



Aalborg Universitet

**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

## **Baggrundsrapport vedrørende energistrategi for Mariagerfjord kommune**

Sperling, Karl; Hvelplund, Frede Kloster; Nielsen, Steffen; Lehmann, Martin; Madsen, Kristian Brun; Sejbjerg, Alexander Kousgaard

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Sperling, K., Hvelplund, F. K., Nielsen, S., Lehmann, M., Madsen, K. B., & Sejbjerg, A. K. (2015). Baggrundsrapport vedrørende energistrategi for Mariagerfjord kommune. Institut for Planlægning, Aalborg Universitet. (ISP-Skriftserie; Nr. 2015-02).

### **General rights**

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

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

### **Take down policy**

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



## BAGGRUNDSRAPPORT VEDRØRENDE ENERGISTRATEGI FOR MARIAGERFJORD KOMMUNE



**BAGGRUNDSRAPPORT VEDRØRENDE  
ENERGISTRATEGI FOR MARIAGERFJORD  
KOMMUNE**

August, 2015

© Forfatterne

Aalborg Universitet, Institut for Planlægning

Karl Sperling

Frede Hvelplund

Steffen Nielsen

Martin Lehmann

Kristian Brun Madsen

Alexander Kousgaard Sejbjerg

**Aalborg Universitet  
Institut for Planlægning**

**Udgiver:**

Institut for Planlægning  
Aalborg Universitet  
Vestre Havnepromenade 5  
9000 Aalborg

SKRIFT *SERIEN* Nr. 2015-02

ISSN 1397-3169-pdf

**Billeder til layoutet:**

<http://www.visitmariagerfjord.dk/danmark/ferielandet-mariager-fjord-i-billeder>

[https://www.flickr.com/photos/walter\\_johannesen/9565705666/in/photostream/](https://www.flickr.com/photos/walter_johannesen/9565705666/in/photostream/)

<https://www.flickr.com/photos/79019552@N07/8096810164/>

<https://www.flickr.com/photos/38947713@N08/3907087414>

[https://www.flickr.com/photos/walter\\_johannesen/8208688148](https://www.flickr.com/photos/walter_johannesen/8208688148)

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond  
for Regionaludvikling



Vi investerer i din fremtid

# Baggrundsrapport vedrørende energistrategi for Mariagerfjord kommune

Karl Sperling, Frede Hvelplund, Martin Lehmann, Steffen Nielsen, Kristian Brun Madsen, Alexander Kousgaard Sejbjerg, Institut for Planlægning, Aalborg Universitet (AAU)

## Indholdsfortegnelse

Indledning.....	4
1. Del: Energiscenarier for 2050 og Beskæftigelsesvirkninger.....	4
1.1. Energiscenarier .....	4
1.1.1. Scenariernes struktur og formål .....	4
1.1.2. Referencescenarie 2010.....	5
1.1.3. Referencescenarie 2020.....	7
1.1.4. Potentialer for energieffektivisering, energiresourcer og teknologier i 2050 scenarierne .....	10
1.1.5. Basisscenarie 2050 og Alternativscenarie 2050 .....	14
1.1.6. Samfundsøkonomiske resultater af scenarierne .....	18
1.2. Beskæftigelsesvirkninger .....	19
1.2.1. Beskæftigelsesvirkninger i Mariagerfjord kommune af Alternativ scenariet 2050.....	19
1.3. Sammenfatning og diskussion .....	21
Referencer .....	23
Bilag I Fjernvarmeudvidelser i 2050 scenarierne .....	25
Bilag II Kort over fjernvarmeudvidelser beregnet i Varmeatlasset .....	26
Bilag III Økonomiske nøgletal og forudsætninger i energiscenarierne .....	27
Bilag IV Overordnede principper for fremtidens brændsler i transportsektoren .....	33
Bilag V Omlægninger i transportsektoren .....	34
Bilag VI Beskæftigelsesvirkninger: antagelser og resultater.....	35

## **Indledning**

Institut for Planlægning ved Aalborg Universitet gennemførte i perioden september 2013 til maj 2014 i samarbejde med Mariagerfjord Kommune delprojektet "Strategisk Energiplanlægning i Mariagerfjord Kommune" under det Regionalfonds finansierede projekt Nordjyske Bioenergi-modeller.

Med henblik på at synliggøre mulighederne for og potentialerne i en energiforsyning baseret 100% på vedvarende energikilder i 2050, bestod arbejdet på den ene side i at opstille og analysere energiscenarier for kommunens energisystem, og på den anden at igangsætte en dialog, samarbejde med samt vurdering af industriens rolle heri.

Scenarierne blev udviklet i samarbejde med en gruppe af kommunens klima- og energieksperter samt repræsentanter fra kommunens energiorganisationer. Arbejdsgruppen bestod af Jørgen Basballe, Inger Taylor, Rita Mogensen, Orla Huulgaard Jørgensen, Knud Erik Jensen (alle Mariagerfjord Kommune), Mikael Kau (Cemtec), Hanne Thomsen (Gasmuseet Hobro) samt rapportens forfattere. Udviklingen af scenarierne er foregået gennem løbende arbejdsgruppemøder og opdateringer af analyserne i projektperioden. Analysen af scenarierne består af en teknisk-samfundsøkonomisk analyse og en analyse af beskæftigelsesvirkningerne.

Industriens rolle, her forstået som Mariagerfjords 8 - 12 største erhvervsdrivende energiforbrugere, blev belyst gennem indgående dialog og dataindsamling på potentialer i forhold til energieffektivisering, symbiose, omlægning til vedvarende energi, m.v., samt vurdering og prioritering af indsatsområder. Dette tog udgangspunkt i energiscenarierne og formålet var blandt andet at etablere en fællesforståelse interessenter imellem omkring virksomhedernes rolle i fremtidens 100% vedvarende energisystem i kommunen.

Resultaterne fra delprojektet rapporteres i to projektrapporter samt en kort syntetisering. Alle tre udgives i Institutets skriftserie i løbet af 2015 og 2016.

Denne baggrundsrapport redegør for del 1: Energiscenarierne og en vurdering af de afledte beskæftigelsesvirkninger.

## **1. Del: Energiscenarier for 2050 og Beskæftigelsesvirkninger**

### **1.1. Energiscenarier**

#### ***1.1.1. Scenariernes struktur og formål***

Formålet med energiscenarierne er at vise, hvordan et 100% vedvarende energi (VE) system for Mariagerfjord Kommune (MFK) i 2050 kan se ud. Til det formål indgår to scenarier i analyserne: "Basisscenarie 2050" og "Alternativscenarie 2050". Begge viser mulige systemkonfigurationer for et 100% VE system. Andre 100% VE systemsammensætninger er tænkelige - disse to eksempler er valgt ud fra arbejdsgruppens vurdering af hvad de lokale ønsker og muligheder vil være i MFK.

Scenarieanalysen tager udgangspunkt i et "Referencescenarie" for året 2010. Dette er baseret på MFKs "Energiregnskab" for 2010, udarbejdet af PlanEnergi (PlanEnergi 2012). Desuden indgår et "Referencescenarie 2020" i analysen. Dette scenarie skal synliggøre den sandsynlige udvikling i MFKs energisystem i de kommende år med udgangspunkt i de beslutninger, som er truffet i perioden 2010-2014. Scenariet skal blandt andet hjælpe med at illustrere i hvilket omfang MFK er på vej til den foreslåede 100% VE forsyning, som vises i de to 2050 scenarier.

Alle scenarierne omfatter det samlede brændselsforbrug i el-, varme- og transportsektoren<sup>1</sup>. I 2050 scenarierne søges hele energiforsyningen dækket med lokale ressourcer, som kan findes inden for kommunens grænser. I denne forbindelse følger 2050 scenarierne ikke nødvendigvis de nuværende politiske rammer ift. hvilke teknologier som er attraktive at vælge i øjeblikket, men blot det langsigtede mål om at være uafhængig af fossile brændsler i 2050. Scenarierne er modelleret ud fra en teknisk tilgang, der søger at minimere brændselsforbruget i systemet ved blandt andet at øge integrationen af fluktuerende energikilder.

Et vigtigt grundlag for analysen var, at biomassepotentialet både nationalt og i Mariagerfjord Kommune er begrænset og brugen af biomasse derfor skulle optimeres. Det har derfor været hensigten at frigøre biomasseressourcer til de anvendelser (f.eks. tung transport og procesindustri), hvor der stadig mangler (omkostningseffektive) brændselsalternativer (til biobrændsler). Dette har stort set betydet, at biomassebehovet i varmforsyningen er blevet reduceret til et minimum i 2050 scenarierne, hvilket også svarer til anbefalingerne i en række nationale energisystemscenarier (Lund et al. 2011a, Energistyrelsen 2014).

Den tekniske og samfundsøkonomiske analyse af scenarierne er blevet gennemført i analysemodellen "EnergyPLAN"<sup>2</sup>, som er udviklet på AAU. Formålet med modelleringen i EnergyPLAN er blandt andet at sikre at der kan opretholdes en balance i el- og varmforsyningen i hver time af et år, f.eks. i 2050, således at der er forsyningssikkerhed i systemet på timebasis. Samtidigt skulle el-import/-eksport og gas-import/-eksport være i balance på årsbasis for at sikre at MFK kan være "selvforsynende på årsbasis", og f.eks. ikke bliver nettoimportør af energi fra resten af Danmark eller andre lande.

For at kunne lave en samfundsøkonomisk sammenligning af scenarierne er der anvendt 2030-investerings-, -driftsomkostninger, -brændselspriser og -CO<sub>2</sub>-priser i alle scenarierne. For 2010 og 2020 scenarierne kan det forstås således, at disse vedligeholdes i deres nuværende sammensætning frem til 2050 med de nødvendige reinvesteringer i eksisterende infrastruktur, som f.eks. kan ligge i 2030. For 2050 scenarierne vil investeringerne ske løbende frem til 2050, hvorfor 2030 kan være et godt midtpunkt mellem 2010 og 2050.

### **1.1.2. Referencescenarie 2010**

Reference-energisystemet, jf. Energiregnskabet for 2010 (PlanEnergi 2012), er modelleret i EnergyPLAN for at validere at værktøjet tilstrækkeligt kan afspejle Mariagerfjord kommunes energisystem. Resultaterne fremgår af nedestående tabel.

Tabel 1. Validering af reference-energisystemet for 2010 i EnergyPLAN.

---

<sup>1</sup> Disse forbrugstal fremgår af PlanEnergis Energiregnskab 2010 og baserer sig delvist på faktiske forbrugstal målt i kommunen, hvor disse data var tilgængelige, f.eks. varmeværkernes brændselsforbrug. Andre forbrugstal, såsom f.eks. transportens brændselsforbrug er opgjort ved hjælp af nationale gennemsnitstal og statistiske data.

<sup>2</sup> <http://www.energyplan.eu/>

Mariagerfjord	Kommune	Energiregnskab 2010, Planenergi [GWh/år]	EnergyPLAN 2010 [GWh/år]
<b>Behov</b>			
	Diesel (inkl. JP1)	368,3	368,3
	Benzin	159,6	159,6
	Biobrændsler	2,8	2,8
	<b>Transport Sum</b>	<b>530,7</b>	<b>530,7</b>
	Indiv. kedler olie	81,9	81,9
	Indiv. kedler naturgas	57,8	57,8
	Indiv. kedler biomasse	176,8	176,8
	Indiv. solfangere	1,7	1,7
	<b>Individuel Sum</b>	<b>318,3</b>	<b>318,3</b>
	Industri olie	11,9	11,9
	Industri naturgas (inkl. LPG og KV værker)	745,3	745,3
	Industri biomasse	9,1	9,1
	Industri kul+koks	94,1	94,1
	<b>Industri Sum</b>	<b>860,4</b>	<b>860,4</b>
	Varmeværker (inkl. affaldsforbrænding)	143,9	143,9
	Lokal kraftvarme	0,0	0,0
	Decentral kraftvarme	42,2	42,2
	<b>Fjernvarmebehov Sum</b>	<b>186,1</b>	<b>186,1</b>
	<b>Elbehov (inkl. nettab, elvarme, elpatron + VP)</b>	<b>371,2</b>	<b>371,2</b>
<b>Brændsel (type)</b>			
	Overskudsvarme	0,0	0,0
	Kul	94,1	94,1
	El import *)	108,7	116,8
	El import netto	108,7	111,1
	<b>Kul (inkl. elimport)</b>	<b>365,8</b>	<b>371,7</b>
	<b>Naturgas</b>	<b>898,6</b>	<b>898,6</b>
	Benzin/diesel	528,0	527,9
	Fuelolie/Gasolie (inkl. f.v. kedler)	99,7	99,6
	<b>Olie (sum)</b>	<b>627,7</b>	<b>627,5</b>
	Vindkraft	84,3	83,7
	Solenergi	2,1	2,1
	<b>VE i alt</b>	<b>86,4</b>	<b>85,8</b>
	Affald	91,3	91,1
	Anden biomasse (værker)	144,8	137,7
	<b>Biomasse (inkl. affald)</b>	<b>424,7</b>	<b>417,5</b>
	<b>Primærenergi (uden elimport)</b>	<b>2131,4</b>	<b>2123,4</b>
	<b>Primærenergi (med elimport)</b>	<b>2240,1</b>	<b>2234,5</b>
	<b>Primærenergi (med kul fra elimport)</b>	<b>2403,1</b>	<b>2401,1</b>

Det samlede energiforbrug (inkl. elimport) er i energiregnskabet opgjort til 2240 GWh (8064 TJ) og er i EnergyPLAN modelleret til 2235 GWh (8046 TJ). Afvigelsen mellem regnskab og model er dermed mindre end 0,25% og der kan fastslås god overordnet overensstemmelse mellem modellen og "virkelighed". Afvigelsen skyldes primært modellens opbygning, som er en time-for-time modellering af energiforbrug og -produktion. Mere detaljeret betyder dette blandt andet, at modellen i nogle timer "producerer" for meget el i kommunen som skal eksporteres, og i nogle timer for lidt el, der dermed skal importeres. Vindproduktionen ligger også en smule under det faktiske tal, da den timefordeling, som modellen anvender, er en gennemsnitlig dansk fordeling, der ikke er tilpasset Mariagerfjord kommune. Derudover er forbruget af biomasse lavere i modellen, hvilket skyldes, at der ifølge energiregnskabet anvendes 25 TJ til fjernvarmeproduktion, som dog ikke fremgår af Energistyrelsens Energiproducenttælling for 2010, som ligger til grund for værkernes produktionstal i modellen.

### **1.1.3. Referencescenarie 2020**

#### *1.1.1.1. Generel tilgang til opbygningen af 2020 scenariet*

Scenariet er tænkt som et "kortsigtet midtvejsscenario", der kan give en indikation om MFKs nuværende vej og retning mod et fossilfrit energisystem i 2050. Formålet med scenariet er at kunne vurdere, om og hvordan gennemførte og planlagte tiltag på kort sigt kan bringe MFKs energisystem på sporet til et 100% fossilfrit energisystem. Udover de beskrevne tiltag er der ikke taget højde for generelle stigninger eller fald i energiforbruget indtil 2013 og videre frem til 2020 – bortset fra de større ændringer som er beskrevet for industrien. Det er dermed ikke et klassisk BAU ("business as usual") scenario baseret på fremskrivninger af energiforbruget. Grunden til dette er, at det antages at MFK allerede nu er i gang med at omlægge energisystemet og derfor ikke har en særlig interesse i at se et "ingen handling scenario" – hvilket heller ikke vil afspejle realiteten.

Derudover er det vanskeligt at opgøre allerede gennemførte eller planlagte ændringer i bygningsmassen og transportsektoren i perioden 2010-2020, da man under energiscenariernes udarbejdelse ikke havde kendskab til disse. Dette er grunden til at disse sektorers energibehov bliver nogenlunde på et konstant niveau i 2020-scenariet, selvom der med rimelig stor sikkerhed til en vis grad løbende gennemføres f.eks. energireoveringer i bygningsmassen.

#### *1.1.1.2. Antagelser vedrørende befolkningsudvikling og energiforbrug*

Ifølge kommunens befolkningsprognose for 2013-2025 vil antallet af indbyggere i kommunen stige med 1,4% frem til 2025. Samtidig forventes det, at sammensætningen af befolkningen vil ændre sig. Dette vil føre til ændrede behov ift. byggeri mv. (i f.eks. plejecentre). Derudover regner man med at antallet af nybyggede parcel- og rækkehuse vil stige fra 40 i 2013 til 180 om året frem til 2025 (Mariagerfjord Kommune 2014). Generelt ligger energibehovet i nye bygninger langt under energibehovet i eksisterende bygninger (især varmebehovet). Samtidigt vil en del af de nye bygninger erstatte eksisterende bygninger som har et højere energibehov. Derfor antages det i 2020 scenariet, at et forøget energibehov, som følge af den lille stigning i antallet af indbyggere og nye bygninger, opvejes af en generel nedbringelse af energibehovet i kommunen på grund af den generelt nyere bygningsmasse.

#### *1.1.1.3. Varmebehov og opvarmning*

Fordelingen af nettovarmebehovet på opvarmningsformer fremgår af tabel 2. Allerede gennemførte og planlagte fjernvarmeudvidelser siden 2010 er implementeret på basis af et opdateret varmeetlas<sup>3</sup> (Møller, 2008) for år 2013. Varmeatlasset er blevet ajourført med de udvidelser og omlægninger, der er sket i perioden 2010-2013. Efterfølgende er et yderligere fjernvarmepotentiale inkluderet i 2020 scenariet: dette omfatter bygninger, som ikke allerede er fjernvarmeforsynet i 2013 men som er beliggende inden for eksisterende fjernvarmeområder, samt bygninger, der på nuværende tidspunkt opvarmes med naturgas og som er beliggende i områder ved siden af eksisterende fjernvarmeområder.

Tabel 2. Nettovarmebehov i Mariagerfjord kommunes samlede bygningsmasse, fordelt på opvarmningsformer

---

<sup>3</sup> Varmeatlasset er en GIS-baseret database over samtlige danske bygningers nettovarmebehov. Værktøjet er udviklet på Aalborg Universitet og bygger på både BBR data, oplysninger fra SBI om bygningers fremtidige varmebehov samt målte forbrugsdata, og kan bl.a. anvendes til at opgøre potentialet for varmebesparelser og fjernvarmeudvidelser i bygningsmassen.



MWh/år	Energiregnskab 2010	Varmeatlas 2013	Scenarie 2020
Fjernvarme	186,088	153,330	236,176
Naturgas	81,081	81,718	37,610
Biomasse	110,571	125,589	116,692
El	9,065	15,315	11,607
Varmepumpe	528	6,819	6,249
Oliefyr/flydende brændsel	62,170	62,167	41,470
Solvarme	1,714		
Anden opvarmning (VA)		20,857	15,991
SUM	451,218	465,795	465,795

Som det fremgår af tabellen, er nettovarmebehovet i fjernvarmeområder undervurderet i 2013 varmeetlasset. Den konkrete årsag kendes ikke, men det antages at afvigelsen primært skyldes at 2010 har været et koldt år med omkring 11% flere graddøgn end i et normalår. Desuden kan der være gennemført løbende effektiviseringer i fjernvarmeområderne (f.eks. i fjernvarmenettene). Resten af afvigelsen må skyldes fejlregistreringer i varmeetlasset. Derudover antages det, at forskellen i antal graddøgn ikke har samme indflydelse i de individuelt forsynede bygninger, hvilket kan være grunden til, at overensstemmelsen i disse bygninger er bedre mellem energiregnskabet og varmeetlasset. Hvor den tidligere version af varmeetlasset har overvurderet antallet af oliefyr, stemmer dette tal nu overens med energiregnskabets opgørelse. Desuden er der i det nye varmeetlas blevet gennemført yderligere omlægninger fra oliefyr til varmepumper/el og biomasse.

#### 1.1.1.4. Omlægninger i varmeforsyningen

Arden: der er indgået aftale om at aftage 11000 MWh/år overskudsvarme fra Rockwool til dækning af det stigende fjernvarmebehov i Arden.

Veddum-Skelund-Visborg / Hadsund: der er indgået aftale om at aftage maks. 8000 MWh/år fra det biomassefyrede varmeværk i Hadsund. Hadsund fjernvarme har planer om at opføre en ny akkumuleringstank, som kommer til at have en varmekapacitet på omkring 300 MWh (Andreasen, 2014). Denne kapacitet er medtaget i 2020 scenariet.

Øster Hurup: Etablering af en 1 MW halmfyret kedel og et solvarmeanlæg med en estimeret størrelse på 12.000 m<sup>2</sup>. Ud fra tallene for det nye solvarmeanlæg i Brædstrup<sup>4</sup>, som har et effektivt solfangerareal på 10.604 m<sup>2</sup>, kan den forventede årlige varmeproduktion estimeres til 9,8 GWh.

Astrup: Etablering af en 1 MW træpillekedel er inkluderet i 2020 scenariet.

Rostrup kraftvarmeværk: har overvejet at skifte til træflis. Dette er medtaget i 2020 scenariet.

<sup>4</sup>  $8.700.000 \text{ kWh}/10.604 \text{ m}^2 = 820 \text{ kWh/m}^2$  – den nye akkumuleringstank i Brædstrup rummer 5.500 m<sup>3</sup> hvilket svarer til 224 MWh varme.

Hobro: undersøgelse af 12,5 MW fliskedel og varmepumpe (denne er sat til 1 MW<sub>el</sub>) + 3000 m<sup>3</sup> lagertank – er nu inkluderet i 2020 scenariet.

Generelt er der ikke taget højde for nedlæggelse af produktionskapacitet i 2020 scenariet – dvs. al ny kapacitet er tilføjet de eksisterende anlæg på værkerne i modellen.

#### 1.1.1.5. Elbesparelser

Er ikke inkluderet i 2020 scenariet, bortset fra de allerede gennemførte besparelser i kommunens egne bygninger i perioden 2011-2013.

#### 1.1.1.6. Vindkraft

I perioden oktober 2010 – december 2013 er der idriftsat følgende vindmøller (inkl. hustandsmøller) med en samlet installeret effekt på 24 MW:

- Døstrup/Finderup – 5 stk. 3 MW møller, idriftsat december 2011.
- Hejring – 3 stk. 3 MW møller, idriftsat december 2012.

I Mariagerfjord Kommuneplan 2013-2025 (godkendt 19. dec. 2013) er der udpeget 3 potentielle områder og 2 perspektivområder til opstilling af store landvindmøller:

Potentielle områder:

- Buddum/Veddum Vandkær – Udnyttelse min. 15 MW / max. 48 MW. (Kræver nedlæggelse af Hadsund Flyveplads).
- Handest Hede – Udnyttelse min. 10 MW / max. 18 MW. (Kræver nedlæggelse af eksisterende 4 stk. 67 m høje 600 kW møller fra 1999/2000).
- Volstrup – Udnyttelse min 3 MW / max. 6 MW. (Kræver nedlæggelse af eksisterende vindmøller – 5 stk. 67 m høje 600 kW møller fra 1999/2000).

Perspektivområder (som afventer grundvandskortlægning / grundvandsredegørelse for Mariagerfjord Kommune):

- Mosegaard – vurderet til 3-6 stk. 3 MW møller på max 150 m – Udnyttelse 9 – 18 MW.
- Troldepose – vurderet til 3-6 stk. 3 MW møller på max 150 m – Udnyttelse 9 – 18 MW.

Samlet set betyder dette, at der i perioden 2014-2025 kan opstilles yderligere **40,6 – 102,6 MW** vindkraft i kommunen (inkl. nedtagelse af eksisterende møller). I 2020-scenariet implementeres et potentiale på 71,5 MW. Sammen med de eksisterende møller (30,9 MW) og de nye møller fra perioden 2010-2013 (24,01 MW) giver dette en samlet installeret effekt på **126,5 MW** vindkraft i 2020-scenariet.

Nationalt set vil der frem til 2020 ske en udbygning med havvindmøller og en del af denne ekstra elproduktion vil kunne allokeres til Mariagerfjord kommune, jf. Energiregnskabet for 2010. Dette er dog ikke medtaget i 2020 scenariet.

#### 1.1.1.7. Biogas

Ifølge biogassekretariatets opgørelse for Mariagerfjord kommune, er potentialet 14,7 mio Nm<sup>3</sup> biogas, som svarer til 9,55 mio Nm<sup>3</sup> metan eller 95,55 GWh/år<sup>5</sup>. Dette output er i EnergyPLAN modelleret som et

---

<sup>5</sup> Ved et metanindhold på 65% og 10 kWh per Nm<sup>3</sup> metan.

biogasanlæg på basis af et biogasprojekt i Frederikshavn (Lund et al. 2011b) med et el- og procesvarmebehov, som er dækket af eget kraftvarmeanlæg og en mindre eksport af el til nettet.

#### *1.1.1.8. Industrielt energiforbrug*

Rockwool:

Virksomheden planlægger en udvidelse af deres produktion i Øster Doense, som skal tages i drift i 2016. Blandt andet skal en del af koks erstattes med affaldsprodukter fra industrien (SPL, bundasker, gummi m.fl.). Samtidigt oplyser Rockwool, at det samlede naturgasforbrug på produktionsstedet kommer til at stige. Det samlede energiforbrug kommer til at stige fra i dag 123 GWh til 150 GWh/år. Det antages at processens virkningsgrad er 90%, hvilket resulterer i et ekstra procesvarmebehov på 24,3 GWh/år i 2020. Den konkrete forventede sammensætning af brændselsforbruget til dækning af dette behov kendes endnu ikke. Det antages at halvdelen af stigningen i brændselsforbruget dækkes af industriaffald og den anden halvdel af naturgas.

AkzoNobel:

Der arbejdes på etableringen af et nyt biomasse-kedelanlæg på produktionsstedet i Assens. AkzoNobel er i dialog med Assens fjernvarme omkring mulig levering af varme fra det nye anlæg til fjernvarmenettet i Assens. Den installerede varmeeffekt på kedelanlægget kendes endnu ikke. Det antages, at effekten svarer til den eksisterende installerede varmeeffekt på stedet.

#### *1.1.1.9. Solceller*

Ifølge Energinet.dk findes 1132 solcelleanlæg i Mariagerfjord kommune med en samlet installeret effekt på 7,479 MW (ultimo januar 2014). Grundet de ændrede afregningsregler for solceller i 2013, der forventes at have en dæmpende effekt på ikke mindst private husstandes investeringer heri, er der derudover ikke indsat yderligere solcelleeffekt i 2020-scenariet.

#### *1.1.1.10. Brint, elektrolyse testanlæg og power-to-gas*

Det forventes, at Cemtec i løbet af 2015 etablerer et 1 MW<sub>el</sub> elektrolyseanlæg med tilhørende brintlager (Kau, 2014). Dette er inkluderet i 2020 scenariet, hvor brinten i første omgang erstatter olie i transportsektoren.

Cemtec arbejder sammen med Akzo Nobel om på sigt at udnytte nedlagte kaverner i saltproduktionen til lagring af brint og/eller metan. Teknologien vil f.eks. kunne testes i et eller flere 10 MW<sub>el</sub> elektrolyseanlæg. Dette er baggrunden for de større elektrolyseanlæg i 2050 scenarierne.

#### *1.1.1.11. Tiltag i den kommunale infrastruktur*

I årene 2011-2013 har MFK gennemført varmebesparelser svarende til 2,16 GWh og elbesparelser svarende til 0,94 GWh. 2020-scenariet indeholder som udgangspunkt ikke yderligere kommunale energibesparelser frem til 2020, men Mariagerfjord Kommune arbejder fortsat løbende med at forbedre energieffektiviteten i egne bygninger.

### **1.1.4. Potentialer for energieffektivisering, energiresourcer og teknologier i 2050 scenarierne**

Potentialerne er opgjort ved hjælp af forskellige datakilder, som kan ligge på forskellige detaljeringsniveauer.

Grundlæggende findes der to detaljeringsniveauer: 1) potentialer og ressourceopgørelser opgjort med udgangspunkt i lokale data; 2) potentialer og ressourceopgørelser opgjort med udgangspunkt i nationale rapporter og gennemsnitstal.

Lokale datakilder (eksempler):

- Varmeværker og deres planer
- Varmeatlas til opgørelse af fjernvarmepotentialet og varmebesparelser – baseret på BBR data med beregnede varmebehovstal per bygning, og så vidt muligt tilpasset de lokale forhold – detaljeringsniveau dog ikke på faktiske dvs. målte forbrugstal på husstands niveau endnu, kun med samlede fjernvarme- og naturgasforbrugstal<sup>6</sup>
- Kommunens vindmølleplaner
- Biomasseressourcer

Nationale og gennemsnitlige potentialer (eksempler):

- Varmebesparelser i alle bygninger – det antages at varmebehovet i bygningerne falder, men besparelsen kan også ske i samspil med lavere temperaturer i fjernvarmenettene og reovering af fjernvarmenettene mv.
- Elbesparelser i husholdninger og virksomheder
- Omlægning af transportsektoren (virkningsgrader og omkostninger)
- Omkostninger og brændselspriser (nationale tal fra Energistyrelsen (2012))

#### *1.1.1.12. Potentiale for fjernvarme, omlægninger i varmeforsyningen og varmebesparelser i bygningsmassen*

Potentialet for fjernvarmeudvidelser (se også under "referencescenarie 2020") og varmebesparelser i den eksisterende bygningsmasse er opgjort ved hjælp af et GIS-baseret "Varmeatlas" (Möller 2008), hvori bygningernes nettovarmebehov er beregnet ud fra BBR data inklusive oplysninger om varmeinstallationer og beliggenhed. For at kunne vurdere potentialet for varmebesparelser er SBi (Kragh & Wittchen, 2010) nøgletal anvendt i Varmeatlasset. Nøgletallene angiver specifikke omkostninger per sparet kWh ved energiforbedringer i de forskellige bygningskomponenter og installationer, opgjort i forhold til forskellige opførelsesperioder og typer af anvendelse. Overordnet er der tale om 3 besparelsscenarioer alt efter hvor stor en del af bygningskomponenter, som udskiftes. I det "mindst ambitiøse" langsigtede scenarie, som er beregnet af SBi, er besparelsen i nettovarmebehovet 52%. Dette scenarie er lagt ind i Varmeatlasset i *begge* 2050 scenarier. I 2050 scenarierne sænkes det gennemsnitlige nettab i fjernvarmenettene fra ca. 27% i 2010 til 19%.

Fjernvarmeudvidelser frem til 2020 er beskrevet i afsnittet om Referencescenariet 2020. I dette scenarie er allerede gennemførte fjernvarmeudvidelser siden 2010 inkluderet. Varmetætheden i eksisterende fjernvarmeområder er øget gennem tilkobling af bygninger, som ikke allerede har fjernvarme, forudsat et tilstrækkeligt højt nettovarmebehov i disse bygninger. I 2050 scenarierne er et yderligere fjernvarmepotentiale på ca. 11 GWh/år identificeret. Inklusive disse omlægninger og implementering af varmebesparelser er det samlede fjernvarmebehov 131 GWh/år i 2050 (mod 186 GWh/år i 2010). Omkostningerne forbundet med disse omlægninger (f.eks. stikledninger og centralvarmeanlæg) er hentet fra AAUs EnergyPLAN omkostningstabel (Connolly 2014).

I bygninger som i 2010 havde individuel opvarmning forudsættes i 2050 scenarierne samme varmebesparelsesprocent, som i fjernvarmeområderne, hvorved disse bygningers nettovarmebehov falder fra 265 GWh/år i 2010 til knap 92 GWh/år i 2050. Dette store fald skyldes som nævnt også nye tilslutninger til fjernvarmenettene. Halvdelen af bygninger som enten havde naturgasfyr, olieforbrænding eller biomassefyr forudsættes i Basisscenarie 2050 forsynet med individuelle biomassefyr. Anden halvdel af disse bygninger

---

<sup>6</sup> De største usikkerheder i Varmeatlasset ligger i varmebehovstallene for individuelt opvarmede bygninger med olieforbrænding osv. Dette skyldes opdateringerne og registreringerne i BBR ikke er fyldestgørende.

samt alle bygninger, som har elvarme eller ukendt opvarmningsform forudsættes i Basisscenarie 2050 forsynet med individuelle varmepumper. Derudover implementeres solvarmeanlæg, som dækker 25% af det individuelle nettovarmebehov i 2050, hvilket nogenlunde svarer til det årlige varmtvandsbehov. I Alternativscenariet 2050 bliver alle individuelt forsynede bygninger udstyret med varmepumper og samme solvarmeprocent for at kunne frigøre biomasseressource til eksempelvis transportsektoren.

Beskrivelsen af omlægninger i varmeforsyningen frem til 2020 fremgår af afsnittet om Referencescenariet 2020. For at opnå en ressourceeffektiv 100% VE forsyning i varmesektoren i 2050 reduceres eller fjernes affaldsforbrændingen i fremtids-scenarierne og størrelsen på fjernvarmekedlerne reduceres markant. Dette er muligt både på grund af varmebesparelserne i bygningsmassen, samt tilføjelsen af store varmepumper og store solvarmeanlæg i fjernvarmesektoren. Disse tiltag er også med til at nedbringe behovet for biomasse i energiscenarierne. Konkret er de store varmepumpers varmekapacitet sat til mellem 10-12 MW og de store solvarmeanlæg producerer mellem 19-20 GWh fjernvarme per år i 2050 scenarierne. Kraftvarmeværkernes elkapacitet reduceres fra knap 10 MW i 2010 til mellem 6-6,5 MW i 2050 scenarierne. En af grundene til at kapaciteten ikke er reduceret yderligere, er at kraftvarmeværkerne kan være med til at sikre den nødvendige fleksibilitet i forhold til at dække dele af elbehovet til f.eks. elektrolyse, når den lokale elproduktion fra vindmøller og solceller er lav. Dette behov ville ellers skulle dækkes via en endnu større elimport, som kan ses som en ekstra belastning for det nationale elsystem. Samlet set er tiltagene med til at sikre den årlige balance mellem fjernvarmeproduktion og –forbrug såvel som elimport og –eksport.

Potentialet for geotermi i varmeforsyningen er ikke undersøgt nærmere i analysen og geotermiske (fjern-) varmeanlæg indgår ikke 2050 scenarierne. Ifølge overordnede opgørelser fra Energistyrelsen og GEUS er store dele af Mariagerfjord kommunes undergrund karakteriseret ved flere overlappende sandstensreservoirer, som kan have et geotermisk potentiale (Mathiesen et al. 2009, Energistyrelsen 2009)<sup>7</sup>. Geotermiske anlæg kan øge brændelseffektiviteten i energisystemet f.eks. ved at erstatte biomasse-baseret fjernvarme og forbedre virkningsgraden på eksisterende varmeanlæg (se f.eks. Østergaard & Lund 2011 og Østergaard et al. 2010b). Derfor kan teknologien i fremtiden potentielt også indgå i Mariagerfjord kommunes energisystem – især hvis flere mindre fjernvarmeområder kan kobles sammen.

#### *Landvindmøller og solceller*

Et af formålene med 2050 scenarierne er at simulere et energisystem, som kan optage så meget elproduktion fra lokale vedvarende energikilder som muligt, uden at skabe for mange ubalancer i systemet og uden at systemomkostningerne bliver alt for store. Samtidigt skulle antallet af vindmøller og solceller ikke være væsentligt højere end Mariagerfjord kommunes egne vurderinger i f.eks. vindmøllemaplanerne lægger op til. I 2050 scenarierne ligger den installerede vindmølleeffekt på 188-195 MW og solcelleeffekten er 63-66 MW. Disse installerede effekter er med til at dække store dele af det traditionelle elforbrug i husholdninger og industrien (inklusive elbesparelser) på årsbasis. I forbindelse med foreliggende rapport er der ikke foretaget en yderligere vurdering af det tilgængelige areal i kommunen, som kan reserveres til vindmøller. Potentialet for kystnære vindmøller er eksempelvis ikke blevet undersøgt. De viste installerede effekter er eksempler på hvor meget lokal VE-elproduktion som kan indgå i de valgte scenarier, samtidigt med at forsyningssikkerheden og den årlige balance i energisystemet opretholdes. Afhængig af de nationale rammebetingelser, teknologiudviklingen og de konkrete lokale muligheder og begrænsninger, kan det f.eks. blive interessant at satse endnu stærkere på solceller i fremtiden. Dette vil eventuelt medføre, at man kan nøjes med et lidt lavere antal vindmøller, men vindmøllerne vil uden tvivl stadig være

---

<sup>7</sup> I dybdeboringen "Hobro-1" blev der i 1974 målt temperaturer på 50-65 °C i en dybde på 1.514-2.590 m (Madsen 1978).

rygraden i energisystemet. Dette skyldes ikke mindst en bedre virkningsgrad og favorabel produktionsprofil med en høj elproduktion i vintermånederne, hvor el- og varmebehovene samtidigt er høje.

### *Biomasseressourcer*

De seneste opgørelser over biomasseressourcer er blevet udarbejdet af PlanEnergi og Biogassekretariatet i henholdsvis 2009, 2011 og 2014 (PlanEnergi 2009, Munksgaard & Steffensen 2011, Odgaard 2014). Opgørelsen fra 2014 er blevet udarbejdet i forbindelse med projektet "Nordjyske Bioenergimodeller" (Odgaard 2014) og fokuserer på de typer biomasseressourcer, som er egnet til produktion af biogas (gylle, energiafgrøder, slam, græs). Ifølge opgørelsen svarer biomasseressourcerne til ca. 1.300 TJ biogas, eller 235 GWh metan ved et metanindhold på 65%. Til sammenligning anslår CEESA projektet (Lund et al. 2011a), at det samlede danske biomassepotentiale kan være 240 PJ/år i 2050. Dette svarer til 43 GJ per indbygger eller 1.825 TJ/år (507 GWh/år) for hele Mariagerfjord kommune. Som det fremgår af analyseresultaterne i tabel 3, er biomassebehovet i 2050 scenarierne for kommunen i størrelsesordenen 800-900 GWh. Størstedelen (514 GWh/år) af behovet skyldes anvendelse af biomasse som brændsel i industrien. Denne vurderes at være højere end i en dansk "gennemsnitskommune", og derfor kan Mariagerfjord kommune "have ret til" at bruge mere end 507 GWh/år. Ikke desto mindre kan produktionen af 500 GWh/år allerede være en udfordring i det nuværende energisystem. CEESA projektet peger eksempelvis på, at opnåelsen af fremtidens potentiale (på 240 PJ/år i hele DK) kræver en række ændringer i land- og skovbrug, herunder bedre udnyttelse af arealer, nye typer af (energi)afgrøder og en tilpasning af ernæringsvanerne i tråd med Fødevarainstitutts anbefalinger (færre animalske produkter). Generelt kan biomasse blive en meget knap ressource i fremtiden. For at minimere potentielle konflikter mellem biomasseanvendelser til energiproduktion, fødevarer og materialer, anbefaler CEESA projektet at minimere og effektivisere brugen af biomasse i energisektoren.

Prioriteringen af brugen af biomasseressourcer skal derfor laves med udgangspunkt i et reduceret behov for biomasse i energisektoren gennem energibesparelser og mere effektive teknologier, som ikke bruger biomasse. Dernæst skal biomasseressourcerne prioriteres til de anvendelser, hvor der på nuværende tidspunkt ikke findes passende alternative brændsler eller teknologier. Strøm fra vindmøller og solceller er et godt alternativ til biomasse i el- og varmesektoren, hvor brugen af biomasse på sigt kan reduceres til et minimum. Det samme gælder persontransporten, hvor store dele kan elektrificeres ved hjælp af elbiler og evt. også en vis andel brintkøretøjer. Mangel på egnede alternativer til biomasse gør sig især gældende i procesindustrien, som er afhængig af høje procestemperaturer, og i den tunge transport.

### *Elbesparelser i husholdninger og i industrien*

Ifølge Energiregnskabet var det samlede elbehov i 2010 371 GWh, hvoraf 292 GWh var proces-el i industrien, 71 GWh var bygningernes elbehov og 8 GWh gik til opvarmning med el og varmepumper. Derudover var industriens procesvarmebehov i 2010 887 GWh. Som foreslået i IDAs klimaplan 2050 (Mathiesen et al. 2009) vil bygningernes elbehov kunne nedbringes med 50% med en gennemsnitlig omkostning på 0,47 kr. per sparet kWh. Bygningernes elbehov falder således til 35,5 GWh i 2050.

Potentialet for proces-elbesparelser og procesvarmebesparelser i industrien er vurderet på basis af rapporten "Energibesparelser i Erhvervslivet" (Johanson & Petersen 2010). Det antages at typerne af processer og anvendelser i kommunens virksomheder svarer til det danske gennemsnit, som er opgjort i rapporten. Det vil sige at den gennemsnitlige proces-elbesparelse er 32%, hvis alle besparelser med en tilbagebetalingstid på op til 10 år gennemføres. Den gennemsnitlige omkostning er 2,87 kr. per sparet kWh proces-el. Dermed falder proces-elbehovet til knap 200 GWh i 2050 scenarierne.

Besparelsespotentialiet på procesvarmesiden er i gennemsnittet 26% med en omkostning på 1,64 kr. per sparet kWh og en tilbagebetalingstid på op til 10 år. Industriens procesvarmebehov bliver således knap 657 GWh i 2050 scenarierne.

El- og procesvarmebesparelsernes samlede omkostninger fremgår af de økonomiske nøgletal for de enkelte energiscenarier i bilaget.

#### *Omlægninger i industrien*

Udover de allerede vedtagne ændringer, som er inkluderet i "Referencescenarie 2020", implementeres en række ændringer for at kunne dække industriens brændselsbehov med vedvarende energi. Ændringerne er implementeret på basis af de omlægninger, som er beskrevet i IDAs klimaplan 2050 og Aalborg kommunes energiscenarier for 2050 (Mathiesen et al. 2009, Østergaard et al. 2010a). Konkret betyder det, 22% af det fremtidige procesvarmebehov lægges om til el, som medfører en yderligere brændselsbesparelse på 10%, fordi effektiviteten antages at blive forbedret ved brugen af proces-el. Industriens elbehov til processer stiger dermed til 327 GWh i 2050. Resten af procesvarmebehovet (78%) lægges om til biomasse svarende til et brændselsbehov på 514 GWh. Biomassen består af fast brændsel i 2050 scenarierne, men vil også kunne erstattes af gas baseret på biomasse, ifølge et igangværende skitseprojekt i kommunen.

#### *Omlægninger i transportsektoren*

De specifikke ændringer i persontransporten og den tunge transport Energiscenarierne for 2050 fremgår af bilag V. Vurderingen af ændrings-potentialerne er lavet med udgangspunkt i Aalborg kommunes energiscenarier for 2050 og CEESA projektet. Som beskrevet ovenfor skal biobrændsler prioriteres til den tunge transport. På basis af en sammenligning af forskellige "brændsels-spor" (Connolly et al. 2014, se bilag IV), er det valgt at prioritere el og brint som brændsler i personbiler. I Basisscenariet for 2050 er fordelingen mellem elbiler og brintbiler i persontransporten 80-20. I Alternativscenariet for 2050 er fordelingen 50-50 for at tage højde for Mariagerfjord kommunes erfaringer med og satsning på brint- og brændselscelleteknologier. Den endelige fordeling er meget afhængig af hvordan køretøjernes og infrastrukturens omkostninger kommer til at udvikle sig, hvor elbiler i dag er klart den billigere løsning. Hvis omkostningerne i "brint-sporet" kan reduceres, er dette brændsel også et godt alternativ i den tunge transport og i energisystemet generelt, ikke mindst på grund af brintens energitæthed og fleksibilitet i forhold til at indgå i produktionen af andre brændsler. Ifølge Connolly et al. (2014) findes der også et "kuldioxid-spor", hvor igennem metan eller metanol/DME bliver syntetiseret via en co-elektrolyse-proces, som direkte kombinerer CO<sub>2</sub> med brint. CO<sub>2</sub>-en stammer enten fra kraftværks- eller industriemissioner eller fra luften. Processen er dermed meget mindre biomasse-intensiv end de andre brændsels-spor. Denne mulighed er ikke inkluderet i 2050 scenarierne, men kan i fremtiden blive et interessant alternativ, hvis behovet for biomasse skal reduceres yderligere.

Selvom persontransporten forventes at stige med 40%, falder det samlede brændselsbehov fra 531 GWh i 2010 til 355 GWh i 2050 på grund af den væsentlige bedre effektivitet i el- og brintbiler.

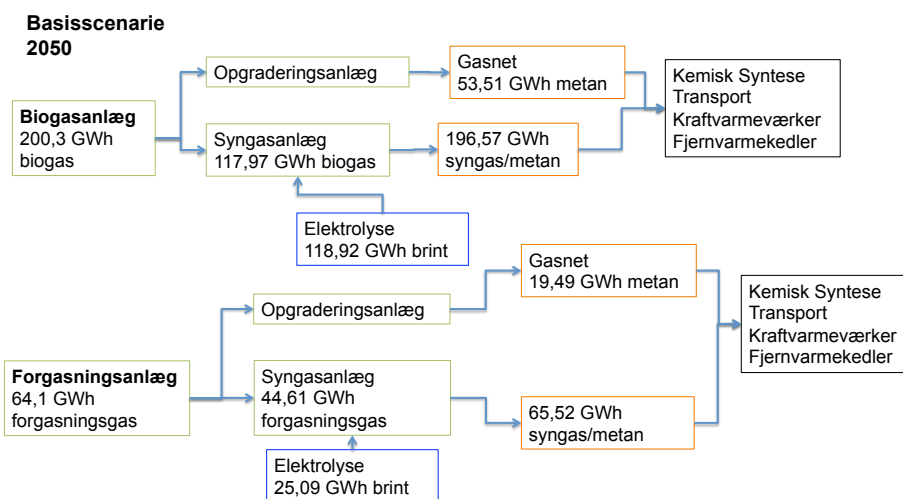
#### **1.1.5. Basisscenarie 2050 og Alternativscenarie 2050**

De følgende figurer og tabel viser de vigtigste elementer i de to 2050 scenarier samt de overordnede analyseresultater for alle scenarierne. Ifølge resultaterne i Connolly et al. (2014), er flydende brændsler som metanol og DME, som er baseret på forgasset biomasse og efterfølgende kemisk syntese med brint som byggesten, det mest energi- og biomasseeffektive alternativ til den direkte anvendelse af brint i den tunge transport (se også Bilag V). Valget mellem de optimerede DME/metanol og metan spor er dog ikke kritisk, da begge spor har en række teknologier til fælles: f.eks. elektrolyse. Desuden har produktion af metan via biogas andre fordele, såsom reduktion af klimagasser i gyllen og mulighed for efterfølgende

anvendelse som gødning i landbruget. Derfor er det valgt, at inkludere begge spor i 2050 scenarierne. Det er dog afgørende for DME/metanol sporet, at forgasningsteknologien udvikles på kort sigt.

Forskellen mellem Basis og Alternativet for 2050 er blandt andet størrelsen på hhv. biogas- og forgasningsanlægget. Et større forgasningsanlæg kan potentielt reducere biomassebehovet og størrelsen på elektrolyseanlægget, som stadig er en af de dyreste enheder i scenarierne. Desuden bruges der i Alternativet mere brint i persontransporten og mere DME/metanol i den tunge transport. Disse ændringer medfører blandt andet, at en del dyrere lastbiler på gas kan erstattes med lastbiler på flydende brændsel, hvilket er én af grundene til at Alternativet er lidt billigere end Basissceneriet. I begge scenarier bruges naturgasnettet som buffer til at opretholde fleksibiliteten i energisystemet, hvilket vil sige til kraftvarmeverkenes svingende el- og varmeproduktion. I EnergyPLAN modelleres det på en sådan måde at biogas- og forgasningsgasproduktionen kan "reserveres" til transportsektoren, men ikke direkte til andre anvendelser. I modellen produceres og eksporteres derfor også yderligere en mængde biogas svarende til kraftvarmeverkernes årlige brændselsbehov til naturgasnettet. I praksis vil det eventuelt være mere hensigtsmæssigt, at bruge bio- eller forgasningsgassen direkte på kraftvarmeverkerne, da man kan spare opgraderingen. Denne model arbejder man bl.a. allerede med i Ringkøbing-Skjern kommunes decentrale biogasnet<sup>8</sup>. Derudover kan andre lagringsmuligheder, såsom Akzo Nobels saltkaverner eventuelt på sigt erstatte eller supplere dele af naturgasnettet som buffer.

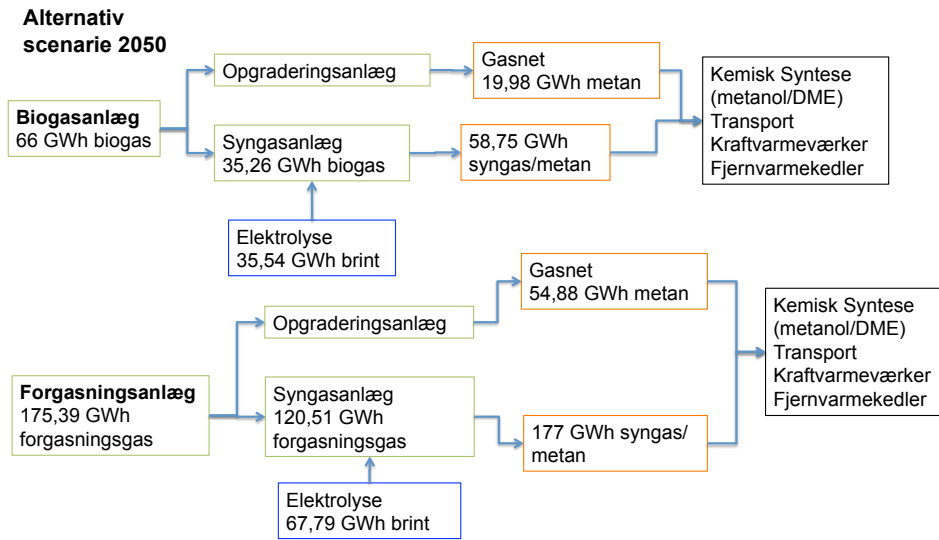
Herudover er affaldsforbrændingen taget helt ud af Alternativ scenariet. Begrundelsen ligger bl.a. i faldende affaldsmængder og samtidigt en forbedret ressourceøkonomi i fremtiden med en forbedret genanvendelse og genanvendelse af affaldet generelt. Dette vil potentielt også kunne frigøre biomasseressourcer fra husholdningsaffald til produktion af biobrændsler. De andre enheder (vind, sol, kraftvarme m.m.) i Alternativ scenariet er blevet tilpasset for at tage højde for disse ændringer. I begge 2050 scenarier indgår de samme el- og varmebesparelser.



Figur 1. S sammensætningen af biomasse-til-gas anlæg i Basisscenario 2050.

<sup>8</sup> <http://www.rsforstyrning.dk/om-os/bioenergi>





Figur 2. Sammensætningen af biomasse-til-gas anlæg i Alternativscenarie 2050.

Tabel 3 viser de overordnede tekniske resultater af scenarieanalyserne samt hovedkomponenterne i reference-systemerne og 2050 scenarierne.

Tabel 3. Resultater af scenarieanalyserne

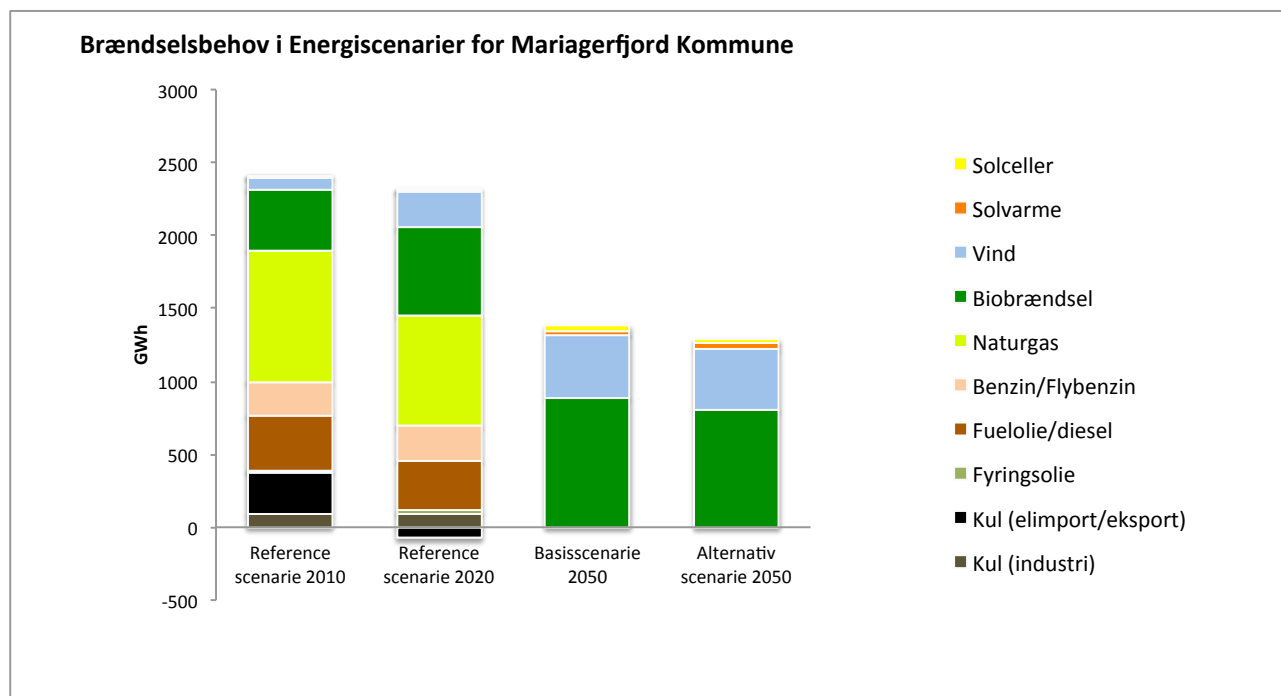
	Reference 2010 - reinvestering	Reference 2020 - reinvestering	Basisscenarie 2050	Alternativ 2050
CO <sub>2</sub> [kt] (Netto)	394,59	358,45	6,39	-0,07
Brændselsforbrug - inkl. netto elimport [GWh]	2.401	2.239	1.385	1.291
Biomasseforbrug [GWh]	418	600	886	804
Årlige omkostninger (Brændsel, D&V, CO <sub>2</sub> , investering) [MDKK]	1.847	1.910	1.952	1.881
Brændselsforbrug kraftvarmeenheder [GWh]	77,0	33,2	72,3	54,5
Brændselsforbrug fjernvarmekedler [GWh]	161,9	180,3	0,1	0,8
Brændselsforbrug affaldsforbrænding [GWh]	91,1	91,1	56,8	0,0
Vindmølleeffekt [MW]	31	126,5	195	188
Solcelleeffekt [MW]	0,075	7,5	66	63
Varmepumpeeffekt fjernvarmenet [MWe]	0,0	1,0	10,0	12,0
Elektrolyseanlæg [MWe]	0,0	1,0	26,5	28,0
Biogasanlæg [GWh]	0,0	147,0	200,3	66,0
Forgasningsanlæg [MW]	0,0	0,0	7,3	20,0
Syntesegasanlæg [MW]	0,0	0,0	29,8	26,8
Kraftvarmeværksstørrelse [MWe]	9,7	9,7	6,5	6,0
Fjernvarmekedler [MW]	64,4	118,1	3,0	4,5
Årlig elimport [GWh]	116,9	71,6	170,3	165,9
Årlig eleksport [GWh]	5,7	85,2	171,0	166,0
Max elimport [MW]	40,3	45,5	77,2	73,6
Max eleksport [MW]	24,5	50,0	0,2	0,2

Som det fremgår af tabellen, er netto-CO<sub>2</sub> emissionerne på årsbasis lig med 0 i Alternativ scenariet 2050, mens der stadig er en forholdsvis lille årlig CO<sub>2</sub> emission i Basis scenariet for 2050. Dette kan forklares med at affaldsforbrænding stadig indgår i Basis scenariet, hvor emissionerne skyldes afbrænding af plastfraktionen i affaldet, mens biomasse (inkl. organisk affald) betragtes som værende CO<sub>2</sub>-neutral. Dette forudsætter dog at biomassen i fremtiden enten stammer fra lokale kilder eller er baseret på bæredygtigt land- eller skovbrug andetsteds.

Sammenlignet med 2010 Referencen, falder elproduktionen på kraftvarmeværkerne i 2020 scenariet, hvilket hovedsageligt skyldes en markant stigning i elproduktionen fra vindmøllerne. Samtidigt stiger varmeproduktionen fra fjernvarmekedlerne kun forholdsvis lidt, hvilket også er et tegn på at kraftvarmeværkernes produktion i 2010 var mest styret af elbehovet – ifølge den tekniske optimering, som er blevet foretaget her<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Den faktiske samlede installerede varmeeffekt på fjernvarmekedlerne var ca. 102 MW i 2010. I den anvendte version af EnergyPLAN modellen opererer programmet med et årligt fjernvarmebehov i "varmeværksgruppen", hvor programmet selv "installerer" kun den absolut nødvendige mængde fjernvarmekedler for at kunne dække dette behov mest optimalt. Modellen tager f.eks. ikke højde for nødvendig back-up kapacitet i denne gruppe og undervurderer derfor den reelt installerede effekt til 64 MW i 2010 Referencen. Dette er ændret i 2020 scenariet. Systemomkostningerne i 2010 Referencen er derfor lidt undervurderet.

Figur 3 viser sammensætningen af brændselsforbruget i de analyserede scenarier.

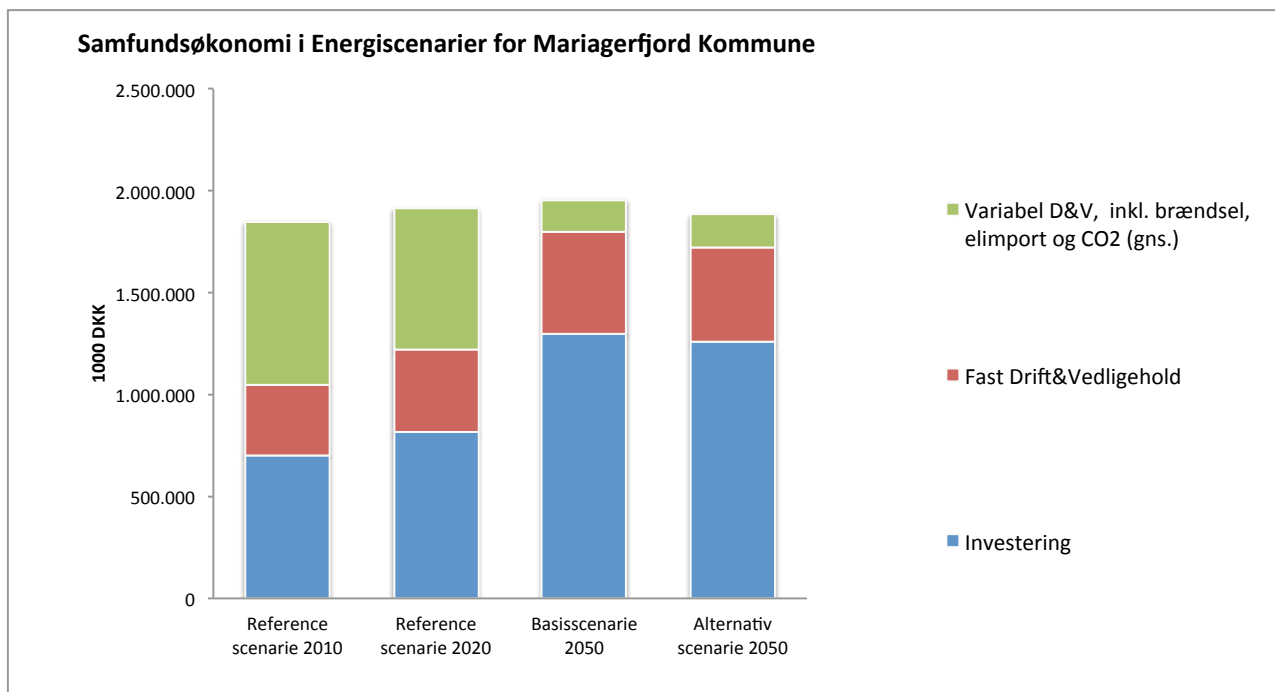


Figur 3. Det samlede årlige brændselsforbrug i energiscenarierne. Brændselsforbrug som følge af elimport (i Reference scenarierne) er beregnet med udgangspunkt i elproduktionen på et kulfyret kondenskraftværk med en virkningsgrad på 40%. Eksport af el er omregnet således at den erstatter et tilsvarende kulforbrug på samme kraftværk.

Figur 3 viser at kulforbruget i Referencen 2020 reduceres markant, hvilket skyldes den større elproduktion fra vindmøller inden for Mariagerfjord kommune, som erstatter store dele af elimporten. Naturgasforbruget i Referencen 2020 falder også med knap 16%, mens biomasseforbruget stiger til 600 GWh. Produktionen af vindkraft bliver tredoblet frem til 2020, således at vindkraft udgør 11% af det samlede brændselsforbrug i 2020. Samlet set falder brændselsforbruget med knap 7% frem til 2020. I 2050 scenarierne falder det samlede brændselsforbrug med 42-46% sammenlignet med 2010 referencen. Biomasse udgør mere end 60% af det samlede brændselsforbrug i 2050 scenarierne og sammen med vindkraft er andelen knap 95% i begge 2050 scenarier. Det skal bemærkes, at affald betragtes som biomasse i EnergyPLAN, hvilket er grunden til at også Basis scenariet 2050 fremstår som et "100% vedvarende energiscenarie" i figuren.

### 1.1.6. Samfundsøkonomiske resultater af scenarierne

Resultaterne af den samfundsøkonomiske analyse er vist i figur 4.



Figur 4. Oversigt over de samfundsøkonomiske resultater i de fire energiscenarier. Resultaterne er vist som årlige systemomkostninger, dvs. som en årlig tilbagebetaling af investeringerne ("Investering") plus de årlige faste drifts- og vedligeholdelsesomkostninger ("Fast Drift&Vedligehold") plus de årlige variable omkostninger til såvel drift, vedligehold, brændsel, elimport og CO<sub>2</sub> ("Variabel D&V, inkl. brændsel, elimport og CO<sub>2</sub> (gns.)").

Resultaterne viser, at de samlede årlige omkostninger i 2020 Referencen er stigende, på grund af udbygningen af energisystemet. Frem til 2050 kompenseres denne stigning dog med de markant lavere brændselsudgifter i et 100% vedvarende energisystem. I Alternativ scenariet for 2050 er de samlede årlige omkostninger næsten på samme niveau som i 2010. Forskellen er dog forholdsvis lille i alle scenarierne. Den grundlæggende ændring i 2050 scenarierne ligger i overgangen fra et "brændselstungt" energisystem til et "investeringstungt" energisystem, hvor udgifterne for det meste ligger i tilbagebetalingen af energianlæggene. I 2010 var de løbende udgifter således 540 mio. kr./år<sup>10</sup> (uden skatter og afgifter), hvoraf største delen var brændselsudgifter. I 2050 scenarierne falder disse udgifter til omkring 160 mio. kr./år. Hvis investeringerne i fremtiden i høj grad kan forankres lokalt, vil tilbagebetalingen af investeringerne indgå i lokale penge kredsløb og være med til at skabe lokal udvikling, hvor de løbende udgifter i 2010 mest var knyttet til fossile brændsler hentet uden for kommunen.

## 1.2. Beskæftigelsesvirkninger

### 1.2.1. Beskæftigelsesvirkninger i Mariagerfjord kommune af Alternativ scenariet 2050

Beskæftigelsesvirkningerne er opgjort på basis af et notat, som er blevet udarbejdet for Region Midt (Hvelplund & Lund 2011), hvori specifikke beskæftigelses effekter (personår per investeret kr.) for en række energiteknologier er estimeret. Disse specifikke tal er nationale gennemsnitstal og kan se anderledes ud i den specifikke kommune, som følge af f.eks. antallet af allerede eksisterende energivirksomheder og den tilgængelige arbejdsstyrke i kommunen. Disse forhold er der i denne rapport taget hensyn til ved at

<sup>10</sup> Dette svarer til ca. 800 mio. kr./år i 2030 priser, se også bilag III.

definere et "scenarie med lav beskæftigelsesvirkning" og et "scenarie med høj beskæftigelsesvirkning", hvor den regionale andel af ekstra beskæftigelsen ved en bestemt investering varieres. I resultaterne sammenlignes kun Alternativ scenariet for 2050 med Referencen for 2010, da beskæftigelsesvirkningerne i begge 2050 scenarier er nogenlunde på samme niveau.

De specifikke antagelser og resultater for de enkelte investeringer i scenarierne fremgår af bilag VI.

Mariagerfjord kommune importerede i 2010 fossile brændsler, kul, olie og gas for ca. 540 millioner kroner (ekskl. energiafgifter), og inkl. ca. 550 mio kroner i energiafgifter, er de årlige udgifter til betaling for fossilt brændsel i Mariagerfjord kommune derfor ca. 1,1 mia. kroner. Mariagerfjord kommune kan derfor spare op til 1.1 mia. kroner årligt til indkøb af fossilt brændsel ved omlægning til vedvarende energi og energibesparelser. Det svarer til godt 25.000 kroner årligt per indbygger i kommunen.

Der er to typer beskæftigelsesvirkning af en omlægning fra fossilt brændsel til energibesparelser og vedvarende energi.

- A. Den ene type er den beskæftigelse der følger af de konkrete investeringer i anlægsbyggeri plus drift og vedligeholdelse.
- B. Den anden type er den afledte eksport ud af kommunen, der opstår som en afledt virkning af den innovation og læring, der opstår via beskæftigelsen under A. Det vil sige den beskæftigelse, der opstår ved, at man i Mariagerfjord kommune udvikler dele af nye produkter, eller helt nye produkter inden for vedvarende energi og energibesparelsesområdet. Ser vi på Danmark som helhed, har denne beskæftigelsesdel historisk været langt den største i Danmark. Eksporten af grønne energiteknologier var i 2014 knap 44 mia. kroner, og voksede med 200% fra 2005-2014, mens den samlede vareeksport i samme periode kun voksede med 0,6%. Problemet med stagnation i økonomien gælder derfor ikke for de grønne energiteknologier, som har årlige vækstrater på 15-20%. Men det er meget vanskeligt at regne på beskæftigelsen af den afledte eksport. Derfor har vi her udelukkende regnet på den beskæftigelse, der skyldes de konkrete anlæg, som i perioden bygges i Mariagerfjord kommune. Beskæftigelseseffekterne vist i tabel 4 og 5 formodes derfor at være en klar undervurdering af det reelle beskæftigelsespotentiale

Tabel 4 viser et scenarie med relativ lav beskæftigelsesvirkning, hvor vi forudsætter, at kommunen ikke foretager sig noget for at sikre at beskæftigelsen fra vedvarende energi og energi og energibesparelser tilfalder virksomheder i Mariagerfjord kommune.

Tabel 4. Årlig beskæftigelsesvirkning ved investeringer i Mariagerfjord kommune i alternativscenariet 2050 i forhold til referencen for 2010. (Personår/år)

	Referencen	Alternativ Scenariet	Ekstra årlig beskæftigelse i Alternativ Scenariet
Investering	328	744	<b>416</b>
Drift og vedligeholdelse	382	513	<b>131</b>
I alt	710	1257	<b>547</b>

Tabel 5 viser et scenarie der illustrerer et maksimalt beskæftigelsespotentiale, som kan realiseres hvis kommunen gør en indsats til sikring af at det lokale erhvervsliv deltager i investeringerne. F.eks. kan kommunen fremme samarbejde mellem lokale håndværksvirksomheder, så disse kan komme med

konkurrencedygtige bud på lokale kommunale byggeprojekter. Dette kan ske eksempelvis gennem afholdelse af uddannelsesseminarer for det lokale erhvervsliv om mulighederne i den grønne del af energisektoren.

Tabel 5. Årlig beskæftigelsesvirkning i Mariagerfjord Kommune ved alternativscenariet 2050 i forhold til referencen 2010 (Personår/år).

	Referencen	Alternativ Scenariet	Ekstra årlig beskæftigelse i Alternativ scenariet.
Investering	910	1707	796
Drift og vedligeholdelse	533	716	183
I alt	1443	2422	979

Tabel 4 og tabel 5 illustrerer spredningen i beskæftigelsesvirkningen i forbindelse med investering i grøn energiteknologi i Mariagerfjord kommune. Beskæftigelsesvirkningen vil kunne ligge på mellem ca. 550 og ca. 1000 personår per år for investeringsomkostningerne plus drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne.

Derudover vil der kunne komme væsentligt større beskæftigelsesvirkninger, hvis investeringerne i kommunen medfører at der udvikles ny kunnen og idéer, som resulterer i fremvæksten af nye virksomheder, eller at allerede etablerede virksomheder får ny viden og udvider på deres aktiviteter på energiområdet.

### 1.3.Sammenfatning og diskussion

Scenarieanalysernes resultater tyder på at det teknisk er muligt at opstille energiscenarier for Mariagerfjord kommunes samlede energisystem, som er 100% baseret på vedvarende energikilder. I begge 100% VE scenarier for 2050 er de samlede systemomkostninger nogenlunde på samme niveau, som i Reference-scenarierne, hvilket betyder at en grundlæggende omstilling af energisystemet ikke synes at være dyrere end at vedligeholde det nuværende energisystem. Tværtimod kan der være potentiale for at nogle af de nyere teknologier såsom elektrolyse, kemisk syntese, biomasse-forgasning og biogas kan blive endnu billigere i fremtiden i takt med at disse videreudvikles. Denne samfundsøkonomiske effekt kan yderligere forstærkes, hvis teknologi-udviklingen underbygges af lokal kompetenceudvikling og forankring.

Gennemgribende energibesparelser i bygninger og virksomheder er den væsentligste forudsætning for at energiscenarierne for 2050 kan baseres udelukkende på lokale og regionale vedvarende energikilder. For ikke at investere i for meget produktionskapacitet, som kan lægge yderligere pres på de begrænsede biomasse-ressourcer, er det afgørende, at især varmebesparelser i bygningsmassen gennemføres før eller i takt med at varmforsyningen omstilles. Samtidigt kan det lokale beskæftigelsespotentiale i forbindelse med f.eks. energirenovering være ekstra stort sammenlignet med mere "højteknologiske" investeringer på forsyningsiden.

Det er vores vurdering at omlægningen kræver en ændret tilgang til den lokale energiplanlægning og konkrete implementering af energiprojekter med større fokus på såvel lokalt ejerskab, inddragelse af lokale virksomheder og borgere og opbygning af lokale innovationsnetværk. Det viser sig allerede i dag i

forbindelse med f.eks. landvindmøller, at mere lokalt ejerskab og større fokus på den lokale beskæftigelse i anlægs- og driftsfasen forbedrer den samlede lokale økonomi markant (se f.eks. Sperling & Mathiesen 2015). Dette er afgørende i fremtidens energisystem, hvor flere energianlæg skal opføres og drives lokalt i kommunen, og hvor der skal være meget større fokus på lokale energibesparelser og –effektiviseringer.

## Referencer

Andreasen, Bo (2014). Telefonsamtale.

Connolly, D., Mathiesen, B. V., & Ridjan, I. (2014). A comparison between renewable transport fuels that can supplement or replace biofuels in a 100% renewable energy system. *Energy*, 73, 110-125. 10.1016/j.energy.2014.05.104

Connolly, D. (2014). *EnergyPLAN Cost Database*.

Energistyrelsen (2014). *Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050*. <http://www.ens.dk/politik/dansk-klima-energi-politik/regeringens-klima-energi-politik/scenarieanalyse-analyser>

Energistyrelsen (2012a). *Technology data for energy plants. Generation of electricity and district heating, energy storage and energy carrier generation and conversion*.

Energistyrelsen (2012b). *Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*.

Energistyrelsen (2009). *Geotermi – varme fra jordens indre. Status og muligheder i Danmark*.

Hvelplund, F. & Lund, H. (2011). *Notat om data til vurdering af beskæftigelsesvirkninger af investering i forskellige energiteknologier*. Institut for Planlægning, Aalborg Universitet.

Johanson, M. & Petersen, P. M. (2010). *Energibesparelser i Erhvervslivet*. Dansk Energianalyse A/S, Viegand & Maagøe ApS.

Kragh, J. & Wittchen, K. (2010). *Danske bygningers energibehov i 2050*. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København. <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energibesparelser/danske-bygningers-energi-behov-i-2050>

Kau, Michael (2014). Telefonsamtale.

Lund, H. (ed.) (2011a). *Coherent Energy and Environmental System Analysis*. Department of Development and Planning, Aalborg University. <http://www.ceesa.plan.aau.dk/Publications/work+package+reports/>

Lund, H., Østergaard, P. A. & Sperling, K. (2011b). *Energibyten Frederikshavn - Scenarier for 100% vedvarende energi i år 2015*. Institut for Planlægning, Aalborg Universitet. <http://vbn.aau.dk/en/publications/energibyten-frederikshavn%285e7f1d79-eb74-49dd-930f-79d239861cbe%29.html>

Madsen, L. (1978). Geotermisk energi i Danmark – en geologisk vurdering. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1977*, side 29-40.

Mariagerfjord Kommune (2014). *Befolkningsprognose 2013 – 2025*.

Mathiesen, A., Kristensen, L., Bidstrup, T. & Nielsen, L. H. (2009). *Vurdering af det geotermiske potentiale i Danmark*. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2009/59.

Mathiesen, B. V., Lund, H., & Karlsson, K. (2009). *IDA's klimaplan 2050: Tekniske energisystemanalyser og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering - Baggrundrapport*. København V.: Ingeniørforeningen i Danmark, IDA. <http://vbn.aau.dk/da/publications/idas-klimaplan-2050%2881036e70-961c-11de-802f->



[000ea68e967b%29/export.html](http://000ea68e967b%29/export.html)

Möller, B. (2008). A heat atlas for demand and supply management in Denmark. *Management of Environmental Quality*, 19(4), 467-479.

Munksgaard, R. & Steffensen, H. (2011). *Mariagerfjord kommune*. (Præsentation) Miljøministeriet, Biogassekretariatet.

Maabjerg Energy Concept (2014). *Fakta*. <http://www.maabjergenergyconcept.dk/fakta.aspx>

Odgaard, A. M. (2014). *Nordjyske bioenergimodeller. Analyse af bioenergipotentiale og potentielle afsætningsmuligheder i Mariagerfjord kommune*. (Præsentation) PlanEnergi.

PlanEnergi (2012). *Energiregnskab for Mariagerfjord kommune 2010*.

PlanEnergi (2009). *Notat om biogaspotentialer i Mariagerfjord Kommune*.

Sperling, K., & Mathiesen, B. V. (2015). *Landvindmøllernes lokale økonomiske effekter i Billund Kommune*. (ISP-Skriftserie; Nr. 2015-1). <http://vbn.aau.dk/da/publications/landvindmoellernes-lokale-oekonomiske-effekter-i-billund-kommune%28257fd8b8-1c45-4584-81dc-008f0ff548eb%29/export.html>

Østergaard, P. A., & Lund, H. (2011). A renewable energy system in Frederikshavn using low-temperature geothermal energy for district heating. *Applied Energy*, 88(2), 479-487. 10.1016/j.apenergy.2010.03.018

Østergaard, P. A., Lund, H., Hvelplund, F., Möller, B., Mathiesen, B. V., Remmen, A., & Odgaard, L. M. (2010a). *Energivision for Aalborg Kommune 2050*. Aalborg: Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet. <http://vbn.aau.dk/da/publications/energivision-for-aalborg-kommune-2050%281282ae46-5abb-43b0-b110-44172d7f7069%29.html>

Østergaard, P. A., Mathiesen, B. V., Möller, B., & Lund, H. (2010b). A renewable energy scenario for Aalborg Municipality based on low-temperature geothermal heat, wind power and biomass. *Energy*, 35(12), 4892-4901. 10.1016/j.energy.2010.08.041

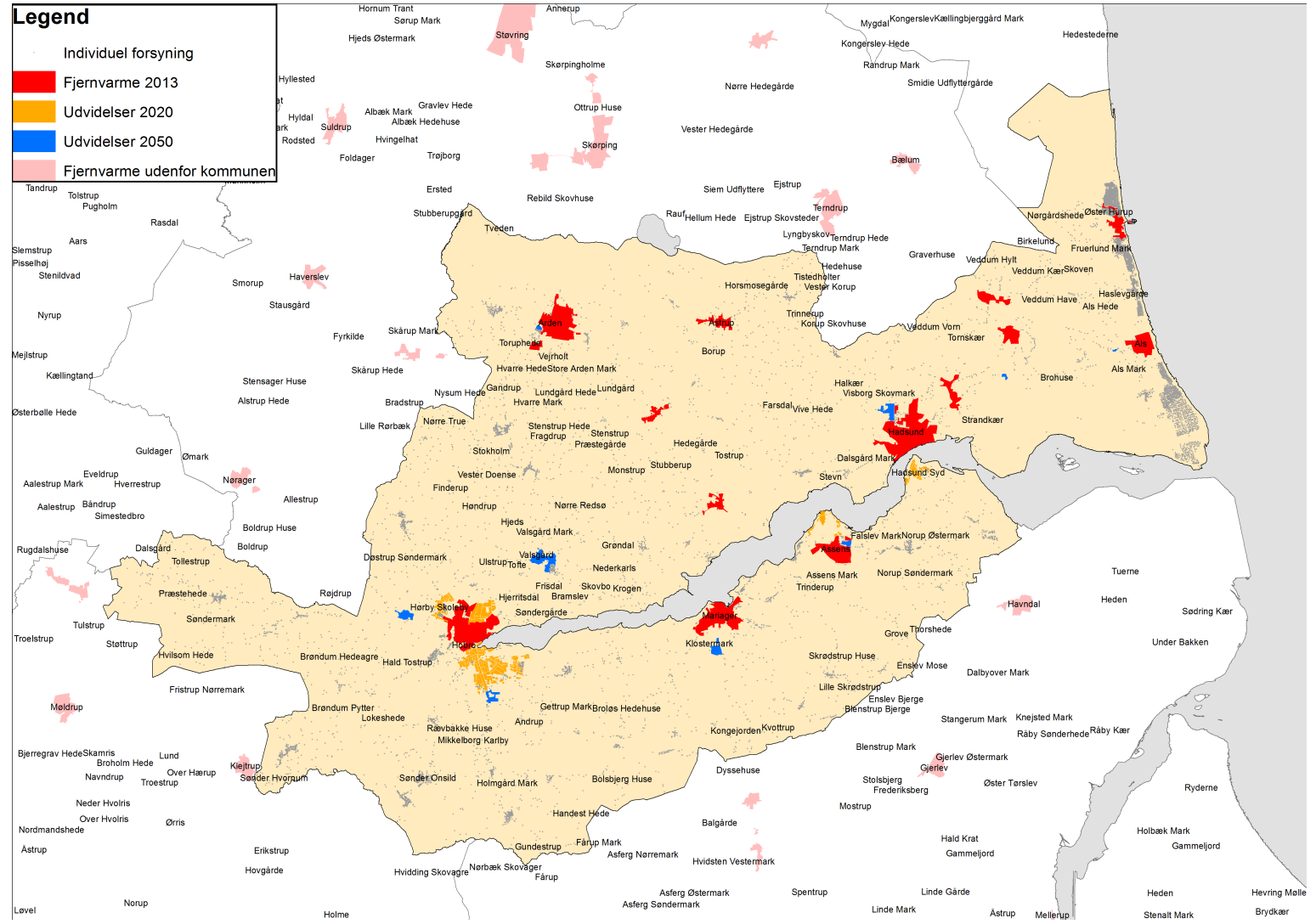
## Bilag I Fjernvarmeudvidelser i 2050 scenarierne

Fjernvarmeudvidelser 2020-2050 – kriterier:

Udvælgelseskriterier	Antal områder	Forbrug (MWh/år)
1. Samlet udvidelsespotentiale udenfor fjernvarme	2611	88,439
2. Indenfor 2.5 km radius af 2020 fjernvarme	1277	53,970
3. Varmedensitet over 20 TJ/km <sup>2</sup>	132	13,791
4. Forbrug over 200 MWh/år	9	10,769

Tabellen skal forstås således, at den opgør det yderligere fjernvarmepotentiale efter de omlægninger, som er inkluderet i Referencescenariet 2020. Derudover beskriver tabellen potentialet efter reduktion af varmebehovet gennem varmebesparelser. Det endelige nye fjernvarmepotentiale inklusive varmebesparelser i områder, som har en tilstrækkelig kort afstand til eksisterende fjernvarmeområder og som har en tilstrækkelig høj varmedensitet og nettovarmebehov, er dermed knap 11 GWh/år.

# Bilag II Kort over fjernvarmeudvidelser beregnet i Varmeatlasset



## Bilag III Økonomiske nøgletal og forudsætninger i energiscenarierne

### Økonomiske nøgletal - Alle scenarier

Tabel 1: Investeringsomkostninger og faste D&V omkostninger - takster

	Specifik investering [kDKK/enhed]	Enhed	Levetid [år]	Investering/år [kDKK/enhed]	Diskonteringsfaktor:		Kilde
					Fast D&V [% af invest/år]	Fast D&V [kDKK/enhed/år]	
Kollektive sølfangere	2.876	GWh/år	30	146,73	0,125	3,60	1
Kraftvarmeeenheder, decentrale fjv.-net	8,9	kWe	25	0,51	3,75	0,33	1
Store varmepumper, fjernvarme	25,5	kWe	25	1,46	2,00	0,51	1
Varmelager, decentral fjernvarme	22,4	MWh	20	1,51	0,70	0,16	1
KV-enheder, centrale fjv.-net	6,1	kWe	25	0,35	3,66	0,22	1
Store varmepumper, central fjernvarme	25,5	kWe	25	1,46	2,00	0,51	1
Varmelager til sølfangere	22,4	MWh	20	1,51	0,70	0,16	1
Fjernvarmekedler, KV-enheder	3,4	kWth	28	0,18	1,61	0,05	1
Fjernvarmekedler, varmeværk	6,0	kWth	20	0,40	1,35	0,08	1
Kondensværker	7,4	kWe	27	0,40	3,12	0,23	1
Vindmøller, land	9,8	kWe	20	0,66	3,05	0,30	1
Solceller	8,2	kWe	30	0,42	2,09	0,17	1
Elektrolyseanlæg	4,2	kWe	20	0,28	2,46	0,10	1
Brintlager	149,0	MWh	30	7,60	0,50	0,75	1
Individuelle biomassefyr (kun 2050 scenarier)	5,0	kWth	20	0,34	0,37	0,02	1
Individuelle sølfangere	11.423	GWh/år	25	656,00	1,22	139,36	1
Individuelle varmepumper	8,9	kWe	15	0,75	0,60	0,05	1
Opgraderingsanlæg, biogas	2,2	kW	15	0,18	17,65	0,39	1
Opgraderingsanlæg, forgasning	2,2	kW	15	0,18	17,65	0,39	1
Affaldsforbrænding	1.606	GWh/år	20	107,95	7,37	118,36	1
Biogasanlæg	1.786	GWh/år	20	120,05	6,96	124,31	5
Forgasningsanlæg	2,4	kW syngas	25	0,14	5,30	0,13	1
Biodieselanlæg	18,8	kW-bio	20	1,26	3,01	0,57	1
Bio Jetfuel anlæg	4,3	kW-bio	20	0,29	7,68	0,33	1
CO2 hydrogenering - syntesegas	4,1	kW syngas	15	0,34	3,00	0,12	1
Syntesegasanlæg (biogas+brint)	4,1	kW brændsel	20	0,28	2,46	0,10	1
Kemisk syntesegasanlæg (syntetiske brændsler)	4,1	kW brændsel	20	0,28	3,48	0,14	1
Varmebesparelser	3.101.796	50% besparelse	30	158.251	0,00	0,00	2
Elbesparelser, husholdninger+industri	662.113	28%-50% besparelse	12	66.517	0,00	0,00	3, 4
Fjernvarmenet - udvidelse	103.134	nye net 2020-2050	40	4.462	0,78	804,45	2
Centralvarme - fjv.-udvidelse	27.508	nye net 2020-2050	40	1.190	1,17	321,84	1
Varmevekslere m.m., fjv.-udvidelse	111.583	nye net 2020-2050	20	7.500	2,73	3046,22	1
Elbiler	135	1 stk	16	11	4,17	5,61	1
Ladestationer, elbiler	7,5	1 stk	20	1	0,00	0,00	1
Brintbiler og -busser	189	1 stk	16	15	2,23	4,21	1
Lastbiler, diesel/biodiesel	600	1 stk	8	85	8,04	48,24	1
Lastbiler, gas	800	1 stk	8	114	6,03	48,24	1
Biler, benzín/diesel	153	1 stk	16	12	3,22	4,93	1
Busser, diesel	967	1 stk	8	138	6,26	60,53	1
Tankstation, brint	5000	1 stk	20	336	0,50	25,00	6
Ar	2010	2030					
CO2 pris [DKK/t CO2]	111,75	216					
Elpris spot marked [DKK/MWh]	227	415					
CO2 faktor el [kg/MWh]	426	150					

Kilde: ENS beregningsforudsætninger tabeller 2012

#### Kilder

- 1) David Connolly: "EnergyPLAN Costs Database" (maj 2014), bl.a. med tal fra Energistyrelsens "Technology Data for Energy Plants"
- 2) SBI
- 3) IDA Future Climate
- 4) "Energibesparelser i Erhvervslivet", 2010
- 5) Maabjerg Bioenergy
- 6) Mikael Kau, Cemtec

## Økonomiske nøgletal - Reference scenarie

**Tabel 2: Investeringsomkostninger og faste D&V omkostninger - aktuelle investeringer**

	Anlæg	Enhed	Investering/år [kDKK/enhed]	D&V [kDKK/enhed/år]
Kollektive solfangere		0 GWh/år	0,00	0,00
Kraftvarmeheder, decentrale fjv.-net		9.700,0 kWe	4.957,75	3237,38
Store varmepumper, fjernvarme		0,0 kWe	0,00	0,00
Varmelager, decentral fjernvarme		793,0 MWh	1.193,97	124,34
KV-enheder, centrale fjv.-net		0,0 kWe	0,00	0,00
Store varmepumper, central fjernvarme		0,0 kWe	0,00	0,00
Varmelager til solfangere		0,0 MWh	0,00	0,00
Fjernvarmekedler, KV-enheder		17.100,0 kWth	3.098,47	936,05
Fjernvarmekedler, varmeværk		47.330,0 kWth	18.960,66	3808,17
Kondensværker		0,0 kWe	0,00	0,00
Vindmøller, land		30.900,0 kWe	20.354,26	9236,01
Solceller		75,0 kWe	31,38	12,85
Elektrolyseanlæg		0,0 kWe	0,00	0,00
Brintlager		0,0 MWh	0,00	0,00
Individuelle varmepumper		429,0 kWe	143,89	22,91
Individuelle solfangere		2 GWh/år	1.121,76	238,31
Opgraderingsanlæg, biogas		0,0 kW	0,00	0,00
Opgraderingsanlæg, forgasning		0,0 kW	0,00	0,00
Affaldsforbrænding		91 GWh/år	16,79	10783,98
Biogasanlæg		0 GWh/år	0,00	0,00
Forgasningsanlæg		0,0 kW syngas	0,00	0,00
Biodieselanlæg		0,0 kW-bio	0,00	0,00
Bio Jetfuel anlæg		0,0 kW-bio	0,00	0,00
CO2 hydrogenering - syntesegas		0,0 kW syngas	0,00	0,00
Syntesegasanlæg (biogas+brint)		0,0 kW brændsel	0,00	0,00
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsler)		0,0 kW brændsel	0,00	0,00
	[kDKK]			
Individuel opvarmning (kedler, elvarme)		541.606 1 system	36.404	8.178
Biler		2.781.604 1 system	221.446	89.568
Busser		41.575 1 system	5.923	2.603
Lastbiler		2.680.200 1 system	381.812	215.488
SUM			695.463	344.236
<b>2010 priser</b>	Mængde [GWh/år]	Mængde [TJ/år]	Pris [kDKK/TJ]	I alt [kDKK]
Biobrændsel	417,5	1503	45,15	67.864
Kul (uden elimport)	94,06	338,616	22,99	7.785
Kul (fra elimport)	277,75	999,9	22,99	22.988
Fyringsolie	17,64	63,504	90,45	5.744
Fuelolie/diesel	372,02	1339,272	91,89	123.067
Benzin/JP	237,83	856,188	99,89	85.521
Naturgas	898,6	3234,96	52,23	168.973
Brændsel i alt	2037,65	7335,54		458.954
Brændsel i alt inkl. elimport (kul)	2315,4	8335,44		481.941
Variabel D&V				4.878
Elhandel, netto				28.240
CO2 omkostning (uden elimport)				44.032
CO2 omkostning (inkl elimport)				49.321
CO2 omkostning (inkl elimport - kul)				54.647
Total				536.104
Total inkl. CO2 elimport (gns.)				541.393
Total inkl. CO2 elimport (CO2 kul)				546.719
<b>Totale årlige omkostninger</b>				[kDKK]
Investering				705.580
Faste D&V				344.263
Variable D&V, inkl. brændsel, elimport og CO2 (gns.)				541.393
Total				1.591.236

Referencescenarie 2010 med 2030 omkostninger og priser

2030 priser	Mængde [GWh/år]	Mængde [TJ/år]	Pris [kDKK/TJ]	I alt [kDKK]
Biobrændsel	417,5	1503		77.882
VE (vind, sol)	85,48	307,728		0
Kul (uden elimport)	94,06	338,616		8.059
Kul (fra elimport)	277,75	999,9		23.798
Fyringsolie	17,64	63,504		7.225
Fuelolie/diesel	372,02	1339,272		171.415
Benzin/JP	237,83	856,188		116.515
Naturgas	898,6	3234,96		270.295
<i>Brændsel i alt</i>	<i>2123,13</i>	<i>7643,268</i>		<i>651.391</i>
<i>Brændsel i alt inkl. kul fra elimport</i>	<i>2400,88</i>	<i>8643,168</i>		<i>675.189</i>
Variabel D&V				4.878
Elhandel, netto				51.680
CO2 omkostning (uden elimport)				85.226
CO2 omkostning (fra elimport)				88.831
CO2 omkostning (inkl elimport - kul)				105.772
<i>Total</i>				<i>793.175</i>
<i>Total inkl. CO2 elimport (gns.)</i>				<i>796.780</i>
<i>Total inkl. CO2 elimport (CO2 kul)</i>				<i>813.721</i>
<i>Totale årlige omkostninger</i>				[kDKK]
<i>Investering</i>				705.580
<i>Faste D&amp;V</i>				344.263
<i>Variable D&amp;V, inkl. brændsel, elimport og CO2 (gns.)</i>				796.780
<i>Total</i>				<i>1.846.623</i>

## Økonomiske nøgletal - Referencescenarie 2020

**Tabel 4: Investeringsomkostninger og faste D&V omkostninger - aktuelle investeringer**

Anlæg	Enhed	Investering/år [kDKK/enhed]	D&V [kDKK/enhed/år]	
Kollektive solfangere	10 GWh/år		35	
Kraftvarmeeenheder, decentrale fjv.-net	9700 kWe	4.958	3.237	
Store varmepumper, fjernvarme	0 kWe	0	0	
Varmelager, decentral fjernvarme	1215 MWh	1.829	191	
KV-enheder, centrale fjv.-net	0 kWe	0	0	
Store varmepumper, central fjernvarme	1000 kWe	1.464	510	
Varmelager til solfangere	0,2 MWh	0	0	
Fjernvarmekedler, KV-enheder	118100 kWth	21.399	6.465	
Fjernvarmekedler, varmeværk	0 kWth	0	0	
Kondensværker	0 kWe	0	0	
Vindmøller, land	126510 kWe	83.334	37.814	
Solceller	7479 kWe	3.129	1.282	
Elektrolyseanlæg	1000 kWe	282	103	
Brintlager	10 MWh	76	7	
Individuelle solfangere	2 GWh/år	1.122	238	
Individuelle varmepumper	505 kWe	376	27	
Opgraderingsanlæg, biogas	10878 kW	2.005	3.779	
Opgraderingsanlæg, forgasning	0 kW	0	0	
Affaldsforbrænding	91 GWh/år	9.835	10.784	
Biogasanlæg	147 GWh/år	17.647	18.273	
Forgasningsanlæg	0 kW syngas	0	0	
Biodieselanlæg	0 kW-bio	0	0	
Bio Jetfuel anlæg	0 kW-bio	0	0	
CO2 hydrogenering - syntesegas	0 kW syngas	0	0	
Syntesegasanlæg (biogas+brint)	0 kW brændsel	0	0	
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsler)	0 kW brændsel	0	0	
Varmebesparelser (kommunale bygninger)	28.080 2,16 GWh	1.433	0	
Elbesparelser (kommunale bygninger)	442 0,94 GWh	44	0	
Fjernvarmenet - udvidelse	288.850 nye net 2010-2020	12.496	2.389	
Centralvarme - fjv.-udvidelse	8.287 nye net 2010-2020	359	97	
Varmevekslere m.m., fjv.-udvidelse	169.730 nye net 2010-2020	11.409	4.634	
Individuel opvarmning (kedler, elvarme)	482.704 1 system	31.314	6.130	
Biler	2.781.604 1 system	221.446	89.568	
Busser	41.575 1 system	5.923	2.603	
Lastbiler	2.680.200 1 system	381.812	215.488	
Tankstation, brint	5.000 1 stk	336	25	
SUM		815.466	403.678	
<b>2030 priser</b>	Mængde [GWh/år]	Mængde [TJ/år]	Pris (inkl. transport) [kDKK/TJ]	I alt [kDKK]
Biobrændsel	599,51	2158,236	40,62	87.671
VE (vind, sol)	263,17	947,412		0
Kul (uden elimport)	94,06	338,616	23,80	8.059
Kul (fra elimport)	-77,05	-277,38	23,80	-6.602
Fyringsolie	18,53	66,708	98,92	6.599
Fuelolie/diesel	345,38	1243,368	125,78	156.396
Benzin/JP	237,83	856,188	134,92	115.513
Naturgas	757,94	2728,584	75,42	205.792
Gastransport - net				48.395
Salg af fødevarer (fra biodiesel anlæg)				0
Brændsel i alt	2316,42	8339,112		628.425
Brændsel i alt inkl. kul fra elimport	2239,37	8061,732		621.823
Variabel D&V				542
Elhandel, netto				-14.256
CO2 omkostning (uden elimport)				77.408
CO2 omkostning (inkl elimport)				76.408
CO2 omkostning (inkl elimport - kul)				75.128
Total				692.119
Total inkl. CO2 elimport (gns.)				691.119
Total inkl. CO2 elimport (CO2 kul)				689.839
<b>Totale årlige omkostninger</b>			[kDKK]	
Investering				815.466
Faste D&V				403.678
Variable D&V, inkl. brændsel, elimport og CO2 (gns.)				691.119
<b>Total</b>				<b>1.910.263</b>

## Økonomiske nøgletal - Basisscenarie 2050

**Tabel 3: Investeringsomkostninger og faste D&V omkostninger - aktuelle investeringer**

Anlæg	Enhed	Investering/år [kDKK/enhed]	D&V [kDKK/enhed/år]
Kollektive solfangere	19 GWh/år		2.788 68
Kraftvarmeeenheder, decentrale fjv.-net	2.000 kWe	1.022	668
Store varmepumper, fjernvarme	3.000 kWe	4.393	1.530
Varmelager, decentral fjernvarme	1.215 MWh	1.829	191
KV-enheder, centrale fjv.-net	4.500 kWe	1.576	1.005
Store varmepumper, central fjernvarme	7.000 kWe	10.251	3.570
Varmelager til solfangere	0,5 MWh	1	0
Fjernvarmekedler, KV-enheder	3.001 kWth	544	164
Fjernvarmekedler, varmeværk	0,0 kWth	0	0
Kondensværker	0,0 kWe	0	0
Vindmøller, land	194.500 kWe	128.120	58.136
Solceller	65.500 kWe	27.402	11.225
Elektrolyseanlæg	26.500 kWe	7.481	2.738
Brintlager	50,0 MWh	380	37
Individuelle biomassefyr	12.053 kWth	4.043	223
Individuelle solfangere	10 GWh/år	6.560	1.394
Individuelle varmepumper	2.107 kWe	1.571	113
Opgraderingsanlæg, biogas	6.092 kW	1.123	2.366
Opgraderingsanlæg, forgasning	2.219,0 kW	409	862
Affaldsforbrænding	56,8 GWh/år	6.128	6.719
Biogasanlæg	200 GWh/år	24.045	24.898
Forgasningsanlæg	7.297 kW syngas	1.006	928
Biodieselanlæg	663 kW-bio	838	375
Bio Jetfuel anlæg	0,0 kW-bio	0	0
CO2 hydrogenering - syntesegas	0,0 kW syngas	0	0
Syntesegasanlæg (biogas+brint)	29.837 kW brændsel	8.223	3.009
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsler)	11.412 kW brændsel	3.145	1.628
Varmebesparelser	3.101.796 50% besparelse	158.251	0
Elbesparelser, husholdninger+industri	662.113 28%-50% besparelse	66.517	0
Fjernvarmenet - udvidelse	103.134 nye net 2020-2050	4.462	804
Centralvarme - fjv.-udvidelse	27.508 nye net 2020-2050	1.190	322
Varmevekslere m.m., fjv.-udvidelse	111.583 nye net 2020-2050	7.500	3046
Syntesegas, lager			
Elbiler	2.023.296 1 system	161.076	84.371
Ladestationer, elbiler	112.063 1 system	7.532	0
Tankstation, brint	15.000 3 stk	1.008	75
Brintbiler og -busser	722.234 1 system	57.498	16.106
Lastbiler, diesel/biodiesel/methanol	921.000 1 system	131.202	74.048
Lastbiler, gas	3.241.600 1 system	461.787	195.468
<b>SUM</b>		<b>1.300.902</b>	<b>496.088</b>

2030 priser	Mængde [GWh/år]	Mængde [TJ/år]	Pris (inkl. transport) [kDKK/TJ]	I alt [kDKK]
Biobrændsel	886,5	3191,3	42,65	136.096
VE (vind, sol)	499,0	1796,4	0	0
Kul (uden elimport)	0	0	0	0
Kul (fra elimport)	0	0	0	0
Fyringsolie	0	0	0	0
Fuelolie/diesel	0	0	0	0
Benzin/JP	0	0	0	0
Naturgas	-0,43	-1,548	76,23	-118
Gastransport - net				15.781
Salg af fødevarer (fra biodiesel anlæg)				0
<b>Brændsel i alt</b>	<b>1385,0</b>	<b>4986,144</b>		<b>151.759</b>
<b>Brændsel i alt inkl. kul fra elimport</b>	<b>1385,0</b>	<b>4986,144</b>		<b>151.759</b>
Variabel D&V				609
Elhandel, netto				1.447
CO2 omkostning (uden elimport)				1.418
CO2 omkostning (inkl elimport)				1.394
CO2 omkostning (inkl elimport - kul)				1.363
<b>Total</b>				<b>155.233</b>
<b>Total inkl. CO2 elimport (gns.)</b>				<b>155.209</b>
<b>Total inkl. CO2 elimport (CO2 kul)</b>				<b>155.178</b>

Totale årlige omkostninger		[kDKK]
Investering		1.300.902
Faste D&V		496.088
Variabel D&V, inkl. brændsel, elimport og CO2 (gns.)		155.209
<b>Total</b>		<b>1.952.199</b>



## Økonomiske nøgletal - Alternativ scenarie 2050

**Tabel 4: Investeringsomkostninger og faste D&V omkostninger - aktuelle investeringer**

Anlæg	Enhed	Investering/år [kDKK/enhed]	D&V [kDKK/enhed/år]	
Kollektive solfangere	20 GWh/år	2.935	72	
Kraftvarmeanheder, decentrale fjv.-net	3.000 kWe	1.533	1.001	
Store varmepumper, fjernvarme	5.000 kWe	7.322	2.550	
Varmelager, decentral fjernvarme	2.615 MWh	3.937	410	
KV-enheder, centrale fjv.-net	3.000 kWe	1.051	670	
Store varmepumper, central fjernvarme	7.000 kWe	10.251	3.570	
Varmelager til solfangere	0,5 MWh	1	0,1	
Fjernvarmekedler, KV-enheder	4.501,0 kWth	816	246	
Fjernvarmekedler, varmeværk	0,0 kWth	0	0,0	
Kondensværker	0,0 kWe	0	0,0	
Vindmøller, land	188.200 kWe	123.970	56.253	
Solceller	62.500 kWe	26.147	10.711	
Elektrolyseanlæg	28.000 kWe	7.905	2.893	
Brintlager	50 MWh	380	37	
Individuelle biomassefyfyr	0 kWth	0	0	
Individuelle solfangere	20 GWh/år	13.120	2.787	
Individuelle varmepumper	3.715 kWe	2.770	198	
Opgraderingsanlæg, biogas	2.275 kW	419	883	
Opgraderingsanlæg, forgasning	6.248 kW	1.151	2.426	
Affaldsforbrænding	0 GWh/år	0	0	
Biogasanlæg	66 GWh/år	7.923	8.204	
Forgasningsanlæg	19.967 kW syngas	2.752	2.540	
Biodieselanlæg	663 kW-bio	838	375	
Bio Jetfuel anlæg	0 kW-bio	0	0	
CO2 hydrogenering - syntesegas	0 kW syngas	0	0	
Syntesegasanlæg (forgasningsgas+brint)	26.839 kW brændsel	7.396	2.707	
Kemisk synteseanlæg (syntestiske brændsler)	16.765 kW brændsel	4.620	2.392	
Varmebesparelser	3.101.796 50% besparelse	158.251	0	
Elbesparelser, husholdninger+industri	662.113 28%-50% besparelse	66.517	0	
Fjernvarmenet - udvidelse	103.134 nye net 2020-2050	4.462	804	
Centralvarme - fjv.-udvidelse	27.508 nye net 2020-2050	1.190	322	
Varmevekslere m.m., fjv.-udvidelse	111.583 nye net 2020-2050	7.500	3.046	
Syntesegas, lager				
Elbiler	1.401.054 1 system	111.539	58.424	
Ladestationer, elbiler	77.599 1 system	5.216	0	
Tankstation, brint	25000 5 stk	1.680	125	
Brintbiler og -busser	1.698.674 1 system	135.233	37.880	
Lastbiler, diesel/biodiesel/methanol	1.620.600 1 system	230.865	130.296	
Lastbiler, gas	2.160.800 1 system	307.820	130.296	
SUM		1.257.511	462.121	
<b>2030 priser</b>	Mængde [GWh/år]	Mængde [TJ/år]	Pris (inkl. transport) [kDKK/TJ]	I alt [kDKK]
Biobrændsel	803,72	2893,392	54,57	157.879
VE (vind, sol)	487,06	1753,416	0	0
Kul (uden elimport)	0	0		0
Kul (fra elimport)	0	0		0
Fyringsolie	0	0		0
Fuelolie/diesel	0	0		0
Benzin/JP	0	0		0
Naturgas	-0,05	-0,18	72,22	-13
Gastransport - net				1.269
Salg af fødevarer (fra biodiesel anlæg)				0
<b>Brændsel i alt</b>	<b>1290,73</b>	<b>4646,628</b>		<b>159.135</b>
<b>Brændsel i alt inkl. kul fra elimport</b>	<b>1290,73</b>	<b>4646,628</b>		<b>159.135</b>
Variabel D&V				470
Elhandel, netto				2.031
CO2 omkostning (uden elimport)				-2
CO2 omkostning (inkl elimport)				-6
CO2 omkostning (inkl elimport - kul)				-10
<b>Total</b>				<b>161.634</b>
<b>Total inkl. CO2 elimport (gns.)</b>				<b>161.630</b>
<b>Total inkl. CO2 elimport (CO2 kul)</b>				<b>161.626</b>
<b>Totale årlige omkostninger</b>				<b>[kDKK]</b>
Investering				1.257.511
Faste D&V				462.121
Variable D&V, inkl. brændsel, elimport og CO2 (gns.)				161.630
<b>Total</b>				<b>1.881.262</b>

## Bilag IV Overordnede principper for fremtidens brændsler i transportsektoren

### Baseret på Connolly et al. (2014):

- 1) Biomasse vil blive en knap ressource i det danske energisystem. Der skal findes alternativer til brugen af biomasse i alle energisektorerne, og biomassen skal "gemmes" til de anvendelser, hvor der ikke findes alternative brændsler. Derudover skal brugen af biomasse optimeres, således at energioutputtet pr. enhed biomasse bliver større.
- 2) Sammenligner man en række forskellige brændsler og deres fremstillings-spor, er *direkte elektrificering* den mest energieffektive (også "biomasseeffektive") løsning
- 3) Direkte elektrificering er ikke en mulighed mange steder i transportsystemet. Her kan *indirekte elektrificering* ved hjælp af batterier være den mest energieffektive mulighed. I et 100% VE system skal denne løsning dog suppleres med et meget energitæt brændsel (bl. a. til den tunge transport).
- 4) Produktion og brug af *brint* som energibærer er den mest energieffektive måde at producere dette energitætte brændsel på. Grundet store usikkerheder omkring omkostninger for bl.a. infrastruktur og køretøjer, er det imidlertid sandsynligt, at brint ikke kan være det eneste supplerende brændsel i transportsektoren
- 5) Gode alternativer til brint er *methanol/DME* (flydende) og *methan* (gas) – dog udelukker disse brændsler ikke hinanden, da brint kan indgå i fremstillingen af begge disse brændsler
- 6) Fremstilling og omsætning af methanol/DME er lidt mere energieffektiv end "methan-sporet"
- 7) Det vurderes også, at omkostningerne forbundet med ombygning af køretøjer og anden infrastruktur til methanol/DME er lavere end ved methan. Derudover har køretøjer, som bruger methanol/DME typisk en længere rækkevidde.
- 8) Valget mellem enten methanol/DME og methan er dog *ikke kritisk* da begge spor har en række teknologier til fælles.
- 9) Disse teknologier er bl.a. *biomasse forgasning* og *elektrolyse*, og det er afgørende at teknologierne udvikles og at deres omkostninger nedbringes – uanset hvilket af de to brændsels-spor man vælger
- 10) Teknologierne kan være med til at "booste" biomassen, hvilket er et afgørende princip i fremtidens energisystem, hvor biomasse vil være den begrænsende faktor. I "boosting" processerne indgår bl.a. *Hydromethanisering* og *Hydrogenering af forgasningsgas*, hvor bl.a. brint og CO<sub>2</sub> (fra biogas eller forgasningsgas) først omsættes til *syntesegas*, som senere kan omsættes til enten methan eller methanol/DME

## Bilag V Omlægninger i transportsektoren

Nedenstående tabel viser ændringer i brændselsbehovene og –sammensætning fordelt på transportform i 2050 scenarierne. Der bl.a. indregnet en 40% stigning i persontransporten og en bedre brændstofeffektivitet i el- og brintbiler.

Transport GWh	2020	2050 ref	2050 basis	2050 alternativ
<b>Busser</b>				
Diesel	12,29		12,29	0
El	0		0	1,02
Bio-diesel/metanol/DME	0		0	7,37
Brint	0		0	0,74
Biogas/syngas/DME	0		0	0
<b>Persontransport</b>				
Diesel	40,76		57,06	0
Benzin	159,47	📈	178,60	0
El	0		0	63,65
Brint	0		0	19,10
Biogas/syngas/DME	0		0	0
Bioethanol	2,72		3,04	0
<b>Lastbiler + traktorer</b>				
Diesel	216,08		216,08	0,00
Biogas/syngas	0,00		0,00	162,09
Bio-Diesel	0,04		0,04	0,00
Metanol/DMEsynfuel	0		0	54,03
<b>Tog</b>				
Diesel	7,00		7,00	0
El	0		0	2,33
<b>Fly</b>				
JP	78,39		39,20	0
Bio-flybrændsel	0		0	39,20
<b>Skibe</b>				
Diesel+fuelolie	13,97		5,59	0
Bio-diesel	0		0	5,59
<b>Sum el</b>				67,01
<b>Sum Brint</b>				19,83
<b>Bio-diesel JP</b>				39,20
<b>Bio-diesel skibe</b>				5,59
<b>Sum metanol/DME</b>				61,40
<b>Sum Biogas/syngas</b>				162,09
<b>Sum</b>	530,71	📈	518,90	355,12

## Bilag VI Beskæftigelsesvirkninger: antagelser og resultater

Kilde for beskæftigelse		Beskæftigelse	
		Regional	
		beskæftiget	
		se i	
		personår	Note/kilde
		per	
		investeret	
		kDDK	
Kilden for beskæftigelse er HvelplundLundBeskæftigelsesNotat (2).			
1	Halmbaseret fjernvarme - og kraftvarmeanlæg	0,00036	3
2	Biomassebaserede fjernvarme- og kraftvarmeanlæg	0,00098	2
3	Store solvarmeanlæg (Kollektiv)	0,00073	6
4	Geotermi til fjernvarme	0,00139	12
5	Små solvarmeanlæg (individuel)	0,00098	2
6	Store varmepumper til fjernvarme	0,00073	6
7	Individuelle varmepumper	0,00139	12
8	Biogasanlæg (evt. med opgradering)	0,00073	6
9	Vindkraft	0,00073	6
10	El besparelser (Ændring fra kilde)	0,00036	3
11	Solceller på bygninger	0,00126	9
12	Udvidelse af fjernvarmeområder	0,00125	11
13	Drift og vedligeholdelse generelt	0,00073	6
14	Varme besparelser (Tilføjet fra kilde)	0,00073	6
		0,00098	2
		0,00069	5
		0,00073	7
		0,00152	8
		0,00073	6
		0,00098	2
		0,00098	2
		0,00073	6
		0,00073	6
		0,00073	6
		0,00069	5
		0,00069	5
		0,00069	5
		0,00205	14
		0,00044	10
		0,00139	12
		0,00139	12
		0,00139	12
		0,00137	
		0,00137	
		0,00137	
		0,00137	
		0,00137	
		0,00137	
		0,00137	
		0,00137	

Ændringer fra Scenarie 1 til 2		Regional beskæftigelse i personår per investeret million kroner	
Kilde		Scenarie 1	Scenarie 2
8	Biogasanlæg (evt. med opgradergin)	1,52	1,09
9	Vindkraft	1,26	0,8
11	Solceller på bygninger	1,25	0,63
13	Drift og vedligeholdelse	1,55	1,11
	Varmebesparelse	2,05	1,14
	Ladestationer, elbiler	1,37	0,43
	Brintbiler og -busser	1,37	0,43
	Lastbiler, diesel/biodiesel	1,37	0,43
	Lastbiler, gas	1,37	0,43
	Biler, benzin/diesel	1,37	0,43
	Busser, diesel	1,37	0,43
	Tankstation, brint	1,37	0,43

Referencen 2010 - lav beskæftigelse	Regional beskæftigelse i personår per investeret kDDK	Drift og vedligeholdelse generelt (Regional)		Beskæftigelse i personår for investering	Beskæftigelse i personår for D&V
		beskæftigelse i personår per investeret kDDK)	Beskæftigelse i personår for investering		
Kollektive solfangere	0,00036	0,00111	0,000	0,000	0,000
Kraftvarmeheder, decentrale fjv.-net	0,00098	0,00111	4,859	3,593	
Store varmepumper, fjernvarme	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Varmelager, decentral fjernvarme	0,00139	0,00111	1,660	0,138	
KV-enheder, centrale fjv.-net	0,00098	0,00111	0,000	0,000	
Store varmepumper, central fjernvarme	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Varmelager til solfangere	0,00139	0,00111	0,000	0,000	
Fjernvarmekedler, KV-enheder	0,00073	0,00111	2,262	1,039	
Fjernvarmekedler, varmeværk	0,00073	0,00111	13,841	4,227	
Kondensværker	0,00036	0,00111	0,000	0,000	
Vindmøller, land	0,00080	0,00111	16,283	10,252	
Solceller	0,00063	0,00111	0,020	0,014	
Elektrolyseanlæg	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Brintlager	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Individuelle varmepumper	0,00073	0,00111	0,105	0,025	
Individuelle solfangere	0,00069	0,00111	0,774	0,265	
Opgraderingsanlæg, biogas	0,00109	0,00111	0,000	0,000	
Opgraderingsanlæg, forgasning	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Affaldsforbrænding	0,00098	0,00111	0,016	11,970	
Biogasanlæg	0,00098	0,00111	0,000	0,000	
Forgasningsanlæg	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Biodieselanlæg	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
Bio Jetfuel anlæg	0,00073	0,00111	0,000	0,000	
CO2 hydrogenering - syntesegas	0,00069	0,00111	0,000	0,000	
Syntesegasanlæg (biogas+brint)	0,00069	0,00111	0,000	0,000	
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsle	0,00069	0,00111	0,000	0,000	
Individuel opvarmning (kedler, elvarme)	0,00073	0,00111	26,575	9,078	
Biler	0,00043	0,00111	95,222	99,420	
Busser	0,00043	0,00111	2,547	2,889	
Lastbiler	0,00043	0,00111	164,179	239,192	
Totale beskæftigelse i personår per år			328,343	382,102	
<b>Beskæftigelse i personår per år</b>			<b>710,445</b>		

Referencen 2010 - høj beskæftigelse	Regional beskæftigelse i personår per investeret kDDK	Drift og vedligeholdelse generelt (Regional)		Beskæftigelse i personår for investering	Beskæftigelse i personår for D&V
		beskæftigelse i personår per investeret kDDK)	Beskæftigelse i personår for investering		
Kollektive solfangere	0,00036	0,00155	0,000	0,000	0,000
Kraftvarmeheder, decentrale fjv.-net	0,00098	0,00155	4,859	5,018	
Store varmepumper, fjernvarme	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Varmelager, decentral fjernvarme	0,00139	0,00155	1,660	0,193	
KV-enheder, centrale fjv.-net	0,00098	0,00155	0,000	0,000	
Store varmepumper, central fjernvarme	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Varmelager til solfangere	0,00139	0,00155	0,000	0,000	
Fjernvarmekedler, KV-enheder	0,00073	0,00155	2,262	1,451	
Fjernvarmekedler, varmeværk	0,00073	0,00155	13,841	5,903	
Kondensværker	0,00036	0,00155	0,000	0,000	
Vindmøller, land	0,00126	0,00155	25,646	14,316	
Solceller	0,00125	0,00155	0,039	0,020	
Elektrolyseanlæg	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Brintlager	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Individuelle varmepumper	0,00073	0,00155	0,105	0,036	
Individuelle solfangere	0,00069	0,00155	0,774	0,369	
Opgraderingsanlæg, biogas	0,00152	0,00155	0,000	0,000	
Opgraderingsanlæg, forgasning	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Affaldsforbrænding	0,00098	0,00155	0,016	16,715	
Biogasanlæg	0,00098	0,00155	0,000	0,000	
Forgasningsanlæg	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Biodieselanlæg	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
Bio Jetfuel anlæg	0,00073	0,00155	0,000	0,000	
CO2 hydrogenering - syntesegas	0,00069	0,00155	0,000	0,000	
Syntesegasanlæg (biogas+brint)	0,00069	0,00155	0,000	0,000	
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsle	0,00069	0,00155	0,000	0,000	
Individuel opvarmning (kedler, elvarme)	0,00073	0,00155	26,575	12,676	
Biler	0,00137	0,00155	303,381	138,830	
Busser	0,00137	0,00155	8,114	4,034	
Lastbiler	0,00137	0,00155	523,082	334,007	
Totale beskæftigelse i personår per år			910,354	533,566	
<b>Beskæftigelse i personår per år</b>			<b>1443,921</b>		

Alternativ scenarie 2050 - lav beskæftigelse	Regional	Drift og vedligeholdelse	Beskæftigelse i	Beskæftigelse i
	beskæftigelse i personår per investeret kDDK	generelt (Regional) beskæftigelse i personår per investeret kDDK	personår for investering	personår for D&V
Kollektive solfangere	0,00036	0,00111	1,056	0,080
Kraftvarmeheder, decentrale fjv.-net	0,00098	0,00111	1,503	1,111
Store varmepumper, fjernvarme	0,00073	0,00111	5,345	2,831
Varmelager, decentral fjernvarme	0,00139	0,00111	5,473	0,455
KV-enheder, centrale fjv.-net	0,00098	0,00111	1,030	0,743
Store varmepumper, central fjernvarme	0,00073	0,00111	7,483	3,963
Varmelager til solfangere	0,00139	0,00111	0,001	0,000
Fjernvarmekedler, KV-enheder	0,00073	0,00111	0,595	0,273
Fjernvarmekedler, varmegærk	0,00073	0,00111	0,000	0,000
Kondensværker	0,00036	0,00111	0,000	0,000
Vindmøller, land	0,00080	0,00111	99,176	62,441
Solceller	0,00063	0,00111	16,473	11,889
Elektrolyseanlæg	0,00073	0,00111	5,770	3,211
Brintlager	0,00073	0,00111	0,277	0,041
Individuelle biomassefy	0,00098	0,00111	0,000	0,000
Individuelle solfangere	0,00069	0,00111	9,053	3,094
Individuelle varmepumper	0,00073	0,00111	2,022	0,220
Opgraderingsanlæg, biogas	0,00109	0,00111	0,457	0,981
Opgraderingsanlæg, forgasning	0,00073	0,00111	0,841	2,693
Affaldsforbrænding	0,00098	0,00111	0,000	0,000
Biogasanlæg	0,00098	0,00111	7,765	9,107
Forgasningsanlæg	0,00073	0,00111	2,009	2,819
Biodieselanlæg	0,00073	0,00111	0,612	0,416
Bio Jetfuel anlæg	0,00073	0,00111	0,000	0,000
CO2 hydrogenering - syntesegas	0,00069	0,00111	0,000	0,000
Syntesegasanlæg (forgasningsgas+brint)	0,00069	0,00111	5,104	3,005
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsler)	0,00069	0,00111	3,188	2,655
Varmebesparelser	0,00114	0,00111	180,407	0,000
Elbesparelser, husholdninger+industri	0,00044	0,00111	29,268	0,000
Fjernvarmenet - udvidelse	0,00139	0,00111	6,202	0,893
Centralvarme - fjv.-udvidelse	0,00139	0,00111	1,654	0,357
Varmevækslere m.m., fjv.-udvidelse	0,00139	0,00111	10,425	3,381
Syntesegas, lager	-	0,00111	0,000	0,000
Elbiler	0,00043	0,00111	47,962	64,851
Ladestationer, elbiler	0,00043	0,00111	2,243	0,000
Tankstation, brint	0,00043	0,00111	0,723	0,139
Brintbiler og -busser	0,00043	0,00111	58,150	42,047
Lastbiler, diesel/biodiesel/methanol	0,00043	0,00111	99,272	144,629
Lastbiler, gas	0,00043	0,00111	132,362	144,629
Totale beskæftigelse i personår per år			743,899	512,955
<b>Beskæftigelse i personår per år</b>			<b>1256,854</b>	

Alternativ scenarie 2050 - høj beskæftigelse	Regional	Drift og vedligeholdelse	Beskæftigelse i	Beskæftigelse i
	beskæftigelse i personår per investeret kDDK	generelt (Regional) beskæftigelse i personår per investeret kDDK	personår for investering	personår for D&V
Kollektive solfangere	0,00036	0,00155	1,056	0,111
Kraftvarmeheder, decentrale fjv.-net	0,00098	0,00155	1,503	1,552
Store varmepumper, fjernvarme	0,00073	0,00155	5,345	3,953
Varmelager, decentral fjernvarme	0,00139	0,00155	5,473	0,636
KV-enheder, centrale fjv.-net	0,00098	0,00155	1,030	1,038
Store varmepumper, central fjernvarme	0,00073	0,00155	7,483	5,534
Varmelager til solfangere	0,00139	0,00155	0,001	0,000
Fjernvarmekedler, KV-enheder	0,00073	0,00155	0,595	0,382
Fjernvarmekedler, varmegærk	0,00073	0,00155	0,000	0,000
Kondensværker	0,00036	0,00155	0,000	0,000
Vindmøller, land	0,00126	0,00155	156,202	87,192
Solceller	0,00125	0,00155	32,684	16,602
Elektrolyseanlæg	0,00073	0,00155	5,770	4,484
Brintlager	0,00073	0,00155	0,277	0,058
Individuelle biomassefy	0,00098	0,00155	0,000	0,000
Individuelle solfangere	0,00069	0,00155	9,053	4,320
Individuelle varmepumper	0,00073	0,00155	2,022	0,307
Opgraderingsanlæg, biogas	0,00152	0,00155	0,637	1,369
Opgraderingsanlæg, forgasning	0,00073	0,00155	0,841	3,760
Affaldsforbrænding	0,00098	0,00155	0,000	0,000
Biogasanlæg	0,00098	0,00155	7,765	12,716
Forgasningsanlæg	0,00073	0,00155	2,009	3,937
Biodieselanlæg	0,00073	0,00155	0,612	0,582
Bio Jetfuel anlæg	0,00073	0,00155	0,000	0,000
CO2 hydrogenering - syntesegas	0,00069	0,00155	0,000	0,000
Syntesegasanlæg (forgasningsgas+brint)	0,00069	0,00155	5,104	4,196
Kemisk synteseanlæg (syntetiske brændsler)	0,00069	0,00155	3,188	3,708
Varmebesparelser	0,00205	0,00155	324,415	0,000
Elbesparelser, husholdninger+industri	0,00044	0,00155	29,268	0,000
Fjernvarmenet - udvidelse	0,00139	0,00155	6,202	1,247
Centralvarme - fjv.-udvidelse	0,00139	0,00155	1,654	0,499
Varmevækslere m.m., fjv.-udvidelse	0,00139	0,00155	10,425	4,722
Syntesegas, lager	-	0,00155	0,000	0,000
Elbiler	0,00137	0,00155	152,809	90,557
Ladestationer, elbiler	0,00137	0,00155	7,146	0,000
Tankstation, brint	0,00137	0,00155	2,302	0,194
Brintbiler og -busser	0,00137	0,00155	185,269	58,715
Lastbiler, diesel/biodiesel/methanol	0,00137	0,00155	316,285	201,959
Lastbiler, gas	0,00137	0,00155	421,713	201,959
Totale beskæftigelse i personår per år			1706,137	716,288
<b>Beskæftigelse i personår per år</b>			<b>2422,425</b>	

