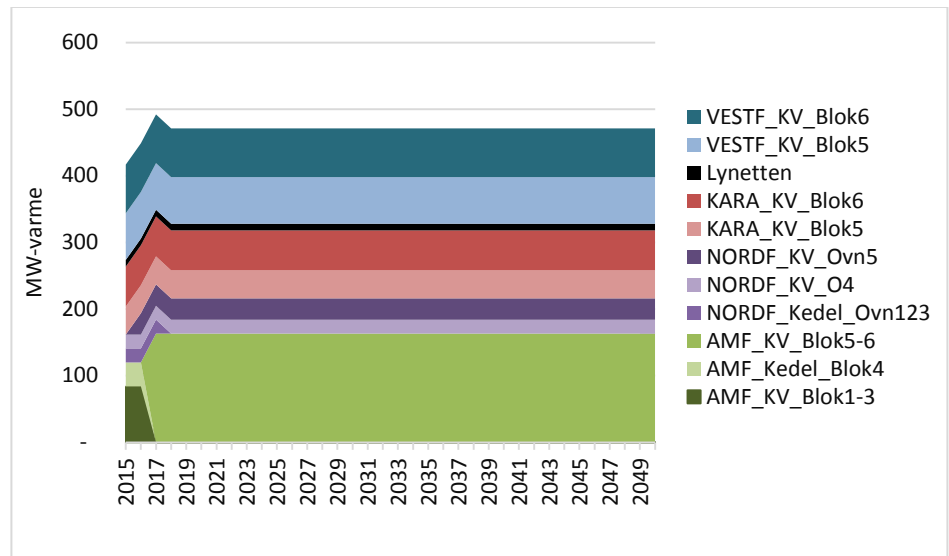
Figur 4. Udvikling i brutto-fjernvarmebehov (inkl. nettab) for hovedstadsregionen plus hele VEKS forsyningsområde, som det er forudsat i analysen.

## 4.2 Affald

Det er antaget, at der kan importeres affald til regionen fra andre dele af Danmark eller udlandet. Dermed er der antaget ubegrænsede affaldsmængder. Eksisterende/planlagte affaldskapaciteter er forudsat, mens det ikke er gjort muligt at investere i yderligere affaldskapacitet. I scenarierne er anvendelsen af affald i regionens fjernvarmeforsyningen dermed begrænset af de affaldskapaciteter, der er antaget i fremtiden. Affaldsprisen er i analysen sat til -250 kr./ton svarende til det typiske modtagegebyret i dag (for importeret affald).

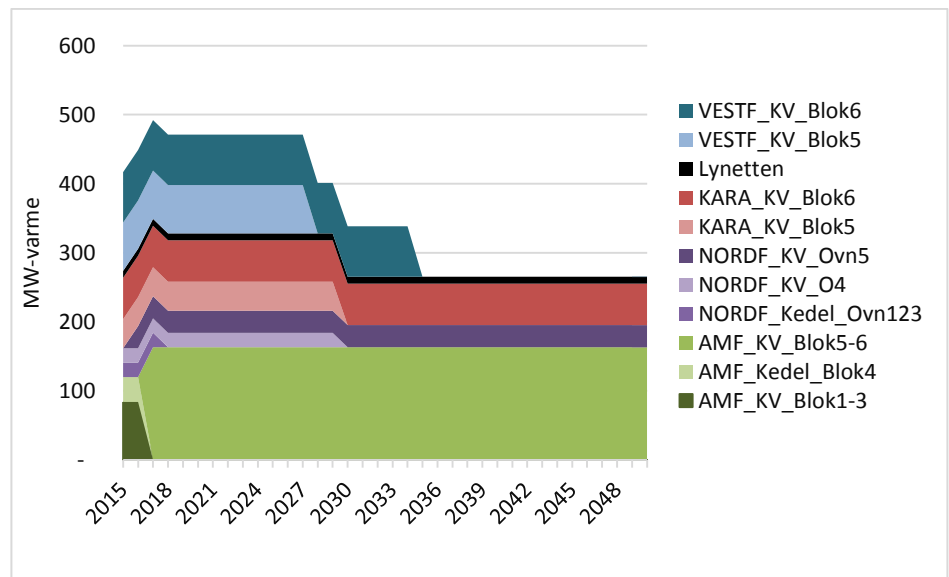
Denne tilgangen vil betyde, at affaldskapaciteterne normalt vil blive udnyttet fuldt ud i det omfang, der er tilstrækkeligt varmemarked, og at værkerne ikke er ude af drift.

I Biomasse-scenariet er affaldskapaciteten i regionen forudsat konstant fra ca. 2020 og frem. Det er illustreret i Figur 5.



Figur 5. Udvikling i affaldsfyret varmekapacitet forudsat i Biomasse og Reference-scenariet for hovedstadsregionen samt KARA<sup>9</sup>.

I Vind-scenariet er der antaget færre affaldsmængder til rådighed til fjernvarme og elproduktion grundet en øget anvendelse af affald til andre sektorer. Affaldskapaciteten er derfor antaget reduceret mod 2050 som vist på Figur 6.



Figur 6. Udvikling i affaldsfyret varmekapacitet forudsat i Vind-scenariet for hovedstadsregionen samt KARA<sup>10</sup>.

<sup>9</sup>NB: Plomben på AMF antages indsat resulterende i en affaldsforbrændings-kapacitet på 60 tons/time.

<sup>10</sup> Plomben på AMF antages indsat resulterende i en affaldsforbrændings-kapacitet på 60 tons/time.

### 4.3 Varmepumpepotentialer

De samlede varmpumpepotentialer forudsat i hovedstadsregionen er vist i Tabel 2 opdelt på varmekilder. I bilaget er det vist, hvilke varmekildepotentialer der derunder er forudsat i de forskellige områder i regionen.

Tabel 2. Varmekilder til varmepumper antaget i hovedstadsregionen.

| Varmekilde                | Potentiale i regionen<br>(MW varmeproduktionskapacitet)*      | COP |
|---------------------------|---|-----|
| Industriel overskudsvarme | 46  | 4,0 |
| Spildevand                | 117   | 3,2 |
| Drikkevand                | 23  | 3,1 |
| Havvand/søer              | Ubegrænset for de områder der vurderes at have denne mulighed | 2,9 |
| Udeluft                   | Ubegrænset for alle områder                                   | 2,5 |

\*Kilde: "Lokale vedvarende energiressourcer - Potentiale vurdering til Energi på tværs". COP'erne er baseret på en antagelse om, at varmepumperne leverer til distributionsnettet. (Bornholm er ikke inkluderet, da Bornholm ikke er medtaget i analysen).

Som vist vil der kunne opnås højest COP (effektivitet) for varmepumper når der anvendes industriel overskudsvarme. Det skyldes at denne varmekilde har en høj temperatur og at varmepumpen dermed ikke skal foretage så stort et temperaturløft. Varmepumper der anvender udeluft som varmekilde vil have den laveste COP, da udetemperaturen normalt vil være ret lav i de perioder, hvor der er brug for varmeproduktion. Temperaturforholdenes betydning for varmepumperne er nærmere beskrevet i notatet "Lokale vedvarende energiressourcer - Potentiale vurdering til "Energi på tværs".

Investeringsomkostningerne for varmepumper der anvender havvand/søer som varmekilde er antaget at være 20 % højere end for de øvrige varmepumper, pga. større omkostninger til rørføring.

### 4.4 Fjernvarmeproduktion i 2015

Figur 7 giver et geografisk billede af den nuværende fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen fordelt på brændsler. Visningen er baseret på en selskabsøkonomisk modeloptimering for år 2015 med gældende afgifter, tilskud og tariffer (scenariet Reference\_regul).

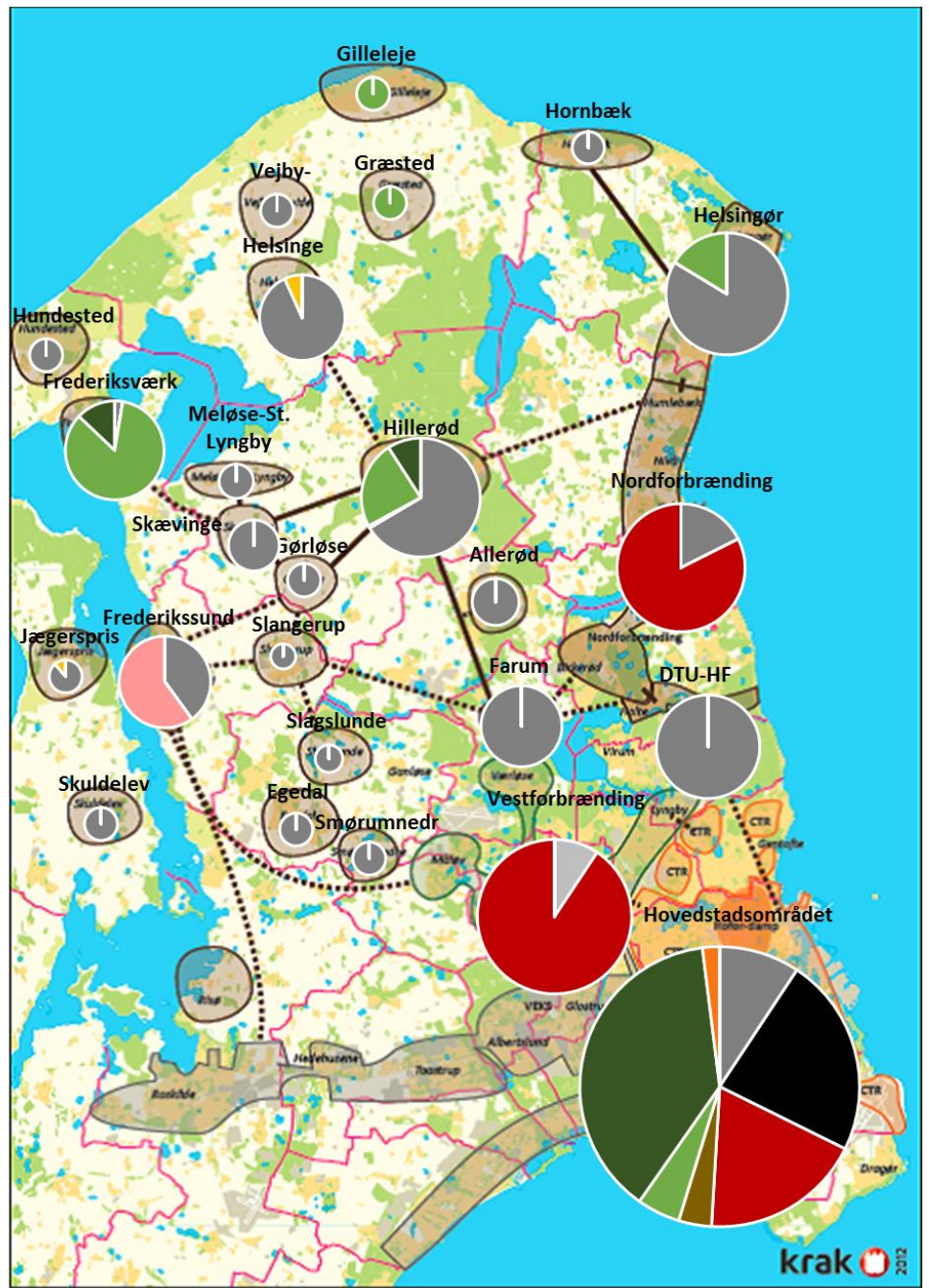
Kortet på næste side viser, at affaldsfyret varmeproduktion dominerer i Nordforbrændings og Vestforbrændings net og også udgør en betydelig del af fjernvarmeproduktionen i hovedstadsområdet (Amager Ressourcecenter og



KARA<sup>11</sup>). Der er som vist en del kulfyret fjernvarmeproduktion i hovedstadsområdet fra Avedøreværket (blok 1) og Amagerværket (blok 3), men begge værker ombygges dog til biomasse i nær fremtid. For mange af de øvrige fjernvarmeområder i regionen kan naturgas ses at udgøre en stor del af fjernvarmeproduktionen. Biomasse indgår også med en betydelig andel af varmeproduktionen i 2015 i flere af områderne og der er planlagt en række yderligere biomasse-kraftvarmeverker i Hillerød, Helsingør og Farum i de kommende år (se bilag afsnit 8.5).

---

<sup>11</sup> KARA ligger i Roskilde som ikke er en del af hovedstadsregionen, men det indgår i modellen, da det er en integreret del af hovedstadsområdet net.



Figur 7. Figur 8. Geografisk illustration af modeloptimeret fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen i 2015 fordelt på brændsler. Baseret på optimering med gældende afgifter, tilskud og tariffer (scenariet Reference\_regul). NB: Størrelsen af cirkeldiagrammerne for Hovedstadsområdet og Vestforbrænding er skalleret ned for overskuelighedens skyld.

## 5 Resultater – Ved gældende regulering

I dette kapitel præsenteres resultaterne af analysen, af den selskabsøkonomiske optimering af regionens fjernvarmeforsyning, hvor det forudsættes, at reguleringen på energiområdet (afgifter, tilskud og tariffer) fortsætter som nu frem mod 2050.

Som det første vises det, hvordan regionens fremtidige fjernvarmeforsyning er fordelt på brændsler i de forskellige scenarier. På figurerne er der vist resultater for Reference-scenarier for år 2015, hvor det alene er de eksisterende anlæg, der står for forsyningen. For år 2025, 2035 og 2050 vil der derudover indgå fjernvarmeproduktion fra planlagte sikre anlæg (se afsnit 8.5) samt nye anlæg, som er et resultat af optimeringen - dvs. investeringer som modellen peger på som værende økonomisk attraktive.

Fjernvarmeområderne i regionen varierer betydeligt i størrelsen af varmegrundlaget og dermed også med hensyn til hvilke produktionsteknologier, der kan være relevante. Resultaterne for fjernvarmeproduktionen er derfor opdelt på følgende kategorier:

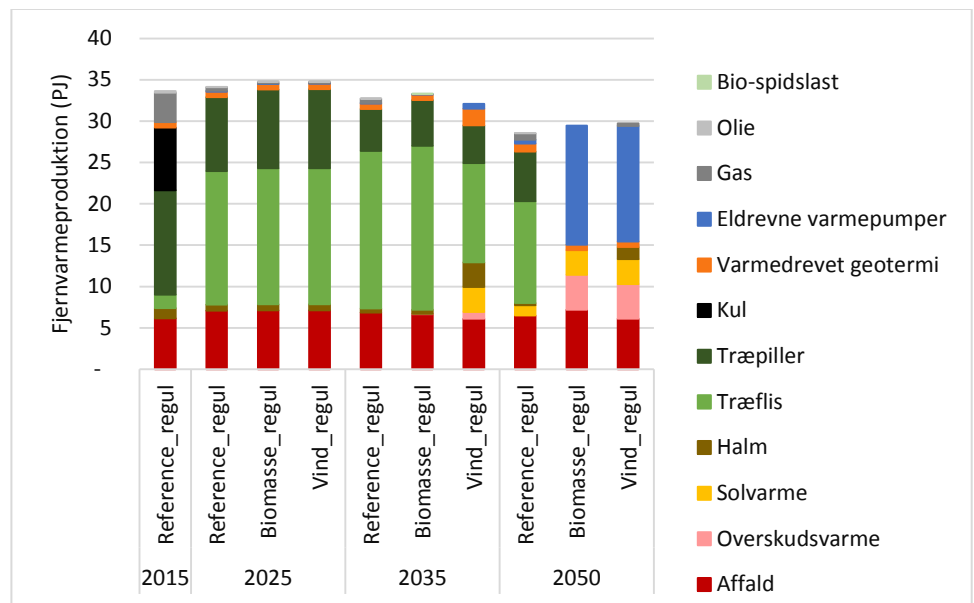
- *Store* fjernvarmeområder (Hovedstadsområdet ekskl. Vestforbrænding)
- *Mellemstore* fjernvarmeområder (Vestforbrænding, Nordforbrænding, Helsingør, Hillerød, DTU-HF og Farum)
- *Små* fjernvarmeområder

Kapitlet giver også et bud på hvordan de økonomiske potentialer for solvarme i regionen er fordelt. Endelig vurderes det, hvorvidt det er økonomisk fordelagtigt at levetidsforlænge de decentrale gas-kraftvarmeanlæg i regionen (gasmotorer og gasturbiner).

### 5.1 Fjernvarmeproduktion fordelt på brændsler

#### Store fjernvarmeområder

Fjernvarmeproduktion i store fjernvarmeområder i hovedstadsregionen (Hovedstadsområdet ekskl. Vestforbrænding) er vist på Figur 9 fordelt på brændsler for de tre scenarier.



Figur 9 Fjernvarmeproduktion i store fjernvarmeområder i hovedstadsregionen (Hovedstadsområdet ekskl. Vestforbrænding) fordelt på brændsler for de tre scenarier i optimering med gældende regulering (afgifter, tilskud og tariffer).

En del af udviklingen i Figur 9 kan forklares af hvordan porteføljen af kraftværker i hovedstadsområdet udvikler sig; dvs. de allerede eksisterende og planlagte kapaciteter. I 2015 er en stor del af fjernvarmeproduktionen i de store områder kulfyret (Avedøreværkets blok 1, Amagerværkets blok 3), træpillefyret (Amagerværkets blok 1, Avedøreværkets blok 2) og naturgasfyret (H.C. Ørstedsværket, Avedøreværkets blok 2 samt gasfyrede spidslastkedler).

Fra 2015 til 2025 ombygges Amagerværkets blok 3 til træflis og Avedøreværkets blok 1 ombygges til træpiller. Som resultat udfases kul i varmforsyningen og den træflisfyrede andel øges betydeligt. Naturgassens andel af fjernvarmforsyningen reduceres også betydeligt med lukningen af H.C. Ørstedsværket og idet den øgede biomasse grundlastkapacitet reducerer brugen af gasfyret spidslast. Fra 2025 til 2035 udgår Avedøreværkets blok 1, hvorved andelen af træpillefyret varmeproduktion reduceres. Fra 2035 til 2050 udløber levetiden for AMV3 og efterlader potentiale for nye grundlastinvesteringer.

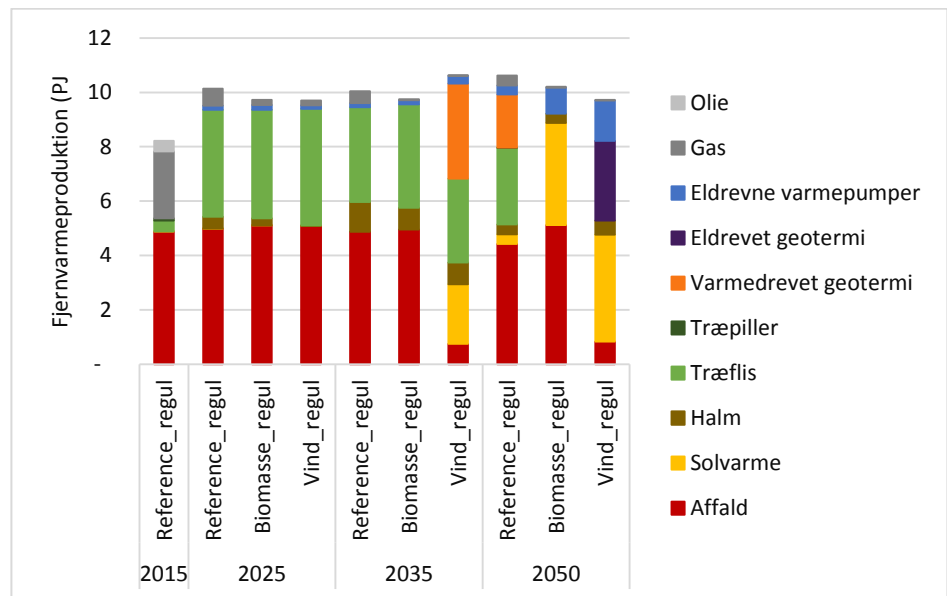
I *Reference-scenariet* drives udviklingen drives alene, af hvad der giver de laveste selskabsøkonomiske omkostninger ud fra de gældende tilskud, afgifter og tariffer. Dvs. der er her ikke forudsat målsætninger omkring udfasning af fossile brændsler i varmforsyningen mod 2035 (se Tabel 1). Som vist er omstilling til VE i regionen under den gældende regulering i imidlertid i sig selv selskabsøkonomisk fordelagtigt i vid udstrækning. VE-målene i Vind- og Bio-

masse-scenariet spiller således ikke en afgørende rolle på resultatet. De betyder primært at den sidste del af de fossile brændsler i forsyningen, naturgas og olie i spidslastkedler, udfases<sup>12</sup>.

De tre scenarier varierer primært med hensyn til hvilke teknologier, der satses på i den grønne omstilling. I Reference-scenariet investeres der primært i biomasse-kraftvarme, da dette er fordelagtigt med den gældende regulering. Det samme gælder for biomasse-scenariet frem mod 2035, hvor der er forudsat tilstrækkelige biomasse-mængder til el/fjernvarmeproduktion. I Vind-scenariet er der forudsat mindre biomasse til rådighed fra 2035. Som resultat investeres der i solvarme og varmedrevet geotermi<sup>13</sup>. I 2050 er det i både Vind- og Biomasse-scenariet forudsat at der ikke er træflis/træpiller til rådighed i el/fjernvarmesektoren. Som følge af dette investeres der i varmepumper og solvarme.

### Mellemstore fjernvarmeområder

Figur 10 viser en tilsvarende figur for de mellemstore fjernvarmeområder i hovedstadsregionen (Vestforbrænding, Nordforbrænding, Helsingør, Hillerød, DTU-HF og Farum).



Figur 10. Fjernvarmeproduktion i mellemstore fjernvarmeområder i hovedstadsregionen (Vestforbrænding, Nordforbrænding, Helsingør, Hillerød, DTU-HF og Farum) fordelt på brændsler for de tre scenarier i en optimering med gældende regulering (afgifter, tilskud og tariffer).

<sup>12</sup> I Vind- og Biomasse-scenariet repræsenterer gas fra 2035 biogas og anden VE-gas.

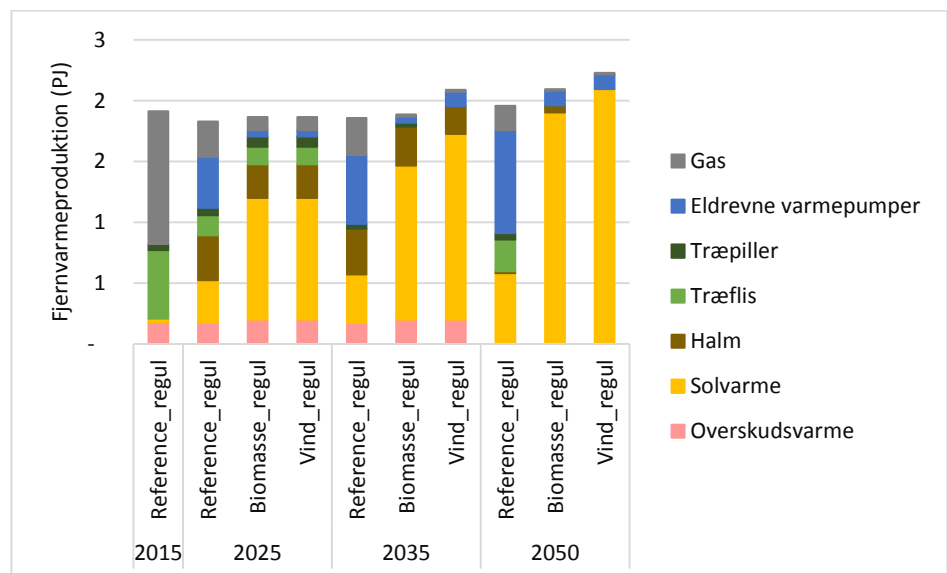
<sup>13</sup> Den varmedrevne geotermi udgør her træflisfyret geotermi med en antaget samlet varmeeffektivitet på 2.1 hvilket giver et lavere biomasseforbrug for levering af fjernvarme i forhold til biomasse-kedler eller biomasse-kraftvarme.

Affaldsfyret varmeproduktion (Vestforbrænding og Nordforbrænding) ses her at udgøre en væsentlig del af fjernvarmeproduktionen. Mod 2025 etableres der planlagte biomasse-kraftvarmeanlæg i Helsingør, Hillerød og Farum. Derudover er det med gældende regulering fordelagtigt at investere i yderligere udbygning med mellemstore biomasse-kraftvarme anlæg.

I Vind-scenariet er mængden af biomasse til rådighed til el/fjernvarme som nævnt antaget reduceret fra 2035. Derudover er affaldskapaciteten forudsat reduceret fra 2035 og hele denne reduktion ligger i de mellemstore områder (Vestforbrænding). Disse to faktorer gør det her attraktivt at investere i varmedrevet geotermi (træflis-baseret) og solvarme. I 2050 er der i Biomasse og Vind-scenariet er varmedrevet geotermi (træflisfyret) ikke længere en mulighed, da der ikke er forudsat træ-ressourcer til rådighed til el/fjernvarme. I stedet investeres der her i solvarme og varmepumper og i Vindscenariet derudover i eldrevet geotermi.

### Små fjernvarmeområder

I de små fjernvarmeområder i regionen er fjernvarmeproduktionen samlet set primært baseret på naturgas, sekundært biomasse og en moderat mængde overskudsvarme fra industri (fra Haldor Topsøe i Frederikssund). (se Figur 11).



Figur 11. Fjernvarmeproduktion i små fjernvarmeområder i hovedstadsregionen fordelt på brændsler for de tre scenarier en optimering med gældende regulering (afgifter, tilskud og tariffer).

Fra 2025 hvor nye investeringer er gjort mulige, ses der i alle scenarier investeringer i solvarme, biomasse-kedler og varmepumper. Solvarme og varme-

pumper ses at være særligt attraktive i de små områder sammenlignet med i de mellemstore og store fjernvarmeområder. Det skyldes, at der her ikke er konkurrence med affaldsvarme eller biomassekraftvarme. At solvarme kan udgøre så store andele som vist i Figur 11 forklares af at der investeres i sæsonvarmelagre og at flere af de små områder har eksisterende/planlagte fjernvarmeforbindelser til andre fjernvarmenet.

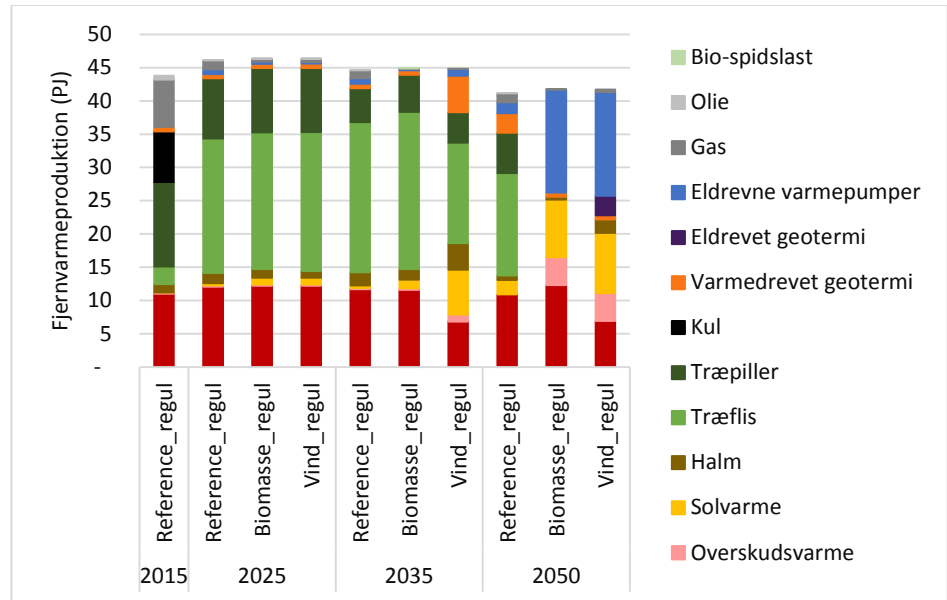
Resultaterne viser, at det er selskabsøkonomisk attraktivt at investere i 1 MW biomasse-kedler i de områder, hvor dette nyligt er tilladt<sup>14</sup>. At varmepumper spiller en større rolle i Reference-scenariet skyldes, at elprisen er lidt lavere i dette scenarie (296-344 kr./MWh i Reference-scenariet i 2035-2050 forhold til 306-393 kr./MWh i Vind og Biomasse-scenariet). Det viser, at konkurrencen mellem varmepumper og solvarme i de små områder er følsom over for elprisudviklingen. Den lidt lavere elpris i Referencen skyldes, at der her er forudsat en mindre grad af elektrificering af energisystemet; dvs. et lavere elforbrug til varmepumper, elbiler og biobrændstoffabrikker (se Tabel 1).

---

<sup>14</sup> For hovedstadsregionen omfatter dette Hundested, Vejby Tisvilde, Helsingø, Jægerspris, Skuldelev og DTU-HF.

### For regionen samlet set

Udviklingen i den samlede fjernvarmeforsyning i hovedstadsregionen i scenarierne er vist på Figur 12.

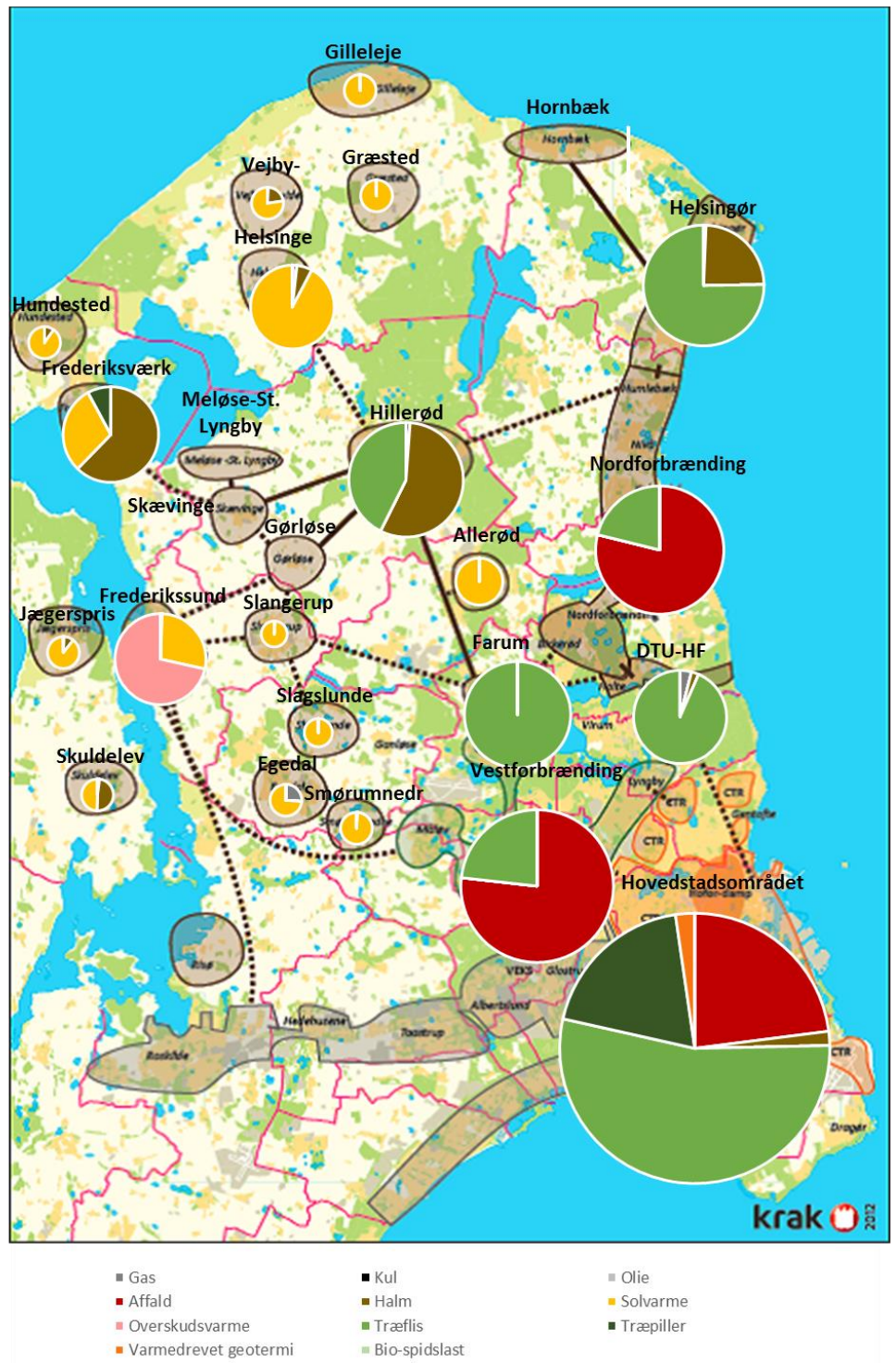


Figur 12. Fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen (inkl. hele VEKS's forsyningsområde) fordelt på brændsler for de tre scenarier i en optimering med gældende regulering (afgifter, tilskud og tariffer).

Det kan ses, at billedet som ventet minder meget om det for de store områder (hovedstadsområdet ekskl. Vestforbrænding, se Figur 9). Det skyldes naturligvis, at fjernvarmeproduktionen i hovedstadsområdet udgør så stor en del af regionens samlede fjernvarmeproduktion.

Figur 13 giver et geografisk indblik i fjernvarmeproduktionen i regionen i 2035 for Biomasse-scenariet (Biomasse\_reg). Kortet illustrer, hvordan regionens fjernvarmeproduktion kunne udforme sig på mellem lang sigt, hvis den gældende regulering fortsætter som nu og rådigheden af biomasse- og affald til fjernvarme og elproduktion ikke reduceres.



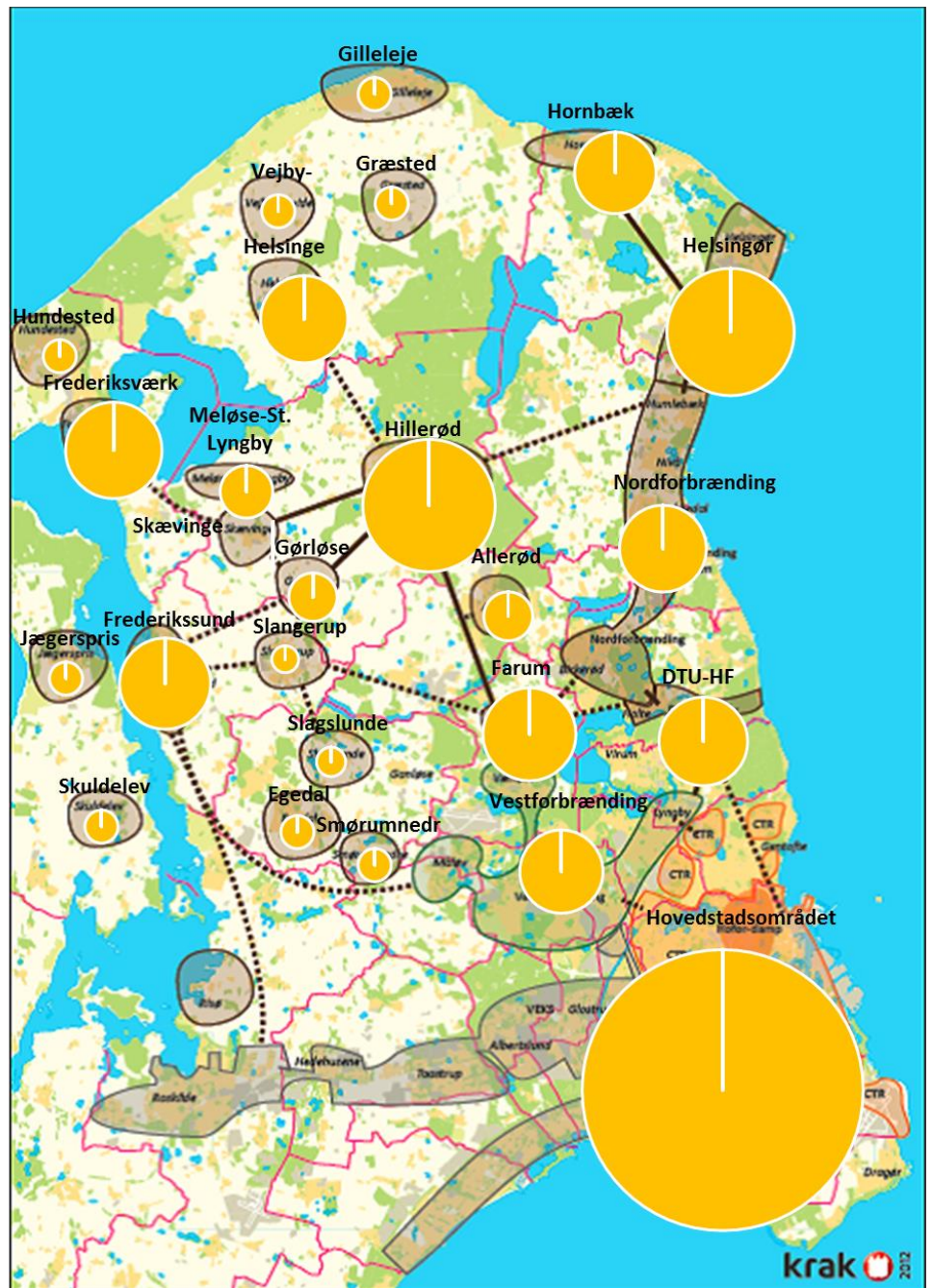


Figur 13. Geografisk illustration af modeloptimeret fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen i 2035 for scenariet *Biomasse\_reg* fordelt på brændsler. Baseret på optimering med gældende afgifter, tilskud og tariffer. NB: Størrelsen af cirkeldiagrammerne for Hovedstadsområdet og Vestforbrænding er skalleret ned for overskuelighedens skyld.

Som vist vil biomasse i dette scenarie spille en stor rolle i regionens fjernvarmeforsyning på mellemlang sigt suppleret af solvarme i de mindre fjernvarmeområder.

## **5.2 Solvarme**

Figur 9 viser, at hvis gældende regulering fortsætter som nu og hvis der på længere sigt kun bliver begrænsede mængder biomasse til rådighed til el- og fjernvarmeproduktion, vil det være selskabsøkonomisk fordelagtigt at investere i solvarme i regionen i stor skala. I Vind- og Biomasse-scenariet bidrager solvarme således med 9 PJ i 2050 svarende til ca. 20 % af fjernvarmeforsyningen på årsbasis. Resultaterne indikerer, at solvarme i dette perspektiv vil være en attraktiv investering i mange af områderne (se Figur 14).



Figur 14. Geografisk illustration af solvarmeproduktionen i hovedstadsregionen i scenariet Vind\_regul i 2050 (optimering med gældende regulering (afgifter, tilskud og tariffer). NB: Størrelsen af cirkeldiagrammerne for Hovedstadsområdet og Vestforbrænding er skalleret ned for overskuelighedens skyld.

Analysen indikerer, at det største økonomiske potentiale for solvarmeinvesteringer ligger i hovedstadsområdet (herunder VEKS) og i Hillerød og Helsingør. Det ses af Tabel 3, som viser hvor store jordarealer det mod 2050 er fordelagtigt at afsætte til solvarme i scenariet Vind\_regul (scenariet med størst solvarmeudbygning).

Forklaringen er, at VEKS, Hillerød og Helsingør både har:

- Et betydeligt landbrugsareal og dermed teknisk set et stort potentiale for solvarme
- Et stort varmegrundlag i eget fjernvarmenet og/eller via fjernvarme-forbindelser til andre områder

Tabel 3. Jordareal afsat til kollektive solvarmeanlæg i scenariet Vind\_regul i 2050 som resultat af optimeringen ud fra gældende regulering (afgifter, tilskud og tariffer).

| ha jordareal til solvarme          | 2025       | 2035         | 2050         |
|------------------------------------|------------|--------------|--------------|
| VEKS (del af hovedstadsområdet)    | -          | 485          | 485          |
| Hillerød                           | -          | 88           | 266          |
| Helsingør                          | -          | 106          | 218          |
| Frederiksværk                      | 18         | 29           | 59           |
| Farum                              | -          | 53           | 53           |
| Frederikssund                      | 9          | 13           | 47           |
| DTU-HF                             | -          | 44           | 44           |
| Nordforbrænding                    | -          | 41           | 41           |
| Helsingø                           | 30         | 38           | 40           |
| Vestforbrænding                    | -          | 34           | 34           |
| Hornbæk                            | -          | 15           | 33           |
| Smørum                             | 24         | 28           | 28           |
| Gilleleje                          | 11         | 26           | 26           |
| Hundested                          | 22         | 22           | 24           |
| Jægerspris                         | 17         | 19           | 24           |
| Taarnby (del af hovedstadsområdet) | -          | 21           | 21           |
| Græsted                            | 3          | 14           | 14           |
| Vejby Tisvilde                     | 8          | 8            | 11           |
| Meløse & St. Lyngby                | -          | 10           | 10           |
| Allerød                            | 8          | 8            | 8            |
| Gørløse                            | -          | 8            | 8            |
| Skuldelev                          | 2          | 2            | 5            |
| Slagslunde                         | 4          | 4            | 4            |
| Egedal                             | 2          | 4            | 4            |
| Slangerup                          | 3          | 3            | 3            |
| <b>Total</b>                       | <b>162</b> | <b>1.123</b> | <b>1.511</b> |

\*Der er antaget 3 gange så stort jordareal per solfangerareal.

Som nævnt i afsnit 3.3 er der forudsat et højt loft for hvor store solvarmeinvesteringer, der kan foretages; svarende til at 15 % af landbrugsarealet i hvert område afsættes. Som vist i Tabel 4 etableres der solvarme op til denne grænse i flere af områderne/kommunerne.

Tabel 4. Andel af landbrugsarealet i området/kommunen udnyttet til solvarmeanlæg i scenariet Vind\_regul i 2050 (selskabsøkonomisk optimering med gældende tilskud, afgifter og tariffer).

| Område/kommune        | Andel af landbrugsareal udnyttet til solvarme |
|-----------------------|---|
| Taarnby               | 15%   |
| DTU-HF                | 15%   |
| VEKS, Nord            | 15%   |
| VEKS, Syd             | 15%   |
| Vestforbrænding       | 15%   |
| Nordforbrænding       | 15%   |
| Allerød               | 1%  |
| Farum                 | 15%   |
| Egedal kommune        | 1%  |
| Frederikssund kommune | 1%  |
| Gribskov kommune      | 2%  |
| Halsnæs kommune       | 4%  |
| Helsingør kommune     | 15%   |

For de fjernvarmeområderne der går på tværs af kommuner (fx VEKS Nord), er det øvre loft for solvarme sat for det givne fjernvarmeområde. For de kommuner der omfatter flere fjernvarmeområder (fx Gribskov kommune) er det øvre loft sat for kommunen som helhed.

Det vil selv sagt afhænge af de lokale forhold og prioriteringer, hvor vidt en solvarmesatsning i så stor skala vil være en reel mulighed. Resultaterne indikerer at der med gældende regulering kan være økonomi i denne satsning. Dog er eventuelle meromkostninger til rørføring fra solvarmeanlæg til fjernvarmenet ikke taget i betragtning.

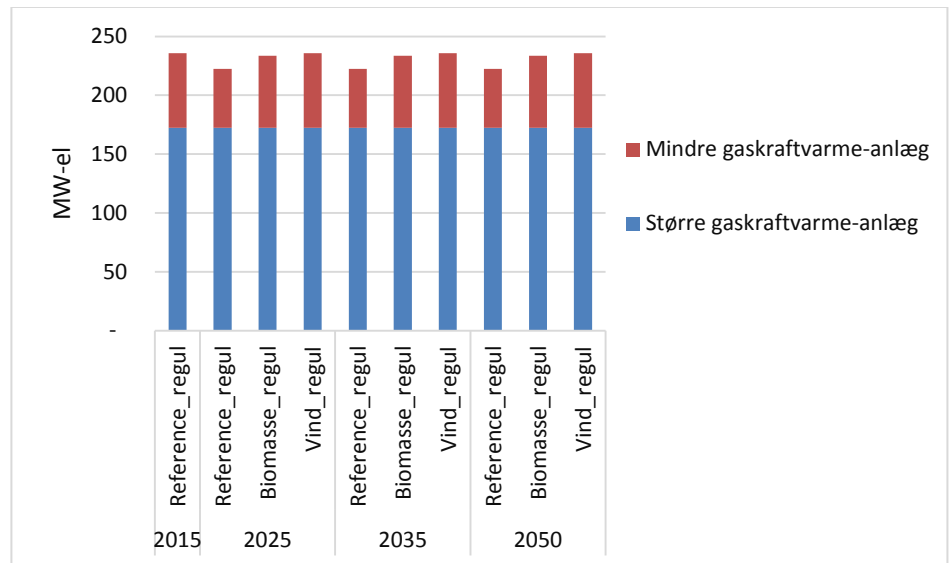
Det kan nævnes, at der i optimeringen investeres i sæsonvarmelagre i kombination med solvarmelagrene for at sikre en bedre udnyttelse af solvarmen.

### 5.3 Decentrale gas-kraftvarmeanlæg

I modellen er alle decentrale gas-kraftvarmeanlæg (gasmotorer og gasturbiner) som udgangspunkt levetidsforlænget og omkostningerne for levetidsforlængelsen er tillagt i de faste D&V omkostninger. Det er så gjort muligt at skrotte anlæggene, som en del af optimeringen. Derved undersøges det, om det bedst kan betale sig at levetidsforlænge eller skrotte anlæggene.

Figur 15 viser udviklingen i regionens samlede kapacitet af decentrale gas-kraftvarmeanlæg.





Figur 15. Elproduktionskapacitet på decentrale gaskraftvarmeanlæg i hovedstadsregionen i scenarier hvor gældende regulering er forudsat mod 2050.

Det ses, at med de forudsatte elprisudviklinger er det selskabsøkonomisk fordelagtigt at levetidsforlænge størstedelen af de decentrale gaskraftvarmeanlæg. Herunder peger resultaterne på, at alle større decentrale gaskraftvarmeanlæg bør levetidsforlænges frem mod 2050 og at størstedelen af de mindre decentrale gaskraftvarmeanlæg bør levetidsforlænges over perioden.

Resultaterne på, at det også samfundsøkonomisk er fordelagtigt at levetidsforlænge størstedelen af de decentrale gaskraftvarmeanlæg i regionen.

## 5.4 Opsamling

Hvis den gældende regulering på energiområdet (afgifter, tilskud og tariffer) fortsættes uændret vil denne selv uden VE-målsætninger fremme en fjernvarmeforsyning i regionen som på kort og lang sigt kun har en meget lille andel af fossile brændsler (naturgas og olie). Det gælder både de store, de mellemstore og de små fjernvarmeområder i regionen.

Dagens afgifter, tilskud og tariffer fremmer i høj grad biomassebaseret fjernvarmeforsyning i regionen på kort og mellemlagt sigt; dog primært i de store og mellemstore områder, hvor varmegrundlaget er tilstrækkeligt til biomassekraftvarme.

I de små fjernvarmeområder hvor biomasse-kraftvarme ikke er en reel mulighed, vil det være selskabsøkonomisk fordelagtigt at investere i solvarme og varmepumper. Konkurrencen mellem solvarme og varmepumper i de små områder vurderes at være følsom over for de fremtidige elpriser.

Hvis der på lang sigt (2035-2050) forudsættes kun mindre mængder træflis/træpiller til rådighed til el/fjernvarmeproduktion, vil varmepumper og geotermi blive selskabsøkonomisk fordelagtige og solvarme-investeringer også blive yderligere attraktive.

I dette perspektiv vil det kunne være selskabsøkonomisk fordelagtigt at etablere kollektive solvarmeanlæg i regionen i stor skala - op til 9 PJ i 2050 svarende til ca. 20 % af fjernvarmeforsyningen på årsbasis. Det forudsætter dog bl.a., at der kan afsættes tilstrækkelige jordarealer til solvarmeanlæggene. I denne analyse er der forudsat et højt øvre loft på 15 % af landbrugsarealet i hver kommune. Resultaterne indikerer, at det selskabsøkonomiske potentiale for solvarmeinvesteringer er størst i hovedstadsområdet (herunder primært i VEKS's forsyningsområde) og næststørst i Hillerød og Helsingør. Forklaringen er disse områder både har

1. Et betydeligt landbrugsareal og dermed antageligt et potentiale for solvarme og
2. Et stort varmegrundlag i eget fjernvarmenet og/eller via fjernvarme-forbindelser til andre områder.

Analysen peger imidlertid på, at solvarmeinvesteringer vil være selskabsøkonomisk fordelagtigt i mange af områderne og i optimeringen udgør solvarme relativt en stor del af fjernvarmeforsyningen i de små områder. Resultaterne indikerer, at det flere steder vil være fordelagtigt at investere i sæsonvarmelagre i tilknytning til solvarmeanlæggene.

Med de forudsatte elprisudviklinger er det fundet selskabsøkonomisk (og samfundsøkonomisk) fordelagtigt at levetidsforlænge størstedelen af de decentrale gaskraftvarmeanlæg i regionen (gasmotorer og gasturbiner).

## 6 Resultater - Samfundsøkonomisk perspektiv

Dette kapitel præsenterer resultaterne er den samfundsøkonomiske optimering, hvor der er set helt bort fra afgifter, tilskud og tarifer for energisektoren.

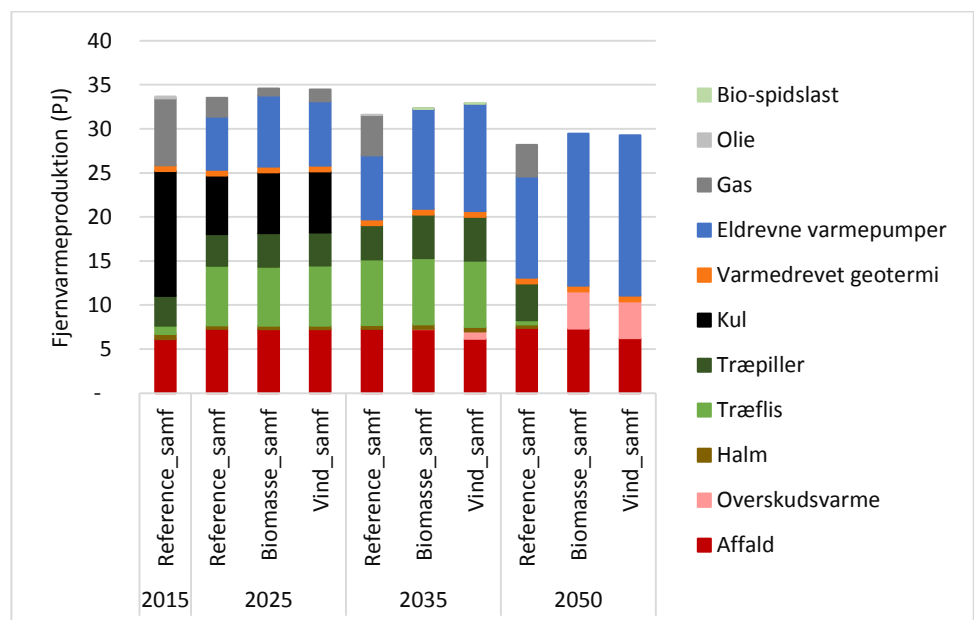
Som i kapitel 5 præsenteres det først fjernvarmeproduktionen fordelt på brændsler for de forskellige scenarier for hhv. store, mellemstore og små fjernvarmeområder i regionen.

Dernæst fokuseres på resultaterne for varmepumper, da disse spiller en væsentlig rolle i det samfundsøkonomiske perspektiv. Det vises hvilke varmekilder, det er fundet samfundsøkonomisk attraktivt at udnytte samt hvor i regionen, varmepumperne kan spille en særlig rolle.

### 6.1 Fjernvarmeproduktion fordelt på brændsler

#### Store fjernvarmeområder

Figur 16 viser, at det rent samfundsøkonomisk ville være fordelagtigt at forsatte med kulfyret produktion på Avedøreværkets blok 1 frem til 2025 og samtidig er attraktivt at bibeholde en større andel af naturgasfyret fjernvarmeproduktion. Det er dog ikke samfundsøkonomisk rentabelt at investere i ny kulfyret kapacitet. Dermed udfases kul i regionens varmeforsyning fra 2035, når levetiden for Avedøreværkets blok 1 udløber.



Figur 16. Fjernvarmeproduktion i store fjernvarmeområder i hovedstadsregionen (Hovedstadsområdet ekskl. Vestforbrænding) fordelt på brændsler for de tre scenarier i en samfundsøkonomisk optimering.

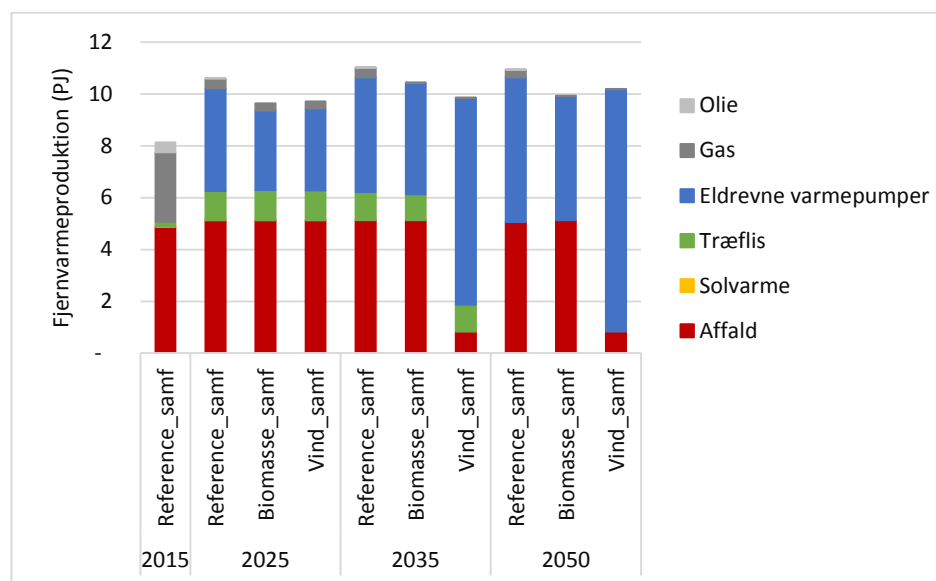


Det ses, at det er fra et samfundsøkonomisk perspektiv ville være fordelagtigt at investere i varmepumper i hovedstadsområdet, og dette allerede fra 2025; dvs. inden grundlastkapaciteten reduceres med lukningen af Avedøreværkets blok 1. I alle scenarier dominerer varmepumperne i stigende grad over perioden efterhånden som flere af de store kraftværker forudsættes lukket (først AVV1 inden 2035 og derefter AMV3 inden 2050).

Over hele perioden er det ikke samfundsøkonomisk fordelagtigt at investere i biomasse-kraftvarme. Biomassens rolle i fjernvarmeforsyningen nedtrappes således i scenarierne i takt med, at levetiden for de eksisterende og planlagte biomasseværker udløber.

### Mellemstore fjernvarmeområder

Af Figur 17 ses, at varmepumper også er samfundsøkonomisk fordelagtige i de mellemstore områder i regionen. Investering i biomasse-kraftvarme er heller ikke her samfundsøkonomisk attraktivt. Udbygningen med biomasse-baseret fjernvarmeforsyning udgøres her alene af de planlagte biomasse-kraftvarmeanlæg i Helsingør, Hillerød og Farum.

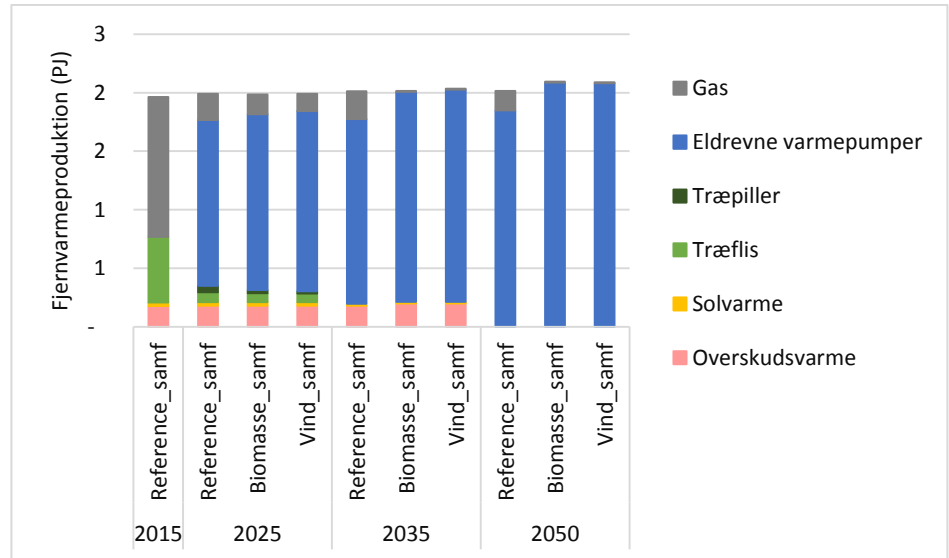


Figur 17. Fjernvarmeproduktion i mellemstore fjernvarmeområder i hovedstadsregionen (Vestforbrænding, Nordforbrænding, Helsingør, Hillerød, DTU-HF og Farum) fordelt på brændsler for de tre scenarier i en samfundsøkonomisk optimering.

### Små fjernvarmeområder

Investering i varmepumper er samfundsøkonomisk særligt attraktivt i de små fjernvarmeområder i regionen (se Figur 18). Det skyldes primært, at der ikke

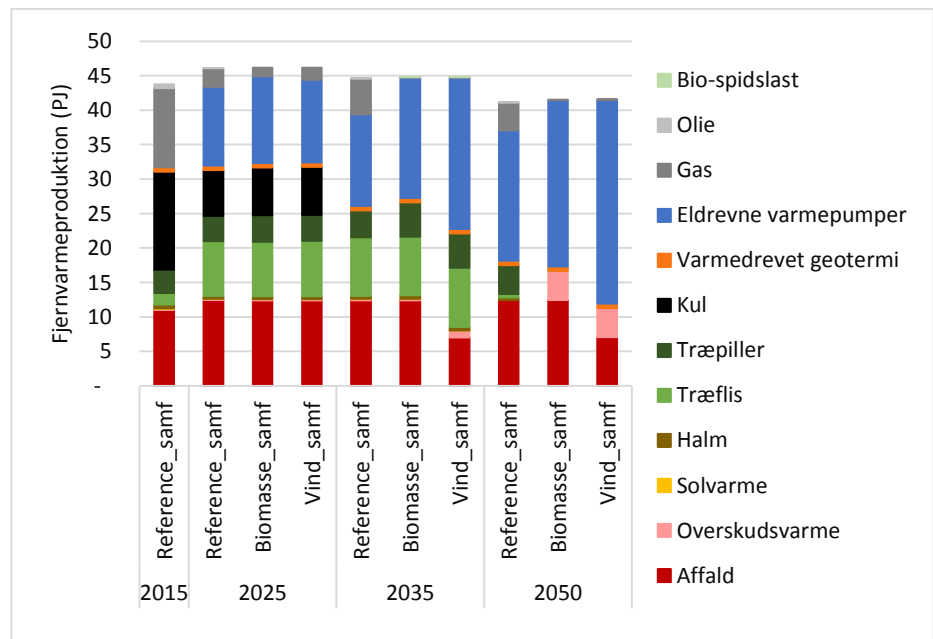
er affaldsværker i de små områder og, at varmegrundlaget er for lille til biomasse-kraftvarme.



Figur 18. Fjernvarmeproduktion i små fjernvarmeområder i hovedstadsregionen fordelt på brændsler for de tre scenarier i en samfundsøkonomisk optimering.

### Regionen samlet set

Figur 19 viser udviklingen i regionens samlede fjernvarmeproduktion i den samfundsøkonomiske optimering.

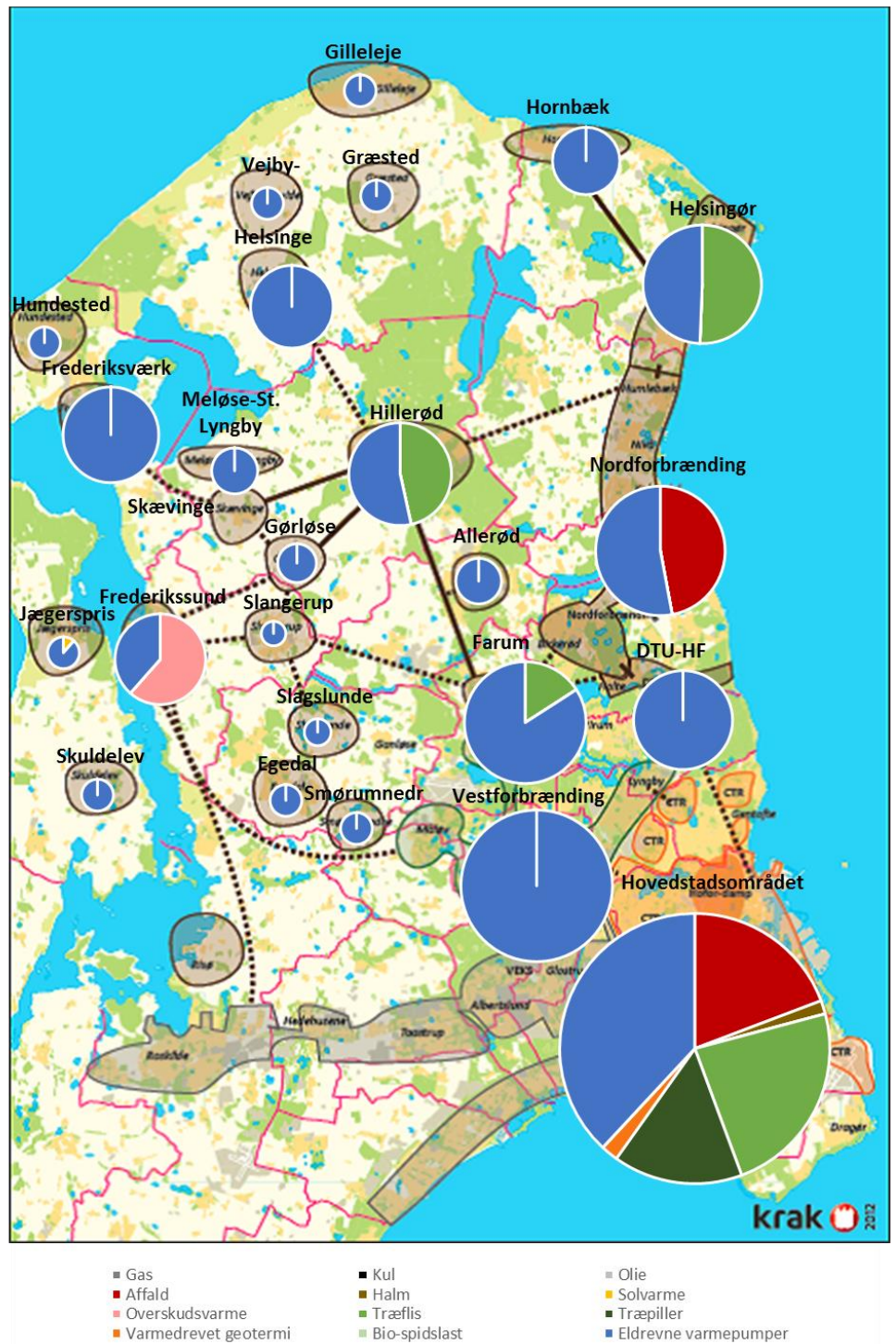


Figur 19. Fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen (inkl. hele VEKS's forsyningsområde) fordelt på brændsler for de tre scenarier i en samfundsøkonomisk optimering.

Det ses igen, at billedet i store træk er det samme som for hovedstadsområdet (ekskl. Vestforbrænding, se Figur 16). Udviklingen i scenariet *Reference\_samf* viser, at den grønne omstilling i vid udstrækning også rent samfundsøkonomisk er fordelagtigt.

Figur 20 giver et geografisk billede af fjernvarmeproduktionen i regionen i 2035 for i *Vind\_samf*.

Kortet illustrerer et bud på hvordan fjernvarmeforsyningen kunne se ud i 2035 hvis de samfundsøkonomisk optimale løsninger blev valgt, der var færre mængder biomasse og affald til rådighed til fjernvarme og elproduktion. Varmepumpernes store rolle i dette perspektiv ses her tydeligt.

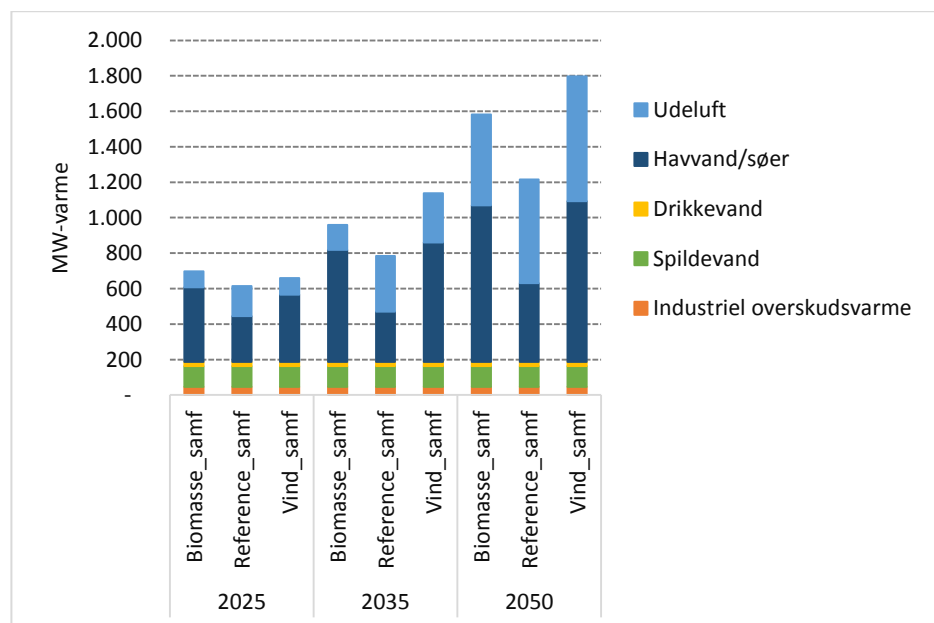


Figur 20. Geografisk illustration af modeloptimeret fjernvarmeproduktion i hovedstadsregionen i 2035 for scenariet Vind\_samfordelt på brændsler. Baseret på samfundsøkonomisk optimering; dvs. uden afgifter, tilskud og tariffer. NB: Størrelsen af cirkeldiagrammerne for Hovedstadsområdet og Vestforbrænding er skalleret ned for overskuelighedens skyld.

## 6.2 Varmepumper

I dette afsnit undersøges det hvilke varmekilder det ifølge analysen er samfundsøkonomisk fordelagtigt at udnytte til varmepumpeproduktion.

De samfundsøkonomisk rentable investeringer i varmepumper er vist på Figur 21 fordelt på varmekilder.



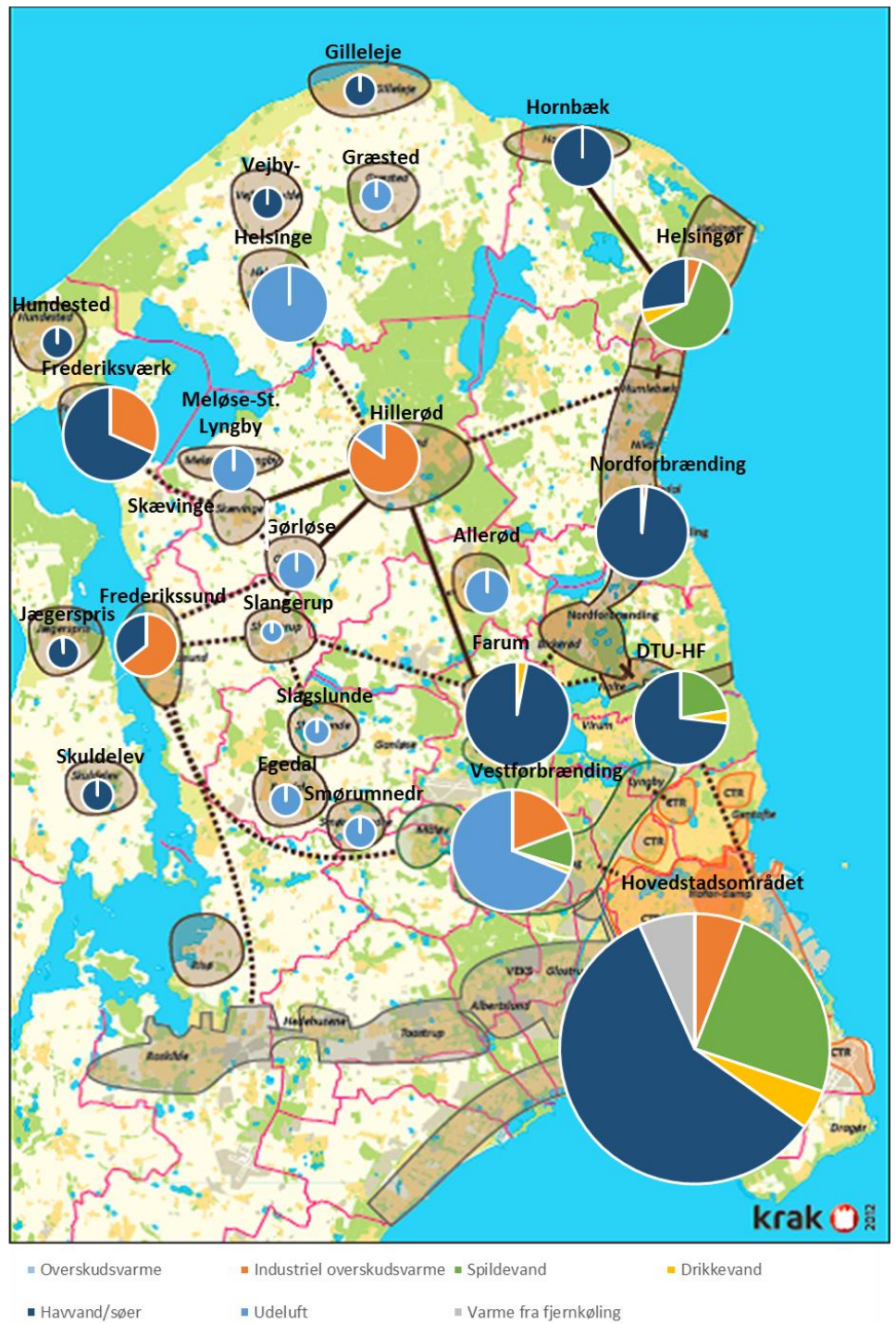
Figur 21. Investeringer i varmepumper i hovedstadsregionen (inkl. hele VEKS's forsyningsområde) fordelt på varmekilder i de tre scenarier i en samfundsøkonomisk optimering.

Analysen peger på, at det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at udnytte regionens varmepumpepotentialer fra industriel overskudsvarme (46 MW-varme), spildevand (117 MW-varme) samt drikkevand (23 MW-varme). Dertil er det fordelagtigt at etablere varmepumper baseret på havvand/søvand (ca. 500-900 MW-varme i 2050) som varmekilde de steder hvor denne varmekilde er antaget til rådighed. Dertil investeres i varmepumper baseret på udeluft (ca. 500-700 MW-varme i 2050). Der kan dog være særlige udfordringer med udeluft-baserede varmepumper omkring støj og pladskrav og virkningsgraden kan i praksis være lavere end her antaget<sup>15</sup>.

Figur 22 giver et geografisk overblik over hvordan fjernvarmeproduktionen fra varmepumper er fordelt i regionen i analysen. Der er her fokuseret på scenariet Vind\_samf i år 2025.

<sup>15</sup> COP på 2,5 i gennemsnit er antaget.





Figur 22. Fjernvarmeproduktion fra varmepumper i hovedstadsregionen i 2025 for scenariet Vind\_samfordelt på varmekilder (i alt 5,6 PJ). NB: Størrelsen af cirkeldiagrammerne for Hovedstadsområdet og Vestforbrænding er skalleret ned for overskuelighedens skyld.

De forudsatte lokale varmekildepotentialer, som er lagt til grund for analysen kan findes i Tabel 13.

### 6.3 Opsamling

Analysen peger på, at omstilling til VE i regions fjernvarmeforsyning i vid udstrækning er samfundsøkonomisk attraktivt.

Det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at investere i varmepumper i regionens fjernvarmeforsyningen – både på kort og lang sigt. Varmepumperne er særligt attraktive i de små fjernvarmeområder i regionen pga. fraværet af affaldsværker og biomase-kraftvarme i disse områder.

Blandt de mulige varmekilder til varmepumper vil det typisk være oplagt at udnytte de varmekilder, der har de højeste temperaturer først, da disse giver de højeste virkningsgrader for varmepumperne. Den samfundsøkonomiske optimering illustrerer dette og peger på, at det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at udnytte regionens varmepumpepotentialer fra både industriel overskudsvarme (46 MW-varme), spildevand (117 MW-varme) samt drikkevand fuldt ud (23 MW-varme)<sup>16</sup>.

Dertil indikerer analysen, at det er fordelagtigt at etablere varmepumper baseret på havvand/søvand som varmekilde (ca. 500-900 MW-varme i 2050) de steder, hvor denne varmekilde er antaget til rådighed. Dertil peger analysen på et samfundsøkonomisk potentiale for at investere i varmepumper baseret på udeluft (ca. 500-700 MW-varme i 2050). Der kan dog være særlige udfordringer med udeluft-baserede varmepumper omkring støj og pladskrav og virkningsgraden kan i praksis være lavere end her antaget<sup>17</sup>.

Analysen peger ikke på investering i biomasse-kraftvarme (og biomasse-kedler) som værende samfundsøkonomisk fordelagtigt. I den samfundsøkonomiske optimering bidrager biomasse-baseret varmeforsyning i regionen således kun i det omfang, at de eksisterende og planlagte biomasse-værker stadig står der.

---

<sup>16</sup> De angivne varmekapaciteter repræsenterer varmeproduktionskapaciteter for varmepumperne.

<sup>17</sup> COP på 2,5 i gennemsnit er antaget.

## 7 Økonomi

I dette kapitel estimeres de samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger for hovedstadsregionen i 2050 i de forskellige scenarier. Formålet er at undersøge, hvor vidt omkostningerne for det system, som den gældende regulering fremmer, adskiller sig fra omkostningerne for det samfundsøkonomisk optimale system. Denne sammenligning laves for både Biomasse-scenariet og Vind-scenariet. Således sammenlignes scenariet Biomasse\_samf med Biomase\_regul og scenariet Vind\_regul sammenlignes med Vind\_samf.

Der er anlagt et systemperspektiv, hvor fjernvarme og elproduktion betragtes som helhed. Dermed inkluderes de samlede omkostninger for produktion af både fjernvarme og el, og indtægterne fra elsalg indregnes.

Som en simplificering betragtes år 2050 som et øjebliksbillede kapitalomkostninger for anlæggene indregnes annuieret for de anlæg, der i analysen eksisterer i 2050. Det omfatter alle de anlæg der er investeret i frem mod 2050 og hvis levetid endnu ikke er udløbet i 2050. Der er ikke beregnet en nutidsværdi for den samlede udvikling over hele perioden frem mod 2050.

I beregningen af de annuierede kapitalomkostninger er der anvendt en real rente på 4 % og en økonomisk levetid på 25 år. Der tages dermed ikke hensyn til eventuelle forskelle i tekniske levetider for anlæggene.



Tabel 5 viser der samfundsøkonomiske omkostninger for de scenarier, der sammenlignes parvist.

Tabel 5. Samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger og indtægter for hovedstadsregionen (inkl hele VEKS- forsyningsområde) i Vind og Biomasse-scenariet for det system som fremkommer med hhv gældende regulering ("...regul") og i den samfundsøkonomiske optimering ("...samf"). Der er anlagt et systemperspektiv, hvor fjernvarme og elproduktion betragtes som helhed.

| mio. kr./år                        |                                  | Biomasse_samf | Biomasse_regul | Vind_samf    | Vind_regul   |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| Brændselsforbrug                   | Kondens                          | -             | -              | -            | -            |
|                                    | Kraftvarme/kedler                | 6             | 41             | 7            | 244          |
|                                    | Eldrevet varme                   | 829           | 563            | 1.020        | 559          |
| Variabel D&V                       | Kondens                          | -             | -              | -            | -            |
|                                    | Kraftvarme/kedler/eldrevet varme | 11            | 11             | 13           | 25           |
| CO2                                | Kondens                          | -             | -              | -            | -            |
|                                    | Kraftvarme/kedler                | -             | -              | -            | -            |
| Affald                             | Affaldsvarme                     | 1.095         | 1.082          | 605          | 592          |
|                                    | Mellemdeponi                     | -             | -              | -            | -            |
| Samfundsøkonomisk eltarif          |                                  | 419           | 256            | 521          | 290          |
| Fast D&V                           |                                  | 888           | 1.148          | 602          | 870          |
| Kapitalomkostninger                |                                  | 705           | 1,826          | 773          | 2.075        |
| Elsalg                             | Kondens                          | -             | -              | -            | -            |
|                                    | Kraftvarme                       | 85            | 108            | 86           | 305          |
| <b>Totale omkostninger (netto)</b> |                                  | <b>3.868</b>  | <b>4.819</b>   | <b>3.456</b> | <b>4.351</b> |
| Variable omkostninger              |                                  | 2.275         | 1.845          | 2.081        | 1.406        |
| Faste omkostninger                 |                                  | 1.593         | 2.974          | 1.375        | 2.945        |

Kapitalomkostninger er kun beregnet for nye anlæg, da afskrivninger på eksisterende/planlagte anlæg er ens for alle scenarierne.

Det ses, at omkostningen ved scenariet Biomasse\_regul er knap 1 mia. kr/år højere end omkostningen for scenariet Biomasse\_samf. Tilsvarende er Vind\_regul omtrent 1 mia kr./år dyrere end scenariet Vind\_samf. Forskellen svarer ca. til 25 kr./GJ varme<sup>18</sup>. Den gældende regulering fremmer således en fjernvarmeforsyning i regionen, som er betydeligt dyrere end det, der samfundsøkonomisk ville være mest fornuftigt.

Sammenligningen er tydeliggjort i Tabel 6, som viser forskellene mellem scenarier.

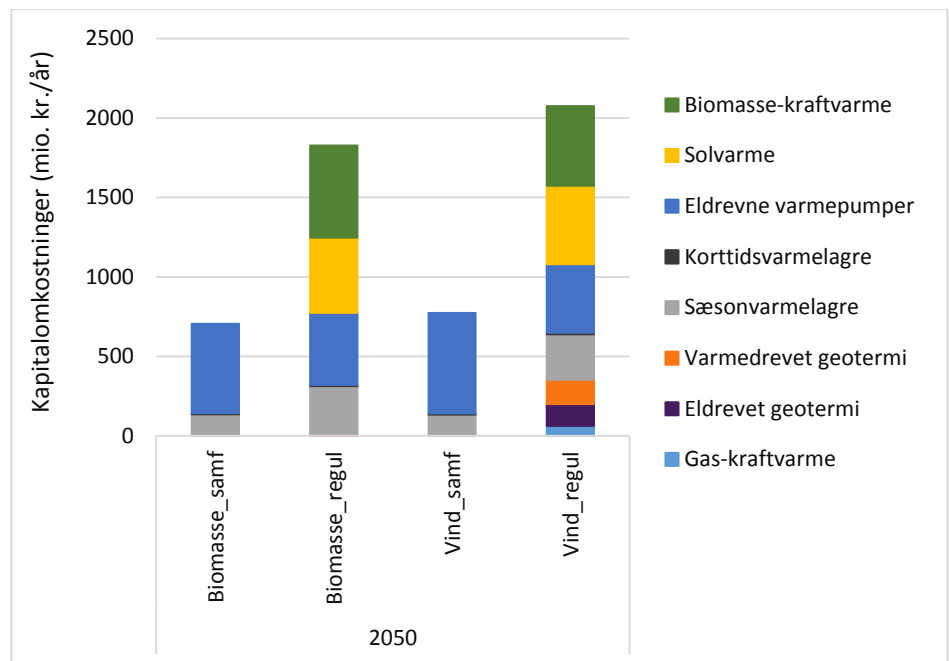
<sup>18</sup> Regionens samlede fjernvarmedækning i 2050 forventes at være ca. 40 PJ.

Tabel 6. Forskelle i samfundsøkonomiske varmeproduktionsomkostninger og indtægter for hovedstadsregionen i 2050 (inkl hele VEKS- forsyningsområde) mellem det system som fremkommer med hhv gældende regulering ("...regul") og i den samfundsøkonomiske optimering ("...samf"). Der er anlagt et systemperspektiv, hvor fjernvarme og elproduktion betragtes som helhed.

| mio. kr./år                        |                                  | Biomasse   | Vind       |
|------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|
| Brændselsforbrug                   | Kondens                          | -          | -          |
|                                    | Kraftvarme/kedler                | 35         | 237        |
|                                    | Eldrevet varme                   | -267       | -461       |
| Variabel D&V                       | Kondens                          | -          | -          |
|                                    | Kraftvarme/kedler/eldrevet varme | 0          | 13         |
|                                    |                                  |            |            |
| CO2                                | Kondens                          | -          | -          |
|                                    | Kraftvarme/kedler                | -          | -          |
| Affald                             | Affaldsvarme                     | -13        | -13        |
|                                    | Mellemdæponi                     | -          | -          |
| Samfundsøkonomisk eltarif          |                                  | -163       | -231       |
| Fast D&V                           |                                  | 260        | 268        |
| Kapitalomkostninger                |                                  | 1.121      | 1,301      |
| Elsalg                             | Kondens                          | -          | -          |
|                                    | Kraftvarme                       | 23         | 219        |
| <b>Totale omkostninger (netto)</b> |                                  | <b>951</b> | <b>895</b> |
| Variable omkostninger              |                                  | -430       | -675       |
| Faste omkostninger                 |                                  | 1.381      | 1,570      |

Af Tabel 6 ses, at meromkostningen primært skyldes højere kapitalomkostninger. Det omfatter særligt investeringer i geotermi, biomasse-kraftvarme, solvarme, sæsonvarmelagre og gas-kraftvarme (se Figur 23). Som vist i Tabel 6 nederst, står de faste omkostninger ikke mål med besparelsen i de variable omkostninger. De resulterer i højere samlede samfundsøkonomiske omkostninger.

Den meromkostning der estimeres er dog særligt høj, idet modellen ikke kan se frem i tiden og derfor fx investerer i biomasse-kraftvarme frem til 2035 selvom biomasse udfases helt i el og fjernvarmeforsyningen 15 år efter i 2050.



Figur 23. Annuserede kapitalomkostninger for nye anlæg i hovedstadsregionen i 2050 i de forskellige scenarier.

## 8 Bilag: Forudsætninger

### 8.1 Fjernvarmeområder i hovedstadsregionen

Tabel 7. Oversigt over hvordan fjernvarmeområderne i hovedstadsregionen er kategoriseret i analysen.

| Størrelseskategori            | Fjernvarmeområder herunder  |
|-------------------------------|---|
| Store fjernvarmeområder       | CTR, VEKS og HOFORs forsyningsområde (Hovedstadsområdet ekskl. Vestforbrænding)   |
| Mellemstore fjernvarmeområder | Vestforbrænding<br>Nordforbrænding<br>Hillerød<br>Helsingør<br>DTU-HF<br>Farum  |
| Små fjernvarmeområder         | Frederikssund<br>Frederiksværk<br>Gilleleje<br>Vejby Tisvilde<br>Allerød<br>Gørløse<br>Helsingø<br>Meløse- St.Lyngby<br>Skævinge<br>Slagslunde<br>Slangerup<br>Hornbæk<br>Egedal<br>Græsted<br>Hundested<br>Jægerspris<br>Skuldelev<br>Smørum |

## 8.2 Brændselspriser

Tabel 8. Brændselspriser forudsat i analysen.

| kr./GJ                                | 2015 | 2025 | 2035 | 2050 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| Affald*                               | -24  | -24  | -24  | -24  |
| Kul                                   | 18   | 26   | 26   | 26   |
| Halm                                  | 43   | 47   | 52   | 57   |
| Træflis                               | 50   | 55   | 60   | 67   |
| Biogas fra restprodukter              | 52   | 52   | 52   | 52   |
| Naturgas                              | 55   | 73   | 77   | 85   |
| Træpiller                             | 67   | 71   | 74   | 79   |
| Fuelolie                              | 76   | 114  | 127  | 149  |
| Biogas fra energiafgrøder             | 77   | 77   | 77   | 77   |
| Letolie                               | 104  | 142  | 155  | 178  |
| Bio-olie                              | 104  | 142  | 155  | 178  |
| Biogas fra energiafgrøder, opgraderet | 155  | 155  | 155  | 155  |
| Bio-spidslast (VE-gas)                | 155  | 155  | 155  | 155  |
| Bio-spidslast (bio-olie)              | 171  | 209  | 221  | 244  |
| Biogas fra restprodukter, opgraderet  | 183  | 183  | 183  | 183  |

Kilde: Forwards på kort sigt, konvergens til de langsigtede brændselspriser i IEAs World Outlook (2013) i 2035 (New Policies scenario). Affaldsprisen er sat svarende til modtagegebyret på 250 kr./ton for forbrænding af affald.

## 8.3 CO<sub>2</sub>-pris

Tabel 9. CO<sub>2</sub>-kvote prisudvikling forudsat i analysen.

|      | Kr./ton |
|------|---------|
| 2015 | 41      |
| 2020 | 44      |
| 2025 | 82      |
| 2030 | 146     |
| 2035 | 238     |
| 2050 | 363     |

Kilde: Forwards på kort sigt og konvergens til CO<sub>2</sub>-priser i IEAs World Energy Outlook 2013 i 2035 (New Policies scenario).

## 8.4 Elpris

Tabel 10. Gennemsnitlig elpris i Østdanmark (simpelt gennemsnit) i de forskellige scenarier. Elprisen er et resultat af den økonomiske optimering i hvert scenarie og udtrykker de marginale elproduktionsomkostninger i systemet.

|                 | 2015 | 2025 | 2035 | 2050 |
|-----------------|------|------|------|------|
| Reference_regul | 292  | 296  | 379  | 344  |
| Reference_samf  | 301  | 325  | 385  | 353  |
| Biomasse_regul  |      | 306  | 385  | 393  |
| Biomasse_samf   |      | 340  | 391  | 386  |
| Vind_regul      |      | 306  | 392  | 387  |
| Vind_samf       |      | 340  | 398  | 389  |

Elpriserne udtrykker de marginale elproduktions-omkostninger i energimodellen og kan derfor variere fra scenarie til scenarie.

## 8.5 Vigtigste forudsætninger omkring eksisterende og planlagte produktionsanlæg

- Hovedstadsområdet
  - Ombygning af AMV3 til flis og AVV1 til træpiller før 2020
  - Nyt affaldsanlæg på Amager Ressource Center (ARC)
- Øvrige områder
  - Ny ovn hos Nordforbrænding, lukning af tre gamle
  - Hillerød: fliskraftvarme (25 MW varme, før 2020)
  - Helsingør: fliskraftvarme (54 MW varme, før 2020)
  - Farum: flis-kraftvarme (16 MW varme, før 2020)

## 8.6 Data for investering i varmeproduktionsteknologier

Tabel 11. Teknologidata for de varmeproduktionsteknologier som modellen kan investere i.

|  | Elvirkningsgrad, modtryk | Totalvirkningsgrad | Investering (mio.kr. /MW-el) | Investering (mio. kr. /MW-varme) | Fast D&V (1000 kr. /MW-el) | Variabel D&V (kr./MWh) |
|--|--------------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Træpillekraftvarme, stor, udtag          | 0,412                    | 0,90               | 16,1                         | 13,7                             | 488                        | 17                     |
| Træfliskraftvarme, stor, modtryk         | 0,365                    | 1,03               | 19,8                         | 10,9                             | 488                        | 17                     |
| Træfliskraftvarme, stor, udtag           | 0,365                    | 1,03               | 16,3                         | 12,8                             | 488                        | 17                     |
| Træfliskraftvarme, mellem, modtryk       | 0,290                    | 1,06               | 31,7                         | 11,9                             | 542                        | 21                     |
| Halmkraftvarme, mellem, modtryk          | 0,290                    | 1,01               | 31,7                         | 12,8                             | 542                        | 21                     |
| Elvarmepumpe                             | -                        | 2,90               | -                            | 5,0                              | 14*                        | 2                      |
| Elvarmepumpe, industriel over-skudsvarme | -                        | 4,0***             | -                            | 5,0                              | 14*                        | 2                      |
| Elvarmepumpe, spildevand                 | -                        | 3,2***             | -                            | 5,0                              | 14*                        | 2                      |
| Elvarmepumpe, drikkevand                 | -                        | 3,1***             | -                            | 5,0                              | 14*                        | 2                      |
| Elvarmepumpe, havvand/søer               | -                        | 2,9***             | -                            | 6,0                              | 14*                        | 2                      |
| Elvarmepumpe, udeluft                    | -                        | 2,5***             | -                            | 5,0                              | 14*                        | 2                      |
| Geotermi, eldrevet                       | -                        | 4,4***             | -                            | 19,0                             | 135*                       | 19                     |
| Geotermi, varme-drevet (flisfyret)       | -                        | 2,1                | -                            | 14,0                             | 278*                       | 12**                   |
| Elpatron                                 | -                        | 0,99               | -                            | 0,6                              | 0*                         | 5                      |
| Solvarme, kollektive anlæg               | -                        | 1,00               | -                            | 1530****                         | -                          | 4,5                    |

\* Pr. MW varme.

\*\*Inkl. el til pumpedrift.

\*\*\*Coefficient of Performance (COP, dvs. varmeoutput per el-input).

For nogle teknologier er der forudsat moderat teknologiudvikling fra 2020 til 2030 baseret på Energistyrelsens teknologikatalog.

\*\*\*\*For solvarme angivet i kr./m<sup>2</sup> solfanger.



## 8.7 Mulige investeringer afhængig af fjernvarmeområdets størrelse

Tabel 12. Mulige investeringer i produktionsteknologier og varmelagre i modellen afhængig af fjernvarmeområdets størrelse.

|   |  |
|---|--|
| Centrale kraftværkspladser<br>(Avedøre, Amager)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stor biomassekraftvarme modtryk og udtag</li> <li>• Naturgas kraftvarme kombianlæg (CC)</li> <li>• Naturgas kraftvarme motor</li> <li>• Biogas kraftvarme</li> <li>• Varmepumper*</li> <li>• Eldrevet/varmedrevet geotermi,</li> <li>• Solvarme*</li> <li>• Kedler</li> <li>• Varmelagre</li> </ul> |
| Større decentrale områder<br>(VF, KARA, KKV, Hillerød, DTU-Holte, Nordforbrænding, Helsingør) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mellemstor biomassekraftvarme</li> <li>• Naturgas kraftvarme kombianlæg (CC)</li> <li>• Naturgas kraftvarme motor</li> <li>• Biogas kraftvarme</li> <li>• Eldrevet/varmedrevet geotermi,</li> <li>• Solvarme</li> <li>• Kedler</li> <li>• Varmelagre</li> </ul>                                     |
| Mindre, decentrale områder<br>(øvrige områder)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturgas kraftvarme motor</li> <li>• Biogas kraftvarme</li> <li>• Varmepumper</li> <li>• Solvarme</li> <li>• Kedler</li> <li>• Varmelagre</li> </ul>  |

\*Investering i solvarme og varmepumper er dertil gjort muligt i de øvrige dele af i hovedstadsområdet, hvor der er et potentiale herfor.

## 8.8 Varmepumpe-potentialer

Tabel 13. Forudsatte varmepumpepotentialer opdelt på fjernvarmeområder og varmekilder.

|  | Varmepumpe-potentialer (MW varme output fra varmepumper) |            |            |              |            |
|--|--|------------|------------|--------------|------------|
|  | Industriel<br>overskudsvarme                             | Spildevand | Drikkevand | Havvand/søer | Udeluft    |
| <b>Hovedstadsområdet (inkl. hele VEKS)</b> |  |            |            |              |            |
| Amager                                     | 7.2  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Brønshøj, Husum og Vanløse                 | 0.7  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Frederiksberg og Nørrebro                  | 4.1  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Gladsaxe og Gentofte                       | -  | -          | 1.0        | ubegrænset   | ubegrænset |
| Taarnby                                    | -  | 7.0        | -          | -            | ubegrænset |
| Valby                                      | 2.5  | 27.0       | -          | -            | ubegrænset |
| Konverteringsområde Nord i Kbh             | -  | -          | 18.0       | ubegrænset   | ubegrænset |
| Konverteringsområde Syd i Kbh              | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Østerbro                                   | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Nordhavn                                   | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Avedøreværket                              | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Amagerværket                               | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Lynetten                                   | -  | 60.0       | -          | -            | ubegrænset |
| VEKS Nord                                  | 3.3  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| VEKS Vest                                  | 1.7  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| KARA                                       | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Køge kraftvarmeværk                        | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| <b>Mellemstore områder</b>                 |  |            |            |              |            |
| Vestforbrænding                            | 11.5   | 7.0        | 1.0        | -            | ubegrænset |
| Nordforbrænding                            | 0.3  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Hillerød                                   | 5.0  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Helsingør                                  | 0.8  | 11.0       | 1.0        | ubegrænset   | ubegrænset |
| DTU-HF                                     | 0.0  | 5.0        | 1.0        | ubegrænset   | ubegrænset |
| Farum                                      | -  | -          | 1.0        | ubegrænset   | ubegrænset |
| <b>Små områder</b>                         |  |            |            |              |            |
| Frederikssund                              | 4.0  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Frederiksværk                              | 5.0  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Gilleleje                                  | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Vejby Tisvilde                             | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Allerød                                    | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Gørløse                                    | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Helsingør                                  | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Meløse- St.Lyngby                          | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Skævinge                                   | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Slagslunde                                 | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Slangerup                                  | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Hornbæk                                    | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Egedal                                     | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Græsted                                    | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| Hundested                                  | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Jægerspris                                 | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Skuldelev                                  | -  | -          | -          | ubegrænset   | ubegrænset |
| Smørum                                     | -  | -          | -          | -            | ubegrænset |
| <b>Total</b>                               | <b>46</b>  | <b>117</b> | <b>23</b>  |              |            |

Kilde: "Lokale vedvarende energiressourcer - Potentiale vurdering til Energi på Tværs".



**KKR**

HOVEDSTADEN



Ea Energianalyse



Region  
Hovedstaden

**COWI**

Udgiver: Gate 21  
Udgivet: Juni 2015  
Layout: Kasper Lavlund Bornø Jensen  
For- og bagside foto: Søren Osgood

