

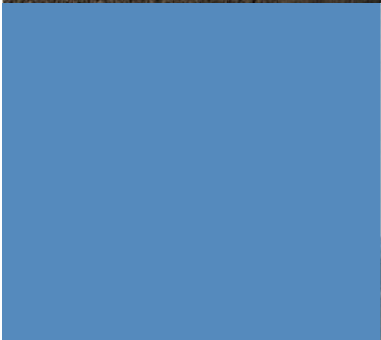
# Energiplan

# Fyn

Endel af Byregion Fyn



# Rammeplan



## Partnere:



# Energiplan Fyn

En del af Byregion Fyn



Energiplan Fyn sekretariat  
Forskerparken 10  
5230 Odense M  
[www.energiplanfyn.dk](http://www.energiplanfyn.dk)

Layout:

KreativGrafisk

Oplag: pdf

1. udgave

Oktober 2016

Forfattere:

Henrik Wenzel,  
Syddansk Universitet,  
Det Tekniske Fakultet

Anders N. Andersen,  
EMD International A/S

Anders Johan Møller-  
Lund,  
Faaborg-Midtfyn  
Kommune

Christian Tønnesen,  
Faaborg-Midtfyn  
Kommune

# Indholdsfortegnelse

1 Energiplan Fyn - en Rammeplan.....	6
Hvorfor fælles fynsk energiplanlægning?.....	7
Behov for fremtidige samarbejder.....	8
Hvad nu?.....	8
2 Politiske mål og rammer.....	9
De nationale rammer.....	9
Fælles EU Mål.....	10
Energiunionen.....	10
3 Vilkår og scenarier for vedvarende energi i Danmark.....	11
Ressourcegrundlag.....	11
Tekniske aspekter.....	12
Tre forskellige grundscenarier.....	12
Økonomi.....	13
Klimaeffekter og miljø.....	14
Forsyningssikkerhed.....	14
Tidsaspekter.....	14
4 Fynske rammer og muligheder.....	16
Fyns vedvarende energi-karakter.....	16
5 Energirammeplanen for Fyn.....	18
Langsigtet mål og roadmap.....	18
6 Rammeplaner og anbefalinger for hver sektor.....	22
Vindkraft på Fyn.....	22
Landvindmøller er billigere end havvindmøller.....	23
Dobbelt så meget strøm med halvt så mange vindmøller.....	23
Hvordan gør vi det farbart med flere landmøller på Fyn?.....	23
<i>Anbefalinger for vindkraftplanlægningen på Fyn</i> .....	24
El og varmforsyning på små og mellemstore fynske værker.....	24
Salget af varme vil blive mindre i fremtiden.....	24
Konvertering af individuelt forsynede områder til fjernvarme.....	24

Reduktion af nettab og etablering af lavtemperatur fjernvarme .....	25
Overskudsvarme og varmepumper i fjernvarmeproduktionen .....	25
Fremtidens el-kapacitet fra små og mellemstore fjernvarmeværker .	26
Solvarme .....	26
<i>Anbefalinger for de små og mellemstore værker.....</i>	<i>26</i>
El og varmeforsyning ved Fynsværket og Fjernvarme Fyn .....	27
Omlægning eller levetidsforlængelse af Fynsværket? .....	27
Bæredygtig træbiomasse – hvor meget kan Fyn levere? .....	28
Odense som vært for et demoanlæg til termisk forgasning af træ ....	28
Udbygning af fjernvarmenettet .....	28
Affaldsforbrænding.....	28
Kilder til fjernvarme .....	28
<i>Anbefalinger for Fynsværket og Fjernvarme Fyn .....</i>	<i>29</i>
Individuel varmeforsyning på Fyn .....	29
Individuelle varmepumper er vejen frem .....	29
Kollektiv forsyning – et tilbud til alle fynboere? .....	29
Naturgasforsynede områder .....	30
<i>Anbefalinger til individuel varmeforsyning på Fyn .....</i>	<i>30</i>
Procesvarme i fynske virksomheder .....	30
<i>Anbefalinger til de fynske virksomheder med procesvarme .....</i>	<i>30</i>
Fynsk biomasse & biogas.....	31
Halm bør prioriteres til biogas .....	31
Fyn får biogas nok .....	31
Biogassen opgraderes til naturgaskvalitet.....	32
Placer anlæggene rigtigt og undgå opgradering om muligt .....	32
Varmen fra opgradering med brint vil være betydelig – skal overvejes ved fjernvarmeløsninger .....	33
<i>Anbefalinger for biomasse og biogas på Fyn .....</i>	<i>33</i>
Transport på Fyn .....	34
Kulbrinter til fly, lastbiler og langtgående skibe .....	34
El-biler er attraktive i den kommunale bilflåde .....	34

Gasbusser og lastbiler .....	34
El-færger i det sydfynske ø-hav .....	34
<i>Anbefalinger til den fynske transport</i> .....	35
Affaldshåndtering på Fyn.....	35
Samarbejde om fynsk affaldshåndtering er en fordel .....	35
Husholdningsaffald består af tre ting.....	35
Den organiske fraktion til biogas .....	36
Emballage/materialefraktionen genanvendes .....	36
Restfraktionen skal fortsat brændes – men skal den reserveres til ren varmeproduktion? .....	36
Kildesortering i husstanden eller automatiseret central sortering? ...	36
<i>Anbefalinger til den fynske affaldshåndtering</i> .....	37
Energibesparelser på Fyn .....	37
Energiselskabernes energispare-forpligtigelser .....	38
Energiforbruget i erhvervet skal først og fremmest reduceres .....	38
Energiforbruget i private boliger skal reduceres .....	38
<i>Anbefalinger til arbejdet med energibesparelser på Fyn</i> .....	39
7 Afgifter .....	40
<i>Anbefalinger</i> .....	41
8 Videreførelse af Energiplan Fyn og fremtidige samarbejder.....	43
Hvorfor fortsat samarbejde gennem Energiplan Fyn.....	43
<i>Anbefalinger til videre handling</i> .....	44



## Energiplan Fyn - en Rammeplan

Resultatet af to års arbejde i regi af Energiplan Fyn foreligger her i form af en **rammeplan**. Planen sammenfatter ud fra en række baggrundsrapporter og notater de væsentligste konklusioner om

- Hvordan fremtidens vedvarende energisystem kan og formentlig vil blive skruet sammen i hovedtræk
- Hvordan det fynske energisystem bedst indrettes med afsæt i særlige fynske muligheder
- Hvordan der bedst ageres på både det korte og det længere sigt, herunder anbefalinger til handlinger de kommende år, der er robuste og kan fremme den ønskede udvikling og minimere risikoen for fejlinvesteringer
- De centrale politiske spørgsmål, der lokalt, regionalt og med national adresse skal arbejdes med for effektivt at fremme en sammenhængende målrettet omstilling af energisektoren.

Rammeplanen er ikke en bindende plan for de mange aktører i Energiplan Fyn samarbejdet. Den præsenterer derimod en konsensus blandt aktørerne om en overordnet ramme, med pejlemærker for udarbejdelse af de strategiske planer og beslutninger som aktørerne fremover nødvendigvis må lave og træffe. Dette med forventning om at sådanne strategier fremover, i øget grad, laves ud fra tværgående perspektiver og, helt oplagt, i styrket samarbejde med andre aktører.

Nogle af hovedanbefalingerne er således, at man forsætter et samarbejde i Energiplan Fyn, og at aktørerne netop laver stærke strategiske udviklingsplaner, hvor de kortsigtede økonomiske hensyn tilgodeses, men med blik for rettidig omhu i forhold til de mere langsigtede mål og de mulige fremtidige omlægninger af skatter, afgifter og andre dele af incitament-strukturen fra nationalt hold – for herigennem at undgå fejlinvestering grundet for kortsigtet perspektiv.

For politikerne i kommunerne, som i mange tilfælde også har sæde i energiselskabers bestyrelser, er Rammeplanens ambition at tilvejebringe et godt overordnet udgangspunkt for de politiske drøftelser og valg, der nødvendigvis må træffes for at fremme de overordnet vedtagne politiske beslutninger om en omstilling af energisektoren.

Ambitionen med Energiplan Fyn har også været at afdække, hvordan man med afsæt i nye samarbejder om omstilling af det fynske energisystem, samt med afsæt i særlige lokale ressourcer og styrker inden for vedvarende energi og optimering af energisystemerne, kan skabe nye job og vækst på Fyn. Rammeplanen skaber et klart fundament for denne regionale erhvervs- og beskæftigelsesudvikling.

## Hvorfor fælles fynsk energiplanlægning?

I 2013 igangsatte 9 fynske kommuner, de store fynske energiselskaber, Centrovice, Udvikling Fyn og Syddansk Universitet et samarbejde om en fælles fynsk energiplanlægning med støtte fra Energistyrelsen. Samarbejdet omhandler, hvordan de kommende årtiers omstilling væk fra et samfund baseret på fossil energi og over til vedvarende energikilder frem mod år 2050, bedst kan gennemføres i en fynsk sammenhæng. Afsættet herfor er en national bred politisk enighed om, at vi nødvendigvis skal den vej først og fremmest af hensyn til forsyningsikkerhed, miljø og klima, men også af andre gode grunde.

Initiativet til Energiplan Fyn udsprang som en handling under det nye fælleskommunale samarbejde i "Strategi Fyn", der udpegede fælles energiplanlægning som et vigtigt fynsk indsatsområde. Dette i erkendelse af, at bæredygtige løsninger i den forestående omstilling af energisektoren, både privat- og samfundsøkonomisk set, ikke alene kan skabes lokalt i de enkelte kommuner eller alene gennem de enkelte energiselskabers egne isolerede udviklingsplaner.

Mange af løsningerne må endda findes gennem nationalt og internationalt koordinerede beslutninger. Men det stod her også klart, at øget regional fynsk koordinering og samarbejde omkring omstillingen rummer store potentialer for Fyn, som bør udnyttes. Det gælder fx både i forhold til at sikre fortsat høj lokal forsyningsikkerhed fremover og at sikre, at det sker med økonomisk acceptable omkostninger for fynske virksomheder og husstande. Endvidere, og ikke mindst, at arbejde for at Fyn placerer sig fornuftigt langt fremme i en omstillingsproces, og derved udnytter de store erhvervsøkonomiske og beskæftigelsesmæssige potentialer, der ligger i en national og global omstilling til grøn energiforsyning.

Fra starten har der i arbejdet været fokus på at inddrage de særlige fynske forudsætninger, hvor en effektiv udnyttelse af potentialerne typisk kræver parathed til nogle satsninger, og disse må baseres på samarbejder på tværs af forsyningselskaber, landbrug, industri og centrale vidensinstitutioner samt i øvrigt på tværs af kommunegrænser. Fyn har som et geografisk velafgrænset område, og med bl.a. en veludbygget fjernvarme- og gasinfrastruktur samt væsentlige lokale biomasseressourcer og stærke videnscentre på energiområdet, rigtig gode forudsætninger for at udvikle et rollemodel-samfund for omstilling til vedvarende energi. Og dette med store erhvervs- og eksportpotentialer. Omstilling af energisektoren til bæredygtig vedvarende energiforsyning kan blive et stærkt fremtidigt brand for Fyn, såfremt de rigtige beslutninger træffes de kommende år.

Den samlede energisektor er kompleks. I Energiplan Fyn samarbejdet har deltagerne nu brugt ca. to år på at skabe et fælles verdensbillede af status, de oplagte skridt i den rigtige retning på kort sigt (5-10 år) og de sandsynlige videre skridt på længere sigt (10-30 år). Det har handlet om at skabe et forbedret beslutningsgrundlag for de enkelte aktører og om at starte på at

opbygge de relevante samarbejder, der kan øge robusthed, begrænse fejlinvesteringer og udnytte nye vækstpotentialer.

## Behov for fremtidige samarbejder

Energiplan Fyn arbejdet har i høj grad vist, at de store potentialer både økonomisk og erhvervsmæssigt de kommende årtier ligger i at anlægge et helhedssyn på valg af energikilder og på hvilke energiformer, der anvendes til hvilke formål, og herunder også hvor nye energiforsyningsanlæg placeres. Fremtidens energisystemer skal være endnu mere integrerede, end de allerede er i dag.

De største muligheder for alle aktører i systemet findes, når alle deler en fælles vision og det samme langsigtede mål. Via konsensus om visionen har alle aktører de bedst mulige betingelser for at undgå tab og spild ved fejlsatsninger og at optimere i forhold til sig selv på de områder, hvor de står stærkest. Tætte samarbejder om fælles udviklingsprojekter forventet at være fordelagtigt med koordinering af de store investeringer og drift. Man kan endda spørge, om fremtidens løsninger og erhvervsmæssig udnyttelse af potentialerne fordrer nye selskabsdannelse, der evner at operere og optimere effektivt på tværs af fx el, varme og transportsektorerne og på tværs af energiforsyningskilderne. Videre samarbejder må vise dette.

## Hvad nu?

Det foreslås, at Rammeplanen i efteråret 2015 lægges ud til debat/kommentering i kommuner og blandt de øvrige aktører og interessenter omkring planforslaget. Endvidere foreslås det, at Energiplan Fyn samarbejdet videreføres som en ramme for fortsat dialog om fremtidens energisystem på Fyn og som et forum for fremme af kommende koordinering og samarbejder om konkrete fælles handlinger, der kan bidrage til at realisere omstillingen af energisektoren på en måde, der gavner fynske interesser for både borgere og virksomheder.







## Politiske mål og rammer

Det langsigtede mål i Energiplan Fyn er et fossilfrit Fyn – et vedvarende energisystem med høj forsyningssikkerhed og lav klimabelastning. Det skal samtidig repræsentere en langtidsholdbar, bæredygtig systemløsning, også globalt – et vedvarende energisystem, som er den bedste platform for fynsk erhvervsliv og eksport, fordi det er relevant og attraktivt som energiløsning også i EU og resten af verden.

De væsentligste og mest omkostningseffektive vedvarende energiresourcer i Danmark er vind og biomasse, og et dansk vedvarende energisystem skal bygges på disse. Vores potentiale for vindkraft er rigeligt, omkring fire-fem gange større end vi behøver. Vores biomasse ressourcer er væsentlige, men dog mere begrænsede.

### De nationale rammer

De store linjer for Danmarks energiudvikling står mere klart end nogensinde før. Med Folketingets energiaftale af marts 2012 har et samlet flertal på 95 % af Folketingets mandater aftalt, at Danmark skal omstilles til vedvarende energi. Allerede om 5 år skal halvdelen af vores elektricitet komme fra vindkraft, et mål, som alt tyder på, at vi når. Det er regeringens mål, at vi i 2050 skal være helt baseret på vedvarende energi, også i transportsektoren. Det var også den forrige regerings mål, så der er historisk stor enighed om energipolitikken i Folketinget.

De vigtigste politiske hensyn bag denne udvikling af energipolitikken har været:

- **Forsyningssikkerhed:** ønske om fortsat høj forsyningssikkerhed, herunder at undgå afhængighed af import fra lande præget af politisk uro.
- **Miljø og klima:** ønske om at reducere miljø- og især klima-belastning fra energisystemet, herunder at leve op til Danmarks forpligtelser i forhold til internationale aftaler.

- **Økonomi:** ønske om et omkostnings-effektivt energisystem samt ønske om at fastholde den danske tradition for sammenhængende, langsigtede politik, der sikrer robuste rammevilkår for langsigtede investeringer i energiselskaberne.

Med den stigende interesse i bioenergi er hensyn til **arealforbrug** og **biodiversitet** i naturen også kommet på dagsordenen ligesom ønsket om, at energipolitikken skal undgå uheldig indflydelse på fødevarepriser og **fødevareforsyning**, noget som kunne opstå ved omlægning til energiafgrøder i landbruget.

## Fælles EU Mål

Den danske energi- og klimapolitik hænger nært sammen med EU's politik. De 28 EU-lande er blevet enige om nye klima- og energimål for 2030. De indebærer, at EU i forhold til 1990 skal skære mindst 40 procent af det europæiske CO<sub>2</sub>-udslip i 2030 og 80 procent i 2050. Dertil skal 27 procent af hvert EU-lands energiforsyning i 2030 komme fra vedvarende energikilder, og landene skal mindst være 27 procent mere energieffektive.

Der er ikke vedtaget en konkret strategi for, hvordan EU skal nå målene. Men der er en forventning om, at de rigere lande, herunder Danmark, bærer en større del af byrden end de fattigere EU-lande.

## Energiunionen

EU-kommissionen har i februar 2015 udmeldt en ambitiøs rammestrategi for at gøre EU mere fossilt frit, under betegnelsen Energiunionen<sup>1</sup>. Energiunionen er en af de vigtigste prioriteter for den nye Kommission og indgår i EU præsident Jean-Claude Junckers politiske retningslinjer. Nogle af de væsentligste visioner i denne rammestrategi omfatter (oversat fra engelsk):

- *en Energiunion, hvor medlemsstaterne forstår, at de er afhængige af hinanden for at levere en sikker energiforsyning til deres borgere, baseret på ægte solidaritet og tillid, og en Energiunion som taler med én stemme i globale anliggender*
- *et integreret energisystem for hele kontinentet, hvor energien flyder frit på tværs af landegrænserne, baseret på konkurrence og den bedst mulige udnyttelse af ressourcerne og med effektiv regulering af energimarkederne i EU, hvor dette er nødvendigt.*
- *at Energiunionen udgør en bæredygtig, lav-kulstof og klimavenlig økonomi, som er designet til at vare ved*
- *stærke, innovative og konkurrencedygtige europæiske virksomheder, som udvikler de industrielle produkter og teknologi nødvendige for at levere energieffektivitet og lav-kulstof teknologier inden for og uden for Europa*

For at nå dette mål ønsker man med Energiunionen

- *at bevæge sig væk fra en økonomi drevet af fossile brændstoffer, en økonomi hvor energi er baseret på en centraliseret udbuds-drevet tilgang, der bygger på gamle teknologier og en forældet forretningsmodel*
- *at styrke forbrugere gennem at forsyne dem med information og valgmulighed og ved at skabe fleksibilitet til at styre efterspørgsel såvel som udbud*
- *at bevæge sig væk fra et fragmenteret system præget af ukoordinerede nationale politikker, markedsbarrierer og energi-isolerede områder.*

Energiplan Fyn Rammeplanen hviler på og understøtter både de nationale og de fælles EU mål og strategier.

<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/danmark/eu-politik/alle\\_emner/energi/2015/150225\\_energiunionen\\_da.htm](http://ec.europa.eu/danmark/eu-politik/alle_emner/energi/2015/150225_energiunionen_da.htm)



## Vilkår og scenarier for vedvarende energi i Danmark

Der er udført en del analyser af, hvordan et dansk vedvarende energi system kan indrettes. De væsentligste omfatter Klimakommissionens analyse fra 2010, Energinet.dk's scenarie-rapport fra 2010 samt Energistyrelsens seneste og i denne sammenhæng mest aktuelle analyse fra marts 2014, som er udført som en udløber af Folketingets energiaftale af marts 2012. De grundlæggende erkendelser fra disse studier, samt flere tilsvarende studier fra både Aalborg Universitet og Syddansk Universitet, er meget enslydende, og de trækkes kort op her som en væsentlig del af grundlaget for Energiplan Fyn.

### Ressourcegrundlag

I alle analyser forventes vores fremtidige energiforbrug væsentligt reduceret. Fra et brutto energiforbrug på knap 800 PJ/år i dag forventes forbruget i fremtiden at kunne reduceres til omkring 500 PJ/år, dels via besparelser dels via omlægninger til elektricitet, som er mere energieffektivt. Der tegner sig et tydeligt billede af, at et sådant dansk VE system i overvejende grad forsynes via vindkraft og biomasse. Det er vindkraft, vi har nok af, og vi har totalt et vindkraft potentiale på det dobbelte af vores forventede samlede energiforbrug eller fire-fem gange vores forventede samlede el-forbrug i selv det mest el-forbrugende scenarie. Det samme billede tegner sig i øvrigt globalt – det er elektricitet fra sol og vind, der er nok af, og potentialet er meget større end forbruget. Biomassepotentialet er mere begrænset. I Danmark vurderer vi at have maximalt ca. 240 PJ/år til rådighed uden at omlægge landbrug til energiafgrøder, svarende til omkring 40 GJ/person/år. På verdensplan er der mindre til rådighed, nemlig omkring 100-300 EJ/år i 2050 eller 10-30 GJ/person/år i henhold til den seneste vurdering fra en ekspertgruppe under det internationale klimapanel, IPCC. Affald og solvarme ser ud til at kunne tegne sig for en mindre, men fortsat væsentlig del, vel op til 10 % af energiforbruget hver.

Vandkraft er attraktivt, men begrænset (aktuelt 6 % af verdens energiforbrug og med et begrænset udbygningspotentiale).

## Tekniske aspekter

Det er teknisk muligt at omstille til Vedvarende Energi. De teknologier, der er mest aktuelle på forsyningsiden i den nærmeste fremtid, er modne og velbeskrevne både teknisk og økonomisk. Det drejer sig om vindkraft, solvarme, solceller, biomasse kedler (halm, flis og træpiller), biomasse kraft/ varme og biogas. På forbrugssiden er især varmepumper og el-biler aktuelle, og de må betegnes som afprøvede og tilgængelige, om end der fortsat ligger et væsentligt optimeringspotentiale forude, efterhånden som teknologierne modnes og når en større udbredelse.

Teknologier, der på længere sigt ser ud til at kunne blive aktuelle, er fremstilling af brint (via elektrolyse), fremstilling af syntesegas (via såkaldt termisk forgasning af biomasse) og fremstilling af syntetisk naturgas eller flydende brændsler (via opgradering af biogas og syntesegas med brint). Den vigtigste rolle, som disse senest tilkomne energiteknologier er tiltænkt, er at fremstille biobrændstoffer til transporten på en måde, hvor biomasse og brint spiller bedst muligt sammen. Verdens første større skala anlæg med termisk forgasning af træ og fremstilling af syntetisk naturgas er testet gennem to år og nyligt (januar 2015) meldt succesfuldt indkørt. Det ligger i Göteborg, se [www.gobigas.se](http://www.gobigas.se). Det danske firma Haldor Topsøe har stået for en væsentlig del af teknologien i dette. Der er flere andre lovende teknologier undervejs, herunder danske, inden for biomasse forgasning og integration af brint i fremstillingen af biobrændstoffer, men det er fortsat uvist, hvornår de bliver klar til fuldskala implementering.

## Tre forskellige grundscenarier

Der tegner sig tre konceptuelt og teknologisk forskellige tilgange til at designe det fuldt vedvarende danske energisystem. Disse har alle været repræsenteret i de før omtalte studier under Klimakommissionen, Energinet.dk, Energistyrelsen, Syddansk universitet m. fl. Vi har her benævnt dem efter det grundprincip, der kendetegner scenariet:

1. Biobrændsels-scenariet
2. El-scenariet
3. Brint-scenariet

De adskiller sig dels ved de teknologier, de baserer sig på, dels ved hvor meget biomasse, de behøver, og hvor gode de er til at indpasse den fluktuerende vindkraft (og sol-kraft) i systemet.

**Biobrændsels-scenariet:** Dette scenarie baserer sig på den nu og her umiddelbart lettest tilgængelige teknologi og er *med den aktuelt eksisterende afgiftspolitik* (maj 2015) ofte også det mest økonomiske for energiselskaberne. Filosofien i scenariet er at erstatte fossile brændsler med biobrændsler: flis, træpiller og halm til el og varme og flydende biobrændstoffer som bio-diesel og bio-ethanol til transport – samt biogas til både el, varme og transport. Der er imidlertid to væsentlige udfordringer for dette scenarie:

Dels er det vanskeligt at integrere tilstrækkeligt store mængder vindkraft i dette scenarie, fordi hovedparten af energibehovene tilfredsstilles af biomasse, og fordi der ikke er teknologier i systemet, der kan aftage den fluktuerende vindkraft, når der er mest af den. Integrationen af vindkraft er højst 75 PJ/år i de forskellige varianter af biobrændsels-scenariet i de udførte studier. Allerede aktuelt – i 2015 – er der perioder med så stort vindkraft overskud i Danmark, at vi må eksportere den til langt under normal markedspris, i visse tilfælde endda betale penge for at komme af med den. Det problem bliver større frem mod 2020, hvor vindkraften udbygges yderligere til at udgøre 50 procent af el-forbruget.

1. Dels er behovet for biomasse stort, idet fremstilling af både el, varme og transportbrændsler baseres på biomasse. Et fuldt vedvarende energisystem baseret på biobrændsler har således behov for ca. 650 PJ biomasse pr. år eller omkring 120 – 130 GJ biomasse/person/år. Det indebærer et meget stort behov for biomasse import og har et behov for op til 6 gange mere biomasse pr. person, end der af IPCC vurderes til rådighed for den gennemsnitlige borger i verden.
2. Dels er det vanskeligt at integrere tilstrækkeligt store mængder vindkraft i dette scenarie, fordi hovedparten af energibehovene tilfredsstilles af biomasse, og fordi der ikke er teknologier i systemet, der kan aftage den fluktuerende vindkraft, når der er mest af den. Integrationen af vindkraft er højst 75 PJ/år i de forskellige varianter af biobrændsels-scenariet i de udførte studier. Allerede aktuelt – i 2015 – er der perioder med så stort vindkraft overskud i Danmark, at vi må eksportere den til langt under normal markedspris, i visse tilfælde endda betale penge for at komme af med den. Det problem bliver større frem mod 2020, hvor vindkraften udbygges yderligere til at udgøre 50 procent af el-forbruget.

Vindkraftudbygningen i Danmark er udviklingens store lokomotiv, men udviklingen med at etablere den infrastruktur af teknologier, der kan aftage vindkraften, når vinden blæser meget, halter bagefter i *Biobrændsels-scenariet*. Disse teknologier er i første omgang varmepumper til fjernvarme og individuel varme og el-biler til persontransport, og i en senere fase elektrolyse til fremstilling af brint.

**El-scenariet:** I *El-scenariet* etableres denne infrastruktur til fleksibelt el-forbrug. Både individuel varmforsyning og fjernvarme lægges om til varmepumper, idet de største fjernvarmenet desuden forsynes med overskudsvarme fra fremstilling af transportbrændstoffer, fra affaldsforbrænding og fra fremstilling af el i de begrænsede perioder, hvor vinden ikke blæser tilstrækkeligt. Al togtransport og op mod 80 procent af persontransport i bil, svarende til ca. halvdelen af al transportarbejde, lægges om til el. Dette scenarie er teknisk og økonomisk en lidt større udfordring nu og her, idet varmepumper og el-biler ikke er så velgennemprøvede teknologier. Der sker dog en hastig udvikling og disse teknologier forventes modnet betragteligt de kommende år. Scenariet reducerer afhængigheden af biomasse væsentligt, idet *El-scenariet* lader sig realisere med et biomasse forbrug på 450 PJ/år svarende til ca. 80 GJ/person/år. Og det næsten fordobler den mængde vindkraft, der kan optages i systemet, i forhold til *Biobrændsels-scenariet*, uden at vi behøver eksportere den med risiko for lave priser. Uden elektrificering af varme og transportsektorerne vurderes det at blive svært at fortsætte udbygningen af vindkraft og fortsat få en fornuftig pris for den.

**Brint-scenariet:** Den potentielt største aftager af fluktuerende vindkraft er fremstilling af brint via elektrolyse. Elektrolyse vurderes at kunne yderligere fordoble den mængde vindkraft, der kan optages i systemet i forhold til *El-scenariet*. Samtidig kan elektrolysen og integrationen af brint i systemet sænke behovet for biomasse væsentligt, dels fordi brinten kan anvendes til at øge både mængden og kvaliteten af de biobrændstoffer, der kan fremstilles ud fra biomassen, dels fordi spildvarme fra biobrændstoffabrikkerne kan anvendes til varmemål. Integrationen af elektrolyse og brint i systemet kan på den måde øge den samlede system-effektivitet betydeligt. *Brint-scenariet* er en udbygning af *El-scenariet*, og i dette scenarie kan det samlede systems behov for biomasse reduceres til de ca. 240 PJ/år, som svarer til den danske biomasse ressource uden brug af energiafgrøder (der fortrænger fødevaredyrkning) eller ca. 40 GJ/person/år. Både elektrolyse og biobrændstof-fremstillingen er imidlertid processer, der fortsat er under udvikling og aktuelt relativt dyre. *Brint-scenariet* vurderes derfor at være den sidste fase af udviklingen af energisystemet frem mod det endelige VE system i 2050.

## Økonomi

Energistyrelsen har regnet på samfundsøkonomien for de opstillede VE scenarier. Det fremgår heraf, dels at scenarierne er økonomisk realistiske, dels at samfundsøkonomien er stort set den samme uanset scenarie. Det fossile system er fundet at koste 130 mia. kr./år, hvor det el-baserede system med både vindkraft og elektrolyse koster ca. 140 mia. kr./år – i begge tilfælde for det samlede system i 2050. Det svarer til, at det fossile system koster ca. 23.000 kr./prs/år versus ca. 25.000 kr./prs/år for VE el/brint systemet. Det er en forskel på 2.000 kr./prs/år

svarende til ca. 0,5 procent af Danmarks bruttonationalprodukt. Beregningen er naturligvis følsom for antagelser, herunder antagelsen om fremtidige brændselspriser. Men andre analyser har fundet tilsvarende små forskelle. Transportsektoren står for halvdelen af omkostningen ved systemet.

## Klimaeffekter og miljø

Udledningen af drivhusgasser fra forskellige former for biomasse- og bioenergi-teknologier er analyseret grundigt i forbindelse med den såkaldte 'bioenergianalyse' for Energistyrelsen fra 2014. Denne analyse finder, at der i mange år frem kan findes klimavenlig biomasse til brug for energiformål, herunder importeret biomasse fx træpiller, men også at sådan biomasse på et tidspunkt får en ende, hvis verden generelt satser på bioenergi som en del af en global VE løsning. I analysen vurderes, at omkring 50 EJ/år svarende til ca. 5 GJ/person/år vil kunne tilvejebringes som klimavenlig biomasse, forstået som ekstra i forhold til den aktuelle globale høst på ca. 200 EJ/år fra landbrug og skovbrug i alt. Et forbrug derudover vurderes at skulle trække på biomasse med en vis klimabelastning. Der er i analysen ikke regnet på andre miljøeffekter, men det fremgår, at der ved et større forbrug kan komme arealtyper i spil til at frembringe biomassen (fx savanne), hvor påvirkning af biodiversiteten på arealet vil være et væsentligt politisk fokusområde.

## Forsynings sikkerhed

*El- og Brint-scenarierne* har den bedste forsynings sikkerhed på brændsler, fordi de har det mindste behov for biomasse ressourcer, og *Brint-scenariets* behov svarer til det nationale ressourcepotentiale for klimavenlig biomasse. De er til gengæld udfordret på forsynings sikkerheden af el, fordi vindkraften er fluktuerende og i perioder kan falde helt væk. Forsynings sikkerheden af el i disse systemer kan sikres, dels via udlandskabler og import dels via national stand-by kapacitet. En sådan stand-by kapacitet vil sandsynligvis være baseret på gas (fx opgraderet biogas), idet gas motor/turbine anlæg er de mindst omkostningstunge pr. MW effekt installeret, og idet investeringsomkostningen bliver altafgørende for sådanne stand-by anlæg med meget få driftstimer (Energistyrelsen, 2014a). Derudover er gas-baseret el-produktion teknisk attraktiv, fordi den er velegnet til hurtig ind- og udfasning i takt med vindkraftens fluktuationer. Den gas der skal anvendes i fremtiden er fremstillet på biogas og/eller syntetisk gas fremstillet fra el.

*Biobrændsels-scenariet* har færre direkte udfordringer med el-forsyningen, idet en stor del af el-produktionen i dette scenarie er brændselsbaseret og således fleksibel. Det kan til gengæld på længere sigt være udfordret på forsynings sikkerheden af brændsler, fordi afhængigheden af importeret biomasse er stor. Når/hvis resten af verden også søger i retning af vedvarende energi, herunder bioenergi, kan der opstå risiko for, at muligheden for import af biomasse bliver reduceret og meget afhængig af politiske beslutninger i andre lande. En stor afhængighed af importeret biomasse kan gøre energisystemet følsomt for diskussionen om arealforbrug til energi kontra fødevarer ligesom naturhensyn som biodiversitet politisk kan påvirke forsynings sikkerheden. Når/hvis forsynings sikkerheden af importeret biomasse udfordres, påvirker dette naturligvis forsynings sikkerheden på de forsyninger, der baseres på biomasse, dvs. både, el, varme og transportbrændstoffer i det brændselsbaserede system. Dette kan til en vis grad imødekommes ved at skifte til fossile brændsler, men dermed påvirkes muligheden for at overholde klimamålsætningerne.

## Tidsaspekter

Investering i ny energiteknologi har nogle indbyggede tidsaspekter grundet levetiden af de forskellige typer teknologi. Levetiden af forskellige teknologier ved ny-etablering er følgende: lastbil 8 år, bil 16 år, biomasse kedel 15 år, varmepumpe 20 år, kraft/varmeverk 25 år, havvindmølle 25 år, kraftværk 40 år. Det betyder noget for, hvor langsigtet vi skal tænke, når vi planlægger omlægningen af energisystemet mod VE.

Ifølge Energistyrelsen betyder det, at vi generelt bør vælge om det langsigtede mål er et el-baseret eller et brændsels-baseret scenarie inden 2020. Denne anbefaling vurderes at skulle nuanceres, idet det afhænger af de konkrete omstændigheder. Står man fx overfor en beslutning om skæbnen af et stort kraft/varmeværk eller indkøb af en flis-kedel til et mindre fjernvarmenet nu og her, forekommer overvejelserne om den langsigtede strategi for anlægget aktuelle nu og her.





## Fynske rammer og muligheder

Når de nationale mål og rammer skal omsættes til regionale og kommunale mål og handlingsplaner er der nogle naturlige forskelle landet over, som bør respekteres i en samlet optimering. Nogle steder blæser vinden mere end andre. Der er flere husdyrbrug – og større biogaspotentiale – i Vestdanmark end i Østdanmark. Nogle kommuner har meget store fjernvarmenet, mens andre mest har individuel opvarmning. Nogle steder er naturgasnettet vidt forgrenet, mens det er fraværende andre steder.

Fremtidens vedvarende energisystem er kendetegnet ved at blive et mere komplekst puslespil end det hidtidige system, især fordi vindkraft varierer meget, alt efter hvor meget vinden blæser. Det betyder, at opgaven med at aftage vindkraften fleksibelt, når den er der, er lige så vigtig som opgaven med at producere den. Andre vigtige opgaver er at sikre standby kapacitet til elproduktion, når vinden ikke blæser, samt at integrere produktion af el, varme og transportbrændstoffer på en fornuftig måde, hvor energitabene minimeres. Det betyder, at alle kommuner og regioner, som har hver deres særlige karakter, også til en vis grad har hver deres rolle i energisystemet. Vestjylland leverer mest vindkraft og biogas, mens København, Århus, Odense og Ålborg 'leverer' store fjernvarmenet, der kan anvendes på en god måde til at aftage fluktuerende vindkraft og til at nyttiggøre spildvarme fra produktion af el og transportbrændstoffer og fra håndtering af brændbart affald.

Der ligger et vigtigt budskab til kommunale politikere i denne erkendelse:

*Spørg ikke, hvordan kommunen bliver CO<sub>2</sub> neutral eller selvforsynende med energi. Det kan føre til uheldige sub-optimeringer. Spørg i stedet, hvad kommunens særlige karakter er i et energisystem, og hvad kommunens særlige roller er i optimeringen af det samlede system.*

## Fyns vedvarende energi-karakter

Fyn har en befolkningstæthed, der er større end landets gennemsnitlige tæthed, og der er færre tyndt befolkede områder. Det betyder bl.a., at Fyn ikke har helt så mange land-vindmøller opstillet pr. kvadratkilometer som landets gennemsnit, om end forskellen aktuelt kun er godt 10



procent. Potentialet for opstilling af yderligere land-vindmøller samt kystmøller er kortlagt indledningsvist.

Der er mange små og mellemstore byer jævnt fordelt i landskabet, som ellers er præget af landbrug. Bioenergi, som fx biogas fra husdyrgødning og andre biomasser som halm, er en oplagt mulighed på Fyn. Det fynske biomasse- og biogas potentiale er grundigt kortlagt mht. landbrugets del, hvorimod biomassepotentialet fra det fynske skovbrug fortsat mangler en mere detaljeret kortlægning.

Mange af de små og mellemstore byer har fjernvarmenet, og i alt er der godt 30 fjernvarmenet på Fyn, for hvilke varmemeforbruget er kortlagt. Det største forsyner Odense og omegn og er et af landets største. Det har en sådan størrelse, at etablering af en biobrændstoffabrik i eller nær Odense på sigt (når teknologien er moden) kan være interessant, fordi fjernvarmenettet er stort nok til at aftage det relativt store overskud af procesvarme, der kan opstå ved produktion af biobrændstoffer. Der er desuden adgang med skib via Odense Fjord, hvilket kan betyde noget for omkostnings-effektiv forsyning med biomasse til en sådan fabrik. Også mange af de øvrige byer med mindre fjernvarmenet ligger ved kysten, og det kan måske være et potentiale for at anvende varmepumper, der henter varmen fra havvand. Potentialet for dette er indledningsvist analyseret for lokaliteter ved Nyborg og Svendborg.

Der er to affaldsforbrændingsanlæg på Fyn, et stort i Odense og et lille i Svendborg, som begge leverer varme til fjernvarmenet. En større modellering af de fynske affaldsstrømme samt vurdering af alternative systemer og teknologier mhp. optimering af fremtidens affaldshåndtering pågår og forventes afsluttet med udgangen af august 2015.

En række virksomheder har stort varmeoverskud, størst for NORD (tidl. Kommunekemi) i Nyborg. Disse varmeoverskud anvendes kun delvist til varme/fjernvarme. Der pågår aktuelt en grundig kortlægning af industriel overskudsvarme, som forventes afsluttet med udgangen af august måned 2015, og alt tyder på, at der er et stort potentiale for at nyttiggøre overskudsvarme bedre.

Fyn har landets mest forgrenede naturgasnet, noget som kan være interessant for anvendelse af gas i transportsektoren. En del af det fynske gasnet er tryksat ved lavere tryk end i resten af landet, hvilket måske kan være en fordel for lagring og distribution af biogas.

Gasnettet er grundigt kortlagt og en model for anvendelse af nettet til distribution af opgraderet biogas til brug for transport, el og industrielle processer er under opbygning.

Der er en del småøer i det sydfynske øhav, som har færgefart med relativt korte afstande. Det er interessant for potentialet for el-færger, noget der allerede arbejdes med.

Den fynske undergrund er ikke attraktiv for at anvende geotermi med undtagelse af det nordøstligste Fyn omkring Nyborg og Kerteminde, hvor der vurderes at være muligheder. En indledende analyse af dette er udført.

Scenarierne for det fremtidige fynske energisystem er udviklet under hensyn til en samlet national optimering med fokus på disse særlige fynske muligheder og karakteristika. Vi har haft fokus på lokale ressourcer og på de fordele, som sådanne særlige fynske betingelser kan medføre for vækst og grøn beskæftigelse på Fyn.



## Energirammeplanen for Fyn

Rammeplanen adresserer det langsigtede mål for energisystemets udvikling såvel som vejen mod målet. Det er tilstræbt at identificere de dilemmaer og blindgyder, der kan opstå undervejs, og hvor og hvornår, det er vigtigt at vælge spor. Herunder er det tilstræbt at identificere såkaldte 'no regrets' tiltag, dvs. udviklinger af energisystemet, der er robuste uanset hvilket mål og hvilken vej, vi ender med at følge på det lange sigt. Vi har forsøgt at samle dette i en robust road map.

### Langsigtet mål og roadmap

Af hensyn til både forsyningssikkerhed og klima vurderes det bæredygtige langsigtede mål at være Brint-scenariet. Med de muligheder og betingelser, vi kender i dag, vurderes en større skala integration af elektrolyse og brint i systemet at være en forudsætning for en langsigtet og holdbar vedvarende energi løsning, som også resten af verden kan forfølge uden at risikere en overudnyttelse af klodens biomasse ressourcer med stor påvirkning af naturarealer, klima og biodiversitet til følge.

Af de 4 energi scenarier fra Energistyrelsen er det kun vind og brint scenariet der er selvforsynende med biomasse. Da det kan forudses at biomasse vil blive en begrænset og dyr ressource set i 2050 perspektivet vil det være for risikabelt at basere det fremtidige energisystem på importeret biomasse.

Dermed vurderes Brint-scenariet også at afføde det største forretningspotentiale på langt sigt, fordi det lader sig forsvare og eksportere på et bæredygtigt grundlag. Men Brint-scenariet er også det, der ligger længst ude i fremtiden, der er behov for flere skridt på vejen dertil.

Den mest attraktive og robuste udvikling fra dagens energisystem frem mod det langsigtede mål vurderes at være at videreføre dele af Biobrændsels-scenariet og at påbegynde en fuld implementering af EI-scenariet med det samme.

**Påbegynd EI-scenariet nu:** Det er en grundlæggende forudsætning både for at få vindkraften

ind i systemet, og for at reducere afhængigheden af importeret biomasse, at vi formår at etablere en infrastruktur af varme og transport, der kan drives af vindkraft.

Det er allerede nu i perioder svært at få vores nabo-lande til at betale en fornuftig pris for vindkraften. Både Tyskland og Sverige udbygger endvidere kraftigt med vindkraft, så når der er for meget vindkraft-el i Danmark, er der det oftest også hos naboerne, og det bliver mere udtalt med tiden.

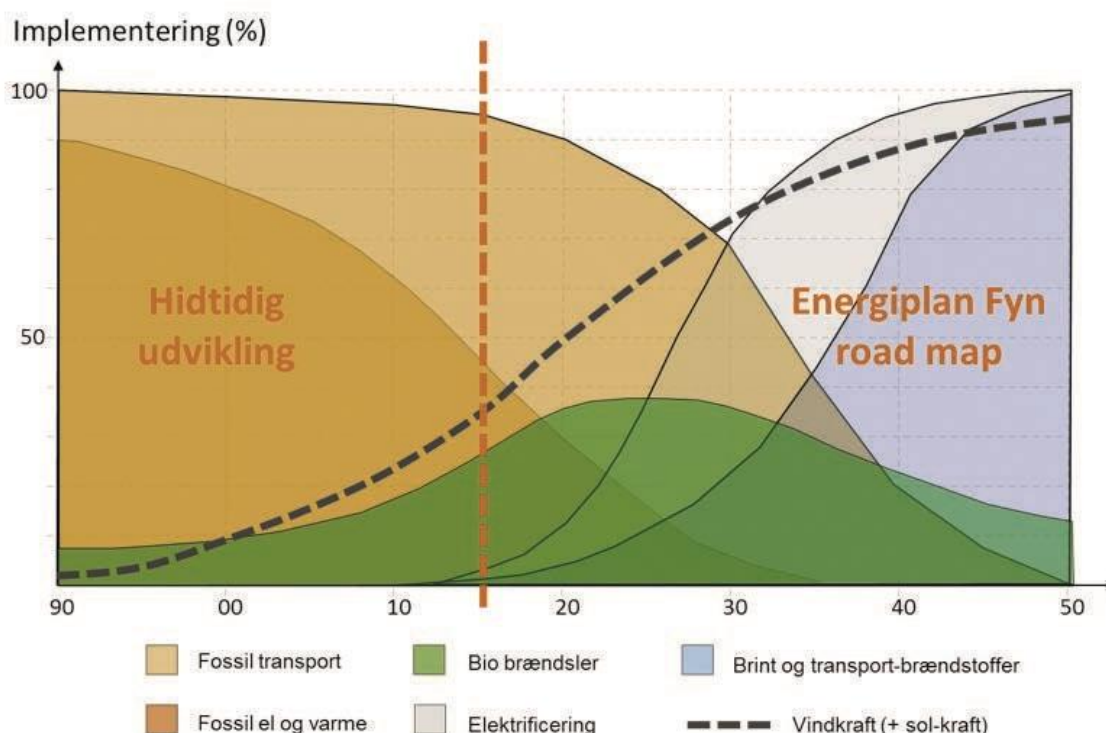
Udbuddet af fluktuerende el fra vindkraften er ved at løbe fra systemets evne til at anvende elektriciteten fleksibelt, og det vurderes både økonomisk og forsyningsikkerhedsmæssigt attraktivt at påbegynde etablering af det fleksible el-forbrug nu (Energistyrelsens analyser fra marts 2014).

**Viderefør dele af Biobrændsels-scenariet:** Spørgsmålet er imidlertid, hvor det er bedst at starte denne udvikling, og hvordan udfasning af fossile brændsler forløber bedst på det korte sigt, indtil EI-scenariet kan implementeres i stor skala.

Der går nogle år, måske et par årtier, inden systemet kan være fuldt udbygget med el-biler og varmepumper, og der er dele af systemet, hvor det vil være vanskeligt eller for dyrt at satse på varmepumper nu og her.

Det kunne fx være de største kraft/varme værker, hvor fjernvarmenettets skala gør det vanskeligt at basere sig på varmepumpeløsninger alene, og hvor bio-brændstof-fabrikker, som eksempelvis det tidligere omtalte Gobigas i Göteborg, med fordel kan ligge, når teknologien er moden til en bredere implementering.

Men indtil da skal fjernvarme kunderne fortsat have fjernvarme, og kul skal udfases. De første år, måske årtier, indtil resten af verden begynder at efterspørge biomasse i større skala, er det både økonomisk attraktivt og klima/miljømæssigt favorabelt at erstatte kul og andre fossile brændsler med biomasse i dele af el- og varme sektoren.



Figur 1 - Road Map - Energiplan Fyns vision for en robust road map frem mod fuldt vedvarende energi i 2050. Afvikling af det fossile energisystem via en delvis og midlertidig overgang til biobrændsler i dele af systemet og en stigende elektrificering efterfulgt af en integration af brint, især i fremstillingen af biobrændstoffer til transport

Det fossile system udfases først i el og varme sektorerne i 2035 dernæst i transportsektoren i 2050. Vindkraftudbygningen sætter på mange måder rammerne for den øvrige udvikling af energisystemet, dels fordi vindkraftens fluktuerende karakter stiller visse betingelser for resten af systemet, dels fordi vindkraften sænker markedsprisen på el, når vinden blæser mest. I Figur 1 er den historiske vindkraftudbygning vist fra at udgøre 2-3 procent af el-produktionen i 1990 til de knap 40 procent, den udgør i dag. Fra 2015 til 2020 er den i Folketinget aftalte udvikling til 50 procent af el-forbruget vist og efter 2020 frem til 2050 er det vist, hvordan vindkraften gennem et El-scenarie og Brint-scenarie udvikler sig til at udgøre over 90% af el-produktionen.

At vindkraften kommer til at udgøre så meget er en konsekvens af, at elektricitet indgår i både transport, varme og produktion af brint i 2050. Det øger mængden af vindkraft så meget, at perioder med underskud af vindkraft i forhold til det konventionelle el-forbrug er så få og små, at der kun er behov for anden el-produktion i 5-10 procent af tiden.

I 2050 forudses i Brint-scenariet en vindkraft-produktion på 250-300 PJ/år svarende til omkring halvdelen af systemets forventede samlede energiforbrug til den tid og svarende til 20-25 procent af det samlede danske vindkraft potentiale. Denne udbygning er en forudsætning for, at biomasse forbruget kan holdes på de 240 PJ/år svarende til det danske potentiale.

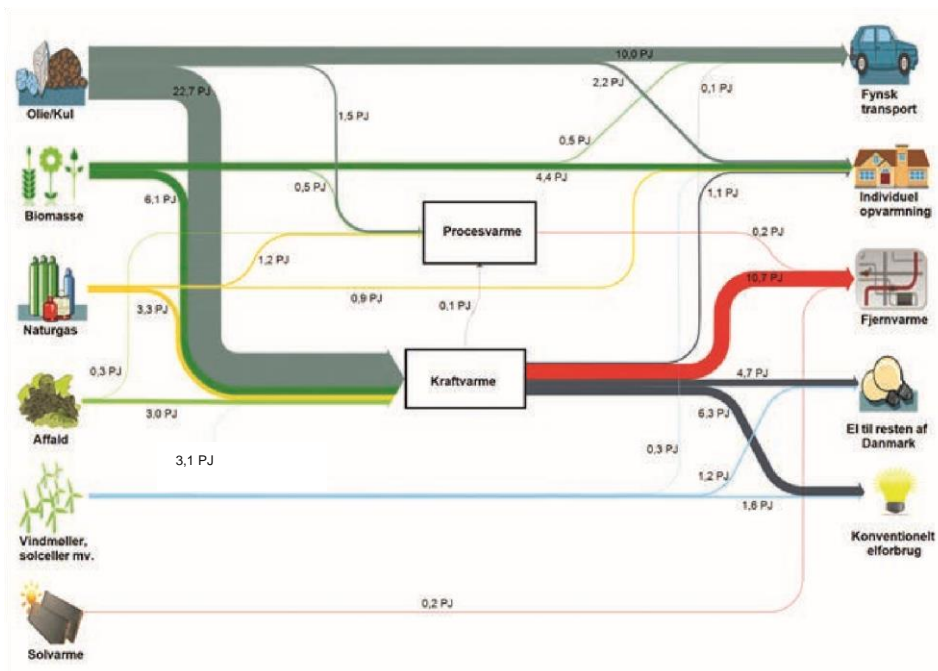
*Biobrændsels-scenariet* videreføres delvist i en periode, især i store kraft/varme værker, men udfases igen, således at brugen af biobrændsler i el og varme er begrænset i 2050. Under varme hører her også industriens procesvarme, og her resterer den største brug af biomasse i 2050.

*El-scenariet* påbegyndes med det samme, det er omkring 80 procent implementeret i 2035 og fuldt implementeret i 2050. Med fuldt implementeret menes, at de elektrificerbare dele af varme og transport er elektrificerede. Det vurderes at omfatte al fjernvarme på nær dele af de store fjernvarmenet, der forsynes med spildvarme, næsten al individuel varme på nær en mindre del biomassefyr og brændeovne, halvdelen af industriens procesvarme samt al togtransport og over 80 % af persontransport, svarende til halvdelen af al transportarbejde i Danmark. Produktionen af biobrændstoffer påbegyndes i det små i 2015 i form af opgraderet biogas til dele af den tunge transport og dette udbygges gradvist til at omfatte en større del af den tunge transport.

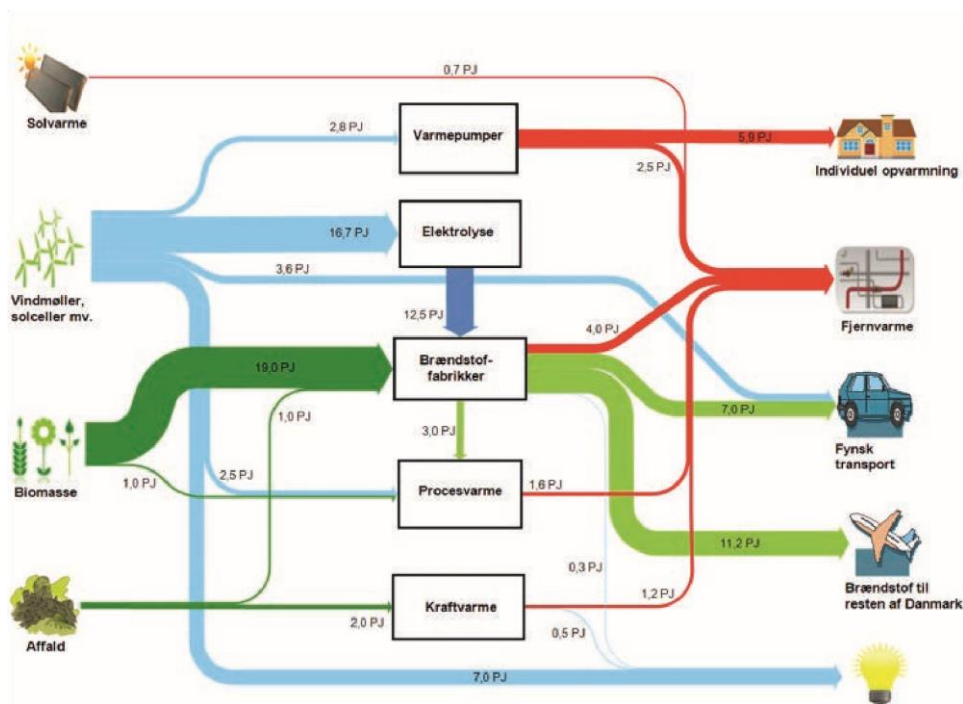
Når teknologien til forgasning af træmasse er klar, implementeres en biobrændstoffabrik ved Fjernvarme Fyns net. I en første periode forventes produktionen af biobrændstoffer at ske via en opgradering til syntetisk naturgas eller flydende brændsler uden tilsætning af brint.

Elektrolyse og integration af brint følger som sidste del af systemet og efterhånden som brint produceres i større skala forventes også biobrændstofproduktion at ske ved tilsætning af brint, således at også fremstillingen af transportbrændstoffer på den måde bidrager til at indpasse vindkraften og konvertere/lagre den som brændstoffer til transportsektoren.

Figur 2 og Figur 3 viser de nuværende og de resulterende energistrømme på Fyn i den langsigtede 2050 vision. Fra i 2014 at være el-eksporterende bliver Fyn i 2050 brændstof-eksporterende (brændstof er et mere højværdigt produkt end el), ved at vi har antaget at en af Danmarks brændstoffabrikker placeres ved Odense.



Figur 2 - Hovedenergistrømme for Fyn 2014. Figuren viser energi-flowet for Fyn som det er i dag (2014) og de omtrentlige energi-flows for det fynske vedvarende energisystem i 2050. Fra i 2014 at være eksportrende bliver Fyn i 2050 brændstofsportrende (brændstof er et mere højværdigt produkt end el), ved at vi har antaget at en af Danmarks brændstoffabrikker placeres ved Odense



Figur 3 - Hovedenergistrømme i 100% VE-scenarie for Fyn i 2050. Illustration af de omtrentlige energi-flows for det fynske vedvarende energisystem i 2050



## Rammeplaner og anbefalinger for hver sektor

I arbejdet med udviklingen af det fynske energisystem er der behov for at balancere:

- Mellem det korte og det lange sigt
- Mellem det kommunale og det nationale perspektiv
- Mellem strategiske planer i forskellige sektorer
- Kommunerne imellem
- Forsyningselskaberne imellem

Balancen mellem disse hensyn og niveauer er der i det nedenstående forsøgt at tage højde for under en syntese af anbefalinger for de enkelte sektorer og indsatsområder.

### Vindkraft på Fyn

På Fyn er der aktuelt opstillet 226 MW vindkraft kapacitet på land. Det er på samme niveau pr. arealenhed som Sjælland og Syddanmark. Fyns befolkningstæthed er større end landgennemsnittet og større end både Sjælland og Syddanmark, og bebyggelsen på Fyn er mere jævnt fordelt og uden større ubebyggede områder. Dette kombineret med landskabelige interesser på store dele af Fyn giver nogle særlige udfordringer. Der er udført en kortlægning af potentialet for opstilling af flere land- og kystmøller, der dog peger på et potentiale på omkring 248 MW yderligere. Hvor stor en del af dette potentiale, der så reelt kan og skal realiseres er et politisk spørgsmål. Kortlægningen har alene taget udgangspunkt i eksisterende afstandskrav og andre kriterier, men der er ikke foretaget en egentlig helhedsvurdering/samfundsøkonomisk vurdering af mulige placeringer. Der er fx ikke taget stilling til, om ekspropriering og opkøb af udvalgte ejendomme kan åbne for flere/større attraktive planlægningsmæssige muligheder. Et eksempel er muligheden for opkøb af enkelte ejendomme tæt på den fynske motorvej, som dermed kunne åbne for muligheden for at reservere et større område langs motorvejen til

vindmøller.

Hvis vindmølleudbygningen i Danmark i 2030 i langt højere grad skal ske med billig landvind, så kræver det opkøb og eventuelt nedrivning af op til 4.669 ejendomme inden for 1.082 udpegede områder rundt om i Danmark. Det fremgår af Energinet.dk's analyser af det tekniske potentiale for landvind frem til 2030. Analysen konkluderer, at der samfundsøkonomi i at opstille i alt 12 GW vindkraft-effekt på land, fordelt på 3.746 vindmøller.

## **Landvindmøller er billigere end havvindmøller**

Beregninger fra Energinet.dk viser, at produktionen af el på land-vindmøller koster det halve af hav-vindmøller. Det har derfor en stor konsekvens for samfundets økonomi, hvis vi skal hente den mængde vindenergi ind fra havet, som er påtænkt skulle komme fra land. Energinet.dk har fundet, at der i 2030 vil være 30 pct. eller 4,5 mia. kroner årligt at spare ved at opføre 12 GW vindmøller på land frem for en tilsvarende andel på havet.

## **Dobbelt så meget strøm med halvt så mange vindmøller**

En kortlægning foretaget af Energiplan Fyn viser, at vi kan få dobbelt så meget strøm fra halvt så mange landvindmøller ved at erstatte de gamle vindmøller med nye og mere effektive. Andelen af mindre og ældre møller er i dag relativt høj på Fyn. Energiplan Fyn har foretaget en kortlægning af vindmøllepotentialet i 9 ud af de 10 fynske kommuner. Vi har fundet 38 områder, der hver kan indeholde 3 store vindmøller, og hvor de store vindmøller samtidig overholder lovgivning om afstand, støj og skyggekastning. Ved at sanere gamle vindmøller med nye og mere effektive, kan vi således halvere antallet af vindmøller og stadig sikre vores særlige og værdsatte Fynske landskaber og natur, men samtidig producere strømmen på en effektiv og økonomisk fordelagtig måde.

## **Hvordan gør vi det farbart med flere landmøller på Fyn?**

Der har vist sig store vanskeligheder med lokalt at opnå accept af nye vindmøller i berørte lokalområder og mange projekter på Fyn er de seneste år faldet til jorden. Økonomien i landmøller kontra møller til havs gør det imidlertid fortsat relevant at sætte møller op på land. Endvidere er der forretning i at sætte møller op, og spørgsmålet er, hvordan Fyn kan deltage i denne udvikling? En vindmøllepark på fx 3 stk. 3 MW land-vindmøller koster ca. 100 mio. kr. i investering med et forventet årligt afkast på 6-8 mio. kr. Er investeringen lokal, kan det bidrage til lokal omsætning og skatteindtægter. Problemerne med mølleparkerne i dag er imidlertid formentlig ikke mindst, at der sjældent er sammenhæng mellem investorer og dem der påvirkes visuelt og støjmessigt af møllerne. Erfaringer fra bl.a. Hvide Sande og Samsø viser, at der kan opnås større accept af nye møller, hvis lokalsamfundet tager ejerskab til projektet og drager direkte fordel af investeringen.

Det forekommer oplagt at søge at arbejde med finansierings- og afkastmodeller, der kan øge det lokale afkast og dermed måske også den lokale accept af nye møller. F.eks. har Energi Fyn udviklet et koncept for at opnå større forankring hos naboerne til vindmøller. Det primære i konceptet handler om stor åbenhed og borgermøder i anlægsfasen. Derudover er tilknyttet en lokal følgegruppe bestående af interesserede repræsentanter fra nærområdet. Følgegruppen får ekstra indsigt i projektet og mulighed for løbende at komme med ideer til anlægs- og driftsfasen. Der tilbydes yderligere en lille del af indtægten fra vindmøllerne til en helt lokal "vindpuljeforening", der bliver stiftet i vindmølleprojekternes anlægsfase. Andre modeller kan overvejes.

Fyn producerer med den installerede effekt på ca. 250 MW land-vindmøller i dag knap 1 TWh vindkraft årligt. I 2050 scenariet vil Fyn bruge ca. 9 TWh/år, hvoraf en delmængde vil være "importeret" til Fyn, især fra Jylland via kablet over Lillebælt. Hvis de 8 TWh/år leveres som havvindmøllestrøm til en pris af 60 øre/kWh, vil de koste i alt 4,8 mia. kroner/år. Hvis de alle produceres på landvindmøller vil de koste det halve, ca. 2,4 mia. kroner/år. Der er altså potentielt meget samfundsøkonomisk at spare ved at opstille land-vindmøller i stedet for at være afhængig af strøm fra havvindmøller - op til et øvre loft på 2,4 mia. kroner pr. år. Man kunne forestille sig, at vindmølleprojektet bidrog med 10 øre/kWh til lokalsamfundet for land-

vindmøllestrøm. Så kunne vindkraften herfra leveres til ca. 40 øre/kWh, og det ville stadig give en stor samfundsøkonomisk gevinst for Fyn i forhold til "importeret" havvindmøllestrøm. For hver 3 MW mølle opstillet ville lokalsamfundet da modtage knap 1 million kroner pr. år, som kunne bruges til gavn for udvikling af lokalsamfundet.

Nye land-vindmøller kan nogle steder måske også være en mulighed for kommunerne i forhold til at få saneret landområder for nedslidte eller tomme boliger, der med fordel kan fjernes. Hvis en kommune i forvejen ønsker at reovere et område med tomme, forfaldne boliger, vil der formentlig kunne laves en aftale med vindmølle projektet om at dele omkostningerne til en sådan reovering. Generelt fjerner vindmølle projekter dog kun de ejendomme eller vindmøller, der er nødvendige i henhold til lovgivningen for, at et vindmølleprojekt kan gennemføres. I vindmølleprojektet ved Nørrekær Enge (øst for Løgstør) opkøbes 20 ejendomme for at få plads til at opstille 37 vindmøller – dvs. at der i dette konkrete eksempel opkøbes 1 ejendom, når der opstilles ca. 2 vindmøller.

## Anbefalinger for vindkraftplanlægningen på Fyn

Kommunerne har planlægningsopgaven for land-vindmøller, og initiativtagere til vindmølleparker kan understøtte lokal udvikling på Fyn ved at sikre bl.a. god inddragelse og økonomiske fordele for lokalsamfundet omkring vindmøllerne. Sammen kan aktørerne sikre dialog og fælles planlægning på tværs af kommunegrænser og i forhold til processen omkring anlægsfasen.

Det anbefales kommuner og projektmagere at:

- Undersøge mulighederne for land-vindmøller særdeles godt, inden de opgives til fordel for kyst- og hav-vindmøller, da prisforskellen er meget væsentlig
- Udarbejde forudsætninger og anbefalinger til kommunerne for, hvilke projekter man vil prioritere, set i forhold til Energiplan Fyns og Energinet.dk's analyser af vindmøllepotentialet på land.
- Arbejde med at danne finansieringsmodeller for nye vindmølleprojekter, hvor der lokalt opnås afkast/fordele af møllerne, som kan øge accept af projekterne.

## El og varmeforsyning på små og mellemstore fynske værker

Fyns mange små og mellemstore byers fjernvarmenet og -værker har en afgørende rolle i Fyns omstilling til vedvarende energi.

### Salget af varme vil blive mindre i fremtiden

I alle de nationale scenarier for Danmarks omstilling til vedvarende energi arbejdes der med betydelige energibesparelser. Tilsvarende er der forudsat betydelige energibesparelser i Energiplan Fyns Rammeplan. Således er der forudsat at energiforbruget per leveret energitjenesteenhed er 30-35% lavere i 2050 end i dag. Energibesparelserne i bygningerne vil ske gennem energirenovering af den eksisterende bygningsmasse, herunder energirenovering af de kommunale bygninger, høje energikrav til nye bygninger og gennem energiselskabernes energispareforpligtelse. Bl.a. kommunerne på Fyn er i Energiplan Fyn forudsat aktivt at fremme energibesparelser. I runde tal betyder det at de små og mellemstore fynske fjernvarmeværker kan se ud i en fremtid hvor de alt andet lige skal sælge 30-35% mindre fjernvarme.

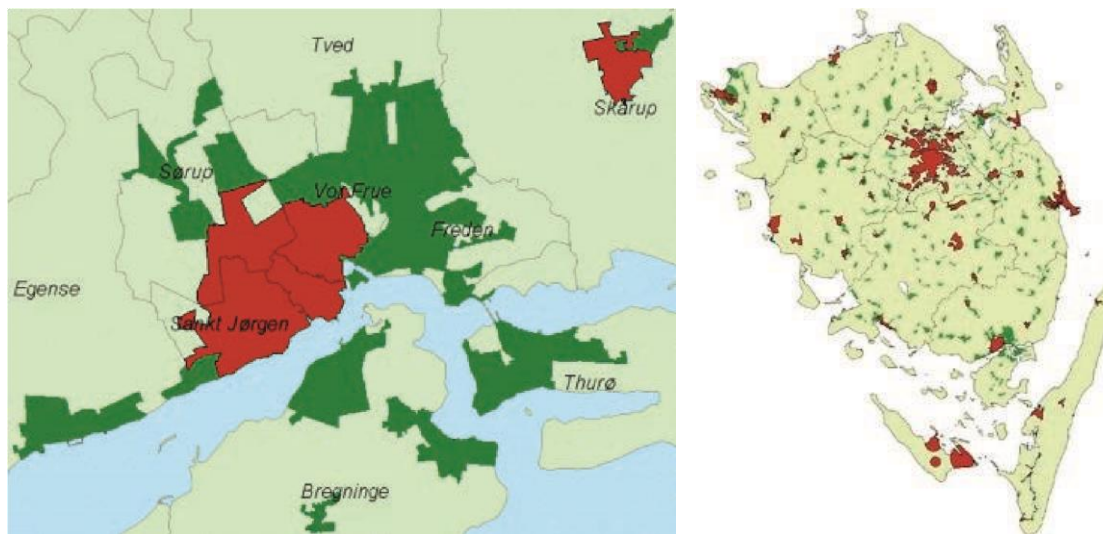
### Konvertering af individuelt forsynede områder til fjernvarme

En af mulighederne for at undgå denne reduktion i salget er, ved at udbrede fjernvarmen i naturgas- og olieopvarmede områder. De små og mellemstore fynske fjernvarmeværker skal derfor løbende analysere, hvilke områder med individuel forsyning der med fordel kan



konverteres til fjernvarme. Her bør man strategisk se frem mod en periode både før og efter 2035, hvor fossile brændsler ikke længere ifølge Rammepånen er aktuelle til varmeforsyning. I en fremtidig situation, hvor individuel naturgasforsyning ikke længere er alternativet til fjernvarme, men måske individuelle varmepumper, er det også vigtigt at overveje, om nogle forbrugere med fordel (selskabsøkonomisk og samfundsøkonomisk) kan/skal føres tilbage til individuel VE-baseret forsyning. Det kunne i visse tilfælde godt blive aktuelt i en fremtid, hvor varmebehovet til opvarmning falder, og hvor varmepumper er den foretrukne løsning både individuelt og til fjernvarme. Figur 4 viser hvilke individuelle naturgasforsynede områder, der ligger tæt på fjernvarme.

Nogle steder kan det endvidere være relevant at se på, om en samtidig sammenlægning af flere fjernvarmenet/selskaber er en mulighed. Eksempelvis vil det med en udvidelse af Svendborgs fjernvarmeområde til det individuelt forsynede område i den nordøstlige del af byen samtidig være naturligt at overveje en transmissionsledning til Skårup Fjernvarmenet, se Figur 4.



Figur 4 - Svendborgs og Skårups fjernvarmenet (rød) samt individuelt forsynede områder (grøn). Til højre: Kort over eksisterende fjernvarmenet (rød) og naturgasforsynede områder (grøn) på Fyn.

## Reduktion af nettab og etablering af lavtemperatur fjernvarme

Med et stigende salg af fjernvarme skal værkerne tilsvarende overveje at reducere nettabet, så det matcher det stigende salg. Det sker bl.a. gennem den løbende renovering af fjernvarmenettet, men i endnu højere grad ved at fremme etableringen af lavtemperatur fjernvarme. Der skal på Fyn findes egnede forsøgsområder for lavtemperatur fjernvarme, f.eks. nye boligområder. Bl.a. kan man hente inspiration i fjerde generations fjernvarmeprojektet 4DH på Aalborg Universitet.

Lavtemperatur fjernvarme stiller krav til bygningernes varmesystemer, således at bygningerne kan "nøjes" med at få tilført lavtemperatur fjernvarme. Det kræver igen et vigtigt samarbejde bl.a. med kommunerne om, at der ved energirenovering af den eksisterende bygningsmasse, herunder energirenovering af kommunernes egne bygninger, fremmes at bygningernes varmesystemer bringes op to date til at kunne "nøjes" med de lavere temperaturer.

## Overskudsvarme og varmepumper i fjernvarmeproduktionen

Ud over en effektivisering af værkernes distribution af fjernvarme skal der også være fokus på at få produceret fjernvarmen med vedvarende energikilder.

Her er det vigtigt at genindvinde procesvarme fra fynske virksomheder, som i dag ikke anvendes fuldt ud - ofte kan afgiftspolitikken være en barriere – den barriere skal bearbejdes politisk. En stor kortlægning af fynske virksomheder udført af Udvikling Fyn (2014) viser et stort potentiale for genindvinding af procesvarme. Værkerne skal løbende være «på jagt» efter denne overskudsvarme fra virksomhederne – selv de «små mængder» skal ikke gå fri. F.eks.

kan der også genindvindes fjernvarme fra butikkers kølekompressorer.

Omstillingen af de små og mellemstore fynske fjernvarmeværker til vedvarende energi er ikke et spørgsmål om at omlægge fjernvarmeproduktionen til flis eller halm. De nationale analyser peger alle på, at ved omstillingen til vedvarende energi skal den begrænsede biomasseressource primært bruges i transportsektoren – altså primært bruges til at producere brændstoffer til fly og lastbiler. Så selv om det på den korte bane er attraktivt for værkerne at anvende biomasse – er det en politisk opgave at sikre mere fremtidssikrede produktionsformer billiggøres i forhold til biomasse. Det er derfor værd at have fokus på, at den fynske halm på sigt ikke "blot" skal bruges til varmeproduktion. Fyn har gode ressourcer af både husdyrgødning og halm, og på sigt vurderes det attraktivt at få halmen gennem biogasanlæg, dels fordi den hermed understøtter økonomien i biogasanlæg på husdyrgødning, dels fordi halmens anvendelse i biogas er mest attraktiv for landbruget, da den sikrer de bedste balancer for kulstof og næringssalt for markjorden. På sigt bør den fynske halm derfor anvendes i fynske biogasanlæg.

En forudsætning for at begrænse afhængigheden af biomasse er at omlægge fra brændsler til elektricitet på de små og mellemstore fynske fjernvarmeværker, således at de kan udnytte en større del af vindkraften, ligesom en sådan omlægning allerede nu vurderes samfundsøkonomisk attraktiv af Energistyrelsen. Det er derfor overvejende sandsynligt, at også afgifts-struktur og andre incitamenter på et tidspunkt i en nær fremtid vil blive lagt om således, at også selskabsøkonomien fremmes ved omlægning til varmepumper.

Med omstillingen til varmepumper er det vigtigt, at værkerne er på jagt efter lavtemperatur varmekilder i form af industriel spildvarme, spildevandsudløb, grundvand, havvand, mm., hvor energien kan tages fra og "pumpes op" til fjernvarmetemperaturer.

Det anbefales som en del af Energiplan Fyn's Rammeplan, at de små og mellemstore fynske fjernvarmeværker allerede nu etablerer varmepumpe demonstrationsanlæg. Statens pulje på 55 mio. kr. bør være med til at skabe det økonomiske grundlag for disse demonstrationsanlæg.

## **Fremtidens el-kapacitet fra små og mellemstore fjernvarmeværker**

Også de små og mellemstore fynske fjernvarmeværkers kraftvarmeproduktion skal der være fokus på. Danmark har brug for den elkapacitet – når det ikke blæser. Men elkapaciteten er truet. Værkerne har vigende indtjening fra el-produktionen bl.a. pga. at vindkraft reducerer elprisen. Ligeledes bortfalder rådighedsbetalingen i 2018, og det vil påvirke værkernes økonomi væsentligt.

Det er et dilemma, at energisystemet på sigt har god brug for gas-baseret stand-by kapacitet for at sikre forsyningssikkerheden samtidig med, at økonomien i at bevare en sådan kapacitet forsvinder.

Det vurderes at være en nationalpolitisk opgave at løse dette dilemma. Det kan derfor ikke udelukkes, at de økonomiske betingelser for at bibeholde kapaciteten på en eller anden måde sikres fremover, og derfor bør fjernvarmeselskaberne overveje, om det er værd at vedligeholde gasmotorer/turbiner som stand-by kapacitet. Rent samfundsøkonomisk vil det være en fordel, at så stor en del som muligt af den regionale el-kapacitet i 2050 stammer fra decentrale kraftvarmeanlæg.

## **Solvarme**

Ud over varmepumper skal værkerne også have fokus på solvarme, som kan spille en rolle i de små net i det omfang økonomisk optimering tilsiger dette, i samspil med de øvrige kilder.

## **Anbefalinger for de små og mellemstore værker**

Som det fremgår af dette afsnit, gør en overgang til vedvarende energi det mere udfordrende at være driftsledere og bestyrelser på de fynske fjernvarmeværker. Rammeplanen lægger op til, at det enkelte fjernvarmeværk igangsætter en strategisk planlægning, hvor værket kigger ud i

årene 2020, 2035 og 2050, under hensyntagen til, at rådighedsbetalingen for kraftvarmekapacitet er bortfaldet i 2020, samt at det i Rammeplanen er angivet at el- og varmeproduktion i 2035 er fossilfri, og i 2050 skal vi være helt baseret på vedvarende energi, også i transportsektoren. Bestyrelsen bør igangsætte en sådan strategisk plan, og den bør bl.a. indeholde overvejelser om:

- Konvertering af individuelt forsynede områder til fjernvarme
- Reduktion af nettab og etablering af lavtemperatur fjernvarme
- Mulighed for transmissionsledninger til nabo fjernvarmenet
- Nyttiggørelse af overskudsvarme fra virksomheder
- Varmepumper i fjernvarmeproduktionen
- Samspil med nærtliggende biogasanlæg og biogas opgraderingsanlæg
- Overlevelse af værkets elkapacitet

Den strategiske plan skal naturligvis forholde sig til restlevetiden af eksisterende forsyningsanlæg, men også forholde sig til planerne for området omkring værket – f.eks. hvis der skal opgraderes biogas i nærheden, skal det overvejes om der skal modtages procesvarme herfra, osv.

Bestyrelsen bør samtidig være opmærksom på følgende:

- Samfundsøkonomien ved fx varmepumper er bedre end biomassefyrd og på trods heraf favoriserer den nuværende afgiftsstruktur brugen af flis, træpiller og halm frem for el. Det er noget både styrelsen og energiministeren er meget opmærksomme på, og det kan betyde, at afgiftsstrukturen ændrer sig i nær fremtid.
- Det frarådes derfor at investere i nye biomasse-anlæg, og biomasse-baseret fjernvarme bør kun finde sted via allerede eksisterende anlæg

## El og varmeforsyning ved Fynsværket og Fjernvarme Fyn

De store kraft/varmeverker har anvendt biobrændsler i el og varmesektoren i mange år og gør det i stigende grad. I 1990 udgjorde biobrændsel (inklusive affald) omkring 7 procent af el- og varme produktionen i Danmark, og i 2000 var dette steget til 10 procent. Siden er andelen af biobrændsel vokset støt til at udgøre omkring 25 procent af el- og varmeproduktionen samlet i dag, og det er fortsat strategien hos mange store kraft/varmeverker at erstatte kul med biobrændsel helt eller delvist. Dette understøttes af afgiftspolitikken, der fremmer brugen af biomasse som brændsel.

### Omlægning eller levetidsforlængelse af Fynsværket?

De store værker, herunder Fynsværket har vigende indtjening pga. stigende vindkraft, og Energistyrelsen forventer en væsentlig nedgang i den samlede installerede kapacitet på store værker. Det betyder, at det kan blive presserende at finde alternative kilder til fjernvarmen på disse net.

Energistyrelsens analyse finder, at træflis og træpiller såvel brugerøkonomisk som samfundsøkonomisk er attraktive for de store fjernvarmenet frem til 2035, og at varmepumper på store fjernvarmenet først er økonomisk attraktive i/efter 2050. Denne konklusion er følsom for de antagelser om både biomasse-priser og el-priser, der er lagt til grund, og for usikkerhed om tilgængelighed af klimavenlig og miljøvenlig biomasse på længere sigt.

Det er således et dilemma for de store værker, at fyring med træflis eller piller forventeligt er attraktivt i en periode fremover, men at det er uvist, hvor længe det er muligt at tilvejebringe klimavenlig og miljørigtig biomasse.

På kort til mellemlangt sigt kan Fynsværket fortsætte kulfyring indtil det fra politisk side kræves at ophøre, eller man kan omlægge til flis/træpiller evt. bygge nyt træpille/flis anlæg. Endvidere

kan der etableres såkaldt by-pass på værket, således at værket kan køres med ren varmeproduktion i perioder med lav el-pris. På længere sigt kan det vise sig attraktivt at etablere en biobrændstof-fabrik og nyttiggøre overskudsvarmen herfra til fjernvarme. Men der vil forventeligt gå langt tid, inden teknologien til termisk forgasning af træ og biobrændstof produktion er klar til fuldskala implementering – også meget længe i forhold til blot at fortsætte med kul. Spørgsmålet er derfor, om det vil være bedst at omlægge til/etablere biomasse fyret kraft/varme (med by-pass) snarligt for at have en rimelig tilbagebetalingsperiode på dette og for ikke at være bundet til kul for længe. Det vurderes at kræve en konkret analyse for at tage stilling til dette spørgsmål.

## **Bæredygtig træbiomasse – hvor meget kan Fyn levere?**

Såfremt en omlægning til træpiller eller flis bliver aktuel, kan parterne i Energiplan Fyn bidrage til at sikre bæredygtig træmasse til Fynsværket – fx ved at afdække muligheden for en øget tilvejebringelse af klimavenlig træmasse fra Fynsk skovbrug.

## **Odense som vært for et demoanlæg til termisk forgasning af træ**

Rammeplanen peger på, at Fjernvarme Fyn og Odense på sigt er meget attraktive som lokalitet for et stort termisk forgasningsanlæg som basis for fremstilling af brændstoffer. Rammeplanen peger derfor på, at det kunne være relevant for Fjernvarme Fyn og Odense Kommune at arbejde på opstilling af test/demo anlæg for forgasning af træmasse inklusive anlæg til raffinering/opgradering af syntesegassen til brændstoffer og nyttiggørelsen af spildvarme fra både forgasning og raffinering til fjernvarme (anlæg som vil være vigtige komponenter i de fremtidige brændstoffabrikker).

## **Udbygning af fjernvarmenettet**

Energistyrelsens modelberegninger viser, at der er et betydeligt teknisk- og brugerøkonomisk potentiale for at konvertere fra individuel forsyning til fjernvarme, men en del af potentialet er ikke samfundsøkonomisk rentabelt. Inden for et eksisterende fjernvarmeområde er det ifølge beregningerne som hovedregel altid fornuftigt at konvertere til fjernvarme. I områder, der ligger tæt op ad eksisterende fjernvarmeområder, kan det for de store fjernvarmenet som Fjernvarme Fyns net være fornuftigt at konvertere, mens det for de øvrige områder overordnet generelt ikke er fundet samfundsøkonomisk rentabelt i henhold til analysen. Analysen konkluderer endvidere, at helt nye fjernvarmeområder sjældent vil være samfundsøkonomisk rentable.

Parterne bag Energiplan Fyn Rammeplanen er skeptiske i forhold til, om disse konklusioner er generelt gyldige. Der er i regi af arbejdet med Rammeplanen udført analyser af, hvor økonomisk attraktiv en udvidelse af fjernvarmenettet er, og det er fundet at afhænge af mange forhold, herunder naturligvis tætheden af bebyggelsen. Der bør derfor udføres konkrete analyser i hver enkelt situation, hvor en udvidelse kan komme på tale.

## **Affaldsforbrænding**

Det vil være en mulighed, at affaldsforbrænding på sigt prioriteres til fjernvarmeforsyning alene, idet el-produktion fra affald fremover bliver mindre attraktiv, fordi den er relativt ufleksibel, mens varmekilder til fjernvarme efterspørges på det store net, se også afsnittet om affald.

## **Kilder til fjernvarme**

Som for de små og mellemstore værker, er der mange kilder til fjernvarme, herunder i kombination med varmepumper: overskudsvarme fra virksomheder, spildevand, grundvand, havvand mm. Varmepumper kan godt tænkes at være økonomisk attraktive på visse dele/grene af nettet. Beskrivelsen under de små og mellemstore værker mht. både varmekilder og nettab mm. anses derfor relevant for Fjernvarme Fyn også. Geotermi er en realistisk mulighed omkring Kerteminde og Nyborg, og der er udført en indledende analyse heraf.

## Anbefalinger for Fynsværket og Fjernvarme Fyn

Arbejdet med Rammeplanen har afdækket nogle områder, som Fjernvarme Fyns strategiske planlægning med fordel kan inddrage. Følgende hensyn og muligheder er således fundet aktuelle i regi af Rammeplanen:

- Afklare fordele og ulemper samt politiske ønsker om omlægning af Fynsværket til biomasse på kort sigt fremfor at køre videre på kul, herunder etablering af by-pass til ren varmedrift
- Ved omlægning til biomasse undersøges tilvejebringelse af bæredygtig biomasse, herunder mulighederne for samspil med og leverancer fra fynsk skovbrug
- Etablering af demoanlæg til termisk forgasning
- Konvertering af individuelt forsynede områder til fjernvarme, herunder at nuancere den nationale analyses generelle konklusioner ved analyse af konkrete muligheder
- Reduktion af nettab og etablering af lavtemperatur fjernvarme
- Mulighed for transmissionsledninger til nabo fjernvarmenet, herunder at afklare muligheden for udvidelse af fjernvarmenettet mod Nyborg og Kerteminde for evt. at åbne mulighederne for at hente varme ind fra geotermi borerer eller evt. havvandsvarmepumpe på Storebælt samt overskudsvarme fra NORD (tidl. Kommunekemi)
- Nyttiggørelse af overskudsvarme fra virksomheder
- Varmepumper på grene af nettet, herunder muligheden for kombination af fjernvarme med individuelle små varmepumper til at hæve temperaturen ved husstanden
- Samspil med nærtliggende biogasanlæg og biogas opgraderingsanlæg
- Anvendelse af affaldsforbrændingsanlægget, herunder muligheden for at omlægge til ren varmedrift og stabilisering og sæsonlagring af brændbart affald fra sommer til vinter.

## Individuel varmeforsyning på Fyn

Selvom Danmark ikke længere har et mål om, at alle oliefyr skal være udfaset i 2030, vil det være nødvendigt for at opfylde Rammeplanen, eller alternativt anvende bioolie i oliefyrene. Dette er en stor udfordring. På Fyn er der ifølge Danmarks Statistik over 25.000 olieopvarmede ejendomme. Dette betyder at vi, på Fyn alene, skal have omstillet ca. 1.700 olieopvarmede ejendomme om året frem mod 2030, og det er ad frivillighedens vej.

### Individuelle varmepumper er vejen frem

Da der er behov for biomassen til andre formål, bør den fossilfri opvarmning af bygninger uden for fjernvarmenet ske med varmepumper. Varmepumpen har en høj energieffektivitet, og elektriciteten bliver mere miljøvenlig i takt med at den fossile el-produktion fases ud. Hvis det kobles med intelligent styring, kan individuelle varmepumper også skabe en god fleksibilitet i energisystemet, og det forventes, at individuelle varmepumper vil blive sikret en god rentabilitet fremover.

### Kollektiv forsyning – et tilbud til alle fynboere?

Husejere med oliefyr tøver dog med, eller kan af økonomiske årsager ikke udskifte deres oliefyr med en varmepumpe. Vi står derfor med en erkendelse af, at hvis vi skal have vedvarende energi i landområderne, så skal de have en håndsrækning, men fra hvem?

Her kommer konceptet 'fjernvarme uden rør' til hjælp. 'Fjernvarme uden rør' handler om at tage forbrugernes bekymringer og forbehold alvorligt. Hvis kunderne ikke vil binde 100.000 kr. i et hus, som muligvis er svært at sælge, må der nye aktører på banen, der hjælper husejerne. Her kan forsyningsselskaberne (el, gas, varme) have en væsentlig rolle at spille. Hvis forsyningsselskaberne tilbyder at installere varmepumper i olieopvarmede husstande, med en varmemåler, kan der indføres en 'varmeløsning uden rør' til de olieopvarmede ejendomme.

Afregningen vil ske som vi kender det fra el, gas og varme, kunden betaler et beløb pr. leveret kWh.

Fordelen for kunderne er, at de ikke skal tænke på investering, installation eller service, og der kommer ingen ubehagelige og overraskende dyre reparationer. Det handler om et nyt koncept, hvor investeringer, risici og driftsansvar flyttes fra kunden og til et forsyningsselskab.

## Naturgasforsynede områder

Rammeplanen peger på at naturgas skal udfases af varmforsyningen senest i 2035. Dette udfordrer de områder, der i dag har naturgas. Det skal undersøges, om disse områder kan omlægges til fjernvarme eller skal udlægges til individuel forsyning med f.eks. varmepumper.

## Anbefalinger til individuel varmforsyning på Fyn

Vi har behov for fleksible løsninger, der kan håndtere den meget svingende el-produktion fra vindmøller. Derfor er der ingen tvivl om, at varmepumper på sigt vil blive en vigtig brik i den individuelle forsyning, men det kniber med at få dem implementeret. Kommuner og fjernvarmeselskaber kan understøtte udfasningen af oliefyr, ved at tilbyde installation af varmepumper efter et koncept a la fjernvarme uden rør. Derfor bør de gå sammen om:

- At udvikle innovative finansieringsordninger og overveje fælles garantiordninger, for at fremme varmepumper til individuel forsyning.

## Procesvarme i fynske virksomheder

Det langsigtede mål om at gøre Fyn fossilfrit er også udfordrende for de fynske virksomheder, der i deres produktion har brug for højtemperatur procesvarme.

De fleste af dem anvender fossile brændstoffer, f.eks. naturgas – og skal nu i gang med at overveje, hvorledes de kan få dækket deres behov for procesvarme uden brug af fossile brændstoffer.

Her skal de have med i overvejelserne, at Rammeplanen angiver, at allerede i 2035 skal al el-produktion og varmeproduktion være fri af fossile brændsler – og frem imod 2050 skal naturgassen gradvist erstattes af vedvarende energi gasser, som f.eks. opgraderet biogas eller syntetiske gasser produceret ved elektrolyse af brint. Men dermed skal procesvarmevirksomhederne ikke blot læne sig tilbage og vente på, at naturgas i gasnettet bliver erstattet af VE-gasser, da der er betydelige tab forbundet med at konvertere el fra f.eks. vindmøller til syntetiske gasser. Og de skal have med i overvejelserne, at det ikke blot er et spørgsmål om at omstille til biomasse. Transportsektorens forholdsvis store behov for biomasse til biobrændstoffer er et vægtigt argument for at begrænse biomasseforbruget til industrien. Økonomisk vil det samlet betyde, at det forventeligt vil være attraktivt for virksomheden at konvertere til elkedler og varmepumper i det omfang, det er muligt.

## Anbefalinger til de fynske virksomheder med procesvarme

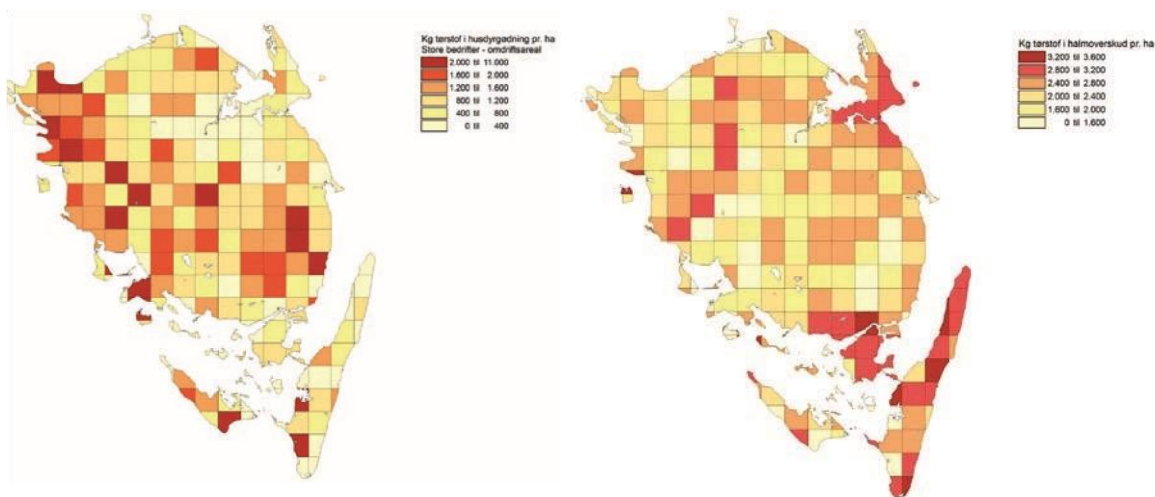
Virksomheden bør udarbejde en strategisk energiplan og herunder overveje om det er muligt at:

- reducere virksomhedens behov for højtemperaturvarme
- samarbejde med et fjernvarmeværk om produktionen af procesvarme ved at forvarme med fjernvarme,
- skifte de fossile brændsler ud med elkedel eller varmepumpe ved produktionen af procesvarme, herunder evt. at etablere en løsning, hvor flere kedler inklusive varmepumpe, anvendes i serie, således at brugen af brændsler reduceres til et minimum
- indvinde en del af højtemperatur overskudsvarme/spildvarme til fjernvarme

- anvende overskudsvarme fra andre virksomheder samt tilbyde egen overskudsvarme til andre virksomheder
- påvirke afgiftspolitikken for genindvinding og brug af overskudsvarme politisk, således at det lader sig gøre selskabsøkonomisk fornuftigt
- påvirke politisk beslutning om en afgiftspolitik eller andre incitamenter, der fremmer el-kedler/varmepumper fremfor brændselskedler
- Levetidsforlænge installerede biomasse kedler, men undgå nyetablering af biomasse kedler.

## Fynsk biomasse & biogas

Det fynske potentiale for husdyrgødning, halm, græs fra naturarealer og andre biomasse ressourcer, der kan anvendes i biogas, er opgjort under arbejdet med kortlægning af de fynske energiressourcer. Det er fundet, at Fyn råder over godt 2,6 mill. tons husdyrgødning pr. år og godt 500.000 tons halm pr. år, hvoraf halvdelen allerede er disponeret til strøelse, fodring og fyring. Hertil kommer en mindre mængde organisk affald i form af have-park affald (som i dag komposteres), fødevareraffald fra detailhandel og restaurationer mm., industriaffald samt den organiske fraktion af husholdningsaffald. Figur 5 viser fordelingen af biomassepotentialet fra det fynske landbrug i form af husdyrgødning og halm.



Figur 5 - Tætheden af produktionen af husdyrgødning på de store bedrifter, opgjort i kg tørstof pr. ha landbrugsareal i omdrift (venstre) samt landbrugets halmoverskud (halmproduktion minus forbrug til foder og strøelse), kg tørstof pr. ha omdriftsareal (højre)

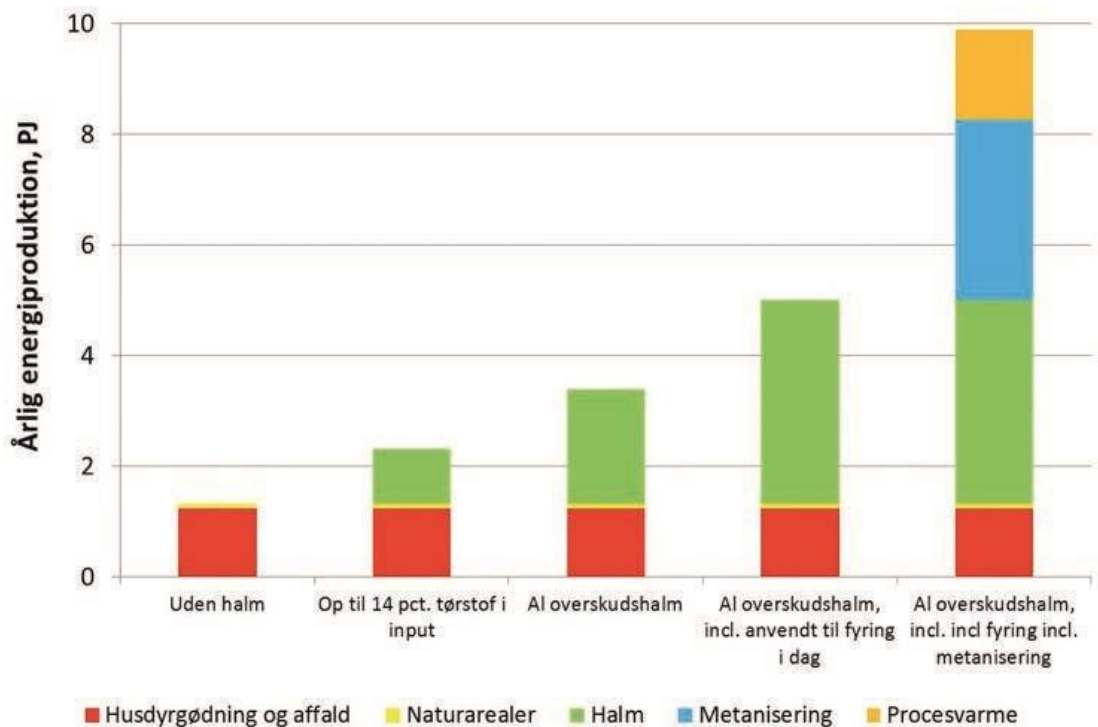
### Halm bør prioriteres til biogas

Energistyrelsens bioenergianalyse fra 2014 peger på, at der er stor synergi i at anvende halm sammen med gylle i biogasanlæggene. Dels kan halmen bidrage til at hæve gasudbyttet af den ofte meget tynde gylle og dermed gøre biogasanlæg mere rentable og sikre, at en større del af gyllen kan anvendes til biogas. Dels bedrer anvendelsen af halm forholdet mellem kulstof og kvælstof i gyllen, således at problemer med for høje ammoniak/ammonium indhold løses. Endelig sikrer denne anvendelse af halm, at den svært nedbrydelige del af halmens kulstofindhold går tilbage til markjorden og bidrager til jordens langsigtede indhold af kulstof/humus. Dette er fundet at betyde meget for, hvor meget halm der overordnet set er til rådighed til energisektoren, idet processer, hvori halmen forbrændes, ikke tilsvarende tilgodeser jordens kulstofindhold, hvorfor mere halm på sigt må pløjes direkte ned, såfremt halmen afbrændes. Det er fundet potentielt at medføre en væsentlig forskel på halmpotentialet.

### Fyn får biogas nok

Biogaspotentialet er ca. 45 mill. m<sup>3</sup> methan fra husdyrgødningen og ca. 85 mill. m<sup>3</sup> methan fra halmen pr. år, svarende til i alt 5 PJ/år. Opgraderet med brint ville dette potentiale øges til ca. 8 PJ/år. I dag (2015) anvendes omkring 6 PJ naturgas/år på Fyn. En stor del af dette anvendes til opvarmningsformål, som forventes at overgå til elektricitet, men samtidig forventes en del af

den tunge transport på Fyn omlagt til opgraderet biogas. Det fynske biogaspotentiale vurderes samlet set at være væsentligt og tilstrækkeligt til at udgøre sin del af behovet for kulbrinter i transport, stand-by produktion af el og brændsel til procesvarme i industrien. Af hensyn til anlægsstørrelser og transportlogistik vurderes biogasproduktionen at skulle fordeles på ca. 10 store biogasanlæg på Fyn. Der er aktuelt to landbrugsbiogasanlæg i drift på Fyn og yderligere to anlæg under etablering.



Figur 6 - Oversigt over biogaspotentialerne på Fyn ved anvendelse af fynsk husdyrgødning og overskudshalm til biogas. Energiproduktionen på de ti biogasanlæg for fem scenarier uden halm og med tre forskellige niveauer af halmtilsætning.

## Biogassen opgraderes til naturgaskvalitet

Energistyrelsens biogas task force finder i deres analyse fra 2014, at den fremtidige anvendelse af biogas sandsynligvis vil blive opgraderet til naturgaskvalitet og lagret på naturgasnettet. Dette skyldes ifølge styrelsen faldende økonomisk incitament til kontinuert el-produktion pga. den stigende andel af vindkraft andel, samt at el-varme via kedler og varmepumper på de små fjernvarmenet er mere attraktive fremover.

Med de aktuelle priser på gas og den aktuelle afgiftsstruktur er en opgradering via en skrubber – dvs. hvor CO<sub>2</sub>-delen af gassen renses ud og kasseres – den mest rentable, og der skal en væsentlig forøgelse af gasprisen og/eller en væsentlig ændring af afgiftspolitikken for fleksibelt el-forbrug til, før det bliver attraktivt at opgradere biogassen med brint. Ved bortfald af PSO afgiften for fleksibelt el-forbrug til elektrolyse ser det imidlertid ud til, at opgradering med brint kan blive attraktivt.

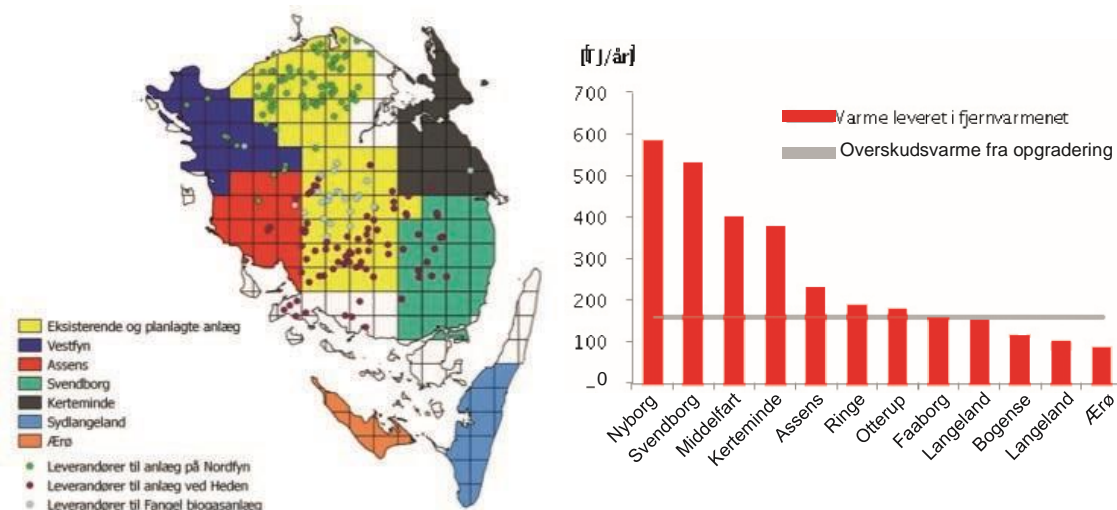
## Placer anlæggene rigtigt og undgå opgradering om muligt

I Figur 7 er de mulige fremtidige placeringer af biogasanlæggene vist. Anlæggene placeres af hensyn til naboer lidt uden for byområder, men gassen kan udmærket rørføres ind til et byområde, idet en lavtryks biogasledning ikke er voldsomt dyr, skønsmæssigt omkring 600.000 kr./km. Der er flere fordele ved at føre gassen ind mod byen. Dels kan der være virksomheder placeret således, at gassen kan bruges direkte i dampkedler inden opgradering, hvilket i givet fald er økonomisk attraktivt. Dels kan opgraderingen af gassen med fordel ligge tæt ved et fjernvarmenet, så procesvarmen fra opgradering, når den på sigt sker ved methanisering med brint, kan nyttiggøres til fjernvarme.



## Varmen fra opgradering med brint vil være betydelig – skal overvejes ved fjernvarmeløsninger

Varmemængden fra methaniseringen er betydelig i forhold til varmebehovene på de små og mellemstore fjernvarmenet. Af Figur 7 fremgår overskudsvarmen, som skønnes at kunne udgøre omkring 1,6 PJ/år. Fordelt på 10 biogasanlæg vil dette svare til 0,16 PJ/år pr. anlæg. Denne varmemængde er vist i Figur 7 til højre, og det fremgår, at den for mange af de små og mellemstore fjernvarmenet udgør en betydelig del af varmebehovet.



Figur 7- Anslåede afhentningsområder for eksisterende og nye biogasanlæg på Fyn, Langeland og Ærø (venstre) samt oversigt over leveret varme til fjernvarmenettet for 12 fjernvarmeværker på Fyn, Langeland og Ærø (højre). Den gennemsnitlige produktion af procesvarme fra opgradering af biogas med brint er lagt ind på figuren til højre for at vise proportionen af denne i forhold til varmeforbruget på de enkelte fjernvarmenet.

Fjernvarme Fyns net omkring Odense aftager mere varme end alle de øvrige tilsammen, og en del af biogas opgraderingsanlæggende vil sandsynligvis kunne lægges i tilknytning til dette store net.

Opgradering af biogas med brint ligger sandsynligvis et stykke ude i tiden, og det er muligt, at etablering af varmepumper på de små og mellemstore net ikke nødvendigvis konflikter med fremtidsplaner for biogasanlæg og biogasopgradering.

### Anbefalinger for biomasse og biogas på Fyn

Rammeplanens anbefalinger vedrører dels nogle overordnede aspekter om tilvejebringelse og anvendelse af biomasse dels aspekter, som aktørerne i biogasplanlægningen på Fyn med fordel kan inddrage i deres egne strategiske planer.

Overordnet anbefales det at:

- Være opmærksom på at sikre bæredygtigheden af den anvendte biomasse, både importeret biomasse og lokal fynsk biomasse. Både energiselskaber og myndigheder har en rolle i dette
- Der kan med fordel etableres et samarbejde med fynsk skovbrug om bæredygtig tilvejebringelse af træmasse til energiformål
- Være bevidst om prioritering af, hvor og hvordan den fynske halm anvendes. På kortere sigt kan anvendelsen til el og varme fortsættes, men på længere sigt bør halmen anvendes til biogas sammen med husdyrgødning

Konkret anbefales at:

- Der sigtes efter etablering af op til 10 biogasanlæg på sigt. Dette vurderes at være en god balance mellem storskalafordel for anlægsinvestering og transportomkostninger for husdyrgødningen.
- Anlæg ud over de eksisterende to og de to under etablering på Nordfyn og Midtfyn kan med fordel placeres nær Middelfart, Assens, Faaborg, Svendborg og Nyborg.
- Det tages med i vurderingen, at gassen på sigt kan opgraderes med brint, og at opgraderingsanlægget kan placeres med tilknytning til fjernvarmenet
- Det overvejes, om gasledningen til den ikke-opgraderede biogas kan trækkes forbi virksomheder, som i deres kedler med fordel kan anvendes den ikke opgraderede biogas direkte
- Opgraderet biogas anvendes til tung transport – se videre afsnittet om transport.

## Transport på Fyn

Transportsektorens opgave i VE systemet er først og fremmest at lægge så meget som muligt om til elektricitet. Det forventes at være realistisk, at det meste af persontransporten lægges om til batteri-biler frem mod 2050. Omkring 70 – 80 procent af persontransporten ligger på ture under 100 km, og rækkevidden af batteri-biler ser ud til at være oppe over 150 km i dag og sandsynligvis mere i 2050. Desuden kan togdriften og en del varevogne lægges om til el. Det vanskeligste bliver fly, skibe og den tunge, langturstransport på vej, som forventes at skulle forsynes med en eller anden form for kulbrinter.

### Kulbrinter til fly, lastbiler og langtgående skibe

Fly forventes at skulle have et flydende, meget energitæt brændsel, men om fremtidens løsning til de øvrige tunge transportformer (lastbiler, skibe) bliver gasformige (methan) eller flydende kulbrinter, er det endnu ikke muligt at sige endegyldigt. De mest lovende kandidater er methan, methanol, di-methyl-ether (DME) og andre syntetiske diesel-lignende brændsler.

Methan er et attraktivt brændstof i den forstand, at methan fra biomasse giver det størst mulige optag af brint. Med methan som brændstof opnås derfor den højeste konvertering af vindkraft til brændstof og dermed det laveste biomasseforbrug – alt andet lige. Flydende brændsler har derimod den fordel, at de fylder mindre og er lettere at lagre. En brændstof-infrastruktur baseret på methan kræver imidlertid også fokus på at minimere utilsigtede emissioner af methan, fordi selv små emissioner kan medføre stort bidrag til drivhuseffekt.

### El-biler er attraktive i den kommunale bilflåde

Analyser har ifølge Dansk El-bil Alliance medio 2014 vist, at det allerede er økonomisk attraktivt at drive en kommunal bilflåde med el-biler i forhold til konventionelle brændstof-biler. Kommunerne er begyndt at få øjnene op for dette, og fx Odense Kommune er gået foran og har allerede investeret i 200 el-biler. Der er etableret et indkøbssamarbejde mellem flere kommuner landet over.

### Gasbusser og lastbiler

Offentlig transport på vej over længere distancer, fx landevejsbusser og lastbiler til affaldsindsamling, kunne med fordel være gasdrevet.

### El-færger i det sydfynske ø-hav

Som noget særligt på Fyn og øerne, er der en væsentlig færgedrift til øerne i det sydfynske øhav, kendetegnet ved relativt korte ture. Det er attraktivt for el-drift af færgerne, og der er aktuelt et igangværende initiativ til at realisere planer om at etablere dette.

## Anbefalinger til den fynske transport

Arbejdet med udviklingen af den fynske transportsektor under Rammeplanen har identificeret nogle områder, som kommuner og energiselskaber med fordel kan inddrage i deres egne strategiske planer:

- omlægning til el i persontransport/den korte, lette del af transporten generelt
- opstilling af et net af el-ladestander til el-biler i persontransporten
- indkøb af el-biler i den kommunale bilpark, herunder at indgå i et indkøbssamarbejde fynske kommuner imellem – samt med andre danske kommuner
- muligheden for at taxaflåder og bybusser kan omlægges til el
- at afklare, hvordan et net af gastankstationer kan etableres på Fyn til brug for den tunge transport herunder landevejsbusser og lastbiler til affaldsindsamling
- specificere, at lastbiler til affaldsindsamling skal køre på opgraderet biogas i de næste udbudsrunder for affaldsindsamling – noget som Vejle kommune aktuelt har gjort i 2015
- generelt at støtte etablering af gas som brændstof til den tunge transport
- støtte initiativet for at etablere el-færgedrift til og fra Ærø – og evt. andre øer i det sydfynske øhav.

## Affaldshåndtering på Fyn

Rammerne for den fremtidige håndtering af affald er lagt i regeringens nye affaldsstrategi, eller rettere 'ressourcestrategi' kaldet 'Danmark uden affald' fra 2013. Denne strategi indeholder både kvalitative og kvantitative mål, og den er kendetegnet ved at være en målramme, der lægger op til kommunerne selv at finde midlerne til at nå målene. Et af kendetegnene ved strategien er desuden, at den fokuserer meget på at integrere affaldssektoren bedst muligt i fremtidens vedvarende energisystem.

### Samarbejde om fynsk affaldshåndtering er en fordel

De fynske kommuner og affaldsselskaber søger aktuelt at afklare, hvilken vej de vil følge for at nå målene om øget genanvendelse af materialer/ressourcer og forbedret integration i energisystemet. En fælles erkendelse er, at et samarbejde mellem kommuner og affaldsselskaber er fordelagtigt, både af hensyn til at skabe en fælles vidensplatform og, måske især, fordi eventuelle investeringer i nye anlæg til håndtering/sortering af affald har en sådan skala-økonomi, at de fynske affaldsmængder sandsynligvis højst tillader et enkelt anlæg. En større litteraturundersøgelse af internationale erfaringer udført på Syddansk Universitet har kortlagt den historiske udvikling inden for affaldssorteringsanlæg, og det viser, at anlægstørrelser i fx Tyskland, Storbritannien og USA, hvor sådanne anlæg har nogle år på bagen, er startet i størrelser fra 10.000 – 20.000 tons affald om året til i dag op til 120.000 tons om året, og i enkelte tilfælde større endnu. Antallet af anlæg er over årene gået tilsvarende ned. I Tyskland var der i år 2000 ca. 250 sorteringsanlæg, i dag er der kun en tredjedel af disse tilbage. Afhængigt af hvor avanceret anlægget ønskes at være, og hvilke materialefraktioner, der ønskes udsorteret, bør sådanne anlæg være på 50.000 tons om året eller mere for at være konkurrencedygtige. Det betyder, at det er urealistisk at etablere mere end et anlæg på Fyn.

### Husholdningsaffald består af tre ting

I grove træk kan husholdningsaffaldet opdeles i tre hovedfraktioner, nemlig

1. den organiske/biologiske del, også kaldet bioaffald
2. den genanvendelige materiale-del, som hovedsageligt udgøres af emballageaffald
3. en blandet rest, som ikke er egnet til materiale-genvinding, og som ikke er organisk let nedbrydelig

Affaldsstrategien handler i vid udstrækning om, at optimere håndteringen af disse tre hovedfraktioner.

## Den organiske fraktion til biogas

Både regeringens ressourcestrategi, international erfaring og egne analyser på Syddansk Universitet peger på, at det er attraktivt at udsortere bioaffaldet i en separat fraktion, enten som kildesortering i husholdningen eller på et centralt sorteringsanlæg. Bioaffaldet kan herefter med fordel anvendes til biogas, for herigennem at bidrage til en fleksibel produktion af både transportbrændstoffer, el og varme afhængigt af behovet og situationen i fremtidens mere fluktuerende energiforsyning. I modsætning til mere kontinuert el-produktion på affaldet, som fremover bliver mindre attraktivt på grund af en stigende dominans af vindkraft-el på nettet.

## Emballage/materialefraktionen genanvendes

En betydende del af affaldet er emballage, og denne fraktion er så ren, at det giver god mening både klima/miljømæssigt og sandsynligvis også økonomisk at udsortere og genanvende materialerne, både metaller, papir/pap, glas og plast.

## Restfraktionen skal fortsat brændes – men skal den reserveres til ren varmeproduktion?

Efter sortering af bioaffaldet og mere af det genanvendelige affald vil der fortsat restere en blandet restfraktion, som med fordel kan energianvendes. Det er muligt, at det i fremtiden vil være mere attraktivt at reservere den fraktion til ren varmeproduktion på de store fjernvarmenet, som har vanskeligst ved at finde varmekilder.

## Kildesortering i husstanden eller automatiseret central sortering?

Et af de store spørgsmål for affaldssektoren fremover er, i hvor høj grad affaldet skal kildesorteres, dvs. sorteres i flere fraktioner af brugerne selv i husstanden, eller i hvor høj grad det kan sorteres automatisk på et centralt anlæg. Der er fordele og ulemper ved begge dele, og en entydig afklaring er ikke tilvejebragt endnu, men der arbejdes fortsat på det.

Fordelen ved kildesortering er, at fraktionerne er mere rene, eller måske rettere, at *risikoen* for uheldig kontaminering er mindre. Det har især betydning for bioaffaldet. Bioaffaldet kan nemlig med fordel anvendes til biogas sammen med husdyrgødning, dels fordi det giver en samlet bedre økonomi at anvende husdyrgødning og bioaffald sammen, dels fordi næringsstofferne dermed kommer markjorden til gavn. Ved automatiseret central sortering har bioaffaldet været i kontakt med resten af affaldet, og der kan være risiko for afsmitning med uheldige stoffer fx fra plast eller fra batterier, mm., som en gang i mellem finder vej til det blandede affald og dermed kan ende i bioaffaldet i et centralt anlæg. Derfor er det mindre sandsynligt, at centralt sorteret bioaffald kan gå sammen med husdyrgødning og ende på markjorden efter biogasanlægget, og det er mest sandsynligt, at bioaffaldet i dette tilfælde enten skal udrådnes alene eller sammen med spildevandsslam.

Fordelen ved centralsortering er modsat, at effektiviteten er væsentligt bedre. Kildesorteringen er afhængig af, at mennesker i husstanden er omhyggelige med at få lagt affaldsfraktionerne i de rigtige spande, noget man er bedre til i en-familieboliger end i etagebyggeri, og som gennemsnit forventes ikke meget bedre end 50 % udsortering, dvs. halvdelen af bioaffaldet er stadig i den blandede fraktion. Et automatiseret centralt anlæg, derimod, kan udsortere mere end 90 % af bioaffaldet.

Den genanvendelige fraktion/emballageaffaldet er ikke så følsom for kontaminering i den centrale sortering, og flere studier har vist, at kvaliteten af både plast og metaller er den samme – der kan ikke ses nogen forskel. For papir/pap derimod er kvaliteten afhængig af, at det er sorteret ud for sig ved kilden.

Restfraktionen, som til slut skal brændes, vurderes fremover at udgøre omkring halvdelen i runde tal, når bioaffaldet og den genanvendelige del er sorteret fra. I fremtidens energisystem

bliver det mindre attraktivt at producere el kontinuert, og det bliver i stigende grad relevant at have en ressource til fjernvarme, når de store kraft/varmeværkers produktion aftager. Derfor kan det blive interessant at kunne producere ren varme ud fra denne del af affaldet ligesom det måske kan vise sig relevant at kunne gemme den fra sommer til vinter. Hvis den skal gemmes, er det nødvendigt at stabilisere den, så affaldet ikke ligger og forrådner med udledning af drivhusgasser og lugt til følge. Det betyder igen, at en central sortering, hvor den biologiske del af affaldet tages ud, kan blive relevant alene af hensyn til at kunne lagre det brændbare affald. Dette forhold påvirker hele spørgsmålet om kildesortering og central sortering, og det ligger ikke nogen endelig afklaring af det endnu.

En særlig affaldsfraktion er have/park-affald, som aktuelt komposteres. Flere analyser har påvist, at dette ikke er den optimale håndtering, og at denne affaldstype med fordel fremover kan anvendes til biogas hvad angår den let nedbrydelige del af dette, mens den tungt nedbrydelige del (træ, grene) kan forbrændes med energigenvinding.

## Anbefalinger til den fynske affaldshåndtering

Arbejdet med Energirammeplanen for Fyn har identificeret de afgørende aspekter i affaldshåndteringen på Fyn, som beskrevet ovenstående. Der pågår et projekt, hvor de tekniske, miljømæssige og økonomiske fordele og ulemper ved kildesortering og centralsortering søges afklaret. Dette projekt forventes afleveret omkring september måned 2015, og alle fynske kommuner og affaldsselskaber er involveret i dette og vil få adgang til resultaterne. Vi vil derfor ikke her komme med detaljerede anbefalinger, men afvente dette. Overordnet kan vi imidlertid pege på følgende:

- Regeringens såkaldte 'Ressourcestrategi', Danmark uden Affald sætter rammerne for kommunernes affaldshåndtering. Også fremtidige EU mål forventes at få en væsentlig betydning
- Der forventes en større grad af materialegenanvendelse i fremtiden, enten realiseret ved separat indsamling af genanvendelige materialer ved husstanden (som fx i Assens kommune i dag) eller via et automatiseret centralt sorteringsanlæg
- Der forventes en udsortering af bioaffaldet i fremtiden, enten ved husstanden eller i et automatiseret centralt anlæg – eller som en kombination heraf
- Bioaffaldet forventes anvendt i biogas enten sammen med husdyrgødning, sammen med spildevandsslam eller i separat biogasanlæg på bioaffald alene
- Det blandede restaffald efter frasortering af bioaffald og genanvendeligt affald forventes fortsat anvendt i forbrænding, men i mindre grad med el-produktion og i stigende grad med ren varmeproduktion
- De fynske affaldsmængder er velegnede til et centralt sorteringsanlæg, men ikke til flere
- Det forventes derfor attraktivt, at kommuner og affaldsselskaber samarbejder om den strategiske planlægning og beslutning om graden af kildesortering hhv. centralsortering – noget som allerede finder sted
- Den let nedbrydelige del af have/park affaldet kan i fremtiden med fordel anvendes til biogas i stedet for til kompostering som i dag. Den svært nedbrydelige del (træ, grene) kan med fordel anvendes i forgasning/forbrænding.

## Energibesparelser på Fyn

I Energistyrelsens scenarier skal energiforbruget i 2050 sænkes med 35%, set i forhold til i dag. Dette betyder, at vi skal opnå væsentlig flere energibesparelser end dem som realiseres i dag, dette kan kun ske med en væsentlig større indsats end den nuværende.

Selv med store energibesparelser på transportområdet pr. kørt km forventes det, at energiforbruget på netop transportområdet vil stige, fordi transportarbejdet stiger. El-forbruget og energi til proces vil derimod blive holdt på det nuværende niveau, hvis der gennemføres energieffektivisering. Individuel opvarmning og fjernvarmeforbruget er de eneste områder, hvor vi vil se et fald i energiforbruget.

## **Energiselskabernes energispare-forpligtigelser**

Energistyrelsen har evalueret den nuværende ordning og fundet at den er velfungerende. De fastsatte mål realiseres, og selskaberne formår at vælge projekttypen og målgrupper (slutbrugere), der sikrer dem de laveste omkostninger, derfor har ordningen også en positiv samfundsmæssig effekt. Energistyrelsens evaluering viser, at det er i erhvervet samt offentlige institutioner, vi finder de samfundsmæssigt mest rentable energibesparelser. Dette skyldes, at der stadig er mange billige energibesparelser at hente i disse målgrupper, sammenlignet med private husstande.

Energistyrelsen har opgjort, at for hver krone, energiselskaberne investerer i regi af energispare-ordningen, giver det et samfundsøkonomisk overskud på 9,7 øre.

## **Energiforbruget i erhvervet skal først og fremmest reduceres**

Gennem energispare-forpligtigelserne har energiselskaberne godt fat i de virksomheder, der har et årligt forbrug på mere end 500.000 kWh el om året, altså store virksomheder.

Indtil nu har andelen af besparelser hentet hos små- og mellemstore virksomheder været meget begrænset. Dette har Miljøforum Fyns projekt "Effektiv Energi" forsøgt at vende. Ved at hjælpe små- og mellemstore virksomheder med energiscreening og efterfølgende beregninger af besparelsesforslag og tilbagebetalingstider, er det lykkedes at få realiseret 2,2 mio. kWh energibesparelser fra projektets start til i dag.

Effektiv Energi projektet har indtil videre screenet 87 små virksomheder på Fyn, og har fundet et besparelspotentiale på 8,5 mio. kWh. Der er i gennemsnit fundet 100.000 kWh pr. virksomhed, hvilket svarer til 20-25% af virksomhedens samlede energiforbrug. På trods af de oplagte gevinster ved energirenovering viser resultaterne, at der fortsat er ca. 60 % af virksomhederne, der tøver med at investere i at spare på strømmen – og det på trods af, at 55% af investeringerne er tilbagebetalt på under 4 år.

Projektet har besøgt mange forskellige brancher på Fyn. Ifølge beregninger fra Udvikling Fyn ville det betyde mere end 400 arbejdspladser i ét år, hvis alene de 800 produktionsvirksomheder valgte at investere i besparelser med tilbagebetalingstider på under 4 år.

Projektets store kommende udfordring er at finde ud af, hvorfor der ikke bliver realiseret flere energibesparelser end det, som er tilfældet. Men de foreløbige konklusioner er klare, der findes rentable besparelser på over 90% af de screenede virksomheder, de fundne energibesparelser svarer typisk til ca. 25% af virksomhedernes energiforbrug og har en tilbagebetalingstid på under 3-4 år.

Et projekt som Effektiv Energi kræver samarbejde og dialog med virksomheder fra flere sider. Flere fynske kommuner har f.eks. også uddannet deres egne tilsynsførende på miljøområdet til at kunne indgå i en dialog med de virksomheder, de besøger og henvise dem til Effektiv Energi.

Succesen med det første projekt har givet anledning til, at projektet nu videreføres i en "Version 2", hvor de fire største fynske energiselskaber alle er med som partnere i projektet med det formål at sikre bedst mulig rådgivning til de fynske virksomheder og få sat flest muligt energisparende projekter i gang til gavn for såvel fynske virksomheder og arbejdspladser

## **Energiforbruget i private boliger skal reduceres**

Kommunerne er den myndighed, som er tættest på borgerne. Det er derfor naturligt, at kommunerne er med til at informere private boligejere om energirenovering og energirigtigt byggeri. Men det er ikke en kommunal opgave at sænke energiforbruget i den private boligmasse.

Derfor understøtter Energistyrelsen også denne proces med BedreBolig-ordningen, der gør det nemmere for husejerne at renovere boligerne på en energirigtig måde. BedreBolig-ordningen blev lanceret i efteråret 2014, og er derfor en meget ny ordning.

Herudover er kommunerne på Fyn gået sammen i forskellige netværk, for at facilitere energirenoveringen i bygningsmassen. Bl.a. er Odense, Faaborg-Midtfyn, Assens, Nordfyns Kommuner samt en række andre aktører og håndværkere med i netværket "Grøn Erhvervsvekst". Grøn Erhvervsvekst har fokus på initiativer til fremme af efterspørgsel på energirenovering i form af håndværkeruddannelse, aftenskole, energimesser og events. Grøn Erhvervsvekst har opnået markante resultater med bl.a. 29 % vækst i omsætning for energihåndværkere uddannet i CLEAN Grøn Erhvervsvekst regi og 165 årsjob skabt på 3 år. De 165 årsjob svarer til DKK 110 mio. i meromsætning for de deltagende virksomheder. Hertil kommer DKK 38,5 mio. i positiv samfundseffekt.

Svendborg Kommune arbejder med "Energirenoveringshjulet". Projektets mål er at få gennemført energirenoveringer af enfamiliehuse gennem en stærk målrettet og proaktiv kampagne til parcellhusejere med store energisparer potentialer.

Fælles for de 2 netværk er, at de har fokus på at få stimuleret private boligejere til at gennemføre energirenoveringer.

## *Anbefalinger til arbejdet med energibesparelser på Fyn*

Energispareområdet er et stort, men meget vigtigt område i arbejdet med at opnå en fossilfri energiforsyning i 2050. Selvom der på Fyn arbejdes på rigtig mange fronter med mange gode projekter og indsatser, så er der endnu ikke opnået så store besparelser, i forhold til de statslige forventninger på området. Der savnes derfor mere klare nationale strategier og rammer for, hvordan målet om 35% procents energibesparelse skal opnås. Er det markedet for energibesparelser og dermed selskabernes energispare-forpligtigelser der skal løfte denne udfordring, eller vil man fra regeringens side komme med finansielle ordninger, der kan stimulere vejen mod målet?

Det anbefales at vi på Fyn understøtter:

- virksomhederne i at få kontakt til projektet "Effektiv Energi"
- kommunerne i at få gennemført en seriøs udrulning af Energistyrelsens "BedreBolig-ordning" på Fyn
- netværker som "Grøn Erhvervsvekst" og "Energirenoveringshjulet" for at samle indsatsen
- en ekstra kommunal indsats inden for energieffektivisering af egne bygninger, gadebelysning, indkøbspolitik og partnerskaber med virksomheder



## Afgifter

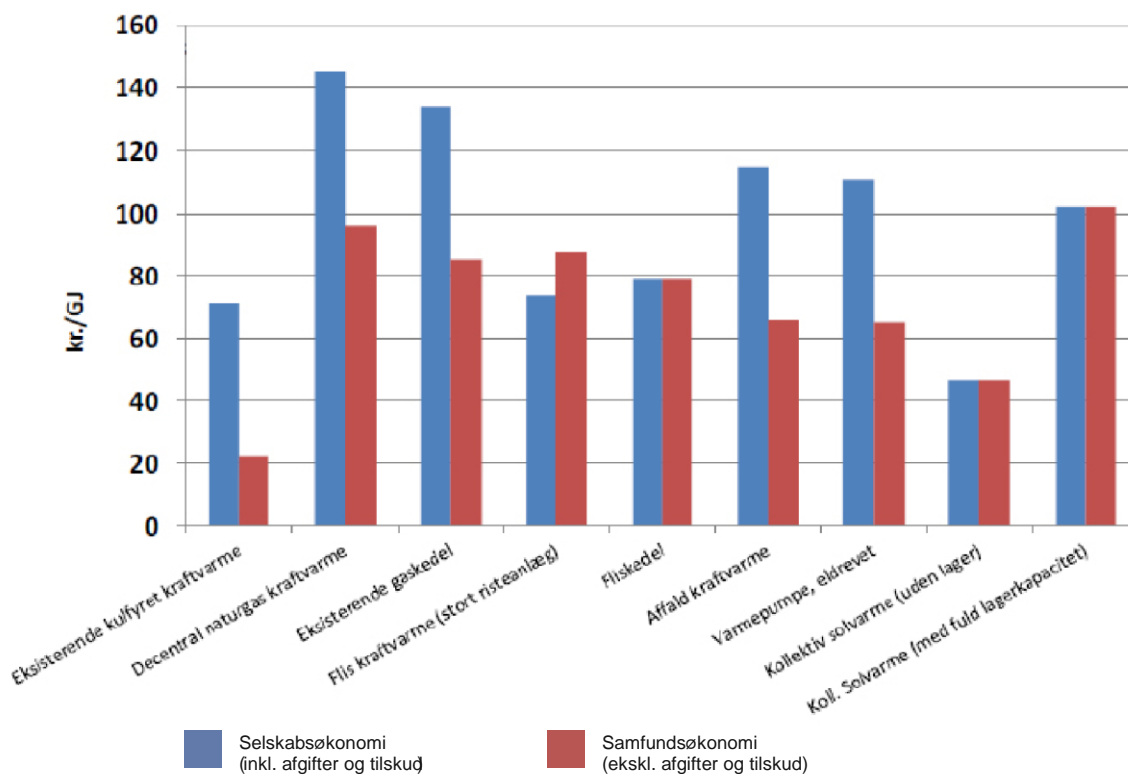
Energiafgifter blev første gang indført i Danmark i 1977, med elafgift og olieafgift. I dag udgør summen af afgiftsbetalinger ca. 50 mia. kr. årligt, og er således en væsentlig del af statens indtægter. Afgiftssystemet tjener to hovedformål: dels at sikre provenu til staten, og dels som adfærdsregulerende instrument i energi- og miljøpolitikken. Adfærdsregulerende grønne afgifter skal ideelt set have et niveau, som svarer til skadesomkostningen ved yderligere udledning. Afgifter og tilskud har endvidere en adfærdsregulerende funktion i bestræbelserne på at sikre den grønne omstilling så effektivt som muligt.

I forhold til brændsler, el og overskudsvarme der anvendes af slutbruger til rumvarme, skal det bemærkes at:

- Der er et meget markant afgifts- og tariftryk ved anvendelse af elektricitet til direkte varme.
- Biomasse (og anden VE) er fritaget for afgifter.
- De fossile brændsler og affald har et nogenlunde lige afgiftstryk.
- Varmepumpernes betaling har nogenlunde samme niveau som de fossile brændsler, når eltariffer indregnes.

Figur 8 viser beregnede varmeproduktionsomkostninger for forskellige fjernvarmeproduktionsanlæg. For den enkelte varmeproduktionsteknologi viser forskellen mellem den røde og den blå søjle effekten af afgifter- og tilskud. Figuren indeholder samtlige produktionsomkostninger og indtægter inklusive kapitalomkostninger, driftsomkostninger, indtægter i elmarkedet samt brændselsomkostninger (eller brændselsindtægter for et affaldsanlæg).





Figur 8 - Samlede nettoomkostninger ved produktion af fjernvarme på forskellige teknologier til produktion af varmegrundlast. Blå søjler viser niveauet inklusiv tilskud og afgifter. **Bemærk:** I praksis vil solvarmeanlæg etableres med delvis lagerkapacitet.

Afgiftssystemet fremmer især biomasse og anden VE, hindrer anvendelse af direkte elvarme, og fremmer kun i mindre omfang varmepumper som alternativ til fossile brændsler. Overskudsvarmeafgiften kan ikke udgøre mere end 33% af det samlede varmevederlag, og vil derfor oftest være væsentlig lavere end det viste maksimumsbeløb på 50 kr./GJ. Endelig skal det nævnes, at energiafgiften reduceres med ca. 17% såfremt varmen produceres som kraftvarme.

Effekten af afgiftssystemet er, at solvarme og biomasse favoriseres, imens f.eks. varmepumper fortsat har svært ved at konkurrere på grund af høje afgifter og tariffer.

Ud over afgifter ydes der produktionstilskud til biomasse. Elproduktion på biomasse får 15 øre/kWh i et tidsubegrænset tilskud. Tilskuddet til landvind er tidsbegrænset. Set over en levetid på 25 år, er værdien ca. 12,5 øre/kWh, altså lavere end biomassetilskuddet. Solcelleanlæg nettoafregnes, og for den del af solcellestrømmen der anvendes af forbrugeren selv, kan man tale om et indirekte tilskud svarende til summen af tariffer og afgifter, i alt 174 øre/kWh.

## Anbefalinger

Afgifter bør opdeles i adfærdsregulerende grønne afgifter og i provenu afgifter. Et idealiseret afgiftssystem bør derfor lægge hovedvægten på meget høje CO<sub>2</sub>-afgifter, samt omkostningsægte SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> afgifter m.v. Eftersom elproducenter og andre virksomheder er i international konkurrence, kan Danmark ikke unilateralt indføre "meget høje generelle CO<sub>2</sub>-afgifter".

Når/hvis der opnås høje CO<sub>2</sub>-kvotepriser, vil priserne i elmarkedet stige til et niveau der afspejler de faktiske miljø- og klimaomkostninger. I en sådan situation vil yderligere elforbrugsafgifter udelukkende have et provenuformål, der bør smøres jævnt ud over alle energiforbrugere der ikke er i international konkurrence. Derfor bør elforbrugsafgiften sænkes til et niveau, der også gælder for alle andre typer af slutforbrug af energi. Dette vil fremme anvendelsen af varmepumper, og give det rigtige incitament til at varmepumperne er i drift når

elproduktionen fra vind og sol er dominerende. I det omfang VE herved mister konkurrencekraft, kan dette sandsynligvis mest effektivt håndteres ved tilskudsordninger.

Dynamiske el-afgifter (afgifter der afhænger af elprisen) er et instrument der effektivt kan tages i anvendelse som en midlertidig ordning, indtil høje CO<sub>2</sub>-kvotepriser sender det rigtige incitament. Der er dog en række vanskeligheder i designet af dynamiske afgifter, men dette arbejde bør fortsætte.

Overskudsvarmeafgiften er ofte under anklage for at være hindrende for udnyttelse af overskudsvarme. Såfremt overskudsvarmeafgiften afskaffes, kan der dog mangle incitament til at virksomheder der leverer overskudsvarme gennemfører spare aktiviteter eller overgår til VE.

Det anbefales at politikerne på Fyn arbejder for at skabe følgende ramme, med henblik på at sikre stabile vilkår for omstilling til VE uden at det rammer konkurrenceevne og dansk økonomi, som helhed, i urealistisk grad:

- Danmark skal fortsætte og forstærke arbejdet i EU for at nå høje priser i det europæiske CO<sub>2</sub> kvotemarked der afspejler de faktiske omkostninger ved den grønne omstilling.
- Når vi har et effektivt CO<sub>2</sub> kvotemarked bør elforbrugsafgifter sænkes til et niveau der også gælder for alle andre typer af slutforbrug af energi, i princippet også VE.
- Som et mindre præcist, men mere håndterbart alternativ til det effektive CO<sub>2</sub>-marked, kan der anbefales en generel sænkning af afgifter og tariffer på elektricitet der anvendes til varme, samtidig med at afgiftsniveauet på olie, naturgas og kul hæves.
- For at sikre en bedre udnyttelse af overskudsvarme, skal der arbejdes for at skabe bedre vilkår for at fjernvarmeselskaber gennemfører de nødvendige investeringer hos leverandøren af overskudsvarme.
- Der bør udbetales et tilskud fra f.eks. PSO ordningen til de områder, som vil have landvindmøller opstillet. Dette set i lyset af, at hvis der ikke kan placeres nok landmøller skal der i stedet placeres dyre havmøller, hvilket el-forbrugerne i sidste ende skal betale via PSO-ordningen. Det kunne derfor være en fordel, hvis samfundet og lokalområdet deler den gevinst (billiggørelse) der er ved at etablere landmøller



# Videreførelse af Energiplan Fyn og fremtidige samarbejder

## Hvorfor fortsat samarbejde gennem Energiplan Fyn

Med Energiplan Fyn er skabt et unikt dialog- og samarbejdsforum på tværs af de mange offentlige, halvoffentlige og private nøgleaktører omkring energisektorens fremtidige udvikling.

Arbejdet med Energiplan Fyn Rammeplanen har skabt et fælles billede blandt kommuner, og en række nøgleaktører i og omkring energisektoren af, hvordan en omstilling af samfundet til vedvarende energiforsyning kan se ud, og hvordan denne omstilling kan fremmes på kort og lang sigt på en måde, der er forsvarlig både i forhold til miljømæssige og økonomiske hensyn.

Omstillingen vil i alle tilfælde over de kommende årtier kræve milliard store investeringer i nye teknologier, hvor der endnu mere end hidtil skal tænkes i sammenhængende intelligente systemer, der både er effektive og fleksible. Ikke mindst medtænkning af en fremtidig bæredygtig energiforsyning til transportsektoren stiller store krav til helhedstækning og samarbejder på tværs for at lykkes. En bæredygtig transportsektor stiller fx store krav til tværgående prioritering af biomasseressourcerne. Og infrastruktur og systemer til fleksibel anvendelse af el kræver koordinerede indsatser langt ud over elsektoren og kommunegrænser er langt hen ad vejen af underordnet betydning.

Erfaringerne fra de to års samarbejde om Energiplan Fyn viser, at der i årene fremover vil være et stort behov for fortsat tæt dialog og koordinering omkring de udviklingsveje, der vælges. Det

gælder på tværs af kommunegrænser og på tværs af energiselskaber og øvrige aktører omkring energiforsyningen (landbrug, industri, evt. affaldssektoren m.v.). Det er i tænkning på tværs af sektorer, at de smarte løsninger ligger, og den økonomiske optimering i en omstilling hænger herpå.

I forlængelse af Energiplan Fyn Rammeplanen foreslås, at de enkelte kommuner og energiselskaber udarbejder eller revurderer egne strategiske energiplaner, hvor man bl.a. forholder sig til Rammeplanens anbefalinger på kort og lang sigt. Disse aktørplaner kan gøres til genstand for en løbende og åben tværgående debat og forhåbentligt løbende afføde koordinering og nye samarbejder om optimale løsninger.

Det foreslås videre med de positive erfaringer med samarbejdet omkring Energiplan Fyn, at dette samarbejde videreudvikles.

I forlængelse heraf anbefales, at der etableres et Energiplan Fyn sekretariat. Sekretariatet skal sikre løbende videndeling og facilitere både politiske og faglige fora (seminarer, arbejdsgrupper mv.) for løbende udvikling af og dialog om tværgående analyser, strategiske planer, konkrete indsatser/projekter, koordinering af projekter m.v. Et fælles sekretariat vil også kunne understøtte, at forsøgs- og demonstrationsprojekter etableres gennem samarbejder på Fyn, og det kan være med til at rejse støtte til sådanne projekter. I forhold til påvirkning af den nationale energipolitik vil et fortsat bredt regionalt energisamarbejde kunne blive af stor betydning.

I et fortsat fynsk energisamarbejde foreslås det videre, at Udvikling Fyn får en særlig rolle med at facilitere, at der arbejdes videre med at fremme en udnyttelse af de erhvervsmæssige potentialer i en omstilling af energiforsyningen.

Det foreslås, at der etableres en styregruppe for sekretariatets virke med repræsentanter for Borgmesterforum Fyn, de store og mindre energiselskaber, SDU, jordbruget og Udvikling Fyn og evt. affaldssektoren.

Sekretariatet oprettes under Byregion Fyn og tilknyttes 1-2 medarbejdere med faglig indsigt i energiområdet samt i projektledelse. Ledelsesmæssigt skabes et ophæng til en kommunal chef på det tekniske område. Sekretariatet foreslås finansieret under Byregion Fyn samarbejdet.

Lige her og nu er der behov for, at forslaget til Rammeplan gøres mere kendt og debatteres blandt de mange fynske aktører på energiområdet og ikke mindst politisk blandt de deltagende 9 kommuner før det endelig vedtages. Det foreslås derfor, at forslaget sendes ud til debat/høring blandt de mange interessenter i efteråret 2015. Projektsekretariatet og den nuværende styregruppe opretholdes i hvert fald i resten af 2015 med henblik på at håndtere denne debat og håndtere de kommentarer, som måtte fremkomme i et sådan forløb. Det foreslås, at Rammeplanen herefter endelig godkendes i Borgmesterforum Fyn.

## Anbefalinger til videre handling

For at Rammeplanen fra Energiplan Fyn kan konkretiseres og føres videre ud i livet, anbefales følgende videre handlinger:

- At Rammeplanen behandles politisk og godkendes af Borgmesterforum Fyn, de enkelte kommunalbestyrelser og byråd samt forsyningsselskabernes bestyrelser
- At der etableres et Energiplan Fyn sekretariat, der får ansvar for at koordinere samarbejdet, omkring omstilling af energi- og transportsystemet til vedvarende energi, mellem kommuner, forsyningsselskaber samt andre relevante nøgleaktører
- At kommuner og forsyningsselskaber implementerer Rammeplanen gennem den kommunale planlægning (f.eks. via kommuneplantillæg) og selskabernes udviklingsplaner
- At disse planer koordineres via tilbagevendende møder/seminarer

- At idékatalog og videnplatform vedligeholdes via hjemmesiden [www.energiplanfyn.dk](http://www.energiplanfyn.dk) samt SDUs involvering med studerende og forskningsprojekter
- At monitorere og evaluere den samlede effekt af samarbejdet og indsatser hvert andet år og revidere den fælles energi-Rammeplan hvert fjerde år
- At det videre arbejde organiseres under Byregion Fyn





# Litteraturliste

- "Grøn Energi", Klimakommissionen, september 2010
- "Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050", Energistyrelsen, maj 2014
- "Fjernvarmens rolle i den fremtidige energiforsyning", Energistyrelsen, maj 2014
- "Biogas i Danmark", Energistyrelsen, maj 2014
- "Analyse af bioenergi i Danmark", Energistyrelsen, maj 2014
- "Energi 2050 – et udviklingsspor for energisystemet", Energinet.dk, september 2010
- "Carbon footprint og bioenergy pathways for the future Danish energy system", COWI og Syddansk Universitet, marts 2014
- "Danmark uden affald", Regeringen, oktober 2013
- "IPCC SRREN Bioenergy", Chum et al., 2011
- "Analyse af potentialet for landvind i Danmark i 2030", Energinet.dk, januar 2015

# Energiplan

# Fyn

Endel af Byregion Fyn

